บทที่ 6

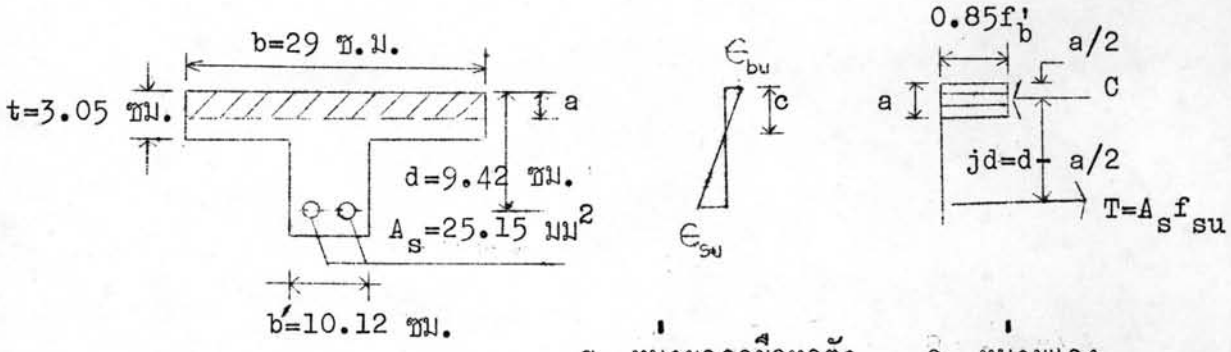
การวิเคราะห์ผลการทดลอง

6.1 การวิเคราะห์การวิบัติในคานอิฐโปร่งอัดแรง

พฤติกรรมในการบรรทุกน้ำหนักของคานที่ 1, 2 และ 4 ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 5.3 และรูปที่ 5–10 ถึงรูปที่ 5–15 แสดงว่าคานทุกตัวตามที่กำหนดขนาดไว้นั้น มีความต้านโมเมนต์ต่ำกว่าความต้านแรงเฉือน จะเห็นว่ารอยแตกร้าวเกิดขึ้นเฉพาะช่วงกลางของคานเท่านั้น เนื่องจากการบรรทุกน้ำหนักบนคานเป็นแบบ **Third Point Loading** ซึ่งจะทำให้ช่วงกลางคานรับแรงดัดมากที่สุดตลอดช่วง ส่วนแรงเฉือนในช่วงนี้มีค่าเป็นศูนย์ ฉะนั้น ยอมหมายความว่า การวิบัติของคานจะเนื่องมาจากแรงดัดแต่เพียงอย่างเดียว สำหรับช่วงคานที่เหลือมีแรงเฉือนสูงสุด แต่ไม่มีรอยแตกร้าวเกิดขึ้นเลย แสดงว่าหน้าตัดที่กำหนดมีความต้านโมเมนต์เป็นค่าควบคุม

ส่วนคานที่ 3 เกิดวิบัติขณะดึงเหล็กเสริมอัดแรง ซึ่งคานนี้ได้ทำการอัดแรงทันทีที่ก่อปูนสอเสร็จ ขณะที่ปูนสอยังไม่แข็งตัวเมื่อมีแรงอัดกระทำก็จะทำให้ปูนสอยุบตัวและเคลื่อนออกไป เป็นเหตุให้คานอิฐโปร่งอัดแรงเกิดการโก่งตัว เมื่ออัดแรงเพิ่มมากขึ้นไปอีก ก็จะทำให้การโก่งตัวของคานซ้ำเติมตามไปด้วย เพราะการโก่งตัวของคานนี้เป็นเหตุให้ตำแหน่งของเหล็กเสริมอัดแรงเกินระยะเยื้องที่ปลอดภัย จึงทำให้คานวิบัติทันที ลักษณะวิบัติของคานที่ 3 ได้แสดงลักษณะวิบัติของก้อนอิฐตั้งแต่อิฐก้อนปลายสุดของคานและอิฐโปร่งก้อนถัดไป ในรูปที่ 5–16 ถึงรูปที่ 5–17

6.2 ความต้านโมเมนต์ของหน้าตัดคาน



ก. หน้าตัดแปลง ข. หน่วยการยืดหดตัว ณ. จุดประลัย ค. หน่วยแรง ณ.จุดประลัย

รูปที่ 6-1 หน่วยความยืดหดตัวและหน่วยแรงของคานอิฐโปร่งอัดแรง โดยโครงอาคารที่เหล็กเสริมอัดแรงยึดเกาะกับคอนกรีต

$$f_{su} = f'_s \left(1 - 0.5\, p \frac{f's}{f'_b}\right) \qquad \text{..... (6.2-1)}$$

