เอกสารอ้างอิง

1. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. "มาตรฐานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก." พงษ์เจริญการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร. 2524.

2. ACI Committee 318 , "Building Code Reauirements for Reinforecd concrete," American Concrete Institute, Detroil, 1983.

3. ACI Committee 318,"Commentary on Building Code Requirements for Reinforced concrete," American concrete Institute, Detroil, 1974.

4. Rice, P.F.,and Hoffman, E.S., Structural Design Guide to the ACI Building Code, pp.75-181, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1977.

5. Wood, R.H. and Jones, L.L., Yield - Line Analysis of Slabs, 400 pp., Thames and Hudson, Chatto & Windus, London, 1967.

6. Hillerborg, A. Strip Method of Design , 256 pp., Viewpoint Publication, London, 1st ed., 1975.

7. Hillerborg, A., "Strimlemetoden för Plattor Pa Pelare, Vinkelplattar mm', "1959 (Blakey,F.A., CSIRO, Division of Building Research , 1964).

8. Johansen, K.W. Brudlinicteorier, Jul. Gjellerups Forlag, Copenhegen, 191 pp.,1943, (Cement and Concrete Association, 181 pp.• London, 1962.

9. Prager, W., and Hodge, P.G., Theory of perfectty Plastic Solids, Wiley, New York, 1951.

10. Hillerborg, A., "Equilibrium Theory for Reinforced Concrete Slabs, "Betong., 41, 171 - 182, 1956.

11. Crawford, R.E., "Limit Design of Reinforced Concrete Slabs, " Journal of Engineering Mechanics Division, Proc. ASCE, 321-342.1964

12. Wood, R.H. and Armer, G.S.T. "The Theory of the Strip Method For Design of Slabs, Institution of Civil Engineers Proceedings., 285-311, 1968

13. Armer, G.S.T., "The Strip Method : A New Approach to the Design of Slabs, "Concrete, 358 - 363, 1968.

14. Armer, G.S.T. "Ultimate Load Tests of Slabs Designed by , the Strip Method, "Institution of Civil Engineers Proceeding, 313 - 331, 1968.

15. Rozvany, G.I.N., "Optimal Design of Axisymmetrie Slabs," Civil Engineering Transactions, 111 - 118, 1968.

16 Harrop, J., "Ultimate Load Design of Skew Slabs by the Strip Method, "Building Science, 5 (2), 117 - 121, 1970.

17. Thakkar, M.C. & Sridhar Rao, J.K., "Design of Way Reinforced Concrete Rectangular Slabs by Modified Hillerborg's Strip Method, "Indian Concrete Jounal, 158 - 166, 1970

18. Indian Standards Institution, "Indian Standard Code of Practice for plain and Reinforced Concrete, " pp. 98-101, New Delhi, 1964.

19. Kemp, K.O., "A Strip Method of Slab Design with Concentrated Loads or Supports, "Structural Engineer, 543 - 548, 1971.

20. Mallick, S.K., "The Strip Method for Reinforced Concrete Slabs," Indian Concrete Journal, 72 - 81, 1971.

21. Raju, N.K., "Optimised Strip Method for the Design of Freely Slads," Indian Concrete Journal, 390-393, 1971

22. Thakkar, M.C. & Sridhar Rao,J.K."Direct Design of Complex Slabs,"Indian Concrete Journal, 290-294,1972

23. Kanakapura S.Subba Roa, Rangaiah N. and Ranganatham B.U.,"Lower Bound Limit Analysis of Rectangular Slabs, "Journal of the Structural Division, 2193-2207,1977.

24. Rajatabhothi, R., "Limit Design of Rectangular Reinforced Concrete Slabs with Openings,"Research Report Submitted to Georgia Institute of Technology in Partial Fulfillment of Requirements for Degree of Master of Science in Civil Engineering, January 1977.

25. สุธี ผลบำรุงวัชระ, "การออกแบบแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งมีช่องเปิดและที่รองรับเป็นแนวเส้นโดยทฤษฎียิลด์ไลน์," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

26. Park, R., and Gamble, W.L., Reinforced Concrete Slabs, 617 pp., John Wiley & Sons Inc., New York, 1980.

27. Park, R. and Pauley, T., Reinforced Concrete Structures 769 pp., Wiley, New York, 1975.

28. Timoshenko, S. and Woinosky-krieger, W., Theory of Plates and Shells, 588 pp., McGraw-Hill, 2nd ed.

29. ทักษิณ เทพชาตรี, "การวิเคราะห์หาค่าโมเมนต์ในแผ่นพื้นระบบ Flat plate ด้วยโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์, "คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ.

30. PCA, "Notes on ACI 318-71 Building Code Requirements with-Design Applications,"1972.

31. Rozvany, G.I.N."Slab with variable Straight Reinforcement, "Journal of the Structural Division, 1521-1532,1971.

32. Ferguson, P.F., Reinforced Concrete Fundamentals, pp. 453-465,John Wiley & Sons Inc., New York, 3rd ed.

33. Kemp, K.O., "Continuity Conditions in the Strip Method of Slab Design, "Institution of Civil Engineers Proceedings, 283, 1970

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

สมการปริมาตรของแรงตัดในแผ่นพื้นรูปร่างต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ. 1 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดที่ 1

พิจารณารูปที่ พ - 1 ซึ่งใช้วิธีถ่ายน้ำหนักบรรทุก ไปยังที่รองรับที่ใกล้ที่สุด ดังแสดงในรูปที่ พ - 1

