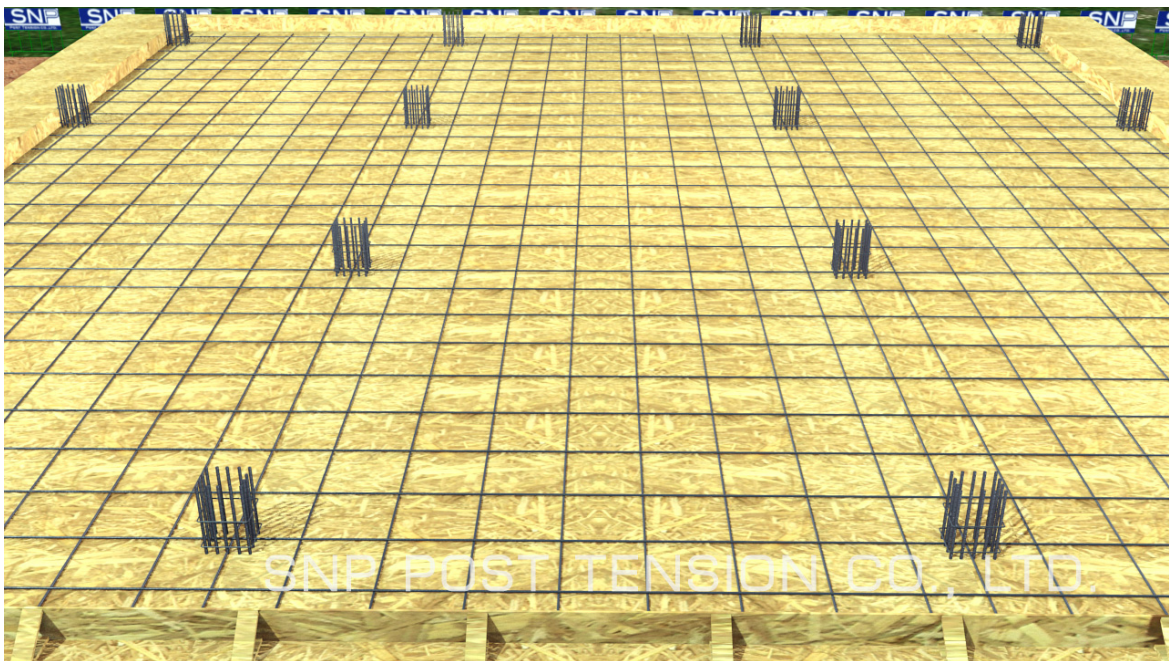


เหล็กเสริมล่างในพื้น POST TENSION

เหล็กเสริมล่างในพื้น POST TENSION



ในบทความนี้จะลงรายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กล่างในพื้น Post tension โดยเฉพาะเกี่ยวกับการใช้ wire mesh เพื่อขยายความและปรับแก้เนื้อหาบางส่วนในบทความ “เหล็กเสริมในพื้น Post tension”

เหล็กเสริมล่างในพื้น POST TENSION

หัวข้อที่ 4 ในบทความ “เหล็กเสริมในพื้น Post tension” ได้กล่าวถึง เหล็กเสริมยึดเหนี่ยวปริมาณน้อยที่สุด บริเวณที่เกิดโมเมนต์บวก (Minimum bonded reinforcement in positive moment area) สามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ที่กลาง span เกิด tensile stress ที่ผิวล่างเกิน $0.53\sqrt{f_c'}$

ถ้า tensile stress at surface เกิน $0.53\sqrt{f_c'}$ จะต้องใส่เหล็กเสริมปริมาณเท่ากับ $A_s = \frac{N_c}{0.5f_y}$ ตามที่ระบุไว้ใน ACI318-19 หัวข้อ 8.6.2.3

8.6.2.3 For prestressed slabs, a minimum area of bonded deformed longitudinal reinforcement, $A_{s,min}$, shall be provided in the precompressed tension zone in the direction of the span under consideration in accordance with Table 8.6.2.3.

Table 8.6.2.3—Minimum bonded deformed longitudinal reinforcement $A_{s,min}$ in two-way slabs with bonded or unbonded tendons

Region I	Calculated f_t after all losses, psi	$A_{s,min}$, in. ²	
Positive moment	$f_t \leq 2\sqrt{f_c'}$	Not required	(a)
	$2\sqrt{f_c'} < f_t \leq 6\sqrt{f_c'}$	$\frac{N_c}{0.5f_y}$	(b) ^{[1],[2]}
Negative moment at columns	$f_t \leq 6\sqrt{f_c'}$	$0.00075A_{cf}$	(c) ^[2]

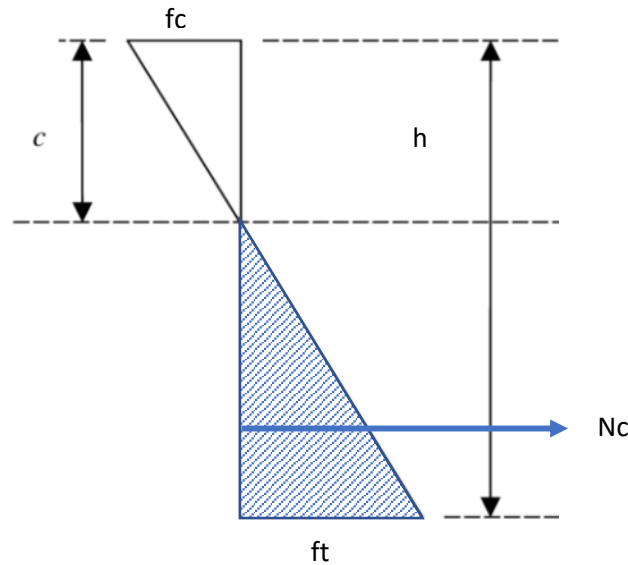
^[1]The value of f_y shall not exceed 60,000 psi.

^[2]For slabs with bonded tendons, it shall be permitted to reduce $A_{s,min}$ by the area of the bonded prestressed reinforcement located within the area used to determine N_c for positive moment, or within the width of slab defined in 8.7.5.3(a) for negative moment.

- $2\sqrt{f_c'}$ in psi = $0.53\sqrt{f_c'}$ in ksc and $6\sqrt{f_c'}$ in psi = $1.59\sqrt{f_c'}$ in ksc

โดยเหล็กเสริม A_s ที่คำนวณได้จะต้องใส่ไว้ในบริเวณที่รับโมเมนต์บวกยาวเท่ากับหนึ่งในสามของ clear span (ln/3) โดยใส่ไว้ที่กลาง span ตามที่ ACI318-19 ระบุไว้ที่ข้อ 8.7.5.5.1

มีข้อกำหนดเพิ่มเติมที่ว่า f_y จะต้องไม่เกิน 4,200 ksc และ N_c คือแรงดึงทั้งหมดที่เกิดขึ้นที่หน้าตัดคอนกรีต บริเวณที่เกิดหน่วยแรงดึง ทั้งนี้ให้คำนวณจากหน้าตัดไม่แตกร้า



สามารถคำนวณ N_c ได้ โดย N_c มีค่าเท่ากับพื้นที่สามเหลี่ยมที่แรงงา คูณด้วยความกว้างของ design strip เริ่มด้วยการ หาค่า c ในรูปด้านบนก่อนด้วยหลักการสามเหลี่ยมคล้าย $\frac{c}{f_c} = \frac{h}{f_c + f_t}$ เมื่อได้ค่า c แล้วก็จะคำนวณพื้นที่ของส่วนที่แรงงาได้เท่ากับ $\frac{1}{2}(ft)(h-c)$ แล้วนำค่าพื้นที่ที่คำนวณได้ไปคูณกับความกว้างของ design strip ก็จะได้ค่า N_c

กรณีที่ 2 ที่กลาง span เกิด tensile stress ที่ผิวล่างต่ำกว่า $0.53\sqrt{f_c'}$

ในกรณีที่เกิด tensile stress at surface ต่ำกว่า $0.53\sqrt{f_c'}$ หรืออาจจะเป็นแรงอัดไม่เกิดแรงดึง ACI318-19 ระบุไว้ชัดเจนในตารางว่าไม่ต้องการเหล็กเสริมชั้นต่ำ แต่ในทางปฏิบัติที่ใช้กันอยู่ในบ้านเรา จะเอาเหล็กเสริมตามมาตรฐาน วสท 1009-34 มาใช้ ซึ่งเป็นข้อกำหนดของพื้น post tension ระบบ unbonded system โดยในมาตรฐานระบุว่า “สำหรับบริเวณที่เกิดโมเมนต์บวก ถ้าหน่วยแรงดึงในคอนกรีตที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกใช้งาน มีค่าไม่เกิน $0.53\sqrt{f_c'}$ ควรใส่เหล็กเสริมยึดเหนี่ยวไม่น้อยกว่า 0.001 ของหน้าตัดของคอนกรีตที่บริเวณใกล้ผิวด้านรับแรงดึง”

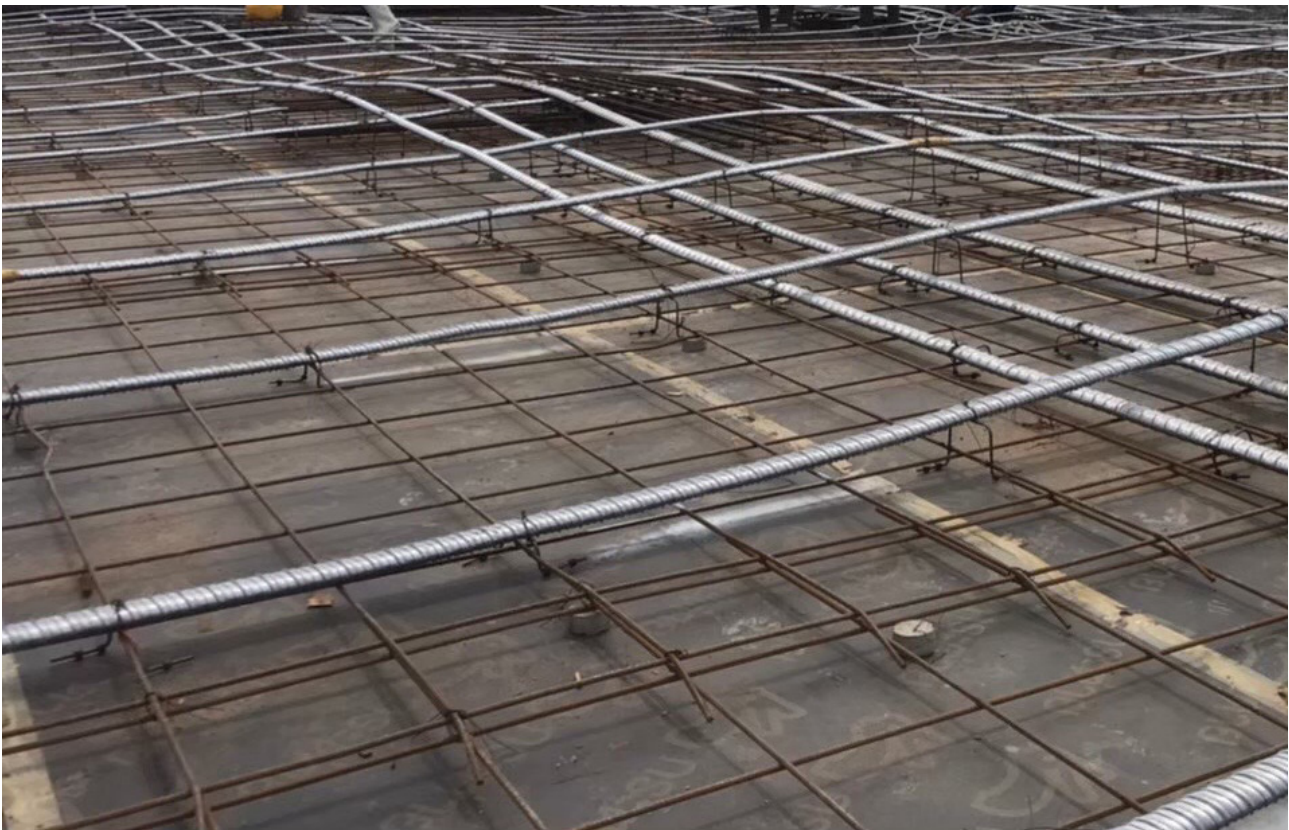
ตัวอย่างการคำนวณ ถ้าพื้นหนา 0.23m $A_s = 0.001 \times 100 \times 23 = 2.3 \text{ cm}^2$ เลือกใช้เหล็กเสริม DB12mm (SD40) เป็นเหล็กตะแกรงล่งจะได้ DB12mm@0.50m

เหล็กเสริมล่งในพื้น POST TENSION

ในกรณีที่ต้องการใช้ลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยเสริมคอนกรีต (Wire mesh) ACI318-19 ระบุข้อกำหนดเฉพาะของ Wire mesh ไว้ในตารางที่ 20.2.2.4(a) และหัวข้อ 20.2.1.7

Table 20.2.2.4(a)—Nonprestressed deformed reinforcement

Usage	Application		Maximum value of f_y or f_{yt} permitted for design calculations, psi	Applicable ASTM specification			
				Deformed bars	Deformed wires	Welded wire reinforcement	Welded deformed bar mats
Flexure; axial force; and shrinkage and temperature	Special seismic systems	Special moment frames	80,000	A706 ^[2]	Not permitted	Not permitted	Not permitted
		Special structural walls ^[1]	100,000				
	Other		100,000 ^{[3][4]}	A615, A706, A955, A996, A1035	A1064, A1022	A1064, A1022	A184 ^[5]



Wire mesh ที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติตาม ASTM A1064 ถ้าพิจารณามาตรฐาน มอก. ของ Wire mesh จะตรงตาม มอก.737-2549 สำหรับลักษณะของตะแกรงเหล็ก, มอก. 747-2531 สำหรับลวดเหล็กกล้าดัดเย็นเสริมคอนกรีต และ มอก. 943-2533 สำหรับลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยดัดเย็นเสริมคอนกรีต ซึ่งทั้งหมดจะอ้างอิง ASTM A496 และ ASTM A497 ในปัจจุบัน ASTM ได้ระบุให้ใช้ ASTM A1064 แทน ASTM A82,A185,A496 และ A497

Specifications Covering Welded Wire Reinforcement

U.S. and Canadian Specification	Title
ASTM A1064*	Standard Specification for Steel Wire and Welded Wire Reinforcement, Plain and Deformed, for Concrete
* - Formerly known as: ASTM A82, ASTM A185, ASTM A496, ASTM A497	
ASTM A1022	Standard Specification for Deformed and Plain Stainless Steel Wire and Welded Wire for Concrete Reinforcement

นอกจากนี้ใน ASTM A1064 ได้ระบุกำลังของ Wire mesh ทั้งแบบ Plain wire และ Deformed wire ไว้ดังนี้

TABLE 6 Tension Test Requirements—Plain Wire for Welded Wire Reinforcement

	Size W 1.2 [MW 7.7] and Larger	Smaller than Size W 1.2 [MW 7.7]
Tensile strength, min, ksi [MPa]	75 [515]	70 [485]
Yield strength, min, ksi [MPa]	65 [450]	56 [385]
Reduction of area, min, %	30 ^A	30 ^A

^A For material testing over 100 ksi [690 MPa] tensile strength, the reduction of area shall be not less than 25 %.

TABLE 10 Tension Test Requirements—Deformed Wire (Material for Welded Wire)

	psi [MPa] min
Tensile strength I	80 000 [550]
Yield strength	70 000 [485]

ตัวอย่างการคำนวณ ในการเลือกใช้ Wire mesh แทนเหล็กเสริม โดยใช้เป็น Deformed wire สามารถคำนวณได้ดังนี้ ถ้าพื้นหนา 0.23m

$$A_s = 0.001(4000/4850)(100)(23) = 1.897 \text{ cm}^2 \text{ ใช้ Wire mesh Dia8mm spacing 0.25m}$$