

บทที่ 4

ตัวอย่างการออกแบบและการเปรียบเทียบ4.1 กล่าววนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงตัวอย่างการออกแบบแผ่นพื้นเพียงบางแบบเท่านั้น สำหรับการเปรียบเทียบกันวิธีอื่นจะเปรียบเทียบเฉพาะแผ่นพื้นที่มีรูปร่างและเงื่อนไขที่ขอบที่สามารถเปรียบกับวิธีสากลอื่น ๆ ได้โดยไม่ยากนัก

4.2 ตัวอย่างการออกแบบ

ในตัวอย่างการออกแบบนี้จะใช้คุณสมบัติของวัสดุและตัวประกอบภาวะเหมือนกันทุกตัวอย่าง ดังนี้

- กำลังอัดรูปทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วัน = 200 กก/ซม^2
- เหล็กเสริมชนิดผิวเรียบกำลังที่จุดคดฉาก = 2400 กก/ซม^2
- ตัวประกอบภาวะสำหรับน้ำหนักบรทุกถาวร = 1.4
- ตัวประกอบภาวะสำหรับน้ำหนักบรทุกจร = 1.7

4.2.1 ตัวอย่างที่ 1

แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมคี่ขนานไม่มีช่องเปิด ดังแสดงในรูปที่ 4.1

- รับน้ำหนักบรทุกจรแก่กระจายสม่ำเสมอ 400 กก/ม^2
- ใช้ความหนาของแผ่นพื้น 13.5 ซม.
- ระยะหุ้มเหล็กเสริม 2.5 ซม.

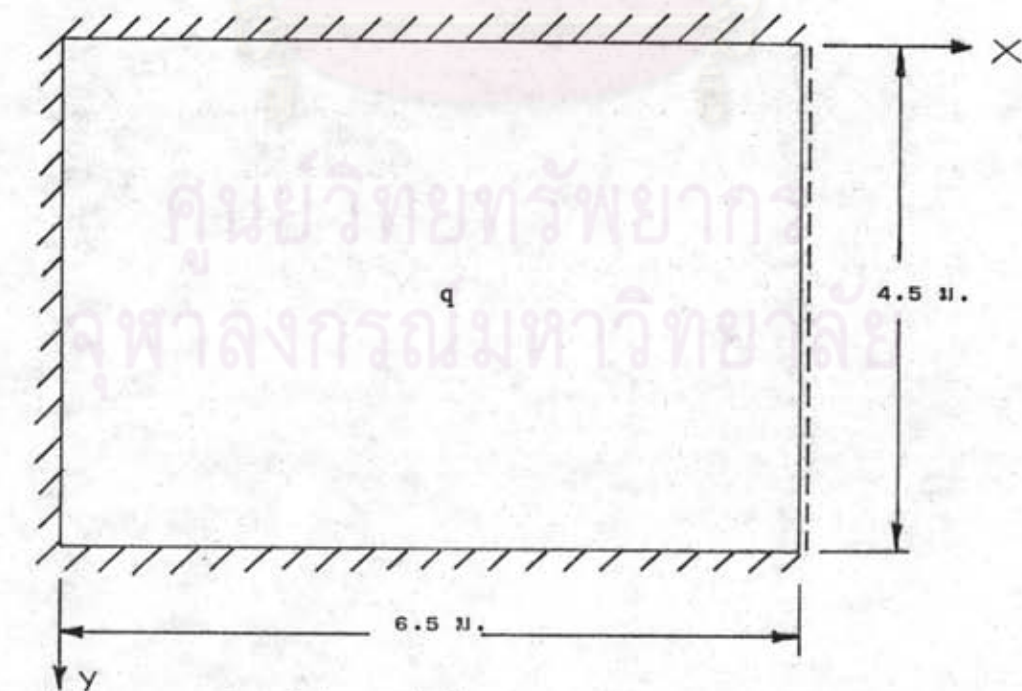
การบ้อแน็ยูลให้คอมพิวเตอร้สำหรับตัวอย่างที่ 1 นี้ จะไม่ขอแสดงในที่นี้ แต่จะแสดงไว้ใภคคผนวค ค. ส่วนผลลัษณะของการออกแบบแผ่นพื้นตามรูปที่ 4.1 จะได้ดังแสดงใภผลการหิมพ์

เมื่อพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ จะพบว่า เหล็กเสริมลางที่หน้าตัด 1 - 1 3 - 3 และ 4 - 4 ต้องการปริมาณเหล็กเสริม 2.75 ตารางเซนติเมตร ถ้าเลือกใช้เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร จะต้องวางเหล็กเสริมห่างกันทุก ๆ 20 เซนติเมตร ส่วนที่หน้าตัด 2 - 2 ซึ่งต้องการปริมาณเหล็กเสริม 4.14 ตารางเซนติเมตร นั้น ถ้าเลือกเหล็กขนาด 9 มม. จะต้องวางห่างกันเป็นระยะ 15 ซม.

สำหรับเหล็กเสริมบน ซึ่งรับแรงดัดลบนั้น จะพบว่าที่หน้าตัด 2 - 2 ต้องการปริมาณเหล็กเสริม 8.53 ตารางเซนติเมตร ถ้าใช้เหล็กขนาด 9 มม. จะต้องวางห่างกันระยะ 7.5 ซม. ส่วนที่หน้าตัด 1 - 1 ซึ่งต้องการเหล็กเสริม 2.75 ตารางเซนติเมตรนั้น เพื่อให้สะดวกในการทำงานอาจจะใช้เหมือนกับหน้าตัด 2 - 2 หรืออาจจะใช้เหล็กขนาด 9 มม. วางห่างกันทุก ๆ 15 ซม. ส่วนที่หน้าตัด 3 - 3 และ 4 - 4 จะใช้ขนาดและระยะเช่นเดียวกับเหล็กเสริมลางคือ ใช้เหล็กขนาด 9 มม. วางห่างกันทุก ๆ 22 ซม.

สำหรับระยะเสริมเหล็กเสริมบนนั้น สามารถหาได้จากจุดดัดกลับรวมกับ 12 เท่าของขนาดเหล็กเสริม หรือความลึกประสิทธิภาพของแผ่นพื้น โดยใช้ค่าที่มาก

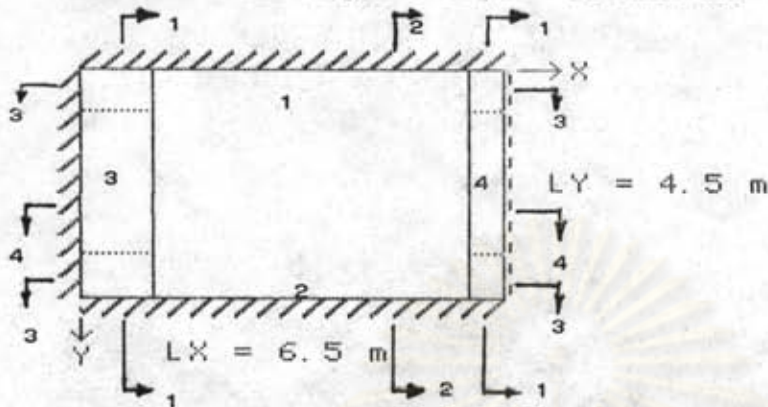
ผลการเสริมเหล็กได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างแผ่นพื้นชนิดไม่มีช่องเปิด

Position of discontinuous line

Distance from top edge = .78435 m.
 Distance from bottom edge = .78435 m.
 Distance from left edge = 1.0841772 m.
 Distance from right edge = .62595 m.

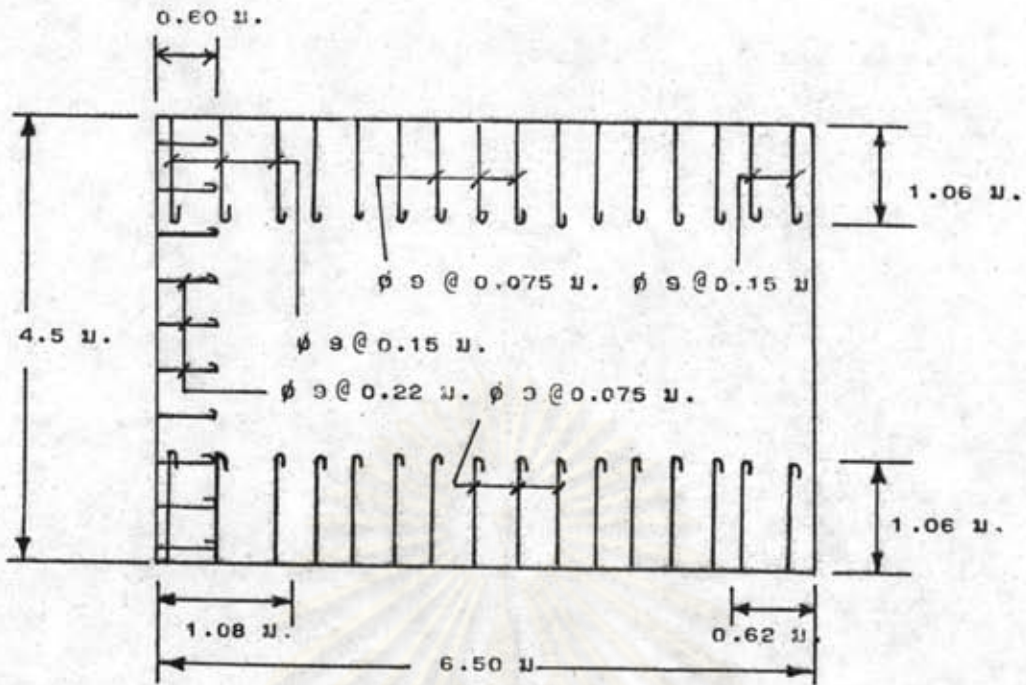


SECTION	NEGATIVE MOMENT AT (Kg-m)		POS. MOMENT (Kg-m)
	SIDE NO.1	SIDE NO.2	
1-1	116.38	116.38	58.19
2-2	1915.31	1915.31	957.66
	SIDE NO.3		SIDE NO.4
3-3	222.35	0	111.18
4-4	444.71	0	222.35

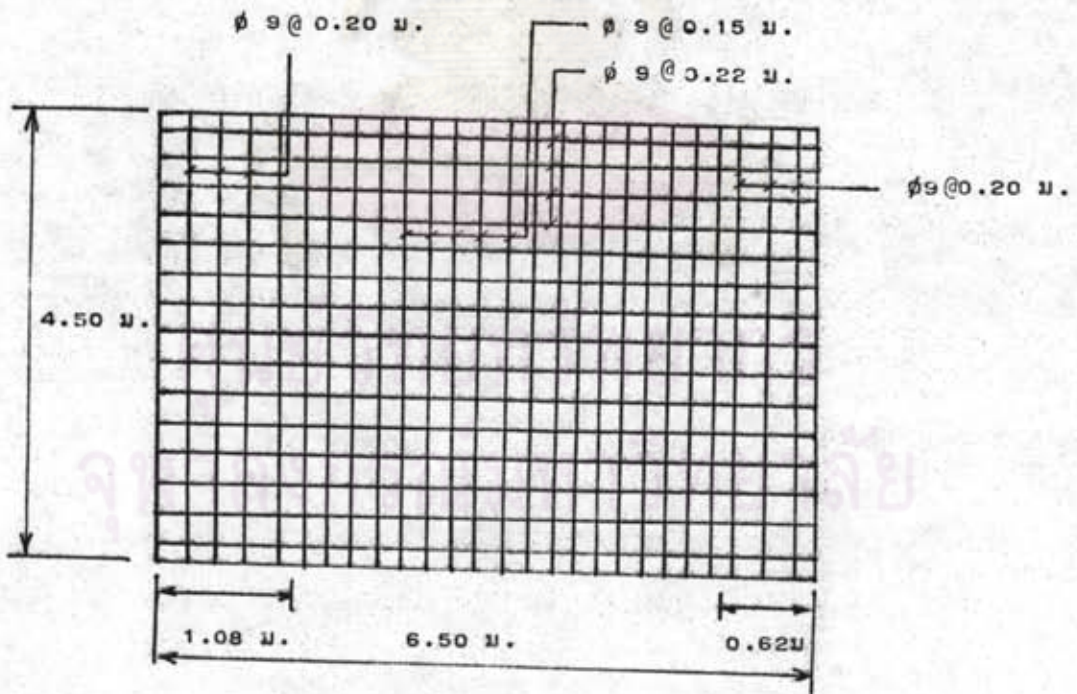
SECTION	NEG. MOMENT DISTANCE (m) FROM	
	SIDE NO.1	SIDE NO.2
1-1	.33	.33
2-2	.95	.95
	SIDE NO.3	
3-3	.46	0
4-4	.46	0

SECTION	TOP STEEL AREA (Sq cm.)		BOTTOM STEEL (Sq cm.)
	SIDE NO.1	SIDE NO.2	
1-1	2.75	2.75	2.75
2-2	8.53	8.53	4.14
	SIDE NO.3		SIDE NO.4
3-3	2.75	0	2.75
4-4	2.75	0	2.75

CUT OFF TOP STEEL SEE TABLE NEG.MOMENT
 DISTANCE THAT GIVE BEFORE PLUS THE
 GRATEST VALUE OF 12 * DIAMETER OF STEEL
 BAR OR DEPTH OF SLAB



(ก) เหล็กบน



(ข) เหล็กล่าง

รูปที่ 4.2 การเสริมเหล็กในตัวอย่างที่ 1

4.2.2 ตัวอย่างที่ 2

แผ่นพื้นที่มีช่องเปิด ลักษณะดังแสดงตามรูปที่ 4.3ก. ใช้ความหนาและกำลังของวัสดุ เหมือนตัวอย่างที่ 1 จากรูป เราจะแยกคิดเป็น 2 กรณี คือกรณียังไม่มีช่องเปิด ดังรูป 4.3 ข หรือตัวอย่างที่ 1 และกรณีมีช่องเปิด ดังแสดงในรูปที่ 4.4 ถ้ากำหนดให้มีน้ำหนักแนวเส้นที่อยู่บน ช่องเปิดมีขนาด ดังนี้คือ

$$Q_1 = 500 \text{ กก.}$$

$$Q_2 = 100 \text{ กก.}$$

และใช้แถบเสริมแกร่ง B_2 และ B_6 มีขนาด 0.5 ม.

เมื่อใช้โปรแกรม MENU BEAM TYPE 1 - 6 คำนวณจะได้แรงดัดรวม แรง คัดลบล และแรงปฏิกิริยา ดังแสดงในรูปที่ 4.4 สำหรับตัวอย่างการใช้โปรแกรมให้ดูได้จากภาคผนวก ค.

จากรูปที่ 4.4 เมื่อนำเอาแรงดัดสูงสุดที่ตำแหน่งต่าง ๆ ไปหาปริมาณเหล็กเสริม โดยใช้โปรแกรม FIND STEEL AREA (INPUT MOMENT) สามารถหาปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการที่แถบต่าง ๆ ได้ดังนี้

$$\text{ที่แถบ 3a } A_s^- = 3.58 \text{ ซม}^2/\text{ม}$$

$$\text{ที่แถบ 4a } A_s^- = 6.13 \text{ ซม}^2/\text{ม}$$

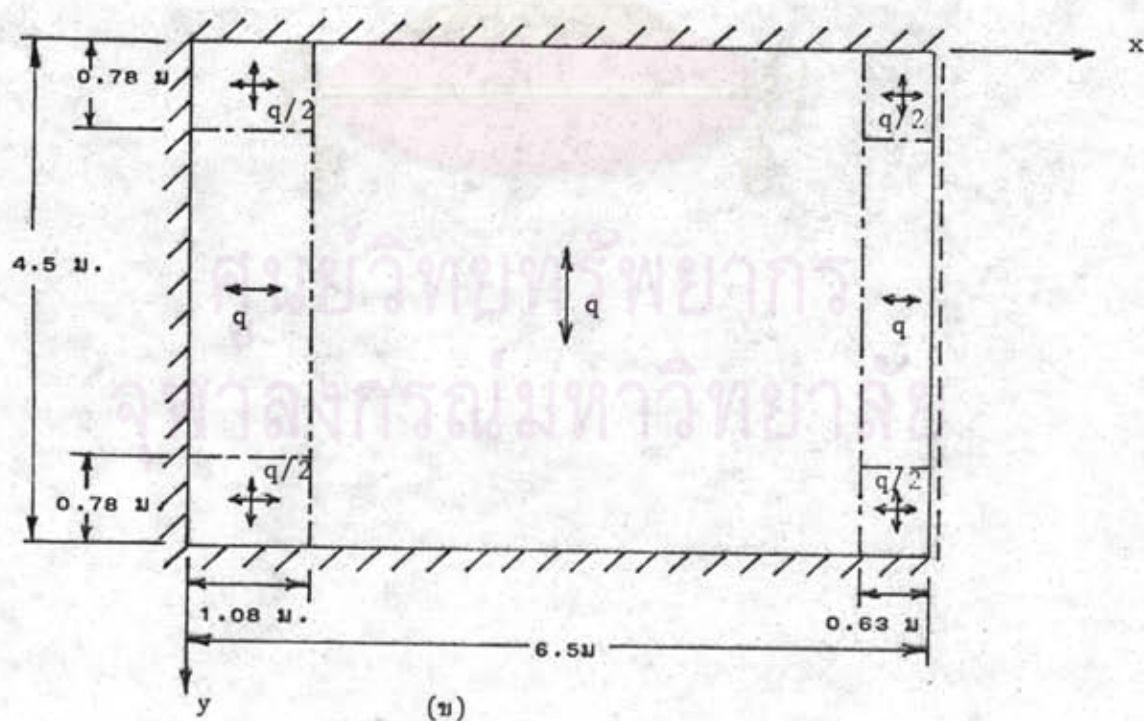
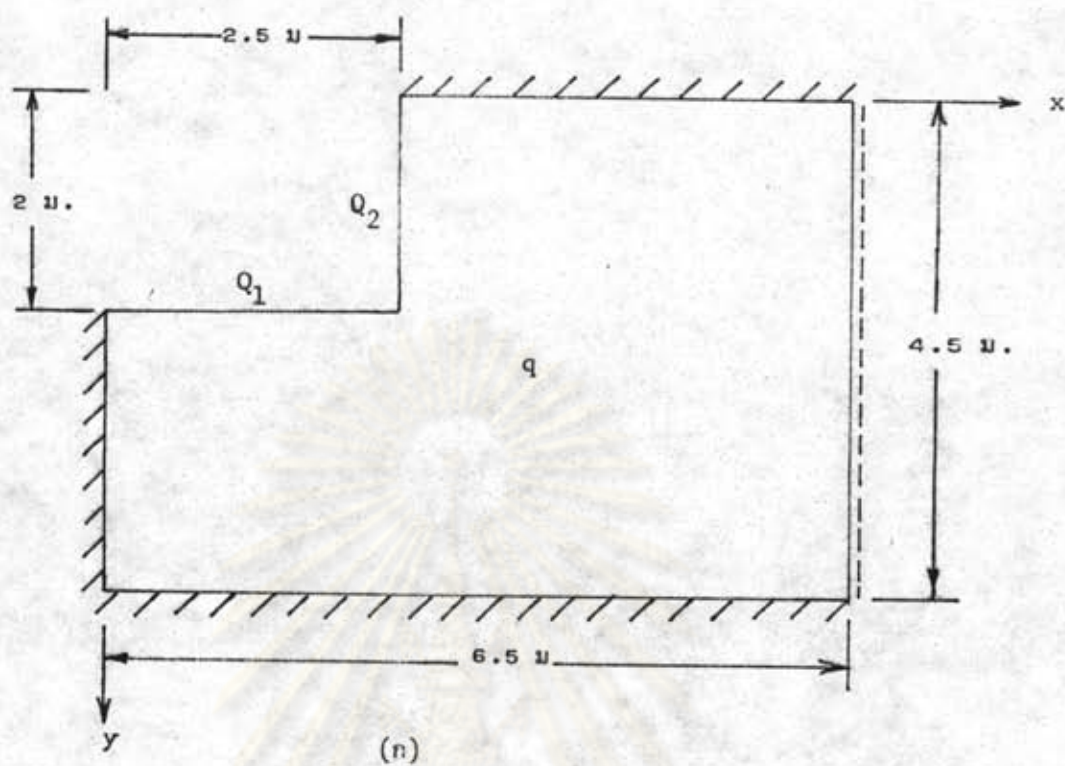
$$\text{ที่แถบ 5a และ 6a } A_s^+ = 2.75 \text{ ซม}^2/\text{ม.}$$

