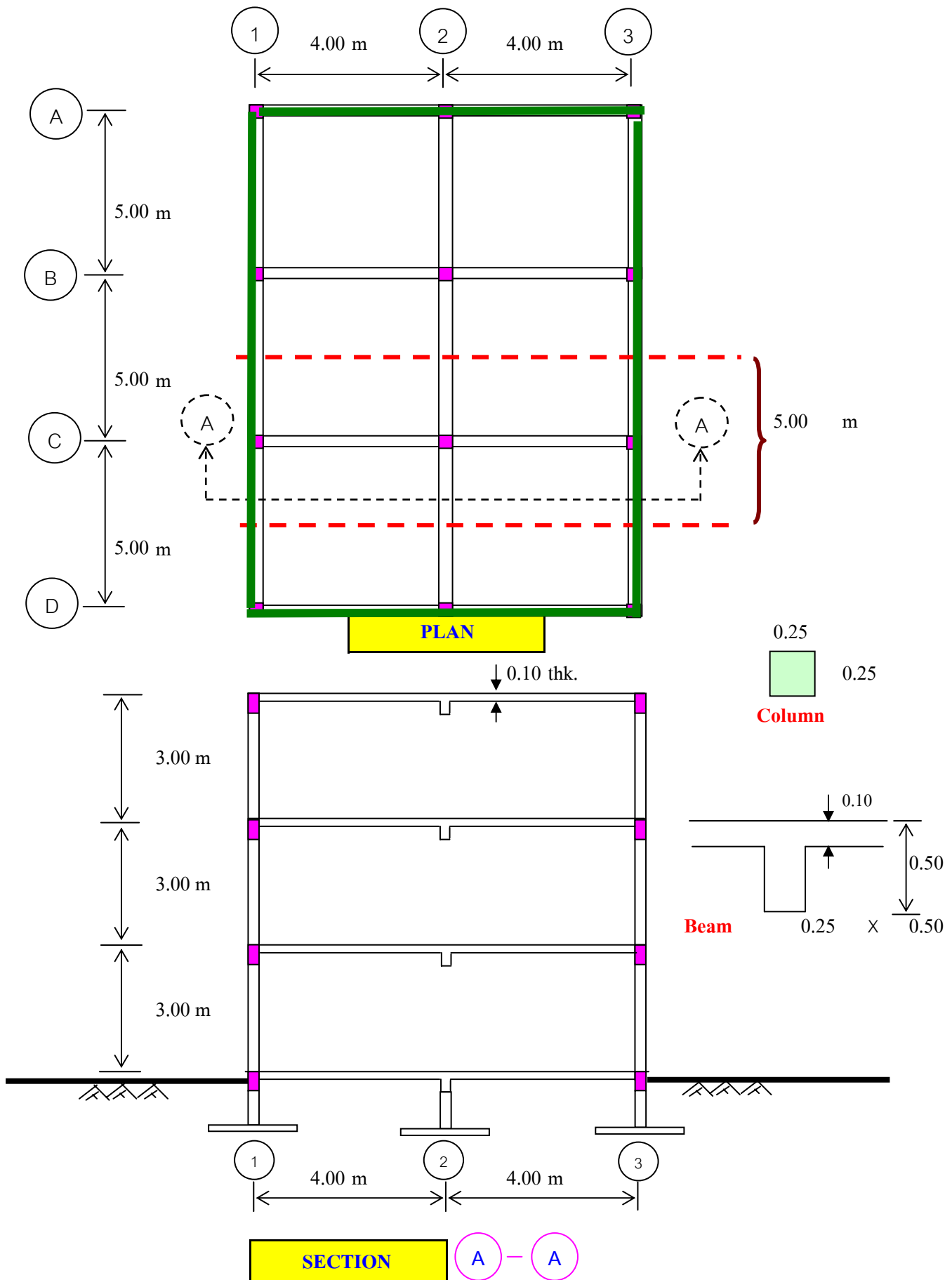
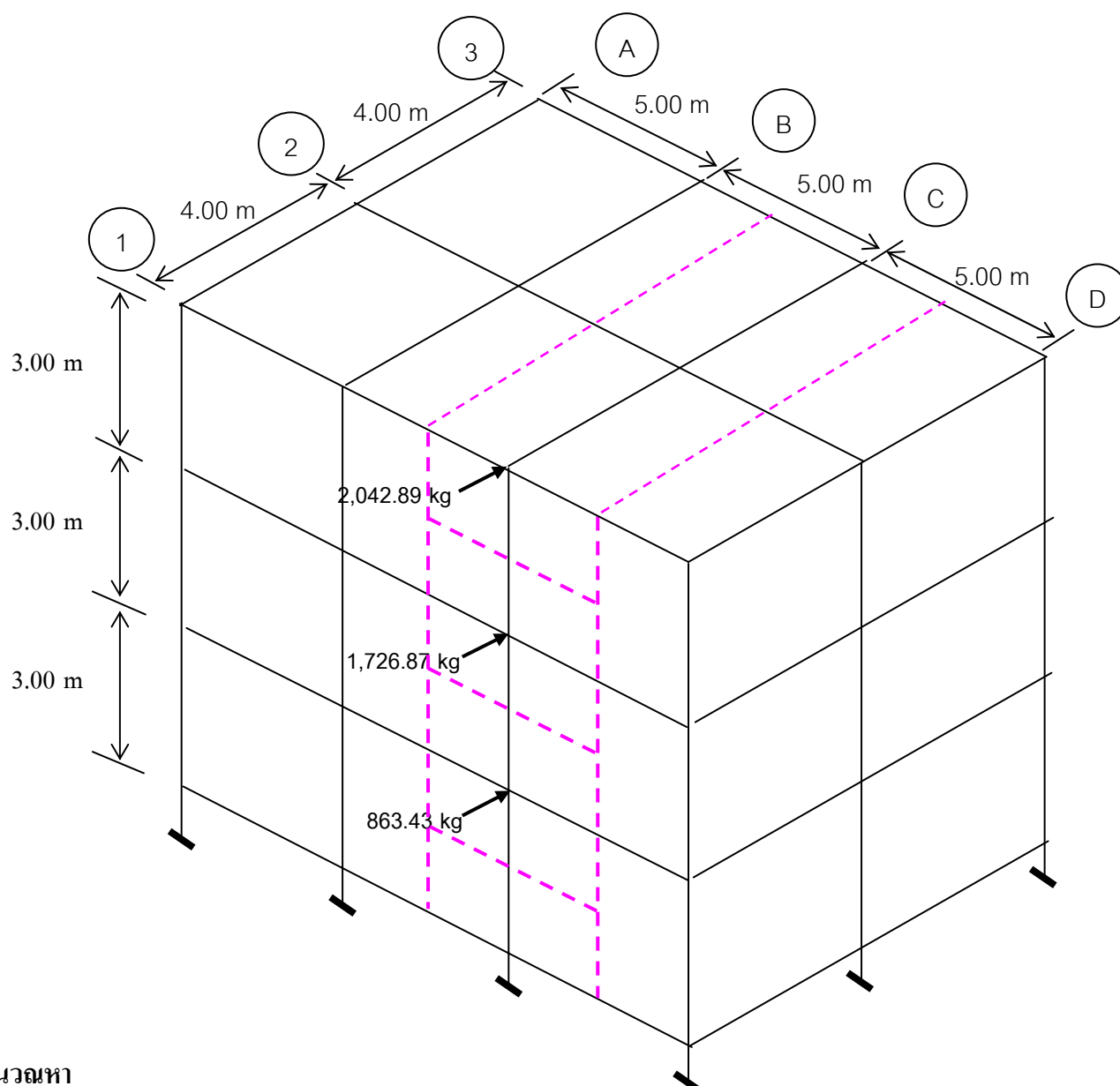


ตัวอย่าง การคิดแรงเนื่องจากแผ่นดินไหว (Earthquake)





ให้คำนวณหา

1. แรงเนื่องจาก EARTHQUAKE
  2. เสถียรภาพของโครงสร้างอาคารในการต้าน EARTHQUAKE
- กำหนดให้คานทุกชั้นเฉพาะโดยรอบอาคารรับผนังก่ออิฐ 1/2 แผ่น  
การก่อสร้างบนชั้นดินแข็งสภาพดินดี

**TOTAL WEIGHT**

$$\text{Consider Strip Align Grid C} = \frac{5}{2} + \frac{5}{2} = 5.00 \text{ m}$$

$$1.) \text{ Load of Slab} = (0.10 \times 2,400) + (50 \text{ kg/m}^2) = 290 \text{ kg/m}^2$$

(slab หนา 10 cm, DL.งานตกแต่งผิวพื้น = 50 kg/m<sup>2</sup>)

$$\text{Load per Floor} = (290 \times (5.00 \times 8.00)) = 11,600 \text{ kg/floor}$$

$$2.) \text{ DL. Beam} = 0.25 \times (0.50 - 0.10) \times 2,400 = 240 \text{ kg/m}$$

(คานาลึก 50 cm ลบความหนาพื้นออก 10 cm)

$$\text{Load per Floor} = 240 \text{ kg/m} \times (4.00 \text{ m} \times 2 \text{ span}) + (5.00 \text{ m} \times 3 \text{ span}) = 5,520 \text{ kg/floor}$$

$$3.) \text{ Column} = 0.25 \times 0.25 \times 2,400 = 150 \text{ kg/m}$$

$$\text{Load per Floor} = 150 \times (3.00 - 0.50) \times 3 = 1,125 \text{ kg/floor}$$

(เสาสูง 3.00 m ลบความลึกคานาออก 50 cm, แนว C มีเสา 3 ต้น)

$$4.) \text{ Brick Wall} = 180 \text{ kg/m}^2 \times (3.00 - 0.50) = 450 \text{ kg/m}$$

(เสาสูง 3.00 m ลบความลึกคานาออก 50 cm)

$$\text{Load per Floor} = 450 \times (5.00 \times 2 \text{ ข้าง}) = 4,500 \text{ kg/floor}$$

แรงเฉือนทั้งหมดแนวราบ  $V = ZIKCSW$

$V$  = แรงเฉือนทั้งหมดในแนวราบที่ระดับพื้นดินเป็น kg

$Z$  = สัมประสิทธิ์ของความเข้มข้นของแผ่นดินไหวมีค่าเท่ากับ 0.38

$I$  = ตัวคูณเกี่ยวกับการใช้อาคาร ให้ใช้ดังนี้

- โรงพยาบาล สถานีดับเพลิง อาคารศูนย์สื่อสาร  $I = 1.50$

- อาคารที่ชุมนุมคนครั้งหนึ่งๆ เกิน 300 คน  $I = 1.25$

- อาคารอื่น ๆ  $I = 1.00$

$K$  = สัมประสิทธิ์ของโครงสร้างอาคารที่รับแรงในแนวราบตามที่กำหนด ให้ใช้ดังนี้

- โครงสร้างที่ให้กำแพงรับแรงเฉือน หรือ โครงแบบรับแรงทั้งหมดแนวราบ ใช้  $K = 1.33$

- โครงข้อแข็งรับแรงทั้งหมดแนวราบใช้  $K = 0.67$

- โครงสร้างที่ออกแบบให้โครงข้อแข็งรับแรงร่วมกับกำแพงรับแรงเฉือนหรือ โครงแบบรับแรงทั้งหมดแนวราบใช้  $K = 0.80$

- หอดังน้ำ รองรับด้วยเสาไม่น้อยกว่า 4 ต้นและมีแกนแข็งไม่ได้ตั้งอยู่บนอาคารใช้  $K = 2.5$

(ทั้งนี้ผลคูณระหว่าง  $K$  กับ  $C$  ให้ใช้ค่าต่ำสุด 0.12 และค่าสูงสุด 0.25)

- โครงอาคารอื่น ๆ นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ใช้  $K = 1.0$

$$C = \text{ค่าสัมประสิทธิ์} = \frac{1}{15\sqrt{T}}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้ถ้ามากกว่า 0.12 ให้ใช้ 0.12

$S$  = สัมประสิทธิ์ของการประสานความถี่ธรรมชาติระหว่างอาคารและชั้นดินที่ตั้งอาคาร ให้ใช้ดังนี้

S ชั้นหิน = 1.0, S ชั้นดินแข็ง = 1.2, S ชั้นดินอ่อน = 1.5

W = น้ำหนักของตัวอาคารทั้งหมดรวมทั้งน้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ซึ่งยึดติดกับที่โดยไม่รวม น้ำหนักบรรทุกจรสำหรับอาคารทั่วไป หรือน้ำหนักของตัวอาคารทั้งหมดรวมกับร้อยละ 25 ของน้ำหนักบรรทุกจรสำหรับโกดังหรือคลังสินค้า เมื่อคำนวณแรงเฉือนทั้งหมดในแนวราบ (V) แล้วให้กระจายเป็นแรงในแนวราบต่อชั้นพื้นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- แรงเฉือนในแนวราบที่กระทำต่อพื้นชั้นบนสุดของอาคาร

$$F_t = 0.07TV$$

ค่า  $F_t$  ที่คำนวณได้ให้ใช้ไม่เกิน 0.25V และถ้าหากค่า T เท่ากับหรือต่ำกว่า 0.7 วินาที ให้ใช้ค่าของ  $F_t$  เท่ากับ 0

- แรงเฉือนในแนวราบที่กระทำต่อพื้นชั้นต่าง ๆ ของอาคาร

$$F_x = \frac{(V - F_t)W_x h_x}{\sum_{i=1}^n W_i h_i}$$

$F_t$  = แรงในแนวราบที่กระทำต่อพื้นชั้นบนสุดของอาคาร

$F_x$  = แรงในแนวราบที่กระทำต่อพื้นที่ x ของอาคาร

T = คาบการแกว่งตามธรรมชาติของอาคาร มีหน่วยเป็นวินาที (s) หาได้จากสูตร

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

- สำหรับโครงข้อแข็งที่มีความเหนียวค่า

$$T = 0.10 N$$

- สำหรับโครงข้อแข็งที่มีความเหนียวค่า

เมื่อ  $h_n$  = ความสูงของพื้นอาคารชั้นสูงสุดวัดจากระดับพื้นดินมีหน่วยเป็นเมตร(m)

D = ความกว้างของโครงสร้างของอาคารในทิศทางขนานกับแรงแผ่นดินไหว มีหน่วยเป็นเมตร (m)

N = จำนวนชั้นของอาคารทั้งหมดที่อยู่เหนือระดับพื้นดิน

V = แรงเฉือนทั้งหมดในแนวราบที่ระดับพื้นดินเป็นกิโลกรัม (kg)

$W_x, W_{xi}$  = น้ำหนักของพื้นอาคารชั้นที่ x และชั้นที่ i ตามลำดับ

$h_x, h_x$  = ความสูงจากระดับพื้นดินถึงพื้นที่ x และพื้นที่ i ตามลำดับ

i = 1 สำหรับพื้นที่แรกที่อยู่สูงถัดจากพื้นที่ล่างของอาคาร

x = 1 สำหรับพื้นที่แรกที่อยู่สูงถัดจากพื้นที่ล่างของอาคาร

$\sum_{i=1}^n W_i h_i$  = ผลรวมของผลคูณระหว่างน้ำหนักกับความสูงจากพื้นที่ 1 ถึงชั้น n

n = จำนวนชั้นทั้งหมดของอาคาร

## แทนค่าในสูตรได้

$$\begin{aligned}
 Z &= 0.38 \\
 I &= 1.00 \\
 K &= 1.00 \\
 T &= \frac{0.09h_n}{\sqrt{D}} = \frac{0.09 \times 9.00}{\sqrt{8.00}} = 0.286 \\
 T &= 0.10 \text{ N} = 0.10 \times 3 = 0.30 \\
 T_{\text{เฉลี่ย}} &= (0.286 + 0.3)/2 = 0.293 \\
 C &= \frac{1}{15\sqrt{T}} = \frac{1}{15\sqrt{0.293}} = 0.123 > 0.12 \quad \text{Use } 0.12 \\
 S &= 1.2 \\
 CS &= 0.12 \times 1.2 = 0.144 > 0.14 \quad \text{Use } 0.14 \\
 W &= (11,600 + 5,520 + 1,125 + 4,500) \times 3 \text{ ชั้น} + (11,600 + 5,520) \\
 &= 85,355 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

## แทนค่า

$$V = 0.38 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.14 \times 85,355 = 4,541 \text{ kg}$$

1.) หาแรงในแนวราบที่กระทำต่อพื้นชั้นบนสุดของอาคาร,  $F_t$

$$F_t = 0.07TV = 0.07 \times 0.293 \times 4,541 = 93.19 \text{ kg}$$

(เนื่องจาก  $T = 0.293 < 0.7$  ให้ใช้  $F_t = 0$ )

2.) หาแรงเฉือนในแนวราบที่กระทำต่อพื้นชั้นต่าง ๆ ของอาคาร,  $V$  (ดูในแผ่นงานตารางคำนวณ)

$$F_x = \frac{(V - F_t)W_x h_x}{\sum_{i=1}^n W_i h_i}$$

3.) หา SHEAR FORCE

$$\begin{aligned}
 V &= 4,541 \text{ kg} \\
 \sum M_o &= 31,337.51 \text{ kg.m} \\
 \sum M_R &= 85,355 \times 4
 \end{aligned}$$

$$\text{F.S. Overturning} = \frac{\sum M_{\text{resisting}}}{\sum M_o} = \frac{85,355 \times \frac{(4+4)}{2}}{31,337.51} = 10.89 > 2 \quad \text{O.K.}$$

$$\text{F.S. Sliding} = \frac{W\mu}{V_{\text{accum}}} = \frac{85,355 \times 0.4}{4,633.19} = 7.37 > 2 \quad \text{O.K.}$$

( $\mu$  = ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของดินมีค่าประมาณ 0.40 )

# มาตรฐานการออกแบบต้านทานแรงจากแผ่นดินไหว

กฎกระทรวงฉบับที่ 49

Uniform Building Code (UBC) 1985

แรงเฉือนในแนวราบที่ระดับพื้นดิน  $V$

$$V = Z I K C S W$$

สัมประสิทธิ์ของ  
ความเข้มของแผ่นดินไหว

ตัวคูณเกี่ยวกับการใช้งาน

สัมประสิทธิ์ของโครงสร้าง  
อาคารที่รับแรงตามแนวราบ

น้อยกว่า 1 สำหรับ  
โครงสร้างที่มีความเหนียว

น้ำหนักของตัวอาคาร

สัมประสิทธิ์ของการประสาน  
ความถี่ธรรมชาติ  
ระหว่างอาคารและชั้นดิน

สัมประสิทธิ์ของคาบธรรมชาติ



Faculty of Engineering  
Thammasat University