

การรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคาร และพื้นดินที่รองรับอาคารต้านแผ่นดินไหว

กฎกระทรวง พ.ศ. 2550

รศ.ดร.อมร พิमानมาศ

ประธานคณะกรรมการสาขาวิศวกรรมโครงสร้างและสะพาน
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

เล่ม ๑๒๔ ตอนที่ ๘๖ ก

หน้า ๑๗
ราชกิจจานุเบกษา

๓๐ พฤศจิกายน ๒๕๕๐



กฎกระทรวง

กำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคาร
และพื้นดินที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

พ.ศ. ๒๕๕๐

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ (๓) แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ และมาตรา ๘ (๓) แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๔๓ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๕ ประกอบกับมาตรา ๓๒ มาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๒ และมาตรา ๔๓ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้



พื้นที่และบริเวณเฝ้าระวัง

- ❑ **บริเวณเฝ้าระวัง** : พื้นที่หรือบริเวณที่อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวได้แก่ จังหวัดกระบี่ ชุมพร พังงา ภูเก็ต ระนอง สงขลาและสุราษฎร์ธานี
- ❑ **บริเวณที่ 1** : พื้นที่หรือบริเวณที่เป็นดินอ่อนซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหว ระยะไกล ได้แก่จังหวัด กรุงเทพฯ นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการและสมุทรสาคร
- ❑ **บริเวณที่ 2** : พื้นที่อยู่ใกล้รอยเลื่อนที่อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหว ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี เชียงราย เชียงใหม่ ตาก น่าน พะเยา แพร่ ลำปาง ลำพูนและแม่ฮ่องสอน



บริเวณและอาคารที่บังคับใช้

- (ก) อาคารที่จำเป็นต่อสาธารณชน เช่น สถานพยาบาลที่รับผู้ป่วยไว้ค้างคืน สถานีดับเพลิงอาคารศูนย์บรรเทาสาธารณภัย อาคารศูนย์สื่อสาร ท่าอากาศยาน โรงไฟฟ้า โรงผลิตและเก็บน้ำประปา
- (ข) อาคารเก็บวัตถุอันตราย เช่น วัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ วัตถุมีพิษ วัตถุแก๊สมันตรังสี หรือวัตถุที่ระเบิดได้
- (ค) อาคารสาธารณะ เช่น โรงมหรสพ หอประชุม หอศิลป์ พิพิธภัณฑ์สถาน หอสมุด ศาสนสถาน อัมจันทร์ ตลาด ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานีรถและโรงแรม
- (ง) สถานที่ศึกษา



บริเวณและอาคารที่บังคับใช้

- (จ) สถานที่รับเลี้ยงเด็ก
- (ฉ) อาคารที่มีผู้ใช้อาคารได้ตั้งแต่ห้าพันคนขึ้นไป
- (ช) อาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 15 ม. ขึ้นไป
- (ซ) สะพานหรือทางยกระดับที่มีศูนย์กลางต่อม่อตั้งแต่ 10 ม. ขึ้นไป
- (ฅ) เชื้อนกักเก็บน้ำ เชื้อนทหน้าหรือฝายทหน้า ที่ตัวเชื้อหรือตัวฝายมีความสูงตั้งแต่ 10 ม. ขึ้นไป



การคำนวณแรงแผ่นดินไหวตามกฎกระทรวงปี 2550

1. บริเวณเฝ้าระวัง

คำนวณแรงลมตามกฎกระทรวงฉบับที่ 6 แต่ไม่ต้องคำนวณแรงแผ่นดินไหว
จัดรายละเอียดการเสริมเหล็กให้มีความเหนียวจำกัด

2. บริเวณที่ 1 และ 2

คำนวณแรงลมและคำนวณแรงแผ่นดินไหว

ใช้ค่าแรงที่มากกว่าในการออกแบบ

จัดรายละเอียดการเสริมเหล็กให้มีความเหนียวจำกัด

การคำนวณแรงแผ่นดินไหวสำหรับบริเวณที่ 1 และ 2

- **โครงสร้างที่มีลักษณะสม่ำเสมอ (Regular Structure) :** โครงสร้างที่มีความต่อเนื่องทางกายภาพของรูปทรง ลักษณะโครงสร้าง และมวลในแนวราบหรือแนวตั้ง **วิธีแรงสถิตย์เทียบเท่า**