$$\text{ที่แถบ } B_2 \quad A_s^+ = 3.41 \text{ ซม}^2/\text{ม.}$$

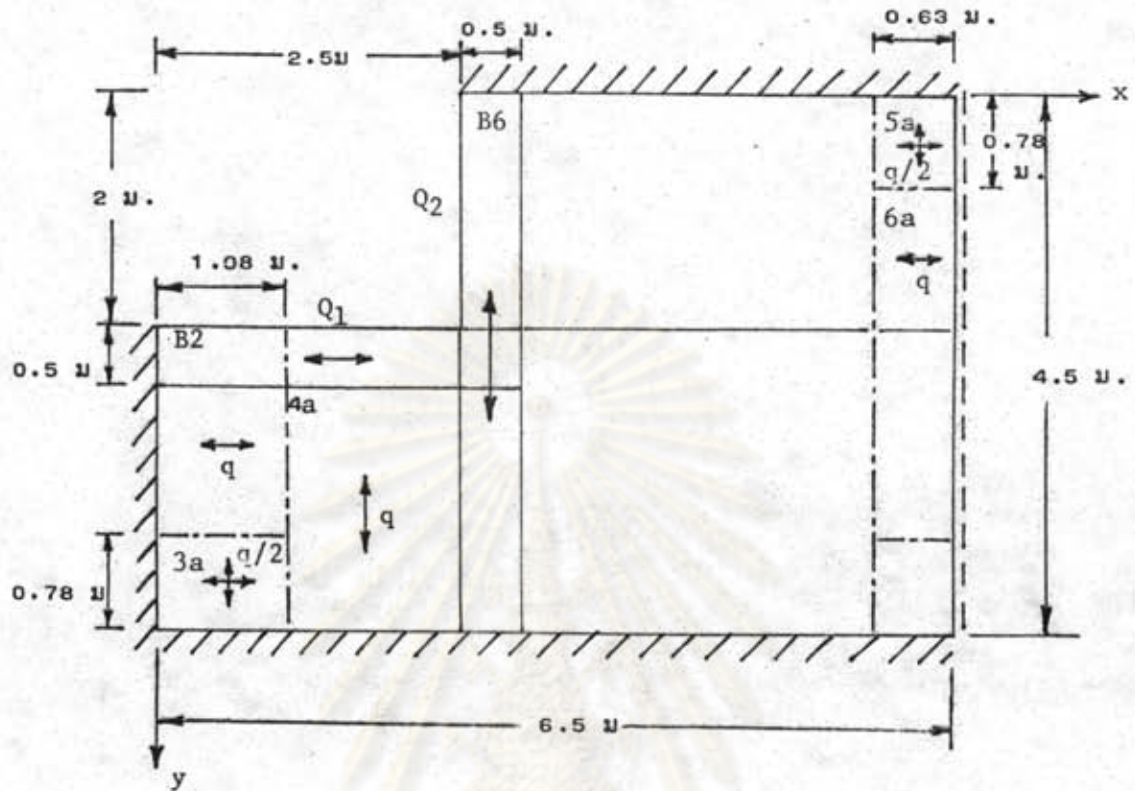
$$A_s^- = 5.47 \text{ ซม}^2/\text{ม.}$$

$$\text{ที่แถบ } B_6 \quad A_s^+ = 3.35 \text{ ซม}^2/\text{ม.}$$

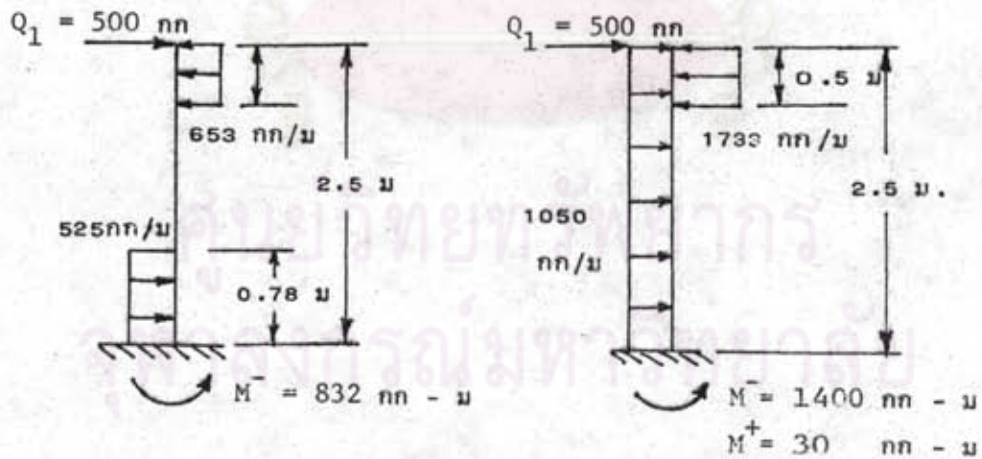
$$A_s^- = 4.04 \text{ ซม}^2/\text{ม.}$$



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างแผ่นหินเมื่อมีช่องเปิด



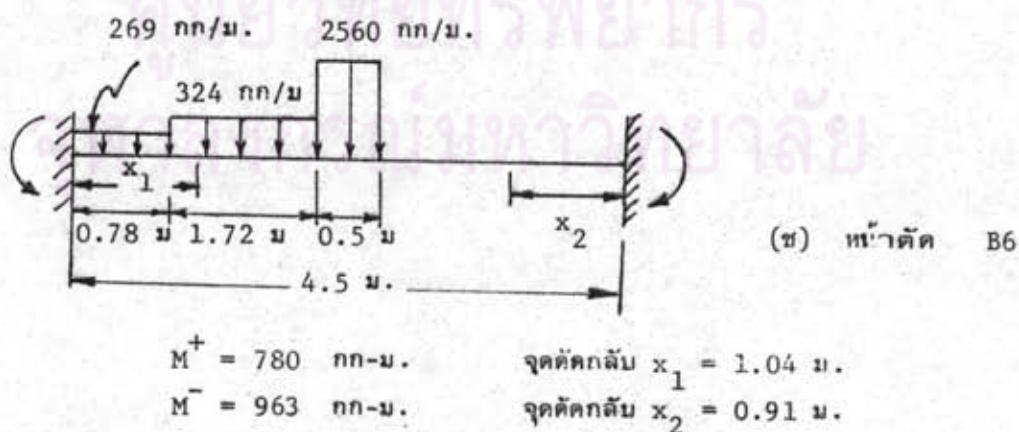
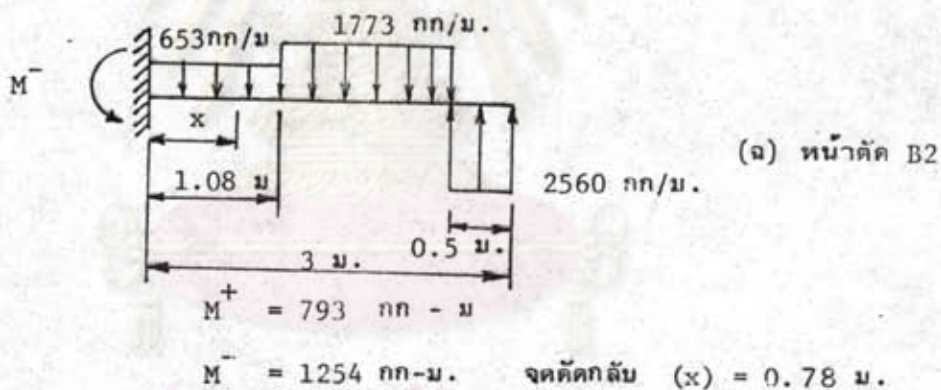
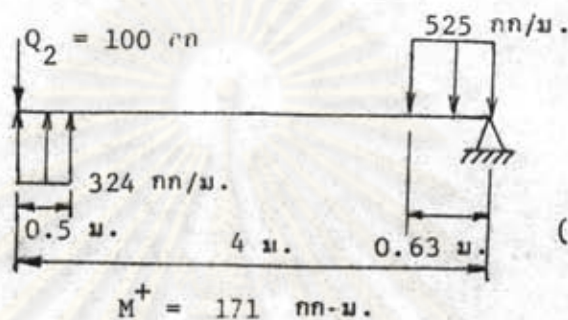
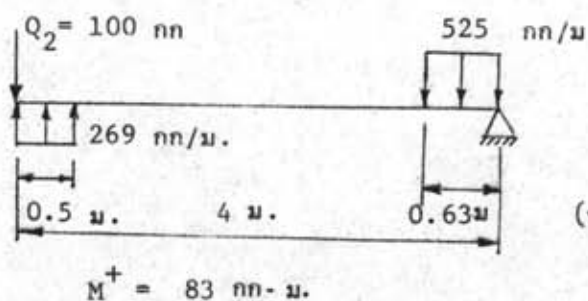
(ก) ลักษณะการถ่ายน้ำหนักในบริเวณช่องเปิด