ถ้าใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวกเท่ากับสอง

พิจารณาที่หน้าตัด 1 - 1 จะหาค่าแรงดัดและจุดดัดกลับได้ดังนี้

$$M^{+} = qB^2L^2 / 12$$

$$M^{-} = qB^2L^2 / 6 \qquad (พ - 1)$$

และ $X_1 = 0.423\ B$

พิจารณาที่หน้าตัด 2 - 2 ค่าแรงดัดและจุดดัดกลับจะมีค่าดังนี้

$$M^{+} = qL^2\ (1/48 + B^2/12)$$

$$M^{-} = qL^2\ (1/24 + B^2/6) \qquad (พ - 2)$$

และ $X_2 = (3(1 - 2B) - \sqrt{36\ B-12B^2 - 3})\ /12$

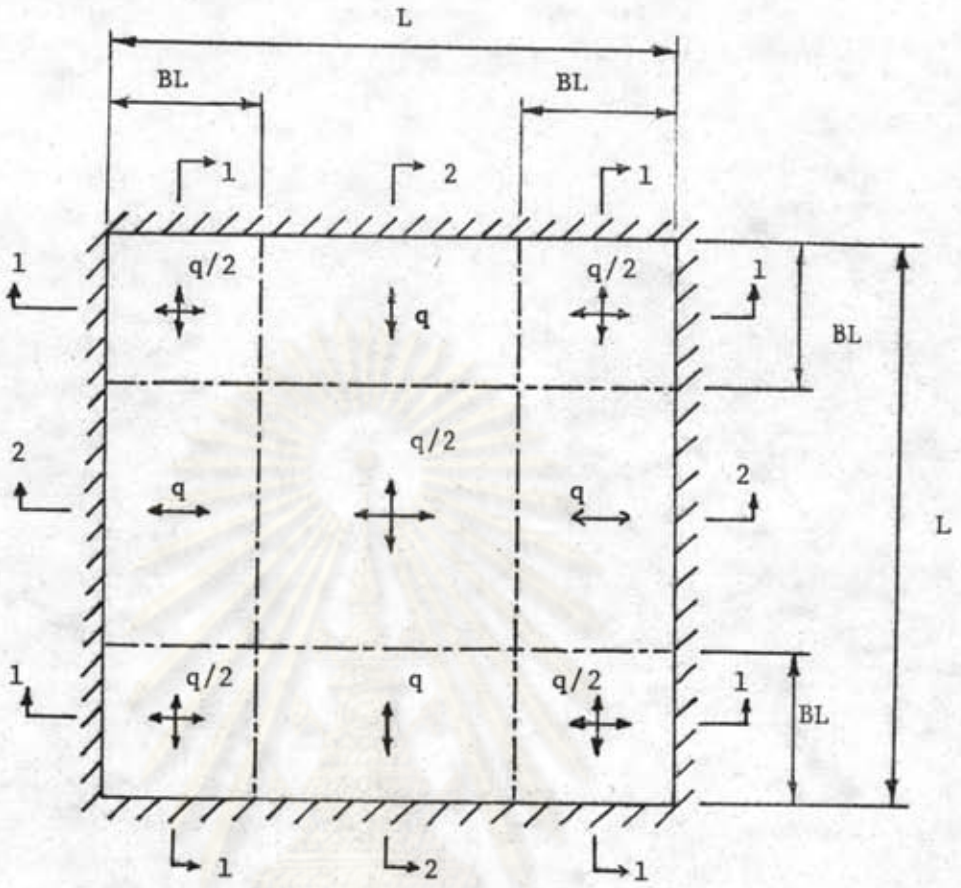
จากสมการ พ - 1 และ พ - 2 สามารถหาปริมาตรของแรงดัดได้ดังนี้

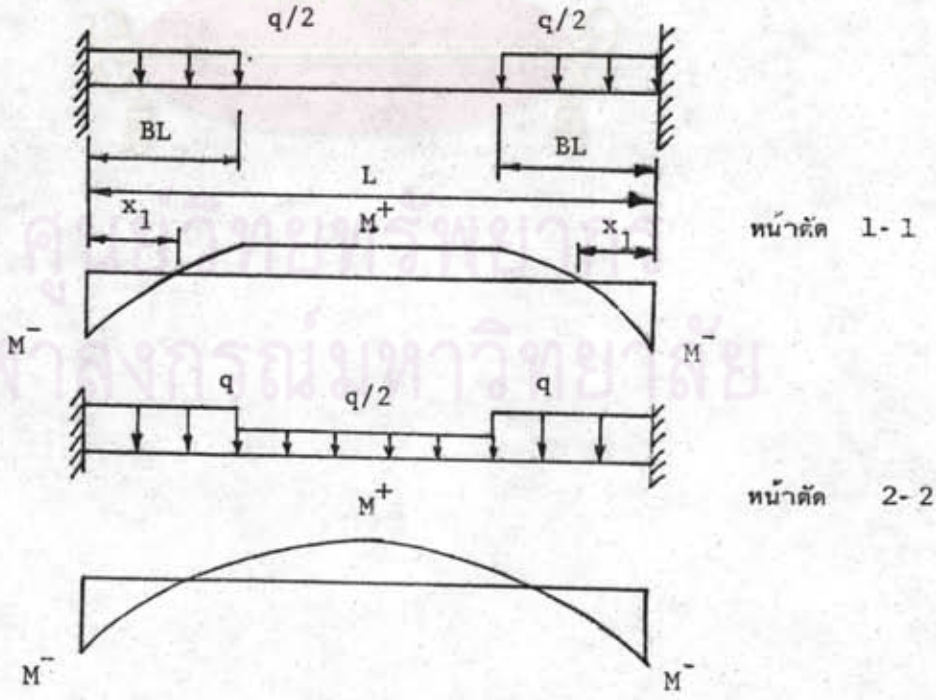
$$VM = 2qL^4 \left[B^3 / 12 + (1/48 + B^2/12)(1-2B)+2B^3X_1/3 + (1/12 + B^2/3)(1-2B)X_2 \right] \qquad (พ - 3)$$

จากการวิเคราะห์หาค่า B จะพบว่า

เมื่อ B = 0.33325 จะให้ปริมาตรของแรงดัดน้อยที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ พ - 1 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดที่ 1

