

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 แผ่นพื้นทางเดียว (One-way slab)

หมายถึง แผ่นพื้นที่มีอัตราส่วนด้านยาวต่อด้านสั้นมากกว่า 2 (หรือกลับกัน ด้านสั้นต่อด้านยาวน้อยกว่า 0.5) ดังนั้นแผ่นพื้นจึงมีสภาพคล้ายกับ คานบางๆ ซึ่งมีที่รองรับ ได้แก่ คาน หรือ กำแพง ซึ่งรองรับทั้ง 2 ด้านของแผ่นพื้น โดยที่รองรับทั้ง 2 ด้านจะรับน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจร ที่ถ่ายจากแผ่นพื้น ในทางปฏิบัติด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านของแผ่นพื้นทางเดียวมักต่อเนื่องกับแผ่นพื้น หรือองค์อาคารอื่นๆ ดังนั้น นอกจากแผ่นพื้นทางเดียวจะออกแบบหรือเสริมให้ด้านทานแรงคดเพียงด้านเดียวคล้ายคานช่วงเดียวแล้ว จะต้องพิจารณาเหล็กเสริมในอีกด้านหนึ่งตรงบริเวณที่รองรับซึ่งต่อเนื่องกับแผ่นพื้นหรือองค์อาคารอื่นๆ ด้วย ไม่ว่าด้านนั้นจะเป็นด้านสั้นหรือด้านยาวของแผ่นพื้นทางเดียว กรณีแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่วางบนคานก็เช่นกัน แต่ละช่วงของแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่วางบนคานหลักจะเป็นเสมือนคานช่วงเดียวแต่ภายหลังเมื่อเทคอนกรีตทับหน้า (Topping) แล้ว ณ ที่รองรับช่วงในของพื้นดังกล่าวจะมีสภาพต่อเนื่องดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเหล็กเสริมรับโมเมนต์ลบ ณ บริเวณที่รองรับ กรณีที่ไม่ได้คำนวณระยะโค้งตัว ว.ส.ท. 4500 กำหนดความหนาต่ำสุดของแผ่นพื้นทางดังนี้

กรณี	ความหนาต่ำสุด
1. แผ่นพื้นช่วงเดียวปลายที่รองรับทั้งสองด้าน ไม่ต่อเนื่อง	$L/20$
2. ปลายที่รองรับต่อเนื่องด้านหนึ่ง	$L/24$
3. ปลายที่รองรับทั้งสองด้านต่อเนื่อง	$L/28$
4. ปลายยื่น	$L/10$

2.2 แผ่นพื้นยื่น (Cantilever slab)

ออกแบบเหมือนคานยื่นที่กว้าง 1 หน่วย เช่น 1 เมตรทั่วไปจะพบแผ่นพื้นยื่นเป็นชายคา กันสาด หรือแม้แต่บันไดที่ลูกขึ้นยื่นออกมาจากผนัง หรือ คานแม่บันได ก็คำนวณออกแบบได้เช่นเดียวกับพื้นยื่น สิ่งที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษในการออกแบบพื้นยื่นคือ ต้องทราบว่าแผ่นพื้นยื่นนั้นยึดอยู่กับคานหรือผนังโดยมีความต่อเนื่องกับแผ่นพื้นช่วงในอื่นๆ หรือไม่ เนื่องจากสภาพยึดรั้ง หรือความต่อเนื่องดังกล่าวมีผลต่อการต้านทานแรงบิดของที่รองรับพื้นยื่น

- ก. พื้นยื่นที่รองรับไม่ต่อเนื่อง
- ข. พื้นยื่นที่รองรับต่อเนื่อง
- ค. พื้นยื่นที่ต่างระดับ

กรณีที่แผ่นพื้นยื่นต่อเนื่องกับพื้นช่วงใน ความยาวของแผ่นพื้นช่วงที่ยื่นออกไปนั้นจะต้องไม่เกิน 1 ใน 3 ของความยาวช่วงของแผ่นพื้นที่อยู่ถัดจากแผ่นพื้นยื่นนั้น กรณีที่ไม่ได้คำนวณการโก่งตัวอย่างละเอียด ว.ส.ท. 4500 กำหนดให้ความหนาดำสุดของแผ่นพื้นยื่น เท่ากับ $L / 10$ เมื่อ L คือระยะยื่น ความหนาของพื้นยื่นอาจจะสอบลดน้อยลง (Tapered) ได้จากที่รองรับไปจนถึงปลายพื้นยื่น ในทางทฤษฎี โมเมนต์คดที่จุดปลายมีค่าเป็น 0 และมีค่ามากที่สุด ณ จุดรองรับ อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติความหนาของพื้นยื่นที่จุดปลาย จะต้องมีความเพียงพออย่างน้อยเท่ากับระยะหุ้มของเหล็กเสริม

นอกจากน้ำหนักคงที่ซึ่งได้แก่ น้ำหนักของแผ่นพื้นยื่นเอง และน้ำหนักคงที่อื่นๆอาจได้แก่ น้ำหนักวัสดุตกแต่ง วัสดุก่อ รวมทั้งองค์อาคารประกอบอื่น เช่น กรีบ (Fin) แผง (Loover) หรือ ผนัง (Parapet) ซึ่งเป็นน้ำหนักต่อหน่วยความยาวหรือน้ำหนักที่กระทำเป็นจุดบนพื้นยื่น ควรตรวจสอบน้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำบนแผ่นพื้นยื่น ให้แน่ใจก่อนคำนวณออกแบบ เช่น น้ำฝน ดินปลูกต้นไม้ เครื่องปรับอากาศ หรืออื่นๆ

2.3 แผ่นพื้นสองทาง (Two-way slab)

หมายถึง แผ่นพื้นซึ่งมีอัตราส่วนด้านยาวกับด้านสั้นไม่เกิน 2 ดังนั้นแผ่นพื้นสองทางอาจเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือ สี่เหลี่ยมผืนผ้าก็ได้ อาจมีคานหรือผนังรองรับก็ได้ โดยหล่อเป็นเนื้อเดียวกับแผ่นพื้นสองทาง อาจมีการยึดรั้งที่มั่นคงแข็งแรงหรือต่อเนื่องกับแผ่นพื้นอื่นๆ

มาตรฐาน ว.ส.ท. เสนอวิธีออกแบบพื้นสองทางไว้ 3 วิธี วิธีที่นิยมใช้คือ วิธีที่ 2 และ วิธีที่ 3 การออกแบบโดยใช้สัมประสิทธิ์ตามวิธีดังกล่าว คานที่รองรับควรมีความลึกเพียงพอ เช่น ไม่น้อยกว่า 3 เท่าของความหนาพื้น (อย่างไรก็ตามสำหรับโครงการวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิศวกรรมโยธา ฉบับนี้จะใช้ในการคำนวณพื้นทางเดียวและพื้นยื่น)

2.4 สูตรที่ใช้ในการคำนวณของโปรแกรม

2.4.1 สูตรที่ใช้หาหน่วยแรงอัดที่ยอมให้ของคอนกรีต

$$f_c = 0.45 f'_c$$

f_c = หน่วยแรงอัดของคอนกรีต (ksc)

f'_c = กำลังอัดคอนกรีต (ksc)

2.4.2 สูตรที่ใช้หาค่าอัตราส่วนของโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กต่อคอนกรีต

$$n = \frac{2,040,000}{15,200 \sqrt{f'_c}}$$

n = อัตราส่วนของโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กต่อคอนกรีต

f'_c = กำลังอัดคอนกรีต (ksc)

2.4.3 สูตรที่ใช้หาค่าระยะระหว่างแกนสะเทินกับผิวบนของพื้น

$$k = \frac{1}{1 + \frac{f_s}{n \cdot f_c}}$$

k = ระยะระหว่างแกนสะเทินกับผิวบนของพื้น

n = อัตราส่วนของโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กต่อคอนกรีต

f_c = หน่วยแรงอัดของคอนกรีต (ksc)

f_s = หน่วยแรงดึงในเหล็กเสริม (ksc)

2.4.4 สูตรที่ใช้หาค่าอัตราส่วนระหว่างศูนย์ถ่วงของแรงอัดและศูนย์ถ่วงของแรงดึงต่อความลึก d

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

k = ระยะระหว่างแกนสะเทินกับผิวบนของพื้น

j = อัตราส่วนระหว่างศูนย์ถ่วงของแรงอัดและศูนย์ถ่วงของแรงดึงต่อความลึก d

2.4.5 สูตรที่ใช้หาค่าโมเมนต์ดัดสูงสุด

$$M_{\max} = \frac{WL^2}{8}$$

พื้นทางเดียว

$$M_{\max} = \frac{WL^2}{2}$$

พื้นยื่น

$M_{\max}$ = โมเมนต์ดัดสูงสุด (kg-m)

W = น้ำหนักต่อหน่วยความยาวของคาน (kg/m)

L = ความยาวช่วงคาน (m)

2.4.6 สูตรที่ใช้หาค่าแรงเฉือนสูงสุด

$$V_{\max} = \frac{WL}{2}$$

พื้นทางเดียว

$$V_{\max} = WL$$

พื้นยื่น

$V_{\max}$ = แรงเฉือนสูงสุด (kg)

W = น้ำหนักต่อหน่วยความยาวของคาน (kg/m)

L = ความยาวช่วงคาน (m)

2.4.7 สูตรหาค่าความลึกประสิทธิภาพ

$$d = \text{ความหนา-ระยะหุ้ม} - (\text{ระยะเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กเสริม}/2)$$

d = ความลึกของพื้น

2.4.8 สูตรหาค่าโมเมนต์ที่สามารถต้านทานได้โดยคอนกรีต

$$M = R \cdot b \cdot d^2$$

M = โมเมนต์ที่สามารถต้านทานได้โดยคอนกรีต (kg-m)

b = ความกว้างของพื้น (m)

d = ความลึกของพื้น (cm)

$$R = \frac{1}{2} f_c k_j \quad (\text{kg/cm}^2)$$

2.4.9 สูตรหาค่าแรงเฉือนที่คอนกรีตยอมรับได้

$$V_c = 0.29 \sqrt{f'_c} b d$$

V_c = แรงเฉือนที่คอนกรีตยอมรับได้ (kg)

f'_c = กำลังอัดคอนกรีต (ksc)

b = ความกว้างของพื้น (cm)

d = ความลึกของพื้น (cm)

2.4.10 สูตรหาค่าเนื้อที่หน้าตัดของเหล็กเสริม

$$A_s = \frac{M_{\max}}{f_s \cdot j \cdot d}$$

A_s = เนื้อที่หน้าตัดของเหล็กเสริม (cm²)

$M_{\max}$ = โมเมนต์คดสูงสุด (kg-m)

d = ความลึกของพื้น (m)

j = อัตราส่วนระหว่างศูนย์ถ่วงของแรงอัดและศูนย์ถ่วงของแรงดึงต่อความลึก d

f_s = หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ของเหล็กเสริม (ksc) ขึ้นอยู่กับชนิดของเหล็กเสริม

SR 24: $f_y = 2,400$, $f_s = 1,200$ ksc

SD 30: $f_y = 3,000$, $f_s = 1,500$ ksc

SD40: $f_y = 4,000$, $f_s = 1,700$ ksc

2.4.12 สูตรที่ใช้หาค่าแรงยึดเหนี่ยวที่ยอมให้

$$u = \frac{1.615 \cdot \sqrt{f_c'}}{D} \quad : \text{สำหรับเหล็ก SR 24}$$

$$u = \frac{3.35 \cdot \sqrt{f_c'}}{D} \quad : \text{สำหรับเหล็ก SD 30}$$

$$u = \frac{3.35 \cdot \sqrt{f_c'}}{D} \quad : \text{สำหรับเหล็ก SD 40}$$

u = หน่วยแรงยึดเหนี่ยว (kg/cm^2)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริม (mm)

2.4.11 สูตรหาค่าผลบวกของเส้นรอบวงของเหล็กเสริม

$$\sum_0 = \frac{V}{ujd}$$

$\sum_0$ = ค่าผลบวกของเส้นรอบวงของเหล็กเสริม

u = หน่วยแรงยึดเหนี่ยว (kg/cm^2)

d = ความลึกของพื้น (m)

j = อัตราส่วนระหว่างศูนย์กลางถ่วงของแรงอัดและศูนย์กลางถ่วงของแรงดึงต่อความลึก d

2.5 Flow Chart ของพื้นทางเดียว