(ข) หน้าตัด 3a

(ค) หน้าตัด 4a

รูปที่ 4.4 การแบ่งพื้นที่ถ่ายน้ำหนักของแผ่นพื้นตัวอย่างที่ 2

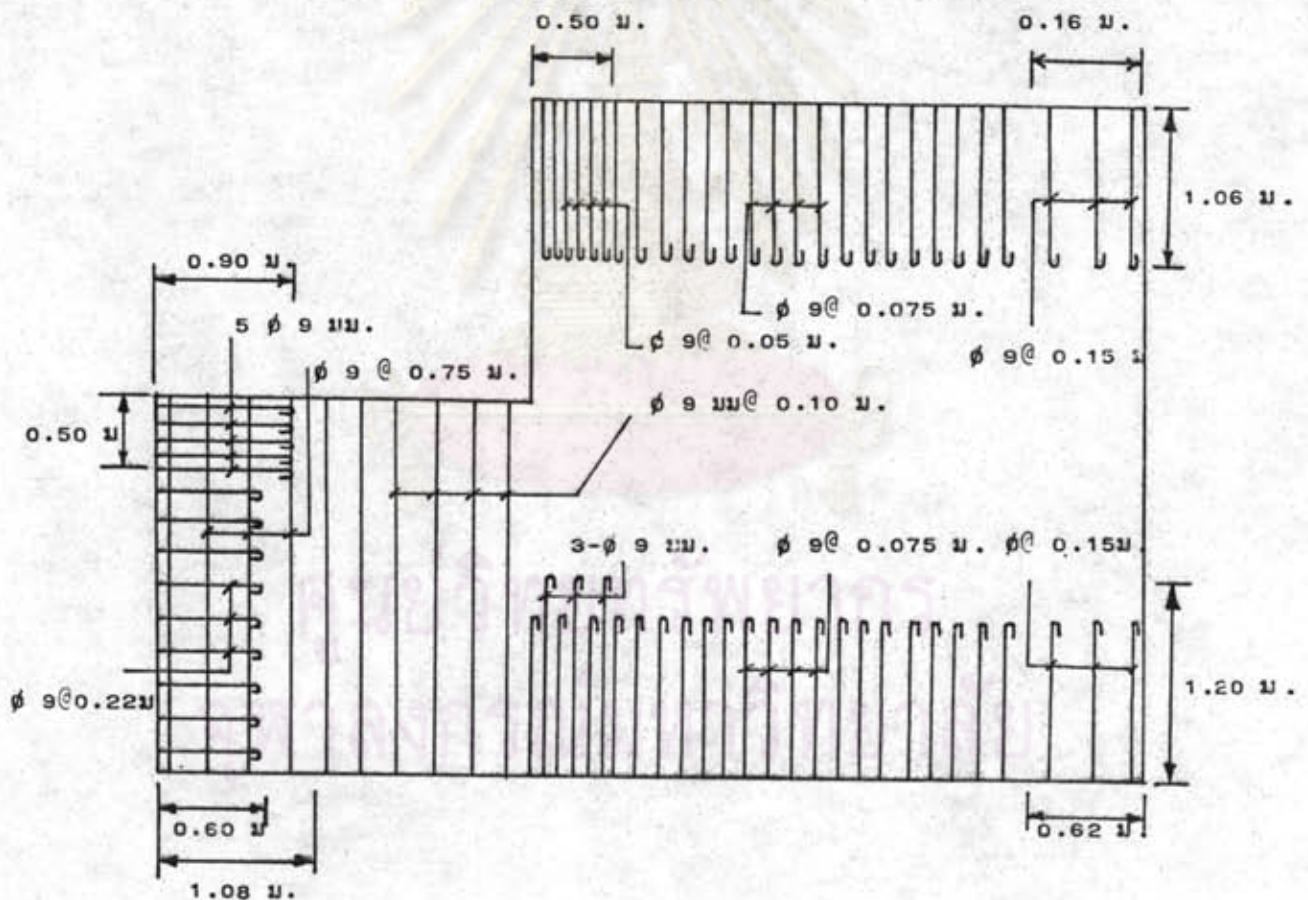


(ต่อ) รูปที่ 4.4 การแบ่งพื้นที่การถ่ายน้ำหนักบรรทุก

เมื่อเลือกใช้เหล็กเสริมขนาด 9 มม. จะต้องใช้ระยะระหว่างเหล็กเสริมดังนี้

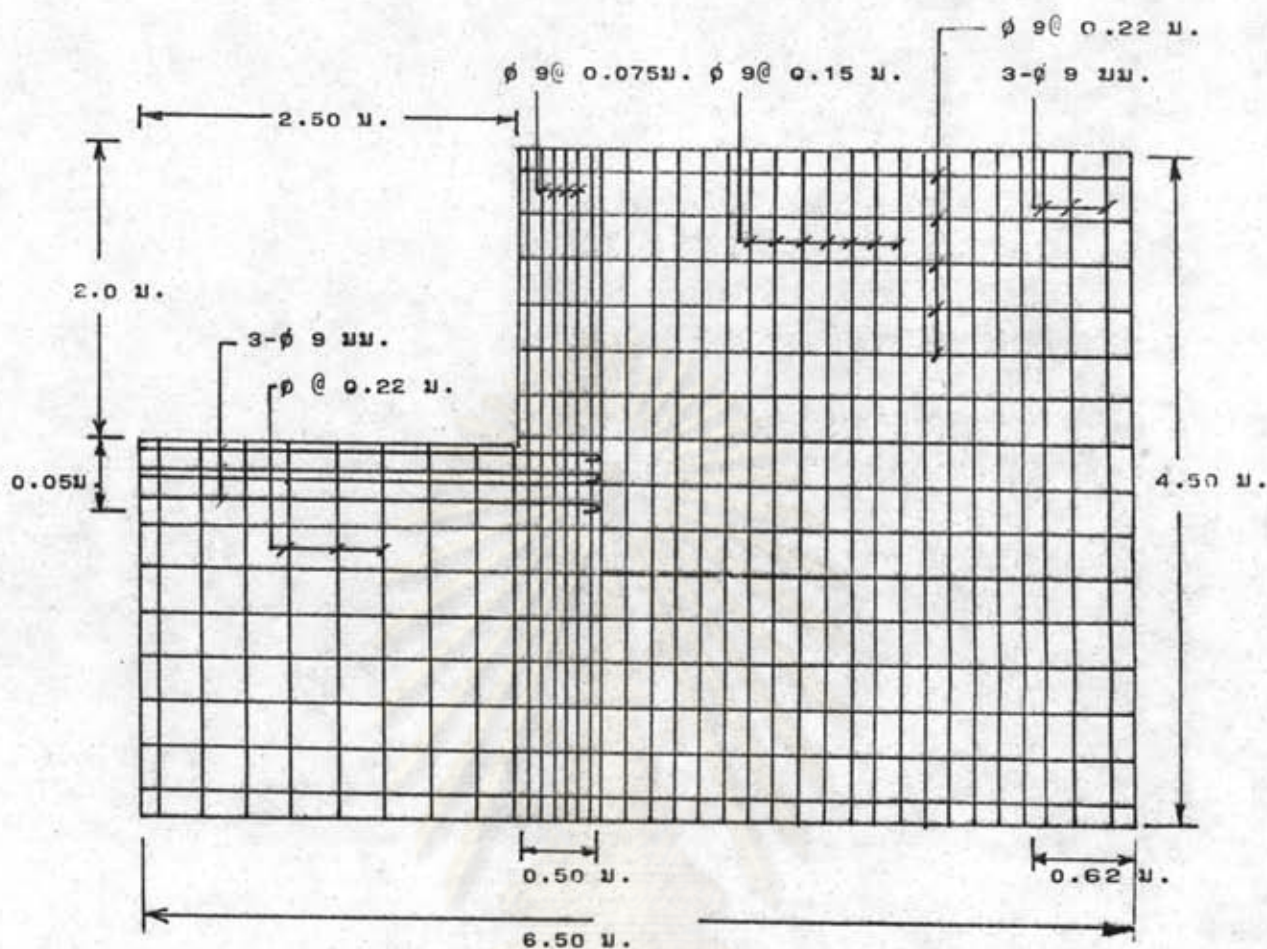
ที่แถบ	3a	เหล็กบน	17.5 ซม.
ที่แถบ	4a	เหล็กบน	10.0 ซม.
ที่แถบ	5a และ 6a	เหล็กล่าง	22.0 ซม.
ที่แถบ	B2	เหล็กล่าง	15.0 ซม. หรือใช้เหล็กเสริม 3 เส้น
		เหล็กบน	10.0 ซม. หรือใช้เหล็กเสริม 5 เส้น
ที่แถบ	B6	เหล็กล่าง	15.0 ซม. หรือใช้เหล็กเสริม 3 เส้น
		เหล็กบน	15.0 ซม. หรือใช้เหล็กเสริม 3 เส้น

นำเอาผลจากการนี้ รวมกับผลที่ได้จากการไม่มีช่องเปิดจะได้ดังแสดงในรูปที่ 4.5.