ในเมื่อ:

f_{su} = หน่วยแรงดึงในเหล็กเสริมอัดแรงที่จุดรับน้ำหนักประลัย

f'_s = กำลังดึงประลัยของเหล็กเสริมอัดแรง = 180 กก./มม^2

f'_b = กำลังอัดประลัยของอิฐโปร่ง = 164 กก./ซม^2

แทนค่า $f_{su} = 180 \left(1-0.5x\frac{0.2514}{29x9.42}x\frac{18000}{164}\right)$

$= 170.82$

และ $\therefore \quad q = p\frac{fsu}{f'_b} = \frac{25.14}{29x9.42}x\frac{170.82}{164} = 0.096 < 0.3$

ยอมแสดงว่า เหล็กเสริมน้อยกว่าสภาวะสมดุลย์ ฉนั้นเหล็กจะถูกดึงจนถึงค่าหน่วยแรงประลัย f_{su} ภายใต้การกระทำของโมเมนต์ดัดประลัย M'_u ดังนั้น ค่าแรงดึงประลัยในเหล็กจะมีค่า $T = A_s f_{su}$ ค่าแรงอัดในอิฐ $C = T$ จะหาได้ถ้าสมมติว่า การกระจายหน่วยแรงในอิฐเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าคล้ายกับในเรื่องคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา ตามรูปโดยให้หน่วยแรงอัดเฉลี่ยมีค่าเป็น $0.85 f'_b$ และความลึกของหน่วยแรงนี้เป็นระยะ a ซึ่ง $c = \frac{a}{k_1}$ โดยที่ c เป็นตำแหน่งของแกนสะเทิน ณ. จุดประลัย แรงอัดในอิฐ C กระทำที่ระยะ $\frac{a}{2}$ จากผิวนอกของอิฐ หน่วยการยืดหดตัว (strain) ที่เกิดขึ้น ณ. จุดประลัยจะเป็นไปตามรูปโดยที่ ϵ_{bu} เป็นหน่วยการหดตัวสูงสุดของอิฐ มีค่าประมาณระหว่าง 0.003 ถึง 0.004 ϵ_{su} เป็นหน่วยการยืดตัวในเหล็กที่เพิ่มขึ้น ณ. จุดประลัย

ตำแหน่งของแกนสะเทิน ณ. จุดประลัย :

จากการสมดุลย์ของแรงจะได้ $C = T$

ดังนั้น $0.85 f'_b\, ab = A_s f_{su}$

$$a = \frac{A_s f_{su}}{0.85 f'_b\, b} \qquad (6.2\text{-}2)$$

ตำแหน่งแกนสะเทิน $c = \frac{a}{k_1}$

$$= \frac{A_s f_{su}}{0.85 k_1 f'_b b} \qquad (6.2\text{-}3)$$

โมเมนต์ดัดประลัย : $M'_u = T.\, jd$

$$= A_s f_{su} \left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad (6.2\text{-}4)$$

แทนค่าของ a จะได้ $M'_u = A_s f_{su}\left(d - 0.59 \frac{A_s f_{su}}{f'_b\, b}\right)$

ถ้า $p = \frac{A_s}{bd}$ $= A_s f_{su}\, d\left(1 - 0.59\, p \frac{f_{su}}{f'_b}\right)$

และถ้า $q = p \frac{f_{su}}{f'_b}$ $\therefore M'_u = A_s f_{su}\, d(1 - 0.59\, q) \qquad (6.2\text{-}5)$

ตรวจสอบ : ตำแหน่งของแกนสะเทินอยู่ในปีกของคาน

$$\text{เมื่อ} \quad t > 1.4\ d\ p\ \frac{f_{su}}{f'_b}$$

$$\therefore \quad 1.4\ d\ p\ \frac{f_{su}}{f'_b} = 1.4 \times 9.42 \times \frac{0.2514}{29 \times 9.42} \times \frac{17082}{164}$$

$$= 1.26 \text{ ซม.} < t = 3.05 \text{ ซม.}$$

$\therefore$ แสดงว่าตำแหน่งของแกนสะเทินอยู่ในปีกของคาน

โมเมนต์คัดประลัย $M'_u = A_s f_{su}\ d\ (1 - 0.59\ q)$

$= 25.14 \times 170.82 \times 9.42\ (1 - 0.59 \times 0.096)$

$= 38,148$ กก.-ซม.

หรือ ความต้านโมเมนต์ของหน้าตัดคาน เท่ากับ 381.48 กก.-ม.

