

การออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

สำหรับสะพานโครงสร้างเหล็ก

สิทธิโชค สุนทรโอกาส scp@kmitnb.ac.th

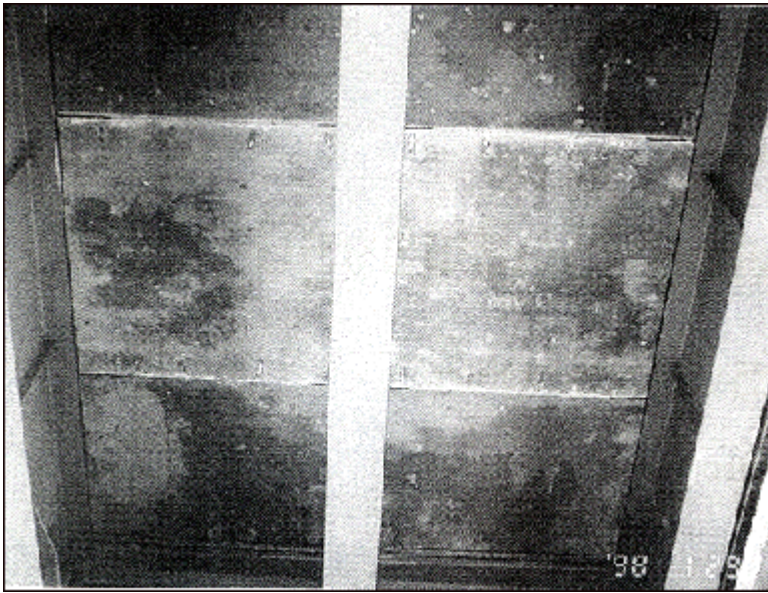


บทนำ

การจราจรนับว่าเป็นปัญหาใหญ่ที่แก้ไขยาก เนื่องจากงบประมาณ ในการก่อสร้างมีจำกัด อีกทั้งปริมาณรถก็เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การแก้ไข ปัญหาจราจรในจุดที่เป็นทางแยก โดยการก่อสร้างสะพานข้ามทางแยกที่ นิยมกันคือ สะพานโครงสร้างเหล็กซึ่งเป็นโครงเหล็ก มีการก่อสร้างใน พื้นที่จำกัด โดยทำการก่อสร้างที่หน้างานเฉพาะฐานรากเท่านั้น ส่วนเสา คาน สะพาน ตงสะพาน พื้นสะพาน และราวสะพาน ฯลฯ ทำการสร้าง และ ผลิตในโรงงานแล้วนำมาติดตั้งที่หน้างานเพื่อความรวดเร็วในการก่อสร้าง ทำให้โครงสร้างส่วนต่างๆ สามารถก่อสร้างได้พร้อมกันในเวลาเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาการจราจรในพื้นที่ก่อสร้างและลดเวลาในการก่อสร้าง ผู้เขียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับงานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับสะพาน โครงสร้างเหล็กในงานก่อสร้างขนาดใหญ่ จึงนำมาเขียนในบทความนี้ซึ่ง จะกล่าวถึงเฉพาะโครงสร้างที่เป็นพื้นสะพานโดยจะครอบคลุมถึงวิธีการ ออกแบบด้วย

ความหมายของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

พื้นของสะพานในสมัยก่อนจะเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ข้อเสีย คือ ต้องทำการก่อสร้างโดยใช้พื้นที่ในการประกอบไม้แบบ การเทคอนกรีตและงาน อื่นๆ ที่หน้างานทำให้เกิดปัญหาการจราจรขณะก่อสร้างและใช้เวลาในการก่อสร้าง มาก แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Concrete Deck Slab) คือ แผ่นพื้น คอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำการหล่อเสร็จก่อนนำมาติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้างด้วยการหล่อ ในโรงงานหรือในพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้เฉพาะ โดยไม่ต้องหล่อหน้างาน (ดูรูปที่ 1, 2)



รูปที่ 1 แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

รูปที่ 2 แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปวางบนโครงเหล็ก

ประโยชน์ของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

การก่อสร้างจะต้องมีการปรับปรุง และพัฒนารูปแบบการก่อสร้าง วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างตลอดจนเทคนิคและกรรมวิธีในการก่อสร้าง แผ่นพื้นคอนกรีต สำเร็จรูป นับว่าเป็นการพัฒนาเทคนิคการก่อสร้างอีกวิธีหนึ่ง มีประโยชน์ดังต่อไปนี้

- 1) ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างหน้างานน้อย โดยไม่ต้องมีพื้นที่ในการตั้งไม้แบบเพื่อใช้ เป็นแบบหล่อแผ่นพื้น
- 2) ใช้พื้นที่ในการกองและเก็บวัสดุในหน้างานน้อย เพราะไม่ต้องก่อสร้างในหน้างาน
- 3) ลดปัญหาการจราจรในพื้นที่ก่อสร้างจากเหตุผลข้อ 1 และข้อ 2
- 4) ใช้เวลาในการก่อสร้างในหน้างานน้อยกว่า เพราะขึ้นส่วนผสมในโรงงาน โดยสามารถ ก่อสร้างได้พร้อมกับโครงสร้างอื่นๆ ในเวลาเดียวกัน
- 5) พื้นที่หน้างานสะอาดกว่าเพราะจะไม่มีเศษวัสดุตกลง เนื่องจากก่อสร้าง
- 6) ให้ความปลอดภัยในขณะการก่อสร้างหน้างานมากกว่า เพราะมีพื้นที่ก่อสร้างที่ เตรียมไว้ในจุดที่เหมาะสมซึ่งไม่อยู่ในจุดที่ก่อสร้าง
- 7) ลดมลภาวะทางอากาศ ทางเสียง และอื่นๆ ในพื้นที่ก่อสร้าง
- 8) ค่าก่อสร้างในปริมาณมากจะถูกกว่าพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่
- 9) สามารถเคลื่อนย้าย นำไปใช้ในจุดต่างๆ ได้

แนวทางการออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

การออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปมีแนวทางการออกแบบทั่วไปดังนี้

