การใช้โปรแกรมสำเร็จรูป AUTOCAD แสดงรายละเอียดของโครงสร้างอาคาร และถอดแบบหาปริมาณของโครงสร้าง

USAGE AUTOCAD PACKAGE PROGRAM DETAIL STRUCTURAL DRAWING OF BUILDING AND TAKE OFF STRUCTURE

โดย

นายชิระ เกศกุล

นายวัชระ เพียรสุภาพ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

USAGE AUTOCAD PACKAGE PROGRAM DETAIL STRUCTURAL DRAWING OF BUILDING AND TAKE OFF STRUCTURE

MR. VACHIRA KATKUL

MR. VACHARA PAINSUPAP

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILIMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE

BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033330

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ การใช้โปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD แสดงรายละเอียดของโครงสร้างอาคารและถอดแบบหาปริมาณโครงสร้างของอาคาร

USAGE AUTOCAD PACKAGE PROGRAM DETAIL STRUCTURAL DRAWING OF BUILDING AND TAKE OFF STRUCTURE

นักศึกษา นายวชิระ เกศกุล **รหัสประจำตัว** 33100326

นายวัชระ เพียรสุภาพ **รหัสประจำตัว** 33100335

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมการก่อสร้าง

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
อาจารย์ เกษม อมันตกุล	.....
อาจารย์ จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง	.....
อาจารย์ สมชาย สำลีรางค์กูล	.....

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(นายสุรัตน์ หวังเจริญ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ **เดือน** **พ.ศ.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้โปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD แสดงรายละเอียดของโครงสร้างอาคาร
และ ถอดแบบหาปริมาณของโครงสร้าง

USAGE AUTOCAD PACKAGE PROGRAM DETAIL STRUCTURAL DRAWING
OF BUILDING AND TAKE OFF STRUCTURE

โดย นายวชิระ เกศกุล รหัสประจำตัว 33100326
นายวัชระ เพียรสุภาพ รหัสประจำตัว 33100335

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง

บทคัดย่อ

โปรแกรมการแสดงรายละเอียด และการถอดแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จัดได้ว่าเป็นการประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD โดยใช้ ภาษา AutoLISP ซึ่งเป็นภาษาที่ทำงานอยู่บน AutoCAD โดยโปรแกรมนี้จะนำช่วยในการเขียนแบบทางวิศวกรรมโยธา ให้ได้แบบที่ถูกต้อง โดยสะดวกและรวดเร็ว เพียงแต่ป้อนค่าที่ใช้กำหนดในการวาด โดยการเลือกจากเมนูหน้าจอ หรือเมนูรูปภาพ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมได้โดยง่าย หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการวาดภาพ และแสดงรายละเอียดของคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยภาพที่ออกมานั้นยังสามารถให้ผู้ใช้ทำการแก้ไข และนำออกผ่านทางเครื่องพิมพ์ หรือเครื่องพล็อตเตอร์ได้ ตามสัดส่วนที่ถูกต้อง

นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถทำการถอดแบบรายละเอียดของคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำการวาดขึ้นมาด้วย ซึ่งทำให้ช่วยในการถอดได้แบบเป็นไปได้ด้วยความถูกต้องตามหลักการ มีความรวดเร็ว และมีมาตราฐานที่แน่นอน โดยผู้ใช้เพียงแต่ป้อนค่าต่าง ๆ ที่จำเป็นให้กับโปรแกรม เครื่องก็จะทำการคำนวณหาปริมาณวัสดุของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กออกมา และสามารถที่จะนำเอาผลที่ได้เก็บลงไฟล์

ABSTRACT

This program, reinforced concrete structural detail and take off, is created by AutoLISP language in AutoCAD program. This program is useful to draw and take off building drawing because it need a little data to input or some data can input by selecting from screen menu or icon menu. After essential data is inputed, the program will draw a picture and then user can get results from printer or plotter

In additional, the program can take off materials from the drawing so it can make sure that we can make sure that we can get corrected values. User sometimes input more data to program for completed take off. The results from take off can be save in 2 ways, one is in xxx.dwg file, the other in ASCII file.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำแนะนำ และให้ความรู้ จากอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน โดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง และสำนักศูนย์วิจัยและบริการคอมพิวเตอร์ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำโครงงานพิเศษฉบับนี้ และขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคน ที่ให้กำลังใจด้วยดี ดังนั้นข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณ มา ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

นายวชิระ เกศกุล

นายวัชระ เพียรสุภาพ

4 เมษายน 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	II
สารบัญรูป	V
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	1
1.2 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในโครงงานพิเศษ	1
1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	2
1.4 วิธีการดำเนินโครงงานพิเศษ	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีการเขียนแบบ	
2.1 หลักเกณฑ์ในการเขียนแบบ	4
2.2 แบบขยายฐานราก ค.ส.ล.	4
2.3 แบบขยายเสา ค.ส.ล.	14
2.4 แบบขยายคาน ค.ส.ล.	20
2.5 แบบขยายพื้น ค.ส.ล.	28
2.6 แบบขยายบันได ค.ส.ล.	38
บทที่ 3 ทฤษฎีการถอดแบบ	
3.1 การถอดแบบคอนกรีต	43
3.2 การถอดแบบเหล็ก	45
3.3 การถอดแบบหล่อ	47
บทที่ 4 ทฤษฎีการใช้ภาษา AutoLISP	
4.1 แนะนำโปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD และภาษา AutoLISP	50
4.2 การทำงานของภาษา AutoLISP กับโปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 ขั้นตอนในการออกแบบโปรแกรม

5.1 Problem Definition 53

5.2 Requirement Specification 53

5.3 System Analysis 53

5.4 System Specification 55

5.5 Design Specification 56

5.6 Implementation 56

บทที่ 6 วิธีการใช้งาน

6.1 อุปกรณ์ที่ประกอบในการใช้โปรแกรม 62

6.2 การติดตั้งโปรแกรม 62

6.3 การปรับระบบ 64

6.4 เริ่มต้นใช้งาน 69

บทที่ 7 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 99

หนังสืออ้างอิง 101

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 กระดาษเขียนแบบ 5

รูปที่ 2.2 การจัดเสาเข็มในฐานราก ค.ส.ล. 8

รูปที่ 2.3 ฐานราก ค.ส.ล. แบบฐานแผ่ 9

รูปที่ 2.4ก ฐานราก ค.ส.ล. แบบวางบนเข็ม 10

รูปที่ 2.4ข ฐานราก ค.ส.ล. แบบวางบนเข็ม 11

รูปที่ 2.4ค ฐานราก ค.ส.ล. แบบวางบนเข็ม 12

รูปที่ 2.4ง ฐานราก ค.ส.ล. แบบวางบนเข็ม 13

รูปที่ 2.5 รูปตัดเสา ค.ส.ล. แบบต่างๆ 15

รูปที่ 2.6 แสดงเสาปลอกเดี่ยว และปลอกเกลียว 16

รูปที่ 2.7 การต่อเหล็กยืนในเสา 17

รูปที่ 2.8 การเรียงเหล็กยืนในเสา ค.ส.ล. 18

รูปที่ 2.9 การเสริมเหล็กปีกเสารับรางรอกไฟฟ้า 18

รูปที่ 2.10 รายละเอียดเสา ค.ส.ล. 19

รูปที่ 2.11 ระยะเรียงเหล็กเสริมทางยาวในคาน 22

รูปที่ 2.12 ผังแนวคานต่างๆ 23

รูปที่ 2.13 แบบขยายคานช่วงเดียว 24

รูปที่ 2.14 แบบขยายคานต่อเนื่อง 25

รูปที่ 2.15 แบบขยายคานยื่น 26

รูปที่ 2.16 แบบขยายคานยื่น 27

รูปที่ 2.17 แบบขยายคานยื่น 27

รูปที่ 2.18 พื้น ค.ส.ล. เสริมเหล็กทางเดียว 28

รูปที่ 2.19 พื้น ค.ส.ล. เสริมเหล็กสองทาง 29

รูปที่ 2.20 แสดงเหล็กเสริมหลักของพื้น ค.ส.ล. แบบพาดช่วงเดียว 30

รูปที่ 2.21 แสดงเหล็กเสริมหลักของพื้น ค.ส.ล. แบบพาดต่อเนื่องหลายช่วง 30

รูปที่ 2.22 แสดงเหล็กเสริมหลักของพื้น ค.ส.ล. แบบยื่น 30

รูปที่ 2.23 แบบขยายพื้น ค.ส.ล. แบบวางบนดิน 35

รูปที่ 2.24 การเรียงเหล็กเสริมทางด้านสั้น และยาวในพื้น ค.ส.ล. 36

รูปที่ 2.25 แบบขยายพื้น ค.ส.ล. หลายช่วงต่อเนื่อง 37

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.26 บันไดพาดคานทางด้านยาว	39
รูปที่ 2.27 บันไดพาดคานทางด้านสั้น	39
รูปที่ 2.28 บันได Cantiliver	40
รูปที่ 2.29 บันไดแบบขานพัดลอย	40
รูปที่ 2.30 ลักษณะการเสริมเหล็กบันไดพาดบนคาน	41
รูปที่ 2.31 ลักษณะการเสริมเหล็กบันได Cantiliver	41
รูปที่ 2.32 ลักษณะการเสริมเหล็กบันไดพับผ้าพาดช่วงยาว	42
รูปที่ 2.33 แสดงแรงที่เกิดขึ้นในบันไดแบบขานพักลอย	42
รูปที่ 4.1 แสดงรูปสี่เหลี่ยมที่เขียนจากโปรแกรม	51
รูปที่ 5.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	54
รูปที่ 5.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมฐานราก	57
รูปที่ 5.3 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเสา	58
รูปที่ 5.4 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคาน	59
รูปที่ 5.5 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมพื้น	60
รูปที่ 5.6 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมบันได	61
รูปที่ 6.1 รายชื่อไฟล์หลังจากติดตั้ง	63
รูปที่ 6.1ก แสดง Menu ของ AutoCAD	66
รูปที่ 6.1ข แสดง Menu ของการติดตั้งระบบ (Configuration Menu)	67
รูปที่ 6.1ค แสดง Menu ตั้ง Parameter ของการทำงาน	67
รูปที่ 6.2 แสดง Main Menu ของ AutoCAD	70
รูปที่ 6.3 แสดง Drawing Editor ของ AutoCAD	71
รูปที่ 6.4 แสดง Menu Adraw	71
รูปที่ 6.5 แสดงการเลือก Paper Size	72
รูปที่ 6.6 แสดงการเลือก Title Type	72
รูปที่ 6.7 แสดงการเลือก Font	73
รูปที่ 6.8 แสดงกรอบกระดาษ และ Title Block ที่พร้อมจะวาดแบบขยาย	73
รูปที่ 6.9 แสดงการเลือกรูปแบบเหล็กปลอกจาก Detail Column	75
รูปที่ 6.10 แสดงภาพจากแบบขยายเสา	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 6.11 แสดงการเลือกเข็มของ Detail Footing 77
รูปที่ 6.12 แสดงภาพแบบขยายฐานราก 77
รูปที่ 6.13 แสดงภาพแบบขยายคาน 80
รูปที่ 6.14 แสดงภาพแบบขยายพื้น 81
รูปที่ 6.15 แสดงการเลือกรูปแบบบันได 83
รูปที่ 6.16 แสดงภาพแบบขยายบันได 83
รูปที่ 6.17 แสดงรูปตัดเสา 85
รูปที่ 6.18 แสดงรูปหน้าตัดคาน 87
รูปที่ 6.19 แสดงรูปตัดพื้นเสริมเหล็กสองทาง 91
รูปที่ 6.20 แสดงรูปหน้าตัดพื้นยื่น 92
รูปที่ 6.21 แสดงรูปตัดฐานราก 94
รูปที่ 6.22 แสดงรูปตัดบันได 96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันงานทางด้านการเขียนแบบและถอดแบบก่อสร้าง อาจจะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ขั้นตอนของงานก่อสร้างเกิดความล้าช้าได้ ดังนั้นการเขียนแบบและถอดแบบจึงควรที่จะมีความถูกต้องมากที่สุด เนื่องจากแบบก่อสร้างโดยทั่วไปมักจะต้องทำการดัดแปลงแก้ไข เพื่อให้เกิดความเหมาะสม หรือความพอใจของเจ้าของโครงการ ปัญหางานทางด้านการเขียนแบบ และถอดแบบก็มีอยู่เสมอในหลาย ๆ หน่วยงาน เช่น เร่งรีบ เวลาไม่พอ ไม่มีความละเอียด หรืออาจจะคิดเลขผิด โดยการเขียนแบบและถอดแบบมีการทำงานที่เป็นขั้นตอนค่อนข้างแน่นอน โดยเฉพาะในโครงสร้างหลักที่ทำหน้าที่รับกำลังเช่นคาน เสา พื้น บันได ฐานราก ฯลฯ

เพราะฉะนั้นการที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะทำให้เกิดผลดีมากยิ่งขึ้น เช่นการ ทำงานในปริมาณมาก ๆ และให้ความถูกต้องแม่นยำสูง

ในปัจจุบันวิวัฒนาการทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์ได้รุดหน้าไปอย่างรวดเร็วราคาของคอมพิวเตอร์ก็ไม่แพงจนเกินไปนัก ดังนั้นเราน่าจะมีการพัฒนาโปรแกรม การเขียนแบบ และถอดแบบ โครงสร้างขึ้นมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์

AutoCAD เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ให้ผลทางด้านกราฟฟิก หรือรูปภาพได้ดี นอกจากนี้ยังจะสามารถทำการคำนวณได้โดยใช้ภาษาที่มีอยู่บน AutoCAD ซึ่งเรียกว่า AutoLISP เพราะฉะนั้นการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD แสดงรายละเอียดของโครงสร้างอาคาร และถอดแบบ ก็จะทำให้การทำงานได้รับความสะดวก และความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1. เพื่อเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา AutoLISP ที่ใช้งานร่วมกับ AutoCAD เพื่อช่วยในการเขียนแบบราย ละเอียดชิ้นส่วนของโครงสร้าง และถอดแบบโครงสร้างของอาคาร

2. เพื่อเป็นแนวทางที่อาจนำไปใช้ เพื่อการพัฒนาการเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์ในอนาคต

1.2 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในโครงงานพิเศษ

โปรแกรม AutoCAD เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ช่วยในการเขียนแบบโดยเฉพาะ ในการใช้งานเฉพาะเราสามารถเพิ่มเติม Menu การใช้งานขึ้นมาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวก หรือปรับปรุงให้เหมาะสมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากนี้ AutoCAD ยังมีภาษาคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า AutoLISP ที่ ช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้างคำสั่งต่างๆ ขึ้นใช้งานเองได้ นอกจากนี้เรายังสามารถที่จะสร้าง Menu ของการเขียนแบบรายละเอียดโครงสร้าง และถอดแบบโครงสร้างอาคาร เพื่อให้เลือกนำไปใช้งานได้สะดวก และรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 **ขอบเขตของโครงงานพิเศษ**

ในโครงงานนี้จะใช้โปรแกรม AutoCAD มาช่วยในการแสดงแบบขยายโครงสร้างอาคารในส่วนต่างๆ ของ อาคารได้แก่

ฐานราก โดยแบ่งการเขียนออกเป็น 2 รูปแบบคือ

- ฐานรากแผ่
- ฐานรากบนเข็ม และแปลนการจัดวางเสาเข็ม แสดงเฉพาะฐานรากสี่เหลี่ยมจำนวนเสาเข็ม 1-20 ต้น

เสา จะเขียนเป็นหน้าตัดของเสา การจัดวางเหล็ก เสาจะเป็นเสาสี่เหลี่ยม ความกว้างและความยาวตามที่กำหนด

คาน เป็นคานสี่เหลี่ยมผืนผ้าอย่างเดียว แสดงรูปตัดยาวและรูปตัดตามขวาง บริเวณปลายคานและกลางคาน มีสี่ลักษณะคือ

- คานต่อเนื่องสองทาง (continuous beam)
- คานต่อเนื่องทางเดียว (simple slab)
- คานยื่น (cantiliver beam)

พื้น จะแบ่งออกเป็น 4 กรณี คือ

- พื้นยื่น (cantiliver slab)
- พื้นต่อเนื่องสองทาง (continuous slab)
- พื้นต่อเนื่องทางเดียว (simple slab)
- พื้นเสริมเหล็กทางเดียว (one way slab)

บันได จะแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบคือ

- บันไดท้องเรียบ
- บันไดพับผ้า
- บันไดยื่น
- บันไดแบบขานพักลอย

การถอดแบบชิ้นส่วนโครงสร้าง สามารถถอดแบบชิ้นส่วนได้ดังนี้

- ฐานราก
- เสา
- พื้น
- คาน
- บันได

สามารถนำเอาผลการคำนวณออกไฟล์ ได้ในส่วนของ

- เสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการดำเนินโครงงานพิเศษ

1. ศึกษาการสร้าง Menu จากโปรแกรม AutoCAD และการใช้ AutoLISP ในการสร้างคำสั่งขึ้นใช้งาน

2. เก็บรวบรวมข้อมูลของแบบรายละเอียดโครงสร้างจากแบบมาตราฐานว.ส.ท. และแบบก่อสร้างจริง

3. ศึกษาโปรแกรมที่มีอยู่ทั่ว ๆ ไป และนำมาปรับปรุงประยุกต์ใช้งาน

4. ศึกษาโปรแกรมแสดงรายละเอียดของโครงสร้างที่มีอยู่แล้ว เพื่อปรับปรุงและเพิ่มเติมการเขียนแบบและถอดแบบโครงสร้างเข้าไป

5. เริ่มต้นเขียนโปรแกรม แสดงรายละเอียดของโครงสร้าง และถอดแบบโครงสร้าง

6. ทำการตรวจสอบโปรแกรม และทำการแก้ไข

7. ทดลองใช้โปรแกรมในงานจริง

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถที่จะนำเอาโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาใช้ช่วยในงานเขียนแบบ และถอดแบบโครงสร้างอาคารได้สะดวกและรวดเร็ว

2. สามารถที่จะแสดงรูปแบบรายละเอียดชิ้นส่วนของโครงสร้าง ซึ่งสามารถเลือกนำไปใช้งานเขียนแบบ และถอดแบบโครงสร้าง

3. เป็นการพัฒนางานทางด้านการเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีการเขียนแบบ

2.1 หลักเกณฑ์ในการเขียนแบบ

โดยทั่วไปแล้วการเขียนแบบก่อสร้าง นอกจากจะต้องคำนึงถึงความถูกต้องและสมบูรณ์ของแบบขยายต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ แล้วยังจะต้องเป็นไปตามความนิยมที่ใช้กันแพร่หลาย และประหยัดวัสดุ ที่ใช้เขียนแบบโดยเฉพาะอย่างยิ่งก็คือ กระดาษเขียนแบบ

(1) **ขนาดของกระดาษเขียนแบบ** ปกติแล้วกระดาษไขที่ใช้เขียนแบบมีความกว้าง 110 ซม. ขนาด ที่นิยมใช้จึงเลือกขนาดที่ไม่เสียเศษดังนี้

ขนาดธรรมดา ใช้ 55 x 80 ซม. โดยตัดกระดาษมายาว 80 ซม. แล้วแบ่งครึ่งด้าน 110 ซม. เป็น 2 แผ่น

ขนาดกลาง 80 x 110 ซม. โดยตัดกระดาษมายาว 80 ซม.แล้วใช้เป็นด้านกว้าง

ขนาดใหญ่ ใช้ 110 x 160 ซม. โดยใช้ความกว้างของกระดาษ 110 ซม. เป็นความกว้างของแบบ

(2) **กรอบและหัวเรื่อง** นิยมตีเส้นกรอบกว้างประมาณ 1.5 ซม. ส่วนการเขียนหัวเรื่องแบบของกระดาษแต่ละแผ่นนิยมเขียนแสดงไว้ที่มุมล่างขวาของแบบ หรือแบบขวามือสุดตลอดความกว้างของแบบดัง รูปที่ 2.1 รายการที่แสดงมีดังนี้

- ชื่ออาคาร โครงการ และเจ้าของ
- ระบุรายละเอียดที่แสดงในแต่ละแผ่น พร้อมทั้งมาตราส่วน
- ชื่อสถาปนิก วิศวกรฝ่ายต่างๆ เช่น โครงสร้าง ไฟฟ้า เครื่องกล สุขาภิบาล เป็นต้น
- แสดงวันที่เดือน และปีที่ออกแบบ
- เลขหมายของแบบแต่ละแผ่น นิยมใช้ตัวอักษรขึ้นต้นแสดงถึงแบบของแต่ละฝ่าย เช่น

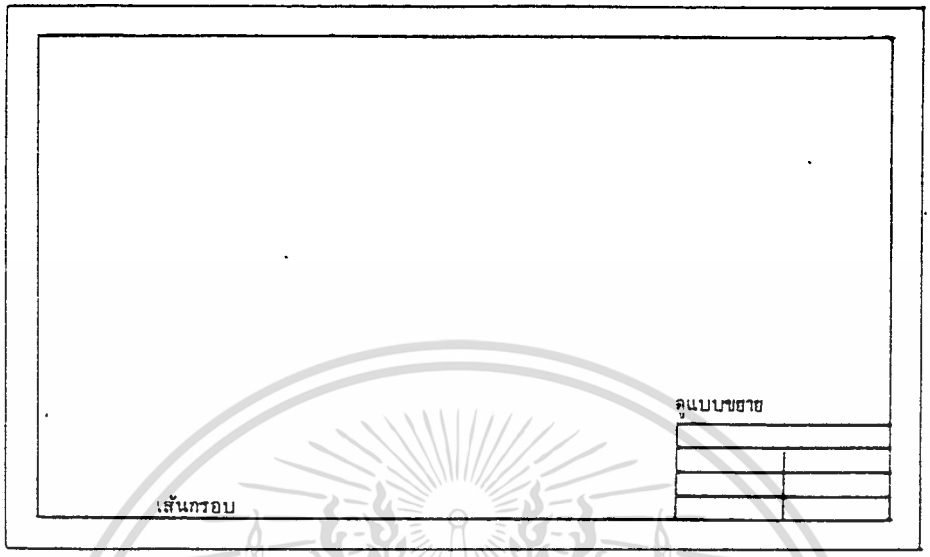
2.2 แบบขยายฐานราก ค.ส.ล.

ฐานรากเป็นโครงสร้างที่ถ่ายน้ำหนักจากเสาตอม่อลงสู่พื้นดิน ซึ่งกระทำได้ 2 แบบคือ

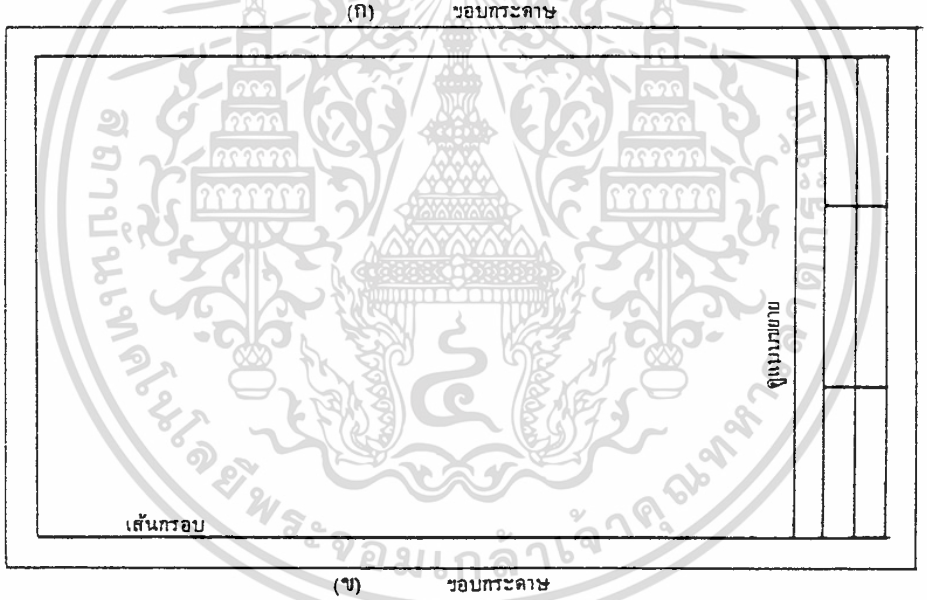
- ในท้องที่ซึ่งดินมีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักบรรทุกได้ดี เช่น ดินลูกรัง ดินปนทราย ก็ออกแบบให้ถ่ายน้ำหนักลงบนดินโดยตรง เรียกกันว่า ฐานแผ่

- ในสภาพที่ดินมีความสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ไม่ดี เช่น ดินเหนียวในกรุงเทพฯ ก็ต้องออก แบบให้ฐานรากถ่ายน้ำหนักลงเสาเข็ม เพื่อถ่ายน้ำหนักลงในชั้นดินที่ลึก และมีคุณภาพดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ขอบกระดาษ



(ข) ขอบกระดาษ

ตัวอย่างแบบขยายหัวเรื่องแบบ

แบบก่อสร้างศูนย์การค้าพญาไท	
แสดงผังฐานราก เสาตอม่อ คานดิน	มาตราส่วน 1 ต่อ 100
สถาปนิก	ผู้เขียนแบบ
วิศวกร	ออกแบบเมื่อ.
อนุมัติ	

(ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 กระดาษเขียนแบบ

2.2.1 ประเภทของฐานราก

ฐานรากทั้งแบบฐานแผ่และฐานบนเสาเข็มยังแบ่งเป็นแบบต่างๆ ตามลักษณะโครงสร้างดังต่อไปนี้คือ

- ฐานรากใต้กำแพง สำหรับรับน้ำหนักใต้กำแพงเป็นแนวยาวๆ
- ฐานเดี่ยว รับน้ำหนักจากเสาที่ห่างจากเสาข้างเคียงมากพอสมควร
- ฐานร่วม สำหรับรับน้ำหนักจากเสา 2 เสาที่อยู่ใกล้กันมาก ถ้าใช้ฐานเดี่ยวอาจซ้อนกันได้
- ฐานรากตีนเป็ด สำหรับรับน้ำหนักจากเสา ของหลังคาโรงรถแบบยื่น เป็นต้น
- ฐานรากปูพรม ใช้เมื่อต้องการกระจายน้ำหนักบนพื้นที่กว้างๆ เพื่อรับน้ำหนักบรรทุกสูงๆ

2.2.2 ข้อกำหนดของฐานราก ค.ส.ล.

- ความหนาที่ขอบนอกของฐานราก ค.ส.ล. ต้องไม่น้อยกว่า 15 ซม.
- ความหนาที่ขอบนอกของฐานรากไม่เสริมเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 20 ซม.สำหนับฐานแผ่ และต้องไม่น้อยกว่า 35 ซม. สำหรับฐานบนเสาเข็ม
- ความหนาคอนกรีตหุ้มเหล็กนับจากผิวเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 6 ซม.
- ระยะระหว่างศูนย์กลางเสาเข็มใช้ 2.5 ถึง 3 เท่าของขนาดของเสาเข็ม

2.2.3 หลักการเขียนแบบขยายฐานราก

(1) **รูปตัดทางตั้ง** เพื่อแสดง

- ความกว้าง ความหนา และความลึกของก้นฐานราก
- ตำแหน่งของเหล็กเสริมพร้อมทั้ง จำนวน ขนาด และความยาวของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริม
- ถ้าเป็นฐานรากบนเสาเข็มจะต้องแสดงตำแหน่ง จำนวน ขนาด และความยาวของเสาเข็มด้วย
- ใต้ก้นฐานรากต้องแสดงความหนาของคอนกรีตหยาย และทรายหยาบกลบก้นหลุม

(2) **รูปแปลน** เพื่อแสดงขนาดกว้างยาวของฐานราก ตำแหน่งของเสาเข็มและ ตำแหน่งเสาตอม่อ

(3) **การเสริมเหล็ก** ต้องเสริมเหล็กทางด้านที่เป็นแรงดึง เช่นเดียวกับ คาน หรือพื้น ค.ส.ล. ที่ต้านทานโมเมนต์ดัด ฐานรากที่มีผิวล่างต้านทานแรงดึง เช่น ฐานรากใต้กำแพง ฐานรากเดี่ยว ฐานรากตีนเป็ด สำหรับเสารับหลังคาโรงรถที่ยื่นทางเดียวมากๆ ซึ่งมีทั้งแรงในแนวแกน และโมเมนต์ดัด แต่ถ้าเป็นฐานรากตีนเป็ด สำหรับเสารั้วกำแพงกั้นเขตอาจมีแรงในแนวราบ เช่น แรงลมกลับทางทำให้ทั้งผิวบนหรือผิวล่าง มีโอกาสรับแรงดึงจึงควรเสริมเหล็กทั้งผิวบนและล่าง สำหรับฐานรากปูพรมมีหลักเกณฑ์ในการเสริมเหล็กเช่นเดียวกับ พื้น ค.ส.ล. เพียงแต่กลับทางกันคือ ในแถบเสาเป็นเหล็กเสริมล่าง และแถบกลางเป็นเหล็กเสริมบน การฝัง เหล็กเสาตอม่อต้องมีระยะฝังใน ฐานรากมากพอที่จะถ่ายน้ำหนักจากเหล็กยืนแต่ละเส้นลงสู่ฐานราก โดยอาศัยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผิวเหล็กและคอนกรีตโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

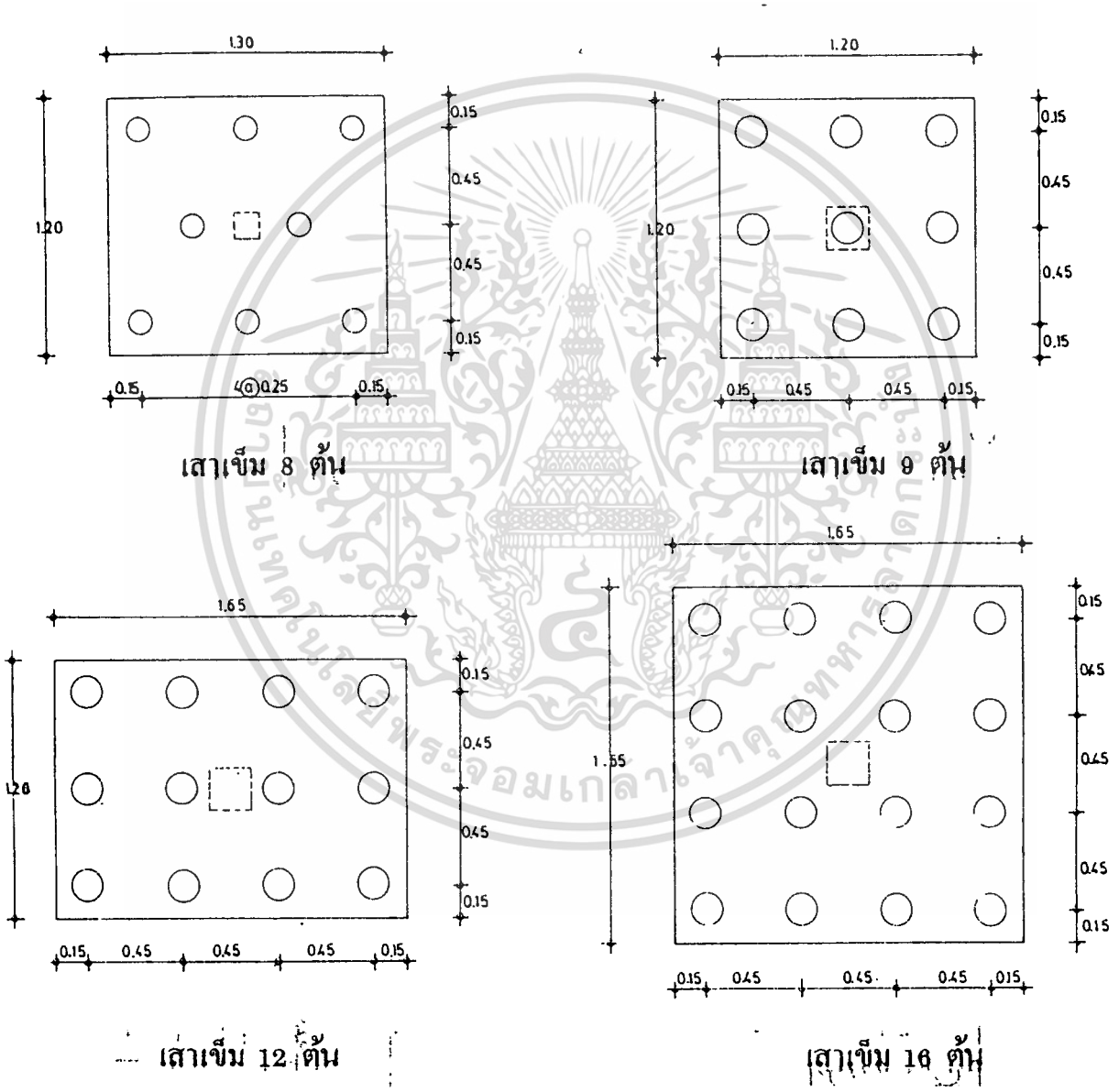
รอบ การต่อเหล็กเสาตอม่อให้ทำที่ระดับพื้นชั้นล่างเช่นเดียวกับการต่อเหล็กเสาโดยทั่วไป

(4) มาตราส่วน สำหรับแบบฐานรากนิยมใช้มาตราส่วน 1:20 หรือ 1:25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการจัดตำแหน่งเสาเข็ม

รูปที่ 2.2 แสดงการจัดตำแหน่งเสาเข็มที่มีจำนวนตั้งแต่ 2 ถึง 16 ต้นพร้อมทั้งแสดงระยะระหว่างศูนย์เสาเข็ม ระยะจากเสาเข็มแถวริมนอก ถึงขอบของฐานรากพร้อมทั้งขนาดกว้างยาวของฐานราก



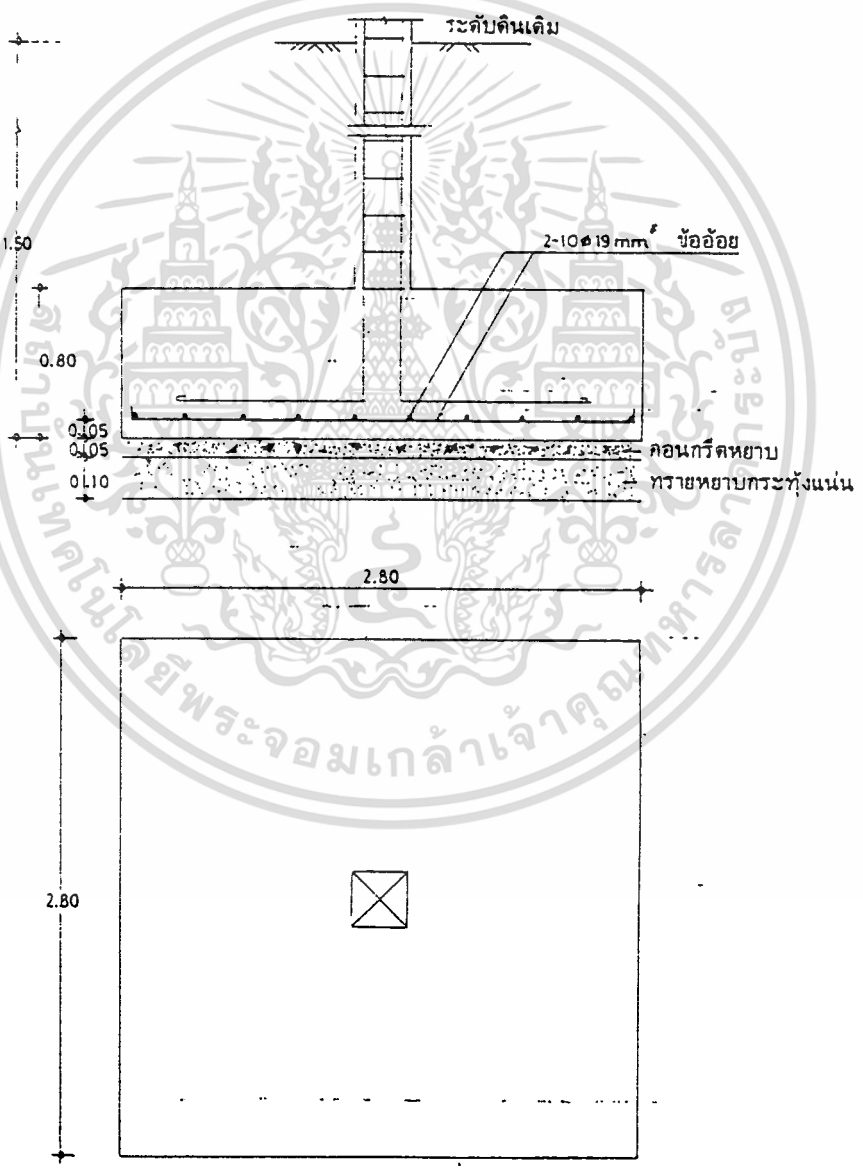
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 การจัดเสาเข็มในฐานราก ค.ส.ล.