โมเมนต์คัดประลัยจากผลการทดลองของคานที่ 1, 2 และ 4 มีดังนี้

$M'_{u1} = 380$ กก.-ม., $M'_{u2} = 408$ กก.-ม., $M'_{u4} = 400$ กก.-ม.

ตามลำดับ แสดงไว้ในรูปที่ 5-4 ถึงรูปที่ 5-6

ฉนั้น ค่าเฉลี่ยของ $M'_u = 398.67$ กก.-ม.

เมื่อเปรียบเทียบโมเมนต์คัดประลัยระหว่างที่ได้จากผลทางทฤษฎีกับผลจากการทดลอง จะเห็นว่าได้ผลใกล้เคียงกัน

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

6.3 น้ำหนักบรรทุกที่ยอมให้ของระบบพื้นอิฐโปร่งอัดแรง

6.3.1 น้ำหนักบรรทุกจรที่ยอมให้

พิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งที่จุดกึ่งกลางคานและแรงดัดทั้งหมดกับมุมเปลี่ยนตลอดช่วงคาน แสดงไว้ในรูปที่ 5-1 ถึงรูปที่ 5-6 กราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรงในช่วงเริ่มแรกซึ่งน้ำหนักบรรทุกยังน้อย ในช่วงนี้เป็นช่วง Proportional Limit (PL.) เมื่อบรรทุกน้ำหนักเพิ่มขึ้นไปอีกกราฟจะเริ่มโค้งและมีความลาด (slope) ลดลงช้า ๆ จนถึงน้ำหนักบรรทุกประลัย การกำหนดน้ำหนักบรรทุกที่ยอมให้ จะกำหนดโดยพิกัดระยะโก่งตามมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กของ ว.ส.ท. ที่ 4500 (จ) แต่เนื่องจากผลการทดลองการรับน้ำหนักของคานอิฐโปร่งอัดแรง ผลปรากฏว่าค่าของพิกัดระยะโก่งเกินจุด PL. ฉนั้นน้ำหนักบรรทุกที่ยอมให้มากที่สุดจึงควบคุมโดยจุด PL.

พิจารณาตามข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับน้ำหนักบรรทุกที่ยอมให้ของ CEB-FIP ดังนี้คือ $U = 1.4\ DL + 1.6\ LL$ ผลการคำนวณได้แสดงไว้ในตารางที่ 6-1 ปรากฏว่าแรงดัดจรและน้ำหนักบรรทุกจรที่ยอมให้อยู่ในช่วง PL. ในการคำนวณได้กำหนดให้ความกว้างของคานอิฐโปร่งอัดแรงเท่ากับ 0.30 เมตร รายละเอียดเกี่ยวกับแรงดัด และน้ำหนักบรรทุกของระบบพื้นอิฐโปร่งอัดแรงได้แสดงไว้ในตารางที่ 6-1

6.3.2 ตัวอย่างการคำนวณออกแบบคานอิฐโปร่งอัดแรง

∴ แรงดัดจรที่ยอมให้ (จากตารางที่ 6-1) = 187 กก-ม.

(1) กำหนดให้ระยะช่วงคานยาว 5.00 ม. จะรับน้ำหนักบรรทุกจรได้เท่าไร กำหนดความกว้างของคานเท่ากับ 0.30 เมตร

ตารางที่ 6–1

แสดงรายละเอียดของแรงดัดจรและน้ำหนักบรรทุกจรที่ยอมให้

รายการ		คานที่ 1	คานที่ 2	คานที่ 4 (ข)	ค่าเฉลี่ย (ข)
ความยาวคาน	(ม.)	2.986	2.965	3.175	–
ระยะช่วงคาน (L)	(ม.)	2.80	2.80	3.00 (2.80)	–
น้ำหนักคาน (w_d)	(กก/ม.)	74.80	69.40	71.02	72
แรงดัดเนื่องจาก นน.คาน(M_d)	(กก–ม.)	73.31	68.01	79.90 (69.60)	– (70)
แรงดัดทั้งหมดที่จุด PL.($M_{p.l}$) (ก)	(กก–ม.)	273	316	296	295
โมเมนต์ดัดประลัย (M_u') (ก)	(กก–ม.)	388	408	400	398
แรงดัดจรที่จุด PL.	(กก–ม.)	199.69	247.99	216.10 (226.40)	– (225)
นน.บรรทุกจรที่จุด PL.	(กก/ม.)	203.77	253.05	192.10 (231.02)	– (230)
นน.บรรทุกจรที่จุด PL.	(กก/$ม^2$)	679.20	843.50	640.30 (770.10)	– (764)
แรงดัดจรที่ยอมให้ (ค)	(กก–ม.)	178.35	195.49	180.10 (189.10)	– (187)
นน.บรรทุกจรที่ยอมให้ (ค)	(กก/$ม^2$)	606.65	664.94	533.59 (643.20)	– (638)

หมายเหตุ: (ก) ค่าได้จากกราฟ รูปที่ 5–4 ถึงรูปที่ 5–6

(ข) ค่าในวงเล็บ เป็นค่าที่คำนวณจากระยะช่วงคานเท่ากับ 2.80 ม.