- 1) เลือกมาตรฐานวิธีที่ใช้ออกแบบ
 - 2) กำหนดค่ากำลังของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบน้ำหนักวัสดุ น้ำหนักบรรทุก ค่า ตัวแปรต่างๆ ที่ใช้คำนวณตามมาตรฐานกำหนด
 - 3) คำนวณค่าโมเมนต์ดัดและค่าแรงเฉือนสูงสุด จากน้ำหนักคงที่และน้ำหนัก บรรทุกจร ช่วงโครงสร้างภายในที่ต่อเนื่องกันแล้วคำนวณปริมาณเหล็กเสริม คอนกรีตที่ต้องใช้
 - 4) คำนวณค่าโมเมนต์ดัด และค่าแรงเฉือนสูงสุดจากน้ำหนักคงที่และน้ำหนัก บรรทุกจร ช่วงโครงสร้างส่วนที่ยื่น แล้วคำนวณปริมาณเหล็กเสริมคอนกรีตที่ต้องใช้
 - 5) คำนวณปริมาณเหล็กเสริมคอนกรีต กระจายในหน้าตัดตามเปอร์เซ็นต์มาตรฐาน และคำนวณปริมาณเหล็กเสริมกันการแตกร้าวน้อยที่สุดที่ต้องใช้
 - 6) คำนวณหน่วยแรงดัดในหน้าตัดพื้นที่สภาวะสมดุลย์ คำนวณแรงอัดที่ต้องการ สำหรับการเสริมลวดอัดแรงในตำแหน่งที่กำหนด และตรวจสอบหน่วยแรงที่เกิดขึ้น เทียบกับหน่วยแรงมาตรฐานที่ยอมให้
 - 7) คำนวณค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นขณะที่ทำการขนส่ง ติดตั้งแผ่นพื้นและ ค่าปริมาณเหล็กเสริมคอนกรีตที่ต้องใช้
 - 8) คำนวณปริมาณและขนาดของลวดอัดแรงตามคุณสมบัติของลวดอัดแรงที่เลือกใช้
 - 9) เขียนแบบแสดงรูปร่างแผ่นพื้น ขนาดแผ่นพื้น การเสริมเหล็กเสริมคอนกรีต การ เสริมลวดอัดแรงโดยแสดงชนิด ขนาด จำนวน และตำแหน่ง ที่ใช้โดยละเอียด
- เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น ผู้เขียนขอยกตัวอย่างการคำนวณงานก่อสร้างจริง งานออกแบบแผ่นพื้น

คอนกรีตสำเร็จรูป สำหรับงานผิวจราจรกว้าง 9.50 ม. ซึ่ง คำนวณโดยใช้มาตรฐานการออกแบบของ AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHO) ดังนี้

DESIGN CRITERIA

- REFERENCE FROM (AASHO)
- DESIGN BY SERVICE LOAD DESIGN METHOD (ALLOWABLE STRESS DESIGN)
- ALLOWABLE STRESS

CONCRETE

- FLEXURE $f_c = 0.40 f_{c'} (f_c = 400 \text{ KSC})$
 $f_{c'} = 0.40 (400) = 160 \text{ KSC}$
- BEARING $f_b = 0.30 f_{c'} (\text{CYLINDER STRENGTH AT 28 DAY})$
 $= 0.30 (400) = 160 \text{ KSC}$

REINFORCEMENT

- $f_s = 0.40 f_y \quad f_s = 0.4 (4000) = 1,600 \text{ KSC}$

MODULAR RATIO

- $n = E_s/E_c$
- $E_c = W^{1.5} 4270 \sqrt{f_{c'}} \text{ KSC}$
- $E_c = (2.4)^{1.5} 4,270 \sqrt{400} = 317,522 \text{ KSC}$
- $E_s = 2.04 \times 10^6$
- $n = 6.426$
- $k = 0.391$
- $J = 0.869$
- $R = 27.20 \text{ KSC}$

WEAR / WEB REINFORCED

- $U_{\mu} = 2 \sqrt{f_{c'}}$
 $= 2 \sqrt{400 \times 2.54 \times 2.54 \times 2.20} = 150 \text{ PSI}$

CLASS OF LOADING H20-44

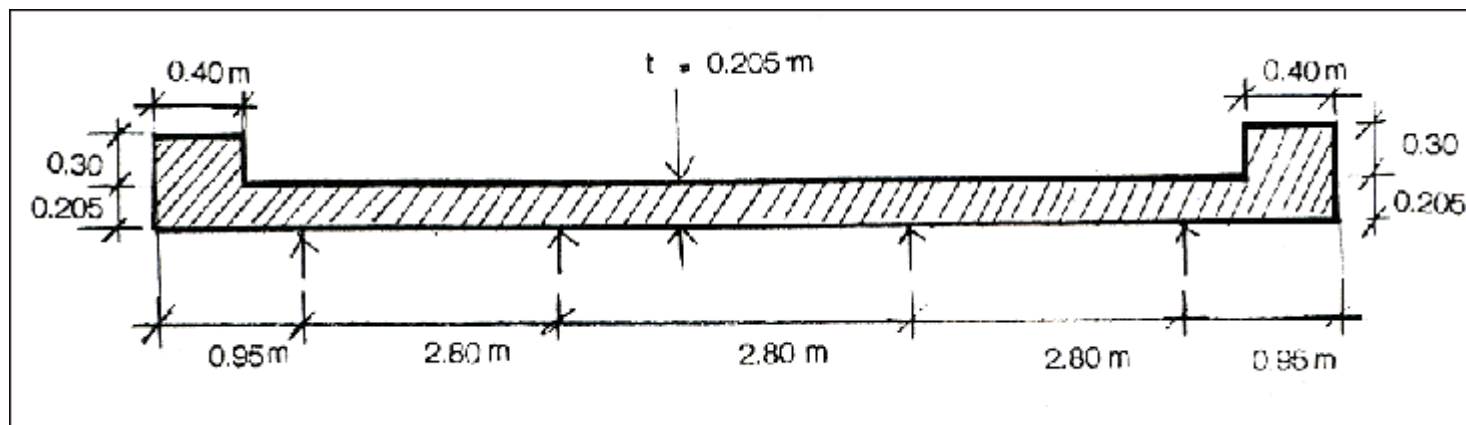
(A) CONTINUOUS SPAN

1) MOMENT AND SHEAR FROM DEAD LOAD

- CHECK MINIMUM DEPTH

$$\frac{S+10}{30} \geq 0.542 \text{ ft}$$

$$\frac{(2.80 \times 3.28) + 10}{30} = 0.639 \text{ ft} = 19.40 \text{ (CM)}$$



รูปที่ 3 รูปตัดแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

- USE SLAB $t = 0.205 \text{ M}$
- D.L₁ CONCRETE $= 0.205 \times 2,400 = 492 \text{ KG/M}^2$

$$- D.L_2 \text{ (SUPERIMPOSE LOAD) ASPHALT} = 2,300 \times 0.05M = 115 \text{ KG/M}^2$$

$$- T.L. = D.L.^1 + D.L.^2 = 607 \text{ KG/M}^2$$

$$- MD = \frac{WL^2}{10} = \frac{607(2.80)^2}{10} = 476 \text{ KG-M}$$

$$- VD = \left(\frac{2.80}{2} - 0.20 \right) 607 = 728 \text{ KG/M}$$

2) MOMENT AND SHEAR FROM MOVING LOAD

$$- \text{SPAN} = 2.80 \text{ M} = 9.18 \text{ ft}$$

- CASE SPAN 2-24 ft IN CONTINUOUS SLAB

$$- M_L = \frac{0.80(s+2)}{32} \times P_{20} \times 1.30$$

$$- M_L = \frac{0.80(9.18+2)}{32} \times 16,000 \times 1.30 = 5,814 \text{ lb.ft/ft}$$

$$- \text{IMPACT FORMULA (I)} = \frac{50}{L+125}$$

$$= \frac{50}{9.18+125} = 0.372$$

$$\text{USE}_{\text{MAX}} = 0.30 = 30\%$$

$$- M_{L+I} = 1.3 \times 5,814 = 7,558 \text{ lb.ft/ft}$$

$$= \frac{7,558}{2.20} = 3,436 \text{ KG-M/M}$$

$$- V_{L+I} = \frac{160,000 \times 1.3 \times 1.30}{[(0.40 \times 9.18) + (3.75)]} = 3,643 \text{ lb/ft} \times 1.492 = 5,435 \text{ KG/M}$$