(ก) เหล็กบน

รูปที่ 4.5 การเสริมเหล็กในแผ่นพื้นตัวอย่างที่ 2



(ข) เหล็กกลาง

(ต่อ) รูปที่ 4.5 การเสริมเหล็กในแผ่นพื้นตัวอย่างที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



4.3 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับวิธีอื่น

ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีสคริปกับวิธีการอื่น ๆ โดยจะเปรียบเทียบแผ่นพื้นที่มีรูปร่างและเงื่อนไขที่ขอบบางชนิดเท่านั้น เช่น แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีที่รองรับเป็นแบบยึดแน่น หรือแบบยึดหมุนเท่านั้น แผ่นพื้นไร้คานและแผ่นพื้นที่มีช่องเปิดโดยการเปรียบเทียบกับวิธีสากลอื่น ๆ

4.3.1 การเปรียบเทียบปริมาณแรงคัตที่วิเคราะห์ได้กับวิธีการตามเอกสารอ้างอิง (28)

ในหัวข้อนี้ จะเปรียบเทียบแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมที่มีที่รองรับแบบยึดแน่นหรือ ยึดหมุนเท่านั้น ส่วนแผ่นพื้นไร้คานจะเปรียบเทียบในหัวข้อต่อไป สำหรับวิธีการเปรียบเทียบจะเปรียบเทียบปริมาณของแรงคัตในแผ่นพื้นที่คำนวณได้จากวิธีสคริปกับปริมาณของแรงคัตที่ได้จากเอกสารอ้างอิง (28) ซึ่งเป็นวิธีของทฤษฎีอีลาสติก มีการกระจายของแรงคัตเป็นไปตามทฤษฎีอีลาสติก และจัดอยู่ในทฤษฎีขอบเขตกลาง เช่นเดียวกับวิธีสคริป

ตัวอย่างของแผ่นพื้นที่จะนำมาพิจารณาเปรียบเทียบมีทั้งหมด 3 กรณี ดังต่อไปนี้

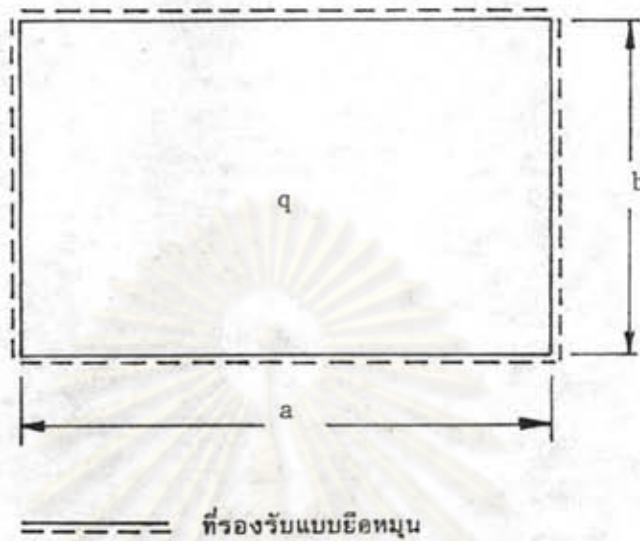
1. แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมที่มีที่รองรับ เป็นแบบยึดหมุนทุกด้าน
2. แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมที่มีที่รองรับแบบยึดแน่นสองด้าน อยู่ตรงกันข้ามกัน ด้านที่เหลือเป็นแบบยึดหมุน

3. แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมที่มีที่รองรับ เป็นแบบยึดแน่น 1 ด้าน ด้านที่เหลือเป็นแบบยึดหมุน สำหรับวิธีหาปริมาณของแรงคัตที่จะนำมาเปรียบเทียบกันนั้น หาได้โดยใช้หลักการเดียวกันคือ

$$\text{ปริมาณของแรงคัต} \quad V = \iint (M_x + M_y) \, d_x \, d_y$$

ผลการเปรียบเทียบแผ่นพื้นที่มีที่รองรับแบบยึดหมุนทุกด้าน ดังแสดงในตารางที่ 4.1 เมื่อกำหนดน้ำหนักประลัยและขนาดของแผ่นพื้น เท่ากัน จะพบว่าปริมาณของแรงคัตที่ได้จากวิธี

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบปริมาณของแรงตัดในแผ่นพื้นกรงที่ 1



อัตราส่วนของ a/b	ปริมาณของแรงตัด ($\times 10^{-3} qb^4$)		ผลต่างของ ปริมาณแรงตัด (%)
	ทฤษฎีอีลาสติก (28)	ทฤษฎีสตรีป	
1.0	38.37	67.71	76.4
1.2	55.11	87.77	59.3
1.4	72.34	106.82	47.7
1.6	91.40	125.17	36.9
1.8	110.19	143.05	29.8
2.0	129.15	160.62	24.4

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบปริมาณของแรงดัดในแผ่นพื้นกรงที่ 2 เมื่อที่รองรับแบบยึดแน่นอยู่บนด้านสั้น

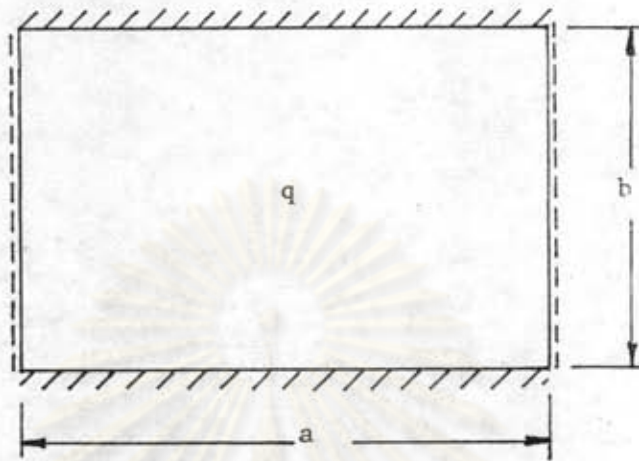


////// ที่รองรับแบบยึดแน่น

==== ที่รองรับแบบยึดหมุน

อัตราส่วน ของ a/b	ปริมาณของ แรงดัด ($\times 10^{-3} qb^4$)		ผลต่างของ ปริมาณของ แรงดัด (%)
	ทฤษฎีอีลาสติก (28)	ทฤษฎีสคริป	
1.0	26.15	36.66	40.19
1.2	40.19	57.09	36.28
1.4	57.44	76.26	32.77
1.6	74.17	94.76	27.78
1.8	92.63	112.89	21.87
2.0	111.51	130.80	17.30

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบปริมาณของแรงค้ำในแผ่นพื้นกริดที่ 2 เมื่อที่รองรับแบบยึดแน่นอยู่บนคานยาวของแผ่นพื้น

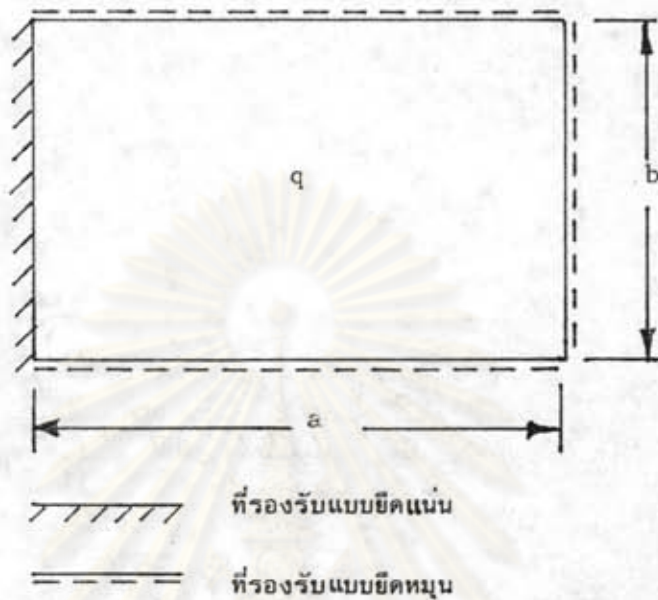


////// ที่รองรับแบบยึดแน่น

==== ที่รองรับแบบยึดหลวม

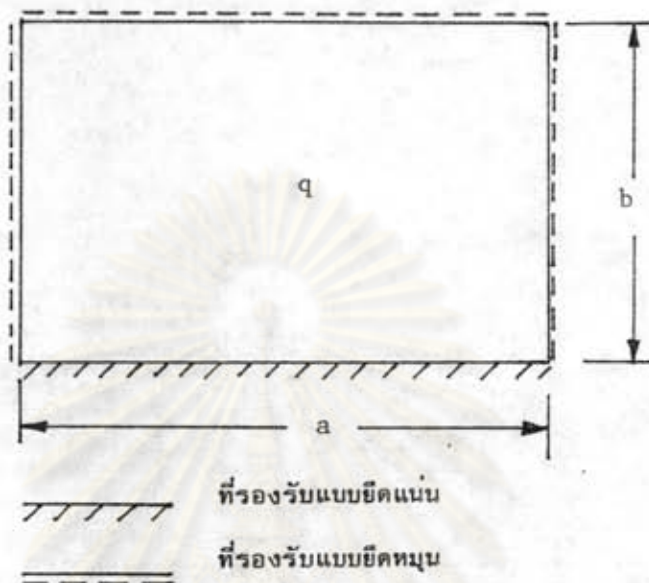
อัตราส่วน ของ a/b	ปริมาณของแรงค้ำ ($\times 10^{-3} qb^4$)		ผลต่างของ ปริมาณแรงค้ำ (%)
	ทฤษฎีอีลาสติก (28)	ทฤษฎีสตรีป	
1.0	26.15	39.89	52.6
1.2	34.23	49.33	44.1
1.4	43.01	58.55	36.1
1.6	52.34	67.56	29.1
1.8	61.87	76.47	33.6
2.0	72.60	85.29	17.5

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบปริมาณของแรงคัตในแผ่นพื้นกริดที่ 3 เมื่อที่รองรับแบบยึดแน่นอยู่บนด้านสั้นของแผ่นพื้น



อัตราส่วนของ a/b	ปริมาณของแรงคัต ($\times 10^{-3} qb^4$)		ผลต่างของ ปริมาณของแรง คัต (%)
	ทฤษฎีอีลาสติก (28)	ทฤษฎีสตรีป	
1.0	32.56	50.64	55.6
1.2	48.20	72.70	50.8
1.4	56.51	93.69	43.0
1.6	83.68	113.82	36.0
1.8	102.33	133.96	30.9
2.0	121.23	152.15	25.5

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบปริมาณของแรงคดในพื้นที่กรดที่ 3 เมื่อที่รองรับแบบยึดแน่นอยู่บนด้านยาวของแผ่นพื้น



อัตราส่วน ของ a/b	ปริมาณของแรงคด ($\times 10^{-3} qb^4$)		ผลต่างของ ปริมาณแรงคด (%)
	ทฤษฎีอีลาสติก(28)	ทฤษฎีสตรีป	
1.0	32.56	52.06	59.92
1.2	36.98	58.12	57.17
1.4	41.29	63.30	53.31
1.6	47.09	68.89	46.29
1.8	56.31	76.53	36.56
2.0	66.71	80.15	20.15

สคริปเมื่อเปรียบเทียบกับทฤษฎีอิลาสติก จะมากกว่า 25 - 76 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของด้านยาวต่อด้านสั้น

ผลการเปรียบเทียบแผ่นพื้นกรณีที่สอง ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และ 4.3 จะพบว่า ปริมาตรของแรงคัตที่ได้จากวิธีสคริป เมื่อเปรียบเทียบกับทฤษฎีอิลาสติกจะมากกว่า 17 - 52 เปอร์เซ็นต์

สำหรับผลการเปรียบเทียบแผ่นพื้นกรณีที่สาม ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และ 4.5 ก็ให้ผลลัพธ์ของปริมาตรของแรงคัตมากกว่าทฤษฎีอิลาสติก 25 - 56 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน

4.3.2 การเปรียบเทียบแรงคัตในแผ่นพื้นไร้คาน

ในหัวข้อนี้จะเปรียบเทียบแรงคัตในแผ่นพื้นไร้คาน ที่คำนวณโดยวิธีสคริป เปรียบเทียบกับวิธีโครงเทียบเท่าในเอกสารอ้างอิง (2) (29) และ (30) ตัวอย่างของการวิเคราะห์หาแรงคัตในแผ่นพื้นไร้คานนี้ นำมาจากเอกสารอ้างอิง (30) โดยแผ่นพื้นไร้คานมีลักษณะ ดังรูปที่ 4.6

สำหรับข้อมูลของแผ่นพื้นไร้คานตามรูปที่ 4.1 มีดังต่อไปนี้

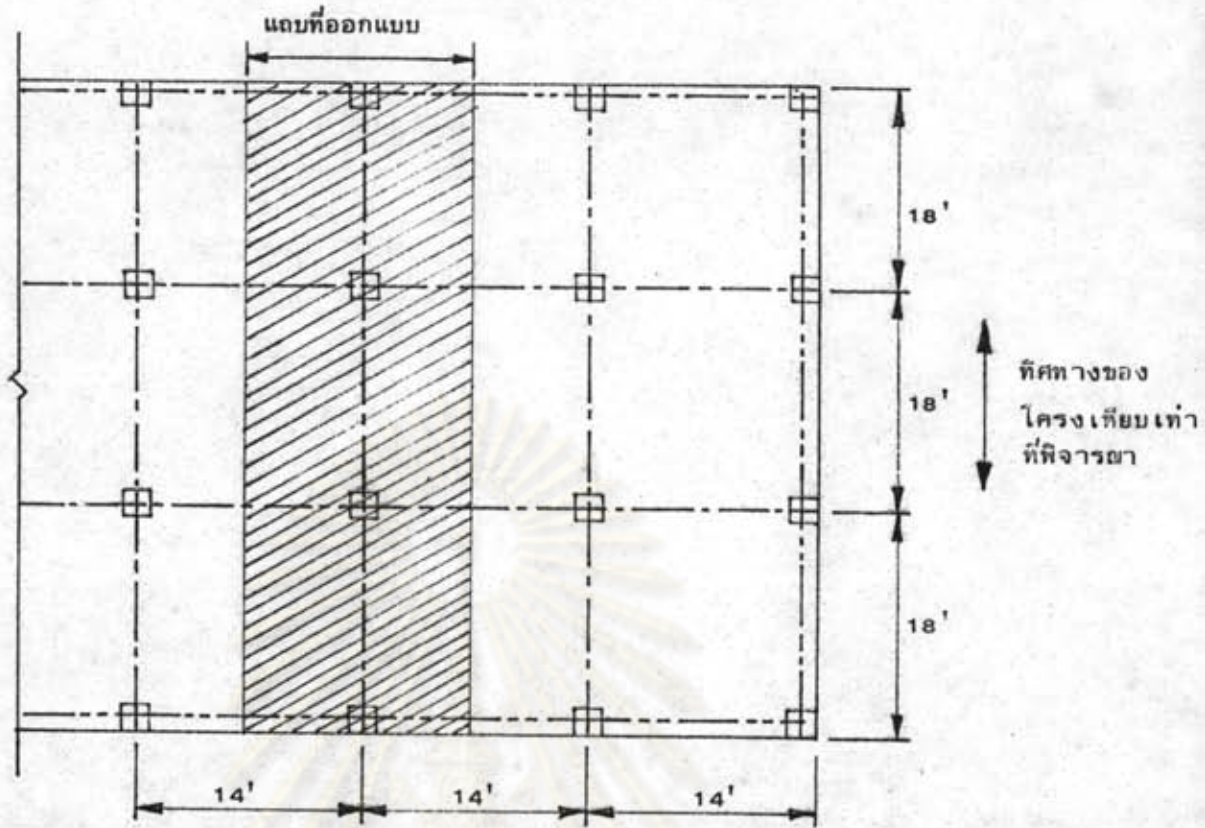
- ความสูงของเสา = 9 ฟุต
- ขนาดของเสา = 1.333 x 1.333 ฟุต
- ความหนาของพื้น = 0.583 ฟุต
- ความกว้างของ โครงเทียบเท่า = 14 ฟุต
- ความยาวของช่วงเสา = 18 ฟุต
- น้ำหนักบรรทุกทุกถาวร = 2110 ปอนด์/ฟุต
- น้ำหนักบรรทุกจร = 950 ปอนด์/ฟุต
- น้ำหนักบรรทุกทั้งหมด = 3060 ปอนด์/ฟุต
- น้ำหนักบรรทุกทุกถาวร +
0.75 เท่าของน้ำหนักบรรทุกจร = 2823 ปอนด์/ฟุต

จากการใช้วิธีโครงเทียบเท่า โดยเปลี่ยนแปลงลักษณะการวางน้ำหนักบรรทุกต่าง ๆ กัน ทั้งหมด 5 กรณี ดังนี้

1. ทุก ๆ ช่วงรับน้ำหนักบรรทุกทั้งหมด
2. ช่วงที่ 1 และ 3 รับน้ำหนักบรรทุกถาวรและ 0.75 เท่าของน้ำหนักบรรทุกจร
ช่วงที่ 2 รับน้ำหนักบรรทุกถาวร
3. ช่วงที่ 2 รับน้ำหนักบรรทุกถาวรและ 0.75 เท่าของน้ำหนักบรรทุกจร
ช่วงที่ 1 และ 3 รับน้ำหนักบรรทุกถาวร
4. ช่วงที่ 1 รับน้ำหนักบรรทุกถาวรและ 0.75 เท่าของน้ำหนักบรรทุกจร โดย
สมมุติให้ที่รองรับจุดที่ 3 เป็นแบบยึดแน่น
5. ช่วงที่ 1 และ 2 รับน้ำหนักบรรทุกถาวรและ 0.75 เท่าของน้ำหนักบรรทุกจร
ช่วงที่ 3 รับน้ำหนักบรรทุกคงที่

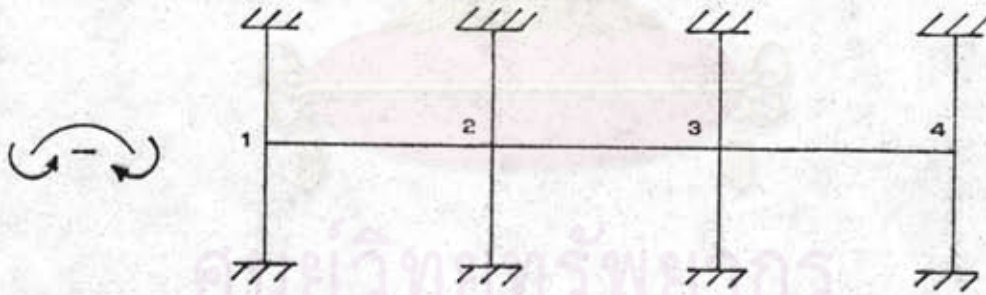
แรงดัดที่วิเคราะห์ได้จากวิธีโครงเทียบเท่า เมื่อวางน้ำหนักบรรทุกต่าง ๆ กัน จะได้แรงดัดที่ตำแหน่งต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

สำหรับแผ่นพื้นไร้คานที่วิเคราะห์โดยวิธีสคริป ของตัวอย่างดังกล่าว สามารถบ่อนข้อมูลได้เช่นเดียวกับตัวอย่างในภาคผนวก ค. และผลลัพธ์ของแรงดัดที่รองรับโดยวิธีการสคริป เมื่อเปรียบเทียบกับแรงดัดสูงสุดที่รองรับโดยวิธีโครงเทียบเท่าได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.7 ซึ่งจะพบว่า แรงดัดลบที่ได้จากชิ้นส่วนประเภทที่ 3 ของ Hillerborg มีค่าสูงกว่าวิธีโครงเทียบเท่าในทุก ๆ ตำแหน่งโดยมีค่าสูงกว่า 22 - 25 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นที่ขอบนอกของเสากลางในคั่นแรก วิธีการของ Hillerborg (6) จะสูงกว่าวิธีโครงเทียบเท่าถึง 66 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแรงดัดลบที่ได้จากวิธีการของ Wood และ Armer (12) เมื่อใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวกมีค่าเท่ากับ 1.5 จะพบว่ามีค่าน้อยกว่าวิธีโครงเทียบเท่า 26 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นที่ขอบนอกของเสากลางในคั่นแรก ซึ่งมีค่าน้อยกว่าโครงเทียบเท่า 2 เปอร์เซ็นต์



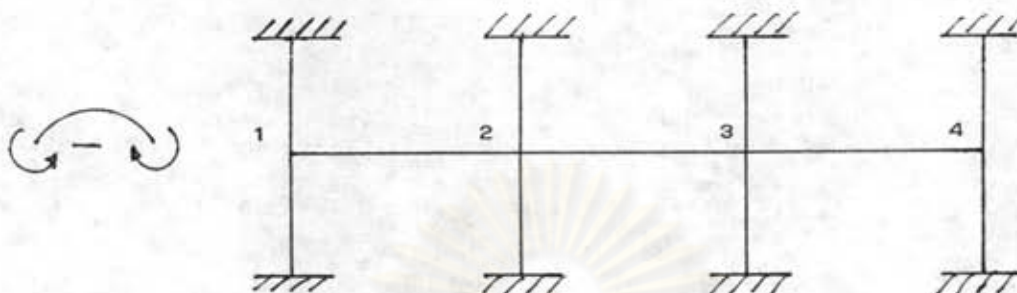
รูปที่ 4.6 แผ่นพื้นไร้คานที่ใช้ในการ เปรียบเทียบแรงค้ด

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์หาแรงค้ด โดยวิธีโครงเทียบเท่า



กรณีที่	แรงค้ดที่รองรับ					
	1	2	3	4	5	6
1	- 53.0	- 95.0	- 86.7	- 86.7	- 95.0	- 53.0
2	- 50.7	- 81.6	- 63.6	- 63.6	- 81.6	- 50.7
3	- 34.5	- 71.3	- 75.8	- 75.8	- 71.3	- 34.5
4	- 50.5	- 83.0	- 67.4	- 62.5	-	-
5	- 48.5	- 88.8	- 82.0	- 73.5	- 70.4	- 34.8

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบแรงดัดที่รองรับโดยวิธีการต่าง ๆ



วิธีที่	แรงดัดที่รองรับ					
	1	2		3		4
1	- 53.0	- 95.0	- 86.7	- 86.7	- 95.0	- 53.0
2	- 66.0	-155.0	-106.2	-106	-155.0	- 66.0
3	- 39.0	- 93.1	- 63.7	- 63.7	- 93.1	- 39.0

หมายเหตุ

- วิธีที่ 1 จากวิธีโครงเทียบเท่า (29, 30)
- วิธีที่ 2 จากวิธีของ Hillerborg
- วิธีที่ 3 จากวิธีที่วิจัยโดยอาศัยหลักการของ Wood และ Armer (12)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.3 การเปรียบเทียบปริมาณวัสดุที่จะต้องใช้ในพื้นที่มีช่องเปิดที่ออกแบบโดยวิธี
สคริป กับทฤษฎีอีลด์ไลน์ (25)

ในหัวข้อนี้จะขอเปรียบเทียบปริมาณวัสดุในพื้นที่ที่ออกแบบโดยทฤษฎีสคริปกับทฤษฎี
อีลด์ จากตัวอย่างที่ 2 ในหัวข้อที่ 4.2.2 และตัวอย่างในเอกสารอ้างอิง(25)พบว่าในการ
ออกแบบพื้นที่โดยทฤษฎีสคริป และทฤษฎีอีลด์ไลน์ใช้ปริมาณวัสดุ ดังตารางที่ 4.8 จากผลตาม
ตารางพบว่า พื้นที่ที่ออกแบบโดยวิธีสคริปใช้ปริมาณวัสดุมากกว่าวิธีอีลด์ไลน์ประมาณ 18
เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบปริมาณวัสดุกับวิธีอีลด์ไลน์

ปริมาณของวัสดุ	วิธีสคริป	วิธีอีลด์ไลน์	ผลต่างของปริมาณ วัสดุที่ใช้ (%)
คอนกรีต (ม ³)	3.27	2.68	18.5
เหล็กเสริมเส้นผ่า ศูนย์กลาง 9 มม.(ม.)	477.8	473.2	1.0

ศูนย์วิทยพัชยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 เวลาในการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์

เวลาในการทำงานที่จะใช้ในการคำนวณของแต่ละแบบนั้น ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการด้วยกันคือ

1. ชนิดของแผ่นพื้นที่จะทำการออกแบบ แผ่นพื้นที่มีสมการของปริมาตรของแรงคัตที่ยาวมาก หรือมีตัวแปรในการคำนวณมาก เวลาในการคำนวณจะมากตามไปด้วย

2. ความละเอียดของผลลัพธ์ที่ต้องการ ถ้าต้องการละเอียดมากช่วงของการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรในการคำนวณหาปริมาตรของแรงคัตแบบทำซ้ำก็จะต้องละเอียดมากและจะเสียเวลาในการคำนวณมากด้วย

แต่ในงานวิจัยนี้ ได้กำหนดข้อมูลที่ใกล้เคียงค่าที่หปริมาตรของแรงคัตค่าสุดไว้ในโปรแกรม ซึ่งช่วยให้การคำนวณทำได้รวดเร็วขึ้นกว่าเดิม 5 - 6 เท่า

3. ลักษณะของที่รองรับ ถ้าแผ่นพื้นมีที่รองรับแบบยึดแน่นและยึดหมุนอยู่ในแผ่นพื้นเดียวกัน การคำนวณจะเสียเวลามากขึ้น ทั้งนี้เพราะสมการของปริมาตรของแรงคัตจะยาวขึ้น ทั้งยังต้องเสียเวลาในการย้อนกลับไปหาจุดคัตกลับ เพื่อใช้เป็นระยะในการเสริมเหล็กรับแรงคัตลง

อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้ การออกแบบแผ่นพื้น สี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีที่รองรับแบบยึดแน่นและยึดหมุนจะเสียเวลาทั้งหมดไม่เกิน 2 นาทีและแผ่นพื้นที่ใช้เวลาในการคำนวณมากที่สุดคือแผ่นพื้นที่มีรองรับเป็นยึดแน่น 3 ด้าน และด้านที่เหลือเป็นที่รองรับแบบยึดหมุน โดยเสียเวลาในการคำนวณหา ปริมาตรแรงคัตค่าที่สุดจนกระทั่งคำนวณปริมาตรเหล็กเสริม ทั้งหมด 18 วินาที

ส่วนการออกแบบแผ่นพื้นที่มีที่รองรับด้านหนึ่ง เป็นแบบอิสระด้านที่เหลือเป็นที่รองรับแบบยึดแน่น จะใช้เวลาในการคำนวณหลังจากป้อนข้อมูลเสร็จไม่เกิน 3 นาที

สำหรับแผ่นพื้นที่ไม่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า และมีที่รองรับเป็นแบบอิสระในขอบที่เอียงทำมุมกับด้านอื่น จะเสียเวลาในการคำนวณหลังจากป้อนข้อมูลเสร็จ ไม่เกิน 10 วินาที

ส่วนแผ่นพื้นไร้คานและแผ่นพื้นที่มีช่องเปิดนั้น เวลาที่จะใช้ในการออกแบบไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่ามีความเข้าใจในการใช้โปรแกรมเพียงใด เนื่องจากโปรแกรมที่เขียนขึ้นมานั้นเป็นโปรแกรมที่ใช้ช่วยในการทำงาน ผู้ใช้ต้องเรียกออกมาทำงานทีละโปรแกรม ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการคำนวณจะไม่ ขอก้าว ในหัวข้อนี้

4.5 เนื้อที่ความจำของไมโครคอมพิวเตอร์

ในงานวิจัยนี้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ Apple II ที่มีหน่วยความจำหลักเพียง 48 กิโลไบต์ ถ้าจะเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สมบูรณ์มีแผ่นพื้นลักษณะต่าง ๆ ไว้ในโปรแกรมเดียวกัน และมีรูปภาพประกอบการป้อนข้อมูล โปรแกรมจะยาวมากและจากลักษณะการจัดวางหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน ถ้ามีการใช้รูปภาพตัวโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมจะยาวได้สูงสุดไม่เกิน 16 กิโลไบต์ จากข้อจำกัดดังกล่าว จึงทำให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นมีความยาวสูงสุดได้ไม่เกิน 16 กิโลไบต์ จาก ลักษณะของปัญหาที่มีข้อมูลน้อย และเพื่อความสะดวกในการทำงานของเครื่อง จึงแบ่งโปรแกรมออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งจะถูกรวมเข้าไปทำงานในเครื่องทีละส่วนตามขั้นตอนและหน้าที่ของ โปรแกรมแต่ละส่วน โดยมีข้อมูลและโปรแกรมหลักอยู่ในหน่วยความจำของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ตลอด เวลาของการทำงาน และหน่วยความจำที่ใช้สูงสุดไม่เกิน 16 กิโลไบต์ เนื่องจากต้องใช้ความจำของเครื่องส่วนหนึ่งกับการแสดงผลด้วยรูปภาพ ดังที่กล่าวไปแล้ว

4.6 ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ลักษณะของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นจะมีหมายเหตุอยู่ในโปรแกรมในทุกขั้นตอนการทำงานผู้ที่ต้องการศึกษาสามารถทำการศึกษาและแก้ไข โปรแกรมได้โดยไม่ยากนัก ลักษณะของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมีลักษณะทั่วไปดังนี้

1. ในโปรแกรม กำหนดค่าตัวประกอบภาวะสำหรับน้ำหนักถาวร และน้ำหนักบรรทุกจรวดไว้เท่ากับ 1.4 และ 1.7 ตามลำดับ เพื่อให้เหมาะสมกับมาตรฐานการก่อสร้าง ผู้ใช้ โปรแกรมสามารถ เปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าวได้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2. ในโปรแกรมได้กำหนดความหนาต่ำสุดของแผ่นพื้นตามมาตรฐานการออกแบบ ACI 1983 เพื่อให้เหมาะสมกับค่าน้ำหนักที่ใช้งาน และรูปทรงทางเรขาคณิตของแผ่นพื้น ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนค่าความหนาของแผ่นพื้นได้โดยการป้อนข้อมูลที่ต้องการขณะใช้งาน

3. ผู้ใช้อาจจะเปลี่ยนแปลงแก้ไข โปรแกรมย่อยได้โดย เปลี่ยนสมการของปริมาตรของแรงดัดที่สร้างขึ้นที่อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวกอันอื่นเข้าไปแทนที่ได้แต่จะต้องศึกษาการสร้างสมการของปริมาตรของแรงดัดตามภาคผนวก ก. ให้เข้าใจเสียก่อน

4. ตัวโปรแกรมได้เปิดโอกาสให้ผู้ใช้อนกลับไปที่แก้ไขข้อมูลอยู่เป็นช่วง ๆ และเพื่อป้องกันการใส่ข้อมูลผิดพลาดจึงมักจะกำหนดช่วงของตัวแปรที่ใส่ลงไปในตัว โปรแกรมด้วย ถ้าใส่ค่าที่เป็นไปไม่ได้ เครื่องจะตรวจสอบค่าที่ใส่เข้ามา และถ้าไม่อยู่ช่วงที่กำหนดจะถามผู้ใช้ใหม่อีกทันที

สำหรับข้อจำกัดของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมีข้อจำกัดดังนี้

1. มิได้คำนึงถึงลักษณะการพังเสียหาย อันเนื่องมาจากแรงเฉือนทะลวง
2. ใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวกมีค่าเท่ากับสอง

4.7 วิจารณ์ผลงานวิจัย

จากงานวิจัยแผ่นพื้นรูปร่างต่าง ๆ ที่วิเคราะห์และออกแบบโดยวิธีสคริปนั้นจะพบว่า

1. ในงานวิจัยเกี่ยวกับแผ่นพื้นรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า จากการเปรียบเทียบผลของปริมาตรของแรงดัดตามตารางที่ 4.1 - 4.5 จะพบว่าวิธีการแบ่งพื้นที่การถ่ายน้ำหนักบรรทุกตามลักษณะงานวิจัยนี้ให้ค่าสูงกว่าทฤษฎีอัสติค 17 - 76 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาแผ่นพื้นใด ๆ จะพบว่า เมื่ออัตราส่วนของด้านยาวต่อด้านสั้นมีค่ามากกว่า 1.5 ผลต่างของปริมาตรของแรงดัดเมื่อเปรียบเทียบกันแผ่นพื้นในทฤษฎีอัสติคจะมีค่าน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และเมื่ออัตราส่วนของด้านยาวต่อด้านสั้นมีค่ามากขึ้น ผลต่างของปริมาตรของแรงดัดจะลดลงอย่างรวดเร็ว แสดงว่าการวิเคราะห์แผ่นพื้น โดยวิธีสคริปและแบ่งพื้นที่การถ่ายน้ำหนักบรรทุกตามลักษณะที่วิจัย เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานเมื่ออัตราส่วนของด้านยาวต่อด้านสั้นมากกว่า 1.5 ขึ้นไป

2. จากผลงานวิจัยจะพบว่า ถ้าใช้วิธีการแบ่งพื้นที่การถ่ายน้ำหนักบรรทุกไม่ดี ก็จะไม่ประหยัดเหล็กเสริม ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัย แสดงว่า วิธีการแบ่งที่การถ่ายน้ำหนักบรรทุกตามที่มีมุขขึ้นไม่เหมาะสมที่อัตราส่วนของคานยาวต่อคานสั้นมีค่าน้อย ๆ ดังนั้น เมื่ออัตราส่วนของคานยาวต่อคานสั้นมีค่าน้อย ๆ ควรใช้วิธีการแบ่งพื้นที่การถ่ายน้ำหนักบรรทุกรูปแบบอื่น

3. มีความเหมาะสมที่จะนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ในการวิเคราะห์และออกแบบแผ่นพื้นที่ไม่มีช่องเปิด ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาในการคำนวณมาก สำหรับแผ่นพื้นที่มีช่องเปิดนั้น ไม่เหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์กับโมโครคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำ เป็น 48 กิโลไบต์ ทั้งนี้ เพราะเมื่อตำแหน่งของช่อง เปิดอยู่ที่ตำแหน่งต่างกัน ก็จะเกิดลักษณะการแบ่งพื้นที่ในการถ่ายน้ำหนักบรรทุกต่างกัน แม้ตำแหน่งของช่อง เปิดจะอยู่ที่ตำแหน่ง เดียวกันแต่ขนาดของช่อง เปิดแตกต่างกันก็จะเกิดลักษณะการถ่ายน้ำหนักบรรทุกแตกต่างกันไป เช่นกัน นอกจากตำแหน่งและขนาดของช่อง เปิดจะก่อให้เกิดกรณีต่าง ๆ มากมายแล้ว ยังมีตัวแปรอีกหลายตัวที่จะทำให้เกิดกรณีต่าง ๆ เพิ่มขึ้นคือ ลักษณะของที่รองรับ ขนาดของแถบแข็งแกร่งที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้บริเวณรอบช่อง เปิด เป็นต้น

4. การออกแบบแผ่นพื้นไร้คาน หรือแผ่นพื้นที่มีแรงกระทำเป็นจุด โดยใช้ชิ้นส่วนประเภทที่ 3 เมื่อใช้การวิเคราะห์ตามวิธีการของ Hillerborg⁽⁴⁾ เปรียบเทียบกับวิธีโครงเทียบเท่าจะพบว่า วิธีของ Hillerborg ให้ค่าแรงดัดที่รองรับ มากกว่าวิธีโครงเทียบเท่า 22 - 66 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าวิธีของ Hillerborg สำหรับแผ่นพื้นที่มีแรงกระทำเป็นจุด และแผ่นพื้นไร้คานมีความปลอดภัยมาก สำหรับวิธีการที่อาศัยหลักการของ Wood และ Armer จะให้ค่าแรงดัดที่รองรับน้อยกว่าวิธีโครงเทียบเท่าประมาณ 2 - 26 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาตารางที่ 4.7 มีข้อที่น่าสนใจก็คือค่าแรงดัดจะเกิดขึ้นสูงสุดที่ขอบนอกของเสารายในต้นแรก และค่าแรงดัดที่ตำแหน่งนี้โดยวิธีที่อาศัยหลักการของ Wood และ Armer มีค่าใกล้เคียงกับวิธีโครงเทียบเท่ามากและอาจนำมาใช้งานได้ สำหรับค่าแรงดัดที่รองรับอื่น ๆ วิธีที่อาศัยหลักการของ Wood และ Armer ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ แต่จะสรุปว่า การวิเคราะห์หาแรงดัดโดยวิธีที่อาศัยหลักการของ Wood และ Armer ไม่ถูกต้องนั้น จะต้องเปรียบเทียบกับผลการทดลองจึงจะสรุปได้

๘. สำหรับแผ่นพื้นที่มีช่องเปิดที่ออกแบบโดยวิธีสกริปในตัวอย่างที่ ๒ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างตามเอกสารอ้างอิง (๒๕) ซึ่งใช้วิธีซิลโคลน์ พบว่าจะได้แผ่นพื้นที่มีความหนากว่า และใช้ปริมาณเหล็กเสริมทั้งหมดมากกว่าแสดงว่า แผ่นพื้นที่ออกแบบโดยวิธีสกริปให้ความปลอดภัยแน่นอน.



ศูนย์วิทยพัธพยากร
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย