การศึกษาการออกแบบอาคารพาณิชย์สำเร็จรูปด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

THE STUDY OF DESIGNING PRECAST COMMERCIAL BUILDING BY COMPUTER PROGRAM

บุณยกร วรวาส
พุฒิพงศ์ นิธิพรพิมพ์
ฤทธิ์ จ้วงเจริญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การศึกษาการออกแบบอาคารพาณิชย์สำเร็จรูปด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

THE STUDY OF DESIGNING PRECAST COMMERCIAL BUILDING BY COMPUTER PROGRAM

บุณยกร วรวาส

พุฒิพงศ์ นิธิพรพิมพ์

ฤทธิ์ จ้วงเจริญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE STUDY OF DESIGNING PRECAST COMMERCIAL BUILDING BY COMPUTER PROGRAM

BOONYAKORN WARAWAS
PHUTTIPONG NITHIPORNPIM
RIT JUANGJAROEN

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ การศึกษาการออกแบบอาคารพาณิชย์สำเร็จรูปด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
THE STUDY OF DESIGNING PRECAST COMMERCIAL BUILDING BY COMPUTER PROGRAM

นักศึกษา

นายบุณยกร	วรวาส	รหัสประจำตัว	57010705
นายพุฒิพงศ์	นิธิพรพิมพ์	รหัสประจำตัว	57010930
นายฤทธิ์	จ้วงเจริญ	รหัสประจำตัว	57011077

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ		ลายมือชื่อ
ผศ.สมเกียรติ	ขวัญพฤกษ์	
ผศ.ดร.อาทิตย์	เพชรศศิธร	
ผศ.ดร.อำพน	จรัสจรุงเกียรติ	
ดร.อัฏฐวิทย์	สุจริตพงศ์	
รศ.สุวัฒน์	ถิรเศรษฐ์	
อาจารย์ทรงกลด	แซ่อึ้ง	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(ผศ.ดร.อาทิตย์ เพชรศศิธร)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ 4/6/61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการออกแบบอาคารพาณิชย์สำเร็จรูปด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

นายบุณยกร วรวาส รหัสประจำตัว 57010705

นายพุฒิพงศ์ นิธิพรพิมพ์ รหัสประจำตัว 57010930

นายฤทธิ์ จ้วงเจริญ รหัสประจำตัว 57011077

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์

ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาการแสดงผลการออกแบบเสา-คานสำเร็จรูป ของอาคารพาณิชย์ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันอัตราการก่อสร้างอาคารพาณิชย์บริเวณชานเมืองหรือต่างจังหวัดเพิ่มขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง เมื่อเทียบกับในอดีต การก่อสร้างที่อยู่อาศัยของประชาชนโดยส่วนใหญ่ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มักจะคุ้นเคยกับระบบการก่อสร้างบ้านแบบหล่อในที่ มักจะมีปัญหาในเรื่องของมาตรฐาน และคุณภาพการก่อสร้าง เลยหลีกเลี่ยงมาใช้ระบบสำเร็จรูป แต่ก็ยากต่อการใช้งาน ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษานำมาตรฐานในการออกแบบอาคารสำเร็จรูป ในส่วนของโครงสร้างได้แก่ เสา คาน และบันได มาเขียนเอาไว้ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้แสดงผลและง่ายต่อการใช้งาน

ผลจากการศึกษาพบว่าการแสดงแบบก่อสร้างผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมสามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้องมีประสิทธิภาพ และเป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) นอกจากนี้ โปรแกรมนี้จะสามารถยืนหยุ่นได้ โดยปรับค่า กำลังอัดประลัยของคอนกรีต (ksc)ที่อายุ 28วัน, F_c' และ กำลังจุดครากของเหล็ก, F_y วัสดุการก่อสร้าง อาทิเช่น อิฐ เพื่อเป็นไปตามความต้องการของผู้ที่ใช้งาน และ เหมาะสมกับหน้างาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Study of Designing Precast Commercial Building By Computer Program

Mr. Boonyakorn Warawas Student ID. 57010705
Mr. Phuttipong Nithipornpim Student ID. 57010930
Mr. Rit Juangjaroen Student ID. 57011077
Advisor Asist.Prof.Somkiat Khwanpruk
Academic Year 2017

ABSTRACT

The study of the precast design of the commercial buildings through computer programs. Currently, the rate of construction of commercial buildings in the suburbs or provinces has increased continuously. Compared to the past. Most residential housing construction from the past a real ways familiar with the cast in place system. There are usually problems with the standard and quality of construction. Because of that we try to avoid the problem by using the precast system. But it is difficult to use. Therefore, we have been studied the standard in the design of prefabricated buildings of the structure, including columns, beams and stairs, is written in the form of computer programs. The display is easy to use. The results of the study showed that the construction shows through computer programs. The program can display correctly, efficiently. In addition, this program will be able to stand flexible by adjusting compressive strength of concrete, F_c' and yield strength of steel, F_y including construction materials such as brick to meet the needs of the user and fit for Job site.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผศ.สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง คอยแนะนำช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหา คอยให้ความรู้ เอาใจใส่ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือจนสำเร็จได้ด้วยดี พวกเราผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความรู้ในทุก ๆ รายวิชาที่ศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐาน โดยคณาจารย์ท่านต่าง ๆ ได้ถ่ายทอดความรู้ทั้งทางด้านวิชาการ ความรู้ทั่วไป และประสบการณ์ต่าง ๆ จนสามารถนำมาใช้ในการทำงานและการดำเนินชีวิตได้อย่างดียิ่ง ตลอดจนขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ร่วมเป็นกรรมการในการทดสอบ

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำโครงงาน รวมถึงตลอดระยะเวลาที่ได้เรียนรู้ศึกษาในภาควิชาโยธานี้ตลอดมา

ขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่ได้กรุณาให้ข้อมูลโดยการตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงและครบถ้วน

สุดท้ายขอขอบพระคุณ บิดา มารดาอันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งเป็นผู้ให้ความรักและกำลังใจในการสนับสนุนการศึกษาเล่าเรียนของคณะผู้จัดทำมาโดยตลอด ทำให้คณะผู้จัดทำมีวันนี้ได้ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างสูง

นายบุณยกร วรวาส

นายพุฒิพงศ์ นิธิพรพิมพ์

นายฤทธิ์ จ้วงเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VII

สารบัญรูป..... VIII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ปัญหาของงานวิจัย..... 2

1.3 วัตถุประสงค์..... 2

1.4 ขอบเขตศึกษา..... 3

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ..... 3

บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์..... 4

2.1 แนวความคิด และความหมายของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป..... 4

2.2 ประวัติและความเป็นมาการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม..... 5

2.3 รูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการรับน้ำหนักของอาคาร..... 7

2.3.1 โครงสร้างสำเร็จรูประบบเสาคาน..... 7

2.3.2 โครงสร้างสำเร็จรูประบบผนังรับแรง..... 8

2.4 รูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการรับน้ำหนักของอาคาร..... 9

2.4.1 พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป..... 9

2.4.2 คานคอนกรีตสำเร็จรูป..... 10

2.4.3 ข้อต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป..... 11

2.5 วัสดุพื้นฐานในงานโครงสร้างสำเร็จรูป..... 21

2.5.1 คอนกรีต..... 21

2.5.2 เหล็กเสริมไม่อัดแรง..... 22

2.6 ขั้นตอนการออกแบบ..... 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6.1 ชิ้นส่วนเสาสำเร็จรูป 24

2.6.2 ชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป 24

2.7 ข้อกำหนดอาคารพาณิชย์..... 25

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 27

3.1 การสำรวจและศึกษาหาข้อมูลเบื้องต้น..... 27

3.1.1 การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ..... 27

3.1.2 การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ..... 28

3.2 การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย..... 28

3.3 เครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย..... 30

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 30

3.4.1 ทำหนังสือแนะนำตัวเพื่อเข้าดูงาน..... 30

3.4.2 เก็บรวบรวมข้อมูลของโรงงานผลิตชิ้นส่วนเสา-คาน สำเร็จรูป..... 30

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 31

3.5.1 ตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมด..... 31

3.6 ข้อกำหนด ข้อตกลง เกี่ยวกับการออกแบบ..... 31

3.6.1 น้ำหนักบรรทุก..... 31

3.6.2 การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก..... 34

3.7 การออกแบบ..... 37

3.7.1 การออกแบบคาน คสล..... 38

3.7.2 การออกแบบเสา คสล..... 43

3.7.3 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม..... 46

3.8 การกำหนดสัญลักษณ์..... 48

บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย..... 50

4.1 การออกแบบคาน..... 50

4.2 การออกแบบเสา..... 61

4.3 โปรแกรม..... 51

4.4 สรุปท้ายบท..... 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	79
5.1 สรุปผลการวิจัย	79
5.2 ข้อเสนอแนะ	79
บรรณานุกรม	80
เอกสารอ้างอิง	81
ภาคผนวก ก. สัญลักษณ์	82
ภาคผนวก ข. แปลนอาคารพาณิชย์	84
ภาคผนวก ค. กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ.2543)	120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป	21
2.2	ตารางแสดงชื่อขนาด ขนาดระบุ และมวลระบุของเหล็กเส้นกลม(ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.20 – 2543)	22
2.3	ตารางแสดงชื่อขนาด ขนาดระบุ และมวลระบุของเหล็กข้ออ้อย(ตามมาตรฐานชผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.24 – 2548)	23
4.1	ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบคาน	51
4.2	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล.	52
4.2	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)	53
4.2	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)	54
4.2	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)	55
4.2	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)	56
4.2	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)	57
4.2	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)	58
4.2	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)	59
4.2	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)	60
4.3	ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบเสา	61
4.4	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างเสา คสล.	62
4.4	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างเสา คสล. (ต่อ)	63
4.4	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างเสา คสล. (ต่อ)	64
4.4	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างเสา คสล. (ต่อ)	65
4.4	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างเสา คสล. (ต่อ)	66
4.4	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างเสา คสล. (ต่อ)	67
4.4	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างเสา คสล. (ต่อ)	68
4.4	รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างเสา คสล. (ต่อ)	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	รูปโครงสร้างเสาคานสำเร็จรูป	7
2.2	โครงสร้างระบบผนังรับแรง	8
2.3	พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป 4 รูปแบบหลัก	9
2.4	รูปร่างมาตรฐานคานคอนกรีตสำเร็จรูป	10
2.5	ลักษณะการใช้กรรมวิธีแบบเปียกบริเวณจุดเชื่อมต่อ	12
2.6	ลักษณะการใช้กรรมวิธีแบบแห้งบริเวณจุดเชื่อมต่อ	12
2.7	ความแตกต่างระหว่างการเตรียมชิ้นส่วนสำเร็จรูป	13
2.8	รายละเอียดจุดเชื่อมต่อเสากับฐานราก	13
2.9	รายละเอียดจุดเชื่อมต่อเสากับเสาแบบการโบล์ทภายนอก	14
2.10	รายละเอียดจุดเชื่อมต่อเสากับเสาแบบการเก้าพระหว่างสองชิ้นส่วน	14
2.11	รายละเอียดจุดเชื่อมต่อคานกับคาน	15
2.12	รายละเอียดจุดเชื่อมต่อเสากับคาน	16
2.13	พื้นสำเร็จรูปบนฐานรองรับ	17
2.14	รูปแบบของจุดรองรับบนเสาสำเร็จรูป	18
2.15	ภาพตัดขวางของจุดเชื่อมต่อบนชิ้นส่วนสำเร็จรูป	19
2.16	ภาพตัดขวางของจุดเชื่อมต่อบนชิ้นส่วนสำเร็จรูป (ต่อ)	20
2.17	ที่ว่าง” และ “ระยะร่น” โดยรอบอาคาร	26
2.18	ด้านหลังของอาคารพาณิชย์	26
3.1	ภาพแสดงสัญลักษณ์ในการติดตั้งคาน	47
3.2	ภาพแสดงคานเดียวกันรับบันไดต่างกัน	48
3.3	การบากคานเพื่อรับพื้นห้องน้ำ	49
4.1	รูปแสดงสัญลักษณ์ในการติดตั้ง	71
4.2	รูปแสดงโปรแกรม PFP DESIGN PROGRAM ส่วนของแปลน 2 มิติ	72
4.3	รูปแสดงโปรแกรม PFP DESIGN PROGRAM ส่วนของรายการคำนวณคาน	73
4.4	รูปแสดงโปรแกรม PFP DESIGN PROGRAM ส่วนของ SHEAR และ MOMENT DIAGRAM	74
4.5	รูปแสดงโปรแกรม PFP DESIGN PROGRAM ส่วนของรายการคำนวณเสา	75
4.6	รูปแสดงโปรแกรม PFP DESIGN PROGRAM ส่วนของผังตำแหน่งเสา	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.7 รูปแสดงโปรแกรม PFP DESIGN PROGRAM ส่วนของรอยต่อเสา และ คาน..... 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอัตราการก่อสร้างอาคารพาณิชย์บริเวณชานเมืองหรือต่างจังหวัดเพิ่มขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง เมื่อเทียบกับในอดีต การก่อสร้างที่อยู่อาศัยของประชาชนโดยส่วนใหญ่ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มักจะคุ้นเคยกับระบบการก่อสร้างบ้านแบบเดิมๆ (Conventional System) หรือที่เรียกกันติดปากว่า ระบบหล่อในที่(Casting In Place System) ซึ่งการก่อสร้างด้วยระบบดังกล่าว มักจะมีปัญหาในเรื่องของมาตรฐาน และคุณภาพการก่อสร้าง เนื่องจากใช้ช่างรับเหมาทั่วไป ที่มีความรู้ ความชำนาญไม่เพียงพอ การควบคุมงานไม่รัดกุม อีกทั้งวัสดุการก่อสร้างไม่มีคุณภาพ ส่งผลให้บ้านหรือที่อยู่อาศัย ไม่ได้มาตรฐานและมักเกิดปัญหาตามมาดังนั้น จึงนำระบบสำเร็จรูป(Precast System)เข้ามาเนื่องจาก

- ชิ้นส่วนโครงสร้างทำการผลิตและควบคุมคุณภาพจากโรงงานผลิตขึ้นส่วนโดยตรง จึงมีความแข็งแรง ทนทาน และได้มาตรฐานตามหลัก วิศวกรรม มีผลทำให้โครงสร้างบ้านได้มาตรฐานทัดเทียมกันทุกหลัง
- ในกระบวนการผลิต ใช้บุคลากรที่มีความรู้ ความชำนาญเฉพาะด้าน ทำงานเฉพาะอย่าง ความผิดพลาดจึงน้อยมาก ซึ่งทำให้ประหยัด ทรัพยากรบุคคลและวัสดุ สามารถแก้ไขปัญหาแรงงานขาดแคลนได้อย่างเต็มรูปแบบ
- เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ช่วยลดมลภาวะต่างๆ เช่น ฝุ่น เสียง กองหิน กองทราย และเศษไม้แบบ บริเวณไซต์งานก่อสร้าง
- ลดขั้นตอนการทำงานที่หน้างาน เพราะชิ้นงานทั้งหมดจะผลิตจากโรงงาน และส่งเข้าหน้างานเพื่อติดตั้ง ทำให้สามารถลดระยะเวลาและลดต้นทุนในการก่อสร้าง จากระยะเวลาก่อสร้างด้วยระบบเดิม
- ฤดูกาลมีผลกระทบน้อยมาก

ระบบการก่อสร้างอาคารสร้างสำเร็จรูปในปัจจุบันมีการพัฒนาไปอย่างมาก และนิยมเป็นระบบผนังรับน้ำหนัก (Loaded Bearing Walls) เพราะภายในตัวอาคารที่อยู่อาศัยจะได้มีพื้นที่ใช้สอยเพิ่มขึ้น เนื่องจาก จะไม่ต้องมี เสา และ คาน ในตัวอาคาร แต่ หนึ่งในปัญหาที่สำคัญ คือ ต้นทุนการผลิตสูงกว่า ระบบ เสาคาน สำเร็จรูป (Skeleton Fame or Coloumn and Beam) และ หล่อในที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Casting In Place System) มาก และต้องใช้ วิศวกร ผู้ชำนาญการ ในการวางแผนออกแบบ ขนส่ง ควบคุมการติดตั้ง อย่างระมัดระวัง จึงไม่เหมาะสมแก่บริเวณชานเมืองหรือต่างจังหวัด และอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญคือ ถ้าใช้ระบบสำเร็จรูป หมดทั้งหลัง อาจจะทำให้เกิด ปัญหาคนว่างงาน มากขึ้นด้วย และจะส่งผลกระทบเป็นวงกว้าง รวมถึง ถ้าใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก ตัวอาคารอาจจะไม่ยืดหยุ่น (เพราะเนื่องมาจาก การใช้กำแพงรับน้ำหนัก ไม่สามารถเจาะหรือดัดแปลงอะไรได้ เพราะจะมีผลต่อโครงสร้าง) ดังนั้นกลุ่มของข้าพเจ้าจึง ได้ทำการศึกษานำมาตรฐานในการออกแบบอาคารสำเร็จรูป ในส่วนของโครงสร้างได้แก่ เสา คาน และบันได การคำนวณ เสา คาน มีความซับซ้อนและยากต่อการวิเคราะห์ และมีโอกาสผิดพลาดสูง ดังนั้น จึงนำมาเขียนเอาไว้ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้แสดงผล วิเคราะห์ และง่ายต่อการใช้งาน อีกทั้งยัง ออกแบบ สัญลักษณ์และรอยต่อ เพื่อสะดวก และ ลดข้อผิดพลาด จากการติดตั้ง

1.2 ปัญหาของงานวิจัย

ในปัจจุบัน การก่อสร้างแบบสำเร็จรูป(Precast System) จะเติบโตและขยายวงกว้างเพียงเมืองหลวงเท่านั้น ส่วนในชานเมืองและต่างจังหวัดยังไม่ได้รับความสนใจมากนัก เพราะเนื่องจาก ยังมิได้มีความรู้ในเรื่องนี้ และยังไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร อาจเพราะปริมาณที่ใช้ยังน้อยและกลัวจะไม่คุ้มทุน งานวิจัยของเราได้เล็งเห็นถึงปัญหาดังกล่าว จึงหยิบนำหัวข้อการวิจัยนี้มา เพื่อให้ ผู้ที่สนใจพัฒนาที่ดินในต่างจังหวัด เห็นถึงความรวดเร็วในก่อสร้าง ลดมลพิษ รวมไปถึงสามารถนำไปใช้ หรือพัฒนาต่อได้ง่าย โดย กลุ่มของเราจึงจัดทำเป็น โปรแกรม คำนวณ ชิ้นส่วน เสา คาน สำเร็จรูปเข้ามาช่วยออกแบบ วิเคราะห์โครงสร้าง และเปรียบเทียบ หน้าตัดของเสาและคาน อีกทั้งยังทำสัญลักษณ์และ รอยต่อ เพิ่ม เพื่อให้สะดวก รวดเร็ว และลดข้อผิดพลาด ในการใช้งาน

1.3 วัตถุประสงค์

1) ศึกษาออกแบบชิ้นส่วน เสา คาน สำเร็จรูป โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
2) ศึกษาออกแบบ สัญลักษณ์ รอยต่อ
3) โปรแกรมที่ออกแบบสามารถนำไปใช้จริงในการก่อสร้างได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1) ออกแบบชิ้นส่วน เสา คาน สำเร็จรูป ของอาคารพาณิชย์ ผ่าน โปรแกรมคอมพิวเตอร์
2) เลือกขนาด กว้าง 4 เมตร และ ลึก 12 เมตร สูง 3 ชั้น รูปแบบทันสมัย ตามมาตราฐาน ว.ส.ท.
3) ออกแบบ สัญลักษณ์ และ รอยต่อ ทุกๆชิ้นส่วน ของ เสา คาน สำเร็จรูป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สะดวก รวดเร็วต่อการออกแบบ วิเคราะห์ และเปรียบเทียบ หน้าตัดของเสา-คาน
2) สะดวก รวดเร็ว และ ข้อลดข้อผิดพลาด จากการติดตั้ง เนื่องจาก ทำสัญลักษณ์ และรูปแสดงรอยต่อ
3) โปรแกรมที่ออกแบบสามารถนำไปใช้จริงในการก่อสร้างได้
4) สามารถนำไปพัฒนาต่อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้อาศัยทฤษฎีแนวความคิด และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้ศึกษาความหมายของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป, ระบบเสา-คานสำเร็จรูปที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง ทั้งคุณลักษณะของวัสดุ ขั้นตอนการออกแบบ การวิเคราะห์โครงสร้าง รวมถึงเทคโนโลยีของการผลิตเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย

2.1 แนวความคิด และความหมายของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป

การสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปได้แนวคิดมาจากการผลิตของการจัดการอุตสาหกรรมประเทศต่างๆ เช่นการผลิตรถยนต์ ซึ่งจัดแยกผลิตชิ้นส่วนต่างๆขึ้นก่อนแล้ว จึงนำมาประกอบเป็นรถทีหลัง มีการนำเอาเครื่องจักร เครื่องทุ่นแรงต่างๆ มาช่วยประกอบการผลิต จึงทำให้สามารถผลิตได้รวดเร็ว ปริมาณการผลิตสูง เป็นผลให้ราคาต้นทุนในการผลิตต่ำลง จุดมุ่งหมายของการปรับปรุงวิธีการสร้างอาคารได้ถือแนวตามระบบอุตสาหกรรม เพื่อต้องการลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำเช่นเดียวกัน ทั้งยังสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบเดิม(Conventional System)ที่สร้างสำเร็จในที่หรือที่เรียกกันว่าระบบหล่อในที่

การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม (Industrialised Building System) หรือระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป (Prefabrication System) หมายถึง การนำโครงสร้างส่วนต่างๆของอาคารที่ทำสำเร็จรูปไว้แล้ว มาประกอบรวมกันเข้าเป็นตัวอาคาร หรือเทคนิคการสร้างใดๆก็ตามที่ยึดหลักกรรมวิธีการผลิตตามแนวระบบอุตสาหกรรมตามหลักการของระบบนี้ โครงสร้างองค์อาคารส่วนใหญ่ เช่น เสา คาน พื้น จะผลิต หรือทำสำเร็จรูปมาจากโรงงาน แล้วนำมาต่อเชื่อมให้ติดกันเป็นตัวอาคาร ณ ที่ก่อสร้าง ซึ่งเป็นระบบก่อสร้างที่ตรงกันข้ามกับวิธีการที่เคยปฏิบัติกัน ซึ่งแต่เดิมนั้นลำดับขั้นของงานก่อสร้างอาคารจะต้องตั้งต้นจากการตั้งแบบผูกเหล็กเสริม หล่อคอนกรีตเสา คาน และพื้น ต่อเนื่องกันไป จนถึงชั้นหลังคา สรุปได้ว่างานส่วนใหญ่นั้นจะเป็นการสร้างที่สำเร็จอยู่ในที่ก่อสร้างทั้งสิ้น (โสภณ แสงไพโรจน์, 2520) [2]

ได้มีผู้ให้ความหมายเกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ระบบหล่อก่อ (Precast Concrete) คือ การหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตในสถานที่ใดๆ เช่นโรงงาน หรือบริเวณสถานที่ก่อสร้างก่อนแล้วนำไปประกอบกันเป็นโครงสร้าง (มามี โตบารมีกุล, 2540) [1]
2. ระบบสำเร็จรูป (Prefabrication) คือ อุตสาหกรรมการก่อสร้างอันเป็นวิธีการผลิตชิ้นส่วนประกอบจำนวนมาก เพื่อก่อสร้างโดยอาศัยเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ยกสำหรับปฏิบัติงาน(มามี โตบารมีกุล, 2540) [1]

ดังนั้นความหมายของการก่อสร้างสำเร็จรูปโดยรวมคือ วิธีการก่อสร้างที่มีการผลิตส่วนประกอบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโรงงานแล้วนำมาประกอบติดตั้งเป็นอาคารโดยอาศัยอุปกรณ์ยกประกอบ

การก่อสร้างอุตสาหกรรมเป็นการนำเอาวิธีการก่อสร้างอุตสาหกรรมผสานเข้ากับวิธีการออกแบบการผลิต และปฏิบัติงานในสถานที่ก่อสร้าง การตลาด การเงิน และการบริหารของโครงการในตัวอาคาร ข้อได้เปรียบของการผลิตชิ้นส่วนอาคาร และประกอบในที่ก่อสร้างมีดังนี้

1. ชิ้นส่วนโครงสร้างทำการผลิตและควบคุมคุณภาพจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนโดยตรง จึงมีความแข็งแรง ทนทาน และได้มาตรฐานตามหลัก วิศวกรรม มีผลทำให้โครงสร้างบ้านได้มาตรฐานหัดเทียมกันทุกหลัง
2. ในกระบวนการผลิต ใช้บุคลากรที่มีความรู้ ความชำนาญเฉพาะด้าน ทำงานเฉพาะอย่าง ความผิดพลาดจึงน้อยมาก ซึ่งทำให้ประหยัด ทรัพยากรบุคคลและวัสดุ สามารถแก้ไขปัญหาแรงงานขาดแคลนได้อย่างเต็มรูปแบบ
3. เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ช่วยลดมลภาวะต่างๆ เช่น ฝุ่น เสียง กองหิน กองทราย และเศษไม้แบบ บริเวณไซต์งานก่อสร้าง
4. ลดขั้นตอนการทำงานที่หน้างาน เพราะชิ้นงานทั้งหมดจะผลิตจากโรงงาน และส่งเข้าหน้างานเพื่อติดตั้ง ทำให้สามารถลดระยะเวลาและลดต้นทุนในการก่อสร้าง จากระยะเวลาก่อสร้างด้วยระบบเดิม
5. ฤดูกาลมีผลกระทบน้อยมาก

2.2 ประวัติและความเป็นมาการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม

กลุ่มประเทศยุโรปตะวันตก ได้เป็นผู้ริเริ่มค้นคว้านำเอาการสร้างอาคารด้วยระบบนี้มาใช้ตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ทั้งนี้ เพราะประสบปัญหาการขาดแคลนที่อยู่อาศัย เนื่องจากภัยพิบัติจากสงคราม รวมทั้งขาดแคลนแรงงานช่างฝีมือประเภทต่างๆ กลุ่มประเทศดังกล่าว เช่น ฝรั่งเศส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยอรมัน อังกฤษ ด้วยการสนับสนุนของรัฐบาล ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขวิธีก่อสร้างอาคารขึ้นมาใหม่ โดยยึดหลักการว่า จะต้องสามารถสร้างให้ได้รวดเร็ว และใช้แรงงานธรรมดาสามารถสร้างได้ เพื่อจะแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้นำความคิดการจัดการผลิตแบบอุตสาหกรรมมาใช้ มีการปรับปรุงวัสดุก่อสร้างใหม่ๆ รวมทั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต และเทคนิคการประกอบอย่างแพร่หลายมีสถาบันเพื่อทำการวิจัยถึงเทคนิคใหม่ให้กับการก่อสร้างของระบบนี้โดยเฉพาะ(โสภณ แสงไพโรจน์, 2520) [2]

สำหรับในทวีปยุโรปการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปได้เริ่มขึ้นหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 1 และการก่อสร้างอาคารโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ประสบความสำเร็จในประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อประมาณ คริสตศักราช 1919 (Peterson,J.L 1962, อ้างอิงใน มามี โตบารมีกุล, 2540) [1]

ทางด้านสหรัฐอเมริกาได้มีการตื่นตัวสนใจกับวิธีการก่อสร้างระบบ อุตสาหกรรม หลังจากที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับค่าจ้างแรงงานช่างฝีมือที่มีอัตราสูง และมีความกดดันต่างๆ จากช่างฝีมือประกอบกับรัฐบาลมีนโยบายที่จะส่งเสริมให้ประชาชนมีบ้านอยู่อาศัยกันอย่างทั่วถึง ทุกระดับชั้นจึงได้ให้การสนับสนุนให้ทุนแก่บริษัทการก่อสร้างต่างๆ ทำการวิจัยค้นคว้าหาวิธีก่อสร้างตามระบบอุตสาหกรรมที่ทางยุโรปประสบผลสำเร็จมาแล้ว เพื่อให้ได้อาคารที่มีราคาถูกลง จึงได้มีการคิดค้นเทคนิคการผลิต และการติดตั้งขึ้นมาทดลองใช้ต่างๆ กันหลายสิบแบบ แต่ส่วนใหญ่ก็ยึดถือตามแนวของยุโรป มีบริษัทก่อสร้างที่รับสร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรมสร้างตามเทคนิคที่แต่ละบริษัทได้ออกแบบคิดค้นขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงเทคนิคต่างๆ ของงานสร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรม เท่าที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันในด้านรายละเอียด จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันมากมายหลายระบบ แต่ก็มีหลักการใหญ่ๆ คือการจัดแยกชิ้นส่วนโครงสร้างว่าจะแยกกันในลักษณะใด รูปใด และจะนำมาประกอบยึดติดกันเป็นตัวอาคารด้วยวิธีใด ส่วนวัสดุก่อสร้างหลักส่วนใหญ่ก็ได้แก่ คอนกรีต โลหะ และไม้ เพียงแต่ปรับปรุงให้มีคุณสมบัติพิเศษบางอย่างเพิ่มขึ้น(โสภณ แสงไพโรจน์, 2520) [2]

การก่อสร้างระบบสำเร็จรูปได้เริ่มจากการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโครงการก่อสร้างของอาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบระบบเดิมหรือที่เรียกกันว่าระบบหล่อในที่ และได้พัฒนาขึ้นเรื่อยๆดังนี้ (Peterson,J.L 1962, อ้างอิงใน มามี โตบารมีกุล, 2540) [1]

ในปีคริสตศักราช 1891 ได้ ได้เริ่มมีการใช้คานคอนกรีตสำเร็จรูปกลับอาคารคาสิโน ที่โดยบริษัท Ed. Coignet, Paris จำกัดเป็นครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปีคริสตศักราช 1900 ที่ บรุกลิน นิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้จัดทำพื้นหลังคานคอนกรีตสำเร็จรูปขนาดกว้าง 1.2 เมตร ยาว 5.1 เมตร และหนา 5 เซนติเมตร ติดตั้งบนคานเหล็กที่สานกันเป็นตาราง (Lattice Steel Framework)

ในปีคริสตศักราช 1905 ที่ Pennsylvania ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ก่อสร้างอาคาร 4 ชั้น โดยใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

ในปีคริสตศักราช 1907 บริษัท Edison Portland Cement จำกัด ได้ก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของอาคาร ที่ New Village ประเทศสหรัฐอเมริกา และ ในปีเดียวกันก็ได้มีวิธีการก่อสร้างที่เรียกกันว่า Til-up เกิดขึ้น

ในปีคริสตศักราช 1912 มีการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปหลายชั้น โดยใช้เสา ผนัง และพื้นสำเร็จรูป ซึ่งถือเป็นลิขสิทธิ์ระบบการก่อสร้างของ John E. Conzemam

ในปีคริสตศักราช 1926 บริษัท Wayess & Freytag จำกัด ได้ก่อสร้างอาคารจัดเก็บท่อโดยใช้คานเหล็กโครงสำเร็จรูปช่วงยาว 22.7 เมตร

2.3 รูปแบบของอาคารสำเร็จรูปในการรับน้ำหนักของอาคาร

โครงสร้างชนิดนี้ออกแบบให้ชิ้นส่วนของโครงสร้างรับแรงทั้งหมดที่เกิดขึ้น เช่น น้ำหนักอาคาร แรงลม และแรงแผ่นดินไหว เป็นโครงสร้างที่มีผลต่อความมั่นคงของอาคาร สามารถแบ่งเป็นประเภทย่อย ๆ ตามลักษณะของชิ้นส่วนที่รับแรงภายในโครงสร้างได้ดังนี้

2.3.1 โครงสร้างสำเร็จรูประบบเสาคาน (Skeleton – Frame Structure)

รูปที่ 2.1 รูปโครงสร้างเสาคานสำเร็จรูป

http://sukkhaset.siam2web.com/?cid=1958611&f_action=forum_viewcat&forum_id=126443

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นโครงสร้างสำเร็จรูปที่ใช้ชิ้นส่วนเสาและคานดังรูปที่ 2.1 ในการถ่ายน้ำหนักลงสู่ฐานราก ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างขึ้นอยู่กับรอยต่อระหว่างเสาและคาน การวิเคราะห์โครงสร้างประเภทนี้ใช้สมมติฐานของการออกแบบโครงข้อแข็ง (Moment – Resisting Frames)

2.3.2 โครงสร้างสำเร็จรูประบบผนังรับแรง (Load Bearing Wall Structure)

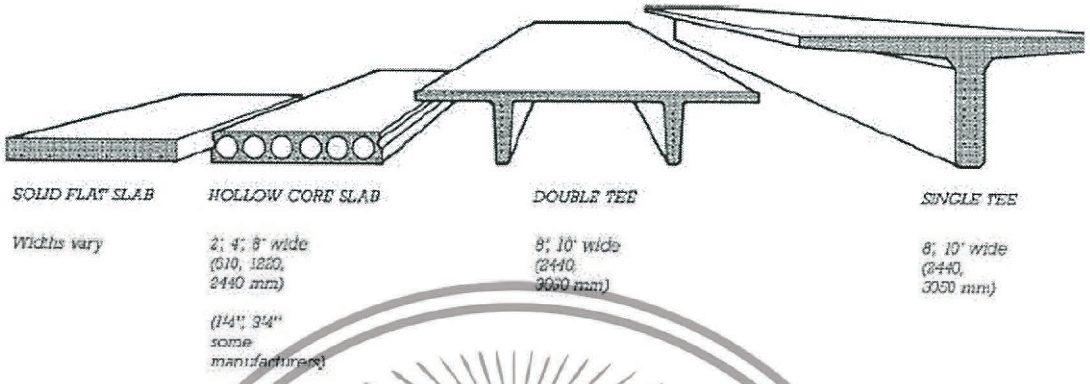
รูปที่ 2.2 โครงสร้างระบบผนังรับแรง
สภาวิศวกร 2556

เป็นโครงสร้างสำเร็จรูปที่ใช้ผนังในการถ่ายน้ำหนักลงสู่ฐานรากแทนเสาและคานดังรูปที่ 2.2 ส่วนแรงด้านข้างจะถูกถ่ายจากพื้นเพื่อให้ผนังรับแรงเฉือนที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์โครงสร้างประเภทนี้ใช้สมมติฐานการออกแบบให้ผนังรับแรงเฉือน (Shear Wall) ในบางครั้งการออกแบบโครงสร้างเพื่อให้เกิดความประหยัดและเหมาะสมกับการใช้งาน ผู้ออกแบบสามารถออกแบบผสมผสานกันระหว่างโครงสร้างสำเร็จรูประบบเสาคานและโครงสร้างสำเร็จรูประบบผนังรับแรงได้ แต่การวิเคราะห์โครงสร้างต้องวิเคราะห์อย่างละเอียดถูกต้อง อีกทั้งการก่อสร้างต้องเป็นไปตามสมมติฐานที่ใช้ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 รูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการรับน้ำหนักของอาคาร

2.4.1 พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast concrete slab)



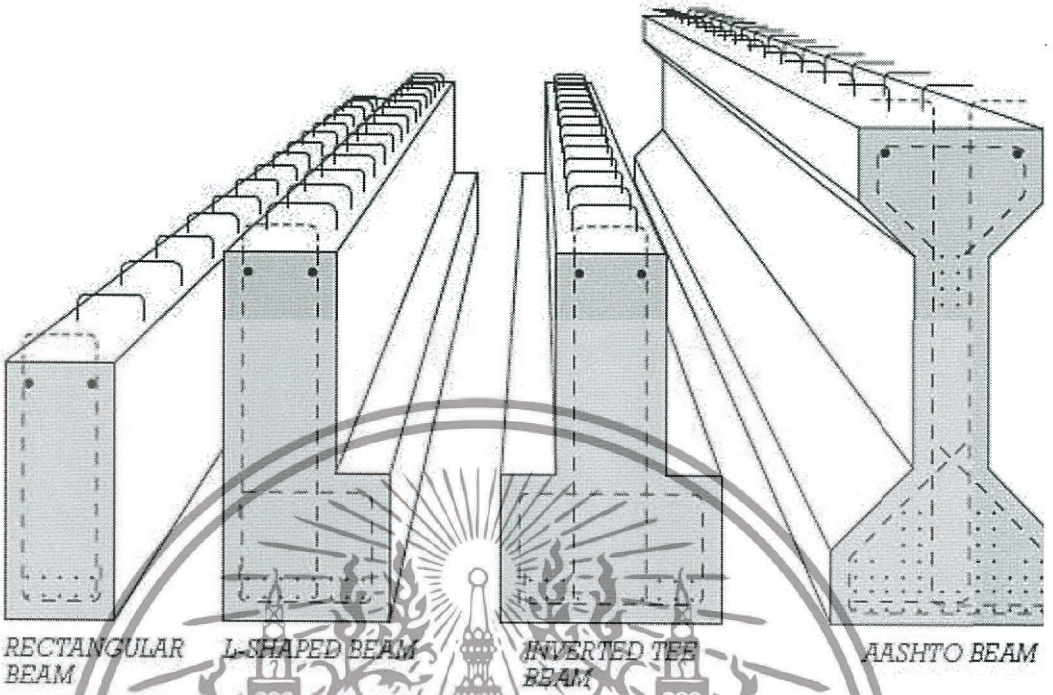
รูปที่ 2.3 พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป 4 รูปแบบหลัก
จาก “Fundamentals of Building Construction_Materials and Methods, 5th Edition” โดย Edward Allen, and Joseph Iano, 2009, Copyright 2009 by John Wiley & Sons.[3]

โดยส่วนมากชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูปจะใช้เป็นส่วนประกอบของพื้นหรือ ดาดฟ้าอาคาร ซึ่งอาจจะต้องมีการรองรับโดยคาน พื้นสำเร็จรูปนั้นสามารถแยกออกได้เป็น 4 รูปแบบดังรูปที่ 2.3

สำหรับพื้นช่วงสั้น หรือพื้นที่มีความหนาต่ำ (Short spans and minimum slab depths) จะเป็นพื้นชนิด พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปท้องเรียบ (Solid slab) สำหรับพื้นช่วงยาวปานกลาง (Middle spans, deeper element) จะเป็นพื้นชนิด พื้นสำเร็จรูปแบบกลวง (Hollow-core slab) จะเป็นพื้นสำเร็จรูปที่สามารถรับน้ำหนักได้มาก เหมาะสำหรับบ้านที่มีลักษณะเป็นอาคารพาณิชย์หรือบ้านที่ต้องการการรับน้ำหนักมาก สำหรับพื้นช่วงยาวสูงสุด และต้องการรับน้ำหนักชิ้นส่วน (Longest spans) จะเป็นพื้นชนิด พื้นสำเร็จรูปตัวทีคว่ำ (Single tee) และ พื้นสำเร็จรูปตัวยูคว่ำ (Double tees) พื้นแบบนี้ออกแบบมาสำหรับสิ่งก่อสร้างที่เป็นที่พักอาศัย แต่ก็สามารถปรับให้คานและบล็อกให้รับน้ำหนักให้มากขึ้น เพื่อจะรองรับสิ่งปลูกสร้างที่ต้องการให้รับน้ำหนักได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 คานคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Concrete beams)



รูปที่ 2.4 รูปร่างมาตรฐานคานคอนกรีตสำเร็จรูป

จาก “Fundamentals of Building Construction Materials and Methods, 5th Edition” โดย Edward Allen, and Joseph Iano, 2009, Copyright 2009 by John Wiley & Sons.[3]

คานคอนกรีตสำเร็จรูป โดยทั่วไปแล้วมีด้วยกันอยู่หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นคานสำเร็จรูปตัว L (L-shaped beams) หรือ คานรูปตัว T (inverted tees) ดังรูปที่ 2.4 ซึ่งรับเป็นฐานรองรับพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปโดยตรง เมื่อเปรียบเทียบกับ คานคอนกรีตสำเร็จรูปทั่วไปแล้วจะมีการวาง พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปอยู่ระดับบนสุดของคานคอนกรีต โดยคานคอนกรีตสำเร็จรูปรูปแบบต่างๆ มีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการก่อสร้างขึ้นอยู่กับการออกแบบของวิศวกร

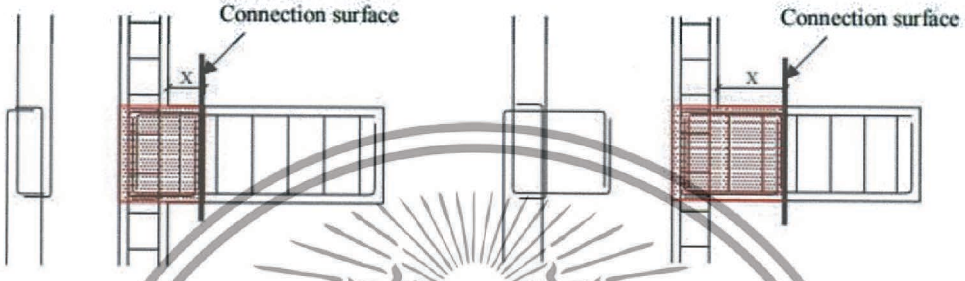
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ข้อต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Joining precast Concrete elements)

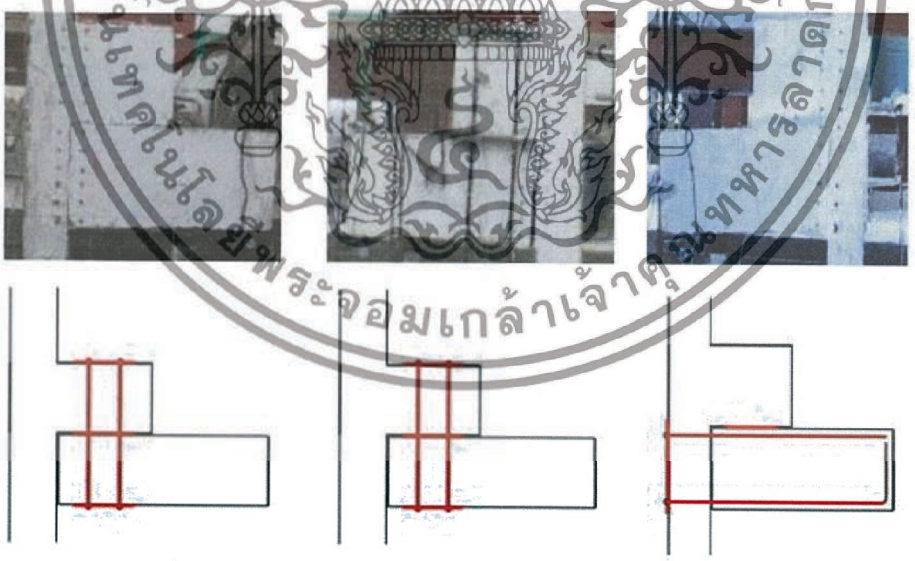
จากรูปที่ 2.8 – 2.13 ได้แสดงรายละเอียดจุดเชื่อมต่อของโครงสร้างสำเร็จรูปที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปแล้วจะใช้วิธีการเชื่อมต่อ ไม่ว่าจะเป็นการโบลท์ (Bolting), การเชื่อม (Welding), หรือการเก๊าท์ (Grouting) แล้วนอกเหนือจากนี้ยังมีเทคนิคสำหรับการติดตั้งโครงสร้างสำเร็จรูปที่ใช้อยู่นั้นจะมีทั้งกรรมวิธีแบบเปียก (Wet Connection) และแบบแห้ง (Dry Connection) ร่วมด้วยเช่นกัน ดังรูป 2.5 – 2.7 สำหรับวิธีแบบเปียกจำเป็นต้องสร้างช่องว่างเพื่อการเทระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป 2 ชิ้น และเสริมเหล็กลงในส่วนเชื่อมต่อ แล้วจึงนำคอนกรีตที่ผ่านการบ่มเทลงไประหว่างช่องว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป 2 ชิ้นทำให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนวิธีการแบบแห้งนั้นจะเป็นการนำชิ้นส่วนสำเร็จรูป มาติดตั้งเข้าด้วยกันโดยใช้แผ่นเหล็กประกับเพื่อการยึดแน่นระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป 2 ชิ้นเข้าด้วยกันอย่างรวดเร็ว

จุดเชื่อมต่อโดยทั่วๆไปของโครงสร้างสำเร็จรูปจะเป็นการใช้ แรงโน้มถ่วงในการวางชิ้นส่วนสำเร็จรูปหนึ่งบนชิ้นส่วนสำเร็จรูปอีกชิ้นหนึ่ง ปกติแล้วก็จะเป็น ชิ้นส่วนสำเร็จรูปวางบนคานสำเร็จรูปและคานสำเร็จรูปก็วางบนเสาสำเร็จรูปอีกที เสาสำเร็จรูปต่อกับฐานราก หรือเสาสำเร็จรูปต่อกับเสาสำเร็จรูป ส่วนใหญ่แล้วจะใช้วิธีการเก๊าท์ในการเชื่อมต่อโครงสร้างสำเร็จรูป สำหรับชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป มักจะใช้แผ่นเหล็กประกับรองรับที่จุดเชื่อมต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อหลีกเลี่ยงการเสียดสีของเนื้อคอนกรีตกับเนื้อคอนกรีตขณะสัมผัสกัน ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดความเค้นสูงที่จุดเชื่อมต่อนี้ได้ สำหรับพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปโดยทั่วไปแล้วจะวางอยู่บนฐานรองรับ จากนั้นค่อยใช้การเททอปปิ้งบนพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป แต่ในกรณีที่พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปไม่ได้เททอปปิ้งบนชิ้นส่วนจะใช้วิธีการเชื่อมหูช้างระหว่างพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปด้วยกันแทน แสดงภาพตัดขวางของข้อต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา – คานดังรูปที่ 2.14 – 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

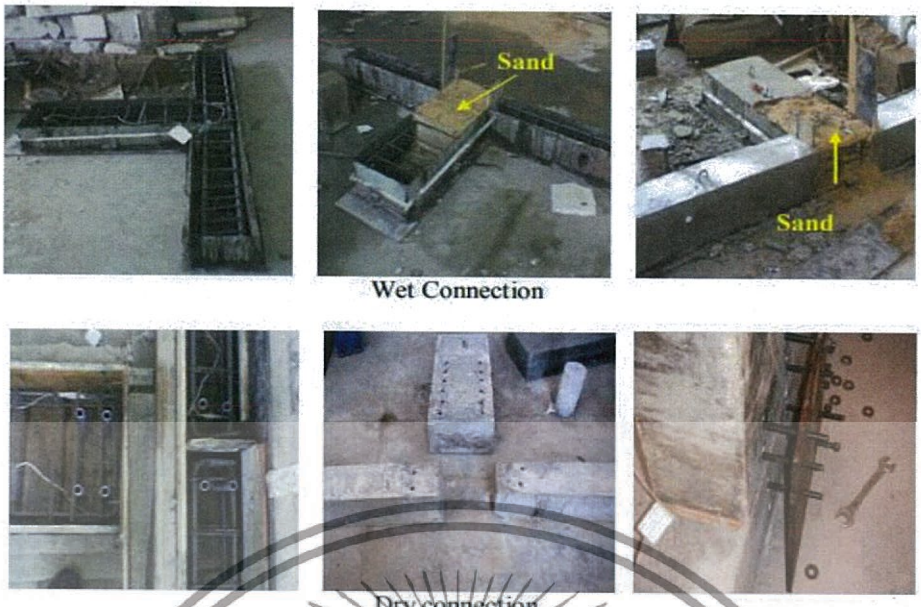


รูปที่ 2.5 ลักษณะการใช้กรรมวิธีแบบเปียกบริเวณจุดเชื่อมต่อ
จาก “Wet vs. Dry Techniques in Connecting Piecewise Precast Reinforced Concrete Beam-Coulumn Elements” โดย Salah El-Din Taher, Ahmed Atta, และ Alaa El-Din Sharkawi, 2007, Tanta University.[4]

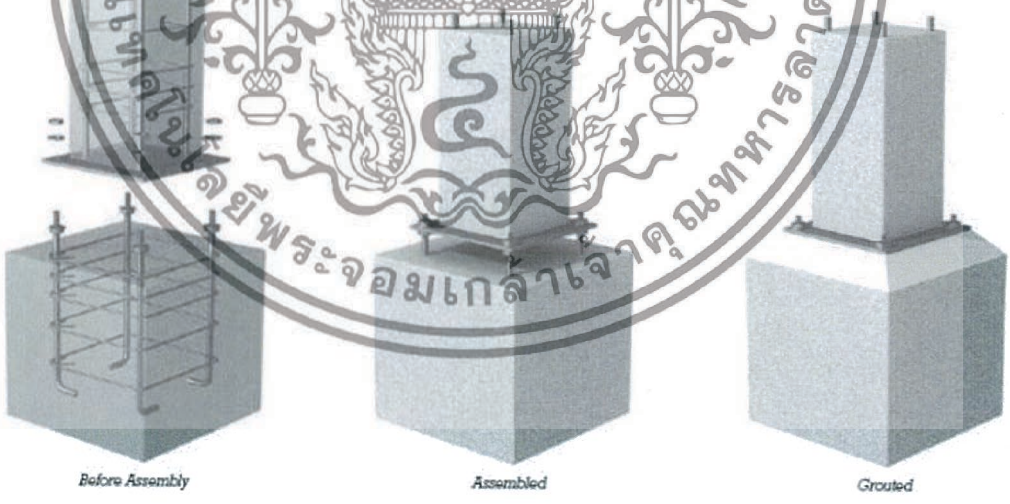


รูปที่ 2.6 ลักษณะการใช้กรรมวิธีแบบแห้งบริเวณจุดเชื่อมต่อ
จาก “Wet vs. Dry Techniques in Connecting Piecewise Precast Reinforced Concrete Beam-Coulumn Elements” โดย Salah El-Din Taher, Ahmed Atta, และ Alaa El-Din Sharkawi, 2007, Tanta University. [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

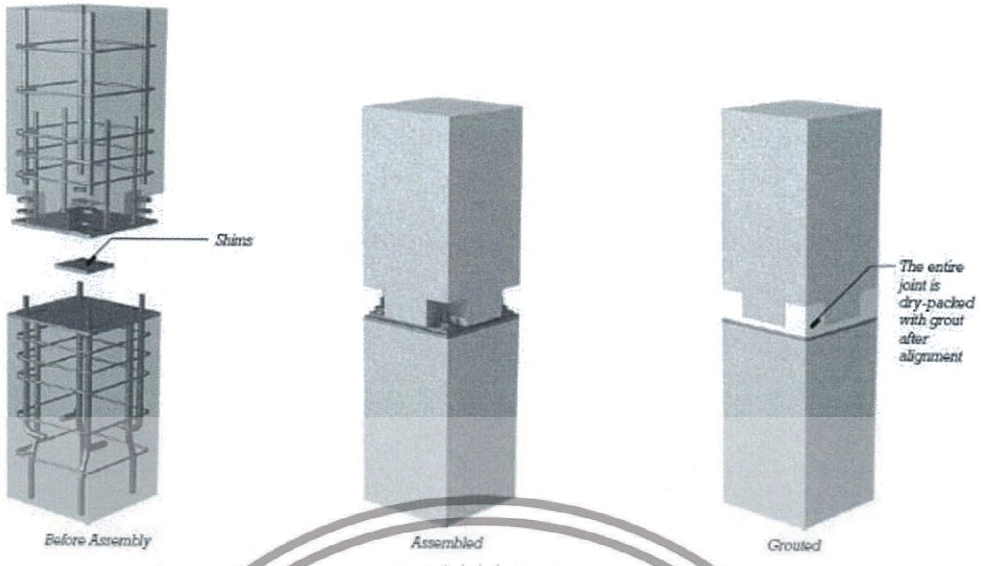


รูปที่ 2.7 ความแตกต่างระหว่างการเตรียมชิ้นส่วนสำเร็จรูป
จาก “Wet vs. Dry Techniques in Connecting Piecewise Precast Reinforced Concrete Beam-Coulumn Elements” โดย Salah El-Din Taher, Ahmed Atta, และ Alaa El-Din Sharkawi, 2007, Tanta University[4]



รูปที่ 2.8 รายละเอียดจุดเชื่อมต่อเสากับฐานราก
จาก “Fundamentals of Building Construction_Materials and Methods, 5th Edition” โดย Edward Allen, and Joseph Iano, 2009, Copyright 2009 by John Wiley & Sons. [3]

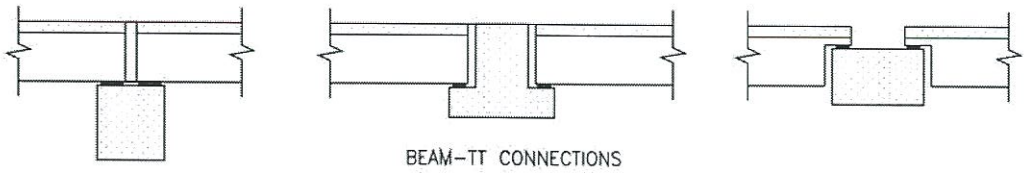
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 รายละเอียดจุดเชื่อมต่อเสากับเสาแบบการโบล์ทภายนอก
จาก “Fundamentals of Building Construction_Materials and Methods, 5th Edition”
โดย Edward Allen, and Joseph Iano, 2009, Copyright 2009 by John Wiley & Sons. [3]

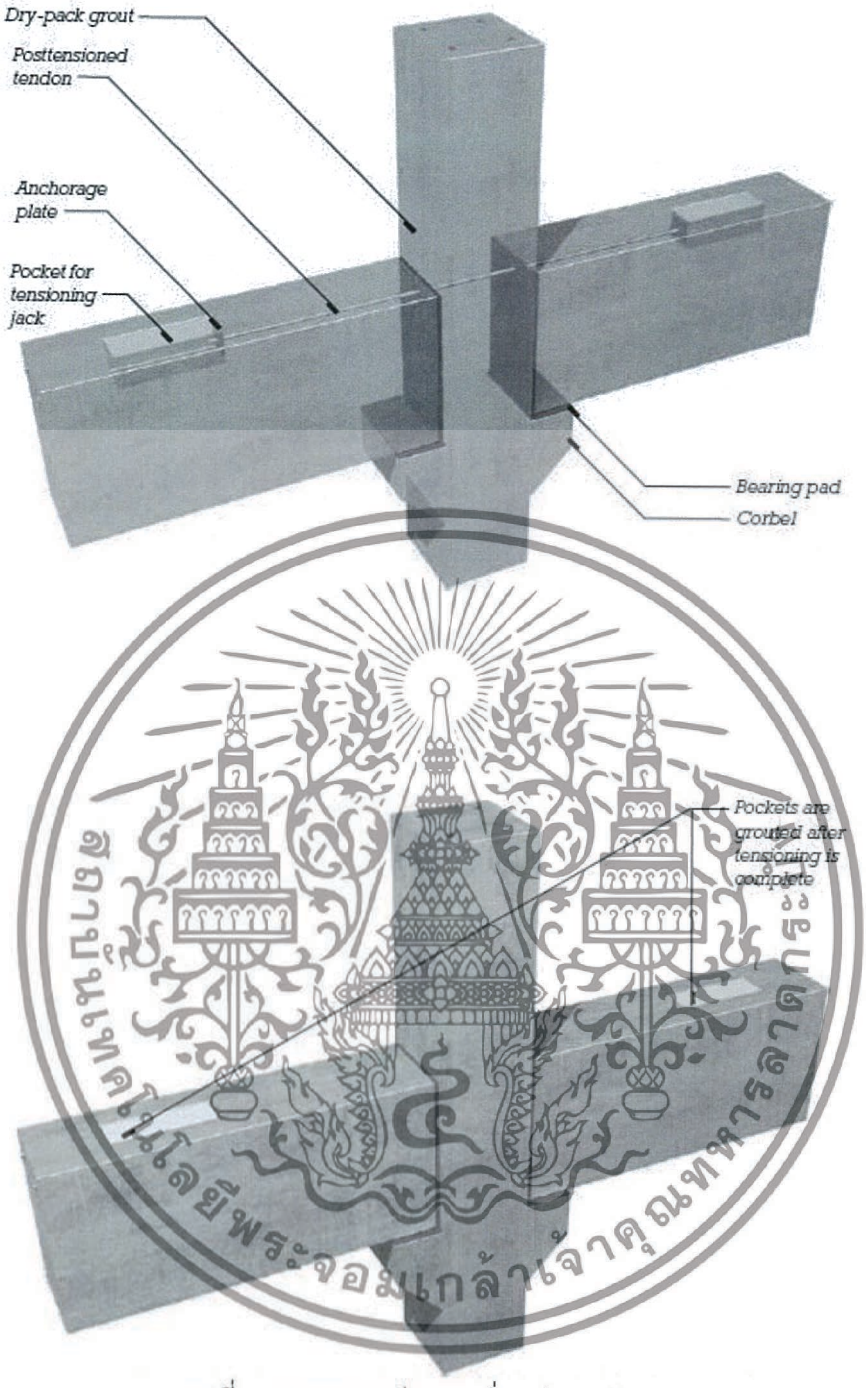
รูปที่ 2.10 รายละเอียดจุดเชื่อมต่อเสากับเสาแบบการเก๊าท์ระหว่างสองชิ้นส่วน
จาก “Fundamentals of Building Construction_Materials and Methods, 5th Edition”
โดย Edward Allen, and Joseph Iano, 2009, Copyright 2009 by John Wiley & Sons. [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 รายละเอียดจุดเชื่อมต่อคานกับคาน
จาก "Design of Structural Connections" โดย Björn Engström,
Chalmers University of Technology Göteborg, Sweden

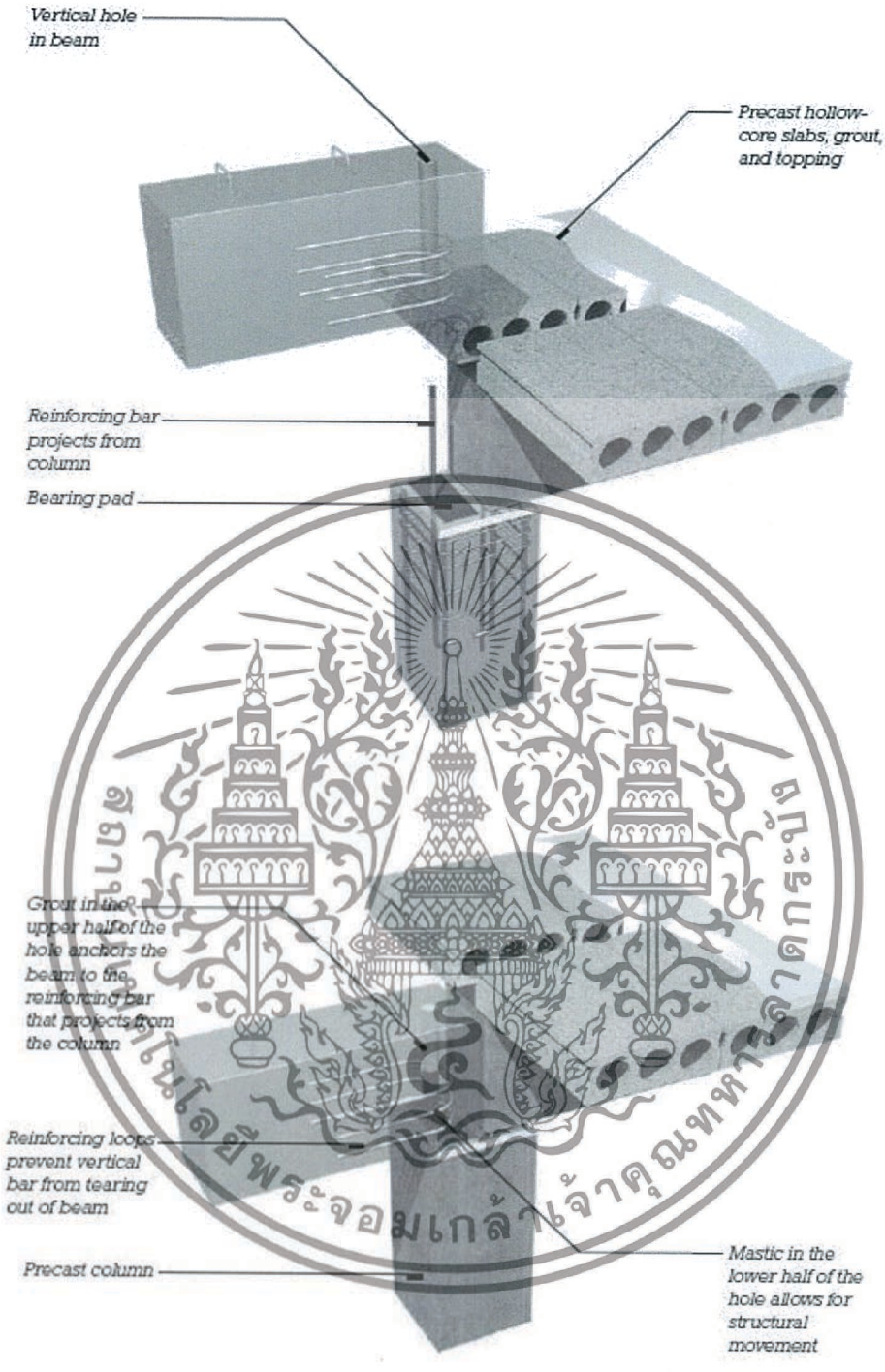
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 รายละเอียดจุดเชื่อมต่อเสากับคาน

จาก “Fundamentals of Building Construction_Materials and Methods, 5th Edition” โดย Edward Allen, and Joseph Iano, 2009, Copyright 2009 by John Wiley & Sons. [3]

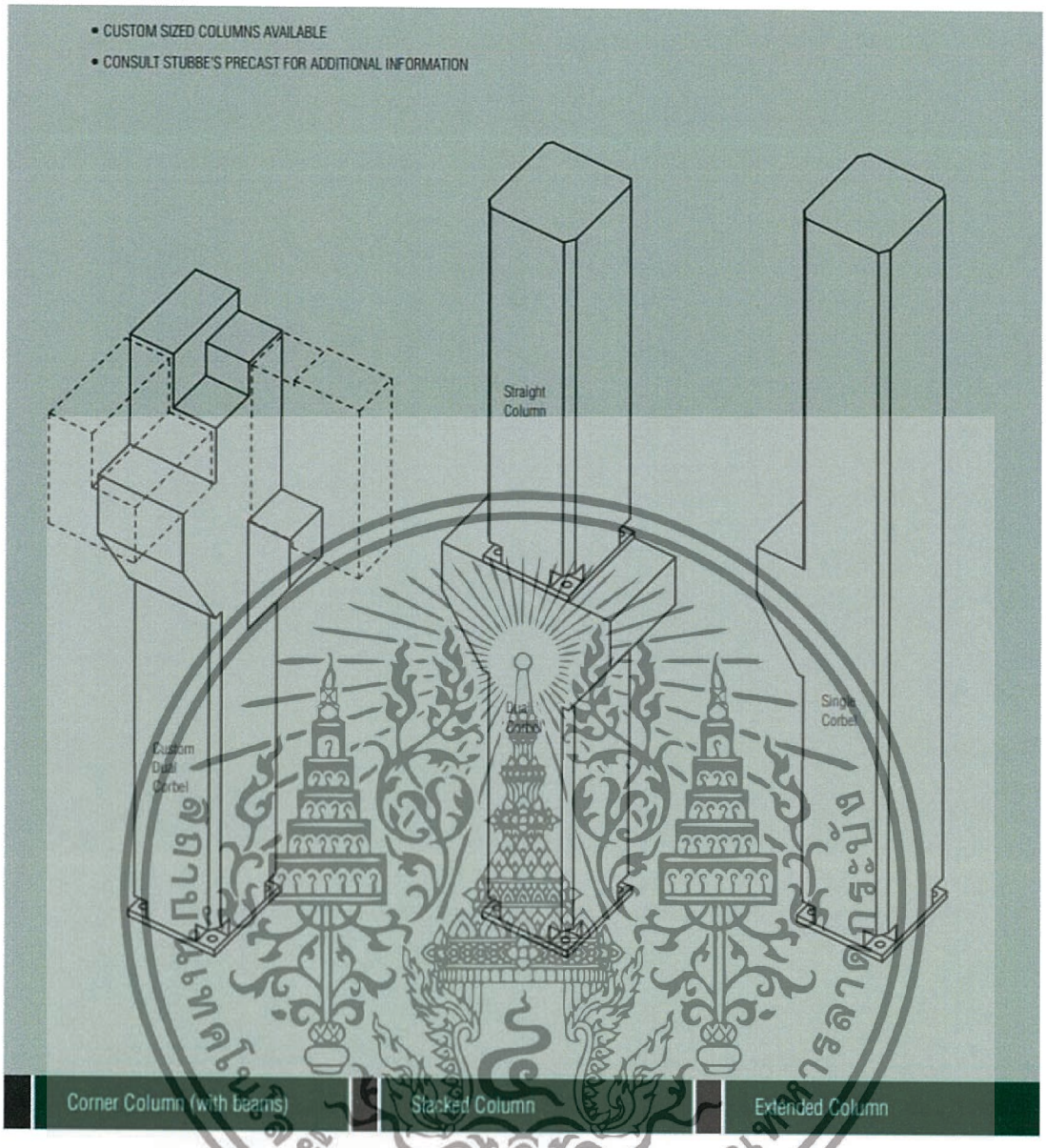
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 พื้นสำเร็จรูปบนฐานรองรับ

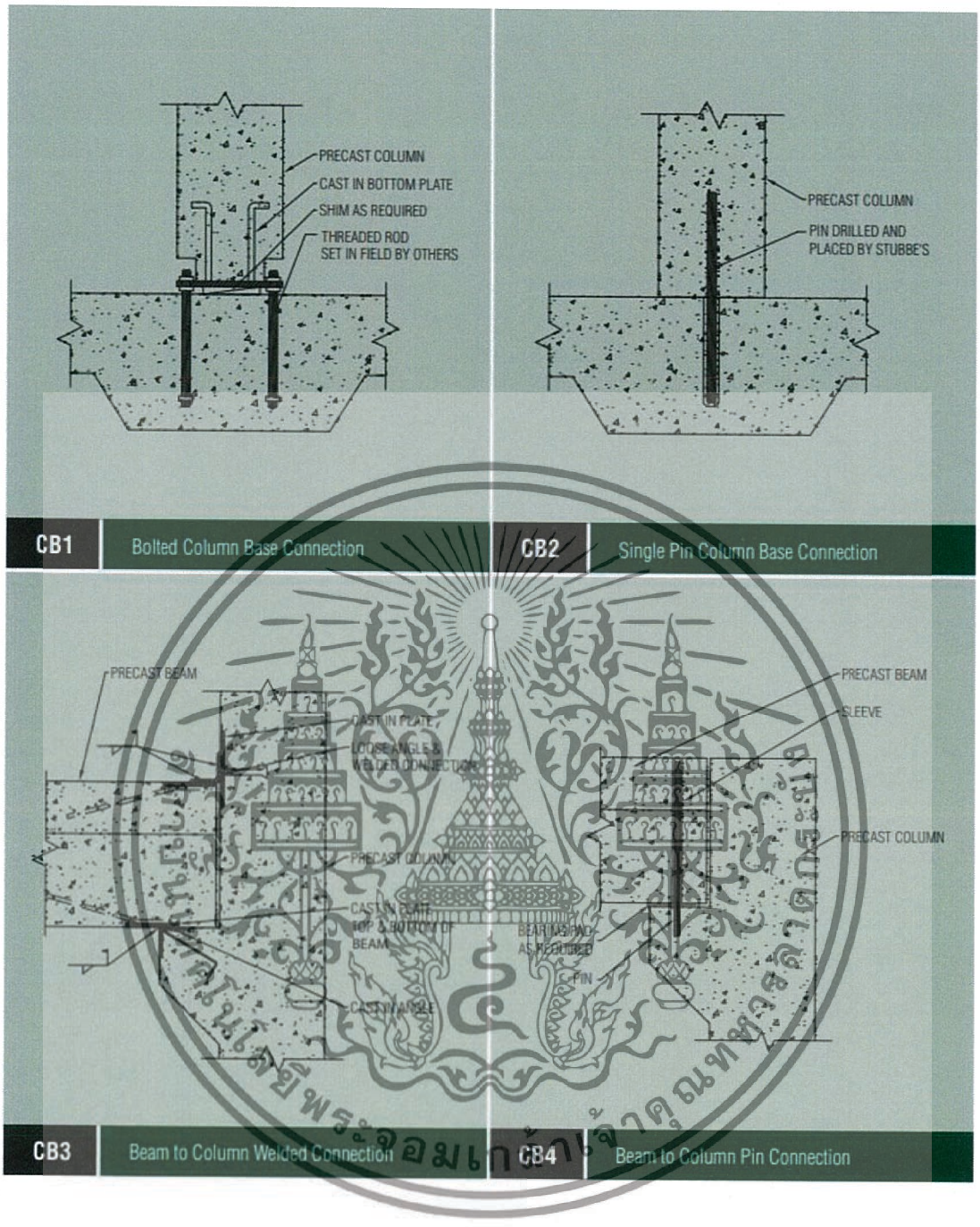
จาก “Fundamentals of Building Construction_Materials and Methods, 5th Edition” โดย Edward Allen, and Joseph Iano, 2009, Copyright 2009 by John Wiley & Sons. [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 รูปแบบของจุดรองรับบนเสาสำเร็จรูป
จาก Columns-Beams, Stubbe's SP Est.1982

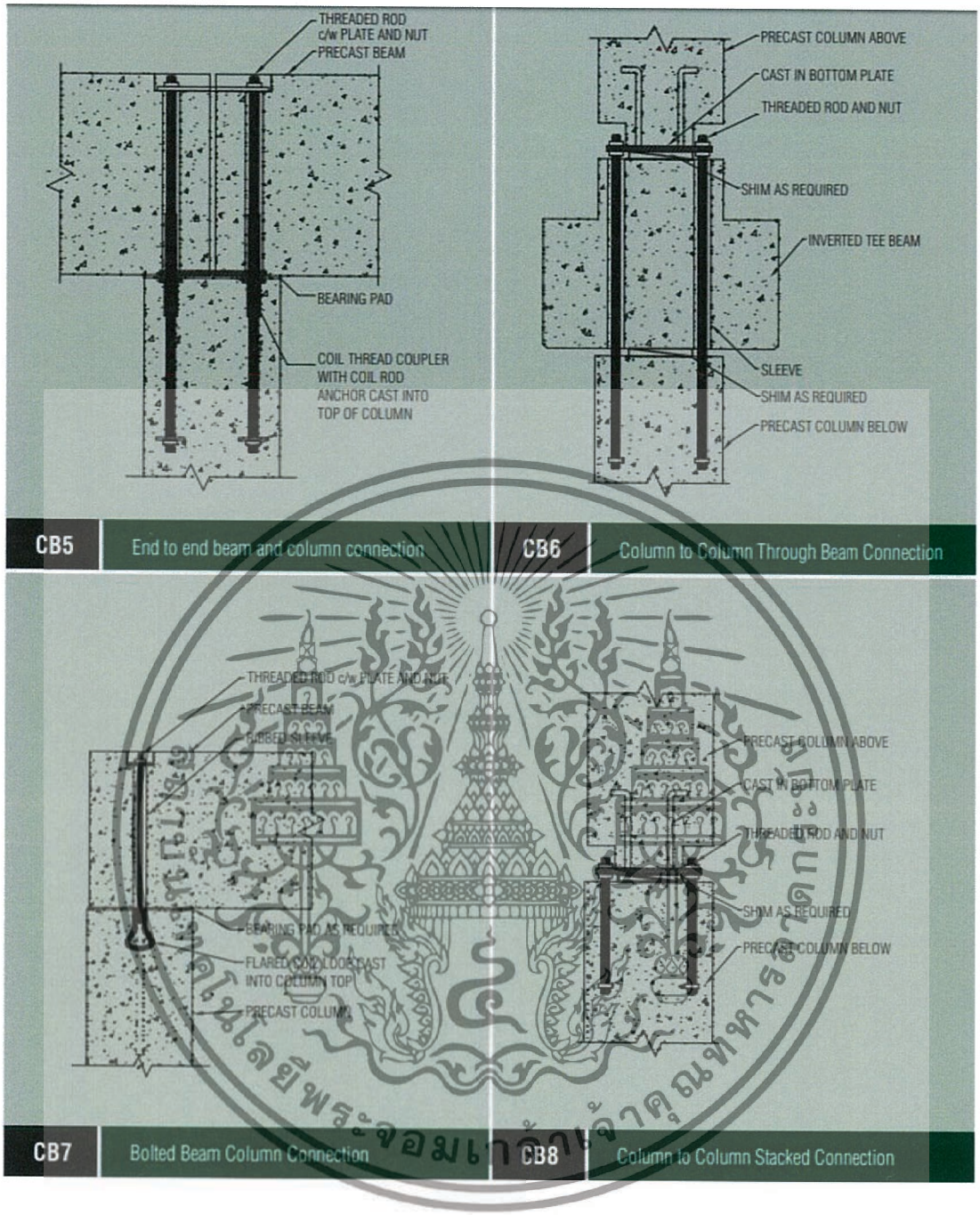
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ภาพตัดขวางของจุดเชื่อมต่อบนชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จาก Columns-Beams, Stubbe's SP Est.1982

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ภาพตัดขวางของจุดเชื่อมต่อบนชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จาก Columns-Beams, Stubbe's SP Est.1982

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 วัสดุพื้นฐานในงานโครงสร้างสำเร็จรูป

2.5.1 คอนกรีต

คอนกรีตที่ใช้หล่อชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป คอนกรีตในส่วนนี้เป็นคอนกรีตที่ถูกผลิตและลำเลียงมาเทลงในแบบหล่อที่เตรียมไว้ ในโรงงาน การควบคุมคุณภาพคอนกรีต ต้องควบคุมให้คอนกรีตได้กำลังอัดตามที่ออกแบบไว้ มีความข้นเหลวที่สามารถทำงานได้สะดวก มีการจี้คอนกรีตสดเพื่อให้คอนกรีตแน่นตัว และมีการบ่มคอนกรีตอย่างทั่วถึงทั้งชิ้นงาน กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้งานในโรงงานแบ่งตามชนิดของชิ้นส่วนโครงสร้างดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป

ชิ้นส่วนโครงสร้าง	ชนิดของโครงสร้าง	กำลังอัดที่ 28 วัน (ksc./ตร.ซม.)	กำลังอัดขณะถอดแบบ (กก./ตร.ซม.)
ฐานราก	คอนกรีตเสริมเหล็ก	240	140
เสา	คอนกรีตเสริมเหล็ก	350	240
เสา	คอนกรีตอัดแรง	400	240
คาน	คอนกรีตเสริมเหล็ก	350	240
คาน	คอนกรีตอัดแรง	400	240
พื้น	คอนกรีตเสริมเหล็ก	350	240
พื้น	คอนกรีตอัดแรง	400	240
ผนัง	คอนกรีตเสริมเหล็ก	350	240

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 เหล็กเสริมไม่อัดแรง

เหล็กเสริมไม่อัดแรงเป็นเหล็กเสริมทั่วไปในคอนกรีต ใช้ในส่วนที่คอนกรีตเกิดแรงดึงเมื่อโครงสร้างรับน้ำหนัก เหล็กเสริมไม่อัดแรงส่วนใหญ่ที่ใช้ในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมี 2 ชนิด คือ เหล็กเส้นกลม (Round Bar) และเหล็กข้ออ้อย (Deformed Bar)

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงชื่อขนาด ขนาดระบุ และมวลระบุของเหล็กเส้นกลม(ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.20 – 2543)

ชื่อขนาด	ขนาดระบุ		มวลระบุ (W_N)
	เส้นผ่าศูนย์กลางระบุ(d_N)	พื้นที่ภาคตัดขวางระบุ(s_N)	
	mm	mm^2	kg/m
RB 6	6	28.3	0.222
RB 8	8	50.3	0.395
RB 9	9	63.6	0.499
RB 10	10	78.5	0.616
RB 12	12	113.1	0.888
RB 15	15	176.7	1.387
RB 19	19	283.5	2.226
RB 22	22	380.1	2.984
RB 25	25	490.9	3.853
RB 28	28	615.8	4.834
RB 34	34	907.9	7.127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงชื่อขนาด ขนาดระบุ และมวลระบุของเหล็กข้ออ้อย(ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.24 – 2548)

ชื่อขนาด	ขนาดระบุ		มวลระบุ (W_N) kg/m
	เส้นผ่าศูนย์กลางระบุ (d_N) mm	พื้นที่ภาคตัดขวางระบุ (s_N) mm^2	
DB 6	6	28.3	0.222
DB 8	8	50.3	0.395
DB 10	10	78.5	0.616
DB 12	12	113.1	0.888
DB 16	16	201.1	1.578
DB 20	20	314.2	2.466
DB 22	22	380.1	2.984
DB 25	25	490.9	3.853
DB 28	28	615.8	4.834
DB 32	32	804.2	6.313
DB 36	36	1,017.9	7.990
DB 40	40	1,256.6	9.865

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ขั้นตอนการออกแบบ

การออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูปมีลักษณะการทำงานคล้ายกับการออกแบบโครงสร้างหล่อในที่ ตามปกติโดยทั่วไป คือ เริ่มจากทางเจ้าของโครงการให้สถาปนิกออกแบบให้อาคารมีรูปแบบการใช้งานตามที่ต้องการ ถูกต้องตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร จากนั้นจึงส่งต่อให้วิศวกรทำการออกแบบโครงสร้างเพื่อให้เกิดความมั่นคงปลอดภัยในการใช้งาน เพียงแต่สถาปนิกและวิศวกรควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับลักษณะของการก่อสร้างโดยใช้โครงสร้างสำเร็จรูปเพิ่มเติม เพื่อให้การออกแบบนั้นมีความชัดเจนและง่ายต่อการปฏิบัติงาน

การออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูป มีวิธีการคำนวณเหมือนกับการออกแบบโครงสร้างหล่อในที่ทุกประการ เริ่มตั้งแต่ทำการวิเคราะห์โครงสร้างโดยมีน้ำหนักและแรงกระทำต่อโครงสร้างอาคารตามข้อกำหนด ในการออกแบบต่าง ๆ เช่น พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร กฎกระทรวง จากนั้นจึงทำการออกแบบโครงสร้างโดยชิ้นส่วนของโครงสร้างออกแบบโดยอาศัยทฤษฎีการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตอัดแรง ส่วนในรอยต่อของโครงสร้างมักใช้ทฤษฎีการออกแบบโครงสร้างเหล็กมาใช้ในการออกแบบ เพียงแต่วิศวกรผู้ออกแบบต้องวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างให้ถูกต้องตามพฤติกรรมการรับแรงจริงที่เกิดขึ้นเมื่อทำการก่อสร้าง พฤติกรรมการรับแรงดังกล่าวขึ้นอยู่กับประเภทของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป และลักษณะรอยต่อระหว่างชิ้นส่วน ซึ่งสามารถแยกเป็นประเภทได้ดังนี้

2.6.1 ชิ้นส่วนเสาสำเร็จรูป (Precast Column)

เสาสำเร็จรูป เป็นชิ้นส่วนที่ถ่ายน้ำหนักจากคานลงสู่ฐานราก แรงกระทำในเสาส่วนใหญ่เป็นแรงอัดที่เกิดจากน้ำหนักของอาคาร แต่จำเป็นต้องออกแบบเสาให้มีความเหนียวเพียงพอในการรับแรงดัดที่เกิดจากการเยื้องศูนย์แรงดัดที่ถ่ายมาจากคานหรือแรงดัดที่เกิดจากกระทำด้านข้าง เช่น แรงลม หรือแรงแผ่นดินไหว ตามข้อกำหนดในแต่ละพื้นที่ ที่ทำการก่อสร้าง การออกแบบเสา สามารถออกแบบเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือออกแบบเป็นโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงก็ได้

2.6.2 ชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป (Precast Beam)

คานสำเร็จรูปทำหน้าที่รองรับพื้นและถ่ายแรงลงสู่เสา แรงที่เกิดขึ้นในคานส่วนใหญ่เป็นแรงดัด พฤติกรรมการรับน้ำหนักของคาน สามารถออกแบบให้เป็นคานช่วงเดียวธรรมดาในการรับน้ำหนัก หรือออกแบบเป็นคานต่อเนื่องในการรับน้ำหนักก็ได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะรอยต่อคานที่ใช้ในการก่อสร้าง หากต้องการให้พฤติกรรมการรับแรงของคานที่ออกแบบเป็นคานช่วงเดียวธรรมดาให้ใช้รอยต่อเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอยต่อแบบไม่ยึดแน่น แต่หากต้องการให้พฤติกรรมการรับแรงของคานที่ออกแบบเป็นคานต่อเนื่องให้ใช้รอยต่อแบบยึดแน่น ส่วนการออกแบบชิ้นส่วนคานสามารถออกแบบเป็นคานคอนกรีตเสริมเหล็กหรือคานคอนกรีตอัดแรงก็ได้ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ออกแบบ

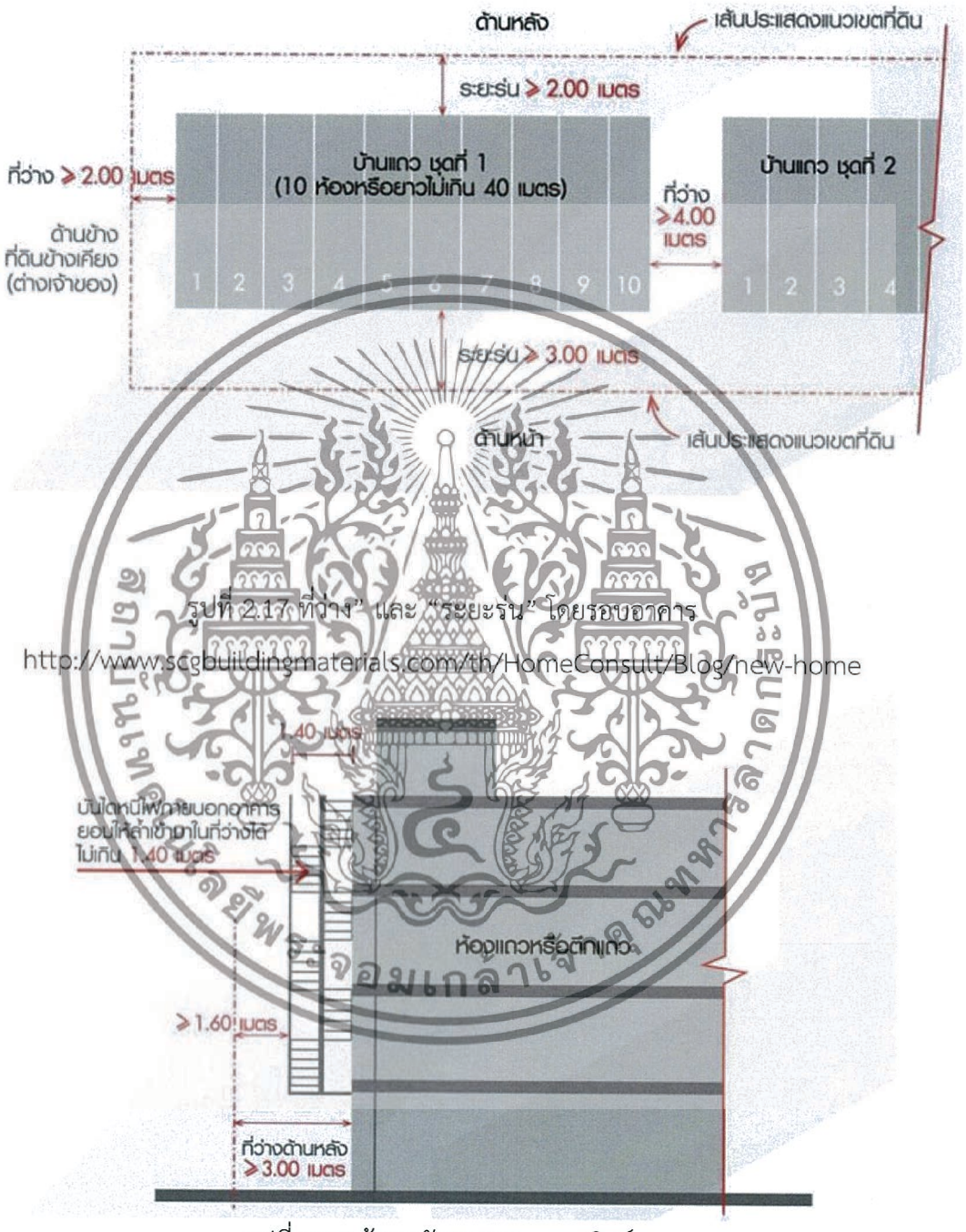
2.7 ข้อกำหนดอาคารพาณิชย์

อาคารพาณิชย์ หมายถึง อาคารที่ใช้เพื่อประโยชน์ในการพาณิชยกรรมหรือบริการธุรกิจ หรืออุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตเทียบได้ไม่เกิน 5 แรงม้า และให้หมายความรวมถึงอาคารอื่นใดที่ก่อสร้างห่างจากถนนหรือทางสาธารณะไม่เกิน 20 เมตร ซึ่งอาจใช้เป็นอาคารเพื่อประโยชน์ในการพาณิชยกรรมได้ ซึ่งข้อบัญญัติเรื่องการควบคุมการก่อสร้าง พ.ศ. 2522 มีข้อกำหนดไว้สำหรับอาคารพาณิชย์ดังนี้

ที่ว่างโดยรอบอาคารสำหรับตึกแถว ห้องแถว กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ข้อ 34 กำหนดว่า ด้านหน้าที่ไม่ติดริมถนนสาธารณะ จะต้องมี “ที่ว่าง” กว้างไม่น้อยกว่า 6 เมตร ในข้อนี้จะระบุกรณีที่ด้านหน้าอาคารไม่ติดริมถนนสาธารณะ เพราะถ้าด้านหน้าติดถนนสาธารณะ ก็ต้องมีระยะร่นเป็นไปความกว้างของถนน ด้านหลัง จะต้องมี “ที่ว่าง” กว้างไม่น้อยกว่า 3 เมตร เพื่อที่จะให้ด้านหลังของตึกแถวห้องแถวนั้นมีทางเดิน ติดต่อกันไปจนถึงด้านข้างของตึกแถวห้องแถว วัตถุประสงค์สำคัญของที่ว่างด้านหลังนี้ก็คือ ทางหนีไฟเพื่อความปลอดภัยสำหรับผู้อยู่ในตึกแถวและห้องแถวนั้นเอง และที่ว่างด้านหลังนี้ กฎหมายผ่อนผันให้การทำบันไดหนีไฟภายนอกเท่านั้น ที่สามารถล้ำเข้ามาในที่ว่างได้โดยต้องไม่เกิน 1.40 เมตร (แปลว่าที่ว่างจากการทำบันไดหนีไฟจะต้องมีเหลือกว้างไม่น้อยกว่า 1.60 เมตร) ด้านข้างระหว่างตึกแถวหรือห้องแถว ที่สร้างถึง 10 คูหาหรือยาวรวมกันถึง 40 เมตร จะต้องมี “ที่ว่าง” กว้างไม่น้อยกว่า 4 เมตร ตลอดความลึกของตึกแถวและห้องแถว ถ้ากว้างน้อยกว่า 4 เมตร จะถือว่าตึกแถวหรือห้องแถวสองชุดนั้นสร้างต่อเนื่องเป็นชุดเดียวกัน เช่น ถ้ามีตึกแถวชุดแรกสร้าง 5 คูหายาว 20 เมตร แล้วมีตึกแถวอีกชุดสร้างอีก 6 คูหายาว 24 เมตร โดยเว้นที่ว่างด้านข้างระหว่างกันไม่ถึง 4 เมตร อย่างนี้ถือว่าตึกแถวทั้งสองชุดยาวติดเป็นชุดเดียวกันคือถือว่ามี 11 คูหายาว 44 เมตร ซึ่งทำให้ขัดกฎหมายข้อที่ห้ามตึกแถวหรือห้องแถวสร้างติดต่อกันเกิน 10 คูหาหรือยาวไม่เกิน 40 เมตร มีผลทำให้ไม่สามารถขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงได้ด้านข้างระหว่างตึกแถวหรือห้องแถวที่อยู่ใกล้กับเขตที่ดินผู้อื่น ถ้าหากด้านข้างของตึกแถวหรือห้องแถวนี้อยู่ใกล้กับเขตที่ดินของผู้อื่น ด้านข้างจะต้องมี “ที่ว่าง” ไม่น้อยกว่า 2 เมตร กรณีนี้จะยกเว้นให้สำหรับห้องแถวหรือตึกแถวที่จำเป็นสร้างขึ้นเพื่อทดแทนอาคารหลังเดิม โดยอาคารที่สร้างทดแทนต้องมีพื้นที่ไม่มากกว่าอาคารเดิมและสูงไม่เกิน 15 เมตร เฉพาะที่ว่างด้านหน้า ด้านหลัง ของตึกแถวหรือห้องแถว และที่ว่างด้านข้างระหว่างตึกแถวหรือห้องแถวสองชุด กฎหมายระบุว่าจะไปสร้างเป็นรั้ว กำแพง หรือขุดบ่อน้ำ ทำสระว่ายน้ำ หรือทำเป็นบ่อพัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขยะไม่ได้ วัตถุประสงค์ตรงนี้เข้าใจว่า ก็เพื่อให้ที่ว่างนั้นสามารถใช้ประโยชน์ในเรื่องความปลอดภัย การป้องกันอัคคีภัย และการอำนวยความสะดวกอื่นๆ เช่น เป็นที่กลับรถได้นั่นเอง ดังรูป 2.17-2.18 https://www.yotathai.com/yotanews/rule55-buildinglaw [5]



รูปที่ 2.17 ที่ว่าง" และ "ระยะร่น" โดยรอบอาคาร

http://www.scgbuildingmaterials.com/th/HomeConsult/Blog/new-home

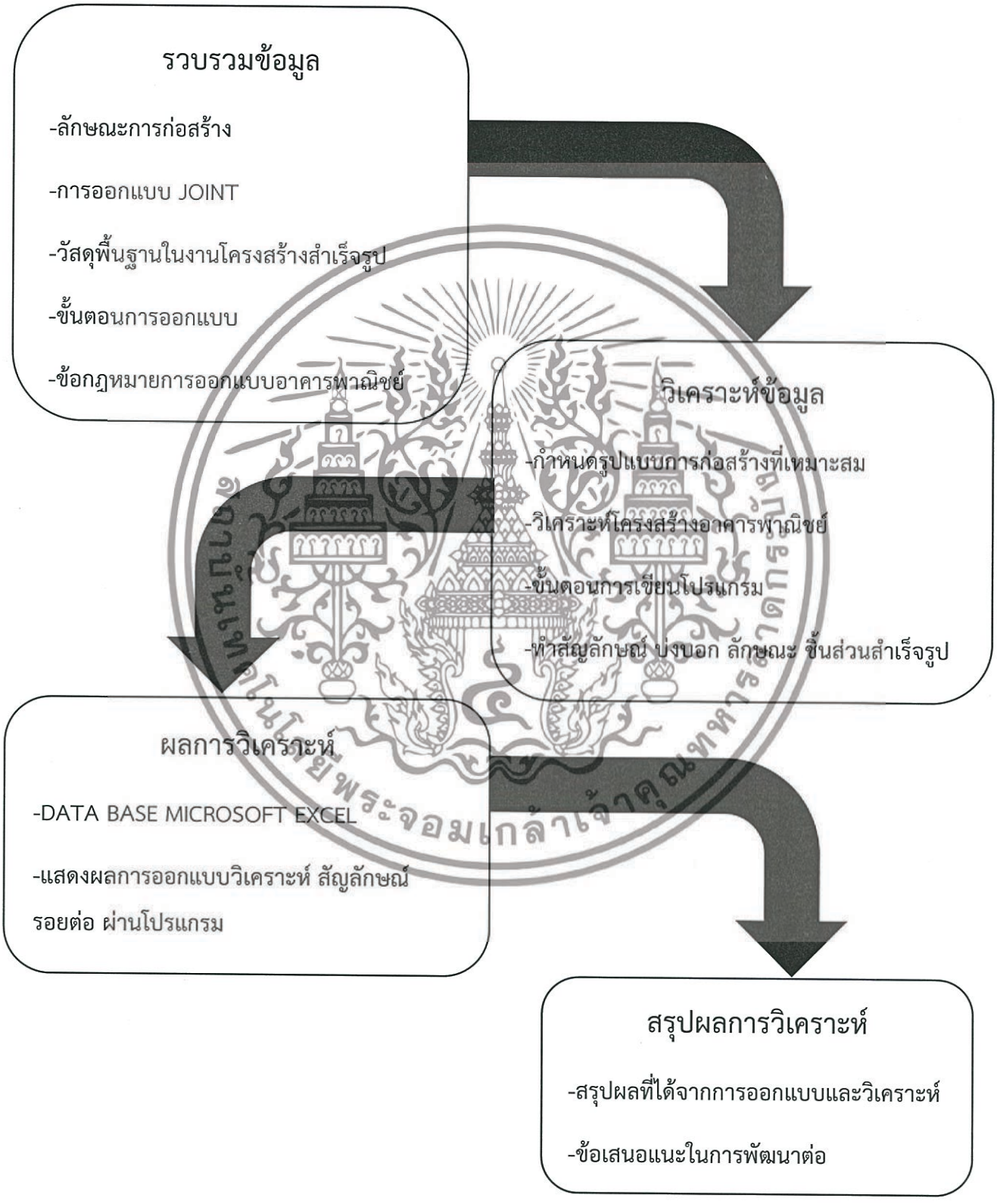
รูปที่ 2.18 ด้านหลังของอาคารพาณิชย์

http://www.scgbuildingmaterials.com/th/HomeConsult/Blog/new-home

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยในลักษณะการสำรวจภาคสนาม(Field Research) และออกแบบและวิเคราะห์ (Design and Analysis) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษา และเปรียบเทียบข้อมูลในด้านค่าใช้จ่าย ระยะเวลา และ คุณภาพของอาคารพาณิชย์ ที่ก่อสร้างด้วยระบบเสา-คานสำเร็จรูป (Skeleton Fame or Coloumn and Beam) ก่อสร้างร่วมกับระบบเดิม กับอาคารพาณิชย์ที่ก่อสร้างด้วยระบบเดิม (Conventional System) ที่มีขนาดรูปแบบ และพื้นที่เหมือนกัน รวมถึงการออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้างสำเร็จรูป รวมถึงกรรมวิธีข้อดี และ ข้อเสียต่างๆในระหว่างก่อสร้าง

เพื่อนำผลจากการวิจัยมาสรุป และนำมาใช้เป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการหันมาใช้ระบบเสา-คานสำเร็จรูป (Skeleton Fame or Coloumn and Beam) ก่อสร้างร่วมกับระบบเดิม มาก่อสร้างอาคารพาณิชย์บริเวณชานเมืองและต่างจังหวัดซึ่งมีรายละเอียด และ วิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไป

3.1 การสำรวจและศึกษาหาข้อมูลเบื้องต้น

จากการกำหนดปัญหา และวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนต่อไปคือ กำหนดขอบเขตของงานวิจัย และศึกษาข้อมูลที่จะใช้ในการวิจัย โดยกำหนดการศึกษาออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ ข้อมูลปฐมภูมิ และ ข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1 การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ

เป็นการศึกษาที่เกี่ยวกับการก่อสร้างกับระบบเสา-คานสำเร็จรูป โดยจะทำการศึกษาตำราบทความเอกสาร ที่เป็นข้อความที่เกี่ยวกับระบบเสา-คานสำเร็จรูป และสัมภาษณ์ผู้ประกอบหารที่เกี่ยวกับความคิดเห็นในการนำระบบเสา-คานสำเร็จรูป มาก่อสร้างอาคารพาณิชย์รวมถึงความเป็นไปได้ของการนำระบบดังกล่าวมาใช้ร่วมกันกับระบบเดิม เพื่อสร้างแนวทางในการทำวิจัย ออกแบบ และวิเคราะห์ โดยทำการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ ซึ่งมีความสามารถในการก่อสร้างระบบเสา-คานสำเร็จรูป ทั้งอาคารพาณิชย์ ทาวน์โฮม และโครงการบ้านจัดสรร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2. การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

จะได้ศึกษาข้อมูลทาง เอกสาร วิชาการ บทความ วรรณกรรม ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลจากการวิเคราะห์มาอ้างอิง การดำเนินการวิจัยที่จะนำข้อมูลมาอ้างอิงการดำเนินการวิจัยที่จะนำข้อมูลข้อมูลดังกล่าวมาอ้างอิง ให้ผลการดำเนินการวิจัยมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3.2 การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบถึงวิธีการก่อสร้างด้วยระบบเสา-คานสำเร็จรูปที่ก่อสร้างร่วมกับระบบเดิม กับอาคารพาณิชย์ที่ก่อสร้างด้วยระบบเดิม เพื่อที่จะนำมา ออกแบบและวิเคราะห์ วิธีการก่อสร้างด้วยระบบเสา-คานสำเร็จรูป ที่ก่อสร้างร่วมกับระบบเดิม ซึ่งจากการเลือกตัวอย่างที่จะนำมาวิจัย เป็นไปได้ยากที่จะนำตัวอย่างที่เหมือนกันมาเปรียบเทียบได้หมด โดยมีข้อจำกัดหลายประการทั้งราคาของวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลง รูปแบบที่แตกต่างกันออกไป จากสาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้เลือกอาคารพาณิชย์ที่มีขนาด หน้ากว้าง 4 เมตร ลึก 12 เมตร อาคารสูง 3 ชั้น และเป็นรูปแบบสไตล์ Modern ที่เหมาะสมมาเป็นตัวอย่างศึกษาซึ่งเหตุผลที่เลือกอาคารพาณิชย์นี้มาศึกษาวิจัยดังกล่าว คือ

1. การศึกษามาตรฐานขนาดอาคารพาณิชย์โดยส่วนมากในประเทศไทยมักมีขนาดเป็นพื้นฐานอยู่ที่ หน้ากว้าง 4 เมตร และ ลึก 12 เมตร ซึ่งเป็นขอบเขตของงานวิจัย
2. การเลือกใช้สไตล์ของอาคารดังกล่าวมุ่งเน้นความสวยงาม, ทันสมัย, น่าอยู่ จากการกำหนดขอบเขตและศึกษาถึงความต้องการของผู้อยู่อาศัยจากอินเตอร์เน็ต, จากลักษณะอาคารพาณิชย์ที่ก่อสร้างขึ้นในปัจจุบัน ดังนั้นจึงเลือกแนวทางการของอาคารพาณิชย์สไตล์ Modern มาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยอย่างเหมาะสม
3. ลักษณะอาคารที่รองรับความต้องการของผู้อยู่อาศัย ตอบโจทย์ด้านการใช้สอยอย่างคุ้มค่า ซึ่งประกอบด้วย ชานระเบียง, ห้องนอน, ห้องน้ำ และซักล้างเป็นพื้นฐาน
4. มีรายละเอียดในรายการประกอบแบบโครงสร้างอย่างละเอียดเพื่อมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย
5. เป็นอาคารพาณิชย์ที่มีการก่อสร้างขึ้นจริงซึ่งมาสามารถอ้างอิงในงานวิจัยได้ ซึ่งทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการออกแบบน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเหตุผลดังกล่าวการเลือกใช้ตัวอย่างของการวิจัยอาคารพาณิชย์ เพื่อการวิเคราะห์ จึงได้ตัวอย่างแบบโครงสร้างต่อไปนี้เพื่อใช้ในงานวิจัย

1. แบบอาคารพาณิชย์ที่ก่อสร้างด้วยระบบเดิม ค.ส.ล อาคาร 3 ชั้น 10 คูหา ในโครงการบ้าน ศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ตำบลช่องสามหมอ อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ (แบบดังกล่าวผู้ออกแบบได้เผยแพร่ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้เริ่มหัดออกแบบ)
2. แบบอาคารพาณิชย์ที่ก่อสร้างด้วยระบบเดิม ค.ส.ล อาคาร 3 ชั้น 7 และ 9 คูหา (แบบดังกล่าวผู้ออกแบบได้เผยแพร่ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้เริ่มหัดออกแบบ)

3.3 เครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเปรียบเทียบแสดงความต่างของสองระบบ และนำข้อมูลมาออกแบบวิเคราะห์ เป็นรูปแบบสำเร็จรูปเป็นส่วนใหญ่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ การสัมภาษณ์ การสอบถาม เพื่อเปรียบเทียบ เวลา ต้นทุน ความคุ้มค่า ปัญหา ข้อดี ข้อเสีย ของทั้งสองระบบ แล้วจึงนำมา ออกแบบ วิเคราะห์ เป็นรูปแบบตารางสำเร็จเพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้ โดยใช้เครื่องมือ คือ โปรแกรม excel, sketch up, Access, Win beam, Visual Basic และ โปรแกรมต่างๆที่เกี่ยวข้อง

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

3.4.1.ทำหนังสือแนะนำตัวเพื่อเข้าดูงาน จากภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อเข้าดูไซต์งาน 3 ที่ ที่เป็นไซต์งานเกี่ยวกับเป็นระบบชิ้นส่วนเสา-คานสำเร็จรูป และสัมภาษณ์กับทางวิศกรดูแลโครงการที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ระบบชิ้นส่วนเสา-คานสำเร็จ ในข้อสงสัยจากรายการออกแบบโครงสร้างที่ศึกษามาจากตัวอย่างที่ได้ก่อสร้างจริง

3.4.2.เก็บรวบรวมข้อมูลของโรงงานผลิตชิ้นส่วนเสา-คาน สำเร็จรูป มีวิธีการดังต่อไปนี้

1. สอบถามจากหัวหน้าฝ่ายประมาณราคา ถึงรายละเอียด วัตถุดิบที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงอุปกรณ์เครื่องจักร และจำนวนเครื่องจักรแต่ละชนิด
2. เมื่อสอบถามแล้วเสร็จจะเป็นการสังเกตโดยผู้วิจัย ซึ่งจะเข้าไปดูวิธีการ ผลิตชิ้นส่วนในโรงงาน ทำการจดบันทึกเป็นขั้นตอน เป็นการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูล และได้มีการสอบถามจากผู้ควบคุมงานที่ผลิตชิ้นส่วนในโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สัมภาษณ์วิธีการผลิต การใช้อุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ ที่ใช้ผลิตชิ้นส่วน
4. ผู้วิจัยได้สอบถาม สัมภาษณ์วิศรกรโครงสร้างถึงความเหมาะสม และแนวโน้มของระบบก่อสร้างที่คาดว่าจะมีต่อไปในอนาคต

จากผลดังกล่าวที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งจากการเก็บรวบรวมเอกสาร สัมภาษณ์ และจากการจดบันทึกในสถานที่ก่อสร้าง แล้วนำมาวิเคราะห์ ออกแบบ และ สร้างโปรแกรม รวมถึงสรุปผลการวิจัยต่อไป

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจนเสร็จแล้ว จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

3.5.1ตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมด

การตรวจสอบรายละเอียดข้อมูลว่ามีสิ่งใดขาดตกบกพร่อง หรือมีรายละเอียดไม่ครบถ้วน ถ้าพบว่าข้อมูลขาดประเด็นที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติม ก็จะต้องไปทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้นเพิ่มเติมให้ครบทุกประเด็นตามที่ได้ตั้งวัตถุประสงค์ไว้

3.6 ข้อกำหนด ข้อตกลง เกี่ยวกับการออกแบบ

3.6.1 น้ำหนักบรรทุก

ในการคำนวณออกแบบส่วนของโครงสร้างใดๆ ต้องพิจารณาออกแบบให้สัดส่วนของโครงสร้างนั้นมีความแข็งแรงทนทานเพียงพอ สามารถรับน้ำหนักบรรทุกต่างๆได้อย่างปลอดภัยตลอดอายุการใช้งาน น้ำหนักบรรทุกที่ต้องพิจารณาประกอบด้วยน้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ทนแรงกระแทก (ถ้ามี)

1. น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load)

น้ำหนักบรรทุกคงที่ หมายถึง น้ำหนักบรรทุกที่มีตำแหน่งของการกระทำคงที่หรือถาวรตลอดเวลาและไม่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำหนัก เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก ดังนั้น จึงมีแนวกระทำในแนวดิ่งหรือแนวตั้งเสมอ น้ำหนักบรรทุกแบบนี้ได้แก่ น้ำหนักของส่วนโครงสร้างเองที่ประกอบรวมกันเป็นโครงอาคารประเภทต่างๆ เช่น น้ำหนักของแผ่นพื้น วัสดุปูพื้น ส่วนที่แขวนห้อย ผนัง คาน เสา ฯลฯ ซึ่งขึ้นกับขนาดและชนิดของวัสดุที่ผู้ออกแบบกำหนดขึ้นหรือเลือกใช้ ค่าโดยประมาณของน้ำหนักบรรทุกคงที่ใช้งานที่ใช้ในการคำนวณออกแบบทั่วไปได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา	1600 ถึง 2400	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
เหล็ก	7850	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
ไม้	800 ถึง 900	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
อิฐ	1,900	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
วัสดุมุงหลังคา	5 ถึง 18	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
แปไม้	5	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
โครงหลังคาไม้	10-20	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
ฝ้าเพดาน	14-26	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
กำแพงอิฐมอญ	180 ถึง 350	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
กำแพงอิฐบล็อก	100-200	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
กำแพงคอนกรีตบล็อก	100 ถึง 240	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
ฝ้าไม้ ไม้อัด รวมเคร่า	12 ถึง 30	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
พื้นไม้ รวมตง	30	กิโลกรัมต่อตารางเมตร

ปกติ น้ำหนักบรรทุกคงที่ที่กระทำบนส่วนโครงสร้างมักจะเป็นน้ำหนักแผ่สม่ำเสมอ โดยมีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อตารางเมตร สำหรับการคำนวณออกแบบแผ่นพื้น หรือ มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อเมตร สำหรับการคำนวณออกแบบคาน อนึ่ง สำหรับช่องเปิดในแผ่นพื้นที่มีเนื้อที่ไม่เกินร้อยละ 10-15 ไม่จำเป็นต้องนำช่องเปิดนั้นมาคิดหักลดน้ำหนักบรรทุกคงที่ ทำนองเดียวกันถ้าผนัง กำแพง มีช่องเปิดสำหรับประตูหน้าต่างซึ่งมีเนื้อที่ไม่เกินร้อยละ 25 ถึง 35 ก็ไม่จำเป็นต้องนำช่องเปิดนั้นมาคิดหักลดน้ำหนักบรรทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load)

น้ำหนักบรรทุกจร หมายถึง น้ำหนักบรรทุกที่กระทำชั่วคราวและอาจเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำหนักได้ ประกอบด้วยน้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำในแนวดิ่ง และน้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำทางด้านข้างของอาคาร

น้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำในแนวดิ่ง ได้แก่ น้ำหนักของผู้ใช้อาคาร น้ำหนักของเครื่องเรือน เครื่องจักร หรือสิ่งของและสินค้าต่างๆ เช่น หนังสือ อุปกรณ์สำนักงาน วัสดุก่อสร้าง ฯลฯ นอกจากนี้ รวมถึง น้ำหนักของรถยนต์นั่ง รถยนต์บรรทุก รถไฟ ซึ่งเป็นน้ำหนักบรรทุกจรที่เคลื่อนที่ได้และทำให้เกิดการกระแทก

น้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำทางด้านข้างของอาคาร ได้แก่ แรงลม แรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว แรงดันของดินหรือของไหล เป็นต้น

ในแต่ละประเทศจะมีพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร และมีกฎกระทรวงเกี่ยวกับน้ำหนักบรรทุกจรขั้นต่ำที่ต้องพิจารณาใช้สำหรับการคำนวณออกแบบโดยขึ้นจากประเภทและการใช้สอยของอาคารนั้นสำหรับการคำนวณออกแบบในกรุงเทพฯ พิจารณาได้จากข้อบัญญัติพระราชบัญญัติกรุงเทพมหานครพ.ศ 2544 ที่ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร ซึ่งกำหนดน้ำหนักบรรทุกจรขั้นต่ำสำหรับใช้คำนวณออกแบบโครงสร้างอาคารประเภทต่างๆดังนี้ เช่น

หลังคา	50	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
กันสาด หรือ หลังคาคอนกรีต	100	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
ที่พักอาศัย โรงเรียนอนุบาล ห้องน้ำ ห้องส้วม	150	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
อาคารชุด หอพัก โรงแรม	200	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
อาคารพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย	300	กิโลกรัมต่อตารางเมตร

โรงเรียน ห้องโถง บันได ทางเดินของอาคารชุด

หอพัก โรงแรม

(การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธี กำลัง. กรุงเทพฯ; วรนิติ ช่อวิชียร ,2554) [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

วัตถุประสงค์หลักของการออกแบบโครงสร้าง คือ ให้ส่วนโครงสร้างต่างๆ มีกำลัง(strength) สามารถต้านทานแรงหรือน้ำหนักบรรทุกต่างๆที่กระทำตลอดอายุการใช้งานได้อย่างปลอดภัย (safety) ไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน และมีราคาก่อสร้างที่ประหยัด (economy) นอกจากนี้ ส่วนโครงสร้างอย่างต้องมีความสามารถในสภาวะใช้งาน (serviceability) ได้ดีในขณะที่รับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน (service load) ตามปกติ โดยไม่แอ่นหรือโก่งตัวมากเกินกว่าพิกัดที่กำหนด

การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมีวิธีการเฉพาะสำหรับ แต่ละส่วนโครงสร้างทางนี้ขึ้นจากแปลงหรือโมเมนต์ที่ส่วนโครงสร้างนั้นต้องรับหรือต้านทาน ส่วนของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ต้องพิจารณาออกแบบ ได้แก่ ส่วนโครงสร้างที่รับแรงตามแนวแกนซึ่งอาจเป็นแรงดึงหรือแรงอัด ส่วนโครงสร้างที่รับโมเมนต์ดัด โมเมนต์บิดและแรงเฉือน ส่วนโครงสร้างที่รับแรงตามแนวแกนและโมเมนต์ดัดร่วมกัน รวมถึงการพิจารณาให้รายละเอียดการเสริมเหล็กสำหรับส่วนโครงสร้างนั้น เพื่อให้ทุกๆส่วนของโครงสร้างร่วมการทำหน้าที่รับแรงหรือน้ำหนักได้ตามต้องการ อย่างประหยัดและปลอดภัย

ในการคำนวณออกแบบโครงสร้างส่วนใด วิศวกรผู้ออกแบบต้องพิจารณาออกแบบส่วนของโครงสร้างนั้นให้สอดคล้องเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานหรือข้อบัญญัติที่กำหนดไว้ มาตรฐานหรือข้อบัญญัติส่วนใหญ่ได้มาจากผลของการวิเคราะห์และวิจัยสำหรับโครงสร้างส่วนนั้นๆ มาตรฐานสำหรับการออกแบบโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กของประเทศสหรัฐอเมริกาที่นิยมใช้คือ มาตรฐาน ACI (American Concrete Institute) ซึ่งวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยได้นำมาเรียบเรียงเป็นมาตรฐาน ว.ส.ท. โดยยังไม่ได้มีกฎหมายรองรับแต่อย่างใด แต่วิศวกรไทยนิยมใช้กัน ทั้งนี้หากจะออกแบบให้ถูกต้องตามกฎหมายของประเทศไทยจะต้องพิจารณาจากพระราชบัญญัติควบคุมอาคารซึ่งมีทั้งกฎกระทรวงมหาดไทยและข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร

วิธีการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทำได้ 2 วิธีคือ

1. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน (working Stress Design)
2. โดยวิธีกำลัง (Strength Design)

ทั้งนี้ผู้วิจัยขอเลือกการคำนวณออกแบบโดยวิธีกำลังตลอดทั้งโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบโดยวิธีกำลัง (Strength Design method : SDM)

ในปีคริสตศักราช 1963 มาตรฐาน ACI เรียกวิธีนี้ว่าวิธีกำลังประลัย (Ultimate Strength Design : USD) ต่อมาในคริสตศักราช 1971 มาตรฐาน ACI ให้ข้อกำหนดของการคำนวณออกแบบโดยให้พิจารณาทั้งด้านกำลัง และในสภาวะใช้งาน ซึ่งต่อมาในคริสต์ศักราช 1983 มาตรฐาน ACI เรียกวิธีคำนวณออกแบบส่วนโครงสร้าง คสล. นี้ว่าวิธีกำลัง (Strength Design method) การคำนวณออกแบบโดยวิธีนี้เป็นการพิจารณาหาขนาดของส่วนโครงสร้างคอนกรีตและปริมาณของเหล็กเสริมที่สภาวะก่อนที่ส่วนของโครงสร้างนั้นจะเกิดการวิบัติจากการบรรทุกน้ำหนักเกินกว่าที่คาดไว้ ทั้งนี้อนุญาตให้วิเคราะห์หาค่าแรงภายในต่างๆที่กระทำต่อส่วนของโครงสร้างโดยอาศัยทฤษฎีอิลาสติกได้แทนที่จะต้องวิเคราะห์อย่างละเอียดเช่น วิธี Limit Analysis หรือ Plastic Analysis ซึ่งค่อนข้างยุ่งยากเพราะเป็นการพิจารณาตามพฤติกรรมที่ไม่ยืดหยุ่นของส่วนโครงสร้างก่อนการเกิดวิบัติ สาเหตุที่อนุญาตให้วิเคราะห์โครงสร้างโดยอาศัยทฤษฎีอีลาสติกเพราะพบว่าการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีอีลาสติกให้ความปลอดภัยพอเพียงและช่วยให้การคำนวณออกแบบง่ายขึ้นมาก ปัจจุบันการออกแบบโครงสร้าง คสล. โดยวิธีกำลังเป็นที่นิยมมากในต่างประเทศ อย่างไรก็ตาม มาตรฐาน ACI (ตั้งแต่ปี 1971 เป็นต้นมา) ยังยอมให้คำนวณออกแบบโครงสร้าง คสล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน โดยกำหนดให้เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง (Alternate Design method : ADM)

เกณฑ์ของการคำนวณออกแบบโครงสร้าง คสล. โดยวิธีกำลัง มีหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. ในสภาวะที่ส่วนโครงสร้างจะเกิดการวิบัติจากการกระทำของน้ำหนักบรรทุกใช้งานที่เพิ่มค่าแล้ว (factor load) หรือกำลังที่ต้องการ (required Strength) ต้องมีค่าไม่เกินกว่ากำลังที่ใช้ออกแบบ (Design Strength) ซึ่งเป็นกำลังต้านทานสูงสุดของส่วนโครงสร้างนั้น หรือกำลังต้านทานที่ระบุ (nominal Strength) ที่ถูกลดค่าลงด้วยตัวคูณลดกำลังต้านทาน (strength reduction Faction)นั่นคือ

   กำลังที่ใช้ออกแบบ(Design Strength) ≥ กำลังที่ต้องการ (required Strength)

2. ในภาวะที่ส่วนโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน ค่าการโก่งตัวหรือความกว้างของรอยร้าวเนื่องจากโมเมนต์ดัด (flexural Cracks) ต้องไม่มากเกินกว่าพิกัดที่กำหนด

มาตรฐาน ACI หรือ มาตรฐาน ว.ส.ท. กำหนดให้พิจารณาหาน้ำหนักประลัย (U) เนื่องจากน้ำหนักหรือแรงกระทำต่างๆที่เพิ่มค่าแล้ว ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับอาคารที่ไม่ได้คิดรับแรงลมหรือแรงจากแผ่นดินไหว

$$U = 1.4DL + 1.7LL \quad (3.1)$$

สำหรับข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครที่ออกตามความใน พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร กำหนดให้หาน้ำหนักประลัย, U ดังนี้

สำหรับอาคารที่ไม่ได้คิดรับแรงลมหรือแรงจากแผ่นดินไหว

$$U = 1.7DL + 2.0LL \quad (3.2)$$

ถ้ากำหนดให้

U = น้ำหนักประลัยสูงสุดที่ได้จากการรวมน้ำหนักหรือแรงที่เพิ่มค่าแล้ว

DL = น้ำหนักบรรทุกของที่ใช้งาน

LL = น้ำหนักบรรทุกจรใช้งานที่กำหนด ยกเว้นแรงกระแทก (ถ้ามี)

กำลังที่ต้องการ (required Strength) หมายถึงกำลังที่ส่วนโครงสร้างคสล. ต้องต้านทานอันเนื่องมาจากการกระทำของน้ำหนักบรรทุกใช้งานที่เพิ่มค่าแล้วหรือที่เรียกว่าน้ำหนักประลัย U เช่น แรงอัดประลัย Pu โมเมนต์ดัดประลัย Mu แรงเฉือนประลัย Vu หรือแรงประลัยภายในต่างๆเป็นต้น ซึ่งคำนวณได้จากวิธีวิเคราะห์โครงสร้างโดยทฤษฎีอิลาสติก

กำลังที่ใช้ออกแบบ (Design Strength) หรือที่เรียกในที่นี้ว่า กำลังรับแรงอัดประลัยของส่วนโครงสร้าง หมายถึงกำลังต้านทานสูงสุดที่ระบุ (nominal Strength) ของส่วนโครงสร้าง ซึ่งคำนวณหาค่าได้ทางทฤษฎีภายใต้ข้อสมมติฐานที่กำหนด แต่ถูกสำรองค่าหรือลดค่าลงด้วยตัวคูณลดกำลัง (Strength Reduction factor)

ตัวคูณลดกำลัง (Strength Reduction factor) ตัวคูณลดกำลัง มีค่าต่างๆกัน (แต่ต้องน้อยกว่า 1.00 เสมอ) ขึ้นกับประเภทของส่วนโครงสร้างมาตรฐาน ACI หรือ ว.ส.ท. กำหนดค่าของตัวคูณลดกำลัง สำหรับการก่อสร้างที่มีการควบคุมงานและคุณภาพของวัสดุเป็นอย่างดี(การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธี กำลัง. กรุงเทพฯ; วรนิติ ช่อวิชียร ,2554) [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การออกแบบ

ปกติ ก่อนดำเนินการคำนวณและออกแบบ ผู้ออกแบบจะต้องศึกษาแบบรูปทางสถาปัตยกรรมรวมถึงการจัดระบบของโครงสร้างเพื่อให้เป็นไปตามรูปแบบที่ต้องการ หลังจากนั้นวิศวกรผู้ออกแบบจึงเริ่มดำเนินต่อไปนี้

1. จำลองรูปแบบโครงสร้างสามมิติทางสถาปัตยกรรมให้เป็นโครงเฟรมสองมิติทางวิศวกรรม ทั้งนี้เพื่อความสะดวกต่อการวิเคราะห์และออกแบบ
2. จัดทำแปลนหรือผัง พื้น คาน เสาของชั้นต่างๆ (ขอยกเว้นแปลนฐานราก) ซึ่งจะทำให้เห็นส่วนประกอบต่างๆของโครงสร้างโดยรวมทั้งหมดหรือแต่ละชั้น ตลอดจนตำแหน่งของที่รองรับที่ควรจะมีเพื่อช่วยในการพิจารณาเกี่ยวกับการรับและการถ่ายน้ำหนักบรรทุกลงสู่ฐานราก
3. กำหนดชื่อ ขนาดของรูปตัดของส่วนโครงสร้าง หาตำแหน่งรองรับโดยพิจารณาจากผัง เสา-คาน และหาน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่กระทำต่อโครงสร้างส่วนนั้น
4. วิเคราะห์โครงสร้างเพื่อหาแรงปฏิกิริยา แรงเฉือน แรงตามแนวแกน แรงบิดและโมเมนต์ดัดสูงสุดที่หน้าตัดวิกฤตินั้นต้องรับ หรือต้านทาน
5. ออกแบบโครงสร้างส่วนนั้นเพื่อหาขนาดรูปตัดและปริมาณเหล็กเสริมที่เหมาะสม
6. เขียนแบบแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการเสริมเหล็กให้ตรงตามสมมติฐานที่ใช้วิเคราะห์โครงสร้างและเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน เพื่อนำไปใช้สำหรับการก่อสร้างต่อไป
7. นำข้อมูลที่ได้ ไปทำเป็น Database ใน โปรแกรม Access
8. แสดงผลผ่าน Visual Basic

ขั้นตอนในข้อ 5 และข้อ 6 มีส่วนสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เพราะผลลัพธ์ที่ได้ในข้อ 6 ขึ้นกับขนาดของโครงสร้างที่สมมุติขึ้นซึ่งมีผลกระทบต่อน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อส่วนโครงสร้างนั้น นอกจากนี้ยังขึ้นจากคุณสมบัติของคอนกรีตและเหล็กเสริมที่เลือกใช้อีกด้วย ฉะนั้น ในการคำนวณออกแบบอาจต้องปรับแก้จนกว่าจะให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกัน

ในการออกแบบนี้จะกล่าวเฉพาะน้ำหนักบรรทุกที่ใช้คำนวณออกแบบ การรับ-ถ่ายน้ำหนักบรรทุก แนวทางของการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้าง คสล. รวมถึงข้อพิจารณาในการให้โดยรายละเอียดทั่วไปของการเสริมเหล็กตามข้อกำหนดมาตรฐาน ACI หรือ ว.ส.ท.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.1. การออกแบบคาน คสล.

ในการคำนวณออกแบบจะต้องเลือกใช้ขนาดรูปตัดของคานคอนกรีตเสริมเหล็ก และปริมาณเหล็กเสริมตลอดจนจัดระยะเรียงเหล็กเสริมให้เหมาะสมเพียงพอให้ชิ้นส่วนนั้น สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่ต้องการโดยไม่แอ่น หรือ โก่งตัวมากเกินไปหรือมีรอยแตกร้าวกว้างมากในสภาวะที่รับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน โดยการออกแบบต้องคำนึงถึงพฤติกรรมการรับโมเมนต์ดัด การวิเคราะห์และออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างคสล. ของคานหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า รวมถึงพฤติกรรมของคานคสล. ภายใต้แรงเฉือน การวิเคราะห์กำลังต้านทานแรงเฉือนของคานคสล การออกแบบเหล็กเสริมทางขวางและการพิจารณาเกี่ยวกับแรงเฉือน-ความเสียดทานส่วนการพิจารณาเกี่ยวกับแรงดึงทะแยงที่เกิดจากโมเมนต์บิด

หลักเกณฑ์การออกแบบคานเพื่อต้านทานโมเมนต์ดัดประลัยที่กระทำ

การออกแบบส่วนโครงสร้าง คสล. โดยวิธีกำลังเพื่อต้านโมเมนต์ดัดประลัยที่กระทำ ใช้หลักเกณฑ์การออกแบบตามข้อกำหนดของมาตราฐาน ว.ส.ท. ดังที่กล่าวในหัวข้อ 3.6.2 ดังนี้

โมเมนต์ดัดที่ใช้ออกแบบ $\phi M_n \geq$ โมเมนต์ดัดประลัยที่กระทำ M_u (3.3)

ในที่นี้ ϕ = ตัวคูณลดกำลัง (strength reduction factor) มีค่าเท่ากับ 0.9

M_n = โมเมนต์ดัดต้านทานสูงสุดของส่วนโครงสร้าง คสล. (ทางทฤษฎี)

M_u = โมเมนต์ดัดประลัย ซึ่งเป็นผลจากการกระทำของน้ำหนักบรรทุกใช้งานบนส่วน

โครงสร้าง คสล. นั้นที่ได้เพิ่มค่าแล้ว (factored load) ด้วยตัวคูณเพิ่มน้ำหนัก (load factor)

มาตรฐานการออกแบบกำหนดให้ใช้อัตราส่วนของเหล็กเสริมรับแรงดึงทั้งหมด ρ อยู่ระหว่างค่า $14/f_y$ กับค่า $0.75\rho_b$ เพื่อให้คานคสล. นั้นมีความเหนียวมากพอก่อนจะวิบัติที่ได้รับแรงดึง

สำหรับค่าโมเมนต์ดัดต้านทานสูงสุดทางทฤษฎี M_n ของคาน คสล. รูปตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เสริมเหล็กรับแรงดึงอย่างเดียว ซึ่งพิจารณาจาก สมการทั่วไปได้คือ

$$M_n = R_u b d^2 \quad \text{กก.-ซม.} \qquad (3.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ R_u = สัมประสิทธิ์ต้านโมเมนต์ดัด

ρ = อัตราส่วนของเหล็กเสริมรับแรงดึงต่อเนื้อที่หน้าตัดประสิทธิผล = A_s/bd

f_c' = กำลังต้านทานแรงอัดสูงสุดของคอนกรีต กก./ซม.^{2}

b,d = ความกว้าง ซม. และ ความลึกประสิทธิผล ซม. ของคานตามลำดับ

ฉะนั้น สมการสำหรับออกแบบคาน รูปตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เสริมเหล็กรับแรงดึงอย่างเดียวคือ

$$\phi R_u bd^2 \geq M_u \text{ กก.-ซม.}$$

ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีอยู่ 3 ตัวแปร คือ b,d และ ρ หรือ A_s ที่ต้องการเพื่อต้านโมเมนต์ดัดประลัย M_u ที่ทำ ฉะนั้น วิธีการออกแบบคานคสล. แบบนี้ อาจเลือกค่าตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งหรือมากกว่า 1 ตัวขึ้นมาก่อน แล้วจึงหาตัวแปรที่เหลือ เช่นถ้าเลือกอัตราส่วนของเหล็กเสริม ρ ขึ้นมาก่อน ก็จะหาขนาดรูปสัตว์ที่ต้องการทีหลัง หรือถ้าเลือกขนาดรูปตัด b และ d ขึ้นมาก่อน ก็จะหาปริมาณเหล็กเสริม A_s ที่ต้องการทีหลัง เป็นต้น อย่างไรก็ดี ภายหลังที่ได้ออกแบบแล้วควรตรวจสอบด้วยว่า คานคสล. ที่เลือกใช้นั้นมีกำลังสามารถต้านทานโมเมนต์ดัดประลัยได้ตามที่ต้องการหรือไม่

โดยมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

1. ประมาณความลึกทั้งหมดของคาน H ซม. โดย
   - สำหรับคานช่วงเดียวหรือคานต่อเนื่อง ให้ประมาณความลึกของคาน 1 ส่วน 10 ของความยาวคาน
   - ในกรณีที่เป็นคานยื่น ให้ประมาณความลึกของคาน 1 ส่วน 5 ของความยาวคาน
2. ประมาณความกว้างทั้งหมดของคาน B ซม. โดย
   - สำหรับคานช่วงเดียว คานต่อเนื่อง และคานยื่น ให้ประมาณความกว้างของคาน ประมาณ 0.4 ถึง 0.6 เท่าของความลึกคาน
3. หาโมเมนต์ดัดประลัยที่กระทำ M_u (รวมน้ำหนักของคานด้วย) หน่วยเป็น กก.-ซม. หาอัตราส่วนของเหล็กเสริม ρ ที่ต้องการใช้จากสมการ

$$\rho = \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_u}{f_y}}}{m} \qquad (3.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ $R_u = \frac{M_n}{bd^2}$ และ $m = \frac{f_y}{0.85f_c'}$

ทั้งนี้ อัตราส่วนของเหล็กเสริม ρ ที่ได้ต้องมีค่าตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- ในกรณีที่ ρ มากกว่า ρ_{min} แต่น้อยกว่า ρ_{max} ใช้ค่านั้นได้เลย
- ในกรณีที่ ρ น้อยกว่า ρ_{min} ให้ใช้ ρ_{min}
- ในกรณีที่ ρ มากกว่า ρ_{max} ให้คำนวณหน้าตัดใหม่

4. เลือกจำนวนและขนาดเหล็กเสริมที่ต้องใช้ ตรวจดูระยะห่างระหว่างเหล็กเสริมซึ่งอาจต้องเรียงตามเลขเสริมมากกว่า 1 ชั้น เพื่อควบคุมความกว้างของรอยร้าวในสภาวะใช้งาน
5. เขียนแบบวิศวกรรมเพื่อใช้ก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วยรูปคานตามแนวยาว แสดงให้เห็นขนาดหรือมิติของรูปตัดคาน รวมถึง จำนวน ขนาด และตำแหน่งที่ต้องเสริมเหล็กตลอดจนระยะความหนาของคอนกรีตหุ้ม

และในกรณีการออกแบบให้คานมีเหล็กเสริมรับแรงอัดด้วย จะพิจารณาต่อเมื่อ คานที่เสริมเหล็กรับแรงดึงเพียงอย่างเดียวไม่สามารถรับโมเมนต์ดัดประลัยที่กระทำ และไม่สามารถเพิ่มขนาดรูปตัดให้ใหญ่ขึ้นได้

หลักเกณฑ์การออกแบบคือ

Design flexural strength $\phi M_n \geq$ โมเมนต์ดัดประลัยที่กระทำ M_u

ในการออกแบบจะสมมติในเบื้องต้นว่าคานวิบัติแบบ yielding failure (นั่นคือ $f_s = f_y$) โดยที่เหล็กเสริมรับแรงอัดมีกำลังถึงจุดครากด้วย (คือ $f_s' = f_y$) แล้วจึงตรวจสอบภายหลัง ดังนั้น

$$M_u = \phi M_{n1} + \phi M_{n2} \quad (3.6.1)$$

$$= \phi(A_s - A_s')f_y(d - 0.5a) + \phi A_s'f_y(d - d') \quad (3.6.2)$$

$$= \phi R_u bd^2 + \phi A_s'f_y(d-d') = M_R \text{ (หรือ } M_{u1}) + M_{u2} \quad (3.6.3)$$

โดยที่ M_R = กำลังรับโมเมนต์ดัดโดยคอนกรีตตามลำพัง = $\phi R_u bd^2$ กก.-ซม.

R_u = ค่าสัมประสิทธิ์ต้านทานโมเมนต์ดัด

$$= (\rho - \rho')f_y\left(1 - 0.59\frac{(\rho - \rho')fy}{fc'}\right) \text{ กก./ซม.}^2 \quad (3.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการใช้เหล็กเสริมรับแรงดึงอย่างเดียวที่มีปริมาณเท่ากับ A_{s1} (ซึ่งมีค่าเท่ากับ $A_s - A_s'$)

M_{u2} = $\phi M_{n2} = M_u - M_R = \phi A_s' f_y(d - d')$ กก.-ซม. เป็นกำลังรับโมเมนต์ ดัดโดยเหล็กเสริมรับแรงอัด หรือโดยเหล็กเสริมรับแรงดึงที่มีปริมาณเหล็กเสริมเท่ากับ A_s'

ขั้นตอนของการออกแบบ :

กรณีกำหนดขนาดรูปตัดคานมาให้ และให้หาเนื้อที่ของเหล็กเสริม A_s และ A_s'

1. หาค่าโมเมนต์ดัดประลัยที่กระทำ M_u (โดยรวมน้ำหนักของคานด้วย) กก.-ซม.
2. ประมาณค่าความลึกประสิทธิผล d ซม.

   d = h – (ความหนาของคอนกรีตหุ้ม + ขนาดเหล็กลูกตั้ง + $d_b/2$)
3. หากำลังรับโมเมนต์ดัดของคานเมื่อเสริมเหล็กรับแรงดึง ($A_{s1} = A_s - A_s'$) อย่างเดียว จากสมการ $M_R = \phi R_u b d^2$ กก.-ซม.

   โดยที่ $R_u = (\rho - \rho')f_y\left(1 - 0.59\frac{(\rho - \rho')fy}{fc'}\right)$ กก./ซม.^{2} โดยใช้อัตราส่วน $(\rho - \rho') \le 0.75\rho_b$ แต่ในทางปฏิบัติมักเลือกใช้อัตราส่วน $(\rho - \rho') \le 0.50\rho_b$

   ในขั้นตอนนี้ จะได้เนื้อที่หน้าตัดของเหล็กเสริมรับแรงดึง $A_{s1} = (\rho - \rho')bd$ ซม.^{2}
4. หากปรากฏว่าค่า $M_R < M_u$ ให้ออกแบบคานโดยมีเหล็กเสริมรับแรงอัดด้วย แต่ถ้าปรากฏว่าค่า $M_R \ge M_u$ จะออกแบบคานโดยให้มีแต่เหล็กเสริมรับแรงดึงอย่างเดียว
5. หาโมเมนต์ดัดประลัย $M_{u2} = M_u - M_R$ กก.-ซม. ที่ต้องต้านทานโดยเหล็กเสริมรับแรงอัด A_s' หรือโดยเหล็กเสริมรับแรงดึง A_{s2} ส่วนที่เหลือ
6. สมมติระยะ d' และตรวจสอบหน่วยแรงอัดในเหล็กเสริมรับแรงอัด f_s' ว่ามีกำลังถึงจุดครากหรือไม่โดยเปรียบเทียบค่า $(\rho - \rho')$ ที่ใช้ในขั้นตอนที่ 3 กับค่าของ $(\rho - \rho')$min

   จากสมการ $(\rho - \rho')\min \ge 0.85\beta_1 \frac{fc'}{fy}\frac{d'}{d}\frac{6120}{6120 - fy}$

   ถ้าค่า $(\rho - \rho') \ge$ ค่า $(\rho - \rho')$min แสดงว่าเหล็กเสริมรับแรงอัดมีกำลังถึงจุดคราก ($f_s' = f_y$) แต่ถ้าค่า $(\rho - \rho') <$ ค่า $(\rho - \rho')$min แสดงว่าเหล็กเสริมรับแรงอัดมีกำลังไม่ถึงจุดคราก ดังนั้น ต้องหาค่าจริงของหน่วยแรงอัด f_s'

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยพิจารณาจาก

$$fs' = \varepsilon_s' E_s = \frac{0.003(c-d')}{c} E_s$$ โดยที่ c = a/β_1 ในเมื่อระยะ $a = \frac{A_{s1} fy}{0.85 f_c' b}$

นำค่าหน่วยแรงอัด f_s' ที่ได้ไปใช้ในขั้นตอนที่ 7 ต่อไป

7. หาเนื้อที่หน้าตัดของเหล็กเสริมรับแรงอัด $A_s' = M_{u2}/\phi(d - d')f_s'$ ฉะนั้น เนื้อที่หน้าตัดของเหล็กเสริมรับแรงดึงส่วนที่เหลือ $A_{s2} = A_s'f_s'/f_y$
   ซึ่งจะได้ เนื้อที่หน้าตัดทั้งหมดของเหล็กเสริมรับแรงดึง $A_s = A_{s1} + A_{s2}$ เลือกขนาดและจำนวนของเหล็กเสริมที่ต้องใช้จริง ตรวจสอบระยะจริงของ d และ d' ซึ่งอาจต้องเปรียบเทียบค่า $(\rho - \rho')$ กับค่าของ $(\rho - \rho')_{min}$ และ $(\rho - \rho')_{max}$ อีกครั้ง
8. เขียนขนาดรูปตัดคาน และแสดงจำนวน ขนาด และตำแหน่งที่ต้องเสริมเหล็ก ตลอดจนระยะความหนาของคอนกรีตหุ้ม

เมื่อคานคอนกรีตเสริมเหล็ก ต้องรับแรงเฉือนมากเกินกว่าที่หน้าตัดของคานคอนกรีตเองจะสามารถต้านทานได้ ก็จำเป็นต้องเสริมเหล็กทางขวาง เพื่อช่วยต้านทานแรงเฉือนส่วนที่เกิน การคำนวณแบบเหล็กเสริมทางขวาง พิจารณาได้จากเกณฑ์การออกแบบดังนี้

Design shear strength $\phi V_n \geq$ required shear strength V_u (3.8)

หรือ $\phi V_n = \phi(V_c + V_s) \geq V_u$ (3.9)

ในเมื่อ V_n = กำลังต้านทานแรงเฉือนของคาน คสล. ที่เสริมเหล็กตามขวาง = $V_c + V_s$

V_c = กำลังต้านทานแรงเฉือนของคอนกรีตล้วน

V_s = กำลังต้านทานแรงเฉือนของเหล็กเสริมทางขวาง

V_u = แรงเฉือนประลัยที่กระทำ ณ หน้าตัดวิกฤต

ϕ = ตัวคูณลดกำลัง (strength reduction factor) มีค่าเท่ากับ 0.85

ตำแหน่งของรอยแตกร้าวในแนวเส้นทแยงลอยแรกจะเป็นหน้าตัดวิกฤต สำหรับคำนวณหาแรงเฉือนประลัยที่กระทำ มาตรฐาน ว.ส.ท. กำหนดให้พิจารณาหน้าตัดวิกฤตที่ระยะ d จากคานที่รองรับ แต่ให้เสริมเหล็กเสริมรับแรงเฉือนระหว่างขอบของ ที่รองรับกับระยะที่ห่างออกมาเป็นระยะd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วย โดยเสริมเหล็กเท่ากับปริมาณของเหล็กเสริมที่หาได้ที่หน้าตัดวิกฤตินั้น ทั้งนี้เพราะรอยแตกร้าวแรกอาจเกิดขึ้นในระหว่างช่วงดังกล่าวได้ โดยคำนวณการออกแบบเหล็กเสริมทางขวาในคานคสล. ได้ดังนี้

1. จากคานคสล. ที่กำหนด ให้หาค่าแรงเฉือนที่กระทำ V_u ที่หน้าตัดวิกฤต ซึ่งเกิดจากน้ำหนักบรรทุกที่ใช้งานที่เพิ่มค่าแล้ว
2. คำนวณออกแบบเหล็กเสริมรับแรงเฉือน โดยใช้สูตรกำลังรับแรงเฉือนของคอนกรีตอย่างง่าย กำลังรับแรงเฉือนของคอนกรีต

$$\phi V_c = \phi 0.53\sqrt{f'_c}bd \qquad (3.10)$$

3. ตรวจสอบกำลังต้านทานแรงเฉือนของเหล็กไม่เกิน 4 เท่าของคอนกรีต ดังสมการ

$$\phi V_s = \phi 2.1\sqrt{f'_c}bd \qquad (3.11)$$

4. หาระยะเรียงของเหล็กเสริมทางขวางที่ต้องการสร้างดังสมการ

$$s = \frac{\phi A_v f_y d}{V_u - \phi V_c} \qquad (3.12)$$

โดย สมมุติขนาดเหล็กปลอก A_v

ทั้งนี้ ระยะเรียงของเหล็กเสริมทางขวางที่ได้ต้องมีค่าตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- s มากกว่า s_{min} แต่น้อยกว่า s_{max} ให้ใช้ s ได้เลย
- s มากกว่า s_{max} ให้ใช้ s_{max}
- s น้อยกว่า s_{min} คำนวณใหม่โดยการเพิ่มหน้าตัดเหล็กปลอก

3.7.2 การออกแบบเสา คสล.

เสาคสล. มี 2 ประเภทคือ เสาสั้นและเสายาว เสาสั้น (short columns) หมายถึงเสาที่มีอัตราส่วนความชะลูด (slenderness ratio) น้อย ไม่เกินพิกัดที่จะทำให้เสานั้นวิบัติโดยการโก่งเดาะทางด้านข้าง กำลังรับน้ำหนักของเสาสั้นขึ้นกับกำลังต้านทานของวัสดุที่ใช้และขนาดลูกตัดของเสา ส่วนเสายาว(slender columns) หมายถึง เสาร์ที่มีอัตราส่วนความชะลูดมาก ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสายาวจะน้อยกว่าเสาสั้นที่มีขนาดลูกตัดอย่างเดียวกัน เพราะเสายาวเกิดการโก่งเดาะทางด้านข้างจึงเกิดก่อน โดยในการออกแบบเสาในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะขอใช้ออกแบบเฉพาะเสาสั้นแต่เพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการออกแบบต้องคำนึงถึงพฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาสั้น การวิเคราะห์ กำลังต้านทานของเสา และการคำนวณออกแบบเสาทั้งเสาสั้นตามมาตรฐานกำหนด

เกณฑ์การคำนวณออกแบบเสาคสล

$$\phi P_n \geq P_u \text{ และ } \phi M_n \geq M_u \qquad (3.13)$$

โดยที่ P_n และ M_n = กำลังต้านทานแรงอัดและโมเมนต์ดัดที่หาได้ตามทฤษฎีตามลำดับ

ϕ = ตัวคูณลดกำลัง (เสาปลอกเดี่ยว =0.7, เสาปลอกเกลียว =0.75)

P_u และ M_u = แรงอัดประลัยและโมเมนต์ดัดประลัย ตามลำดับ ที่ได้จากการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกด้วยตัวคูณเพิ่มน้ำหนัก

มาตรฐาน ACI หรือ ว.ส.ท. กำหนดให้ เสาสั้น คสล. ปลอกเกลียวและปลอกเดี่ยว มีกำลังต้านทานแรงอัด ตามแนวแกนได้สูงสุดเท่ากัน โดยพิจารณาให้กำลังต้านทานแรงอัดสูงสุด ตามแนวแกนของเสาสั้นเป็นผลรวมของกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตและกำลังต้านทานแรงอัดของเหล็กยืนนั่นคือ

กำลังต้านทานแรงอัดตามแนวแกนของเสาสั้น P_0 :

$$P_0 = 0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \qquad (3.14)$$

แต่ในสภาพของการก่อสร้างจริง เสาแต่ละต้นจะไม่ได้รับแรงอัดตามแนวแกนเสียทีเดียว โดยอาจจะมีแรงกระทำเยื้องศูนย์บ้าง ดังนั้น การคำนวณออกแบบจึงต้องเผื่อระยะเยื้องศูนย์ไว้อีกอย่างน้อยเท่ากับ 0.10h สำหรับเสาปลอกเดี่ยว และเท่ากับ 0.05h สำหรับเสาปลอกเกลียว ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่า 2.5 ซม. ตามที่มาตรฐาน ว.ส.ท. กำหนด โดยที่ h เป็นความลึกของเสาด้านที่พิจารณาให้รับโมเมนต์ดัด

ปัจจุบันมาตรฐาน ว.ส.ท. ได้เผื่อระยะเยื้องศูนย์ดังกล่าวข้างต้นโดยการลดกำลังต้านทานแรงอัดตามแนวแกนอย่างเดียวของเสาปลอกเดี่ยวและเสาปลอกเกลียว ให้เหลือเพียง 80 เปอร์เซ็นต์ และ 85 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังนั้น จะได้ค่ากำลังรับแรงอัดประลัยตามแนวแกน ϕP_n ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังรับแรงอัดประลัยตามแนวแกนของเสาปลอกเดี่ยว

$$\phi P_n = 0.80\phi[0.85f_c^{'}(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \quad (3.15)$$

กำลังรับแรงอัดประลัยตามแนวแกนของเสาปลอกเกลียว

$$\phi P_n = 0.85\phi[0.85f_c^{'}(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \quad (3.16)$$

อนึ่ง ในการคำนวณออกแบบเสา คสล. พิจารณาแทนค่าของ (A_g-A_{st}) ดังที่ปรากฏ ในสมการข้างต้นด้วยค่าของ A_C นั่นคือ ไม่คิดเนื้อที่ของคอนกรีตที่ถูกแทนที่ด้วยเหล็กยืน ทั้งนี้ไม่ทำให้ข้ากำลังรับแรงอัดประลัยผิดพลาดมากนัก

โดยมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

1. หาแรงอัดและโมเมนต์ดัดประลัย

$$\phi P_n = P_u = 1.4DL + 1.7LL \quad (3.17)$$

2. หาขนาดหน้าตัดของเสา
   - สมมุติ อัตราส่วนของเหล็กเสริม ρ อยู่ในช่วง 1 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปจะไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์
3. แทนค่าของ A_g ลงในสมการ สมการ (3.13) หรือ สมการ (3.14) สำหรับเสาปลอกเดี่ยวหรือเสาปลอกเกลียวตามลำดับ จะได้ค่าเนื้อที่หน้าตัดทั้งหมดของเหล็กยืนที่ต้องการ A_{st}
4. ตรวจสอบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ของเหล็กยืน ($\rho_t = A_{st}/A_g$) ว่าอยู่ในช่วง 1 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์หรือไม่ ถ้าไม่อยู่ในช่วงดังกล่าวให้เปลี่ยนขนาดหน้าตัดเสา
5. หาปริมาณ และระยะห่างของเหล็กปลอกเกลียวหรือเหล็กปลอกเดี่ยว

(การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธี กำลัง. กรุงเทพฯ; วรนิติ ช่อวิชียร ,2554) [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.3 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

1. ศึกษาภาษาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นพื้นฐาน เช่น ภาษาซีและซีพลัสพลัส (C และ C++) ,ภาษาวิชวลเบสิก (Visual Basic) ,ภาษาจาวา (Java)
2. ศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐานของแต่ละภาษาคอมพิวเตอร์ รวมทั้งดูตัวอย่างโปรแกรมที่ผ่านการเขียนด้วยโค้ดพื้นฐานของภาษานั้นๆ เพื่อตัดสินใจเลือกภาษาที่เหมาะสมกับการใช้ในการออกแบบโปรแกรม
3. ศึกษาความยากและง่ายของแต่ละภาษาคอมพิวเตอร์ ตัดสินใจเลือกภาษาที่ถนัด ภาษาวิชวลเบสิก (Visual Basic) เนื่องจากเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ ที่มีพื้นฐานใกล้เคียงกับภาษาอังกฤษเป็นอย่างมาก ง่ายต่อการศึกษาและเริ่มใช้งานสำหรับมือใหม่ที่ไม่เคยผ่านการใช้งานภาษาคอมพิวเตอร์มาก่อน
4. เริ่มทำการศึกษาขั้นตอนการออกแบบชิ้นส่วนอาคารพาณิชย์ โดยละเอียด มีการคำนวณเบื้องต้นด้วยมือ ตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นจึงปรับเปลี่ยนสู่การคำนวณภายใต้โปรแกรม Excel
5. ทำการคำนวณ เปลี่ยนตัวแปร ได้แก่ ความแข็งแรงของคอนกรีต ความแข็งแรงของเหล็ก ค่าน้ำหนักบรรทุกจร และบรรทุกใช้งานต่างๆตามมาตรฐานของ ว.ส.ท. เพื่อคำนวณและออกแบบหน้าตัดของชิ้นส่วนที่เป็นไปได้ทั้งหมด ตามค่ามาตรฐานที่ตลาดมี
6. ตรวจเช็คความถูกต้องของหน้าตัดที่ออกแบบ ทำการบันทึกค่าหน้าตัดทั้งหมดในรูปแบบของฐานข้อมูล ด้วยโปรแกรม Access เพื่อความสะดวกต่อการใช้งานในการออกแบบโปรแกรมต่อไป
7. เริ่มทำการออกแบบลักษณะการใช้งานของโปรแกรมเบื้องต้น รวมทั้งเริ่มการเขียนโค้ดต่างๆ ออกแบบหน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม จากนั้นทำการลงมือเขียนโปรแกรมจริงด้วยโปรแกรมช่วยเหลือในการเขียนโปรแกรม Visual Studio
8. ตกแต่ง แก้ไข และทดลอง โปรแกรมที่เขียนขึ้น รวมทั้งตรวจเช็คความถูกต้องในการคำนวนและแสดงผลของโปรแกรมอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

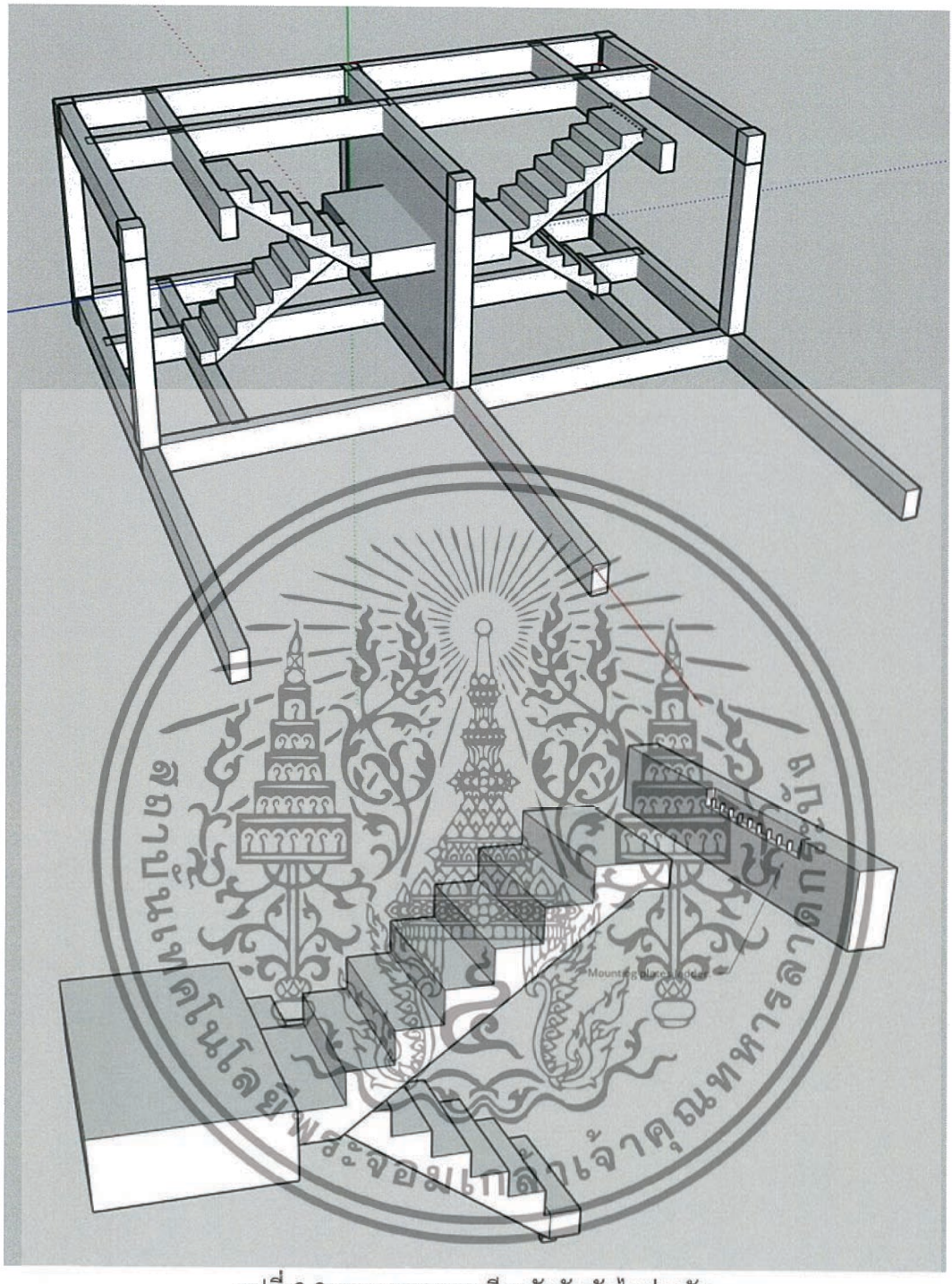
3.8 การกำหนดสัญลักษณ์

จากการออกแบบและวิเคราะห์ ชิ้นส่วน เสา คาน สำเร็จรูป รับน้ำหนักได้แล้ว ในขณะติดตั้งยังมีส่วนสำคัญเช่นกัน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องกำหนดสัญลักษณ์ เพื่อไม่ให้การติดตั้งนั้นเกิดข้อผิดพลาด อาทิเช่น คาน สลับด้าน โดยปกติแล้วคานด้านล่างของคานจะรับแรงดึง และในส่วนด้านบนของคานจะรับแรงอัด แต่ถ้าเราประกอบผิดข้างจะส่งผลให้ โครงสร้างรับน้ำหนักได้น้อยลง หรือ รับไม่พอสำหรับโครงสร้าง ส่งผลให้โครงสร้างนั้นพังลงมา หรือ อีกประการหนึ่งคือ คานรับน้ำหนักเหมือนกัน แต่มีบันได้ พาดฝั่งซ้าย หรือฝั่งขวา ทำให้เกิดเป็น mirror กัน ส่งผลให้เมื่อเวลาประกอบ บันไดอาจไม่เป็นไปตามที่เรากำหนดไว้ ดังนั้น จึงมีสัญลักษณ์ดังนี้

รูปที่ 3.1 ภาพแสดงสัญลักษณ์ในการติดตั้งคาน

รูปที่ 3.1 แสดงถึง คาน B1 ที่มีสัญลักษณ์แสดงการหันคานออกหน้าบ้านและว่าดิ่งลงตามแรงโน้มถ่วงของโลก

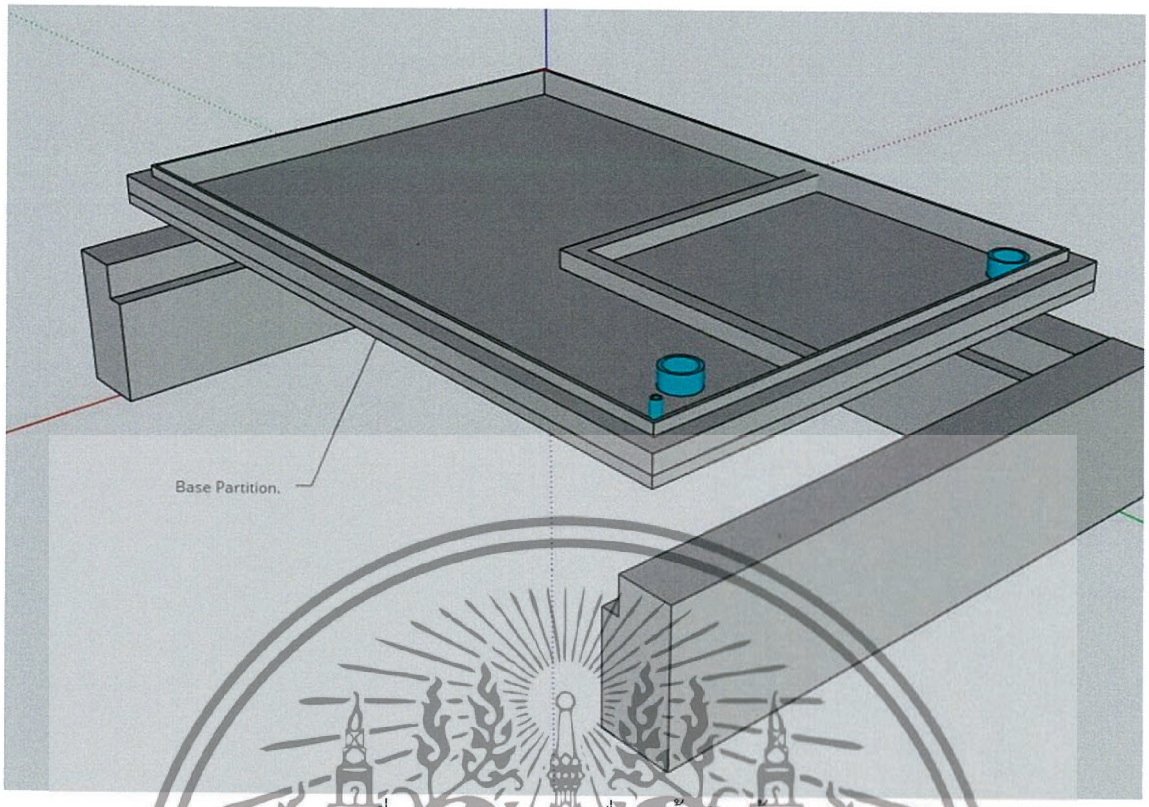
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงคานเดียวกันรับบันไดต่างกัน

ในบางครั้งการทำสัญลักษณ์จะทำให้ผู้ติดตั้งรู้จุดหรือตำแหน่ง โดยที่บางครั้งคาน ตัวเดียวกัน แต่วางหันซ้ายหรือขวา เพื่อรับบันไดที่ต่างกัน หรือที่เรียกกันว่า mirror ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 การบากคานเพื่อรับพื้นห้องน้ำ

ในบางครั้ง คานจะทำการลดระดับเพื่อให้รับกับพื้นห้องน้ำที่หล่อในที่ ดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

หลังจากที่ผู้วิจัยทำการออกแบบและสร้างรูปแบบโปรแกรมออกแบบชิ้นส่วนเสา-คาน สำเร็จรูป ขึ้นมาจากการศึกษาข้อมูลทาง เอกสาร วิชาการ บทความ วรรณกรรม ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลจากการวิเคราะห์มาอ้างอิง รวมเป็นแบบการคำนวณโครงสร้าง คสล. โดยวิธีกำลังด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อไปเป็นฐานข้อมูล (Database Management System) ให้กับโปรแกรมMicrosoft Access ได้ผลดังนี้

ส่วนที่ 1. การออกแบบคาน

ส่วนที่ 2. การออกแบบเสา

4.1 การออกแบบคาน

จากการศึกษาแบบการคำนวนโครงสร้าง คสล. โดยวิธีกำลังตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ACI หรือ ว.ส.ท. พบว่า

1. Material Properties
2. Design Parameters
3. Loading Properties

เป็นค่าที่ต้องใช้ในส่วนของการ Design โดยการออกแบบโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อไปเป็นฐานข้อมูลมีการจัดเก็บค่า ดังกล่าวดังต่าราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบคาน

ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ	ตัวแปร
1. Material Properties	
Concrete	
Comp. Strength	fc'
Unit Weight	Wc
Elas. Modulus	Ec
Steel	
Yeild Strength	fy
Yeild Strength	fvy
Elas. Modulus	Es
2. Design Parameters	β, ϕ, ϕ_v
3. Loading Properties	
Line Load	
DL (คาน)	
DL (ผนัง)	
Area Load	
DL (พื้น)	
DL (ฝ้า)	
DL (บันได)	
LL (พื้น)	
LL (บันได)	

จากการจัดรูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้าง คสล. โดยวิธีกำลังตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ACI หรือ ว.ส.ท. เพื่อไปเป็นฐานข้อมูลให้กับ Microsoft Access ได้ผลดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คาน	b	d	fc'	fy	DBสมมติ	Comp. Strength (fc') (ksc)	Unit Weigth (W_c) (kg/m^3)	Yeild Strength (fy) (ksc)	Yeild Strength (fvy) (ksc)
15*30.280.3000.16	15	30	280	3000	16	280	2400	3000	2800
15*30.280.3000.20	15	30	280	3000	20	280	2400	3000	2800
15*30.280.4000.16	15	30	280	4000	16	280	2400	4000	2800
15*30.280.4000.20	15	30	280	4000	20	280	2400	4000	2800
15*30.320.3000.16	15	30	320	3000	16	320	2400	3000	2800
15*30.320.3000.20	15	30	320	3000	20	320	2400	3000	2800
15*30.320.4000.16	15	30	320	4000	16	320	2400	4000	2800
15*30.320.4000.20	15	30	320	4000	20	320	2400	4000	2800
15*30.380.3000.16	15	30	380	3000	16	380	2400	3000	2800
15*30.380.3000.20	15	30	380	3000	20	380	2400	3000	2800
15*30.380.4000.16	15	30	380	4000	16	380	2400	4000	2800

ตารางที่ 4.2 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)

11	12	13	14	15	16	17	18	19
ผนังอิฐมอญฉาบก่อ(1/2) หนา 10 cm (kg/m^2)	ผนังอิฐมวลเบาฉาบ หนา 10 cm (kg/m^2)	ฝ้าเพดาน (kg/m^2)	พื้นแผ่นสำเร็จรวมคอนกรีตทับหน้า 10 cm (kg/m^2)	พื้น one way (kg/m^2)	ผิวกระเบื้องปูนทรายหนา 5 cm (kg/m^2)	บันได (kg/m^2)	น้ำหนักบรรทุกจรอาคารพักอาศัย (kg/m^2)	น้ำหนักบรรทุกจร บันได (kg/m^2)
200	0	0	250	605	150	649	150	150
200	0	0	250	605	150	649	150	150
200	0	0	250	605	150	649	150	150
200	0	0	250	605	150	649	150	150
200	0	0	250	605	150	649	150	150
200	0	0	250	605	150	649	150	150
200	0	0	250	605	150	649	150	150
200	0	0	250	605	150	649	150	150
200	0	0	250	605	150	649	150	150
200	0	0	250	605	150	649	150	150
200	0	0	250	605	150	649	150	150

ตารางที่ 4.2 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
β_1 :	ø :	$ø_v$	Length (L) (m)	Depth (h) (m)	Width (b) (m)	Covering, cov (m)	Dia เหล็ก DB	Eff. Depth, d (m)	ความสูงระหว่างชั้น (m)	DL (คาน) (kg/m)	DL (ผนัง) (kg/m)	DL (ฝ้า) (kg/m)	DL (พื้น) (kg/m)	LL (พื้น) (kg/m)
0.85	0.9	0.85	4	0.3	0.15	0.04	0.016	0.252	3.35	108	670	0	1600	600
0.85	0.9	0.85	4	0.3	0.15	0.04	0.02	0.25	3.35	108	670	0	1600	600
0.85	0.9	0.85	4	0.3	0.15	0.04	0.016	0.252	3.35	108	670	0	1600	600
0.85	0.9	0.85	4	0.3	0.15	0.04	0.02	0.25	3.35	108	670	0	1600	600
0.821429	0.9	0.85	4	0.3	0.15	0.04	0.016	0.252	3.35	108	670	0	1600	600
0.821429	0.9	0.85	4	0.3	0.15	0.04	0.02	0.25	3.35	108	670	0	1600	600
0.821429	0.9	0.85	4	0.3	0.15	0.04	0.016	0.252	3.35	108	670	0	1600	600
0.821429	0.9	0.85	4	0.3	0.15	0.04	0.02	0.25	3.35	108	670	0	1600	600
0.778571	0.9	0.85	4	0.3	0.15	0.04	0.016	0.252	3.35	108	670	0	1600	600
0.778571	0.9	0.85	4	0.3	0.15	0.04	0.02	0.25	3.35	108	670	0	1600	600
0.778571	0.9	0.85	4	0.3	0.15	0.04	0.016	0.252	3.35	108	670	0	1600	600

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.2 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)

35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
น้ำหนักแผ่ประลัย (w_u) (kg/m)	superpositiion								
	ระยะ x โมเมนต์มากที่สุด (m)	$W_{ผนังคาน}$ (kg/m)	W_{PS1} (kg/m)	pl W_{PS2} (kg/m)	P_{B9} (kg)	MWคาน	MWps2	MWPs1	MP1
4349.2	2.12	1089.2	605	1815	1464	2170.55776	3135.957	160.325	775.92
4349.2	2.12	1089.2	605	1815	1464	2170.55776	3135.957	160.325	775.92
4349.2	2.12	1089.2	605	1815	1464	2170.55776	3135.957	160.325	775.92
4349.2	2.12	1089.2	605	1815	1464	2170.55776	3135.957	160.325	775.92
4349.2	2.12	1089.2	605	1815	1464	2170.55776	3135.957	160.325	775.92
4349.2	2.12	1089.2	605	1815	1464	2170.55776	3135.957	160.325	775.92
4349.2	2.12	1089.2	605	1815	1464	2170.55776	3135.957	160.325	775.92
4349.2	2.12	1089.2	605	1815	1464	2170.55776	3135.957	160.325	775.92
4349.2	2.12	1089.2	605	1815	1464	2170.55776	3135.957	160.325	775.92
4349.2	2.12	1089.2	605	1815	1464	2170.55776	3135.957	160.325	775.92
4349.2	2.12	1089.2	605	1815	1464	2170.55776	3135.957	160.325	775.92
4349.2	2.12	1089.2	605	1815	1464	2170.55776	3135.957	160.325	775.92

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.2 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)

45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
Reaction (kg)		โมเมนต์Max ระยะ2.12								
ไกลPload	ใกล้Pload	Mu (kg-m)	Mn (kg-m)	$Ru = Mn/bd^2$ (ksc)	$p = 0.85*(fc'/fy)*(1-(1-((2Ru)/(0.85fc')))^{0.5})$	$P_{min} = 14/fy$	Status ช่อง 50 > ช่อง51	$P_{max} = 0.75pb$	Status ช่อง 50 < ช่อง53	$As = pbd$ (cm^2)
6023.15	5847.65	6242.75976	6936.4	72.81850732	0.029911801	0.00466667	OK	0.030584881	OK	11.30666087
6023.15	5847.65	6242.75976	6936.4	73.98826382	0.030541728	0.00466667	OK	0.030584881	OK	11.45314814
6023.15	5847.65	6242.75976	6936.4	72.81850732	0.022433851	0.0035	OK	0.022938661	OK	8.47999565
6023.15	5847.65	6242.75976	6936.4	73.98826382	0.022906296	0.0035	OK	0.022938661	OK	8.589861108
6023.15	5847.65	6242.75976	6936.4	72.81850732	0.028868849	0.00466667	OK	0.033779221	OK	10.91242506
6023.15	5847.65	6242.75976	6936.4	73.98826382	0.029443591	0.00466667	OK	0.033779221	OK	11.04134678
6023.15	5847.65	6242.75976	6936.4	72.81850732	0.021651637	0.0035	OK	0.025334416	OK	8.184318793
6023.15	5847.65	6242.75976	6936.4	73.98826382	0.022082694	0.0035	OK	0.025334416	OK	8.281010088
6023.15	5847.65	6242.75976	6936.4	72.81850732	0.027883457	0.00466667	OK	0.038019982	OK	10.53994691
6023.15	5847.65	6242.75976	6936.4	73.98826382	0.028411396	0.00466667	OK	0.038019982	OK	10.65427344
6023.15	5847.65	6242.75976	6936.4	72.81850732	0.020912593	0.0035	OK	0.028514986	OK	7.904960184

สงวนลิขสิทธิ์ โดยพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 4.2 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)

56	57	58	59	60	61	62	63	64
เหล็กบน	$As_{min} = p_{min}bd$ (cm^2)	เหล็กล่าง	ตรวจสอบจำเป็นเสริมเหล็กรับแรงอัด $As_1 = p_{max}bd$ (cm^2)	ระยะ a $=As_1fy/0.85fc'b$ (cm)	$Mu_{ดัด}$	เสริมเหล็กรับแรงอัด	p_b $0.85\beta1(fc'/fy)*(d'/d)*(6120/6120-fy)$ สมมติ d'/d = 0.12	สมมติใช้ $0.5p_b=(p-p')$
DB16	1.764	DB16	13.76319664	11.56571146	7215.533319	No	None	None
DB20	1.75	DB20	13.76319664	11.56571146	7141.212057	No	None	None
DB16	1.323	DB16	10.32239748	11.56571146	7215.533319	No	None	None
DB20	1.3125	DB20	10.32239748	11.56571146	7141.212057	No	None	None
DB16	1.764	DB16	15.20064935	11.17694805	8048.914098	No	None	None
DB20	1.75	DB20	15.20064935	11.17694805	7966.830592	No	None	None
DB16	1.323	DB16	11.40048701	11.17694805	8048.914098	No	None	None
DB20	1.3125	DB20	11.40048701	11.17694805	7966.830592	No	None	None
DB16	1.764	DB16	17.10899174	10.59380294	9194.092607	No	None	None
DB20	1.75	DB20	17.10899174	10.59380294	9101.704052	No	None	None
DB16	1.323	DB16	12.83174381	10.59380294	9194.092607	No	None	None

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พระจอมเกล้าจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.2 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)

65	66	67	68	69
Check (p-p')	คำนวนหาเหล็กเสริมรับแรงอัด			
$0.75p_b \geq (p-p') \geq 0.85\beta_1(fc'/fy)*(d'/d)*(6120/6120-fy)$	$M_{u1} = \phi R_u bd^2$ (kg-m)	$Ru = pfy(1-0.59p(fy/fc'))$	ต้องการ $Mu_2 = Mu - Mu1$ (kg-m)	$As' = Mu2/(\phi fy(d-d'))$ (cm^2)
None	None	None	None	None
None	None	None	None	None
None	None	None	None	None
None	None	None	None	None
None	None	None	None	None
None	None	None	None	None
None	None	None	None	None
None	None	None	None	None
None	None	None	None	None
None	None	None	None	None
None	None	None	None	None

ตารางที่ 4.2 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)

70	71	72	73	74	75	76
เหล็กบน	Vu = Wl/2 - Wd (kg)	øVc = ø0.53(fc'^0.5)b_wd (kg)	øVs = Vu-øVc (kg)	2.1ø(fc'^0.5)b_wd (kg)	øVs < 2.1(fc'^0.5)bwd	S (Av) (cm^2)
DB16	7602.4016	2849.479985	4752.921615	13282.81458	OK	0.636
DB20	7611.1	2826.865065	4784.234935	13177.39542	OK	0.636
DB16	7602.4016	2849.479985	4752.921615	13282.81458	OK	0.636
DB20	7611.1	2826.865065	4784.234935	13177.39542	OK	0.636
DB16	7602.4016	3046.222239	4556.179361	14199.92608	OK	0.636
DB20	7611.1	3022.045872	4589.054128	14087.22826	OK	0.636
DB16	7602.4016	3046.222239	4556.179361	14199.92608	OK	0.636
DB20	7611.1	3022.045872	4589.054128	14087.22826	OK	0.636
DB16	7602.4016	3319.543724	4282.857876	15474.0107	OK	0.636
DB20	7611.1	3293.198139	4317.901861	15351.20109	OK	0.636
DB16	7602.4016	3319.543724	4282.857876	15474.0107	OK	0.636

ตารางที่ 4.2 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้างคาน คสล. (ต่อ)

77	78	79	80	81	82	83	84	85
เหล็กปลอก	S = (øAvfyd)/(Vu-øVc) (cm)	Smax = d/2 (cm)	ระยะ@ เหล็กปลอก Smin (cm)	เสริมเหล็กล่าง จำนวน	เลือกใช้ เหล็ก	เสริมเหล็กบน จำนวน	เลือกใช้ เหล็ก	ผ่าน / ไม่ผ่าน / As' เสริม
RB9	16.05106883	47.4	10	6	DB16	2	DB16	No
RB9	15.81945724	47.5	10	4	DB20	2	DB20	No
RB9	16.05106883	47.4	10	5	DB16	2	DB16	No
RB9	15.81945724	47.5	10	3	DB20	2	DB20	No
RB9	16.74417663	47.4	10	6	DB16	2	DB16	No
RB9	16.49228749	47.5	10	4	DB20	2	DB20	No
RB9	16.74417663	47.4	10	5	DB16	2	DB16	No
RB9	16.49228749	47.5	10	3	DB20	2	DB20	No
RB9	17.81274892	47.4	10	6	DB16	2	DB16	No
RB9	17.52795743	47.5	10	4	DB20	2	DB20	No
RB9	17.81274892	47.4	10	4	DB16	2	DB16	No

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พระฉมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.2การออกแบบเสา

จากการศึกษาแบบการคำนวนโครงสร้าง คสล. โดยวิธีกำลังตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ACI หรือ ว.ส.ท. พบว่า

1. Material Properties
2. Design Parameters
3. Loading Properties

เป็นค่าที่ต้องใช้ในส่วนของการ Design โดยการออกแบบโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อไปเป็นฐานข้อมูลมีการจัดเก็บค่า ดังกล่าวดังตาราง

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบเสา

ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ	ตัวแปร
1. Material Properties	
Concrete	
Comp. Strength	f_c'
Unit Weight	W_c
Elas. Modulus	E_C
Steel	
Yeild Strength	f_y
Elas. Modulus	E_s
2. Design Parameters	β, ϕ, ϕ_v
3. Loading Properties	
Line Load	
DL (หนังคาลอนคู่)	
DL (โครงหลังคา)	
DL (ฝ้า)	
DL (ผนัง)	
DL (พื้น PS)	
DL (พื้น oneway)	
LL (หลังคา)	
LL (พื้น)	

จากการจัดรูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้าง คสล. โดยวิธีกำลังตาข้อกำหนดของม้าตรฐาน ACI หรือ ว.ส.ท. เพื่อไปเป็นฐานข้อมูลให้กับ Microsoft Access ได้ผลดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวณโครงสร้างเสา คสล.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
							คาน				เสา		
เสา	Comp. Strength (fc') (ksc)	Yeild Strength (fy) (ksc)	Elas. Modulus (Es) (ksc)	β_1 :	ø :	ø :	Length (L) (m)	Depth (h) (m)	Width (b) (m)	ความสูงระหว่างชั้น (m)	Depth (h) (m)	Width (b) (m)	Covering, cov (m)
C20	210	3000	2.04*10^6	0.85	0.7	0.8	4	0.35	0.15	3.35	3.5	1.75	0.04
	210	3000	2.04*10^6	0.85	0.7	0.8	4	0.35	0.15	3.35	3.5	1.75	0.04
	210	4000	2.04*10^6	0.85	0.7	0.8	4	0.35	0.15	3.35	3.5	1.75	0.04
	210	4000	2.04*10^6	0.85	0.7	0.8	4	0.35	0.15	3.35	3.5	1.75	0.04
	240	3000	2.04*10^6	0.85	0.7	0.8	4	0.35	0.15	3.35	3.5	1.75	0.04
	240	3000	2.04*10^6	0.85	0.7	0.8	4	0.35	0.15	3.35	3.5	1.75	0.04
	240	4000	2.04*10^6	0.85	0.7	0.8	4	0.35	0.15	3.35	3.5	1.75	0.04
	240	4000	2.04*10^6	0.85	0.7	0.8	4	0.35	0.15	3.35	3.5	1.75	0.04
	280	3000	2.04*10^6	0.85	0.7	0.8	4	0.35	0.15	3.35	3.5	1.75	0.04
	280	3000	2.04*10^6	0.85	0.7	0.8	4	0.35	0.15	3.35	3.5	1.75	0.04
	280	4000	2.04*10^6	0.85	0.7	0.8	4	0.35	0.15	3.35	3.5	1.75	0.04

ตารางที่ 4.3 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวณโครงสร้างเสา คสล. (ต่อ)

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Dia เหล็ก DB 20	พื้นที่ถ่ายแรง	กว้าง ,m	ยาว,m	หลังคา - ชั้น3	DL				LL
					หลังคาลอนคู่ (15kg/m^2) (kg)	โครงหลังคา (30kg/m^2) (kg)	ฝ้าเพดาน (20kg/m^2) (kg)	น้ำหนักเสาสมมติ (kg)	น้ำหนักบรรทุกจร (50kg/m^2) (kg)
0.02		2	4		120	240	160	321.6	400
0.02		2	4		120	240	160	321.6	400
0.02		2	4		120	240	160	321.6	400
0.02		2	4		120	240	160	321.6	400
0.02		2	4		120	240	160	321.6	400
0.02		2	4		120	240	160	321.6	400
0.02		2	4		120	240	160	321.6	400
0.02		2	4		120	240	160	321.6	400
0.02		2	4		120	240	160	321.6	400
0.02		2	4		120	240	160	321.6	400
0.02		2	4		120	240	160	321.6	400

ตารางที่ 4.3 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวณโครงสร้างเสา คสล. (ต่อ)

25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
	DL								LL	
ชั้น3 - ชั้น2	พื้น PS ($400kg/m^2$) (kg)	พื้น oneway ($605kg/m^2$)(kg)	ฝ้าเพดาน ($20kg/m^2$) (kg)	ผนังอิฐแดง ($200kg/m^2$) (kg)	ผนังอิฐมวลเบา ($150kg/m^2$) (kg)	คาน ($2400kg/m^2$) (kg)	น้ำหนักเสาสมมติ ($2400kg/m^2$)(kg)	บันได ($649kg/m^2$)(kg)	น้ำหนักบรรทุกจร ($150kg/m^2$) (kg)	บันได ($150kg/m^2$) (kg)
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300

ตารางที่ 4.3 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวณโครงสร้างเสา คสล. (ต่อ)

36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
ชั้น2 - ชั้น1	DL								LL	
	พื้น PS (400kg/m^2) (kg)	พื้น oneway (605kg/m^2)(kg)	ฝ้าเพดาน (20kg/m^2) (kg)	ผนังอิฐแดง (200kg/m^2) (kg)	ผนังอิฐมวลเบา (150kg/m^2) (kg)	คาน (2400kg/m^2) (kg)	น้ำหนักเสาสมมติ (2400kg/m^2)(kg)	บันได (649kg/m^2)(kg)	น้ำหนักบรรทุกจร (150kg/m^2) (kg)	บันได (150kg/m^2) (kg)
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300
	2400	0	160	4200	0	756	336	1298	2100	300

ตารางที่ 4.3 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวณโครงสร้างเสา คสล. (ต่อ)

47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
	DL								LL	
Footing ชั้น1	พื้น PS (400kg/m^2) (kg)	พื้น oneway (605kg/m^2)(kg)	ฝ้าเพดาน (20kg/m^2) (kg)	ผนังอิฐแดง (200kg/m^2) (kg)	ผนังอิฐมวลเบา (150kg/m^2) (kg)	คาน (2400kg/m^2) (kg)	น้ำหนักเสาสมมติ (2400kg/m^2) (kg)	บันได (649kg/m^2)(kg)	น้ำหนักบรรทุกจร (150kg/m^2) (kg)	บันได (150kg/m^2) (kg)
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.3 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวณโครงสร้างเสา คสล. (ต่อ)

58	59	60	61	62	63	64	65	66			67	
Total	DL	LL	Pu (kg)	Pn (kg)	Po (kg)	สมมุติ p :	จากสมการ Ag ได้	Po = 0.85fc'(Ag - Ast) + fy(Ast)			แก้สมการได้ Ag cm^2	
	19141.6	5200	35638.2	50911.8	63639.7	0.03		263.145	Ag =	63639.7	Ag =	241.8428
	19141.6	5200	35638.2	50911.8	63639.7	0.03		263.145	Ag =	63639.7	Ag =	241.8428
	19141.6	5200	35638.2	50911.8	63639.7	0.03		293.145	Ag =	63639.7	Ag =	217.093
	19141.6	5200	35638.2	50911.8	63639.7	0.03		293.145	Ag =	63639.7	Ag =	217.093
	19141.6	5200	35638.2	50911.8	63639.7	0.03		287.88	Ag =	63639.7	Ag =	221.0633
	19141.6	5200	35638.2	50911.8	63639.7	0.03		287.88	Ag =	63639.7	Ag =	221.0633
	19141.6	5200	35638.2	50911.8	63639.7	0.03		317.88	Ag =	63639.7	Ag =	200.2004
	19141.6	5200	35638.2	50911.8	63639.7	0.03		317.88	Ag =	63639.7	Ag =	200.2004
	19141.6	5200	35638.2	50911.8	63639.7	0.03		320.86	Ag =	63639.7	Ag =	198.3411
	19141.6	5200	35638.2	50911.8	63639.7	0.03		320.86	Ag =	63639.7	Ag =	198.3411
	19141.6	5200	35638.2	50911.8	63639.7	0.03		350.86	Ag =	63639.7	Ag =	181.3821

ตารางที่ 4.3 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวณโครงสร้างเสา คสล. (ต่อ)

68	69	70	71	72	73	74		75
จาก Ag กว้าง, ยาวเสา ประมาณ	เสา สี่เหลี่ยม จัตุรัส b,d (cm)	เลือกใช้ ขนาด b,d (cm)	Status ช่อง 73 > ช่อง 72	Ag ที่ใช้ออกแบบ (cm^2)	หาปริมาณ เหล็กเสริม	Po = 0.85fc'(Ag - Ast) + fy(Ast)		แก้สมการได้ Ast cm^2
	15.55129463	20	Ok	400		2821.5	Ast = -7760.3	Ast = -2.750411
	15.55129463	20	Ok	400		2821.5	Ast = -7760.3	Ast = -2.750411
	14.73407462	15	Ok	225		3821.5	Ast = 23477.2	Ast = 6.143455
	14.73407462	15	Ok	225		3821.5	Ast = 23477.2	Ast = 6.143455
	14.86819895	15	Ok	225		2796	Ast = 17739.7	Ast = 6.344676
	14.86819895	15	Ok	225		2796	Ast = 17739.7	Ast = 6.344676
	14.1492203	15	Ok	225		3796	Ast = 17739.7	Ast = 4.673265
	14.1492203	15	Ok	225		3796	Ast = 17739.7	Ast = 4.673265
	14.0833613	15	Ok	225		2762	Ast = 10089.7	Ast = 3.653046
	14.0833613	15	Ok	225		2762	Ast = 10089.7	Ast = 3.653046

ตารางที่ 4.3 รูปแบบ Microsoft Excel ตามแบบการคำนวณโครงสร้างเสา คสล. (ต่อ)

76	77	78	79	80	81	82	83	84
เหล็กยืน	จำนวนเส้น	เหล็กปลอกใช้	ระยะเรียงเหล็กปลอก	16เท่าของเหล็กยืน (cm)	48เท่าของเหล็กปลอก (cm)	ด้านแคบที่สุดของเสา (cm)	ระยะ@ อัน/m	
DB12	4	RB6		19.2	28.8	20	RB @	20
DB16	4	RB6		25.6	28.8	20	RB @	20
DB12	6	RB6		19.2	28.8	15	RB @	15
DB16	4	RB6		25.6	28.8	15	RB @	15
DB12	6	RB6		19.2	28.8	15	RB @	15
DB16	4	RB6		25.6	28.8	15	RB @	15
DB12	6	RB6		19.2	28.8	15	RB @	15
DB16	4	RB6		25.6	28.8	15	RB @	15
DB12	4	RB6		19.2	28.8	15	RB @	15
DB16	4	RB6		25.6	28.8	15	RB @	15
DB12	4	RB6		19.2	28.8	15	RB @	15

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

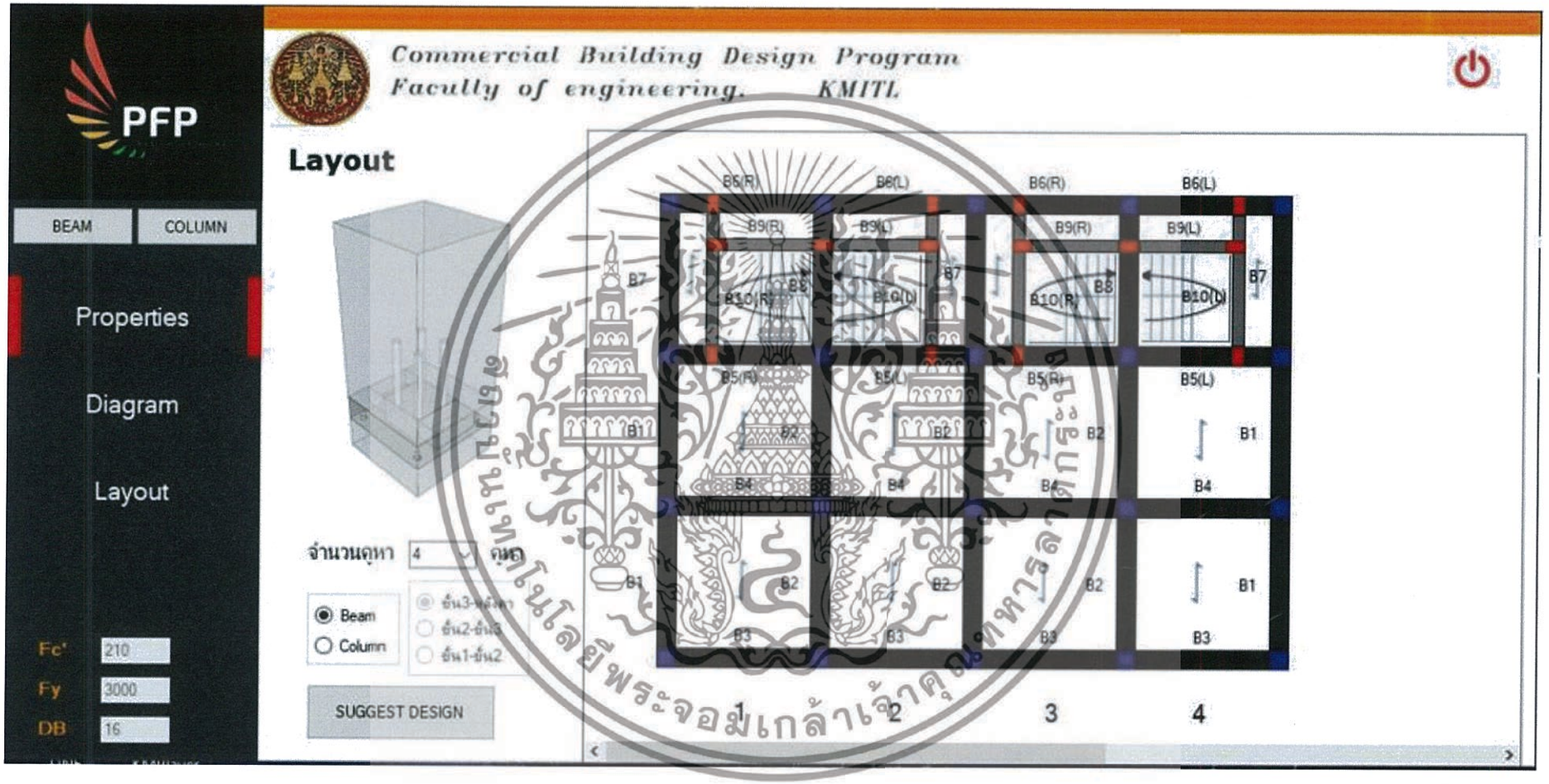
แบบคำนวนโครงสร้าง คสล. ทั้งเสาและคานซึ่งจัดเรียงข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการจัดเก็บในโปรแกรม Microsoft Access แล้ว ในรูปแบบของตารางเก็บข้อมูลและสร้างรูปแบบอย่างง่ายในการเรียกใช้งาน และสร้างมาโครและโมดูลด้วยภาษาเบสิกเพื่อประมวลผลตามหลักภาษาโครงสร้าง เพียงเพื่อให้ระบบฐานข้อมูลนี้ถูกโปรแกรมเรียกใช้จากภายนอกได้ ในที่นี้ก็คือ Visual Studio

4.3. ผลลัพธ์โปรแกรม

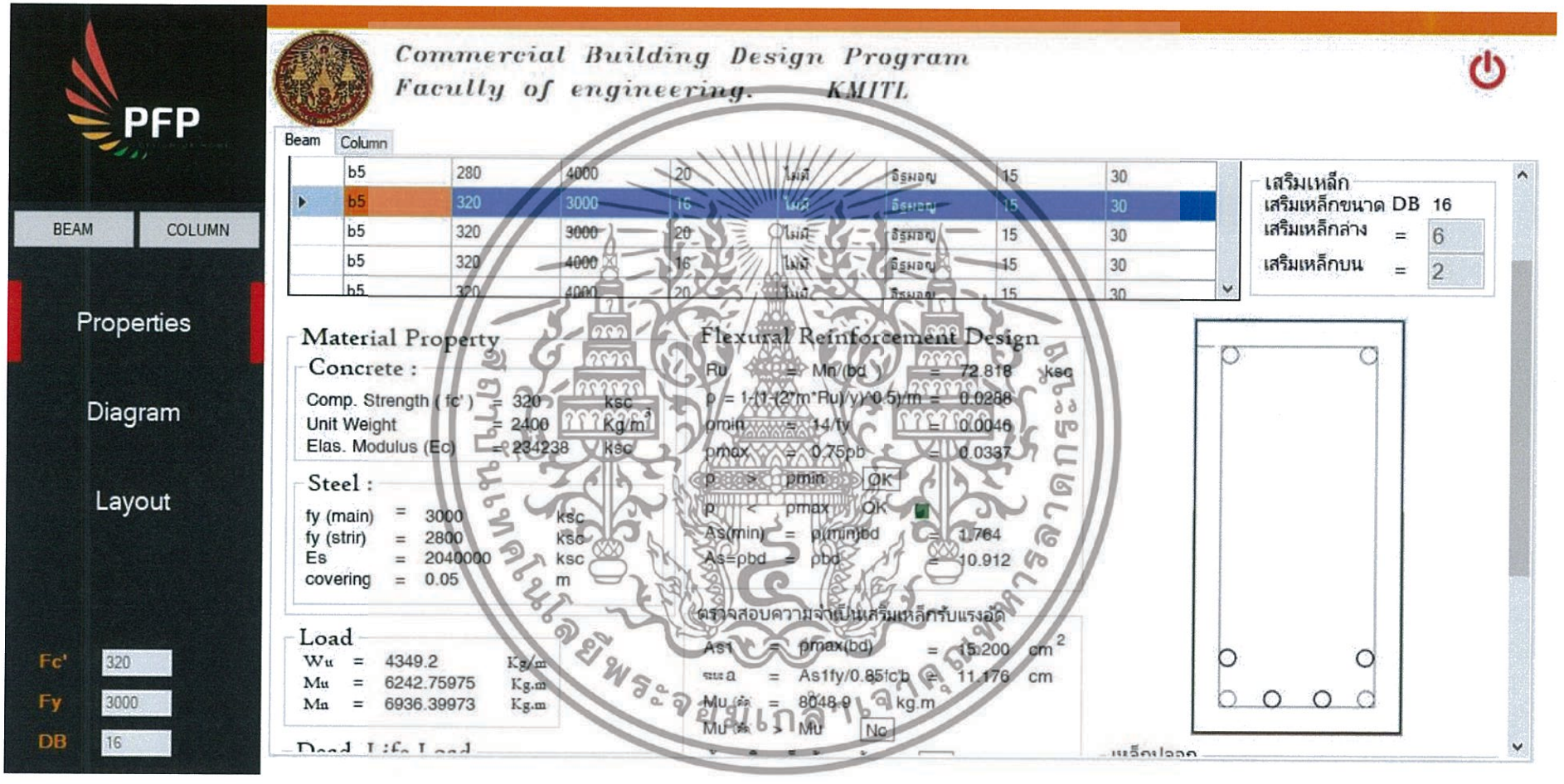
เนื่องด้วย เป็นโปรแกรมคำนวณสำหรับการออกแบบ วิเคราะห์ และ เปรียบเทียบ ชิ้นส่วนเสา-คาน สำเร็จรูป ดังนั้น จึงนำเสนอโปรแกรม พร้อมกับรูป ดังแสดงในหน้าถัดไป เริ่มจากเปิดโปรแกรม PFP ให้กดปุ่ม Start PFP Program จากนั้น โปรแกรมจะเข้าสู่หน้า แปลน 2 มิติ ดังรูปที่ 4.2 เมื่อท่านกดที่ PROPERTIES จะมีแบบการคำนวณของคาน พร้อมการเสริมเหล็ก ดังรูป ที่ 4.3 จากนั้นถ้าเรากด Diagram โปรแกรมจะคำนวณ Shear และ Moment Diagram ขึ้นมา ดังรูปที่ 4.4 จากนั้นถ้าเราเลือกการคำนวณเสา โปรแกรมจะคำนวณเสา พร้อมการเสริมเหล็กออกมา ดังรูปที่ 4.5 หากท่านกดไปที่ Layout จะแสดงผังการวางตำแหน่งเสา ออกมา ดังรูปที่ 4.6 และหากท่านที่ต้องการสนใจในการติดตั้งบริเวณรอยต่อให้ท่าน Click ที่แปลน 2 มิติ จะมีลักษณะการเชื่อมรอยต่อขึ้นมา ดังรูปที่ 4.7 หากผู้ที่ใช้งานจะนำไปติดตั้ง โปรแกรมยังแสดงสัญลักษณ์การติดตั้งเผื่อมิให้เกิดการติดตั้งสลับฝั่งกันได้ ดังรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

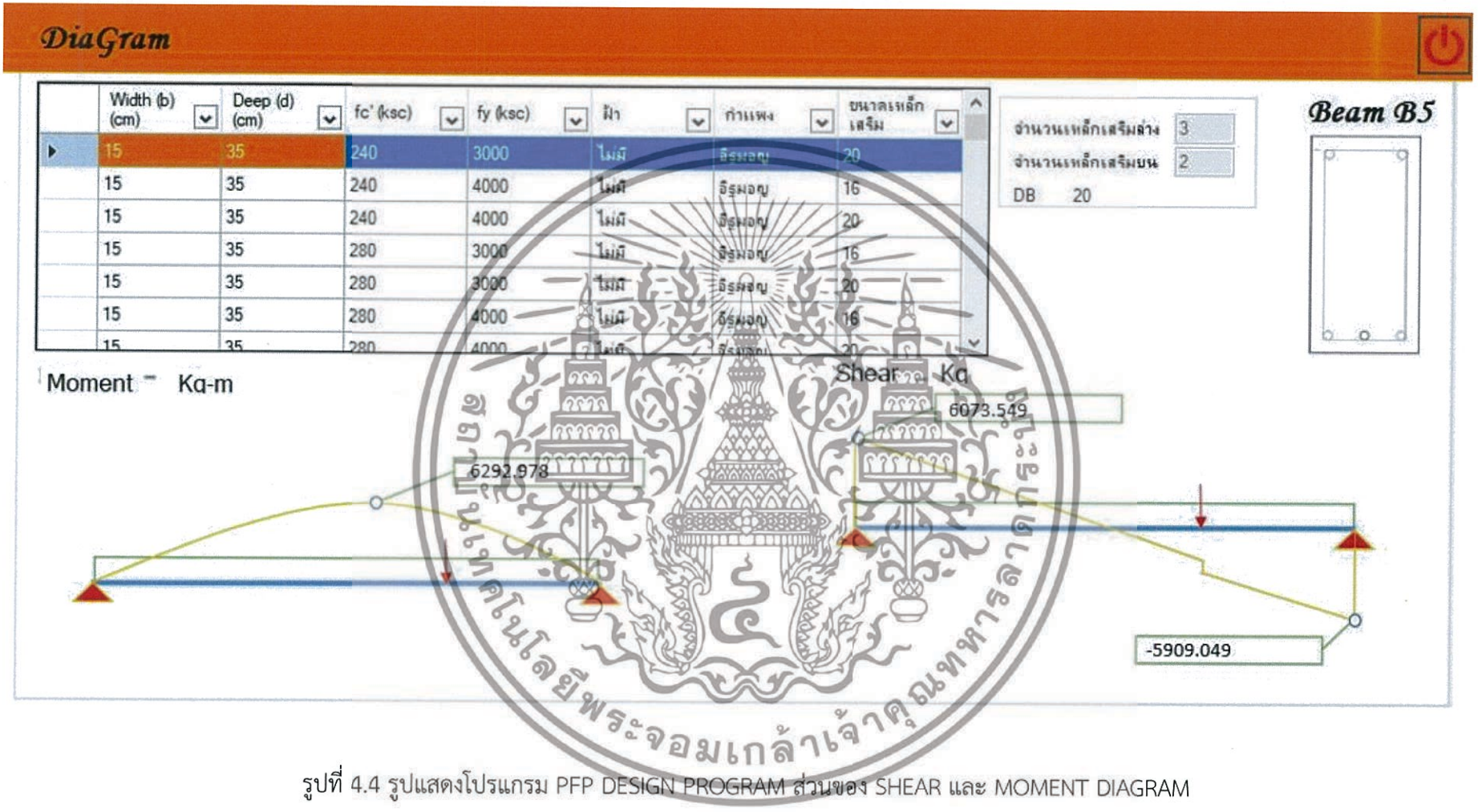
รูปที่ 4.1 รูปแสดงสัญลักษณ์ในการติดตั้ง



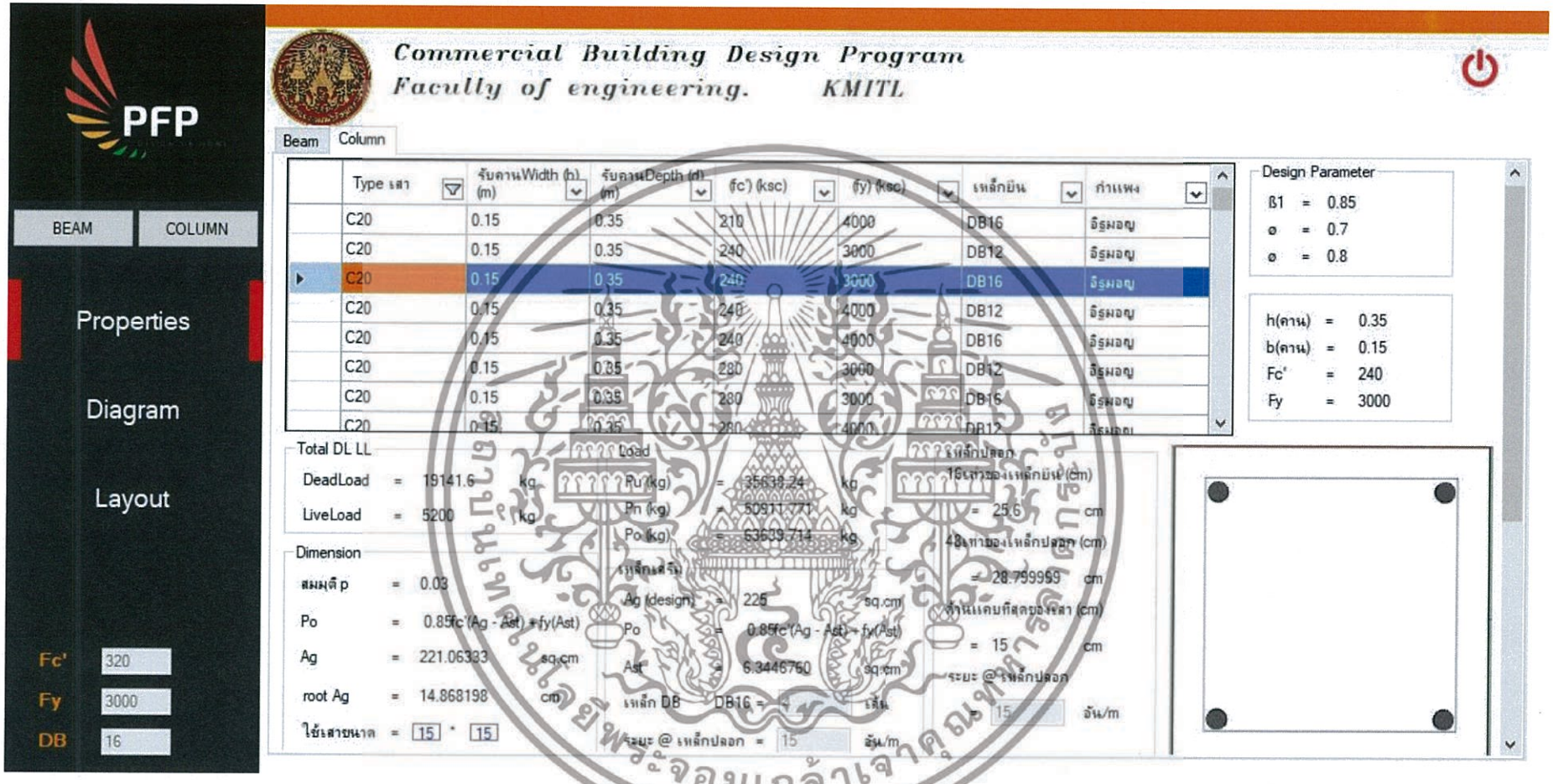
รูปที่ 4.2 รูปแสดงโปรแกรม PFP DESIGN PROGRAM ส่วนของ แปลน 2 มิติ



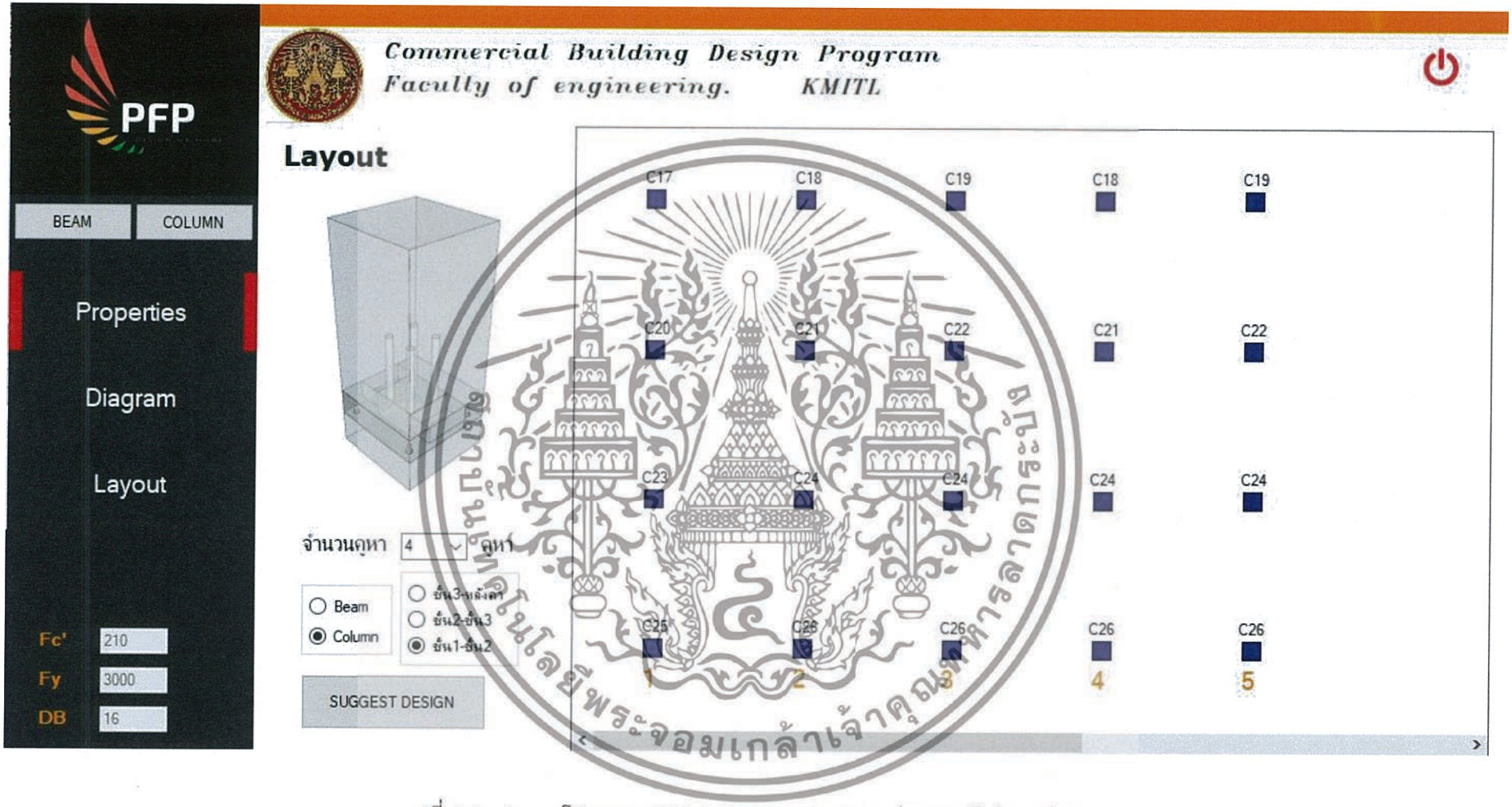
รูปที่ 4.3 รูปแสดงโปรแกรม PFP DESIGN PROGRAM ส่วนของรายการคำนวณคาน



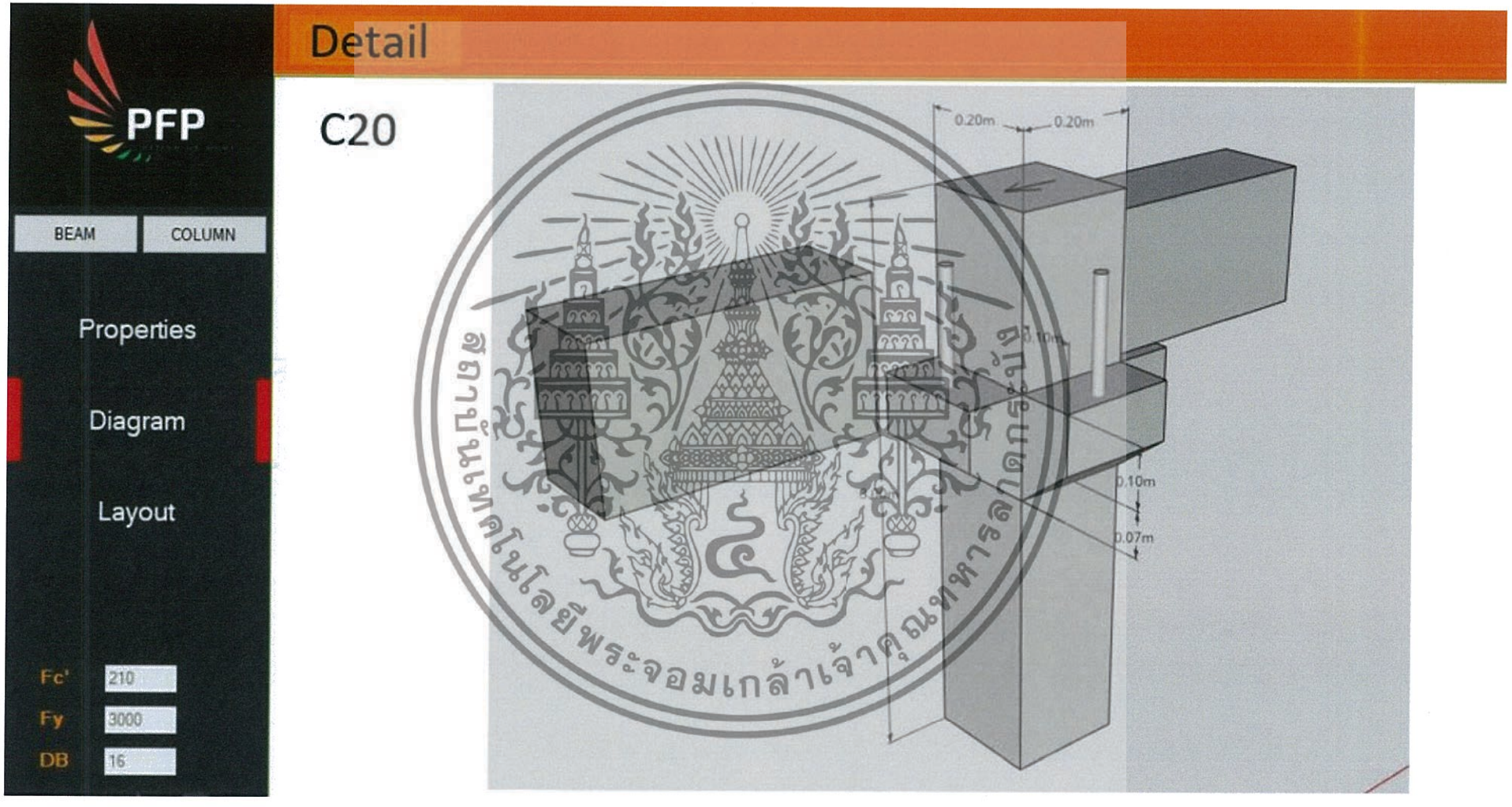
รูปที่ 4.4 รูปแสดงโปรแกรม PFP DESIGN PROGRAM ส่วนของ SHEAR และ MOMENT DIAGRAM



รูปที่ 4.5 รูปแสดงโปรแกรม PFP DESIGN PROGRAM ส่วนของรายการคำนวณเสา



รูปที่ 4.6 รูปแสดงโปรแกรม PFP DESIGN PROGRAM ส่วนของผังตำแหน่งเสา



รูปที่ 4.7 รูปแสดงโปรแกรม PFP DESIGN PROGRAM ส่วนของรอยต่อเสา และ คาน

4.4. สรุปท้ายบท

จากการใช้วิธีเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ตามแบบการคำนวนโครงสร้าง คสล. เพื่อไปเป็นฐานข้อมูลใน Microsoft Access นั้น จะเห็นได้ว่าวิธีดังกล่าวเหมาะสำหรับนักพัฒนาระบบฐานข้อมูลที่ไม่ต้องการโปรแกรมที่ซับซ้อน ความสามารถที่สำคัญคือการสร้างตาราง หลายๆส่วนเข้าแฟ้มเดียวกันได้ ด้วยคุณสมบัติพื้นฐานจึงอำนวยให้พัฒนาโปรแกรมให้แล้วเสร็จได้ในเวลาอันสั้น มีเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกในการพัฒนาอย่างครบถ้วน ทำให้ระบบมีความสะดวกต่อการใช้งาน ไม่ยุ่งยากต่อการอ่านค่าจากฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้ก่อสร้างจริงในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินการวิจัย

5.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยนี้ พบว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แต่แรก โดยสรุปผลดังนี้

1. ศึกษาออกแบบชิ้นส่วน เสา คาน สำเร็จรูป โดยวิธีกำลัง (Strength Design) และเขียนผ่าน Visual basic เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน โดยมีฐานข้อมูลจาก Microsoft Excel
2. เลือกใช้รอยต่อ ตามลักษณะดังนี้
   a. เสา กับ เสา ใช้ รอยต่อเป็น WET PROCESS (CB 8)
   b. เสา กับ คานหลัก ใช้ รอยต่อเป็น WET PROCESS (CB 4)
   c. คานหลัก กับ คานฝาก ใช้ รอยต่อเป็น DRY PROCESS (L-Shape Beam)
3. มีการทำสัญลักษณ์ เพื่อให้สะดวกต่อการติดตั้ง และลดปัญหาคานชนิดเดียวกัน แต่ รับพื้นได้ต่างฝั่งกัน (mirror) อีกทั้งยังออกแบบคานลดระดับเพื่อรองรับ พื้นห้องน้ำหล่อในที่
4. โปรแกรมที่คำนวณออกแบบ วิเคราะห์โครงสร้าง เป็นจริงตามมาตรฐาน ว.ส.ท. และเทียบจากการคำนวณด้วยมือ มีผลตรงกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการเขียนโปรแกรมผ่าน visual basic พบว่า โปรแกรม เสาและคาน สำเร็จรูปนั้นยังสามารถพัฒนาต่อได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด อาทิเช่น ณ ปัจจุบัน โปรแกรมนี้สร้างขึ้นเพื่อออกแบบอาคารณิชย์ ซึ่งมีหน้ากว้างเพียง 4 เมตร เท่านั้น ดังนั้นอาจจะมีการพัฒนาต่อไป 4.5 หรือ 5 เมตร ก็ตาม แม้แต่เพิ่มจำนวนชั้นก็ได้ หรือพัฒนาทางด้านการขยับย้าย เสาและคาน รวมไปถึงห้องน้ำ และยังสามารถเพิ่มวัสดุได้อย่างต่อเนื่องหรือทำช่องให้กรอกวัสดุเพิ่มเองได้ ส่งผลให้โปรแกรมมีความยืดหยุ่นสูง และสามารถเข้าได้กับทุกกลุ่มคน ทำให้มีคนเข้ามาสนใจและใช้งานเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ศ.ดร.วินิต ช่อวิเชียร และ ดร.วรนิติ ช่อวิเชียร. (2554). การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง. กรุงเทพฯ; วรนิติ ช่องวิชียร ,2554

ศ.ดร.อมร พิมานมาศ และ คณะผู้จัดทำ, สภาวิศวกร. (สิงหาคม 2558). องค์ความรู้ประกอบการสอบเลื่อนระดับเป็นสามัญวิศวกรสาขาวิศวกรรมโยธา. สืบค้นเมื่อ วันที่ 10 เมษายน 2561, จาก http://www.coe.or.th/coe-2/Download/Articles/CE/CE1.pdf

Hibbeler, R.C.. 2012. Structural Analysis. Singapore: Pearson Education South Asia Pte Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] มามี โตบารมีกุล, **การศึกษาระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล**, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

[2] โสภณ แสงไพโรจน์, **เอกสารประกอบการอบรม ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม**, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520.

[3] Edward Allen and Joseph Iano. (2009) **Fundamentals of Building Construction: Materials and Methods**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.

[4] Salah El-Din Taher, Ahmed Atta, และ Alaa El-Din Sharkawi. (2007). **Wet Vs. Dry Techniques In Connecting Piecewise Precast Reinforced Concrete Beam-Column Elements In Moment Resisting Frames**. Ph.D. Dissertation, Tanta University.

[5] https://www.yotathai.com/yotanews/rule55-buildinglaw

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
สัญลักษณ์

U = น้ำหนักปลาไหลสูงสุดที่ได้จากการรวมน้ำหนักหรือแรงที่เพิ่มค่าแล้ว

DL = น้ำหนักบรรทุกของที่ใช้งาน

LL = น้ำหนักบรรทุกจรใช้งานที่กำหนด บอกด้วยแรงกระแทก (ถ้ามี)

ϕ = ตัวคูณลดกำลัง (strength reduction factor) มีค่าเท่ากับ 0.9

M_n = โมเมนต์ดัดต้านทานสูงสุดของส่วนโครงสร้าง คสล. (ทางทฤษฎี)

M_u = โมเมนต์ดัดประลัย ซึ่งเป็นผลจากการกระทำของน้ำหนักบรรทุกใช้งานบนส่วน

R_u = สัมประสิทธิ์ต้านโมเมนต์ดัด

ρ = อัตราส่วนของเหล็กเสริมรับแรงดึงต่อเนื้อที่หน้าตัดประสิทธิผล = A_s/bd

f_c' = กำลังต้านทานแรงอัดสูงสุดของคอนกรีต กก./ซม.^{2}

b,d = ความกว้าง ซม. และ ความลึกประสิทธิผล ซม. ของคานตามลำดับ

M_R = กำลังรับโมเมนต์ดัดโดยคอนกรีตตามลำพัง = $\phi R_u bd^2$ กก.-ซม.

R_u = ค่าสัมประสิทธิ์ต้านทานโมเมนต์ดัด

= $(\rho - \rho')f_y(1 - 0.59\frac{(\rho - \rho')f_y}{f_c'})$ กก./ซม.^{2} (3.7)

จากการใช้เหล็กเสริมรับแรงดึงอย่างเดียวที่มีปริมาณเท่ากับ A_{s1} (ซึ่งมีค่าเท่ากับ $A_s - A_s'$)

M_{u2} = $\phi M_{n2} = M_u - M_R = \phi A_s' f_y(d - d')$ กก.-ซม. เป็นกำลังรับโมเมนต์ ดัดโดยเหล็กเสริมรับแรงอัด หรือโดยเหล็กเสริมรับแรงดึงที่มีปริมาณเหล็กเสริมเท่ากับ A_s'

V_n = กำลังต้านทานแรงเฉือนของคาน คสล. ที่เสริมเหล็กตามขวาง = $V_c + V_s$

V_c = กำลังต้านทานแรงเฉือนของคอนกรีตล้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V_s = กำลังต้านทานแรงเฉือนของเหล็กเสริมทางขวาง

V_u = แรงเฉือนประลัยที่กระทำ ณ หน้าตัดวิกฤต

P_n และ M_n = กำลังต้านทานแรงอัดและโมเมนต์ดัดที่หาได้ตามทฤษฎีตามลำดับ

ϕ = ตัวคูณลดกำลัง (เสาปลอกเดี่ยว =0.7, เสาปลอกเกลียว =0.75)

P_u และ M_u = แรงอัดประลัยและโมเมนต์ดัดประลัย ตามลำดับ ที่ได้จากการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกด้วยตัวคุณเพิ่มน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

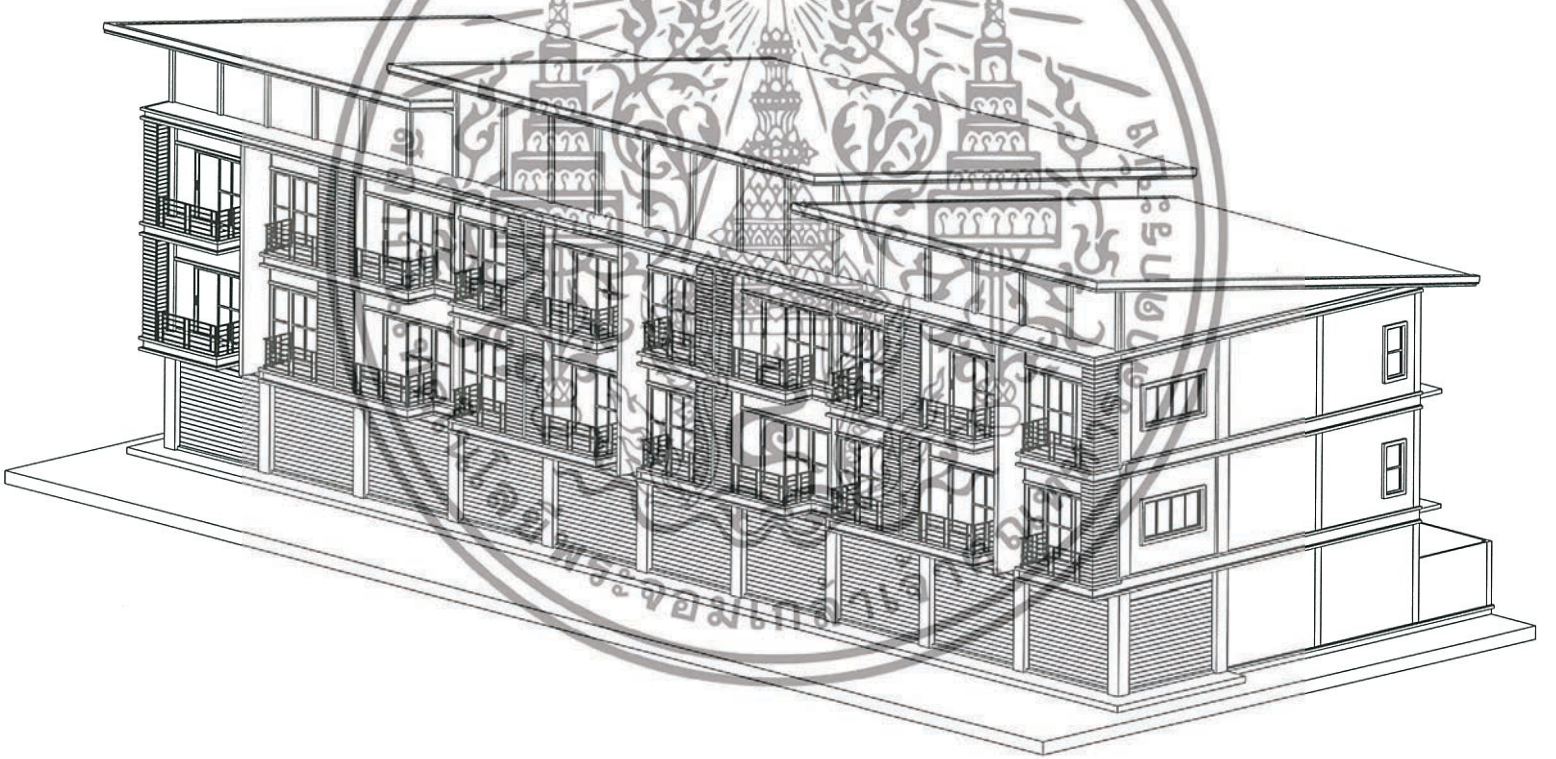
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการก่อสร้างอาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น 10 คูหา

สถานที่ก่อสร้าง

บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ – แก้งคร้อ

ตำบลช่องสามหมอ อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ

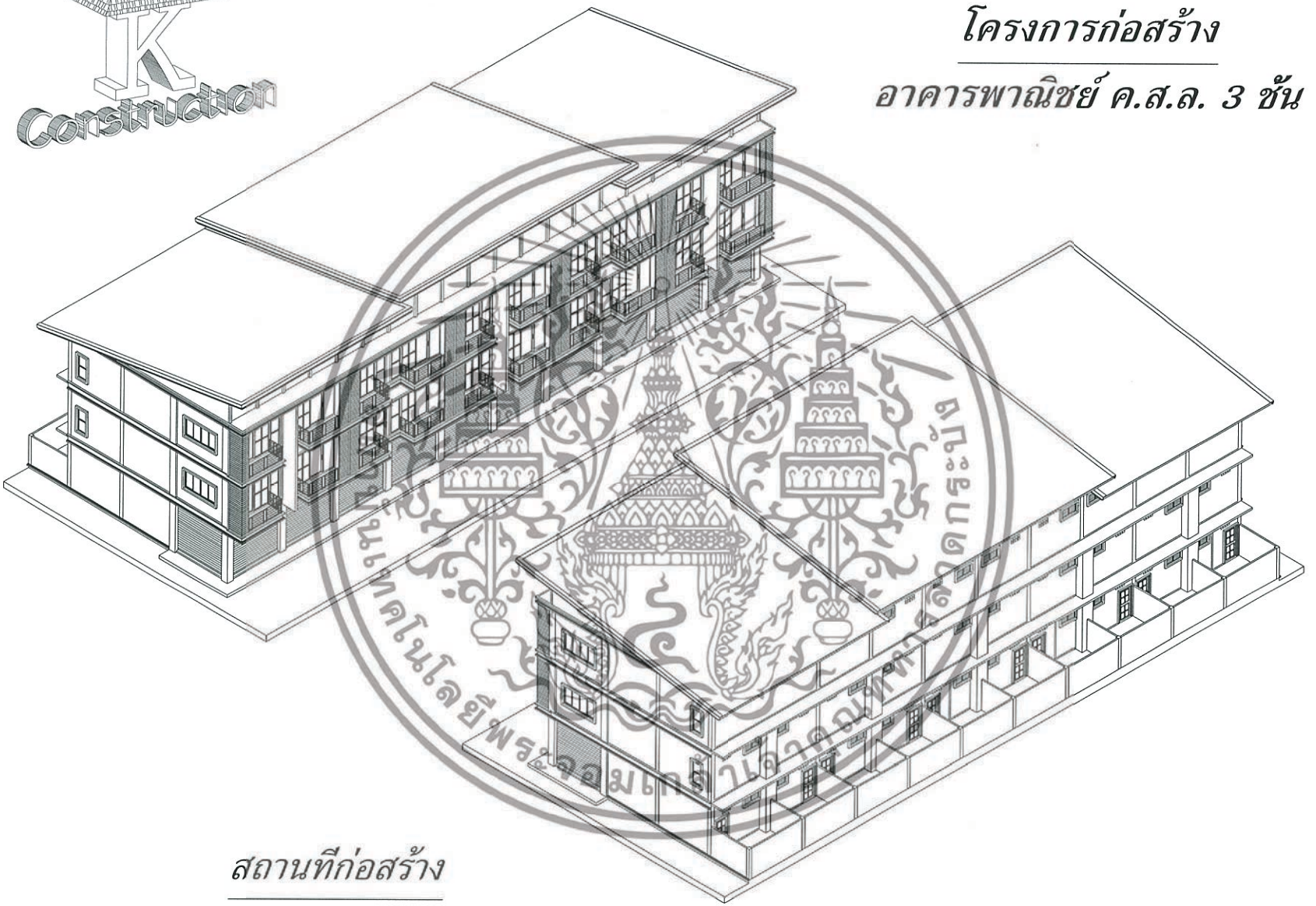


เจ้าของ นางสาวอภิชญา นานาประสงค์

K Construction

โครงการก่อสร้าง

อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น



สถานที่ก่อสร้าง

ตำบลช่องสามหมอ อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ

โครงการก่อสร้างอาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น 10 คูหา

รายการประกอบแบบ

สัญลักษณ์	รายการ	สัญลักษณ์	รายการ	สัญลักษณ์	รายการ
1.	รายการประกอบแบบ	16.	แบบขยายระเบียง , ISOMETRIC ขยายระเบียง	31.	ผังขยายระบบสุขาภิบาล ชั้น 1
2.	ผังที่ตั้ง , ผังบริเวณ	17.	ผังฐานราก , คอม่อ	32.	ผังขยายระบบสุขาภิบาล ชั้น 2 - 3
3.	แปลนพื้นชั้น 1	18.	ผังฐานคาน , เสา , พื้น ชั้น 1	33.	แบบผังขยายระบบสุขาภิบาล ห้องน้ำ-ส้วม 1-3
4.	แปลนพื้นชั้น 2	19.	ผังฐานคาน , เสา , พื้น ชั้น 2	34.	แบบขยายถังบำบัด , บ่อซึม , ท่อระบายน้ำ
5.	แปลนพื้นชั้น 3	20.	ผังฐานคาน , เสา , พื้น ชั้น 3		
6.	แปลนพื้นหลังคา	21.	ผังโครงสร้างรับโครงหลังคา		
7.	รูปด้าน 1	22.	ผังโครงหลังคา		
8.	รูปด้าน 2 , 4	23.	ISOMETRIC ขยายโครงหลังคา		
9.	รูปด้าน 3	24.	แบบขยายโครงสร้างฐานราก		
10.	รูปตัด ก - ก	25.	แบบขยายโครงสร้างเสา , คาน		
11.	รูปตัด ข - ข	26.	แบบขยายโครงสร้างพื้น , บันได		
12.	รูปตัด ค - ค	27.	ผังระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ชั้น 1		
13.	ขยายห้องน้ำ - ห้องส้วม	28.	ผังระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ชั้น 2		
14.	แบบขยายประตู - หน้าต่าง	29.	ผังระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ชั้น 3		
15.	แบบขยายบันได , ISOMETRIC ขยายบันได	30.	รายการประกอบแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง		

งานพื้น

สัญลักษณ์	รายการ
W1	พื้น ค.ส.ล. ผิวปูกระเบื้องแกรนิโต้ ขนาด 60x60 ซม.
W2	พื้น ค.ส.ล. ผิวปูกระเบื้องเซรามิค ขนาด 12"x12" (ผิวด้าน)
W3	พื้น ค.ส.ล. ผิวปูกระเบื้องเซรามิค ขนาด 8"x8" (ผิวด้าน)
W4	พื้น ค.ส.ล. ผิวปูกระเบื้องเซรามิค ขนาด 12"x12" สลับหินล้าง
W5	พื้น ค.ส.ล. ผิวขัดหยาบ

งานผนัง

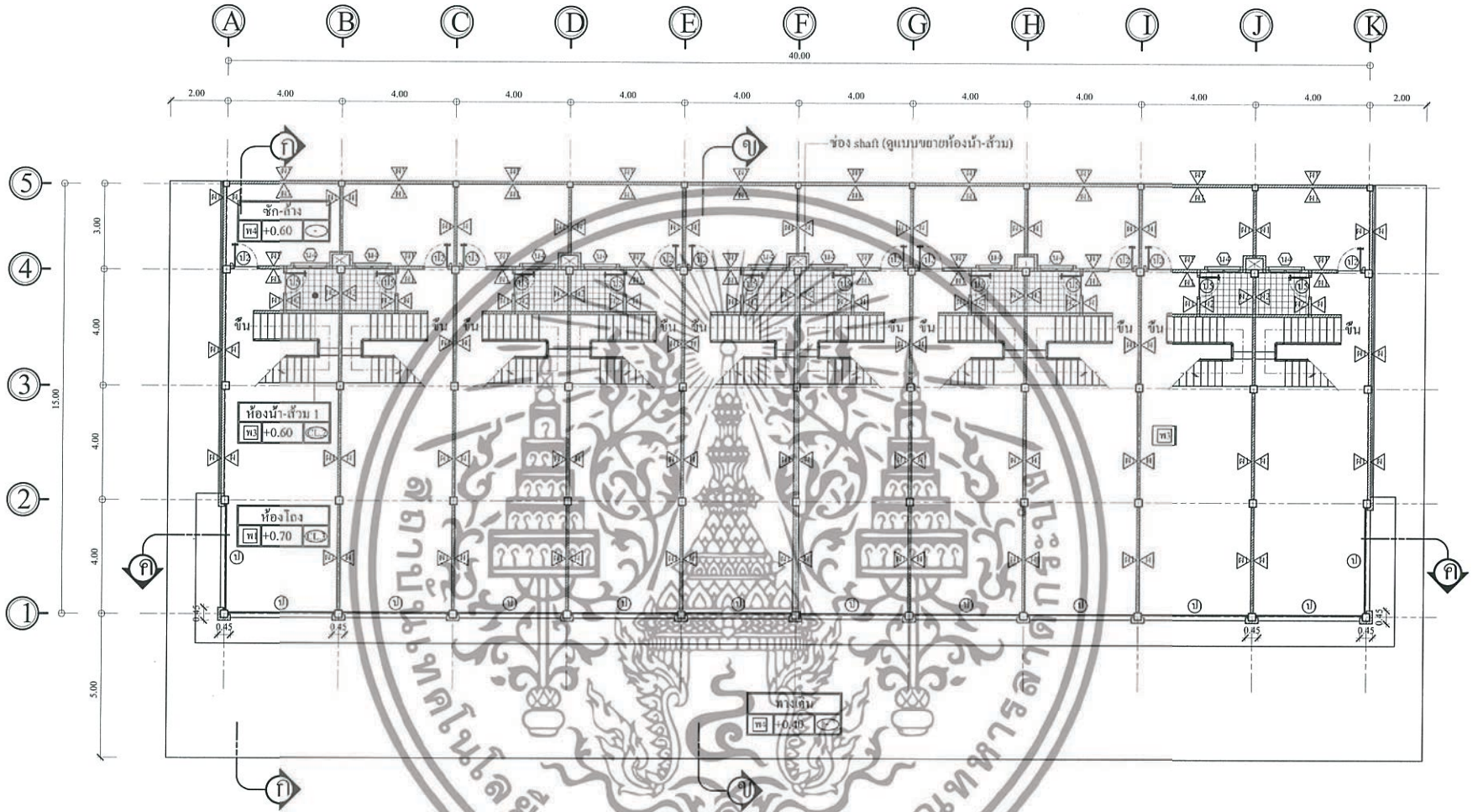
สัญลักษณ์	รายการ
H1	ผนังก่ออิฐมวลเบา ฉาบปูนเรียบสองด้าน ผิวทาสีน้ำพลาสติก
H2	ผนังก่ออิฐมอญ ฉาบปูนเรียบ ผิวบุกระเบื้องเซรามิค 8"x10" 2.50 เมตร หรือชุงชนฝ้าเพดาน
H3	ผนังก่อบล็อคแก้ว ขนาด 15x15 ซ.ม.
H4	ผนังก่ออิฐมวลเบา ฉาบปูนเรียบเซาะร่อง ผิวทาสีน้ำพลาสติก

งานฝ้าเพดาน

สัญลักษณ์	รายการ
CL3	ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดฉาบเรียบ โครงเคร่าเหล็ก C-LINE
CL5	ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดชนิดกันชื้นฉาบเรียบ โครงเคร่าเหล็ก C-LINE
CL6	ฝ้าเพดานท้องพื้นพื้นลอนเวฟอัดแรงตกแต่งเซาะร่องพร้อมทาสี
CL9	ฝ้าเพดานแผ่นซีเมนต์บอร์ด โครงเคร่าเหล็กกล่อง 2"x2" หนา 2 ม.ม.

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		A	1 /34

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ					A	2 /34
		นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107			

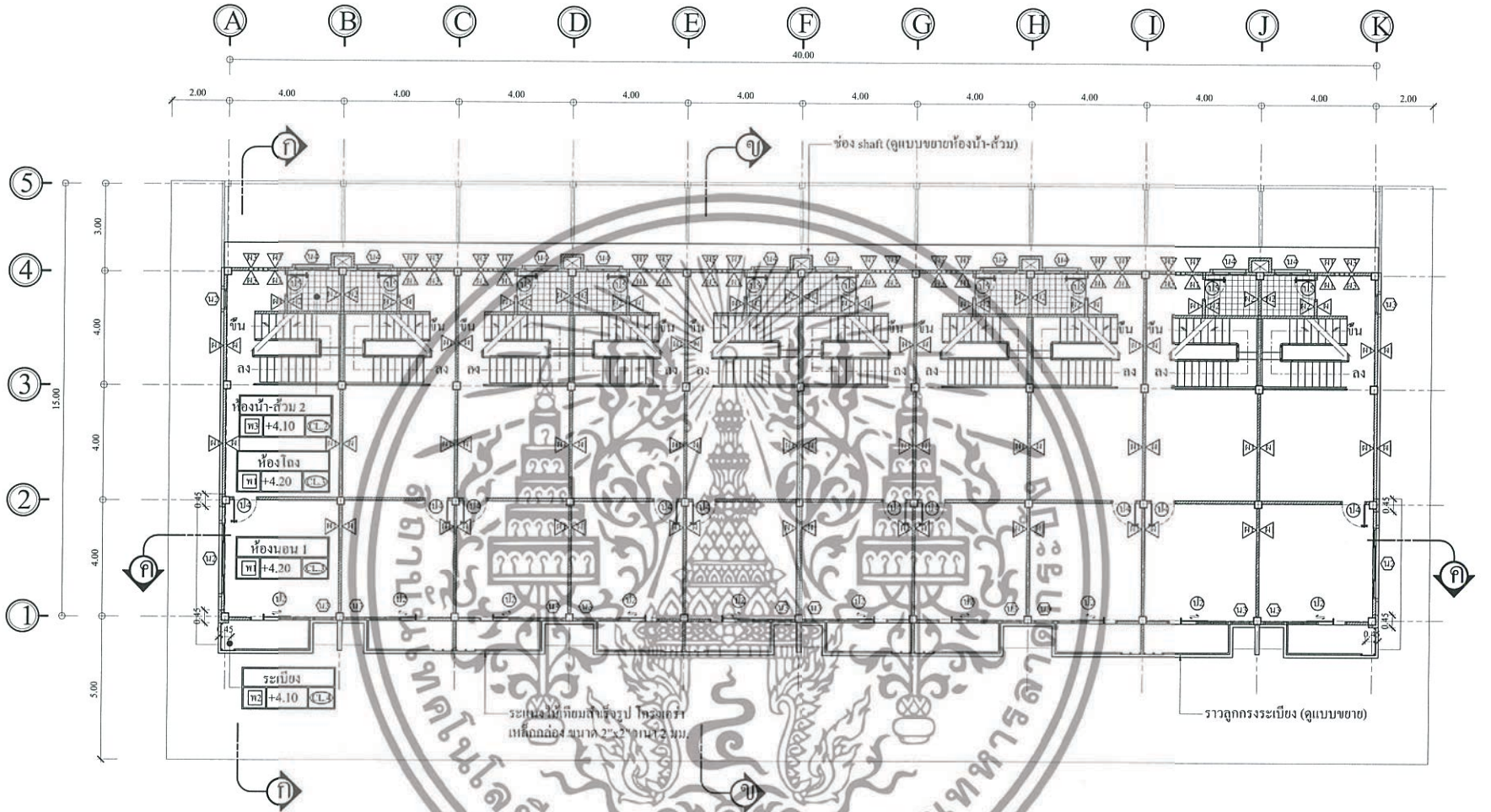


แปลนพื้นชั้น 1

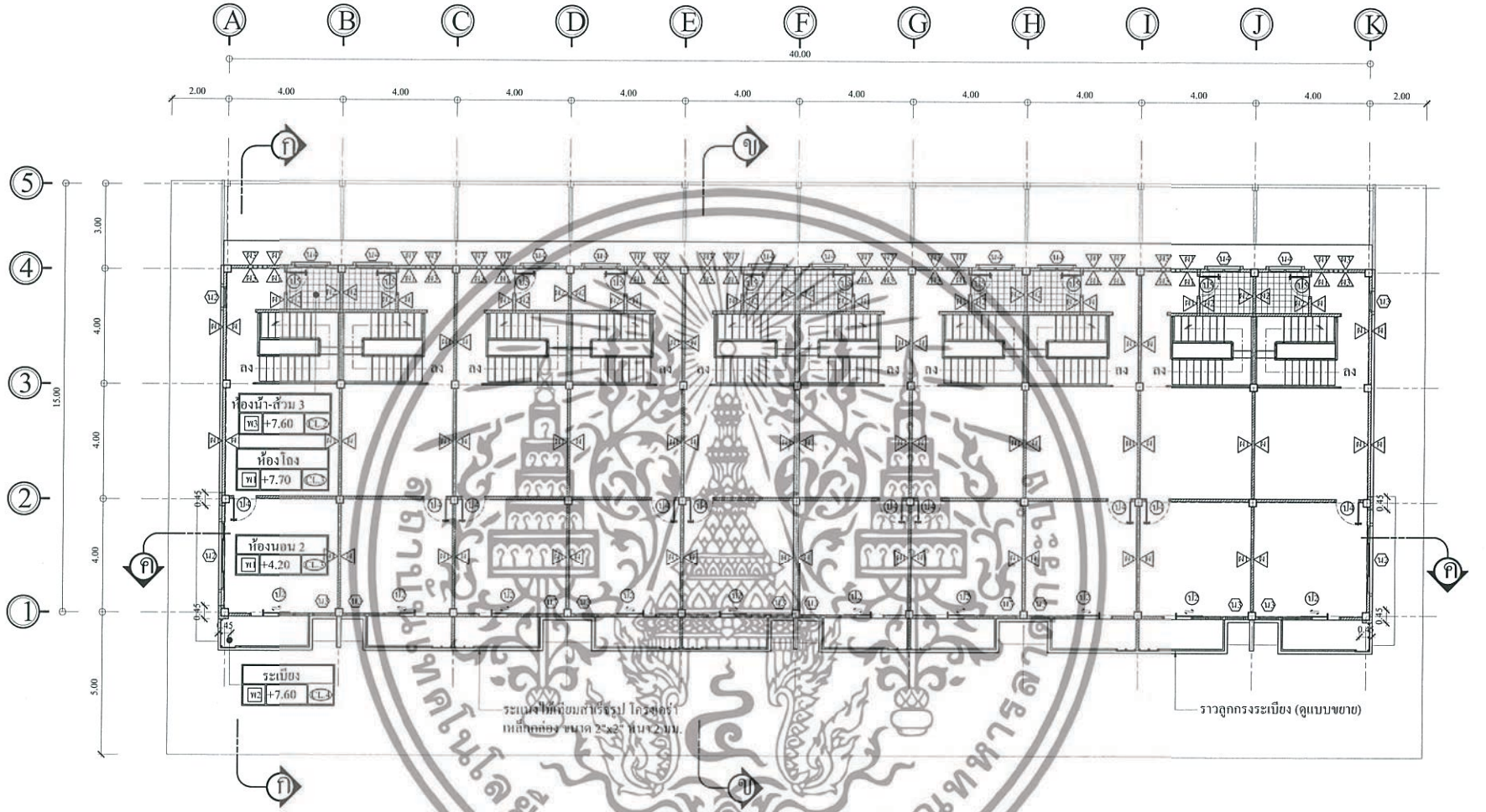
มาตราส่วน 1:150

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		A	3 /34



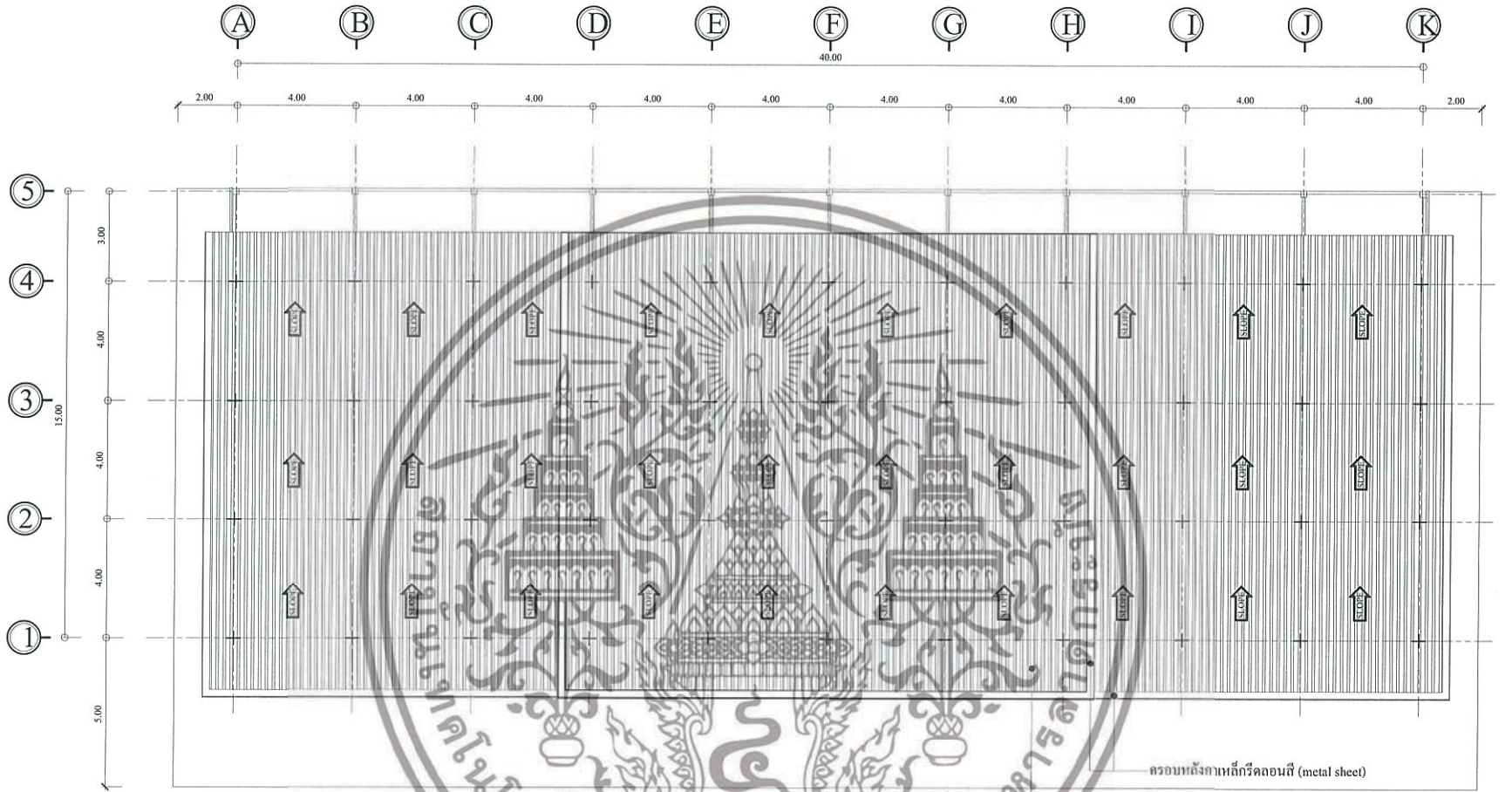
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ – แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		A	4 /34



แปลนพื้นชั้น 3

มาตราส่วน 1:150

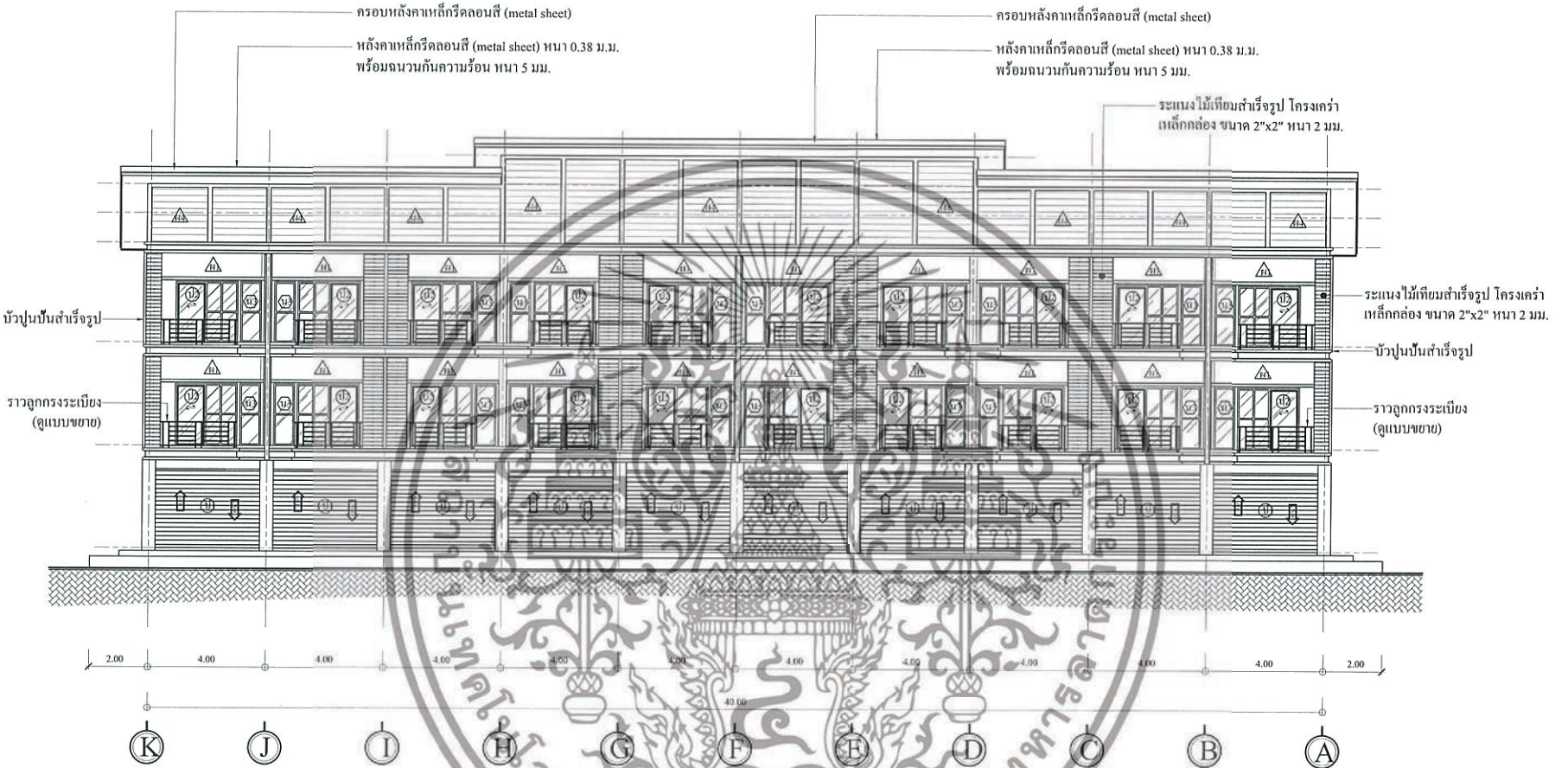
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		A	5 /34



แปลนหลังคา

มาตราส่วน 1:150

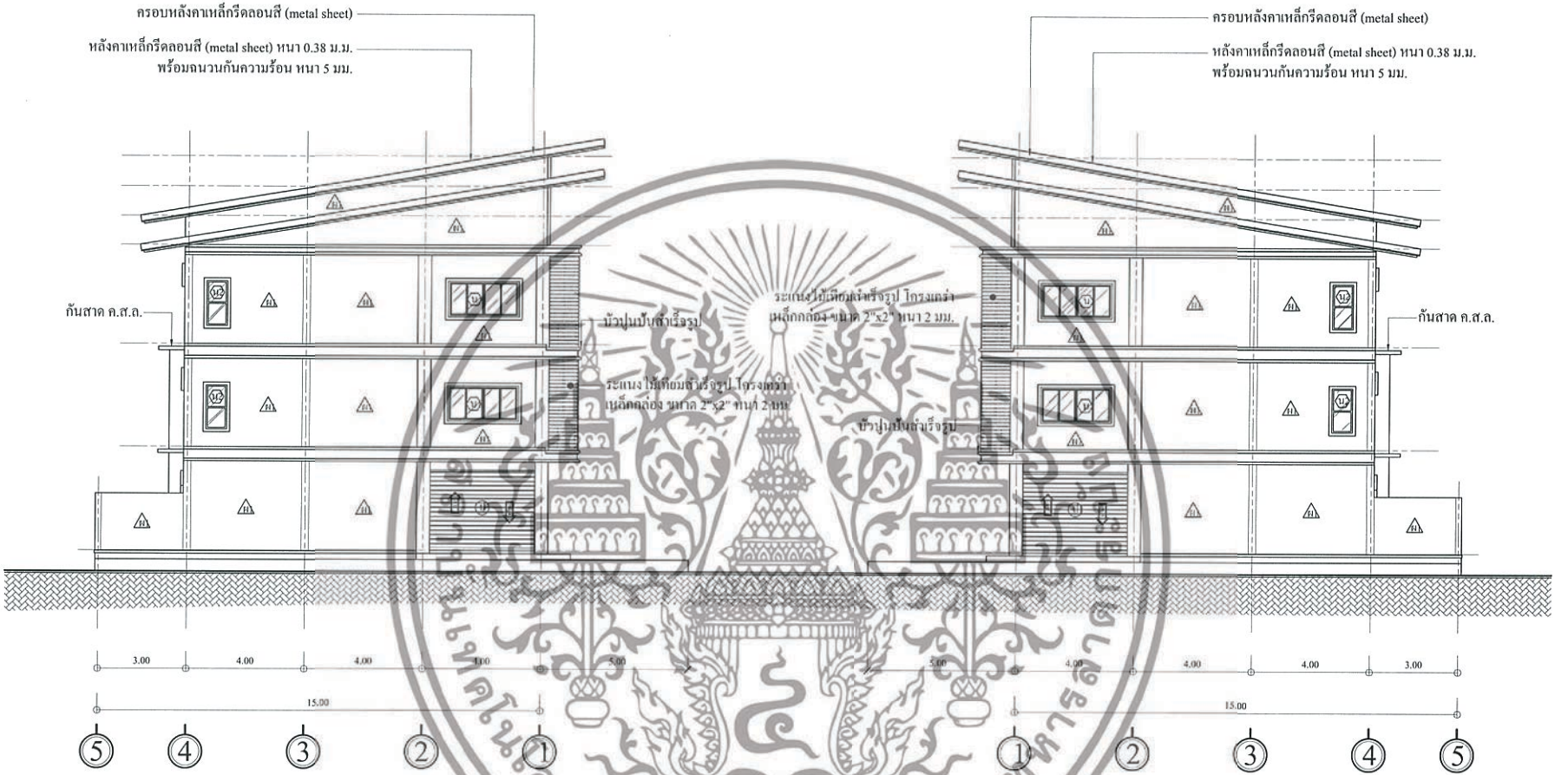
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ					A	6 /34
		นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107			



รูปด้าน 1

มาตราส่วน 1:150

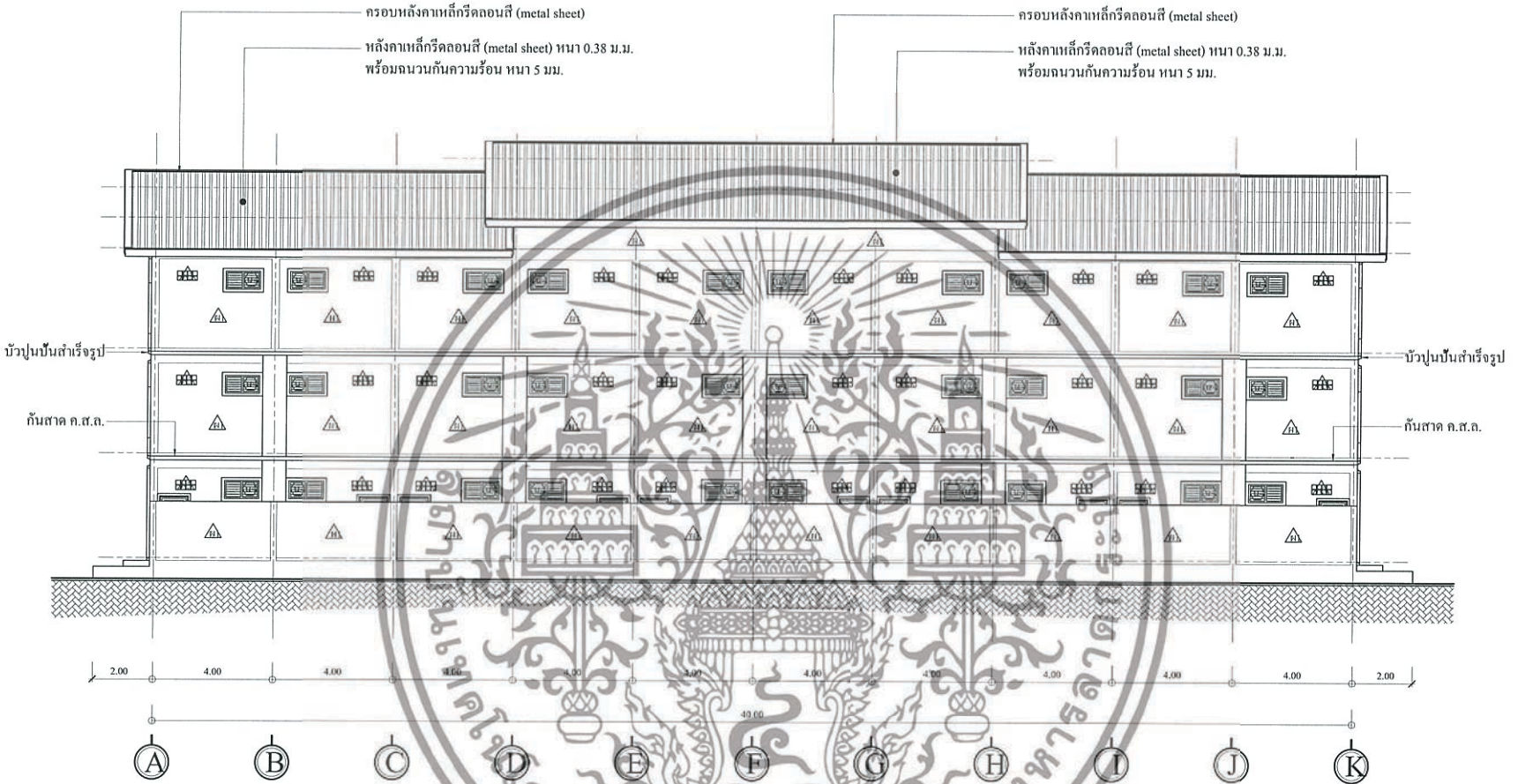
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		A	7 /34



รูปด้าน ②
มาตราส่วน 1:150

รูปด้าน ④
มาตราส่วน 1:150

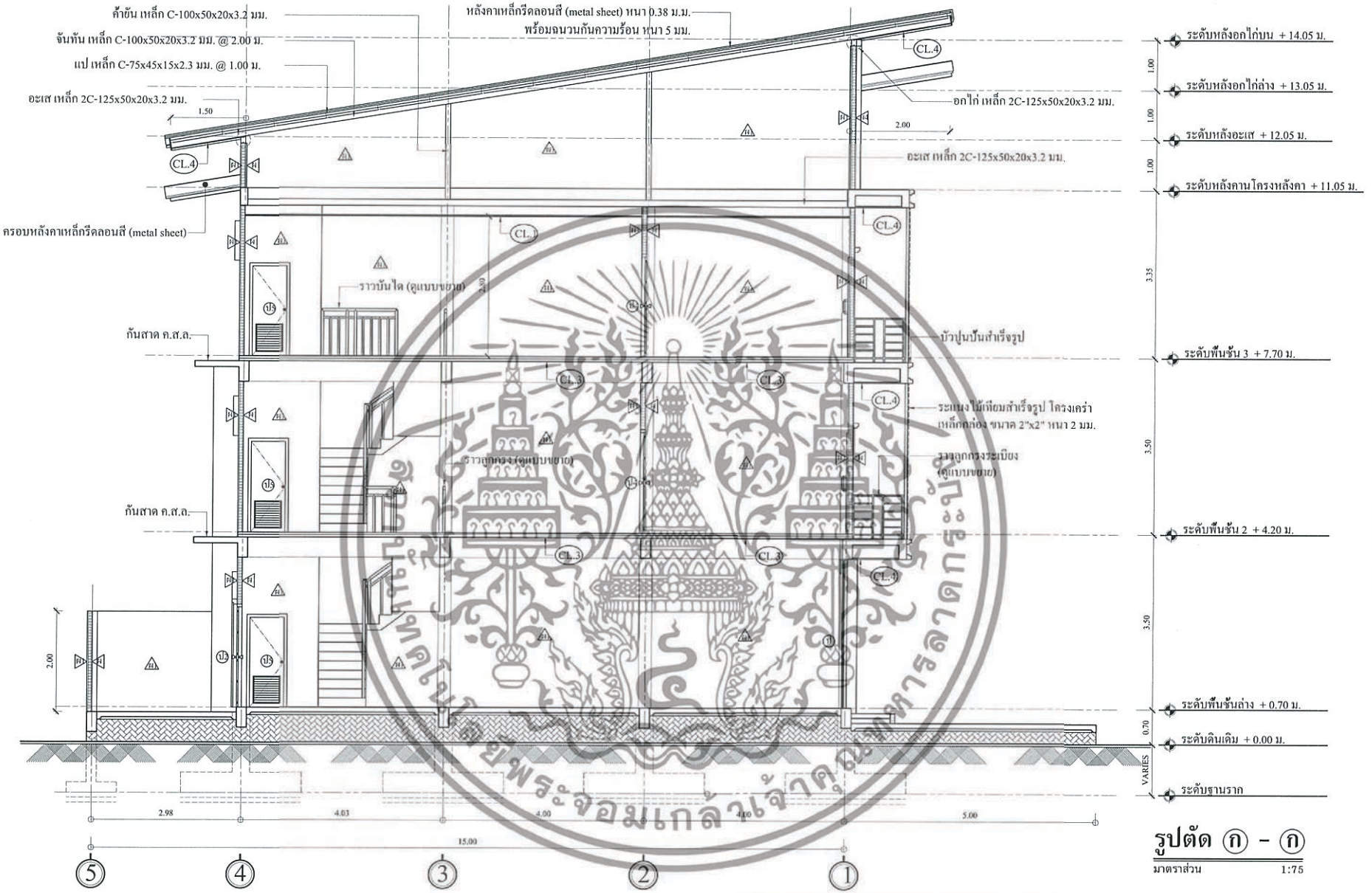
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		A	8 /34



รูปด้าน ③

มาตราส่วน 1:150

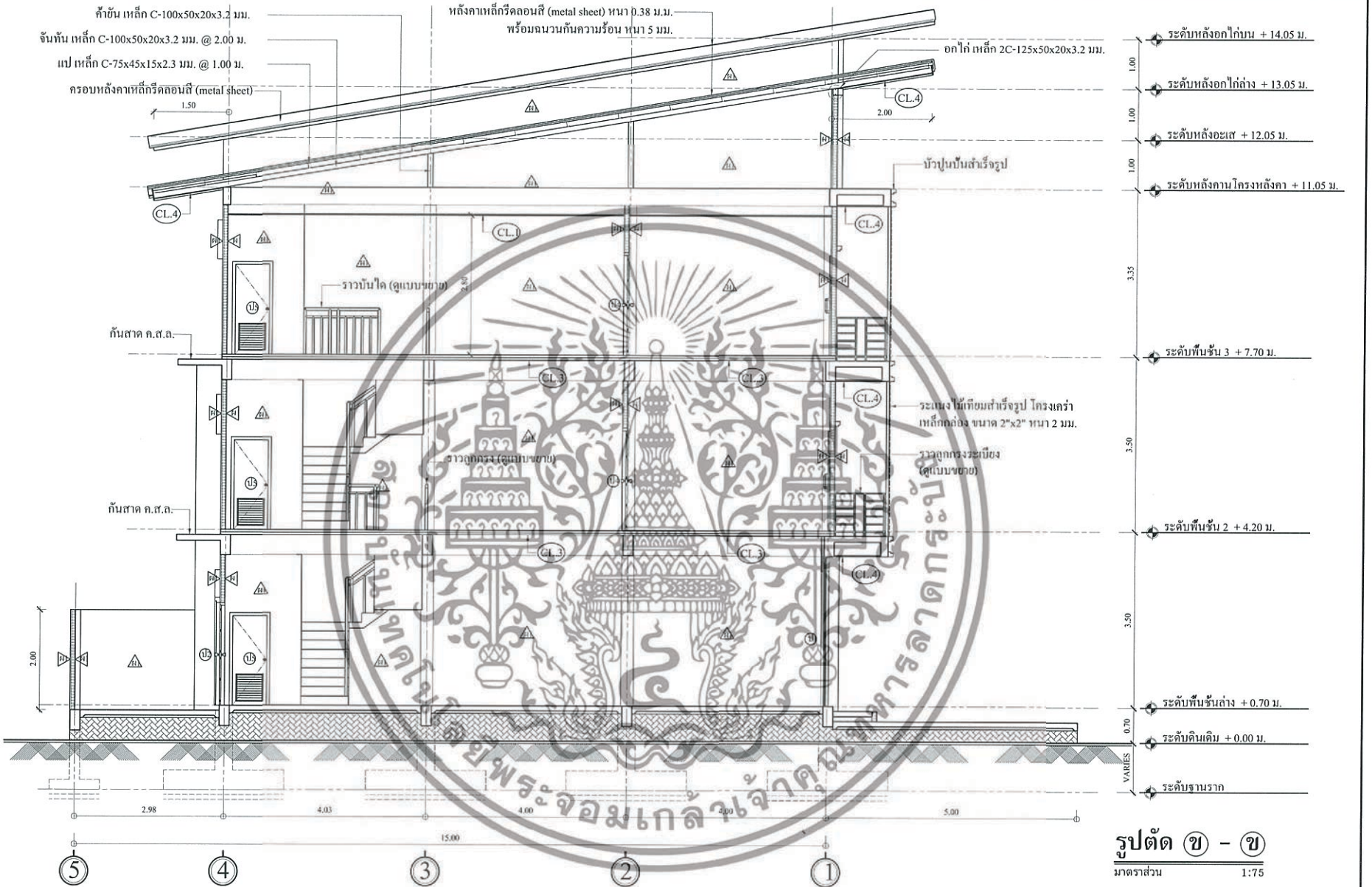
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		A	9 /34



รูปตัด ก - ก

มาตราส่วน 1:75

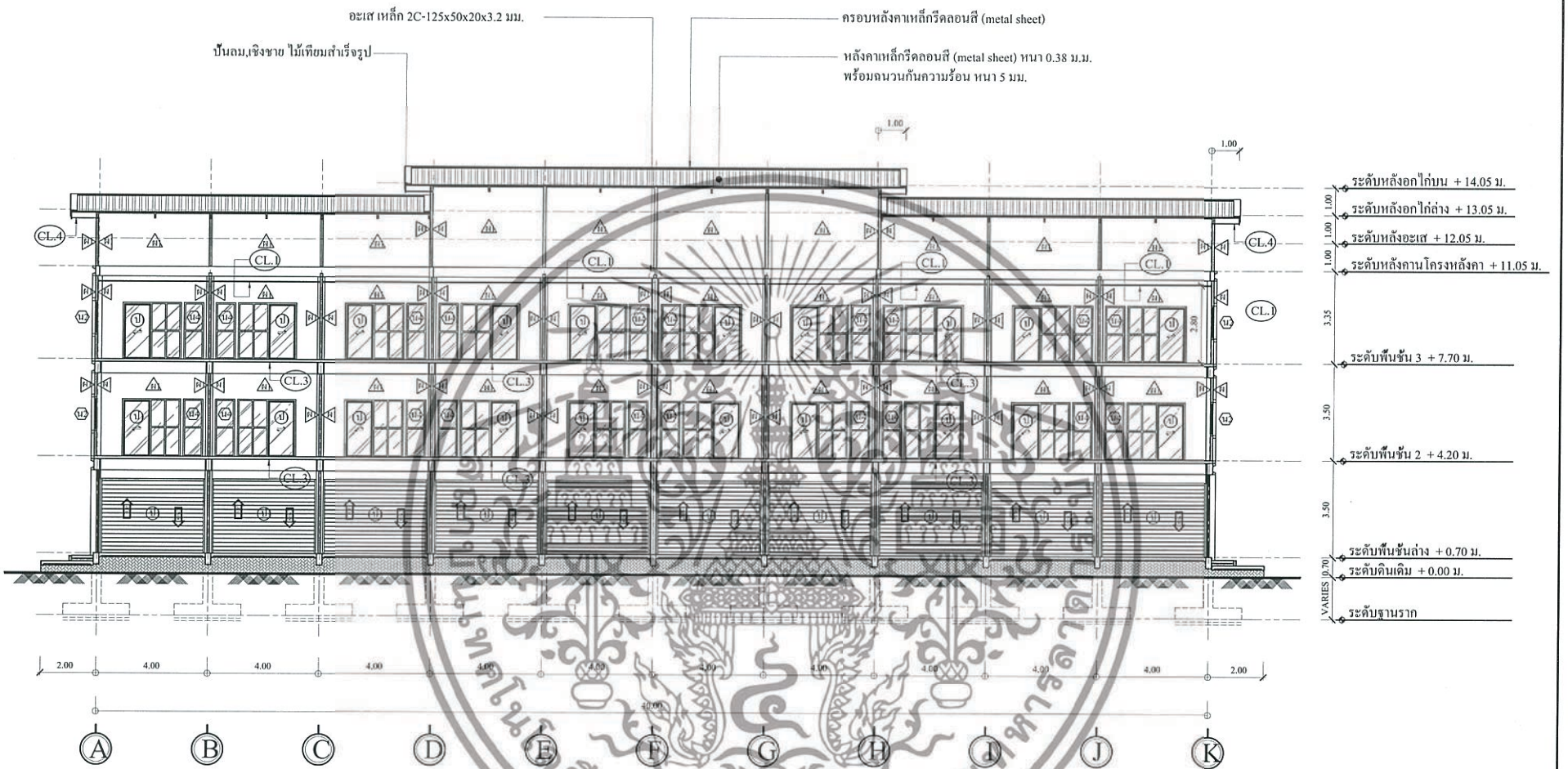
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		A	10 /34



รูปตัด ข - ข

มาตราส่วน 1:75

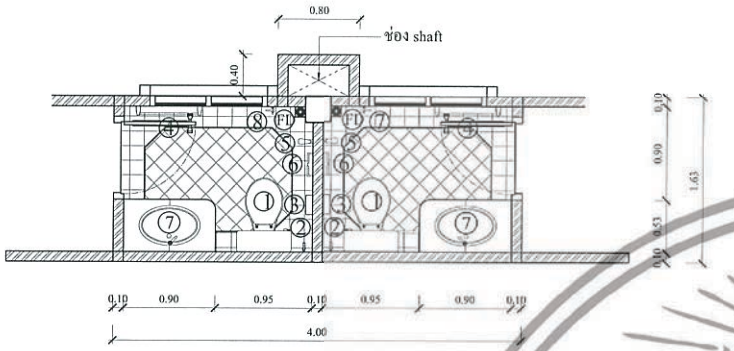
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		A	11/34



รูปตัด Ⓒ - Ⓒ

มาตราส่วน 1:150

	โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
K Construction	อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		A	12 /34



แบบขยายห้องน้ำ - ห้องส้วม 1 - 3

มาตราส่วน 1:50

รายการประกอบแบบห้องน้ำ

สัญลักษณ์	รายการ
①	โถส้วมนั่งราบมีชักโครก พร้อมอุปกรณ์ Karat สีขาว รุ่น K-6359X หรือ K-90118X
②	สายฉีดชำระสายอ่อน Hang สีขาว
③	ที่ใส่กระดาษชำระชนิดแขวนผนัง
④	ราวแขวนผ้า
⑤	ฝักบัวอาบน้ำ ชนิดสายอ่อน พร้อมวาล์ว เปิด-ปิด
⑥	ที่วางสบู่ชนิดแขวนผนัง
⑦	อ่างล้างหน้าชนิดฝังเคาน์เตอร์ Karat รุ่นโอปอล หรือเทียบเท่า พร้อมเคาน์เตอร์ ค.ส.ล. TOP บุกระเบื้องแกรนิโต้ พร้อมกระจกเงา
⑧	ก๊อกน้ำ ขนาด 1/2"
FD	ช่องระบายน้ำทิ้งและ TRAP ดักกลิ่นพร้อมฝาตะแกรงดักผง
หมายเหตุ	อ่างล้างหน้าชนิดฝังเคาน์เตอร์แขวนผนัง Karat รุ่น K-11016X (ทอม ทอม) พร้อมชั้นวางของและกระจกเงา

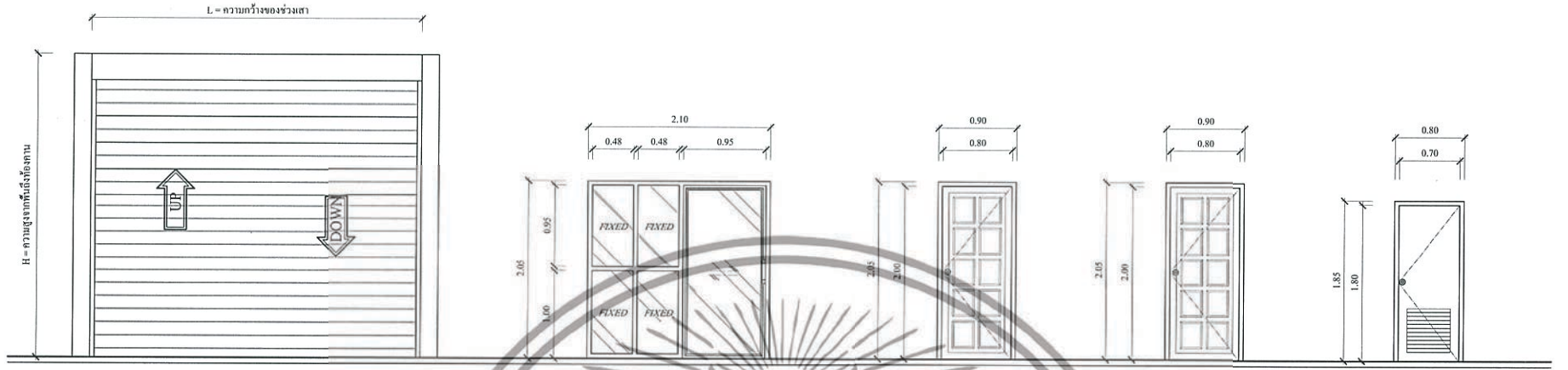
โถส้วมชักโครก ราวแขวนผ้า ฝักบัวอาบน้ำ ที่วางสบู่ สายฉีดชำระสายอ่อน ที่ใส่กระดาษชำระ

ขยายระดับติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์

มาตราส่วน 1:50

ตามพระดำริโดยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		A	13 /34



ป1

- ประตูเหล็กม้วนสำเร็จรูป

ป2

- ประตูบานเลื่อน วงกบอลูมิเนียมอบขาว
- บานอลูมิเนียมอบขาว ลูกฟักกระจกใสเขียว
- พร้อมอุปกรณ์ครบชุด

ป3

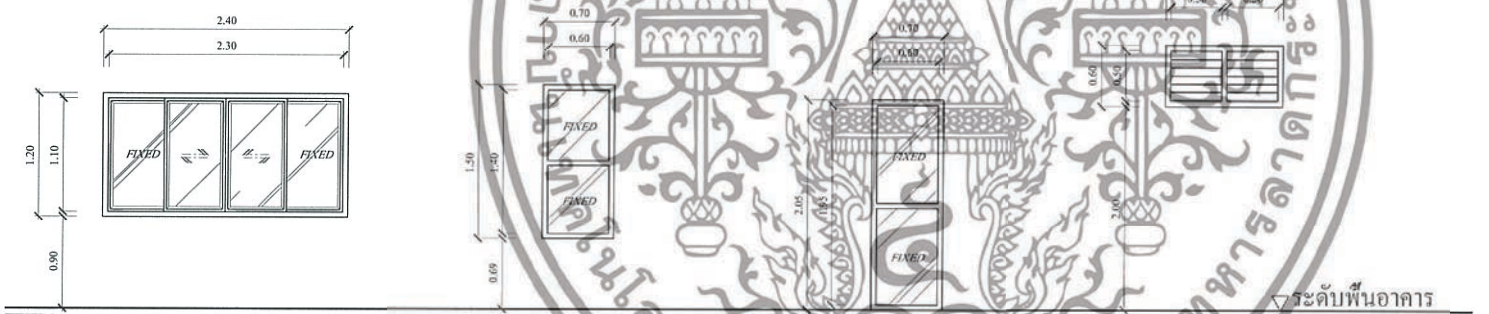
- ประตูบานเปิด วงกบไม้เนื้อแข็ง
- บานไม้เนื้อแข็ง
- พร้อมอุปกรณ์ครบชุด

ป4

- ประตูบานเปิด วงกบไม้เนื้อแข็ง
- บานไม้อัดชนิดภายใน
- พร้อมอุปกรณ์ครบชุด

ป5

- ประตูบานเปิด วงกบ P.V.C.
- บาน P.V.C.ติดช่องเกล็ดระบายอากาศ
- พร้อมอุปกรณ์ครบชุด



น1

- หน้าต่างบานสไลด์ วงกบอลูมิเนียมอบขาว
- บานอลูมิเนียมอบขาว ลูกฟักกระจกใสเขียว
- พร้อมอุปกรณ์ครบชุด

น2

- หน้าต่างบานติดตาย วงกบอลูมิเนียมอบขาว
- บานอลูมิเนียมอบขาว ลูกฟักกระจกใสเขียว
- พร้อมอุปกรณ์ครบชุด

น3

- หน้าต่างบานฉลุลาย วงกบอลูมิเนียมอบขาว
- บานอลูมิเนียมอบขาว ลูกฟักกระจกใสเขียว
- พร้อมอุปกรณ์ครบชุด

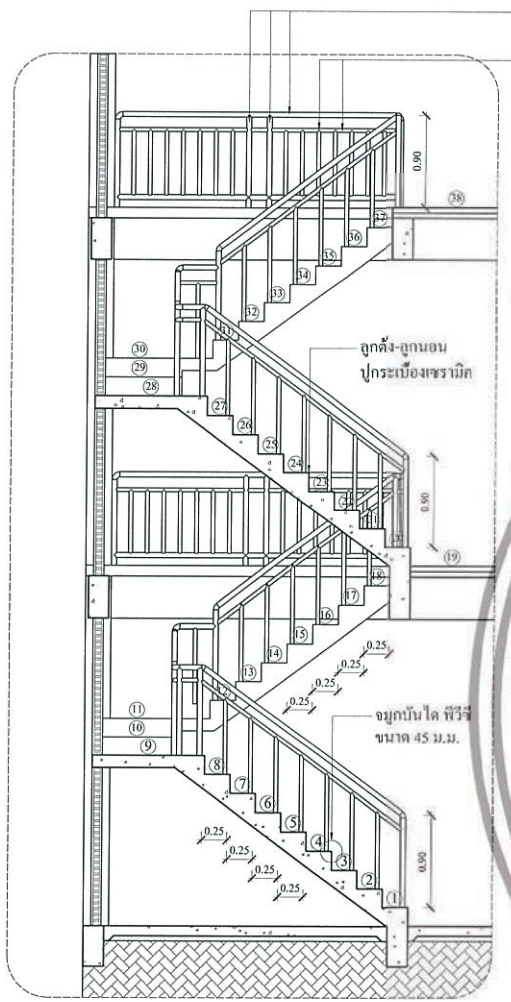
น4

- หน้าต่างบานเกล็ดซ้อนติดตาย
- วงกบอลูมิเนียมอบขาว
- ลูกฟักกระจกขาวขุ่น
- พร้อมอุปกรณ์ครบชุด

ขยายประตู , หน้าต่าง

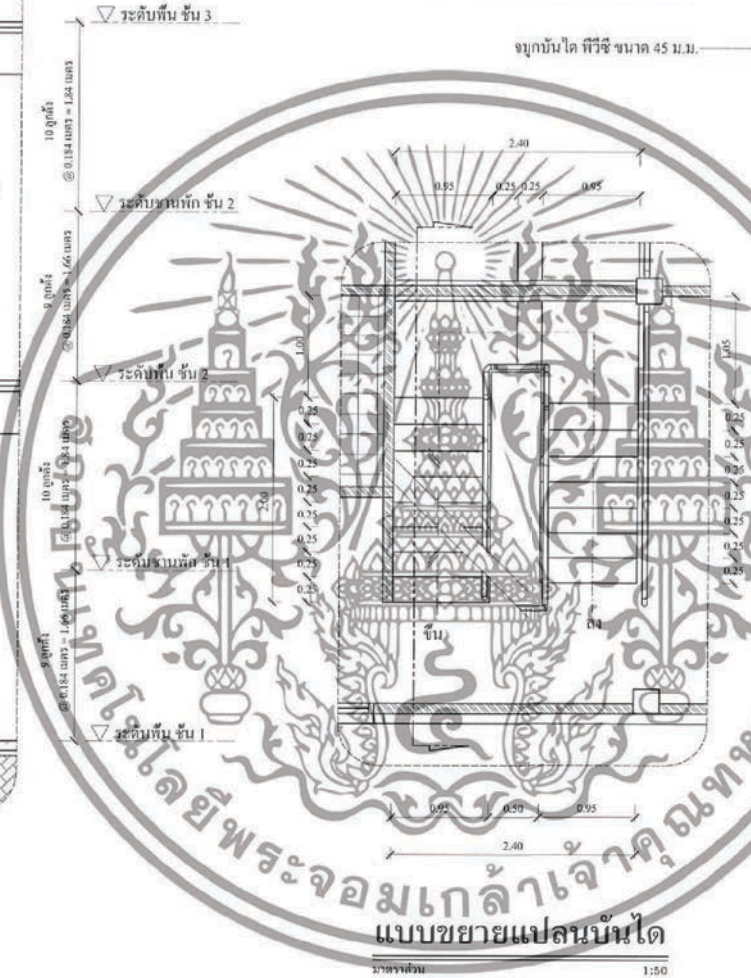
มาตราส่วน 1:50

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ – แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		A	14 /34



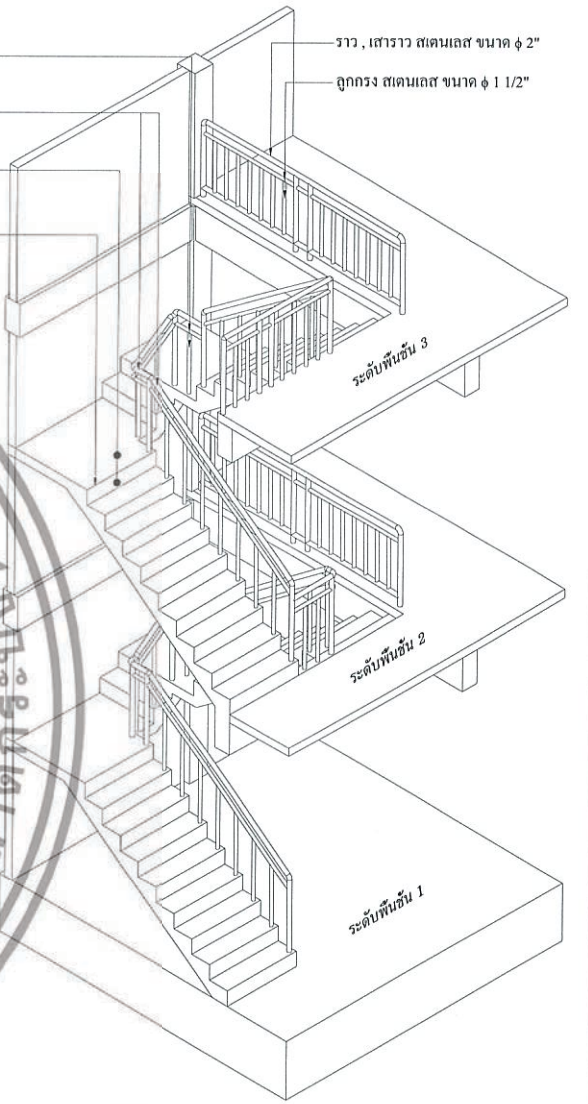
แบบขยายรูปตัดบันได

มาตราส่วน 1:50



แบบขยายแปลนบันได

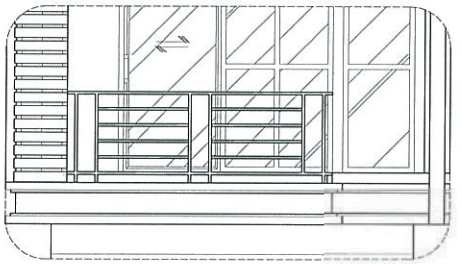
มาตราส่วน 1:50



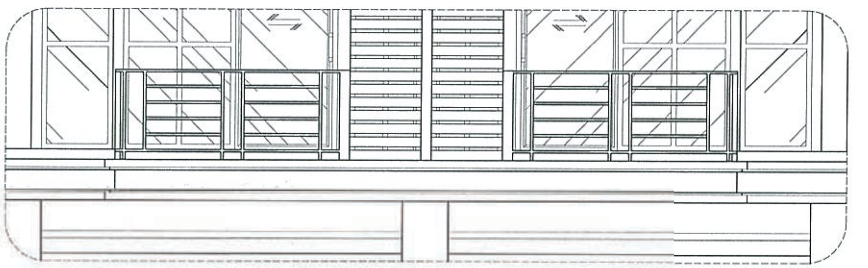
ISOMETRIC ขยายบันได

NOT TO SCALE

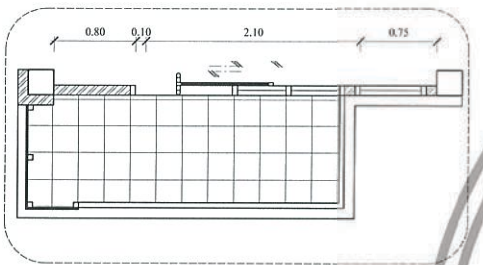
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		A	15 /34



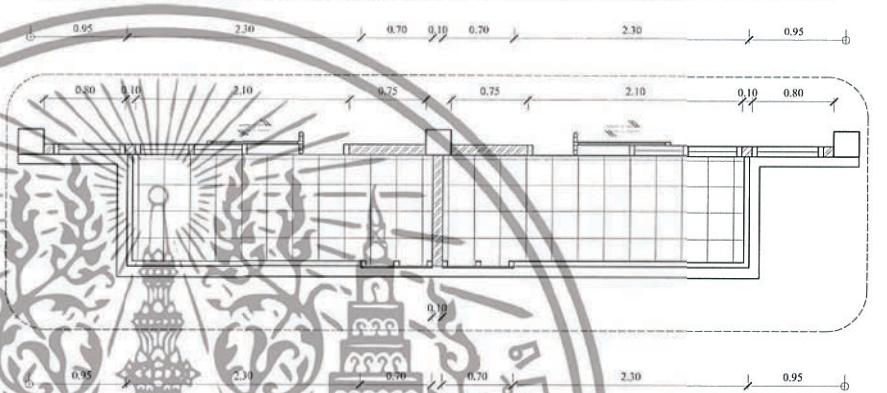
FRONT VIEW



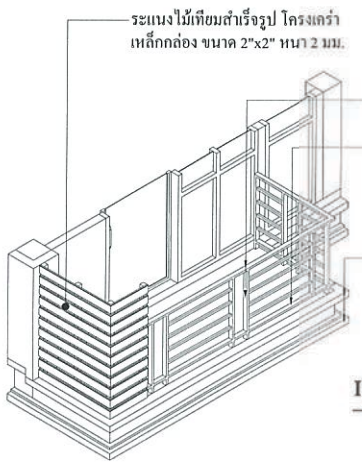
FRONT VIEW



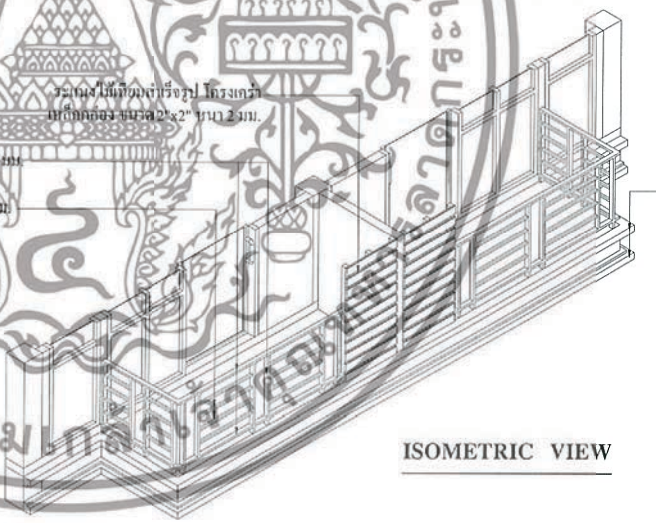
PLAN VIEW



PLAN VIEW



ISOMETRIC VIEW



ISOMETRIC VIEW

แบบขยายราวระเบียง

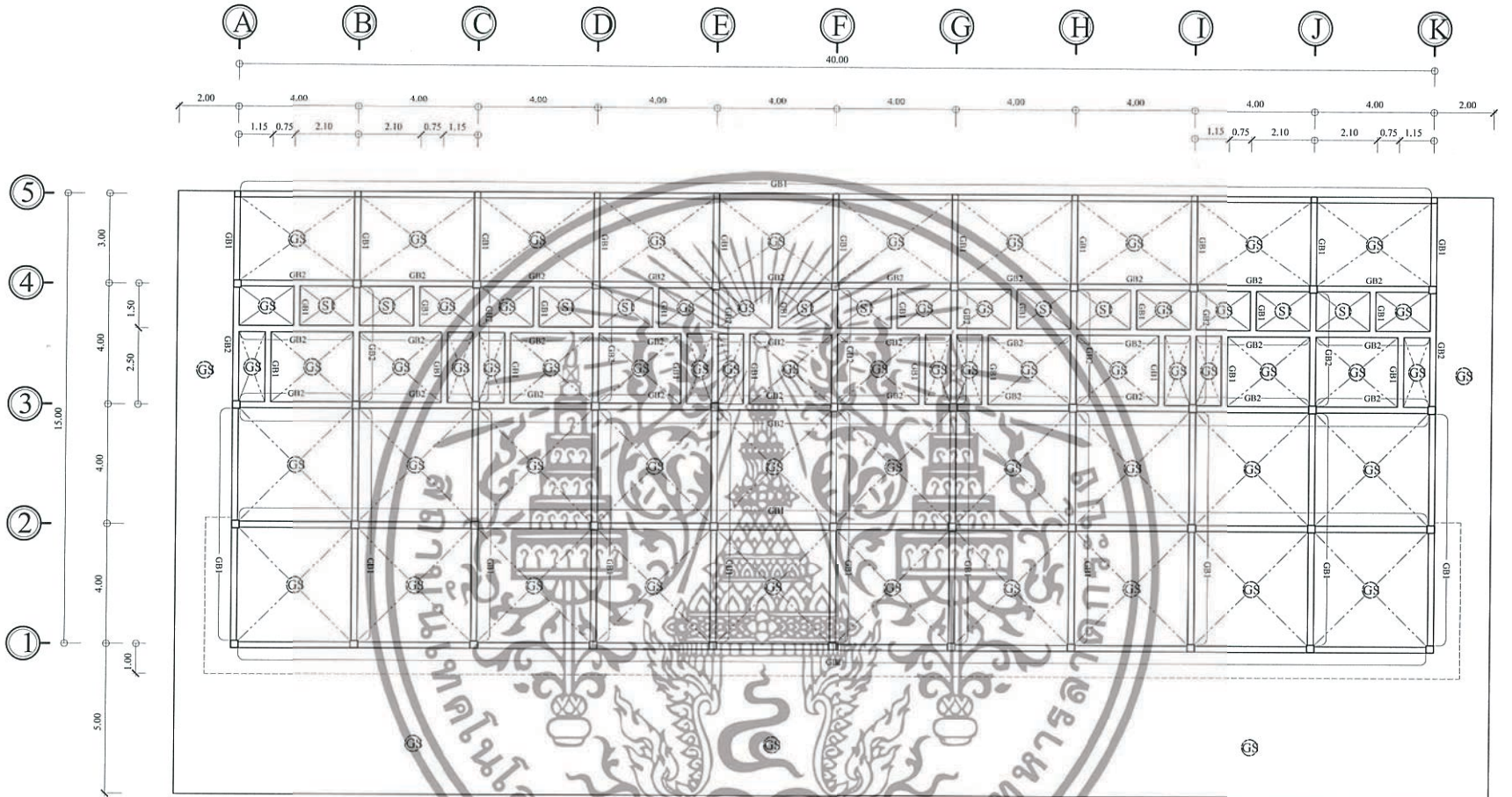
มาตราส่วน 1:50

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		A	16 /34

ผังฐานราก , ตอม่อ

มาตราส่วน 1:150

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสงำ ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		S	17 /34



ผังคาน , เสา , พื้น ชั้น 1

มาตราส่วน 1:150

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ – แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		S	18 /34

ผังควบ , เสา , พื้น ชั้น 2

มาตราส่วน 1:150

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		S	19 /34

ผังควน , เสา , พื้น ชั้น 3

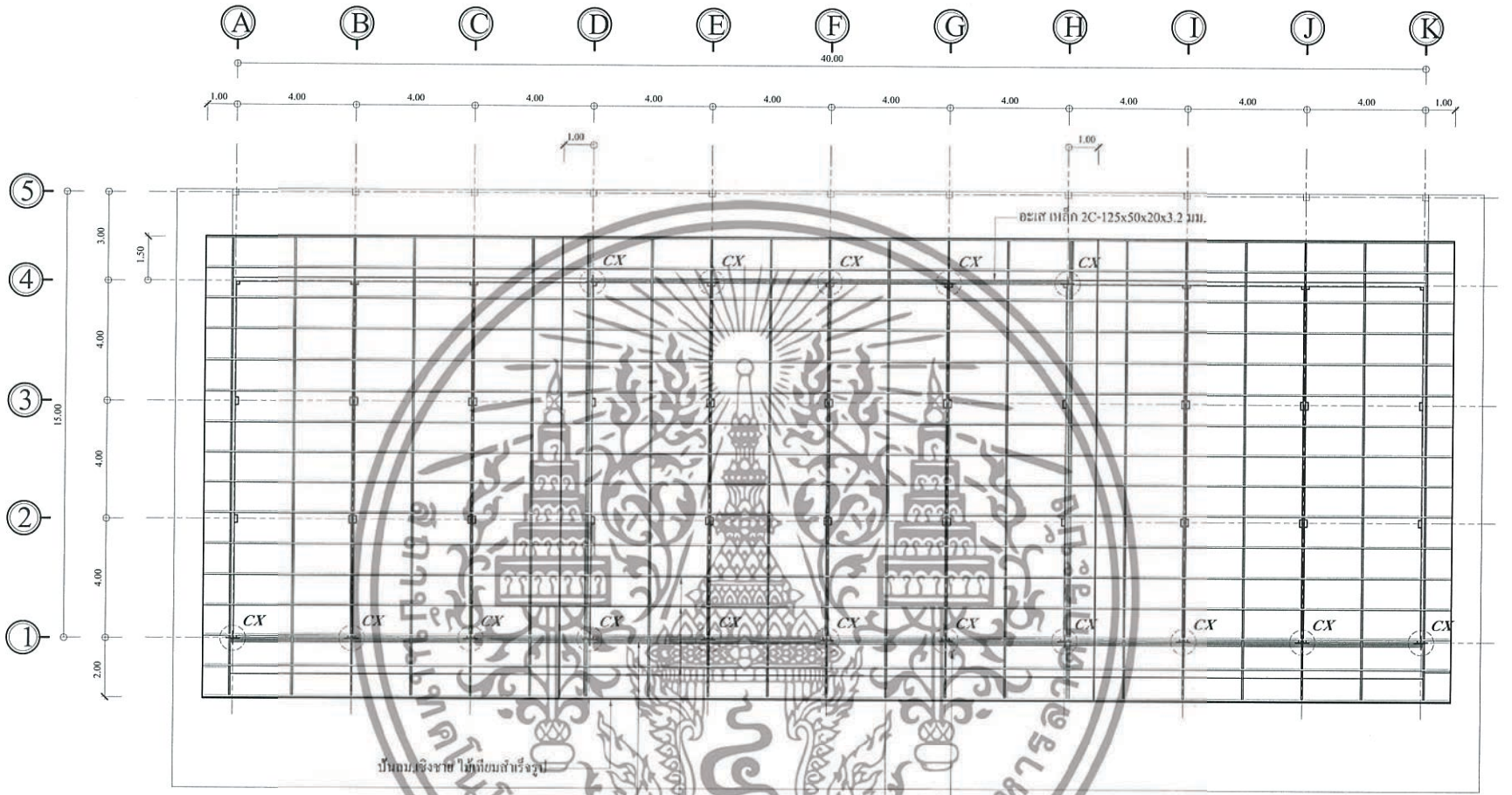
มาตราส่วน 1:150

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ – แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		S	20 /34

ผังโครงสร้างรับโครงหลังคา

มาตราส่วน 1 : 150

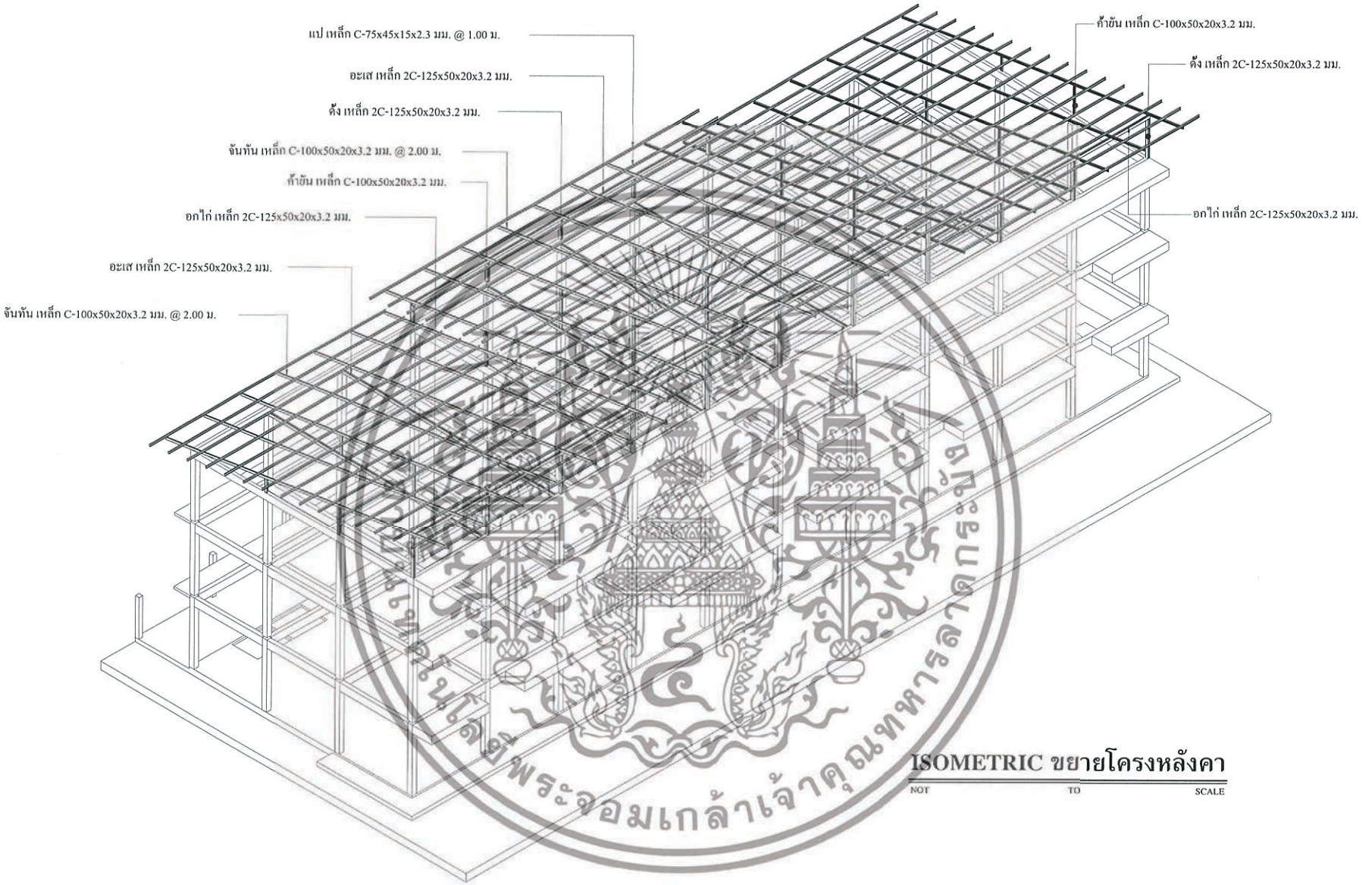
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		S	21 /34



ผังโครงหลังคา

มาตราส่วน 1 : 150

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		S	22 /34

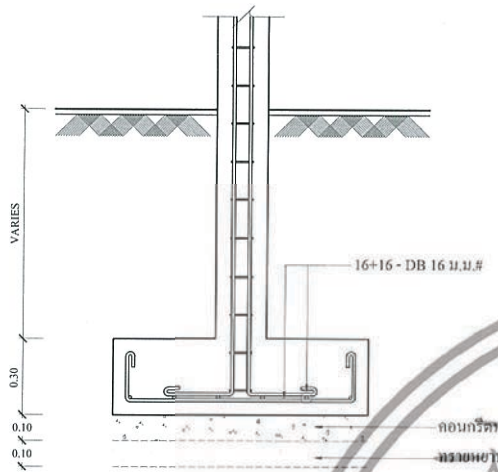


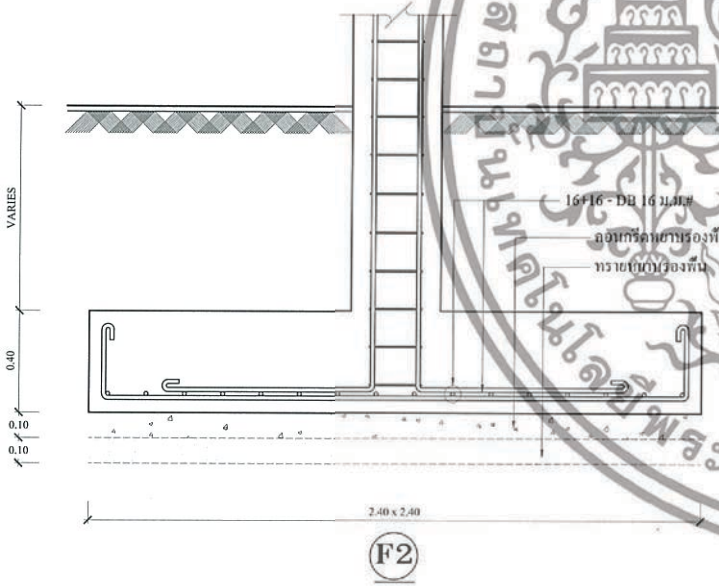
ISOMETRIC ขยายโครงหลังคา

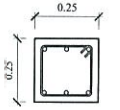
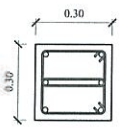
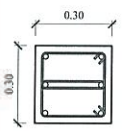
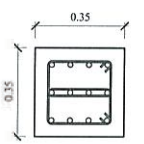
NOT TO SCALE

สำนักวิทยบริการฯ พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ					S	23 /34
		นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107			





เบอร์ / ชั้น	C1	C2
ชั้น 3	—	 6-DB 16 ม.ม. ปl-RB 6 ม.ม. @ 0.20 ม. covering 2.5 cm.
ชั้น 2	—	 6-DB 20 ม.ม. 2ปl-RB 6 ม.ม. @ 0.15 ม. covering 2.5 cm.
ชั้น 1	6-DB 12 ม.ม. ปl-RB 6 ม.ม. @ 0.15 ม. covering 5 cm.	 6-DB 20 ม.ม. 2ปl-RB 6 ม.ม. @ 0.15 ม. covering 2.5 cm.
ตอม่อ	6-DB 12 ม.ม. ปl-RB 6 ม.ม. @ 0.15 ม. covering 5 cm.	 12-DB 20 ม.ม. 2ปl-RB 6 ม.ม. @ 0.15 ม. covering 5 cm.

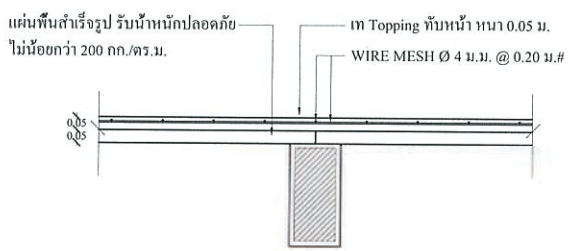
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		S	24 /34

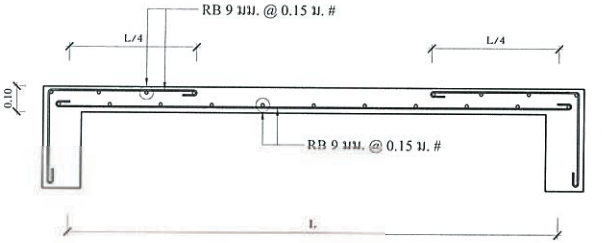
NO	ช่วงต่อเนื่อง/หัวเสา	ช่วงกลางคาน	ช่วงคานยื่น	NO	ช่วงต่อเนื่อง/หัวเสา	ช่วงกลางคาน	ช่วงคานยื่น
GB1 0.20 x 0.40	 2-DB 12 มม.+ 2-DB 12 มม. (สพศ.) ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 2-DB 12 มม.	 2-DB 12 มม. ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 2-DB 12 มม. (สพศ.) 2-DB 12 มม.+	—	**B3** 0.15 x 0.40	 3-DB 16 มม. ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 2-DB 16 มม.	 3-DB 16 มม. ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 2-DB 16 มม.	—
GB2 0.20 x 0.40	 2-DB 16 มม.+ 2-DB 16 มม. (สพศ.) ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 2-DB 16 มม.	 2-DB 16 มม. ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 2-DB 16 มม. (สพศ.) 2-DB 16 มม.+	—	**RB1** 0.15 x 0.35	 2-DB 16 มม.+ 1-DB 16 มม. (สพศ.) ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 2-DB 16 มม.	 2-DB 16 มม. ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 1-DB 16 มม. (สพศ.) 2-DB 16 มม.+	—
GB3 0.15 x 0.30	 2-DB 12 มม. ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 2-DB 12 มม.	 2-DB 12 มม. ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 2-DB 12 มม.	—	**RB2** 0.15 x 0.40	 2-DB 16 มม.+ 2-DB 16 มม. (สพศ.) ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 2-DB 16 มม.	 2-DB 16 มม. ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 2-DB 16 มม. (สพศ.) 2-DB 16 มม.+	—
B1 0.20 x 0.40	 3-DB 16 มม.+ 2-DB 16 มม. (สพศ.) ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 2-DB 16 มม.	 2-DB 16 มม. ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 2-DB 16 มม. (สพศ.) 3-DB 16 มม.+	—	**RB2'** 0.15 x 0.40	—	—	 2-DB 16 มม.+ 3-DB 16 มม. (สพศ.) ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 2-DB 16 มม.
B1' 0.20 x 0.40	—	—	 3-DB 20 มม.+ 2-DB 20 มม. (สพศ.) ป-RB 6 มม. @ 0.10 ม. 2-DB 20 มม.	—	—	—	—
B2 0.20 x 0.40	 5-DB 20 มม. ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 3-DB 20 มม.	 3-DB 20 มม. ป-RB 6 มม. @ 0.15 ม. 5-DB 20 มม.	—	—	—	—	—

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		S	25 /34

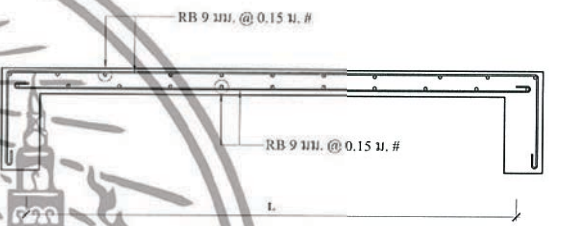


SP

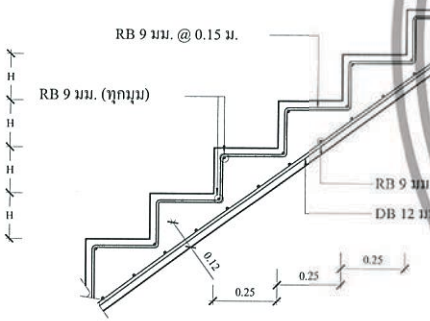


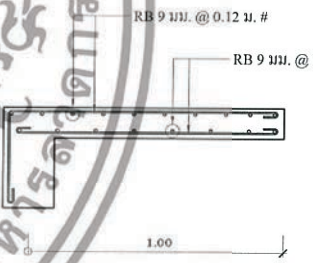
S1

GS

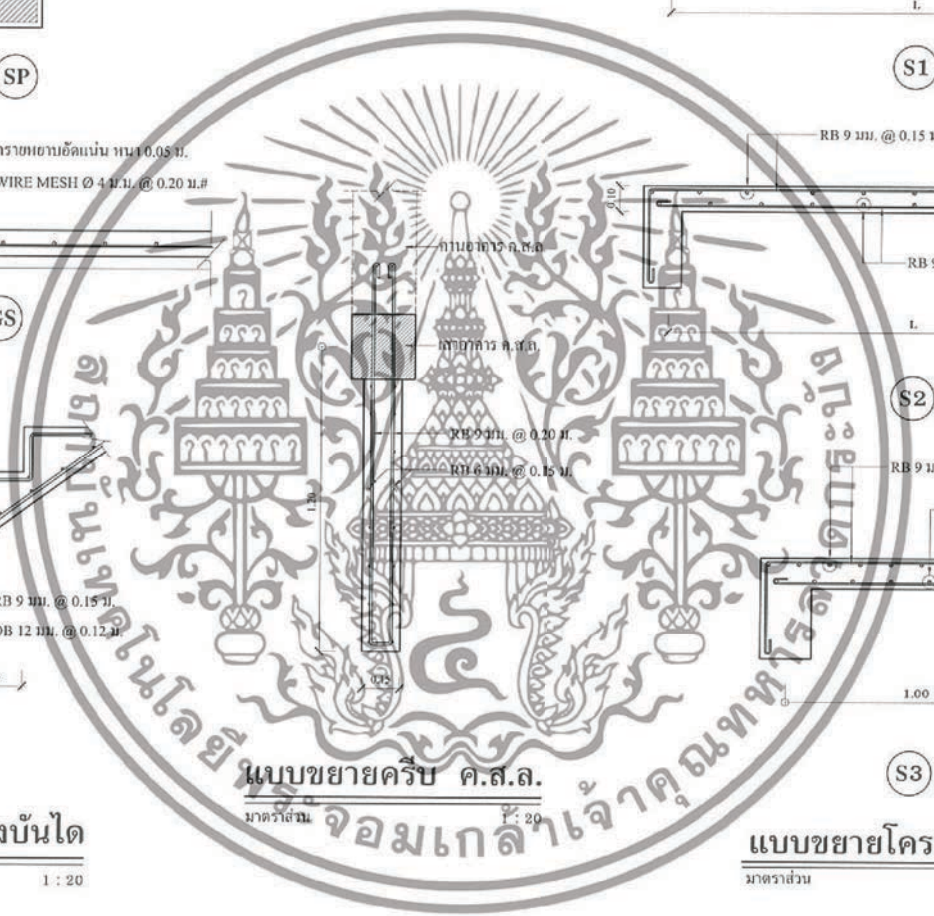


S2





S3



แบบขยายครีบ ค.ส.ล.

มาตราส่วน 1 : 20

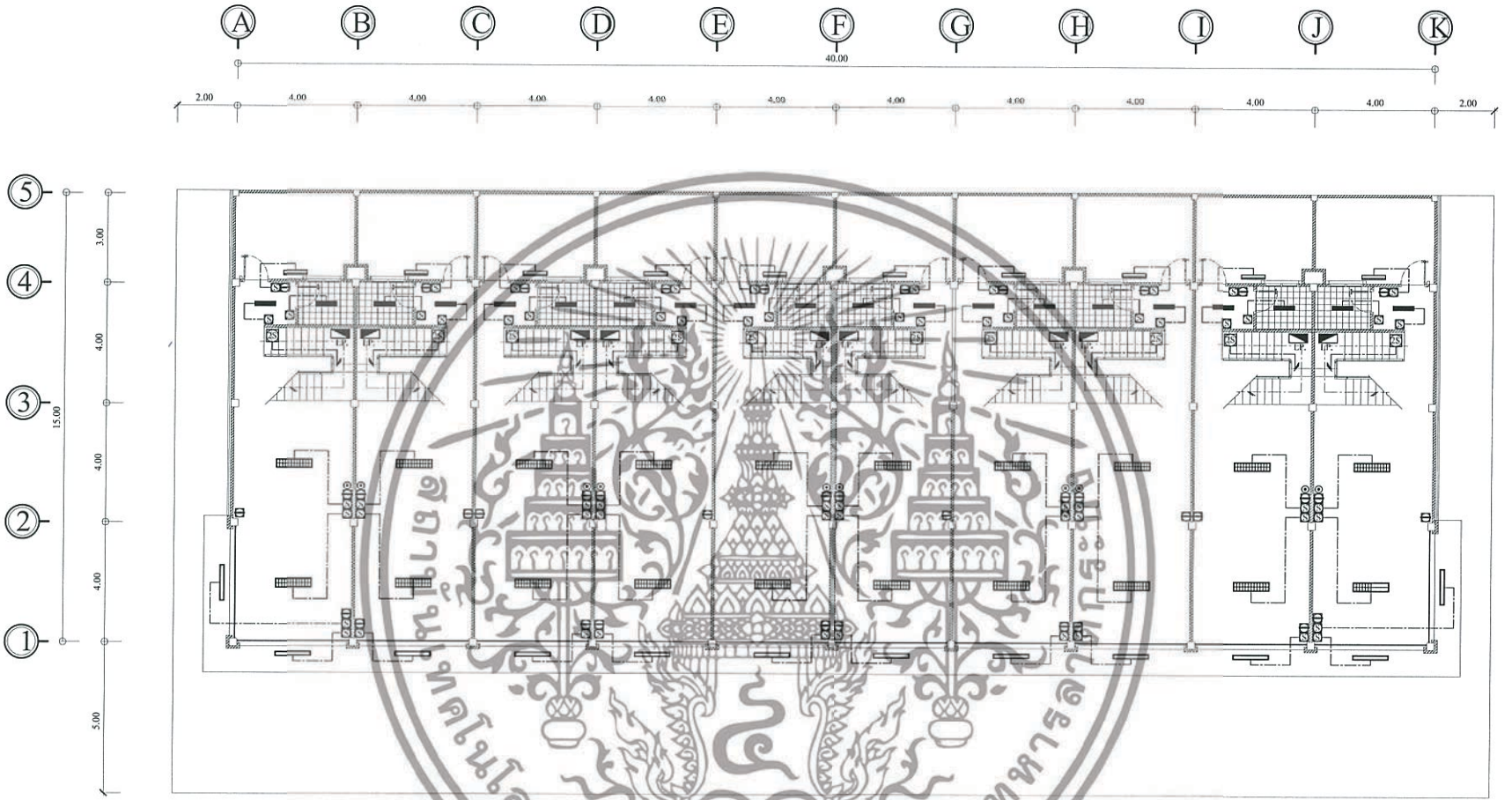
แบบขยายโครงสร้างบันได

มาตราส่วน 1 : 20

แบบขยายโครงสร้างพื้น

มาตราส่วน 1:20

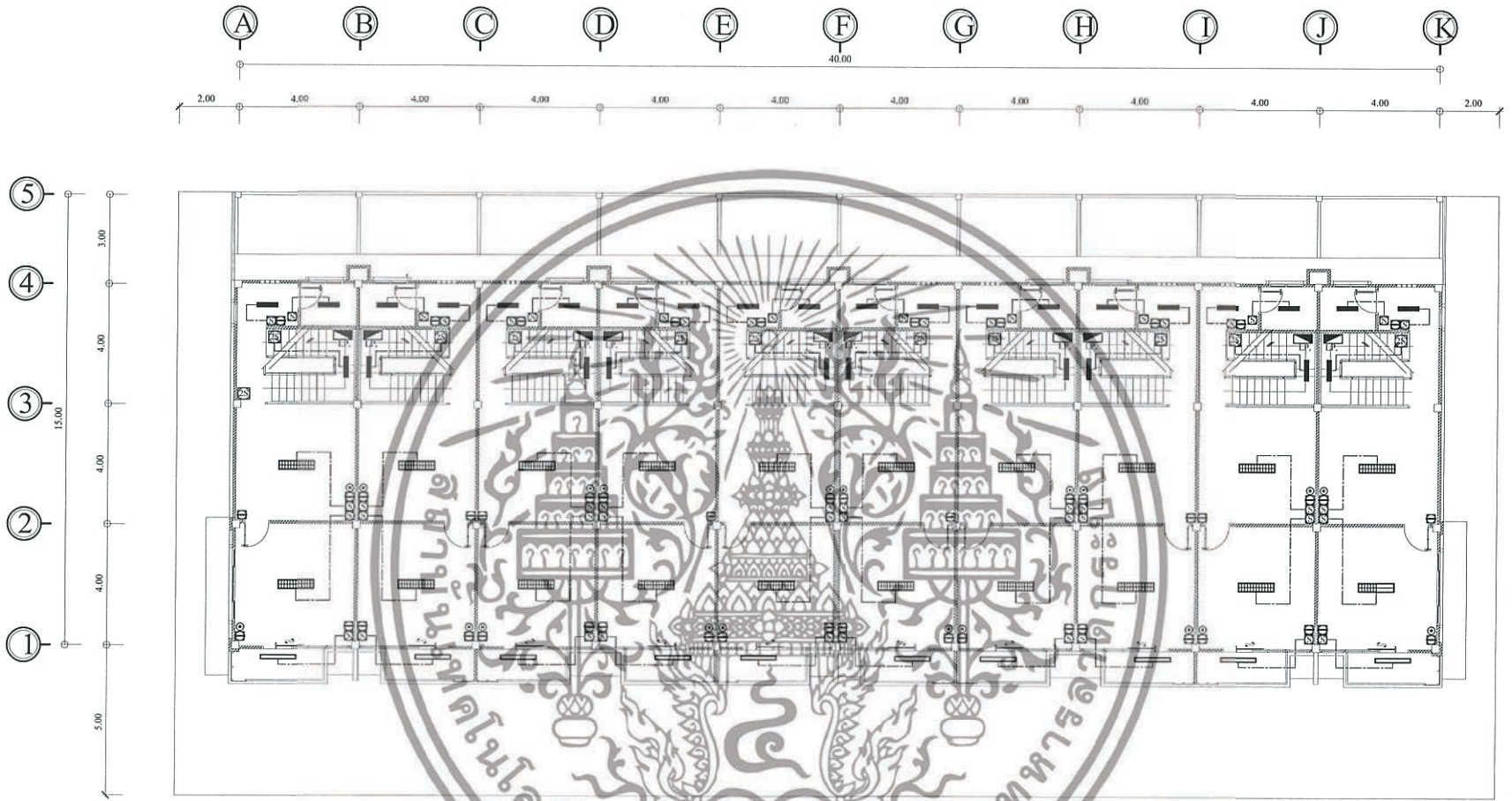
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		S	26 /34



ผังระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ชั้น 1

มาตราส่วน 1 : 150

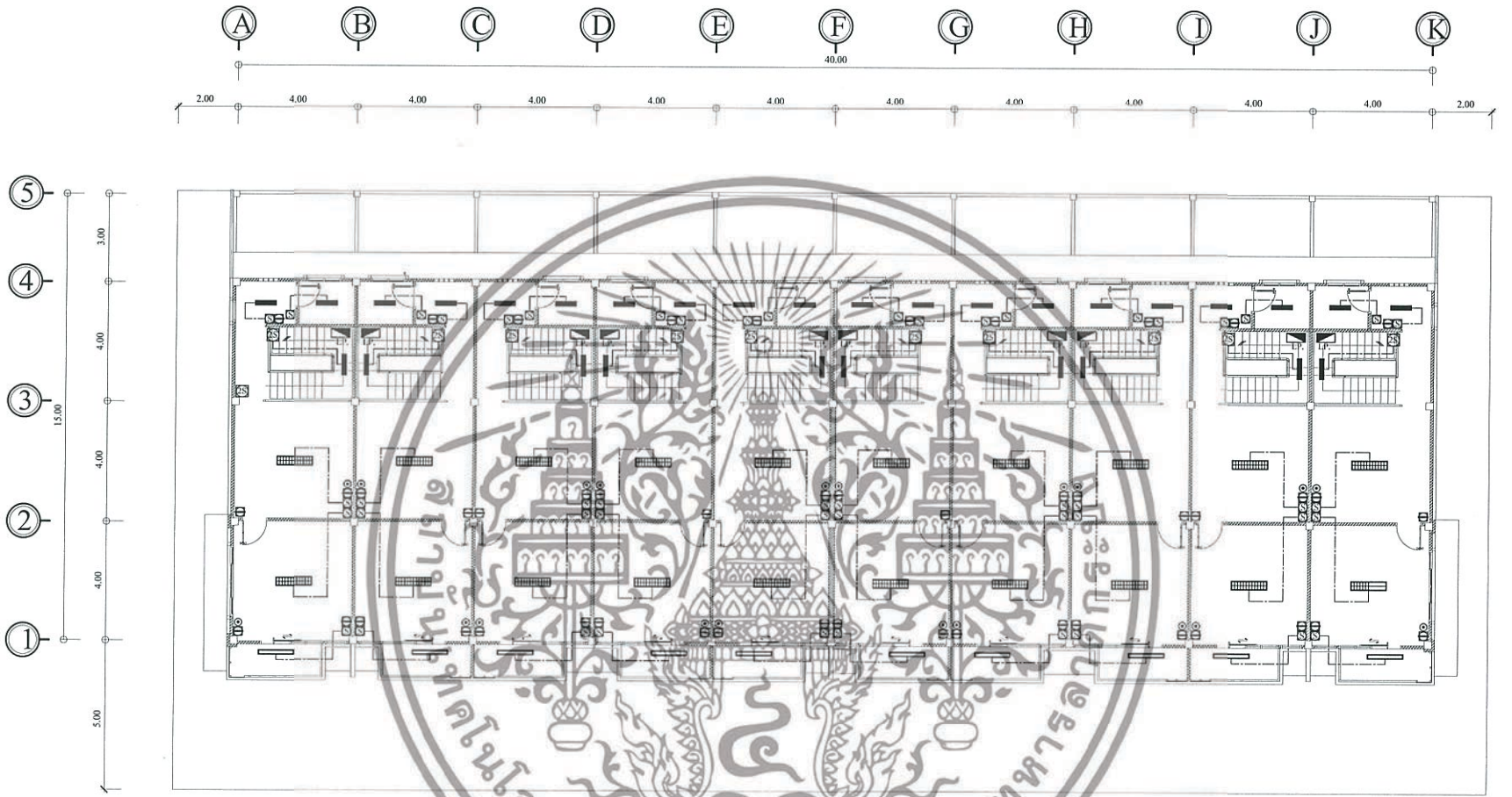
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		E	27 /34



ผังระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ชั้น 2

มาตราส่วน 1 : 150

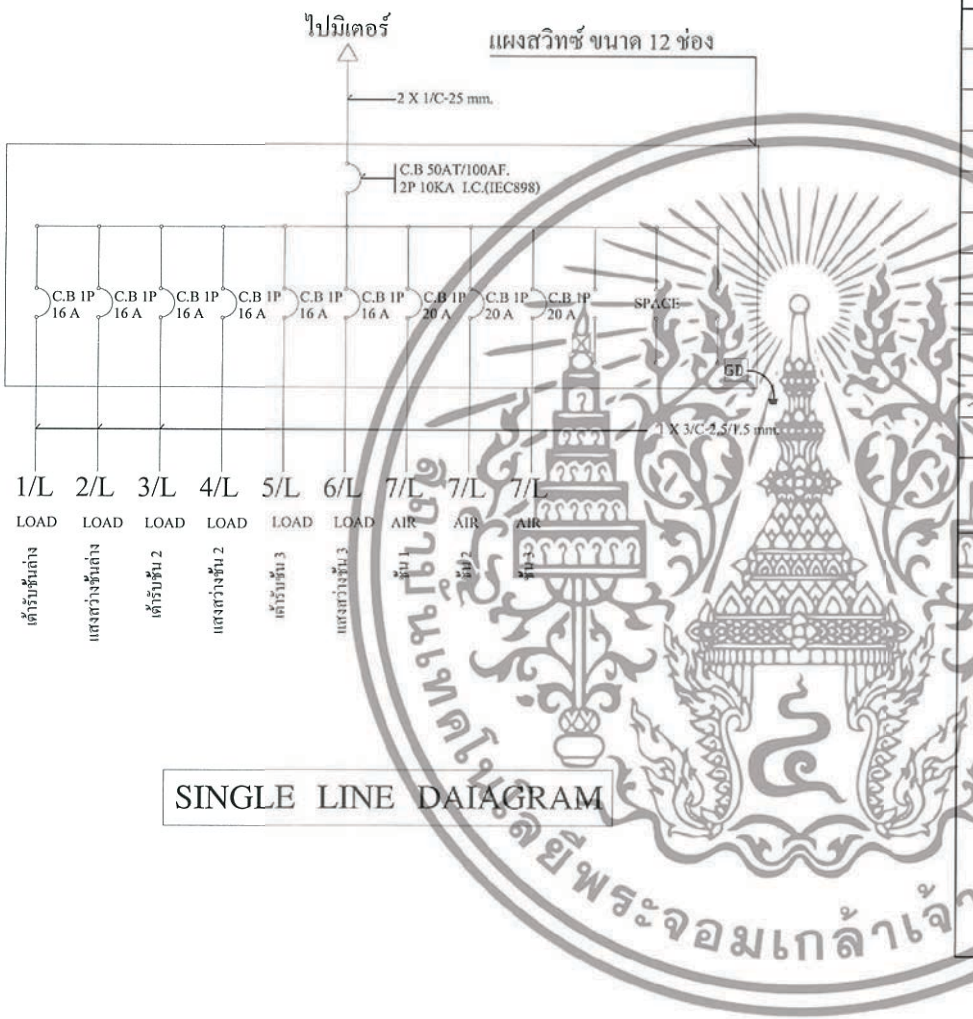
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ					E	28 /34
		นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107			



ผังระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ชั้น 3

มาตราส่วน 1 : 150

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		E	29 /34



SINGLE LINE DAIAGRAM

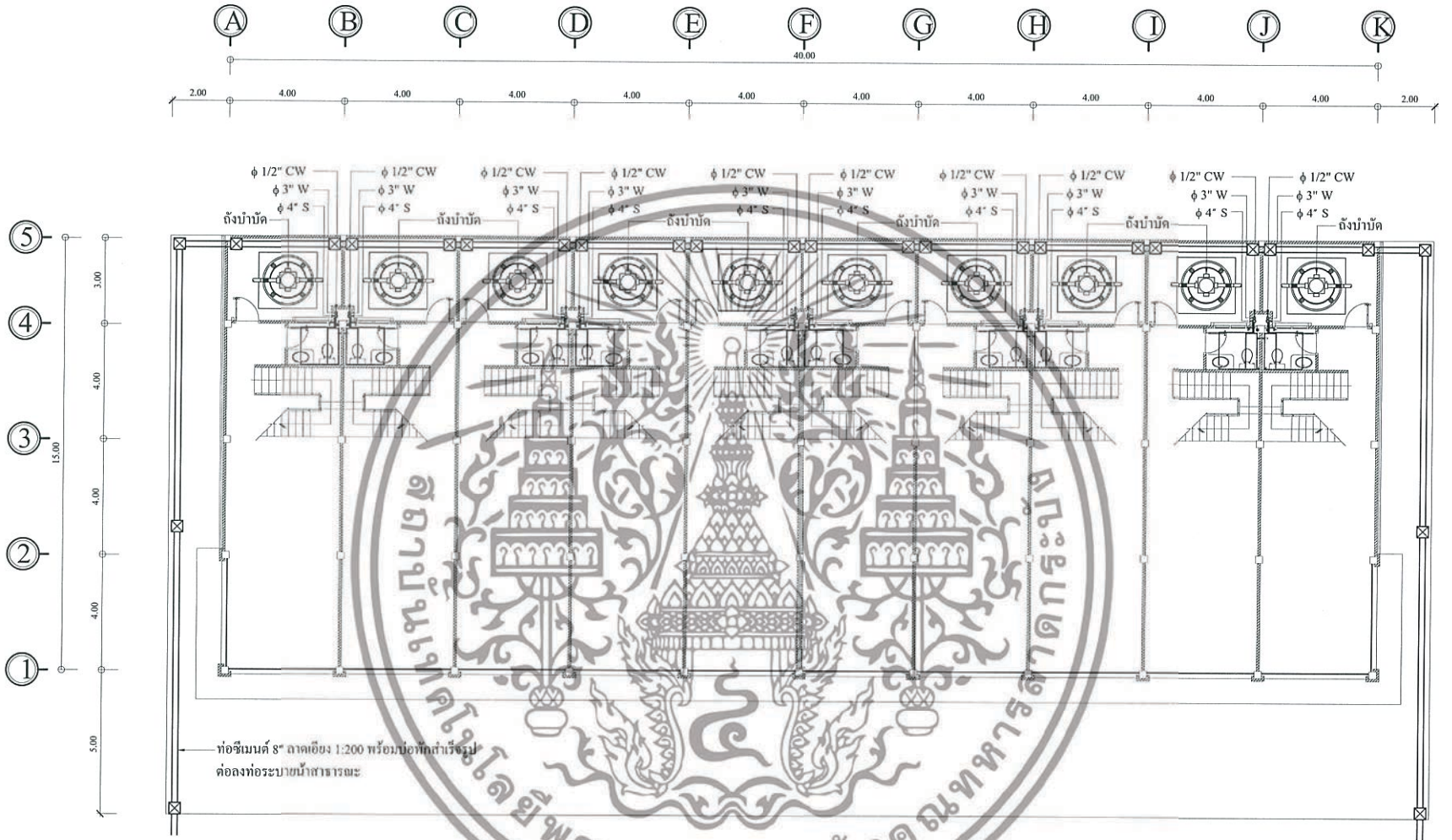
รายการประกอบแบบไฟฟ้า

สัญลักษณ์	รายการ
LP.	LOAD CENTER 2P 45 A. 8 CKT.
	ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ หลอด 2-36 W. แบบรีแฟ็ก ติดฝ้าเพดาน
	ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ หลอด 1-136 W.
	ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ หลอด 1-18 W.
	ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ หลอด 1-36 W. ชนิดกันฝน
S	สวิทช์ทางเดียว 15 A. 220-240 V. ติดฝังเรียบผนัง สูงจากพื้น 1.30 ม.
2S	สวิทช์สองเดียว 15 A. 220-240 V. ติดฝังเรียบผนัง สูงจากพื้น 1.30 ม.
	เต้ารับไฟฟ้า ชนิดคู่ 15A. 220-240 V. ติดฝังเรียบผนัง สูงจากพื้น 0.30 ม.
	เต้ารับโทรศัพท์ ติดฝังเรียบผนัง สูงจากพื้น 0.30 ม.
	แนวเดินสายไฟ
หมายเหตุ	อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องได้รับมาตราฐานการไฟฟ้า

รายการประกอบแบบไฟฟ้า

- ดวงโคม ไฟฟ้า หลอด ไฟฟ้า และอุปกรณ์การติดตั้ง ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ตามท้องตลาดทั่วไป
- สวิทช์ไฟฟ้า ชนิดฝังในผนัง ติดตั้งสูงจากพื้นที่แต่งแล้ว 1.30 ม. ขนาด 15 A. 220-240 V. ใช้ผลิตภัณฑ์ NATIONAL , BTICINO หรือเทียบเท่า
- เต้ารับไฟฟ้า ชนิดฝังในผนัง ติดตั้งสูงจากพื้นที่แต่งแล้ว 0.30 ม. ขนาด 15 A. 220-240V. ใช้ผลิตภัณฑ์ NATIONAL , BTICINO หรือเทียบเท่า
- สายไฟฟ้า VAF. ขนาด 1.5 mm. ใช้สำหรับต่อเข้าดวงโคม ถึง สวิทช์
- สายไฟฟ้า VAF. ขนาด 2.5 mm. ใช้สำหรับเต้ารับไฟฟ้า และวงจรย่อยแสงสว่าง
- สายไฟฟ้า VAF. ขนาด 4.0 mm. ใช้สำหรับวงจรไฟฟ้า ถึง LOAD CENTER
- การเดินสายไฟฟ้าให้เดินสายลอย ส่วนที่อยู่ใต้ฝ้าเพดานให้เดินลอย
- สายไฟฟ้าและระบบควบคุมจะต้องเป็นไปตามมาตราฐาน ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กำหนด

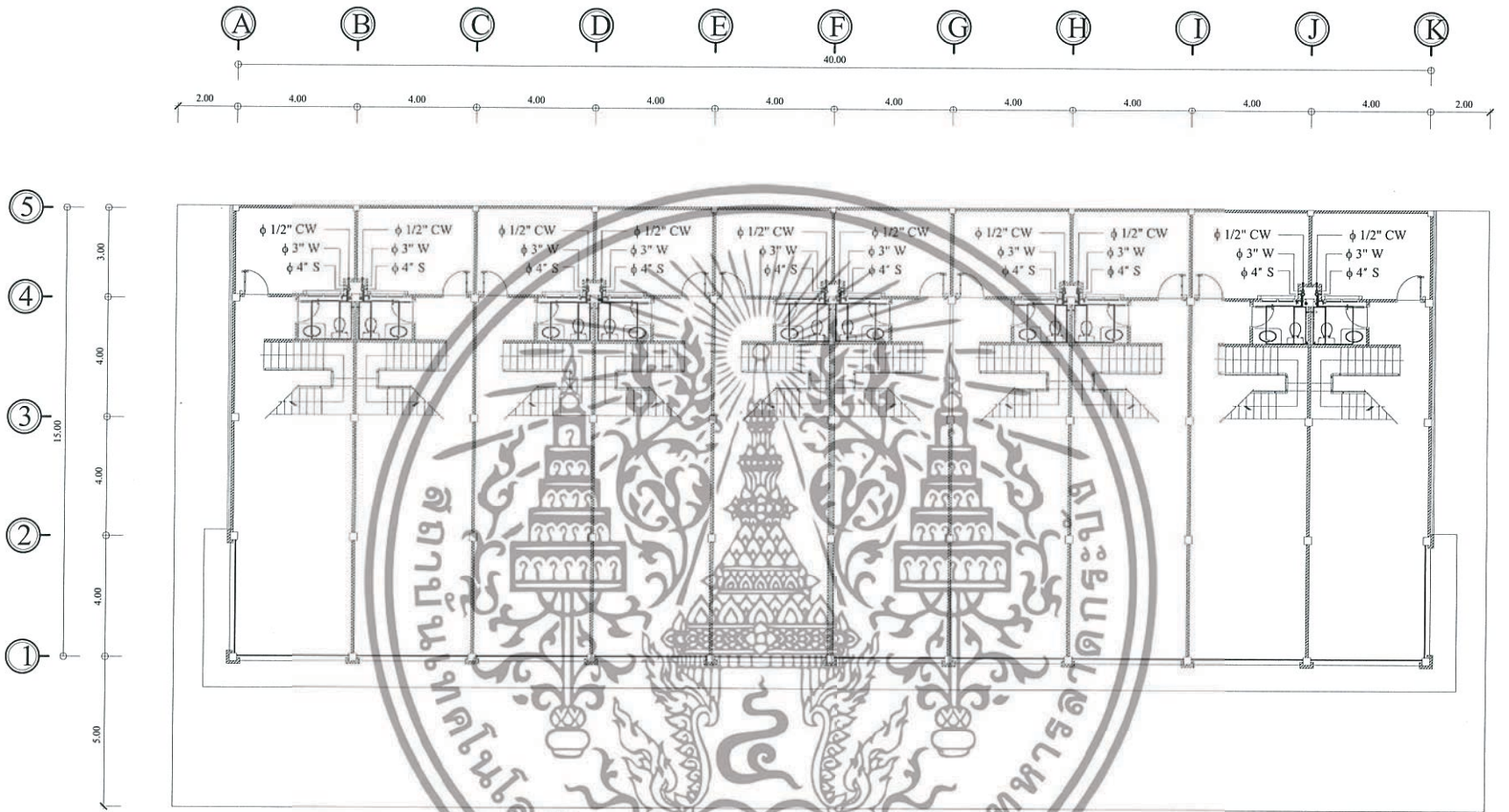
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		E	30 /34



ผังระบบสุขาภิบาล ชั้น 1

มาตราส่วน 1 : 150

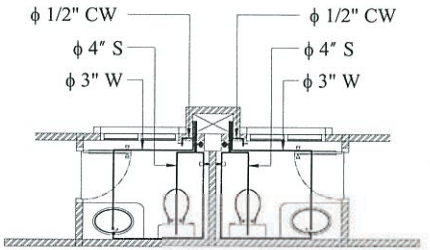
โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		SN	31 /34



ผังระบบสุขาภิบาล ชั้น 2 - 3

มาตราส่วน 1 : 150

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ซ่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		SN	32 /34



บ่อพักน้ำเสีย สำเร็จรูปตามมาตราฐานระบบสุขาภิบาล

ประตูน้ำ ขนาด ϕ 1/2"

CW — COLD WATER

W — WASTE

V — VENT

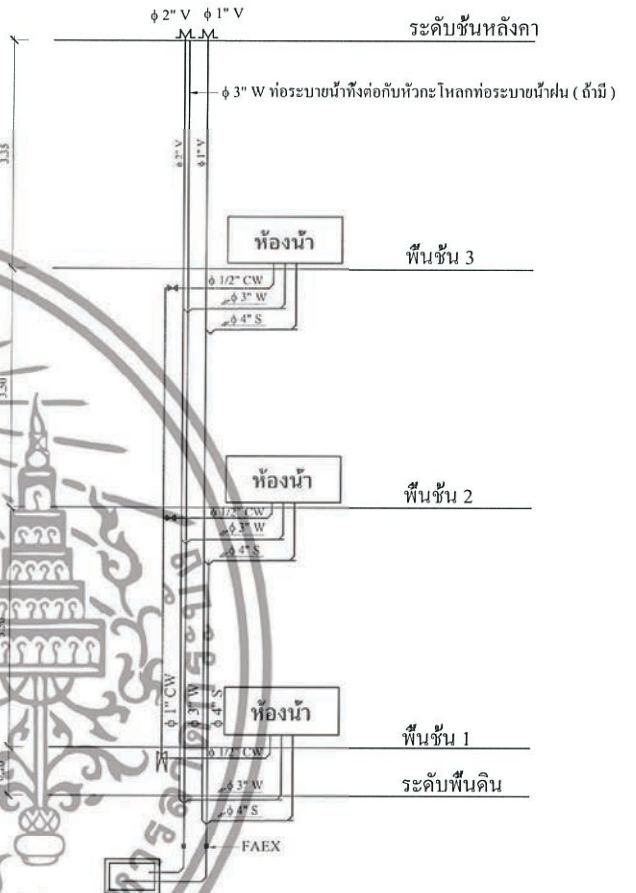
S — SOIL

ชนิด	วัสดุท่อ
ท่อประปา CW	PVC ชั้น 13.5
ท่อน้ำโสโครก S	PVC ชั้น 8.5 ลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:75
ท่อน้ำทิ้ง W	PVC ชั้น 8.5 ลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:75
ท่ออากาศ V	PVC ชั้น 8.5

หมายเหตุ แนวชิงค์อ่างล้างมีจุดเชื่อมต่อระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำทิ้งทุกจุด

ขยายระบบสุขาภิบาลห้องน้ำ 1 - 3

มาตราส่วน 1:75

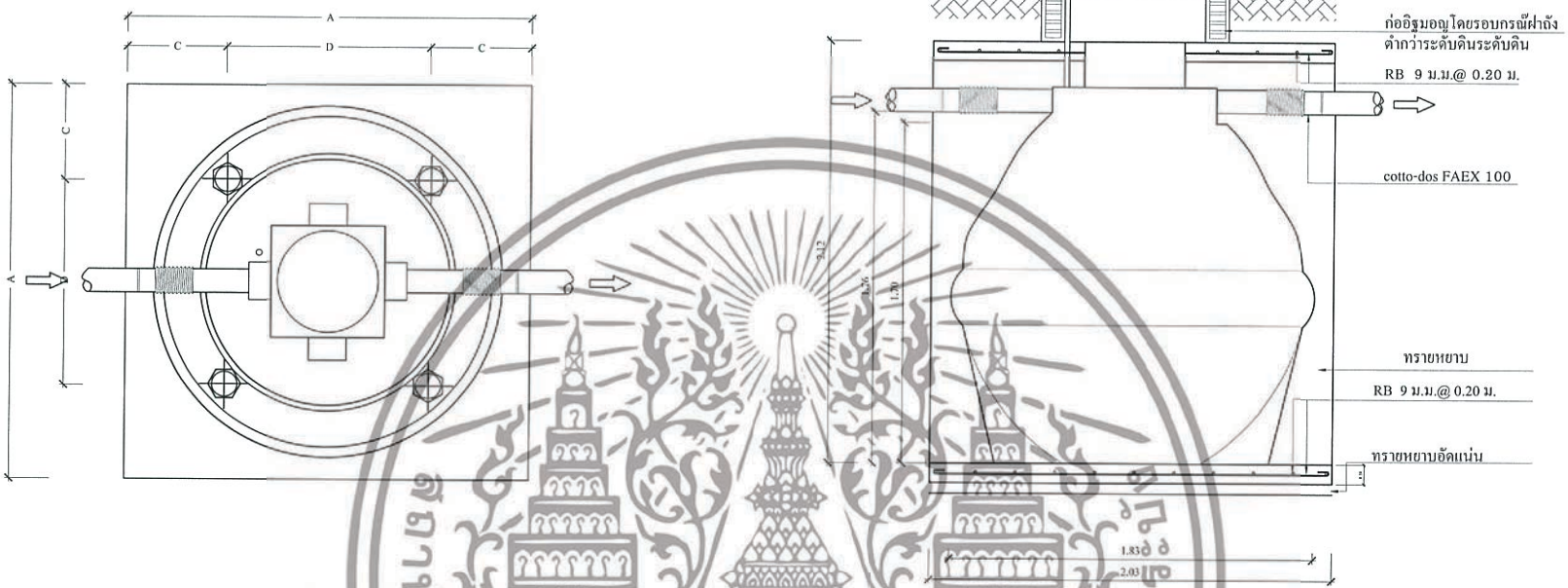


การเดินระบบสุขาภิบาลแนวดิ่ง

มาตราส่วน 1 : 75

ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		SN	33 /34



แปลนถังบำบัดน้ำเสีย

มาตราส่วน 1 : 25

รูปตัดถังบำบัดน้ำเสีย

มาตราส่วน 1 : 25

ขยายท่อระบายน้ำ

มาตราส่วน 1 : 20

ตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

โครงการ	สถานที่ก่อสร้าง	เจ้าของโครงการ	เขียนแบบ	วิศวกร	สถาปนิก	แผ่นที่	
อาคารพาณิชย์ ค.ส.ล. 3 ชั้น จำนวน 10 คูหา	บ้านศรีสง่า ถนนชัยภูมิ - แก้งคร้อ ต. ช่องสามหมอ อ. แก้งคร้อ จ. ชัยภูมิ	นางสาวอภิชญา นานาประสงค์	นายเทวัต งอวงษ์ ปวส. ก่อสร้าง	นายทรงวุฒิ ชมนาวัง ภย. 51107		SN	34 /34

ภาคผนวก ค.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎกระทรวง
ฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543)
ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร
พ.ศ. 2522

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5(3) และมาตรา 8(1) (7) และ (8) แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 31 มาตรา 35 มาตรา 48 มาตรา 49 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมอาคารออกกฎกระทรวงไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ในกฎกระทรวงนี้

"อาคารอยู่อาศัย" หมายความว่า อาคารซึ่งโดยปกติบุคคลใช้อยู่อาศัยได้ทั้งกลางวันและกลางคืน ไม่ว่าจะเป็นการอยู่อาศัยอย่างถาวรหรือชั่วคราว

"ห้องแถว" หมายความว่า อาคารที่ก่อสร้างต่อเนื่องกันเป็นแถวยาวตั้งแต่สองคูหาขึ้นไป มีผนังแบ่งอาคารเป็นคูหาและประกอบด้วยวัสดุไม่ทนไฟเป็นส่วนใหญ่

"ตึกแถว" หมายความว่า อาคารที่ก่อสร้างต่อเนื่องกันเป็นแถวยาวตั้งแต่สองคูหาขึ้นไป มีผนังแบ่งอาคารเป็นคูหาและประกอบด้วยวัสดุทนไฟเป็นส่วนใหญ่

"บ้านแถว" หมายความว่า ห้องแถวหรือตึกแถวที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัย ซึ่งมีที่ว่างด้านหน้าและด้านหลังระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับตัวอาคารแต่ละคูหา และมีความสูงไม่เกินสามชั้น

"บ้านแฝด" หมายความว่า อาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัยก่อสร้างติดต่อกันสองบ้าน มีผนังแบ่งอาคารเป็นบ้านมีที่ว่างระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับตัวอาคารด้านหน้า ด้านหลัง และด้านข้างของแต่ละบ้าน และมีทางเข้าออกของแต่ละบ้านแยกจากกันเป็นสัดส่วน

"อาคารพาณิชย์" หมายความว่า อาคารที่ใช้เพื่อประโยชน์ในการพาณิชยกรรม หรือบริการธุรกิจ หรืออุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตเทียบได้น้อยกว่า 5 แรงม้า และให้หมายความรวมถึงอาคารอื่นใดที่ก่อสร้างห่างจากถนนหรือทางสาธารณะไม่เกิน 20 เมตร ซึ่งอาจใช้เป็นอาคารเพื่อประโยชน์ในการพาณิชยกรรมได้

"อาคารสาธารณะ" หมายความว่า อาคารที่ใช้เพื่อประโยชน์ในการชุมนุมคนได้โดยทั่วไป เพื่อกิจกรรมทางราชการ การเมือง การศึกษา การศาสนา การสังคม การนันทนาการ หรือการพาณิชยกรรม เช่น โรงมหรสพ หอประชุม โรงแรม โรงพยาบาล สถานศึกษา หอสมุด สนามกีฬากลางแจ้ง สนามกีฬาในร่ม ตลาด ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานบริการ ท่าอากาศยาน อุโมงค์ สะพาน อาคารจอดรถ สถานีรถ ท่าจอดเรือ โป๊ะจอดเรือ สุสาน ฌาปนสถาน ศาสนสถาน เป็นต้น

"อาคารพิเศษ" หมายความว่า อาคารที่ต้องการมาตรฐานความมั่นคงแข็งแรง และความปลอดภัยเป็นพิเศษ เช่น อาคารดังต่อไปนี้

(ก) โรงมหรสพ อัฒจันทร์ หอประชุม หอสมุด หอศิลป์ พิพิธภัณฑสถาน หรือศาสนสถาน

(ข) อู่เรือ คานเรือ หรือท่าจอดเรือ สำหรับเรือขนาดใหญ่เกิน 100 ตันกรอส

(ค) อาคารหรือสิ่งที่สร้างขึ้นสูงเกิน 15 เมตร หรือสะพานหรืออาคารหรือโครงหลังคาช่วงหนึ่งเกิน 10 เมตร หรือมีลักษณะโครงสร้างที่อาจก่อให้เกิดภยันตรายต่อสาธารณชนได้

(ง) อาคารที่เก็บวัสดุไวไฟ วัสดุระเบิด หรือวัสดุกระจายแพร่พิษ หรือรังสีตามกฎหมายว่าด้วยการนั้น

"อาคารอยู่อาศัยรวม" หมายความว่า อาคารหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัยสำหรับหลายครอบครัว โดยแบ่งออกเป็นหน่วยแยกจากกันสำหรับแต่ละครอบครัว

"อาคารขนาดใหญ่" หมายความว่า อาคารที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกันเกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2,000 ตารางเมตร หรืออาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 15.00 เมตรขึ้นไป และมีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกันเกิน 1,000 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 2,000 ตารางเมตร การวัดความสูงของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำหรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด

"สำนักงาน" หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นสำนักงานหรือที่ทำการ

"คลังสินค้า" หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นที่สำหรับเก็บสินค้าหรือสิ่งของเพื่อประโยชน์ทางการค้าหรืออุตสาหกรรม

"โรงงาน" หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

"โรงมหรสพ" หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นสถานที่สำหรับฉายภาพยนตร์ แสดงละคร แสดงดนตรี หรือแสดงมหรสพอื่นใด และมีวัตถุประสงค์เพื่อเปิดให้สาธารณชนเข้าชมการแสดงนั้น โดยจะมีค่าตอบแทนหรือไม่ก็ตาม

"โรงแรม" หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นโรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม

"ภัตตาคาร" หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นที่ขายอาหารหรือเครื่องดื่ม โดยมีพื้นที่สำหรับตั้งโต๊ะอาหารไว้บริการภายในอาคารหรือภายนอกอาคาร

"วัสดุถาวร" หมายความว่า วัสดุซึ่งตามปกติไม่แปลงสภาพได้ง่ายโดยน้ำ ไฟ หรือดินฟ้าอากาศ

"วัสดุทนไฟ" หมายความว่า วัสดุก่อสร้างที่ไม่เป็นเชื้อเพลิง

"พื้น" หมายความว่า พื้นที่ของอาคารที่บุคคลเข้าอยู่หรือเข้าใช้สอยได้ภายในขอบเขตของคานหรือตงที่รับพื้น หรือภายในพื้นนั้น หรือภายในขอบเขตของผนังอาคารรวมทั้งเฉลียงหรือระเบียงด้วย

"ฝา" หมายความว่า ส่วนก่อสร้างในด้านตั้งซึ่งกั้นแบ่งพื้นภายในอาคารให้เป็นห้อง ๆ

"ผนัง" หมายความว่า ส่วนก่อสร้างในด้านตั้งซึ่งกั้นด้านนอกหรือระหว่างหน่วยของอาคารให้เป็นหลังหรือเป็นหน่วยแยกจากกัน

"ผนังกันไฟ" หมายความว่า ผนังทึบที่ก่อด้วยอิฐธรรมดาหนาไม่น้อยกว่า 18 เซนติเมตร และไม่มีช่องที่ให้ไฟหรือควันผ่านได้ หรือจะเป็นผนังทึบที่ทำด้วยวัสดุทนไฟอย่างอื่นที่มีคุณสมบัติในการป้องกันไฟได้ดีไม่น้อยกว่าผนังที่ก่อด้วยอิฐธรรมดา หนา 18 เซนติเมตร ถ้าเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กต้องหนาไม่น้อยกว่า 12 เซนติเมตร

"อิฐธรรมดา" หมายความว่า ดินที่ทำขึ้นเป็นแท่งและได้เผาให้สุก

"หลังคา" หมายความว่า สิ่งปกคลุมส่วนบนของอาคารสำหรับป้องกันแดดและฝน รวมทั้งโครงสร้างหรือสิ่งใดซึ่งประกอบขึ้นเพื่อยึดเหนี่ยวสิ่งปกคลุมนี้ให้มั่นคงแข็งแรง

"ดาดฟ้า" หมายความว่า พื้นส่วนบนสุดของอาคารที่ไม่มีหลังคาปกคลุม และบุคคลสามารถขึ้นไปใช้สอยได้

"ช่วงบันได" หมายความว่า ระยะตั้งบันไดซึ่งมีขั้นต่อเนื่องกันโดยตลอด

"ลูกตั้ง" หมายความว่า ระยะตั้งของขั้นบันได

"ลูกนอน" หมายความว่า ระยะราบของขั้นบันได

"ความกว้างสุทธิ" หมายความว่า ความกว้างที่วัดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยปราศจากสิ่งใด ๆ กีดขวาง

"ที่ว่าง" หมายความว่า พื้นที่อันปราศจากหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุม ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวอาจจะจัดให้เป็นบ่อน้ำ สระว่ายน้ำ บ่อพักน้ำเสีย ที่พักมูลฝอย ที่พักรวมมูลฝอย หรือที่จอดรถ ที่อยู่ภายนอกอาคารก็ได้ และให้หมายความรวมถึงพื้นที่ของสิ่งก่อสร้าง หรืออาคารที่สูงจากระดับพื้นดินไม่เกิน 1.20 เมตร และไม่มีหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุมเหนือระดับนั้น

"ถนนสาธารณะ" หมายความว่า ถนนที่เปิดหรือยินยอมให้ประชาชนเข้าไปหรือใช้เป็นทางสัญจรได้ ทั้งนี้ไม่ว่าจะมีการเรียกเก็บค่าตอบแทนหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวด 1
ลักษณะของอาคาร

ข้อ 2 ห้องแถวหรือตึกแถวแต่ละคูหา ต้องมีความกว้างโดยวัดระยะตั้งฉากจากแนวศูนย์กลางของเสาด้านหนึ่งไปยังแนวศูนย์กลางของเสาอีกด้านหนึ่งไม่น้อยกว่า 4 เมตร มีความลึกของอาคารโดยวัดระยะตั้งฉากกับแนวผนังด้านหน้าชั้นล่างไม่น้อยกว่า 4 เมตร และไม่เกิน 24 เมตร มีพื้นที่ชั้นล่างแต่ละคูหาไม่น้อยกว่า 30 ตารางเมตร และต้องมีประตูให้คนเข้าออกได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง

ในกรณีที่ความลึกของอาคารเกิน 16 เมตร ต้องจัดให้มีที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมขึ้นบริเวณหนึ่งที่ระยะระหว่าง 12 เมตรถึง 16 เมตร โดยให้มีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 10 ใน 100 ของพื้นที่ชั้นล่างของอาคารนั้น

ห้องแถวหรือตึกแถวที่สร้างอยู่ริมถนนสาธารณะต้องให้ระดับพื้นชั้นล่างของห้องแถวหรือตึกแถวมีความสูง 10 เซนติเมตรจากระดับทางเท้าหน้าอาคาร หรือมีความสูง 25 เซนติเมตรจากระดับกึ่งกลางถนนสาธารณะหน้าอาคาร แล้วแต่กรณี

ข้อ 3 บ้านแถวแต่ละคูหาต้องมีความกว้างโดยวัดระยะตั้งฉากจากแนวศูนย์กลางของเสาด้านหนึ่งไปยังแนวศูนย์กลางของเสาอีกด้านหนึ่งไม่น้อยกว่า 4 เมตร มีความลึกของอาคารโดยวัดระยะตั้งฉากกับแนวผนังด้านหน้าชั้นล่างไม่น้อยกว่า 4 เมตร และไม่เกิน 24 เมตร และมีพื้นที่ชั้นล่างแต่ละคูหาไม่น้อยกว่า 24 ตารางเมตร

ในกรณีที่ความลึกของอาคารเกิน 16 เมตร ต้องจัดให้มีที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมขึ้นบริเวณหนึ่งที่ระยะระหว่าง 12 เมตรถึง 16 เมตร โดยให้มีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 20 ใน 100 ของพื้นที่ชั้นล่างของอาคารนั้น

ข้อ 4 ห้องแถว ตึกแถว หรือบ้านแถวจะสร้างต่อเนื่องกันได้ไม่เกินสิบคูหา และมีความยาวของอาคารแถวหนึ่ง ๆ รวมกันไม่เกิน 40 เมตร โดยวัดระหว่างจุดศูนย์กลางของเสาแรกถึงจุดศูนย์กลางของเสาสุดท้าย ไม่ว่าจะเป็นเจ้าของเดียวกันและใช้โครงสร้างเดียวกันหรือแยกกันก็ตาม

ข้อ 5 รั้วหรือกำแพงกั้นเขตที่อยู่มุมถนนสาธารณะที่มีความกว้างตั้งแต่ 3 เมตรขึ้นไป และมีมุมหักน้อยกว่า 135 องศา ต้องปาดมุมรั้วหรือกำแพงกั้นเขตนั้น โดยให้ส่วนที่ปาดมุมมีระยะไม่น้อยกว่า 4 เมตร และทำมุมกับแนวถนนสาธารณะเป็นมุมเท่า ๆ กัน

ข้อ 6 สะพานส่วนบุคคลสำหรับรถยนต์ ต้องมีทางเดินรถกว้างไม่น้อยกว่า 3.50 เมตร และมีส่วนลาดชันไม่เกิน 10 ใน 100

สะพานที่ใช้เป็นทางสาธารณะสำหรับรถยนต์ ต้องมีทางเดินรถกว้างไม่น้อยกว่า 6 เมตร มีส่วนลาดชันไม่เกิน 8 ใน 100 มีทางเท้าสองข้างกว้างข้างละไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร เว้นแต่สะพานที่สร้างสำหรับรถยนต์โดยเฉพาะจะไม่มีทางเท้าก็ได้ และมีราวสะพานที่มั่นคงแข็งแรงยาวตลอดตัวสะพานสองข้างด้วย

ข้อ 7 ป้ายหรือสิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายที่อาคารต้องไม่บังช่องระบายอากาศ หน้าต่าง ประตู หรือทางหนีไฟ

ข้อ 8 ป้ายหรือสิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายบนหลังคาหรือดาดฟ้าของอาคารต้องไม่ล้ำออกนอกแนวผนังรอบนอกของอาคาร และส่วนบนสุดของป้ายหรือสิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายต้องสูงไม่เกิน 6 เมตรจากส่วนสูงสุดของหลังคาหรือดาดฟ้าของอาคารที่ติดตั้งป้ายนั้น

ข้อ 9 ป้ายที่ยื่นจากผนังอาคารให้ยื่นได้ไม่เกินแนวกันสาด และให้สูงได้ไม่เกิน 60 เซนติเมตร หรือมีพื้นที่ป้ายไม่เกิน 2 ตารางเมตร

ข้อ 10 ป้ายที่ติดตั้งเหนือกันสาดและไม่ได้ยื่นจากผนังอาคาร ให้ติดตั้งได้โดยมีความสูงของป้ายไม่เกิน 60 เซนติเมตรวัดจากขอบบนของปลายกันสาดนั้น หรือมีพื้นที่ป้ายไม่เกิน 2 ตารางเมตร

ข้อ 11 ป้ายที่ติดตั้งใต้กันสาดให้ติดตั้งแนบผนังอาคาร และต้องสูงจากพื้นทางเท้านั้นไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 12 ป้ายโฆษณาสำหรับโรงมหรสพให้ติดตั้งขนานกับผนังอาคารโรงมหรสพ แต่จะยื่นห่างจากผนังได้ไม่เกิน 50 เซนติเมตร หรือหากติดตั้งป้ายบนกันสาด จะต้องไม่ยื่นล้ำแนวปลายกันสาดนั้น และความสูงของป้ายทั้งสองกรณีต้องไม่เกินความสูงของอาคาร

ข้อ 13 ป้ายที่ติดตั้งอยู่บนพื้นดินโดยตรง ต้องมีความสูงไม่เกินระยะที่วัดจากจุดที่ติดตั้งป้ายไปจนถึงกึ่งกลางถนนสาธารณะที่อยู่ใกล้ป้ายนั้นที่สุด และมีความยาวของป้ายไม่เกิน 32 เมตร

หมวด 2
ส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

ส่วนที่ 1
วัสดุของอาคาร

ข้อ 14 สิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายที่ติดตั้งบนพื้นดินโดยตรงให้ทำด้วยวัสดุทนไฟทั้งหมด

ข้อ 15 เสา คาน พื้น บันได และผนังของอาคารที่สูงตั้งแต่สามชั้นขึ้นไป โรงมหรสพ หอประชุม โรงงาน โรงแรม โรงพยาบาล หอสมุด ห้างสรรพสินค้า อาคารขนาดใหญ่ สถานบริการตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ ท่าอากาศยาน หรืออุโมงค์ ต้องทำด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟด้วย

ข้อ 16 ผนังของตึกแถวหรือบ้านแถว ต้องทำด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟด้วย แต่ถ้าก่อด้วยอิฐธรรมดาหรือคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก ผนังนี้ต้องหนาไม่น้อยกว่า 8 เซนติเมตร

ข้อ 17 ห้องแถว ตึกแถว หรือบ้านแถวที่สร้างติดต่อกัน ให้มีผนังกันไฟทุกระยะไม่เกินห้าคูหา ผนังกันไฟต้องสร้างต่อเนื่องจากพื้นดินจนถึงระดับดาดฟ้าที่สร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ กรณีที่เป็นหลังคาสร้างด้วยวัสดุไม่ทนไฟให้มีผนังกันไฟสูงเหนือหลังคาไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ตามความลาดของหลังคา

ข้อ 18 ครัวในอาคารต้องมีพื้นและผนังที่ทำด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ ส่วนฝ้าและเพดานนั้น หากไม่ได้ทำด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ ก็ให้บุด้วยวัสดุทนไฟ

ส่วนที่ 2
พื้นที่ภายในอาคาร

ข้อ 19 อาคารอยู่อาศัยรวมต้องมีพื้นที่ภายในแต่ละหน่วยที่ใช้เพื่อการอยู่อาศัยไม่น้อยกว่า 20 ตารางเมตร

ข้อ 20 ห้องนอนในอาคารให้มีความกว้างด้านแคบที่สุดไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร และมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 8 ตารางเมตร

ข้อ 21 ช่องทางเดินในอาคาร ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

ประเภทอาคาร		ความกว้าง
1.	อาคารอยู่อาศัย	1.00 เมตร
2.	อาคารอยู่อาศัยรวม หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก สำนักงาน อาคารสาธารณะ อาคารพาณิชย์ โรงงาน อาคารพิเศษ	1.50 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 22 ห้องหรือส่วนของอาคารที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ต้องมีระยะดิ่งไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

ประเภทการใช้อาคาร		ระยะดิ่ง
1.	ห้องที่ใช้เป็นที่พักอาศัย บ้านแถว ห้องพักโรงแรม ห้องเรียนนักเรียนอนุบาล ครัวสำหรับอาคารอยู่อาศัย ห้องพักคนไข้พิเศษ ช่องทางเดินในอาคาร	2.60 เมตร
2.	ห้องที่ใช้เป็นสำนักงาน ห้องเรียน ห้องอาหาร ห้องโถงภัตตาคาร โรงงาน	3.00 เมตร
3.	ห้องขายสินค้า ห้องประชุม ห้องคนไข้รวม คลังสินค้า โรงครัว ตลาด และอื่น ๆ ที่คล้ายกัน	3.50 เมตร
4.	ห้องแถว ตึกแถว	
	4.1 ชั้นล่าง	3.50 เมตร
	4.2 ตั้งแต่ชั้นสองขึ้นไป	3.00 เมตร
5.	ระเบียง	2.20 เมตร

ระยะดิ่งตามวรรคหนึ่งให้วัดจากพื้นถึงพื้น ในกรณีของชั้นใต้หลังคาให้วัดจากพื้นถึงยอดฝาหรือยอดผนังอาคาร และในกรณีของห้องหรือส่วนของอาคารที่อยู่ภายในโครงสร้างของหลังคา ให้วัดจากพื้นถึงยอดฝาหรือยอดผนังของห้องหรือส่วนของอาคารดังกล่าวที่ไม่ใช่โครงสร้างของหลังคา

ห้องในอาคารซึ่งมีระยะดิ่งระหว่างพื้นถึงพื้นอีกชั้นหนึ่งตั้งแต่ 5 เมตรขึ้นไป จะทำพื้นชั้นลอยในห้องนั้นก็ได้ โดยพื้นชั้นลอยดังกล่าวนั้นต้องมีเนื้อที่ไม่เกินร้อยละสี่สิบของเนื้อที่ห้อง ระยะดิ่งระหว่างพื้นชั้นลอยถึงพื้นอีกชั้นหนึ่งต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร และระยะดิ่งระหว่างพื้นห้องถึงพื้นชั้นลอยต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร ด้วย

ห้องน้ำ ห้องส้วม ต้องมีระยะดิ่งระหว่างพื้นถึงเพดานไม่น้อยกว่า 2 เมตร

ส่วนที่ 3
บันไดของอาคาร

ข้อ 23 บันไดของอาคารอยู่อาศัยถ้ามีต้องมีอย่างน้อยหนึ่งบันไดที่มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร ช่วงหนึ่งสูงไม่เกิน 3 เมตร ลูกตั้งสูงไม่เกิน 20 เซนติเมตร ลูกนอนเมื่อหักส่วนที่ขึ้นบันไดเหลื่อมกันออกแล้วเหลือความกว้างไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร และต้องมีพื้นหน้าบันไดมีความกว้างและยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได

บันไดที่สูงเกิน 3 เมตร ต้องมีชานพักบันไดทุกช่วง 3 เมตร หรือน้อยกว่านั้น และชานพักบันไดต้องมีความกว้างและยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได ระยะดิ่งจากขั้นบันไดหรือชานพักบันไดถึงส่วนต่ำสุดของอาคารที่อยู่เหนือขึ้นไปต้องสูงไม่น้อยกว่า 1.90 เมตร

ข้อ 24 บันไดของอาคารอยู่อาศัยรวม หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก สำนักงาน อาคารสาธารณะ อาคารพาณิชย์ โรงงาน และอาคารพิเศษ สำหรับที่ใช้กับชั้นที่มีพื้นที่อาคารชั้นเหนือขึ้นไปรวมกันไม่เกิน 300 ตารางเมตร ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร แต่สำหรับบันไดของอาคารดังกล่าวที่ใช้กับชั้นที่มีพื้นที่อาคารชั้นเหนือขึ้นไปรวมกันเกิน 300 ตารางเมตร ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ถ้าความกว้างสุทธิของบันไดน้อยกว่า 1.50 เมตร ต้องมีบันไดอย่างน้อยสองบันได และแต่ละบันไดต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร

บันไดของอาคารที่ใช้เป็นที่ชุมนุมของคนจำนวนมาก เช่น บันไดห้องประชุมหรือห้องบรรยายที่มีพื้นที่รวมกันตั้งแต่ 500 ตารางเมตรขึ้นไป หรือบันไดห้องรับประทานอาหารหรือสถานบริการที่มีพื้นที่รวมกันตั้งแต่ 1,000 ตารางเมตรขึ้นไป หรือบันไดของแต่ละชั้นของอาคารนั้นที่มีพื้นที่รวมกันตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร อย่างน้อยสองบันได ถ้ามีบันไดเดียวต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 3 เมตร

บันไดที่สูงเกิน 4 เมตร ต้องมีชานพักบันไดทุกช่วง 4 เมตร หรือน้อยกว่านั้น และระยะดิ่งจากขั้นบันไดหรือชานพักบันไดถึงส่วนต่ำสุดของอาคารที่อยู่เหนือขึ้นไปต้องสูงไม่น้อยกว่า 2.10 เมตร

ชานพักบันไดและพื้นหน้าบันไดต้องมีความกว้างและความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างสุทธิของบันได เว้นแต่บันไดที่มีความกว้างสุทธิเกิน 2 เมตร ชานพักบันไดและพื้นหน้าบันไดจะมีความยาวไม่เกิน 2 เมตรก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันไดตามวรรคหนึ่งและวรรคสองต้องมีลูกตั้งสูงไม่เกิน 18 เซนติเมตร ลูกนอนเมื่อหักส่วนที่ขั้นบันไดเหลื่อมกันออกแล้วเหลือความกว้างไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร และต้องมีราวบันไดกันตก บันไดที่มีความกว้างสุทธิเกิน 6 เมตร และช่วงบันไดสูงเกิน 1 เมตร ต้องมีราวบันไดทั้งสองข้าง บริเวณจมูกบันไดต้องมีวัสดุกันลื่น

ข้อ 25 บันไดตามข้อ 24 จะต้องมีระยะห่างไม่เกิน 40 เมตร จากจุดที่ไกลสุดบนพื้นชั้นนั้น

ข้อ 26 บันไดตามข้อ 23 และข้อ 24 ที่เป็นแนวโค้งเกิน 90 องศา จะไม่มีชานพักบันไดก็ได้ แต่ต้องมีความกว้างเฉลี่ยของลูกนอนไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร สำหรับบันไดตามข้อ 23 และไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร สำหรับบันไดตามข้อ 24

ส่วนที่ 4
บันไดหนีไฟ

ข้อ 27 อาคารที่สูงตั้งแต่สี่ชั้นขึ้นไปและสูงไม่เกิน 23 เมตร หรืออาคารที่สูงสามชั้นและมีดาดฟ้าเหนือชั้นที่สามที่มีพื้นที่เกิน 16 ตารางเมตร นอกจากมีบันไดของอาคารตามปกติแล้ว ต้องมีบันไดหนีไฟที่ทำด้วยวัสดุทนไฟอย่างน้อยหนึ่งแห่ง และต้องมีทางเดินไปยังบันไดหนีไฟนั้นได้โดยไม่มีสิ่งกีดขวาง

ข้อ 28 บันไดหนีไฟต้องมีความลาดชันน้อยกว่า 60 องศา เว้นแต่ตึกแถวและบ้านแถวที่สูงไม่เกินสี่ชั้น ให้มีบันไดหนีไฟที่มีความลาดชันเกิน 60 องศาได้ และต้องมีชานพักบันไดทุกชั้น

ข้อ 29 บันไดหนีไฟภายนอกอาคารต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และต้องมีผนังส่วนที่บันไดหนีไฟพาดผ่านเป็นผนังทึบก่อสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ

บันไดหนีไฟตามวรรคหนึ่ง ถ้าทอดไม่ถึงพื้นชั้นล่างของอาคารต้องมีบันไดโลหะที่สามารถเลื่อนหรือยืดหรือหย่อนลงมาจนถึงพื้นชั้นล่างได้

ข้อ 30 บันไดหนีไฟภายในอาคารต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร มีผนังทึบก่อสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟกั้นโดยรอบ เว้นแต่ส่วนที่เป็นช่องระบายอากาศและช่องประตูหนีไฟ และต้องมีอากาศถ่ายเทจากภายนอกอาคารได้โดยแต่ละชั้นต้องมีช่องระบายอากาศที่เปิดสู่ภายนอกอาคารได้มีพื้นที่รวมกันไม่น้อยกว่า 1.4 ตารางเมตร กับต้องมีแสงสว่างให้เพียงพอทั้งกลางวันและกลางคืน

ข้อ 31 ประตูหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร สูงไม่น้อยกว่า 1.90 เมตร และต้องทำเป็นบานเปิดชนิดผลักออกสู่ภายนอกเท่านั้น กับต้องติดอุปกรณ์ชนิดที่บังคับให้บานประตูปิดได้เอง และต้องสามารถเปิดออกได้โดยสะดวกตลอดเวลา ประตูหรือทางออกสู่บันไดหนีไฟต้องไม่มีธรณีหรือขอบกั้น

ข้อ 32 พื้นหน้าบันไดหนีไฟต้องกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างของบันไดและอีกด้านหนึ่งกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร

หมวด 3
ที่ว่างภายนอกอาคาร

ข้อ 33 อาคารแต่ละหลังหรือหน่วยต้องมีที่ว่างตามที่กำหนดดังต่อไปนี้

(1) อาคารอยู่อาศัย และอาคารอยู่อาศัยรวม ต้องมีที่ว่างไม่น้อยกว่า 30 ใน 100 ส่วนของพื้นที่ชั้นใดชั้นหนึ่งที่มากที่สุดของอาคาร

(2) ห้องแถว ตึกแถว อาคารพาณิชย์ โรงงาน อาคารสาธารณะ และอาคารอื่นซึ่งไม่ได้ใช้เป็นที่อยู่อาศัย ต้องมีที่ว่างไม่น้อยกว่า 10 ใน 100 ส่วน ของพื้นที่ชั้นใดชั้นหนึ่งที่มากที่สุดของอาคาร แต่ถ้าอาคารดังกล่าวใช้เป็นที่อยู่อาศัยด้วยต้องมีที่ว่างตาม (1)

ข้อ 34 ห้องแถวหรือตึกแถวซึ่งด้านหน้าไม่ติดริมถนนสาธารณะ ต้องมีที่ว่างด้านหน้าอาคารกว้างไม่น้อยกว่า 6 เมตร โดยไม่ให้มีส่วนใดของอาคารยื่นล้ำเข้าไปในพื้นที่ดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องแถวหรือตึกแถว ต้องมีที่ว่างด้านหลังอาคารกว้างไม่น้อยกว่า 3 เมตร เพื่อใช้ติดต่อถึงกัน โดยไม่ให้มีส่วนใดของอาคารยื่นล้ำเข้าไปในพื้นที่ดังกล่าว เว้นแต่การสร้างบันไดหนีไฟภายนอกอาคารที่ยื่นล้ำไม่เกิน 1.40 เมตร

ระหว่างแถวด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถวที่สร้างถึงสิบคูหา หรือมีความยาวรวมกันถึง 40 เมตร ต้องมีที่ว่างระหว่างแถวด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถวนั้นกว้างไม่น้อยกว่า 4 เมตร เป็นช่องตลอดความลึกของห้องแถวหรือตึกแถว เพื่อเชื่อมกับที่ว่างหลังอาคาร

ห้องแถวหรือตึกแถวที่สร้างติดต่อกันไม่ถึงสิบคูหา หรือมีความยาวรวมกันไม่ถึง 40 เมตร แต่มีที่ว่างระหว่างแถวด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถวนั้นกว้างน้อยกว่า 4 เมตร ไม่ให้ถือว่าเป็นที่ว่างระหว่างแถวด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถว แต่ให้ถือว่าห้องแถวหรือตึกแถวนั้นสร้างต่อเนื่องเป็นแถวเดียวกัน

ที่ว่างตามวรรคหนึ่ง วรรคสอง และวรรคสาม จะก่อสร้างอาคาร รั้ว กำแพง หรือสิ่งก่อสร้างอื่นใด หรือจัดให้เป็นบ่อน้ำ สระว่ายน้ำ ที่พักมูลฝอย หรือที่พักรวมมูลฝอยไม่ได้

ห้องแถวหรือตึกแถวที่มีด้านข้างใกล้เขตที่ดินของผู้อื่น ต้องมีที่ว่างระหว่างด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถวกับเขตที่ดินของผู้อื่นนั้นกว้างไม่น้อยกว่า 2 เมตร เว้นแต่ห้องแถวหรือตึกแถวที่ก่อสร้างขึ้นทดแทนอาคารเดิมโดยมีพื้นที่ไม่มากกว่าพื้นที่ของอาคารเดิมและมีความสูงไม่เกิน 15 เมตร

ข้อ 35 ห้องแถวหรือตึกแถวที่มีที่ว่างหลังอาคารตามข้อ 34 วรรคสอง และได้รับแนวอาคารตามข้อ 41 แล้ว ไม่ต้องมีที่ว่างตามข้อ 33(1) และ (2) อีก

ข้อ 36 บ้านแถวต้องมีที่ว่างด้านหน้าระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับแนวผนังอาคารกว้างไม่น้อยกว่า 3 เมตร และต้องมีที่ว่างด้านหลังอาคารระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับแนวผนังอาคารกว้างไม่น้อยกว่า 2 เมตร

ระหว่างแถวด้านข้างของบ้านแถวที่สร้างถึงสิบคูหา หรือมีความยาวรวมกันถึง 40 เมตร ต้องมีที่ว่างระหว่างแถวด้านข้างของบ้านแถวนั้นกว้างไม่น้อยกว่า 4 เมตร เป็นช่องตลอดความลึกของบ้านแถว

บ้านแถวที่สร้างติดต่อกันไม่ถึงสิบคูหา หรือมีความยาวรวมกันไม่ถึง 40 เมตร แต่มีที่ว่างระหว่างแถวด้านข้างของบ้านแถวนั้นกว้างน้อยกว่า 4 เมตร ไม่ให้ถือว่าเป็นที่ว่างระหว่างแถวด้านข้างของบ้านแถว แต่ให้ถือว่าบ้านแถวนั้นสร้างต่อเนื่องเป็นแถวเดียวกัน

ข้อ 37 บ้านแฝดต้องมีที่ว่างด้านหน้าและด้านหลังระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับแนวผนังอาคารกว้างไม่น้อยกว่า 3 เมตรและ 2 เมตรตามลำดับ และมีที่ว่างด้านข้างกว้างไม่น้อยกว่า 2 เมตร

ข้อ 38 คลังสินค้าที่มีพื้นที่ของอาคารทุกชั้นรวมกันตั้งแต่ 100 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 500 ตารางเมตร ต้องมีที่ว่างห่างแนวเขตที่ดินที่ใช้ก่อสร้างอาคารนั้นไม่น้อยกว่า 6 เมตร สองด้าน ส่วนด้านอื่นต้องมีที่ว่างห่างแนวเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 3 เมตร

คลังสินค้าที่มีพื้นที่ของอาคารทุกชั้นรวมกันเกิน 500 ตารางเมตร ต้องมีที่ว่างห่างแนวเขตที่ดินที่ใช้ก่อสร้างอาคารนั้นไม่น้อยกว่า 10 เมตร สองด้าน ส่วนด้านอื่นต้องมีที่ว่างห่างจากแนวเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 5 เมตร

[1] ความในวรรคหนึ่งและวรรคสองมิให้ใช้บังคับแก่อาคารคลังสินค้าที่อยู่ในเขตพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม ซึ่งจัดตั้งขึ้นตามกฎหมายว่าด้วยการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เว้นแต่ด้านที่อยู่ติดต่อกับเขตที่ดินที่อยู่นอกเขตพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมซึ่งจัดตั้งขึ้นตามกฎหมายว่าด้วยการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ให้มีที่ว่างห่างแนวเขตที่ดินที่ใช้ก่อสร้างอาคารนั้นไม่น้อยกว่า 10 เมตร

ข้อ 39 โรงงานที่มีพื้นที่ที่ใช้ประกอบกิจการของอาคารทุกชั้นรวมกันตั้งแต่ 200 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 500 ตารางเมตร ต้องมีที่ว่างห่างแนวเขตที่ดินที่ใช้ก่อสร้างอาคารนั้นไม่น้อยกว่า 3 เมตร จำนวนสองด้านโดยผนังอาคารทั้งสองด้านนี้ให้ทำเป็นผนังทึบด้วยอิฐหรือคอนกรีตยกเว้นประตูหนีไฟ ส่วนด้านที่เหลือให้มีที่ว่างไม่น้อยกว่า 6 เมตร

โรงงานที่มีพื้นที่ที่ใช้ประกอบกิจการของอาคารทุกชั้นรวมกันตั้งแต่ 500 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 1,000 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[1] วรรคสามของข้อ 38 เพิ่มเติมโดย ข้อ 1 แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 58 (พ.ศ. 2546) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

ต้องมีที่ว่างห่างแนวเขตที่ดินที่ใช้ก่อสร้างอาคารนั้นไม่น้อยกว่า 6 เมตร ทุกด้าน

โรงงานที่มีพื้นที่ที่ใช้ประกอบกิจการของอาคารทุกชั้นรวมกันเกิน 1,000 ตารางเมตร ต้องมีที่ว่างห่างแนวเขตที่ดินที่ใช้ก่อสร้างอาคารนั้นไม่น้อยกว่า 10 เมตร ทุกด้าน

[2] ความในวรรคหนึ่ง วรรคสอง และวรรคสามมิให้ใช้บังคับแก่อาคารโรงงานที่อยู่ในเขตพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมซึ่งจัดตั้งขึ้นตามกฎหมายว่าด้วยการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เว้นแต่ด้านที่อยู่ติดต่อกับเขตที่ดินที่อยู่นอกเขตพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมซึ่งจัดตั้งขึ้นตามกฎหมายว่าด้วยการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ให้มีที่ว่างห่างแนวเขตที่ดินที่ใช้ก่อสร้างอาคารนั้นไม่น้อยกว่า 10 เมตร

หมวด 4

แนวอาคารและระยะต่าง ๆ ของอาคาร

ข้อ 40 การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารหรือส่วนของอาคารจะต้องไม่ล้ำเข้าไปในที่สาธารณะ เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากเจ้าพนักงานซึ่งมีอำนาจหน้าที่ดูแลรักษาที่สาธารณะนั้น

ข้อ 41 อาคารที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้ถนนสาธารณะที่มีความกว้างน้อยกว่า 6 เมตร ให้ร่นแนวอาคารห่างจากกึ่งกลางถนนสาธารณะอย่างน้อย 3 เมตร

อาคารที่สูงเกินสองชั้นหรือเกิน 8 เมตร ห้องแถว ตึกแถว บ้านแถว อาคารพาณิชย์ โรงงาน อาคารสาธารณะ ป้าย หรือสิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้าย หรือคลังสินค้า ที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้ถนนสาธารณะ

(1) ถ้าถนนสาธารณะนั้นมีความกว้างน้อยกว่า 10 เมตร ให้ร่นแนวอาคารห่างจากกึ่งกลางถนนสาธารณะอย่างน้อย 6 เมตร

(2) ถ้าถนนสาธารณะนั้นมีความกว้างตั้งแต่ 10 เมตรขึ้นไป แต่ไม่เกิน 20 เมตร ให้ร่นแนวอาคารห่างจากเขตถนนสาธารณะอย่างน้อย 1 ใน 10 ของความกว้างของถนนสาธารณะ

(3) ถ้าถนนสาธารณะนั้นมีความกว้างเกิน 20 เมตรขึ้นไป ให้ร่นแนวอาคารห่างจากเขตถนนสาธารณะอย่างน้อย 2 เมตร

ข้อ 42 อาคารที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้แหล่งน้ำสาธารณะ เช่น แม่น้ำ คู คลอง ลำราง หรือลำกระโดง ถ้าแหล่งน้ำสาธารณะนั้นมีความกว้างน้อยกว่า 10 เมตร ต้องร่นแนวอาคารให้ห่างจากเขตแหล่งน้ำสาธารณะนั้นไม่น้อยกว่า 3 เมตร แต่ถ้าแหล่งน้ำสาธารณะนั้นมีความกว้างตั้งแต่ 10 เมตรขึ้นไป ต้องร่นแนวอาคารให้ห่างจากเขตแหล่งน้ำสาธารณะนั้นไม่น้อยกว่า 6 เมตร

สำหรับอาคารที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้แหล่งน้ำสาธารณะขนาดใหญ่ เช่น บึง ทะเลสาบ หรือทะเล ต้องร่นแนวอาคารให้ห่างจากเขตแหล่งน้ำสาธารณะนั้นไม่น้อยกว่า 12 เมตร

ทั้งนี้ เว้นแต่ สะพาน เขื่อน รั้ว ท่อระบายน้ำ ท่าเรือ ป้าย อู่เรือ คานเรือ หรือที่ว่างที่ใช้เป็นที่จอดรถไม่ต้องร่นแนวอาคาร

ข้อ 43 ให้อาคารที่สร้างตามข้อ 41 และข้อ 42 ต้องมีส่วนต่ำสุดของกันสาดหรือส่วนยื่นสถาปัตยกรรมสูงจากระดับทางเท้าไม่น้อยกว่า 3.25 เมตร ทั้งนี้ ไม่นับส่วนตบแต่งที่ยื่นจากผนังไม่เกิน 50 เซนติเมตร และต้องมีท่อรับน้ำจากกันสาดหรือหลังคาต่อแนบหรือฝังในผนังหรือเสาอาคารลงสู่ท่อสาธารณะหรือบ่อพัก

ข้อ 44 ความสูงของอาคารไม่ว่าจากจุดหนึ่งจุดใด ต้องไม่เกินสองเท่าของระยะราบ วัดจากจุดนั้นไปตั้งฉากกับแนวเขตด้านตรงข้ามของถนนสาธารณะที่อยู่ใกล้อาคารนั้นที่สุด

ความสูงของอาคารให้วัดแนวดิ่งจากระดับถนนหรือระดับพื้นดินที่ก่อสร้างขึ้นไปถึงส่วนของอาคารที่สูงที่สุด สำหรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[2] วรรคสี่ของข้อ 39 เพิ่มเติมโดย ข้อ 2 แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 58 (พ.ศ. 2546) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

ข้อ 45 อาคารหลังเดียวกันซึ่งมีถนนสาธารณะสองสายขนาดไม่เท่ากันขนาบอยู่เมื่อระยะระหว่างถนนสาธารณะสองสายนั้นไม่เกิน 60 เมตร และส่วนกว้างของอาคารตามแนวถนนสาธารณะที่กว้างกว่าไม่เกิน 60 เมตร ความสูงของอาคาร ณ จุดใดต้องไม่เกินสองเท่าของระยะราบที่ใกล้ที่สุดจากจุดนั้นไปตั้งฉากกับแนวเขตถนนสาธารณะด้านตรงข้ามของสายที่กว้างกว่า

ข้อ 46 อาคารหลังเดียวกันซึ่งอยู่ที่มุมถนนสาธารณะสองสายขนาดไม่เท่ากัน ความสูงของอาคาร ณ จุดใดต้องไม่เกินสองเท่าของระยะราบที่ใกล้ที่สุด จากจุดนั้นไปตั้งฉากกับแนวเขตถนนสาธารณะด้านตรงข้ามของสายที่กว้างกว่า และความยาวของอาคารตามแนวถนนสาธารณะที่แคบกว่าต้องไม่เกิน 60 เมตร

สำหรับอาคารซึ่งเป็นห้องแถวหรือตึกแถว ความยาวของอาคารตามแนวถนนสาธารณะที่แคบกว่าต้องไม่เกิน 15 เมตร

ข้อ 47 รั้วหรือกำแพงที่สร้างขึ้นติดต่อหรือห่างจากถนนสาธารณะน้อยกว่าความสูงของรั้ว ให้ก่อสร้างได้สูงไม่เกิน 3 เมตร เหนือระดับทางเท้าหรือถนนสาธารณะ

[3] **ข้อ 48** การก่อสร้างอาคารในที่ดินเจ้าของเดียวกัน ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

(1) ผนังของอาคารด้านที่มี หน้าต่าง ประตู ช่องระบายอากาศหรือช่องแสง หรือระเบียงของอาคารต้องมีระยะห่างจากผนังของอาคารอื่นด้านที่มีหน้าต่าง ประตู ช่องระบายอากาศหรือช่องแสงหรือระเบียงของอาคาร ดังต่อไปนี้

(ก) อาคารที่มีความสูงไม่เกิน 9 เมตร ผนังหรือระเบียงของอาคารต้องอยู่ห่างจากผนังหรือระเบียงของอาคารอื่นที่มีความสูงไม่เกิน 9 เมตร ไม่น้อยกว่า 4 เมตร

(ข) อาคารที่มีความสูงไม่เกิน 9 เมตร ผนังหรือระเบียงของอาคารต้องอยู่ห่างจากผนังหรือระเบียงของอาคารอื่นที่มีความสูงเกิน 9 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ไม่น้อยกว่า 5 เมตร

(ค) อาคารที่มีความสูงเกิน 9 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ผนังหรือระเบียงของอาคารต้องอยู่ห่างจากผนังหรือระเบียงของอาคารอื่นที่มีความสูงเกิน 9 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ไม่น้อยกว่า 6 เมตร

(2) ผนังของอาคารด้านที่เป็นผนังทึบต้องมีระยะห่างจากผนังของอาคารอื่นด้านที่มีหน้าต่าง ประตู ช่องระบายอากาศหรือช่องแสง หรือระเบียงของอาคาร ดังต่อไปนี้

(ก) อาคารที่มีความสูงไม่เกิน 15 เมตร ผนังของอาคารต้องอยู่ห่างจากผนังหรือระเบียงของอาคารอื่นที่มีความสูงไม่เกิน 9 เมตร ไม่น้อยกว่า 2 เมตร

(ข) อาคารที่มีความสูงไม่เกิน 15 เมตร ผนังของอาคารต้องอยู่ห่างจากผนังหรือระเบียงของอาคารอื่นที่มีความสูงเกิน 9 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ไม่น้อยกว่า 3 เมตร

(ค) อาคารที่มีความสูงเกิน 15 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ผนังของอาคารต้องอยู่ห่างจากผนังหรือระเบียงของอาคารอื่นที่มีความสูงไม่เกิน 9 เมตร ไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร

(ง) อาคารที่มีความสูงเกิน 15 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ผนังของอาคารต้องอยู่ห่างจากผนังหรือระเบียงของอาคารอื่นที่มีความสูงเกิน 9 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ไม่น้อยกว่า 3.50 เมตร

(3) ผนังของอาคารที่มีความสูงเกิน 15 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ด้านที่เป็นผนังทึบต้องอยู่ห่างจากผนังของอาคารอื่นที่มีความสูงเกิน 15 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ด้านที่เป็นผนังทึบไม่น้อยกว่า 1 เมตร

สำหรับอาคารที่มีลักษณะตาม (2) และ (3) ผนังของดาดฟ้าของอาคารด้านที่อยู่ใกล้กับอาคารอื่นให้ทำการก่อสร้างเป็นผนังทึบสูงจากพื้นดาดฟ้าไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร

ข้อ 49 การก่อสร้างอาคารในบริเวณด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถว

(1) ถ้าห้องแถวหรือตึกแถวนั้นมีจำนวนรวมกันได้ตั้งแต่สิบคูหา หรือมีความยาวรวมกันได้ตั้งแต่ 40 เมตรขึ้นไป และอาคารที่จะสร้างขึ้นเป็นห้องแถวหรือตึกแถว ห้องแถวหรือตึกแถวที่จะสร้างขึ้นต้องห่างจากผนังด้านข้างของห้องแถว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[3] ข้อ 48 ความเดิมถูกยกเลิกโดย กฎกระทรวง ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2550) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และให้ใช้ความใหม่แทนดังที่พิมพ์ไว้แล้ว

หรือตึกแถวเดิมไม่น้อยกว่า 4 เมตร แต่ถ้าเป็นอาคารอื่นต้องห่างจากผนังด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถวเดิมไม่น้อยกว่า 2 เมตร

(2) ถ้าห้องแถวหรือตึกแถวนั้นมีจำนวนไม่ถึงสิบคูหาและมีความยาวรวมกันไม่ถึง 40 เมตร อาคารที่สร้างขึ้นจะต้องห่างจากผนังด้านข้างของห้องแถวหรือตึกแถวนั้นไม่น้อยกว่า 2 เมตร เว้นแต่การสร้างห้องแถวหรือตึกแถวต่อจากห้องแถวหรือตึกแถวเดิมตามข้อ 4

ข้อ 50 ผนังของอาคารที่มีหน้าต่าง ประตู ช่องระบายอากาศหรือช่องแสง หรือระเบียงของอาคารต้องมีระยะห่างจากแนวเขตที่ดิน ดังนี้

(1) อาคารที่มีความสูงไม่เกิน 9 เมตร ผนังหรือระเบียงต้องอยู่ห่างเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 2 เมตร

(2) อาคารที่มีความสูงเกิน 9 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ผนังหรือระเบียงต้องอยู่ห่างเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 3 เมตร

ผนังของอาคารที่อยู่ห่างเขตที่ดินน้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ใน (1) หรือ (2) ต้องอยู่ห่างจากเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร เว้นแต่จะก่อสร้างชิดเขตที่ดินและอาคารดังกล่าวจะก่อสร้างได้สูงไม่เกิน 15 เมตร ผนังของอาคารที่อยู่ชิดเขตที่ดินหรือห่างจากเขตที่ดินน้อยกว่าที่ระบุไว้ใน (1) หรือ (2) ต้องก่อสร้างเป็นผนังทึบ และดาดฟ้าของอาคารด้านนั้นให้ทำผนังทึบสูงจากดาดฟ้าไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร ในกรณีก่อสร้างชิดเขตที่ดินต้องได้รับความยินยอมเป็นหนังสือจากเจ้าของที่ดินข้างเคียงด้านนั้นด้วย

ให้ไว้ ณ วันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2543

พินิจ จารุสมบัติ

รัฐมนตรีช่วยว่าการฯ ปฏิบัติราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย

หมายเหตุ *เหตุผลในการประกาศใช้กฎกระทรวงฉบับนี้ คือ โดยที่เป็นการสมควรกำหนดลักษณะ แบบ รูปทรง สัดส่วน เนื้อที่ที่ตั้งของอาคาร ระดับ เนื้อที่ของที่ว่างภายนอกอาคารหรือแนวอาคาร และระยะหรือระดับระหว่างอาคารกับอาคารหรือเขตที่ดินของผู้อื่น หรือระหว่างอาคารกับถนน ทางเท้าหรือที่สาธารณะ เพื่อประโยชน์แห่งความมั่นคงแข็งแรง ความปลอดภัย การป้องกันอัคคีภัย การสาธารณสุข การรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม การผังเมือง การสถาปัตยกรรม และการอำนวยความสะดวกแก่การจราจร ประกอบกับมาตรา 8(1) (7) และ (8) แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ได้บัญญัติให้การกำหนดดังกล่าวต้องเป็นไปตามที่กำหนดในกฎกระทรวง จึงจำเป็นต้องออกกฎกระทรวงนี้*

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 117 ตอนที่ 75 ก วันที่ 7 สิงหาคม 2543

กฎกระทรวง ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2550)

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124 ตอนที่ 17 ก วันที่ 26 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้