ตัวอย่างแบบขยายฐานราก ค.ส.ล. แบบฐานแผ่

รูปที่ 2.3 แสดงรายละเอียดของฐานราก ค.ส.ล. แบบฐานแผ่ดังต่อไปนี้คือ

- แสดง ขนาด กว้าง ยาว และตำแหน่งเสาในรูปแปลน
- แสดง ความหนา และระยะหุ้มเหล็ก
- แสดง ระดับของก้นฐานราก
- แสดง ตำแหน่งของเหล็กเสริม ซึ่งเป็นเหล็กล่าง พร้อมทั้งจำนวนขนาดและระยะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

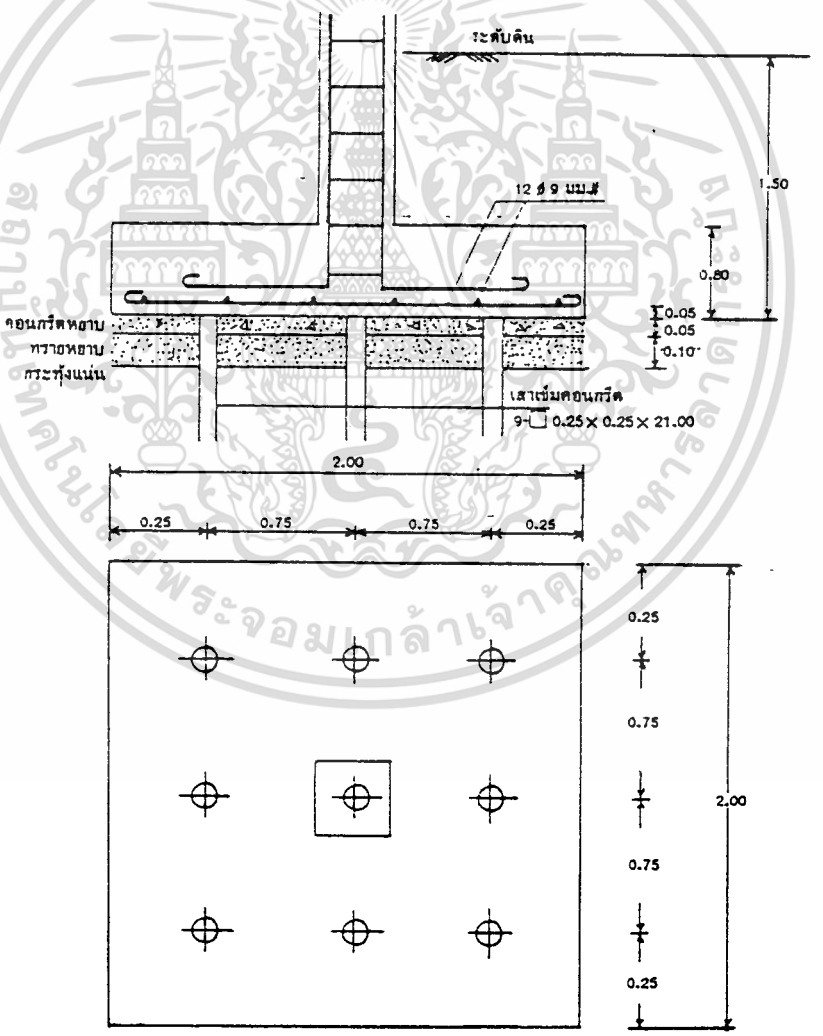
รูปที่ 2.3 ฐานราก ค.ส.ล. แบบฐานแผ่

033339

ตัวอย่างแบบขยายฐานราก ค.ส.ล. แบบฐานวางบนเสาเข็ม

นอกจากรายละเอียดที่ต้องแสดงเช่นเดียวกับฐานแผ่แล้วจะต้องแสดงจำนวน ขนาดและระยะห่างของเสาเข็มทางด้านกว้าง ด้านยาวของฐานรากทั้งในรูปแปลน และรูปตัดเพิ่มขึ้นอีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.4

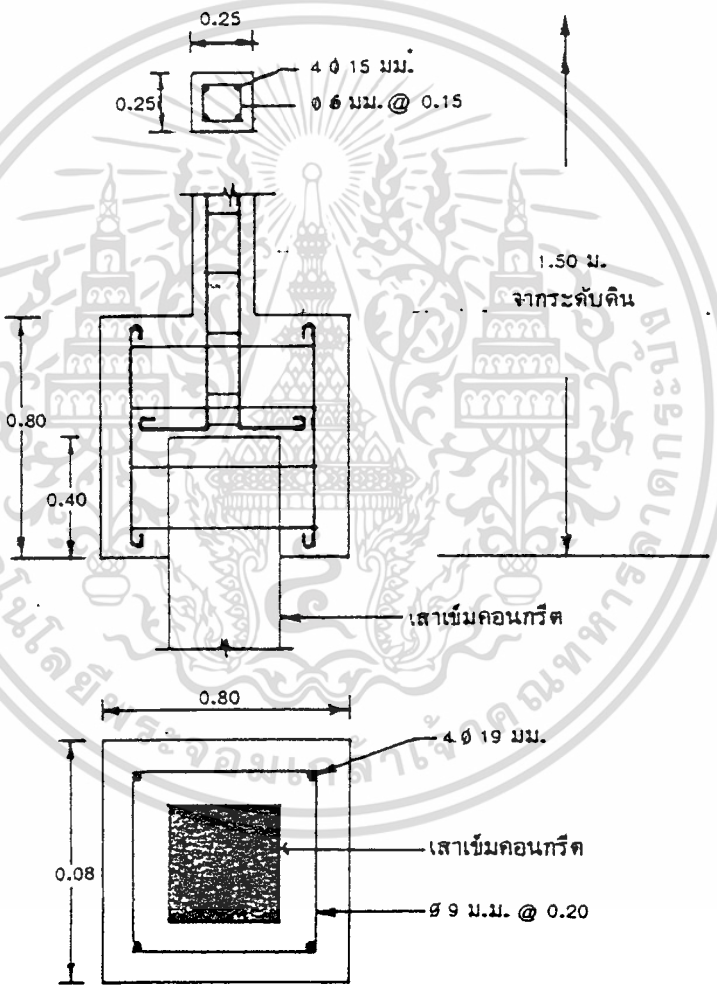
รูปที่ 2.4 (ก) แสดงฐานรากเดี่ยววางบนกลุ่มเสาเข็มซึ่งมีศูนย์เสาเข็มห่างกัน 3 เท่าของขนาดเสาเข็ม โดยห่างจากแกนตั้งและแกนนอน ซึ่งผ่านศูนย์เสาอาคารเป็นระยะเท่าๆ กันเพื่อให้ศูนย์ถ่วงของแรงจากกลุ่ม เสาเข็มตรงกับศูนย์เสาอาคาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 (ก) ฐานราก ค.ส.ล. แบบวางบนเข็ม

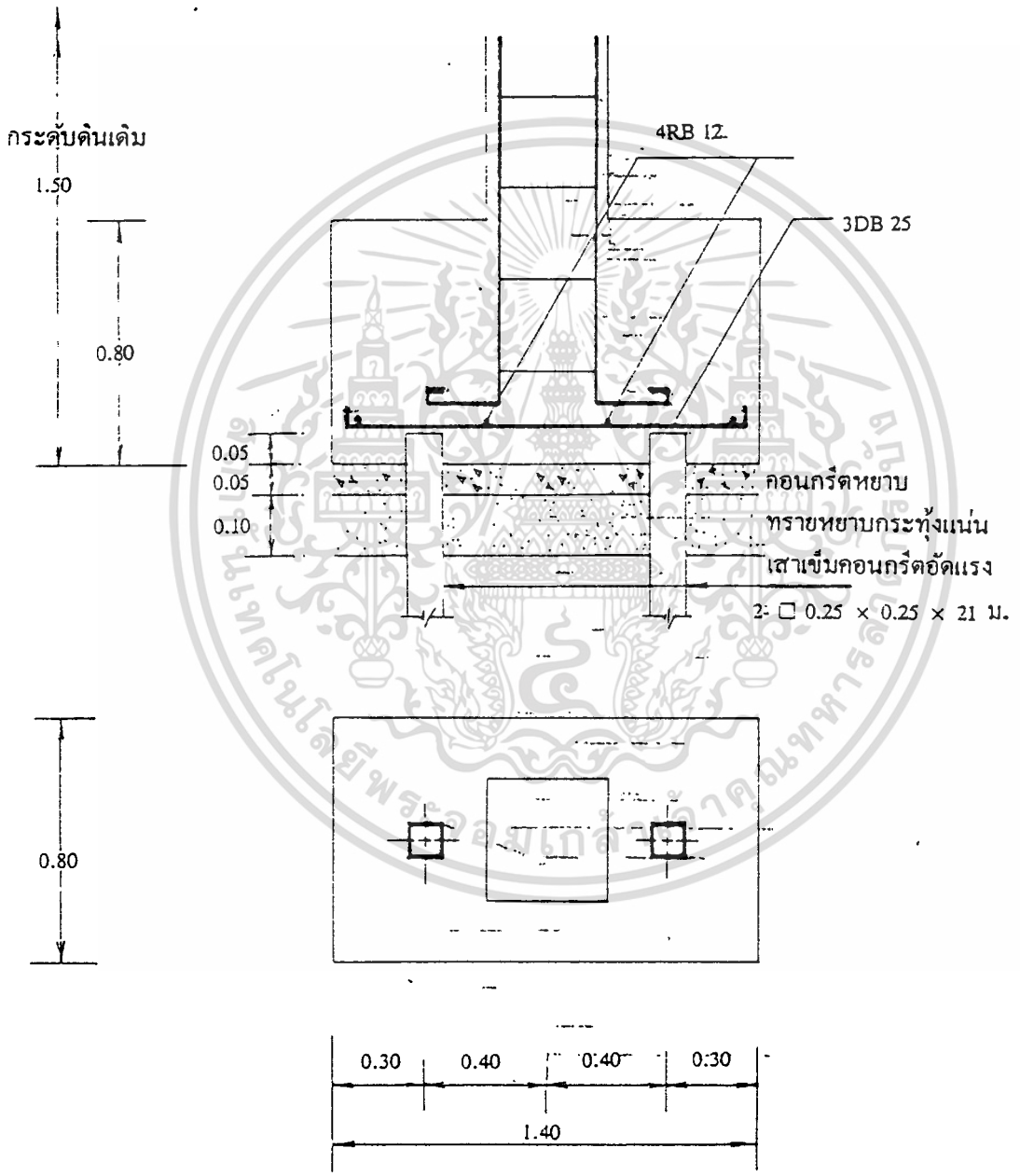
รูปที่ 2.4 (ข) แสดงฐานรากเดี่ยววางบนเสาเข็มต้นเดียว มีเหล็กจากเสาตอม่อวางบนหัวเสาเข็ม แล้วหล่อคอนกรีตฐานรากเลยมาหุ้มหัวเสาเข็มด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 (ข) ฐานราก ค.ส.ล. แบบวางบนเข็ม

รูปที่ 2.4 (ค) แสดงฐานรากเดี่ยววางบนกลุ่มเสาเข็ม 2 ต้นมีศูนย์เสาอาคารอยู่กึ่งกลางระหว่างศูนย์เสาเข็ม

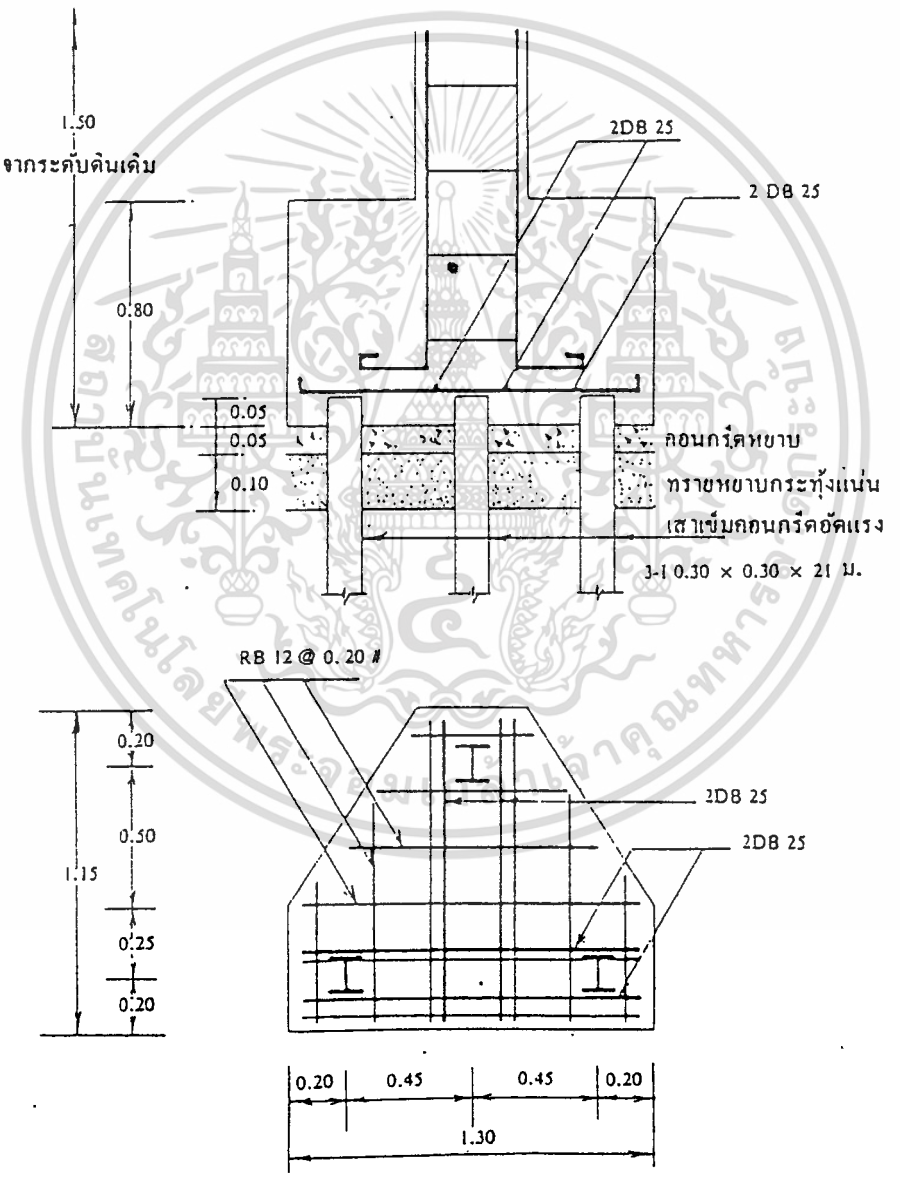


(ก) เสาเข็ม 2 ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 (ค) ฐานราก ค.ส.ล. แบบวางบนเข็ม

รูปที่ 2.4 (ง) แสดงฐานรากเดี่ยววางบนกลุ่มเสาเข็ม 3 ต้น ข้อสำคัญก็คือ ศูนย์ถ่วงของแรงจากกลุ่ม เสาเข็ม จะต้องตรงกับศูนย์เสาอาคาร โดยให้เสาเข็มต้นกลางกับเสาอาคารอยู่บนเส้นแบ่งครึ่ง และตั้งฉากกับแนวของเสาเข็มต้นซ้ายและต้นขวา และห่างออกไปเป็นระยะ 3 ส่วน และ 1 ส่วน ตามลำดับ เหล็กเสริมหลัก อยู่บนหัวเสาเข็มต้นซ้ายและขวากับแนวตั้งฉาก ที่ผ่านเสาอาคารและเสาเข็มต้นกลาง นอกจากนี้ก็มีเหล็กตะแกรงกระจายน้ำหนัก แผ่เต็มเนื้อที่ฐานราก



(ง) เสาเข็ม 3 ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 (ง) ฐานราก ค.ส.ล. แบบวางบนเข็ม

2.3 แบบขยายเสา ค.ส.ล.

เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ทำหน้าที่ต้านทานแรงอัดในแนวแกน ซึ่งอาจมีโมเมนต์ดัดร่วมด้วยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

- หน้าตัดเสา ค.ส.ล. มีรูปตัดต่างๆ คือ สี่เหลี่ยมจตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้าวงกลม รูปตัด T ดูรูปที่ 2.5

- เหล็กเสริมโดยทั่วไปใช้เหล็กเส้นกลมหรือเหล็กข้ออ้อยหรือเป็นเหล็กรูปพรรณในบางโอกาส

- เหล็กปลอกพันรอบเหล็กยืนทุกเส้นมีแบบปลอกเดี่ยว และปลอกเกลียวดังรูปที่ 2.6 เหล็กปลอกเดี่ยว ใช้กับเสาที่มีเหล็กยืนข้างเคียงทำมุมฉากกัน เช่น เสารูปสี่เหลี่ยม รูปตัด T และรูปตัด L ส่วนปลอก เกลียวใช้กับเสาที่มีเหล็กยืนเรียงตามเส้นรอบวงของวงกลม

2.3.1 ข้อกำหนดของเสา ค.ส.ล.

สัดส่วนต่างๆ ของเสา ค.ส.ล. จะต้องเป็นไปตามเกณฑ์ของมาตรฐานกำหนดดังนี้

- อัตราส่วนชะลูดไม่ควรเกิน 15 สำหรับการออกแบบ ให้มีขนาดเสาที่พอเหมาะ

- เหล็กยืนต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 12 มม. มีจำนวนไม่น้อยกว่า 4 เส้นสำหรับเสาสี่เหลี่ยมและไม่น้อยกว่า 6 เส้น สำหรับเสากลม

- ช่องว่างระหว่างเหล็กยืนต้องไม่น้อยกว่า 4 ซม. หรือไม่เล็กกว่า 1.5 เท่าขนาดหินใหญ่ที่สุดที่ใช้

- เหล็กปลอกที่ใช้ต้องไม่เล็กกว่า 6 มม.

- เหล็กปลอกเดี่ยวต้องมีระยะห่างไม่เกิน 16 เท่าเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กยืน หรือ 48 เท่าเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กปลอก หรือด้านแคบของเสา

- เหล็กปลอกเกลียวต้องพันต่อเนื่องสม่ำเสมอ มีระยะห่างไม่เกิน 7 ซม. และไม่แคบกว่า 3 ซม. หรือ 1.5 เท่าขนาดหินใหญ่สุดที่ใช้

- คอนกรีตหุ้มเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 3 ซม. หรือ 1.5 เท่าขนาดหินใหญ่สุดที่ใช้

2.3.2 การเขียนแบบขยายเสา ค.ส.ล.

แบบขยายสำหรับงานก่อสร้างจะต้องแสดงส่วนต่างๆ ของเสา ค.ส.ล. ดังต่อไปนี้

- รูปตัดขวาง แสดงขนาด กว้าง ยาว ระยะหุ้มเหล็ก

- แสดงเหล็กยืน จำนวน ขนาด และตำแหน่งของเหล็กยืนในรูปตัดขวาง

- แสดงเหล็กปลอก ขนาด ระยะ ในรูปตัดขวาง

- รูปที่ 2.7 แสดงการต่อเหล็กยืนที่ระดับพื้นดังในรูปตัดทางตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การเรียงเหล็กยืนในเสา ค.ส.ล.

รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างการเรียงเหล็กยืน ที่มีจำนวนมากๆ ตั้งแต่ 8 เส้น ขึ้นไปถึง20 เส้น และรูปที่ 2.9 แสดงตัวอย่างการเสริมเหล็กบ่าเสารับรางรอกไฟฟ้าในรูปตัดทางตั้ง

2.3.4 การต่อเหล็กยืนในเสา

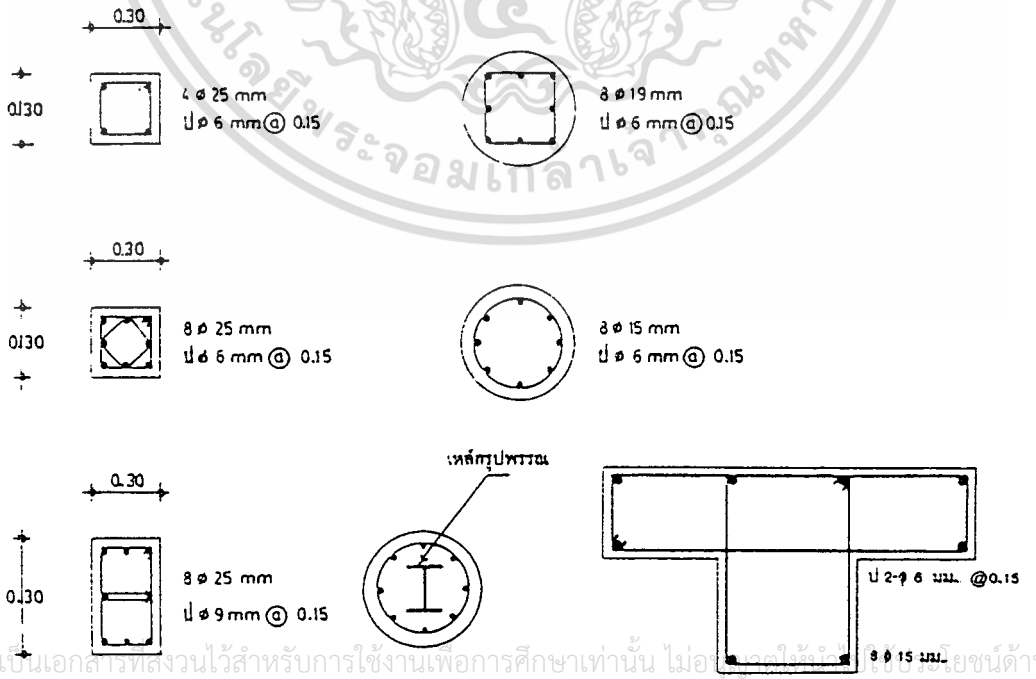
โดยทั่วไปแล้วเหล็กในเสา จะต่อกันที่ระดับพื้นอาคารแต่ละชั้น รูปที่ 2.7ก แสดงการต่อเหล็กยืนแบบต่อทาบ ใช้ในกรณีที่ขนาดรูปตัดเสาชั้นบน และเสาชั้นล่างเท่ากัน โดยดัดปลายเหล็กยืนจากเสาชั้นล่าง เฉียง ขึ้นไปทาบกับเหล็กเสาชั้นบนประมาณ 80 ซม. รูปที่ 2.7ข แสดงการต่อเหล็กยืนในเสาโดยใช้เหล็กเดือย ซึ่งฝังในเสาช่วงล่างมีปลายบนเหนือระดับพื้นประมาณ 80 ซม.เพื่อต่อกับเหล็กเสาชั้นบน ซึ่งเหมาะกับกรณีที่มีการลดขนาดของรูปตัดเสาชั้นบน

2.3.5 การแสดงรายละเอียดเสาอาคารหลายชั้น

การเขียนแบบแสดงรายละเอียดเสา ค.ส.ล. ของอาคารหลายชั้น มักนิยมแสดงชื่อและรายละเอียดต่างๆ ของเสาเรียงซ้อนกันในแนวดิ่งโดยให้เสาตอม่ออยู่ล่างสุดและเสารับดาดฟ้า หรือหลังคาอยู่บนสุดดังรูปที่ 2.10 และ แสดงผังเสาซึ่งระบุชื่อเสาชั้นต่างๆ ในแต่ละแถวตามแนวต่างๆ ที่เหมือนกันผังเสาแนวใดแตก ต่างกันก็เขียนผังเสาของแนวนั้นๆ แยกต่างหาก

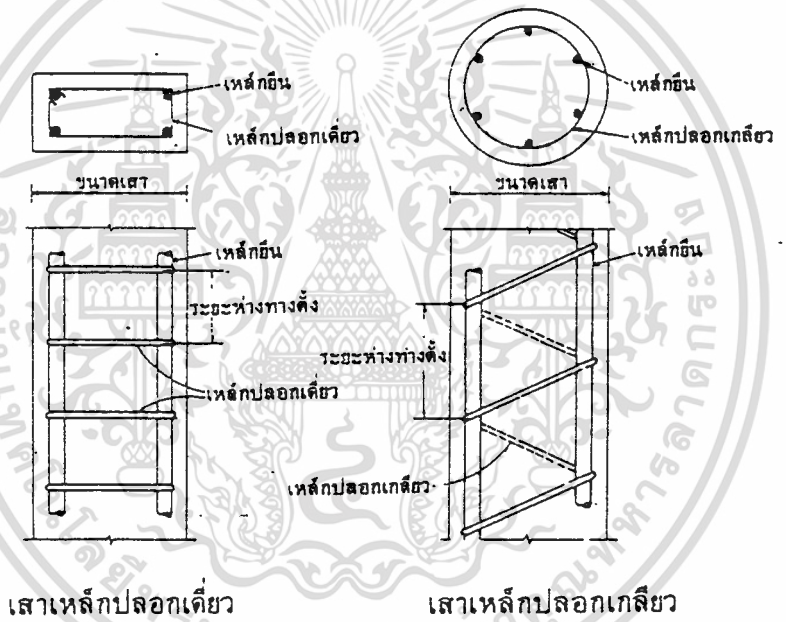
2.3.6 มาตราส่วน

ที่นิยมใช้กันมาก คือ มาตราส่วน 1 ต่อ 10



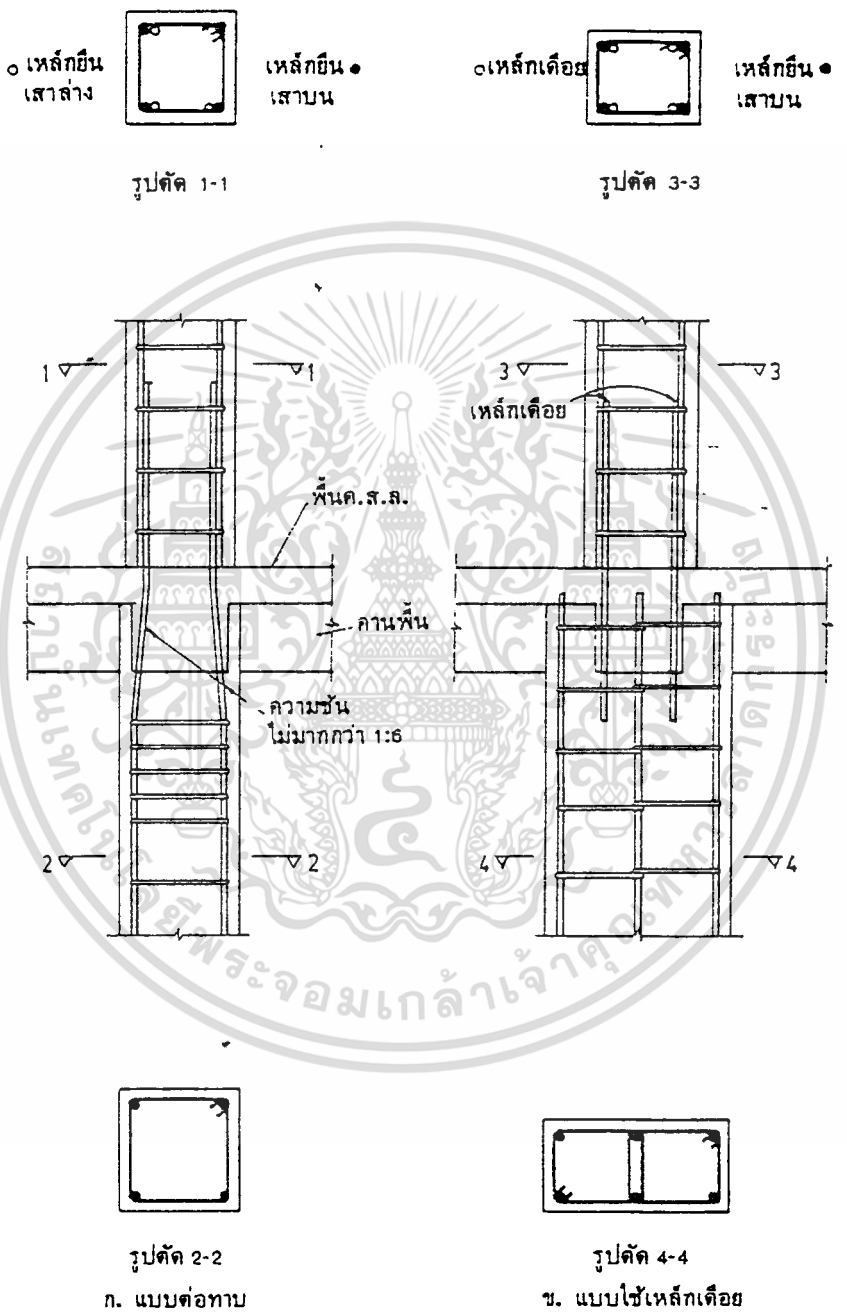
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 รูปตัดเสา ค.ส.ล. แบบต่างๆ



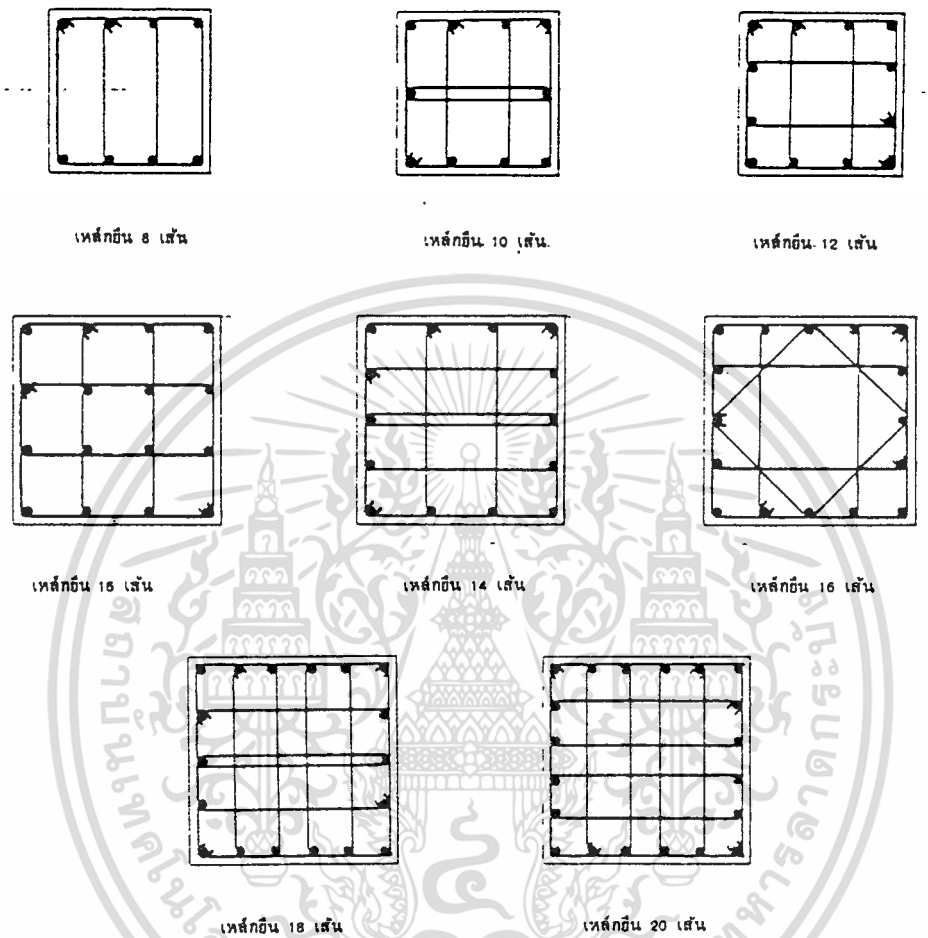
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 แสดงเสาปลอกเดี่ยว และปลอกเกลียว

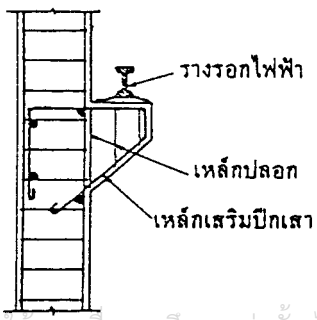


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 การต่อเหล็กยืนในเสา



รูปที่ 2.8 การเรียงเหล็กยืนในเสา ค.ส.ล.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.9 การเสริมเหล็กปีกเสารับรางรอกไฟฟ้า

ชื่อเสา	รูปตัด	ขนาดรูปตัด	เหล็กยืน	เหล็กปลอก
C6		30×50	6RB 15	1-RB 6@O.20
C5		30 × 50	10RB 15	2-RB 6@O.20
C4		30 × 50	10RB 19	2-RB 6@O.20
		30 × 50	10 RB 25	2-RB6 @O.20
C2		30 × 50	14RB 25	2-RB 9@O.20
C1		30 × 50	18RB 25	2-RB6 @O.20

หมายเหตุ ระยะหุ้มเหล็ก 5 ซม. ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.10 รายละเอียดเสา ค.ส.ล.

2.4 แบบขยายคาน ค.ส.ล.

การเขียนแบบคาน ค.ส.ล. จำเป็นต้องทราบหลักเกณฑ์เบื้องต้นเพื่อให้การเขียนแบบเป็นไปอย่างถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบ โดยแสดงรายละเอียดถูกต้อง ครบถ้วนและชัดเจนที่จะนำไปใช้เป็นแบบก่อสร้างต่อไป

คาน ค.ส.ล. เป็นโครงสร้างที่อยู่แนวราบ ทำหน้าที่ต้านทานโมเมนต์ดัด อันเกิดจากแรงในแนวดิ่ง ประกอบด้วยคอนกรีตที่เป็นตัวคานที่ต้านทานแรงอัดซึ่งมีรูปตัดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปตัดที รูปตัด-แอล ส่วนเหล็กเสริมตามความยาวของคานทำหน้าที่ต้านทานแรงดึง และเหล็กลูกตั้งทำหน้าที่ต้านทานแรงเฉือน การจัดตำแหน่งของเหล็กเสริมทางยาวในคาน จะต้องให้ถูกต้องว่าเหล็กเสริมหลักที่รับแรงดึงจะเป็นเหล็กเสริมล่างหรือเหล็กเสริมบน ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของคานทั้งยังจะต้องจัดเรียงเหล็กเสริมให้เหมือนกันทั้ง 2 ข้าง ของแกนในแนวดิ่งที่อยู่กึ่งกลางของความกว้างของรูปตัดคาน

2.4.1 ประเภทของคาน ค.ส.ล.

คาน ค.ส.ล แบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ด้วยกันคือ คานช่วงเดียว คานต่อเนื่องหลายช่วง และคานยื่น มีข้อแตกต่างกันที่เหล็กเสริมทางยาวที่เป็นเหล็กเสริมหลักจะต้องจัดให้อยู่ในตำแหน่งทำหน้าที่รับแรงดึง นอกจากเหล็กเสริมที่ต้องการให้รับแรงอัดร่วมกับคอนกรีตในบางโอกาส

คานช่วงเดียว เหล็กเสริมหลักตามความยาวคาน ต้องเป็นเหล็กล่างตลอดความยาวเนื่องจากโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักกระทำในแนวดิ่ง เป็นโมเมนต์บวกที่ทำให้ผิวล่างของคานเป็นแรงดึงตลอด ความยาวคาน โดยปกติแล้วจะมีค่ามากที่สุดบริเวณกลางคาน แต่ก็อาจเปลี่ยนแปลงตำแหน่งบ้างเนื่องจาก แรงที่กระทำเป็นจุด โมเมนต์ดัดนี้จะมีค่าน้อยลงจนถึงศูนย์ที่ปลายคาน ฉะนั้นปริมาณเหล็กเสริมอาจลด จำนวนลงได้บ้างที่ปลายคาน โดยพิจารณาจากโมเมนต์ไดอะแกรม (ดูรูปที่ 2.11)

คานต่อเนื่องหลายช่วง เหล็กเสริมหลักตามความยาวคานเป็นเหล็กล่างบริเวณกลางๆ รูปที่ 2.11 การลดเหล็กเสริมที่ปลายคานช่วงคาน และเป็นเหล็กบนบริเวณใกล้เสา เพราะโดยปกติแล้วกลางๆ ช่วงคาน จะเป็นโมเมนต์บวกที่ทำให้ผิวล่างของคานเป็นแรงดึงและปลายคานเป็นโมเมนต์ลบ ที่ทำให้ผิวบนของคานเป็นแรงดึงในกรณีที่เหล็กล่างมีจำนวนเกิน 2 เส้น มักจะนิยมดัดเหล็กล่างขึ้นไปเป็นเหล็กเสริมบนเป็นปริมาณตามข้อกำหนดซึ่งจะกล่าวต่อไป และเรียกกันว่าเหล็กคอม้า เหล็กคอม้าจะถูกดัดจากเหล็กล่างเป็นเหล็กบนในตำแหน่งที่โมเมนต์เปลี่ยนจากบวกไปเป็นลบ ส่วนเหล็กล่างที่เหลือก็จะปล่อยให้พาดเข้าไปในเสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คานยื่น เหล็กเสริมหลักทางยาวจะต้องเป็นเหล็กบน เนื่องจากผิวบนของคานเป็นแรงดึงจากโมเมนต์ลบ ในคานเหล็กเสริมบนจะต้องฝังในคานช่วงในถัดเข้าไปจากเสาที่รับคานยื่นนั้นหรืออาจฝังลงไปในเสา ถ้าไม่มีคานช่วงในความยาวของเหล็กเสริมที่ต้องฝังในคานช่วงใน หรือฝังในเสาจะต้องยาวเพียง

พอที่จะไม่ทำให้หน่วยแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นจริงระหว่างเหล็กเสริมกับคอนกรีตมากกว่าค่าหน่วยแรงยึดเหนี่ยวที่ยอมให้ตาม ข้อกำหนดของมาตรฐาน

2.4.2 <u>หลักการเขียนแบบขยายคาน ค.ส.ล.</u>

การเขียนแบบขยายคาน ค.ส.ล. ทั้งคานช่วงเดียว คานต่อเนื่องหลายช่วงคานยื่น มีรายละเอียดที่จะต้องเขียนแสดงดังนี้

(1) รูปตัดทางยาว

- เขียนเส้นแสดงเส้นขอบบน และล่างของคานและขอบเสาที่รองรับ และเขียนชื่อคานกำกับ
- เขียนเส้นแสดงความยาวของช่วงคานจากศูนย์เสาถึงศูนย์เสาของปลายคาน แต่ละข้างมีตัวเลขกับหน่วยเป็นเมตร
- เขียนแสดงระยะที่ดัดคอม้าระยะแสดงตำแหน่งที่สิ้นสุดของปลายเหล็กบน จะมีตัวเลขกำกับหน่วยเป็นเมตร
- เขียนเส้นแสดงตำแหน่งเหล็กลูกตั้งตลอดความยาวคาน แสดงชื่อและตำแหน่งรูปตัดขวาง เช่น 1-1 ในรูปตัดทางยาว

(2) รูปตัดทางขวาง

- เขียนเส้นแสดงขอบรูปตัดขวางของคาน และเส้นแสดงตำแหน่งของเหล็กปลอกแสดงขนาดความกว้าง ความลึกของรูปตัด ระยะหุ้มเหล็กทั้งบนและล่าง ถ้าเหล็กบนเหล็กล่างมีมากกว่าหนึ่งชั้นจะต้องแสดงระยะระหว่างชั้นด้วย
- เขียนชื่อรูปตัดและชื่อคานกำกับใต้รูปตัดขวาง

(3) เหล็กเสริม

- แสดงตำแหน่ง จำนวน และ ขนาดของเหล็กเสริมทางยาวของเหล็กบนเหล็กล่างทั้งในรูปตัดทางยาวและรูปตัดขวาง พร้อมทั้งมีสูตรชี้ตำแหน่งเหล็กเสริมกำกับด้วย
- เขียนเส้นด้วยตำแหน่ง พร้อมทั้งแสดงขนาด และระยะห่างของเหล็กลูกตั้งในรูปตัดทางยาว
- เหล็กเสริมทางยาวเป็นเหล็กเสริมหลักจะเป็นเหล็กล่างหรือบน แล้วแต่ชนิดของคาน

ก. คานช่วงเดียว เหล็กเสริมหลักเป็นเหล็กล่างตลอด

ข. คานต่อเนื่องหลายช่วง เหล็กเสริมหลักเป็นเหล็กล่างบริเวณกลางช่วงคาน และเป็นเหล็กบริเวณใกล้เสา

ค. คานยื่น มีเหล็กเสริมหลักเป็นเหล็กบนตลอดช่วงคาน และจะต้องฝังเข้าไปในคานช่วงในหรือในเสาเป็นความยาวของระยะฝังที่จะไม่ทำให้หน่วยแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นจริงมากไปกว่าค่าที่ยอมให้ตาม มาตรฐานกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ข้อกำหนดต่าง ๆ

ข้อกำหนดที่ต้องใช้ประกอบการเขียนแบบคาน ค.ส.ล. มีดังนี้

- ช่องว่างระหว่างผิวเหล็กที่อยู่ในชั้นเดียวกัน ต้องมากกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็ก หรือ 1.34 เท่าของขนาดใหญ่สุดของวัสดุผสมหยาบ หรือ 2.5 ซม.

- เมื่อเหล็กเสริมตามยาวมีมากกว่าหนึ่งชั้น ช่องว่างระหว่างผิวเหล็กแต่ละชั้นต้องเรียงเหล็กแต่ละชั้นให้ตรงกันดังรูปที่ 2.12

- ความหนาของคอนกรีต ที่หุ้มเหล็กนับจากผิวเหล็กไม่น้อยกว่าเกณฑ์ต่อไปนี้

ก. หุ้มเหล็ก 6 ซม. สำหรับคานดินที่ไม่มีไม้แบบท้องคาน

ข. หุ้มเหล็ก 4 ซม. สำหรับคานดินที่มีไม้แบบท้องคาน และเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มม. ขึ้นไป

. ค. หุ้มเหล็ก 3 ซม. สำหรับคานดินที่ใช้ไม้แบบท้องคาน และเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 12 มม. ลงมา

ง. หุ้มเหล็ก 2 ซม. สำหรับคานที่อยู่ภายในอาคารที่ไม่สัมผัส ดิน น้ำ และแดดโดยตรง

- ปลายเหล็กเสริม จะต้องเลยตำแหน่งที่ไม่รับแรงเป็นระยะไม่น้อยกว่า ความลึกของคาน หรือ 12 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กเสริม และปลายเหล็กงอทำขอ

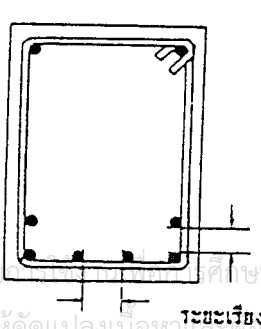
- เหล็กเสริมโมเมนต์บวก จะต้องยื่นเข้าไปในเสา หรือฐานรองอื่นไม่น้อยกว่า 15 ซม. เป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ใน 3 สำหรับคานช่วงเดียว และไม่น้อยกว่า 1 ใน 4 สำหรับคานต่อเนื่อง

- เหล็กเสริมรับโมเมนต์ลบต้องไม่น้อยกว่า 1 ใน 3 จะต้องให้เลยจุดดัดกลับของโมเมนต์เป็นระยะไม่น้อยกว่าความลึกคาน หรือ 1 ใน 16 ของช่องว่างของคาน

- การต่อเสริมเหล็ก อาจใช้การต่อทาบ หรือเชื่อมปลายโดยหลีกเลี่ยงตำแหน่งที่มีแรงดึงสูงๆ เหล็กเสริมที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 15 มม. ไม่ควรใช้วิธีต่อทาบ

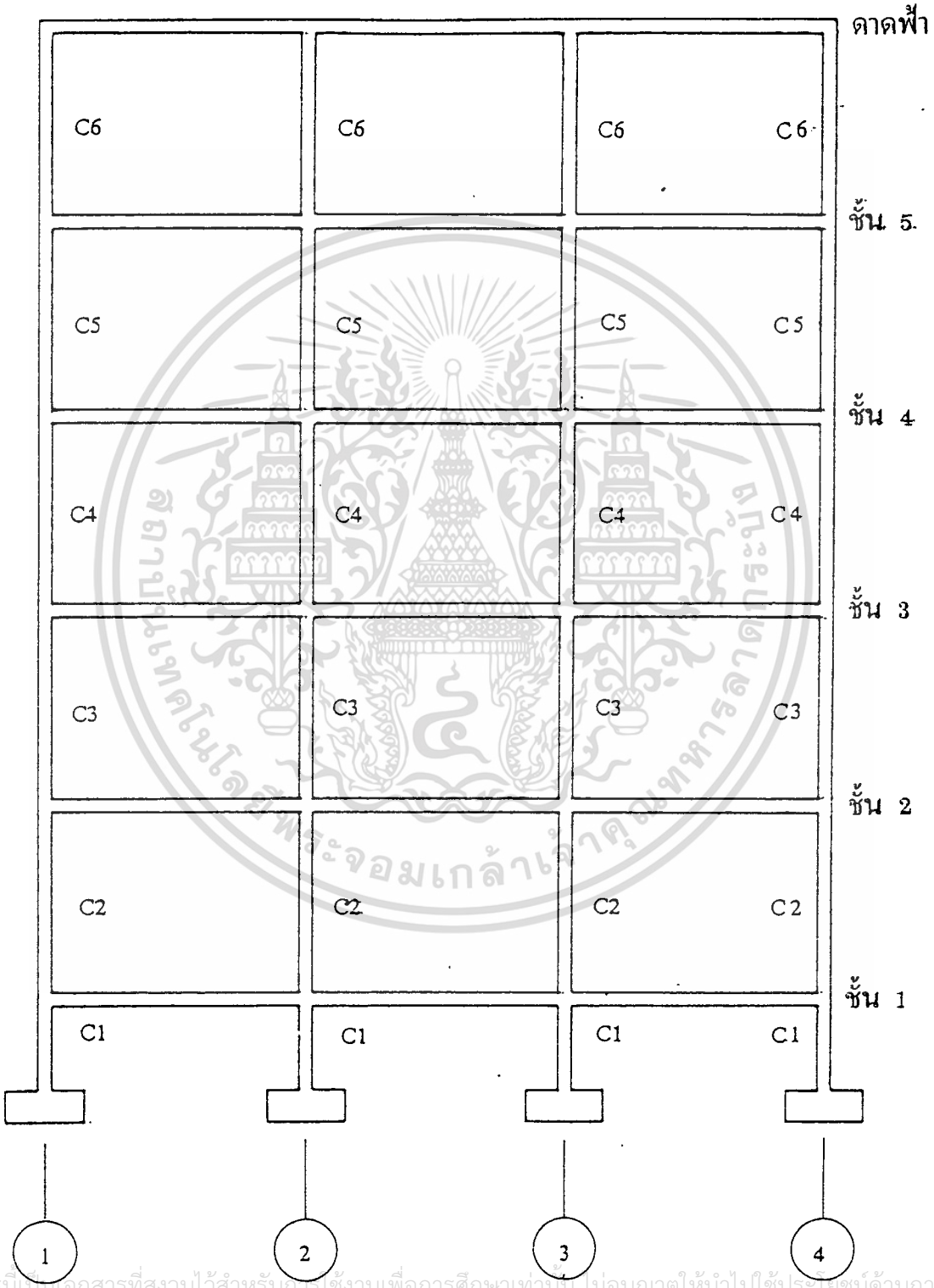
(5) มาตราส่วน

มาตราส่วนที่ใช้กันมากทั้งรูปตัดทางยาวและรูปตัดทางขวางคือ 1 ต่อ 20 และ 1 ต่อ 25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.11 ระยะเรียงเหล็กเสริมทางยาวในคาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

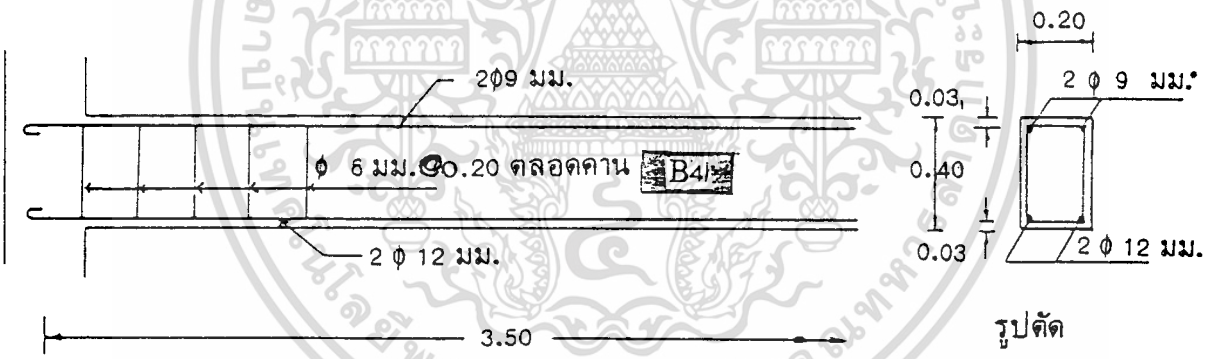
รูปที่ 2.12 ผังแนวคานต่าง ๆ

ตัวอย่างแบบขยายคาน ค.ส.ล. ช่วงเดียว

- รูปตัดทางยาว อาจเขียนทั้งช่วงจากเสาถึงเสาหรือเพียงครึ่งช่วงเพราะเหมือนกันตลอดแนว หรือมิฉะนั้นก็เหมือนกันทั้งครึ่งช่วงซ้ายและขวา เป็นต้น

- รูปตัดขวาง โดยทั่วไปเขียนเพียงแห่งเดียวก็เพียงพอ

- เหล็กเสริมนอกจากที่กล่าวมาในมาตรฐานกำหนดแล้ว จะต้องแสดงในรูปตัดทางยาวกว่าเหล็กล่างบางส่วน หรือทั้งหมดที่จะให้พาดเข้าไปในเสา หรือฐานรอง ดูรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แบบขยายคานช่วงเดียว

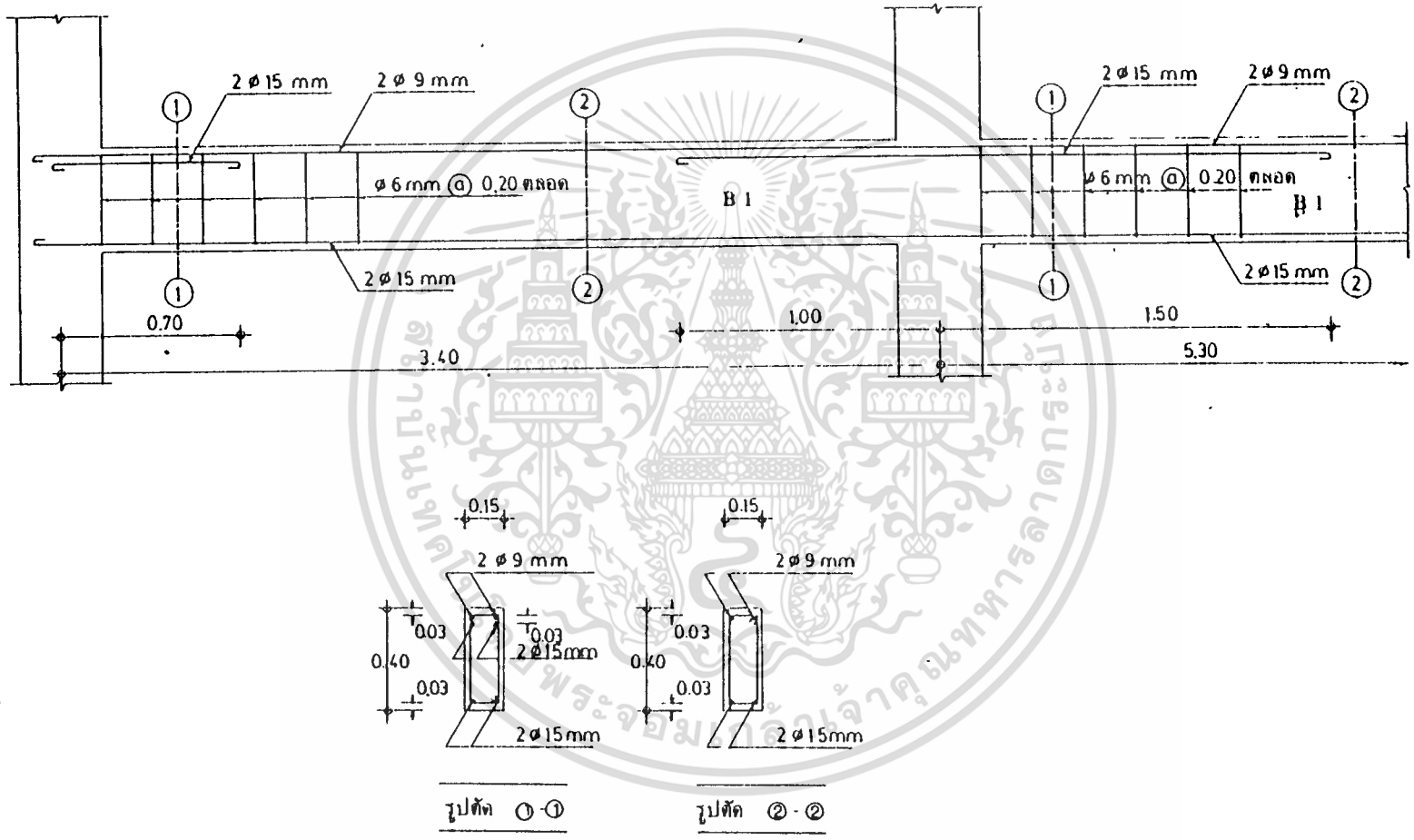
ตัวอย่างแบบขยายคาน ค.ส.ล. ต่อเนื่องหลายช่วง

- รูปตัดทางยาว ต้องเขียนแสดงอย่างน้อย 2 ช่วง ที่เป็นคานชื่อเดียวกัน หรือคานต่างชื่อกัน

- รูปตัดขวาง ต้องแสดงที่ตำแหน่งใกล้เสาและบริเวณกลางคานเพียง 2 แห่ง สำหรับคานชื่อเดียวกัน ต่อเนื่องกัน 2 ช่วงและแสดงรูปตัดขวาง ที่ใกล้เสา และกลางคานของแต่ละคาน ที่ชื่อต่างกันรวม 4 รูปตัด เพื่อ ความชัดเจนของแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เหล็กเสริมจะต้องมีระยะแสดงความสิ้นสุดของเหล็กเสริมตามยาวทั้งเหล็กบน และเหล็กล่างรวมทั้ง ระยะของเหล็กคอม้าที่เริ่มดัดจากเหล็กล่างตลอดจนแสดงจำนวน ขนาด ตำแหน่ง ของเหล็กเสริมที่เป็นเหล็กบน และเหล็กล่างให้ตรงกันทั้งในแบบรูปตัดทางยาว และรูปตัดขวาง ดูรูปที่ 2.14



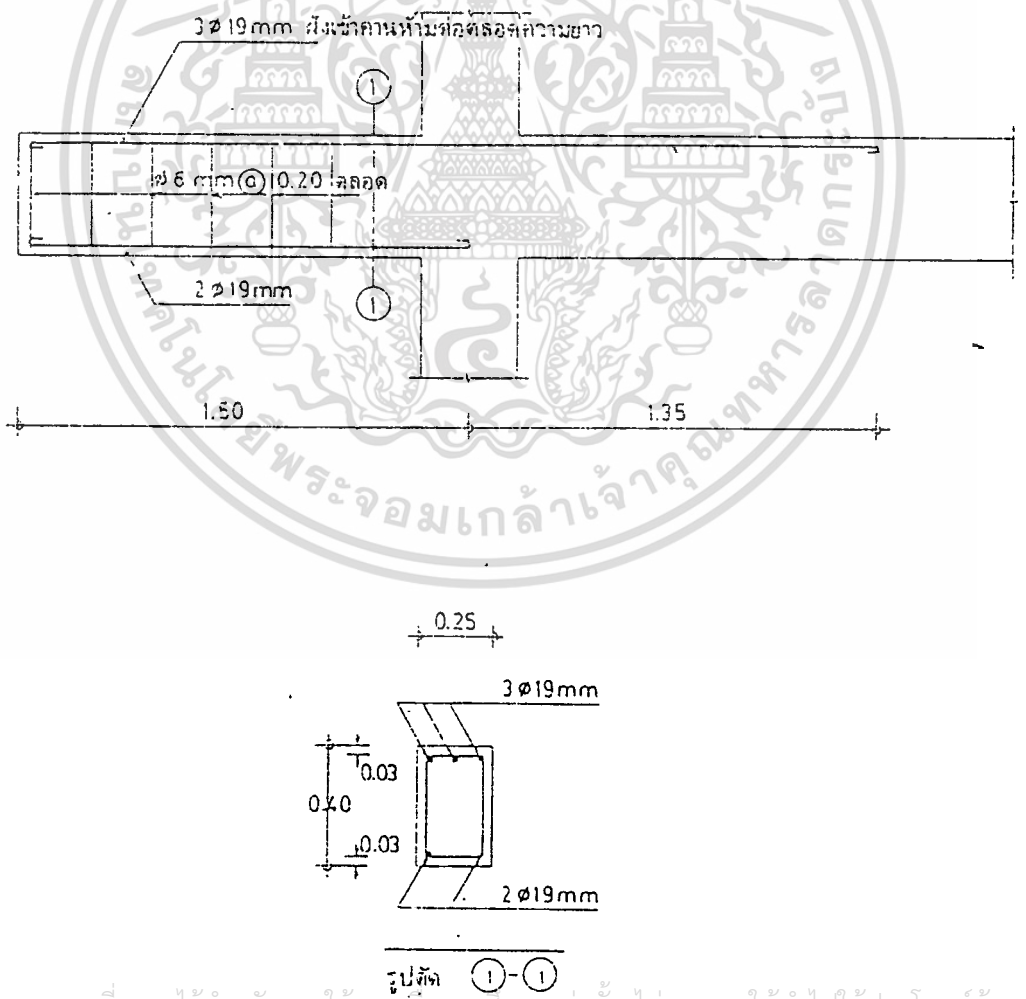
รูปที่ 2.14 แบบขยายคานต่อเนื่อง

ตัวอย่างแบบคานยื่น ว.ส.ล.

- รูปตัดทางยาว ต้องเขียนแสดงว่าคานยื่นนี้ยื่นจากคานช่วงในผ่านเสาออกมา หรือยื่นออกมาจากเสา โดยไม่มีคานช่วงในที่มีระดับเดียวกัน หรือเป็นคานยื่นที่ยื่นออก มาจากคานในแนวริมอาคารที่อยู่ในแนวตั้งฉากกับคานยื่นนั้น

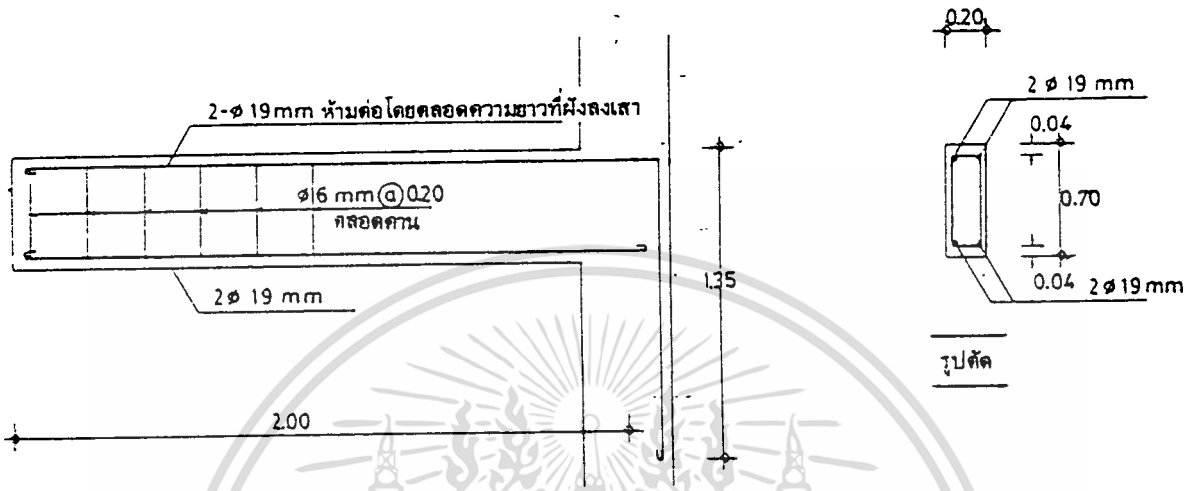
- รูปตัดขวาง แสดงเพียงรูปตัดเดียวเพราะโดยทั่วไปแล้ว จะเหมือนกันตลอดความยาวคาน

- เหล็กเสริมต้องแสดงให้ชัดเจนว่าเหล็กเสริมทางยาวที่เป็นเหล็กเสริมหลัก คือ เหล็กบนที่จะต้องไม่ต่อตลอดความยาวรวมทั้งที่ฝังในคานช่วงใน รูปที่ 2.15 หรือ ฝังในเสาตามรูปที่ 2.16 หรือถ้าเป็นคานยื่นจากคานในแนวริมอาคาร ที่ตั้งฉากกับคานยื่นนี้ ก็จะต้องใช้เหล็กบน และเหล็กล่างเป็นเส้นเดียวกัน โดยดัดเป็นรูปตัว U และต้องไม่ต่อตลอดความยาวทั้งที่เป็นเหล็กบน และเหล็กล่าง ตามรูปที่ 2.17

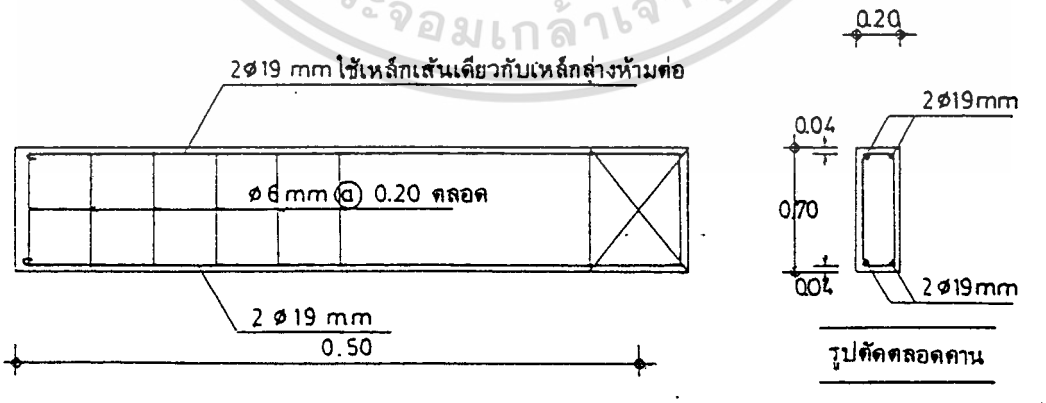


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.15 แบบขยายคานยื่น



รูปที่ 2.16 แบบขยายคานยื่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.17 แบบขยายคานยื่น

2.5 แบบขยายพื้น ค.ส.ล.

พื้น ค.ส.ล. เป็นโครงสร้างที่รับน้ำหนักจากพื้นห้องที่แผ่กระจายสม่ำเสมอทั้งห้อง มีคานที่ขอบรอบๆ พื้นทำหน้าที่รับน้ำหนักของพื้น ค.ส.ล. พื้น ค.ส.ล. อาจมีลักษณะเป็นพื้นตันมีผิวล่างเรียบ ความหนาสม่ำเสมอ หรือเป็นพื้นที่มีลักษณะเป็นตง หรือคานรูปตัด ที

2.5.1 ประเภทของพื้น ค.ส.ล.

ถ้าพิจารณาตามลักษณะโครงสร้างพื้น ค.ส.ล. มี 2 ชนิด คือ พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กทางเดียว และพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสองทาง

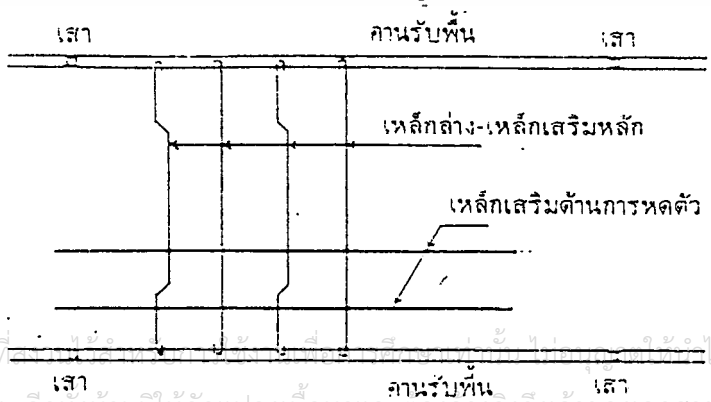
(ก) **พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กทางเดียว** ดังรูปที่ 2.18

- มีทั้งแบบพื้นตันและพื้นแบบตง
- มีด้านยาวมากกว่าด้านกว้างเกิน 2 เท่า
- คานรับพื้นมีอยู่ที่ขอบพื้นทางด้านยาว 2 ข้าง
- มีทั้งแบบพาดช่วงเดียวและแบบพาดหลายช่วงต่อเนื่องกัน
- พื้นยื่นก็เป็นพื้น ค.ส.ล. เสริมเหล็กทางเดียวอีกแบบหนึ่ง

(ข) **พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสองทาง** ดังรูปที่ 2.19

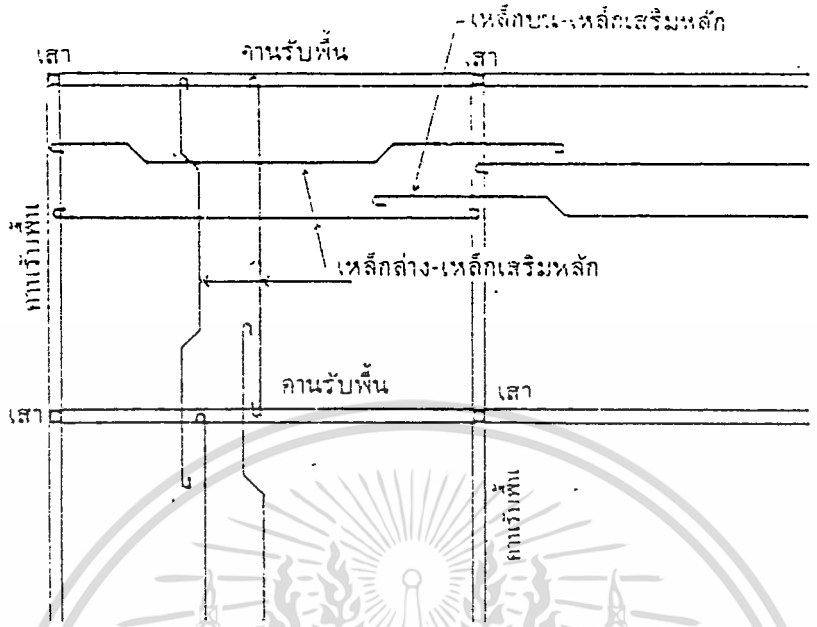
- มีทั้งแบบพื้นตันและพื้นแบบตง
- ใช้เมื่อพื้นห้องเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีด้านกว้างยาวเกือบเท่าๆ กัน
- มีคานรับพื้นที่ขอบรอบๆ พื้นทั้งสี่ด้าน
- มีทั้งแบบพาดช่วงเดียว และแบบพาดหลายช่วงต่อเนื่องกัน

พื้น ค.ส.ล. ทั้ง 2 ประเภทดังกล่าวนี้ ยังอาจจำแนกออกเป็นแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ ... ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.18 พื้น ค.ส.ล. เสริมเหล็กทางเดียว



รูปที่ 2.19 พื้น ค.ส.ล. เสริมเหล็กสองทาง

พื้น ค.ส.ล. แบบพาดช่วงเดียว

มีโมเมนต์ดัดเป็นโมเมนต์บวกที่ต้องการเหล็กเสริมหลัก เป็นเหล็กล่างมากที่สุดบริเวณกลางช่วงและลดลงบริเวณปลายช่วงจึงอาจดัดเหล็กล่างเป็นเหล็กคอม้าเส้นเว้นเส้นสำหรับต้านโมเมนต์บิด บริเวณขอบของพื้นที่ปลายช่วงริมนอกหลักเกณฑ์ดังกล่าวนี้ใช้ได้กับพื้น ค.ส.ล. เสริมเหล็กทางเดียวและเสริมเหล็กสองทาง ดูรูปที่ 2.20

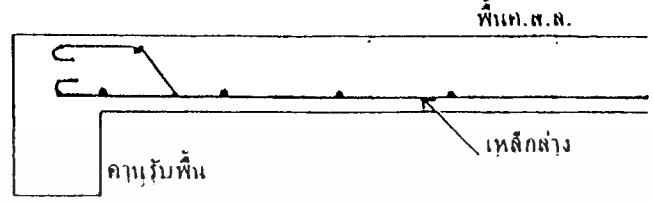
พื้น ค.ส.ล. แบบพาดต่อเนื่องหลายช่วง

เหล็กเส้นหลักเป็นเหล็กล่างบริเวณกลางช่วงที่เป็นโมเมนต์บวกและเหล็กเสริมหลักเป็นเหล็กบน บริเวณปลายช่วงใกล้เสาที่เป็นโมเมนต์ลบเหมือนกันทั้งพื้น ค.ส.ล. เสริมเหล็กทางเดียวและเสริมเหล็กสองทางเหล็กล่างจากกลางช่วงดัดเป็นเหล็กคอม้า ใช้เป็นเหล็กบนที่ปลายช่วงสำหรับต้านทานโมเมนต์บิดที่ปลายช่วงริมนอก และต้านทานโมเมนต์ลบที่ปลายช่วงในๆ ตามปกตินิยมดัดเหล็กคอม้าจากเหล็กล่าง ตำแหน่งที่ดัดเหล็กคอม้าจากเหล็กล่างจุดดัดกลับของโมเมนต์ดูรูปที่ 2.21

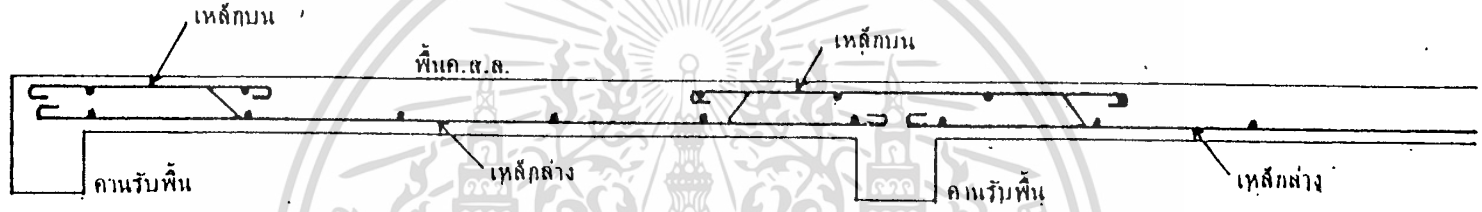
พื้น ค.ส.ล. แบบยื่น

มีเหล็กเสริมหลักเป็นเหล็กบนสำหรับต้านทานโมเมนต์ลบตลอดช่วงยื่น เหล็กบนนี้จะต้องฝังเข้าในพื้น ค.ส.ล. ช่วงในที่ติดต่อกัน ให้มีระยะฝังเพียงพอเพื่อให้หน่วยแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นจริง ไม่มากไปกว่าหน่วยแรงยึดเหนี่ยวที่ยอมให้ ถ้าไม่มีพื้น ค.ส.ล. ที่ติดต่อกับพื้นยื่น ก็จะต้องฝังปลายเหล็กบนลงในคานที่รับพื้นยื่นให้มีระยะฝังที่เพียงพอเช่นกัน ดูรูปที่ 2.22

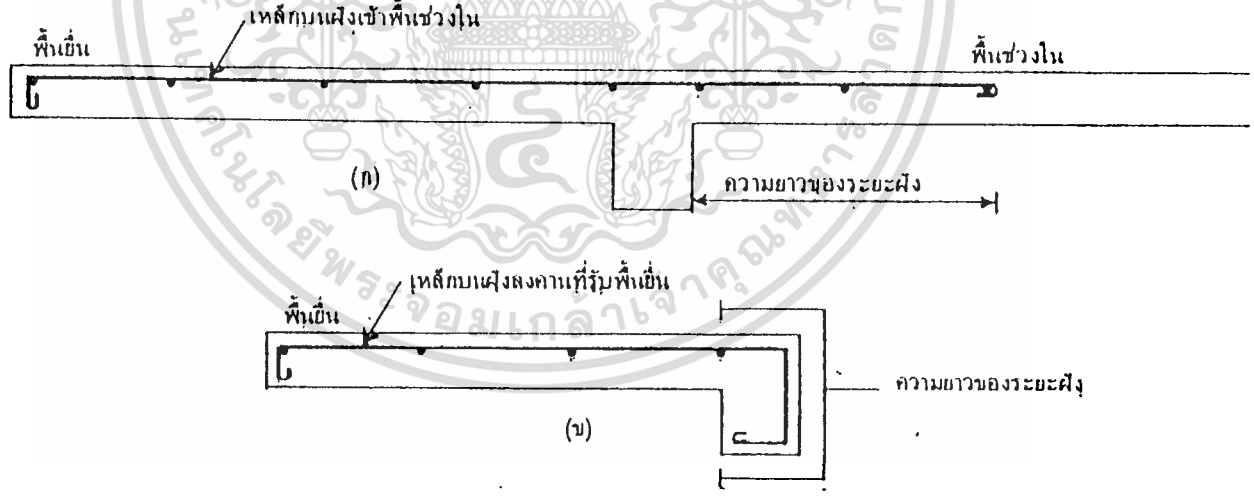
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 แสดงเหล็กเสริมหลักของพื้น ค.ส.ล. แบบพาดช่วงเดียว



รูปที่ 2.21 แสดงเหล็กเสริมหลักของพื้น ค.ส.ล. แบบพาดต่อเนื่องหลายช่วง



รูปที่ 2.22 แสดงเหล็กเสริมหลักของพื้น ค.ส.ล. แบบยื่น

พื้น ค.ส.ล. แบบวางบนดิน

พื้น ค.ส.ล. ที่กล่าวมาในตอนต้นมีคานที่ขอบพื้นรับน้ำหนัก แต่พื้น ค.ส.ล. ชั้นล่างที่อยู่เหนือระดับดินเพียงเล็กน้อย เช่น ประมาณ 30 ซม. อาจออกแบบให้พื้น ค.ส.ล. นี้ วางบนดินให้พื้นดินภายใต้รับน้ำหนักได้บ้าง เช่น ทางเท้าข้างอาคาร พื้นภายในอาคารที่มีพื้นที่ไม่มากเช่นมีขนาดกว้างยาวต่ำกว่าด้านละ 5 เมตร เป็นต้น

สิ่งที่จะต้องพิจารณาประกอบเมื่อจะใช้พื้น ค.ส.ล. วางบนดินก็คือการทรุดตัวเร็วของพื้น ค.ส.ล. ชนิดนี้ จะทำความเสียหายให้อาคารในลักษณะพื้นแตกร้าว และแอ่นกลางเกิดขึ้นได้ หากฐานรากอาคารวางบนเสาเข็มยาวทรุดตัวช้า การหลีกเลี่ยงปัญหาเช่นนี้ทำได้โดยต้องออกแบบให้ควบคุมการทรุดตัวของพื้น ค.ส.ล.วางบนดินและฐานรากอาคารเกิดขึ้นเท่าๆ กันโดยใช้เสาเข็มสั้นที่มีความยาวต่ำกว่า 10 เมตรลงมา

อีกประการหนึ่ง การใช้พื้น ค.ส.ล. วางบนดินที่ควรหลีกเลี่ยงอย่างยิ่งคือ พื้นชั้นล่างที่วางบนดินถมสูง กว่าพื้นภายนอก เช่น ตั้งแต่ 50 ซม. ขึ้นไปเป็นต้น

พื้น ค.ส.ล. แบบสำเร็จรูป

พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป เป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันเพื่อลดค่าก่อสร้างโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ค่าแบบหล่อคอนกรีตพื้น ซึ่งมีพื้นที่มากๆ เช่น หลายพันตารางเมตร เป็นต้น นอกจากนี้ยังช่วยเร่งงานก่อสร้างให้เร็วกว่าระบบที่หล่อคอนกรีตในที่ในด้านคุณภาพพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปสามารถควบคุมกำลังของคอนกรีตได้ดีกว่าการหล่อคอนกรีตในที่พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้กันมากในปัจจุบัน มีทั้งแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก และคอนกรีตอัดแรงที่ได้ออกแบบไว้อย่างปลอดภัยมีผลการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ยืนยันให้ผู้ใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปทราบ ค่าน้ำหนักบรรทุกจรที่ปลอดภัยของแต่ละขนาดความยาวของช่วงพื้นที่จะใช้ รูปตัดของพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปนี้ ที่ใช้กันมากเป็นรูปตัด T ที่วางให้ปลายแต่ละข้างพาดบนหลังคา หรือบ่าคาน ซึ่งจะสามารถลดระดับพื้นลงได้ หลังจากนั้นก็หล่อผิวพื้นคอนกรีตบางๆ ประมาณ 3 ถึง 5 ซม. เสริมเหล็กกันร้าวพอสมควรลักษณะของผิวล่างของพื้นสำเร็จรูป มีทั้งแบบที่ผิวล่างเรียบ และแบบที่เป็นตง แบบที่ผิวล่างเรียบมักจะเป็นตง คอนกรีตอัดแรงที่วางให้ปีกตัว ที อยู่ด้านล่างเพื่ออาศัยวางคอนกรีตบล็อคพาดบนปีกตงนี้ส่วนผิวบน ของบล็อคเสมอหลังตงสามารถเทคอนกรีตผิวพื้นลงไปโดยไม่ต้องมีแบบหล่อรองรับ ในช่องว่างของคอนกรีตบล็อคสามารถเดินสายไฟลอดได้ ส่วนการฝังเหล็กยึดเคร่าเพดานและท่อปรับอากาศ จะต้องฝังเหล็กเข้าในคอนกรีตผิวพื้นซึ่งจะต้องเตรียมไว้ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้น ค.ส.ล. แบบวางบนหัวเสา (หรือพื้น ค.ส.ล. ไร้คาน)

พื้น ค.ส.ล. อีกแบบหนึ่งที่แตกต่างไปจากแบบที่กล่าวมาแล้ว คือ ไม่ต้องมีคานรองรับที่ขอบรอบพื้น แต่จะถ่ายน้ำหนักลงสู่หัวเสามุมห้อง ซึ่งมีการขยายหัวเสารับน้ำหนักจากพื้นและอาจใช้แป้นหัวเสาร่วมด้วยหากต้องการให้รับน้ำหนักจากพื้นมากยิ่งขึ้น

- พื้น ค.ส.ล. วางบนหัวเสามีทั้งแบบพื้นตัน และ พื้นตงที่มีเสริมหลัง 2 ทาง หรือ 4 ทาง ที่มีช่วงต่อเนื่อง ไม่น้อยกว่า 3 ช่วงทั้ง 2 ทิศทาง

- โอกาสที่จะใช้พื้น ค.ส.ล. แบบนี้เมื่อน้ำหนักบรรทุกมากตั้งแต่ 500 กก/ม^2 ขึ้นไป และช่วงพื้นตั้งแต่ 5 เมตรขึ้นไป จะประหยัดกว่า ออกแบบให้พื้นวางบนคานรับรองๆ ขอบพื้น

- ช่วงพื้นแบ่งออกเป็นแถบเสา 2 ข้าง ซึ่งกว้าง 1 ใน 4 ของช่วงพื้น และแถบกลาง กว้าง 1 ใน 2 ของช่วงพื้น

- ความหนาของพื้น ค.ส.ล. แบบนี้จะต้องไม่น้อยกว่า L/40 และ 10 ซม. สำหรับพื้นที่มีแป้นหัวเสา L/36 และ 12 ซม. สำหรับพื้นที่ไม่มีแป้นหัวเสา

- ขอบพื้นริมนอกสุดจะต้องมีคานรองรับน้ำหนักกำแพง

- ที่หน้าตัดวิกฤติการเรียงเหล็กเสริมต้องมีระยะห่างไม่เกิน 2 เท่าของความหนาของพื้นค.ส.ล

- เหล็กเสริมมากที่ช่วงริมนอกจะต้องฝังเข้าคานขอบหรือกำแพง ค.ส.ล. ไม่น้อยกว่า 15 ซม.

- ต้องจัดเหล็กเสริมในแต่ละแถบให้กระจายสม่ำเสมอกัน

2.5.2 <u>ข้อกำหนดต่าง ๆ</u>

ข้อกำหนดที่จำเป็นต้องใช้ในการเขียนแบบพื้น ค.ส.ล. คือ

- ระยะเรียงของเหล็กเสริมหลัก ในพื้นต้องไม่เกิน 3 เท่าของความหนาพื้น หรือไม่เกิน 30 ซม.

- ความหนาของคอนกรีตหุ้มเหล็กนับจากผิวเหล็ก

ก. ใช้ 6 ซม. สำหรับพื้นที่หล่อคอนกรีตลงบนดิน ไม่มีไม้แบบรองใต้

ข. ใช้ 4 ซม. สำหรับพื้นที่หล่อคอนกรีตลงบนไม้แบบที่รองใต้ เมื่อใช้เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มม. ขึ้นไป

ค. ใช้ 3 ซม. สำหรับพื้นที่หล่อบนไม้แบบที่รองใต้เมื่อใช้เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 12 มม. ลงมา

- การต่อดามเหล็กเสริม ทำได้โดยวิธีต่อทาบ ในตำแหน่งที่ไม่มีแรงดึงสูงในเหล็กเสริม เช่น ให้ต่อเหล็กล่างในช่วงใกล้เสาและเหล็กบนห้ามต่อ เป็นต้น

- เหล็กเสริมต้านทานการหด ในพื้น ค.ส.ล. ที่เสริมเหล็กทางเดียวจะต้องเสริมต้านทานการหดตัว ในอัตราส่วนเนื้อที่หน้าตัดเหล็กต่อเนื้อที่หน้าตัดพื้นคอนกรีตดังนี้

เมื่อใช้เหล็กกลมผิวเรียบ..... 0.0025

เมื่อใช้เหล็กข้ออ้อยที่หน่วยแรงที่ขีดยืดน้อยกว่า 4200 กก./ซม.^{2}.....0.0020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 **หลักการเขียนแบบขยายพื้น ค.ส.ล.**

รายละเอียดของพื้น ค.ส.ล. แบบต่างๆ ที่จะต้องแสดงให้ครบถ้วนสำหรับใช้เป็นแบบก่อสร้างมีดังนี้

1. รูปตัดทางยาว

- เขียนเส้นแสดงขอบบนขอบล่างของพื้น และขอบคานที่รองรับพร้อมทั้งเขียน ชื่อพื้นกำกับแต่ละช่วง

- แสดงจำนวน ขนาด ตำแหน่งของเหล็กเสริมหลักทางยาวทั้งเหล็กบน และเหล็กล่างรวมทั้งเหล็ก เสริมกันการหดด้วยถ้ามี

- เขียนเส้นแสดงช่วงยาวของพื้นแต่ละช่วง จากศูนย์กลางคานแต่ละปลายของช่วงพื้น และมีตัว เลขบอกช่วงยาวเป็นเมตร

- เขียนเส้นแสดงระยะที่ดัดเหล็กคอม้า และระยะแสดงความสิ้นสุดของเหล็กบน รวมทั้งตัวเลขแสดงกำกับบอกระยะเป็นเมตร

- เขียนเส้นแสดงความหนาของพื้น ระยะหุ้มเหล็กพร้อมทั้งแสดงตัวเลขกำกับบอกความหนาและหุ้มเหล็ก มีหน่วยเป็นเมตร

- สำหรับพื้น ค.ส.ล. ที่พาดหลายช่วงจะต้องแสดงอย่างน้อย 2 ช่วง ที่ชื่อเหมือนกัน หรือต่างกันทั้งพื้นแบบตัน และแบบตง

2. รูปตัดขวาง

- ไม่จำเป็นต้องแสดงสำหรับพื้นตัน นอกจากเพื่อความชัดเจนของแบบ

- สำหรับพื้นแบบตง จำเป็นต้องแสดงระยะระหว่างศูนย์กลางของ ตงกับตง ความลึกและความหนาของตง ความหนาของพื้นที่ปีกตง เหล็กเสริมในพื้นปีกตง และระยะหุ้มเหล็ก

- แสดงจำนวนและขนาดเหล็กเสริมหลักของตงในรูปตัดขวาง

- สำหรับพื้น ค.ส.ล. ที่พาดหลายช่วงเดียว ให้แสดงรูปตัดขวางเพียงแห่งเดียว

- ส่วนพื้น ค.ส.ล. พาดหลายช่วงต้องแสดงรูปตัดขวาง 2 แห่ง ของพื้นแต่ละชื่อ

3. เหล็กเสริม

- แสดงตำแหน่ง จำนวน และขนาดของเหล็กเสริมทางยาวของเหล็กบนเหล็กล่าง พร้อมทั้งมีลูกศรชี้ตำแหน่งเหล็กเสริมกำกับด้วย

- เหล็กเสริมทางยาวที่เป็นเหล็กเสริมหลัก จะอยู่ในตำแหน่งเหล็กล่าง หรือเหล็กบนตามชนิดของพื้นนั้น เช่น

พื้นช่วงเดียว เหล็กเสริมหลักเป็นเหล็กล่าง

พื้นต่อเนื่องหลายช่วง เหล็กเสริมหลักเป็นเหล็กล่างบริเวณกลางช่วงพื้นและเป็นเหล็กบนบริเวณปลายช่วงพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นยื่น เหล็กเสริมหลักเป็นเหล็กบน ซึ่งจำเป็นจะต้องฝังเข้าพื้นช่วงใน หรือฝังลงคานที่รับพื้นที่ยื่นโดยไม่ต่อเหล็ก

- การต่อเหล็ก เหล็กล่างควรต่อในช่วงคอม้า เหล็กบนไม่ควรต่อ

4. มาตราส่วน

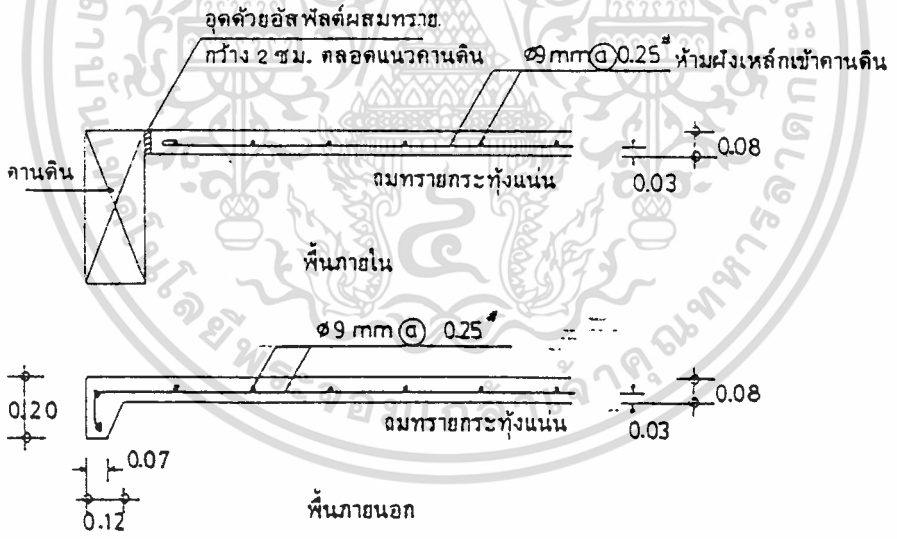
โดยทั่วไปมาตราส่วนที่ใช้เขียนรูปแบบรูปตัดทางยาวของพื้น ค.ส.ล. คือ 1 ต่อ 20 และ 1 ต่อ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบขยายพื้น ค.ส.ล. แบบวางบนดิน

ก. พื้นภายใน ต้องแสดงการตัดขาดระหว่างพื้น ค.ส.ล. และคานคอดินตลอดแนวขอบ โดยรอบพื้นเป็นแนวกว้างประมาณ 2 ซม. แล้วอุดด้วยอัสฟัลต์ ผสมทรายกันความชื้น รวมทั้งแสดงว่าปลายเหล็กเสริมในพื้นต้อง ไม่ยื่นเลยเข้าไปในคานดินด้วย ดังรูปที่ 2.23 (ก)

ข. พื้นภายนอก ต้องทำขอบฝังลึกกว่าพื้น ค.ส.ล. เพื่อกันมิให้ทรายที่ถมใต้พื้น ค.ส.ล. หนีออกภายนอกได้ นอกนั้นก็เหมือนกับพื้นภายใน ดังรูป 2.23 (ข)

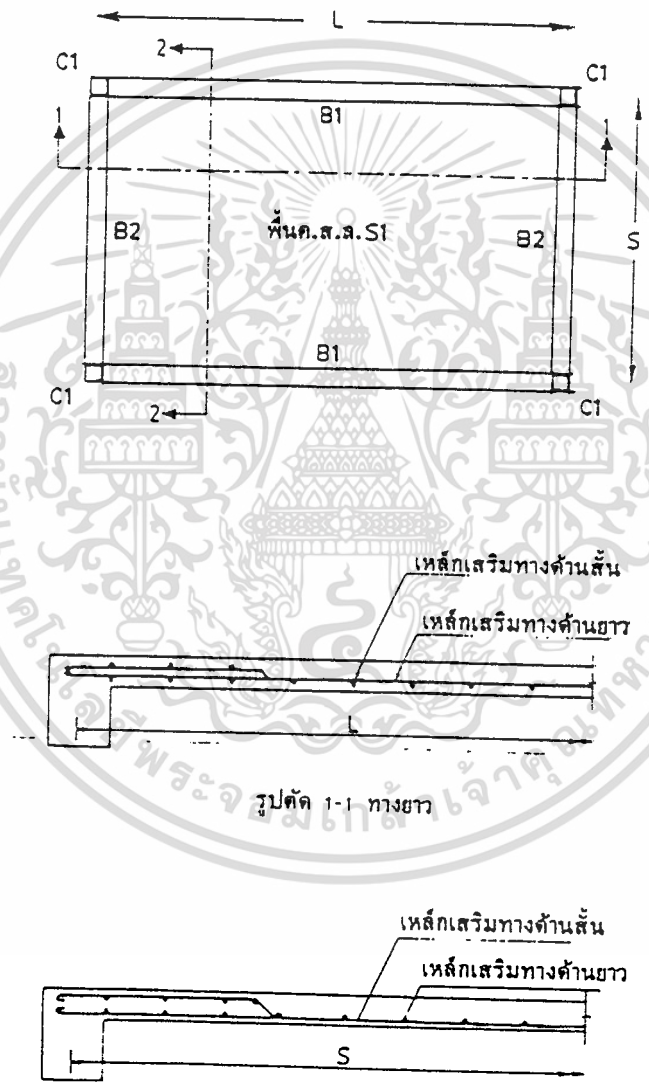


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.23 แบบขยายพื้น ค.ส.ล. แบบวางบนดิน

ตัวอย่างแบบขยายพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ทางพาดช่วงเดียว

ดูรูปที่ 2.24 แสดงผังพื้น ค.ส.ล. คานรับพื้นทั้ง 4 ด้าน เสารับคานที่มุมห้องรูปตัดทางสั้น และทางยาวของพื้น ค.ส.ล. ช่วงเดียวตลอดจนการเรียงเหล็กเสริม



รูปตัด 1-1 ทางยาว

รูปตัด 2-2 ทางสั้น

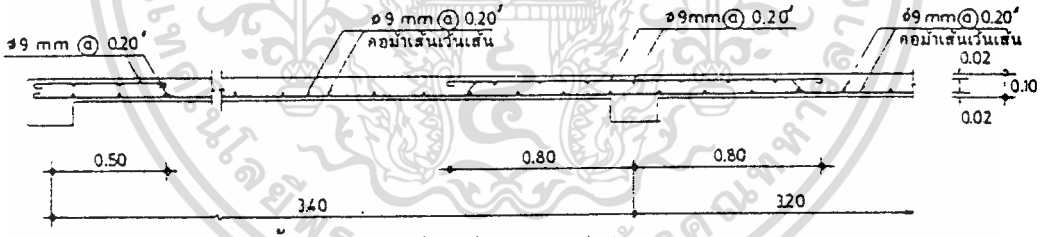
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.24 การเรียงเหล็กเสริมทางด้านสั้น และยาวในพื้น ค.ส.ล.

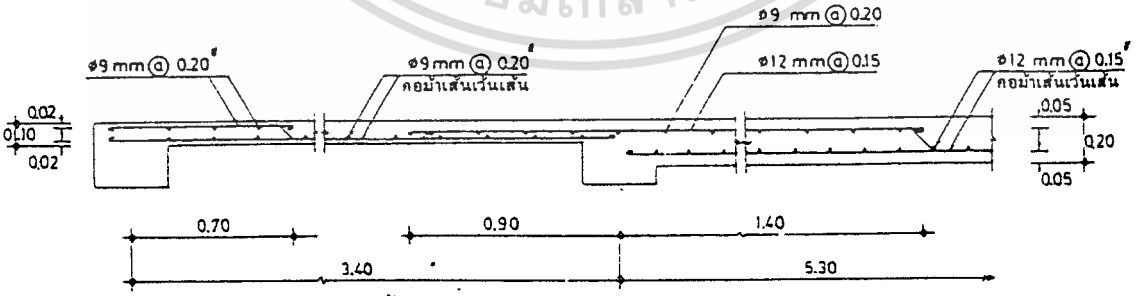
ตัวอย่างแบบขยายพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ทางพาดหลายช่วงต่อเนื่อง

รูปที่ 2.25 แสดงแบบขยายของพื้น ค.ส.ล. ที่แต่ละช่วงมีความหนาเท่ากันและแบบขยายของพื้น ค.ส.ล ที่ความหนา ในแต่ละช่วงไม่เท่ากัน นอกจากหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการเขียนแบบดังกล่าวแล้ว ยังจะต้องพิจารณาการเสริมเหล็กเสริมบนของช่วงที่ต่อเนื่องกัน โดยอาศัยหลักว่า ให้ใช้เหล็กเสริมบนจากช่วงที่มากกว่าเป็นเกณฑ์ ที่จะนำมาใช้เป็นเหล็กเสริมบนร่วมกัน โดยจะต้องจัดระยะของเหล็กคอม้าที่ดัดขึ้นมาเป็นเหล็กเสริมบน ในแต่ละช่วงให้พอเหมาะ ถ้าจำเป็นก็เสริมเหล็กเสริมพิเศษให้เพียงพอ เหล็กเสริมพิเศษ ได้แก่ เหล็กเสริมบนที่มิใช่เหล็กคอม้า แต่เป็นเหล็กเสริมบนที่มีความยาวเท่ากับ เหล็กเสริมบนเพิ่มเป็นพิเศษให้มีเนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมบนเท่าที่ต้องการ

ที่มุมนอกของพื้น ค.ส.ล. จะต้องเสริมเหล็กบนขนาดเส้นทะแยงมุม เป็นระยะ 1 ใน5 ของตามยาวพื้น ค.ส.ล. ส่วนเหล็กล่างอาจเสริมให้ตั้งฉากเหล็กบน หรือเสริมเหล็ก 2 ทางให้ขนานกับด้านทั้ง 2 ของพื้น ค.ส.ล. ก็ได้ มีขนาดและระยะเท่ากับที่ใช้กับโมเมนต์บวกสูงสุด



(ก) พื้นค.ส.ล.แต่ละช่วงหนาเท่ากัน



(ข) พื้นค.ส.ล.แต่ละช่วงหนาไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.25 แบบขยายพื้น ค.ส.ล. หลายช่วงต่อเนื่อง

2.6 แบบขยายบันได ค.ส.ล

บันไดคือองค์ประกอบอย่างหนึ่งของโครงสร้างที่ทำหน้าที่คล้ายๆ กับพื้นต่างกับพื้นก็คือ บันได จะเอียงลาด ดังนั้นถ้าจะวิเคราะห์อย่างละเอียดในการออกแบบแล้วจะต้องคำนึงถึงแรงกดตามแนวลาดเอียงของบันไดอีกด้วย ซึ่งทำให้การออกแบบยุ่งยากเนื่องจากต้องรวมแรงดัดและแรงกด เข้าด้วยกัน บันไดบางประเภทเช่นบันไดโค้งจะวิเคราะห์ยุ่งยากมากยิ่งขึ้นอีก เนื่องจากมีแรงบิดเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นการวิเคราะห์อย่างง่ายซึ่งจะกล่าวโดยย่อๆ ในบันไดแต่ละรูปแบบจึงเหมาะสมกับ การนำไปใช้ในงานเนื่องจากให้ค่าประมาณและอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

การออกแบบโดยทั่วไป การออกแบบบันไดลักษณะที่หนึ่ง จะออกแบบเหมือนกับการออกแบบพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก เช่นบันไดแบบ ก. (รูปที่ 2.26) ก็คือการออกแบบเสมือนพื้นที่มีช่วง เท่ากับระยะในแนวราบระหว่างคานที่รับบันไดที่ปลายบนและปลายล่าง หรือบันไดแบบ ข.(รูปที่2.27) ก็ออกแบบเหมือนพื้นที่มีช่วงเท่ากับระยะห่างระหว่างคาน (Stringer Beams) ที่รองรับสองข้างของขั้นบันได และบันไดแบบ ค. (รูปที่ 2.28) ก็ออกแบบเหมือน กับพื้นยื่น (Cantilever Slab) ที่ยื่นออกมาจากคานแม่บันได

การเสริมเหล็กดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าหลักการออกแบบบันไดก็เหมือนกับการออกแบบพื้น ดังนั้นวิธีการเสริมเหล็กที่เป็นเหล็กเสริมหลักก็คงอาศัยแนวทางเสริมเหล็กพื้นเป็นเกณฑ์ และประกอบกับความสะดวกในการก่อสร้างจึงจำเป็นต้องพิจารณาจุดที่จะต่อเหล็ก รวมทั้งการดัดงอเหล็ก ณ. ตำแหน่งสำคัญ ๆ ดังจะยกตัวอย่างทีละแบบ

แบบ ก. (รูปที่2.30) ระยะทาบเหล็ก (Tension Lap) ระหว่างเหล็กพื้นกับเหล็กบันได จะต้องเป็นไปตาม หลักเกณฑ์และตำแหน่งการจัดวางเหล็กจะต้องพิจารณาโดยรอบคอบ ถ้าเปรียบเทียบบริเวณเหนือจุดรองรับ (Support) ระหว่างบันไดและพื้นจะเห็นว่าบริเวณนี้เป็นจุดที่เกิดโมเมนต์ลบ ซึ่งจะเกิดแรงดึงที่ผิวบน ในพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กจะใส่เหล็กเสริมพิเศษหรือใช้เหล็กคอม้าเป็นตัวรับ แรงที่เกิดขึ้น แต่ในบันไดเหล็กเสริมเพื่อรองรับโมเมนต์ลบจะต้องฝังอยู่ในคาน หรือยื่นลงไปที่ผิวล่างของพื้นเพื่อให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวที่พอเพียงดังในรูป 2.30ก.หรือ 2.30ข. ไม่สมควรที่จะวางเหล็กแบบ 2.30ค. เนื่องจากแรงดึงในเหล็กเสริมนี้ จะทำให้เกิดแรงลัพธ์ในแนวด้านทะแยงมุมซึ่งจะดึงคอนกรีตบริเวณนั้นแตกร้าวได้ปัญหาเช่นเดียวกันนี้จะพบได้บ่อยๆ ในบริเวณที่มีรอยหักระหว่างบันไดหรือรอยหักตรงบันไดกับชานพักบันไดซึ่งจะต้องเสริมเหล็กอย่างระมัดระวัง (ดูรูป 2.30ง.)

แบบ ข.(รูปที่ 2.27) การเสริมเหล็กบันไดแบบนี้ เสริมแบบพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหลักทางเดียว (One Way Slab) เหล็กเสริมหลักจะพาดอยู่บนคาน Stringer Beam ที่ประกบอยู่สองข้างของขั้นบันได (รูปที่2.30จ) และจะอยู่ชิดทางท้องบันได ส่วนเหล็กเสริมรองที่ทำหน้าที่เป็นเหล็กเสริมกันร้าว (Temperature Steel) จะวางอยู่บนเหล็กหลักและตั้งฉากกับเหล็กเสริมเป็นตาตาราง (รูปที่ 2.30จ) ถ้าเอนให้บันไดล้มลงมาอยู่ในแนวระดับก็จะเห็นได้ว่าบันไดชนิดนี้เป็นพื้น One Way Slab โดยมีความหนาของพื้นเท่ากับความหนาระยะจากท้องบันไดถึงมุมตัดมุมในของลูกตั้งและลูกนอน (รูปที่ 2.30ฉ) ส่วนความหนาของขั้นบันไดจะเป็นน้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) เพิ่มเติม ซึ่งมิได้ทำให้ความแข็งแรงของขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันไดเพิ่มขึ้น เนื่องจากมิได้นำมาคำนวณเป็นความหนาของ พื้นบันได

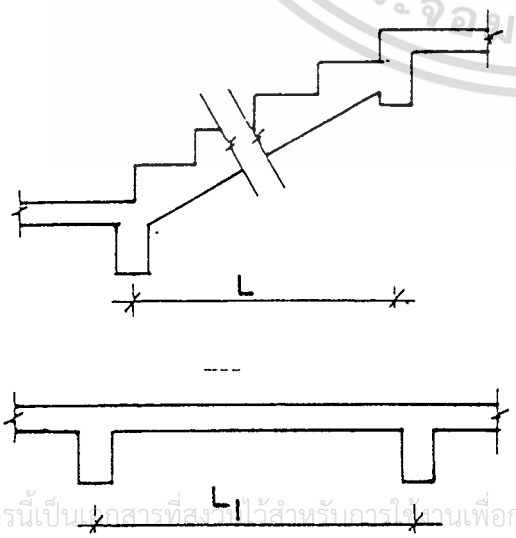
แบบ ค.(รูปที่ 2.28) เนื่องจากบันไดแบบนี้สามารถออกแบบเป็นคานยื่นได้ ดังนั้นบันไดแต่ละขั้นจึงคิด เป็นเสมือนคานยื่นรูปตัดหรือหนึ่งตัวได้ และการเสริมเหล็กก็ต้องเสริมเหมือนคานยื่น คือ เหล็กเสริมที่รับแรงดึงจะต้องมีแรงยึดเหนี่ยวกับคานแม่บันไดได้พอเพียง ระยะล้วงเหล็ก (Anchorage-Length) จะต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ (รูปที่ 2.31) นอกจากเหล็กเสริมหลักรับแรงดึงนี้แล้ว ยังมีเหล็กเสริมกับร้าว ซึ่งจะต้องใส่ใน ทิศทางตั้งฉากกับเหล็กเสริมเหล็กเป็นตาตารางอีกด้วย

บันไดแบบชานพักลอย (Jack Knife Stairs)

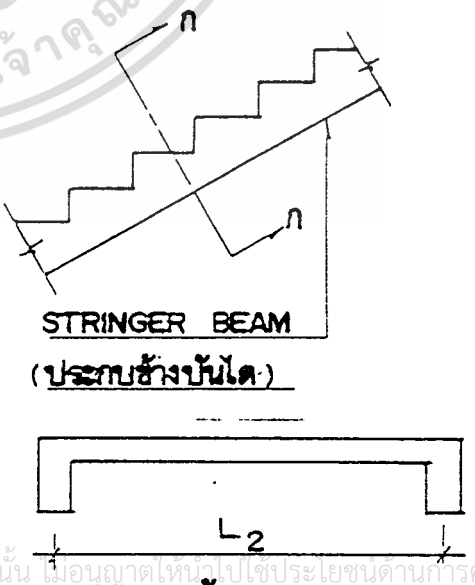
บันไดแบบนี้ไม่ค่อยพบมากนัก เพราะมีราคาแพงมากเมื่อเทียบกับบันไดชนิดอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว เนื่องจากจะต้องเสริมเหล็กมากกว่าบันไดปกติเพื่อรับแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้นตัวชานพัก จะเป็นพื้นยื่นซึ่งทำหน้า ที่คล้ายกระดานสปริง ดังนั้นเมื่อมีน้ำหนักกดบนบันไดช่วงบนและบนครึ่งหนึ่งของชานพักจะทำให้เกิดโมเมนต์ดัดในบันไดช่วงบนเกิดโมเมนต์บิดระหว่างบันไดช่วงบนและบันไดช่วงล่าง และเกิดการบิด (Buckling) ในบันไดช่วงล่างดังแสดงใน รูปที่ 2.33 และเมื่อมีน้ำหนักกดบนบันไดช่วงล่างและบน ครึ่งของชานพักจะทำให้เกิดแรงดึงในบันไดช่วงบนเกิดโมเมนต์บิดระหว่างบันไดช่วงบนและบันไดช่วงล่าง และเกิดโมเมนต์ดัดในบันไดช่วงล่างดังแสดงในรูปที่ 2.33

จะเห็นได้ว่าบันไดประเภทนี้ต้องต้านทานโมเมนต์ดัดโมเมนต์บิด แรงดึงและแรงกดจะต้องเสริมเหล็กถึงสองชั้นที่ท้องบันไดและที่ชานพัก ซึ่งเมื่อรวมกับเหล็กเสริมกันร้าวในทิศทางที่ตั้งฉากกัน ก็จะมีเหล็กเสริมถึง 4 ชั้น ซึ่งจะทำให้เกิดการแออัดของเหล็กเป็นอย่างมาก และไม่สะดวกในการเทคอนกรีตด้วยบันได ชนิดนี้จึงมีความหนามากกว่าบันไดประเภทอื่นเมื่อมีช่วงบันไดเท่า ๆ กัน และคานที่รับปลายบันไดบน และล่างจะต้องออกแบบให้รับโมเมนต์บิดที่เกิดขึ้นอย่างมากอีกด้วย

ตัวอย่างแสดงการเสริมเหล็กบันไดแบบชานพักลอย ดูได้จากตัวอย่างรายละเอียดการเสริมเหล็ก

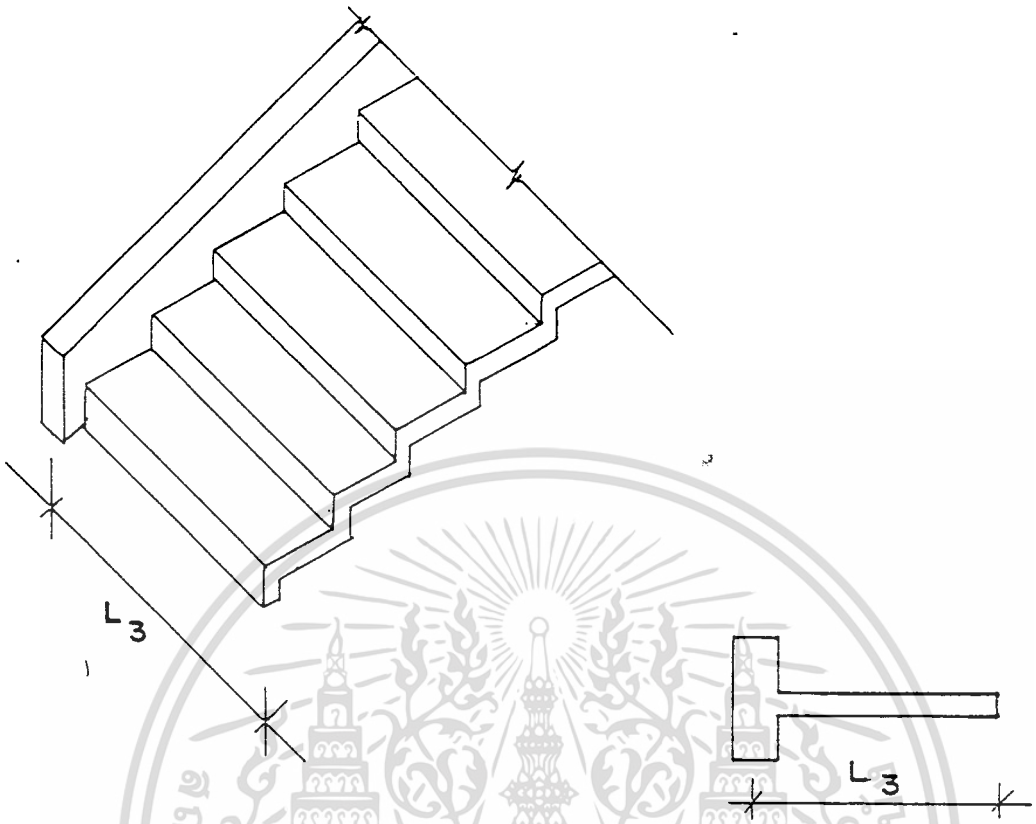


รูปที่ 2.26 บันไดพาดคานทางด้านยาวด้านข้าง

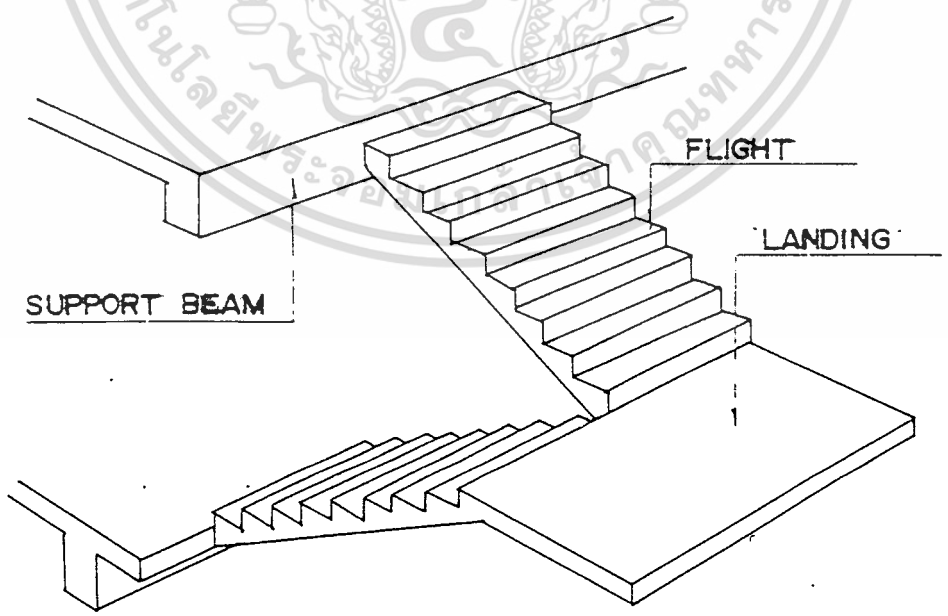


รูปที่ 2.27 บันไดพาดคานทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

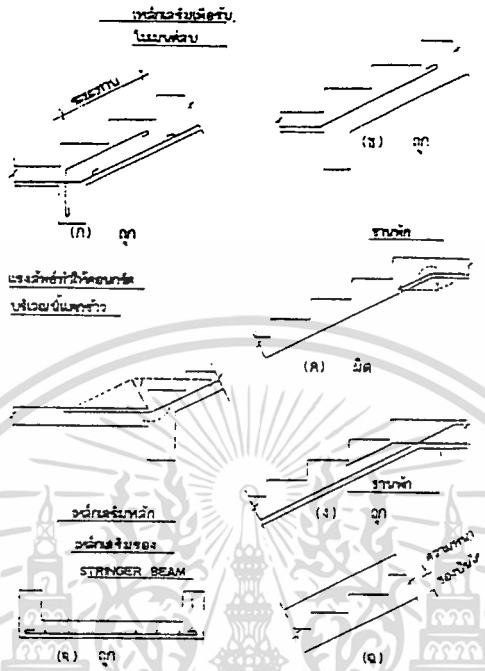


รูปที่ 2.28 บันได Cantiliver

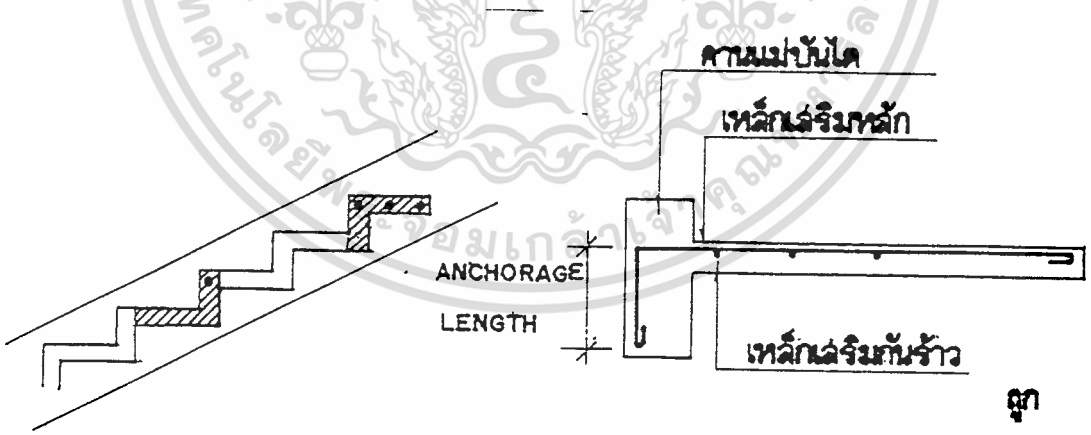


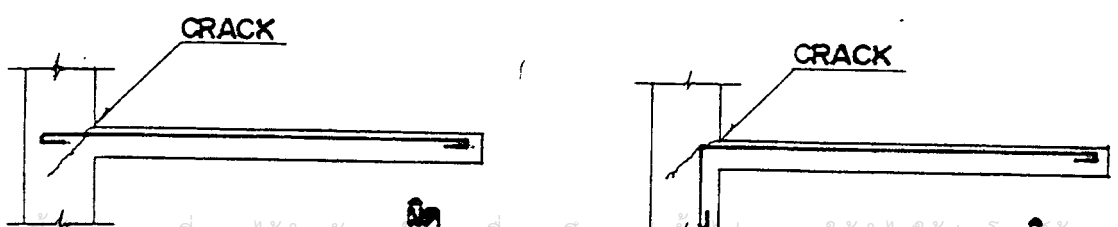
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.29 บันไดแบบชานพัก



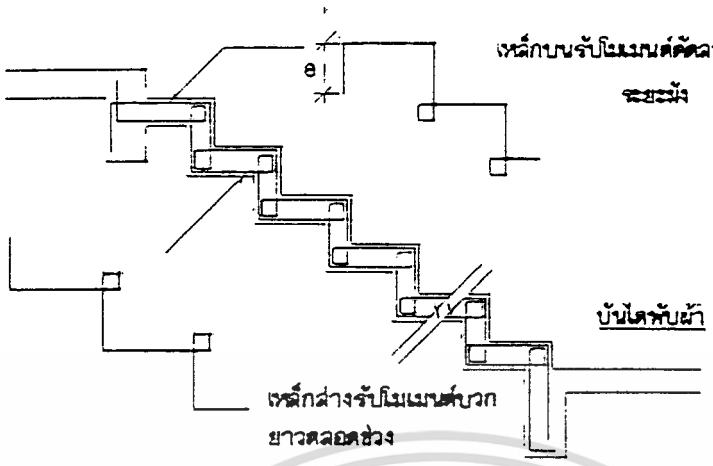
รูปที่ 2.30 ลักษณะการเสริมเหล็กบันไดพาดบนคาน



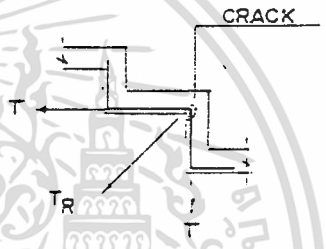


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

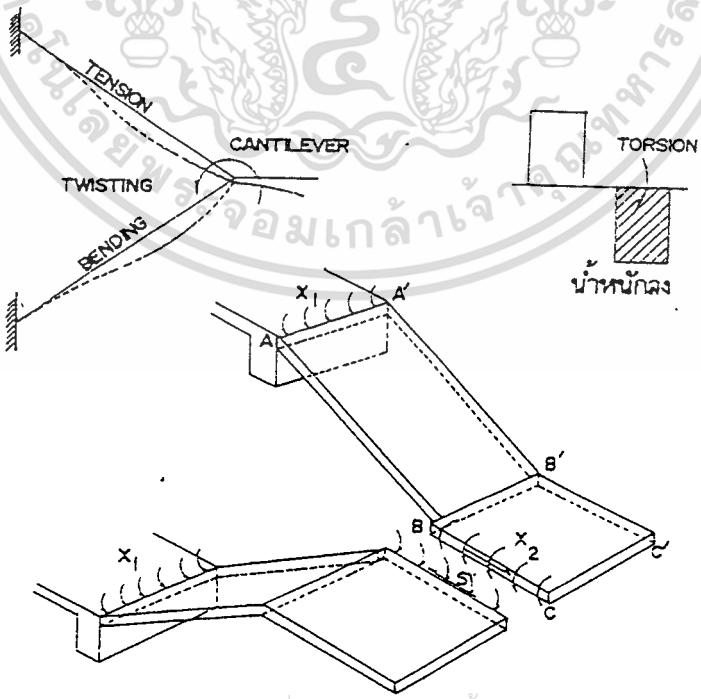
รูปที่ 2.31 ลักษณะการเสริมเหล็กบันได Cantiliver



การ HOOP เป็นวงรอบเพื่อให้แรงในเหล็กเสริม
ถ่ายให้คอนกรีตอย่างพอเพียง ถ้าไม่ HOOP
จะเกิดแรงดึงทำให้ CRACK ได้ ดังรูป



รูปที่ 2.32 ลักษณะการเสริมเหล็กบันไดพับผ้าพาดช่วงคาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.33 แสดงแรงที่เกิดขึ้นในบันไดแบบขานพักลอย

บทที่ 3
ทฤษฎีการถอดแบบ

3.1 การถอดแบบคอนกรีต

การถอดแบบคอนกรีต มีความสำคัญสำหรับงานก่อสร้างอาคารขนาดกลาง และขนาดใหญ่เพราะว่าโครงสร้างของอาคารจะใช้คอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งโครงสร้างนี้ต้องการความแข็งแรงอย่างมาก การคำนวณอาคารสามารถกำหนดขนาดของโครงสร้าง ตลอดจนจำนวนเหล็กที่จะใช้เสริมในโครงสร้างคอนกรีตนั้นด้วยคอนกรีตมีอัตราส่วนผสมต่าง ๆ สามารถคำนวณออกแบบอัตราส่วนผสมได้ตามชนิดของโครงสร้าง ในโครงสร้างจะมีส่วนของอาคารที่ต้องพิจารณาใช้คอนกรีต เช่นงานฐานราก เสา คาน และโครงหลังคา นอกจากนี้มีสะพาน งานถนนและงานเขื่อน เป็นต้น

การถอดแบบคอนกรีตจะให้ใกล้เคียงมากที่สุด ควรพิจารณาคอนกรีตแต่ละอัตราส่วนผสมไป แต่ในการถอดแบบเช่นนี้จะทำได้ยากและสับสน โดยมากจะประมาณเอาว่าอัตราส่วนผสมของคอนกรีตจะใช้ 1:2:4 โดยปริมาตร ถ้าจะทำคอนกรีตที่ดีขึ้นจะใช้ อัตราส่วน 1:1 1/2:3 หรือ 1:2:3 แต่ในการออกแบบอัตราส่วนผสมจะเป็นสัดส่วนโดยน้ำหนัก หรือเป็นจำนวนของวัสดุแต่ละชนิดแล้วมาผสมกัน แม้กระทั่งจำนวนน้ำจะกำหนดไว้ เป็นจำนวนแน่นอนต่อคอนกรีตในสัดส่วนเพื่อจะให้ได้ความแข็งแรงตามที่ต้องการ ในคอนกรีต นั้น

คอนกรีตมี 2 ชนิด

1. คอนกรีตหยาบ (LEAN CONCRETE) อยู่ใต้ฐานราก ใช้อัตราส่วน 1:3:5
2. คอนกรีตโครงสร้าง (STRUCTURE CONCRETE) มีการผสม
    1. แบบปริมาตร 1:2:4
    2. แบบชั่งน้ำหนัก กำหนด 1 ลบ.ม. ซีเมนต์กี่กิโลกรัม

โดยคอนกรีต บางครั้งเมื่อใช้รองรับน้ำ หรือกักเก็บน้ำ จะต้องมีการผสมน้ำยากันซึม เพิ่มเข้าไปในคอนกรีตด้วย

หน่วยการคิด ลูกบาศก์เมตร (ม.^{3})

สูตร = ปริมาตร = กว้าง x ยาว x สูง(หนา) x จำนวน = ม.^{3}

ลำดับขั้นการคิด

1. แบบฟอร์มการคิดงาน (เพื่อกันหลงลืม)
2. หาจำนวน
3. หาปริมาตร (โดยใช้เครื่องคิดเลข)
4. ลงจำนวนในแบบฟอร์ม รวมคอนกรีตทั้งหมด
5. นำปริมาตรลงบน BILL OF QUANTITY
6. ตีค่าวัสดุและค่าแรง (โดยอ่านรายการประกอบแบบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHECKLIST

1 ฐานรากคอนกรีตหยาบ, คอนกรีตโครงสร้าง

2. ตอม่อ

3. เสา

4. คาน

5. พื้นชั้นล่าง

6. บันได

เทคนิคการคิดงาน

1. ฐานราก

- คอนกรีตหยาบเทมากกว่าแบบจริงข้างละ = 10 ซ.ม. โดยรอบเพื่อวางไม้แบบโดยรอบ
- คอนกรีตฐานราก V = กว้าง x ยาว x หนา x จำนวน =ม.^{3}

2. ตอม่อ

- ความสูงถึงระดับพื้นชั้นล่าง V = กว้าง x ยาว x สูง x จำนวน = ม.^{3}

3. คานทุกชนิด

- ความยาวทั้งหมดเป็นปริมาตร V = ลึก x กว้าง x ยาว x จำนวน = ม.^{3}

4. พื้น

- หาความยาวแต่ละด้านริมคานด้านในริมคานด้านใน มาคูณกันเป็นตาราง เมตร แล้วหาปริมาตร V = กว้าง x ยาว x ความหนาพื้น x จำนวน = ม.^{3}

5. เสา

- ความสูง นับจากระดับพื้นระดับพื้น V = กว้าง x ยาว x สูง x จำนวน =ม.^{3}

7. บันได

- คิด คานบันได, พื้นชานพัก, ท้องคาน, ลูกบันได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การถอดแบบเหล็ก

งานเหล็กมี 2 ชนิด

1. เหล็กเสริมคอนกรีต (REINFORCING STEEL)

ก. เหล็กกลม (ROUND BAR) SR-24

มีขนาด 6, 9, 12, 15, 19, 22, 25, และ 28 มิลลิเมตร

ความยาว 10 เมตร หรือ 12 เมตร

ข. เหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BAR) SD-30,40,50

มีขนาดตั้งแต่ 10, 12, 16, 20, 22, 25, และ 28 มิลลิเมตร

มีความยาว 10 หรือ 12 เมตร รับกำลังดึงสูงสุดมากกว่าเหล็กเส้นกลม

2. เหล็กรูปพรรณ (STRUCTURAL STEEL)

ก. แบ่งตามรูปทรงของเหล็ก I, H, L, U, I อื่น ๆ

ความยาว 6 เมตร

การต่อเหล็ก เหล็กที่นำมาต่อกันมี 3 วิธี ดังนี้

ก. การต่อชน ในกรณีจำเป็นหรือจะด้วยเจตนาต้องนำเหล็ก 1 ท่อน มาต่อชนกัน ควรใช้วิธีเชื่อมต่อให้เป็นเนื้อเหล็กเดียวกัน แต่ต้องระวังเกี่ยวกับรอยเชื่อมด้วย ต้องเชื่อมให้เหล็กติดกันเต็มหน้าตัด ผลเสียก็คือ การเชื่อมไม่ติดหรือติดไม่เต็มเนื้อเหล็กโครงสร้างส่วนนั้นจะเสียหายได้ ควรให้ความไว้ในความสามารถของผู้เชื่อม วิธีนี้ทำให้ประหยัดเหล็กแต่ไม่ค่อยปลอดภัยหรือจะเพิ่มความแข็งแรงด้วยการใช้เหล็กดามเหล็กทั้งสองเส้นที่มาต่อชนกันจากจุดที่ต่อชนไปยังปลายเหล็กที่ดามด้านหนึ่งไม่น้อยกว่า 40 เท่าของส้นผ่าศูนย์กลาง ถ้าดามทั้งสองควรใช้เหล็ก 80 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็ก จะพบว่าใช้เหล็กมากขึ้นอีก จะทำต่อเมื่อไม่สามารถต่อทาบกันได้เท่านั้น แต่จะทำให้แข็งแรงมาก โดยเชื่อมส่วนที่ดามเป็นจุด ๆ ห่างกัน 15 เซ็นติเมตรตลอดความยาว จะได้ความแข็งแรงมากกว่าการผูกด้วยเหล็กเป็นเปราะ

ข. การต่อทาบ หมายถึงการนำเหล็กเส้นทั้งสองมาทาบกัน ด้วยระยะกำหนด 40 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางหรืออย่างน้อย 28 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก ที่ต่อทาบกันนั้น ในส่วนที่ต่อทาบกันควรผูกให้แนบกัน ด้วยลวดผูกเหล็กเป็นเปราะละไม่เกิน 10 เซ็นติเมตร อาจต้องเปลืองเหล็กขึ้น แต่สะดวกในการทำงาน นิยมใช้กันมาก อีกประการหนึ่ง เหล็กส่วนที่ต่อทางกันทั้งสองเส้นควรงอปลายทั้งสองของเหล็กด้วย จะช่วยกันยึดเกาะคอนกรีตให้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค การงอเหล็ก การงอเหล็กเพื่อให้ส่วนของเหล็กที่งอ คล้องอยู่กับเนื้อคอนกรีต ควรมีการงอ อย่างมาตรฐาน ถ้าเป็นเหล็กเส้นกลมการงอโค้งกลับ 180 องศา กระทำได้ด้วยรัศมีภายในอย่างน้อย 2 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น หรือมีระยะจากขอเหล็กที่อยู่ภายในส่วนที่งอของเหล็กเส้น ตรง และส่วนงอมีระยะอย่างน้อย 4 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก รวมทั้งมีระยะจากสุดโค้ง ที่งอจนถึงปลาย เหล็กที่งอตามหลักวิชา

การถอดแบบเหล็ก ในคอนกรีตเสริมเหล็ก

หน่วยการคิด

1. หาความยาวเป็น เมตร
2. คูณด้วยน้ำหนักเหล็กต่อความยาว 1.00 เมตร แปลงหน่วยเป็น กิโลกรัม

<u>เทคนิคการคิดเหล็กเสริม</u>

1 หาความยาวของเหล็ก โดยรวมถึงระยะล้วงเข้าไปในโครงสร้างอื่นด้วย
2. หาจำนวนท่อน
3. เอาจำนวนท่อนคูณความยาวทั้งหมด
4. ลงจำนวนความยาวในแบบฟอร์ม
5. เผื่อ %
6. หาน้ำหนักเป็นกิโลกรัม, ตัน

ตารางเหล็ก (SR-24)

DIA. มม.	น้ำหนัก กก./ม.	90 3D ซม.	135 7D ซม.	180 9D ซม.	หมายเหตุ
6	0.222	2	5	6	
9	0.499	3	7	9	
12	0.888	4	9	11	
15	1.387	5	11	14	
19	2.226	6	14	18	
25	3.853	8	18	23	
28	4.834	9	20	26	

ตารางที่ 1 แสดงตารางเหล็กกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเหล็กข้ออ้อย SD-30,SD-40,DD-50

DIA. มม.	น้ำหนัก กก./ม.	90 3D ซม.	หมายเหตุ
10	0.617	5D	
12	0.888	5D	
16	1.580	5D	
20	2.466	6D	
25	3.853	6D	
28	4.834	6D	
32	6.313	6D	

ตารางที่ 2 แสดงตารางเหล็กข้ออ้อย

หมายเหตุ - การต่อเหล็กรับแรงดึง 24,30,36D

- เหล็กเสริมคอนกรีตอัดแรงมี 3 ขนาด 4,5,7 มม.
- น้ำหนัก 1 ขด ประมาณ 200-500 กก.

CHECKLIST

1. ตะแกรง
2. ตอม่อ
3. คาน
4. เสา
5. คอม้า
6. พื้น ONE-WAY
7. พื้น TWO-WAY
8. บันได
9. ช่องลิฟท์
10. เอ็น ค.ส.ล.
11. เหล็กเลียบเสา
12. ลวดผูกเหล็ก

หมายเหตุ - ไม่ได้เผื่อ % ในการคิดเหล็ก

3.3 การถอดแบบหล่อ

โดยทั่วไปแล้ว การถอดแบบโครงสร้างแบบหล่อนั้น จะใช้วิธีการคำนวณพื้นที่ผิวไม้ที่สัมผัสคอนกรีต หรือสูญเสียไประหว่างการหล่อคอนกรีต

ชนิดของแบบหล่อ

การเลือกแบบหล่อคอนกรีตให้เหมาะสมกับงานนั้น เป็นความเฉลียวฉลาดและประกอบด้วยเหตุผล ผู้ประมาณราคาจะต้องทราบลักษณะของงาน ขนาดของงานและจำนวนของงานประกอบกันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่สามารถคัดลอก ดัดแปลง ส่วนใดส่วนหนึ่งของเนื้อหาและตัวอย่างในเอกสารนี้ก่อนได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้เขียนก่อน

การทำแบบหล่อที่ไม่ใช้ไม้

อาจเป็นแบบหล่อที่ทำด้วยเหล็กหรือโลหะอื่น เช่น นำไปใช้กับการหล่อแผ่นพื้น แบบจะมีลักษณะเป็นรางคว่ำอยู่กับโครงรองแบบ หรืออาจเป็นอ่างคว่ำวางบนโครงแบบเมื่อหล่อพื้นแล้วจะถอดแบบ จะลดโครงรองแบบลง แบบที่คว่ำจะหลุดลงทางใต้พื้นคอนกรีตจะพบเสมอในการหล่อคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น หล่อท่อน้ำ บ่อพัก เข็มแรงดึงนอกจากเหล็กแล้ว ในการหล่องานที่ละเอียด อาจนำปูนปลาสเตอร์มาหล่อทำเป็นแบบ แล้วหล่องานได้ง่าย มักเป็นลวดลายงานฝีมือ

การทำแบบหล่อที่เป็นไม้

ช่างไม้มีความชำนาญที่จะประกอบแบบโดยใช้ไม้เป็นส่วนประกอบขึ้นเป็นแบบหล่อ การทำแบบหล่อไม่มีขั้นตอนที่ยอกย้อนมากนัก ส่วนมากจะเป็นโครงสร้างในส่วนของอาคารที่มีขนาดใหญ่ทั้งขนาดและระยะให้โอกาสผิดพลาดได้บ้างเล็กน้อย สำหรับงานโชว์ผิว ทำให้การเลือกใช้วัสดุทำแบบหล่อที่พิเศษขึ้น เช่น การหล่องานที่ระบุไว้ในแบบ ให้เป็นคอนกรีต ผิวเปลือย หมายความว่า ไม่ต้องฉาบผิวอีกครั้ง การเลือกแบบในส่วนสัมผัสกับเนื้อคอนกรีตที่จะหล่อตามรูปร่าง อาจเป็นผิวไม้อัด ผิวที่กรุสังกะสีแผ่นเรียบ จะต้องเพิ่มความปราณีตขึ้นทั้งผิวและขนาดของแบบอีกด้วย

สำหรับงานก่อสร้างทั่ว ๆ ไป จะใช้ไม้แผ่นหนา 1" ความกว้างของแผ่น 4", 6", 8" การทำแบบโค้ง อาจใช้ไม้กว้างเพียง 2" เท่านั้น นิยมใช้ไม้กระบาก เพราะเป็นไม้เนื้ออ่อน ราคาถูก ไม่บิดงอมากนัก มีอายุการใช้งานในสภาพที่แข็งแรงไม่เกิน 3 ครั้ง

หลักการคิดไม้แบบ

1. คิดเป็นตารางเมตร
2. ไม้ค้ำยัน, ขาทราย ไม่ต้องคิด

ตัวอย่างการคิดไม้แบบ

1. ฐานราก = 1.00 x 1.00 x 0.20 ม.

   คิด 1.00 x 4 x 0.20 = 0.8 ม.^{2}

2. ตอม่อ = ความสูง คิดจากฐานรากถึงระดับพื้นชั้นล่าง เช่น ตอม่อ

   = 0.15 x 0.15 x 1.20

   เป็นไม้แบบ 0.15 x 4 x 1.20 = 0.72 ม.^{2}

3. คานชั้น 2 หาความยาวของคานแต่ละเบอร์ก่อน โดยนับจากริมถึงริม เช่น

   คาน 0.20 x 0.40 x (4.00 - 0.20) ม. (คิด 3 ด้าน เสมอ)

   = (0.40 + 0.40 + 0.20) x 3.80 = 3.8 ม.^{2}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบรรจุตะปู

1. 1 ลัง (กระดาษ) 18 กก. 21/2"-3"
2. ตะปูทั่วไปใช้ตราหัววัว, ตราช้าง ตอกง่าย

ปริมาณตะปูต่อ 1 ตารางเมตร (ของไม้แบบ)

1	บันได, เสา	0.10 กก.
2.	คร่าวเพดาน หลังคาจั่ว	0.15 กก.
3.	คาน ตง พื้น	0.20 กก.
4.	หลังคาปั้นหยา	0.25 กก.
5.	ไม้แบบคอนกรีต	0.30 กก.
6.	ลวดตะปู (แนะนำไม้แบบเหล็กใช้ตะปูโครงสร้าง 0.10-0.20 กก.)	

หมายเหตุ

- ไม่คิดตะปูในการถอดแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ทฤษฎีการใช้ภาษา AutoLISP

4.1 แนะนำโปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD และ ภาษา AutoLISP

AutoCAD เป็นโปรแกรม CAD(Computer Aided Design) ที่รู้จักกันดี ซึ่งช่วยในการเขียนแบบในปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปเป็น อันมากจนเป็นโปรแกรมที่มีระบบใหญ่ ซึ่งการทำงานขณะสร้างภาพหรือแสดงภาพนั้น คอมพิวเตอร์จะมีการคำนวณที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน ดังนั้นฮาร์ดแวร์ (hardware) หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้จึงมีขีดจำกัดอยู่บ้าง

AutoLISP เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นส่วนย่อยส่วนหนึ่งของ LISP languageและได้แตกแขนงมา จาก XLISP AutoLISP ที่กล่าวถึงนี้มิได้อยู่แยกเป็นภาษาหนึ่งจาก AutoCAD เหมือนกับภาษาคอมพิวเตอร์อื่นๆ เช่น C, Pascal, Basic ฯลฯ แต่จะอยู่รวมกันกับ AutoCAD เลยผู้ใช้งานสามารถรันโปรแกรม AutoLISP ได้ในขณะที่อยู่ใน AutoCAD เท่านั้น จะรันภายนอก AutoCAD ไม่ได้ AutoLISP เป็นภาษาที่มีโครงสร้างคล้ายภาษา C หรือ Pascal สำหรับผู้ที่จะเรียนรู้ภาษา AutoLISP หากมีพื้นฐานภาษา Pascal หรือ C มาก่อน จะเข้าใจได้เร็วส่วนผู้ที่ ยังไม่เคยเขียนโปรแกรมภาษาใดๆ มาก่อน อาจต้องใช้เวลาเพิ่มสักนิดหนึ่ง แต่คงไม่เกินความสามารถอย่าง แน่นอนที่จะเรียนรู้ AutoLISP ด้วยตัวเอง และนำ AutoLISP ไปสร้างเครื่องมืออำนวยความสะดวกในขณะที่ใช้ AutoCAD

เราได้รวบรวมกลุ่มคำสั่งต่างๆ เป็น macros เก็บไว้เป็นลักษณะเมนู เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยอำนวยความสะดวกอย่างหนึ่งแล้ว บางท่านอาจสงสัยว่าแล้วมี AutoLISP ไว้ทำไมซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ การปฏิบัติหน้าที่ของ macros จะทำได้เฉพาะคำสั่งมาตรฐานของ AutoCAD ที่มีอยู่แล้วเท่านั้น และการใช้งานจะต้องเรียกผ่านเมนูเท่านั้น แต่ AutoLISP สามารถสร้างคำสั่งนอกเหนือจากคำสั่งมาตรฐานที่มีอยู่ใน AutoCAD ได้ ซึ่งหลังจากที่สร้างแล้วเราสามารถเรียกใช้ขณะอยู่ที่ command prompt ได้เหมือนกับคำสั่งมาตรฐานทั่วไปและ ถ้าหากเราสามารถประยุกต์ใช้ AutoLISP ร่วมกับ macros ได้แล้ว เราจะมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกได้อย่างดีเยี่ยมทีเดียว

4.2 การทำงานของภาษา AutoLISP กับโปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD

การทำงานของภาษา AutoLISP จะเป็นภาษาที่ใช้ในการดึงคำสั่งพื้นฐานของ AutoCAD มาใช้โดยแนวความคิดที่ใช้ในการออกแบบโปรแกรม มาจากการที่เราเขียนแบบเราจะต้องรู้ขนาดต่าง ๆ ของชิ้นส่วน และขนาดต่าง ๆ ของเหล็ก ดังนั้นเราจึงนำเอา ขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้มาทำการเขียนให้เป็นขั้นตอน

นอกจากนี้ภาษา AutoLISP เองยังสามารถที่จะทำการรับค่าตัวแปรเก็บเข้ามา และทำการคำนวณ ทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้นเราจึงสามารถที่จะนำเอาขนาดต่าง ๆ ที่เราป้อนในตอนวาดภาพมาทำการถอดแบบ ซึ่งจะได้ปริมาณวัสดุออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแนวความคิด

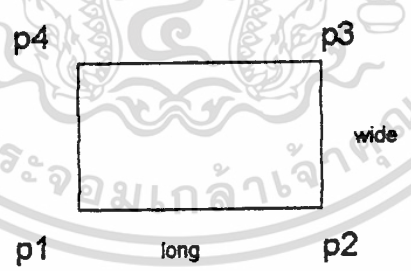
ถ้าเราต้องการเขียนรูปสี่เหลี่ยมขึ้นมา 1 อัน

เราสามารถที่จะใช้โปรแกรม AutoCAD ทำการลากเส้นโดยเลื่อน Mouse ไปยังมุมทั้ง 4 ของรูป แต่เรา สามารถที่จะทำการเขียนรูปสี่เหลี่ยมโดยใช้ภาษา AutoLISP ได้ โดยเราออกแบบให้โปรแกรมรับค่าด้านกว้าง,ด้านยาว และกำหนดจุด Base Point หรือจุดอ้างอิงก็จะทำให้ได้รูปสี่เหลี่ยมออกมาเช่นกัน

ตัวอย่างโปรแกรม

```
(defun c:BOX ( / pt1 pt2 pt3 pt4)
  (setvar "CmdECHO" 0)
  (setq s1 (getint "Enter Width of Box:"))
  (setq s2 (getint "Enter Logn of Box:"))
  (setq p1 (getpoint "Enter Base Point..."))
  (setq p2 (list (+ (car p1) s2) (cadr p1)))
  (setq p3 (list (car p2) (+ (cadr p1) s1)))
  (setq p4 (list (car p1) (cadr p3)))
  (command "line" p1 p2 p3 p4 p1 "")
)
```

จะได้ภาพดังข้างล่าง



รูปที่ 4.1 แสดงภาพรูปสี่เหลี่ยมที่เขียนจากโปรแกรม

นอกจากนี้เราจะต้องทำการสร้างในส่วนของเมนู ซึ่งจะช่วยในการใช้งานเฉพาะด้าน โดยเมนูที่สร้างขึ้นสามารถที่จะทำการ Complie โดยตัว AutoCAD จากนามสกุล *.mnu เป็น *.mnx ซึ่งถ้าเราทำการแก้ไข เมนู

ใหม่เราจะต้องทำการ Complie เมนูใหม่ โดยการเรียกเมนูใหม่ โดยตัว AutoCAD จะทำการ Compile ให้ใหม่เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของเมนูจะเป็นการเรียก Program ที่เราทำการเขียนขึ้นมาใช้งานเฉพาะด้าน โดยเมนูจะแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ดังนี้

4.3.1 กำหนดการใช้งานของปุ่มต่าง ๆ บน MOUSE

4.3.2 กำหนดการใช้งานของ POP UP MENU

4.3.3 กำหนดการใช้งานของ SCREEN MENU

4.3.4 กำหนดการใช้งานของ ICON MENU

โดยในส่วนของ POP UP MENU จะเป็นในส่วนของเมนูที่อยู่ด้านบน โดยจะสามารถใช้ได้จะต้องมี Mouse ซึ่งสามารถแก้ข้อเสียตรงนี้ได้ด้วยการใช้ SCREEN MENU ซึ่งสามารถใช้ Keyboard เลื่อนเลือกเมนูได้ แต่มีข้อเสียตรงที่ใช้งานค่อนข้างลำบากกว่า POP UP MENU

ในส่วนของ ICON MENU จะนำมาประยุกต์ใช้งานในกรณีที่ต้องการแสดงภาพพจน์ หรือลักษณะด้วย รูปภาพ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจได้ดี และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ขั้นตอนในการออกแบบโปรแกรม

5.1 Problem Definition

โดยทั่วไปเมื่อเราคำนวณโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กของอาคารเสร็จ เราก็จะได้ขนาดและรายละเอียดของโครงสร้างนั้น หลังจากนั้นเราก็จะนำมาเขียนแบบลงแบบเพื่อทำการก่อสร้าง และเราก็จะนำเอาแบบที่เขียนเสร็จเรียบร้อยมาทำการถอดแบบ (Take off) เพื่อให้ทราบถึงปริมาณวัสดุ

ปัญหาทางด้านการเขียนแบบ และการถอดแบบได้แก่

1. มีความยืดหยุ่นน้อยในการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
2. เกิดความผิดพลาดในการเขียนแบบและการคำนวณ
3. จะต้องใช้เวลาในการเขียนแบบ และการถอดแบบ

5.2 Requirement Specification

เนื่องจากปัญหาที่ได้กล่าวมา เราจึงนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาในการทำงาน ทั้งยังมีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง ซึ่งออกแบบโปรแกรมให้สามารถเขียนรูปแบบตามรายการคำนวณและสามารถประมาณการได้ โดยโครงงานนี้จะเขียนโปรแกรมมาช่วยในการแสดงแบบขยายโครงสร้างต่าง ๆ ดังนี้

1. คาน
2. เสา
3. พื้น
4. ฐานราก
5. บันได
6. ผนังกันดิน
7. Shear Core

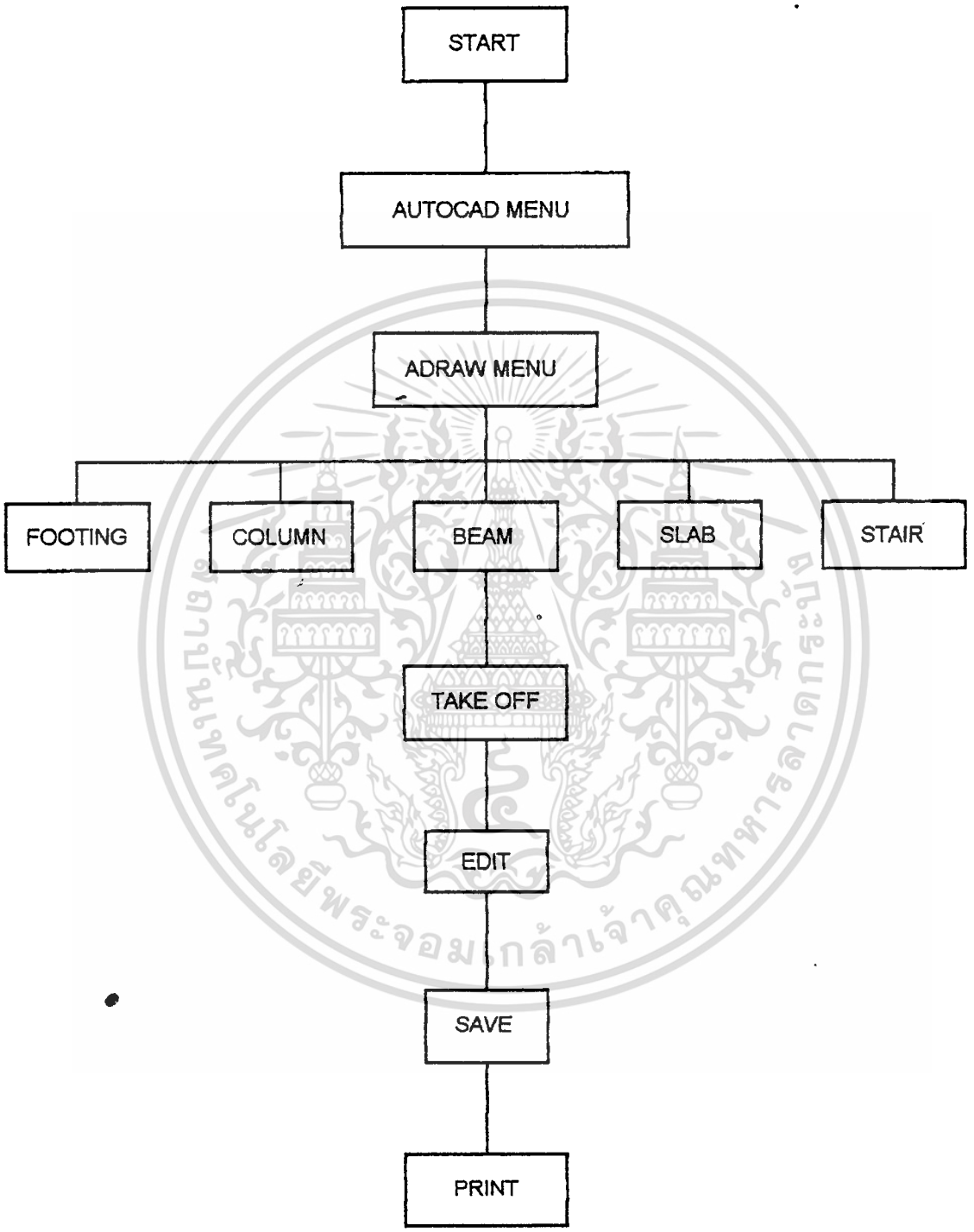
เนื่องจาก ผนังกันดินและ Shear Core มีปัญหาในด้านรูปแบบและการเสริมเหล็กที่มีความซับซ้อน ซึ่งมีความไม่แน่นอนทำให้เราไม่สามารถจัดรูปแบบเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับคอมพิวเตอร์

5.3 System Analysis

5.3.1 ในส่วนของโปรแกรมที่ได้มีการศึกษามา แบ่งออกได้ดังนี้

- Program DesignCAD 3D
- Program EasyCAD
- Program AutoCAD and AutoLISP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของ Program DesignCAD 3D และ EasyCAD นั้นเป็นการทำงานในการเขียนแบบอย่างง่ายไม่มีความซับซ้อน และมีความละเอียดไม่มากนัก การใช้งานค่อนข้างยุ่งยาก นอกจากนี้ยังไม่มีระบบในการพัฒนาตัวโปรแกรมเองให้มีความเหมาะสมกับงานเฉพาะด้าน ดังนั้นเราจึงเลือก Program AutoCAD และภาษา AutoLISP ในการเขียนโปรแกรม

5.3.2 ในส่วนของโปรแกรมที่ได้มีการเขียนมาแล้ว

- ในส่วนของการเขียนกระดาษ A1 ,A2, A3, A4 ในส่วนของ A1, A2, A3 ไม่มีความสมบูรณ์
- ส่วนของคานมีปัญหาทางด้านหน้าตัดซึ่งเป็น Text Mode ดังนั้นจึงต้องทำการแก้ไขให้เป็น Real Number เพื่อนำไปใช้ในการถอดแบบ
- ส่วนของเสา ฐานราก พื้นมีความสมบูรณ์แล้ว

5.3.3 ทำการออกแบบโปรแกรม

5.4 System Specification

5.4.1 ในส่วนของการเขียนแบบ

<u>การรับค่าตัวแปรของโครงสร้าง</u> (Input Specification)

- มาตราส่วน
- ขนาดของโครงสร้าง และระยะต่าง ๆ
- รูปแบบของการเสริมเหล็ก

<u>ส่วนของการเขียนโครงสร้าง</u> (Screen Design)

- การเขียนโครงสร้างภายนอก
- การเขียนโครงสร้างเหล็กเสริม
- การเขียนส่วนของอักษร

5.4.2 ในส่วนของการถอดแบบ

<u>การรับค่าตัวแปรของโครงสร้าง</u> (Input Specification)

- ความยาว
- จำนวนของโครงสร้าง

<u>ส่วนของการคำนวณ</u> (Output Specification)

- คอนกรีต
- ไม้แบบ
- เหล็กเสริม

<u>ส่วนของการแสดงผล</u> (Screen Design)

- ออกแบบหน้าจอในการแสดงผล
- นำผลที่คำนวณได้ออกเก็บเป็นแฟ้มข้อมูล (FILE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 Design Specification

โดยการนำเอาข้อมูลในส่วน System Specification มาเขียนรายละเอียดโดยการใช้ภาษา AutoLISP มาทำการเขียน ซึ่งจะมีการกำหนดเป็น

5.1 ส่วนของการป้อนข้อมูล (Input Specification)

5.2 ส่วนของการคำนวณ (Output Specification)

5.3 ส่วนของการออกแบบหน้าจอ (Screen Design)

เมื่อทำการรวมส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ก็จะเป็นโปรแกรมใช้งาน

5.6 Implementation

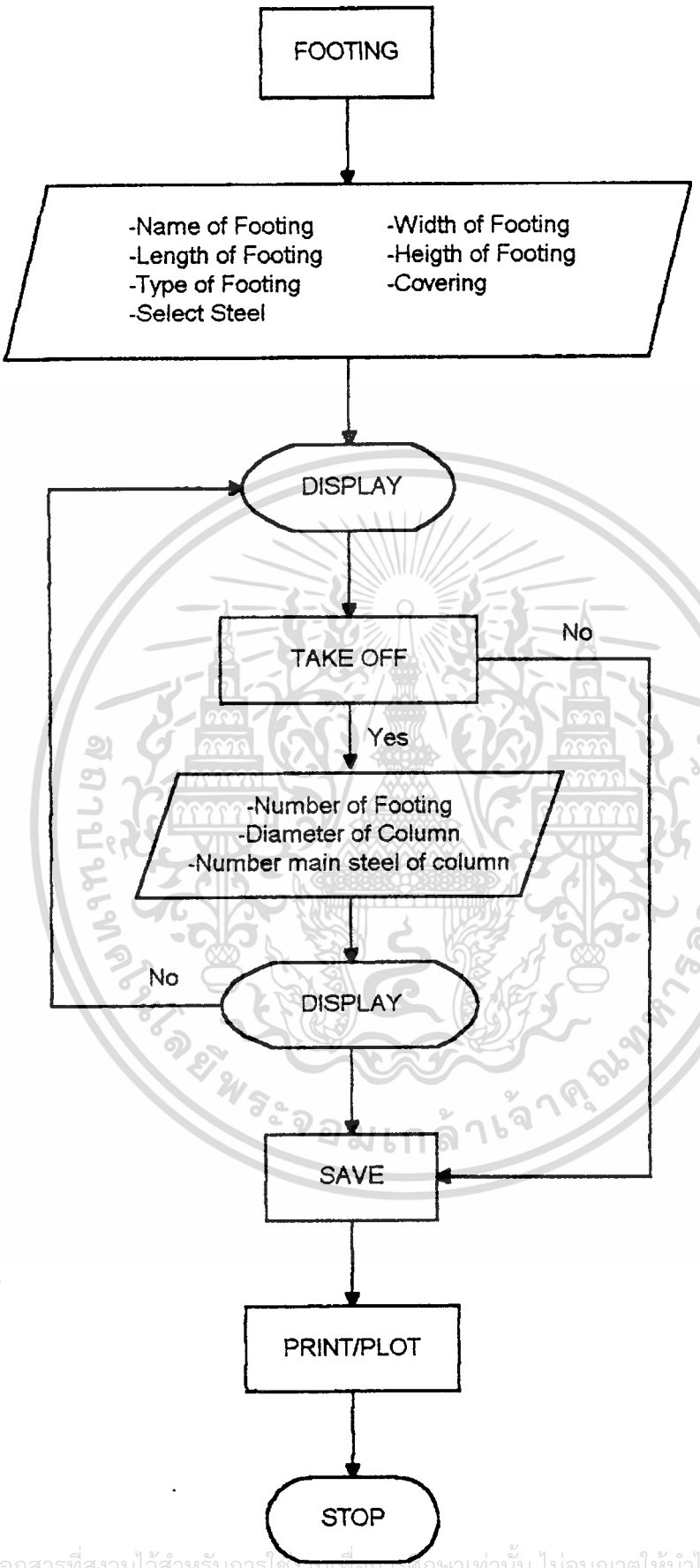
6.1 เมื่อทำการเขียนโปรแกรมเสร็จแล้วก็จะทำการทดสอบงานหลัก ๆ ของแต่ละส่วน

6.2 ทำการทดสอบการทำงานของทั้งโปรแกรม

6.3 ทำการติดตั้งโปรแกรมแล้วทดลองใช้งาน ในขั้นนี้จะเป็นการหาข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นกับระบบ

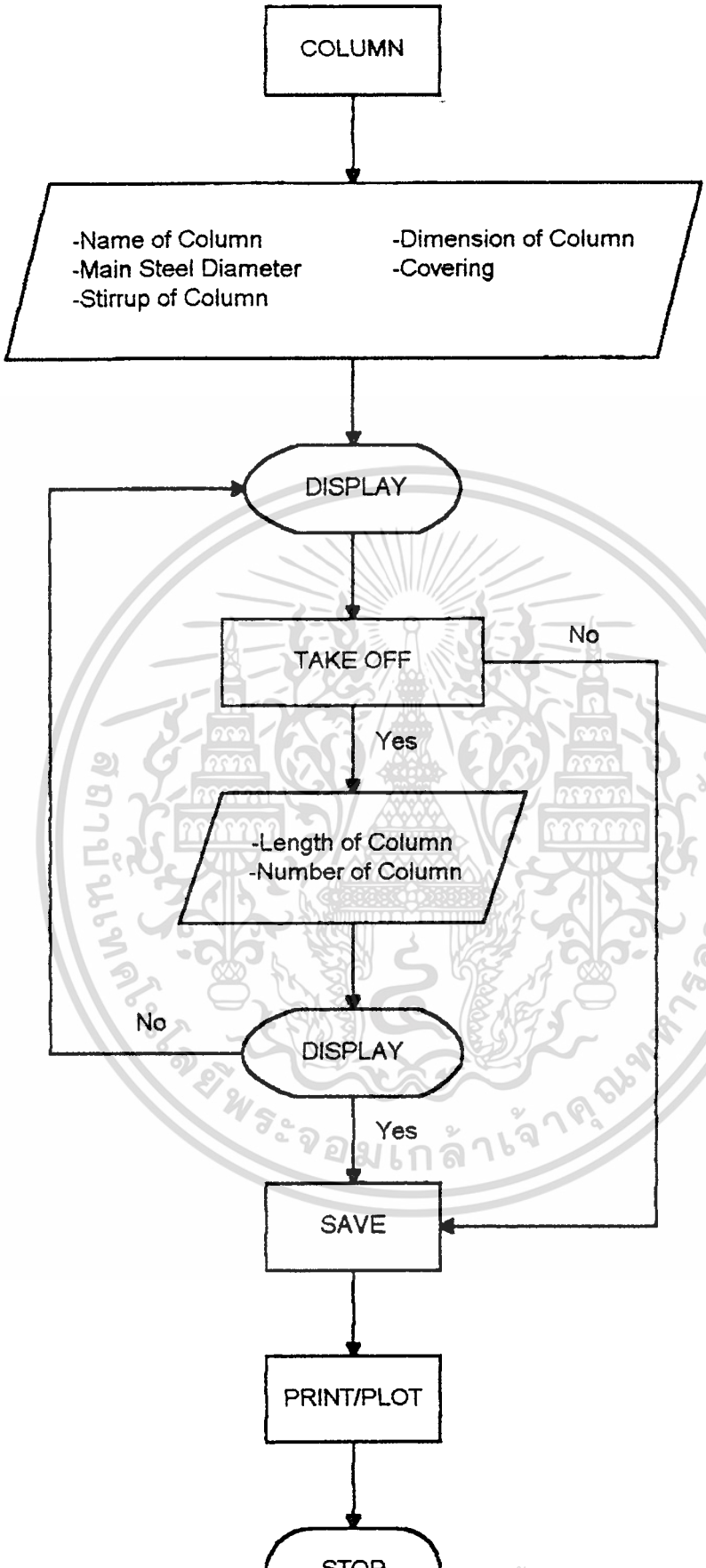
6.4 ถ้าไม่มีปัญหาอะไรก็ใช้งานต่อไป หรือติดตั้งเพิ่มเติมให้เต็มรูปแบบก็จะเสร็จสิ้นในส่วนของการทำ Implementation ในส่วนที่เหลือก็จะเป็นเรื่องของการ maintenace

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



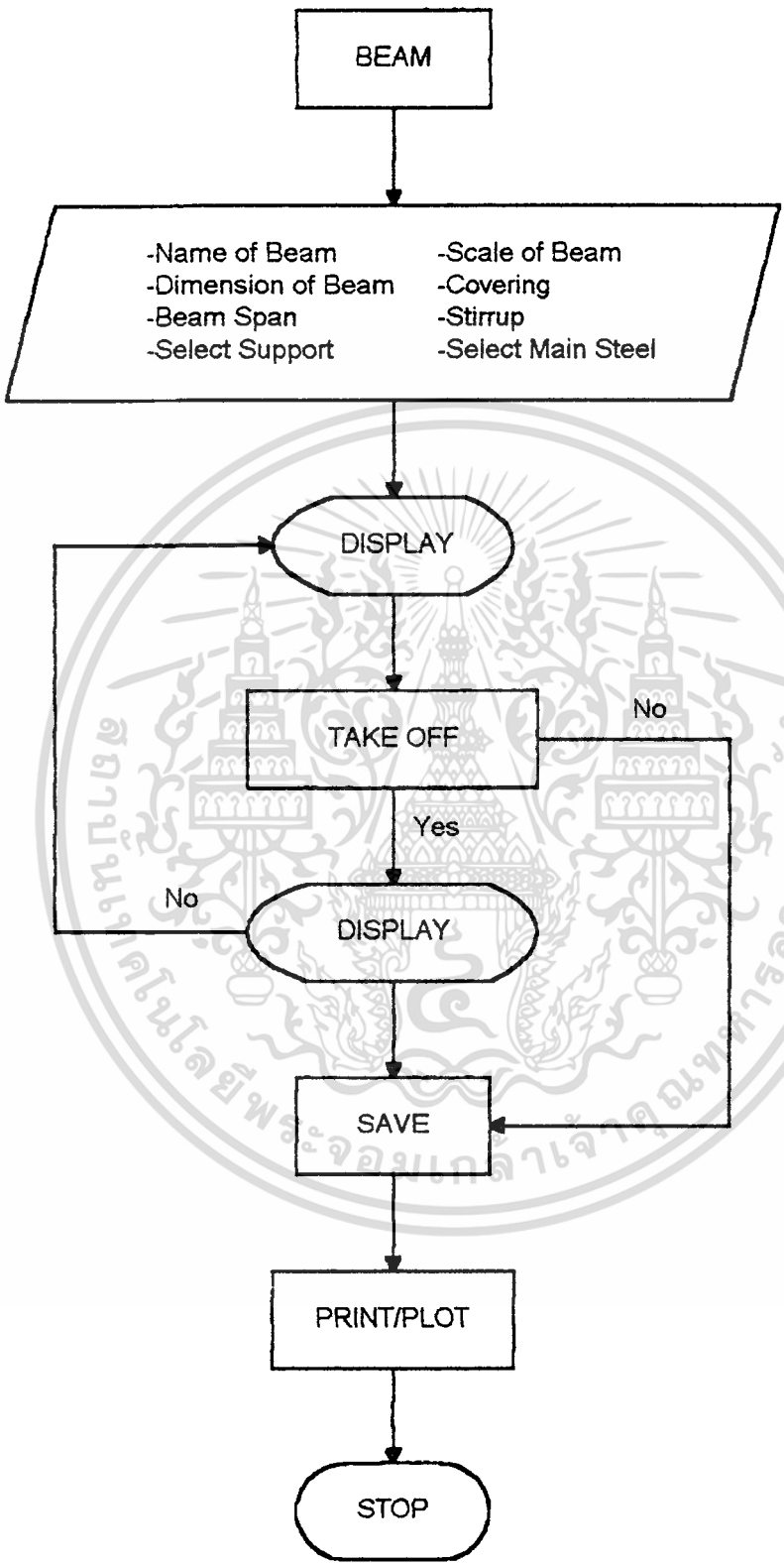
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมฐานราก



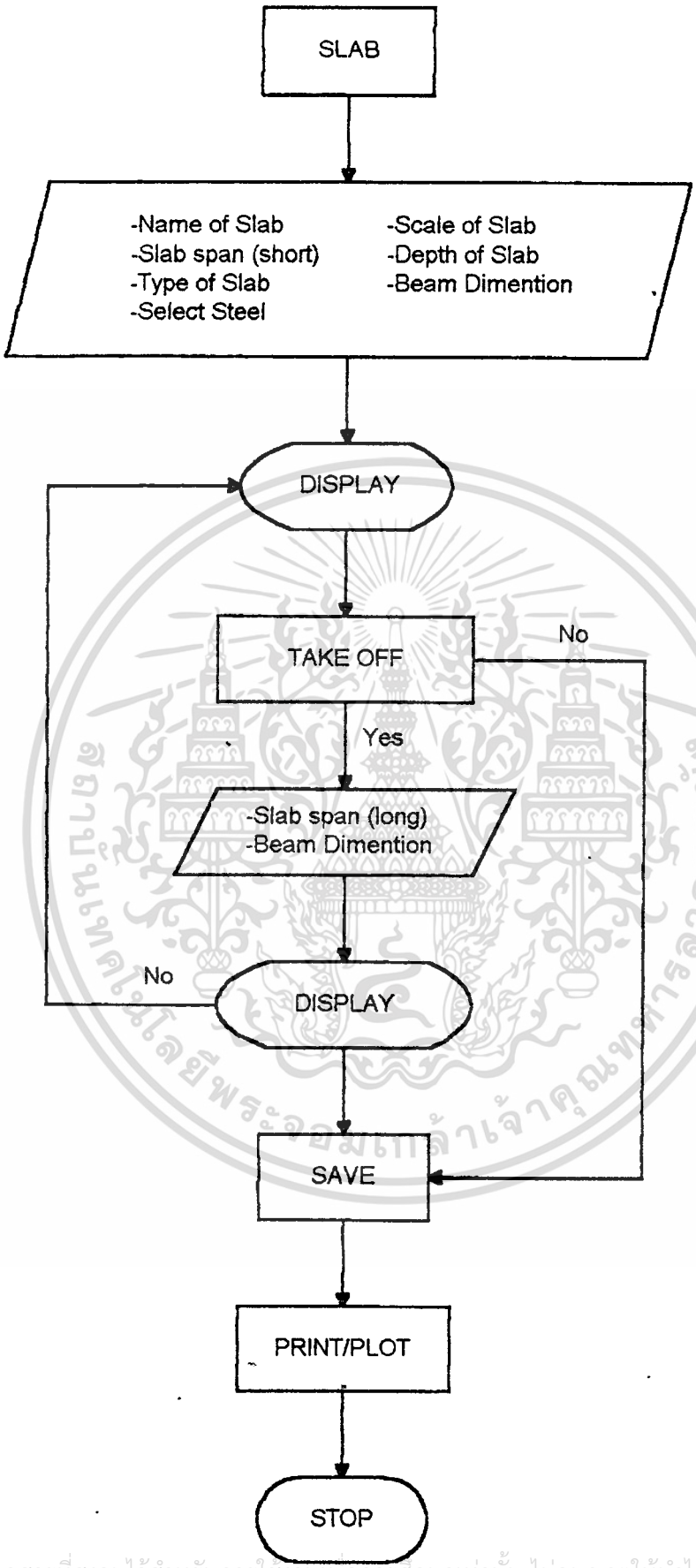
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.3 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเสา



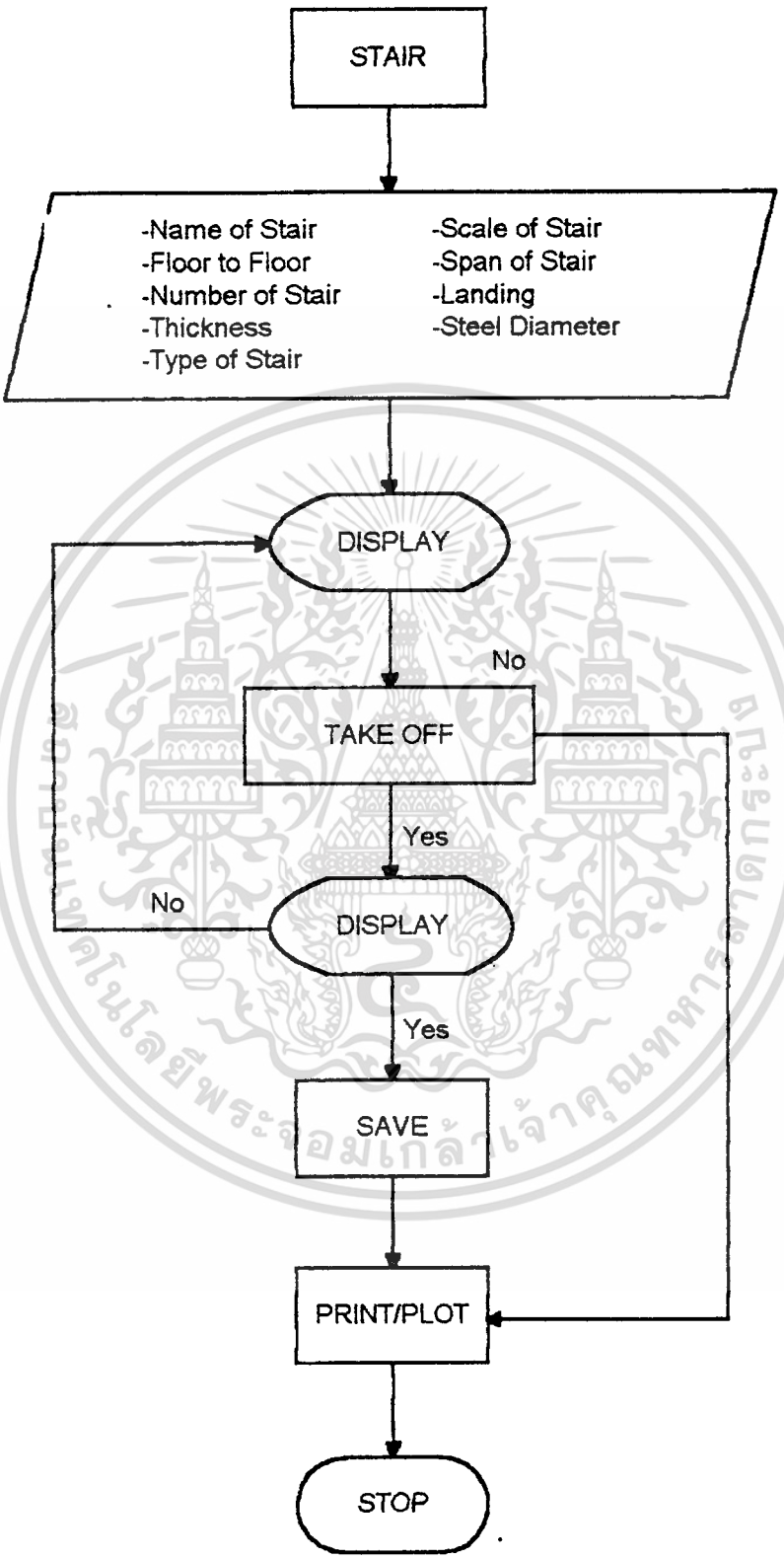
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.4 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.5 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมพื้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.6 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมบันได

บทที่ 6
วิธีการใช้งาน

6.1 อุปกรณ์ที่ประกอบในการใช้โปรแกรม

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ IBM AT 80286 ขึ้นไปหรือ 100% compatible Memory อย่างน้อย 2 Megabyte (แต่ควรเป็น 4 Megabyte ขึ้นไป)

2. Math Co-Processor

3. Hard Disk ความจุ 20 Megabyte ขึ้นไป

4. Software AutoCAD Release 10 ขึ้นไป

6.2 การติดตั้งโปรแกรม

เราจะทำการติดตั้งตัวโปรแกรมโดยการสร้าง Directory ของตัวโปรแกรม AutoCAD โดยทำการ Copy File ของตัวโปรแกรมทั้งหมดลง Directory ย่อยที่สร้างขึ้น (ในที่นี้ใช้ชื่อ Adraw)

เมื่อทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้วจะมีรายชื่อไฟล์ทั้งหมดดังรูป 6.1 โดยไฟล์ที่ใช้ในส่วนของเมนูและโปรแกรมหลัก ซึ่งมีรายชื่อดังแสดงข้างล่างนี้จะเป็นไฟล์ที่ใช้รับค่าตัวแปรหลัก ซึ่งจะใช้ในการวาดแบบรายละเอียด ถ้าไม่มีไฟล์เหล่านี้ โปรแกรมจะไม่สามารถทำงานได้

acad.cfg	เป็นไฟล์ Configuration ใช้ set ระบบ
acad.mnx	เป็นไฟล์ เมนูหลักของ AutoCAD
adraw.mnx	เป็นไฟล์ เมนูย่อยของโปรแกรมแสดงรายละเอียดโครงสร้าง
title1-4.lsp	เป็นไฟล์ ใช้สร้างกรอบและหัวเรื่องกระดาษเขียนแบบ
setup1-8.lsp	เป็นไฟล์ ใช้รับค่าตัวแปรหลักของการวาดแบบ
redraw.set	เป็นไฟล์ ที่ใช้เก็บค่าตัวแปรสุดท้ายที่เลือกไว้

ไฟล์หลักของการวาดแบบขยายมีด้วยกัน 4 ไฟล์ คือ

Footing.lsp	เป็นไฟล์หลักของการวาดแบบขยาย ฐานราก
Column.lsp	เป็นไฟล์หลักของการวาดแบบขยาย เสา
Beam.lsp	เป็นไฟล์หลักของการวาดแบบขยาย คาน
Slab.lsp	เป็นไฟล์หลักของการวาดแบบขยาย พื้น
Stair.lsp	เป็นไฟล์หลักของการวาดแบบขยาย บันได

ส่วนไฟล์ย่อยอื่นๆ จะเป็นไฟล์ประกอบที่จะถูกเรียกใช้จากโปรแกรมขณะใช้งานได้แก่

B*.lsp	จะถูกเรียกใช้จาก Beam.lsp เพื่อวาด คาน
Col*.lsp	จะถูกเรียกใช้จาก Column.lsp เพื่อวาด เสา
F*.lsp	จะถูกเรียกใช้จาก Footing.lsp เพื่อวาด ฐานราก
SL*.lsp	จะถูกเรียกใช้จาก Slab.lsp เพื่อวาด พื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

St*.lsp จะถูกเรียกใช้จาก Slab.lsp เพื่อวาด บันได

ที่เหลือนอกนั้นจะเป็น File ประกอบในขณะทำงาน เช่น

*.slb ใช้เก็บรวมรวมรูปภาพที่ใช้เรียกจาก icon menu

*.set ใช้เก็บค่าตัวแปรของการวาดภาพ

* est ใช้เก็บผลการถอดแบบลง File

รูปที่ 6.1 รายชื่อ file หลังจากติดตั้ง

a3-1.est	a3-1.set	acad.cfg	acad.mnu	adraw.bat	adraw.mnu	adraw.slb
draw1.mnu	b011.lsp	b012.lsp	b013.lsp	b021.lsp	b022.lsp	b023.lsp
b031.lsp	b032.lsp	b033.lsp	b111.lsp	b112.lsp	b113.lsp	b121.lsp
b122.lsp	b123.lsp	b131.lsp	b132.lsp	b133.lsp	b211.lsp	b212.lsp
b213.lsp	b221.lsp	b222.lsp	b223.lsp	b231.lsp	b232.lsp	b233.lsp
b311.lsp	b312.lsp	b313.lsp	b321.lsp	b322.lsp	b323.lsp	b331.lsp
b332.lsp	b333.lsp	bdim.lsp	beam.lsp	bg11.lsp	bg12.lsp	bg13.lsp
bg21.lsp	bg22.lsp	bg23.lsp	bg31.lsp	bg32.lsp	bg33.lsp	bl011.lsp
bl012.lsp	bl013.lsp	bl021.lsp	bl022.lsp	bl023.lsp	bl031.lsp	bl032.lsp
bl033.lsp	bl111.lsp	bl112.lsp	bl113.lsp	bl121.lsp	bl122.lsp	bl123.lsp
bl131.lsp	bl132.lsp	bl133.lsp	bl211.lsp	bl212.lsp	bl213.lsp	bl221.lsp
bl222.lsp	bl223.lsp	bl231.lsp	bl232.lsp	bl233.lsp	bl311.lsp	bl312.lsp
bl313.lsp	bl321.lsp	bl322.lsp	bl323.lsp	bl331.lsp	bl332.lsp	bl333.lsp
bl411.lsp	bl412.lsp	bl413.lsp	bl421.lsp	bl422.lsp	bl423.lsp	bl431.lsp
bl432.lsp	bl433.lsp	bline.lsp	bmdim.lsp	br011.lsp	br012.lsp	br013.lsp
br021.lsp	br022.lsp	br023.lsp	br031.lsp	br032.lsp	br033.lsp	br111.lsp
br112.lsp	br113.lsp	br121.lsp	br122.lsp	br123.lsp	br131.lsp	br132.lsp
br133.lsp	br211.lsp	br212.lsp	br213.lsp	br221.lsp	br222.lsp	br223.lsp
br231.lsp	br232.lsp	br233.lsp	br311.lsp	br312.lsp	br313.lsp	br321.lsp
br322.lsp	br323.lsp	br331.lsp	br332.lsp	br333.lsp	br411.lsp	br412.lsp
br413.lsp	br421.lsp	br422.lsp	br423.lsp	br431.lsp	br432.lsp	br433.lsp
brdim.lsp	btest.lsp	case.lsp	clear.lsp	col411.lsp	col611.lsp	col621.lsp
col811.lsp	col812.lsp	col821.lsp	col822.lsp	col1011.lsp	col1012.lsp	col1211.lsp
col1212.lsp	col1221.lsp	col1222.lsp	col1231.lsp	col1411.lsp	col1421.lsp	col1431.lsp
col1611.lsp	col1612.lsp	col1621.lsp	col1622.lsp	col1631.lsp	col1632.lsp	col1633.lsp
col1641.lsp	col1811.lsp	col1812.lsp	col1821.lsp	col1822.lsp	col1831.lsp	col1832.lsp
col1833.lsp	col2011.lsp	col2012.lsp	col2021.lsp	col2022.lsp	col2031.lsp	col2032.lsp
col2033.lsp	col2041.lsp	col2211.lsp	col2212.lsp	col2221.lsp	col2222.lsp	col2231.lsp
col2232.lsp	col2411.lsp	col2421.lsp	col2431.lsp	col2432.lsp	col2631.lsp	col2831.lsp
col3031.lsp	col3231.lsp	column.lsp	draw.mnu	esc1.lsp	esc2.lsp	esc3.lsp
esc4.lsp	esc5.lsp	esc6.lsp	esc7.lsp	esc8.lsp	esc9.lsp	esc10.lsp
esc11.lsp	esc12.lsp	esc13.lsp	esc14.lsp	esc15.lsp	esc16.lsp	esc17.lsp
esc18.lsp	esc19.lsp	esc20.lsp	esc21.lsp	esc22.lsp	esc23.lsp	simple.est
es_beam1.lsp	es_bl11.lsp	es_bl12.lsp	es_bl13.lsp	es_bl21.lsp	es_bl22.lsp	es_bl23.lsp
es_bl31.lsp	es_bl32.lsp	es_bl33.lsp	es_bll11.lsp	es_bll12.lsp	es_bll13.lsp	es_bll21.lsp
es_bll22.lsp	es_bll23.lsp	es_bll31.lsp	es_bll32.lsp	es_bll33.lsp	es_bm11.lsp	es_bm12.lsp
es_bm13.lsp	es_bm21.lsp	es_bm22.lsp	es_bm23.lsp	es_bm31.lsp	es_bm32.lsp	es_bm33.lsp
es_bmm11.lsp	es_bmm12.lsp	es_bmm13.lsp	es_bmm21.lsp	es_bmm22.lsp	es_bmm23.lsp	es_bmm31.lsp
es_bmm32.lsp	es_bmm33.lsp	es_br11.lsp	es_br12.lsp	es_br13.lsp	es_br21.lsp	es_br22.lsp
es_br23.lsp	es_br31.lsp	es_br32.lsp	es_br33.lsp	es_brr11.lsp	es_brr12.lsp	es_brr13.lsp
es_brr21.lsp	es_brr22.lsp	es_brr23.lsp	es_brr31.lsp	es_brr32.lsp	es_brr33.lsp	es_bwr.lsp
es_bwrr.lsp	es_mcol1.lsp	es_mcol2.lsp	es_mfot.lsp	es_msla.lsp	es_msta.lsp	es_slab2.lsp
es_slab3.lsp	es_slab4.lsp	es_sta11.lsp	es_sta12.lsp	es_sta13.lsp	es_sta14.lsp	es_sta21.lsp
es_sta22.lsp	es_sta23.lsp	es_sta24.lsp	es_sta31.lsp	es_sta41.lsp	ffile.lsp	footing.lsp
footing.slb	ft1.lsp	ft2.lsp	ft4.lsp	ft5.lsp	ft6.lsp	ft8.lsp
t9.lsp	ft11.lsp	ft12.lsp	ft13.lsp	ft14.lsp	ft15.lsp	ft16.lsp
ft17.lsp	ft18.lsp	ft19.lsp	ft20.lsp	ftset.lsp	function.lsp	head.lsp
imprt.lsp	make.bat	outfile.lsp	outfile1.lsp	outfile2.lsp	rc_draw.set	rect.mnu
rect1.lsp	setpaper.lsp	setup1.lsp	setup2.lsp	setup3.lsp	setup4.lsp	setup5.lsp
setup6.lsp	setup7.lsp	setup8.lsp	setup9.lsp	simple.lsp	sl01.lsp	sl02.lsp
sl03.lsp	sl04.lsp	sl11.lsp	sl12.lsp	sl13.lsp	sl14.lsp	slab.lsp
slidelib.exe	st11.lsp	st12.lsp	st13.lsp	st14.lsp	st21.lsp	st22.lsp
st23.lsp	st24.lsp	st31.lsp	st41.lsp	stair.lsp	stair.slb	stair.txt
title1.lsp	title2.lsp	title3.lsp	title4.lsp	y.lsp	zoom-all.lsp	zoom-tit.lsp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 การปรับระบบ

6.3.1 การปรับระบบ

หลังจากที่เราได้ผ่านขั้นตอน configuration AutoCAD แล้ว อาจไม่เพียงพอที่จะใช้งาน AutoLISP อย่างเต็มที่ จะต้องมีการปรับหรือเซตเกี่ยวกับหน่วยความจำ (memory) ในระบบด้วย ได้แก่

LISPHEAP

LISPSTACK

ACADFREERAM

หลังจากเข้าสู่ AutoCAD จะมีการตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จากสภาพแวดล้อมที่เซตไว้ด้วย DOS(DOS environment settings) เช่นจำนวนหน่วยความจำที่ใช้ในระบบไดเรกทอรีของ Support File (ACAD.PGP, ACAD.LIN, ACAD.PAT ฯลฯ) หากไม่พบค่าพารามิเตอร์ที่เซตไว้ด้วย DOS ก็จะใช้ค่าพารามิเตอร์ของ AutoCAD ที่มีอยู่หรือที่เรียกว่า default parameter

ก่อนที่จะใช้ AutoLISP นั้น เราจะต้องเซตให้หน่วยความจำมีจำนวนเพียงพอที่จะประมวลผลโปรแกรม AutoLISP ได้ ได้แก่ LISPHEAP, LISPSTACK และ ACADFREERAM หากจำนวนหน่วยความจำเหล่านี้มีค่าน้อย ไป AutoLISP จะทำงานไม่ได้ หรืออาจเกิด FATAL.ERROR จนต้องออกจาก AutoCAD ไปเลยก็ได้ การเซตหน่วย ความจำทำได้ง่ายๆ โดยใช้คำสั่ง SET

ชื่อตัวแปร = ค่าพารามิเตอร์

ขณะอยู่ที่ DOS

หลังจากที่เซตค่าพารามิเตอร์แล้ว ต้องการที่จะดูพารามิเตอร์ต่างๆ ให้ใช้คำสั่ง SET ขณะอยู่ที่ DOS เช่นกัน

6.3.2 การสร้าง Start up File

ตอนนี้คิดว่าหลายๆ ท่านคงมองเห็นถึงปัญหาที่ว่า ก่อนที่จะใช้ AutoLISP จะต้องพิมพ์คำสั่ง SET หลายๆ อย่างซึ่งอาจทำให้ล่าช้า ดังนั้นเราจะรวบรวมคำสั่ง SET หน่วยความจำต่างๆเป็นกลุ่มแล้วเก็บไว้ใน Batch File (*.BAT) หรือ Start up file

เริ่มทำการสร้าง Batch File โดยใช้ text editor ต่างๆ เช่น SIDEKICK,EDLIN หรือจะใช้ copy con จาก DOS โดยตรงก็ได้โดยทำดังนี้

```
set acad=c:\acad
set acadcfg=c:\acad
set acadfreeram=30
set lispheap=54000
set lispstack=1000
c:\acad\acad
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากสร้างเสร็จแล้วจะได้ BatchFile ชื่อ ADRAW.BAT ซึ่งจะเป็น Start upFile ช่วยจัดการปรับค่าพารามิเตอร์เกี่ยวกับหน่วยความจำ ที่ใช้สำหรับ AutoLISP สำหรับการใช้งานก็เพียงแต่เรียกชื่อ Start up File ขณะที่อยู่ DOS prompt แล้วกด Enter เท่านั้น

ความหมายของการเซตค่าต่างๆ อธิบายได้ดังนี้

SET ACAD = \ACAD เป็นการแจ้งให้ AutoCAD ทราบว่า ถ้าหากเรียกไฟล์สนับสนุนต่างๆ (Support File เช่น ACAD.PAT ACAD.LIN ฯลฯ) ไม่พบในไดเรกทอรีปัจจุบัน ให้ไปเรียกที่ \ACAD ซึ่งลักษณะนี้เป็นการบอก path นั่นเอง

อนึ่งผู้เขียนขอแจ้งให้ทราบว่าการเซตต่างๆ ที่มีอยู่ใน ADRAW.BAT จะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อการใช้โปรแกรมอื่นๆ ทั้งสิ้น จะมีผลเฉพาะ AutoCAD เท่านั้น

SET ACADCFG = \ACAD เป็นการแจ้งให้ AutoCAD ทราบว่าให้ไปเรียกConfiguration File (ACAD.CFG) จากไดเรกทอรี \ACAD หากท่านใดลืมว่า Configura-tion File คืออะไร ให้พลิกไปดูบทการติดตั้ง AutoCAD ใหม่

SET ACADFREERAM = 30 เป็นการจัดหน่วยความจำอิสระสำหรับ AutoCAD ขณะทำการประมวลผล หรือคำนวณขณะที่กำลังสร้างภาพ ยกตัวอย่างง่ายๆ เช่น การสั่งให้ AutoCADhide ในภาพ 3 มิติ จะต้องมีการคำนวณ AutoCAD จะใช้หน่วยความจำส่วนนี้ทำการเก็บค่าประมวลผลชั่วคราวจริงๆ แล้ว ACADFREERAM นี้ไม่เกี่ยวกับ AutoLISP โดยตรง แต่ที่เราต้องเซตไว้ เนื่องจากต้องการใช้ AutoCAD และ AutoLISP ด้วยกันได้ นั่นเองหากไม่มีการเซต ACADFREERAM ไว้ AutoCAD จะให้ค่าเป็น 20 K จำนวน ACADFREERAM ที่ต้องการนั้นขึ้นอยู่กับความสลับซับซ้อนของ drawing โดยทั่วไปแล้วจะประมาณ 30 K

ข้อควรระวัง หากเซตค่า ACADFREERAM น้อยเกินไป อาจมีปัญหาในช่วง hide เพราะต้องใช้การคำนวณมาก เมื่อ ACADFREERAM มากขึ้น

SET LISPHEAP = เป็นตัวกำหนดหน่วยความจำสำหรับเก็บฟังก์ชั่นและตัวแปรต่างๆของ AutoLISP หากมีการใช้โปรแกรม AutoLISP ที่ยาวมากหรือมีฟังก์ชั่นและตัวแปรมาก ควรจัดหน่วยความจำส่วนนี้ให้เพียง พอแก่การใช้งาน การจัด LISPHEAP นี้ไม่มีสูตรตายตัว ค่าที่กำหนดจะได้จากการทดลองใช้ไปก่อน หากมี ปัญหาค่อยเพิ่มขึ้นทีหลัง ในกรณีที่หน่วยความจำ LISPHEAP ไม่เพียงพอเครื่องจะแจ้งให้ทราบว่า "insufficient node space" LISPHEAP ที่เซตไว้มีหน่วยเป็นไบต์ (bytte)

SET LISPSTACK = เป็นการกำหนดหน่วยความจำชั่วคราวระหว่างการประเมินผลใน AutoLISP ซึ่ง จะมีการใช้หน่วยความจำส่วนนี้เก็บค่าที่ได้จากการประมวลผลไว้ชั่วคราว และใช้เก็บค่าตัวแปรบางส่วนที่ใช้ระหว่างการคำนวณด้วย เช่นเดียวกับ LISPHEAP ค่าที่ใช้กำหนดLISPSTACK จะได้จากการทดลองใช้งานดู หากมีปัญหาค่อยเพิ่มทีหลัง แต่มีข้อพิจารณาว่า ถ้าความซับซ้อนของโปรแกรม AutoLISP มีมากเช่น มีฟังก์ชั่น ตัวแปรมาก ควรกำหนดค่าเยอะๆ เข้าไว้ มีข้อควรจำคือ จำนวน LISPHEAP และ LISPSTACK รวมกันแล้วห้ามเกิน 55,000 ไบต์เด็ดขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SET ACAD = เป็นการ clear ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้เซตไว้หลังจากเลิกใช้งานแล้ว

แต่ในกรณีที่ใช้ AutoCAD Version 12 ค่าต่าง ๆ เหล่านี้เราไม่จำเป็นจะต้อง Set แต่จะต้องแก้ไข Batch File ที่โปรแกรมทำการสร้างขึ้นในชื่อของ acadr12.bat โดยทำการเพิ่มเติมในส่วนของ Path ซึ่งจะทำให้ตัว Auto-CAD นั้นสามารถที่จะทราบถึง Paht ที่ AutoCAD จะต้องไปทำการเรียก File ที่เราสร้างขึ้น

6.3.3 การปรับระบบของ AutoCAD ให้ สามารถใช้ AutoLISP

ก่อนที่เราจะใช้โปรแกรม AutoLISP ให้เราตรวจสอบโปรแกรม AutoCAD ของเราก่อนว่ามีความคล่องตัวในการใช้ AutoLISP มากน้อยเพียงไรก่อน โดยมีหลักในการตรวจสอบระบบของเราตามลำดับต่อไปนี้

1 เริ่มต้นเรียกเข้าโปรแกรม AutoCAD เมื่อปรากฏเมนเมนูให้เราสังเกตในส่วนบนของบันไดในรูปที่ 6.1ก ซึ่งจะเห็นข้อความในบรรทัดหนึ่งบอกว่า

Advanced Drafting Extensions 3

ถ้าไม่มีข้อความนี้ปรากฏในเมนู แสดงว่ามันไม่สามารถทำงานโปรแกรม AutoLISP ได้ การที่เรามี ส่วนของการเขียนแบบขั้นสูงลำดับที่ 3 (Advanced Drafting Extensions 3 หรือย่อว่า ADE-3) แสดงว่าระบบมีเสถียรภาพในการใช้งานสมบูรณ์แบบที่สุด แต่ถ้าเรามีเพียง ADE-1 หรือ ADE-2 (ส่วนของการเขียนแบบขั้นสูงลำดับที่ 1 และ 2) เท่านั้น ถ้าเป็นอย่างนั้นเราควรจะอัพเกรดหรือเปลี่ยนแปลง AutoCAD ของเราให้เป็นเวอร์ชันที่รวม ADE-3 ภายใน

```
AUTOCAD
Copyright (C) 1982,83,84,85,86,87,88,89 Autodesk, Inc.
Release 10 c10 (12/21/89) DOS Extender
Advanced Drafting Extensions 3
Serial Number:20-8671233
Main menu
    0. Exit AutoCAD
    1. Begin a NEW drawing
    2. Edit an EXISTING drawing
    3. Plot a new drawing
    4. Printer Plot a drawing
    5. Configure AutoCAD
    6. File Utilities
    7. Complie shape/font description file
    8. Convert old drawing file
Enter selection:
```

รูปที่ 6.1ก แสดงเมนเมนูของ AutoCAD

2. จากนั้น เมื่อมี ADE-3 แล้วให้เลือกหัวข้อที่ 5 (Configure AutoCAD) จากเมนเมนู โดยการเลือกปุ่มที่ 5 ที่พร็อมต์ของเมนเมนู

Enter selection:

เราจะพบกับรายการข้อมูลของอุปกรณ์ที่ติดต่อกับระบบของ AutoCAD ปัจจุบัน

3. ให้กด <enter> จะปรากฏจอของ Configure menu (เมนูที่ใช้ในการตั้งให้ระบบ AutoCAD รู้จักกับอุปกรณ์ที่ต่อพ่วงอยู่เครื่อง) ดังรูปที่ 6.1ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้

```
                    AUTOCAD
Copyright (C) 1982,83,84,85,86,87,88,89 Autodesk, Inc.
Release 10 c10 (12/21/89) DOS Extender
Advanced Drafting Extensions 3
Serial Number:20-8671233
Configuration menu
    0. Exit to Main Menu
    1. Show current configuration
    2. Allow detailed configuration
    3. Configure video display
    4. Configure digitizer
    5. Configure plotter
    6. Configure printer plotter
    7. Configure system console
    8. Configure operation parameters
Enter selection <0>:
```

รูปที่ 6.1ข แสดงเมนูของการติดตั้งระบบ (*Configuration Menu*)

4. กดปุ่ม 8 เพื่อเลือกหัวข้อของการเลือกรูปแบบพารามิเตอร์ การทำงานของระบบ (Configure-Operationg Parameters) ที่พร็อมต์ "Enter Selection" หลังจากนั้นเมนูพารามิเตอร์ของระบบ (Operating Parameters menu) จะปรากฏดังในรูปที่ 6.1ค

ในเมนูนี้ เราสามารถที่จะตั้งค่าพารามิเตอร์บางอย่างของ AutoCAD ได้เช่น ตั้งชื่อไฟล์ต้นของการ พล็อต และการกำหนดตำแหน่งชั่วคราว อีกทั้งยังสามารถตั้งให้ทำหรือไม่ให้ทำงานโปรแกรม AutoLISP ได้ และใน Release 10 เป็นต้นไป เราสามารถควบคุมการใช้หน่วยความจำยืดขยาย (Extended memory) สำหรับ AutoLISP ได้ด้วย

```
                    AUTOCAD
Copyright (C) 1982,83,84,85,86,87,88,89 Autodesk, Inc.
Release 10 c10 (12/21/89) DOS Extender
Advanced Drafting Extensions 3
Serial Number:20-8671233
Configuration parameter menu
    0. Exit to configuration menu
    1. Alarm on error
    2. Initial drawing setup
    3. Default plot file name
    4. Plot spooler directory
    5. Placement of temporary files
    6. Network node name
    7. AutoLISP feature
Enter selection <0>:
```

รูปที่ 6.1ค แสดงเมนูตั้งพารามิเตอร์ของการทำงาน

5. กดปุ่ม 7 (เลือก AutoLISP feature) ในการเลือกรูปแบบของโปรแกรม AutoLISP ที่พร็อมต์ "Enter selection" นี้สามารถตั้งให้ AutoLISP ทำงานได้ โดยจะปรากฏพร็อมต์

Do you want AutoLISP enabled? <Y>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปกติค่าเริ่มต้นจะเป็น Y ซึ่งเป็นค่าที่เราต้องการ ค่าเริ่มต้นหรือค่าเดิม (default) นี้จะปรากฏระหว่างวงเล็บสามเหลี่ยม "<>" ถ้าต้องการเลือกค่านี้ให้กด <enter> ได้เลย แต่ถ้าเรากำลังทำงานอยู่กับระบบ ที่มีการใช้งานมาบ้างแล้ว การตั้งค่านี้อาจจะมีค่าเริ่มต้นเป็น N ก็ได้

6. กดปุ่ม Y แล้วจะปรากฏพร็อมต์

Do you want to use Extended AutoLISP? <N>

โดยทั่วไปแล้วค่าเริ่มต้นจะเป็น N

7 กดปุ่ม N คือ no (ไม่ต้องการ) ที่พร็อมต์นี้

ถ้าเรากำลังใช้เวอร์ชันต่ำกว่า 10 แล้วจะไม่สามารถใช้ Extended AutoLISP (ส่วนยืดขยายของ AutoLISP)

8. ตอนนี้ให้กลับมาที่เมนเมนู โดยการกด <enter> ซ้ำไปเรื่อย ๆ ซึ่งเป็นการเลือกค่าเริ่มต้นที่พร็อม "Enter selection" เดิมทั้งหมด เมื่อตอนที่เรากำลังจะออกมาจาก Configuration menu เราจะพบข้อความ

If you answer N to the following question, all configuration changes you have just made will be discarded.

Keep configuration changes? <Y>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 เริ่มต้นใช้งาน

6.4.1 การกำหนดให้กับภาพวาด

เมื่อเข้าสู่ directory ของโปรแกรม คืออยู่ที่ c:\acad\adraw> ให้พิมพ์คำว่าAdraw เพื่อเป็นการเข้าสู่โปรแกรมหลักของ AutoCAD (รูป 62) การใช้งานเราจะเลือก 1 (NEW drawing) หรือ 2 (Edit drawing) ตามลักษณะการใช้งาน โดยจะมีการถามชื่อ FileName ที่ต้องการ ต่อจากนั้นจะเข้าสู่ Drawing Editor (ดังรูปที่ 6.3) ของ AutoCAD จะสังเกตเห็นว่าบน Screen Menu หรือจะมีหัวข้อ Detail เพิ่มขึ้นมาจากเมนูปรกติ ซึ่งเราจะเลือก Detail ก็จะเป็นการเข้าสู่โปรแกรมแสดงแบบขยาย โดยจะเข้าสู่ Menu Adraw (ดังรูปที่ 6.4)

การตั้งค่าตัวแปรในโปรแกรม Adraw Menu

ทำการเลือกหัวข้อ Setup ซึ่งภายในจะประกอบไปด้วยหัวข้อต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. New Setup... เป็นการตั้งค่าต่าง ๆ ใหม่ และเก็บเอาไว้
2. Load Setup... เป็นการเอาค่าที่ตั้งเอาไว้มาใช้
3. Setup Parameter... เป็นการเปลี่ยนแปลงค่าเริ่มต้น
4. Setup Paper... เป็นการตั้งขนาดกระดาษ
5. Setup Fonts... เป็นการตั้งรูปแบบตัวอักษร
6. Setting Text High เป็นการตั้งความสูงของอักษร
7. Next Paper... เป็นการเขียนรูปในหน้าถัดไป

ทำการเลือกส่วนของ New Setup...

- Master File name : ชื่อ Drawing File ที่จะใช้เก็บข้อมูล
- Project Name : ชื่อของโครงการ
- Paper size เลือกขนาดกระดาษ A_0 - A_4 (ดังรูปที่ 6.5)
- Title Type . เลือกชนิดของกรอบ (ดังรูปที่ 6.6)
- Main scale . อัตราส่วนของแบบ
- Font . ชนิดของตัวอักษร (ดังรูปที่ 6.7)
- Hight . ความสูงของตัวอักษร
- Auto-Take off · เป็นการกำหนดให้โปรแกรมทำการคำนวณโดยอัตโนมัติ
- Write Title · เป็นการใส่ข้อความที่หัวกระดาษ

ตัวอย่าง

Command:

Enter.. Master File name (Max 5 Char) · a3-1

Enter Project Name : a3-1

Select Paper Size from Screenmenu :39.5,27.2

Select Title Type from icon menu :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title Type for icon menu is:

Select Main Scale from screenmenu :25

Select Font style for Write Name from icon menu :

Font style for Write Name is : romanc

Enter Text for write name high :0.25

Select Font style for Write Detail from icon menu :

Font style for Write Detail is : romanc

Enter Text for write Detail high :0.25

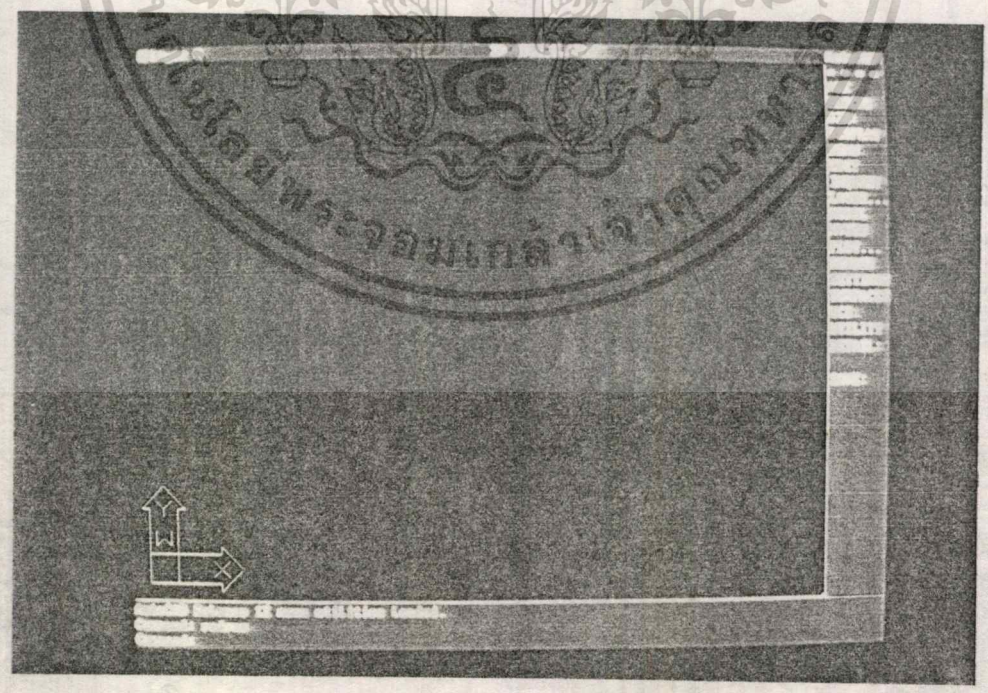
Do you want to Auto_Takeoff?<Yes>/No:y

Enter...Esitmate File name <default> :

Do you want to write the Title ? Yes/<No>:n

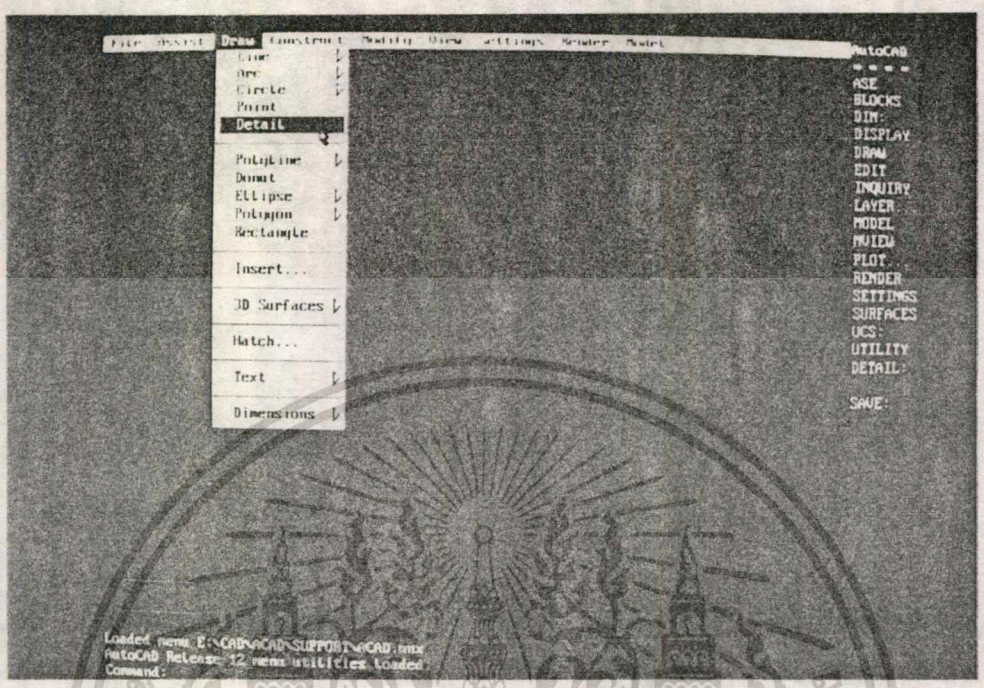
nil

หลังจากป้อนค่าเสร็จ โปรแกรมจะทำการวาดกรอบกระดาษ และ title (ดังรูปที่ 6.8)

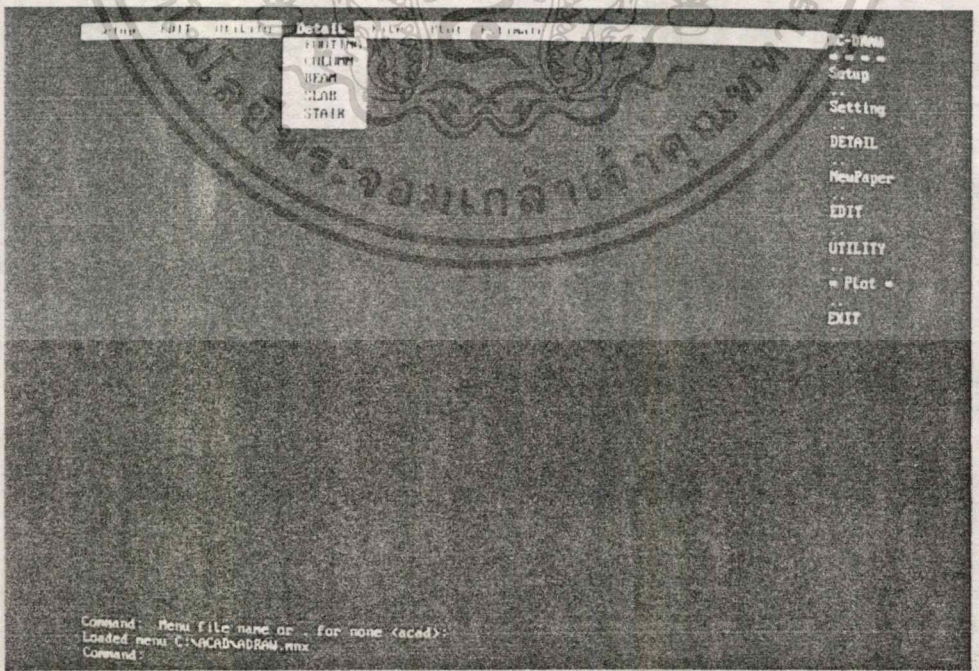


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.2 แสดง Main Menu ของ AutoCAD

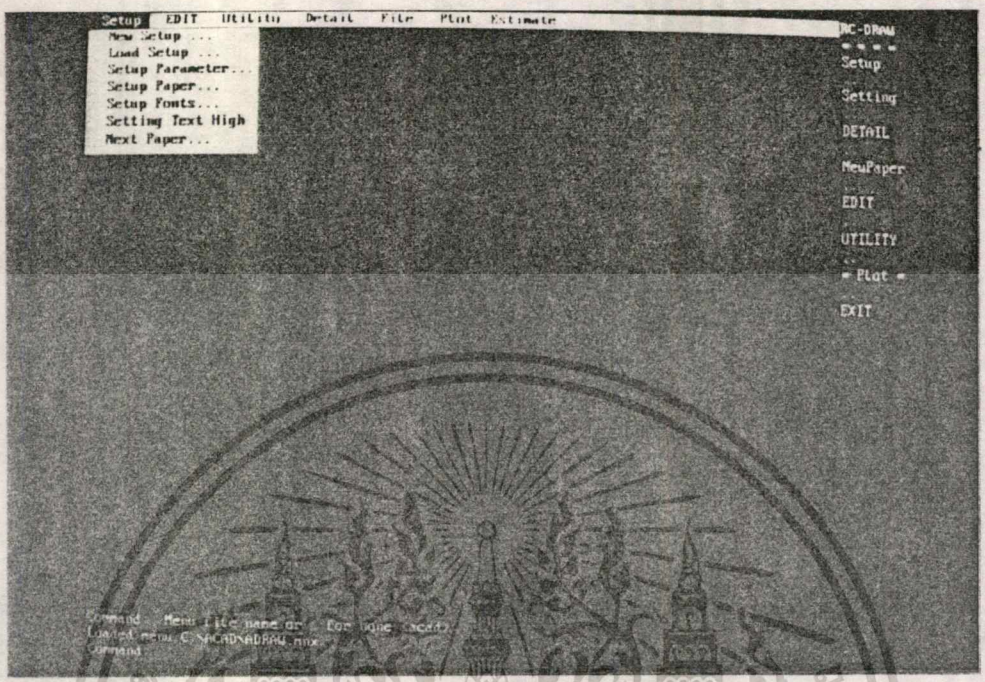


รูปที่ 6.3 แสดง Drawing Editor ของ AutoCAD

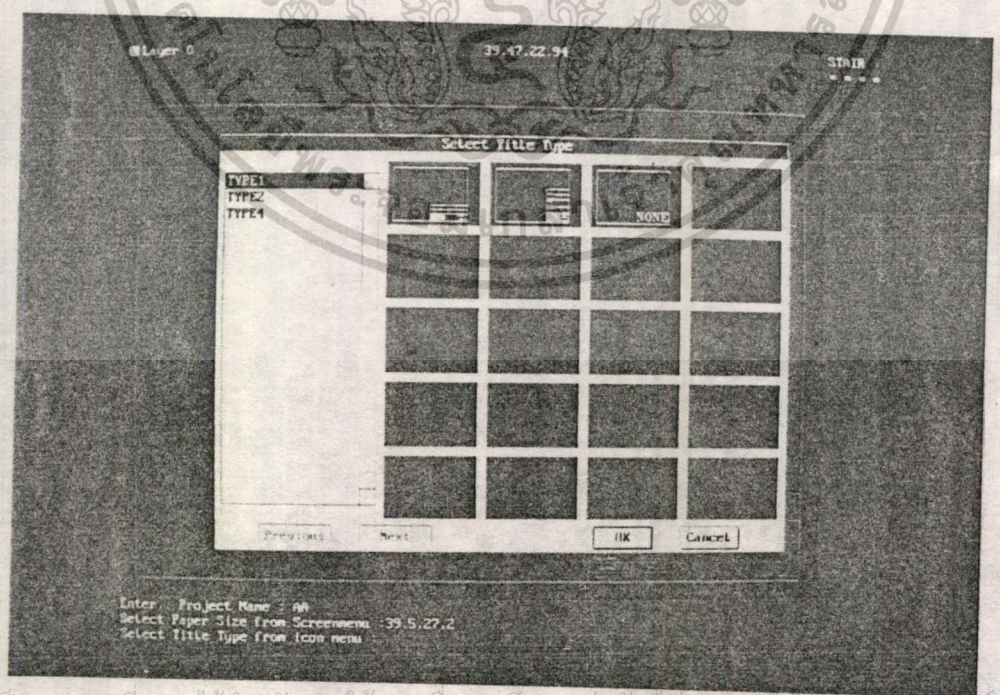


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.4 แสดง Menu Adraw

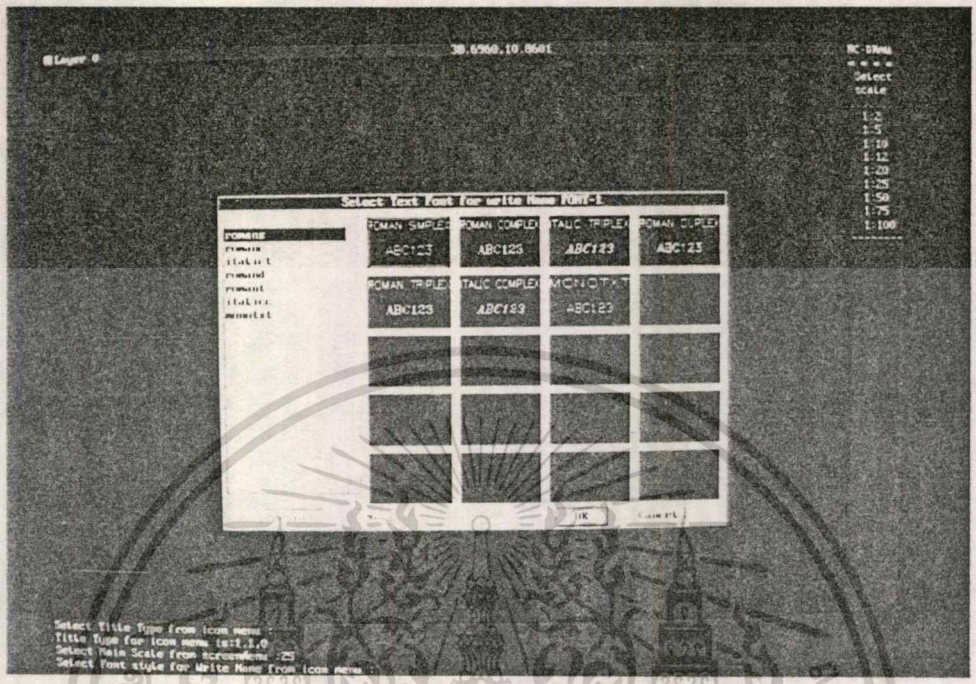


รูปที่ 6.5 แสดงการเลือก Paper Size

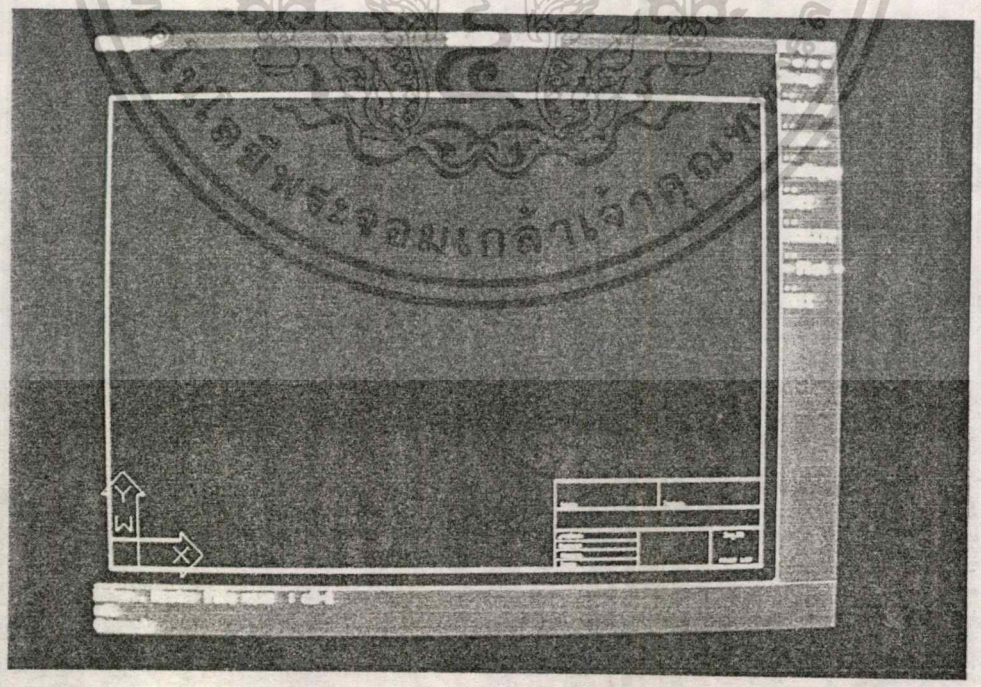


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.6 แสดงการเลือก Title Type



รูปที่ 6.7 แสดงการเลือก Font



รูปที่ 6.8 แสดงกรอบกระดาษและ Title Block ที่พร้อมจะวาดแบบขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.2 การเขียนแบบรายละเอียดเสา ค.ส.ล.

เมื่อทำการเลือก Column จาก Menu Detail ดังรูปที่ 6.9 โปรแกรมจะให้เราป้อนค่าตัวแปรต่างๆ ดังนี้

- อัตราส่วนของแบบขยาย (Scale)
- ชื่อของ Column ที่จะใส่ลงในแบบ (Name)
- ขนาดของ Column (Dimension)
- ขนาดของเส้นผ่าศูนย์ของเหล็กเสริมในเสา (Diameter)
- ระยะหุ้มคอนกรีต (Covering)
- ขนาดและระยะห่างเหล็กปลอก (Stirrup)
- รูปแบบเหล็กปลอกเสา (ดังรูปที่ 6.10)
- วางตำแหน่งแบบขยายลงใน Drawing (Base Point)

การป้อนค่าต่างๆ จะสามารถป้อนได้โดยการเลือกจาก Screen Menu หรือในบางครั้งจะเป็นจาก Icon Menu หรือในกรณีที่ไม่มีตัวเลือกให้จาก Screen Menu ก็สามารถป้อนจากKeyboard ก็ได้ ขณะที่ป้อนค่าตัวแปร ที่ Command Line จะขึ้นให้เราเห็นอยู่ตลอดเวลาว่าเรากำลังป้อนค่าตัวแปรใดอยู่ในการวางจุด Base Point คือ ตำแหน่งที่มุมล่างซ้ายของรูปภาพ โปรแกรมจะแจ้งว่าพื้นที่ในการวาดมีขนาดเท่าใด เราเพียงแต่ประมาณจุด ในการวางรูปภาพลงในแบบให้เหมาะสมหลังจากวาง Base Point โปรแกรมจะทำการวางแบบขยายตามค่าที่ เรากำหนดขึ้น(ดังรูปที่ 6.11) หลังจากนั้น Screen Menu ก็จะกลับไปที่ Detail คือให้เราเลือกวาดแบบขยายต่อ ไป

ตัวอย่าง

Command: Loading Column...

Select Scale from screen menu: 20

Enter name of column : C-1

Select Column Dimension from screen menu: 30,30,8

Select Steel Diameter from screen menu: 12,2,0

Select Covering from screen menu < 2.5 cm.>: 2.5

Select Steel Stirrup from screen menu: RB6mm.@0.25m.

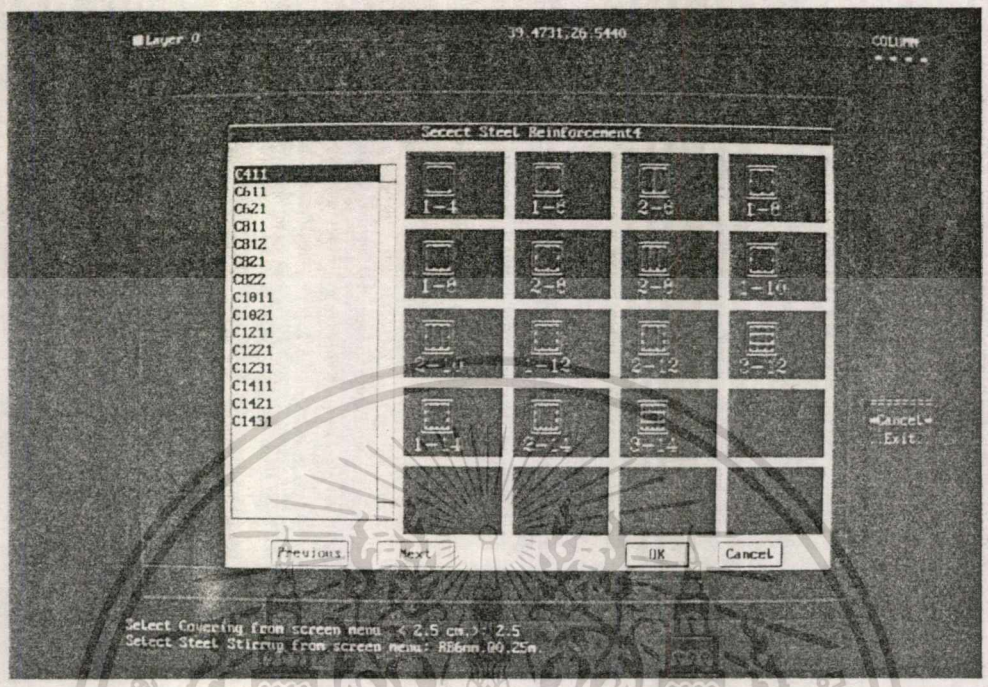
Select Steel Reinforcement from Icon Menu: 10,1,1

Drawing Area =5,6 Unit

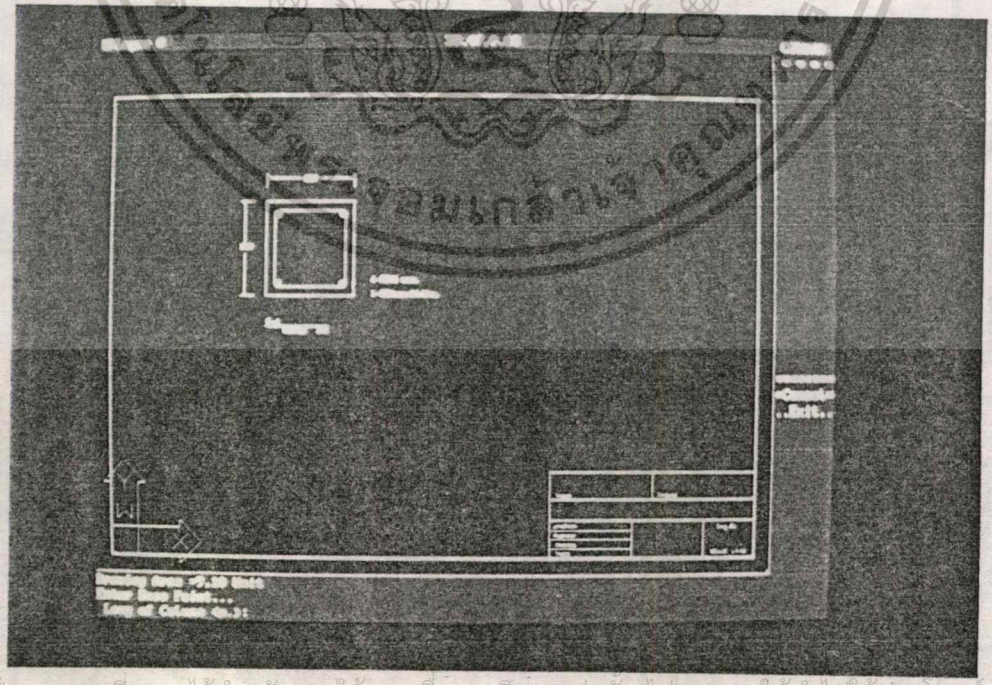
Enter Base Point...

nil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.9 แสดงการเลือกรูปแบบเหล็กปลอกจาก Detail Column



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.10 แสดงภาพจากแบบขยายเสา

6.4.3 การเขียนแบบรายละเอียดฐานราก

เมื่อทำการเลือก Footing จาก Menu Detail แล้ว โปรแกรมก็จะให้เราป้อนค่าตัวแปรต่างๆ ในลักษณะเดียวกันกับ Column คือ

- อัตราส่วนของแบบขยาย (Scale)
- ชื่อ Footing (Name)
- ให้เป็นฐานรากบนเข็มหรือไม่ (Footing on Pile)
- เลือกจำนวนเข็ม (ดังรูปที่ 6.12)
- เส้นผ่าศูนย์กลางเข็ม (Pile 's Diameter)
- ขนาดฐานราก (Footing Dimension)
- ขนาดของตอม่อ (Column Dimension)
- ระยะหุ้มฐานราก (Covering)
- เส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กเสริมฐานราก (Steel Diameter)
- จำนวนเหล็กเสริมฐานราก (Number of Steel)
- ตำแหน่งฐานราก (Base Point)

หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการวาดแบบขยายฐานราก (ดังรูปที่ 6.13) และกลับสู่รายการ Detail เพื่อให้ผู้ใช้เลือกทำงานต่อไป

ตัวอย่าง

Command: Loading Footing...

Select Scale from screen menu: 20

Enter name of Footing : F-1

Footing on Pile (Y/N):(Y):

Select Footing 's Piles from icon menu:p4

Enter pile's diameter(cm):30

Enter Wide of Footing (cm):150

Enter Long of Footing (cm):150

Enter High of Footing (cm):50

Select Covering from screen menu (cm.):5.0

Select Steel Diameter Long Size from Screen menu:

Select Number of steel from screen menu:15

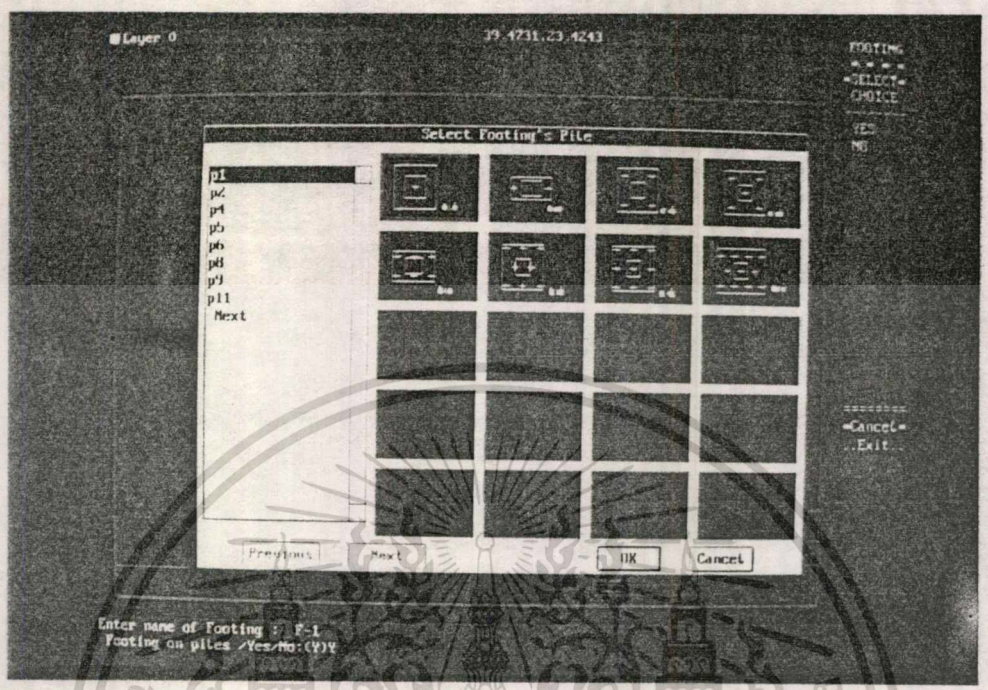
Select Steel Diameter short Size from Screen menu:

Select Number of steel from screen menu:15

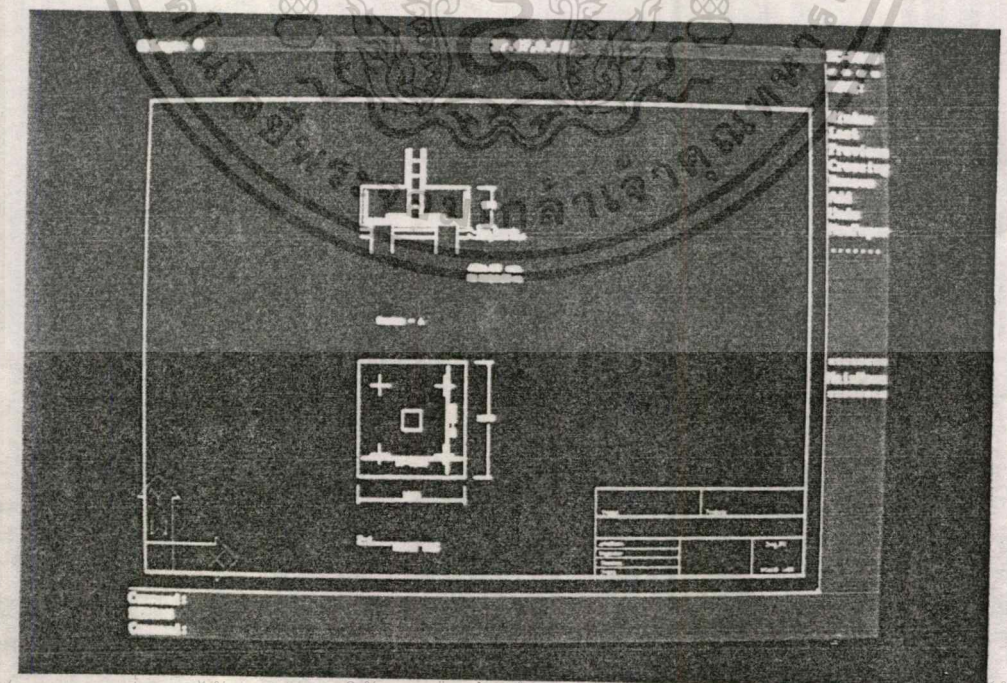
Enter Base Point...

nil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.11 แสดงการเลือกเข็มของ Detail Footing



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.12 แสดงภาพแบบขยายฐานราก

6.4.4 การเขียนแบบขยายคาน

ในหัวข้อ Beam ของรายการ Detail เมื่อผู้ถูกเลือกผู้ใช้จะต้องป้อนค่าต่างๆ ให้กับโปรแกรม ได้แก่

- Scale
- Beam Name
- Beam Dimension
- Covering
- Span

หลังจากถามความยาวคานแล้วโปรแกรมจะถามถึงข้อมูลคานทางด้านซ้าย (โปรแกรมแบ่งคานออก เป็นสามส่วน คือ ซ้าย, กลาง,ขวา) โดยจะถามถึงค่าต่างๆ คือ

ชนิดของ Support มีให้เลือก 5 ชนิด คือ

Con Col (Continuous Column)

End Col (End Column)

Con Beam (Continuous Beam)

End Beam (End Beam)

Free

หลังจากนั้นจะถามต่อ

- จำนวน Layer ของ Top Steel
- จำนวน Layer ของ Bottom Steel
- ขนาดและระยะเหล็กปลอก

หลังจากนั้นโปรแกรมจะไล่ถามถึงจำนวนเหล็ก เหล็กในแต่ละ layer ว่ามีกี่เส้นทั้งในเหล็กบนและล่าง แล้วก็จะวนไปให้เราป้อน Support ขวา และกลาง ในขณะเดียวกัน แล้วจึงวางตำแหน่ง Base Point เพื่อวาดรูปตามลำดับ (ดังรูปที่ 6.14) แต่ขณะวาดรูปก็จะให้เราป้อน

- ความกว้างเสา - ชื่อในแต่ละ Section (ถ้ามี)

ตัวอย่าง

Command: Loading Beam...

Select Scale from screen menu: 25

Enter name of Beam : B-1

Select Beam Dimension from screen menu: 20,40,0

Select Covering from screen menu (cm.) <2.5> : 2.5

Enter Beam span (m.) :4

**** For Left END SECTION ****

Select Support on the Left End of Beam from Screen Menu1

Select Layer of Top Steel from Screen Menu <1> : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Select Layer of Bottom Steel from Screen Menu <1> : 1

Select Steel Stirrup from screen menu: 9,15,0

Select Top Steel Diameter from screen menu: 12,1,0

Number of Top Steel on Layer 1 (<2>-4):2

Select Bottom Steel Diameter from screen menu: 15,1,0

Number of Bottom Steel on Layer 1 (<2>-4):3

Select Support Steel Diameter from screen menu <default> 12,1,0

**** For Right END SECTION ****

Select Support on the Right End of Beam from Screen Menu2

Select Layer of Top Steel from Screen Menu <1> : 1

Select Layer of Bottom Steel from Screen Menu <1> : 1

Select Steel Stirrup from screen menu: 9,15,0

Enter Base Point...

nil

6.4.5 การเขียนแบบรายละเอียดพื้น

เมื่อเราเลือก Slab ของรายการ Detail จะต้องป้อนค่าต่างๆ ให้กับโปรแกรมได้แก่

- Scale
- Slab Name
- Slab Depth
- Covering
- Slab span
- Type of Slab มีให้เลือก 4 ชนิดคือ

  พื้นต่อเนื่อง 2 ด้าน (Con. 2)

  พื้นต่อเนื่อง 1 ด้าน (Con. 1)

  พื้นยื่น (Contiliver Slab)

  พื้นเหล็กเสริมทางเดียว (one way Slab)

- Steel diameter ของเหล็กบนด้านซ้าย, เหล็กล่างกลาง และเหล็กบนด้านขวา
- ระยะห่างเหล็กแต่ละจุด
- Beam Dimension

หลังจากนั้นโปรแกรมก็จะให้เรากำหนด Base Point เพื่อทำการวาดแบบขยายพื้น (ดังรูปที่ 6.15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง

Command: Loading Slab...

Select Scale from screen menu: 20

Enter name of Slab : SL-1

Select Depth of slab from screen menu (cm.) <8> :15

Select Covering from screen menu (cm.) <2> :2.5

Enter Slab span (m.) : 4

Select Type of Slab from screen menu (cm.) <con.slab>:

Select Top Steel in the Left End of Slab from Screen Menu:DB12

distance Between Steel (cm.) <30>:15

Select Top Steel in the Middle of Slab from Screen Menu:DB12

distance Between Steel (cm.) <30>:15

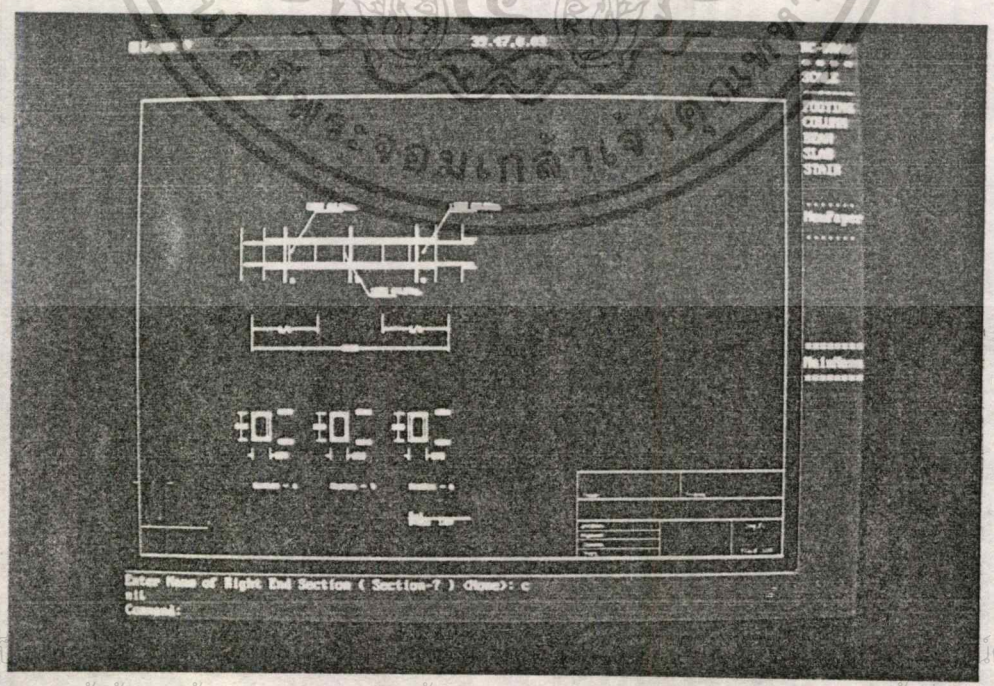
Select Top Steel in the Right End of Slab from Screen Menu:DB12

distance Between Steel (cm.) <30>:15

Select Beam Dimention from screen menu:20x40

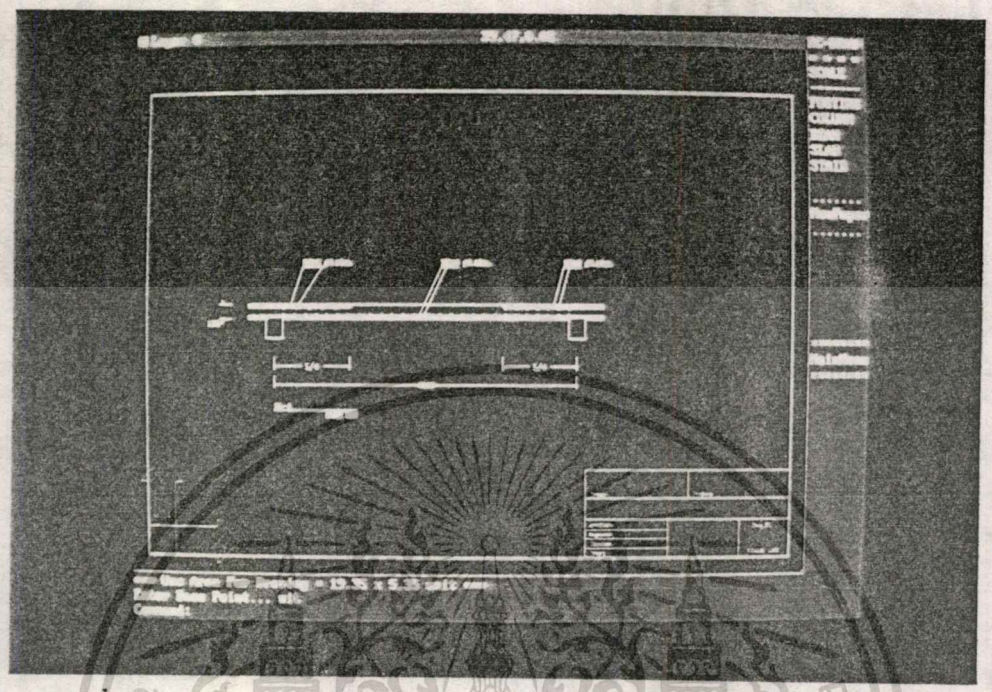
Enter Base Point...

nil



เอกสารนี้เ ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.13 แสดงภาพแบบขยายคาน



รูปที่ 6.14 แสดงภาพแบบขยายพื้น

6.4.6 <u>การเขียนแบบรายละเอียดบันได</u>

ทำการเลือก Detail Menu ในส่วนของ STAIR

1. เลือกสเกล โดยเลือกจาก screen menu ตัวอย่างเช่น 1:25 จะปรากฏข้อความ
2. เลือกชื่อภาพ โดยเลือกจาก screen menu ตัวอย่างเช่น ST-1 จะประกฏข้อความ
3. เลือกรูปแบบของบันได โดยเลือกจาก icon menu ตัวอย่างเช่น Stair_1 จะประกฏข้อความ
4. ใส่ความสูงจะพื้นถึงพื้น ซึ่งมีหน่วยเป็นเมตร ตัวอย่างเช่น 2.8 จะปรากฏข้อความ
5. ใส่ช่วงความยาวของบันได โดยใส่ความยาวจากคานถึงคาน ตัวอย่างเช่น 2.5 จะปรากฏข้อความ
6. เลือกความสูงของลูกตั้งโดยเลือกจาก screen menu หรือจากDefault ที่ตั้งเอาไว้ โดยการกด <Enter>
7. โดยโปรแกรมจะทำการคำนวณจำนวนขั้นบันไดให้ และจะปรากฏข้อความให้เลือกว่าจะเปลี่ยนจำนวนขั้นบันไดหรือไม่ ถ้าพิมพ์ Yes จะเปลี่ยนจำนวนขั้นบันได โดยโปรแกรมจะทำการเปลี่ยนแปลงระยะลูกตั้ง,ลูก นอน อัตโนมัติ แต่ ถ้าพิมพ์ No/<Enter> จะเป็นการใช้จำนวนขั้นตามที่กำหนดไว้
8. โปรแกรมจะถามจำนวนบันไดในช่วงแรก ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงให้ทำการใส่จำนวนขั้นใหม่ หรือถ้าต้องการใช้ค่า Default ที่ตั้งเอาไว้ โดยการกด <Enter> จะปรากฏข้อความ
9. เลือกความหนาของบันได โดยเลือกจาก screen menu หรือจาก Default ที่ตั้งเอาไว้ โดยกด <Enter>
10. ทำการเลือกความกว้างของบันไดโดยการเลือกจาก screen menu หรือใส่ค่าเองเช่น 1.0 เมตร
11. ทำการเลือกขนาดของคาน โดยการเลือกจาก screen menu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ทำการเลือกขนาดของเหล็กเสริมหลัก โดยการเลือกจาก screen menu
13. ทำการเลือกระยะห่างของเหล็ก โดยการเลือกจาก screen menu
14. ทำการเลือกขนาดของเหล็กกันแตก โดยการเลือกจาก screen menu
15. ทำการเลือกระยะห่างของเหล็ก โดยการเลือกจาก screen menu
16. โปรแกรมจะทำการถามว่าได้ออกแบบเหล็กเสริมบนหรือไม่
17. ทำการใส่ระยะหุ้มเหล็กเสริม จาก screen menu หรือใช้ค่า Default ที่ตั้งเอาไว้โดยการกด <Enter>
18. โปรแกรมจะให้เราเลือกจุดที่จะแสดงภาพ

ตัวอย่าง

Command: Loading Stair...

Select Scale from screen menu: 25

Enter name of stair: ST-1

Select Stair Type from Icon Menu: 11,1,1

Enter Hight between floors (m.): 2.8

Enter Span of End-Beam (m.): 2.5

Select Vertical size of step from Screen menu (Pubic=<0.19>,House=0.20) : <Enter>

Number of Step is: 15

Do you want to change Number of Step ? Yes/<No>: <Enter>

First set have Number of Step is <9> : <Enter>

Select Thickness from screen menu <0.10> : <Enter>

Enter Stair-Wide from screen menu <m.>: 1.0

Select Dimension Beam from screen menu: 15,30,0

Select Main-Steel Diameter from screen menu: 15,1,0

Select Steel-@ from screen menu: 0.10,0,0

Select Lower Temperature-Steel Diameter from screen menu: 12,1,0

Select Steel-@ from screen menu: 0.09,0,0

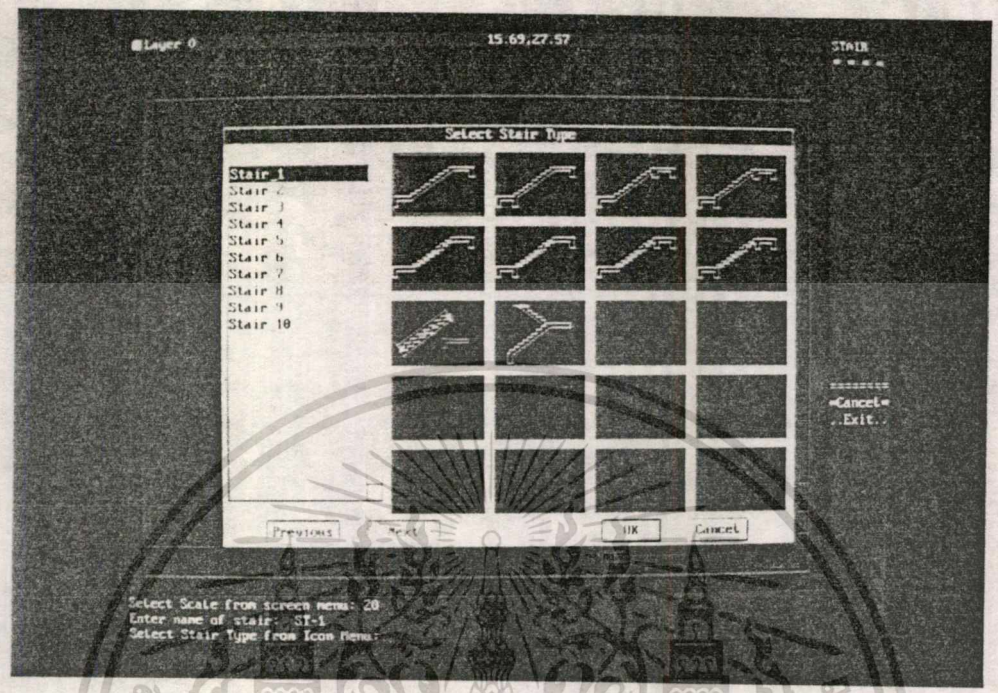
Do you design for Upper-Steel? Yes/<No>: n

Select Covering from screen menu <2.5 cm.>: <Enter>

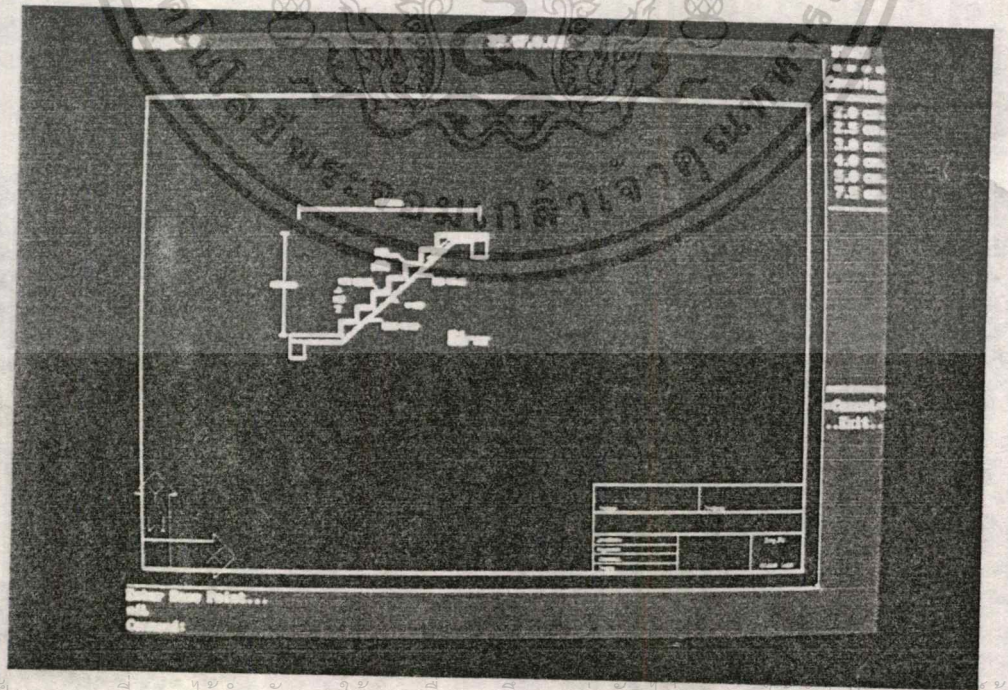
Enter Base Point...

nil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.15 แสดงการเลือกรูปแบบบันได



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.16 แสดงภาพแบบขยายบันได

6.4.7 การเก็บข้อมูลลงไฟล์และการพิมพ์

เมื่อทำการวาดรูปต่างๆ เรียบร้อยแล้ว เมื่อเรากลับสู่ Main Menu ของ AutoCADเราสามารถ Edit แบบขยายด้วยคำสั่งของ AutoCAD ที่มีอยู่จนพอใจ ก่อนที่จะทำการเก็บไฟล์ลงในหน่วยความจำ ตามชื่อ Drawing File ที่เราตั้งไว้

สำหรับการพิมพ์ไม่ว่าจะด้วย printer หรือ plotter เราจะต้องกำหนดขนาดของกระดาษในขั้นตอนการพิมพ์ปรกติของ AutoCAD ให้เท่ากับกระดาษที่เรากำหนดในโปรแกรม (โดยเลือกให้เท่ากับ Limits และสั่งให้ Output 1 Drawing Unit = 10 cm.หรือ 10:1) จึงจะทำให้ภาพที่ออกมา มีมาตราส่วนตรงตามขนาดที่เรากำหนด และสามารถนำไปใช้งานจริงได้

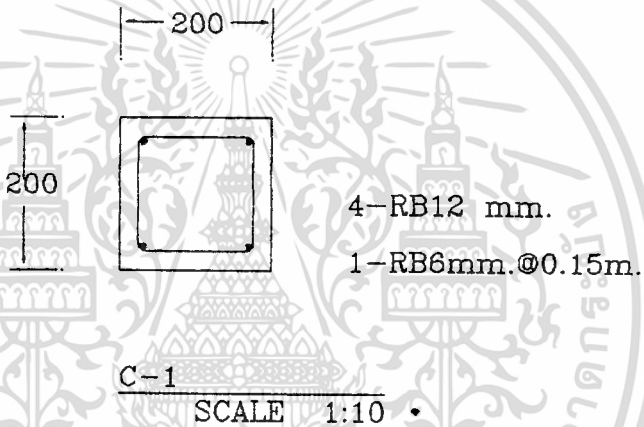
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.8 ตัวอย่างการถอดแบบ

เป็นการเปรียบเทียบการถอดแบบชิ้นส่วนโครงสร้างด้วยมือ กับการถอดแบบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบกัน

6.4.8.1 ตัวอย่างการคำนวณเสา

- วิธีการถอดแบบตามมาตรฐาน



รูปที่ 6.17 แสดงหน้าตัดเสา

ให้เสายาวจากระดับพื้นถึงท้องคาน = 3.00 ม.

-คอนกรีต = 0.20 x 0.20 x 3.00 = 0.12 $ม^3$

-ไม้แบบ = 0.20 x 3.00 x 4 = 2.4 0 $ม^2$

-เหล็กเสริมหลัก RB-12

ความยาว = ความสูง + ระยะทาบ

= 3.00 + 0.30

= 3.30 ม. ต่อ 1 เส้น

นน.เหล็กเสริม = จำนวนเส้น x ความยาวต่อเส้น x น้ำหนักกิโลกรัมต่อเมตร

= 4 x 3.30 x 0.888

= 11.7216 กก. (ประมาณ 12 กก.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เหล็กปลอก RB-6

ความยาว = (4 x 0.15)+(2 x 0.06) = 0.72 ม. / เส้น

จำนวนเส้น = (3.00/ 0.15) + 1 = 21 เส้น

นน.เหล็กปลอก = จำนวนเส้น x ความยาว x น้ำหนักกิโลกรัมต่อเมตร

= 21 x 0.72 x 0.222

= 3.356 กก.

- วิธีการถอดแบบจากคอมพิวเตอร์

โดยการใส่ค่าหลังจากวาดรูปดังนี้

1 ความยาวเสา = 3.00 เมตร

2. จำนวนเสา = 1 ต้น

ผลที่ได้ออกมาคือ

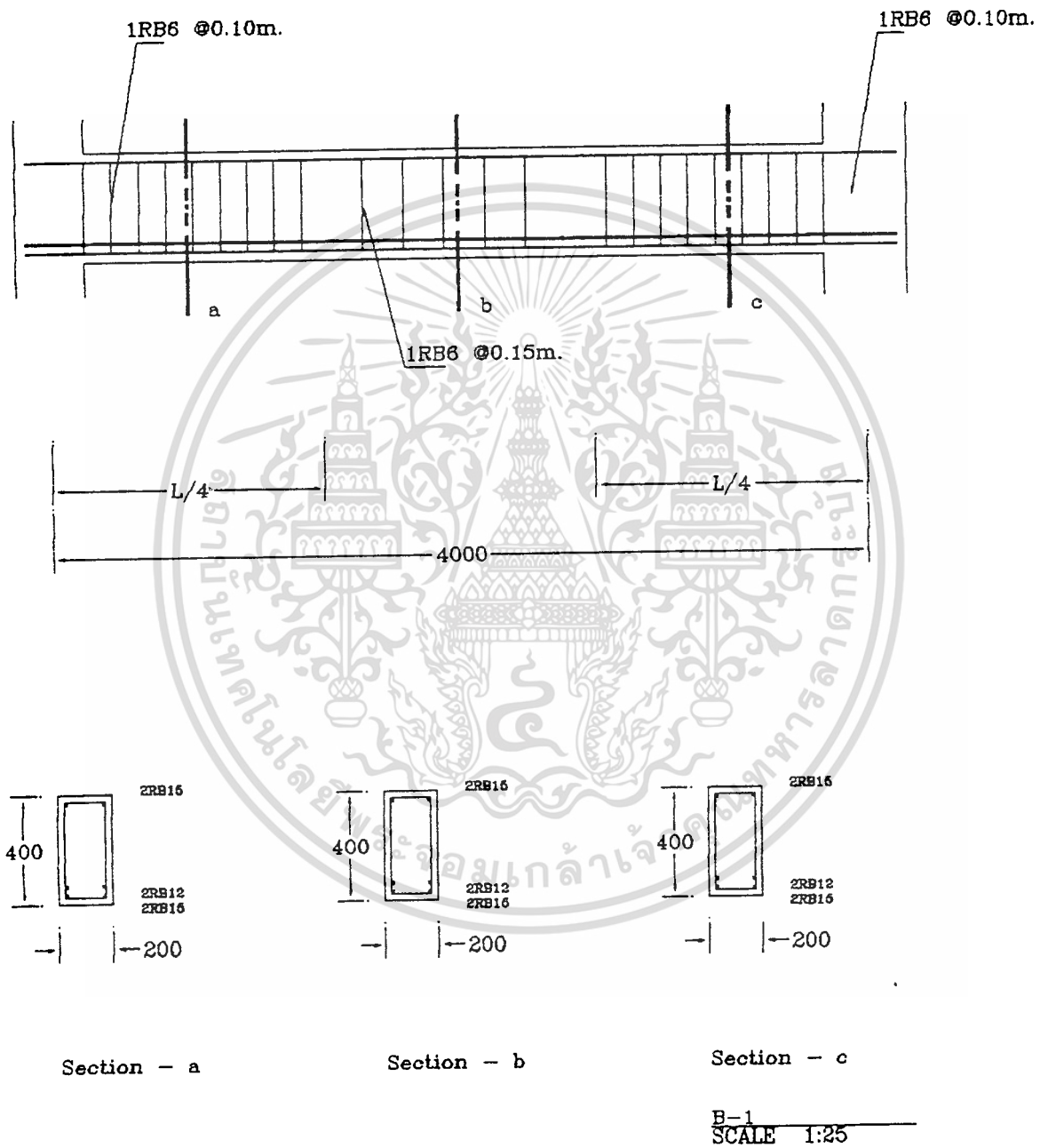
C-1

Concrete		0.1200	Cub. m.
Formwork		2.4000	Sq. m.
Main steel	Ø12	11.7216	Kg.
Stirrup	Ø6	3.3566	Kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.8.2 ตัวอย่างการคำนวณคาน

- วิธีการถอดแบบตามมาตรฐาน



รูปที่ 6.18 แสดงหน้าตัดคาน

กำหนดให้ความยาวช่วงคาน = 4.00 เมตร

-คอนกรีต = 0.20 x 0.20 x 4.00 = 0.32 $ม^3$

-ไม้แบบ = (0.20 x 4.00) + 2(0.40 x 4.00) = 4.00 $ม^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เหล็กเสริมหลัก RB-15

ความยาว = ความยาวช่วงคาน + ความยาวของงอ

= 4.00 + (2x0.14)

= 4.28 ม. ต่อ 1 เส้น

นน.เหล็กเสริม = จำนวนเส้น x ความยาวต่อเส้น x น้ำหนักกิโลกรัมต่อเมตร

= 4 x 4.28 x 1.387

= 23.745 กก.

-เหล็กเสริมหลัก RB-12

ความยาว = ความยาวช่วงคาน + ความยาวของงอ

= 4.00 + (2x0.11)

= 4.22 ม. ต่อ 1 เส้น

นน.เหล็กเสริม = จำนวนเส้น x ความยาวต่อเส้น x น้ำหนักกิโลกรัมต่อเมตร

= 2 x 4.22 x 0.888

= 7.49 กก.

-เหล็กปลอก RB 6

ด้านซ้าย (ระยะ L/4 จากกึ่งกลางจุดรองรับ)

ความยาว = (2x 0.15) + (2 x 0.35) + 2(0.06)

= 1.12 ม. ต่อ 1 เส้น

จำนวนปลอก = (ความยาวช่วงคาน / 4) / ระยะห่างของเหล็กปลอก

= (4.00/4 x 1/ 0.1) + 1 = 11 ปลอก

ใช้เหล็ก = จำนวนเส้น x ความยาว x น้ำหนักกิโลกรัมต่อเมตร

= 11 x 1.12 x 0.222

= 2.735 กก.

ด้านขวา (ระยะ L/4 จากกึ่งกลางจุดรองรับ)

ความยาว = (2x 0.15) + (2 x 0.35) + 2(0.06)

= 1.12 ม. ต่อ 1 เส้น

จำนวนปลอก = (ความยาวช่วงคาน / 4) / ระยะห่างของเหล็กปลอก

= (4.00/4 x 1/ 0.1) + 1 = 11 ปลอก

ใช้เหล็ก = จำนวนเส้น x ความยาว x น้ำหนักกิโลกรัมต่อเมตร

= 11 x 1.12 x 0.222

= 2.735 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลางคาน (ระยะห่างจากจุดรองรับด้านละ L/4)

ระยะเสริมเหล็กปลอกกลางคาน = (L - L/4 - L/4) = L/2 = 4.00/2 = 2.00 ม.

ความยาว = (2x 0.15) + (2 x 0.35)+2(0.06)

= 1.12 ม. ต่อ 1 เส้น

จำนวนปลอก = (ความยาวช่วงคาน / 4) / ระยะห่างของเหล็กปลอก

= (2.00/4 x 1/ 0.15) + 1 = 13.33 ปลอก ใช้ 15 ปลอก

ใช้เหล็ก = จำนวนเส้น x ความยาว x น้ำหนักกิโลกรัมต่อเมตร

= 15 x 1.12 x 0.222

= 3.73 กก.

รวมเหล็กปลอก RB- 6 มม. = 2.735 +2.735 + 3.73

= 9.2 กก.

- วิธีการถอดแบบจากคอมพิวเตอร์

ผลที่ได้ออกมาคือ

B-1

Concrete		0.3200	Cub. m.
Formwork		4.0000	Sq. m.
STEEL	Ø6	9.1997	kg.
	Ø9	0.0000	kg.
	Ø10	0.0000	kg.
	Ø12	7.4947	kg.
	Ø15	23.7454	kg.
	Ø16	0.0000	kg.
	Ø19	0.0000	kg.
	Ø20	0.0000	kg.
	Ø25	0.0000	kg.
	Ø28	0.0000	kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.8.3 ตัวอย่างการคิดพื้น

- วิธีการถอดแบบจากมาตรฐาน (พื้นTWO–WAY)

ให้คานรับพื้นทั้งสองด้าน มีขนาดเท่ากับ 0.20 x 0.40 ม.^{2}

คอนกรีต

กว้าง = (4 - 0.20) = 3.80 ม.

ยาว = (4 - 0.20) = 3.80 ม.

ดังนั้น ปริมาตรคอนกรีต = 3.80 x 3.80 x 0.10 = 1.444 ม.^{3}

ไม้แบบ = 3.80 x 3.80 = 14.44 ม.^{2}

เหล็ก RB-15

ความยาว = (ความยาวช่วงพื้น) + ของอ

= 4 + (2 x 0.14) = 4.28 ม.

จำนวนเหล็ก = (4 - 0.2) / 0.15 = 25 + 2 = 27 เส้น

ใช้เหล็ก = 4.28 x 27 x 1.390 = 160.6284 กก.

เสริมเหล็กเหมือนกันทั้งสองทาง = 160.6284 x 2 = 321.26 กก.

เหล็ก RB-12

เหล็กตะแกรงบน

ความยาว = 4 + (2 x 0.11) = 4.22 ม.

จำนวนเหล็ก = (1 - 0.1) / 0.15

= 6 + 1 = 7 เส้น

ใช้เหล็ก = 4.22 x 7 x 0.888

= 26.23 กก.

ใช้เหล็กทั้งหมด 4 ด้าน = 26.23 x 4 = 104.93 กก.

เหล็กเสริมพิเศษ

ความยาว = (L / 4) + ของอ

= 1 + (2 x 0.11) = 1.22 กก.

จำนวนเหล็ก = (L/ 2) x 0.15

= 1.8 / 0.15 = 12 + 1 = 13 เส้น

ใช้เหล็ก = 1.22 x 13 x 0.888 = 14.08 กก.

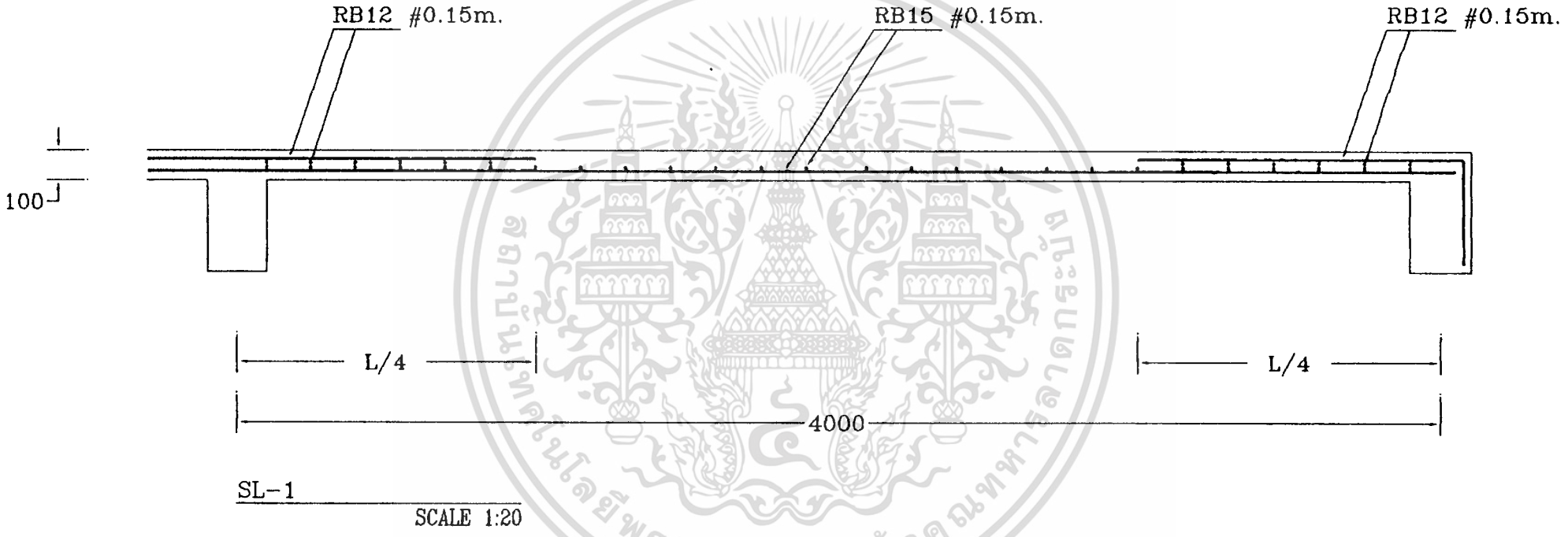
มีทั้งหมด 4 ด้าน 14.08 x 4 = 56.32 กก.

รวมใช้เหล็ก RB- 12 ทั้งหมด = 104.93 + 56.32 = 161.25 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิธีการถอดแบบด้วยคอมพิวเตอร์

โดยการใส่ค่าหลังจากวาดรูปดังนี้



รูปที่ 6.19 แสดงรูปตัดพื้นเสริมเหล็กสองทาง

1 ขนาดคานรับพื้น

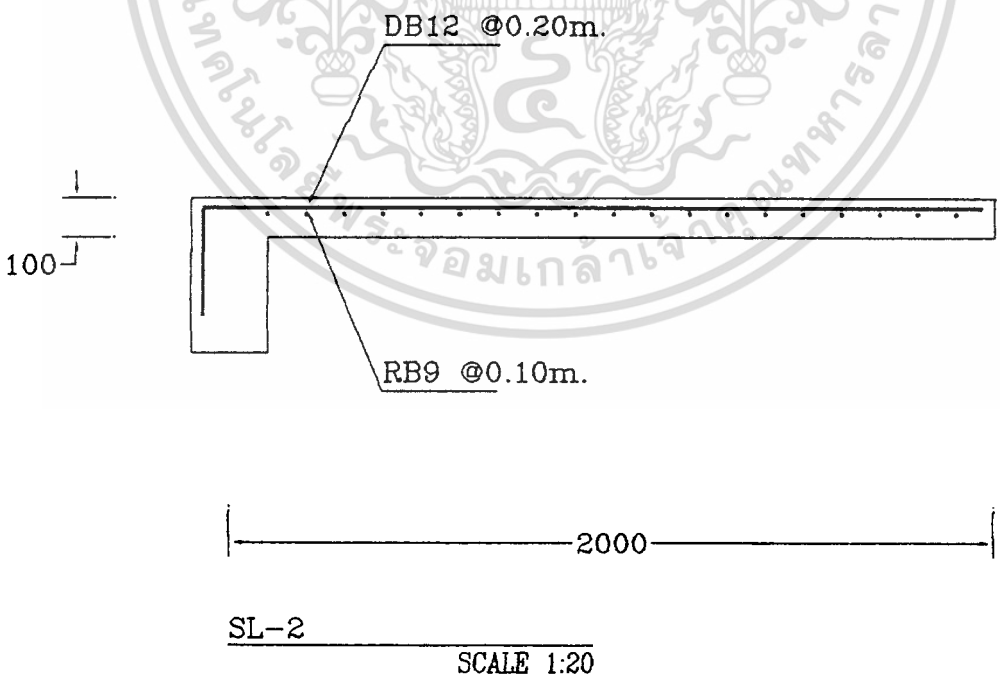
2. Slab span (long)

ผลที่ได้ออกมาคือ

SL−1

Concrete		1.4440	Cub. m.
Formwork		14.4400	Sq. m.
Main steel	Ø12	161.2608	Kg.
	Ø15	321.2568	Kg.

- วิธีการถอดแบบจากมาตรฐาน (พื้นยื่น)



SL−2

SCALE 1:20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.20 แสดงหน้าตัดพื้นยื่น

กำหนดให้คานรับพื้นมีขนาดเท่ากับ = 20 x 40 ม.^{2}

คอนกรีต = (ความยาวช่วงพื้นด้านสั้น - ขนาดคาน) x ความยาวช่วงพื้นด้านยาว x ความลึก

= (2.00 - 0.20/ 2) x 5.00 x 0.10

= 0.95 ม.^{3}

ไม้แบบ = [2 x 0.10(2.00 - 0.20/2) + (0.10 x 5.00) + 5.00(2.00 - 0.20/2)]

= 10.38 ม.^{2}

เหล็ก RB 9

ความยาว = ด้านยาว - ระยะหุ้มคอนกรีต + ของอ

= 5.00 - (2 x 0.025) + (2 x 0.09) = 5.13 ม.

จำนวนเส้น = (ความยาวช่วงพื้นด้านสั้น - ขนาดคาน) / ระยะห่างเหล็ก

= (2.00 - 0.20/2) / 0.10 = 19 + 1 = 20 เส้น

ใช้เหล็ก = จำนวนเส้น x ความยาว x น้ำหนักกิโลกรัมต่อเมตร

= 20 x 5.13 x 0.499 = 51.197 กก.

เหล็ก DB 12

ความยาว = ด้านสั้น + ขนาดคาน (กว้าง) + ขนาดคาน (ลึก) - ระยะหุ้มเหล็ก + ของอ

= 2.00 + 0.20/2 + 0.40 - (4 x 0.025) + (2 x 0.06)

= 2.52 ม.

จำนวนเส้น = 5.00 / 0.20 = 25 + 1 = 26 เส้น

ใช้เหล็ก = 26 x 2.52 x 0.888 = 58.18 กก.

- วิธีการถอดแบบด้วยคอมพิวเตอร์

โดยการใส่ค่าหลังจากวาดรูปดังนี้

1. Slab span (long)

ผลที่ได้ออกมาคือ

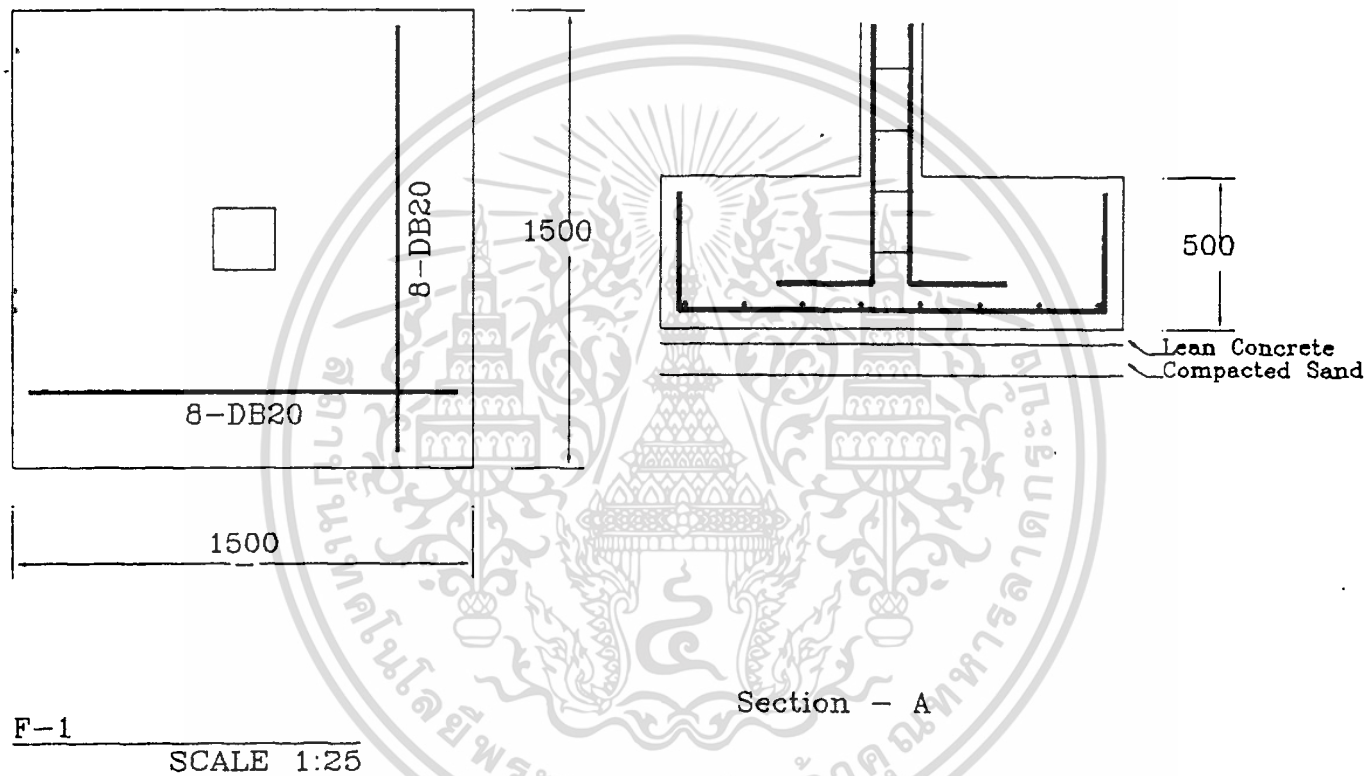
SL-2

Concrete		0.9500	Cub. m.
Formwork		0.8800	Sq. m.
Main steel	Ø12	58.1818	Kg.
	Ø9	51.1974	Kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.8.4 ตัวอย่างการคิดฐานราก

- วิธีการถอดแบบจากมาตรฐาน



รูปที่ 6.21 แสดงรูปตัดฐานราก

คอนกรีต = ขนาดฐานราก x ความหนา

= 1.50 x 1.50 x 0.50

= 1.125 ม.^{3}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม้แบบ = พื้นที่ผิวข้างของฐานราก

= 1.5 x 4 x 0.50 = 3.00 ม.^{2}

เหล็ก DB 20

ความยาว = ความยาวฐานราก – ระยะหุ้มคอนกรีต + ของอ

= 1.50 – (2 x 0.05) + 2 [0.5 – (2 x 0.05)] + (2 x 0.12)

= 2.44 ม.

ใช้เหล็ก = 8 x 2.44 x 2.466 = 48.136 กก.

เป็นเหล็กตะแกรง 2 ด้าน เพราะฉะนั้น ใช้เหล็ก = 48.126 x 2 = 96.272 กก.

เหล็ก DB 16

ความยาว = ความหนาฐานราก – ระยะหุ้มคอนกรีต – ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กฐานราก

+ 40 เท่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง + 50 เท่าเส้นผ่าศูนย์กลาง + ของอ

= 0.50 – 0.05 – 0.04 + (40 x 0.016) + (50 x 0.016) + 0.08

= 1.93 ม.

ใช้เหล็ก = 4 x 1.93 x 1.58 = 12.20 กก.

- วิธีการถอดแบบด้วยคอมพิวเตอร์

โดยการใส่ค่าหลังจากวาดรูปดังนี้

1. จำนวนฐานราก
2. เส้นผ่าศูนย์กลางเสา
3. จำนวนเหล็กแกนเสา

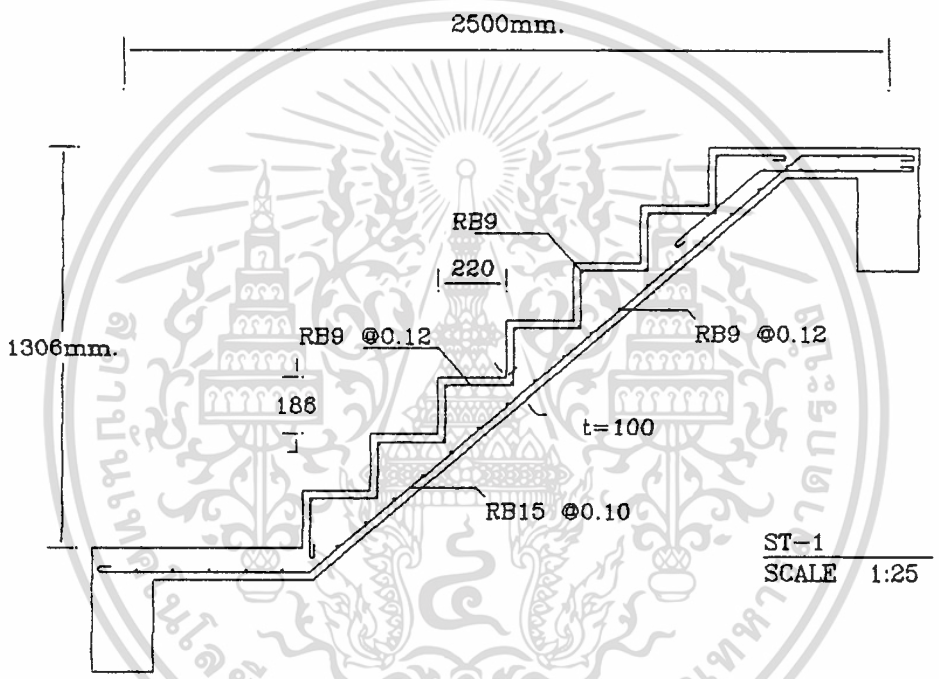
ผลที่ได้ออกมาคือ

F–1

Concrete		1.13	Cub. m.
Formwork		3.00	Sq. m.
Steel	Ø20	96.27	Kg.
	Ø16	12.20	Kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.8.5 ตัวอย่างการคิดบันได



รูปที่ 6.22 แสดงรูปตัดบันได

กำหนดให้

SH = ความสูงของบันได = 1.3 ม V = ระยะลูกตั้ง = 0.186 ม.

H = ระยะลูกนอน = 0.22 ม. W = ความกว้างของบันได = 1.20 ม.

n = จำนวนขั้นบันได = 7 ขั้น L = ความยาวชานพัก = 0.59 ม.

Bx = ความกว้างคาน = 20 ซม. By = ความลึกคาน = 40 ซม.

t = ความหนาบันได = 10 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนกรีต = { (0.59) + (1.54)^2 + (1.3)^2 + (0.37) } x t x W

+ (1/2 x V x H x W x n)

= { (0.59) + 2.0 + (0 37) } x 01. x 1.20

+ (1/2 x 0.186 x 0.22 x 1.20 x 7)

= 0.53 ม.3

ไม้แบบ = { (0.59 – Bx/2) + (1.54)^2 + (1.3)^2 + (0.37 – Bx/2) } x W

+ (t + V)((1.54)^2 + (1.3)^2)

+ { (0.37 - Bx/2) + (0.59 – Bx/2) } x 2 x t

+ { V x W x n }

= { (0.59 – 0.20/2) + 2.0 + (0.37 – 02.20/2) } x 1.20

+ 2(0.1 + 0.186)

+ { (0.37 – 0.20/2) + (0.59 – 0.20/2) } x 2 x 0.10

+ { 0.186 x 1.20 x 7 }

= 5.59 ม.3

เหล็ก RB 9

ความยาวเหล็กขั้นบันได = (V + H) x n + ของอ

= (0.186 + 0.22) x 7 + (2 x 0.09)

= 3.022 ม.

ความยาวเหล็กด้านกว้าง = (W – ระยะหุ้มคอนกรีต + ของอ)

= 1.2 – (2 x 0.025) + (2 x 0.09)

= 1.33 ม.

จำนวนเหล็กขั้นบันได = W/ 0.12 = 1.2/ 0.12 = 10 + 1 = 11 เส้น

จำนวนเหล็กด้านกว้าง = { (0.49 + (1.54)2 + (1.3)2 + 0.27) } / 0.12

= 23 + 1 = 24 เส้น

ใช้เหล็กขั้นบันได = 3.022 x 11 x 0.499

= 16.587 กก.

ใช้เหล็กด้านกว้าง = (1.33 x 24 x 0.499) + (13 x 1.33 x 0.499)

= 24.55 กก.

ใช้เหล็กเสริมชานพัก = [0.85 + (2 x 0.09)] x 13 x 0.499

= 6.68 กก.

ใช้เหล็ก RB- 9 มม. ทั้งหมด = 16.587 + 24.55 + 6.68

= 47.8 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เหล็ก RB-15

ความยาวเหล็กพื้นท้องคาน = { 0.59 + Bx/2 + $(1.54)^2$ + $(1.3)^2$ + 0.37 + Bx/2 + ของอ

- 2COVERING }

= { 0.59 + 0.2/2 + 2.0 + 0.37 + 0.2/2 + (2 x 0.09) – 2(0.025) }

= 3.29 ม.

จำนวนเหล็กพื้นท้องคาน = W/ 0.10 = 1.20 / 0.1 = 12 + 1 = 13 เส้น

ใช้เหล็กพื้นท้องคาน = 3.29 x 13 x 1.387

= 59.320 กก.

- วิธีการถอดแบบด้วยคอมพิวเตอร์

ผลที่ได้ออกมาคือ

ST–1

Concrete		0.53	Cub.m.
Formwork		5.49	Sq.m.
Steel	Ø15	59.05	kg
	Ø9	46.11	kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ นับว่าประสบความสำเร็จตามที่ตั้งไว้คือ สามารถใช้โปรแกรมเพื่อนำมาช่วย ในงานเขียนแบบขยายโครงสร้างอาคาร ในส่วนต่างๆ ดังนี้

ฐานราก สามารถเขียนแบบขยายฐานรากได้ 2 ลักษณะคือ

- ฐานรากแผ่
- ฐานรากบนเข็ม และแปลนการจัดวางเสาเข็มขนาดกว้าง ยาวฐานรากตามที่กำหนด

เสา สามารถเขียนแบบขยายหน้าตัดของเสา การจัดวางเหล็กแกนเหล็กปลอก เสาจะเป็นเสาสี่เหลี่ยม ความกว้างและความยาวตามที่กำหนด

คาน สามารถเขียนแบบขยายคานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแสดงรูปตัด ตามยาวและรูปตัดตามขวางบริเวณ ปลายคาน และกลางคาน มี 3 ลักษณะคือ

- คานต่อเนื่องสองทาง (continuous beam)
- คานต่อเนื่องทางด้านเดียว (simple beam)
- คานยื่น (cantiliver beam)

พื้น แบบขยายพื้นจะแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

- พื้นยื่น (cantiliver slab)
- พื้นต่อเนื่องสองทาง (continuous slab)
- พื้นต่อเนื่องทางเดียว (simple slab)
- พื้นเสริมเหล็กทางเดียว (one way slab)

บันได แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

- บันไดท้องเรียบ
- บันไดพับผ้า
- บันไดยื่น
- บันไดขากรรไกร

สามารถใช้โปรแกรมเพื่อนำมาช่วย ในงานถอดแบบขยายโครงสร้างอาคาร ในส่วนต่างๆ ดังนี้

- ฐานราก
- เสา
- คาน
- พื้น
- บันได

สามารถที่จะนำเอาค่าที่ถอดแบบเขียนลงไฟล์ข้อมูลในส่วนของเสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยรวมแล้วจะเห็นว่าโปรแกรมนี้ สามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้กับการวาดแบบโครงสร้าง ทำให้ได้รับแบบขยายที่ถูกต้อง ด้วยวิธีการที่สะดวกและรวดเร็ว อย่างไรก็ตามในขณะทำวิจัยก็พบข้อจำกัดบางอย่างในการพัฒนาโปรแกรมคือ

(1) ตัวแปร AutoLISP เป็นตัวแปรแบบคอมไพลทีละบรรทัด ทำให้มีการคอมไพล์ทุกครั้งที่ทำงาน ซึ่งอาจมีผลทำให้โปรแกรมทำงานล่าช้าไปบ้าง

(2) ลักษณะการวาดรูปของ AutoCAD ต้องเกิดจากการกำหนดจุด เพื่อให้โปรแกรมทำการวาดรูป ดัง นั้นในการวาดแบบขยายลักษณะของโครงสร้างจึงเปลี่ยนแปลงได้แต่เฉพาะในส่วนของจำนวน และขนาด แต่ รูปแบบจะตายตัวตามโครงสร้างที่กำหนด

(3) ในการทำงานจะต้องใช้ค่าตัวแปรมากจุดดังนั้นควรใช้กับ AutoCAD Release 12 ขึ้นไป จะทำให้ประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

สำหรับแนวทางการพัฒนาเพื่อทำให้งานทางด้านการเขียนแบบ ได้รับความสะดวกมากขึ้น อาจทำได้ ดังนี้

(1) เพิ่มความสามารถให้วาดแบบทางโครงสร้างในส่วนอื่น ในรูปแบบที่มากขึ้น เช่น เสากลม คานรูปตัวที ช่องลิฟท์ แปลนโครงสร้าง

(2) สร้างโปรแกรมช่วยเขียนภาพแปลน หรือภาพด้านข้างรวมทั้งในส่วนแบบสถาปัตย์และนำมาต่อเชื่อมเข้ากับโปรแกรมที่มีอยู่ ก็จะได้โปรแกรมเขียนแบบที่สมบูรณ์แบบมากขึ้น

(3) นำเอาผลการถอดแบบออกไฟล์ ในส่วนของคาน ,พื้น ,ฐานราก ,บันได

(4) ทำการเขียนโปรแกรมภาษา C ที่เชื่อมต่อกับ AutoCAD โดยเขียน C ในส่วนของการออกแบบ ซึ่งจะได้ ขนาดต่าง ๆ มาเชื่อมต่อกับโปรแกรมที่มีอยู่ให้เขียนภาพได้

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ในอนาคตอาจได้เห็นโปรแกรมพัฒนาขึ้นมาจนสามารถนำมาใช้ได้อย่าง *กว้างขวาง*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

กอบเกียรติ สรรอุบล, Advanced AutoCAD Release 10, สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2535, หน้า 76-305

ชมรมวิศวกรรมโยธา จุฬาฯ, รายละเอียดเหล็กเสริมงานคอนกรีต, พิมพ์ครั้งที่ 8, 2534, หน้า 1-159

พ.ต. ประพัฒน์ อุทโยภาศ, ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์, AutoCAD ฉบับพิสดาร,
สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2535, หน้า 307-325

ผศ.พิภพ สุนทรสมัย, ประมาณราคาก่อสร้าง กรุงเทพฯ .
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), พิมพ์ครั้งที่ 12, 2535, หน้า 65-166

ศาสตราจารย์ สนั่น เจริญเผ่า, แบบรายละเอียดวิศวกรรมโครงสร้าง, พิมพ์ครั้งที่ 3, 2534, หน้า 1-91

อุทัย อนันต์, ประมาณราคาก่อสร้าง กรุงเทพ ฯ
แผนกวิชาก่อสร้าง วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ, พิมพ์ครั้งที่ 10, 2534 หน้า 1-175

AUTODESK Inc, AutoLISP® Release 12 Programer's Reference, 1992 ,page 69-173

George Omura, The ABC's of AutoLISP ,SYBEX ,Inc. 1990 ,page 1-280

John Hood, Using AutoCAD with AutoLISP, McGraw-Hill Publishing Company, 1989 ,page 41-71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้