(ค) คำนวณผลที่ได้เป็นไปตามข้อกำหนดของ CEB-FIP

คือ:- U = 1.4 DL + 1.6 LL

โดย U = นน.บรรทุกประลัย ; DL = นน.บรรทุกคงที่

LL = นน.บรรทุกจรที่ยอมให้

จากสูตร $M = \frac{wL^2}{8}$ จะได้ว่า $w = \frac{8M}{L^2}$

แทนค่า $= \frac{(8)(187)}{(25)}$ กก./ม.

∴ รับน้ำหนักบรรทุกจร = 59.84 กก./ม.

นั่นคือ : รับน้ำหนักบรรทุกจรได้เท่ากับ 199 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

(2) กำหนดใช้หน้าตัดของอิฐโปร่งเหมือนเดิม แต่ให้ใช้ขนาดของเหล็กเสริมอัดแรงเป็น 5 มม. จำนวน 2 เส้น ช่วงคาน 2.87 เมตร

พื้นที่หน้าตัดของเหล็กอัดแรง (A_s) = 39.29 มม.^{2}

แรงอัด เท่ากับ $0.75 f'_s A_s = (135)(39.29)$ = 5304 กก.

แรงอัดขณะถ่ายแรง $= (135-7.31)(39.29)$ = 5017 กก.

แรงอัดขณะใช้งาน $= (135-15.01)(39.29)$ = 4714 กก.

(ก) หน่วยแรงขณะถ่ายแรง

1) หน่วยแรงเนื่องจากแรงอัด

$f_t = \frac{5017}{247.91}\left(1 - \frac{2.71}{2.71}\right)$ = 0 กก/ซม.^{2}

$f_b = \frac{5017}{247.91}\left(1 + \frac{2.71}{2.43}\right)$ = + 42.81 กก/ซม.^{2}

2) หน่วยแรงเนื่องจากน้ำหนักตัวคาน

$f_t = \frac{7386}{672.24}$ = + 10.99 กก/ซม.^{2}

$f_b = \frac{7386}{602.24}$ = - 12.26 กก/ซม.^{2}

รวมหน่วยแรงชั่วคราวในคานอิฐโปร่งอัดแรง

หน่วยแรงที่ขอบบน = 0 + 10.99 = + 10.99 กก/ซม.^{2}(แรงอัด)

หน่วยแรงที่ขอบล่าง = + 42.81 - 12.26 = + 30.55 กก/ซม.^{2}(แรงอัด)

(ข) หน่วยแรงขณะใช้งาน

1) หน่วยแรงเนื่องจากแรงอัด

$$f_t = \frac{4714}{247.91}\left(1 - \frac{2.71}{2.71}\right) = 0 \quad \text{กก/ซม}^2$$

$$f_b = \frac{4714}{247.91}\left(1 + \frac{2.71}{2.43}\right) = +40.22 \quad \text{กก/ซม}^2$$

2) หน่วยแรงเนื่องจากน้ำหนักตัวคาน

$$f_t = \frac{7386}{672.24} = +10.99 \quad \text{กก/ซม}^2$$

$$f_b = \frac{7386}{602.24} = -12.26 \quad \text{กก/ซม}^2$$

3) หน่วยแรงเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจร

$$f_t = \frac{M_1}{672.24} = a_1$$

$$f_b = \frac{M_1}{602.24} = a_2 \qquad (6.3\text{-}1)$$

รวมหน่วยแรงขณะใช้งานในคานอิฐโปร่งอัดแรง

หน่วยแรงที่ขอบบน = $0+10.99+a_1$ = $+43.87$ กก/ซม^2

หน่วยแรงที่ขอบล่าง = $+40.22-12.26+a_2$ = -23.23 กก/ซม^2 } (2)

∴ จะได้ว่า $a_1 = +32.88$ กก/ซม^2 ; $a_2 = -51.19$ กก/ซม^2

จากสมการ (6.3-1) และค่าของ a_2 ซึ่งเป็นค่าควบคุม จะได้ว่า

$M_1 = 308.29$ กก.-ม.

∴ $w_1 = 299.42$ กก./ม.