พ. 2 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดที่ 2

พิจารณารูปที่ พ - 2 ใช้วิธีการถ่ายน้ำหนักดังแสดงในรูป

ที่หน้าตัด 1 - 1 จะมีแรงดัดสูงสุดดังนี้

$$M^{+} = qB^2L^2/4 \qquad (พ-4)$$

พิจารณาที่หน้าตัด 2 - 2 จะมีแรงดัดสูงสุดดังนี้

$$M^{+} = qL^2 (1+4B^2) / 16 \qquad (พ-5)$$

จาก สมการ พ-4 และ พ-5 สามารถหาปริมาตรของแรงดัดได้ดังนี้

$$VM = 2\, qL^4 \left[B^3 / 2 + (1+4B^2)(1-2B)/16 \right]$$

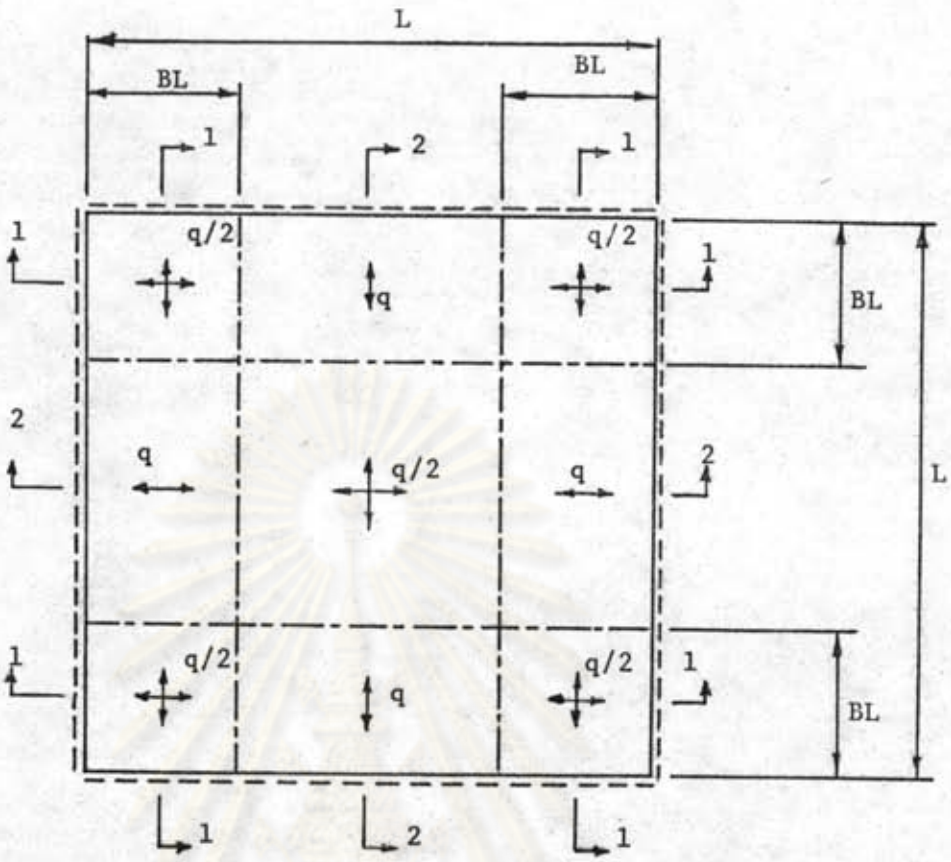
$$VM = qL^4 \left[1 - 2B + 4B^2 \right] /8 \qquad (พ-6)$$

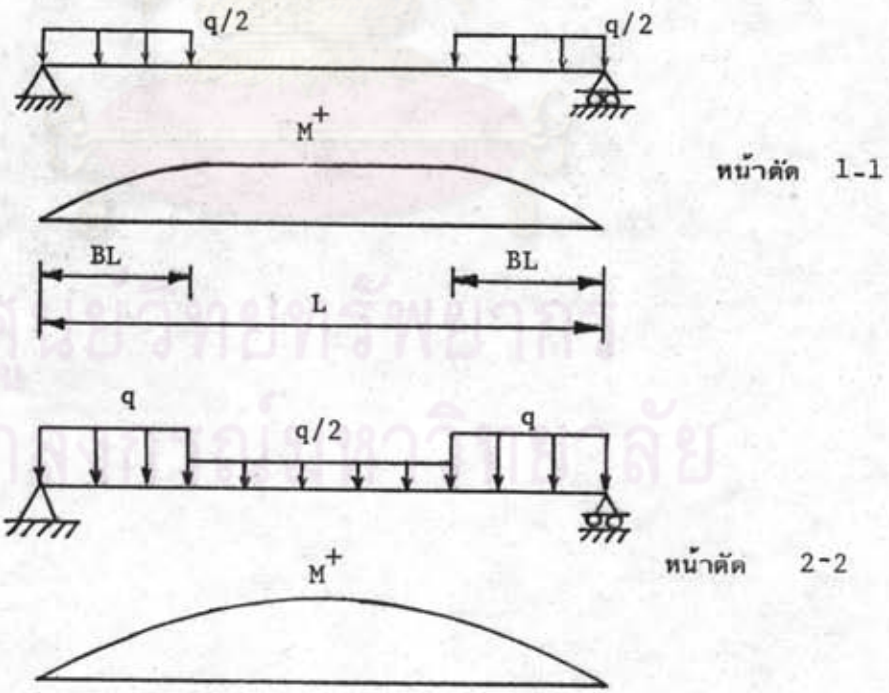
หาผลต่างอนุพันธ์ เทียบกับ B จะได้

$$\frac{dVM}{dB} = -2 + 8B = 0$$

ดังนั้น $B = 0.25$ จะให้ปริมาตรของแรงดัดน้อยที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ พ - ๒ แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดที่ ๒

พ. 3 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดที่ 3

พิจารณาแผ่นพื้น รูปที่ พ-3 ซึ่งเป็นแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสที่รองรับแบบยึดแน่น 1 ด้าน ด้านที่เหลือเป็นแบบยึดหมุน ใช้วิธีการแบ่งน้ำหนักบรรทุกดังแสดงในรูปที่ พ - 3

ถ้าใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวก มีค่าเท่ากับสอง

พิจารณาที่หน้าตัด 1 - 1 สามารถหาค่าแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับดังนี้

$$M^{+} = qA^2L^2 / 4$$
$$M^{-} = qA^2L^2 / 2 \qquad (พ-7)$$
และ $$X_1 = 0.732A$$

พิจารณาที่หน้าตัด 2 - 2 หาค่าแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับได้ดังนี้

$$M^{+} = qL^2 (0.2679 - 2A^2) / 8$$
$$M^{-} = qL^2 (0.2679 - 2A^2) / 4 \qquad (พ-8)$$
$$X_2 = (3.464A + 1.268 - \sqrt{8.785A - 4A^2 - 0.536}\,)/4$$