3) M_{MAX} , V_{MAX}

$$M_{\text{MAX}} = M_D + M_{L+I} = 476 + 3,436 = 3,912 \text{ KG-M/M}$$

$$MR = (27.20)(1)(17)^2 = 7,860 \text{ KG-M/M}$$

$MR > M_{\text{MAX}} \longrightarrow$ SINGLE REINFORCEMENT

$$A_s = \frac{M}{F_s J d} = \frac{3,912}{(1,600)(0.869)(0.17)} = 16.55 \text{ CM}^2/\text{M}$$

$$= 41.37 \text{ CM}^2/2.50\text{M}$$

USE 4 DB 25 M.M. + 12 DB 20 M.M.

$$A_s = 57.32 \text{ cm}^2/2.50 \text{ M} > 41.37 \text{ cm}^2/2.50\text{M}$$

$$V_{\text{MAX}} = V_D + V_{L+I} = 728 + 5,435 = 6,163 \text{ KG/M}$$

$$V_{\text{all}} = 0.29 \sqrt{400} = 5.80 \text{ KSC}$$

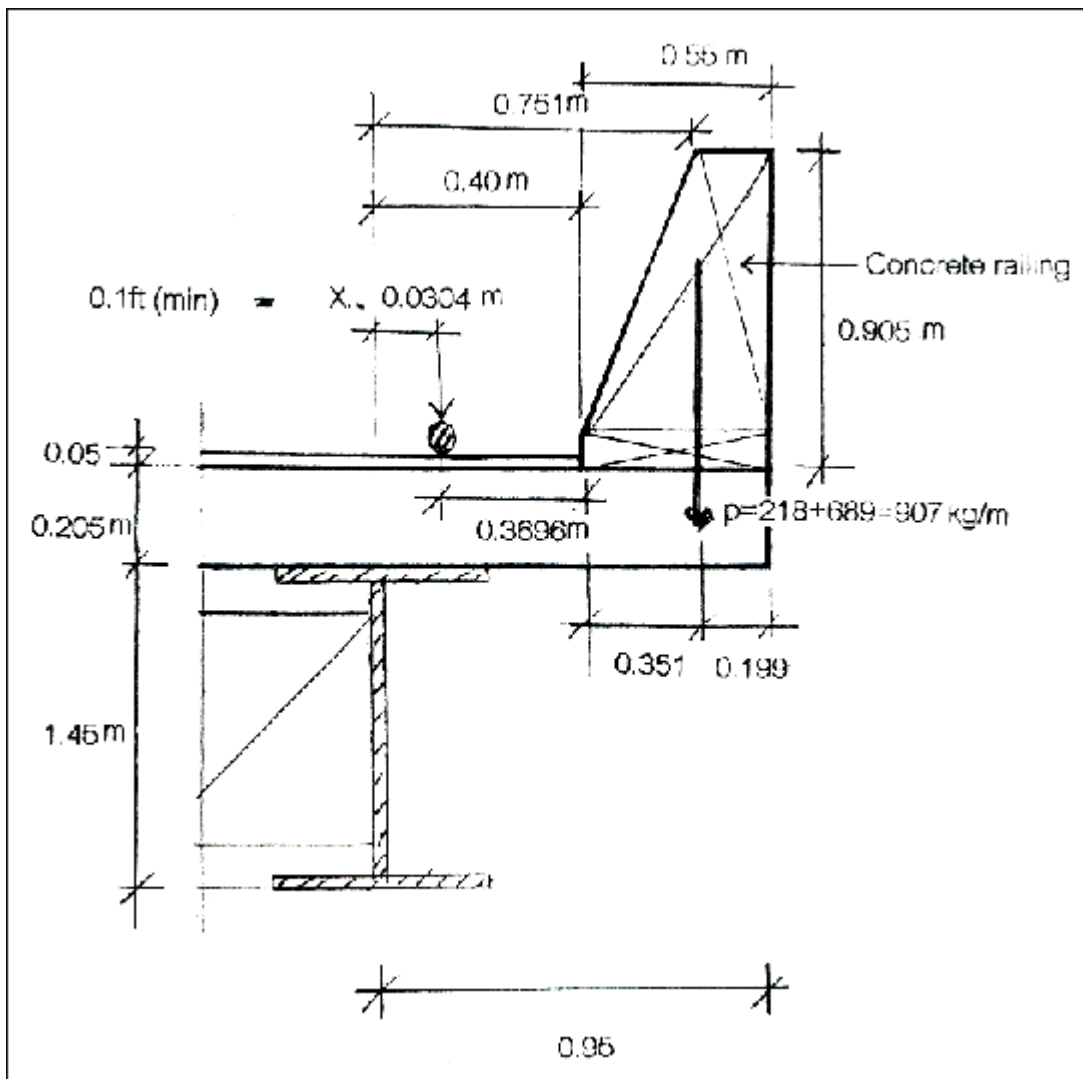
$$V_c = \frac{6,163}{(17)(100)} = 3.62 \text{ KSC} < 5.80 \text{ KSC}$$

$$\Sigma_0 = (12)(6.28) + (4)(7.85) = 107 \text{ CM.}$$

$$\mu = \frac{6,163}{(107)(0.869)(17)} = 3.89 \text{ KSC}$$

$$\mu_{\text{all}} = \frac{3.23 \sqrt{400}}{2} = 32.30 \text{ KSC} > 3.89 \text{ KSC.}$$

(B) CANTILIVER SLAB



รูปที่ 4 แผ่นพื้นสวนยื่น

4) MOMENT AND SHEAR FROM DEAD LOAD

$$M_D = \frac{492 (0.95)^2}{2} + (0.751 \times 907) + \frac{(115 \times (0.40)^2)}{2}$$

$$M_D = 222 + 681 + 9.20 = 912.20 \text{ KG-M/M}$$

$$V_D = (492 \times 0.95) + 907 + (115 \times 0.40)$$

$$V_D = 467 + 907 + 46 = 1,420 \text{ KG/M}$$

5) MOMENT AND SHEAR FROM MOVING LOAD

$$E = 0.8 + 3.75$$

$$X = 0.0304 \text{ M} = 0.0997 \text{ ft} = 0.1 \text{ ft}$$

$$E = 0.8 (0.1) + (3.75) = 3.83 \text{ ft}$$

$$M_{L+I} = \frac{PX}{E} \times 1.30 \times 1.30$$

$$= \frac{16,000 \times (0.1)(1.30)^2}{3.83} = 706 \text{ lb.ft/ft} = 321 \text{ KG-M/M}$$

$$V_{L+I} = \frac{16,000 \times (1.30)}{3.83} = 5,430 \text{ lb/ft} = 8,101 \text{ KG/M}$$

6) M_{MAX} , V_{MAX}

$$M_{MAX} = M_D + M_{L+I} = 912 + 321 = 1,233 \text{ KG-M/M}$$

$$V_{MAX} = V_D + V_{L+I} = 1,420 + 8,101 = 9,521 \text{ KG/M}$$

$$V_{Call} = 0.29 \sqrt{400} = 5.80 \text{ KSC}$$

$$V = \frac{9,525}{(17)(100)} = 5.60 \text{ KSC} < 5.80 \text{ KSC}$$

$$A_s = \frac{1,233}{(1,600)(0.869)(0.17)} = 5.21 \text{ CM}^2/\text{M} = 13.04 \text{ CM}^2/2.50\text{M}$$

USE 4 DB 25 M.M+12 DB 20 M.M.

$$A_s = 57.32 \text{ CM}^2 > 13.04 \text{ CM}^2$$

7) DISTRIBUTION REINFORCEMENT

$$\text{PERCENTAGE} = \frac{200}{\sqrt{S}} = \frac{200}{\sqrt{9.18}} = 66.009 \%$$

USE 66 %

8) TEMPERATURE STEEL

$$A_{SMIN} = 0.0020 \text{ bt}$$

$$= 0.0020 (100 \times 20.9) = 4.10 \text{ cm}^2/\text{m}$$

USE DB12 @ 0.20 M (EXTRA BAR)

$$A_{Smin} > 4.10 \text{ CM}^2/\text{M}$$

9) EQUIVALENT MOMENT

$$M_{EQ} = A_s f_s Jd$$

$$A_s = 66 \times 16.55 = 10.92 \text{ cm}^2$$

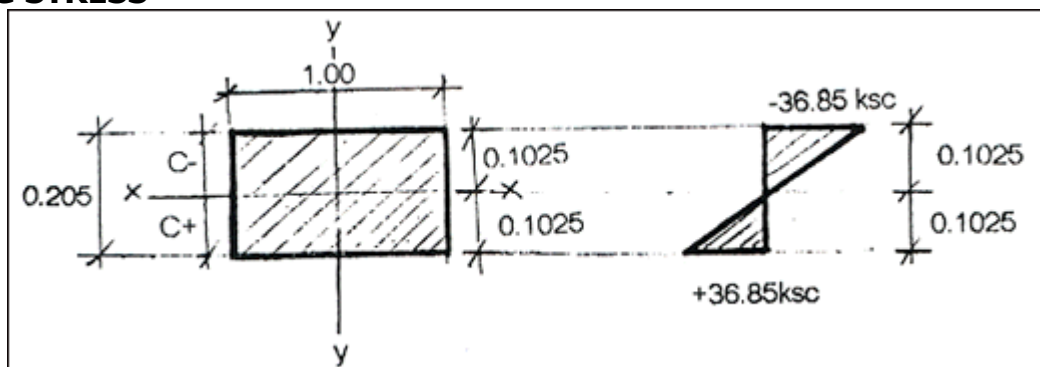
$$M_{EQ} = 10.92 \times 1,600 \times 0.869 \times 0.17$$

$$M_{EQ} = 2,581 \text{ KG-M/M}$$

USE DB 16MM.@ 0.18 M.

$$A_s = 11.16 \text{ CM}^2 > 10.92 \text{ CM}^2$$

10) BENDING STRESS



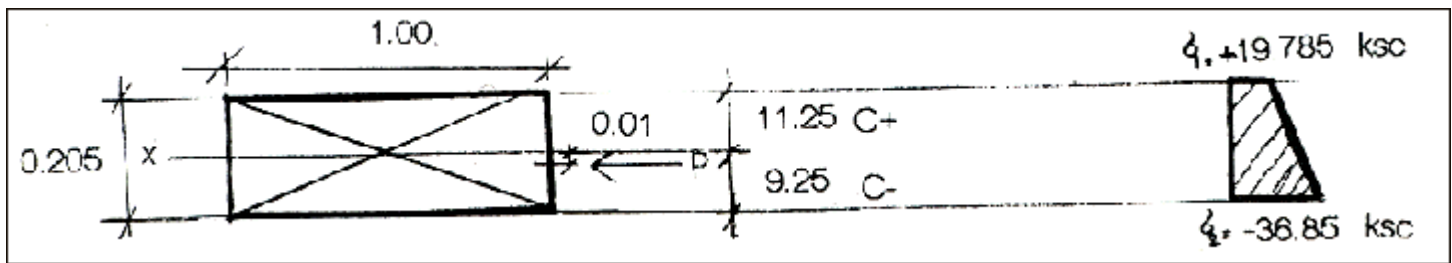
รูปที่ 5 แผนภาพหน่วยแรงดัด

$$\sigma = \frac{MC}{I} \quad I = \frac{bh^3}{12} = \frac{(100)(20.5)^3}{12} = 71,792 \text{ cm}^4$$

$$c^+ = \frac{20.5}{2} = 10.25 \text{ cm} = c^-$$

$$\sigma = \frac{2,589 \times 10.25 \times 100}{71,792} = \pm 36.86 \text{ KSC}$$

11) BLANCING PRESTRESS LOAD



รูปที่ 6 สมดุลย์ของการอัดแรง

TENSION STRESS = 0 KSC (LOWER FIBER)

FIND PRESTRESS LOAD (P)

$$\therefore \sigma_2 = \frac{P}{A} + \frac{P(1)(9.25)}{71,792}$$

$$36.85 = \frac{P}{(100)(20.5)} + \frac{9.25P}{71,792}$$

$$36.85 = 0.0004878P + 0.0001288$$

$$36.85 = 0.0006166P$$

$$P = 59,763 \text{ KG/M} = 59.763 \text{ TONS/M}$$

$$\sigma_1 = \frac{59,763}{(100)(20.5)} - \frac{59,763(1)(11.25)}{71,792}$$

$$= 29.15 - 9.365$$

$$\sigma_1 = 19.785 \text{ KSC (COM)}$$

$$\text{PRESTRESSING LOAD} = 59,763 \times 10.30/1000 = 615.56 \text{ TONS}$$

12) CHECK ALLOWABLE COMPRESSION STRESS

$$\sigma_2 = 36.85 \text{ KSC}$$

$$\sigma_1 = 19.785 \text{ KSC}$$

$$\sigma_{ct} = (36.85) + (19.785) + [59,763(1)(9.25)/71,792] = 73.70 \text{ KSC}$$

$$f_c = 0.40 f'_c = 160 \text{ KSC}$$

$$\sigma_{ct} < f_c$$

13) CONTROL/P

$$P_b = 0.85 k1 \frac{f'_c}{f_y} \cdot \frac{6117}{6117 + f_y}$$

FIND k1

$$f'_c = 280 \text{ KSC} \quad k1 = 0.85$$

$$f'_c = 350 \text{ KSC} \quad k1 = 0.80$$

$$f'_c = 420 \text{ KSC} \quad k1 = 0.75$$

$$f'_c = 400 \text{ KSC} \quad k1 = \left[\frac{-0.05}{70} \times 50 \right] = (-0.03571) + 0.80$$

$$k1 = 0.764$$

$$P_b = 0.85 (0.764) \frac{(400)}{(4,000)} \frac{6,117}{6,117 + 4,000}$$

$$P_b = (0.6494)(0.06046) = 0.0392$$

$$0.75 P_b = 0.0294$$

$$P = \frac{As}{bd} = \frac{57.32}{(250)(17)} = 0.0135$$

$$P < 0.75 P_b \quad (0.0135 < 0.0392)$$

14) MINIMUM MOMENT FOR TRANSPORT - ERECTION

$$M_c = 27.20 \times 1 \times 17 \times 17 = 7,860 \text{ KG-M}$$

$$M_{MAX} = 4,468 \text{ KG-M} \quad M_c > M_{MAX} \text{ (ดูตารางที่ 1, รูปที่ 7)}$$

$$A_{Sreq} = \frac{4,468}{(1600)(0.869)(0.17)} = 18.90 \text{ CM}^2/\text{M} = 47.25 \text{ CM}^2/250 \text{ M}$$

USE 4 DB25 MM.+12 DB20 M.M = 57.32 CM² > 47.25 CM²

จากการคำนวณในข้อ 1-14 สามารถนำผลการคำนวณไปใช้เสริมเหล็กในพื้นที่ ดังรูปที่ 8

15) FIND TENDON-STRAND TYPE (จากตารางที่ 3, 4)

- REQUIRE PRESTRESSING LOAD = 59.763 TONS/M
- TENDON UNIT 5-4 4 STRANDS 45/50 (ASTM A416-85)
- GRADE 270 MIN BREAKING LOAD = 735 KN = 74.92 TONS

$$\frac{59.763}{74.92} = 0.797 \text{ SAY } = 1$$

∴ USE 1 SET/M (ตำแหน่งการเสริมดังรูปที่ 9)

ตารางที่ 1 ค่าแรงดัดและแรงเฉือน

 No : 1 PROJECT : sc
 ENGINEER : S. SOONTONOPAS FILENAME : exl

LEFT SIDE OVERHANG :

UNIFORM LOAD	U1 = 1845	kg/m .
SPAN LENGTH	S1 = 2.05	m .
POINT LOAD	Q1 = 324	kg .
DIST. FROM SUPPORT	E1 = 1.83	m .

1st. INTERIOR SPAN :

UNIFORM LOAD	W = 1845	kg/m .
SPAN LENGTH	L = 6.20	m .

RIGHT SIDE OVERHANG :

UNIFORM LOAD	U2 = 1845	kg/m .
SPAN LENGTH	S2 = 2.05	m .
POINT LOAD	Q2 = 324	kg .
DIST. FROM SUPPORT	E2 = 1.83	m .

AT SECTION X = 2.050 m.

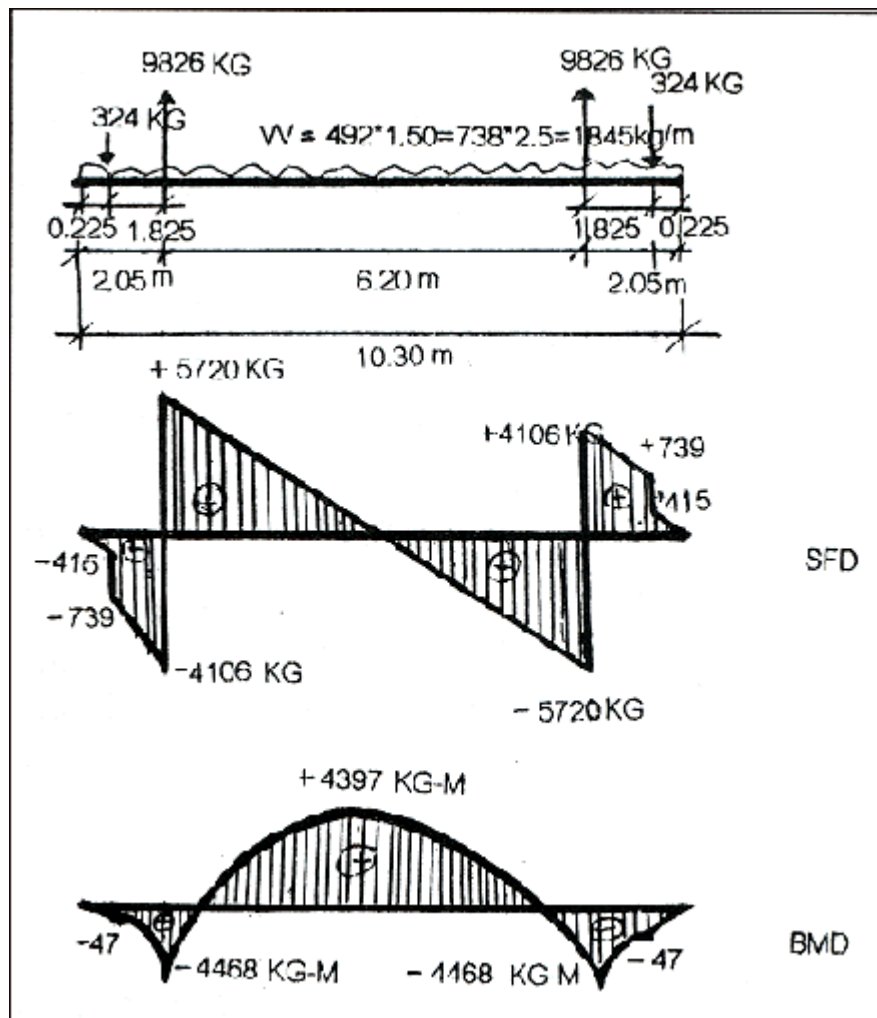
Mx = -4468 kg-m	R1 = 9826	kg.
V1 = -4106 kg.		.
Vr = 5720 kg.		.

AT SECTION X = 5.150 m.

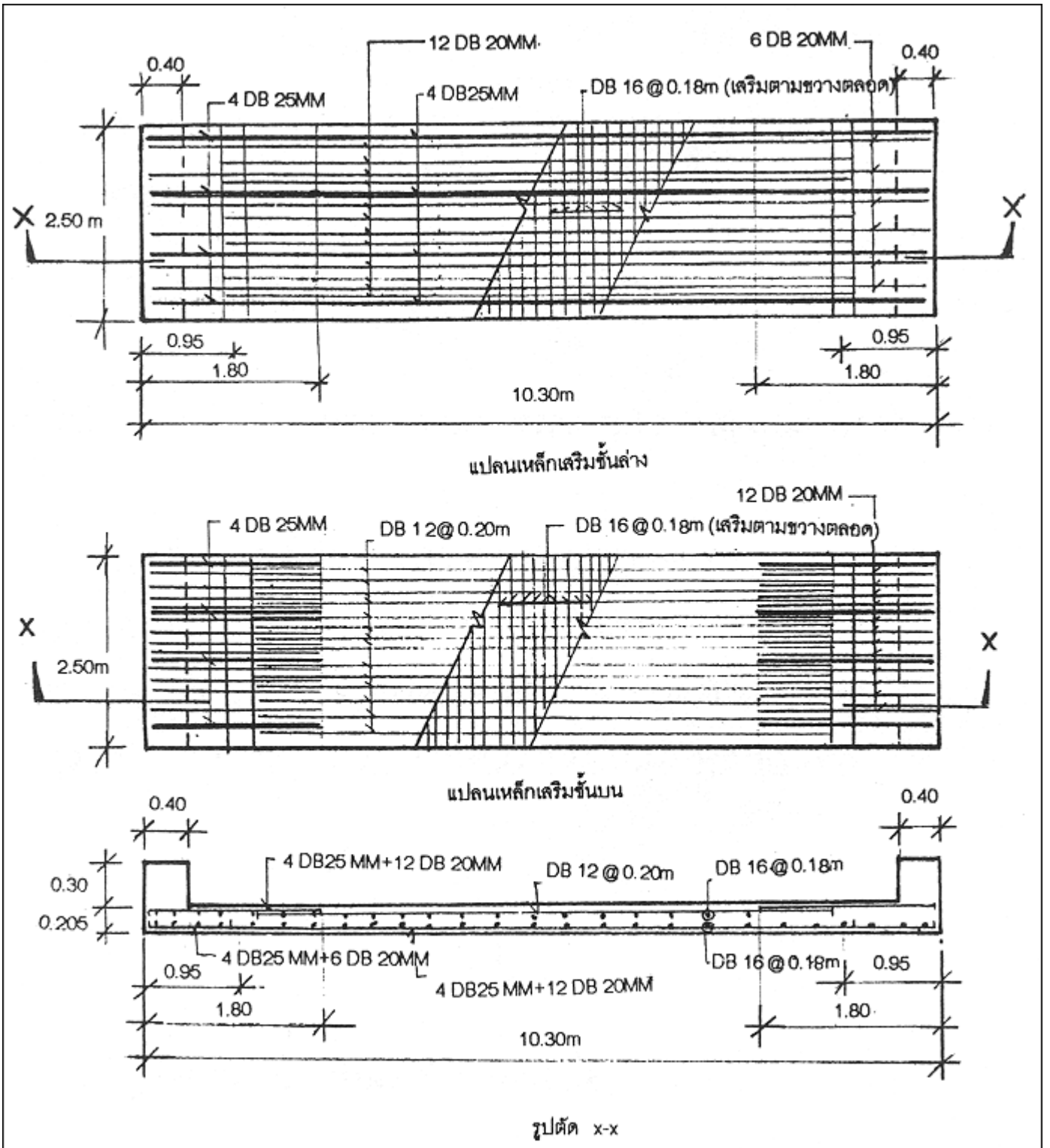
Mx = 4397 kg-m		.
V1 = 0 kg.		.
Vr = 0 kg.		.