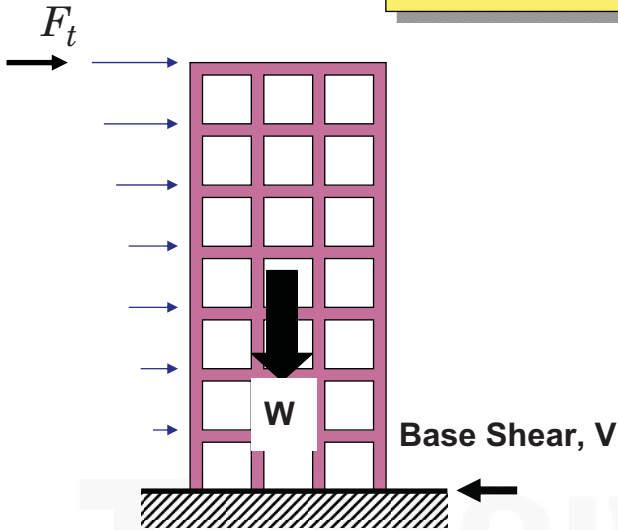
การคำนวณแรงแผ่นดินไหวสำหรับบริเวณที่ 1 และ 2

- **โครงสร้างที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอ (Irregular Structure) :** โครงสร้างที่ไม่มีความต่อเนื่องทางกายภาพของรูปทรง ลักษณะโครงสร้าง และมวลในแนวราบหรือแนวตั้ง **วิธีแรงพลศาสตร์**



วิธีแรงสถิตยเทียบเท่า

$$V = ZIKCSW$$



- V : แรงเฉือนที่ฐานในแนวราบ
- Z : ส.ป.ส. ความเข้มของแผ่นดินไหว
- I : ตัวคูณเกี่ยวกับการใช้อาคาร
- K : ส.ป.ส. ของโครงสร้างที่รับแรงในแนวราบ
- C : ส.ป.ส. ของคาบของโครงสร้าง
- S : สัมประสิทธิ์ของการประสานความถี่ธรรมชาติระหว่างอาคารและชั้นดิน
- W : น้ำหนักของตัวอาคาร

ส.ป.ส. ความเข้มของแผ่นดินไหว (Z)

ให้ใช้ค่าตามที่กำหนดดังนี้

บริเวณ	ค่า Z
1	0.19
2	0.38

ตัวคูณเกี่ยวกับการใช้อาคาร (I)

ให้ใช้ค่าตามที่กำหนดดังนี้

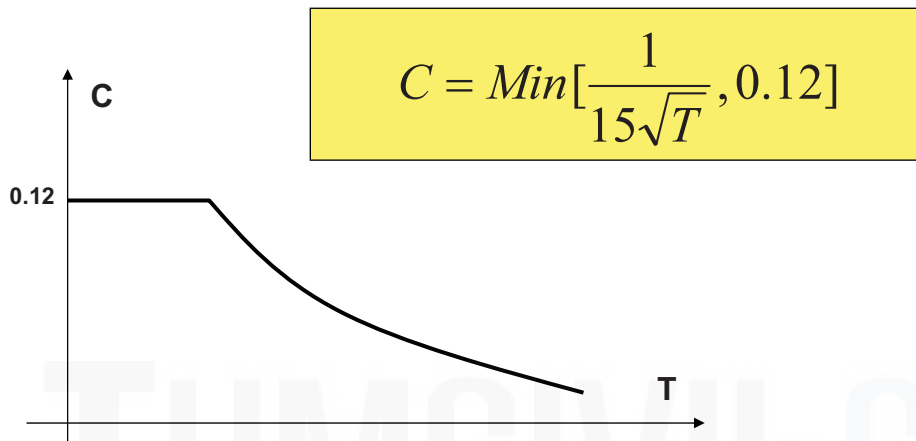
ชนิดของอาคาร	ค่า I
จำเป็นต่อความเป็นอยู่ของสาธารณชน	1.50
เป็นที่ชุมนุมครั้งหนึ่ง ๆ ได้มากกว่า 300 คน	1.25
อาคารอื่นๆ	1.00

ส.ป.ส. ของโครงสร้างที่รับแรงในแนวราบ(K)