$= 998$ กก./ม^2

นั่นคือ : จะรับน้ำหนักบรรทุกจร เท่ากับ 998 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

หมายเหตุ. น้ำหนักบรรทุกจรที่ใช้งาน ควรมีส่วนปลอดภัยประมาณ 1.7 ถึง 2.0

---

(2) หน่วยแรงในคานอิฐโปร่งอัดแรงขณะรับน้ำหนักที่จุด P.L.

6.4 การเปรียบเทียบในเชิงเศรษฐกิจของระบบพื้นอิฐโปร่งอัดแรงกับระบบพื้นอื่น ๆ

ในการพิจารณาเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างระบบพื้นสำหรับแรงดัด, น้ำหนักบรรทุกและช่วงคานควรจะต้องอยู่ในลักษณะเดียวกันและประมาณเท่ากัน ราคาค่าก่อสร้างของระบบพื้นขึ้นอยู่กับปริมาณวัสดุที่ใช้ ค่าแรงงาน ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ รวมทั้งกำไรและภาษีในการก่อสร้าง และสภาวะเศรษฐกิจภายในและภายนอกประเทศ

6.4.1 การเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้าง และการวิเคราะห์ค่าวัสดุของพื้นแต่ละระบบ

(1) ระบบพื้นอิฐโปร่งอัดแรง (ระบบพื้น ก.)

จากผลการทดลองของระบบพื้น ก. มีดังต่อไปนี้

แรงดัดจรที่ยอมให้	=	187	กก.-ม.
กำหนดให้พื้นรับน้ำหนักจร	=	300	กก./ม^2
คอนกรีตทับหน้าหนา 3 ซม.	=	72	กก./ม^2
$\therefore$ พื้นรับน้ำหนักแผ่ = 300 + 72	=	372	กก./ม^2
หรือ = (0.30)(372)	=	111.6	กก./ม.

$$\because \quad M = \frac{wL^2}{8} \qquad \ldots.(6.4\text{-}1)$$

ในที่นี้ :-

M	=	แรงดัดจรเฉลี่ย	(กก.-ม.)
w	=	น้ำหนักบรรทุกจร	(กก./ม.)
L	=	ระยะช่วงคาน	(ม.)

จากสมการ (6.4-1) จะได้ว่า $L = \sqrt{\frac{8M}{w}}$

$$= \sqrt{\frac{(8)(187)}{(111.6)}}$$

$\therefore$ ระยะช่วงคาน = 3.66 เมตร

ในการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างสำหรับระบบพื้น ก.

กำหนดให้ดังนี้ : ระยะช่วงคาน = 3.50 ม.

ความกว้างของแผ่นพื้น = 3.00 ม.

พื้นที่ของแผ่นพื้น = 10.50 $ม.^2$

เหล็กเสริมอัดแรงอีกด้านหนึ่งเป็นแบบ "Button-headed"

ตารางที่ 6–2 ระบบพื้น ก.

ลำดับ	รายการวัสดุ	ปริมาณ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
1	อิฐโปร่งที่ใช้ แบบ 21-A.	240	ก้อน	4.50	1,080
2	ปูนสอ	0.3	$ม.^3$	350	105
3	คอนกรีตทับหน้า 3 ซม.	0.3	$ม.^3$	450	135
4	เหล็กเสริมอัดแรง	74	ม.	1.40	104
5	หัวยึด	20	อัน	20	400
6	แผ่นเหล็กยึด	40	อัน	2	80
7	ค่าวัสดุทั้งหมด				1,904
8	ค่าวัสดุของแผ่นพื้นต่อตารางเมตร				181.65
9	ค่าแรงงานของแผ่นพื้นต่อตารางเมตร (จากตารางที่ 6–5)				14.35
10	ค่าวัสดุรวมค่าแรงของแผ่นพื้นต่อตารางเมตร				196

(2) ระบบพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก (ระบบพื้น ข.)

โดยคำนวณออกแบบเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กดังต่อไปนี้

น้ำหนักบรรทุกจร	=	300	กก./ม^2
ความยาวของแผ่นพื้น	=	3.5	ม.
ความกว้างของแผ่นพื้น	=	3.0	ม.

ในการคำนวณออกแบบระบบพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก กำหนดให้

f'_c = 100 กก./ซม^2 ; f_c = 45 กก./ซม^2

E_c = 136,000 กก./ซม^2 ; f_s = 1200 กก./ซม^2

E_s = 2,040,000 กก./ซม^2 ; $n = \frac{Es}{E_c} = 15$

R = 7.13 กก./ซม^2 ; k = 0.36

j = 0.88

สมมติให้, พื้นคอนกรีตหนา = 10 ซม.

พื้นคอนกรีตหนัก = 240 กก./ม^2

∴ น้ำหนักแผ่ทั้งหมด = 300 + 240 กก./ม^2

= 540 กก./ม^2

ตามมาตราฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กของ ว.ส.ท. เรื่องการคำนวณออกแบบแผ่นพื้นสองทาง วิธีที่ 2 ตาราง 9103 (ภาคผนวก ก.)

ค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์ (C)

โมเมนต์ลบ	ช่วงสั้น	$-C_s$	= 0.048
	ช่วงยาว	$-C_l$	= 0.033
โมเมนต์บวก	ช่วงสั้น	$+C_s$	= 0.036
	ช่วงยาว	$+C_l$	= 0.025

(-) $M_s = C_s wS^2 = 0.048 \times 540 \times (3.0)^2 = 233.3$ กก.-ม.

(-) $M_l = C_l wS^2 = 0.033 \times 540 \times (3.5)^2 = 218.3$ กก.-ม.

ความลึกประสิทธิผล (d) $= \sqrt{\frac{M}{bR}} = \sqrt{\frac{233.3}{1x7.13}}$

$= 5.72$ ซม. (ใช้ได้)

(-) $A_{ss} = \frac{233.3 \times 100}{1200x0.88x7.5} = 2.95$ ซม^2

(-) $A_{sl} = \frac{218.3x100}{1200x0.88x6.6} = 3.13$ ซม^2

ใช้เหล็กเสริม ขนาด ϕ ๙ มม. @ 0.20 ($A_s = 3.18$ ซม^2)

ตะแกรงสองทาง

ตารางที่ 6–3 ระบบพื้น ข.

ลำดับ	รายการวัสดุ	ปริมาณ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
1	คอนกรีต	1.5	ม^3	450	675
2	เหล็กเสริม ขนาด 6 มม.	7	เส้น	18	126
	ขนาด ๙ มม.	16	เส้น	35	560
3	ลวดผูกเหล็ก	2	กก.	15	30
4	ไม้แบบ	11	ม^2	60	660
5	ค่าวัสดุทั้งหมด				2,051
6	ค่าวัสดุของแผ่นพื้นต่อตารางเมตร				195.50
7	ค่าแรงงานของแผ่นพื้นต่อตารางเมตร (จากตารางที่ 6–5)				25.50
8	ค่าวัสดุรวมค่าแรงของแผ่นพื้นต่อตารางเมตร				221

(3) ระบบพื้นอิฐ ซี.-เอ็ม. (ระบบพื้น ค.)

น้ำหนักบรรทุก	=	300	กก./ม^2
ระยะช่วงคานยาว	=	3.5	ม.
ความกว้างของพื้น	=	3.01	ม.
ความหนาของพื้น	=	20	ซม.
เหล็กเสริมในคาน ซี-เอ็ม ใช้ขนาด ϕ 12 มม. จำนวน		2	เส้น
พื้นที่ของแผ่นพื้น	=	10.54	ม^2

ตารางที่ 6-4 ระบบพื้น ค.

ลำดับ	รายการวัสดุ	ปริมาณ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
1	คอนกรีตทับหลังคานและอิฐ	0.65	ม^3	450	293
2	อิฐพื้น ซี-เอ็ม แบบ. 30-2	98	ก้อน	7.50	735
3	คาน ซี-เอ็ม.	28	ม.	35	980
4	ไม้ค้ำยัน	10.54	ม^2	15	158
5	ค่าวัสดุทั้งหมด				2,166
6	ค่าวัสดุของแผ่นพื้นต่อตารางเมตร				205.75
7	ค่าแรงงานของแผ่นพื้นต่อตารางเมตร (จากตารางที่ 6-5)				10.25
8	ค่าวัสดุรวมค่าแรงของแผ่นพื้นต่อตารางเมตร				216

6.4.2 การวิเคราะห์ค่าแรงของพื้นแต่ละระบบ

การวิเคราะห์ค่าแรงนี้พิจารณาโดยหาปริมาณงานที่ทำได้ใน 1 วัน แล้วเสียค่าแรงงานเป็นจำนวนเงินเท่าใด ก็จะได้ค่าแรงเป็นจำนวนเงิน คือ บาทต่อหนึ่งหน่วยตารางเมตรของแผ่นพื้น

1) ระบบพื้น ก.

(ก) ค่าแรงเทคอนกรีต เทคอนกรีต หนา 10 ซม. ใช้ช่างปูน 1 คน และกรรมกรอีก 3 คน ในเวลา 1 วัน จะเทคอนกรีตได้พื้นที่ = 20 ม^2 (3)

∴ ถ้าเทคอนกรีตหนาประมาณ 3 ซม. จะเทคอนกรีตได้พื้นที่ = 60 ม^2

ค่าแรงช่างปูน 60 บาท ต่อวัน ส่วนกรรมกร 30 บาท ต่อหนึ่งวัน

∴ เสียค่าแรง = 150 บาท

นั่นคือ ค่าแรงเทคอนกรีต $= \frac{150}{60}$ = 2.50 บาท/ม^2

(ข) ค่าแรงก่อคานอิฐ ใช้ช่างปูน 1 คน ค่าแรง 60 บาท/วัน และกรรมกร 1 คน ค่าแรง 30 บาท/วัน

∴ เสียค่าแรง = 90 บาท/วัน

ช่างปูนใช้เวลาก่ออิฐเป็นคานในเวลา 1/3 ซม. ได้คานยาว 3 เมตร

∴ ใน 1 วัน (8 ซม.) จะก่อคานได้ยาว = 3x3x8 = 72 ม.

คิดเป็นพื้นที่ $= 3x\frac{72}{3}x0.3$ = 21.6 ม^2

นั่นคือ ค่าแรงก่อคานอิฐ $= \frac{90}{21.6}$ = 4.17 บาท/ม^2

---

(3) "การประมาณราคาในงานก่อสร้าง" ของกระทรวงศึกษาธิการ

(ค) ค่าแรงสำหรับดึงเหล็กเสริมอัดแรง

ราคาค่าเครื่องดึงเหล็กเสริมอัดแรง = 100,000 บาท

เสียค่าดอกเบี้ย = $\frac{15}{12} \times \frac{1}{30} \times \frac{100,000}{100}$ = 41.67 บาท/วัน

ค่าเสื่อมราคา คิด 10 ปีสูญ = $\frac{100,000}{10 \times 365}$ = 27.40 บาท/วัน

ช่าง 1 คน ค่าแรง = 60 บาท/วัน

∴ ค่าใช้จ่าย = 41.67+27.40+60 = 129.07 บาท/วัน

คาน 1 ตัว ใช้เวลาดึงเหล็กเสริมอัดแรง = 1/4 ชม.

ใน 1 วัน (8 ชม.) ดึงคานได้ = 4x8 = 32 ตัว

นั่นคือ: เสียค่าแรง = $\frac{129.07}{32x3x0.3} = \frac{129.07}{28.8}$ = 4.48 บาท/$ม^2$

(ง) ค่ายกติดตั้ง

หัวหน้าคนงาน 1 คน ค่าแรง 60 บาท/วัน และกรรมกร 1 คน 30 บาท/วัน

รอก 1 ตัว กำลังยก 1 ตัน ราคา = 2000 บาท

ค่าดอกเบี้ย = $\frac{15}{12} \times \frac{1}{30} \times \frac{2000}{100}$ = 0.84 บาท/วัน

ค่าเสื่อมราคา = $\frac{2000}{5 \times 365}$ = 1.10 บาท/วัน

คาน 1 ตัว ใช้เวลายก = 1/4 ชม.

ใน 1 วัน(8 ชม.) ยกคานได้ = 4x8 = 32 ตัว

∴ ค่าแรง = $\frac{91.94}{32x3x0.3} = \frac{91.94}{28.8}$ = 3.20 บาท/$ม^2$

รวมค่าแรงทั้งหมด = 2.50 + 4.17 + 4.48 + 3.20 บาท/$ม^2$

= 14.35 บาทต่อตารางเมตร

2) ระบบพื้น ข.

(ก) ค่าแรงเทคอนกรีต

คอนกรีต 1 ม^3 (ได้พื้นที่ 10 ม^2 หนา 10 ซม.) ค่าแรง = 80 บาท

∴ ค่าแรงเทคอนกรีต = $\frac{80}{10}$ = 8 บาท/ม^2

(ข) ค่าแรงสร้างไม้แบบ

หัวหน้าช่างไม้ 1 คน 70 บาท/วัน และช่างไม้ 3 คน 40 บาท/วัน

ใช้เวลา 3 วัน ได้พื้นที่ = 40 ม^2

เสียค่าแรง = 3(1x70+3x40) = 570 บาท

∴ ค่าแรงสร้างไม้แบบ = $\frac{570}{40}$ = 14.25 บาท/ม^2

(ค) ค่าแรงดัดและผูกเหล็ก

หัวหน้าช่างเหล็ก 1 คน ค่าแรง 60 บาท/วัน และช่างเหล็ก 2 คน 35 บาท/วัน

ในเวลา 1 วัน ทำงานได้พื้นที่ = 40 ม^2

∴ ค่าแรงดัดและผูกเหล็ก = $\frac{130}{40}$ = 3.25 บาท/ม^2

รวมค่าแรงทั้งหมด = 8.0+14.25+3.25 บาท/ม^2

= 25.50 บาทต่อตารางเมตร

3) ระบบพื้น ค.