พิจารณาที่หน้าตัด 3 - 3 หาค่าแรงดัดได้เหมือนสมการ พ-4

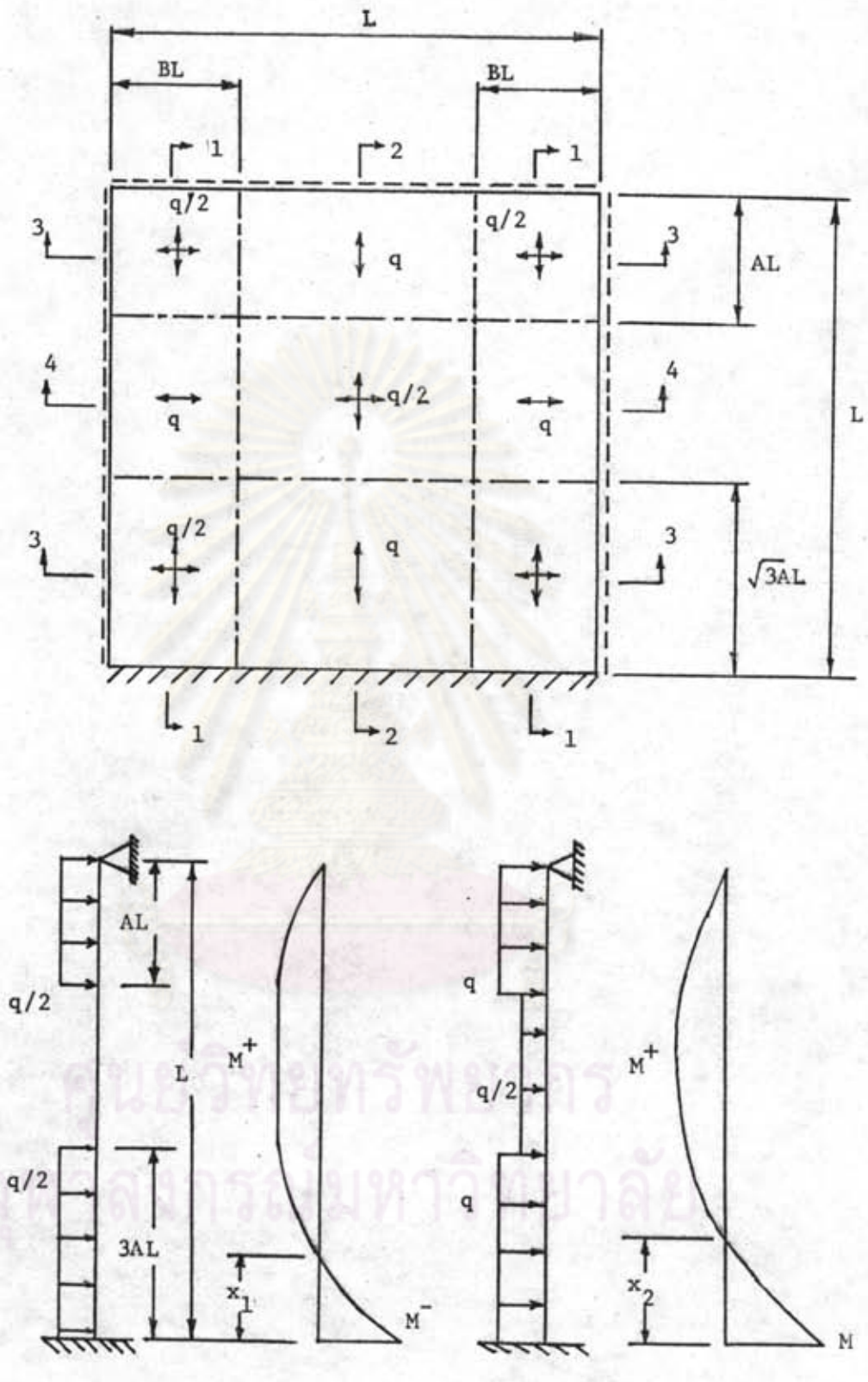
พิจารณาที่หน้าตัด 4-4 หาค่าแรงดัดได้เหมือนสมการ พ - 5

ดังนั้นจะสามารถหาปริมาตรของแรงดัดได้ดังนี้คือ

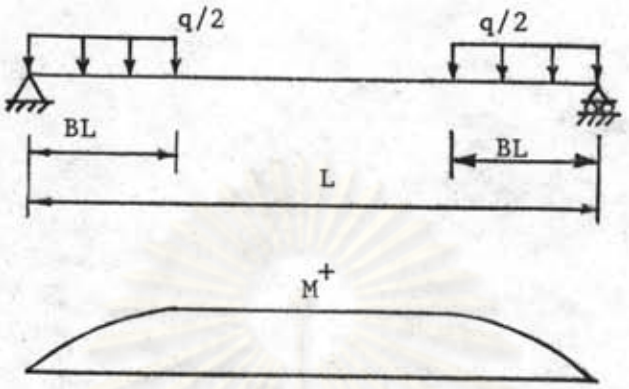
$$VM = qL^4 \Big[0.096 - 0.171A + 0.25B^2 + 0.25A^2 - 0.067B + 0.732BA^3$$
$$+ (0.5-B)(B^2+0.134)X_2 \Big] \qquad (พ-9)$$

จากสมการวิเคราะห์หาค่า A และ B ซึ่งให้ค่าปริมาตรแรงดัดน้อยที่สุดจะได้ค่า A และ B ดังนี้คือ

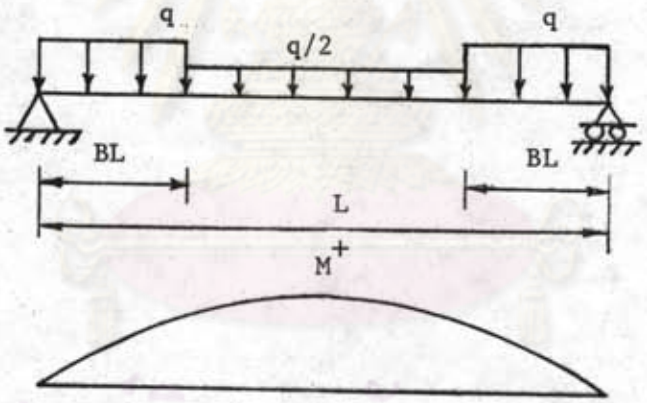
$$A = 0.2749 \quad \text{และ} \quad B = 0.1299$$



รูปที่ พ - ๓ แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดที่ ๓



หน้าตัด 3 -3



หน้าตัด 4 - 4

(ต่อ) รูปที่ พ - ๓ แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดที่ ๓

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ. 4 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดที่ 4

พิจารณาแผ่นพื้นรูปที่ พ - 4 ซึ่งเป็นแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัส ซึ่งมีที่รองรับเป็นแบบยึดแน่น 2 ด้าน อยู่ตรงกันข้ามกัน ด้านที่เหลือเป็นที่รองรับแบบยึดหมุน แบ่งน้ำหนักบรรทุกตัวแสดงใน รูปที่ พ - 4

ถ้าใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวกมีค่าเท่ากับสอง

พิจารณาที่หน้าตัด 1 - 1 จะหาค่าแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับตามสมการ พ - 1 เพียงแต่เปลี่ยนสัมประสิทธิ์ A ในสมการ พ - 1 เป็น B

พิจารณาที่หน้าตัด 2 - 2 ค่าแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับจะหาค่าได้ตามสมการ พ - 2 เพียงแต่เปลี่ยนสัมประสิทธิ์ A ในสมการ พ - 2 เป็น B

