การศึกษาเทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้างทางลอดลดระดับแยกหลักสี่

A STUDY OF CONSTRUCTION TECHNIQUES AT LAKSI UNDERPASS

นายกิตติ บุญประธาน
นายคณิศธร อดิสรศุภวัฒน์
นายเวชพล ชูชินวัตร

วัน เดือน ปี 16 ก.ค. 2541
เลขทะเบียน 039004
เลขเรียกหนังสือ T 0245 ก 674 ก

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการก่อสร้าง
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2540

039004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ หรือหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY OF CONSTRUCTION TECHNIQUES
AT LAKSI UNDERPASS

MR.KITTI BOONPRATARN
MR.KANITTHORN ADISORNSUPAWAT
MR.WETCHAPHON CHUCHINNAWAT

A SPECIAL PROJECT SUMITTED IN FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE
BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEER
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ การศึกษาเทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้างทางลอดลดระดับแยกหลักสี่

A study of construction techniques at Laksi Underpass

นักศึกษา นายกิตติ บุญประธาน รหัสประจำตัว 37014017

นายคณิศธร อดิสรศุภวัฒน์ รหัสประจำตัว 37014035

นายเวชพล ชูชินวัตร รหัสประจำตัว 37014427

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมการก่อสร้าง

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อำนวย พานิชกุลพงศ์

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
1. ผศ.ศิริวัฒน์ ไชยชนะ	.....
2. อาจารย์ศิลป์ชัย จานสุวรรณ	.....
3. อาจารย์อำนวย พานิชกุลพงศ์	.....

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

.....

(นายอำนวย พานิชกุลพงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาเทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้างทางลอดลดระดับแยกหลักสี่

โดย นายกิตติ บุญประธาน
นายคณิศธร อดิสรศุภวัฒน์
นายเวชพล ชูชินวัตร
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อำนวย พานิชกุลพงศ์

บทคัดย่อ

ในบริเวณทางแยกหลายแห่งในกรุงเทพฯ ได้ทำการออกแบบและก่อสร้างเป็นโครงสร้างทางแยกต่างระดับ เพื่อที่จะแยกกระแสการจราจรที่ติดขัดให้อยู่ต่างระดับกัน โดยรูปแบบของทางแยกต่างระดับนี้มีอยู่หลายรูปแบบ อาทิเช่น สะพานลอย อุโมงค์ ทางลอดลดระดับ เป็นต้น สำหรับวงเวียนหลักสี่ (ทางแยกหลักสี่) นี้ มีอนุสาวรีย์พิทักษ์รัฐธรรมนูญอยู่ตรงกลาง เมื่อมีความเจริญมากขึ้นจึงเกิดปัญหาการจราจรติดขัด กรมทางหลวงจึงได้ออกแบบเป็นทางลอดลดระดับในแนวถนนพหลโยธินลอดผ่านสี่แยกดังกล่าว เพื่อรักษาทัศนียภาพของพื้นที่และอนุสาวรีย์ไว้คงเดิม

จากผลการศึกษานี้จะทำให้เราได้ทราบถึงเทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้างทางลอดลดระดับแยกหลักสี่ ซึ่งจะมีรายละเอียดในเรื่องของการจัดเตรียมสถานที่ก่อสร้าง งานเสาเข็ม งานผนัง งานพื้น ส่วนของการระบายน้ำ งานระบบ งานผิวจราจร สวนสาธารณะ รวมถึงปัญหาและอุปสรรคพร้อมทั้งแนวทางแก้ไขด้วย ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่นักศึกษาผู้ที่สนใจ และสามารถใช้เป็นตัวอย่างสำหรับในการก่อสร้างทางลอดลดระดับในโครงการอื่นๆ ต่อไป

Abstract

Many intersections in Bangkok are designed and constructed to become grade seperation structures in order to separate ways into different grade that flow the traffic as well. There are many figures of grade seperation structures such as flyover, tunnel, underpass, etc. The Pitakrathammanoon Monument is in the middle of the Laksi compass (Laksi intersection). Because this area had more prosper that occurred traffic problem, Department of Highways designed underpass on Paholyothin Road through underground of Laksi intersection for keeping the beautiful vision of the area and monument.

From result of this study, it makes us know more details in construction techniques at Laksi underpass such as site preparation, piling, wall, slab, public utility, traffic surface, public park, problems, obstacles and corrections. It is very useful for students who interested. It would be example for the underpass construction process in the next projects.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการจัดทำโครงงานพิเศษฉบับนี้ เป็นการจัดทำขึ้นตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการก่อสร้าง ซึ่งการที่สามารถดำเนินงานสำเร็จลุล่วงลงไปได้นั้นมิได้เกิดจากกลุ่มผู้จัดทำเพียงลำพังเท่านั้น ส่วนหนึ่งก็เนื่องมาจากการได้รับความอนุเคราะห์ อุปกรณ์ ข้อมูล รวมทั้งคำแนะนำและการช่วยเหลือจากบุคคล และหน่วยงานหลายแห่ง ทั้งนี้กลุ่มผู้จัดทำจึงใคร่ขอขอบพระคุณบุคคลต่างๆ เหล่านี้ ซึ่งมีส่วนช่วยทำให้การจัดทำโครงงานพิเศษครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

- อาจารย์อำนวย พานิชกุลพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษครั้งนี้ ซึ่งให้คำแนะนำต่างๆ ในการทำโครงงานฯ

- คุณวิเชียร ลิขิตชาญชัย วิศวกรโครงการฯ บริษัท ก่อสร้างสหพันธ์ จำกัด ผู้ที่ช่วยให้คำปรึกษา และอธิบายขั้นตอน การทำงานต่างๆในโครงการนี้

- ผู้อำนวยการสำนักก่อสร้างสะพาน กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม ซึ่งให้ข้อมูลของงาน และความคืบหน้าของโครงการ

- คุณนพรัตน์ เอี่ยมพานิช ผู้ควบคุมงานโครงการฯ กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม ซึ่งให้คำปรึกษา และให้ยืมอุปกรณ์ต่างๆ

- คุณชรัส วิศวกรกรมทางหลวง คุณประนอม นายช่างกรมทางหลวง ซึ่งช่วยอธิบาย และไขข้อข้องใจต่างๆ

- คุณสุกัญญา คุณอรณี เจ้าหน้าที่กรมทางหลวง ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการติดต่อขอข้อมูล

- คุณสุเมธ มโนหาญ ผู้จัดการฝ่ายเทคนิค บริษัท ไทย บาวเออร์ จำกัด ผู้ให้ความช่วยเหลือข้อมูลการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ และการทำ Diaphragm Wall

- พี่ธีรพล พี่เทิดเกียรติ พี่มด พี่สุขุม วิศวกร บริษัท ไทย บาวเออร์ จำกัด ที่ให้คำปรึกษา และอธิบายขั้นตอนการทำงานต่างๆ ในโครงการฯ

อีกทั้ง บิดามารดา และพี่น้อง ตลอดจนเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือต่างๆ รวมถึงบุคคลอื่นๆ ที่มิได้กล่าวถึงไว้ ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้กลุ่มผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณบุคคลเหล่านี้อีกครั้ง และจะระลึกถึงตลอดไป

กลุ่มผู้จัดทำโครงงานพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	II
สารบัญ	III
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงงานพิเศษ	1
1.3 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในโครงงานพิเศษ	1
1.4 วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงงานพิเศษ	1
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ข้อมูลเบื้องต้นของโครงการ	
2.1 ความเป็นมาของโครงการ	3
2.2 รายละเอียดของโครงการ	3
2.3 ขั้นตอนการก่อสร้าง	4
2.4 รูปแบบของการก่อสร้างทางลอดลดระดับ	5
2.5 แผนเพิ่มเติมในอนาคต	6
2.6 งานที่ต้องดำเนินการก่อสร้าง	6
บทที่ 3 หลักการออกแบบพื้นฐาน	
3.1 การออกแบบเรขาคณิต	20
3.1.1 ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ	20
3.1.2 รัศมีโค้ง	21
3.1.3 ระยะมองเห็น	21
3.1.4 ความลาดชันและระดับ	22
3.1.5 การยกโค้งและความลาดชันด้านข้าง	22
3.1.6 ความกว้างและรูปตัด	23
3.1.7 แนวทางดิ่ง	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.8 บริเวณการจราจรสลับช่อง	25
3.1.9 ช่องว่าง	26
3.2 การออกแบบระบายน้ำ	26
3.2.1 ลักษณะทั่วไป	26
3.2.2 การประเมินปริมาณน้ำหลาก	27
3.2.3 การคำนวณหาขนาดท่อระบายน้ำขนานถนน	29
3.2.4 การคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องระบายโดยการสูบออก บริเวณทางลอดลดระดับ	31
3.3 การออกแบบโครงสร้าง	32
3.3.1 ข้อกำหนดในการออกแบบ	32
3.3.2 ระบบโครงสร้าง	34
3.3.3 วิธีการออกแบบ	35
3.4 การออกแบบโครงสร้างผิวทาง	35
3.4.1 ลักษณะทั่วไป	35
3.4.2 การทดสอบในสนามและในห้องทดลอง	35
3.4.3 การออกแบบโครงสร้างผิวทางคอนกรีต	35
3.4.4 การออกแบบผิวทางของโครงสร้าง	39
บทที่ 4 เทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้าง	
4.1 การจัดเตรียมสถานที่ก่อสร้าง	43
4.2 งานเสาเข็ม	47
4.2.1 เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่	47
ขั้นตอนการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่	47
คุณสมบัติและข้อกำหนดทั่วไป	50
การควบคุมงานเสาเข็ม	50
4.2.2 เสาเข็มระบบเจาะกด	56
เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานในระบบเจาะกด	56
วิธีการทำงาน	57
ขั้นตอนการทำงานของเสาเข็มระบบเจาะกด	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.3 เสาเข็มตอกโดยปั้นจั่น	67
เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ช่วยในการตอกเสาเข็ม	67
อุปกรณ์ป้องกันความเสียหายต่อเสาเข็ม	69
ขั้นตอนการทำงานของเสาเข็มตอกโดยปั้นจั่น	70
4.3 งานผนัง	73
4.3.1 Diaphragm Wall	73
ขั้นตอนการก่อสร้าง Diaphragm Wall	73
Waling Beam	94
Prop	97
อุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้	103
การตกแต่งผิวผนัง Diaphragm Wall	107
4.3.2 RC Wall	109
4.4 งานพื้น	110
4.4.1 Top Slab	110
4.4.2 Base Slab	115
Base Slab ช่วง RC Wall	115
Base Slab ช่วง D-Wall	118
4.4.3 Bearing Unit	124
4.4.4 Approach Slab	125
4.5 ส่วนของการระบายน้ำ	126
4.5.1 Pump Tank	126
4.5.2 Control Room	129
4.6 งานระบบ	130
4.6.1 งานระบบระบายอากาศ	130
4.6.2 งานระบบไฟฟ้า	130
4.6.3 งานระบบระบายน้ำ	130
4.7 การทำผิวจราจร	132
4.8 สวนสาธารณะ	133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 ปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้าง	
5.1 ปัญหาจากการจราจร	134
5.2 ปัญหาจากระบบสาธารณูปโภค	135
5.3 ปัญหาจากการก่อสร้าง	136
5.3.1 เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่	136
5.3.2 เสาเข็มระบบเจาะกด	142
5.3.3 เสาเข็มตอกโดยปั้นจั่น	142
5.3.4 Diaphragm Wall	143
5.3.5 งานพื้น	144
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
6.1 บทสรุป	145
6.2 ข้อเสนอแนะ	147
ภาคผนวก ก. ราคางานก่อสร้าง	149
ภาคผนวก ข. แบบก่อสร้าง	162
เอกสารอ้างอิง	284

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	ความเร็วขั้นต่ำที่ใช้ออกแบบทางเลี้ยว	20
ตารางที่ 3.2	ระยะมองเห็นสำหรับทางเลี้ยว	21
ตารางที่ 3.3	ความลาดชันทางเลี้ยว	22
ตารางที่ 3.4	อัตราการเปลี่ยนความลาดชันด้านข้างสำหรับการเลี้ยว	23
ตารางที่ 3.5	ผลต่างพีชคณิตขั้นสูงของความลาดชันด้านข้างที่ปลายทางเลี้ยว	23
ตารางที่ 3.6	ความกว้างทางรถวิ่งและไหล่ทาง	24
ตารางที่ 3.7	ความยาวของโค้งแนวดิ่งขั้นต่ำ	25
ตารางที่ 3.8	สัมประสิทธิ์น้ำหลากใช้กับ Rational Method	28
ตารางที่ 3.9	การแยกประเภทชั้นงานดินรองรับสำหรับถนนคอนกรีต	37
ตารางที่ 3.10	จำนวนเพลามาตรฐานสะสมและความหนาแน่นพื้นคอนกรีต	39
ตารางที่ 3.11	จำนวนเทียบเท่าเพลามาตรฐานสะสมตลอดอายุการใช้งาน 20 ปี	42
ตารางที่ 4.1	ผลดีและผลเสียของการจำแนกประเภทวิธีผลิตเข็ม	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.15 แสดงเสาเข็มสปันหลังจากการเชื่อมแล้ว	62
รูปที่ 4.16 การใช้เสาส่งตอกหัวเสาเข็มให้ได้ความลึกที่ต้องการ	62
รูปที่ 4.17 การยกเสาเข็มมาติดตั้งกับปั้นจั่น	70
รูปที่ 4.18 การติดตั้งครอบหัวเสาเข็ม	71
รูปที่ 4.19 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเช็คดิ่งของเสาเข็ม	71
รูปที่ 4.20 การขุดดินเพื่อทำ Diaphragm Wall	74
รูปที่ 4.21 รูปตัดของ Guide Wall	75
รูปที่ 4.22 ตัวอย่างการเลือก Panel ที่จะขุด	75
รูปที่ 4.23 Clamshell ชนิด Hydraulic Grab สำหรับการขุดร่องดิน เพื่อก่อสร้าง Diaphragm Wall	76
รูปที่ 4.24 การขุดดินในช่อง Panel	77
รูปที่ 4.25 ลำดับการขุดในแต่ละ Panel	77
รูปที่ 4.26 แผ่นยาง Water Stop	78
รูปที่ 4.27 การติดตั้ง Stop End	79
รูปที่ 4.28 การเติมสารละลาย Bentonite ในหลุมที่ขุดเพื่อป้องกันดินทลาย	80
รูปที่ 4.29 Slurry Plant ของสารละลาย Bentonite	81
รูปที่ 4.30 การต่อท่อเพื่อทำ Air Lift	82
รูปที่ 4.31 การทดสอบวัดค่าความหนืด	83
รูปที่ 4.32 อุปกรณ์วัดค่าความหนาแน่น	83
รูปที่ 4.33 การวัดค่า pH	84
รูปที่ 4.34 การวัดค่าแปอร์เซ็นต์ทราย	85
รูปที่ 4.35 โครงเหล็กเสริมในผนัง Diaphragm Wall	86
รูปที่ 4.36 การผูกเหล็กเสริมที่ไม่ดีพอ ทำให้เกิดการพังในขณะที่ยกขึ้น	86
รูปที่ 4.37 การต่อเหล็กเสริมโดยใช้ U-Bolt	87
รูปที่ 4.38 เครื่องดัดเหล็กเส้น	87
รูปที่ 4.39 การ Block Out บริเวณที่จะทำการต่อโครงสร้างกับส่วนอื่น	88
รูปที่ 4.40 การติดตั้งและการยึด Stop End ไว้	90
รูปที่ 4.41 Water Stop ที่ติดกับผนังคอนกรีตหลังจากดึง Stop End ออก	91
รูปที่ 4.42 การจัดเก็บท่อ Tremie	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัญหาด้านการจราจรในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลโดยรอบ เป็นปัญหาใหญ่มากซึ่งต้องแก้ไขอย่างรวดเร็ว และการแก้ไขที่ตรงกับสถานการณ์มากที่สุดบริเวณทางแยกหลายแห่งในกรุงเทพฯ ได้ออกแบบและก่อสร้างเป็นทางแยกต่างระดับ ส่วนใหญ่เป็นลักษณะสะพานลอยข้ามในทิศทางเดียว (Flyover) ซึ่งจะทำให้การจราจรมีความคล่องตัวขึ้นในระดับหนึ่ง บริเวณทางแยกหลักสี่ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงได้ประสบปัญหาการจราจรคับคั่ง เนื่องจากจำนวนยวดยานที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก และบริเวณโดยรอบได้รับการพัฒนาเป็นชุมชนที่อยู่อาศัยและพาณิชยกรรม กรมทางหลวงได้เคยเสนอให้มีการปรับปรุงด้านกายภาพเป็นทางแยกต่างระดับ แต่ประสบปัญหาเนื่องจากเป็นที่ตั้งของอนุสาวรีย์พิทักษ์รัฐธรรมนูญ ซึ่งกรมทางหลวงจำเป็นที่จะต้องแก้ไขในรูปของทางลอดลดระดับ และเนื่องจากก่อสร้างทางลอดลดระดับเป็นที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก จึงได้เกิดกรณีศึกษานี้ขึ้นเพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่มีความสนใจขั้นตอนการก่อสร้างทางลอดลดระดับ

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงงานพิเศษ

1. เพื่อศึกษาเทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้างทางลอดลดระดับ
2. ศึกษาถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างทางลอดลดระดับ

1.3 ทฤษฎีและแนวความคิดที่ใช้ในโครงงานพิเศษ

1. เทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้างทางลอดลดระดับ
2. ระบบกำแพงกันดิน
3. ระบบเสาเข็ม

1.4 วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงการพิเศษ

1. ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับเทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้างจากบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างในโครงการนี้
2. ติดต่อกับกรมทางหลวงเพื่อศึกษาถึงข้อมูล การวางแผนและระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการ
3. ศึกษาถึงปัญหาการจราจรที่เกิดขึ้น และเสนอแนวทางแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเข้าใจถึงเทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้างทางลอดลดระดับ
2. สามารถรู้ถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างทางลอดลดระดับ และเสนอแนวทางแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ข้อมูลเบื้องต้นของโครงการ

2.1 ความเป็นมาของโครงการ

ปัญหาด้านการจราจรในบริเวณกรุงเทพมหานคร และรวมถึงปริมณฑล ซึ่งได้แก่จังหวัดโดยรอบกรุงเทพมหานคร เป็นปัญหาใหญ่ และทวีความรุนแรงขึ้นตามลำดับ ตามจำนวนยวดยานที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จำเป็นต้องการแก้ไขที่ตรงกับสถานการณ์ บริเวณทางแยกหลายแห่งในกรุงเทพมหานครได้ทำการออกแบบและก่อสร้างเป็นโครงสร้างแยกต่างระดับ (Grade Separation Structures) โดยแยกกระแสรถทางตรงให้อยู่ต่างระดับกัน ซึ่งทำให้การจราจรมีความคล่องตัวขึ้นในระดับหนึ่ง

บริเวณวงเวียนหลักสี่ (ทางแยกหลักสี่) เดิมเป็นวงเวียนเล็กๆ และมีอนุสาวรีย์พิทักษ์รัฐธรรมนูญ อยู่ตรงกลาง โดยมีถนนพหลโยธินผ่านที่อนุสาวรีย์ฯ แห่งนี้ และมีทางแยกออก 2 ด้านคือถนนรามอินทราไปทางตะวันออก และถนนแจ้งวัฒนะไปทางตะวันตก ต่อมาเมื่อมีความเจริญมากขึ้น ทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดและมีความคับคั่งเกือบตลอดทั้งวัน กรมทางหลวงจึงต้องแก้ไขปรับปรุงจากวงเวียนเป็นสี่แยกลวบคุมด้วยสัญญาณด้วยไฟจราจรแทน โดยจัดให้อนุสาวรีย์ฯอยู่ตรงมุมของสี่แยกทางด้านตะวันออก แต่การแก้ไขดังกล่าวจะช่วยบรรเทาปัญหาการจราจรได้ภายในระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น จึงจำเป็นต้องนำรูปแบบทางแยกต่างระดับ เพื่อแยกกระแสการจราจรที่ตัดกันให้ผลต่างระดับกันมาใช้ อาทิเช่น สะพานลอย อุโมงค์ หรือทางลอดลดระดับ มาพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง

ตามมติของคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก (คจร.) ในการแก้ไขปัญหาการจราจรเร่งด่วนตามวาระการประชุม เมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2537 ได้เห็นชอบในหลักการแก้ไขและปรับปรุงทางแยกหลักสี่ด้วยการแยกระดับกระแสการจราจรที่ตัดกัน โดยจะช่วยประสานงานติดต่อในการพิจารณาแก้ไขปัญหาที่เกิดจากบริเวณเป็นที่ตั้งของอนุสาวรีย์ฯ กรมทางหลวงจึงได้พิจารณาก่อสร้างเป็นทางลอดลดระดับในแนวของถนนพหลโยธินลอดผ่านสี่แยกดังกล่าว เพื่อรักษาทัศนียภาพของพื้นที่และอนุสาวรีย์ฯ ให้คงไว้ดังเดิม

2.2 รายละเอียดของโครงการ

กรมทางหลวงจะทำการก่อสร้างทางลอดลดระดับในแนวพหลโยธินตั้งแต่บริเวณหน้าวัดพระศรีมหาธาตุ ผ่านสี่แยกหลักสี่ถึงบริเวณหน้ากรมการทหารขนส่งที่ 1 รักษาพระองค์ ระยะทางยาวประมาณ 950 เมตร ลักษณะโครงสร้างเป็นทางลอดลดระดับเปิดคอนกรีตเสริมเหล็ก กว้าง 16.50 เมตร มีช่องจราจร 4 ช่องจราจร ขาเข้า 2 ช่องจราจร ขาออก 2 ช่องจราจร และจัดให้มีวงเวียนขนาด 5 ช่องจราจร เพื่อใช้เป็นเส้นทางจราจรในแนวถนนรามอินทรา และแจ้งวัฒนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของทางลอดลดระดับ

โครงสร้างของทางลอดลดระดับแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่

โครงสร้างทางเข้า (Portal Section) ผนังทางลอดลดระดับเป็นกำแพงเสริมเหล็กหนา 0.45 ม. บนเสาเข็ม 0.30x0.30 เมตร ยาวประมาณ 20 เมตร

โครงสร้างส่วนกลางทางลอดลดระดับ (Intermediate Section) ผนังทางลอดลดระดับก่อสร้างเป็น Diaphragm Wall ความหนา 0.80 เมตร ลึกประมาณ 22 เมตร พื้นทางลอดลดระดับเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 0.80 เมตร บนเสาเข็มเจาะเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 เมตร ลึกประมาณ 20 เมตร มีคานคอนกรีตเสริมเหล็ก (Permanent Bracing Beam) ขนาด 0.70x0.70 เมตร ยึดส่วนบนของผนังทางลอดลดระดับทุกระยะ 5 เมตร โครงสร้างส่วนที่วงเวียนพาดผ่านทางลอดลดระดับจะก่อสร้างเป็นพื้นหลังคาทางลอดลดระดับ (Top Slab) คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 0.90 เมตร

2.3 ขั้นตอนการก่อสร้าง

โครงสร้างส่วนทางเข้า (Portal Section)

- ทำการตอกเสาเข็ม 0.30x0.30 เมตรแล้วตอก Sheet Pile ป้องกันดินพัง
- ขุดดินออกจนถึงระดับที่ต้องติดตั้งค้ำยันชั่วคราว (Temporary Bracing)
- ทำการขุดดินต่อจนถึงระดับที่ต้องการ
- เทคอนกรีตพื้นทางลอดลดระดับ (Base Slab)
- หล่อคอนกรีตกำแพงทั้งสองด้าน
- ถมดินด้านข้างกำแพงและรื้อค้ำยันชั่วคราว
- ถอน Sheet Pile

โครงสร้างส่วนกลางทางลอดลดระดับ (Intermediate Section)

- ทำการก่อสร้าง Diaphragm Wall หนา 0.80 เมตร
- ทำการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ
- ทุบคอนกรีตส่วนบนของ Diaphragm Wall ซึ่งมีส่วนผสมของสารละลายเบนโทไนท์ออก
- หล่อคอนกรีตส่วนบนของ Diaphragm Wall (Waling Beam)
- ขุดดินจนถึงระดับที่ต้องติดตั้งค้ำยันชั่วคราวชั้นที่ 1
- ทำการติดตั้งค้ำยันชั่วคราวชั้นที่ 1
- ทำการขุดดินต่อจนถึงระดับที่ต้องติดตั้งค้ำยันชั่วคราวชั้นที่ 2
- ทำการติดตั้งค้ำยันชั่วคราวชั้นที่ 2
- หล่อคอนกรีตพื้นทางลอดลดระดับ
- รื้อค้ำยันชั่วคราวชั้นที่ 2 ออก
- หล่อคานคอนกรีตยึดผนังทางลอดลดระดับ (Permanent Bracing Beam)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รื้อค้ำยันชั่วคราวชั้นที่ 1 ออก

โครงสร้างส่วนกลางทางลอดลดระดับ ส่วนที่มีหลังคาทางลอดลดระดับ (Top Slab Intermediate Section)

- ทำการก่อสร้าง Diaphragm Wall หนา 0.80 เมตร
- ทำการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ
- ทุบคอนกรีตส่วนบนของ Diaphragm Wall ซึ่งมีส่วนผสมของสารละลายเบนโทไนท์ออก
- ขุดดินจนถึงระดับท้องหลังคาทางลอดลดระดับ
- หล่อคอนกรีตส่วนหลังคาทางลอดลดระดับ
- ทำการขุดดินจนถึงระดับที่ต้องติดตั้งค้ำยันชั่วคราวชั้นที่ 2
- หล่อคอนกรีตพื้นทางลอดลดระดับ
- รื้อค้ำยันชั่วคราวชั้นที่ 2 ออก

2.4 รูปแบบของการก่อสร้างทางลอดลดระดับ

จะเป็นแบบด้านบนเปิดตลอดยกเว้นที่อยู่ตรงแนววงเวียนและส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางของวงเวียนจะเทเป็นพื้นคอนกรีตกว้างเท่ากับขนาดของทางลอดลดระดับคือ 18.50 เมตร และยาวช่องละ 40.00 เมตร เพื่อให้รถสามารถวิ่งผ่านได้และส่วนตัววงเวียนตจะมีทางรถกว้าง 17.50 เมตร มี 5 ช่องจราจร โดยรวมส่วนทางในทางลอดลดระดับจะมีทางรถกว้าง 16.50 เมตร มีช่องจราจร 4 ช่อง โดยเริ่มต้นที่ตรงบริเวณประตูทางเข้าประตูแรกของวัดพระศรีมหาธาตุฯ และไปสิ้นสุดตรงบริเวณหน้ากรมการทหารขนส่งที่ 1 รักษาพระองค์ และตัวของอนุสาวรีย์ก็อยู่ที่เดิมไม่ได้เปลี่ยนแปลง

ผลกระทบต่อการจราจรในระหว่างก่อสร้าง

ขณะนี้ได้จัดการจราจรเป็นรูปแบบวงเวียนมี 5 ช่องจราจรแล้ว ปรากฏว่าการจราจรดีขึ้นกว่าเดิมมาก รถราที่เคยติดขัดบริเวณนี้ก็คล่องตัวขึ้น ทางโครงการฯคิดว่าจะมีผลกระทบกับการจราจรบ้างก็ในขั้นตอนที่ 4 ของการก่อสร้าง คือ ช่วงนอกวงเวียน บริเวณหน้าวัดพระศรีมหาธาตุฯ และหน้ากรมการทหารขนส่งที่ 1 รักษาพระองค์ เพราะจะทำให้เสียพื้นที่ผิวการจราจรไปข้างละ 2 ช่องจราจร แต่เนื่องจากบริเวณนี้พื้นที่มีจำกัดไม่สามารถขยายช่องเท่านั้น ถึงอย่างไรก็ดีช่วงเวลาดังกล่าวนี้จะเป็นระยะเวลาประมาณ 6 เดือน และถ้าหากมีปัญหาทางโครงการฯก็ได้สำรวจเส้นทางเลี่ยงบริเวณดังกล่าวทั้ง 4 ด้าน ก่อนที่จะมาถึงจุดบริเวณก่อสร้างให้ประชาชนได้ทราบก่อน และจะได้เลี่ยงไปตามเส้นทางดังกล่าวคือ

1. จากถนนแจ้งวัฒนะเข้าซอยแจ้งวัฒนะ 4 มาออกถนนพหลโยธินได้ที่ซอยพหลโยธิน 57

2. จากถนนพหลโยธินเข้าประตูที่ 1 วัดพระศรีมหาธาตุออกถนนแจ้งวัฒนะที่ประตูเข้าออกสถาบันราชภัฏได้

3. จากถนนพหลโยธินเข้าซอยพหลโยธิน 48 มาออกถนนรามอินทรา ที่ซอยรามอินทรา 5, ซอยรามอินทรา 19 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จากถนนรามอินทราเข้าซอยที่ติดกับทางเข้ากรมทหารราบที่ 11 รักษาพระองค์ มาออกถนนพหลโยธินตรงข้างสำนักงานบางเขนได้

5. จากถนนพหลโยธิน เข้าหมู่บ้านอัมรินทร์นิเวศน์ มาออกถนนรามอินทราที่ตรงมหาวิทยาลัยเกริกและข้างห้างเซ็นทรัลรามอินทราได้

2.5 แผนเพิ่มเติมในอนาคต

ถ้าหากมีการจราจรมากขึ้นก็ได้มีแผนรองรับไปแล้วโดยจะสร้างเป็นสะพานลอยในแนวถนนแจ้งวัฒนะและถนนรามอินทราเพิ่มขึ้น ให้รถสารารถผ่านตรงและเลี้ยวขวาได้ ก็จะทำให้การจราจรในบริเวณนี้ดีขึ้นไปอีกเมื่อถึงเวลานั้นแล้ว บริเวณตัวอนุสาวรีย์ฯ ก็จะต้องปรับปรุงให้สวยงามสง่าแด่นขึ้น

2.6 งานที่ต้องดำเนินการก่อสร้าง

1. ทำการก่อสร้างทางลอดลดระดับลอดทางแยกหลักสี่ในแนวถนนพหลโยธินจาก กม.18+100 ถึง กม.19+050 จำนวน 4 ช่องจราจร ไป 2 ช่อง กลับ 2 ช่อง

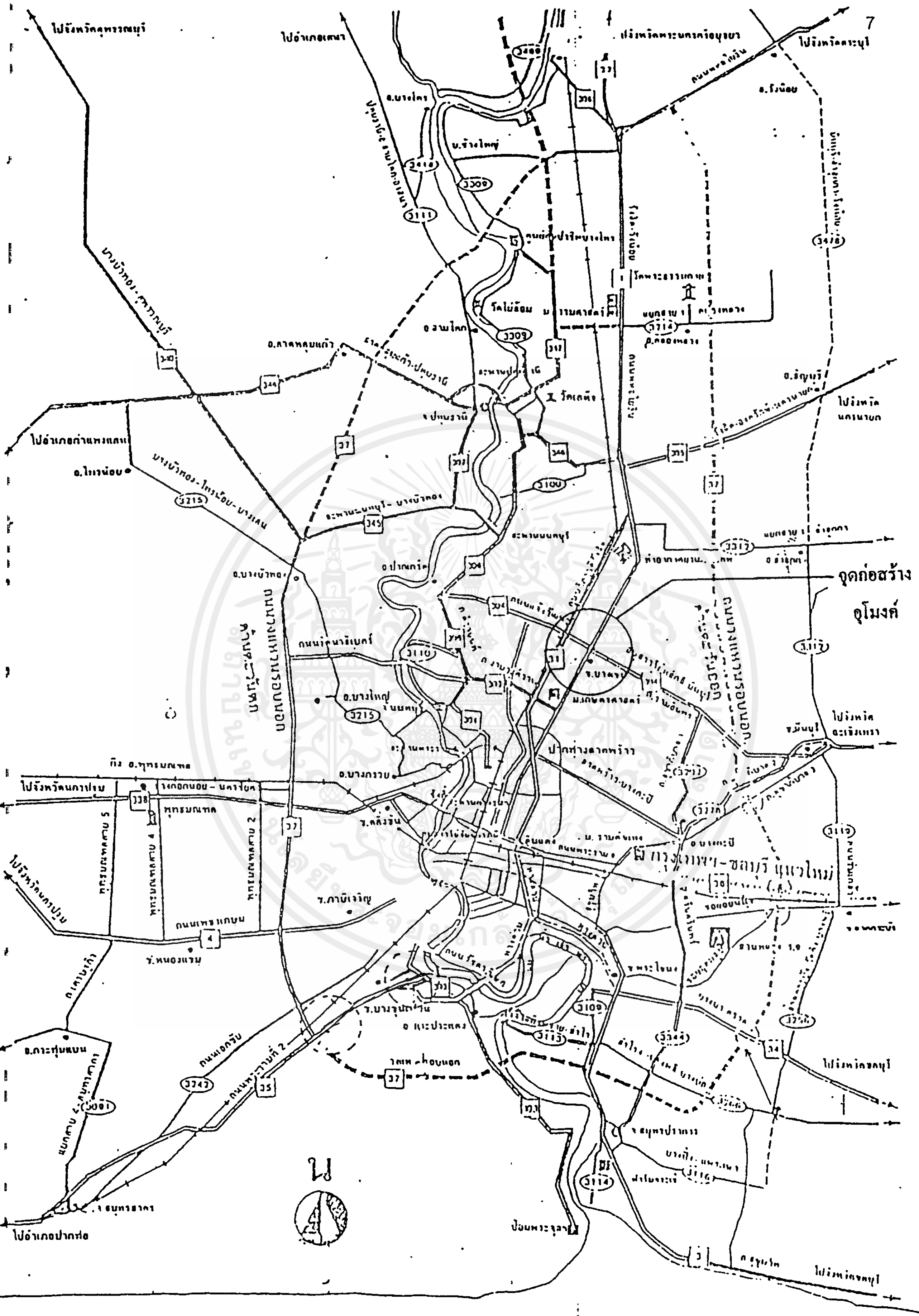
2. ทำการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างบนทางหลวงและภายในทางลอดลดระดับ

3. ทำการก่อสร้างบ่อพัก และท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดินของการไฟฟ้านครหลวง

4. ทำการก่อสร้างวางท่อประปาของการประปานครหลวง

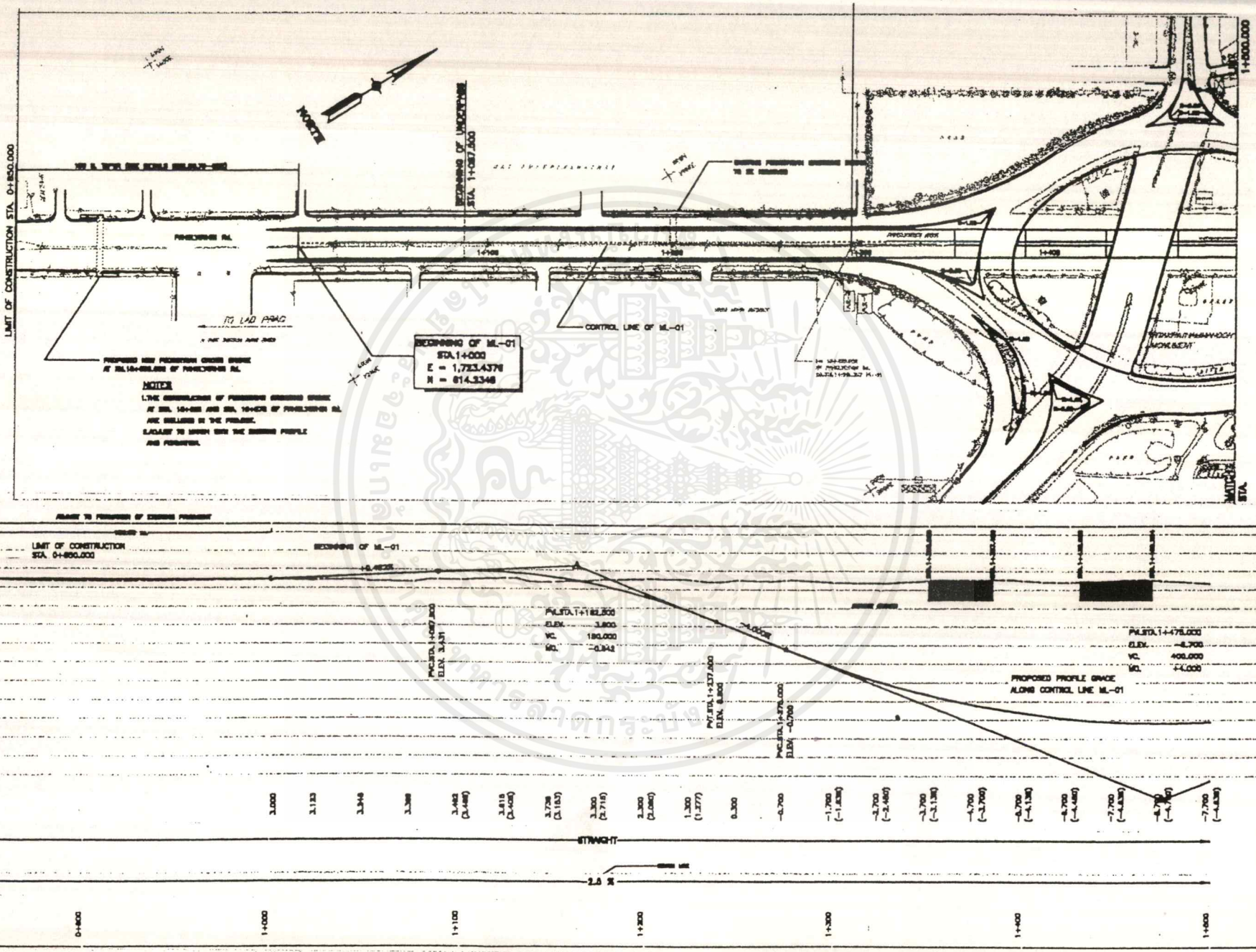
5. ทำการก่อสร้างวางท่อร้อยสายโทรศัพท์ใต้ดินขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

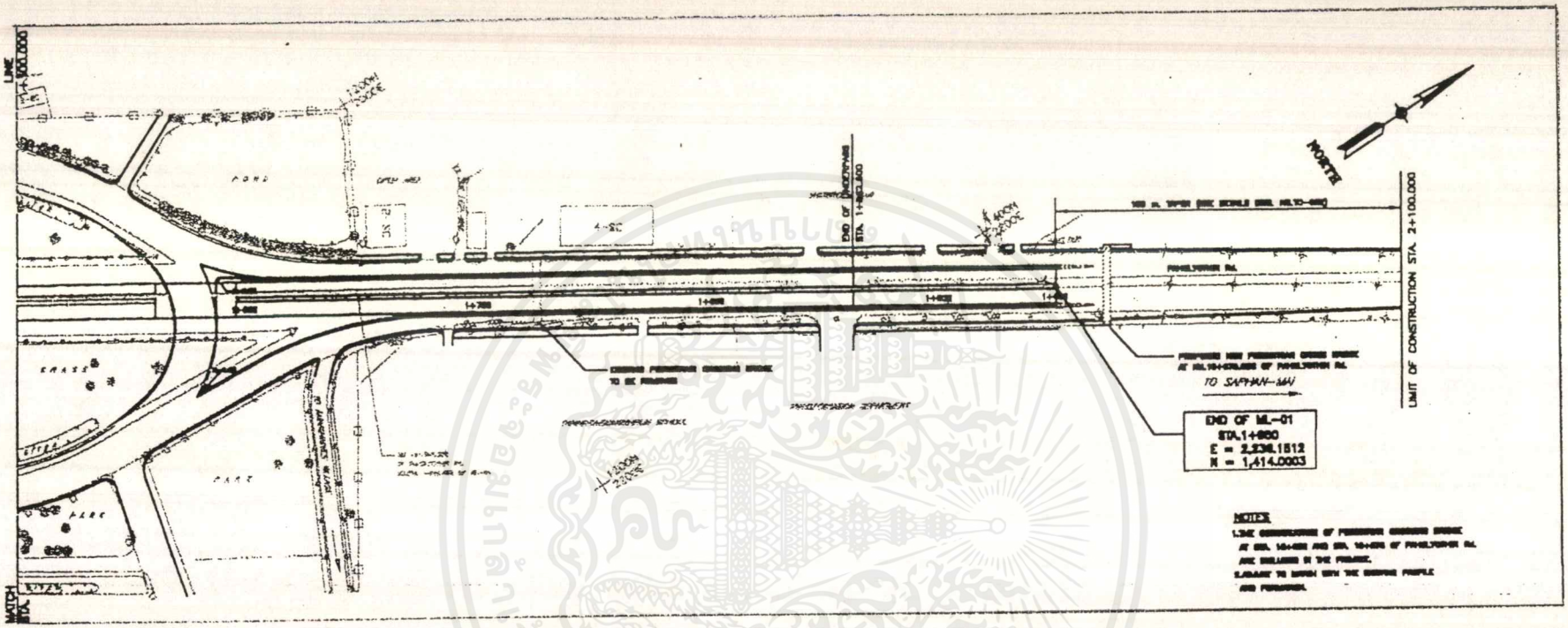
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

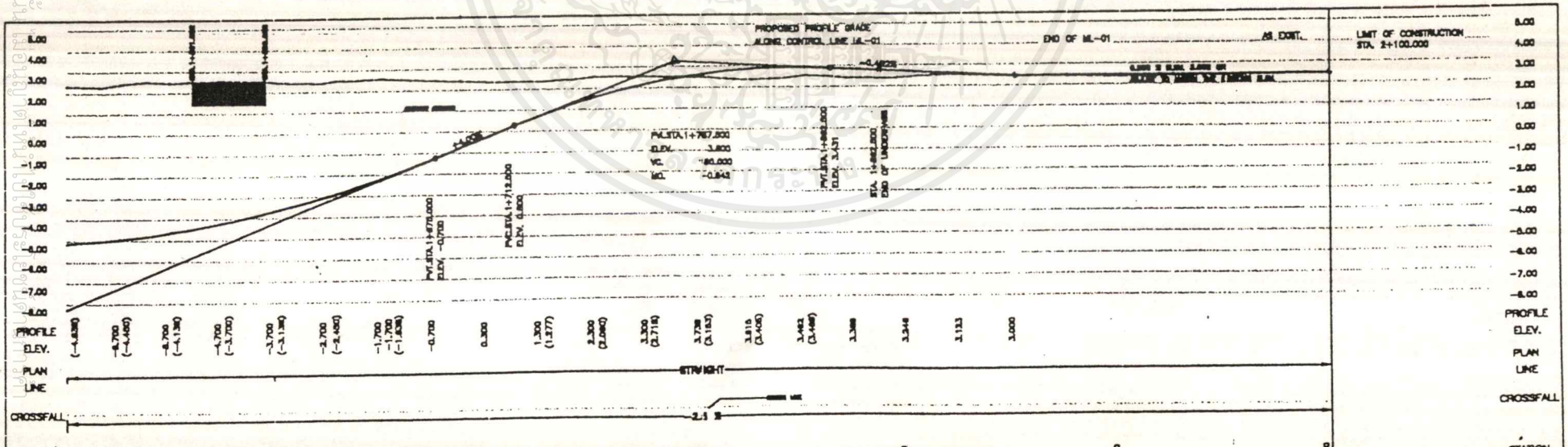


รูปที่ 2.1 แผนที่แนวทาง

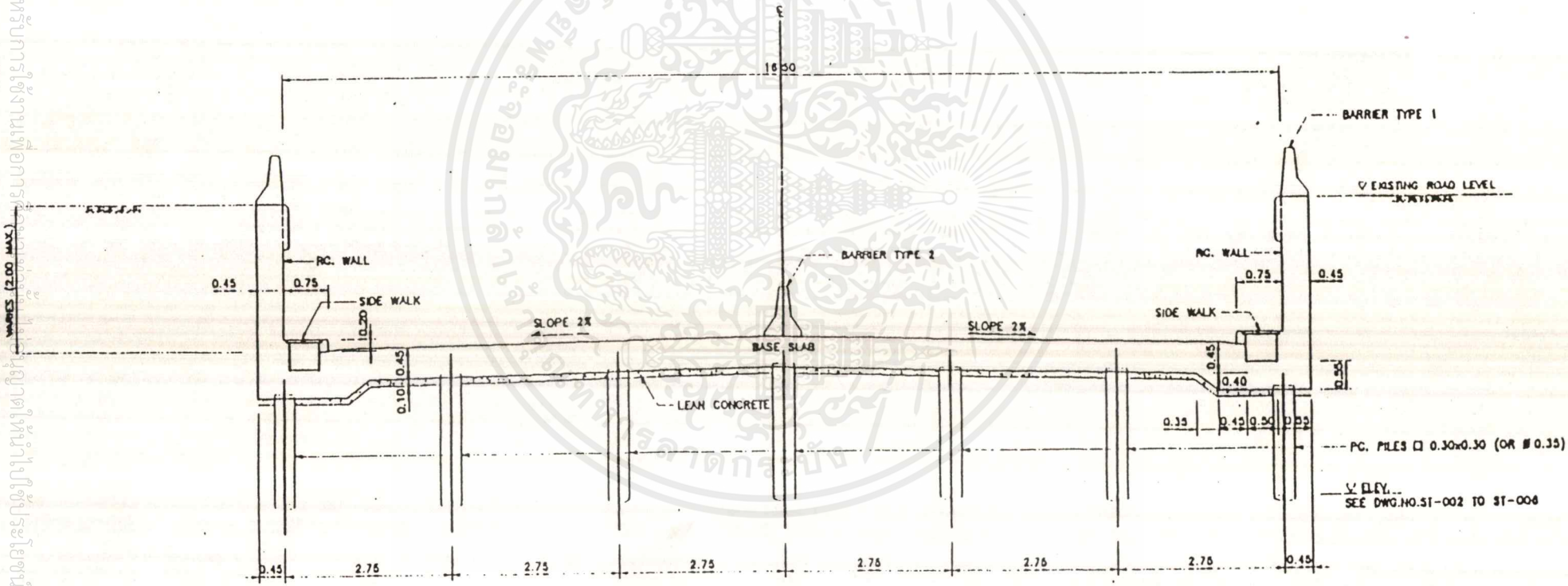
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


LIMIT OF CONSTRUCTION STA. 0+850.000
BEGINNING OF UNDERPASS STA. 1+067.300
TO LAD PRAO
CONTROL LINE OF ML.-01
BEGINNING OF ML.-01
STA.1+000
E = 1,723.4378
N = 614.3348
NOTE
1+000.000
STA.
LIMIT OF CONSTRUCTION STA. 0+850.000
BEGINNING OF ML.-01
PVI STA.1+182.300
ELEV. 3.800
VC. 180.000
GR. -0.342
PVI STA.1+337.300
ELEV. 0.800
PVI STA.1+476.000
ELEV. -8.700
VC. 400.000
GR. +4.000
PROPOSED PROFILE GRADE ALONG CONTROL LINE ML.-01
PROFILE ELEV.
PLAN LINE
STRAIGHT
CROSSFALL
2.0 %
STATION
0+850
0+900
1+000
1+100
1+200
1+300
1+400
1+500

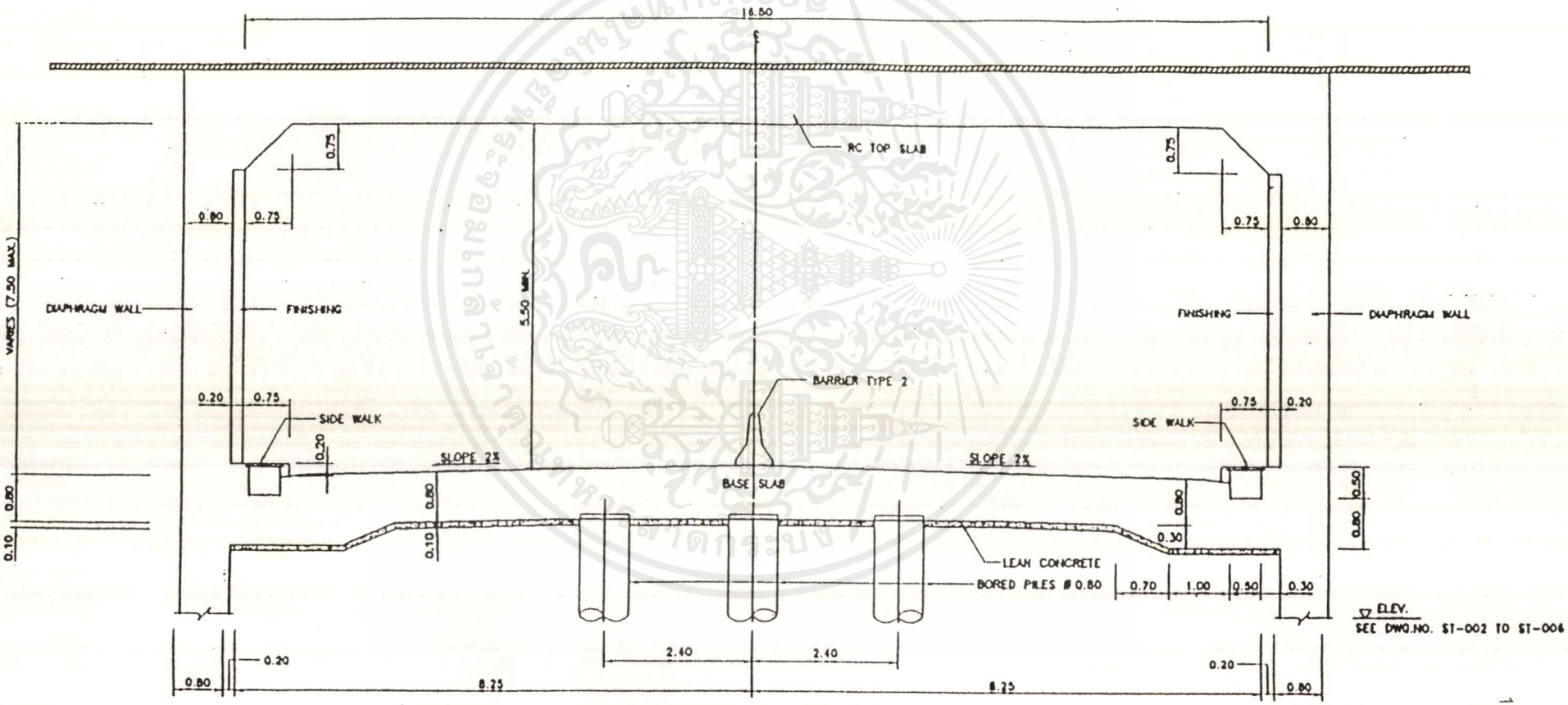




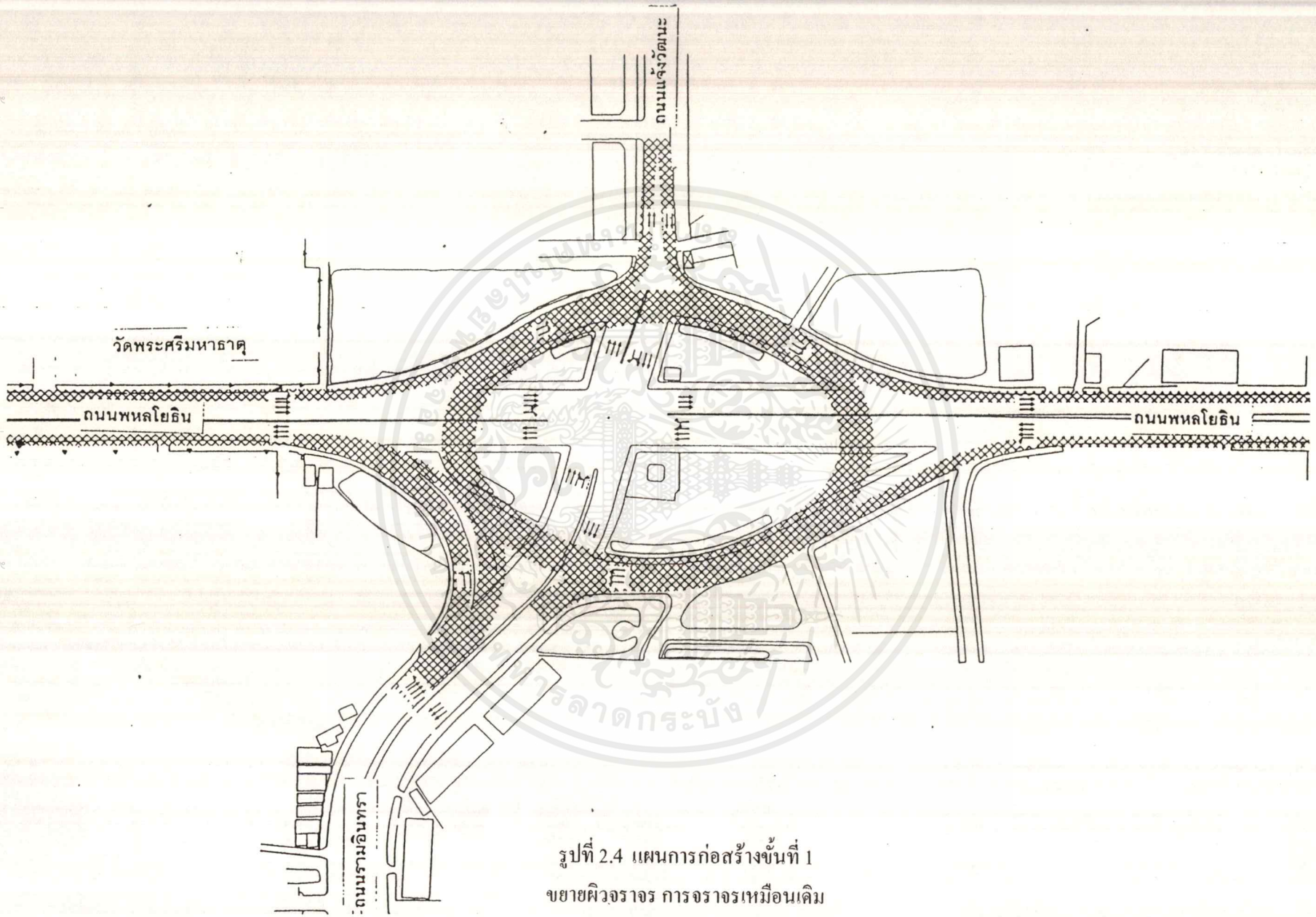
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



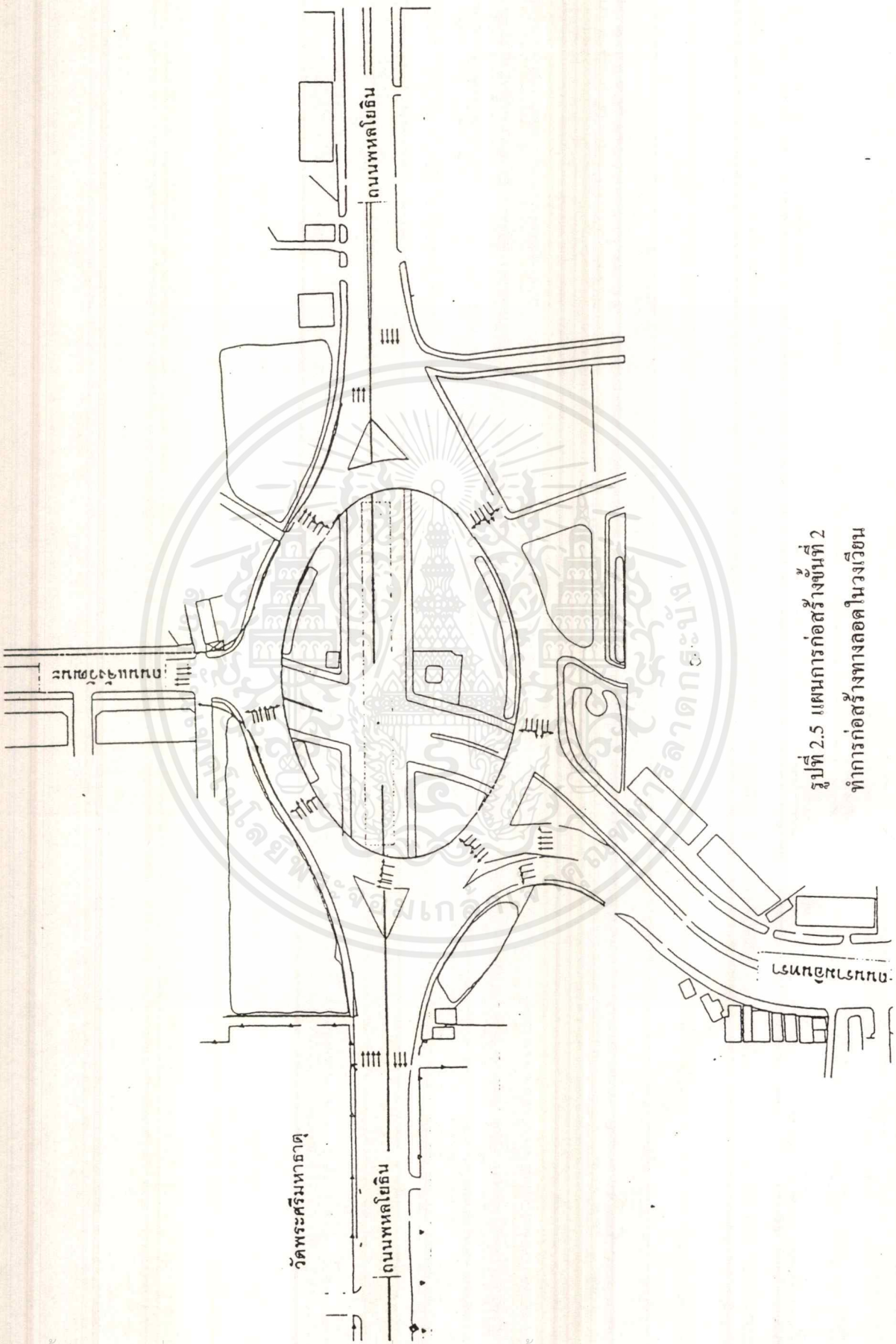
รูปที่ 2.2 รูปตัดทางลอดช่วงต้นและช่วงปลาย



รูปที่ 2.3 รูปตัดทางลอดช่วงกลาง

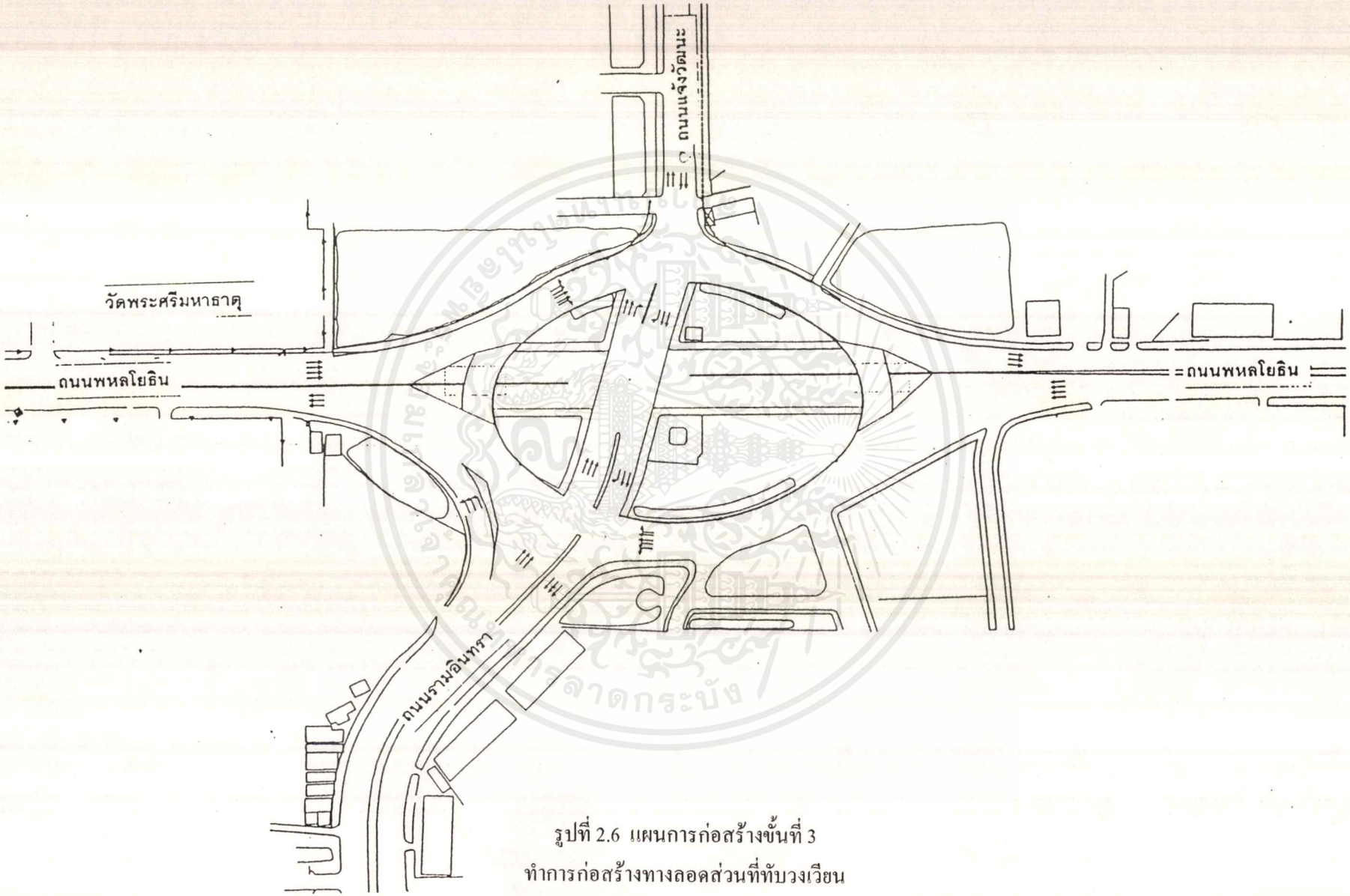


รูปที่ 2.4 แผนการก่อสร้างขั้นที่ 1
ขยายผิวจราจร การจราจรเหมือนเดิม

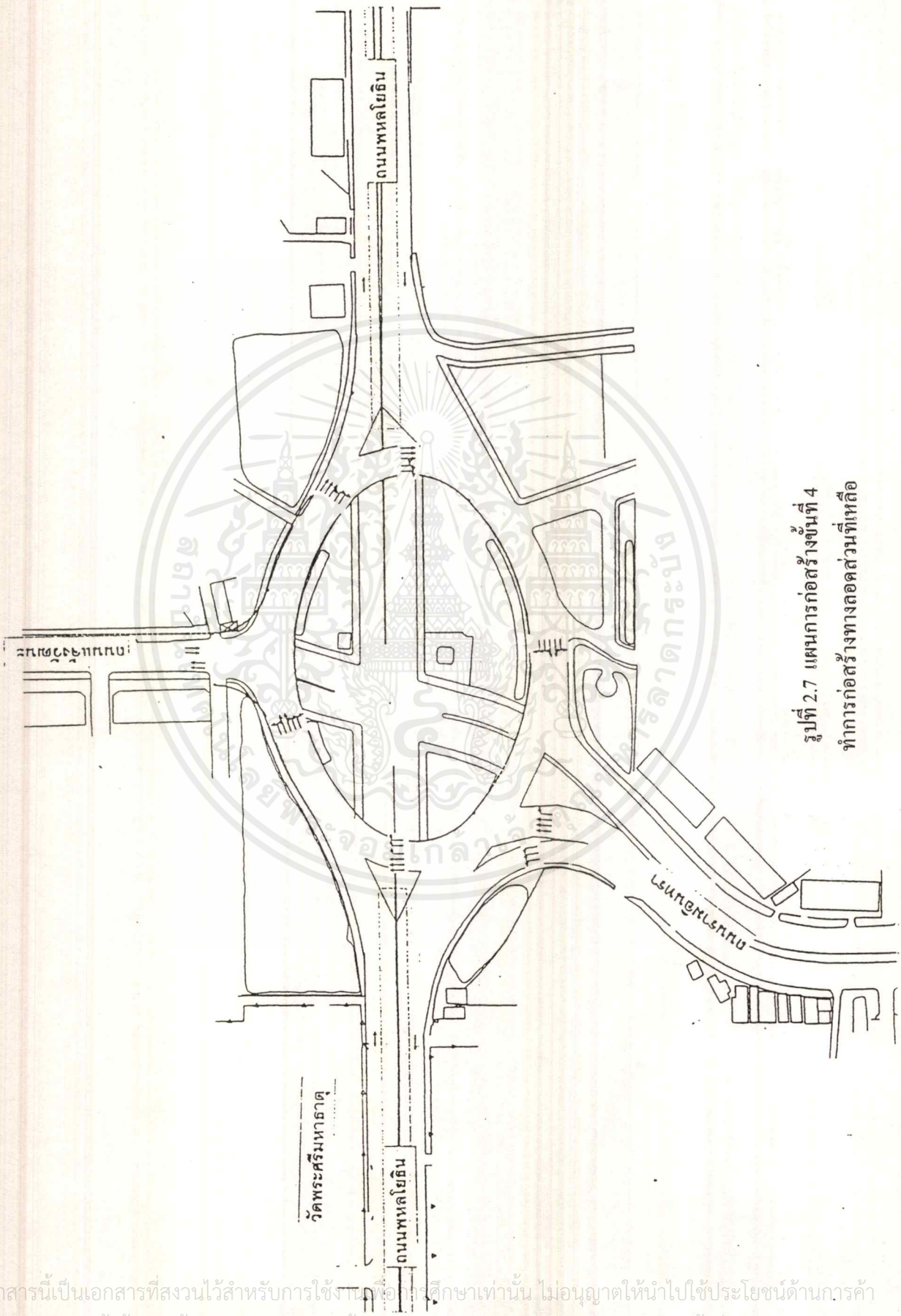


รูปที่ 2.5 แผนการก่อสร้างขั้นที่ 2
ทำการก่อสร้างทางลอดในวงเวียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แผนการก่อสร้างขั้นที่ 3
ทำการก่อสร้างทางลอดส่วนที่ทับวงเวียน

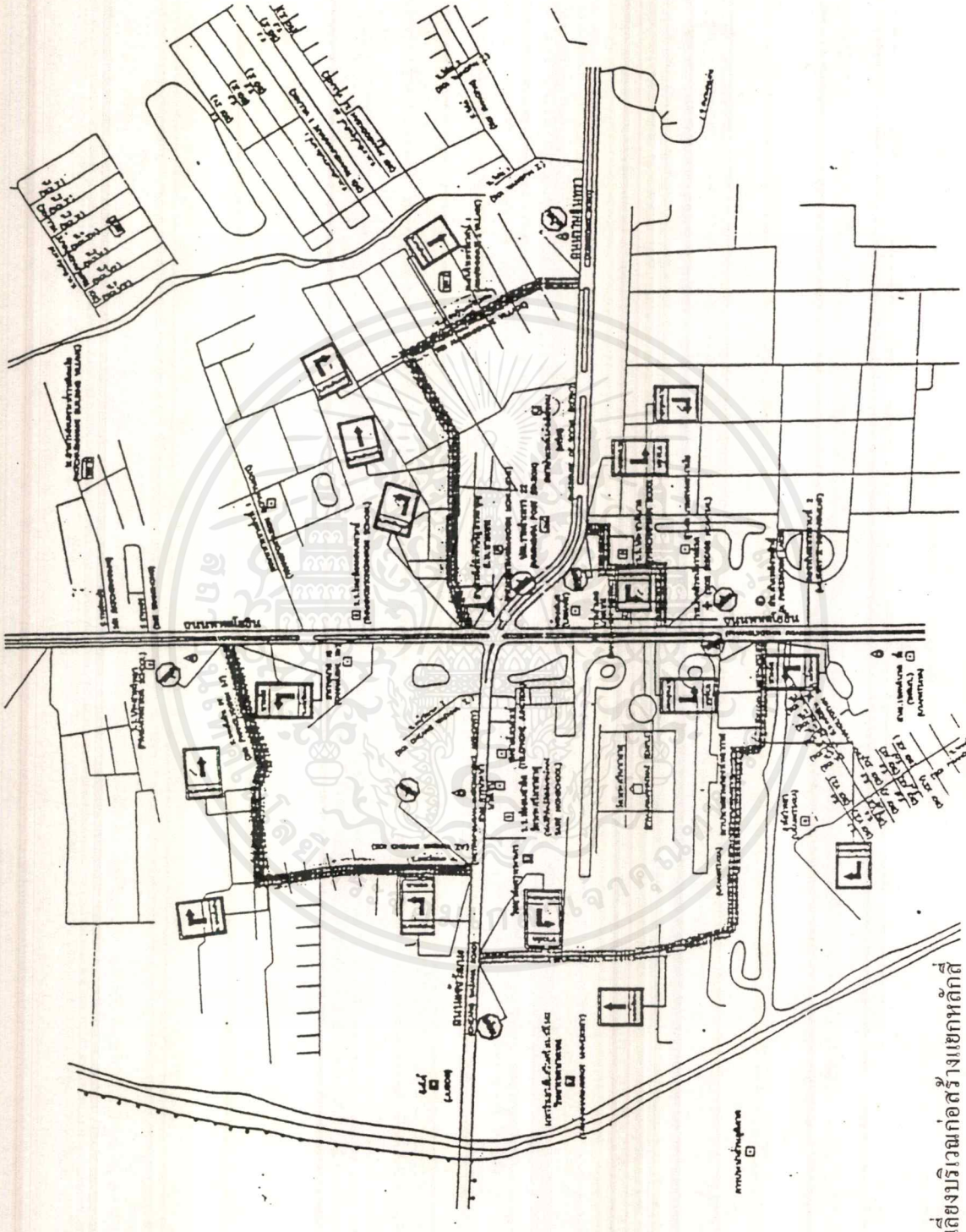


รูปที่ 2.7 แสดงการก่อสร้างขั้นที่ 4
ทำการก่อสร้างทางลอดส่วนที่เหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนงานโครงการก่อสร้างอุโมงค์ลอดทางแยกหลักสี่ (พิทักษ์รัฐธรรมนูญ)

รายการ	2540												2541								
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
ขยายผิวจราจรชั่วคราว																					
ก่อสร้างอุโมงค์ภายในวงเวียน																					
ก่อสร้างอุโมงค์ส่วน TOP SLAB																					
ก่อสร้างอุโมงค์ส่วน นอกวงเวียน																					
ก่อสร้างผิวจราจรถาวร																					



รูปที่ 2.8 เส้นทางเดียงบริเวณก่อสร้างแยกหลักสี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะกรรมการตรวจการจ้าง

1. นายศิริพงศ์ อินทุวงศ์	
รก. วิศวกรใหญ่ด้านควบคุมการก่อสร้าง	ประธานกรรมการ
2. นายณรงค์ อาจริยะกุล	
ผส. ทล. 11	รองประธานกรรมการ
3. นายจำนงค์ ประยงค์รัตน์	
ชยท. กรุงเทพฯ	กรรมการ
4. นายเอกวิชญ์ วีระพันธ์	
รก. วิศวกรโยธา 9	กรรมการ
5. นายวิโรจน์ ลัฐิกาวิบูลย์	
วิศวกรโยธา 7	กรรมการ
6. นายบุญชวน ลิ่มศิลา	
นายช่างโครงการฯ	กรรมการ

เจ้าหน้าที่ควบคุมงานของโครงการฯ

1. นายนพรัตน์	เอี่ยมพานิช	ผช. นายช่างโครงการฯ	นายช่างโยธา 5
2. นางประนอม	เนตรวิเชียร		นายช่างสำรวจ 5
3. นายทินกร	ศรีคร่ำ		นายช่างโยธา 4
4. นายรณชัย	กองทอง		นายช่างโยธา 4
5. นายอุดม	บุญสำเร็จ		นายช่างโยธา 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการก่อสร้างทางลอดลดระดับลอดทางแยกหลักสี่

ทางหลวงหมายเลข 1 (ถนนพหลโยธิน)

กม. 17+950 – กม. 19+250

สัญญาที่ สพ. 1/2540

วันลงนามในสัญญา	13 ธันวาคม 2539
วันเริ่มต้นสัญญา	11 มกราคม 2540
วันสิ้นสุดสัญญา	2 กันยายน 2541
ระยะเวลาทำการ	600 วัน
ค่างานตามสัญญา	762,562,890.00 บาท
ค่าปรับวันละ	762,562.89 บาท
ผู้รับจ้าง	บริษัท ก่อสร้างสหพันธ์ จำกัด
ออกแบบโดย	CONSULTANT OF TECHNOLOGY CO.,LTD. EPSILON CO.,LTD.
ควบคุมโดย	สำนักก่อสร้างสะพาน กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการออกแบบพื้นฐาน

3.1 การออกแบบเรขาคณิต

การออกแบบเรขาคณิตกระทำหลังจากที่ได้กำหนดเกณฑ์การออกแบบ สำหรับทางแยกต่างระดับ สำหรับเกณฑ์การออกแบบ ประยุกต์จากมาตรฐานของสมาคมเจ้าหน้าที่แห่งรัฐด้านการขนส่งและทางหลวงแห่งสหรัฐอเมริกา (American Association of State Highway and Transportation Officials) เป็นส่วนใหญ่

3.1.1 ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ (Design Speed)

ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางเลี้ยว ควรมีระดับความเร็วใกล้เคียงกับทางหลวงที่มาบรรจบกับทางแยกต่างระดับ โดยเฉพาะทางเลี้ยวตรง (Directional Ramp) หรือกึ่งตรง (Semi-directional Ramp) สำหรับทางเลี้ยววนความเร็วที่ใช้ออกแบบจะต่ำกว่าทางหลวงที่มาบรรจบ โดยกำหนดความเร็วให้ต่ำกว่าที่จำเป็น แต่ต้องไม่น้อยกว่ามาตรฐานขั้นต่ำ แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1
ความเร็วขั้นต่ำที่ใช้ออกแบบทางเลี้ยว

ความเร็วที่ใช้ออกแบบทางหลวง (กม./ชม.)	50	65	80	95	105
ความเร็วที่ใช้ออกแบบทางเลี้ยว (กม./ชม.)					
- ความต้องการ	40	55	70	80	90
- ขั้นต่ำ	25	30	40	50	50
รัศมีโค้งที่สอดคล้องกับความเร็ว (เมตร)					
- ความต้องการ	45	90	170	210	260
- ขั้นต่ำ	15	30	45	70	70

ความเร็วและรัศมีโค้งที่กำหนดในตารางที่ 3.1 นำมาประยุกต์กับการออกแบบทางเลี้ยว ดังนี้

- ความเร็วที่ใช้ออกแบบทางเลี้ยว จะนำมาใช้เฉพาะส่วนของตัวทางเลี้ยว (Ramp Proper) ในการกำหนดความโค้งเท่านั้น แต่จะไม่นำมาใช้กับการออกแบบบริเวณต่อเชื่อม (Ramp Terminals) ทั้งนี้ บริเวณต่อเชื่อมจะมีการออกแบบช่องเปลี่ยนความเร็วเสริมเข้าไป โดยสัมพันธ์กับความเร็วของถนนสายหลักที่ไปบรรจบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทางเลี้ยวสำหรับรถเลี้ยวซ้าย โดยปกติออกแบบให้ได้ตาม "ความต้องการ" และในกรณีที่จำเป็นไม่ควรต่ำกว่า "ขั้นต่ำ"

- ทางเลี้ยววน การออกแบบจะต่ำกว่า "ความต้องการ" ทั้งนี้เนื่องจากต้องใช้พื้นที่มาก ทางเลี้ยววนขนาดใหญ่ทำให้รถต้องวิ่งไกล ดังนั้นจึงใช้ค่า "ขั้นต่ำ" เป็นตัวควบคุมการออกแบบ จะเห็นได้ว่าการออกแบบทางเลี้ยววน ความเร็วขั้นต่ำประมาณกึ่งหนึ่งของความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวง

- ทางเลี้ยวกึ่งตรงจะใช้ค่าระหว่าง "ความต้องการ" และ "ขั้นต่ำ" ความเร็วที่ใช้ออกแบบไม่น้อยกว่า 45 กม./ชม.

- ทางเลี้ยวตรง จะใช้ค่า "ความต้องการ" เป็นตัวควบคุมการออกแบบ ทั้งนี้ความเร็วที่ใช้ออกแบบไม่น้อยกว่า 55 กม./ชม.

- บริเวณทางแยกระดับพื้น (At - grade Intersection) ในกรณีที่ทางเลี้ยวไปบรรจบกับถนนสายหลักเป็นทางแยกระดับพื้น จะไม่นำมาตรฐานที่กำหนดในตารางที่ 3.1 มาใช้ออกแบบทางเลี้ยวบริเวณใกล้กับทางแยกระดับพื้นนั้น ทั้งนี้ทางแยกระดับพื้นอาจทำการควบคุมด้วยป้ายหยุด หรือสัญญาณไฟจราจร

3.1.2 รัศมีโค้ง (Radius of Curves)

รัศมีความโค้งแสดงในตารางที่ 3.1 สัมพันธ์กับความเร็วที่ใช้ออกแบบ การออกแบบโค้งจะใช้ทั้งโค้งผสม (Compound Curve) หรือโค้งเปลี่ยนรัศมี (Spiral Curve) ประกอบเข้ากับโค้งวงกลม ในกรณีโค้งผสมที่ต่อเนื่องกันจำกัดอัตราส่วนรัศมีของโค้งที่ต่อเนื่องกันไม่เกิน 2 : 1

3.1.3 ระยะมองเห็น (Sight Distance)

ระยะมองเห็น ออกแบบให้ได้ไม่น้อยกว่าระยะมองเห็นเพื่อหยุดรถโดยปลอดภัย (Safe Stopping Sight Distance) ตารางที่ 3.2 แสดงระยะมองเห็นสำหรับการหยุดรถ ทั้ง "ความต้องการ" และ "ขั้นต่ำ" โดยจะนำไปประยุกต์ทั้งการออกแบบแนวราบและแนวดิ่ง

ตารางที่ 3.2

ระยะมองเห็นสำหรับทางเลี้ยว

ความเร็วที่ใช้ออกแบบ (กม./ชม.)	25	30	40	50	55	60
ระยะมองเห็นหยุดรถ (เมตร)						
- ความต้องการ	25	35	50	60	80	90
- ขั้นต่ำ	25	35	50	60	75	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 ความลาดชันและระดับ (Grade and Profile)

การออกแบบความลาดชันและระดับ ดำเนินการโดยมีข้อกำหนดดังนี้

- ความลาดชันของทางเลี้ยวสูงสุด ไม่เกิน 6 % สำหรับทางเลี้ยวที่ไม่สำคัญนัก ในกรณีที่ทางเลี้ยวมีรถบรรทุกและเป็นทางเลี้ยวสำคัญ ความลาดชันจำกัดให้ไม่เกิน 4 %
- ในกรณีที่มีเขตทางหรือระยะทางจำกัด อาจพิจารณาความลาดชันของทางเลี้ยวหรือทางเชื่อมสูงสุดไม่เกิน 10 % ทั้งนี้เฉพาะทางเลี้ยวที่ไม่สำคัญ และมีปริมาณการจราจรไม่มากนัก

ความลาดชันได้กำหนดตามลักษณะของทางเลี้ยว ดังนี้

ตารางที่ 3.3

ความลาดชันทางเลี้ยว (Recommended Ramp Grades)

ประเภททางเลี้ยว	ลักษณะทางเลี้ยว	ความลาดชัน %
ทางเลี้ยววน (Loop)		
- ทางออก	ลาดขึ้น	3 ถึง 5
	ลาดลง	3 ถึง 5
- ทางเข้า	ลาดขึ้น	3 ถึง 5
	ลาดลง	4 ถึง 6
ทางเลี้ยวอื่นๆ		
- ทางออก	ลาดขึ้น	3 ถึง 5
	ลาดลง	4 ถึง 6
- ทางเข้า	ลาดขึ้น	3 ถึง 5
	ลาดลง	ถึง 6

3.1.5 การยกโค้งและความลาดชันด้านข้าง (Superelevation and Cross Slope)

การออกแบบความลาดชันด้านข้างของทางเลี้ยว จะใช้ข้อกำหนดดังนี้

- อัตราการยกโค้ง จะใช้การยกโค้งซึ่งสัมพันธ์กับรัศมีโค้งและความเร็วที่ใช้ออกแบบตามสมการ

$$E = 0.004\, V^2 / R$$

โดยที่ E = อัตราการยกโค้ง หน่วย เมตร/เมตร

V = ความเร็วที่ใช้ออกแบบ หน่วย กม./ชม.

R = รัศมีโค้ง หน่วย เมตร

- ทางเลี้ยวที่อยู่ในแนวตรง ให้มีความลาดชันเอียงไปข้างเดียว โดยมีความลาดชันเท่ากับ Normal Cross Slope ของผิวถนน แต่ไม่น้อยกว่า 0.02 เมตร/เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระยะยกโค้ง (Superelevation Runoff) หรือการเปลี่ยนอัตราการยกโค้ง จะต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4

อัตราการเปลี่ยนความลาดชันด้านข้างสำหรับการเลี้ยว

ความเร็วที่ใช้ออกแบบ (กม./ชม.)	25-30	40	50	55 หรือสูงกว่า
อัตราการเปลี่ยนการยกโค้ง (ม./ม. ต่อความยาว 10 เมตร)	0.026	0.023	0.020	0.016

- การยกโค้งจะคำนึงถึงบริเวณทางเลี้ยวที่ต่อเชื่อมกับช่องจราจรทางตรง โดยออกแบบให้ผลต่างทางพีชคณิตของความลาดชันด้านข้างของผิวทางเสริมและผิวทางหลัก มีข้อจำกัดไม่เกินค่าที่แสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5

ผลต่างพีชคณิตขั้นสูงของความลาดชันด้านข้างที่ปลายทางเลี้ยว

ความเร็วที่ใช้ออกแบบโค้งทางเลี้ยวออกหรือเข้า (กม./ชม.)	ผลต่างพีชคณิตของความลาดชันด้านข้าง (เมตร/เมตร)
25 - 30	0.05 - 0.08
40 - 50	0.05 - 0.06
55 หรือสูงกว่า	0.04 - 0.05

3.1.6 ความกว้างและรูปตัด (Width and Cross Section)

ความกว้างทางเลี้ยวขึ้นกับลักษณะการใช้งานทางเลี้ยว รัศมีของโค้งและปริมาณการจราจร ซึ่งรวมถึงชนิด ประเภทของยวดยาน สำหรับความกว้างทางรถวิ่งและไหล่ทาง กำหนดไว้ดังนี้

1) ทางเลี้ยวและทางเลี้ยววน (Loops and Ramps)

ความกว้างทางรถวิ่งและไหล่ทาง แสดงในตารางที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6

ความกว้างทางรถวิ่งและไหล่ทาง

จำนวนช่องจราจร		ความกว้างช่องจราจร	ความกว้างไหล่ทาง (เมตร)	
ที่จุดเชื่อม	ตัวทางเลี้ยว	(เมตร)	ซ้าย	ขวา
1	1	4.0 - 4.5	2.0 - 3.0	1.0 - 1.5
1	2	3.5 - 3.7	2.0 - 2.5	1.0 - 1.5
2	2	3.5 - 3.7	2.0 - 3.0	1.0 - 1.5

2) ถนนรวบรวมและกระจายการจราจร (Collector-distributor Roads)

มิติแบบอย่างที่ใช้กันโดยทั่วไป สำหรับถนนรวบรวมและกระจายการจราจร ดังนี้

ก) ความกว้างช่องจราจร

- ช่องจราจรเดี่ยว 4.0 - 4.5 เมตร
- สองช่องจราจร 3.0 - 3.5 เมตร แต่ละช่องจราจร

ข) ไหล่ทาง

- ช่องจราจรเดี่ยว ซ้าย 2.5 - 3.0 เมตร
  ขวา 1.0 - 1.5 เมตร
- สองช่องจราจร 1.0 - 1.5 เมตร (ซ้ายและขวา)

ค) ความเร็วใช้ออกแบบ 60 กม./ชม.

3.1.7 แนวทางดิ่ง (Vertical Alignment)

สำหรับแนวทางดิ่ง นอกจากความลาดชันและระดับดังกล่าวแล้ว ความยาวของโค้งแนวดิ่งต้องสอดคล้องกับข้อกำหนด ระบุในตารางที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7

ความยาวของโค้งแนวดิ่งขั้นต่ำ

ความเร็วที่ใช้ออกแบบ (กม./ชม.)	ความยาวต่ำสุดของโค้งแนวดิ่ง (เมตร)	อัตราของโค้งแนวดิ่ง (K)	
		โค้งสัน (Crest Curve)	โค้งแอ่ง (Sag Curve)
110	200	90 -160	45 - 65
100	120	50 - 70	35 - 50
80	100	35 - 70	30 - 35
60	50	18 - 25	20
50	50	10	15
40	50	6	9
30	50	3	6

หมายเหตุ : ค่า K ใช้ในสูตร L = KA โดย L เท่ากับความยาวต่ำสุดของโค้ง Parabolic และ A เท่ากับผลต่างพีชคณิตของความลาดชัน

3.1.8 บริเวณการจราจรสลับช่อง (Weaving Sections)

การจัดให้มีช่องจราจรเสริม (Auxiliary Lane) ในบริเวณทางแยกต่างระดับเป็นผลให้โครงสร้างสะพานกว้างหรือยาวขึ้นกว่าปกติ

ช่องจราจรเสริมจำเป็นต้องจัดให้มีในบริเวณซึ่งจุดเข้าและจุดออกของทางเลี้ยวห่างกันน้อยกว่า 600 เมตร ในกรณีที่ระยะห่างมากกว่านี้ แต่ปริมาณการจราจรสูงมากจำเป็นต้องจัดให้มีช่องจราจรเสริมเช่นเดียวกัน

สมรรถนะรองรับปริมาณการจราจร บริเวณการจราจรสลับช่องขึ้นกับความยาวจำนวนช่องจราจร ความเร็วของยวดยาน และปริมาณการจราจรของแต่ละทิศทาง สมรรถนะการรองรับปริมาณการจราจรจะต่ำลงมากในกรณีที่ยวดยานสลับช่องในระยะทางสั้นๆ เช่น สั้นกว่า 1 กิโลเมตร การวิเคราะห์สมรรถนะรองรับดำเนินการตามวิชาการของ Highway Capacity Manual ในกรณีที่ปริมาณการจราจรสลับช่องสูง อาจจำเป็นต้องจัดให้มีถนนรวบรวมและกระจายการจราจร หรือถนนในลักษณะอื่นๆ ซึ่งแยกออกจากทางสายหลัก อย่างไรก็ตามจะต้องจัดเตรียมป้ายจราจรให้ผู้ขับขี่ทราบล่วงหน้าก่อนถึงบริเวณที่การจราจรสลับช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.9 ช่องว่าง (Clearance)

1) ด้านข้าง (Lateral)

ช่องว่างด้านข้างจากขอบช่องทางรถวิ่งไปยังขอบของสิ่งกีดขวางไม่น้อยกว่าความกว้างของไหล่ทางโดยปกติ

สำหรับโครงสร้างที่ยกข้ามทางแยก ความกว้างของโครงสร้างเท่ากับความกว้างทั้งหมดของถนนที่มาบรรจบโครงสร้างนั้น

ช่องว่างด้านข้างกำหนดไว้ดังนี้

- จากโครงสร้างไปยังเขตทาง, ขั้นต่ำ	>	5.00 เมตร
- สิ่งกีดขวางที่เกาะกลางถนน		0.75 เมตร
- ช่องจราจรซ้ายสุด บนโครงสร้าง		2.50 เมตร
- ช่องจราจรซ้ายสุด ระดับพื้น		4.00 เมตร

2) ช่องว่างแนวดิ่ง (Vertical Clearance)

ช่องว่างจากโครงสร้างลงมายังผิวถนน ต่ำสุด 405 เมตร และถ้าเป็นไปได้ควรจัดไว้ให้ได้ 5.5 เมตร

สำหรับช่องว่างอื่นๆ เช่น

- ข้ามทางรถไฟ	5.40 เมตร
- ซอยและทางเลี้ยวต่างๆ	5.00 เมตร

3.2 การออกแบบระบายน้ำ

3.2.1 ลักษณะทั่วไป

ในการพิจารณาออกแบบระบายน้ำสำหรับทางแยกต่างระดับ ส่วนใหญ่จะเป็นทางน้ำซึ่งมีพื้นที่รับน้ำไม่ใหญ่นัก โดยเฉพาะทางแยกหลักสี่ การระบายน้ำจะมีเฉพาะปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นทำถนน และทางลดระดับเท่านั้น วิธีการประเมินปริมาณน้ำหลาก (Flood Discharge) มีหลายวิธีด้วยกัน สมมุติฐานของวิธีการประกอบด้วย

- อัตราปริมาณน้ำหลากเกิดขึ้นพร้อมกัน ขณะฝนตกชุก

- อัตราน้ำซึมลงดินคงที่

- ในกรณีที่พื้นที่รับน้ำ (Catchment Area) เล็กกว่า 25 ตารางกิโลเมตร ความเข้มฝนสม่ำเสมอทั่วตลอดพื้นที่

- องค์ประกอบความชื้นของดินก่อนฝนตกไม่นำมาพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การประเมินปริมาณน้ำหลาก

วัตถุประสงค์ของการคำนวณหรือประเมินปริมาณน้ำหลากเพื่อกำหนดอัตราการไหลเพื่อใช้ออกแบบ (Design Flood) ที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถออกแบบโครงสร้างหรือระบบระบายน้ำโดยประหยัด ไม่ว่าจะเป็นการไหลแบบแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity Flow) หรือไหลโดยการสูบ (Pumped Flow) ก็ตาม การคำนวณปริมาณน้ำหลากแยกเป็น 2 วิธี ขึ้นกับขนาดของพื้นที่รับน้ำ ในกรณีพื้นที่รับน้ำเล็กกว่า 25 ตารางกิโลเมตร จะใช้ Rational Method ถ้าพื้นที่รับน้ำใหญ่กว่า 25 ตารางกิโลเมตร จะใช้ Specific Yield of Flood Flow Method

1) Rational Method

Rational Method ใช้คำนวณปริมาณน้ำหลากในกรณีพื้นที่รับน้ำเล็กกว่า 25 ตารางกิโลเมตร สูตรที่ใช้คำนวณคือ

$$Q = 0.278CIA$$

โดยที่ Q = ปริมาณน้ำหลาก หน่วย ลบ.เมตร/วินาที

C = สัมประสิทธิ์น้ำหลาก

I = ความเข้มฝน หน่วย มม./ชม.

A = พื้นที่รับน้ำ หน่วย ตารางกิโลเมตร

ก) พื้นที่รับน้ำ

การประเมินขนาดพื้นที่รับน้ำ อาจกระทำได้โดยการพิจารณาเส้นชั้นความสูง (Contour Line) จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 หรือรูปลักษณ์ (Feature) ของโครงสร้างที่นำเสนอ. อาทิ เช่น ถนนลดระดับ พื้นที่รับน้ำจะอยู่เฉพาะบริเวณที่ต่ำกว่าถนนโดยรอบ เป็นต้น นอกจากนี้อาจจำเป็นต้องทำการตรวจสอบในสนามถึงขอบเขตของพื้นที่รับน้ำในกรณีที่มีข้อสงสัย

ข) สัมประสิทธิ์น้ำหลาก

ค่าสัมประสิทธิ์แสดงในตารางที่ 3.8 ค่าสัมประสิทธิ์ขึ้นกับลักษณะและสภาพของดิน เช่น เนื้อดิน (Soil Texture) ลักษณะภูมิประเทศ (Topography) และสภาพปกคลุมดิน (Cover Condition)

ค) เวลาที่น้ำไหลมารวมกัน (Time of Concentration), Tc

เวลาที่น้ำไหลมารวมกันจากจุดที่ไกลสุดของพื้นที่รับน้ำ มายังจุดระบายออก (Outlet) สูตรที่ใช้คำนวณเวลาที่น้ำไหลมารวมกันมีเป็นจำนวนมาก สำหรับที่นำเสนอในที่นี้ คือ วิธีการของ California Culvert Practice ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$Tc = (0.87\ L^3 / H)^{0.385}$$

โดยที่ Tc = เวลาที่น้ำไหลมารวมกัน หน่วย ชั่วโมง

L = ความยาวของทางน้ำที่ยาวที่สุด หน่วย กิโลเมตร

H = ความสูงที่แตกต่างกันระหว่างจุดที่อยู่ไกลสุดซึ่งเป็นจุดแบ่งพื้นที่รับน้ำและจุดระบายออก หน่วย เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของผิว	ระยะเวลาเกิดน้ำ (Return Period), ปี						
	2	5	10	25	50	100	500
พื้นที่พัฒนาแล้ว							
Asphaltic	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
คอนกรีต/หลังคา	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
พื้นที่หญ้า (สวน ฯลฯ)							
สภาพดี (หญ้า ปกคลุมน้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่							
พื้นที่ราบเรียบ 0-2 %	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
ปานกลาง 2-7 %	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
ชัน มากกว่า 7 %	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
สภาพปานกลาง (หญ้าปกคลุมร้อยละ 50ถึง75ของพื้นที่							
พื้นที่ราบเรียบ 0-2 %	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
ปานกลาง 2-7 %	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
ชัน มากกว่า 7 %	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
สภาพดี (หญ้าปกคลุมมากว่าร้อยละ 75 ของพื้นที่)							
พื้นที่ราบเรียบ 0-2 %	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
ปานกลาง 2-7 %	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
ชัน มากกว่า 7 %	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
พื้นที่ยังไม่พัฒนา							
พื้นที่เพาะปลูก							
พื้นที่ราบเรียบ 0-2 %	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
ปานกลาง 2-7 %	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
ชัน มากกว่า 7 %	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
พื้นที่เลี้ยงสัตว์							
พื้นที่ราบเรียบ 0-2 %	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
ปานกลาง 2-7 %	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
ชัน มากกว่า 7 %	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
พื้นที่ป่าไม้							
พื้นที่ราบเรียบ 0-2 %	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
ปานกลาง 2-7 %	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
ชัน มากกว่า 7 %	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

ตารางที่ 3.8 สัมประสิทธิ์น้ำหลากใช้กับ Rational Method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณความเข้มฝน กำหนดให้มีช่วงเวลา (Duration) เท่ากับเวลาที่น้ำไหลมารวมกัน

ง) ความเข้มฝน

ความเข้มฝนพิจารณาจากโค้งความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลาฝนตกและความถี่ของฝน (Rainfall Intensity-Duration-Recurrence Interval) ดังแสดงรูปที่ 3.1 สำหรับบริเวณกรุงเทพมหานคร

ความถี่ของฝนกำหนดตามลักษณะของโครงสร้างระบายน้ำดังนี้

- 5 ปี สำหรับการคำนวณปริมาณน้ำหลากเพื่อระบายน้ำบนโครงสร้างยกระดับ
- 10 ปี สำหรับการคำนวณปริมาณน้ำหลากเพื่อระบายน้ำลอดใต้ถนนด้วยท่อกลม
- 25 ปี สำหรับการคำนวณปริมาณน้ำหลากเพื่อระบายน้ำลอดใต้ถนนด้วยท่อเหลี่ยม

2) Specific Yield of Flood Flow Method

สำหรับพื้นที่รับน้ำใหญ่กว่า 25 ตารางกิโลเมตร จะใช้ Specific Yield of Flood Flow Method โดยมีรอบความถี่ 50 ปี สำหรับโครงการทางแยกหลักสี่ ไม่ปรากฏสภาพที่พื้นที่รับน้ำใหญ่กว่า 25 ตารางกิโลเมตร จึงไม่แสดงรายละเอียดไว้ในที่นี้

3.2.3 การคำนวณหาขนาดท่อระบายน้ำขนานถนน

หลังจากคำนวณปริมาณน้ำหลาก, Q ได้แล้ว ขนาดท่อที่ต้องการเพื่อระบายน้ำปริมาณดังกล่าว ปกติจะสมมติให้น้ำไหลเต็มท่อภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity) ไม่ใช้การอัด (Pressured) สมรรถนะรองรับการไหลของท่อ คำนวณจากสมการของ Manning ดังนี้

$$Q = \frac{1}{n} S^{1/2} A R^{2/3}$$

$$= \frac{1}{n} S^{1/2} \frac{\pi D^2}{4} \frac{D^{2/3}}{4}$$

$$= \frac{0.3117}{n} S^{1/2} D^{8/3}$$

จะได้

$$D = \left(\frac{3.21 QN}{\sqrt{S}}\right)^{3/8}$$

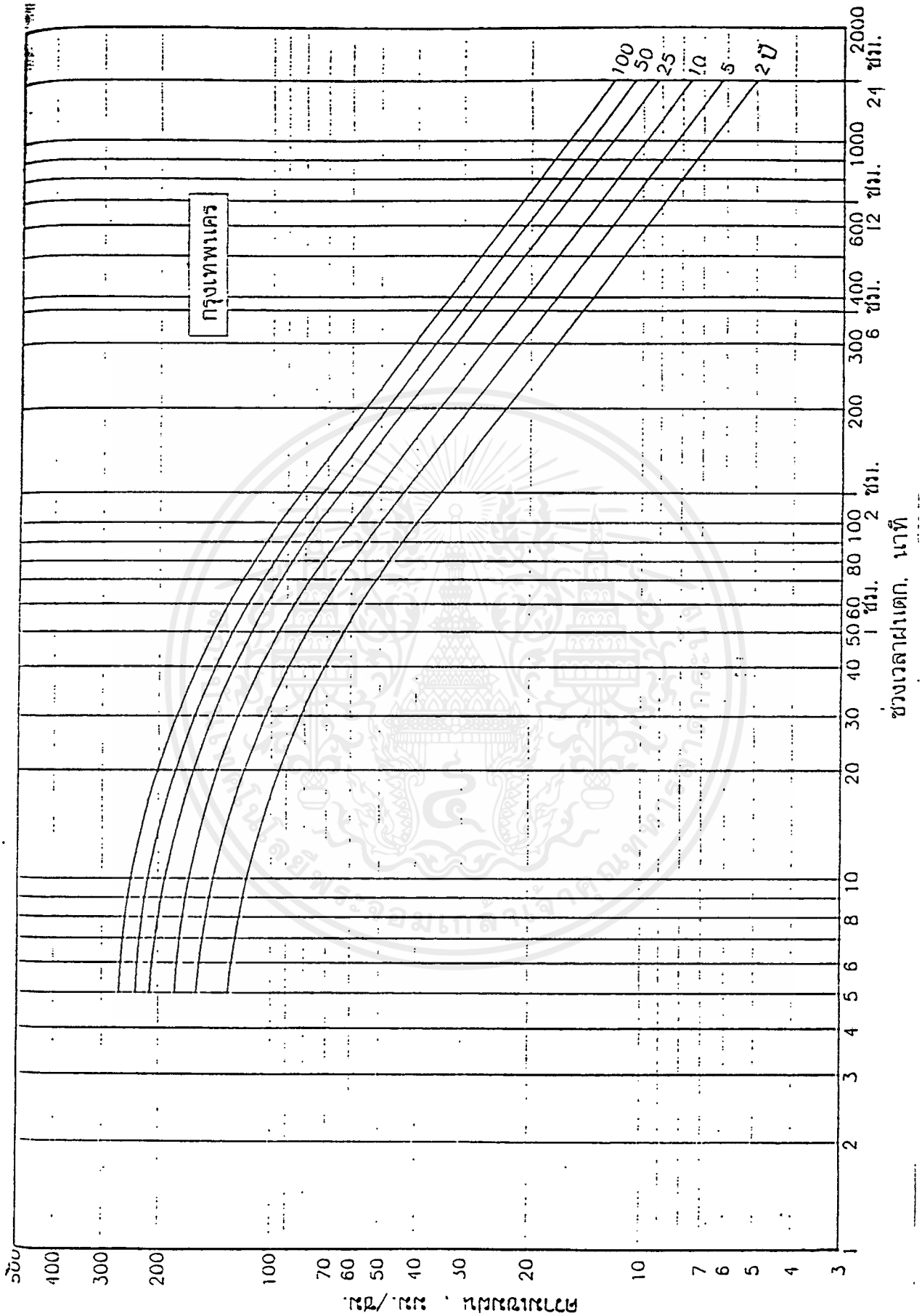
โดยที่ D = เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ หน่วย เมตร

Q = ปริมาณน้ำหลาก หน่วย ลบ.เมตร/วินาที

S = ความลาดชันของท่อ

n = Manning Roughness Coefficient = 0.013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ความเข้มข้น, ช่วงเวลาฝนตก และความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องระบาย โดยการสูบออกบริเวณทางลดระดับ

การคำนวณปริมาณน้ำ จะพิจารณารอบความถี่ 50 ปี

พื้นที่รับน้ำภายในทางลอดลดระดับลอดทางแยก = ความกว้างถนน x ช่วงความยาวทางลอดลดระดับลอดทางแยก

= 16.5 x 700

A = 11,550 ตร.ม.

C = 0.8

Tc = 5 นาที

ตามรูปที่ 3.1 I = 230 มม./ชม.

Q = 0.278CIA

= 0.278 x 0.8 x 230 x 11,550 / 1,000,000

ปริมาณน้ำทั้งหมดที่เกิดใน Underpass = 0.59 ลบ.เมตร/วินาที

Side Ditch ที่รองรับปริมาณน้ำจำนวนทั้งหมด 4 ด้าน

ดังนั้น แต่ละด้านของทางลอดลดระดับลอด จะรองรับปริมาณน้ำ = 0.1475 ลบ.เมตร/วินาที

จาก

$$Q = \frac{1}{n} S^{1/2} A R^{2/3}$$

โดย

n = 0.013

A = B x D

R = A / P

P = เส้นขอบเปียก

S = ความลาดชันของ Side Ditch = 0.01

ดังนั้น

$$0.1475 = \frac{1}{0.013} x(BxD) x\left[\frac{BxD}{(B+2D)}\right]^{2/3} x0.01^{1/2}$$

$$\frac{0.1475x0.013}{(0.01)^{1/2}} = (BxD) x \frac{(BxD)^{2/3}}{(B+2D)^{2/3}}$$

$$\frac{(BxD)^{5/3}}{(B+2D)^{2/3}} = 0.019175$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ B = 0.5 เมตร

$$\frac{(0.5D)^{5/3}}{(0.5+2D)^{2/3}} = 0.019175$$

D = 0.175 เมตร

เผื่อระยะ Freeboard = 0.075 เมตร

D = 0.25 เมตร

ดังนั้น ขนาดของรางระบายน้ำ = 0.5 x 0.25 เมตร (กว้าง x สูง)

3.3 การออกแบบโครงสร้าง (Structure)

3.3.1 ข้อกำหนดในการออกแบบ (Design Criteria)

มาตรฐานในการออกแบบโครงสร้างทางลอดลดระดับ สำหรับโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับทางหลวงสายหลัก กลุ่ม 2 นี้จะใช้มาตรฐาน Standard Specification for Highway Bridge, AASHTO - 1994 และใช้แบบมาตรฐานของกรมทางหลวง บางส่วนประกอบการออกแบบด้วย

1) น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load)

น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ประกอบด้วยน้ำหนักของตัวโครงสร้างที่เสร็จสมบูรณ์แล้วรวมทั้งน้ำหนักของถนน ทางเท้า ระบบท่อต่างๆ สายไฟ และน้ำหนักจากระบบสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้อง ค่าหน่วยน้ำหนักของวัสดุที่ใช้ในการคำนวณน้ำหนักบรรทุกคงที่ ได้แก่

คอนกรีต	2.4	ตัน/ลบ.เมตร
เหล็ก	7.8	ตัน/ลบ.เมตร
เหล็กหล่อ	7.2	ตัน/ลบ.เมตร
ไม้	0.8	ตัน/ลบ.เมตร
ทรายบดอัดแน่น	2.0	ตัน/ลบ.เมตร
ทรายที่ไม่ได้บดอัด	1.6	ตัน/ลบ.เมตร
ผิวราดยางมะตอย	2.3	ตัน/ลบ.เมตร

2) น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load)

น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ประกอบด้วยน้ำหนักของรถยนต์ รถบรรทุก และคนเดินเท้า

น้ำหนักบรรทุกจรที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างทางลอดลดระดับ คือค่ามากที่สุดระหว่างค่าน้ำหนักรถบรรทุกมาตรฐาน HS 20-44 คูณด้วย 1.3 เท่า หรือค่าน้ำหนักบรรทุกเป็นช่องจราจร (Lane Load) คูณด้วย 1.3 เท่า หรือค่าน้ำหนักบรรทุก 25 ตัน สำหรับน้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในการออกแบบสะพานคนเดินข้ามหรือสะพานสำหรับจักรยานเท่ากับ 420 กก./ตร.เมตร และช่องทางเดินจะป้องกันการกระแทกจากรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการใช้ Concrete Barrier แรงกระทำตั้งฉากที่ใช้ในการออกแบบ Concrete Barrier เท่ากับ 4.5 ตัน และแผ่กระจายตามยาว 1.5 เมตร

แรงจากการชน : 7.5 ตันสำหรับรถที่ชนตั้งฉากกับโครงสร้างสะพาน

น้ำหนักบรรทุกที่ออกแบบเผื่อไว้ : สำหรับการออกแบบโครงสร้างฐานรากบริเวณใกล้กับถนนระดับพื้นดิน จะใช้น้ำหนักบรรทุกที่ออกแบบเผื่อไว้เทียบเท่า 1.0 ตัน/ตร.เมตร

3) แรงกระแทก (Impact Load)

แรงกระแทกอันเนื่องมาจากน้ำหนักบรรทุกจร มีอัตราส่วนของแรงกระแทกต่อน้ำหนักบรรทุกจรที่มากที่สุดเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ จะใช้ในการออกแบบทางลอดลดระดับที่มีความยาวช่วงน้อยกว่า 12.8 เมตร โครงสร้างคานยื่น และส่วนของโครงสร้างทั้งหลายที่เชื่อมต่อจากคานของสะพานลงมาถึงฐานราก

สำหรับอัตราส่วนการกระแทกสำหรับโครงสร้างอื่นนอกเหนือจากที่ระบุข้างต้น จะใช้ค่าที่ได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$I = \frac{15.24}{(L+38)}$$

เมื่อ I = สัมประสิทธิ์เนื่องจากแรงกระแทก

L = ความยาวช่วงของโครงสร้างสะพาน หน่วยเป็นเมตร แรงกระแทกได้กระทำต่อโครงสร้างสะพานแล้วมีผลให้เกิดความเค้นสูงสุด (Maximum Stress) ในชิ้นส่วนของโครงสร้างที่รับแรงกระแทกนั้น

4) แรงลอยตัวเนื่องจากน้ำและแรงดันน้ำ

โครงสร้างผนังใต้ดิน และแผ่นพื้น ซึ่งอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน จะต้องออกแบบให้สามารถรับแรงดันสถิตย์ได้

5) แรงดันดิน

โครงสร้างผนังใต้ดินซึ่งต้านทานแรงดันดินด้านข้าง จะต้องออกแบบให้สามารถรับแรงดังกล่าวได้

6) คุณสมบัติของวัสดุก่อสร้าง

- คอนกรีต

ค่ากำลังอัดประลัยของแท่งคอนกรีตทรงกระบอกมาตรฐานที่ 28 วัน นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในแบบ ให้ใช้ค่าดังต่อไปนี้

คอนกรีตอัดแรง	350	กก./ตร.ซม.
คอนกรีตเสริมเหล็ก	350	กก./ตร.ซม.
คอนกรีตหยาบ	250	กก./ตร.ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เหล็กเสริม

Yield Strength

เหล็กข้ออ้อย grade SD - 40	4,000 กก./ตร.ซม.
เหล็กกลม grade SR - 24	2,400 กก./ตร.ซม.
Prestressing Steel	จะใช้ลวดเหล็กดีเกลียวชนิด 7 เส้น Uncoated 7 - wire stress relieved strands, low relaxation, Grade 270 ตามมาตรฐาน มอก. 420 - 1991, Class 1860 หรือเทียบเท่า
เส้นผ่าศูนย์กลาง	15.24 มม. หรือ 12.70 มม.
แรงดึงสูงสุด	26,580 กก. หรือ 18,730 กก.

- เหล็กรูปพรรณ

เหล็กรูปพรรณจะเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 107-2533 และ มอก. 116-2529 และมีค่า Minimum Yield Strength เท่ากับ 2,400 กก./ตร.ซม.

3.3.2 ระบบโครงสร้าง (Structure System)

โครงสร้างทางลอดลดระดับ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1) Tunnel Frame ประกอบด้วย

- พื้นส่วนบน (Top Slab) เพื่อให้รถยนต์ หรือรถบรรทุกสามารถข้ามผ่านทางลอดลดระดับบริเวณทางแยกได้

- พื้นส่วนล่าง (Base Slab) เพื่อให้รถยนต์ หรือรถบรรทุกสามารถลอดผ่านทางลอดลดระดับบริเวณทางแยกได้

- ผนังกันพืดดิน (Diaphragm Wall) เพื่อต้านทานแรงดันด้านข้างอันเนื่องจากดินหรือน้ำ

2) Portal Frame แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

ก) Diaphragm Wall Portal Frame ใช้ผนังพืดกันดินในบริเวณที่มีระดับผิวจราจรของทางลอดอยู่ในระดับลึก

ข) RC Wall Portal Frame ใช้ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กกันดินในบริเวณที่มีระดับผิวจราจรของทางลอดอยู่ในระดับตื้น

ในส่วนของ Portal Frame นี้เป็นส่วนที่ใช้ปรับระดับผิวจราจรจากระดับผิวจราจรส่วนบนสู่ระดับผิวจราจรของทางลอด

3) Transition Structure ประกอบด้วย Approach Slab และ Bearing Unit เพื่อลดปัญหาการทรุดตัวที่ไม่เท่ากัน และเป็นส่วนของโครงสร้าง ซึ่งใช้ปรับผิวจราจรจากระดับผิวจราจรเดิม สู่ระดับผิวจราจรของทางลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 วิธีการออกแบบ (Design Method)

วิธีการออกแบบโครงสร้างที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ได้เป็นไปตาม AASHTO "Strength Design Method" โดยให้โครงสร้างมีอายุการใช้งาน 50 ปี

3.4 การออกแบบโครงสร้างผิวทาง

3.4.1 ลักษณะทั่วไป

เพื่อให้ได้ภาพรวมด้านวัสดุก่อสร้างของโครงการ ประกอบด้วย หิน ทราย ที่ใช้กับงานคอนกรีต ซึ่งเป็นงานหลักของโครงการนี้ นอกจากนี้ยังรวมถึง ดิน ลูกรัง หินคลุก ซึ่งเป็นวัสดุก่อสร้างของงานบางประเภท ได้ทำการเก็บตัวอย่างวัสดุดังกล่าวข้างต้น เพื่อนำไปทดสอบในห้องทดลอง

3.4.2 การทดสอบในสนามและในห้องทดลอง

การทดสอบในสนามและในห้องทดลองกระทำตามวิธีการทดสอบมาตรฐานที่ระบุไว้ในวิธีการทดสอบมาตรฐานของ AASHTO (AASHTO Standard Test Methods) หรือของสถาบันอื่นๆ ตามความเหมาะสม

การทดสอบประกอบด้วย

การทดสอบ		วิธีการทดสอบ
- การวิเคราะห์ขนาดลดหลั่นของเม็ดดิน (Grain Size Analysis)		T88
- Atterberg Limits	Liquid Limit	T89
	Plastic Limit	T90
- การบดอัด (Standard and Modified Compaction)		T99 และ T180
- Soaked CBR and Swell		T193
- การหาความถ่วงจำเพาะของดิน		T100
- อินทรีย์สารปนในทรายสำหรับงานคอนกรีต		T21
- Los Angeles Abrasion Test		T96
- Specific Gravity and Absorption		T85

3.4.3 การออกแบบโครงสร้างผิวทางคอนกรีต

ผิวทางที่จะนำมาใช้กับโครงการนี้จะเป็นผิวทางคอนกรีต เพื่อให้สอดคล้องกับผิวถนนเดิมในบริเวณโครงการ และเพื่อความคงทนถาวร รวมทั้งไม่เกิดความเสียหายมากเมื่อเกิดสภาวะน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการออกแบบผิวทางคอนกรีตที่นิยมกันในประเทศไทย มี 2 วิธีคือ วิธีแรกเป็นวิธีการที่นำเสนอโดย Portland Cement Association of USA ในชื่อ "Thickness Design for Concrete Pavements" และวิธีที่ 2 เป็นวิธีการแสดงไว้ใน Road Note 29 ของ UK Road Research Laboratory

สำหรับวิธีการที่ใช้กับโครงการนี้ คือ วิธีการที่ 2 ที่กล่าวไว้ข้างต้น วิธีการออกแบบจะมี Input Parameters เช่นเดียวกับวิธีการออกแบบอื่น ๆ โดยความหนาของแผ่นพื้นคอนกรีต ขึ้นกับจำนวนสะสมของน้ำหนักเพลามาตรฐานที่คาดว่าจะกระทำบนผิวถนนนั้น ในระหว่างอายุการออกแบบ ดังนั้นตัวแปรของวิธีการออกแบบก็คือ การคาดการณ์ปริมาณการจราจร และน้ำหนักเพลารถ ตลอดอายุการใช้งานผิวถนนนั้น การคาดการณ์ที่ดีที่สุดมีพื้นฐานจากการสำรวจปริมาณการจราจรและประเภทรถ รวมทั้งน้ำหนักเพลารถแต่ละประเภท ซึ่งจะสัมพันธ์กับค่าเทียบเท่าเพลามาตรฐาน (Equivalent Standard Axle), ESA

1) น้ำหนักเพลามาตรฐานสะสม (Cumulative Standard Axle Loading)

อัตราที่ผิวถนนถูกทำลายหรือเสื่อมโทรมจากน้ำหนักเพลารถขนาดใดขนาดหนึ่งเทียบกับที่ถูกทำลายโดยน้ำหนักเพลามาตรฐานหนัก 8,200 กิโลกรัม เรียกว่า ค่าเทียบเท่า (Equivalence Factor) ในการออกแบบโครงสร้างผิวทางจะใช้ค่าเทียบเท่าเพลามาตรฐาน จำเป็นต้องพิจารณาจำนวนยวดยานของรถขนาดใหญ่ทั้งหมดที่จะใช้ถนนนั้น รวมทั้งน้ำหนักเพลาของรถดังกล่าว เพื่อความสะดวกจะต้องทราบการ กระจายของขนาดน้ำหนักเพลารถขนาดใหญ่ และประเมินค่าเทียบเท่าของน้ำหนักเพลาต่าง ๆ ในหน่วยจำนวนเทียบเท่าเพลามาตรฐาน

งานสำรวจและออกแบบในโครงการอื่นๆ ซึ่งได้ทำการพิจารณาค่า ESA ของรถหนักแต่ละประเภทต่อคัน สรุปค่า ESA ได้ดังนี้

ยวดยานขนาดหนัก	ค่าเทียบเท่า ESA
รถโดยสารขนาดใหญ่	0.620
รถโดยสาร 6 ล้อ	1.135
รถโดยสาร 10 ล้อ	1.450

2) ชั้นงานดินรองรับ (Subgrade)

การออกแบบผิวทางคอนกรีต โดยวิธีการของ Road Note 29 ได้แยกคุณภาพของชั้นงานดินรองรับไว้ 2 ระดับ กำหนดคุณภาพดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9

การแยกประเภทชั้นงานดินรองรับสำหรับถนนคอนกรีต

ประเภทของงานดินชั้นรองรับ	คำจำกัดความ
อ่อน (Weak)	งานดินซึ่งมีค่า CBR เท่ากับ 2 เปอร์เซ็นต์หรือน้อยกว่า
ปกติ (Normal)	งานดินที่ไม่ได้จัดอยู่ในกลุ่มอื่น
มีเสถียรภาพมาก (Very Stable)	งานดินซึ่งมีค่า CBR เท่ากับ 15 เปอร์เซ็นต์หรือมากกว่ารวมถึงผิวถนนเก่า

3) ชั้นรองพื้นทาง (Subbase)

วิธีการออกแบบ Road Note 29 ได้กำหนดความหนาชั้นรองพื้นทางไว้ดังนี้

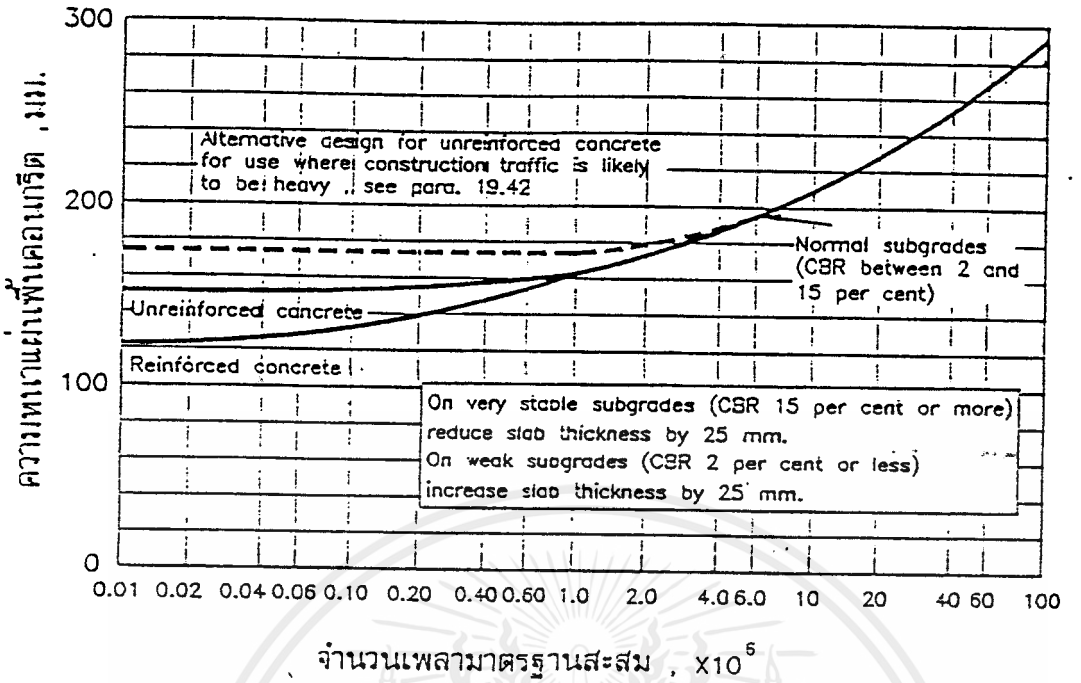
ประเภทชั้นงานดิน	ความหนาของชั้นรองพื้นทาง (มม.)
Weak	150
Normal	80
Very Stable	0

ง) ความหนาของผิวทางคอนกรีต

รูปที่ 3.2 แสดงแผนภูมิการหาความหนาผิวทางคอนกรีตที่ต้องการ เพื่อรองรับน้ำหนักการจราจรสะสมที่กระทำกับผิวคอนกรีตตลอดอายุการออกแบบในแผนภูมิเส้นออกแบบหลักใช้กับชั้นงานดิน "ปกติ" ถ้าเป็นกรณีชั้นงานดิน "อ่อน" จะต้องเพิ่มความหนาอีก 25 มม. และในทำนองเดียวกันถ้างานดิน "เสถียรภาพมาก" ลดความหนาผิวทางคอนกรีตลงได้ 25 มม.

จากแผนภูมิการออกแบบดังกล่าว สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเทียบเท่าสะสมของน้ำหนักเพลามาตรฐาน และความหนาของแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ในกรณีของชั้นงานดินปกติ แสดงในตารางที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แผนภูมิการออกแบบความหนาผิวทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10

จำนวนเพลามาตรฐานสะสมและความหนาแผ่นพื้นคอนกรีต

จำนวนเทียบเท่าสะสม ของน้ำหนักเพลามาตรฐาน ($x10^6$)	ความหนาของแผ่นพื้น คอนกรีตเสริมเหล็ก (มม.)
0.8	160
1.5	125
2.0	180
4.0	190
8.0	210
15.0	225
40.0	255
60.0	270
80.0	280
100.0	290

3.4.4 การออกแบบผิวทางของโครงสร้าง

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.4.3 ผิวทางที่จะใช้กับโครงการนี้จะเป็นผิวทางคอนกรีต โดยเหตุผลเพื่อให้สอดคล้องกับผิวถนนเดิมในปริเวณโครงการเพื่อความคงทนถาวร รวมทั้งไม่เกิดความเสียหายเมื่อเกิดสภาวะน้ำท่วมขังบนผิวทาง ปัจจุบันผิวทางถนนในเขตกรุงเทพมหานครจะเป็นผิวถนนคอนกรีตเกือบทั้งหมด

1) อายุการออกแบบ (Design Period)

อายุการออกแบบสำหรับโครงการนี้กำหนดเท่ากับ 20 ปี อายุการออกแบบจะเป็นบรรทัดฐานสำหรับคำนวณปริมาณน้ำหนักการจราจรที่จะกระทำกับผิวถนนนั้น

2) ปริมาณการจราจร

ปี พ.ศ. 2537 ปริมาณการจราจรบนถนนพหลโยธิน ทางหลวงหมายเลข 1 กม. 24+685 ในหน่วย Average Annual Daily Traffic (AADT) แสดงในตารางข้างล่างนี้

Car and Taxi	Light Bus	Heavy Bus	Light Truck	Medium Truck	Heavy Truck	Total
44,795	328	4,356	5,408	1,136	797	57,828

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

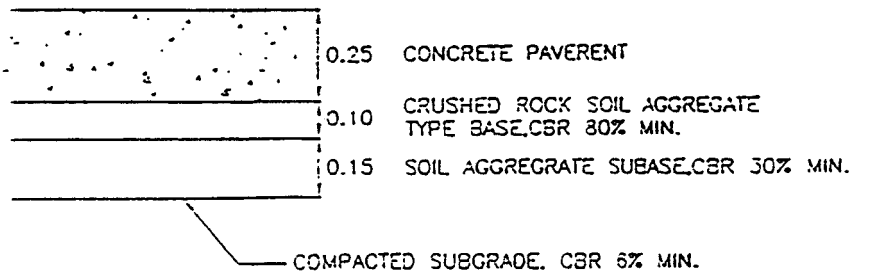
ทางหลวงหมายเลข 304 ช่วงจากแยกหลักสี่ไปยังมีนบุรี (กม.7+860) ปริมาณการจราจรในหน่วย AADT ปี พ.ศ. 2537 แสดงในตารางข้างล่างนี้

Car and Taxi	Light Bus	Heavy Bus	Light Truck	Medium Truck	Heavy Truck	Total
31,730	111	3,066	9,281	1,977	864	47,029

สำหรับทางหลวงหมายเลข 1 ถนนพหลโยธิน กำหนดอัตราการเติบโตร้อยละ 3 ตลอดอายุ 10 ปีแรก และร้อยละ 2 ในช่วง 10 ปีสุดท้าย ตารางที่ 3.11 แสดงเพลามาตรฐานสะสมในช่วงระยะเวลาการออกแบบ 20 ปี ทั้งนี้โดยกำหนดให้ปี พ.ศ.2541 เป็นปีที่ก่อสร้างแล้วเสร็จและเปิดการจราจร คาดไว้ในระยะเวลา 20 ปี ถนนจะต้องรองรับรถบรรทุกหนักรวมทั้งสิ้นประมาณ 55 ล้านเที่ยว ESA ซึ่งถ้าแยกเป็นทิศทางเท่ากับ 27.5 ล้านเที่ยว และสมมุติให้รถบรรทุกวิ่งอยู่ช่องทางเดียว

ชั้นรองรับแผ่นพื้นคอนกรีต ประกอบด้วย Crushed Rock หนา 10 เซนติเมตร เป็นชั้นบางๆ เพื่อป้องกันการเกิด Pumping บริเวณรอยต่อ หรือบริเวณรอยร้าว และชั้นรองพื้นทางหนา 15 เซนติเมตร ดังนั้นจึงถือได้ว่าชั้นรองรับแผ่นพื้นเป็น Normal Subgrade ความหนาของแผ่นพื้นคอนกรีตจากแผนภูมิการออกแบบรูปที่ 3.2 ประมาณ 230 มม. อย่างไรก็ตามได้กำหนดความหนาไว้ 25 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ผิวทางคอนกรีตที่ได้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 จำนวนเที่ยบเท่าเพลามาตรฐานสะสมตลอดอายุการใช้งาน 20 ปี

ปี พ.ศ.	อายุการใช้งาน	รถโดยสารหนัก		รถบรรทุกขนาดกลาง		รถบรรทุกหนัก		รวม	รวมสะสม	หมายเหตุ
		AADT	ESAx1000	AADT	ESAx1000	AADT	ESAx1000	ESAx1000	ESAx1000	
2541	1	4,903	1,110	1,279	530	897	475	2,115	2,115	
2542	2	5,050	1,143	1,317	546	924	489	2,178	4,293	
2543	3	5,202	1,177	1,357	562	952	504	2,243	6,636	
2544	4	5,358	1,213	1,398	579	980	519	2,311	8,847	Growth
2545	5	5,518	1,249	1,440	597	1,010	535	2,381	11,228	Rate
2546	6	5,684	1,286	1,483	614	1,040	550	2,450	13,678	3%
2547	7	5,854	1,325	1,527	633	1,071	567	2,525	16,203	
2548	8	6,030	1,365	1,573	652	1,103	584	2,601	18,804	
2549	9	6,211	1,406	1,620	671	1,136	601	2,678	21,482	
2550	10	6,397	1,448	1,669	691	1,170	619	2,758	24,240	
2551	11	6,589	1,491	1,719	712	1,205	638	2,841	27,081	
2552	12	6,721	1,521	1,763	726	1,229	650	2,897	29,978	
2553	13	6,855	1,551	1,788	741	1,254	664	2,956	32,934	
2554	14	6,992	1,582	1,824	756	1,279	677	3,015	35,949	Growth
2555	15	7,132	1,614	1,861	771	1,304	690	3,075	39,024	Rate
2556	16	7,275	1,646	1,898	786	1,330	704	3,136	42,160	2%
2557	17	7,420	1,679	1,936	802	1,357	718	3,199	45,359	
2558	18	7,569	1,713	1,976	818	1,384	732	3,263	48,622	
2559	19	7,720	1,747	2,014	834	1,412	747	3,328	51,950	
2560	20	7,874	1,782	2,054	851	1,440	762	3,395	55,345	

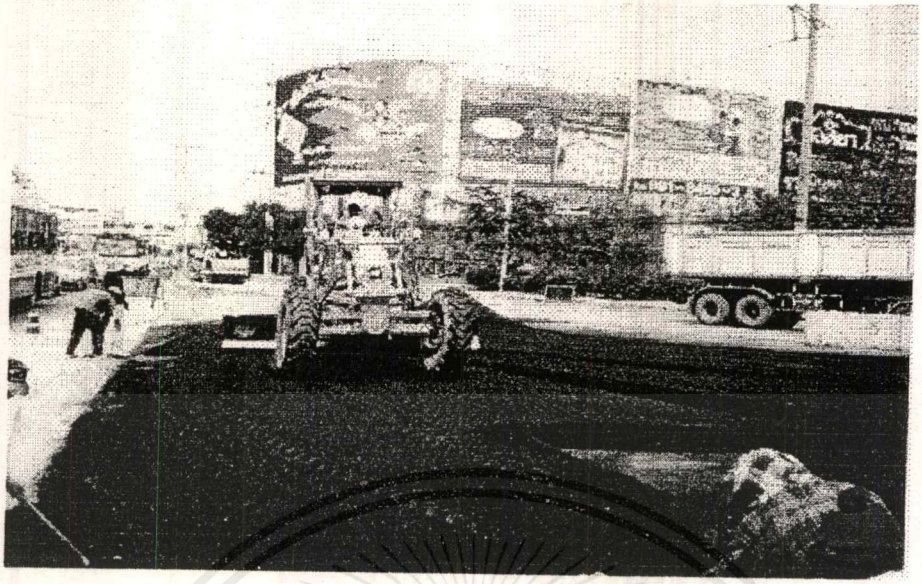
บทที่ 4
เทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้าง

4.1 การจัดเตรียมสถานที่ก่อสร้าง

จากการจราจรเดิมที่เป็นสี่แยกจะทำการขยายเป็นช่องการจราจรโดยรอบวงเวียนของอนุสาวรีย์พิทักษ์รัฐธรรมนูญเพิ่มอีก 1 เลนจาก 4 เลนเป็น 5 เลน เนื่องจากทางตำรวจจราจรที่ควบคุมอยู่ ณ บริเวณนั้นติดต่อประสานงานมาเพื่อให้การจราจรในบริเวณนี้มีความคล่องตัวมากขึ้น ช่วยบรรเทาปัญหาการจราจรที่จะเกิดจากการก่อสร้างโครงการนี้ โดยในครั้งแรกคาดว่าจะทำพื้นผิวถนนเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กแต่จะติดปัญหาในเรื่องของระยะเวลาการทำงานซึ่งผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กจะใช้เวลาในการก่อสร้างนาน จึงต้องทำเป็นผิวถนนราดยางมะตอยก่อนในช่วงแรกของโครงการ และหลังจากที่ทำโครงการนี้เสร็จจึงจะลอกผิวถนนราดยางมะตอยออกแล้วเปลี่ยนให้เป็นผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กแทน โดยในการทำผิวถนนราดยางมะตอยนั้น เริ่มจากการทำความสะอาดช่องการจราจรที่จะทำการก่อสร้างเพิ่มเติมโดยเก็บกวาดพวกเศษปูน เศษดินออกให้หมด หลังจากนั้นจึงทำการบดอัดดินให้แน่นโดยใช้รถบดล้อเหล็ก สำหรับชั้น Subbase จะใช้ลูกรังหนาประมาณ 15 เซนติเมตร และชั้น Base ใช้หินคลุกหนาประมาณ 10 เซนติเมตร ใช้ค่าการบดอัดให้เป็นไปตามมาตรฐานของก.ท.ม. แล้วทำการเท Asphaltic เพื่อทำเป็นผิวถนนชั่วคราว

รูปที่ 4.1
การทำผิวถนนจราจรชั่วคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

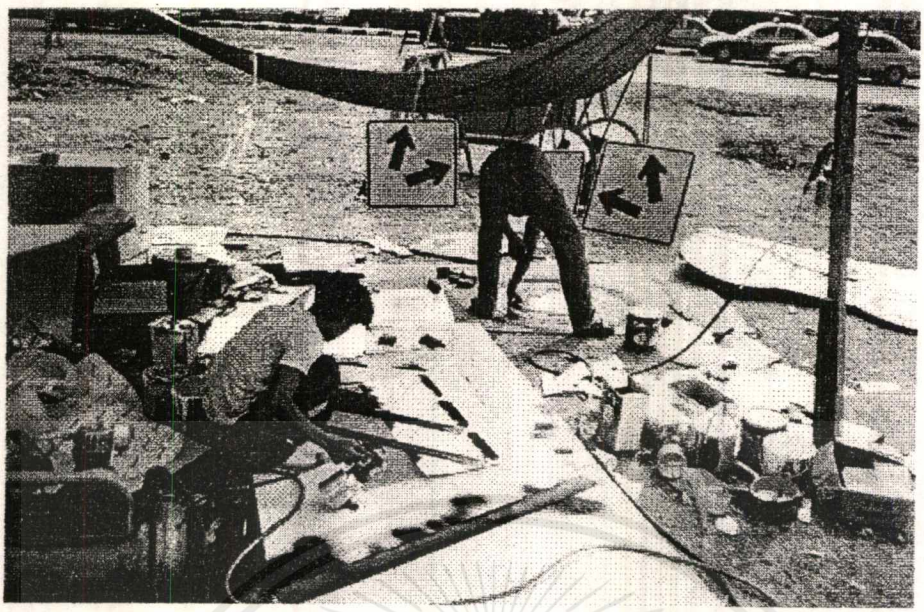


รูปที่ 4.2
การเกลี่ยทำผิวจราจรชั่วคราว

ในระหว่างการขยายช่องการจราจรจะนำกรวยมากั้นเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ มีป้ายจราจรต่างๆ มาติดไว้ซึ่งป้ายเหล่านี้จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของทางก.ท.ม. เช่น ป้ายโครงการ ป้ายสัญญาณเตือนต่างๆ

รูปที่ 4.3
ป้ายประกาศการเปลี่ยนแปลงการจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



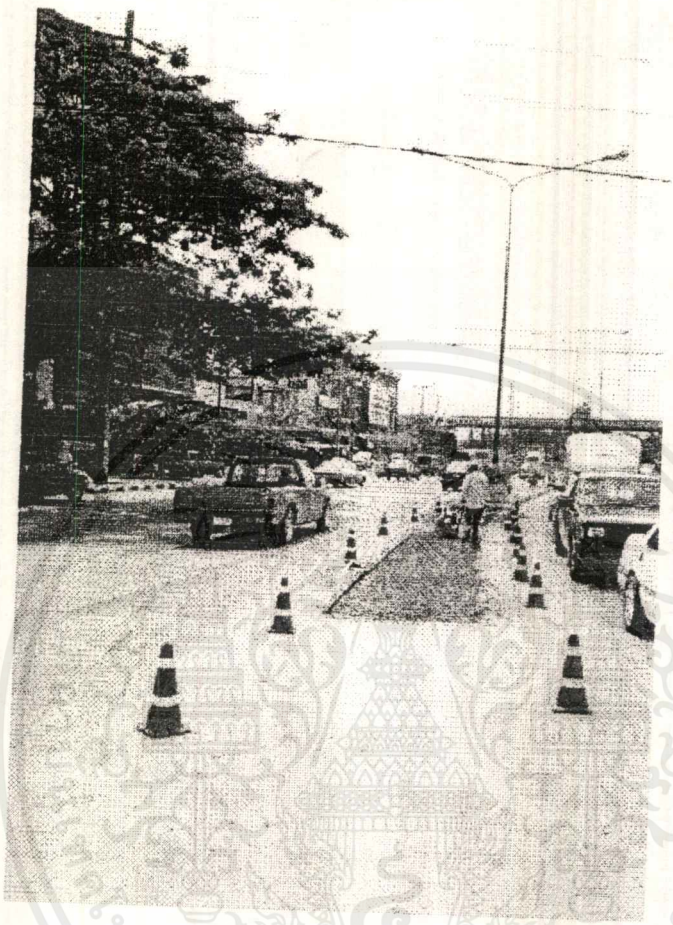
รูปที่ 4.4
การทำป้ายสัญญาณเตือนต่าง ๆเพื่อใช้ในโครงการ

หลังจากทำผิวถนนราดยางมะตอยรอบวงเวียนเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะต้องตีเส้นแนวถนน เพื่อความปลอดภัยในการใช้ถนน ทำการเจาะเกาะกลางถนนออกซึ่งอยู่ตามแนวถนนพหลโยธินที่จะใช้ในการก่อสร้างทางลอดลดระดับ โดยใช้ Fiber ตัดผิวจราจรเดิมให้เป็นแนวเสียก่อน

รูปที่ 4.5
การตัดพื้นผิวถนนคอนกรีตให้เป็นแนว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นจึงทำการสกัดผิวถนนในส่วนของเกาะกลางถนนออก ทำความสะอาดพื้นที่ในส่วนดังกล่าว แล้วทำการเท Asphaltic ให้กลายเป็นถนนชั่วคราว



รูปที่ 4.6
การรื้อเกาะกลางถนนเพื่อทำผิวการจราจรเพิ่มอีก 1 ช่องจราจร

หลังจากนั้นจึงจะทำการเปลี่ยนเส้นทางการจราจรจากเดิมที่เป็นสี่แยก ปรับการจราจรให้เป็นวงเวียน จากนั้นจึงนำเอา Barrier มาวางเป็นแนวรั้วเพื่อกั้นเป็นเขตการก่อสร้าง ทำการติดสัญญาณไฟจราจรที่วงเวียนตามจุดออกของถนนในแต่ละสาย ทำการ Clear พื้นที่ใน Site งาน หลังจากนั้นจึงจะสามารถเคลื่อนย้ายเครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้างต่าง ๆ เข้ามาได้ เช่น รถ Back Hoe เครื่องขุดเจาะสำหรับการทำเสาเข็มเจาะ เครื่องขุดเจาะสำหรับการทำ Diaphragm Wall กองเหล็ก ไซโล รวมถึงตู้ Container ที่ใช้เป็น Site Office สำหรับบริษัทต่าง ๆ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง พร้อมที่จะทำการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 งานเสาเข็ม

งานเสาเข็มเป็นงานที่ต้องใช้ความพิถีพิถันเป็นอย่างมาก เนื่องจากจะต้องรองรับส่วนของโครงสร้างและถ่ายลงสู่ชั้นดิน จึงควรจะทำการก่อสร้างให้ถูกต้องตามขั้นตอนการก่อสร้างและจะต้องมีการควบคุมงานเป็นอย่างดี เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น สำหรับการก่อสร้างทางลอดลดระดับในโครงการนี้จะมีการใช้เสาเข็มอยู่ 3 รูปแบบด้วยกัน คือ เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่, เสาเข็มระบบเจาะกด, เสาเข็มตอกโดยปั้นจั่น

4.2.1 เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ (Bored Pile)

โครงการฯ นี้ ในช่วงบริเวณตรงกลางของทางลอดลดระดับซึ่งมีความยาว 416.5 เมตร จะใช้เสาเข็มเจาะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.80 เมตร ที่ปลายเสาเข็มอยู่ที่ระดับความลึก –21.00 เมตร จากระดับผิวดิน ซึ่งมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 395 ต้น

ขั้นตอนการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

สามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ตรวจเช็คพิกัดตำแหน่ง

เช็คตำแหน่งหมุดที่จะเจาะจากที่ได้ทำการ Survey เอาไว้แล้วว่า mark ตำแหน่งได้ถูกต้องหรือไม่ หากไม่ถูกต้องควรรีบแก้ไขทันที

2. การลงปลอกเหล็ก

เมื่อได้ตำแหน่งหมุดแล้ว ให้เริ่มทำการกดปลอกเหล็กป้องกันดินพังทลาย (Casing) ซึ่งทั่วๆไปมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในมากกว่าหรือเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางของเข็มเจาะโดยมีความหนาประมาณ 1 นิ้ว และยาวประมาณ 15 เมตรต่อ 1 ปลอก โดยจะใช้ Vibro Hammer ซึ่งมีน้ำหนักมากกว่า 5 ตัน เป็นตัวจับกด Casing ลงไปในดิน โดยใช้เทคนิคการเขย่าและสั่น (Vibration) เนื่องจากน้ำหนักของตัว Vibro Hammer เองที่มีมาก ดังนั้นจึงจะต้องควบคุมตำแหน่งของปลอกเหล็กขณะกดลงไปในดินให้ดี โดยใช้ไม้ทาบจากหมุดบนดินไปยังผนังของปลอกเหล็กซึ่งยอมให้ผิดพลาดได้ไม่เกิน 5 cm. และตรวจดิ่งของ Casing ด้วย โดยใช้ระดับน้ำ ดิ่ง สามขา หรือกล้อง Theodolite ซึ่งความผิดพลาดในแนวดิ่งนี้จะต้องไม่เกิน 1 ต่อ 100 ของความยาวเสาเข็ม ซึ่งประโยชน์ของการใช้ Casing ก็เพื่อป้องกันรูเจาะเป็นคอคอด ป้องกันน้ำและการพังทลายของรูเจาะขณะขุดนั่นเอง

3. การเจาะดิน

หลังจากกดปลอกเหล็กเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็เริ่มทำการเจาะดินภายในปลอกเหล็ก Casing ออกโดยใช้เครื่องเจาะซึ่งติดตั้งบนรถเครน การเจาะดิน มี 2 ระบบ คือ

- ระบบแห้ง (Dry Process) จะใช้กับระดับที่ไม่ลึกมาก โดยจะใช้หัวเจาะแบบสว่าน (Auger)
- ระบบเปียก (Wet Process) จะใช้ที่ระดับความลึกมากๆ โดยจะใช้หัวเจาะแบบถัง (Bucket)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะเริ่มเจาะโดยใช้หัวเจาะแบบสว่าน (Auger) เจาะเอาดินขึ้นมาตลอดความยาวที่ฝังปลอกเหล็กไว้ซึ่งสามารถทำการเจาะดินได้ค่อนข้างรวดเร็ว จนกระทั่งพบน้ำใต้ดินในรูเจาะ และลักษณะชั้นดินมีทรายรวมอยู่เป็นจำนวนมากขึ้น จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนมาใช้หัวเจาะแบบถัง (Bucket) เพื่อให้สามารถเก็บดินที่เจาะขึ้นมาได้ ในระหว่างนี้จำเป็นต้องเติมสารละลายเบนโทไนท์ เพื่อป้องกันดินในรูเจาะพังทลาย การเจาะดินโดยใช้หัวเจาะแบบถังจะได้ปริมาณงานช้ากว่าการเจาะด้วยสว่าน ในระหว่างการเจาะควรจะต้องตรวจสอบความดิ่งของก้านเจาะ (Kelly Bar) เป็นระยะๆ การวัดความลึกของรูเจาะจะกระทำโดยการใช้เทปวัดระยะผูกกับลูกดิ่ง หย่อนลงไปที่ก้นหลุมซึ่งควรวัดประมาณ 2-3 จุด แล้วจึงทำการเจาะต่อไปจนได้ความลึกของหลุมเจาะตามแบบก่อสร้าง ที่สำคัญในการเจาะต้นแรกๆ เราจะต้องทำการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละชั้น ที่มีลักษณะเปลี่ยนไป เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูล Boring log ที่ได้มา

4. การใส่ Bentonite Slurry

สารละลาย Bentonite จะช่วยในการรักษาเสถียรภาพของหลุมเจาะ เพื่อป้องกันการพังทลายของหลุมที่เจาะ โดยจะเริ่มใส่สารละลายเบนโทไนท์ในช่วงที่เริ่มกระบวนการ Wet Process โดยให้ระดับของสารละลายเบนโทไนท์อยู่ที่ระดับประมาณ 2 เมตรจากปากหลุม ในระหว่างนี้จะต้องทำการควบคุมคุณภาพของสารละลายให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยมีหน่วยควบคุม (Desanding Unit) เป็นตัวคอยทำความสะอาดและปรับปรุงคุณภาพของสารละลายเบนโทไนท์ให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

5. การติดตั้งเหล็กเสริม

เมื่อเจาะรูเสาเข็มได้ขนาดและความลึกที่ต้องการแล้ว ให้ทำการตรวจสอบและทำความสะอาดรูเจาะ หลังจากนั้นจึงทำการหย่อนเหล็กเสริมเสาเข็มลงไปในรูเจาะต่อกันจนได้ความยาวที่กำหนด โดยใช้ Mobile Crane เป็นตัวยก วิธีการต่อโครงเหล็กนั้น เราจะทำการหย่อนโครงเหล็กท่อนล่างลงไปในหลุมเจาะจนถึงระดับที่จะทำการต่อเหล็ก ให้นำเหล็กเส้นมาสอดไว้ในโครงเหล็กแล้วมาวางพาดค้ำไว้บนปากหลุมเจาะ เพื่อมิให้โครงเหล็กท่อนล่างตกลงไป และใช้ Mobile Crane ทำการยกโครงเหล็กท่อนบนหย่อนลงมาทาบกับโครงเหล็กท่อนล่าง แล้วทำการต่อโครงเหล็กทั้งสอง โดยบริเวณรอยต่อโครงเหล็กนั้นอาจจะใช้ U-Bolt รัด หรือจะใช้การเชื่อมก็ได้ แล้วหย่อนโครงเหล็กทั้งหมดลงไปในหลุมเจาะ

6. การใส่ Tremie Pipe

ใส่ท่อเทคอนกรีต (Tremie Pipe) ซึ่งปกติจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6-8 นิ้ว โดยตรวจเช็คความลึกของหลุมอีกครั้งเพื่อดูว่าเกิดการพังทลายของหลุมเจาะหรือไม่ แล้วจึงหย่อนท่อลงในรูเจาะโดยวางปากท่อไว้บนอุปกรณ์ที่ยึดจับข้อต่อ เพื่อที่จะนำท่อท่อนต่อไปมาต่อขันเกลียว ความยาวให้ได้ประมาณความลึกของหลุม และสุดท้ายที่ปากท่อจะต่อเป็นกรวยสำหรับเทคอนกรีต

7. การเทคอนกรีต

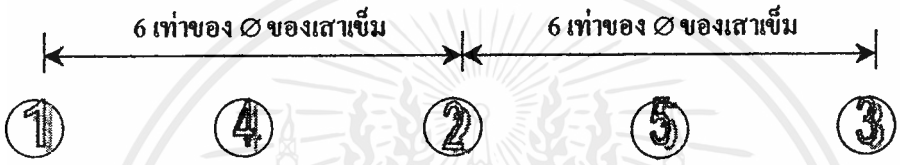
การเทคอนกรีตผ่านท่อ Tremie ขั้นแรกจะต้องใส่วัสดุที่ไล่น้ำออกไปจากท่อ Tremie เช่น เม็ดโฟม หรือลูกบอลเพื่อกันไม่ให้คอนกรีตสัมผัสกับน้ำโดยตรง โดยคอนกรีตจะดันเม็ดโฟมไล่น้ำออกไปบริเวณปลายสุดของท่อ เริ่มเทคอนกรีตโดยให้ปลายท่อ Tremie ยกสูงจากก้นหลุมประมาณ 10-30 เซนติเมตร ในระหว่างเทตัดท่อ Tremie เป็นระยะ ๆ โดยจะให้ท่อจมอยู่ในเนื้อคอนกรีตประมาณ 2-5 เมตรเสมอ โดยการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกดึงวัดความลึกเหมือนเดิมในระหว่างที่เทคอนกรีตลงไปในรูเจาะผ่านท่อ Tremie นี้ สารละลายเบนโทไนท์ในรูเจาะจะถูกแทนที่ด้วยคอนกรีตและจะล้นออกมา ดังนั้นจึงจะต้องคอยทำการสูบสารละลาย Bentonite ไปยัง Desanding Unit เพื่อทำความสะอาด และตรวจเช็คคุณภาพ

8. การถอนปลอกเหล็ก

เมื่อเทคอนกรีตจนได้ระดับแล้ว จึงทำการถอนปลอกเหล็กขึ้น โดยถอนปลอกเหล็กขึ้นตรงๆ ให้ได้ดิ่งตลอดเวลาและไม่ให้เหล็กเสริมในคอนกรีตซึ่งกำลังเริ่มแข็งตัวได้รับการกระทบกระเทือนหรือเคลื่อนตัวได้ และควรเผื่อสำหรับค่าฮุบตัวจากการดึง Casing และการสกัดหัวเสาเข็ม ซึ่งเสาเข็มที่จะเจาะใหม่จะต้องห่างจากต้นที่เพิ่งทำเสร็จไปแล้วอย่างน้อย 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็ม หรือทำต้นเว้นต้น หรือทิ้งไว้อย่างน้อยเป็นเวลา 24 ชั่วโมง



รูปที่ 4.7
ตัวอย่างการเลือกลำดับของการเจาะ

ในกรณีที่เจาะเสาเข็มได้ระดับแล้ว จะต้องเทคอนกรีตเสาเข็มต้นนั้นให้เสร็จภายในวันนั้นเลย จะทิ้งไว้ข้ามวันไม่ได้เป็นอันขาด

รูปที่ 4.8
การสกัดหัวเสาเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติและข้อกำหนดโดยทั่วไป

คอนกรีตที่ใช้ในงานเสาเข็มเจาะในโครงการนี้

- ใช้ Portland Cement Type I ตามมาตรฐาน มอก.
- มี Cement Content ไม่น้อยกว่า 375 กิโลกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร
- มีค่าการยุบตัว (Slump) ไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร
- ผสมน้ำยาโดยมี Retardation Time ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
- มี Strength ไม่น้อยกว่า 240 ksc. เมื่ออายุ 28 วัน
- มีการเก็บตัวอย่างแท่งคอนกรีตทรงกระบอกขนาด ∅ 15x30 เซนติเมตร โดยไม่น้อยกว่า 3 ชุดๆ ละ 3 แท่ง
- การเทคอนกรีตเสาเข็มแต่ละต้น จะต้องเทต่อเนื่องกันโดยไม่หยุดชะงัก และต้องควบคุมอัตราการเทให้ สัมพันธ์กับระยะเวลาการการก่อตัวของคอนกรีตที่เทไป

เหล็กเสริมรับแรง

- ใช้เหล็กกลม SR 24 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- ใช้เหล็กข้ออ้อย SD 40 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- ข้อกำหนดต่างๆ ให้ถือตามมาตราฐานของ ว.ส.ท.

สารละลาย Bentonite ที่ใช้งานในโครงการนี้

- มี Density อยู่ระหว่าง 1.04 - 1.10 ตัน/ลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณ Bentonite ที่ใช้ผสม 2 – 6 % โดยน้ำหนัก
- มี Viscosity ประมาณ 30 - 90 วินาที (March 's Cone Test)
- ค่า pH อยู่ระหว่าง 7.5 - 12
- มีปริมาณ Sand Content ไม่เกิน 6%

การควบคุมงานเสาเข็ม

1. การตรวจสภาพพื้นที่ และสภาพแวดล้อม

ก่อนเริ่มการเจาะเสาเข็มผู้ควบคุมงานและผู้รับเหมาควรสำรวจสภาพท้องที่ให้ทั่วโดยละเอียด เพื่อตรวจดูและบันทึกข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ในการวางแผนป้องกันและบันทึกไว้เป็นหลักฐาน เช่น การสำรวจสภาพสิ่งก่อสร้างอาคารข้างเคียงที่ติดกับพื้นที่ก่อสร้างว่ามีสภาพเป็นอย่างไร มีรอยแตกร้าวชำรุดหรือไม่ บันทึกไว้ด้วยภาพถ่ายเป็นหลักฐานในการแสดง เมื่อมีปัญหาการร้องเรียนว่าเกิดความเสียหายเนื่องจากการก่อสร้าง เป็นต้น ควรสำรวจสิ่งกีดขวาง และอุปสรรคต่างๆ เพื่อวางแผนแก้ไขล่วงหน้า เช่น สิ่งกีดขวางที่เป็นต้นไม้ใหญ่ โครงสร้างเก่าเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กฝังอยู่ในดิน หลุมบ่อซึ่งต้องถมเพื่อให้เครื่องจักรเคลื่อนผ่าน สายไฟฟ้าแรงสูง แรงต่ำ ตลอดจนเสาไฟฟ้า ที่อยู่ในรัศมีการทำงานของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตรวจรับผังบริเวณ

โดยต้องได้รับการอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรให้ใช้ทำงานตามแผนผังบริเวณจากเจ้าของโครงการหรือผู้ได้รับมอบอำนาจให้ทำการแทนเสียก่อน ถึงแม้จะมีแบบก่อสร้างอยู่แล้วก็ตามผู้รับเหมาควรทำการสำรวจระยะและตำแหน่ง แล้วทำแบบผังบริเวณที่มีรายละเอียดครบถ้วนเสนอขออนุมัติก่อนที่จะทำเสาเข็มต่อไป

3. การตรวจแบบแปลนเสาเข็ม

ดูระยะแสดงตำแหน่งเสาเข็ม และจุดอ้างอิงต่างๆ ที่สำคัญหากมีรายละเอียดไม่ครบถ้วน หรือขัดแย้งกันเอง ผู้รับเหมาควรจะมีเวลาที่จะทำหนังสือขอรายละเอียดเพิ่มเติมจากผู้ออกแบบได้ทันเวลาทำงานต่อไป และผู้รับเหมาควรตรวจระยะต่างๆ ในสนามเพื่อเทียบกับแบบก่อสร้าง แล้วจัดทำแบบแปลนเสาเข็มเพื่อขออนุมัติใช้ทำงานได้อย่างถูกต้อง

4. การเตรียมแผนภูมิแสดงข้อมูลการทำงาน

ใช้แสดงข้อมูลต่างๆ ที่สำคัญของการทำงานในรูปแบบแผนภูมิต่างๆ เช่น แผนภูมิวงกลม แผนภูมิแท่ง กราฟเส้นแสดงความสัมพันธ์ปริมาณงานต่อเวลา เพื่อให้เจ้าของโครงการตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องใช้ประโยชน์ในการรับทราบความก้าวหน้า พิจารณาเพื่อวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนงานให้ดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. การเตรียมบุคลากรทำหน้าที่ควบคุมงานของบริษัทที่ปรึกษา

งานเสาเข็มเป็นงานที่ต้องบันทึกข้อมูลการทำงานแต่ละขั้นตอนค่อนข้างละเอียด อาจไม่มีวันหยุดและต้องทำงานกลางแจ้ง ดังนั้นผู้ควบคุมงานต้องเป็นผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรง อดทน สามารถอุทิศเวลาให้กับงานได้ตลอดเวลา โดยเฉพาะช่างควบคุมงานระดับช่างเทคนิค จะต้องทำหน้าที่ตรวจสอบงานให้เป็นไปตามข้อกำหนด และบันทึกข้อมูลการทำงานโดยละเอียดจะต้องทำหน้าที่อยู่ในสนามตลอดเวลา เพราะจะต้องเป็นผู้แก้ปัญหา

6. การบันทึกข้อมูลการทำงาน

ผู้ควบคุมงานระดับช่างเป็นผู้บันทึกการทำงานเสาเข็มโดยละเอียดตลอดเวลา เช่น เวลาเริ่มและเสร็จของงานแต่ละขั้นตอน ลักษณะชั้นทรายของปลายเข็ม ความลึกของการเจาะ สภาพอากาศ สิ่งกีดขวาง อุปสรรคและปัญหาการปฏิบัติงานหรือข้อกำหนด อุบัติเหตุ ข้อน่าสังเกต ข้อควรระวังโดยการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ลงแบบฟอร์มที่ได้จัดทำขึ้นให้เหมาะกับลักษณะงาน มีความง่ายต่อการบันทึกและการตรวจสอบ

7. การตรวจสอบตำแหน่งเสาเข็ม

ขั้นแรกต้องตรวจสอบจากแบบสำหรับก่อสร้างแล้วจึงตรวจโดยการวัดในสนามโดยใช้กล้อง และเทปวัด เมื่อทำงานต้องวัดความคลาดเคลื่อน หากมีระยะคลาดเคลื่อนมากต้องทีการบันทึกไว้เพื่อใช้ในการทำฐานรากต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การตรวจดิ่งของเสาเข็ม

ในเสาเข็มเจาะขณะเริ่มกดปลอกเหล็กลงดินโดยใช้กล้องหรือระดับน้ำที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร (โดยปกติยอมให้คลาดเคลื่อนได้ 1 : 100) ทาบที่ปลอกเหล็ก 2 ด้านที่ตั้งฉากกันจะทำให้ปลอกเหล็กได้ดิ่ง และควรตรวจดิ่งของก้านเจาะในขณะเจาะดิน

9. การตรวจความสะอาดก้นหลุม

ในเสาเข็มเจาะเมื่อเจาะถึงระดับชั้นทรายได้ระยะ 3 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มตามที่กำหนดแล้วตรวจความสะอาดของก้นหลุมที่เจาะแบบถังขุดขึ้นมาว่าสะอาดหรือไม่ ถ้าพบเศษวัสดุก็ต้องขุดลงไปอีกเล็กน้อยเพื่อนำสิ่งสกปรกดังกล่าวขึ้น จนเหลือแต่ชั้นทรายแน่นที่สะอาด ซึ่งจะช่วยให้การทรุดตัวของเสาเข็มเมื่อรับน้ำหนักมากแล้วมีค่าไม่มากจนเกิดความเสียหายต่ออาคาร

10. การวัดความลึกเสาเข็ม

วัดระยะถ่วงปลายเสาเข็มด้วยก้อนน้ำหนัก หย่อนลงไปในรูจนถึงก้นหลุมในเสาเข็มเจาะ จะเป็นประโยชน์ในการหาปริมาตรคอนกรีตที่จะเท และเทียบกับปริมาตรคอนกรีตที่ใช้จริงว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นหรือไม่ การวัดความลึกนี้จะวัดประมาณ 2 - 3 จุดแล้วหาค่าความลึกเฉลี่ย กรณีที่เสาเป็นเสาเข็มเจาะซึ่งในระหว่างที่เทคอนกรีตจะมีการวัดระดับคอนกรีตที่เทได้กับการคำนวณเป็นระยะๆ ด้วยวิธีเดียวกันเพื่อเขียนกราฟว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นหรือไม่

11. การกำหนดระดับปลายเสาเข็มในสนาม

ระดับปลายเสาเข็มที่ระบุในแบบก่อสร้างจะเป็นระดับที่ประมาณได้จากการเจาะสำรวจดิน ดังนั้นระดับปลายเสาเข็มจริงๆ จะต้องกำหนดขึ้นจากการเจาะดินให้ได้ตามข้อกำหนด เช่น ถึงระดับชั้นทรายแน่นมีระยะฝังปลายเสาเข็มไม่น้อยกว่า 3 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเสาเข็ม และทรายก้นหลุมต้องสะอาดปราศจากสิ่งสกปรก โดยปรกติผู้รับเหมาจะร่วมพิจารณากับผู้คุมงาน ถ้ามีข้อขัดแย้งผู้คุมงานควรรายงานข้อมูลเพื่อขอความเห็นต่อวิศวกรผู้ออกแบบ เพื่อปฏิบัติให้ถูกต้องต่อไป

12. การพิจารณาทรายที่ปลายเสาเข็ม

ในบางโครงการพบปัญหาทรายที่ระดับปลายเสาเข็ม โดยมีความเห็นแตกต่างกันระหว่างเจ้าหน้าที่ของเจ้าของโครงการกับผู้รับเหมา ผู้ควบคุมงานต้องรับหน้าที่เป็นผู้ตัดสิน การตรวจโดยใช้วิธีง่ายๆ ใช้กระบอกแก้วตวงขนาดบรรจุ 500 - 1000 cc. นำทรายดังกล่าวที่จะตรวจสอบใส่กระบอกตวงแล้วเติมน้ำสะอาด ทั้งทรายและน้ำที่ใส่ลงไปต้องมีปริมาณคงที่ในการทดลองทุกครั้งเพื่อสามารถเปรียบเทียบกันได้ แล้วเขย่าทรายที่ผสมน้ำให้กระจาย ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที จะเห็นสีและขนาดของเม็ดทรายตัวอย่าง ตลอดจนตะกอนที่ตกค้างอยู่บนเนื้อทราย สามารถเปรียบเทียบกับทรายในบริเวณเสาเข็มทดสอบได้อย่างชัดเจน หลังจากนั้นจึงเก็บตัวอย่างใส่ขวดพลาสติก พร้อมบันทึกตำแหน่งที่เจาะและระดับความลึกของเสาเข็มไว้แสดงต่อผู้ที่ต้องการตรวจดูภายหลังได้อย่างดี สำหรับตัวอย่างทรายที่เก็บควรเก็บจากระดับปลายเสาเข็ม และชั้นที่ถัดขึ้นมา 1 ชั้นใส่ขวดพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 1 นิ้ว สูง 2 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ระดับหัวเสาเข็ม

สำหรับเสาเข็มเจาะเนื่องจากการยุบตัวของคอนกรีตเสาเข็มเจาะภายหลังจากการถอนปลอกเหล็กขึ้นจะมีขนาดสูงตั้งแต่ 2 - 4 เมตร ดังนั้นวิธีการเทคอนกรีตเสาเข็มที่ระดับหัวเสาเข็มใกล้ผิวดิน เช่น ระดับหัวเสาเข็มมีค่า 2.00 เมตรขึ้นมาใกล้ผิวดิน อาจจะต้องเทคอนกรีตด้วยวิธีดึงปลอกเหล็กขึ้นสูงจากระดับผิวดินประมาณ 2 เมตร แล้วเทคอนกรีตเผื่อการยุบตัวไว้จนเต็มเมื่อถอนปลอกออก คอนกรีตจะยุบตัวลงไปโดยมีระดับหัวเสาเข็มไม่ต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้ ซึ่งวิธีการเทคอนกรีตวิธีนี้จะเป็นการไล่สิ่งสกปรก เช่น สารละลายเบนโทไนท์ และเศษดินต่างๆ ให้ไหลล้นขึ้นมาที่ปากปลอกเหล็ก จนมีแต่คอนกรีตที่ดีล้วน ๆ เต็มอยู่ที่ปากปลอกเหล็ก แล้วยกปลอกขึ้นให้สูงจากระดับผิวดินตามที่ต้องการด้วย Vibro Hammer หลังจากนั้นจึงเทคอนกรีตเติมลงไปในปลอกเหล็กจนได้ปริมาณที่พอต่อการยุบตัว แล้วจึงถอนปลอกเหล็กออกจากรูเจาะ สำหรับเสาเข็มที่มีระดับหัวเสาเข็มตั้งแต่ 4.00 เมตรลงไปในดิน สามารถเทคอนกรีตด้วยวิธีปกติ คือ เทคอนกรีตไล่สิ่งสกปรกจนเห็นเนื้อคอนกรีตล้วนที่ปากปลอกเหล็ก แล้วก็ถอนปลอกเหล็กขึ้นได้เลย

14. การตรวจสอบคุณสมบัติคอนกรีต

สำหรับงานเสาเข็มเจาะคอนกรีตจะต้องมีค่าการยุบตัวไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร เพื่อสามารถเทผ่านท่อได้ง่ายและรวดเร็ว คอนกรีตสามารถไหลเข้าไปตามซอกต่างๆ ได้จนเต็มไม่เกิดโพรง กำลังของคอนกรีตมีค่ามากกว่า 240 ksc. และสามารถใช้สารผสมหน่วงเพื่อยืดเวลาการแข็งตัวออกไปให้มากกว่า 4 ชั่วโมง ดังนั้นการตรวจสอบคุณสมบัติคอนกรีตจะต้องทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีตทุกคันรถ แล้วบันทึกค่าไว้ ซึ่งในบางครั้งค่าการยุบตัวจะวัดได้น้อยกว่ากำหนด ผู้ควบคุมงานขอมให้เติมน้ำได้หรือไม่ ในกรณีนี้ผู้ควบคุมงานควรขอความเห็นจากผู้ออกแบบเพื่อใช้ปฏิบัติไว้ก่อนที่จะเริ่มทำงาน การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังของคอนกรีตอาจเก็บโดยการสุ่มจากคอนกรีต 3 คันๆ ละ 9 ก้อน ต่อเสาเข็ม 1 ต้น

15. การตรวจเหล็กเสริมเสาเข็ม

เหล็กเสริมควรตัดตัวอย่างไปทดสอบวัดแรงดึงและพื้นที่หน้าตัดเพื่อเสนอผลการทดสอบต่อผู้ออกแบบเมื่อได้รับอนุมัติแล้ว จึงนำเข้าทำงาน ในกรณีที่ต้องมีการต่อเหล็กด้วยการเชื่อมก็ควรจะส่งตัวอย่างการเชื่อมเพื่อการทดสอบขออนุมัติใช้งานต่อไป

16. การประชุมเพื่อแก้ปัญหาดำเนินงาน

ควรจัดให้มีการประชุมทุกประจำสัปดาห์ต่อครั้งระหว่างผู้รับเหมากับผู้ควบคุมงานของบริษัทที่ปรึกษา จัดประชุมให้มีเดือนละ 1 ครั้ง โดยเชิญฝ่ายเจ้าของโครงการและผู้ออกแบบที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานในปัจจุบันเข้าร่วมประชุมเพื่อตรวจสอบการดำเนินงาน ความก้าวหน้าของงาน อุปสรรค และปัญหาที่ทำให้เกิดความล่าช้า ตลอดจนเสนอความเห็นเป็นมติที่ประชุมเพื่อใช้ปฏิบัติต่อไป

17. การควบคุมงานของวิศวกร

ในเสาเข็มเจาะเป็นหน้าที่สำคัญที่จะต้องมีวิศวกรที่จะต้องอยู่ในสนาม เพราะเมื่อเกิดปัญหาขัดข้องจากการเทคอนกรีต เช่น รถส่งคอนกรีตขาดระยะเวลานานทำให้เวลาการเทคอนกรีตเกินกำหนดที่ได้อนุมัติไว้ เกิดการอุดตันในท่อเทคอนกรีตทำให้เทต่อไปไม่ได้ ท่อเทคอนกรีตหลุดลงไปในรูเจาะขณะเทคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กเสริมเสาเข็มลอยขึ้นมาขณะเทคอนกรีต ฯลฯ วิศวกรต้องตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ ในทันทีเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายมาก

18. ระบบสายงานการส่งหนังสือ

ในโครงการก่อสร้างพบว่าถ้าใช้ระบบการส่งหนังสือเพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการทำงานควรปฏิบัติดังนี้

- ผู้รับเหมา
- ผู้ควบคุมงานของบริษัทที่ปรึกษา
- ผู้ออกแบบ
- เจ้าของโครงการ
- ผู้ควบคุมงานของบริษัทที่ปรึกษา
- ผู้รับเหมา

กล่าวคือ เมื่อผู้รับเหมาเสนอหนังสือเพื่อขออนุมัติใช้งาน หรือเพื่อทำงาน หรือถามปัญหาต่างๆ ผู้ควบคุมงานควรจะได้ทราบเพื่อพิจารณาบันทึกให้ความเห็นต่อผู้ออกแบบ ซึ่งในกรณีปัญหาเร่งด่วนที่ต้องหาข้อยุติโดยเร็ว ผู้ควบคุมงานอาจจะติดต่อผู้ออกแบบทันทีเพื่อขอความเห็นในการปฏิบัติงานแล้วจึงเสนอหนังสือไปตามลำดับขั้นตอนในภายหลัง เมื่อผู้ออกแบบให้ความเห็นมาแล้ว โดยปกติเจ้าของโครงการมักจะไม่มีความเห็นเป็นอย่างอื่นที่ต้องพิจารณาให้คำตอบ เช่นเดียวกับผู้ออกแบบเมื่อผู้ควบคุมงานได้รับคำตอบก็จะรีบส่งให้ผู้รับเหมาปฏิบัติต่อไป สำหรับหนังสือดังกล่าวอาจจะมี 5 ชุด โดยเก็บไว้ที่ผู้ควบคุมงาน 1 ชุดเมื่อได้รับจากผู้รับเหมา และอีก 4 ชุดส่งเป็นหลักฐานแก่ฝ่ายต่างๆ ที่อยู่ในสายงานหนังสือภายหลังที่ผ่านการอนุมัติทุกขั้นตอนแล้ว

19. การเก็บตัวอย่างคอนกรีต

ในเสาเข็มเจาะจะต้องมีการเก็บตัวอย่างของเสาเข็มทุกต้นๆ ละไม่น้อยกว่า 9 ก้อนตัวอย่าง โดยสุ่มจากรถส่งคอนกรีต 3 คันๆ ละ 3 ก้อน ไม่ควรเก็บต้นละก้อนเพราะถ้าผลการทดสอบไม่อาจจะถือได้ว่าคอนกรีตในรถต่ำกว่าที่กำหนดจะเป็นปัญหาในการทำงาน ตัวอย่างคอนกรีตที่เก็บแล้วจะต้องจัดเก็บให้เหมาะสม ห่างจากการสั่นสะเทือนจากรถวิ่ง และโดยเฉพาะเครื่องจักร Vibro Hammer ที่ใช้กด ถอนปลอกเหล็กซึ่งมีแรงสั่นสะเทือนมาก บางโครงการขาดการระวังในเรื่องนี้ ทำให้ตัวอย่างคอนกรีตที่เก็บไว้จำนวนมากได้รับการกระทบกระเทือน และไม่ผ่านการทดสอบทั้งหมด ทำให้เกิดปัญหามาก

20. การทดสอบคุณสมบัติเบนโทไนท์

ในระบบเสาเข็มเจาะ เบนโทไนท์ชนิดที่ผลิตและจำหน่ายอยู่ในรูปของผงละเอียดเป็นถุงๆ ละ 50 กิโลกรัม มีคุณสมบัติดูดน้ำได้ดี แต่ละอนุภาคจะพองตัวเบียดกัน ทำให้น้ำไหลผ่านระหว่างอนุภาคได้ยาก ใช้สำหรับป้องกันผนังรูเจาะไม่ให้พังทลาย โดยผสมน้ำแล้วใส่ลงไปในรูเจาะ ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบคุณสมบัติได้แก่ ความหนาแน่น ความเป็นกรดด่าง ความหนืด และปริมาณที่ทรายเจือปน ซึ่งต้องมีการทดสอบคุณสมบัติทุกวันก่อนใช้งานแล้วบันทึกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. การรายงานเสนอต่อเจ้าของโครงการ

ควรมีรายงานประจำแสดงถึงรายละเอียดของการทำงาน และข้อมูลที่เป็นประโยชน์ เช่น ประเภทของงาน ตำแหน่ง จำนวนคนงานระดับต่าง ๆ วัสดุเข้าหน่วยงาน เวลาการทำงาน ปัญหา อุปสรรคของงาน อุบัติเหตุ เป็นต้น รายงานประจำสัปดาห์แสดงข้อมูลโดยสรุปและสาระสำคัญของข้อมูลจากการรายงานประจำวัน และรายงานประจำเดือน ซึ่งควรจัดทำเป็นเล่มให้เรียบร้อย แสดงข้อมูลโดยสรุปความก้าวหน้าของงาน ปริมาณและเวลานับถึงปัจจุบัน ช้าหรือเร็วเพราะเหตุใด มีข้อเสนอแนะเพื่อแก้ไขอย่างไร ตลอดจนแสดงแผนภูมิต่างๆ ของการทำงานที่ง่ายต่อการพิจารณา เพื่อเปรียบเทียบสภาพงานที่พัฒนาไปตามระยะเวลา และอาจจะมีรูปถ่ายแสดงถึงสภาพงานปัจจุบันไว้ด้วย เป็นต้น สำหรับรายงานประจำเดือนผู้ควบคุมงานจะใช้สำหรับการรายงานในที่ประชุม เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายรับทราบ

22. แผนภูมิแสดงข้อมูลการทำงาน

ใช้ในการพิจารณาแก้ปัญหางานใช้แสดงต่อผู้เกี่ยวข้องให้ทราบถึงสภาพงานในปัจจุบัน และใช้ประกอบเอกสารการรายงานเสนอต่อเจ้าของโครงการ เป็นต้น

23. ความสะอาดของพื้นที่การทำงาน

สำหรับดินที่เกิดจากการเจาะดิน ถ้าทิ้งไว้เพียงวันเดียวจะมีกองขนาดใหญ่กีดขวางการทำงานเป็นอย่างมาก ดังนั้นต้องมีการขนดินออก เศษดินต่างๆ ก็ควรเก็บกวาดอยู่เสมอ เพราะเมื่อโดนน้ำก็จะเป็นโคลน ทำให้ลื่นอาจเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง ตลอดจนสารละลายเบนโทไนท์ที่ไหลนองบนพื้นไม่ควรปล่อยทิ้งไว้และป้องกันไม่ให้ไหลลงท่อหรือทางระบายน้ำเพราะจะทำให้เกิดการอุดตัน

24. การทำแนวเส้นและจุดอ้างอิง

ผู้รับเหมาต้องทำให้มีไว้อย่างถาวร ไม่ชำรุดเสียหายจากการทำงานจนกระทั่งหมดความต้องการใช้งาน โดยผู้ควบคุมงานเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งและระยะ พร้อมทั้งแบบแสดงเส้นแนวและจุดอ้างอิงดังกล่าวเพื่อขออนุมัติใช้งานตามขั้นตอน และเพื่อใช้ตรวจสอบระยะตำแหน่งต่างๆ ของเสาเข็มว่ามีการคลาดเคลื่อนหรือไม่เพียงใด

25. การทำเสาเข็มอ้างอิง

โดยเลือกจากเสาเข็มที่สูงถึงระดับผิวดินจำนวน 2 - 4 ต้นในโครงการ โดยทำความสะอาดเสาเข็มให้เรียบร้อยอาจจะฉาบปูนให้เรียบแล้วทาสีให้ชัดเจน แล้วทำการสำรวจหัวเสาเข็มดังกล่าว บันทึกไว้ในแบบแปลนลงนามร่วมระหว่างผู้รับเหมา ผู้ควบคุมงาน และผู้แทนเจ้าของโครงการ เพื่อรับรองความถูกต้องของเสาเข็มอ้างอิง เมื่อมีการขุดดินเพื่อทำงานโครงสร้าง เสาเข็มอ้างอิงจะเป็นประโยชน์ที่จะใช้ตรวจสอบว่า เสาเข็มมีการเคลื่อนตัวผิดศูนย์ หนีศูนย์ จากการทำเสาเข็มหรือจากการขุดดินหรือไม่

26. ขั้นตอนการควบคุมงาน

ในเสาเข็มเจาะจะต้องมีการควบคุมคุณภาพ ระดับหัวเสาจะถูกกำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง คอนกรีตที่ใช้ต้องสะอาด และมีกำลังได้ตามกำหนด ดังนั้นจึงควรเทคอนกรีตไล่สิ่งสกปรกที่เจือปน เช่น เศษดิน ทรายตะกอนน้ำสารละลายเบนโทไนท์ ออกให้หมดเหลือแต่คอนกรีตที่ดี ผู้ควบคุมงานสามารถใช้การสังเกตการทำงานในสนาม และร่วมตรวจสอบอย่างใกล้ชิดในการเทคอนกรีตไล่สิ่งสกปรก ตลอดจนการเทคอนกรีตให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 เสาเข็มระบบเจาะกด (Auger Press)

งานตอกเข็มในเขตชุมชน มักมีปัญหาเรื่องแรงสั่นสะเทือนต่ออาคารข้างเคียง หรือแรงดันดินที่เกิดจากการแทนที่ด้วยเสาเข็มที่ตอกลงไป ทำให้อาคารเหล่านั้นแตกร้าวหรือเคลื่อนที่ ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของวิศวกรที่จะต้องแก้ปัญหาเหล่านี้ ได้มีการแก้ปัญหาด้วยวิธีต่างๆ คือ ใช้เสาเข็มเหล็กเพื่อลดปริมาณดินที่ถูกแทนที่หรือใช้เสาเข็มเจาะ ปัญหาที่เป็นเหตุให้ต้องพัฒนาเสาเข็มระบบเจาะกดขึ้นมาคือ การควบคุณภาพของเสาเข็มเจาะกระทำการตรวจสอบได้ยากไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าและวิธีการเทคอนกรีตหล่อในที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน

เสาเข็มระบบเจาะกดหรือ Auger Press ได้นำมาใช้เมื่อไม่นานมานี้ โดยได้พัฒนามาจากผลดี-ผลเสียระหว่างเสาเข็มตอกกับเสาเข็มเจาะหล่อในที่ ตามตารางที่ 4.1 เพื่อนำผลดีมาขจัดปัญหาดังกล่าว วิธีการทำงานโดยการเจาะดินด้วยดอกสว่าน (Auger) และกดเสาเข็มด้วยระบบไฮดรอลิคในเวลาเดียวกัน การทำงานในระบบนี้จึงเป็นชนิดเจาะหมุน (Rotary Drilling) เสาเข็มที่ใช้กับระบบนี้มักเป็นเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงรูปกลมกลวงหล่อสำเร็จรูปจากโรงงานจึงสามารถควบคุมคุณภาพได้ง่าย ในการเจาะระบบนี้จะเจาะผ่านรูกลวงกลางของเสาเข็มและนำดินออกจึงขจัดปัญหาแรงดันดินด้านข้างได้ดี วิธีการทำงานก็ไม่ยุ่งยากนัก ระบบที่ใช้ในปัจจุบันเป็นแบบ Partial Auger Press คือ เจาะดิน กดและตอกในช่วงสุดท้ายเพื่อให้ดินเข้ามาอุดรูเสาช่วงล่าง เพื่อเพิ่มพื้นที่หน้าตัดเสาตอนปลายและเพื่อให้ปลายเสาอยู่ในบริเวณดินแข็งที่พ้นจากบริเวณที่ถูกรบกวนด้วยสว่าน ซึ่งช่วยลดการทรุดตัวในระยะแรก Partial Auger Press จึงเป็นวิธีการเจาะหมุนผสมกับการตอก อีกวิธีหนึ่งคือ Full Auger Press เป็นการเจาะและกดลอดต้นโดยไม่ต้องตอก

สำหรับโครงการนี้ใช้เสาเข็มสปันซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 0.35 เมตร และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.22 เมตร ความลึกก้นหลุมอยู่ที่ระดับ -21.00 เมตรจากระดับผิวดิน สำหรับทางลอดลดระดับช่วงทางเข้าและทางออกที่ใช้เสาเข็มสปันจะมีความยาวด้านละ 181 เมตร โดยใช้เสาเข็มเป็นจำนวนรวมทั้งสิ้น 914 ต้น

เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานในระบบ Auger Press

1. รถปั้นจั่น เป็นรถตีนตะขาบ ประกอบด้วยเสาซึ่งเป็นแกนให้ลูกตุ้ม และเครื่องเจาะเคลื่อนขึ้นลงได้ เสานี้สามารถปรับให้เอนซ้ายขวา หรือหน้าหลังได้ ด้วยแขนไฮดรอลิค เสานี้สามารถหมุนได้ Diesel Hammer หรือสว่านเจาะหันเข้าหาจุดที่ต้องการ เสาของรถนี้สามารถพับลงได้เมื่อต้องการเคลื่อนย้าย

2. สว่านเจาะดิน ประกอบด้วยมอเตอร์และสว่านเจาะดิน สว่านเจาะดินประกอบด้วยแกนและใบเพื่อนำดินขึ้น ความยาวของตัวสว่านใกล้เคียงกับความยาวเสา สอดอยู่ในเสายกขึ้นไปพร้อมกับเสา สว่านนี้ต่อได้โดยใช้ลิ่มสลัก ส่วนปลายสว่านเป็นแผ่นเหล็กแข็ง เพื่อป้องกันความเสียหายเมื่อเจาะถูกหิน

3. เครื่องตอก มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น Drop Hammer, Diesel Hammer และ Hydraulic Hammer ซึ่งการเลือกใช้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม สำหรับโครงการนี้ใช้เครื่องตอกชนิด Hydraulic Hammer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Shoe Cutter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้นำร่องในการกดหรือตอกเข็ม จะคอยกัดดินล่างให้แตก ช่วยให้กดเสาเข็มได้ง่าย เป็นเสมือนตัวกันดินให้ดินเข้าสู่แกนเสา โดยจะใช้เฉพาะที่ปลายเสาเข็มต้นแรกเท่านั้น มีลักษณะเป็นวงแหวนเหล็กหนา 2 หุน กว้างประมาณ 3 นิ้ว

5. เสาเข็ม ต้องเป็นเสาเข็มกลวง อาจเป็นเสาเข็มเหล็กหรือคอนกรีต ที่รักษามาตรฐานความหนาของเสาได้ ถ้ารูกลวงในเสาเล็กไป ก็ไม่อาจสอดสว่านลงได้ สำหรับเสาเข็มคอนกรีต เป็นเสาเข็มแรงเหวี่ยง ซึ่งควบคุมความหนาโดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ จึงรักษาความหนาได้สม่ำเสมอ กำลังคอนกรีตไม่น้อยกว่า 500 กก./ซม.^{2} ปลายเสาด้านที่ใช้ต่อเป็นแผ่นเหล็กซึ่งใช้สำหรับเชื่อมต่อและยึดลวด P.C. ด้วยวิธีการต่อเสาและเทคนิคบางประการ สามารถตอกเสาสู่ระดับความลึกที่เสาเข็มคอนกรีตธรรมดาทำไม่ได้

6. รถแทรกเตอร์และรถดัก เพื่อขนดินออกนอกบริเวณงาน เนื่องจากดินที่ได้จากการเจาะมากองบริเวณปากหลุมมีจำนวนมาก จะกีดขวางการทำงาน

วิธีการทำงาน

รถปั้นจั่นยกเสาเข็มที่มีสว่านสอดอยู่เข้าศูนย์เสาเข็ม ปรับความดิ่งด้วยแขนไฮดรอลิคที่ยึดกับเสาปั้นจั่นเมื่อเสาเข็มเข้าศูนย์และได้ดิ่ง ให้ยื่นขาไฮดรอลิคด้านข้างซ้ายขวาออกมายันให้มั่นคง ต่อสว่านเข้ากับมอเตอร์ หมุนมอเตอร์และกดเสาไปพร้อมกัน Shoe Cutter ที่อยู่ปลายเสาจะกัดดิน และเป็นเสมือนตัวกันให้ดินเข้าสู่แกนเสา ดินที่พ้นขึ้นมาจะหล่นข้างเสา เมื่อกดเสาจนหมดท่อนแรกจะถอดสว่านและนำเสาท่อนต่อไปมาสวมต่อโดยต่อสว่านก่อน เมื่อปรับเสาให้อยู่ในแกนเดียวกับท่อนเดิม และได้แนวดิ่งแล้วจะเชื่อมเสาต่อกัน เจาะและกดต่อไปจนเหลือความยาวประมาณ 10 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเสา จะถอนสว่านออกหัน Hydraulic Hammer เข้าหา ตอกจนได้ระดับความลึกที่ต้องการ สำหรับการทำ Full Auger Press จะกดจนถึงระดับที่ต้องการ และจะลด Initial Settlement ด้วยการ Grout ก้นหลุมหรือตอกอัดดินก้นหลุม

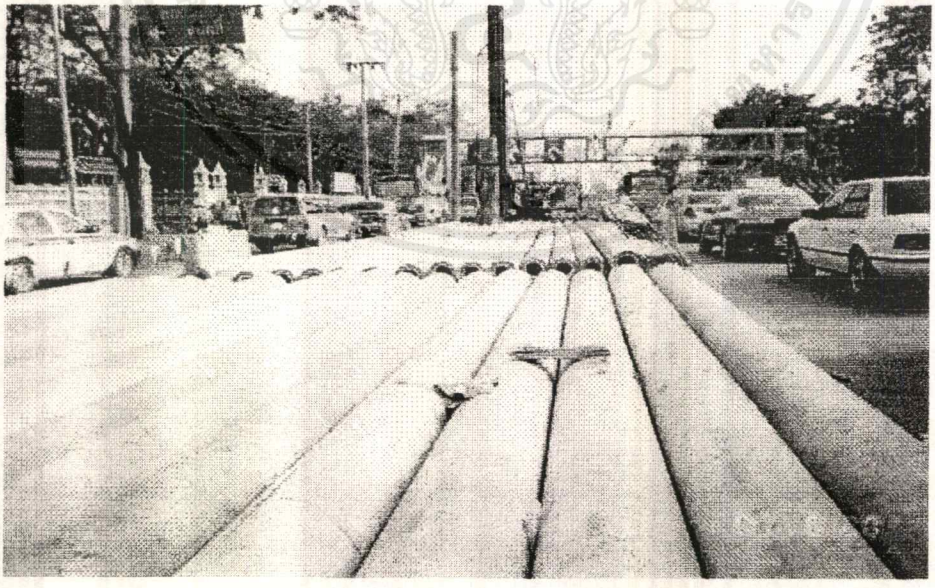
การตอกเสาเข็มในระบบ Auger Press สามารถแก้ปัญหาเรื่องการเลื่อนไหลของดินที่ถูกแทนที่ด้วยเสาเข็มได้ดีพอสมควร เพราะดินที่ถูกเสาแทนที่จะออกมากับสว่านเจาะ การตอกในช่วงสุดท้ายมีผลต่อการเลื่อนไหลของดินน้อย เนื่องจากดินอยู่ในช่วงลึก และปริมาณการแทนที่ดินมีน้อยและดินช่วงล่างเป็นดินแข็ง แรงสั่นสะเทือนมีบ้างแต่น้อยกว่าระบบเสาเข็มตอก

ขั้นตอนการทำงานของเสาเข็มระบบเจาะกด

1. ทำการสำรวจพื้นที่โดยการรังวัด ระดับและขอบเขตที่ดิน
2. ทำ Grid Line ด้วยการตอกหมุด ทำแนว กำหนดตำแหน่งที่จะตอกเสาเข็ม
3. นำวัสดุอุปกรณ์เครื่องจักรที่จะใช้งาน เข้าสู่สถานที่ก่อสร้าง และเตรียมพร้อมที่จะทำการเจาะกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9
กำหนดตำแหน่งที่จะทำการเจาะให้แน่นอนก่อนการทำงาน



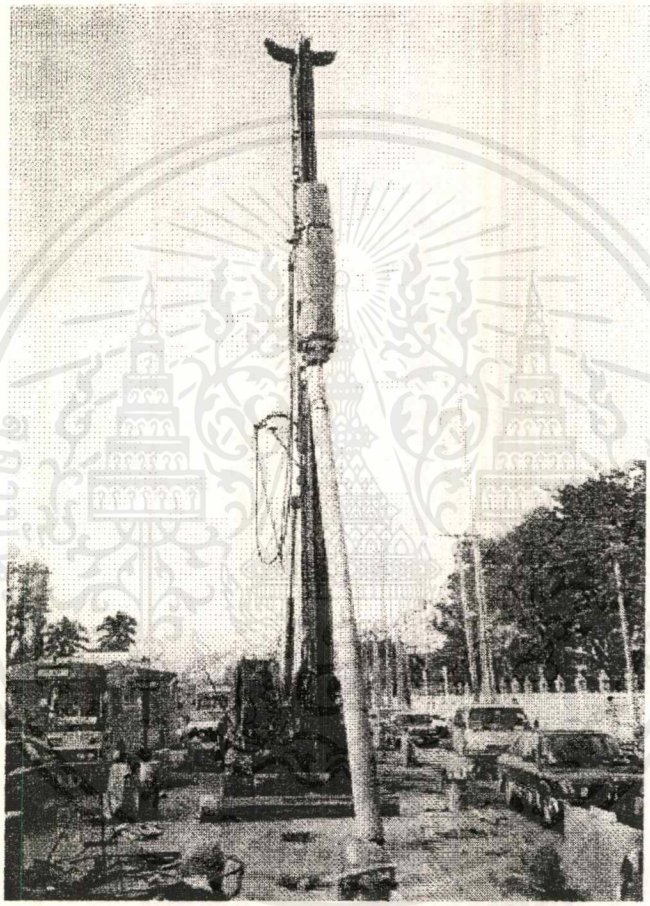
รูปที่ 4.10
การกองเก็บเสาเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เริ่มทำติดตั้ง Shoe Cutter เข้าที่ปลายเสาเข็ม โดยให้เหล็กโผล่เสาเข็มประมาณ 1.5 - 2.0 นิ้ว

5. ใส่ดอกสว่านเข้าไปในรูเสาเข็มสปัน โดยใช้รถ Back Hoe หากเสาเข็มยาวไม่พอต้องต่อเสาเข็ม โดยเสาเข็มท่อนล่างต้องใช้สว่านยาวกว่าเสาเข็มประมาณ 1 เมตร ส่วนท่อนต่อ ๆ ไปไม่จำเป็น

6. ทำการลำเลียงเสาเข็มไปยังตำแหน่งที่กำหนดไว้ การลำเลียงเสาเข็มนี้พบว่าจะใช้ลวดสลิงรัดเสาเข็มที่ปลายเสาเข็มเพียงด้านเดียวเท่านั้นแล้วลากไป จะไม่ใช้วิธีผูกทั้งสองข้างหรือผูกบริเวณกลางเสาแล้วยกไป เพราะจะทำให้เกิดโมเมนต์ดัดสูง อาจทำให้เสาเข็มเดาะได้

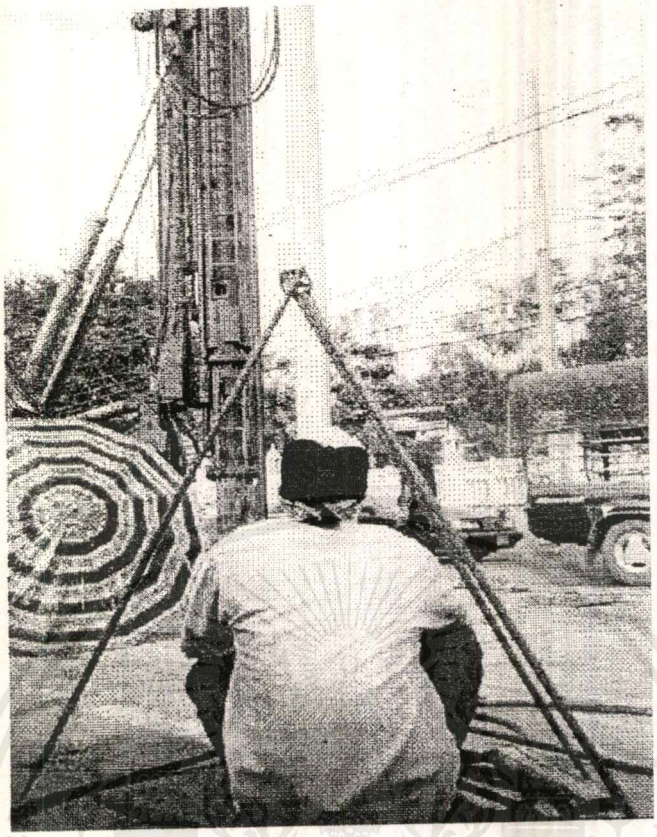


รูปที่ 4.11
การลากเสาเข็มสปันมายังตำแหน่งที่จะทำการเจาะกด

7. ต้องมีการตรวจสภาพดินบริเวณที่จะตอกเสาเข็มว่ามีวัตถุใด เช่น เสาเข็มเก่า หินขนาดใหญ่ที่จะเป็นอุปสรรคต่อการตอกเสาเข็มหรือไม่ โดยใช้สว่านเจาะดินบริเวณนั้นลึกประมาณ 5 เมตร

8. ต่อปลายล่างของมอเตอร์เข้ากับปลายบนของดอกสว่าน แล้วทำการตรวจสอบให้เสาเข็มและมอเตอร์อยู่ในแนวดิ่ง โดยใช้ลูกดิ่งและกล้องช่วยในการเล็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12
การใช้สามขาเพื่อช่วยในการเช็คดิ่งก่อนที่จะทำการเจาะกด

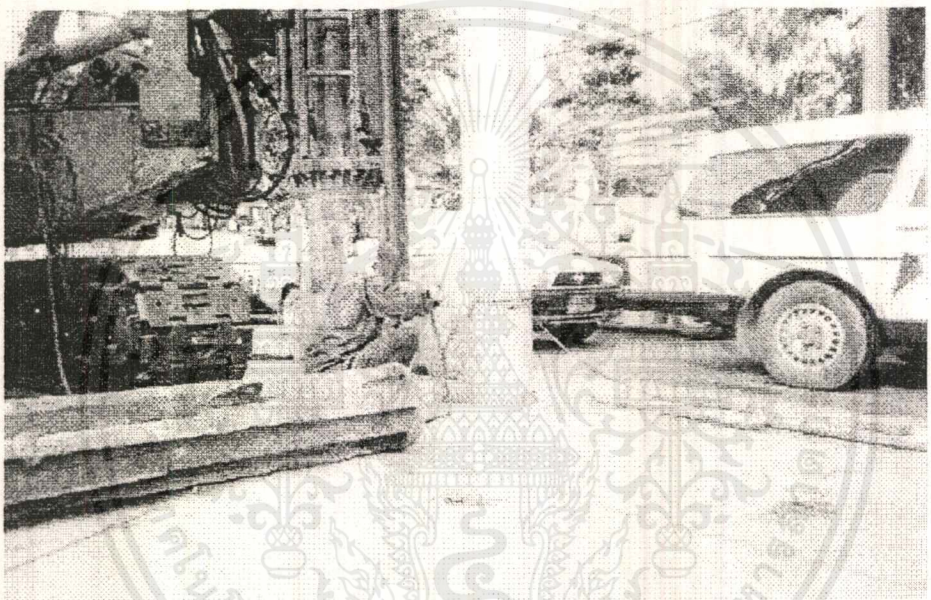
รูปที่ 4.13
การใช้ Backing Ring ช่วยในการต่อเสาเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ทำการเจาะกดเสาเข็ม โดยหมุนดอกสว่านภายในเสาเข็มด้วยมอเตอร์สลับกับการกดเสาเข็มด้วยระบบไฮดรอลิคจนเข็มจมลงไปในดิน ดอกสว่านจะนำดินออกมาตามรูเข็มด้านบน

10. หลังจากกดเสาเข็มท่อนแรกลงไปแล้วเหลือประมาณ 1 เมตร ทำการปลดดอกสว่านออกโดยให้ดอกสว่านคาเสาเข็มไว้ หลังจากนั้นก็นำเสาเข็มอีกท่อนมาต่อโดยใช้เข็มขัดรัดเสาเข็ม (Backing Ring) เพื่อช่วยปรับเสาเข็มให้อยู่ในแกนเดียวกันกับท่อนเดิม

หลังจากนั้นทำการต่อดอกสว่านก่อนแล้วจึงค่อยวางเสาเข็มลงร่องกับเข็มขัดรัดเสาเข็ม เมื่อได้แนวแกนเดียวกับท่อนเดิม แล้วจึงถอดเข็มขัดรัดเสาเข็มออก ทำความสะอาดเสาเข็มบริเวณปลายเสาเข็ม โดยใช้แปรงขัดเอาดิน สิ่งสกปรกออก หลังจากนั้นทำการต่อเสาเข็มโดยวิธีเชื่อมด้วยไฟฟ้าตรงรอยต่อโดยรอบ



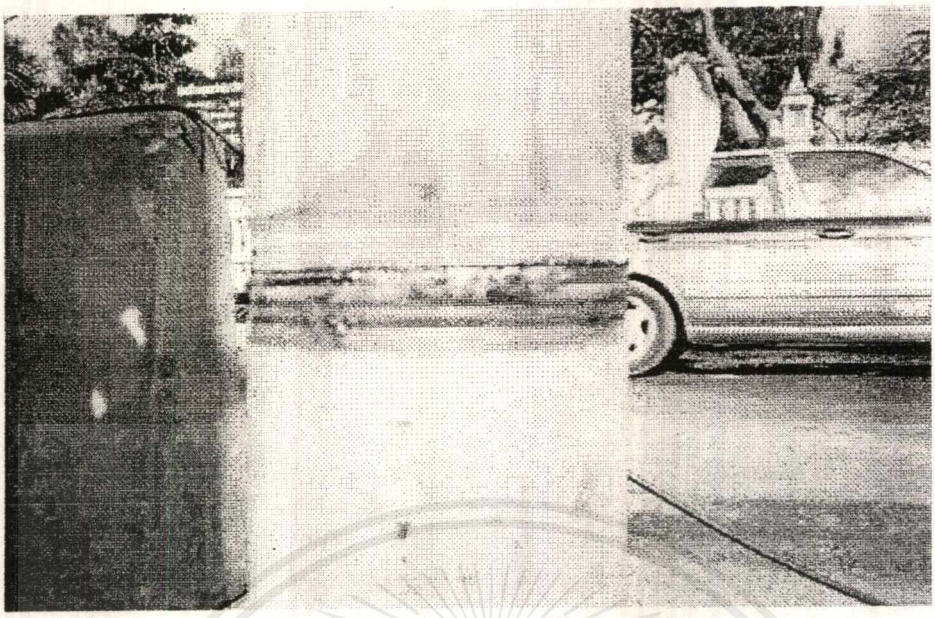
รูปที่ 4.14
การเชื่อมเสาเข็มท่อนบนกับท่อนล่าง

11. ทำการหมุนสว่านในเสาเข็ม พร้อมทั้งกดเสาเข็มลงไปด้วย จะสังเกตเห็นได้ว่า เริ่มมีดินหล่นมาจากรูเสาเข็ม และการกดจะช้ากว่าการกดเสาเข็มท่อนแรก เนื่องจากดินเริ่มแข็งขึ้น

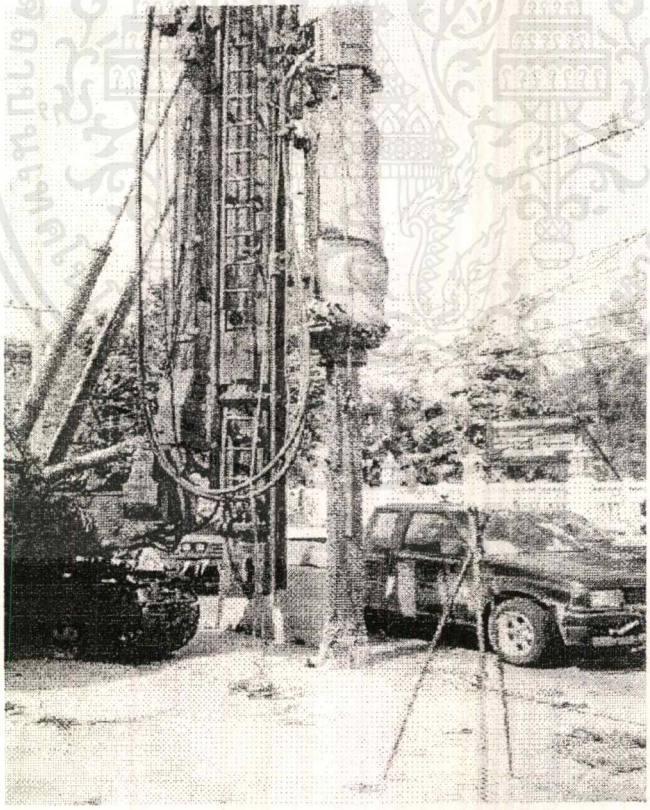
12. เมื่อทำการเจาะ และกดเสาเข็มลงไปจนกระทั่งปลายเสาเข็มต้นสุดท้ายอยู่ที่ระดับผิวถนนแล้วจะหยุดทำการเจาะและกด แล้วดึงสว่านออก

13. หลังจากนั้นจึงทำการตอกโดยใช้เครื่องตอกชนิด Hydraulic Hammer โดยนำเสาส่งมาต่อกับหัวเสาเข็มและทำการตอกเสาเข็มลงไปจนระดับปลายเสาเข็มอยู่ที่ระดับความลึก –21.00 เมตร ซึ่งหัวเสาเข็มนี้จะอยู่ต่ำกว่าระดับผิวถนนเดิม จากนั้นจึงนำเอายางมะตอยมาอุดหลุม เพื่อที่จะให้รถสามารถวิ่งผ่านได้ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15
แสดงเสาเข็มสปันหลังจากการเชื่อมแล้ว



รูปที่ 4.16
การใช้เสาส่งตอกหัวเสาเข็มให้ได้ความลึกที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะในการใช้เสาเข็มระบบ Auger Press

1. การเชื่อมจะเสียเวลามากที่สุดในระบบ Auger Press เพราะเป็นระบบเข็มต่อ ลวดเชื่อมที่ใช้ควรเป็น LB 52 พยายามจัดขั้นการทำงานอย่าให้ช่วงวิกฤต (Critical Path) ของการทำงานมาอยู่ที่การเชื่อม

2. การควบคุมแนวดิ่งโดยห่วงบังคับ (Backing Ring) เป็นเทคนิคอย่างหนึ่งของเสาเข็มท่อเหล็กกลวง (Steel Pipe Pile)

3. การสอดดอกสว่าน โดยใช้ Tractor D 20 หรือ Loader ช่วยในการทำงานให้เร็วขึ้นมาก

4. บางครั้งเพื่อลดจำนวนรถปั้นจั่น (Crane) ลง รถปั้นจั่นหนึ่งตัวอาจจะใช้อุปกรณ์ช่วย 2 อย่าง คือ ใส่ Auger Flight ด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งใส่ Hammer เอาไว้

5. ลวดเชื่อมสำหรับเข็มเหล็กกลวง (Steel Pipe Pile) ∅ 609 มม. หนา 12 มม. จะใช้น้ำหนักประมาณ 1.75 กก. / ความหนาของเข็ม 10 มม. / เส้นรอบรูปเข็ม 1 เมตร

6. ก่อนอื่นต้องพิจารณาความสามารถของรถปั้นจั่น วิธีการเจาะสว่านและขับดันตัว Boom โดยปกติยาวประมาณ 25 เมตร ตัว Thrusting และ Auger Apparatus ยาว 8 เมตร เพราะฉะนั้น Segment ของเข็มในการทำงานยาวสูงสุด 15 เมตร

7. พฤติกรรมของการรับแรงจากการทดสอบน้ำหนักบรรทุก (Load Test) แสดงว่าเข็มเป็นเสาเข็มรับแรงเสียดทาน (Friction Pile) ไม่ควรออกแบบโดยคิดเป็นเสาเข็มรับแรงต้านทานที่ปลาย (End Bearing Pile) แม้ว่าเข็มจะฝังอยู่ที่ทรายชั้นสอง (60 เมตร จากดิน) ก็ตาม

8. การแบ่ง Segment เข็ม การแบ่งระยะตอกกับระยะเจาะสำคัญมาก เพราะต้องจัดเครื่องมือให้สัมพันธ์กันพอดี มิฉะนั้นจะเสีย Sequence มาก ตัวอย่างเช่น ระยะเจาะ 30 เมตร ระยะตอก 27 เมตร ช่วงวิกฤต (Critical Path) มาอยู่ที่การตอก ต้องใช้เครื่องเจาะ 2 ชุด เครื่องตอก 3 ชุด เป็นต้น

9. การติด Cutting Edge ในการ Auger Press ช่วยในการกดได้ดี แต่ระยะโผล่ออกจากเข็มไม่ควรเกิน 12 มม.

ข้อดีข้อเสียของเสาเข็มระบบเจาะกด

ความเป็นไปได้และความแข็งแกร่งของเสาเข็มขึ้นกับความปลอดภัย ทนทาน หลักเศรษฐกิจ คือ การใช้เสาเข็มท่อนเดียวรับน้ำหนักต่อจุดรับน้ำหนัก 1 จุด ตามทฤษฎีของการขุดเจาะ น้ำหนักของเสาเข็มรับไว้จะผ่านลงดินตอนปลายเสา เสาเข็มที่เจาะลึกนั้นสามารถที่จะถ่ายน้ำหนักสู่ดินได้ 100 % โดยการแรงเสียดทานระหว่างเสาเข็มกับดิน ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกขึ้นอยู่กับความแข็งแกร่งของตัวเสาเข็มเอง

แรงเสียดทานของเสาเข็มก็มีส่วนสำคัญต่อโครงสร้าง ขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดดิน ความหนาแน่นดิน ความชื้นของดิน ความยาวของผิวหน้าเสียดสีที่ทำหน้าที่รับน้ำหนัก ความขรุขระของผิวหน้าของเสาเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสาเข็มที่สร้างโดยการเทคอนกรีต จะมีความสามารถในการเสียดสีมากกว่าเสาเข็มสำเร็จรูป เมื่อมีการขุดเจาะทำให้ผิวหน้าไม่เรียบมากขึ้น แก้ไขโดย ใช้สารละลายเบนโทไนท์มาเป็นตัวรักษารูปทรงของหลุม โดยจะไปอุดรูขรุขระทำให้ผิวเรียบมากขึ้น

ข้อดีของเสาเข็มระบบเจาะกด

- รบกวนสิ่งแวดล้อมน้อย มีการสั่นสะเทือนน้อย
- หลีกเลี่ยงการใช้คอนกรีตที่มีราคาแพง
- ไม่เสียเวลาในการทำเสา
- ป้องกันการเทคอนกรีตหยุดชะงักในขณะทำเสา
- ใช้คนงานน้อย
- ไม่ต้องอัดคอนกรีตของเสาในช่วงที่เสริมเหล็กซึ่งอาจทำให้เสาหนีศูนย์ได้ง่าย

ข้อเสียของเสาเข็มระบบเจาะกด

- การหนีศูนย์ ก่อนออกแบบต้องคำนวณเผื่อไว้
- มีดินโคลนมาก ซึ่งเป็นปัญหาในการเจาะเสาครั้งต่อไป
- ถ้าเสามีขนาดใหญ่และยาว มักจะเป็นปัญหาต่อการขนส่ง
- ราคาในการตอกเสาเข็มชนิดนี้ค่อนข้างแพง

ข้อดีของการอัดน้ำปูน

- จะเป็นตัวยึดส่วนล่างสุดของเสาฐานรับแรงและชั้นดินเข้าด้วยกัน
- ปรับปรุงดินให้แน่นขึ้น
- เป็นการทดสอบความสามารถในการเสียดสีของเสาเข็มเมื่อมีการเคลื่อนไหว
- เพิ่มความสามารถในการเสียดสี
- ลดการยุบตัว

ประโยชน์ที่ใช้ใน กทม.

- ลดปริมาตรการแทนที่ด้วยเสาเข็ม
- ลด NEGATIVE SKIN FRICTION
- ลดการสั่นสะเทือน
- ลดการเคลื่อนตัวของดินชั้นบน
- ลดความเสียหายต่ออาคารข้างเคียง
- มีความมั่นใจว่าเข็มไม่หัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเปรียบเทียบระหว่างเสาเข็มระบบเจาะกดกับเสาเข็มเจาะ

ระบบเสาเข็มที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อหลีกเลี่ยงเรื่องแรงดันดิน และแรงสั่นสะเทือน ที่สำคัญคือแบบเสาเข็มเจาะทั้งสองระบบซึ่งมีข้อเปรียบเทียบให้เห็นดังนี้

1. คุณภาพเสาเข็ม เสาเข็มกลม คุณภาพสม่ำเสมอและแน่นอน เพราะสามารถควบคุมขบวนการผลิตได้ เสาเข็มเจาะควบคุมคุณภาพได้ยาก เนื่องจากอุปสรรคของสภาพดิน สภาพการทำงาน ดิน ฟ้า อากาศ ฯลฯ

2. การตรวจสอบ เสาเข็มกลมสามารถตรวจสอบได้ด้วยตาเปล่า ผิดกับการตรวจเสาเข็มเจาะเป็นเรื่องยุ่งยาก เครื่องมือราคาแพง เช่น ใช้ Ultrasonic ตรวจสอบ เสาที่ไม่ได้ตรวจสอบก็ไม่อาจมั่นใจในคุณภาพได้ หากเสาเข็มเจาะต้นใดคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน การแก้ไขเป็นเรื่องยุ่งยากเช่นกัน

3. ความประหยัด เสาเข็มกลมประหยัดกว่า เนื่องจากใช้คอนกรีตกำลังสูงมาก รูกลวงทำให้ประหยัดเนื้อคอนกรีต เสาเข็มเจาะใช้คอนกรีตที่เหลวเพื่อให้เทได้ง่ายไม่เป็นโพรง คอนกรีตเหลวมีกำลังต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบต่อหน่วยการรับน้ำหนักแล้วเสาเข็มกลมประหยัดกว่ามาก

4. ความรวดเร็ว งานเสาเข็มระบบ Auger Press รวดเร็วกว่ามาก เปรียบเทียบกับเสาเข็มที่รับน้ำหนักใกล้เคียงกัน ระบบ Auger Press สามารถทำงานได้วันละ 2 ต้น ขณะที่เสาเข็มเจาะใช้เวลา 1 - 2 วันต่อหนึ่งต้น และยังต้องรอบ่มให้กำลังคอนกรีตขึ้นสูงในหน่วยงานอีก

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า เสาเข็มระบบ Auger Press นี้จะเป็นทางออกสำหรับงานเสาเข็มอาคารในเมือง ซึ่งมีอาคารข้างเคียง หรืองานเสาเข็มระดับลึกโดยเลี่ยงข้อเสียของเสาเข็มระบบอื่นได้

ตารางที่ 4.1

ผลดีและผลเสียของการจำแนกประเภทวิธีผลิตเข็ม

	เข็มตอก	เข็มหล่อในที่
ผลดี	1) เนื่องจากการผลิตเข็มกระทำในโรงงานจึงสามารถควบคุมคุณภาพได้ เพราะตรวจสอบได้ทุกเวลา เป็นที่น่าเชื่อถือ	1) ในการทำเข็ม จะมีเสียงการสั่นสะเทือนน้อย เหมาะสำหรับการก่อสร้างในบริเวณที่มีผู้คนอยู่หนาแน่น
	2) การตอกเข็มทำได้รวดเร็ว โดยเฉพาะกรณีเข็มเหล็ก ถึงแม้ชั้นดินจะแข็งก็สามารถตอกทะลุลงไปถึงชั้นรับแรงธารที่อยู่ลึกๆ ได้	2) สามารถทำเข็มขนาดใหญ่ และมีความยาวมากๆ ได้ ไม่ต้องพะวงต่อการตอกเข็ม และความยาวของเข็มก็สามารถจะปรับได้โดยง่าย
	3) เข็มขนาดธรรมดาหาได้ง่าย เพราะโรงงานผลิตเตรียมไว้ ฉะนั้นแม้เป็นงานขนาดเล็ก ค่าเข็มก็ไม่แพง	3) ขนาดเข็มโดยทั่วไปใหญ่กว่าเข็มสำเร็จรูป และวิสัยรับแรงธารต่อต้นก็มากกว่า ฉะนั้นสามารถทำฐานให้เล็กลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	4) การประมาณค่าวิสัยสามารถรับแรงธารก็ทำได้โดยอาศัยสูตรการตอกเข็ม ทำให้สะดวกในการควบคุมการตอกเข็ม 5) วิธีการตอกเข็มเหมาะแก่การหาค่าวิสัยสามารถรับแรงธารของเข็มในแนวดิ่ง	4) ดินที่ขุดได้ ยกเว้นวิธีใช้การระบายกลับทางสามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า และสมบัติของดินในชั้นกลางๆ หรือชั้นรับแรงธารก็สามารถจะทราบได้ 5) ผลเสียต่ออาคารข้างเคียงมีน้อย
ผลเสีย	1) เวลาตอกเข็มมีเสียงและการสั่นสะเทือน เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่มีผู้คนอาศัยหนาแน่น 2) ในกรณีเข็มยาว จำเป็นต้องมีข้อต่อ ถ้าข้อต่อไม่ดีก็จะเกิดผลเสียหายร้ายแรง 3) ถ้าไม่ดำเนินการให้ถูกต้อง เข็มอาจแตกหักเสียหายได้ 4) ถ้าการตอกเข็มไม่สามารถหยุดได้ที่ระยะลึกที่กำหนด จำเป็นจะต้องมีการแก้ไขพิเศษ 5) เนื่องจากต้องใช้พื้นที่ ณ ที่ก่อสร้างสำหรับกองเข็มจึงต้องจัดหาพื้นที่กว้างเตรียมไว้ 6) ในกรณีเป็นเข็มคอนกรีตขนาดใหญ่จะหนักและไม่สะดวกในการขนส่งและการยกไปมา นอกจากนี้ต้องใช้เครื่องมือตอกขนาดใหญ่ด้วย 7) ในกรณีเป็นเข็มท่อเหล็ก จะต้องมีวิธีป้องกันสนิมด้วย	1) มีหลายกรณีที่ต้องเทคอนกรีตใต้น้ำ เมื่อสำเร็จแล้วคุณภาพจะสู้เข็มสำเร็จรูปไม่ได้ นอกจากนั้นการตรวจคุณภาพก็ทำได้โดยอ้อม 2) เวลาเทคอนกรีต คอนกรีตอาจผสมกับดินในหลุม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเทคอนกรีตทันทีหลังจากเจาะหลุมเสร็จ 3) แม้ว่าการเจาะดิน จะกระทำลงไปถึงชั้นรับแรงธาร แต่ก็มีโอกาสที่จะไม่ได้เข็มที่รับแรงธารที่ปลาย เพราะมีโคลนเลนสะสมอยู่ที่ก้นหลุม 4) เนื่องจากเป็นเข็มขนาดใหญ่ ใช้คอนกรีตมาก ถ้าเป็นงานขนาดเล็ก ค่าใช้จ่ายจะค่อนข้างสูง 5) เนื่องจากต้องใช้น้ำในการทำเข็ม วิธีระบายน้ำกลับทาง หลุมเจาะจะสกปรก และในทุกวิธี จะต้องพิจารณาว่าจะทำอย่างไรกับดินที่เจาะขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 เสาเข็มตอกโดยปั้นจั่น

อุปกรณ์ตอกเสาเข็มชนิดนี้ประกอบด้วยลูกตุ้มเหล็กที่มีขนาดหนัก ถูกปล่อยตกลงบนหัวเสาเข็มโดยไปตามร่องแนวตะเกียบ จากนั้นลูกตุ้มจะถูกชักขึ้นสูงจนถึงตำแหน่งที่กำหนดไว้แน่นอนและปล่อยตกลงมาอีก การตอกเสาเข็มด้วยเครื่องจักรชนิดนี้เป็นวิธีที่ทำงานได้ช้า จึงเหมาะกับงานตอกเสาเข็มที่มีจำนวนไม่มากนัก

เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ช่วยในการตอกเสาเข็ม

1. โครงปั้นจั่น (Pile Frames)

ปัจจุบันนี้โครงปั้นจั่นได้ถูกออกแบบเป็นโครงเหล็กสามารถใช้ได้ทั่วไปอย่างกว้างขวาง โดยมีช่วงขนาดความสูงสำหรับแบบชนิดโครงเหล็กประกอบขึ้นอย่างง่ายๆ ธรรมดา ตั้งแต่ 30-80 ฟุต โครงปั้นจั่นที่ประดิษฐ์ขึ้นตามหลักสากลทั่วไป มีความสูง 80 ฟุต หรือทำให้มีความสูงกว่านี้โดยการต่อโครงขึ้นไป (Extension Booms) สามารถปรับทิศทางหมุนได้รอบตัวด้วยลูกล้อบนรางเครน และปรับให้เอียงไปด้านหน้าหรือด้านหลังได้ตามความต้องการของผู้ใช้ แนวโน้มของปั้นจั่นในปัจจุบันมักจะถูกออกแบบให้สามารถถอดเป็นชิ้นๆ ได้ง่าย และมีน้ำหนักเบาเพื่อความสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายและขนส่ง

โครงปั้นจั่นทุกชนิดมักประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญคือ ตะเกียบ มีลักษณะเป็นโครงเหล็ก 1 คู่ วางขนานกันในแนวทิศทางการตกของลูกตุ้ม ทำหน้าที่เป็นตัวนำร่อง บังคับทิศทางการปล่อยตกของลูกตุ้มให้ตอกเสาเข็มจมลงในดินตามตำแหน่งที่ต้องการ นอกจากนั้นประกอบด้วยเฟรมของโครงปั้นจั่น ซึ่งทำหน้าที่ยึดตะเกียบไว้และเฟรมของฐานโครงสร้าง ในกรณีการตอกเสาเข็มยาวตะเกียบสามารถต่อขยายให้ยาวขึ้นไปอีกได้ โดยบูมที่ต่อกันเป็นปล้องๆ (Telescopic Boom) สามารถยืดเข้าออกได้ ไม่ว่าโครงปั้นจั่นจะประกอบอยู่บนแพลทฟอร์มยกระดับ (Elevated Platform) หรือบนโป๊ะแพหรือยวดยานอื่น ๆ ตัวต่อตะเกียบให้ยาวขึ้นก็ยังสามารถยึดกับเฟรมได้ด้วยเกลียวที่สามารถถอดเข้าออกได้

โครงปั้นจั่นชนิดธรรมดาอย่างง่าย ๆ จะประกอบด้วยโครงเฟรมยึดสานกันไว้ด้วยโครงเหล็ก หละทำหน้าที่ยึดตะเกียบกับฐานโครงเฟรมไว้ ส่วนโครงปั้นจั่นชนิดแบบสากลจะมีกลไกสำหรับปรับโครงปั้นจั่นเพิ่มขึ้น กลไกนี้สามารถปรับให้โครงปั้นจั่นทำมุมกับแนวดิ่งเพื่อการตอกเสาเข็มเอียงได้ตามต้องการ บนยอดสุดของโครงปั้นจั่นอาจติดตั้งรอกเดี่ยวไว้เพื่อทำหน้าที่เป็นลูกล้อเลื่อนในการยกลูกตุ้มหรือยกเสาเข็ม หรือปล่อยลูกตุ้มให้ตกลงมาตามแนวบังคับทางของตะเกียบได้สะดวก หรืออาจติดตั้งรอกสามร่องไว้ก็ได้ เพื่อร่องกลางสามารถใช้ยกและปล่อยลูกตุ้ม ส่วนสองร่องริมใช้สำหรับยกเคลื่อนย้ายเสาเข็มได้ในขณะเดียวกันไม่ต้องยุ่งยากและเสียเวลาในการผูกยึดลูกตุ้มและเสาเข็มสลับเปลี่ยนกันบ่อยๆ สำหรับการตอกเสาเข็มแต่ละต้น

ฐานของโครงปั้นจั่นอาจติดตั้งล้อหมุนเป็นฐานไว้ปรับหมุนได้ ซึ่งยึดติดอยู่ในตัวของกลไกปรับระดับด้วยสกรู (Jacking Screw) ใช้สำหรับปรับระดับแต่ละฐานของโครงปั้นจั่นให้ได้แนวหรืออาจติดตั้งกลไกปรับระดับต่างหากโดยไม่มีล้อปรับหมุนไว้บนลูกล้อเลื่อน ซึ่งสามารถวิ่งไปตามรางเครนหรือรางรถไฟได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการบังคับเครื่องกว้าน (Winch) โดยคนบังคับหรือโดยการใช้เหล็กประแจเสียบเข้าตรงรูของลูกล้อ แล้วใช้มือหมุน การเคลื่อนที่ไปตามแนวรางเดรนโดยบังคับเครื่องกว้านกระทำได้โดยใช้เชือกหรือลวดสลิงร้อยขัดฐานโครงปั้นจั่นไว้แล้วดึงปลายเชือก ซึ่งอาจติดตะขอไว้นำไปเกาะเกี่ยวที่ปลายรางเดรน จากนั้นทำการเดินเครื่องกว้านก็จะหมุนดึงเชือกเข้ามาโดยที่ส่วนที่ไปร้อยขัดฐานโครงไว้จะผลักรูดฐานโครงให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของรางเลื่อน โครงปั้นจั่นบางชนิดซึ่งมีขนาดใหญ่อาจออกแบบส่วนของตะเกียบสามารถขยับเลื่อนตำแหน่งได้บ้างโดยกำลังของเครื่องกลไกบังคับ เพื่อสะดวกในการตอกเสาเข็มหลาย ๆ ต้นที่อยู่ใกล้ ๆ กันโดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายโครงปั้นจั่นทั้งฟรม

สิ่งสำคัญที่สุดในการตอกเสาเข็มโดยปั้นจั่นซึ่งควรระวังอย่างยิ่งคือ การวางตำแหน่งของปั้นจั่นควรให้แนวของการตอกของลูกตุ้มตรงแนวของเสาเข็มที่ถูกตอกลงไปและต้องเป็นเช่นนี้ตลอดการตอกจนเสร็จสิ้น การผิดพลาดไม่ตรงแนวของการตอกหรือการตอกออกนอกดิ่งจะทำให้เสาเข็มเคลื่อนตัวและเอียงออกทางด้านข้างได้ เป็นผลให้เกิดการหนีศูนย์การต่อก (Eccentric) ของลูกตุ้มและเกิดความเสี่ยงอย่างมากต่อการแตกหักของเสาเข็มและการตอกออกนอกแนว ในการตอกเสาเข็มเอียงยิ่งควรระวังเป็นพิเศษต่อการตรวจสอบแนวการตอกและแนวเอียงของโครงปั้นจั่น ยิ่งถ้าโครงปั้นจั่นเกิดการทรุดตัวในระหว่างการตอกแล้วน้ำหนักของโครงเองอาจไปกดทับถูกบางส่วนของเสาเข็ม ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดความเสี่ยงอย่างสูงที่จะทำให้เสาเข็มหักได้

2. เครื่องกว้าน (Piling Winches)

เครื่องกว้านจะถูกติดตั้งไว้บนฐานโครงปั้นจั่น แหล่งกำเนิดกำลังของเครื่องกว้านอาจใช้พลังงานไอน้ำ ดีเซลหรือเครื่องยนต์ใช้น้ำมันหรือมอเตอร์ไฟฟ้า สำหรับเครื่องกว้านพลังไอน้ำ (Steam-Powered Winches) เป็นแบบการใช้งานอย่างง่ายๆ ในที่ๆ มีเครื่องตอกเสาเข็มชนิดใช้พลังงานไอน้ำเนื่องจากเครื่องจักรหรือหม้อต้มกำเนิดพลังงานไอน้ำมีขนาดใหญ่และหนักจึงมักติดตั้งไว้บนฐานโครงปั้นจั่น ส่วนเครื่องกว้านที่ใช้เครื่องยนต์น้ำมันหรือดีเซลหรือมอเตอร์ไฟฟ้ามักใช้กับเครื่องตอกชนิดปล่อยตก (Drop Hammer) หรือเครื่องตอกที่ใช้พลังงานจากการอัดอากาศ

เครื่องกว้านขนาดเล็กอาจมีหัวกว้านเพียงอันเดียว และบางชนิดอาจมีหัวกว้าน 2 อันหรือ 3 อัน ซึ่งสามารถช่วยให้การทำงานง่ายขึ้น คือสามารถยกลูกตุ้มและเสาเข็มไว้ในขณะเดียวกัน จึงทำให้ดำเนินงานได้เร็วขึ้นตามที่ต้องการ เครื่องกว้านอาจติดตั้งกลไกบังคับถอยหลัง (Reversing Gear) เพื่อเพิ่มจุดประสงค์ในการใช้งานให้มากขึ้น หรืออาจติดตั้งอุปกรณ์ช่วยให้การดำเนินงานให้สะดวกมากขึ้น เช่น อุปกรณ์ช่วยให้โครงปั้นจั่นเอียงสำหรับการตอกเสาเข็มเอียง อุปกรณ์ช่วยให้ปั้นจั่นเคลื่อนที่หรือหมุนตัวได้สะดวก

3. ลูกตุ้ม (Piling Hammers)

รูปแบบของลูกตุ้มตอกเสาเข็มที่ง่ายที่สุดคือลูกตุ้มแบบปล่อยตกเอง (Drop Hammer) ใช้กับงานตอกเสาเข็มที่ไม่ใหญ่โตนักและใช้สำหรับตอกเสาเข็มทดสอบเพียง 3-4 ต้น หรือไม่กี่ต้น ซึ่งอาจจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากถ้าใช้เครื่องตอกแบบใช้พลังงานไอน้ำหรือพลังงานอัดอากาศนำมาตอกเสาเข็มเพียงไม่กี่ต้นเช่นนี้ ลูกตุ้มแบบปล่อยตกนี้ทำด้วยเหล็กหล่อเป็นก้อนตัน มีขนาดน้ำหนักตั้งแต่ 1 ตัน ถึง 4 ตัน มีรางสำหรับประกับเข้ากับตะเกียบ (Leader) เวลาเลื่อนขึ้นลงก็จะเลื่อนไปตามแนวของตะเกียบ และติดหูไว้สำหรับยกลูกตุ้มได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะตอกเสาเข็ม ลูกตุ้มมีข้อเสียคือ การควบคุมระยะปล่อยตก (Height of Drop) ของลูกตุ้มเป็นไปด้วยความยากไม่แม่นยำแน่นอน จึงอาจทำให้เสาเข็มเสียหายหรือหักได้ถ้าผู้ควบคุมปั้นจั่นยกระยะปล่อยตกของลูกตุ้มสูงเกินไป

อุปกรณ์ป้องกันความเสียหายต่อเสาเข็ม

1. หมวกเสาเข็มเหล็กหล่อ (Cast Steel Helmet)

จะถูกวางไว้บนยอดของหัวเสาเข็มในลักษณะครอบหัวเสาเข็มไว้ จุดประสงค์เพื่อยึดกับตุ๊กตานวม (Resilient Dolly) และสิ่งบรรจุอัด (Packing) ที่อยู่ข้างใน และจะถูกคั่นกลางไว้ระหว่างลูกตุ้มกับหัวเสาเข็ม เพื่อป้องกันหัวเสาเข็มแตกเนื่องจากการกระแทกของลูกตุ้มตุ๊กตาส่งเสาเข็ม (Longer Dollies) หรือที่เรียกว่าเสาส่ง (Followers) จะถูกใช้เมื่อเสาเข็มถูกตอกต่ำกว่าระดับของก้นปล่องตะเกียบซึ่งลูกตุ้มไม่สามารถตอกถึง

2. ตุ๊กตานวม (Dolly)

จะวางไว้ในซอกสี่เหลี่ยมด้านบนของหมวกเสาเข็ม ซึ่งจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่ในซอกและกลมที่ส่วนบน ตุ๊กตานวมที่เป็นไม้เป็นวัสดุที่ใช้ได้ง่ายในงานตอกเสาเข็มขนาดปานกลางและไม้เนื้อแข็งสำหรับงานตอกเสาเข็มขนาดหนัก เช่น ไม้โอ๊ก ไม้พีชสีเขียว เมื่อเร็ว ๆ นี้ ได้พัฒนาใช้ตุ๊กตาพลาสติกขึ้นมาซึ่งถือแม้ว่าต้นทุนจะสูงแต่สามารถทนทานต่อการใช้งานหนักได้ดีกว่าตุ๊กตาไม้ ตุ๊กตาชนิดใหม่นี้ทำด้วยไฟเบอร์บาง ๆ ซ้อนกันเป็นชั้น ๆ หลาย ๆ ชั้นติดกันด้วยยางสนประกบด้วยแผ่นโลหะที่ด้านบนและแผ่นไม้เนื้อแข็งที่ด้านล่างคล้ายแซนด์วิช ในงานตอกเสาเข็มขนาดหนักปานกลางตุ๊กตาพลาสติกกว่าจะหมดอายุใช้งานก็สามารถตอกเสาเข็มได้หลายร้อยต้น

3. Packing

จะถูกวางไว้ระหว่างใต้หมวกครอบเสาเข็มกับยอดหัวเสาเข็ม ทำหน้าที่เป็นนวมรองรับการตอกกระแทก ทำด้วยวัสดุต่างๆ กัน เช่น กระสอบ แผ่นไม้บางๆ กากมะพร้าว และไม้อัด เป็นต้น ไฟเบอร์ที่ทำจากแอสเบสทอส (Asbestos Fibre) เป็นวัสดุอีกอันหนึ่งที่ทนทานสามารถใช้รับแรงกระแทกได้หลายพันครั้งโดยที่ความแข็งแรงของมันไม่เสียหายเลย และไม่ไหม้เกรียมถึงแม้ว่าจะตอกเสาเข็มนานๆ

4. Driving Cap

ใช้ป้องกันหัวเสาเข็มเหล็กรับแรงกระแทก รูปร่างอาจถูกออกแบบเป็นพิเศษเพื่อเข้ากับเสาเข็มชนิดพิเศษที่ใช้ในการตอก และสวมกระชับพอดีด้วยตุ๊กตาไม้เนื้อแข็งและลิ่มเหล็กเพื่อกระชับหมวกให้แน่น ถ้าหมวกหลวมแล้วอาจจะทำให้หัวเสาเข็มเสียหายได้

โดยทั่วๆ ไปแล้วความระมัดระวังเป็นพิเศษเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการเลือกใช้วัสดุ และความหนาของตุ๊กตา และ Packing ความขาดเหลนสิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวทำให้เกิดความเสียหายกับหัวเสาเข็มเสมอ ยิ่งในกรณีที่เป็นงานขนาดหนักอาจทำให้งานชะงักได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

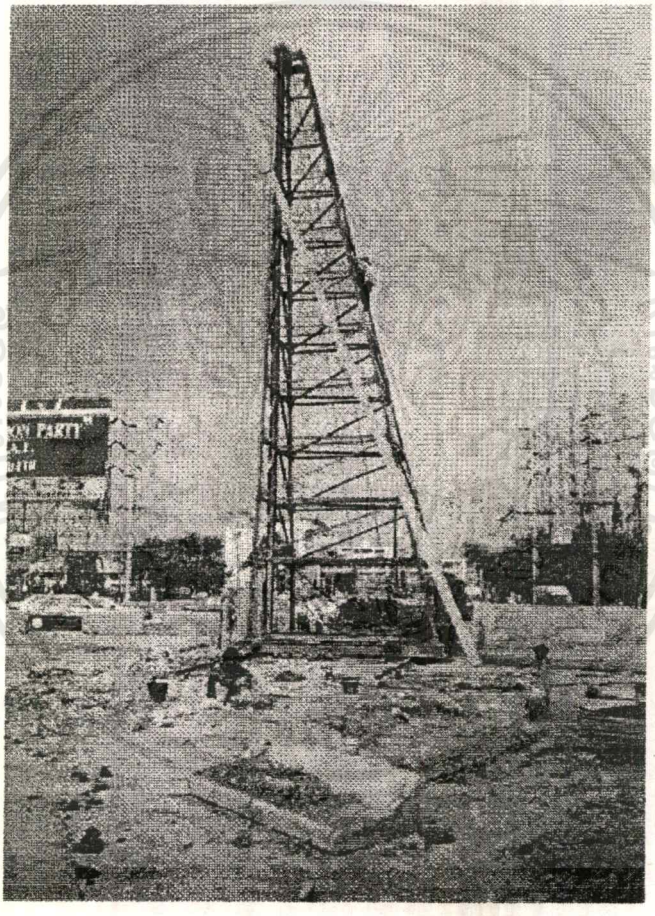
ขั้นตอนการทำงานของเสาเข็มตอกโดยปั้นจั่น

1. สำรวจพื้นที่โดยทำการรังวัด ระดับและขอบเขตที่ดิน

2. ทำ Grid Line ด้วยการตอกหมุด ทำแนว กำหนดตำแหน่งที่จะทำการตอกเสาเข็ม

3. นำวัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักรต่าง ๆ ที่จะใช้งาน เข้าสู่สถานที่ก่อสร้างและเตรียมพร้อมที่จะทำการตอกเสาเข็ม

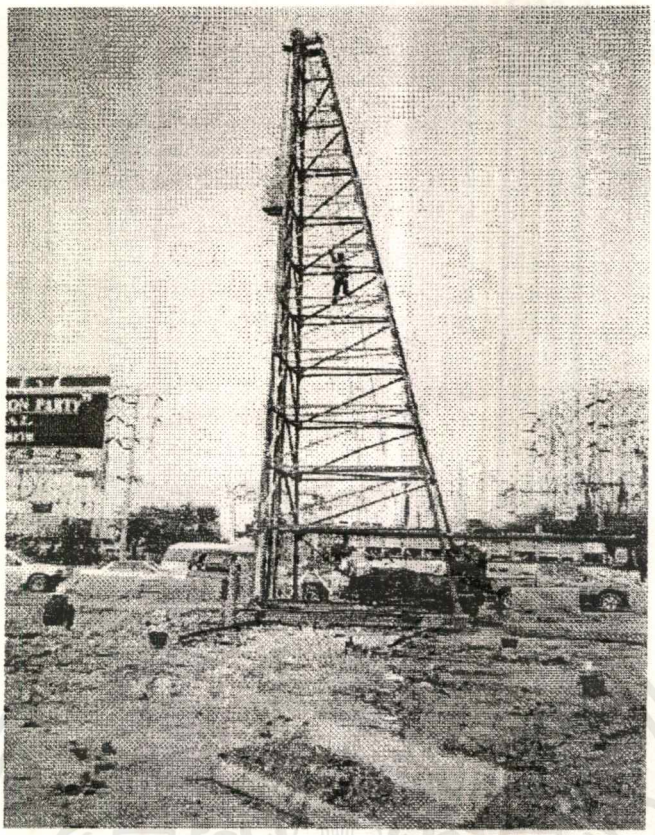
4. ชักลากเสาเข็มที่กองเก็บมายังตำแหน่งที่จะทำการตอก โดยยกขึ้นมาติดตั้งไว้กับปั้นจั่นในแนวของตะเกียบปั้นจั่นให้ได้ดิ่ง และตรงแนวของตำแหน่งเสาเข็มที่จะทำการตอก สามารถตรวจสอบได้โดยการเล็งตำแหน่งของเสาเข็มทั้ง 2 แนว ซึ่งอยู่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน โดยใช้ลูกดิ่งและกล้องช่วยในการเล็ง



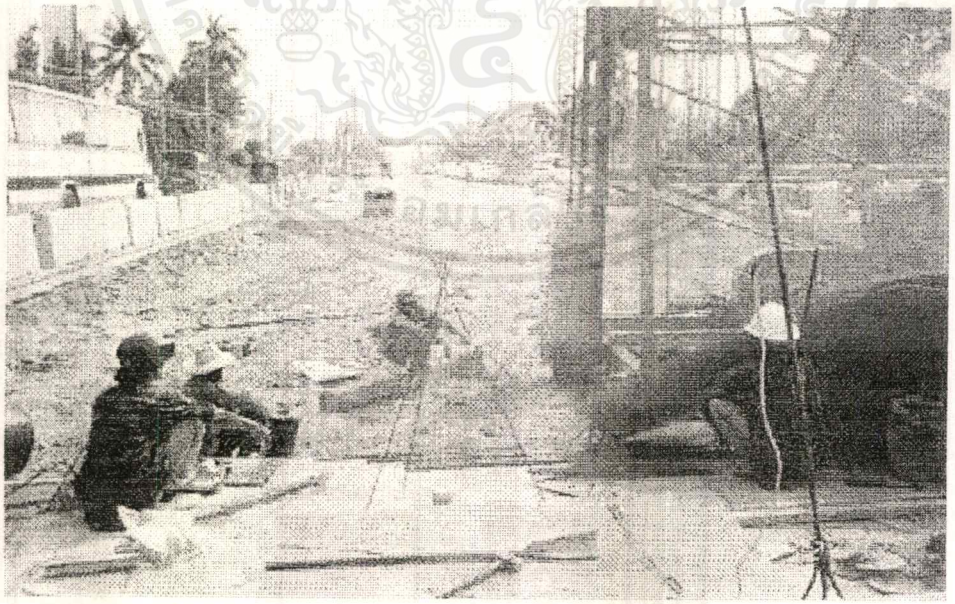
รูปที่ 4.17
การยกเสาเข็มมาติดตั้งกับปั้นจั่น

5. ติดตั้งหมวกเสาเข็มเหล็กหล่อ วางไว้บนยอดของหัวเสาเข็มในลักษณะครอบหัวเสาเข็มไว้ ซึ่งจะมี Packing วางไว้ระหว่างใต้หมวกครอบเสาเข็มกับยอดหัวเสาเข็ม ซึ่งทำหน้าที่เป็นนวมรองรับการตอกกระแทก ได้แก่ กระสอบ แผ่นไม้บางๆ กากมะพร้าว และไม้อัด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18
การติดตั้งครอบหัวเสาเข็ม



รูปที่ 4.19
อุปกรณ์ที่ใช้การเช็คดิ่งของเสาเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำการตอกเสาเข็มโดยทำการปล่อยลูกตุ้มเหล็กที่มีขนาดหนัก ปล่อยตกลงมาบนเสาเข็มให้เป็นไปตามแนวด้วยตะเกียบอย่างอิสระ จากนั้นลูกตุ้มเหล็กจะถูกชักขึ้นสูงจนถึงตำแหน่งที่กำหนดไว้แน่นอน และปล่อยตกลงมาอีก กระทำการตอกซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งปลายเสาเข็มถึงตำแหน่งความลึกที่ต้องการ

7. ติดตั้งตุ๊กตาส่งเสาเข็ม (เสาส่ง) วางไว้บนหมวกครอบเสาเข็ม สำหรับเสาเข็มที่ถูกตอกอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับของก้นปลายตะเกียบซึ่งลูกตุ้มไม่สามารถตอกถึงได้

8. หลังจากทำการตอกเสาเข็มต้นแรกเสร็จสิ้นแล้ว จึงค่อยทำการตอกเสาเข็มต้นต่อไป อันดับแรกเราจะต้องเคลื่อนย้ายปั้นจั่นให้ไปตามแนวรางเดรนให้ไปอยู่ในตำแหน่งที่จะทำการตอกเสาเข็มเสียก่อน โดยการบังคับเครื่องกว้าน (Winch) กระทำได้โดยใช้ลวดสลิงร้อยขัดฐานโครงปั้นจั่นไว้แล้วดึงปลายเชือก ซึ่งอาจติดตะขอไว้นำไปเกาะเกี่ยวที่ปลายรางเดรน จากนั้นทำการเดินเครื่องกว้านก็จะหมุนดึงเชือกเข้ามาโดยที่ส่วนที่ไปร้อยขัดฐานโครงไว้ จะผลักรูดฐานโครงให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของรางเดรนที่ปลายรางเดรนทั้งซ้ายและขวา เมื่อถึงตำแหน่งที่จะทำการตอกแล้วหลังจากนั้นให้กลับไปทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 4 ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งเสร็จสิ้นขั้นตอนการตอกเสาเข็มโดยปั้นจั่น ซึ่ง Sequence การตอกนั้น ในส่วนที่เชื่อมต่อระหว่าง Top Slab กับถนน หรือทางก่อนเข้าทางลอดลดระดับ เราจะทำการตอกจากด้านในส่วนที่ติดกับ Top Slab หรือส่วนของทางลอดลดระดับ ออกมาทางด้านนอก โดยไล่ตอกออกมาเรื่อยๆ

การบันทึกการตอกหัวเสาเข็ม (Pile Driving Record)

ในงานก่อสร้างหลายๆ แบบ ทั้งโครงการขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ควรมีข้อมูลบันทึกการตอกเสาเข็มเก็บไว้เพื่อเป็นข้อมูลพิจารณาถึงปัญหาของเสาเข็ม ในรายการบันทึกควรประกอบด้วย

1. ชนิดและการทำลูกตุ้ม ช่วงชักขึ้นลงหรืออัตราพลังงานการตอก อุปกรณ์การตอกที่เกี่ยวข้อง อื่นๆ รวมทั้งสภาพการอัดฉีด (Water Jet) ลงไปในหลุมตอก ในกรณีที่ตอกไม่ลง หมวกครอบหัวเข็มและวัสดุยืดหยุ่นที่ใช้เป็นนวม

2. ขนาดและความยาวของเสาเข็ม ตำแหน่งของเสาเข็มแต่ละต้นในกลุ่มเสาเข็ม และตำแหน่งของกลุ่มเสาเข็ม

3. ลำดับการตอกเสาเข็มของกลุ่มเสาเข็ม ว่าเสาเข็มต้นใดจะถูกตอกก่อนหลังเป็นลำดับอย่างไร

4. จำนวนครั้งที่ตอกต่อระยะจมของเสาเข็มที่ถูกตอกลงไปใน 30 เซนติเมตร โดยบันทึกตลอดช่วงความยาวเสาเข็ม และระยะจมของเสาเข็มที่ตอกใน 10 ครั้งสุดท้าย

5. ระดับสุดท้ายของปลายเสาเข็มและหัวเสาเข็ม

6. การตรวจสอบแนวดิ่งของเสาเข็ม ว่าเสาเข็มที่ตอกเอียงหรือหนีศูนย์หรือไม่

7. อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น อุปสรรคการขัดจังหวะในการตอกที่ต่อเนื่องกันไป ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเสาเข็ม ปริมาณคอนกรีตและวันเวลาหล่อคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 งานผนัง

ผนังของทางลอดลดระดับนี้จะมีด้วยกัน 2 ชนิด คือผนัง Diaphragm Wall และผนัง RC Wall โดยที่ผนัง RC Wall จะอยู่ที่ทางเข้า และทางออกของทางลอดลดระดับซึ่งมีความหนา 0.45 เมตร และมีความยาวด้านละ 181 เมตร ความลึกของผนัง RC Wall นั้นจะขึ้นอยู่กับ Profile ของ Base Slab ส่วนผนัง Diaphragm Wall จะมีความหนา 0.80 เมตร ความลึก 21.00 เมตร และความยาว 416.50 เมตร

4.3.1 Diaphragm Wall

Diaphragm Wall คือกำแพงคอนกรีตที่ก่อสร้างไว้ใต้ดิน โดยหลังจากก่อสร้าง Diaphragm Wall โดยรอบพื้นที่แล้ว ก็ขุดดินภายในบริเวณที่ถูกล้อมรอบด้วย Diaphragm Wall ออกเพื่อที่จะก่อสร้างโครงสร้างที่อยู่ใต้ผิวดิน โดย Diaphragm Wall นี้อาจจะออกแบบให้รับแรงอัดตามแนวดิ่ง หรือ เป็นเสมือนเสาเข็มด้วยก็ได้ แต่โดยทั่วไปจะออกแบบให้รับแรงทางด้านข้างเพียงอย่างเดียว และมีขนาดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าต่อๆ กันเรียกว่า Panel โดย Diaphragm Wall นี้จะเป็นกำแพงกันดินชั่วคราวหรือจะเป็นโครงสร้างถาวรเลยก็ได้

ขั้นตอนการก่อสร้าง Diaphragm Wall

งานก่อสร้าง Diaphragm Wall สามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. การทำ Guide Wall
2. กำหนดการทำงาน
3. การขุดร่องของ Diaphragm Wall
4. Stop End
5. การใช้สารแขวนลอย Bentonite
6. การติดตั้งเหล็กเสริม
7. การติดตั้ง Inclinometer
8. การทำรอยต่อระหว่าง Diaphragm Wall ในแต่ละ Panel
9. การเทคอนกรีต

โดยก่อนที่จะทำการก่อสร้าง Diaphragm Wall ได้นั้น เราจะต้องทราบข้อมูลดิน (Soil Report) ของดินภายในหรือบริเวณรอบโครงการเสียก่อน จึงจะสามารถทำการออกแบบ Guide Wall และ Diaphragm Wall ได้ โดยข้อมูลดินนั้นได้มาจากห้อง Lab. การเจาะสำรวจดินในโครงการ

1. การทำ Guide Wall

เนื่องจากว่า Diaphragm Wall นั้นเป็นกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กที่จะต้องทำการก่อสร้างให้ขนานไปตามแนวแกนของกำแพง ดังนั้น Guide Wall จึงถูกก่อสร้างขึ้นก่อนที่จะเริ่มการขุดร่องของ Diaphragm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wall ซึ่ง Guide Wall นี้จะเป็นตัวควบคุมแนวในการขุดแผง Diaphragm Wall โดยอยู่ในรูปของคานขนานกันตามแนวที่จะทำการก่อสร้าง Diaphragm Wall ดังนั้น Guide Wall จึงต้องสร้างให้เที่ยงตรงตามแนวและระดับ เพื่อให้ Diaphragm Wall ในแต่ละ Panel อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง การวางตำแหน่งของ Guide Wall นี้จะถูกดำเนินการโดยทีมงาน Survey และจะต้องทำการตรวจสอบโดยตลอดเพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่เกิดความคลาดเคลื่อนในระหว่างการก่อสร้าง

หน้าที่ของ Guide Wall มีดังต่อไปนี้

-เป็นตัวควบคุมแนวในการขุดของหัวขุดร่องดิน

-เป็นตัวช่วยรับน้ำหนัก Surcharge Load ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการทำงานของเครื่องจักร บริเวณด้านบนของหลุมขุด

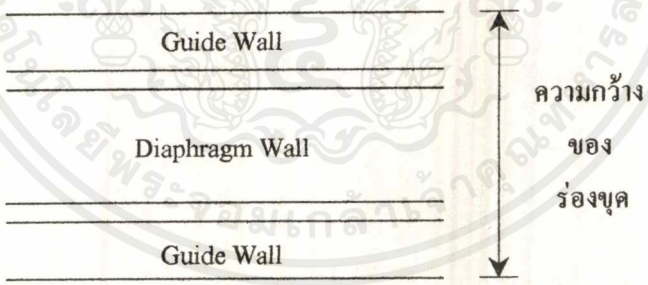
-ป้องกันการพังทลายของหลุมขุดด้านบนอันเนื่องมาจากการกระแทกของเครื่องจักรขณะทำการขุดดินขึ้นและนำดินมาทิ้งไว้ในบริเวณรอบๆ

-ใช้เป็นตัวค้ำยันปากหลุมให้มีเสถียรภาพดีขึ้น โดยใช้ไม้เป็นตัวค้ำยันในแนวราบ

-ใช้เป็นตัวกักเก็บ และรักษาระดับของสารละลาย Bentonite

-เป็นที่สำหรับใช้แขวนเหล็กเสริมของ Diaphragm Wall ขณะหย่อนเหล็กเสริมลงในร่องขุดก่อนการเทคอนกรีต

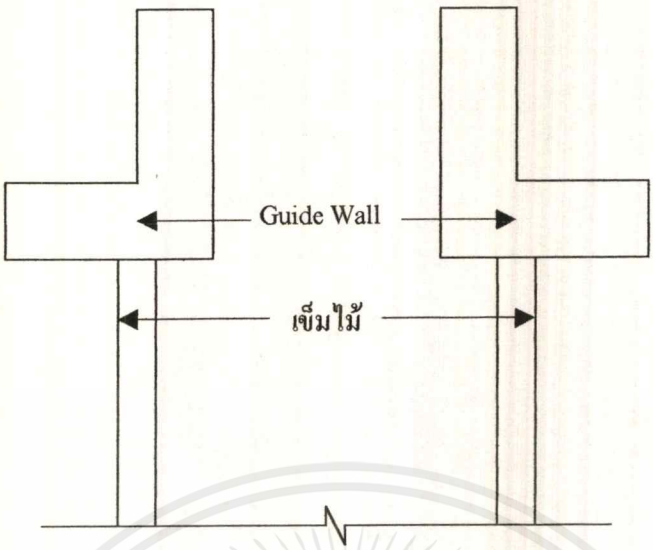
การทำ Guide Wall จะเริ่มทำการขุดดินหลังจากกำหนดแนวของ Diaphragm Wall แล้ว การขุดดินนั้นความกว้างของการขุดจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าหัวขุดประมาณ 3-5 เซนติเมตร แล้วบวกด้วยความกว้างของ Guide Wall ทั้งสองข้าง



รูปที่ 4.20
การขุดดินเพื่อทำ Diaphragm Wall

การขุดดินเป็นร่องนั้นจะขุดด้วยรถ Backhoe สำหรับโครงการนี้การขุดร่องของ Guide Wall จะขุดด้วยความลึก 1 เมตร ความกว้าง 0.8 เมตร ในบางกรณีที่ดินมีสภาพไม่แข็งแรงพอ จะต้องมีการเสริมความแข็งแรงก่อนที่จะทำ Guide Wall โดยการตอกเข็มไม้ลงไปในดิน เพื่อช่วยถ่ายแรงจาก Guide Wall ลงสู่ดิน แต่สำหรับโครงการนี้ไม่จำเป็นต้องเข็มไม้ลงไปในดิน เนื่องจากดินค่อนข้างจะแข็งแรง จากนั้นจึงทำแบบหล่อของ Guide Wall แล้วทำการใส่เหล็กเสริม และเทคอนกรีต ตามที่กำหนดไว้ในแบบดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

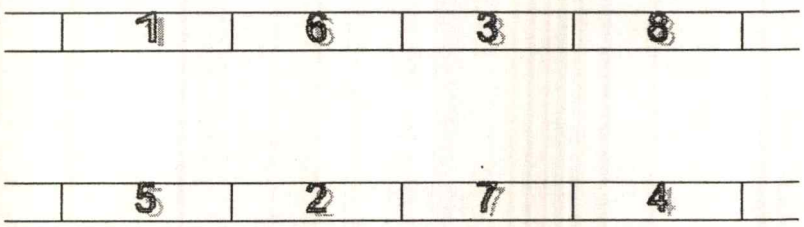


รูปที่ 4.21
รูปตัดของ Guide Wall

หลังจากที่ครบกำหนดถอดแบบแล้ว จะต้องค้ำยัน Guide Wall ด้วยไม้ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงในการต้านทานแรงดันดินทางด้านข้าง โดยจะค้ำยันเป็นระยะๆ และจะเอาออกเมื่อจะทำการขุดร่องของ Diaphragm Wall

2. กำหนดการทำงาน

เนื่องจากลำดับการทำงานนั้น จะขึ้นอยู่กับพื้นที่ในการทำงาน และข้อจำกัดอื่นๆ ในระหว่างการทำงาน ดังนั้นจึงไม่มีลำดับการทำงานที่แน่นอน แต่เนื่องจาก Diaphragm Wall ในแต่ละแผงจะต้องสร้างให้ห่างกันอย่างน้อยแผงเว้นแผง เพื่อป้องกันการเคลื่อนพังของดินในหลุมขุดในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงาน และถ้าจะสร้าง Diaphragm Wall ในระหว่างแผงนั้นจะต้องรอให้แผงทั้งสองข้างมีอายุอย่างน้อยประมาณ 24 ชั่วโมง จึงจะทำการขุด Panel ต่อไปได้ ดังนั้นลำดับการทำงานจึงถูกกำหนดขึ้นที่หน้างานดังเช่น



รูปที่ 4.22
ตัวอย่างการเลือกPanelที่จะขุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Diaphragm Wall ที่ได้ทำการก่อสร้างนั้น จะถูกเรียกชื่อต่างๆ กันออกไปตามลำดับในการก่อสร้าง ซึ่งสามารถแบ่งชนิดของแผง Diaphragm Wall ได้ดังนี้

- Primary Panel เป็นแผง Diaphragm Wall ที่ถูกก่อสร้างขึ้นโดยไม่มีแผง Diaphragm Wall อื่นที่ติดกันอยู่ข้างๆ ก่อสร้างมาก่อนแล้ว

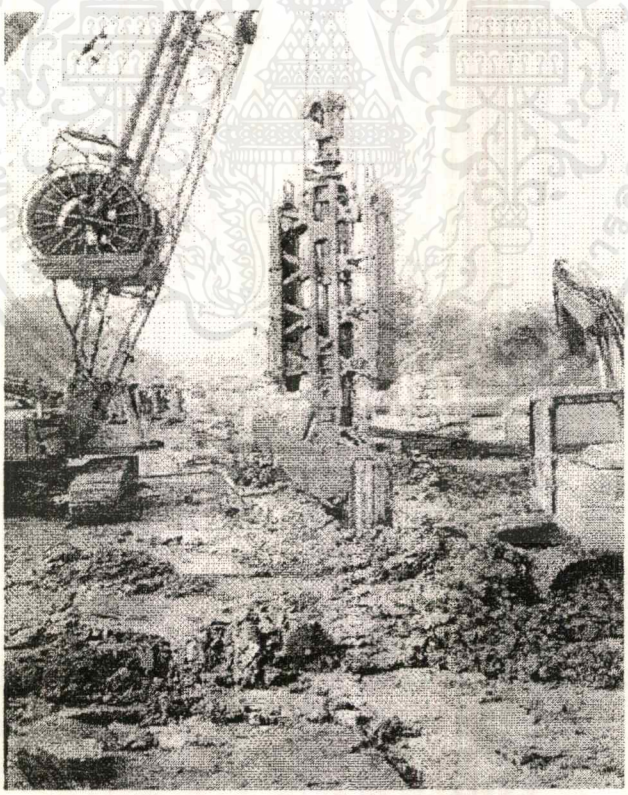
- Secondary Panel เป็นแผง Diaphragm Wall ที่ถูกก่อสร้างขึ้นโดยมีแผง Diaphragm Wall อื่นที่ติดกันข้างใดข้างหนึ่งก่อสร้างมาก่อนแล้ว

- Closer Panel เป็นแผง Diaphragm Wall ที่ถูกก่อสร้างขึ้นโดยมีแผง Diaphragm Wall อื่นที่ติดกันอยู่ทั้งสองข้างก่อสร้างมาแล้ว

3. การขุดร่องของ Diaphragm Wall

คุณภาพของ Diaphragm Wall จะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องจักรกลที่ใช้ในการขุดร่องดิน ซึ่งเครื่องจักรกลที่ใช้นั้นมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน

- Machine of the Grab Type หัวขุดชนิด Grab นี้จะขุดดินเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งหัวขุดจะถูกบังคับการทำงานด้วยสายเคเบิล หรือ Hydraulic จากเครน และการขุดร่องดินนั้นจะใช้น้ำหนักของตัวมันเองปล่อยตัวลงไปในแนวดิ่ง

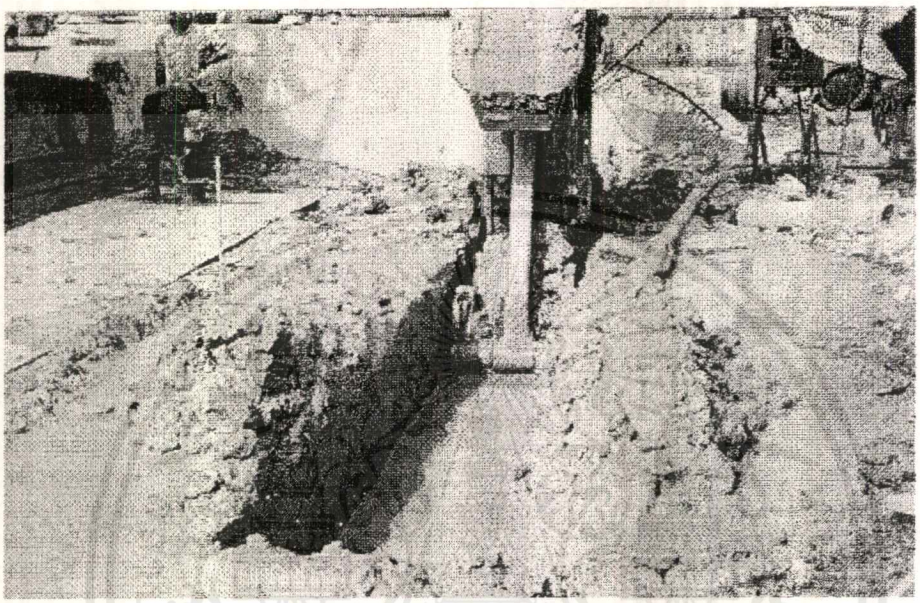


รูปที่ 4.23

Clamshell ชนิด Hydraulic Grab สำหรับการขุดร่องดินเพื่อก่อสร้าง Diaphragm Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงการนี้การขุดดินจะใช้ระบบ Hydraulic Grab ซึ่งทำการขุดดินโดยใช้ปากงับทั้งสองข้างที่อยู่ปลายของหัวขุด งับดินขึ้นมาทิ้งบริเวณปากร่องขุด ซึ่ง Hydraulic Grab นี้จะถูกแขวนด้วยสาย Hydraulic (Suspended Clamshell) จากรถเครน การขุดจะขุดลงไปในแนวดิ่ง แนวดิ่งที่ได้นั้นจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของหัวขุด และประสบการณ์ของคนบังคับหัวขุด โดยหัวขุดนั้น จะมีความกว้าง 0.80 เมตร และความยาว 2.80 เมตร



รูปที่ 4.24
การขุดดินในช่อง Panel

ลำดับขั้นตอนของการขุดดินเพื่อก่อสร้าง Diaphragm Wall นั้น ปกติจะขุดออกเป็นช่วง ๆ เป็นขั้นเป็นตอนขึ้นอยู่กับความยาวของร่องขุดที่ต้องการ และความยาวของหัวขุด แต่โดยทั่วไปแล้ว จะไม่เกิน 6.50 เมตร ในกรณีที่ขนาดของ Diaphragm Wall นั้นยาวกว่าช่วงปากงับของ Grab การขุดในแต่ละ Panel จะขุดบริเวณปลายทั้งสองข้างก่อน จึงจะขุดช่วงตรงกลาง โดยขุดให้เสมอเท่า ๆ กัน สำหรับแต่ละช่วง Panel ในโครงการนี้ใช้ขนาดประมาณ 6 เมตร จึงจะต้องทำการขุด 3 ครั้ง ต่อ 1 Panel โดยจะขุดบริเวณด้านข้างซ้ายและขวาก่อน จากนั้นจึงขุดช่วงตรงกลางเช่นดังรูป

รูปที่ 4.25
ลำดับการขุดในแต่ละแผง Panel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่ใช้ขุดดินต่อ 1 Panel นั้นใช้เวลาประมาณ 5-8 ชั่วโมง แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของคนขับเคลื่อนหัวขุด แต่สำหรับร่องขุดที่มีขนาดแตกต่างออกไป เวลาก็จะต่างกันไปด้วย

ในการขุดนั้นจะต้องมีการตรวจสอบความลึกของ Panel โดยใช้เทปวัดซึ่งมีน้ำหนักถ่วงที่ปลาย เพื่อจะได้ค่าความลึกของก้นหลุมกับขอบบนของ Guide Wall แต่สำหรับความคิ่งนั้นจะไม่ค่อยเป็นปัญหา เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ขุด (Grab) นั้น จะอาศัยน้ำหนักของตัวมันเอง ดังนั้นจึงจะตกลงมาในแนวดิ่งเสมอ

เมื่อขุดดินเสร็จแล้ว ร่องดินที่จะขุดต่อไปนั้น ต้องห่างกันอย่างน้อย 1 Panel เมื่อขุดเสร็จก็จะทำการหล่อผนัง Diaphragm Wall ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือ 1 วัน จึงจะทำการขุดร่องดินร่องต่อไปจนเสร็จ ก็จะทำการหล่อ Diaphragm Wall ต่อไปแล้วจะทำการขุดร่องดินสลับกันไปกับการเทคอนกรีตหล่อ Diaphragm Wall ตลอดความยาวของพื้นที่ที่ต้องการจะทำการก่อสร้าง Diaphragm Wall ในโครงการนี้ จนเสร็จสิ้นการทำ Diaphragm Wall ทั้งหมด

ในระหว่างการขุดให้รักษาระดับของสารละลาย Bentonite ให้อยู่เหนือส่วนล่างสุดของ Guide Wall เพื่อให้ผนังของหลุม มีความมั่นคงโดยคุณสมบัติของสารละลาย Bentonite จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

4. Stop End

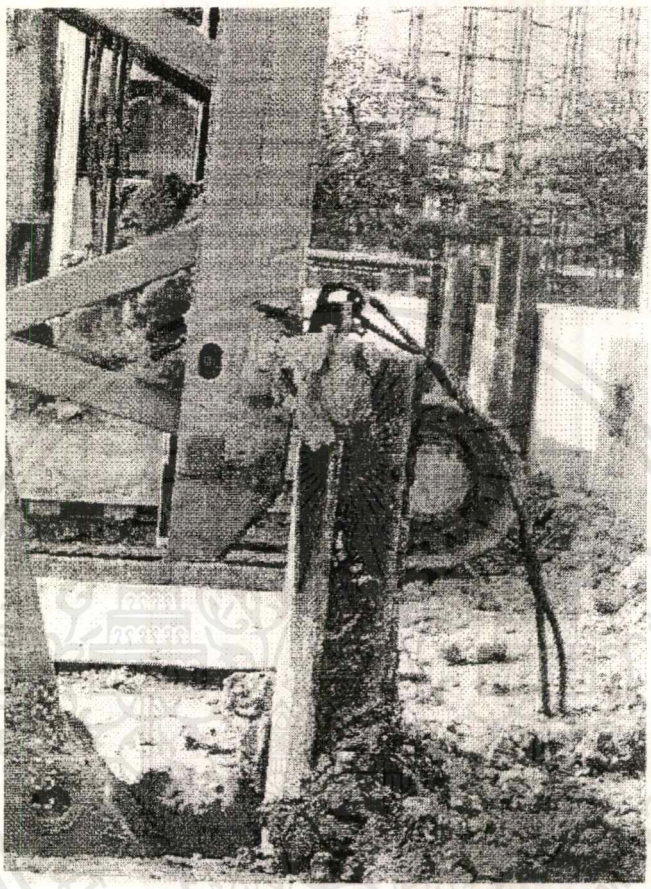
สำหรับรอยต่อของแต่ละ Panel จะต่อเข้าด้วยกัน โดยใช้ Stop End ซึ่งมี Water Stop ติดอยู่ที่ด้านข้างของ Stop End โดยที่ Stop End จะถูกแขวนกับ Guide Wall ด้วยเฟรมที่ทำขึ้นโดยเฉพาะ

รูปที่ 4.26

แผ่นยาง Water Stop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทันทีที่เสร็จจากการวนสารละลายเบนโทไนท์ Stop End นี้จะวางลงในแผง Panel และยึดแนบกับ Guide Wall โดยใช้เฟรมดังกล่าว และในการติดตั้ง Water Stop นั้นจะต้องมีความลึกต่ำกว่าระดับผิวดินที่ต่ำที่สุด ของการขุดอย่างน้อย 2-3 เมตร



รูปที่ 4.27
การติดตั้ง Stop End

หน้าที่สำคัญของ Stop End มีอยู่หลายประการดังต่อไปนี้

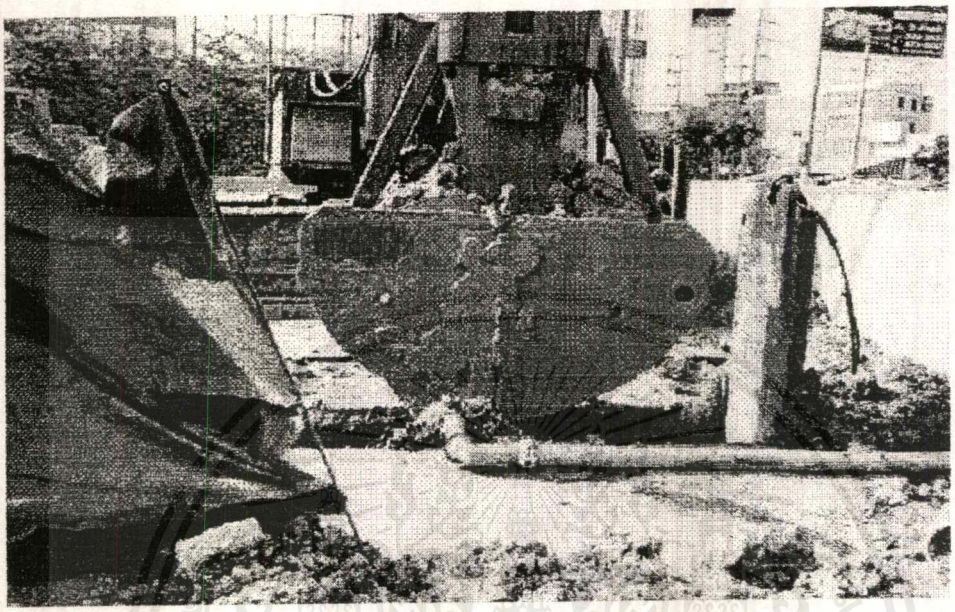
- เพื่อแยก Diaphragm Wall ออกเป็น Panel เพื่อความสะดวกในการทำงานและการวางแผนงาน
- เป็นส่วนนำสำหรับการขุด Panel ที่อยู่ติดกัน
- ใช้ในการยึด Water Stop ไว้กับรอยต่อของ Panel

Stop End ที่ด้านข้างจะถูกดึงออกในแนวดิ่ง ส่วน Water Stop จะไม่หลุดออกมากับ Stop End แต่จะติดอยู่กับ Panel นั้นภายหลังจากที่คอนกรีตของแผง Diaphragm Wall มีอายุการก่อตัวครบกำหนด และ Diaphragm Wall แผงข้างเคียงได้ถูกทำการขุดเสร็จสิ้นแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การใช้สารแขวนลอย Bentonite

การใช้สารแขวนลอยรักษาเสถียรภาพของร่องขุด (Slurry Wall) นั้น ที่นิยมใช้กันมากคือ สารแขวนลอย Bentonite



รูปที่ 4.28

การเติมสารละลาย Bentonite ในหลุมที่ขุดเพื่อป้องกันดินพังทลาย

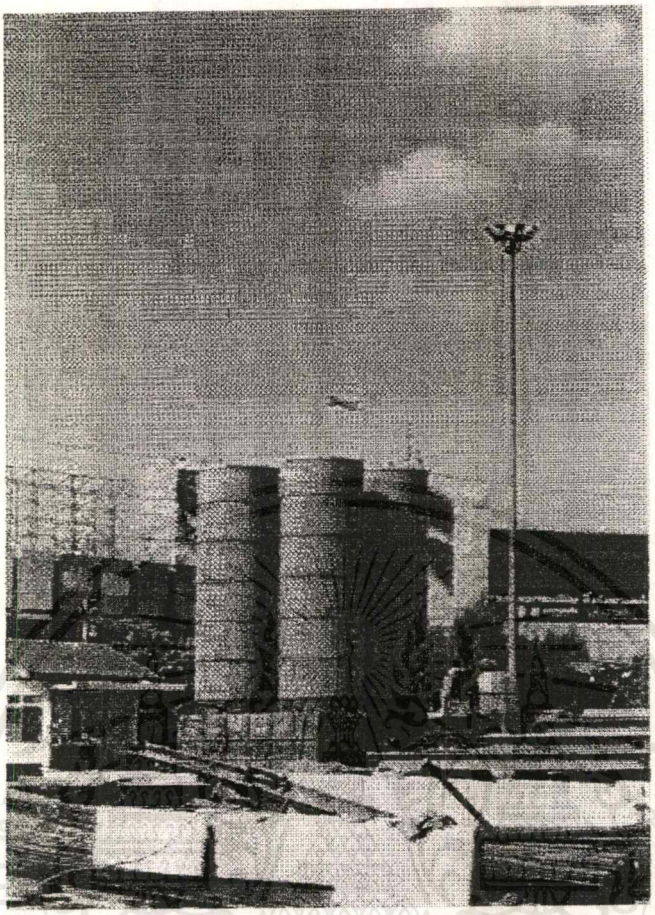
โดยการจัดเตรียม Slurry Plant ขึ้น ณ บริเวณสถานที่ก่อสร้าง Diaphragm Wall โดยจะประกอบด้วย 4 ส่วนที่สำคัญคือ

- หน่วยผสม Slurry (Slurry Mixer)
- ถังเก็บ Slurry (Storage Tanks)
- หน่วยแยกสิ่งสกปรกออกจาก Slurry (Desanding Unit)
- หน่วยสำหรับทิ้งสิ่งสกปรกที่แยกออกจาก Slurry

แต่สำหรับโครงการนี้จะมีถังเก็บ Slurry ที่ผสมไว้แล้ว ซึ่งปริมาตรของถังเก็บ 1 ถัง เท่ากับ 35 ลบ. เมตร และเครื่องกรองทรายและสิ่งสกปรก (Desanding Unit) ควบคุมคุณภาพของสารละลาย Bentonite ขึ้นมาจากร่องขุดผ่าน Desanding Unit นี้

โดยหลังจากขุดแต่ละ Panel เสร็จมีการทำ Airlift เพื่อทำความสะอาดบริเวณก้นหลุมเนื่องจากอาจมีตะกอนตกอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29

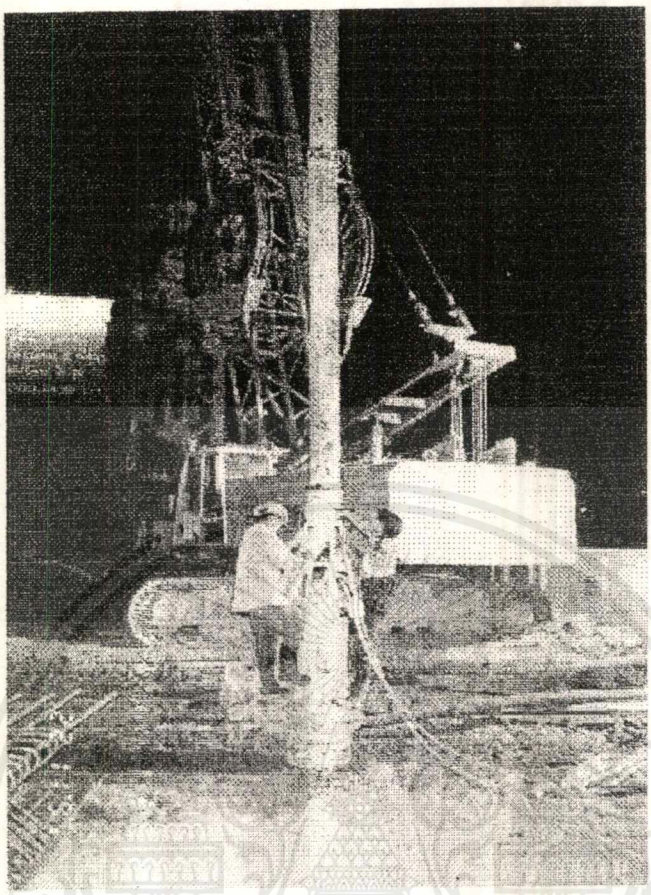
Slurry Plant ของสารละลาย Bentonite

โดยในการขุด Diaphragm Wall เราจะต้องทำการปรับปรุงสารละลายเบนโทไนท์ที่ไม่ดีดูดขึ้นมาจากก้นหลุมของ Panel มายังเครื่องแยกทราย (Desanding Unit) ซึ่งสารละลายนี้จะถูกปรับปรุงคุณสมบัติให้เหมาะสมโดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ค่าความหนาแน่น (Density) อยู่ระหว่าง 1.04-1.10 g/cc
2. ค่า % ทราย (Sand Content) ไม่เกิน 6 %
3. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 7.5-12
4. ค่าความหนืด (Viscosity) อยู่ระหว่าง 30-90 วินาที

ในขณะเดียวกัน สารละลายเบนโทไนท์ที่มีคุณสมบัติดีจะถูกเติมลงในแผง Panel โดยกระบวนการนี้จะดำเนินต่อไป จนกระทั่งเหลือแต่สารละลายเบนโทไนท์ที่ดีในแผง Panel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



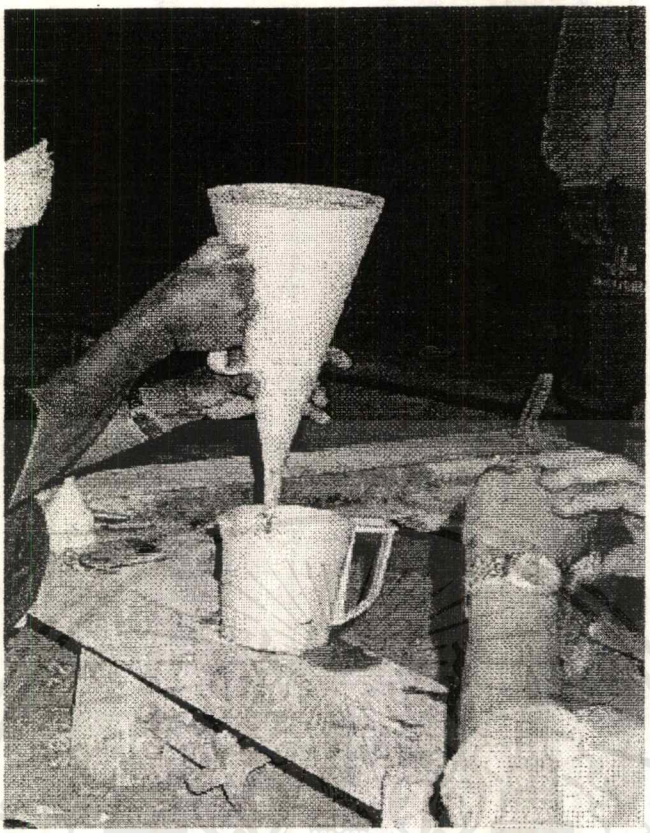
รูปที่ 4.30
การต่อท่อเพื่อทำ Airlift

สำหรับการตรวจสอบคุณสมบัติของสารละลาย Bentonite ควรให้ตรงตามข้อกำหนดข้างต้น เพราะมีความสำคัญมากในเรื่องของการรักษาเสถียรภาพของร่องขุด D-Wall โดยตรวจสอบดังนี้

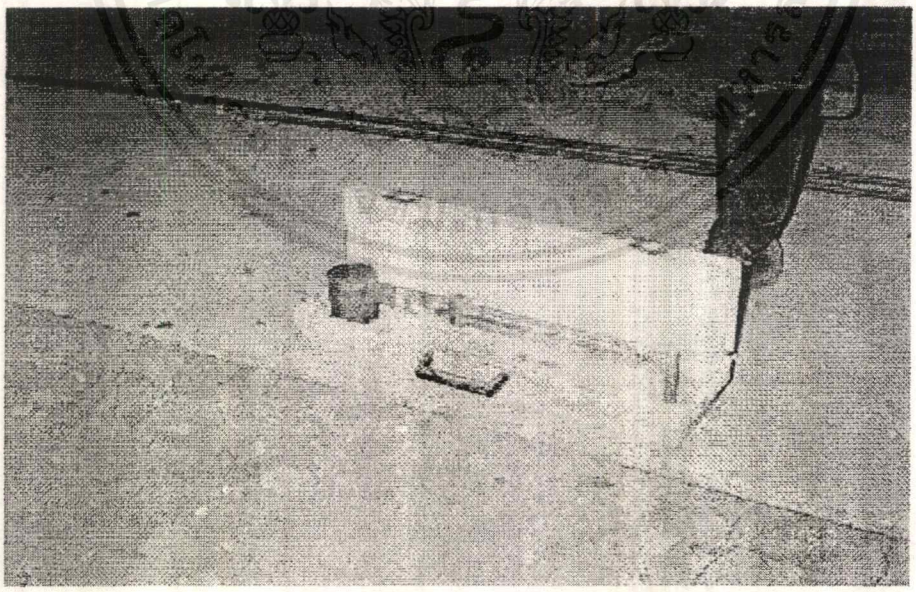
1. การวัดค่าความหนืด (Viscosity)

ใช้วิธี Marsh Cone Method สำหรับเครื่องมือที่ใช้ทดสอบนั้นประกอบด้วยกรวยมาตราฐาน และถ้วยทรงกระบอก ด้านบนของกรวยจะมีตะแกรงกรองวัสดุมวลหยาบอยู่ครึ่งหนึ่งของพื้นที่หน้าตัดกรวย การทดสอบทำได้โดยการนำ Slurry มาเทลงในกรวยด้านที่มีตะแกรงเพื่อแยกวัสดุมวลหยาบออกเสียก่อน ก่อนการเท Slurry ลงในกรวยจะต้องใช้มืออุดด้านล่างของกรวยไว้เสียก่อน เมื่อเท Slurry จนถึงขีดที่กำหนด (ปริมาตร 1500 cm3) แล้วก็หยุดเท จากนั้นจึงจับเวลาตั้งแต่ปล่อยนิ้วที่อุดไว้จน Slurry ที่ไหลลงไปในถ้วยทรงกระบอกมีปริมาตร 946 cm3 ค่าเวลาที่จับได้คือค่าความหนืดของสารละลาย Bentonite ที่จะนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31
การทดสอบวัดค่าความหนืด



รูปที่ 4.32
อุปกรณ์วัดค่าความหนาแน่น

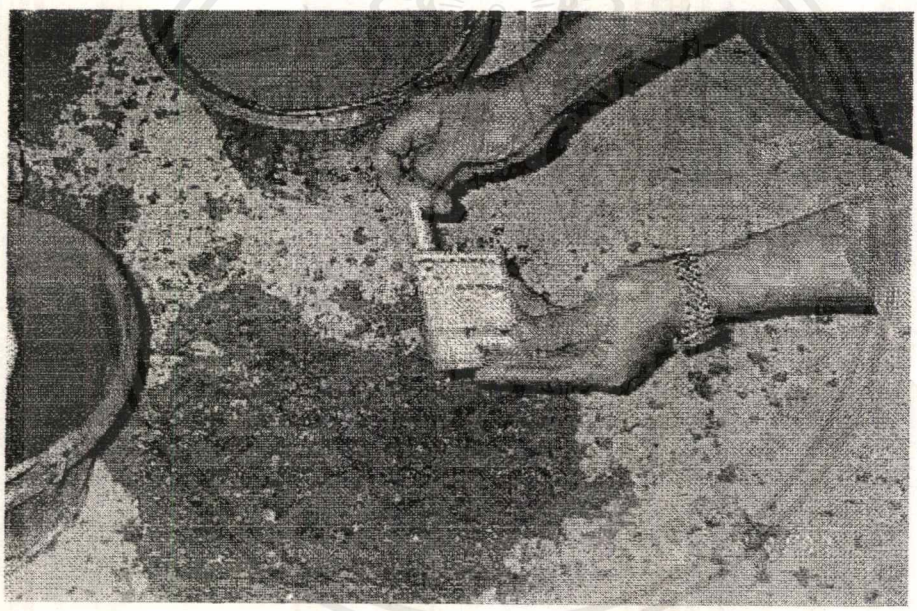
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวัดค่าความหนาแน่น (Density)

การหาค่าความหนาแน่นในสนาม จะใช้วิธี Mud Density Balance การทดสอบทำได้โดยเท Slurry ใส่ลงไปในถ้วยทรงกระบอกของเครื่องมือวัดให้เต็มแล้วปิดฝา จากนั้นอ่านค่าความหนาแน่นของ Slurry จากสเกลของเครื่องมือวัดหลังจากปรับตุ้มน้ำหนักให้อยู่ในภาวะสมดุล ค่าความหนาแน่นของ Slurry ก่อนใช้งานจะอยู่ระหว่าง 1.04 ถึง 1.10 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร แต่การใช้งานของโครงการนี้ใช้ที่ 1.06 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

3. การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

การวัดค่า pH ของสารละลาย Bentonite นั้นจะใช้กระดาษทดสอบ (pH Indicator Paper) โดยปกติ Slurry ที่ใช้จะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 7.5-12 การผสมกับปูนซีเมนต์ในขณะเทคอนกรีตจะมีผลให้ค่า pH ของ Slurryมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ทั้งนี้จะต้องไม่เกิน 12



รูปที่ 4.33
การวัดค่า pH

4. การวัดค่าเปอร์เซ็นต์ทราย (Sand Content)

การตรวจสอบหาปริมาณทรายใน Slurry ใช้เครื่องมือ ซึ่งประกอบด้วยขวดน้ำ หลอดแก้ว กรวยพลาสติก และถ้วยกรองทรงกระบอก 2 ท่อน การทดสอบทำได้โดยเท Slurry ลงในหลอดแก้วจนถึงขีดที่กำหนดซึ่งอยู่บริเวณปากหลอดแก้ว เขย่าสักครู่แล้วเทลงในถ้วยกรองทรงกระบอก 2 ท่อน ซึ่งด้านในมีตะแกรงกรองทรายอยู่ ส่วนที่ผ่านตะแกรงให้ทิ้งไปล้างถ้วยกรองทรงกระบอก 2 ท่อน สวมกับกรวยพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

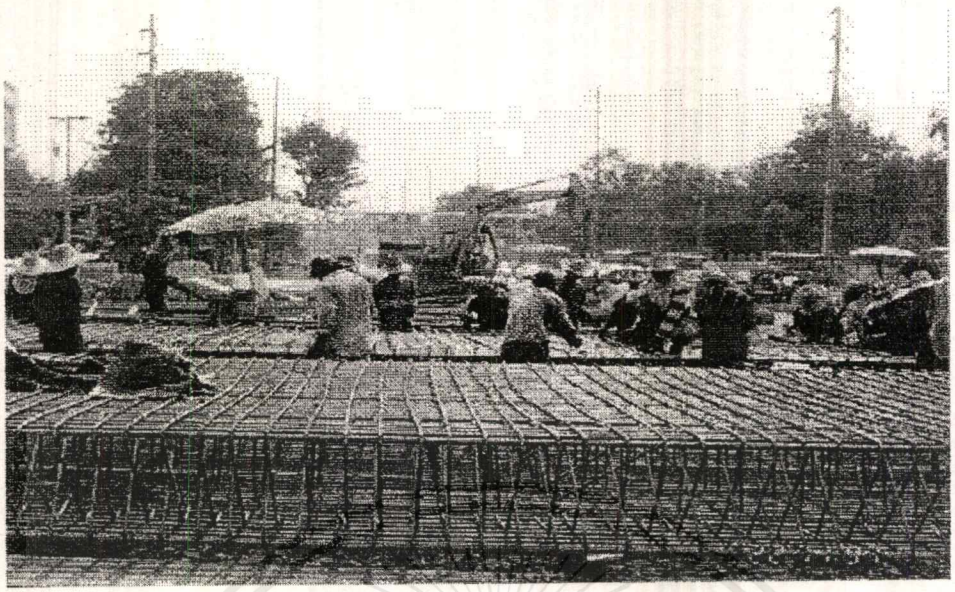
แล้วสวมหลอดแก้วเข้ากับปลายกรวยพลาสติก เทน้ำจากขวดน้ำลงสู่ถ้วยกรองทรงกระบอก 2 ท่อน ซึ่งเพื่อให้ทรายทั้งหมดที่ค้างอยู่ตกลงหลอดแก้ว ความสูงของทรายที่อ่านได้จากสเกลของหลอดแก้วก็คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ที่ต้องทราบ สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์ทรายที่ยอมให้สำหรับโครงการนี้ คือ ไม่เกิน 6%

รูปที่ 4.34
การวัดค่าเปอร์เซ็นต์ทราย

6. การติดตั้งเหล็กเสริม

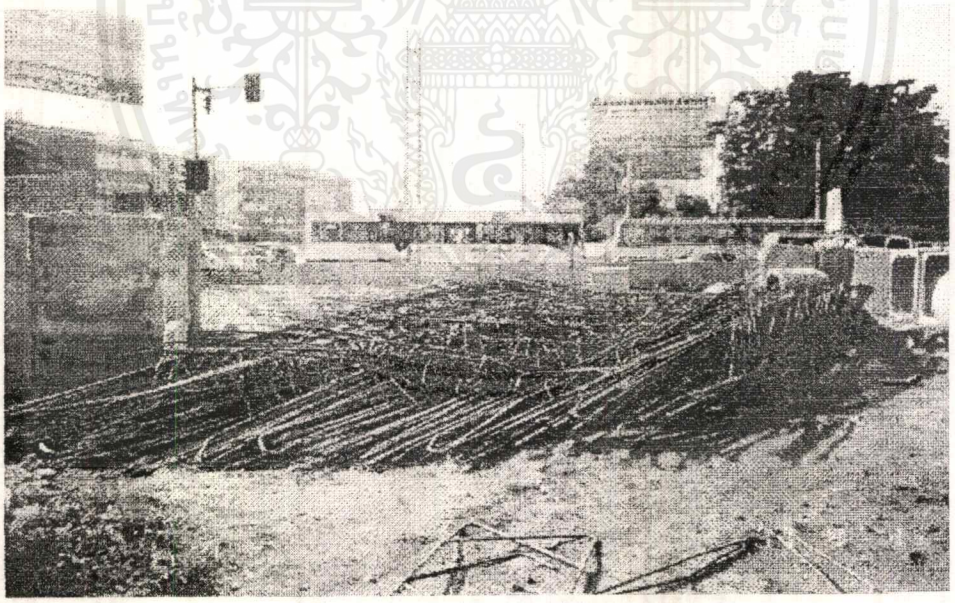
การติดตั้งเหล็กเสริมของ Diaphragm Wall จะกระทำหลังจากที่ทำการขุดร่องดินในแต่ละ Panel เสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงนำเหล็กเสริมของ Diaphragm Wall ที่ผูกเสร็จเตรียมไว้แล้ว นำมาติดตั้งโดยจะหย่อนลงไปในร่องขุดที่เตรียมไว้แล้ว ซึ่ง Diaphragm Wall บาง Panel จะต้องติดตั้งเครื่องวัดการเคลื่อนตัวของ Diaphragm Wall ที่เรียกว่า Inclinometer สำหรับเหล็กเสริมในแต่ละ Panel นั้น จะไม่ต่อกัน โดยจะถูกกั้น Joint เป็นเหล็กเสริมของแต่ละ Panel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35

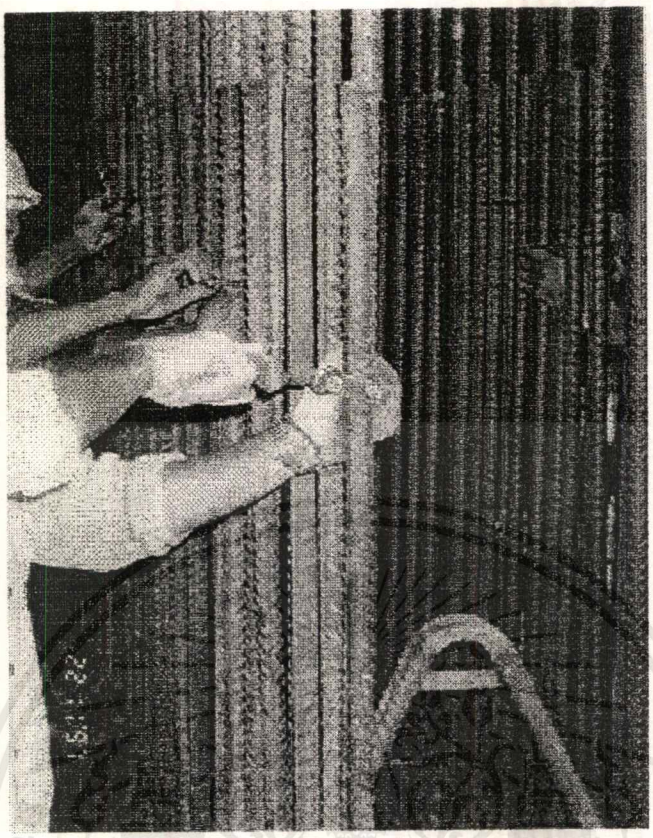
โครงเหล็กเสริมในผนัง Diaphragm Wall



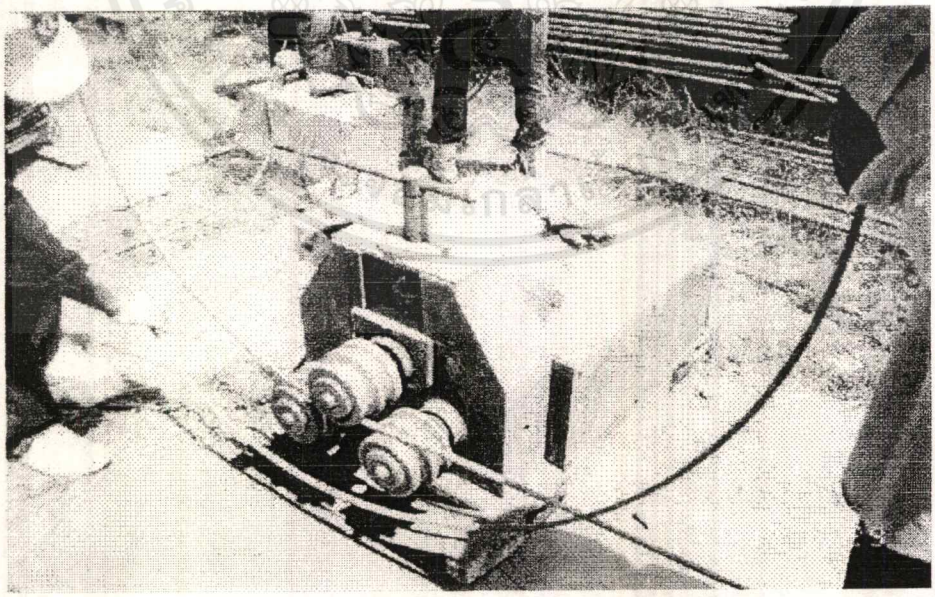
รูปที่ 4.36

การผูกเหล็กเสริมที่ไม่ดีพอ ทำให้เกิดการพังในขณะที่ยกขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



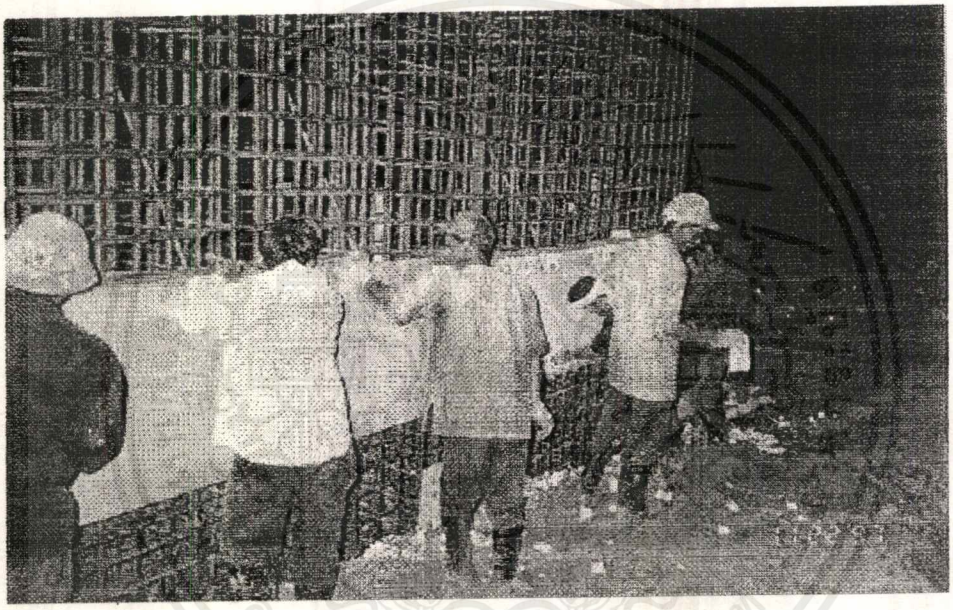
รูปที่ 4.37
การต่อเหล็กเสริมโดยใช้ U-Bolt



รูปที่ 4.38
เครื่องดัดเหล็กเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของความลึกเราไม่สามารถหาเหล็กข้ออ้อยยาวถึง 22 เมตรได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องต่อโครงเหล็กเพื่อให้ได้ความยาวเท่ากับความลึกของร่องขุดของ Panel โดยจะแบ่งโครงเหล็กออกเป็น 2 ช่วงๆ ละ 12 เมตร ในการต่อเหล็กสามารถใช้ทั้งการเชื่อม หรือใช้ Bolt ตัวยูรัดก็ได้ ทำโดยการใช้ Mobile Crane หย่อนเหล็กชุดแรกลงไปเมื่อเหลืออีกประมาณ 2 เมตรจึงใช้เหล็กข้ออ้อยค้ำไว้บน Guide Wall แล้วจึงใช้ Crane ยกเหล็กอีกชุดหย่อนลงมาต่อทาบกับชุดแรก และทำการ Block Out บริเวณที่จะทำการต่อส่วนโครงสร้างอื่นๆ เช่น Base Slabไว้ด้วยโฟม แล้วจึงทำการหย่อนโครงเหล็กทั้งหมดลงไปใน Panel นั้นโดยมีระยะ Covering ด้านข้าง 15-20 เซนติเมตร และก้นหลุมอย่างน้อย 30 เซนติเมตร ในระหว่างการหย่อนโครงเหล็กลงในหลุมที่ขุด สารละลาย Bentonite จะค่อยๆ เริ่มล้นออกมาดังนั้นจึงต้องมีการดูดปั๊มเอาสารละลาย Bentonite นี้กลับออกไปยัง Desanding Unit เพื่อปรับปรุงคุณภาพต่อไป



รูปที่ 4.39
การ Block out บริเวณที่จะทำการต่อโครงสร้างกับส่วนอื่น

7. การติดตั้ง Inclinometer

เพื่อทำการวัดการเคลื่อนตัวในแนวราบของ Diaphragm Wall ในทิศทางตั้งฉากกับแนวกำแพง โดยจะทำการติดตั้งไปพร้อมๆ กับเหล็กเสริมของ Diaphragm Wall หลังจากนั้นจึงหล่อคอนกรีตทับ การเคลื่อนตัวของ Diaphragm Wall จะมีค่ามากขึ้นถ้าหากว่าการขุดดินนั้นขุดลึกลงไปมาก เนื่องจากผนังของกำแพงรับแรงดันทางด้านข้างมาก แต่หากวางแผนในการขุดดินที่ดีก็จะช่วยลดการเคลื่อนตัวได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย

1. ท่อปลอกเหล็กชั่วคราว PVC หรืออลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว พร้อมข้อต่อ ครอบปิด PVC เทปพันรอยต่อชนิดกันน้ำ และกาว

2. ท่อ Access Tube PVC ชนิดร่องนำ 4 ร่อง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว พร้อมข้อต่อ ปลั๊กอุดยาง และหมุดย้ำ

3. ปูนซีเมนต์ และเบนโทไนท์สำหรับ Grout ปิดระหว่างท่อ Access Tube กับท่อปลอกชั่วคราว

4. ชุดเครื่องมือวัดความลาดเอียง (Inclinometer Instrument) ซึ่งประกอบด้วย

- ตัววัดความลาดเอียง (Torpedo)
- สายไฟนำสัญญาณพร้อมระยะความลึก (Sensor Wire)
- เครื่องอ่านค่าความเอียง (Reading Unit)

โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นที่ 1 ติดตั้งท่อปลอกชั่วคราว (Casing) อาจจะเป็นปลอกอลูมิเนียม หรือปลอกพลาสติก (PVC) ลงในกำแพง ซึ่งใส่พร้อมกับเหล็กเสริมก่อนที่จะทำการเทคอนกรีต โดยทำการผูกติดเข้ากับโครงเหล็กเสริมของ Diaphragm Wall วัดความยาวให้ยาวเท่ากับความลึกของโครงเหล็กเสริมแต่ละท่อน ต่อข้อต่อด้วยกาว พร้อมทั้งใช้เทปกันน้ำพันรอยต่อให้สนิท ปลายท่อด้านล่างสุดอุดด้วยครอบปิด โดยสูงขึ้นมาจากก้นหลุมประมาณ 30 เซนติเมตร

ขั้นที่ 2 ประกอบติดตั้ง Access Tube ลงในท่อปลอกชั่วคราวภายหลังจากการเทคอนกรีต โดยต่อท่อให้ปลายบนของ Access Tube สูงจากขอบผนังประมาณ 1 เมตร ปลายล่างอุดด้วยปลั๊กยาง และพันปิดด้วยเทปกันน้ำให้สนิท จากนั้นผสมปูนซีเมนต์ และเบนโทไนท์เข้าด้วยกัน อัตราส่วนประมาณ 5:1 โดยน้ำหนัก ผสมน้ำให้ได้สัดส่วนแล้วเทปิดช่องว่างระหว่าง Access Tube กับท่อปลอกชั่วคราวจนเต็มช่องว่างทั้งหมด

ขั้นที่ 3 ทำการตรวจวัดความลาดเอียงเบื้องต้น (Initial Reading Record) ของท่อ Access Tube แต่ละตำแหน่งภายหลังจากการติดตั้งครบทุกตำแหน่งแล้วประมาณ 1 สัปดาห์ แล้วทำการวัดในแต่ละช่วง นำค่าที่อ่านได้แต่ละตำแหน่งไปทำการคำนวณ และทำการ Plot Profile

ขั้นที่ 4 ทำการตรวจวัดค่าการเคลื่อนตัวในแต่ละช่วง (Monitoring) ของการขุด

- ต่อสายไฟนำสัญญาณเข้ากับหัววัดความเอียง (Torpedo) และเครื่องอ่านค่าความเอียง (Reading out)
- หย่อน Torpedo ลงในท่อ Access Tube ในทิศทางตั้งฉากกับแนวกำแพง หย่อนสายไฟลงไปจนปลาย Torpedo ถึงก้นท่อ บันทึกค่าความลึกของก้นท่อที่อ่านได้จากระยะบนสายไฟ อ่านค่าความลาดเอียงจากเครื่อง Reading out บันทึกไว้ ดึงหัว Torpedo ขึ้นมาทุกระยะ 0.50 เมตร ทำการบันทึกค่าความลึก และค่าความลาดเอียงไว้โดยตลอดจนหัว Torpedo ขึ้นมาถึงปากท่อ Access Tube

ขั้นที่ 5 ทำรายงานผลการตรวจวัดค่าการเคลื่อนตัวของแต่ละช่วง และทำการ Plot กราฟ Deflection หาระยะที่เคลื่อนตัวออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การทำรอยต่อระหว่าง Diaphragm Wall ในแต่ละ Panel

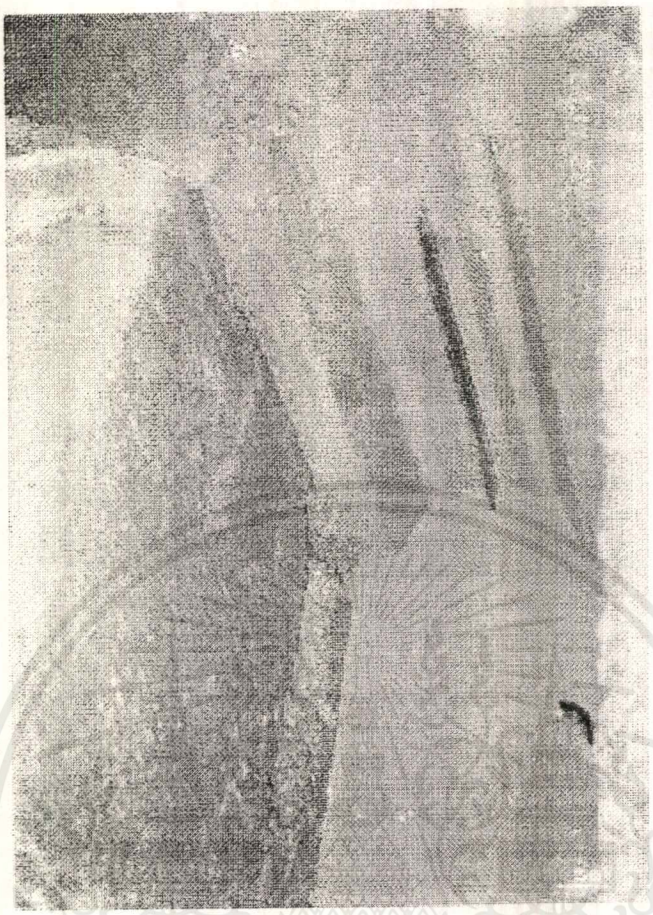
- สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการทำรอยต่อระหว่าง Panel มีดังนี้
- แบบที่ใช้ทำรอยต่อนั้นจะต้องปิดกั้นคอนกรีตที่เทไม่ให้รั่วซึมออกไป
- แบบที่ใช้ทำรอยต่อต้องสามารถทนแรงดันจากคอนกรีตได้
- รอยต่อต้องสามารถกันน้ำได้
- รอยต่อจะต้องสะดวกในการทำความสะอาด
- รอยต่อที่ดีจะต้องทำให้แต่ละ Panel สามารถถ่ายแรงสู่กันได้

ในการก่อสร้าง Stop End จะเป็นตัวป้องกันดินจาก Panel ด้านข้าง โดยมี Water Stop จะเป็นตัวป้องกันมิให้น้ำซึมผ่านผนัง D-wall ซึ่งจะใช้วัสดุประเภท PVC หรือ Rubber ก็ได้

สาเหตุที่ต้องทำรอยต่อของ Diaphragm Wall เป็นแต่ละ Panel ก็เพราะเราไม่สามารถที่จะทำกำแพงเป็นแนวยาวครั้งเดียวได้ และการทำกำแพงยาวๆ โดยไม่ทำ Joint เป็นช่วงๆ แล้ว โอกาสที่จะเกิดการแตกร้าวก็จะมีได้มาก ทำให้โครงสร้างนั้นเสียกำลังไป และทำให้น้ำซึมผ่านได้ด้วย

รูปที่ 4.40
การติดตั้งและการยึด Stop End ไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



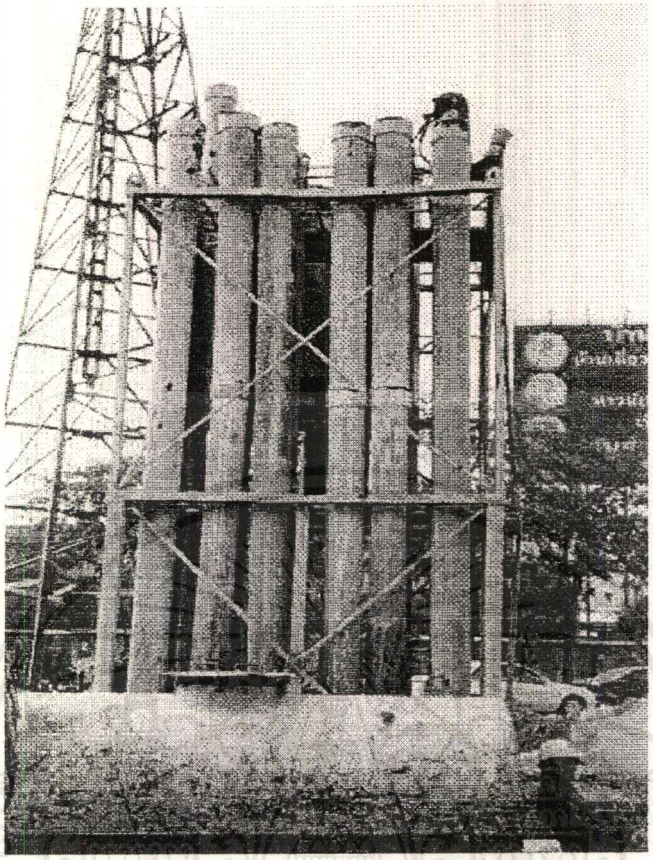
รูปที่ 4.41
Water Stop ที่ติดกับผนังคอนกรีตหลังจากดึง Stop End ออก

สำหรับรอยต่อแต่ละ Panel จะใช้ Stop End ซึ่งมีร่องตรงกลาง (Slot) ไว้สำหรับใส่แผ่นกันน้ำ (Water Stop) โดยในโครงการนี้จะใช้เป็นแผ่นยางขนาดความกว้าง 8 นิ้ว โดยจะใส่ Water Stop ที่ Primary Panel ก่อนการเทคอนกรีต หลังจากที่เทคอนกรีตเสร็จแล้วจึงทำการขุดดิน Secondary Panel ต่อไปและก็เอา Stop End ออก แต่จะยังคงเหลือแผ่น Water Stop ติดอยู่ที่รอยต่อ ซึ่งจะไม่หลุดตาม Stop End ออกมา เมื่อเทคอนกรีต Secondary Panel แล้วก็จะได้รอยต่อที่สมบูรณ์ป้องกันน้ำได้

9. การเทคอนกรีต

การเทคอนกรีตของ Diaphragm Wall นั้นจะเทคอนกรีตด้วยวิธีการเทใต้น้ำ (Tremie Method) ซึ่งจะต้องทำการติดตั้งท่อ Tremie ให้เรียบร้อยเสียก่อน โดยจะเริ่มจากการต่อท่อ Tremie ให้ได้ความยาวตามต้องการจึงจะนำมาวางไว้ ณ ตำแหน่งที่จะเทคอนกรีตซึ่งทำการยกโดยรถ Mobile Crane ความยาวของท่อ Tremie นั้นจะอยู่ประมาณท่อนละ 1-6 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.42
การจัดเก็บท่อ Tremie

วิธีการต่อท่อก็จะทำโดยการต่อท่อให้ได้ความยาวพอสมควรแล้วจึงหย่อนลงไปในแผง Diaphragm Wall ที่จะเทคอนกรีต โดยการหย่อนผ่านปากสำหรับล็อคท่อไม่ให้หล่นลงไปจากนั้นก็จะนำท่อท่อนต่อไปมาต่อ เมื่อต่อเสร็จก็จะทำการต่อกรวยในท่อนบนสุดของท่อ จากนั้นจะทำการใส่เม็ดโฟมผ่านกรวยให้เต็มปริเวณปากท่อเทคอนกรีตเพื่อไล่สารละลาย Bentonite ออกขณะเทคอนกรีต หรืออาจใช้ลูกบอลที่มีขนาดพอดีกับปากท่อเทก็ได้

ลักษณะของคอนกรีตที่ใช้ในโครงการนี้จะใช้ดังนี้

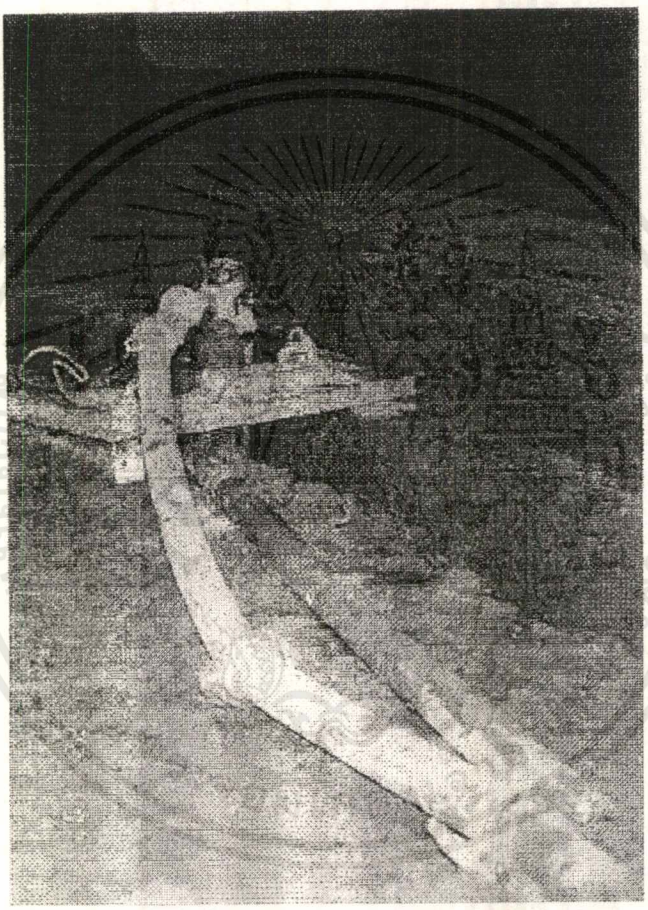
1. Compressive Strength ไม่น้อยกว่า 240 ksc
2. Cement Content ไม่น้อยกว่า 375 กิโลกรัม ต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร
3. ขนาดมวลรวมที่ผสมไม่เกิน 25 มิลลิเมตร
4. Slump อยู่ระหว่าง 20 ± 2.5 เซนติเมตร
5. ผสมน้ำยาโดยมี Retardation Time ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง

ในแต่ละ Panel ควรจะทำการเก็บตัวอย่างคอนกรีตแบบมาตราฐานอย่างน้อย 3 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าหากว่าคอนกรีตที่ใช้เทมีปริมาณมากและช่วงแผงของ Diaphragm Wall ช่วงนั้นมีความยาวมาก อาจจะต้องเพิ่มท่อ Tremie ขึ้นอีก 1 หรือ 2 อัน ก็ได้ตามความเหมาะสม

การเทคอนกรีตด้วยวิธีการเทคอนกรีตใต้น้ำนี้ เราจะให้คอนกรีตไหลผ่าน Tremie Pipe ลงไป โดยอาศัยน้ำหนักของตัวคอนกรีตเองไปดันโฟมที่อุดอยู่ปลายท่อให้หลุดออกมา คอนกรีตก็จะไหลออกไปตาม ซึ่งเริ่มแรกนี้เราจะวางปลายท่อให้อยู่เหนือก้นหลุมประมาณ 30 ซม. สารละลาย Bentonite ก็จะถูกดันขึ้นมาข้างบน เมื่อเริ่มเทคอนกรีตแล้วจะต้องให้ปลายท่อจมอยู่ในเนื้อคอนกรีตเสมอ ในระหว่างการเทคอนกรีตนั้นจะต้องเทอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 4.43
การค้ำปากหลุมเพื่อต่อท่อ Tremie

โดยคอยวัดระดับปริมาณความสูงของคอนกรีตก้นหลุม ซึ่งควรให้ท่อ Tremie จมอยู่ประมาณอย่างน้อย 2 เมตรจากผิวของคอนกรีต ขณะที่เทคอนกรีตสารละลาย Bentonite จะค่อย ๆ ล้นออกมา เราจะต้องติดตั้งปั๊มดูดเอาสารละลายนี้ไปยัง Desanding Unit เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของสารละลายแล้วนำกลับมาใช้

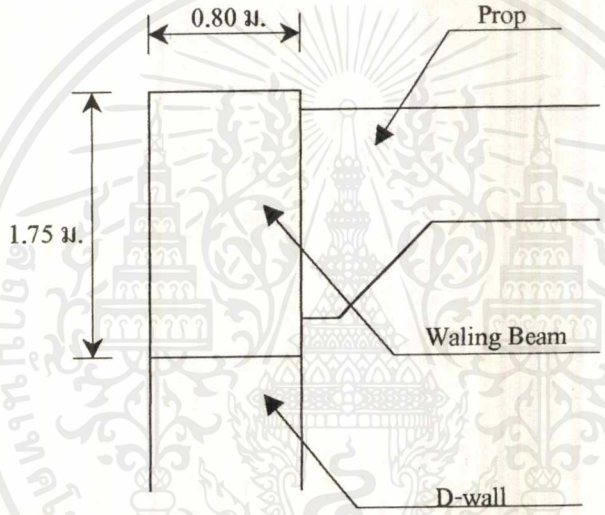
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไป การเทคอนกรีตด้วยวิธีนี้ จะทำให้ผิวหน้าของคอนกรีตนั้นผสมกับสารละลาย Bentonite ซึ่งทำให้คอนกรีตส่วนนี้มีคุณภาพไม่ดี ดังนั้นจึงต้องมีการสกัดทิ้งส่วนนี้ออกภายหลัง

หลังจากทำผนัง Diaphragm Wall แล้วสิ่งที่จะทำต่อไปก็การทำ Waling Beam และ Prop ซึ่ง Waling Beam นั้นจะใช้ในการเชื่อมต่อ Panel ของ Diaphragm Wall ให้มีความต่อเนื่องกัน ส่วน Prob จะมีหน้าที่เป็นตัวค้ำยันผนัง Diaphragm Wall ทั้ง 2 ข้าง

Waling Beam

เป็นส่วนที่อยู่ด้านบนของผนัง Diaphragm Wall ซึ่งมีลักษณะเป็นหัวครอบผนัง Diaphragm Wall เอาไว้ ทำหน้าที่เชื่อมต่อ Diaphragm Wall แต่ละ Panel ให้รวมเป็นแผ่นเดียวกัน โดยจะมีขนาดและลักษณะดังรูป

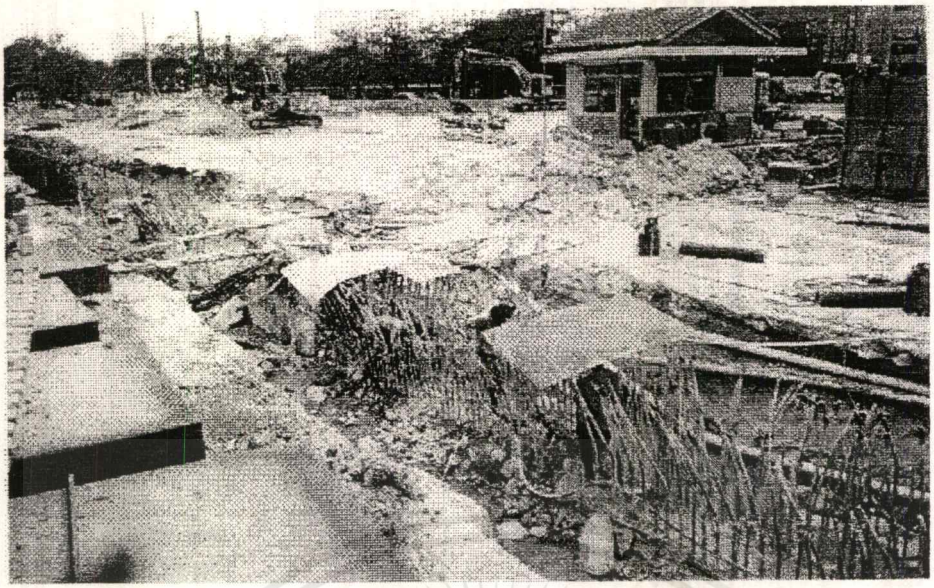


รูปที่ 4.44

รูปตัดของ Diaphragm Wall

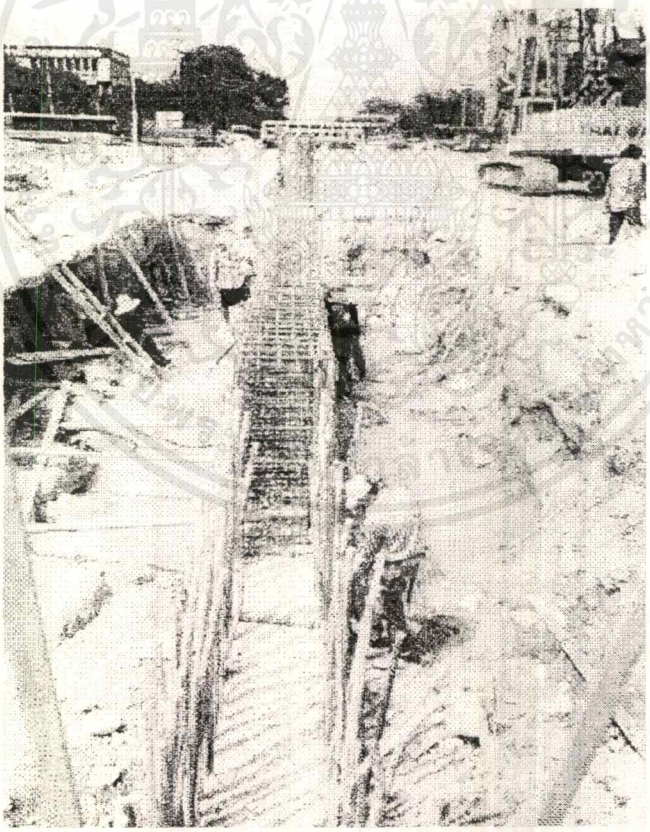
โดยการก่อสร้าง Waling Beam นี้จะทำการก่อสร้างเป็นช่วงๆ ประมาณ 15-20 เมตร ขึ้นอยู่กับว่า Diaphragm Wall ในช่วงนั้นได้ทำเสร็จไปกี่ Panel แล้ว โดยระยะเวลาของการทำ Waling Beam นี้จะต้องห่างจากการทำแผง Diaphragm Wall เสร็จอย่างน้อย 7 วัน ซึ่งจะเริ่มต้นโดยการสกัดส่วนบนของการทำ Diaphragm Wall ก่อน เนื่องจากว่าคอนกรีตส่วนบนของผนัง Diaphragm Wall ถือว่าเป็นคอนกรีตเสีย เมื่อสกัดคอนกรีตได้ความลึกตามระดับที่ต้องการแล้วก็จะทำการตั้งแบบ และผูกเหล็กต่อไปโดยที่แบบที่ใช้จะเป็นแบบไม้อัดคุณภาพดี เพื่อจะได้มีอายุการใช้งานได้หลายครั้ง ซึ่งในโครงการนี้นั้น เริ่มต้นได้มีการสั่งแบบมาจากบริษัท Doka แต่เนื่องจากในการก่อสร้างนั้นจะต้องคำนึงถึงความสะดวกของคนงานก่อสร้างจึงเปลี่ยนจาก Fiber มาเป็นแบบไม้อัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.45

ส่วนที่ทำการทุบสกัดคอนกรีต Diaphragm Wall เพื่อทำ Waling Beam

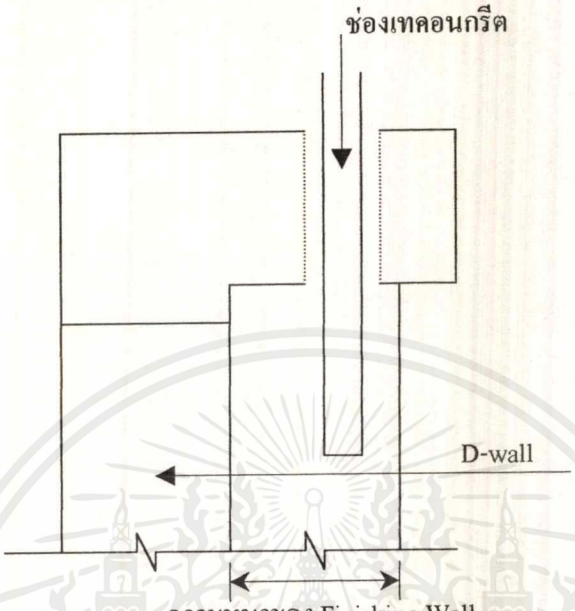


รูปที่ 4.46

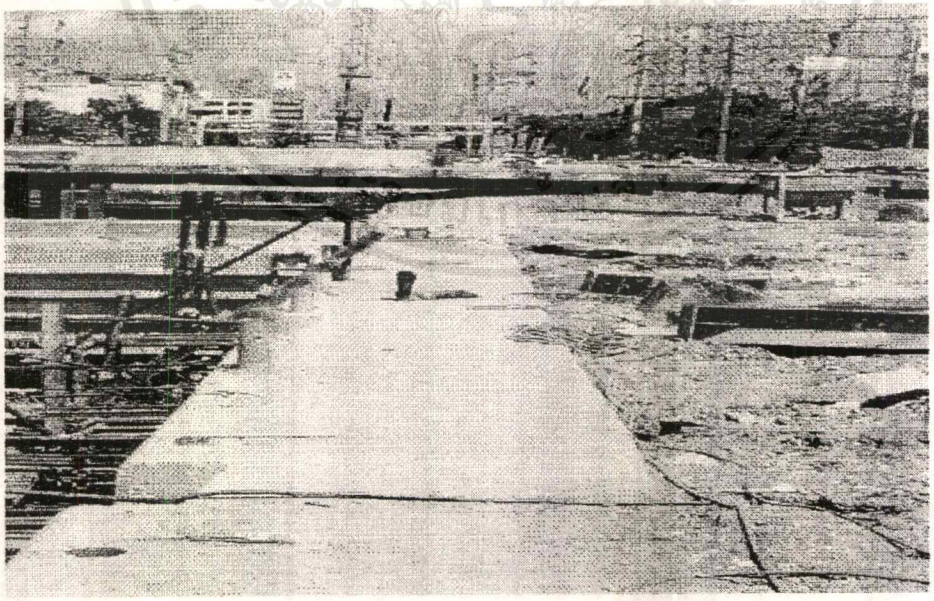
การผูกเหล็ก Waling Beam

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการก่อสร้าง Waling Beam จะต้องมีการผังท่อ PVC ขนาด ∅4 นิ้ว ทุกๆ ระยะ 1 เมตร ซึ่งจุดประสงค์ของการฝังท่อนั้นก็เพื่อที่จะเตรียมไว้สำหรับการตกแต่งผนัง Diaphragm Wall โดยในการตกแต่งผิวของผนังนั้น จะทำโดยการต่อท่อเทคอนกรีตลงไปตามรูซึ่งได้ทำการบล็อกโดยท่อ PVC เอาไว้ ตามรูป



รูปที่ 4.47
แสดงการทำ Finishing Wall



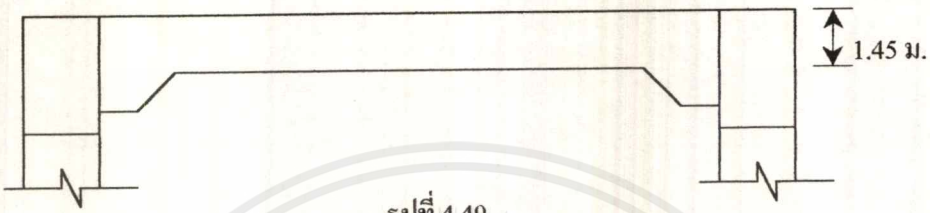
รูปที่ 4.48
การฝังท่อเพื่อไว้ใช้เท Finishing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่รูเจาะเหล่านี้จะทำการปิดภายหลังจากที่ได้ตกแต่งส่วนผนังเสร็จแล้ว

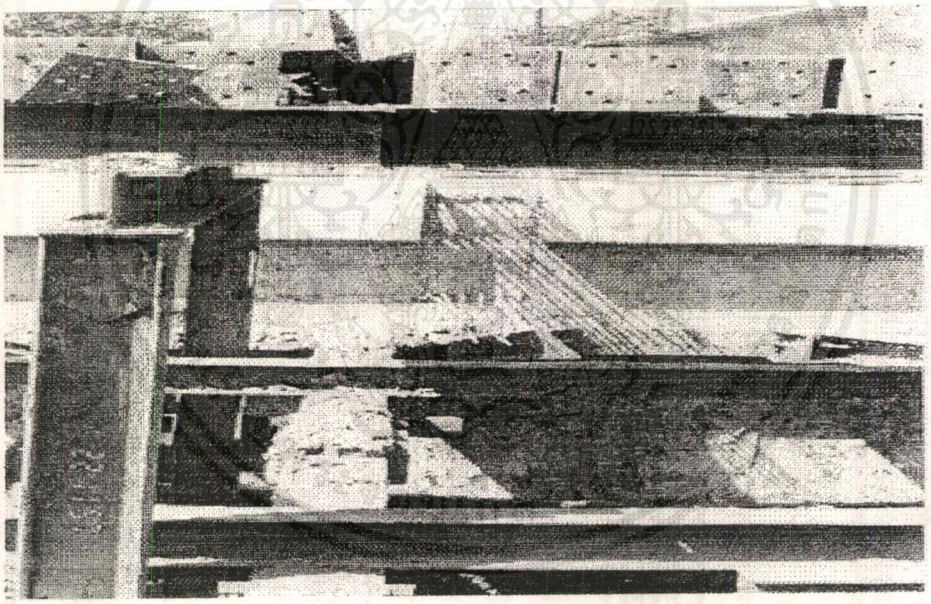
Prop

เป็นส่วนที่ใช้ค้ำยันตัว Diaphragm Wall ทั้ง 2 ด้านเอาไว้ ในช่วง Top Slab โดยจะติดตั้งอยู่ทุกๆ ระยะ 4.8 เมตร



รูปที่ 4.49

แสดงลักษณะของ Prop



รูปที่ 4.50

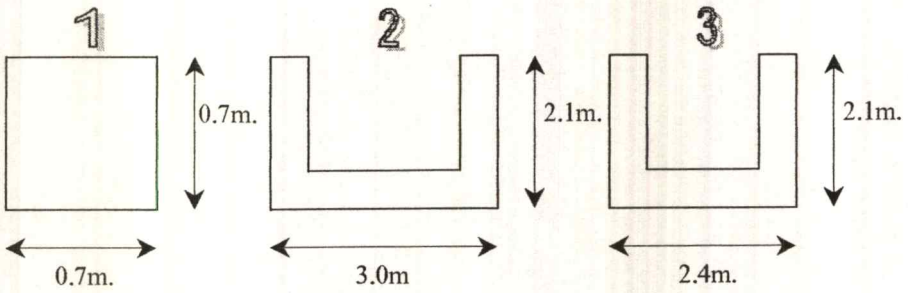
รอยต่อระหว่าง Waling Beam กับ Prop

ซึ่ง Prop ในโครงการนี้จะมีรูปแบบอยู่ 3 แบบ คือ

1. Prop ธรรมดา
2. Prop for Water Pipe ∅ 1.00 เมตร
3. Prop for Duct Bank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

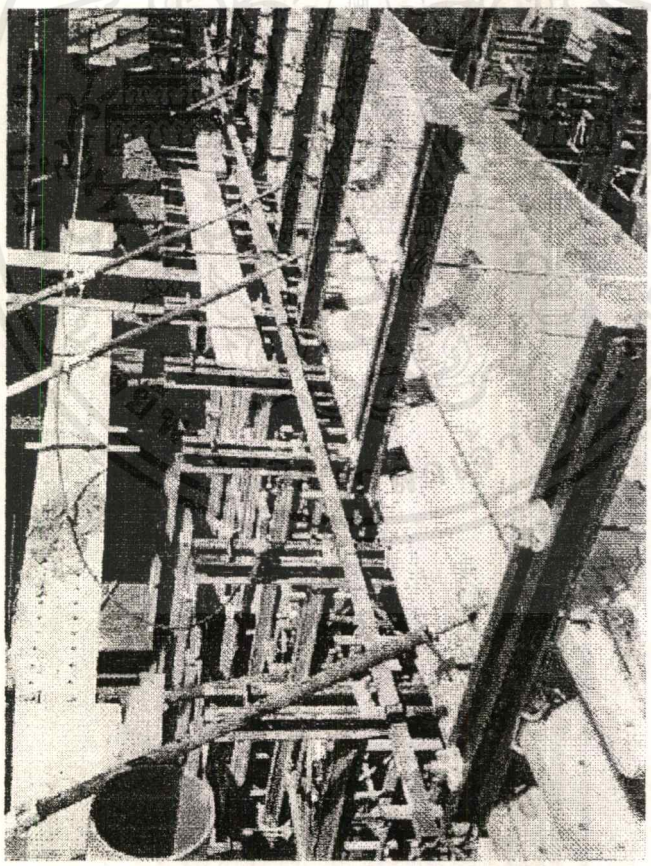
โดยจะมีรูปร่าง ดังรูป



รูปที่ 4.51

รูปร่างของ Prop ที่ใช้

ซึ่งขั้นตอนการก่อสร้างนั้น จะทำการก่อสร้างหลังจากที่ได้ทำการขุดดินภายในผนัง Diaphragm Wall ทั้ง 2 ด้าน โดยจะกล่าวถึงในส่วนของการทำ Base Slab เมื่อทำการขุดดิน และทำ Base Slab เรียบร้อยแล้ว ก็จะตั้งนั่งร้านขึ้นมา ซึ่งในโครงการนี้จะใช้นั่งร้านสำเร็จรูปของบริษัท Doka โดยจะมีลักษณะดังรูป

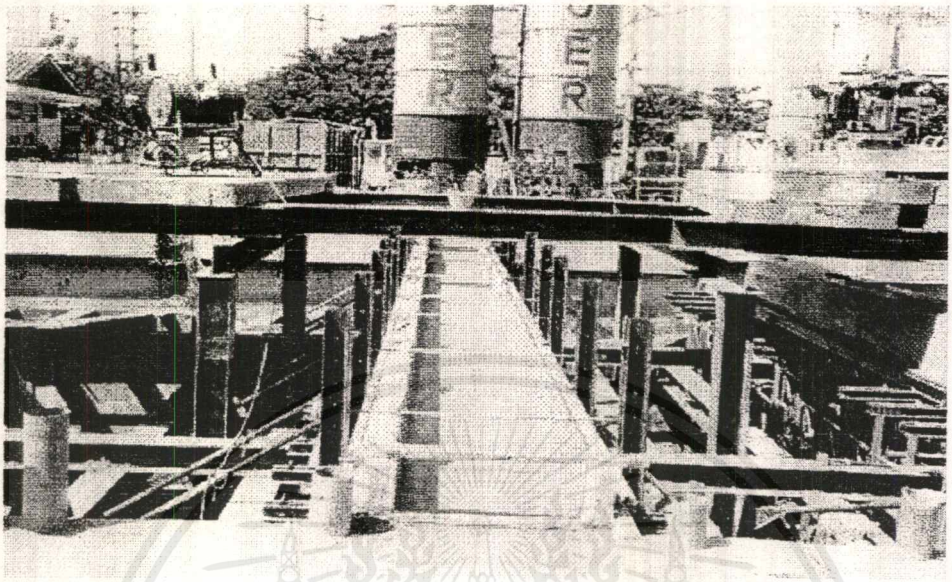


รูปที่ 4.52

นั่งร้านสำเร็จรูปสำหรับการหล่อ Prop

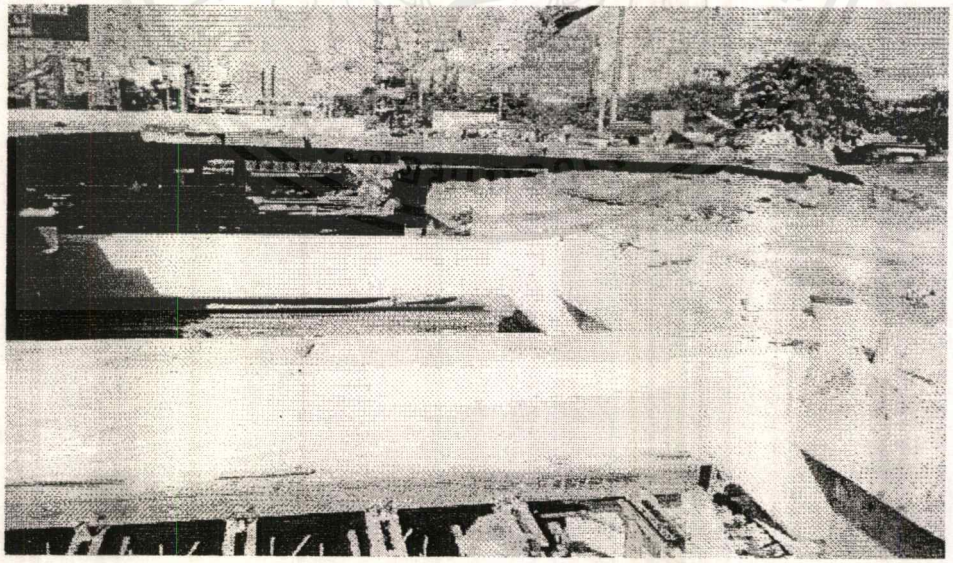
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแบบที่ใช้เป็นตัวหล่อ Prop จะเป็นแบบ Fiber สำเร็จรูปซึ่งค้ำด้วยท่อนเหล็ก โดยจะมีตัว Tie Rod เป็นตัวยึดแบบด้านบนดังรูป



รูปที่ 4.53
แบบที่ใช้ในการหล่อ Prop

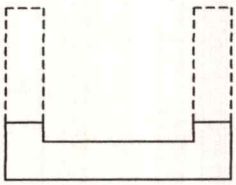
เมื่อเทคอนกรีตเสร็จแล้วประมาณ 7 วัน ก็จะทำการแกะแบบข้างออกแล้วทำการบ่มคอนกรีตโดยใช้การฉีดน้ำและใช้แผ่นพลาสเตอร์คลุมเพื่อลดการระเหยของน้ำในคอนกรีต



รูปที่ 4.54
การบ่มแบบหล่อโดยใช้พลาสติกคลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับ Prop ที่รับท่อโดยมีส่วนที่มี U อยู่ด้านบน ในการหล่อคอนกรีตนั้นจะกระทำ 2 ครั้ง โดยครั้งแรกจะทำการหล่อส่วนที่เป็นส่วนด้านล่างของตัว U โดยจะยกขอบพื้นประมาณ 5 เซนติเมตรดังรูป และจึงทำการเสียบเหล็ก Dowel เอาไว้

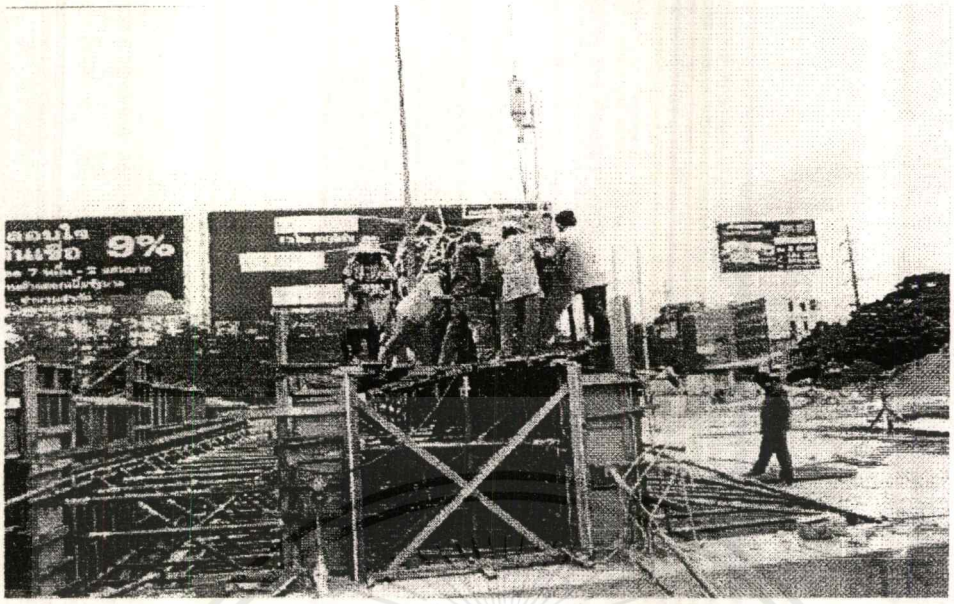


รูปที่ 4.55
การหล่อ Prop รูปตัวยูเพื่อรับท่อ

เมื่อทำการหล่อส่วนนี้เสร็จ ก็จะทำการหล่อส่วนด้านข้างต่อไป สาเหตุที่ต้องทำการในลักษณะนี้เนื่องจากว่า Prop แบบนี้ต้องรับท่อน้ำ ซึ่งอาจมีการรั่วซึมของน้ำออกจากท่อได้ ซึ่งต้องยกขอบข้างให้สูงขึ้นมาเพื่อให้รอยต่ออยู่สูงกว่าระดับที่น้ำจะซึมออกมาได้

รูปที่ 4.56
การเทคอนกรีตที่พื้นด้านล่างของตัว U

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.57
การเทคอนกรีตที่บริเวณด้านข้างของตัว U

รูปที่ 4.58
Prop ส่วนที่เป็นทางผ่านของท่อระบายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กเสริมโครงสร้าง

เหล็กเสริมภายในโครงการนี้ใช้เหล็กเสริม ยาว 10 และ 12 เมตร ซึ่งจะทำเป็นโรงเก็บเหล็กเสริมโดยทำหลังคาเอาไว้เพื่อป้องกันฝนตก เมื่อต้องการจะนำเหล็กมาใช้ก็จะเอา Mobile Crane มาทำการยกกองเหล็กมาบริเวณที่จะทำการผูกเหล็กเสริมโดยถ้าเป็นการผูกเหล็กเสริมของผนัง Diaphragm Wall จะต้องใช้เนื้อที่ในการผูกเหล็กเสริมมาก เนื่องจากความลึกของผนัง ทำให้ต้องมีเนื้อที่ในการผูกเหล็กเสริมที่มีความกว้าง 6 เมตร ยาว 12 เมตร 2 ช่วง ดังนั้นจะต้องมีการวางแผนการใช้งานในพื้นที่นั้นเป็นอย่างดี สำหรับการงอเหล็กนั้น เครื่องมือที่ใช้ในการงอเหล็กโดยเฉพาะอาจอยู่ใกล้กับบริเวณที่ต้องผูกเหล็กเสริม เพื่อสะดวกในการนำเหล็กเสริมไปติดตั้งได้โดยง่าย

สำหรับเหล็กส่วนที่ผ่านการตัดมาแล้วนั้น จะนำกลับไปเก็บในโรงเก็บเหล็ก เพื่อที่จะหาโอกาสนำเหล็กเสริมที่มีความยาวต่างๆ เหล่านี้ไปใช้งานในโอกาสอื่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์เครื่องจักรที่ใช้

1. แบคโฮ (Backhoe)

เป็นเครื่องจักรที่นิยมใช้กันมาก ในการทำงานจะทำการดันบุ้งกี๋ลงไปในดิน โดยสามารถจะขุดลงไปต่ำกว่าระดับของเครื่องจักรก็ได้ การขุดสามารถควบคุมความกว้างและความลึกได้ดี แม้ว่าดินจะมีลักษณะไม่ราบเรียบก็ตาม

ส่วนประกอบต่างๆ ของ Backhoe สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ ได้แก่

- ส่วนสำหรับขุด (Backhoe Front)
- ส่วนควบคุมการทำงาน (Revolving Superstructure)
- ส่วนฐานของเครื่องจักร (Mounting)

ส่วนสำหรับขุดยึดจะอยู่กับด้านหน้าของโครงสร้างรถ ควบคุมโดยมีหมุดยึดด้านล่าง และทำงานโดยระบบของสายเคเบิล หรือ Hydraulic ซึ่งจะมีผู้ขับคอยควบคุมการทำงานอยู่ในส่วนห้องควบคุม ในส่วนฐานของเครื่องจักรนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

- ชนิดล้อยาง (Rubber)
- ชนิดล้อสายพาน หรือตีนตะขาบ (Crawler)

ทั้ง 2 ชนิดจะมีข้อได้เปรียบเสียเปรียบแตกต่างกัน แล้วแต่ลักษณะของพื้นดินบริเวณที่ก่อสร้างนั้นอย่างในบริเวณ Site งานนี้เป็นพื้นที่ค่อนข้างขรุขระ มีเศษหิน เศษดิน ดังนั้นหากใช้รถล้อตีนตะขาบก็จะสามารถขับเคลื่อนในบริเวณนี้ได้ดี แต่การขับเคลื่อนนั้นจะช้ากว่ารถล้อยางซึ่งก็เหมาะสำหรับพื้นที่เรียบ และค่อนข้างแข็งมากกว่า

ความสามารถในการทำงาน

- ขึ้นอยู่กับความกว้างของบุ้งกี๋ของ Backhoe ซึ่งมีอยู่หลายขนาด โดยบุ้งกี๋ที่ปากกว้างจะมีหน่วยแรงที่ขุดดินน้อยกว่าบุ้งกี๋ที่ปากแคบ
- แขนของ Backhoe ที่มีขนาดยาวๆ จะทำให้สามารถขุดดินที่ระดับต่ำๆ ได้ลึกขึ้น

การใช้งาน

Backhoe ใช้สำหรับขุดดินที่ต่ำกว่าระดับฐานเครื่องจักร ซึ่งในโครงการจะใช้ในการขุดชั้นใต้ดิน ขุดร่องเพื่อวางสาธารณูปโภค เช่น ท่อระบายน้ำ ขุดดินในร่อง ตักดินขนใส่รถบรรทุก งานปรับระดับพื้นที่ใน Site บางครั้งยังใช้ทำงานอื่นๆ ที่นอกเหนือการใช้งานปกติ เช่น ใช้กดฝัง Sheet Pile

นอกเหนือจาก Backhoe ซึ่งควบคุมการทำงานด้วยระบบสายเคเบิลดังที่อธิบายแล้ว ยังมี Backhoe ซึ่งควบคุมการทำงานด้วยระบบ Hydraulic อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องยกประเภทเคลื่อนที่ได้ (Mobile Crane)

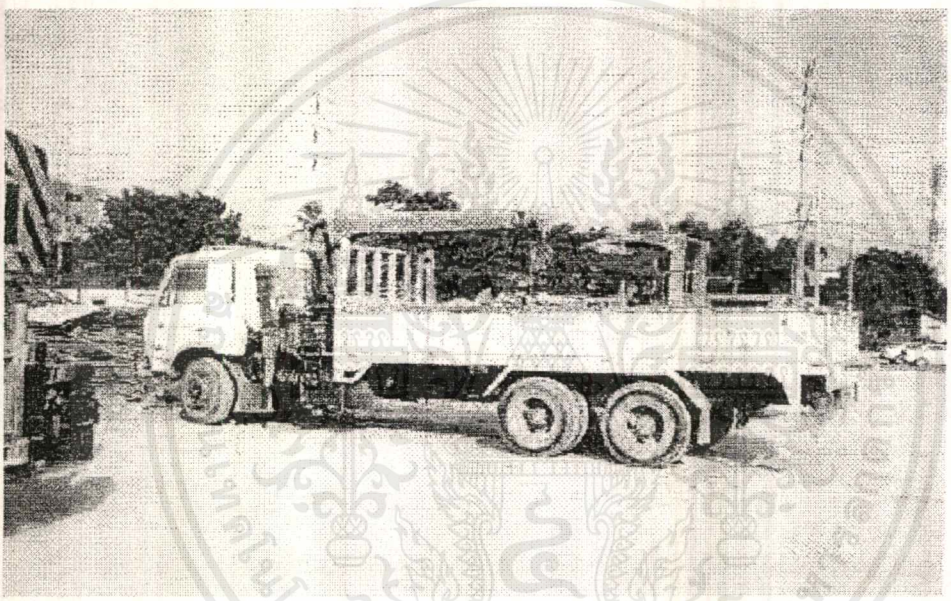
เป็นเครื่องยกที่มีประสิทธิภาพการยกน้ำหนักได้ดีกว่า Tower Crane แต่มีข้อเสียในด้านการยกซึ่งจะยกได้สูงน้อยกว่า อีกทั้งสามารถเคลื่อนที่ได้สะดวกกว่า Tower Crane ดังนั้นจึงเหมาะกับงานในโครงการนี้ซึ่งเป็นการก่อสร้างถนน

หากจะแบ่งตามลักษณะของล้อก็สามารถแบ่งได้เช่นเดียวกับ Backhoe คือ

1. ประเภทที่เป็นล้อยาง (Truck Crane)

- Truck Mounted Crane

คือ เครนที่ติดตั้งอยู่บนรถบรรทุก เป็นเครนขนาดเล็ก ยกน้ำหนักได้น้อยเพียง 500 กิโลกรัม หรือบางชนิดอาจได้ประมาณ 1 ตัน



รูปที่ 4.59

Truck Mounted Crane

- Hydraulic Truck Crane

เป็นเครนที่มีแขนยื่นยกวัสดุเป็นแบบยืดหรือหดแขนได้(Telescopic Boom) โดยใช้กระบอกไฮโดรลิค ข้อดีคือสามารถยืดหดแขนได้ ทำให้ไม่กินเนื้อที่ วิ่งรถไปมาได้สะดวก จึงใช้งานได้ดีกับโครงการประเภทงานถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Truck Crane Lattice Boom

เป็นเครนที่มีแขนยื่นยกวัสดุเป็นโครงเหล็กประกอบเป็นท่อนๆ ยาวท่อนละ 3-6 เมตร แขนยกนั้นจะมีน้ำหนักที่เบากว่าแบบ Hydraulic Truck Crane ทำให้ยกวัสดุได้น้ำหนักมากๆ โดยโครงแขนทำหน้าที่รับแรงอัดซึ่งสามารถต่อแขนยก (Boom) ให้ยาวขึ้นเพื่อยกวัสดุขึ้นได้สูงๆ

รูปที่ 4.60

Truck Crane Lattice Boom

เครนประเภทล้อยางนี้จะรับน้ำหนักได้น้อย ดังนั้นจึงมักจะต้องใช้เท้าช้าง (Outrigger Support) ซึ่งเป็นขา Hydraulic ที่กางออกมาทางด้านข้างเพื่อยืนรับน้ำหนัก

2. ประเภทที่เป็นตีนตะขาบ (Crawler Crane)

เป็นเครนที่เคลื่อนที่ได้ช้ามาก ไม่สามารถวิ่งบนถนนราดยางได้เพราะจะทำให้ผิวถนนเสียหาย การเดินทางไกลต้องใช้บรรทุกด้วยรถเทรลเลอร์ การที่ล้อเป็นเป็นลักษณะตีนตะขาบจึงเหมาะกับงานทุรกันดารเป็นเนินดิน เป็นแอ่ง ซึ่งรถล้อยางจะทำงานได้ลำบาก ลักษณะการทำงานจะเหมือนกับเครนประเภท Lattice Boom แต่เวลายกของหนักๆจะยืนอยู่บนตีนตะขาบได้เลย ไม่ต้องใช้ Outrigger Support ในโครงการนี้การทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่และการทำ Diaphragm Wall จะใช้เครนประเภทนี้เป็น Service Crane เพราะยกน้ำหนักอุปกรณ์ต่างๆใน Site ได้ดี และเคลื่อนที่ได้สะดวกในพื้นที่ก่อสร้างที่ค่อนข้างขรุขระ ข้อเสียก็คือต่อแขนยกได้ช้าทำให้ต้องหยุดทำงานแล้ววางแขนยกวัสดุนอนลงมาเพื่อต่อเป็นท่อนๆ ดังนั้นเมื่อแขนยกยาวๆจะทำให้เคลื่อนรถได้ช้าและลำบากกว่าแบบ Telescopic Boom

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการทำงาน

-โดยปกติจะสามารถยกวัตถุได้น้ำหนักมากเมื่อยกทางท้ายของเครื่องยก ส่วนทางด้านข้างจะยกได้น้อยลง

- รัศมีการยกขึ้นอยู่กับน้ำหนักของชิ้นวัตถุ และควรเผื่อน้ำหนักที่ยกไว้อย่างน้อย 5 %

การใช้งาน

ใช้ในการยกของที่หนัก สามารถเคลื่อนที่ได้ ในบางครั้งที่วัตถุมีน้ำหนักไม่มาก อาจเคลื่อนที่ไปพร้อมๆ กับการยกวัตถุด้วยก็ได้ แต่มีข้อจำกัดในด้านความสูง

4. แคลมเชลล์ (Clamshell)

ประกอบด้วยบุ้งกี๋รูปเปลือกหอยห้อยจากแขนที่ต่อประกอบกับ Service Crane ส่วนที่เป็นเปลือกหอยทั้ง 2 ส่วนจะเปิดอ้าออก และปล่อยลงมากระแทกดินที่จะขุด จากนั้นก็จะหุบปิดเก็บเอาดินไว้ภายในฝา แล้วยกออกมาคายทิ้ง มีทั้งควบคุมการทำงานด้วยสายเคเบิล แต่ในโครงการนี้ใช้การควบคุมด้วยระบบไฮโดรลิคซึ่งเป็นระบบที่ทันสมัยกว่า

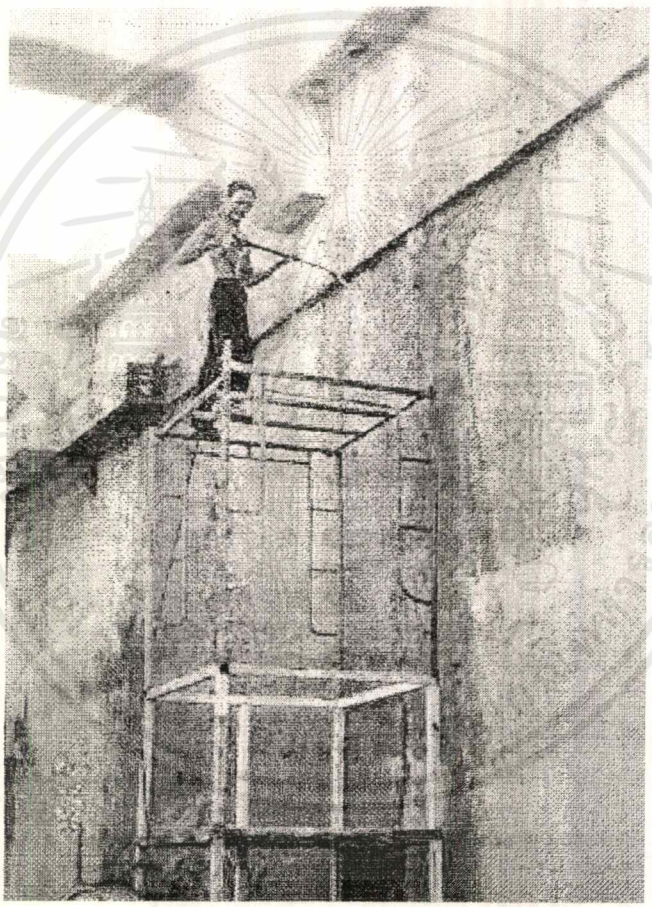
การใช้งาน

นอกจากการขุดดินในผนัง Diaphragm Wall ดังในโครงการแล้ว Clamshell ยังสามารถใช้ในการขุดดินสำหรับงานเสาเข็มเจาะ งานฐานราก ร่องระบายน้ำ และห้องใต้ดิน งานขนถ่ายวัสดุขึ้นลงเพราะสามารถกำหนดตำแหน่งที่จะปล่อยดินให้ตกลงมาได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตกแต่งผิวผนัง Diaphragm Wall

หลังจากการทำส่วนของ Diaphragm Wall ในทางลอดลดระดับแล้ว จะทำการตกแต่งผิวของ Diaphragm Wall ซึ่งส่วนที่ทำ Finishing นี้จะมีความหนา 20 ซม. โดยจะทำเป็นช่วง ๆ กว้างประมาณช่วงละ 10 เมตร เริ่มจากการทำความสะอาดผิวผนังคอนกรีต โดยการฉีดน้ำที่มีแรงดันสูงไปที่ผนัง เพื่อให้พวกเศษปูนและสิ่งสกปรกหลุดร่อนออกมา หลังจากนั้นทำการฝังเหล็กเสริมขนาด RB12 ซึ่งมีความยาวประมาณ 80 ซม. เข้าไปในผนัง ซึ่งลึกเข้าไปในผนัง 40 ซม. แล้วในส่วนของเหล็กเสริมที่ยื่นออกมาจะทำการหักงอมุม 90 ° ที่ปลาย มีความยาวประมาณ 30 ซม. โดยเหล็กเสริมที่ฝังนี้จะฝังทุก ๆ ระยะ 1 เมตร ตลอดช่วงของผนังคอนกรีต

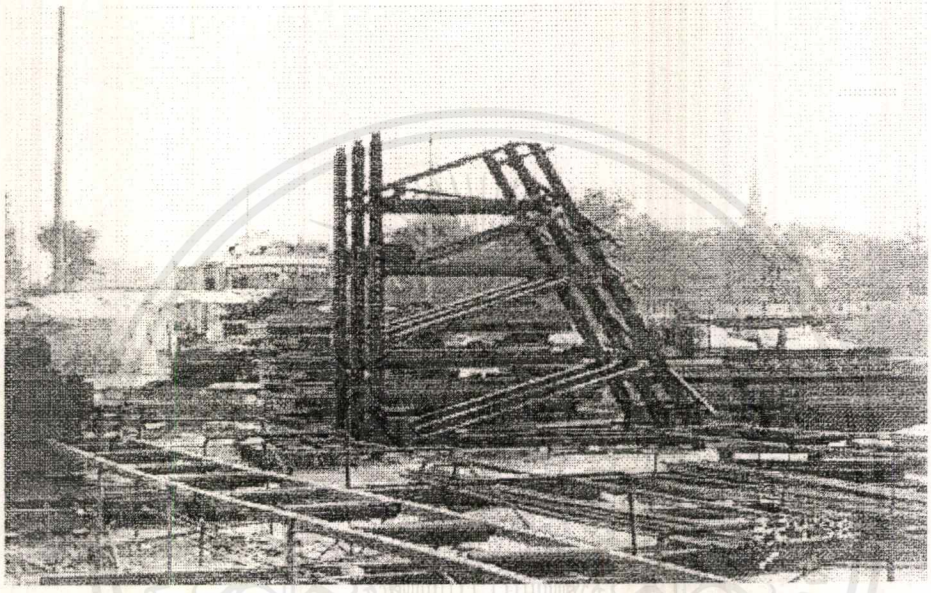


รูปที่ 4.61

การทำความสะอาดผิวผนังก่อนทำ Finishing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นนำเหล็กตะแกรงขนาด RB12 ระยะห่าง 25 ซม. ช่วงกว้างประมาณ 10 เมตร โดยความสูงจะเปลี่ยนแปลงตาม Profile ของพื้น มายึดติดกับเหล็กเสริมที่ฝังอยู่ในผนังตามจุดต่าง ๆ หลังจากนั้นนำไม้แบบมาติดตั้งโดยยึดกับเฟรมรูปตัว A ดังรูป 4.62 ตลอดความสูงของผนัง เพื่อใช้เป็นตัวค้ำยันแบบผนัง มิให้เกิดการเคลื่อนตัว เนื่องจากแบบผนังมีความสูงมาก ดังนั้นจึงมีแรงดันด้านข้างมาก จะต้องทำการตรวจสอบให้ได้ดิ่งและให้ได้แนว ทำการติดแบบด้านข้างซ้ายและขวาด้วย สำหรับผนังที่ด้านข้างได้ทำ Finishing Wall เสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว แบบด้านข้างจึงไม่จำเป็นต้องใช้



รูปที่ 4.62
ส่วนด้านล่างของเฟรมรูปตัว A

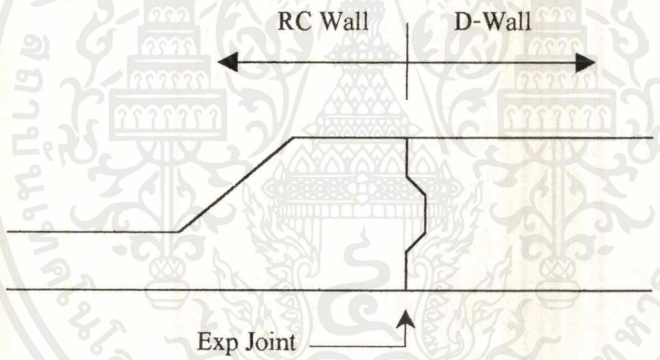
ทำการเทคอนกรีต โดยการหย่อนท่อลงไปในท่อ PVC ซึ่งได้ติดตั้งไว้แล้วในขั้นตอนของการทำ Cap Beam โดยจะเทคอนกรีตลงในท่อตามท่อ PVC ต่างๆ ตลอดแต่ละช่วงของผนังคอนกรีต โดยในตอนแรกจะเทคอนกรีตประมาณครึ่งหนึ่งของความสูงของผนัง จากนั้นจึงทำการเทคอนกรีตต่อจนสุดความสูงของผนัง เมื่อทำการเทคอนกรีตเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว จะทำการตัดท่อ PVC ส่วนที่เหนือของ Cap Beam ออกแล้วทำการอุดรูภายในท่อคอนกรีตและตกแต่งผิวให้เรียบร้อย สำหรับในส่วนของรอยต่อครึ่งหนึ่งของความสูงผนัง จะทำการสกัดผิวบริเวณรอยต่อออกแล้วทำการตกแต่งผิวบริเวณนั้นอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 RC Wall

เป็นผนังที่อยู่ช่วงทางเข้า และทางออกของทางลอดลดระดับ ซึ่งมีความยาวด้านละ 181 เมตร โดยจะทำการก่อสร้างภายหลังจากที่ได้ทำ Base Slab ในช่วงนั้นเสร็จ ลักษณะของ RC Wall นี้ จะเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วๆ ไป โดยในช่วงแรกของการทำนั้น จะผูกเหล็กเสริมของผนังไปพร้อมๆ กับผูกเหล็กเสริมของ Base Slab เลย เนื่องจากความสูงของผนังนั้นยังมีไม่มาก และเมื่อความลึกมากกว่า 1 เมตรขึ้นไปการทำงานจะลำบากขึ้น จึงได้ทำการผูกเหล็กผนังภายหลังจากผูกเหล็กพื้นเสร็จแล้ว โดยที่รอยต่อของพื้นนั้นจะมีเหล็กเสริมโผล่มาสำหรับต่อกับเหล็กเสริมของผนัง RC Wall

ผนัง RC Wall นั้น จะไม่มีการทำ Finishing นอกจากจะมีความไม่สมบูรณ์บางจุดเท่านั้น จึงมีการตกแต่งผิวให้ดีขึ้น ดังนั้นไม้แบบที่ใช้จะต้องมีความเรียบ คงทน และไม่บิดงอง่าย ในโครงการนี้จึงใช้ไม้อัดสำเร็จรูปของ Doka ซึ่งมีความแข็งแรงสามารถใช้งานได้ดี สำหรับรอยต่อของผนัง RC Wall และ Diaphragm Wall เนื่องจากผนังทั้ง 2 ส่วนนี้ มีความหนาไม่เท่ากันคือ RC Wall หนา 0.45 เมตร ส่วนผนัง Diaphragm Wall จะมีความหนา 0.80 เมตร ดังนั้นรอยต่อจะต้องมีการทำให้มีความต่อเนื่องกัน โดยจะมีลักษณะเป็นดังรูป



รูปที่ 4.63
รอยต่อระหว่างผนัง RC Wall และผนัง Diaphragm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 งานพื้น

ส่วนของงานพื้นนั้นในการก่อสร้างทางลอดลดระดับจะมีอยู่หลายส่วนที่ทำ ได้แก่

1. Top Slab จะมีอยู่ทั้งหมด 3 ช่วงวางพาดอยู่บน Diaphragm Wall

2. Base Slab จะเป็นส่วนของพื้นถนนในทางลอดลดระดับ

3. Bearing Unit เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่าง Top Slab กับ ถนนรอบวงเวียน จะมีอยู่ทั้งหมด 4 แห่ง

4. Approach Slab เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นถนนในทางลอดลดระดับ กับ ถนนทางที่จะเข้าทางลอดลดระดับ

4.4.1 Top Slab

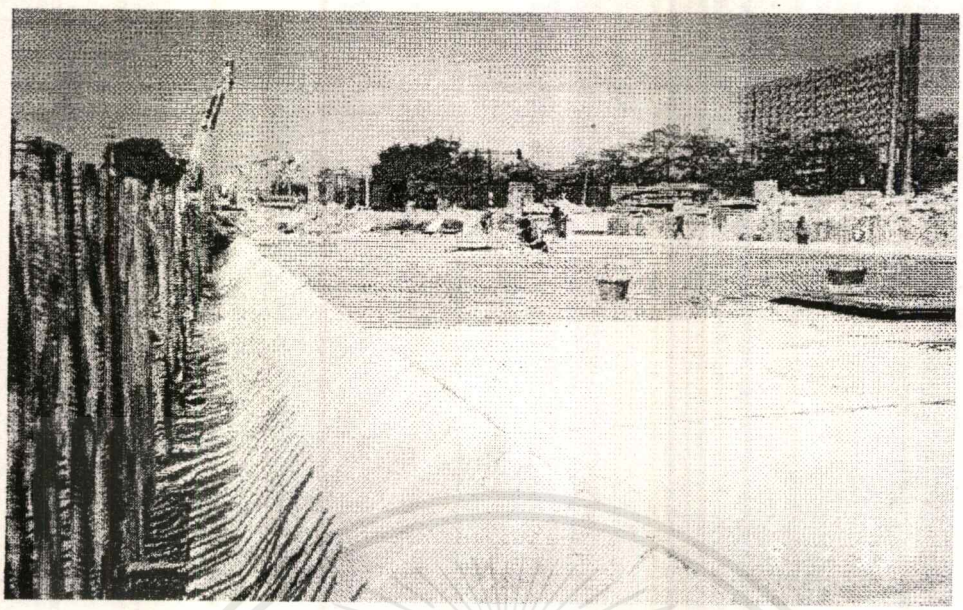
Top Slab คือส่วนที่เป็นพื้นถนนที่วางพาดบน Diaphragm Wall ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ซึ่งจะมีอยู่ทั้งหมด 3 ช่วง โดย 2 ช่วงจะเป็นทางสำหรับให้รถวิ่งผ่านบริเวณวงเวียน และอีก 1 ช่วง จะเป็นทางเดินเท้าซึ่งอยู่บริเวณกลางวงเวียน ซึ่งมีความกว้างประมาณ 18.50 เมตร ยาวประมาณ 40.00 เมตร และหนาประมาณ 1 เมตร

ขั้นตอนการก่อสร้าง Top Slab นั้น จะต้องทำหลังจากที่ Diaphragm Wall ได้ทำเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว และส่วนของ Top Slab จะทำไปพร้อมๆ กับการทำ Cap Beam โดยจะต้องทำการใส่เหล็กเสริมของ Cap Beam ตามแบบที่กำหนด จากนั้นก็จะต้องปรับพื้นดินบริเวณที่จะทำ Top Slab ให้ได้ระดับเสียก่อน เพื่อที่จะได้วางแบบของ Top Slab ได้อย่างเหมาะสม โดยบริเวณรอยต่อของ Top Slab กับ Cap Beam นั้น ลักษณะด้านข้างของ Top Slab จะทำเป็นแนวลาดเอียงเพื่อช่วยรับแรงเฉือน ซึ่งการวางไม้แบบนั้นจะต้องวางให้ได้ระดับตามที่ได้ทำการ Survey ไว้ เพื่อให้มีความผิดพลาดน้อยที่สุด แต่เนื่องจากไม้แบบนั้นมีลักษณะเป็นแผ่นยาว ๆ ดังนั้นรอยต่อของไม้แต่ละแผ่นจะทำให้เกิดความผิดพลาดของระดับได้

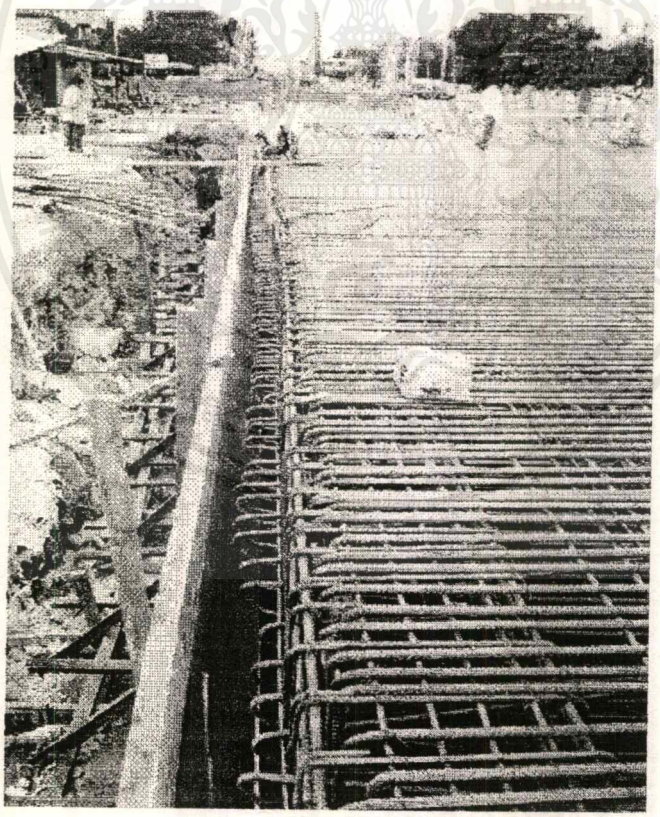
ในโครงการนี้จึงใช้อุปกรณ์ที่ทำจาก PVC ซึ่งมีลักษณะเส้นยาว ๆ วางไปบนไม้แบบให้ตั้งฉากกับแนวของ Diaphragm Wall โดยจะทำให้ท้องพื้น Top Slab เกิดลายเส้นขึ้นมาที่ระยะทุกๆ 2 เมตร เพื่อใช้สำหรับพรางตา โดยเส้น PVC นี้จะถูกแกะออกหลังจากการแกะแบบ จากนั้นจึงวางเหล็กเสริมล่างของ Top Slab โดยจะใช้ลูกปูนรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. หนุนด้านล่างของแนวเหล็กเสริมเพื่อให้ได้ระยะ Covering ตามที่ต้องการ

เนื่องจากความหนาของ Top Slab มีความหนามาก (ประมาณ 1 เมตร) ทำให้เหล็กเสริมด้านล่างกับเหล็กเสริมด้านบนมีระยะห่างค่อนข้างมากดังนั้นจึงมีอุปกรณ์เสริม เพื่อค้ำยันระหว่างเหล็กเสริมด้านล่างกับเหล็กเสริมด้านบน ซึ่งเป็น Prop เหล็กมาค้ำตามจุดต่าง ๆ เพื่อให้ระยะเหล็กเสริมด้านล่างกับเหล็กเสริมด้านบน มีระยะห่างที่เหมาะสม โดยที่ปลายด้านบนของ Prop เหล็กนี้ จะมี U-Head ติดอยู่ เพื่อรองรับท่อนเหล็กรูปพรรณสี่เหลี่ยมกลวงที่ใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับรองรับเหล็กเสริมด้านบน ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้จะอยู่ภายในของ Top Slab และไม่สามารถเอาออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

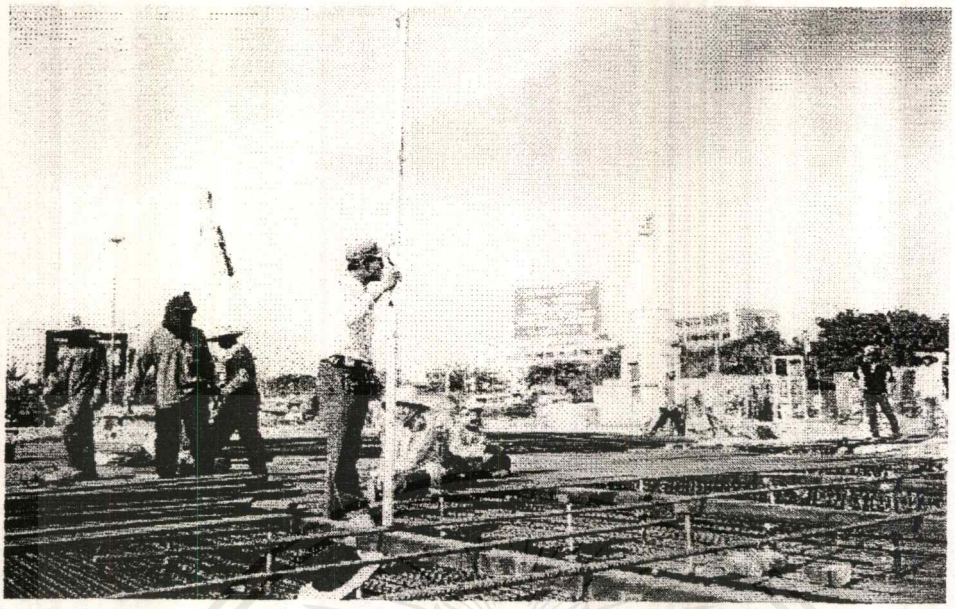


รูปที่ 4.64
การทำแบบใต้พื้น Top Slab

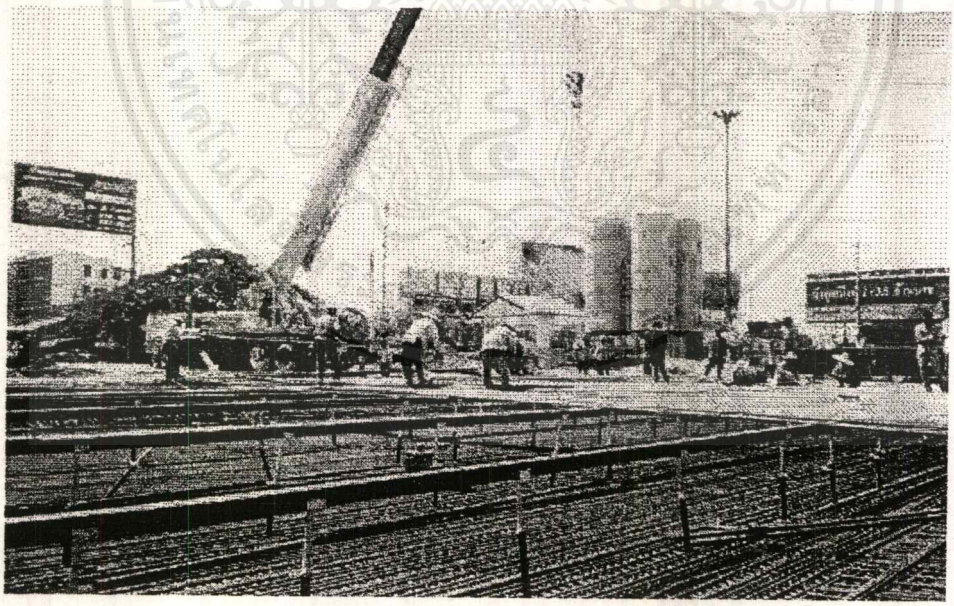


รูปที่ 4.65
การตีแบบด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.66
การส่องกล้องเพื่อเช็คระดับพื้น Top Slab



รูปที่ 4.67
การผูกเหล็กและการค้ำยันเหล็กบนกับเหล็กล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.68

การเทคอนกรีต Top Slab

รูปที่ 4.69

พื้นผิว Top Slab เมื่อเทคอนกรีตเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนของการวางเหล็กเสริมแล้ว ก็จะทำการติดตั้งแบบด้านข้างของ Cap Beam ตรงบริเวณที่ทำ Top Slab ซึ่งในบริเวณส่วนของ Cap Beam นี้ จะมีการฝังท่อ PVC ทะลุ Cap Beam ลงไป เพื่อใช้เป็นทางสำหรับการเทคอนกรีตที่ใช้ในการตกแต่งผิวของผนัง Diaphragm Wall ซึ่งท่อนี้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 5 นิ้วจากนั้นจึงทำการเทคอนกรีต ซึ่งในการเทคอนกรีตจะใช้ Pump ช่วยในการเท เพื่อความสะดวกในการทำงาน ซึ่งในการเทคอนกรีตของ Top Slab แต่ละช่วง จะใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมง ดังนั้นจึงต้องมีการใส่สารหน่วงการเซตตัวของคอนกรีต เพื่อให้คอนกรีตมีความต่อเนื่องกันตลอดทั้งแผ่นพื้น

เมื่อคอนกรีตที่เทเซตตัวได้กำลังพอสมควร อย่างน้อย 3 วัน ก็จะทำการถอดแบบข้างของ Cap Beam ที่เชื่อมติดกับ Top Slab ออก ส่วนแบบด้านล่างของ Top Slab นั้นจะถอดออกในช่วงของการขุดดิน เพื่อก่อสร้างภายในทางลอดลดระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 Base Slab

คือ ส่วนพื้นของทางลอดลดระดับนี้ ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ช่วงด้วยกัน ได้แก่

1. ช่วงของ RC-Wall (Reinforced Concrete Wall)
2. ช่วงของ D-Wall (Diaphragm Wall)

Base Slab ช่วง RC-Wall

จะอยู่ที่ระดับ +0.00 ถึง – 3.44 เมตรต่ำกว่าระดับผิวดิน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ Profile ของพื้น โดยในการก่อสร้าง Base Slab ช่วงนี้จะทำงานไล่เข้าไปจากด้านทางเข้าของทางลอดที่ระดับเดียวกับผิวถนนด้านนอกไล่เข้าไปเรื่อยๆ จนชนกับส่วนที่เป็น Base Slab ของ Diaphragm Wall การก่อสร้าง Base Slab นี้จะแบ่งเป็นช่วงๆ ประมาณ 50-70 เมตร ขึ้นอยู่กับว่าเตรียมการได้แค่ไหน โดยในช่วงแรก Base Slab จะอยู่ที่ระดับใกล้เคียงกับระดับผิวถนน ดังนั้นการก่อสร้างจึงทำเพียงแค่ขุดดินให้ได้ตาม Profile และปรับระดับให้เรียบ จากนั้นก็ทำการเท Lean Concrete มีความหนาประมาณ 10 เซนติเมตร ซึ่งการเทคอนกรีตหยาบนี้มีประโยชน์เช่น

- เพื่อรัดหัวเข็มเอาไว้ด้วยกันเป็นกลุ่ม และอยู่ในตำแหน่ง

- เพื่อทำให้ได้ระดับเรียบตรงตามแบบ สะดวกต่อการวางเหล็ก

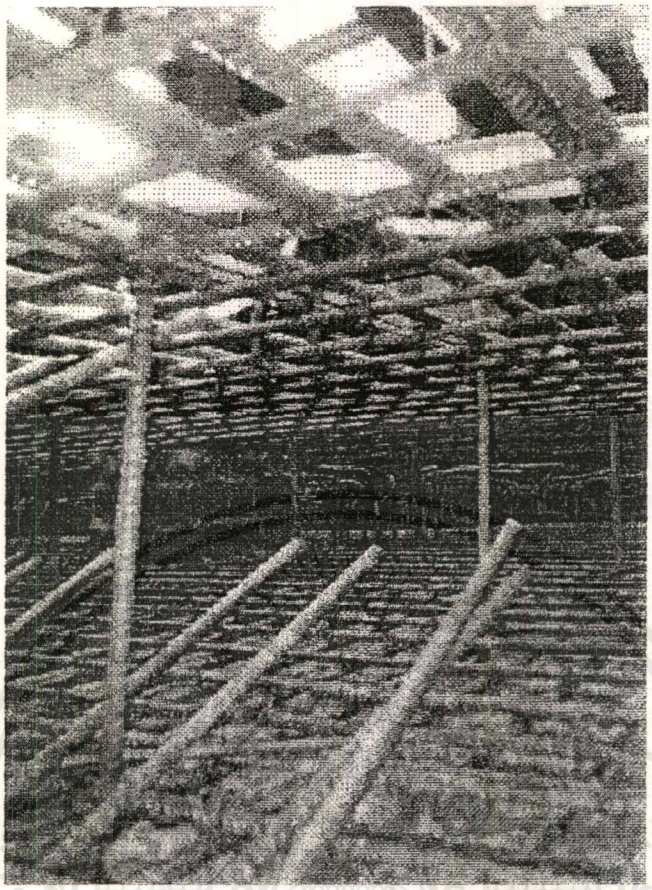
- เพื่อให้การทำงานต่างๆ ทำได้ง่ายขึ้นเมื่อเทคอนกรีตหยาบ

เมื่อ Lean Concrete แข็งตัวสามารถรับแรงได้บ้างก็จะเริ่มทำการขนเหล็กมาเตรียมไว้ เพื่อจะทำการผูกเหล็กต่อไป

การผูกเหล็กของ Base Slab นั้นเหล็กล่างจะให้เหล็กข้างสั้น คือช่วงตามขวางของถนนอยู่ด้านล่างของเหล็กช่วงตามยาวถนน เนื่องจากเหล็กช่วงสั้นต้องรับ Moment มากกว่า โดยในการผูกเหล็กนั้นจะต้องมีลูกปูนหนุนด้านล่างเพื่อให้ได้ระยะ Covering ของเหล็กกับผิวคอนกรีตตามแบบ สำหรับเหล็กบนนั้นก็จะให้เหล็กด้านสั้นอยู่ด้านบนของเหล็กด้านยาวด้วยเหตุผลดังกล่าว

ความหนาของ Base Slab ประมาณ 45 เซนติเมตร โดยมี Slope จาก centerline 2% ระยะ Covering ด้านบน 5 เซนติเมตร ด้านล่าง 7.5 เซนติเมตรตามแบบ ทำให้เหล็กล่างกับเหล็กบนมีระยะห่างกันประมาณ 30 เซนติเมตร ดังนั้นจะต้องใช้ Prop เหล็กเป็นตัวค้ำระหว่างเหล็กบนกับเหล็กล่าง โดยจะค้ำห่างกันเป็นช่วงๆ เพื่อไม่ให้เหล็กแอ่นตัวลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

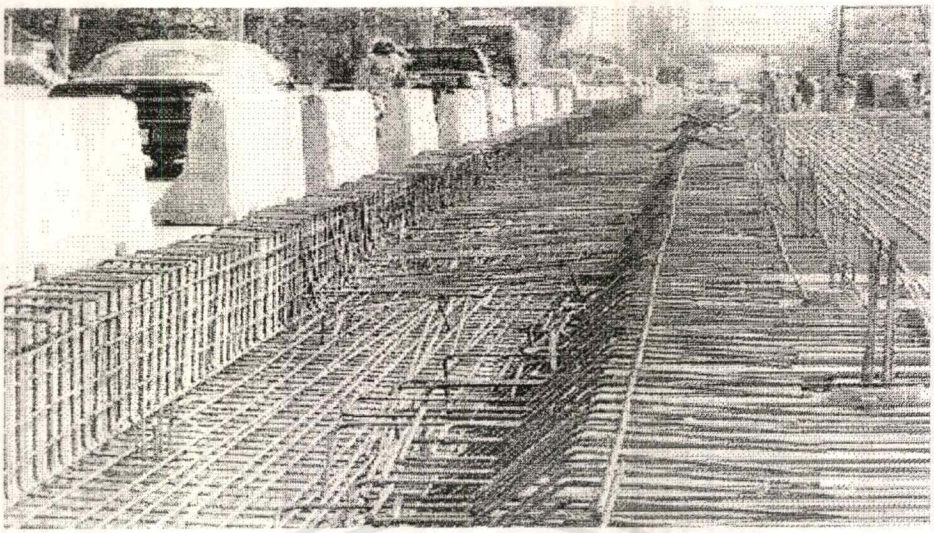


รูปที่ 4.70
การค้ำเหล็กบนกับเหล็กล่างไว้

สำหรับส่วนที่อยู่ลึกลงไปจากผิวดินประมาณ 2 เมตรขึ้นไป จะต้องมีการติดตั้ง Temporary Strut ที่บริเวณใกล้ๆ กับผิวดิน โดยที่ภายนอกของบริเวณทางลอดที่จะทำการฝัง Sheet Pile ไว้สำหรับป้องกันการพังทลายของดินอยู่ก่อนแล้วตั้งแต่ตอนแรกของการทำ Base Slab ช่วงนี้ ดังนั้น Temporary Strut ก็จะนำไปค้ำกับ Sheet Pile เหล่านี้ โดยที่ส่วนของ Sheet Pile ที่ไม่ได้สัมผัสกับ Temporary Strut โดยตรง จะทำการเทปูนลงไปในเพื่อให้หน้าสัมผัสของ Strut สัมผัสกับ Sheet Pile เต็มที่

เมื่อทำการติด Temporary Strut เรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการขุดดินต่อลงไปถึงระดับความลึกของ Profile ที่ต้องการโดยในการขุดดินจะใช้รถ Backhoe เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในการขุดดิน สำหรับบริเวณที่เป็นเสาเข็มก็จะขุดดินบริเวณนั้นออก และใช้ Fiber ตัดหัวเสาเข็มในระดับที่ต้องการตามแบบ เมื่อขุดดินและตัดหัวเสาเข็มเสร็จแล้วก็จะทำการเท Lean Concrete และตีแบบ ผูกเหล็กเสริมตามขั้นตอน ส่วนบริเวณด้านข้างของ Base Slab นั้น จะต้องทำการฝังเหล็ก Dowel ไว้ เพื่อเตรียมสำหรับการทำผนัง RC-Wall ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เมื่อผูกเหล็กเสร็จก็จะทำการเทคอนกรีต หลังจากนั้นก็จะทำการบ่มคอนกรีตโดยในโครงการนี้ใช้ทรายปิดผิวบนของ Base Slab และฉีดน้ำ ทำการบ่มคอนกรีตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.71
การผูกเหล็กเสริม

รูปที่ 4.72
การเทโดยใช้รถปั๊มคอนรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

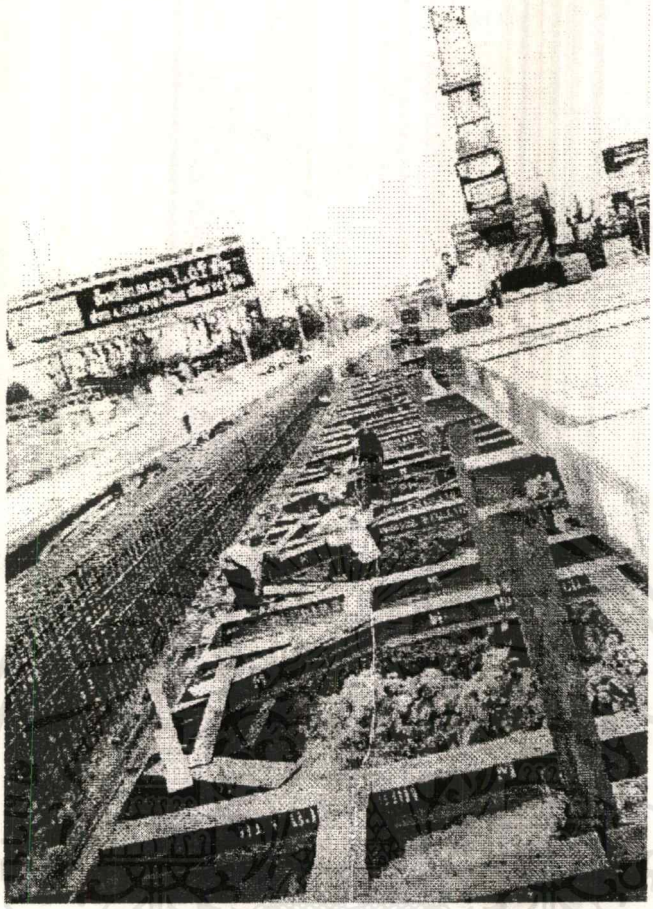
Base Slab ช่วง D-Wall

จะอยู่ที่ระดับ –3.44 ถึง –7.695 เมตรจากระดับผิวดิน โดยจะเป็นไปตาม Profile ในแบบ ซึ่งในโครงการนี้เริ่มทำ Base Slab ส่วนแรก บริเวณช่วงกลางของ Diaphragm Wall ซึ่งมีความลึก 7.87 เมตร เริ่มแรกก็จะทำการกด King Post ซึ่งเป็นเสาเหล็กรูปพรรณ โดยจะกดลึกลงไปจากระดับดินเดิมประมาณ 11 เมตร โดยใช้ Vibro Hammer เป็นตัวกด

รูปที่ 4.73
ลักษณะของKing Post ที่ปักลงไปในดิน

จุดประสงค์ของการมี King Post ก็เพื่อที่จะวางแผ่นเหล็กด้านบนของ King Post เพื่อทำเป็นพื้นชั่วคราวซึ่งจะใช้เพื่อให้เครื่องจักร เช่น Service Crane และ Backhoe สามารถขึ้นไปทำงานบนพื้นส่วนนี้ได้ โดยเริ่มต้นจะให้ Backhoe ขึ้นไปบนพื้นเหล็กนี้ แล้วทำการขุดดินผิวบนของส่วนที่จะทำ Base Slab

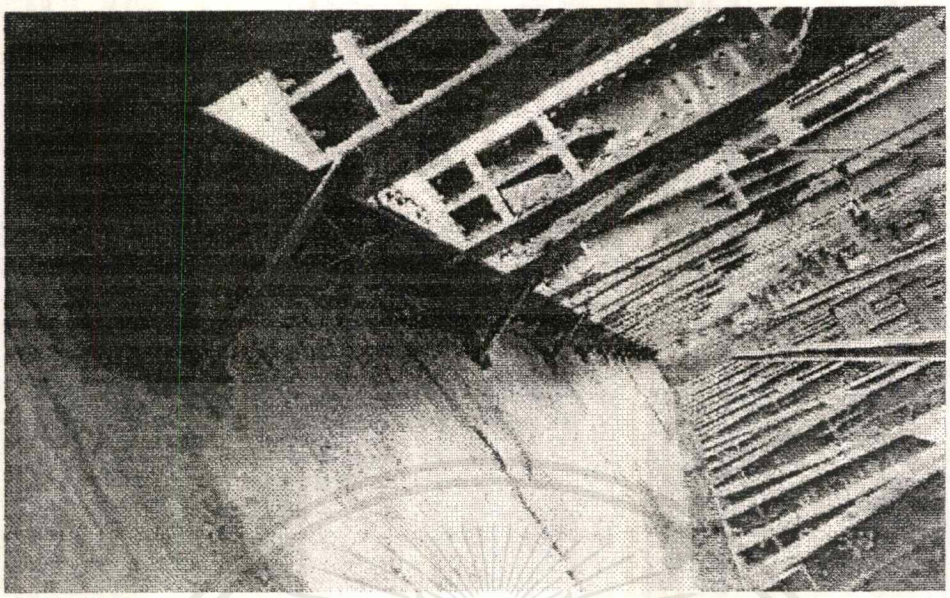
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



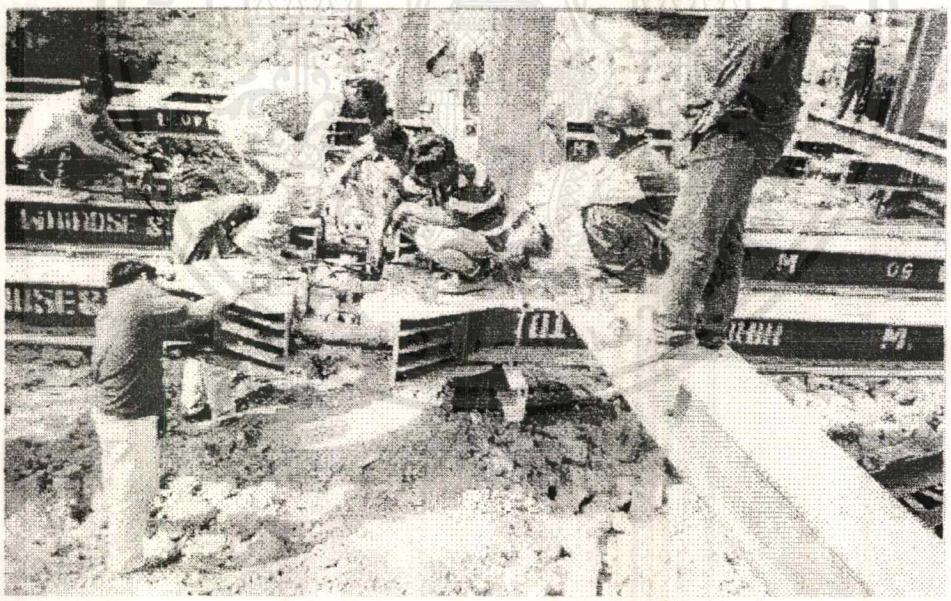
รูปที่ 4.74
Plateform จะถูกสร้างขึ้นเพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้สะดวก

เมื่อขุดดินลงไปได้ประมาณ 2 เมตร ก็จะทำการติดตั้ง Temporary Strut ชั้นแรก โดยที่ปลายของ Strut จะค้ำอยู่กับเหล็กรูปพรรณซึ่งติดตั้งอยู่ในแนวของ Diaphragm Wall ซึ่งจะต้องมีการ Grout บริเวณหน้าสัมผัสของเหล็กรูปพรรณกับแนวของผนัง Diaphragm Wall เพื่อให้มีการกระจายแรงที่ดีขึ้น ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.75
ลักษณะการค้ำของ Strut กับ Diaphragm Wall



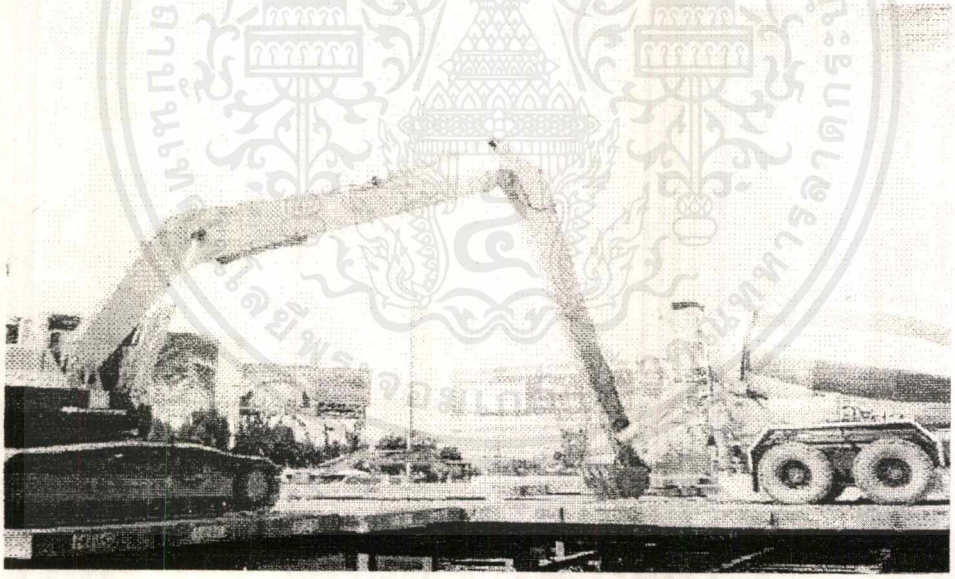
รูปที่ 4.76
การเพิ่มแรงค้ำยันผนัง D-wall ให้กับตัว Strut โดยใช้ Hydraulic เป็นตัวเพิ่มแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของ Strut นั้นจะต้องมีอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบแรงดัน ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเพิ่มแรงดันได้ด้วย Hydraulic โดยจะมีเครื่องมือวัดแรงดัน สำหรับโครงการนี้ได้กำหนดไว้ว่าให้ใช้แรงดัน 60 ตัน โดยจะต้องทำการอัดแรงให้ได้ตามที่กำหนดใน Strut ทุกๆ ตัว

เมื่อทำการติด Strut ชั้นแรกเสร็จเรียบร้อยก็จะใช้ Backhoe ขุดดินต่อลงไปอีก จนถึงระดับประมาณ 4 เมตรจากระดับผิวดิน ก็จะต้องใช้ Service Crane ยก Backhoe ลงไปที่ผิวดินด้านล่าง เพื่อทำการขุดต่อไปอีกจนได้ระดับประมาณ 6 เมตร ก็จะทำการติดตั้ง Strut ชั้นที่2 เพื่อค้ำยัน Diaphragm Wall มิให้เกิดการพังทลายโดยหลักการติดตั้งจะเหมือนกับการติดตั้ง Strut ชั้นที่1 จากนั้นก็จะขุดดินต่อลงไปให้ได้ความลึกตาม Profile ของพื้น

ในส่วนของการขุดดินใต้พื้น Top Slab ก็ไม่แตกต่างกับการขุดดินในส่วนอื่น นอกจากในส่วนนี้จะต้องยก Backhoe ลงไปด้านล่างเลยแล้วจึงทำการขุดดิน ในส่วนของ Top Slab นี้จะไม่มีการติดตั้ง Strut ทั้งนี้เนื่องจาก Top Slab สามารถเป็นเสมือน Strut จึงไม่จำเป็นต้องติดตั้ง โดยจะมีการติดตั้ง Spot Light เพื่อสะดวกในการทำงาน เมื่อขุดเสร็จก็จะทำการปรับพื้นบริเวณที่จะทำ Base Slab จากนั้นก็จะทำการเท Lean Concrete โดยในการเทจะใช้บุ้งกี๋ของ Backhoe เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ลำเลียงจากรถคอนกรีต เพื่อนำลงไปเทที่ Base Slab โดยจะต้องเทให้ทั่ว และทำการเกลี่ยให้ได้ระดับตามต้องการ

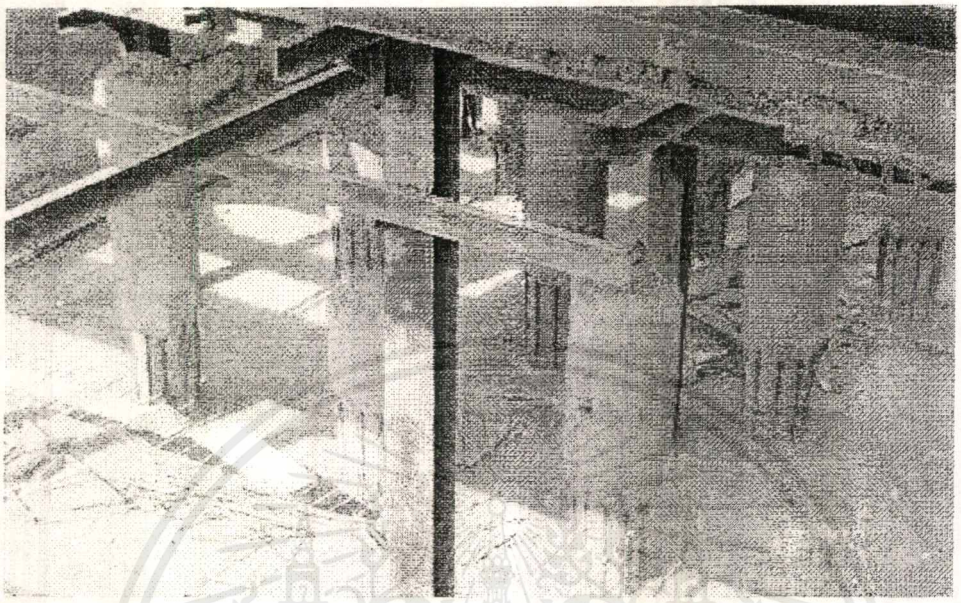


รูปที่ 4.77
การเทคอนกรีตหยาบโดยอาศัยบุ้งกี๋ของ Backhoe เป็นตัวลำเลียง

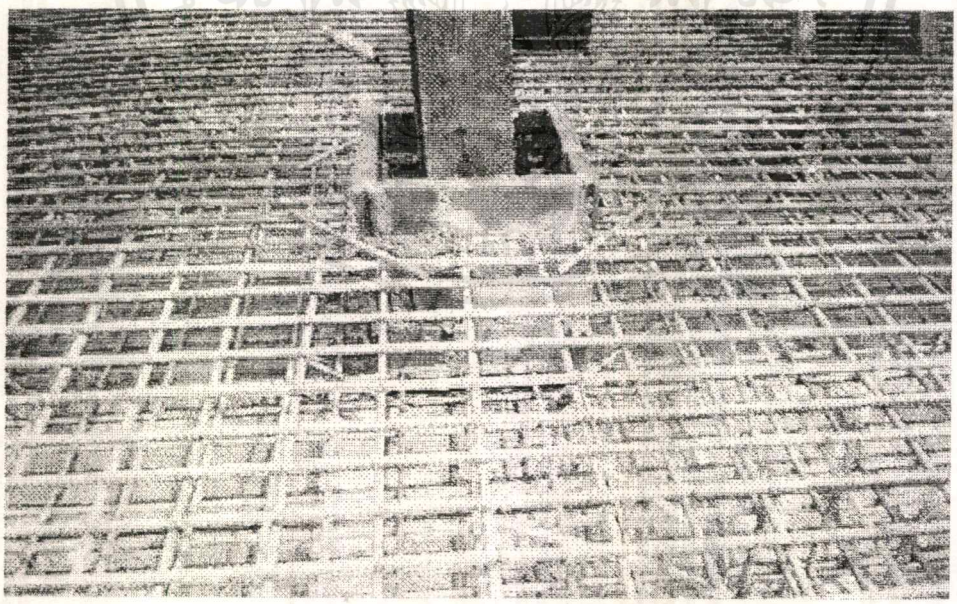
เมื่อเท Lean Concrete เสร็จแล้วก็จะเตรียมทำพื้นต่อไป โดยเริ่มทำการผูกเหล็กในบริเวณที่จะเทพื้น ส่วนบริเวณเสาเข็มนั้นจะต้องทำการตัดหัวเสาเข็ม โดยจะใช้เครื่องมือสกัดส่วนของคอนกรีตรอบนอกเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสริมของเสาเข็มเจาะ จากนั้นก็จะใช้ Fiber ตัดเหล็กเสริมให้ขาดออกจากกัน โดยใช้ Backhoe ค่อยๆ ดันเสาเข็มส่วนที่ตัดออกให้ล้ม แล้วขนย้ายออกไปจากบริเวณที่ทำงาน

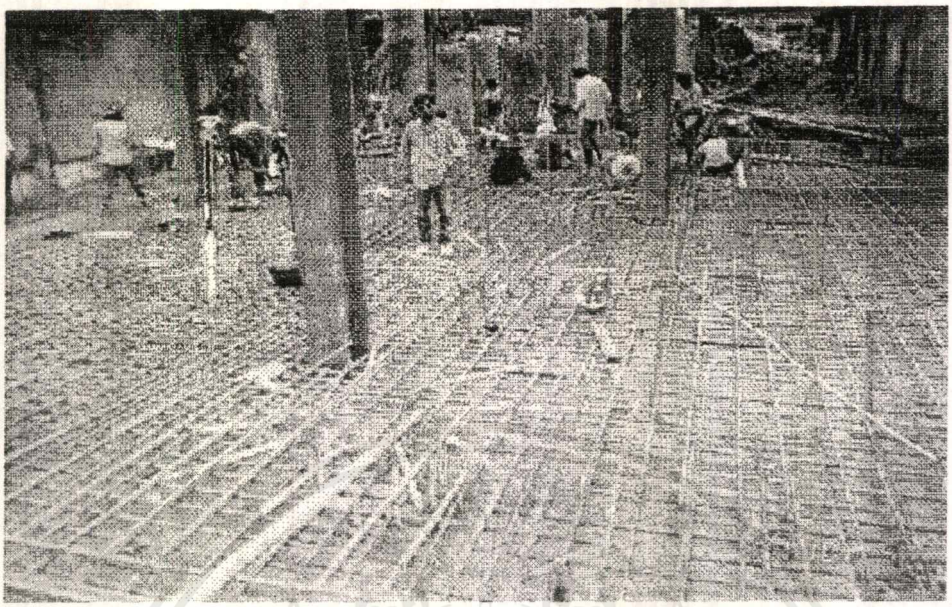


รูปที่ 4.78
การสกัดหัวเสาเข็มก่อนจะตัดด้วย Fiber



รูปที่ 4.79
การ Block out พื้นบริเวณที่ปัก King Post

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.80
การผูกเหล็กและงอเหล็กเสาเข็มเจาะ

ในส่วนของการเทพื้นบริเวณ King Post นั้น จะทำการ Block out พื้นส่วนนี้ไว้ ซึ่งจะทำการเทหลังจากได้ถอน King Post ออก

ลักษณะของการวางเหล็กเสริมก็จะเหมือนกับการทำพื้นทั่วไป โดยเหล็กล่างนั้นจะให้เหล็กช่วงสั้นวางอยู่ด้านล่าง และใช้ลูกปูนหนุนเพื่อให้ได้ระยะ Covering สำหรับเหล็กบนนั้น เนื่องจากความหนาของพื้นคือ 0.8 เมตร ดังนั้นการที่จะวางเหล็กเสริมบนจะต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการค้ำยันเหล็กบน โดยจะใช้การงอของเหล็กที่โผล่จากเสาเข็ม

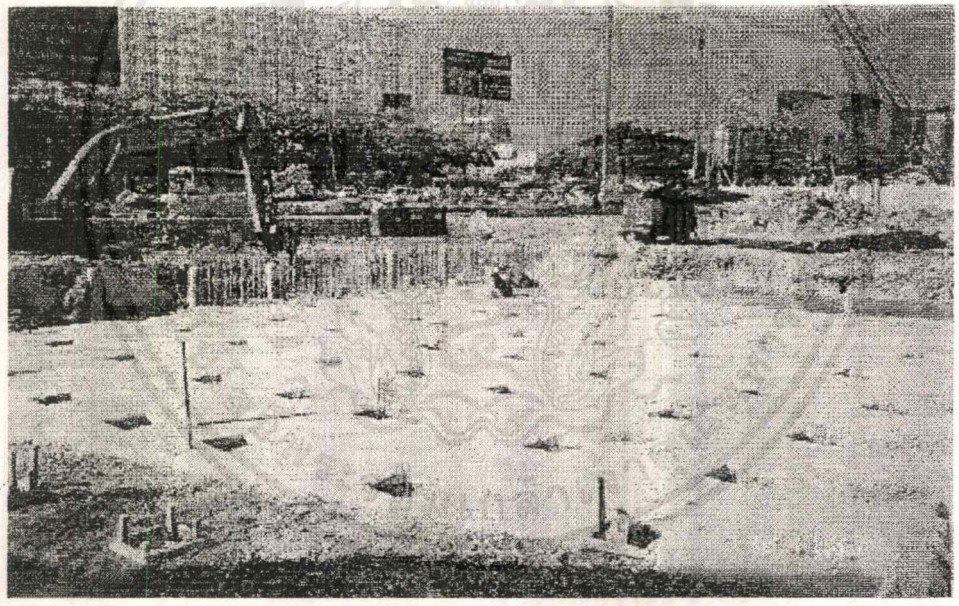
จากนั้นก็จะให้เหล็กบนวางบนส่วนที่งอของเหล็กเสาเข็ม ซึ่งงอให้ได้ระยะวางเหล็กบนพอดี โดยในโครงการนี้จะใช้เหล็กข้ออ้อยทำเป็นเสาขึ้นมาค้ำระหว่างเหล็กบนกับเหล็กล่าง การผูกเหล็กเสริมในส่วนพื้นนั้นจะทำไปพร้อมกับการผูกเหล็กของทางระบายน้ำภายในทางลอด โดยเมื่อผูกเหล็กแล้วก็จะทำการเทคอนกรีต ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเทคอนกรีตช่วงละประมาณ 50-70 เมตร ใช้เวลาในการก่อสร้างตั้งแต่ผูกเหล็กจนถึงเทคอนกรีตเสร็จราวๆ 7-10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 Bearing Unit

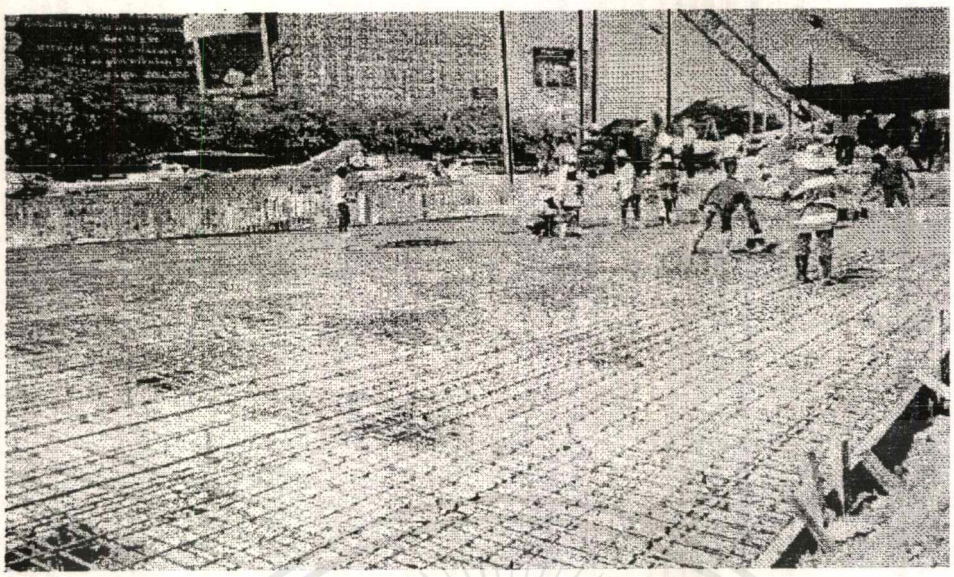
เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมระหว่าง Top Slab กับถนนรอบวงเวียน โดยจะมี Bearing Unit ทั้งหมด 4 แห่ง คือ Bearing A, B, C, D จุดประสงค์ของการทำ Bearing Unit นี้คือ การให้ถนนมีการทรุดตัวที่ไม่แตกต่างกันมากนักในส่วนของผิวถนนบน Bearing Unit กับ Top Slab โดยการก่อสร้างนั้นจะใช้เข็มตอก ซึ่งความยาวของเข็มตอกต้นที่ยาวที่สุดจะลึกเท่ากับความลึกของผนัง Diaphragm Wall คือ 21.00 เมตรต่ำจากระดับผิวดิน และจะทำการลดความยาวของเสาเข็มมาจนถึงด้านริมที่ติดกับถนนบริเวณวงเวียนจะใช้เข็มที่ความยาว 9.00 เมตร โดยในการตอกเข็มนั้นจะมีลำดับของการตอกเข็ม คือจะตอกเข็มที่ความยาวเท่ากันก่อน แล้วไล่ตอกเข็มที่มีความยาวลดลงไปตามลำดับ ซึ่งในการตอกเข็มปั้นจั่นนี้จะไม่มีการนับ Blow Count เนื่องจากเป็น Slab on Pile จะแบ่งการรับน้ำหนักไปยังเข็มต้นต่างๆ

เมื่อทำการตอกเข็มเสร็จแล้วก็เริ่มทำส่วนของผิวถนน โดยจะทำการตัดหัวเสาเข็มที่ได้ทำการตอกเรียบร้อยแล้ว ทำการเท Lean Concrete หนา 0.10 เมตร แล้วหลังจากนั้นก็จะจากนั้นก็จะนำทรายมาลง และทำการบดอัดให้แน่นแล้วก็จะทำผิวคอนกรีตหนา 0.20 เมตร



รูปที่ 4.81
คอนกรีตหยาบที่หุ้มหัวเสาเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.82
ทำการเทคอนกรีตหลังจากผูกเหล็กเสริมเสร็จแล้ว

ในระหว่างที่ทำการก่อสร้าง Bearing Unit นี้ เส้นทางการจราจรจะถูกขยายออกไป โดยจะให้รถวิ่งผ่านบริเวณด้านนอกของการทำ Bearing Unit เมื่อทำส่วน ของ Bearing Unit นี้ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะให้รถกลับเข้ามาวิ่งในบริเวณนี้ เพื่อเตรียมที่จะเปิดหน้าดินทำส่วนของ RC-Wall ต่อไป

4.4.4 Approach Slab

คือส่วนที่ใช้ต่อทางเข้าและทางออกของทางลอดลดระดับ ซึ่งมีความกว้าง 16.5 เมตร ความยาว 30 เมตร โดยจะใช้วิธีการตอกเข็มเหมือนกับส่วนของ Bearing Unit คือ ใช้การตอกเข็มที่ความยาวไล่ระดับกัน ซึ่งจะกล่าวถึงในส่วนของการทำ Bearing Unit

ส่วนการทำผิวจราจรนั้นก็เหมือนกับการทำผิวจราจรทั่วไป คือ ทำการเทคอนกรีตหยาบ ลงทราย และทำการบดอัด จากนั้นก็ทำผิวถนนคอนกรีต

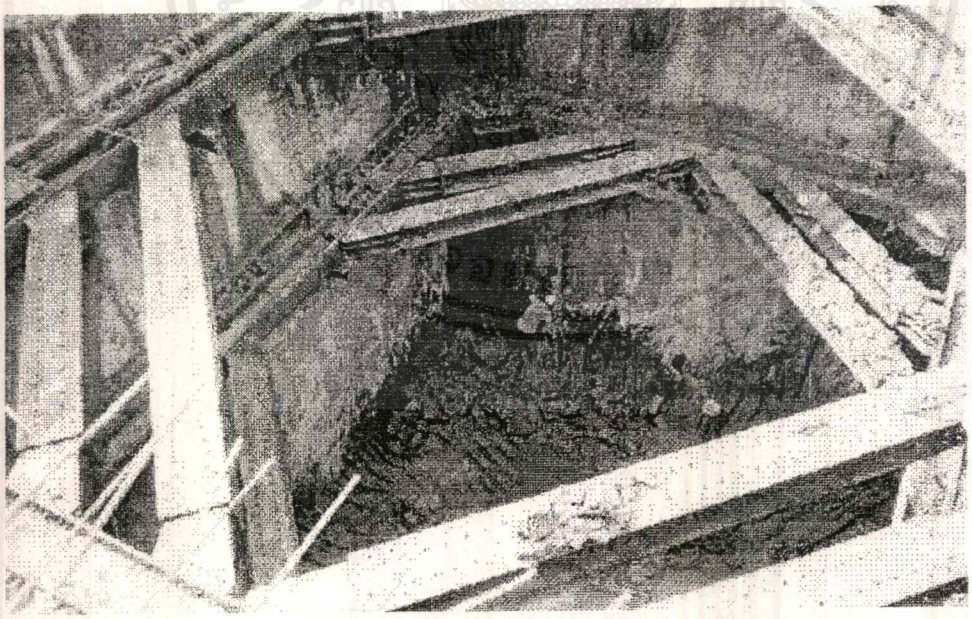
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ส่วนของการระบายน้ำ

เนื่องจากโครงการทางลอดระดับนี้จะมีลักษณะเป็นช่องเปิดด้านบนเกือบทั้งหมด ยกเว้นเพียงบริเวณช่วงที่มี Top Slab อีกทั้งผิวถนนภายในทางลอดลดระดับอยู่ต่ำกว่าระดับถนนภายนอก ทำให้ฝนที่ตกลงมาภายในทางลอดลดระดับไหลไปยังจุดที่ต่ำสุดซึ่งอยู่ตรงกลางของทางลอดที่ประมาณ -7.8 เมตรจากผิวดิน ดังนั้นจึงจะต้องมีการก่อสร้างระบบระบายน้ำเพื่อระบายน้ำออกไปสู่ท่อระบายน้ำที่อยู่ภายนอกโครงการ เป็นการป้องกันการเกิดน้ำท่วมภายในทางลอด ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ที่ใช้เส้นทางนี้

4.5.1 Pump Tank

Pump Tank เป็นส่วนที่จะรับน้ำทั้งหมดที่ไหลภายในทางลอดลดระดับ มีขนาด 8.0 x 10.0 เมตร โดยผนังของ Pump Tank จะเป็น Diaphragm Wall ซึ่งการก่อสร้างจะเหมือนกับการก่อสร้าง Diaphragm Wall ในช่วงของทางลอด แต่จะแตกต่างกันที่ ภายในผนัง Diaphragm Wall ส่วนนี้ จะมีการติดตั้ง Bracing 3 ชั้นด้วยกัน คือที่ระยะ –2.5, -5.3, -9.3 เมตรต่ำกว่าระดับผิวดิน โดยจะใช้เหล็กรูปพรรณเหมือนกัน และความลึกของผนังก็เท่ากัน คือ –21 เมตรจากระดับผิวดิน ความลึกของชั้น Basement ของ Pump Tank อยู่ที่ระดับ –12.5 เมตรต่ำจากระดับผิวดิน โดยมีชั้น Ground Floor Plan ที่ความสูง –6 เมตร ซึ่งชั้นนี้เปรียบเสมือนชานพักสำหรับการลงไปดูแลรักษา Pump Tank ภายในจะมีบันไดลิงลงไปยังส่วนของ Ground Floor Plan ซึ่งจะมี Pump อยู่ 3 ตัวซึ่งจะทำการ Pump น้ำภายใน Pump Tank ออกสู่ท่อระบายน้ำภายนอก



รูปที่ 4.83
การใช้ Bracing เป็นค้ำยันผนังชั่วคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

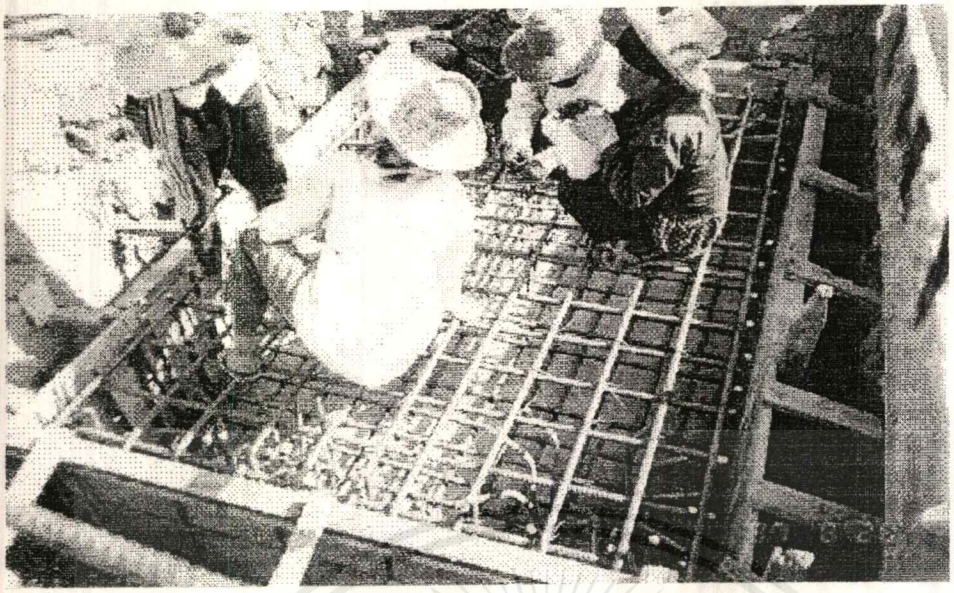
รูปที่ 4.84

การขุดดินภายใน Pump Tank โดยใช้ Backhoe

รูปที่ 4.85

การก่อสร้าง Sump Tank ภายในทางลอดลดระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.86
การก่อสร้างบ่อ Sump ซึ่งอยู่บริเวณด้านข้างของ Pump Tank

สำหรับการระบายน้ำจากภายในทางลอดลดระดับจะอาศัย Sump Tank ซึ่งจะติดตั้งอยู่ส่วนกลางของทางลอดลดระดับ (บริเวณที่ต่ำที่สุดภายในทางลอดลดระดับ) และใช้ท่อ PVC ขนาด ∅ 0.8 เมตร วางโดยมี Slope 2.5% จากด้านในสุด ในการระบายน้ำภายในออกมา โดยที่ส่วน Base Slab ตรงกลางนี้จะทำการเจาะรูให้ทะลุลงไปถึง Sump Tank ลงไป โดยท่อ PVC นี้จะต่อไปจนถึงส่วนของ Pump Tank

ในส่วนของการฝังท่อ PVC นี้จะใช้วิธีการดันท่อทะลุดินไปโดยที่จะใช้ Slip เหล็กขนาด ∅ 1.0 เมตร ยาว 2.0 เมตร ดันด้วย Hydraulic เข้าไปในชั้นดิน จากนั้นก็จะให้คนเข้าไปขุดดินออกมา แล้วก็ต่อท่อ Slip นี้อีกแล้วดันต่อเข้าไปอีก จนกว่าจะถึงตำแหน่งที่ต้องการ เมื่อทำการขุดดินภายใน Slip เสร็จแล้วก็จะนำท่อ PVC นี้ใส่เข้าไปในภายหลัง

บริเวณด้านข้างของ Pump Tank จะมีบ่อ Sump โดยภายในจะมี Gauge Valve และ Check Valve ซึ่งทำหน้าที่ตรวจวัดแรงดัน และปริมาณน้ำที่ไหลมาจาก Pump Tank ก่อนจะระบายออกไป

การทำงานของ Pump

การออกแบบทางลอดลดระดับ ซึ่งต่ำกว่าระดับดินประมาณ 7.00 เมตร ดังนั้นจำเป็นจะต้องมีระบบป้องกันน้ำท่วม ซึ่งในโครงการทางลอดลดระดับนี้มีความยาวประมาณ 900 เมตร และมีความกว้างของถนนประมาณ 19 เมตร ดังนั้นจะมีพื้นที่ในการรับน้ำฝนประมาณ 13,300 ตารางเมตร กำหนดให้ Return Period ใช้ 50 ปี ค่าความเข้มฝน (I = 150 มิลลิเมตร/ชั่วโมง) ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (C) = 0.95 ดังนั้นปริมาณน้ำฝนที่ตกในทางลอดลดระดับ

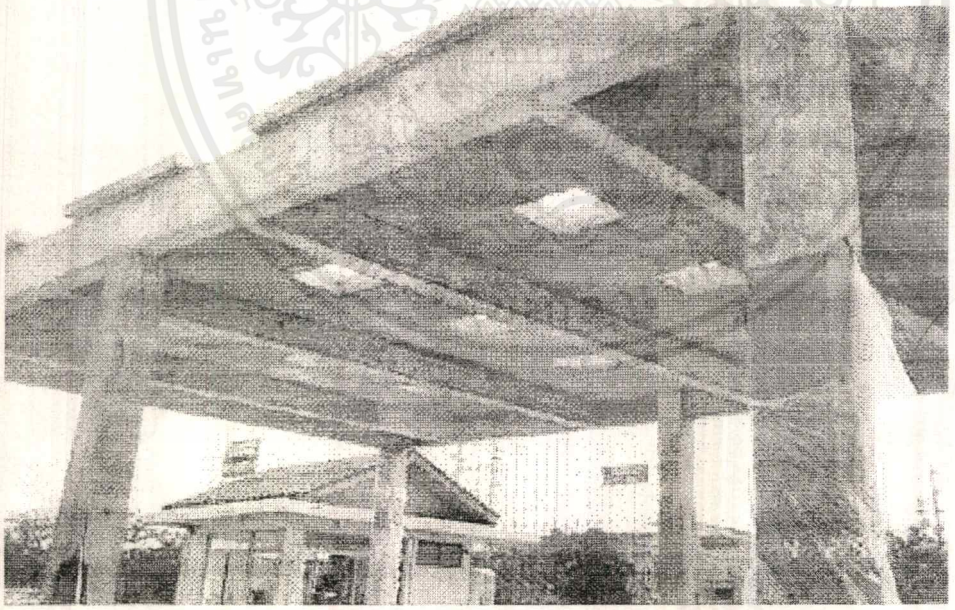
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q = CIA = \left[\frac{0.95 * 150 * 13300}{10^3 * 3600}\right]\frac{M^3}{S} = 0.526 Cu.m / Sec. \approx 0.6 Cu.m / Sec.$$

เพราะฉะนั้นขนาด Capacity ของ Pump จะต้องสามารถรองรับน้ำฝนได้ 0.6 M^3/S เพื่อให้เป็นการประหยัดพลังงาน เพราะฉะนั้นจึงต้องแยก Pump ออกเป็น 3 ตัวๆ ละ 0.2 M^3/S ซึ่ง Pump ทั้ง 3 จะสลับกันทำงานในขณะที่ Load น้อย แต่ถ้า Load มากๆ Pump จะทำงานทั้ง 3 ตัวพร้อมกัน ในกรณีที่มีปริมาณน้ำฝนไหลเข้าทางลอดลดระดับมากกว่า 0.6 M^3/S Pump Tank จะสามารถที่จะเก็บกักน้ำใช้ได้ประมาณ 320 M^3 ซึ่งถ้าระดับน้ำใน Pump Tank สูงถึง –5.30 เมตร จะมีสัญญาณเตือนภัยที่ทางเข้าทางลอดลดระดับและส่งสัญญาณไปที่หมวดการทางของกรมทางหลวง

4.5.2 Control Room

เป็นห้องขนาด 7.4 x 10.4 เมตร ใช้สำหรับเป็นห้องเก็บ Generator ของ Pump Tank และใช้สำหรับติดตั้ง Light Control ซึ่งควบคุมไฟในโครงการทั้งหมด การก่อสร้างโดยลักษณะทั่วไป ใช้เสาเข็มขนาด I 0.3x0.3 เมตร เสาขนาด0.3x0.3 เมตร คานขนาด 0.20x0.5 เมตร ผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น ด้านข้างของผนังจะมีช่องเปิดเพื่อระบายอากาศ ควัน และความร้อนจาก Generator และหลังคาของ Control Room จะมี Sky Light ทั้งหมด 9 ช่วง สำหรับรับแสงพื้นที่ 0.7x0.7 m. ผนังด้านนอกจะมีการทาสี โดยใน Specification กำหนดไว้ให้ใช้ Marble E 174 (TOA) ตำแหน่งของ Control Room มิได้กำหนดไว้ชัดเจนในแบบแต่จะต้องขึ้นอยู่กับความเหมาะสมด้วย โดยทางผู้รับเหมาได้กำหนดให้ใช้ระยะห่างจาก Pump Tank ประมาณ 3 เมตร



รูปที่ 4.87
การก่อสร้าง Control Room

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 งานระบบ

นอกเหนือจากการก่อสร้างส่วนของโครงสร้างแล้วยังจะต้องมีส่วนของงานระบบต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถใช้ทางลอดลดระดับได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีส่วนของงานระบบต่างๆ ดังนี้

4.6.1 งานระบบระบายอากาศ

เนื่องจากทางลอดลดระดับ เป็นช่องเปิด ดังนั้นในด้านของการระบายอากาศนี้จึงไม่มีปัญหา ยกเว้นในส่วนที่อยู่ใต้ Top slab ซึ่งเป็นส่วนที่คาดว่า น่าจะมีปัญหามากที่สุด แต่จากการที่ฝ่ายออกแบบได้คำนวณมาได้ผลสรุปว่าไม่มีปัญหาในด้านของการระบายอากาศแต่อย่างใด จึงไม่จำเป็นต้องมีการเพิ่มเติมหรือแก้ไขเพื่อการระบายอากาศ

4.6.2 งานระบบไฟฟ้า

ส่วนของไฟฟ้าภายในทางลอดลดระดับจะใช้ Flood Light ขนาด 1-150 watt ติดตั้งอยู่ที่ผนังของทางลอดลดระดับที่ระยะทุกๆ 15 เมตร โดยจะอยู่สูงกว่าความสูงของรถเพื่อป้องกันความเสียหายจากอุบัติเหตุ และขึ้นอยู่กับ Profile ของทางลอดลดระดับ โดยจะแบ่งการควบคุมออกเป็น Line โดยแผงควบคุมจะติดตั้งอยู่ใน Control Room

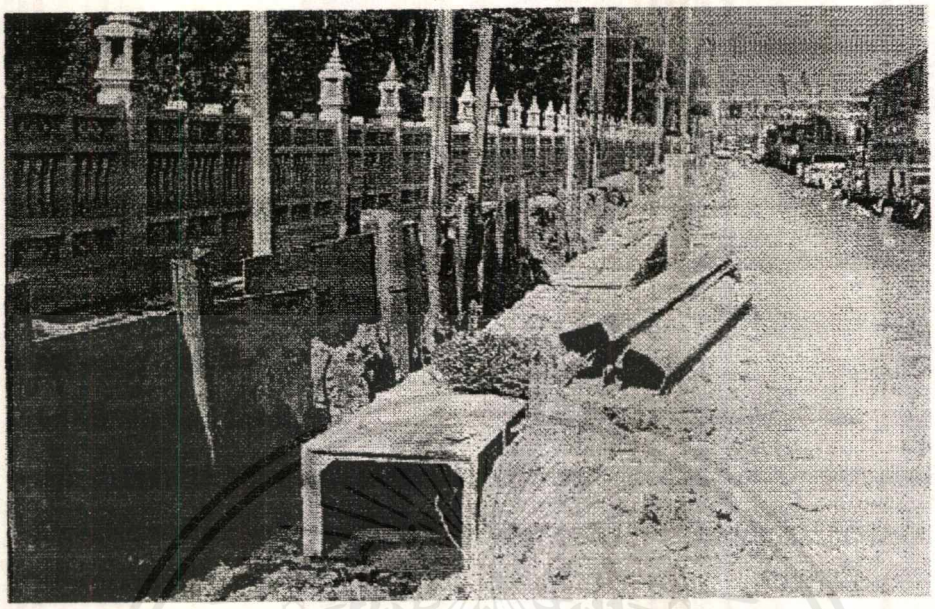
ในการติดตั้งระบบไฟภายในทางลอดนี้จะทำการติดตั้งหลังจากได้ทำการก่อสร้างเสร็จไปพอสมควรแล้ว คือบริเวณผนังของทางลอดลดระดับนั้นจะทำการสกัดส่วนของผนังออกแล้วจึงทำการติดตั้งสายไฟและ Flood Light โดยจะทำการร้อยสายไฟผ่านท่อ HDPE เพื่อสะดวกในการติดตั้ง ดูแลรักษาและตรวจเช็คระบบ นอกจากนี้ในการเดินไฟภายในโครงการนี้ยังจะต้องปฏิบัติตามกฎการติดตั้งและเดินสายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงอย่างเคร่งครัด มิฉะนั้นการไฟฟ้าจะไม่จ่ายไฟฟ้าให้

ระบบป้องกัน Short Circuit จะต้องเลือกใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับงาน โดยจะต้องคำนวณปริมาณ Load และขนาดของกระแส Short Circuit เพื่อจะเลือกใช้ขนาดได้ถูกต้อง ในการนำอุปกรณ์มาใช้งานร่วมกันของ Fuse และ Circuit Breaker จะต้องทำการ Coordinate กันให้ดี เพื่อเป็นการเพิ่ม Reliability ของระบบให้สูงขึ้น

4.6.3 งานระบบระบายน้ำ

ภายในโครงการนี้จะมีส่วนของการระบายน้ำอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนภายนอกและภายในของทางลอดลดระดับ ในส่วนของบริเวณรอบนอกนั้นได้ทำการขยายท่อระบายน้ำจากเดิมจะใช้ท่อขนาด 1.00 เมตร มาเป็นใช้ท่อสี่เหลี่ยมขนาด 1.20 เมตร จุดประสงค์ของการเปลี่ยนขนาดท่อ คือ เพื่อระบายน้ำเพิ่มเติมจากภายในทางลอดลดระดับ โดยในทางลอดลดระดับนั้นจะทำการปั๊มน้ำใน Pump Tank ออกมาที่ท่อระบายน้ำภายนอก ดังนั้นจึงต้องทำการออกแบบและขยายขนาดท่อให้เพียงพอสำหรับการรับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.88
ชนิดท่อระบายน้ำที่ใช้ในโครงการ

ในส่วนของทางลอดนั้นจะมี Gutter ขนาด 0.50x0.50 เมตร ตลอดแนวของผนังทางลอด โดยจะทำการติดตั้งGrating ภายในที่ระยะ 10 เมตร 5 เมตร และ 2.5 เมตร โดยบริเวณทางเข้าจะติดตั้ง Grating ที่ระยะทุกๆ 10 เมตร และจะติดตั้งระยะ 2.5 เมตร บริเวณกึ่งกลางตามความยาวของทางลอดลดระดับ โดยจะทำการก่อสร้าง Sump Tank บริเวณแนวนี้เพียงจะเป็นส่วนที่ต่ำที่สุดภายในทางลอด ที่น้ำจะไหลลงมา (การก่อสร้าง Sump Tank นี้จะกระทำก่อนการก่อสร้างพื้น Base slab) จากนั้นน้ำที่อยู่ภายใน Sump Tank จะไหลผ่านท่อขนาด 0.8 เมตร ไปยัง Pump Tank เพื่อทำการสูบน้ำออกไปยังท่อระบายน้ำรอบๆโครงการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

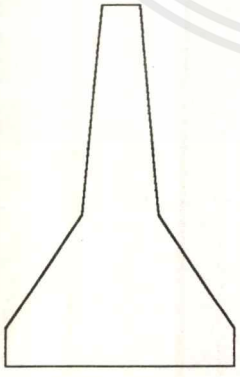
4.7 การทำผิวจราจร

เป็นการทำผิวจราจรคอนกรีตเสริมเหล็ก ในช่วงของรอบๆ วงเวียนซึ่งในตอนแรกได้ทำผิวถนนราดยางมะตอยไว้แล้ว และในช่วงของถนนด้านข้างๆ ทางลอดลดระดับในแนวถนนพหลโยธินที่จะเข้าสู่ทางลอดลดระดับ

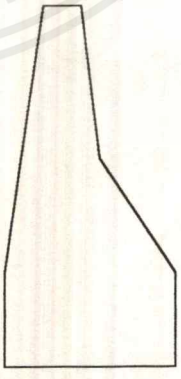
ในส่วนของผิวจราจรรอบๆ วงเวียนซึ่งในตอนแรกได้ทำผิวถนนราดยางมะตอยไว้แล้วนั้น เริ่มโดยการลอกผิวถนนราดยางมะตอยออก แล้วเปลี่ยนให้เป็นผิวถนนค.ส.ล.แทน ทำความสะอาดผิวที่จะเทคอนกรีตให้เรียบร้อย เก็บพวกเศษผิวยางมะตอย เศษปูน สิ่งสกปรกออกให้หมด ทำการบดอัดให้เรียบ นำเหล็กตะแกรงมาวาง โดยทำผิวจราจรคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นช่วงๆ ละ 5 เมตร เริ่มต้นด้วยการตั้งแบบ และทำการผูกเหล็กพร้อมฝังเหล็ก Dowel Bar ไว้ในแต่ละช่วงของถนน หลังจากนั้นทำการเทคอนกรีต เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว ทำการถอดแบบออก แล้วอุดรอยต่อถนนด้วยยางมะตอย

สำหรับในช่วงของถนนด้านข้างๆ ทางลอดลดระดับในแนวถนนพหลโยธินที่จะเข้าสู่ทางลอดลดระดับ เราจะทำผิวจราจรทีละ Lane โดยลอกผิวจราจรของเดิมออกให้หมด ทำการบดอัดให้เรียบ ในช่วงนี้จะต้องทำชั้น Subbase และชั้น Base ใหม่ โดยชั้น Subbase จะใช้ลูกรังหนาประมาณ 15 ซม. และชั้น Base ใช้หินคลุกหนาประมาณ 10 ซม. ทำการบดอัดให้ได้ค่าการบดอัดเป็นไปตามมาตรฐานของกทม. วางเหล็กตะแกรง ตั้งแบบเหล็กพร้อมฝัง Dowel Bar และ Tie Bar ไว้ด้วย ทำการเทคอนกรีต ในช่วงรอยต่อของถนนที่ได้ทำไว้เป็นช่วงๆ นั้นจะทำการอุดรอยต่อด้วยยางมะตอย สำหรับผิวถนนค.ส.ล. นี้มีความหนาประมาณ 25 ซม. มีความลาดเอียงไปทางด้านข้างของถนน 2.5 % เพื่อให้น้ำได้ไหลลงท่อระบายน้ำด้านข้างของถนนได้

สำหรับ Barrier ที่จะนำมาวางเพื่อกั้นถนนนั้นจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ Barrier ชนิดที่ 1 ดังรูปที่ 4.89 จะวาง ณ ตำแหน่งกลางถนนในทางลอดลดระดับ กั้นการจราจรระหว่างทางเดินรถที่วิ่งสวนทางกัน Barrier ชนิดที่ 2 ดังรูปที่ 4.90 จะวางอยู่โดยรอบของทางลอดลดระดับในระดับด้านบน เพื่อกั้นไม่ให้คนหรือรถตกลงไปในทางลอดลดระดับซึ่งจะวางตลอดแนวทางลอดลดระดับในระดับด้านบน และในส่วนที่เป็น Top Slab



รูปที่ 4.89
Barrier ชนิดที่ 1



รูปที่ 4.90
Barrier ชนิดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 สวนสาธารณะ

หลังจากที่ก่อสร้างทางลอดลดระดับเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ในส่วนด้านในของบริเวณวงเวียน ซึ่งที่ตั้งของอนุสาวรีย์พิทักษ์รัฐธรรมนูญจะทำการสร้างสวนสาธารณะ ซึ่งเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจอีกแห่งหนึ่งของคนกรุงเทพ ฯ เพื่อให้คนในบริเวณนี้ได้ออกมาเดินเล่น ออกกำลังกาย โดยเริ่มแรกนั้นจะทำการ Clear พื้นที่ให้สะอาดเสียก่อน แล้วจึงทำสวนสาธารณะ โดยจะมีการสร้างสระน้ำ คูน้ำ ปลูกต้นไม้ ปูอิฐบล็อก และปลูกหญ้าโดยทั่วบริเวณภายในวงเวียน สำหรับทางเดินตรงส่วนกลางในบริเวณวงเวียน จะมีการตั้งเสาสูง 90 เซนติเมตร ทุกๆ ระยะ 2.5 เมตร เพื่อกันไม่ให้นำรถยนต์เข้ามาในบริเวณนี้ได้ และใช้กั้นสำหรับให้เป็นทางเดินเท้าของคนที่ออกมาเดินเล่น หรือเดินผ่านไปมา นอกจากนี้ยังทำการปรับปรุงอนุสาวรีย์ให้มีสภาพที่ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้าง

5.1 ปัญหาจากการจราจร

ปัญหาและอุปสรรค

1. เนื่องจากการก่อสร้างบริเวณวงเวียนนี้ จะต้องมีการปิดกั้นเส้นทางการจราจรในบางช่วง เพื่อให้สามารถทำการก่อสร้างได้ จึงมีผลทำให้การจราจรติดขัดมากยิ่งขึ้น

2. การขนส่งวัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักรจะทำได้ยาก เนื่องจากเป็นจุดที่มีการจราจรหนาแน่น ก่อให้เกิดความล่าช้า

แนวทางแก้ไข

1. ควรประสานงานกับทางตำรวจจราจรอยู่เสมอ ให้ตำรวจคอยช่วยดูแลการจราจร
2. ทำป้ายสัญญาณการจราจร ป้ายสัญญาณเตือนๆ
3. ประกาศบอกประชาชนให้ได้รับทราบไว้ล่วงหน้า
4. ขยายเส้นทางการจราจรด้านข้าง
5. ปรับเปลี่ยนจำนวนเลนให้เหมาะสมกับจำนวนรถที่วิ่งในช่วงเวลาต่างๆ
6. เปลี่ยนเส้นทางการจราจร ให้ประชาชนได้เลี่ยงไปใช้เส้นทางอื่น กล่าวคือ
   - จากถนนแจ้งวัฒนะเข้าซอยแจ้งวัฒนะ 4 มาออกถนนพหลโยธินได้ที่ซอยพหลโยธิน 57
   - จากถนนพหลโยธินเข้าประตูที่ 1 วัดพระศรีมหาธาตุฯ มาออกถนนแจ้งวัฒนะ ที่ประตูเข้าออกสถาบันราชภัฏได้
   - จากถนนพหลโยธินเข้าซอยพหลโยธิน 48 มาออกถนนรามอินทราที่ซอยรามอินทรา 5, 19, 21 และซอยวัชรพลได้
   - จากถนนรามอินทราเข้าซอยติดกับทางเข้ากรมทหารราบที่ 11 รักษาพระองค์ มาออกถนนพหลโยธินข้างสำนักงานบางเขนได้
   - จากถนนพหลโยธินเข้าหมู่บ้านอัมรินทร์นิเวศน์ มาออกถนนรามอินทราข้างมหาวิทยาลัยเกริก และข้างห้างเซ็นทรัลได้

7. ทำการขนส่งวัสดุอุปกรณ์หรือเครื่องจักรต่างๆ ในช่วงเวลากลางคืน เพื่อหลีกเลี่ยงการจราจรที่ติดขัด เช่น การให้รถส่งคอนกรีตเข้ามาในหน่วยงานก่อสร้างในช่วงเวลาประมาณ 5 ทุ่ม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาจากระบบสาธารณูปโภค

ปัญหาและอุปสรรค

1. ในช่วงของการก่อสร้าง ทำการขุดดินแล้วไปโดนสาธารณูปโภคต่างๆ ซึ่งเกิดจากที่ As-built Drawing ไม่ตรงกับสภาพความเป็นจริง จะก่อให้เกิดความเสียหาย

2. แนวของท่อสายไฟ ท่อสายโทรศัพท์ และท่อประปา จะตัดผ่านช่วงบริเวณของการก่อสร้างในส่วนที่เป็น Diaphragm Wall

แนวทางแก้ไข

1. ควรทำการขุดดินด้วยความระมัดระวัง

2. ให้หน่วยงานนั้นๆ เข้ามาทำการซ่อมแซม

3. ทำการก่อสร้าง Prop รูปตัว U แล้วค่อยขยับแนวของท่อสายไฟ ท่อสายโทรศัพท์ และท่อประปาให้เหมาะสม เพื่อให้ท่อเหล่านี้ผ่านทางด้านบนของ Diaphragm Wall ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ปัญหาจากการก่อสร้าง

5.3.1 เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

ปัญหาและอุปสรรค

1. เสาเข็มต่ำกว่าระดับ Cut Off

สาเหตุ

- ในการเทคอนกรีตบางครั้ง คอนกรีตมี Slump มากเกินไป หรือส่วนผสมไม่ดี เช่น หินน้อย ทรายน้อย เป็นต้น
- เกิดจากการวัดความผิดพลาด อาจจะวัดพบตะกอนจึงทำให้คำนวณการใช้คอนกรีตเกิดผิดพลาดได้
- ชั้นดินที่หน้างานมีเปอร์เซ็นต์ทรายสูง
- มีการเทคอนกรีตเผื่อจาก Cut Off น้อยเกินไป ส่งคอนกรีตมาไม่พอ

แนวทางแก้ไข

- Slump ของคอนกรีต ควบคุมให้อยู่ในช่วง 18 - 20 ซม. เมื่อวัดความลึกสุดท้ายจะได้ความลึกที่ถูกต้อง
- Check ระดับคอนกรีตให้แน่ใจ ไม่ควรให้ท่อลงในคอนกรีตน้อยเกินไป และควรเผื่อระดับคอนกรีตให้เพียงพอที่จะได้หัวเข็มคุณภาพที่ดีที่ระดับ Cut Off
- ต้องตรวจสอบคอนกรีตจากทฤษฎีกับการเทจริง และต้องเผื่อคอนกรีตไว้สำหรับการยุบตัวเมื่อถอน Casing
- ขณะถอน Casing ควรถอนโดยใช้ Vibro Hammer ที่มีกำลังสูงๆ เพื่อให้ดินเกาะ Casing น้อยลง
- ทำ Air Lift เพื่อกำจัดตะกอนทรายจนหมด โดยดูจาก Desander
- นำอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างที่ระดับต่างๆ ที่ต้องการว่าสิ่งที่วัดได้นั้นเป็นคอนกรีตหรือทราย
- ก่อนการเทคอนกรีตของเสาเข็มแต่ละต้นควรวัดที่ก้นหลุมเพื่อดูว่ามีตะกอนมากหรือไม่ ถ้ามีควรจะมีการเทคอนกรีตเผื่อไล่ตะกอนออกด้วย
- ในการเทคอนกรีตต้นแรกๆ ของงานนั้นต้องตรวจสอบดูว่าในการเทคอนกรีตแต่ละต้นคอนกรีตสูงขึ้นมาเท่าไร ซึ่งเสาเข็มแต่ละต้นจะได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน ถ้าต้นไหนที่ตัวเลขผิดไปต้องมีการตรวจสอบหาสาเหตุ
- ควรตรวจสอบระดับ Cut Off ให้แน่นอนก่อนการเทคอนกรีตว่าควรจะเทคอนกรีตถึงระดับที่เท่าไร และเผื่อไว้เท่าไร ในเสาเข็มแต่ละขนาดการยุบตัวของคอนกรีตจะไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เข็มหนีศูนย์

สาเหตุ

- ไม่มีการตรวจสอบดิ่งหลังจากลงปลอกเหล็กแล้ว
- ดึงเทปผิด
- การวางหมุดผิดตำแหน่ง เนื่องจากดูระยะในแบบผิด

แนวทางแก้ไข

- ตรวจเรื่องแบบกับผู้ควบคุมงานให้ชัดเจนก่อนการทำงาน
- วางหมุดโดยเทียบกับจุดอ้างอิง และต้องตรวจสอบตำแหน่งหมุดทุกครั้ง โดยการตั้งกล้องจากจุดอื่นๆ ที่ใช้เป็นจุดอ้างอิง
- ตรวจสอบระยะมุมก่อนลงปลอกเหล็กโดยละเอียด

3. เหล็กต่ำ

สาเหตุ

- โครงสร้างช่วงสุดท้ายเชื่อมไม่ดีพอ
- ลงท่อเทคอนกรีต (Tremie) ไม่ตรงศูนย์กลางทำให้ไปกระทบโครงเหล็ก
- รอยเชื่อมไม่ดี
- เหล็กร่วงลงไปในหลุมเนื่องจากการกระแทกของท่อเทคอนกรีต
- การใช้เหล็กหิ้วผิดขนาด
- ดูแบบระดับ Cut Off ผิดพลาด
- ใส่เหล็กผิด

แนวทางแก้ไข

- เหล็กหิ้วต้องทำระยะหิ้วทุกต้น และต้องมีการปรับตามระดับ Cut Off และปลายปลอกเหล็กต้องเผื่อให้สูงกว่าระดับ Cut Off ประมาณ 20 ซม.
- ตรวจสอบความยาวของเหล็กสลิงหิ้วโครงเหล็กให้พอดีกับระดับ Cut Off ที่กำหนด
- ตรวจสอบระดับ Cut Off และเหล็กหิ้วต้องปรับความยาวได้
- หลังจากลงเหล็กเสริมทุกครั้งควรมีการตรวจระดับหัวเสาเข็มและหลังจากการเทคอนกรีตเสร็จ
- ต้องมีการเชื่อมบริเวณรอยต่อให้ดี
- ตรวจสอบโครงเหล็กแต่ละโครงตามแบบ
- ควรตรวจสอบระดับในแบบก่อนว่าถูกต้องหรือไม่ และเผื่อระดับไว้ประมาณ 20 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เข็มมีเบนโทไนท์แทรก

สาเหตุ

- ระบบ Bentonite Plant ไม่ดี
- ตัดท่อเทคอนกรีตยาวเกินไป เช่น ท่อนละ 12 เมตร
- เกิดการเทคอนกรีตที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น รถส่งคอนกรีตมาช้า
- มีตะกอนมากไม่ได้ทำ Air Lift
- เกลียวท่อเทคอนกรีตหลวม

แนวทางแก้ไข

- ต้องควบคุมการยุบตัวของคอนกรีตให้อยู่ในช่วง 18 - 20 ซม.
- ไม่ควรจะให้มีตะกอนเบนโทไนท์ก่อนการเทคอนกรีต ต้องทำ Air Lift จนได้น้ำเบนโทไนท์ที่มีคุณภาพดี เพื่อจะได้คอนกรีตที่มีคุณภาพดีที่ก้นหลุม
- พยายามตัดท่อเทคอนกรีต ไม่ควรให้ท่อจมในคอนกรีตยาวเกินไป
- ต้องใช้โฟมให้มากกว่านี้เพื่อไล่ตะกอนออก
- การเทคอนกรีตต้องค่อยๆ เทใน 2 - 3 คันรถแรก ไม่เช่นนั้นคอนกรีตจะไหลไปปนกับตะกอนหรือเบนโทไนท์
- การเทคอนกรีต ท่อเทต้องอยู่กลางเสาเข็ม อย่าให้เบียดข้างใดข้างหนึ่ง การตัดท่อและชักท่อต้องตรวจสอบระดับของคอนกรีตให้แน่นอน

5. การเทคอนกรีต

สาเหตุ

คอนกรีตที่มี Workability สูง ในการถอนปลอกเหล็กขึ้น คอนกรีตจะยุบตัวลงไปข้างล่างแทนที่ปลอกเหล็กเดิม เมื่อปลายล่างของปลอกเหล็กขึ้นมาถึงระดับของโพรงและดันน้ำขึ้นมาข้างบนและเข้าไปแทนที่คอนกรีตเดิมที่อยู่ในเสาเข็ม และคอนกรีตส่วนบนก็พังยุบลงมาอีก พร้อมทั้งถูกชะล้างด้วยน้ำไปด้วยทำให้ Overbreak ที่เกิดขึ้นใหญ่ขึ้นไปอีก คอนกรีตที่มี Workability ต่ำ พอที่จะป้องกันการไหลไปยังโพรงดังกล่าวได้ การถอนปลอกเหล็กขึ้น คอนกรีตภายนอกเหล็กเสริมจะคงตัวอยู่ได้ในขณะหนึ่ง และถูกแทนที่ด้วยน้ำในโพรงในเวลาต่อมา

แนวทางแก้ไข

ใช้ส่วนผสมของคอนกรีตที่มีคุณสมบัติที่เหมาะกับงานเสาเข็มเจาะ มี Workability ที่สามารถไหลได้อย่างอิสระทั้งภายในและภายนอกเหล็กเสริม คอนกรีตจะต้องผสมสารหน่วงเวลาเซตตัวไม่ต่ำกว่า 4 ชม. เพราะเวลาที่ใช้ในการเทคอนกรีตของเข็มแต่ละต้นประมาณ 2 ชม. ขึ้นไป รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถส่งคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การสะสมของสิ่งของวัสดุต่างๆ ที่ก้นหลุม

สาเหตุ

การสะสมของสิ่งของวัสดุต่างๆ ที่ก้นหลุมซึ่งเป็นการลดกำลังในการรับแรงของเข็ม ทำให้เข็มทรุดตัวได้ง่าย เศษดิน หรือเศษหินที่เกิดจากการขุดเจาะ ชิ้นส่วนอะไหล่เครื่องจักร หรือถุงซีเมนต์ก็อาจตกลงไปได้เช่นกัน หินก้อนเล็กๆ หรือหินฝุ่น ซึ่งเกิดจากการขุดเจาะในชั้นดินที่เป็น Siltstone และตกลงไปสะสมกันที่ก้นหลุม

แนวทางแก้ไข

ก่อนที่จะเทคอนกรีตต้องมีการตรวจสอบก้นหลุม ทำความสะอาดก้นหลุมเสียก่อน โดยอันดับแรกทำความสะอาด Bucket เพื่อให้สิ่งของหรือวัสดุต่างๆ ที่เกาะติดอยู่กับ Bucket หลุดออกไป และสังเกตดินที่ขุดขึ้นมาว่าเป็นลักษณะของดินปลายเสาเข็มที่แท้จริงโดยไม่มีดินชั้นอื่นปนอยู่ หลังจากนั้นกำจัดพวกตะกอนทรายทำได้โดยการ Air Lift ในกรณีที่จำเป็นต้องทิ้งรูเจาะไว้ค้างคืน ระดับปลายหลุมที่เจาะทิ้งไว้ไม่ควรเป็นชั้นทรายปลายเสาเข็มเพราะทรายข้างรูเจาะมักจะพัง ทำให้สิ้นเปลืองคอนกรีตมากขึ้น

7. การถอนปลอกเหล็กคู่

สาเหตุ

หากปลอกเหล็กท่อนนอกถูกถอนขึ้นไปก่อน คอนกรีตที่ได้จะไม่ต่อเนื่องกัน น้ำที่อยู่ในช่องว่างของวงแหวนระหว่างปลอกเหล็กทั้งสองจะเข้าไปแทนที่คอนกรีตเสาเข็มหลังจากถอนปลอกเหล็กท่อนข้างในขึ้นไปแล้ว ทำให้เข็มเกิด Overbreak ขึ้นได้

ในกรณีที่ใช้ปลอกเหล็กท่อนข้างในเป็นปลอกเหล็กถาวร การเทคอนกรีตลงไปในเหล็กถาวร คอนกรีตอาจจะไหลขึ้นมาข้างบนเข้าไปในอยู่ในช่องว่างระหว่างปลอกเหล็กทั้งสอง แม้ว่าสารละลายเบนโทไนท์จะถูกนำมาใช้ในช่องว่างดังกล่าวก็ตาม คอนกรีตจะประสานตัวกันแน่นทำให้เกิด Friction ขึ้น ดังนั้นการถอนปลอกเหล็กท่อนข้างนอกขึ้นไปจะทำให้ปลอกเหล็กถาวรถูกดึงขึ้นไปด้วย

แนวทางแก้ไข

การใช้ปลอกเหล็กคู่ เป็นเทคนิคของการทำงานเพื่อแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการเจาะดิน เพื่อให้สามารถกดปลอกเหล็กท่อนข้างในได้ลึกมากขึ้น ป้องกันการไหลของน้ำใต้ดินที่ไหลแรงโดยการใส่ทรายลงไปในช่องว่างระหว่างปลอกเหล็กทั้งสอง เพื่อเป็นทางไหลผ่านของน้ำใต้ดินขึ้นมาข้างบน ในการดึงเหล็กปลอกขึ้นควรจะดึงท่อนข้างในขึ้นก่อน เพราะการดึงเหล็กปลอกท่อนนอกขึ้นก่อน ความฝืดและแรงดึงที่ต้องใช้มากกว่าอาจทำให้เหล็กปลอกท่อนข้างในถูกดึงขึ้นไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Mix Design ของคอนกรีตไม่เหมาะสม

สาเหตุ

คอนกรีตที่มีค่า Slump ต่ำจะทำให้คอนกรีตไม่สามารถไหลออกไปห่อหุ้มเหล็กเสริมได้เพียงพอ หรือบางครั้งก็ไม่มีคอนกรีตอยู่ภายนอกเหล็กเสริมเลย การแยกกันของคอนกรีตภายนอกเหล็กเสริมก็เกิดขึ้นได้เช่นเดียวกัน โดยความฝืดระหว่างคอนกรีตกับผิวในของปลอกเหล็กที่กำลังถูกถอนขึ้นไป เช่นเดียวกันก็ทำให้เกิดการลอดเนื่องจากความฝืดของท่อเทลอนกรีตกับคอนกรีตทำให้คอนกรีตถูกดึงขึ้นไปด้วย ในขณะที่ดึงท่อเทขึ้นไปเป็นเหตุให้ดินรอบๆ บีบตัวเข้ามา รวมทั้งเป็นเหตุให้คอนกรีตในท่อเทอุดตันได้เช่นกัน บางครั้งการปล่อยให้ท่อเทจมอยู่ในคอนกรีตเกินกว่า 3 เมตร การดึงท่อเทขึ้นเพื่อเอาชนะความฝืดดังกล่าวอาจทำให้ท่อเทขาดได้ (ท่อเทหลุดออกจากกันตรงรอยต่อ)

คอนกรีตที่มีค่า Slump สูงเกินไป ทำให้ความหนืดของคอนกรีตน้อยเกินไปทำให้คอนกรีตไหลออกไปได้ง่าย ลงไปอัดตัวกันอยู่บริเวณฐานของเข็ม ทำให้ฐานของเข็มถูกขยายขึ้น ซึ่งมักจะเกิดกับเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ อีกอย่างหนึ่งก็คือทำให้เกิดการแยกส่วนของคอนกรีตได้ง่าย ส่วนที่เป็นหินหรือมวลรวมคละขนาดใหญ่จะอยู่ภายในเหล็กเสริม ส่วนที่เป็นของเหลวหรือมวลรวมคละขนาดเล็กจะไหลผ่านเหล็กเสริมออกไป

แนวทางแก้ไข

ใช้ส่วนผสมของคอนกรีตที่มีคุณสมบัติที่เหมาะกับงานเสาเข็มเจาะ เพื่อให้คอนกรีตที่เทลงไปมีความต่อเนื่องกัน

9. น้ำใต้ดินที่ไหลอย่างรวดเร็ว

สาเหตุ

น้ำใต้ดินที่ไหลอย่างรวดเร็วตามผิวหน้าดินที่น้ำซึมได้กับผิวหน้าดินที่น้ำซึมได้ยาก แม้ว่าดินจะอยู่ในสภาพแห้ง แต่ฝนที่ตกหนักและต่อเนื่องกันก็สามารถทำความเสียหายกับเข็มที่เพิ่งเทลอนกรีตใหม่ๆ ได้เช่นกัน คอนกรีตที่โผล่ออกไปสัมผัสกับน้ำใต้ดิน เป็นผลให้เกิดการชะล้างซีเมนต์ออกไปและล้างส่วนผสมของคอนกรีต ทำให้เข็มเกิดเป็นโพรงขึ้นและเหล็กเสริมจะโผล่ออก

แนวทางแก้ไข

ใช้ปลอกเหล็กถาวร หรือการใช้ปลอกเหล็กคู่แล้วใส่ทรายใส่ลงไปในช่องว่างระหว่างปลอกเหล็กทั้งสอง เพื่อเป็นทางไหลผ่านของน้ำใต้ดินขึ้นมาข้างบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. การกัดกร่อนของซัลเฟต

สาเหตุ

การกัดกร่อนของซัลเฟตที่มีอยู่ในธรรมชาติ ซัลเฟตเป็นตัวสำคัญที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีกับเนื้อคอนกรีตโดยจะทำกับปูนขาวในเนื้อคอนกรีต ถ้าคอนกรีตมีรอยแตกร้าวก็จะช่วยให้น้ำซึมผ่านเข้าไปในเนื้อคอนกรีตได้ลึกมากขึ้น มันจะทำปฏิกิริยากับเหล็กเสริมในคอนกรีตโดยจะกัดให้เหล็กสึกกร่อนไปเรื่อยๆ

แนวทางแก้ไข

ใช้คอนกรีตที่มีความแข็งแรง ความแน่น และจะต้องให้มีการดูดซึมได้น้อยที่สุด เพื่อต่อต้านการกัดกร่อนของซัลเฟตในน้ำใต้ดิน โดยใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำและซีเมนต์ 0.56 ไม่เกิน 0.60 และมวลรวมที่ใช้จะต้องไม่มีการดูดซึมจะต้องแข็งแรงและมีขนาดไม่เกิน 1 นิ้ว อัตราส่วนของซีเมนต์ต่อทรายและหินไม่น้อยกว่า 1 : 2 : 5 ความหนาของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริมอย่างน้อยที่สุดต้อง 3 นิ้วขึ้นไป ปูนซีเมนต์ที่ใช้ควรจะเป็นซีเมนต์ Portland ประเภทสองซึ่งทนซัลเฟตได้ปานกลาง เช่น ปูนซีเมนต์ตราพญานาคเจ็ดเศียร แต่ถ้าเป็นการก่อสร้างในแหล่งที่น้ำทะเลเข้าถึงก็ควรใช้ปูนซีเมนต์ Portland ประเภทที่ห้าซึ่งทนซัลเฟตได้สูง เช่น ปูนซีเมนต์ตราฉลาม และในคอนกรีตควรจะผสมสารเพิ่ม Workability ของคอนกรีตให้เหมาะสมกับงานเข็มเจาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 เสาเข็มระบบเจาะกด

ปัญหาและอุปสรรค

1. เครื่องมือที่ใช้เกิดชำรุด

แนวทางแก้ไข

- ดูแลรักษาให้ดี ตรวจซ่อมแซมอยู่เสมอ ควรมีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา

2. ดินเลนที่เกิดจากการขุดเจาะ

แนวทางแก้ไข

- ขนนำไปทิ้งที่อื่นเมื่อมีปริมาณมากพอสมควร หรือเทปูนผงเพื่อให้ดินจับตัวเป็นก้อน

3. เสาเข็มเสีย

แนวทางแก้ไข

- ดึงขึ้นทิ้ง หรือถ้าไม่สามารถดึงออกได้ ก็ตอกเสาใหม่ในบริเวณใกล้ๆ ต้นที่เสีย แล้วทำการคำนวณค่า C.G. ใหม่

4. คนงาน

แนวทางแก้ไข

- ให้ความช่วยเหลือตามสมควร สวัสดิการพอสมควร

5. การหนีศูนย์ของเสา

แนวทางแก้ไข

- ก่อนเจาะจะต้องมีการวัด และตรวจสอบให้ดีก่อนทำการตอกทุกครั้ง

6. เสาเข็มที่กำลังทำการตอก ดินที่อยู่ข้างล่างดันเสาเข็มทำให้เสาเข็มแตก

แนวทางแก้ไข

- พยายามเจาะดินให้ถึงระดับ แล้วทำการ Grouting แทน

5.3.3 เสาเข็มตอกโดยปั้นจั่น

ปัญหาและอุปสรรค

1. เสาเข็มหัก

แนวทางแก้ไข

- ให้ตอกเสาเข็มใหม่ในบริเวณใกล้ๆ ต้นที่หัก แล้วทำการคำนวณค่า C.G. ใหม่

2. เสาเข็มหนีศูนย์

แนวทางแก้ไข

- ก่อนที่จะทำการตอกจะต้องมีการตรวจสอบให้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เสาเข็มเอียง

แนวทางแก้ไข

- จะต้องมีการเช็คดิ่งอยู่เสมอในการตอกทุกครั้ง

4. เสาเข็มแตก เกิดรอยร้าว

แนวทางแก้ไข

- ควรชักลากเสาเข็มด้วยความระมัดระวัง
- ถ้าเสาเข็มเกิดรอยร้าวมากหรือแตก ก็ไม่ควรนำเสาเข็มต้นนั้นมาใช้

5.3.4 Diaphragm Wall

ปัญหาและอุปสรรค

1. หลุมที่ขุดเกิดการพังทลายลงมาของดิน

แนวทางแก้ไข

- ทำการปรับปรุงคุณภาพของสารละลายเบนโทไนท์ที่ใช้ แล้วใช้ Grab เก็บเศษดินที่ตกอยู่ก้นหลุมขึ้นมา

2. เครื่องจักรที่ใช้เกิดการขัดข้อง เกิดการชำรุดเสียหาย

แนวทางแก้ไข

- ควรใช้อย่างระมัดระวัง ไม่ประมาท
- เนื่องจากเครื่องจักรที่ใช้ราคาค่อนข้างแพง จึงต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญ เพื่อที่จะสามารถซ่อมแซมหรือแก้ไขอุปกรณ์นั้นๆ ได้
- นำเครื่องจักรตัวใหม่มาใช้แทน

3. รอยต่อของผนังสามารถเกิดการรั่วซึมของน้ำใต้ดินได้

แนวทางแก้ไข

- ติดตั้ง Water Stop ที่รอยต่อของผนังโดยให้ความลึกของ Water Stop อยู่ต่ำกว่าความลึกของ Base Slab

4. แนวเหล็กเสริมเอียง ทำให้เมื่อทำการขุดดินรอบผนังจะเห็นเหล็กเสริมโผล่ออกมา

แนวทางแก้ไข

- ควรติดตั้งลูกปูนให้ได้ระยะ Covering พอสมควร
- ทำการตกแต่งผิวบริเวณที่เหล็กเสริมโผล่ออกมา เพื่อป้องกันมิให้เกิดการสึกกร่อนของเหล็กเสริม

5. การเทคอนกรีตของแต่ละ Panel เกิดการแยกตัวเนื่องจาก Diaphragm Wall ยาวประมาณ 6 เมตร

แนวทางแก้ไข

- ให้รถส่งคอนกรีตเข้ามาเทคอนกรีตพร้อมกันหลายๆ คันในแต่ละแผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ความลึกของการขุดแผง Diaphragm Wall ไม่ได้ตามที่กำหนด

แนวทางแก้ไข

- ทำการตรวจสอบความลึกของก้นหลุม Diaphragm Wall โดยเช็คดิ่งให้ทั่วแผง แล้วทำการขุดต่อจนได้ระดับความลึกที่ต้องการตลอดแนวของแผง

7. เหล็กเสริมเกิดการรูดลงมาขณะทำการยก

แนวทางแก้ไข

- ทำการตรวจสอบการผูกโครงเหล็กเสริมทุกครั้งก่อนการจะทำการยก

8. แนวที่ทำการบล๊อคโครงเหล็กเสริมเพื่อทำรอยต่อระหว่าง Diaphragm Wall กับ Base Slab ไม่ได้ตำแหน่งที่ถูกต้อง

แนวทางแก้ไข

- ใช้กล้องระดับทำการตรวจสอบระยะความสูงของโครงเหล็กเสริมที่เหลือจากการหย่อนลงในหลุมที่ขุด เพื่อคำนวณตำแหน่งที่จะทำการบล๊อคได้ถูกต้อง

9. โครงเหล็กเสริมที่ทำการหย่อนลงในหลุมที่ขุดอยู่ต่ำเกินไป

แนวทางแก้ไข

- ใช้กล้องระดับทำการวัด และคำนวณความลึกของโครงเหล็กเสริมขณะที่ทำการหย่อนลงในหลุมที่ขุด

5.3.5 งานพื้น

ปัญหาและอุปสรรค

1. พื้นด้านล่างของ Top Slab อาจไม่เรียบเนื่องจากเป็นการทำพื้นซึ่งวางแบบอยู่บนดิน

แนวทางแก้ไข

- ใช้เส้น PVC ทำการดิดตั้งที่แบบล่างของพื้นก่อนที่จะทำการเทคอนกรีต เพื่อให้พื้นเป็นร่องในช่วงสั้นๆ ซึ่งสามารถพรางตาได้

2. ขุดดินเพื่อทำพื้น Base Slab แล้วเกิดการพังทลายของดินเข้ามา

แนวทางแก้ไข

- ตอก Sheet Pile เป็นแนว เพื่อใช้รับแรงดันดินด้านข้าง ป้องกันการพังทลายของดิน

3. ความสูงของ Profile ไม่ได้ตามแบบ เนื่องจากตำแหน่งที่ได้ Block ไว้ของ Diaphragm Wall เพื่อทำพื้น Base Slab นั้นไม่ได้ระดับ

แนวทางแก้ไข

- ทำการปรับ Profile ด้านที่ติดกันให้มีความต่อเนื่องกัน เนื่องจากความผิดพลาดของตำแหน่งนี้จะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

โครงการก่อสร้างทางลอดลดระดับแยกหลักสี่นี้ตั้งอยู่ที่บริเวณทางแยกหลักสี่ ซึ่งมีอนุสาวรีย์พิทักษ์รัฐธรรมนูญอยู่ตรงมุมของสี่แยกด้านตะวันออก โดยมีถนนพหลโยธินผ่านบริเวณอนุสาวรีย์ฯ และมีทางแยกออก 2 ทาง คือ ถนนรามอินทราไปทางตะวันออก และ ถนนแจ้งวัฒนะไปทางตะวันตก โครงการฯ นี้ได้ถูกก่อสร้างขึ้นเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดที่บริเวณทางแยกหลักสี่ โดยได้ปรับปรุงการจราจรจากทางแยกเป็นวงเวียน แล้วได้ทำการก่อสร้างเป็นทางลอดลดระดับในแนวถนนพหลโยธิน ให้ลอดผ่านตรงทางแยกดังกล่าว โดยโครงการฯ นี้มีมูลค่างานประมาณ 763 ล้านบาท ซึ่งเราจะเห็นได้ว่ามีมูลค่างานที่ค่อนข้างสูง หากเปรียบเทียบกับการก่อสร้างสะพานข้ามแยก แต่สาเหตุที่ก่อสร้างเป็นทางลอดลดระดับก็เพราะว่า จะรักษาสภาพของพื้นที่ และความสง่างามของอนุสาวรีย์พิทักษ์รัฐธรรมนูญไว้คงเดิม ถ้าหากก่อสร้างเป็นสะพานข้ามแยกแล้วจะทำให้สภาพพื้นที่เปลี่ยนไป และอนุสาวรีย์พิทักษ์รัฐธรรมนูญจะขาดความสง่างาม จึงได้ตัดสินใจที่จะก่อสร้างเป็นทางลอดลดระดับ

โครงการฯ นี้ จะเป็นแบบด้านบนเปิดตลอด ยกเว้นช่วงที่อยู่ตรงแนววงเวียนและส่วนตรงกลางของวงเวียน จะเทเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก กว้างเท่ากับขนาดของทางลอดลดระดับ 18.50 เมตร และยาวช่องละ 40.00 เมตร เพื่อให้รถสามารถวิ่งผ่านทางวงเวียนได้ ส่วนตัววงเวียนจะมีทางเดินรถกว้าง 17.50 เมตร มี 5 ช่องจราจร ส่วนในทางลอดลดระดับมีความกว้าง 16.50 เมตร มี 4 ช่องจราจร โดยแบ่งเป็นขาไป 2 ช่อง และขากลับ 2 ช่อง ความยาวของทางลอดลดระดับเท่ากับ 950 เมตร โดยเริ่มต้นที่บริเวณประตูทางเข้า ประตูแรกของวัดพระศรีมหาธาตุฯ และไปสิ้นสุดตรงบริเวณหน้ากรมการทหารขนส่งที่ 1 รักษาพระองค์

เริ่มต้นการก่อสร้างโครงการนี้ เดิมทีบริเวณนี้จะเป็นสี่แยก จะทำการขยายช่องการจราจรบริเวณวงเวียนจาก 4 เลน เป็น 5 เลน และเลาะเกาะกลางถนนออกในแนวของถนนพหลโยธิน โดยทำเป็นผิวถนนราดยางมะตอยไปก่อนเมื่อเสร็จสิ้นโครงการแล้วถึงจะปรับเป็นผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน หลังจากนั้นจึงปรับการจราจรจากสี่แยกเป็นวงเวียน แล้วจึงเริ่มทำการก่อสร้างทางลอดลดระดับภายในบริเวณวงเวียน โดยขั้นแรกจะทำเสาเข็มเจาะซึ่งอยู่ในช่วงบริเวณตรงกลางทางลอดลดระดับ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 เมตร จำนวน 395 ต้น แล้วทำเสาเข็มระบบเจาะกดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.35 เมตร จำนวน 914 ต้น ซึ่งอยู่ในช่วงบริเวณถัดออกไปทางด้านซ้ายและด้านขวาของช่วงการทำเสาเข็มเจาะ หลังจากนั้นจึงเริ่มทำ Diaphragm Wall โดยมีความหนา 0.80 เมตร ลึก 21.00 เมตร ยาว 416.5 เมตร ซึ่งอยู่ในช่วงเดียวกันกับช่วงการทำเสาเข็มเจาะ โดยทำเป็นทีละ Panel สลับกันไป เพื่อรอคอนกรีตเซตตัวก่อนถึงจะทำ Panel ที่ติดกันต่อไปได้ ในระหว่างที่ทำผนัง Diaphragm Wall นั้นก็จะทำผนังของ Pump Tank ซึ่งเป็น Diaphragm Wall เหมือนกัน เมื่อทำส่วน Diaphragm Wall เสร็จก็จะทำส่วน Top Slab โดย Top Slab จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีทั้งหมด 3 ช่วง โดยช่วงกลางนั้นจะใช้สำหรับเป็นทางเดินเท้าภายในบริเวณวงเวียน เมื่อทำ Top Slab เสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงทำการขุดดินพร้อมติดตั้ง Strut ภายในผนังเพื่อเป็นตัวค้ำยัน Diaphragm Wall โดยจะขุดดินจนลึกถึงระดับที่ทำ Base Slab ตาม Profile หลังจากนั้นจะทำ Base Slab โดยช่วงกึ่งกลางของ Base Slab นั้นจะมีการทำ Sump Tank สำหรับรับน้ำภายในทางลอดลดระดับ เพื่อส่งน้ำไปยัง Pump Tank และส่วนของ Base Slab ที่ทำเสร็จไปแล้วนั้นจะเริ่มติดตั้งค้ำยัน เพื่อทำการก่อสร้าง Prop ซึ่งทำหน้าที่ในการค้ำยันผนังด้านบนสุด

ทำการเบี่ยงจราจรตรงวงเวียนช่วงถนนพหลโยธินออกไป แล้วทำ Top Slab. ส่วนตรงวงเวียนทั้ง 2 ข้าง ทำ Prop, U-Channel ซึ่งอยู่ในช่วงบริเวณตรงกลางของวงเวียน พร้อมทำ Control Room สำหรับในส่วนของ Top Slab ที่เชื่อมต่อกับถนนรอบวงเวียนนั้นจะทำการก่อสร้าง Bearing Unit เพื่อป้องกันการเกิดการทรุดตัวที่แตกต่างกัน หลังจากที่ได้ทำส่วนนี้เสร็จสิ้นแล้ว ให้ทำการเบี่ยงการจราจรกลับมายังแนวเดิมที่ได้ก่อสร้างเสร็จสิ้นไปแล้ว เพื่อเตรียมที่จะเปิดหน้าดิน และก่อสร้างในส่วนของ Base Slab และ RC Wall ต่อไป

ทำเสาเข็มตอกโดยปั้นจั่นในบริเวณทางที่จะเข้าทางลอดลดระดับทั้ง 2 ด้าน ทำ Base Slab และ ส่วนทางเข้าและทางออกของทางลอดลดระดับจะทำพื้น Approach Slab ซึ่งมีลักษณะเป็น Bearing Unit และจะทำส่วนพื้นในช่วงของผนัง RC Wall และทำผนัง RC Wall ไล่เข้ามาจนถึง Diaphragm Wall และในส่วนที่เป็น Diaphragm Wall นั้นก็จะมีการทำ Finishing ไปด้วย

สำหรับส่วนของรอบๆ วงเวียนที่ได้ขยายช่องการจราจรไว้แล้วที่เป็นผิวถนนราดยางมะตอย และในส่วนของบริเวณถนนด้านข้างทางลอดลดระดับในแนวถนนพหลโยธิน จะทำเป็นผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมดโดยรอบโครงการ

เมื่อทำการก่อสร้างทั้งหมดเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว จึงสามารถเปิดการจราจรให้ใช้เป็นวงเวียนรอบอนุสาวรีย์พิทักษ์รัฐธรรมนูญ และทางลอดลดระดับในแนวถนนพหลโยธิน หลังจากนั้นจึงทำสวนสาธารณะในบริเวณตรงกลางของวงเวียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. การขุดดินที่ความลึก ควรกระทำด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากบางครั้ง As-built Drawing ไม่ตรงกับสภาพความเป็นจริงมากนัก ดังนั้นจึงมีโอกาสที่จะขุดไปโดนกับสาธารณูปโภคต่างๆ ที่อยู่ใต้ดิน ทำให้เกิดความเสียหายแก่บ้านเรือนในบริเวณนั้น ซึ่งจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายพร้อมทั้งเวลาในการซ่อมแซมมากยิ่งขึ้น

2. การใช้วัสดุอุปกรณ์เครื่องจักรในการก่อสร้างควรใช้ด้วยความระมัดระวัง และควรมีช่างผู้ชำนาญงานคอยควบคุมดูแลอยู่สม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการชำรุดเสียหายของเครื่องจักร และความเสียหายที่จะเกิดกับตัวของโครงสร้างเองด้วย เพื่อที่จะได้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมบำรุงรักษาในส่วนนี้มากนัก

3. ควรคำนึงถึงการพังทลายของดินด้วย โดยการใช้ Sheet Pile กดให้ได้ความลึกที่เพียงพอ เพื่อที่จะใช้ป้องกันแรงดันดินด้านข้าง ไม่ให้ดินพังทลายลงมาในส่วนที่ทำการขุดเป็นทางลอดลดระดับ

4. การขุดดินในส่วนของการทำ Diaphragm Wall การทำเสาเข็มเจาะ ควรขุดดินให้ถึงตำแหน่งความลึกตามแบบที่กำหนด

5. ในการทำ Air Lift ควรควบคุมคุณภาพของสารละลายเบนโทไนท์ให้ได้ตามมาตรฐานอยู่เสมอ เพื่อป้องกันการพังทลายของหลุมเจาะ

6. ในช่วงของเทศกาลวันหยุดต่างๆ ซึ่งคนงานจะต้องลากลับบ้านไปเป็นจำนวนมาก ควรจะมีการวางแผนการทำงานให้ดีโดยจัดให้งานในช่วงดังกล่าวไม่จำเป็นต้องใช้คนงานเป็นจำนวนมาก เพื่อที่ให้งานจะได้ไม่ต้องล่าช้ามากนัก

7. ควรมีการติดต่อประสานงานระหว่างหน่วยงานกับทางตำรวจอยู่เสมอในการจัดการจราจร ให้เหมาะสมกับปริมาณการจราจรในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อลดปัญหาเรื่องการจราจรติดขัด

8. การทำท่อระบายน้ำรอบนอกของโครงการจะไปกีดขวางการเดินเท้าของคนที่เดินผ่านไปมาในบริเวณนั้น ซึ่งจะเป็นอันตรายอย่างยิ่ง ดังนั้นควรที่จะจัดเส้นทางการเดินเท้าให้เป็นระเบียบเรียบร้อยและปลอดภัย

9. ควรมีการวางแผนเวลาในการทำงาน เช่น พยายามจัดเวลาให้มีการเทคอนกรีตในเวลากลางคืน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการจราจรที่ติดขัดในเวลากลางวัน

10. ควรสังเกตสภาพอากาศ เช่น ฝน อุณหภูมิ ในขณะนั้น เพื่อป้องกันการเกิดฝนตกในระหว่างการเทคอนกรีต

11. จัดการบริหารจำนวนบุคลากร แบ่งหน้าที่ เวลาการทำงาน ให้เหมาะสมกับจำนวนที่มี เพื่อไม่ให้เกิดการขาดแคลน

12. ในงานเสาเข็มควรมีการวางแผน เรียงลำดับหมายเลขการเจาะให้เหมาะสมซึ่งจะทำให้ทำงานได้ประหยัด และรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ในการขุดดินเพื่อทำ Base Slab ในช่วง Diaphragm Wall ควรรีบติดตั้ง Strut ให้เร็วที่สุด และติดตั้งเป็นระยะๆ ของช่วงความลึก เพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของ Diaphragm Wall ทั้ง 2 ข้าง

14. ในการหย่อนเหล็กลงไปใน Diaphragm Wall ควรใช้กล้องระดับในการตรวจสอบระดับของโครงเหล็กทุกครั้ง เพื่อมิให้เกิดปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับตำแหน่งของโครงเหล็ก

15. ควรมีการควบคุมดูแลการเทคอนกรีตอย่างใกล้ชิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ราคางานก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
1	งานดิน				
1.1	การเคลียร์พื้นที่และขุดถางตอไม้	ตร.ม.	5,000	5	25,000
1.2	การขุดดินพื้นถนน	ลบ.ม.	72,200	40	2,888,000
1.3	การขุดดินอ่อนและการแทนที่	ลบ.ม.	100	500	50,000
1.4	เขื่อนทรายกั้นน้ำ	ลบ.ม.	8,420	450	3,789,000
1.5	การถมดินใต้ทางเท้า	ลบ.ม.	2,980	450	1,341,000
1.6	การเคลื่อนย้ายไปของโครงสร้าง				
	- ผิวทางเท้าค.ส.ล.	ตร.ม.	17,900	300	5,370,000
	- ท่อสี่เหลี่ยมลอดใต้ถนน	LS.	1	220,000	220,000
	- ท่อกลมลอดใต้ถนน	LS.	1	135,000	135,000
	- MANHOLE ค.ส.ล.	LS.	1	70,000	70,000
2	งานรองพื้นทาง				
2.1	รองพื้นทาง	ลบ.ม.	950	500	475,000
2.2	ชั้นทราย	ลบ.ม.	690	475	327,750
2.3	มวลรวมพื้นทาง	ลบ.ม.	620	600	372,000
3	งานผิวทาง				
3.1	ทางเท้าคอนกรีตปอร์ตแลนด์ซีเมนต์หนา 25 ซม.	ตร.ม.	5,640	600	3,384,000
3.2	LONGITUDINAL JOINT	ม.	4,620	150	693,000
3.3	EXPANSION JOINT	ม.	150	315	47,250
3.4	CONTRACTION JOINT	ม.	1,180	150	177,000
3.5	DUMMY JOINT	ม.	4,620	70	323,400
4	งานโครงสร้าง				
4.1	สะพานลอยสำหรับ R.O.W. 32 ม.	EA.	2	4,250,000	8,500,000
4.2	คอนกรีตชั้นพิเศษ A (3/4) สำหรับ DIAPHRAGM WALL	ลบ.ม.	13,320	14,500	193,140,000
4.3	คอนกรีตชั้น A (3/4)	ลบ.ม.	12,975	5,200	67,470,000
4.4	คอนกรีตชั้น C	ลบ.ม.	1,355	2,250	3,048,750
4.5	PUMP TANK	EA.	1	8,000,000	8,000,000
4.6	ห้องควบคุม	EA.	1	1,000,000	1,000,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
4.7	ท่อสี่เหลี่ยมค.ส.ล.ลอดใต้ถนน (1.20 x 1.20 ม.)	ม.	2,760	11,000	30,360,000
4.8	พื้นทาง	ตร.ม.	1,775	2,450	4,348,750
4.9	หน่วยแบกทาน	ตร.ม.	2,455	4,020	9,869,100
4.10	เหล็กเสริม SD-40, ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง <= 12 มม.	ตัน	57	19,500	1,111,500
4.11	เหล็กเสริม SD-40, ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง >= 16 มม.	ตัน	4,256	16,000	68,096,000
4.12	เสาเข็มตอกคอนกรีตอัดแรงหล่อสำเร็จรูป ขนาด 0.30 x 0.30 ม.	ม.	16,860	1,315	22,170,900
4.13	เสาเข็มเจาะหล่อในที่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.80 ม.	ม.	4,900	5,120	25,088,000
4.14	เสาเข็มเจาะหล่อในที่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.35 ม.	ม.	64	875	56,000
4.15	ท่อค.ส.ล. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 ซม.	ม.	84	1,100	92,400
4.16	ท่อค.ส.ล. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 ซม.	ม.	8	1,680	13,440
4.17	ท่อค.ส.ล. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 ซม.	ม.	300	2,600	780,000
4.18	งานเติมและอุดรอยต่อ	ตร.ม.	80	350	28,000
4.19	EXPANSION JOINT (BASE SLAB)	ม.	35	550	19,250
4.20	WATER STOP ภายใน ขนาด 8 นิ้ว	ม.	2,590	350	906,500
4.21	WATER STOP ภายนอก ขนาด 40 ซม.	ม.	35	900	31,500
5	งานจร				
5.1	RETAINING WALL ชนิด 1	ม.	250	295	73,750
5.2	RETAINING WALL ชนิด 2	ม.	3,000	11,100	33,300,000
5.3	ช่องคอนกรีตรูปตัวยู พร้อมฝาปิด	ม.	1,650	1,450	2,392,500
5.4	งานตกแต่ง (แนวคอนกรีต)	ตร.ม.	4,585	1,500	6,877,500
5.5	MANHOLE ค.ส.ล. ขนาด 1.20 x 1.80 ม. พร้อมฝาปิด	EA.	200	26,700	5,340,000
5.6	MANHOLE ค.ส.ล. ขนาด 1.30 x 1.55 ม. พร้อมฝาปิด	EA.	20	27,000	540,000
5.7	ดันหินและรางน้ำคอนกรีต	ม.	4,820	550	2,651,000
5.8	เครื่องกั้นคอนกรีตชนิด 1	ม.	2,250	1,670	3,757,500
5.9	เครื่องกั้นคอนกรีตชนิด 2	ม.	1,150	1,700	1,955,000
5.10	การทำเครื่องหมายดันหิน	ตร.ม.	135	350	47,250
5.11	การทำเครื่องหมายเครื่องกั้น	ตร.ม.	150	350	52,500
5.12	บล็อคทางเท้าคอนกรีต	ตร.ม.	9,770	550	5,373,500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
5.13	ปลูกหญ้า	ตร.ม.	10,000	10	100,000
5.14	ลูกกรงคานเหล็ก	ม.	100	1,500	150,000
5.15	TOP SOIL	ลบ.ม.	1,000	275	275,000
5.16	ป้ายบอกทาง	EA.	20	325	6,500
5.17	สิทธิในการใช้ทางเดินในบริเวณอนุสาวรีย์	EA.	40	200	8,000
5.18	ป้ายสัญญาณ	ม.	20	415	8,300
5.19	สัญญาณบนถนน	ตร.ม.	15	5,500	82,500
5.20	กระดานสัญญาณที่อยู่เหนือหัว	ตร.ม.	93	6,000	558,000
5.21	กรอบเหล็กสำหรับกระดานสัญญาณที่อยู่เหนือหัว ขนาดกว้าง 19 ม.	EA.	2	140,000	280,000
5.22	สัญญาณจราจรชนิดแขวนและแผ่นสัญญาณ มีพื้นที่ไม่มากกว่า 52,800 ตร.ม.	ชุด	2	100,000	200,000
5.23	หม้อแปลงไฟ 500 KVA, ชนิดจุ่มในน้ำมันพร้อม ขั้ว PLATFORM คอนกรีต และ DROPOUT ฟิวส์, เครื่องทำให้หยุดด้วยแสง และฉนวนกันความร้อน พร้อมอุปกรณ์	ชุด	1	2,000,000	2,000,000
5.24	แผงควบคุมเครื่องสูบน้ำพร้อม - เครื่องควบคุมวงจรไฟฟ้าหลัก - เครื่องควบคุมวงจรไฟฟ้าสาขา - MAGNETIC CONFACTOR และอุปกรณ์ สำหรับควบคุมเครื่องสูบน้ำโดยสวิทช์ระดับ	ชุด	1	1,000,000	1,000,000
5.25	แผงควบคุม GENERATOR พร้อม - เครื่องควบคุมวงจรไฟฟ้า - สวิทช์เคลื่อนย้ายอัตโนมัติ - อุปกรณ์ควบคุม - อุปกรณ์ประกอบ	ชุด	1	1,000,000	1,000,000
5.26	กระดานแผงไฟ (NEMA 3R) พร้อม - เครื่องควบคุมวงจรไฟฟ้าหลัก - เครื่องควบคุมวงจรไฟฟ้าสาขา - GROUND BAR	ชุด	1	500,000	500,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
	- อุปกรณ์ประกอบ				
5.27	ท่อเหล็กเคลือบสังกะสีสำหรับวางลวดไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ซึ่งอยู่ใต้ทางเท้า, ใต้ดินเปิด				
	- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว	ม.	150	1,200	180,000
	- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว	ม.	100	910	91,000
	- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว	ม.	100	275	27,500
	- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว	ม.	3,000	235	705,000
5.28	สายเคเบิ้ล XLPE พร้อมอุปกรณ์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 70 มม.	ม.	300	870	261,000
5.29	สายเคเบิ้ล NYY พร้อมอุปกรณ์				
	- NYY 1 x 150 ตร.มม.	ม.	450	600	270,000
	- NYY 1 x 120 ตร.มม.	ม.	120	500	60,000
	- NYY 1 x 25 ตร.มม.	ม.	600	160	96,000
	- NYY 1 x 10 ตร.มม.	ม.	12,000	140	1,680,000
5.30	หลอด FLOOD LIGHT HIGH GRESSURE SODIUM กับ HPF บัลลาสต์พร้อมอุปกรณ์ (หลอด 150 วัตต์)	ชุด	166	60,000	9,960,000
5.31	PHOTOCELL (สำหรับควบคุม FLOOD LIGHT)	ชุด	166	2,000	332,000
5.32	โคมสัญญาณที่อยู่เหนือหัว (2 x 40 วัตต์) หลอดฟลูออเรสเซนต์, HPF บัลลาสต์, สตาร์ทเตอร์	ชุด	40	5,500	220,000
5.33	PHOTOCELL (สำหรับโคมสัญญาณที่อยู่เหนือหัว)	ชุด	10	5,000	50,000
5.34	ขั้วอิเล็คทริคที่ตั้งขึ้นใหม่	ขั้ว	67	210,000	14,070,000
5.35	DUCT BANK (จากหม้อแปลงไฟถึง GENRM)	ชุด	5	40,000	200,000
5.36	ระบบสัญญาณจราจร	LS.	1	3,000,000	3,000,000
5.37	การทำเครื่องหมาย THERMOPLASTIC สะท้อนแสง, สีเหลือง	ตร.ม.	250	280	70,000
5.38	การทำเครื่องหมาย THERMOPLASTIC สะท้อนแสง, สีขาว	ตร.ม.	1,200	280	336,000
5.39	การทำเครื่องหมายสีสะท้อนแสงที่ BRIDGE END และที่อื่นๆ	ตร.ม.	40	300	12,000
5.40	ปุ่มถนนสะท้อนแสง (สะท้อนแสงทิศทางเดียว)	EA.	350	450	157,500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
5.41	RAISED BAR DIVISOR	ม.	20	300	6,000
5.42	หางนกยูงฝรั่ง (DELONIX REGIA) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว, สูง 2.5 เมตร	EA.	59	6,000	354,000
5.43	หญ้าแห้ว (ZOYSIA MATRELLA)	ตร.ม.	4,500	30	135,000
5.44	การย้ายออกและตั้งขึ้นใหม่สำหรับต้นไม้ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง < 0.15 ม.	EA.	50	3,000	150,000
5.45	เครื่องสูบน้ำที่สามารถจมน้ำได้	ชุด	3	3,500,000	10,500,000
5.46	QUICK CONNECTOR และรางนำทาง และที่รองรับ	ชุด	3	100,000	300,000
5.47	ท่อเหล็กเคลือบสังกะสี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.40 ม.	ม.	60	6,500	390,000
5.48	วาล์วตรวจสอบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.40 ม.	ชุด	3	800,000	2,400,000
5.49	วาล์วผีเสื้อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.40 ม.	ชุด	3	350,000	1,050,000
5.50	ตะแกรงเหล็กชนิด A	ชุด	20	12,000	240,000
5.51	ตะแกรงเหล็กชนิด B	ชุด	20	12,000	240,000
5.52	ทางระบายน้ำด้านข้าง	ชุด	6	2,500	15,000
5.53	ชุด GENERATING ชุด COMPLY 500 KW	ชุด	1	7,500,000	7,500,000
5.54	ถังเก็บน้ำมัน (200 ลิตร)	ชุด	1	100,000	100,000
5.55	การจัดเตรียมการจราจรระหว่างการก่อสร้าง	LS.	1	19,000,000	19,000,000
				SUBTOTAL	606,504,290

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานก่อสร้างบ่อพักและท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดินของการไฟฟ้านครหลวง

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
1	ก่อสร้างบ่อพัก ค.ส.ล. (MH)				
1.1	TYPE B-3/2 S	บ่อ	18	426,000	7,668,000
1.2	TYPE L-1/1 D	บ่อ	5	595,000	2,975,000
1.3	TYPE T-5/1 D	บ่อ	4	599,000	2,396,000
2	ก่อสร้างท่อร้อยสายฯ (DB) ใช้ท่อ FIBERGLASS REINFORCED EPOXY (FRE) 127 MM. DIA. (ID) หุ้มคอนกรีตเสริมเหล็ก				
2.1	ชนิด 2 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	155	9,300	1,441,500
2.2	ชนิด 3 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	184	10,300	1,895,200
2.3	ชนิด 4 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	16	11,300	180,800
2.4	ชนิด 6 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	17	13,500	229,500
2.5	ชนิด 18 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	36	24,200	871,200
2.6	ชนิด 24 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	3,187	29,400	93,697,800
2.7	ชนิด 26 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	38	31,000	1,178,000
2.8	ชนิด 27 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	22	31,800	699,600
2.9	ชนิด 28 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	102	32,600	3,325,200
2.10	ชนิด 30 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	57	34,100	1,943,700
2.11	ชนิด 31 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	11	35,300	388,300
2.12	ชนิด 32 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	13	35,800	465,400
2.13	ชนิด 33 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	5	36,800	184,000
2.14	ชนิด 34 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	37	37,900	1,402,300
2.15	ชนิด 36 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	15	38,600	579,000
2.16	ชนิด 38 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	6	40,800	244,800
3	ก่อสร้างท่อร้อยสายฯ (DB) ใช้ท่อ FLEXIBLE CORRUGATED HARD POLYETHYLENE PIPE ขนาด 150 MM. DIA. (ID)หุ้ม ค.ส.ล. ชนิด 24 ท่อ ความยาวประมาณ	ม.	104	33,000	3,432,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
4	ก่อสร้างท่อร้อยสายฯ (DB) ใช้ท่อ FLEXIBLE CORRUGATED HARD POLYETHYLENE PIPE ขนาด 150 MM. DIA. (ID) ชนิด 24 ท่อ ความยาวประมาณ	ม.	76	23,700	1,801,200
5	ก่อสร้างโครงเหล็ก (CABLE TRUSS) สำหรับวางท่อร้อยสายฯ (DB) ภายใน BRACING ข้าม UNDERPASS จำนวน 2 แนว รวมความยาวประมาณ	ม.	42	18,300	768,600
6	ดันท่อเหล็กขนาด 1.80 M. DIA. ลอดถนนรามอินทรา ระหว่าง MH26 กับ MH27 ยาวประมาณ	ม.	25.5	67,500	1,721,250
7	ก่อสร้างท่อร้อยสายฯ (DB) ภายในท่อเหล็ก ขนาด 1.80 M. DIA. ใช้ท่อ FRE 127 MM. DIA. หุ้ม ค.ส.ล. ชนิด 24 ท่อ ยาวประมาณ	ม.	25.5	22,500	573,750
8	CABLE ROUTE MARKER	LS.	1	96,900	96,900
9	อื่นๆ				
				SUBTOTAL	130,159,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานก่อสร้างวางท่อประปาของการประปานครหลวง

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
1	งานเตรียมการ				
1.1	งานจัดการสำนักงานสนามและเครื่องใช้ TYPE C	LS.	1	700,000	700,000
2	งานวางท่อประปาเหล็กเหนียวใต้ดินโดยทั่วไป				
2.1	ขนาด 1000 MM. DIA. หนา 12.7 MM.	ม.	235	26,500	6,227,500
2.2	ขนาด 900 MM. DIA. หนา 12.7 MM.	ม.	165	28,500	4,702,500
2.3	ขนาด 800 MM. DIA. หนา 12.7 MM.	ม.	100	20,000	2,000,000
2.4	ขนาด 600 MM. DIA. หนา 11.1 MM.	ม.	240	15,400	3,696,000
3	งานตัดบรรจบกับท่อประปาเดิม				
3.1	ขนาด 1000 MM. DIA. ST.	แห่ง	2	450,000	900,000
3.2	ขนาด 900 MM. DIA. ST.	แห่ง	2	375,000	750,000
3.3	ขนาด 800 MM. DIA. ST.	แห่ง	1	300,000	300,000
3.4	ขนาด 600 MM. DIA. ST.	แห่ง	1	270,000	270,000
3.5	ขนาด 500 MM. DIA. PC.	แห่ง	1	450,000	450,000
4	งานติดตั้งประตูน้ำลิ้นปีกผีเสื้อ พร้อม SURFACE BOX รายละเอียดตามแบบแปลนเลขที่ TT-3, 16/28 - 18/28				
4.1	4.1 ขนาด 900 MM. DIA.	แห่ง	1	438,300	438,300
4.2	4.2 ขนาด 600 MM. DIA.	แห่ง	1	225,500	225,500
4.3	4.3 ขนาด 500 MM. DIA.	แห่ง	1	196,500	196,500
5	งานติดตั้งประตูระบายอากาศใต้ดินพร้อม SURFACE BOX ตามแบบแปลนและรายละเอียด DETAILS "2" ของแบบเลขที่ TT-3, 15/28, 17/28 -18/28				
5.1	ขนาด 150 MM. DIA.	แห่ง	1	97,900	97,900
6	งานติดตั้ง RISER พร้อม SPECIAL FLANGE				
6.1	ขนาด 1200 MM. DIA. หนา 15.9 MM.	แห่ง	1	738,800	738,800
7	งานก่อสร้างแท่นคอนกรีตรับท่อ				
7.1	ขนาด 1000 MM. DIA. ตามรายละเอียดในแบบเลขที่ REL-11/39, D-3/3	แห่ง	6	34,000	204,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
7.2	ขนาด 900 MM. DIA. ตามรายละเอียดในแบบเลขที่ REL-11/39, D-3/4	แห่ง	6	34,000	204,000
7.3	ขนาด 600 MM. DIA. ตามรายละเอียดในแบบเลขที่ REL-11/39, D-3/5	แห่ง	6	34,000	204,000
8	**งานติดตั้งระบบป้องกันท่อผุกร่อน (CATHODIC PROTECTION SYSTEM)**	LS.	1	300,000	300,000
				SUBTOTAL	22,605,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานก่อสร้างวางท่อร้อยสายโทรศัพท์ใต้ดินขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
1	งานวางท่อ 12 - 4" DIA. PVC กลบทราย	ม.	196	3,175	622,300
2	งานวางท่อ 18 - 4" DIA. PVC กลบทราย	ม.	180	4,670	840,600
3	งานวางท่อ 24 - 4" DIA. PVC กลบทราย	ม.	150	6,160	924,000
4	งานวางท่อ 24 - 4" DIA. EFLEX กลบทราย	ม.	40	9,910	396,400
5	งานสร้างบ่อพักชนิด (MH) TYPE T4 - 3 ฝาเหล็ก ตามแบบมาตรฐานเลขที่ 135	บ่อ	1	145,000	145,000
6	งานสร้างบ่อพักชนิด (MH) TYPE A - 2 ฝาเหล็ก ตามแบบมาตรฐานเลขที่ 105	บ่อ	1	75,000	75,000
7	งานสร้างบ่อพักชนิด (MH) TYPE C - 2 ฝาเหล็ก ตามแบบมาตรฐานเลขที่ 111	บ่อ	1	105,000	105,000
8	งานทุบผนังขยายบ่อพัก (MH) TYPE A - 2 พร้อมฝาเหล็ก	บ่อ	2	65,000	130,000
9	งานทุบบ่อพัก (MH) TYPE A - 1	บ่อ	1	31,000	31,000
10	งานทุบท่อเก่า 30 - 4" DIA. ในบ่อพัก (MH)	จุด	1	16,500	16,500
11	งานสร้างเหล็กรัดท่อ EFLEX	จุด	8	500	4,000
12	งานติดตั้งปากแตรท่อ EFLEX (BELLMOUTH)	อัน	24	200	4,800
				SUBTOTAL	3,294,600
				TOTAL	762,562,890

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนงานก่อสร้างโครงการทางลอดลดระดับแยกหลักสี่ (แยกตามราคาของหน่วยงาน)

ทางหลวงหมายเลข 1 ถนนพหลโยธิน กม. 18+104 - 19+054 ระยะทาง 950 เมตร

	พ.ศ.		2540							
	เดือน		มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม
1	แผนงานก่อสร้างของกรมทางหลวง	รายเดือน	0.1576	0.4000	0.4392	2.5249	2.5249	1.5744	1.6581	1.7023
		สะสม	0.1576	0.5576	0.9968	3.5217	6.0466	7.6210	9.2791	10.9814
2	แผนงานก่อสร้างของการไฟฟ้านครหลวง	รายเดือน	-	0.5009	6.0407	10.6388	9.9776	9.9582	9.9582	9.0553
		สะสม	-	0.5009	6.5416	17.1804	27.1580	37.1162	47.0744	56.1297
3	แผนงานก่อสร้างของการประปานครหลวง	รายเดือน	1.5483	1.5483	0.0000	4.3543	8.0319	8.0319	8.0319	7.3550
		สะสม	1.5483	3.0966	3.0966	7.4509	15.4828	23.5147	31.5466	38.9016
4	แผนงานก่อสร้างขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไท	รายเดือน	-	-	6.4246	12.1284	10.421	9.4345	9.4345	9.4345
		สะสม	-	-	6.4246	18.5530	28.9740	38.4085	47.8430	57.2775
5	แผนงานรวมทั้งโครงการฯ	รายเดือน	0.1713	0.4495	1.4082	4.0055	3.9943	3.2307	3.2973	3.1584
		สะสม	0.1713	0.6208	2.0290	6.0345	10.0288	13.2595	16.5568	19.7152

2540				2541								
กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
2.6492	3.0038	4.3459	7.0742	8.2071	8.2973	8.0017	7.7014	10.5433	12.5006	10.1668	6.5273	0.0000
13.6306	16.6344	20.9803	28.0545	36.2616	44.5589	52.5606	60.2620	70.8053	83.3059	93.4727	100.0000	100.0000
9.0553	4.8786	4.8786	4.8786	4.8786	4.8786	5.0262	5.0262	0.1848	0.1848	-	-	-
65.1850	70.0636	74.9422	79.8208	84.6994	89.5780	94.6042	99.6304	99.8152	100.0000	-	-	-
7.3550	7.3550	7.3550	3.6775	3.6775	3.6775	4.1106	10.7516	7.2993	4.5123	1.3271	-	-
46.2566	53.6116	60.9666	64.6441	68.3216	71.9991	76.1097	86.8613	94.1606	98.6729	100.0000	-	-
9.4345	9.4345	9.4345	9.4345	4.9845	-	-	-	-	-	-	-	-
66.7120	76.1465	85.5810	95.0155	100.0000	-	-	-	-	-	-	-	-
3.9115	3.4806	4.5481	6.6090	7.4908	7.5410	7.3439	7.3019	8.6335	10.1076	8.1255	5.1914	0.0000
23.6267	27.1073	31.6554	38.2644	45.7552	53.2962	60.6401	67.9420	76.5755	86.6831	94.8086	100.0000	100.0000

ภาคผนวก ข

แบบก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LIST OF DRAWINGS

NO.	TITLE
	GENERAL
1	PERSPECTIVE
2	LOCATION MAP
3	LIST of DRAWING
	ROAD WORK
4	ABBREVIATION AND SYMBOLS
5	GENERAL PLAN LAYOUT 1st STAGE
6	GENERAL PLAN LAYOUT (ULTIMATE)
7	ALIGNMENT LAYOUT AND SETTING-OUT DATA
8	SERVEYED TOPOGRAPHIC MAP
9	RIGHT OF WAY PLAN
10	GEOMETRY AT INTERSECTION
11	TYPICAL ROAD SECTION (1)
12	TYPICAL ROAD SECTION (2)
13	TYPICAL ROAD SECTION (3)
14	PLAN & PROFILE OF ML-01 (I)
15	PLAN & PROFILE OF ML-01 (II)
16	DETOUR PLAN AND CONSTRUCTION SEQUENCE
17	25 CM. CONCRETE PAVEMENT
	STRUCTURES
18	STRUCTURAL NOTES
19	PLAN AND ELEVATION STA. 1+087.500 TO STA.1+228.000
20	PLAN AND ELEVATION STA. 1+228.000 TO STA.1+393.000
21	PLAN AND ELEVATION STA. 1+393.000 TO STA.1+558.000
22	PLAN AND ELEVATION STA. 1+558.000 TO STA.1+723.000
23	PLAN AND ELEVATION STA. 1+723.000 TO STA.1+826.500
24	TYPICAL SECTION-1
25	TYPICAL SECTION-2
26	TYPICAL SECTION-3
27	PROCEDURES OF CONSTRUCTION
28	REINFORCEMENT DETAIL-1
29	REINFORCEMENT DETAIL-2
30	REINFORCEMENT DETAIL-3
31	REINFORCEMENT DETAIL-4
32	REINFORCEMENT DETAIL-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NO.	TITLE
33	CONCRETE BARRIER TYPE 1
34	CONCRETE BARRIER TYPE 2
35	DRIVEN PILE DETAILS
36	BORED PILE DETAILS
37	TRANSITION UNIT-1
38	TRANSITION UNIT-2
39	TRANSITION UNIT-3
40	INTERSECTION IMPROVEMENT PLAN
41	BEARING UNIT-A
42	BEARING UNIT-B
43	BEARING UNIT-C
44	BEARING UNIT-D
45	BEARING UNIT-D DETAILS
46	INTERSECTION IMPROVEMENT SLAB DETAILS
47	APPROACH SLAB PLAN
48	APPROACH SLAB DETAILS
49	PLAN OF PEDESTRIAN BRIDGE TYPE I AND TYPE II
50	PEDESTRIAN BRIDGE OUTSIDE PIER FOR SPAN $\leq$ 16.00 M. (TYPE I)
51	PEDESTRIAN BRIDGE OUTSIDE PIER FOR SPAN $\leq$ 16.00 M. (TYPE II)
52	PEDESTRIAN BRIDGE INSIDE PIER FOR SPAN $\leq$ 16.00 M.
53	PEDESTRIAN BRIDGE STAR DETAILS TYPE I
54	PEDESTRIAN BRIDGE STAR DETAILS TYPE II
55	PRESTRESSED BRIDGE CONSTRUCTION SPECIFICATION AND MISCELLENOUS DETAILS
56	PRESTRESSED CONCRETE GIRDER FOR SPAN 21.01-25.00 M.(PC 8801)
57	REINFORCED CONCRETE GIRDER FOR SPAN $\leq$ 15.00 M. (RC 920/1)
	DRAINAGE PLAN
58	DRAINAGE PLAN LAYOUT
59	DRAINAGE PLAN-1
60	DRAINAGE PLAN-2
61	DRAINAGE PLAN-3
62	U-CHANNEL DETAILS
63	SUMP DETAIL-1
64	SUMP DETAIL-2
65	SUMP DETAIL-3
66	GENERAL ARRANGEMENT OF PUMPTANK AND CONTROL ROOM
67	REINFORCEMENT DETAILS OF PUMPTANK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NO.	TITLE
68	REINFORCEMENT DETAILS OF CONTROL ROOM
69	PUMP STATION & GENERATOR ROOM DETAILS
70	SINGLE LINE DIAGRAM AND PUMP CONTROL PANEL
71	LIGHTING & RECEPTACLES OF GENERATOR ROOM
72	GENERATOR ROOM LAYOUT
73	R.C.PIPE CULVERT
74	R.C.PIPE CULVERT INSTALLATION
75	MANHOLE DETAILS-I
76	MANHOLE DETAILS-II
77	CATCH RASIN
78	DETAR. OF INLET AND MANHOLE TYPE "F" & BOX CULVERT (CLOSE-TYPE)
	TRAFFIC CONTROL
79	TRAFFIC SIGN ,TRAFFIC SIGNAL AND MARKING DETAILS
80	TRANSITION DETAILS AT BEGINNING AND END OF DEPRESSED ROAD
81	MINOR SIGN & SIGN POST DETAILS
82	TRAFFIC CONTROL DEVICES FOR HIGHWAYS UNDER CONSTRUCTION-1
83	TRAFFIC CONTROL DEVICES FOR HIGHWAYS UNDER CONSTRUCTION-2
84	TRAFFIC CONTROL DEVICES FOR HIGHWAYS UNDER CONSTRUCTION-3
85	TRAFFIC CONTROL DEVICES FOR HIGHWAYS UNDER CONSTRUCTION-4
86	OVER SIGN BOARD DETAIL
87	STEELPOLE FOR OVERHANGING TRAFFICSIGN PLATES NOT MORE THAN 52,800 SG.CM.
88	CONCRETE BARRIER TYPE I
89	PRE-CAST CONCRETE BARRIER TYPE II
90	CONCRETE CURB AND CUTTER DETAILS
91	ROAD STUD
92	MARKING DETAILS-1
93	MARKING DETAILS-2
94	RETAINING WALL TYPE II
	LIGHTING PLAN
95	LIST OF DRAWING , ABBREVIATION , CONTROL DIAGRAM & PANEL
96	ILLUMINATED TRAFFIC SIGN AND UNDERPASS DETAIL
97	UNDERPASS LIGHTING (1) STA. 1+087.500 TO STA.1+228.000
98	UNDERPASS LIGHTING (2) STA. 1+228.000 TO STA.1+393.000
99	UNDERPASS LIGHTING (3) STA. 1+393.000 TO STA.1+558.000
100	UNDERPASS LIGHTING (4) STA. 1+558.000 TO STA.1+723.000
101	UNDERPASS LIGHTING (5) STA. 1+723.000 TO STA.1+826.500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NO.	TITLE
102	RELOCATED ELECTRIC POLE PLAN
103	SINGLE LINE DIAGRAM & LOAD PANEL
104	MISCELLANEOUS LIGHTING DETAILS
	QUARRY AND BORROW PIT PLANS
105	BORE HOLE LOCATION
106	BORING LOG
107	SOURCE OF MATERIAL
108	SUMMARY OF TEST RESULTS ON AGGREGATE MATERIAL
	UTILITY PLAN , BILL OF QUANTITIES AND REFERENCE POINT
109	UTILITY PLAN (1)
110	UTILITY PLAN (2)
111	PLANTING PLAN
112	CONCRETE PAVING BLOCK
113	BILL OF QUANTITIES
114	REFERENCE POINT LIST (I)
115	REFERENCE POINT LIST (II)
116	TRAFFIC ARRANGEMENT BETWEEN CONSTRUCTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KINGDOM OF THAILAND

MINISTRY OF TRANSPORT AND COMMUNICATIONS

DEPARTMENT OF HIGHWAYS

DETAILED ENGINEERING DESIGN

LAK SI INTERCHANGE

FINAL DRAWING

JAN. 1996

CONSULTANTS OF TECHNOLOGY CO.,LTD.

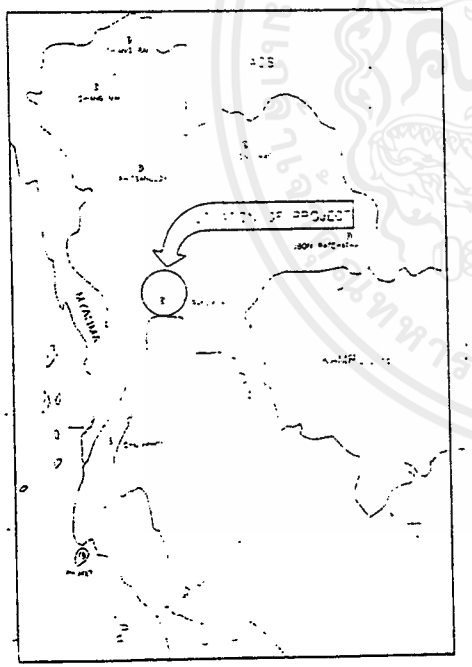
EPSILON CO.,LTD.

KINGDOM OF THAILAND

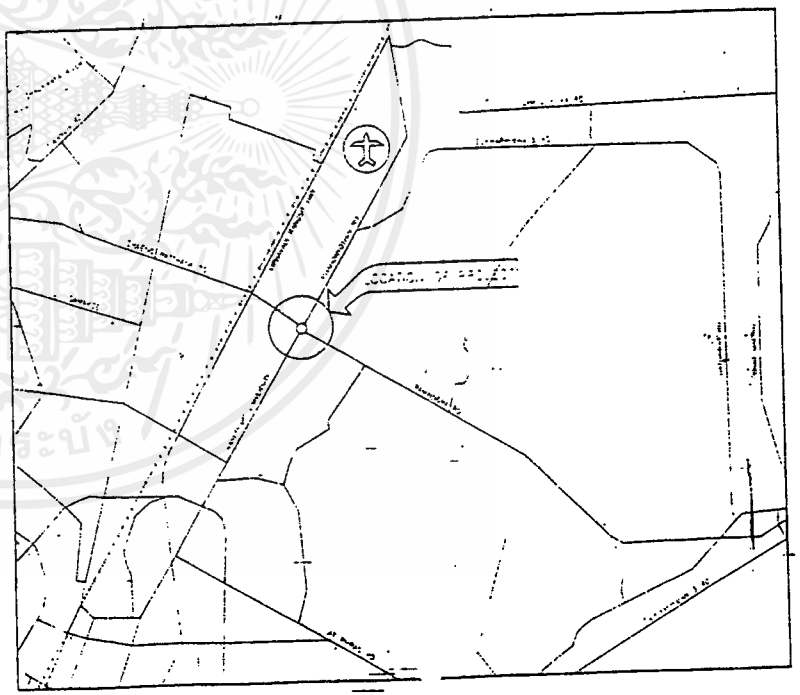
MINISTRY OF TRANSPORT AND COMMUNICATIONS

DEPARTMENT OF HIGHWAYS

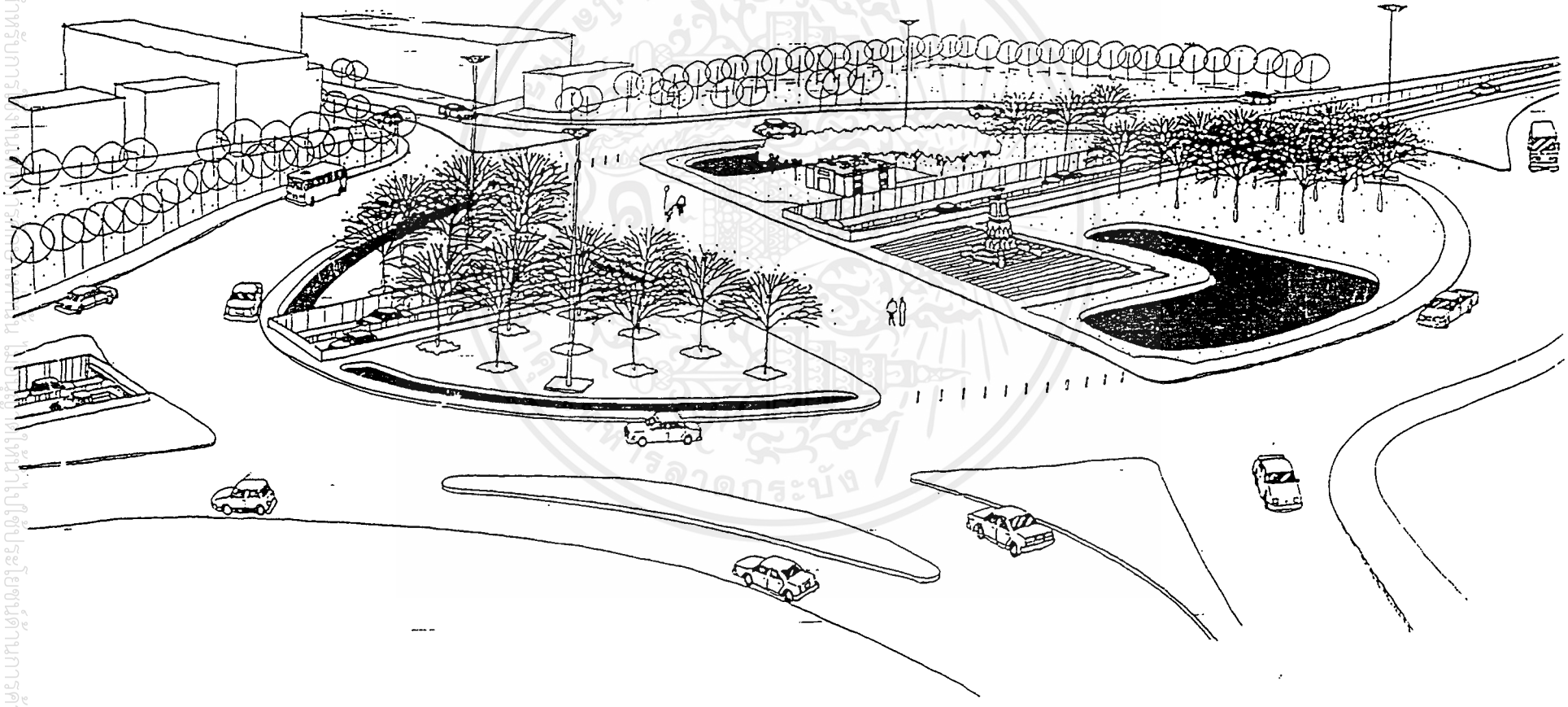
LAKSI INTERCHANGE



KEY MAP



KEY PLAN



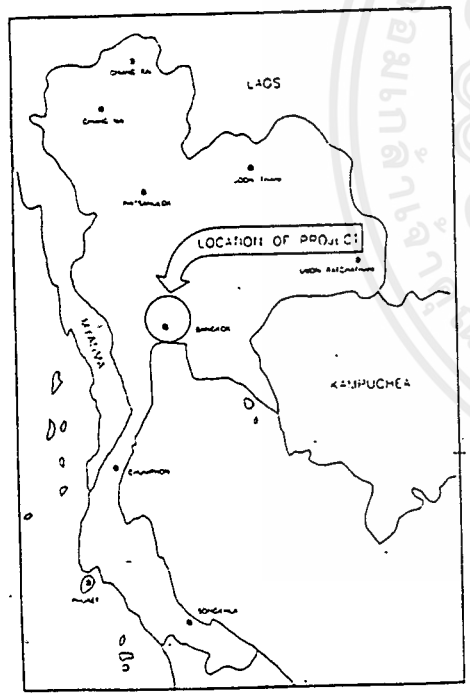
NO. 1 PERSPECTIVE

KINGDOM OF THAILAND

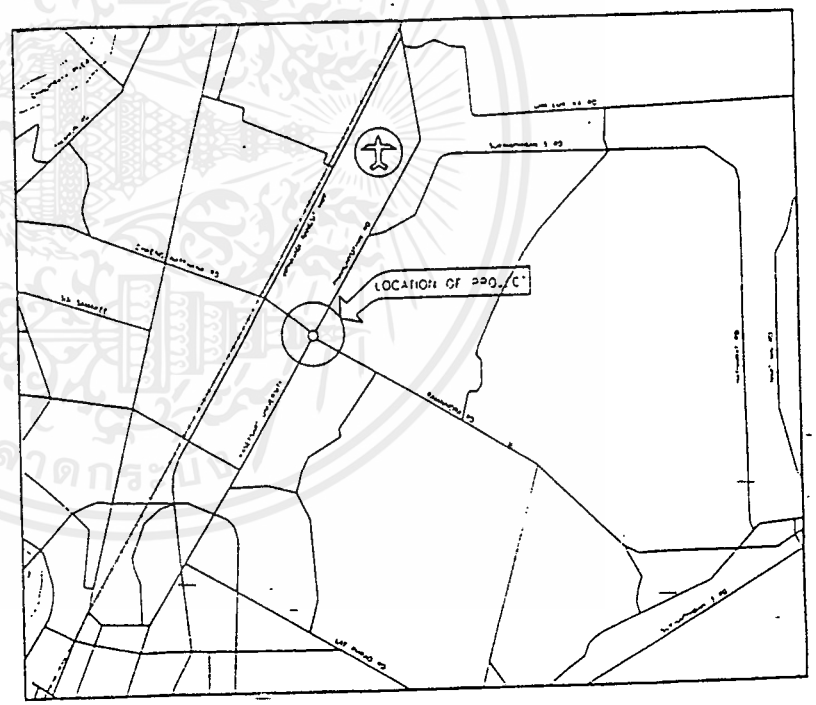
MINISTRY OF TRANSPORT AND COMMUNICATIONS

DEPARTMENT OF HIGHWAYS

LAKSI INTERCHANGE



KEY MAP



KEY PLAN

NO. 2 LOCATION MAP

ABBREVIATIONS AND -SYMBOLS-

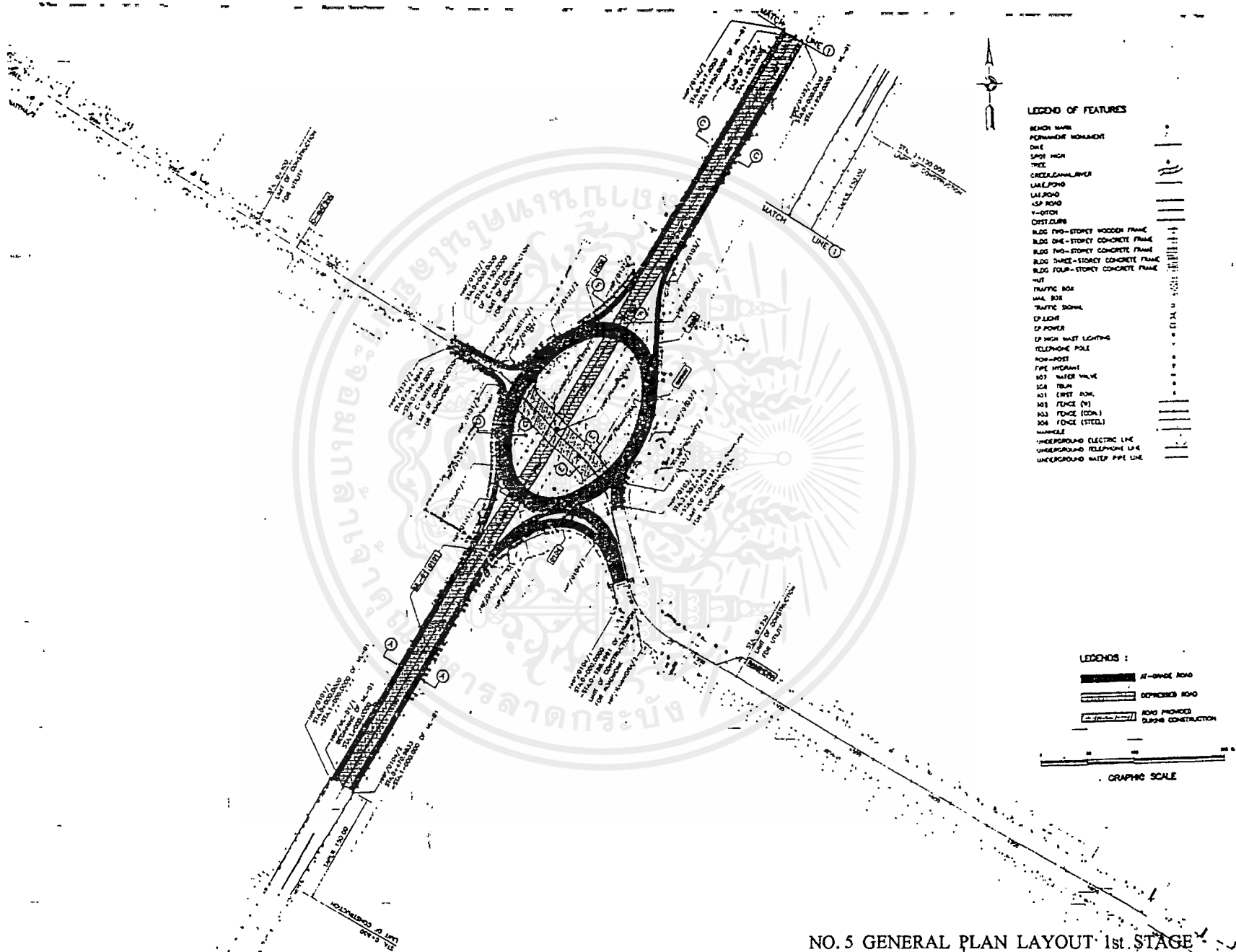
ABBREVIATIONS

	MDL.	MIDDLE ORDINATE
	MONT.	MONUMENT
ASSOCIATION OF STATE	MSL.	MEAN SEA LEVEL
AND TRANSPORTION OFFICIALS	N.	NORTH
REINFORCED CONCRETE	NB.	NORTH BOUND
	NC	NORMAL CROWN
	NIC	NOT INCLUDE IS THIS CONTRACT
	NO.	NUMBER
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING	O.D.	OUTSIDE DIAMETER
AND MATERIALS	OUTL.	OUTLET
	PBM.	PERMANENT BENCH MARK
	PC.	POINT OF CURVE OR PRESTRESSED
BITUMINOUS		CONCRETE
	PCC.	POINT OF COMPOUND CURVE
BENCH MARK	PG	PROFILE GRADE
	PG. LINE	PROFILE GRADE LINE
	PI.	POINT OF HORIZONTAL INTERSECTION
	PL.	PLATE OR PIPE LINE
CALIFORNIA BEARING RATIO	POC.	POINT ON CURVE
	POST.	POINT ON SUBTANGENT
	POT.	POINT ON TANGENT
	PRC.	POINT OF REVERSE CURVE
	PROJ.	PROJECT
	PT.	POINT OF TANGENT
	PVC.	POINT OF VERTICAL CURVE
	PVCC.	POINT OF VERTICAL COMPOUND CURVE
	PVI.	POINT OF VERTICAL INTERSECTION
	PVRC.	POINT OF VERTICAL REVERSE CURVE
	PVT.	POINT OF VERTICAL TANGENT
	R.	RADIUS OF CURVE
	RC.	REVERSE CROWN
	RCB.	REINFORCED CONCRETE BOX CULVERT
	RCP.	REINFORCED CONCRETE PIPE CULVERT
	RD.	ROAD
	RE.	RESIDENT ENGINEER
	REF.	REFERENCE
	REINF.	REINFORCEMENT
	REQ'D	REQUIRED
	R.I.D.	ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT
	RP.	REFERENCE POINT
	RT.	RIGHT
	R/W OR ROW	RIGHT OF WAY
	S.	SOUTH
	SB.	SOUTH BOUND
	SBST.	SINGLE BITUMINOUS SURFACE
		TREATMENT
	SC.	SPIRAL - CURVE
	SE.	SUPERELEVATION
	SEC.(OR Sec.)	SECANT
	SHLDR.	SHOULDER
	SP.	SPAN
	SPG.	SPACING
	SQM.	SQUARE METER
	SR.	SIDE ROAD
	S.R.T.	STATE RAILWAYS OF THAILAND
	ST.	SPIRAL - TANGENT
	STA.	STATION
	STD.	STANDARD
	STR.	STRAIGHT
	SYMM.	SYMMETRY OR SYMMETRICAL
	T.	TANGENT LENGHT, TON
	THK.	THICKNESS
	TS.	TANGENT-SPIRAL
	TYP.	TYPICAL
	V.	VELOCITY
	VC.	LENGTH OF VERTICAL CURVE
	VOL.	VOLUME
	W.	WIDENING OR WEST
	WB.	WEST BOUND
	W/	WITH
	W/O	WITHOUT
	X SECT.	CROSS SECTION,
	℄	CENTERLINE
	℄	PROPERTY LINE
	℄	SPUR LINE OR SURVEY LINE
	%	PORCENT
	&	AND
	@	SPACING
	"	INCH
	ø OR DIA	DIAMETER OR DIA
	Δ	TOTAL DEFLECTION ANGLE AT
		ANY P.I.

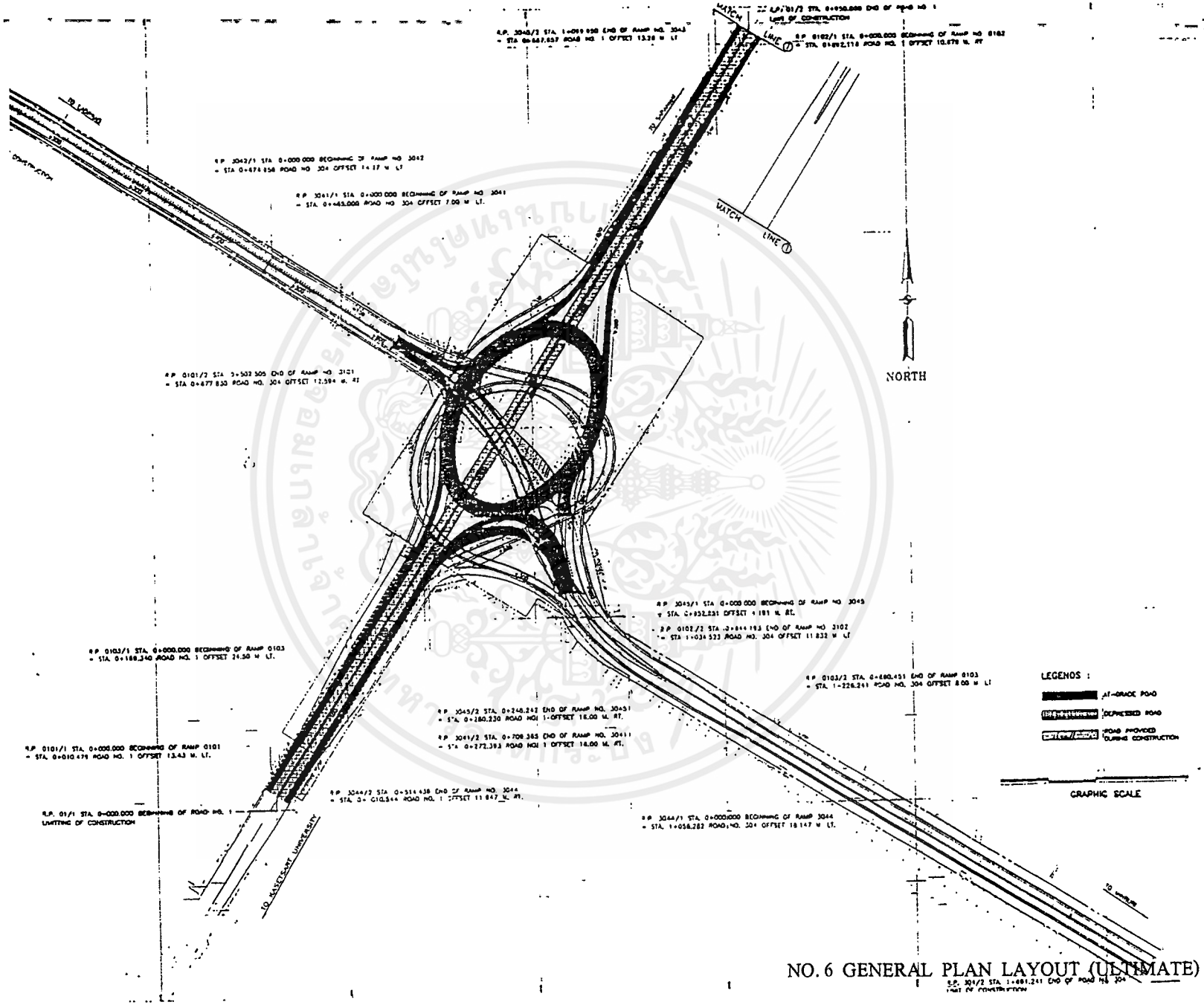
SYMBOLS

CENTER LINE		TELEPHONE JUNCTION	HIGH WATER LEVEL
TRANSIT LINE		PUBLIC TELEPHONE BOX	KILOMETER MARKER (EXISTING,PROPOSED)
EXISTING R/W		MAIL BOX	R/W MARKER (EXISTING,PROPOSED)
PROPOSED R/W		TRAFFIC SIGNAL	RAILWAY
PROPERTY LINE		FIRE HYDRANT	SLOPE
PROPOSED ROAD		EXISTING PIPE CULVERT (WITH OR WITHOUT HEADWALL)	BENCH MARK
EXISTING ROAD		NEW PIPE CULVERT (WITH OR WITHOUT HEADWALL)	PERMANENT BENCH MARK (P.B.M.)
EXISTING SHOULDER LINE		EXISTING BOX CULVERT	TEMPORARY SHELTER, HUT
NEW SHOULDER LINE		NEW BOX CULVERT	
EXISTING CURB		EXISTING HIGHWAY GUARD RAIL	BUILDING, ONE - STOREY WOODEN FRAME
NEW CURB		NEW HIGHWAY GUARD RAIL	BUILDING, TWO - STOREY WOODEN FRAME
EXISTING PROFILE		RAIL ROAD CROSSING SIGN	
EXISTING GROUND		RAIL ROAD CROSSING SIGNAL LIGHT	BUILDING, ONE - STOREY CONCRETE
BACKFILLING EXISTING CHANNELS		RAIL ROAD CROSSING GATE	
EXISTING INLETS		PUMPS	BUILDING, TWO - STOREY CONCRETE
EXISTING PIPE	150	INDEX CONTOUR	
EXISTING DITCHES		INTERMEDIATE CONTOUR	COMMERCIAL BUILDING, ONE-STOREY WOODEN FRAME, 10 UNITS
PARALLEL DITCHES		WOODEN OR BARBED WIRE FENCE	COMMERCIAL BUILDING, TWO-STOREY WOODEN FRAME, 10 UNITS
PIPES		BRIDGE,ROAD OVER STREAM	
INLETS		RAIL ROAD SINGLE TRUCK	COMMERCIAL BUILDING, ONE-STOREY CONCRETE FRAME, 10 UNITS
WATER & WATER VALVE		KHLONG OR RIVER	
TELEPHONE & MANHOLE		DITCH , WATERWAY	COMMERCIAL BUILDING, TWO-STOREY CONCRETE FRAME, 10 UNITS
ELECTRIC		FLOW DIRECTION	SCHOOL BUILDING, ONE-STOREY WOODEN FRAME
POWER TRANSMISSION LINE WITH STEEL TOWER		SWAMP AREA	
WOODEN ELECTRIC POLE		BILLBOARD,SINGLE FACE	SCHOOL BUILDING, TWO-STOREY WOODEN FRAME
CONCRETE ELECTRIC POLE		BILLBOARD,DOUBLE FACE	SCHOOL BUILDING, ONE-STOREY CONCRETE
INDIVIDUAL TREES		POWER POST OR TELEPHONE POLE	
HEDGES		TRAFFIC SIGN	SCHOOL BUILDING, TWO-STOREY CONCRETE
BUS STOP SHELTER		GUIDE POST	

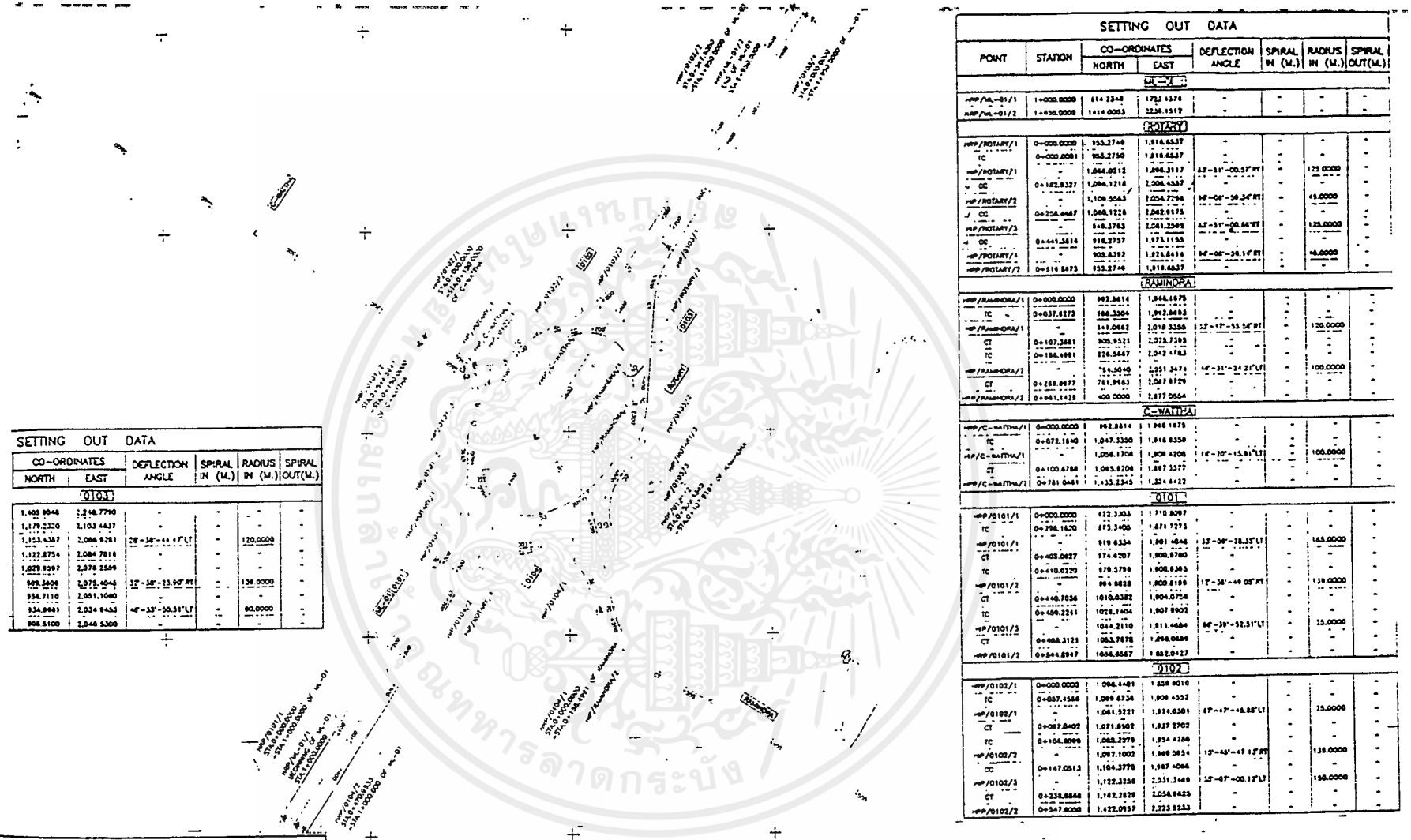
NO. 4 ABBREVIATION AND SYMBOLS



NO. 5 GENERAL PLAN LAYOUT 1st. STAGE



NO. 6 GENERAL PLAN LAYOUT (ULTIMATE)



SETTING OUT DATA

POINT	STATION	CO-ORDINATES NORTH	CO-ORDINATES EAST	DEFLECTION ANGLE	SPIRAL IN (M.)	RADIUS IN (M.)	SPIRAL OUT(M.)
		M-01					
PVI/M-01/1	0+000.0000	814.2348	1713.1378	-	-	-	-
PVI/M-01/2	0+458.0000	1414.0003	2236.1519	-	-	-	-
		ROTARY					
PVI/ROTARY/1	0+000.0000	955.2750	1,816.6537	-	-	-	-
TC	0+000.0001	955.2750	1,816.6537	-	-	-	-
PVI/ROTARY/1	-	1,066.0212	1,896.3117	63°-51'-00.57"RT	-	125.0000	-
CC	0+102.9327	1,094.1218	2,006.4557	-	-	-	-
PVI/ROTARY/2	-	1,109.5543	2,054.7296	90°-00'-00.34"RT	-	45.0000	-
CC	0+258.6467	1,068.1228	2,062.9175	-	-	-	-
PVI/ROTARY/3	-	848.3763	2,061.2569	63°-51'-00.66"RT	-	125.0000	-
CC	0+441.3816	818.3757	1,873.1155	-	-	-	-
PVI/ROTARY/4	-	908.8392	1,824.8416	90°-00'-00.14"RT	-	45.0000	-
PVI/ROTARY/5	0+519.8673	955.2748	1,816.6537	-	-	-	-
		RAMINDRA					
PVI/RAMINDRA/1	0+000.0000	992.8614	1,966.1675	-	-	-	-
TC	0+037.8273	966.3504	1,992.8693	-	-	-	-
PVI/RAMINDRA/1	-	861.0482	2,018.3386	13°-17'-55.56"RT	-	120.0000	-
CT	0+107.3681	908.9521	2,078.7395	-	-	-	-
TC	0+186.4981	826.5647	2,042.4783	-	-	-	-
PVI/RAMINDRA/2	-	786.5040	2,051.3474	46°-31'-24.21"LT	-	100.0000	-
CT	0+269.8677	781.9983	2,067.8729	-	-	-	-
PVI/RAMINDRA/3	0+961.1428	400.0000	2,877.0654	-	-	-	-
		C-WATTHA					
PVI/C-WATTHA/1	0+000.0000	992.8614	1,966.1675	-	-	-	-
TC	0+072.1640	1,047.3350	1,918.8358	-	-	-	-
PVI/C-WATTHA/1	-	1,006.1708	1,909.4208	18°-30'-15.91"LT	-	100.0000	-
CT	0+100.6788	1,045.8206	1,897.3377	-	-	-	-
PVI/C-WATTHA/2	0+781.0461	1,435.2345	1,324.6622	-	-	-	-
		0101					
PVI/0101/1	0+000.0000	822.3303	1,710.9097	-	-	-	-
TC	0+296.1620	873.3405	1,871.7273	-	-	-	-
PVI/0101/1	-	919.6334	1,901.4046	35°-06'-28.35"LT	-	165.0000	-
CT	0+403.0627	974.4207	1,900.8780	-	-	-	-
TC	0+410.0220	979.5798	1,900.8383	-	-	-	-
PVI/0101/2	-	994.6838	1,900.8189	17°-36'-44.08"RT	-	139.0000	-
CT	0+440.7036	1010.0382	1,904.0754	-	-	-	-
TC	0+456.2251	1026.1604	1,907.9902	-	-	-	-
PVI/0101/3	-	1044.2110	1,911.4684	86°-39'-52.31"LT	-	25.0000	-
CT	0+468.3121	1063.7878	1,898.0686	-	-	-	-
PVI/0101/2	0+544.8947	1066.6567	1,852.0427	-	-	-	-
		0102					
PVI/0102/1	0+000.0000	1,066.4481	1,858.8018	-	-	-	-
TC	0+037.4568	1,069.8736	1,809.4552	-	-	-	-
PVI/0102/1	-	1,061.5221	1,916.0301	67°-47'-45.88"LT	-	25.0000	-
CT	0+067.8402	1,071.5902	1,837.3702	-	-	-	-
TC	0+108.8098	1,085.2279	1,954.4286	-	-	-	-
PVI/0102/2	-	1,097.1002	1,848.5854	15°-45'-47.12"RT	-	138.0000	-
CC	0+147.0513	1,104.3770	1,987.4086	-	-	-	-
PVI/0102/3	-	1,122.3258	2,031.3448	35°-07'-00.12"LT	-	150.0000	-
CT	0+238.8868	1,162.2828	2,058.9425	-	-	-	-
PVI/0102/2	0+347.8000	1,422.0957	2,223.5233	-	-	-	-

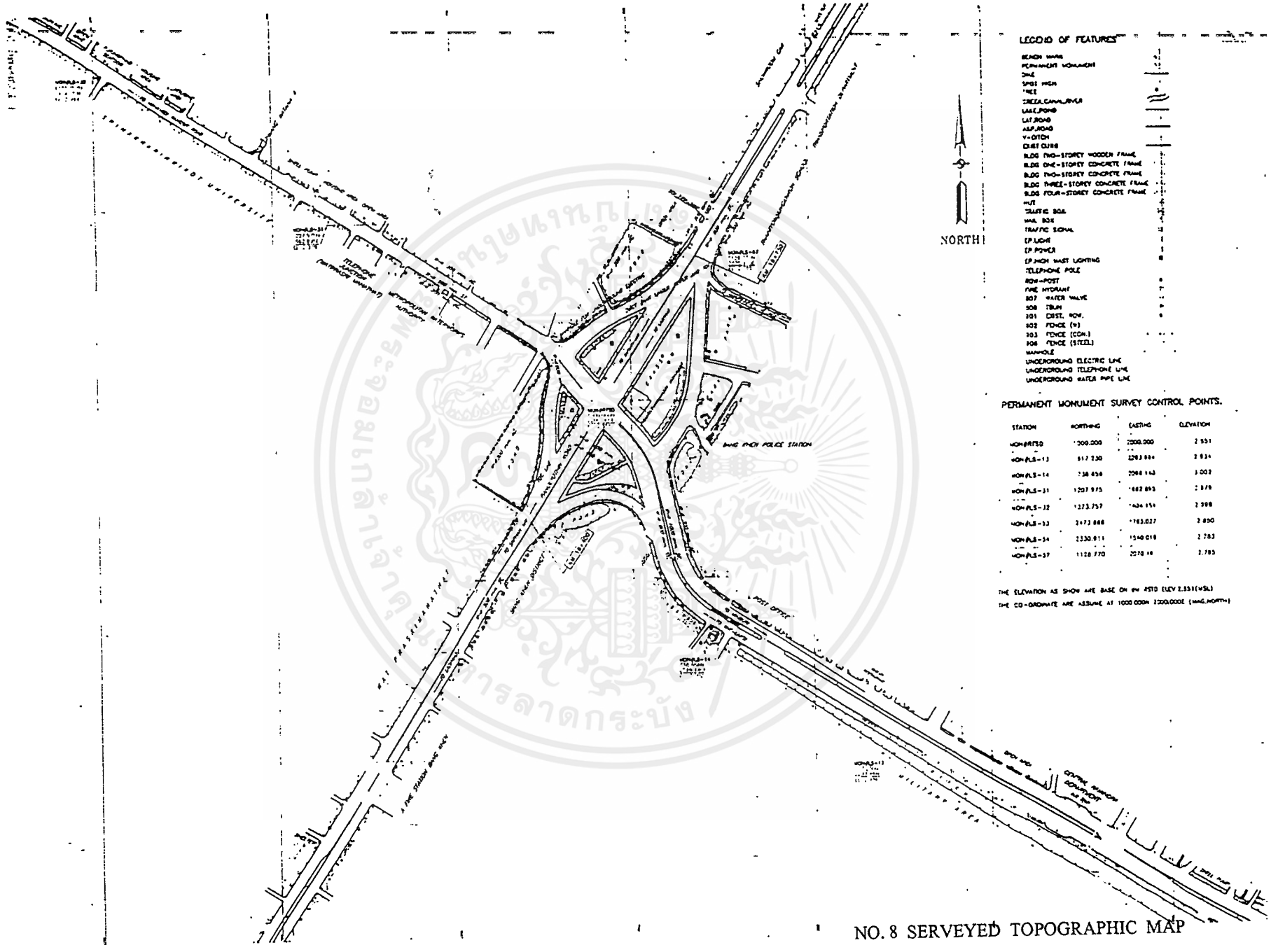
SETTING OUT DATA

CO-ORDINATES NORTH	CO-ORDINATES EAST	DEFLECTION ANGLE	SPIRAL IN (M.)	RADIUS IN (M.)	SPIRAL OUT(M.)
	0103				
1,409.8648	2,148.7790	-	-	-	-
1,179.2328	2,103.4437	-	-	-	-
1,153.4387	2,086.9281	28°-38'-44.47"LT	-	120.0000	-
1,122.8754	2,084.7816	-	-	-	-
1,029.9367	2,078.2559	-	-	-	-
989.3606	2,075.4045	12°-38'-13.90"RT	-	138.0000	-
954.7110	2,051.1060	-	-	-	-
934.8983	2,034.9453	46°-33'-50.51"LT	-	80.0000	-
908.5100	2,040.5300	-	-	-	-

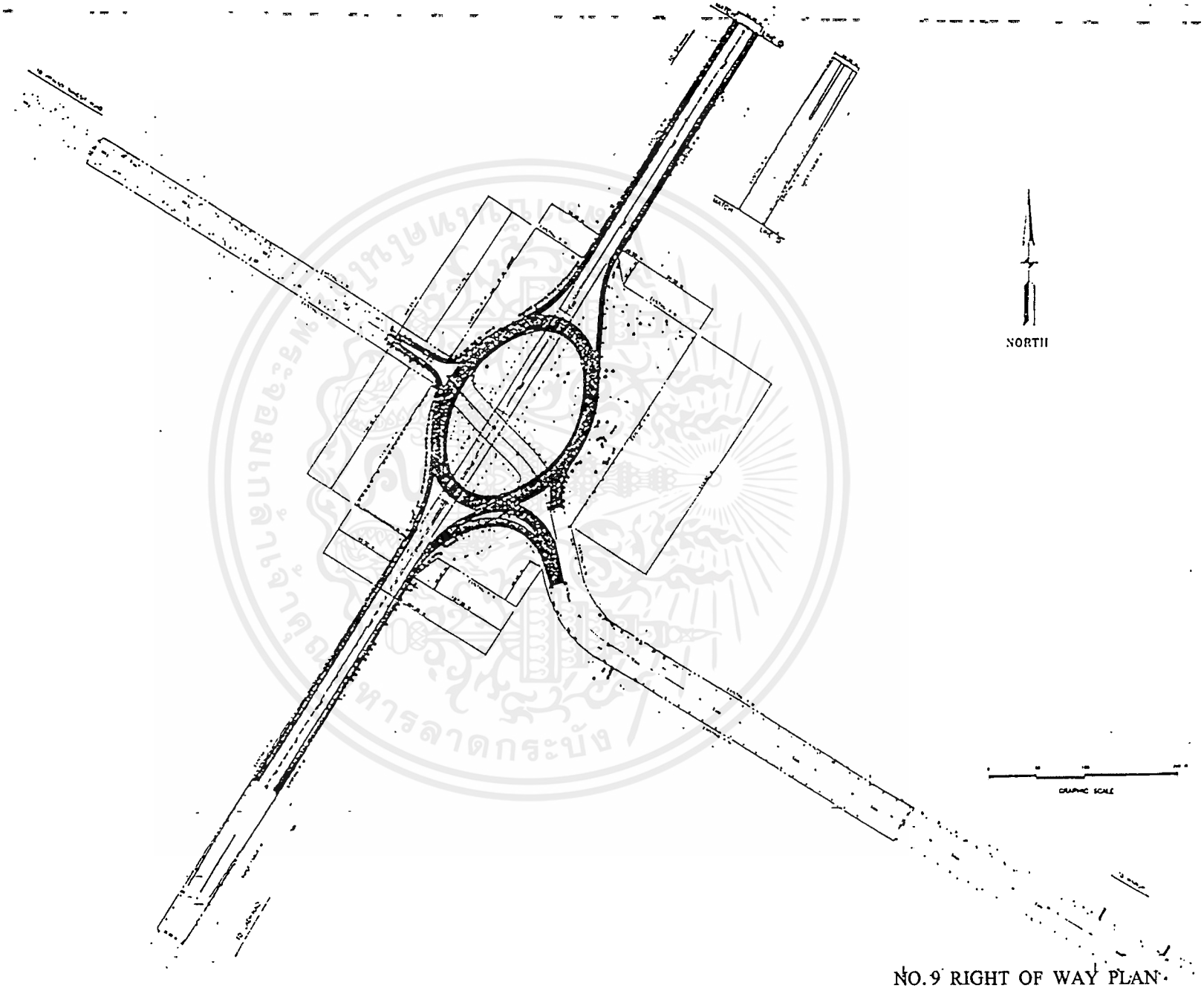
SETTING OUT DATA

STATION	CO-ORDINATES NORTH	CO-ORDINATES EAST	DEFLECTION ANGLE	SPIRAL IN (M.)	RADIUS IN (M.)	SPIRAL OUT(M.)
	0104					
0+000.0000	823.0583	2,025.8441	-	-	-	-
0+029.3778	851.0563	2,016.9527	-	-	-	-
0+104.5409	884.8139	2,003.0266	82°-27'-52.85"LT	-	52.5000	-
0+104.8041	884.8391	1,957.7245	-	-	-	-
	884.5327	1,958.8892	-	-	-	-
	878.4918	1,910.6652	47°-15'-17.26"LT	-	105.0000	-
0+832.8833	639.8225	1,685.8751	-	-	-	-
0+870.8833	606.1344	1,736.0464	-	-	-	-

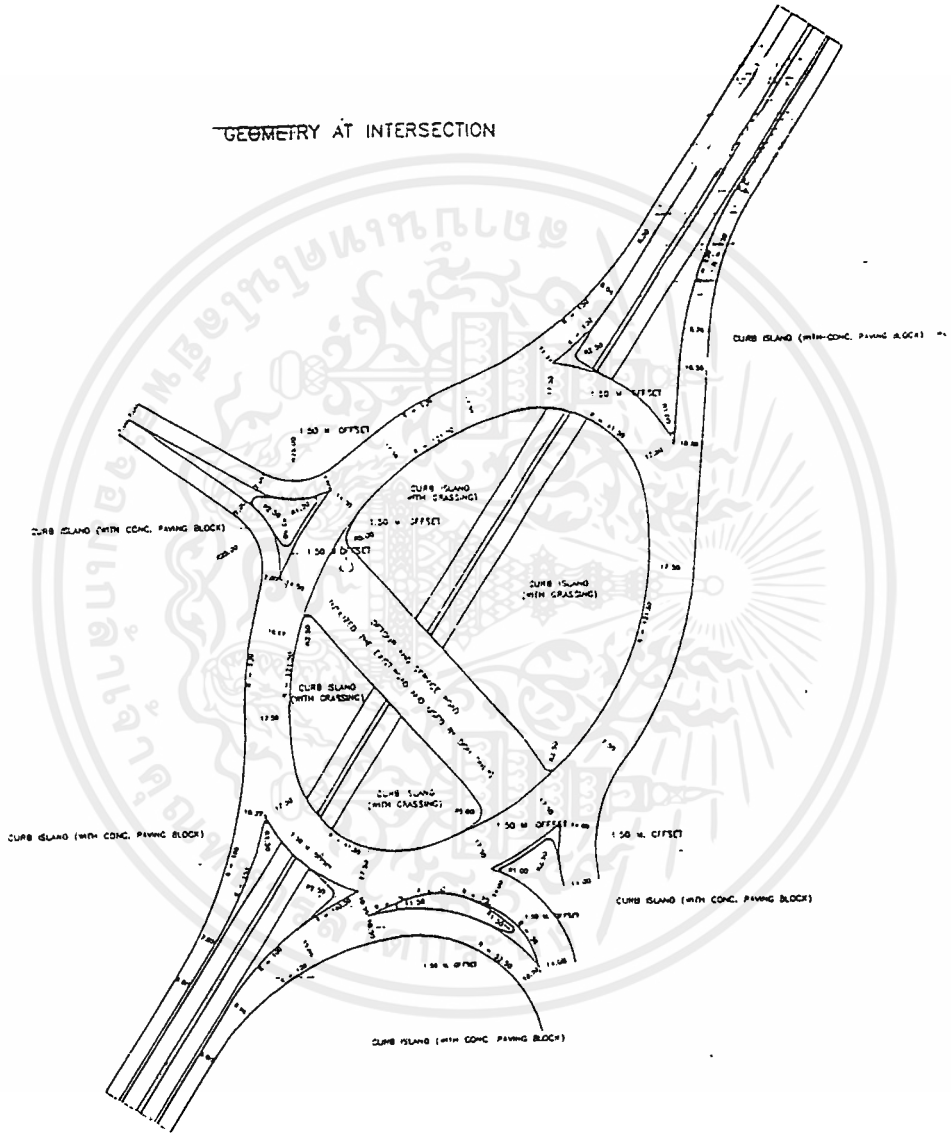
NO. 7 ALIGNMENT LAYOUT AND SETTING-OUT DATA



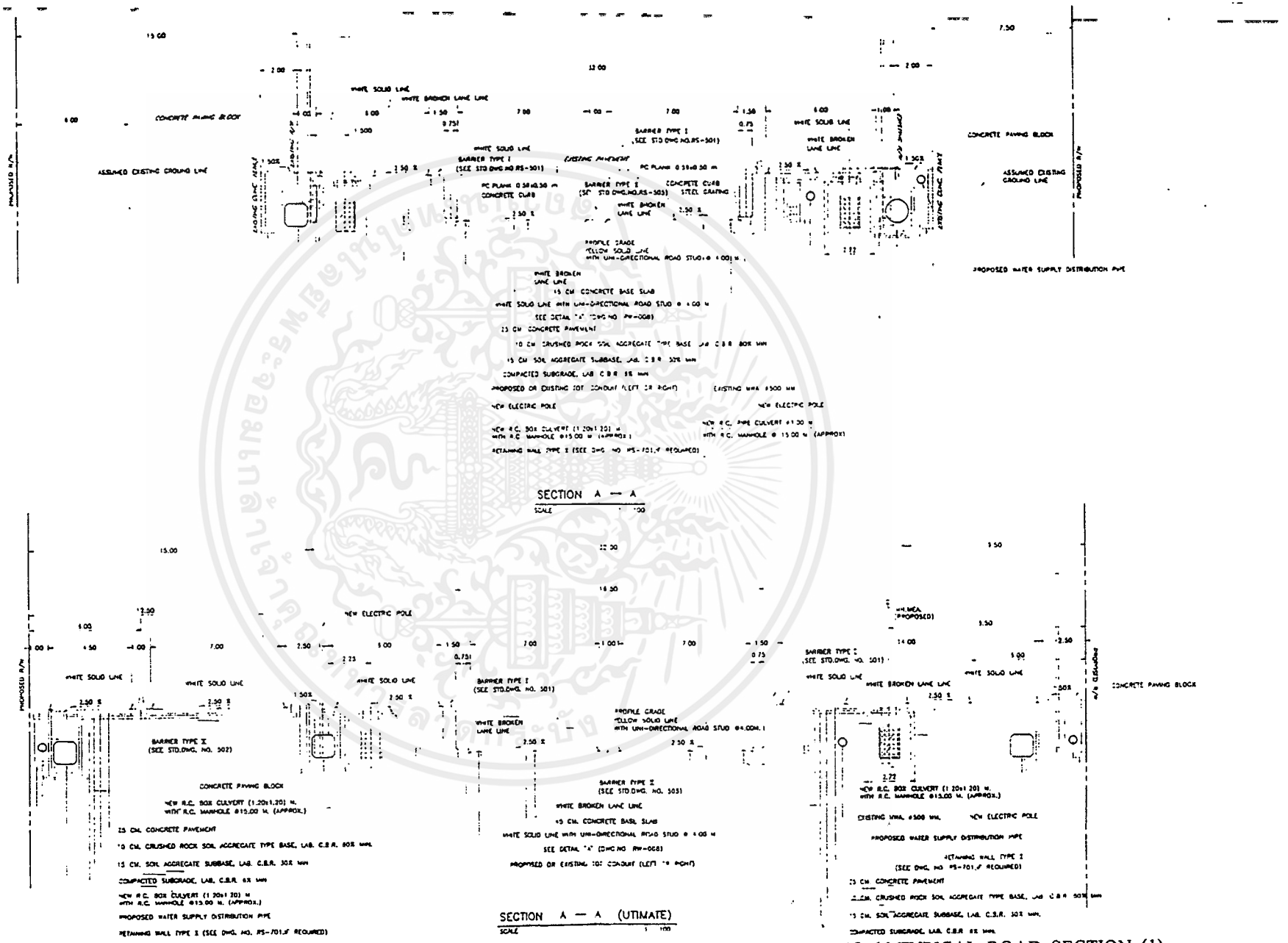
NO. 8 SERVEYED TOPOGRAPHIC MAP



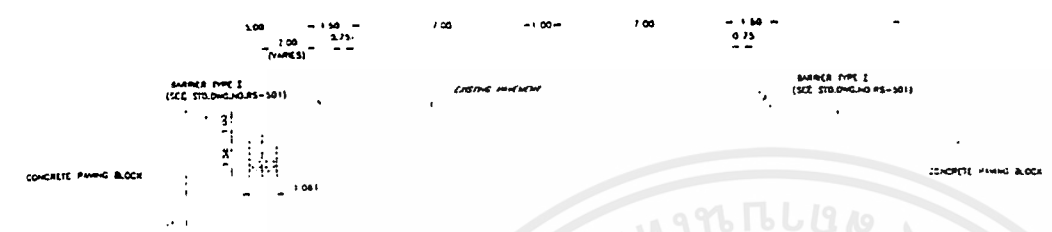
NO. 9 RIGHT OF WAY PLAN



NO. 10 GEOMETRY AT INTERSECTION

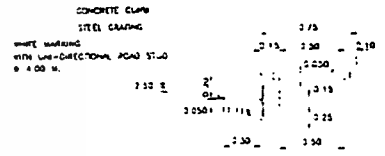


NO. 11 TYPICAL ROAD SECTION (1)



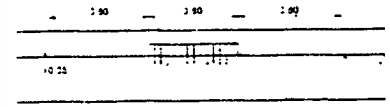
SECTION B — B

SCALE 1 : 100



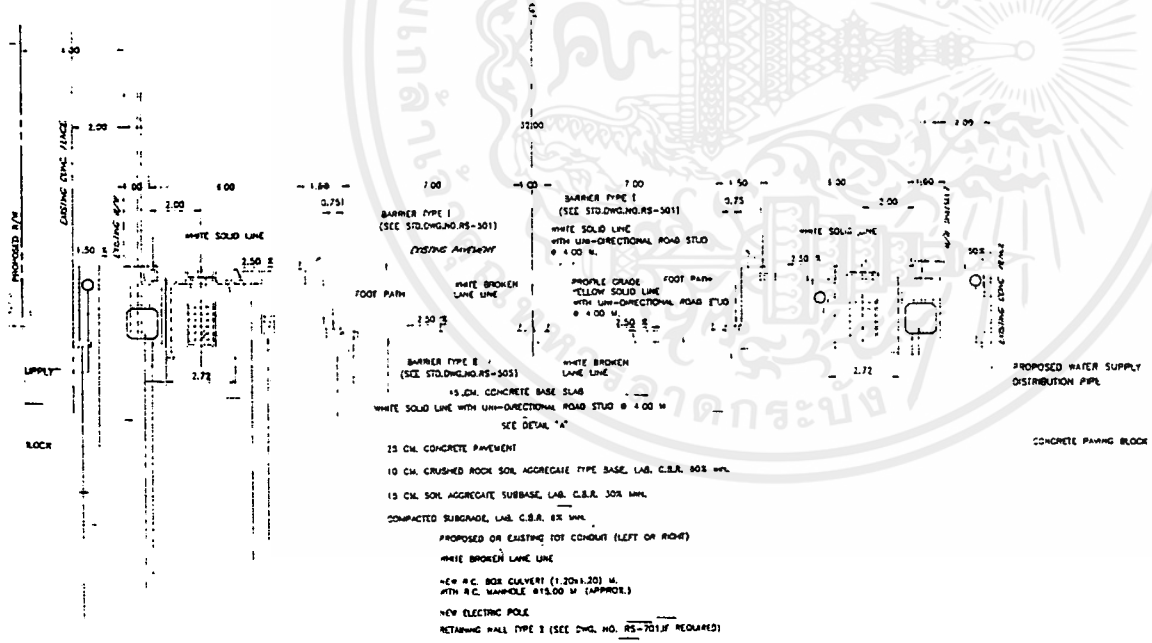
DETAIL A

SCALE 1 : 20



INLET DRAIN FOR DITCH

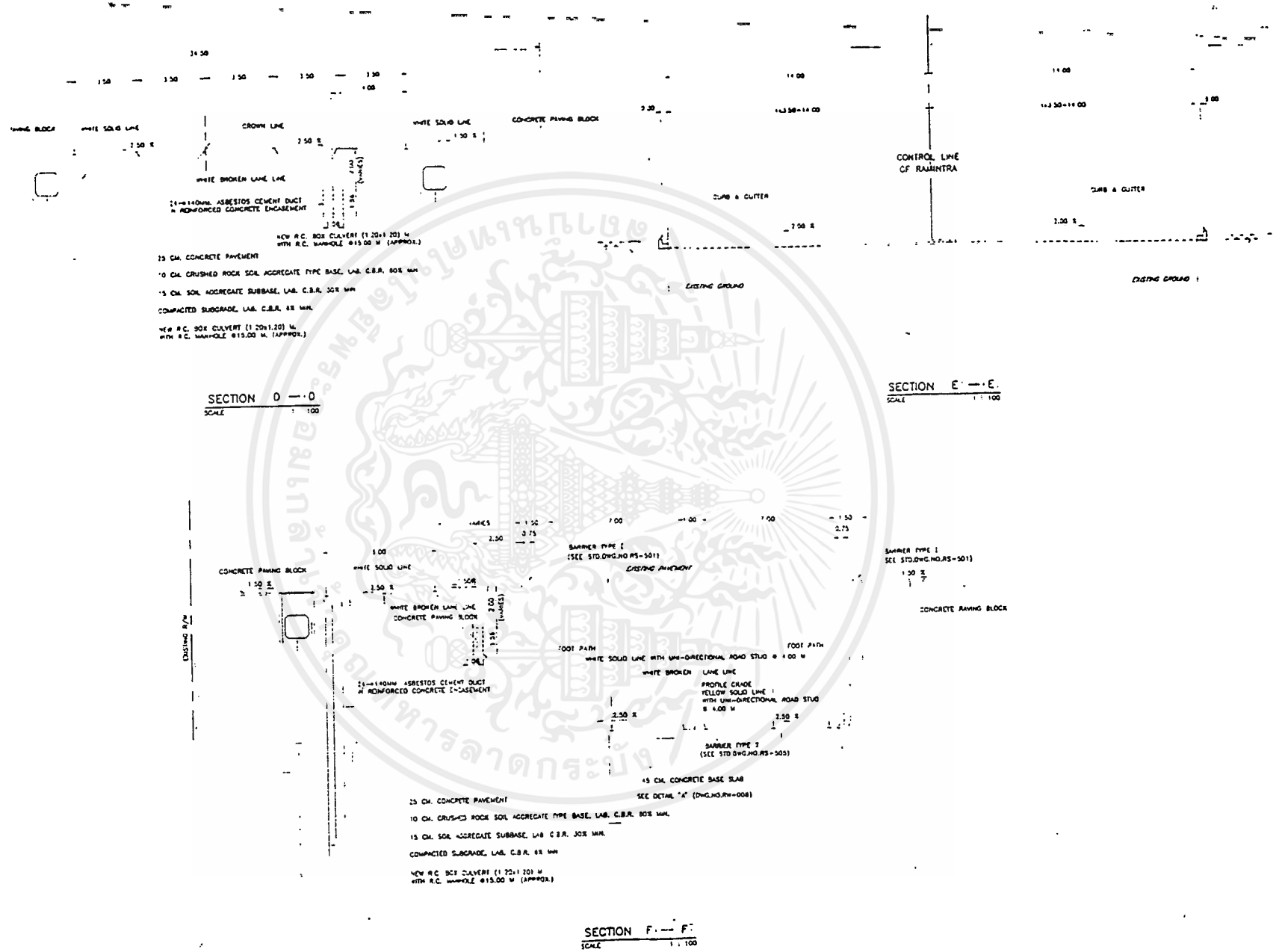
SCALE 1 : 20



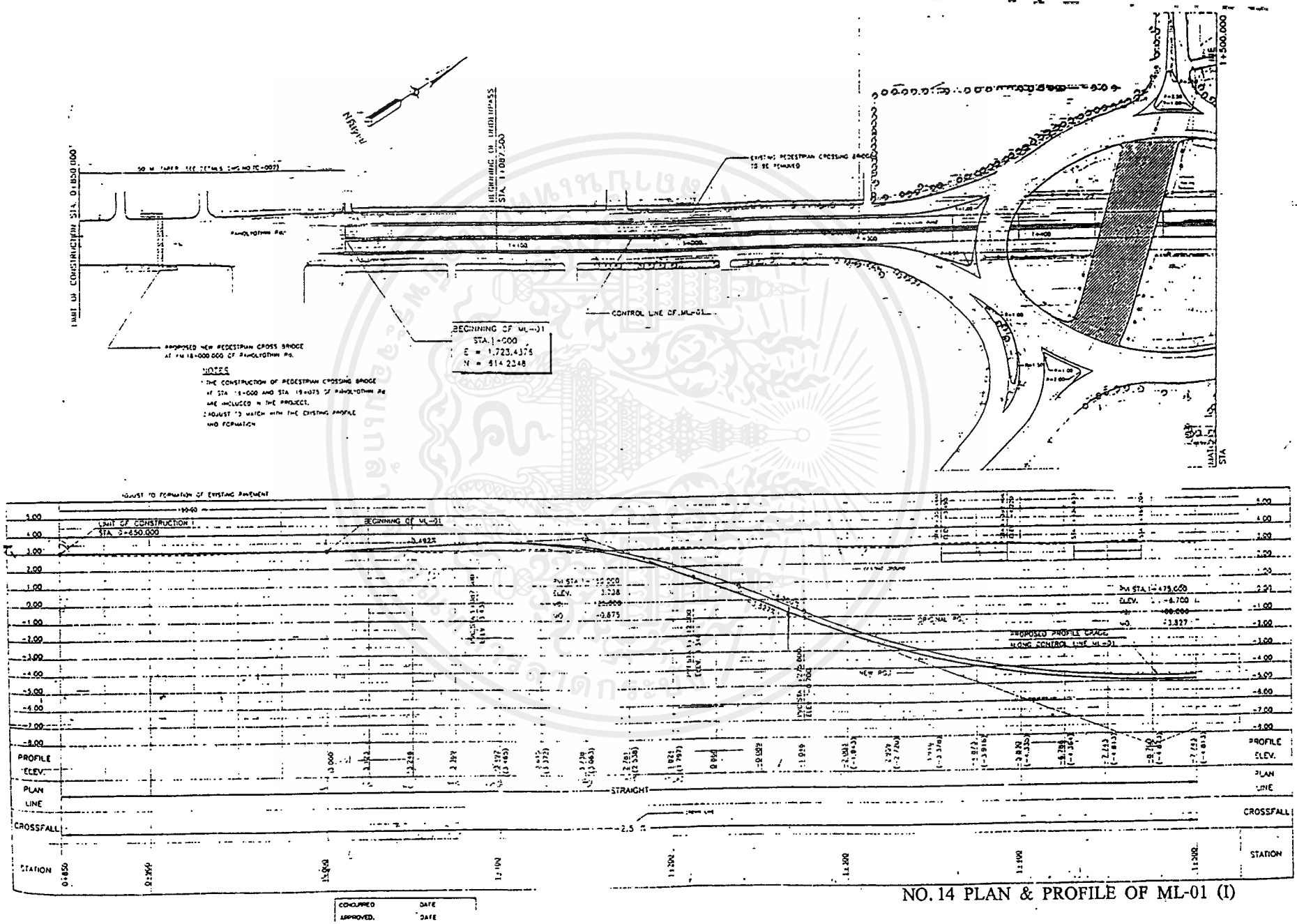
SECTION C — C

SCALE 1 : 100

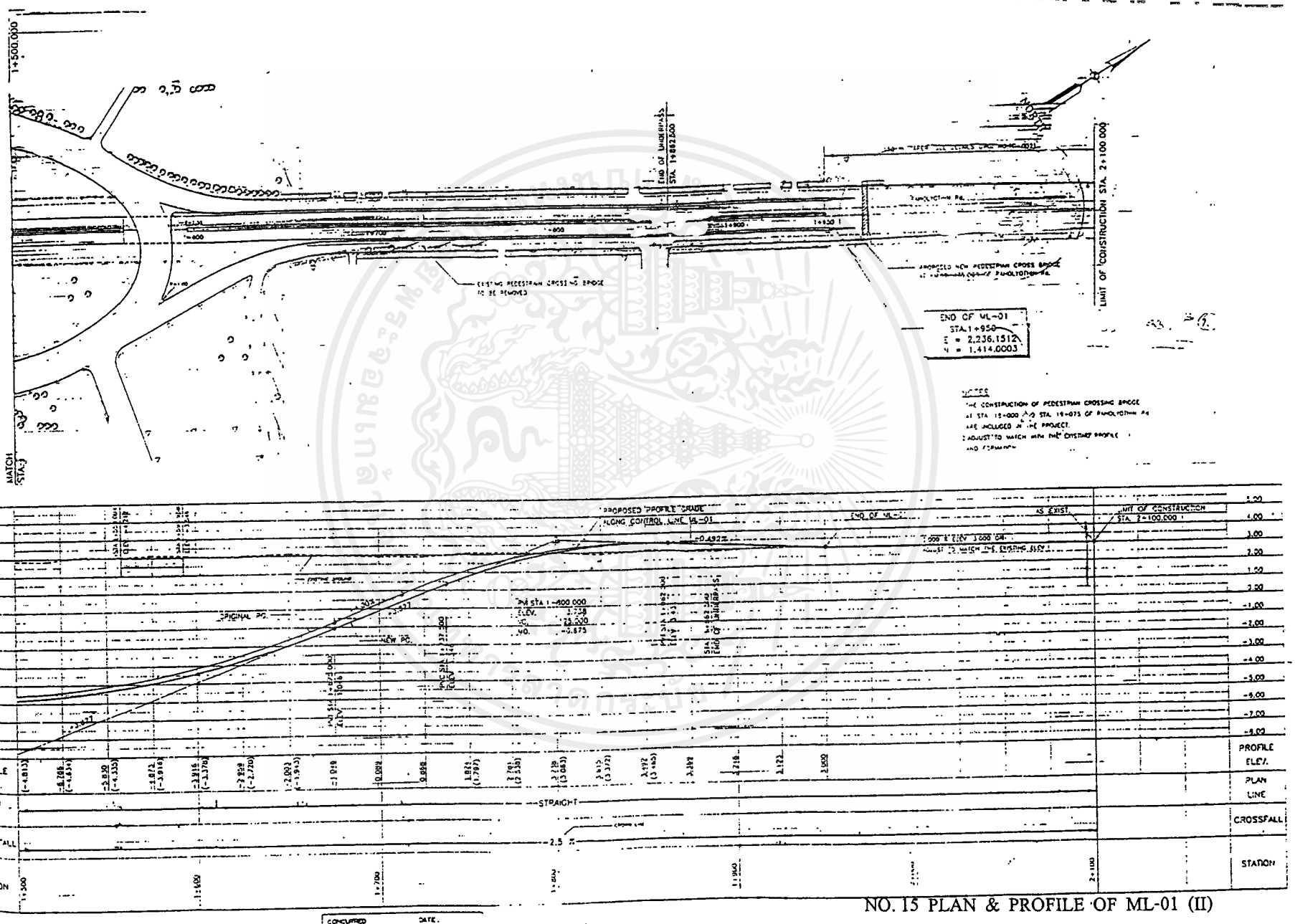
NO. 12 TYPICAL ROAD SECTION (2)



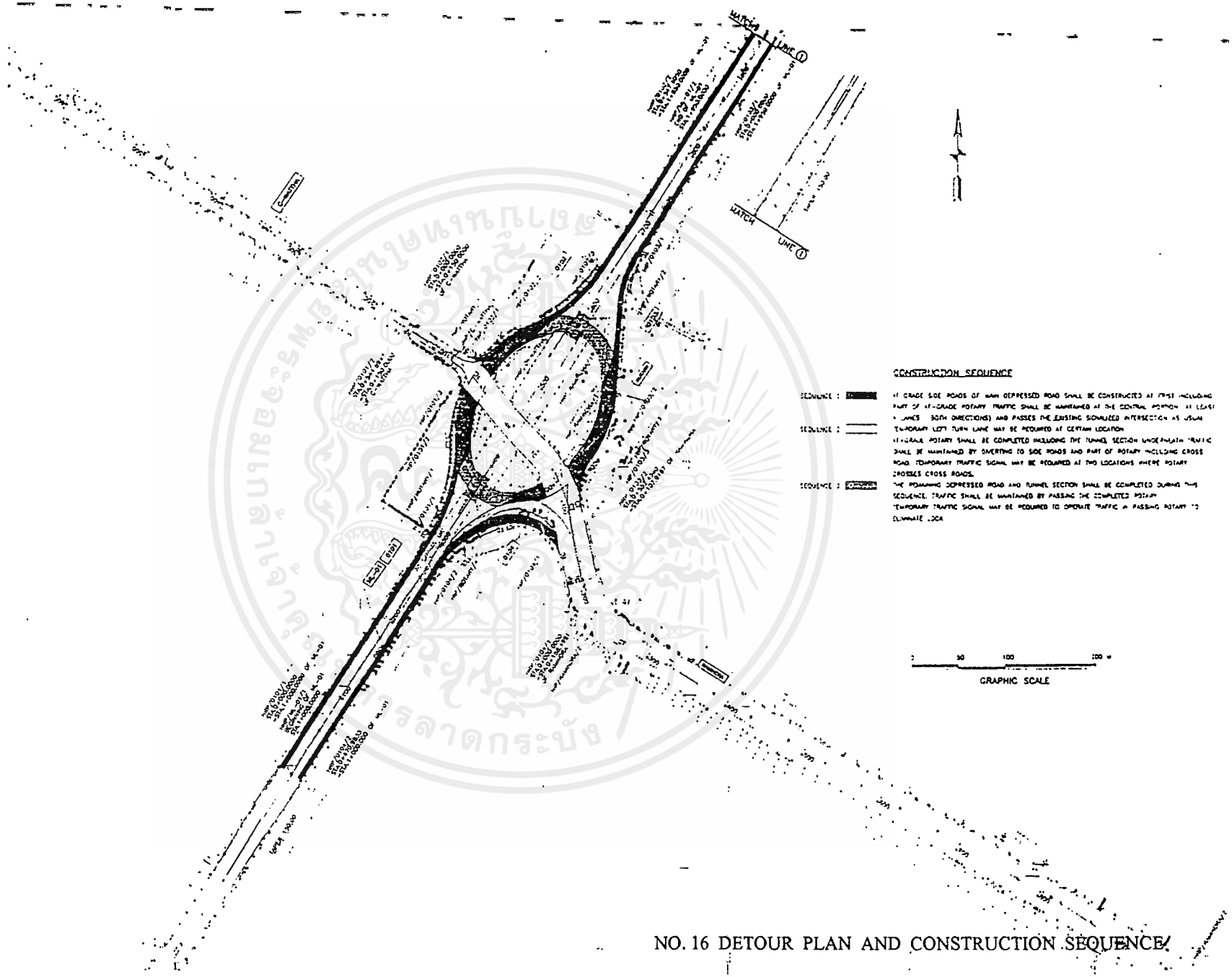
NO. 13 TYPICAL ROAD SECTION (3)



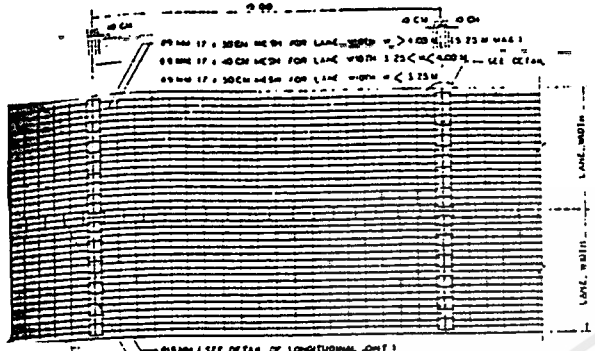
NO. 14 PLAN & PROFILE OF ML-01 (I)



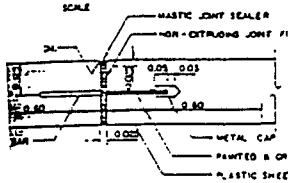
NO. 15 PLAN & PROFILE OF ML-01 (II)



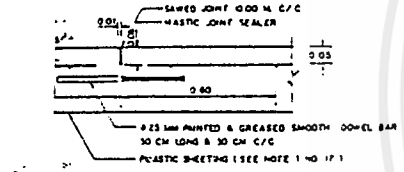
NO. 16 DETOUR PLAN AND CONSTRUCTION SEQUENCE



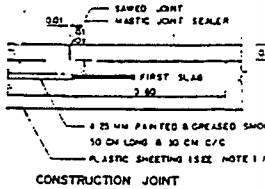
PLAN OF REINFORCED CONCRETE PAVEMENT



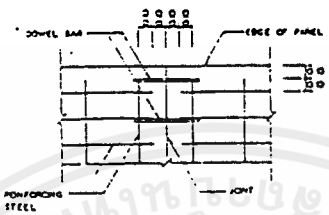
DETAIL OF EXPANSION JOINT



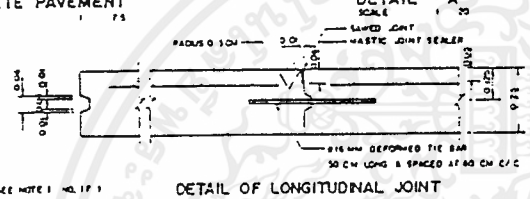
DETAIL OF CONTRACTION JOINT



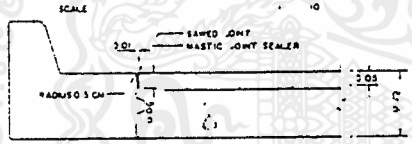
CONSTRUCTION JOINT



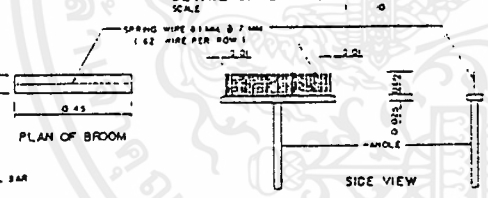
DETAIL "A"



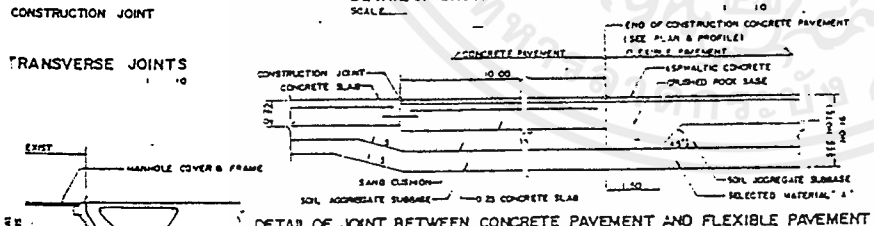
DETAIL OF LONGITUDINAL JOINT



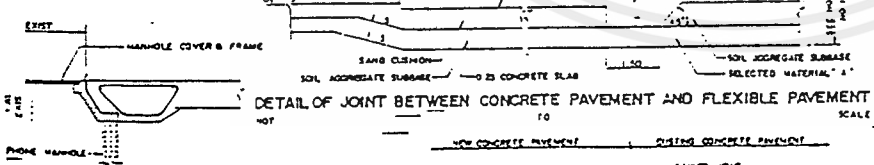
DETAIL OF DUMMY JOINT



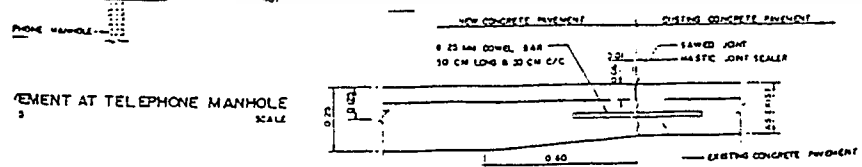
DETAIL OF BROOM SURFACE CONCRETE PAVEMENT



TRANSVERSE JOINTS

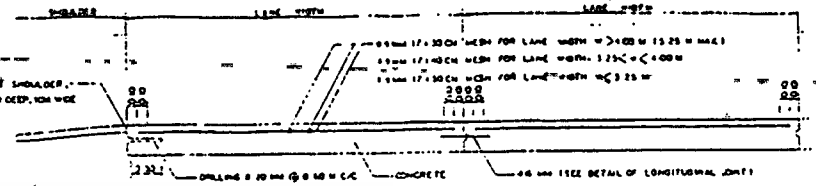


DETAIL OF JOINT BETWEEN CONCRETE PAVEMENT AND FLEXIBLE PAVEMENT



PAVEMENT AT TELEPHONE MANHOLE

DETAIL OF TRANSVERSE JOINT BETWEEN NEW AND EXISTING CONCRETE PAVEMENT



REINFORCEMENT DETAIL OF CONCRETE PAVEMENT CROSS-SECTION

NOTES 1 :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED
2. EXPANSION JOINT SHALL BE CONSTRUCTED AT THE INTERVAL OF 350 METERS. IF THE LAST INTERVAL IS LESS THAN 250 METERS, THE INTERVALS SHALL BE AVERAGED BUT BETWEEN 300 AND 350 METERS.
3. EXPANSION JOINT SHALL BE PROVIDED AT THE OUTER EDGE OF BOTH SIDES OF THE BOX CULVERT CROSSING
4. MASTIC JOINT SEALER SHALL BE OF THE HOT POURED ELASTIC TYPE CONFORMING TO TIS 479
5. JOINT FILLER SHALL CONFORM TO THE AASHTO M 213-74 OR ASTM D1751-73 SPECIFICATION
6. CONCRETE SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF 325 KSC. FOR 15×15×15 CM CUBE AT 28 DAYS AN APPROXIMATE MIX DESIGN PER CUBIC METER IS SUGGESTED AS FOLLOWS

PORTLAND CEMENT TYPE I	350	KG. (WT.)
SAND	0.45	M^3
CRUSHED ROCK OR GRAVEL	0.85	M^3
CONCRETE SLUMP	7	CM. (MAX.)

7. REINFORCING STEEL SHALL CONFORM TIS 20 GRADE SR 24 FOR ROUND BARS AND TIS 24 GRADE SD 30 FOR DEFORMED BAR
8. WELDED WIRE CAN BE USED IN PLACE OF BAR MESH (SEE NOTE ⑪) 1
9. CONCRETE PAVER SHALL BE REQUIRED FOR CONCRETE POURING IN CASE OF NECESSARY POURING CONCRETE BY MAN-POWER, CONCRETE SHALL BE POURED ONLY GAP SPACE NOT MORE THAN 30.00 METERS LONG
10. ALL JOINTS EXCEPT EXPANSION JOINT SHALL BE MADE BY SLOT CUTTING MACHINE ONLY FOAM SHEET, PLYWOOD, TIMBER OR MATERIAL OF THE SAME TYPE SHALL NOT BE ALLOWED
11. TRAFFIC SHALL BE ALLOWED ONLY IF THE ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE CUBE CONFORMS TO THE REQUIREMENT IN NOTE NO 6
12. ROAD CONSTRUCTION MATERIAL NOT SPECIFIED IN THIS DRAWING SHALL CONFORM TO THE STANDARD OF THE DEPARTMENT OF HIGHWAYS
13. BROOMING CONCRETE SURFACE WITH A BROOM OF THE STANDARD TYPE SPECIFIED SHALL BE REQUIRED THE DIRECTION OF BROOMING SHALL BE PERPENDICULAR TO THE DIRECTION OF TRAFFIC FROM ONE EDGE OR JOINT TO THE OTHER ONE PHASE OF BROOM SURFACE SHALL PROPERLY OVERLAP WITH ANOTHER CONCRETE BROOM SURFACE SHALL NOT BE OVER 1 MM DEPTH THE SURFACE SHALL BE FREE FROM PORES, HOLES OR LUMPS OF COARSE AGGREGATE OVER THE SURFACE
14. BROOMING SURFACE CONCRETE SHALL CORRESPOND TO THE FIGURE
15. PREPARATION OF JOINT FOR MASTIC JOINT SEALER
    - 15.1 THE JOINT SHALL BE CLEANED WITH A BLOWER TO GET RID OF ALL KINDS OF DIRT THE JOINT SHALL BE COMPLETELY DRY
    - 15.2 PRIMER SHALL BE APPLIED TO THE JOINT WITH A BRUSH OR SPRAYER THE JOINT SHALL BE LET DRY BEFORE THE POURING OF MASTIC JOINT SEALER WHICH HAS BEEN BOILED AND DISSOLVED BY MEANS OF HEAT CONDUCTIVITY TO THE SPECIFIED TEMPERATURE.
    - 15.3 JOINTS SHALL BE CUT AND MASTIC JOINT SEALER SHALL BE DROPPED AS SOON AS POSSIBLE
    - 15.4 MASTIC JOINT SEALER SHALL BE DROPPED WITH JOINT SEALANT APPLYING MACHINE
16. THE THICKNESS OF FLEXIBLE PAVEMENT CORRESPONDED TO THE FIGURE CONFORMING TO TYPICAL CROSS-SECTION
17. PLASTIC SHEET USED IN CONSTRUCTION SHALL HAVE THE FOLLOWING REQUIREMENTS
    - 17.1 THICKNESS OF 0.07 MM WITH A TOLERANCE OF NOT MORE THAN 7 % SHALL BE REQUIRED
    - 17.2 WIDTH SHALL NOT BE LESS THAN 1.20 M
    - 17.3 IT SHALL BE COLOURLESS, TRANSPARENT AND WATERPROOF, FREE FROM POROUS AREA, TURN AREA AND BLISTERING AREA WHICH ARE VISIBLE BY NAKED EYE. EDGE SHALL BE STRAIGHT
    - 17.4 CONTINUOUS LENGTH SHALL BE REQUIREMENT TO THE WIDTH OF TRAFFIC LANES CONNECTION ALLOWED AT LONGITUDINAL JOINTS WITH NOT LESS THAN 20 CM OVERLAPPING SHALL BE REQUIRED.
18. CONCRETE PAVEMENT CONSTRUCTION CONTROL SHALL CONFORM TO THE STANDARD SNRS 409/2530 REGARDING "REGULATIONS OF CONSTRUCTION CONTROL OF PORTLAND CEMENT CONCRETE PAVEMENT"

NOTES 2 :

1. BAR MESH 9 MM AS SHOWN IN THIS DRAWING SHALL BE REPLACED BY WELDED STEEL WIRE WITH PROPERTIES CONFORMING TO STANDARD SPECIFICATION FOR WELDED STEEL WIRE FABRIC FOR CONCRETE REINFORCEMENT, AASHTO DESIGNATION M 55-73 (ASTM DESIGNATION A 185-73) BEFORE USING WELDED STEEL WIRE FABRIC, THE SAMPLES SHALL BE SENT TO MATERIAL AND RESEARCH DIVISION DOH FOR APPROVING.
2. MINIMUM SIZE OF WIRE TO BE USED SHALL NOT BE LESS THAN STANDARD WIRE AASHTO DESIGNATION M 32-701 ASTM DESIGNATION A82-76 I SIZE NUMBER W 12 AT NOMINAL DIAMETER OF 3.8 MM AND NOMINAL AREA OF 0.007 CM^2 WIRE TO BE USED SHALL HAVE YIELD STRENGTH OF NOT LESS THAN 65,000 P/INCH^2 (PSI).
3. LAP SPLICES OF BAR MESH SHALL NOT BE LESS THAN 40 TIMES OF WIRE DIAMETER AND NOT LESS THAN SPACING OF CROSS WIRE + 5 CM
4. QUANTITY OF STEEL WIRE FABRIC CALCULATED FROM NOMINAL AREA AND SPACING IN EACH DIRECTION SHALL CONFORM TO THE FOLLOWING REQUIREMENT
    - 4.1 LONGITUDINAL STEEL (STEEL BETWEEN TRANSVERSE JOINT) SHALL HAVE THE MINIMUM AREA OF 1.642 CM^2/M
    - 4.2 TRANSVERSE STEEL
        - 4.2.1 MINIMUM OF 0.492 CM^2/M SHALL REQUIRED IF SPACE BETWEEN LONGITUDINAL JOINT OR FREE EDGE IS MEASURED AT 3.00 M
        - 4.2.2 MINIMUM OF 0.334 CM^2/M SHALL REQUIRED IF SPACE BETWEEN LONGITUDINAL JOINT OR FREE EDGE IS MEASURED AT 5.25 M
        - 4.3.3 MINIMUM OF 0.575 CM^2/M SHALL REQUIRED IF SPACE BETWEEN LONGITUDINAL JOINT OR FREE EDGE IS MEASURED AT 3.50 M

    QUANTITY OF WELDED STEEL WIRE FABRIC SPECIFIED REFERS TO QUANTITY OF WELDED STEEL WIRE FABRIC MEASURED AGAINST AVERAGE SPACE LENGTH OF 1 METER FROM THE TOTAL SPACE LENGTH BETWEEN JOINT OR FREE EDGE.
5. WELDING POINTS SHALL BE ADEQUATELY STRONG AND SHALL NOT COME OFF DURING TRANSPORTATION OR PLACING HOWEVER, THEY SHALL NOT BE SUBJECT TO REJECTION IF COMING OFF DURING CONSTRUCTION WITH WHATEVER REASON EXCEPT THAT DISCONNECTED POINTS EXCEED 1 % OF ALL WELDING POINTS IF ROLLED OVER, DISCONNECTED POINTS SHALL NOT EXCEED 1 % OF ALL POINTS IN THE AREA OF 16 M^2 DISCONNECTED POINTS FOR ONE WELDED STEEL WIRE FABRIC SHALL NOT EXCEED HALF OF ALL ALLOWABLE DISCONNECTED WELDING POINTS.
6. WELDED STEEL WIRE FABRIC SHEET SHALL BE SMOOTH NOT ROLL OR TWIST ALL DIRECTIONS, WHILE BEING PLACED DURING CONSTRUCTION
7. CLEAR CONCRETE COVER SPACE OF WELDED STEEL WIRE FABRIC SHALL CONFORM TO BAR MESH SPECIFICATION IN THIS DRAWING

NO. 17 25 CM. CONCRETE PAVEMENT

ON THE DRAWING, CONCRETE
TO THE GENERAL SPECIFICATION.
BE NOT USED READY-MIXED CONCRETE SHALL BE PLACED AGAINST BUILDING
CES NOT LESS THAN 10 CM.
CONSTRUCTION JOINT AND THE SEQUENCE OF CONSTRUCTION IS TO BE SUBJECT
THE ENGINEER.
ERE ON THE DRAWINGS ALL EXTERNAL CORNERS ARE TO HAVE 2.5 x 2.5 CM.
HARDWOOD FILLETS FIXED TO THE FORMWORK.
BE SET TO SUCH LINES AND LEVELS THAT THE FOLLOWING TOLERANCES ARE
STRUCTURE AS CAST

CONCRETE	± 25 MM. – 12 MM.
CONCRETE TO BE WATERPROOFED	
TICS	
MANHOLES	± 3 MM. BUT NOT MORE THAN 3 MM. IN 3 M.
RETU CONCRETE	± 6 MM. BUT NOT MORE THAN 3 MM. IN 3 M.

NT

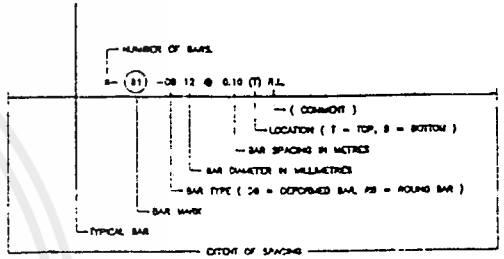
PECIFIED, ALL REINFORCEMENT WITH DIAMETER 12 MM. OR LARGER SHALL BE
ORMING TO THE REQUIREMENTS OF TIS.24 GRADE SD 40 SPACER BARS AND BARS
THAN 12 MM. SHALL BE PLAIN ROUND BARS CONFORM TO TIS.20 GRADE SR 24.
CUT AND BENT COLD WITH THE MINIMUM INSIDE DIAMETER OF BEND OF 6 BAR
S HAVING DIAMETER OF 28 MM. OR LESS, AND 8 BAR DIAMETERS FOR BARS WITH
AM 25 MM. FOR STIRRUPS AND TIES, THE MINIMUM INSIDE DIAMETER OF BEND
AMETERS.
S THOSE SHOWN ON THE DRAWING, MAY BE MADE ONLY WITH THE APPROVAL OF
DES IN ADJACENT BARS SHALL BE STAGGERED AT LEAST 60 CM. ALL LAP SPLICE
KED BARS SHALL BE COMPUTED ACCORDING TO ARTICLE 8.32 OF AASHTO
TIONS FOR HIGHWAY BRIDGES 1996 EDITION BUT SHALL NOT BE LESS THAN
HOR 30 CM PLAIN ROUND BARS SHALL HAVE A MINIMUM LAP LENGTH OF 40 BAR
LER BAR WITH HOOKED END

9. ALL HOOKS, THE DIMENSIONS OF WHICH ARE NOT SHOWN ON THE DRAWING, SHALL BE STANDARD HOOKS CONFORMING TO ARTICLE 8.28 OF THE AFORE - MENTIONED AASHTO SPECIFICATIONS.
10. PLAIN ROUND SPACER BARS OF DIAMETER NOT LESS THAN 25 MM. ARE TO BE PROVIDED BETWEEN ADJACENT LAYERS OF PARALLEL REINFORCEMENT, AND SPACED AT NOT MORE THAN 60 DIAMETERS OF SMALLER BAR.
11. UNLESS SHOWN OTHERWISE ON THE DRAWINGS THE FOLLOWING CLEAR COVER SHALL BE MAINTAINED
   a) COVER TO REINFORCEMENT NEAR INTERNAL FACES OR FACED ADEQUATELY PROTECTED BY A WATERPROOF LAYER TO BE 2.5 CM. OR THE DIAMETER OF THE BAR WHICHEVER IS THE GREATER
   b) COVER TO REINFORCEMENT TO THE TOP OF THE SLAB BE 5.0 CM. AND SECTION IN CONTACT WITH THE GROUND TO BE 7.5 CM.
   c) COVER TO EXTERNAL FACES EXPOSED TO THE WEATHER TO BE 4.5 CM.
   d) COVER TO UNDERSIDE OF PILE CAPS TO BE 7.5 CM.
   e) COVER TO THE END OF A BAR TO BE TWICE THE BAR DIAMETER OR 5.0 CM. WHICHEVER IS THE GREATER
   f) WHERE BUNDLED BARS ARE USED THE MINIMUM COVER SHALL BE 5 CM. OR THE EQUIVALENT BUNDLE DIAMETER WHICHEVER IS THE GREATER
   g) FULL COVER IS TO BE MAINTAINED AT GROOVES AND ANY ARCHITECTURAL FINISHED TO THE CONCRETE SURFACE.
12. BARS IN RANDOM LENGTHS ARE TO BE SPLICED AS NECESSARY IN ACCORDANCE WITH NOTE 8 NOT MORE THAN ONE BAR PER LINE IS TO BE SHORTER THAN,
   a) 4 M. FOR 16 MM. DIAMETER OR SMALLER.
   b) 6 M. FOR 20 MM. DIAMETER OR LARGER.
13. REINFORCEMENT SHALL BE PLACED AND MAINTAINED TO THE POSITIONS SHOWN ON THE DRAWING TO THE FOLLOWING TOLERANCES :
   CONCRETE COVER +6 MM. AND -3 MM.
   LONGITUDINAL LOCATION OF BENDS AND ENDS OF BARS +25 MM. EXCEPT THE SPECIFIED COVER AT ENDS OF MEMBERS SHALL NOT BE REDUCED BY MORE THAN 3 MM.

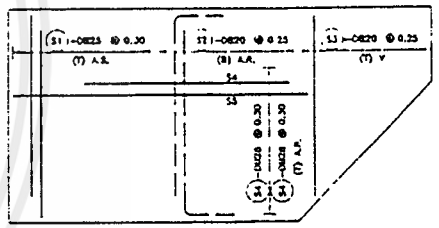
REINFORCEMENT – DRAWING CONVENTION

14. SPACING GIVEN FOR ALL REINFORCEMENT ARE PERPENDICULAR TO BARS
15. TOP OR NEARSIDE BARS ARE SHOWN THUS ————————
   ALL OTHER BARS ARE SHOWN THUS — — — — — — — — —
16. ABBREVIATIONS USED
   V VARIES, I.e. BARS OF VARYING SHAPE OR DIMENSION
   A.P. BARS OF ONE MARK ALTERNATING WITH BARS OF ANOTHER MARK.
   A.S. ALTERNATELY STAGGERED, I.e. BARS OF ONE MARK WITH ALTERNATE BAR MOVED ALONG THEIR LENGTHS SO THAT TWO SETS OF PLAN POSITIONS ARE OCCUPIED AS INDICATED BY THE TYPICAL BARS
   A.R. ALTERNATELY REVERSED, I.e. BARS OF THE MARK WITH ALTERNATE BARS TURNED END FOR END AND POSSIBLY MOVED ALONG THEIR LENGTH AS INDICATED BY THE TYPICAL BARS
   R.L. RANDOM LENGTHS, I.e. BARS IN WHICH THE POSITION OF SPLICES IS NOT PRECISELY DEFINED SPLICES IN THESE BARS SHALL BE MADE IN ACCORDANCE WITH THE NOTES 8 AND 12 AND THE SPECIFICATIONS
   T TOP, I.e. TOP BARS
   B BOTTOM, I.e. BOTTOM BARS

17. SYSTEM OF BAR MARKING IS AS ILLUSTRATED BELOW
17.1 EXAMPLE 1.



17.2 EXAMPLE 2.

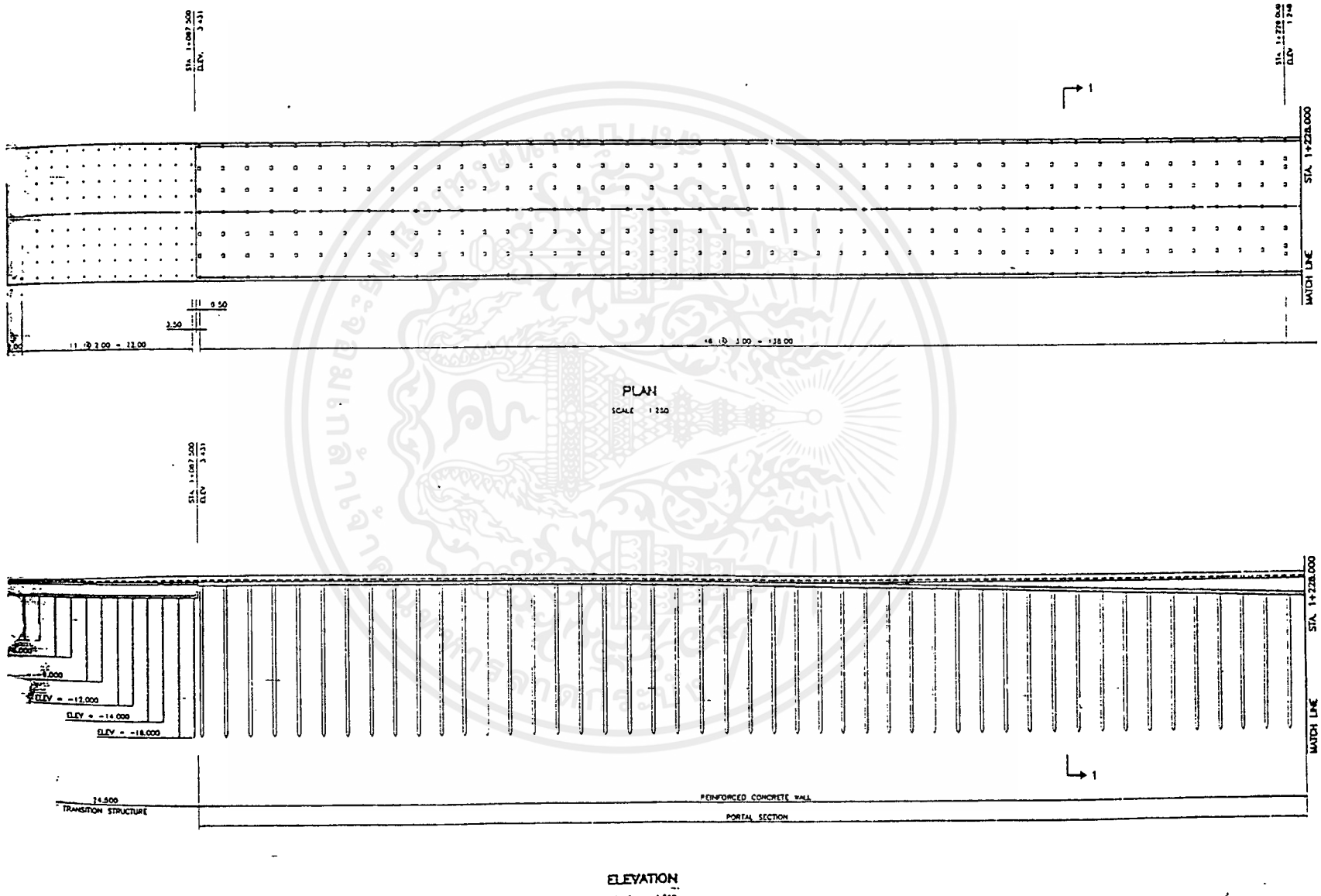


18. ANY TECHNICALLY OBVIOUS DISCREPANCIES IN TABLE SHOWN FOR REINFORCEMENT ON THE DRAWINGS SHALL BE ADJUSTED AND APPROVED BY THE ENGINEER

GENERAL NOTES ON DRAWING

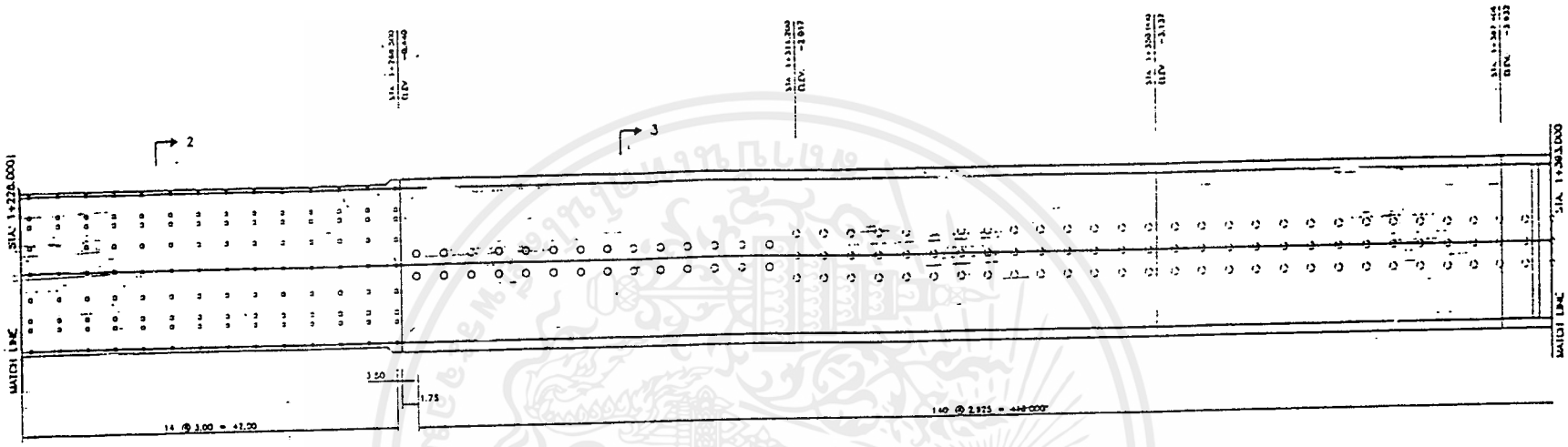
1. ALL DIMENSIONS SHOWN ARE IN METER UNLESS OTHERWISE NOTED
2. ALL UNITS ARE IN METRIC SYSTEM UNLESS OTHERWISE SHOWN

NO. 18 STRUCTURAL NOTES



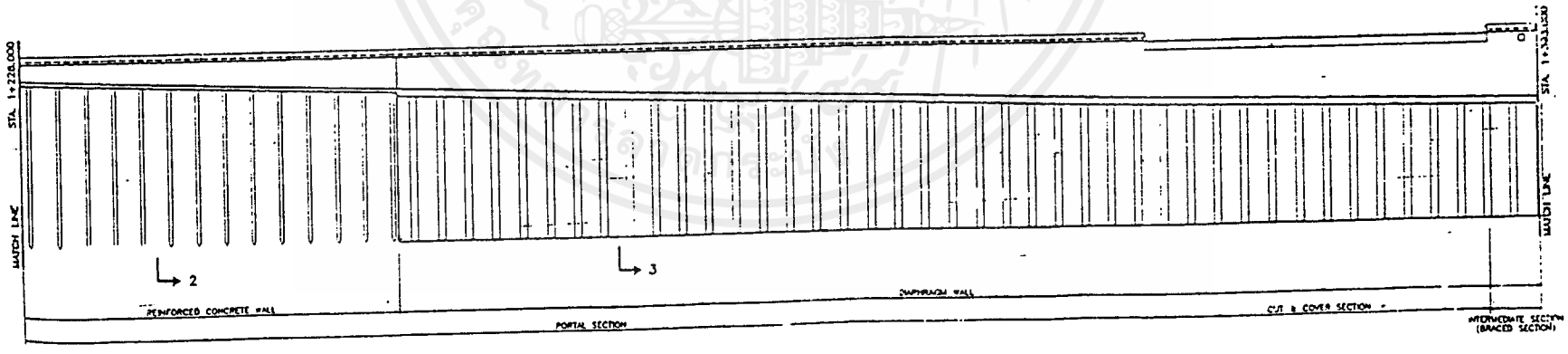
NO. 19 PLAN AND ELEVATION STA. 1+087.500

TO STA. 1+228.000



PLAN

SCALE 1:250

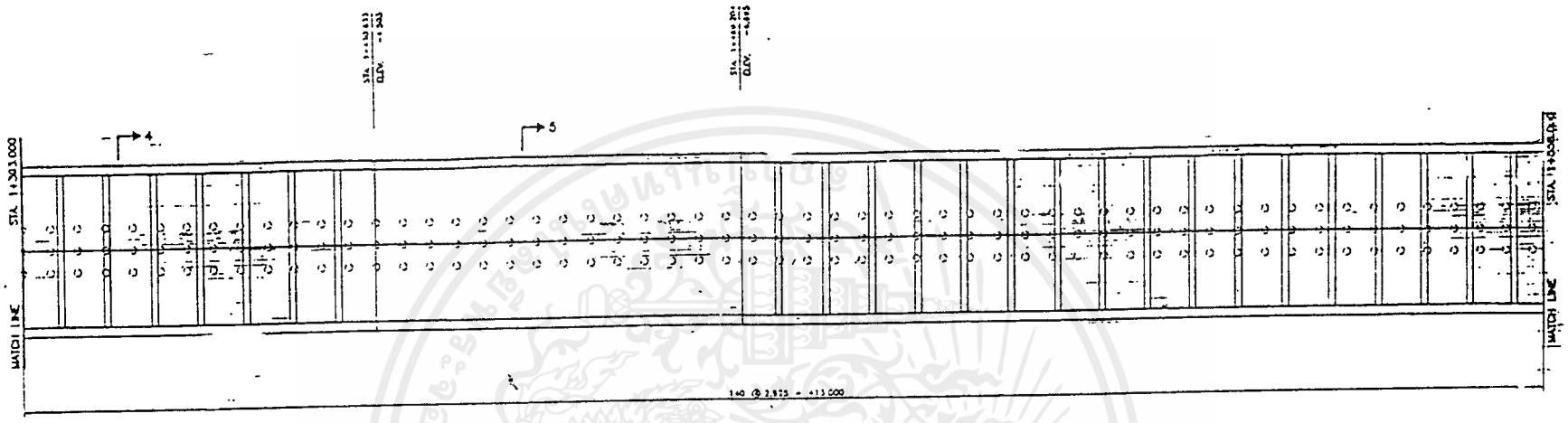


ELEVATION

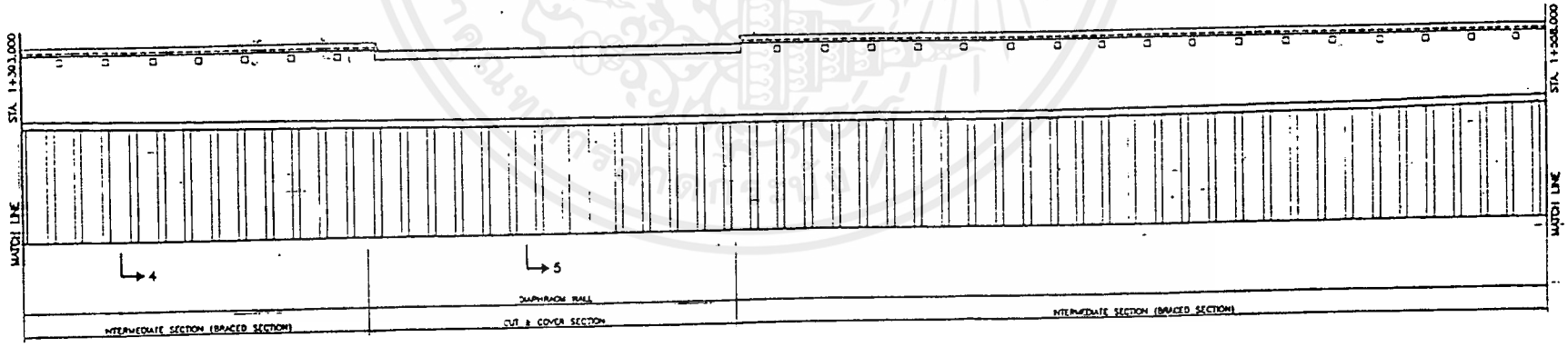
SCALE 1:250

NO. 20 PLAN AND ELEVATION STA. 1+228.000

TO STA. 1+393.000



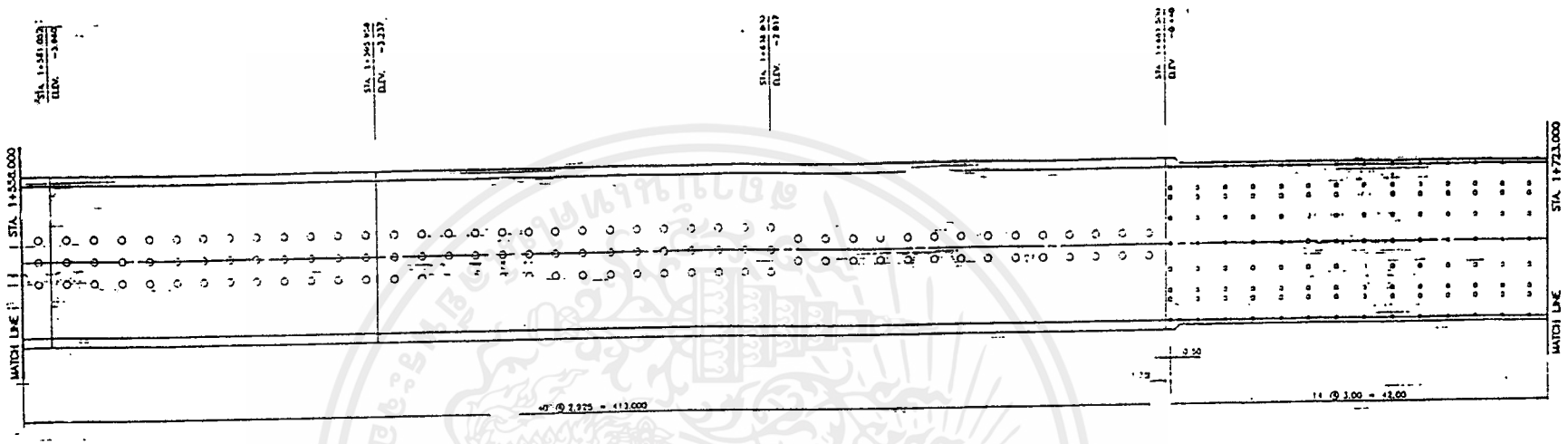
PLAN
SCALE 1:250



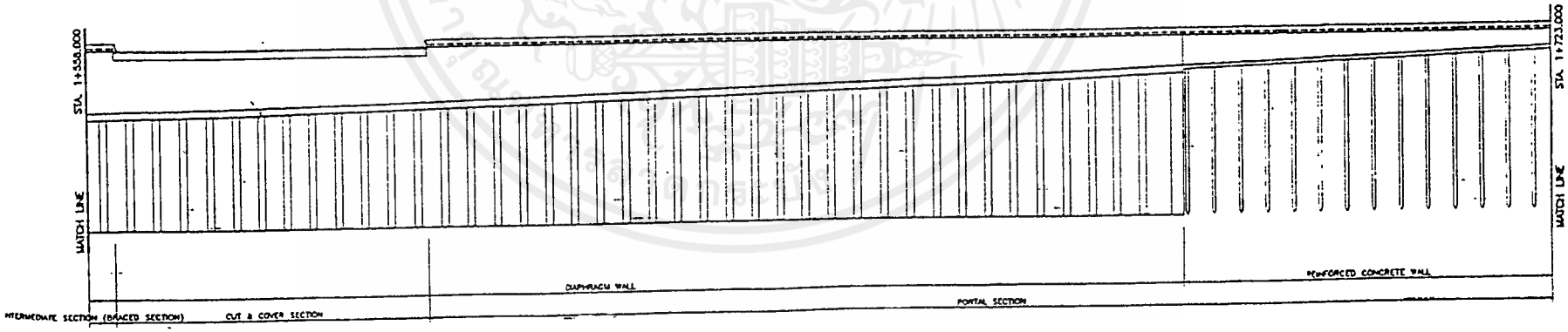
ELEVATION
SCALE 1:250

NO. 21 PLAN AND ELEVATION STA. 1+393.000

TO STA. 1+558.000



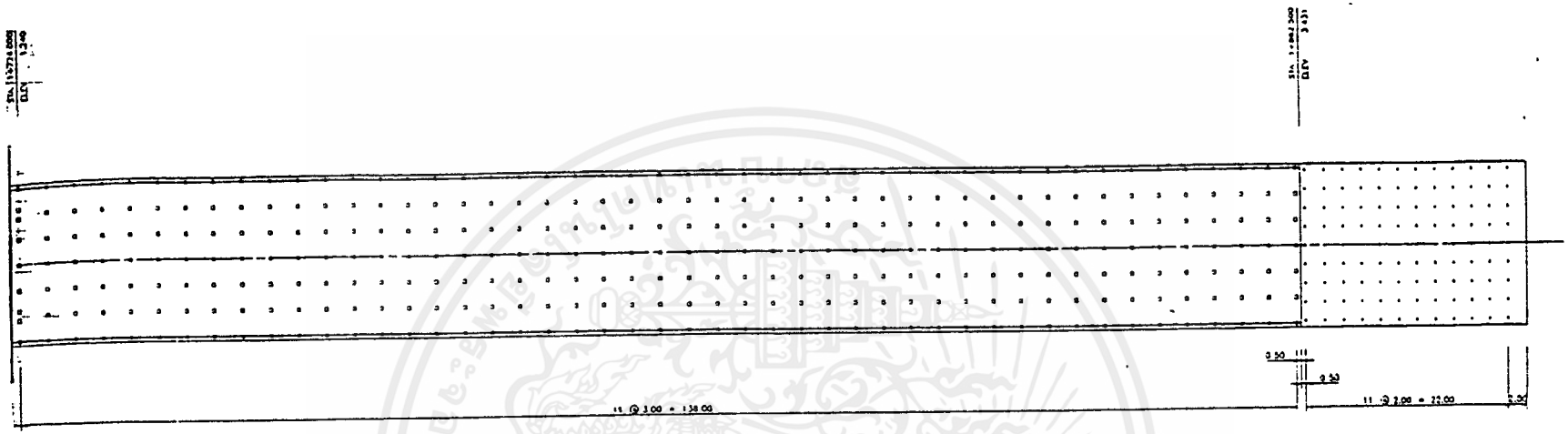
PLAN
SCALE 1 : 250

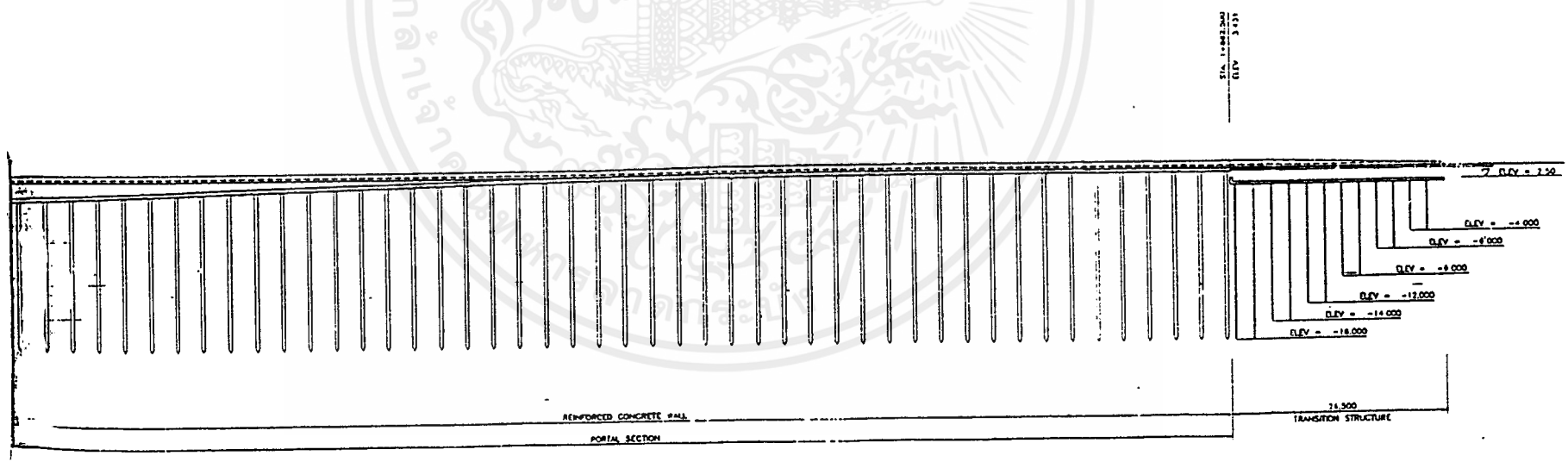


ELEVATION
SCALE 1 : 250

NO. 22 PLAN AND ELEVATION STA. 1+558.000

TO STA. 1+723.000

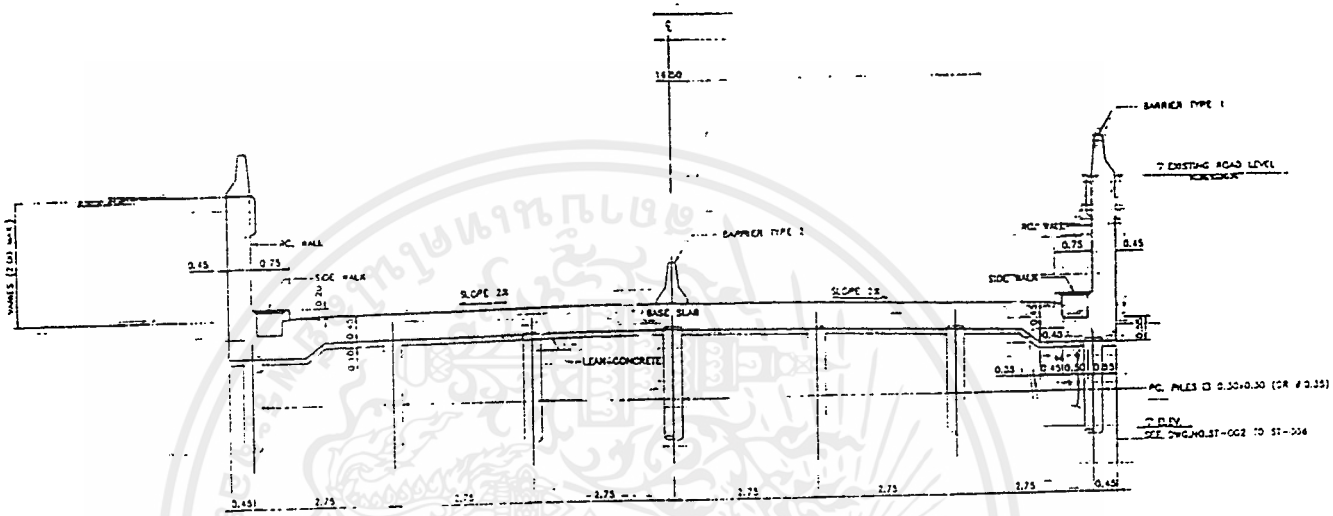




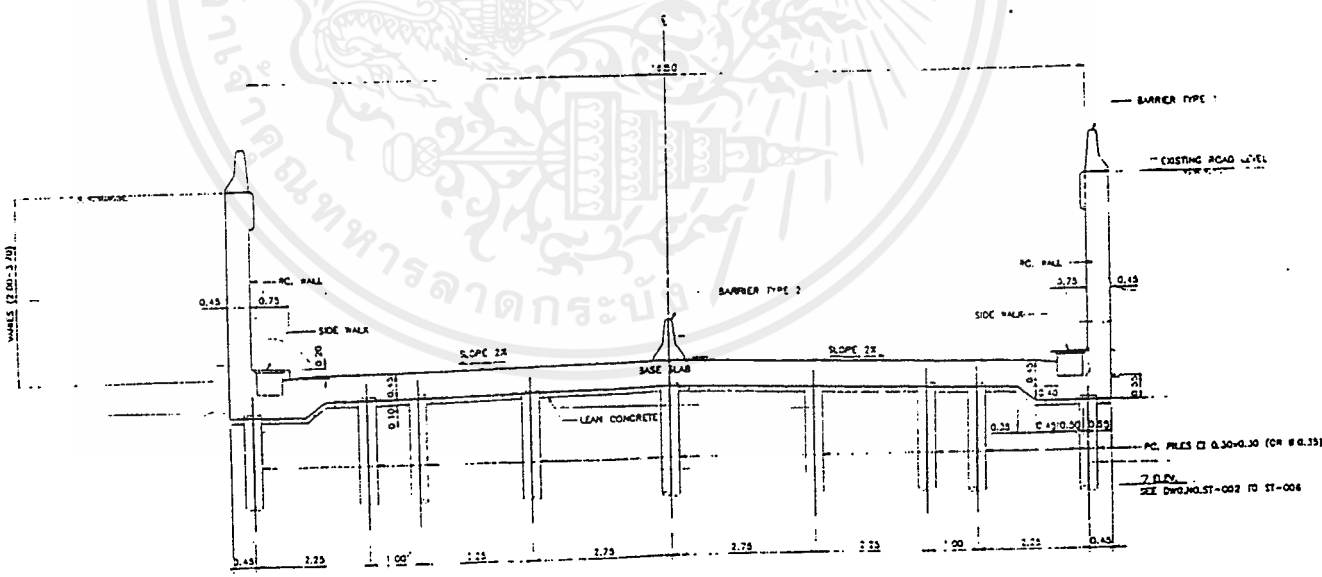
ELEVATION
SCALE 1 : 250

NO. 23 PLAN AND ELEVATION STA. 1+723.000

TO STA. 1+826.500

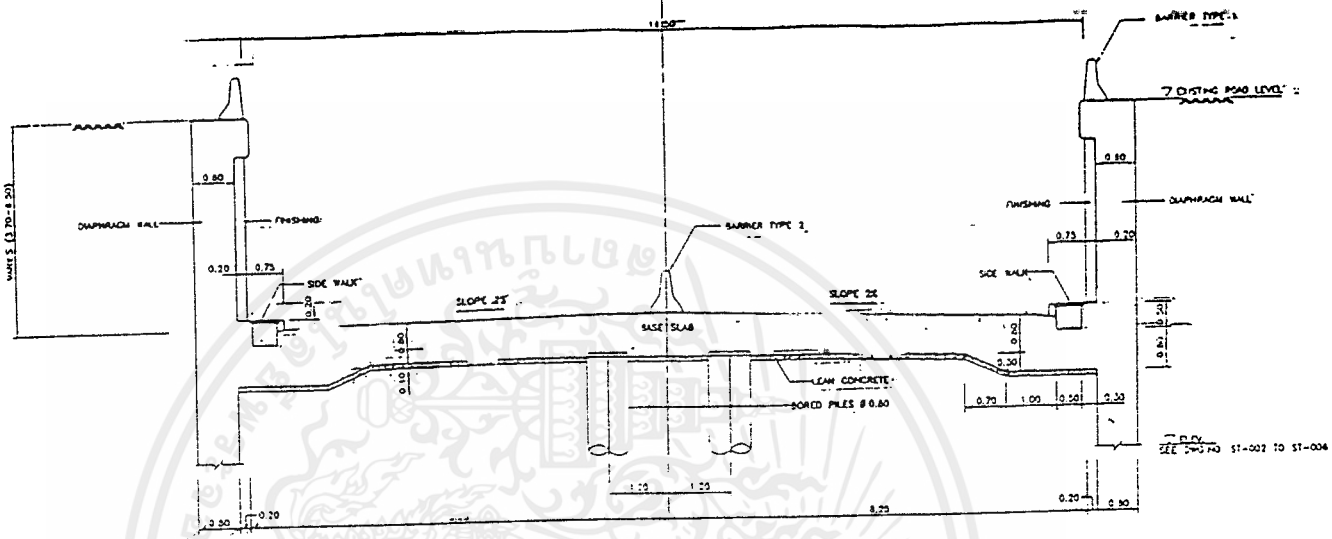


SECTION 1 (RC WALL)
SCALE 1 : 50



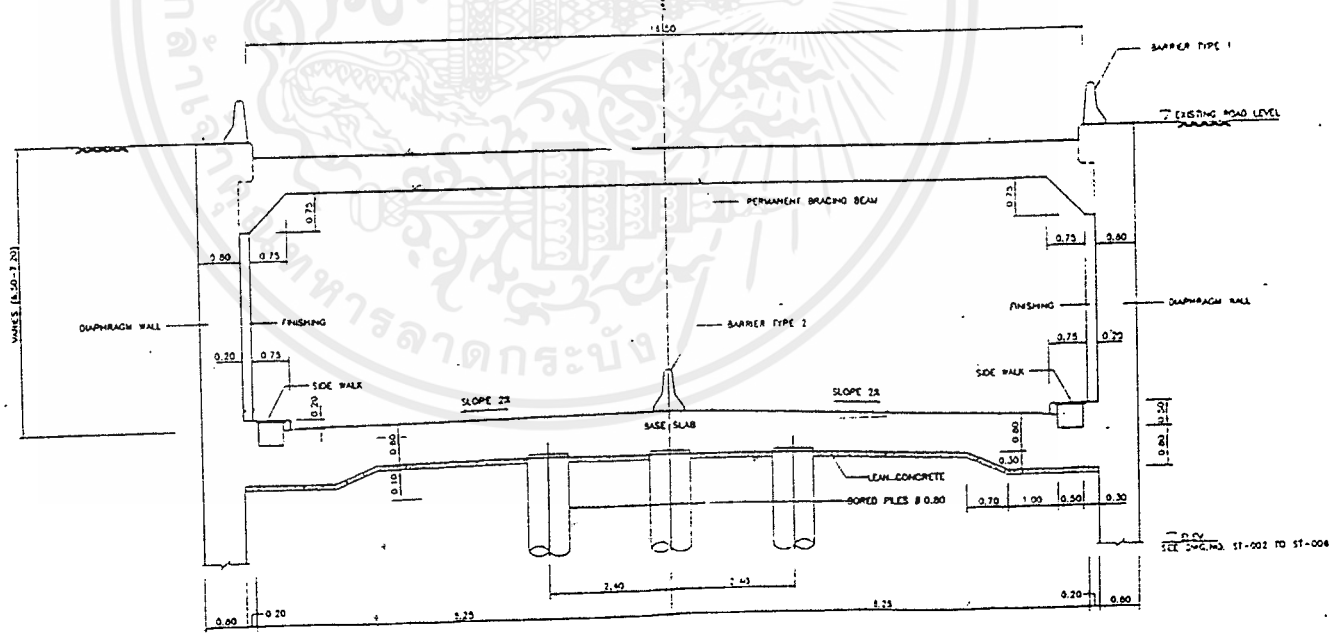
SECTION 2 (RC WALL)
SCALE 1 : 50

NO. 24 TYPICAL SECTION-1



SECTION 3 (DIAPHRAGM WALL)

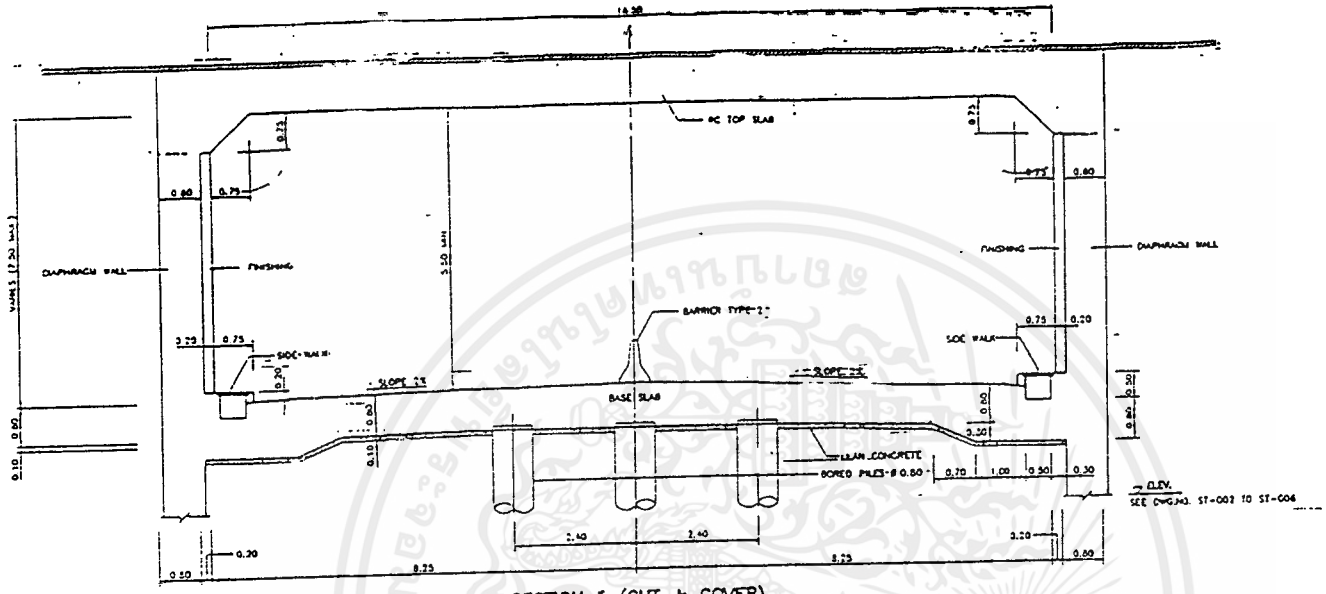
SCALE 1 : 50



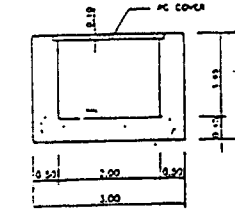
SECTION 4 (DIAPHRAGM WALL WITH PERMANENT BRACING)

SCALE 1 : 50

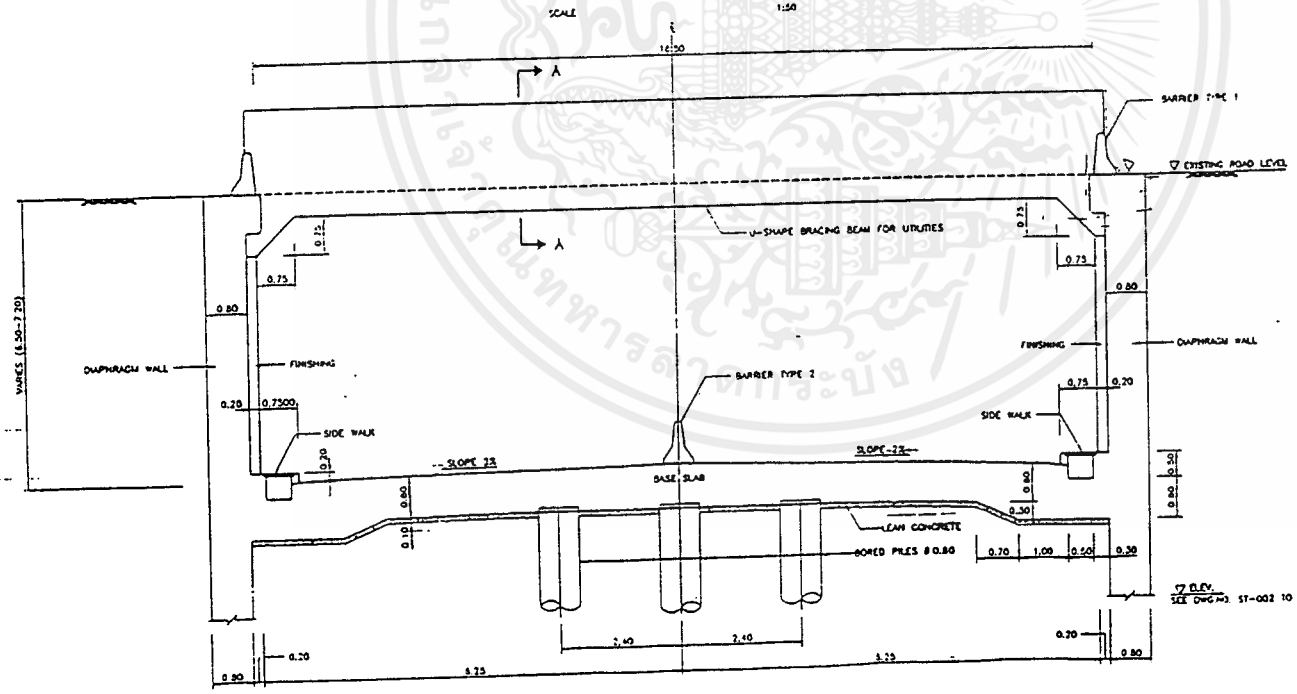
NO. 25 TYPICAL SECTION-2



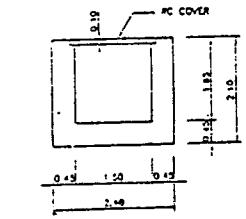
SECTION 5 (CUT & COVER)
SCALE 1:50



SECTION A–A
SCALE 1:50

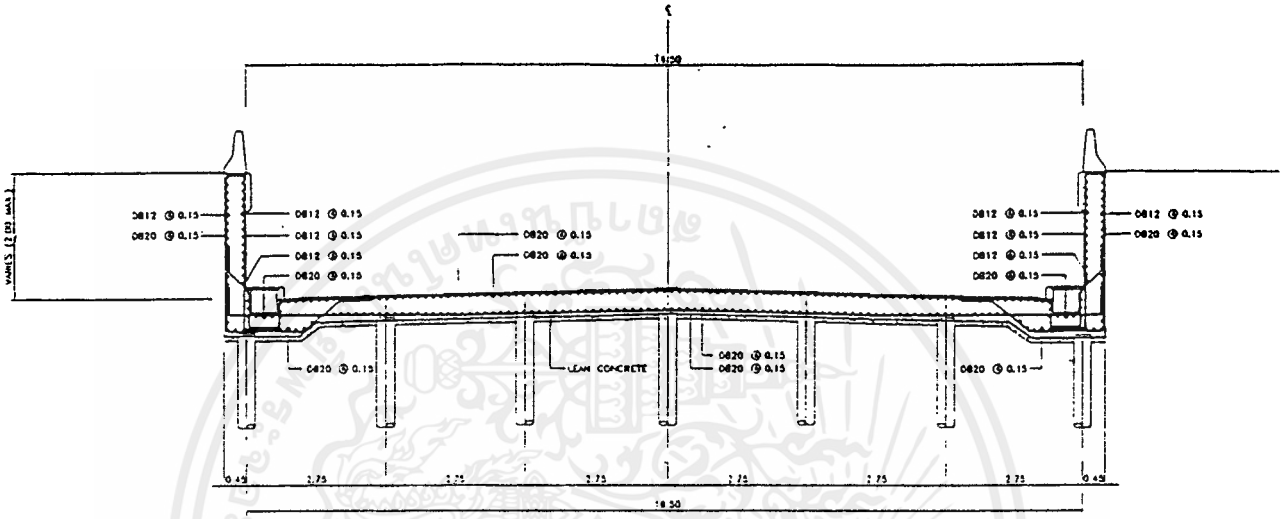


SECTION 6 (DIAPHRAGM WALL WITH PERMANENT BRACING)
SCALE 1 : 50



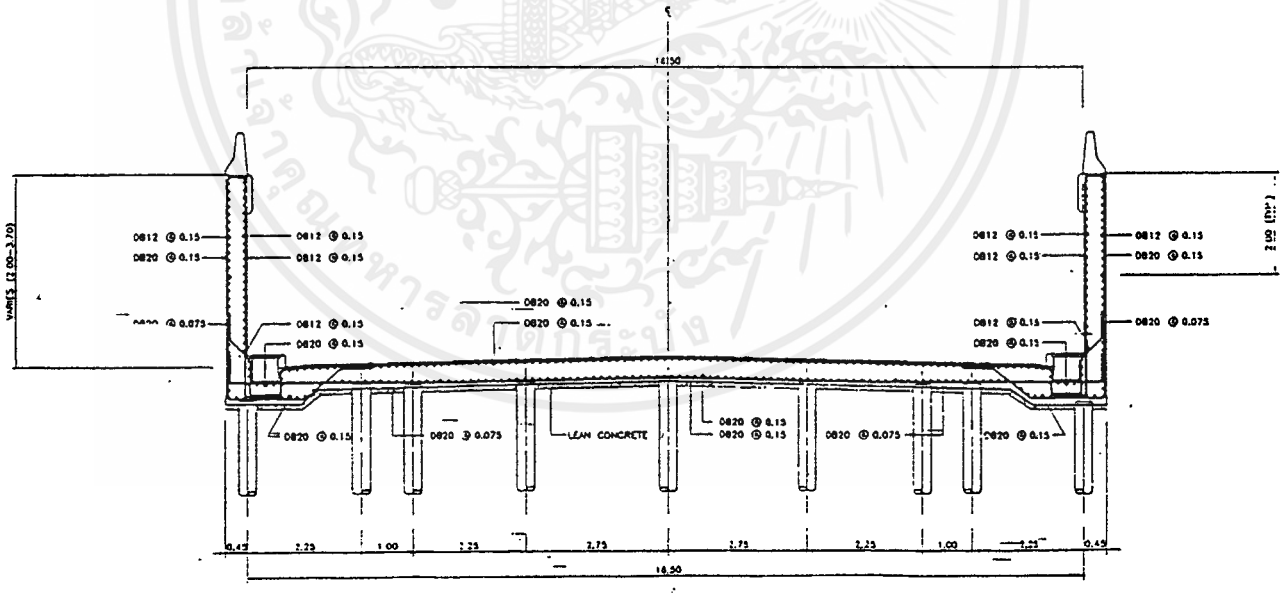
SECTION A–A
SCALE 1:50

NO. 26 TYPICAL SECTION-3



SECTION 1 (RC. WALL)

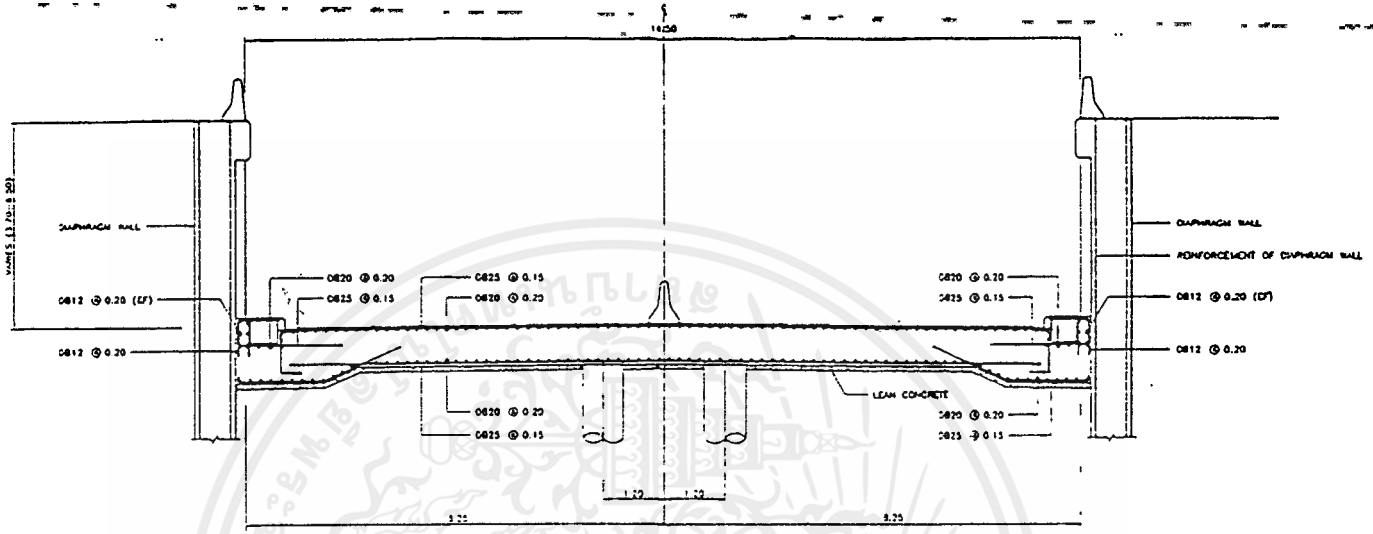
SCALE 1 : 50



SECTION 2 (RC. WALL)

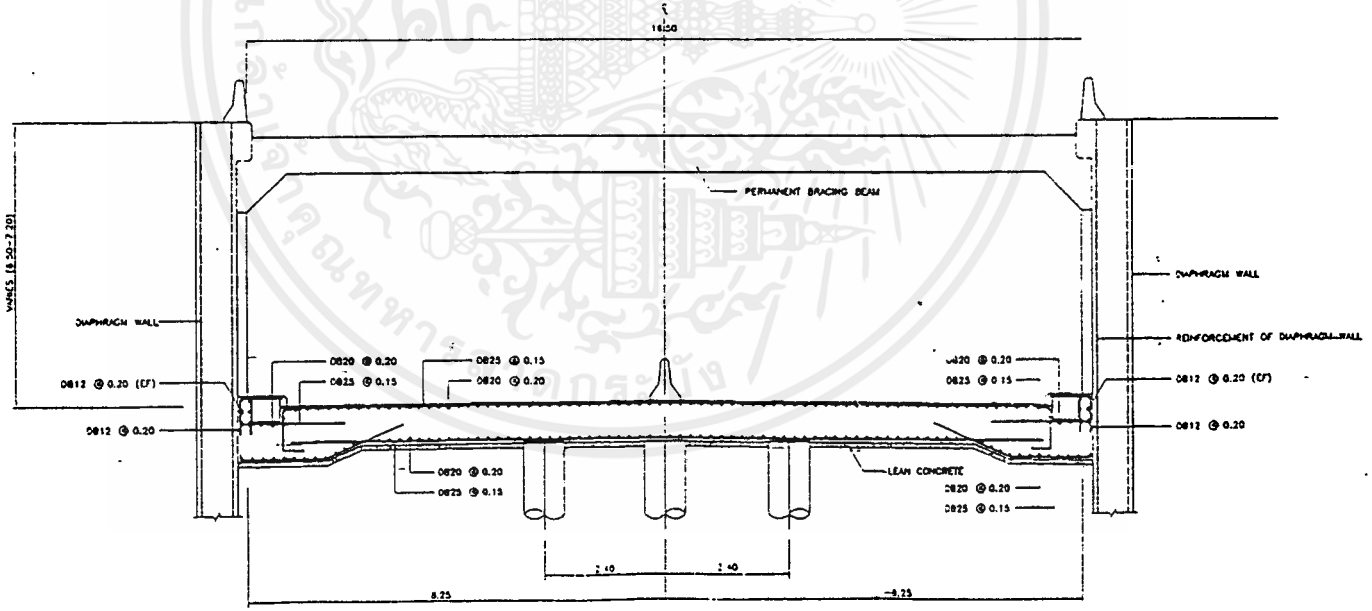
SCALE 1 : 50

NO. 28 REINFORCEMENT DETAIL-1



SECTION 3 (DIAPHRAGM WALL)

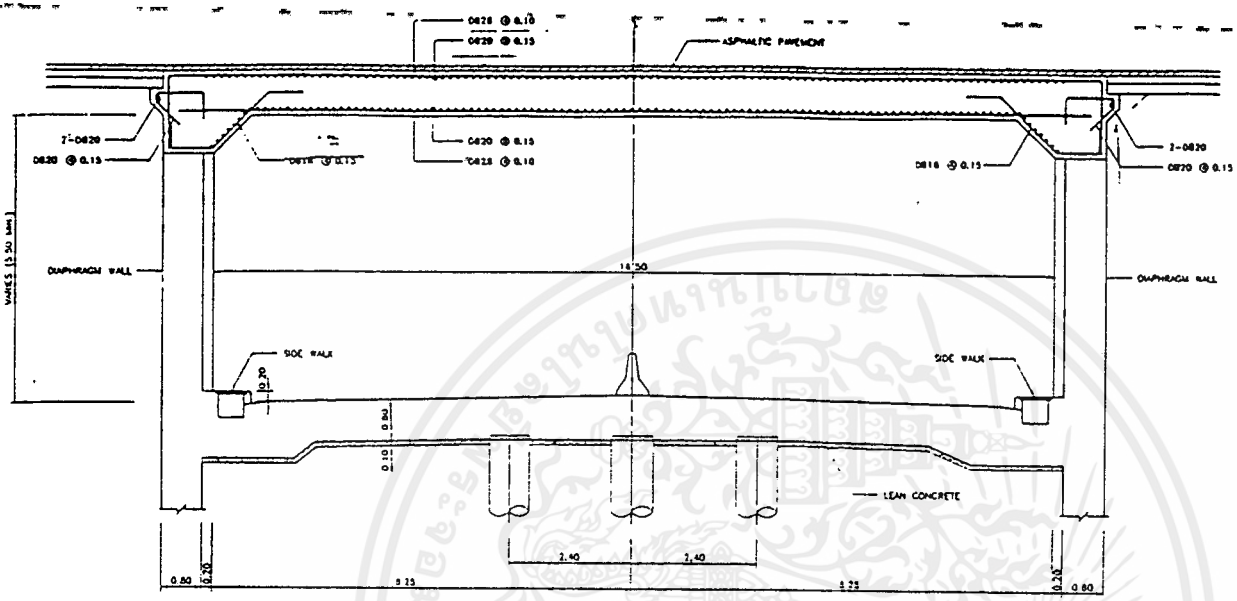
SCALE 1 : 50



SECTION 4 (DIAPHRAGM WALL)

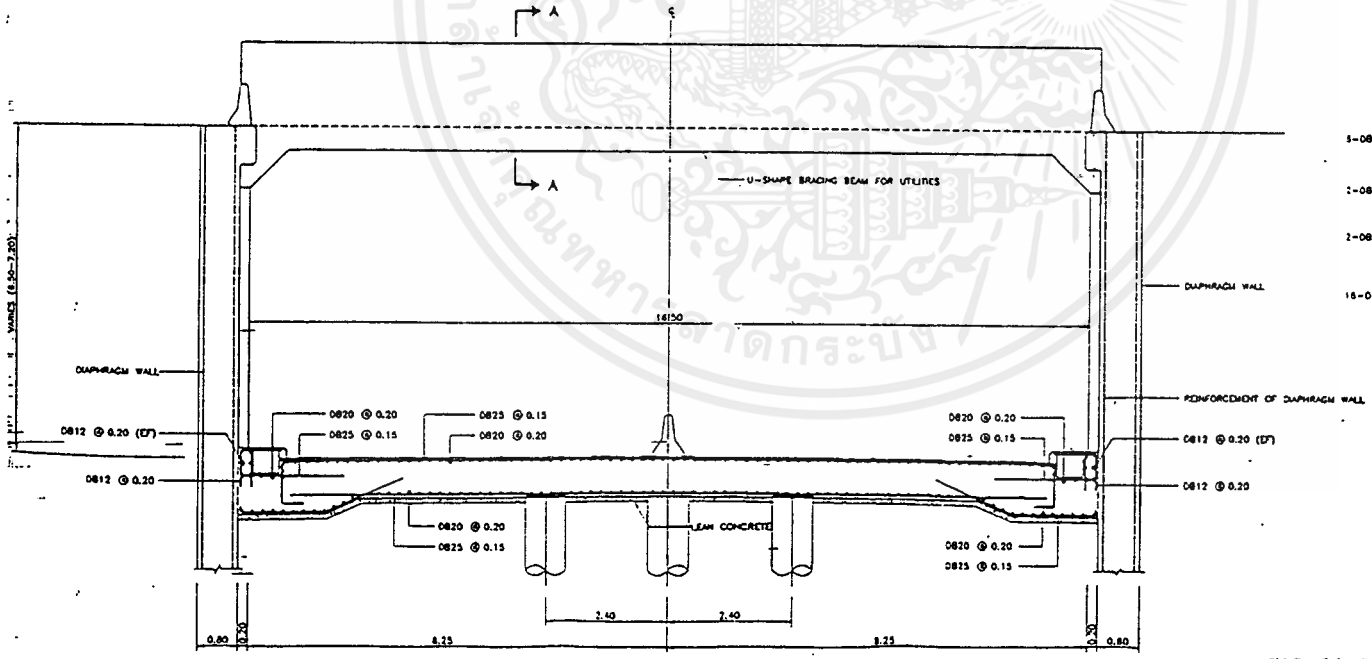
SCALE 1 : 50

NO. 29 REINFORCEMENT DETAIL-2



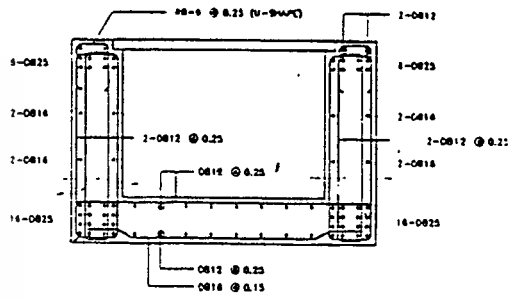
SECTION 5 (ROOF REINFORCEMENT DETAIL)

SCALE 1:50



SECTION 6 (DIAPHRAGM WALL)

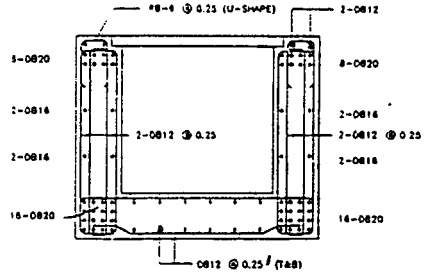
SCALE 1 : 50



FOR WATER PIPE Ø 1.00 M.

SECTION A–A

SCALE 1:25

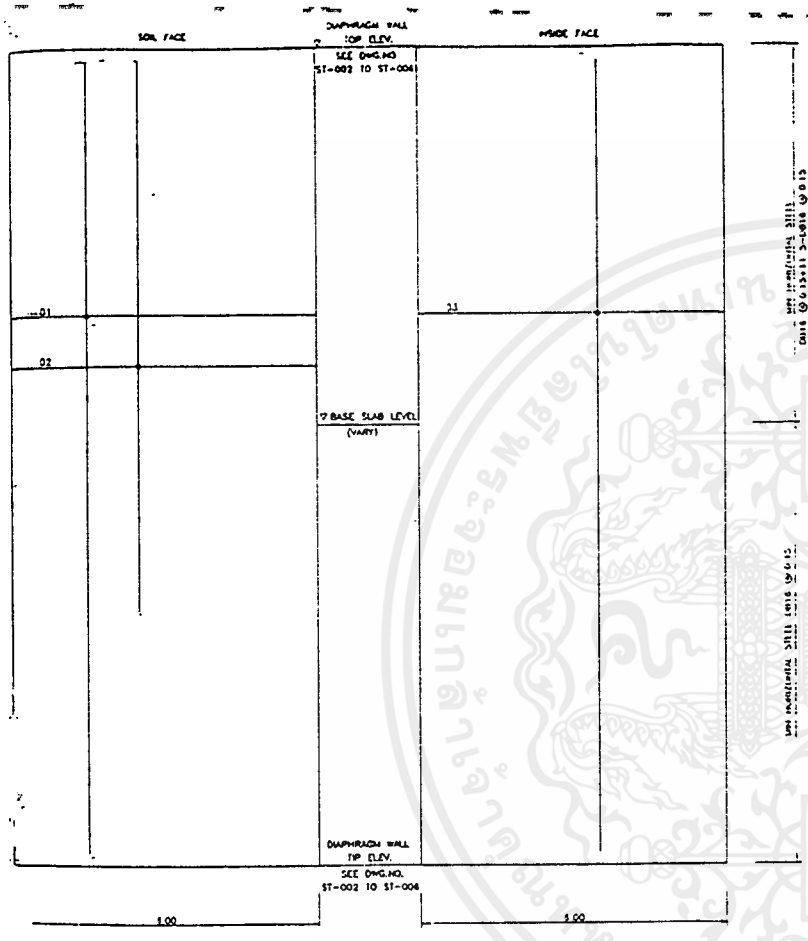


FOR DUCT BANK

SECTION A–A

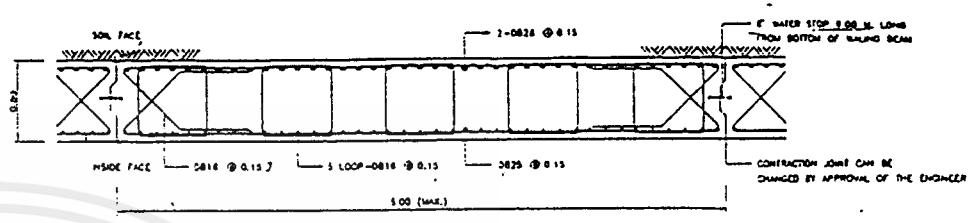
SCALE 1:25

NO. 30 REINFORCEMENT DETAIL-3



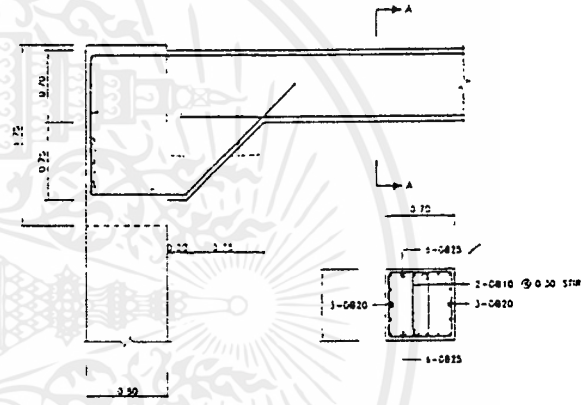
VERTICAL SECTION

SCALE 1:50



HORIZONTAL SECTION

SCALE 1:25

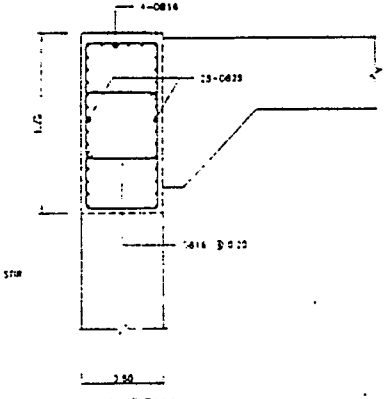


PROP

SCALE 1:25

SECTION A–A

SCALE 1:25

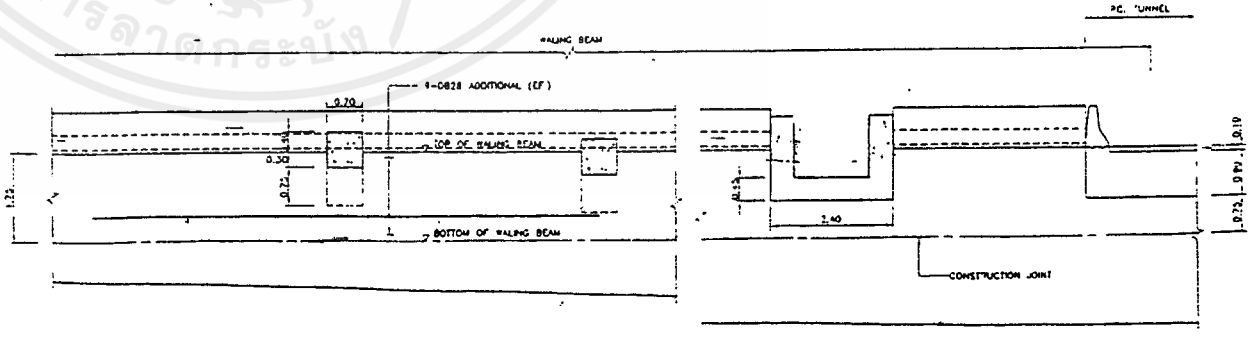


WALING BEAM

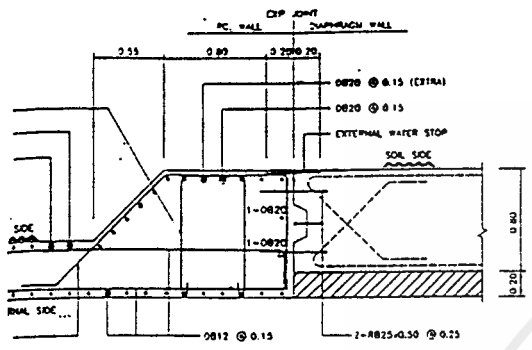
SCALE 1:25

SOIL FACE						INSIDE FACE			SPACING (M.)
01			02			03			
BAR DIA.	LENGTH OF BAR		BAR DIA.	LENGTH OF BAR		BAR DIA.	LENGTH OF BAR		
28	19.00		28	10.00		28	19.00		0.15

DIAPHRAGM WALL

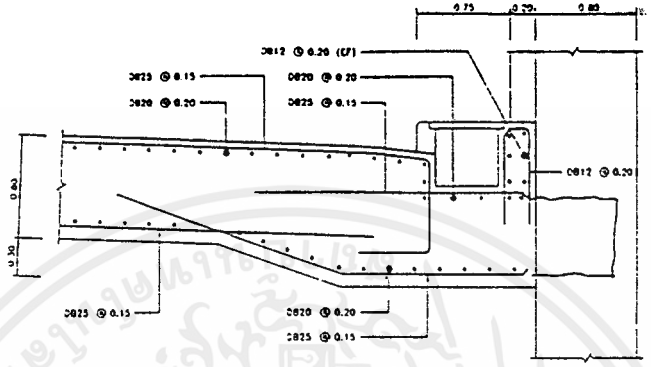


NO. 31 REINFORCEMENT DETAIL-4



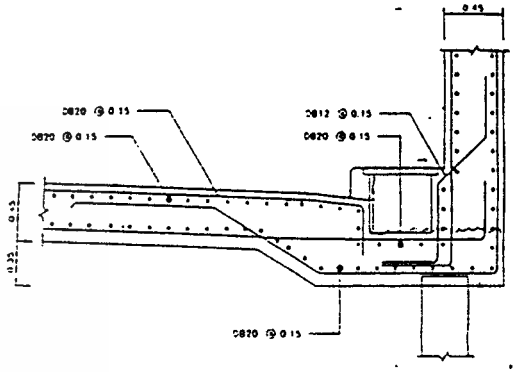
JOINT BETWEEN D-WALL AND RC WALL

SCALE 1:20



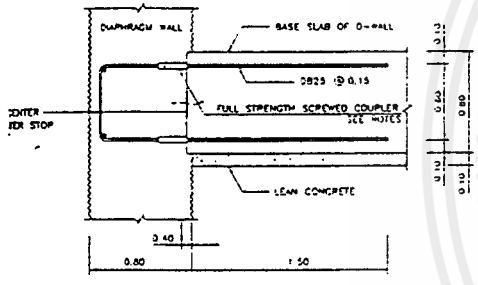
DRAINAGE REINFORCEMENT DETAIL 1

SCALE 1:20



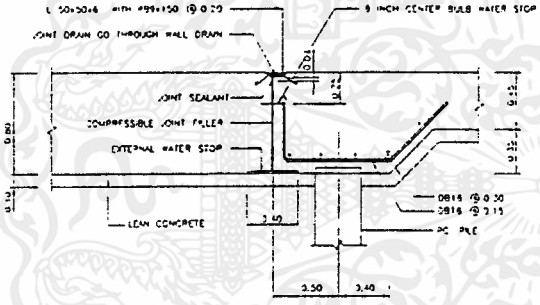
DRAINAGE REINFORCEMENT DETAIL 2

SCALE 1:20



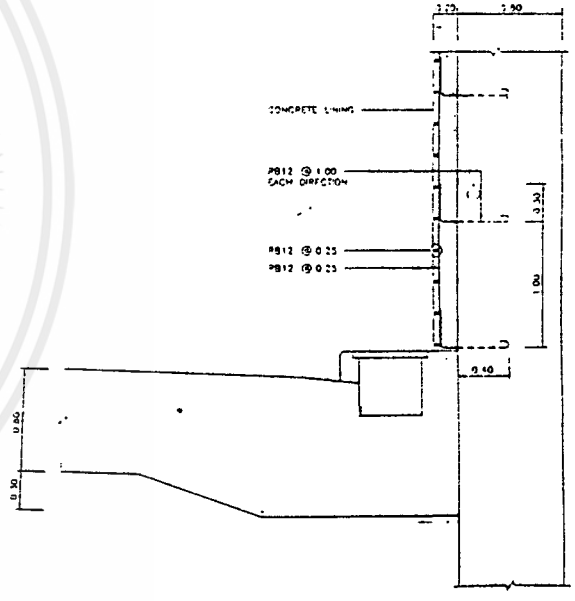
TION JOINT BETWEEN BASE SLAB AND DIAPHRAGM WALL

1:20



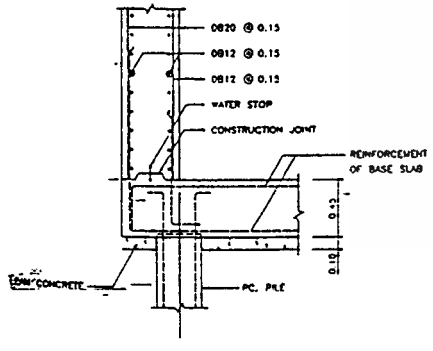
EXPANSION JOINT OF BASE SLAB

SCALE 1:20



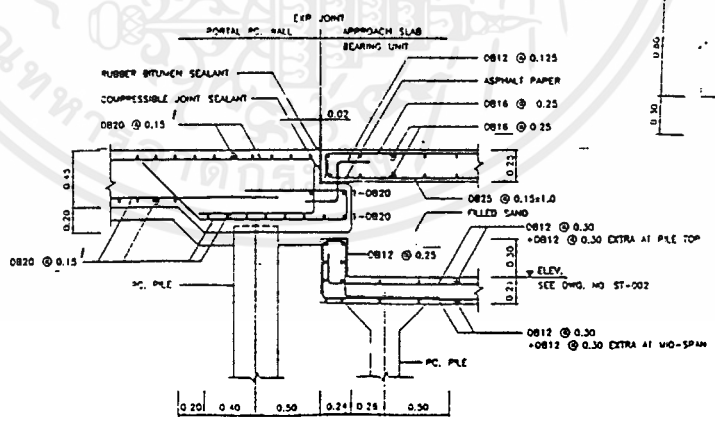
REINFORCEMENT DETAIL OF CONCRETE LINING

SCALE 1:20



STRUCTION JOINT BETWEEN BASE SLAB AND RC. WALL

1:20



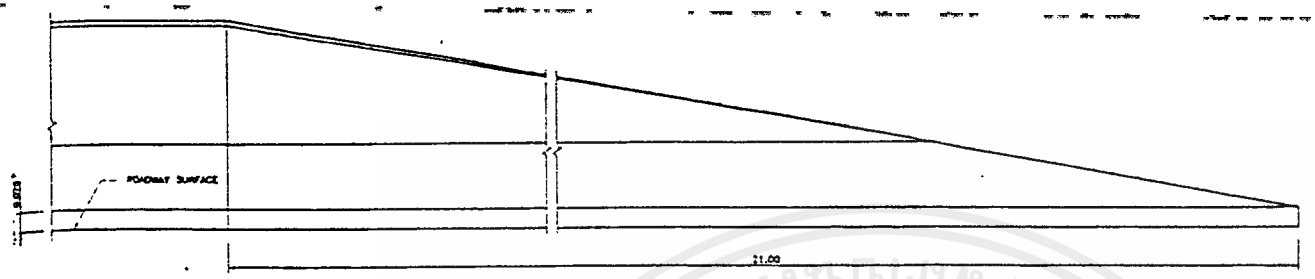
EXPANSION JOINT BETWEEN BASE SLAB AND APPROACH SLAB

SCALE 1:20

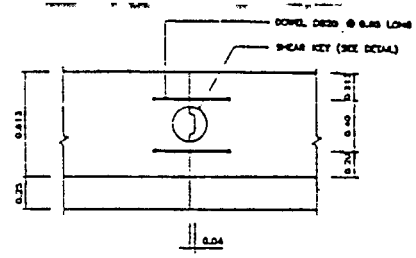
NOTE

1. SCREWED COUPLER SHALL BE CONFORMED TO BS 4449 TYPE E
2. JOINT SEALANT SHALL BE CONFORMED TO BS 4254
3. JOINT FILLER SHALL BE CONFORMED TO TIS 479
4. WATER STOP SHALL BE CONFORMED TO ASTM D412,D746,D747,D792,D2240
5. REINFORCEMENT EMBEDING METHOD BETWEEN BASE SLAB AND DIAPHRAGM

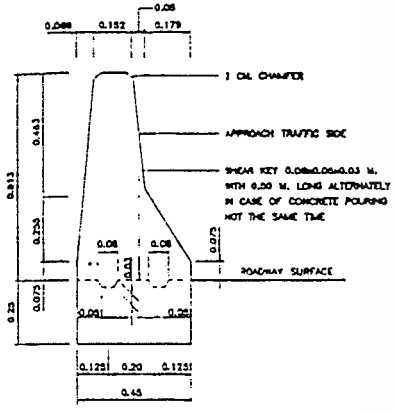
NO. 32 REINFORCEMENT DETAIL-5



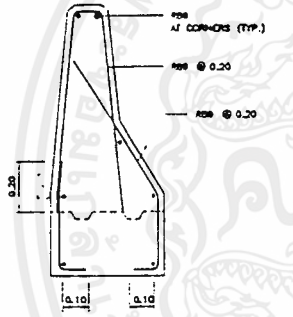
SIDE ELEVATION OF CONCRETE BARRIER TYPE I
SCALE 1 : 10



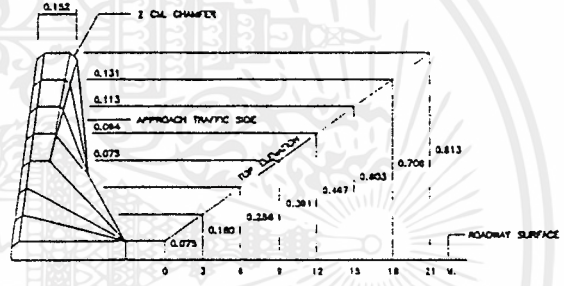
CONSTRUCTION JOINT DETAIL
SCALE 1 : 20



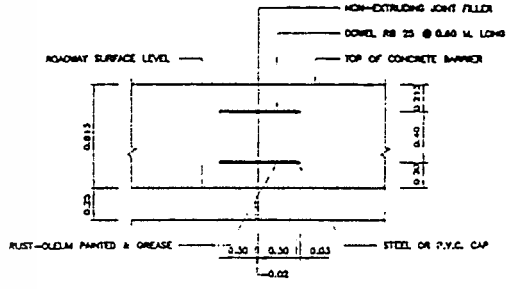
FRONT ELEVATION OF
CONCRETE BARRIER TYPE I
SCALE 1 : 10



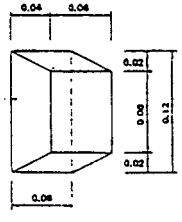
CONCRETE BARRIER TYPE I
REINFORCEMENT DETAIL
SCALE 1 : 10



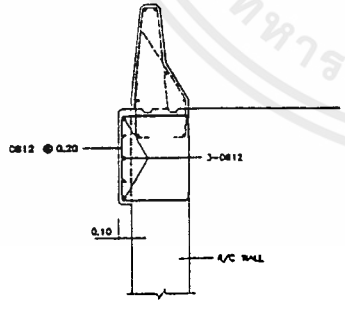
APPROACH CONCRETE BARRIER I
SCALE 1 : 10



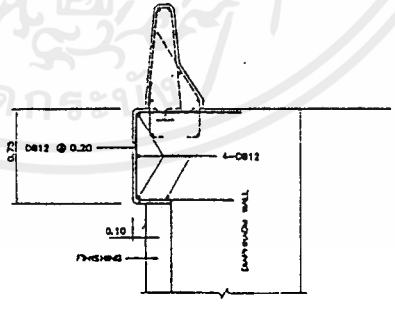
EXPANSION JOINT DETAIL
SCALE 1 : 20



SHEAR KEY DETAIL
SCALE 1 : 2.5



CONNECTION DETAIL 1
SCALE 1 : 20



CONNECTION DETAIL 2
SCALE 1 : 20

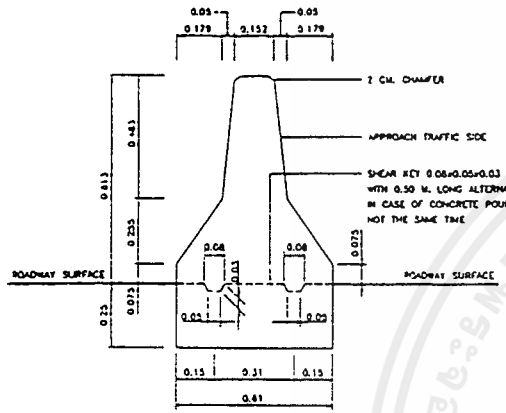
NOTE

1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED.
2. CONCRETE SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF 210 KSC. FOR 15x15x15 CM. CURE AT 28 DAYS. AN APPROXIMATE MIX DESIGN PER CUBIC METER IS SUGGESTED AS FOLLOWS :

PORTLAND CEMENT TYPE 1	350 KG.(MIN.)
SAND	0.43 M³
CRUSHED ROCK OR GRAVEL	0.86 M³
CONCRETE SLUMP	10 CM.(MAX.)

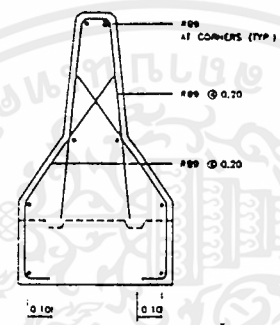
3. CLEAR CONCRETE COVER SHALL BE 5 CM.
4. REINFORCING STEEL SHALL CONFORM TO TIS.20 GRADE SR 24 FOR ROUND BARS AND TIS.24 GRADE SD 40 FOR DEFORMED BARS.
5. REINFORCEMENT AND OTHER DETAILS OF APPROACH CONCRETE BARRIER SHALL BE THE SAME AS CONCRETE BARRIER.
6. CONSTRUCTION JOINT SHALL BE PROVIDED AT 10.00 M. INTERVAL.
7. EXPANSION JOINT WITH NON-EXTRUDING JOINT FILLER SHALL BE PROVIDED

NO. 33 CONCRETE BARRIER TYPE 1



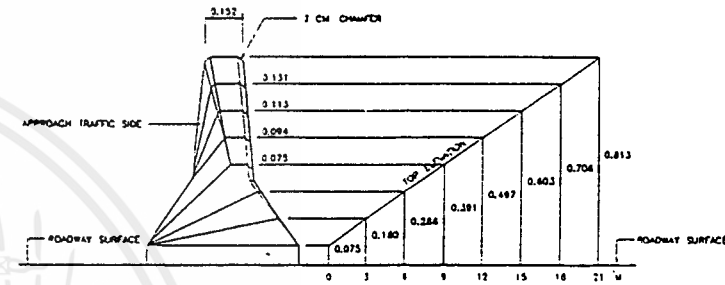
FRONT ELEVATION OF CONCRETE BARRIER TYPE II

SCALE 1 : 10



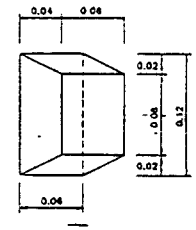
CONCRETE BARRIER TYPE II REINFORCEMENT DETAIL

SCALE 1 : 10



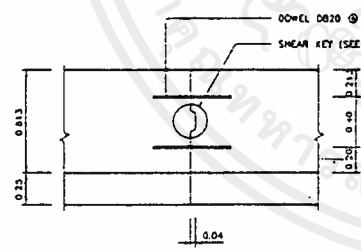
APPROACH CONCRETE BARRIER II

SCALE 1 : 10



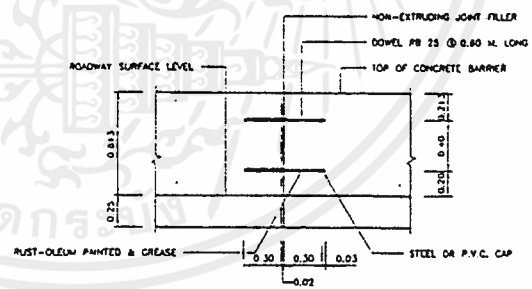
SHEAR KEY DETAIL

SCALE 1 : 2.5



CONSTRUCTION JOINT DETAIL

SCALE 1 : 20



EXPANSION JOINT DETAIL

SCALE 1 : 20

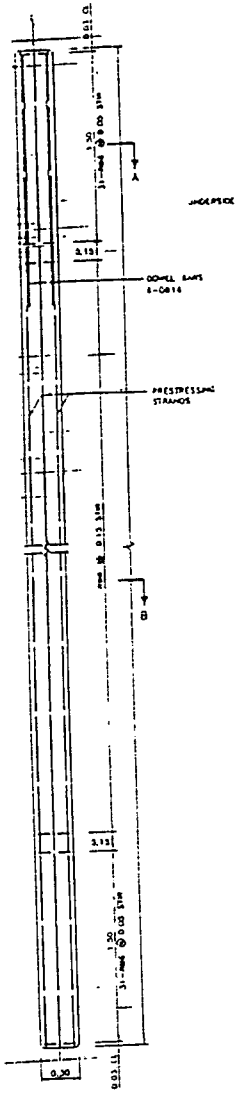
NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED.
2. CONCRETE SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF 210 KSC. FOR 15x15x15 CM. CUBE AT 28 DAYS. AN APPROXIMATE MIX DESIGN PER CUBIC METER IS SUGGESTED AS FOLLOWS :

PORTLAND CEMENT TYPE I	350 KG.(MIN.)
SAND	0.63 M^3
CRUSHED ROCK OR GRAVEL	0.86 M^3
CONCRETE SLUMP	10 CM.(MAX.)

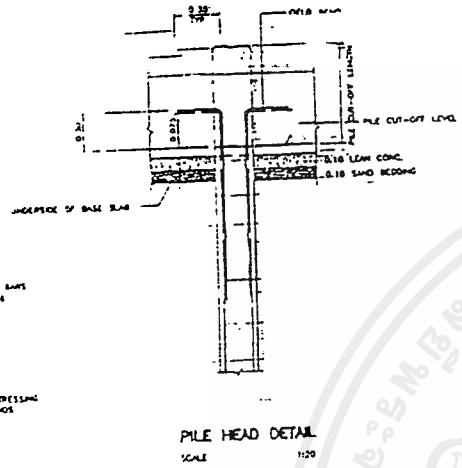
3. CLEAR CONCRETE COVER SHALL BE 5 CM.
4. REINFORCING STEEL SHALL CONFORM TO TIS.20 GRADE SR 24 FOR ROUND BARS AND TIS.24 GRADE SD 40 FOR DEFORMED BARS.
5. REINFORCEMENT AND OTHER DETAILS OF APPROACH CONCRETE BARRIER SHALL BE THE SAME AS CONCRETE BARRIER.
6. CONSTRUCTION JOINT SHALL BE PROVIDED AT 10.00 M. INTERVAL.
7. EXPANSION JOINT WITH NON-EXTRUDING JOINT FILLER SHALL BE PROVIDED AT 60.00 M. INTERVAL.
8. APPROACH CONCRETE BARRIER SHALL BE PAINTED IN BLACK AND WHITE STRIPE 0.50 M. WIDE,IN TWO COATS.THE PAINT SHALL CONFORM TO TIS.327

NO. 34 CONCRETE BARRIER TYPE 2



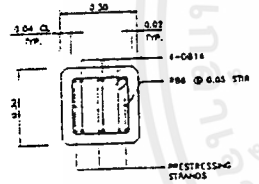
0.30x0.30 PILE

SCALE 1:20



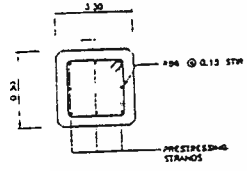
PILE HEAD DETAIL

SCALE 1:20



SECTION A–A

SCALE 1:10

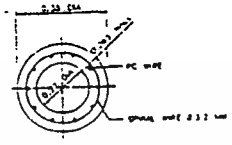


SECTION B–B

SCALE 1:10

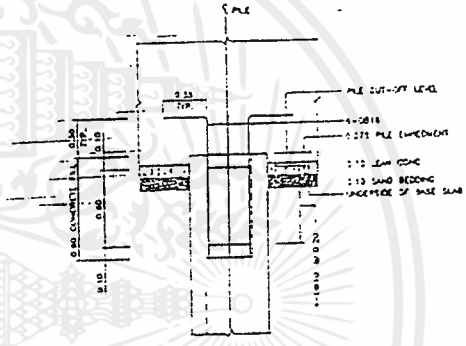
0.35 DIA. PILE

SCALE 1:20



SECTION C–C

SCALE 1:10



PILE HEAD DETAIL

SCALE 1:20

NOTES

1. PILE SHALL BE MANUFACTURED CONFORMING TO THE REQUIREMENT AS SPECIFIED BELOW :

PILE TYPE	f'_{ci}	f'_{ci}	f_{pe}	TS
0.35 DIA.	500	280	50	350–3624
0.30x0.30	400	240	50	3406–3524

IN WHICH

f'_c = COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE AT 28 DAYS FOR CEMENT TYPE I (6x12 CYLINDER) IN KG/CM^2

f_{ci} = COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE AT TIME OF TRANSFERRING THE FORCES IN KG/CM^2

f_{pe} = COMPRESSIVE STRESS IN CONCRETE DUE TO EFFECTIVE PRESTRESS FORCE AFTER ALLOWANCE FOR ALL PRESTRESS LOSSES IN KG/CM^2

2. TENS STRESS AT SERVICE AFTER LOSSES SHALL BE LESS THAN 0.8 YIELD STRESS

3. PRESTRESSING STRAND OR AS APPROVED BY THE ENGINEER

4. ALL PC WIRE FOR PILE SHALL COMPLY WITH TIS 95, "STEEL WIRE FOR PRESTRESSED CONCRETE".

5. ALL PRESTRESSING STRANDS SHALL BE UNCOATED 7-WIRE STRESS RELIEVED STRAND, NORMAL RELAXATION, CONFORMING TO TIS 420–2535 OR APPROVED EQUIVALENT.

6. NON PRESTRESSING BARS SHALL BE DEFORMED BARS CONFORMING TO TIS 24–2527, GRADE SD–40.

7. STIRRUPS SHALL BE ROUND BARS CONFORMING TO TIS 20–2527, GRADE SR 24

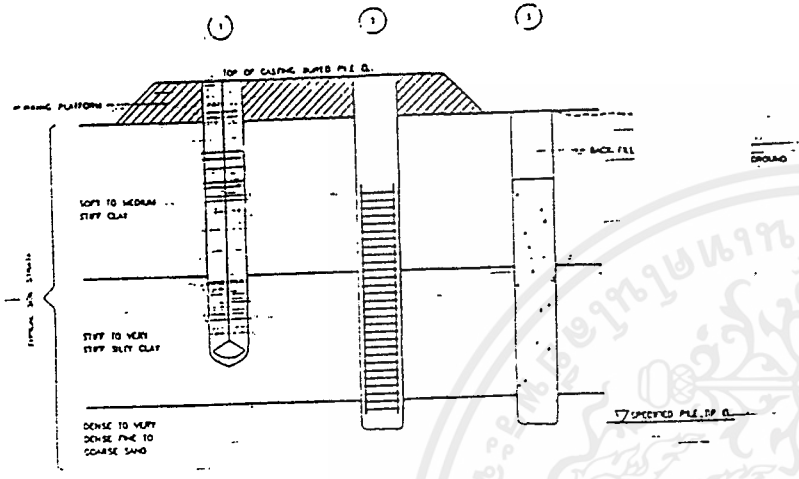
8. THE CONTRACTOR SHALL AT HIS OWN EXPENSES SUBMIT THE DETAILED PILE DRAWINGS AND BACK–UP INFORMATIONS OF THE PRESTRESSING WORKS TO ENGINEER FOR APPROVAL PRIOR TO THE EXECUTION OF THE WORK

9. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS, UNLESS OTHERWISE NOTED

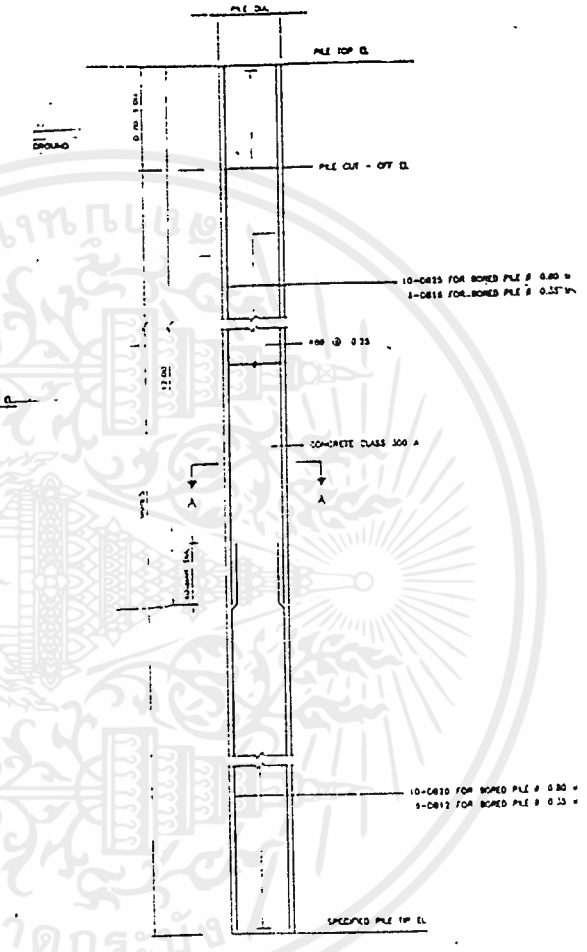
10. PILES SHALL BE DRIVEN TO THE ELEVATION SPECIFIED AS SHOWN IN DRAWING NO ST–002 TO ST–005

11. Ø 0.35 DIA. PILE MAY BE USED IN PLACE OF 0.30x0.30 PILE WITH APPROVAL BY THE ENGINEER.

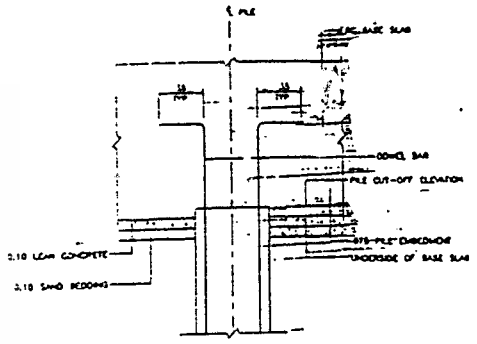
NO. 35 DRIVEN PILE DETAILS



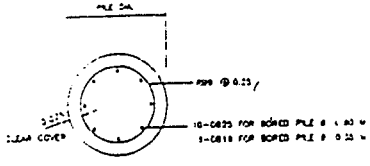
CASTING PROCEDURE



BORED PILE



PILE HEAD DETAIL



SECTION A–A

CASTING PROCEDURE

STEP 1. BORING DOWN TO THE SPECIFIED TIP ELEVATION

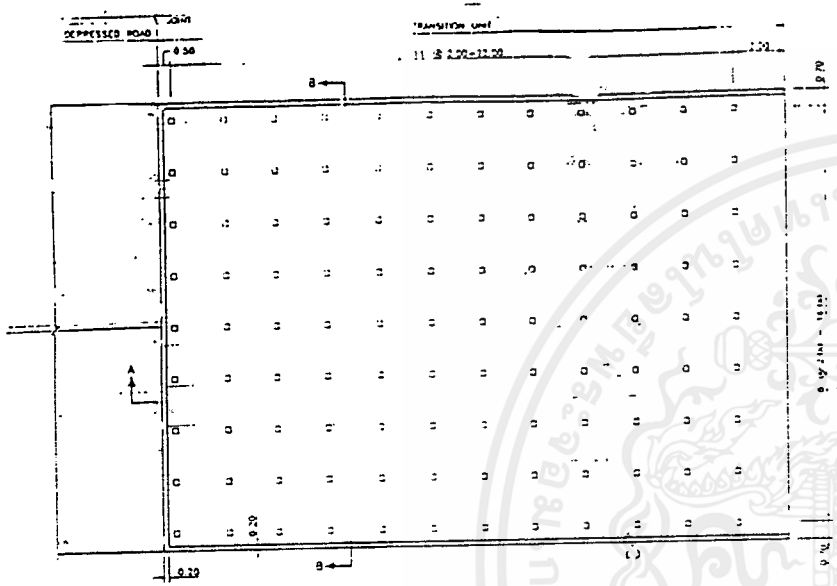
2. INSTALLING REINFORCEMENT OF THE PILE.

3. CASTING CONCRETE UP TO THE REQUIRED PILE TOP ELEVATION

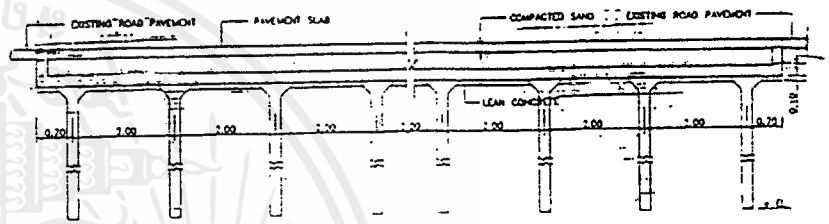
NOTES

1. WORKING PLATFORM (IF ANY) SHALL BE REMOVED FROM OBSTRUCTION OF DRAIN WATER
2. THIS DRAWING SHALL BE READ IN CONJUNCTION WITH RELEVANT GENERAL ARRANGEMENT DRAWING.
3. INSTALLATION PROCEDURE SHALL BE EITHER DRY OR WET PROCESS AS APPROVED BY THE ENGINEER.
4. FOR SPECIFIED PILE TIP ELEVATION,SEE DRAWING NO ST-002 TO ST-005
5. 1.35 M DIA BORED PILE MAY BE USED IN PLACE OF 0.30 x 0.30 M DRIVEN PILE WITH APPROVAL BY THE ENGINEER

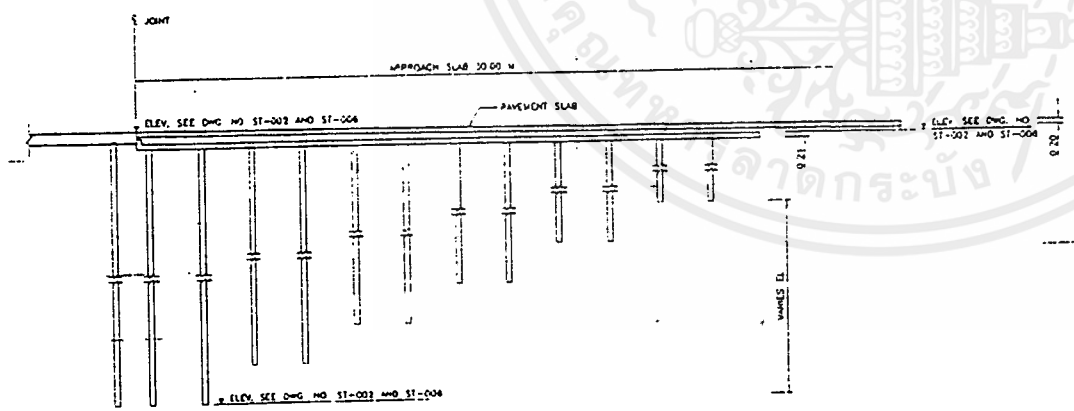
NO. 36 BORED PILE DETAILS



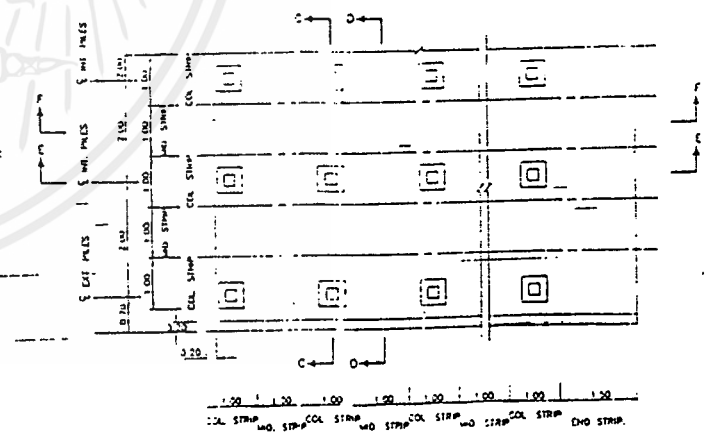
PLAN
SCALE 1:100



SECTION B–B
SCALE 1:50

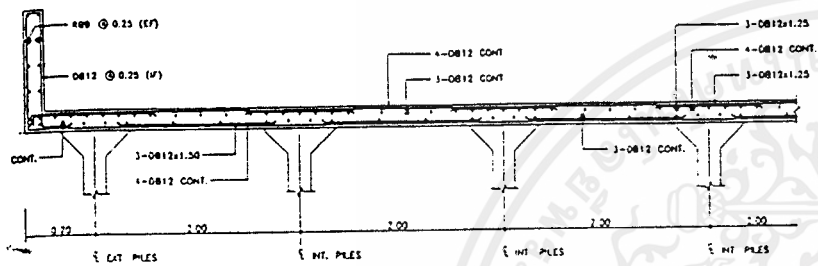


SECTION A–A
SCALE 1:100



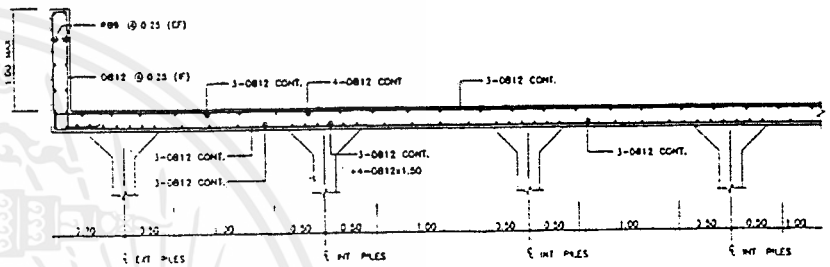
PLAN INDICATING SLAB REINFORCMENT STRIP
SCALE 1:50

NO. 37 TRANSITION UNIT-1



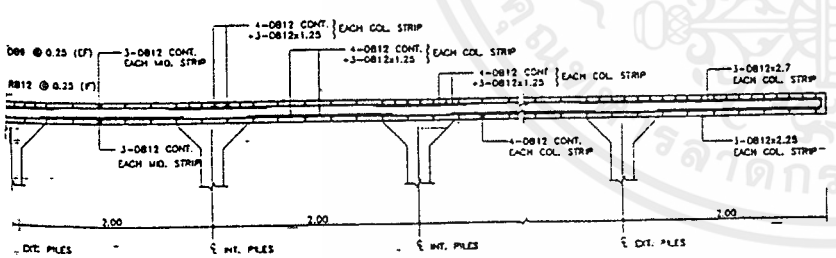
SECTION C–C COLUMN STRIP REINFORCEMENT

SCALE 1:25



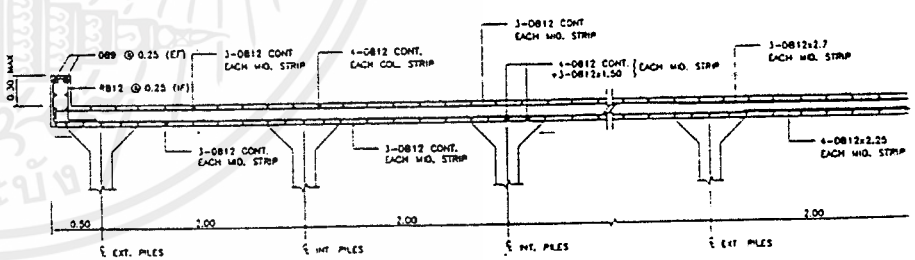
SECTION D–D MIDDLE STRIP REINFORCEMENT

SCALE 1:25



SECTION E–E

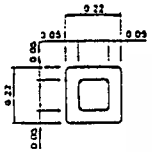
SCALE 1:25



SECTION F–F

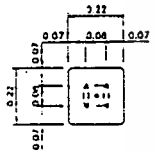
SCALE 1:25

NO. 38 TRANSITION UNIT-2



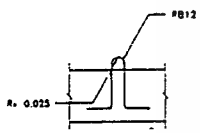
SECTION D–D

SCALE 1:10



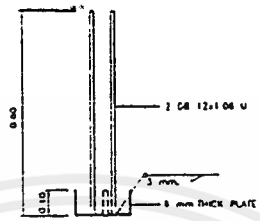
SECTION E–E

SCALE 1:10



DETAIL B

SCALE 1:10

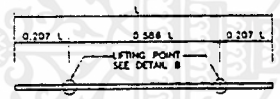


DETAIL A

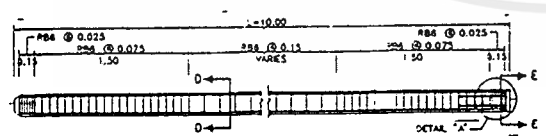
SCALE 1:10

SECTION INDICATING
EXTENSION OF PILE

SCALE 1:10



PLAN INDICATING PILE
LIFTING POINTS



SECTION OF RC. PILE

SCALE 1:25

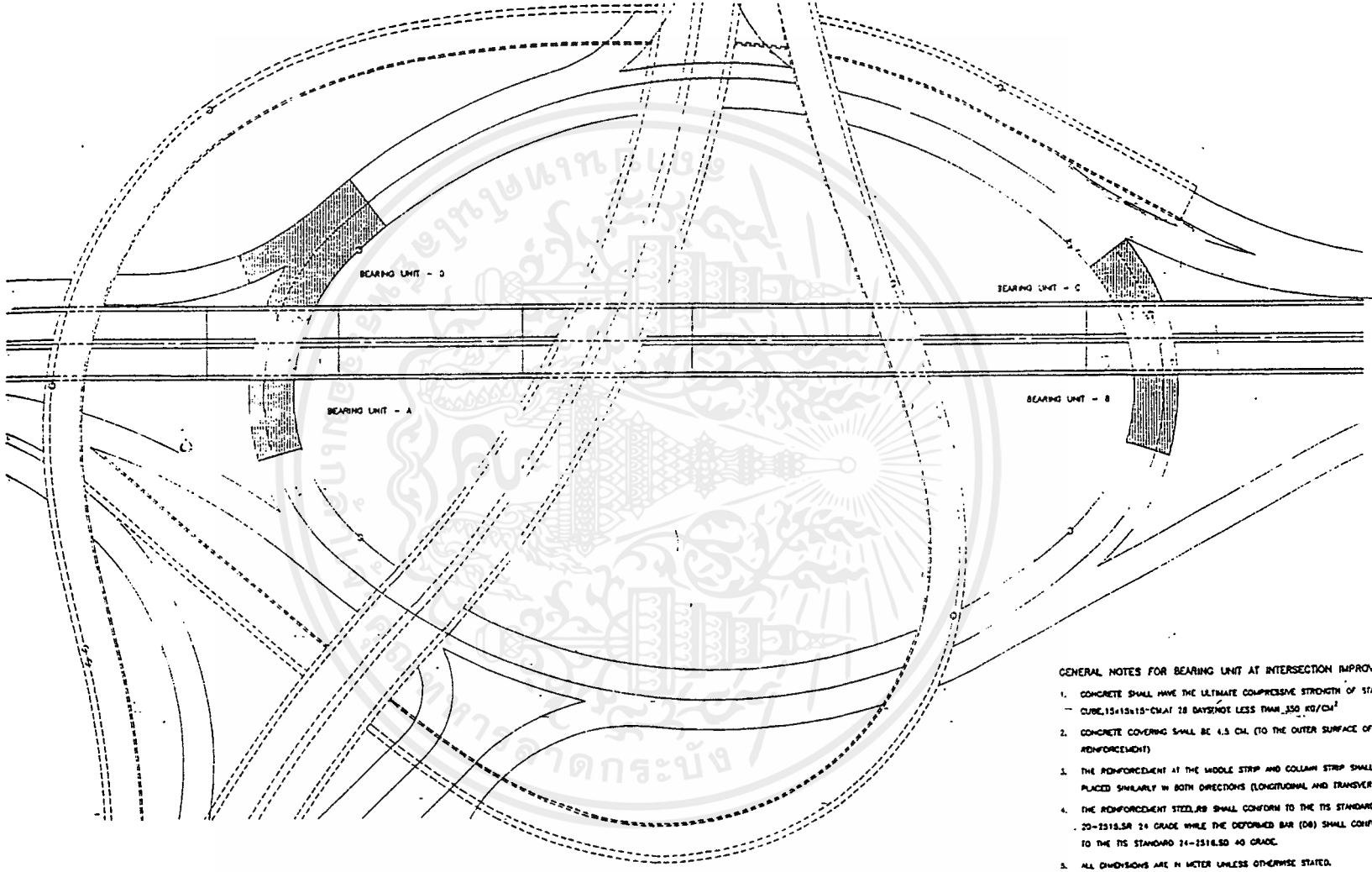
GENERAL NOTES

1. CONCRETE SHALL HAVE THE ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF STANDARD CUBE.15x15x15 CM.AT 28 DAYS.NOT LESS THAN 350 KG/CM^2
2. CONCRETE COVERING SHALL BE 4.5 CM. (TO THE OUTER SURFACE OF REINFORCEMENT)
3. THE REINFORCEMENT AT THE MIDDLE STRIP AND COLUMN STRIP SHALL BE PLACED SIMILARLY IN BOTH DIRECTIONS (LONGITUDINAL AND TRANSVERSE)
4. THE REINFORCEMENT STEEL,RB SHALL CONFORM TO THE TIS STANDARD 20-2515,SR 24 GRADE WHILE THE DEFORMED BAR (DB) SHALL CONFORM TO THE TIS STANDARD 24-2516 SD 40 GRADE.
5. ALL DIMENSIONS ARE IN METER UNLESS OTHERWISE STATED.
6. ANY ITEMS WHICH ARE NOT INDICATED HEREIN OR WOULD CREATE PROBLEM IN CONSTRUCTION SHALL BE UNDER THE JURISDICTION OF THE DOH'S LOCATION AND DESIGN DIVISION
7. THIS DRAWING IS ADOPTED FROM THE DOH'S STANDARD DRAWING NO S2/23

NOTES FOR PILES

1. CONCRETE SHALL HAVE ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF STANDARD CUBE.15x15x15 CM.AT 28 DAYS NOT LESS THAN 210 KG/CM^2
2. THE REINFORCEMENT STEEL,RB SHALL CONFORM TO THE TIS STANDARD 20-2515,SR 24 GRADE WHILE THE DEFORMED BAR DB SHALL CONFORM TO TIS 24-2516 SD 40 GRADE
3. IF THE PILE LENGTH IS MORE THAN 10.00 M. PILE EXTENTION METHOD IS RECOMMENDED BY USING THE TWO PILES,EACH HAVING THE LENGTH OF HALF OF THE REQUIRED PILE LENGTH
4. PRESTRESSED CONCRETE PILE SHALL BE ALLOWED ONLY THOSE HAVING THE EFFECTIVE PERIMETER NOT LESS THAN THE VALUE INDICATED IN THE DRAWING WITH THE PRIOR APPROVAL OF THE DOH'S LOCATION AND DESIGN DIVISION ON CASE BY CASE BASIS.
5. THE PILE LENGTH SHALL CONFORM TO THE TIP ELEVATIONS SPECIFIED IN DRAWING NO. ST-002 TO ST-006

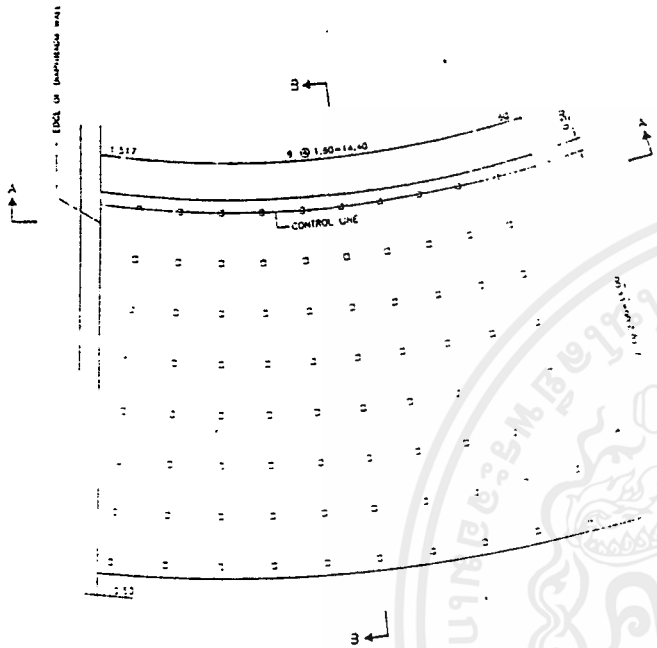
NO. 39 TRANSITION UNIT-3



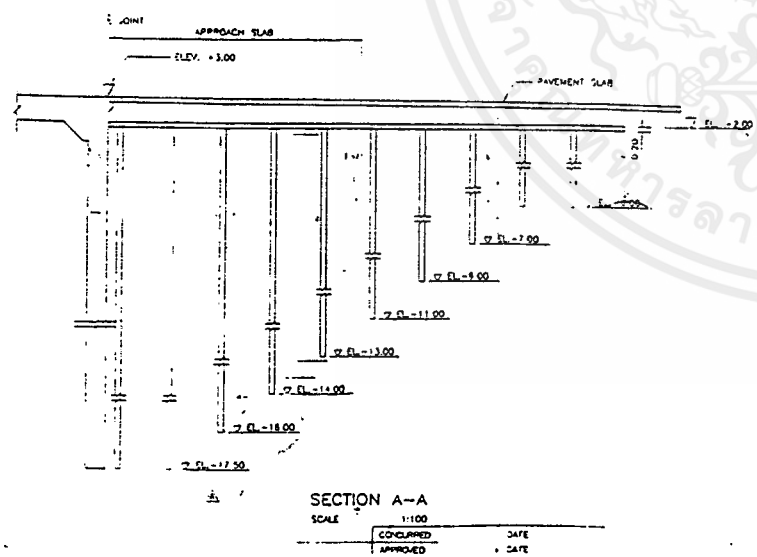
GENERAL NOTES FOR BEARING UNIT AT INTERSECTION IMPROVEMENT PLAN

1. CONCRETE SHALL HAVE THE ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF STANDARD CUBE,15x15x15-CM.AT 28 DAYS,NOT LESS THAN 350 KG/CM^2
2. CONCRETE COVERING SHALL BE 4.5 CM. (TO THE OUTER SURFACE OF REINFORCEMENT)
3. THE REINFORCEMENT AT THE MIDDLE STRIP AND COLUMN STRIP SHALL BE PLACED SIMILARLY IN BOTH DIRECTIONS (LONGITUDINAL AND TRANSVERSE)
4. THE REINFORCEMENT STEEL,RB SHALL CONFORM TO THE TIS STANDARD 20-2518.SR 24 GRADE WHILE THE DEFORMED BAR (DB) SHALL CONFORM TO THE TIS STANDARD 24-2518.SD 40 GRADE.
5. ALL DIMENSIONS ARE IN METER UNLESS OTHERWISE STATED.
6. ANY ITEMS WHICH ARE NOT INDICATED HEREON OR WOULD CREATE PROBLEM IN CONSTRUCTION SHALL BE UNDER THE JURISDICTION OF THE DOH'S LOCATION AND DESIGN DIVISION.

NO. 40 INTERSECTION IMPROVEMENT PLAN

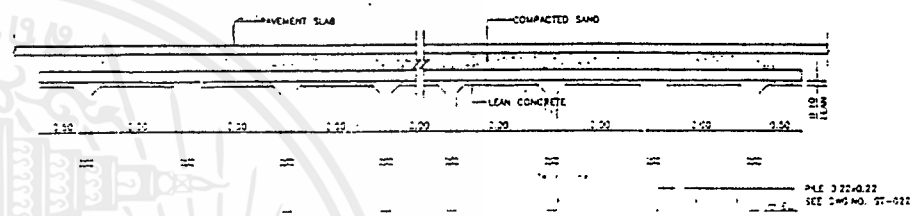


PLAN
SCALE 1:100

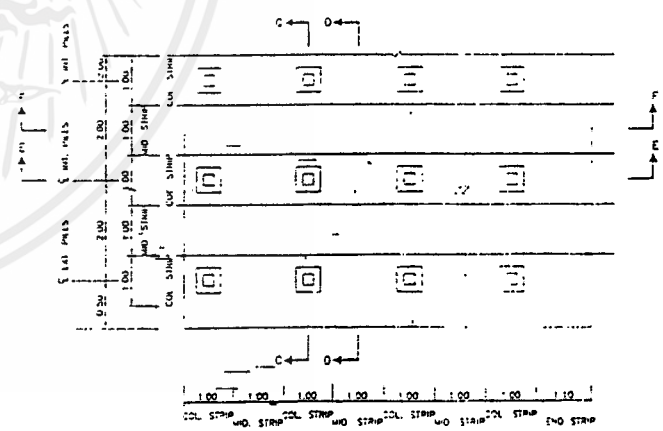


SECTION A–A
SCALE 1:100

CONCURRED DATE
APPROVED DATE

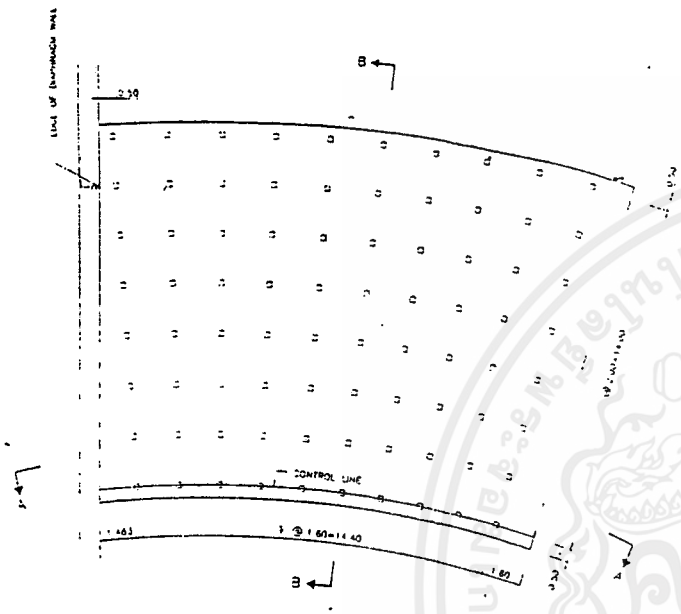


SECTION B–B
SCALE 1:50

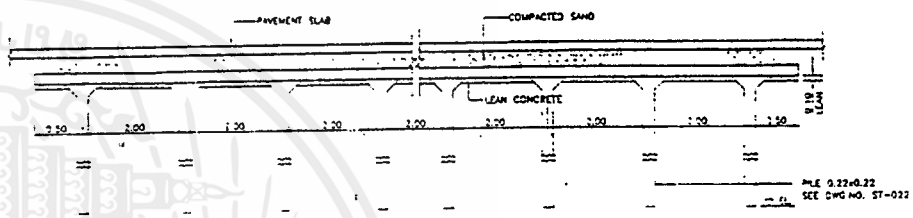


PLAN INDICATING SLAB REINFORCMENT STRIP
SCALE 1:50

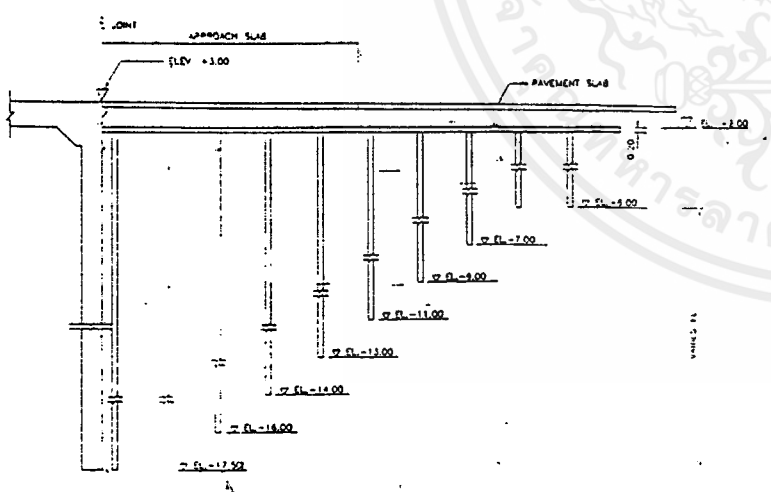
NO. 41 BEARING UNIT-A



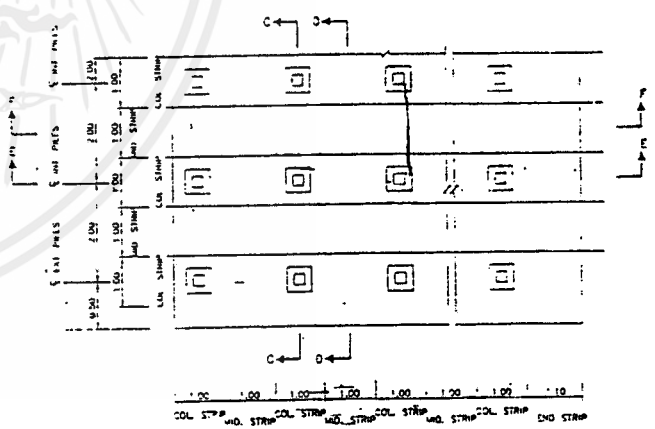
PLAN
SCALE 1:100



SECTION B–B
SCALE 1:50



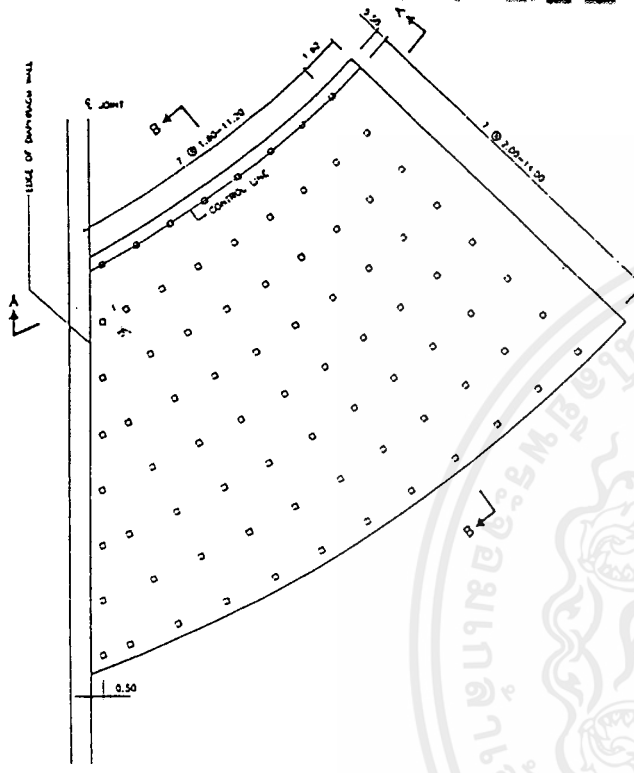
SECTION A–A
SCALE 1:100



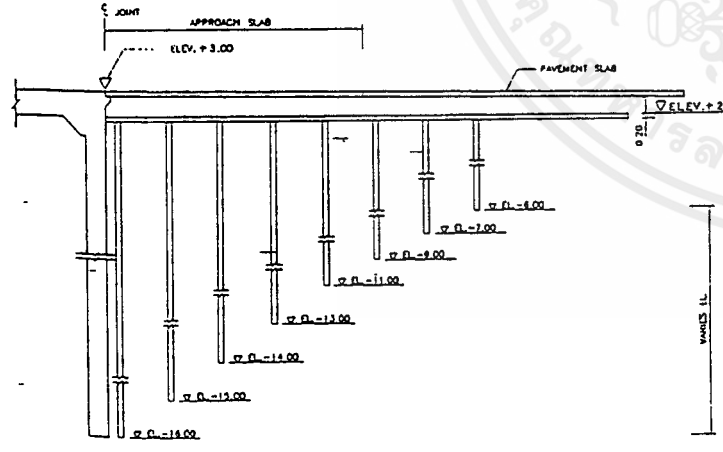
PLAN INDICATING SLAB REINFORCMENT STRIP
SCALE 1:50

CONSTRUCTED
APPROVED
DATE
DATE

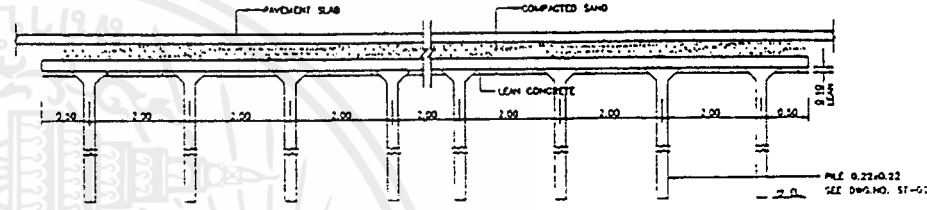
NO. 42 BEARING UNIT-B



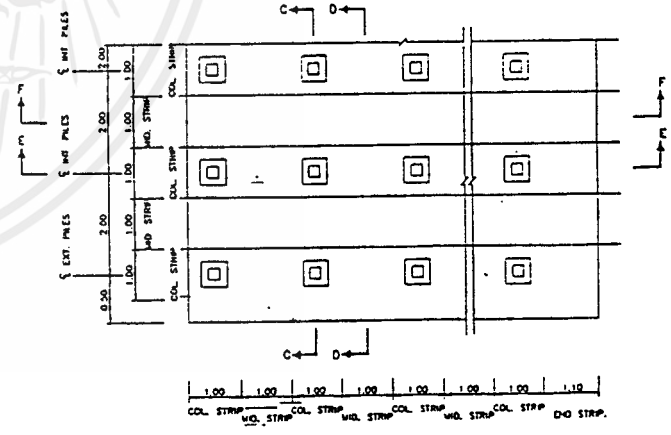
PLAN
SCALE 1:100



SECTION A–A
SCALE 1:100

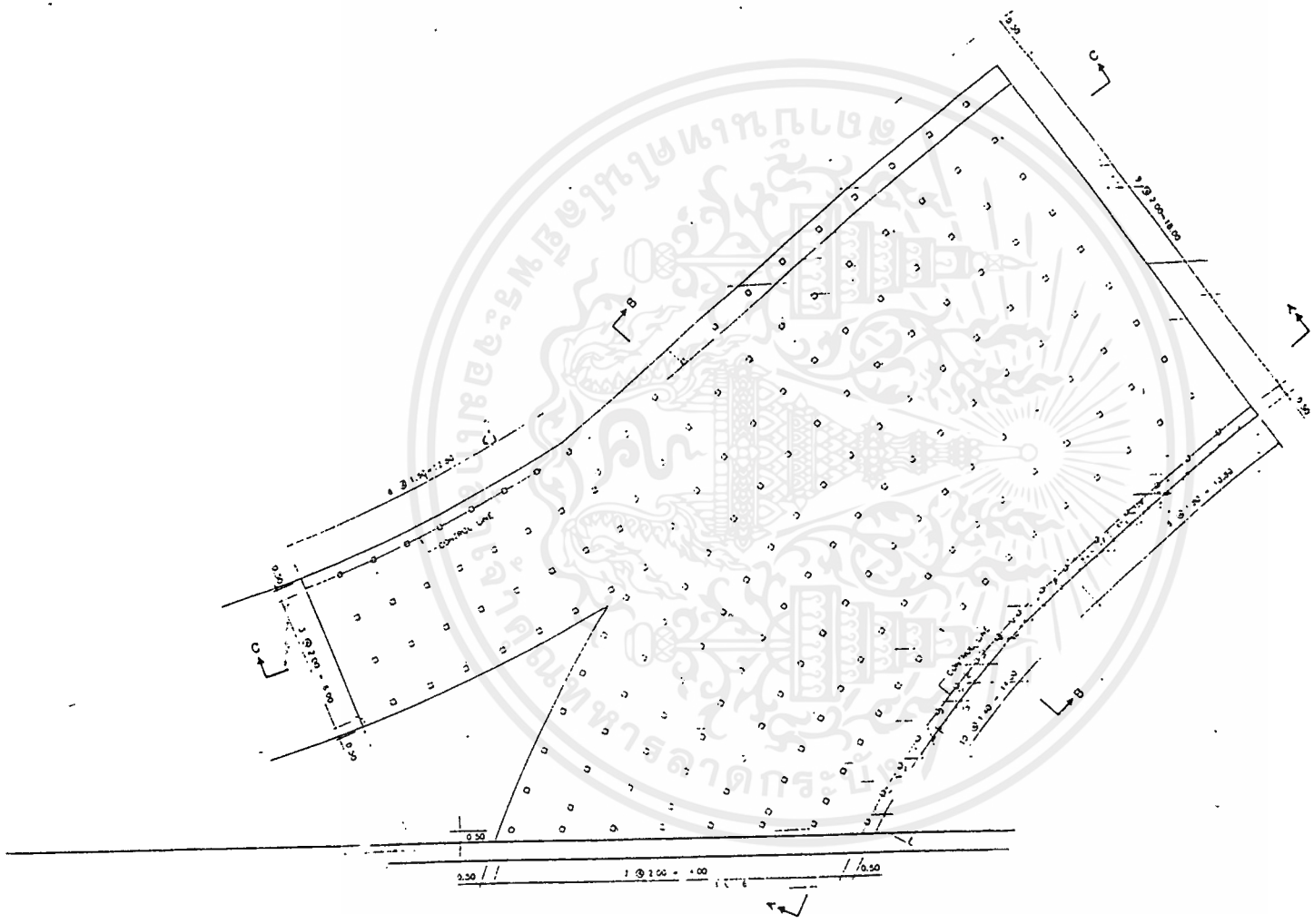


SECTION B–B
SCALE 1:50

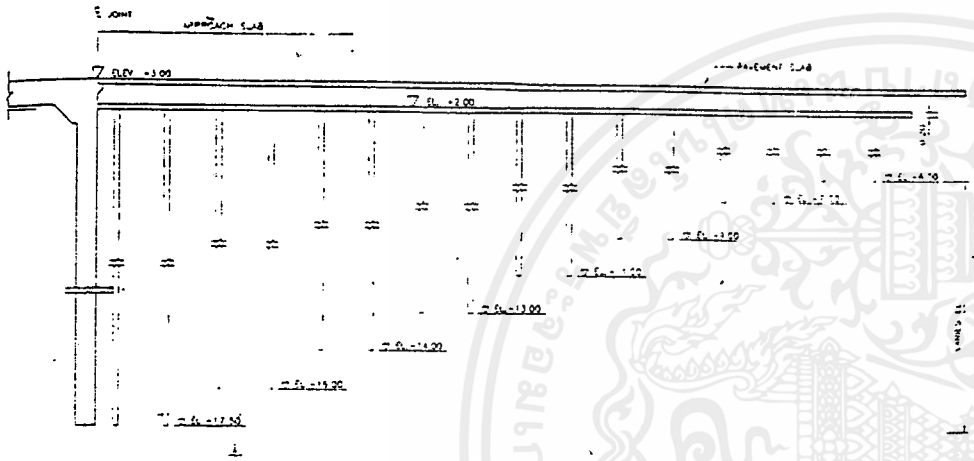


PLAN INDICATING SLAB REINFORCMENT STRIP
SCALE 1:50

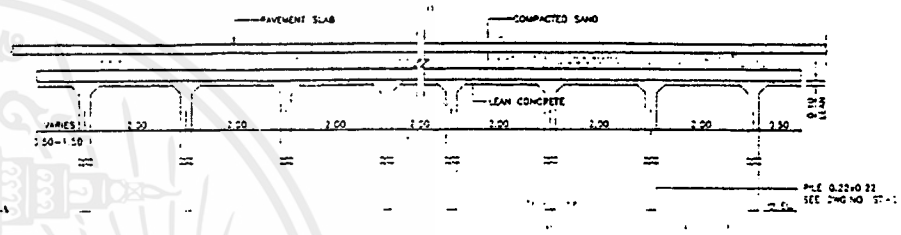
NO. 43 BEARING UNIT-C



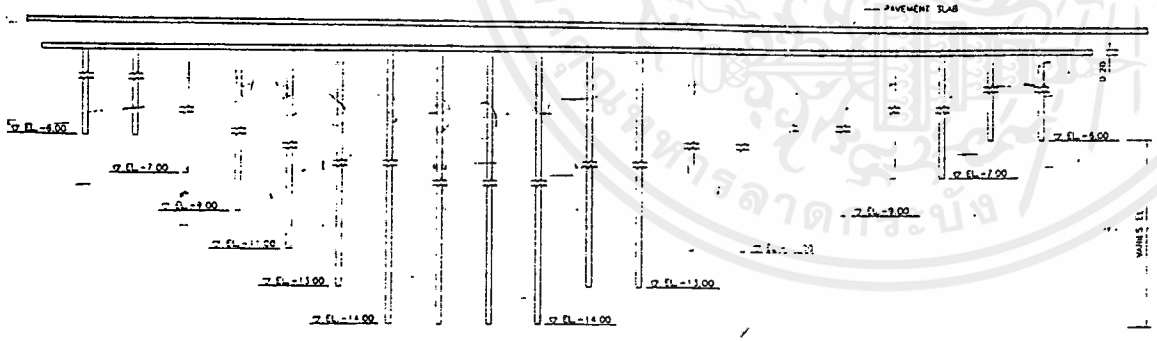
NO. 44 BEARING UNIT-D



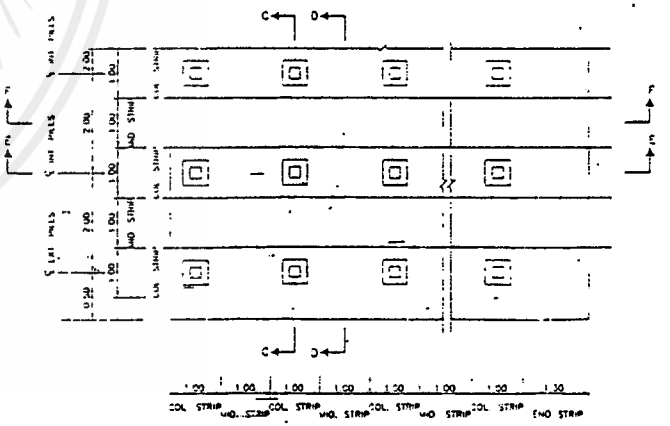
SECTION A–A
SCALE 1:100



SECTION B–B
SCALE 1:50



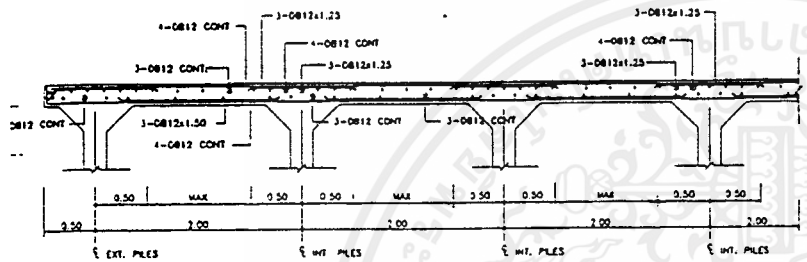
SECTION C–C
SCALE 1:100



PLAN INDICATION SLAB REINFORCMENT STRIP
SCALE 1:50

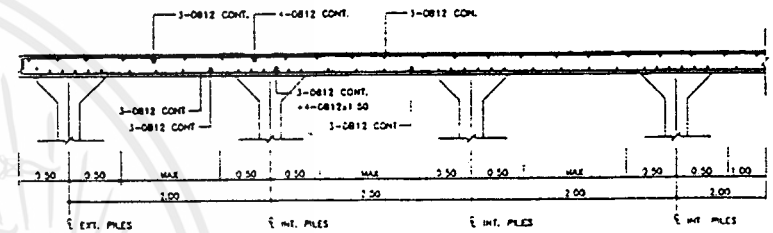
CONCURRED	-	DATE
APPROVED		DATE

NO. 45 BEARING UNIT-D DETAILS



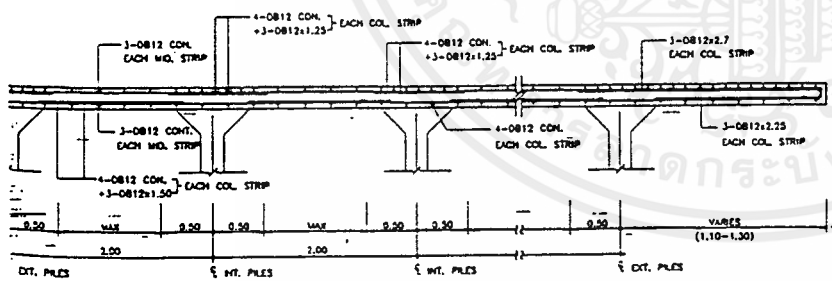
SECTION C–C COLUMN STRIP REINFORCEMENT

SCALE 1:25



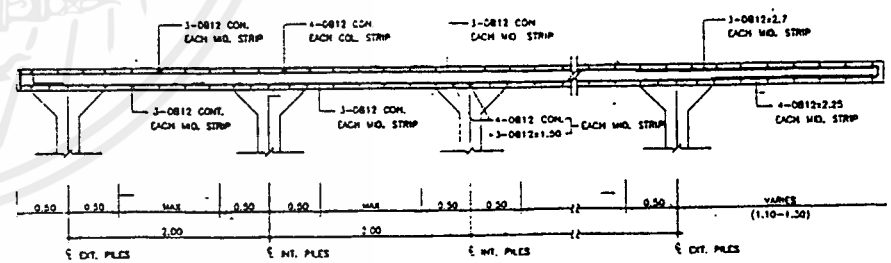
SECTION D–D MIDDLE STRIP REINFORCEMENT

SCALE 1:25



SECTION E–E

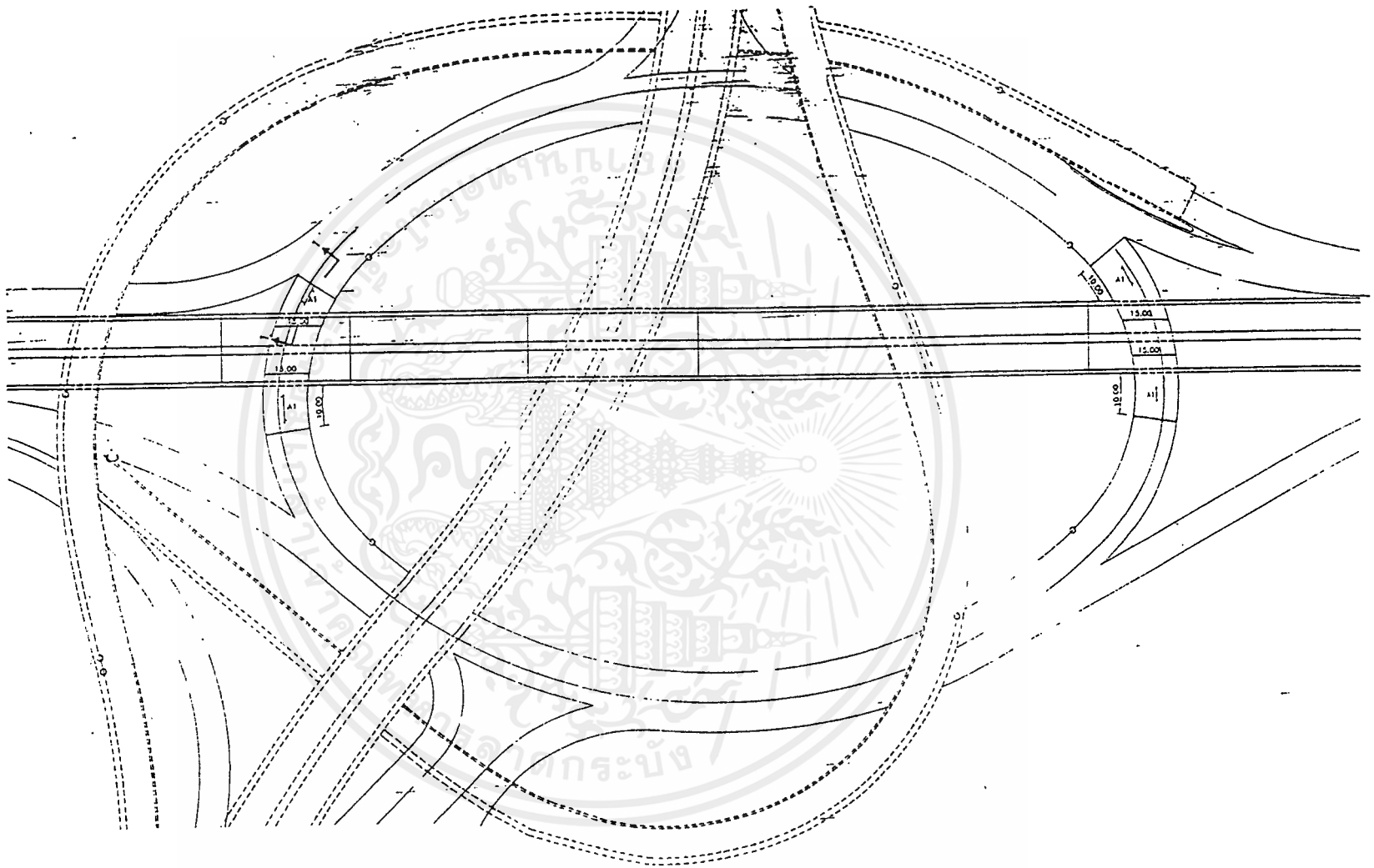
SCALE 1:25



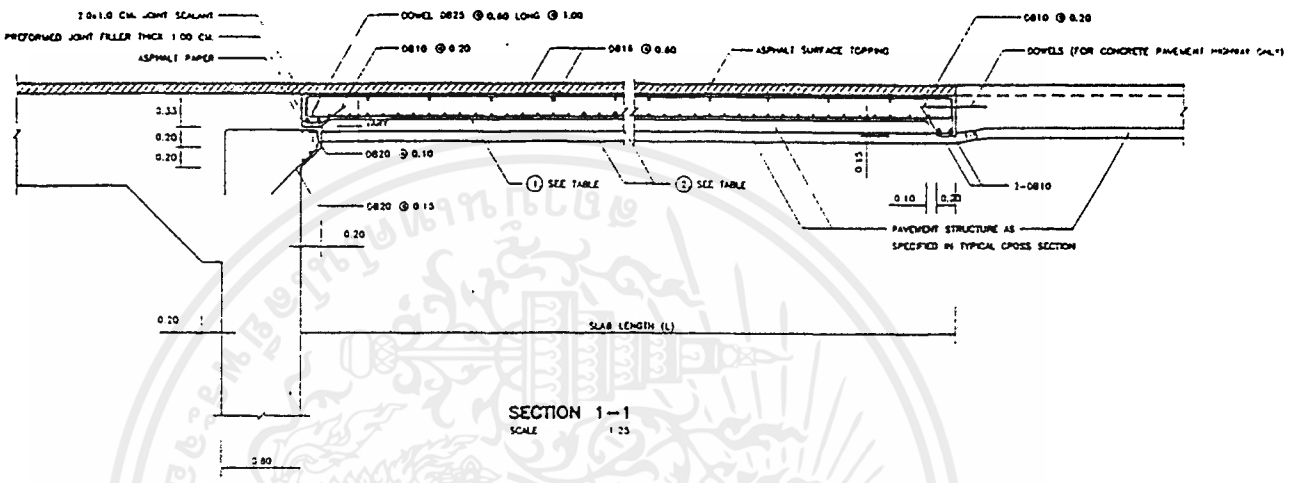
SECTION F–F

SCALE 1:25

NO. 46 INTERSECTION IMPROVEMENT SLAB DETAILS



NO. 47 APPROACH SLAB PLAN



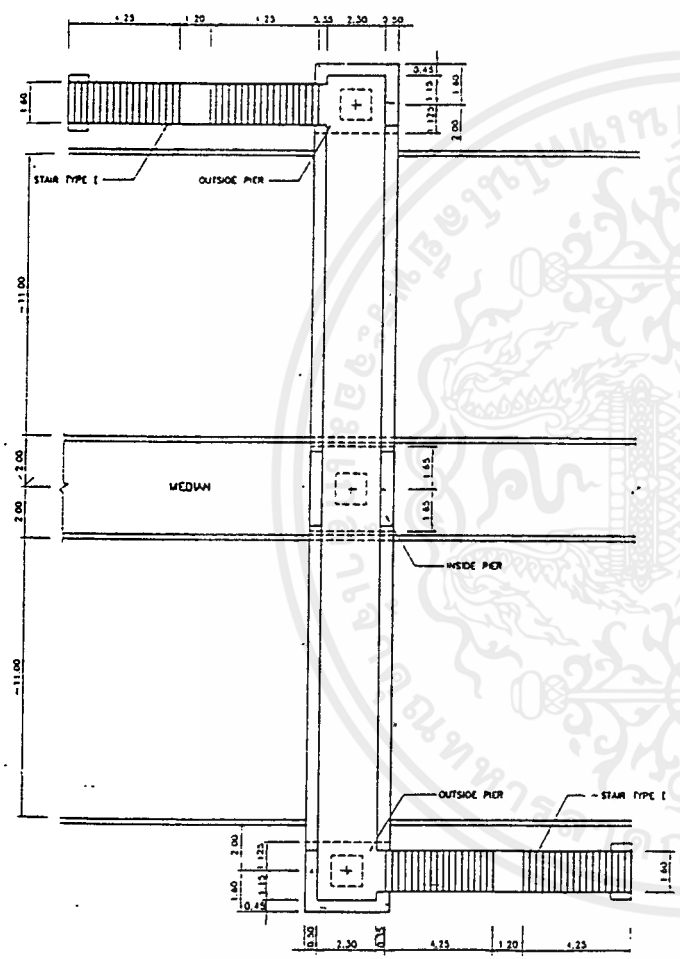
SECTION 1–1
SCALE 1:25

SLAB LENGTH (L) M.	THICKNESS (T) CM.	REINFORCEMENT ①	REINFORCEMENT ②
10.00	30	Ø25 @ 0.15	Ø25 @ 0.15

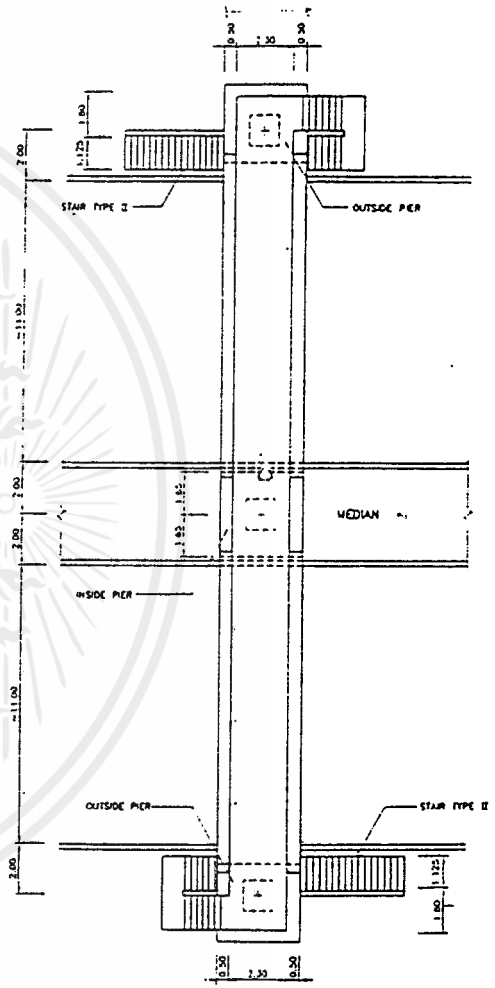
NOTES

1. THE CONSTITUENTS OF THE CONCRETE MIX. PER CUBIC METER MUST BE AS FOLLOWS—PORTLAND CEMENT 350 kgs. SAND 430 LITRES CRUSHED ROCK OR GRAVEL 860 LITRES. SLUMP OF THE CONCRETE MIX NOT BE HIGHER THAN 8 cm. WITH AN ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF STANDARD CUBE 15x15x15 cm NOT LOWER THAN 300 kg/cm^2 AT THE AGE OF 28 DAYS.
2. REINFORCING STEEL MUST CONFORM TO THE STANDARD TIS. 20-2527 FOR THE ROUND BAR AND TIS. 24-2527 CLASS SD 40 FOR THE DEFORMED BAR.
3. THE NORMAL CONCRETE CLEAR COVERING SHALL BE 3cm. AND 5 cm. FOR SULPHATE RESISTANT
4. DIMENSIONS ARE IN METER UNLESS OTHERWISE INDICATED.

NO. 48 APPROACH SLAB DETAILS



PLAN OF PEDESTRIAN BRIDGE TYPE I



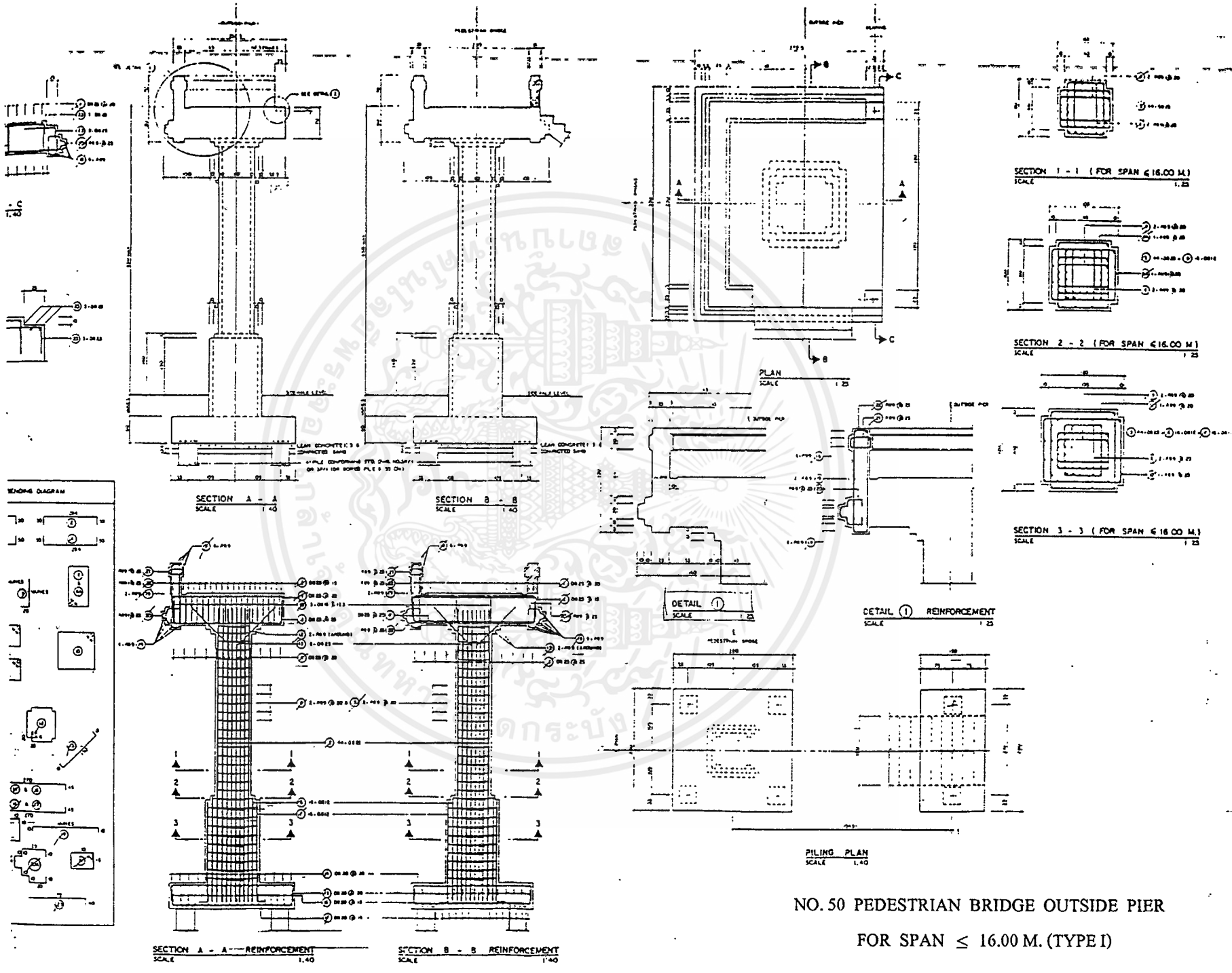
PLAN OF PEDESTRIAN BRIDGE TYPE II

NOTE :

1. FOR PILE DETAILS SEE DWG NO. WS-03

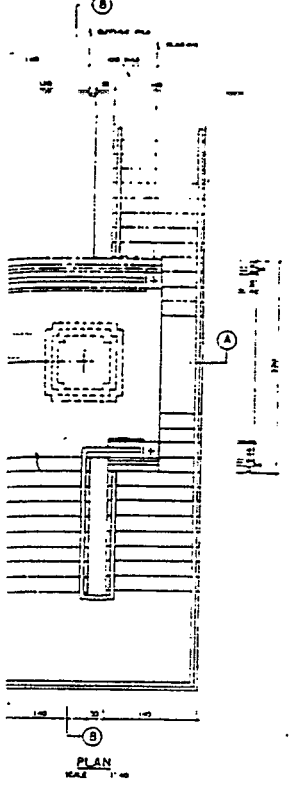
NO. 49 PLAN OF PEDESTRIAN BRIDGE

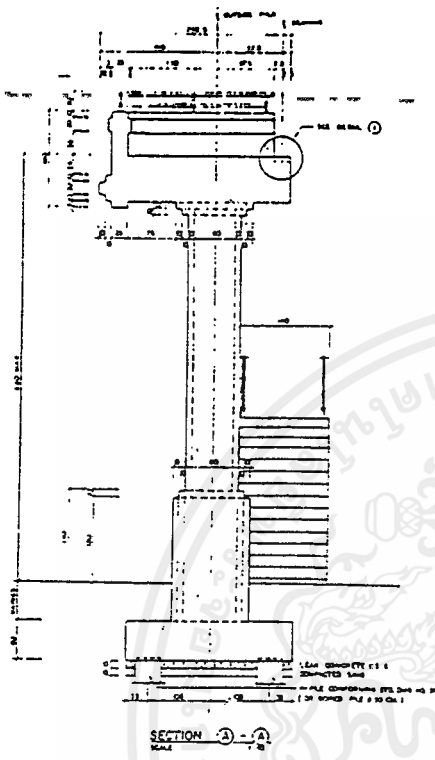
TYPE I AND TYPE II

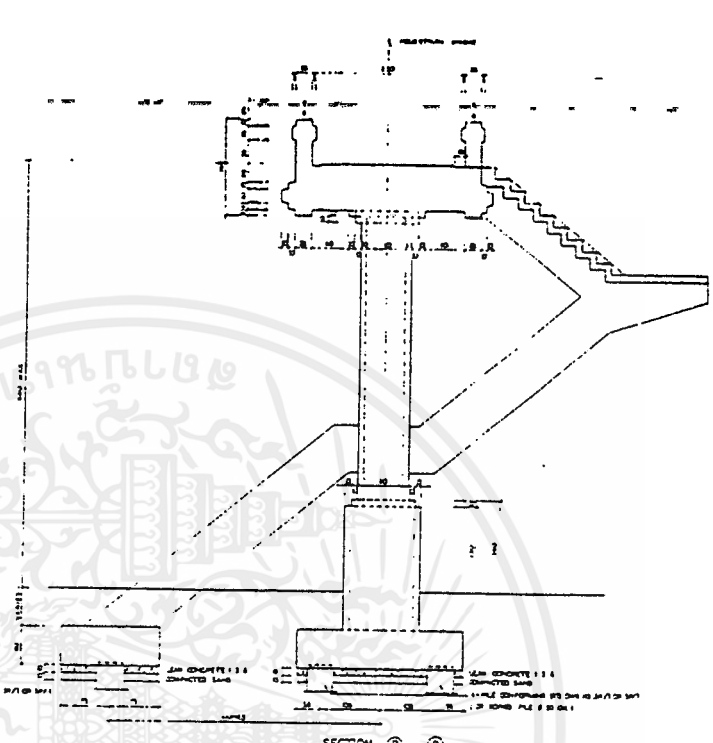


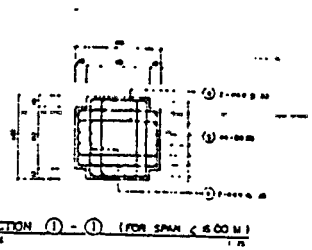
NO. 50 PEDESTRIAN BRIDGE OUTSIDE PIER

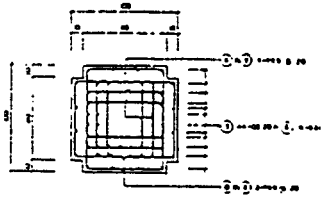
FOR SPAN ≤ 16.00 M. (TYPE I)

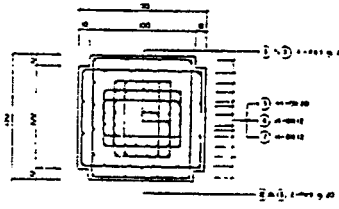


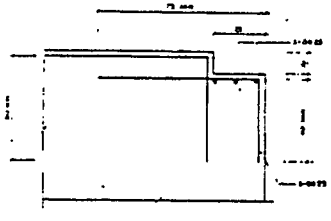


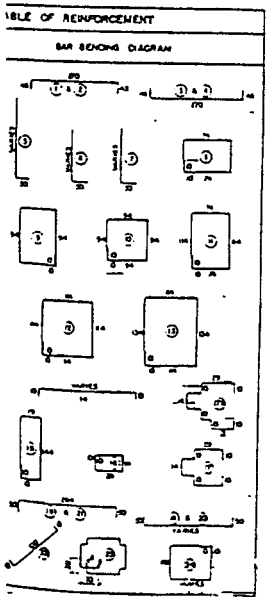


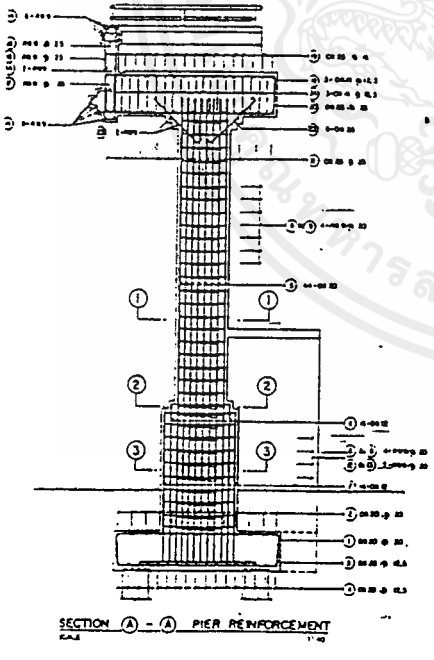


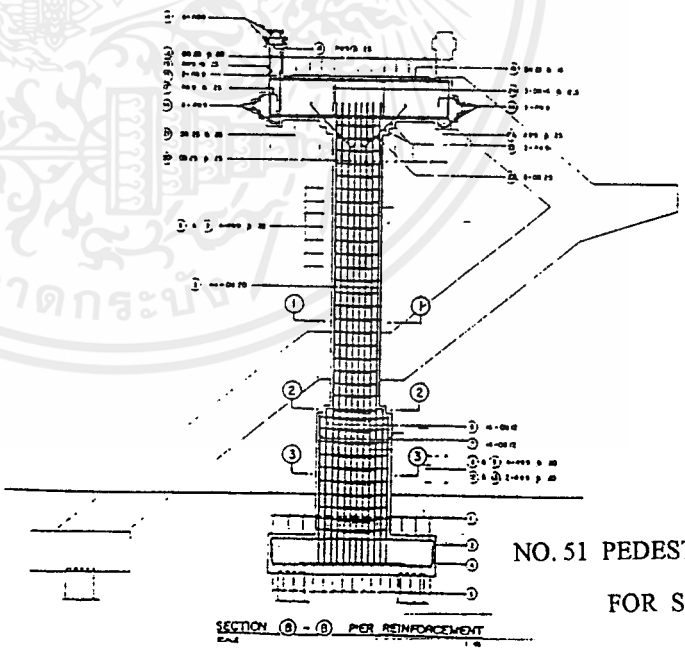






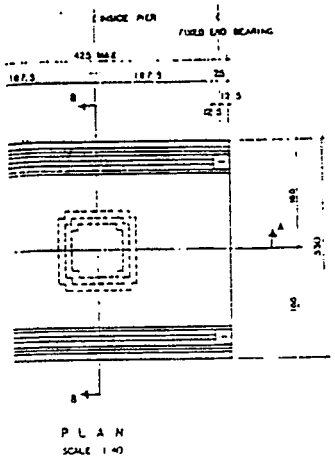


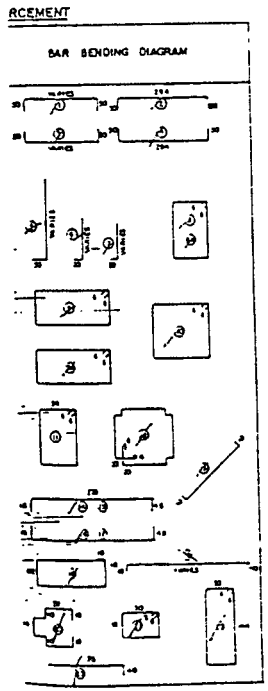


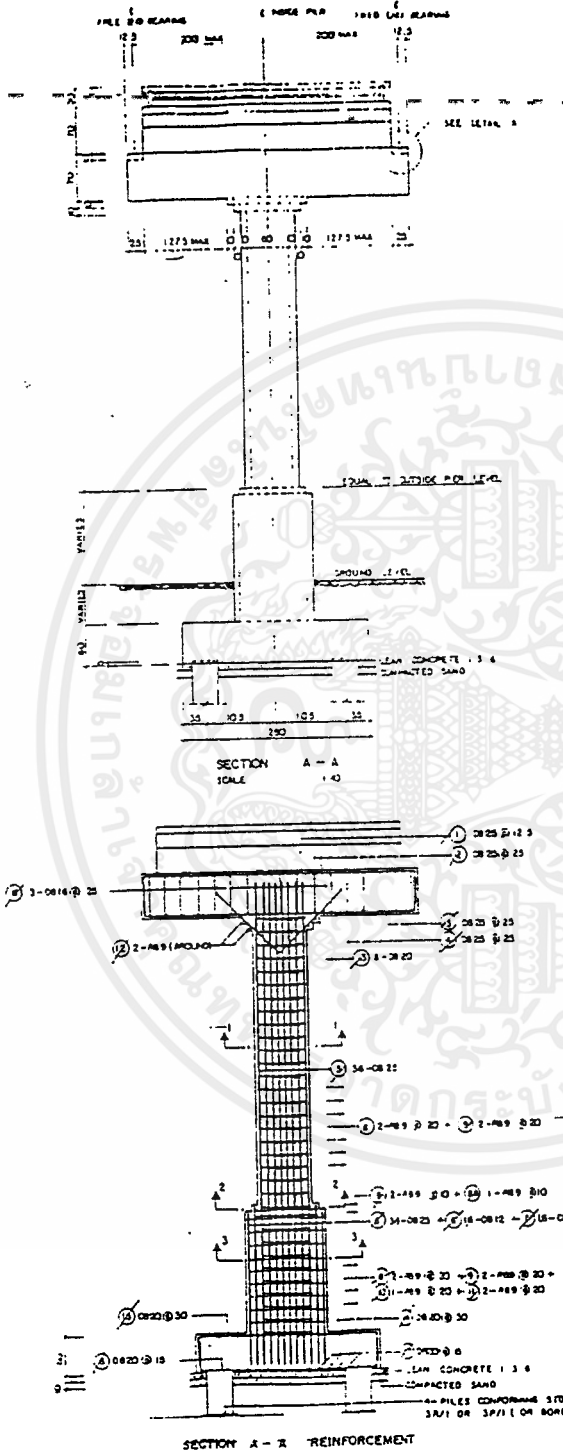


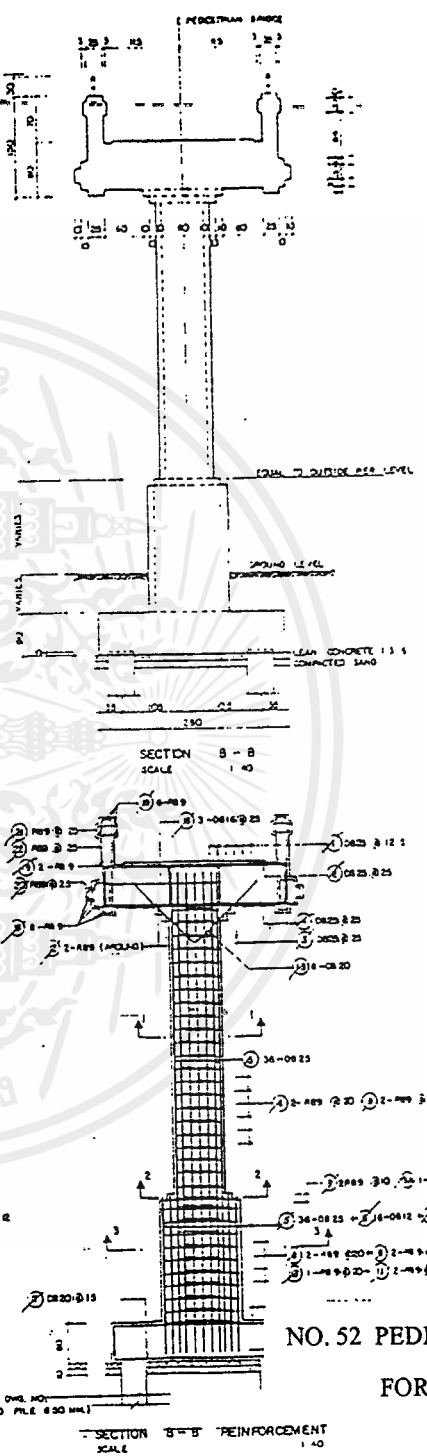
NO. 51 PEDESTRIAN BRIDGE OUTSIDE PIER

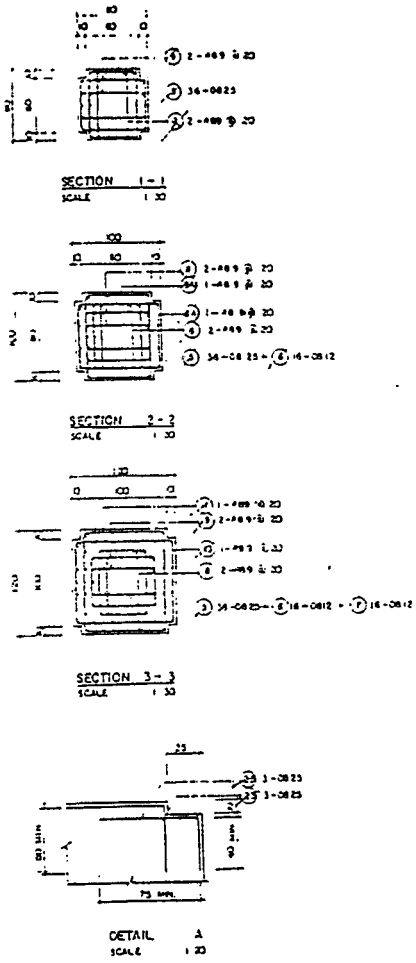
FOR SPAN ≤ 16.00 M. (TYPE II)





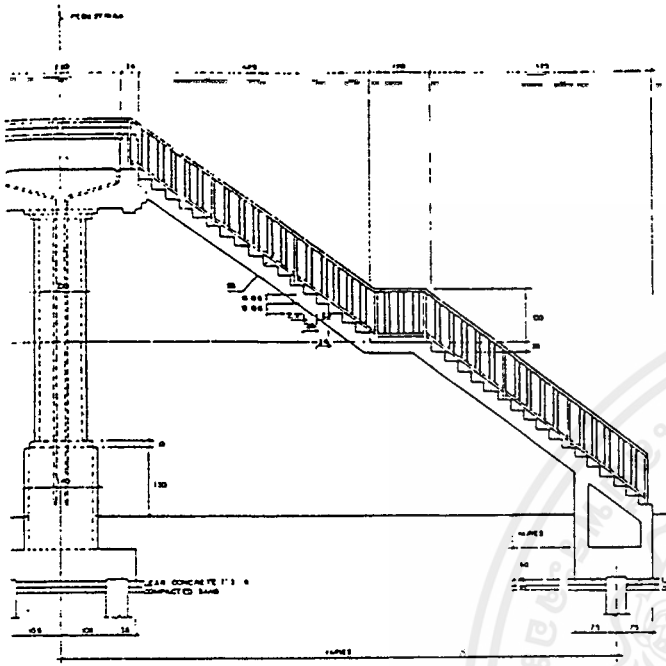




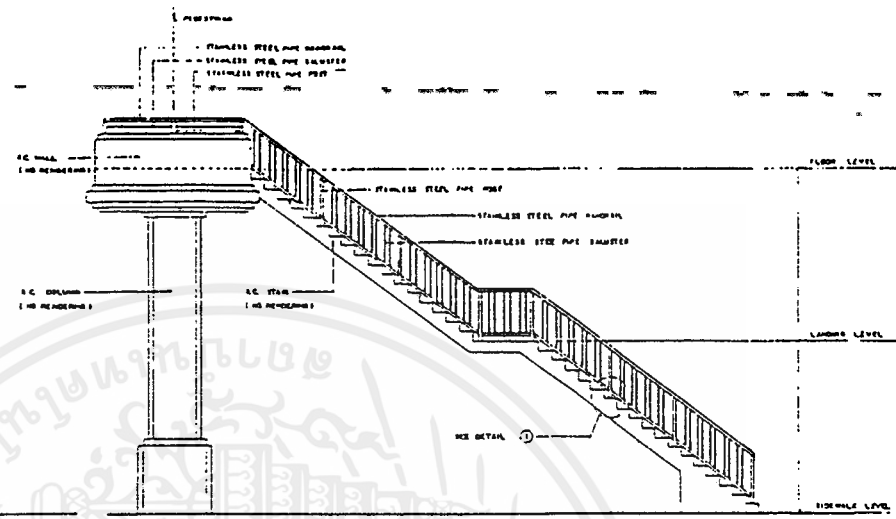


NO. 52 PEDESTRIAN BRIDGE INSIDE PIER

FOR SPAN ≤ 16.00 M.



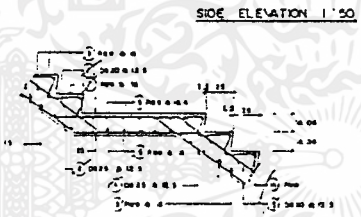
SECTION (8) - (8) 1:50



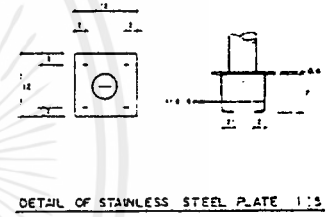
SIDE ELEVATION 1:50

TABLE OF REINFORCEMENT

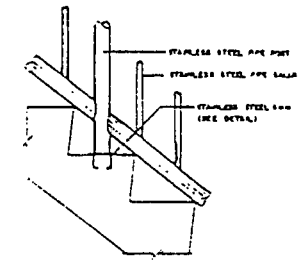
BAR MARK	BAR DIA (mm)	BAR BENDING DIAGRAM
①	DB 20	
②	DB 25	
③	DB 20	
④	DB 25	
⑤	RB 9	
⑥	RB 9	
⑦	RB 9	
⑧	DB 16	
⑨	DB 16	
⑩	DB 16	
⑪	DB 16	
⑫	DB 16	
⑬	RB 9	
⑭	RB 9	



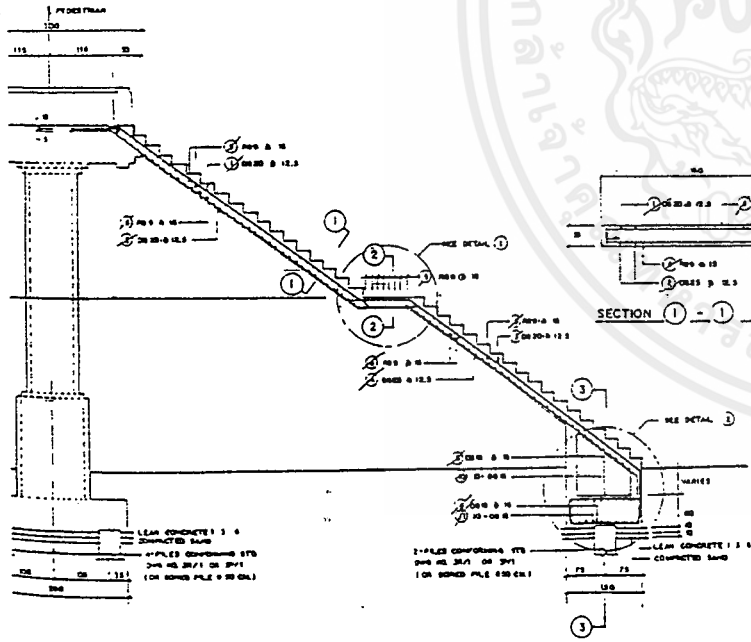
DETAIL (1) 1:25



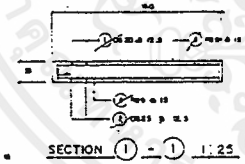
DETAIL OF STAINLESS STEEL PLATE 1:5



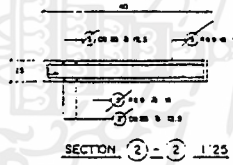
DETAIL (1) 1:10



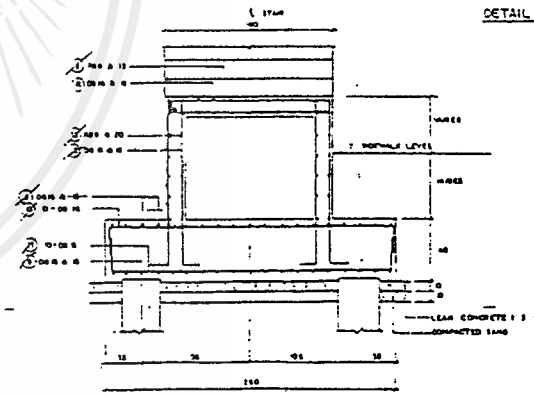
DETAIL OF STAIR REINFORCEMENT 1:50



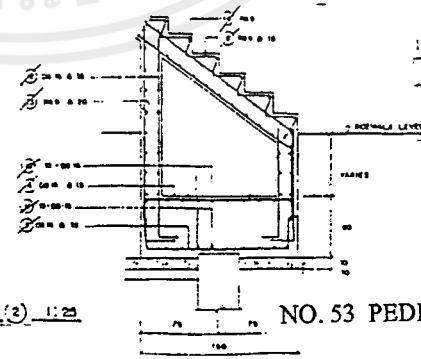
SECTION (1) - (1) 1:25



SECTION (2) - (2) 1:25



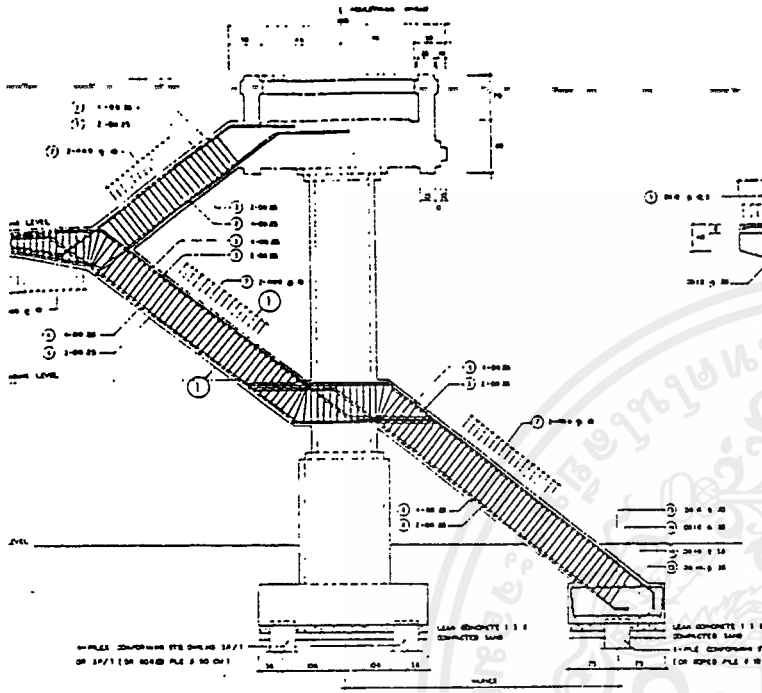
SECTION (3) - (3) 1:25



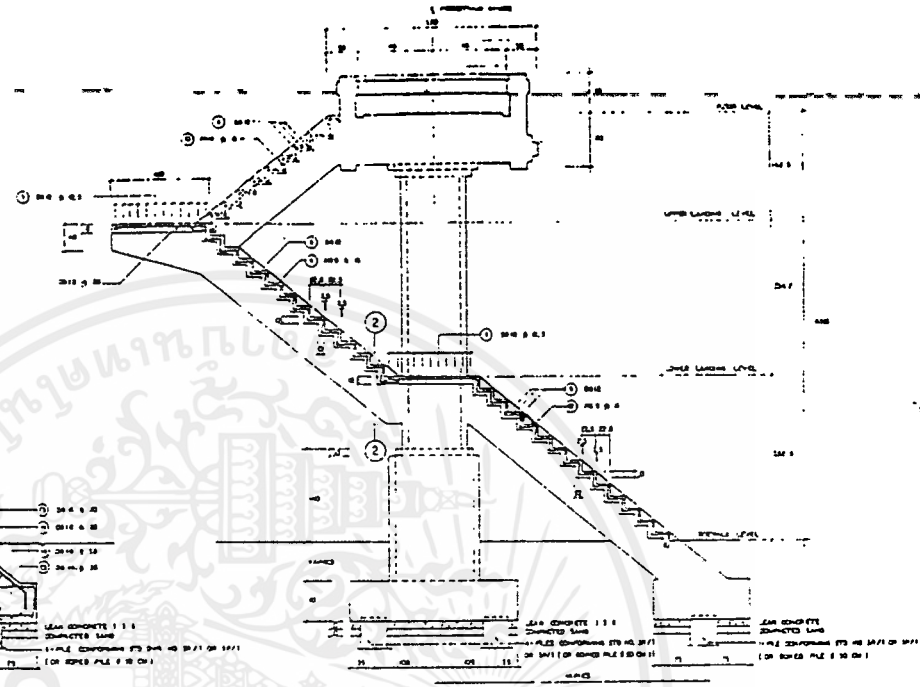
DETAIL (2) 1:25

NO. 53 PEDESTRIAN BRIDGE STAR DETAILS TYPE I

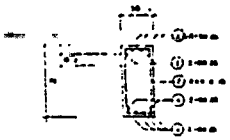
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น



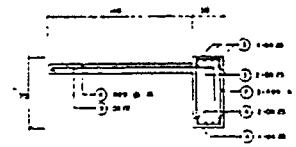
STAIR BEAM REINFORCEMENT



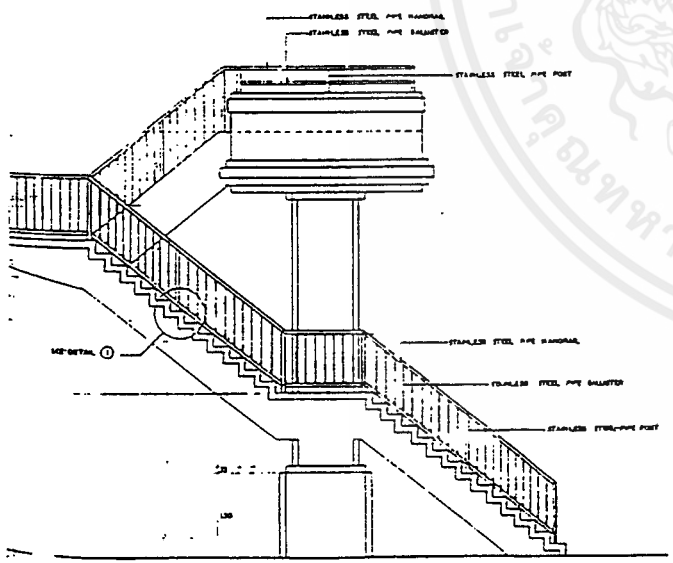
STAIR SLAB REINFORCEMENT



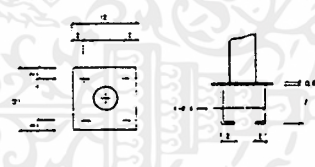
SECTION ① - ①



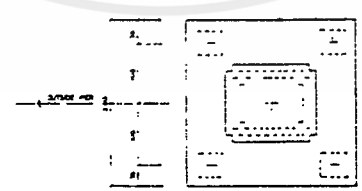
SECTION ② - ②



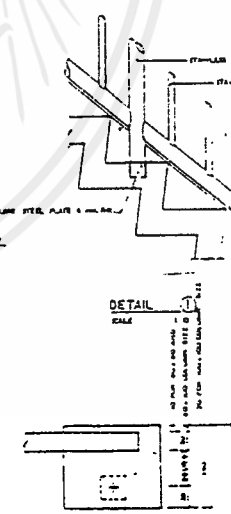
SIDE ELEVATION



DETAIL OF STAINLESS STEEL PLATE



PILING PLAN

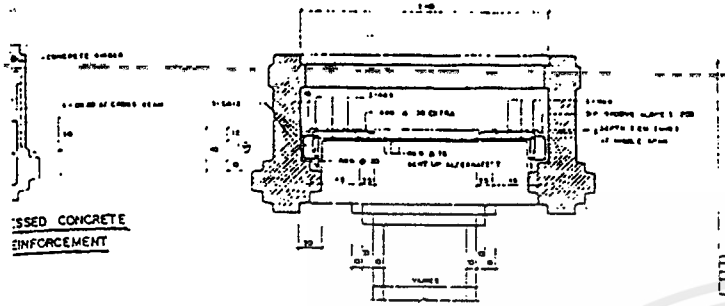


DETAIL

TABLE OF REINFORCEMENT

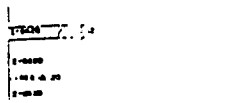
BAR MARK	BAR DIA (MM)	BAR BENDING DIAGRAM
①		
②		
③		
④		
⑤		
⑥		
⑦		
⑧		
⑨		
⑩		
⑪		
⑫		
⑬		
⑭		

NO. 54 PEDESTRIAN BRIDGE STAR DETAILS TYPE II

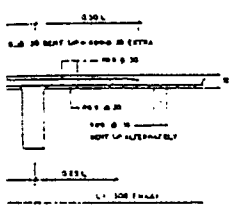


SSED CONCRETE
EINFORCEMENT

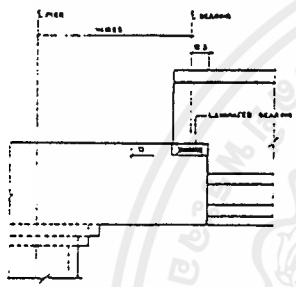
CROSS SECTION OF SLAB REINFORCEMENT 1:25



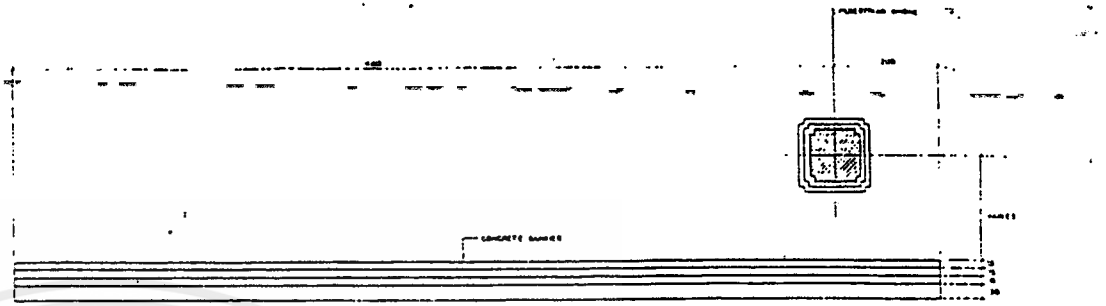
INFORCEMENT 1:25



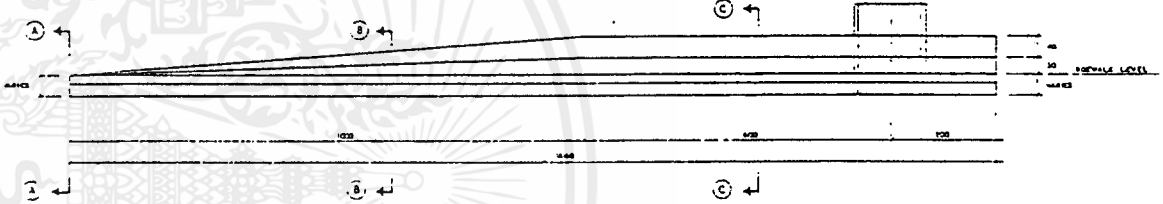
NFORCEMENT 1:25



DETAIL OF BEARING

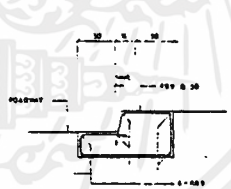


PLAN

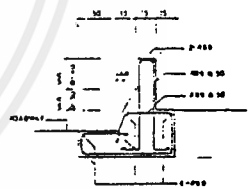


PROFILE

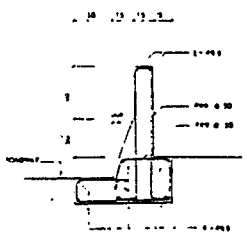
INSTALLATION CONCRETE BARRIER 1:50



SECTION Ⓐ - Ⓐ 1:20



SECTION Ⓑ - Ⓑ 1:20



SECTION Ⓒ - Ⓒ 1:20

TIS 20 CLASS SA 24
M TIS 24 CLASS SD 30

STRENGTH OF 210 KSC FOR A 15x15x15 CM

CM UNLESS OTHERWISE INDICATED

ETE PILE 40 x 40 CM. SHALL CONFORM STD.
TIVELY HAVING ULTIMATE CAPACITY NOT LESS
ORMULA OR 90 TONS FROM LOAD TEST
IMATE CAPACITY NOT LESS THAN 90 TONS

SS THAN 21.00 M OR TO SAND LAYER
OVED LAPPING) FOR MAIN REINFORCING STEEL.
E HEAD MUST BE EXTRA REINFORCED
OR MUST TEST BORED PILE BY LOAD TEST AT
AND MUST HAVE TOTAL SETTLEMENT AND PER-
NAN 25 MM. AND 6.5 MM. RESPECTIVELY. ITEM OF
UNDER LOCATION AND DESIGN DIVISION APPROVAL.
RED PILE IS THE SAME AS ITEM 2
E
LINE
FINISHED BORE HOLE IMMEDIATELY BY CONC
PRESSURED
LESS THAN 3.0 m FROM THE PILE WHICH

DL. LENGTH FOR EXTRA REINFORCING STEEL

5.5.5 TOP OF BORED PILE LEVEL MUST HIGER THAN REQUIRED LEVEL NOT LESS THAN 500 MM

6 FOUNDATION LEVEL OF PEDESTRIAN BRIDGE MUST BE THE SAME LEVEL

7 STAINLESS STEEL PIPE OF PEDESTRIAN BRIDGE SHALL BE APPROVED BY ENGINEER

7.1 STAIRS

- HAND RAIL (TOP - BOTTOM) Ø 2 1/2" THICKNESS 1.5 MM (MIN) IS WELDED WITH BALUSTER (TOP - BOTTOM) AND POST
- POST Ø 2 1/2" THICKNESS 1.5 MM (MIN) THE TOP AND BOTTOM IS WELDED WITH HAND RAIL AND STAINLESS STEEL PLATE 10 x 10 CM. THICKNESS 6 MM FIXED IN STAIRS SLAB RESPECTIVELY.
- BALUSTER Ø 1 1/2" THICKNESS 1.2 MM (MIN) IS WELDED WITH HAND RAIL (TOP - BOTTOM)

7.2 PEDESTRIAN BRIDGE HAND RAIL

- HAND RAIL Ø 2 1/2" THICKNESS 1.5 MM (MIN) IS WELDED WITH BALUSTER
- POST Ø 2 1/2" THICKNESS 1.5 MM THE TOP AND BOTTOM IS WELDED WITH HAND RAIL AND STAINLESS STEEL PLATE 10 x 10 CM. THICKNESS 6 MM FIXED IN PRESTRESSED CONCRETE GIRDER AND RC WALL RESPECTIVELY
- BALUSTER Ø 1" THICKNESS 1.2 MM (MIN) BOTHSIDE IS WELDED WITH POST

8 WELDING SHALL CONFORM AISC SPECIFICATIONS

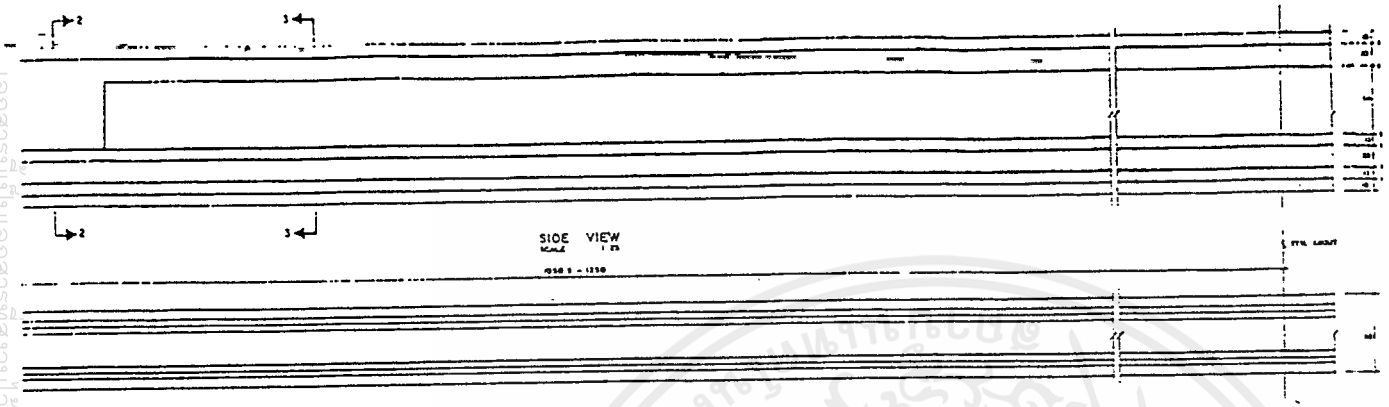
9 STAIRS, PIER AND WALL SHALL BE NOT RENDERING

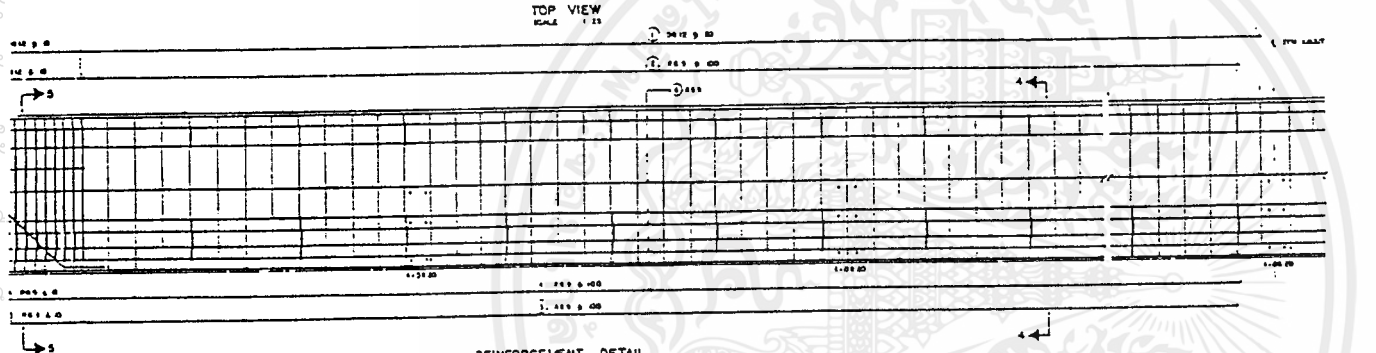
10 DETAIL OF CONCRETE BARRIER SHALL CONFORM THIS DRAWING OR ENGINEER APPROVAL

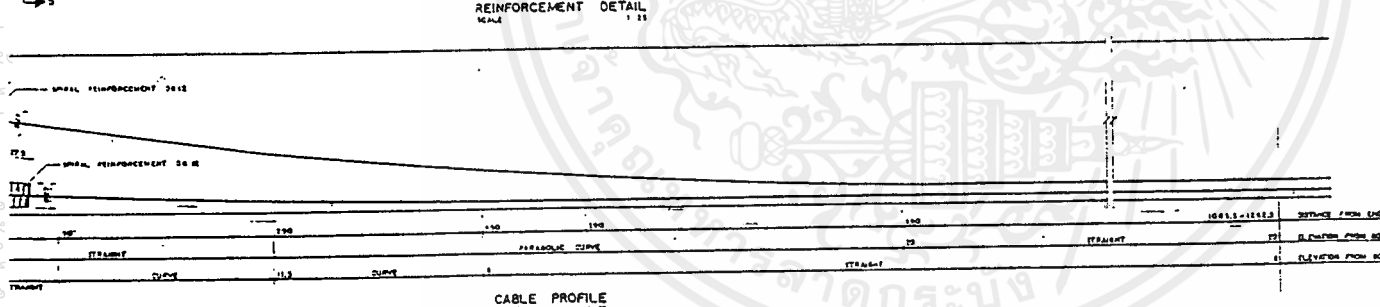
11 ALL DIMENSIONS SHOWN ARE IN CENTIMETERS UNLESS OTHERWISE INDICATED

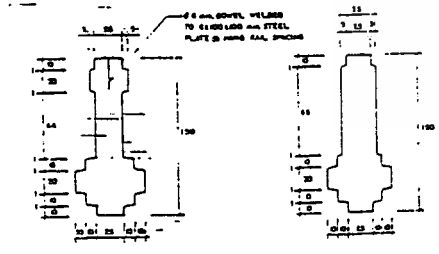
NO. 55 PRESTRESSED BRIDGE CONSTRUCTION

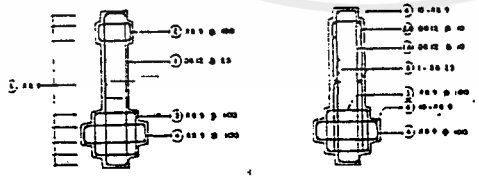
SPECIFICATION AND MISCELLENOUS DETAILS











NOTES :

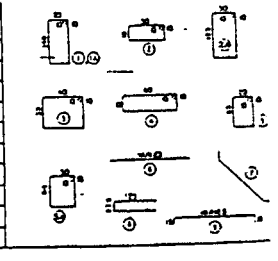
1. ALL DIMENSIONS ARE IN CENTIMETERS UNLESS OTHERWISE INDICATED
2. NO CHAMFERS SHALL BE PROVIDED.
3. PRESTRESSING SYSTEM SHALL CONFORM TO THE LATEST ISSUE OF BRITISH STANDARD
4. PRESTRESSING TENDONS HAVE 3 CABLES WITH EACH BEARING LOAD NOT LESS THAN 1,200 KN. WITH THE CORRESPONDING YIELD STRENGTH AND ULTIMATE STRENGTH NOT LESS THAN 1,670 AND 1,860 N/mm² RESPECTIVELY
5. JACKING FORCE OF EACH CABLE SHALL BE 1,340 KN. INCLUDING PROVISION FOR SLIPPAGE
6. GROUT ALL CABLE DUCTS WITH CEMENT SLURRY NOT LESS THAN 75 IN THE RECESSES AT BOTH ENDS OF THE GIRDER AFTER PULLING THEM WITH HOSTLE
7. CLEAR CONCRETE COVER SHALL BE 3 CM. UNLESS OTHERWISE INDICATED.
8. REINFORCING STEEL
   8.1 ROUND BAR (RB) SHALL CONFORM TIS 80 CLASS 1614
   8.2 DEFORMED BAR (DB) SHALL CONFORM TIS 24 CLASS 5050
9. CONCRETE SHALL HAVE THE 28 DAYS MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH BASE ON 15×15×15 CM CUBE SAMPLES, OF 40 N/mm² AND MAXIMUM SLUMP 8 CM.
10. BRIDGE BEARING
   10.1 BRIDGE BEARINGS SHALL BE LAMINATED BEARING CONFORMING TO THE LATEST BRITISH STANDARD AND SHALL MEET WITH THE FOLLOWING PERFORMANCE REQUIREMENTS

MAX VERT LOAD	=	100 KN
MIN VERT LOAD	=	150 KN
MAX LONG LOAD (FIXED BEARING)	=	40 KN
MAX TRANS LOAD	=	5 KN
MAX MOVEMENT (FREE BEARING)	=	—
EXPANSION	=	3 MM
CONTRACTION	=	3 MM
ROTATION	=	0.05 RAD.

   10.2 BRIDGE BEARING MUST BE PLACED HORIZONTALLY, NON SHRINKAGE MATERIAL BE USED IF ANY ADJUSTMENT TO THE BRIDGE BEARING SEATINGS IS REQUIRED

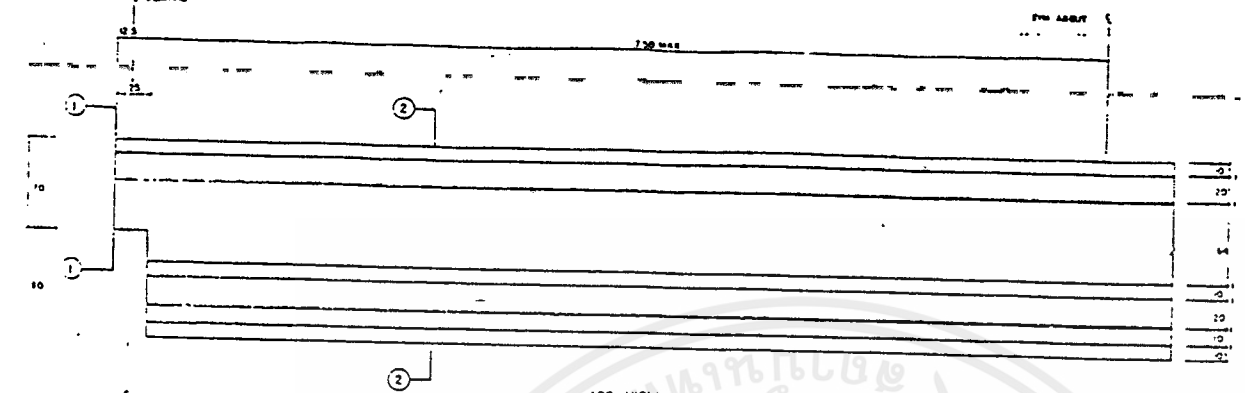
TABLE OF REINFORCEMENT

BAR MARK	BAR DIA. (mm.)	BAR BENDING DIAGRAM
①	20 RB	
⑩	20 RB	
⑪	20 D	
⑫	20 RB	
⑬	20 D	
⑭	20 D	
⑮	20 RB	
⑯	20 RB	
⑰	20 D	
⑱	20 D	
⑲	20 D	
⑳	20 RB	

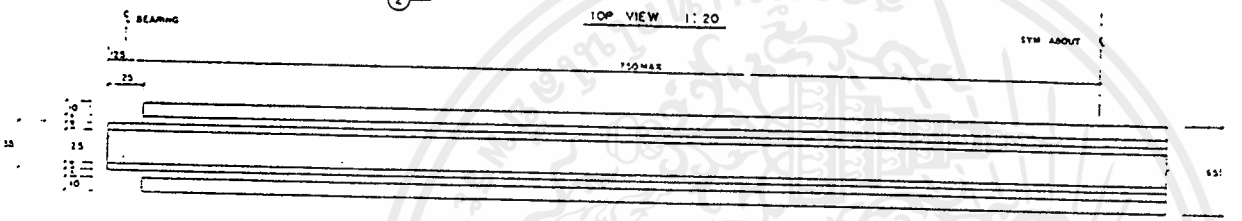


NO. 56 PRESTRESSED CONCRETE GIRDER

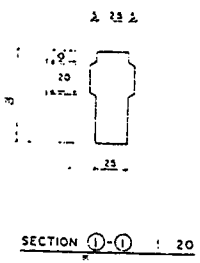
FOR SPAN 21.01-25.00 M. (PC 8801)



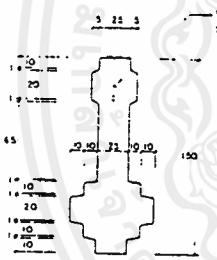
TOP VIEW 1:20



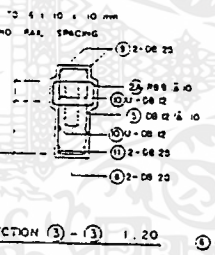
TOP VIEW 1:20



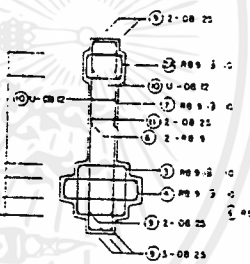
SECTION ①-① 1:20



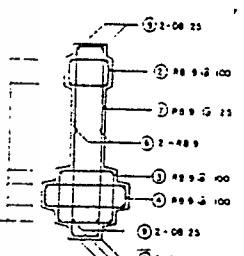
SECTION ②-② 1:20



SECTION ③-③ 1:20



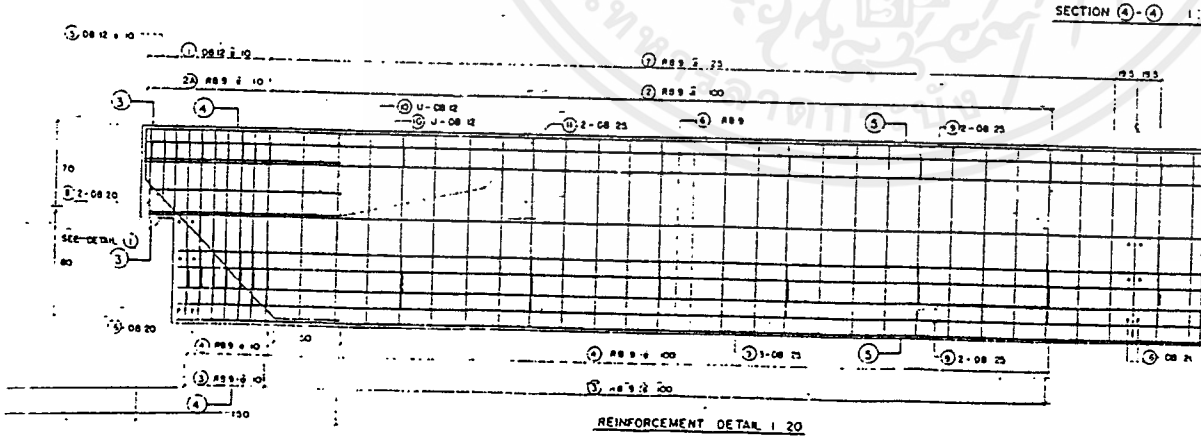
SECTION ④-④ 1:20



SECTION ⑤-⑤ 1:20

NOTES

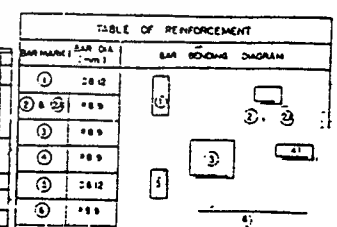
1. ALL DIMENSIONS ARE IN CENTIMETERS
2. NO CHAMFERED SHALL BE PROVIDED
3. REINFORCING STEEL
   - 3.1 ROUND BAR (RB) SHALL CONF
   - 3.2 DEFORMED BAR (DB) SHALL CO
4. CONCRETE
   - 4.1 A MINIMUM ULTIMATE COMPRES
     A 15 x 15 x 15 CM CUBE AT 28
   - 4.2 CONCRETE SLUMP, MAX 8.0 C
5. CLEAR CONCRETE COVER SHALL BE 3.0
   INDICATED
6. BEARING
   - 6.1 BEARING SHALL BE LAMINATED
     LATEST AASHTO OR SHTEEN S
     WITH THE FOLLOWING PERFORM
     MAX VERT. LOAD
     MIN VERT. LOAD
     MOR LONG LOAD (FIXED BEARIN
     MOR TRANS. LOAD
     MOR MOVEMENT
     EXPANSION
     CONTRACTION
     ROTATION
   - 6.2 BEARING MUST BE TO MOR
     MATERIAL SHALL BE USED IF
     BRIDGE BEARING
7. LAP LENG SHALL BE (OR LESS
   BIGGER BAR FOR PLAIN BAR AN
   BAR FOR DEFORME



REINFORCEMENT DETAIL 1:20

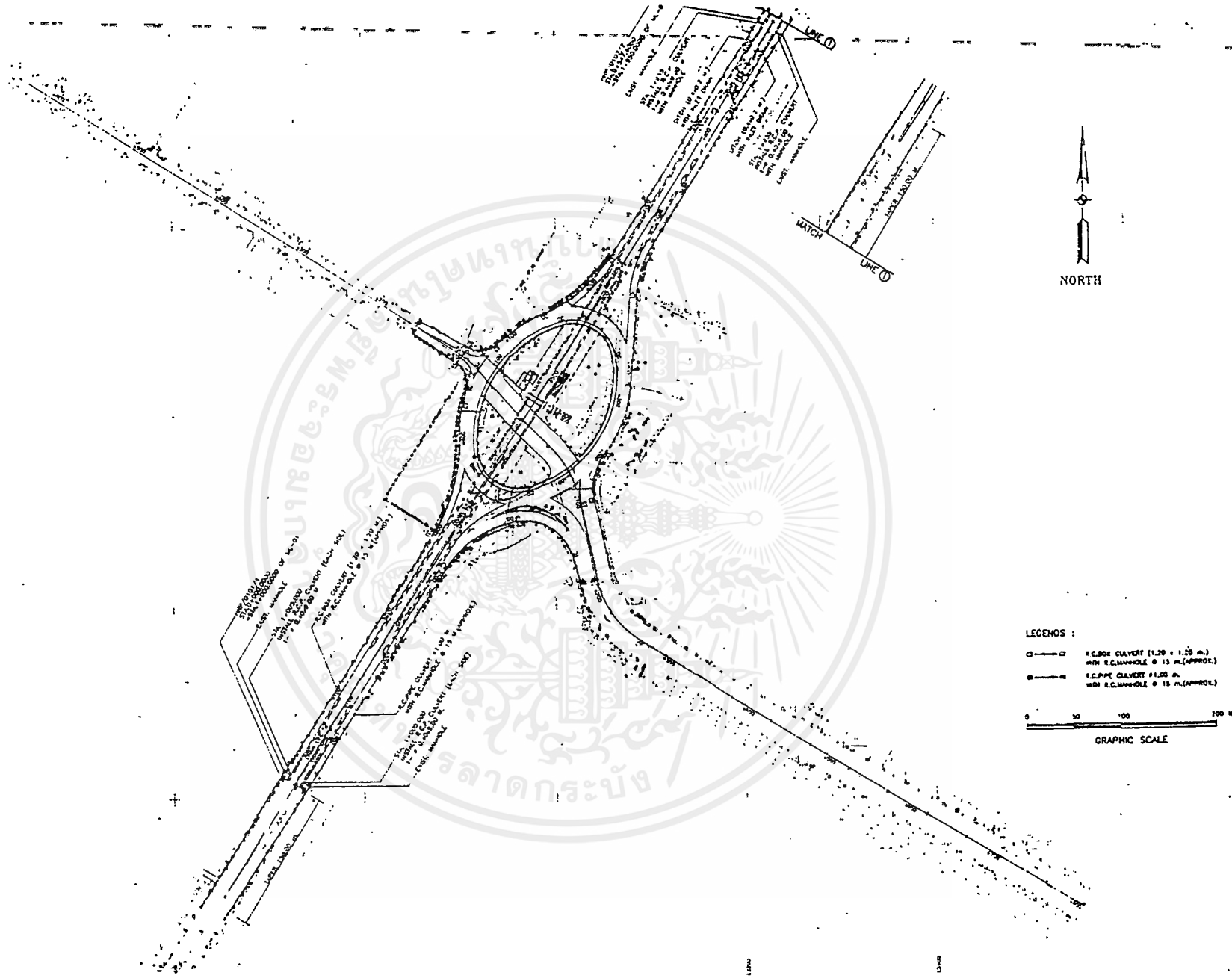
TABLE OF REINFORCEMENT

BAR MARK	BAR DIA (mm)	BAR BENDING DIAGRAM
①	DB 12	
② & ②A	RB 9	
③	RB 9	
④	RB 9	
⑤	DB 12	
⑥	RB 9	

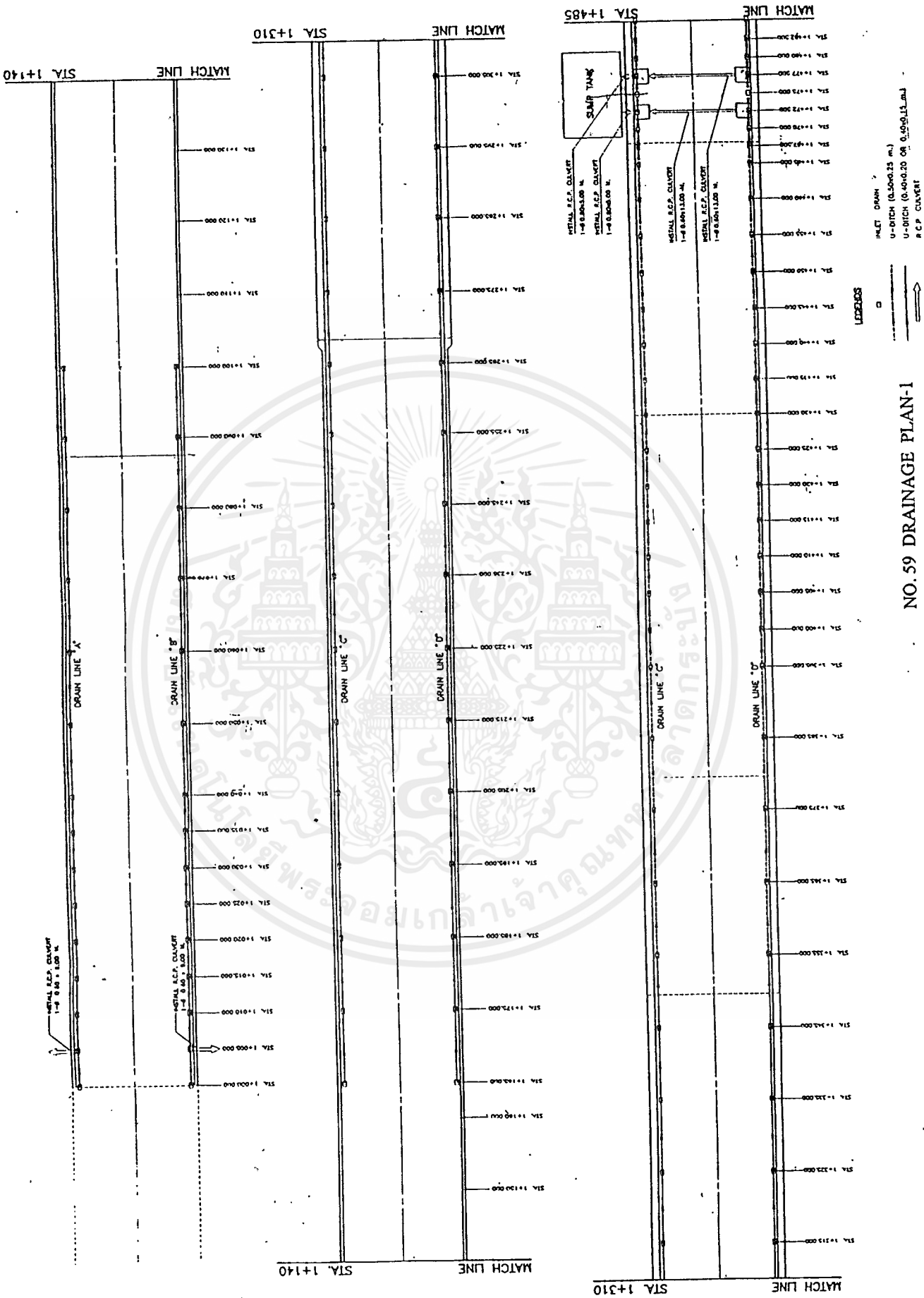


NO. 57 REINFORCED CONCRETE GIRDER

FOR SPAN ≤ 15.00 M. (RC 920/1)

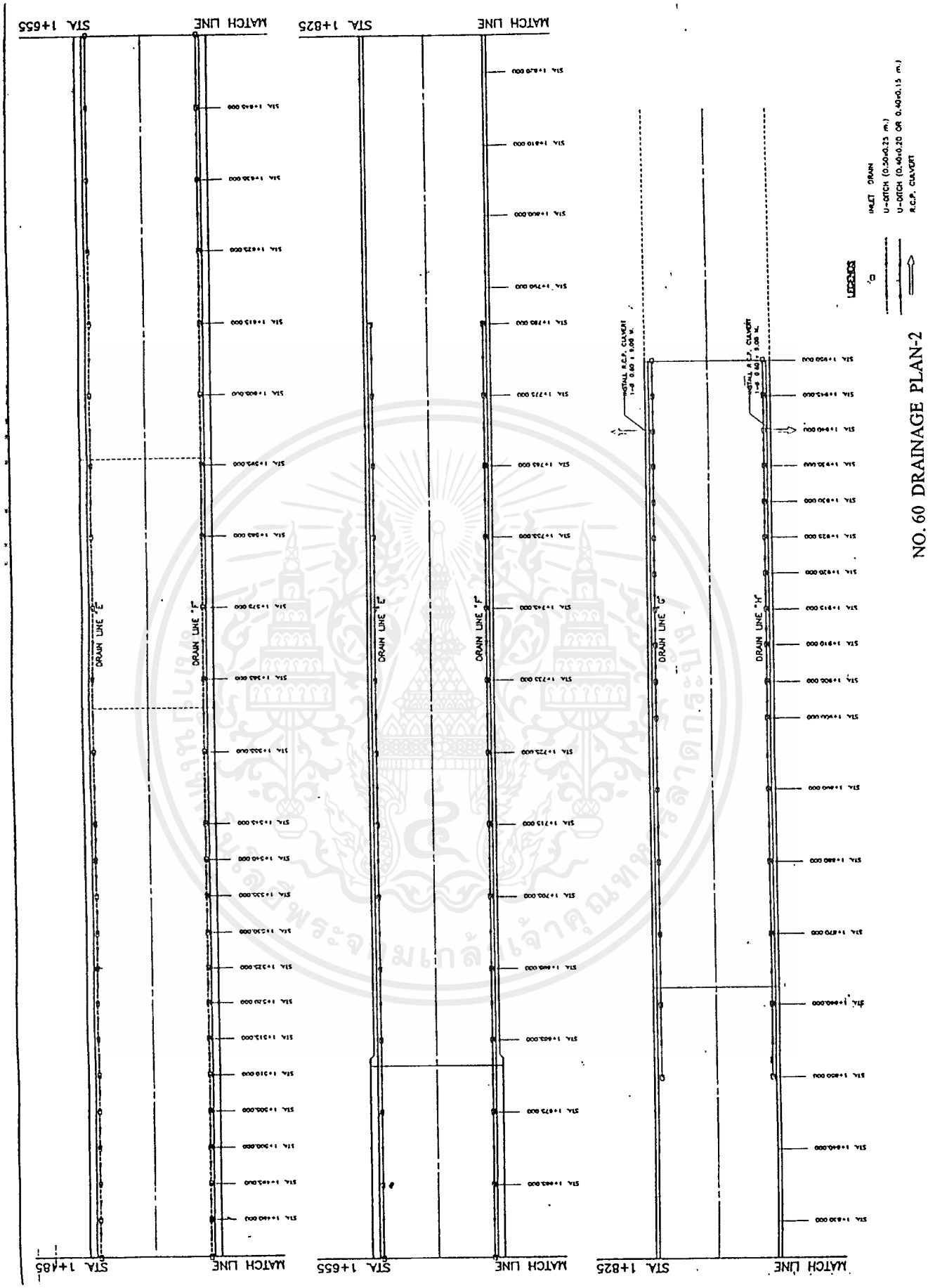


NO. 58 DRAINAGE PLAN LAYOUT



NO. 59 DRAINAGE PLAN-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



NO. 60 DRAINAGE PLAN-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

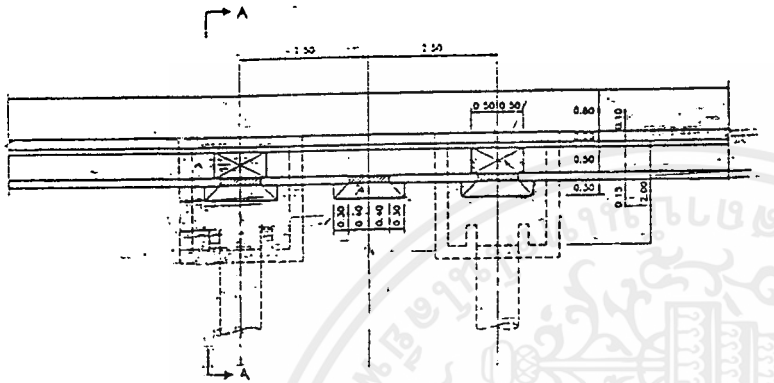
DRAIN LINE	INLET DRAIN NO.	STA.	GR.E.E.(M.)	INV.E.E.(M.)	U-DITCH SIZE (M.)	SLOPE%	REMARK
A&B	1	1+000.000	3.000	2.823	(0.40×0.15)		
	2	1+005.000	3.025	2.800	(0.40×0.15)	-0.508	DROP INLET
	3	1+010.000	3.049	2.824	(0.40×0.20)	0.492	
	4	1+015.000	3.074	2.849	(0.40×0.20)	0.492	
	5	1+020.000	3.098	2.873	(0.40×0.20)	0.492	
	6	1+025.000	3.123	2.898	(0.40×0.20)	0.492	
	7	1+030.000	3.148	2.723	(0.40×0.20)	0.492	
	8	1+035.000	3.172	2.747	(0.40×0.20)	0.492	
	9	1+040.000	3.197	2.772	(0.40×0.20)	0.492	
	10	1+050.000	3.246	2.821	(0.40×0.20)	0.492	
	11	1+060.000	3.295	2.870	(0.40×0.20)	0.492	
	12	1+070.000	3.345	2.920	(0.40×0.20)	0.492	
	13	1+080.000	3.394	2.969	(0.40×0.20)	0.492	
	14	1+090.000	3.442	3.017	(0.40×0.20)	0.483	
	15	1+100.000	3.468	3.044	(0.40×0.20)	0.268	

DRAIN LINE	INLET DRAIN NO.	STA.	GR.E.E.(M.)	INV.E.E.(M.)	U-DITCH SIZE (M.)	SLOPE%	REMARK
C&D	1	1+165.000	2.913	2.488	(0.40×0.20)		
	2	1+175.000	2.715	2.290	(0.40×0.20)	-1.979	
	3	1+185.000	2.487	2.062	(0.40×0.20)	-2.279	
	4	1+195.000	2.230	1.805	(0.40×0.20)	-2.578	
	5	1+205.000	1.942	1.517	(0.40×0.20)	-2.877	
	6	1+215.000	1.624	1.199	(0.40×0.20)	-3.177	
	7	1+225.000	1.277	0.852	(0.40×0.20)	-3.476	
	8	1+235.000	0.899	0.474	(0.40×0.20)	-3.775	
	9	1+245.000	0.500	0.075	(0.40×0.20)	-3.991	
	10	1+255.000	0.100	-0.325	(0.40×0.20)	-4.000	
	11	1+265.000	-0.300	-0.725	(0.40×0.20)	-4.000	
	12	1+275.000	-0.700	-1.125	(0.40×0.20)	-4.000	
	13	1+285.000	-1.090	-1.515	(0.40×0.20)	-3.900	
	14	1+295.000	-1.440	-1.865	(0.40×0.20)	-3.700	
	15	1+305.000	-1.810	-2.235	(0.40×0.20)	-3.500	
	16	1+315.000	-2.140	-2.565	(0.40×0.20)	-3.300	
	17	1+325.000	-2.450	-2.875	(0.40×0.20)	-3.100	
	18	1+335.000	-2.740	-3.165	(0.40×0.20)	-2.900	
	19	1+345.000	-3.010	-3.435	(0.40×0.20)	-2.700	
	20	1+355.000	-3.260	-3.735	(0.50×0.25)	-2.500	
	21	1+365.000	-3.490	-3.965	(0.50×0.25)	-2.300	
	22	1+375.000	-3.700	-4.175	(0.50×0.25)	-2.100	
	23	1+385.000	-3.890	-4.365	(0.50×0.25)	-1.900	
	24	1+395.000	-4.080	-4.535	(0.50×0.25)	-1.700	
	25	1+400.000	-4.138	-4.613	(0.50×0.25)	-1.550	
	26	1+405.000	-4.210	-4.685	(0.50×0.25)	-1.450	
	27	1+410.000	-4.278	-4.753	(0.50×0.25)	-1.350	
	28	1+415.000	-4.340	-4.815	(0.50×0.25)	-1.250	
	29	1+420.000	-4.398	-4.873	(0.50×0.25)	-1.150	
	30	1+425.000	-4.450	-4.925	(0.50×0.25)	-1.050	
	31	1+430.000	-4.498	-4.973	(0.50×0.25)	-0.950	
	32	1+435.000	-4.540	-5.015	(0.50×0.25)	-0.850	
	33	1+440.000	-4.578	-5.052	(0.50×0.25)	-0.750	
	34	1+445.000	-4.610	-5.085	(0.50×0.25)	-0.650	
	35	1+450.000	-4.636	-5.113	(0.50×0.25)	-0.550	
	36	1+460.000	-4.677	-5.152	(0.50×0.25)	-0.400	
	37	1+465.000	-4.690	-5.165	(0.50×0.25)	-0.250	
	38	1+467.000	-4.694	-5.169	(0.50×0.25)	-0.175	
	39	1+470.000	-4.698	-5.172	(0.50×0.25)	-0.125	
	40	1+472.500	-4.699	-5.174	(0.50×0.25)	-0.075	
	41	1+473.000	-4.700	-5.172	(0.50×0.25)	0.075	

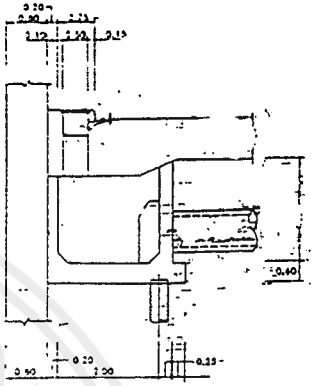
DRAIN LINE	INLET DRAIN NO.	STA.	GR.E.E.(M.)	INV.E.E.(M.)	U-DITCH SIZE (M.)	SLOPE%	REMARK
E&F	1	1+475.000	-4.700	-5.175	(0.50×0.25)		
	2	1+477.500	-4.699	-5.174	(0.50×0.25)	0.025	
	3	1+480.000	-4.698	-5.172	(0.50×0.25)	0.075	
	4	1+482.500	-4.694	-5.169	(0.50×0.25)	0.125	
	5	1+485.000	-4.690	-5.165	(0.50×0.25)	0.175	
	6	1+490.000	-4.677	-5.152	(0.50×0.25)	0.250	
	7	1+495.000	-4.660	-5.135	(0.50×0.25)	0.350	
	8	1+500.000	-4.637	-5.112	(0.50×0.25)	0.450	
	9	1+505.000	-4.610	-5.085	(0.50×0.25)	0.550	
	10	1+510.000	-4.577	-5.052	(0.50×0.25)	0.650	
	11	1+515.000	-4.540	-5.015	(0.50×0.25)	0.750	
	12	1+520.000	-4.498	-4.972	(0.50×0.25)	0.850	
	13	1+525.000	-4.450	-4.925	(0.50×0.25)	0.950	
	14	1+530.000	-4.397	-4.872	(0.50×0.25)	1.050	
	15	1+535.000	-4.340	-4.815	(0.50×0.25)	1.150	
	16	1+540.000	-4.278	-4.752	(0.50×0.25)	1.250	
	17	1+545.000	-4.210	-4.685	(0.50×0.25)	1.350	
	18	1+555.000	-4.060	-4.535	(0.50×0.25)	1.500	
	19	1+565.000	-3.890	-4.365	(0.50×0.25)	1.700	
	20	1+575.000	-3.700	-4.175	(0.50×0.25)	1.900	
	21	1+585.000	-3.490	-3.965	(0.50×0.25)	2.100	
	22	1+595.000	-3.260	-3.735	(0.50×0.25)	2.300	
	23	1+605.000	-3.010	-3.485	(0.50×0.25)	2.500	
	24	1+615.000	-2.740	-3.215	(0.50×0.25)	2.700	
	25	1+625.000	-2.450	-2.925	(0.50×0.25)	2.900	
	26	1+635.000	-2.140	-2.565	(0.40×0.20)	3.100	
	27	1+645.000	-1.810	-2.235	(0.40×0.20)	3.300	
	28	1+655.000	-1.440	-1.865	(0.40×0.20)	3.500	
	29	1+665.000	-1.090	-1.515	(0.40×0.20)	3.700	
	30	1+675.000	-0.700	-1.125	(0.40×0.20)	3.900	
	31	1+685.000	-0.300	-0.725	(0.40×0.20)	4.000	
	32	1+695.000	0.100	-0.325	(0.40×0.20)	4.000	
	33	1+705.000	0.500	0.075	(0.40×0.20)	3.991	
	34	1+715.000	0.899	0.474	(0.40×0.20)	3.775	
	35	1+725.000	1.277	0.852	(0.40×0.20)	3.776	
	36	1+735.000	1.624	1.199	(0.40×0.20)	3.477	
	37	1+745.000	1.942	1.517	(0.40×0.20)	3.177	
	38	1+755.000	2.230	1.805	(0.40×0.20)	2.877	
	39	1+765.000	2.487	2.062	(0.40×0.20)	2.578	
	40	1+775.000	2.715	2.290	(0.40×0.20)	2.279	
	41	1+785.000	2.913	2.488	(0.40×0.20)	1.979	

DRAIN LINE	INLET DRAIN NO.	STA.	GR.E.E.(M.)	INV.E.E.(M.)	U-DITCH SIZE (M.)	SLOPE%	REMARK
G&H	1	1+650.000	3.468	3.044	(0.40×0.20)		
	2	1+660.000	3.442	3.017	(0.40×0.20)	-0.268	
	3	1+670.000	3.394	2.969	(0.40×0.20)	-0.483	
	4	1+680.000	3.345	2.920	(0.40×0.20)	-0.492	
	5	1+690.000	3.295	2.870	(0.40×0.20)	-0.492	
	6	1+900.000	3.246	2.821	(0.40×0.20)	-0.492	
	7	1+810.000	3.197	2.772	(0.40×0.20)	-0.492	
	8	1+815.000	3.172	2.747	(0.40×0.20)	-0.492	
	9	1+820.000	3.148	2.723	(0.40×0.20)	-0.492	
	10	1+825.000	3.123	2.698	(0.40×0.20)	-0.492	
	11	1+830.000	3.098	2.673	(0.40×0.20)	-0.492	
	12	1+835.000	3.074	2.649	(0.40×0.20)	-0.492	
	13	1+840.000	3.049	2.624	(0.40×0.20)	-0.492	DROP INLET
	14	1+845.000	3.025	2.650	(0.40×0.15)	0.508	
	15	1+850.000	3.000	2.875	(0.40×0.15)	0.508	

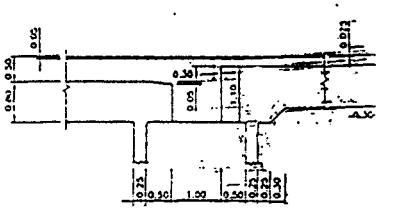
NO. 61 DRAINAGE PLAN-3



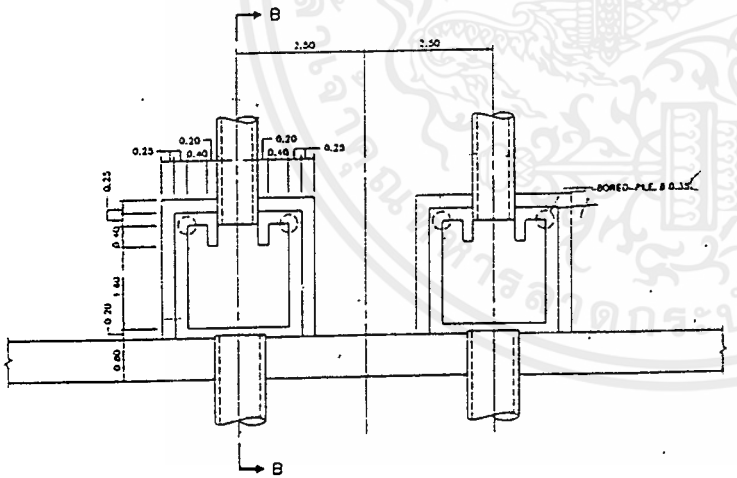
SUMP OPENNING PLAN
SCALE 1 : 50



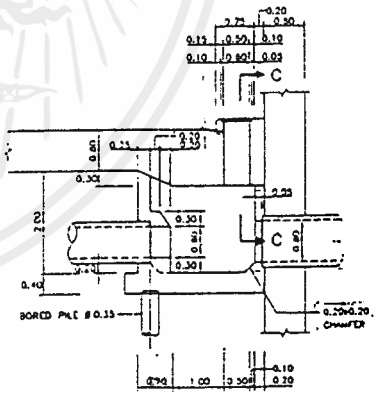
SECTION A–A
SCALE 1 : 50



SECTION C–C
SCALE 1 : 50

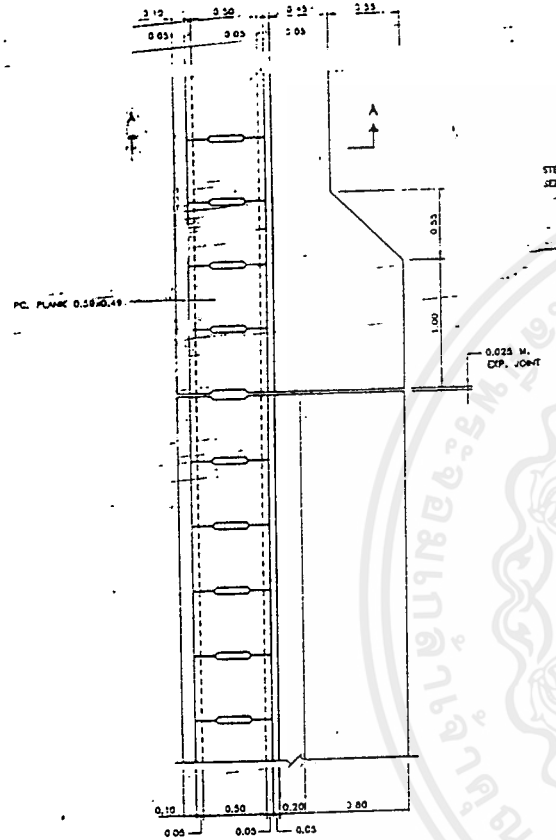


PILE LAYOUT OF SUMP TANK
SCALE 1 : 50

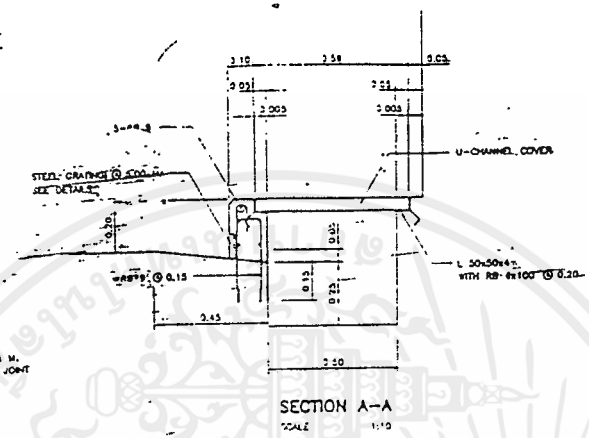


SECTION B–B
SCALE 1 : 50

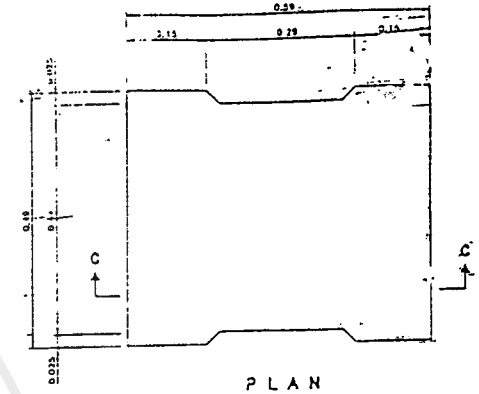
NO. 62 U-CHANNEL DETAILS



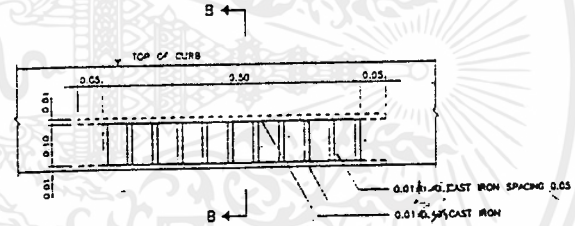
PLAN
SCALE 1:10



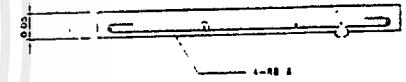
SECTION A–A
SCALE 1:10



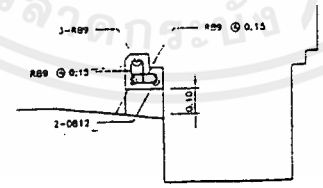
PLAN
SCALE 1:5



STEEL GRATING DETAIL
SCALE 1:5



SECTION C–C
SCALE 1:5

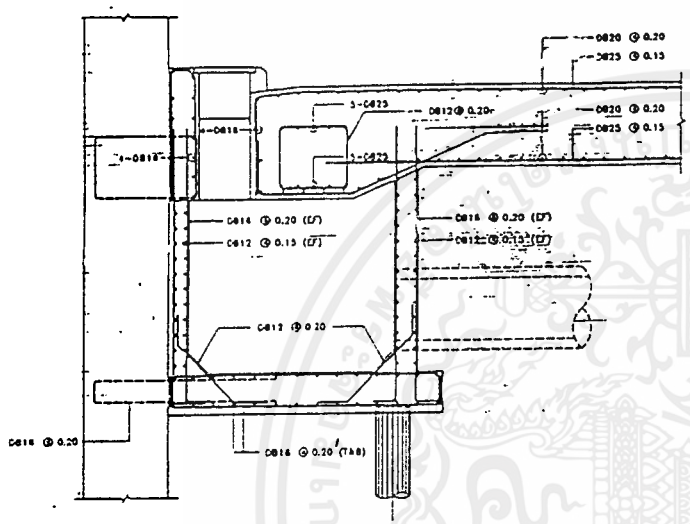


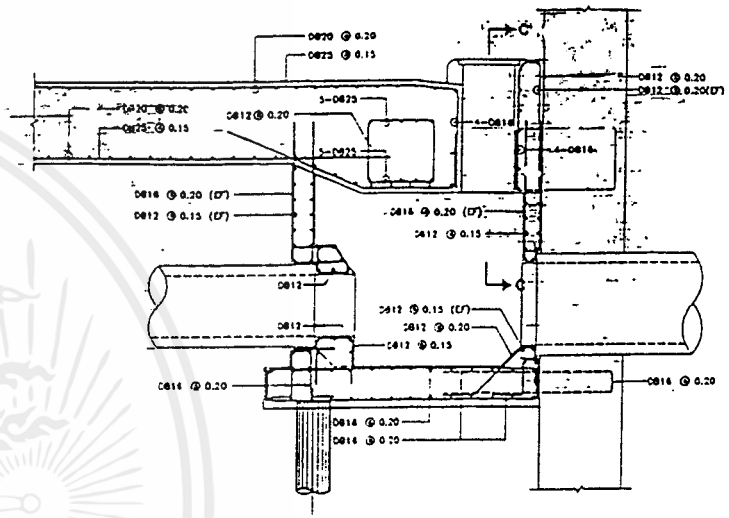
SECTION B–B
SCALE 1:10

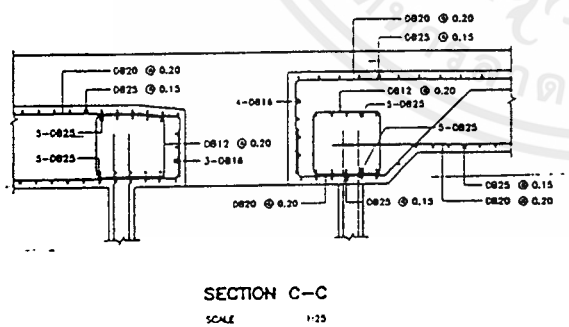
NOTES

1. ALL DIMENSIONS ARE IN METER EXCEPT OTHERWISE INDICATED.
2. ALL STEEL GRATING SHALL BE MADE OF CAST IRON AND SHALL BE RUST-OLEUM PAINT OR EQUIVALENT TWICE AND WITH OIL PAINT ONCE.

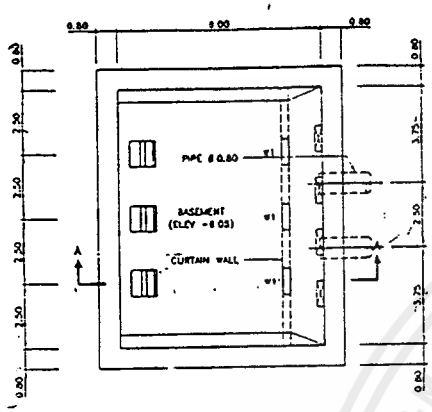
NO. 64 SUMP DETAIL-2



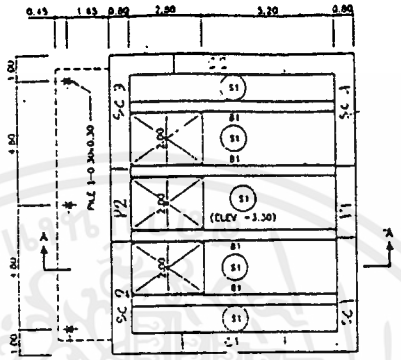




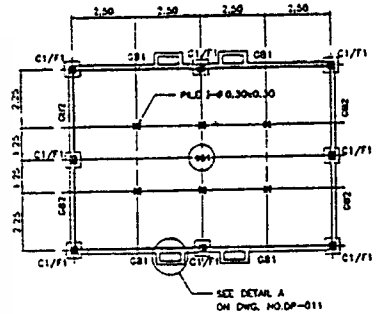
NO. 65 SUMP DETAIL-3



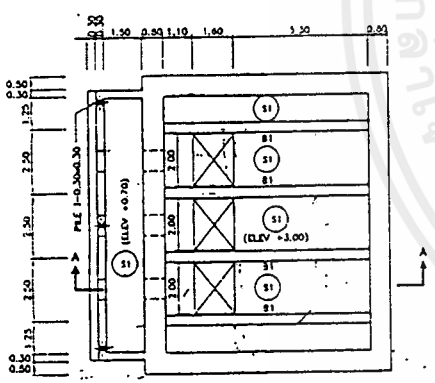
BASEMENT PLAN



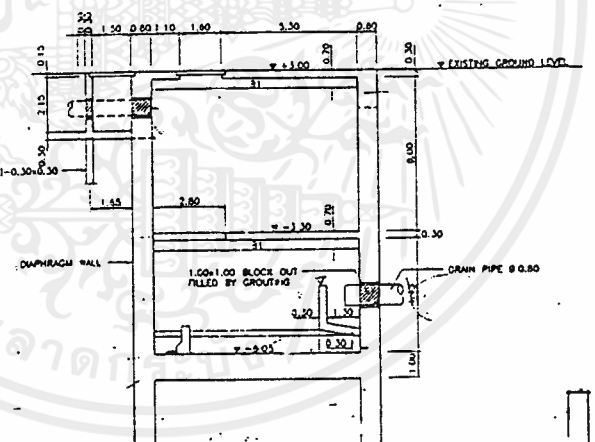
INTERMEDIATE FLOOR PLAN



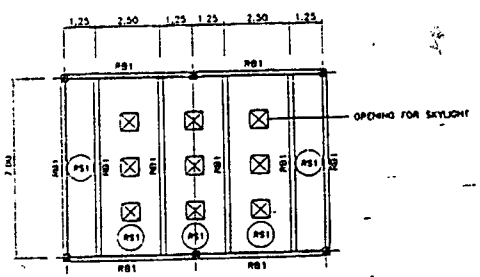
FOOTING AND GROUND FLOOR PLAN



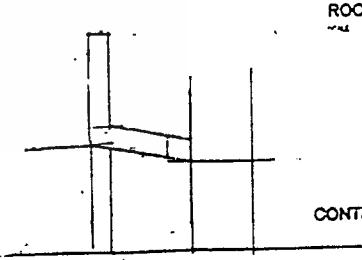
GROUND FLOOR PLAN



SECTION A–A

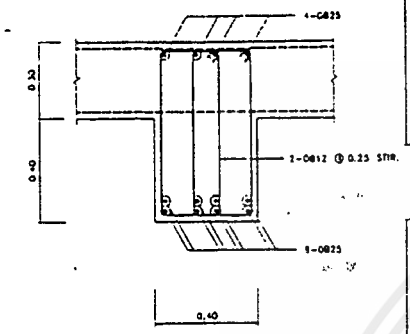


ROOF PLAN



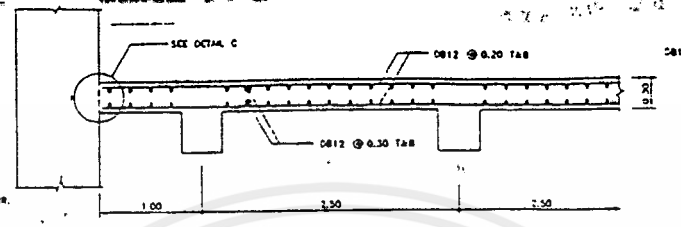
PUMP TANK

NO. 66 GENERAL ARRANGEMENT OF PUMPTANK AND CONTROL ROOM



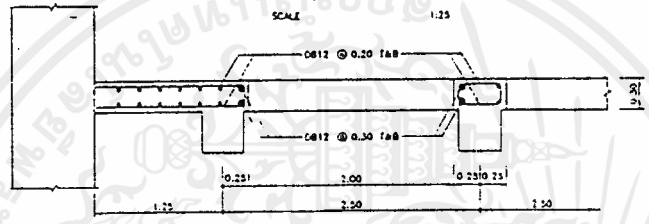
BEAM B1

SCALE 1:10



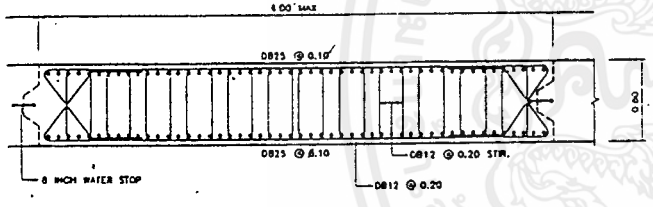
S1 (TYP. SECTION)

SCALE 1:25



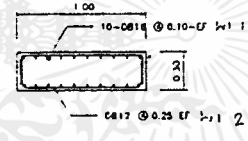
S1 (OPENING SECTION)

SCALE 1:25



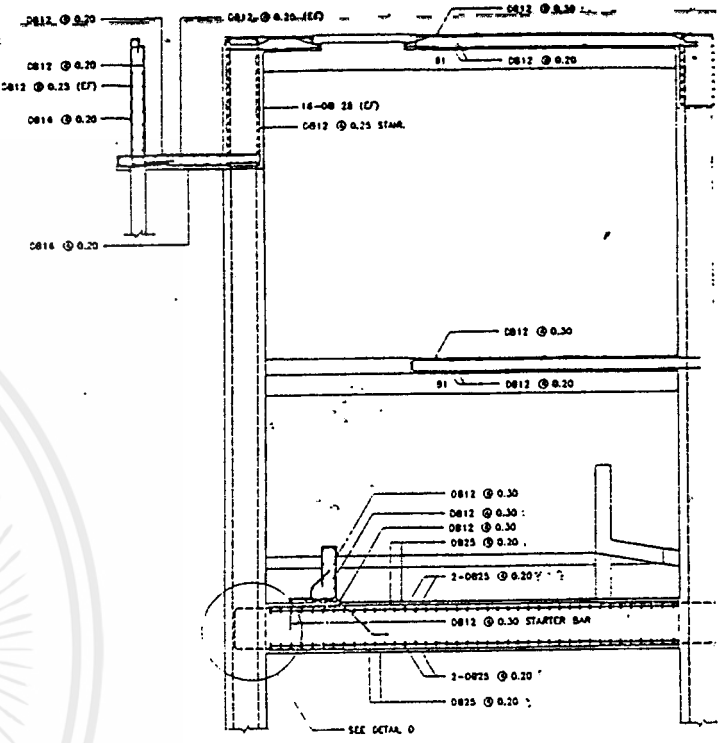
TYP. SECTION OF DIAPHRAGM WALL

SCALE 1:25



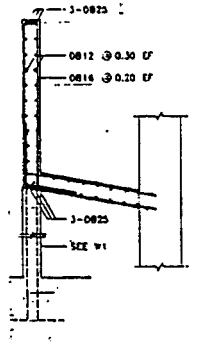
W1 (TYP. SECTION)

SCALE 1:20



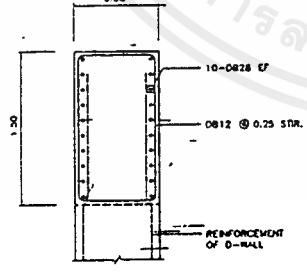
SECTION A-A

SCALE 1:50



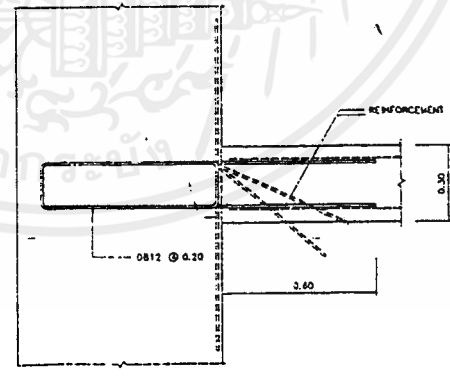
WALL-(TYP. SECTION)

1:50



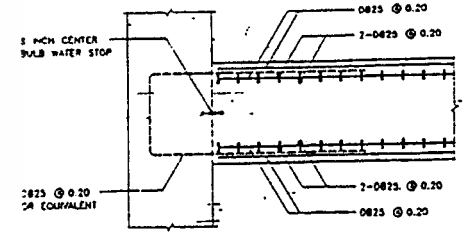
WALING BEAM

SCALE 1:25



DETAIL C

SCALE 1:10



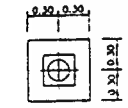
DETAIL D

SCALE 1:25

NOTE

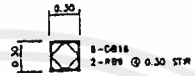
- CONSTRUCTION PROCEDURES OF PUMP TANK SHALL BE PROPOSED

NO. 67 REINFORCEMENT DETAILS OF PUMPTANK



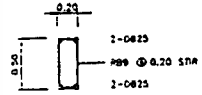
PLAN

SCALE 1:25



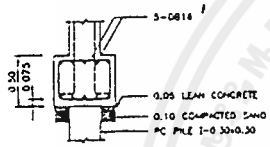
COLUMN C1

SCALE 1:25



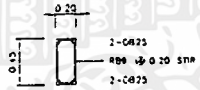
GB1

SCALE 1:25



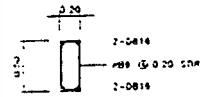
FOOTING F1

SCALE 1:25



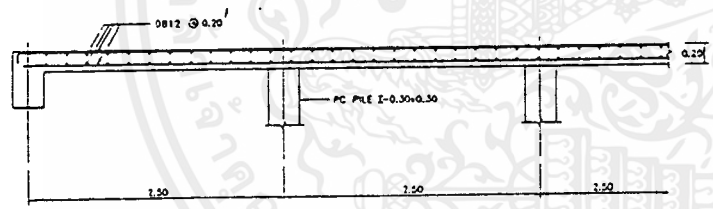
RB1

SCALE 1:25



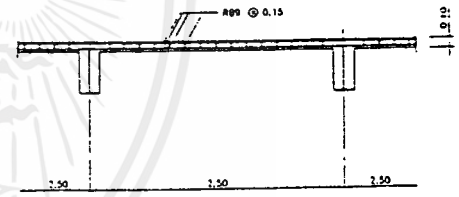
GB2

SCALE 1:25



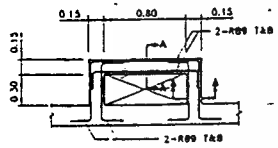
GS1 (TYP. SECTION)

SCALE 1:25



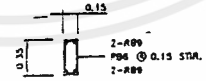
RS1 (TYP. SECTION)

SCALE 1:25



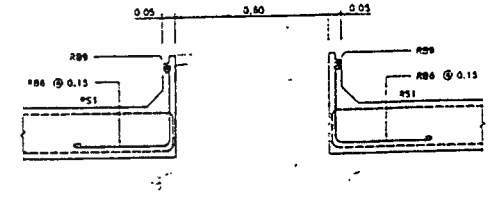
DETAIL A

SCALE 1:25



SECTION A—A

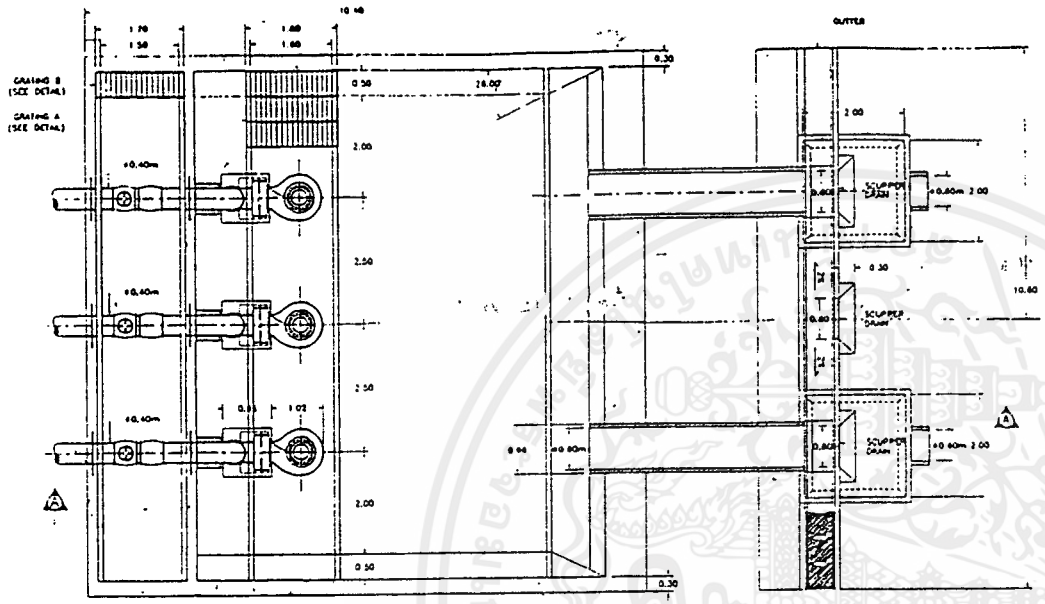
SCALE 1:25



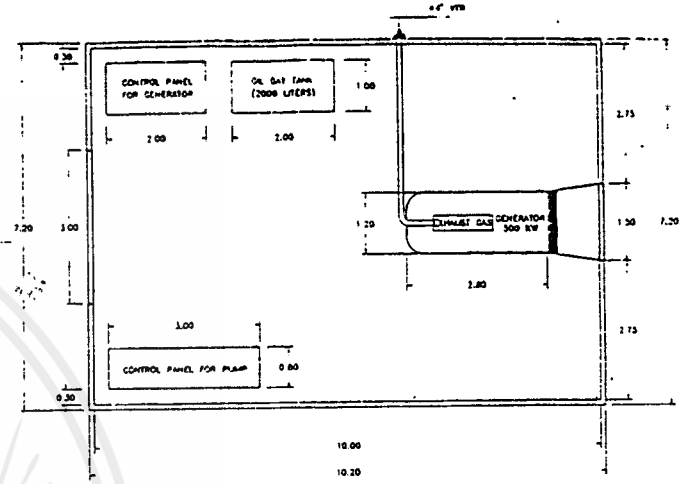
DETAIL OF OPENING FOR SKYLIGHT

SCALE 1:10

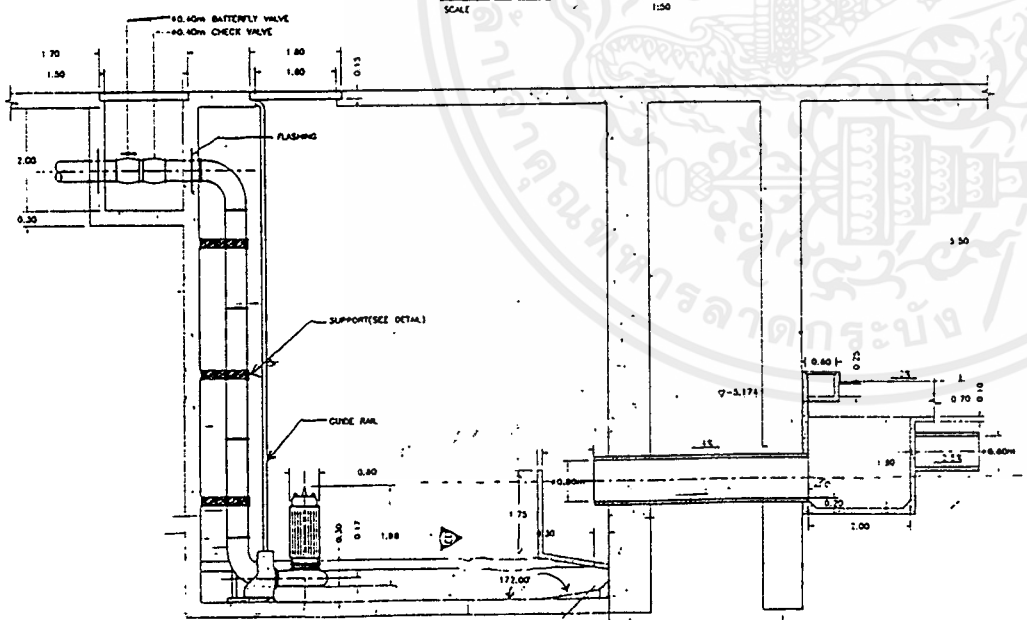
NO. 68 REINFORCEMENT DETAILS OF CONTROL ROOM



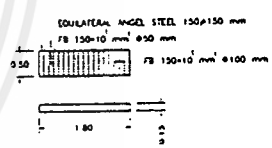
DETAIL OF PUMP STATION
SCALE 1:50



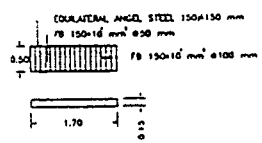
DETAIL OF GENERATOR ROOM
SCALE 1:50



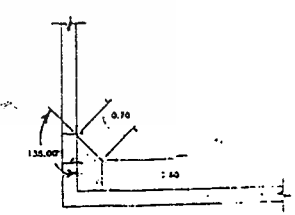
SECTION A-A
SCALE 1:50



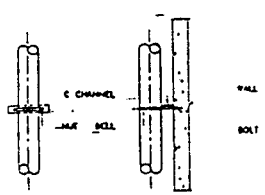
DETAIL OF GRATING A
SCALE 1:50



DETAIL OF GRATING B
SCALE 1:50

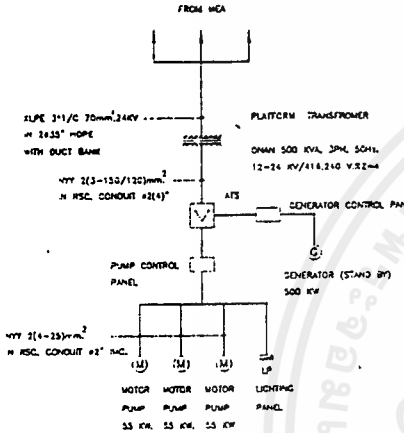


SECTION B-B
SCALE 1:50



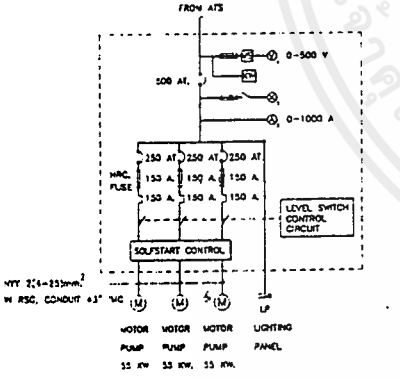
SUPPORT DETAIL
SCALE 1:50

NO. 69 PUMP STATION & GENERATOR ROOM DETAILS



SINGLE LINE DIAGRAM

NOT TO SCALE

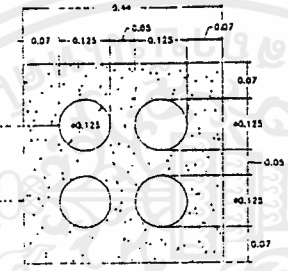


SINGLE LINE DIAGRAM OF PUMP CONTROL PANEL

NOT TO SCALE

NOTE :

- = MOLD CASE CIRCUIT BREAKER (SOLID STATE TRIP)
- = HRC FUSE (TIME DELAY)
- = OVERLOAD RELAY

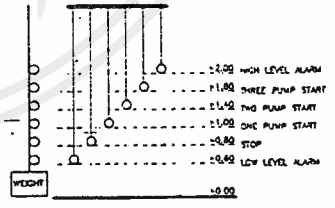


DUCT BANK ARRANGEMENT DETAIL

SCALE 1:3

SPECIFICATION OF TRANSFORMER

TYPE - PLAT FORM TRANSFORMER
COOLING SYSTEM - ONAN
RATING - 500 KVA, 3 ø 50 Hz.
24 KV/416,240 V.
VECTOR GROUP - DY 11
% IMPEDANCE - 4.5 AT 75°C
NOISE LEVEL - NOT MORETHAN 61
NO LOAD LOSS - 1,000 WATT AT 75°C
LOAD LOSS - 5,500 WATT AT 75°C
EFFICIENCY - 98% AT 75 % LOAD
WINDING
H.V. - 24 KV 125 KV.
L.V. - 0.4 KV. 30 KV.
BUSHING
H.V. - 24 KV 125 KV.
L.V. - 0.4 KV. 30 KV.
INSTALLATION - ON PLAT FORM
ACCESSORY
- H.V. AND L.V. BUSHINGS WITH TERMINAL CONNECTORS
- TAP CHANGER
- CONSERVATOR TANK
- OIL LEVEL INDICATOR
- LIFTING LUG
- THERMOMETER POCKET (ONLY THREE PHASE)
- DEHYDRATING BREATHER SILICAGEL
- CORRUGATED TANK
- NAMPLATE WITH CONNECTION DIAGRAM
- TANK
- OIL CHECK VALVE
- DRAIN PLUG
- EARTH TERMINAL
- TRANSPORT ROLLERS.

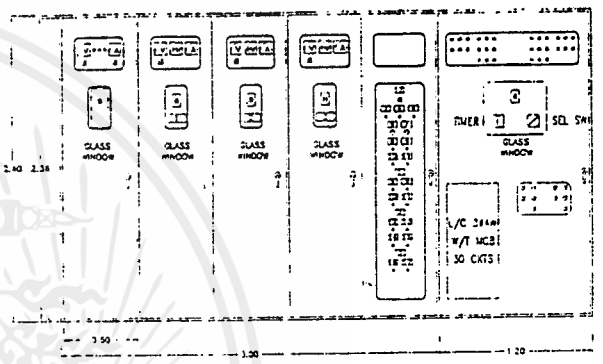


CONTROL LEVEL

NOT TO SCALE

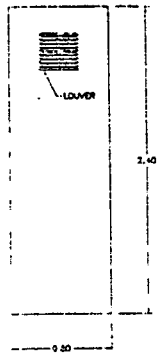
REMARKS :

1. DISCHARGE PIPE USED GALVANIZED STEEL PIPE ø0.40 M.
2. SPECIFICATIONS OF VALVES AND OTHERS SHALL BE CONFORMED TO THE SPECIFICATION
3. THERE ARE THREE PUMPS OF EQUAL SIZE, THEIR CAPACITY SHOULD NOT BE LESS THAN 0.2 M³/SEC AT ABOUT 15 M. TDH.
4. OPERATION OF PUMPS (SEE CONTROL LEVEL)
5. SEQUENCE OF PUMP
   - AFTER COMPLETION OF PUMPING, EACH PUMP WILL BE ALTERNATED TO NEXT PUMP START
6. WHEN WATER LEVEL IS GREATER THAN OR EQUAL +2.00 EMERGENCY LAMP & BUZZER SHOWN AT TWO ENTRANCE DEPRESS WAY & CONTROL ROOM
7. THE CONTRACTOR MUST BE SUBMIT ALL RELATED DETAILS TO THE OWNER FOR COMMENT BEFORE INSTALLATION
8. CONTROL PUMPS USED SOFTSTARTING TYPE CONTROL



PUMP CONTROL PANEL

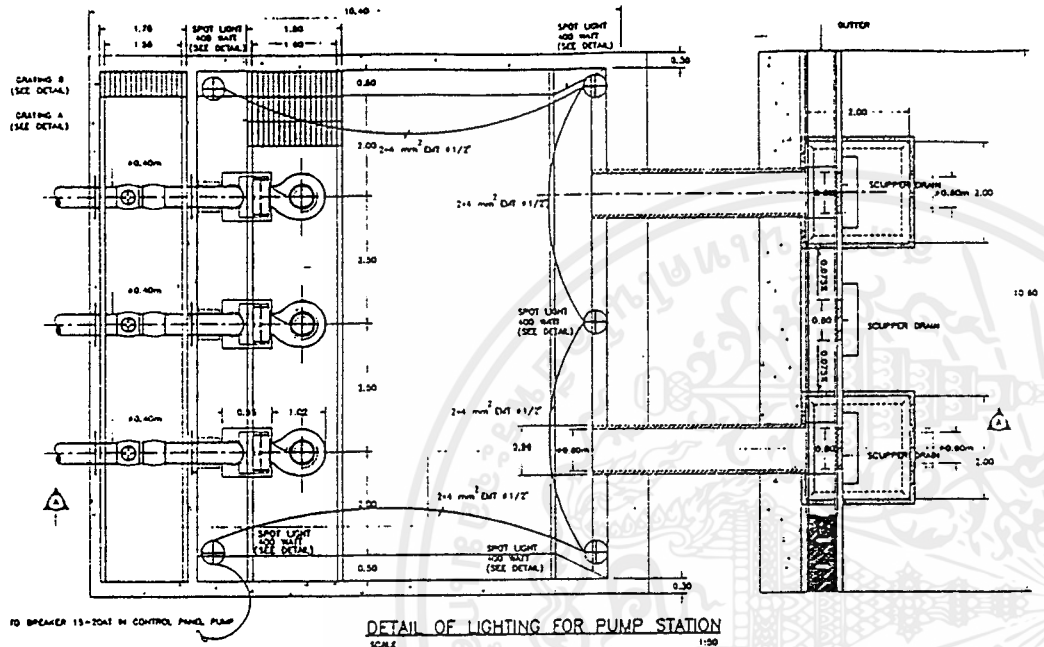
SCALE 1:20



SIDE VIEW OF PUMP CONTROL PANEL

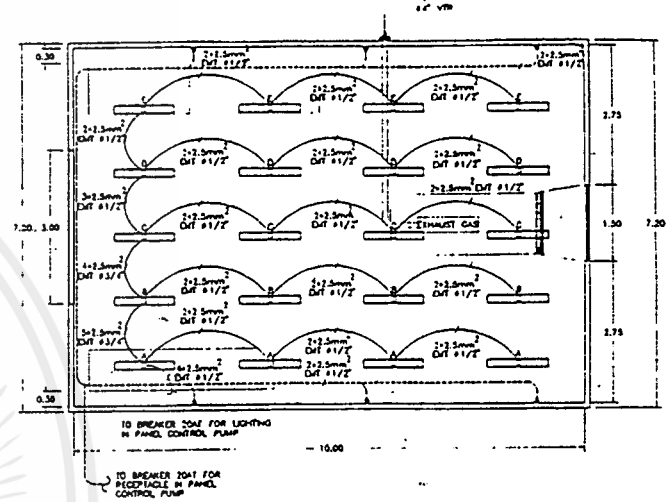
SCALE 1:20

NO. 70 SINGLE LINE DIAGRAM AND PUMP CONTROL PANEL



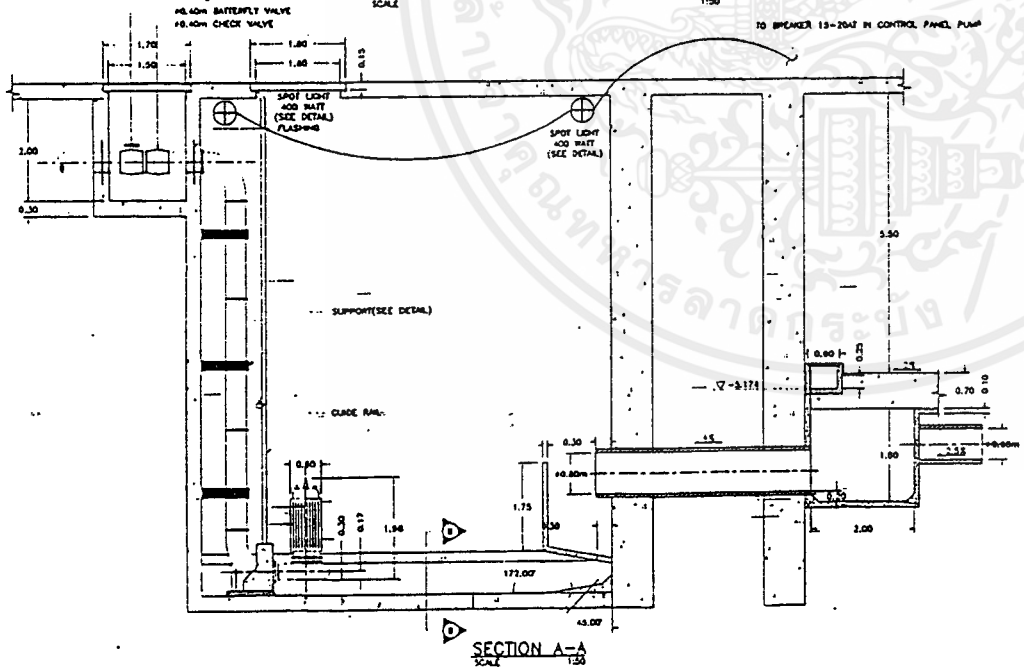
DETAIL OF LIGHTING FOR PUMP STATION

SCALE 1:50



DETAIL OF LIGHTING & RECEPTACELS FOR GENERATOR ROOM

SCALE 1:50



SECTION A-A

SCALE 1:50

FLUORESCENT

NOT TO SCALE

TYPE A

1x18W. BARE LAMP FLUORESCENT LIGHTING FIXTURE

TYPE B

1x36W. BARE LAMP FLUORESCENT LIGHTING FIXTURE

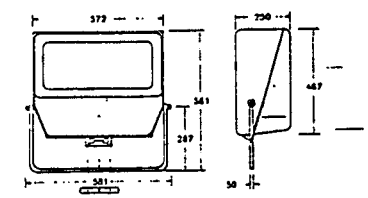
BODY : SHEET STEEL , WHITE STOVE ENAMEL PAINT

BEAM : HIGH P.F. BALLAST OR LOW P.F.-BALLAST (LOW POWER LOSS)

W/CAPACITOR TO IMPROVE P.F.-NOT LESS THAN 0.8

MANUFACTURER : LUXO , PHILIPS , MR . DELIGHT , STARLIGHT OR APPROVED EQUAL

ELECTRICAL WIRING :HEAT RESISTANT CABLE WITH TERMINAL BLOCK FOR CONNECTION



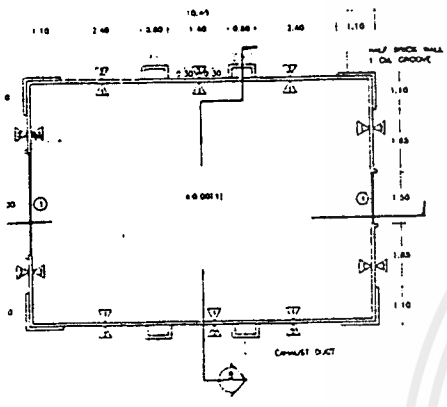
SPOT LIGHT

NOT TO SCALE

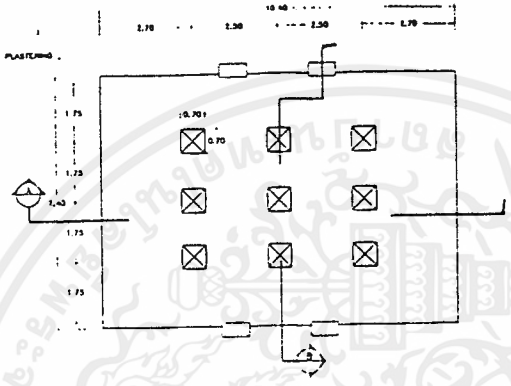
SPECIFICATION

- UL 1572 LISTED SUITABLE FOR WET LOCATION
- CSA RATING PENDING-CONTACT FACTORY
- HEAVY-DUTY DIE-CAST HOUSING
- TOTAL FRONT ACCESS VIA HINGED AND REMOVABLE DOOR
- ENCLOSED,GASKETED AND SEALED,AND ACTIVATED CHARCOAL FILTERED
- HEAVY-GUAGE GALVANIZED STEEL TRUNNION
- CORROSION-RESISTANT HARDWARE
- RIFLE SIGHT FOR DAYTIME AIMING
- AIMING DEGREE INDICATOR
- HQMA LAMP/WATTAGE DECAL
- MOGUL BASE SOCKET WITH SPLIT OUTER SHELL,LAMP GRIPS AND FLOATING SPRING LOAD CENTER CONTACT
- INTERNAL GLARE SHIELD WITH CUTOFF PERFORMANCE-SEE ACCESSORIES

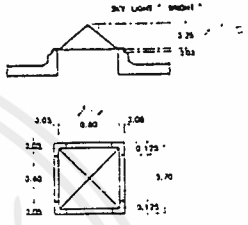
NO. 71 LIGHTING & RECEPTACLES OF GENERATOR ROOM



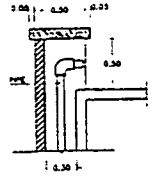
GROUND FLOOR PLAN



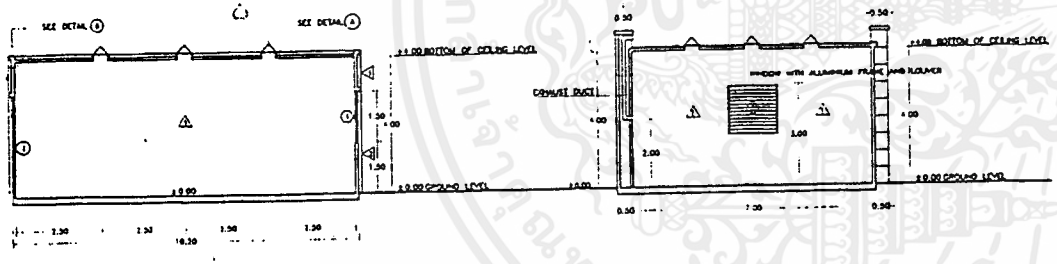
ROOF PLAN



DETAIL (A)

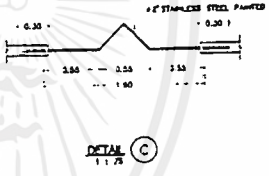


DETAIL (B)

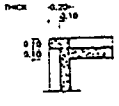


SECTION (A)

SECTION (B)



DETAIL (C)



DETAIL (D)

SPECIFICATION

WALL

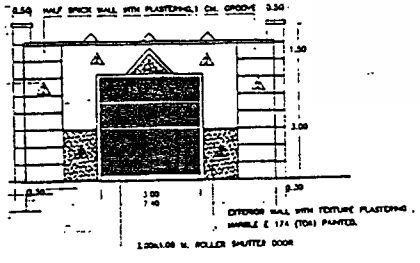
- INTERIOR WALL WITH PLASTERING , E 509 (TOA) PAINTED.
- EXTERIOR WALL WITH PLASTERING , E 102 (TOA) PAINTED.
- EXTERIOR WALL WITH TEXTURE PLASTERING , MARBLE E 174 (TOA) PAINTED

FLOOR

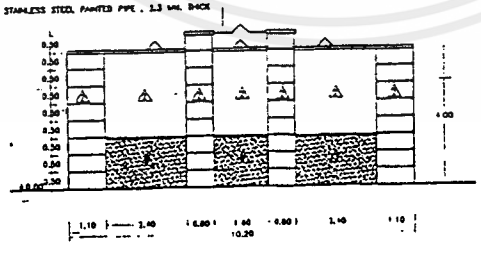
- INTERIOR FLOOR WITH TROWELLED SMOOTH (POLISHING)

NOTE

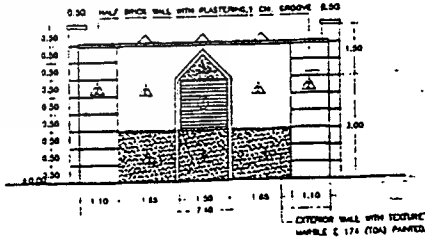
UNDERCOAT ONCE AND PAINTING TWICE



ELEVATION (1)

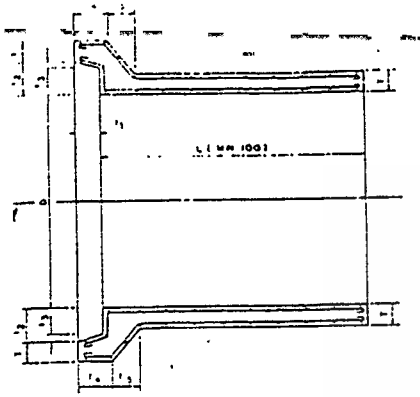


ELEVATION (2), (4)

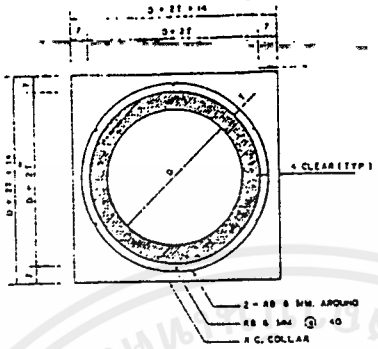


ELEVATION (1)

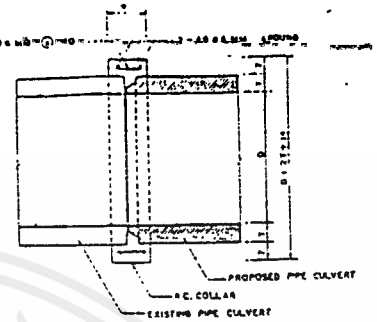
NO. 72 GENERATOR ROOM LAYOUT



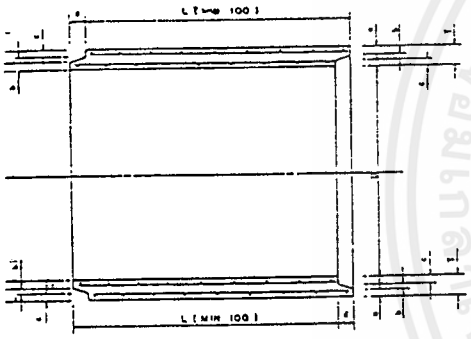
(A) BELL AND SPIGOT TYPE



(A) TRANSVERSE SECTION



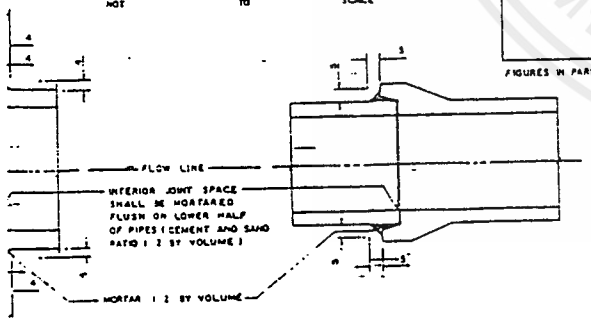
(B) LONGITUDINAL SECTION



(B) TONGUE AND GROOVE TYPE

DETAIL OF R.C. PIPE CULVERT

NOT TO SCALE



GROOVE TYPE

(B) BELL AND SPIGOT TYPE

PIPE EXTENSION

NOT TO SCALE

TABLE 1

R.C. PIPE CULVERT CLASS	INSIDE DIAMETER (D) (CM.)	WALL THICKNESS (T) (CM.)	MIN. CIRCULAR REINFORCEMENT (CM²/M.) INNER CAGE	MIN. CIRCULAR REINFORCEMENT (CM²/M.) OUTER CAGE	CRUSHING LOAD TO PRODUCE 0.03 CM. CRACK WIDTH AND 30 CM. CRACK LENGTH (KG./M.)	MAXIMUM CRUSHING LOAD (KG./M.)	ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH FOR Ø15 x 30 CM. CONCRETE CYLINDER AT 28 DAYS AGE (KG./CM²)	OVER FILL ON R.C. PIPE CULVERT NOT MORE THAN (METERS)
2	30	5.0	1.5	–	3,060	4,590	280 (350)	10.0
	40	6.0	2.5	–	4,080	6,120		
	50	7.0	3.6	–	5,100	7,650		
	60	7.5	3.7	–	6,120	9,180		
	80	9.5	5.8	4.1	8,160	12,240		
	100	11.0	7.9	5.2	10,200	15,300		
	120	12.5	8.9	6.8	12,240	18,360		
	150	15.0	12.5	9.5	15,300	22,950	350 (440)	11.0
3	30	5.0	1.5	–	1,990	3,060	280 (350)	8.0
	40	6.0	1.5	–	2,650	4,080		
	50	7.0	1.5	–	3,320	5,100		
	60	7.5	1.5	–	3,980	6,120		
	80	9.5	4.0	–	5,300	8,160		
	100	11.0	4.2	3.2	6,630	10,200		
	120	12.5	5.1	3.8	7,980	12,240		
	150	15.0	7.2	5.5	9,950	15,300		

FIGURES IN PARENTHESES ARE ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH FOR 15 x 15 x 15 CM. CONCRETE CUBE AT 28 DAYS AGE

TABLE 2

R.C. PIPE CULVERT CLASS	INSIDE DIAMETER (D) (CM.)	WALL THICKNESS (T) (CM.)	PIPE END DETAILS (CM.) BELL & SPIGOT TYPE t_1	t_2	t_3	t_4	t_5 (MIN.)	TONGUE & GROOVE TYPE a	b	c	d
2 & 3	30	5.0	6.0	6.6	0.4	8.5	15.0	1.9	0.6	2.3	3.0
	40	6.0	6.7	7.6	0.4	9.7	18.0	2.2	1.0	2.7	3.0
	50	7.0	7.0	8.6	0.4	10.5	21.0	2.6	1.0	3.2	4.0
	60	7.5	7.6	9.1	0.4	11.4	22.5	2.8	1.5	3.2	4.0
	80	9.5	8.9	11.1	0.4	13.7	28.5	3.6	1.5	4.2	4.5
	100	11.0	9.5	12.6	0.4	15.0	33.0	4.5	2.0	4.7	4.5
	120	12.5	10.0	14.1	0.4	16.5	37.5	4.8	2.5	5.2	5.0
	150	15.0	10.0	16.6	0.4	17.7	45.0	5.7	3.0	6.3	6.0

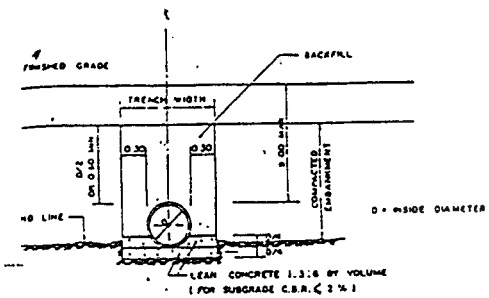
PIPE CONNECTION DETAILS

NOT TO SCALE

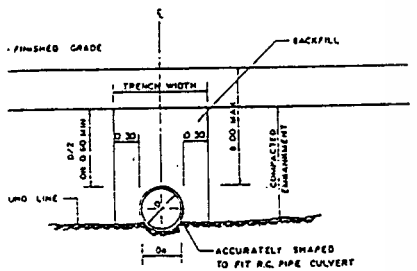
NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN CENTIMETERS UNLESS OTHERWISE INDICATED
2. REINFORCED CONCRETE PIPE CULVERT CLASSES 2 AND 3 SHALL CONFORM TO ITS 128.
3. CEMENT, STEEL REINFORCEMENT, AGGREGATES AND TEST METHODS USED FOR R.C. PIPE CULVERT SHALL CONFORM TO THE REQUIREMENT OF ITS. 128 OR TO THE DEPARTMENT OF HIGHWAYS' STANDARDS
   - 3.1 CEMENT CONTENT USED FOR CONCRETE MIX SHALL NOT BE LESS THAN 333 KILOGRAM PER CUBIC METER OF CONCRETE
   - 3.2 CONCRETE COVER FOR SINGLE LAYER CIRCULAR REINFORCEMENT SHALL BE 0.35 TO 0.5 TIME OF WALL THICKNESS (MEASURED FROM INNER WALL)
   - 3.3 CONCRETE COVER FOR DOUBLE LAYERS CIRCULAR REINFORCEMENT SHALL BE 2.5 CM. IN AVERAGE BUT NOT LESS THAN 1.5 CM.
   - 3.4 LONGITUDINAL REINFORCEMENT SPACING FOR PIPE SIZE Ø 50 CM. OR SMALLER SHALL BE A MINIMUM OF 4 - 6.4 MM. BARS OR 6 - 6.4 MM. BARS FOR PIPE Ø 60 CM. OR LARGER
   - 3.5 CIRCULAR REINFORCEMENT SPACING FOR PIPE SIZE Ø 30 CM. TO Ø 80 CM. SHALL BE 10 CM. OR LESS AND FOR PIPE SIZE Ø 100 CM. TO Ø 150 CM. SHALL BE 15 CM. OR LESS BUT NOT MORE THAN THEIR WALL THICKNESS.
4. THE CULVERT WHICH HAVING TRANSVERSE REINFORCEMENT IN ELLIPTIC CAGE AS SPECIFIED IN THE ITS 128 SHALL NOT BE USED.
5. PIPE MAY BE EITHER BELL AND SPIGOT TYPE OR TONGUE AND GROOVE TYPE AS DIRECTED BY THE ENGINEER.
6. CULVERT JOINTS SHALL BE MORTARED AS SHOWN ON THE DRAWING WITH CEMENT MORTAR (1 : 2 BY VOLUME).
7. CULVERT LENGTH (L) SHALL BE 100 CM. UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
8. REINFORCED CONCRETE PIPE CULVERT CLASS 2 SHALL BE USED UNDER PAVEMENT
9. REINFORCED CONCRETE PIPE CULVERT CLASS 3 SHALL BE USED UNDER SIDEWALK

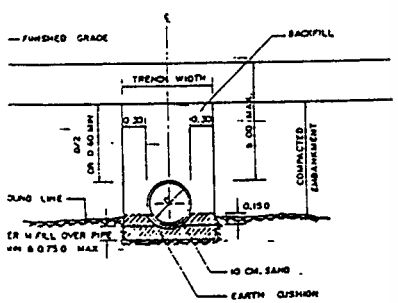
NO 73 R.C.PIPE CULVERT



(a) CONCRETE CRADLE BEDDING



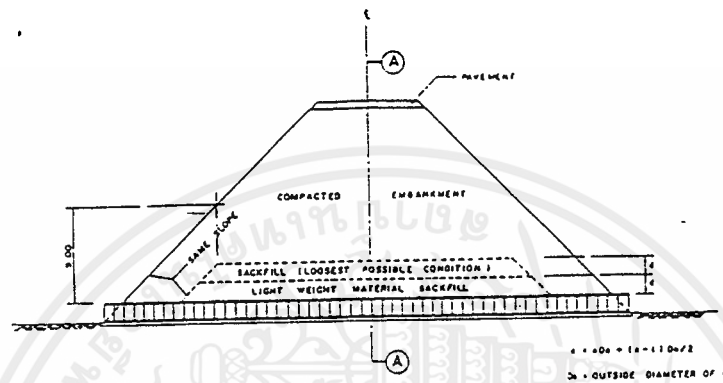
(b) ORDINARY BEDDING

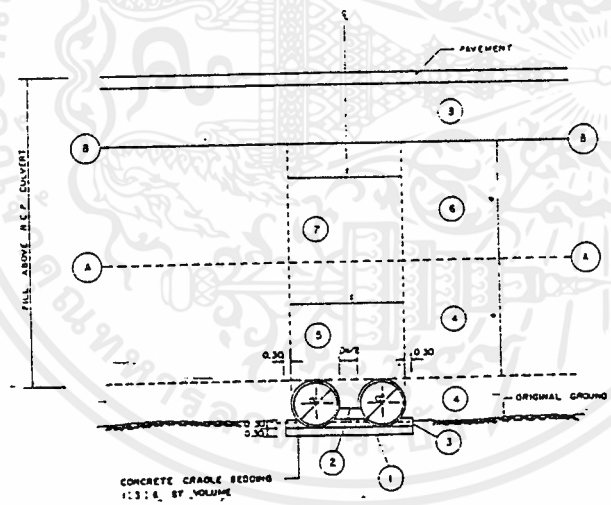


)DING FOR ROCK OR UNYIELDING FOUNDATION

CULVERTS INSTALLATION BY TRENCH METHOD

TO SCALE





SECTION (A)-(A)

R.C. PIPE CULVERTS INSTALLATION FILL ABOVE PIPE OVER 9.00 M.

NOT TO SCALE

REINFORCED CONCRETE CULVERT PIPE INSTALLATION (MAXIMUM FILL HEIGHT 9.00 M.)

A.) CONSTRUCTION METHODS WHEN FILL HEIGHT IS LESS THAN 1.20 M.

1. THE PROJECTION METHODS SHALL BE USED FOR PIPE INSTALLATION.
2. THE RIGHT-OF-WAY LAYOUT SHALL BE SUITABLE FOR THE TERRAIN. THE EXISTING GROUND ALONG THE LINE OF CULVERT SHALL BE PREPARED TO THE SPECIFIED SLOPE.
3. PIPE BEDDING SHALL BE TYPE (a), (b) OR (c) AS SHOWN ON THE DRAWING AND SHALL DEPEND UPON PREVAILING SOIL CONDITION AND THE JUDGEMENT OF THE ENGINEER.
4. AFTER THE PIPE HAS BEEN PLACED, THE SUBGRADE AND/OR PORTION OF PAVEMENT SECTION WHICH ARE TO BE LAID ALONG BOTH SIDES OF THE LINE WITH IN A DISTANCE OF 4 PIPE DIAMETERS BUT NOT LESS THAN 3.00 M FROM CENTERLINE OF THE PIPE SHALL BE CONSTRUCTED LIGHT WEIGHT CONSTRUCTION EQUIPMENT USED FOR COMPACTION SHALL OPERATE IN A DIRECTION PERPENDICULAR TO CENTERLINE OF ROADWAY FOR PARALLEL TO PIPE LINE UNTIL THE BACKFILL HAS REACHED AN ELEVATION OF AT LEAST 30 CM ABOVE THE TOP OF PIPE.

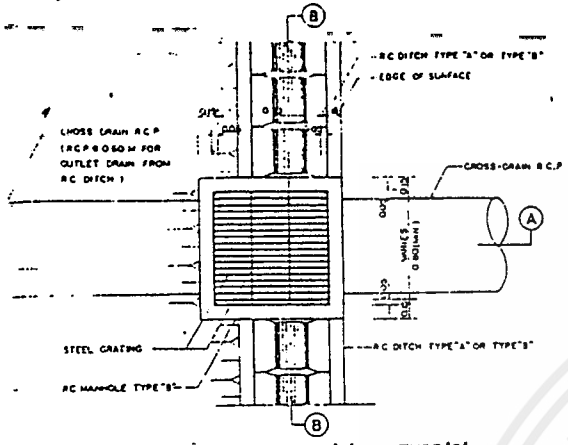
B.) CONSTRUCTION METHODS WHEN FILL HEIGHT EXCEEDS 1.20 M.

1. PIPE INSTALLATION SHALL BE BY TRENCH METHOD. SUBGRADE SHALL BE FIRST CONSTRUCTED TO AN ELEVATION D/2 OR AT LEAST 60 CM. OVER TOP OF PROPOSED PIPE A TRENCH SHALL THEN BE EXCAVATED ALONG THE PROPOSED LINE AS SHOWN ON THE DRAWING. TRENCH WALLS SHALL HAVE A SMOOTH SURFACE AND SHALL BE CONSTRUCTED VERTICALLY.
2. THE TRENCH BED SHALL BE PREPARED TO THE SPECIFIED SLOPE. BEDDING TYPE SHALL BE (a),(b) OR (c) DEPENDING ON FOUNDATION SOIL AND AS DIRECTED BY THE ENGINEER.
3. PIPE SHALL BE INSTALLED ACCORDING TO SIZES SHOWN ON THE DRAWINGS BACKFILLING OF PIPE CULVERTS SHALL NOT BE PERMITTED UNTIL AT LEAST 48 HOURS HAVE ELAPSED AFTER JOINT HAVE BEEN COMPLETED.
4. BACKFILL SHALL BE PLACED TO THE SUBGRADE ELEVATION AS DESCRIBED IN NOTE 1 BACKFILL SHALL BE A SELECT MATERIAL AND SHALL REQUIRE THE APPROVAL OF THE ENGINEER METHOD OF COMPACTION OF BACKFILL SHALL BE THE SAME AS REQUIRED FOR SUBGRADE. COMPACTION EQUIPMENT SHALL BE APPROVED BY THE ENGINEER

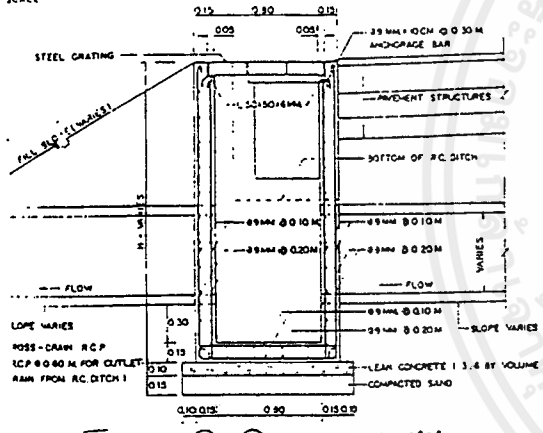
REINFORCED CONCRETE CULVERT PIPE INSTALLATION (FILL HEIGHT OVER 9.00 M.)

1. AFTER EXISTING GROUND HAS BEEN PREPARED TO SPECIFIED SLOPE AND ELEVATION, CONCRETE BEDDING FOR PIPE SUPPORT SHALL BE PLACED AS SHOWN IN SECTION (A)-(A)
2. THE NUMBER OF PIPE BARRELS AND SIZE OF PIPE CULVERT SHALL BE INSTALLED AS SHOWN
3. A CONCRETE CRADLE SHALL THEN BE PLACED AS SHOWN IN SECTION (A)-(A)
4. EMBANKMENT SHALL BE CONSTRUCTED WITH SELECTED MATERIAL AND COMPACTED IN ACCORD WITH THE TYPICAL CROSS-SECTION FOR THE ROUTE. EMBANKMENT SHALL BE COMPACTED TO THE (A)-(A) LEVEL, "a" METERS ABOVE THE TOP OF PIPE WITH LIGHT WEIGHT COMPACTION EQUIPMENT. CONSTRUCTION PROCEDURES SHALL REQUIRE SUPERVISION BY THE ENGINEER
5. A TRENCH SHALL BE EXCAVATED TO A WIDTH "a" METERS WITH VERTICAL, SMOOTH WALL AND BACKFILL WITH LIGHT WEIGHT MATERIAL OF A TYPE SPECIFIED BY THE ENGINEER.
6. a) WHEN FILL HEIGHT IS LESS THAN 18.00 M. THE CONSTRUCTION HAS REACHED THE (A)-(A) LEVEL AS DESCRIBED IN NOTE 4 & 5 ABOVE, FULL EMBANKMENT SHALL THEN BE PLACED TO MEET THE FINISHED SUBGRADE LEVEL.
   b) WHEN FILL HEIGHT EXCEEDS 18.00 M. EMBANKMENT CONSTRUCTION SHALL CONTINUE AS DESCRIBED IN NOTE 4 ABOVE UNTIL THE (B)-(B) LEVEL IS REACHED.
7. A TRENCH SHALL THEN BE EXCAVATED AS DESCRIBED IN NOTE 5 ABOVE EXCEPT BACKFILL SHALL BE REGULAR BACKFILL MATERIAL AND SHALL BE PLACED AS LOOSELY AS POSSIBL WITHOUT COMPACTION.
8. THE REMAINING EMBANKMENT SHALL THEN BE CONSTRUCTED TO SUBGRADE LEVEL AND COMPACTED BY METHODS NORMALLY USED.
9. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED.

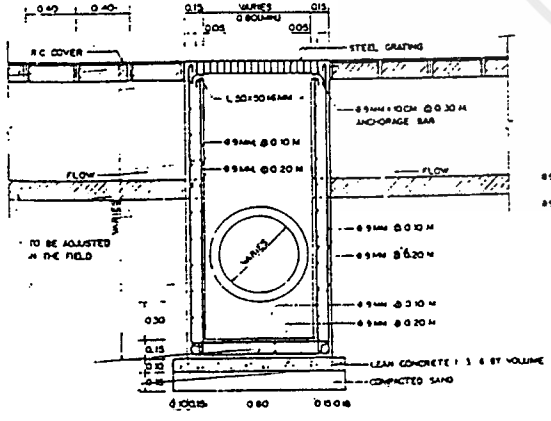
NO. 74 R.C.PIPE CULVERT INSTALLATION

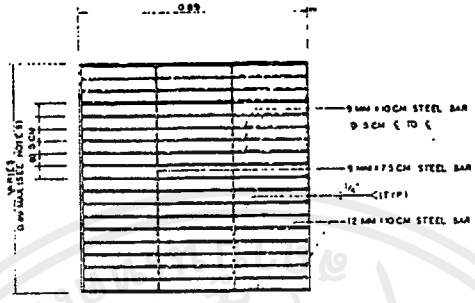


PLAN OF R.C. DITCH TYPE "A" OR TYPE "B"
WITH MANHOLE TYPE "B" AND CROSS-DRAIN PIPE CULVERT
SCALE 1 : 20

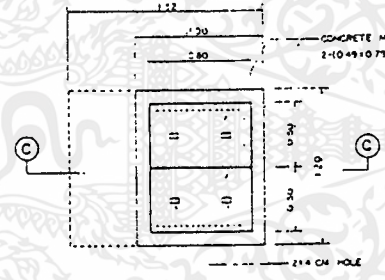


SECTION Ⓐ - Ⓐ MANHOLE TYPE "B"
SECTION 1 : 20

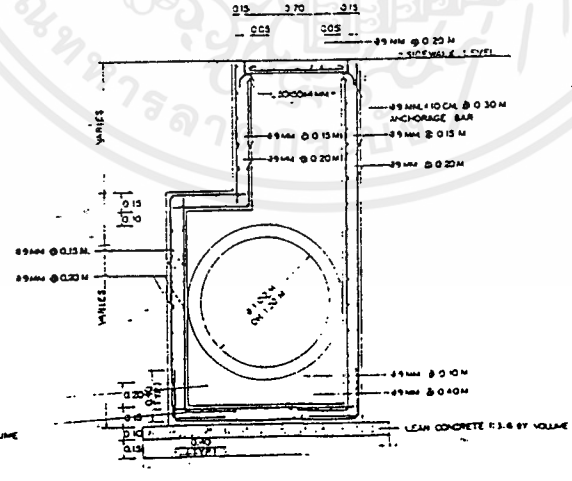


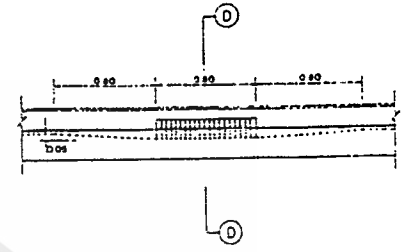


STEEL MANHOLE COVER FOR MANHOLE TYPE "B"
SCALE 1 : 20

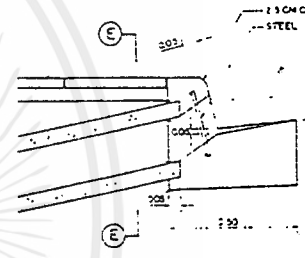


PLAN OF MANHOLE TYPE "C"
SCALE 1 : 20

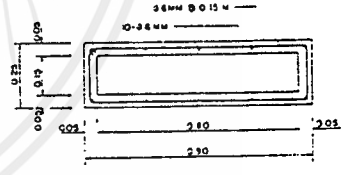




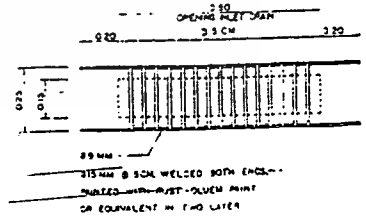
INLET DRAIN FOR MANHOLE TYPE "C"
SCALE 1 : 10



SECTION Ⓓ - Ⓓ
SCALE 1 : 10



SECTION Ⓔ - Ⓔ
SCALE 1 : 10

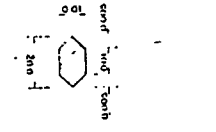


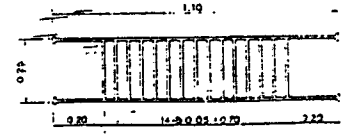
NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED
2. CONCRETE SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF 210 KSC FOR 15 x 15 x 15 CM CUBE AT 28 DAYS AN APPROXIMATE MIX DESIGN PER CUBIC METER IS SUGGESTED AS FOLLOWS

PORTLAND CEMENT TYPE I	350	KG (MIN.)
SAND	0.43	M^3
CRUSHED ROCK OR GRAVEL	0.86	M^3
CONCRETE SLUMP	10	CM (MAX.)

3. REINFORCING STEEL SHALL CONFORM TO TIS 20 GRADE SR 24
4. STRUCTURAL STEEL SHALL CONFORM TO TIS 116 GRADE Fe 30 AND PAINTED WITH RUST-OLEUM PAINT OR EQUIVALENT IN TWO LAYER
5. FLAT PLATE STEEL SHALL CONFORM TO TIS 55 GRADE SR 24
6. LAP LENGTH SHALL NOT BE LESS THAN 40 BAR DIAMETERS
7. CLEAR CONCRETE COVER SHALL BE 3 CM UNLESS OTHERWISE INDICATE
8. MANHOLE TYPE "B" SHALL BE CONSTRUCTED WHERE THE R.C. DITCH TYPE "A" OR TYPE "B" CROSS WITH CROSS-DRAIN R.C.P OR TO DRAIN WATER FROM THE R.C. DITCH
9. IF THE WIDTH OF STEEL MANHOLE COVER IS MORE THAN 0.69 M., THE TWO STEEL MANHOLE COVERS SHALL BE USED





CAST-IRON GRATING DETAILS
SCALE 1 : 10

NO. 75 MANHOLE DETAILS-I

NOTES :

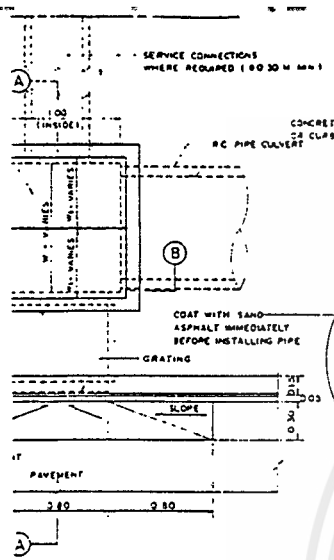
1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED
2. CONCRETE SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF 210 KSC FOR 15×15×15 CM CUBE AT 28 DAYS AN APPROXIMATE MIX DESIGN PER CUBIC METER IS SUGGESTED AS FOLLOWS :

PORTLAND CEMENT TYPE I	350	KG(MIN)
SAND	0.43	M^3
CRUSHED ROCK OR GRAVEL	0.86	M^3
CONCRETE SLUMP	10	CM(MAX)

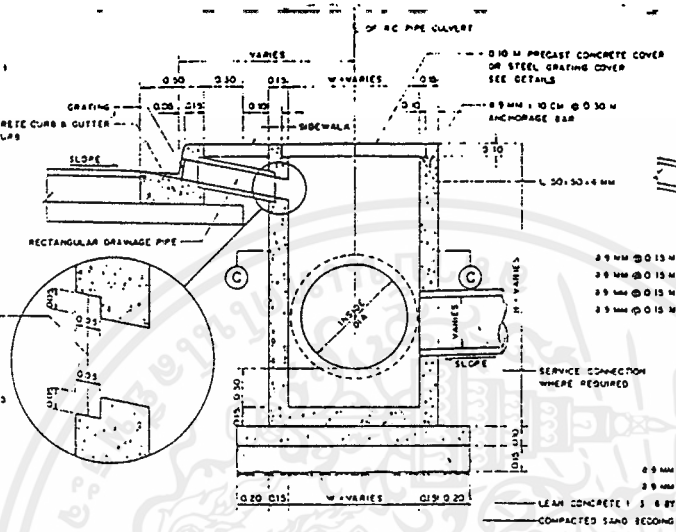
3. REINFORCING STEEL SHALL CONFORM TO TIS 20 GRADE SR 24
4. STRUCTURAL STEEL SHALL CONFORM TO TIS 116 GRADE Fe 30
5. FLAT PLATE STEEL SHALL CONFORM TO TIS 55 GRADE SR 24
6. STRUCTURAL STEEL AND FLAT PLATE STEEL SHALL BE PAINTED WITH RUST-OLEUM PAINT OR EQUIVALENT TWICE AND WITH OIL PAINT ONCE
7. CLEAR CONCRETE COVER SHALL BE 3 CM
8. MANHOLE SIZE SHALL VARY ACCORDING TO THE SIZE OF R.C. PIPE CULVERT (SEE TABLE I)
9. MANHOLES SHALL BE ARRANGED AT 15.00 M (TYP.) INTERVAL OR AS DIRECTED BY THE ENGINEER

TABLE I

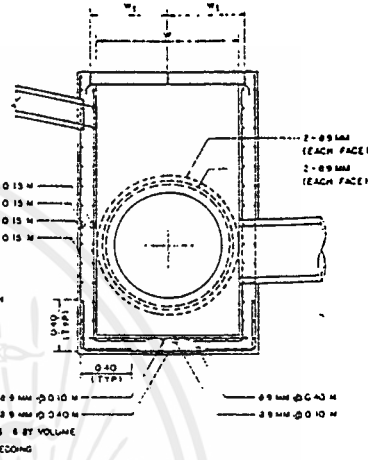
INSIDE DIA. OF R.C. PIPE CULVERT	DIMENSIONS		
	W	W1	H
Ø 0.60	0.90	0.440	VARIES
Ø 0.80	1.00	0.540	VARIES
Ø 1.00	1.25	0.648	VARIES
Ø 1.20	1.50	0.790	VARIES



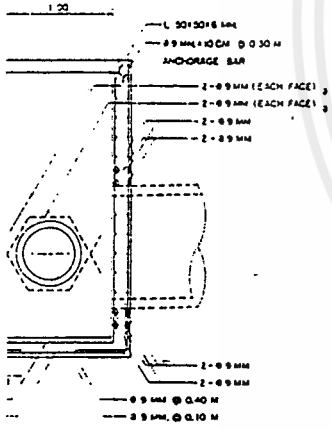
MANHOLE TYPE "D"
1 : 20

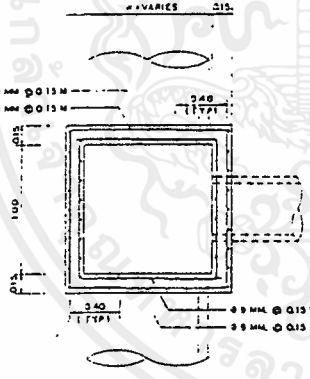


SECTION (A)-(A)
SCALE 1 : 20

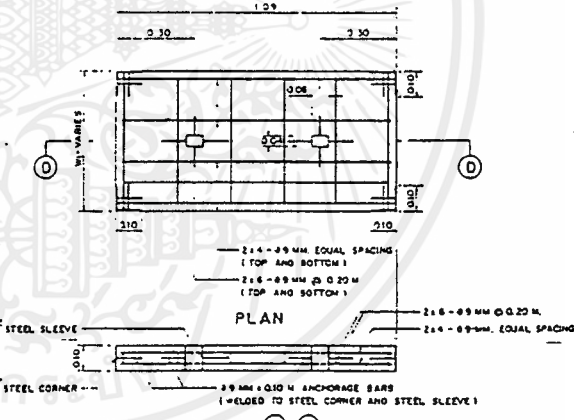


SECTION (A)-(A)
SCALE 1 : 20

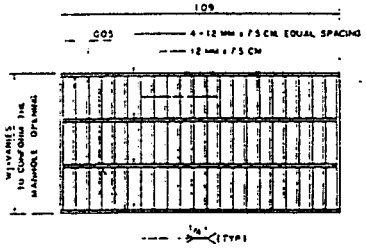




SECTION (C)-(C)
SCALE 1 : 20

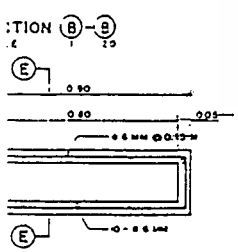


SECTION (D)-(D)

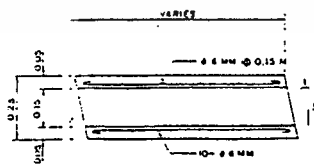


STEEL GRATING COVER DETAILS
SCALE 1 : 10

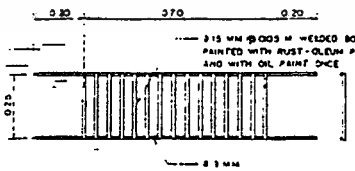
SECTION (B)-(B)



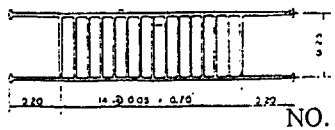
RECTANGULAR DRAINAGE PIPE



SECTION (E)-(E)
SCALE 1 : 10



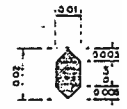
STEEL GRATING DETAILS
SCALE 1 : 10



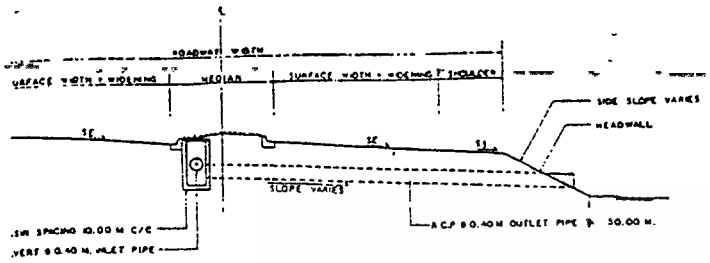
CAST-IRON GRATING DETAILS
SCALE 1 : 10

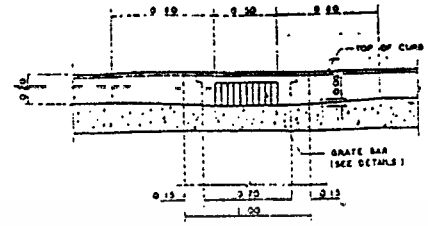
FRONT VIEW OF GRATING
SCALE 1 : 20

CONCRETE COVER DETAILS
SCALE 1 : 10

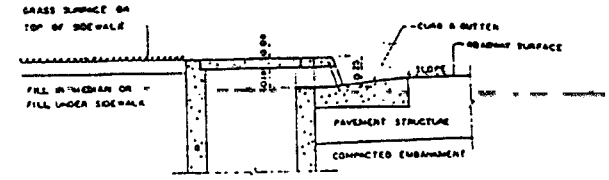


NO. 76 MANHOLE DETAILS-II



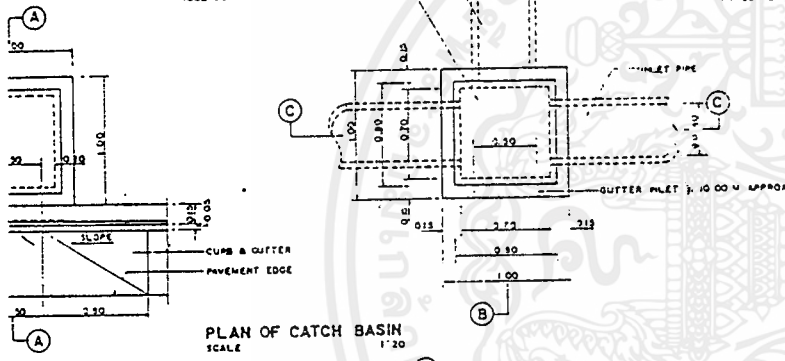


FRONT VIEW OF GRATING
SCALE 1:20

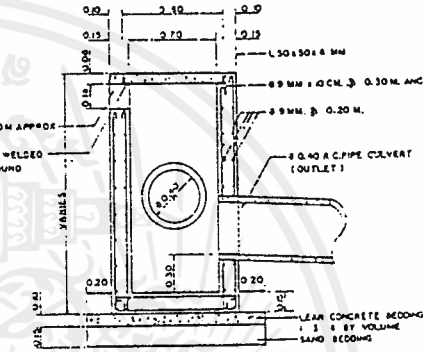


SECTION (A)-(A)
SCALE 1:20

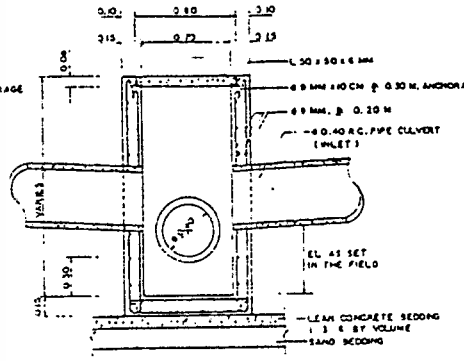
AL CROSS SECTION ALONG SUPERELEVATION SECTION
1:100



PLAN OF CATCH BASIN
SCALE 1:20



SECTION (B)-(B)
SCALE 1:20



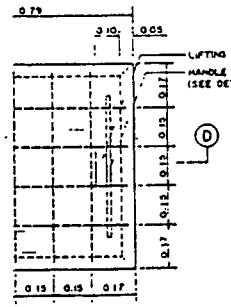
SECTION (C)-(C)
SCALE 1:20

NOTES :

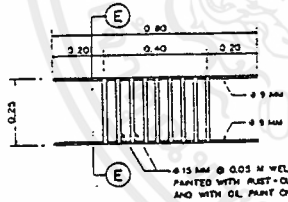
1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED
2. CONCRETE SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF 210 KSC. FOR 15 x 15 x 15 CM CUBE AT 28 DAYS. AN APPROXIMATE MIX DESIGN PER CUBIC METER IS SUGGESTED AS FOLLOWS :

PORTLAND CEMENT TYPE I	350	KG (MIN.)
SAND	0.43	M^3
CRUSHED ROCK OR GRAVEL	0.86	M^3
CONCRETE SLUMP	10	CM (MAX.).

3. REINFORCING STEEL SHALL CONFORM TO TIS 20 GRADE SR 24
4. STRUCTURAL STEEL SHALL CONFORM TO TIS. 116 GRADE Fe 30
5. FLAT PLATE STEEL SHALL CONFORM TO TIS 55 GRADE SR 24
6. STRUCTURAL STEEL AND FLAT PLATE STEEL SHALL BE PAINTED WITH RUST-OLEUM PAINT OR EQUIVALENT TWICE AND WITH OIL PAINT ONCE
7. CLEAR CONCRETE COVER SHALL BE 3 CM

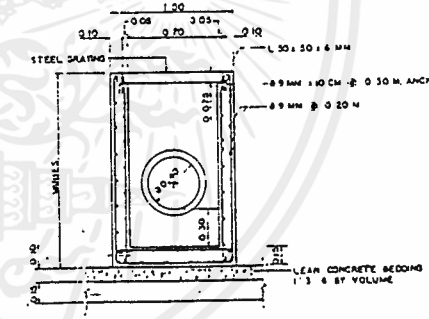


PLAN

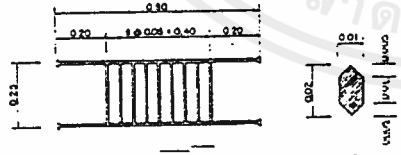


GRATE BAR DETAILS
SCALE 1:10

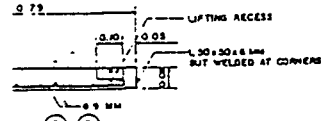
SECTION (E)-(E)
SCALE 1:10



MANHOLE SECTION USED IN TURN-AROUND OF KHLONG ACCESS
SCALE 1:20

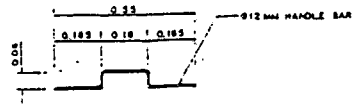


CAST-IRON GRATING DETAILS
SCALE 1:10

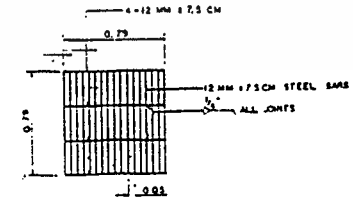


TION (C)-(D)

BASIN COVER
1:10

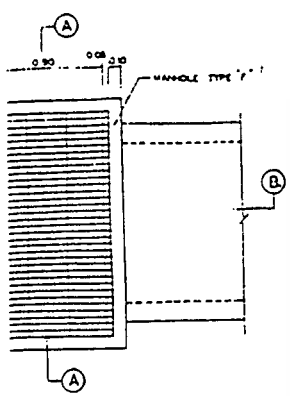


HANDLE-BAR DETAILS
SCALE 1:10

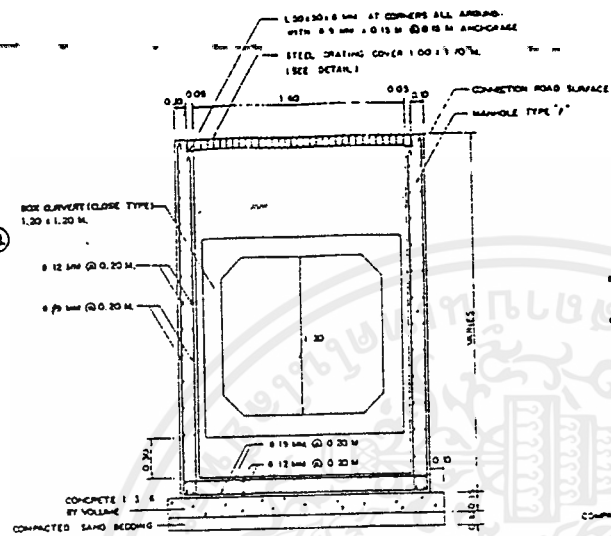


STEEL GRATING COVER PLAN
SCALE 1:10

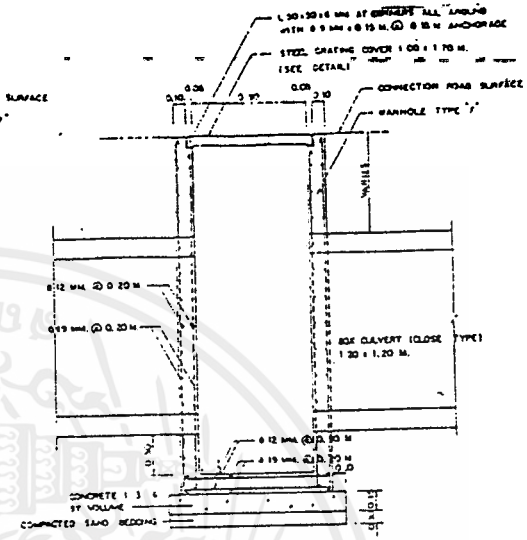
NO. 77 CATCH BASIN



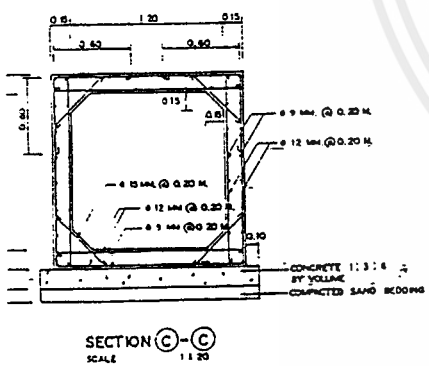
OX CULVERT (CLOSE TYPE)
1:20



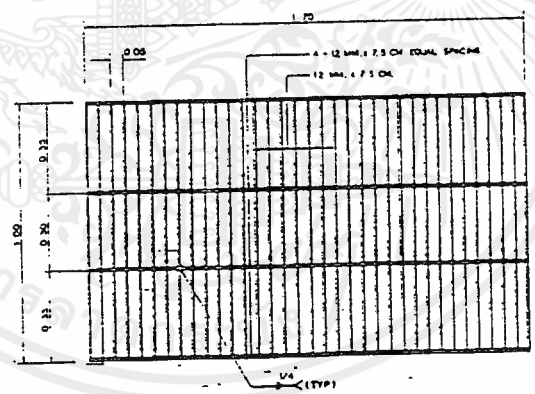
SECTION (A)-(A)
SCALE 1:20



SECTION (B)-(B)
SCALE 1:20



SECTION (C)-(C)
SCALE 1:20



STEEL GRATING COVER DETAILS
SCALE 1:10

NOTES :

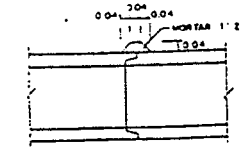
1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED.
2. BOX CULVERT (CLOSE TYPE) SHALL BE USED FOR [illegible] ROAD ONLY.
3. IF NECESSARY TO CONSTRUCT MANHOLE AT ROADWAY, MANHOLE COVER SHALL BE STEEL GRATING.
4. CONCRETE SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF 210 KSC. FOR 15 x 15 x 15 CM CUBE AT 28 DAYS. AN APPROXIMATE MIX DESIGN PER CUBIC METER IS SUGGESTED AS FOLLOWS :

PORTLAND CEMENT TYPE I	350	KG. (MIN.)
SAND	0.43	M^3
CRUSHED ROCK OR GRAVEL	0.86	M^3
CONCRETE SLUMP	10	CM (MAX.)

5. REINFORCING STEEL SHALL CONFORM TO TIS. 20 GRADE SR 24.
6. STRUCTURAL STEEL SHALL CONFORM TO TIS. 116 GRADE Fo 30.
7. FLAT PLATE STEEL SHALL CONFORM TO TIS. 35 GRADE SR 24
8. STRUCTURAL STEEL AND FLAT PLATE STEEL SHALL BE PAINTED WITH RUST-OLEUM PAINT OR EQUIVALENT TWICE AND WITH OIL PAINT ONCE
9. CLEAR CONCRETE COVER SHALL BE 3 CM
10. THE LENGTH OF BOX CULVERT (CLOSE TYPE) FOR PAYMENT SHALL BE MEASURED AT OUTER EDGE OF MANHOLE.

PRE - CAST BOX CULVERT

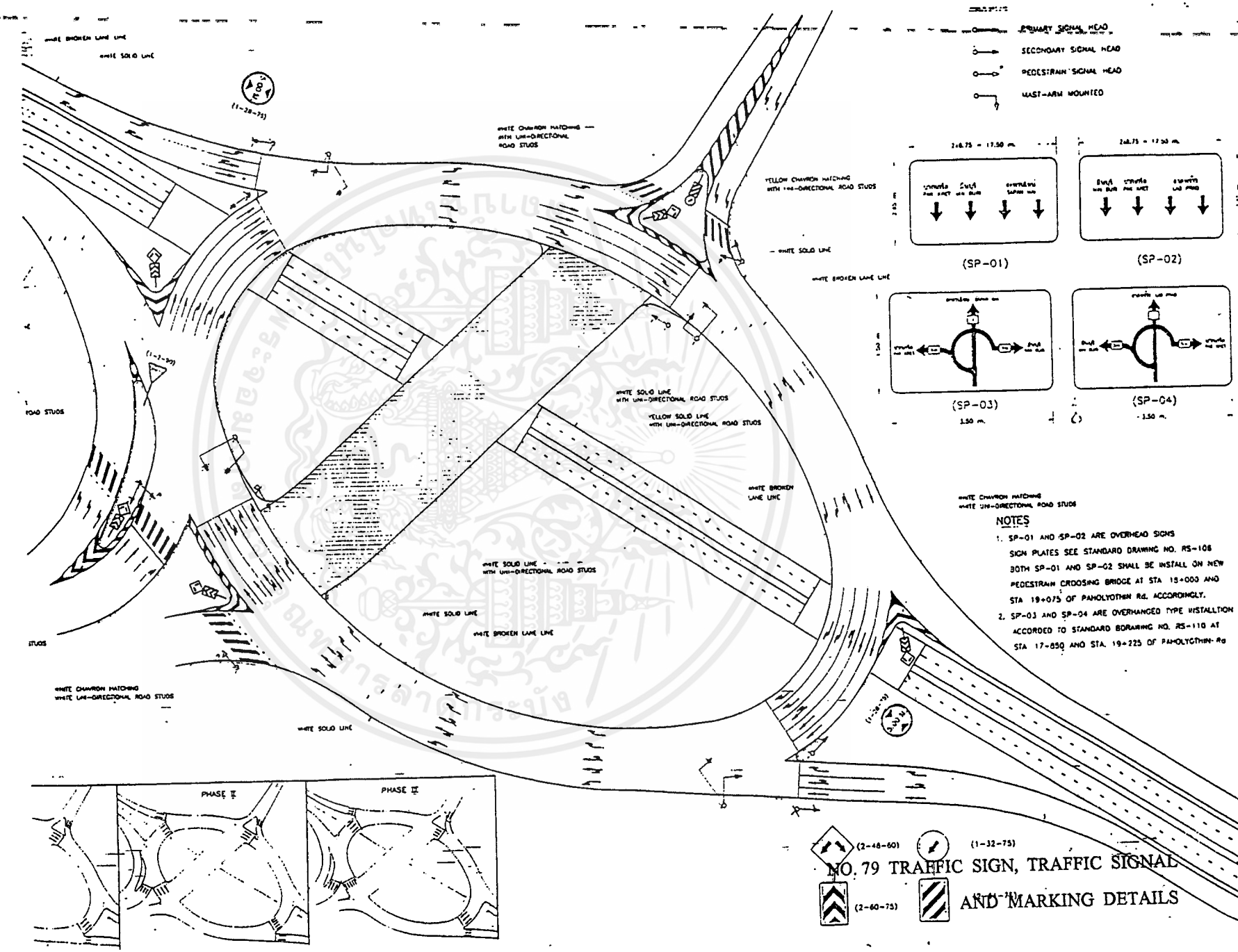
1. THE CONTRACTOR CAN USE PRE - CAST REINFORCED CONCRETE BOX SECTION WHICH CONFORM TO ASTM DESIGNATION C 789M - 83 OR AASHTO NO M259 - 811 INSTEAD OF THE CAST IN - PLACE BOX CULVERT
2. DESIGN REQUIREMENTS
   - 2.1 THE DESIGN EARTH COVER SHALL BE THE MAXIMUM VALUE AT FIELD CONDITION BUT NOT LESS THAN 0.60 M
   - 2.2 BOX CULVERT SIZE SHALL BE 1.20 x 1.20 M WITH THICKNESS NOT LESS THAN 0.125 M
   - 2.3 THE CIRCUMFERENTIAL REINFORCEMENT OF BOX CULVERT AT ROADWAY SHALL BE CALCULATED FROM WEIGHT OF BACKFILL AND HS 20 - 44 TRUCK LOADING (FROM THE STANDARD SPECIFICATION FOR HIGHWAY BRIDGES - AASHTO) BUT UNDER SIDEWALK, THE CIRCUMFERENTIAL REINFORCEMENT SHALL BE CALCULATED FROM WEIGHT OF BACKFILL ONLY.
   - 2.4 REINFORCEMENT STEEL SHALL CONFORM TO ASTM A - 82 OR A - [illegible]
   - 2.5 CONCRETE SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF 280 KSC. FOR 15 x 15 x 15 CM. CUBE AT 28 DAYS
3. LENGTH OF THE PRE - CAST BOX CULVERT SHALL BE NOT LESS THAN 1.0
4. JOINT OF PRE - CAST BOX CULVERT SHALL BE TONGUE AND GROOVE TYPE WHICH INTERIOR JOINT MUST BE SMOOTH, NOT OBSTRUCT TO FLOW OF WATER
5. JOINT SHALL BE FILLED WITH MORTAR (PORTLAND CEMENT : SAND) RATIO 1 : 3 BY VOLUME



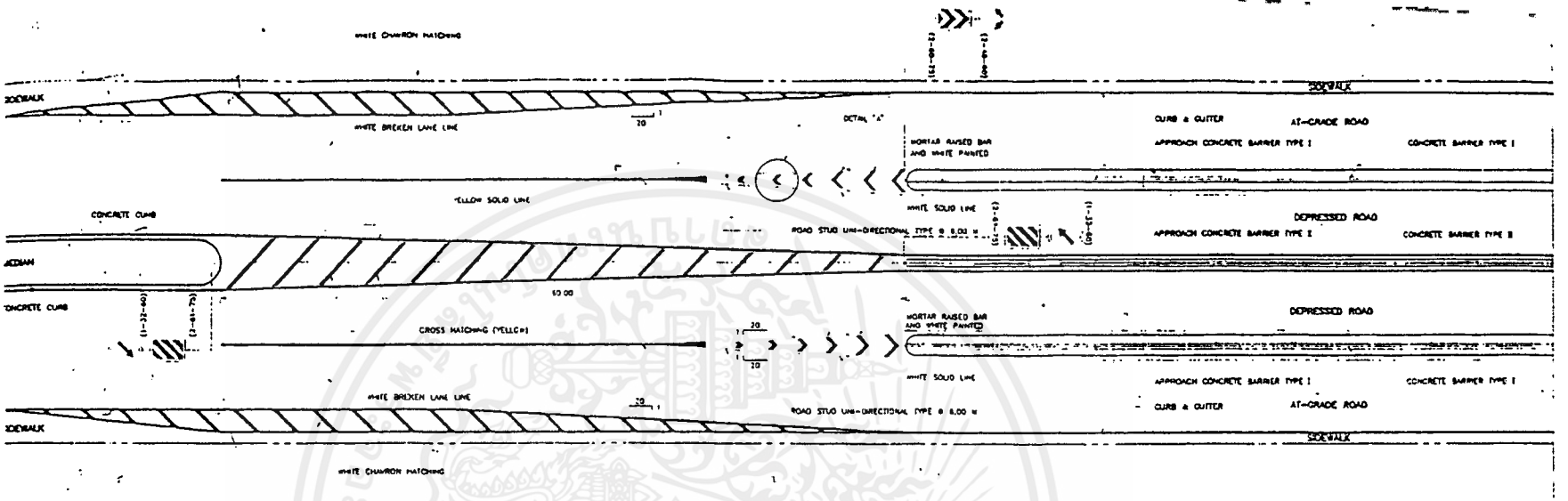
6. METHOD OF PLACING AND BEDDING OF PRE - CAST BOX CULVERT SHALL BE THE SAME AS THE CAST IN - PLACE BOX CULVERT.
7. THE LONGITUDINAL REINFORCEMENT SHALL HAVE DIAMETER NOT LESS THAN 9 MM. WITH SPACING NOT MORE THAN 15 CM

NO. 78 DETAR. OF INLET AND MANHOLE TYPE "F"

& BOX CULVERT (CLOSE-TYPE)

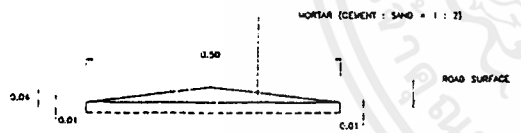


NO. 79 TRAFFIC SIGN, TRAFFIC SIGNAL AND MARKING DETAILS



PLAN OF TRANSITION TO DEPRESSED ROAD

SCALE 1 : 200



DETAIL A (RAISED BAR)

NOTES :

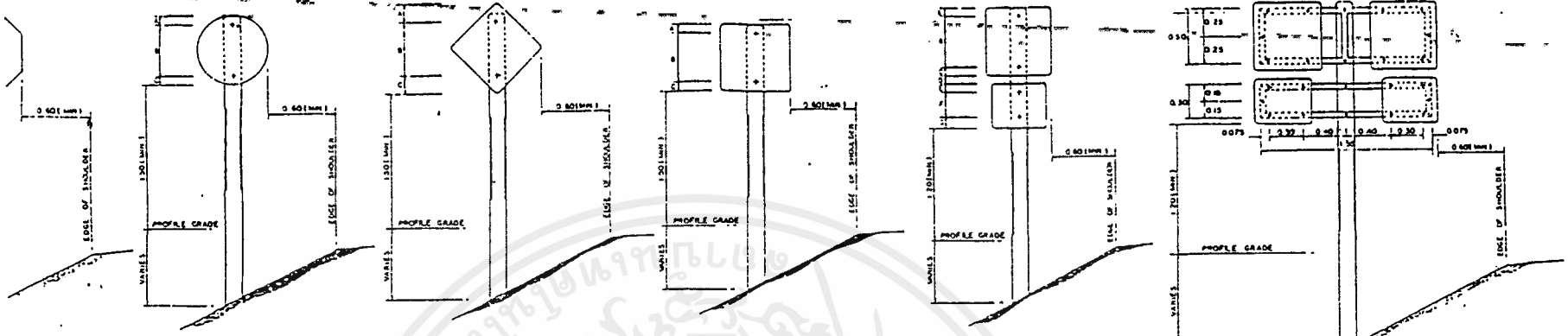
1. ALL DIMENSION SHOWN ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED.
2. PAINTING (PAVEMENT MARKING) SHALL BE THERMOPLASTIC TYPE.
3. CONCRETE BARRIER TYPE II SHALL BE PRECAST TYPE AND TEMPORARY INSTALLATION.
4. EITHER CONCRETE BARRIER TYPE I OR TYPE II SHALL BE WITH APPROACH AT EACH END.

AS-BUILT		JOB		DEPT	DESCRIPTION	DESIGNED		JOB		KINGDOM OF THAILAND	LAEM CHABANG INTERCHANGE	CONSULTANT :
CHECKED	DATE	CHECKED	DATE	OK		CHECKED	DATE	CHECKED	DATE	MINISTRY OF TRANSPORT AND COMMUNICATIONS	TRANSITION DETAILS AT BEGINNING AND END OF DEPRESSED ROAD	
										DEPARTMENT OF HIGHWAYS		

NO. 80 TRANSITION DETAILS AT BEGINNING AND END OF DEPRESSED ROAD

SCALE : 1 : 200

SHEET NO. 80



Y SIGN

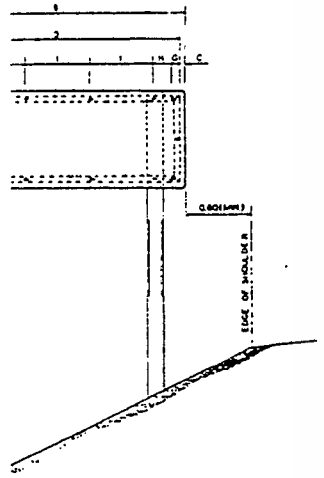
REGULATORY SIGN

WARNING SIGN

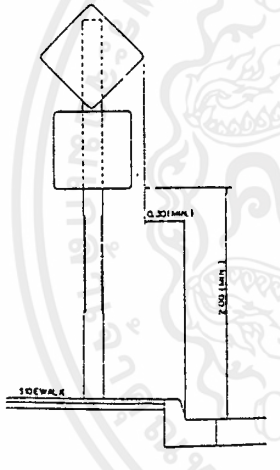
ROUTE MARKER

ROUTE TURN ASSEMBLIES TYPE I
OR DIRECTIONAL ASSEMBLIES

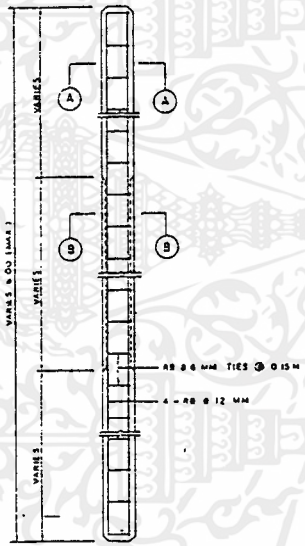
ROUTE TURN ASSEMBLIES TYPE II



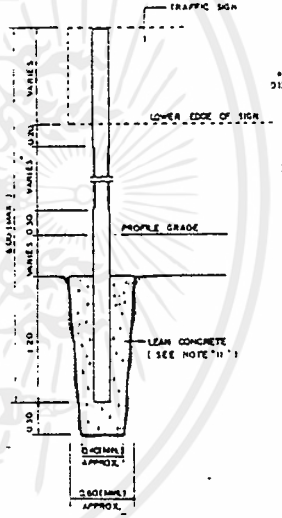
I WITH ARROW SIGN
I AND DISTANCE SIGN
STRICT BOUNDARY SIGN
AND ENGLISH WORDS
AI WORDS ONLY —



TYPICAL SIGN INSTALLATION AT SIDEWALK

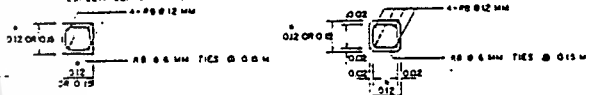


REINFORCED CONCRETE POST DETAIL
NOT TO SCALE



SIGN POST INSTALLATION DETAIL
NOT TO SCALE

a SIZE OF POST SHALL BE 0.12×0.12 M FOR SINGLE POST AND TWIN POSTS WITH TOTAL AREA OF THE SIGN PLATES IS NOT MORE THAN 2.50 M AND 4.50 M RESPECTIVELY OR OTHERWISE THE SIZE SHALL BE 0.15×0.15 M.



SECTION (A)-(A)
NOT TO SCALE

SECTION (B)-(B)
NOT TO SCALE

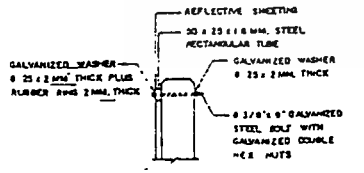
NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED.
2. SIGN PLATE SHALL BE MADE OF 2 MM. THICK ALUMINUM ALLOY.
3. ALUMINUM ALLOY SIGN PLATE SHALL CONFORM TO TIS 331
4. UNLESS OTHERWISE INDICATED, SIGN AND THEIR SUPPORTS SHALL BE OF THE SIZES, COLORS AND TYPES PRESCRIBED BY, AND SITE IN ACCORDANCE WITH THE RECOMMENDATIONS OF, THE DEPARTMENT'S TRAFFIC CONTROL DEVICE MANUAL, PART I ISSUED B.E. 2531
5. REFLECTIVE SHEETING SHALL CONFORM TO TIS 606 TYPE I (COEFFICIENT OF RETRO-REFLECTION LEVEL I)
6. SIGN FRAME SHALL BE MADE OF 50×25×1.6 MM. STEEL RECTANGULAR TUBING FRAME WELDED AND SMOOTHED IN PRIMING PAINT FOR FRAME SHALL BE RUST PREVENTIVE PAINT (RED LEAD BASED PRIMER) FOR IRON AND STEEL SURFACES, TYPE 3) WHICH CONFORMS TO TIS 369 THE SUCCEEDING COATING SHALL BE PAINTED WITH BLACK METAL PAINT
7. LENGTH OF SIGN POSTS AND POSITIONS OF HOLES STATED IN THE DRAWING ARE FOR THE MIN. SIZ ONLY THESE LENGTHS AND POSITION OF HOLES SHALL BE ADJUSTED DEPENDING ON SITE CONDITION
8. PORTION OF CONCRETE POST FROM GROUND LINE TO THE ELEVATION OF 20 CM.—ABOVE FINISHED ROADWAY PROFILE SHALL BE PAINTED IN BLACK AND ALL OTHER PART SHALL BE PAINTED IN WHITE.
9. BACK OF SIGN, CLOSE TO EDGE OF PAVEMENT SIDE, SHALL BE STAMPED WITH DEPTH NOT LESS THAN 0.5 MM
10. CONCRETE SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF 210 KSC.—FOR 15 CM. CUBE AT 28 DAYS, AN APPROXIMATE MIX DESIGN PER CUBIC METER IS SUGGESTED AS FOLLOWS

PORTLAND CEMENT TYPE I	350	KG. (MIN.)
SAND	0.43	M³
CRUSHED ROCK OR GRAVEL	0.86	M³
CONCRETE SLUMP	10	CM (MAX.)

11. LEAN CONCRETE FOR SIGN POST BASE SHALL HAVE A PROPORTION OF CEMENT : SAND , AGGREGATE 1 : 3 : 6 BY VOLUME AND A CONCRETE SLUMP OF 10 CM (MAX.)
12. CLEAR CONCRETE COVER SHALL BE 2.5 CM.
13. REINFORCING STEEL SHALL CONFORM TO TIS 20 GRADE SR 24

หลวง
ยี
หนองแห่า
พ.ศ. 2532
:SIGN STAMP



TYPICAL FIXING OF SIGN PLATE

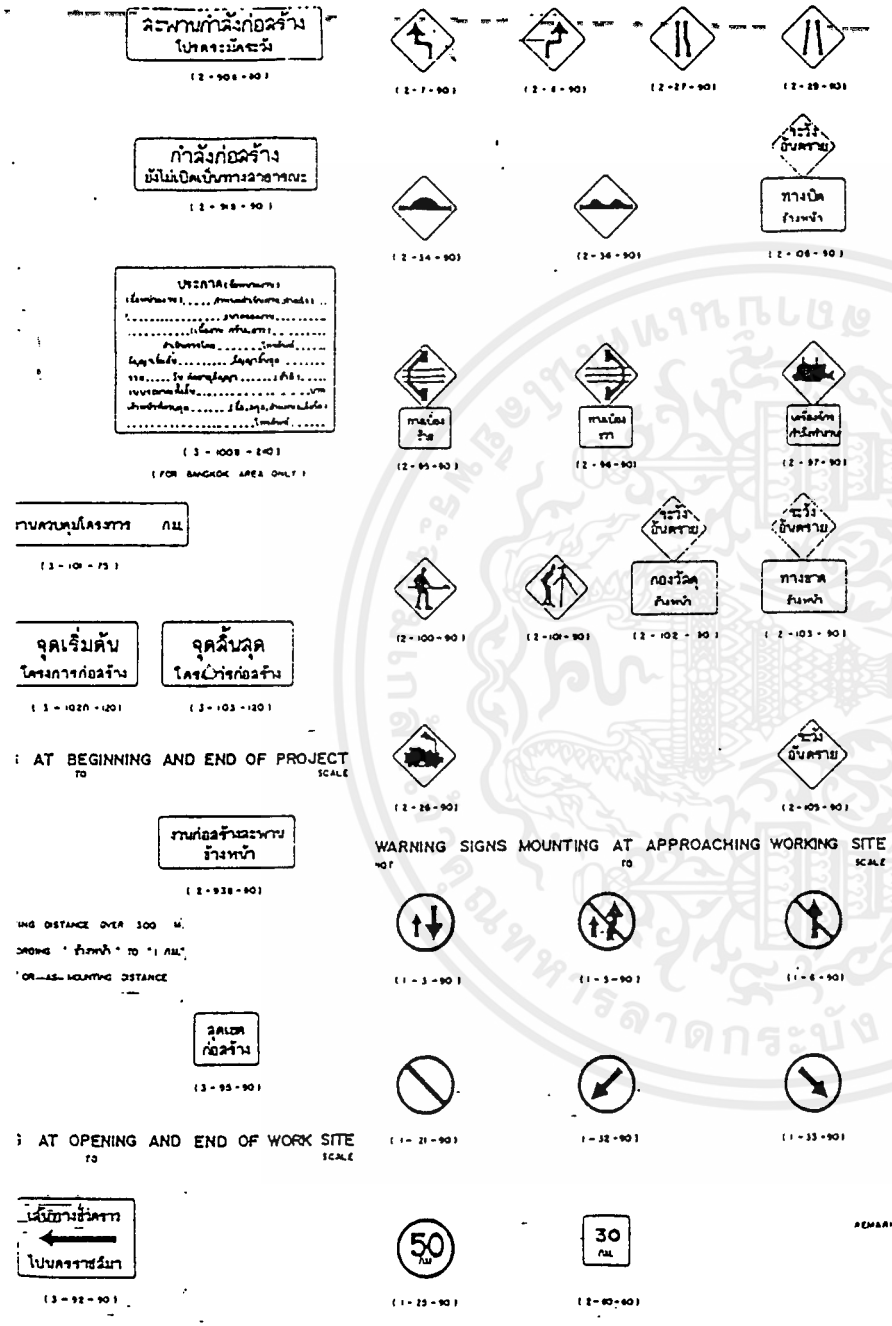
TABLE I POSITION OF HOLES FOR FIXING SIGN PLATES TO SIGN POST

DIMENSION	REGULATORY SIGN SIZE (CM.)			WARNING SIGN SIZE (CM.)			ROUTE MARKER (CM.)			ROUTE TURN ASSEMBLIES TYPE I & TYPE II (CM.)		
	60	75	90	60	75	90	60	75	90	60	75	90
A	7.5	11.5	15	20	25	20	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
B	45	45	60	45	66.5	90	45	60	75	45	60	75
C	7.5	11.5	15	20	17.5	17.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
D								7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
E								7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
F								22.5	33	45	22.5	33	45
G								10	7.5	7.5	10	7.5	7.5

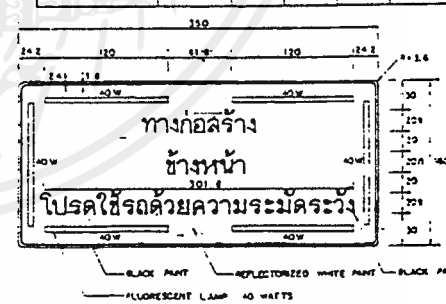
TABLE II POSITION OF HOLES FOR FIXING SIGN PLATES TO SIGN POST

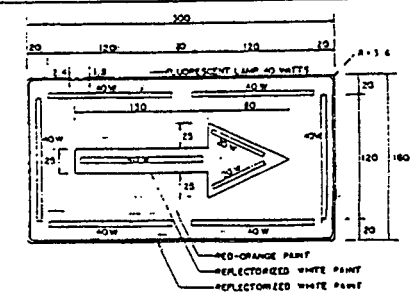
SIGN SIZE (CM.)		DIMENSIONS (CM.)									REMARK
WIDTH A	LENGTH B	C	D	E	F	G	H	I	J		
75	210	5	200	5	65	7.5	17.5	50	32.5		DESTINATION WITH ARROW SIGN, THAI & ENGLISH WORDS
90	240	20	200	12.5	65	7.5	17.5	50	32.5		
60	210	5	200	5	50	7.5	17.5	50	25		DESTINATION WITH ARROW SIGN, THAI WORDS ONLY
75	240	20	200	12.5	50	7.5	17.5	50	25		
75	180	5	170	5	65	7.5	17.5	40	32.5		DESTINATION AND DISTANCE
90	180	5	170	12.5	65						
50	180	5	170	5	50						
75	180	5	170	12.5	50						
65	180	5	170	5	55						
80	180	5	170	12.5	55						

NO. 81 MINOR SIGN & SIGN POST DETAILS



TRAFFIC SIGN/CONTROLLED PATTERN		SIZE (CM.)	LETTER SIZE 1 ST ROW	LETTER SIZE 2 ND ROW	RECOMMENDED LOCATION	REFLECTORIZED PROPERTIES	COLOUR OF BOARD
ROAD SIGNS MOUNTING AT BEGINNING AND END OF PROJECT	2 - 906 - 90	90 x 240	20	15	FOR EXISTING ROAD CONSTRUCTION	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 908 - 90	90 x 240	20	15	FOR EXISTING ROAD CONSTRUCTION	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 918 - 90	90 x 240	20	15	FOR NEW ROAD CONSTRUCTION THAT ALLOWS SOME TRAFFIC		RED - ORANGE
	2 - 918 - 90	90 x 240	20	15	FOR NEW ROAD CONSTRUCTION THAT ALLOWS SOME TRAFFIC		RED - ORANGE
	3 - 1009 - 240	240 x 360	FOR 1ST-2ND ROW AND REMAINING OTHER	15 20	MOUNTING AT BEGINNING OF PROJECT		WHITE
	3 - 1009 - 240	240 x 360			MOUNTING AT BEGINNING OF PROJECT		WHITE
	3 - 101 - 75	75 x 360	20	-	MOUNTING WITH 3 - 1009 - 240 SIGN BOARD		WHITE
			20	1ST-2ND ROW 15	MOUNTING ALONE		WHITE
				3RD ROW 20			
	3 - 102A - 120	120 x 240	25	15	MOUNTING AT BEGINNING OF PROJECT	REFLECT	RED - ORANGE
	3 - 103 - 120	120 x 240	25	15	MOUNTING AT END OF PROJECT	REFLECT	RED - ORANGE
ROAD SIGNS MOUNTING AT OPENING WORK SITE	2 - 938 - 90	90 x 240	20	20	MOUNTING AT 200 M. BEFORE APPROACHING	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 938 - 90	90 x 240	20	20	MOUNTING AT 200 M. BEFORE APPROACHING	REFLECT	RED - ORANGE
	3 - 94 - 90	90 x 180	20	20	MOUNTING AT 200 M. BEFORE APPROACHING	REFLECT	RED - ORANGE
	3 - 95 - 90	75 x 120	15	15	MOUNTING AT END OF WORK SITE	REFLECT	RED - ORANGE
TEMPORARY ROAD GUIDE SIGNS	3 - 92 - 90	90 x 135	10	10	MOUNTING WITH 3 - 90 OR 3 - 91 SIGN BOARD		WHITE
WARNING SIGNS MOUNTING AT APPROACHING WORK SITE	2 - 7 - 90	90 x 90	-	-	MOUNTING AT 100 - 200 M. BEFORE APPROACHING	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 8 - 90	90 x 90	-	-	MOUNTING AT 100 - 200 M. BEFORE APPROACHING	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 27 - 90	90 x 90	-	-	MOUNTING AT 100 - 200 M. BEFORE APPROACHING	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 29 - 90	90 x 90	-	-	MOUNTING AT 100 - 200 M. BEFORE APPROACHING	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 34 - 90	90 x 90	-	-	MOUNTING AT 100 - 200 M. BEFORE APPROACHING	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 36 - 90	90 x 90	-	-	MOUNTING AT 100 - 200 M. BEFORE APPROACHING	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 106 - 90	90 x 60	20	15	MOUNTING AT 100 - 200 M. BEFORE APPROACHING		WHITE
	2 - 93 - 90	UPPER SIGN BOARD 90x90			MOUNTING AT 150 M. BEFORE APPROACHING	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 96 - 90	LOWER SIGN BOARD 60x180	40	0	MOUNTING AT 150 M. BEFORE APPROACHING	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 97 - 90				MOUNTING AT 150 M. BEFORE APPROACHING	-	RED - ORANGE
	2 - 102 - 90	90 x 60	20	15	MOUNTING NEAR AND SAME SIDE OF STOCKPILE MATERIAL		WHITE
	2 - 106 - 90	90 x 90	-	-	MOUNTING AT 150 M. BEFORE APPROACHING	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 101 - 90	90 x 90	-	-	MOUNTING AT 150 M. BEFORE APPROACHING	-	RED - ORANGE
	2 - 26 - 90	90 x 90	-	-	MOUNTING AT 100 - 200 M. BEFORE APPROACHING	REFLECT	YELLOW
	2 - 103 - 90	90x150	20	15	FOR EMERGENCY CASE MOUNTING ON BARRICADE	REFLECT	WHITE
	2 - 105 - 90	90 x 90	-	-	FOR EMERGENCY CASE WHERE SUITABLE ROAD SIGNS ARE NOT AVAILABLE	REFLECT	RED - ORANGE
SIGNS TO CONTROL SPEED	1 - 3 - 90	90	-	-	MOUNTING ON CONTROLLED POINT OR NEARER IN DISTANCE 3 - 5 M.	REFLECT	WHITE
	1 - 5 - 90	90	-	-	MOUNTING ON CONTROLLED POINT OR NEARER IN DISTANCE 3 - 5 M.	REFLECT	WHITE
	1 - 6 - 90	90	-	-	MOUNTING ON CONTROLLED POINT OR NEARER IN DISTANCE 3 - 5 M.	REFLECT	WHITE
	1 - 21 - 90	90	-	-	MOUNTING ON CONTROLLED POINT OR NEARER IN DISTANCE 3 - 5 M.	REFLECT	BLUE
	1 - 32 - 90	90	-	-	MOUNTING ON CONTROLLED POINT OR NEARER IN DISTANCE 3 - 5 M.	REFLECT	WHITE
	1 - 33 - 90	90	-	-	MOUNTING ON CONTROLLED POINT OR NEARER IN DISTANCE 3 - 5 M.	REFLECT	WHITE
	1 - 25 - 90	90	25	-	MOUNTING BEFORE APPROACHING CONTROLLED SPEED ZONE	REFLECT	WHITE
	2 - 60 - 60	60 x 60	20	15	MOUNTING WHERE ROAD CONDITION ALLOWS TO THE INDICATED SPEED	REFLECT	RED - ORANGE

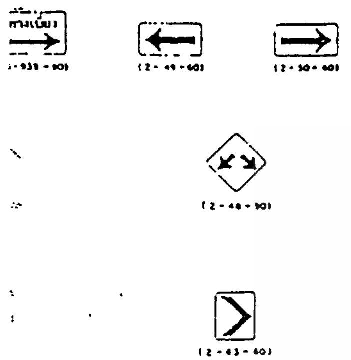


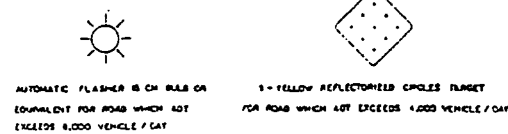


REMARKS 1 THE SIGNS WITH FLUORESCENT LAMP SHALL BE MOUNTED FOR ROAD WHICH ADT EXCEEDS 4,000 VEHICLE/DAY

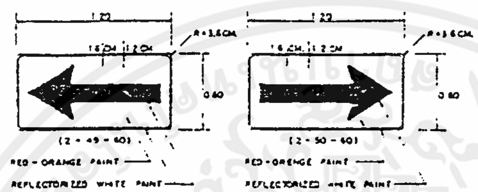
2 ALL DIMENSIONS ARE IN CENTIMETERS UNLESS OTHERWISE INDICATED

NO. 82 TRAFFIC CONTROL DEVICES FOR HIGHWAYS UNDER CONSTRUCTION-1

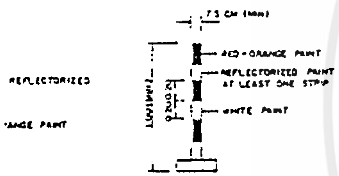




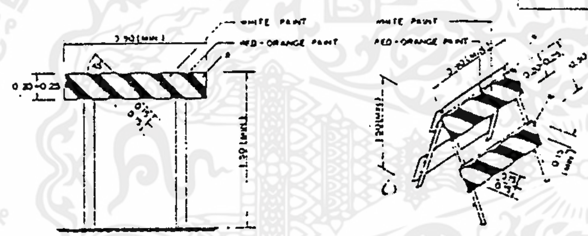
SIGNS TO INDICATE ROAD OBSTRUCTION
NOT TO SCALE



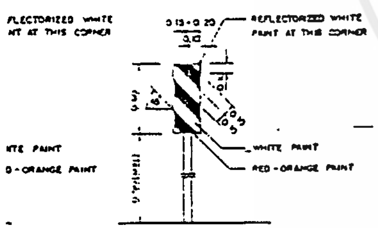
UNTING AT TRAFFIC LINE CHANGE OR TRAFFIC CONTROL
NOT TO SCALE



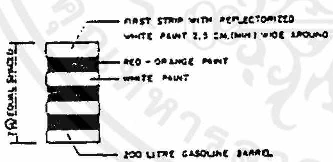
POST



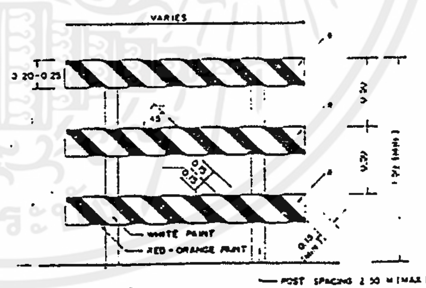
BARRICADE TYPE I
NOT TO SCALE



ERTICAL PANEL



BARREL



BARRICADE TYPE II
NOT TO SCALE

RAFFIC CHANNELIZATION INSTRUMENT TO BE USED

- TO INDICATE SIDE ROAD HAZARD, VERTICAL PANEL OR BARREL SHALL BE INSTALLED BEFORE CONES, POSTS, VERTICAL PANELS, OR BARRELS FOLLOW-ON THE LINE.
FOR ROAD WHICH ADT EXCEEDS 8,000 VEHICLE/DAY, RAIL, LIGHTING SHALL BE REQUIRED ON TRAFFIC CHANNELIZATION INSTRUMENT POSITIONS.

TRAFFIC CHANNELIZATION INSTRUMENTS
(ORANGE PAINT OR RED-ORANGE PAINT ALTERNATE WITH WHITE PAINT)

FOR BARRICADE TYPE I, II

- REFLECTIVE SHEETING OR REFLECTORIZED WHITE PAINT OR REFLECTORIZED CIRCLES TARGET OR FLASHER DEPENDED ON TRAFFIC VOLUME, MOUNTING AT THE LAST CORNER
- FOR MOUNTING, THE PAINTED STRIPE SHALL BE INCLINED TO APPROACH TRAFFIC SIDE.

TRAFFIC SIGN CONTROLLED PATTERN		SIZE (CM)	LETTER SIZE		RECOMMENDED LOCATION	REFLECTORIZED PROPERTIES	COLOUR ON BOARD
			1ST ROW	2ND ROW			
ROAD SIGNS MOUNTING AT TRAFFIC LINE CHANGE OR TRAFFIC CONTROL ARE REQUIRED	3 - 939 - 90	90 x 120	15		WHERE SIGN BOARD IS VISIBLE WITH NOT LESS THAN 200 M	REFLECT	RED - ORANGE
	3 - 938 - 90	90 x 120	15		WHERE SIGN BOARD IS VISIBLE WITH NOT LESS THAN 200 M	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 49 - 60	60 x 120	-	-	MOUNTING WHERE TRAFFIC LINE CHANGE	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 50 - 60	60 x 120	-	-	MOUNTING WHERE TRAFFIC LINE CHANGE	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 42 - 90	UPPER SIGN BOARD 90 x 90	-	-	MOUNTING AT BEGINNING OF TWO - WAY TRAFFIC	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 42 - 90	LOWER SIGN BOARD 60 x 180	20A	-	MOUNTING AT BEGINNING OF TWO - WAY TRAFFIC		WHITE
	2 - 48 - 90	90 x 90	-	-	MOUNTING WHERE BOTH LEFT AND RIGHT TRAFFICS ARE PERMITTED	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 42 - 60	60 x 75	-	-	MOUNTING AT HORIZONTAL CURVE	REFLECT	RED - ORANGE
	2 - 43 - 60	60 x 75	-	-	MOUNTING AT HORIZONTAL CURVE	REFLECT	RED - ORANGE
TRAFFIC CHANNELIZATION INSTRUMENTS	CONE OR POST	-	-	-	TO INDICATE TRAFFIC LINE OR SIDE ROAD OBSTRUCTION LINE, MOUNTING @ 30 M (MAX) INTERVAL		
	VERTICAL PANEL	-	-	-	TO INDICATE TRAFFIC LINE OR SIDE ROAD OBSTRUCTION LINE		
	BARREL, RAIL LIGHTING	-	-	-	FOR ROAD WHICH ADT EXCEEDS 8,000 VEHICLE / DAY		
SIGNS TO INDICATE ROAD OBSTRUCTION	FLASHER	-	-	-	FOR ROAD WHICH ADT EXCEEDS 8,000 VEHICLE / DAY		
	9 YELLOW REFLECTORIZED CIRCLES TARGET	75 x 75	-	-	FOR ROAD WHICH ADT EXCEEDS 4,000 VEHICLE / DAY		
BARRICADE	SIDE ROAD BARRICADE TO REDUCE SPEED	-	-	-	MOUNTING WITH SPACING 50 - 100 M APPROXIMATE, TAPERING TO PAVEMENT EDGE		

NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED
2. REFLECTORIZED PROPERTIES MEANS, SIGN BOARD WHICH REFLECTING BY REFLECTIVE SHEETING OR REFLECTIVE BEADS OR OTHERS UNDER THE APPROVAL OF THE ENGINEER.
3. SIZE OF WARNING SIGN CODE 2 - 49 - 60 AND 2 - 50 - 60 MAY BE INCREMENTED AT SUITABLE SIZE ON HIGH SPEED AND HEAVY TRAFFIC ROAD UNDER THE APPROVAL OF THE ENGINEER

PROVISION :

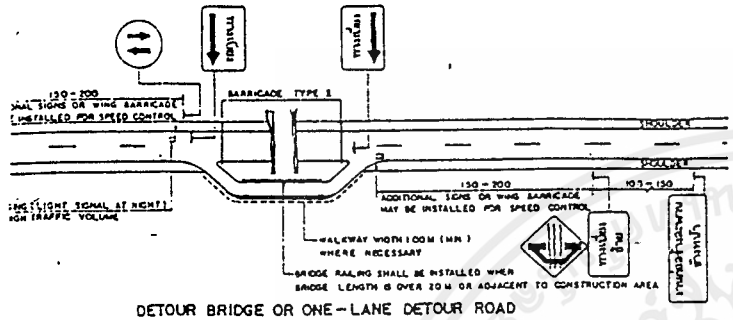
1. TRAFFIC CONTROL DEVICES FOR HIGHWAYS UNDER CONSTRUCTION SHALL BE IN ACCORDANCE WITH THIS DRAWING AND THE MANUAL OF TRAFFIC CONTROL DEVICES PART 3 AS PUBLISHED BY THE DOH
2. SIGN BOARD FOR REFLECTORIZED SHALL BE METAL OR NON - METAL WHICH TOLERANCE TO ALL CLIMATES ALONG TERM OF CONTRACT UNDER THE APPROVAL OF THE ENGINEER
3. THE AMOUNTS (IN TWO DIRECTIONS) AND SPACING OF WARNING SIGN BEFORE CONSTRUCTION AREA BESIDES OF THE NORMAL SIGNS ARE SHOWN IN THE TABLE BELOW

CLASSIFICATION OF HIGHWAYS	WARNING SIGN SPACING BEFORE APPROACHING DIVERTED POINT(M)	
	REDUCED TRAFFIC LANE OR DIVERTED TRAFFIC LANE	SIDE - 340 OBSTRUCTION
EXPRESSWAY AND MAJOR RURAL HIGHWAY	500 - 1,000 (2 - 3)	300 - 500 (2)
RURAL HIGHWAY	200 - 300 (2)	150 - 200 (1)
URBAN HIGHWAY	70 - 100 (1)	-

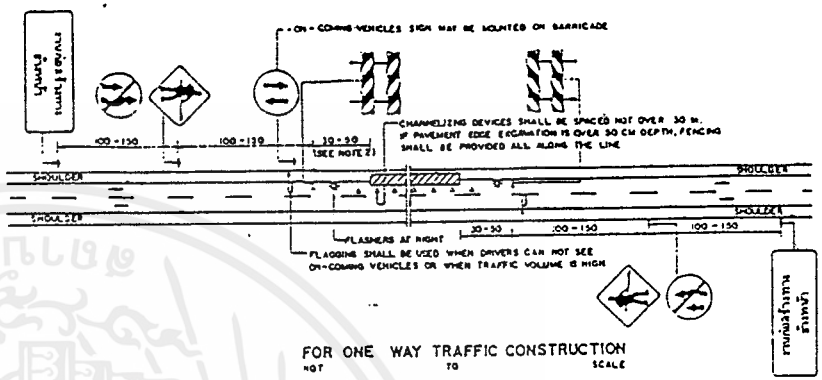
4. FOR URBAN HIGHWAY WITH AMOUNT OF PEDESTRIANS, WALKWAY WHICH SAFETY SHALL BE PROVIDED FOR PEDESTRIANS.
5. THE CONTRATOR SHALL BE PROVIDED THE TRAFFIC CONTROL DEVICES FOR HIGHWAYS UNDER CONSTRUCTION ALL ITEMS
6. IN CASE OF THE FORMAT IS NOT THE SAME AS THE DRAWINGS, THE MOUNTING OF TRAFFIC CONTROL DEVICES SHALL BE DIRECTED BY THE ENGINEER

NO. 83 TRAFFIC CONTROL DEVICES FOR HIGHWAYS UNDER CONSTRUCTION-2

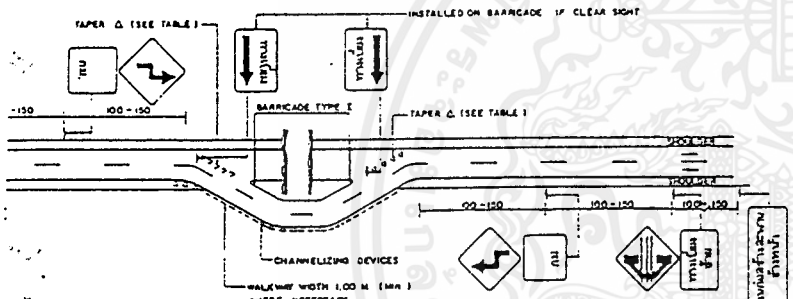
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



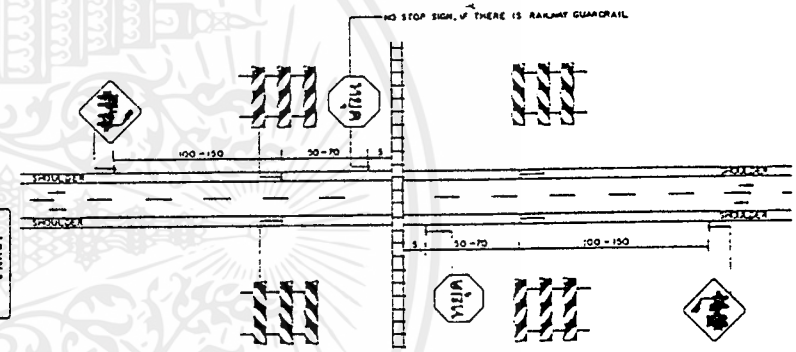
DETOUR BRIDGE OR ONE-LANE DETOUR ROAD
NOT TO SCALE



FOR ONE WAY TRAFFIC CONSTRUCTION
NOT TO SCALE



DETOUR BRIDGE OR TWO-LANE DETOUR ROAD
NOT TO SCALE



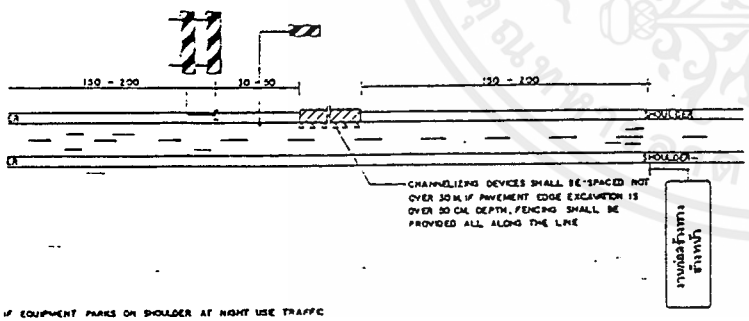
HIGHWAY CONSTRUCTION FOR RAILWAY CROSSING (NO PERMANENT CONTROL DEVICES)
NOT TO SCALE

SYMBOLS :

- TRAFFIC SIGN
- BARRICADE TYPE I ONE FACE
- BARRICADE TYPE I ON TWO FACES
- BARRICADE TYPE II
- VERTICAL PANEL OR BARREL REFLECTORIZED BY RETRO REFLEC SHEETING OR REFLECTIVE MARKI
- Δ CHANNELIZING DEVICES ARE CONES, POSTS, BARRELS, VERTICAL PANEL
- FLAGGING OR GREEN, YELLOW AND RED TRAFFIC SIGNAL
- CONSTRUCTION AREA

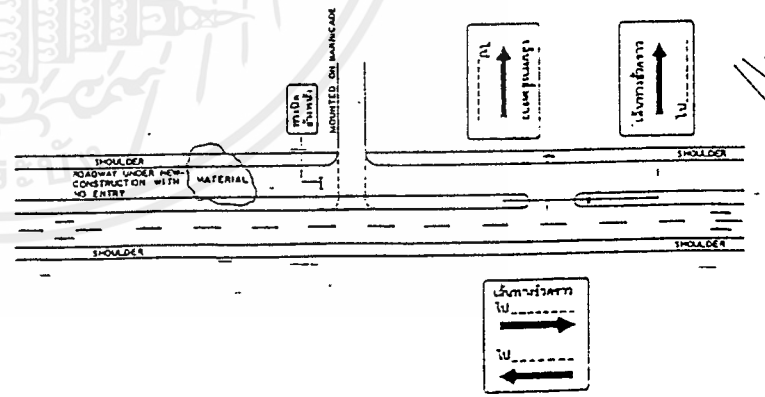
NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLE OTHERWISE INDICATED
2. IF CONSTRUCTION AREA IS OUT OF VE OR HORIZONTAL CURVE WITH SIGHT DISTANCE UNDER 100 M, THE BARR SHALL BE INSTALLED AT BEGINNIN POINT OF CURVE

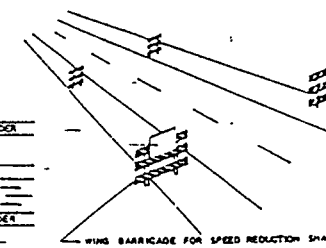


IF EQUIPMENT PARKS ON SHOULDER AT NIGHT USE TRAFFIC CONTROL DEVICES AS THIS DRAWING BUT "ระวังสิ่งกีดขวาง" SIGN (2-105-10) SHALL BE INSTALLED INSTEAD OF "งานก่อสร้างทางด้านหน้า" SIGN (2-93/1-90)

PAVEMENT WIDENING
NOT TO SCALE

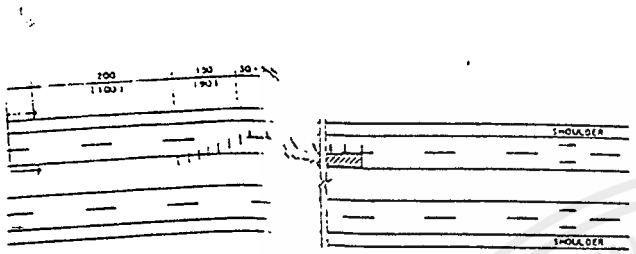


NEW HIGHWAY CONSTRUCTION IN CASE OF CLOSED AND ONE-WAY ENTRANCE
NOT TO SCALE

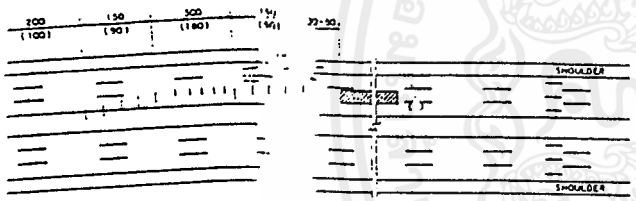


SPEED CONTROL SIGN
NOT TO SCALE

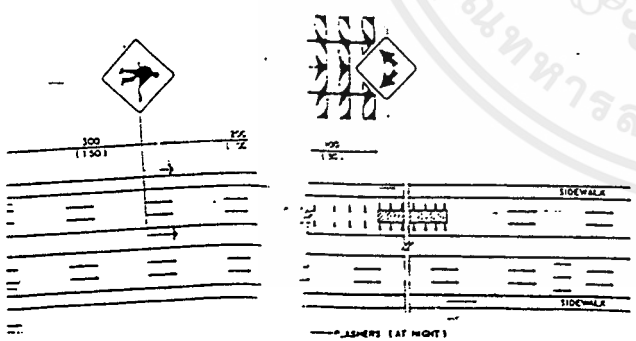
NO. 84 TRAFFIC CONTROL DEVICES FOR HIGHWAYS UNDER CONSTRUCTION-3



A. FOUR - LANE HIGHWAYS

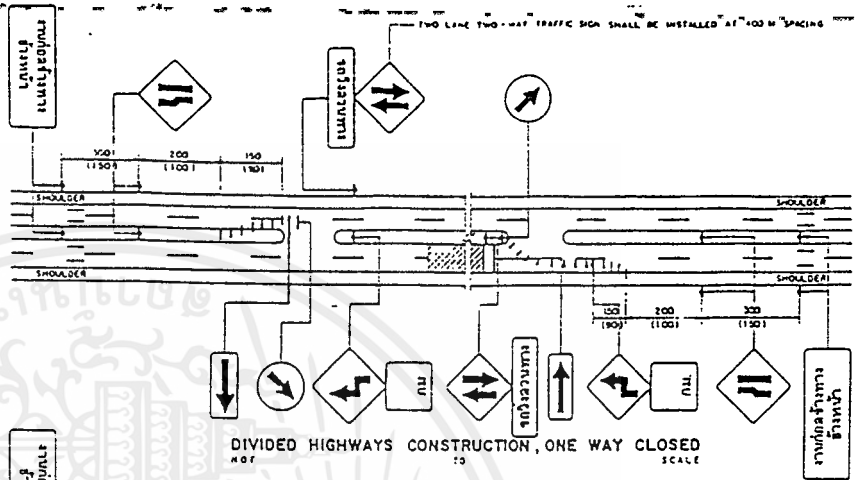


LANE HIGHWAYS WITH SHOULDER, MIDDLE LANE CLOSED

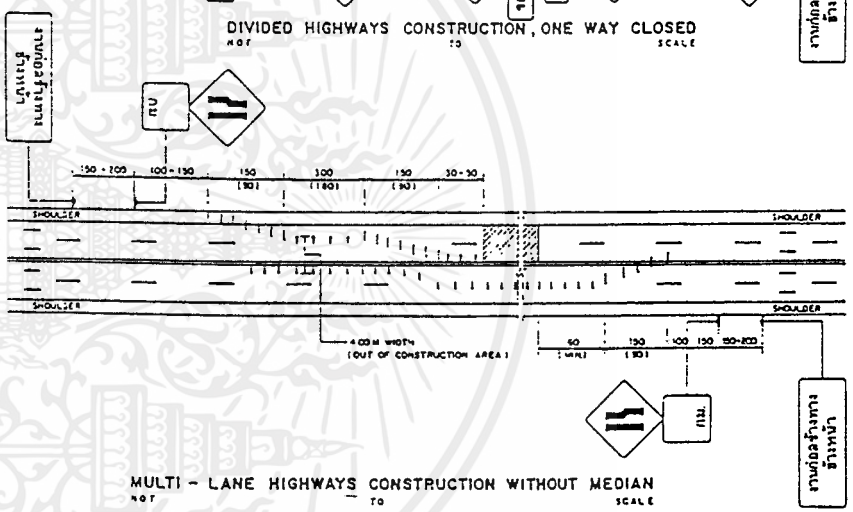


C. SIX - LANE HIGHWAYS WITH SHOULDER, MIDDLE LANE CLOSED

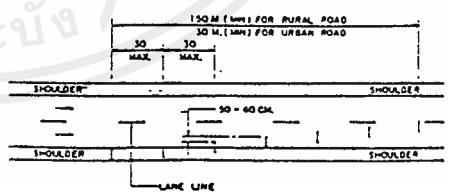
HIGHWAYS CONSTRUCTION WITH ONE LANE CLOSED
NOT TO SCALE



DIVIDED HIGHWAYS CONSTRUCTION, ONE WAY CLOSED
NOT TO SCALE



MULTI - LANE HIGHWAYS CONSTRUCTION WITHOUT MEDIAN
NOT TO SCALE



DETAIL OF LANE TRANSITION
NOT TO SCALE

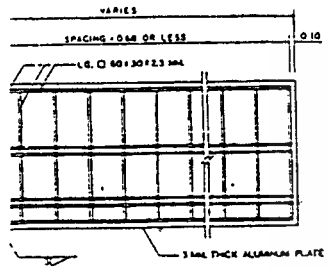
SYMBOLS :

- TRAFFIC SIGN
- BARRICADE TYPE I ONE FACE
- BARRICADE TYPE I ON TWO FACES
- BARRICADE TYPE II
- VERTICAL PANEL OR BARREL REFLECTORIZED BY RETRO REFLECTIVE SHEETING OR REFLECTIVE MARKING
- CHANNELIZING DEVICE ARE CONES, POST, BARRELS, VERTICAL PANEL
- FLAGGING OR GREEN, YELLOW AND RED TRAFFIC SIGNAL
- CONSTRUCTION AREA

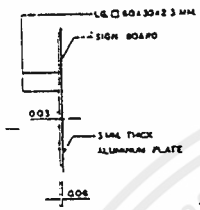
NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED
2. NUMBER IN PARENTHESIS IS INSTALLATION DISTANCE FOR URBAN HIGHWAY
3. INSTALLATION DISTANCE AND THE NUMBER OF AHEAD WARNING SIGN SHALL BE DETERMINED FROM PROVISION NO 3 DWG NO RS-102

NO. 85 TRAFFIC CONTROL DEVICES FOR HIGHWAYS UNDER CONSTRUCTION-4

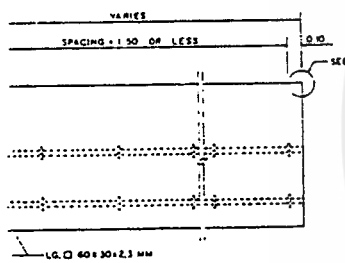


FRONT VIEW

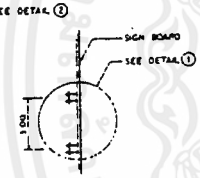


SIDE VIEW

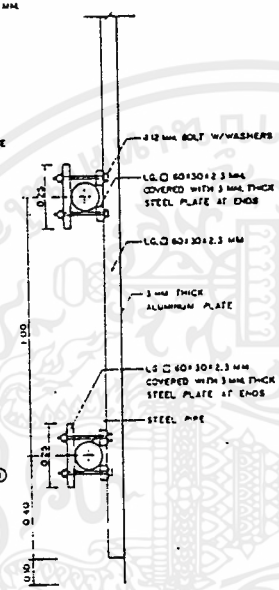
TYPICAL SIGN FRAME
SCALE 1 : 30



FRONT VIEW

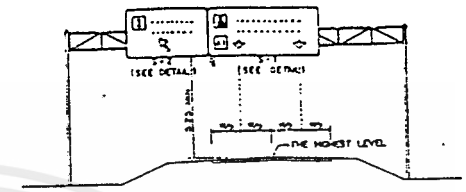


SIDE VIEW

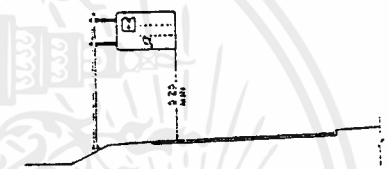


DETAIL ① 1 TO
SCALE

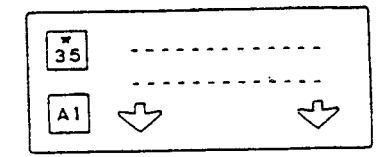
ERECTION FOR SIGN BOARD
SCALE 1 : 50



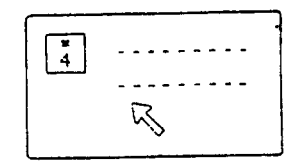
SECTION FOR OVERHEAD TRAFFIC SIGN
NOT TO SCALE



SECTION FOR OVERHANGING TRAFFIC SIGN
NOT TO SCALE



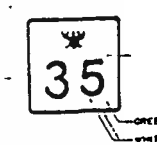
DETAIL "S-1"

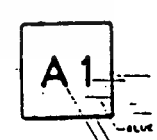


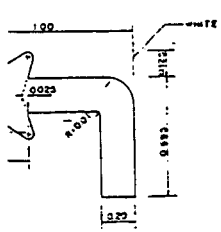
DETAIL "S-2"

NOTES :

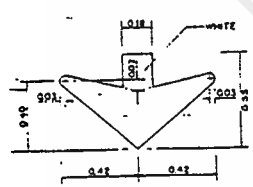
1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED.
2. LIGHT GAUGE STEEL (LGS) OF SIGN FRAME SHALL BE CONNECTED TOGETHER WITH 3 MM WELD.
3. ALL STEEL AND BOLT ASSEMBLY SHALL BE GALVANIZED ZINC COATING SHALL NOT BE LESS THAN 550 GRAMS PER SQUARE METER.
4. OVERHEAD SIGN BOARD SHALL BE OF ALUMINUM PLATE COVERED WITH REFLECTIVE SHEETING CONFORMED TO TIS 606 TYPE 2 (EFFICIENT OF RETRO-REFLECTION LEVEL 2)



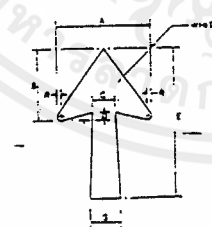




OFF ARROW
1 : 15



VERTICAL DOWN ARROW
SCALE 1 : 15

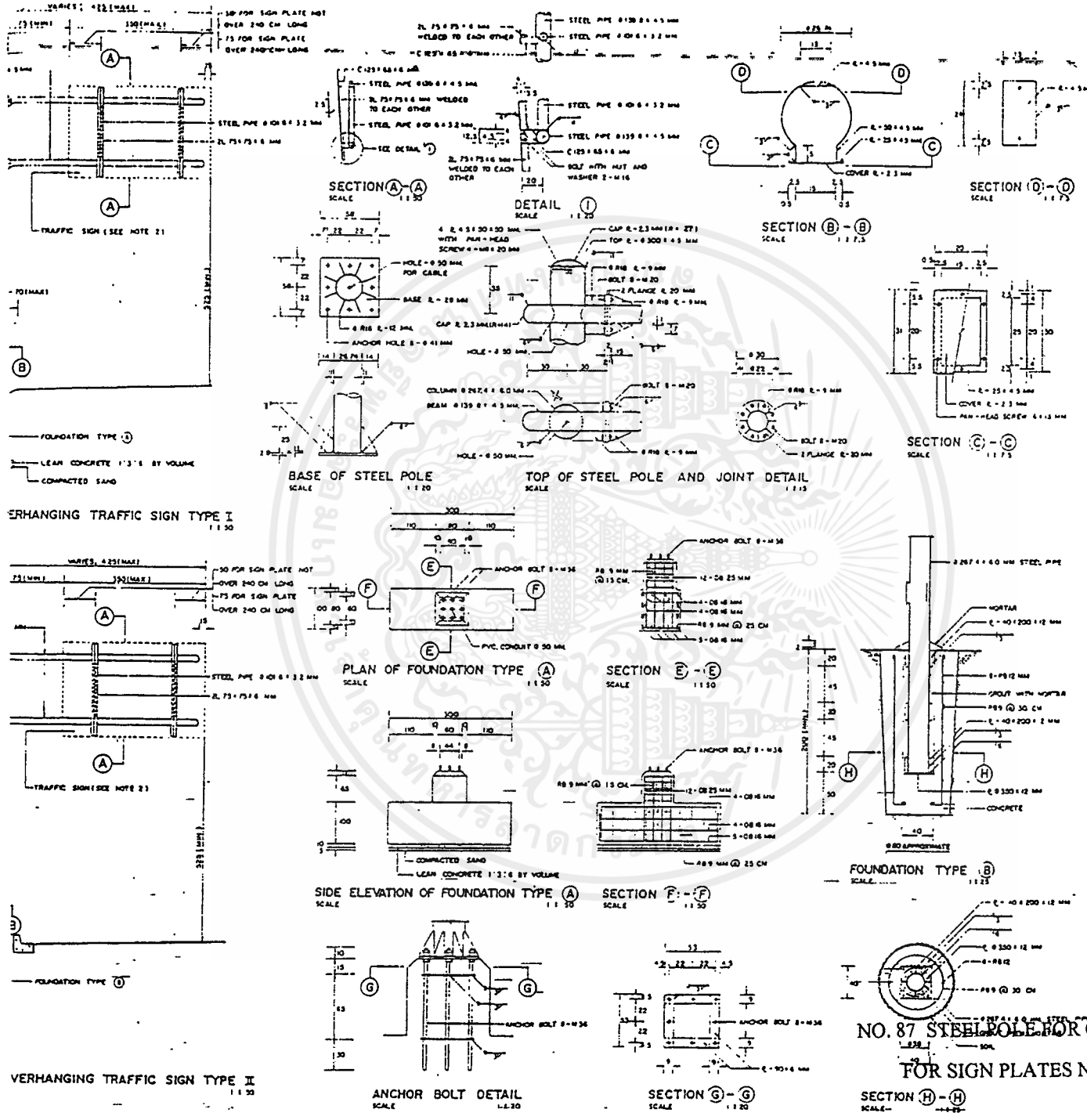


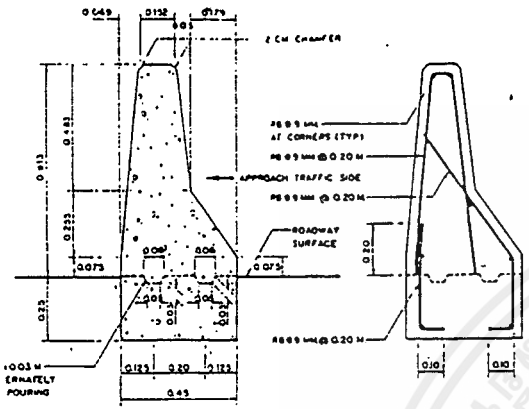
TURN OFF ARROW
NOT TO SCALE

ALPHABET HEIGHT (CM)	DIMENSION (CM)						
	A	B	C	D	E	F	G
20	36	30	9	3	4.2	1.5	11.2
25 – 35	46	35	12	4	7.5	2	16
40	56	42	14	5	8.7	2.5	18

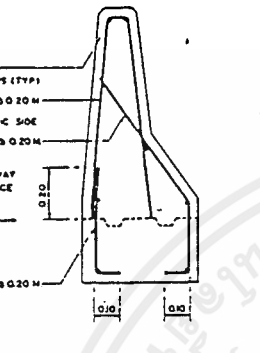
DETAIL ② 2
SCALE 1 : 3

NO. 86 OVER SIGN BOARD DETAIL

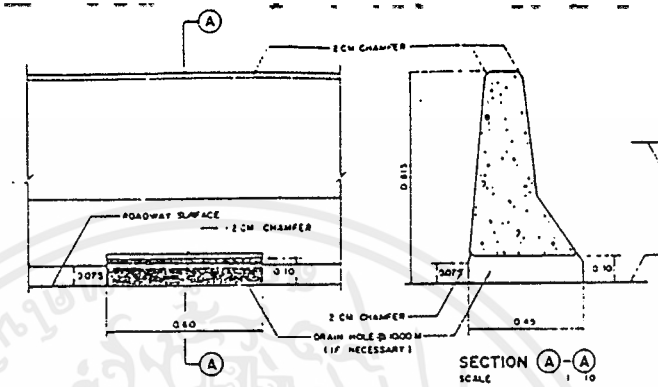

NOTES :
1 DIMENSIONS FOR WELDING SYMBOLS ARE IN MILLIMETERS, ALL OTHER DIMENSIONS ARE IN CENTIMETERS UNLESS OTHERWISE INDICATED.
2 THIS DRAWING SHALL BE USED FOR TRAFFIC SIGNS, WHERE THE AREA OF THE SIGN INCLUDING THE GAPS BETWEEN PLATES IS NOT MORE THAN 52,800 SQ CM THE MAXIMUM LENGTH AND WIDTH OF THE SIGN SHALL NOT EXCEED 350 CM AND 220 CM RESPECTIVELY.
3 THE FOUNDATION TYPE (A) SHALL BE USED IN A SIDE SLOPE AREA AND FOUNDATION TYPE (B) SHALL BE USED IN A SIDEWALK OR RAISED MEDIAN.
4 THE ALLOWABLE SOIL BEARING CAPACITY UNDER THE FOUNDATION TYPE (A) SHALL BE MORE THAN 5 TONS PER SQ M EMBANKMENT AROUND FOUNDATION TYPE (B) SHALL BE COMPACTED TO 90 % OF THE MAXIMUM STANDARD DRY DENSITY.
5 THE DIMENSIONS OF STEEL PIPE SHOWN ARE THE OUTER DIAMETER AND THE THICKNESS OF THE PIPE FOR EXAMPLE , Φ 267.4 x 6.0 MM MEANS THE OUTER DIAMETER OF THE PIPE IS 267.4 MM AND THE THICKNESS IS 6.0 MM.
6 STEEL PIPE SHALL CONFORM TO ONE OF THE FOLLOWING SPECIFICATIONS
6.1 TIS 107 GRADE HS 41
6.2 JIS. G3444 GRADE STK 41
6.3 ASTM. A 252 - 75 GRADE 2
7 STRUCTURAL STEEL SECTION SHALL CONFORM TO TIS 116 GRADE Fe 24
8 STEEL PIPE , STRUCTURAL STEEL SECTION, STEEL PLATE , BOLTS , NUTS , AND WASHERS SHALL BE GALVANIZED ZINC COATING SHALL NOT BE LESS THAN 550 GRAMS PER SQUARE METER
9 ELECTRIC ARC WELDING WHICH CONFORMS TO AISC STANDARD SHALL BE USED FOR WELDING STEEL.
10 CONCRETE SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF 210 KSC. FOR 15 x 15 x 15 CM. CUBE AT 28 DAYS. AN APPROXIMATE MIX DESIGN PER CUBIC METER IS SUGGESTED AS FOLLOWS
PORTLAND CEMENT TYPE I 350 KG. (MIN.)
SAND 0.43 M³
CRUSHED ROCK OR GRAVEL 0.86 M³
CONCRETE SLUMP 10 CM (MAX.)
11 MORTAR SHALL BE COMPRISED OF PORTLAND CEMENT AND SAND IN THE PROPORTION 1 TO 1
12 REINFORCING STEEL SHALL CONFORM TO TIS 20 GRADE SR 24 FOR ROUND BARS AND TIS. 24 GRADE SD 30 FOR DEFORMED BARS
13. CANTILEVER BEAM SHALL BE INSTALLED PERPENDICULAR TO THE ROADWAY ALIGNMENT CAMBER SHALL BE PROVIDED FOR BEAM DEFLECTION
14 WHERE SIGN LIGHTING IS REQUIRED, THE ELECTRICAL COMPONENTS SHALL CONFORM TO THE ELECTRICITY SUPPLY AUTHORITY'S REQUIREMENTS AND REGULATIONS.
TRAFFIC SIGN (SEE NOTE 2)
FOUNDATION TYPE (A)
LEAN CONCRETE 1:3:6 BY VOLUME
COMPACTED SAND
SECTION (A) - (A)
SCALE 1 : 50
DETAIL (I)
SCALE 1 : 20
SECTION (D) - (D)
SCALE 1 : 7.5
SECTION (B) - (B)
SCALE 1 : 7.5
SECTION (C) - (C)
SCALE 1 : 7.5
BASE OF STEEL POLE
SCALE 1 : 20
TOP OF STEEL POLE AND JOINT DETAIL
SCALE 1 : 5
OVERHANGING TRAFFIC SIGN TYPE I
1 : 50
PLAN OF FOUNDATION TYPE (A)
SCALE 1 : 50
SECTION (E) - (E)
SCALE 1 : 50
FOUNDATION TYPE (B)
SCALE 1 : 25
SIDE ELEVATION OF FOUNDATION TYPE (A)
SCALE 1 : 50
SECTION (F) - (F)
SCALE 1 : 50
ANCHOR BOLT DETAIL
SCALE 1 : 20
SECTION (G) - (G)
SCALE 1 : 20
SECTION (H) - (H)
SCALE 1 : 20
OVERHANGING TRAFFIC SIGN TYPE II
1 : 50
NO. 87 STEEL POLE FOR OVERHANGING TRAFFIC SIGN
FOR SIGN PLATES NOT MORE THAN 52,800 SQ.CM.



FRONT ELEVATION OF CONCRETE BARRIER TYPE I
SCALE 1 : 10

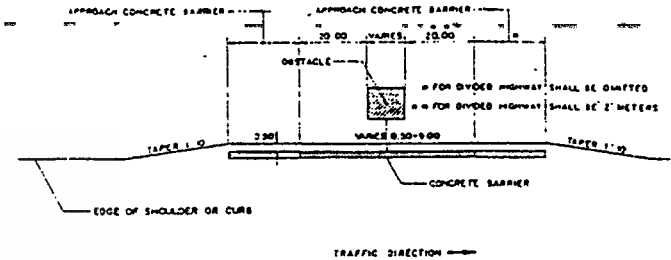


CONCRETE BARRIER TYPE I REINFORCEMENT DETAIL
SCALE 1 : 10

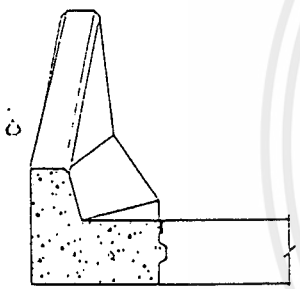


SIDE ELEVATION OF CONCRETE BARRIER TYPE I
SCALE 1 : 10

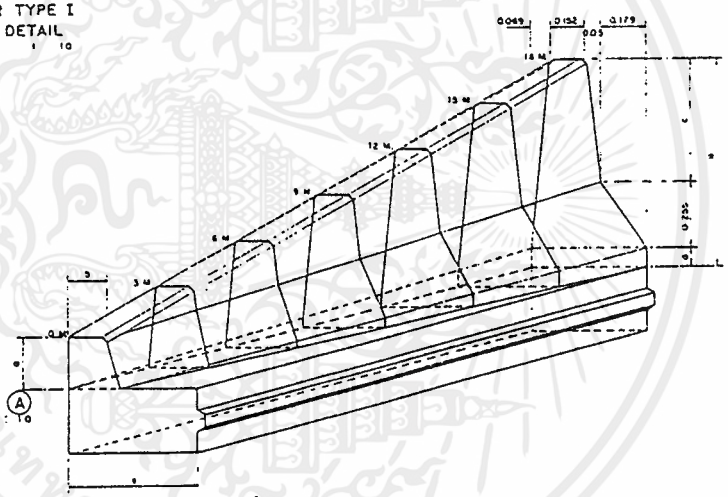
SECTION (A)-(A)
SCALE 1 : 10



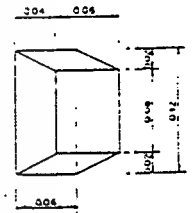
INSTALLATION OF CONCRETE BARRIER AT OBSTACLE
NOT TO SCALE



RONT ELEVATION OF APPROACH CONCRETE BARRIER TYPE (A)
ALE 1 : 10



ISOMETRIC DIAGRAM OF APPROACH CONCRETE BARRIER TYPE (A)
SCALE 1 : 10



SHEAR KEY DETAIL
SCALE 1 : 2.5

NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED.
2. CONCRETE SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF 210 KSC. FOR 15 x 15 x 15 CM CUBE AT 28 DAYS AN APPROXIMATE MIX DESIGN PER CUBIC METER IS SUGGESTED AS FOLLOWS

PORTLAND CEMENT TYPE I	350 KG (MIN.)
SAND	0.45 M^3
CRUSHED ROCK OR GRAVEL	0.86 M^3
CONCRETE SLUMP	10 CM (MAX.)

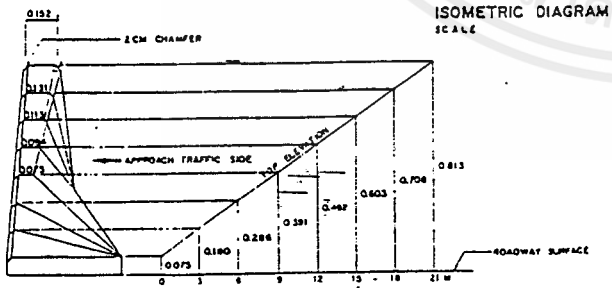
3. CLEAR CONCRETE COVER SHALL BE 5 CM.
4. REINFORCING STEEL SHALL CONFORM TO TIS 20 GRADE SR 24 FOR ROUND S AND TIS 24 GRADE SD 30 FOR DEFORMED BARS
5. REINFORCEMENT AND OTHER DETAILS OF APPROACH CONCRETE BARRIER SHALL BE THE SAME AS CONCRETE BARRIER.
6. CONSTRUCTION JOINT SHALL BE PROVIDED AT 0.00 M. INTERVAL
7. EXPANSION JOINT WITH NON-EXTRUDING JOINT FILLER SHALL BE PROVIDED AT 60.00 M. INTERVAL.
8. APPROACH CONCRETE BARRIER SHALL BE PAINTED IN BLACK AND WHITE STRIPE 0.30 M. WIDE, IN TWO COATS THE PAINT SHALL CONFORM TO TIS 32
9. PRE-CAST CONCRETE BARRIER TYPE I ACCORDING TO DRAWING NO. RS-5 SHALL BE USED INSTEAD OF CAST-IN-SITU CONCRETE BARRIER.

TABLE OF DIMENSIONS FOR APPROACH CONCRETE BARRIER TYPE (A)

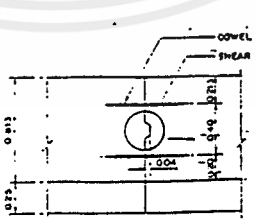
TRANSITION DISTANCE (M.)	DIMENSIONS (M.)				
	a	b	c	d	e
0	0.200	0.150	0.000	0.000	0.300
3	0.302	0.130	0.062	0.013	0.250
6	0.404	0.150	0.161	0.025	0.200
9	0.507	0.151	0.242	0.038	0.150
12	0.609	0.151	0.322	0.050	0.100
15	0.711	0.152	0.403	0.063	0.050
18	0.813	0.152	0.483	0.075	0.000

REMARK :

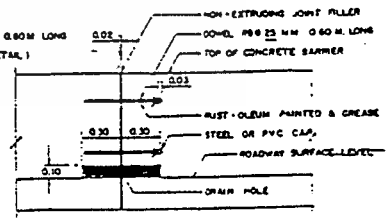
THIS BARRIER IS SUITABLE ONLY IN SPECIFIC LOCATIONS AND CERTAIN CONDITIONS; IT SHOULD BE APPLIED WITH THE FIRM INFORMATIONS CONCERNED AND RECOMMENDED BY THE ENGINEER.



APPROACH CONCRETE BARRIER TYPE (B)
SCALE 1 : 10

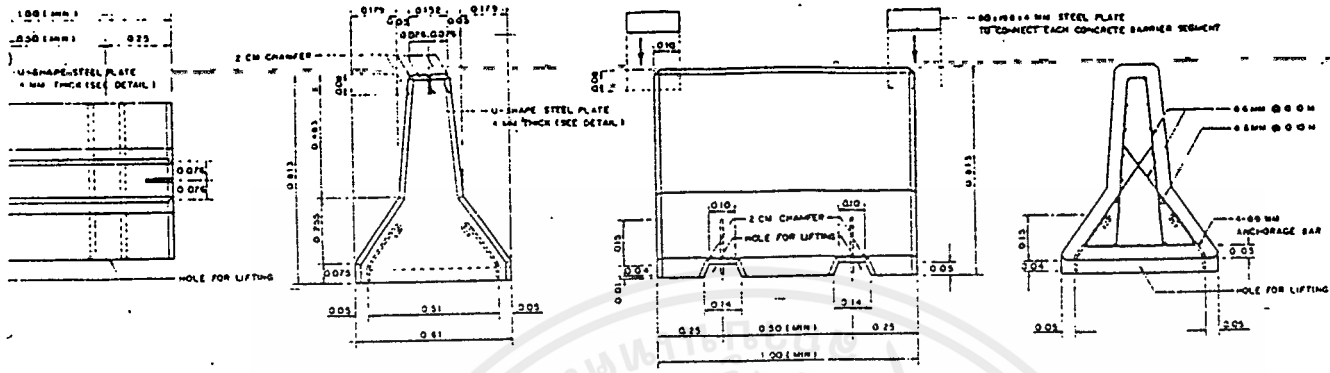


CONSTRUCTION JOINT DETAIL
SCALE 1 : 2.0



EXPANSION JOINT DETAIL
SCALE 1 : 2.0

NO. 88 CONCRETE BARRIER TYPE I



PLAN
SCALE 1 : 10

FRONT ELEVATION
SCALE 1 : 10

SIDE ELEVATION
SCALE 1 : 10

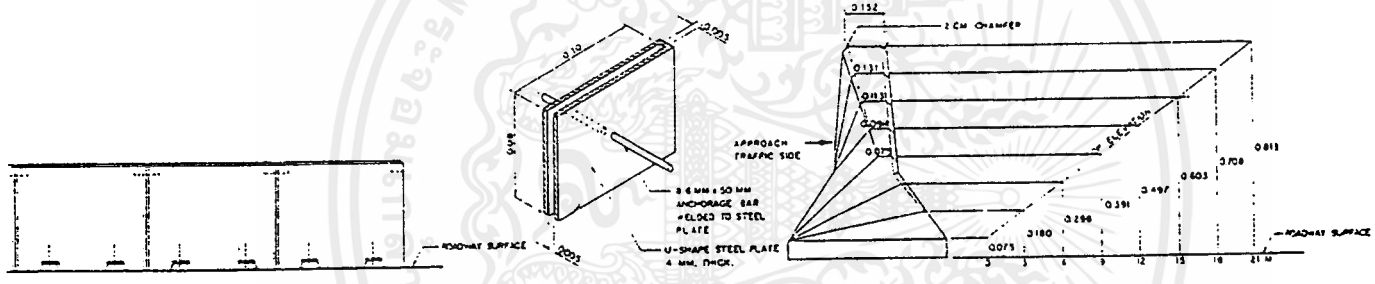
REINFORCEMENT DETAIL
SCALE 1 : 10

GENERAL NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED
2. CONCRETE SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF 350 KG/CM² FOR 15 x 15 x 15 CM CUBE AT 28 DAYS. AN APPROXIMATE MIX DESIGN PER CUBIC METER IS SUGGESTED AS FOLLOWS :

PORTLAND CEMENT TYPE I	375 KG (MIN.)
SAND	0.43 M³
CRUSHED ROCK OR GRAVEL	0.86 M³
CONCRETE SLUMP	10 CM (MAX.)

3. CLEAR CONCRETE COVER SHALL BE 5 CM
4. REINFORCING STEEL SHALL CONFORM TO TIS 20 GRADE SR 24
5. STRUCTURAL STEEL SECTION SHALL CONFORM TO TIS 116 GRADE Fe 24, PAINTED WITH RUSTPROOF RUST-OLEUM PAINT OR EQUIVALENT TWICE.
6. PRE-CAST CONCRETE BARRIER TYPE II SHALL CONFORM TO ASTM C 825-79 (REAPPROVED 1985) STANDARD SPECIFICATION FOR PRE-CAST CONCRETE BARRIER
7. METHOD AND TYPE OF WELDING TO CONNECT EACH CONCRETE BARRIER SEGMENT WHICH STRONGER THAN THAT SHOWN IN THIS DRAWING MAY BE USED AS APPROVED BY THE ENGINEER.
8. APPROACH CONCRETE BARRIER SHALL BE PAINTED IN BLACK AND WHITE STRIPE 0.50 M WIDE, IN TWO COATS. THE PAINT SHALL CONFORM TO TIS 32
9. IF NECESSARY, DRAIN HOLE SIZE 0.40 M WIDE, 0.10 M HIGH SHALL BE APPLIED FOR DRAINAGE.



INSTALLATION
SCALE 1 : 20

DETAIL OF U-SHAPE STEEL PLATE
SCALE 1 : 2

APPROACH CONCRETE BARRIER
SCALE 1 : 10

PERMANENT INSTALLATION:

METHOD OF INSTALLATION :

1. 0.20 M BASE SHALL BE CASTED-IN-SITU WITH INSERTING ANCHORAGE BAR AS SHOWN IN THE FIGURE
2. GENERALLY THICKNESS OF THE BASE SHALL BE 0.20 M FOR CONCRETE PAVEMENT THE THICKNESS SHALL EQUAL TO THICKNESS OF CONCRETE PAVEMENT
3. PRE-CAST CONCRETE BARRIER SHALL BE LIFTED AT HOLE FOR LIFTING TO INSTALLED THE ANCHORAGE BARS SHALL BE IN THE SAME POSITION IF NOT THE CONCRETE BASE SHALL BE ADJUSTED
4. BOTH ANCHORAGE BARS SHALL WELDED TOGETHER WITH WELDING LENGTH NOT LESS THAN 2.5 CM
5. 80 x 190 x 4 MM STEEL PLATE SHALL BE INSERTED INTO U-SHAPE STEEL PLATE BOTH STEEL PLATES SHALL BE WELDED TOGETHER THE WELDING FILLED FULL U-SHAPE STEEL PLATE TO WATERPROOF, PAINTED WITH RUSTPROOF RUST-OLEUM PAINT OR EQUIVALENT TWICE AND WITH GRAY OIL PAINT TWICE (TIS 32)
6. THE HOLE FOR LIFTING SHALL BE FILLED FULLY WITH CONCRETE RATIO 1 : 2 BY VOLUME, THE OUTER FACE SHALL BE SMOOTH
7. JOINTS SHALL BE DECORATED SMOOTHLY BY MORTAR RATIO 1 : 3 BY VOLUME
8. DRAIN HOLE AT 10.00 M SPACING SHALL BE APPLIED IN CASE OF DRAINAGE REQUIREMENT

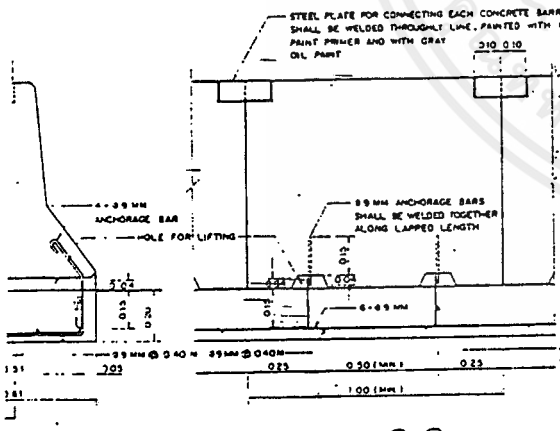
TEMPORARY INSTALLATION :

METHOD OF INSTALLATION :

1. PRE-CAST CONCRETE BARRIER SHALL BE LIFTED AT HOLE FOR LIFTING TO INSTALLED THE ANCHORAGE BARS SHALL BE IN THE SAME POSITION IF NOT, THE CONCRETE BASE SHALL BE ADJUSTED.
2. 80 x 190 x 4 MM STEEL PLATE SHALL BE INSERTED INTO U-SHAPE STEEL PLATE NOT BE WELDED TOGETHER THE STEEL PLATES SHALL BE PAINTED WITH RUSTPROOF RUST-OLEUM PAINT OR EQUIVALENT TWICE AND WITH GRAY OIL PAINT TWICE (TIS 32)
3. TEMPORARY INSTALLATION SHALL BE USED AS NECESSARY ONLY BECAUSE LACK OF STRENGTH THE CONCRETE BARRIER SHALL BE REMOVED IMMEDIATELY IF NOT USED OR CONVERTED TO PERMANENT INSTALLATION AS SOON AS

REMARK :

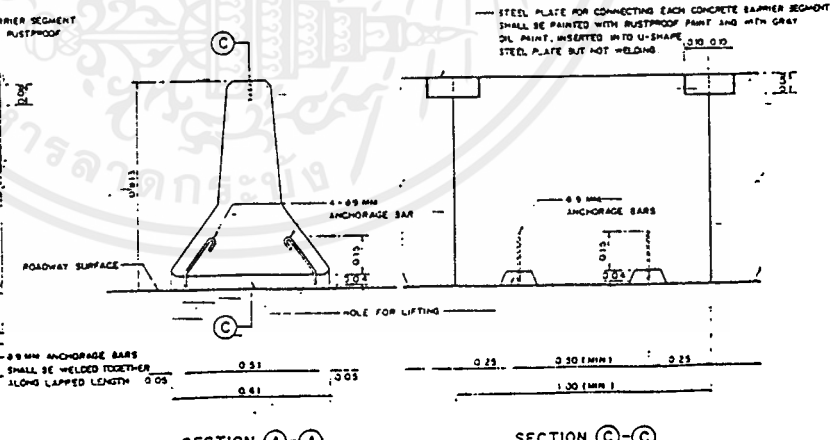
THIS BARRIER IS SUITABLE ONLY IN SPECIFIC LOCATIONS AND CERTAIN CONDITIONS, IT SHOULD BE APPLIED WITH THE FIRM INFORMATIONS CONCERNED AND RECOMMENDED BY THE ENGINEER.



(A)-(A)

SECTION (B)-(B)

PERMANENT INSTALLATION
SCALE

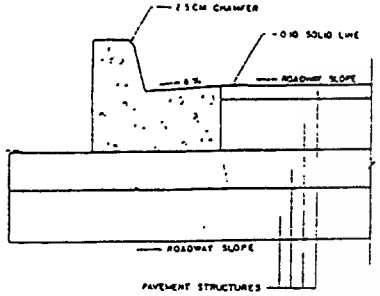


SECTION (A)-(A)

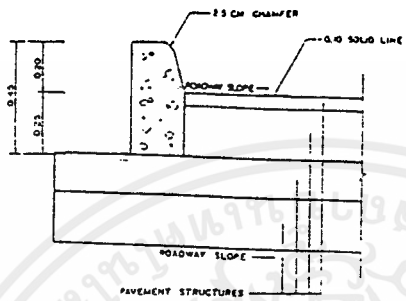
SECTION (C)-(C)

TEMPORARY INSTALLATION
SCALE 1 : 10

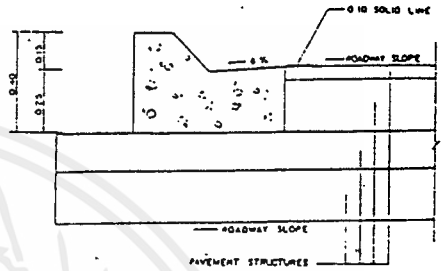
NO. 89 PRE-CAST CONCRETE BARRIER TYPE II



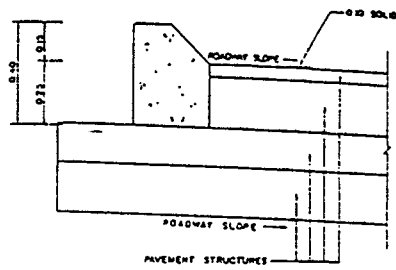
BARRIER CURB AND GUTTER
SCALE 1 : 10



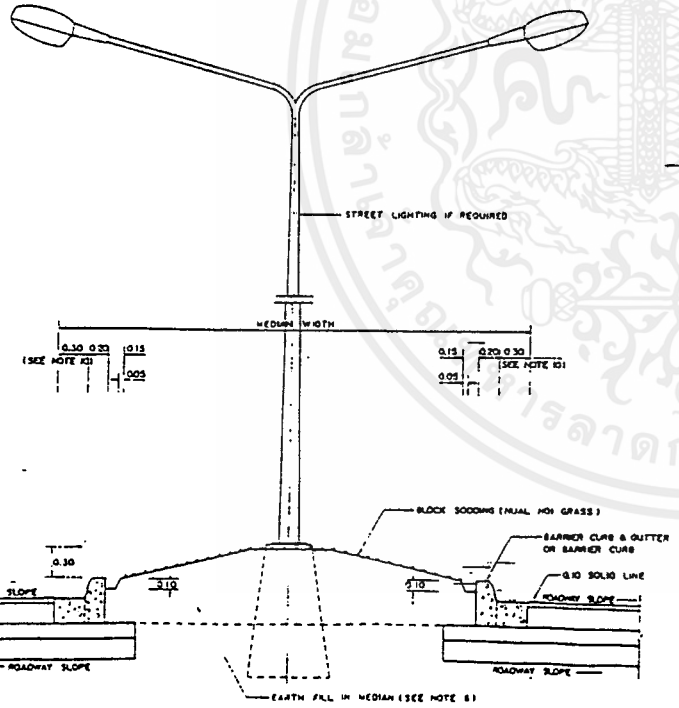
BARRIER CURB
SCALE 1 : 10



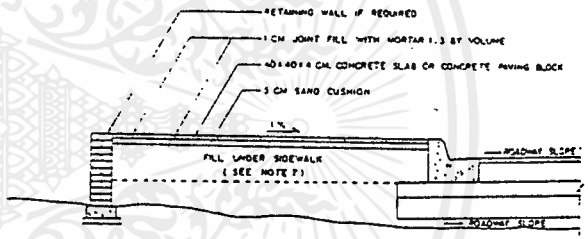
MOUNTABLE CURB AND GUTTER
SCALE 1 : 10



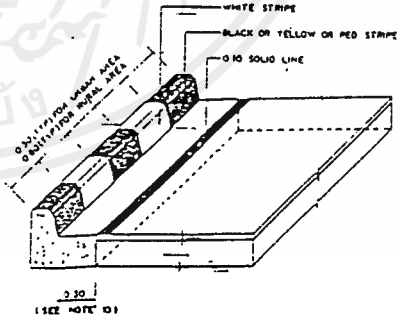
MOUNTABLE CURB
SCALE 1 : 10



DETAIL OF CURB AND GUTTER OR CURB AT RAISED MEDIAN
SCALE 1 : 25



SIDEWALK SLAB
NOT TO SCALE



CURB MARKING DETAIL
NOT TO SCALE

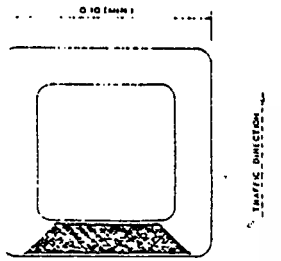
NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED
2. CONCRETE SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STREN OF 210 KSC FOR 15×15×15 CM CUBE AT 28 DAYS AN APPROXIMATE DESIGN PER CUBIC METER IS SUGGESTED AS FOLLOW

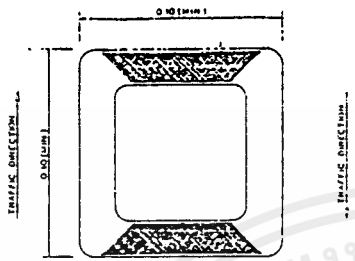
PORTLAND CEMENT TYPE I	330	KG (MIN.)
SAND	0.43	m^3
CRUSHED ROCK OR GRAVEL	0.86	m^3
CONCRETE SLUMP	10	CM (MAX.)

3. REINFORCING STEEL SHALL CONFORM TO TIS 20 GRADE SR 24
4. 40×40×6 CM CONCRETE SLAB SHALL CONFORM TO TIS 378
5. WHITE, BLACK, YELLOW AND RED PAINTS SHALL BE GLOSS ENAMEL AND CONFORM TO TIS 327
6. EARTH FILL IN MEDIAN SHALL BE TOP SOIL
7. FILL UNDER SIDEWALK SHALL BE THE SAME MATERIAL AS EMBANK AND COMPACTED TO 90 %(MOD) STANDARD PROCTOR (ODOT - T180)
8. LOCATION FOR CURB MARKING SHALL BE AS SHOWN ON PLAN OR DIRECTED BY THE ENGINEER
9. JOINT IN CONCRETE CURB & CURB AND GUTTER SHALL BE SPACED INTERVAL, THE WIDTH OF THE JOINT IS 1 CM AND FILLED WITH MORTA (PORTLAND CEMENT SAND 1 BY VOLUME.
10. THE WIDTH MAY BE 0.50 M

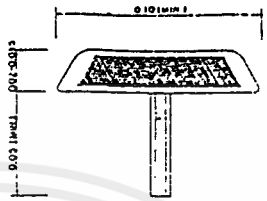
NO. 90 CONCRETE CURB AND CUTTER DETAILS



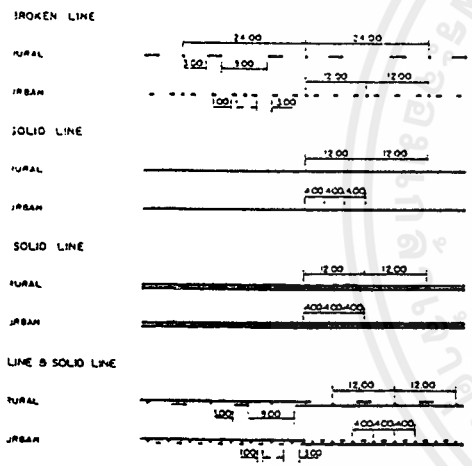
UNI-DIRECTIONAL TYPE ROAD STUD
NOT TO SCALE



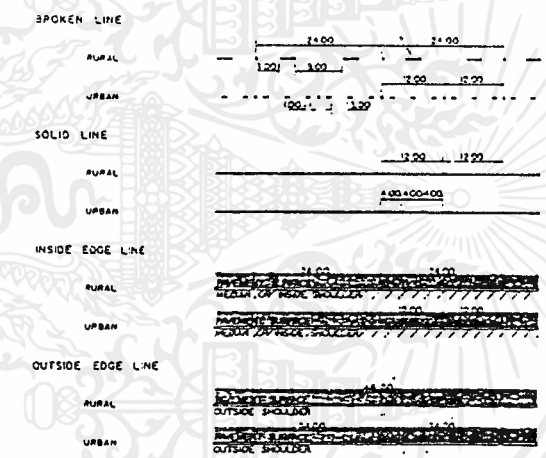
PLAN OF BI-DIRECTIONAL TYPE ROAD STUD
NOT TO SCALE



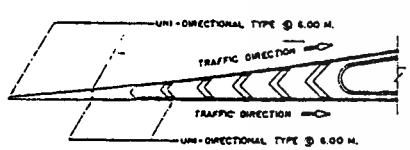
SIDE ELEVATION OF ROAD STUD
NOT TO SCALE

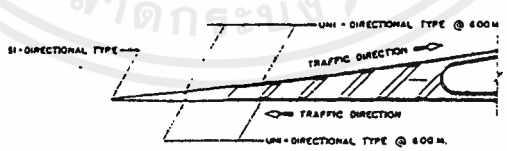


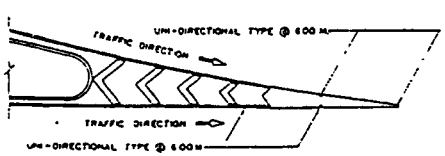
ROAD STUD AT CENTER LINE OF ROADWAY
NOT TO SCALE



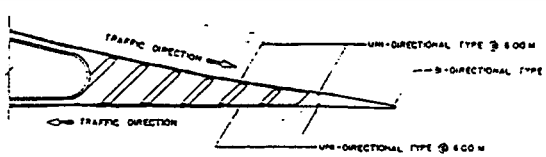
ROAD STUD AT LANE LINE & EDGE LINE
NOT TO SCALE







ROAD STUD AT CHEVRON HATCHING
NOT TO SCALE



ROAD STUD AT CROSS HATCHING
NOT TO SCALE

NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS UNLESS OTHERWISE INDICATED
2. ROAD STUD SHALL BE MADE OF ALUMINIUM OR ALUMINIUM ALLOY SIZE OF THE BASE SHALL BE NOT LESS THAN 100×100 MM WITH 20-35 MM HIGH LENGTH OF THE SHANK SHALL BE NOT LESS THAN 50 MM ROAD STUD SHALL WITHSTAND TO IMPACT LOAD WITHOUT DISTORTION OR CRACK.
3. REFLECTOR SHALL BE YELLOW OR WHITE REFLECTIVE BEADS WHICH MANUFACTURING EXCLUSIVELY FOR REFLECTOR AMOUNT OF BEADS SHALL BE NOT LESS THAN 40 PER SIDE, EMBEDED TO THE ROAD STUD
4. THE PROCEDURES OF INSTALLATION
   4.1 THE HOLE SHALL BE DRILLED WIDER THAN DIAMETER OF THE SHANK ABOUT 3 MM.
   4.2 MATERIALS IN THE HOLE SHALL BE REMOVED.
   4.3 EPOXY ADHESIVE SHALL BE APPLIED FULLY INTO THE HOLE.
   4.4 THE SHANK SHALL BE EMBEDED INTO THE HOLE. THE ROAD STUD SHALL BE PRESSED UNTIL EPOXY ADHESIVE SHALL BE BLEEDED TO ADHERE BETWEEN PAVEMENT SURFACE AND ROAD STUD.
5. ROAD STUDS AT CENTER LINE OF ROADWAY SHALL BE BI-DIRECTIONAL TYPE OTHERS SHALL BE UNI-DIRECTIONAL TYPE.
6. ROAD STUDS SHALL BE INSTALLED BEFORE PC STATION OF CURVE AND AFTER PT. STATION OF CURVE ABOUT 65 METERS
7. INSTALLATION OF ROAD STUDS IN CURVE WITH RADIUS MORE THAN 320 METERS SHALL BE INSTALLED AS TANGENT INSTALLATION

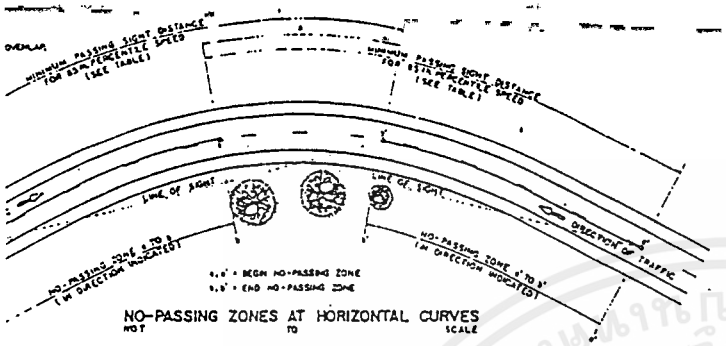
TABLE 1 INSTALLATION OF ROAD STUD ON TANGENT

TYPE OF LINE	COLOUR OF REFLECTOR	SPACING OF ROAD STUD (M.) RURAL	SPACING OF ROAD STUD (M.) URBAN	LOCATION
CENTER LINE				
SINGLE BROKEN LINE	YELLOW	24.00	12.00	BETWEEN BROKEN LINE
SINGLE SOLID LINE	YELLOW	12.00	4.00	ON SOLID LINE
DOUBLE SOLID LINE FOR MULTI-LANE	YELLOW	12.00	4.00	BETWEEN DOUBLE SOLID LINES
LANE LINE				
BROKEN LINE	WHITE	24.00	12.00	BETWEEN BROKEN LINE
SOLID LINE	WHITE	12.00	6.00	ON SOLID LINE
EDGE LINE				
INSIDE EDGE LINE	YELLOW	24.00	12.00	ON EDGE LINE
OUTSIDE EDGE LINE	WHITE	48.00	24.00	ON EDGE LINE

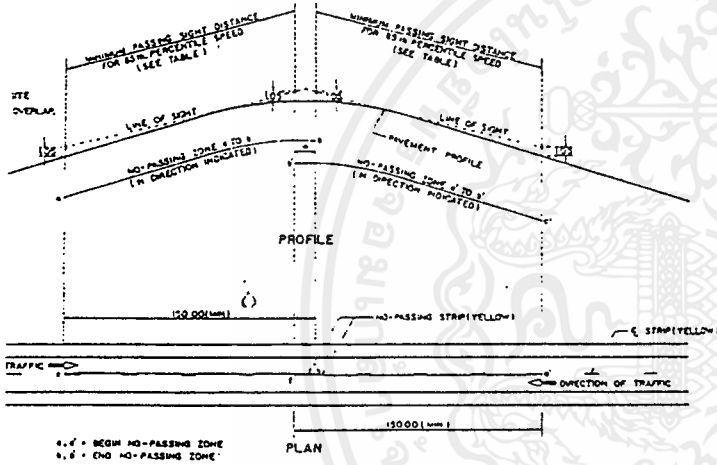
TABLE 2 INSTALLATION OF ROAD STUD IN CURVE

TYPE OF LINE	COLOUR OF REFLECTOR	SPACING OF ROAD STUD (M.) RADIUS OF CURVE BETWEEN 100 - 300 M	SPACING OF ROAD STUD (M.) RADIUS OF CURVE LESS THAN 100 M	LOCATION
BROKEN LINE	THE SAME COLOUR AS THE LINE	12.00	-	BETWEEN BROKEN LINE
SINGLE SOLID LINE		12.00	4.00	ON SOLID LINE
DOUBLE SOLID LINE		12.00	4.00	BETWEEN DOUBLE SOLID LINES
BROKEN LINE & SOLID LINE		12.00	4.00	BETWEEN THE LINES

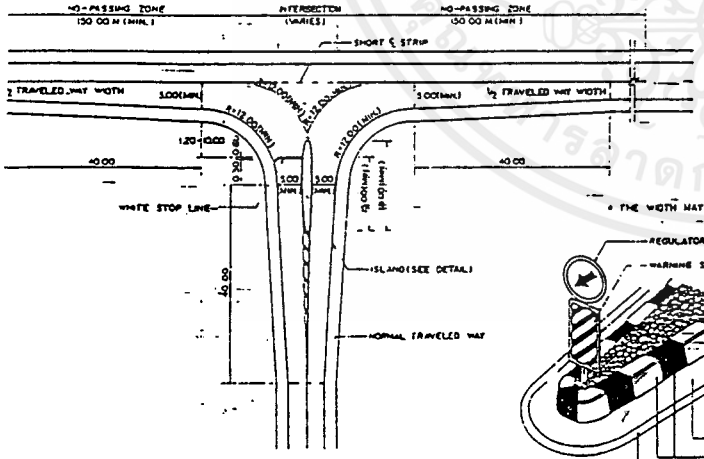
NO. 91 ROAD STUD



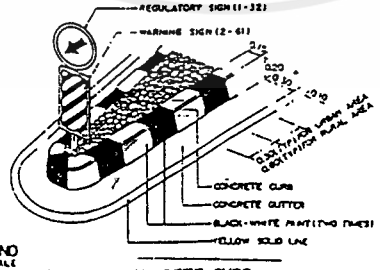
NO-PASSING ZONES AT HORIZONTAL CURVES
NOT TO SCALE



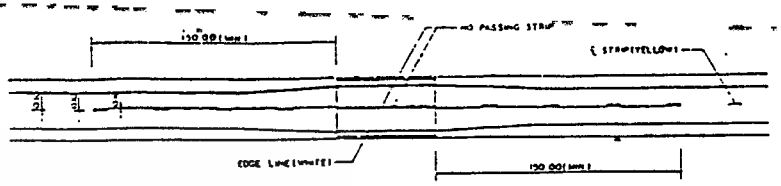
NO-PASSING ZONES AT VERTICAL CURVES
NOT TO SCALE



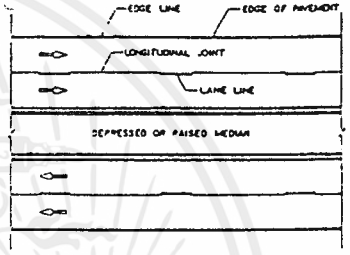
TYPICAL MARKING AT JUNCTION WITH DIVISIONAL ISLAND
NOT TO SCALE



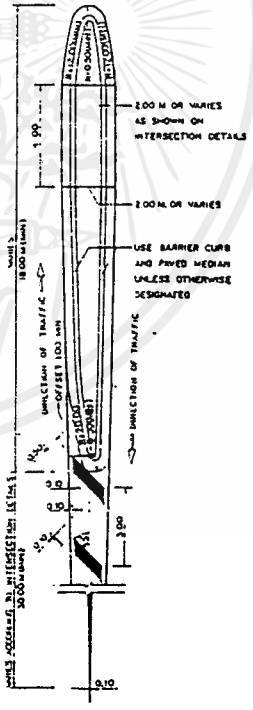
PAINTING AT CONCRETE CURB



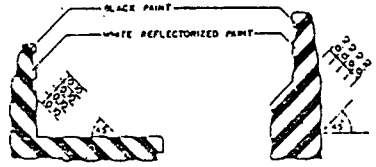
BRIDGE APPROACH
NOT TO SCALE



MARKING AT CONCRETE PAVEMENT
NOT TO SCALE



ISLAND DETAILS



PAINTING AT BRIDGE ENDS
NOT TO SCALE

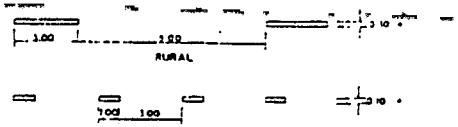
TABLE MINIMUM PASSING SIGHT DISTANCE

85 PERCENTILE SPEED (KPH)	MINIMUM PASSING SIGHT DISTANCE (M)
50	150
60	180
70	210
80	240
90	275
100	315
110	345
120	380

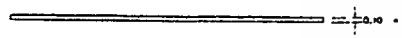
NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED
2. ALL MARKINGS SHALL BE IN ACCORDANCE WITH THE DEPARTMENT OF HIGHWAYS' TRAFFIC CONTROL DEVICE MANUAL, PART 2 ISSUED BE 2533
3. PAVEMENT MARKING FOR THE ASPHALTIC CONCRETE AND THE REINFORCED CONCRETE PAVEMENTS SHALL BE REFLECTORIZED THERMOPLASTIC PAINT, CONFORMING TO TIS 542 PAVEMENT MARKINGS FOR THE SURFACE TREATED PAVEMENT SHALL BE REFLECTORIZED PAINT, CONFORMING TO TIS 415 AND
4. THIS DRAWING SHALL BE REFERENCED TO DWG NO RS-603

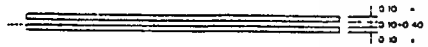
NO. 92 MARKING DETAILS-1



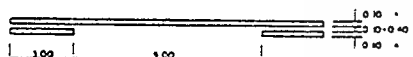
SINGLE BROKEN LINE



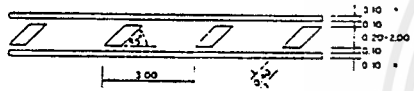
SINGLE SOLID LINE



DOUBLE SOLID LINE



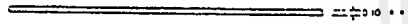
BROKEN LINE & SOLID LINE



DOUBLE LINE WITH CROSS HATCHING

* STANDARD WIDTH IS 10CM., THE ADJUSTED WIDTH SHALL CONFORM TO THE TABLE.

CENTER LINE MARKINGS
NOT TO SCALE



** STANDARD WIDTH IS 10CM., FOR UNINTERRUPTED-FLOW HIGHWAY WITH ADT. IS MORE THAN 32,000 VEHICLE/DAY, THE WIDTH SHALL BE 15 CM.

EDGE LINE MARKING
NOT TO SCALE

TABLE : WIDTH OF CENTER LINE MARKING

A. TWO-LANE HIGHWAY

(NUMBERS ARE IN CENTIMETERS)

ADT. (VEHICLE / DAY)	WIDTH OF TRAVELED WAY (METERS)					
	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	MORE THAN 7.00
LESS THAN 500	7	7	10	10	10	10
LESS THAN 500	10	10	10	10	10	10
LESS THAN 4000	10	10	15	15	15	15
LESS THAN 8000	10	10	15	15	15	20

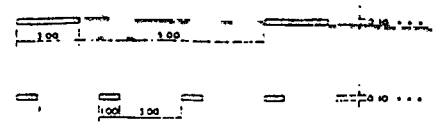
B. MULTILANE UNDIVIDED HIGHWAY (DOUBLE SOLID LINE)

(NUMBERS ARE IN CENTIMETERS)

ADT. (VEHICLE / DAY)	WIDTH OF TRAVELED WAY (METERS)		
	LESS THAN 14.00 (1)	14.00	MORE THAN 14.00
LESS THAN 8000	WIDTH 10 GAP 10	WIDTH 10 GAP 10	WIDTH 10 GAP 10
LESS THAN 16000	WIDTH 10 GAP 10	WIDTH 15 GAP 15	WIDTH 15 GAP 15+60 (2)
LESS THAN 32000	WIDTH 15 GAP 15	WIDTH 20 GAP 20	WIDTH 20 GAP 20+60 (2)

REMARKS: (1) FOR ULTIMATE STAGE WHICH THE TRAVELED WAY WIDTH IS LESS THAN 13.00 METERS, THE CENTER LINE MARKINGS SHALL BE TWO-LANE HIGHWAY FORMAT

(2) IF WIDTH OF GAP IS MORE THAN 40 CM., THE CENTER LINE MARKING SHALL BE DOUBLE LINE WITH CROSS HATCHING FORMAT



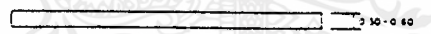
WIDE BROKEN LINE

SHORT BROKEN LINE

SOLID LINE

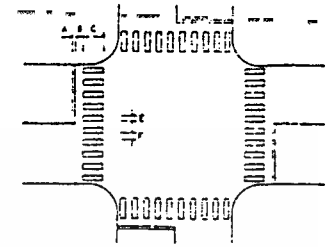
*** FOR UNINTERRUPTED-FLOW HIGHWAY WITH ADT IS MORE THAN 32,000 VEHICLE/DAY, THE WIDTH SHALL BE 15 CM.

LANE LINE MARKINGS
NOT TO SCALE

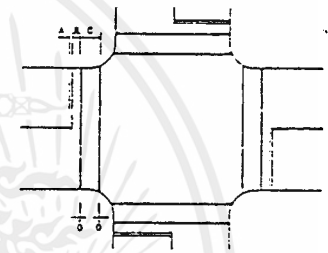


STOP LINE MARKING
NOT TO SCALE

GIVEWAY LINE MARKING
NOT TO SCALE



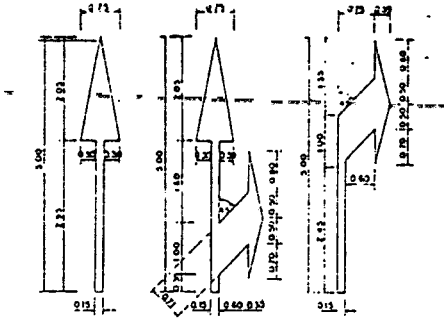
CROSSWALK MARKING WITH LONGITUDINAL LINES FOR ADDED VISIBILITY



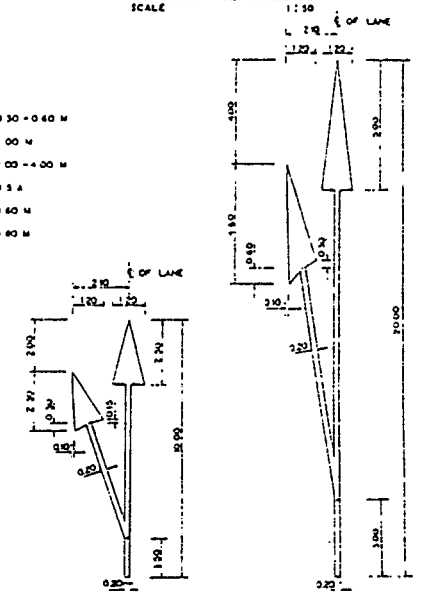
A = 0.30 - 0.60 M
B = 1.00 M
C = 2.00 - 4.00 M
D = 0.5 A
E = 0.60 M
F = 0.80 M

STANDARD CROSSWALK MARKING

CROSSWALK MARKINGS
NOT TO SCALE



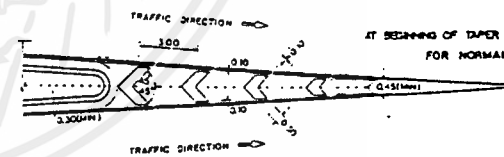
DIRECTIONAL ARROWS
SCALE 1:50

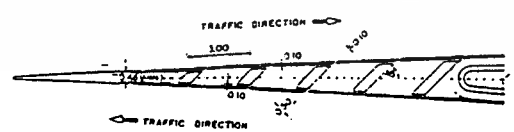


AT BEGINNING OF TAPER FOR DECELERATION LANE, FOR NORMAL INSTALLATION

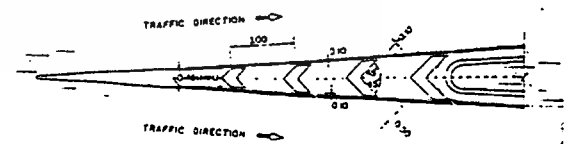
AT BEGINNING OF TAPER FOR DECELERATION FOR DIVIDED HIGHWAY

LONG DIRECTIONAL ARROWS
SCALE 1:100





CROSS-HATCHING MARKING
NOT TO SCALE

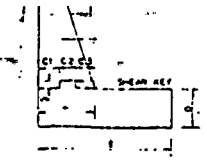


CHEVRON HATCHING MARKING
NOT TO SCALE

NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED
2. THIS DRAWING SHALL BE REFERENCED TO DWG NO PS-602

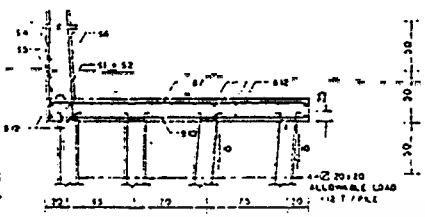
NO. 93 MARKING DETAILS-2



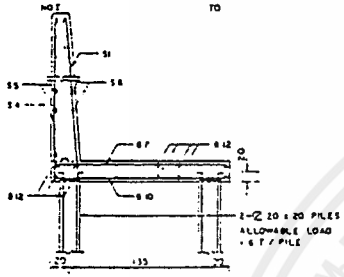
OF RETAINING WALL SHOWING
ND DISTANCES OF SHEAR KEY
TO SCALE

B	D	A	C1	C2	C3
100	25	25	10	7.5	7.5
175	30	30	10	10	10
200	35	35	15	14	10

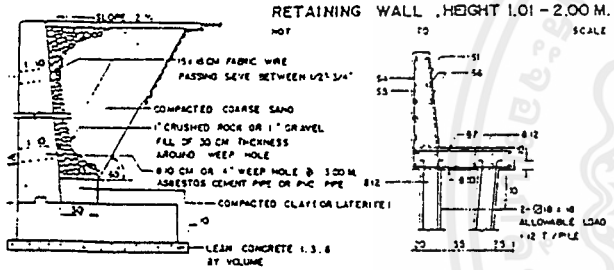
CASE THE HEIGHT, H IS, IN THE
F THE HEIGHT GIVEN IN THE TABLE
D, A, C1, C2 AND C3 SHALL BE
) FOR THE HEIGHT, H BY LINEAR
AKING IN THE INTERVAL OF THE
CH THE VALUE B SHALL BE
) IN THE SAME WAY IN CASE OF
WALL USING SPREAD FOOTING.
VALUE B WHICH ARE GIVEN IN
FOR RETAINING WALL USING PILES



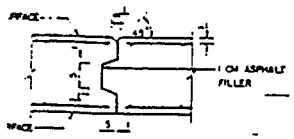
RETAINING WALL, HEIGHT 2.01-3.00 M.
NOT TO SCALE



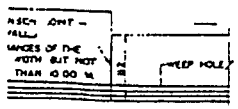
RETAINING WALL, HEIGHT 1.01 - 2.00 M.
NOT TO SCALE



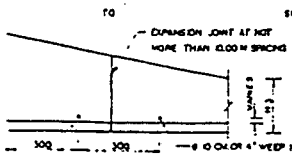
OF BASE OF RETAINING WALL,
HOLE AND EARTH BACK FILL



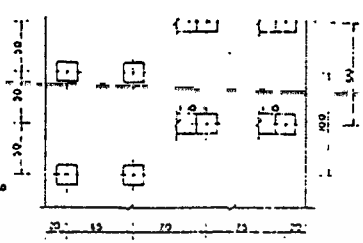
SION JOINT DETAIL OF WALL
TO SCALE



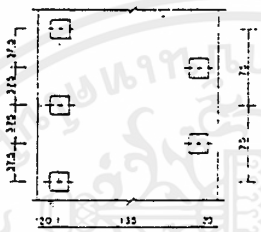
BASE OF RETAINING WALL USING PILE
HEIGHT VARIES LINEARLY WITH LENGTH
TO SCALE



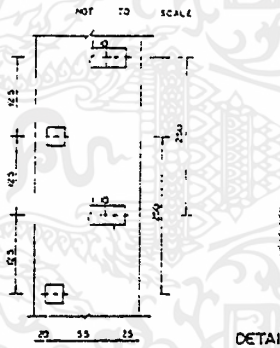
EW OF RETAINING WALL USING PIPE
HEIGHT VARIES LINEARLY WITH LENGTH



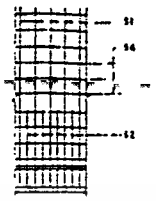
PLAN OF PILE
NOT TO SCALE



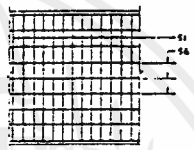
PLAN OF PILE
NOT TO SCALE



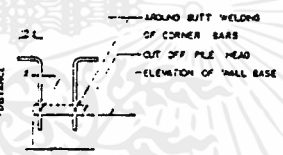
PLAN OF PILE
NOT TO SCALE



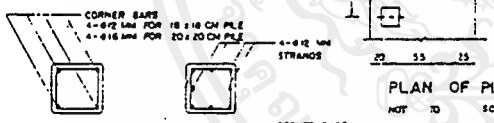
REINFOCEMENT OF INNER
WALL, HEIGHT 2.01-3.00 M.
NOT TO SCALE



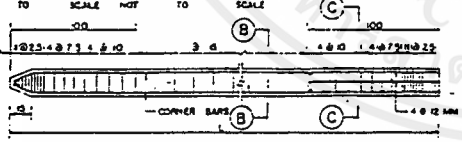
REINFORCEMENT OF INNER
WALL, HEIGHT < 2.00 M.
NOT TO SCALE



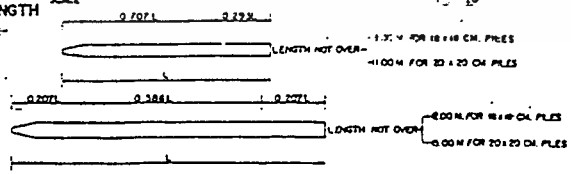
DETAIL OF CORNER BAR AT PILE HEAD
SCALE 1 : 10



SECTION (B)-(B) SECTION (C)-(C)
NOT TO SCALE NOT TO SCALE



REINFORCEMENT OF 18 x 18 CM. AND 20 x 20 CM. PILES
SCALE 1 : 20



PICK-UP DETAILS FOR PILES
NOT TO SCALE

1. CONCRETE SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF 210 KSC FOR MINIMUM CM CUBE AT 28
AN APPROXIMATE MIX DESIGN PER CUBIC METER IS SUGGESTED AS FOLLOWS :

PORTLAND CEMENT TYPE I	350	KG (MIN.)
SAND	0.43	M³
CRUSHED ROCK OR GRAVEL	0.86	M³
CONCRETE SLUMP	10	CM (MAX.)

WATER-CEMENT RATIO 0.45-0.50 BY WEIGHT

1.2 AFTER THE FOUNDATION UNDERNEATH IS COMPACTED, THE LEAN CONCRETE SHALL BE PLACED FOR 10 CM THIC
THE BASE WITH 10 CM AROUND WIDER THAN THE FOUNDATION THE MIX DESIGN OF THE LEAN CONCRETE IS 1
BY VOLUME.

1.3 CONCRETE COVER SHALL BE 2.5 CM EXCEPT FOR THE FOUNDATION STRUCTURE THE CONCRETE COVER SHALL BE 5
IN CASE OF THE MARINE CLAY, CONCRETE COVER FOR THE OTHER PART OF THE WALL AND THE FOUNDATION FACING T
MARINE SOIL SHALL BE ADDED 2.5 CM FROM THE DIMENSIONS SHOWN ON THIS DRAWING.

1.4 EARTH BACKFILL SHALL BE SANDY SOIL OR GRAVEL SOIL OR ROCK OR OTHER SOIL IN THE CONSTRUCTION AREA H
THE SAME QUALITIES BY THE APPROVAL OF THE ENGINEER

2. SPECIAL NOTES OF RETAINING WALL USING PILES

2.1 THE ELEVATION OF THE FOUNDATION SHALL BE AT LEAST THE SAME ELEVATION AS THE EXISTING GROUND LINE
MEASURED FROM THE SURFACE OF THE LEAN CONCRETE IN NO 1.2

2.2 RC PILES USED ARE AS SHOWN IN THIS DRAWING AND SHALL MEET THE FOLLOWING REQUIREMENT

2.2.1 20 x 20 CM PILES SHALL BE DRIVEN TO SUCH A DEPTH THAT IT CAN SUPPORT THE ALLOWABLE LOAD OF
LESS THAN 12 TONS AND THE LENGTH OF THE PILE UNDER THE GROUND SURFACE IS NOT LESS THAN 10
FOR RETAINING WALL WITH 2.01 - 3.00 M IN HEIGHT.

2.2.2 20 x 20 CM. PILES SHALL BE DRIVEN TO SUCH A DEPTH THAT IT CAN SUPPORT THE ALLOWABLE LOAD OF
LESS THAN 6 TONS AND THE LENGTH OF THE PILE UNDER THE GROUND SURFACE IS NOT LESS THAN 0
FOR RETAINING WALL WITH 1.01 - 2.00 M IN HEIGHT

2.2.3 18 x 18 CM PILES SHALL BE DRIVEN TO SUCH A DEPTH THAT IT CAN SUPPORT THE ALLOWABLE LOAD O
LESS THAN 2 TONS FOR RETAINING WALL WITH NOT MORE THAN 1.00 M IN HEIGHT

2.2.4 THE METHOD OF DETERMINING THE ALLOWABLE LOAD (STATIC PIPE LOAD TEST) SHALL BE CALCULATED A
FOLLOWS

2.2.4.1 IN CASE OF A TEST PILE SUPPORTED, THE APPLIED LOAD MUST NOT BE LESS THAN THE GIVEN ALLOWA
LOAD FOR PILES IN NO 2.2.1, NO 2.2.2 AND NO 2.2.3 AND IF THE AVERAGE SETTLEMENT OF A PILE (TH
SETTLEMENT OF A PILE AT THAT TIME) THE APPLIED LOAD AT THAT TIME DOES NOT EXCEED 0.025
IN 24 HOURS, THE ALLOWABLE LOAD OF A PILE IS HALF OF THE APPLIED LOAD AT THAT TIME (SAFETY FA
2.2.4.2 IF THE SETTLEMENT RATE OF A PILE EXCEEDS THE VALUE GIVEN IN NO 2.2.4.1 OR THE APPLIED LOAD
LOADED TO A NEAR-FAILURE CONDITION, THE APPLIED LOAD SHALL BE DIVIDED BY 2.5 TO BE THE ALLOWA
(SAFETY FACTOR = 2.5) IN CASE IF THE ABOVE METHOD CAN NOT DETERMINE THE LOAD OF A PILE, T
ALLOWABLE LOAD CAN BE CALCULATED BY USING ONE OF THESE PILE DRIVING FORMULAS SUCH AS
FORMULA, JANSU FORMULA OR DANISH FORMULA AND THE SAFETY FACTOR USED FOR THE THREE FORM
SHALL NOT BE LESS THAN 3 TIMES OF THE CALCULATED LOAD

2.2.5 CONCRETE FOR PILES SHALL HAVE A MINIMUM ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH OF 300 KSC FOR 0.15 x 0.15 CM C
AT 28 DAYS AN APPROXIMATE MIX DESIGN PER CUBIC METER IS SUGGESTED AS FOLLOWS

PORTLAND CEMENT TYPE I	375	KG (MIN.)
SAND	0.43	M³
CRUSHED ROCK OR GRAVEL	0.86	M³
CONCRETE SLUMP	8	CM (MAX.)

WATER-CEMENT RATIO 0.40-0.45 BY WEIGHT

2.2.6 PILE HEADS SHALL BE CUT OFF BEFORE THE RETAINING WALL BASE IS CONSTRUCTED AND THE CORNER BAR
SHALL BE BENDED OR WELDED WITH THE SAME SIZE OF BARS AS SHOWN IN THE DRAWING.

3. REINFORCING STEEL NOTES

3.1 ALL REINFORCING STEEL SHALL BE INTERMEDIATE GRADE DEFORMED BARS (CONFORM TO TIS 24 GRADE SD 30) EXCEPT
FOR BAR DIAMETER LESS THAN 12 MM WHICH MAY BE OF STRUCTURAL GRADE (CONFORM TO TIS 24 GRADE SR 24)

3.2 IN CASE OF SPLICING OF THE REINFORCEMENT, SPLICING SHALL BE BY AROUND BUTT WELDING WHICH THE STRENGT
WELD JOINT IS NOT LESS THAN THE ULTIMATE TENSILE STRENGTH OR BY LAPPING BARS WITH THE LAP LENGTH
LESS THAN 20 TIMES THE BAR DIAMETERS FOR THE INTERMEDIATE GRADE REINFORCING STEEL (40 TIMES THE B
DIAMETERS FOR STRUCTURAL GRADE REINFORCING STEEL). LOCATIONS OF THE LAPPED BARS SHALL BE SPACED A
UNDER CONSIDERATION OF THE ENGINEER

NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN CENTIMETERS UNLESS OTHERWISE INDICATED.
2. ANY PROBLEMS DUE TO THE DESIGNATIONS SHALL BE CONSIDERED AND DECIDED BY THE ENGINEER.
3. RETAINING WALLS SHOWN ON THIS DRAWING SHALL BE USED FOR ROADWAY EMBANKMENT THAT IS PROPERLY DESIGNED

REINFORCING STEEL FOR ONE LINEAR METER OF RETAINING WALL

BAR MARK	BAR BENDING DETAILS	HEIGHT 3.00 M					HEIGHT 2.00 M					HEIGHT 1.00 M				
		ø	A	B	MEASURED DISTANCE	LENGTH	ø	A	B	MEASURED DISTANCE	LENGTH	ø	A	B	MEASURED DISTANCE	LENGTH
		REINFORCEMENT OF WALL														
S1		12	22	293	54.5	349.5	9	12	193	47	240	9	12	93	42	135
S2		12	22	115.5	56.5	172	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S4		9	20	293	0	293	9	20	193	0	193	9	20	93	0	93
S5		9	20	100	0	100	9	20	100	0	100	9	20	100	0	100
S6		9	25	100	0	100	9	25	100	0	100	9	25	100	0	100
		REINFORCEMENT OF BASE														
B7		16	12	245	0	245	9	20	170	7.5	185	9	20	95	7.5	110
B10		9	20	245	0	245	9	20	170	0	170	9	20	95	0	95
B12		9	12	100	0	100	9	20	100	0	100	9	20	100	0	100

NOTES : ø BAR DIAMETER, MM.
* DECREASING THE LENGTH OF BAR IN CASE THE HEIGHT OF WALL IS LESS THAN THE VALUE GIVEN
** OR AS SHOWN IN CROSS-SECTION

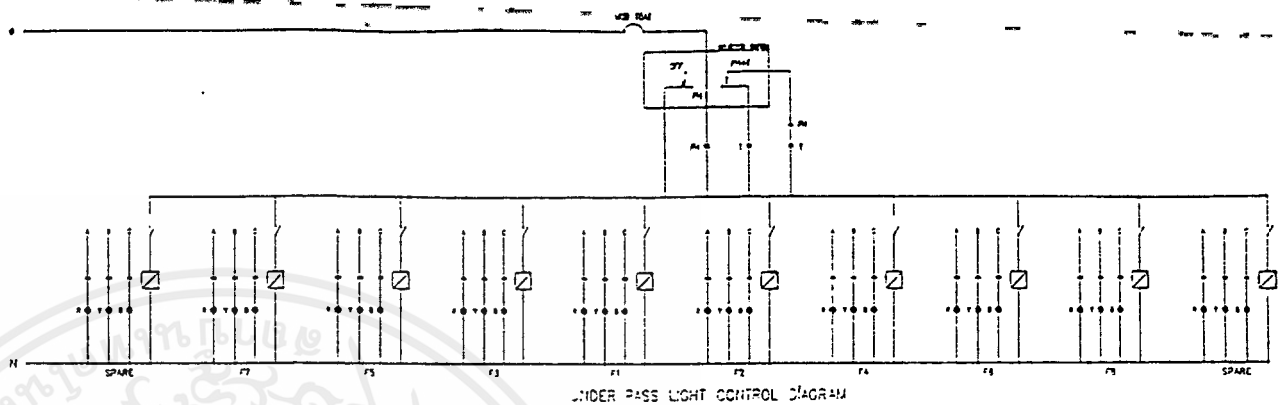
NO. 94 RETAINING WALL TYPE II

LIST OF DRAWING	
LP-001	LIST OF DRAWING,ABBREVIATION, CONTROL DIAGRAM & PANEL
LP-002	ILLUMINATED TRAFFIC SIGN AND UNDERPASS DETAIL
LP-003	UNDERPASS LIGHTING (1), STA. 1+087.500 TO STA. 1+228.000
LP-004	UNDERPASS LIGHTING (2), STA. 1+228.000 TO STA. 1+393.000
LP-005	UNDERPASS LIGHTING (3), STA. 1+393.000 TO STA. 1+558.000
LP-006	UNDERPASS LIGHTING (4), STA. 1+558.000 TO STA. 1+723.000
LP-007	UNDERPASS LIGHTING (5), STA. 1+723.000 TO STA. 1+828.000
LP-008	RELOCATED ELECTRIC POLE PLAN
LP-009	SINGLE LINE DIAGRAM & LOAD PANEL

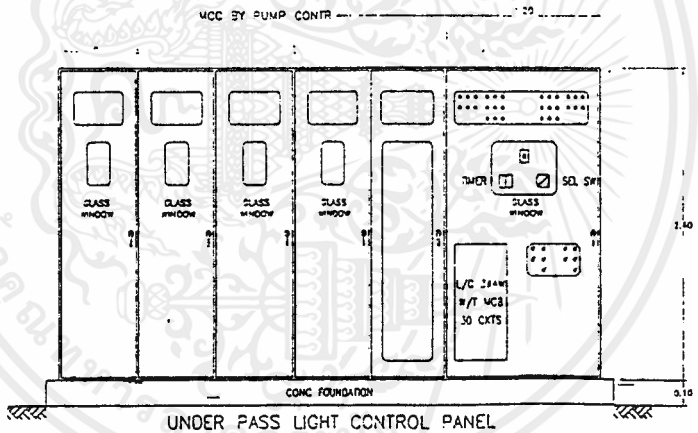
ELECTRICAL SYMBOL

SYMBOLS

- FLOOD LIGHT 1-150 WATTS HPS WITH HPF-BALLAST AND IGNITOR
- DROP FUSE CUTOUT WITH FUSE LINK
- TRANSFORMER
- CIRCUIT BREAKER
- AIR CIRCUIT BREAKER
- FUSE
- VOLT SELECTOR SWITCH
- AMP SELECTOR SWITCH
- VOLT METER
- AMP METER
- KILOWATT METER
- KILOWATT HOUR METER
- UNDER VOLTAGE RELEY
- GROUND FAULT PROTECTION
- SHUNT TRIP RELAY
- VOLT-SELECTOR SWITCH
- CURRENT TRANSFORMER
- PILOT LAMP
- LOAD PANEL BOARD
- MAIN PANEL BOARD
- MDB — MAIN DISTRIBUTION BOARD
- HDPE CONDUIT
- LP-1,3,5 — BRANCH CIRCUIT HOME RUN TO PANELBOARD NUMBER INDICATED CIRCUIT NO.
- PHOTO SWITCH
- TIMER
- MAG COIL 220V
- MAG CONTACTOR 10A
- SELECTOR SWITCH
- SIGN BOARD

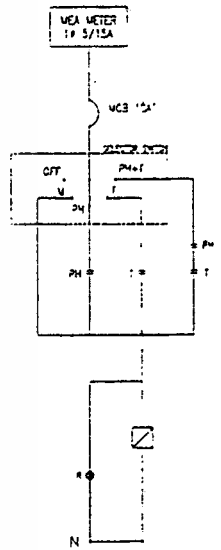


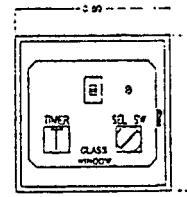
UNDER PASS LIGHT CONTROL DIAGRAM



UNDER PASS LIGHT CONTROL PANEL

SCALE 1 : 20





SIGN BOARD LIGHT CONTROL PANEL

SCALE 1 : 10

SIGN BOARD LIGHT CONTROL DIAGRAM

NO. 95 LIST OF DRAWING, ABBREVIATION,

CONTROL DIAGRAM & PANEL

LIGHT SCHEDULE

LTG	STA	ROAD	LANTERN	LAMP	MOUNTED
SP	1+480	ML	-	-	OVER
101	1+488	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
102	1+478	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
103	1+468	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
104	1+458	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
105	1+448	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
106	1+438	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
107	1+428	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
108	1+418	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
109	1+408	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
110	1+398	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
111	1+388	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
112	1+378	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
113	1+368	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
114	1+358	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
115	1+348	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
201	1+488	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
202	1+508	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
203	1+518	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
204	1+528	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
205	1+538	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
206	1+548	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
207	1+558	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
208	1+568	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
209	1+578	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
210	1+588	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
211	1+598	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
212	1+608	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
213	1+618	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
214	1+628	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
215	1+638	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
301	1+538	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
302	1+528	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
303	1+518	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
304	1+508	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
305	1+498	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
306	1+488	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
307	1+478	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
308	1+468	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
309	1+458	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
310	1+448	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
311	1+438	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
312	1+428	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
313	1+418	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL

LIGHT SCHEDULE

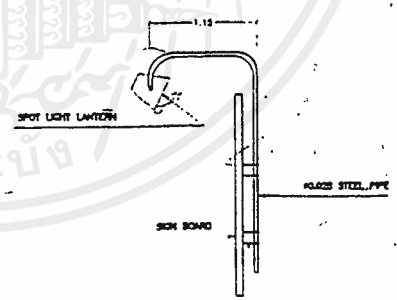
LTG	STA	ROAD	LANTERN	LAMP	MOUNTED
401	1+648	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
402	1+638	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
403	1+628	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
404	1+618	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
405	1+608	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
406	1+598	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
407	1+708	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
408	1+718	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
409	1+728	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
410	1+738	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
411	1+748	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
501	1+478	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
502	1+468	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
503	1+458	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
504	1+448	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
505	1+438	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
506	1+428	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
507	1+418	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
508	1+408	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
509	1+398	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
510	1+388	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
511	1+378	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
512	1+368	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
513	1+358	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
514	1+348	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
515	1+338	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
601	1+488	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
602	1+498	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
603	1+508	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
604	1+518	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
605	1+528	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
606	1+538	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
607	1+548	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
608	1+558	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
609	1+568	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
610	1+578	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
611	1+588	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
612	1+598	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
613	1+608	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
614	1+618	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
615	1+628	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL

LIGHT SCHEDULE

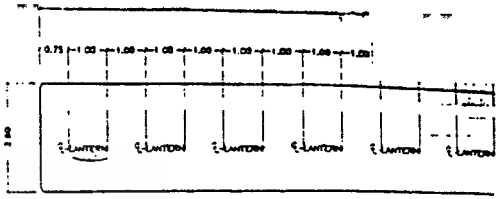
LTG	STA	ROAD	LANTERN	LAMP	MOUNTED
701	1+228	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
702	1+218	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
703	1+208	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
704	1+298	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
705	1+288	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
706	1+278	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
707	1+268	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
708	1+258	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
709	1+248	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
710	1+238	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
711	1+228	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
712	1+218	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
713	1+208	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
801	1+438	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
802	1+448	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
803	1+458	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
804	1+468	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
805	1+478	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
806	1+488	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
807	1+698	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
808	1+708	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
809	1+718	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
810	1+728	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
811	1+738	ML	FLOOD	1-150HPS	WALL
SP01	18+000	PANEL	SIGN	80-33FU	BRIDGE
SP02	19+078	PANEL	SIGN	80-33FU	BRIDGE
SP03	17+850	PANEL	SIGN	20-33FU	BRIDGE
SP04	19+225	PANEL	SIGN	20-33FU	BRIDGE

NOTE :

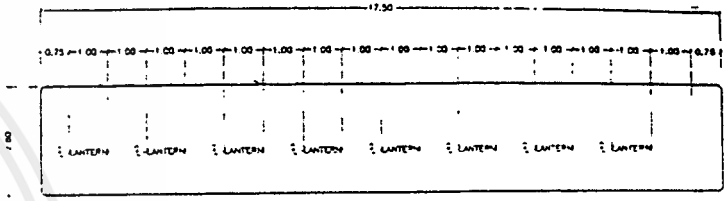
1) SP-01 AND SP-02 ARE OVERHEAD SIGN SIGN PLATES SEE STANDARD DRAWING NO.-RS-108 BOTH SP-01 AND SP-02 SHALL BE INSTALL ON NEW PEDESTRIAN CROSSING BRIDGE AT STA. 18+000 AND STA. 19+078 OF PAHOLYOTHIN RD.
2) SP-03 AND SP-04 ARE OVERHANGED TYPE INSTALLATION MUST ACCORDED TO STANDARD DRAWING NO. RS-110 AT STA. 17+850 AND STA. 19+225 OF PAHOLYOTHIN RD.



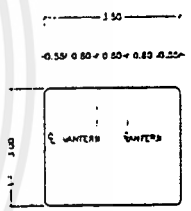
SECTION A-A
NOT TO SCALE



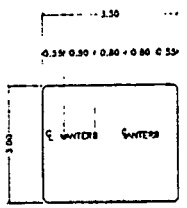
(SP-01)



(SP-02)

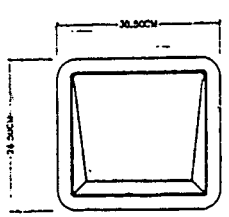


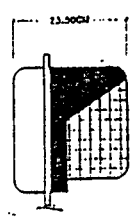
(SP-03)



(SP-04)

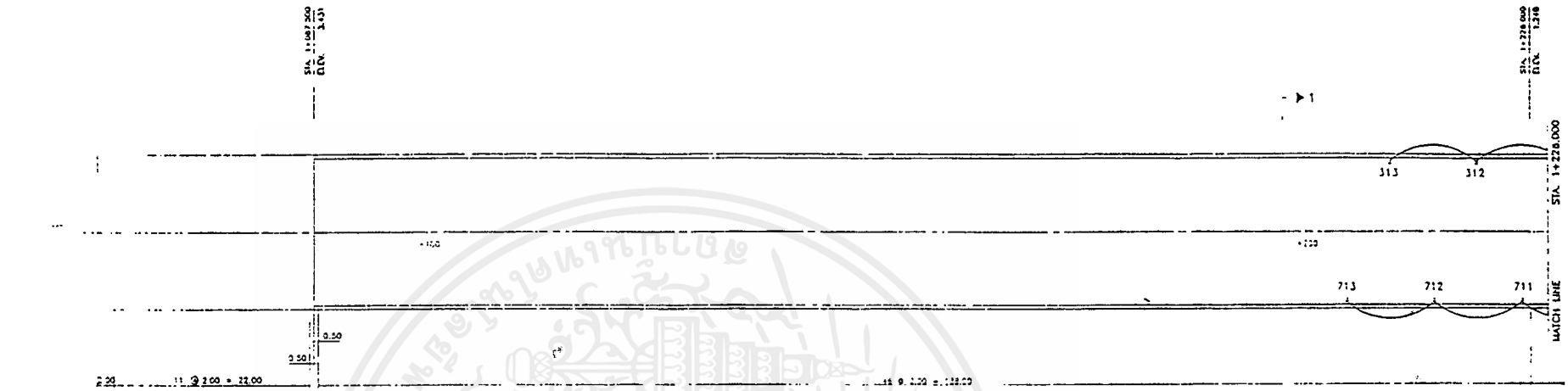
TYPICAL LANTERN LAY-OUT
SCALE 1 : 75

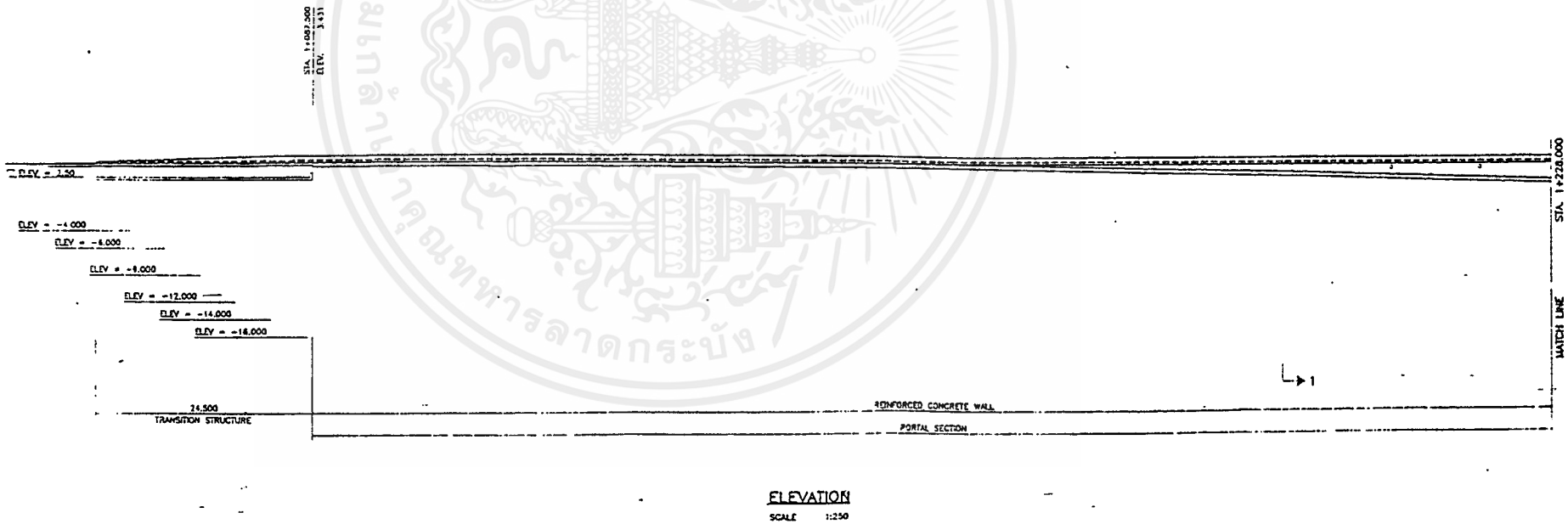




UNDERPASS LUMINAIRE
NOT TO SCALE

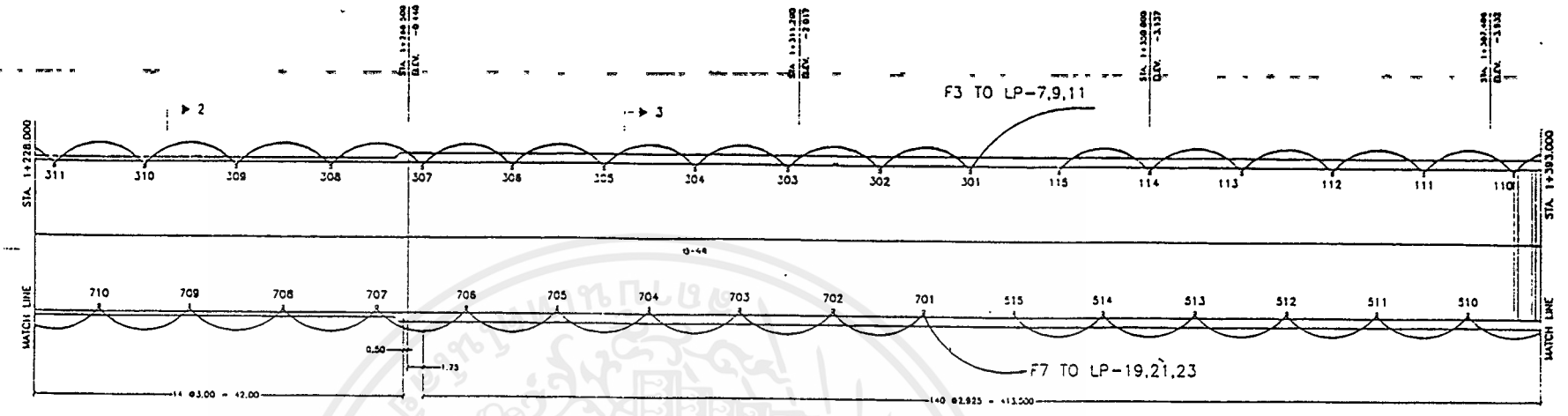
NO. 96 ILLUMINATED TRAFFIC SIGN AND UNDERPASS DETAIL

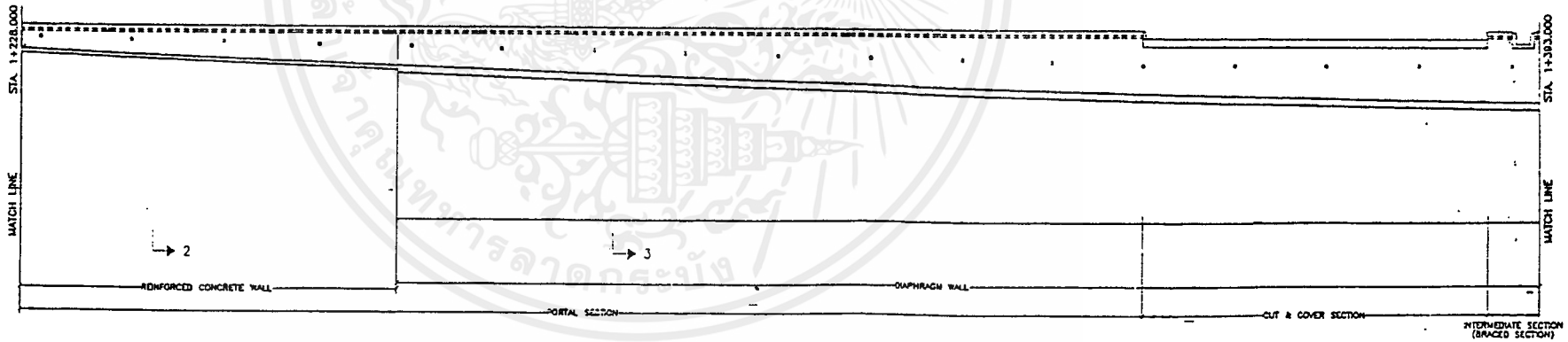




NO. 97 UNDERPASS LIGHTING (1) STA. 1+087.500

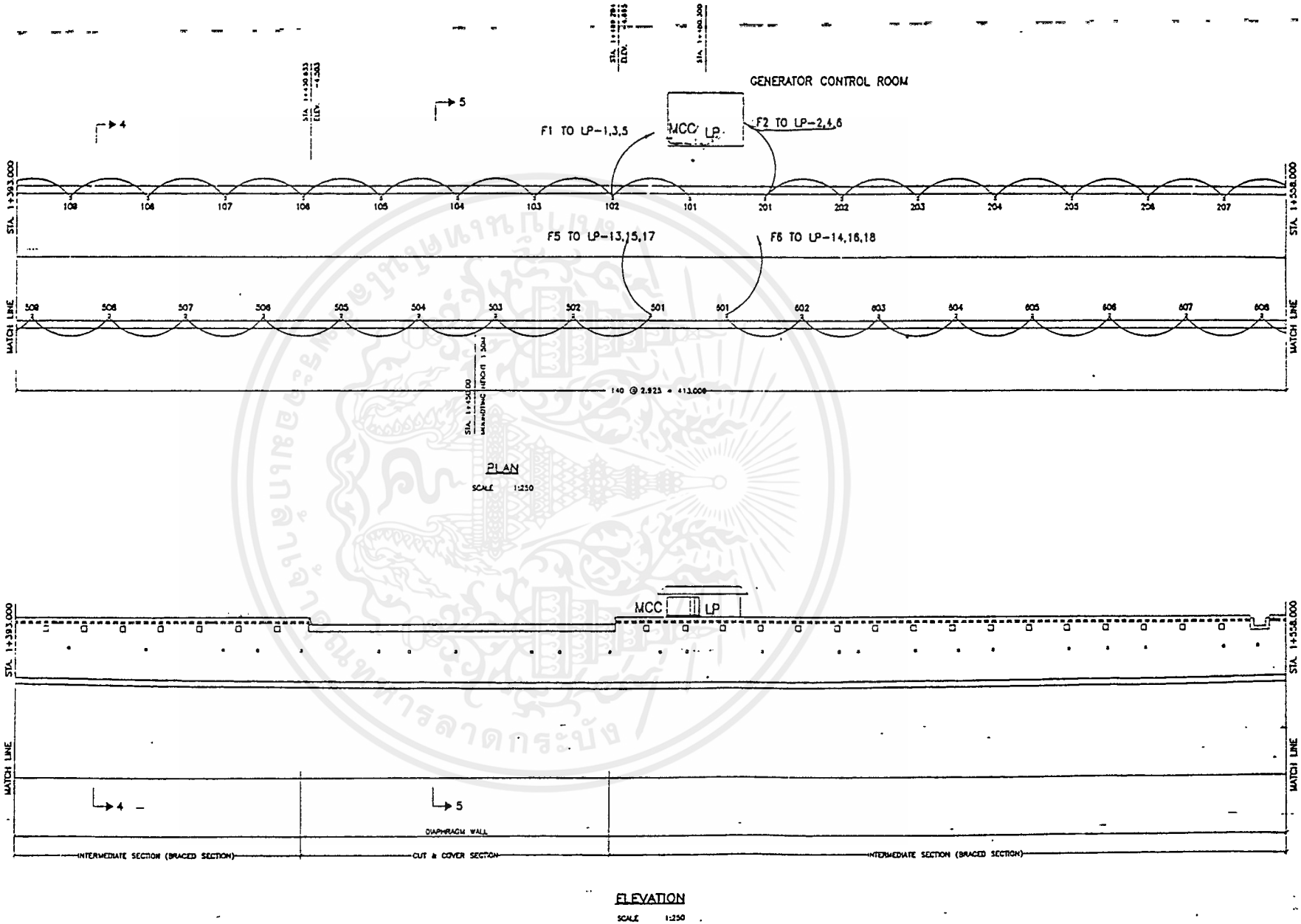
TO STA. 1+228.000





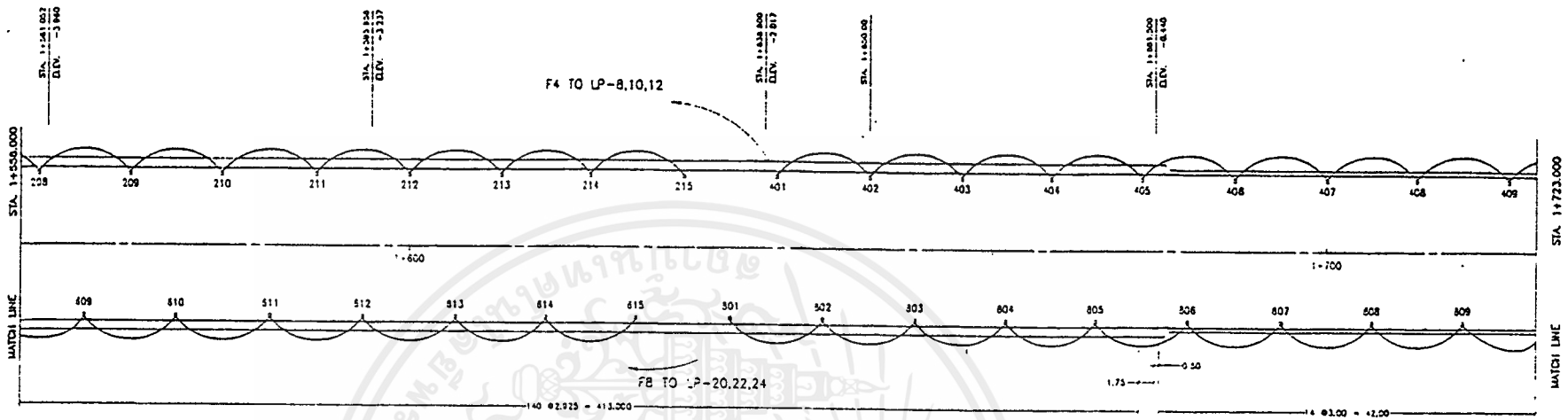
NO. 98 UNDERPASS LIGHTING (2) STA. 1+228.000

TO STA. 1+393.000

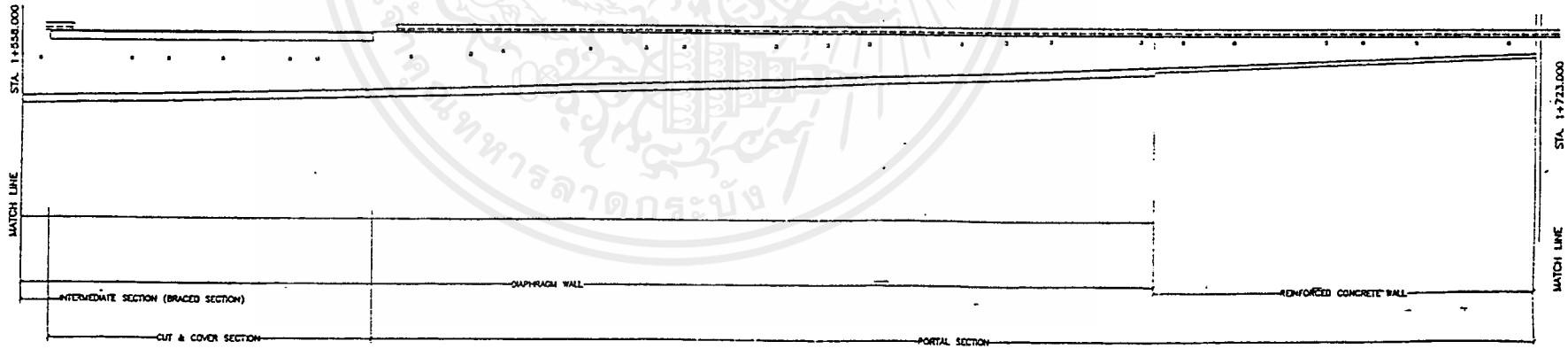


NO. 99 UNDERPASS LIGHTING (3) STA. 1+393.000

TO STA. 1+558.000



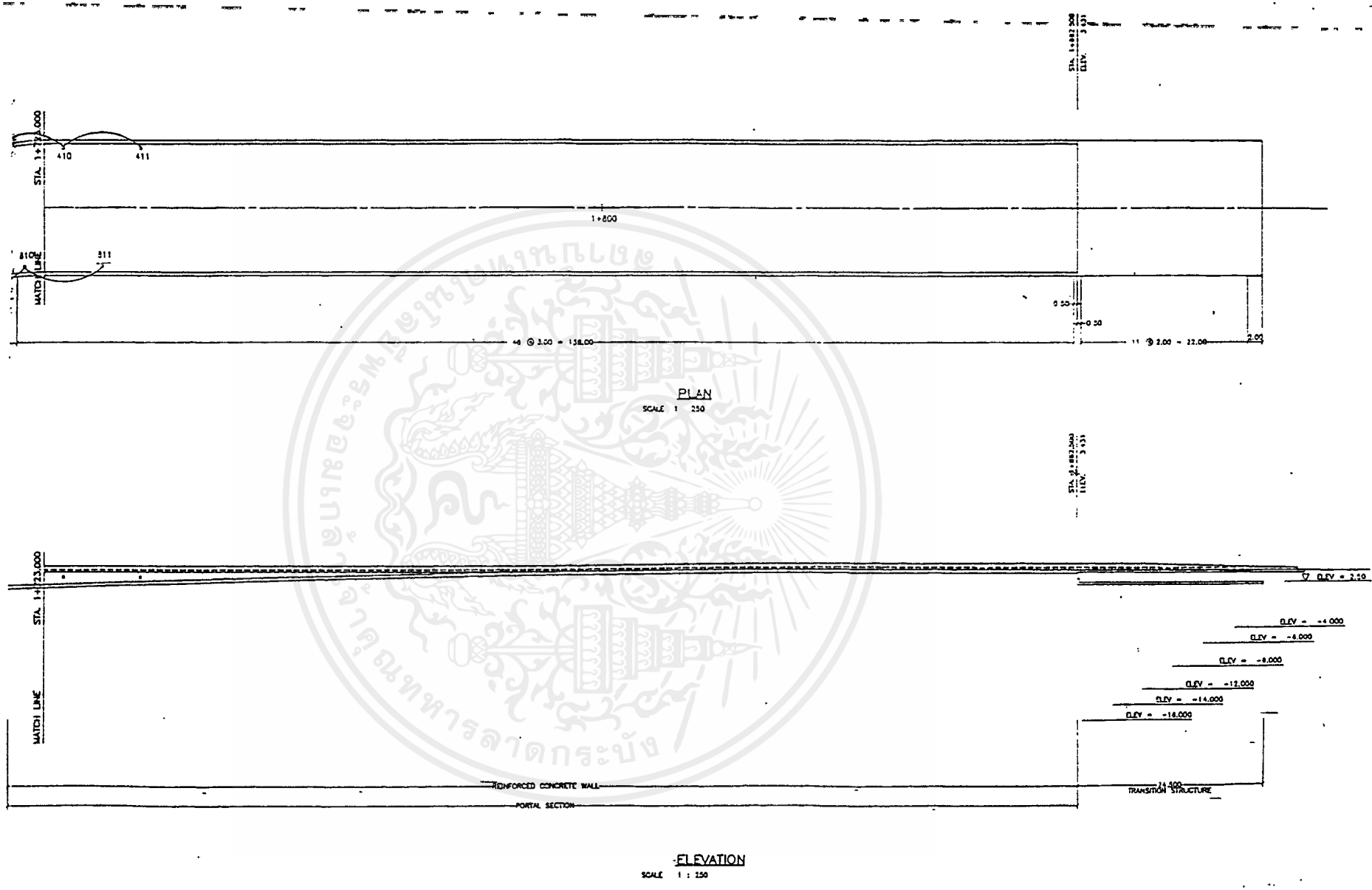
PLAN
SCALE 1 : 250



ELEVATION
SCALE 1 : 250

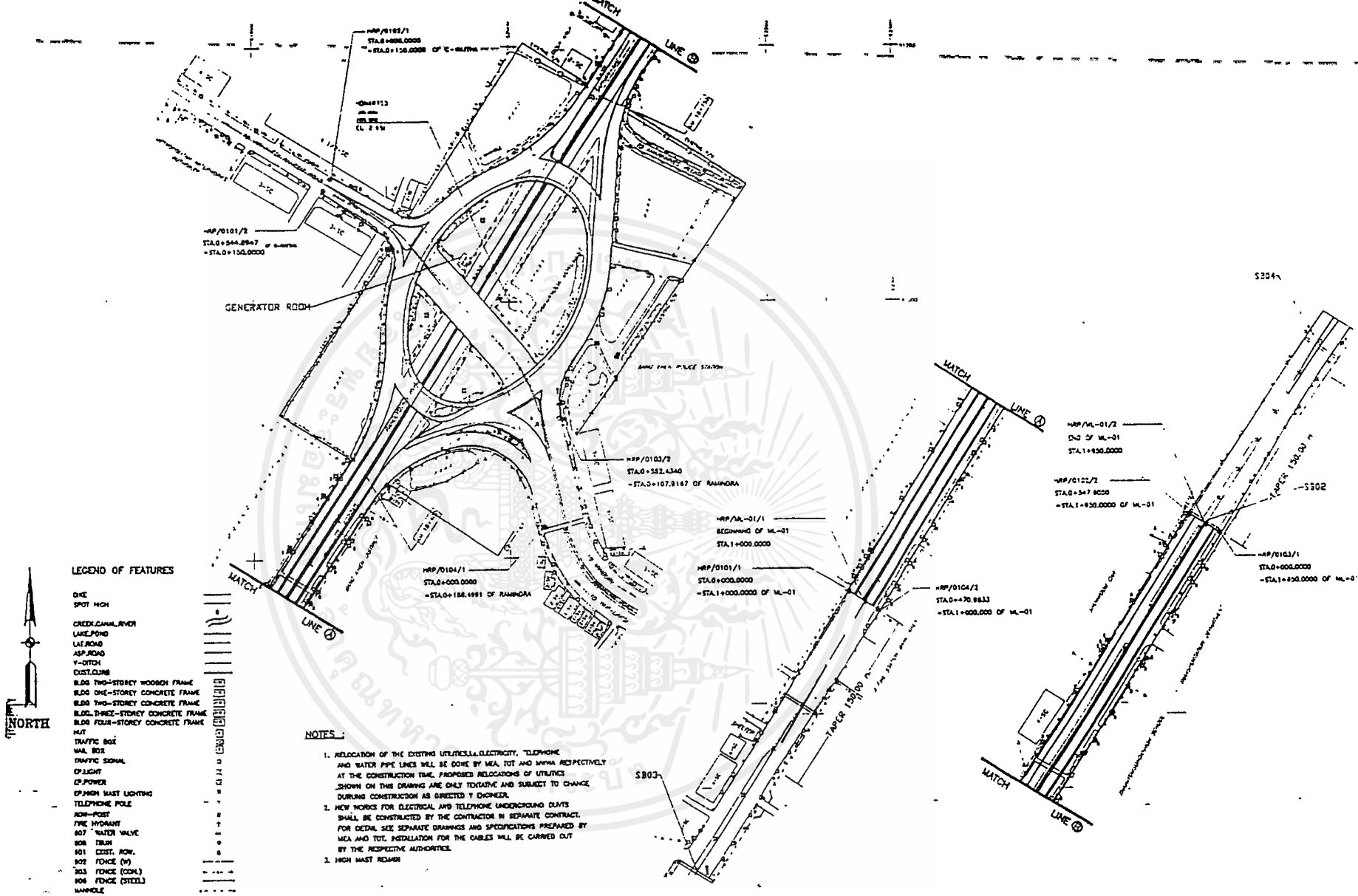
NO. 100 UNDERPASS LIGHTING (4) STA. 1+558.000

TO STA. 1+723.000

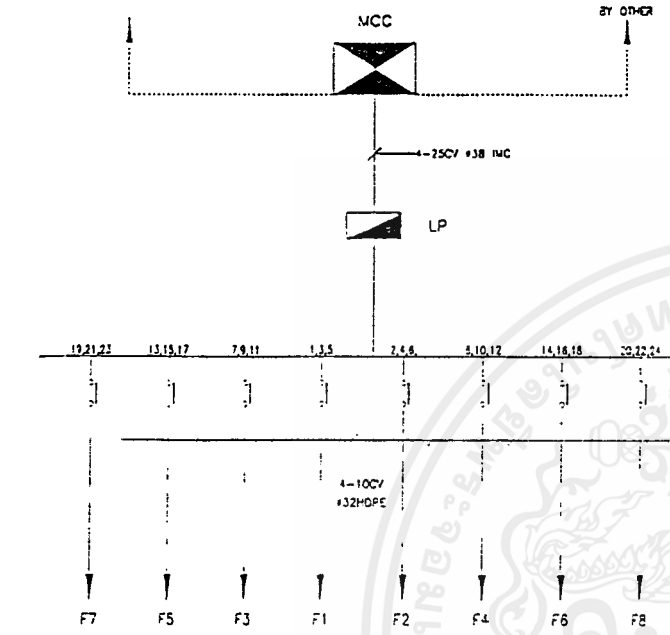


NO. 101 UNDERPASS LIGHTING (5) STA. 1+723.000

TO STA. 1+826.500



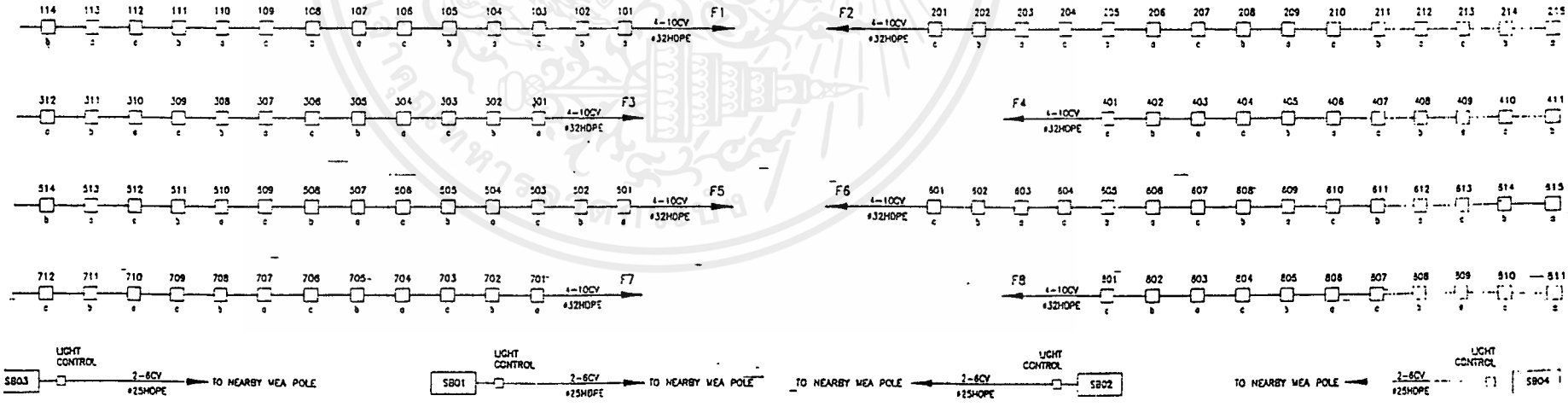
NO. 102 RELOCATED ELECTRIC POLE PLAN



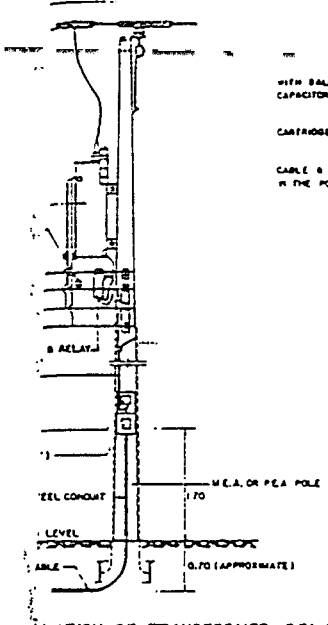
LIGHT PANEL: UDERPASS LP LOADCENTER 24 4W WITH MCB,2P 50 AT 100 AF 30 CKTS
LOCATION GENERATOR ROOM MOUNTED SURFACE

CKT NO	DESCRIPTION	LOAD(VA) A	B	C	CB POLE	AT	CV SQ.MM	HDPE MM	CKT NO	DESCRIPTION	LOAD(VA) A	B	C	CB POLE	AT	CABLE SQ.MM	CONDUIT
1	UNDERPASS LIGHT F1	1000			1	10	10	32	2	UNDERPASS LIGHT F2	1000			1	10	10	32
3	UNDERPASS LIGHT F1		1000		1	10	10	32	4	UNDERPASS LIGHT F2		1000		1	10	10	32
5	UNDERPASS LIGHT F1			1000	1	10	10	32	6	UNDERPASS LIGHT F2			1000	1	10	10	32
7	UNDERPASS LIGHT F3	1000			1	10	10	32	8	UNDERPASS LIGHT F4	800			1	10	10	32
9	UNDERPASS LIGHT F3		800		1	10	10	32	10	UNDERPASS LIGHT F4		800		1	10	10	32
11	UNDERPASS LIGHT F3			800	1	10	10	32	12	UNDERPASS LIGHT F4			800	1	10	10	32
13	UNDERPASS LIGHT F5	1000			1	10	10	32	14	UNDERPASS LIGHT F6	1000			1	10	10	32
15	UNDERPASS LIGHT F5		1000		1	10	10	32	16	UNDERPASS LIGHT F6		1000		1	10	10	32
17	UNDERPASS LIGHT F5			1000	1	10	10	32	18	UNDERPASS LIGHT F6			1000	1	10	10	32
19	UNDERPASS LIGHT F7	800			1	10	10	32	20	UNDERPASS LIGHT F8	800			1	10	10	32
21	UNDERPASS LIGHT F7		1000		1	10	10	32	22	UNDERPASS LIGHT F8		800		1	10	10	32
23	UNDERPASS LIGHT F7			800	1	10	10	32	24	UNDERPASS LIGHT F8			800	1	10	10	32
25	SPARE	1000			1	10			26	SPARE	1000			1	10		
27	SPARE		1000		1	10			28	SPARE		1000		1	10		
29	SPARE			1000	1	10			30	SPARE			1000	1	10		
		4600	4600	4600							4600	4600	4600				

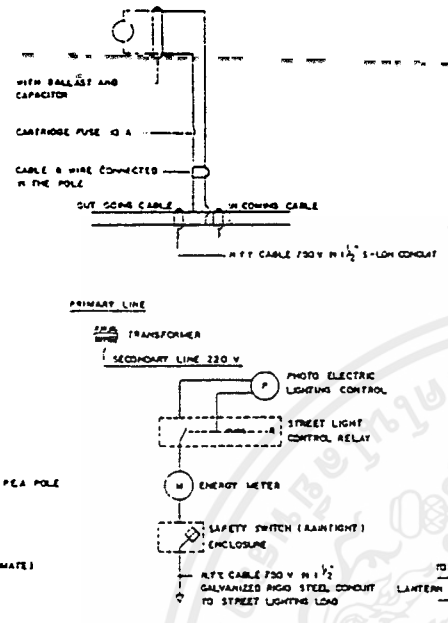
TOTAL CONNECTED LOAD	27600 VA
POWER FACTOR	0.9
DEMAND FACTOR	1
CALCULATED LOAD	27600 VA
WIRE SIZE	25 SQ.MM



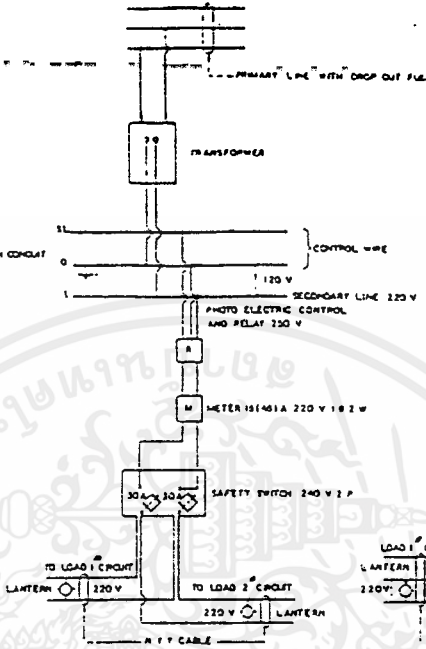
NO. 103 SINGLE LINE DIAGRAM & LOAD PANEL



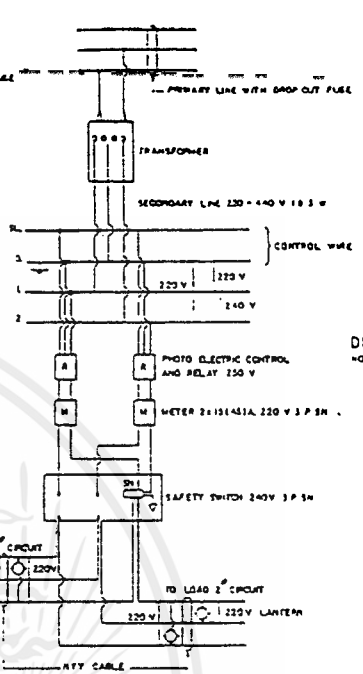
LLATION OF TRANSFORMER, RELAY METER
TY SWITCH ON ELECTRICAL POLE
TO SCALE



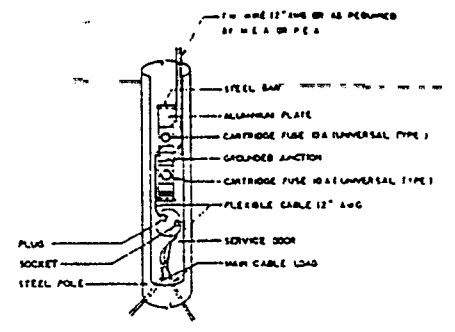
CIRCUIT DIAGRAM



BLOCK DIAGRAM (1)



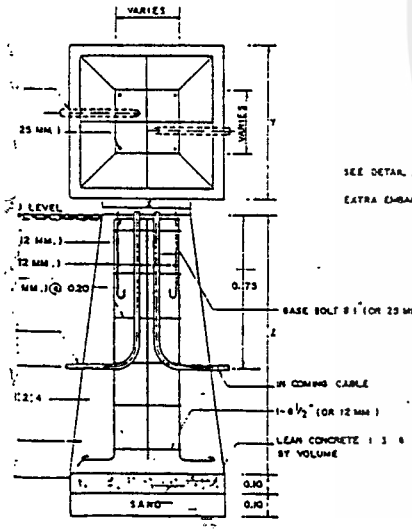
BLOCK DIAGRAM (2)



DETAIL OF PULL OUT ELECTRICAL CONNECTION
NOT TO SCALE

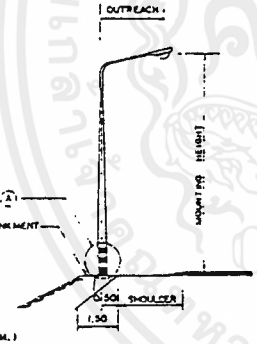
NOTES :

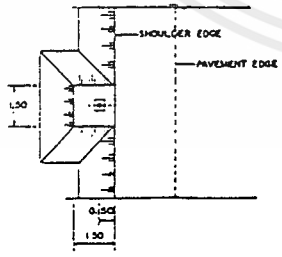
1. ALL DIMENSION ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE INDICATED
2. THE DETAIL DRAWING IS THE MINIMUM REQUIREMENT BY THE SOM INCASE OF ANY DISCREPANCY BETWEEN THIS DRAWING AND M.E.A OR P.E.A STANDARDS ARISES, SUCH ORGANIZING STANDARDS SHALL PREVAIL AT THE EXPENSE OF THE CONTRACTOR
3. THE ELEVATION OF LIGHTING POLE FOUNDATION SHALL BE LOCATED AS FOLLOWS
   3.1 FOR LIGHTING POLE ON EDGE OF SHOULDER, RAISED MEDIAN AND SIDEWALK, THE TOP OF FOUNDATION LEVEL SHALL BE ABOUT 5 CM HIGHER THAN GROUND LEVEL
   3.2 FOR LIGHTING POLE IN DEPRESSED MEDIAN, THE TOP OF FOUNDATION LEVEL SHALL KEEP THE SAME ELEVATION AS ROAD PROFILE GRADE
4. THE GALVANIZED RIGID STEEL CONDUIT (GRC) SHALL CONFORM TO TIS 770
5. FOR P.E.A GROUND ROD SHALL USE GALVANIZED STEEL ROD



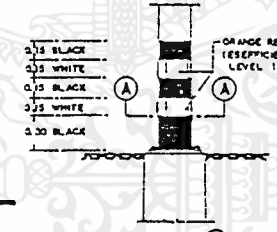
HTING POLE FOUNDATION DETAILS
TO SCALE

(CM.)	Y (CM.)	Z (CM.)	REMARK
10 x 40	80 x 80	120	FOR SIDE ENTRY OR POST TOP MOUNTING
15 x 45	90 x 90	120	FOR SIDE ENTRY OR POST TOP MOUNTING
15 x 45	80 x 90	120	FOR SIDE ENTRY OR POST TOP MOUNTING
10 x 50	100 x 100	120	FOR SIDE ENTRY OR POST TOP MOUNTING
15 x 60	130 x 130	150	FOR POST TOP MOUNTING ONLY

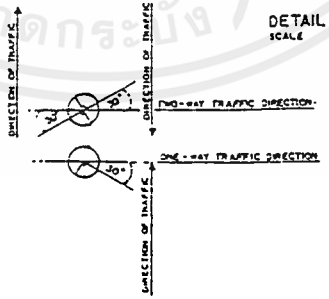




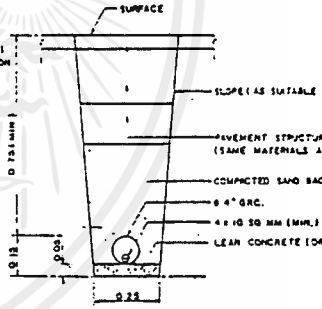
LOCATION OF LIGHTING POLE
NOT TO SCALE



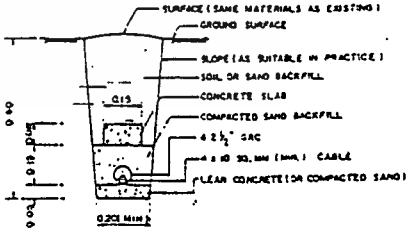
DETAIL (A)
NOT TO SCALE



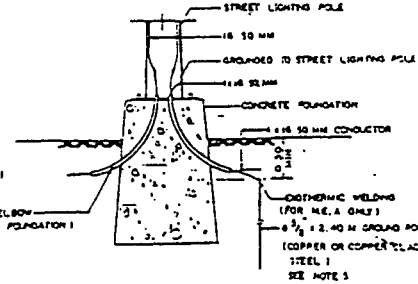
SECTION (A) - (A)
NOT TO SCALE



DETAIL OF BURIAL CABLE UNDER ROADWAY
SCALE 1:10

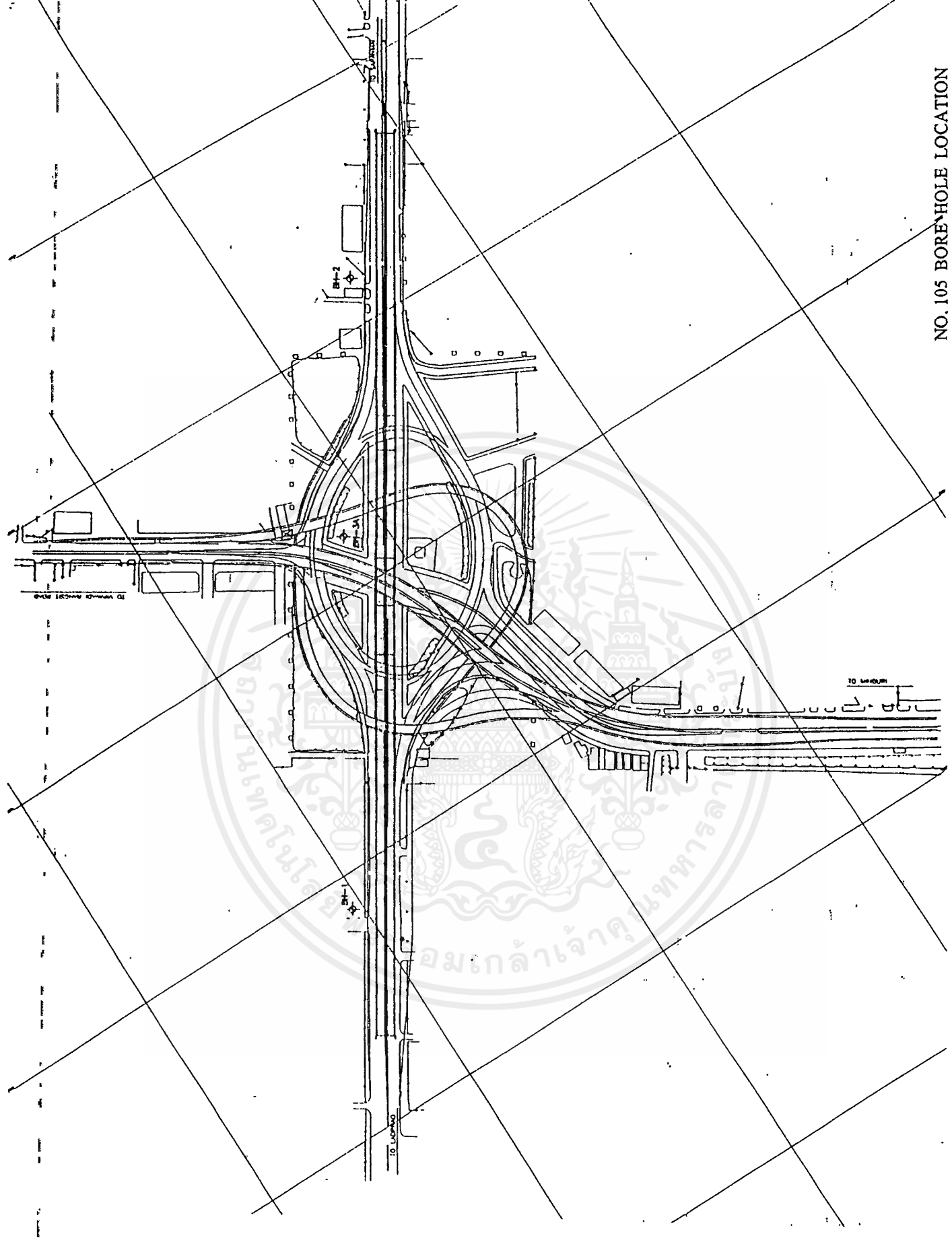


DETAIL OF BURIAL CABLE UNDER GROUND
SCALE

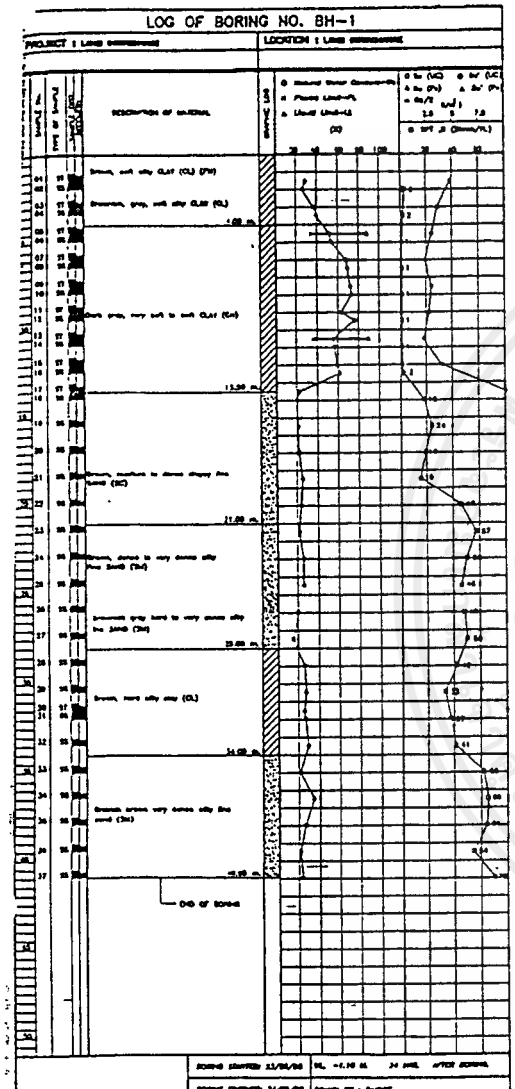


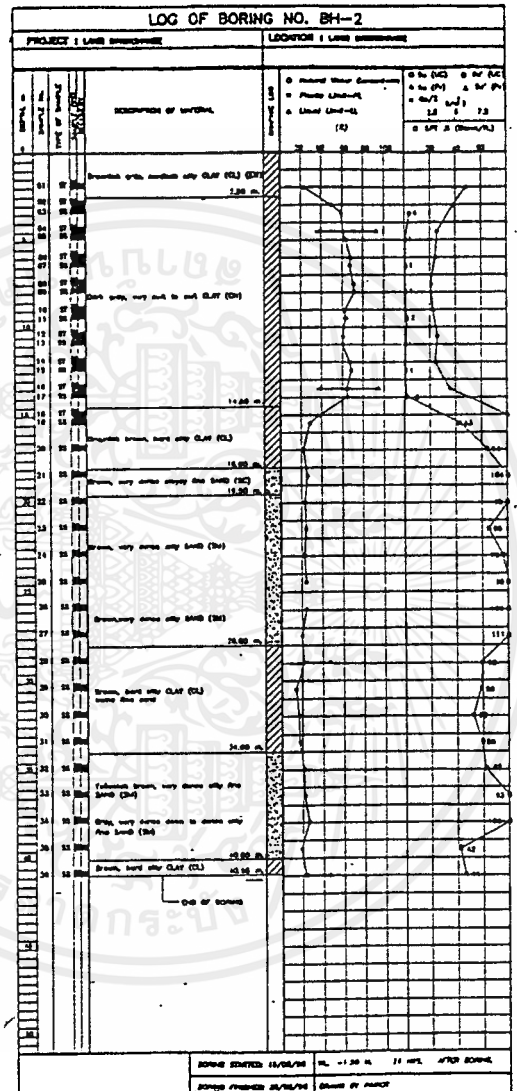
DETAIL OF GROUND ROD
SCALE 1:20

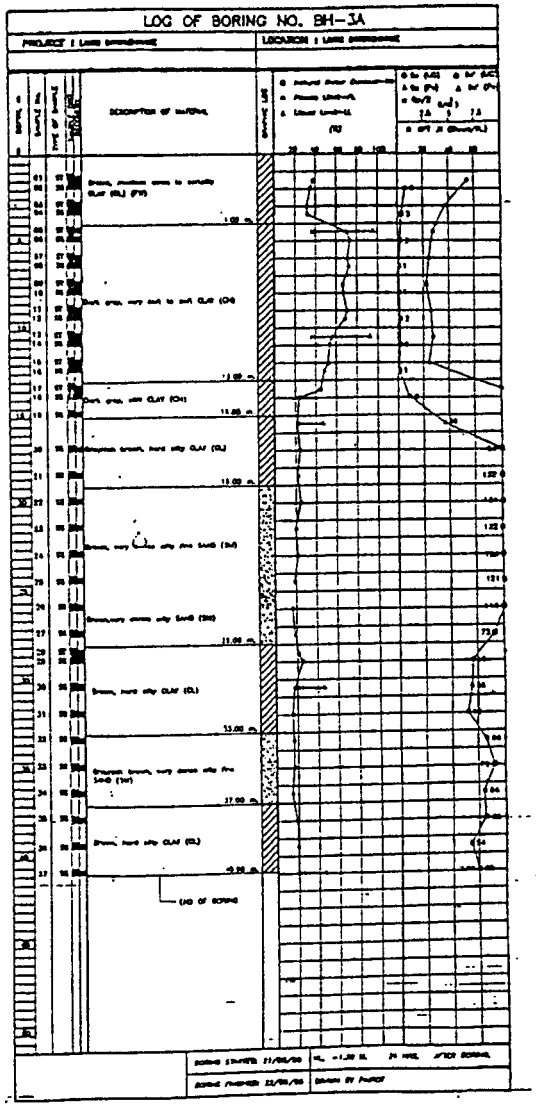
NO. 104 MISCELLANEOUS LIGHTING DETAILS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



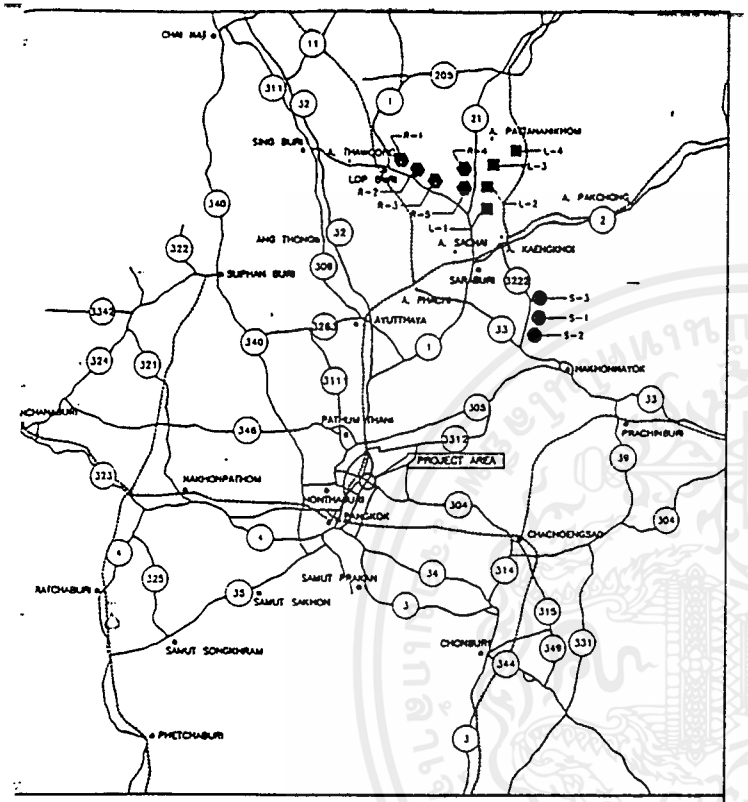




NOTE:

1. THIS DRAWING PRESENTS BORING DATA CARRIED OUT AT PARTICULAR LOCATIONS AND CAN BE USED FOR INFORMATION ONLY.
2. FURTHER INVESTIGATION (2 BOREHOLES MIN) SHALL BE CARRIED OUT BY THE CONTRACTOR TO SUPPLEMENT AND OBTAIN MORE PRECISE SOIL INFORMATION AS DIRECTED BY THE ENGINEER.

NO. 106 BORING LOG



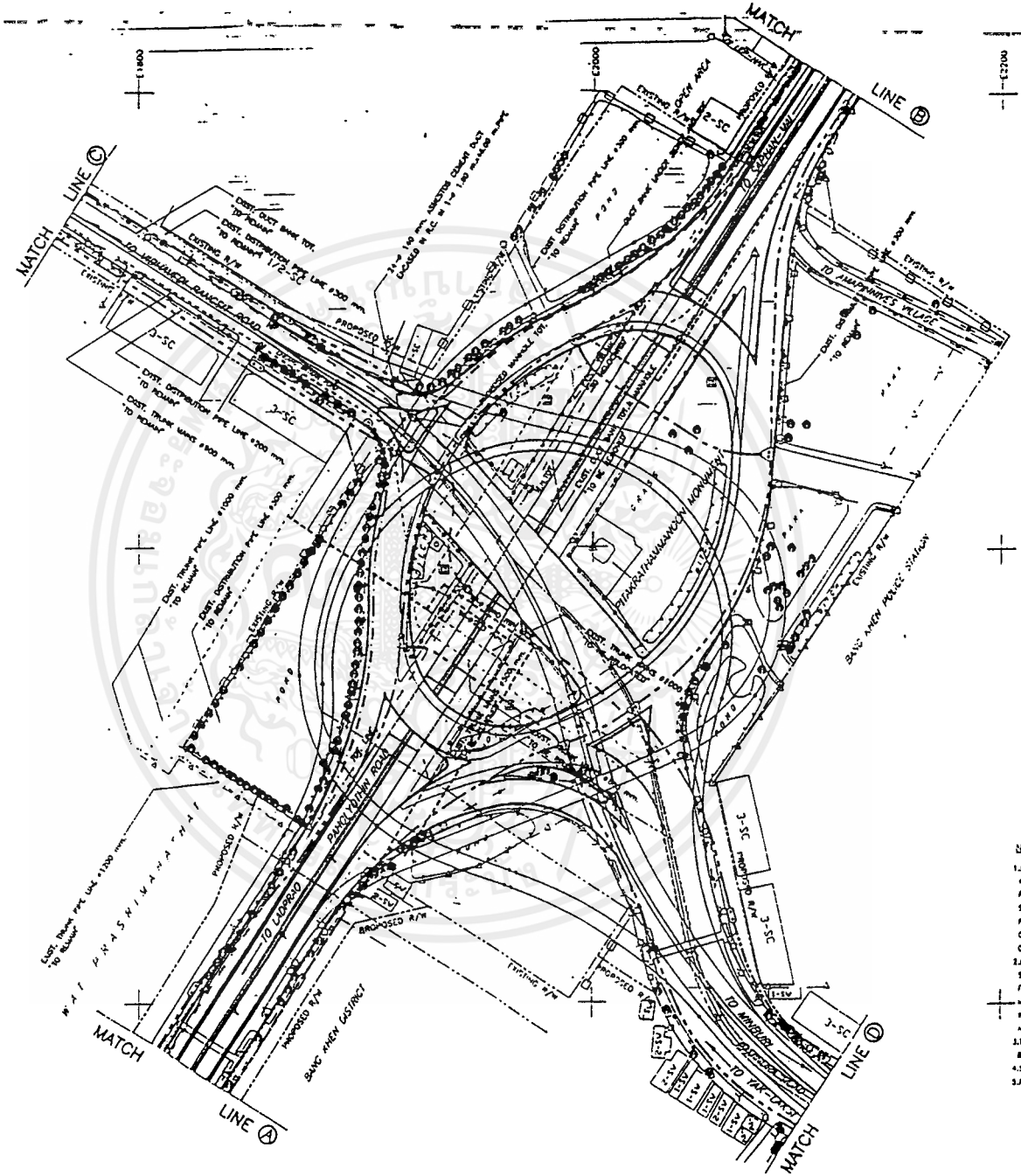
SOURCE	DESCRIPTION	LOCATION	QUANTITY	PRICE (BAHT)
R-1	1" CHIP 1½" CHIP GRADED AGGREGATE (B) GRADED AGGREGATE (C) GRADED AGGREGATE	SILA PLANT 1½2 T.NAPHRALAN A.MUANG SALABURI RIGHT OFF KM.129+000 HIGHWAY NO.1 TEL.(036) 268152, 284334-5, (034)242675	3,000 TON/DAY	100/TON 90/TON 60/TON 50/TON 40/TON
R-2	1" CHIP 1½" CHIP GRADED AGGREGATE (B) GRADED AGGREGATE (C)	C.SAKOLTOTHIN PLANT 128/1 MUA 3 T.NAPHRALAN A.MUANG SALABURI RIGHT OFF KM.129+000 HIGHWAY NO.1 TEL.(036) 288038, 351158-9	PLENTY	100/TON 90/TON 60/TON 50/TON
R-3	1" CHIP 1½" CHIP GRADED AGGREGATE (B)	THAISALABURI PLANT T.NAPHRALAN A.MUANG SALABURI RIGHT OFF KM.129+000 HIGHWAY NO.1 TEL.(036) 264122, 264015	PLENTY	100/TON 90/TON 60/TON
R-4	1" CHIP ½" CHIP GRADED AGGREGATE QUARRY DUST	BUNTHAI SILA PLANT 1 MUA.5 T.NAPHRALAN A.MUANG SALABURI KM.6+100 HIGHWAY NO.21 TEL.(036) 264268	PLENTY	90/TON 40/TON 50/TON 50/TON
R-5	1" CHIP ½" CHIP GRADED AGGREGATE (B) QUARRY DUST	KANSIN PLANT 48 MUA.5 T.RAPHRALAN A.MUANG SALABURI KM.5+450 HIGHWAY NO.21 TEL. (036) 221992, 212533, 351197-8	PLENTY	100/TON 100/TON 60/TON 55/TON
S-1	FINE TO MEDIUM SAND FINE SAND	SAMCHAI PLANT A.BANMA NAKHONNAYOK RIGHT OFF KM.30+000 HIGHWAY NO.3222 TEL.01-333-0006	PLENTY	130/m^3 200/m^3
S-2	FINE TO MEDIUM SAND FINE SAND	UDOMPORN PLANT A.BANMA NAKHONNAYOK RIGHT OFF KM.36+020 HIGHWAY NO.3222 TEL.(037)381433	300 m^3/DAY	120/m^3 70/m^3
S-3	FINE TO MEDIUM SAND	KUSONSONG PLANT A.BANMA NAKHONNAYOK RIGHT OFF KM.29+500 HIGHWAY NO.3222 TEL.(037) 381783	PLENTY	120/m^3
L-1	LATERITE	SOMCHAI PLANT T.PUKAI A.MUANG SARABURI RIGHT OFF KM.123+000 HIGHWAY NO.1	PLENTY	200/TRUCK 300/TRAILER 400/C.TRUCKS
L-2	LATERITE	DINTHON PLANT T.PUKAI A.MUANG SALABURI RIGHT OFF KM.123+000 HIGHWAY NO.1	PLENTY	200/TRUCK 200/TRAILER 400/C.TRUCKS
L-3	LATERITE	-PETCH PLANT KM.4+900 HIGHWAY NO.21	PLENTY	120/TRUCK 200/TRAILER 240/C.TRUCKS
L-4*	LATERITE	THONG PLANT KM.4+900 HIGHWAY NO.21	PLENTY	150/TRUCK 250/TRAILER

REMARK : 1. C.TRUCKS = COMBINATION TRUCKS
2. FOR INFORMATION ONLY

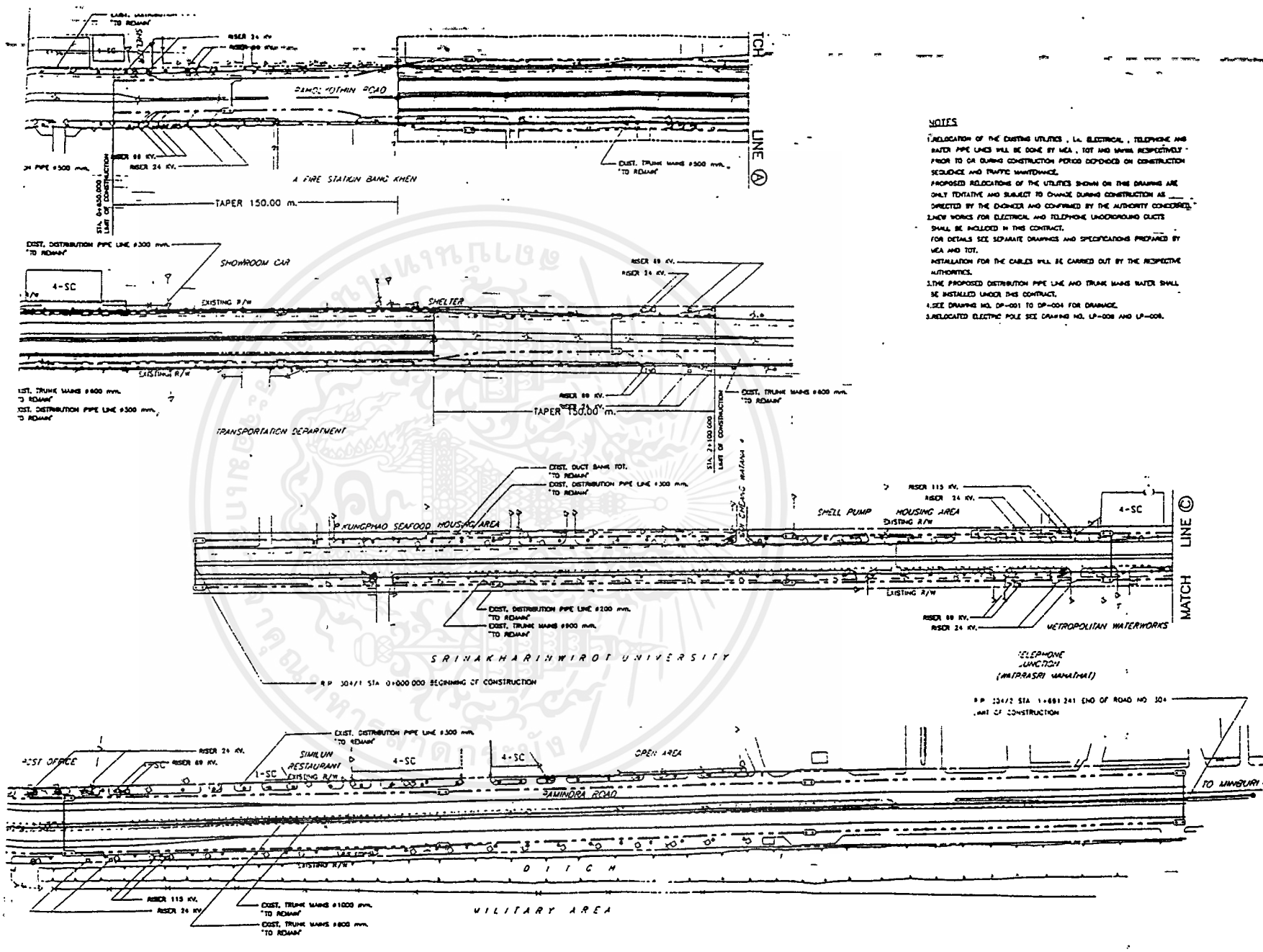
PIT No.	SAMPLE No.	DESCRIPTION	SIEVE ANALYSIS % FINER								ATTERBERG LIMITS		LOS ANGELES % WEAR	SOUNDNESS %	COMPACTION ASTM D 1557		CBR @ BDS ASTM D 1557	SWELL %	ORGANIC IMPURITIES
			NO. 1"	NO. ¾"	NO. ½"	NO. ⅜"	NO. 4	NO. 10	NO. 40	NO. 200	LL %	PI %			$\gamma_{d\,max}$ t/m³	w_{opt} %			
R-1	BS-1	1" CHIP	100	25	1								18.0	2.4					
	BS-2	1¼" CHIP	58	3															
	BS-3	GRADED AGGREGATE (B)	89	65	38	25	12	6	4	4									
	BS-4	GRADED AGGREGATE (C)	78	55	34	32	18	8	1	1									
	BS-5	GRADED AGGREGATE	85	90	82	76	38	15	7	5					2.21	6	86.4	0.0	
R-2	BS-1	1" CHIP	99	44	12	2							18.4	1.8					
	BS-2	1¼" CHIP	32	3	2	2	2	1	1										
	BS-3	GRADED AGGREGATE (B)	83	76	69	53	7	2	2	2									
	BS-4	GRADED AGGREGATE (C)	100	98	98	94	37	27	14	10									
R-3	BS-1	1" CHIP	95	50	20	10	3	2	1				22.3	0.9	2.21	7	103.5	-0.1	
	BS-2	1¼" CHIP	43	1															
	BS-3	GRADED AGGREGATE (B)	100	38	78	60	31	18	10	7									
R-4	BS-1	1" CHIP	40	1									14.8	2.0					
	BS-2	¾" CHIP		100	82	31	5	1	1										
	BS-3	GRADED AGGREGATE	100	94	78	62	35	19	8	4					2.28	9	91.0	-0.1	
	BS-4	QUARRY DUST				100	88	64	30	7									
R-5	BS-1	1" CHIP	100	37									21.4	1.8					
	BS-2	¾" CHIP		100	33	4	2	1	1										
	BS-3	GRADED AGGREGATE (B)	92	78	58	38	19	11	7	5					2.14	7	87.5	0.0	
	BS-4	QUARRY DUST				100	99	87	28	14									
S-1	BS-1	FINE TO MEDIUM SAND				100	39	97	34	1									good
	BS-2	FINE SAND						100	79	1					1.54	17	23.5	0.0	
S-2	BS-1	FINE TO MEDIUM SAND			100	98	84	84	40	11									good
	BS-2	FINE SAND				100	97	90	33	17	26	12			1.95	12	48.7	0.1	
S-3	BS-1	FINE TO MEDIUM SAND			100	98	93	25	6										good
L-1	BS-1	LATERITE	93	92	81	72	54	38	25	19	27	9			1.93	11	104.8	0.1	
L-2	BS-1	LATERITE	98	93	84	72	48	27	20	18	28	15			2.10	9	60.7	0.2	
L-3	BS-1	LATERITE	94	78	61	49	33	23	15	11	34	17			2.10	10	50.1	0.2	
L-4	BS-1	LATERITE	100	99	98	93	90	55	78	74	42	23			1.68	13	14.3	0.2	

NO. 108 SUMMARY OF TEST RESULTS

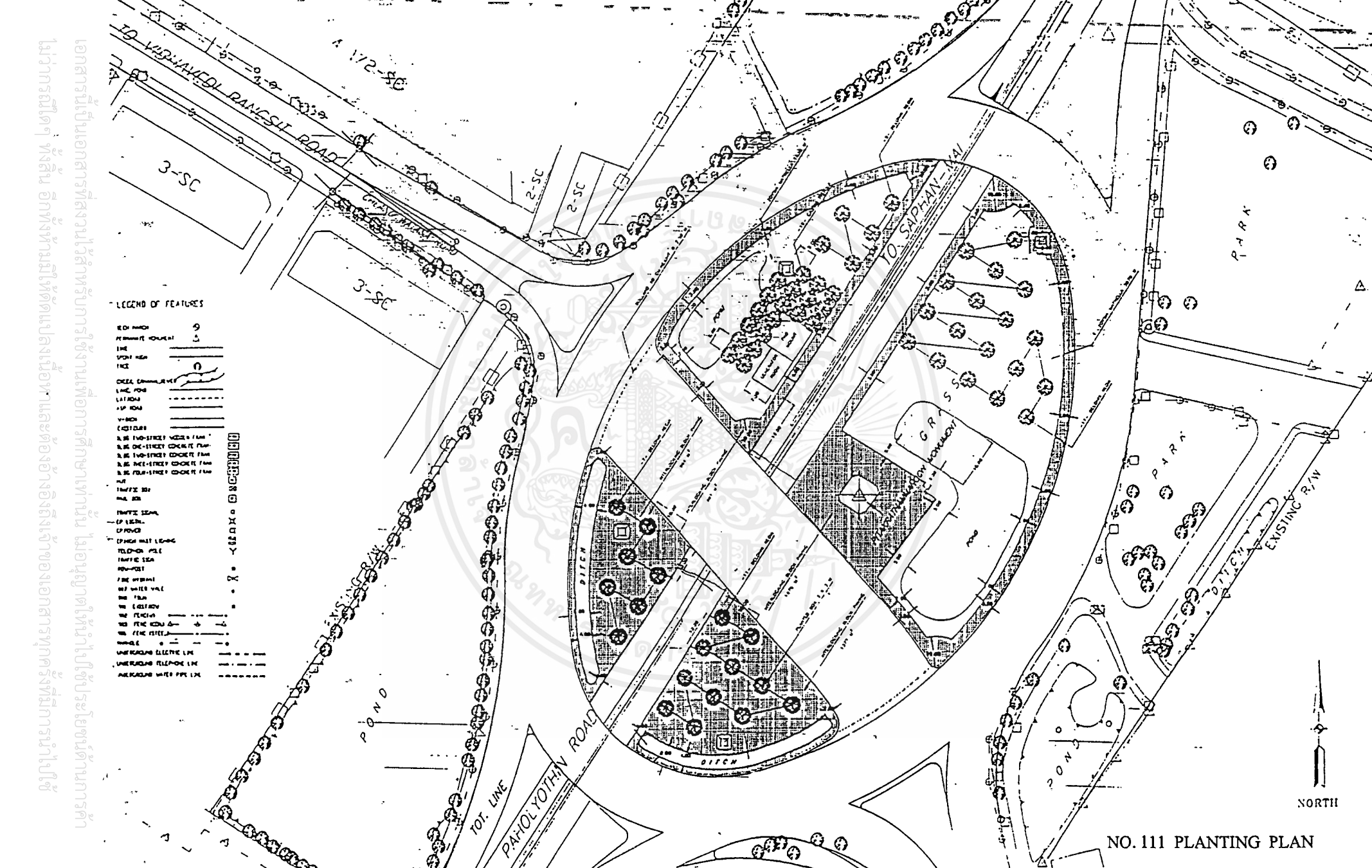
ON AGGREGATE MATERIAL



NO. 109 UTILITY PLAN (1)



NO. 110 UTILITY PLAN (2)



NO. 111 PLANTING PLAN

M. NAIL ON HANG HOK YONG TYRE
M. NAIL ON SIDE WALK SLAB
M. NAIL ON SIDE WALK SLAB

M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
M. NAIL ON R.C. PIPE ø0.80 m

M. NAIL ON CONCRETE WALL
M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

12.884 M. NAIL ON CONCRETE WALL
6.241 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
2.320 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

13.849 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
10.839 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
7.879 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

12.288 M. NAIL ON CONCRETE WALL
8.744 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
4.187 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

11.069 M. MARK POINT CONC. ROAD
7.564 M. MARK POINT CONC. ROAD
4.208 M. MARK POINT CONC. ROAD

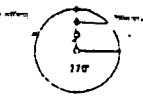
8.084 M. NAIL ON TREE ø0.20m
3.074 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
2.949 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

3.902 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
3.827 M. NAIL ON CONCRETE CURB
6.232 M. HUB & NAIL

13.858 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
11.638 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
9.298 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

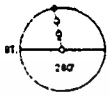
14.297 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
8.703 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
3.297 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

+544.885 (0101)



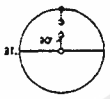
HRP/0102/1

RP.3 7.321 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.2 5.698 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.1 2.149 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT



TC 0+057.458 (0102)

RP.3 3.124 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.2 2.004 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.1 2.222 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT



CT 0+087.040 (0102)

RP.3 13.350 M. NAIL ON CONCRETE WALL
RP.2 7.373 M. HUB & NAIL
RP.1 3.422 M. NAIL ON CONCRETE CURB

HRP/0102/2

RP.1 20.532 M. HUB & NAIL

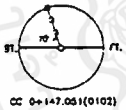
RP.2 16.156 M. NAIL ON CONCRETE CURB
RP.3 18.652 M. NAIL ON CONCRETE CURB

TC 0+108.810 (0102)

RP.3 12.344 M. HUB & NAIL
RP.2 9.275 M. HUB & NAIL
RP.1 3.482 M. NAIL ON CONCRETE CURB

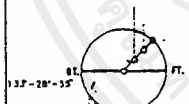
HRP/0102/1

RP.1 4.752 M. NAIL ON CONCRETE CURB
RP.2 9.084 M. HUB & NAIL
RP.3 16.093 M. NAIL ON CONCRETE WALL



CC 0+147.051(0102)

RP.3 18.335 HUB & NAIL
RP.2 11.805 HUB & NAIL
RP.1 3.829 HUB & NAIL

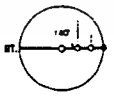


CT 0+238.867(0102)

RP 1 8.784 NAIL ON CONCRETE WALL
RP 2 7.372 NAIL ON TREE ø0.10 M
RP.3 4.078 NAIL IN CONCRETE PAVEMENT

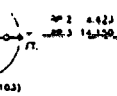
HRP/0102/3

RP.3 14.600 M. HUB & NAIL
RP.2 11.714 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.1 8.362 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT



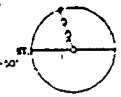
HRP/0102/2

RP.1 5.000 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.2 10.000 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.3 15.000 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT



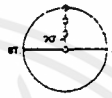
CT 0+332(0103)

RP.3 6.421 M. NAIL ON TREE ø0.20m
RP.2 14.150 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT



CC 0+501.377(0103)

RP.3 15.885 M. NAIL IN TREE ø0.20m
RP.2 9.004 M. HUB & NAIL
RP.1 4.230 M. NAIL ON CONCRETE CURB



CT 0+329.248(0103)

RP.3 10.572 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.2 5.320 M. HUB & NAIL
RP.1 3.588 M. HUB & NAIL

HRP/0103/1

RP.3 15.000 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.2 10.000 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.1 5.000 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

TC 0+269.255(0103)

RP.3 3.553 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.2 11.844 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.1 17.002 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

IC 0+422.393(0103)

RP.3 18.553 M. NAIL ON CONCRETE CURB
RP.2 11.535 M. NAIL ON CONCRETE CURB
RP.1 8.859 M. NAIL ON CONCRETE CURB

HRP/0103/1

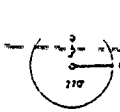
RP.3 15.581 M. NAIL ON CONCRETE WALL
RP.2 11.535 M. HUB & NAIL
RP.1 5.158 M. NAIL ON CONCRETE WALL

HRP/0103/2

RP.3 14.331 M. HUB & NAIL
RP.2 10.404 M. HUB & NAIL
RP.1 5.080 M. HUB & NAIL

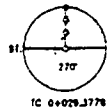
HRP/0103/3

RP.1 4.703 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.2 11.438 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.3 14.394 M. HUB & NAIL



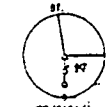
HRP/0104/1

RP.1 1.134 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT



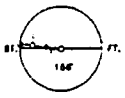
TC 0+029.377B

RP.3 10.012 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.2 8.926 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.1 4.458 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT



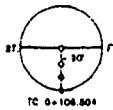
HRP/0104/1

RP.1 1.382 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.2 6.658 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.3 10.001 M. HUB & NAIL



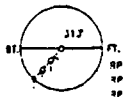
CT 0+106.940

RP.3 8.118 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.2 3.117 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.1 1.361 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT



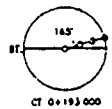
TC 0+108.804

RP 1 12.413 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.2 16.101 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP.3 21.878 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT



HRP/0104/2

RP 1 10.493 M. MARK POINT ON R.C. PAVEMENT
RP 2 6.350 M. MARK POINT ON R.C. PAVEMENT
RP 3 3.798 M. MARK POINT ON R.C. PAVEMENT



CT 0+193.000

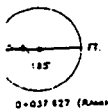
RP 1 3.195 M. NAIL ON SIDE WALK
RP 2 7.843 M. NAIL ON SIDE WALK
RP 3 11.715 M. NAIL ON CONCRETE WALL

HRP/0104/2

RP.1 3.811 M. NAIL ON SIDE WALK
RP.2 8.899 M. NAIL ON SIDE WALK
RP.3 11.285 M. NAIL ON SIDE WALK

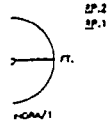
NO. 114 REFERENCE POINT LIST (I)

RP=FOR RAMINDRA



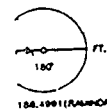
RP 3 6.341 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 2 5.508 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 1 3.188 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

0+037.827 (RAMINDRA)



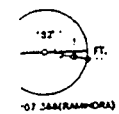
RP 3 13.298 M. MARK POINT ON R.C. PAVEMENT
RP 2 12.913 M. MARK POINT ON R.C. PAVEMENT
RP 1 10.817 M. MARK POINT ON R.C. PAVEMENT

RDAA/1



RP 3 11.308 M. MARK POINT R.C. PAVEMENT
RP 2 8.818 M. MARK POINT R.C. PAVEMENT
RP 1 5.424 M. MARK POINT R.C. PAVEMENT

188.4001(RAMINDRA)

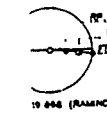


RP 1 6.185 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 2 10.521 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 3 13.868 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

07.388(RAMINDRA)

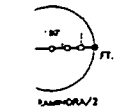
RP 1 10.127 M. NAIL ON CONCRETE CURB.
RP 2 14.385 M. HUB & NAIL.
RP 3 17.505 M. NAIL ON CONCRETE CURB.

RAMINDRA/2



RP 1 3.788 M. NAIL POINT ON SOLE ELECTRIC POLE
RP 2 6.557 M. HUB & NAIL
RP 3 10.256 M. NAIL ON CONCRETE CURB.

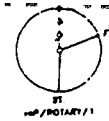
19.646 (RAMINDRA)



RP 1 6.643 M. HUB & NAIL
RP 2 17.913 M. HUB & NAIL
RP 3 30.033 M. HUB & NAIL

RAMINDRA/3

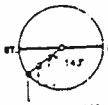
RP=FOR ROTARY



RP 3 12.880 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 2 10.814 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 1 5.009 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

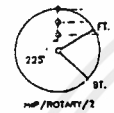
177-15'-29.2"

HRP/ROTARY/1



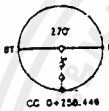
RP 1 5.865 M. HUB & NAIL
RP 2 11.829 M. HUB & NAIL
RP 3 19.575 M. HUB & NAIL

CC 0+182.833



RP 3 6.736 M. NAIL ON CONCRETE CURB
RP 2 4.834 M. NAIL ON CONCRETE CURB
RP 1 3.033 M. NAIL ON CONCRETE CURB

HRP/ROTARY/2

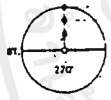


RP 1 4.858 M. HUB & NAIL
RP 2 12.183 M. HUB & NAIL
RP 3 20.480 M. HUB & NAIL

CC 0+258.448

RP 3 16.932 M. MARK POINT ON R.C. PAVEMENT
RP 2 9.050 M. MARK POINT ON R.C. PAVEMENT
RP 1 1.370 M. MARK POINT ON R.C. PAVEMENT

HRP/ROTARY/3

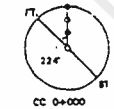


RP 3 11.540 M. HUB & NAIL
RP 2 8.170 M. HUB & NAIL
RP 1 3.907 M. HUB & NAIL

CC 0+441.381

RP 3 13.181 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 2 8.023 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 1 2.333 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

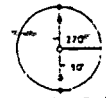
HRP/ROTARY/4



RP 3 14.910 M. HUB & NAIL
RP 2 10.184 M. HUB & NAIL
RP 1 5.830 M. HUB & NAIL

CC 0+000

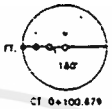
RP=FOR C-WATTHA



RP 4 8.941 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 3 6.810 M. NAIL ON SIDEWALK SLAB

RP 1 7.284 M. NAIL ON SIDEWALK SLAB
RP 2 11.333 M. NAIL ON CONCRETE WALL

HRP/C-WATTHA/2

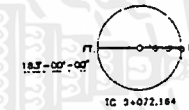


RP 3 12.194 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 2 9.900 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 1 6.704 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

CT 0+100.879

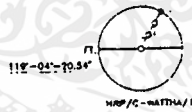
RP 1 10.620 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 2 13.683 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 3 21.009 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

HRP/C-WATTHA/1



RP 1 3.390 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 2 5.448 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 3 10.042 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

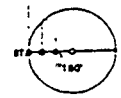
TC 0+072.184



RP 3 24.977 M. MONUMENT STD
RP 2 20.926 M. NAIL ON CONCRETE CURB
RP 1 20.532 M. NAIL ON CONCRETE CURB

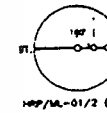
HRP/C-WATTHA/1 AND HRP/RAMINDRA/1

RP=FOR ML-01



RP 3 18.787 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 2 8.235 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT
RP 1 1.775 M. NAIL ON R.C. PAVEMENT

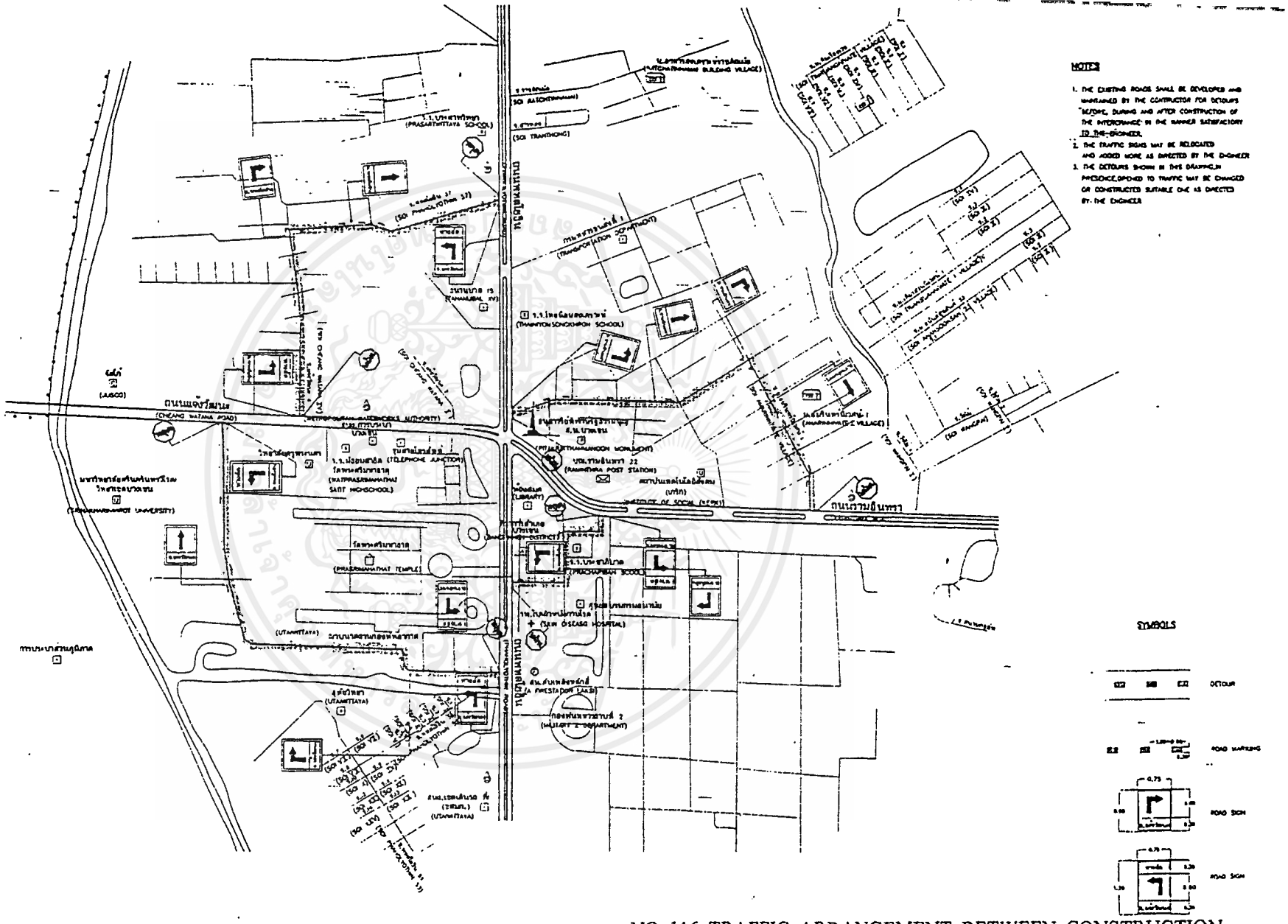
HRP/ML-01/1 (ML-01)



RP 1 5.000 M. HUB & NAIL
RP 2 10.000 M. HUB & NAIL
RP 3 15.000 M. HUB & NAIL

HRP/ML-01/2 (ML-01)

NO. 115 REFERENCE POINT LIST (II)



NO. 116 TRAFFIC ARRANGEMENT BETWEEN CONSTRUCTION

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักก่อสร้างสะพาน กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม. รายงานประจำเดือน.
2. บริษัท ก่อสร้างสหพันธ์ จำกัด. เอกสารประกอบการทำงาน.
3. บริษัท ไทย บาวเออร์ จำกัด. เอกสารประกอบการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ และผนังกันดิน.
4. ชนันต์ แดงประไพ และเกรียงศักดิ์ จารุพรพานิช. คู่มือปฏิบัติงานการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่.
5. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. คู่มือการสอนชุดวิชาเครื่องจักรกลและอุปกรณ์การก่อสร้าง หน่วยที่ 1-7
6. Consultants of Technology Co.,Ltd. และ Epsilon Co.,Ltd. รายงานขั้นสุดท้าย.
7. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. โยธาสาร ฉบับที่ 4 เดือนเมษายน 2540.
8. STS Instruments Co.,Ltd. **Inclinometer Installation Report.**
9. Xanthakos, Petros P. **Slurry Wall Heave Analysis with Diaphragm Wall and Crosswall Single Opening.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้