(ก) ค่าแรงสร้างไม้แบบค้ำยัน

ช่างไม้ 3 คน ค่าแรงคนละ 40 บาท/วัน เป็นเงิน = 120 บาท/วัน

ทำงานได้พื้นที่ = 40 ม^2

∴ ค่าแรงสร้างไม้แบบค้ำยัน = $\frac{120}{40}$ = 3 บาท/ม^2

(ข) ค่าแรงเรียงอิฐและยกติดตั้ง

กรรมกร 3 คน ค่าแรงคนละ 30 บาท/วัน เป็นเงิน = 90 บาท/วัน

ทำงานได้พื้นที่ = 40 $ม^2$

$\therefore$ ค่าแรงเรียงอิฐและยกติดตั้ง $= \frac{90}{40}$ = 2.25 บาท/$ม^2$

(ค) ค่าแรงเทคอนกรีต

ช่าง 1 คน ค่าแรง 60 บาท/วัน และกรรมกร 3 คน ค่าแรงคนละ 30 บาท/วัน

ค่าแรง = 150 บาท/วัน

$\therefore$ เทคอนกรีต หนา 10 ซม. ได้พื้นที่ = 20 $ม^2$

ถ้าเทคอนกรีต หนา 6 ซม. ได้พื้นที่ $= \frac{20 \times 10}{6}$ ประมาณ = 30 $ม^2$

$\therefore$ ค่าแรงเทคอนกรีต $= \frac{150}{30}$ = 5 บาท/$ม^2$

รวมค่าแรงทั้งหมด = 3 + 2.25 + 5 บาท/$ม^2$

= 10.25 บาทต่อตารางเมตร

ตารางที่ 6–5

รายการเปรียบเทียบเกี่ยวกับค่าแรงของระบบพื้นต่าง ๆ

ลำดับ	รายการ	ระบบพื้น ก. (บาท/ม^2)	ระบบพื้น ข. (บาท/ม^2)	ระบบพื้น ค. (บาท/ม^2)
1	ค่าแรงสร้างไม้แบบ	–	14.25	–
2	ค่าแรงดัดและผูกเหล็กเสริม	–	3.25	–
3	ค่าแรงสร้างไม้แบบค้ำยัน	–	–	3.00
4	ค่าแรงเทคอนกรีต	2.50	8.00	5.00
5	ค่าแรงกอคานอิฐ	4.17	–	–
6	ค่าแรงดึงเหล็กเสริมอัดแรง	4.48	–	–
7	ค่าแรงยกติดตั้ง	3.20	–	2.25
	รวมค่าแรงทั้งหมด	14.35	25.50	10.25

การประมาณราคาค่าก่อสร้างใช้วิธี "Unit Quatities Method" โดยวิเคราะห์ค่าวัสดุ และค่าแรงอย่างละเอียด ดังแสดงไว้ในหัวข้อที่ 6.4.1 และ 6.4.2 ตามลำดับ ส่วนค่ากำไรและภาษีซึ่งประมาณ 20 % ของค่าวัสดุทั้งหมดไม่ได้นำมาเปรียบเทียบด้วย เพราะค่าไม่แตกต่างกันระหว่างพื้นแต่ละระบบ สำหรับราคาวัสดุนั้น ถือเอาราคาวัสดุในท้องตลาดเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2519 เป็นเกณฑ์ ซึ่งราคาวัสดุนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาวะเศรษฐกิจทั้งภายในและภายนอกประเทศ ราคาวัสดุที่ใช้ในการประมาณราคา แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3 (ภาคผนวก ข.)

ในการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้าง ระหว่างระบบพื้นต่าง ๆ ได้ถือเอา แรงดัดจรที่ยอมให้และน้ำหนักบรรทุกจรตามเกณฑ์กำหนด แล้วหาระยะช่วงคานสำหรับเปรียบเทียบได้ ในการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างของแผ่นพื้น ใช้พื้นกว้างประมาณ 3.00 เมตร และยาวประมาณ 3.50 เมตร ผลปรากฏว่าเมื่อเทียบราคาต่อตารางเมตรแล้ว ระบบพื้นอิฐโปร่งอัดแรงประหยัดกว่าระบบพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก 13 เปอร์เซนต์ และระบบพื้นอิฐ ซี-เอ็ม 10 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ.