

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เกณฑ์การเลือกใช้กำแพงกันดินแบบเข็มพืดเหล็กในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร
CONSIDERATION FOR APPLICATION OF STEEL SHEET PILES
IN BANGKOK AREA



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72001
วัน,เดือน,ปี - 7 ต.ย. 2550

b. 11761622
.i.....

ปฏิญานีพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSIDERATION FOR APPLICATION OF STEEL SHEET PILES
IN BANGKOK AREA



**A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE BACHELOR DEGREE OF CIVIL ENGINEER
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER, FACULTY OF ENGINEER
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG 2006**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ในรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ เกณฑ์การเลือกใช้กำแพงกันดินแบบเข็มพืดเหล็กในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร
นักศึกษา นายสารพล ศรีสุวรรณ รหัสประจำตัว 46010823
 นายณัฐพงษ์ ภิญโญบริสุทธิ์ รหัสประจำตัว 46012231
หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขา วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ สุพงษ์ ศรีนิล

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ		ลายมือชื่อ
1. ผศ. สุพงษ์	ศรีนิล	-----
2. ผศ. สมเกียรติ	ขวัญฤกษ์	-----
3. ผศ. ดร. สุทธิวีร์	สุวรรณสวัสดิ์	-----

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(รศ. อำนวย พานิชกุลพงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ เดือน พ.ศ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	เกณฑ์การเลือกใช้กำแพงกันดินแบบเข็มพืดเหล็กในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร CONSIDERATION FOR APPLICATION OF STEEL SHEET PILES IN BANGKOK AREA		
นักศึกษา	นายสารพล	ตรีสุวรรณ	รหัสประจำตัว 460I0823
	นายณัฐพงษ์	ภิญโญบริสุทธิ์	รหัสประจำตัว 460I2231
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขา วิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ สุพจน์ ศรีนิล		
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์		
ปีการศึกษา	2549		

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการก่อสร้างอาคารบนที่ดินในเขตรอบในของกรุงเทพมหานครมีต้นทุนก่อนข้างสูงโดยมีสาเหตุหลายอย่าง อาทิเช่น ราคาที่ดินที่สูงมาก กับกฎหมายควบคุมอาคารที่ต้องมีระยะร่นจากที่ดินข้างเคียงมากขึ้น กำหนดอัตราส่วนของพื้นที่ใช้สอยของอาคารต่อพื้นที่ดินต่ำลง โดยเฉพาะการควบคุมความสูงของอาคารในซอยที่ไม่กว้าง เป็นต้น ทำให้การก่อสร้างอาคารบนที่ดินที่ซึ่งมีขนาดเท่าเดิมและขยายตัวทางด้านความสูงไม่ได้ ต้องหันมาสร้างชั้นใต้ดินแทน ซึ่งนอกจากจะเป็นการเพิ่มพื้นที่ใช้สอยในตัวอาคารให้มากขึ้นแล้วยังทำให้อาคารดังกล่าวมีความมั่นคงทางโครงสร้างเพิ่มขึ้นด้วย

ในการก่อสร้างชั้นใต้ดินนั้น จะต้องมีระบบกำแพงกันดิน ในระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งระบบที่เป็นที่แพร่หลายในการก่อสร้างชั้นใต้ดินของอาคารในประเทศไทยคือ เข็มพืดเหล็กและระบบค้ำยัน แต่มีปัญหาเหมือนกันคือเกิดความเสียหายขึ้นกับอาคารข้างเคียงในหลายๆ โครงการ ดังนั้นจึงมีการศึกษาถึงสาเหตุที่กล่าวมาแล้วเพื่อที่จะสามารถเลือกใช้ระบบกำแพงกันดินแบบเข็มพืดเหล็กให้เหมาะสมกับลักษณะของชั้นใต้ดิน ให้มีผลกระทบกับอาคารข้างเคียงน้อยที่สุดและเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดในแต่ละโครงการ

Title **CONSIDERATION FOR APPLICATION OF STEEL SHEET
PILES IN BANGKOK AREA**

Name MR. Sarapon Treesuwan
 MR. Nattapong Pinyoborisut

Field **CIVIL ENGINEER**

Department **CIVIL ENGINEER**
Faculty **ENGINEER**

Advisor Ass Prof. Supot Srinil



ABSTRACT

Nowaday there are many factors which effect the construction in Bangkok such as expensive land, the law which control the height of the building , so that building construction on the limited land while can't appending the height of the building must construct underground instead . This construction isn't only adding the area in the building but making the building more stable too.

Foundation or Underground construction must have retaining wall . The system which always be used in underground construction in Thailand are steel sheet pile bracing system but there are many factors such as construction cost, working process and damage potential next to the existing structures ,so that if we do study these , We can select the appropriate and low costs of sheet pile wall system for our project.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาและค้นคว้าโครงการพิเศษในครั้งนี้สามารถสำเร็จและลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับความอนุเคราะห์และช่วยเหลือจากบุคคล หน่วยงานต่างๆผู้จัดทำใคร่ขอบพระคุณ ดังรายนามต่อไปนี้

- | | | |
|--------------------|--------------|-------------------------------|
| 1. อาจารย์อำนวยการ | พานิชกุลพงศ์ | หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา |
| 2. อาจารย์สุพจน์ | ศรีนิต | อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ |
| 3. อาจารย์ชลิตา | อู่ตะเภา | อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ |
| 4. คุณธีระพล | อินทร์ทรง | วิศวกร บริษัท LSK ENGINEERING |

ตลอดทั้งอาจารย์ และเพื่อนๆภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง และที่ขาดเสียมิได้คือ บิดา มารดา และญาติพี่น้องที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ทางด้านทุนทรัพย์และกำลังใจด้วยดีตลอดมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์	
2.1 ชนิดของระบบกำแพงกันดินในงานขุดระดับลึก	
2.1.1 ระบบกำแพงแบบยึดหยุน	3
2.1.2 ระบบกำแพงแบบแข็ง	3
2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ	
2.2.1 เรื่องแรงดันด้านข้างของดิน	5
2.2.2 เสถียรภาพความลาดของดิน	9
2.3 กำแพงกันดินชนิดมีค้ำยัน	
2.3 กำแพงกันดินชนิดมีค้ำยัน	11
2.4 การออกแบบ sheet pile	
2.4.1 Classical Method	19
2.4.2 Numerical Method	26
2.5 รูปแบบการวิบัติ	
2.5.1.การวิบัติแบบลอดใต้	28
2.5.2. การวิบัติแบบหมุนเนื่องจากระยะฝังไม่เพียงพอ	29
2.5.3.การวิบัติของกำแพง sheet pile (Flexural Failure)	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 เทคนิคการก่อสร้าง sheet pile	
3.1 ขั้นตอนการก่อสร้าง sheetpile	31
3.2 รูปแสดงขั้นตอนการก่อสร้าง Sheet pile Wall	33
บทที่ 4 รายละเอียดโครงการ	
4.1 SPECIFICATION ของโครงการ	
4.1.1 Bracing 1 layer	43
4.1.2 Bracing 2 layer	45
4.1.3 Bracing 3 layer	47
4.2 BILL OF QUANTITIES ของโครงการ	
4.2.1 ระบบ Bracing 1 layer	72
4.2.2 ระบบ Bracing 2 layer	77
4.2.3 ระบบ Bracing 3 layer	79
4.3 SOIL PROPERTY ของโครงการ	
4.3.1 ระบบ Bracing 1 layer	83
4.3.2 ระบบ Bracing 2 layer	88
4.3.3 ระบบ Bracing 3 layer	90
4.4 BARCHART SHEET PILE ของโครงการ	
4.3.1 ระบบ Bracing 1 layer	97
4.3.2 ระบบ Bracing 2 layer	99
4.3.3 ระบบ Bracing 3 layer	102
บทที่ 5 การวิเคราะห์	
5.1 การวิเคราะห์ด้านราคา	
5.1.1 ระบบ Bracing 1 layer	104
5.2.1 ระบบ Bracing 2 layer	106
5.3.1 ระบบ Bracing 3 layer	108
5.2 การวิเคราะห์ด้าน Boring Log	115
5.3 การวิเคราะห์และบทสรุปด้านการเคลื่อนตัวด้านข้างของดิน	116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.3.1. ผลการศึกษาการเคลื่อนตัวด้านข้าง	118
5.3.2 การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของดินและการประเมินผลกระทบ	132
5.4 การวิเคราะห์และประเมินผลกระทบความเสียหายต่ออาคารข้างเคียง	136
5.4.1 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนตัวของดิน โครงการ Oak Wood Boutique Apartment	136
5.4.2 ผลการตรวจสอบทางกายภาพบ้านเลขที่ 13/17 ซอยสุขุมวิท 24 แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร	138
5.4.3 ผลการวัดระนาบราบ (Horizontal Plane)	140
5.5 การวิเคราะห์และบทสรุปด้านระยะเวลาการดำเนินงาน	
5.1.1 ระบบ Bracing 1 layer	143
5.2.1 ระบบ Bracing 2 layer	143
5.3.1 ระบบ Bracing 3 layer	144
บทที่ 6 บทสรุปของการวิเคราะห์	
6.1 บทสรุปด้านราคา	
6.1.1 ระบบ Bracing 1 layer	145
6.1.2 ระบบ Bracing 2 layer	145
6.1.3 ระบบ Bracing 3 layer	145
6.2 บทสรุปด้าน Boring Log	146
6.3 บทสรุปด้านการเคลื่อนตัวด้านข้างของดินและประเมินผลกระทบ ความเสียหายต่ออาคารข้างเคียง	
6.3.1 ระบบ Bracing 1 layer	146
6.3.2 ระบบ Bracing 2 layer	146
6.3.3 ระบบ Bracing 3 layer	146
6.3 บทสรุปด้านการเคลื่อนตัวด้านระยะเวลาการดำเนินงาน	147
บรรณานุกรม	149

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 แสดงใบ Summary of Works ของโครงการ The Charisma	72
ตารางที่ 4.2 แสดงใบราคาส่วน Sheet Pile and Bracing Works ของโครงการ The Charisma	73
ตารางที่ 4.3 แสดงใบราคาส่วน Sheet Pile and Bracing Works ของโครงการ The Charisma	74
ตารางที่ 4.4 แสดงใบ Summary of Works ของโครงการ 340 Key Hotel	75
ตารางที่ 4.5 แสดงใบราคาส่วน Sheet Pile and Bracing Works ของโครงการ 340 Key Hotel	76
ตารางที่ 4.6 แสดงใบ Summary of Works ของโครงการ The Emporio (tower A)	77
ตารางที่ 4.7 แสดงใบ Summary of Works ของโครงการ The Met	78
ตารางที่ 4.8 แสดงใบ Summary of Works ของโครงการ Park Plaza Hotel & Resort	79
ตารางที่ 4.9 แสดงใบราคาส่วน Sheet Pile and Bracing Works ของโครงการ Family Condominium (tower A)	80
ตารางที่ 4.10 แสดงใบราคาส่วน Sheet Pile and Bracing Works ของโครงการ Family Condominium (tower A)	81
ตารางที่ 5.1 แสดงลักษณะการใช้งานของเครื่องจักร	115
ตารางที่ 5.2 แสดงลักษณะการใช้งานของเครื่องจักร	115
ตารางที่ 5.3 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 1	118
ตารางที่ 5.4 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 2	119
ตารางที่ 5.5 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 3	119
ตารางที่ 5.6 แสดง การเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 4	120
ตารางที่ 6.1 แสดงระยะเวลาในการตอกและถอน sheet pile	148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงข้อดี-ข้อเสีย ของกำแพงกันดินชนิดต่างๆ	4
รูปที่ 2.2 แสดงภาพแรงดันดินแบบอยู่กับที่	7
รูปที่ 2.3 แสดงภาพแรงดันดินแบบ active	7
รูปที่ 2.4 แสดงภาพแรงดันดินแบบ passive	8
รูปที่ 2.5 แสดงแรงที่เกี่ยวข้องในลาดของดินชนิดที่ไม่มีความเชื่อมั่นแน่น	9
รูปที่ 2.6 แสดงแรงที่เกี่ยวข้องในลาดของดินชนิดที่ไม่มีความเชื่อมั่นแน่น	10
รูปที่ 2.7 ชนิดของงานขุดแบบมีค้ำยัน (a) แบบใช้เสาเข็มไอ (soldier beam) (b) แบบเสาเข็มพืด	12
รูปที่ 2.8 เปรียบเทียบแรงดันด้านข้างของดินที่กระทำต่อเสาเข็มพืดแบบมีค้ำยันและ กำแพงกันดินในดินทราย	13
รูปที่ 2.9 แรงดันดินสำหรับงานขุดในดินทราย	14
รูปที่ 2.10 แรงดันดินสำหรับงานขุดในดินเหนียวอ่อนและดินเหนียวแข็งปานกลาง	15
รูปที่ 2.11 แรงดันดินสำหรับงานขุดในดินเหนียวแข็ง	16
รูปที่ 2.12 แสดงภาพงานขุดในชั้นดินหลายชั้น	18
รูปที่ 2.13 การคำนวณแรงในค้ำยัน (a) ภาพตัดและภาพแปลนของงานขุด (b) วิธีการหาแรงในค้ำยัน	20
รูปที่ 2.14 เสาเข็มภาพของการขุดในแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีของ Terzaghi	22
รูปที่ 2.15 กราฟแสดงค่า N_c สำหรับใช้ในการคำนวณตามวิธีของ Bjerrum and Eide	23
รูปที่ 2.16 การเกิด Piping	25
รูปที่ 2.17 แสดงลักษณะการเคลื่อนตัวและทรุดที่ผิวดินของกำแพง (Clough & O'Rourke, 1990)	27
รูปที่ 2.18 แสดงกราฟประมาณการเคลื่อนตัวของดิน	27
รูปที่ 2.19 แสดงภาพการวิบัติแบบลอดใต้ (Deep-Seated Failure)	28
รูปที่ 2.20 แสดงภาพการวิบัติแบบหมุนเนื่องจากกระเซี่ยงไม่เพียงพอ (Rotation Failure)	29
รูปที่ 2.21 แสดงภาพการวิบัติของวัสดุที่ใช้ทำ sheet pile (Flexural Failure)	30
รูปที่ 3.1 แสดงการสำรวจวางแนว sheet pile และ kingpost	33
รูปที่ 3.2 แสดงการนำ sheet pile มาวางเป็นแนวเพื่อทำการตอก	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.3 รูปแสดงการตอก sheet pile ตามแนวที่วางไว้	34
รูปที่ 3.4 รูปแสดงแสดงภาพการตอก sheet pile	35
รูปที่ 3.5 รูปแสดงการจัดแนว sheet pile ให้เข้าร่อง	36
รูปที่ 3.6 รูปแสดงภาพตอก sheet pile โดยเหลือขอบด้านบนบนประมาณ 30 เซนติเมตร	36
รูปที่ 3.7 รูปแสดงภาพการตอก king post ตามแนวที่วางไว้	37
รูปที่ 3.8 รูปแสดงประกอบการดำเนินการตอก sheet pile เสร็จเรียบร้อยแล้ว	38
รูปที่ 3.9 รูปแสดงการขุดดินออกจนต่ำกว่า bracing ชั้นที่ 1 ประมาณ 50 เซนติเมตร	39
รูปที่ 3.10 รูปแสดงการทำ bracing ชั้นที่ 1 โดยการต่อ sheet pile กับ wale และ strut	39
รูปที่ 3.11 รูปแสดงภาพการต่อ sheet pile กับ wale โดยเทคอนกรีต	40
รูปที่ 3.12 รูปแสดงการวาง grider และ plat form เชื่อมกับ strut	40
รูปที่ 3.13 รูปแสดงการขุดดินออกจนต่ำกว่า bracing ชั้นที่ 2 ประมาณ 50 เซนติเมตร	41
รูปที่ 3.14 รูปแสดงภาพการทำ bracing ชั้นที่ 2	41
รูปที่ 3.15 รูปแสดงภาพ sheet pile ที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว	42
รูปที่ 4.1 แสดงภาพแปลน sheet pile และ kingpost ของโครงการ The Charisma	50
รูปที่ 4.2 แสดงรูปตัด A ของโครงการ The Charisma	51
รูปที่ 4.3 แสดง sheet pile plan ของโครงการ 340 Keys Hotel	52
รูปที่ 4.4 แสดง bracing layer 1 plan ของโครงการ 340 Keys Hotel	53
รูปที่ 4.5 แสดงรูปตัดการขุดดิน section b-b ของโครงการ 340 Keys Hotel	54
รูปที่ 4.6 แสดง bracing layer 1 plan ของโครงการ The Emporio (tower A)	55
รูปที่ 4.7 แสดง bracing layer 2 plan ของโครงการ The Emporio (tower A)	56
รูปที่ 4.8 แสดงรูปตัด section a-a, b-b, c-c ของโครงการ The Emporio (tower A)	57
รูปที่ 4.9 แสดง plan และ รูปตัด bracing layer 1 ของโครงการ The Met	58
รูปที่ 4.10 แสดง ตำแหน่งและรูปตัด preload strut layer 2 ของโครงการ The Met	59
รูปที่ 4.11 แสดงรายละเอียด sheet pile และ bracing layer 1 ของโครงการ Park Plaza Hotel & Resort	60
รูปที่ 4.12 แสดง bracing layer 2-3 ของโครงการ Park Plaza Hotel & Resort	61
รูปที่ 4.13 แสดงรูปตัด sp2 ของโครงการ Park Plaza Hotel & Resort	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.14 แสดงรูปตัด sp1 ของโครงการ Park Plaza Hotel & Resort	63
รูปที่ 4.15 แสดง plan และ รูปตัด bracing ของโครงการ Family Condominium (tower A)	64
รูปที่ 4.16 แสดง bracing layer 1 ของโครงการ Family Condominium (tower A)	65
รูปที่ 4.17 แสดง plan ของโครงการ Family Condominium (tower A)	66
รูปที่ 4.18 แสดง plan ของโครงการ Oak Wood Boutique Apartment	67
รูปที่ 4.19 แสดง bracing layer 1 ของโครงการ Oak Wood Boutique Apartment	68
รูปที่ 4.20 แสดง bracing layer 2 ของโครงการ Oak Wood Boutique Apartment	69
รูปที่ 4.21 แสดง bracing layer 2 ของโครงการ Oak Wood Boutique Apartment	70
รูปที่ 4.22 แสดง Boring Log ของโครงการ The Charisma	83
รูปที่ 4.23 แสดง Boring Log ของโครงการ The Charisma	84
รูปที่ 4.24 แสดง Boring Log ของโครงการ 340 Keys Hotel	85
รูปที่ 4.25 แสดง Boring Log ของโครงการ 340 Keys Hotel	86
รูปที่ 4.26 แสดง Boring Log ของโครงการ 340 Keys Hotel	87
รูปที่ 4.27 แสดงข้อมูลชั้นดินของโครงการ The Emporio (tower A)	88
รูปที่ 4.28 แสดงข้อมูลชั้นดินของโครงการ The Met	89
รูปที่ 4.29 แสดงข้อมูลชั้นดินของโครงการ Park Plaza Hotel & Resort	90
รูปที่ 4.30 แสดง Boring Log ของโครงการ Family Condominium (tower A)	91
รูปที่ 4.31 แสดง Boring Log ของโครงการ Family Condominium (tower A)	92
รูปที่ 4.32 แสดง Boring Log ของโครงการ Family Condominium (tower A)	93
รูปที่ 4.33 แสดง Boring Log ของโครงการ Family Condominium (tower A)	94
รูปที่ 4.34 แสดงข้อมูลชั้นดินของโครงการ Oak Wood Boutique Apartment	95
รูปที่ 4.35 แสดงแผนการดำเนินงานก่อสร้าง sheet pile ของโครงการ The Charisma	97
รูปที่ 4.36 แสดงแผนการดำเนินงานก่อสร้าง sheet pile ของโครงการ 340 Keys Hotel	98
รูปที่ 4.37 แสดงแผนการดำเนินงานก่อสร้าง sheet pile ของโครงการ The Emporio	99
รูปที่ 4.38 แสดงแผนการดำเนินงานก่อสร้าง sheet pile ของโครงการ The Met	100
รูปที่ 4.39 แสดงแผนการดำเนินงานก่อสร้าง sheet pile ของโครงการ The Met	101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา แล ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.40 แสดงแผนการดำเนินงานก่อสร้าง sheet pileของ โครงการ Park Plaza Hotel & Resort	102
รูปที่ 4.41 แสดงแผนการดำเนินงานก่อสร้าง sheet pile ของ โครงการ Family Condominium	103
รูปที่ 5.1 แสดงการทำงานของเครื่องวัดการเคลื่อนตัวของดิน (Inclinometer)	117
รูปที่ 5.2 แสดง layout ของตำแหน่ง Inclinometer	121
รูปที่ 5.3 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 1 (A-axis)	122
รูปที่ 5.4 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 1 (B-axis)	123
รูปที่ 5.5 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 2 (A-axis)	124
รูปที่ 5.6 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 2 (B-axis)	125
รูปที่ 5.7 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 3 (A-axis)	126
รูปที่ 5.8 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 3 (B-axis)	127
รูปที่ 5.9 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 4 (A-axis)	128
รูปที่ 5.10 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 4 (B-axis)	129
รูปที่ 5.11 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 5 (A-axis)	130
รูปที่ 5.12 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 5 (B-axis)	131
รูปที่ 5.13 แสดงภาพผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของระบบด้วย FEM	132
รูปที่ 5.14 แสดงภาพผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวแนวราบด้วย FEM	133
รูปที่ 5.15 ภาพถ่ายด้านหน้าอาคารเลขที่ 13/17 ซอยสุขุมวิท 24 แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร	136
รูปที่ 5.16 แสดงผังบริเวณโดยสังเขปแสดงที่ตั้งอาคารเลขที่ 13/17 ซอยสุขุมวิท24 แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร	137
รูปที่ 5.17 แสดงการก่อสร้างโครงสร้างชั้นใต้ดินอาคาร Oak Wood Boutique Apartment	137
รูปที่ 5.18 รอยแตกร้าวบริเวณเสา Line C – 5	138
รูปที่ 5.19 รอยแตกร้าวของผนังห้องอาหาร Line C เป็นแนวเอียงทแยง	139
รูปที่ 5.20 แสดงรอยน้ำรั่วซึมบริเวณฝ้าเพดานห้องอาหาร	139
รูปที่ 5.21 รอยแตกแยกของฝ้าเพดานบริเวณห้องนอน 2	140
รูปที่ 5.22 แสดงภาพผลการวัดระดับพื้นในแนวระนาบ	141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา แฉ ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การสร้างอาคารบ้านเรือนที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบันของพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานครทำให้เกิดความแออัด เนื่องจากอาคารและบ้านเรือนอยู่ใกล้ชิดกันมาก โดยมักจะพบปัญหาบ่อยครั้งในเรื่องบ้านร้าวทรุดเนื่องจากการขุดดินไม่ว่าจากการ ขุดอุโมงค์ ตอกเสาเข็ม หรือแม้แต่กระทั่งการทำกำแพงกันดินและพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานคร ส่วนมากเป็นชั้นดินอ่อน บางแห่งอ่อนจนเป็นเลนเหลวละ กำลังของดินไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังมีชั้นดินที่อ่อนกว่าอยู่ใต้ชั้นดินแข็ง ทำให้การก่อสร้างยุ่งยากมากขึ้น

การก่อสร้างอาคารในเขตกรุงเทพมหานครปัจจุบันนิยมที่จะก่อสร้างเป็นอาคารสูง โดยอาคารเหล่านั้นจะต้องมีการทำฐานรากหรือห้องใต้ดินควบคู่กันไปด้วยเพื่อที่จะเพิ่มพื้นที่ใช้สอยให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการป้องกันความเสียหายอันเกิดจากแรงดันของดินทางด้านข้าง ซึ่งโครงสร้างที่นิยมนำมาใช้ในการป้องกันแรงดันด้านข้างของดินอย่างแพร่หลายในปัจจุบันก็คือ sheet pile

การที่จะนำ sheet pile มาใช้ในการก่อสร้างชั้นใต้ดินจะต้องมีการวิเคราะห์เพื่อให้เหมาะสมกับโครงการที่ใช้ ซึ่งในหลายกรณีเกิดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งก่อสร้าง อาคารข้างเคียง ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมในราคาที่สูงมาก ดังนั้นหากมีการรวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์ ก็จะสามารถประเมินได้ว่าในโครงการนั้นๆ สมควรที่จะใช้กำแพงกันดินแบบ sheet pile หรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

ให้ความรู้เป็นรากฐานที่สำคัญในการเลือกใช้ระบบกำแพงกันดินแบบเข็มพืดเหล็ก(steel sheet pile)ระบบ Bracing ในการขุดดินเหนียวอ่อนในเขตกรุงเทพฯและพิจารณาองค์ประกอบในการเลือกใช้ รวมถึงเปรียบเทียบความเสียหายต่อโครงสร้างเดิมที่เกิดขึ้นเนื่องด้วยการก่อสร้างใต้ดินแบบsheet pile ในอาคารหนึ่งๆ มีวิธีซับซ้อนยุ่งยากและเสียค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นถ้าได้มีการศึกษาถึงรายละเอียดของระบบกำแพงกันดินแบบsheet pile ก็จะเป็นประโยชน์ที่จะสามารถเลือกใช้ระบบที่เหมาะสมกับโครงการมากที่สุดทั้งในแง่ของสภาพการใช้งานสภาพแวดล้อมรอบที่ดินที่จะทำการก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

จะทำการศึกษาระบบกำแพงกันดินแบบ sheet pile โดยมีตัวแปรควบคุม คือ สภาพแวดล้อม บริเวณก่อสร้าง เช่น เป็นบริเวณที่มีอาคารอยู่ข้างเคียง โดยรอบ ,เป็นดินเหนียวในเขตกรุงเทพฯ และตัวแปรที่จะทำการศึกษาคือ จำนวนชั้นBracing ที่จะก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและสภาพผลกระทบ หลังจากการก่อสร้าง โดยโครงการพิเศษนี้ทำการศึกษาโครงการ ดังนี้

- 1.โครงการ The Charisma
- 2.โครงการ 340 Keys Hotel
3. โครงการ The Emporio (tower A)
- 4.โครงการ The Met
- 5.โครงการ Park Plaza Hotel & Resort
- 6.โครงการ Family Condominium (tower A)
- 7.โครงการ Oak Wood Boutique Apartment

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.เก็บรวบรวมข้อมูล เช่น เทคนิคและวิธีการดำเนินงานก่อสร้างจากบริษัทผู้รับเหมาที่มีความชำนาญเฉพาะ ส่วนข้อมูลทางด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานก็จะขอจากบริษัทที่ออกแบบหรือบริษัทที่ปรึกษาในกรณีที่ไม่สามารถขอจากผู้รับเหมาได้ ส่วนกรณีที่เกิดผลกระทบจากสิ่งก่อสร้างข้างเคียงก็จะหาข้อมูลจากทางภาควิชาที่ได้ทำการประเมินผลกระทบไว้

2. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านเทคนิคที่เก็บรวบรวมมาได้เพื่อจะหาแนวทางหรือข้อสรุปถึงความเหมาะสมที่จะใช้ระบบกำแพงกันดินแบบ sheet pile โดยการเปรียบเทียบมูลค่าที่ใช้จ่ายเมื่อเกิดผลกระทบกับอาคารข้างเคียง

3.หาข้อมูลเพิ่มเติม หรือสอบถามพูดคุยกับผู้เชี่ยวชาญเมื่อเกิดข้อสงสัยหรือติดขัดในการวิเคราะห์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงลักษณะและเทคนิค ในการดำเนินการก่อสร้างของระบบกำแพงกันดินแบบ sheet pile ระบบ Bracing ซึ่งเป็นขบวนการที่มีรายละเอียดซับซ้อน

2. ทราบถึงข้อดี ข้อเสียของระบบกำแพงกันดินแบบ sheet pile รวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งก่อสร้างข้างเคียงทั้งทางด้านการก่อสร้างและทางด้านราคา

3. ได้ศึกษาถึงลักษณะชั้นดิน และพฤติกรรมทางด้านกลศาสตร์ของดินที่ระดับความลึกต่างๆในเขตกรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

2.1 ชนิดของระบบกำแพงกันดินในงานขุดระดับลึก

ในงานขุดดินที่ค่อนข้างลึกมีการใช้ระบบกำแพงกันดินแบ่งได้เป็น 2 ระบบใหญ่คือ





2.1.1 ระบบกำแพงแบบยืดหยุ่น (Flexible Wall)

ระบบกำแพงแบบนี้ได้แก่เข็มพืด (sheet pile) เป็นระบบที่ใช้เป็นโครงสร้างรับแรงด้านข้างที่มีใช้งานมากในงานต่างๆ ที่มีการขุดลึกไม่เกิน 10 m. ซึ่งชนิดของวัสดุที่ใช้มีหลายชนิด เช่น ไม้ คอนกรีต และเหล็ก มีการประยุกต์ใช้ค้ำยัน (Bracing) ในระบบ sheet pile จะมีการ inter lock ระหว่างชิ้น ซึ่งจะตอกลงไปในดินต่อเนื่องกัน แต่การใช้ sheet pile มีข้อควรคำนึงถึง คือ การรั่วซึมของน้ำบริเวณ interlock เข้ามาภายในบริเวณพื้นที่งาน ในการติดตั้งจึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงเรื่องการโค้งตัวหรือการเคลื่อนตัวในแนวด้านข้าง เพราะ sheet pile เป็นโครงสร้างที่มีค่า stiffness น้อย ระบบที่เป็นที่นิยมในการก่อสร้างคือ Steel sheet pile เนื่องจากราคาถูก การก่อสร้างง่าย และรวดเร็วเมื่อเทียบกับวิธีอื่น

2.1.2 ระบบกำแพงแบบแข็ง (Rigid Wall)

ระบบกำแพงแบบนี้ได้แก่ Diaphragm Wall และ Secant pile Wall ทั้ง 2 ระบบเหมาะสำหรับการขุดดินลึกเพื่อทำ Basement ระบบนี้จะออกแบบเพื่อเป็นโครงสร้างรับแรงด้านข้างซึ่งเกิดจากแรงดันดิน และแรงดันต่างๆ โดยเป็นโครงสร้างที่มีค่า Stiffness สูงซึ่งมีผลดีในการป้องกันและการเคลื่อนตัวได้ดี แต่ทั้ง 2 ระบบ ใช้ในงานขุดดินลึก ทำให้ใช้เทคนิคในการก่อสร้างสูง เป็นผลทำให้ราคาในการก่อสร้างแพง และระยะเวลาที่ทำงานช้า

รูปที่ 2.1 แสดงข้อดี-ข้อเสีย ของกำแพงกันดินชนิดต่างๆ ที่ใช้ในงานขุดดินลึกของกำแพงกันดินทั้ง 2 ระบบ

Name	Section	Typical EI Values/ft. (kip x ft ²)	Advantages	Disadvantages
Steel Sheeting		900-90,000	(1) Can be impervious (2) Easy to handle and construct (3) Low initial cost	(1) Cannot be used in gravelly soils (2) Limited stiffness (3) Interlocks can be lost in hard driving
Soldier Pile and Lagging		2,000-120,000	(1) Easy to handle and construct (2) Low initial cost (3) Can be driven or augered	(1) Wall is pervious (2) Requires care in placement of lagging
Cast-in-Place Concrete Slurry Wall		288,000-2,300,000	(1) Can be impervious (2) High stiffness (3) Can be part of permanent structure	(1) High initial cost (2) Specialty contractor required to construct (3) Extensive slurry disposal needed (4) Surface can be very rough
Pre-Cast Concrete Slurry Wall		288,000-2,300,000	(1) Can be impervious (2) High stiffness (3) Can be part of permanent structure (4) Can be prestressed	(1) High initial cost (2) Specialty contractor required to construct (3) Slurry disposal needed (4) Very large and heavy members must be handled for deep systems

รูปที่ 2.1 แสดงข้อดี-ข้อเสีย ของกำแพงกันดินชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 4 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ

2.2.1 เรื่องแรงดันด้านข้างของดิน (Lateral Earth Pressure)

การออกแบบโครงสร้างและส่วนประกอบให้มีสมรรถนะต้านทานแรงดันด้านข้างนั้น พฤติกรรมและขนาดของแรงดันเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องศึกษาพิจารณา ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการหาแรงดันด้านข้างของดินที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ Sheet pile

แรงดันด้านข้างของดิน คือแรงดันของดินที่กระทำต่อโครงสร้างกั้นดิน แรงดันด้านข้างของดินมีอยู่ 3 แบบคือ

2.2.1.1. แรงดันแบบอยู่กับที่ (Earth pressure at rest) หมายถึง แรงดันของดินกระทำต่อผนังกั้นดินทางด้านข้าง แล้วไม่ทำให้กั้นดินเกิดการเคลื่อนที่แต่อย่างใด

ในสภาพธรรมชาติ ก้อนดินซึ่งอยู่ต่ำจากระดับผิวดินเท่ากับ h จะถูกกระทำด้วยแรงในแนวตั้ง σ_v เนื่องจากน้ำหนักของดินซึ่งอยู่เหนือก้อนดินนั้น

$$\sigma_v = \gamma \cdot h$$

ในเมื่อ $\gamma =$ หน่วยน้ำหนักของดิน

เมื่อมีกั้นดินมากั้นดินนั้น แรงในแนวตั้ง σ_v จะทำให้เกิดแรงดันในแนวนอน σ_h กระทำต่อผนังกั้นดิน ถ้ากั้นดินอยู่ในสภาวะสมดุล ไม่มีการเคลื่อนที่แต่อย่างใด

$$\begin{aligned}\sigma_{ho} &= K_o \sigma_v \\ &= K_o \gamma \cdot h\end{aligned}$$

ในเมื่อ $\sigma_{ho} =$ แรงดันในแนวนอนแบบอยู่กับที่

$K_o =$ สัมประสิทธิ์ของแรงดันแบบอยู่กับที่
(Coefficient of earth pressure at rest)

ค่า K_o ของดินพกรวด หิน และดินเหนียวชนิด N.C.C* สามารถหาได้จากสมการของจาคี (Jaky) ดังนี้

$$K_o = 1 - \sin \phi$$

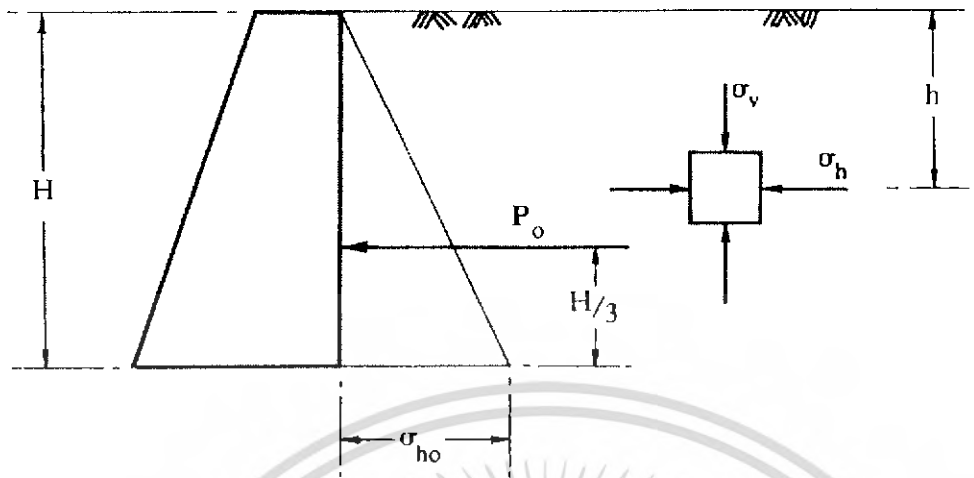
2.2.1.2. แรงดันดินแบบ Active (Active earth pressure) หมายถึง แรงดันของดินที่กระทำต่อผนังกำแพงกันดินทางด้านข้าง แล้วทำให้กำแพงกันดินเคลื่อนที่ออกไปจากดินถมหลังกำแพง ดังในรูปที่ 2.3

ในกรณีที่กำแพงกันดินเกิดการเคลื่อนที่ตามแนวราบออกไปข้างหน้า คือ เคลื่อนออกไปจากดินถมหลังกำแพง แรงดันที่กระทำต่อผนังกำแพงจะลดลงที่ละน้อยจนถึงค่าคงที่จำนวนหนึ่ง ถ้ายังมีการเคลื่อนที่ตัวอีก ดินถมหลังกำแพงก็จะพังทลาย แรงดันที่น้อยที่สุด ณ จุดดินเกิดการพังทลาย เรียกว่าแรงดันดินแบบ Active (σ_{ha})

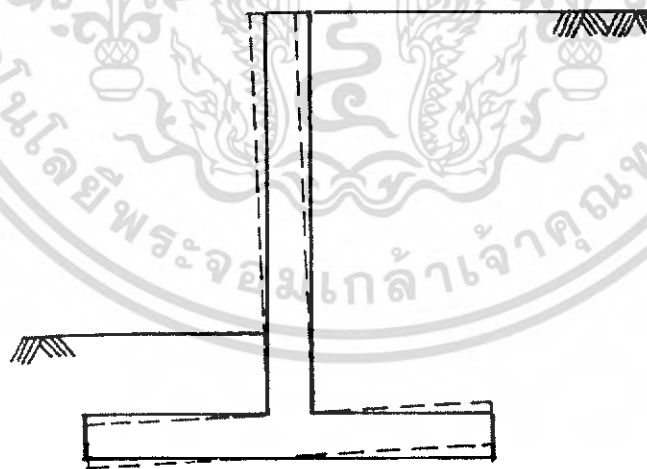
$$\sigma_{ha} = K_a \sigma_v$$

ในเมื่อ K_a = สัมประสิทธิ์ของแรงดันดินแบบ Active (Coefficient of active earth pressure)





รูปที่ 2.2 แสดงภาพแรงดันดินแบบอยู่กับที่



รูปที่ 2.3 แสดงภาพแรงดันดินแบบ active

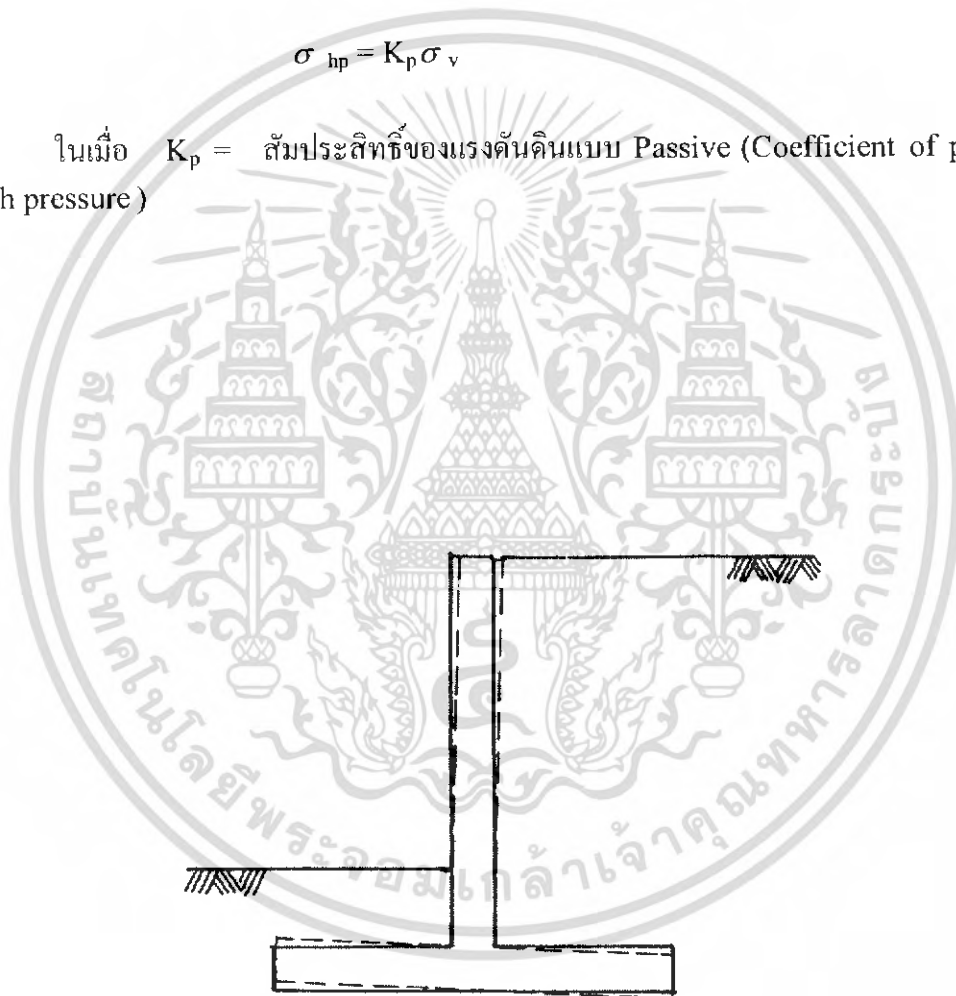
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.3. แรงดันดินแบบ Passive (Passive earth pressure) หมายถึง แรงดันของดินที่กระทำต่อด้านหน้ากำแพงกันดิน แล้วทำให้กำแพงกันดินเคลื่อนที่เข้าหาดินถมหลังกำแพง ดังในรูปที่ 2.4

ในบางกรณี กำแพงอาจจะถูกดันเข้าหาดิน เช่น การขยายตัวของคอม่อี่สะพาน หรือกำแพงกันดินเคลื่อนตัวเข้าหาดินถมหลังกำแพง แรงดันจะเพิ่มขึ้นทีละน้อย จนถึงค่าคงที่จำนวนหนึ่ง ถ้ายังมีการเคลื่อนตัวอีก ดินด้านหลังกำแพงก็จะปูดขึ้น จนพังทลาย ค่าแรงดันมากที่สุด ณ จุดดินเกิดการพังทลาย เรียกว่า แรงดันดินแบบ Passive (σ_{hp})

$$\sigma_{hp} = K_p \sigma_v$$

ในเมื่อ K_p = สัมประสิทธิ์ของแรงดันดินแบบ Passive (Coefficient of passive earth pressure)



รูปที่ 2.4 แสดงภาพแรงดันดินแบบ Passive

2.2.2 เสถียรภาพความลาดของดิน(Stability of Soil Slopes)

เมื่อดินมีความลาดเอียง ความลาดนั้นไม่ว่าจะเกิดจากการขุดหรือถมก็ตาม ก็จะมีแรงเกิดขึ้นซึ่งพยายามจะทำให้ดินเคลื่อนที่จากจุดที่สูงกว่ามายังจุดที่ต่ำกว่า แรงกระทำดังกล่าวที่สำคัญได้แก่ แรงดึงดูดของโลก และแรงที่เกิดจากการไหลซึมของน้ำ ซึ่งทำให้เกิดหน่วยแรงเฉือนขึ้นในดิน ส่วนในดินก็จะมีแรงต้านทานต่อแรงเฉือนของดิน ที่สำคัญได้แก่ แรงเสียดทานภายในและแรงเชื่อมแน่นของดิน ถ้าแรงต้านทานมีมากกว่าแรงกระทำ ดินก็จะไม่เกิดการเลื่อนตัวและพังทลายเสถียรภาพความลาดของดิน ก็คือการหาส่วนปลอดภัย(Factor of Safety) ต่อการพังทลาย

$$F.S. = \text{แรงต้านทาน} / \text{แรงกระทำ}$$

2.2.2 1. การหาเสถียรภาพความลาดของดินชนิดที่ไม่มีความเชื่อมแน่น

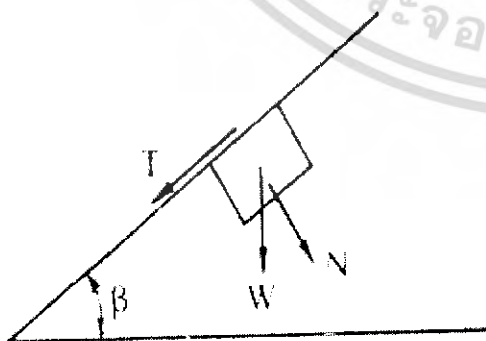
$$\text{ส่วนปลอดภัย } F.S. = N \tan \phi / T$$

$$= \tan \phi / \tan \beta$$

$$\text{ส่วนปลอดภัยน้อยที่สุด } F.S. = 1$$

$$\tan \phi = \tan \beta$$

นั่นคือลาดของดินชนิดที่ไม่มีความเชื่อมแน่น จะมั่นคงมีเสถียรภาพต่อเมื่อมุมของลาดเอียงทำมุมกับแนวราบ(β) มีค่าน้อยกว่ามุมเสียดทานภายในของลาดดิน(ϕ)



(ก) ลาดของดิน



(ข) รูปสามเหลี่ยมของแรง

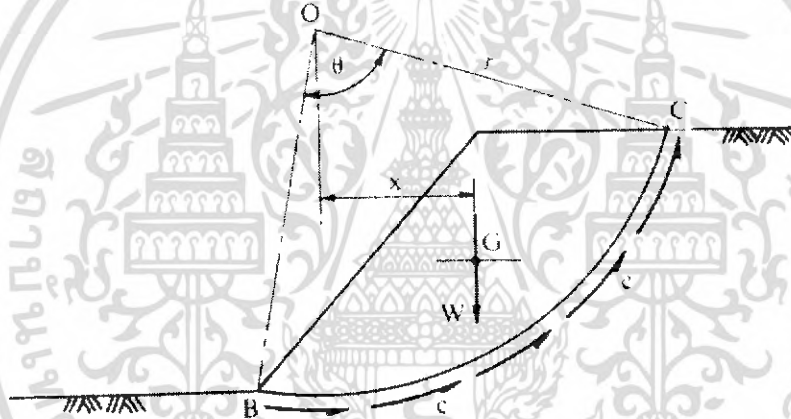
รูปที่ 2.5 แสดงแรงที่เกี่ยวข้องในลาดของดินชนิดที่ไม่มีความเชื่อมแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา ๑๑ ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การหาเสถียรภาพความลาดของดินชนิดที่มีความเชื่อมแน่น

เสถียรภาพความลาดของดินชนิดที่มีความเชื่อมแน่นขึ้นอยู่กับ ความหนาแน่น แรงเชื่อมแน่น และมุมต้านทานต่อแรงเฉือนของดิน ความสูงและความลาดชันของลิให้เป็นส่วน ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของความลาด จำเป็นจะต้องสมมติให้เป็นส่วนโค้งของวงกลมเสมอ

$$\text{ส่วนปลอดภัยต่อการเลื่อนตัว } F.S. = cr^2/Wx$$



รูปที่ 2.6 แสดงแรงที่เกี่ยวข้องในลาดของดินชนิดที่มีความเชื่อมแน่น

2.3 กำแพงกันดินชนิดมีค้ำยัน (Braced Cuts)

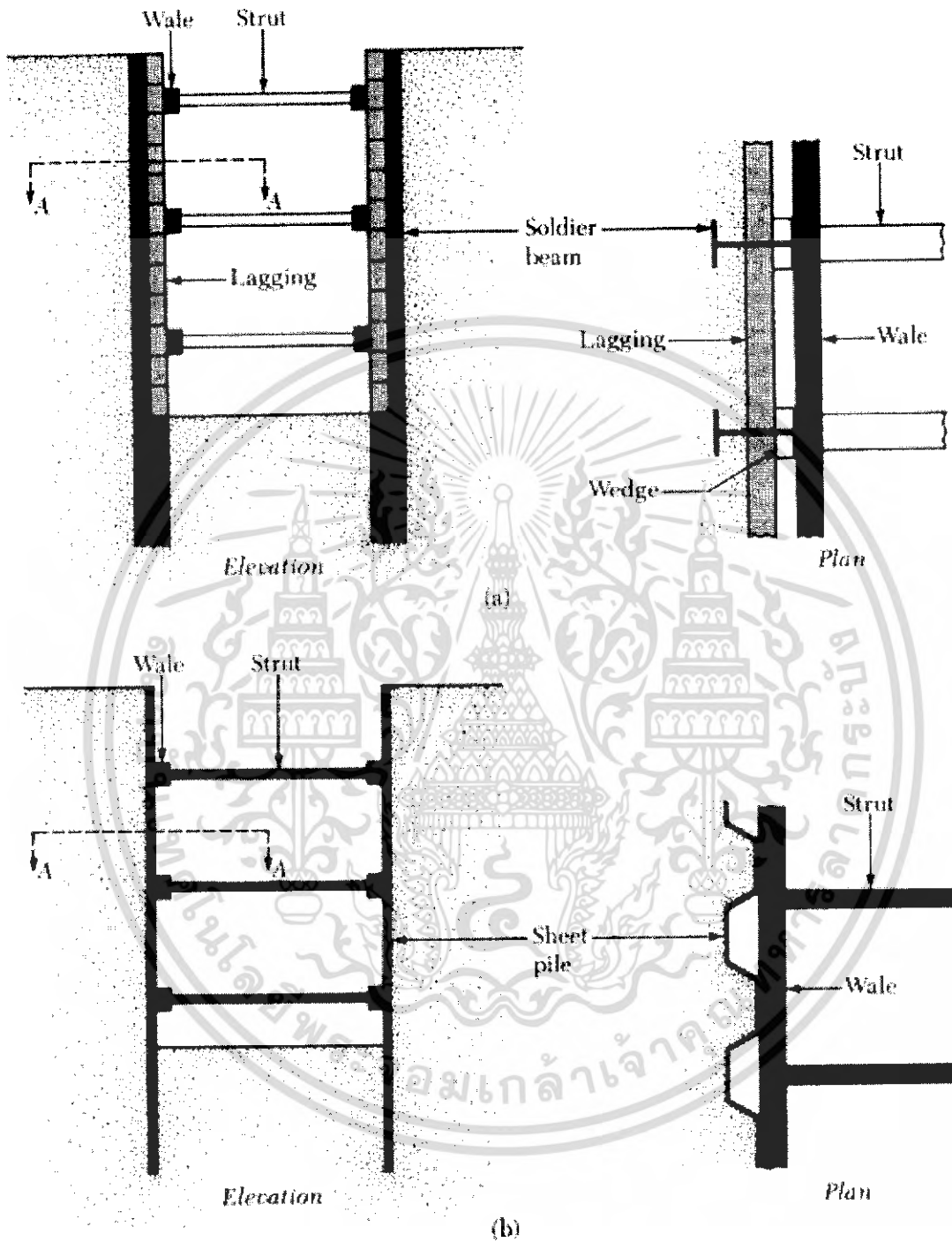
กำแพงกันดินชนิดมีค้ำยัน (Braced Cuts) เป็นรูปแบบหนึ่งของกำแพงกันดิน ที่ประกอบด้วย การขุดดินเป็นร่อง หรือ เป็นลักษณะของห้องใต้ดิน โดยมีกำแพงกันดินสองฝั่ง และยึดกำแพงกันดิน ทั้ง สองฝั่งด้วย ค้ำยัน (Strut) ภาพที่ 2.7 แสดงถึงประเภทของชนิดของกำแพงกันดินชนิดมีค้ำยัน ซึ่งแสดง ไว้ 2 ประเภทด้วยกัน คือ

2.3.1. ระบบที่ตอกเสาเข็มรูปตัวไอ (Soldier Beam) ลงไปในดินก่อนการขุดดิน ดังแสดงใน ภาพที่ 2.7 (a) หลังจากเริ่มทำการขุดดิน จึงทำการวาง Lagging ซึ่งเป็นไม้ท่อนใหญ่วางในแนวนอน โดยวางในช่วงระหว่างเสาเข็มรูปตัวไอเมื่อถึงระดับความลึกที่ต้องการ หรือที่ออกแบบไว้ จึงติดตั้ง Wale และ Strut ซึ่งเป็นคานเหล็กวางในแนวนอน โดยที่ Strut เป็นชิ้นส่วนที่รับแรงอัด (Compression Member)

2.3 2. ระบบที่ทำการตอก Interlocking Sheet Pile ลงไปในดินก่อนการขุดดิน แล้วจึงติดตั้ง Wale และ Strut ทันทีเมื่อขุดดินถึงระดับที่ต้องการ หรือที่ออกแบบไว้ ดังแสดงในภาพที่ 2.7 (b)

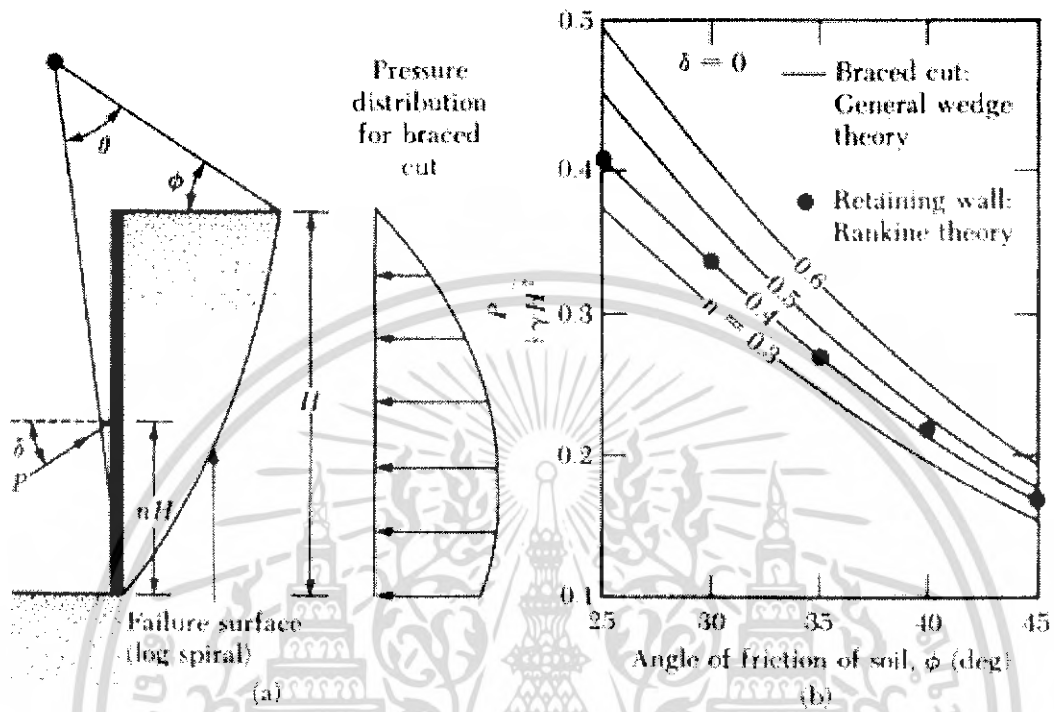
การพิจารณาแรงดันดินสุทธิตาม Braced Cuts เนื่องจาก ความแตกต่างในโครงสร้าง ของ Brace Cuts และกำแพงกันดิน ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของกำแพงกันดิน ดังแสดงในภาพที่ 2.7 (a) และ 2.7 (b) ทำให้การพิจารณาแรงดันดินสุทธิตาม Braced Cuts ใช้วิธีของ Rankine หรือ Coulomb ไม่ได้ เหมือนของกำแพงกันดิน

รูปที่ 2.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงดันดินด้านข้าง (Lateral Earth Force) , P ของดินบน กำแพง กันดิน และ Braced Cuts โดยใช้ทฤษฎี General Wedge ของ Terzaghi(1943a) สำหรับ Braced Cuts และทฤษฎีของ Rankine สำหรับกำแพงกันดิน รูปที่ 2.8(a) แสดงระนาบการวิบัติของดิน จาก ทฤษฎี General Wedge ของ Terzaghi เป็นรูป Logarithmic Spiral และภาพที่ 2.8 (b) แสดงการ เปรียบเทียบค่าแรงดันดินด้านข้างบน Braced Cuts ในดินทรายที่มีค่า Angle of Friction เท่ากับศูนย์ และบนกำแพงกันดิน ในดินทรายที่มีค่า C เท่ากับศูนย์ กำหนดให้ตำแหน่งที่แรงดันดินด้านข้าง , P กระทำ มีระยะเหนือส่วนล่างของกำแพงเท่ากับ nH สำหรับภาพที่ 2.8(b) กำแพงกันดิน จะมีค่า $n=1/3$ และในกรณีของ Braced Cuts จะมีค่าเท่ากับ 0.3 ถึง 0.5 หรือ 0.6



รูปที่ 2.7 ชนิดของงานขุดแบบมีค้ำยัน (a) แบบใช้เสาเข็มไอ (soldier beam) (b) แบบเสาเข็มพีค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา ๒12 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 เปรียบเทียบแรงดันด้านข้างของดินที่กระทำต่อเสาเข็มพืดแบบมี ค้ำยันและกำแพงกันดินในดินทราย

เนื่องจากความแตกต่างระหว่าง Braced Cuts และกำแพงกันดิน ดังที่ได้กล่าวข้างต้น จึงได้มีการเสนอแนะ Design Pressure Envelope หรือ ลักษณะการกระจายของแรงดันดินบน Braced Cuts ในดินทรายและ ดินเหนียว เช่น Peck (1969) และ Tschebotarioff (1973) มีรายละเอียดดังนี้

2.3 2.1. Braced Cuts ในดินทราย ภาพที่ 2.9 แสดง Pressure Envelope สำหรับ Braced Cuts ในดินทราย โดยมีแรงดันดินสภาพเชิงรุก ,Pa เป็น

$$Pa = 0.65 H Ka$$

เมื่อ = ค่าหน่วยน้ำหนักของดินทราย

H = ค่าความสูงของ Braced Cuts

Ka = สัมประสิทธิ์แรงดันดินสภาพเชิงรุกของ Rankine



รูปที่ 2.9 แรงดันดินสำหรับงานขุดในดินทราย

2.3 2.2. Braced Cuts ในดินเหนียว (สภาพ Undrain คือ = 0) ในกรณีของ Braced Cuts ในดิน

เหนียว ยังแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามสภาพของดินเหนียว ซึ่งแบ่งตามค่าของ $\frac{\gamma H}{C}$ เมื่อ C เป็นค่า Undrain Cohesion

2.1 Braced Cuts ในดินเหนียวอ่อนถึงปานกลาง สำหรับ ดินเหนียวประเภทนี้ กำหนดให้มีค่า

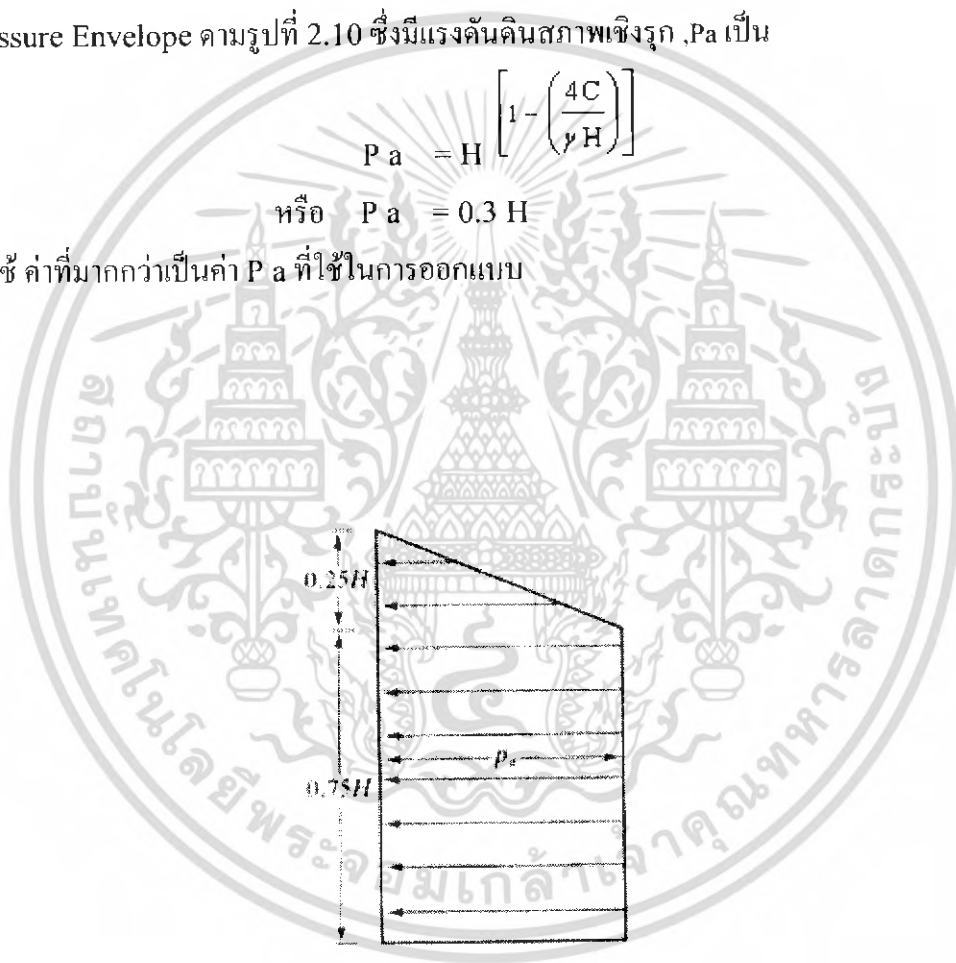
$$\frac{\gamma H}{C} > 4$$

และมี Pressure Envelope ตามรูปที่ 2.10 ซึ่งมีแรงดันดินสภาพเชิงรุก, Pa เป็น

$$P_a = H \left[1 - \left(\frac{4C}{\gamma H} \right) \right]$$

หรือ $P_a = 0.3 H$

โดยเลือกใช้ ค่าที่มากกว่าเป็นค่า Pa ที่ใช้ในการออกแบบ



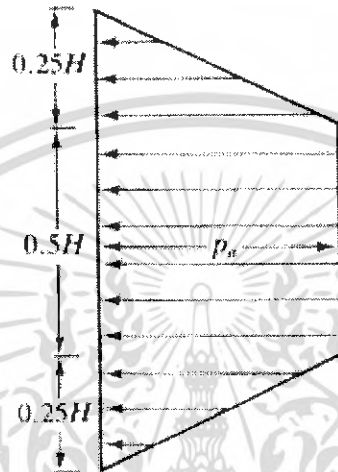
รูปที่ 2.10 แรงดันดินสำหรับงานขุดในดินเหนียวอ่อนและดินเหนียวแข็งปานกลาง

2.3 2.3 Braced Cuts ในดินเหนียวแข็ง สำหรับดินเหนียวประเภทนี้ กำหนดให้มีค่า

$$\frac{\gamma H}{C} \leq 4$$

และมี Pressure Envelope ตามรูปที่ 2.11 ซึ่งมีแรงดันดินสภาพเชิงรุก ,Pa เป็น

$P_a = 0.2 H$ ถึง $0.4 H$ ค่าเฉลี่ยประมาณ $0.3 H$



รูปที่ 2.11 แรงดันดินสำหรับงานขุดในดินเหนียวแข็ง

บางครั้ง Pressure Envelope ของ Peck เป็นเพียง Apparent Pressure Envelope แต่ถ้าจะเป็น Pressure Envelope ที่แท้จริง จะต้องพิจารณาลำดับขั้นตอนในการก่อสร้าง และ Relative Flexibility

ของเข็มพืด ซึ่งมีค่าเท่ากับ $10.91 \times 10^{-7} \left(\frac{H^4}{EI} \right)$ ในหน่วย SI Unit คือ H เป็นเมตร , E เป็น MN/m²

และ I เป็น m⁴/m ของความยาวของเข็มพืด และมีค่าเท่ากับ $\left(\frac{H^4}{EI} \right)$ ในหน่วยอังกฤษ คือ H เป็นฟุต , E เป็น lb/in² และ I เป็น in⁴/ft ของความยาวของเข็มพืด

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เมื่อพบชั้นดินหลายชั้นคืออาจจะเป็นทั้ง ดินทราย และดินเหนียว ในภาพที่ 2.12 (a) จาก Peck (1943) ค่าของ Equivalence Cohesion (สภาวะ =0) จะเป็น Cave

$$\text{Cave} = \frac{1}{2H} [\gamma_s K_s H_s^2 \tan \phi_s + (H - H_s) \gamma_c n']$$

เมื่อ H = ความสูงทั้งหมดของ Braced Cuts

s = ค่าหน่วยน้ำหนักของดินทราย

H_s = ความสูงหรือความหนาของชั้น

K_s = ค่าสัมประสิทธิ์แรงดันด้านข้างของดินทราย

(โดยทั่วไปจะประมาณเท่ากับ 1)

s = มุมเสียดทานของดินทราย

q_u = Unconfined Compressive Strength ของดินเหนียว

n' = Coefficient of Progressive Failure

(ประมาณเท่ากับ 0.5 ถึง 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.75)

ค่าของ Average Unit Weight, ave จะเป็น

$$\text{ave} = \frac{1}{H} [\gamma_s H_s + (H - H_s) \gamma_c]$$

เมื่อ c = ค่าหน่วยน้ำหนักของดินเหนียว

จากทั้งค่า Cave และ ave ให้นำมาใช้ในการคำนวณและพิจารณา Pressure Envelope ในดินเหนียวในทำนองเดียวกัน เมื่อสภาพของชั้นดินหลายชั้นเป็นดินเหนียวทุกชั้น ซึ่งแต่ละชั้นมีค่าหน่วยน้ำหนัก (Unit Weight) และค่า Cohesion ที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 2.12(b) ค่า Average Undrain Cohesion , Cave จะเป็น

$$\text{Cave} = \frac{1}{H} [C_1 H_1 + C_2 H_2 + \dots + C_n H_n]$$

และค่าหน่วยน้ำหนักเฉลี่ย , ave จะเป็น

$$\text{ave} = \frac{1}{H} [\gamma_1 H_1 + \gamma_2 H_2 + \dots + \gamma_n H_n]$$

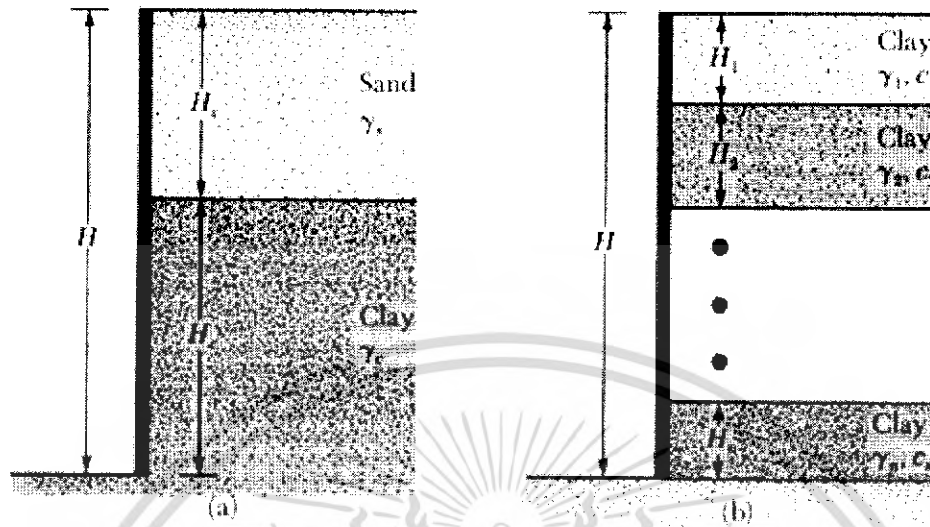
เมื่อ H₁, H₂, ..., H_n = ความหนาของชั้นดินเหนียวชั้นที่ 1, 2, ..., n

C₁, C₂, ..., C_n = ค่า Undrain Cohesion ของชั้นดินเหนียวชั้นที่ 1, 2, ..., n

1, 2, ..., n = ค่าหน่วยน้ำหนักของดินเหนียวชั้นที่ 1, 2, ..., n

72001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงภาพงานชุดในชั้นดินหลายชั้น

2.4 การออกแบบ sheet pile

มี 2 วิธี คือ

2.4.1 Classical Method

ในการออกแบบ Braced Cuts จะออกแบบแต่ละชั้นส่วน ใน Braced Cuts หลังจากที่ทราบค่าแรงดันด้านข้างของดิน จาก Pressure Envelope ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น รายละเอียดของการออกแบบแต่ละชั้นส่วน มีดังนี้

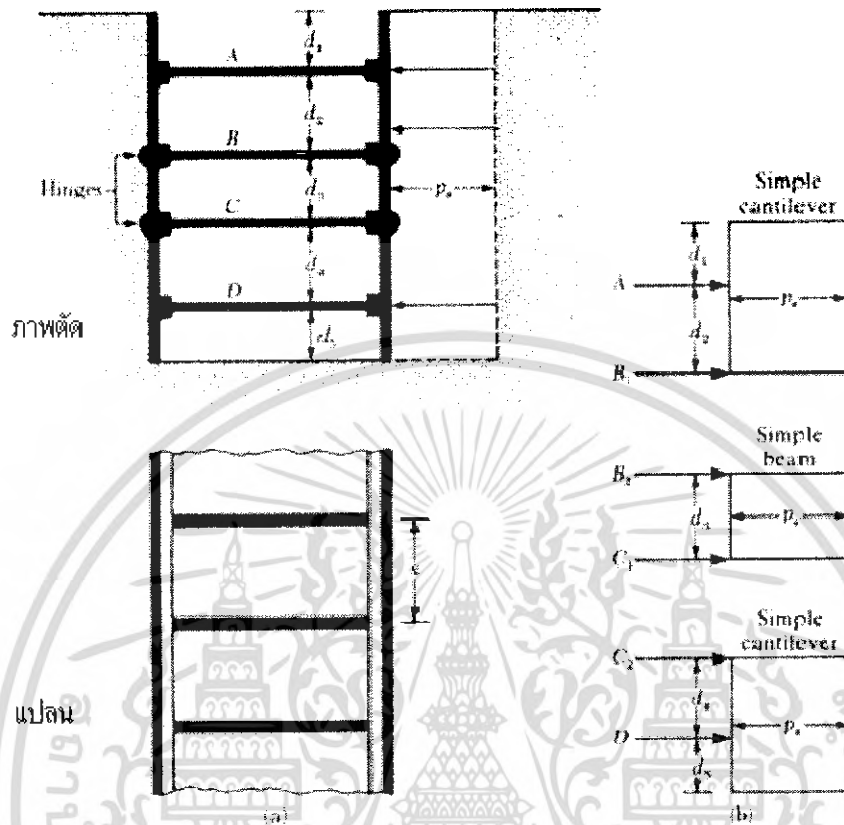
2.4.1.1 การออกแบบเข็มพืด (Sheet Pile Wall) มีลำดับขั้นตอนในการออกแบบดังนี้

1. พิจารณาค่าโมเมนต์ค้ดสูงสุด ในแต่ละชั้นส่วน ที่แสดงในรูปที่ 2.13 (b)
2. จากค่า โมเมนต์ในชั้นตอนที่ 1 พิจารณาใช้ ค่าโมเมนต์ค้ดสูงสุดเท่านั้น
3. คำนวณค่า Section Modulus จาก

$$\text{Section Modulus, } S = \frac{M_{max}}{\sigma_{all}}$$

เมื่อ σ_{all} = Allowable Flexural Stress ของวัสดุที่ใช้ทำเข็มพืด

4. ออกแบบเข็มพืด โดยเลือกใช้เข็มพืด ที่มีค่า Section Modulus มากกว่าหรือเท่ากับค่าที่คำนวณได้ในขั้นตอนที่ 3



รูปที่ 2.13 การคำนวณแรงในค้ำยัน (a) ภาพตัดและภาพแปลนของงานขุด (b) วิธีการหาแรงในค้ำยัน

2.4.1.2 การออกแบบ Wale มีขั้นตอนดังนี้

1. Wale เป็นชิ้นส่วนที่มีลักษณะเป็นคานต่อเนื่อง คือมีหมุด (Pin) ที่ Strut ดังแสดงในภาพที่

2.13(a) ค่าโมเมนต์คดสูงสุดของ Wale จะเป็น

$$\text{ที่ระดับ A, M max} = \frac{(A)(s)^2}{8}$$

$$\text{ที่ระดับ B, M max} = \frac{(B_1+B_2)(s)^2}{8}$$

$$\text{ที่ระดับ C, M max} = \frac{(C_1+C_2)(s)^2}{8}$$

$$\text{ที่ระดับ D, M max} = \frac{(D)(s)^2}{8}$$

2.คำนวณค่า Section Modulus ของ Wale จาก

$$\text{Section Modulus, S} = \frac{M_{\text{max}}}{\sigma_{\text{wm}}}$$

3. ออกแบบ Wale ให้มีค่า Section Modulus มากกว่า หรือเท่ากับที่คำนวณได้

การออกแบบ Strut ลักษณะของ Strut เป็นชิ้นส่วน ประเภทเสาภายในแนวนอน ที่รับโมเมนต์คด โดยมีระยะห่างในแนวดิ่ง ไม่น้อยกว่า 2.75 เมตร และการรับน้ำหนักของ Strut จะขึ้นอยู่กับค่า Slenderness Ratio, l/r (l = ช่วงความยาวของ Strut และ r = ขนาดความกว้างของหน้าตัดของ Strut ในกรณีที่ เป็น Braced Cuts ใน Clayey Soil จะต้องกำหนดให้ Strut ขึ้นแรกอยู่ต่ำกว่า ผิวดินน้อยกว่า ความลึกของ Tension Crack, Z_c นั่นคือกรณีที่ไม่มี Surcharge หรือน้ำหนักกระทำที่ผิวดิน และไม่มี น้ำขังใน Tension Crack ค่าของ Z_c จะเป็น

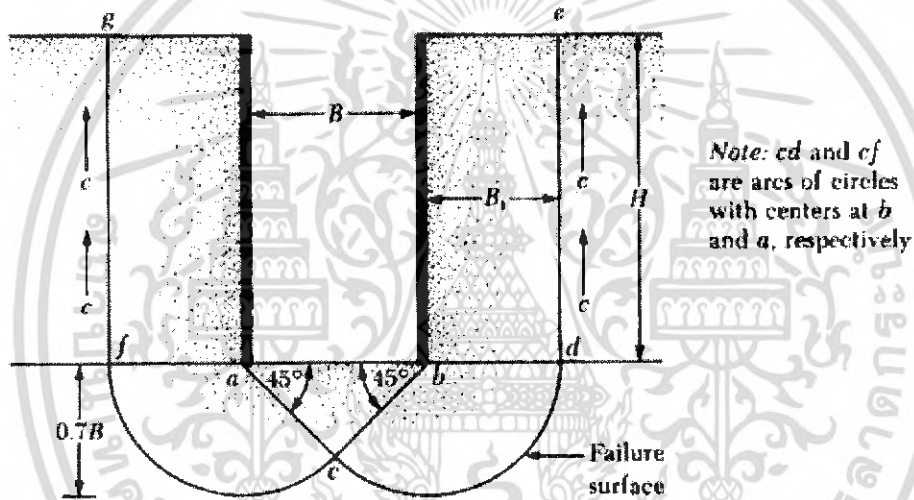
$$Z_c = \frac{2C}{\gamma\sqrt{K_a}}$$

2.4.1.3 เสถียรภาพของ Braced Cuts

เสถียรภาพในการขุดดินเหนียว Braced Cuts ในดินเหนียว อาจขาดเสถียรภาพ เนื่องจากเกิดการปูดของดิน (heave) ขึ้นที่ระดับดินขุดได้ Terzaghi (1943) ได้วิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนปลอดภัยของ Braced Cuts ต่อการเกิดการปูดของดิน เมื่อพิจารณาค่าแรงกระทำในแนวดิ่ง ต่อความยาวของหลุมขุด ที่กระทำ ณ เส้นตรง bd และ af ในภาพที่ 2.14 มีค่าดังนี้

$$Q = HB_1 - CH$$

เมื่อ $B_1 = 0.7 B$
 $C = \text{Cohesion } (=0)$



รูปที่ 2.14 เสถียรภาพของการขุดในแนวดิ่งโดยใช้ทฤษฎีของ Terzaghi

จากทฤษฎีกำลังรับแรงด้านของดิน ของ Terzaghi ค่าแรงต้านประลัยต่อหนึ่งหน่วยความยาวของฐานราก คำนวณได้ดังนี้

$$Q_u = CNcB_1 = 5.7 CB_1$$

ดังนั้นจะได้หาค่าอัตราส่วนปลอดภัยต่อการเกิดการปูดของดิน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$F.S. = \frac{Q_u}{Q} = \frac{5.7CB_1}{\gamma HB_1 - CH} = \frac{1}{H} \left(\frac{5.7C}{\gamma - \frac{C}{0.7B}} \right)$$

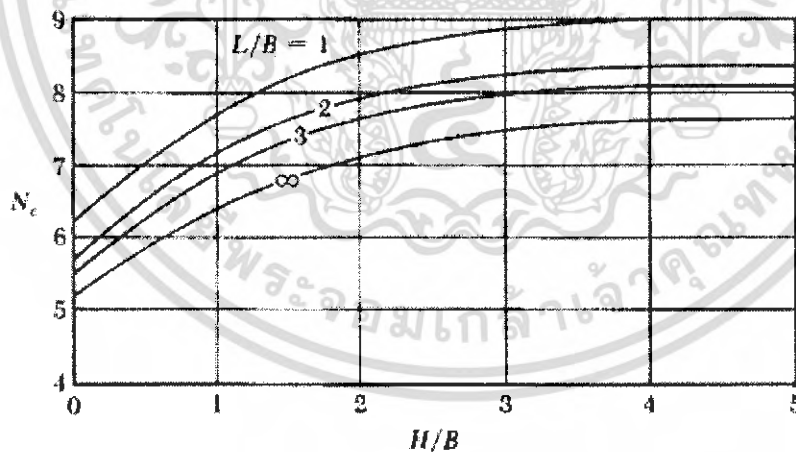
วิเคราะห์หามุมดินที่ดินเป็นเนื้อเดียวกันตลอด อย่างน้อยจนถึงระยะ 0.7B จากระดับดินจุด กรณีที่มีชั้นดินแข็งหรือชั้นหิน อยู่ใต้ระดับดินจุดเป็นระยะ D และ $D < 0.7B$ ค่าอัตราส่วนปลอดภัย จะเปลี่ยนเป็น

$$F.S. = \frac{1}{H} \left(\frac{5.7C}{\gamma - \frac{C}{D}} \right)$$

Bjerrum และ Eide (1956) ได้ศึกษาปัญหาการเกิดการรูดของดิน ของ Braced Cuts ในดินเหนียว และให้สมการ สำหรับหาค่า อัตราส่วนปลอดภัยดังนี้

$$F.S. = \frac{CN_c}{\gamma H}$$

โดยค่า N_c สามารถหาได้จากภาพที่ 2.15 และค่า N_c จะเปลี่ยนไปตามอัตราส่วน H/B และ L/B ซึ่งสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ ได้ดังนี้



รูปที่ 2.15 กราฟแสดงค่า N_c สำหรับใช้ในการคำนวณตามวิธีของ Bjerrum and Eide

$$N_c(\text{rectangle}) = N_c(\text{square}) (0.84 + 0.16 \frac{B}{L})$$

ค่า N_c ที่ได้จากภาพที่ 2.15 เป็นกรณีที่ดินไร้ระดับดินจุด เป็นเนื้อเดียวกันตลอด และมีค่า Undrain Cohesion เท่ากับ C อย่างไรก็ตาม ถ้ามีชั้นดินแข็งอยู่ใต้ระดับดินจุด ระยะเวลาการวิบัติของดินจะเปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับค่า Undrain Cohesion C_1 และ C_2 ซึ่งในกรณีนี้ค่าอัตราส่วนปลอดภัยจะเปลี่ยนเป็น

$$FS. = \frac{C_1 [N'_{c(\text{strip})} F_d] F_s}{\gamma H}$$

เมื่อ $N'_{c(\text{strip})}$ = ค่า Bearing Capacity ของงานขุดยาว Infinity ($B/L = 0$) อยู่ในรูปฟังก์ชันของ h'/B และ C_2/C_1

F_d = Depth Factor อยู่ในรูปฟังก์ชันของ H/B

F_s = Shape Factor

$$= 1 + 0.2 \frac{B}{L}$$

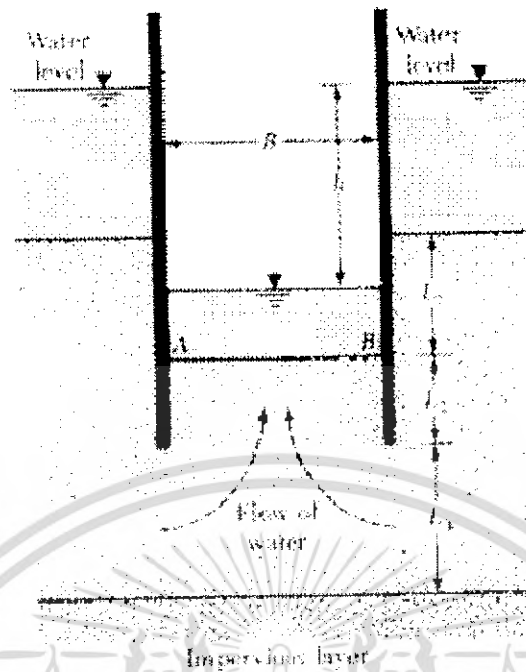
เสถียรภาพในการฝังงานขุดในดินทราย ในการขุดโดยใช้เข็มพืด มีบางกรณีที่จะต้องลดระดับดังภาพที่ 2.16 ในกรณีนี้ดินอาจเกิดการวิบัติเนื่องจาก Piping ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบค่าอัตราส่วน ปลอดภัยต่อการเกิด Piping โดยทั่วไป Piping จะเกิดขึ้นได้เมื่อ ค่าความลาดชันทางชลศาสตร์ของการไหลของน้ำเข้ามาในหลุมขุดมีค่าสูง ซึ่งอาจตรวจสอบง่าย ๆ ได้จากการเขียนตาข่ายการไหลของน้ำ เพื่อคำนวณค่า Exit Gradient สูงสุด ($i_{\max(\text{exit})}$) และค่าอัตราส่วนปลอดภัยสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$FS. = \frac{i_{cr}}{i_{\max(\text{exit})}}$$

เมื่อ i_{cr} = ค่าความลาดชันทางชลศาสตร์วิกฤติ

$$= \frac{G_s - 1}{e + 1}$$

โดยค่า i_{cr} ของดินทั่วไป จะแปรผันอยู่ในช่วง 0.9 - 1.1 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.0 ค่าอัตราส่วนปลอดภัยที่เหมาะสม ควรมีค่าประมาณ 1.5



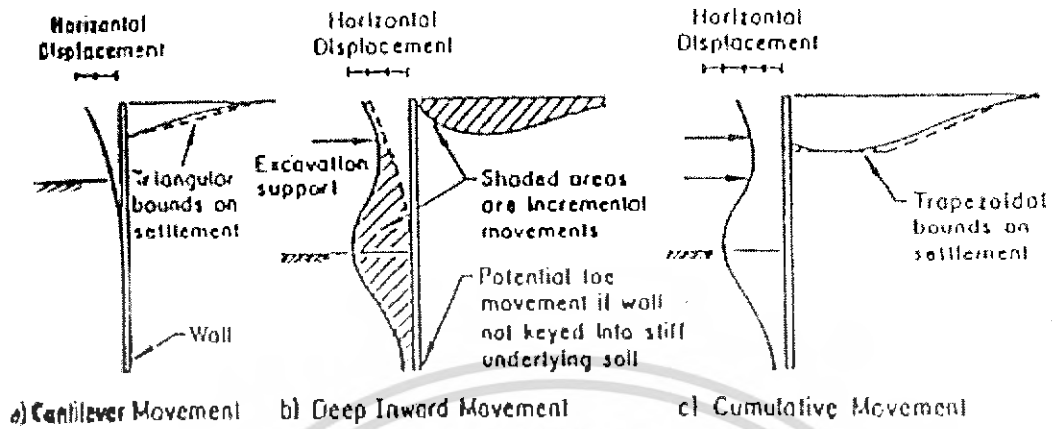
รูปที่ 2.16 การเกิด Piping

ข้อจำกัดของการใช้ Classical Method มีดังต่อไปนี้

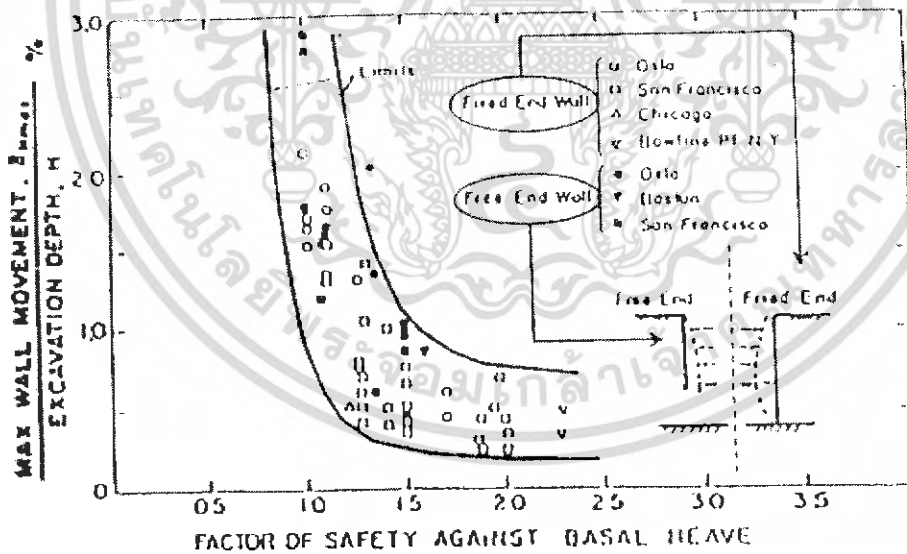
1. ไม่สามารถพิจารณาขั้นตอนการก่อสร้าง(Stage Construction) ได้แก่ลำดับขั้นตอนการขุดขั้นตอนการติดตั้งค้ำยัน รวมถึงแรงอัดภายในค้ำยัน
2. ไม่สามารถพิจารณา ปฏิสัมพันธ์ระหว่างดิน และระบบค้ำยันกำแพงได้
3. ไม่สามารถพิจารณา ระยะฝังของกำแพง(wall Embedment)ซึ่งมีแรงจากค้ำยันมากระทำ ทำให้การวิเคราะห์เนื่องจากระบบแรงทำได้ยาก และซับซ้อน

2.4.2 Numerical Method

ในกรณีที่มีชั้นดินหลายชั้น การประยุกต์ใช้วิธีคลาสสิกมีข้อจำกัดมาก ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องแม่นยำในระดับต่ำ ยิ่งในกรณีที่มีสิ่งก่อสร้างใกล้เคียงด้วยแล้วจะยิ่งไม่เหมาะสำหรับมาใช้ในทางปฏิบัติ ในปัจจุบันการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความถูกต้องแม่นยำ และมีประสิทธิภาพสูงมาก โดยให้ทั้งผลการวิเคราะห์ทั้งเสถียรภาพและการเคลื่อนตัวของดิน การเคลื่อนตัวของดินและกำแพงกันดินรวมถึงการทรุดตัวที่ผิวดิน เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก ดังรูปที่ 2.17 แสดงลักษณะการเคลื่อนตัวในแนวราบ(Horizontal Displacement)ของกำแพงและการทรุดตัวที่ผิวดิน(Surface Settlement)จากรูปจะเห็นว่า การเคลื่อนตัวจะเปลี่ยนไปตามขั้นตอน และลำดับการขุด การติดตั้งค้ำยันจนถึงการขุดดินขั้นสุดท้าย ดังนั้น วิธี Classical Method จึงวิเคราะห์การเคลื่อนตัวได้ถูกต้องและแม่นยำต่ำมากและรูปที่ 2.18 แสดงกราฟเพื่อใช้ประมาณการเคลื่อนตัวด้านข้างมากที่สุดของกำแพง โดยพิจารณาผลของ stiffness ของกำแพง จากรูปจะเห็นว่าถ้ากำแพงมีค่า stiffness สูง การเคลื่อนตัวด้านข้างมีแนวโน้มลดลง ที่ค่าสัดส่วนความปลอดภัยเดียวกัน



รูปที่ 2.17 แสดงลักษณะการเคลื่อนตัวและทรุดที่มีผิวดินของกำแพง (Clough & O'Rourke, 1990)



รูปที่ 2.18 แสดงกราฟประมาณการเคลื่อนตัวของดิน

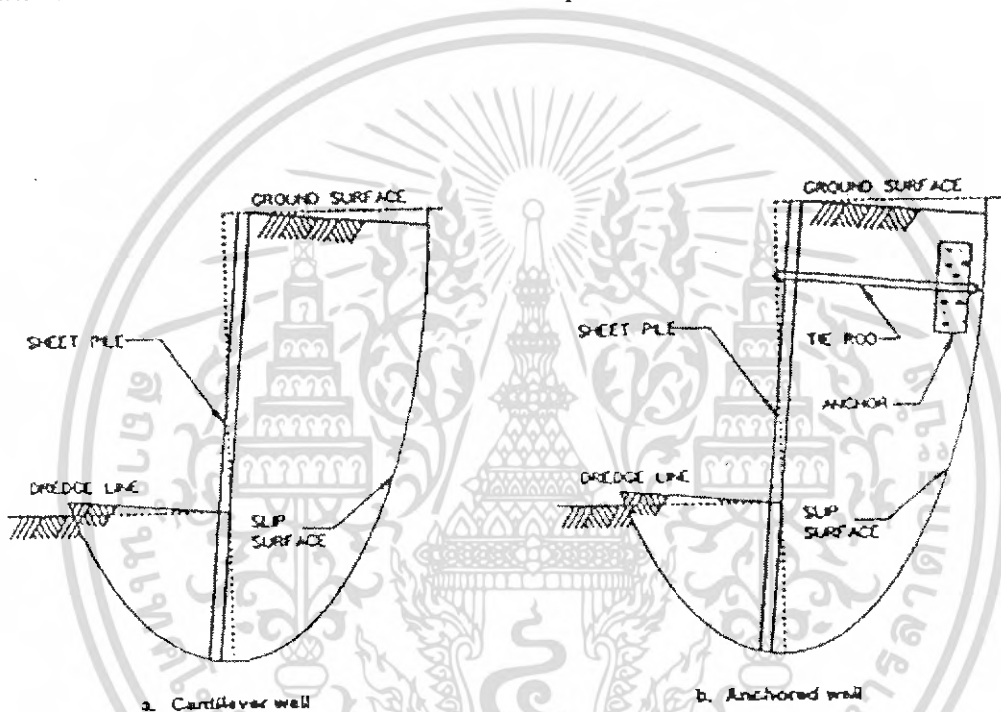
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 27 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 รูปแบบการวิบัติ

สำหรับปัญหาการเคลื่อนตัวนี้ ในทางปฏิบัตินั้นมีการติดตั้งเครื่องมือวัดการเคลื่อนตัวด้านข้าง เช่น Inclinator เพื่อตรวจสอบการโก่งตัวของกำแพงจริงระหว่างการขุด นอกจากนี้ โดยปัญหาการเคลื่อนตัวของดินจะทำให้กำแพงกันดินเกิดการวิบัติได้ 3 รูปแบบหลักๆคือ

2.5.1. การวิบัติแบบลอดใต้ (Deep-Seated Failure)

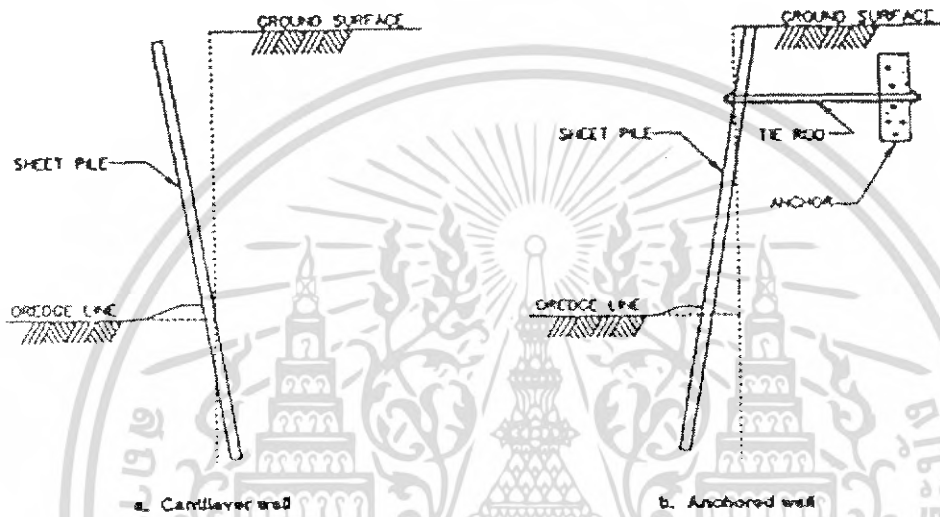
เกิดขึ้นเนื่องจากปัญหาด้านเสถียรภาพของดิน (Slope Stability) ลักษณะการวิบัติแบบนี้คือ เส้นโค้งการวิบัติจะผ่านบริเวณปลายล่างของ sheet pile



รูปที่ 2.19 แสดงภาพการวิบัติแบบลอดใต้ (Deep-Seated Failure)

2.5.2. การวิบัติแบบหมุนเนื่องจากระยะฝังไม่เพียงพอ (Rotational Failure)

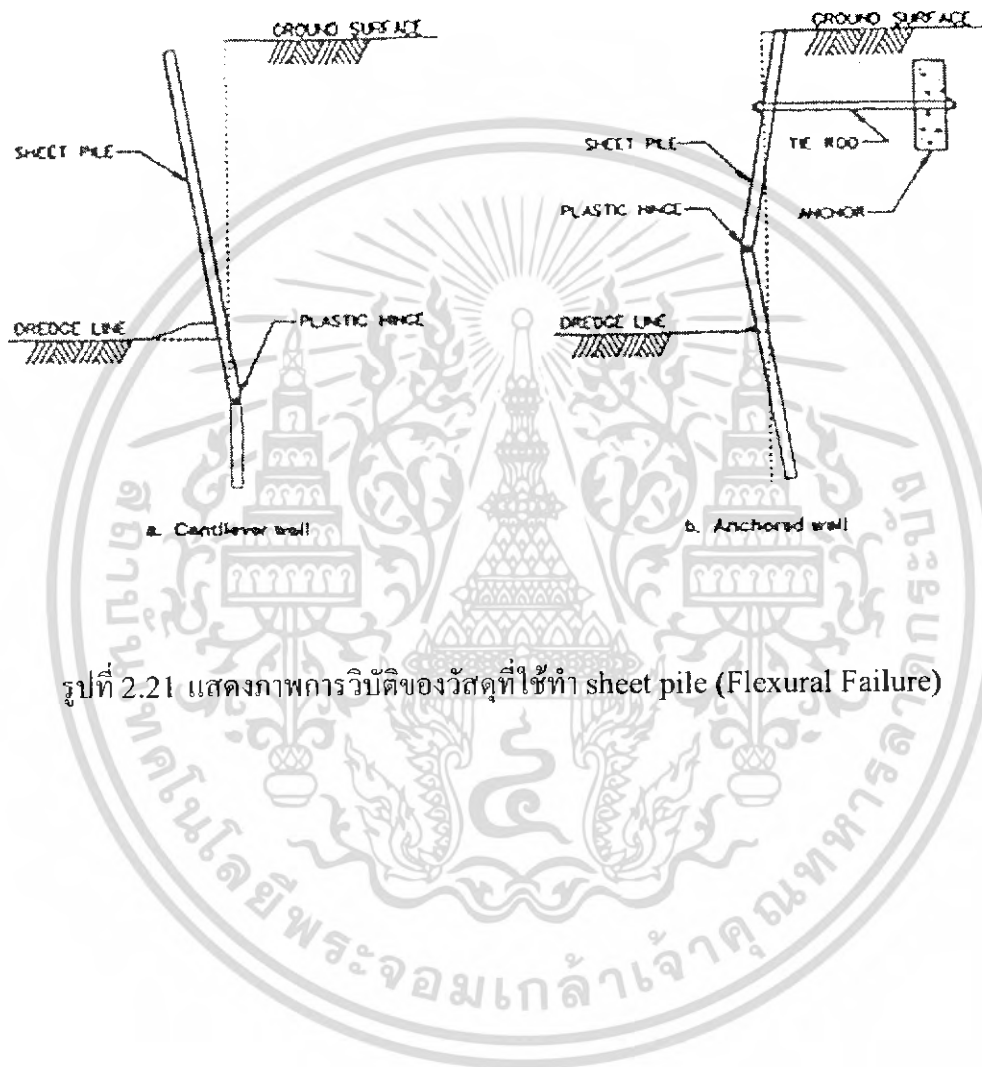
เกิดขึ้นเนื่องจากคด sheet pile ไม่ลึกพอทำให้แรงดัน passive ของดินบริเวณด้านหน้า sheet pile ไม่สามารถต้านแรง active ได้



รูปที่ 2.20 แสดงภาพการวิบัติแบบหมุนเนื่องจากระยะฝังไม่เพียงพอ (Rotation Failure)

2.5.3. การวิบัติของกำแพง sheet pile (Flexural Failure) และระบบค้ำยัน

เกิดขึ้นเนื่องจากความแข็งแรงทางโครงสร้างของ sheet pile ไม่พอดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 แสดงภาพการวิบัติของวัสดุที่ใช้ทำ sheet pile (Flexural Failure)

บทที่ 3

เทคนิคการก่อสร้าง sheet pile

3.1 ขั้นตอนการก่อสร้างSheetpile

ในการก่อสร้างจริงเราจะได้แบบพิมพ์เขียวที่เป็นแบบก่อสร้าง (for construction drawing) เพื่อนำมาก่อสร้างที่หน้างานก่อนลงมือก่อสร้างเราต้องศึกษารายละเอียดในแบบทั้งหมด ให้เข้าใจอย่างชัดเจนก่อนการทำงานวิธีการก่อสร้างมีขั้นตอนต่างๆดังต่อไปนี้

3.1.1. ต้องสำรวจหาข้อมูลว่าบริเวณใต้ดินนั้นๆ มีระบบสาธารณูปโภคอยู่หรือไม่ เช่น ท่อไฟฟ้า ท่อประปา ท่อโทรศัพท์ ถ้ามีก็ต้องทำการย้ายออกให้พ้นจากพื้นที่ที่ก่อสร้าง เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

3.1.2. เลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับงาน เช่น เครื่องคอกและถอนแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) ซึ่งขึ้นกับขนาดและความยาวของsheetpile เครื่องขุดดินรถบรรทุก ฯลฯ

3.1.3. ทำการSurveyวางแนวการคอกแผ่นเหล็กพืด(Sheet Pile)ตามแนวฐานรากตามแนวกำหนดโดยต้องเว้นแบบห่างจากขอบฐานราก1.00-1.5เมตรตามความเหมาะสม

3.1.4. ปักแผ่นเหล็กพืด(Sheet Pile)ตามแนวที่วางไว้และทำการคอกแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile)ทีละแผ่นให้ได้แนวระดับที่ต้องการ

3.1.5. คอกเสาเหล็กหลัก (Kingpost) ตามจำนวนที่กำหนดในแบบตามตำแหน่งและ ระดับกำหนด โดยอาจจะคอกพร้อมกับแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) ก็ได้ โดยต้องวางแผนในการใช้เครื่องจักรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในการคอกโดยอาจคอกพร้อมกันในพื้นที่โดยแบ่งเป็นส่วน

3.1.6. นำเหล็กค้ำยัน (Strut) และเหล็กค้ำยันรอบ (Wale) วางตามแนวที่กำหนด และทำการเชื่อมติดกับเสาเหล็กหลัก (Kingpost) และแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile)

3.1.7. นำแผ่นเหล็กพื้น (Platform) มาวางบนเหล็กค้ำยัน (Strut) เพื่อเป็นจุดที่ให้รถขุดดินสามารถวิ่งบนแผ่นเหล็กพื้น (Platform) เพื่อทำการขุดดินชั้นที่ 1 และ ขุดดินชั้นที่ 1 ออกให้อยู่ในระดับที่สามารถติดตั้งเหล็กค้ำยัน (Strut) และเหล็กค้ำยัน รอบ (Wale) ชั้นที่ 2 ได้ และทำการติดตั้งเหล็กค้ำยัน (Strut) และเหล็กค้ำยัน รอบ (Wale) ชั้นที่ 2

3.1.8. ขุดดินให้ได้ความลึกและติดตั้งเหล็กค้ำยัน (Strut) และเหล็กค้ำยันรอบ (Wale) ชั้นที่ 3

3.1.9. นำคอนกรีตเต็ม (fill) ลงในรอยต่อช่องระหว่างเหล็กค้ำยัน (Strut) กับเหล็กค้ำยันรอบ (Wale) และแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) กับเหล็กค้ำยันรอบ (Wale) เพื่อเสริมความแข็งแรง จุดต่อให้มากขึ้น เพื่อป้องกันการโก่งงอของปีกของเหล็กค้ำยัน (Wale) และแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) เพราะถ้าเกิดการโก่งงอขณะก่อสร้างจะทำให้โครงสร้างพังทลายได้

หมายเหตุ ในการก่อสร้างจริงมีการทำงานเสาเข็มเจาะเสร็จก่อนการทำระบบป้องกันดิน ดังนั้นระหว่างการขุดดินเพื่อติดตั้งค้ำยัน (Strut) และค้ำยันรอบ (Wale) แต่ละชั้นจะต้องมีการตัดหัวเสาเข็มตามระดับที่ทำการขุด ด้วยเพราะเสาเข็มทำให้ไม่สามารถขุดดินได้และเป็นการปรับระดับหัวเสาเข็มด้วย

ข้อพิจารณาในการก่อสร้างระบบโครงสร้างป้องกันดิน

การก่อสร้างที่ได้ทำตามแบบที่กำหนดแล้วจะต้องมีความละเอียดรอบคอบประกอบในการทำงาน โดยมีข้อพิจารณาก่อนการก่อสร้างและหลังการก่อสร้างดังนี้

ก.แนวการตอกเหล็กแผ่นพืด(Sheet Pile)ต้องห่างจากขอบฐานรากโดยมีระยะพอเพียง สำหรับการติดตั้งและรื้อถอนไม่เบียดฐานราก

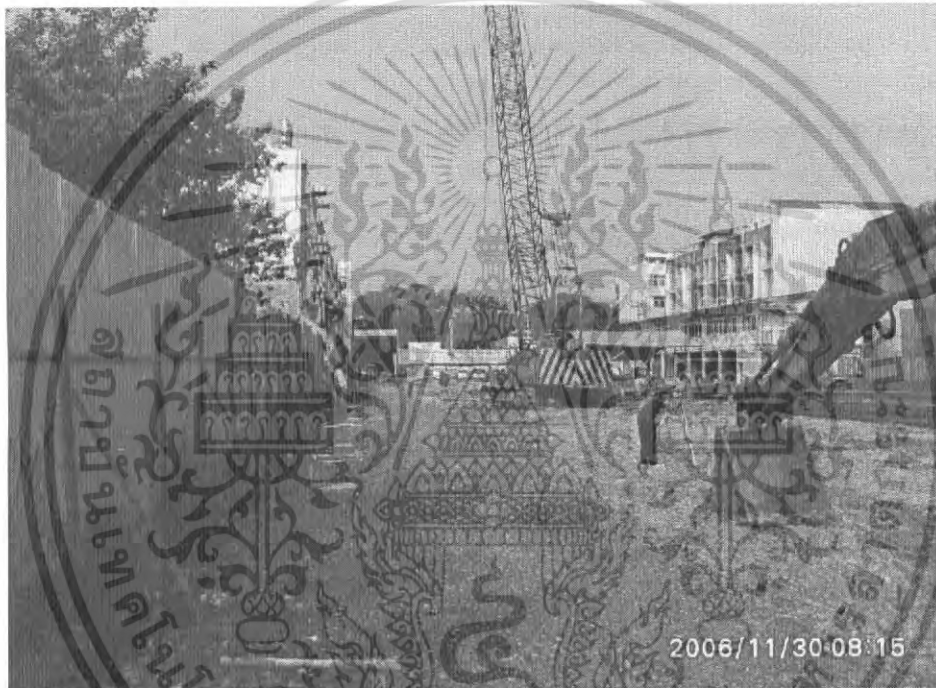
ข.เสาเหล็กหลัก (King Post) ที่ทำการตอกเพื่อรับน้ำหนักที่ถ่ายจากค้ำยัน (Strut) ต้องมีความยาวตามกำหนดและได้แนวตั้ง

ค.ค้ำยัน(Strut)และค้ำยันรอบ(Wale) ต้องได้แนวตรงเพื่อให้สามารถถ่ายแรงได้ตามในแนวแกนตามวัตถุประสงค์

ง.แนวการเชื่อมของโครงสร้างที่เป็นเหล็กต้องเชื่อมให้ได้ความยาว และขนาดการเชื่อม ตามที่กำหนดอย่างเคร่งครัดเพื่อความแข็งแรงและความปลอดภัยของระบบโครงสร้าง

จ.ภายหลังจากการติดตั้งระบบโครงสร้างแล้วเสร็จจะต้องมีการตรวจสอบการเคลื่อนตัวของแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) โดยการทำจุดอ้างอิงแล้วใช้กล้องวัดมุมตรวจสอบค่า ระยะการเคลื่อนตัวทุกวันก่อนทำการก่อสร้างจนกว่าการก่อสร้างในส่วนฐานรากแล้วเสร็จ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการพิจารณาเสถียรภาพของระบบป้องกันดินว่ามีความปลอดภัยหรือไม่

3.2 รูปแสดงขั้นตอนการก่อสร้าง Sheet pile Wall



รูปที่ 3.1 แสดงการสำรวจวางแนว sheet pile และ kingpost

หมายเหตุ โครงการนี้ได้ดำเนินการก่อสร้างเสาเข็มเจาะเรียบร้อยแล้ว

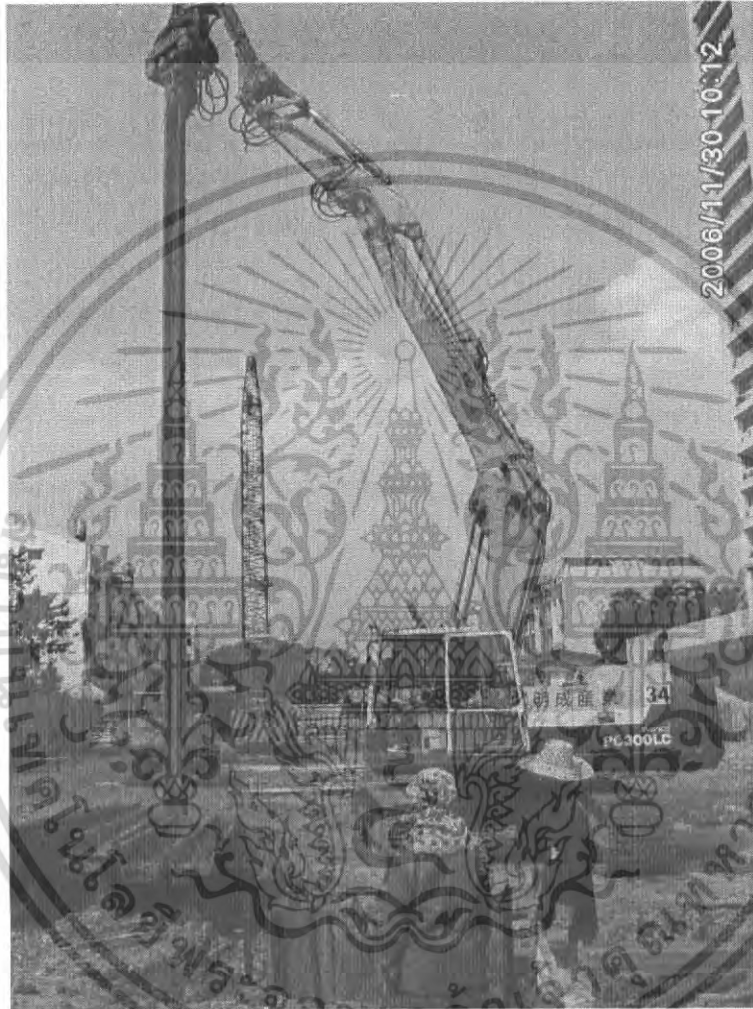


รูปที่ 3.2 แสดงการนำ sheet pile มาวางเป็นแนวเพื่อทำการตอก



รูปที่ 3.3 แสดงการตอก sheet pile ตามแนวที่วางไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงภาพการตอก sheet pie

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงการจัดแนว sheet pile ให้เข้าร่อง



รูปที่ 3.6 แสดงภาพตอก sheet pile โดยเหลือขอบด้านบนบนประมาณ 30 เซนติเมตร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงภาพการตอก king post ตามแนวที่วงไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8. แสดงภาพประกอบการดำเนินการตอก sheet pile เสร็จเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9. แสดงภาพการขุดดินออกจนถึงตำแหน่งที่ต่ำกว่า bracing ชั้นที่ 1 ประมาณ 50 เซนติเมตร



รูปที่ 3.10. แสดงการทำ bracing ชั้นที่ 1 โดยการต่อ sheet pile กับ wale และ strut

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11. แสดงภาพการต่อ sheet pile กับ wale โดยเทคอนกรีตเพื่อให้ wale รับแรง
เท่ากันทุกส่วน และเชื่อม wale เข้ากับ strut

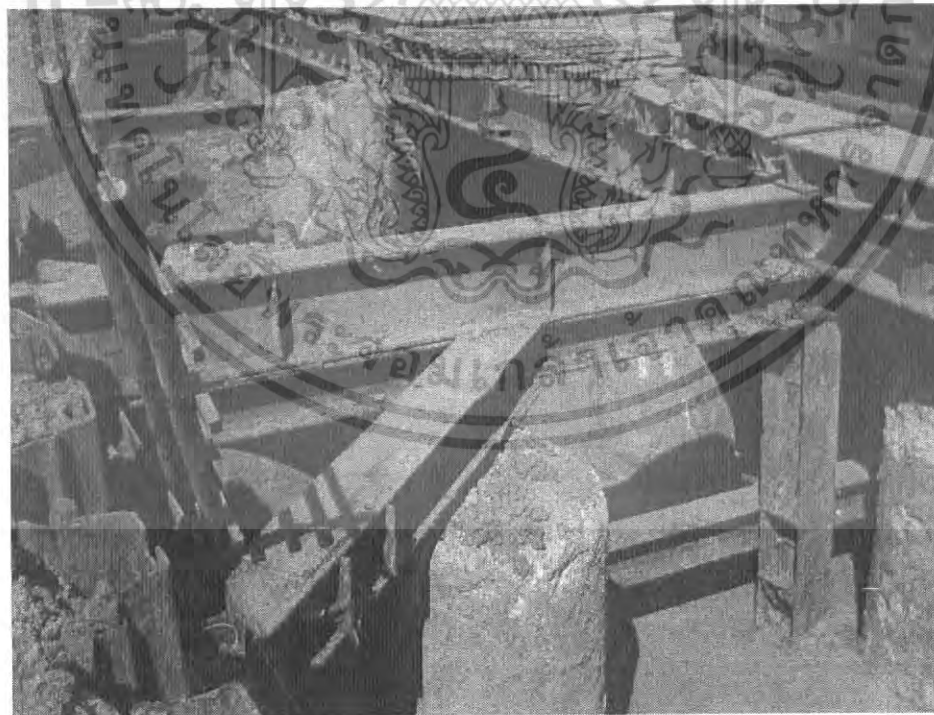


รูปที่ 3.12. แสดงการวาง girder และ plat form เชื่อมกับ strut

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 40 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13. แสดงภาพการขุดดินออกจนต่ำกว่าระดับ bracing ชั้นที่ 2 ประมาณ 50 เซนติเมตร



รูปที่ 3.14. แสดงภาพการทำ bracing ชั้นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15. แสดงภาพ sheet pile wall ที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

รายละเอียดโครงการ

4.1 SPECIFICATION ของโครงการ

4.1.1 Bracing 1 layer

1. โครงการ The Charisma

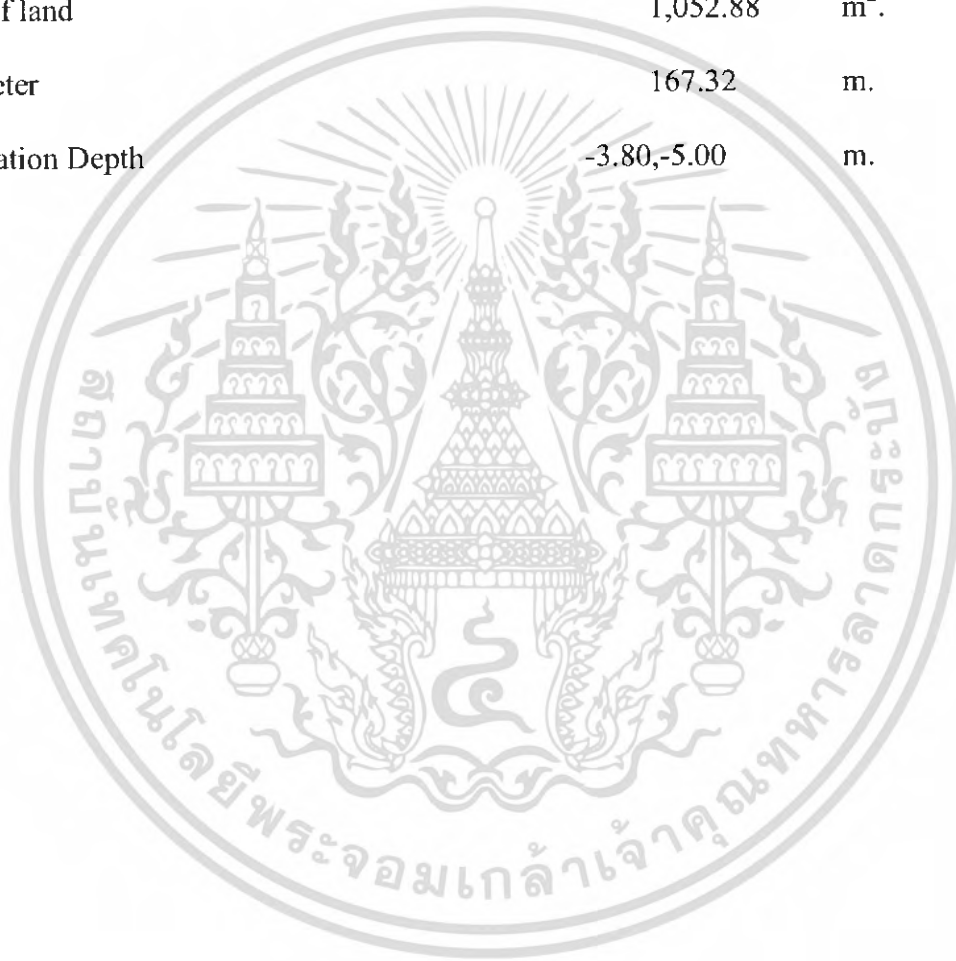
เป็นโครงการคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 24 ชั้นตั้งอยู่ในซอยเอกมัย (สุขุมวิท 63) ติดกับอาคารไทปิงทาวเวอร์ การก่อสร้างในส่วน of sheet pile กำหนดดำเนินการก่อสร้างอยู่ รายละเอียดในส่วน of sheet pile ประกอบด้วย

1) Quantity	sheet pile III * 10.00 m.	152	No.
	sheet pile III * 12.00 m.	340	No.
2) Area of land		4,552.91	m ² .
3) Perimeter		185.25	m.
4) Excavation Depth		-4.85,-4.35,-3.95	m.

2. โครงการ 340 Keys Hotel

เป็นโครงการสูง 8 ชั้นตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 24 ถนนสุขุมวิท การก่อสร้างในส่วนของ sheet pile ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จในปี 2549 รายละเอียดในส่วนของ sheet pile ประกอบด้วย

1) Quantity	sheet pile III * 8.00 m.	183	No.
	sheet pile III * 10.00 m.	270	No.
	sheet pile III * 16.00 m.	66	No.
2) Area of land		1,052.88	m ² .
3) Perimeter		167.32	m.
4) Excavation Depth		-3.80,-5.00	m.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 44 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 Bracing 2 layer

1. โครงการ The Emporio (tower A)

เป็นโครงการคอนโดมิเนียมสูง 32 ชั้นตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 24 ถนนสุขุมวิท การก่อสร้างในส่วน
ของ sheet pile กำลังดำเนินการก่อสร้าง รายละเอียดในส่วน of sheet pile ประกอบด้วย

1) Quantity	sheet pile III * 12.00 m.	260	No.
	sheet pile III * 16.00 m.	293	No.
	sheet pile IV * 18.00 m.	80	No.
2) Area of land		1584.19	m ² .
3) Perimeter		170.8	m.
4) Excavation Depth		-6.45,-7.45	m.

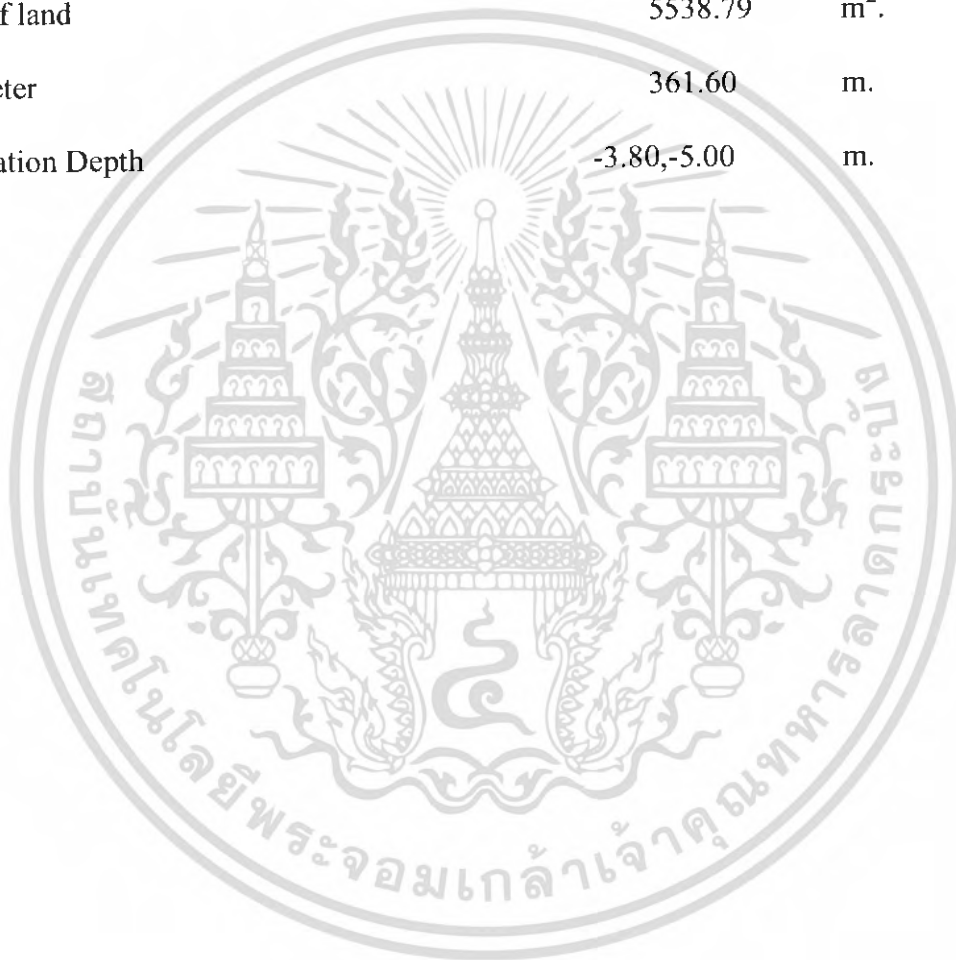


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 45 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โครงการ The Met

เป็นโครงการคอนโดมิเนียมสูง 66 ชั้นตั้งอยู่ในซอย 125 ถนน สาทรใต้ การก่อสร้างในส่วนของ sheet pile ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี 2549 รายละเอียดในส่วนของ sheet pile ประกอบด้วย

I) Quantity	sheet pile III * 14.00 m.	348	No.
	sheet pile III * 16.00 m.	172	No.
	sheet pile IV * 16.00 m.	387	No.
2) Area of land		5538.79	m ² .
3) Perimeter		361.60	m.
4) Excavation Depth		-3.80,-5.00	m.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 46 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 Bracing 3 layer

1. โครงการ Park Plaza Hotel & Resort

เป็นโครงการสูง 17 ชั้นตั้งอยู่ที่ ถนนรัชดาภิเษก เขตคลองเตย ติดกับอาคารเลอรัชดา การก่อสร้างในส่วนของ sheet pile ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี 2549 รายละเอียดในส่วนของ sheet pile ประกอบด้วย

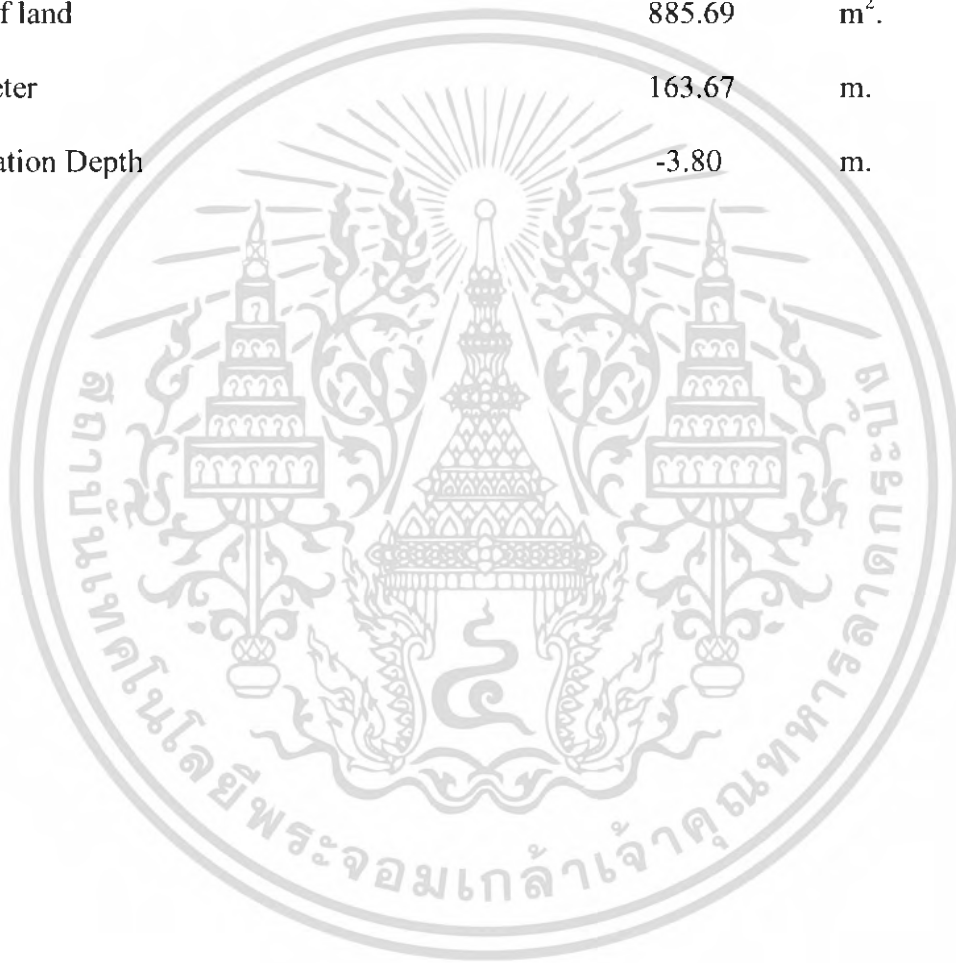
1) Quantity	sheet pile IV * 16.00 m.	254	No.
2) Area of land		553.24	m ² .
3) Perimeter		100.53	m.
4) Excavation Depth		-8.55	m



2. โครงการ Family Condominium (tower A)

เป็นโครงการสูง 10 ชั้นตั้งอยู่ในซอยสาทร 1 ถนนสาทรใต้ การก่อสร้างในส่วนของ sheet pile ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี 2549 รายละเอียดในส่วนของ sheet pile ประกอบด้วย

1) Quantity	sheet pile III * 12.00 m.	226	No.
	sheet pile III * 14.00 m.	165	No.
	sheet pile III * 16.00 m.	33	No.
2) Area of land		885.69	m ² .
3) Perimeter		163.67	m.
4) Excavation Depth		-3.80	m.

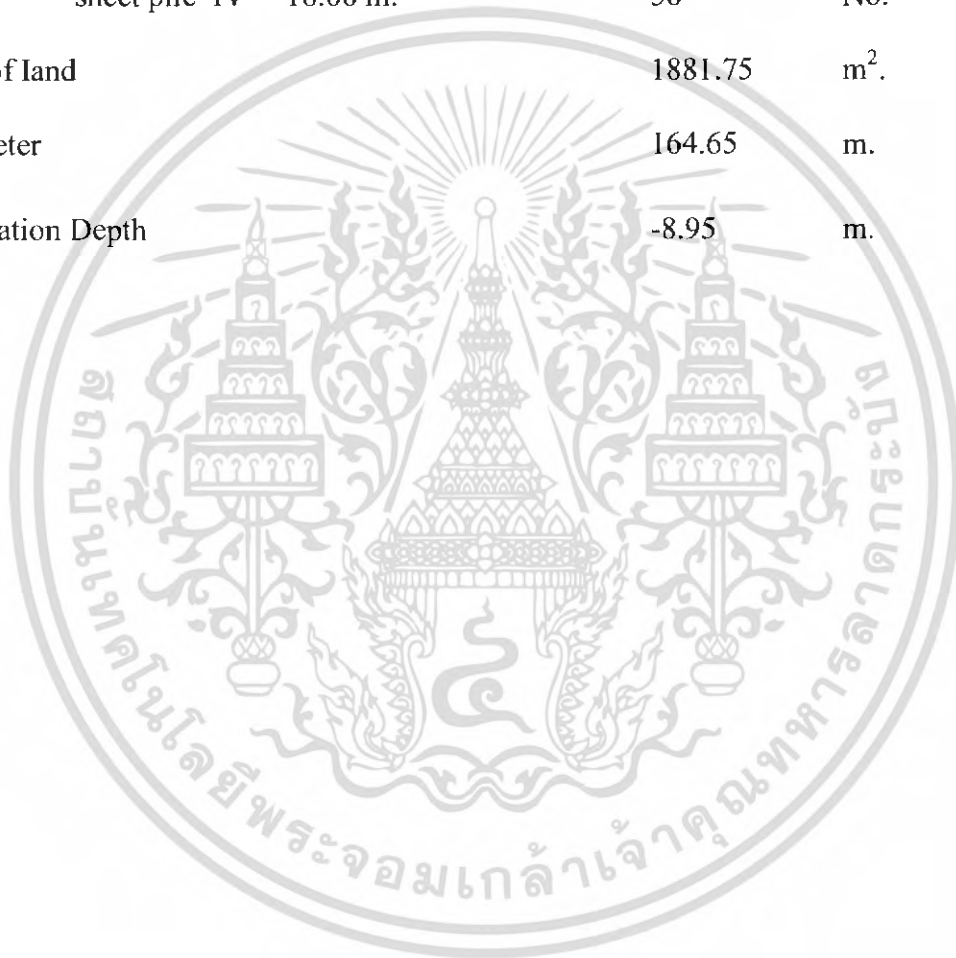


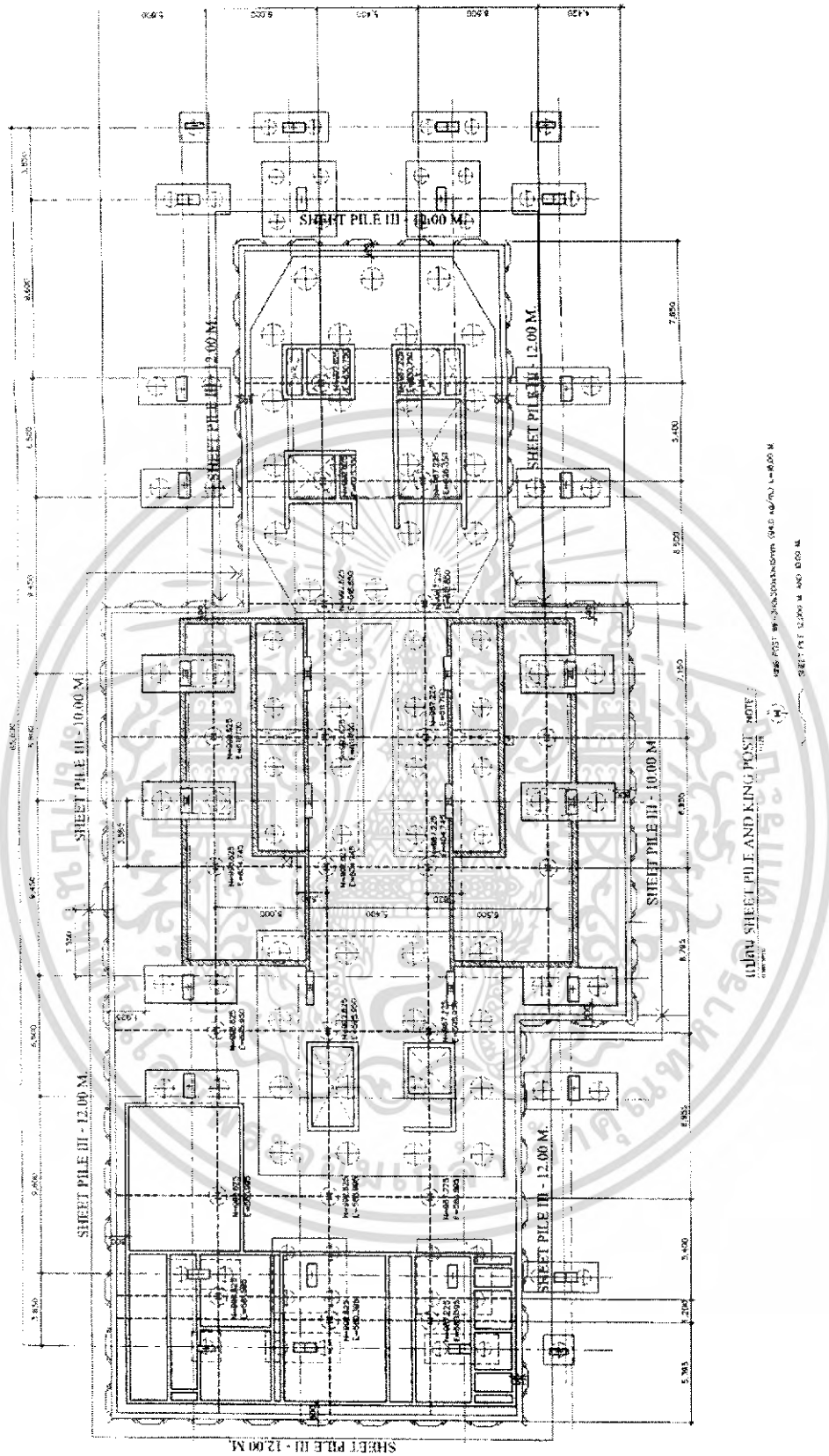
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 48 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โครงการ Oak Wood Boutique Apartment

เป็นโครงการคอนโดมิเนียมสูง 10 ชั้น ชั้นใต้ดินเพื่อจอดรถจำนวน 12 ชั้น ตั้งอยู่ในซอยสุขุมวิท 24 ถนนสุขุมวิท การก่อสร้างในส่วนของ sheet pile ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี 2549 รายละเอียดในส่วนของ sheet pile ประกอบด้วย

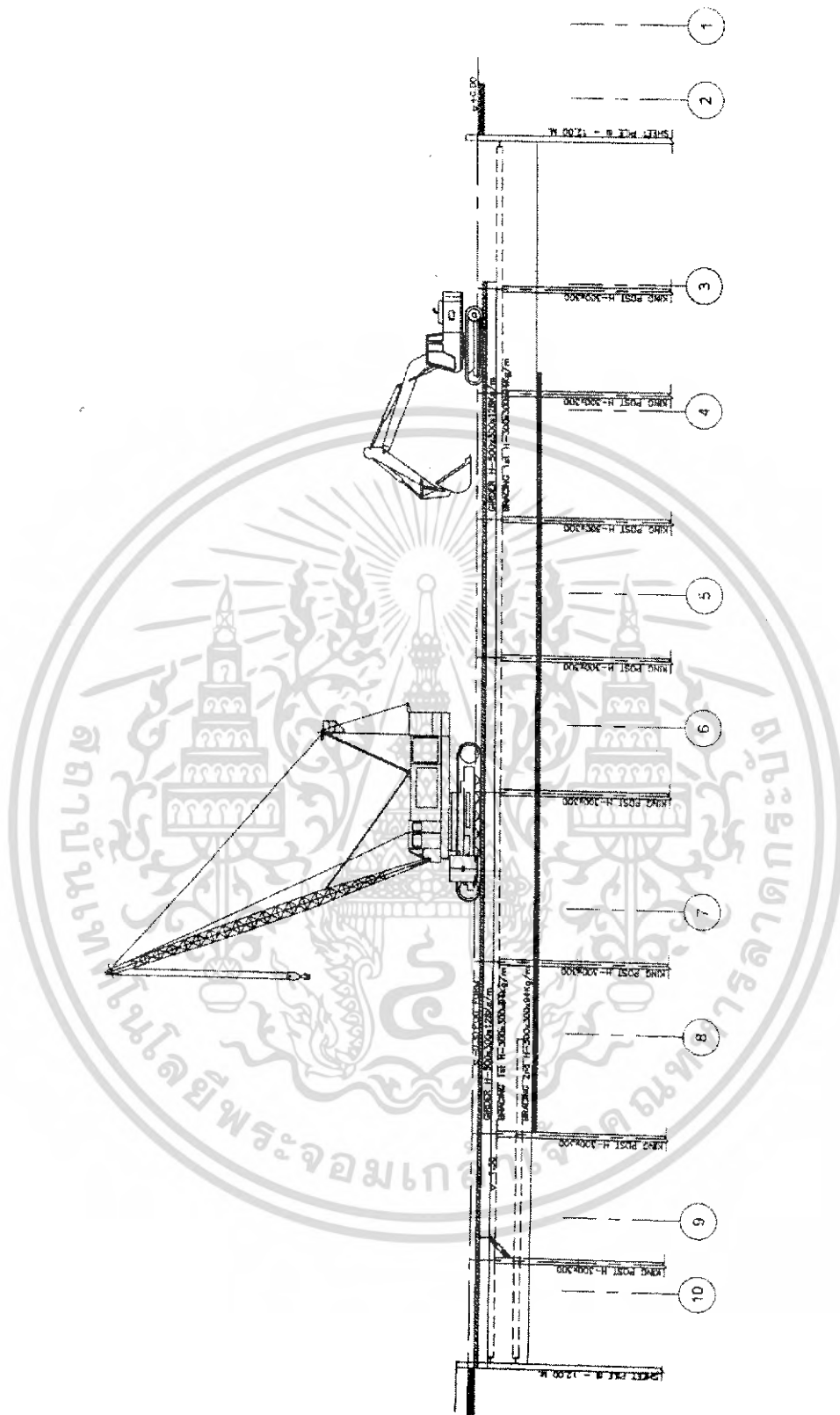
1) Quantity	sheet pile III * 8.00 m.	198	No.
	sheet pile III * 16.00 m.	365	No.
	sheet pile IV * 18.00 m.	56	No.
2) Area of land		1881.75	m ² .
3) Perimeter		164.65	m.
4) Excavation Depth		-8.95	m.





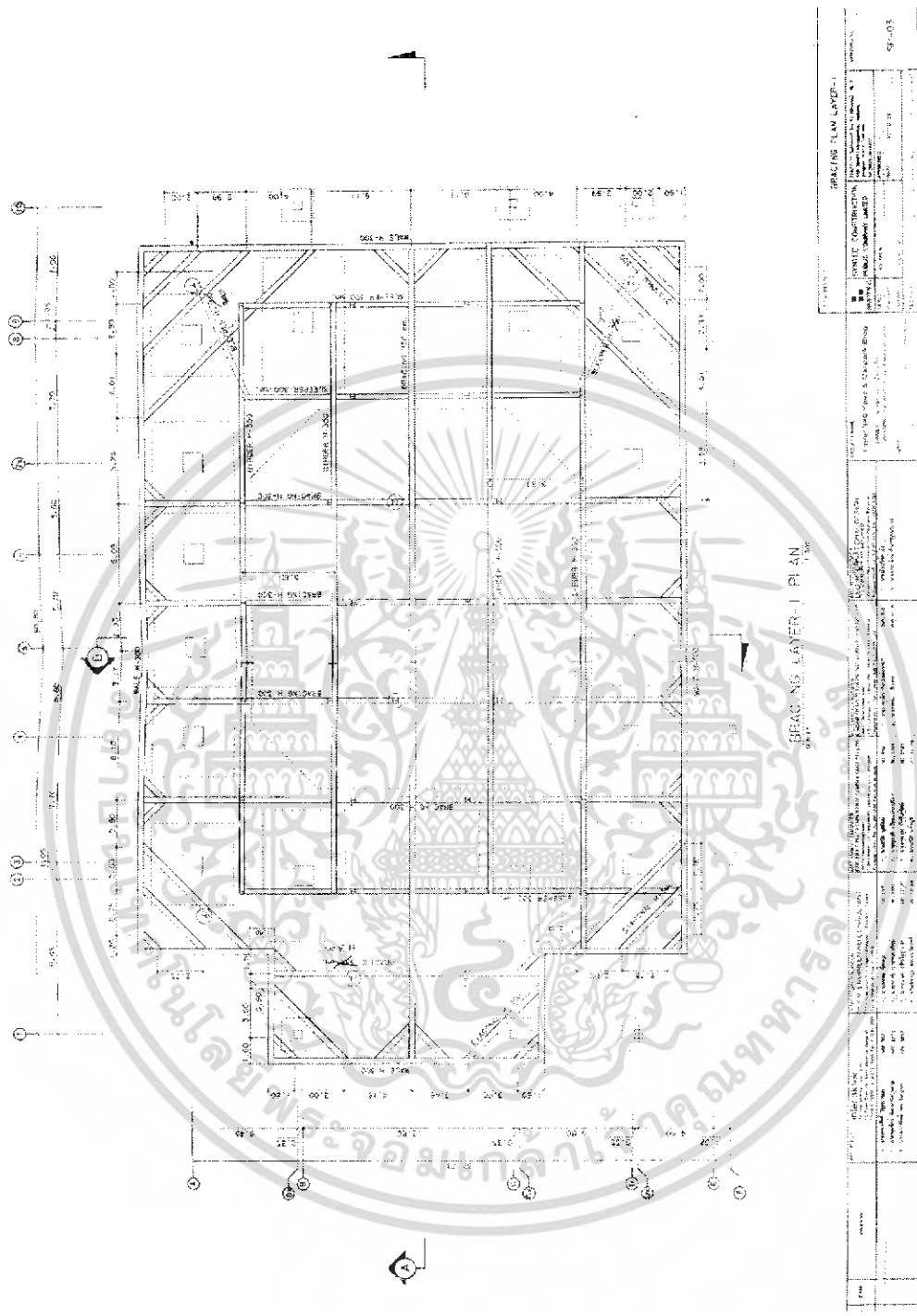
รูปที่ 4.1 แสดงภาพแปลน sheet pile และ kingpost ของโครงการ The Charisma

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 50 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



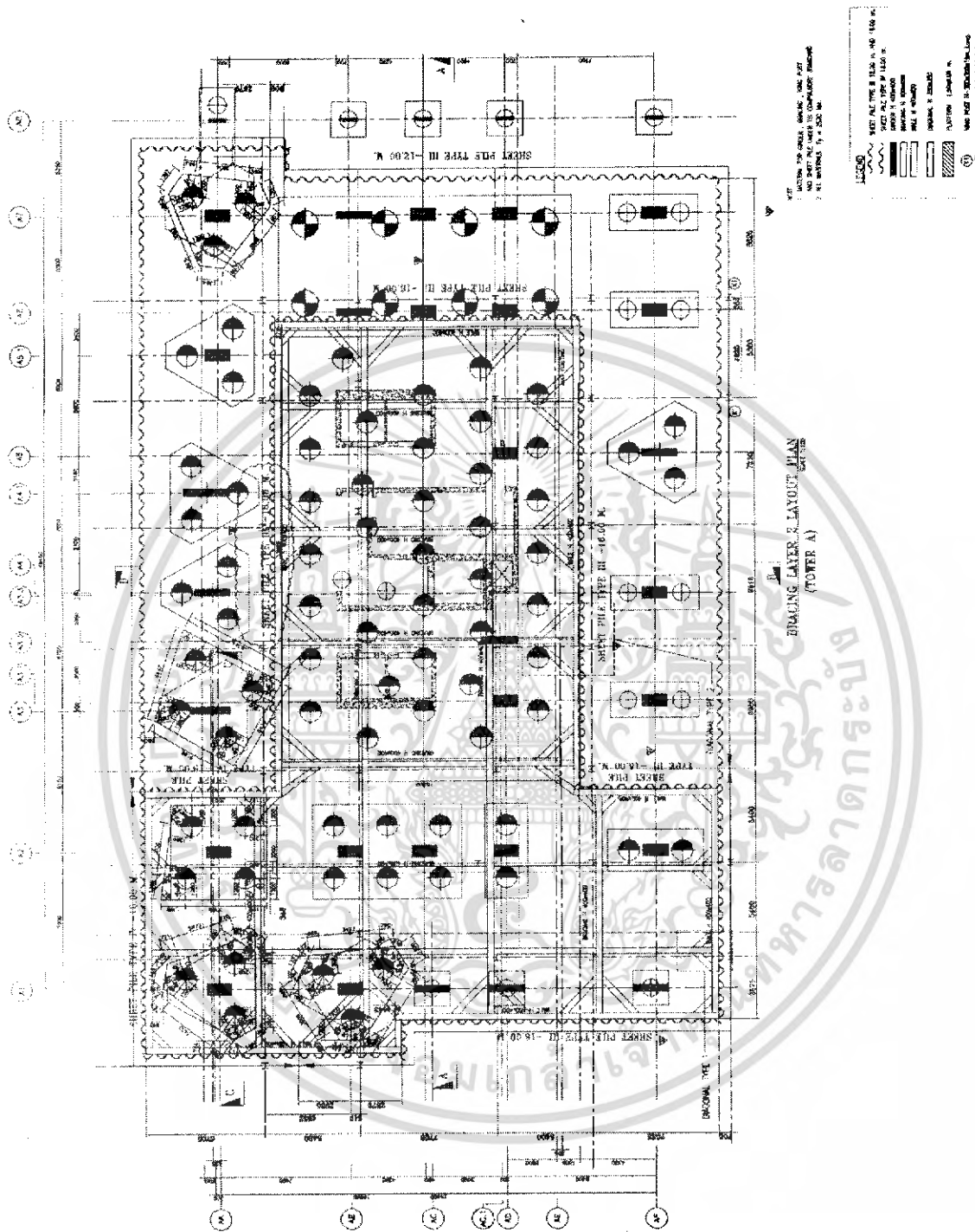
รูปที่ 4.2 แสดงรูปตัด A ของโครงการของโครงการ The Charisma

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 51 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



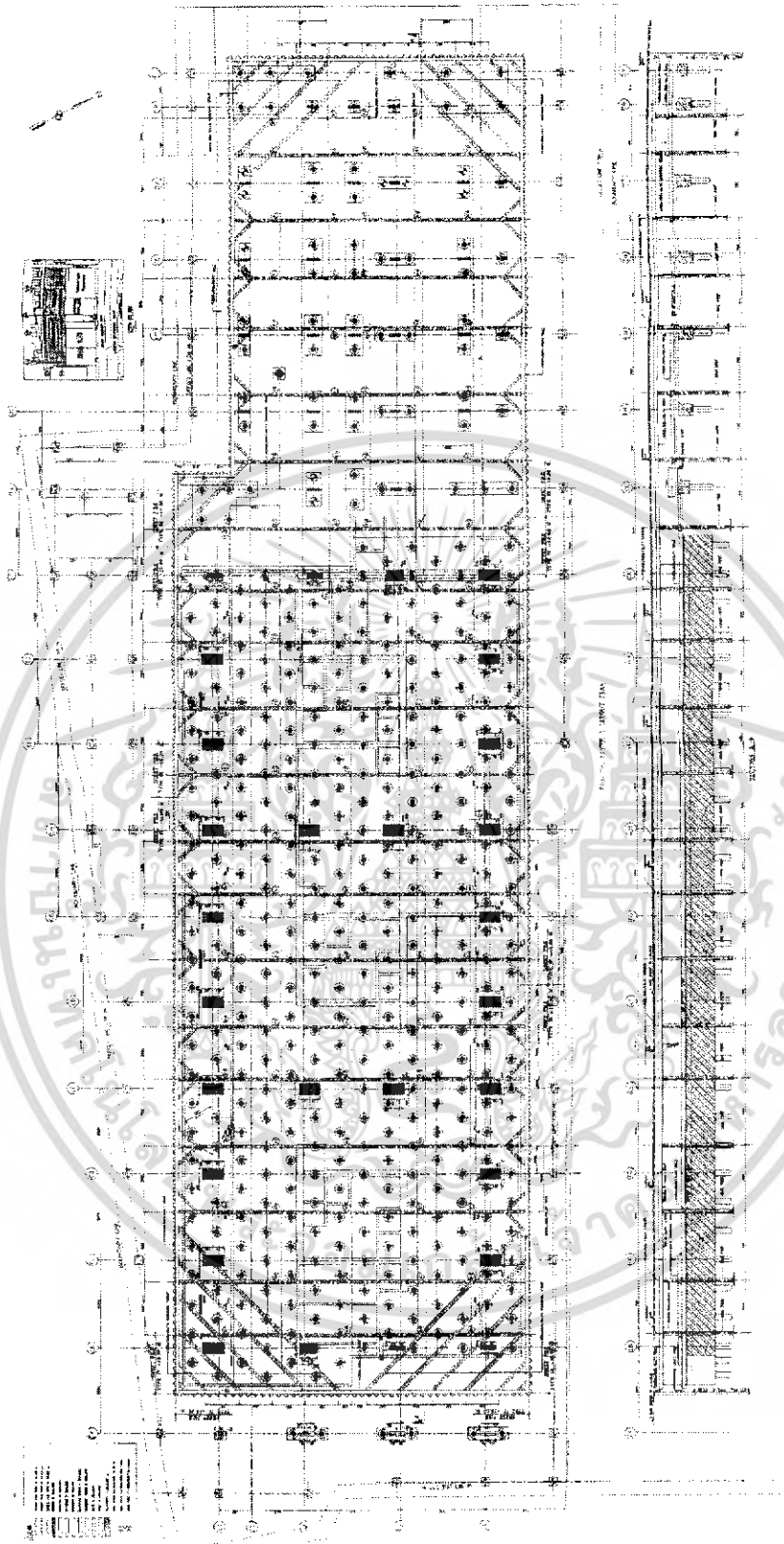
รูปที่ 4.4 แสดง Bracing Layer 1 Plan ของโครงการ 340 Keys Hotel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 53 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



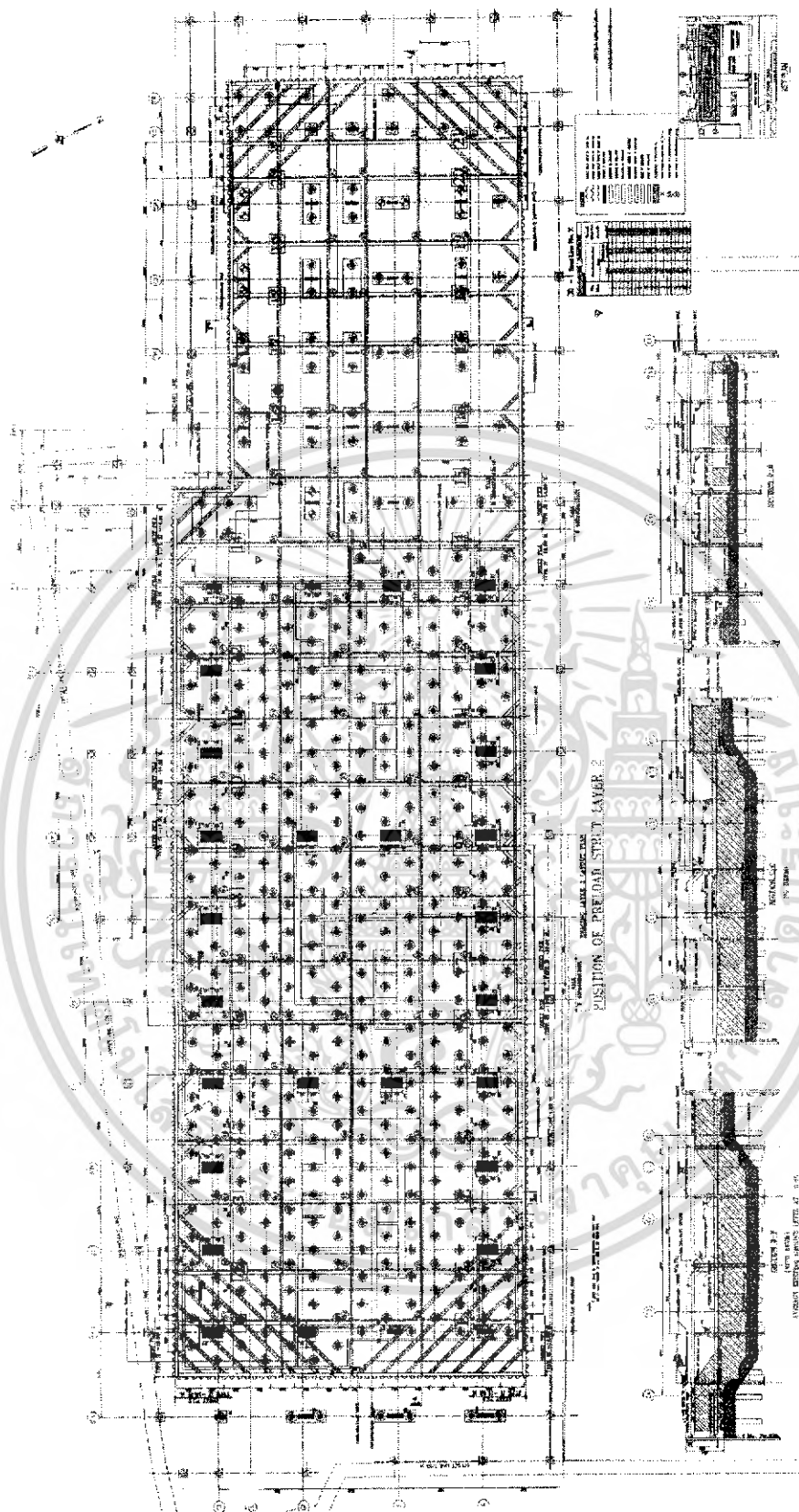
รูปที่ 4.7 แสดง Bracing Layer 2 plan ของโครงการ The Emporio (tower A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 56 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



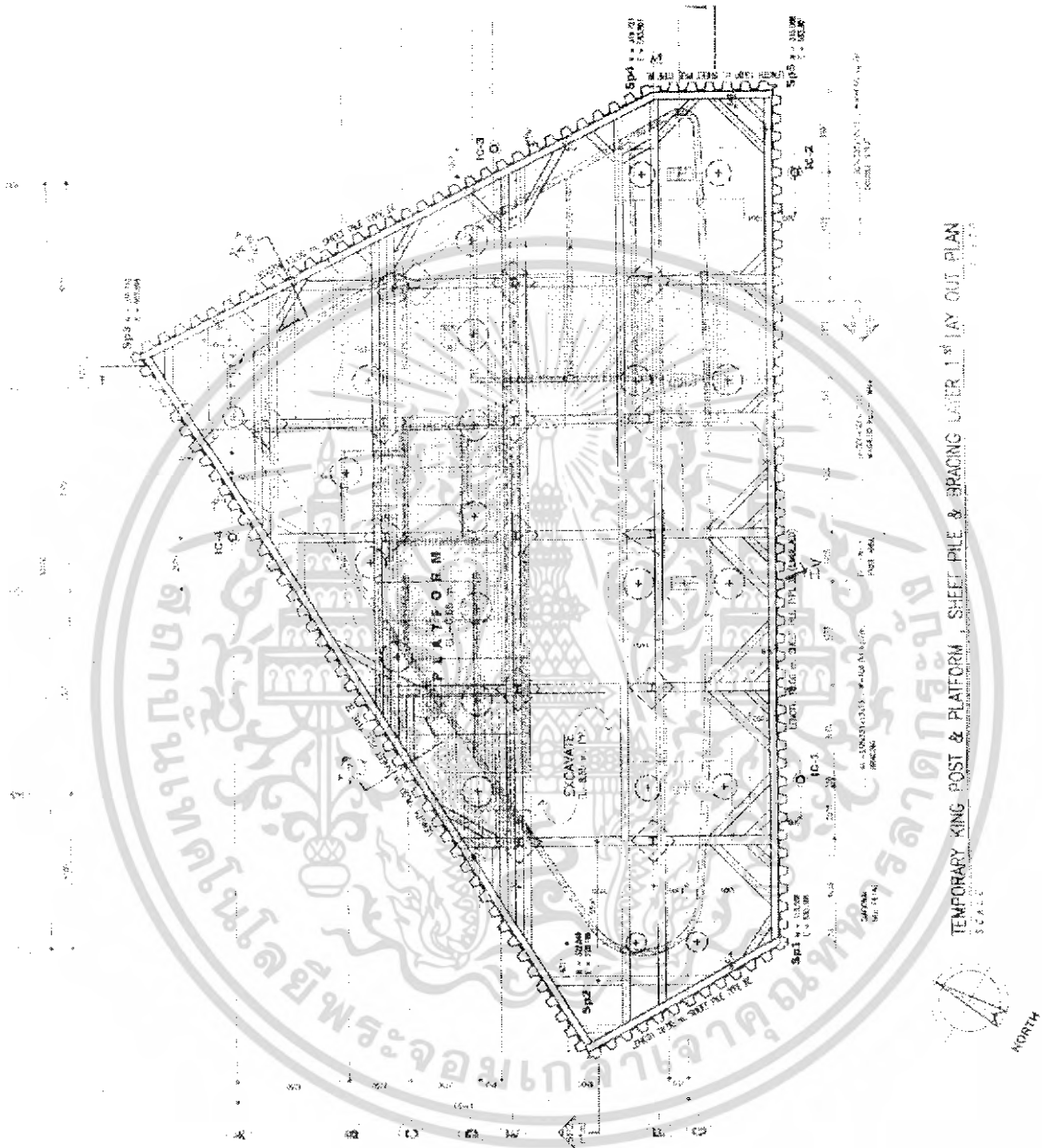
รูปที่ 4.9 แสดง plan และรูปตัด Bracing layer 1 ของโครงการ The Met

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 58 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



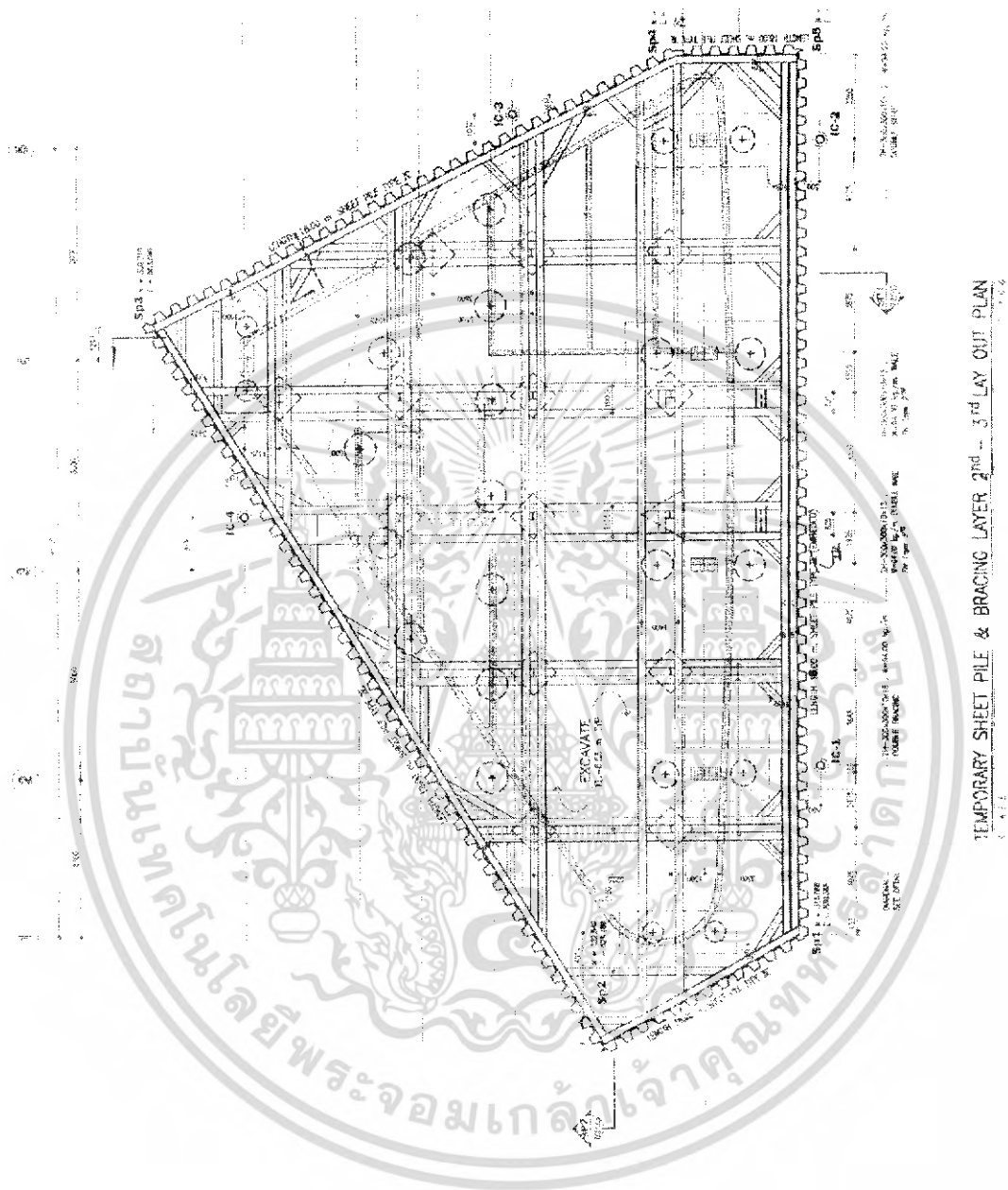
รูปที่ 4.10 แสดงตำแหน่งและรูปตัด preload strut layer 2 ของโครงการ The Met

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 59 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



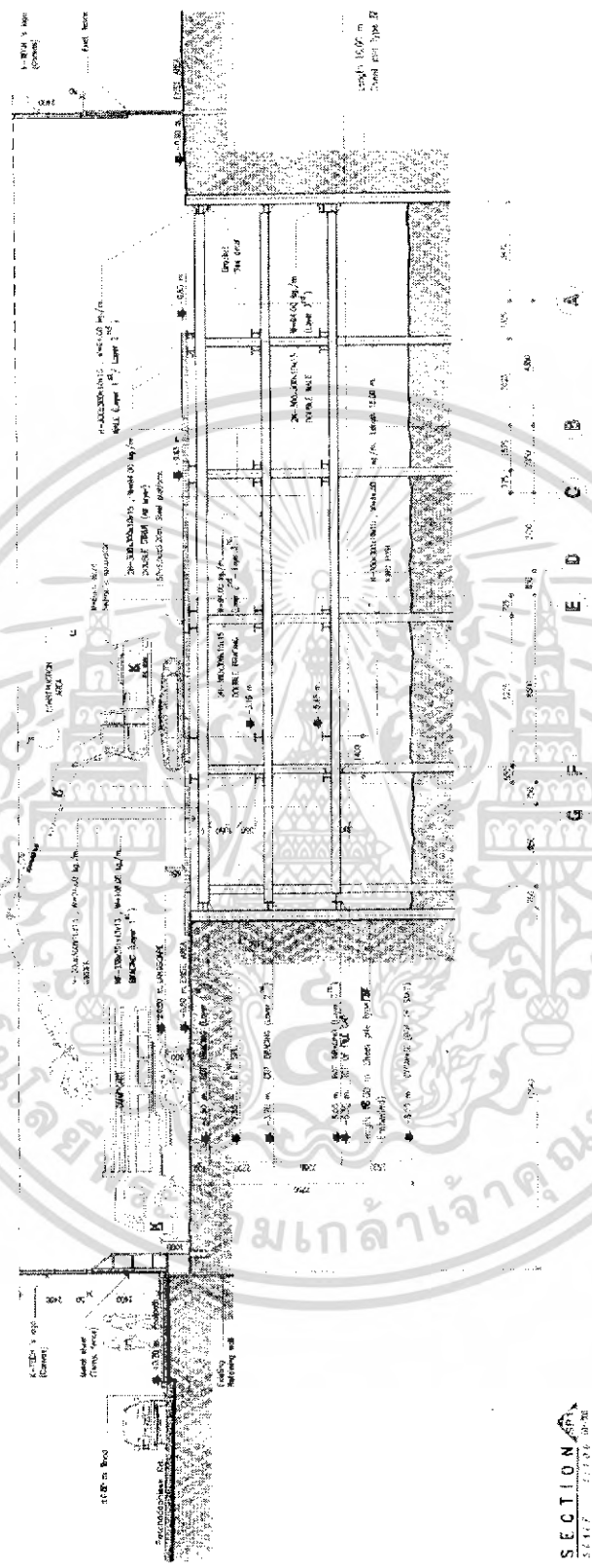
รูปที่ 4.11 แสดงรายละเอียด sheet pile และ bracing layer 1
ของโครงการ Park Plaza Hotel & Resort

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 60 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



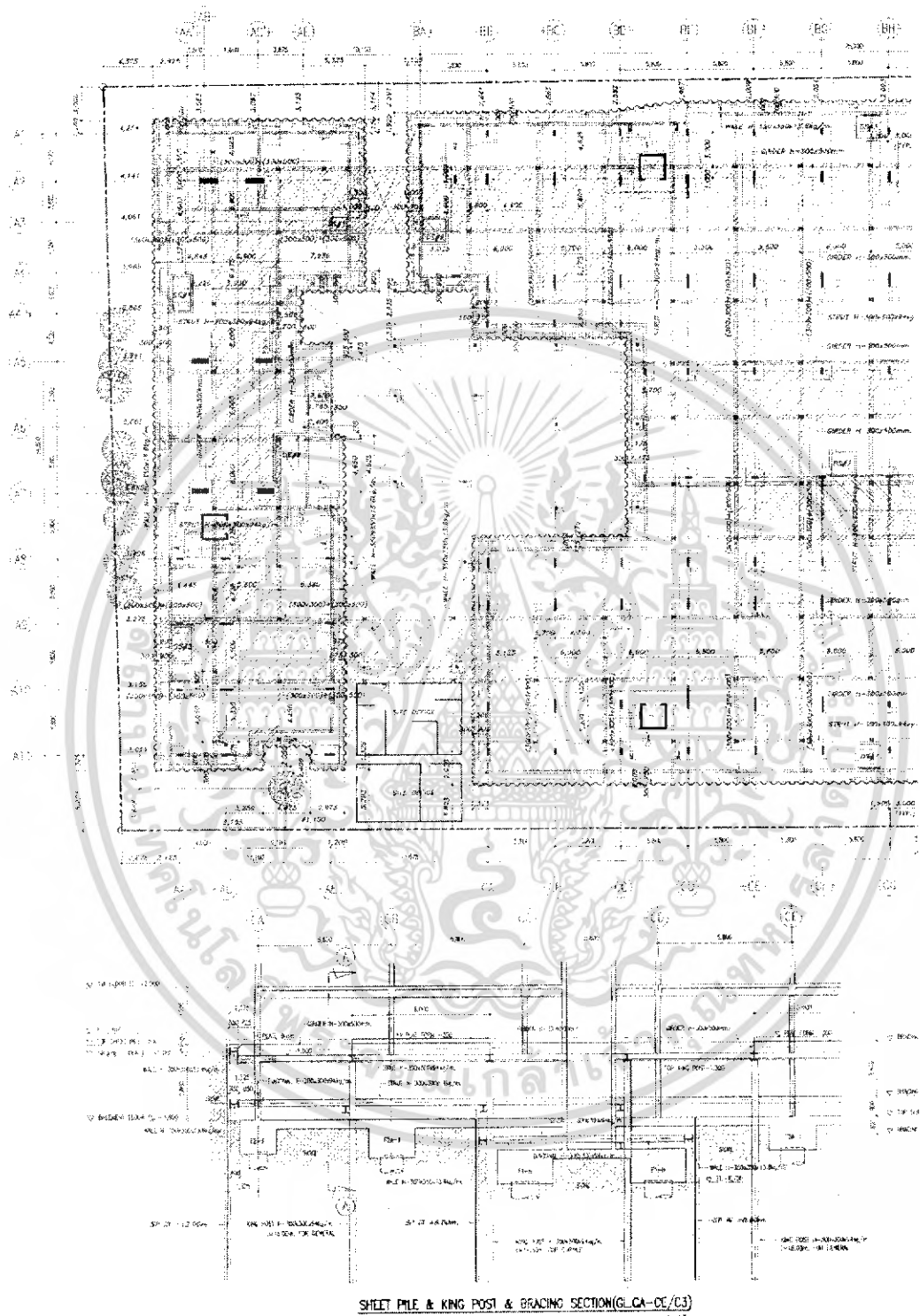
รูปที่ 4.12 แสดง bracing layer 2-3 ของโครงการ Park Plaza Hotel & Resort

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา **61** ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



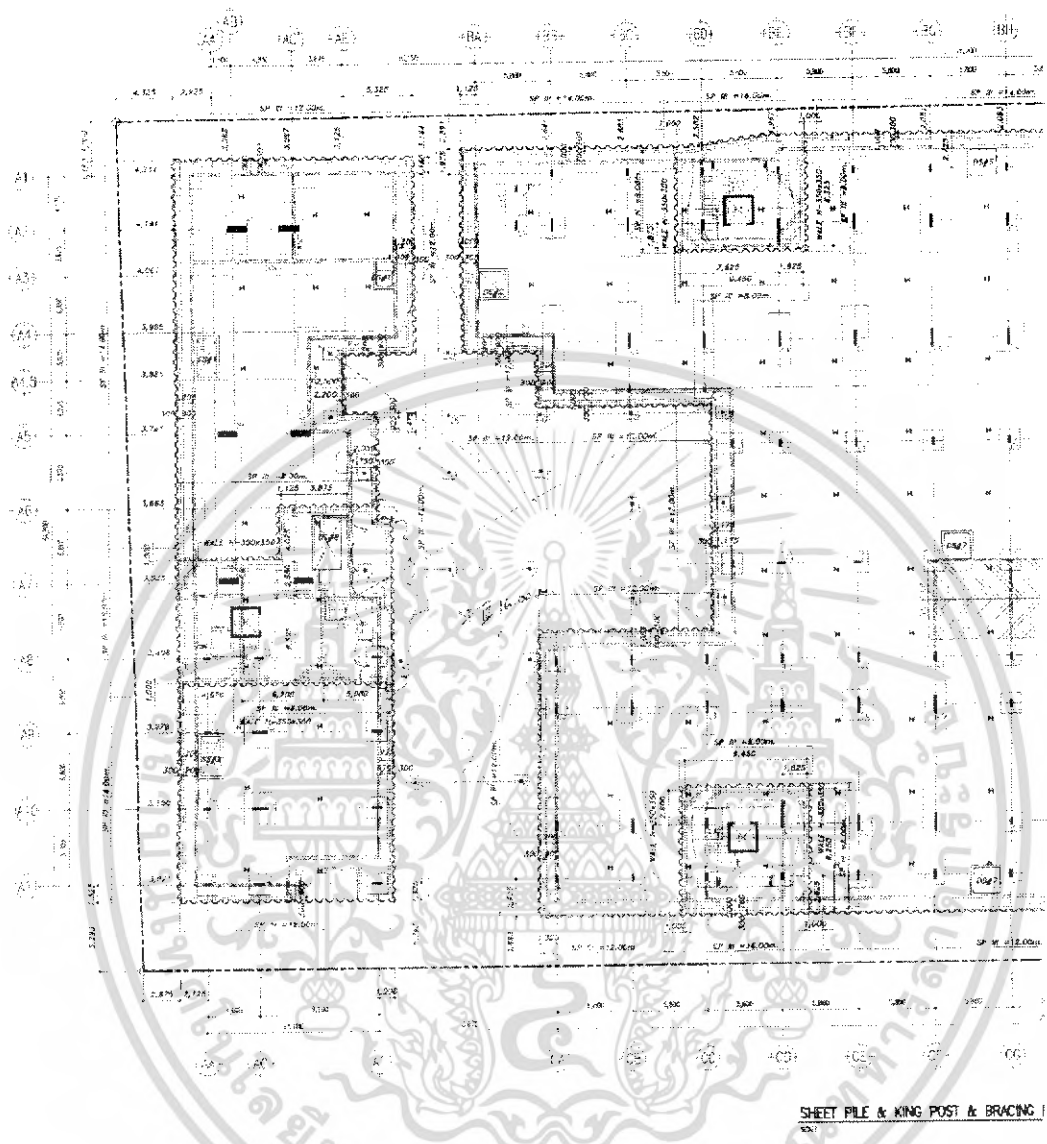
รูปที่ 4.14 แสดงรูปตัด sp1 ของโครงการ Park Plaza Hotel & Resort

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 63 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



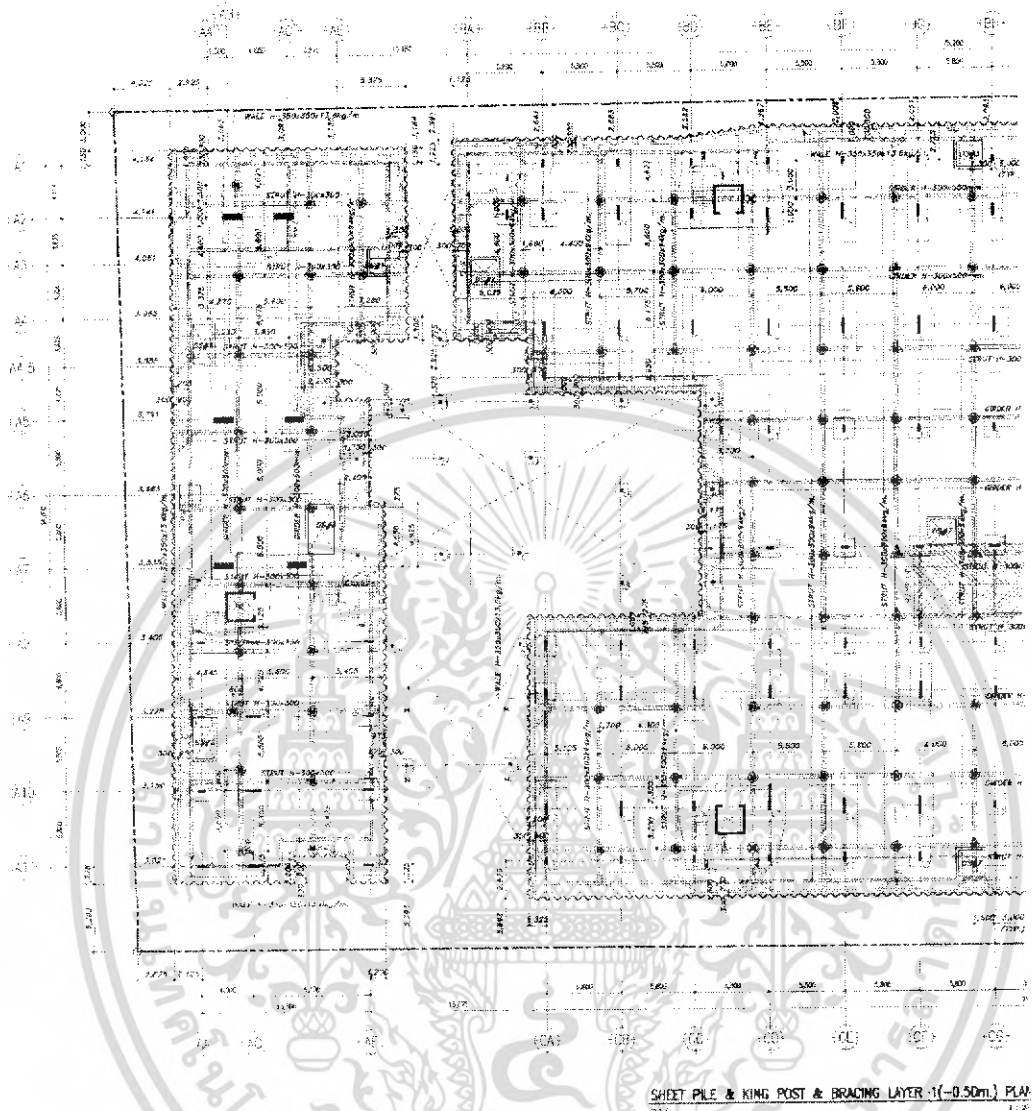
รูปที่ 4.15 แสดง plan และ รูปตัด bracing ของโครงการ Family Condominium (tower A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 64 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



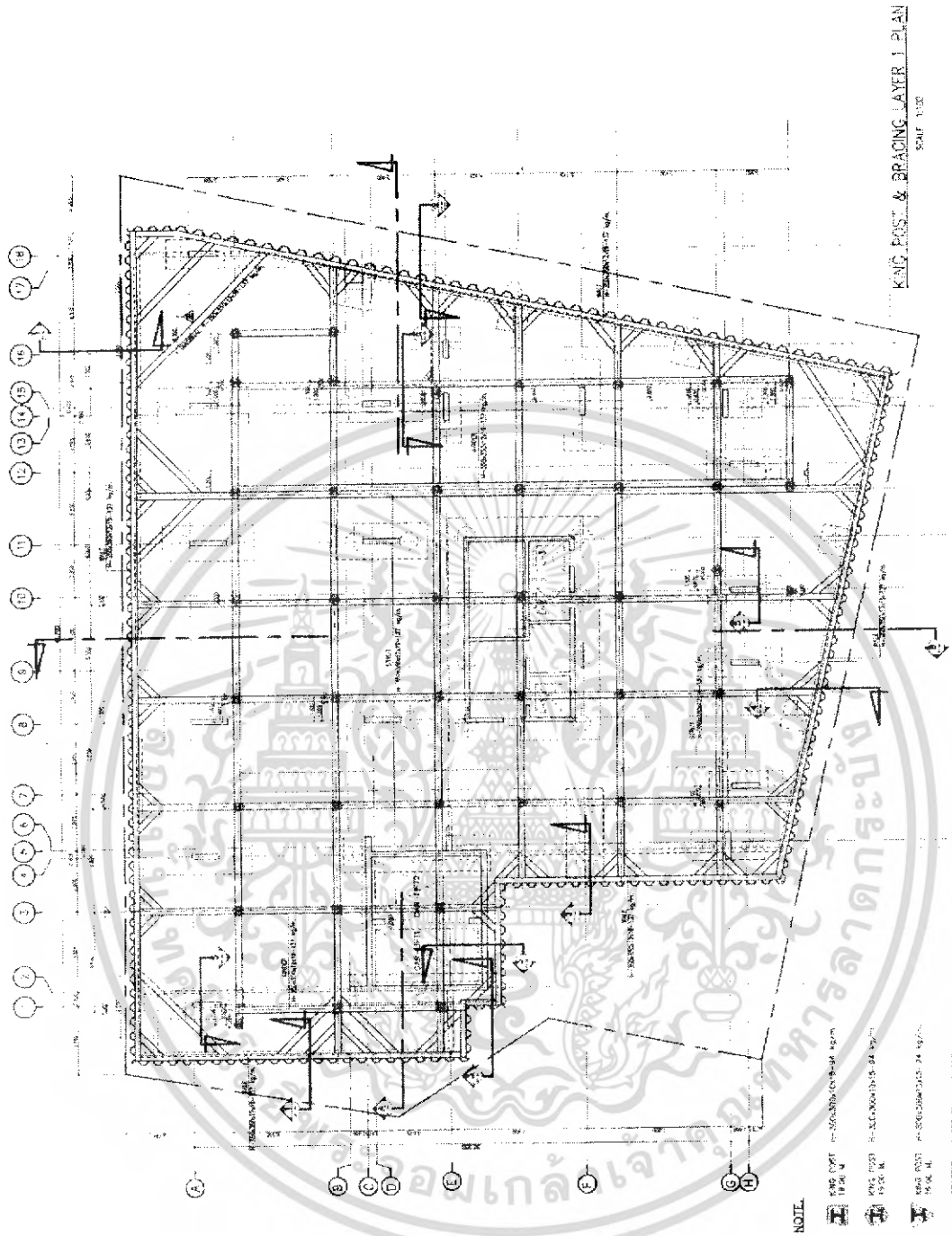
รูปที่ 4.16 แสดง bracing layer 1 ของโครงการ Family Condominium (tower A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 65 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



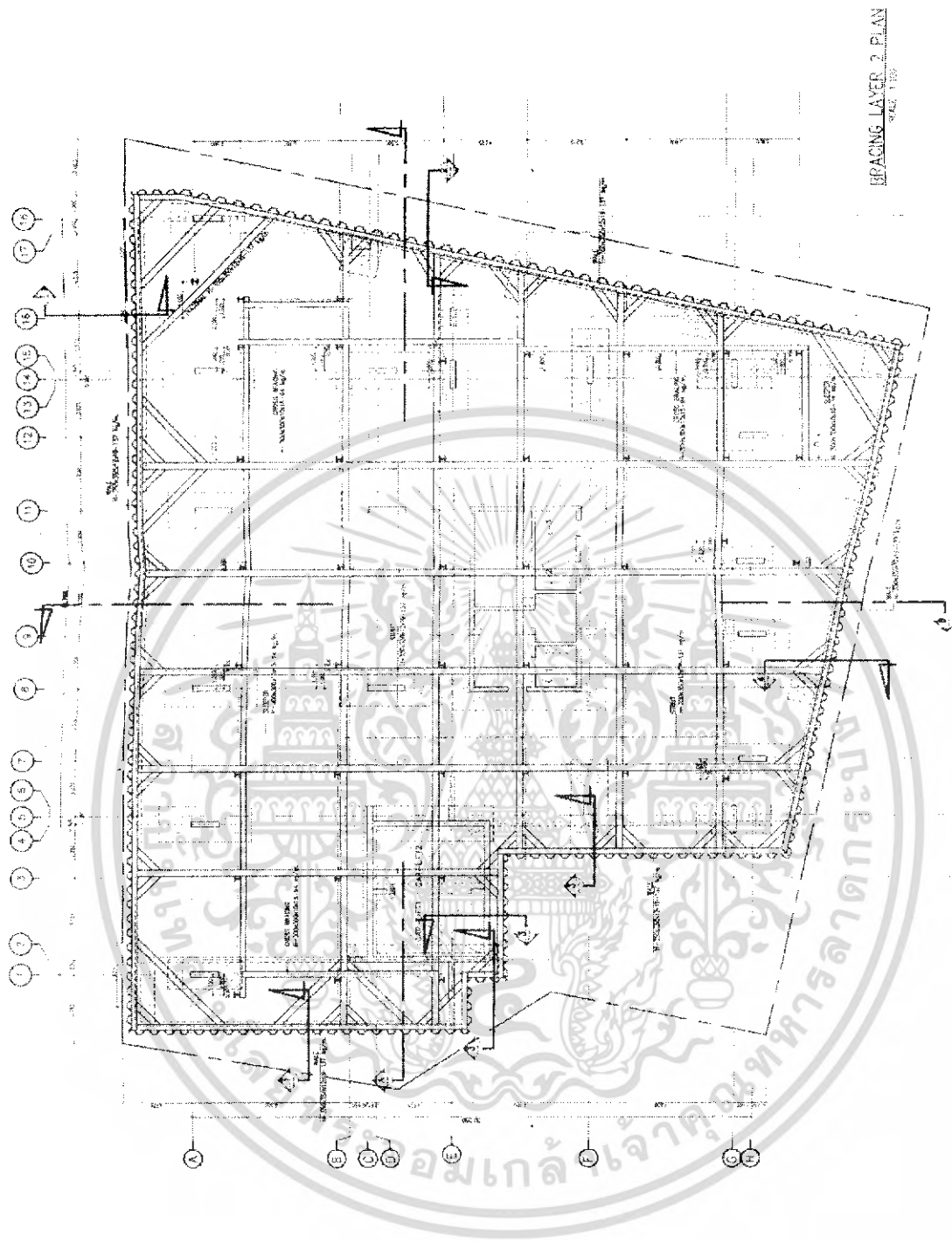
รูปที่ 4.17 แสดง plan ของโครงการ Family Condominium (tower A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 66 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



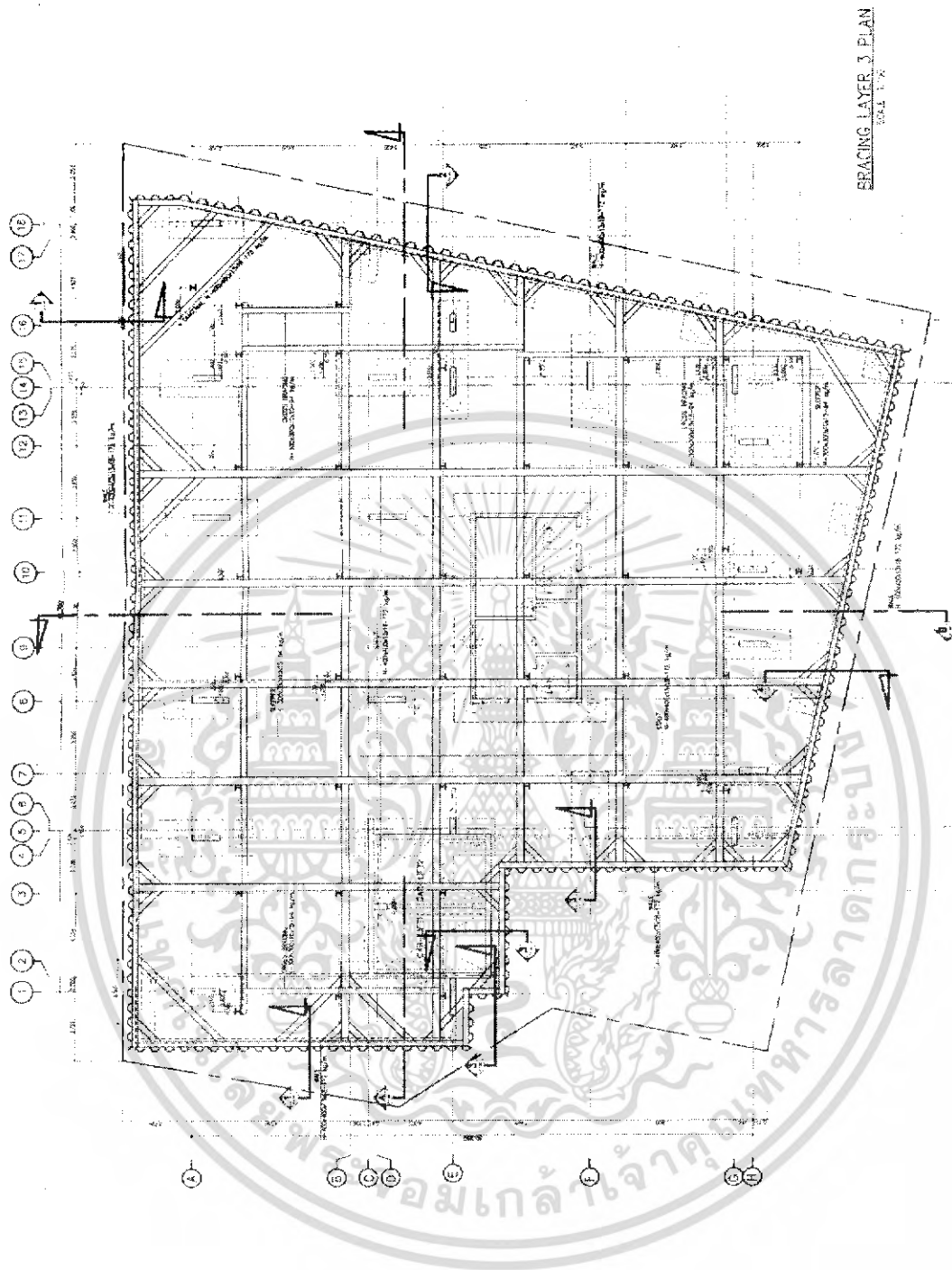
รูปที่ 4.18 แสดง Lay out ของโครงการ Oak Wood Boutique Apartment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 67 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



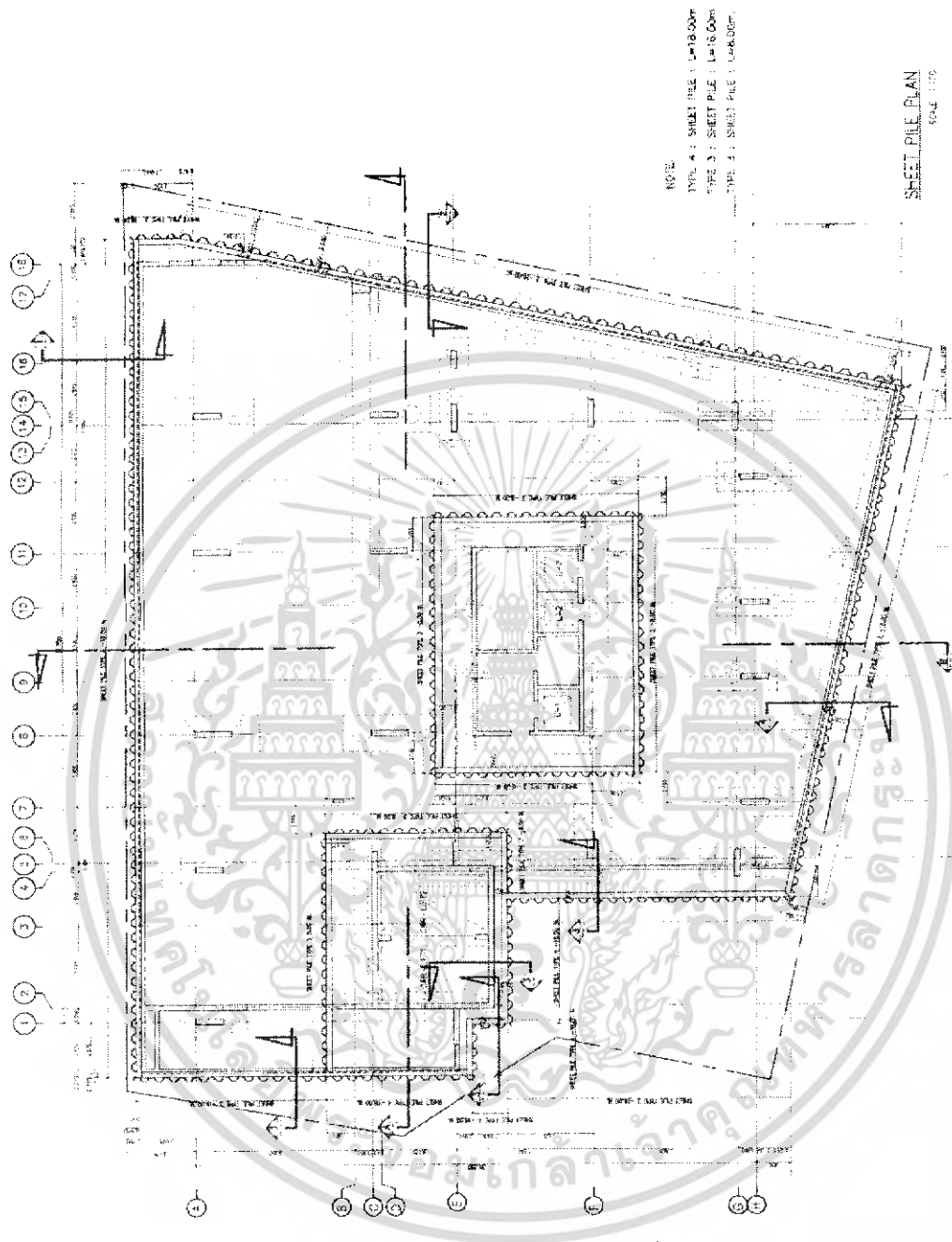
รูปที่ 4.19 แสดง Lay out ของโครงการ Oak Wood Boutique Apartment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 68 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 แสดง Lay out ของโครงการ Oak Wood Boutique Apartment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 69 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 แสดง Lay out ของโครงการ Oak Wood Boutique Apartment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 70 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 BILL OF QUANTITIES ของโครงการ

4.2.1 ระบบ Bracing 1 layer

1. โครงการ The Charisma
- ดังตารางที่ 4.1-4.3
2. โครงการ 340 Keys Hotel
- ดังตารางที่ 4.4-4.5

4.2.2 ระบบ Bracing 2 layer

1. โครงการ The Emporio (tower A)
- ดังตารางที่ 4.6
2. โครงการ The Met
- ดังตารางที่ 4.7

4.2.3 ระบบ Bracing 3 layer

- 1.โครงการ Park Plaza Hotel & Resort
- ดังตารางที่ 4.8
- 2.โครงการ The Family Condominium
- ดังตารางที่ 4.9-4.10
3. โครงการ Oak Wood Boutique Apartment
- Lum sum price = 10,900,000 บาท

ตารางที่ 4.1 แสดงใบ Summary of Works ของโครงการ The Charisma

ใบเสนอราคา
QUOTATION

ชื่อ : PROJECT MANAGER
 เลขที่/Book No. :
 ที่อยู่ :
 เลขที่ / No. :
 PROJECT THE CHARISMA / เขกมัย
 วันที่ / Date :
 SHEET PILE AND BRACING WORKS

บริษัทฯ มีความยินดีในการเสนอราคาแก่ท่านตามราคาและเงื่อนไขที่ระบุไว้ในใบเสนอราคา
 We are please to submit you the following quotation described herein at price, item and terms stated.

ลำดับที่ ITEM	รายละเอียด DESCRIPTION	จำนวน QUANTITY	หน่วย UNIT	ราคา/หน่วย UNIT PRICE	รวม AMOUNT
1	SHEET PILE AND BRACING WORKS TOTAL				4,457,004.19
2	OVERHEAD + PROFIT, 10%				445,700.42
GRAND TOTAL (EXCLUDING VAT 7%)					4,902,704.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 72 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงใบราคาส่วน Sheet Pile and Bracing Works ของโครงการ The Charisma

QTY OF MATERIAL					
MAIN :					
PROJECT : THE CHARISMA / เขื่อนห้วย					
SHEET PILE AND BRACING WORKS			FOUNDATION		
Item	Description	Qty			
		No.	m.	@	Kg.
1.1	Outer Sheet pile				
	Sheet pile III x 10.00 m.	152	1,520.00	60.00	91,200.00
	Sheet pile III x 12.00 m.	340	4,080.00	60.00	244,800.00
	Sheet pile III x 14.00 m.	0	-	60.00	-
	Total Sheet pile		5,600.00		336,000.00
1.2	Inner Sheet pile				
	Sheet pile III x 8.00 m.	0	-	60.00	-
	Total Sheet pile		-		-
2	King post H - 300 x 300 x 18.00 m.	23	414.00	94.00	38,916.00
	Total H-300x300		414.00		38,916.00
3	Girder H - 500 x 300		264.00	128.00	33,792.00
	Total H-500 x 300		264.00		33,792.00
4	Bracing H - 300 x 300 Layer 1st		470.16	94.00	44,195.04
	Bracing H - 300 x 300 Layer 2nd		139.77	94.00	13,138.38
	Diagonal H-350 (L = 1.50 m.) Layer 1st	11	16.50	137.00	2,260.50
	Diagonal H-350 (L = 3.00 m.) Layer 1st	8	24.00	137.00	3,288.00
	Diagonal H-350 (L = 1.50 m.) Layer 2nd	6	9.00	137.00	1,233.00
	Total H-300x300		659.43		64,114.92
5	Plat form 1.50 x 6.00 m.	51		2,750.00	140,250.00
6	Scrap H-beam				9,790.89
	TOTAL WEIGHT				622,863.61
NOTE	Embedded king post H-300 x 300 x 18.00 m.	8	144.00	94.00	13,536.00
	Total Embedded H-300x300		144.00		13,536.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 73 จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงใบราคาส่วน Sheet Pile and Bracing Worksของโครงการ The Charisma

BILL OF QUANTITIES						
MAIN						
PROJECT : THE CHARISMA / เขื่อนชัย						
SHEET PILE AND BRACING WORKS				FOUNDATION		
ลำดับที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคา / หน่วย	ราคารวม	หมายเหตุ
ITEM	DESCRIPTION	UNIT	QTY	UNIT PRICE	AMOUNT	REMARKS
1	MOBILIZATION	LS	1.00	50,000.00	50,000.00	
2	DE-MOBILIZATION	LS	1.00	50,000.00	50,000.00	
3	LOCAL RE-MOBILIZATION	LS	-	26,000.00	RATE ONLY	
4	SUPPLY SHEET PILE III - 10 AND 12 M.	KG	336,000.00	3.60	1,209,600.00	BY RENTAL
5	EXTRA IF OVER 4.00 MONTHS		0.90	BAHT/KG MONTH	RATE ONLY	
6	SUPPLY SHEET PILE III - 8 M.	KG	-	0.80		BY RENTAL
7	EXTRA IF OVER 1.00 MONTHS		0.30	BAHT/KG MONTH	RATE ONLY	
8	DRIVING SHEET PILE	M	6,600.00	50.00	330,000.00	
9	EXTRACTING SHEET PILE	M	6,600.00	30.00	198,000.00	
10	SUPPLY KING POST H-300 x 18 M.	KG	25,380.00	3.60	91,368.00	BY RENTAL
11	EXTRA IF OVER 4.00 MONTHS		0.90	BAHT/KG MONTH	RATE ONLY	
12	SUPPLY KING POST H-300 x 18 M.	KG	13,636.00	21.00	284,266.00	BY SALE
13	DRIVING KING POST	M	414.00	300.00	124,200.00	
14	EXTRACTING KING POST	M	270.00	100.00	27,000.00	
15	SUPPLY GIRDER	KG	33,792.00	3.60	121,651.20	BY RENTAL
16	EXTRA IF OVER 4.00 MONTHS		0.90	BAHT/KG MONTH	RATE ONLY	
17	INSTALL GIRDER	KG	33,792.00	3.50	118,272.00	
18	DISMANTLING GIRDER	KG	33,792.00	1.00	33,792.00	
19	SUPPLY WALING & STRUTTING	KG	64,114.92	2.70	173,110.28	BY RENTAL
20	EXTRA IF OVER 3.00 MONTHS		0.90	BAHT/KG MONTH	RATE ONLY	
21	INSTALL WALING & STRUTTING	KG	64,114.92	3.50	224,402.22	
22	DISMANTLING WALING & STRUTTING	KG	64,114.92	1.00	64,114.92	
23	SUPPLY MISC.	KG	9,790.09	10.00	97,900.92	
24	SUPPLY PLATFORM	KG	140,250.00	2.80	392,700.00	BY RENTAL
25	EXTRA IF OVER 4.00 MONTHS		0.70	BAHT/KG MONTH	RATE ONLY	
26	INSTALL PLATFORM	KG	140,250.00	0.50	70,125.00	
27	REMOVE PLATFORM	KG	140,250.00	0.20	28,050.00	
28	CLEANING	KG	609,327.61	0.30	182,798.28	
29	TRANSPORTATION IN	KG	622,863.61	0.30	186,859.05	
30	TRANSPORTATION CUT	KG	609,327.61	0.30	182,798.28	
31	EXCAVATION	CU.M	6,000.00	40.00	240,000.00	
32	PRELOADING	NO.	-	10,000 BAHT/NO.	RATE ONLY	
Remark : In case King Post / Sheet Pile can not be extracted , the sale price is 21/30 Baht/Kg.						
GRAND TOTAL					4,457,004.19	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 74 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงใบ Summary of Works ของโครงการ 340 Key Hotel

ลำดับที่ ITEM	รายละเอียด DESCRIPTION	จำนวน QUANTITY	หน่วย UNIT	ราคา / หน่วย UNIT PRICE	รวม AMOUNT
	SHEET PILE AND BRACING WORKS				
1	MOBILIZATION				50,000.00
2	DE-MOBILIZATION				50,000.00
3	BUILDING AND WATER TANK				3,945,619.74
4	CARPARK				1,444,384.00
5	OVERHEAD + PROFIT 5%				274,500.19
	TOTAL				5,764,503.93
	SPECIAL DISCOUNT				(364,503.93)
	GRAND TOTAL (EXCLUDING VAT 7%)				5,400,000.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 75 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงใบราคาส่วน Sheet Pile and Bracing Worksของโครงการ 340 Key Hotel

QTY OF MATERIAL					
MAIN : SYNTEC CONSTRUCTION PCL					
PROJECT : 340 KEYS HOTEL					
SHEET PILING AND BRACING WORKS :			BUILDING AND WATER TANK		
Item	Description	Qty			
		No.	m.	@	Kg.
1	Sheet pile III x 8.00 m.	183	1,464.00	60.00	87,840.00
	Sheet pile III x 10.00 m.	270	2,700.00	60.00	162,000.00
	Sheet pile III x 18.00 m.	66	1,056.00	60.00	63,360.00
	Total Sheet pile		5,220.00		313,200.00
2	King post H-300 x 300 x 12.00 m.	3	36.00	94.00	3,384.00
	King post H-300 x 300 x 14.00 m.	2	28.00	94.00	2,632.00
	King post H-300 x 300 x 18.00 m.	34	612.00	94.00	57,528.00
	Total H-300x300		676.00		63,544.00
3	Girder H-350x350		216.50	137.00	29,660.50
	Total H-350x350		216.50		29,660.50
4	Bracing H-300x300 Layer 1st		473.00	94.00	44,462.00
	Bracing H-350x350 Layer 2nd		77.60	137.00	10,631.20
	Diagonal H-350 Layer 1st	42	63.00	137.00	8,631.00
	Diagonal H-350 Layer 2nd	20	30.00	137.00	4,110.00
	Total H-350x350 and H-300x300		643.60		67,834.20
5	Plat form 1.50 x 6.00 m.	66		2,750.00	181,500.00
6	Scrap H-beam				9,749.47
	TOTAL WEIGHT				685,488.17
NOTE	Embedded king post H-300 x 300 x 16.20 m.	5	81.00	94.00	7,614.00
	Embedded king post H-300 x 300 x 18.00 m.	7	126.00	94.00	11,844.00
	Total Embedded H-300x300		207.00		19,458.00

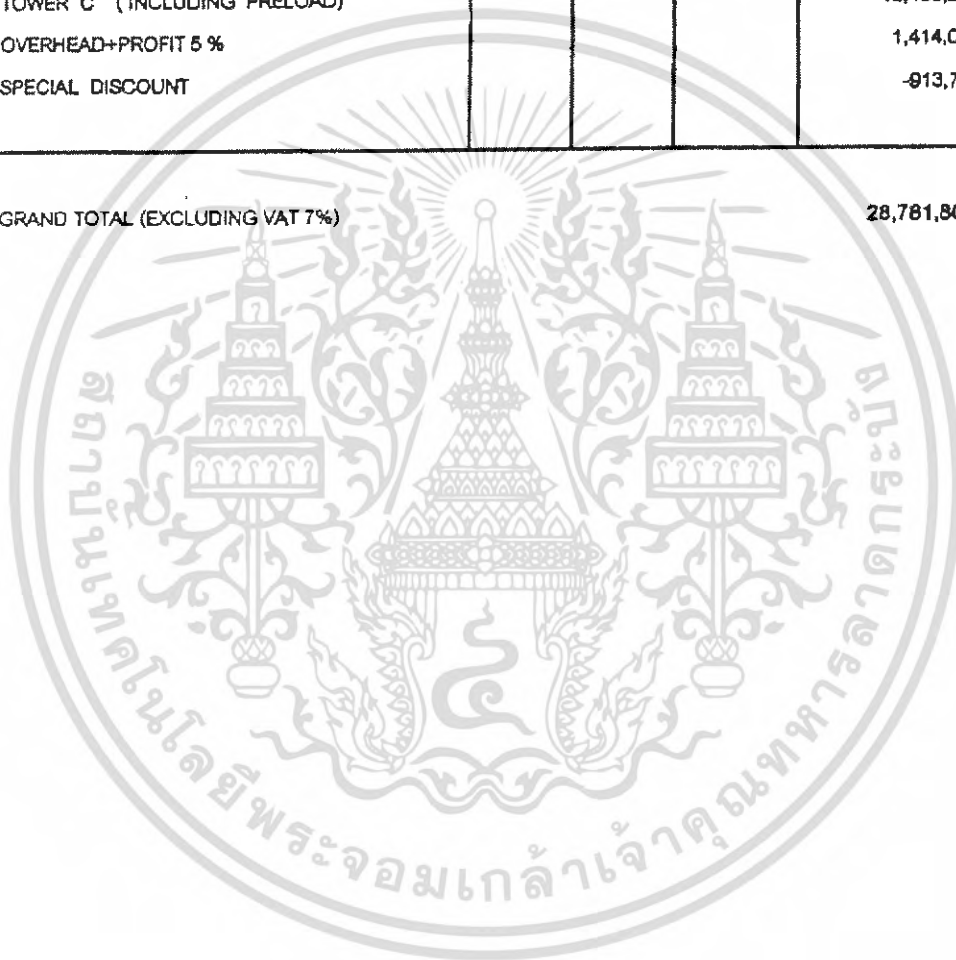
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 76 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงใบ Summary of Works ของโครงการ The Emporio (tower A)

ลำดับที่ NO.	รายการ DESCRIPTION	จำนวน UNIT	หน่วย QUANTITY	ราคาหน่วย UNIT/PRICE	ราคารวม AMOUNT
	SHEET PILE AND BRACING WORKS				
1	MOBILIZATION (FOR TOWER A &B)	1.00	LS	50,000.00	50,000.00
2	DE - MOBILIZATION (FOR TOWER A&B)	1.00	LS	50,000.00	50,000.00
3	TOWER A (INCLUDING PRELOAD)				7,707,642.84
4	TOWER B (INCLUDING PRELOAD)				8,018,525.76
5	TOWER C (INCLUDING PRELOAD)				12,456,293.32
6	OVERHEAD+PROFIT 5 %				1,414,073.10
7	SPECIAL DISCOUNT				-813,731.81

GRAND TOTAL (EXCLUDING VAT 7%)

28,781,803.41



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 77 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงใบ Summary of Works ของโครงการ The Met

ลำดับที่ NO.	รายการ DESCRIPTION	จำนวน UNIT	หน่วย QUANTITY	ราคา/หน่วย UNIT/PRICE	รวม AMOUNT
	SHEET PILING AND BRACING WORKS				
1	TOTAL				16,140,440.35
2	OVERHEAD + PROFIT 5%				907,022.02
3	SPECIAL DISCOUNT				(447,462.37)
GRAND TOTAL (EXCLUDING VAT 7%)					18,047,462.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 78 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงใบ Summary of Works ของโครงการ Park Plaza Hotel & Resort

ลำดับที่ NO.	รายการ DESCRIPTION	จำนวน UNIT	หน่วย QUANTITY	ราคาหน่วย UNIT/PRICE	รวม AMOUNT
	SHEET PILING AND BRACING WORKS				
1	BUILDING				8,042,163.26
2	OVERHEAD + PROFIT 5%				402,168.16
3	SPECIAL DISCOUNT 1				500,000.00
4	SPECIAL DISCOUNT 2				260,224.69
GRAND TOTAL (EXCLUDING VAT 7%):					7,684,046.73



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 79 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 แสดงใบราคาส่วน Sheet Pile and Bracing Works ของโครงการ Family Condominium (tower A)

QTY OF MATERIAL					
MAIN : K-TECH CONSTRUCTION PUBLIC CO.,LTD.					
PROJECT : FAMILY CONDOMINIUM					
SHEET PILING AND BRACING WORKS :			TOWER A		
Item	Description	Qty			
		No.	m.	๖	Kg.
1.1	Outer Sheet pile				
	Sheet pile III x 12.00 m.	226	2,712.00	60.00	162,720.00
	Sheet pile III x 14.00 m.	165	2,310.00	60.00	138,600.00
	Sheet pile III x 16.00 m.	33	528.00	60.00	31,680.00
	Total Sheet pile		5,550.00		333,000.00
1.2	Inner Sheet pile				
	Sheet pile III x 8.00 m.	68	704.00	60.00	42,240.00
	Total Sheet pile		704.00		42,240.00
2	King post H-300 x 300 x 16.00 m.	0	-	94.00	-
	King post H-300 x 300 x 18.00 m.	24	432.00	94.00	40,608.00
	Total H-300x300		432.00		40,608.00
3	Girder H-350x350		264.44	137.00	38,228.28
	Total H-350x350		264.44		38,228.28
4	Bracing H-300x300 Layer 1st		579.04	94.00	54,429.76
	Bracing H-300x300 Layer 2nd		579.04	94.00	54,429.76
	Bracing H-350x350 Layer 3rd		82.90	137.00	11,343.80
	Diagonal H-350 Layer 1st	63	94.50	137.00	12,946.50
	Diagonal H-350 Layer 2nd	63	94.50	137.00	12,946.50
	Diagonal H-350 Layer 3rd	21	31.50	137.00	4,315.50
	Total H-300x300 and H-350x350		1,461.38		150,411.62
5	Plat form 1.50 x 6.00 m.	48		2,750.00	132,000.00
6	Scrap H-beam				18,683.99
	TOTAL WEIGHT				753,151.89
NOTE	Embedded king post H-300 x 300 x 12.20 m.	1	12.20	94.00	1,146.80
	Total Embedded H-300x300		12.20		1,146.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 80 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงใบราคาส่ว Sheet Pile and Bracing Worksของโครงการ Family Condominium (tower A)

BILL OF QUANTITIES						
MAIN : K-TECH CONSTRUCTION PUBLIC CO.,LTD.						
PROJECT : FAMILY CONDOMINIUM						
SHEET PILING AND BRACING WORKS				TOWER A		
ลำดับที่ ITEM	รายการ DESCRIPTION	หน่วย UNIT	จำนวน QTY	ราคา / หน่วย UNIT PRICE	ราคารวม AMOUNT	หมายเหตุ REMARKS
1	MOBILIZATION	LS	-	100,000.00	-	
2	DE-MOBILIZATION	LS	-	100,000.00	-	
3	LOCAL RE-MOBILIZATION	LS	-	50,000.00	RATE ONLY	
4	SUPPLY SHEET PILE III - 12,14 and 16 M.	KG	333,000.00	2.80	832,400.00	BY RENTAL
5	EXTRA IF OVER 3.50 MONTHS		0.80 BAHT/KG.MONTH		RATE ONLY	
6	SUPPLY SHEET PILE III - 8 M.	KG	42,240.00	0.80	33,792.00	BY RENTAL
7	EXTRA IF OVER 1.00 MONTHS		0.80 BAHT/KG.MONTH		RATE ONLY	
8	DRIVING SHEET PILE	M	6,254.00	50.00	312,700.00	
9	EXTRACTING SHEET PILE	M	6,254.00	30.00	187,620.00	
10	SUPPLY KING POST H-300 x 16,18 M.	KG	39,481.20	2.80	110,491.36	BY RENTAL
11	EXTRA IF OVER 3.50 MONTHS		0.80 BAHT/KG.MONTH		RATE ONLY	
12	SUPPLY KING POST H-300 x 16,18 M.	KG	1,146.80	22.00	25,229.00	BY SALE
13	DRIVING KING POST	M	432.00	300.00	129,600.00	
14	EXTRACTING KING POST	M	419.80	100.00	41,980.00	
15	SUPPLY GIRDER H-350	KG	36,228.28	2.80	101,439.18	BY RENTAL
16	EXTRA IF OVER 3.50 MONTHS		0.80 BAHT/KG.MONTH		RATE ONLY	
17	INSTALL GIRDER	KG	36,228.28	3.50	126,798.98	
18	DISMANTLING GIRDER	KG	36,228.28	1.00	36,228.28	
19	SUPPLY WALING & STRUTTING	KG	150,411.62	2.00	300,823.24	BY RENTAL
20	EXTRA IF OVER 2.50 MONTHS		0.80 BAHT/KG.MONTH		RATE ONLY	
21	INSTALL WALING & STRUTTING	KG	150,411.62	3.50	526,440.67	
22	DISMANTLE WALING & STRUTTING	KG	150,411.62	1.00	150,411.62	
23	SUPPLY MISC.	KG	18,663.09	15.00	279,946.35	
24	SUPPLY PLATFORM	KG	132,000.00	2.45	323,400.00	BY RENTAL
25	EXTRA IF OVER 3.50 MONTHS		0.70 BAHT/KG.MONTH		RATE ONLY	
26	INSTALL PLATFORM	KG	132,000.00	0.50	66,000.00	
27	REMOVE PLATFORM	KG	132,000.00	0.20	26,400.00	
28	CLEANING	KG	752,005.09	0.30	225,601.53	
29	TRANSPORTATION IN	KG	753,161.89	0.30	225,945.57	
30	TRANSPORTATION OUT	KG	752,005.09	0.30	225,601.53	
31	EXCAVATION	CU.M	4,333.00	60.00	259,980.00	
32	PRELOADING	NO.	-	10,000 BAHT/NO.	RATE ONLY	
GRAND TOTAL					4,648,843.41	

Remark : In case King Post / Sheet Pile can not be extracted , the sale price is 22/30 Baht/Kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 81จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 SOIL PROPERTY ของโครงการ

4.3.1 ระบบ Bracing 1 layer

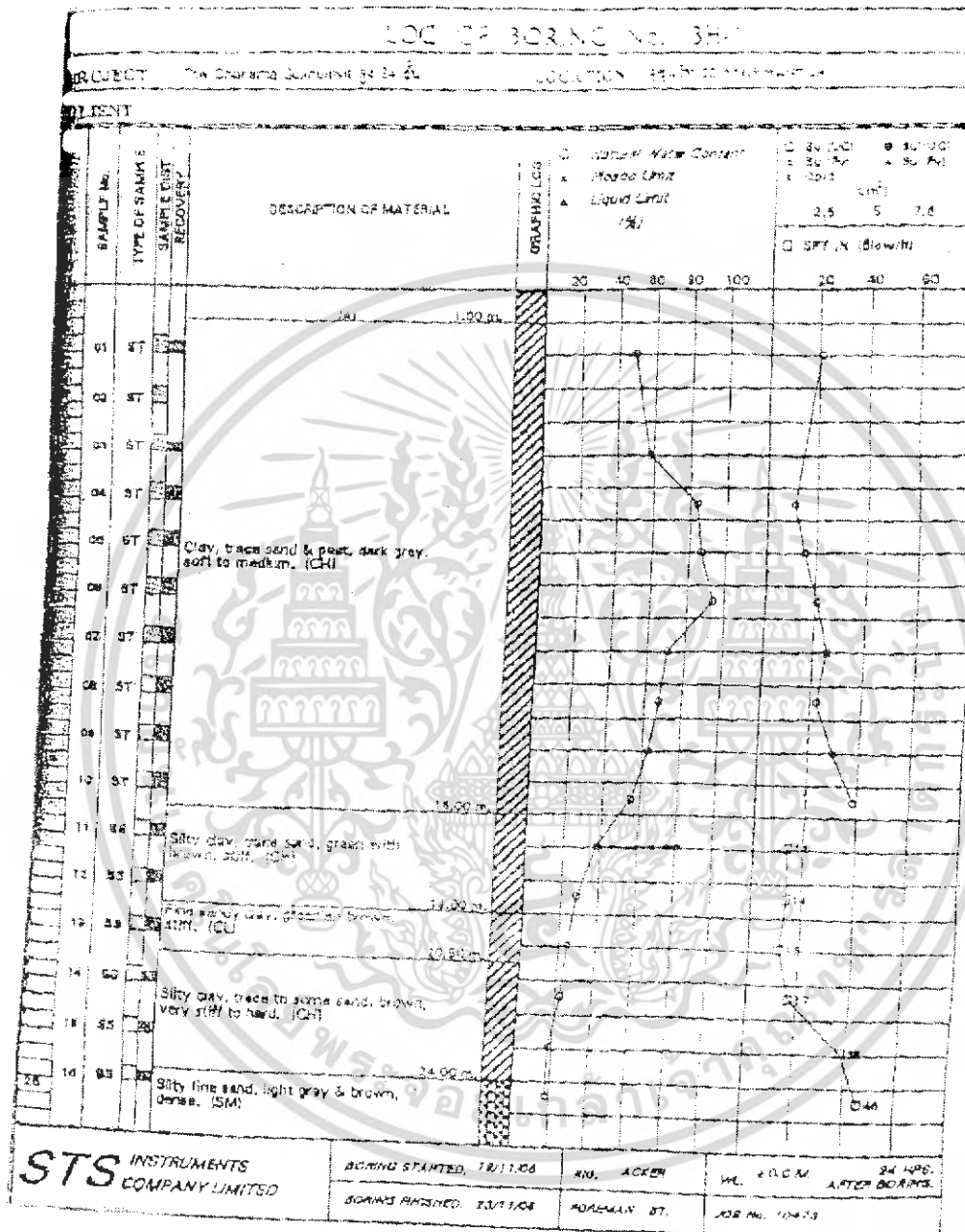
1. โครงการ The Charisma
- ดังรูปที่ 4.22-4.23
2. โครงการ 340 Keys Hotel
- ดังรูปที่ 4.24-4.26

4.3.2 ระบบ Bracing 2 layer

1. โครงการ The Emporio
- ดังรูปที่ 4.27
2. โครงการ The Met
- ดังรูปที่ 4.28

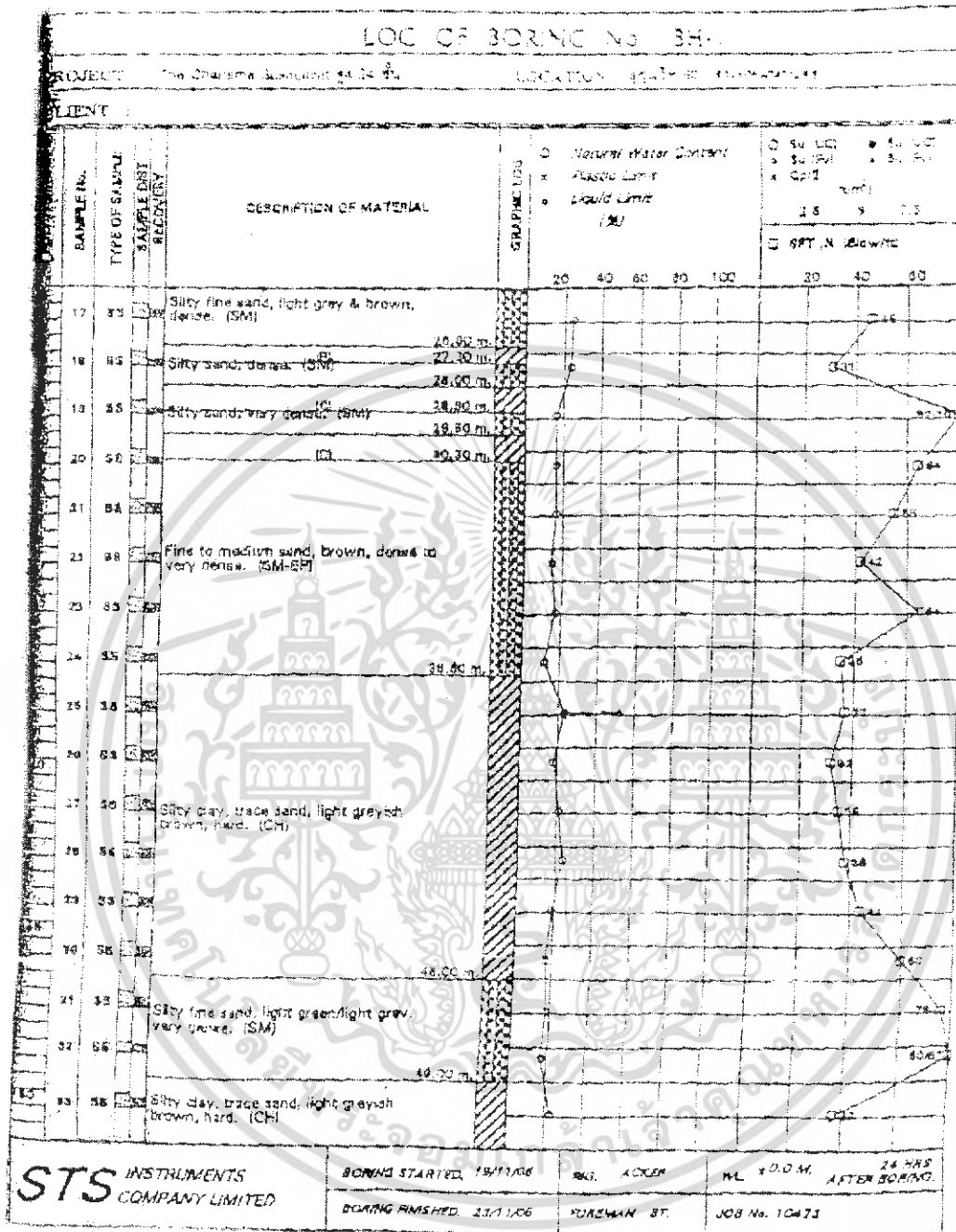
4.3.3 ระบบ Bracing 3 layer

- 1.โครงการ Park Plaza Hotel & Resort
- ดังรูปที่ 4.29
- 2.โครงการ Family Condominium
- ดังรูปที่ 4.30-4.33
- 3.โครงการ Oak Wood Boutique Apartment
- ดังรูปที่ 4.34



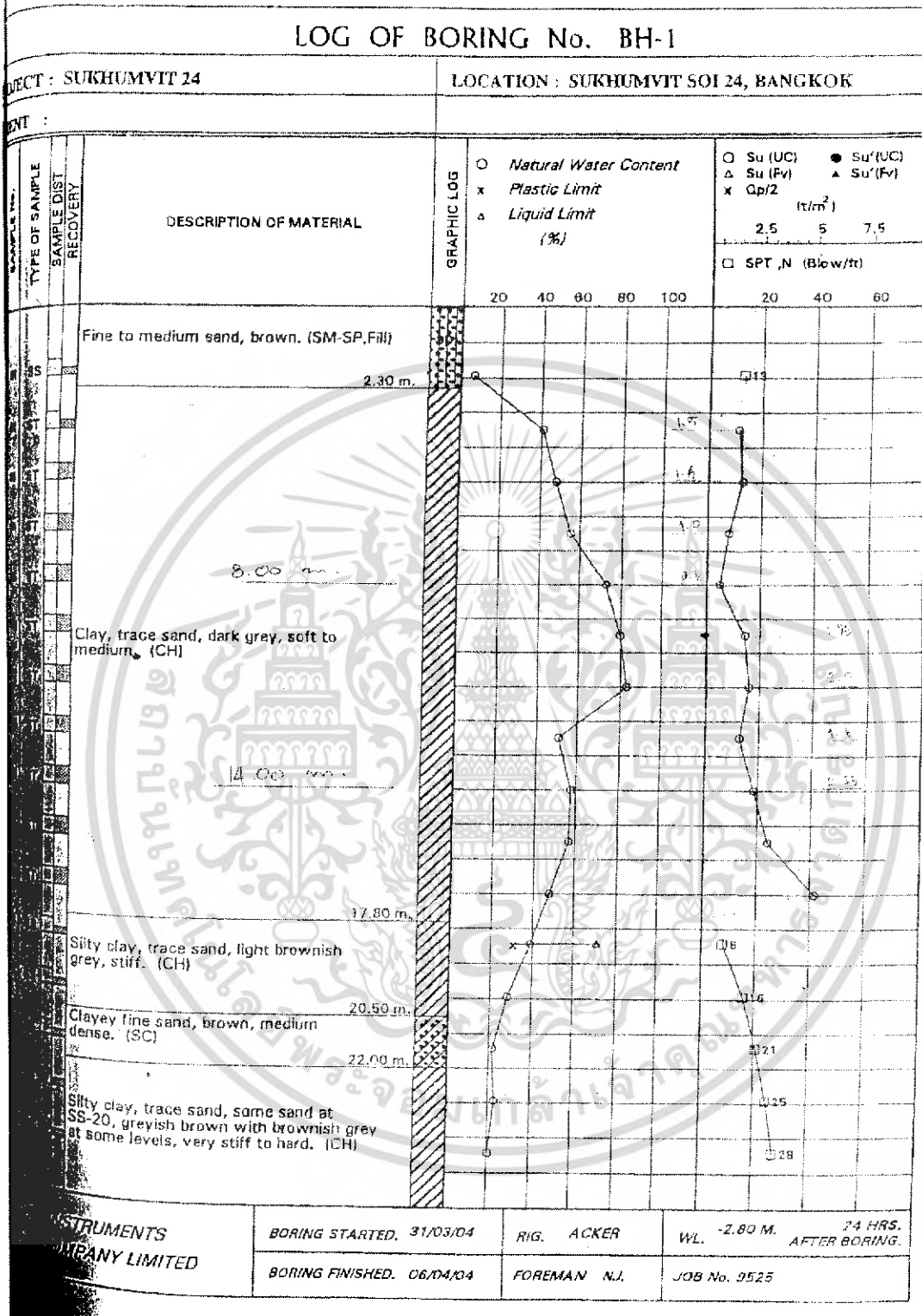
รูปที่ 4.22 แสดง Boring Log ของโครงการ The Charisma

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 83 จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



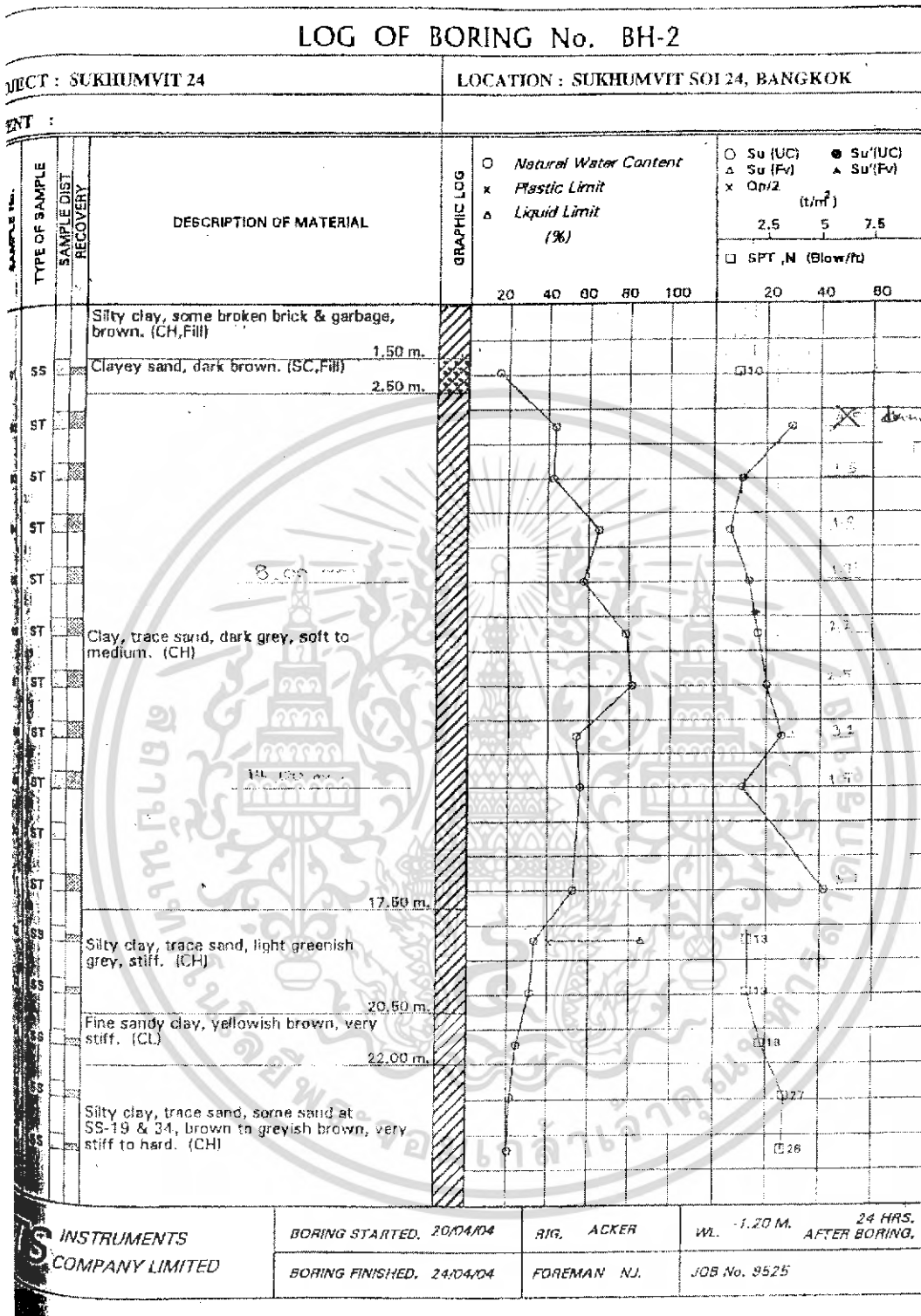
รูปที่ 4.23 แสดง Boring Log ของโครงการ The Charisma

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 84 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



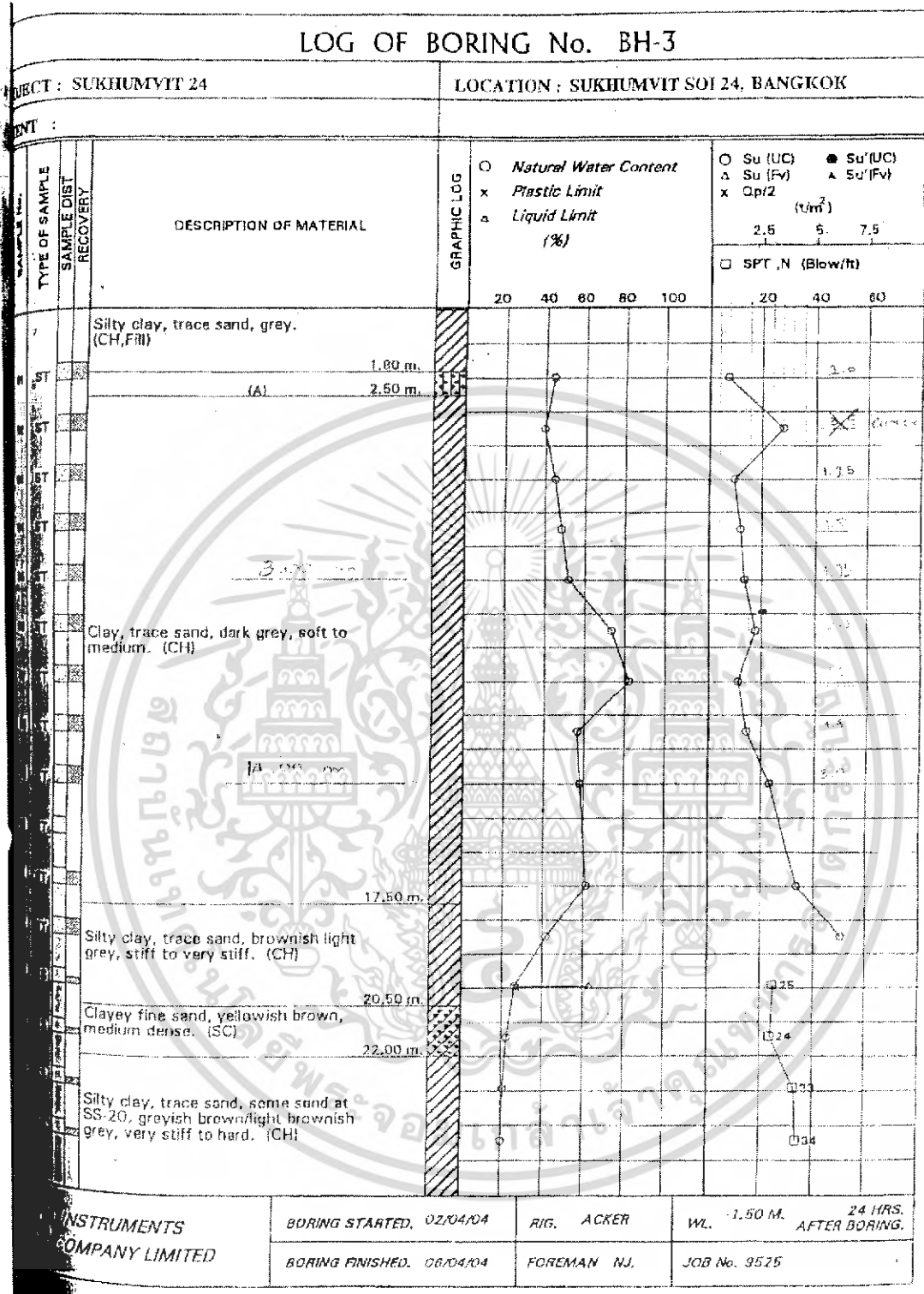
รูปที่ 4.24 แสดง Boring Log ของโครงการ 340 Keys Hotel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 85 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



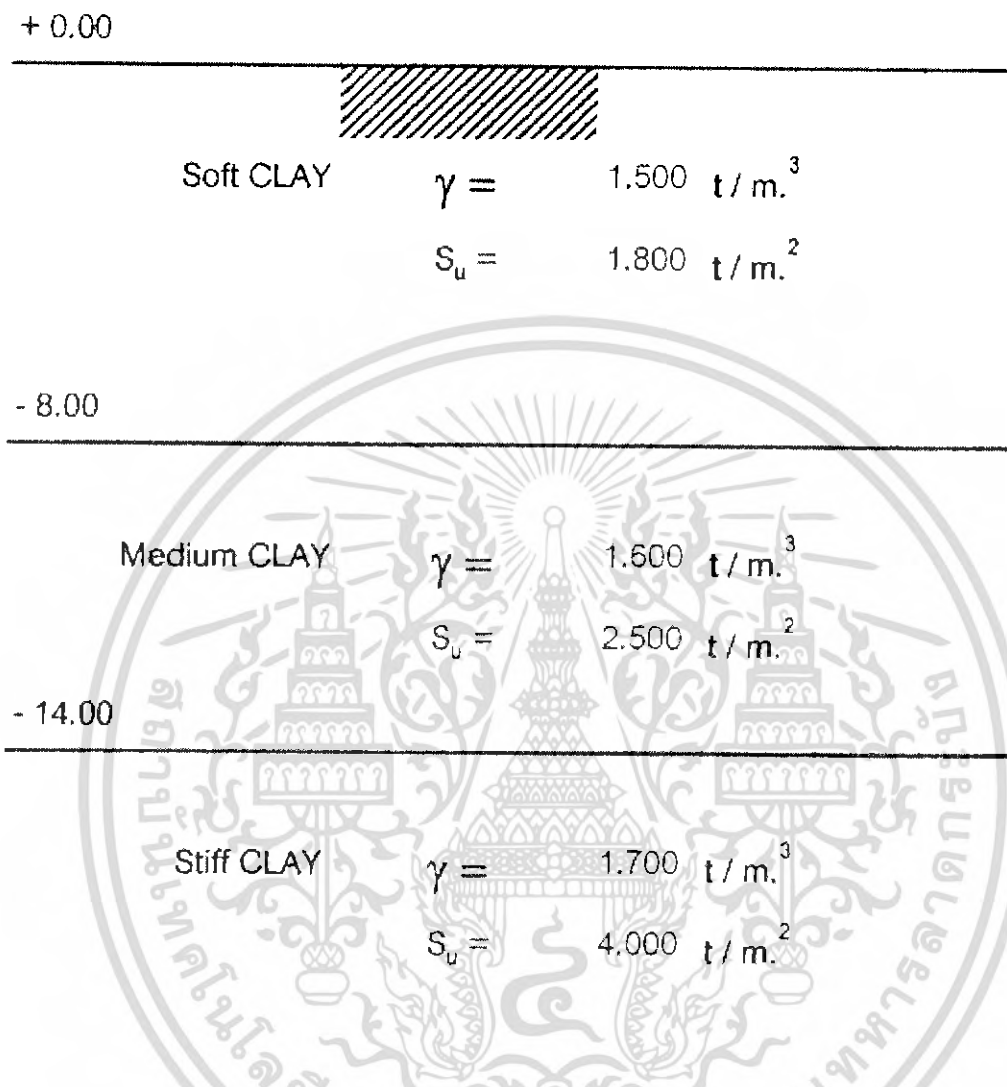
รูปที่ 4.25 แสดง Boring Log ของโครงการ 340 Keys Hotel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 86 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

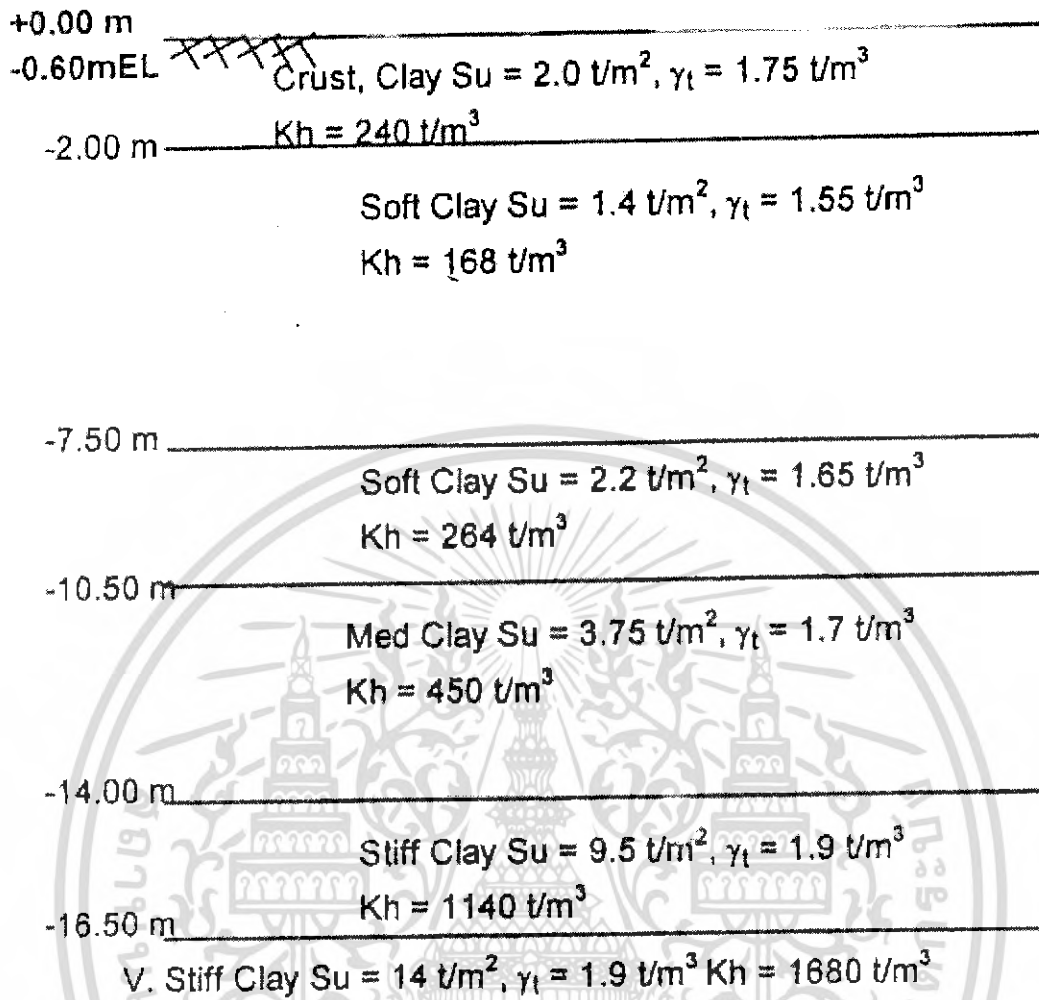


รูปที่ 4.26 แสดง Boring Log ของโครงการ 340 Keys Hotel

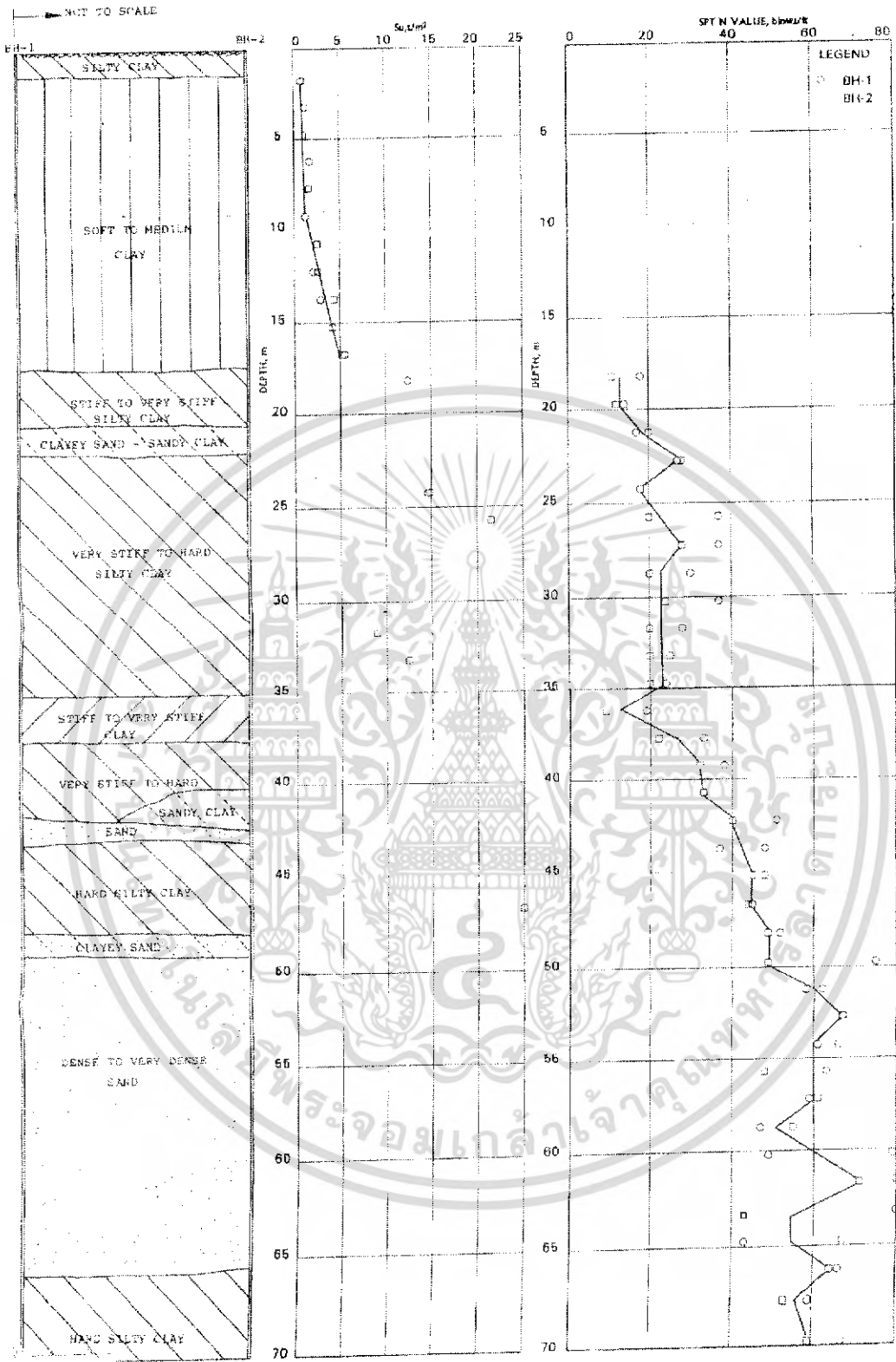
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 87 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 แสดงข้อมูลชั้นดินของโครงการ The Emporio (tower A)

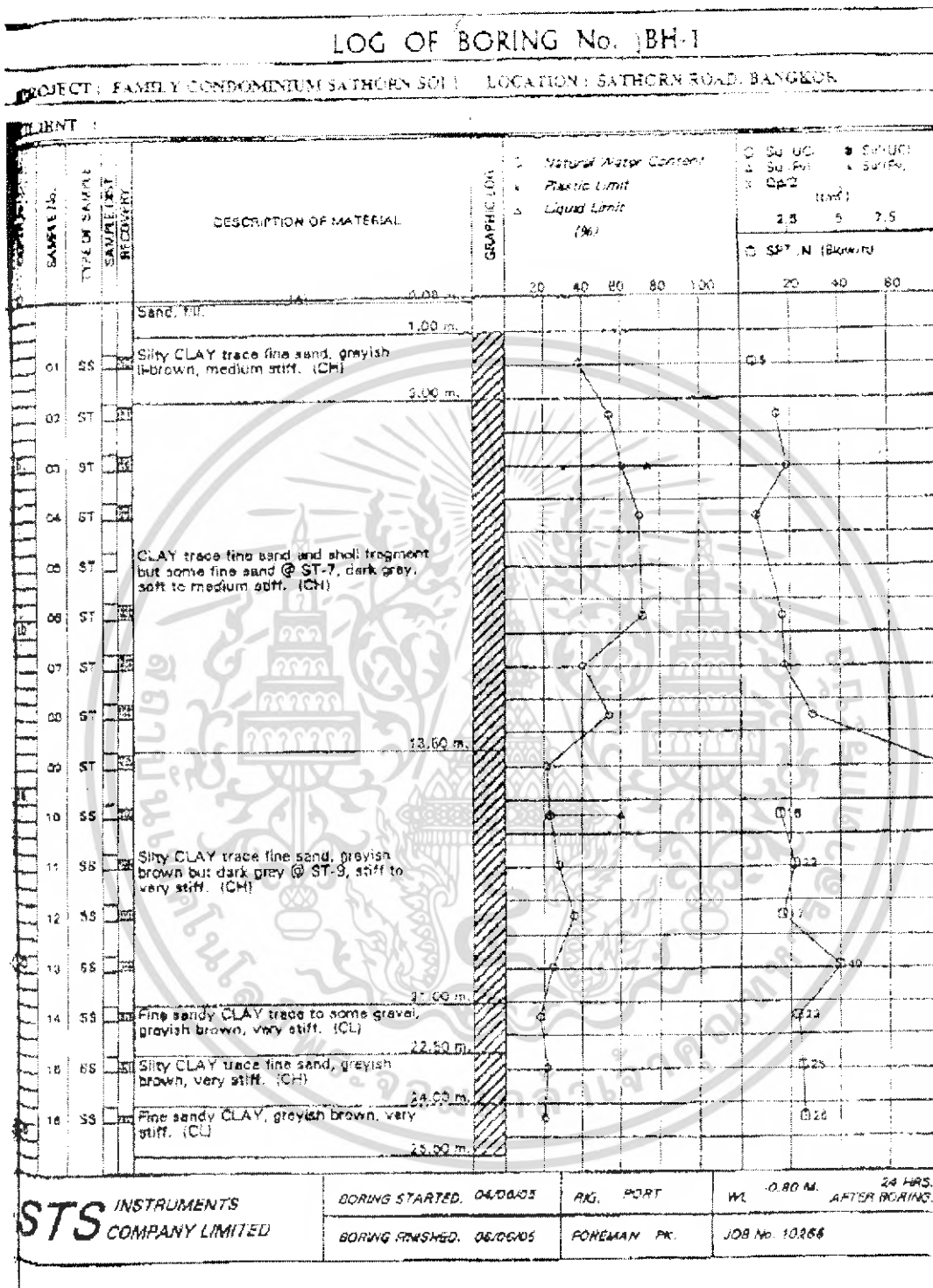


รูปที่ 4.28 แสดงข้อมูลชั้นดินของโครงการ The Met



รูปที่ 4.29 แสดงข้อมูลชั้นดินของโครงการ Park Plaza Hotel & Resort

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 90 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 แสดง Boring Log ของโครงการ Family Condominium (tower A)

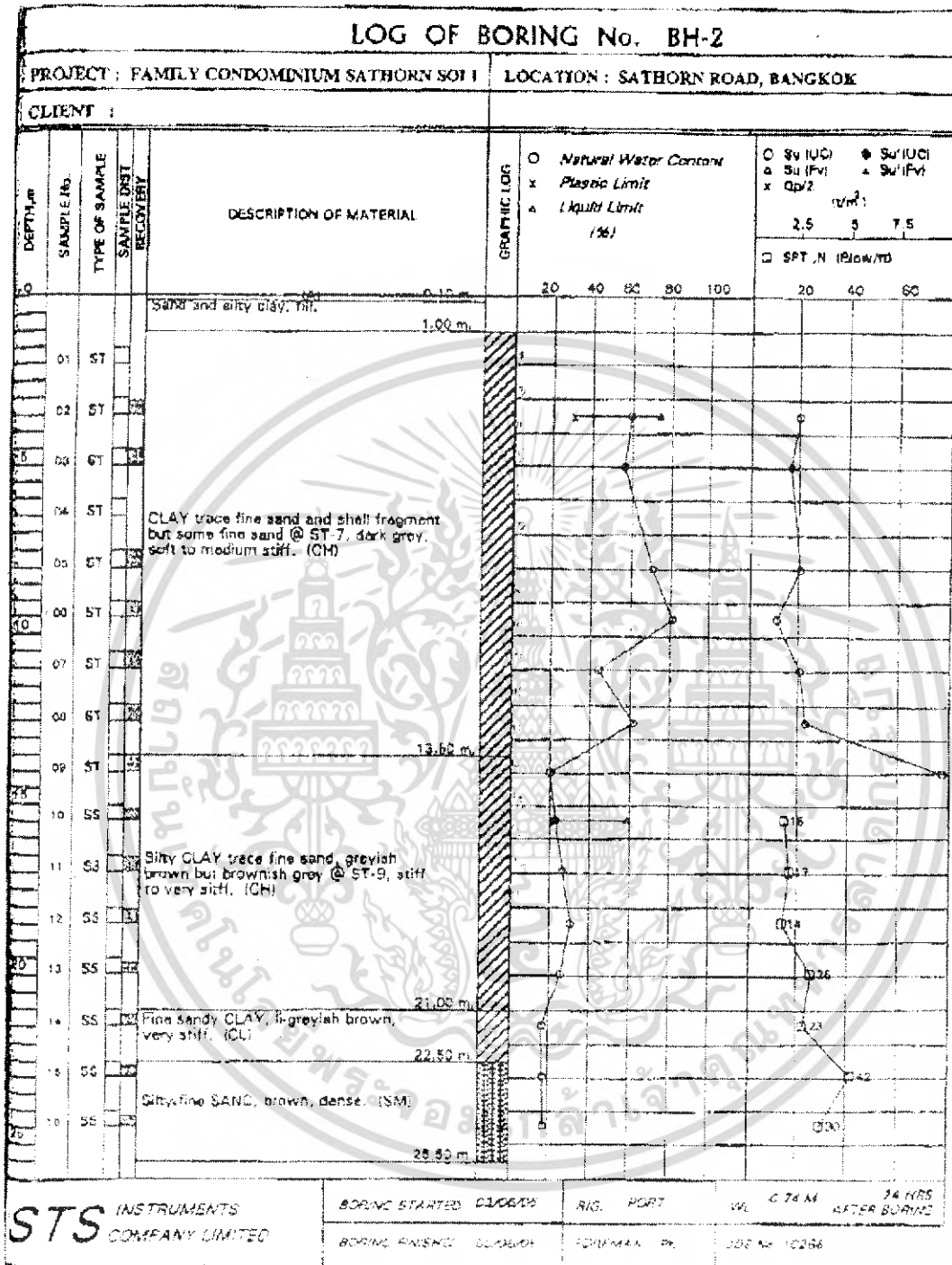
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา ๑๗ ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOG OF BORING No. BH-1						
PROJECT: FAMILY CONDOMINIUM SATHORN 5011				LOCATION: SATHORN ROAD, BANGKOK		
CLIENT:						
DEPTH, m	SAMPLE No.	TYPE OF SAMPLE	SAMPLE DIST. RECOVERY	DESCRIPTION OF MATERIAL	GRAPHIC LOG	<input type="checkbox"/> Natural Water Content <input checked="" type="checkbox"/> Plastic Limit <input checked="" type="checkbox"/> Liquid Limit (%)
						<input type="checkbox"/> Su (UC) <input checked="" type="checkbox"/> Su (Fv) <input checked="" type="checkbox"/> Sp/2 (mm ³) <input checked="" type="checkbox"/> SPT, N (Blow/ft)
						2.5 5 7.5 20 40 60
0.00				Concrete Slab. (A)		
0.00				Fine sandy CLAY, grayish brown, hard (CL)		
0.05						
0.10						
0.15						
0.20						
0.25						
0.30						
0.35						
0.40						
0.45						
0.50						
0.55						
0.60						
0.65						
0.70						
0.75						
0.80						
0.85						
0.90						
0.95						
1.00						
1.05						
1.10						
1.15						
1.20						
1.25						
1.30						
1.35						
1.40						
1.45						
1.50						
1.55						
1.60						
1.65						
1.70						
1.75						
1.80						
1.85						
1.90						
1.95						
2.00						

STS INSTRUMENTS COMPANY LIMITED	BORING STARTED: 04/06/05	NO. 0001	WT. 0.80 M.	24 HRS. AFTER BORING
	BORING FINISHED: 06/06/05	FORMA. 01	LOG No. 10000	

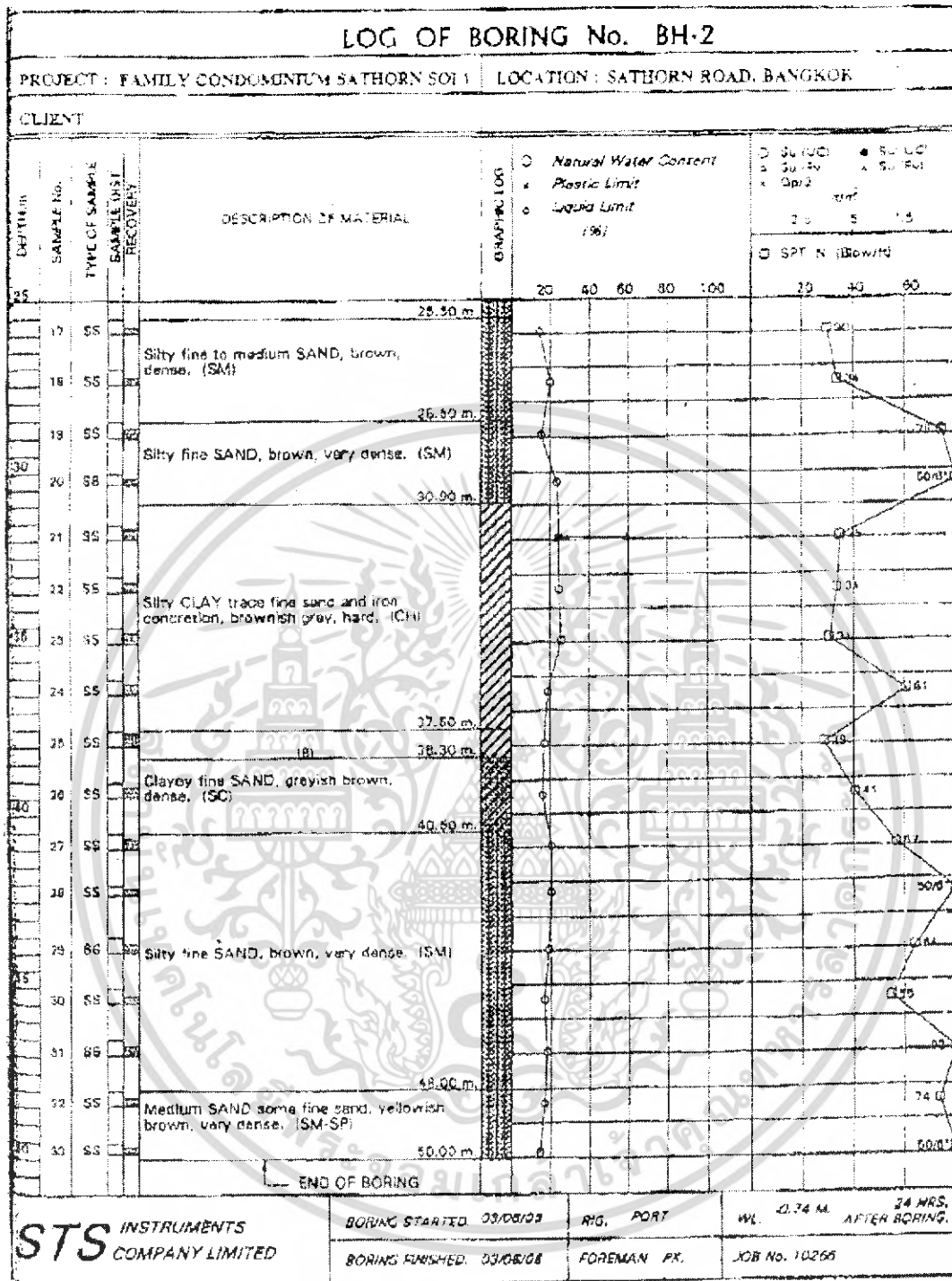
รูปที่ 4.31 แสดงข้อมูลดินของโครงการ Family Condominium (tower A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 92 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



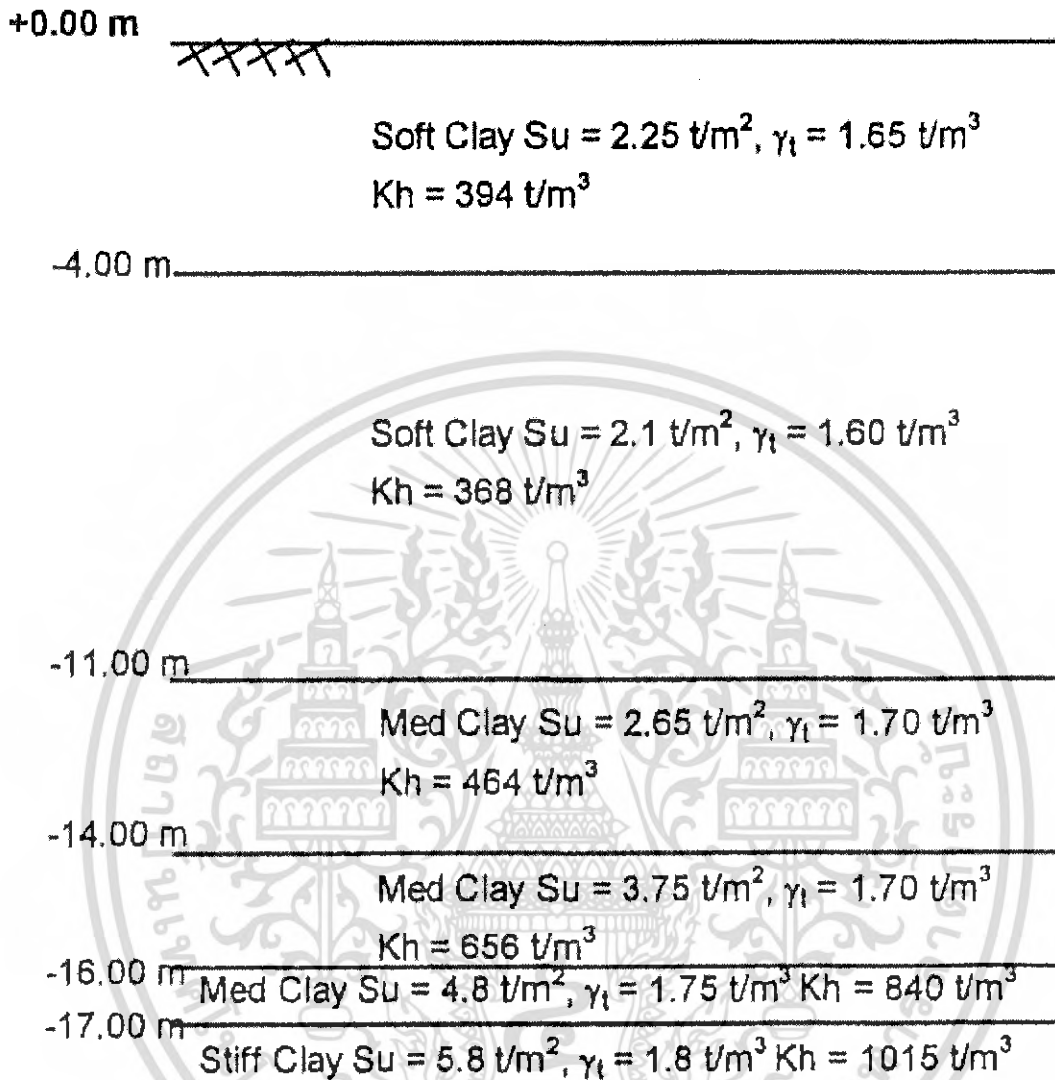
รูปที่ 4.32 แสดงข้อมูลดินของโครงการ Family Condominium (tower A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 93 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 แสดงข้อมูลดินของโครงการ Family Condominium (tower A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 94 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.34 แสดงข้อมูลชั้นดินของโครงการ Oak Wood Boutique Apartment

4.4 BARCHART SHEET PILE ของโครงการ

4.4.1 ระบบ Bracing 1 layer

1. โครงการ The Charisma
- ดักรูปที่ 4.35
2. โครงการ 340 Keys Hotel
- ดักรูปที่ 4.36

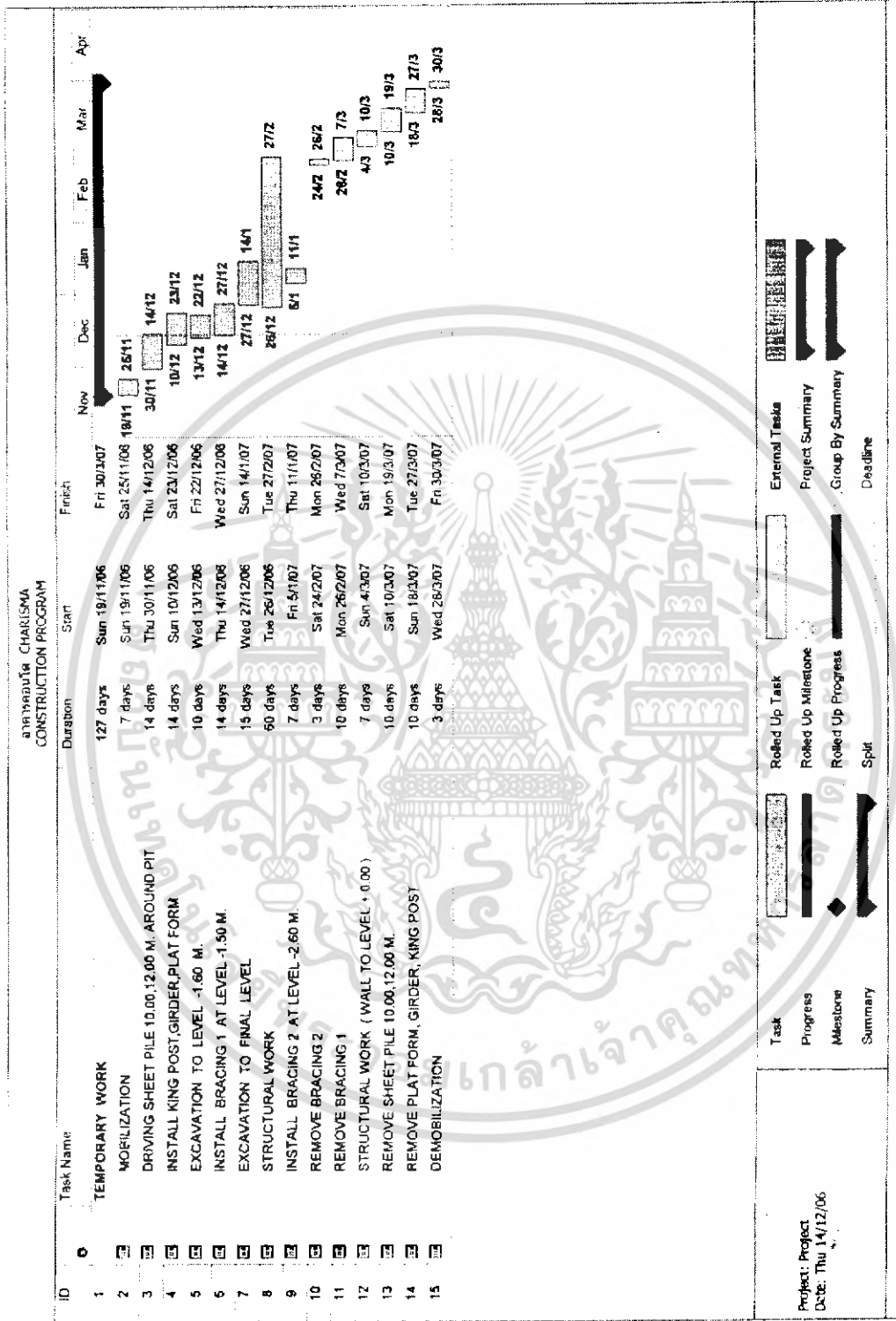
4.4.2 ระบบ Bracing 2 layer

1. โครงการ The Emporio
- ดักรูปที่ 4.37
2. โครงการ The Met
- ดักรูปที่ 4.38-4.39

4.4.3 ระบบ Bracing 3 layer

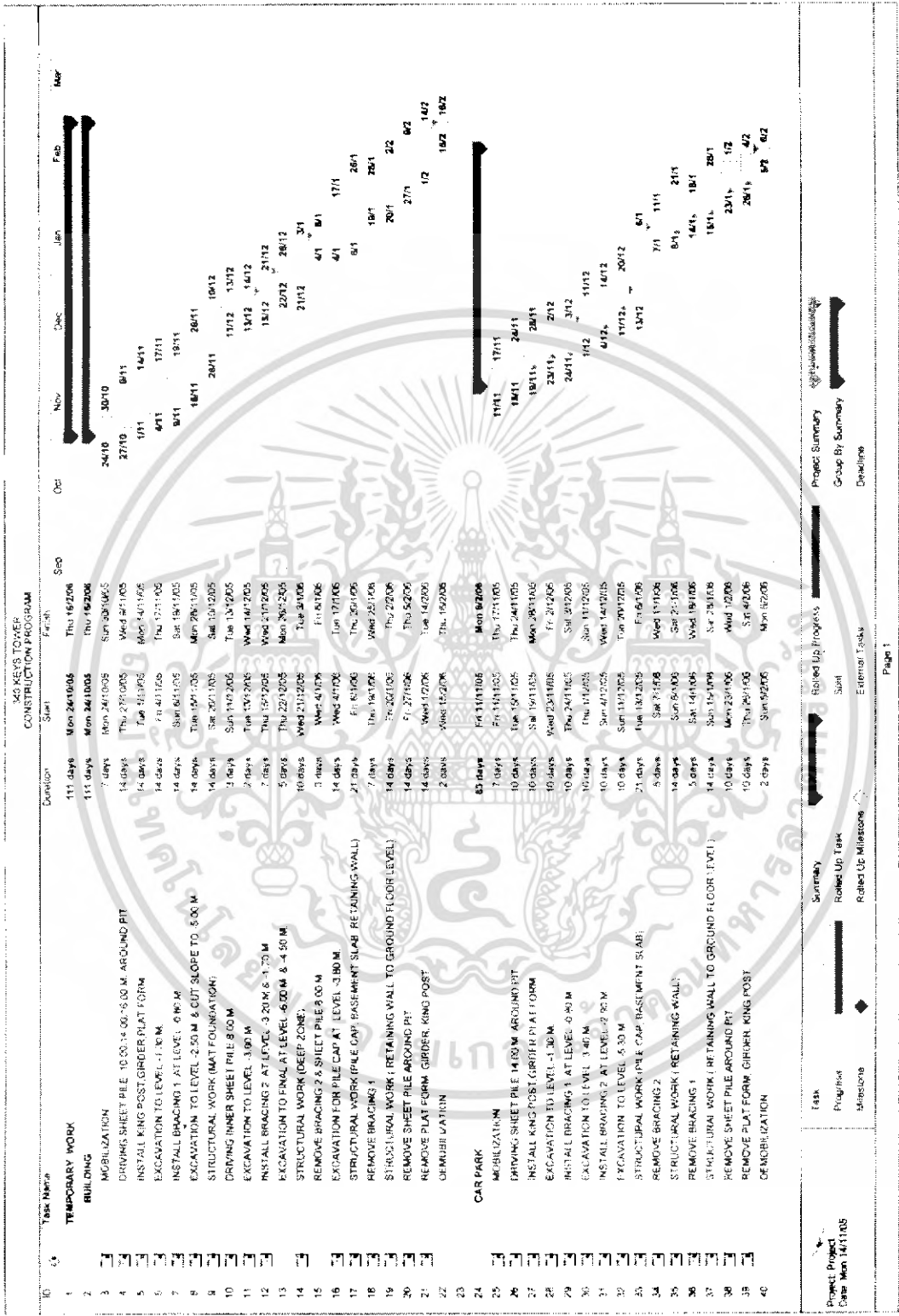
- 1.โครงการ Park Plaza Hotel & Resort
- ดักรูปที่ 4.40
- 2.โครงการ Family Condominium
- ดักรูปที่ 4.41





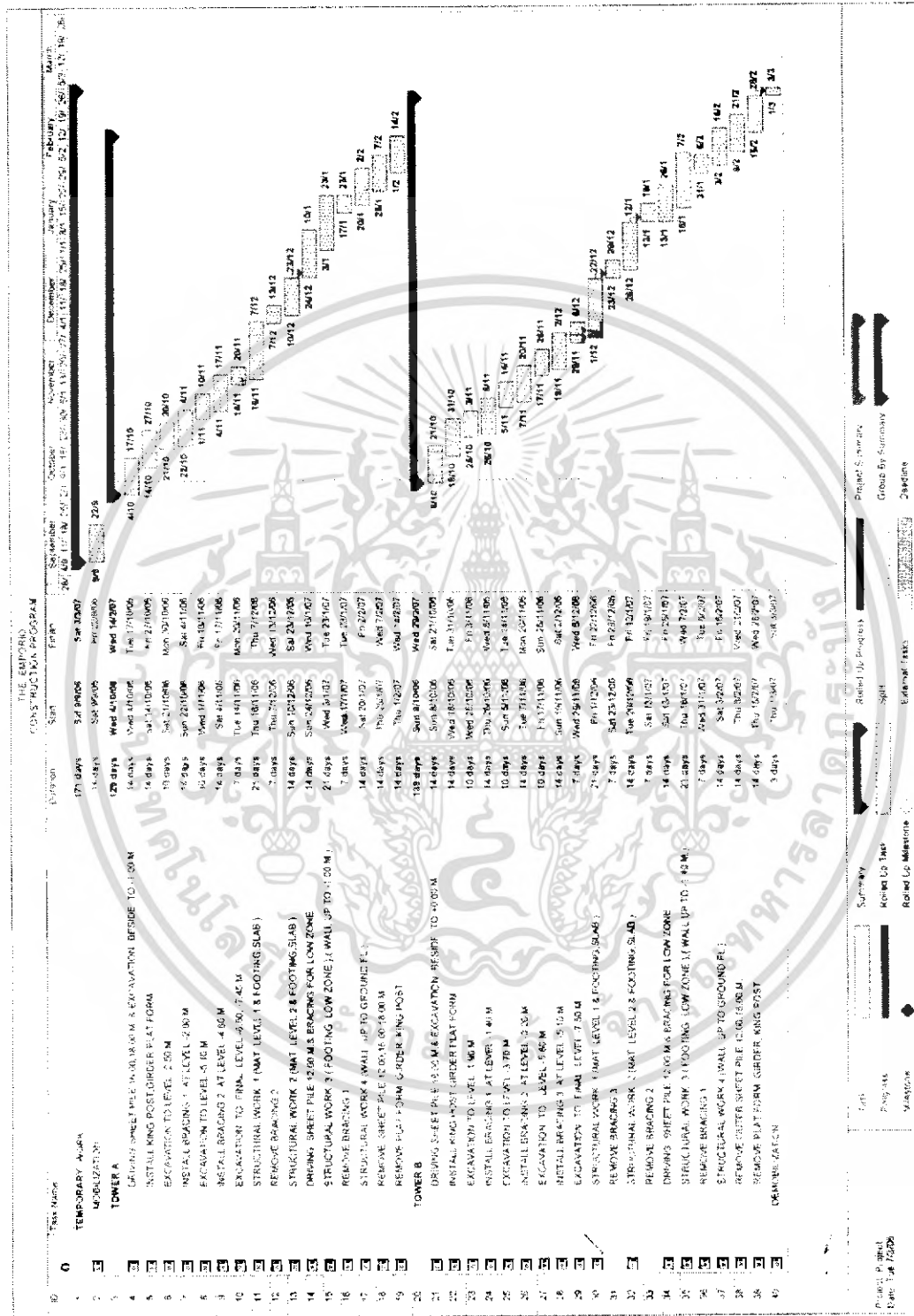
รูปที่ 4.3.5 แสดงแผนการดำเนินงานก่อสร้าง sheet pile ของโครงการ The Charisma

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 97 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



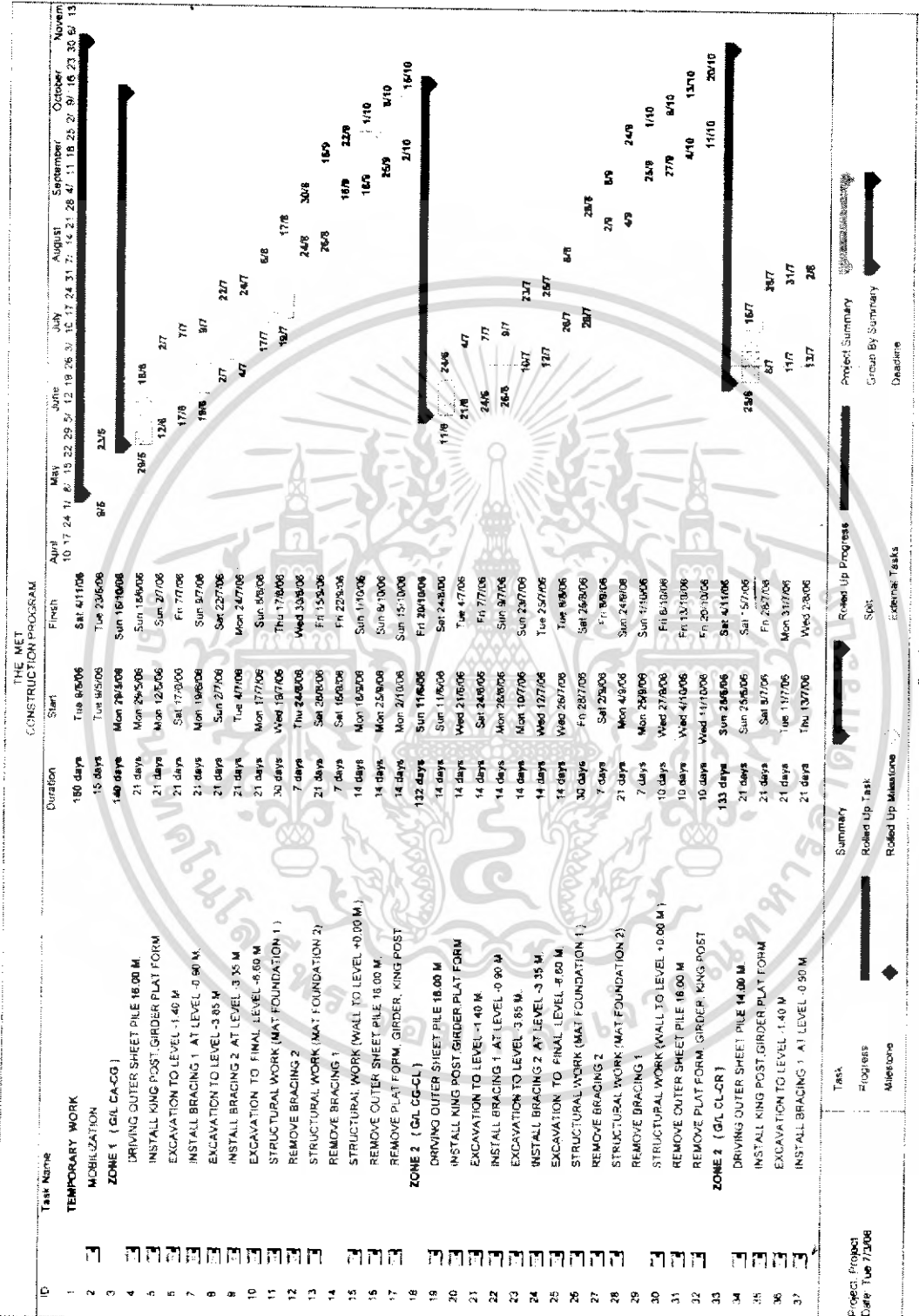
รูปที่ 4-36 แสดงแผนการดำเนินงานก่อสร้าง sheet pile ของโครงการ 340 Keys Hotel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 98 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.37 แสดงแผนการดำเนินงานก่อสร้าง sheet pile ของโครงการ The Emporio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 99 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.38 แสดงแผนการดำเนินงานก่อสร้าง sheet pile ของโครงการ The Met

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.39 แสดงแผนการดำเนินงานก่อสร้าง sheet pile ของโครงการ The Met

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 101 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARK PLAZA HOTEL
CONSTRUCTION PROGRAM



Task

Progress

Milestone

Summary

External Tasks

Project Summary

Group By Summary

Roll Up Task

Roll Up Milestone

Roll Up Progress

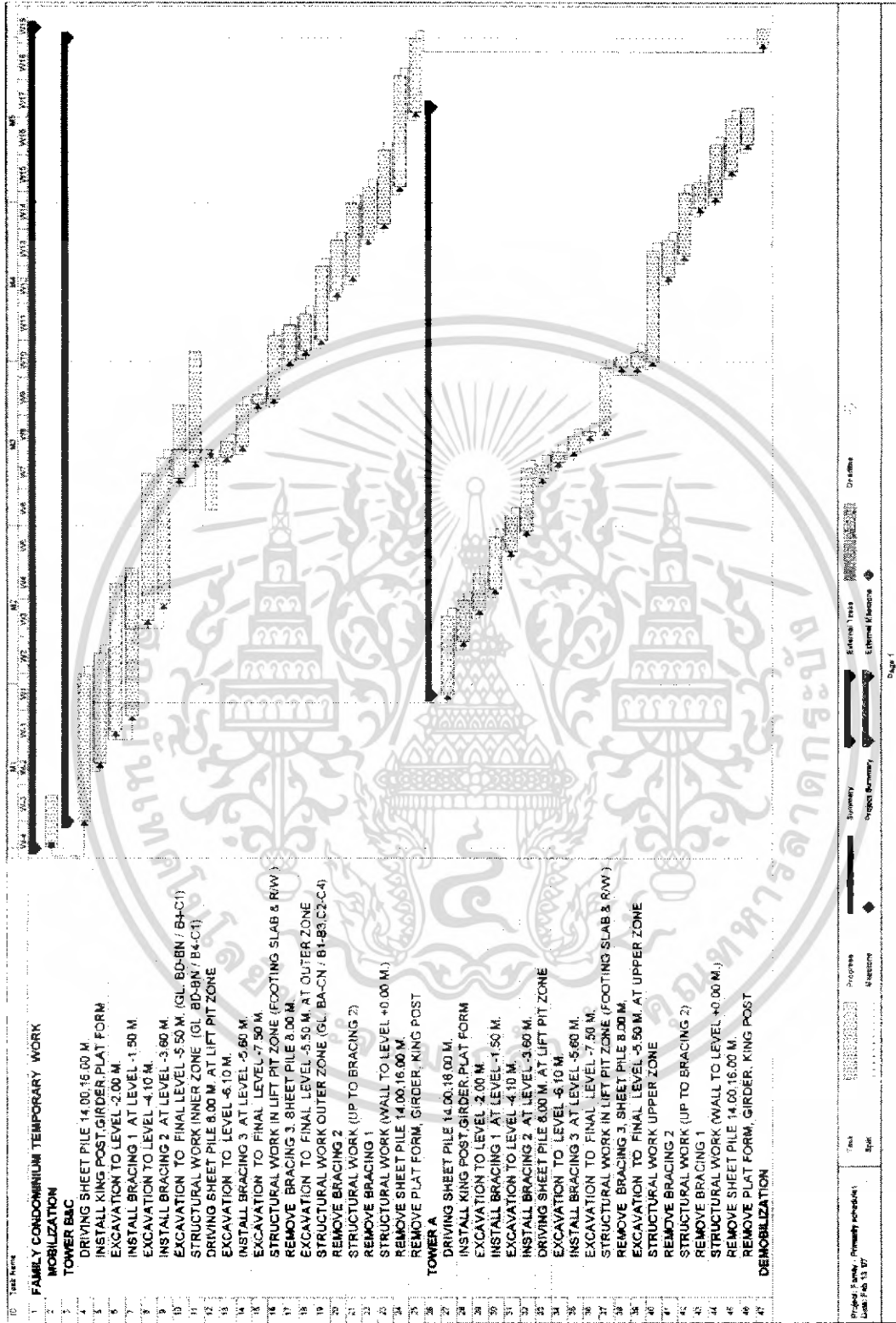
Split

Project: Project

Date: Sat 5/11/05

รูปที่ 4.40 แสดงแผนการดำเนินงานก่อสร้าง sheet pile ของโครงการ Park Plaza Hotel & Resort

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 102 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.41 แสดงแผนการดำเนินงานก่อสร้าง sheet pile ของโครงการ Family Condominium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 103 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การวิเคราะห์

5.1 การวิเคราะห์ด้านราคา (COST ANALYSIS)

5.1.1 ระบบ Bracing 1 layer

1.โครงการ The Charisma

1. ราคาทั้งหมด	=	4,679,854.4	บาท
- ค่า Mobilization	=	50,000	บาท
- ค่า De-Mobilization	=	50,000	บาท
- ค่า Material + Labor	=	4,457,004.19	บาท
- ค่า Overhead + Profit 5%	=	222,850.21	บาท
2. พื้นที่ Sheet pile	=	2,240	ตร.ม.

รายละเอียดการหาพื้นที่ Sheet pile

สูตรที่ใช้ในการหาพื้นที่ Sheet pile

$$\text{Area} = (\text{Width of pile} * \text{No. of pile} * \text{Depth})$$

Type III

- 0.40 * 152 * 10	=	608	ตร.ม.
- 0.40 * 340 * 12	=	1,632	ตร.ม.
รวมพื้นที่ทั้งหมด	=	2,240	ตร.ม.

3. ราคาต่อพื้นที่ทั้งหมด	=	4,679,854.4/2,240	
	=	2,089.22	บาท/ตร.ม.

2.โครงการ 340 Keys Hotel

1. ราคาทั้งหมด	=	4,242,900.72	บาท
- ค่า Mobilization	=	50,000	บาท
- ค่า De-Mobilization	=	50,000	บาท
- ค่า Material + Labor	=	3,945,619.74	บาท
- ค่า Overhead + Profit 5%	=	197,280.98	บาท
2. พื้นที่ Sheet pile	=	2,088	ตร.ม.

รายละเอียดการหาพื้นที่ Sheet pile

สูตรที่ใช้ในการหาพื้นที่ Sheet pile

$$\text{Area} = (\text{Width of pile} * \text{No. of pile} * \text{Depth})$$

Type III

- 0.40 * 183 * 8 = 585.6 ตร.ม.

- 0.40 * 270 * 10 = 1,080 ตร.ม.

- 0.40 * 66 * 16 = 422.4 ตร.ม.

รวมพื้นที่ทั้งหมด = 2,088 ตร.ม.

3. ราคาต่อพื้นที่ทั้งหมด = 4,242,900.72/2,088

= 2,032.04 บาท/ตร.ม.

5.1.2 ระบบ Bracing 2 layer

1.โครงการ The Emporio (tower A)

1. ราคาทั้งหมด	=	8198024.98	บาท
- ค่า Mobilization	=	50,000	บาท
- ค่า De-Mobilization	=	50,000	บาท
- ค่า Material + Labor	=	7707642.84	บาท
- ค่า Overhead + Profit 5%	=	390382.14	บาท
2. พื้นที่ Sheet pile ทั้งหมด	=	3,699.2	ตร.ม.

รายละเอียดการหาพื้นที่ Sheet pile

สูตรที่ใช้ในการหาพื้นที่ Sheet pile

$$\text{Area} = (\text{Width of pile} * \text{No. of pile} * \text{Depth}) + (\text{Area of Inner sheet pile})$$

Type III

- 0.40 * 260 * 12	=	1,248	ตร.ม.
- 0.40 * 293 * 16	=	1,875.2	ตร.ม.
- 0.40 * 80 * 18	=	576	ตร.ม.
รวมพื้นที่ทั้งหมด	=	3,699.2	ตร.ม.

3. ราคาต่อพื้นที่ทั้งหมด	=	8,198,024.98/3,699.2	
		2,216.16	บาท/ตร.ม.

2. โครงการ The Met

1. ราคาทั้งหมด	=	19,047,462.37 บาท
2. พื้นที่ sheet pile ทั้งหมด	=	5,526.4 ตร.ม.

รายละเอียดการหาพื้นที่ Sheet pile

สูตรที่ใช้ในการหาพื้นที่ Sheet pile

$$\text{Area} = (\text{Width of pile} * \text{No. of pile} * \text{Depth})$$

Type III

- 0.40 * 348 * 14	=	1,948.8	ตร.ม.
- 0.40 * 172 * 16	=	1,100.8	ตร.ม.

Type IV

- 0.40 * 387 * 16	=	2,476.8	ตร.ม.
-------------------	---	---------	-------

เพราะฉะนั้นพื้นที่ Sheet pile ทั้งหมด = 5,526.4 ตร.ม.

3. ราคาต่อพื้นที่ทั้งหมด	=	19,047,462/5,526.4
	=	3,446.63 บาท/ตร.ม.

5.1.3 ระบบ Bracing 3 layer

1.โครงการ Park Plaza Hotel & Resort

1. ราคาทั้งหมด	=	8,444,271.42	บาท
2. พื้นที่ Sheet pile ทั้งหมด	=	1,828.8	ตร.ม.

รายละเอียดการหาพื้นที่ Sheet pile

สูตรที่ใช้ในการหาพื้นที่ Sheet pile

$$\text{Area} = (\text{Width of pile} * \text{No. of pile} * \text{Depth})$$

Type IV

$$-0.40 * 254 * 18 = 1,828.8 \text{ ตร.ม.}$$

$$\text{รวมพื้นที่ทั้งหมด} = 1,828.8 \text{ ตร.ม.}$$

$$3. \text{ราคาต่อพื้นที่ทั้งหมด} = 8,444,271.42 / 1,828.8$$

$$= 4,617.38 \text{ บาท/ตร.ม.}$$

2.โครงการ Family Condominium (tower A)

1. ราคาทั้งหมด	=	5,086,285.58	บาท
- ค่า Mobilization	=	100,000	บาท
- ค่า De-Mobilization	=	100,000	บาท
- ค่า Material + Labour	=	4,648,843.41	บาท
- ค่า Overhead + Profit 5%	=	237,442.17	บาท
2. พื้นที่ Sheet pile	=	2,501.6	ตร.ม.

รายละเอียดการหาพื้นที่ Sheet pile

สูตรที่ใช้ในการหาพื้นที่ Sheet pile

$$\text{Area} = (\text{Width of pile} * \text{No. of pile} * \text{Depth})$$

Type III

$$- 0.40 * 226 * 12 = 1,084.8 \text{ ตร.ม.}$$

$$- 0.40 * 165 * 14 = 924 \text{ ตร.ม.}$$

$$- 0.40 * 33 * 16 = 211.2 \text{ ตร.ม.}$$

$$\text{รวมพื้นที่ทั้งหมด} = 2,220 \text{ ตร.ม.}$$

$$3. \text{ราคาต่อพื้นที่ทั้งหมด} = 5,086,285.58 / 2,220$$

$$= 2291.11 \text{ บาท/ตร.ม.}$$

3.โครงการ Oak Wood Boutique Apartment

เนื่องจากข้อมูลทางด้านราคาของโครงการต่างๆที่นำมาเป็นกรณีศึกษาของระบบ sheet pile นั้นมีรายละเอียดของราคาแยกเป็นหัวข้อดังนี้

1. ค่า Mobilization
2. ค่า De-Mobilization
3. ค่า Material + Labour
4. ค่า Overhead + Profit 5%

แต่ข้อมูลทางด้านราคาของโครงการ Oak Wood Boutique Apartment ที่ได้มาเป็นลักษณะ เหม่าจ่ายไม่มีรายละเอียดของราคาในด้านต่างๆแยกย่อยดังเช่น โครงการอื่นๆ ดังนั้นการวิเคราะห์จึงได้เทียบ ค่าใช้จ่ายด้านต่างๆของโครงการ Oak Wood Boutique Apartment กับโครงการ Family Condominium (tower A)ดังนี้

1. ค่า Mobilization	=	1.8 %	ของราคาทั้งหมด
2. ค่า De-Mobilization	=	1.8 %	”
3. ค่า Material + Labor	=	91.4%	”
4. ค่า Overhead + Profit 5%	=	5%	ของราคาMaterial+Labor

ราคาเหม่าจ่ายของโครงการ Oak Wood Boutique Apartment = 10,900,000 บาท ดังนั้น
ราคาค่าด้านต่างๆของโครงการจะมีรายละเอียดดังนี้ คือ

1. ค่า Mobilization	=	196,200	บาท
2. ค่า De-Mobilization	=	196,200	บาท
3. ค่า Material + Labor	=	9,962,600	บาท
4. ค่า Overhead + Profit 5%	=	498,130	บาท

รายละเอียดการหาพื้นที่ Sheet pile

สูตรที่ใช้ในการหาพื้นที่ Sheet pile

$$\text{Area} = (\text{Width of pile} * \text{No. of pile} * \text{Depth})$$

Type III

- 0.40 * 198 * 8	=	633.6	ตร.ม.
- 0.40 * 365 * 16	=	2,336	ตร.ม.
- 0.40 * 56 * 18	=	403.2	ตร.ม.
รวมพื้นที่ทั้งหมด	=	3,372.8	ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 110 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} 3. \text{ราคาต่อพื้นที่ทั้งหมด} &= 10,900,000 / 3,372.8 \\ &= 3,231.73 \quad \text{บาท/ตร.ม.} \end{aligned}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา [คลิก](#) ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์

1. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างคิดเทียบต่อพื้นที่ sheet pile ทั้งหมดของ Bracing 1 ชั้นเฉลี่ยจากโครงการกรณีศึกษา 2 โครงการคือ โครงการ The Charisma และ โครงการ 340 Keys Hotel จะได้

$$\begin{aligned}\text{ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ sheet pile เฉลี่ย} &= (2,089.22 + 2,032.04)/2 \\ &= 2,060.63 \quad \text{บาท/ตร.ม.}\end{aligned}$$

ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างคิดเทียบต่อพื้นที่ sheet pile ทั้งหมดของ Bracing 2 ชั้นเฉลี่ยจากโครงการกรณีศึกษา 2 โครงการคือ โครงการ The Emporio (tower A)และ โครงการ The Met จะได้

$$\begin{aligned}\text{ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ sheet pile เฉลี่ย} &= (2,216.16 + 3,446.63)/2 \\ &= 2,831.39 \quad \text{บาท/ตร.ม.}\end{aligned}$$

ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างคิดเทียบต่อพื้นที่ sheet pile ทั้งหมดของ Bracing 3 ชั้นเฉลี่ยจากโครงการกรณีศึกษา 3 โครงการคือ โครงการ Park Plaza hotel & resort ,โครงการ The Family Condominium (tower A) และ โครงการ Oak Wood Boutique Apartment

$$\begin{aligned}\text{ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ sheet pile เฉลี่ย} &= (4,617.38 + 2,291.11 + 3,231.73)/3 \\ &= 3,380.07 \quad \text{บาท/ตร.ม.}\end{aligned}$$

ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างคิดเทียบต่อพื้นที่ sheet pile ทั้งหมดจะแปรผันตรงกับจำนวนชั้น Bracing คือถ้ายิ่งตึกค่าใช้จ่ายก็จะสูงขึ้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากที่ระดับผิวดินถึงประมาณ 2-2.5 เมตรจะต้องมี Bracing ป้องกันการพังทลายของหลุมขุด และเมื่อขุดลึกเพิ่มขึ้นก็จะต้องเพิ่ม Bracing ตามความลึกซึ่งจะเสียค่าใช้จ่ายของ strut และ wale ทั้งในส่วนของค่าวัสดุ ค่าขนส่ง ค่าทำความสะอาด และค่าถอนที่เพิ่มขึ้น

2. เปรอ์เซ็นต์ต่างของค่าใช้จ่ายแต่ละชั้นจะลดลง ดังนี้

เปอร์เซ็นต์ต่างของค่าใช้จ่ายระหว่าง sheet pile 1 ชั้นกับ 2 ชั้น หาได้จาก

$$\text{ค่าใช้จ่าย } 2,063.63 \text{ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์} = 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่าย } (2,831.39-2,060.63) \text{ จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้} &= (770.76*100)/2063.63 \\ &= 37.34\% \end{aligned}$$

เปอร์เซ็นต์ต่างของค่าใช้จ่ายระหว่าง sheet pile 2 ชั้นกับ 3 ชั้นหาได้จาก

$$\text{ค่าใช้จ่าย } 2,868.87 \text{ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์} = 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่าย } (3,380.07-2,831.39) \text{ จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้} &= (548.68*100)/2,868.87 \\ &= 19.12\% \end{aligned}$$

สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากการก่อสร้าง sheet pile ไม่ว่าจะกี่ชั้น กรรมวิธีจะเหมือนกันแต่ ความลึกในการขุดของ Bracing ชั้น 3 พื้นที่หน้างานมักจะน้อยกว่าพื้นที่ของชั้น 1 และชั้น 2 ทำให้ จำนวน Bracing ลดลง

3. กรณีที่มี inner sheet pile ราคาพื้นที่/ตร.ม. จะลดลงเนื่องจากการก่อสร้างแยกทำทีละส่วนทำให้ เสียค่าเช่า ค่าขนย้ายวัสดุลดลงมากกว่าการก่อสร้างตามปกติ ดังนี้

ตัวอย่าง โครงการที่มี inner sheet pile

โครงการ The Emporio (tower A) (ระบบ 2 layer)

$$\text{- ราคาต่อพื้นที่ทั้งหมด} = 2,216.16 \text{ บาท/ตร.ม.}$$

เปรียบเทียบกับ โครงการที่ไม่มี inner sheet pile

โครงการ The Met (ระบบ 2 layer)

$$\text{- ราคาต่อพื้นที่ทั้งหมด} = 3,446.63 \text{ บาท/ตร.ม}$$

$$\text{ค่าใช้จ่าย } 3,446.63 \text{ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์} = 100\%$$

$$\text{ค่าใช้จ่าย } (3,446.63-2,216.16) \text{ จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้} = (1,230.47*100)/ 2,216.16$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายจะลดลง} = 35.70 \%$$

ตัวอย่างโครงการที่มี inner sheet pile

โครงการ Family Condominium (tower A) (ระบบ 3 layer)

- ราคาต่อพื้นที่ทั้งหมด = 2,216.16 บาท/ตร.ม.

เปรียบเทียบกับโครงการที่ไม่มี inner sheet pile

โครงการ Park Plaza Hotel & Resort (ระบบ 2 layer)

- ราคาต่อพื้นที่ทั้งหมด = 4,617.38 บาท/ตร.ม.

ค่าใช้จ่าย 4,617.38 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ = 100%

ค่าใช้จ่าย (4,617.38-2,291.11) จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ = $(2,326.27 \times 100) / 4,617.38$

ค่าใช้จ่ายจะลดลง = 50.38 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การวิเคราะห์ทางด้าน Boring Log

กรรมวิธีการตอก sheet pile

ในบริเวณที่ไม่มีสิ่งก่อสร้างข้างเคียง โดยทั่วไปจะตอกโดยใช้ vibro hammer ติดตั้งแทนหัวขุดใน back hole สำหรับกรณี sheet pile ยาวไม่เกิน 12 m. กรณีที่ sheet pile ยาวเกิน 12 m (14-18 m.) จะต้องใช้ crawler crane ติด vibro hammer แทน สามารถสรุปลักษณะการใช้งานดังตารางที่ 5.2.1 และ 5.2.2

L(m.)	Equipment		Work perday(แค้น/วัน)		Type
	Pc200	Pc300	Driving	Extract	
8	ok	ok	30-40	40-50	III
10	X	ok	30-40	40-50	III
12	X	ok	30-40	40-50	III

ตารางที่ 5.1 แสดงลักษณะการใช้งานของเครื่องจักร

L(m.)	Equipment			Work perday(แค้น/วัน)		Type
	Pc400	Crane vibro 4-5 ton	Crane vibro 7ton	Driving	Extract	
14	ok	ok	ok	20-30	30-40	III,IV
16	X	X	ok	20-30	30-40	III,IV
18	X	X	ok	20-30	30-40	IV

ตารางที่ 5.2 แสดงลักษณะการใช้งานของเครื่องจักร

หมายเหตุ Pc200,300,400 คือขนาดเครื่องของรถ back hole

สำหรับบริเวณที่มีสิ่งก่อสร้างใกล้เคียงสามารถใช้เครื่อง silent piler โดยเครื่องจะทำการกด sheet pile ทำให้มีแรงสั่นสะเทือนน้อยแต่เครื่อง silent piler มีราคาแพงจึงไม่นิยมใช้งานในประเทศไทยมากนัก

5.3 การวิเคราะห์ด้านการเคลื่อนตัวด้านข้างของดิน

1. การติดตั้งระบบ Inclinometer

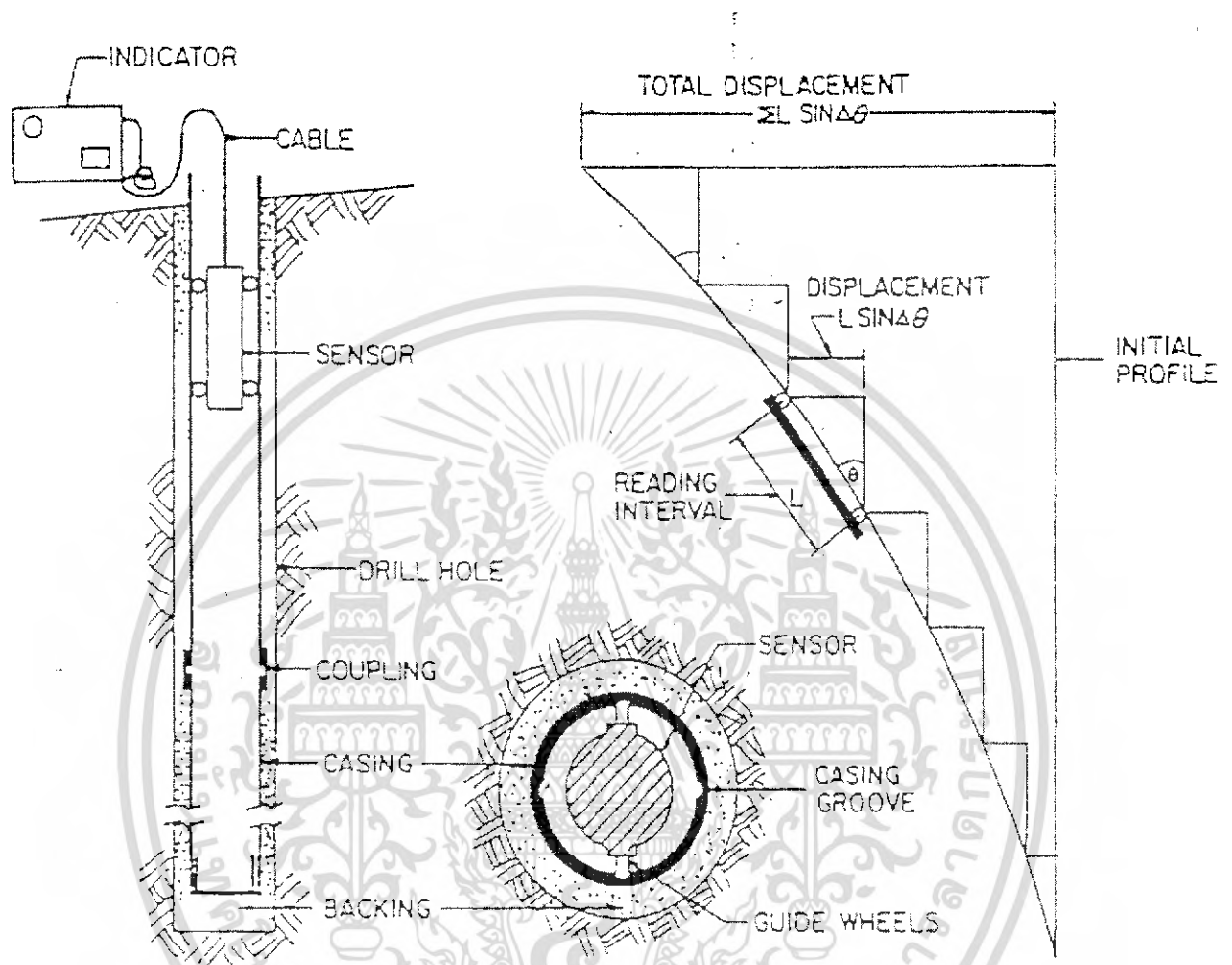
Inclinometer เป็นเครื่องมือที่วัดการเคลื่อนตัวด้านในแนวราบของกำแพงในทิศตั้งฉากและขนานกับแนวกำแพง ขณะที่ทำการก่อสร้างภายในกำแพง แต่ละช่วงของชั้นดิน

2. วัสดุและอุปกรณ์

1. ท่อปลอกชั่วคราว PVC หรืออลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4” พร้อมข้อต่อและครอบปิด
2. ท่อ Access Tube PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2” พร้อมข้อต่อ
3. ปูนซีเมนต์สำหรับ Grout ปิดระหว่างท่อ Access Tube กับท่อปลอกชั่วคราว
4. ชุดเครื่องมือวัดความลาดเอียง(Inclinometer Instrument)

3. ขั้นตอนการทำงาน

1. ติดตั้งท่อปลอกชั่วคราว (Casing) อาจจะเป็นท่ออลูมิเนียม หรือ ปลอกพลาสติก PVC กับ sheet pile หรือเสาเข็มบริเวณที่อาจมีผลกระทบ
2. ประกอบติดตั้ง Access Tube ลงในท่อปลอกชั่วคราวหลังจากการตอก sheet pile แล้ว ต่อท่อให้ปลายบนของ Access Tube สูงจากขอบกำแพงประมาณ 1 m. จากนั้นผสมปูนซีเมนต์แล้วเทเปิดช่องว่างระหว่าง Access Tube กับท่อปลอกชั่วคราวจนเต็มช่องว่างทั้งหมด
3. ทำการตรวจวัดความลาดเอียงเบื้องต้น (Initial Reading Record) ของท่อ Access Tube แต่ละตำแหน่งหลังจากการติดตั้งครบทุกตำแหน่งแล้วประมาณ 1 สัปดาห์แล้วทำการวัดในแต่ละช่วงที่ทำการก่อสร้าง นำค่าที่อ่านได้แต่ละตำแหน่งไปทำการคำนวณและ Plot Profile
4. ทำรายงานผลการตรวจวัดค่าการเคลื่อนตัวของแต่ละช่วง และทำการ Plot กราฟ Deflection ทหาระยะที่เคลื่อนตัวออกมา



รูปที่ 5.1 แสดงการทำงานของเครื่องวัดการเคลื่อนตัวของดิน (Inclinometer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 117 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.1. ผลการศึกษาการเคลื่อนตัวของตัวด้านข้าง

ตัวอย่างผลการศึกษาการเคลื่อนตัวของตัวด้านข้างระบบSheet pile wall

1. โครงการ Park plaza Hotel&Resort

ตารางที่ 1 Inclinomater หมายเลข 1 (INC-01)

ตรวจวัด ครั้งที่	วันที่ตรวจวัด	ค่าการเคลื่อนตัวของตัวด้านข้างสูงสุด		กิจกรรมงานก่อสร้าง
		แกน A-A	แกน B-B	
				ระดับดินเดิม - 0.80 ม.
1	29 ส.ค.48	12.7 มม ที่ระดับ -1.3 ม.	1.3 มม ที่ระดับ -1.3 ม.	ขุดดินที่ระดับความลึก- 1.50 เมตร
2	01 ก.ย.48	8.9 มม ที่ระดับ -1.3 ม.	1.8 มม ที่ระดับ -1.3 ม.	ติดตั้งชั้นที่ 1 (- 1.50 ม.)
3	06 ธ.ย.48	20.8 มม ที่ระดับ -2.8 ม.	4.1 มม ที่ระดับ -1.3 ม.	ขุดดินที่ระดับความลึก- 2.50 เมตร

ตารางที่ 5.3 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 1

ตารางที่ 2 Inclinometer หมายเลข 2 (INC-02)

ตรวจวัดครั้งที่	วันที่ตรวจวัด	ค่าการเคลื่อนตัวของตัวสุทรีด้านข้างสูงสุด		กิจกรรมงานก่อสร้าง
		แกน A-A	แกน B-B	
				ระดับดินเดิม -0.80 ม.
1	29 ส.ค.48	10.6 มม ที่ระดับ -1.3 ม.	1.5 มม ที่ระดับ -1.3 ม.	ขุดดินที่ระดับความลึก -1.50 เมตร
2	01 ก.ย.48	8.7 มม ที่ระดับ -2.8 ม.	-6.2 มม ที่ระดับ -1.3 ม.	ติดตั้งชั้นที่ 1 (-1.50 ม.)
	05 ก.ย.48			ขุดดินที่ระดับความลึก -2.50 เมตร
3	06 ก.ย.48	31.3 มม ที่ระดับ -1.3 ม.	7.8 มม ที่ระดับ -2.8 ม.	ขุดดินที่ระดับความลึก -2.50 เมตร

ตารางที่ 5.4 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 2

ตารางที่ 3 Inclinometer หมายเลข 3 (INC-03)

ตรวจวัดครั้งที่	วันที่ตรวจวัด	ค่าการเคลื่อนตัวของตัวสุทรีด้านข้างสูงสุด		กิจกรรมงานก่อสร้าง
		แกน A-A	แกน B-B	
				ระดับดินเดิม - 0.80 ม.
1	29 ส.ค.48	10.3 มม ที่ระดับ -1.2 ม.	2.5 มม ที่ระดับ -1.7 ม.	ขุดดินที่ระดับความลึก -1.50 เมตร
2	01 ก.ย.48	13.2 มม ที่ระดับ -1.2 ม.	-2.2 มม ที่ระดับ -7.7 ม.	ติดตั้งชั้นที่ 1 (-1.50 ม.)
	05 ก.ย.48			ขุดดินที่ระดับความลึก -2.50 เมตร
3	06 ก.ย.48	34.7 มม ที่ระดับ -3.7 ม.	3.7 มม ที่ระดับ -1.2 ม.	ขุดดินที่ระดับความลึก -2.50 เมตร

ตารางที่ 5.5 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 3

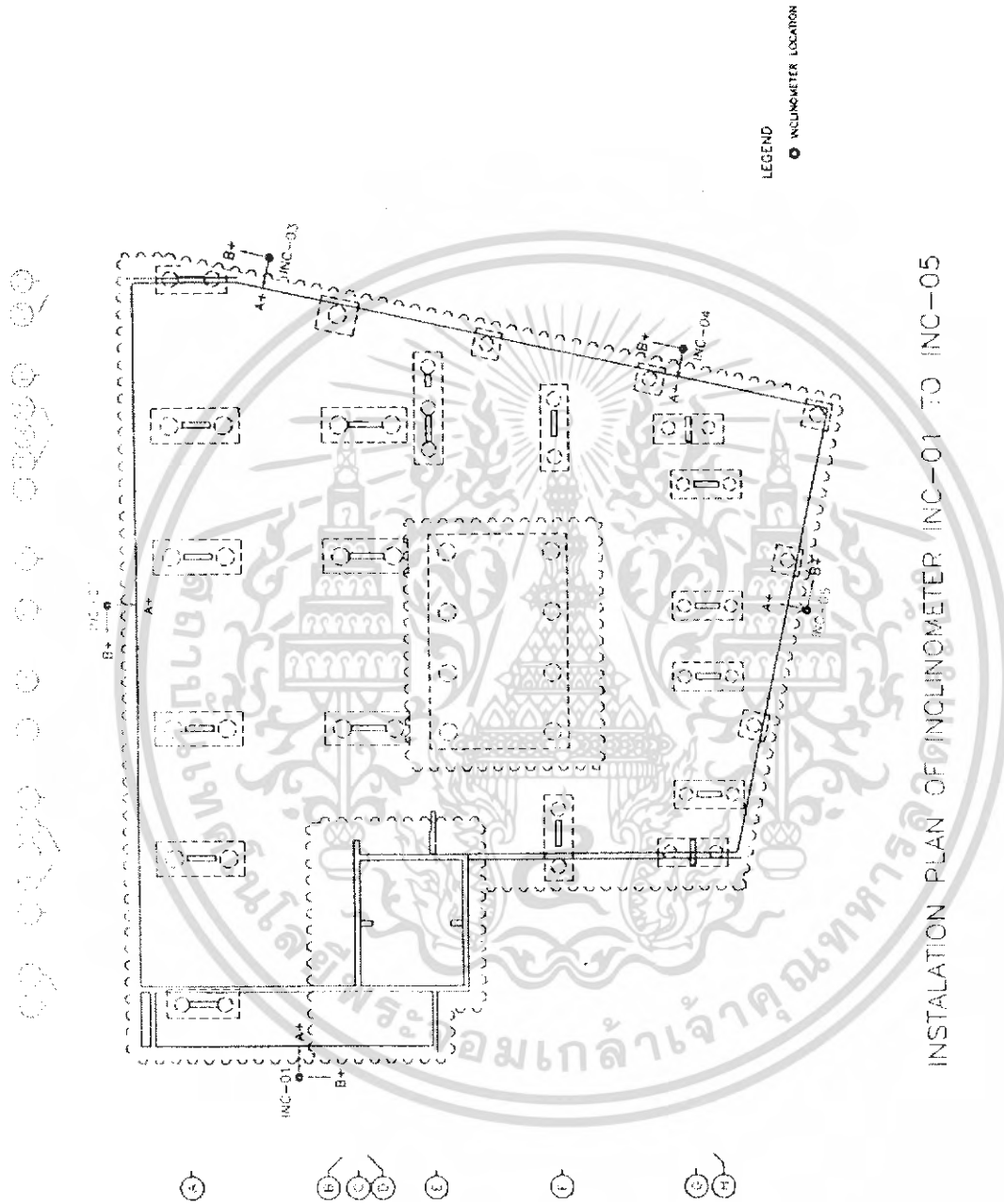
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 (Inclinometer หมายเลข 4 (INC-04))

ตรวจวัด ครั้งที่	วันที่ตรวจวัด	ค่าการเคลื่อนตัวสุทธิด้านข้างสูงสุด		กิจกรรมงานก่อสร้าง
		แกน A-A	แกน B-B	
				ระดับดินเดิม - 0.80 ม.
1	29 ส.ค.48	9.3 มม ที่ระดับ -1.2 ม.	3.9 มม ที่ระดับ -1.2 ม.	ขุดดินที่ระดับความลึก-1.50 เมตร
2	01 ก.ย.48	11.5 มม ที่ระดับ -1.2 ม.	4.7 มม ที่ระดับ -1.2 ม.	ติดตั้งชั้นที่ 1 (- 1.50 ม.)
	05 ก.ย.48			ขุดดินที่ระดับความลึก -2.50 เมตร
3	06 ก.ย.48	20.4 มม ที่ระดับ -4.2 ม.	7.4 มม ที่ระดับ -1.2 ม.	ขุดดินที่ระดับความลึก -2.50 เมตร

ตารางที่ 5.6 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 4

2. โครงการ Oak Wood Boutique Apartment



รูปที่ 5.2 แสดง layout ของตำแหน่ง Inclinometer

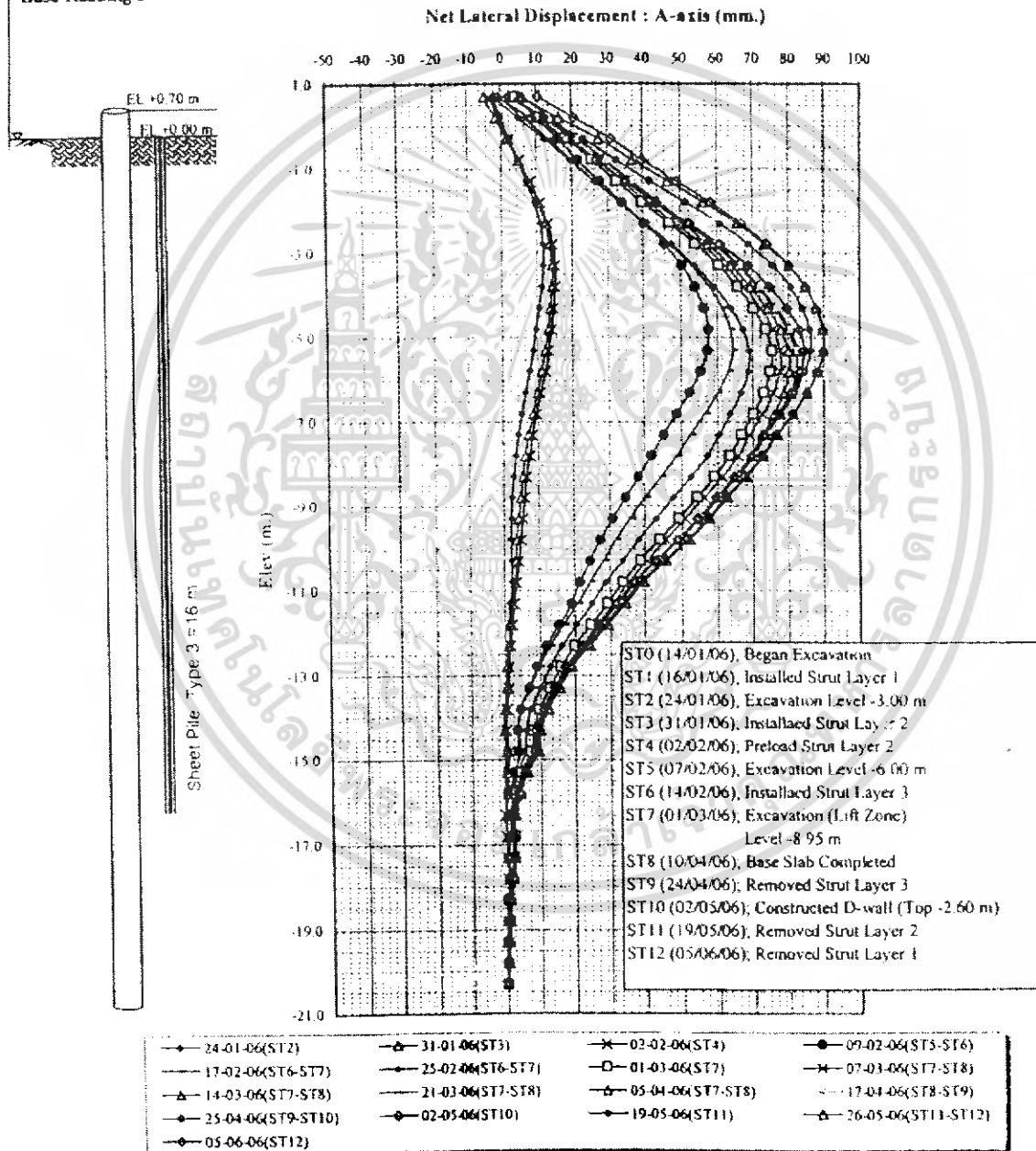
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 121 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INCLINOMETER MONITORING RESULT

OAKWOOD BOUTIQUE APARTMENTS PROJECT

INCLINOMETER NO. 01

Installation Date : 15/01/06
Base Reading Date : 19/01/06



รูปที่ 5.3 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 1 (A-axis)

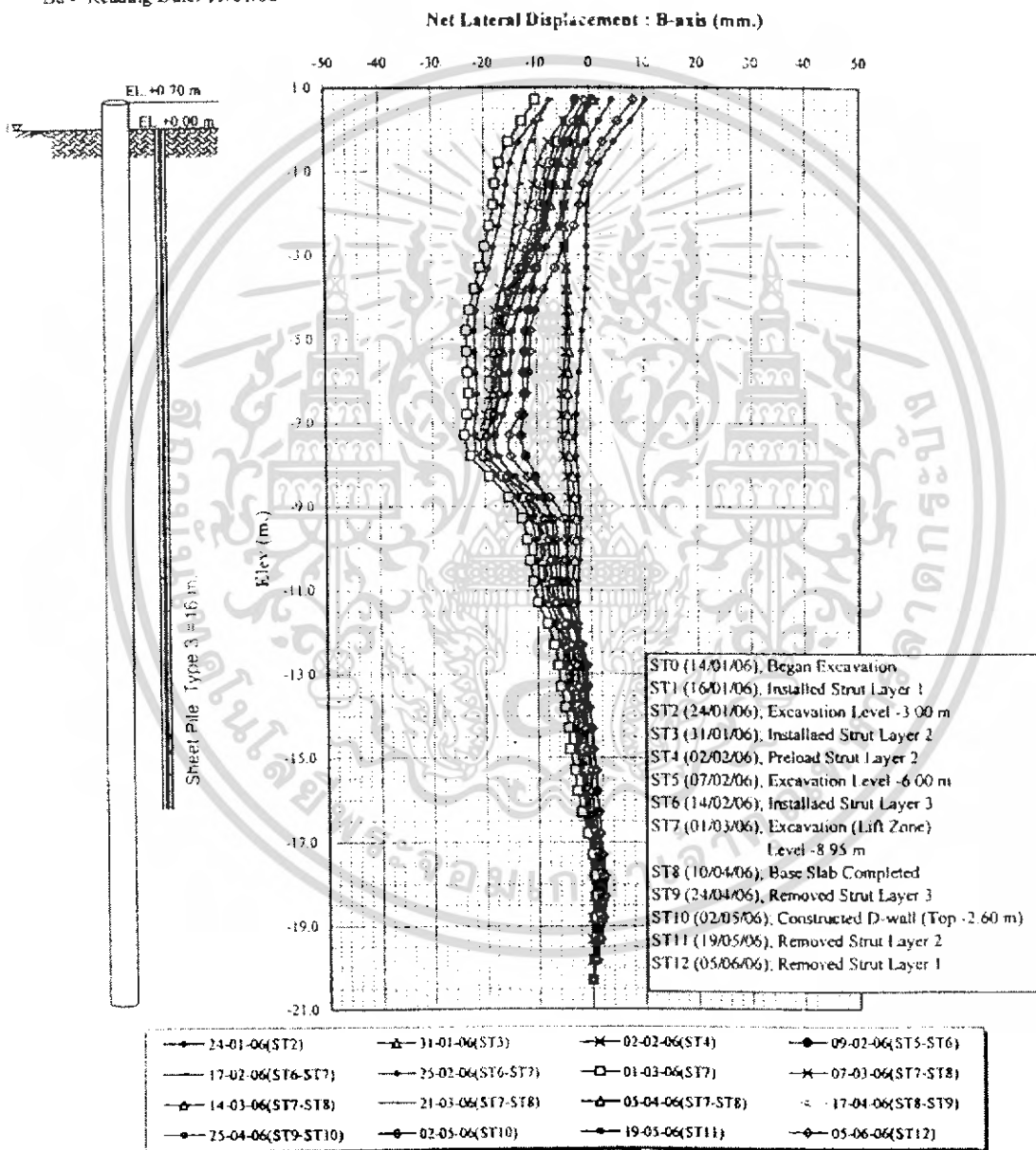
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INCLINOMETER MONITORING RESULT

OAKWOOD BOUTIQUE APARTMENTS PROJECT

INCLINOMETER NO. 01

Installation Date : 15/01/06
 Base Reading Date : 19/01/06



รูปที่ 5.4 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 1 (B-axis)

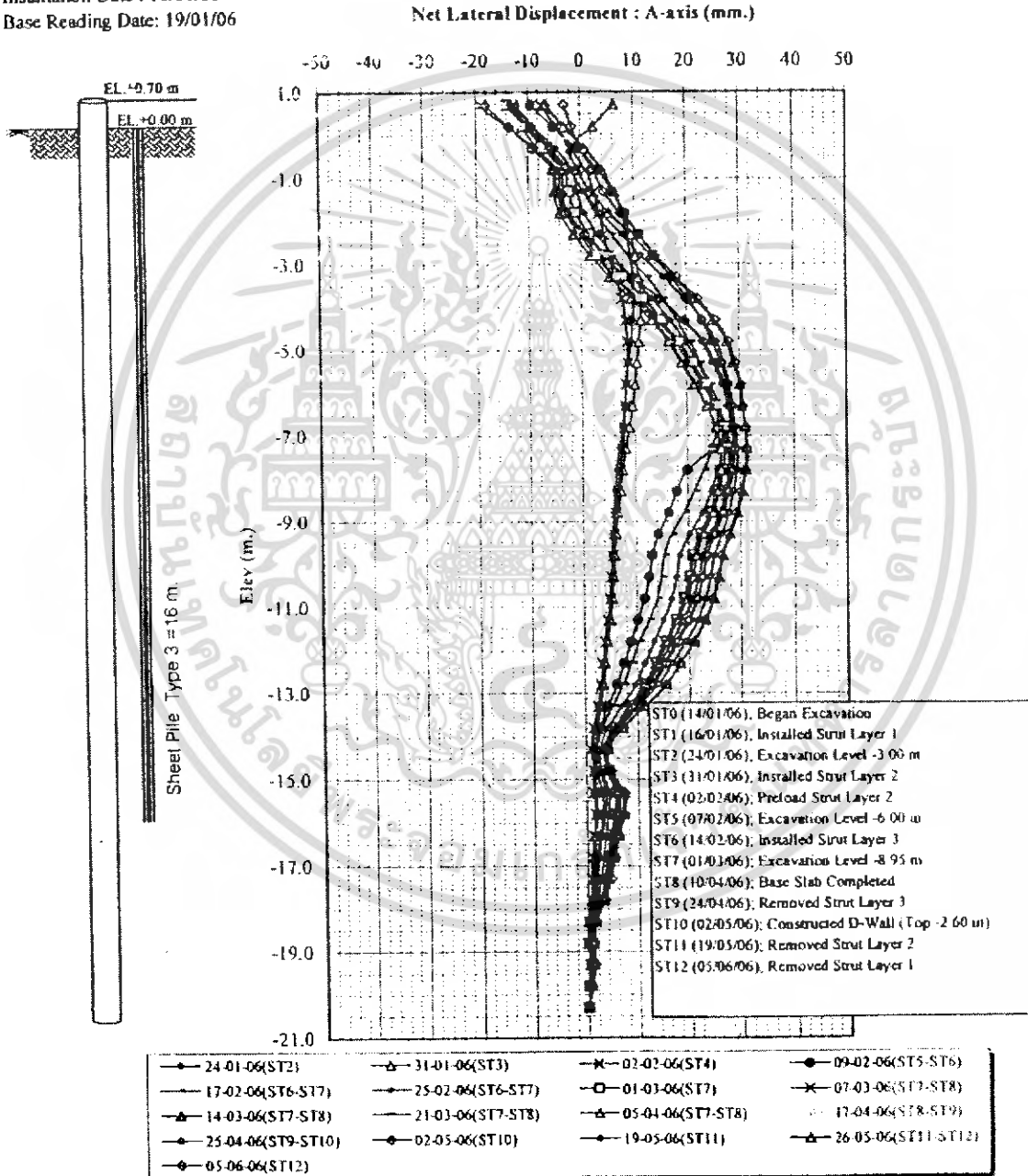
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 123 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INCLINOMETER MONITORING RESULT

OAKWOOD BOUTIQUE APARTMENTS PROJECT

INCLINOMETER NO. 02

Installation Date : 16/01/06
Base Reading Date: 19/01/06



รูปที่ 5.5 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 2 (A-axis)

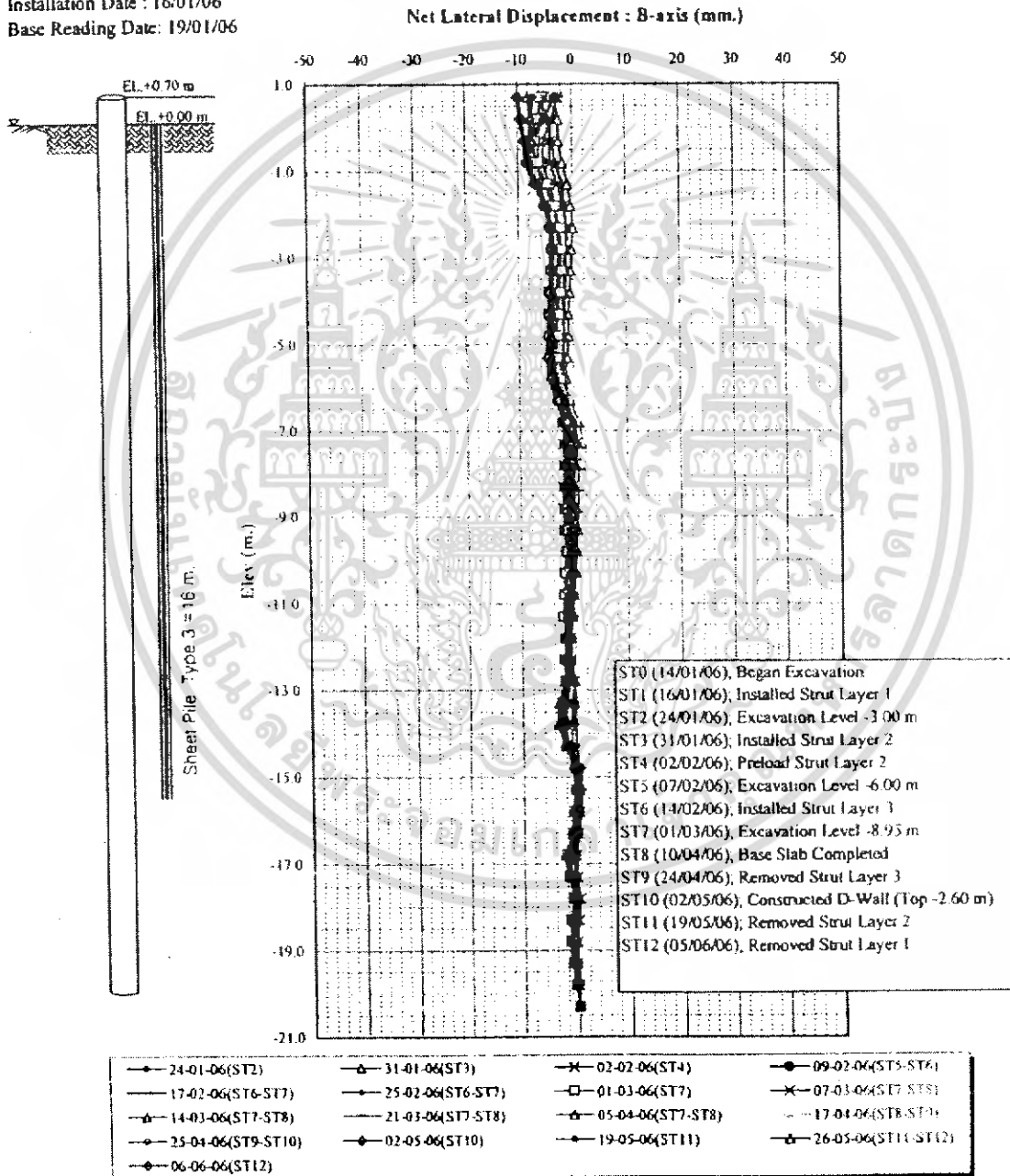
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 124 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INCLINOMETER MONITORING RESULT

OAKWOOD BOUTIQUE APARTMENTS PROJECT

INCLINOMETER NO. 02

Installation Date : 16/01/06
Base Reading Date: 19/01/06



รูปที่ 5.6 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 2 (B-axis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 125 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

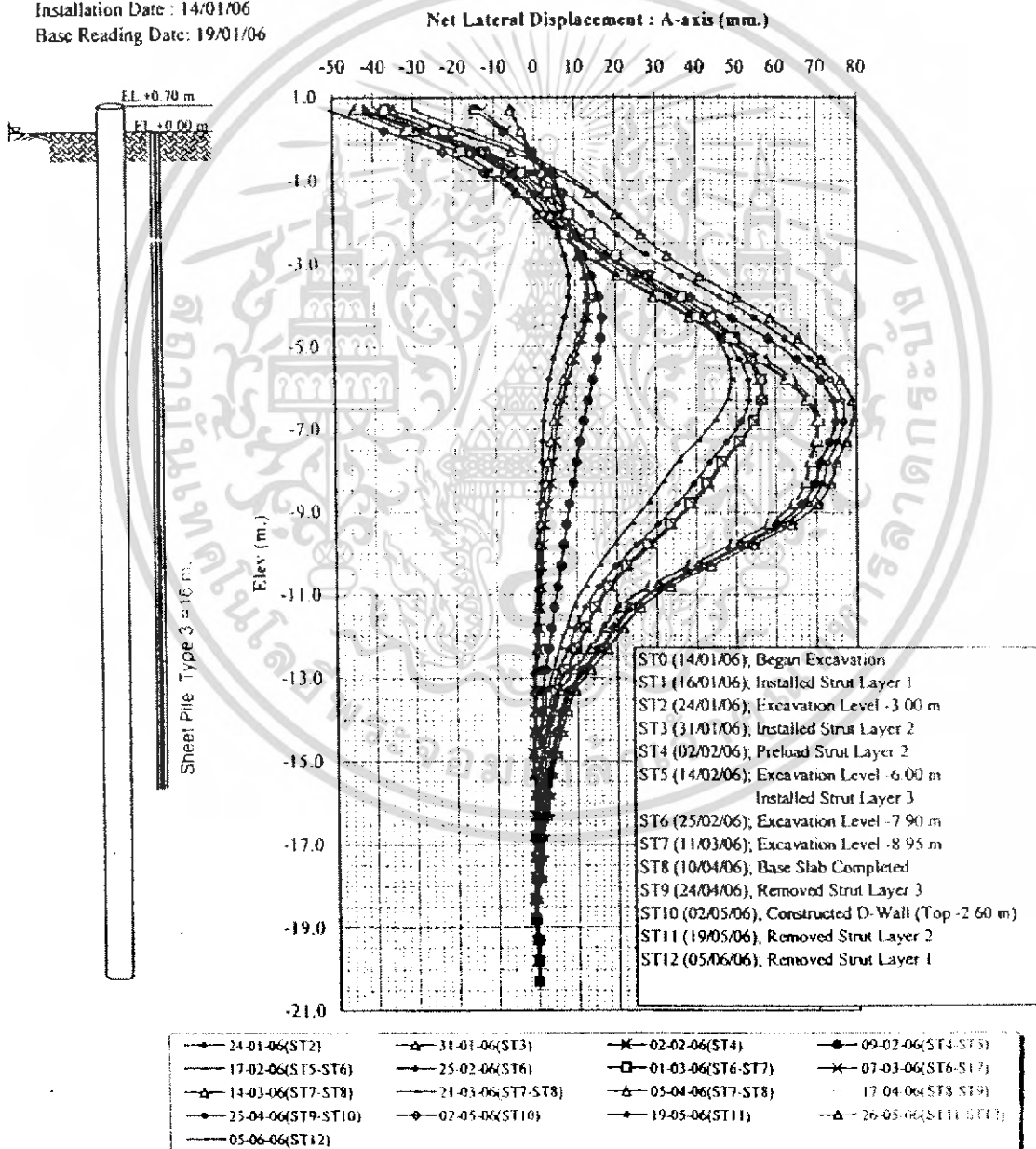


INCLINOMETER MONITORING RESULT

OAKWOOD BOUTIQUE APARTMENTS PROJECT

INCLINOMETER NO. 03

Installation Date : 14/01/06
Base Reading Date : 19/01/06



รูปที่ 5.7 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 3 (A-axis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 126 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

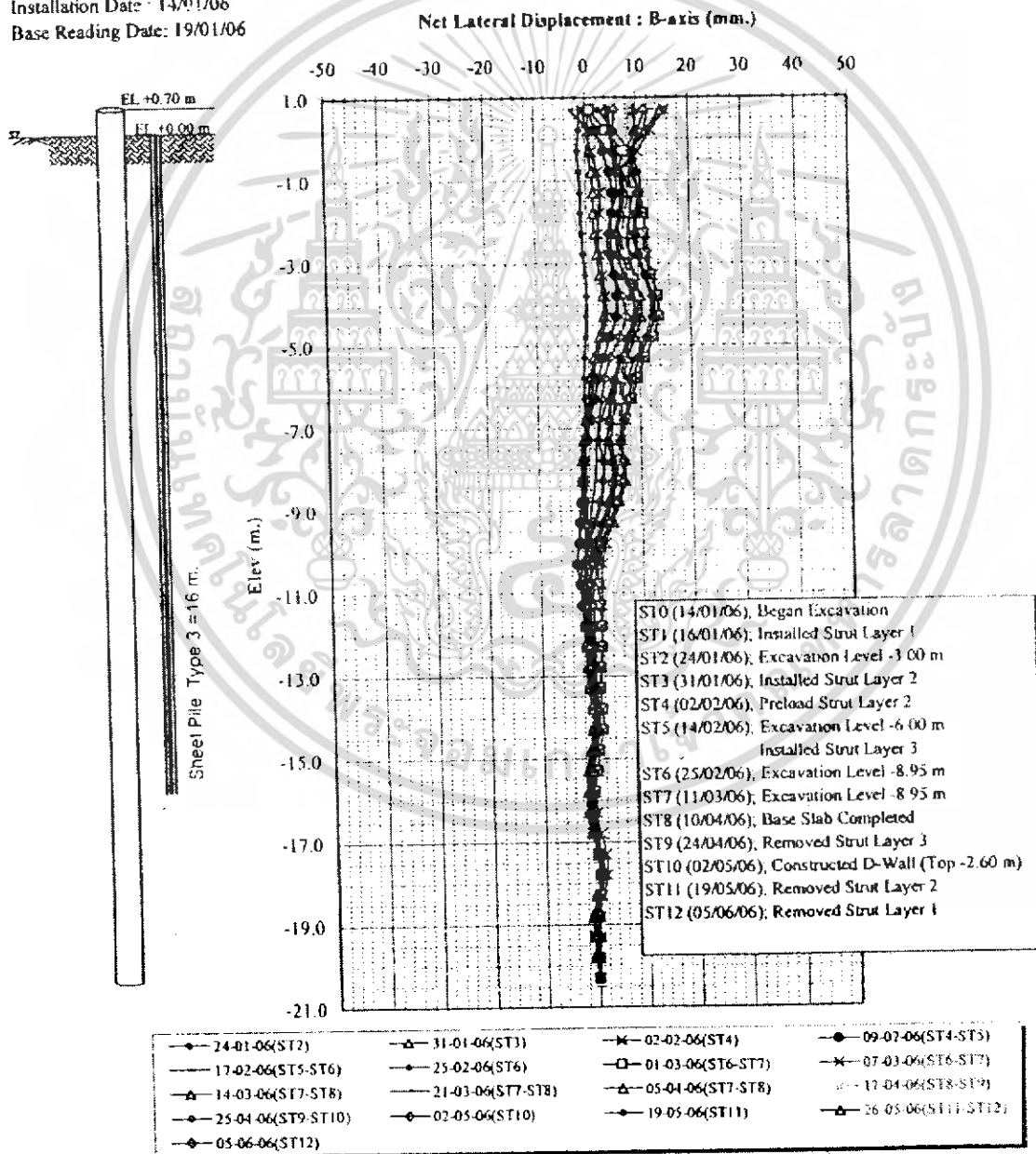


INCLINOMETER MONITORING RESULT

OAKWOOD BOUTIQUE APARTMENTS PROJECT

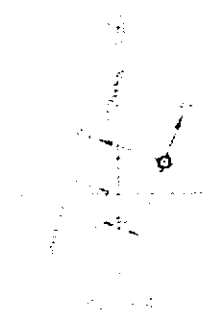
INCLINOMETER NO. 03

Installation Date : 14/01/06
Base Reading Date : 19/01/06



รูปที่ 5.8 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 3 (B-axis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 127 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

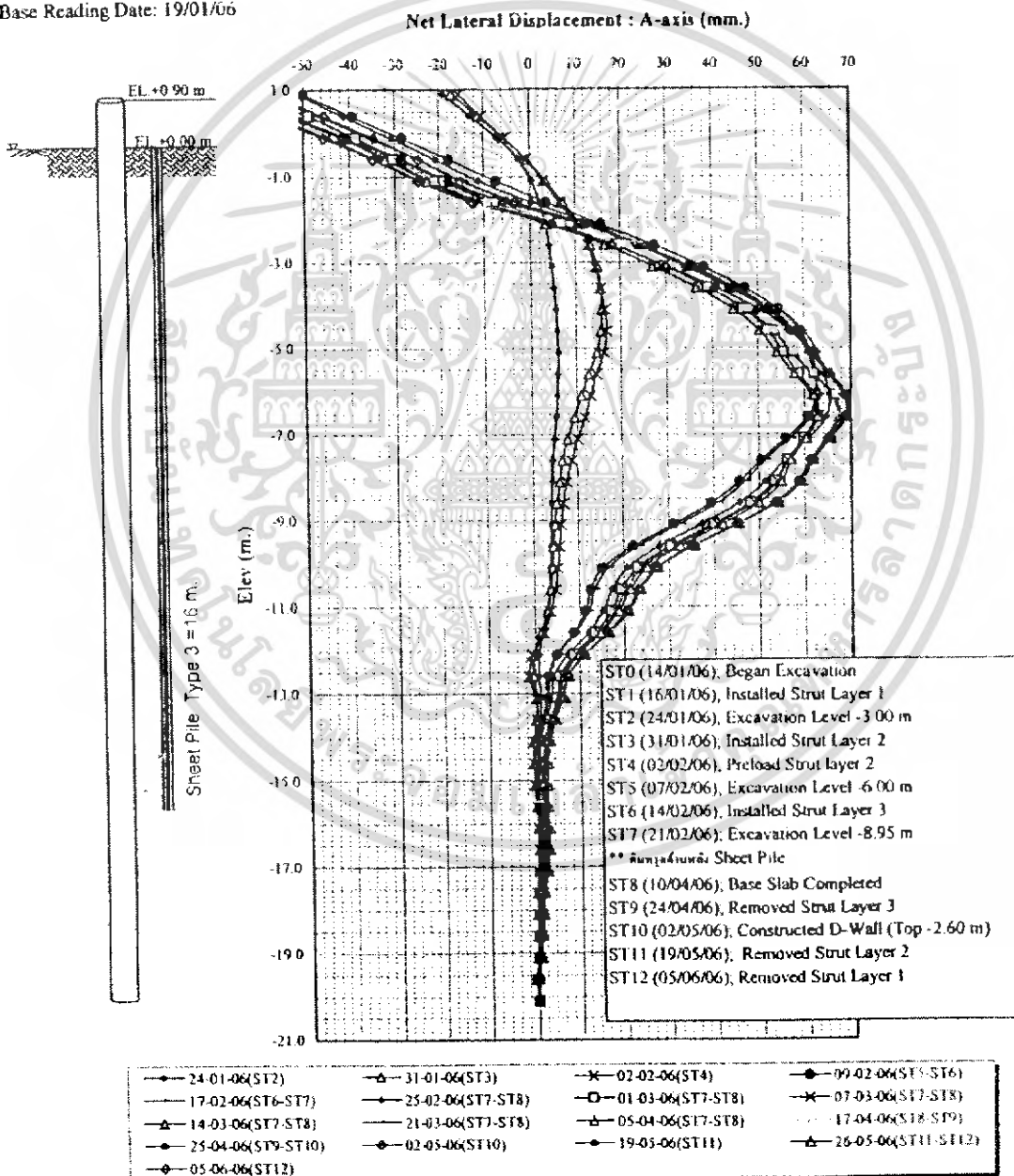


INCLINOMETER MONITORING RESULT

OAKWOOD BOUTIQUE APARTMENTS PROJECT

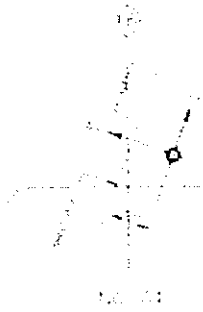
INCLINOMETER NO. 04

Installation Date : 13/01/06
Base Reading Date: 19/01/06



รูปที่ 5.9 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 4 (A-axis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 128 ห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

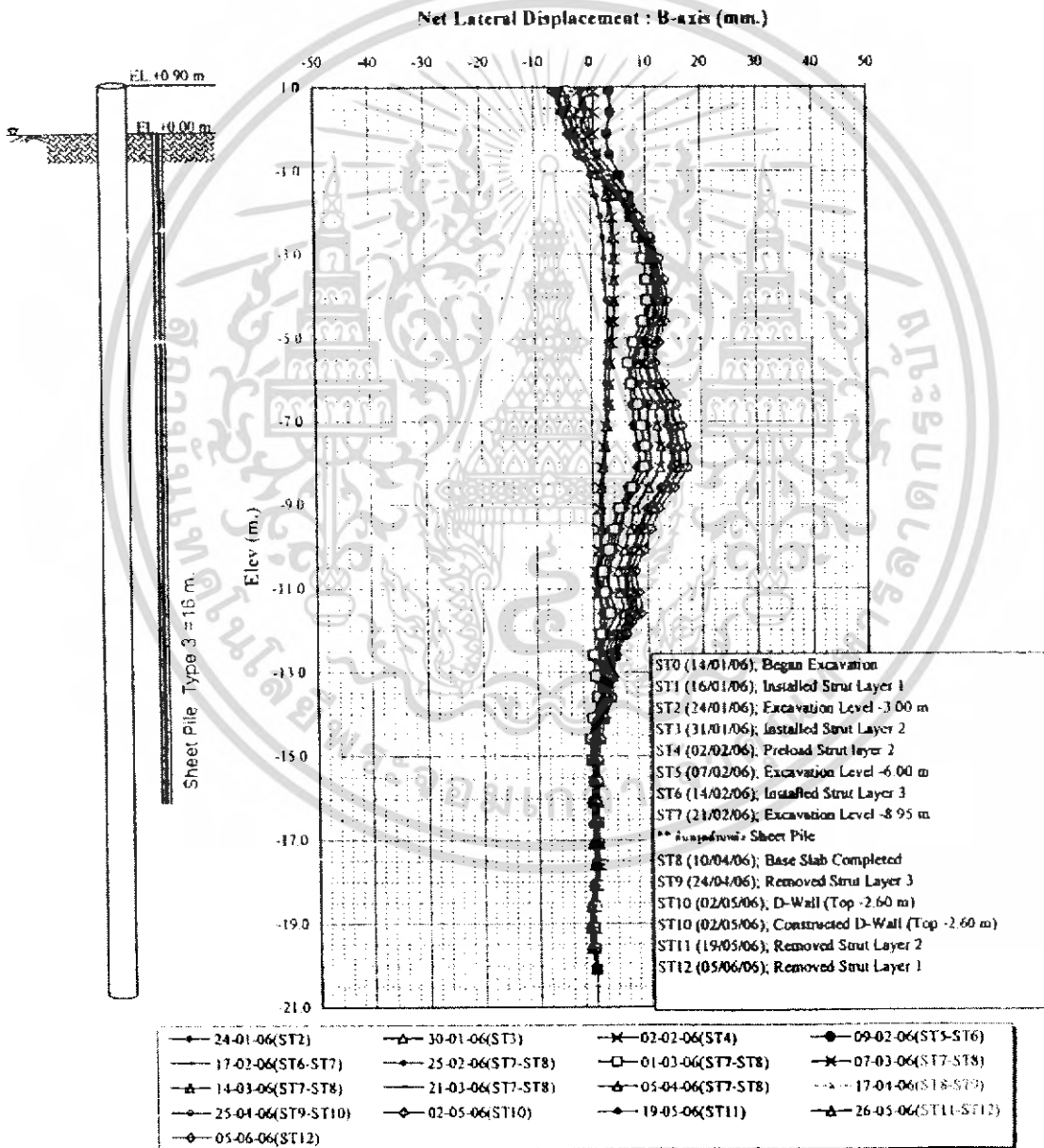


INCLINOMETER MONITORING RESULT

OAKWOOD BOUTIQUE APARTMENTS PROJECT

INCLINOMETER NO. 04

Installation Date : 13/01/06
Base Reading Date: 19/01/06



รูปที่ 5.10 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 4 (B-axis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 129 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

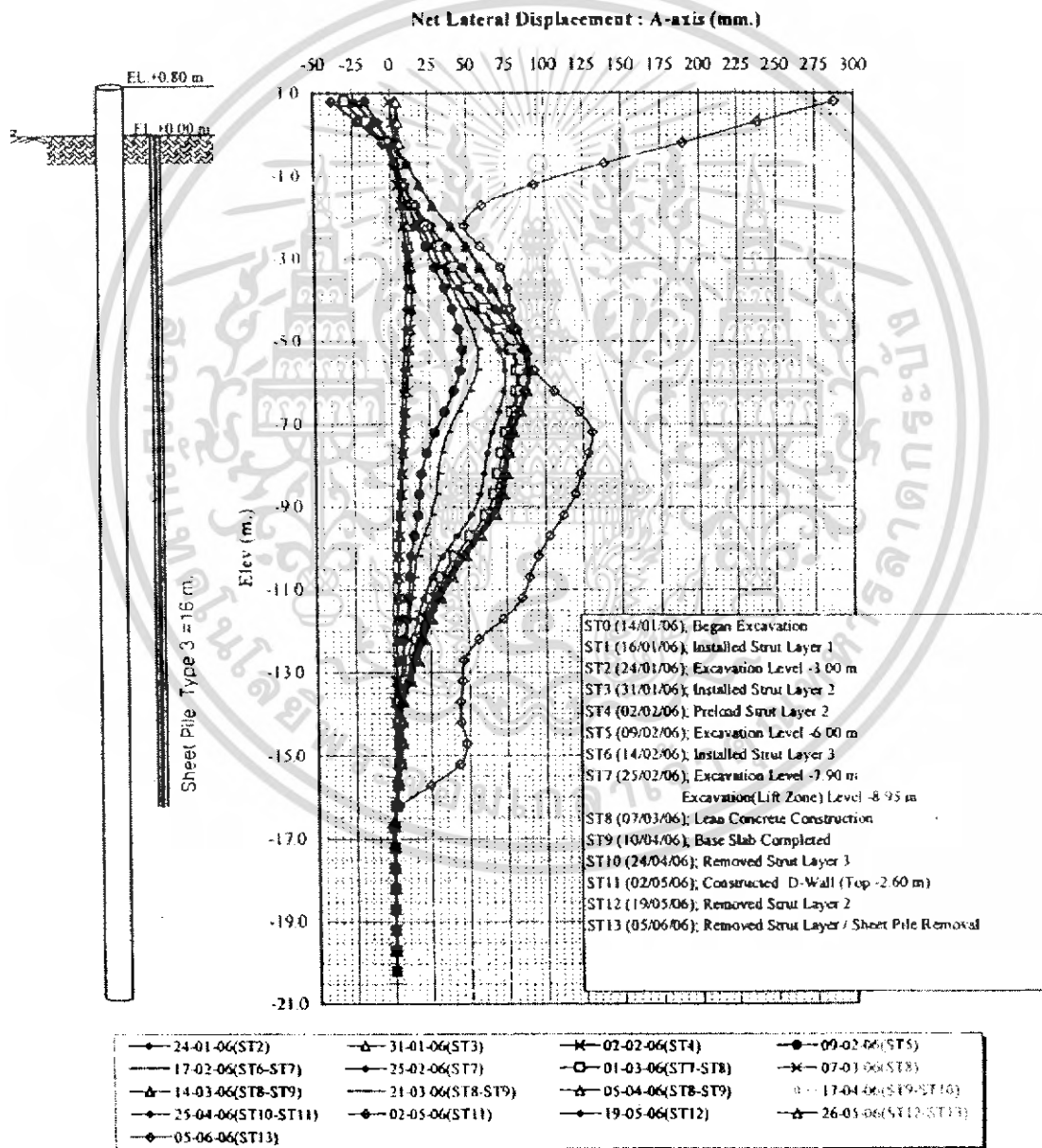


INCLINOMETER MONITORING RESULT

OAKWOOD BOUTIQUE APARTMENTS PROJECT

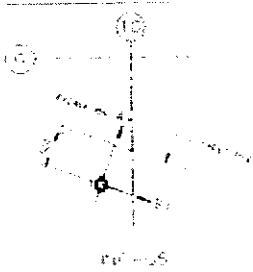
INCLINOMETER NO. 05

Installation Date : 15/01/06
Base Reading Date: 19/01/06



รูปที่ 5.11 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 5 (A-axis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 130 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

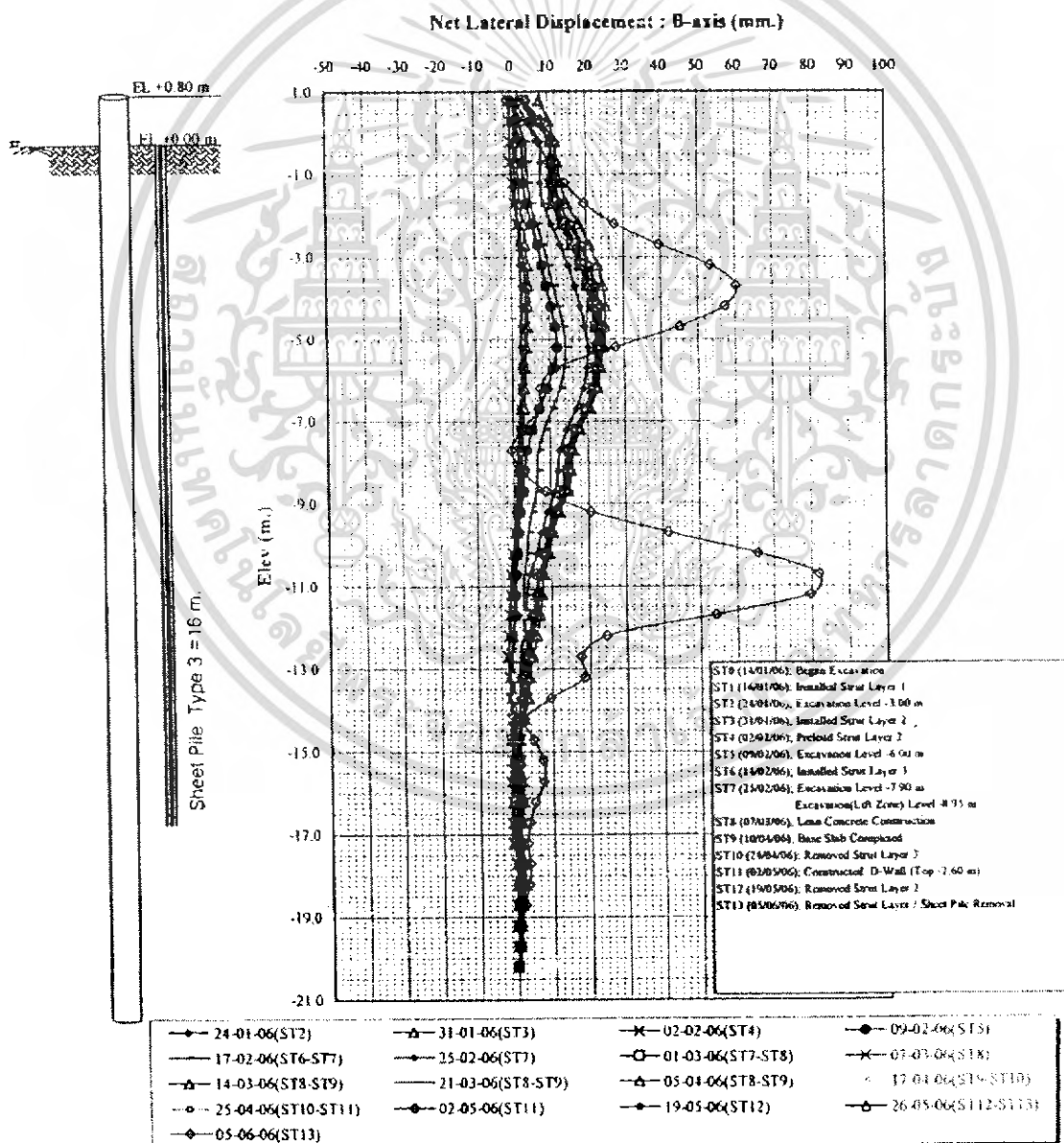


INCLINOMETER MONITORING RESULT

OAKWOOD BOUTIQUE APARTMENTS PROJECT

Installation Date : 15/01/06
Base Reading Date : 19/01/06

INCLINOMETER NO. 05



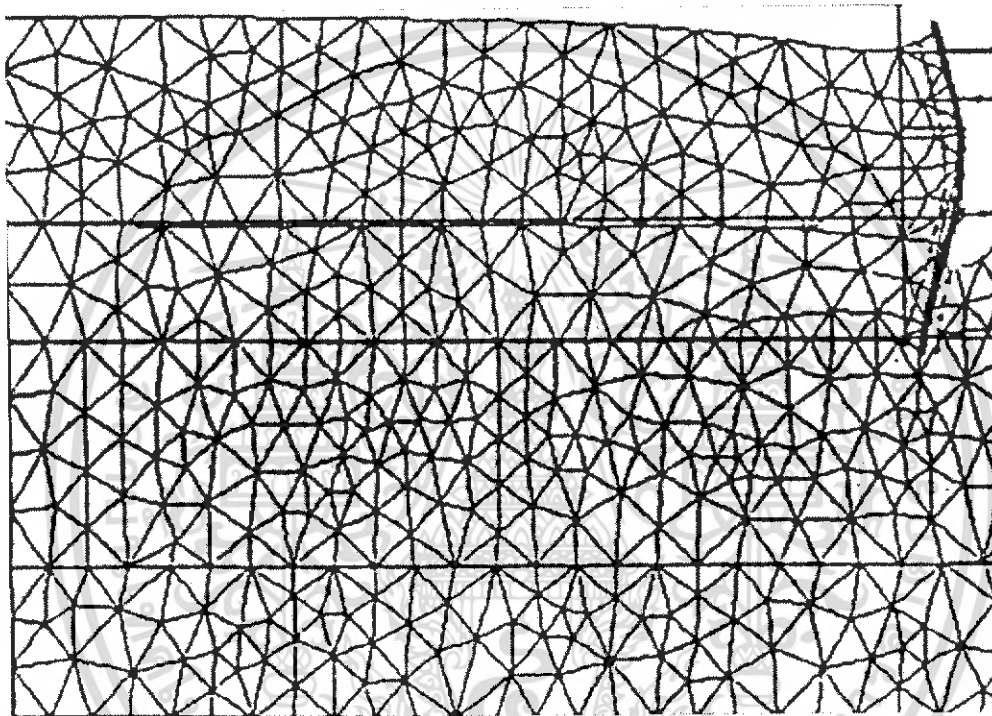
รูปที่ 5.12 แสดงการเคลื่อนตัวของดินของ INC No. 5 (B-axis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา [31] ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

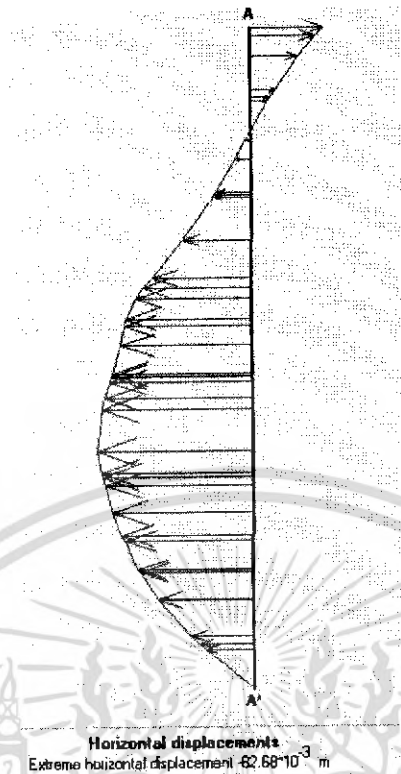
5.3.2 การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของดินและการประเมินผลกระทบ

1.โครงการ Oak Wood Boutique Apartment

การเคลื่อนตัวและการประเมินความเสียหายกับโครงสร้างข้างเคียง(Damage Assessment) ได้วิเคราะห์โดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์(Finite Element Method)ด้วยโปรแกรม plaxis โดยรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องของ โครงสร้างใกล้เคียงและขั้นตอนการก่อสร้างเพื่อจำลอง โมเดลให้เหมือนจริงมากที่สุด



รูปที่ 5.13 แสดงภาพผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของระบบด้วย FEM



รูปที่ 5.14 แสดงภาพผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวแนวราบด้วย FEM

ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม plaxis สามารถสรุปย่อๆได้ดังนี้

ก. การป้อน Geometry ของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ ได้แก่ ชั้นดินแต่ละชั้น , ขอบเขตของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์(Boundary Conditions, BCs) ขอบเขตของปัญหาในแนวดิ่งเป็นแบบ Roller เคลื่อนที่ขึ้นลงได้แต่ไม่ให้มีการเคลื่อนตัวด้านข้าง สำหรับในแนวราบเป็นแบบ Fixity คือไม่ให้มีการเคลื่อนตัวทั้ง 2 ทิศทั้งแนวดิ่งและแนวราบ

ข. การป้อนข้อมูลดินแต่ละชั้น (Soil Properties) แบบจำลองดิน(Soil Model)ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา

ค. การป้อนข้อมูลของ sheet pile โดยกำหนดให้ sheet pile เป็น Beam โดยเป็นวัสดุแบบ Elastoplastic

ง. การป้อนข้อมูลค้ำยัน(struts) กำหนดให้เป็น Anchors โดยเป็นวัสดุแบบ Elastoplastic

จ. การกำหนด Structure Interface ระหว่างดินกับ Sheet pile

ฉ. การกำหนดความละเอียดของโครงข่าย (Mesh Generation)

ช. การกำหนดค่าเริ่มต้น (Initial condition) ได้แก่ ระดับน้ำใต้ดิน และค่าความเค้นเริ่มต้น

ซ. ขั้นตอนการคำนวณโดยโปรแกรม plaxis

การวิเคราะห์

1. ในการศึกษาการเคลื่อนตัวด้านข้างของดิน โดยใช้ Inclinometer เป็นตัวทำการวัดค่าการเคลื่อนตัวของดิน โครงการที่ไม่ได้นำมาเป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ได้แก่

1. โครงการ The Charisma
2. โครงการ 340 Keys Hotel
3. โครงการ The Emporio (tower A)
4. โครงการ The Met
5. โครงการ Family Condominium (tower A)

สาเหตุที่ไม่ได้นำมาศึกษาเนื่องจาก

- โครงการ 1,3 ยังทำการก่อสร้างไม่เสร็จ จึงไม่สามารถวัดค่าการเคลื่อนตัวมาเปรียบเทียบ
- โครงการ 2,4,5 ไม่ยอมเสียค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ ทำให้ไม่ได้ข้อมูลมาทำการเปรียบเทียบ

2. ทำการศึกษาการเคลื่อนตัวด้านข้างของดินโครงการ Oak Wood Boutique Apartment ระหว่างที่มีการก่อสร้างฐานรากและการขุดดินเพื่อก่อสร้างโครงสร้างชั้นใต้ดิน โดยใช้เครื่องมือ Inclinometer จำนวน 5 จุด ซึ่งได้ทำการตรวจวัดไว้ ตั้งแต่วันที่ 14 มกราคม 2549 ถึง วันที่ 5 มิถุนายน 2549 จากผลการตรวจวัดพบว่าดินมีการเคลื่อนตัวเข้าหา บริเวณที่มีการขุดดินออกเพื่อทำการก่อสร้างโครงสร้างชั้นใต้ดินอย่างมาก โดยตำแหน่งที่มีค่ามากที่สุดที่ทำการตรวจวัดได้คือตำแหน่ง Inclinometer ตัวที่ 5 ซึ่งทำการตรวจวัดเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน 2549 มีการเคลื่อนตัวเข้าหาบริเวณที่ทำการขุดดินมากถึง 238.6 มิลลิเมตรและจุดที่ทำการติดตั้ง Inclinometer นี้เป็นบริเวณติดกับ อาคารเลขที่ 13/17 ซอยสุขุมวิท 24 แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร

นอกจากนี้หากพิจารณาขั้นตอนการก่อสร้างกำแพงกันดิน การขุดดิน การติดตั้งค้ำยัน ตลอดจน การถอดค้ำยัน และการถอดกำแพงกันดินนั้น ประกอบกับ กราฟแสดงการเคลื่อนตัวของดินที่ได้จากการตรวจวัดโดย Inclinometer จะพบว่า การเคลื่อนตัวของดินเนื่องจากจากการขุดดินลึกประมาณ 5.00 - 6.00 เมตร จะเกิดขึ้นมาก ซึ่งตำแหน่งดังกล่าวยังไม่มีการค้ำยัน ในชั้นที่ 3 ทำให้กล่าวได้ว่าอาจเกิดการโก่งตัวของกำแพงกันดินชั่วคราวเนื่องจากการเคลื่อนตัวของดินมาดัน ในขณะที่มีการขุดดินบริเวณด้านในโครงการออก

3. ค่า deflection มีความสัมพันธ์กับระยะเวลา ถ้าเวลาผ่านไปมากๆ จะทำให้ค่า deflection มากตามไปด้วย ดังนั้นในการก่อสร้างในส่วนใต้ดิน จะต้องดำเนินการให้เสร็จเร็วที่สุด

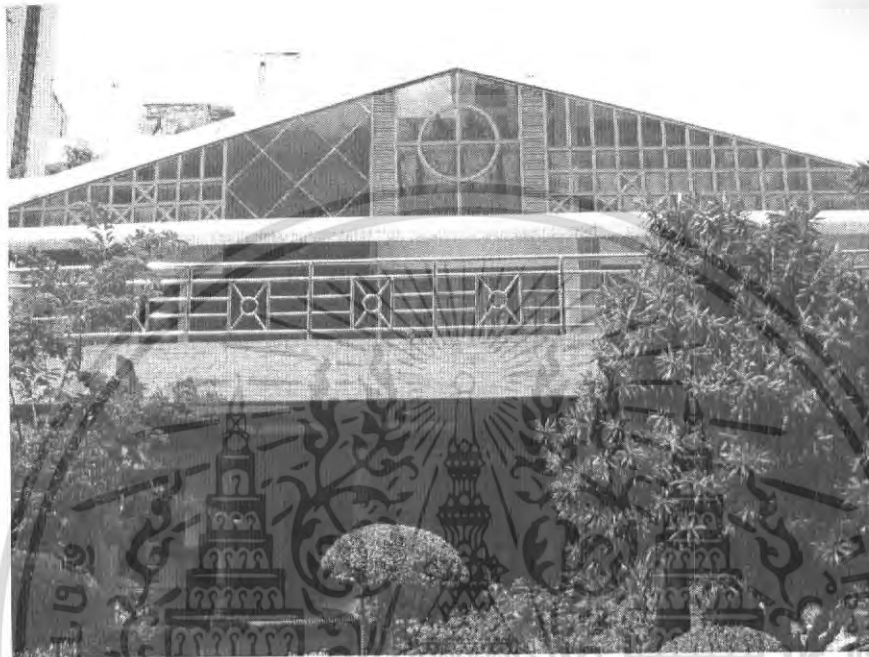
4. ในการประเมินผลกระทบความเสียหายนั้น จำเป็นจะต้องประเมินผลจากการตรวจวัดในสนามด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมปฐพี เพื่อให้เกิดความมั่นใจถึงความปลอดภัยขณะก่อสร้าง

5. การวัดการเคลื่อนตัวของกำแพง sheet pile ด้วย Inclinometer ซึ่งมีการเคลื่อนที่มากที่สุดประมาณ 90 mm. ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี FEM ที่ประมาณได้เท่ากับ 82.68 mm. ดังนั้นการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบต่อความเสียหายที่จะเกิดขึ้น (Damage Assessment) จึงมีความจำเป็นมาก

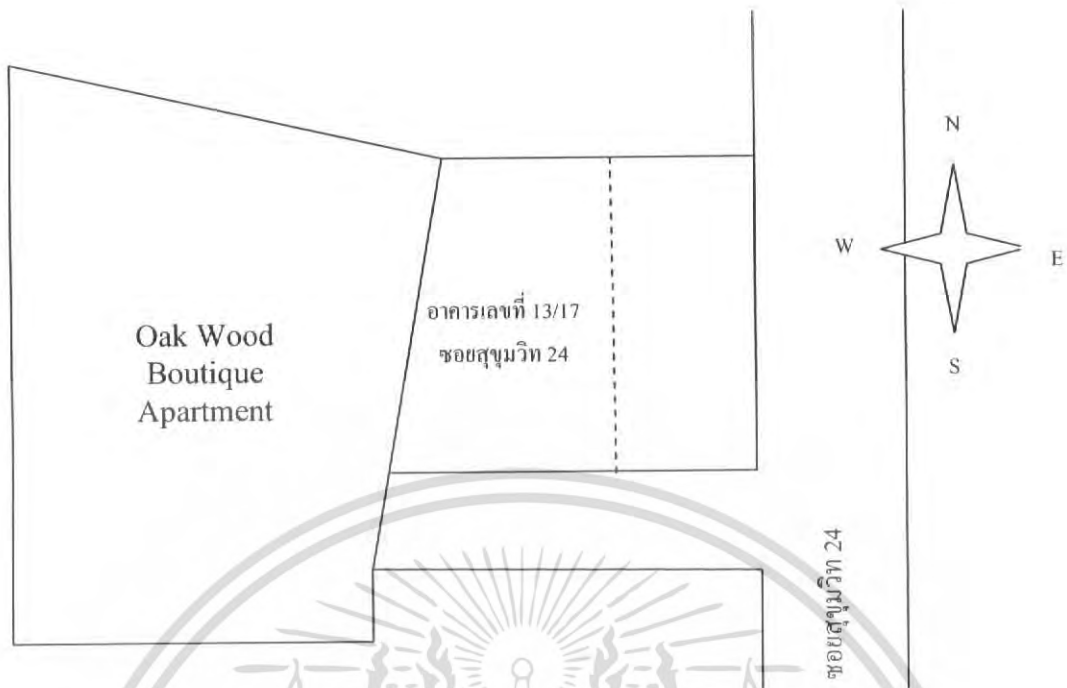


5.4 การวิเคราะห์และประเมินผลกระทบความเสียหายต่ออาคารข้างเคียง

5.4.1 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนตัวของดินโครงการ Oak Wood Boutique Apartment บ้านเลขที่ 13/17 ซอยสุขุมวิท24 แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร



รูปที่ 5.15 สภาพด้านหน้าอาคารเลขที่ 13/17 ซอยสุขุมวิท24
แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร



รูปที่ 5.16 แสดงผังบริเวณโดยสังเขปแสดงที่ตั้งอาคารเลขที่ 13/17 ซอยสุขุมวิท 24
แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร

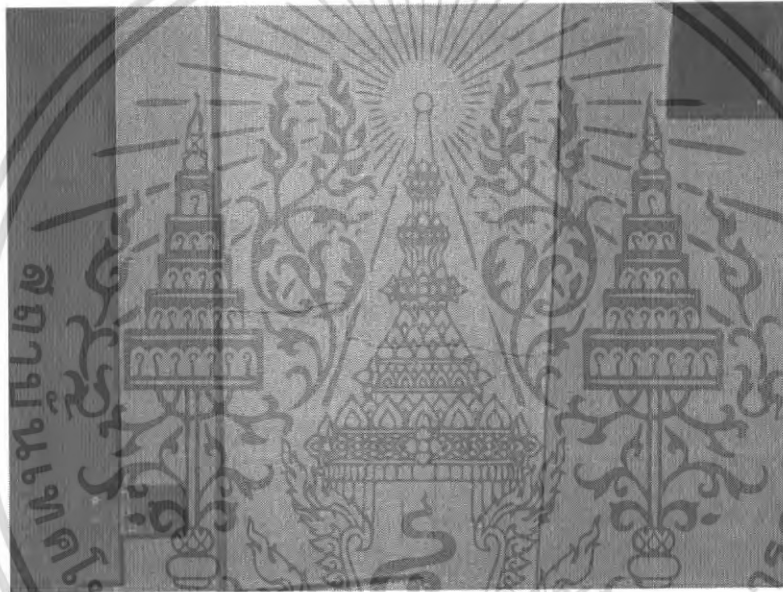


รูปที่ 5.17 แสดงการก่อสร้างโครงสร้างชั้นใต้ดินอาคาร Oak Wood Boutique Apartment

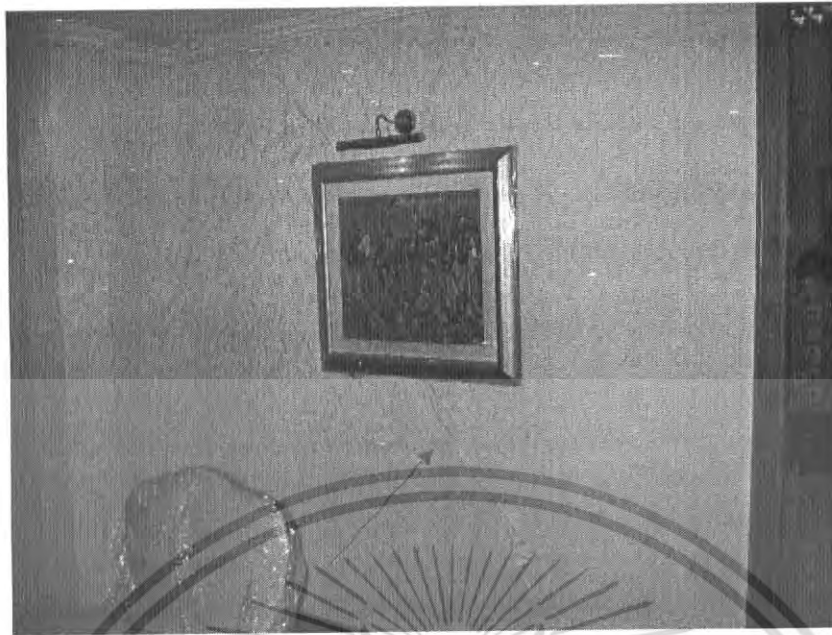
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 137 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2. ผลการตรวจสอบทางกายภาพบ้านเลขที่ 13/17 ซอยสุขุมวิท 24 แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร

จากการสำรวจทางกายภาพของโครงสร้างบ้านบริเวณชั้นล่างและชั้นบน บริเวณผนังของอาคาร โดยเฉพาะบริเวณติดกับสถานที่ก่อสร้าง โครงการก่อสร้าง Oak Wood Boutique Apartment แตรั่ววมากบริเวณผนังบางส่วนแตกเป็นแนวเฉียงทแยงบางส่วนมีรอยแยกบริเวณรอยต่อระหว่างผนังกับโครงสร้างเสา ฝ้าเพดาน พื้น และพบว่าพื้นอาคารมีความลาดเอียงเข้าหา โครงการก่อสร้าง Oak Wood Boutique Apartment พื้นบางส่วนมีการแตกรั่ว แยกออกจากกันบริเวณรอยต่อของกระเบื้องปูพื้น



รูปที่ 5.18 รอยแตกรั่วบริเวณเสา Line C- 5

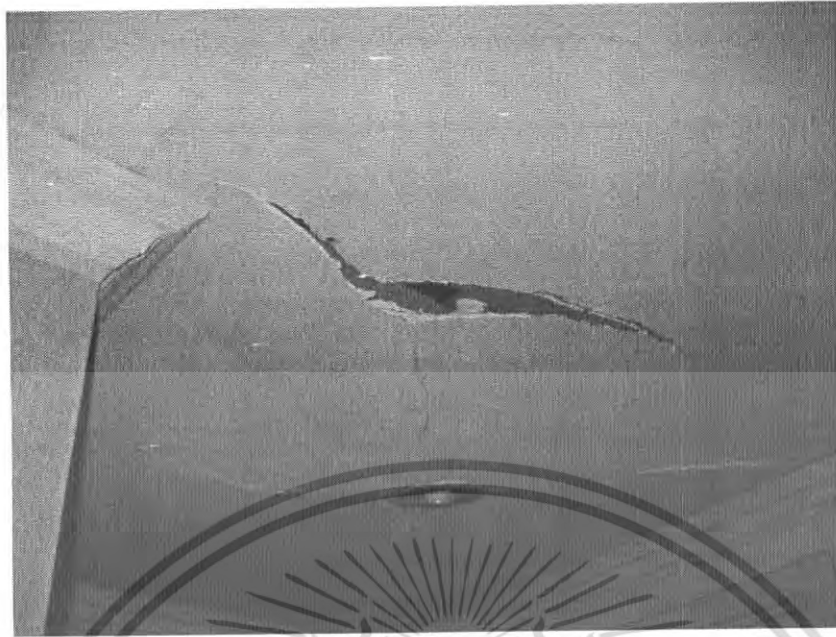


รูปที่ 5.19 รอยแตกร้าวของผนังห้องอาหาร Line C เป็นแนวเอียงทแยง



รูปที่ 5.20 แสดงรอยน้ำรั่วซึมบริเวณฝ้าเพดานห้องอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 139 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

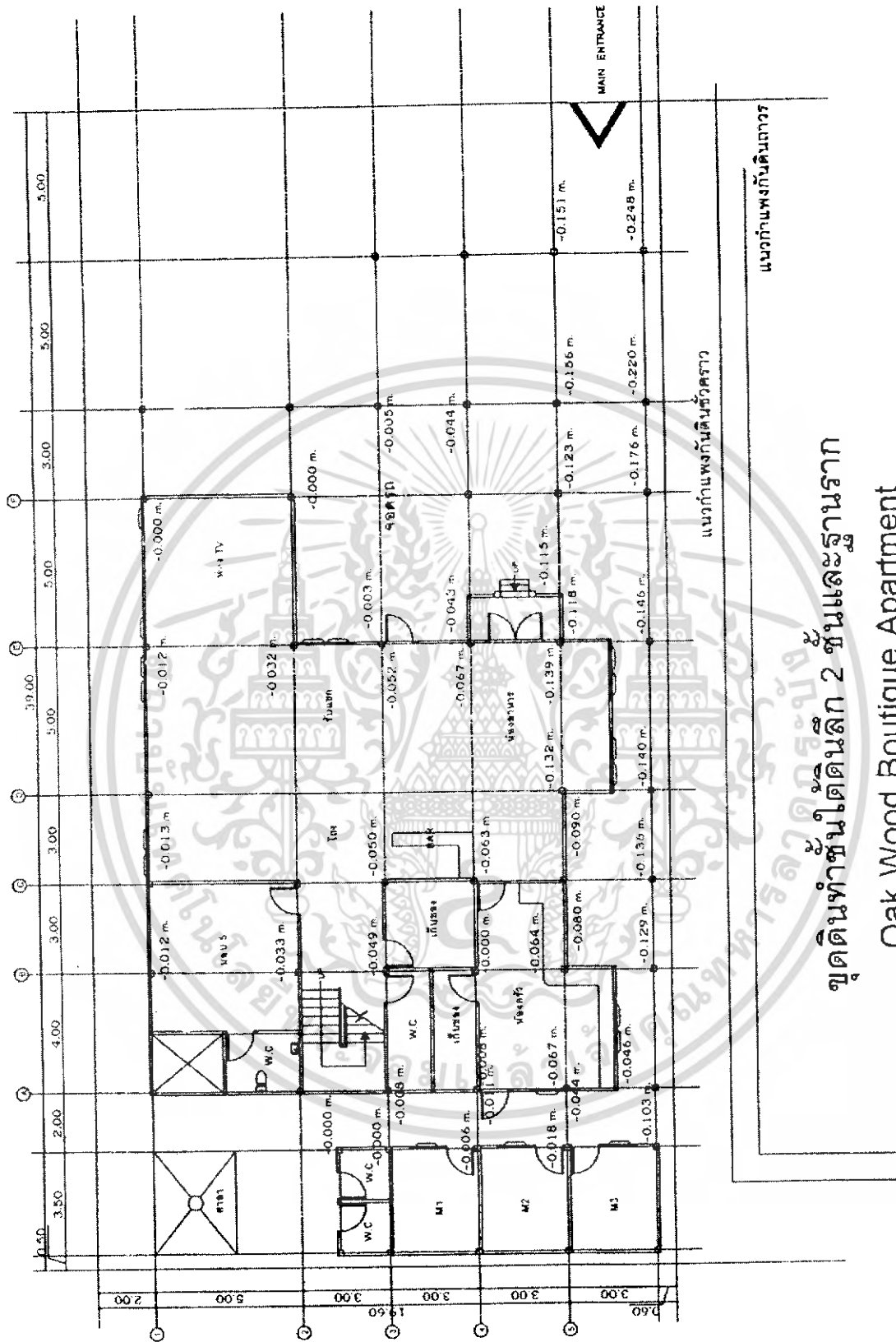


รูปที่ 5.21 รอยแตกแยกของฝ้าเพดานบริเวณห้องนอน 2

5.4.3. ผลการวัดระนาบราบ (Horizontal Plane)

ผลการวัดค่าระดับที่วัดได้ จะพบว่าอาคารที่ถูกตรวจวัดได้แก่ บ้านเลขที่ 13/17 ซอยสุขุมวิท24 แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร เป็นอาคารเพื่อพักอาศัย 2 ชั้นมีการเอียงตัวเข้าหาโครงการก่อสร้าง Oak Wood Boutique Apartment โดยมีค่าการเอียงตัวมาด้านโครงการก่อสร้าง Oak Wood Boutique Apartment ที่ 1: 107 1: 51 1:47 1:75 1:65 1:42 และ 1:53 ที่ line AA A B C D E และ F ตามลำดับ

ผลการวัดค่าระดับที่วัดได้แสดงว่าอาคารมีการเอียงตัวเข้าหาโครงการก่อสร้าง Oak Wood Boutique Apartment โดยมีค่าการเอียงตัวมาด้านโครงการก่อสร้าง Oak Wood Boutique Apartment ที่ 1: 115 1: 46 1:60 1:111 และ 1:214 ที่ line B D E F และ G ตามลำดับ



รูปที่ 5.22 แสดงภาพผลการวัดระดับพื้นในแนวระนาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 141 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์

1. ในการศึกษาการประเมินผลกระทบความเสียหายต่ออาคารข้างเคียง โครงการที่ไม่ได้นำมา
เป็นตัวอย่างเป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ได้แก่

1. โครงการ The Charisma
2. โครงการ 340 Keys Hotel
3. โครงการ The Emporio (tower A)
4. โครงการ The Met
5. โครงการ Family Condominium (tower A)
6. โครงการ Park plaza Hotel&Resort

สาเหตุที่ไม่ได้นำมาศึกษาเนื่องจาก

- โครงการ 1-6 ไม่มีผลกระทบต่ออาคารข้างเคียง

2. โครงการ Oak Wood Boutique Apartment มีมูลค่าผลกระทบ ดังนี้

มูลค่ากรณีไม่ถอน sheet pile ในแนวทิศตะวันออก = 2,202,240 บาท

มูลค่าประมาณการซ่อมแซมบ้านเลขที่ 13/17 = 3,517,662 บาท

รายละเอียดการหามูลค่ากรณีไม่ถอน sheet pile ด้านติดกับบ้านเลขที่ 13/17 ซอยสุขุมวิท 24

วิธีการหา = (ราคา sheet pile * น้ำหนัก sheet pile ที่ไม่ถอน) + ค่า Driving Sheet Pile

- Sheet Pile III 16.00 m. = 60 กก./ม.

- ความยาวด้าน = 28.94 เมตร

- จำนวนชิ้น = 74 ชิ้น

- ค่า Driving Sheet Pile = (74 * 60 * 16) บาท

= 71,040 บาท

ราคา Sheet Pile กรณีที่ไม่ถอนออก = (30 * 74 * 16 * 60) + 71,040 บาท

= 2,202,240 บาท

ดังนั้นสรุปได้ว่าไม่ควรใช้ sheet pile ในการก่อสร้าง เนื่องจากราคาซ่อมแซมบ้านแพงกว่า

มูลค่าก่อสร้าง = 3,517,662 - 2,202,240

= 1,315,442 บาท

5.5 การวิเคราะห์ด้านระยะเวลาการดำเนินงาน (BARCHART ANALYSIS)

5.5.1 ระบบ Bracing 1 layer

1.โครงการ The Charisma

1. ระยะเวลาการตอก sheet pile	=	14	วัน
ความยาว sheet pile ทั้งหมด	=	5,600	m.
ดังนั้น อัตราในการตอก sheet pile ต่อวัน	=	400	m./ วัน
2. ระยะเวลาการถอน sheet pile	=	10	วัน
ดังนั้น อัตราในการถอน sheet pile ต่อวัน	=	560	m./ วัน

2.โครงการ โครงการ 340 Keys Hotel

1. ระยะเวลาการตอก sheet pile	=	14	วัน
ความยาว sheet pile ทั้งหมด	=	5,220	m.
ดังนั้น อัตราในการตอก sheet pile ต่อวัน	=	372.8	m./ วัน
2. ระยะเวลาการถอน sheet pile	=	14	วัน
ดังนั้น อัตราในการถอน sheet pile ต่อวัน	=	372.8	m./ วัน

5.5.2 ระบบ Bracing 2 layer

1.โครงการ The Emporio (tower A)

1. ระยะเวลาการตอก sheet pile	=	14	วัน
ความยาว sheet pile ทั้งหมด	=	9,248	m.
ดังนั้น อัตราในการตอก sheet pile ต่อวัน	=	660.5	m./ วัน
2. ระยะเวลาการถอน sheet pile	=	14	วัน
ดังนั้น อัตราในการถอน sheet pile ต่อวัน	=	660.5	m./ วัน

2.โครงการ โครงการ The Met

1. ระยะเวลาการตอก sheet pile	=	56	วัน
ความยาว sheet pile ทั้งหมด	=	13,816	m.
ดังนั้น อัตราในการตอก sheet pile ต่อวัน	=	246.7	m./ วัน
2. ระยะเวลาการถอน sheet pile	=	38	วัน
ดังนั้น อัตราในการถอน sheet pile ต่อวัน	=	363.5	m./ วัน

5.5.3 ระบบ Bracing 3 layer

1.โครงการ Park Plaza Hotel & Resort

1. ระยะเวลาการตอก sheet pile	=	15	วัน
ความยาว sheet pile ทั้งหมด	=	4,064	m.
ดังนั้น อัตราในการตอก sheet pile ต่อวัน	=	270.9	m./วัน
2. ระยะเวลาการถอน sheet pile	=	7	วัน
ดังนั้น อัตราในการถอน sheet pile ต่อวัน	=	580.5	m./วัน

2.โครงการ Family Condominium (tower A)

1. ระยะเวลาการตอก sheet pile	=	14	วัน
ความยาว sheet pile ทั้งหมด	=	5,570	m.
ดังนั้น อัตราในการตอก sheet pile ต่อวัน	=	397.5	m./วัน
2. ระยะเวลาการถอน sheet pile	=	10	วัน
ดังนั้น อัตราในการถอน sheet pile ต่อวัน	=	557	m./วัน

บทที่ 6

บทสรุปของการวิเคราะห์

6.1 บทสรุปด้านราคา

รายละเอียดการหาพื้นที่ Sheet pile

สูตรที่ใช้ในการหาพื้นที่ Sheet pile

$$\text{Area} = (\text{Width of pile} * \text{No. of pile} * \text{Depth pile})$$

6.1.1 ระบบ Bracing 1 layer

โครงการ	ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ในการสร้างกำแพงกันดินระบบ sheet pile	
		(บาท/ตร.ม.)
The Charisma		2,089.22
340 Keys Hotel		2,032.04
	ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ sheet pile เฉลี่ย	2,060.63

6.1.2 ระบบ Bracing 2 layer

โครงการ	ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ในการสร้างกำแพงกันดินระบบ sheet pile	
		(บาท/ตร.ม.)
The Emporio (tower A)		2,216.16
The Met		3,446.63
	ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ sheet pile เฉลี่ย	2,831.39

6.1.3 ระบบ Bracing 3 layer

โครงการ	ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ในการสร้างกำแพงกันดินระบบ sheet pile	
		(บาท/ตร.ม.)
Park Plaza Hotel & Resort		4,617.38
Family Condominium (tower A)		2,291.11
Oak Wood Boutique Apartment		3,231.73
	ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ sheet pile เฉลี่ย	3,380.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 บทสรุปด้าน Boring Log

1. จากลักษณะของตัวอุปกรณ์และขั้นตอนวิธีการขุด จะเห็นว่าลักษณะชั้นดินของกรุงเทพฯ ไม่เป็นปัญหาในการก่อสร้างระบบกำแพงกันดินแบบ sheet pile เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตอกมีหลายประเภท
2. นอกจากเครื่องมือ และวิธีการตอกที่เหมาะสมกับขนาด sheet pile และบริเวณใกล้เคียงแล้ว ยังได้มีการนำ Inclinometer มาใช้เพื่อตรวจสอบค่าการเคลื่อนตัวของดินด้วย

6.3 บทสรุปด้านการเคลื่อนตัวด้านข้างของดินและประเมินผลกระทบความเสียหายต่ออาคารข้างเคียง

6.3.1 ระบบ Bracing 1 layer

สำหรับการขุดดินลึก 2.5-3.0 ม. ควรเลือกใช้ระบบกำแพงกันดินแบบ sheet pile ในการก่อสร้างชั้นใต้ดินเพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของดินเนื่องจากแรงดันด้านข้าง ซึ่งกรณีของ bracing 1 layer จะมีปัญหาเนื่องจากแรงดันด้านข้างน้อยทำให้สามารถควบคุมผลกระทบต่ออาคารข้างเคียงได้

6.3.2 ระบบ Bracing 2 layer

สำหรับการขุดดินลึก 6.0-7.0 ม. ปัญหาจาก upheave มีมากขึ้นในกรณีนี้แรงดันด้านข้างจะเพิ่ม strut เริ่มทำงานได้ไม่ดี การใช้ sheet pile ไม่ถึงดินเหนียวแข็งแต่ลึกลงไปจาก elevation แทบจะไม่เปลี่ยนแปลงพิสัยความปลอดภัยมาก เพราะดินเหนียวในความลึกของชั้นนี้แทบไม่มีกำลังรับแรงเฉือนเพิ่มขึ้นกำลังรับน้ำหนักของ medium clay ไม่เพียงพอ

แต่อย่างไรก็ตามการจะเลือกใช้ระบบกำแพงกันดินแบบ sheet pile หรือไม่ควรจะดูจากพิสัยความปลอดภัยสำหรับ mode upheave ในกรณีที่มีสิ่งก่อสร้างอยู่ข้างเคียงถ้าความปลอดภัยต่ำกว่า 2 ไม่ควรใช้ sheet pile เป็นระบบป้องกันการเคลื่อนตัวของดินเพราะ sheet pile ในประเทศไทยมี stiffness ไม่เพียงพอ ควรใช้เป็นระบบกำแพงกันดินแบบแข็ง (Rigid wall) เช่น Diaphragm wall เพราะมีค่า stiffness สูงทำให้การเคลื่อนตัวด้านข้างน้อยข้อเสียของคือระบบกำแพงกันดินแบบแข็ง (Rigid wall) ราคาสูงและปลายกำแพงควรอยู่ในชั้นดินแข็ง

6.3.3 ระบบ Bracing 3 layer

สำหรับการขุดดินลึก 7.0-10.0 ม. ไม่ควรใช้ sheet pile ในกรณีที่สิ่งก่อสร้างข้างเคียงอยู่ชิดมาก ทั้งนี้เนื่องจากค่า stiffness ของ sheet pile ที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่มากพอ แม้ว่าจะตอกลงไปในพื้นที่ดินเหนียวแข็งมาก การตอกลงไปก็ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนอาจทำให้เกิดความเสียหายต่ออาคารข้างเคียงได้ นอกจากนั้นการถอน sheet pile เพื่อนำมาใช้ก็อาจทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของดินมาก สิ่งที่ดีอย่างเดียวสำหรับ sheet pile คือ ค่าก่อสร้างถูกแต่เมื่อสิ่งก่อสร้างข้างเคียงเกิดการเสียหาย เมื่อคิดทั้งหมดแล้ว ค่าใช้จ่ายจะสูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 บทสรุปด้านด้านการระยะเวลาการดำเนินงาน

6.4.1 ระบบ Bracing 1 layer

1. โครงการ The Charisma

อัตราในการตอก sheet pile ต่อวัน = 400 m./ วัน

อัตราในการถอน sheet pile ต่อวัน = 560 m./ วัน

2. โครงการ โครงการ 340 Keys Hotel

อัตราในการตอก sheet pile ต่อวัน = 372.8 m./ วัน

อัตราในการถอน sheet pile ต่อวัน = 372.8 m./ วัน

6.4.2 ระบบ Bracing 2 layer

1. โครงการ The Emporio (tower A)

อัตราในการตอก sheet pile ต่อวัน = 660.5 m./ วัน

อัตราในการถอน sheet pile ต่อวัน = 660.5 m./ วัน

2. โครงการ โครงการ The Met

อัตราในการตอก sheet pile ต่อวัน = 246.7 m./ วัน

อัตราในการถอน sheet pile ต่อวัน = 363.5 m./ วัน

6.4.3 ระบบ Bracing 3 layer

1. โครงการ Park Plaza Hotel & Resort

อัตราในการตอก sheet pile ต่อวัน = 270.9 m./ วัน

อัตราในการถอน sheet pile ต่อวัน = 580.5 m./ วัน

2. โครงการ Family Condominium (tower A)

อัตราในการตอก sheet pile ต่อวัน = 397.5 m./ วัน

อัตราในการถอน sheet pile ต่อวัน = 557 m./ วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุประยะเวลาในการตอกและถอน sheet pile ดังตาราง

L(m.)	Work perday(แผ่น/วัน)		Type
	Driving	Extract	
8	30-40	40-50	III
10	30-40	40-50	III
12	30-40	40-50	III
14	20-30	30-40	III,IV
16	20-30	30-40	III,IV
18	20-30	30-40	IV

ตารางที่ 6.1 แสดงระยะเวลาในการตอกและถอน sheet pile



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. มณเฑียร กังศศิเทียน , กลศาสตร์ของดินด้านวิศวกรรม , ความรู้ทั่วไปทางกลศาสตร์ของดิน
2. วินิต ช่อวิเชียร , Soil Mechanics , Shear Strength of Soils and Lateral Pressure
3. ดร.วันชัย เทพรักษ์ , การออกแบบและก่อสร้างชั้นใต้ดินลึกในดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ
4. ดร. บุญชัย อุกฤษชน , การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบ Sheet Pile
5. ดร. สุรฉัตร สัมพันธ์รักษ์ , การเลือกใช้ระบบป้องกันดินเคลื่อนตัว และพารามิเตอร์ในการออกแบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้