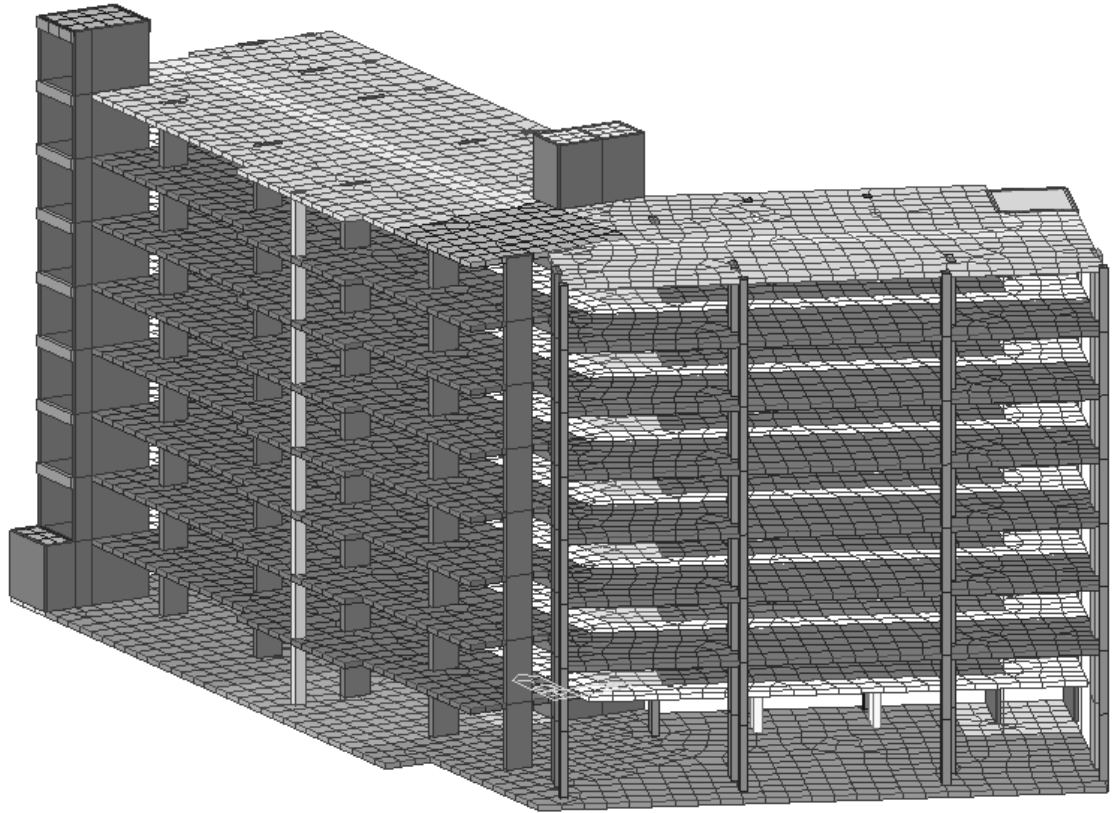


ภาคผนวกที่ 2.10

รายการคำนวณงานออกแบบโครงสร้างรองรับแผ่นดินไหว

รายการคำนวณแผ่นดินไหว



ONEDER KASET (วันเดอร์ เกษตร)

อาคาร A

โดย

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ทาน ความคงทนของอาคารและพื้นดินที่รองรับอาคารใน
ผู้ตีควบคุมอาคาร พ.ศ.2522

- 3) ขอบัญญัติของกรุงเทพมหานคร เรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ.2544
- 4) มาตรฐานการประกอบการออกแบบอาคารเพื่อดำเนินงานการสันสะเทือนของแผ่นดินไหว มยผ. มยผ. 1301/1302-61
- 5) มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อดำเนินงานการสันสะเทือนของแผ่นดินไหว มยผ. มยผ. 1301/1302-61
- 6) มาตรฐานการคำนวณแรงลม มยผ. 1311-50
- 7) มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีกำลัง วสท. 1008-38
- 8) ACI 318-11
- 9) ACI 318-89

มาตรฐานคอนกรีต :

- | | |
|--|----------|
| 1) โครงสร้าง คาน เสา ผังสำเร็จรูป (Precast) | 350 ksc. |
| 2) โครงสร้างหล่อในที่ พื้น คาน เสา ฐานราก และอื่นๆ | 280 ksc. |

มาตรฐานเหล็กเสริม :

- | | | |
|--------------------|-------|------------|
| 1) DB12-DB28 | Grade | SD40 |
| 2) DB32 | Grade | SD50 |
| 3) RB6-RB9 | Grade | SR24 |
| 4) Wire mesh | Grade | 5500 ksc. |
| 5) Pre-Stress Wire | Grade | 17000 ksc. |

น้ำหนักบรรทุกคงที่ :

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1) คอนกรีตเสริมเหล็ก | 2400 kg/m^3 |
| 2) เหล็ก | 7850 kg/m^3 |
| 3) น้ำ | 1000 kg/m^3 |
| 4) ดิน | 1800 kg/m^3 |

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



น้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในการออกแบบ : ** น้ำหนักบรรทุกของอาคารแต่ละประเภทตามกฎหมายกระทรวงมหาดไทย ฉบับที่ 6 พ.ศ. 2527 (หรือข้อบัญญัติ กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2544)

ประเภทและส่วนต่างๆ ของอาคาร	หน่วยน้ำหนักบรรทุกเป็น กิโลกรัมต่อตารางเมตร
(1) หลังคา	30
(2) กันสาดหรือหลังคาคอนกรีต	100
(3) ที่พักอาศัย โรงเรียนอนุบาล ห้องน้ำ ห้องส้วม	150
(4) ห้องแถว ตึกแถวที่ใช้พักอาศัย อาคารชุด หอพัก โรงแรมและห้องคนใช้พิเศษของ โรงพยาบาล	200
(5) สำนักงาน ธนาคาร	250
(6) (ก) อาคารพาณิชย์ ส่วนของห้องแถว ตึกแถวที่ใช้เพื่อการพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน โรงพยาบาล	300
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคารชุด หอพัก โรงแรม สำนักงานและธนาคาร	300
(7) (ก) ตลาด อาคารสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร ห้องประชุม ห้องอ่าน หนังสือในห้องสมุดหรือหอสมุด ที่จอดรถหรือเก็บรถยนต์นั่ง หรือรถจักรยานยนต์	400
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคาร พาณิชยกรรม มหาวิทยาลัย วิทยาลัยและ โรงเรียน	400
(8) (ก) คลังสินค้า โรงกีฬา พิพิธภัณฑ์ อัฒจันทร์ โรงงานอุตสาหกรรม โรงพิมพ์ ห้องเก็บ เอกสารและฟิล์ม	500
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของตลาด อาคารสรรพสินค้า ห้องประชุม หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร ห้องสมุดและหอสมุด	500
(9) ห้องเก็บหนังสือของห้องสมุดหรือหอสมุด	600
(10) ที่จอดรถหรือเก็บรถยนต์บรรทุกเปล่า	800

ความสูงของอาคารหรือส่วนของอาคาร	หน่วยแรงลมอย่างน้อย กิโลปาสกาล (กิโลกรัมแรงต่อตารางเมตร)
(1) ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	0.5 (50)
(2) ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	0.8 (80)
(3) ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	1.2 (120)
(4) ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 40 เมตร	1.6 (160)

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



การลดหน่วยน้ำหนักบรรทุกจรบนพื้น

การรับน้ำหนักของพื้น	อัตราลดหน่วยน้ำหนักบรรทุกจรบนพื้นแต่ละชั้น เป็นร้อยละ
(1) หลังคาหรือดาดฟ้า	0
(2) ชั้นที่หนึ่งถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	0
(3) ชั้นที่สองถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	0
(4) ชั้นที่สามถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	10
(5) ชั้นที่สี่ถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	20
(6) ชั้นที่ห้าถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	30
(7) ชั้นที่หกถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	40
(8) ชั้นที่เจ็ดถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้าและชั้นต่อไป	50

น้ำหนักบรรทุกประลัย

ในการคำนวณส่วนต่างๆ ของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กตามทฤษฎีกำลังประลัย มาตรฐาน ว.ส.ท. และ ACI กำหนดให้ใช้ น้ำหนักบรรทุกประลัย ดังต่อไปนี้

- 1) $U = 1.4DL + 1.7LL$
- 2) $U = 0.75(1.4DL + 1.7LL + 1.7W)$
- 3) $U = 0.9DL + 1.3W$
- 4) $U = 0.75(1.4DL + 1.7LL + 1.7(1.1E))$

โดยที่ U = น้ำหนักบรรทุกประลัย

DL = น้ำหนักบรรทุกคงที่ของอาคาร

LL = น้ำหนักบรรทุกจร

W = แรงลม

E = แรงเนื่องจากแผ่นดินไหว

แรงเฉือนที่ฐานอาคาร

แรงเฉือนที่ฐานอาคาร (Seismic Base Shear, V) จะต้องคำนวณจาก (3.2-1)

$$V = C_s W$$

โดยที่ C_s คือ สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว

W คือ น้ำหนักโครงสร้างประสิทธิผลของอาคาร ตามที่กำหนดในข้อที่ 2.8.2

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว

สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_s) จะต้องคำนวณจาก

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



$$C_s = S_a \left(\frac{I}{R} \right)$$

โดยที่ S_a คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ S_a ที่คาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร (T)

R คือ ตัวประกอบปรับผลตอบสนอง

I คือ ตัวประกอบความสำคัญของอาคาร

และ C_s จะต้องไม่น้อยกว่า 0.01

แรงเฉือนที่ฐานอาคาร

แรงเฉือนที่ฐานอาคาร (Seismic Base Shear, V) จะต้องคำนวณจาก (3.2-1)

$$V = C_s W$$

โดยที่ C_s คือ สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว

W คือ น้ำหนักโครงสร้างประสิทธิผลของอาคาร ตามที่กำหนดในข้อที่ 2.8.2

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว

สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_s) จะต้องคำนวณจาก

$$C_s = S_a \left(\frac{I}{R} \right)$$

โดยที่ S_a คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ S_a ที่คาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร (T)

R คือ ตัวประกอบปรับผลตอบสนอง

I คือ ตัวประกอบความสำคัญของอาคาร

และ C_s จะต้องไม่น้อยกว่า 0.01

$$I = 1.25$$

$$R = 5$$

$$\Omega = 2.5$$

$$Cd = 4.5$$

Model Combination: CQC method

Directional Combination: SRSS

การคำนวณค่าคาบการสั่นพื้นฐาน

ค่าคาบการสั่นพื้นฐาน (Fundamental Period, T) ในทิศทางแกนหลักของอาคาร สามารถคำนวณได้โดยวิธีดังต่อไปนี้

วิธี ก

คาบการสั่นพื้นฐาน (หน่วยเป็นวินาที) สามารถคำนวณจากสูตรการประมาณค่าดังนี้

$$\text{อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก} \quad T = 0.02H$$

$$\text{อาคารโครงสร้างเหล็ก} \quad T = 0.03H$$

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

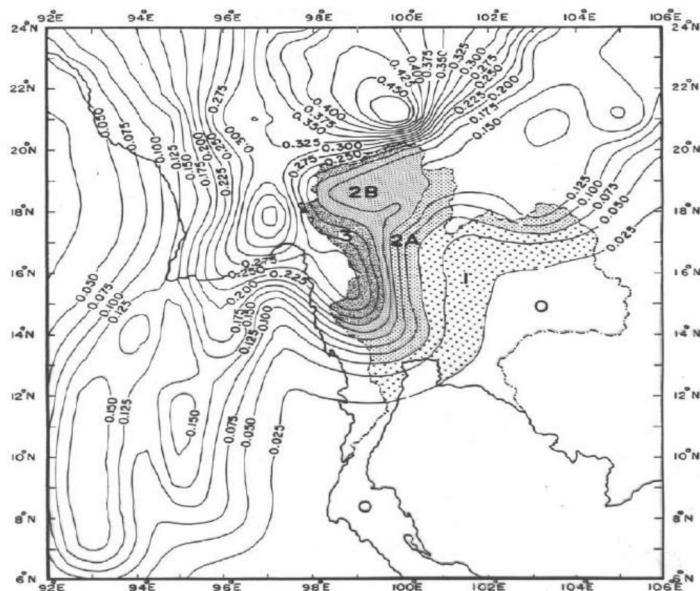


โดยที่ H คือความสูงของอาคารวัดจากพื้นดิน มีหน่วยเป็นเมตร

รายการคำนวณแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว

การแบ่งประเภทความรุนแรงของแรงสั่นสะเทือน

การวิเคราะห์แรงแผ่นดินไหว ใช้มาตรฐานการออกแบบอาคาร ด้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ตามมาตรฐานมยพ.1302 โดยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า ซึ่งเลือกใช้มาตรฐาน ASCE 7 – 05 เป็นแม่แบบ



แผนที่แสดงระดับความรุนแรงสูงสุดของแผ่นดินไหวเพื่อใช้ในการออกแบบโครงสร้าง

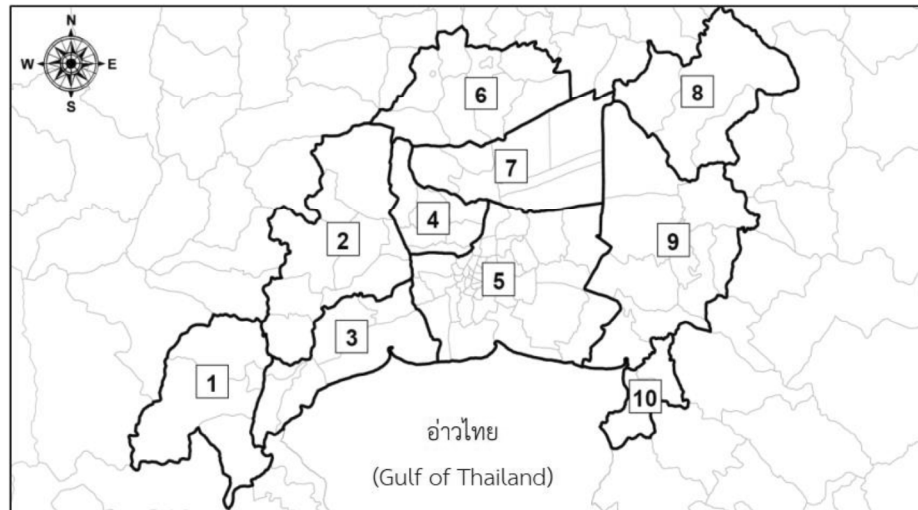
ตาราง แสดงความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม ที่คาบสั้น (S_s) และที่คาบ 1 วินาที (S_1) ของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณา ได้มาจากการสมมุติให้สภาพชั้นดินในทุกๆ พื้นที่เป็นแบบดินแข็งหรือหิน ที่มีความเร็วคลื่นเฉือน V_s โดยเฉลี่ยในช่วงจากผิวดินถึงความลึก 30 เมตร เท่ากับ 760 เมตรต่อวินาที

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

พื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ

พื้นที่ในแอ่งกรุงเทพครอบคลุมกรุงเทพมหานครและจังหวัด ปริมาณหลายจังหวัด พื้นที่นี้ได้ถูกแบ่งย่อยเป็นๆ โซนดังรูปที่ 14-5 ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ ในพื้นที่ 5 โซนนี้ขึ้นกับวิธีการออกแบบ ดังนี้



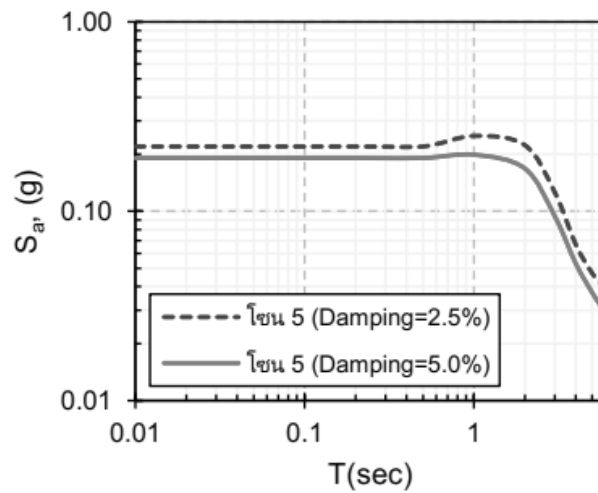
แผนที่แสดงการแบ่งโซนพื้นที่แอ่งกรุงเทพฯ เพื่อการออกแบบ อาคารด้านทานแผ่นดินไหว

โซน 1 จังหวัดเพชรบุรี - อ.เขาอ้อย จังหวัดราชบุรี - อ.ปากท่อ - อ.วัดเพลง - อ.เมืองราชบุรี	โซน 3 จังหวัดสมุทรสาคร (ทั้งจังหวัด) จังหวัดสมุทรสงคราม (ทั้งจังหวัด) โซน 4 จังหวัดนนทบุรี (ทั้งจังหวัด)	โซน 6 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา - อ.ลาดบัวหลวง - อ.บางไทร - อ.บางปะอิน - อ.วังน้อย - อ.เสนา - อ.อุทัย - อ.ท่าเรือ - อ.บางบาล - อ.เมืองพระนครศรีอยุธยา	โซน 9 จังหวัดนครนายก - อ.องครักษ์ จังหวัดปราจีนบุรี - อ.บ้านสร้าง จังหวัดฉะเชิงเทรา - อ.บางน้ำเปรี้ยว - อ.บางคล้า - อ.ราชสาส์น - อ.คลองเขื่อน - อ.บ้านโพธิ์ - อ.บางปะกง - อ.เมืองฉะเชิงเทรา
โซน 2 จังหวัดราชบุรี - อ.ดำเนินสะดวก - อ.บางแพ จังหวัดนครปฐม - อ.สามพราน - อ.พุทธมณฑล - อ.นครชัยศรี - อ.ดอนตูม - อ.บางเลน - อ.เมืองนครปฐม	โซน 5 จังหวัดกรุงเทพมหานคร (ทั้งจังหวัด) จังหวัดสมุทรปราการ (ทั้งจังหวัด)	โซน 7 จังหวัดปทุมธานี (ทั้งจังหวัด)	โซน 10 จังหวัดชลบุรี - อ.พานทอง - อ.เมืองชลบุรี
		โซน 8 จังหวัดนครนายก - อ.บ้านนา - อ.ปากพลี - อ.เมืองนครนายก	

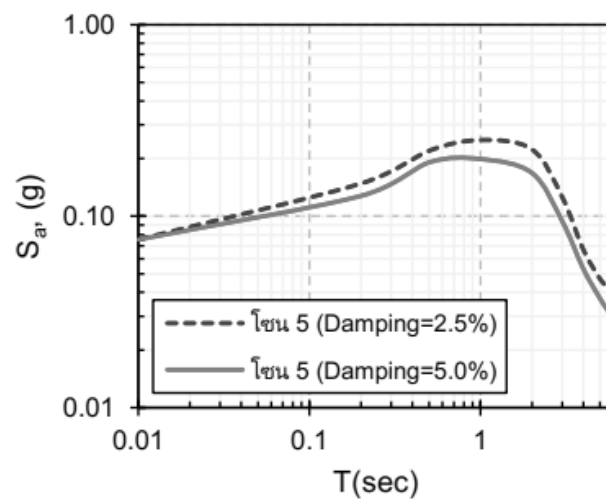
รูปที่ 1.4-5 การแบ่งโซนพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพฯ เพื่อการออกแบบอาคารด้านทานแผ่นดินไหว

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

(Signature)



รูปแสดงสเปกตรัมผลตอบสนองสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าสำหรับโซน 5 ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ



รูปแสดงสเปกตรัมผลตอบสนองสำหรับการออกแบบด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์สำหรับโซน 5 ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

(Signature)

ตารางที่ 1.4-5 ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ ด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าสำหรับ
พื้นที่ในโซนต่าง ๆ (อัตราส่วนความหน่วง 5.0%) ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ

S_a โซน	S_a (0.01s)	S_{DS} (0.2 s)	S_a (0.5 s)	S_{D1} (1.0s)	S_a (2.0 s)	S_a (3.0 s)	S_a (4.0 s)	S_a (5.0 s)	S_a (6.0 s)
1	0.360	0.360	0.360	0.181	0.085	0.041	0.034	0.024	0.022
2	0.352	0.352	0.352	0.193	0.151	0.084	0.047	0.030	0.024
3	0.262	0.262	0.262	0.265	0.166	0.085	0.052	0.035	0.026
4	0.287	0.287	0.287	0.207	0.163	0.078	0.032	0.023	0.020
5	0.191	0.191	0.191	0.199	0.168	0.094	0.053	0.037	0.028
6	0.272	0.272	0.272	0.154	0.150	0.077	0.042	0.031	0.026
7	0.246	0.246	0.246	0.181	0.132	0.084	0.051	0.036	0.030
8	0.162	0.162	0.162	0.075	0.041	0.025	0.015	0.010	0.008
9	0.214	0.214	0.214	0.156	0.107	0.048	0.022	0.014	0.011
10	0.179	0.179	0.179	0.049	0.035	0.023	0.014	0.010	0.008

ตารางที่ 1.4-7 ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ ด้วยวิธีพลศาสตร์สำหรับพื้นที่ใน
โซนต่าง ๆ (อัตราส่วนความหน่วง 5.0%) ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ

S_a โซน	S_a (0.01s)	S_{DS} (0.2 s)	S_a (0.5 s)	S_{D1} (1.0s)	S_a (2.0 s)	S_a (3.0 s)	S_a (4.0 s)	S_a (5.0 s)	S_a (6.0 s)
1	0.208	0.495	0.360	0.181	0.085	0.041	0.034	0.024	0.022
2	0.136	0.257	0.352	0.193	0.151	0.084	0.047	0.030	0.024
3	0.111	0.212	0.262	0.265	0.166	0.085	0.052	0.035	0.026
4	0.102	0.211	0.287	0.207	0.163	0.078	0.032	0.023	0.020
5	0.075	0.128	0.191	0.199	0.168	0.094	0.053	0.037	0.028
6	0.099	0.189	0.272	0.154	0.150	0.077	0.042	0.031	0.026
7	0.093	0.167	0.246	0.181	0.132	0.084	0.051	0.036	0.030
8	0.085	0.189	0.162	0.075	0.041	0.025	0.015	0.010	0.008
9	0.080	0.165	0.214	0.156	0.107	0.048	0.022	0.014	0.011
10	0.115	0.301	0.179	0.049	0.035	0.023	0.014	0.010	0.008

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



ตัวประกอบความสำคัญและประเภทของอาคาร

อาคารได้ถูกจำแนกตามลักษณะการใช้งานและความสำคัญของอาคารที่มีต่อสาธารณชนและการ บรรเทาภัยหลังเกิดเหตุออกเป็น 4 ประเภท (Occupancy Category) คือ ประเภท I,II, III, และ IV โดยอาคารแต่ละประเภทมีค่าตัวประกอบความสำคัญ (Importance Factor) เพื่อใช้ในการออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหว แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1.5-1

ตารางที่ 1.5-1 การจำแนกประเภทความสำคัญของอาคาร และค่าตัวประกอบความสำคัญของอาคาร

ประเภทของอาคาร	ประเภทความสำคัญ	ตัวประกอบความสำคัญ
อาคารและโครงสร้างอื่นๆ ที่มีปัจจัยเสี่ยงอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ค่อนข้างน้อยเมื่อเกิดการพังทลายของอาคารหรือส่วนโครงสร้างนั้นๆ เช่น <ul style="list-style-type: none"> - อาคารที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร - อาคารชั่วคราว - อาคารเก็บของเล็กๆ ซึ่งไม่มีความสำคัญ 	I (น้อย)	1.0
อาคารและโครงสร้างอื่นๆ ที่ไม่จัดอยู่ในอาคารประเภท ความสำคัญ น้อย มาก และสูงมาก	II (ปกติ)	1.0
อาคารและ โครงสร้างอื่นๆ ที่หากเกิดการพังทลาย จะเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์และ สาธารณชนอย่างมาก เช่น <ul style="list-style-type: none"> - อาคารที่เป็นที่ชุมนุมในพื้นที่หนึ่งๆ มากกว่า 300 คน - โรงเรียนประถมหรือมัธยมศึกษาที่มีความจุมากกว่า 250 คน - มหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัย ที่มีความจุมากกว่า 500 คน - สถานรักษาพยาบาลที่มีความจุคนไข้มากกว่า 50 คน แต่ไม่สามารถทำการรักษากรณีฉุกเฉินได้ - เรือนจำและสถานกักกันนักโทษ 	III (มาก)	1.25
อาคารและโครงสร้างที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของสาธารณชน หรือ อาคารที่จำเป็นต่อการบรรเทาภัยหลังเกิดเหตุ เช่น <ul style="list-style-type: none"> - โรงพยาบาลที่สามารถทำการรักษากรณีฉุกเฉินได้ - สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง และโรงเก็บรถฉุกเฉินต่างๆ - โรงไฟฟ้า - โรงผลิตน้ำประปา ถังเก็บน้ำ และสถานีสูบน้ำที่มีความดันสูงสำหรับการดับเพลิง - อาคารศูนย์สื่อสาร - อาคารศูนย์บรรเทาสาธารณภัย - ท่าอากาศยาน ศูนย์บังคับการบิน และโรงเก็บเครื่องบิน ที่ต้องใช้เมื่อเกิดกรณีฉุกเฉิน - อาคารศูนย์บัญชาการแห่งชาติ <p>อาคารและโครงสร้างในส่วนของการผลิต การจัดการ การจัดเก็บ หรือการใช้สารพิษ เชื้อเพลิง หรือสารเคมี อันอาจก่อให้เกิดการระเบิดขึ้นได้</p>	IV (สูงมาก)	1.5

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



ตารางที่ 2.3-1 ค่าตัวประกอบปรับผลตอบสนอง (Response Modification Factor, R) ตัวประกอบกำลังส่วนเกิน (System Overstrength Factor, Ω_0) และ ตัวประกอบขยายค่าการโก่งตัว (Deflection Amplification Factor, C_d)

ระบบโครงสร้างโดยรวม	ระบบต้านแรงด้านข้าง	ค่าตัวประกอบ			ประเภทการออกแบบ		
		R	Ω_0	C_d	ด้านทานแรงแผ่นดินไหว		
					ช	ค	ง
1. ระบบกำแพงรับน้ำหนักบรรทุกทุกแนวตั้ง (Bearing Wall System)	กำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา (Ordinary Reinforced Concrete Shear Wall)	4	2.5	4	✓	✓	*
	กำแพงรับแรงเฉือนแบบที่มีการให้รายละเอียดพิเศษ (Special Reinforced Concrete Shear Wall)	5	2.5	5	✓	✓	✓
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบธรรมดา (Ordinary Precast Shear Wall) ++	3	2.5	3	✓	X	X
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบที่มีการให้รายละเอียดความเหนียวปานกลาง (Intermediate Precast Shear Wall) ++	4	2.5	4	✓	✓	X
2. ระบบโครงอาคาร (Building Frame System)	โครงแกนเหล็กแบบเอียงศูนย์ที่ใช้จุดต่อแบบรับแรงดัดได้ (Steel Eccentrically Braced Frame with Moment-Resisting Connections)	8	2	4	✓	✓	✓
	โครงแกนเหล็กแบบเอียงศูนย์ที่ใช้จุดต่อแบบรับแรงเฉือน (Steel Eccentrically Braced Frame with Non-Moment-Resisting Connections)	7	2	4	✓	✓	✓
	โครงแกนเหล็กแบบตรงศูนย์แบบให้รายละเอียดพิเศษ (Special Steel Concentric Braced Frame)	6	2	5	✓	✓	✓
	โครงแกนเหล็กแบบตรงศูนย์แบบธรรมดา (Ordinary Steel Concentric Braced Frame)	3.5	2	3.5	✓	✓	X
	กำแพงรับแรงเฉือนแบบที่มีการให้รายละเอียดพิเศษ (Special Reinforced Concrete Shear Wall)	6	2.5	5	✓	✓	✓
	กำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา (Ordinary Reinforced Concrete Shear Wall)	5	2.5	4.5	✓	✓	*
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบธรรมดา (Ordinary Precast Shear Wall) ++	4	2.5	4	✓	X	X
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบที่มีการให้รายละเอียดความเหนียวปานกลาง (Intermediate Precast Shear Wall) ++	5	2.5	4.5	✓	✓	X

หมายเหตุ ✓ = ใช้ได้ X = ห้ามใช้ * = ดูหัวข้อ 2.3.1.2 ++ = ดูหัวข้อ 2.3.1.3

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



ตารางที่ 2.11-1 การเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นที่ยอมให้ (Δ_a)

ลักษณะโครงสร้าง	ประเภทความสำคัญของอาคาร		
	I หรือ II	III	IV
โครงสร้างที่ไม่ใช่ผนังอิฐก่อรับแรงเฉือนและสูงไม่เกิน 4 ชั้น ซึ่งผนังภายใน ฉากกันห้อง ฝ้าเพดาน และผนังภายนอกถูกออกแบบให้สามารถทนต่อการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นได้มาก	$0.025 h_{xx}$	$0.020 h_{xx}$	$0.015 h_{xx}$
โครงสร้างกำแพงอิฐก่อรับแรงเฉือนแบบยื่นจากฐานรองรับ	$0.010 h_{xx}$	$0.010 h_{xx}$	$0.010 h_{xx}$
โครงสร้างกำแพงอิฐก่อรับแรงเฉือนแบบอื่น ๆ	$0.007 h_{xx}$	$0.007 h_{xx}$	$0.007 h_{xx}$
โครงสร้างอื่น ๆ ทั้งหมด	$0.020 h_{xx}$	$0.015 h_{xx}$	$0.010 h_{xx}$

หมายเหตุ

- 1) h_{xx} คือ ความสูงระหว่างชั้นที่อยู่ใต้พื้นชั้นที่ x
- 2) อาคารชั้นเดียวที่มีผนังภายใน ฉากกันห้อง ฝ้าเพดาน และผนังภายนอกที่ถูกออกแบบให้สามารถทนต่อการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นได้มาก จะมีการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นเท่าใดก็ได้ไม่จำกัด แต่ยังคงต้องพิจารณาการเว้นระยะห่างระหว่างโครงสร้างตามหัวข้อที่ 2.11.3
- 3) โครงสร้างกำแพงอิฐก่อรับแรงเฉือนแบบยื่นจากฐานรองรับ หมายถึง อาคารที่ถูกออกแบบให้ใช้กำแพงอิฐก่อรับแรงเฉือนเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างในแนวตั้งซึ่งยื่นขึ้นมาจากฐานรองรับ และถูกก่อสร้างในลักษณะที่มีถ่ายโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนระหว่างกำแพงข้างเคียง (แบบ Coupling Beam) น้อยมาก

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



ส่วนที่ 4 รายละเอียดการเสริมเหล็กโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวจำกัดสำหรับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

4.1 คานและเสา คานในมาตรฐานนี้หมายความว่าถึง องค์อาคารของโครงต้านแรงดัดที่มีแรงตามแนวแกนปรับค่า (Factored Axial Load) ไม่มากกว่า $0.10 A_g f_c'$ และเสาในมาตรฐานนี้หมายถึงองค์อาคารของโครงต้านแรงดัดที่มีแรงตามแนวแกนปรับค่ามากกว่าค่าดังกล่าว

4.2 กำลังต้านแรงเฉือน กำลังต้านแรงเฉือนที่ใช้อย่างน้อย คาน เสา และแผ่นพื้นสองทางแบบไร้คาน สำหรับต้านแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวจะต้องไม่น้อยกว่าค่าแรงเฉือนในข้อ 4.2.1 หรือข้อ 4.2.2

4.2.1 แรงเฉือนที่เกิดขึ้นเมื่อแรงดัดที่ปลายขององค์อาคารทั้งสองถึงค่าโมเมนต์กำลังรวมกับแรงเฉือนจากน้ำหนักบรรทุกเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (ถ้ามี) (รูปที่ 3)

4.2.2 แรงเฉือนสูงสุดที่ได้จากการรวมน้ำหนักบรรทุกออกแบบ (Design Load Combinations) ที่พิจารณาแรงเนื่องจากแผ่นดินไหวเป็น 2 เท่าของแรงที่กำหนดในกฎหมายควบคุมอาคารว่าด้วยการก่อสร้างอาคารในเขตที่อาจได้รับแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว

4.3 การเสริมเหล็กในคาน ข้อกำหนดการเสริมเหล็กในคานของโครงต้านแรงดัดมีรายละเอียดดังนี้ (รูปที่ 4)

4.3.1 กำลังต้านโมเมนต์บวกที่ขอบของข้อต่อจะต้องไม่น้อยกว่าหนึ่งในสามของกำลังต้านโมเมนต์ลบที่ขอบของข้อต่อเดียวกัน นอกจากนี้กำลังต้านโมเมนต์บวกและโมเมนต์ลบที่หน้าตัดใดๆ ตลอดความยาวคานจะต้องไม่น้อยกว่าหนึ่งในห้าของกำลังต้านโมเมนต์สูงสุดที่ขอบของข้อต่อที่ปลายทั้งสองของคาน

4.3.2 ภายในบริเวณปลายคานที่ห่างจากขอบของจตุรรองรับเป็นระยะ 2 เท่าของความลึกคานจะต้องเสริมเหล็กปลอกที่มีระยะเรียงของเหล็กปลอกไม่มากกว่าค่าดังต่อไปนี้

- (1) 1 ใน 4 ของความลึกประสิทธิภาพ
- (2) 8 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมตามยาวที่มีขนาดเล็กที่สุด
- (3) 24 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กปลอก
- (4) 300 มิลลิเมตร

และเหล็กปลอกแรกจะอยู่ห่างจากขอบของจตุรรองรับเป็นระยะไม่มากกว่า 50 มิลลิเมตร

4.3.3 ระยะเรียงของเหล็กปลอกในบริเวณอื่นที่นอกเหนือจากข้อ 4.3.2 จะต้องไม่มากกว่าครึ่งหนึ่งของความลึกประสิทธิภาพ

4.3.4 ควรหลีกเลี่ยงการทาบเหล็กเสริมตามยาวทั้งบนและล่างภายในระยะ 2 เท่าของความลึกคาน เมื่อวัดจากขอบของจตุรรองรับ

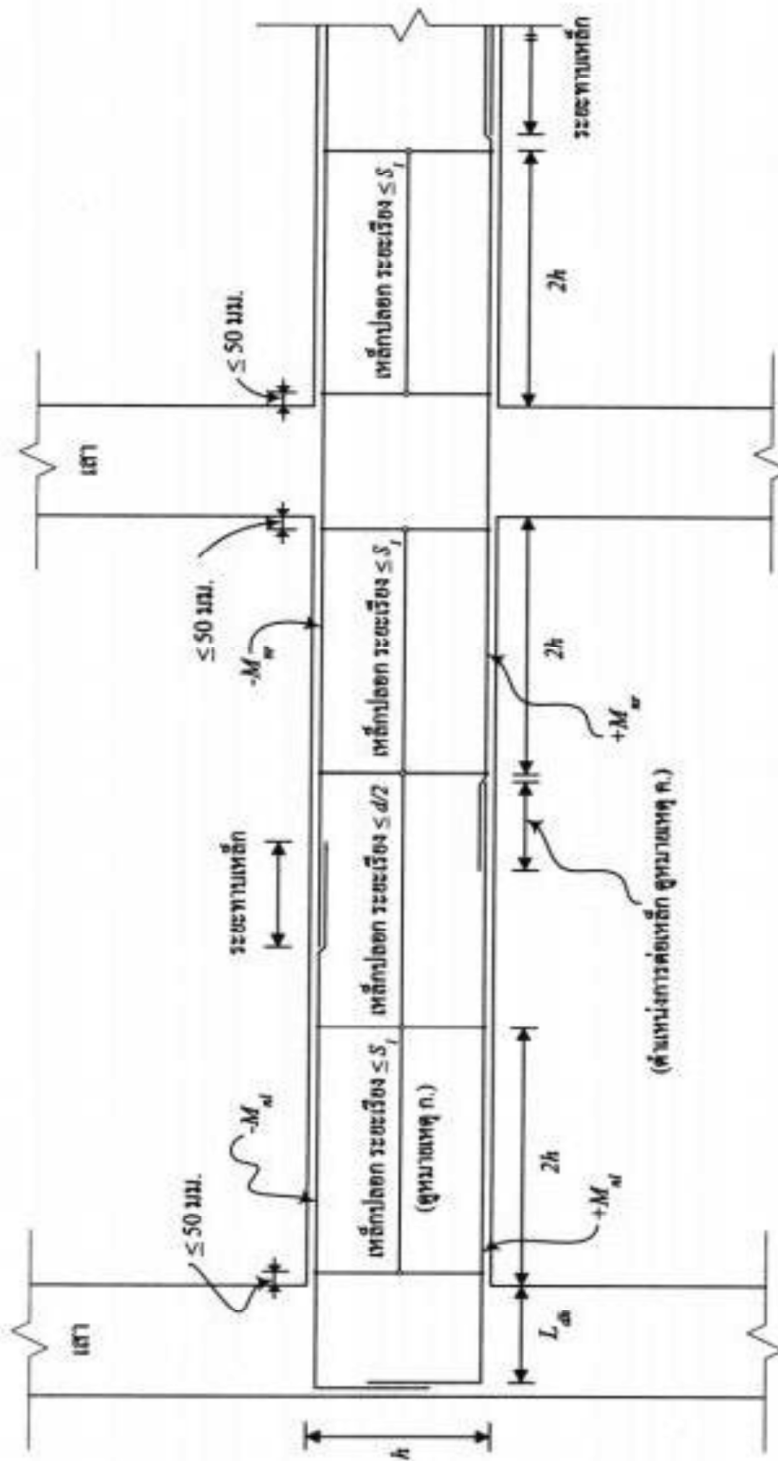
4.4 การเสริมเหล็กในเสา ข้อกำหนดการเสริมเหล็กในเสาของโครงต้านแรงดัดมีรายละเอียดดังนี้ (รูปที่ 5)

4.4.1 ในกรณีเหล็กปลอกเดี่ยว จะต้องเสริมเหล็กปลอกเดี่ยวที่มีระยะไม่มากกว่าระยะ s_o ตลอดความยาว l_o ที่วัดจากขอบของข้อต่อเสา โดยที่ระยะ s_o จะต้องไม่มากกว่าระยะดังต่อไปนี้

- (1) 8 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมตามยาวที่มีขนาดเล็กที่สุด
- (2) 24 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กปลอก
- (3) ครึ่งหนึ่งของมิติที่เล็กที่สุดของหน้าตัดเสา
- (4) 300 มิลลิเมตร

และเหล็กปลอกแรกจะต้องอยู่ห่างจากขอบของข้อต่อเป็นระยะไม่มากกว่า $0.5 s_o$

จ. รุนแรง คือโครงที่มีความเหนียวสูง



ก.) ระยะวิ่ง S_1 ต้องไม่มากกว่า

(1) 1 ใน 4 ของความลึกประติมาตร;
(3) 24 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กปอก; และ

ข.) ไม่นานสุดที่ระบุ

(1) $+M_u \geq (1/3)(X-M_u)$; (2) $+M_u \geq (1/3)(X-M_u)$; และ (3) $+M_u$ และ $-M_u$ ของค่าสูงสุดระหว่าง $-M_u$ และ $+M_u$

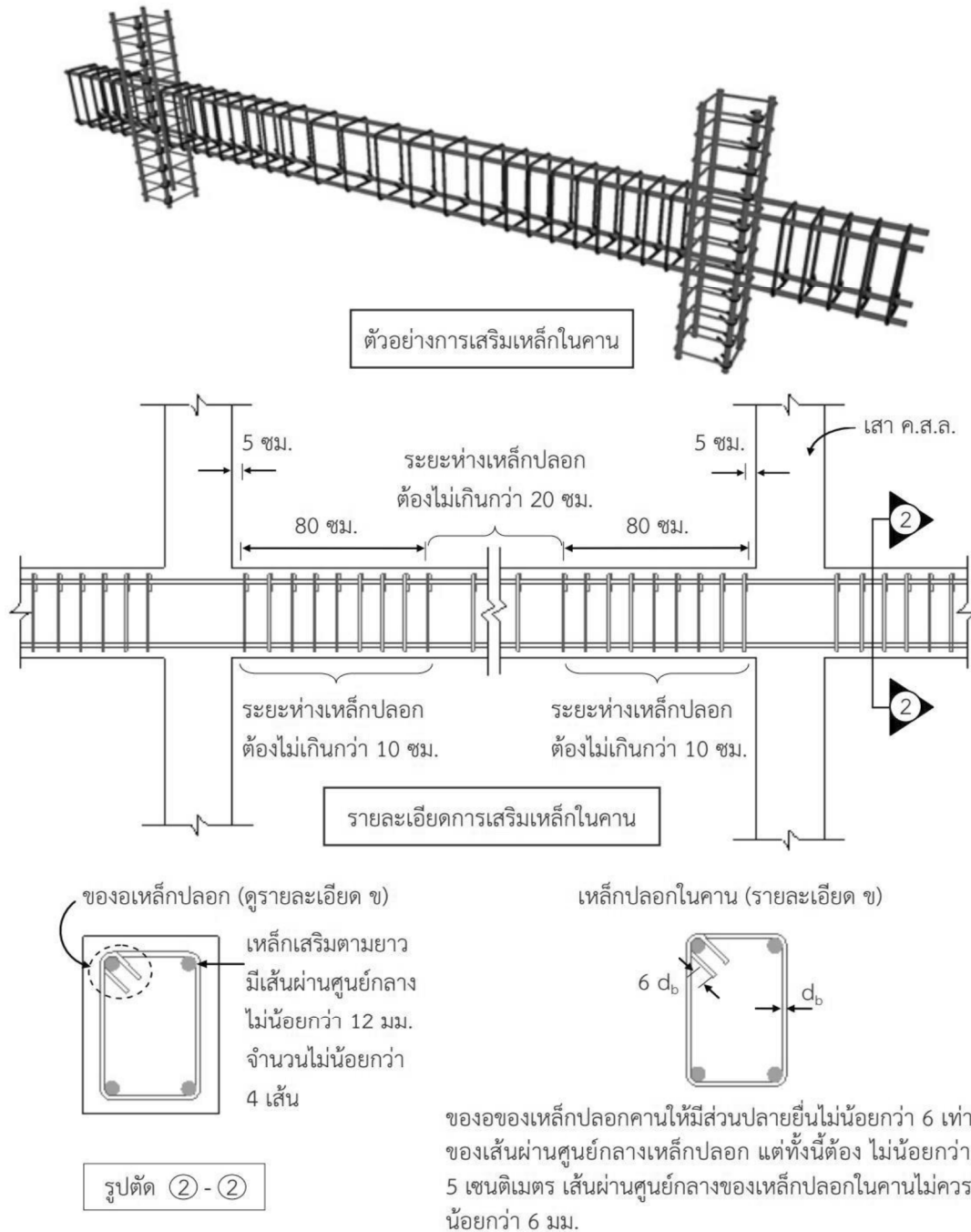
ค.) ไม่พบเหล็กเสริมกับแนวตั้งภายในระยะ 2h จากขอบของที่รองรับ

ง.) L_{dev} = ระยะฝังเหล็ก (Development length)

Amkar Lim

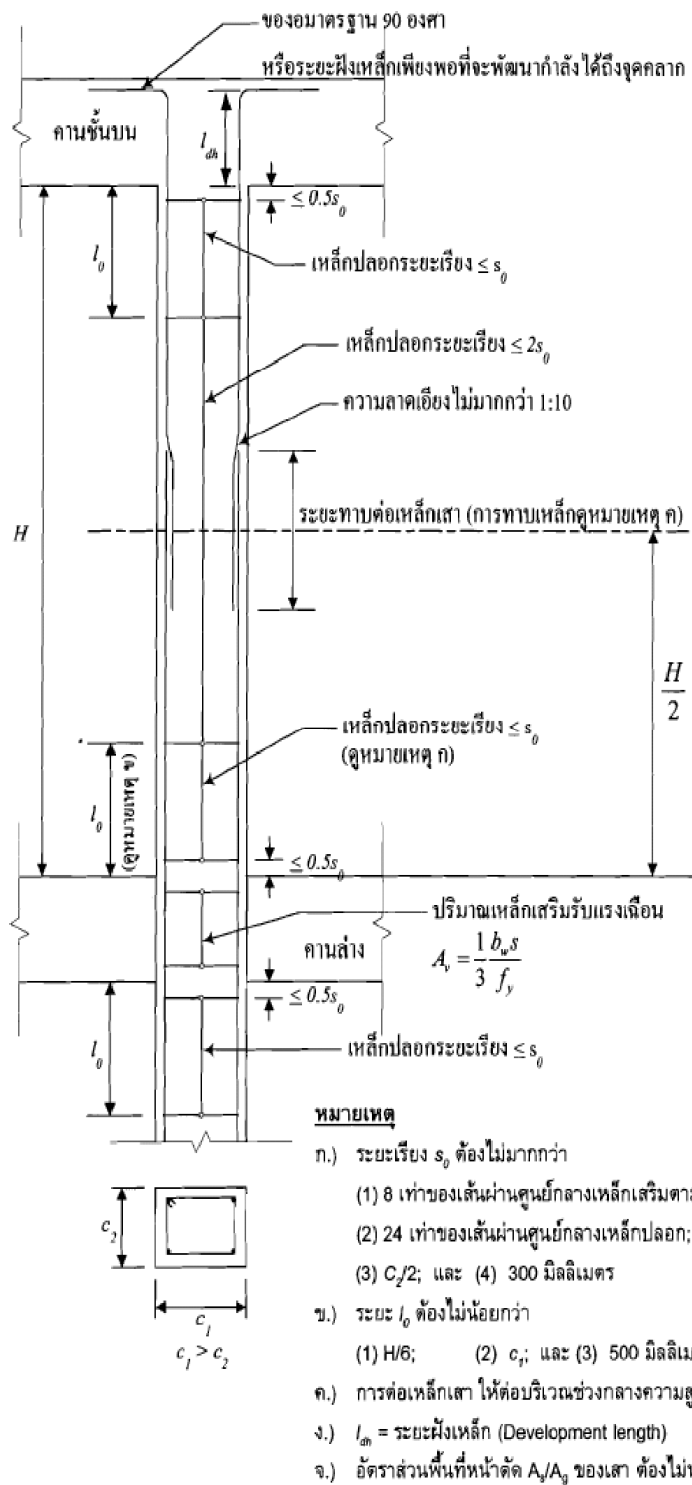
รูปที่ 4 การเสริมเหล็กในคานสำหรับโครงสร้างการตัดเหนือสูง

คานคอนกรีตเสริมเหล็ก



กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

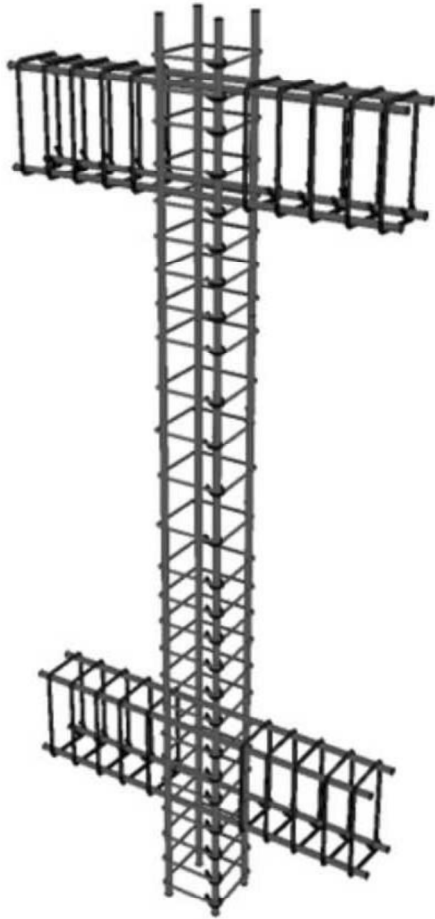


รูปที่ 5 รายละเอียดการเสริมเหล็กในเสาสำหรับโครงสร้างทานการดัดเหนียวสูง

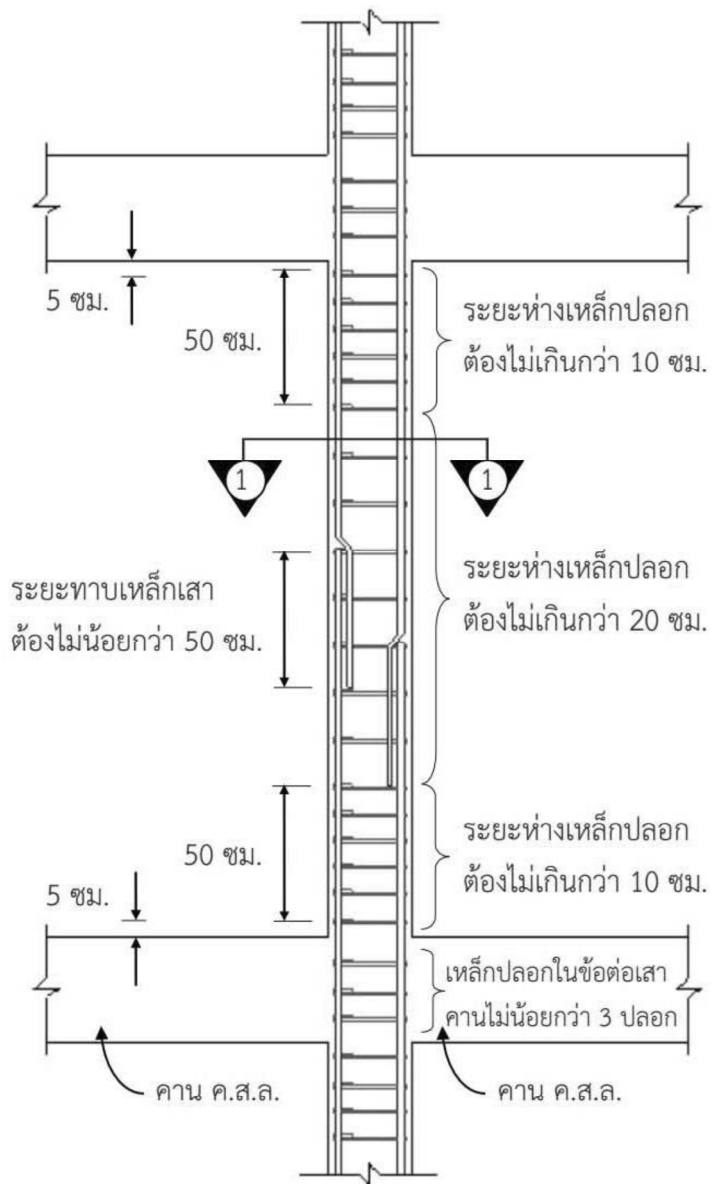
กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

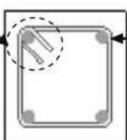


ตัวอย่างการเสริมเหล็กในเสา



รายละเอียดการเสริมเหล็กในเสา

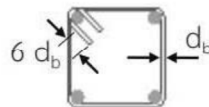
ข้อต่อเหล็กปลอก (ดูรายละเอียด ก)



เหล็กเสริมตามยาว มีเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 12 มม. จำนวนไม่น้อยกว่า 4 เส้น

รูปตัด ① - ①

เหล็กปลอกในเสา (รายละเอียด ก)



ข้อต่อของเหล็กปลอกเสาให้มีส่วนปลายยื่นไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กปลอก แต่ทั้งนี้ ต้องไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็ก ปลอกในเสาไม่ควรน้อยกว่า 6 มม.

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

4.4.2 สำหรับความยาว l_0 ในข้อ 4.4.1 จะต้องไม่น้อยกว่าความยาวดังนี้

- (1) 1 ใน 6 ของความสูงจากขอบถึงขอบของเสา
- (2) มิติที่มากที่สุดของหน้าตัดเสา
- (3) 500 มิลลิเมตร

4.4.3 ในกรณีเหล็กปลอกเกลียว การเสริมเหล็กให้เป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับการเสริมเหล็กองค์อาคารรับแรงอัดในมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลังของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

4.4.4 ยกเว้นข้อต่อระหว่างเสาและคานที่ไม่ได้เป็นส่วนหลักของระบบรับแรงแผ่นดินไหวและมีการยึดโคนเสาทั้ง 4 ด้านด้วยแผ่นพื้นหรือคานที่มีความลึกเท่ากันโดยประมาณ ข้อต่อต้องมีการเสริมเหล็กปลอกเป็นปริมาณไม่น้อยกว่า

$$A_v = \frac{1}{3} \frac{b_w s}{f_y} \quad (4.4.4)$$

(หรือไม่น้อยกว่า $A_v = 3.5 \frac{b_w s}{f_y}$ สำหรับหน่วยเมตร)

โดยที่เหล็กเสริมนี้จะต้องเสริมภายในเสาเป็นความลึกไม่น้อยกว่าความลึกของคานที่ลึกที่สุดที่ข้อต่อนั้น

4.4.5 ระยะเรียงของเหล็กปลอกเกลียวในส่วนที่นอกเหนือจากข้อ 4.4.1 จะต้องไม่มากกว่า 2 เท่าของระยะ s_0

4.4.6 พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมตามยาวของเสาต้องไม่น้อยกว่า 0.01 และไม่มากกว่า 0.06 ของพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด

4.4.7 การต่อเหล็กเสริมในเสาให้ตอบริเวณช่วงกลางความสูงเสา

4.5 การออกแบบข้อต่อระหว่างคานและเสา

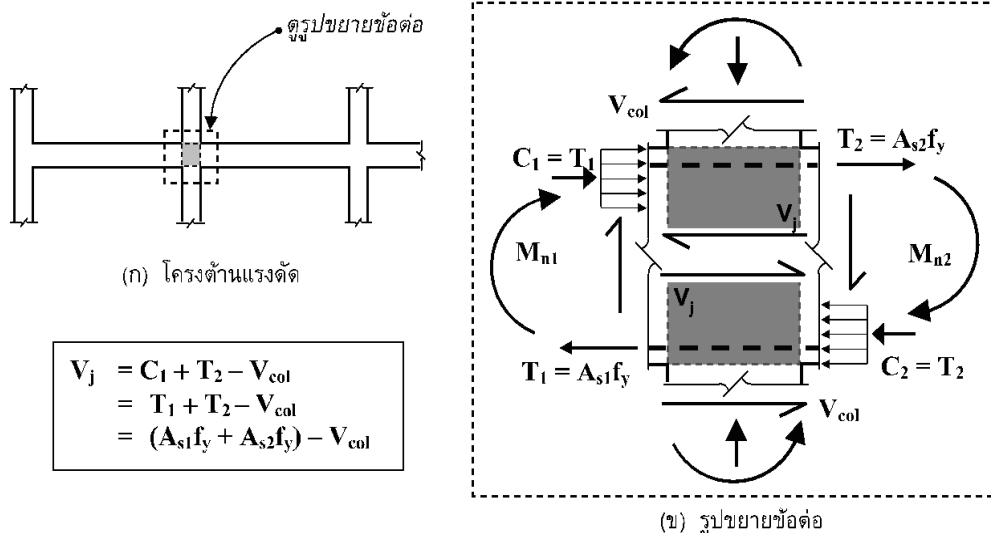
ข้อต่อระหว่างคานและเสาต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอเพื่อให้มีให้แรงภายในข้อต่อมีค่าเกินกว่ากำลังของข้อต่อ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.5.1 แรงเฉือนในแฉนวนสูงสุดที่กระทำต่อข้อต่อ (V_j) จะต้องไม่มากกว่ากำลังต้านทานแรงเฉือนออกแบบ (ϕV_n) หรือ

$$V_j \leq \phi V_n \quad (4.5.1)$$

โดยที่ตัวคูณลดกำลังของข้อต่อ (ϕ) ให้ใช้เท่ากับ 0.85

4.5.2 แรงเฉือนในแฉนวนสูงสุดที่กระทำต่อข้อต่อเป็นแรงเฉือนที่เกิดขึ้นเมื่อหน้าตัดคานที่ปลายคานทั้งสองด้านของข้อต่อมีกำลังต้านทานโมเมนต์ดัดระบุในทิศทางเดียวกันดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 การคำนวณแรงเฉือนในแฉนวนสูงสุดที่กระทำต่อข้อต่อ

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

4.5.3 กำลังต้านแรงเฉือนระบุ (V_n) ของข้อต่อมีค่าดังต่อไปนี้

- (1) ข้อต่อที่ได้รับการยึดรัดจากคานทั้ง 4 ด้าน [(รูปที่ 7 (ก))]

$$V_n = 1.7\sqrt{f_c'}A_j \quad (4.5.3-ก)$$

$$(V_n = 5.4\sqrt{f_c'}A_j \text{ ในหน่วยเมตริก})$$

- (2) ข้อต่อที่ได้รับการยึดรัดจากคาน 3 ด้าน หรือคาน 2 ด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน [(รูปที่ 7 (ข))]

$$V_n = 1.25\sqrt{f_c'}A_j \quad (4.5.3-ข)$$

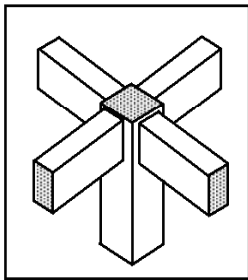
$$(V_n = 3.9\sqrt{f_c'}A_j \text{ ในหน่วยเมตริก})$$

- (3) ข้อต่ออื่นๆ [(รูปที่ 7 (ค))]

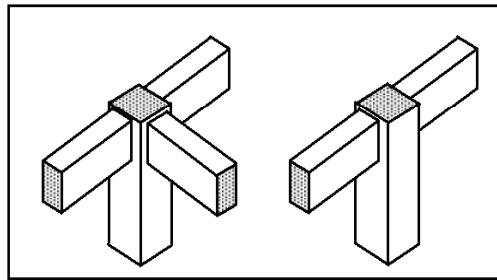
$$V_n = 1.0\sqrt{f_c'}A_j \quad (4.5.3-ค)$$

$$(V_n = 3.2\sqrt{f_c'}A_j \text{ ในหน่วยเมตริก})$$

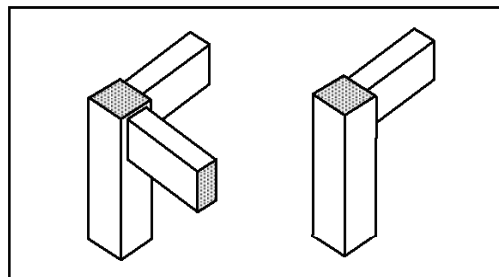
โดยที่ A_j เป็นพื้นที่ต้านแรงเฉือนในแนวอนประสิทธิผลของข้อต่อ ดังแสดงในรูปที่ 8 และจะถือว่าข้อต่อได้รับการยึดรัดจากคานก็ต่อเมื่อคานที่เข้ามายึดรัดนั้นมีความกว้างไม่น้อยกว่าสามในสี่ของความกว้างเสาด้านที่คานเข้ามาบรรจบ และมีความลึกไม่น้อยกว่าสามในสี่ของความลึกคานตัวที่ลึกที่สุดที่เข้ามาบรรจบกันที่ข้อต่อ



(ก) ข้อต่อที่ได้รับการยึดรัดจากคานทั้ง 4 ด้าน



(ข) ข้อต่อที่ได้รับการยึดรัดจากคาน 3 ด้าน
หรือคาน 2 ด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน

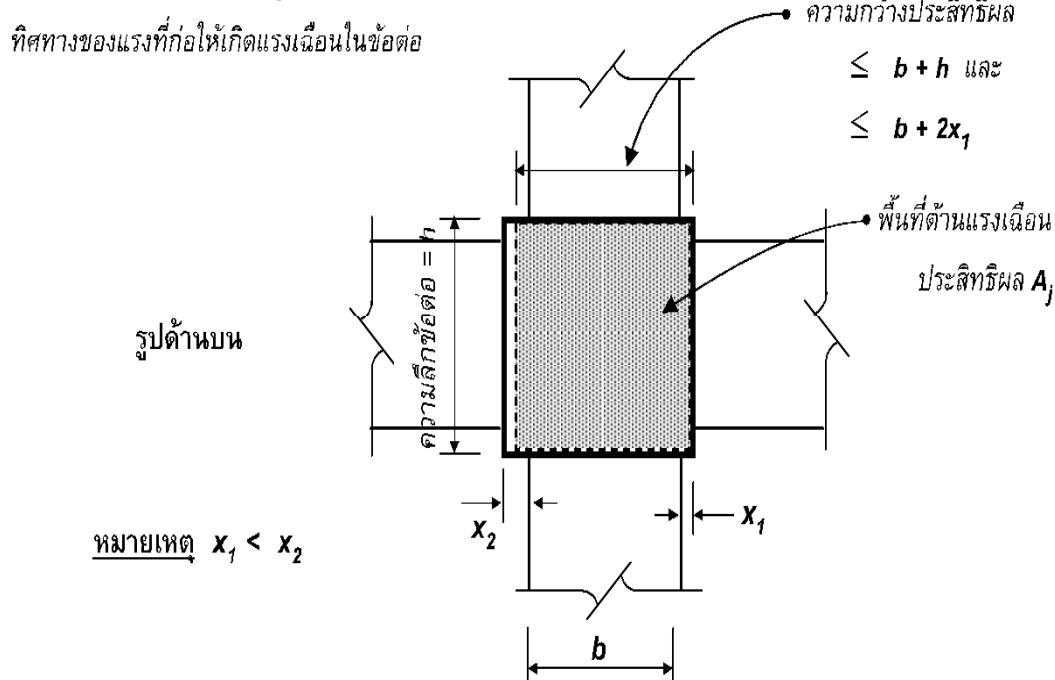
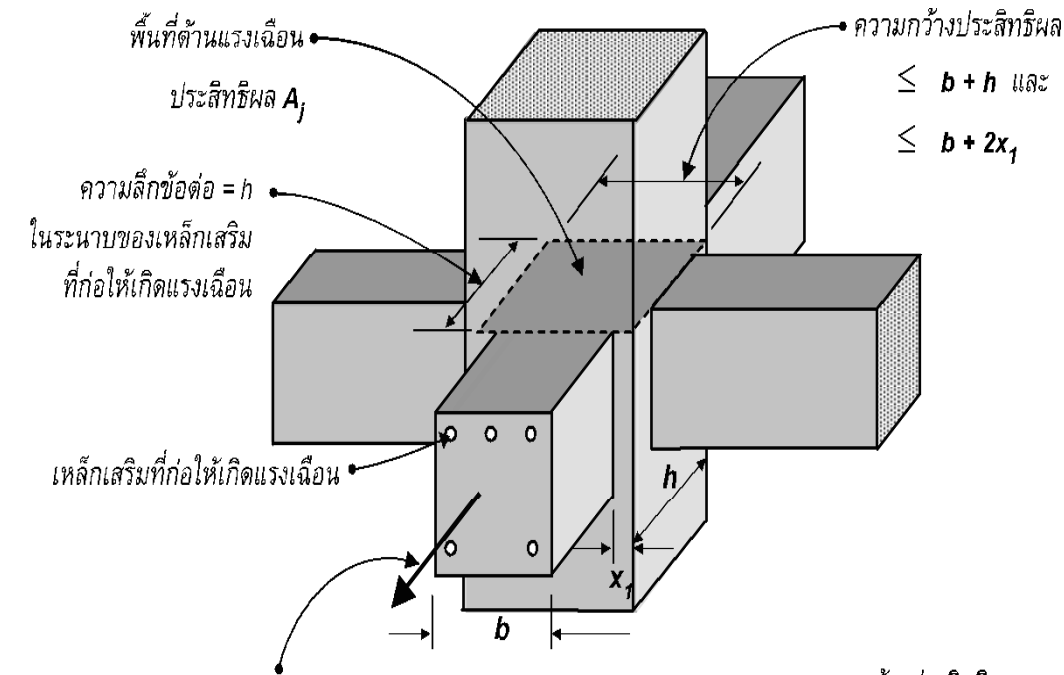


(ค) ข้อต่ออื่นๆ

รูปที่ 7 ประเภทข้อต่อต่างๆ สำหรับการคำนวณกำลังต้านแรงเฉือนระบุ (V_n)

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว



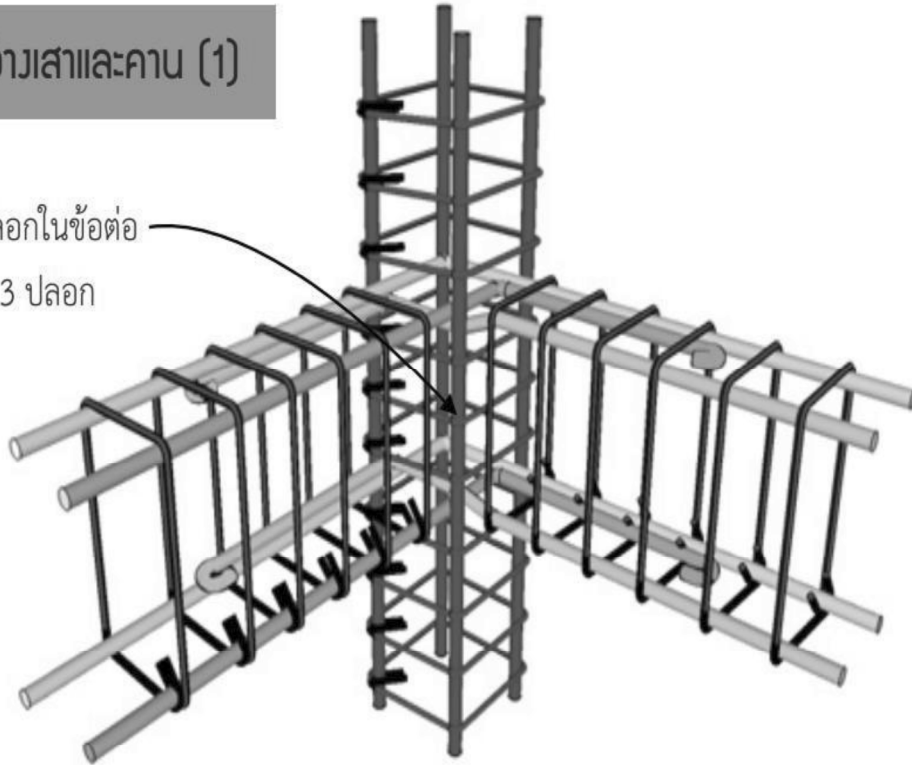
รูปที่ 8 พื้นที่ต้านแรงเฉือนประสิทธิผลของข้อต่อระหว่างคานและเสา

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

ข้อต่อระหว่างเสาและคาน (1)

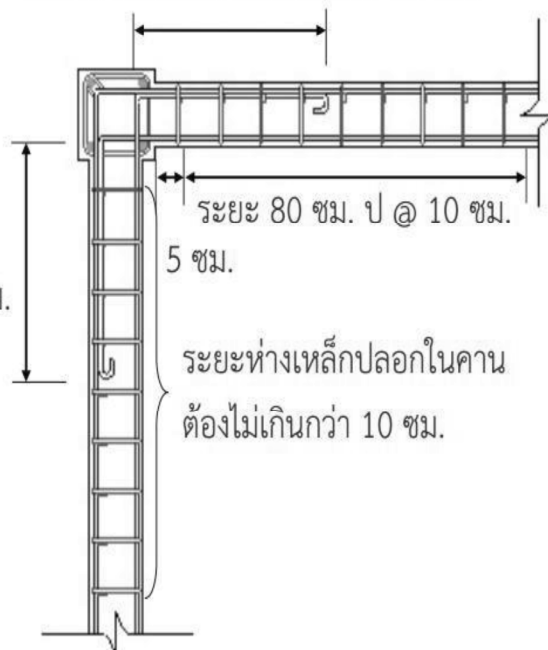
เหล็กปลอกในข้อต่อ
จำนวน 3 ปลอก



ตัวอย่างการเสริมเหล็กข้อต่อระหว่างเสาและคาน

ระยะทาบเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 40 ซม.

ระยะทาบเหล็ก
ต้องไม่น้อยกว่า 40 ซม.

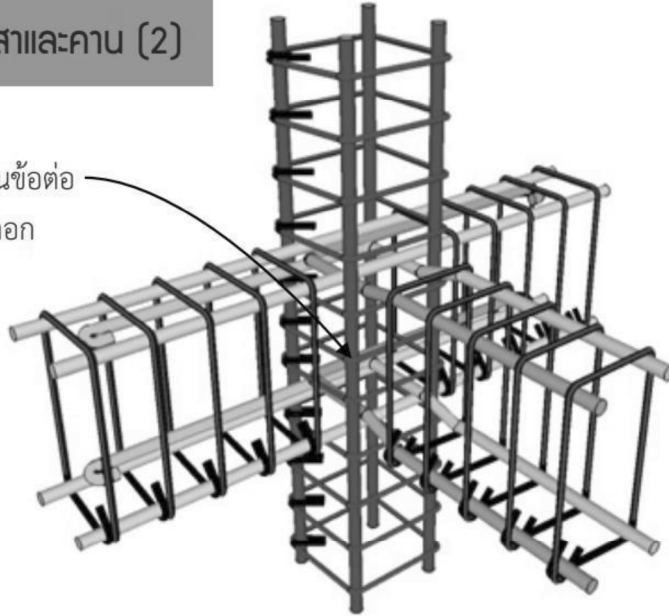


กิตติชัย บัวขาว สย.9394

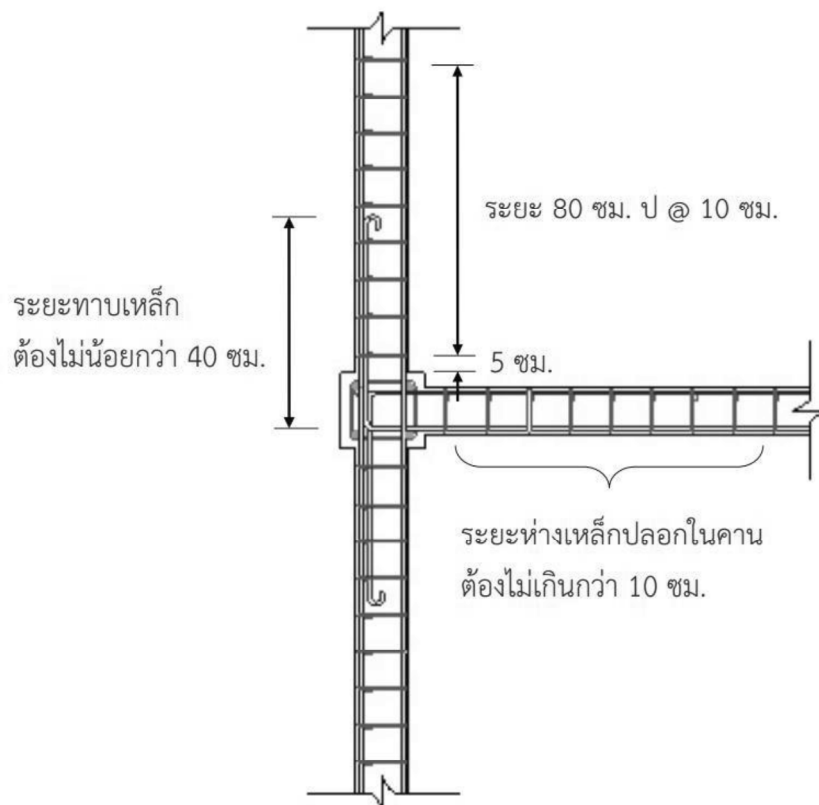
กิตติชัย บัวขาว

ข้อต่อระหว่างเสาและคาน (2)

เหล็กปลอกในข้อต่อ
จำนวน 3 ปลอก



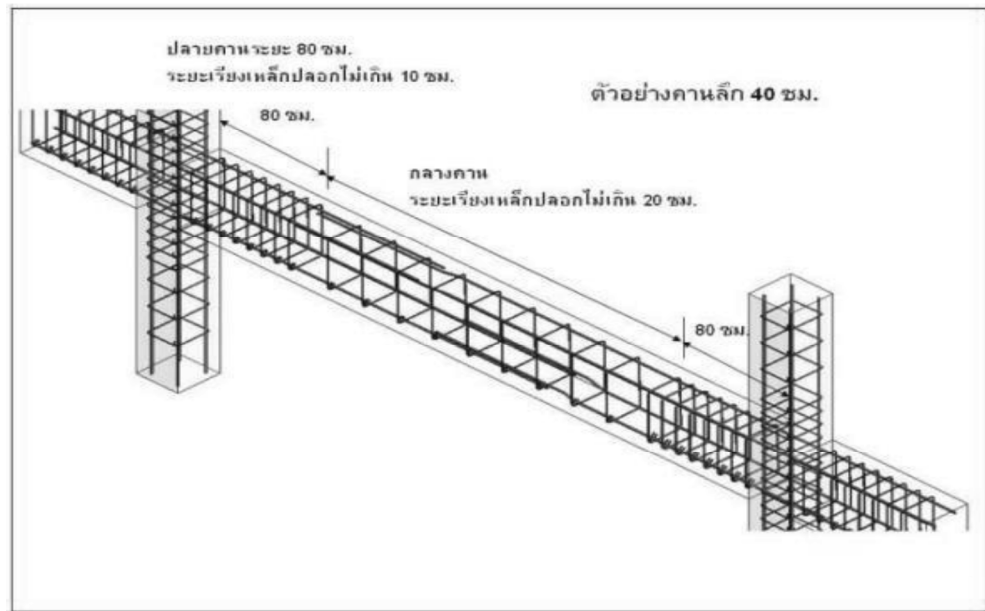
ตัวอย่างการเสริมเหล็กข้อต่อระหว่างเสาและคาน



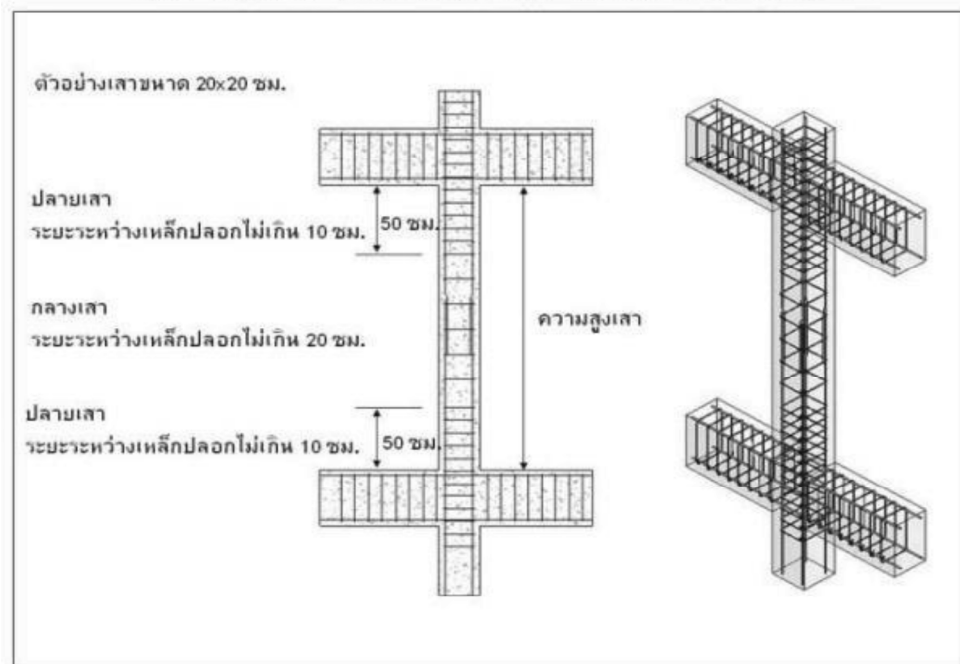
กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

แสดงแบบขยายเหล็กเสริมโครงสร้าง



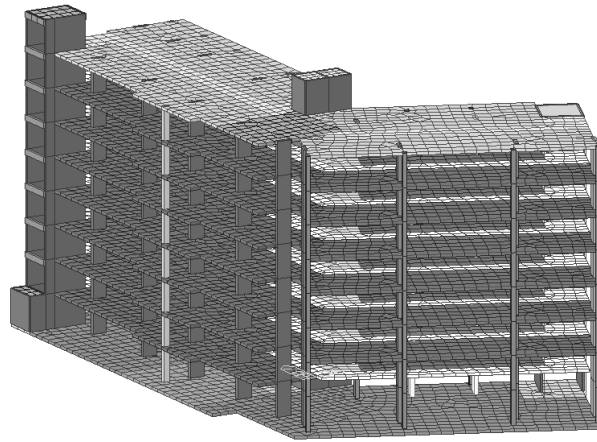
แสดงแบบขยายเหล็กเสริมโครงสร้าง



กิตติชัย บัวขาว สย.9394

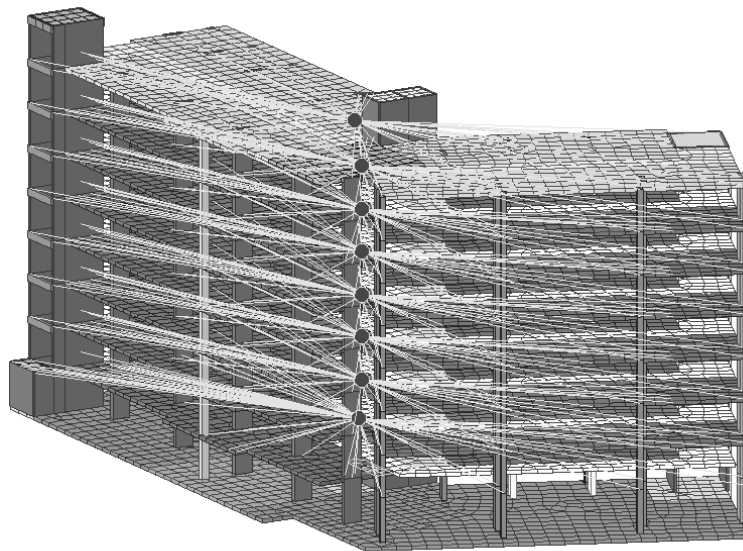
กิตติชัย บัวขาว

ขั้นตอนการวิเคราะห์ : การจำลองโครงสร้างองค์อาคารด้วยโปรแกรม Finite Element เพื่อคำนวณโครงสร้าง



การกำหนดไดอะแกรม

การกำหนด ไดอะแกรม ของโครงสร้างจะกำหนดให้เข้าที่เสา และคานหลักเท่านั้นจะไม่นำพื้นมาพิจารณา



กิตติชัย บัวขาว สย.9394

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'กิตติชัย บัวขาว' (Kitti Chai Buaw).

Building A Seismic Load Calculation : Equivalent Static Load – For Bangkok Follow DPT 1302-61

$T = 0.02H 0.22(22.95) = 5.05 \text{ s}$ ปรับเป็น $1.5(5.05) = 0.69 \text{ S}$

$S_{DS} = 0.191$; $S_{DI} = 0.199$;

ตารางที่ 1.6-1 $T = 5.05 \text{ s}$; $0.167 < SDS \ 0.191 < 0.33$ ประเภท ข (ปกติ)

ตารางที่ 1.6-1 $T = 5.05 \text{ s}$; $0.167 < SDS \ 0.199 < 0.22$ ประเภท ค (ปานกลาง เลือกโครงสร้างแบบ Intermediate RC)

ตรวจสอบอาคารออกแบบเป็นประเภท ค

Response Modification Factor : $R = 5$

System Overstrenght Factor : $\Omega = 2.5$

Deflection Amplification Factor: $C_d = 4.5$

Importance Factor (I) มาก 1.25

Scale Factor = $I/R = 1.25/5 = 0.25$

$C_s = S_a(I/R) = 0.196 \times (1.25/5) = 0.049$ มากกว่า 0.01 g OK

การตรวจสอบ Story Drift

ค่าการเคลื่อนตัวสัมพันธ์ ระหว่างชั้นที่ยอมให้ $0.015 \text{ hsx} = 0.015 \times 2.85 = 42 \text{ mm}$.

ตารางการเคลื่อนตัวแกน X

Load Case	Story	Story Height (mm)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, Cd=4.5, Ie=1.25, Scale Factor=0.25, Allowable Ratio=0.015 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
EQxP	10F	2850.00	1.00	0.0150	1241	3.6271	3.2644	0.0011	OK	3.5617	3.2055	1.0184	0.0011	OK
EQxP	9F	2850.00	1.00	0.0150	1038	3.6234	3.2611	0.0011	OK	3.5620	3.2058	1.0173	0.0011	OK
EQxP	8F	2850.00	1.00	0.0150	961	3.7074	3.3366	0.0012	OK	3.6789	3.3110	1.0078	0.0012	OK
EQxP	7F	2850.00	1.00	0.0150	884	3.7414	3.3672	0.0012	OK	3.7125	3.3413	1.0078	0.0012	OK
EQxP	6F	2850.00	1.00	0.0150	253	3.6561	3.2905	0.0012	OK	3.6130	3.2517	1.0119	0.0011	OK
EQxP	5F	2850.00	1.00	0.0150	99	3.3690	3.0321	0.0011	OK	3.3167	2.9850	1.0158	0.0010	OK
EQxP	4F	2850.00	1.00	0.0150	3	2.7797	2.5018	0.0009	OK	2.7672	2.4905	1.0045	0.0009	OK
EQxP	3F	2850.00	1.00	0.0150	10952	2.0659	1.8593	0.0007	OK	1.9063	1.7156	1.0837	0.0006	OK
EQxP	2F	2950.00	1.00	0.0150	875	0.8656	0.7790	0.0003	OK	0.7803	0.7023	1.1093	0.0002	OK
EQxP	1F	500.00	1.00	0.0150	10961	0.0622	0.0560	0.0001	OK	0.0294	0.0265	2.1127	0.0001	OK
EQxN	10F	2850.00	1.00	0.0150	1241	3.6306	3.2675	0.0011	OK	3.5897	3.2307	1.0114	0.0011	OK
EQxN	9F	2850.00	1.00	0.0150	1038	3.6240	3.2616	0.0011	OK	3.5621	3.2059	1.0174	0.0011	OK
EQxN	8F	2850.00	1.00	0.0150	961	3.7149	3.3434	0.0012	OK	3.6780	3.3102	1.0100	0.0012	OK
EQxN	7F	2850.00	1.00	0.0150	884	3.7566	3.3809	0.0012	OK	3.7110	3.3399	1.0123	0.0012	OK
EQxN	6F	2850.00	1.00	0.0150	253	3.6768	3.3091	0.0012	OK	3.6113	3.2501	1.0181	0.0011	OK
EQxN	5F	2850.00	1.00	0.0150	99	3.3928	3.0536	0.0011	OK	3.3146	2.9832	1.0236	0.0010	OK
EQxN	4F	2850.00	1.00	0.0150	3	2.8038	2.5234	0.0009	OK	2.7646	2.4881	1.0142	0.0009	OK
EQxN	3F	2850.00	1.00	0.0150	10952	2.0404	1.8363	0.0006	OK	1.9028	1.7125	1.0723	0.0006	OK
EQxN	2F	2950.00	1.00	0.0150	875	0.8625	0.7762	0.0003	OK	0.7795	0.7015	1.1064	0.0002	OK
EQxN	1F	500.00	1.00	0.0150	10961	0.0627	0.0564	0.0001	OK	0.0294	0.0265	2.1302	0.0001	OK
EQyP	10F	2850.00	-0.00	0.0150	1240	-0.2587	0.0000	0.0000	OK	-0.1885	0.0000	1.3724	0.0000	OK
EQyP	9F	2850.00	-0.00	0.0150	1039	-0.2698	0.0000	0.0000	OK	-0.1375	0.0000	1.9627	0.0000	OK
EQyP	8F	2850.00	-0.00	0.0150	961	-0.2360	0.0000	0.0000	OK	-0.1744	0.0000	1.3536	0.0000	OK
EQyP	7F	2850.00	-0.00	0.0150	885	-0.2214	0.0000	0.0000	OK	-0.2080	0.0000	1.0641	0.0000	OK
EQyP	6F	2850.00	-0.00	0.0150	924	-0.2457	0.0000	0.0000	OK	-0.2319	0.0000	1.0596	0.0000	OK
EQyP	5F	2850.00	-0.00	0.0150	732	-0.2744	0.0000	0.0000	OK	-0.2398	0.0000	1.1447	0.0000	OK
EQyP	4F	2850.00	-0.00	0.0150	481	-0.2843	0.0000	0.0000	OK	-0.2248	0.0000	1.2647	0.0000	OK
EQyP	3F	2850.00	-0.00	0.0150	10952	-0.2583	0.0000	0.0000	OK	-0.1758	0.0000	1.4695	0.0000	OK
EQyP	2F	2950.00	-0.00	0.0150	636	-0.0753	0.0000	0.0000	OK	-0.0500	0.0000	1.5064	0.0000	OK
EQyP	1F	500.00	1.00	0.0150	9835	0.0285	0.0257	0.0001	OK	0.0048	0.0043	5.9710	0.0000	OK
EQyN	10F	2850.00	-0.00	0.0150	1240	-0.2574	0.0000	0.0000	OK	-0.1725	0.0000	1.4920	0.0000	OK
EQyN	9F	2850.00	-0.00	0.0150	1038	-0.2699	0.0000	0.0000	OK	-0.1374	0.0000	1.9639	0.0000	OK
EQyN	8F	2850.00	-0.00	0.0150	962	-0.2318	0.0000	0.0000	OK	-0.1749	0.0000	1.3258	0.0000	OK
EQyN	7F	2850.00	-0.00	0.0150	884	-0.2126	0.0000	0.0000	OK	-0.2089	0.0000	1.0177	0.0000	OK
EQyN	6F	2850.00	-0.00	0.0150	924	-0.2599	0.0000	0.0000	OK	-0.2329	0.0000	1.1162	0.0000	OK
EQyN	5F	2850.00	-0.00	0.0150	732	-0.2909	0.0000	0.0000	OK	-0.2409	0.0000	1.2075	0.0000	OK
EQyN	4F	2850.00	-0.00	0.0150	481	-0.3016	0.0000	0.0000	OK	-0.2263	0.0000	1.3329	0.0000	OK
EQyN	3F	2850.00	-0.00	0.0150	10952	-0.2731	0.0000	0.0000	OK	-0.1778	0.0000	1.5360	0.0000	OK
EQyN	2F	2950.00	-0.00	0.0150	636	-0.0742	0.0000	0.0000	OK	-0.0505	0.0000	1.4697	0.0000	OK
EQyN	1F	500.00	1.00	0.0150	9835	0.0285	0.0257	0.0001	OK	0.0048	0.0043	5.9672	0.0000	OK

ตารางการเคลื่อนตัวแกน Y

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

Load Case	Story	Story Height (mm)	P-Delta Incremental Factor (αd)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Cur rent)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, Cd=4.5, Ie=1.25, Scale Factor=0.25, Allowable Ratio=0.015 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
EQxP	10F	2850.00	-0.00	0.0150	1242	0.2994	0.0000	0.0000	OK	0.0272	0.0000	10.9909	0.0000	OK
EQxP	9F	2850.00	-0.00	0.0150	1148	-0.1805	0.0000	0.0000	OK	-0.1332	0.0000	1.3548	0.0000	OK
EQxP	8F	2850.00	-0.00	0.0150	1072	-0.2031	0.0000	0.0000	OK	-0.1758	0.0000	1.1552	0.0000	OK
EQxP	7F	2850.00	-0.00	0.0150	994	-0.2285	0.0000	0.0000	OK	-0.2050	0.0000	1.1049	0.0000	OK
EQxP	6F	2850.00	-0.00	0.0150	917	-0.2520	0.0000	0.0000	OK	-0.2199	0.0000	1.1460	0.0000	OK
EQxP	5F	2850.00	-0.00	0.0150	722	-0.2575	0.0000	0.0000	OK	-0.2185	0.0000	1.1784	0.0000	OK
EQxP	4F	2850.00	-0.00	0.0150	471	-0.2184	0.0000	0.0000	OK	-0.2091	0.0000	1.0445	0.0000	OK
EQxP	3F	2850.00	-0.00	0.0150	377	-0.2661	0.0000	0.0000	OK	-0.1995	0.0000	1.3340	0.0000	OK
EQxP	2F	2950.00	-0.00	0.0150	636	-0.1134	0.0000	0.0000	OK	-0.0789	0.0000	1.4378	0.0000	OK
EQxP	1F	500.00	1.00	0.0150	9842	0.0114	0.0103	0.0000	OK	0.0019	0.0017	6.0208	0.0000	OK
EQxN	10F	2850.00	-0.00	0.0150	1242	0.3286	-0.0000	0.0000	OK	0.0539	-0.0000	6.1005	0.0000	OK
EQxN	9F	2850.00	-0.00	0.0150	1148	-0.1838	0.0000	0.0000	OK	-0.1362	0.0000	1.3494	0.0000	OK
EQxN	8F	2850.00	-0.00	0.0150	1072	-0.2089	0.0000	0.0000	OK	-0.1782	0.0000	1.1857	0.0000	OK
EQxN	7F	2850.00	-0.00	0.0150	994	-0.2365	0.0000	0.0000	OK	-0.2026	0.0000	1.1675	0.0000	OK
EQxN	6F	2850.00	-0.00	0.0150	917	-0.2644	0.0000	0.0000	OK	-0.2156	0.0000	1.2261	0.0000	OK
EQxN	5F	2850.00	-0.00	0.0150	722	-0.2711	0.0000	0.0000	OK	-0.2129	0.0000	1.2736	0.0000	OK
EQxN	4F	2850.00	-0.00	0.0150	471	-0.2318	0.0000	0.0000	OK	-0.2026	0.0000	1.1443	0.0000	OK
EQxN	3F	2850.00	-0.00	0.0150	328	-0.2576	0.0000	0.0000	OK	-0.1936	0.0000	1.3304	0.0000	OK
EQxN	2F	2950.00	-0.00	0.0150	636	-0.1123	0.0000	0.0000	OK	-0.0792	0.0000	1.4183	0.0000	OK
EQxN	1F	500.00	1.00	0.0150	9842	0.0114	0.0102	0.0000	OK	0.0018	0.0016	6.2741	0.0000	OK
EQyP	10F	2850.00	1.00	0.0150	1220	3.9861	3.5875	0.0013	OK	2.9852	2.6866	1.3353	0.0009	OK
EQyP	9F	2850.00	1.00	0.0150	1149	4.1773	3.7596	0.0013	OK	4.0364	3.6327	1.0349	0.0013	OK
EQyP	8F	2850.00	1.00	0.0150	1071	4.4208	3.9787	0.0014	OK	4.3749	3.9374	1.0105	0.0014	OK
EQyP	7F	2850.00	1.00	0.0150	994	4.6481	4.1833	0.0015	OK	4.6381	4.1743	1.0021	0.0015	OK
EQyP	6F	2850.00	1.00	0.0150	932	4.7509	4.2758	0.0015	OK	4.7452	4.2707	1.0012	0.0015	OK
EQyP	5F	2850.00	1.00	0.0150	755	4.5991	4.1392	0.0015	OK	4.5847	4.1262	1.0032	0.0014	OK
EQyP	4F	2850.00	1.00	0.0150	504	4.0781	3.6703	0.0013	OK	4.0533	3.6480	1.0061	0.0013	OK
EQyP	3F	2850.00	1.00	0.0150	377	3.0513	2.7461	0.0010	OK	3.0168	2.7151	1.0114	0.0010	OK
EQyP	2F	2950.00	1.00	0.0150	877	1.2851	1.1566	0.0004	OK	1.2262	1.1036	1.0480	0.0004	OK
EQyP	1F	500.00	1.00	0.0150	10961	0.0920	0.0828	0.0002	OK	0.0339	0.0305	2.7107	0.0001	OK
EQyN	10F	2850.00	1.00	0.0150	1220	3.9842	3.5858	0.0013	OK	2.9889	2.6990	1.3286	0.0009	OK
EQyN	9F	2850.00	1.00	0.0150	1149	4.1750	3.7575	0.0013	OK	4.0347	3.6312	1.0348	0.0013	OK
EQyN	8F	2850.00	1.00	0.0150	1071	4.4171	3.9754	0.0014	OK	4.3747	3.9372	1.0097	0.0014	OK
EQyN	7F	2850.00	1.00	0.0150	995	4.6428	4.1785	0.0015	OK	4.6396	4.1756	1.0007	0.0015	OK
EQyN	6F	2850.00	1.00	0.0150	932	4.7590	4.2831	0.0015	OK	4.7477	4.2729	1.0024	0.0015	OK
EQyN	5F	2850.00	1.00	0.0150	755	4.6088	4.1479	0.0015	OK	4.5880	4.1292	1.0045	0.0014	OK
EQyN	4F	2850.00	1.00	0.0150	504	4.0885	3.6797	0.0013	OK	4.0571	3.6514	1.0077	0.0013	OK
EQyN	3F	2850.00	1.00	0.0150	377	3.0600	2.7540	0.0010	OK	3.0202	2.7182	1.0132	0.0010	OK
EQyN	2F	2950.00	1.00	0.0150	877	1.2835	1.1552	0.0004	OK	1.2261	1.1035	1.0469	0.0004	OK
EQyN	1F	500.00	1.00	0.0150	10961	0.0919	0.0827	0.0002	OK	0.0339	0.0305	2.7126	0.0001	OK

การตรวจสอบ Story Displacement

แกน X : 27 mm < ระยะโยกไหวที่ยอมรับได้ = $L / 500 = 22.95 / 500 = 60$ mm)

Load Case	Node	Story	Level (mm)	Story Height (mm)	Maximum Displacement (mm)	Average Displacement (mm)	Maximum / Average
EQxP	1277	Roof	25750.00	0.00	26.9950	26.9346	1.0022
EQxP	1226	10F	22900.00	2850.00	23.3734	23.3705	1.0001
EQxP	1155	9F	20050.00	2850.00	19.8775	19.8130	1.0033
EQxP	1078	8F	17200.00	2850.00	16.2278	16.1355	1.0057
EQxP	1001	7F	14350.00	2850.00	12.5445	12.4241	1.0097
EQxP	924	6F	11500.00	2850.00	8.9755	8.8130	1.0184
EQxP	732	5F	8650.00	2850.00	5.7123	5.4986	1.0389
EQxP	481	4F	5800.00	2850.00	2.9579	2.7317	1.0828
EQxP	10952	3F	2950.00	2850.00	0.8920	0.8089	1.1027
EQxP	10957	2F	0.00	2950.00	0.0622	0.0266	2.3382
EQxP	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000
EQxN	1277	Roof	25750.00	0.00	27.1069	26.9561	1.0056
EQxN	1115	10F	22900.00	2850.00	23.4798	23.3522	1.0055
EQxN	1038	9F	20050.00	2850.00	19.8558	19.7944	1.0031
EQxN	961	8F	17200.00	2850.00	16.1409	16.1180	1.0014
EQxN	1001	7F	14350.00	2850.00	12.4318	12.4088	1.0019
EQxN	924	6F	11500.00	2850.00	8.8874	8.8004	1.0099
EQxN	732	5F	8650.00	2850.00	5.6526	5.4892	1.0298
EQxN	481	4F	5800.00	2850.00	2.9281	2.7261	1.0741
EQxN	10952	3F	2950.00	2850.00	0.8877	0.8081	1.0985
EQxN	10957	2F	0.00	2950.00	0.0627	0.0266	2.3599
EQxN	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000
EQyP	1276	Roof	25750.00	0.00	-1.7459	-1.6246	1.0747
EQyP	1115	10F	22900.00	2850.00	-1.4889	-1.4278	1.0428
EQyP	1155	9F	20050.00	2850.00	-1.3766	-1.3008	1.0583
EQyP	1078	8F	17200.00	2850.00	-1.2652	-1.1291	1.1206
EQyP	1001	7F	14350.00	2850.00	-1.0707	-0.9215	1.1620
EQyP	924	6F	11500.00	2850.00	-0.8250	-0.6890	1.1974
EQyP	732	5F	8650.00	2850.00	-0.5506	-0.4478	1.2296
EQyP	481	4F	5800.00	2850.00	-0.2663	-0.2204	1.2083
EQyP	11150	3F	2950.00	2850.00	-0.0768	-0.0452	1.6985
EQyP	10449	2F	0.00	2950.00	0.0317	0.0051	6.1982
EQyP	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000
EQyN	1276	Roof	25750.00	0.00	-1.6823	-1.6124	1.0433
EQyN	1232	10F	22900.00	2850.00	-1.4519	-1.4384	1.0094
EQyN	1155	9F	20050.00	2850.00	-1.4580	-1.3116	1.1116
EQyN	1078	8F	17200.00	2850.00	-1.3413	-1.1392	1.1773
EQyN	1001	7F	14350.00	2850.00	-1.1361	-0.9303	1.2212
EQyN	924	6F	11500.00	2850.00	-0.8762	-0.6963	1.2583
EQyN	732	5F	8650.00	2850.00	-0.5852	-0.4532	1.2912
EQyN	481	4F	5800.00	2850.00	-0.2836	-0.2237	1.2679
EQyN	11150	3F	2950.00	2850.00	-0.0756	-0.0457	1.6552
EQyN	10450	2F	0.00	2950.00	0.0317	0.0051	6.2123
EQyN	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

แกน Y : $34.70 \text{ mm} < \text{ระยะโยกไหวที่ยอมให้} = L / 500 = 22.95 / 500 = 60 \text{ mm}$)

Load Case	Node	Story	Level (mm)	Story Height (mm)	Maximum Displacement (mm)	Average Displacement (mm)	Maximum / Average
EQxP	1299	Roof	25750.00	0.00	-1.5752	-1.4039	1.1220
EQxP	1298	10F	22900.00	2850.00	-1.4400	-1.4388	1.0008
EQxP	5591	9F	20050.00	2850.00	-1.3335	-1.3052	1.0217
EQxP	5344	8F	17200.00	2850.00	-1.1698	-1.1290	1.0361
EQxP	3966	7F	14350.00	2850.00	-0.9770	-0.9237	1.0577
EQxP	3431	6F	11500.00	2850.00	-0.7755	-0.7035	1.1022
EQxP	2399	5F	8650.00	2850.00	-0.5793	-0.4848	1.1950
EQxP	1871	4F	5800.00	2850.00	-0.3755	-0.2760	1.3608
EQxP	1270	3F	2950.00	2850.00	-0.1134	-0.0783	1.4483
EQxP	10879	2F	0.00	2950.00	-0.0151	0.0026	6.7644
EQxP	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000
EQxN	1301	Roof	25750.00	0.00	-1.5642	-1.3545	1.1548
EQxN	1225	10F	22900.00	2850.00	-1.5091	-1.4186	1.0637
EQxN	1149	9F	20050.00	2850.00	-1.3295	-1.2821	1.0370
EQxN	1071	8F	17200.00	2850.00	-1.1216	-1.1055	1.0146
EQxN	3966	7F	14350.00	2850.00	-0.9126	-0.9025	1.0112
EQxN	3431	6F	11500.00	2850.00	-0.7249	-0.6864	1.0561
EQxN	2399	5F	8650.00	2850.00	-0.5453	-0.4730	1.1529
EQxN	1871	4F	5800.00	2850.00	-0.3595	-0.2706	1.3286
EQxN	1270	3F	2950.00	2850.00	-0.1123	-0.0786	1.4291
EQxN	10879	2F	0.00	2950.00	-0.0152	0.0026	6.9247
EQxN	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000
EQyP	1302	Roof	25750.00	0.00	34.7007	33.6526	1.0311
EQyP	1226	10F	22900.00	2850.00	30.7707	30.7103	1.0020
EQyP	5591	9F	20050.00	2850.00	26.7062	26.6718	1.0013
EQyP	5344	8F	17200.00	2850.00	22.3576	22.2968	1.0027
EQyP	3966	7F	14350.00	2850.00	17.7251	17.6585	1.0038
EQyP	3431	6F	11500.00	2850.00	12.9741	12.9135	1.0047
EQyP	2399	5F	8650.00	2850.00	8.3750	8.3290	1.0055
EQyP	1871	4F	5800.00	2850.00	4.2968	4.2763	1.0048
EQyP	876	3F	2950.00	2850.00	1.2851	1.2592	1.0205
EQyP	10957	2F	0.00	2950.00	0.0920	0.0288	3.1992
EQyP	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000
EQyN	1304	Roof	25750.00	0.00	34.7053	33.6797	1.0305
EQyN	1226	10F	22900.00	2850.00	30.7331	30.7222	1.0004
EQyN	5591	9F	20050.00	2850.00	26.7509	26.6854	1.0025
EQyN	5344	8F	17200.00	2850.00	22.4005	22.3106	1.0040
EQyN	3966	7F	14350.00	2850.00	17.7625	17.6710	1.0052
EQyN	3431	6F	11500.00	2850.00	13.0035	12.9235	1.0062
EQyN	2399	5F	8650.00	2850.00	8.3947	8.3359	1.0071
EQyN	1871	4F	5800.00	2850.00	4.3062	4.2794	1.0063
EQyN	876	3F	2950.00	2850.00	1.2835	1.2591	1.0194
EQyN	10957	2F	0.00	2950.00	0.0919	0.0287	3.2015
EQyN	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



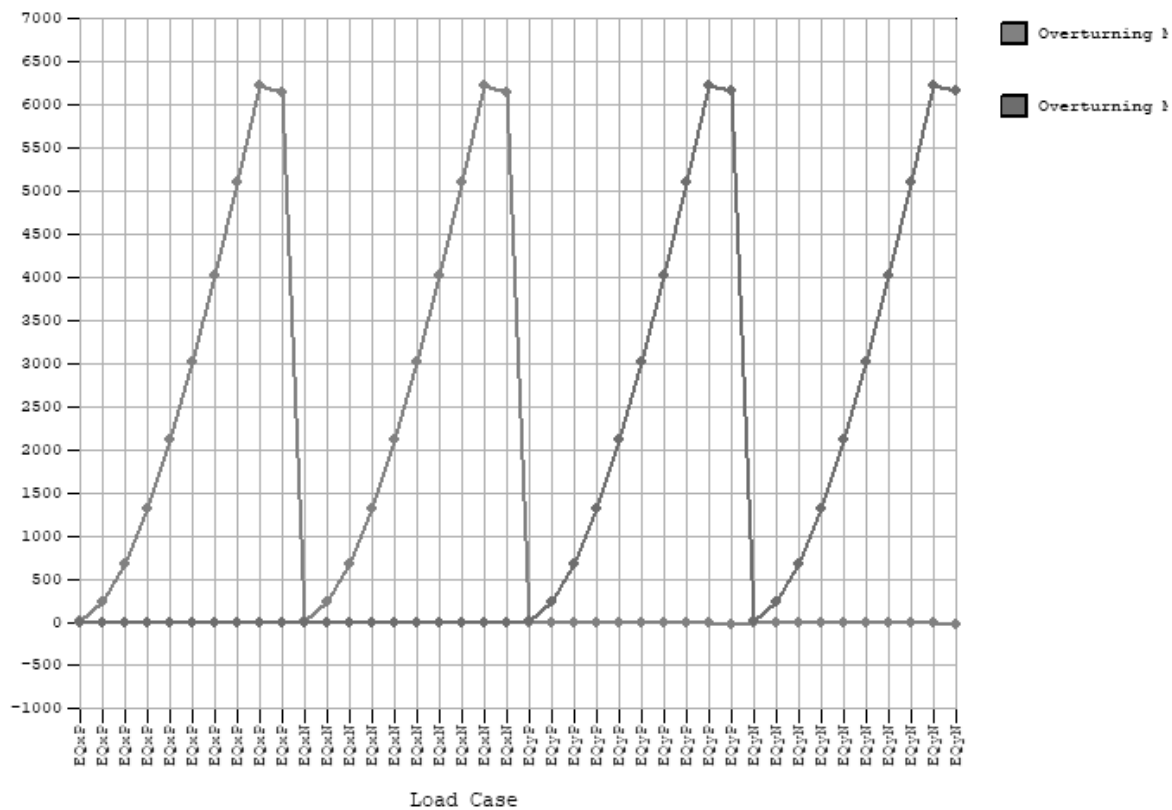
OVERTURNING STABILITY CHECK

ผลรวมน้ำหนักสุทธิ 7,660 Tons

Moment action :

$M_x = 6,225 \text{ ton.m}$

$M_y = 6,225 \text{ ton.m}$



8. อัตราส่วนความปลอดภัย S.F.

$$S.F. = M \text{ Reaction} / M \text{ action}$$

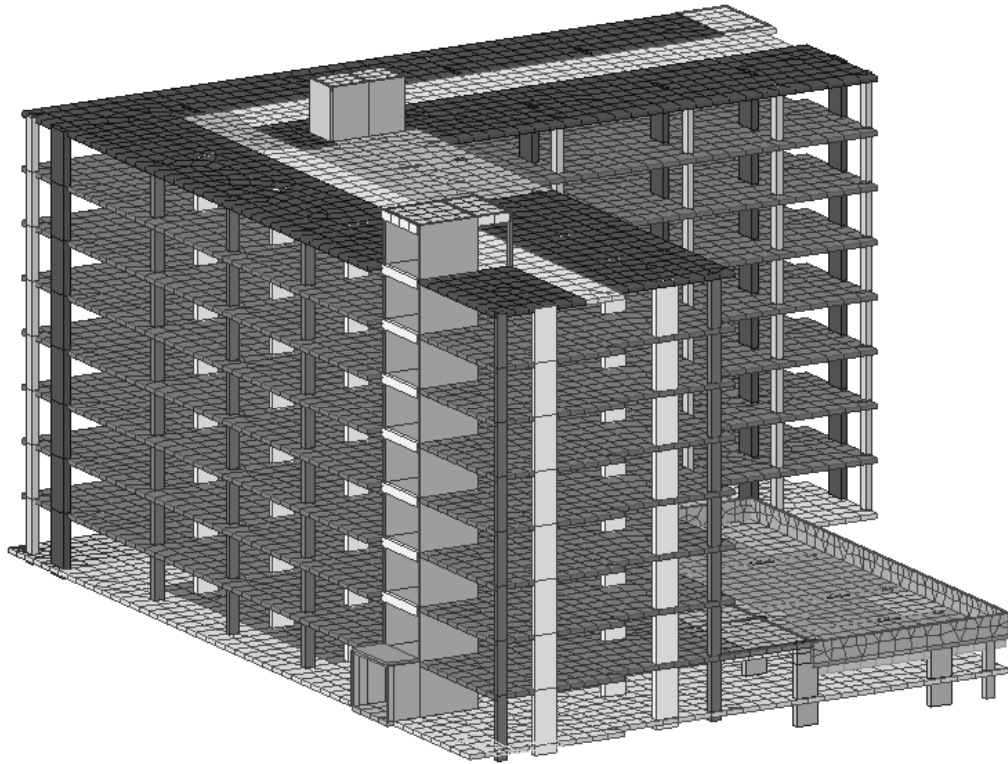
$$R_y = (8514 * 14) / 3674 = 32 > 1.5 \text{ ok.}$$

$$R_x = (8514 * 6) / 4592 = 11 > 1.5 \text{ ok.}$$

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

(Signature)

รายการคำนวณแผ่นดินไหว



ONEDER KASET (วันเดอร์ เกษตร)

อาคาร B

โดย

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

A handwritten signature in black ink, likely belonging to Kitti Chai Buakha, the author of the document. The signature is stylized and cursive, written in Thai script.

อ้างอิงข้อกำหนด :

- 1) กฎกระทรวง กำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคารและพื้นดินที่รองรับอาคารใน
- 2) กฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2527) พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522
- 3) ขอบัญญัติของกรุงเทพมหานคร เรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ.2544
- 4) มาตรฐานการประกอบการออกแบบอาคารเพื่อด้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว มยผ. มยผ. 1301/1302-61
- 5) มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อด้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว มยผ. มยผ. 1301/1302-61
- 6) มาตรฐานการคำนวณแรงลม มยผ. 1311-50
- 7) มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีกำลัง วสท. 1008-38
- 8) ACI 318-11
- 9) ACI 318-89

มาตรฐานคอนกรีต :

- | | |
|---|----------|
| 1) โครงสร้าง คาน เสา ผนังสำเร็จรูป (Precast) | 350 ksc. |
| 2) โครงสร้าง หล่อในที่ พื้น คาน เสา ฐานราก และอื่นๆ | 280 ksc. |

มาตรฐานเหล็กเสริม :

- | | | |
|--------------------|-------|------------|
| 1) DB12-DB28 | Grade | SD40 |
| 2) DB32 | Grade | SD50 |
| 3) RB6-RB9 | Grade | SR24 |
| 4) Wire mesh | Grade | 5500 ksc. |
| 5) Pre-Stress Wire | Grade | 17000 ksc. |

น้ำหนักบรรทุกคงที่ :

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1) คอนกรีตเสริมเหล็ก | 2400 kg/m^3 |
| 2) เหล็ก | 7850 kg/m^3 |
| 3) น้ำ | 1000 kg/m^3 |
| 4) ดิน | 1800 kg/m^3 |

น้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในการออกแบบ : ** น้ำหนักบรรทุกของอาคารแต่ละประเภทตามกฎกระทรวงมหาดไทย ฉบับที่ 6 พ.ศ. 2527 (หรือข้อบัญญัติ กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2544)

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



ประเภทและส่วนต่างๆ ของอาคาร	หน่วยน้ำหนักบรรทุกจรเป็น กิโลกรัมต่อตารางเมตร
(1) หลังคา	30
(2) กันสาดหรือหลังคาคอนกรีต	100
(3) ที่พักอาศัย โรงเรียนอนุบาล ห้องน้ำ ห้องส้วม	150
(4) ห้องแถว ตึกแถวที่ใช้พักอาศัย อาคารชุด หอพัก โรงแรมและห้องคนใช้พิเศษของ โรงพยาบาล	200
(5) สำนักงาน ธนาคาร	250
(6) (ก) อาคารพาณิชย์ ส่วนของห้องแถว ตึกแถวที่ใช้เพื่อการพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน โรงพยาบาล (ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคารชุด หอพัก โรงแรม สำนักงานและธนาคาร	300
(7) (ก) ตลาด อาคารสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร ห้องประชุม ห้องอ่าน หนังสือในห้องสมุดหรือหอสมุด ที่จอดรถเก็บรถยนต์นั่ง หรือรถจักรยานยนต์ (ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคาร พาณิชยกรรม มหาวิทยาลัย วิทยาลัยและ โรงเรียน	400
(8) (ก) คลังสินค้า โรงกีฬา พิพิธภัณฑ์ อัฒจันทร์ โรงงานอุตสาหกรรม โรงพิมพ์ ห้องเก็บ เอกสารและพัสดุ (ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของตลาด อาคารสรรพสินค้า ห้องประชุม หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร ห้องสมุดและหอสมุด	500
(9) ห้องเก็บหนังสือของห้องสมุดหรือหอสมุด	600
(10) ที่จอดรถหรือเก็บรถยนต์บรรทุกเปล่า	800

ความสูงของอาคารหรือส่วนของอาคาร	หน่วยแรงลมอย่างน้อย กิโลปาสกาล (กิโลกรัมแรงต่อตารางเมตร)
(1) ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	0.5 (50)
(2) ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	0.8 (80)
(3) ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	1.2 (120)
(4) ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 40 เมตร	1.6 (160)

การลดน้ำหนักบรรทุกจรบนพื้น

การรับน้ำหนักของพื้น	อัตราลดน้ำหนักบรรทุกจร บนพื้นแต่ละชั้น เป็นร้อยละ
(1) หลังคาหรือดาดฟ้า	0
(2) ชั้นที่หนึ่งถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	0
(3) ชั้นที่สองถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	0
(4) ชั้นที่สามถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	10
(5) ชั้นที่สี่ถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	20
(6) ชั้นที่ห้าถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	30
(7) ชั้นที่หกถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	40
(8) ชั้นที่เจ็ดถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้าและชั้นต่อไป	50

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



น้ำหนักบรรทุกประลัย

ในการคำนวณส่วนต่างๆ ของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กตามทฤษฎีกำลังประลัย มาตรฐาน ว.ส.ท. และ ACI กำหนดให้ใช้ น้ำหนักบรรทุกประลัย ดังต่อไปนี้

- 1) $U = 1.4DL + 1.7LL$
- 2) $U = 0.75(1.4DL + 1.7LL + 1.7W)$
- 3) $U = 0.9DL + 1.3W$
- 4) $U = 0.75(1.4DL + 1.7LL + 1.7(1.1E))$

โดยที่ U = น้ำหนักบรรทุกประลัย

DL = น้ำหนักบรรทุกคงที่ของอาคาร

LL = น้ำหนักบรรทุกจร

W = แรงลม

E = แรงเนื่องจากแผ่นดินไหว

แรงเฉือนที่ฐานอาคาร

แรงเฉือนที่ฐานอาคาร (Seismic Base Shear, V) จะต้องคำนวณจาก (3.2-1)

$$V = C_s W$$

โดยที่ C_s คือ สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว

W คือ น้ำหนักโครงสร้างประสิทธิผลของอาคาร ตามที่กำหนดในข้อที่ 2.8.2

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว

สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_s) จะต้องคำนวณจาก

$$C_s = S_a \left(\frac{I}{R} \right)$$

โดยที่ S_a คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ S_a ที่คาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร (T)

R คือ ตัวประกอบปรับผลตอบสนอง

I คือ ตัวประกอบความสำคัญของอาคาร

และ C_s จะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.01

แรงเฉือนที่ฐานอาคาร

แรงเฉือนที่ฐานอาคาร (Seismic Base Shear, V) จะต้องคำนวณจาก (3.2-1)

$$V = C_s W$$

โดยที่ C_s คือ สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว

W คือ น้ำหนักโครงสร้างประสิทธิผลของอาคาร ตามที่กำหนดในข้อที่ 2.8.2

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว

สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_s) จะต้องคำนวณจาก

$$C_s = S_a \left(\frac{I}{R} \right)$$

โดยที่ S_a คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ S_a ที่คาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร (T)

R คือ ตัวประกอบปรับผลตอบสนอง

I คือ ตัวประกอบความสำคัญของอาคาร

และ C_s จะต้องไม่น้อยกว่า 0.01

$$I = 1.25$$

$$R = 5$$

$$\Omega = 2.5$$

$$Cd = 4.5$$

Model Combination: CQC method

Directional Combination: SRSS

การคำนวณค่าคาบการสั่นพื้นฐาน

ค่าคาบการสั่นพื้นฐาน (Fundamental Period, T) ในทิศทางแกนหลักของอาคาร สามารถคำนวณได้โดยวิธีดังต่อไปนี้

วิธี ก

คาบการสั่นพื้นฐาน (หน่วยเป็นวินาที) สามารถคำนวณจากสูตรการประมาณค่าดังนี้

$$\text{อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก} \quad T = 0.02H$$

$$\text{อาคารโครงสร้างเหล็ก} \quad T = 0.03H$$

โดยที่ H คือความสูงของอาคารวัดจากพื้นดิน มีหน่วยเป็นเมตร

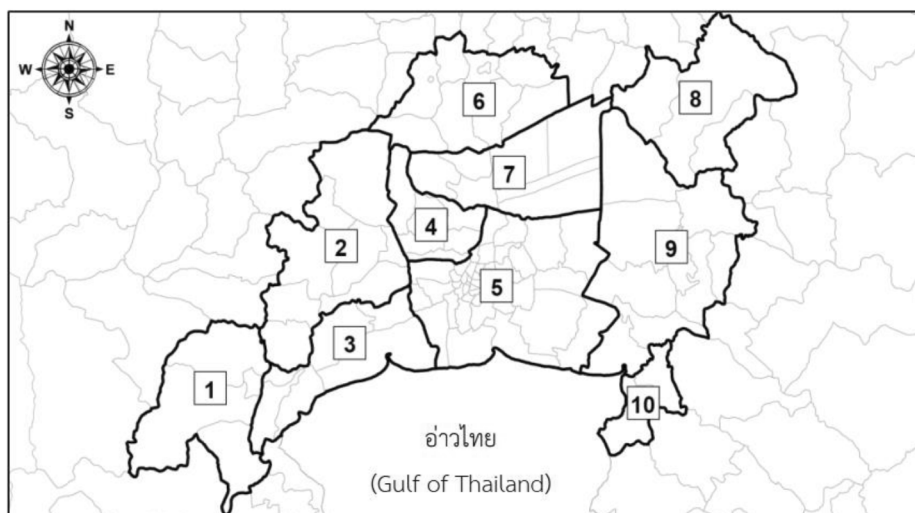
รายการคำนวณแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว

การแบ่งประเภทความรุนแรงของแรงสั่นสะเทือน

การวิเคราะห์แรงแผ่นดินไหว ใช้มาตรฐานการออกแบบอาคาร ด้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ตามมาตรฐานมยพ.1302 โดยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า ซึ่งเลือกใช้มาตรฐาน ASCE 7 – 05 เป็นแม่แบบ

กิตติชัย บัวขาว สย.9394





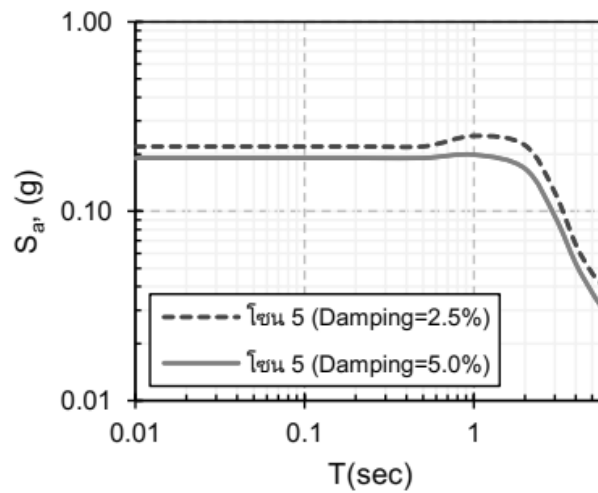
แผนที่แสดงการแบ่งโซนพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร เพื่อการออกแบบ อาคารด้านทานแผ่นดินไหว

โซน 1 จังหวัดเพชรบุรี - อ.เขาชัย จังหวัดราชบุรี - อ.ปากท่อ - อ.วัดเพลง - อ.เมืองราชบุรี	โซน 3 จังหวัดสมุทรสาคร (ทั้งจังหวัด) จังหวัดสมุทรสงคราม (ทั้งจังหวัด) โซน 4 จังหวัดนนทบุรี (ทั้งจังหวัด)	โซน 6 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา - อ.ลาดบัวหลวง - อ.บางไทร - อ.บางปะอิน - อ.วังน้อย - อ.เสนา - อ.อุทัย - อ.ท่าเรือ - อ.บางบาล - อ.เมืองพระนครศรีอยุธยา	โซน 9 จังหวัดนครนายก - อ.องครักษ์ จังหวัดปราจีนบุรี - อ.บ้านสร้าง จังหวัดฉะเชิงเทรา - อ.บ้านน้ำเปรี้ยว - อ.บางคล้า - อ.ราชสาสน์ - อ.คลองเขื่อน - อ.บ้านโพธิ์ - อ.บางปะกง - อ.เมืองฉะเชิงเทรา
โซน 2 จังหวัดราชบุรี - อ.ดำเนินสะดวก - อ.บางแพ จังหวัดนครปฐม - อ.สามพราน - อ.พุทธมณฑล - อ.นครชัยศรี - อ.ดอนตูม - อ.บางเลน - อ.เมืองนครปฐม	โซน 5 จังหวัดกรุงเทพมหานคร (ทั้งจังหวัด) จังหวัดสมุทรปราการ (ทั้งจังหวัด)	โซน 7 จังหวัดปทุมธานี (ทั้งจังหวัด)	โซน 10 จังหวัดชลบุรี - อ.พานทอง - อ.เมืองชลบุรี
		โซน 8 จังหวัดนครนายก - อ.บ้านนา - อ.ปากพลี - อ.เมืองนครนายก	

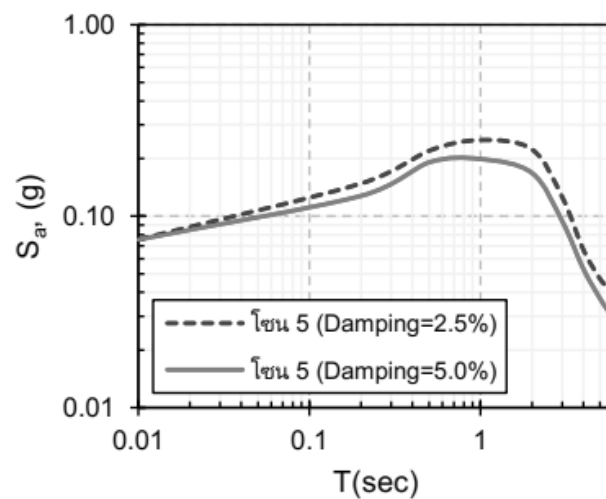
รูปที่ 1.4-5 การแบ่งโซนพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร เพื่อการออกแบบอาคารด้านทานแผ่นดินไหว

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

(Signature)



รูปแสดงสเปกตรัมผลตอบสนองสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าสำหรับโซน 5 ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ



รูปแสดงสเปกตรัมผลตอบสนองสำหรับการออกแบบด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์สำหรับโซน 5 ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

(Signature)

ตารางที่ 1.4-5 ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ ด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าสำหรับ
พื้นที่ในโซนต่าง ๆ (อัตราส่วนความหน่วง 5.0%) ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ

S_a โซน	S_a (0.01s)	S_{DS} (0.2 s)	S_a (0.5 s)	S_{D1} (1.0s)	S_a (2.0 s)	S_a (3.0 s)	S_a (4.0 s)	S_a (5.0 s)	S_a (6.0 s)
1	0.360	0.360	0.360	0.181	0.085	0.041	0.034	0.024	0.022
2	0.352	0.352	0.352	0.193	0.151	0.084	0.047	0.030	0.024
3	0.262	0.262	0.262	0.265	0.166	0.085	0.052	0.035	0.026
4	0.287	0.287	0.287	0.207	0.163	0.078	0.032	0.023	0.020
5	0.191	0.191	0.191	0.199	0.168	0.094	0.053	0.037	0.028
6	0.272	0.272	0.272	0.154	0.150	0.077	0.042	0.031	0.026
7	0.246	0.246	0.246	0.181	0.132	0.084	0.051	0.036	0.030
8	0.162	0.162	0.162	0.075	0.041	0.025	0.015	0.010	0.008
9	0.214	0.214	0.214	0.156	0.107	0.048	0.022	0.014	0.011
10	0.179	0.179	0.179	0.049	0.035	0.023	0.014	0.010	0.008

ตารางที่ 1.4-7 ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ ด้วยวิธีพลศาสตร์สำหรับพื้นที่ใน
โซนต่าง ๆ (อัตราส่วนความหน่วง 5.0%) ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ

S_a โซน	S_a (0.01s)	S_{DS} (0.2 s)	S_a (0.5 s)	S_{D1} (1.0s)	S_a (2.0 s)	S_a (3.0 s)	S_a (4.0 s)	S_a (5.0 s)	S_a (6.0 s)
1	0.208	0.495	0.360	0.181	0.085	0.041	0.034	0.024	0.022
2	0.136	0.257	0.352	0.193	0.151	0.084	0.047	0.030	0.024
3	0.111	0.212	0.262	0.265	0.166	0.085	0.052	0.035	0.026
4	0.102	0.211	0.287	0.207	0.163	0.078	0.032	0.023	0.020
5	0.075	0.128	0.191	0.199	0.168	0.094	0.053	0.037	0.028
6	0.099	0.189	0.272	0.154	0.150	0.077	0.042	0.031	0.026
7	0.093	0.167	0.246	0.181	0.132	0.084	0.051	0.036	0.030
8	0.085	0.189	0.162	0.075	0.041	0.025	0.015	0.010	0.008
9	0.080	0.165	0.214	0.156	0.107	0.048	0.022	0.014	0.011
10	0.115	0.301	0.179	0.049	0.035	0.023	0.014	0.010	0.008

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



ตัวประกอบความสำคัญและประเภทของอาคาร

อาคารได้ถูกจำแนกตามลักษณะการใช้งานและความสำคัญของอาคารที่มีต่อสาธารณชนและการบรรเทาภัยหลังเกิดเหตุออกเป็น 4 ประเภท (Occupancy Category) คือ ประเภท I, II, III, และ IV โดยอาคารแต่ละประเภทมีค่าตัวประกอบความสำคัญ (Importance Factor) เพื่อใช้ในการออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหวแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1.5-1

ตารางที่ 1.5-1 การจำแนกประเภทความสำคัญของอาคาร และค่าตัวประกอบความสำคัญของอาคาร

ประเภทของอาคาร	ประเภทความสำคัญ	ตัวประกอบความสำคัญ
อาคารและโครงสร้างอื่นๆ ที่มีปัจจัยเสี่ยงอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ค่อนข้างน้อยเมื่อเกิดการพังทลายของอาคารหรือส่วนโครงสร้างนั้นๆ เช่น <ul style="list-style-type: none"> - อาคารที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร - อาคารชั่วคราว - อาคารเก็บของเล็กๆ ซึ่งไม่มีความสำคัญ 	I (น้อย)	1.0
อาคารและโครงสร้างอื่นๆ ที่ไม่จัดอยู่ในอาคารประเภท ความสำคัญ น้อย มาก และสูงมาก	II (ปกติ)	1.0
อาคารและโครงสร้างอื่นๆ ที่หากเกิดการพังทลาย จะเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์และสาธารณชนอย่างมาก เช่น <ul style="list-style-type: none"> - อาคารที่เป็นที่ชุมนุมในพื้นที่หนึ่งๆ มากกว่า 300 คน - โรงเรียนประถมหรือมัธยมศึกษาที่มีความจุมากกว่า 250 คน - มหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัย ที่มีความจุมากกว่า 500 คน - สถานรักษาพยาบาลที่มีความจุคนไข้มากกว่า 50 คน แต่ไม่สามารถทำการรักษากรณีฉุกเฉินได้ - เรือนจำและสถานกักกันนักโทษ 	III (มาก)	1.25
อาคารและโครงสร้างที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของสาธารณชน หรือ อาคารที่จำเป็นต่อการบรรเทาภัยหลังเกิดเหตุ เช่น <ul style="list-style-type: none"> - โรงพยาบาลที่สามารถทำการรักษากรณีฉุกเฉินได้ - สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง และโรงเก็บรถฉุกเฉินต่างๆ - โรงไฟฟ้า - โรงผลิตน้ำประปา ถังเก็บน้ำ และสถานีสูบน้ำที่มีความดันสูงสำหรับการดับเพลิง - อาคารศูนย์สื่อสาร - อาคารศูนย์บรรเทาสาธารณภัย - ท่าอากาศยาน ศูนย์บังคับการบิน และโรงเก็บเครื่องบิน ที่ต้องใช้เมื่อเกิดกรณีฉุกเฉิน - อาคารศูนย์บัญชาการแห่งชาติ <p>อาคารและโครงสร้างในส่วนของการผลิต การจัดการ การจัดเก็บ หรือการใช้สารพิษ เชื้อเพลิง หรือสารเคมี อันอาจก่อให้เกิดการระเบิดขึ้นได้</p>	IV (สูงมาก)	1.5

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



ตารางที่ 2.3-1 ค่าตัวประกอบปรับผลตอบสนอง (Response Modification Factor, R) ตัวประกอบกำลังส่วนเกิน (System Overstrength Factor, Ω_0) และ ตัวประกอบขยายค่าการโก่งตัว (Deflection Amplification Factor, C_d)

ระบบโครงสร้างโดยรวม	ระบบต้านแรงด้านข้าง	ค่าตัวประกอบ			ประเภทการออกแบบ		
		R	Ω_0	C_d	ด้านทานแรงแผ่นดินไหว		
					ช	ค	ง
1. ระบบกำแพงรับน้ำหนักบรรทุกทุกแนวตั้ง (Bearing Wall System)	กำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา (Ordinary Reinforced Concrete Shear Wall)	4	2.5	4	✓	✓	*
	กำแพงรับแรงเฉือนแบบที่มีการให้รายละเอียดพิเศษ (Special Reinforced Concrete Shear Wall)	5	2.5	5	✓	✓	✓
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบธรรมดา (Ordinary Precast Shear Wall) ++	3	2.5	3	✓	X	X
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบที่มีการให้รายละเอียดความเหนียวปานกลาง (Intermediate Precast Shear Wall) ++	4	2.5	4	✓	✓	X
2. ระบบโครงอาคาร (Building Frame System)	โครงแกนเหล็กแบบเอียงศูนย์ที่ใช้จุดต่อแบบรับแรงดัดได้ (Steel Eccentrically Braced Frame with Moment-Resisting Connections)	8	2	4	✓	✓	✓
	โครงแกนเหล็กแบบเอียงศูนย์ที่ใช้จุดต่อแบบรับแรงเฉือน (Steel Eccentrically Braced Frame with Non-Moment-Resisting Connections)	7	2	4	✓	✓	✓
	โครงแกนเหล็กแบบตรงศูนย์แบบให้รายละเอียดพิเศษ (Special Steel Concentric Braced Frame)	6	2	5	✓	✓	✓
	โครงแกนเหล็กแบบตรงศูนย์แบบธรรมดา (Ordinary Steel Concentric Braced Frame)	3.5	2	3.5	✓	✓	X
	กำแพงรับแรงเฉือนแบบที่มีการให้รายละเอียดพิเศษ (Special Reinforced Concrete Shear Wall)	6	2.5	5	✓	✓	✓
	กำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา (Ordinary Reinforced Concrete Shear Wall)	5	2.5	4.5	✓	✓	*
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบธรรมดา (Ordinary Precast Shear Wall) ++	4	2.5	4	✓	X	X
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบที่มีการให้รายละเอียดความเหนียวปานกลาง (Intermediate Precast Shear Wall) ++	5	2.5	4.5	✓	✓	X

หมายเหตุ ✓ = ใช้ได้ X = ห้ามใช้ * = ดูหัวข้อ 2.3.1.2 ++ = ดูหัวข้อ 2.3.1.3

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



ตารางที่ 2.11-1 การเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นที่ยอมให้ (Δ_a)

ลักษณะโครงสร้าง	ประเภทความสำคัญของอาคาร		
	I หรือ II	III	IV
โครงสร้างที่ไม่ใช่ผนังอิฐก่อรับแรงเฉือนและสูงไม่เกิน 4 ชั้น ซึ่งผนังภายใน ฉากกันห้อง ฝ้าเพดาน และผนังภายนอกถูกออกแบบให้สามารถทนต่อการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นได้มาก	$0.025 h_{xx}$	$0.020 h_{xx}$	$0.015 h_{xx}$
โครงสร้างกำแพงอิฐก่อรับแรงเฉือนแบบยื่นจากฐานรองรับ	$0.010 h_{xx}$	$0.010 h_{xx}$	$0.010 h_{xx}$
โครงสร้างกำแพงอิฐก่อรับแรงเฉือนแบบอื่น ๆ	$0.007 h_{xx}$	$0.007 h_{xx}$	$0.007 h_{xx}$
โครงสร้างอื่น ๆ ทั้งหมด	$0.020 h_{xx}$	$0.015 h_{xx}$	$0.010 h_{xx}$

หมายเหตุ

- 1) h_{xx} คือ ความสูงระหว่างชั้นที่อยู่ใต้พื้นชั้นที่ x
- 2) อาคารชั้นเดียวที่มีผนังภายใน ฉากกันห้อง ฝ้าเพดาน และผนังภายนอกที่ถูกออกแบบให้สามารถทนต่อการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นได้มาก จะมีการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นเท่าใดก็ได้ไม่จำกัด แต่ยังคงต้องพิจารณาการเว้นระยะห่างระหว่างโครงสร้างตามหัวข้อที่ 2.11.3
- 3) โครงสร้างกำแพงอิฐก่อรับแรงเฉือนแบบยื่นจากฐานรองรับ หมายถึง อาคารที่ถูกออกแบบให้ใช้กำแพงอิฐก่อรับแรงเฉือนเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างในแนวตั้งซึ่งยื่นขึ้นมาจากฐานรองรับ และถูกก่อสร้างในลักษณะที่มีถ่ายโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนระหว่างกำแพงข้างเคียง (แบบ Coupling Beam) น้อยมาก

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



ส่วนที่ 4 รายละเอียดการเสริมเหล็กโครงสร้างแรงดึงที่มีความเหนียวจำกัดสำหรับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

4.1 คานและเสา คานในมาตรฐานนี้หมายความว่าถึง องค์อาคารของโครงสร้างแรงดึงที่มีความเหนียวตามแนวกั้นปรับค่า (Factored Axial Load) ไม่มากกว่า $0.10 A_g f_c'$ และเสาในมาตรฐานนี้หมายถึงองค์อาคารของโครงสร้างแรงดึงที่มีความเหนียวตามแนวกั้นปรับค่ามากกว่าค่าดังกล่าว

4.2 กำลังต้านแรงเฉือน กำลังต้านแรงเฉือนที่ใช้ออกแบบ คาน เสา และแผ่นพื้นสองทางแบบไร้คาน สำหรับต้านแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวจะต้องไม่น้อยกว่าค่าแรงเฉือนในข้อ 4.2.1 หรือข้อ 4.2.2

4.2.1 แรงเฉือนที่เกิดขึ้นเมื่อแรงดัดที่ปลายขององค์อาคารทั้งสองถึงค่าโมเมนต์กำลังรวมกับแรงเฉือนจากน้ำหนักบรรทุกเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (ถ้ามี) (รูปที่ 3)

4.2.2 แรงเฉือนสูงสุดที่ได้จากการรวมน้ำหนักบรรทุกออกแบบ (Design Load Combinations) ที่พิจารณาแรงเนื่องจากแผ่นดินไหวเป็น 2 เท่าของแรงที่กำหนดในกฎหมายควบคุมอาคารว่าด้วยการก่อสร้างอาคารในเขตที่อาจได้รับแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว

4.3 การเสริมเหล็กในคาน ข้อกำหนดการเสริมเหล็กในคานของโครงสร้างแรงดึงมีรายละเอียดดังนี้ (รูปที่ 4)

4.3.1 กำลังต้านโมเมนต์บวกที่ขอบของข้อต่อจะต้องไม่น้อยกว่าหนึ่งในสามของกำลังต้านโมเมนต์ลบที่ขอบของข้อต่อเดียวกัน นอกจากนี้กำลังต้านโมเมนต์บวกและโมเมนต์ลบที่หน้าตัดใดๆ ตลอดความยาวคานจะต้องไม่น้อยกว่าหนึ่งในห้าของกำลังต้านโมเมนต์สูงสุดที่ขอบของข้อต่อที่ปลายทั้งสองของคาน

4.3.2 ภายในบริเวณปลายคานที่ห่างจากขอบของจุดรองรับเป็นระยะ 2 เท่าของความลึกคานจะต้องเสริมเหล็กปลอกที่มีระยะเรียงของเหล็กปลอกไม่มากกว่าค่าดังต่อไปนี้

- (1) 1 ใน 4 ของความลึกประสิทธิภาพ
- (2) 8 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมตามยาวที่มีขนาดเล็กที่สุด
- (3) 24 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กปลอก
- (4) 300 มิลลิเมตร

และเหล็กปลอกแรกจะอยู่ห่างจากขอบของจุดรองรับเป็นระยะไม่มากกว่า 50 มิลลิเมตร

4.3.3 ระยะเรียงของเหล็กปลอกในบริเวณอื่นที่นอกเหนือจากข้อ 4.3.2 จะต้องไม่มากกว่าครึ่งหนึ่งของความลึกประสิทธิภาพ

4.3.4 ควรหลีกเลี่ยงการทาบเหล็กเสริมตามยาวทั้งบนและล่างภายในระยะ 2 เท่าของความลึกคาน เมื่อวัดจากขอบของจุดรองรับ

4.4 การเสริมเหล็กในเสา ข้อกำหนดการเสริมเหล็กในเสาของโครงสร้างแรงดึงมีรายละเอียดดังนี้ (รูปที่ 5)

4.4.1 ในกรณีเหล็กปลอกเดี่ยว จะต้องเสริมเหล็กปลอกเดี่ยวที่มีระยะไม่มากกว่าระยะ s_0 ตลอดความยาว l_0 ที่วัดจากขอบของข้อต่อเสา โดยที่ระยะ s_0 จะต้องไม่มากกว่าระยะดังต่อไปนี้

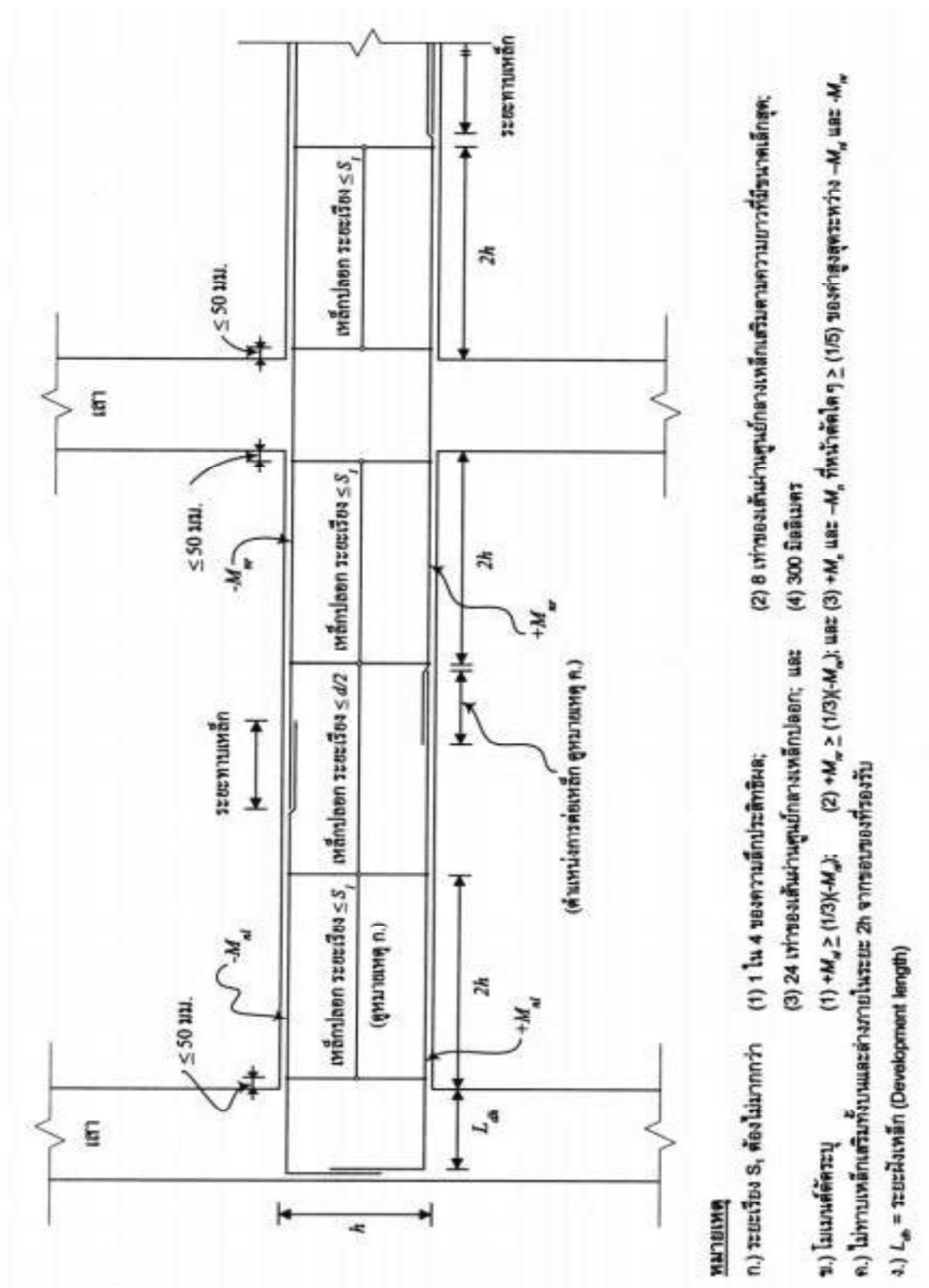
- (1) 8 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมตามยาวที่มีขนาดเล็กที่สุด
- (2) 24 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กปลอก
- (3) ครึ่งหนึ่งของมิติที่เล็กที่สุดของหน้าตัดเสา
- (4) 300 มิลลิเมตร

และเหล็กปลอกแรกจะต้องอยู่ห่างจากขอบของข้อต่อเป็นระยะไม่มากกว่า $0.5 s_0$

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



- การให้รายละเอียดพิเศษบริเวณรอยต่อระหว่าง คานและเสาเพื่อให้สามารถดำเนินการตัด ประเภทการออกแบบแผ่นดินไหวประเภท ๑.
รุนแรงคือ โครงที่มีความเหนียวสูง

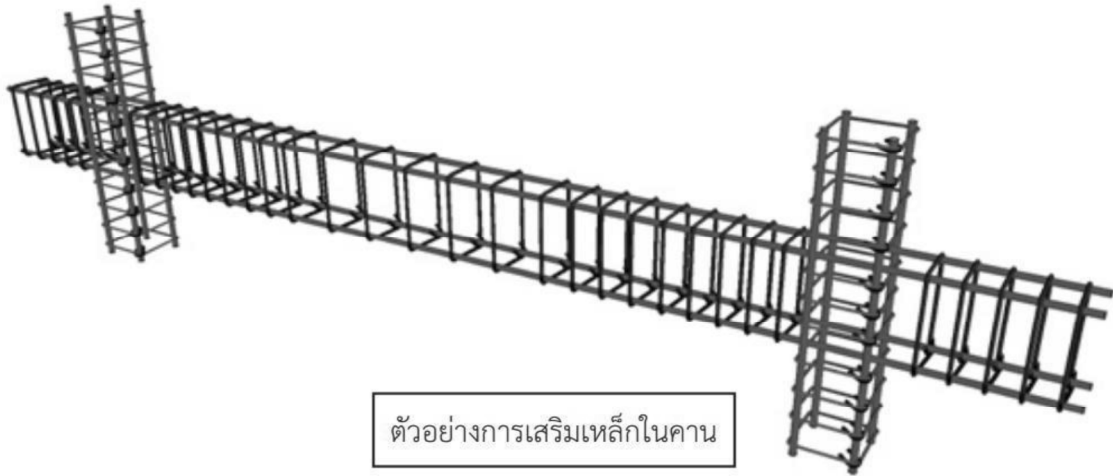


รูปที่ 4 การเสริมเหล็กในคานสำหรับโครงต้านทานการดัดเหนียวสูง

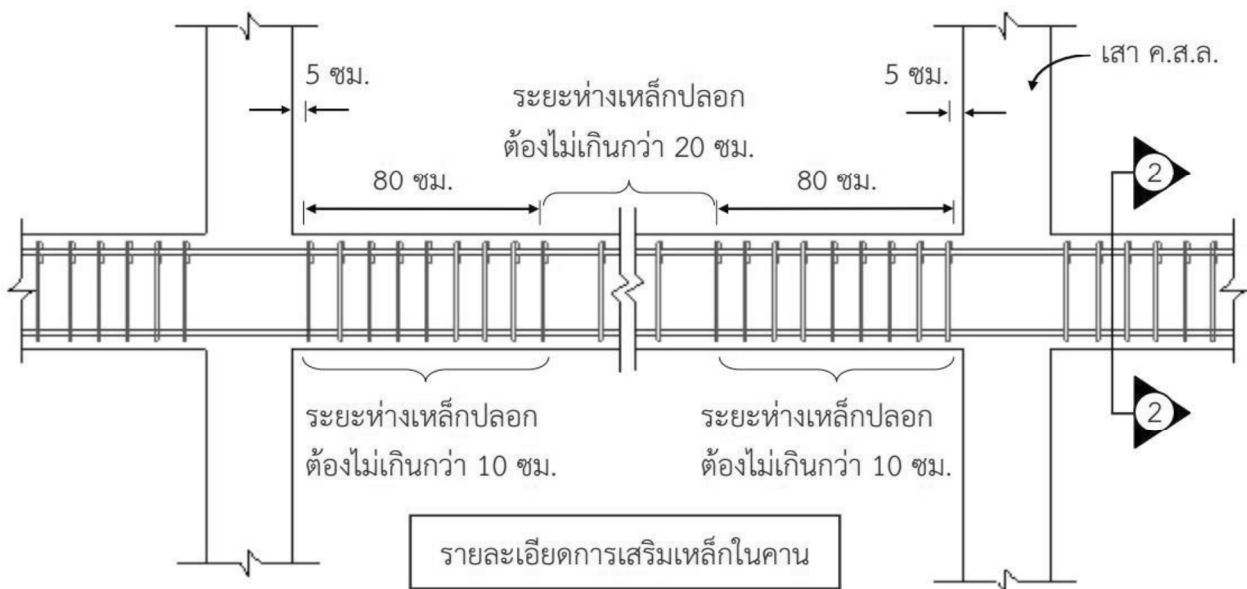
กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

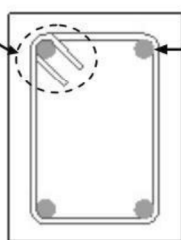
คานคอนกรีตเสริมเหล็ก



ตัวอย่างการเสริมเหล็กในคาน



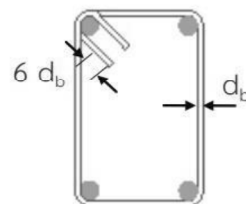
ของอเหล็กปลอก (ดูรายละเอียด ข)



เหล็กเสริมตามยาว
มีเส้นผ่านศูนย์กลาง
ไม่น้อยกว่า 12 มม.
จำนวนไม่น้อยกว่า
4 เส้น

รูปตัด ② - ②

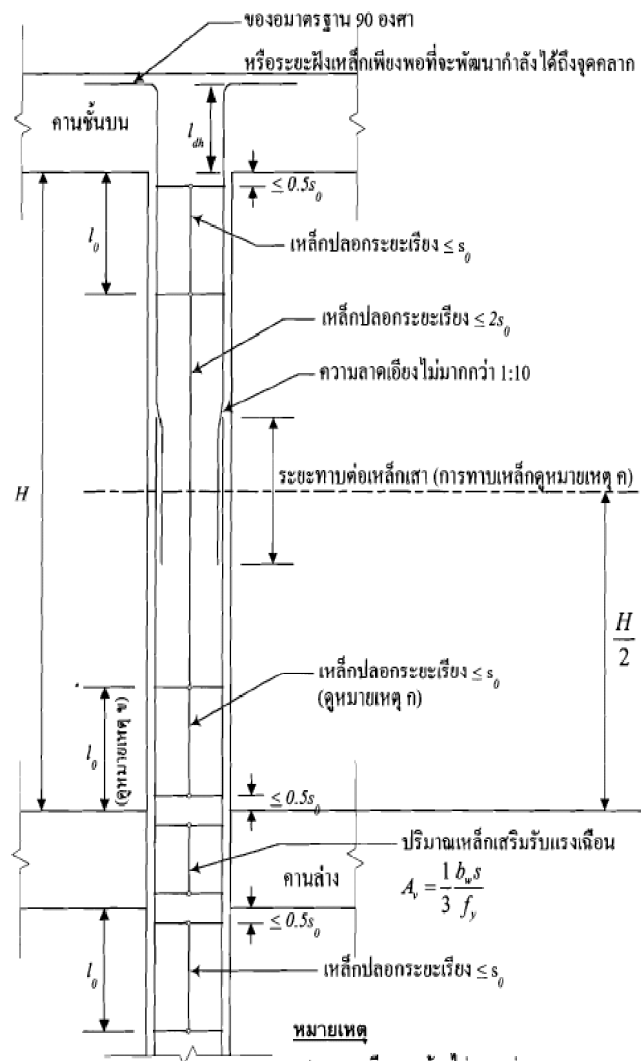
เหล็กปลอกในคาน (รายละเอียด ข)



ของอของเหล็กปลอกคานให้มีส่วนปลายยื่นไม่น้อยกว่า 6 เท่า
ของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กปลอก แต่ทั้งนี้ต้อง ไม่น้อยกว่า
5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กปลอกในคานไม่ควร
น้อยกว่า 6 มม.

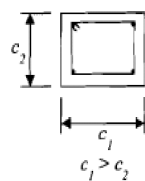
กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว



หมายเหตุ

- ก.) ระยะเรียง s_0 ต้องไม่มากกว่า
- (1) 8 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กเสริมตามยาวที่มีขนาดเล็กสุด;
 - (2) 24 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กปลอก;
 - (3) $C/2$; และ (4) 300 มิลลิเมตร
- ข.) ระยะ l_0 ต้องไม่น้อยกว่า
- (1) $H/6$; (2) c_f ; และ (3) 500 มิลลิเมตร
- ค.) การต่อเหล็กเสา ให้ต่อบริเวณช่วงกลางความสูงเสา
- ง.) l_{dh} = ระยะฝังเหล็ก (Development length)
- จ.) อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัด A_v/A_g ของเสา ต้องไม่น้อยกว่า

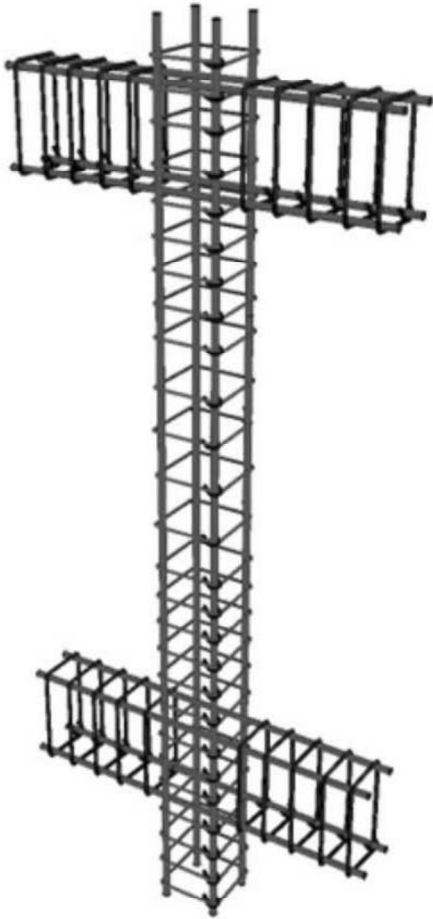


รูปที่ 5 รายละเอียดการเสริมเหล็กในเสาสำหรับโครงต้านทานการดัดเหนียวสูง

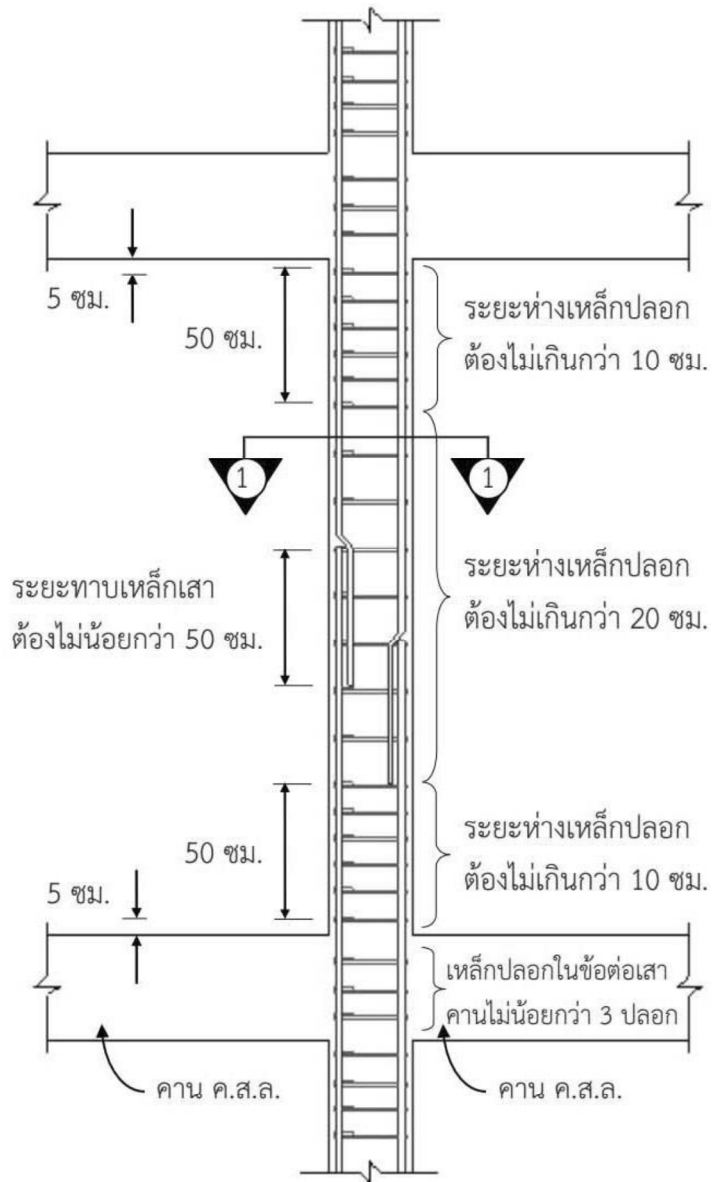
กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

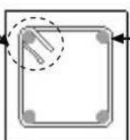


ตัวอย่างการเสริมเหล็กในเสา



รายละเอียดการเสริมเหล็กในเสา

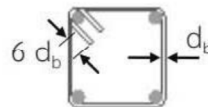
ของอเหล็กปลอก (ดูรายละเอียด ก)



เหล็กเสริมตามยาว
มีเส้นผ่านศูนย์กลาง
ไม่น้อยกว่า 12 มม.
จำนวนไม่น้อยกว่า
4 เส้น

รูปตัด ① - ①

เหล็กปลอกในเสา (รายละเอียด ก)



ของอของเหล็กปลอกเสาให้มีส่วนปลายยื่นไม่น้อยกว่า
6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กปลอก แต่ทั้งนี้
ต้องไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็ก
ปลอกในเสาไม่ควรน้อยกว่า 6 มม.

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

4.4.2 สำหรับความยาว l_0 ในข้อ 4.4.1 จะต้องไม่น้อยกว่าความยาวดังนี้

- (1) 1 ใน 6 ของความสูงจากขอบถึงขอบของเสา
- (2) มิติที่มากที่สุดของหน้าตัดเสา
- (3) 500 มิลลิเมตร

4.4.3 ในกรณีเหล็กปลอกเกลียว การเสริมเหล็กให้เป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับการเสริมเหล็กองค์อาคารรับแรงอัดในมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลังของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

4.4.4 ยกเว้นข้อต่อระหว่างเสาและคานที่ไม่ได้เป็นส่วนหลักของระบบรับแรงแผ่นดินไหวและมีการยึดโคนเสาทั้ง 4 ด้านด้วยแผ่นพื้นหรือคานที่มีความลึกเท่ากันโดยประมาณ ข้อต่อต้องมีการเสริมเหล็กปลอกเป็นปริมาณไม่น้อยกว่า

$$A_v = \frac{1}{3} \frac{b_w s}{f_y} \quad (4.4.4)$$

$$\text{(หรือไม่น้อยกว่า } A_v = 3.5 \frac{b_w s}{f_y} \text{ สำหรับหน่วยเมตริก)}$$

โดยที่เหล็กเสริมนี้จะต้องเสริมภายในเสาเป็นความลึกไม่น้อยกว่าความลึกของคานที่ลึกที่สุดที่ข้อต่อนั้น

4.4.5 ระยะเรียงของเหล็กปลอกเดี่ยวในส่วนที่นอกเหนือจากข้อ 4.4.1 จะต้องไม่มากกว่า 2 เท่าของระยะ s_0

4.4.6 พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมตามยาวของเสาต้องไม่น้อยกว่า 0.01 และไม่มากกว่า 0.06 ของพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด

4.4.7 การต่อเหล็กเสริมในเสาให้ต้องบริเวณช่วงกลางความสูงเสา

4.5 การออกแบบข้อต่อระหว่างคานและเสา

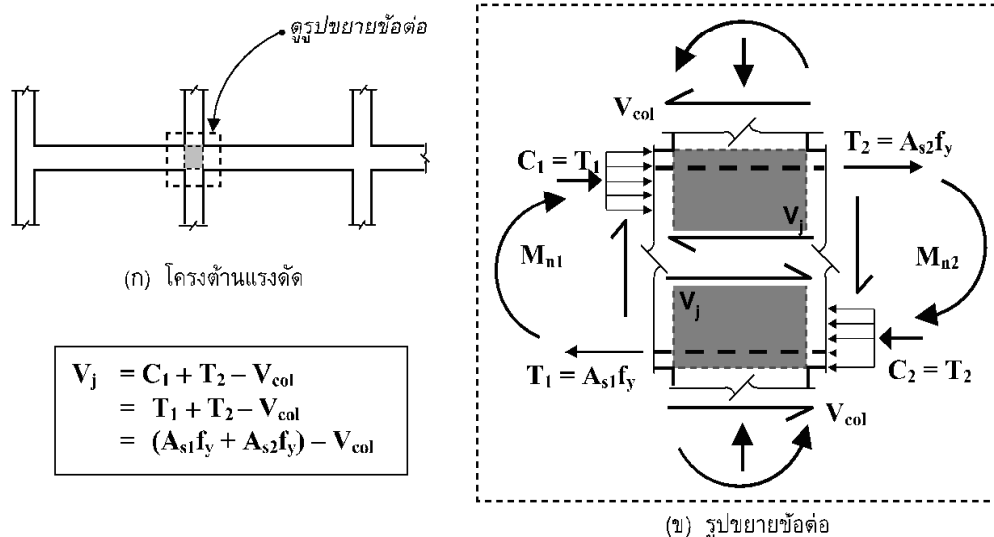
ข้อต่อระหว่างคานและเสาต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอเพื่อให้แรงภายในข้อต่อมีค่าเกินกว่ากำลังของข้อต่อ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.5.1 แรงเฉือนในแนวนอนสูงสุดที่กระทำต่อข้อต่อ (V_j) จะต้องไม่มากกว่ากำลังต้านทานแรงเฉือนออกแบบ (ϕV_n) หรือ

$$V_j \leq \phi V_n \quad (4.5.1)$$

โดยที่ตัวคูณลดกำลังของข้อต่อ (ϕ) ให้ใช้เท่ากับ 0.85

4.5.2 แรงเฉือนในแนวนอนสูงสุดที่กระทำต่อข้อต่อเป็นแรงเฉือนที่เกิดขึ้นเมื่อหน้าตัดคานที่ปลายคานทั้งสองด้านของข้อต่อมีกำลังต้านทานโมเมนต์ดัดระบุในทิศทางเดียวกันดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 การคำนวณแรงเฉือนในแนวนอนสูงสุดที่กระทำต่อข้อต่อ

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

4.5.3 กำลังต้านแรงเฉือนระบุ (V_n) ของข้อต่อมีค่าดังต่อไปนี้

- (1) ข้อต่อที่ได้รับการยึดรัดจากคานทั้ง 4 ด้าน [(รูปที่ 7 (ก))]

$$V_n = 1.7\sqrt{f_c'}A_j \quad (4.5.3-ก)$$

$$(V_n = 5.4\sqrt{f_c'}A_j \text{ ในหน่วยเมตริก})$$

- (2) ข้อต่อที่ได้รับการยึดรัดจากคาน 3 ด้าน หรือคาน 2 ด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน [(รูปที่ 7 (ข))]

$$V_n = 1.25\sqrt{f_c'}A_j \quad (4.5.3-ข)$$

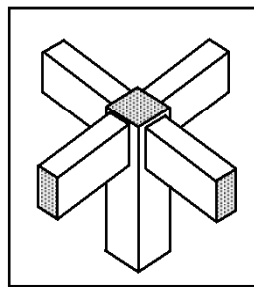
$$(V_n = 3.9\sqrt{f_c'}A_j \text{ ในหน่วยเมตริก})$$

- (3) ข้อต่ออื่นๆ [(รูปที่ 7 (ค))]

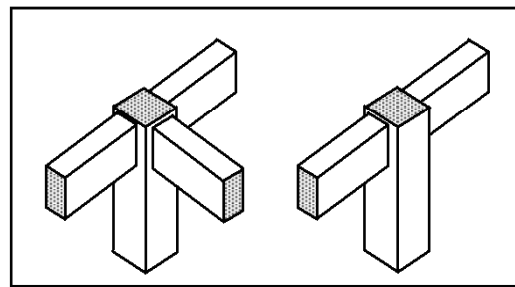
$$V_n = 1.0\sqrt{f_c'}A_j \quad (4.5.3-ค)$$

$$(V_n = 3.2\sqrt{f_c'}A_j \text{ ในหน่วยเมตริก})$$

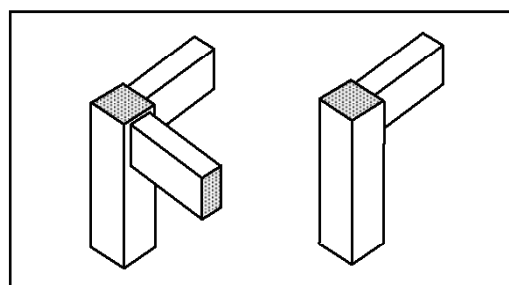
โดยที่ A_j เป็นพื้นที่ต้านแรงเฉือนในแนวอนประสิทธิผลของข้อต่อ ดังแสดงในรูปที่ 8 และจะถือว่าข้อต่อได้รับการยึดรัดจากคานก็ต่อเมื่อคานที่เข้ามามีคานนั้นมีความกว้างไม่น้อยกว่าสามในสี่ของความกว้างเสาด้านที่คานเข้ามาบรรจบ และมีความลึกไม่น้อยกว่าสามในสี่ของความลึกคานตัวที่ลึกที่สุดที่เข้ามาบรรจบกันที่ข้อต่อ



(ก) ข้อต่อที่ได้รับการยึดรัดจากคานทั้ง 4 ด้าน



(ข) ข้อต่อที่ได้รับการยึดรัดจากคาน 3 ด้าน
หรือคาน 2 ด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน

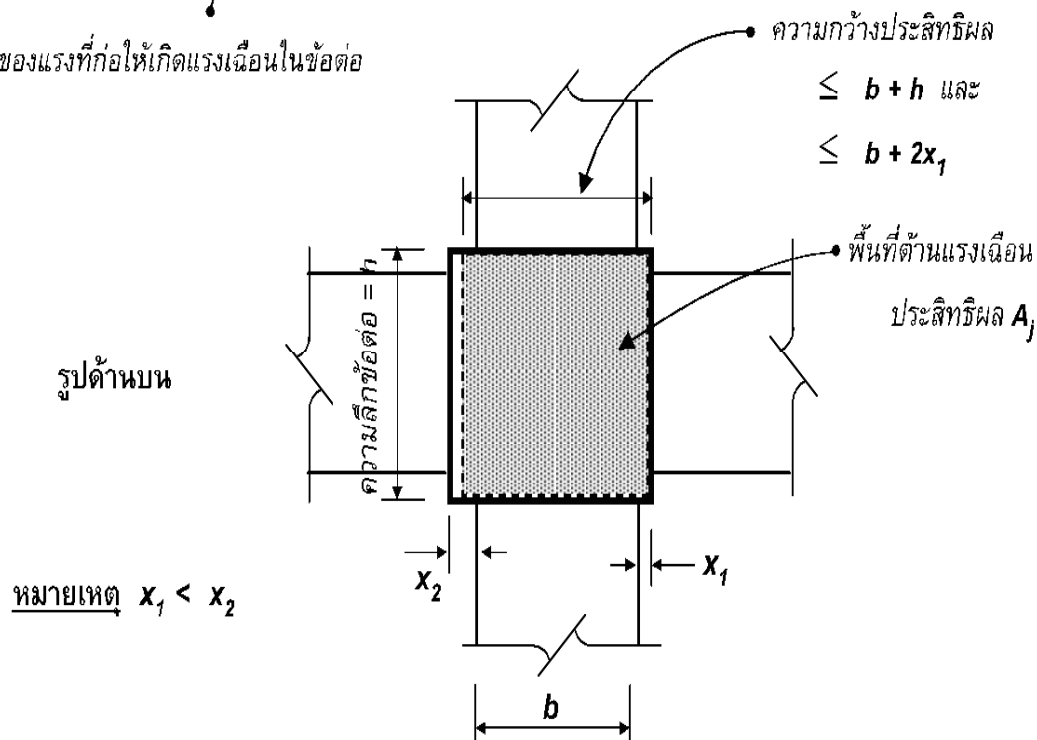
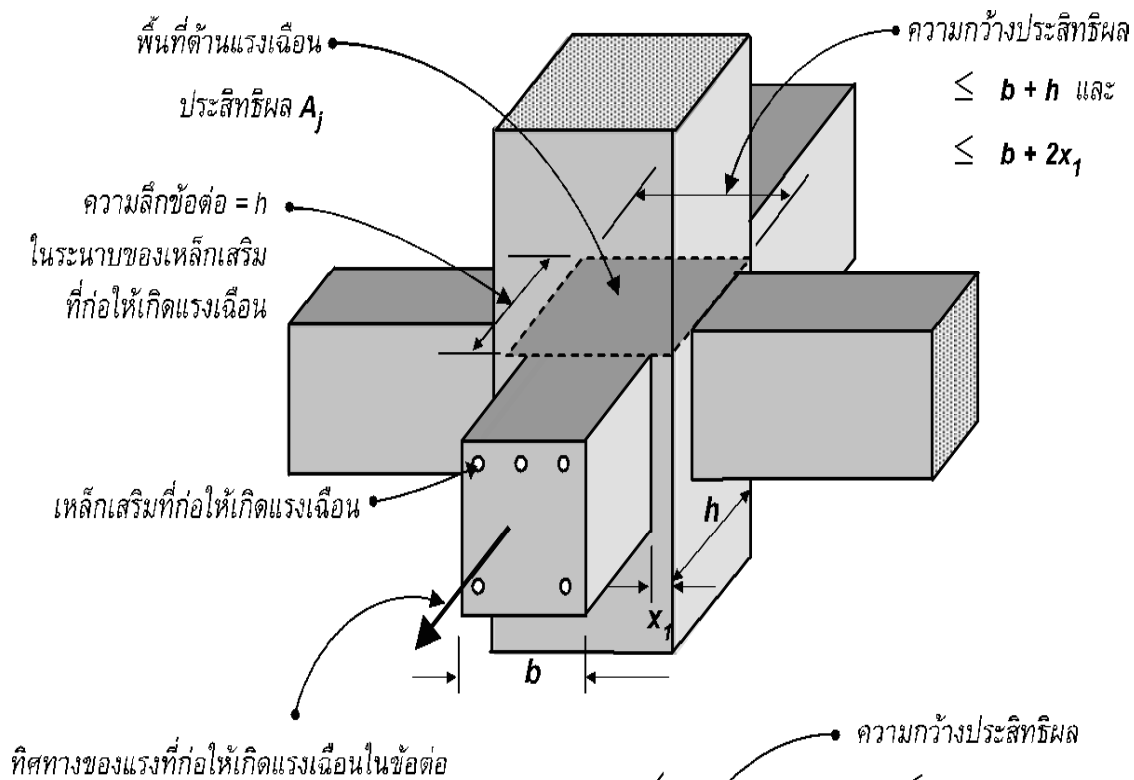


(ค) ข้อต่ออื่นๆ

รูปที่ 7 ประเภทข้อต่อต่างๆ สำหรับการคำนวณกำลังต้านแรงเฉือนระบุ (V_n)

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว



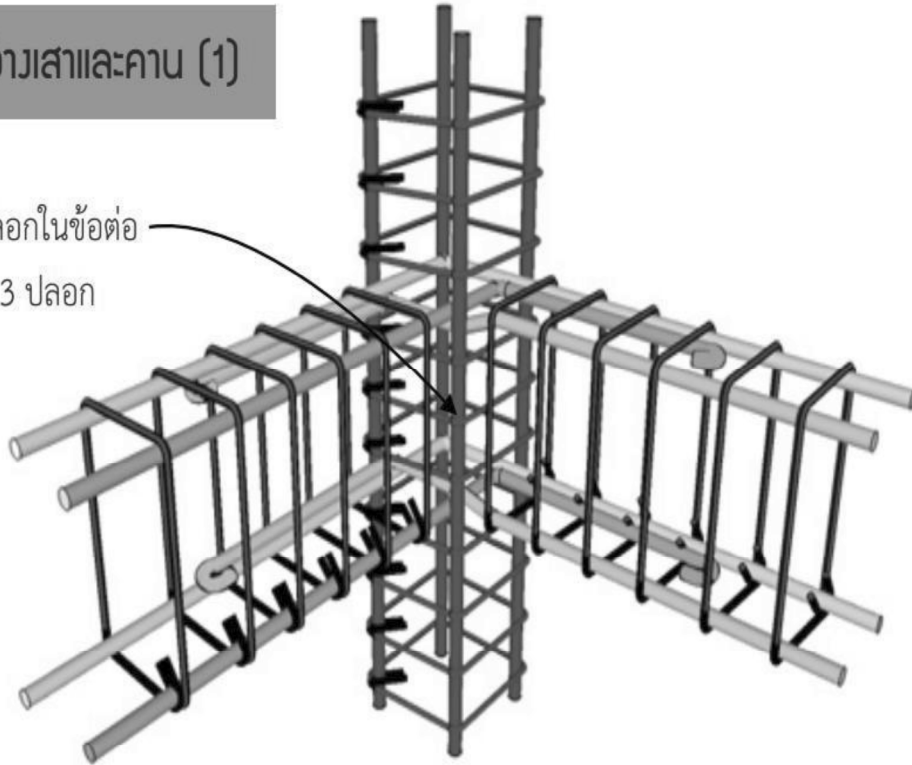
รูปที่ 8 พื้นที่ต้านแรงเฉือนประสิทธิภาพของข้อต่อระหว่างคานและเสา

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

ข้อต่อระหว่างเสาและคาน (1)

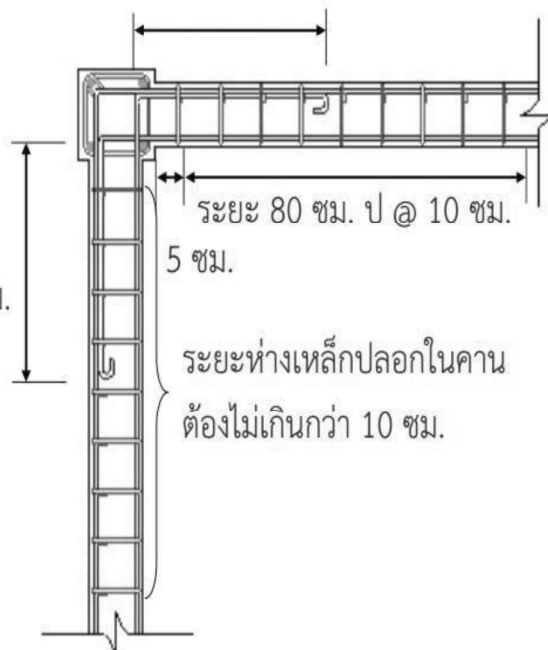
เหล็กปลอกในข้อต่อ
จำนวน 3 ปลอก



ตัวอย่างการเสริมเหล็กข้อต่อระหว่างเสาและคาน

ระยะทาบเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 40 ซม.

ระยะทาบเหล็ก
ต้องไม่น้อยกว่า 40 ซม.

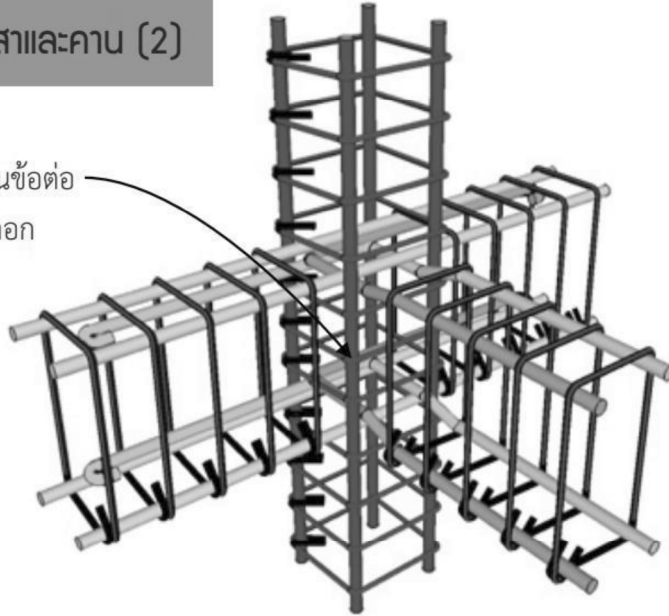


กิตติชัย บัวขาว สย.9394

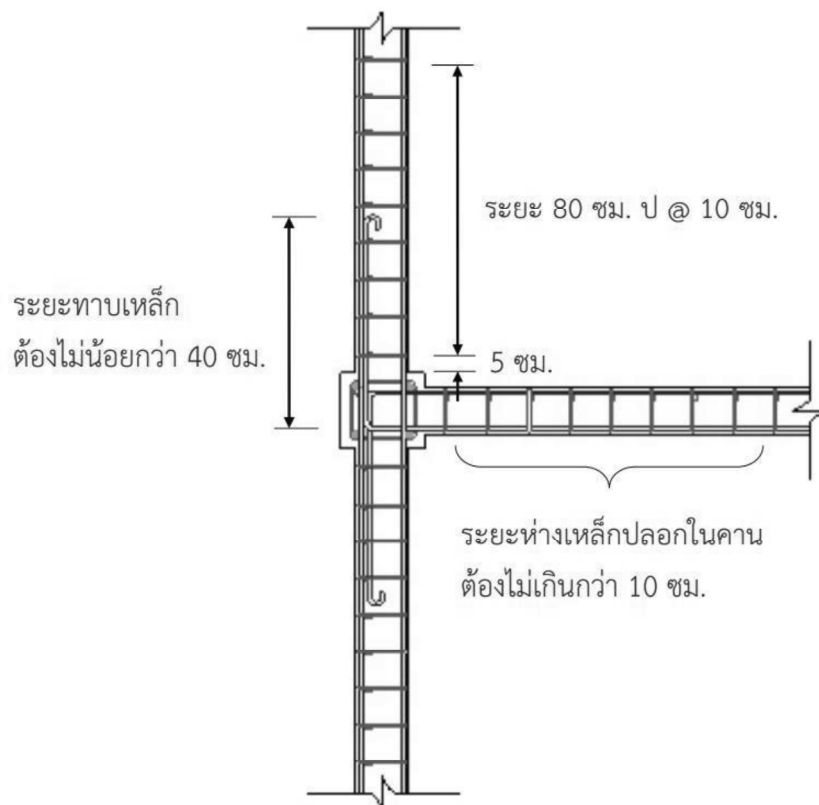
กิตติชัย บัวขาว

ข้อต่อระหว่างเสาและคาน (2)

เหล็กปลอกในข้อต่อ
จำนวน 3 ปลอก



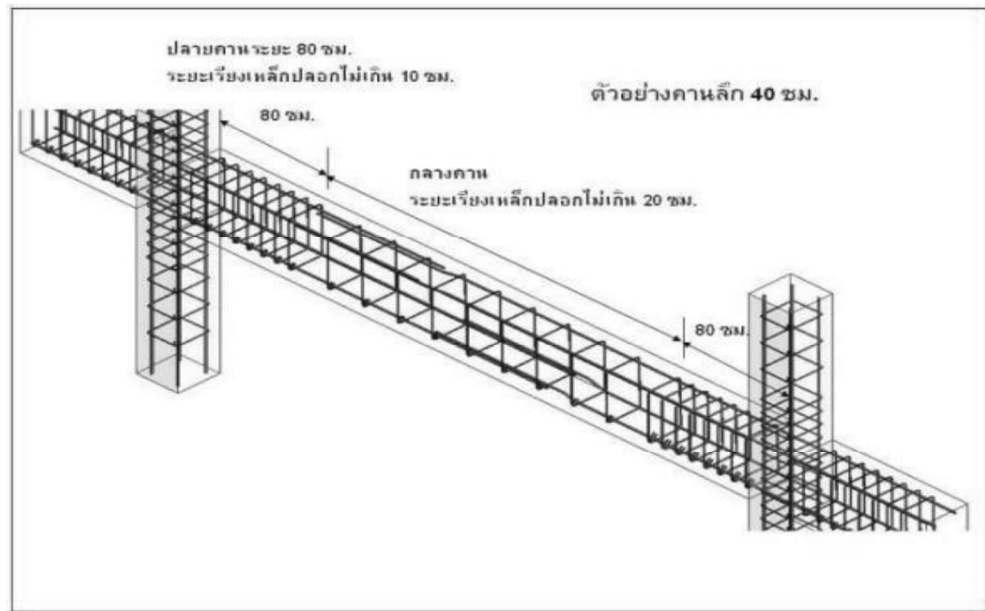
ตัวอย่างการเสริมเหล็กข้อต่อระหว่างเสาและคาน



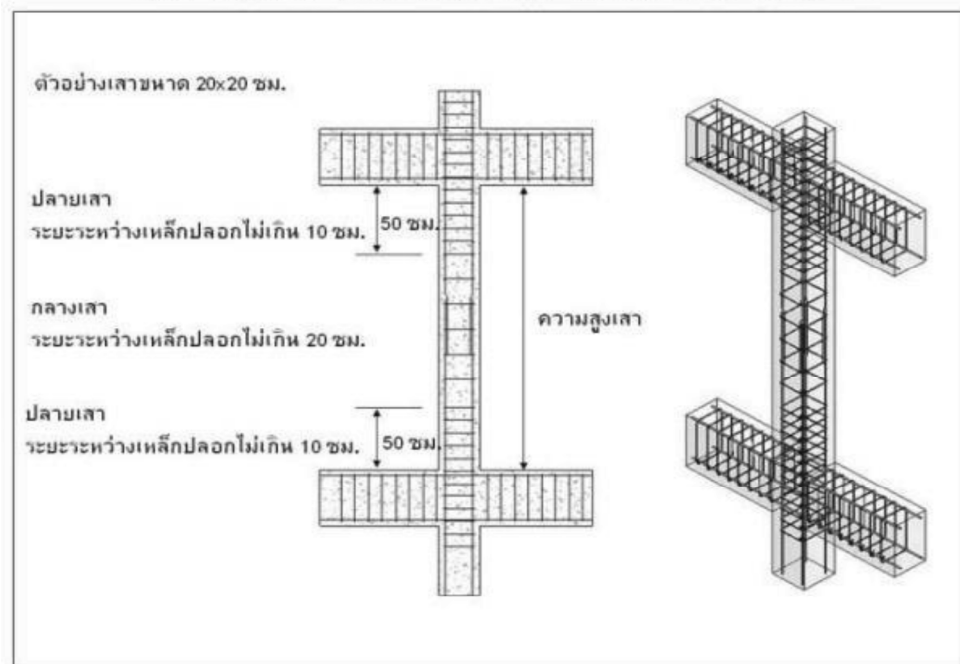
กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

แสดงแบบขยายเหล็กเสริมโครงสร้าง



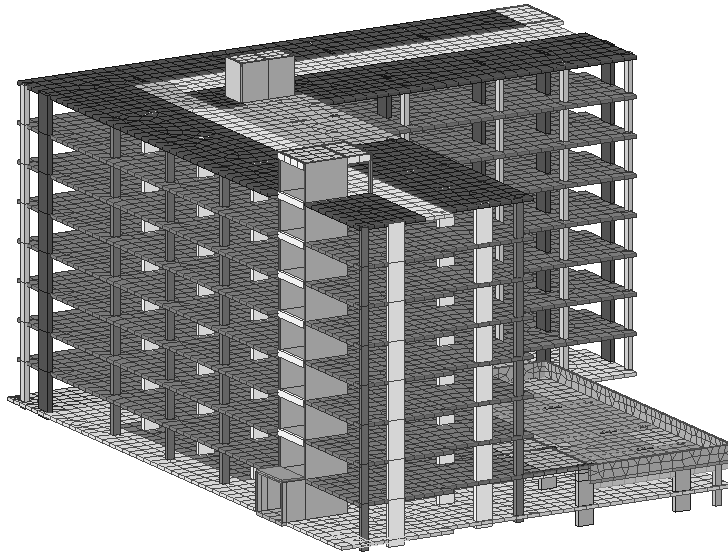
แสดงแบบขยายเหล็กเสริมโครงสร้าง



กิตติชัย บัวขาว สย.9394

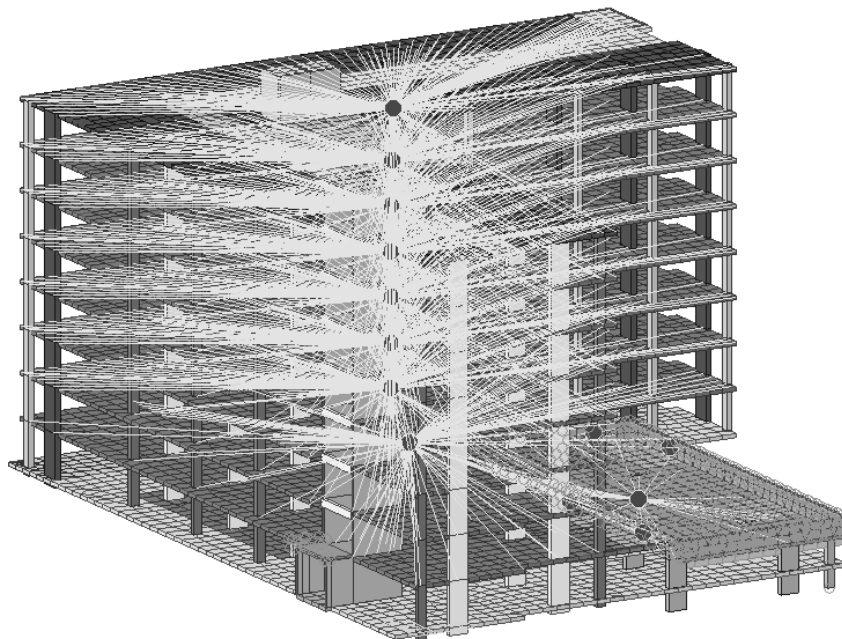
กิตติชัย บัวขาว

ขั้นตอนการวิเคราะห์ : การจำลองโครงสร้างองค์อาคารด้วยโปรแกรม Finite Element เพื่อคำนวณ โครงสร้าง



การกำหนดไดอะแกรม

การกำหนด ไดอะแกรม ของโครงสร้างจะกำหนดให้เข้าที่เสา และคานหลักเท่านั้นจะไม่นำพื้นมาพิจารณา



กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

Building A B C Seismic Load Calculation : Equivalent Static Load – For Bangkok Follow DPT 1302-61

$$T = 0.02H^{0.22} = 0.02(22.95)^{0.22} = 5.05 \text{ s} \text{ ปรับเป็น } 1.5(5.05) = 0.69 \text{ S}$$

$$S_{DS} = 0.191 ; S_{DI} = 0.199 ;$$

ตารางที่ 1.6-1 $T = 5.05 \text{ s}$; $0.167 < SDS = 0.191 < 0.33$ ประเภท ข (ปกติ)

ตารางที่ 1.6-1 $T = 5.05 \text{ s}$; $0.167 < SDS = 0.199 < 0.22$ ประเภท ค (ปานกลาง เลือกโครงสร้างแบบ Intermediate RC)

ตรวจสอบอาคารออกแบบเป็นประเภท ค

Response Modification Factor : $R = 5$

System Overstrenght Factor : $\Omega = 2.5$

Deflection Amplification Factor: $C_d = 4.5$

Importance Factor (I) มาก 1.25

$$\text{Scale Factor} = I/R = 1.25/5 = 0.25$$

$$C_s = S_a(I/R) = 0.196 \times (1.25/5) = 0.049 \text{ มากกว่า } 0.01 \text{ g OK}$$

การตรวจสอบ Story Drift

ค่าการเคลื่อนตัวสัมพันธ์ ระหว่างชั้นที่ยอมให้ $0.015 \text{ h}_{sx} = 0.015 \times 2.85 = 42 \text{ mm}$.

ตารางการเคลื่อนตัวแกน X

Load Case	Story	Story Height (mm)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Cur rent)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, Cd=4.5, Ie=1.25, Scale Factor=0.25, Allowable Ratio=0.015 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
EQxP	F9	2850.00	1.00	0.0150	4235	3.4313	3.0881	0.0011	OK	3.3699	3.0329	1.0182	0.0011	OK
EQxP	F8	2850.00	1.00	0.0150	4225	3.4297	3.0868	0.0011	OK	3.4293	3.0864	1.0001	0.0011	OK
EQxP	F7	2850.00	1.00	0.0150	4178	3.5967	3.2370	0.0011	OK	3.5952	3.2357	1.0004	0.0011	OK
EQxP	F6	2850.00	1.00	0.0150	4131	3.6794	3.3114	0.0012	OK	3.6793	3.3114	1.0000	0.0012	OK
EQxP	F5	2850.00	1.00	0.0150	450	3.6342	3.2708	0.0011	OK	3.6324	3.2692	1.0005	0.0011	OK
EQxP	F4	2850.00	1.00	0.0150	342	3.4051	3.0646	0.0011	OK	3.3851	3.0466	1.0059	0.0011	OK
EQxP	F3	2850.00	1.00	0.0150	39	2.9336	2.6402	0.0009	OK	2.8589	2.5730	1.0261	0.0009	OK
EQxP	49F	2800.00	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	2.6989	2.4291	1.0000	0.0009	OK
EQxP	F2	50.00	1.00	0.0150	11791	0.0599	0.0540	0.0011	OK	-0.7792	-0.7013	1.0769	-0.0140	OK
EQxP	47F	299.87	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.7792	0.7013	1.0000	0.0023	OK
EQxP	46F	15.37	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	45F	7.90	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	44F	43.53	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	-0.4947	-0.4452	1.0000	-0.0102	OK
EQxP	43F	49.60	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.4947	0.4452	1.0000	0.0090	OK
EQxP	42F	16.05	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	41F	22.03	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	40F	10.77	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	39F	11.13	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	38F	0.92	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	37F	2.40	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	36F	1.22	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	35F	1.39	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	34F	1.24	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	33F	4.34	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	32F	2.97	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	31F	1.49	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	30F	1.81	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	29F	2.82	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	28F	1.83	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	27F	1.98	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	26F	6.26	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK

ตารางการเคลื่อนตัวแกน Y

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

Load Case	Story	Story Height (mm)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Cur rent)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, Cd=4.5, Ie=1.25, Scale Factor=0.25, Allowable Ratio=0.015														
Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
EQxP	F9	2850.00	-0.00	0.0150	4232	-0.0219	0.0000	0.0000	OK	-0.0105	0.0000	2.0873	0.0000	OK
EQxP	F8	2850.00	-0.00	0.0150	4225	-0.0204	0.0000	0.0000	OK	-0.0197	0.0000	1.0332	0.0000	OK
EQxP	F7	2850.00	-0.00	0.0150	4178	-0.0206	0.0000	0.0000	OK	-0.0185	0.0000	1.1128	0.0000	OK
EQxP	F6	2850.00	-0.00	0.0150	4131	-0.0173	0.0000	0.0000	OK	-0.0173	0.0000	1.0020	0.0000	OK
EQxP	F5	2850.00	-0.00	0.0150	528	-0.0158	0.0000	0.0000	OK	-0.0147	0.0000	1.0690	0.0000	OK
EQxP	F4	2850.00	-0.00	0.0150	420	-0.0286	0.0000	0.0000	OK	-0.0173	0.0000	1.6505	0.0000	OK
EQxP	F3	2850.00	-0.00	0.0150	143	-0.0750	0.0000	0.0000	OK	-0.0328	0.0000	2.2873	0.0000	OK
EQxP	49F	2800.00	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0392	0.0353	1.0000	0.0000	OK
EQxP	F2	50.00	-0.00	0.0150	11791	0.0295	0.0000	0.0000	OK	-0.0638	0.0000	1.4615	0.0000	OK
EQxP	47F	299.87	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0638	0.0575	1.0000	0.0002	OK
EQxP	46F	15.37	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	45F	7.90	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	44F	43.53	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0663	0.0597	1.0000	0.0014	OK
EQxP	43F	49.60	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	-0.0663	-0.0597	1.0000	-0.0012	OK
EQxP	42F	16.05	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	41F	22.03	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	40F	10.77	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	39F	11.13	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	38F	0.92	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	37F	2.40	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	36F	1.22	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	35F	1.39	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	34F	1.24	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	33F	4.34	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	32F	2.97	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	31F	1.49	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	30F	1.81	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	29F	2.82	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	28F	1.83	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	27F	1.98	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
EQxP	26F	6.26	1.00	0.0150	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK

การตรวจสอบ Story Displacement

แกน X : 27 mm < ระยะโยกไหวที่ขอมให้ = $L / 500 = 22.95 / 500 = 60$ mm)

Load Case	Node	Story	Level (mm)	Story Height (mm)	Maximum Displacement (mm)	Average Displacement (mm)	Maximum / Average
EQxP	4402	Roof	25700.00	0.00	26.7096	26.6505	1.0022
EQxP	4246	F9	22850.00	2850.00	23.2810	23.2788	1.0001
EQxP	4229	F8	20000.00	2850.00	19.8523	19.8495	1.0001
EQxP	4182	F7	17150.00	2850.00	16.2595	16.2543	1.0003
EQxP	4135	F6	14300.00	2850.00	12.5802	12.5749	1.0004
EQxP	1140	F5	11450.00	2850.00	8.9460	8.9425	1.0004
EQxP	15624	F4	8600.00	2850.00	5.5673	5.5574	1.0018
EQxP	726	F3	5750.00	2850.00	2.7530	2.6973	1.0206
EQxP	11618	49F	2950.00	2800.00	0.6741	0.6734	1.0012
EQxP	11811	F2	2900.00	50.00	0.8522	0.7280	1.1706
EQxP	21738	47F	2600.13	299.87	0.6219	0.6219	1.0000
EQxP	21736	46F	2584.76	15.37	0.6216	0.6216	1.0000
EQxP	21702	45F	2576.87	7.90	0.4068	0.4068	1.0000
EQxP	21748	44F	2533.33	43.53	0.6257	0.4947	1.2649
EQxP	21710	43F	2483.74	49.60	0.5667	0.5667	1.0000
EQxP	21709	42F	2467.69	16.05	0.3626	0.3626	1.0000
EQxP	21911	41F	2445.65	22.03	0.2392	0.2392	1.0000
EQxP	21720	40F	2434.88	10.77	0.3686	0.3686	1.0000
EQxP	21904	39F	2423.75	11.13	0.2389	0.2389	1.0000
EQxP	21699	38F	2422.83	0.92	0.3137	0.3137	1.0000
EQxP	21689	37F	2420.43	2.40	0.3804	0.3804	1.0000
EQxP	21722	36F	2419.21	1.22	0.4333	0.3395	1.2765
EQxP	21715	35F	2417.82	1.39	0.4826	0.3724	1.2957
EQxP	21902	34F	2416.58	1.24	0.3259	0.3013	1.0817
EQxP	21903	33F	2412.24	4.34	0.2842	0.2842	1.0000
EQxP	21706	32F	2409.27	2.97	0.4619	0.3598	1.2836
EQxP	21706	31F	2407.78	1.49	0.4619	0.4055	1.1389
EQxP	21707	30F	2405.97	1.81	0.3746	0.3559	1.0523
EQxP	21688	29F	2403.15	2.82	0.3036	0.2906	1.0450
EQxP	21698	28F	2401.32	1.83	0.3233	0.3048	1.0605
EQxP	21724	27F	2399.33	1.98	0.3306	0.3306	1.0000
EQxP	21723	26F	2393.08	6.26	0.5766	0.5766	1.0000
EQxP	21907	25F	2387.41	5.67	0.2718	0.2718	1.0000
EQxP	21701	24F	2386.43	0.97	0.3886	0.3144	1.2362

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

แกน Y : 32 mm < ระยะ โขงไหวที่ยอมให้ = $L / 500 = 22.95 / 500 = 60 \text{ mm}$)

Load Case	Node	Story	Level (mm)	Story Height (mm)	Maximum Displacement (mm)	Average Displacement (mm)	Maximum / Average
EQyP	21747	4F	2166.67	63.98	1.0223	0.9675	1.0567
EQyP	21094	3F	1800.00	366.67	1.0267	0.9556	1.0744
EQyP	237	F1	0.00	1800.00	0.0847	0.0259	3.2743
EQyP	0	1F	-1450.00	1450.00	0.0000	0.0000	0.0000
EQyN	4398	Roof	25700.00	0.00	32.6596	31.0379	1.0522
EQyN	4272	F9	22850.00	2850.00	28.5882	28.5853	1.0001
EQyN	12471	F8	20000.00	2850.00	24.4822	24.4695	1.0005
EQyN	13353	F7	17150.00	2850.00	20.1470	20.1368	1.0005
EQyN	14235	F6	14300.00	2850.00	15.6827	15.6744	1.0005
EQyN	14786	F5	11450.00	2850.00	11.2464	11.2381	1.0007
EQyN	15668	F4	8600.00	2850.00	7.0975	7.0832	1.0020
EQyN	143	F3	5750.00	2850.00	3.5947	3.5608	1.0095
EQyN	11618	49F	2950.00	2800.00	1.1501	1.1450	1.0045
EQyN	21889	F2	2900.00	50.00	1.1663	1.0865	1.0735
EQyN	21738	47F	2600.13	299.87	1.0125	1.0125	1.0000
EQyN	21736	46F	2584.76	15.37	0.9749	0.9749	1.0000
EQyN	21702	45F	2576.87	7.90	0.9168	0.9168	1.0000
EQyN	21748	44F	2533.33	43.53	1.0573	0.9926	1.0651
EQyN	21710	43F	2483.74	49.60	0.9229	0.9229	1.0000
EQyN	21709	42F	2467.69	16.05	0.9137	0.9137	1.0000
EQyN	21911	41F	2445.65	22.03	1.0601	1.0601	1.0000
EQyN	21720	40F	2434.88	10.77	0.9140	0.9140	1.0000
EQyN	21904	39F	2423.75	11.13	1.0382	1.0382	1.0000
EQyN	21699	38F	2422.83	0.92	0.9074	0.9074	1.0000
EQyN	21689	37F	2420.43	2.40	0.9148	0.9148	1.0000
EQyN	21914	36F	2419.21	1.22	1.0289	0.9733	1.0551
EQyN	21722	35F	2417.82	1.39	0.9196	0.9114	1.0090
EQyN	21912	34F	2416.58	1.24	1.0241	0.9637	1.0626
EQyN	21903	33F	2412.24	4.34	1.0215	1.0215	1.0000
EQyN	21909	32F	2409.27	2.97	1.0200	0.9695	1.0522
EQyN	21706	31F	2407.78	1.49	0.9189	0.9169	1.0022
EQyN	21707	30F	2405.97	1.81	0.9145	0.9142	1.0004
EQyN	21688	29F	2403.15	2.82	0.9057	0.9038	1.0021
EQyN	21698	28F	2401.32	1.83	0.9110	0.9066	1.0048
EQyN	21724	27F	2399.33	1.98	0.9128	0.9128	1.0000

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

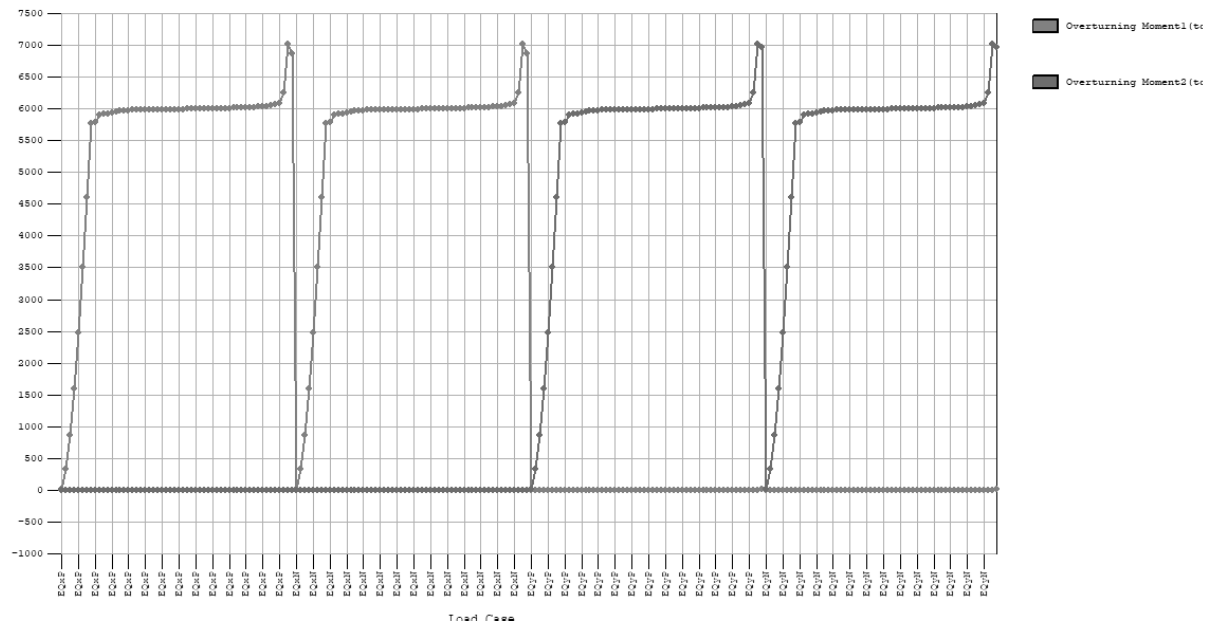
OVERTURNING STABILITY CHECK

ผลรวมน้ำหนักสุทธิ 9,863 Tons

Moment action :

$M_x = 7,013 \text{ ton.m}$

$M_y = 7,013 \text{ ton.m}$



8. อัตราส่วนความปลอดภัย S.F.

$$S.F. = M_{\text{Reaction}} / M_{\text{action}}$$

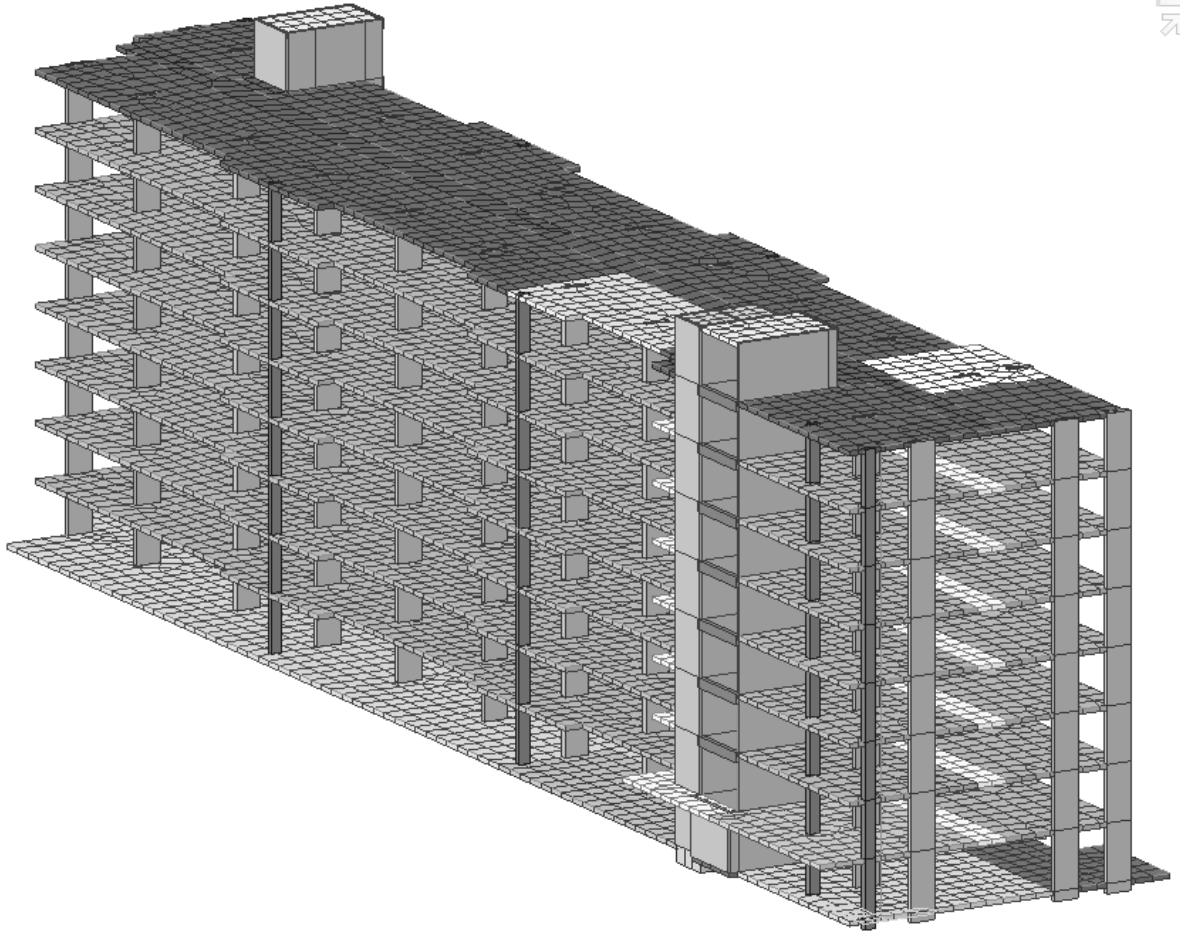
$$R_y = (9,863 * 18) / 7,013 = 25.31 > 1.5 \text{ ok.}$$

$$R_x = (9,863 * 6) / 7,013 = 8 > 1.5 \text{ ok.}$$

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

รายการคำนวณแผ่นดินไหว



ONEDER KASET (วันเดอร์ เกษตร)

อาคาร C

โดย

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

อ้างอิงข้อกำหนด :

- 1) กฎกระทรวง กำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคารและพื้นดินที่รองรับอาคารใน
- 2) กฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2527) พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522
- 3) ขอบัญญัติของกรุงเทพมหานคร เรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ.2544
- 4) มาตรฐานการประกอบการออกแบบอาคารเพื่อดำเนินงานการสันสะเทือนของแผ่นดินไหว มยผ. มยผ. 1301/1302-61
- 5) มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อดำเนินงานการสันสะเทือนของแผ่นดินไหว มยผ. มยผ. 1301/1302-61
- 6) มาตรฐานการคำนวณแรงลม มยผ. 1311-50
- 7) มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีกำลัง วสท. 1008-38
- 8) ACI 318-11
- 9) ACI 318-89

มาตรฐานคอนกรีต :

- | | |
|---|----------|
| 1) โครงสร้าง คาน เสา ผนังสำเร็จรูป (Precast) | 350 ksc. |
| 2) โครงสร้าง หล่อในที่ พื้น คาน เสา ฐานราก และอื่นๆ | 280 ksc. |

มาตรฐานเหล็กเสริม :

- | | | |
|--------------------|-------|------------|
| 1) DB12-DB28 | Grade | SD40 |
| 2) DB32 | Grade | SD50 |
| 3) RB6-RB9 | Grade | SR24 |
| 4) Wire mesh | Grade | 5500 ksc. |
| 5) Pre-Stress Wire | Grade | 17000 ksc. |

น้ำหนักบรรทุกคงที่ :

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1) คอนกรีตเสริมเหล็ก | 2400 kg/m^3 |
| 2) เหล็ก | 7850 kg/m^3 |
| 3) น้ำ | 1000 kg/m^3 |
| 4) ดิน | 1800 kg/m^3 |

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



น้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในการออกแบบ : ** น้ำหนักบรรทุกของอาคารแต่ละประเภทตามกฎหมายกระทรวงมหาดไทย ฉบับที่ 6 พ.ศ. 2527 (หรือข้อบัญญัติ กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2544)

ประเภทและส่วนต่างๆ ของอาคาร	หน่วยน้ำหนักบรรทุกเป็น กิโลกรัมต่อตารางเมตร
(1) หลังคา	30
(2) กันสาดหรือหลังคาคอนกรีต	100
(3) ที่พักอาศัย โรงเรียนอนุบาล ห้องน้ำ ห้องส้วม	150
(4) ห้องแถว ตึกแถวที่ใช้พักอาศัย อาคารชุด หอพัก โรงแรมและห้องคนใช้พิเศษของ โรงพยาบาล	200
(5) สำนักงาน ธนาคาร	250
(6) (ก) อาคารพาณิชย์ ส่วนของห้องแถว ตึกแถวที่ใช้เพื่อการพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน โรงพยาบาล	300
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคารชุด หอพัก โรงแรม สำนักงานและธนาคาร	300
(7) (ก) ตลาด อาคารสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร ห้องประชุม ห้องอ่าน หนังสือในห้องสมุดหรือหอสมุด ที่จอดรถเก็บรถยนต์นั่ง หรือรถจักรยานยนต์	400
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคาร พาณิชยกรรม มหาวิทยาลัย วิทยาลัยและ โรงเรียน	400
(8) (ก) คลังสินค้า โรงกีฬา พิพิธภัณฑ์ อัฒจันทร์ โรงงานอุตสาหกรรม โรงพิมพ์ ห้องเก็บ เอกสารและพัสดุ	500
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของตลาด อาคารสรรพสินค้า ห้องประชุม หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร ห้องสมุดและหอสมุด	500
(9) ห้องเก็บหนังสือของห้องสมุดหรือหอสมุด	600
(10) ที่จอดรถหรือเก็บรถยนต์บรรทุกเปล่า	800

ความสูงของอาคารหรือส่วนของอาคาร	หน่วยแรงลมอย่างน้อย กิโลปาสกาล (กิโลกรัมแรงต่อตารางเมตร)
(1) ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	0.5 (50)
(2) ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	0.8 (80)
(3) ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	1.2 (120)
(4) ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 40 เมตร	1.6 (160)

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



การลดหน่วยน้ำหนักบรรทุกจรบนพื้น

การรับน้ำหนักของพื้น	อัตราลดหน่วยน้ำหนักบรรทุกจรบนพื้นแต่ละชั้น เป็นร้อยละ
(1) หลังคาหรือดาดฟ้า	0
(2) ชั้นที่หนึ่งถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	0
(3) ชั้นที่สองถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	0
(4) ชั้นที่สามถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	10
(5) ชั้นที่สี่ถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	20
(6) ชั้นที่ห้าถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	30
(7) ชั้นที่หกถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	40
(8) ชั้นที่เจ็ดถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้าและชั้นต่อไป	50

น้ำหนักบรรทุกประลัย

ในการคำนวณส่วนต่างๆ ของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กตามทฤษฎีกำลังประลัย มาตรฐาน ว.ส.ท. และ ACI กำหนดให้ใช้ น้ำหนักบรรทุกประลัย ดังต่อไปนี้

- 1) $U = 1.4DL + 1.7LL$
- 2) $U = 0.75(1.4DL + 1.7LL + 1.7W)$
- 3) $U = 0.9DL + 1.3W$
- 4) $U = 0.75(1.4DL + 1.7LL + 1.7(1.1E))$

โดยที่ U = น้ำหนักบรรทุกประลัย

DL = น้ำหนักบรรทุกคงที่ของอาคาร

LL = น้ำหนักบรรทุกจร

W = แรงลม

E = แรงเนื่องจากแผ่นดินไหว

แรงเฉือนที่ฐานอาคาร

แรงเฉือนที่ฐานอาคาร (Seismic Base Shear, V) จะต้องคำนวณจาก (3.2-1)

$$V = C_s W$$

โดยที่ C_s คือ สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว

W คือ น้ำหนักโครงสร้างประสิทธิผลของอาคาร ตามที่กำหนดในข้อที่ 2.8.2

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว

สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_s) จะต้องคำนวณจาก

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



$$C_s = S_a \left(\frac{I}{R} \right)$$

โดยที่ S_a คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ S_a ที่คาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร (T)

R คือ ตัวประกอบปรับผลตอบสนอง

I คือ ตัวประกอบความสำคัญของอาคาร

และ C_s จะต้องไม่น้อยกว่า 0.01

แรงเฉือนที่ฐานอาคาร

แรงเฉือนที่ฐานอาคาร (Seismic Base Shear, V) จะต้องคำนวณจาก (3.2-1)

$$V = C_s W$$

โดยที่ C_s คือ สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว

W คือ น้ำหนักโครงสร้างประสิทธิผลของอาคาร ตามที่กำหนดในข้อที่ 2.8.2

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว

สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_s) จะต้องคำนวณจาก

$$C_s = S_a \left(\frac{I}{R} \right)$$

โดยที่ S_a คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ S_a ที่คาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร (T)

R คือ ตัวประกอบปรับผลตอบสนอง

I คือ ตัวประกอบความสำคัญของอาคาร

และ C_s จะต้องไม่น้อยกว่า 0.01

$$I = 1.25$$

$$R = 5$$

$$\Omega = 2.5$$

$$Cd = 4.5$$

Model Combination: CQC method

Directional Combination: SRSS

การคำนวณค่าคาบการสั่นพื้นฐาน

ค่าคาบการสั่นพื้นฐาน (Fundamental Period, T) ในทิศทางแกนหลักของอาคาร สามารถคำนวณได้โดยวิธีดังต่อไปนี้

วิธี ก

คาบการสั่นพื้นฐาน (หน่วยเป็นวินาที) สามารถคำนวณจากสูตรการประมาณค่าดังนี้

$$\text{อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก} \quad T = 0.02H$$

$$\text{อาคารโครงสร้างเหล็ก} \quad T = 0.03H$$

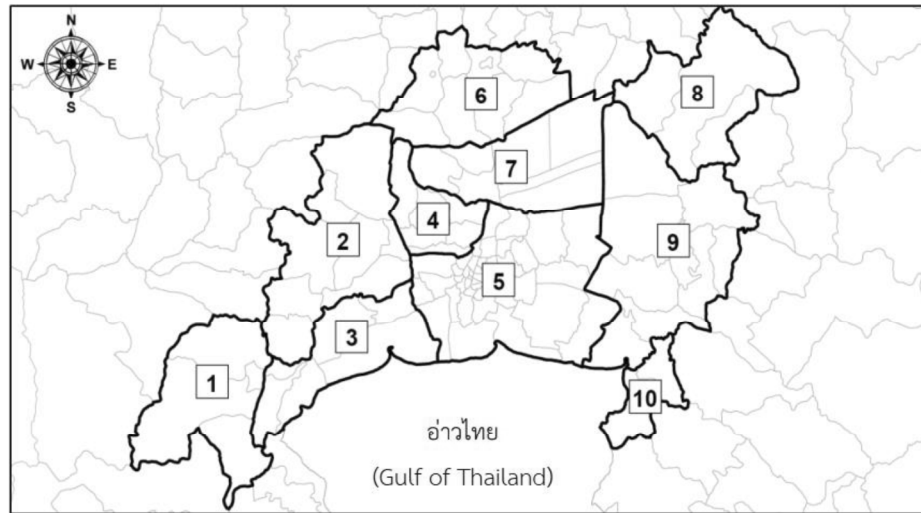
โดยที่ H คือความสูงของอาคารวัดจากพื้นดิน มีหน่วยเป็นเมตร

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



พื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ

พื้นที่ในแอ่งกรุงเทพครอบคลุมกรุงเทพมหานครและจังหวัด ปริมณฑล หลายจังหวัด พื้นที่นี้ได้ถูกแบ่งย่อยเป็นๆ โซนดังรูปที่14-5 ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ ในพื้นที่ 5 โซนนี้ขึ้นกับวิธีการออกแบบ ดังนี้



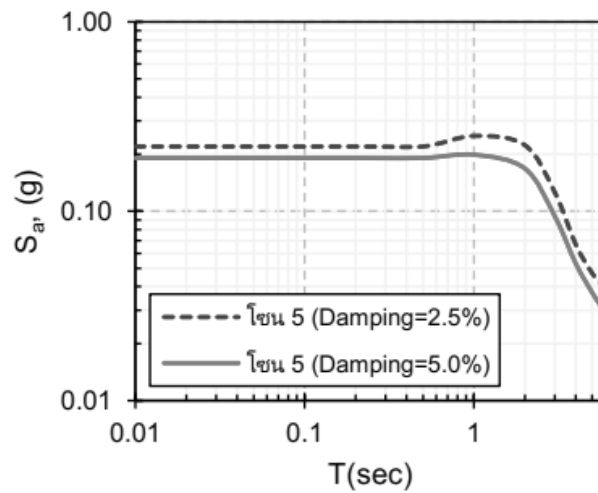
แผนที่แสดงการแบ่งโซนพื้นที่แอ่งกรุงเทพฯ เพื่อการออกแบบ อาคารด้านทานแผ่นดินไหว

โซน 1 จังหวัดเพชรบุรี - อ.เขาชัย จังหวัดราชบุรี - อ.ปากท่อ - อ.วัดเพลง - อ.เมืองราชบุรี	โซน 3 จังหวัดสมุทรสาคร (ทั้งจังหวัด) จังหวัดสมุทรสงคราม (ทั้งจังหวัด) โซน 4 จังหวัดนนทบุรี (ทั้งจังหวัด)	โซน 6 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา - อ.ลาดบัวหลวง - อ.บางไทร - อ.บางปะอิน - อ.วังน้อย - อ.เสนา - อ.อุทัย - อ.ท่าเรือ - อ.บางบาล - อ.เมืองพระนครศรีอยุธยา	โซน 9 จังหวัดนครนายก - อ.องครักษ์ จังหวัดปราจีนบุรี - อ.บ้านสร้าง จังหวัดฉะเชิงเทรา - อ.บางน้ำเปรี้ยว - อ.บางคล้า - อ.ราชสาส์น - อ.คลองเขื่อน - อ.บ้านโพธิ์ - อ.บางปะกง - อ.เมืองฉะเชิงเทรา
โซน 2 จังหวัดราชบุรี - อ.ดำเนินสะดวก - อ.บางแพ จังหวัดนครปฐม - อ.สามพราน - อ.พุทธมณฑล - อ.นครชัยศรี - อ.ดอนตูม - อ.บางเลน - อ.เมืองนครปฐม	โซน 5 จังหวัดกรุงเทพมหานคร (ทั้งจังหวัด) จังหวัดสมุทรปราการ (ทั้งจังหวัด)	โซน 7 จังหวัดปทุมธานี (ทั้งจังหวัด)	โซน 10 จังหวัดชลบุรี - อ.พานทอง - อ.เมืองชลบุรี
		โซน 8 จังหวัดนครนายก - อ.บ้านนา - อ.ปากพลี - อ.เมืองนครนายก	

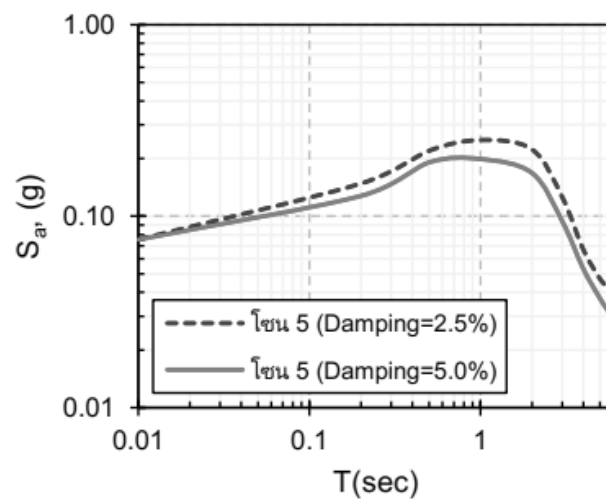
รูปที่ 1.4-5 การแบ่งโซนพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพฯ เพื่อการออกแบบอาคารด้านทานแผ่นดินไหว

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

(Signature)



รูปแสดงสเปกตรัมผลตอบสนองสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าสำหรับโซน 5 ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ



รูปแสดงสเปกตรัมผลตอบสนองสำหรับการออกแบบด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์สำหรับโซน 5 ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

ตารางที่ 1.4-5 ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ ด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าสำหรับ
พื้นที่ในโซนต่าง ๆ (อัตราส่วนความหน่วง 5.0%) ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ

S_a โซน	S_a (0.01s)	S_{DS} (0.2 s)	S_a (0.5 s)	S_{D1} (1.0s)	S_a (2.0 s)	S_a (3.0 s)	S_a (4.0 s)	S_a (5.0 s)	S_a (6.0 s)
1	0.360	0.360	0.360	0.181	0.085	0.041	0.034	0.024	0.022
2	0.352	0.352	0.352	0.193	0.151	0.084	0.047	0.030	0.024
3	0.262	0.262	0.262	0.265	0.166	0.085	0.052	0.035	0.026
4	0.287	0.287	0.287	0.207	0.163	0.078	0.032	0.023	0.020
5	0.191	0.191	0.191	0.199	0.168	0.094	0.053	0.037	0.028
6	0.272	0.272	0.272	0.154	0.150	0.077	0.042	0.031	0.026
7	0.246	0.246	0.246	0.181	0.132	0.084	0.051	0.036	0.030
8	0.162	0.162	0.162	0.075	0.041	0.025	0.015	0.010	0.008
9	0.214	0.214	0.214	0.156	0.107	0.048	0.022	0.014	0.011
10	0.179	0.179	0.179	0.049	0.035	0.023	0.014	0.010	0.008

ตารางที่ 1.4-7 ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ ด้วยวิธีพลศาสตร์สำหรับพื้นที่ใน
โซนต่าง ๆ (อัตราส่วนความหน่วง 5.0%) ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ

S_a โซน	S_a (0.01s)	S_{DS} (0.2 s)	S_a (0.5 s)	S_{D1} (1.0s)	S_a (2.0 s)	S_a (3.0 s)	S_a (4.0 s)	S_a (5.0 s)	S_a (6.0 s)
1	0.208	0.495	0.360	0.181	0.085	0.041	0.034	0.024	0.022
2	0.136	0.257	0.352	0.193	0.151	0.084	0.047	0.030	0.024
3	0.111	0.212	0.262	0.265	0.166	0.085	0.052	0.035	0.026
4	0.102	0.211	0.287	0.207	0.163	0.078	0.032	0.023	0.020
5	0.075	0.128	0.191	0.199	0.168	0.094	0.053	0.037	0.028
6	0.099	0.189	0.272	0.154	0.150	0.077	0.042	0.031	0.026
7	0.093	0.167	0.246	0.181	0.132	0.084	0.051	0.036	0.030
8	0.085	0.189	0.162	0.075	0.041	0.025	0.015	0.010	0.008
9	0.080	0.165	0.214	0.156	0.107	0.048	0.022	0.014	0.011
10	0.115	0.301	0.179	0.049	0.035	0.023	0.014	0.010	0.008

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



ตัวประกอบความสำคัญและประเภทของอาคาร

อาคารได้ถูกจำแนกตามลักษณะการใช้งานและความสำคัญของอาคารที่มีต่อสาธารณชนและการ บรรเทาภัยหลังเกิดเหตุออกเป็น 4 ประเภท (Occupancy Category) คือ ประเภท I,II, III, และ IV โดยอาคารแต่ละประเภทมีค่าตัวประกอบความสำคัญ (Importance Factor) เพื่อใช้ในการออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหว แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1.5-1

ตารางที่ 1.5-1 การจำแนกประเภทความสำคัญของอาคาร และค่าตัวประกอบความสำคัญของอาคาร

ประเภทของอาคาร	ประเภทความสำคัญ	ตัวประกอบความสำคัญ
อาคารและโครงสร้างอื่นๆ ที่มีปัจจัยเสี่ยงอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ค่อนข้างน้อยเมื่อเกิดการพังทลายของอาคารหรือส่วนโครงสร้างนั้นๆ เช่น <ul style="list-style-type: none"> - อาคารที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร - อาคารชั่วคราว - อาคารเก็บของเล็กๆ ซึ่งไม่มีความสำคัญ 	I (น้อย)	1.0
อาคารและโครงสร้างอื่นๆ ที่ไม่จัดอยู่ในอาคารประเภท ความสำคัญ น้อย มาก และสูงมาก	II (ปกติ)	1.0
อาคารและ โครงสร้างอื่นๆ ที่หากเกิดการพังทลาย จะเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์และ สาธารณชนอย่างมาก เช่น <ul style="list-style-type: none"> - อาคารที่เป็นที่ชุมนุมในพื้นที่หนึ่งๆ มากกว่า 300 คน - โรงเรียนประถมหรือมัธยมศึกษาที่มีความจุมากกว่า 250 คน - มหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัย ที่มีความจุมากกว่า 500 คน - สถานรักษาพยาบาลที่มีความจุคนไข้มากกว่า 50 คน แต่ไม่สามารถทำการรักษากรณีฉุกเฉินได้ - เรือนจำและสถานกักกันนักโทษ 	III (มาก)	1.25
อาคารและโครงสร้างที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของสาธารณชน หรือ อาคารที่จำเป็นต่อการบรรเทาภัยหลังเกิดเหตุ เช่น <ul style="list-style-type: none"> - โรงพยาบาลที่สามารถทำการรักษากรณีฉุกเฉินได้ - สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง และโรงเก็บรถฉุกเฉินต่างๆ - โรงไฟฟ้า - โรงผลิตน้ำประปา ถังเก็บน้ำ และสถานีสูบน้ำที่มีความดันสูงสำหรับการดับเพลิง - อาคารศูนย์สื่อสาร - อาคารศูนย์บรรเทาสาธารณภัย - ท่าอากาศยาน ศูนย์บังคับการบิน และโรงเก็บเครื่องบิน ที่ต้องใช้เมื่อเกิดกรณีฉุกเฉิน - อาคารศูนย์บัญชาการแห่งชาติ <p>อาคารและโครงสร้างในส่วนของการผลิต การจัดการ การจัดเก็บ หรือการใช้สารพิษ เชื้อเพลิง หรือสารเคมี อันอาจก่อให้เกิดการระเบิดขึ้นได้</p>	IV (สูงมาก)	1.5

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



ตารางที่ 2.3-1 ค่าตัวประกอบปรับผลตอบสนอง (Response Modification Factor, R) ตัวประกอบกำลังส่วนเกิน (System Overstrength Factor, Ω_0) และ ตัวประกอบขยายค่าการโก่งตัว (Deflection Amplification Factor, C_d)

ระบบโครงสร้างโดยรวม	ระบบต้านแรงด้านข้าง	ค่าตัวประกอบ			ประเภทการออกแบบ		
		R	Ω_0	C_d	ด้านทานแรงแผ่นดินไหว		
					ช	ค	ง
1. ระบบกำแพงรับน้ำหนักบรรทุกทุกแนวตั้ง (Bearing Wall System)	กำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา (Ordinary Reinforced Concrete Shear Wall)	4	2.5	4	✓	✓	*
	กำแพงรับแรงเฉือนแบบที่มีการให้รายละเอียดพิเศษ (Special Reinforced Concrete Shear Wall)	5	2.5	5	✓	✓	✓
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบธรรมดา (Ordinary Precast Shear Wall) ++	3	2.5	3	✓	X	X
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบที่มีการให้รายละเอียดความเหนียวปานกลาง (Intermediate Precast Shear Wall) ++	4	2.5	4	✓	✓	X
2. ระบบโครงอาคาร (Building Frame System)	โครงแกนเหล็กแบบเอียงศูนย์ที่ใช้จุดต่อแบบรับแรงดัดได้ (Steel Eccentrically Braced Frame with Moment-Resisting Connections)	8	2	4	✓	✓	✓
	โครงแกนเหล็กแบบเอียงศูนย์ที่ใช้จุดต่อแบบรับแรงเฉือน (Steel Eccentrically Braced Frame with Non-Moment-Resisting Connections)	7	2	4	✓	✓	✓
	โครงแกนเหล็กแบบตรงศูนย์แบบให้รายละเอียดพิเศษ (Special Steel Concentric Braced Frame)	6	2	5	✓	✓	✓
	โครงแกนเหล็กแบบตรงศูนย์แบบธรรมดา (Ordinary Steel Concentric Braced Frame)	3.5	2	3.5	✓	✓	X
	กำแพงรับแรงเฉือนแบบที่มีการให้รายละเอียดพิเศษ (Special Reinforced Concrete Shear Wall)	6	2.5	5	✓	✓	✓
	กำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา (Ordinary Reinforced Concrete Shear Wall)	5	2.5	4.5	✓	✓	*
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบธรรมดา (Ordinary Precast Shear Wall) ++	4	2.5	4	✓	X	X
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบที่มีการให้รายละเอียดความเหนียวปานกลาง (Intermediate Precast Shear Wall) ++	5	2.5	4.5	✓	✓	X

หมายเหตุ ✓ = ใช้ได้ X = ห้ามใช้ * = ดูหัวข้อ 2.3.1.2 ++ = ดูหัวข้อ 2.3.1.3

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



ตารางที่ 2.11-1 การเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นที่ยอมให้ (Δ_a)

ลักษณะโครงสร้าง	ประเภทความสำคัญของอาคาร		
	I หรือ II	III	IV
โครงสร้างที่ไม่ใช่ผนังอิฐก่อรับแรงเฉือนและสูงไม่เกิน 4 ชั้น ซึ่งผนังภายใน ฉากกันห้อง ฝ้าเพดาน และผนังภายนอกถูกออกแบบให้สามารถทนต่อการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นได้มาก	$0.025 h_{xx}$	$0.020 h_{xx}$	$0.015 h_{xx}$
โครงสร้างกำแพงอิฐก่อรับแรงเฉือนแบบยื่นจากฐานรองรับ	$0.010 h_{xx}$	$0.010 h_{xx}$	$0.010 h_{xx}$
โครงสร้างกำแพงอิฐก่อรับแรงเฉือนแบบอื่น ๆ	$0.007 h_{xx}$	$0.007 h_{xx}$	$0.007 h_{xx}$
โครงสร้างอื่น ๆ ทั้งหมด	$0.020 h_{xx}$	$0.015 h_{xx}$	$0.010 h_{xx}$

หมายเหตุ

- 1) h_{xx} คือ ความสูงระหว่างชั้นที่อยู่ใต้พื้นที่ชั้นที่ x
- 2) อาคารชั้นเดียวที่มีผนังภายใน ฉากกันห้อง ฝ้าเพดาน และผนังภายนอกที่ถูกออกแบบให้สามารถทนต่อการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นได้มาก จะมีการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นเท่าใดก็ได้ไม่จำกัด แต่ยังคงต้องพิจารณาการเว้นระยะห่างระหว่างโครงสร้างตามหัวข้อที่ 2.11.3
- 3) โครงสร้างกำแพงอิฐก่อรับแรงเฉือนแบบยื่นจากฐานรองรับ หมายถึง อาคารที่ถูกออกแบบให้ใช้กำแพงอิฐก่อรับแรงเฉือนเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างในแนวตั้งซึ่งยื่นขึ้นมาจากฐานรองรับ และถูกก่อสร้างในลักษณะที่มีถ่ายโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนระหว่างกำแพงข้างเคียง (แบบ Coupling Beam) น้อยมาก

กิตติชัย บัวขาว สย.9394



ส่วนที่ 4 รายละเอียดการเสริมเหล็กโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวจำกัดสำหรับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

4.1 คานและเสา คานในมาตรฐานนี้หมายความว่าถึง องค์อาคารของโครงต้านแรงดัดที่มีแรงตามแนวแกนปรับค่า (Factored Axial Load) ไม่มากกว่า $0.10 A_g f_c'$ และเสาในมาตรฐานนี้หมายถึงองค์อาคารของโครงต้านแรงดัดที่มีแรงตามแนวแกนปรับค่ามากกว่าค่าดังกล่าว

4.2 กำลังต้านแรงเฉือน กำลังต้านแรงเฉือนที่ใช้ออกแบบ คาน เสา และแผ่นพื้นสองทางแบบไร้คาน สำหรับต้านแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวจะต้องไม่น้อยกว่าค่าแรงเฉือนในข้อ 4.2.1 หรือข้อ 4.2.2

4.2.1 แรงเฉือนที่เกิดขึ้นเมื่อแรงดัดที่ปลายขององค์อาคารทั้งสองถึงค่าโมเมนต์กำลังรวมกับแรงเฉือนจากน้ำหนักบรรทุกเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (ถ้ามมี) (รูปที่ 3)

4.2.2 แรงเฉือนสูงสุดที่ได้จากการรวมน้ำหนักบรรทุกทุกออกแบบ (Design Load Combinations) ที่พิจารณาแรงเนื่องจากแผ่นดินไหวเป็น 2 เท่าของแรงที่กำหนดในกฎหมายควบคุมอาคารว่าด้วยการก่อสร้างอาคารในเขตที่อาจได้รับแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว

4.3 การเสริมเหล็กในคาน ข้อกำหนดการเสริมเหล็กในคานของโครงต้านแรงดัดมีรายละเอียดดังนี้ (รูปที่ 4)

4.3.1 กำลังต้านโมเมนต์บวกที่ขอบของข้อต่อจะต้องไม่น้อยกว่าหนึ่งในสามของกำลังต้านโมเมนต์ลบที่ขอบของข้อต่อเดียวกัน นอกจากนี้กำลังต้านโมเมนต์บวกและโมเมนต์ลบที่หน้าตัดใดๆ ตลอดความยาวคานจะต้องไม่น้อยกว่าหนึ่งในห้าของกำลังต้านโมเมนต์สูงสุดที่ขอบของข้อต่อที่ปลายทั้งสองของคาน

4.3.2 ภายในบริเวณปลายคานที่ห่างจากขอบของจุดรองรับเป็นระยะ 2 เท่าของความลึกคานจะต้องเสริมเหล็กปลอกที่มีระยะเรียงของเหล็กปลอกไม่มากกว่าค่าดังต่อไปนี้

- (1) 1 ใน 4 ของความลึกประสิทธิภาพ
- (2) 8 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมตามยาวที่มีขนาดเล็กที่สุด
- (3) 24 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กปลอก
- (4) 300 มิลลิเมตร

และเหล็กปลอกแรกจะอยู่ห่างจากขอบของจุดรองรับเป็นระยะไม่มากกว่า 50 มิลลิเมตร

4.3.3 ระยะเรียงของเหล็กปลอกในบริเวณอื่นที่นอกเหนือจากข้อ 4.3.2 จะต้องไม่มากกว่าครึ่งหนึ่งของความลึกประสิทธิภาพ

4.3.4 ควรหลีกเลี่ยงการทาบเหล็กเสริมตามยาวทั้งบนและล่างภายในระยะ 2 เท่าของความลึกคาน เมื่อวัดจากขอบของจุดรองรับ

4.4 การเสริมเหล็กในเสา ข้อกำหนดการเสริมเหล็กในเสาของโครงต้านแรงดัดมีรายละเอียดดังนี้ (รูปที่ 5)

4.4.1 ในกรณีเหล็กปลอกเดี่ยว จะต้องเสริมเหล็กปลอกเดี่ยวที่มีระยะไม่มากกว่าระยะ s_0 ตลอดความยาว l_0 ที่วัดจากขอบของข้อต่อเสา โดยที่ระยะ s_0 จะต้องไม่มากกว่าระยะดังต่อไปนี้

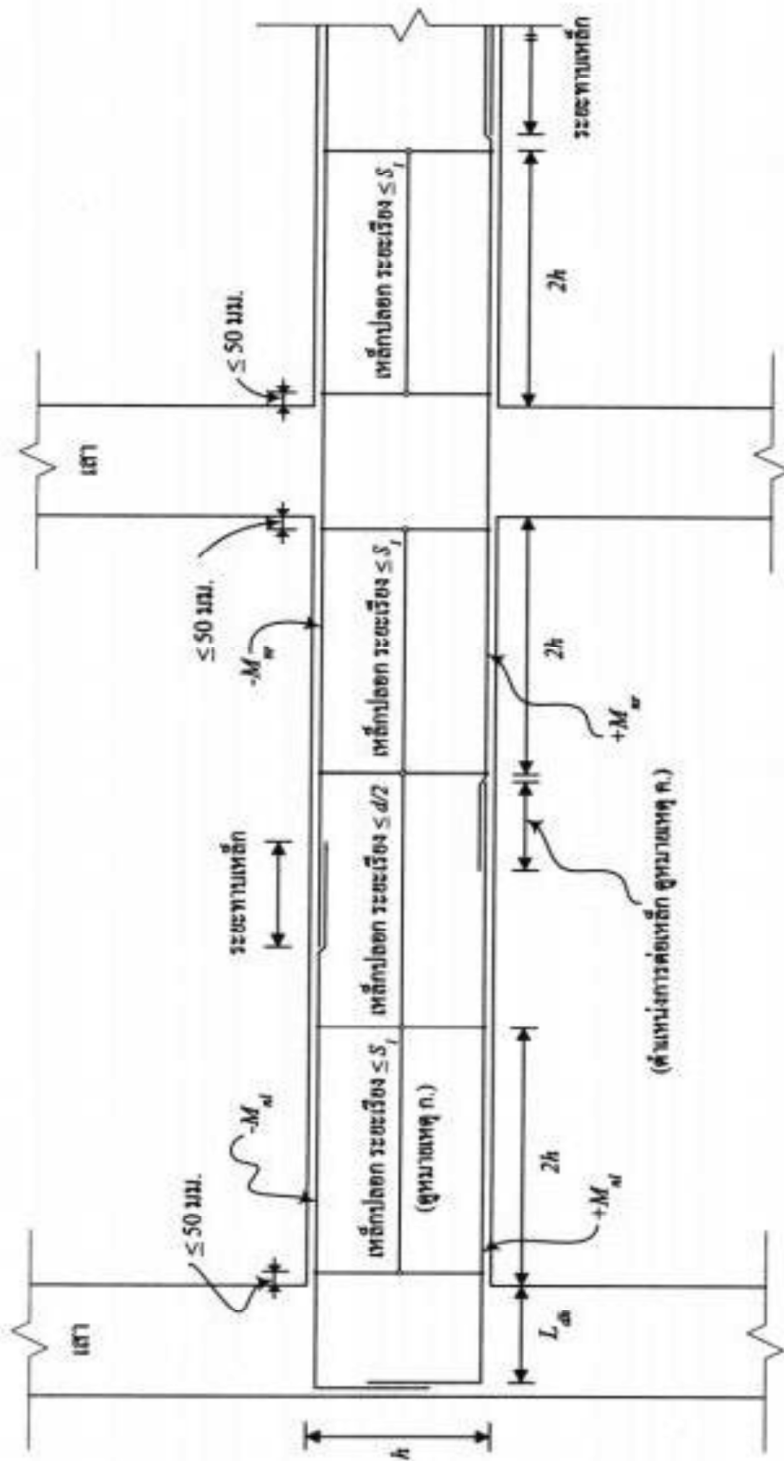
- (1) 8 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมตามยาวที่มีขนาดเล็กที่สุด
- (2) 24 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กปลอก
- (3) ครึ่งหนึ่งของมิติที่เล็กที่สุดของหน้าตัดเสา
- (4) 300 มิลลิเมตร

และเหล็กปลอกแรกจะต้องอยู่ห่างจากขอบของข้อต่อเป็นระยะไม่มากกว่า $0.5 s_0$

- การให้รายละเอียดพิเศษบริเวณรอยต่อระหว่าง คานและเสาเพื่อให้สามารถต้านทานการคด ประสิทธิภาพออกแบบแผ่นดินไหวประเภท

១. តួអក្សរ

คือโครงที่มีความเหนียวสูง



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ก.) ระยะเรียง S_i ต้องไม่มากกว่า

(1) 1 ใน 4 ของความถี่การประสิทธิ์ผล;

(3) 24 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กปอก; และ

ข.) ไม่เหมาะสมด้วย

ค.) ไม่พบเหล็กเสริมทั้งบนและล่างภายในระยะ 2h จากขอบของที่รองรับ

จ.) L_{ϕ} = ระยะปลีงเท็ก (Development length)

(2) 8 เท่าของต้นทุนยกเว้นค่าเช่าเท่ากับความสามารถที่มีขนาดเล็กสุด:

(4) 300 มิลลิเมตร

(3) $+M_u$ และ $-M_u$ ที่หน้าตัดใดๆ $\geq (1/5)$ ของค่าสูงสุดระหว่าง $-M_u$ และ $-M_u$

ภายในระยะเวลา 2h จากรอบของที่รองรับ

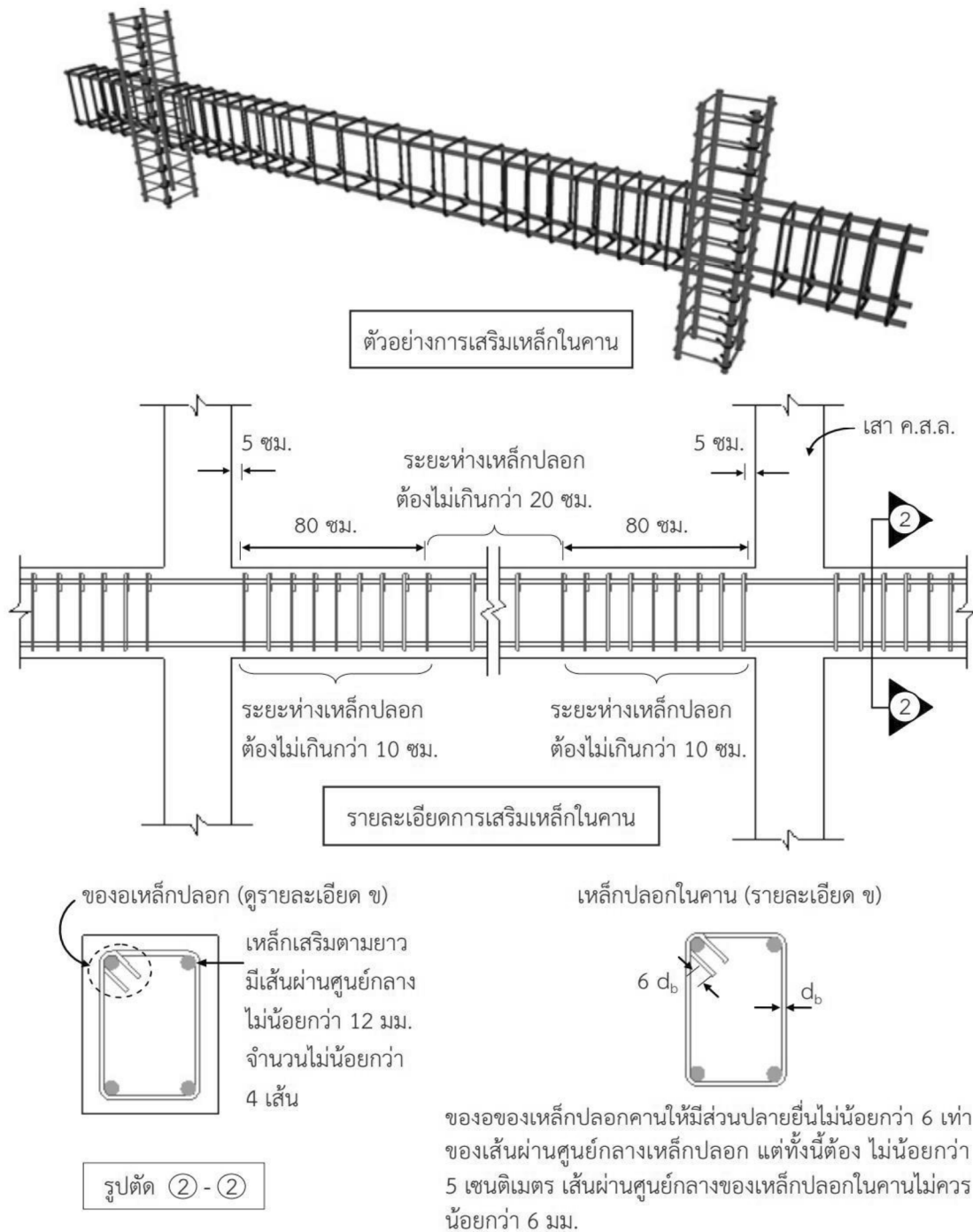
จ.) L_{ϕ} = ระยะปลีงเท็ก (Development length)

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

Amolur Lim

รูปที่ 4 การเสริมเหล็กในคานสำหรับโครงสร้างทางานการตัดเหนือสูง

คานคอนกรีตเสริมเหล็ก

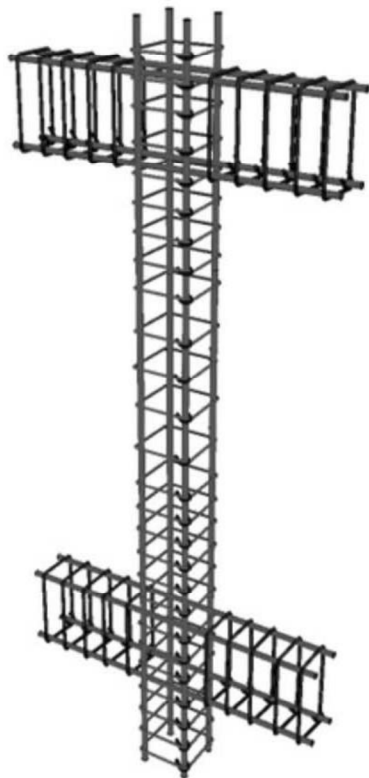


กิตติชัย บัวขาว สย.9394

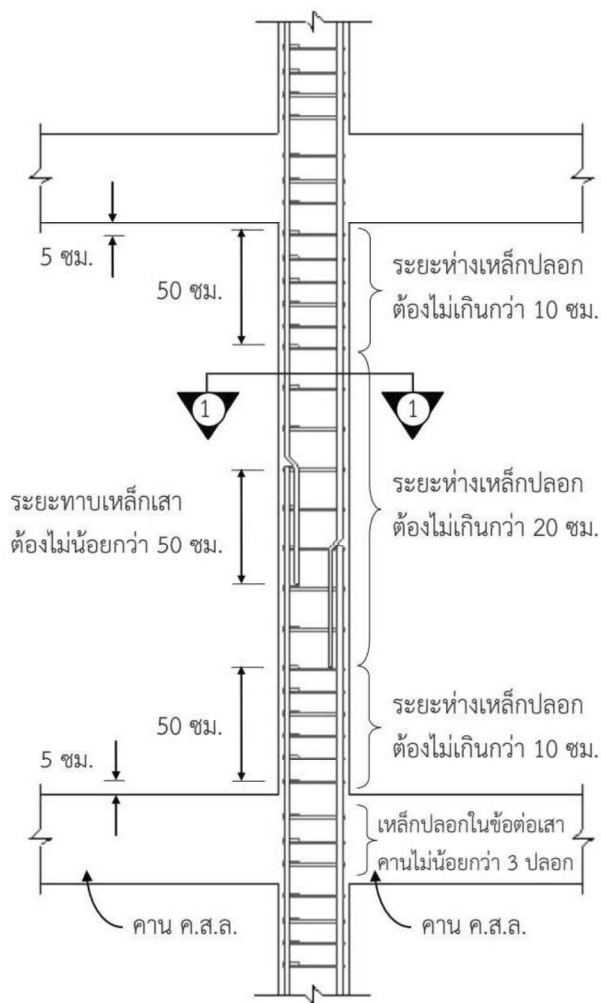
กิตติชัย บัวขาว

รูปที่ 5 รายละเอียดการเสริมเหล็กในเสาสำหรับโครงสร้างต้านทานการดัดเหี้ยวสูง

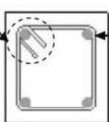
เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก



ตัวอย่างการเสริมเหล็กในเสา



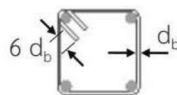
ของเหล็กล็อก (ดูรายละเอียด ก)



เหล็กเสริมตามยาว
มีเส้นผ่านศูนย์กลาง
ไม่น้อยกว่า 12 มม.
จำนวนไม่น้อยกว่า
4 เส้น

รูปตัด ① - ①

เหล็กล็อกในเสา (รายละเอียด ก)



ของของเหล็กล็อกเสาให้มีส่วนปลายยื่นไม่น้อยกว่า
6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กล็อก แต่ทั้งนี้
ต้องไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็ก
ล็อกในเสาไม่ควรน้อยกว่า 6 มม.

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

Signature

4.4.2 สำหรับความยาว l_o ในข้อ 4.4.1 จะต้องไม่น้อยกว่าความยาวดังนี้

- (1) 1 ใน 6 ของความสูงจากขอบถึงขอบของเสา
- (2) มิติที่มากที่สุดของหน้าตัดเสา
- (3) 500 มิลลิเมตร

4.4.3 ในกรณีเหล็กปลอกเกลียว การเสริมเหล็กให้เป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับการเสริมเหล็กองค์อาคารรับแรงอัดในมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลังของสมาคมนักวิศวกรรมการก่อสร้างแห่งประเทศไทย

4.4.4 ยกเว้นข้อต่อระหว่างเสาและคานที่ไม่ได้เป็นส่วนหลักของระบบรับแรงแผ่นดินไหวและมีการยึดโคนเสาทั้ง 4 ด้านด้วยแผ่นพื้นหรือคานที่มีความลึกเท่ากันโดยประมาณ ข้อต่อต้องมีการเสริมเหล็กปลอกเป็นปริมาณไม่น้อยกว่า

$$A_v = \frac{1}{3} \frac{b_w s}{f_y} \quad (4.4.4)$$

(หรือไม่น้อยกว่า $A_v = 3.5 \frac{b_w s}{f_y}$ สำหรับหน่วยเมตริก)

โดยที่เหล็กเสริมนี้จะต้องเสริมภายในเสาเป็นความลึกไม่น้อยกว่าความลึกของคานที่ลึกที่สุดที่ข้อต่อนั้น

4.4.5 ระยะเรียงของเหล็กปลอกเดี่ยวในส่วนที่นอกเหนือจากข้อ 4.4.1 จะต้องไม่มากกว่า 2 เท่าของระยะ s_o

4.4.6 พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมตามยาวของเสาต้องไม่น้อยกว่า 0.01 และไม่มากกว่า 0.06 ของพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด

4.4.7 การต่อเหล็กเสริมในเสาให้ต่อบริเวณช่วงกลางความสูงเสา

4.5 การออกแบบข้อต่อระหว่างคานและเสา

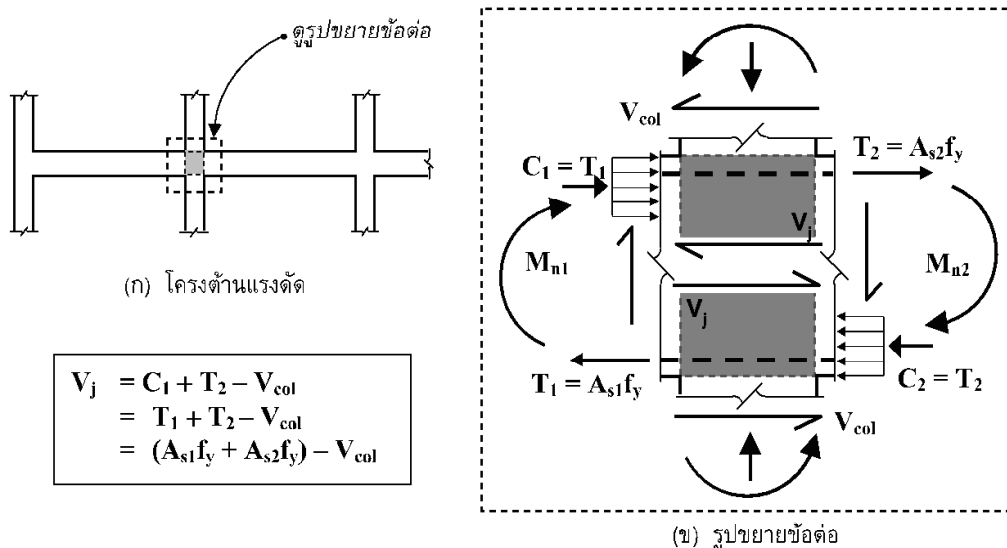
ข้อต่อระหว่างคานและเสาต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอเพื่อให้แรงภายในข้อต่อมีค่าเกินกว่ากำลังของข้อต่อ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.5.1 แรงเฉือนในแนวนอนสูงสุดที่กระทำต่อข้อต่อ (V_j) จะต้องไม่มากกว่ากำลังต้านทานแรงเฉือนออกแบบ (ϕV_n) หรือ

$$V_j \leq \phi V_n \quad (4.5.1)$$

โดยที่ตัวคูณลดกำลังของข้อต่อ (ϕ) ให้ใช้เท่ากับ 0.85

4.5.2 แรงเฉือนในแนวนอนสูงสุดที่กระทำต่อข้อต่อเป็นแรงเฉือนที่เกิดขึ้นเมื่อหน้าตัดคานที่ปลายคานทั้งสองด้านของข้อต่อมีกำลังต้านทานโมเมนต์ดัดระบุในทิศทางเดียวกันดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 การคำนวณแรงเฉือนในแนวนอนสูงสุดที่กระทำต่อข้อต่อ

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

4.5.3 กำลังต้านแรงเฉือนระบุ (V_n) ของข้อต่อมีค่าดังต่อไปนี้

- (1) ข้อต่อที่ได้รับการยึดรัดจากคานทั้ง 4 ด้าน [(รูปที่ 7 (ก))]

$$V_n = 1.7\sqrt{f_c'}A_j \quad (4.5.3-ก)$$

$$(V_n = 5.4\sqrt{f_c'}A_j \text{ ในหน่วยเมตริก})$$

- (2) ข้อต่อที่ได้รับการยึดรัดจากคาน 3 ด้าน หรือคาน 2 ด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน [(รูปที่ 7 (ข))]

$$V_n = 1.25\sqrt{f_c'}A_j \quad (4.5.3-ข)$$

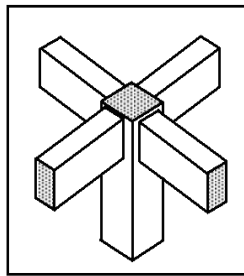
$$(V_n = 3.9\sqrt{f_c'}A_j \text{ ในหน่วยเมตริก})$$

- (3) ข้อต่ออื่นๆ [(รูปที่ 7 (ค))]

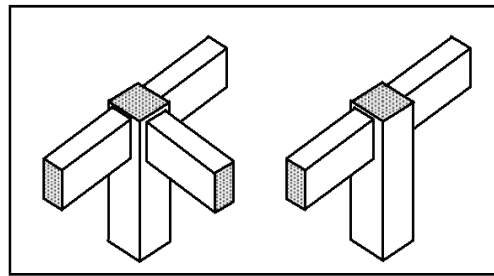
$$V_n = 1.0\sqrt{f_c'}A_j \quad (4.5.3-ค)$$

$$(V_n = 3.2\sqrt{f_c'}A_j \text{ ในหน่วยเมตริก})$$

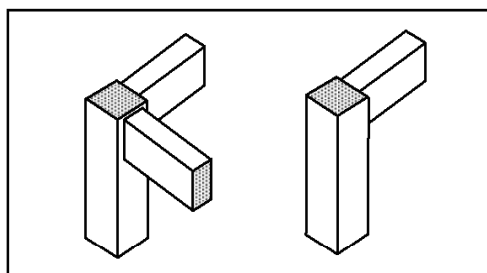
โดยที่ A_j เป็นพื้นที่ต้านแรงเฉือนในแนวนอนประสิทธิผลของข้อต่อ ดังแสดงในรูปที่ 8 และจะถือว่าข้อต่อได้รับการยึดรัดจากคานก็ต่อเมื่อคานที่เข้ามายึดรัดนั้นมีความกว้างไม่น้อยกว่าสามในสี่ของความกว้างเสาต้านที่คานเข้ามาบรรจบ และมีความลึกไม่น้อยกว่าสามในสี่ของความลึกคานตัวที่ลึกที่สุดที่เข้ามาบรรจบกันที่ข้อต่อ



(ก) ข้อต่อที่ได้รับการยึดรัดจากคานทั้ง 4 ด้าน



(ข) ข้อต่อที่ได้รับการยึดรัดจากคาน 3 ด้าน
หรือคาน 2 ด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน

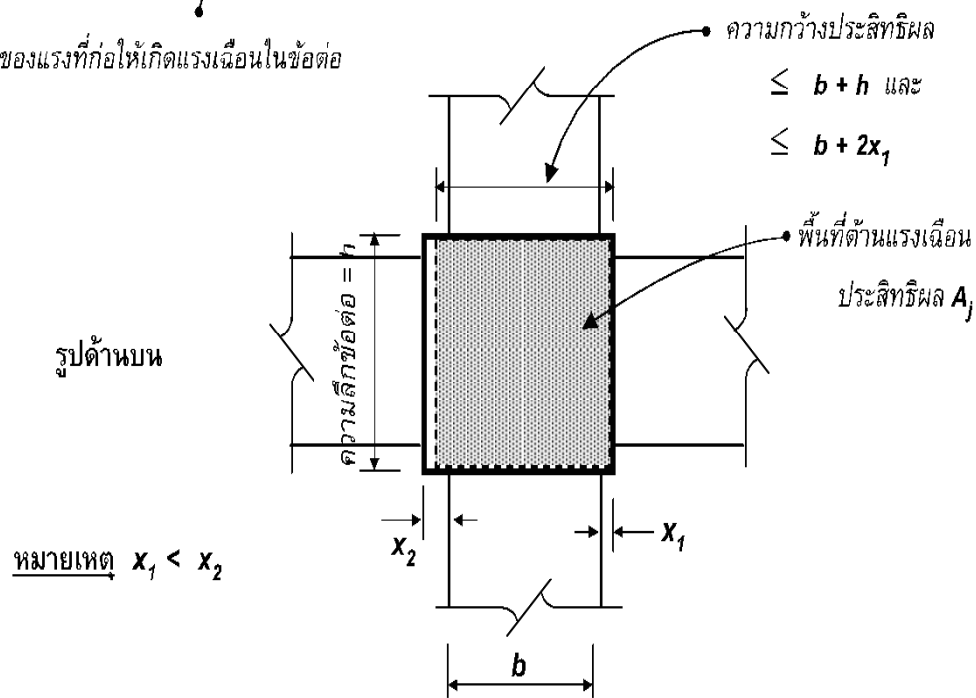
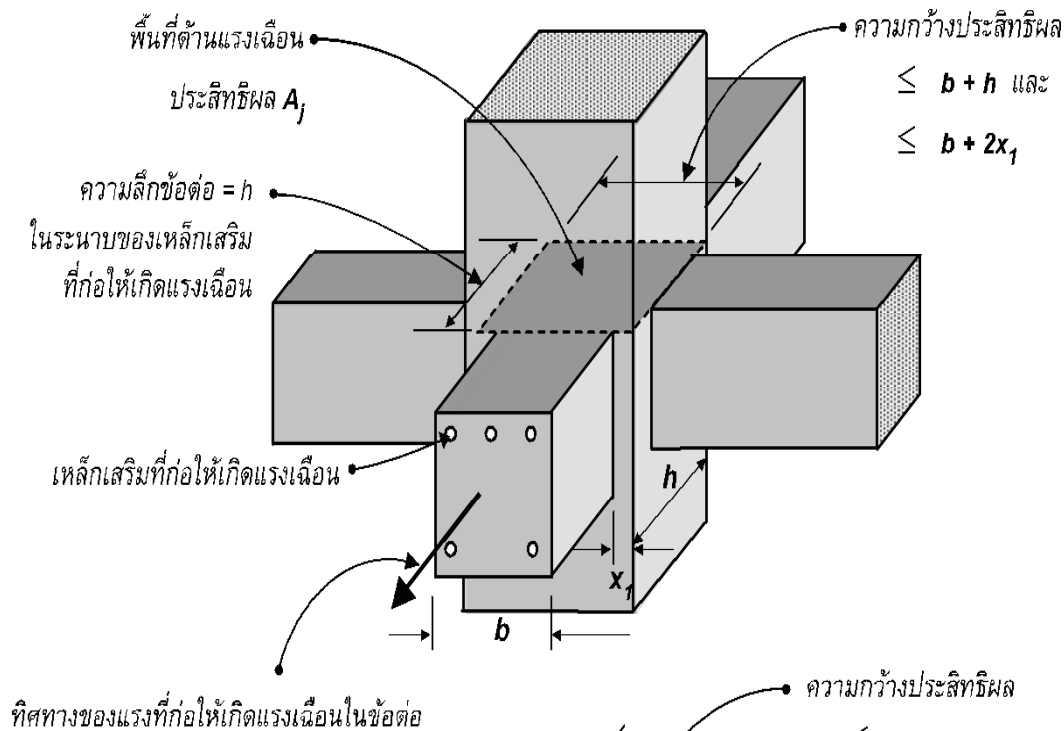


(ค) ข้อต่ออื่นๆ

รูปที่ 7 ประเภทข้อต่อต่างๆ สำหรับการคำนวณกำลังต้านแรงเฉือนระบุ (V_n)

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว



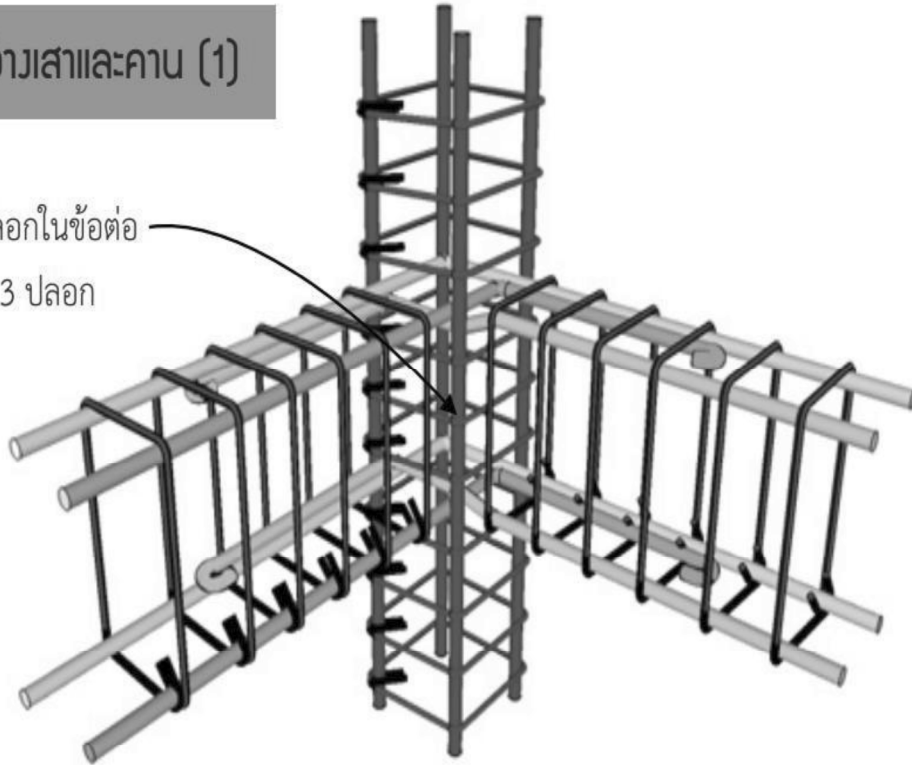
รูปที่ 8 พื้นที่ต้านแรงเฉือนประสิทธิภาพของข้อต่อระหว่างคานและเสา

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

ข้อต่อระหว่างเสาและคาน (1)

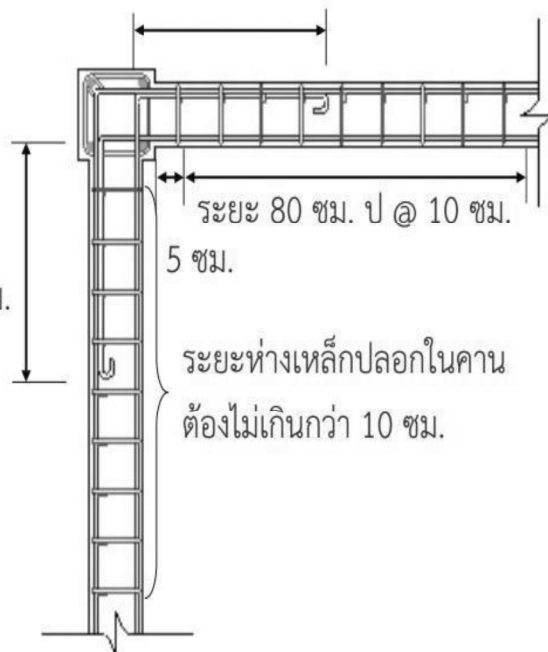
เหล็กปลอกในข้อต่อ
จำนวน 3 ปลอก



ตัวอย่างการเสริมเหล็กข้อต่อระหว่างเสาและคาน

ระยะทาบเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 40 ซม.

ระยะทาบเหล็ก
ต้องไม่น้อยกว่า 40 ซม.

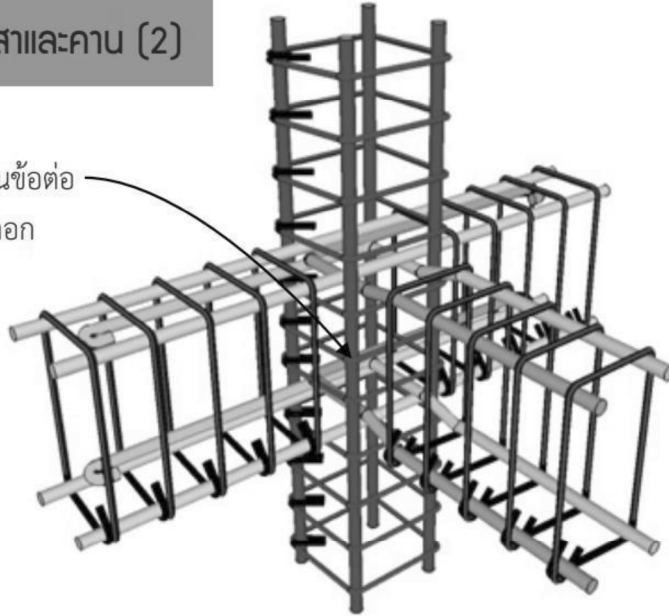


กิตติชัย บัวขาว สย.9394

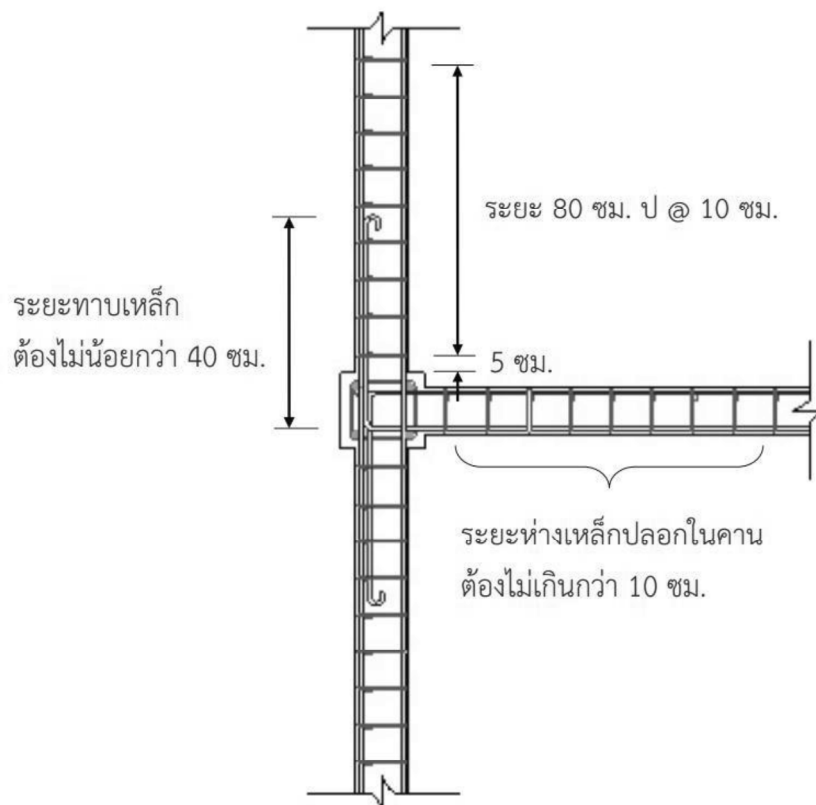
กิตติชัย บัวขาว

ข้อต่อระหว่างเสาและคาน (2)

เหล็กปลอกในข้อต่อ
จำนวน 3 ปลอก



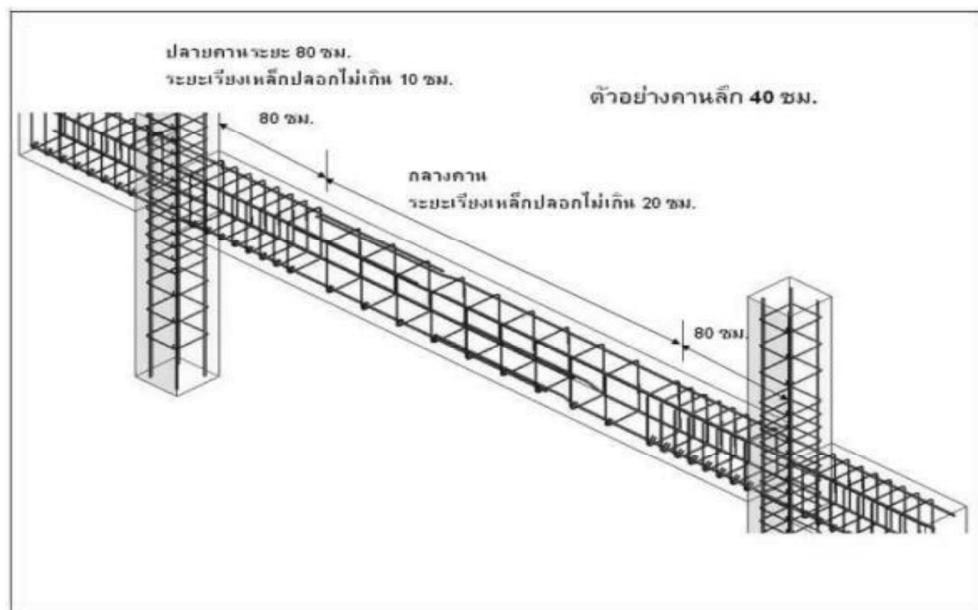
ตัวอย่างการเสริมเหล็กข้อต่อระหว่างเสาและคาน



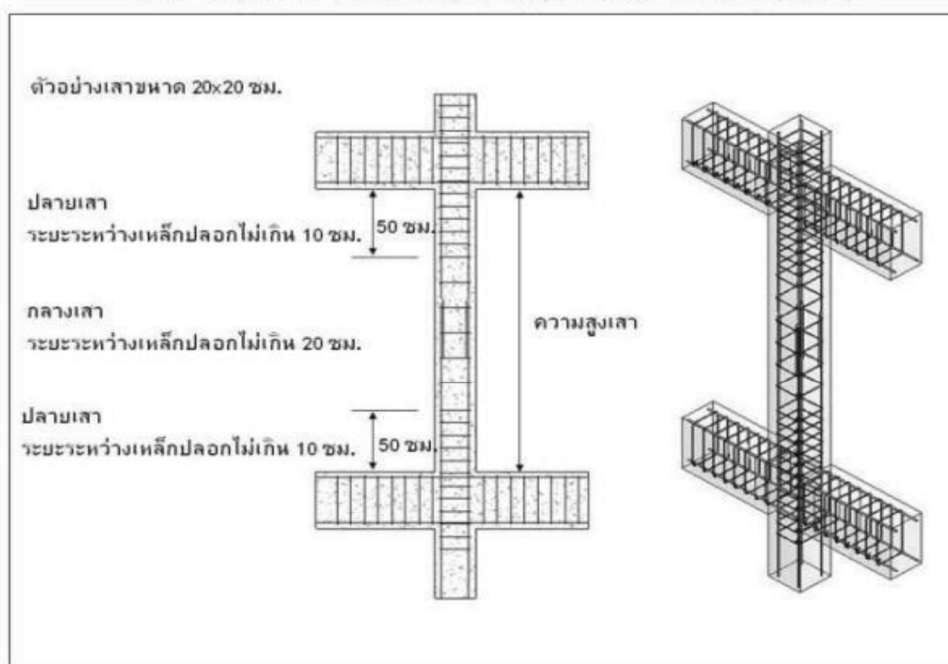
กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กิตติชัย บัวขาว

แสดงแบบขยายเหล็กเสริมโครงสร้าง



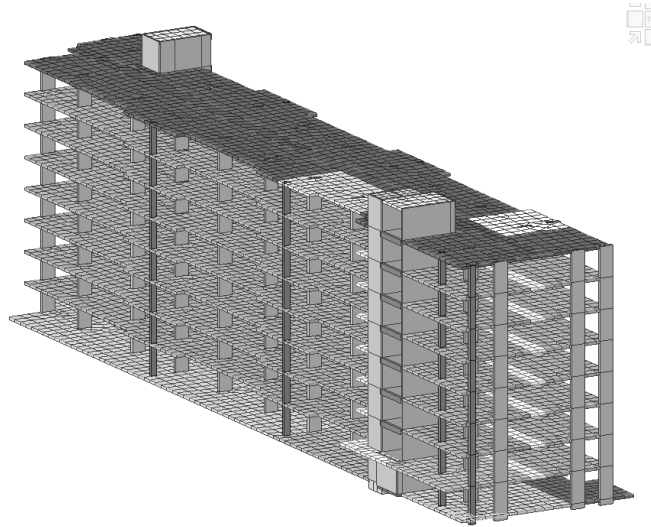
แสดงแบบขยายเหล็กเสริมโครงสร้าง



กิตติชัย บัวขาว สย.9394

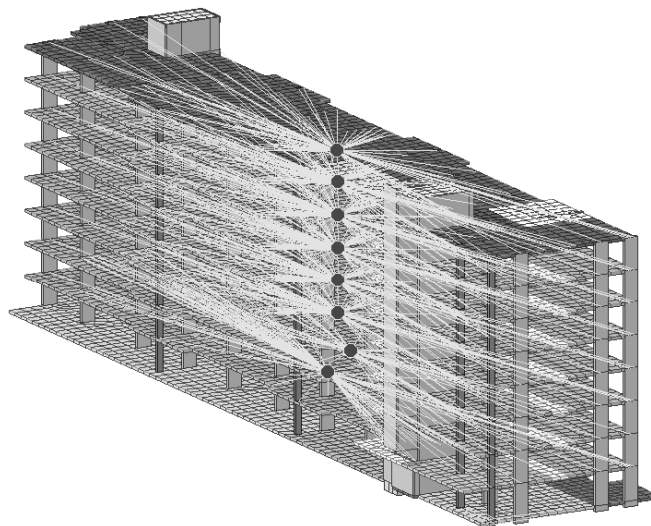
กิตติชัย บัวขาว

ขั้นตอนการวิเคราะห์ : การจำลองโครงสร้างองค์อาคารด้วยโปรแกรม Finite Element เพื่อคำนวณ โครงสร้าง



การกำหนดไดอะแกรม

การกำหนด ไดอะแกรม ของ โครงสร้างจะกำหนดให้เข้าที่เสา และคานหลักเท่านั้นจะไม่นำพื้นมาพิจารณา



กิตติชัย บัวขาว สย.9394

Building C Seismic Load Calculation : Equivalent Static Load – For Bangkok Follow DPT 1302-61

$$T = 0.02H^{0.22} (22.95) = 5.05 \text{ s} \text{ ปรับเป็น } 1.5(5.05) = 0.69 \text{ S}$$

$$S_{DS} = 0.191 ; S_{DI} = 0.199 ;$$

ตารางที่ 1.6-1 $T = 5.05 \text{ s}$; $0.167 < SDS \ 0.191 < 0.33$ ประเภท ข (ปกติ)

ตารางที่ 1.6-1 $T = 5.05 \text{ s}$; $0.167 < SDS \ 0.199 < 0.22$ ประเภท ค (ปานกลาง เลือกโครงสร้างแบบ Intermediate RC)

ตรวจสอบอาคารออกแบบเป็นประเภท ค

Response Modification Factor : $R = 5$

System Overstrenght Factor : $\Omega = 2.5$

Deflection Amplification Factor: $C_d = 4.5$

Importance Factor (I) มาก 1.25

$$\text{Scale Factor} = I/R = 1.25/5 = 0.25$$

$$C_s = S_a(I/R) = 0.196 \times (1.25/5) = 0.049 \text{ มากกว่า } 0.01 \text{ g OK}$$

การตรวจสอบ Story Drift

ค่าการเคลื่อนตัวสัมพันธ์ ระหว่างชั้นที่ยอมให้ $0.015 \text{ hsx} = 0.015 \times 2.85 = 42 \text{ mm}$.

ตารางการเคลื่อนตัวแกน X

Load Case	Story	Story Height (mm)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Cur rent)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, Cd=4.5, Ie=1.25, Scale Factor=0.25, Allowable Ratio=0.015 Press right mouse button and click "Set Story Drift Parameters..." menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
EQXn	10F	2850.00	-0.00	0.0150	1070	2.3956	0.0000	0.0000	OK	2.4672	0.0000	0.9710	0.0000	OK
EQXn	9F	2850.00	1.00	0.0150	13418	2.4494	2.2045	0.0008	OK	2.3000	2.0700	1.0649	0.0007	OK
EQXn	8F	2850.00	1.00	0.0150	3469	2.4776	2.2298	0.0008	OK	2.3874	2.1487	1.0378	0.0008	OK
EQXn	7F	2850.00	1.00	0.0150	13416	2.3791	2.1412	0.0008	OK	2.3594	2.1234	1.0084	0.0007	OK
EQXn	6F	2850.00	1.00	0.0150	261	2.2753	2.0477	0.0007	OK	2.2107	1.9896	1.0292	0.0007	OK
EQXn	5F	2850.00	1.00	0.0150	183	2.1086	1.8977	0.0007	OK	1.9532	1.7579	1.0796	0.0006	OK
EQXn	4F	2850.00	1.00	0.0150	95	1.8567	1.6711	0.0006	OK	1.6026	1.4423	1.1586	0.0005	OK
EQXn	3F	2850.00	1.00	0.0150	3	1.4190	1.2771	0.0004	OK	1.0900	0.9810	1.3018	0.0003	OK
EQXn	2F	2950.00	1.00	0.0150	4	0.5762	0.5186	0.0002	OK	0.4665	0.4199	1.2352	0.0001	OK
EQXn	1F	500.00	1.00	0.0150	15065	0.0111	0.0100	0.0000	OK	0.0081	0.0073	1.3676	0.0000	OK
EQYn	10F	2850.00	-0.00	0.0150	1001	0.2768	0.0000	0.0000	OK	0.1467	0.0000	1.8872	0.0000	OK
EQYn	9F	2850.00	-0.00	0.0150	3481	0.2785	0.0000	0.0000	OK	0.2139	0.0000	1.3022	0.0000	OK
EQYn	8F	2850.00	-0.00	0.0150	984	0.2194	0.0000	0.0000	OK	0.2164	0.0000	1.0139	0.0000	OK
EQYn	7F	2850.00	-0.00	0.0150	3428	0.2458	0.0000	0.0000	OK	0.2112	0.0000	1.1638	0.0000	OK
EQYn	6F	2850.00	-0.00	0.0150	1057	0.2375	0.0000	0.0000	OK	0.1901	0.0000	1.2495	0.0000	OK
EQYn	5F	2850.00	-0.00	0.0150	764	0.2124	0.0000	0.0000	OK	0.1579	0.0000	1.3454	0.0000	OK
EQYn	4F	2850.00	-0.00	0.0150	626	0.1621	0.0000	0.0000	OK	0.1191	0.0000	1.3616	0.0000	OK
EQYn	3F	2850.00	-0.00	0.0150	490	0.1245	0.0000	0.0000	OK	0.0730	0.0000	1.7054	0.0000	OK
EQYn	2F	2950.00	-0.00	0.0150	849	0.0460	0.0000	0.0000	OK	0.0111	0.0000	4.1318	0.0000	OK
EQYn	1F	500.00	1.00	0.0150	15068	-0.0013	-0.0012	-0.0000	OK	-0.0006	-0.0006	2.0653	-0.0000	OK
EQXp	10F	2850.00	-0.00	0.0150	1070	2.3598	-0.0000	0.0000	OK	2.2979	-0.0000	1.0270	0.0000	OK
EQXp	9F	2850.00	1.00	0.0150	13418	2.3984	2.1586	0.0008	OK	2.3029	2.0726	1.0415	0.0007	OK
EQXp	8F	2850.00	1.00	0.0150	3469	2.4537	2.2083	0.0008	OK	2.3807	2.1427	1.0306	0.0008	OK
EQXp	7F	2850.00	1.00	0.0150	13416	2.3967	2.1570	0.0008	OK	2.3465	2.1119	1.0214	0.0007	OK
EQXp	6F	2850.00	1.00	0.0150	13415	2.2137	1.9873	0.0007	OK	2.1832	1.9739	1.0093	0.0007	OK
EQXp	5F	2850.00	1.00	0.0150	947	1.9678	1.7710	0.0006	OK	1.9322	1.7390	1.0184	0.0006	OK
EQXp	4F	2850.00	1.00	0.0150	98	1.6916	1.5224	0.0005	OK	1.5794	1.4215	1.0710	0.0005	OK
EQXp	3F	2850.00	1.00	0.0150	3	1.2725	1.1452	0.0004	OK	1.0739	0.9665	1.1849	0.0003	OK
EQXp	2F	2950.00	1.00	0.0150	4	0.5025	0.4523	0.0002	OK	0.4548	0.4093	1.1048	0.0001	OK
EQXp	1F	500.00	1.00	0.0150	15093	0.0100	0.0090	0.0000	OK	0.0077	0.0070	1.2987	0.0000	OK
EQYp	10F	2850.00	-0.00	0.0150	1001	0.2259	0.0000	0.0000	OK	0.0927	0.0000	2.4377	0.0000	OK
EQYp	9F	2850.00	-0.00	0.0150	3481	0.2330	0.0000	0.0000	OK	0.1715	0.0000	1.3584	0.0000	OK
EQYp	8F	2850.00	-0.00	0.0150	984	0.1770	0.0000	0.0000	OK	0.1722	0.0000	1.0279	0.0000	OK
EQYp	7F	2850.00	-0.00	0.0150	3428	0.1992	0.0000	0.0000	OK	0.1671	0.0000	1.1920	0.0000	OK
EQYp	6F	2850.00	-0.00	0.0150	327	0.1941	0.0000	0.0000	OK	0.1495	0.0000	1.2981	0.0000	OK
EQYp	5F	2850.00	-0.00	0.0150	764	0.1753	0.0000	0.0000	OK	0.1233	0.0000	1.4221	0.0000	OK
EQYp	4F	2850.00	-0.00	0.0150	161	0.1426	0.0000	0.0000	OK	0.0919	0.0000	1.5525	0.0000	OK
EQYp	3F	2850.00	-0.00	0.0150	490	0.1049	0.0000	0.0000	OK	0.0561	0.0000	1.8702	0.0000	OK
EQYp	2F	2950.00	-0.00	0.0150	849	0.0411	0.0000	0.0000	OK	0.0072	0.0000	5.7163	0.0000	OK
EQYp	1F	500.00	1.00	0.0150	15068	-0.0012	-0.0011	-0.0000	OK	-0.0006	-0.0005	2.1629	-0.0000	OK

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ตารางการเคลื่อนตัวแกน Y

Load Case	Story	Story Height (mm)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, Cd=4.5, Ie=1.25, Scale Factor=0.25, Allowable Ratio=0.015 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
EQXn	10F	2850.00	-0.00	0.0150	1070	0.2576	0.0000	0.0000	OK	0.1145	0.0000	2.2501	0.0000	OK
EQXn	9F	2850.00	-0.00	0.0150	988	0.2957	0.0000	0.0000	OK	0.2455	0.0000	1.2048	0.0000	OK
EQXn	8F	2850.00	-0.00	0.0150	983	0.2871	0.0000	0.0000	OK	0.2665	0.0000	1.0773	0.0000	OK
EQXn	7F	2850.00	-0.00	0.0150	1060	0.2573	0.0000	0.0000	OK	0.2517	0.0000	1.0224	0.0000	OK
EQXn	6F	2850.00	-0.00	0.0150	1057	0.2287	0.0000	0.0000	OK	0.2075	0.0000	1.1026	0.0000	OK
EQXn	5F	2850.00	-0.00	0.0150	764	0.1872	0.0000	0.0000	OK	0.1500	0.0000	1.2476	0.0000	OK
EQXn	4F	2850.00	-0.00	0.0150	626	0.1684	0.0000	0.0000	OK	0.0899	0.0000	1.8736	0.0000	OK
EQXn	3F	2850.00	-0.00	0.0150	498	0.0767	0.0000	0.0000	OK	0.0239	0.0000	3.2176	0.0000	OK
EQXn	2F	2950.00	-0.00	0.0150	838	0.0278	0.0000	0.0000	OK	-0.0041	0.0000	7.7108	0.0000	OK
EQXn	1F	500.00	1.00	0.0150	15065	-0.0013	-0.0012	-0.0000	OK	-0.0002	-0.0002	6.1355	-0.0000	OK
EQYn	10F	2850.00	-0.00	0.0150	1040	5.4246	-0.0000	0.0000	OK	2.2299	0.0000	2.4326	0.0000	OK
EQYn	9F	2850.00	1.00	0.0150	1031	5.6477	5.0829	0.0018	OK	5.4122	4.8709	1.0435	0.0017	OK
EQYn	8F	2850.00	1.00	0.0150	983	6.2337	5.6103	0.0020	OK	6.2253	5.6028	1.0013	0.0020	OK
EQYn	7F	2850.00	1.00	0.0150	974	6.4100	5.7690	0.0020	OK	6.4022	5.7620	1.0012	0.0020	OK
EQYn	6F	2850.00	1.00	0.0150	968	6.0589	5.4531	0.0019	OK	6.0504	5.4454	1.0014	0.0019	OK
EQYn	5F	2850.00	1.00	0.0150	788	5.4082	4.8674	0.0017	OK	5.3052	4.7747	1.0194	0.0017	OK
EQYn	4F	2850.00	1.00	0.0150	551	4.5178	4.0660	0.0014	OK	4.5094	4.0584	1.0019	0.0014	OK
EQYn	3F	2850.00	1.00	0.0150	954	3.2749	2.9474	0.0010	OK	3.1308	2.8177	1.0460	0.0010	OK
EQYn	2F	2950.00	1.00	0.0150	844	0.8599	0.7739	0.0003	OK	0.8302	0.7472	1.0358	0.0003	OK
EQYn	1F	500.00	1.00	0.0150	15070	0.0097	0.0087	0.0000	OK	0.0066	0.0059	1.4753	0.0000	OK
EQXp	10F	2850.00	-0.00	0.0150	1036	0.2372	0.0000	0.0000	OK	0.1456	0.0000	1.6290	0.0000	OK
EQXp	9F	2850.00	-0.00	0.0150	988	0.2640	0.0000	0.0000	OK	0.2332	0.0000	1.1321	0.0000	OK
EQXp	8F	2850.00	-0.00	0.0150	983	0.2767	0.0000	0.0000	OK	0.2598	0.0000	1.0647	0.0000	OK
EQXp	7F	2850.00	-0.00	0.0150	975	0.2618	0.0000	0.0000	OK	0.2517	0.0000	1.0398	0.0000	OK
EQXp	6F	2850.00	-0.00	0.0150	1057	0.2216	0.0000	0.0000	OK	0.2147	0.0000	1.0321	0.0000	OK
EQXp	5F	2850.00	-0.00	0.0150	764	0.1795	0.0000	0.0000	OK	0.1628	0.0000	1.1029	0.0000	OK
EQXp	4F	2850.00	-0.00	0.0150	626	0.1617	0.0000	0.0000	OK	0.1050	0.0000	1.5401	0.0000	OK
EQXp	3F	2850.00	-0.00	0.0150	490	0.0798	0.0000	0.0000	OK	0.0371	0.0000	2.1510	0.0000	OK
EQXp	2F	2950.00	-0.00	0.0150	838	0.0248	0.0000	0.0000	OK	0.0036	0.0000	6.9636	0.0000	OK
EQXp	1F	500.00	1.00	0.0150	15089	-0.0012	-0.0011	-0.0000	OK	-0.0001	-0.0001	19.6001	-0.0000	OK
EQYp	10F	2850.00	-0.00	0.0150	1040	4.3383	-0.0000	0.0000	OK	1.7885	0.0000	2.4257	0.0000	OK
EQYp	9F	2850.00	1.00	0.0150	1031	4.5159	4.0643	0.0014	OK	4.3279	3.8951	1.0434	0.0014	OK
EQYp	8F	2850.00	1.00	0.0150	983	4.9854	4.4869	0.0016	OK	4.9793	4.4814	1.0012	0.0016	OK
EQYp	7F	2850.00	1.00	0.0150	974	5.1290	4.6161	0.0016	OK	5.1218	4.6096	1.0014	0.0016	OK
EQYp	6F	2850.00	1.00	0.0150	968	4.8504	4.3653	0.0015	OK	4.8414	4.3573	1.0019	0.0015	OK
EQYp	5F	2850.00	1.00	0.0150	788	4.3262	3.8936	0.0014	OK	4.2460	3.8214	1.0189	0.0013	OK
EQYp	4F	2850.00	1.00	0.0150	551	3.6198	3.2578	0.0011	OK	3.6097	3.2487	1.0028	0.0011	OK
EQYp	3F	2850.00	1.00	0.0150	954	2.6210	2.3589	0.0008	OK	2.5065	2.2559	1.0457	0.0008	OK
EQYp	2F	2950.00	1.00	0.0150	844	0.6878	0.6191	0.0002	OK	0.6653	0.5988	1.0339	0.0002	OK
EQYp	1F	500.00	1.00	0.0150	15070	0.0078	0.0070	0.0000	OK	0.0053	0.0048	1.4702	0.0000	OK

การตรวจสอบ Story Displacement

แกน X : $17 \text{ mm} < \text{ระยะโยกไหวที่ขอมให} = L / 500 = 22.95 / 500 = 60 \text{ mm}$

Load Case	Node	Story	Level (mm)	Story Height (mm)	Maximum Displacement (mm)	Average Displacement (mm)	Maximum / Average
EQXn	11154	Roof	25750.00	0.00	17.0598	16.6465	1.0248
EQXn	10770	10F	22900.00	2850.00	14.9742	14.4175	1.0396
EQXn	3480	9F	20050.00	2850.00	12.8595	12.1314	1.0600
EQXn	3439	8F	17200.00	2850.00	10.5817	9.7522	1.0851
EQXn	3398	7F	14350.00	2850.00	8.2464	7.3957	1.1150
EQXn	3362	6F	11500.00	2850.00	5.9716	5.1781	1.1532
EQXn	674	5F	8650.00	2850.00	3.8632	3.2154	1.2015
EQXn	2681	4F	5800.00	2850.00	2.0064	1.5995	1.2544
EQXn	3	3F	2950.00	2850.00	0.5088	0.4732	1.2402
EQXn	8	2F	0.00	2950.00	0.0111	0.0075	1.4779
EQXn	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000
EQYn	11161	Roof	25750.00	0.00	1.4959	1.4048	1.0649
EQYn	11064	10F	22900.00	2850.00	1.3484	1.1805	1.1423
EQYn	6618	9F	20050.00	2850.00	1.1869	0.9599	1.2364
EQYn	7383	8F	17200.00	2850.00	0.9712	0.7446	1.3044
EQYn	8616	7F	14350.00	2850.00	0.7254	0.5363	1.3524
EQYn	10158	6F	11500.00	2850.00	0.4930	0.3501	1.4083
EQYn	9583	5F	8650.00	2850.00	0.2949	0.1943	1.5179
EQYn	625	4F	5800.00	2850.00	0.1460	0.0790	1.8483
EQYn	659	3F	2950.00	2850.00	0.0460	0.0108	4.2429
EQYn	950	2F	0.00	2950.00	-0.0060	-0.0007	9.0838
EQYn	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000
EQXp	11150	Roof	25750.00	0.00	16.5828	16.5762	1.0004
EQXp	11136	10F	22900.00	2850.00	14.3664	14.2808	1.0060
EQXp	3480	9F	20050.00	2850.00	12.1817	11.9838	1.0185
EQXp	3439	8F	17200.00	2850.00	9.8897	9.6102	1.0291
EQXp	3398	7F	14350.00	2850.00	7.6042	7.2688	1.0481
EQXp	3362	6F	11500.00	2850.00	5.4362	5.0761	1.0710
EQXp	674	5F	8650.00	2850.00	3.4758	3.1418	1.1063
EQXp	2660	4F	5800.00	2850.00	1.7842	1.5574	1.1456
EQXp	3	3F	2950.00	2850.00	0.5112	0.4618	1.1070
EQXp	378	2F	0.00	2950.00	0.0100	0.0073	1.3820
EQXp	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000
EQYp	11161	Roof	25750.00	0.00	1.2193	1.1136	1.0949
EQYp	11064	10F	22900.00	2850.00	1.1229	0.9245	1.2147
EQYp	6618	9F	20050.00	2850.00	1.0011	0.7464	1.3412
EQYp	7383	8F	17200.00	2850.00	0.8321	0.5749	1.4472
EQYp	8616	7F	14350.00	2850.00	0.6328	0.4106	1.5414
EQYp	10158	6F	11500.00	2850.00	0.4388	0.2652	1.6547
EQYp	9583	5F	8650.00	2850.00	0.2681	0.1447	1.8530
EQYp	13421	4F	5800.00	2850.00	0.1255	0.0570	2.2009
EQYp	659	3F	2950.00	2850.00	0.0411	0.0070	5.8743
EQYp	950	2F	0.00	2950.00	-0.0050	-0.0006	8.9135
EQYp	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

แกน Y : $34.46 \text{ mm} < \text{ระยะโยกไหวที่ยอมให้} = L / 500 = 22.95 / 500 = 60 \text{ mm}$)

Load Case	Node	Story	Level (mm)	Story Height (mm)	Maximum Displacement (mm)	Average Displacement (mm)	Maximum / Average
EQXn	11150	Roof	25750.00	0.00	1.5736	1.4521	1.0837
EQXn	11063	10F	22900.00	2850.00	1.3313	1.2299	1.0824
EQXn	3504	9F	20050.00	2850.00	1.1214	0.9814	1.1426
EQXn	3463	8F	17200.00	2850.00	0.8676	0.7140	1.2152
EQXn	8604	7F	14350.00	2850.00	0.6195	0.4623	1.3402
EQXn	10136	6F	11500.00	2850.00	0.4013	0.2547	1.5758
EQXn	10039	5F	8650.00	2850.00	0.2252	0.1056	2.1333
EQXn	654	4F	5800.00	2850.00	0.0926	0.0172	5.3753
EQXn	953	3F	2950.00	2850.00	0.0278	-0.0039	8.0476
EQXn	13661	2F	0.00	2950.00	-0.0033	-0.0002	15.9170
EQXn	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000
EQYn	11148	Roof	25750.00	0.00	43.2922	41.7347	1.0373
EQYn	11111	10F	22900.00	2850.00	37.9034	37.8728	1.0008
EQYn	7166	9F	20050.00	2850.00	32.5078	32.4560	1.0016
EQYn	7790	8F	17200.00	2850.00	26.2804	26.2341	1.0018
EQYn	8529	7F	14350.00	2850.00	19.8698	19.8340	1.0018
EQYn	4265	6F	11500.00	2850.00	13.8111	13.7836	1.0020
EQYn	9429	5F	8650.00	2850.00	8.4988	8.4752	1.0028
EQYn	558	4F	5800.00	2850.00	3.9823	3.9667	1.0039
EQYn	940	3F	2950.00	2850.00	0.8409	0.8326	1.0100
EQYn	844	2F	0.00	2950.00	-0.0258	0.0055	5.6734
EQYn	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000
EQXp	15106	Roof	25750.00	0.00	1.5135	1.4650	1.0331
EQXp	10815	10F	22900.00	2850.00	1.2870	1.2689	1.0143
EQXp	4482	9F	20050.00	2850.00	1.0756	1.0339	1.0403
EQXp	3463	8F	17200.00	2850.00	0.8276	0.7734	1.0701
EQXp	8604	7F	14350.00	2850.00	0.5833	0.5214	1.1187
EQXp	10136	6F	11500.00	2850.00	0.3727	0.3062	1.2172
EQXp	10039	5F	8650.00	2850.00	0.2051	0.1435	1.4291
EQXp	625	4F	5800.00	2850.00	0.0873	0.0392	2.2247
EQXp	953	3F	2950.00	2850.00	0.0248	0.0036	6.8807
EQXp	13661	2F	0.00	2950.00	-0.0029	-0.0001	47.9021
EQXp	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000
EQYp	11148	Roof	25750.00	0.00	34.6321	33.3897	1.0372
EQYp	11111	10F	22900.00	2850.00	30.3401	30.3039	1.0012
EQYp	7166	9F	20050.00	2850.00	26.0274	25.9725	1.0021
EQYp	7790	8F	17200.00	2850.00	21.0471	20.9960	1.0024
EQYp	8529	7F	14350.00	2850.00	15.9177	15.8758	1.0026
EQYp	4265	6F	11500.00	2850.00	11.0675	11.0344	1.0030
EQYp	9429	5F	8650.00	2850.00	6.8124	6.7857	1.0039
EQYp	558	4F	5800.00	2850.00	3.1936	3.1766	1.0054
EQYp	940	3F	2950.00	2850.00	0.6757	0.6672	1.0128
EQYp	844	2F	0.00	2950.00	-0.0206	0.0044	5.6499
EQYp	0	1F	-500.00	500.00	0.0000	0.0000	0.0000

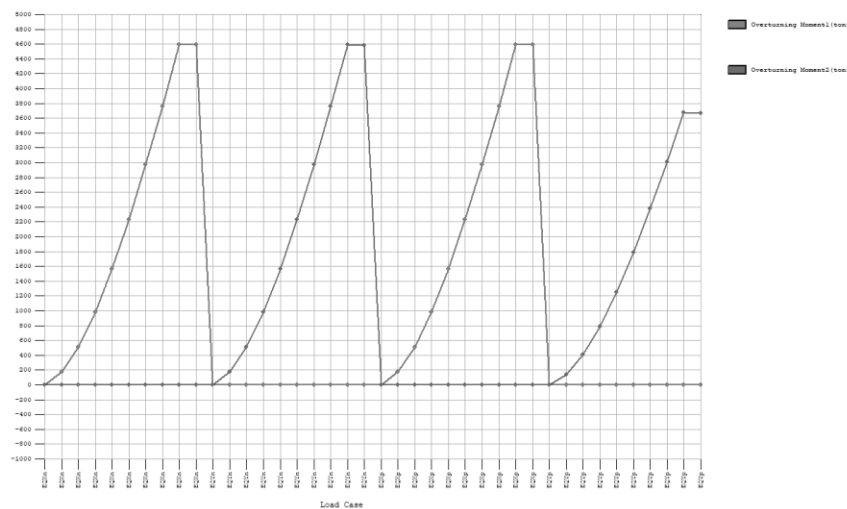
OVERTURNING STABILITY CHECK

ผลรวมน้ำหนักสุทธิ 8,514 Tons

Moment action :

$M_x = 4,592 \text{ ton.m}$

$M_y = 3,674 \text{ ton.m}$



8. อัตราส่วนความปลอดภัย S.F.S.F. = $M_{\text{Reaction}} / M_{\text{action}}$

$$R_y = (8514 * 82/2) / 3674 = 95.01 > 1.5 \text{ ok.}$$

$$R_x = (8514 * 12.2/2) / 4592 = 11.01 > 1.5 \text{ ok.}$$

กิตติชัย บัวขาว สย.9394

(Signature)

ภาคผนวกที่ 2.11

เอกสารแจ้งเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการ

วันที่ 20 ตุลาคม 2564

เรื่อง แจ้งเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานโยธา

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
- 1) ผังแสดงตำแหน่งจุดติดตั้ง Tower crane (เดิม)
 - 2) ผังแสดงตำแหน่งจุดติดตั้ง Tower crane (เปลี่ยนแปลง)
 - 3) ผังแสดงตำแหน่งบ่อน้ำ (เดิม)
 - 4) ผังแสดงตำแหน่งบ่อน้ำ (เปลี่ยนแปลง)
 - 5) ผังแสดงตำแหน่งระบบบำบัดน้ำเสีย (เดิม)
 - 6) ผังแสดงตำแหน่งระบบบำบัดน้ำเสีย (เปลี่ยนแปลง)
 - 7) ผังแสดงตำแหน่งห้วรับน้ำดับเพลิง (เดิม)
 - 8) ผังแสดงตำแหน่งห้วรับน้ำดับเพลิง (เปลี่ยนแปลง)
 - 9) ผังแสดงโครงสร้างผนังที่จอดรถอัตโนมัติ (Auto parking) (เดิม)
 - 10) ผังแสดงโครงสร้างผนังที่จอดรถอัตโนมัติ (Auto parking) (เปลี่ยนแปลง)

บริษัท เอกภูมิทรัพย์ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด ในฐานะเจ้าของโครงการ วันเดอร์ เกษตร ซึ่งได้รับความเห็นชอบในรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม จากคณะกรรมการผู้ชำนาญการพิจารณารายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ด้านอาคาร การจัดสรรที่ดิน และบริการชุมชน กรุงเทพมหานคร

ที่ ทส 1010.5/1040 ลงวันที่ 25 มกราคม 2564 ปัจจุบันโครงการอยู่ระหว่างดำเนินการก่อสร้าง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้ดียิ่งขึ้น บริษัทฯ จึงมีความประสงค์ขอดำเนินการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการ ดังนี้

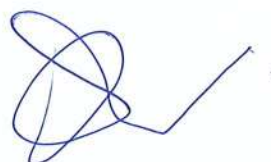
ลำดับ	รายละเอียดโครงการที่ระบุในรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม	รายละเอียดโครงการที่ขอเปลี่ยนแปลง
1.	ผังการใช้ Tower crane มี 3 ตัว (สิ่งที่ส่งมาด้วย 1))	ตำแหน่งเดิมเครนอาคาร A อยู่ใกล้ถนนงามวงศ์วานมากไปทำให้วงรัศมีการยกของยากและปลายเครนอาจจะยื่นออกไปยังถนน เมื่อขยับเครนเข้ามาแล้วจึงปรับตำแหน่งที่เหลือ 2 ตัว ให้เหมาะสมและสามารถกับรัศมี จึงขยับตำแหน่งเครนออกมาจากตัวอาคารและยังคงรัศมีการยกได้อย่างครอบคลุม และไม่มีผลกระทบต่อระยะเวลาการทำงานโครงการโดยแผนงานก่อสร้างยังคงใช้ระยะเวลาการทำงานเท่าเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เครน 3 ตัว (สิ่งที่ส่งมาด้วย 2))
2.	ตำแหน่งบ่อน้ำใต้อาคาร C (สิ่งที่ส่งมาด้วย 3))	ย้ายตำแหน่งบ่อน้ำใต้อาคาร C มาอยู่โซนถนนด้านหน้า (สิ่งที่ส่งมาด้วย 4)) ทำให้สะดวกต่อการระบายน้ำออกจากโครงการในช่วงต้องทำการระบาย ซึ่งการย้ายบ่อน้ำนี้ ไม่มีผลต่อปริมาตรบรรจุน้ำ ซึ่งบ่อน้ำเดิมปริมาตร 319.15 ลบ.ม. และ บ่อน้ำใหม่ปริมาตร 321.30 ลบ.ม.
3.	โครงการจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสีย จำนวน 1 ชุด เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Conventional Activated Sludge รองรับน้ำเสีย ซึ่งสามารถรองรับน้ำเสียได้ 340 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยน้ำเสียจากแต่ละอาคารจะถูกรวบรวมเข้าสู่บ่อบำบัดขั้นต้น ซึ่งแต่ละบ่อประกอบไปด้วย บ่อเกรอะ และ	เปลี่ยนจากเดิมที่เป็นระบบบำบัดน้ำเสียรวม 3 อาคาร เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแยกออกจากกันในแต่ละอาคาร (สิ่งที่ส่งมาด้วย 6)) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและรองรับน้ำเสียในการบำบัดของน้ำเสียแต่ละอาคาร และมีความสามารถบำบัดน้ำเสีย

	<p>บ่อดักไขมัน หลังจากนั้นน้ำเสียจะไหลเข้าสู่บ่อ ปรับการไหลเพื่อปรับอัตราการไหลของน้ำเสียก่อน เข้าสู่บ่อบำบัดน้ำเสียรวมชั้นสุดท้าย (รวมน้ำเสีย จากบ่อบำบัดขั้นต้น อาคาร A อาคาร B และ อาคาร C) (สิ่งที่ส่งมาด้วย 5))</p>	<p>ได้ในประสิทธิภาพระดับเดิม โดยระบบเดิมปริมาตร 340 ลบ.ม.</p> <p>ระบบใหม่ อาคาร A ปริมาตร 100 ลบ.ม. อาคาร B ปริมาตร 150 ลบ.ม.</p> <p>อาคาร C ปริมาตร 150 ลบ.ม.</p> <p>รวม 400 ลบ.ม.</p> <p>ทั้งนี้ในการแยกระบบบำบัดนี้ยังไม่ส่งผลกระทบต่อ ค่าไฟฟ้าซึ่งจะมีผลต่อนิติบุคคลที่มาดำเนินการใน ภายหลัง</p> <p>ปริมาณไฟฟ้าจากระบบเดิม 301.60 kW/hr.</p> <p>ปริมาณไฟฟ้าจากระบบใหม่ 310.80 kW/hr.</p>
4.	<p>หัวรับน้ำดับเพลิงภายนอกอาคารของอาคาร C จะ อยู่บริเวณที่จอดรถอัตโนมัติ (สิ่งที่ส่งมาด้วย 7))</p>	<p>ย้ายตำแหน่ง จากเดิมบริเวณที่จอดรถอัตโนมัติ ด้านหลังอาคาร C มาอยู่โซนด้านหน้าข้างผนัง Auto parking ติดกับจุดจอดรถดับเพลิง (สิ่งที่ส่งมาด้วย 8)) เพื่อสะดวกต่อการใช้งานหัวรับดับเพลิงในกรณี ฉุกเฉิน โดยจุดเดิมหากเกิดเหตุ จะต้องขับรถเข้าสู่ ตัวโครงการ และวนออกตามทิศทางการเดินทางก่อน มาถึงจุดรับน้ำซึ่งเป็นจุดสิ้นสุดอาคาร C แต่จุดใหม่ เมื่อเข้ามาในโครงการจะเป็นจุดที่สามารถเชื่อมต่อ หัวรับน้ำได้เลยในบริเวณด้านหน้าอาคาร</p>

5.	ผนัง Auto parking เป็น Concrete (สิ่งที่ส่งมาด้วย 9))	ในการเปลี่ยนจากผนัง Auto parking เปลี่ยนจาก Concrete เป็นโครงสร้างเหล็กปิดด้วย Precast concrete (สิ่งที่ส่งมาด้วย 10)) ทำให้ลดระยะเวลาและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้าง เนื่องจาก Precast concrete จะทำการหล่อที่โรงงาน แล้วนำมาประกอบที่โครงการ ทั้งนี้คุณสมบัติของวัสดุดังกล่าวยังคงเดิม
----	---	--

ทั้งนี้รายละเอียดโครงการที่ขอเปลี่ยนแปลง จะไม่ส่งผลกระทบทางด้านลบต่อพื้นที่โดยรอบโครงการ และสามารถปฏิบัติได้จริง และมีประสิทธิภาพเทียบเท่าได้กับรายละเอียดที่ระบุไว้ในรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม บริษัทฯ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์พิจารณาการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการดังกล่าว

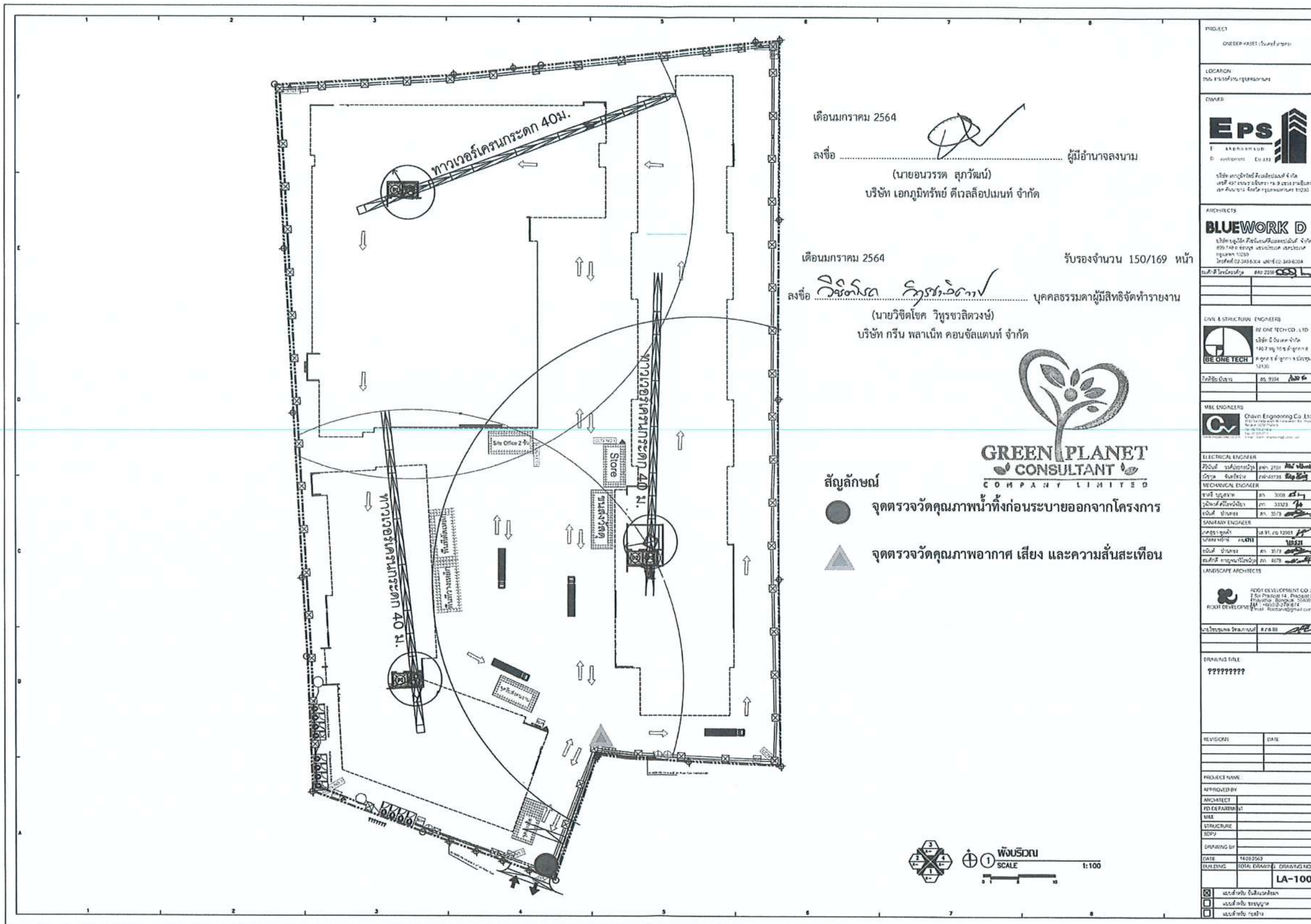
ขอแสดงความนับถือ



(นายอนรรต สุวัฒน์)

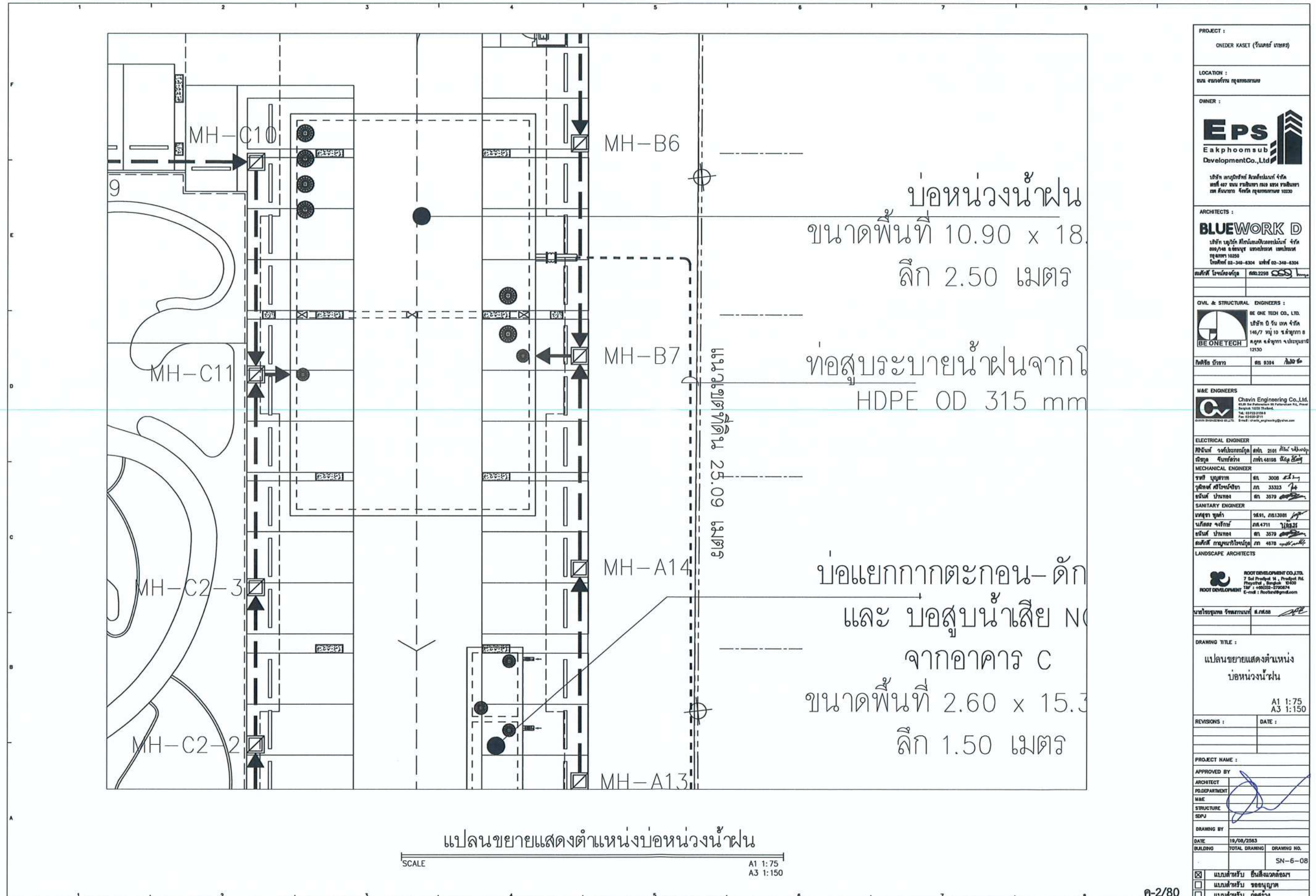
ผู้อำนวยการฝ่ายกฎหมาย และรัฐกิจสัมพันธ์
บริษัท เอกภูมิทรัพย์ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1)

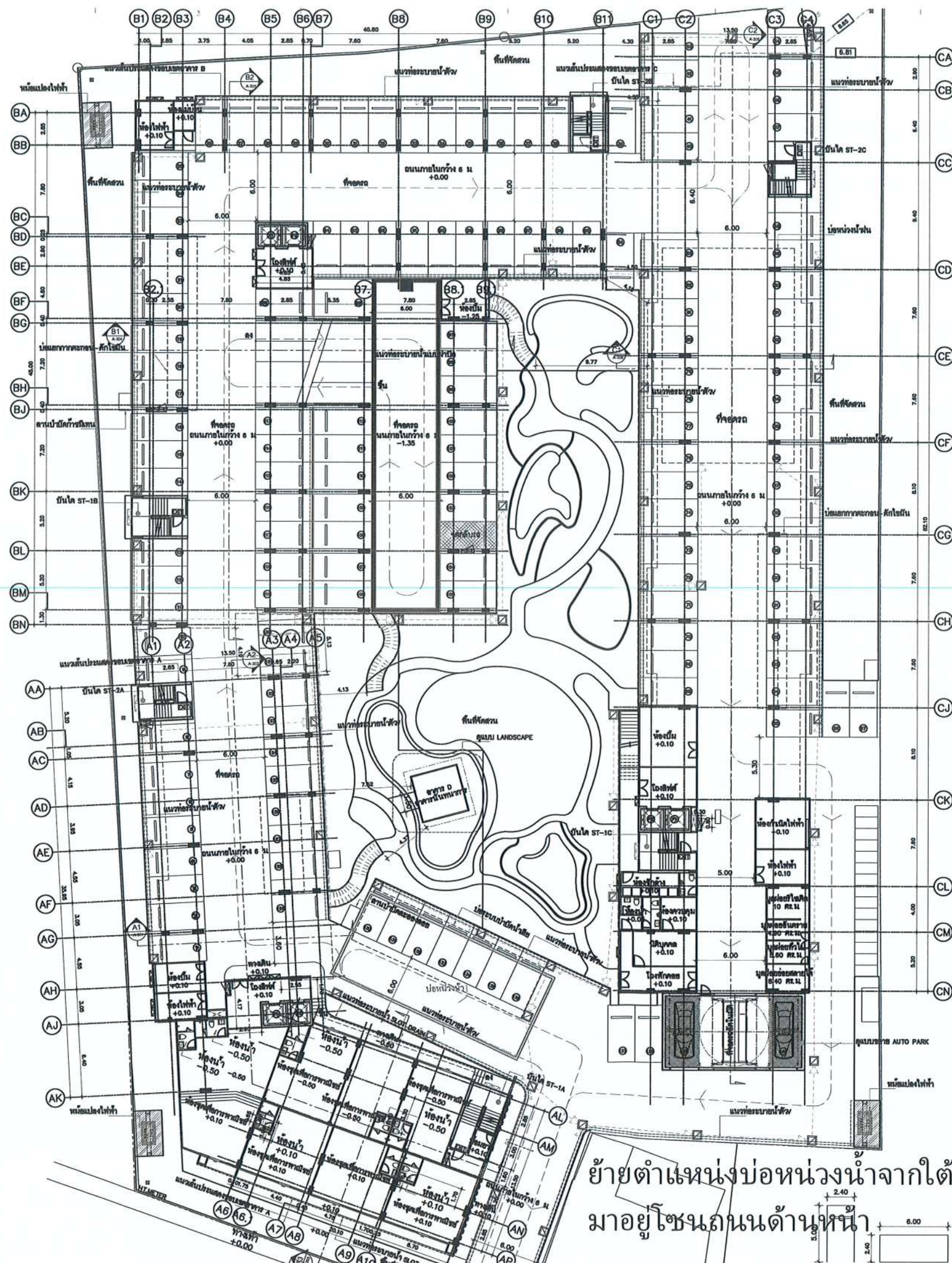


รูปที่ 21 จุดตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่โครงการ





สิ่งที่ส่งมาด้วย 4)



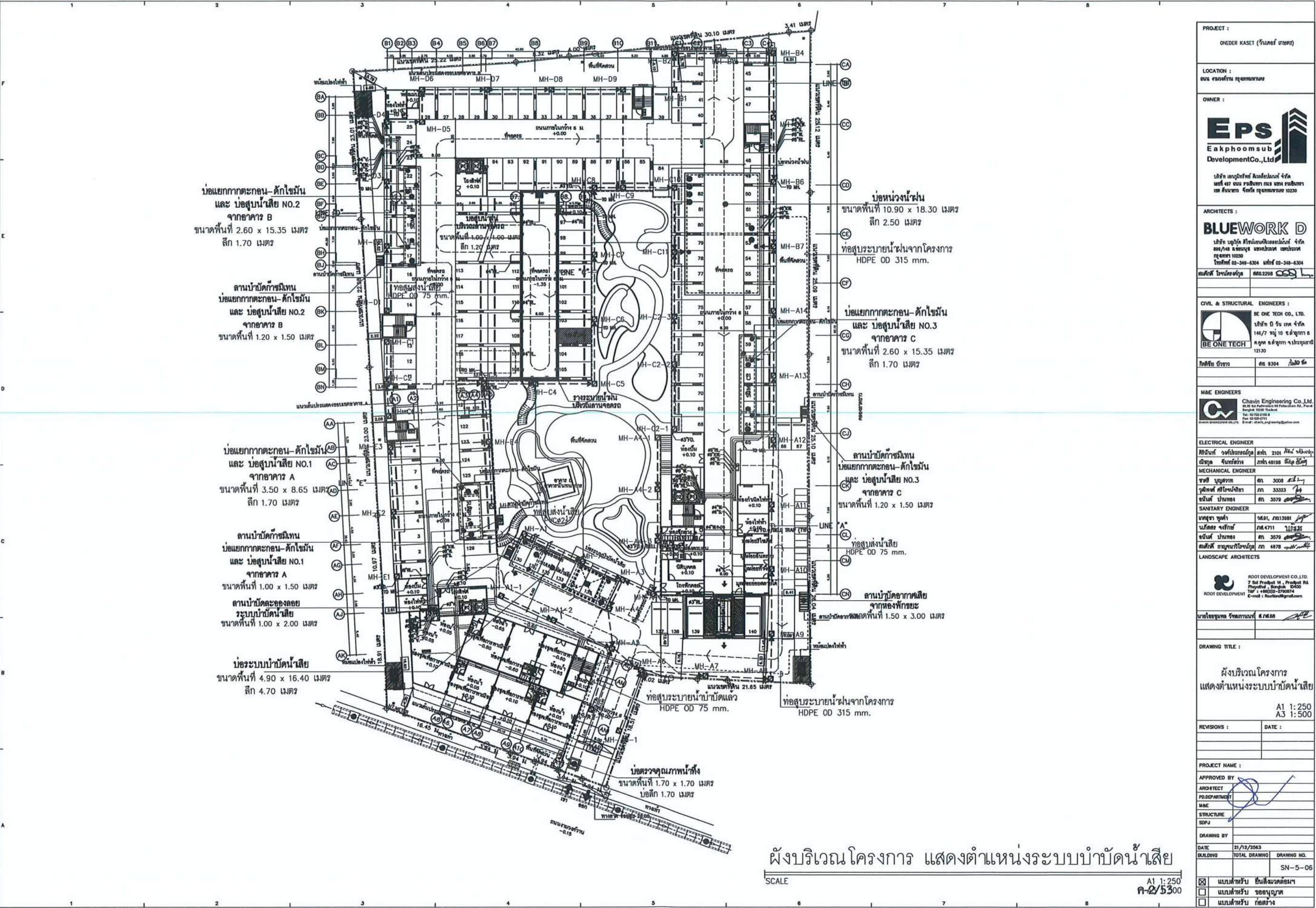
ย้ายตำแหน่งบ่อน้ำจากใต้อาคาร C
มาอยู่โซนถนนด้านหน้า

อาคาร A		อาคาร B		อาคาร C	
ชั้นที่	ระดับพื้น	ชั้นที่	ระดับพื้น	ชั้นที่	ระดับพื้น
1	+0.10	1	+0.10	1	+0.10
2	+3.00	2	+3.00	2	+3.00
3	+5.85	3	+5.85	3	+5.85
4	+8.70	4	+8.70	4	+8.70
5	+11.55	5	+11.55	5	+11.55
6	+14.40	6	+14.40	6	+14.40
7	+17.25	7	+17.25	7	+17.25
8	+20.10	8	+20.10	8	+20.10
ชั้นคาน้ำ	+22.95	ชั้นคาน้ำ	+22.95	ชั้นคาน้ำ	+22.95



○ แปลนพื้นที่ 1 (KEY PLAN)
ขนาดพื้นที่

1:200



PROJECT :
ONDER KASIT (บ้านค้อ หนอง)

LOCATION :
ถนน ชลบุรี-นครราชสีมา

OWNER :
Eps
Eakphoomsub
Development Co., Ltd.
บริษัท เอคโพนซับ ดีเวลอปเม้นท์ จำกัด
เลขที่ 487 ถนน รามอินทรา แขวง รามอินทรา เขต รามอินทรา กรุงเทพมหานคร 10230

ARCHITECTS :
BLUEWORK D
บริษัท บลูเวิร์ค ดีไซน์แอนด์คอนสตรัคชั่น จำกัด
เลขที่ 487 ถนน รามอินทรา แขวง รามอินทรา เขต รามอินทรา กรุงเทพมหานคร 10230
โทรศัพท์ 02-349-6304 แฟกซ์ 02-349-6304

CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERS :
BE ONE TECH
บริษัท บีวันเทค จำกัด
เลขที่ 146/7 หมู่ 10 ซอยสุขุมวิท 8 เขต คลองเตย กรุงเทพมหานคร 12130
โทรศัพท์ 02-3594-1111

MAE ENGINEERS
Chavin Engineering Co., Ltd.
25/33 หมู่ 10 ถนนสุขุมวิท แขวง คลองเตย เขต คลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110
โทรศัพท์ 02-3594-1111

ELECTRICAL ENGINEER
สิริวัชร วัฒนประเสริฐกุล สังก. 2101 วิศวกร

MECHANICAL ENGINEER
วิฑูรย์ บุญธรรม สังก. 3008 วิศวกร

SANITARY ENGINEER
นันทนา ชูคำ สังก. 2013 วิศวกร

LANDSCAPE ARCHITECTS
ROOT DEVELOPMENT CO., LTD.
7 หมู่ 10 ถนนสุขุมวิท แขวง คลองเตย เขต คลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110
โทรศัพท์ 02-3594-1111

DRAWING TITLE :
ผังบริเวณโครงการ
แสดงตำแหน่งระบบบำบัดน้ำเสีย

REVISIONS :
DATE :

PROJECT NAME :
APPROVED BY
ARCHITECT
P.D. DEPARTMENT
M.A.E.
STRUCTURE
S.D.P.J.

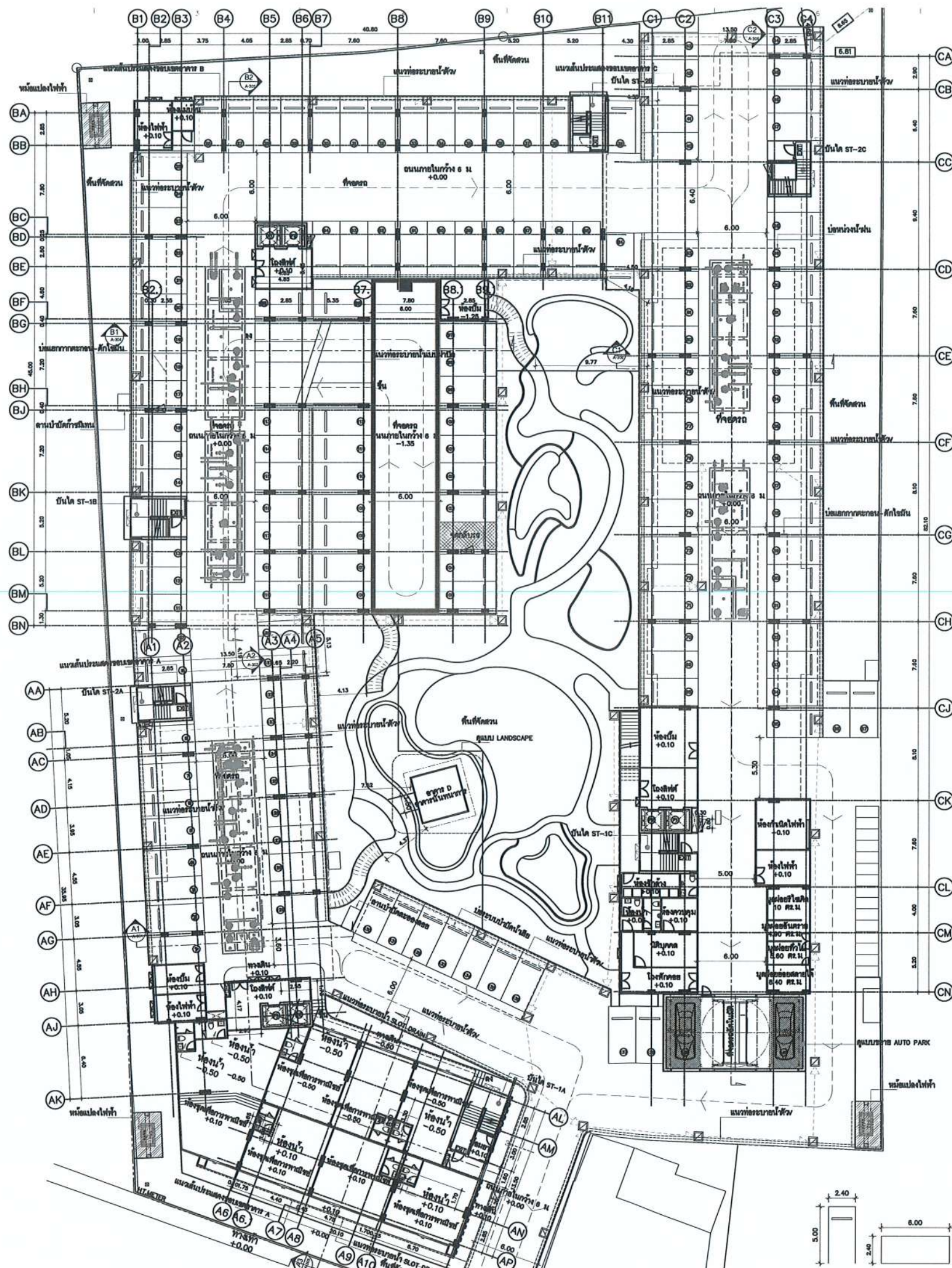
DRAWING BY
DATE 21/12/2563
BUILDING TOTAL DRAWING DRAWING NO.
SN-5-06

☒ แบบผังบริเวณ ☐ แผนผังอาคาร
☐ แบบผังบริเวณ ☐ แผนผังอาคาร
☐ แบบผังบริเวณ ☐ แผนผังอาคาร

ผังบริเวณโครงการ แสดงตำแหน่งระบบบำบัดน้ำเสีย

SCALE A1 1:250 A3 1:500

สิ่งที่ส่งมาด้วย 6)



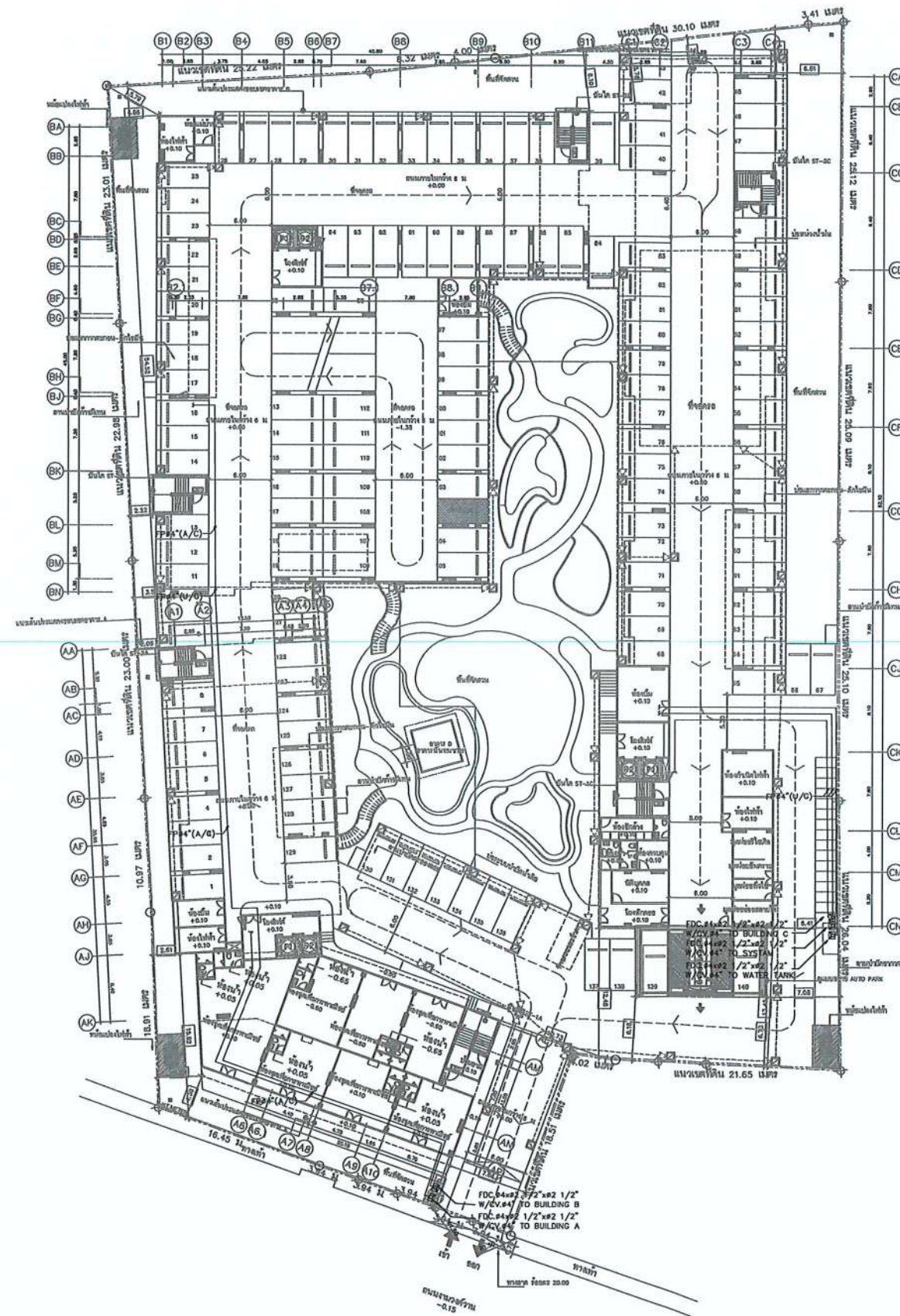
บ่อน้ำบาดน้ำเสียจากบ้ำบ้ดรวม 3 อาคาร
แยกออกเป็นแต่ละอาคาร

อาคาร A		อาคาร B		อาคาร C	
ชั้นที่	ระดับพื้น	ชั้นที่	ระดับพื้น	ชั้นที่	ระดับพื้น
1	+0.10	1	+0.10	1	+0.10
2	+3.00	2	+3.00	2	+3.00
3	+5.85	3	+5.85	3	+5.85
4	+8.70	4	+8.70	4	+8.70
5	+11.55	5	+11.55	5	+11.55
6	+14.40	6	+14.40	6	+14.40
7	+17.25	7	+17.25	7	+17.25
8	+20.10	8	+20.10	8	+20.10
ชั้นคัท	+22.95	ชั้นคัท	+22.95	ชั้นคัท	+22.95



แปลนพื้นที่ 1 (KEY PLAN)
มาตราส่วน 1:200

สิ่งที่ส่งมาด้วย 7)



แบบแสดงระดับเพลิงผ้งบริเวณ อาคาร A,B,C และที่จอดรถอัตโนมัติ

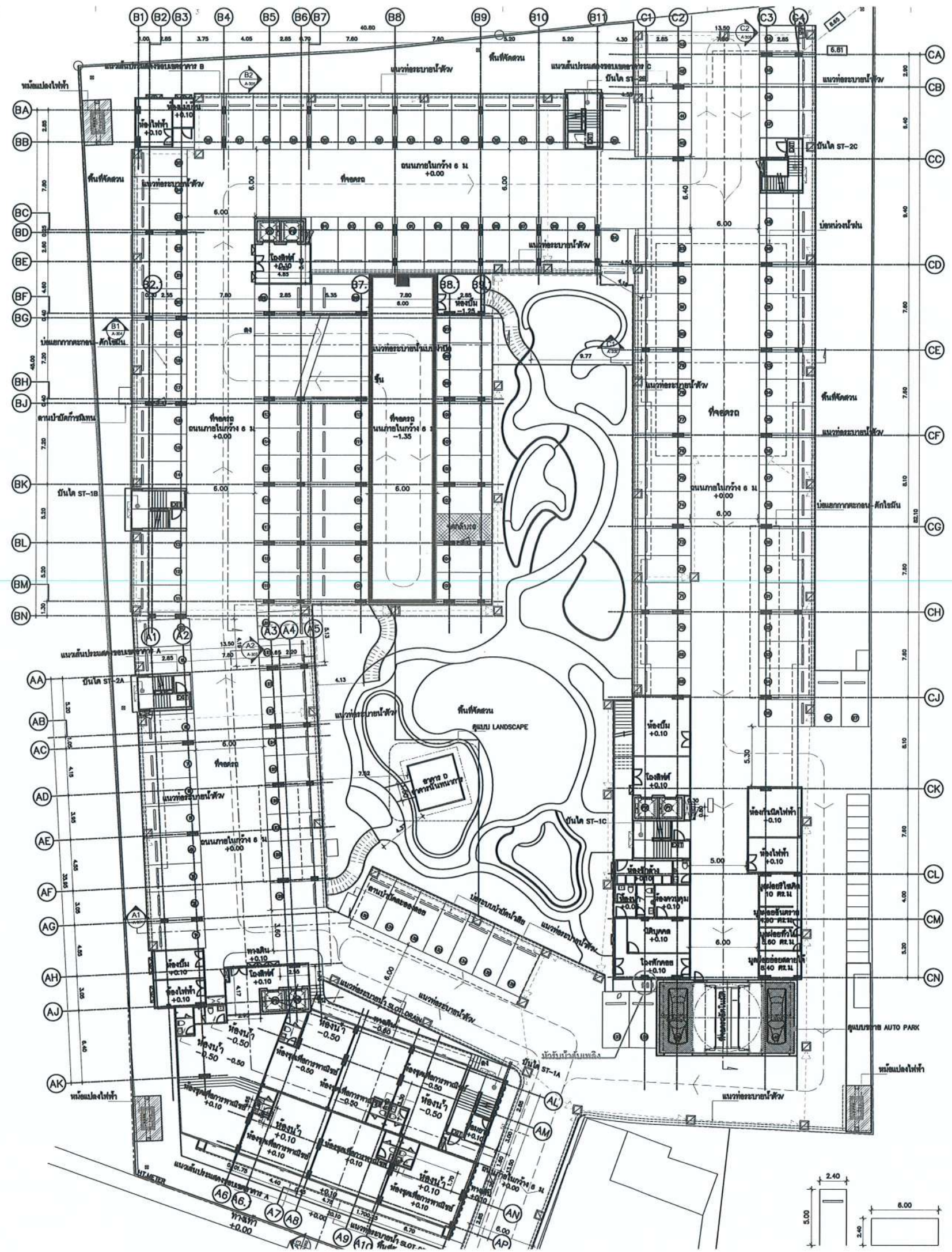




ผังบริเวณ
 มาตรฐาน 1:500๓A3

ค-2/97

PROJECT : ONEER KASET (วันเคสท์ เกษตร)		
LOCATION : ถนน ขจรวิทยารัตน์ กรุงเทพมหานคร		
OWNER : <div style="text-align: center;">  </div> บริษัท เอคพุ่มทรัพย์ จำกัด เลขที่ 487 ถนน ขจรวิทยารัตน์ ถนน 8304 กรุงเทพมหานคร เขต สันติราษฎร์ กรุงเทพฯ 10250		
ARCHITECTS : <div style="text-align: center;">  </div> บริษัท บลูเวิร์ค ดีไซน์แอนด์อะrchitect จำกัด 899/148 ถนนสุขุมวิท แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์ 02-340-8304 แฟกซ์ 02-340-8304		
อนุมัติโดย โสภณ วัฒนกุล 086-2208-0993		
CIVIL & STRUCTURAL ENGINEERS : <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1;"> BE ONE TECH CO., LTD. บริษัท บีวัน เทค จำกัด 146/7 หมู่ 10 ซอยสุขุมวิท 8 กรุงเทพฯ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 12130 </div> </div>		
วิศวกรรับทราบ : รศ. 8304		
M&E ENGINEERS <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1;"> Chevin Engineering Co., Ltd. 65-65 Sub Patanasarn 65 Patanasarn Rd., Phrasa Bangkok 10250 Thailand T.E. 02-750-1258 Fax 02-750-1271 E-mail: chevin_jayaporn@chevin.co.th </div> </div>		
ELECTRICAL ENGINEER วิศวกรรับทราบ : สถา. 2101		
MECHANICAL ENGINEER วิศวกรรับทราบ : สถา. 4818		
SANITARY ENGINEER วิศวกรรับทราบ : สถา. 3579		
LANDSCAPE ARCHITECTS <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1;"> ROOT DEVELOPMENT CO., LTD. 7 Sub Phrasa 14, Phrasa Rd. Phrasa, Bangkok 10250 TAF : +662-002-5700674 E-mail : Rootdev@rootdev.com </div> </div>		
อนุมัติโดย : รศ. 6508		
DRAWING TITLE : แบบแสดงระบบไฟฟ้าหลังจึงบริเวณ อาคาร A.B.C และโรงจอดรถอัตโนมัติ		
REVISIONS :		DATE :
PROJECT NAME :		
APPROVED BY :		
ARCHITECT		
PO.DEPARTMENT		
M&E		
STRUCTURE		
SDPJ		
DRAWING BY :		
DATE : 19/08/2563		
BUILDING	TOTAL DRAWING	DRAWING NO.
		FP-2-01
<input checked="" type="checkbox"/> แบบสถาปัตย์		
<input type="checkbox"/> แบบไฟฟ้า		
<input type="checkbox"/> แบบเครื่องจักร		



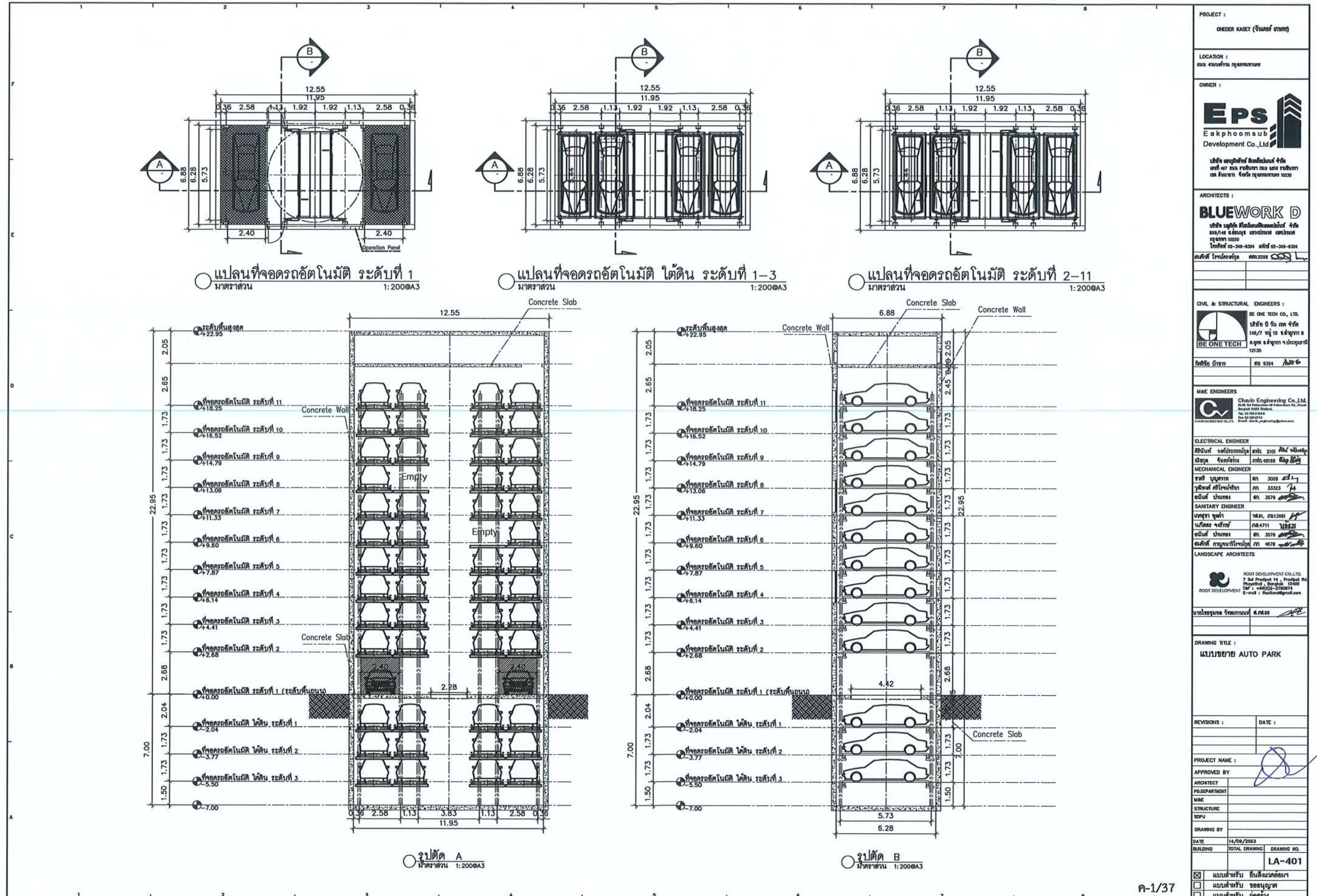
สิ่งที่ส่งมาด้วย 8)

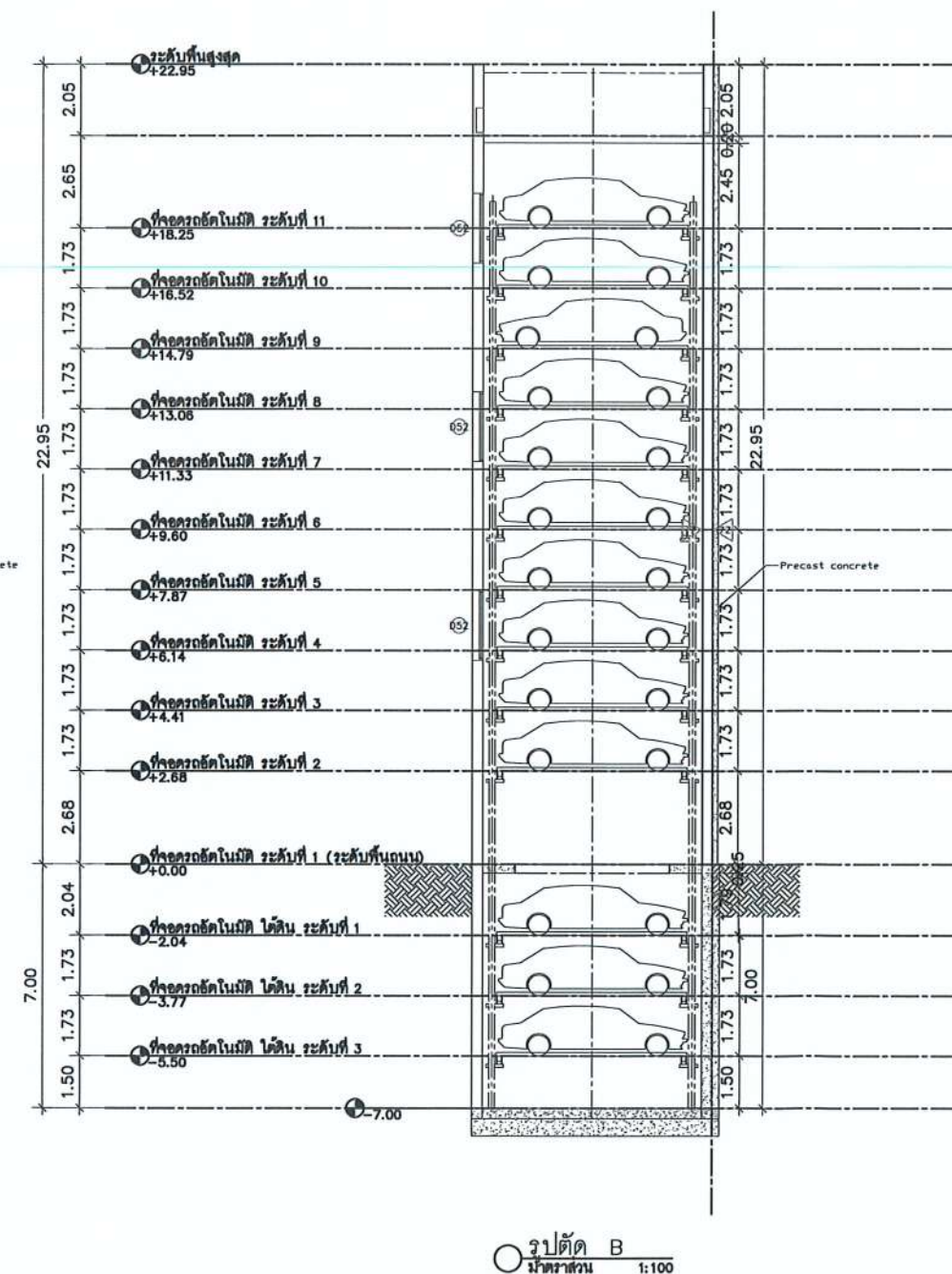
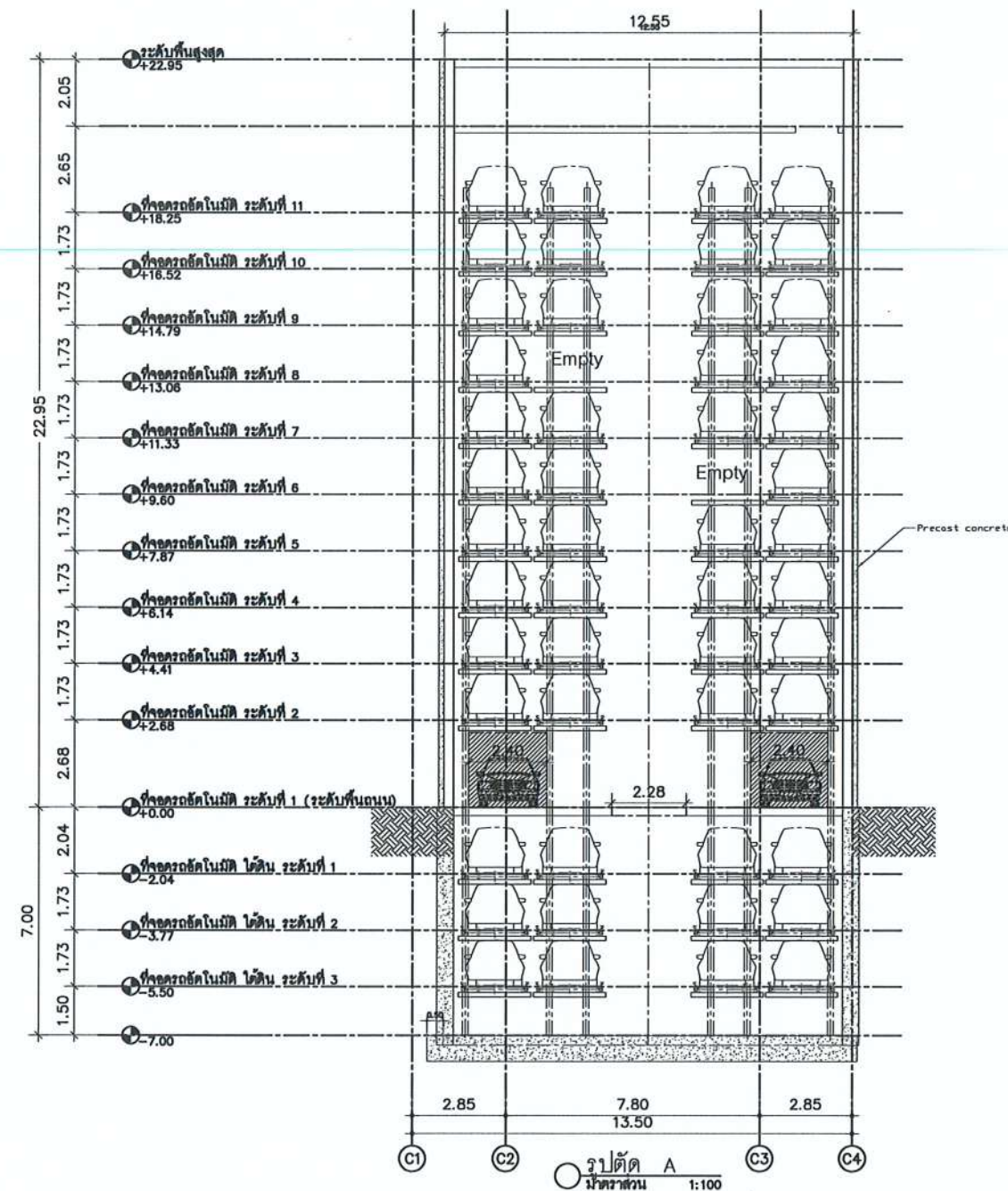
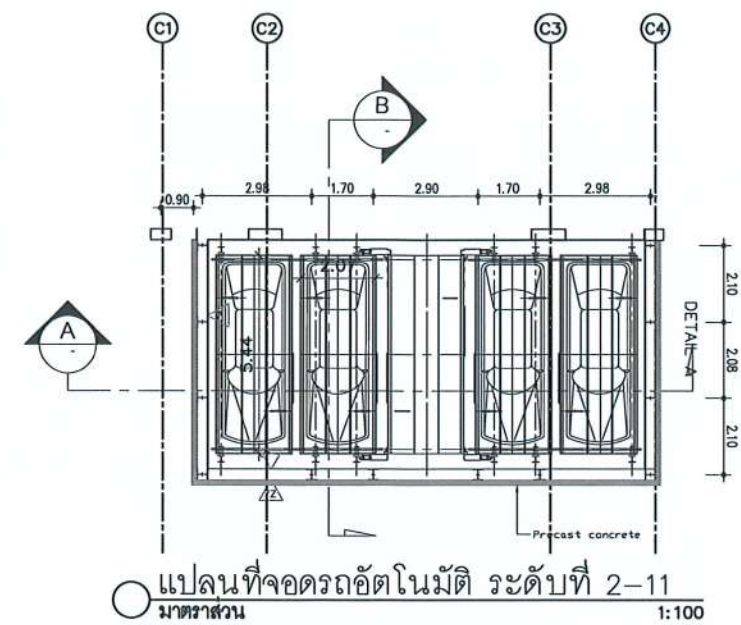
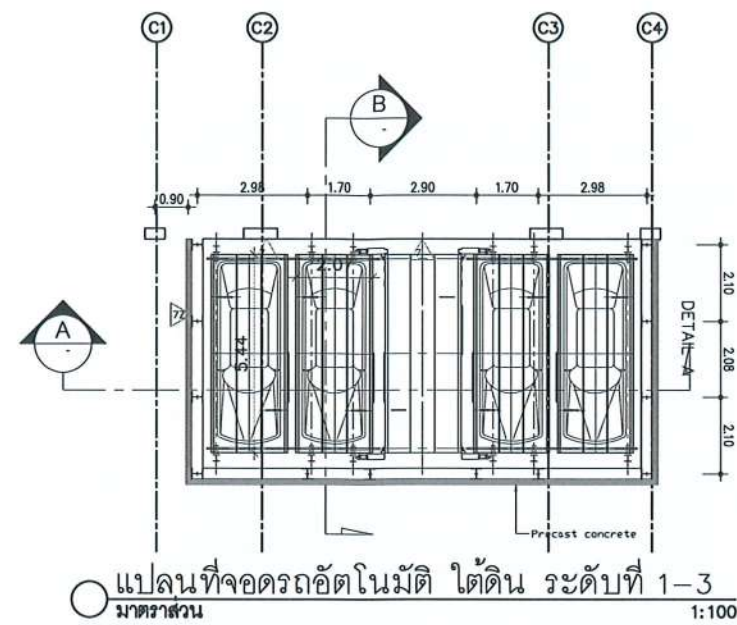
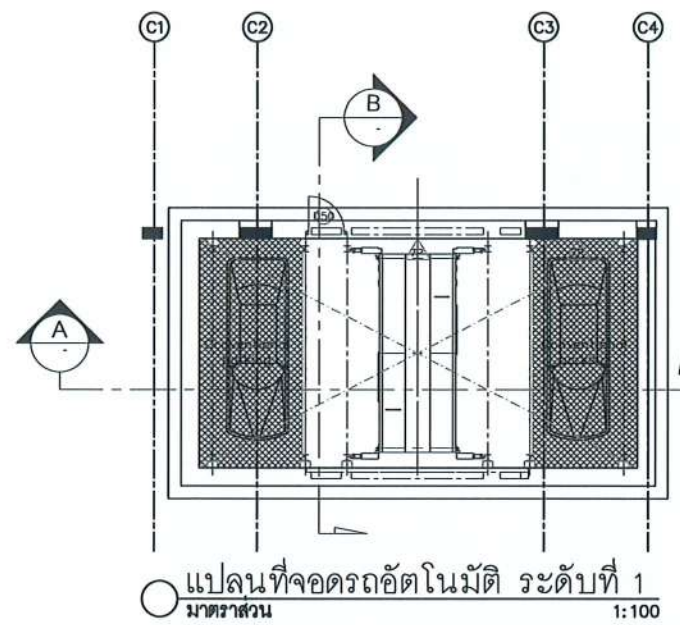
ย้ายหัวรับน้ำดับเพลิงจากแนวรั้วด้าน
หลังอาคาร C มาอยู่ใกล้ที่จอดรถดับ
เพลิงข้างผนัง Auto parking

อาคาร A		อาคาร B		อาคาร C	
ชั้นที่	ระดับพื้น	ชั้นที่	ระดับพื้น	ชั้นที่	ระดับพื้น
1	+0.10	1	+0.10	1	+0.10
2	+3.00	2	+3.00	2	+3.00
3	+5.85	3	+5.85	3	+5.85
4	+8.70	4	+8.70	4	+8.70
5	+11.55	5	+11.55	5	+11.55
6	+14.40	6	+14.40	6	+14.40
7	+17.25	7	+17.25	7	+17.25
8	+20.10	8	+20.10	8	+20.10
ชั้นคัท	+22.95	ชั้นคัท	+22.95	ชั้นคัท	+22.95



แปลนพื้นที่ 1 (KEY PLAN)
มาตราส่วน 1:200





โครงสร้างผนังเปลี่ยนจาก Concrete wall เป็นโครงสร้างเหล็กปิดด้วย Precast concrete

ภาคผนวกที่ 2.12

เอกสารตรวจสอบทาวเวอร์เครน

บริษัท เดอะทาวเวอร์เครน(ประเทศไทย) จำกัด
THE TOWERCRANE(THAILAND) CO.,LTD.

รายงานตรวจสอบปั้นจั่นหอสูง(Tower Crane) แบบ ปจ.1

TC1 : JARLWAY JTL140F8

โครงการก่อสร้าง วันเดอร์ เกษตร

ถนน งามวงศ์วาน แขวง ลาดยาว เขต จตุจักร กรุงเทพมหานคร

ผู้เช่า / ผู้ใช้งาน : บริษัท เวล เกรด เอ็นจิเนียริง จำกัด

เจ้าของ / ผู้ให้เช่า : หจก.หาดใหญ่สรรพกิจก่อสร้าง



โดย วศ.หญิง ศรีนุกูล สามัญวิศวกรเครื่องกล เลขทะเบียน สก.4511

ตรวจสอบวันที่ 22 เมษายน 2565

ตรวจสอบครั้งต่อไป 22 กรกฎาคม 2565



บริษัท เดอะทาวเวอร์เครน(ประเทศไทย) จำกัด
THE TOWERCRANE(THAILAND) CO.,LTD.

ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการทดสอบส่วนประกอบและอุปกรณ์ของปั้นจั่น

ข้าพเจ้า วศ.หญิง ศรีนุกูล อายุ 42 ปี
ที่อยู่เลขที่ 80/382 หมู่ 3 ถนน - ตำบล/แขวง คลองหนึ่ง
อำเภอ/เขต คลองหลวง จังหวัด ปทุมธานี โทรศัพท์ 089-495-6197
สถานที่ทำงาน บริษัท เดอะทาวเวอร์เครน(ประเทศไทย) จำกัด เลขที่ 80/382 หมู่ 3
ตรอก/ซอย - ถนน - ตำบล/แขวง คลองหนึ่ง
อำเภอ/เขต คลองหลวง จังหวัด ปทุมธานี โทรศัพท์ 02-162-0190

ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาเครื่องกล ตามพระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ. ๒๕๔๒

และไม่ได้อยู่ระหว่างถูกสั่งพักใช้ใบอนุญาตหรือถูกเพิกถอนใบอนุญาต

ระดับ สามัญวิศวกร เลขทะเบียน สก.4511 วันที่หมดอายุ 11 ตุลาคม 2567

ข้าพเจ้าได้ทำการทดสอบส่วนประกอบและอุปกรณ์ปั้นจั่นที่ใช้ในงาน

☐ อุทสากรรม ☒ ก่อสร้าง ☐ อื่นๆ ระบุ

ของ หจก.หาดใหญ่สรรพกิจก่อสร้าง

ที่อยู่ 460/24 ซอย หาดใหญ่เคหะ ถนน เพชรเกษม ตำบล หาดใหญ่

อำเภอ/เขต หาดใหญ่ จังหวัด สงขลา โทรศัพท์ 074-230-956

เมื่อวันที่ 22 เมษายน 2565 ขณะนี้ทดสอบปั้นจั่นใช้งานอยู่ที่ โครงการก่อสร้าง วันเดอร์ เกษตร ถนน งามวงศ์วาน

แขวง ลาดยาว เขต จตุจักร กรุงเทพมหานคร

ชื่อผู้บังคับปั้นจั่น (๑) ☐ ผ่านการอบรม(มีหลักฐานแสดง) ☐ ไม่ผ่านการอบรม

ชื่อผู้บังคับปั้นจั่น (๒) ☐ ผ่านการอบรม(มีหลักฐานแสดง) ☐ ไม่ผ่านการอบรม

ข้าพเจ้าได้ทำการทดสอบปั้นจั่นและอุปกรณ์ตามรายการทดสอบที่ระบุไว้ในเอกสารแนบท้าย และได้ปรับปรุง

แก้ไขส่วนที่ชำรุดหรือบกพร่องจนใช้งานได้อย่างปลอดภัย พร้อมทั้งมีการถ่ายภาพของวิศวกรขณะทดสอบแล้ว

จึงขอรับรองว่าปั้นจั่นเครื่องนี้ใช้งานได้อย่างปลอดภัยตามข้อที่ ๕๐ แห่งกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการ

บริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักรปั้นจั่น และหม้อน้ำ

พ.ศ. ๒๕๖๔



(ลงชื่อ)

(วศ.หญิง ศรีนุกูล)
วิศวกรผู้ทดสอบ

(ลงชื่อ)

(นายปัญญา ประเสริฐเรืองชัย)
นายจ้าง/ผู้กระทำแทน

สำหรับเจ้าหน้าที่

รายการทดสอบปั้นจั่น

๑. แบบปั้นจั่น ☒ ปั้นจั่นหอสูง (Tower Crane) ☐ ปั้นจั่นเหนือศีรษะ (Overhead Crane)
☐ ปั้นจั่นขาสูง (Gantry Crane) ☐ รอก (Hoist)
☐ อื่นๆ (ระบุ)
๒. ผู้ผลิต สร้างโดย JARLWAY ประเทศ จีน หมายเลข TCI
รุ่น JTL140F8 ปีที่ผลิต - ตามมาตรฐาน(ถ้ามี) ISO9001
๓. ขนาดพิกัดยกอย่างปลอดภัย (Safe Working Load) ☒ ผู้ผลิตกำหนด ☐ วิศวกรกำหนด
☒ ที่แขนปั้นจั่นไกลสุด 1.80 ตัน ที่แขนปั้นจั่นไกลสุด 6.00 ตัน 3 Falls / 50 M. Jib
☐ ที่ปั้นจั่น (ขาสูง, เหนือศีรษะ, รอก) ตัน ☐ อื่นๆ
๔. รายละเอียดคุณลักษณะ (Specification) และคู่มือการใช้ การประกอบ การทดสอบ การซ่อมบำรุง และการตรวจสอบ
☒ มีมาพร้อมกับปั้นจั่น ☐ มีโดยวิศวกรกำหนด
๕. การดัดแปลงแก้ไขส่วนหนึ่งส่วนใดของปั้นจั่น
☐ มี(ระบุ) ☒ ไม่มี
๖. โครงสร้างปั้นจั่น
- ๖.๑ สภาพโครงสร้างหลักปั้นจั่น
☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)
- ๖.๒ สภาพรอยเชื่อมต่อ
☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)
- ๖.๓ สภาพของนอต สลักเกลียวยึดและหมุดย้ำ
☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)
๗. การติดตั้งปั้นจั่นบนฐานที่มั่นคง
☐ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)
๘. การติดตั้งน้ำหนักถ่วง
☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)
๙. ระบบต้นกำลัง
- ๙.๑ สภาพและความพร้อมของเครื่องยนต์ *ไม่ได้ใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลัง
- ๙.๑.๑ ระบบหล่อลื่น
☐ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)
- ๙.๑.๒ ระบบเชื้อเพลิง
☐ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)
- ๙.๑.๓ ระบบระบายความร้อน
☐ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)
- ๙.๑.๔ การติดตั้งมั่นคงแข็งแรง
☐ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)
- ๙.๑.๕ ที่ครอบปิดหรือฉนวนหุ้มท่อไอเสีย
☐ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)



วิศวกรผู้ทดสอบ

วศ.ทฤษฎี ศรีนุกูล

๕.๒ มอเตอร์และระบบควบคุมไฟฟ้า

๕.๒.๑ สภาพมอเตอร์ไฟฟ้า

☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๕.๒.๒ การติดตั้งมั่นคงแข็งแรง

☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๕.๒.๓ สภาพแผงหรือสวิตช์ไฟฟ้า รีเลย์และอุปกรณ์อื่น

☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๕.๓ ระบบส่งกำลัง ระบบตัดต่อกำลังและระบบเบรก

๕.๓.๑ สภาพของเพลา ข้อต่อเพลา เฟือง โซ่ สายพาน

☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๕.๓.๒ ระบบคลัตช์

☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๕.๓.๓ ระบบเบรก

☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๐. ครอบปิดหรือกัน (Guard) ส่วนที่หมุน ส่วนที่เคลื่อนไหวยาว หรือส่วนที่อาจเป็นอันตราย

☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๑. ระบบควบคุมการทำงานของปั้นจั่น

๑๑.๑ สภาพของแผงควบคุม

☒ เรียบร้อย

☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๑.๒ สภาพกลไกที่ใช้ควบคุม

☒ เรียบร้อย

☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๒. ระบบไฮดรอลิก และระบบลม (Pneumatic)

๑๒.๑ สภาพของท่อน้ำมันและข้อต่อ

☒ เรียบร้อย

☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๒.๒ สภาพของท่อลมและข้อต่อ

☐ เรียบร้อย

☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๓. Limit Switches

๑๓.๑ การทำงานของชุดตะขอยก

☒ เรียบร้อย

☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๓.๒ การทำงานของชุดรางล้อเลื่อน

☐ เรียบร้อย

☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๓.๓ มุมแขนปั้นจั่น (เฉพาะ Derricks)

☒ เรียบร้อย

☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๔. การเคลื่อนที่บนรางหรือแขนของปั้นจั่น

☐ เรียบร้อย

☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๕. การทำงานของชุดควบคุมพิชิตน้ำหนักยก

☒ เรียบร้อย

☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๖. ม้วนลวดสลิง รอกและตะขอ

๑๖.๑ สภาพม้วนลวดสลิง

☒ เรียบร้อย

☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๖.๒ มีลวดสลิงเหลืออยู่ในม้วนลวดสลิง ตลอดเวลาที่ปั้นจั่นทำงานอย่างน้อย ๒ รอบ

☒ เรียบร้อย

☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๖.๓ อัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกกับเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสลิง

๑๖.๓.๑ รอกปลายแขนปั้นจั่นไม่น้อยกว่า ๑๘

☒ เรียบร้อย

☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๖.๓.๒ รอกของตะขอไม่น้อยกว่า ๑๖ : ๑

☒ เรียบร้อย

☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____

๑๖.๓.๓ รอกหลังแขนปั้นจั่นไม่น้อยกว่า ๑๕ : ๑

☐ เรียบร้อย

☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ) _____



วิศวกรผู้ทดสอบ

วศ.ทฤษฎี ศรีนิกุล

๑๖.๕ สภาพตะขอ

๑๖.๕.๑ การบิดตัวของตะขอ

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๑๖.๕.๒ การถ่างออกของปากตะขอต้องน้อยกว่าร้อยละ ๑๕

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๑๖.๕.๓ การสึกหรอที่ท้องตะขอต้องน้อยกว่าร้อยละ ๑๐

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๑๖.๕.๔ ต้องไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดของตะขอแตกหรือร้าว

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๑๖.๕.๕ ไม่มีการเสีรูปทรงหรือสึกหรอของหัวตะขอ

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๑๖.๕.๖ มีชุดล็อกป้องกันลวดสลิงหลุดจากตะขอ

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๑๗. สภาพของลวดสลิงเคลื่อนที่ (Running Ropes)

๑๗.๑ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14.0 มม. ค่าความปลอดภัย (Safety Factor) เท่ากับ N/A อายุการใช้งาน N/A ปี

๑๗.๒ เส้นลวดในหนึ่งช่วงเกลียวขาดไม่เกิน ๑ เส้นในเกลียวเดียวกัน หรือขาดไม่เกิน ๖ เส้นในหลายเกลียวรวมกัน

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๑๘. สภาพของลวดสลิงยึดโยง (Standing Ropes)

๑๘.๑ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.0 มม. ค่าความปลอดภัย (Safety Factor) เท่ากับ N/A อายุการใช้งาน N/A ปี

๑๘.๒ เส้นลวดขาดตรงข้อต่อไม่เกินสองเส้นในหนึ่งช่วงเกลียว

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๑๙. สภาพลวดสลิง

๑๙.๑ ลวดเส้นนอกสึกไปน้อยกว่าหนึ่งในสามของเส้นผ่านศูนย์กลางเดิม

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๑๙.๒ ไม่มีการขมวด ถูกกระแทก แตกเกลียวหรือชำรุด

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๑๙.๓ เส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลงไม่เกินร้อยละ ๕ ของเส้นผ่านศูนย์กลางเดิม

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๑๙.๔ ไม่ถูกความร้อนทำลายหรือเป็นสนิมมากจนเห็นได้ชัด

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๑๙.๕ ไม่ถูกกัดกร่อนชำรุดมากจนเห็นได้ชัดเจน

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๒๐. อุปกรณ์ป้องกันไม่ให้ล้อเลื่อนตกจากรางด้านข้าง

☐ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๒๑. ปีนขึ้นที่มีความสูงเกินสามเมตร ต้องมีบันไดพร้อมราวจับและโครงโลหะกันตก

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๒๒. การจัดทำพื้นชนิดกันลื่น ราวกันตก และแผงกันตกกระด้างพื้น (ชนิดที่ต้องจัดทำพื้นและทางเดิน)

☒ เรียบร้อย☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

วิศวกรผู้ทดสอบ

วศ.หญิง ศรีนุฑ

๒๓. ปีนจันทอสูงมีอุปกรณ์ป้องกันมิให้แนวแขนต่อเคลื่อนตกจากแนวเดิมเกิน ๕ องศา

☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๒๔. สัญญาณเสียงและแสงไฟเตือนตลอดเวลาที่ปั่นจันททำงาน

☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๒๕. ป้ายบอกพิกัดน้ำหนักยกติดไว้ที่ปั่นจันท และรอกของตะขอ

☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๒๖. ตารางยกสิ่งของติดไว้ในบริเวณที่ผู้บังคับปั่นจันทเห็นได้ชัดเจน

☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๒๗. รูปภาพการใช้สัญญาณมือในการสื่อสารระหว่างผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับปั่นจันท ติดไว้ที่จุดหรือตำแหน่งที่ลูกจ้างผู้ปฏิบัติงานเห็นได้ชัดเจน

☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๒๘. เครื่องดับเพลิงพร้อมใช้งานได้ที่ห้องบังคับปั่นจันท

☒ เรียบร้อย ☐ ไม่เรียบร้อย(ระบุ)

๒๙. อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

น้ำหนักที่ใช้ทดสอบการยก ระบุ ก่อนน้ำหนัก น้ำหนัก 1.80 ตัน

เครื่องมือวัด ระบุ เวอร์เนียคาลิเปอร์, ตลับเมตร

การตรวจสอบแนวเชือก ระบุ ตรวจพินิจด้วยสายตา

อื่นๆระบุ

๓๐. การทดสอบการรับน้ำหนักปั่นจันทในครั้งนี้ เป็นการทดสอบในกรณี

๓๐.๑ ปีนจันทใหม่

ผลการทดสอบการรับน้ำหนัก ของพิกัดยกอย่างปลอดภัย (Safe Working Load) ที่

☐ ๑ - ๑.๒๕ เท่า (ขนาดไม่เกิน ๒๐ ตัน)

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

☐ ๑ - ๑.๒๕ เท่า ทดสอบรับน้ำหนักเพิ่มอีก ๕ ตัน (ขนาดมากกว่า ๒๐ - ๕๐ ตัน)

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

๓๐.๒ ปีนจันทใช้งานแล้ว

ผลการทดสอบการรับน้ำหนักที่ใช้งานสูงสุด โดยไม่เกินพิกัดยกอย่างปลอดภัยที่ผู้ผลิตออกแบบไว้ หรือที่วิศวกรกำหนด

☒ ตามวาระทุก 3 เดือน

☒ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

☐ หลังการติดตั้งเสร็จ (กรณีย้ายที่ตั้งใหม่)

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

☐ หยุดการใช้งานตั้งแต่ ๖ เดือนขึ้นไป

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

☐ หลังการซ่อมแซมที่มีผลต่อความปลอดภัย

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

☐ หลังการแก้ไขตัดแปลงโครงสร้างที่มีผลต่อการรับน้ำหนัก (เพิ่มความสูง)

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

๓๑. น้ำหนักยกที่อนุญาตให้ใช้งาน ไม่เกินพิกัดยกตามตารางการ(Load Chart) อย่างปลอดภัย สูงสุดไม่เกิน 1.8 ตัน

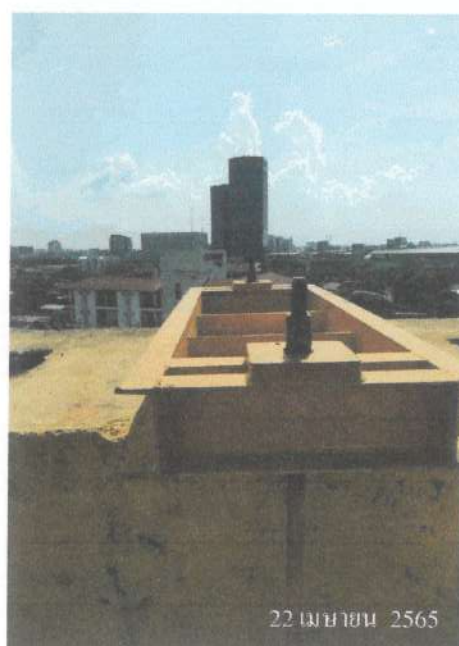
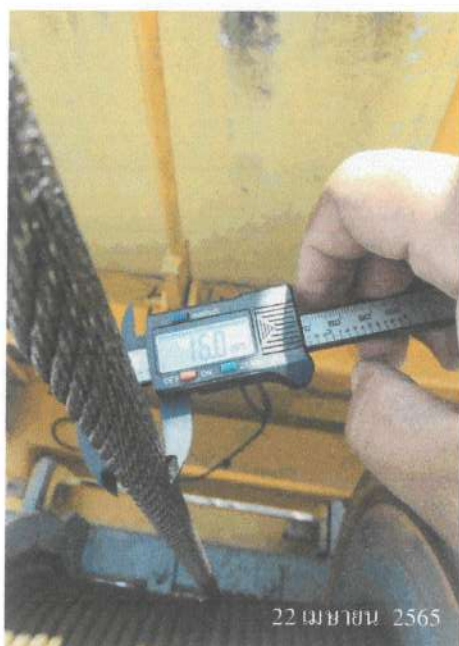
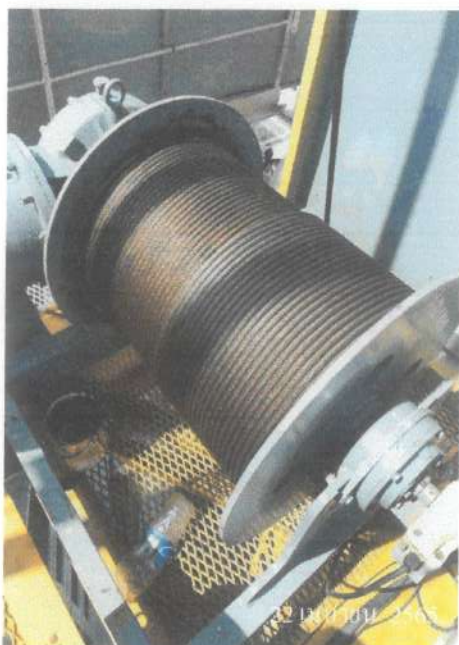
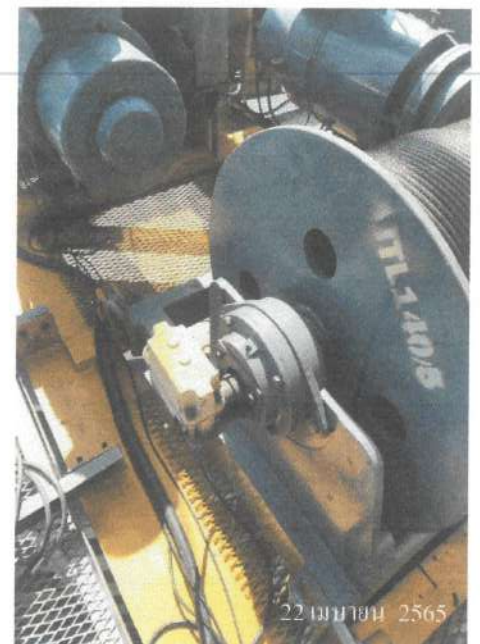
รายการแก้ไข ตรวจสอบ ปรับแต่ง สิ่งชำรุดบกพร่อง

หมายเหตุ : ความมั่นคงแข็งแรงของฐานปั่นจันท ให้ดูรายงานการออกแบบรับรองโดย วศ.โยธา



วิศวกรผู้ทดสอบ

วศ.ทฤษฎี ศรีบุญกุล



ภาคผนวกที่ 2.13

ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพควบคุมทางเวอร์เครน



บริษัท เดอะทาวเวอร์เครน(ประเทศไทย) จำกัด
THE TOWERCRANE(THAILAND) CO.,LTD.


ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม
Thai Professional Engineering License
เลขประจำตัวประชาชน (ID) 3 1911 00165 19 7
นายหฤษฎ์ ศรีนุกูล **ตรวจทดสอบวันที่ 22 เมษายน 2565**
Mr. Harit Srinukool
เลขทะเบียน สก.4511 เลขที่สมาชิกสามัญ 172555
License No. Member No.
ระดับ สามัญวิศวกร สาขา เครื่องกล
Level Professional Eng. Discipline Mechanical Eng.
วันอนุญาต 12 ต.ค. 2562 วันหมดอายุ 11 ต.ค. 2567
Date of Issue 12 Oct. 2019 Date of Expiry 11 Oct. 2024



ใช้ประกอบเอกสารยืนยันตรวจสอบปั้นจั่นห้อยสูง (Tower Crane) แบบ ปจ.1
(นายสุชัยวีร์ สุวรรณสวัสดิ์)
นายสุชัยวีร์ สุวรรณสวัสดิ์ (Signature)

โครงการก่อสร้าง วันเดอร์ เกษตร

ถนน งามวงศ์วาน แขวง ลาดยาว เขต จตุจักร กรุงเทพมหานคร



วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

ขอมอบวุฒิบัตรฉบับนี้ให้ไว้แก่

นายหฤษฎ์ ศรีนุกูล

ในการเป็นวิทยากร การอบรมเรื่อง การติดตั้งและการตรวจสอบปั้นจั่นห้อยสูง (Tower Crane) แบบเจาะลึก รุ่นที่ ๒

วันที่ ๒๕ - ๒๖ มีนาคม ๒๕๕๙

ให้ไว้ ณ วันที่ ๒๖ มีนาคม ๒๕๕๙

ได้รับการรับรองจากสภาวิศวกรให้มีจำนวนหน่วยพัฒนา ๓๘ หน่วย รหัสกิจกรรม ๙๐๘-๐๒-๒๐๐๑-๐๐/๕๙๐๓-๐๐๑



ศาสตราจารย์ ดร.สุชัยวีร์ สุวรรณสวัสดิ์
นายก

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์



รองศาสตราจารย์ สิริวัฒน์ ไชยชนะ
เลขาธิการ

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์