

# ตอน

## กฎหมายเกี่ยวกับอาคาร ต้านทานแรงแผ่นดินไหว ๒



นิพนธ์ สักขยานาติกร

วิศวกรควบคุม ระดับสามัญวิศวกรโยธา

**เนื้อ**หาของกฎหมายแก้ไขกฎกระทรวงฉบับที่ 49 พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร ปีพ.ศ.2522 ซึ่งมีผลตั้งแต่วันที่ 30 พฤศจิกายน 2550 เราได้สรุปมา 3 หัวข้อในตอนที่แล้ว ตอนนี้จะมากล่าวถึงหัวข้อที่ 4 ต่อนะครับ

### 4. การคำนวณแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว

หัวข้อนี้จะเป็นการกำหนดให้วิศวกรโครงสร้างเลือกวิธีการวิเคราะห์โครงสร้างตามที่กำหนด โดยมีหลักการในการกำหนดประเภทอาคาร และสูตรการคำนวณตามที่ระบุไว้ โดยทางกฎกระทรวงได้กำหนดเงื่อนไขการคำนวณแรงสั่นสะเทือนตามลักษณะรูปทรงของอาคารโดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งเหมือนกับฉบับที่ 49 เดิมคือ

4.1 อาคารที่มีลักษณะเป็นตึก บ้าน เรือน โรง หรือสิ่งก่อสร้างอย่างอื่น ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน มีรูปทรงที่สม่ำเสมอ และไม่อยู่ในบริเวณเฝ้าระวังการคำนวณให้ใช้วิธีสถิตยเทียบเท่า สูตรการคำนวณแรงสั่นสะเทือนโดยวิธีสถิตยเทียบเท่าที่ระบุไว้ในกฎกระทรวงฯ นั้น อ้างอิงตามข้อบังคับอาคาร Uniform Building Code พ.ศ.2528 ของประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นต้นแบบ และได้แก้สัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวข้องบางตัวให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง โดยต้องคำนวณผลรวมของแรงสั่นสะเทือนในแนวราบที่ระดับพื้นดิน ซึ่งมีสูตรกำหนดในข้อ 6.1 ดังนี้

$$V = ZIKCSW$$

V คือ แรงเฉือนในแนวราบที่ระดับพื้นดิน

Z คือ สัมประสิทธิ์ของความเข้มข้นของแผ่นดินไหว (มีกำหนดในกฎกระทรวงข้อ 7 พื้นที่บริเวณที่ 1 ใช้ค่า  $\geq 0.19$  พื้นที่บริเวณที่ 2 ใช้ค่า  $\geq 0.38$ )

I คือ ตัวคูณเกี่ยวกับการใช้อาคาร (มีกำหนดในกฎกระทรวงข้อ 8)

ลำดับ	ชนิดอาคาร	ค่าของ I
1	อาคารที่จำเป็นต่อความเป็นอยู่ของสาธารณะชนที่กำหนดไว้ในข้อ 3 ตามกฎกระทรวง	1.50
2	อาคารที่เป็นที่ชุมนุมคนครั้งหนึ่งๆ มากกว่า 300 คน	1.25
3	อาคารอื่นๆ	1.00

K คือ สัมประสิทธิ์ของโครงสร้างอาคารที่รับแรงในแนวราบ (มีกำหนดในกฎกระทรวงข้อ 9)

ลำดับ	ระบบและชนิดโครงสร้างรับแรงในแนวราบ	ค่าของ K
1	โครงสร้างซึ่งได้รับการออกแบบให้กำแพงรับแรงเฉือน (Shear Wall) หรือโครงแกนแรง (Braced Frame) ต้านแรงทั้งหมดในแนวราบ	1.33
2	โครงสร้างซึ่งได้รับการออกแบบให้โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียว (Ductile Moment-Resisting Frame) ต้านแรงทั้งหมดในแนวราบ	0.67
3	โครงสร้างซึ่งได้รับการออกแบบให้โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวร่วมกับกำแพงรับแรงเฉือนหรือโครงแกนแรงต้านแรงในแนวราบ โดยมีข้อกำหนดในการคำนวณออกแบบ ดังนี้ (ก) โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวต้องสามารถต้านแรงในแนวราบได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของแรงในแนวราบทั้งหมด (ข) กำแพงรับแรงเฉือนหรือโครงแกนแรงเมื่อแยกเป็นอิสระจากโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวต้องสามารถต้านแรงในแนวราบได้ทั้งหมด (ค) โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวร่วมกับกำแพงรับแรงเฉือนหรือโครงแกนแรงต้องสามารถต้านแรงในแนวราบได้ทั้งหมด โดยสัดส่วนของแรงที่กระทำต่อโครงสร้างแต่ละระบบ ให้เป็นไปตามสัดส่วนความคงตัว (Rigidity) โดยคำนึงถึงการถ่ายเทของแรงระหว่างโครงสร้างทั้งสอง	0.80
4	หลังน้ำ รองรับด้วยเสาไม่น้อยกว่า 4 ต้น และมีแกนแรงยึด และไม่ได้ตั้งอยู่ในอาคารหมายเหตุ ผลคูณระหว่างค่า K กับค่า C ให้ใช้ค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.12 และค่าสูงสุดเท่ากับ 0.25	2.5
5	โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวจำกัดโครงอาคารระบบอื่นๆ นอกจากโครงอาคารตาม 1-4	1.0

C คือ สัมประสิทธิ์ของคาบการสั่นไหวของโครงสร้าง โดยคำนวณตามสูตร (กำหนดตามกฎกระทรวงข้อ 11) =  $\frac{1}{15\sqrt{V}}$  ถ้าคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ได้มากกว่า 0.12 ให้ใช้เท่ากับ 0.12

ค่า T คือค่าคาบการแกว่งตามธรรมชาติของอาคาร ถ้าไม่สามารถคำนวณหาคาบการแกว่งตามธรรมชาติของอาคารได้ถูกต้องโดยวิธีอื่น กฎกระทรวงกำหนดให้คำนวณตามสูตรในข้อ 10 ดังนี้

(1) สำหรับอาคารทั่วไปทุกชนิดให้คำนวณตามสูตร

$$T = \frac{0.09}{\sqrt{V}}$$

โดย V = ความสูงของพื้นอาคารชั้นสูงสุดวัดจากระดับพื้นดิน (ม.)

D = ความกว้างของโครงสร้างของอาคารในทิศทางขนานกับแรงแผ่นดินไหว (ม.)

S คือ สัมประสิทธิ์ของการประสานความถี่ธรรมชาติระหว่างอาคาร และชั้นดินที่ตั้งอาคาร (กำหนดตามกฎกระทรวงข้อ 12)

ลำดับ	ลักษณะของชั้นดิน	ค่าของ S
1	หิน	1.0
2	ดินแข็ง	1.2
3	ดินอ่อน	1.5
4	ดินอ่อนมาก	2.5

กรณีชั้นดินแบบหิน ดินแข็ง ดินอ่อน ถ้าผลคูณระหว่างค่า C กับ S มากกว่า 0.14 ให้ใช้เท่ากับ 0.14 ( $C \times S \leq 0.14$ )

กรณีดินอ่อนมาก ถ้าผลคูณระหว่างค่า C กับ S มากกว่า 0.26 ให้ใช้เท่ากับ 0.26 ( $C \times S \leq 0.26$ )

W คือ น้ำหนักของตัวอาคารทั้งหมดรวมทั้งน้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ที่ยึดตรึงกับที่ โดยไม่รวมน้ำหนักบรรทุกจรสำหรับอาคารทั่วไป หรือน้ำหนักของตัวอาคารทั้งหมด รวมกับร้อยละ 25 ของน้ำหนักบรรทุกจรสำหรับโกดังหรือคลังสินค้า

เมื่อวิศวกรคำนวณได้ค่าแรงเฉือนที่กระทำในแนวราบในระดับพื้นดิน (ค่า V) แล้ว จะทำการกระจายแรงที่พื้นดินเข้าไปในโครงสร้างแต่ละชั้นของอาคาร โดยใช้สูตรคำนวณที่กำหนดไว้ใน ข้อ 6.2 ดังนี้

(1) แรงในแนวราบที่กระทำต่อพื้นที่ชั้นบนสุดของอาคาร ( $F_t$ )  
 จำนวน ดังนี้

โดย ถ้าคาบการแกว่งตามธรรมชาติของอาคาร ( $T$ )  $\leq 0.7$  วินาที ค่า  $F_t = 0$

ถ้าคาบการแกว่งตามธรรมชาติของอาคาร ( $T$ )  $> 0.7$  วินาที ค่า  $F_t = 0.07 TV \leq 0.25V$

(T คือ คาบการแกว่งตามธรรมชาติของอาคาร มีหน่วยเป็นวินาที หากค่าได้ตามสูตร =  $\frac{0.09}{\sqrt{V}}$ , V คือ แรงเฉือนทั้งหมดในแนวราบที่ระดับพื้นดิน)

(2) แรงในแนวราบที่กระทำต่อพื้นที่ชั้นต่าง ๆ จำนวน ดังนี้  
 $= \frac{(-)}{\Sigma=1}$  โดย

$F_x$  คือ แรงในแนวราบที่กระทำต่อพื้นที่ชั้นที่ x ของอาคาร คือ น้ำหนักของพื้นอาคารชั้นที่ x และชั้น i ตามลำดับ คือ ความสูงจากระดับพื้นดินถึงพื้นที่ชั้นที่ x และชั้น i ตามลำดับ

i=1 สำหรับพื้นที่ชั้นแรกที่อยู่สูงถัดจากพื้นที่ชั้นล่างของอาคาร  
 x=1 สำหรับพื้นที่ชั้นแรกที่อยู่สูงถัดจากพื้นที่ชั้นล่างของอาคาร  
 $\Sigma = 1$  คือ ผลรวมของผลคูณระหว่างน้ำหนักกับความสูงจากพื้นที่ชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ n

n คือ จำนวนชั้นทั้งหมดของอาคารที่อยู่เหนือระดับพื้นที่ชั้นล่างของอาคาร

เมื่อกระจายแรงเข้าไปในแต่ละชั้นของอาคารแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบความมั่นคงของโครงสร้างเนื่องจากแรงด้านข้างต่อไป ซึ่งอาคารจะมั่นคงได้นั้นจะต้องไม่พลิกคว่ำเมื่อรับแรงกระทำด้านข้าง โดยกำหนดให้มีค่าความปลอดภัยมากกว่าหรือเท่ากับ 1.5 (Safety Factor  $\geq 1.5$ ) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$= \frac{(-)}{\Sigma=1} \geq 1.5$$

คือ โมเมนต์ต้านทานการพลิกคว่ำ

คือ โมเมนต์เนื่องจากแรงกระทำด้านข้าง

คือ น้ำหนักตัวอาคารทั้งหมด

L คือ ความยาวจากศูนย์กลางเสาต้านริมซ้ายถึงศูนย์กลางเสาต้านริมขวาในแนวนอนกับแรงกระทำด้านข้าง

X คือ ชั้นของอาคาร ( $x = 1, 2, \dots, n$ )

n คือ จำนวนชั้นของอาคาร

$F_x$  คือ แรงกระทำด้านข้างของชั้นที่ x

$h_x$  คือ ความสูงจากฐานของอาคารไปยังชั้นที่ x

อ้างอิงข้อมูลจาก ดร.เสถียร เจริญเหรียญ ผู้อำนวยการสำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ กรมโยธาธิการและผังเมือง, ประกาศแก้ไขกฎกระทรวงฉบับที่ 49 พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 (ลว.30 พ.ย. 50)

หากคุณมีคำถาม ปัญหา อยากเข้ามาร่วมแบ่งปันประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องงานก่อสร้าง หรือมีข้อเสนอแนะ ดิชม ผมยินดีรับฟังผ่านทางอีเมลล์ kobdeksangban@yahoo.co.th ครับ