# ข้อกำหนดในการออกแบบคานเพื่อรับโมเมนต์ดัด

**ความลึกต่ำสุดที่ไม่ต้องคำนวณตรวจสอบการแอ่นตัวของคาน**

| | |
|---|---|
| $\frac{L}{20}$ | สำหรับคานช่วงเดียว |
| $\frac{L}{23}$ | สำหรับคานต่อเนื่องสองช่วง |
| $\frac{L}{26}$ | สำหรับคานต่อเนื่องสามช่วง |
| $\frac{L}{10}$ | สำหรับคานยื่น |

L= ความยาวช่วงคาน

# มาตรฐาน วสท. ล่าสุด

$\frac{L}{16}$ สำหรับคานช่วงเดียว

$\frac{L}{18.5}$ สำหรับคานต่อเนื่องสองช่วง

$\frac{L}{21}$ สำหรับคานต่อเนื่องสามช่วง

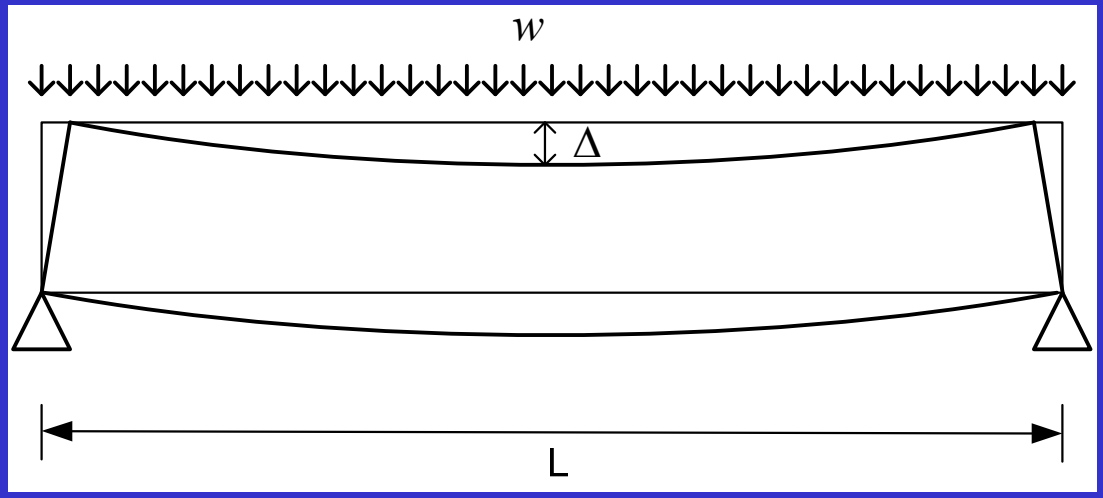
$\frac{L}{8}$ สำหรับคานยื่น

เหตุที่ต้องมีการกำหนดความลึกต่ำสุดของคานเพื่อไม่ให้คานมีการแอ่นตัวมากเกินไป เนื่องจากขณะใช้งานคานมีการแตกร้าวแล้ว ทำให้การคำนวณการแอ่นตัวทำได้ยากขึ้น

หากำหนดความลึกต่ำสุดตามมาตรฐานแล้วการแอ่นตัวก็ไม่ต้องตรวจสอบก็ได้

หากใช้ความลึกต่ำกว่ามาตรฐานต้องตรวจสอบการแอ่นตัวของคานต้องไม่มากเกินกว่ามาตรฐานกำหนด

การคำนวณการแอ่นตัวให้ใช้การคำนวณโดยใช้ทฤษฎีอิลาสติก โดยใช้ Effective moment of inertia ของหน้าตัดคาน




$$\Delta = \frac{5}{384}\frac{wL^4}{E_c I}$$

การแอ่นตัวที่ได้จากทฤษฎีอิลาสติก

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$$

โมเมนต์ความเฉื่อยประสิทธิผล(Effective Moment of Inertia)

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$$

$M_a$ = โมเมนต์ดัดขณะที่คำนวณการแอ่นตัว

$M_{cr}$ = โมเมนต์ดัดแตกร้าว

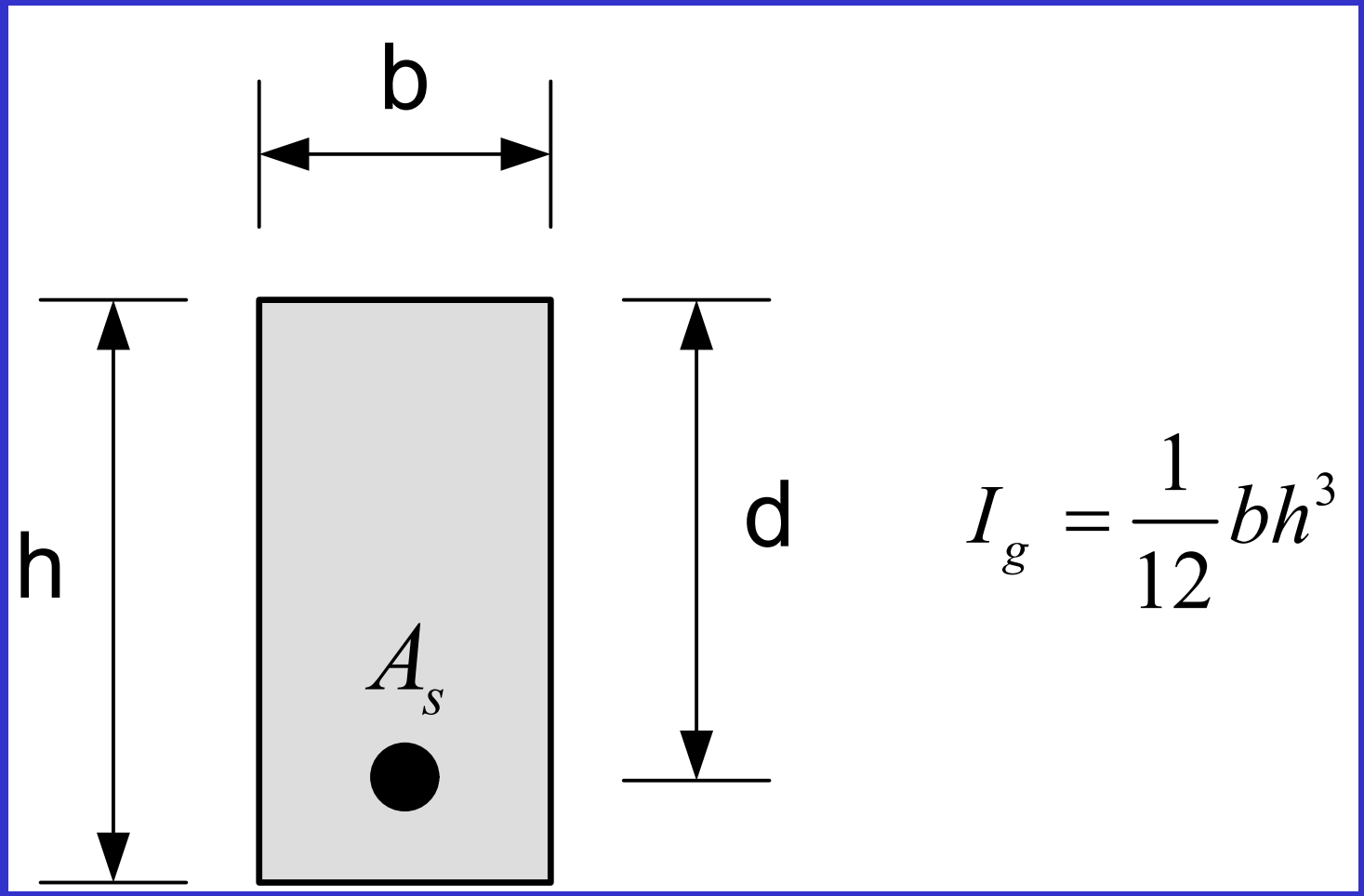
$f_r$ = โมดูลัสแตกร้าว (Modulus of Rapture)

$y_t$ = ระยะจากแกนสะเทินของหน้าตัดเต็มถึงผิวล่าง

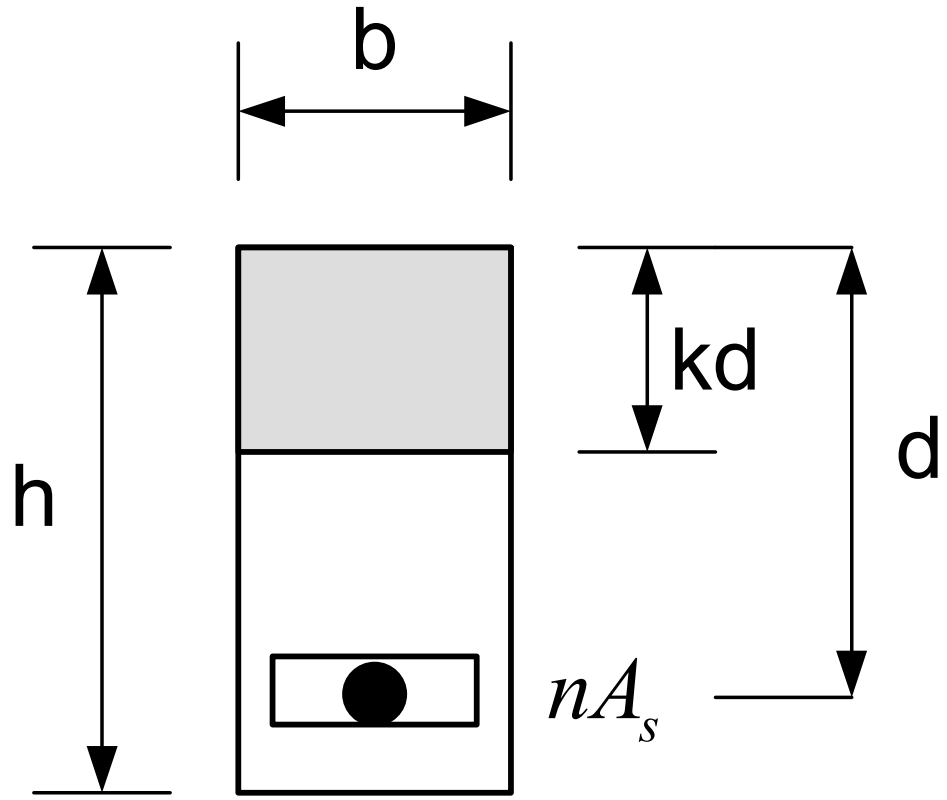
$I_{cr}$ = โมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัดแตกร้าว

$$f_r = 2\sqrt{f_c'}$$

Moment of Inertia ของหน้าตัดไม่ร้าว (Gross moment of inertia)
โดยประมาณ กรณีไม่คิดหน้าตัดแปลงของเหล็กเสริม

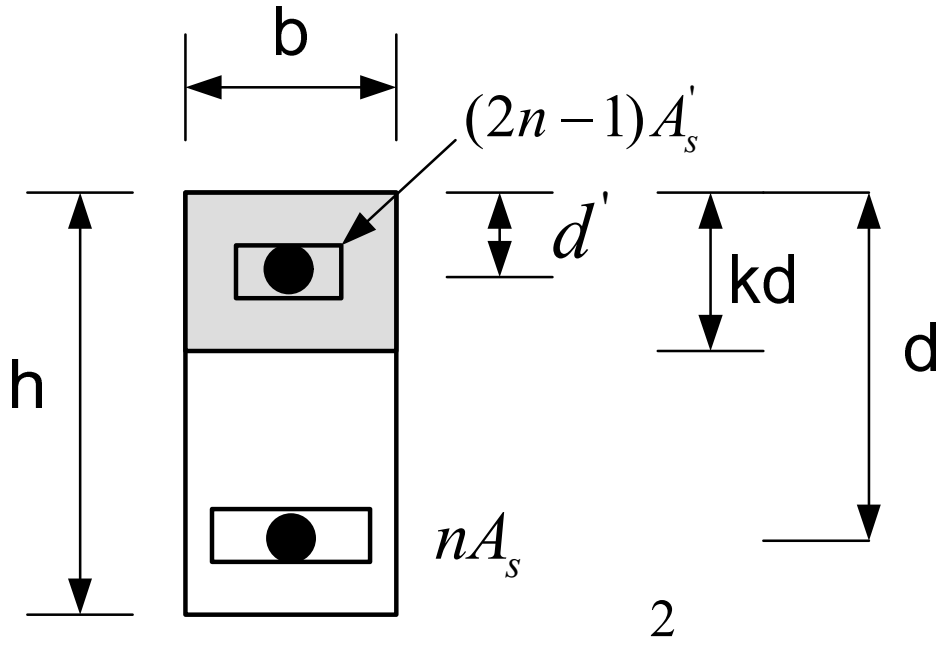


Moment of Inertia ของหน้าตัดร้าว (Crack moment of inertia) ของหน้าตัดเสริมเหล็กรับแรงดึงอย่างเดียว




$$I_{cr} = \frac{1}{12} b(kd)^3 + bkd\left(\frac{kd}{2}\right)^2 + nA_s(d - kd)$$

# Moment of Inertia ของหน้าตัดร้าว (Crack moment of inertia) ของหน้าตัดเสริมเหล็กรับแรงดึงและรับแรงอัด




$$I_{cr} = \frac{1}{12}b(kd)^3 + bkd(\frac{kd}{2})^2 + nA_s(d-kd) + (2n-1)A_s'(kd-d')^2$$

# ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด

เพื่อป้องกันไม่ให้คานเกิดการวิบัติเนื่องจากเหล็กเสริมถึงจุดครากพอดี เมื่อคานเกิดการแตกร้าวเมื่อหน่วยแรงดึงในคอนกรีตถึงโมดูลัสแตกร้าว ซึ่งถือได้ว่าเป็นการวิบัติทันที ปริมาณเหล็กเสริมรับแรงดึงต่ำสุด

$$\rho_{\min} = \frac{A_{s\min}}{bd}$$ ต้องไม่น้อยกว่า $$\frac{14}{f_y}$$

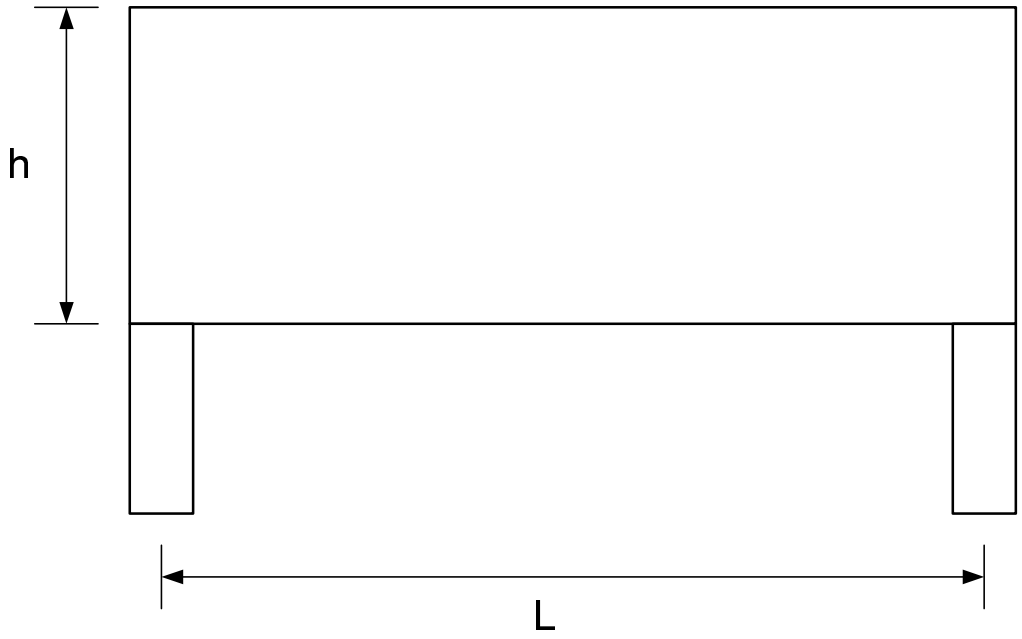
เมื่อ

$f_y$ เป็นหน่วยแรงที่จุดครากมีหน่วยเป็น $\frac{kg}{cm^2}$

หรืออาจใช้เท่ากับ1.34เท่าของปริมาณเหล็กเสริมที่คำนวณได้

# คานลึก (Deep Beam)

จะต้องมีการปรับแก้ผลที่ได้จากการคำนวณโดยทฤษฎีของคาน
เนื่องจากระนาบอาจไม่เป็นระนาบดังเดิมภายหลังจากการรับโมเมนต์ดัด
และต้องคำนึงถึงการโก่งด้านข้าง ( Lateral Bucking)




$L < 1.25\ h$

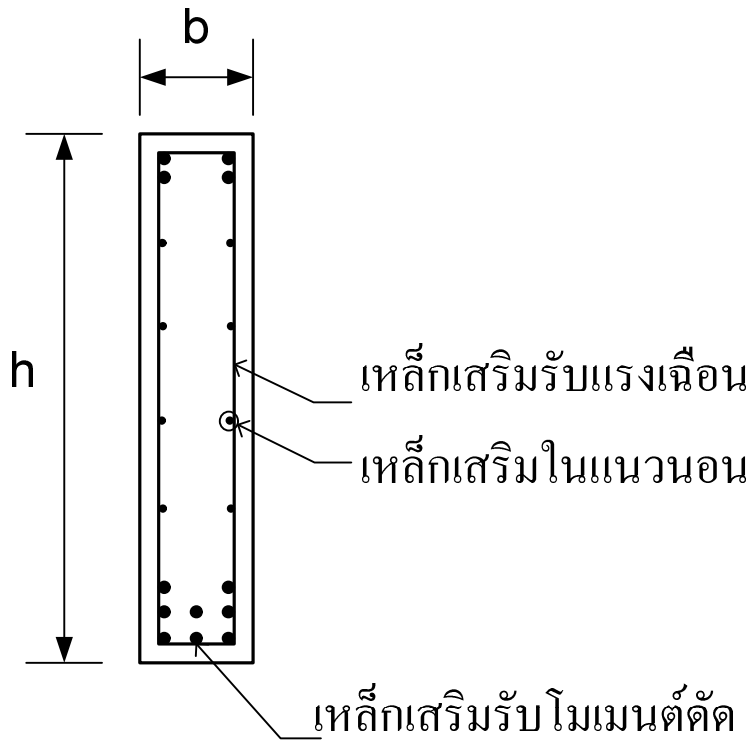
# ต้องเสริมเหล็กทั้งในแนวนอนและแนวดิ่ง

ปริมาณเหล็กเสริมในแนวดิ่ง

$$\rho_v = \frac{A_v}{bs}$$

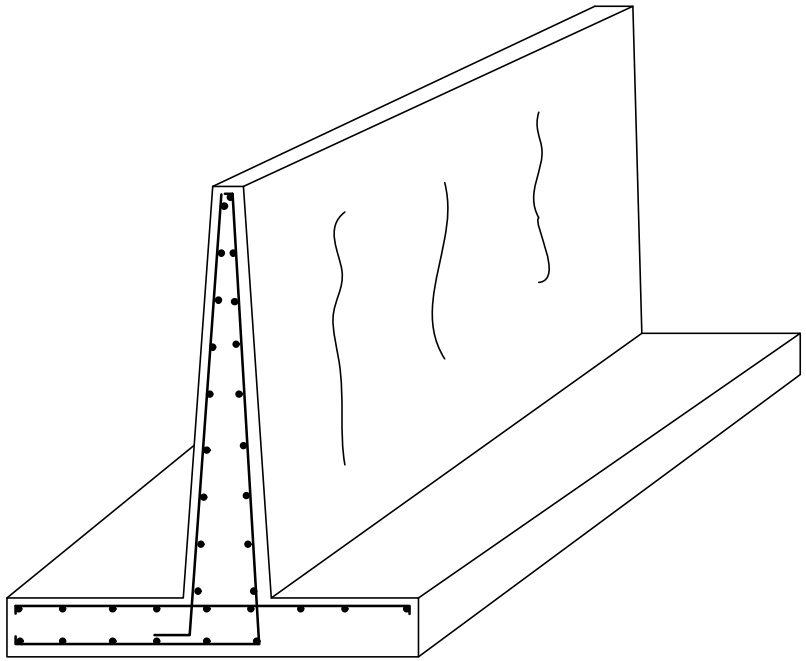
ไม่น้อยกว่า0.0015

เมื่อ **S** เป็นระยะเรียงของเหล็กปลอก

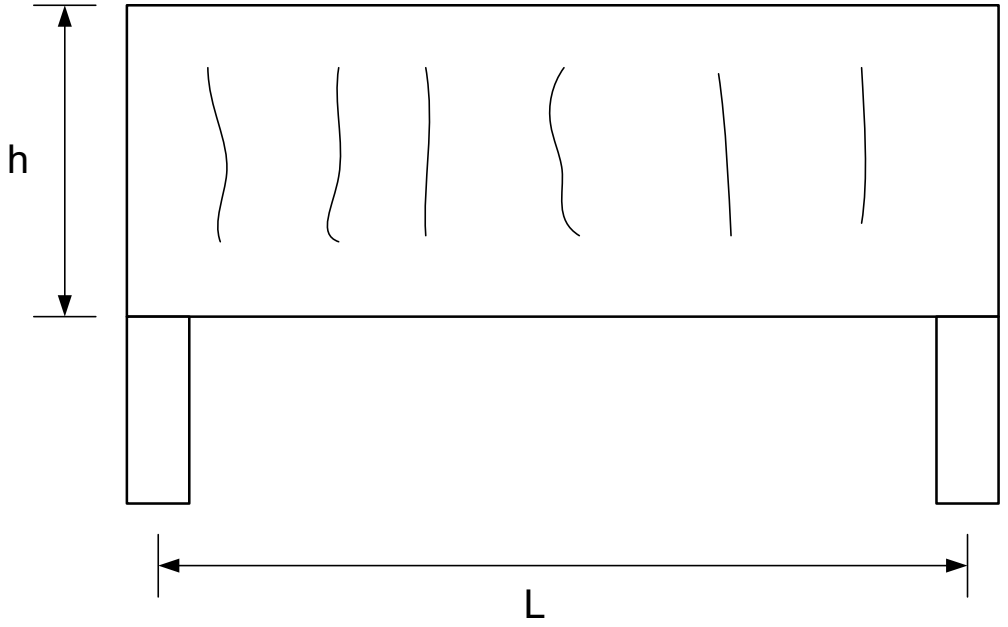



ปริมาณเหล็กเสริมในแนวนอน

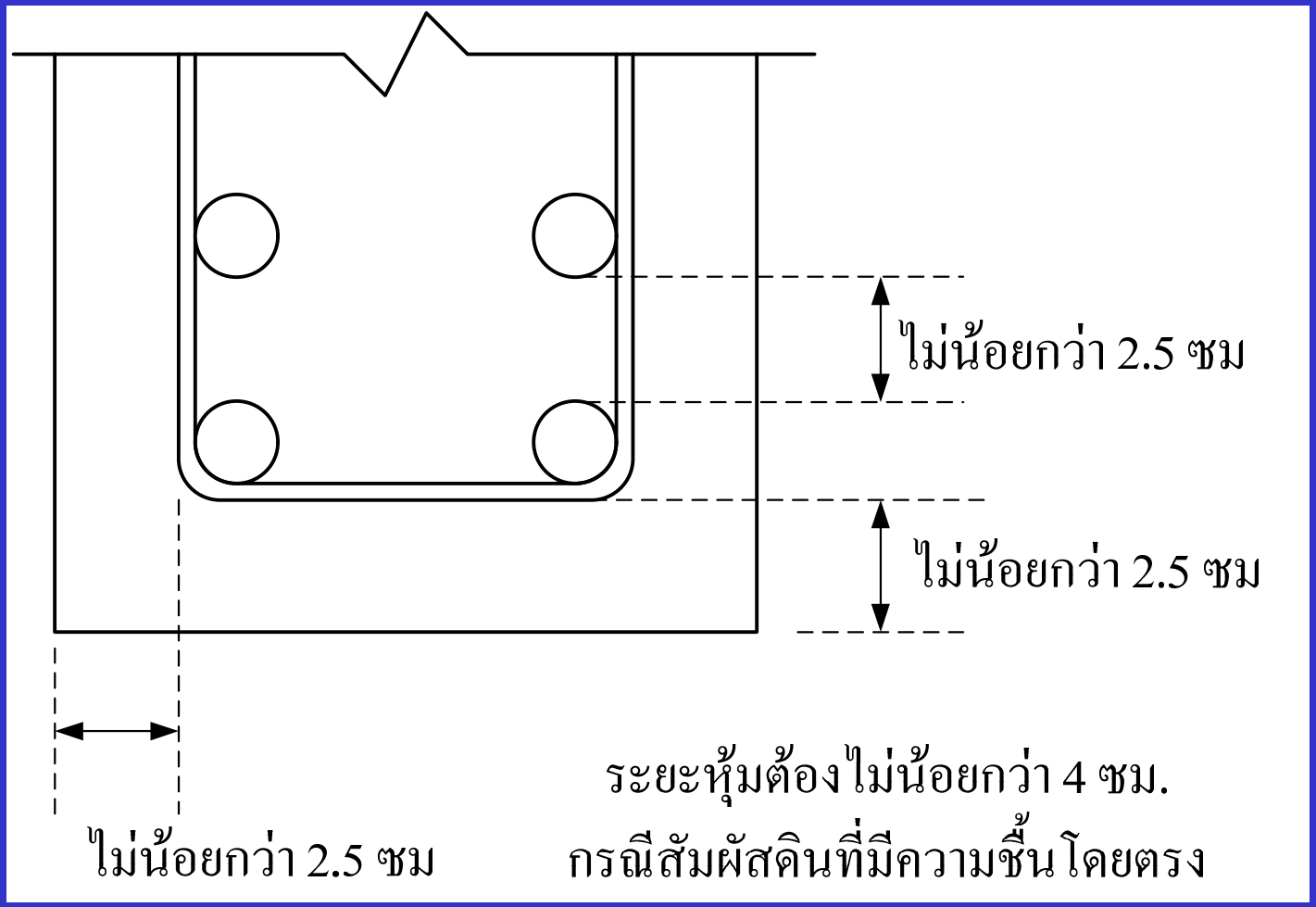
$$\rho_h = \frac{A_h}{bh}$$ ไม่น้อยกว่า0.0025



เหล็กเสริมในแนวนอนจะช่วยลดรอยร้าวเนื่องจากเนื่องจากการเกิดไฮเดรชั่นของซีเมนต์เพสในระหว่างคอนกรีตแข็งตัวและการหดตัวเนื่องจากShrinkage



# ระยะหุ้มเหล็ก




ระยะหุ้มต้องไม่น้อยกว่า 4 ซม.
กรณีสัมผัสดินที่มีความชื้นโดยตรง

การแตกร้าวหลุดร่อนของคอนกรีตเนื่องจากการเกิดสนิมเหล็กทำให้สนิมเหล็ก ซึ่งมีปริมาตรมากกว่าเดิมประมาณ 4 เท่า ดันคอนกรีตแตกหลุดร่อน หากไม่รีบซ่อมจะเกิดการกัดกร่อนในอัตราสูงขึ้นกว่าเดิมมากเนื่องจากเกิดความต่างศักย์ทางไฟฟ้าของเหล็กเสริมส่วนที่ฝังในคอนกรีตและส่วนที่สัมผัสอากาศ