AT SECTION X = 8.250 m.

Mx = -4468 kg-m	R2 = 9826	kg.
V1 = -5720 kg.		.
Vs = 2650 kg.		.
Vr = 4106 kg.		.
Vs = 1037 kg.		.

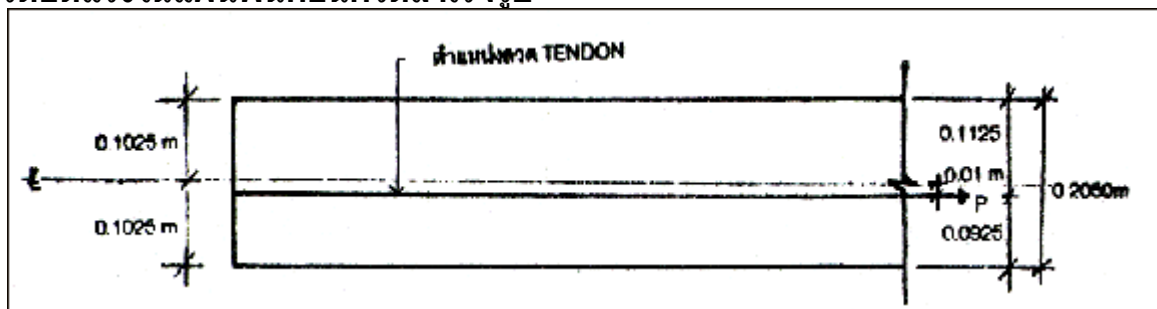


รูปที่ 7 แผนภาพ แรงดัดและแรงเฉือนในแผ่นพื้น



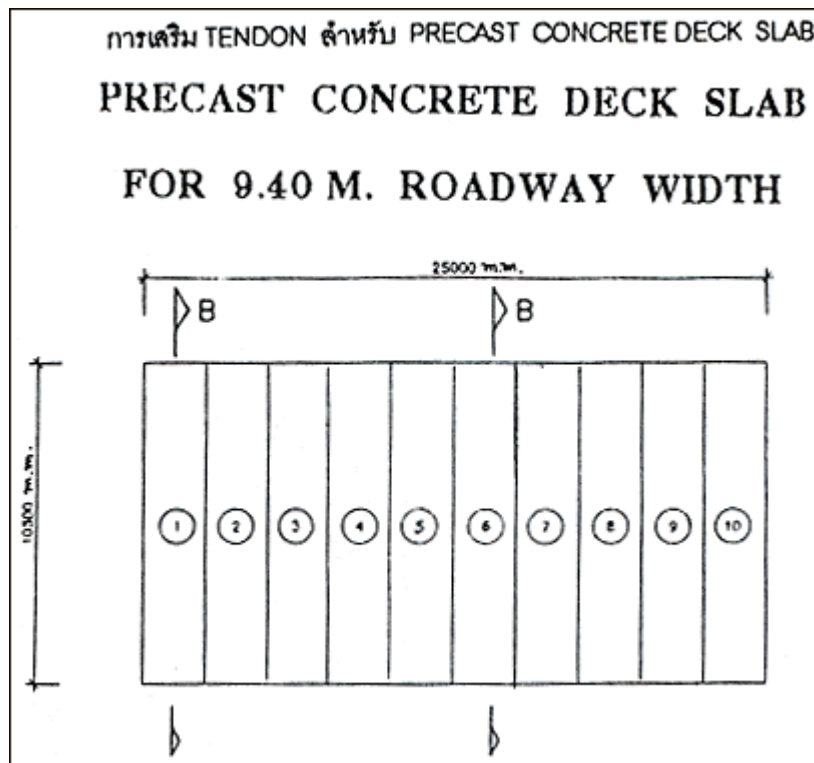
รูปที่ 8 รายละเอียดเหล็กเสริมแผ่นพื้น

การเสริมลวดอัดแรงในแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

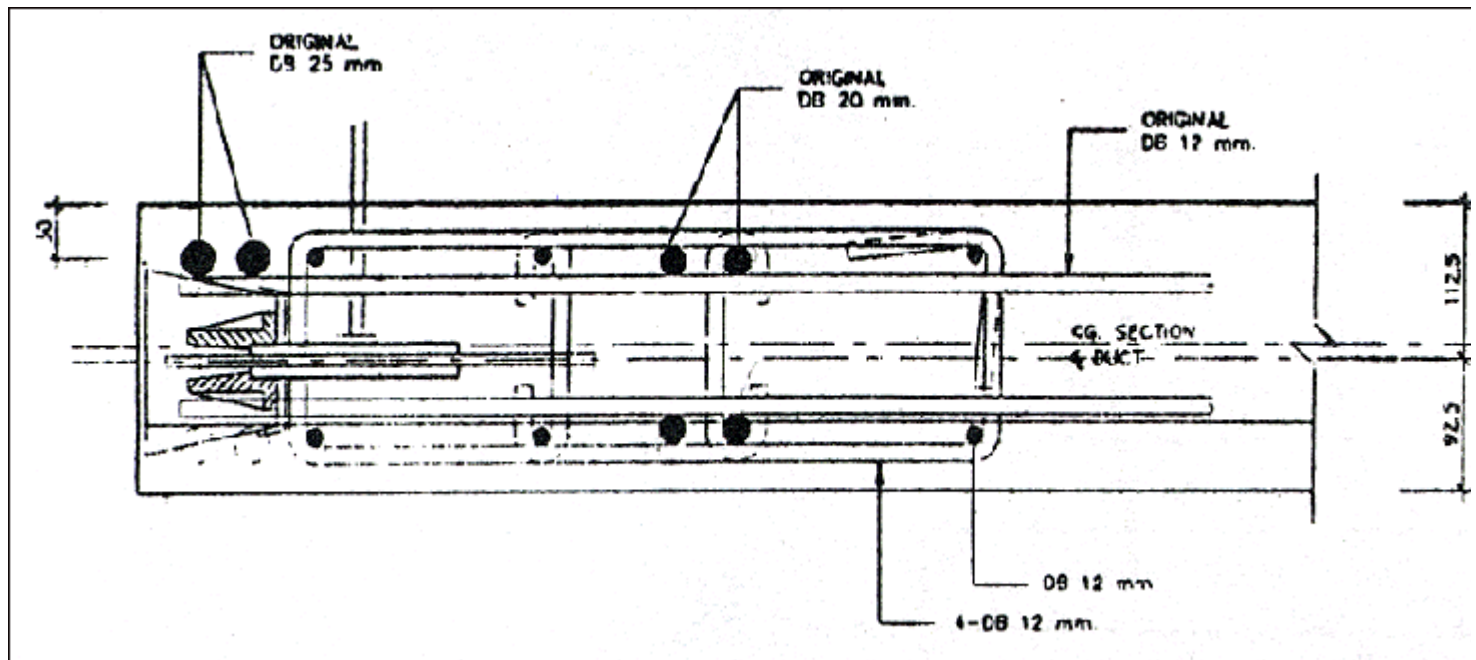


รูปที่ 9 แสดงตำแหน่งเสริมลวดอัดแรง

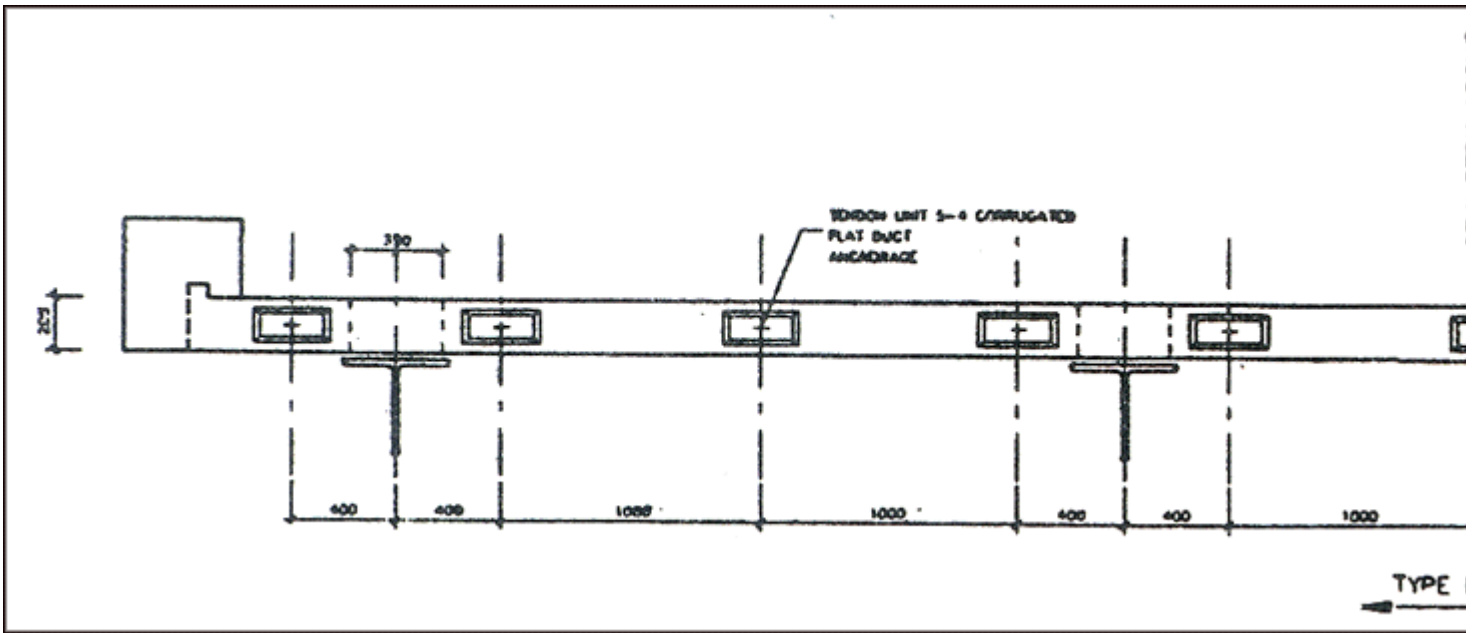
จากการคำนวณดังกล่าว สามารถนำไปเขียนรายละเอียด ดังรูปที่ 10, 11, 12, 13 แสดงรายละเอียดการเสริมลวดอัดแรง



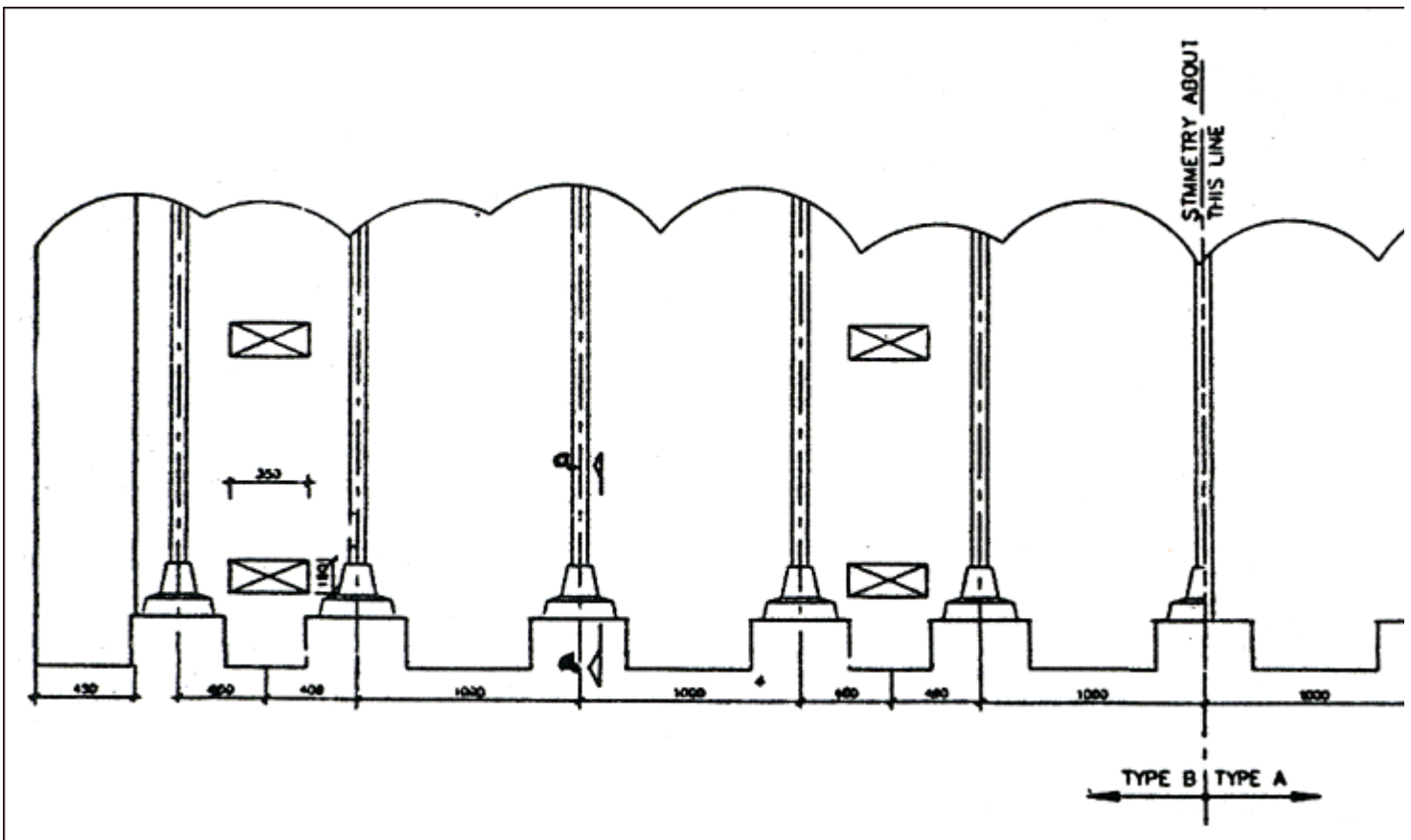
รูปที่ 10 แผ่นพื้นพื้น



รูปที่ 11 รูปตัด a-a



รูปที่ 12 รูปตัด b-b



รูปที่ 13 แผนแสดงการวางตำแหน่งลวดอัดแรง

ตารางที่ 2 TENDON PROPERTIES

13 mm. (0.5") strand				
Tendon unit	Number of strands	Duct diameter ¹⁾ internal / external (mm.)	Min. breaking load	
			Strand type Euronorm 138-79 or BS 5896:1980, Super (kN)	Strand type ASTM A416-85 Grade 270 (kN)
5-1	1	25/30	186	184

5-2	2	40/45	372	367
5-3	3	40/45	558	551
5-4	4	45/50	744	735
5-6 ²⁾	6	50/55	1116	1102
5-7	7	55/60	1302	1286
5-12	12	65/72	2232	2204
5-18 ²⁾	18	80/87	3348	3307
5-19	19	80/87	3534	3490
5-22	22	85/92	4092	4041
5-31	31	100/107	5766	5695
5-37	37	120/127	6882	6797
5-43	43	130/137	7998	7899
5-55	55	140/150	10' 230	10' 104

13 mm. (0.6") strand				
Tendon unit	Number of strands	Duct diameter ¹⁾ internal / external (mm.)	Min. breaking load	
			Strand type Euronorm 138-79 or BS 5896:1980, Super (kN)	Strand type ASTM A416-85 Grade 270 (kN)
6-1	1	30/35	265	261
6-2	2	40/45	530	521
6-3	3	40/45	795	782
6-4	4	50/55	1060	1043
6-6 ²⁾	6	60/67	1590	1564
6-7	7	60/67	1855	1825
6-12	12	80/87	3180	3128
6-18 ²⁾	18	95/102	4770	4693

ตารางที่ 3 STRAND PROPERTIES

Strand type	13 mm. (0.5 ")		15 mm (0.6 ")	
	Euronorm 138-79 of BS 5896: 1980 Super	ASTM A 416 - 85 Grade 270	Euronorm 138-79 of BS 5896: 1980 Super	ASTM A 416 - 85 Grade 270
Norminal diameter (mm)	12.9	12.7	15.7	15.2
Norminal area (mm ²)	100	98.7	150	140
Norminal mass (kg/m ²)	0.785	0.775	1.18	1.10
Yield strength (MPa)	1580 ¹⁾	1670 ²⁾	1500 ¹⁾	1670 ²⁾
Tensile strength (MPa)	1860	1860	1770	1860
Min. breaking load P _N (kN)	186.0	183.7	265.0	260.7
Young's modulus (GPa)	circa 195			
Relaxation ³⁾ after 1000 h at 20° C and 0.7 x P _N (%)	max. 2.5			

- 1) Measured at 0.1 % residual strain (0.1 % offset method)
- 2) Measured at 1.0 % extension (1 % extension under load method)
Valid for relaxation class 2 acc to Euronorm 138-79 / BS 5896: 1980.

or low relaxation grade acc to ASTM A 416-85

บทสรุป

แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีทางการก่อสร้างอีกระดับหนึ่ง ซึ่งใช้แก้ปัญหาด้านการก่อสร้าง ผลกระทบของสภาพแวดล้อมงบประมาณการ ก่อสร้าง การจราจรและอื่นๆ การออกแบบแผ่นพื้นโดย

มากใช้มาตรฐานการออกแบบ แบบใด แบบหนึ่งแต่มาตรฐานที่นิยมใช้กันทั่วไปคือ มาตรฐานของอเมริกา (AASHO) ซึ่งในบทความนี้ใช้มาตรฐาน ดังกล่าวในการออกแบบ การใช้แผ่นพื้น คอนกรีตสำเร็จรูปในสะพานโครงสร้างเหล็ก ประโยชน์หลายด้าน เช่น ใช้พื้นที่ก่อสร้างหน้างานน้อย ลดปัญหาการจราจร ขณะทำการก่อสร้าง ลดมลภาวะในที่ก่อสร้าง ประหยัดงบประมาณการก่อสร้างและสามารถเคลื่อนย้ายไปติดตั้งที่ใหม่ได้ แต่มีข้อจำกัดด้านจุดต่อของโครงสร้าง ที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันเหมือนพื้นคอนกรีต เสริมเหล็กหล่อในที่ ทำให้เกิดเคลื่อนตัวได้ง่ายขณะรับน้ำหนักบรรทุก ต้องมีการ ช่อมแซมและบำรุงรักษาในช่วงเวลาการใช้งานช่วงหนึ่ง ซึ่งผู้เขียนคิดว่าโครงสร้าง ชนิดนี้เหมาะกับการแก้ปัญหาการจราจรที่ต้องการความรวดเร็วในการก่อสร้าง มีงบประมาณในการก่อสร้างจำกัด แต่มีงบประมาณการซ่อมบำรุงมากโครงสร้าง ชนิดนี้ มีอายุการใช้งานน้อยเมื่อเทียบกับโครงสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก แต่อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาการจราจรในกรุงเทพมหานครที่เป็นปัญหาใหญ่ และแก้ไขยากก็นิยมใช้โครงสร้างชนิดนี้ตามจุดทางแยกต่างๆ ดังที่ได้เห็นกันทั่วไป

หนังสืออ้างอิง

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, (AASHO) AS SPECIFILE

OF REFERENCE NATIONAL PRESS BLDG., WASHINGTON D.C. 2004.

TIMOSHENKO, S.P. AND D.H. **YOUNG'S "THEORY OF STRUCTURE"**, 2 ND ED., MCGRAWHILL, NEW YORK, 1965.

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION **"STEEL CONSTRUCTION MANUAL"**, 7TH, NEW YORK : AISC, 1978.

This document was last modified on