ระบบและชนิดของโครงสร้างรับแรงในแนวราบ	K
(1) ออกแบบให้กำแพงรับแรงเฉือน/โครงแกนรับแรงทั้งหมด	1.33
(2) ออกแบบให้โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวด้าน (DMRF) ทานแรงทั้งหมด	0.67
(3) ออกแบบให้โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวรับแรงร่วมกับกำแพงรับแรงเฉือนหรือโครงแกน โดยมิ ข้อกำหนด ดังนี้ - โครงต้านทานแรงดัดที่มีความเหนียวต้องรับแรงในแนวราบได้ไม่น้อยกว่า 25% - กำแพงรับแรงเฉือน/โครงแกนเมื่อแยกออกจากโครงสร้างต้องรับแรงได้ทั้งหมด - โครงต้านทานแรงดัดที่มีความเหนียว + กำแพงรับแรงเฉือน/โครงแกน ต้องสามารถรับแรงในแนวราบได้ ทั้งหมด โดยสัดส่วนของแรงที่กระทำต่อโครงสร้างแต่ละระบบ ให้เป็นไปตามสัดส่วนความคงตัว (Rigidity) โดย คำนึงถึงการถ่ายเทแรงระหว่างโครงทั้งสอง	0.80
(4) หอดังน้ำ รองรับด้วยเสาไม่น้อยกว่า 4 ต้น มีแกนยึดและไม่ตั้งอยู่บนอาคาร หมายเหตุ ค่า K คูณกับ C ต้องไม่น้อยกว่า 0.12 และไม่เกิน 0.25	2.50
(5) โครงต้านทานแรงดัดที่มีความเหนียวจำกัดและโครงสร้างระบบอื่น ๆ นอกเหนือจาก (1) ถึง (4)	1.00

ส.ป.ส. ของคาบของโครงสร้าง(C)

ในการคำนวณแรงแผ่นดินไหวที่กระทำต่ออาคารหรือส่วนต่างๆ ของอาคาร ค่า ส.ป.ส. C ให้คำนวณตามสูตรต่อไปนี้



คาบของโครงสร้าง(T)

ในกรณีที่ไม่สามารถคำนวณคาบของโครงสร้างด้วยวิธีอื่น ให้คำนวณตามสูตรต่อไปนี้

(1) สำหรับอาคารทั่วไป

$$T = 0.09h_n / \sqrt{D}$$

(2) สำหรับอาคารที่มีโครงต้านทานแรงดัดที่มีความเหนียว

$$T = 0.1N$$

เมื่อ h_n : ความสูงของพื้นอาคารชั้นสูงสุดวัดจากระดับพื้นดิน (เมตร)

D : ความกว้างของโครงสร้างในทิศทางขนานกับแรงแผ่นดินไหว (เมตร)

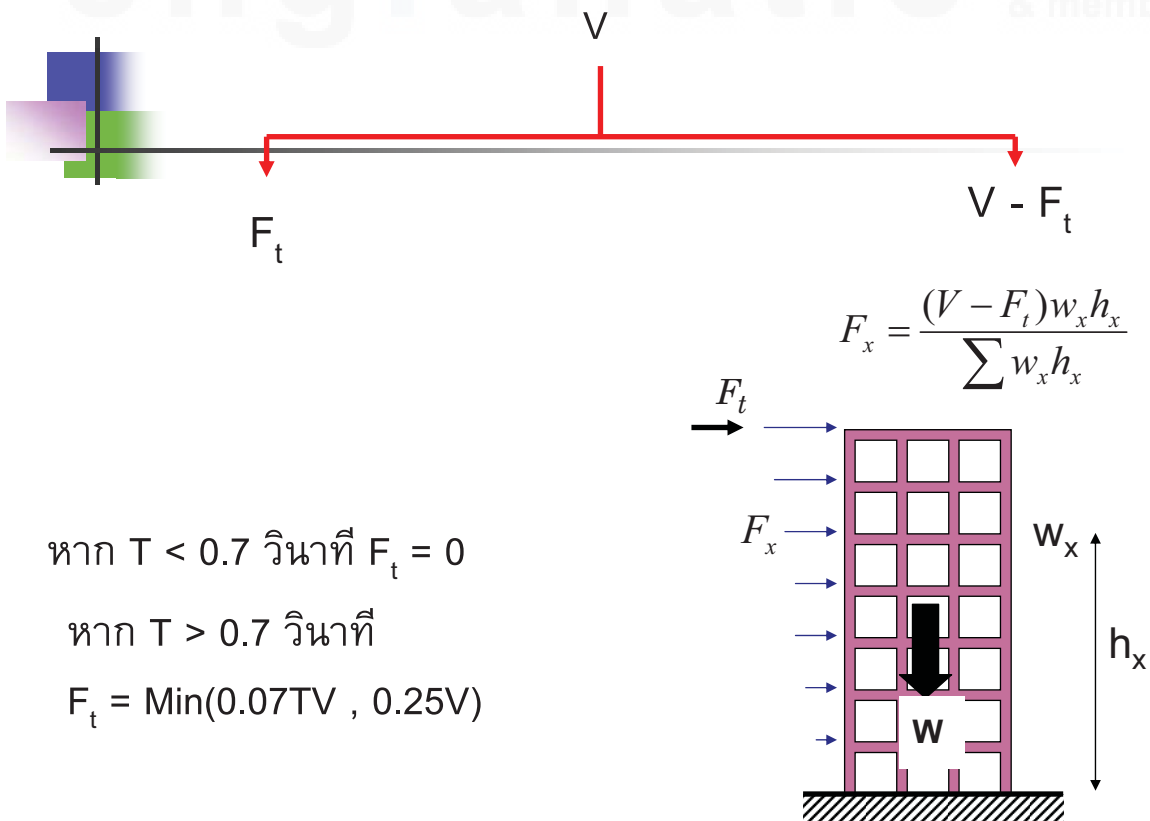
N : จำนวนชั้นของโครงสร้างที่อยู่เหนือระดับพื้นดิน

สัมประสิทธิ์ของการประสานความถี่ธรรมชาติ ระหว่างอาคารและชั้นดิน(S)

ลักษณะของชั้นดิน	S
หิน	1.0
ดินแข็ง	1.2
ดินอ่อน	1.5
ดินอ่อนมาก	2.5

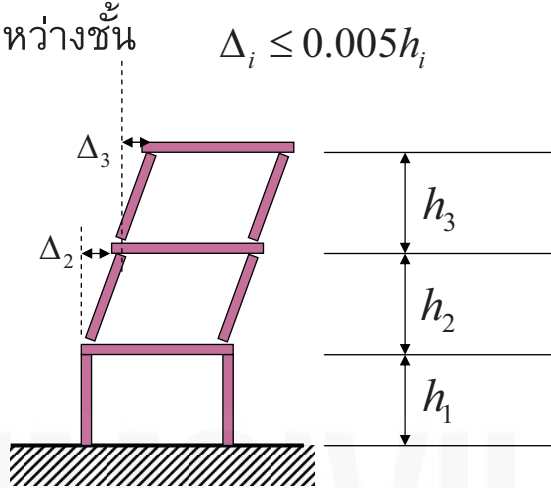
ถ้าผลคูณ C และ S มากกว่า 0.14 ใช้ 0.14
เว้นแต่กรณีดินอ่อนมากให้ใช้ 0.26

การกระจายแรงเฉือนเข้าพื้นที่ชั้นต่าง ๆ



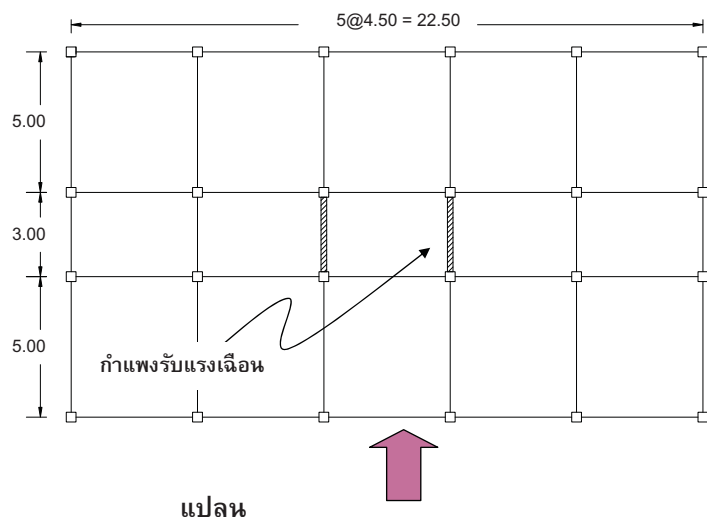
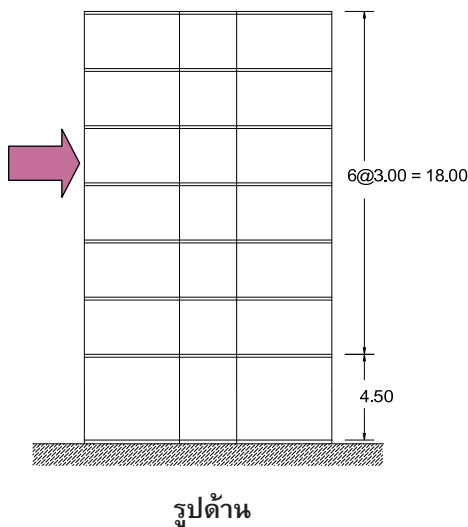
การเคลื่อนตัวสัมพัทธ์

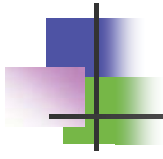
ในการคำนวณการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ด้านข้างระหว่างชั้นที่อยู่ติดกันของอาคาร (STORY DRIFT) ที่เกิดจากแรงในแนวนอนจะต้องไม่เกิน 0.5% ของความสูงระหว่างชั้น $\Delta_i \leq 0.005h_i$



ตัวอย่างการออกแบบ

อาคารหลังนี้เป็นอพาร์ทเมนต์คอนกรีตเสริมเหล็กสูง 8 ชั้น (รวมดาดฟ้า) เสามีขนาด 35x35 ซม. มีกำแพงรับแรงเฉือน 2 ตัวอยู่ที่กลางอาคาร มีความหนาแผ่นพื้นเท่ากับ 15 ซม.





พารามิเตอร์ต่าง ๆ

- พื้นหนา 15 ซม. กลายเป็นน้ำหนักกระจายเท่ากับ 360 กก./ม.²
- น้ำหนักบรรทุกที่เกิดจากผนังก่ออิฐ (รวมกำแพงรับแรงเฉือน) มีค่าเท่ากับ 200 กก./ม.²
- ซึ่งหากอาคารหลังนี้ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่เชียงใหม่ใช้ค่า Z เท่ากับ 0.38
- และเนื่องจากเป็นอาคารที่พักอาศัยแบบทั่วไปจึงเลือกใช้ค่า I = 1.00
- ส่วนค่า K ที่พิจารณาถึงระบบโครงสร้างจะเลือกใช้เท่ากับ 1.00



คาบของโครงสร้าง (T)

คำนวณคาบของโครงสร้างจากสูตรโดยประมาณ (สำหรับอาคารทั่วไป)

$$T = \frac{0.09h_n}{\sqrt{D}}$$

คือ h_n ความสูงของพื้นอาคาร (เมตร)

D ความกว้างของโครงสร้างในทิศทางที่แรงแผ่นดินไหวกระทำ (เมตร)

จะได้ $T = 0.09(22.5)/13^{1/2} = 0.56$ วินาที

ส.ป.ส. ของคาบของโครงสร้าง(C)

มาคำนวณ ส.ป.ส. C จากสูตร

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}} \leq 0.12$$

นั่นคือ $C = 1/(15 \cdot 0.56^{1/2}) = 0.089 < 0.12$ **O.K.!**

พิจารณาค่า CS ต้องไม่เกิน 0.14

กำหนดให้ S = 1.2 (สมมุติให้อาคารอยู่บนชั้นดินแข็ง)

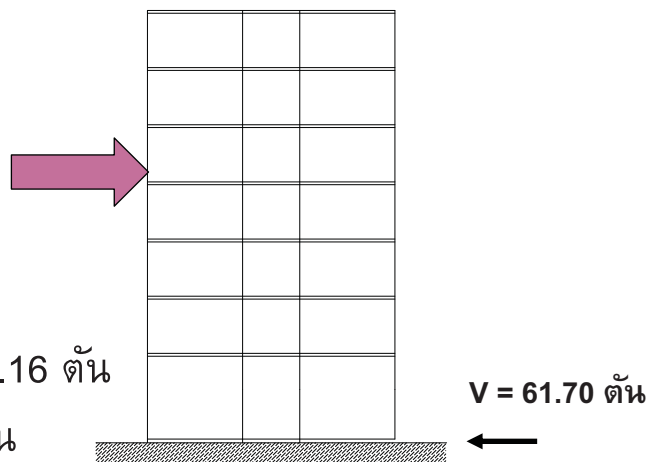
นั่นคือ $CS = 0.089(1.2) = 0.11 < 0.14$ **O.K.!**

แรงแผ่นดินไหวและแรงเฉือนที่ฐาน (V)

$$\begin{aligned} V &= Z \cdot I \cdot K \cdot C \cdot S \cdot W \\ &= 0.38 \cdot 1.00 \cdot 1.0 \cdot 0.11 \cdot W \\ &= 0.042W \end{aligned}$$

น้ำหนักของโครงสร้าง $W = 1469.16$ ตัน

$$V = 0.042(1,469.16) = 61.70 \text{ ตัน}$$



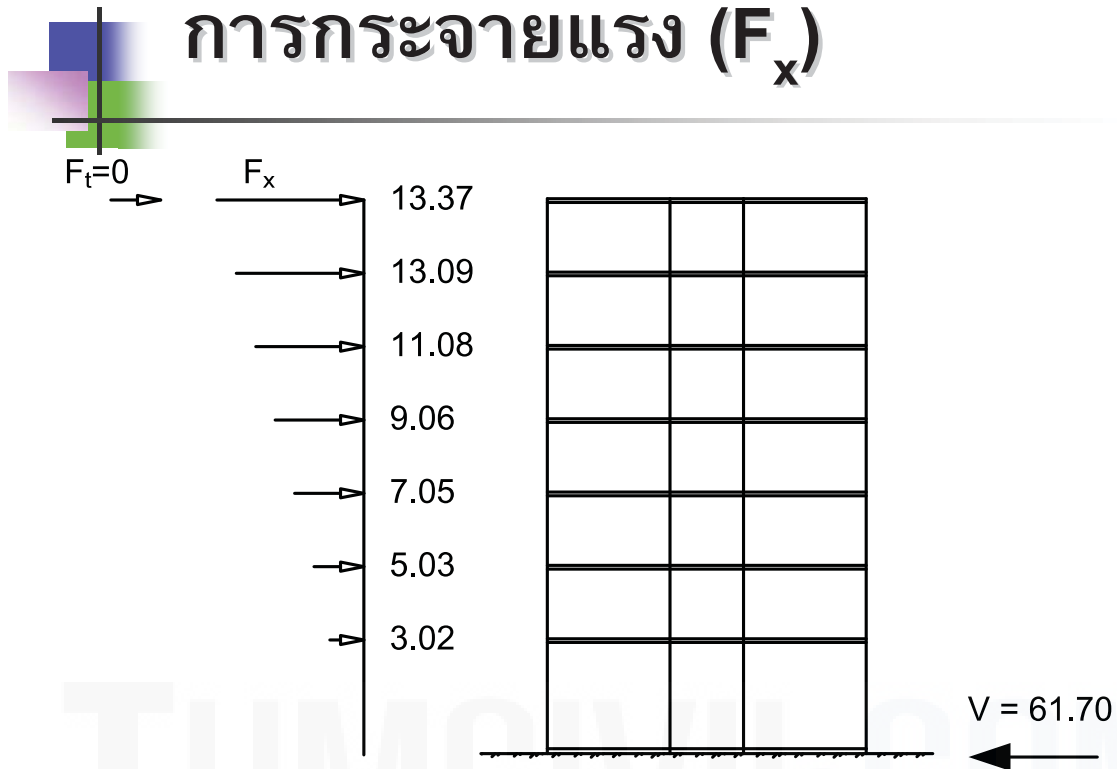
การคำนวณน้ำหนักของโครงสร้าง (W)

ชั้น	พื้น+กำแพง			เสา			มวลของโครงสร้าง (ตัน)
	พื้นที่ (ม. ²)	น้ำหนัก (ตัน/ม. ²)	มวล (ตัน)	พื้นที่ (ม. ²)	สูง (ม.)	มวล (ตัน)	
ดาดฟ้า	292.5	0.56	163.8	0	0	0	163.80
7	292.5	0.56	163.8	2.94	3.00	21.17	184.97
6	292.5	0.56	163.8	2.94	3.00	21.17	184.97
5	292.5	0.56	163.8	2.94	3.00	21.17	184.97
4	292.5	0.56	163.8	2.94	3.00	21.17	184.97
3	292.5	0.56	163.8	2.94	3.00	21.17	184.97
2	292.5	0.56	163.8	2.94	3.00	21.17	184.97
1	292.5	0.56	163.8	2.94	4.50	31.75	195.55
รวม (W)							1,469.16

การกระจายแรง (F_x)

ชั้น	ความสูง, h_x (ม.)	น้ำหนักในแต่ละชั้น, w_x (ตัน)	$h_x w_x$	แรงแต่ละชั้น (ตัน)
ดาดฟ้า	22.5	163.80	3,685.50	13.37
7	19.5	184.97	3,606.92	13.09
6	16.5	184.97	3,052.01	11.08
5	13.5	184.97	2,497.10	9.06
4	10.5	184.97	1,942.19	7.05
3	7.5	184.97	1,387.28	5.03
2	4.5	184.97	832.37	3.02
1	0	195.55	0.00	0.00
รวม		1,469.17	17,003.34	61.70

การกระจายแรง (F_x)



ขอบคุณครับ