พิจารณาที่หน้าตัด 3 - 3 จะหาค่าแรงดัดสูงสุดได้ดังสมการ พ - 4

พิจารณาที่หน้าตัด 4 - 4 จะหาค่าแรงดัดสูงสุดได้ดังสมการ พ - 5

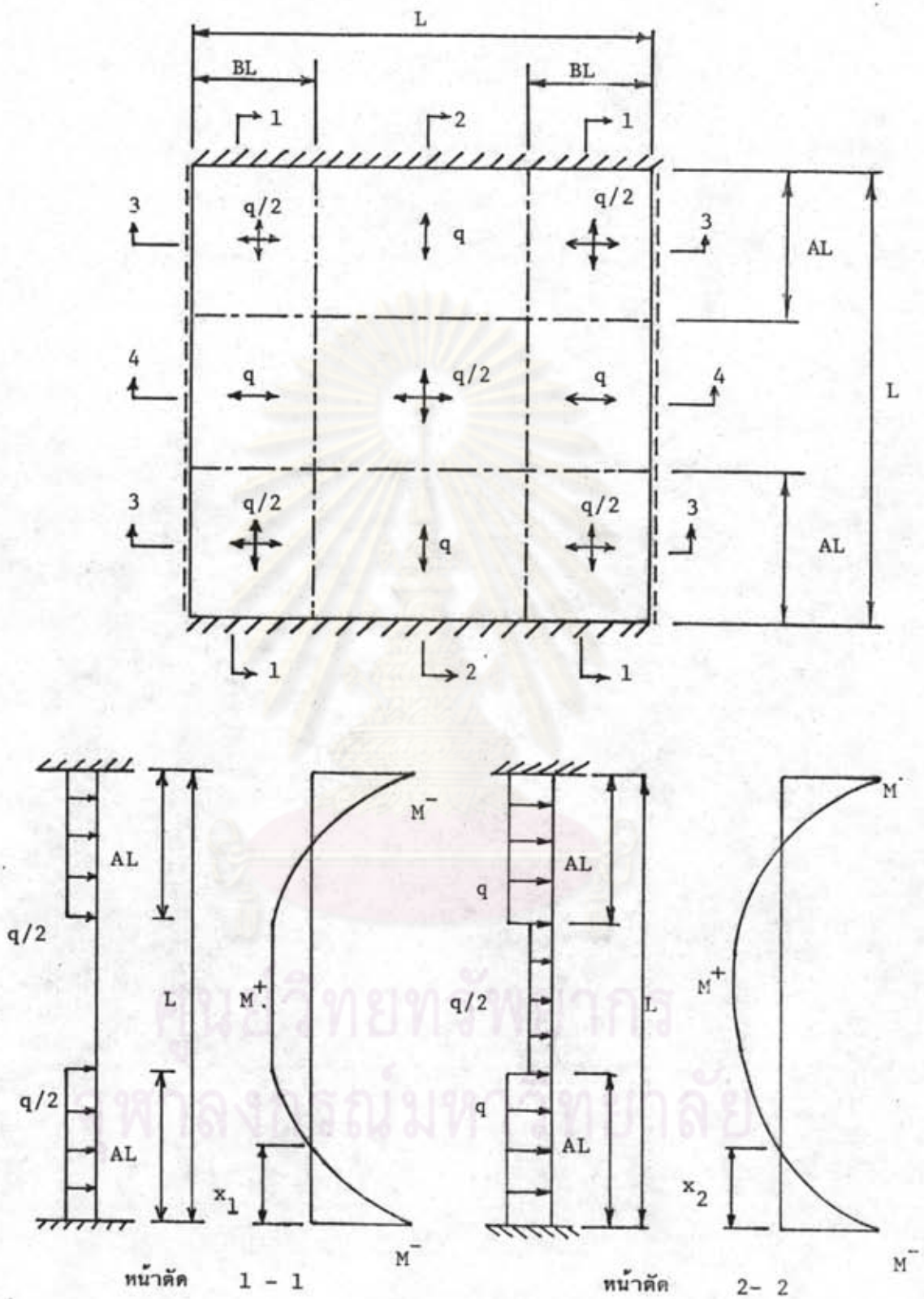
จากสมการ พ - 1 พ - 2 พ - 4 และ พ - 5 สามารถหาปริมาตรของแรงดัดได้ดังนี้

$$VM = \frac{qL^4}{144}(12 - 6B - 18A + 12X_2 + 36B^2 + 12A^2 - 24BX_2 + 48A^2X_2 + 40.574BA^3 - 96BA^2X_2) \qquad (พ-10)$$

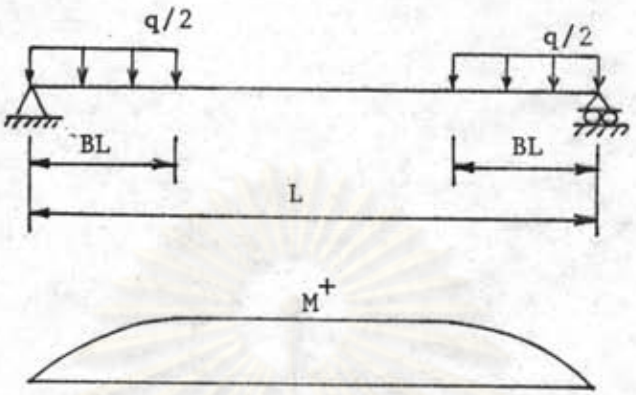
โดยที่ $X_2 = \left[3(1-2B) - \sqrt{36B - 12B^2 - 3}\right] / 12$

จากการวิเคราะห์หาค่า A และ B ซึ่งให้ค่าปริมาตรของแรงดัดน้อยที่สุดจะได้ค่า A และ B ดังนี้คือ

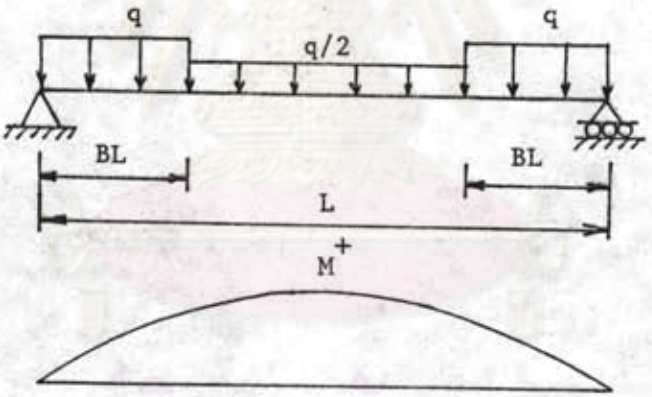
$A = 0.3758$ และ $B = 0.1526$



รูปที่ ฬ - 4 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดที่ 4



หน้าตัด 3 - 3



หน้าตัด 4 - 4

(ต่) รูปที่ พ - 4 แผ่นพื้นทีสี่เหลี่ยมจตุรัส ชนิดที่ 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ. 5 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดที่ 5

พิจารณาแผ่นพื้น รูปที่ พ-5 ซึ่งเป็นแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมที่มีที่รองรับเป็นแบบยึดแน่น 2 ด้าน อยู่ชิดกัน ส่วนด้านที่เหลือเป็นที่รองรับแบบยึดหมุน ใช้วิธีการแบ่งน้ำหนักบรรทุกดังแสดงในรูปที่ พ-5

ถ้าใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวกมีค่าเท่ากับสอง

พิจารณาที่หน้าตัด 1-1 สามารถหาค่าแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับได้เหมือนกับสมการ พ - 7 เพียงแต่เปลี่ยนสัมประสิทธิ์ A ในสมการ พ - 7 เป็น B

ทำนองเดียวกัน ที่หน้าตัด 2 - 2 ก็สามารถหาค่าแรงดัดและจุดดัดกลับได้เหมือนสมการ พ - 8 เพียงแต่เปลี่ยนสัมประสิทธิ์ A ในสมการ พ - 8 เป็น B

ดังนั้นจะสามารถหาปริมาตรของแรงดัดได้ดังนี้

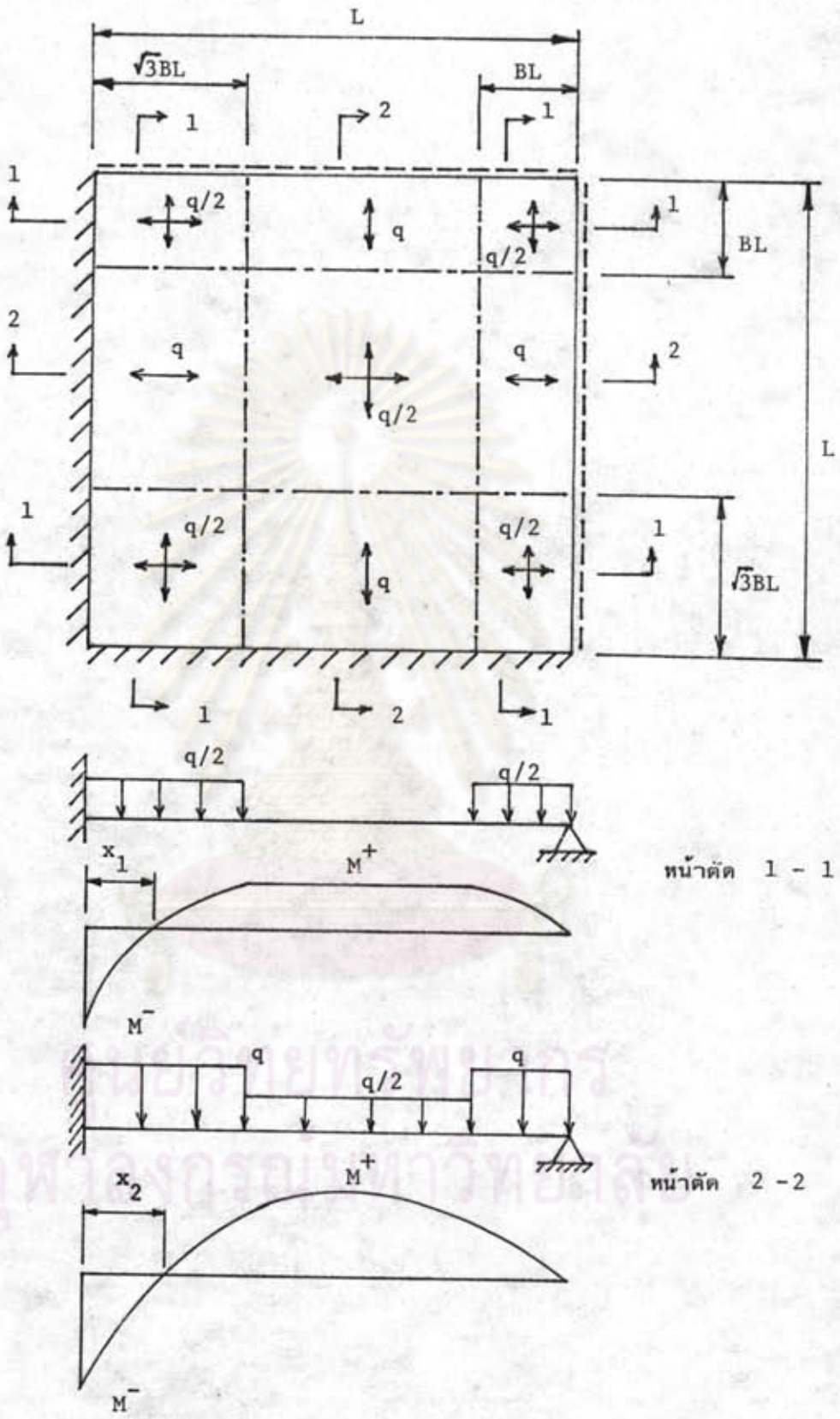
$$VM = qL^4 \ (0.067 - 0.183B + 0.5b^2 + 2B^4 + B^2X_2 + 0.134X_2 - 2.732B^3 X_2 - 0.366\ BX_2) \qquad (พ-11)$$

โดยที่ $X_2 = \left[3.464\ B + 1.268 - \sqrt{8.785B - 4B^2 - 0.536}\ \right] / 4$

จากการวิเคราะห์หาค่า B ซึ่งให้ค่าปริมาตรของแรงดัดน้อยที่สุดจะได้ค่า B ดังนี้คือ

$$B = 0.1939$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หน้าตัด 1 - 1

หน้าตัด 2 -2

รูปที่ ฬ - 5 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดที่ 5

พ. 6 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดที่ 6

พิจารณาแผ่นพื้นรูปที่ พ – 6 ซึ่งเป็นแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสที่มีที่รองรับเป็นแบบยึดแน่น 3 ด้าน ด้านที่เหลือเป็นแบบยึดหมุน ใช้วิธีการแบ่งน้ำหนักบรรทุกดังแสดงในรูปที่ พ – 6

ถ้าใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวกมีค่าเท่ากับสอง

พิจารณาที่หน้าตัด 1 - 1 จะได้แรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับดังสมการ พ - 1 เพียงแต่เปลี่ยนสัมประสิทธิ์ B ในสมการ พ - 1 เป็น B

พิจารณาที่หน้าตัด 2 - 2 จะได้แรงดัดสูงสุด และจุดดัดกลับดังสมการ พ - 2 เพียงแต่เปลี่ยนสัมประสิทธิ์ B เป็น A เช่นกัน

พิจารณาที่หน้าตัด 3 - 3 จะได้แรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับดังสมการ พ - 7 เพียงแต่เปลี่ยนสัมประสิทธิ์ A ในสมการ พ - 7 เป็น B

พิจารณาที่หน้าตัด 4 - 4 จะได้แรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับดังสมการ พ - 8 เพียงแต่เปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ A ในสมการ พ - 8 เป็น B

ดังนั้นจะสามารถหาปริมาตรของแรงดัดได้ดังนี้

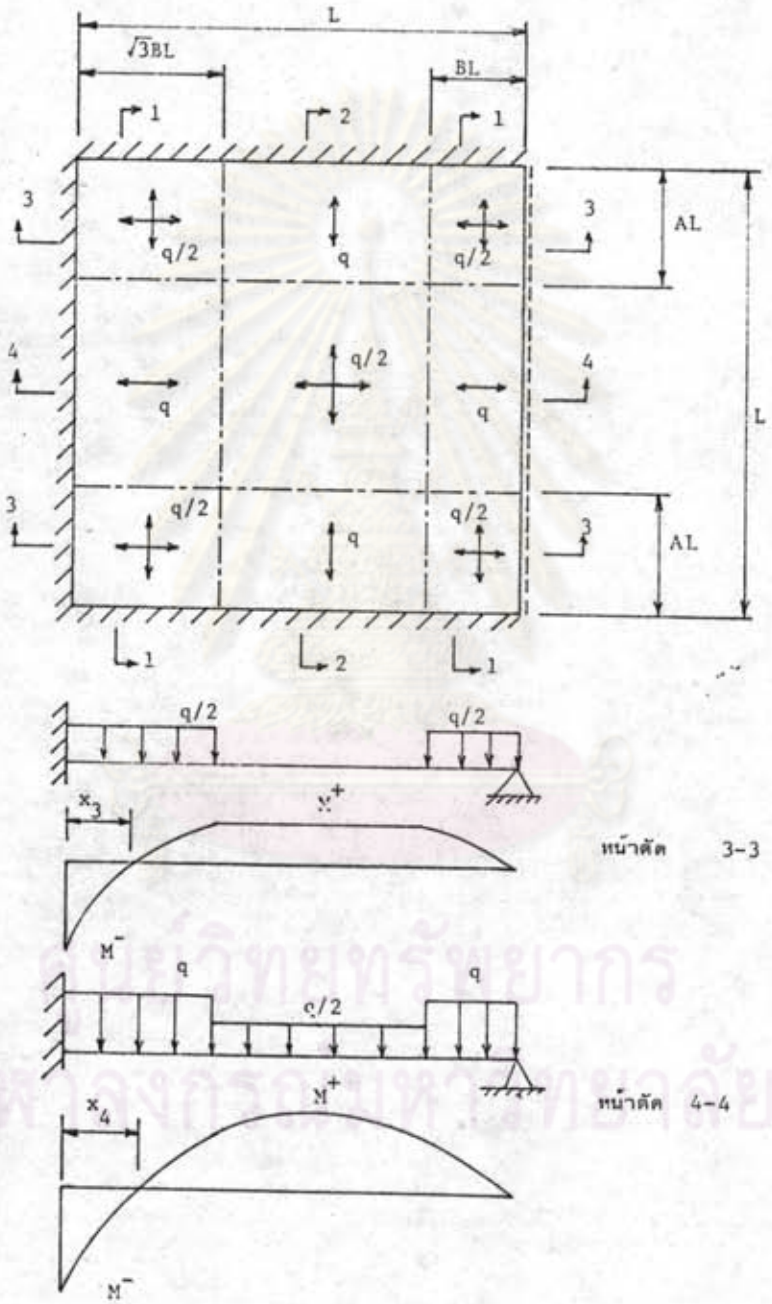
$$VM = \frac{qL^4}{144}\left[\, 7.823 + 9.646\,(X_4 - A) + 12X_2 - 8.196B + 36B^2 + 12A^2 - 19.292AX_4 - 32.785BX_2 + 72B^2X_4 + 48A^2X_2 + 105.415B^3A - 144B^2AX_4 + 55.426BA^3 - 131.138BA^2X_2 \,\right] \qquad (พ\text{-}12)$$

โดย $X_2 = \left[3(1+2A) - \sqrt{36A - 12A^2 - 3}\,\right] / 12$

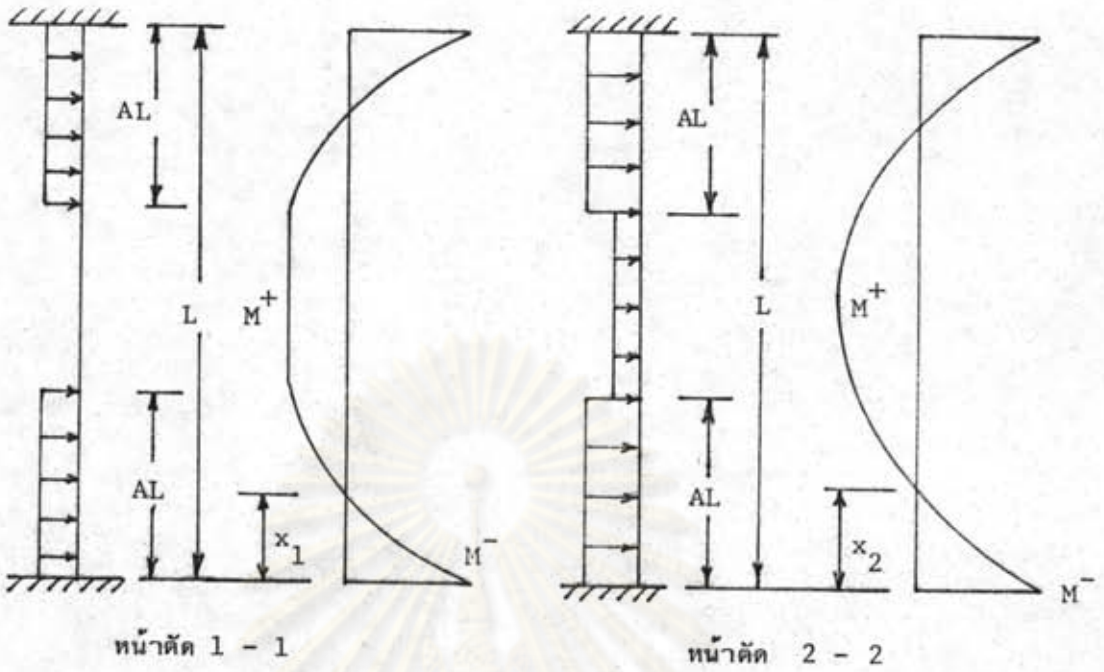
$X_4 = \left[3.464B + 1.268 - \sqrt{8.785B - 4B^2 - 0.536}\,\right] / 4$

จากการวิเคราะห์หาค่า A และ B ซึ่งให้ค่าปริมาตรของแรงดัดน้อยที่สุดจะได้ค่า A และ B ได้ดังนี้

A = 0.3269 และ B = 0.1578



รูปที่ พ - 6 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดที่ 6



หน้าตัด 1 - 1

หน้าตัด 2 - 2

(ต่อ) รูปที่ 6 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดที่ 6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ. 7 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 1

พิจารณารูปที่ พ - 7 ซึ่งเป็นแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีจุดรองรับเป็นแบบยึดหมุน และใช้วิธีการถ่ายน้ำหนักบรรทุก ดังแสดงในรูปที่ พ - 7

พิจารณาที่หน้าตัด 1 - 1 จะหาค่าแรงดัดสูงสุดได้ ดังนี้

$$M^{+} = qB^{2}L_{y}^{2}/4 \qquad (พ - 13)$$

พิจารณาที่หน้าตัด 2 - 2 จะหาค่าแรงดัดสูงสุดได้เท่ากับ

$$M^{+} = qL_{y}^{2}/8 \qquad (พ - 14)$$

พิจารณาที่หน้าตัด 3 - 3 จะหาค่าแรงดัดสูงสุดได้เท่ากับ

$$M^{+} = qB^{2}L_{y}^{2}/4 \qquad (พ - 15)$$

พิจารณาที่หน้าตัด 4 - 4 จะหาค่าแรงดัดสูงสุดได้ดังนี้

$$M^{+} = qB^{2}L_{y}^{2}/2 \qquad (พ - 16)$$

จากสมการ (พ - 13) - (พ - 16) สามารถนำมาหาปริมาตรของแรงดัด ได้ดังนี้

$$VM = 0.25qB^{2}L_{y}^{2}(2BL_{y})\,L_{x} + 0.5qB^{2}L_{y}^{2}(L_{y} - 2BL_{y})\,L_{x}$$

$$+ 0.25qB^{2}L_{y}^{2}(2BL_{y})\,L_{y} + 0.125qL_{y}^{2}(L_{x} - 2BL_{y})L_{y}$$

ถ้ากำหนดให้ $L_{x} = RL_{y}$ ดังนี้

$$VM = 0.25qL_{y}^{4}\left[2(1 - R)B^{3} + 2RB^{2} - B + 0.5R\right] \qquad (พ - 17)$$

หาผลต่างอนุพันธ์ของปริมาตรแรงดัดเทียบกับ B จะได้ดังนี้

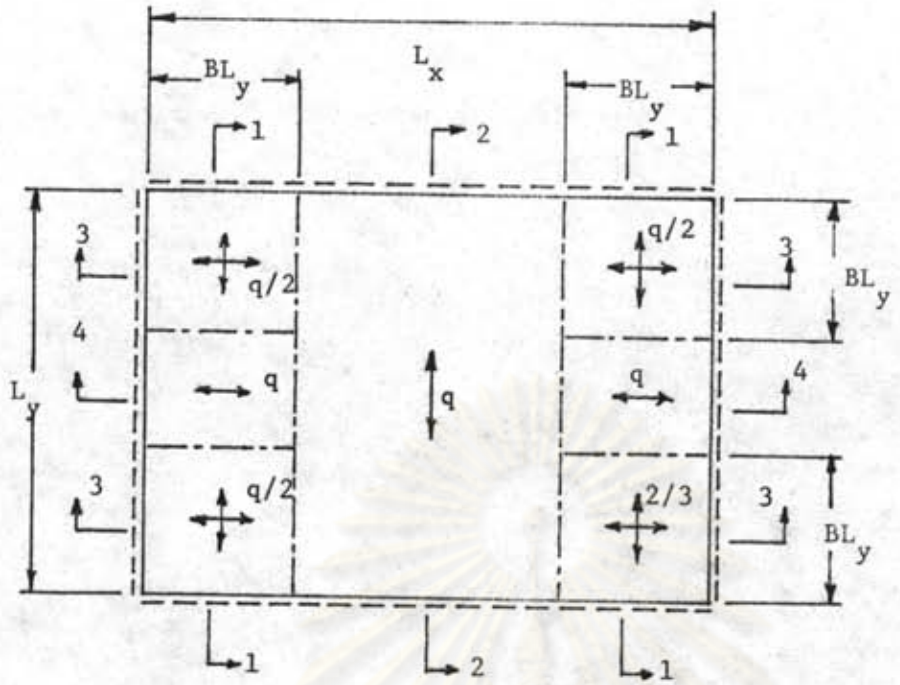
$$\frac{dVM}{dB} = 0.25qL_y^4 \left[6(1 - R) B^2 + 4RB - 1\right] = 0$$

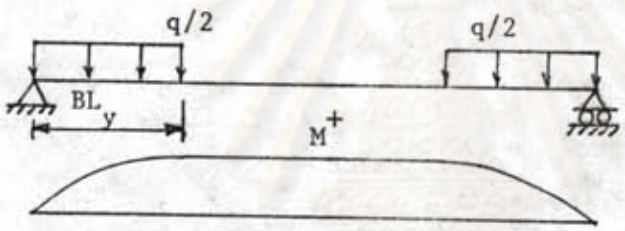
ดังนั้น

$$6(1 - R) B^2 + 4RB - 1 = 0$$

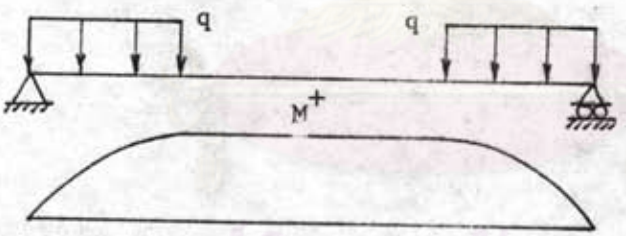
หรือ $$B = \frac{4R - \sqrt{16 R^2 - 24 (R - 1)}}{12(R - 1)}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

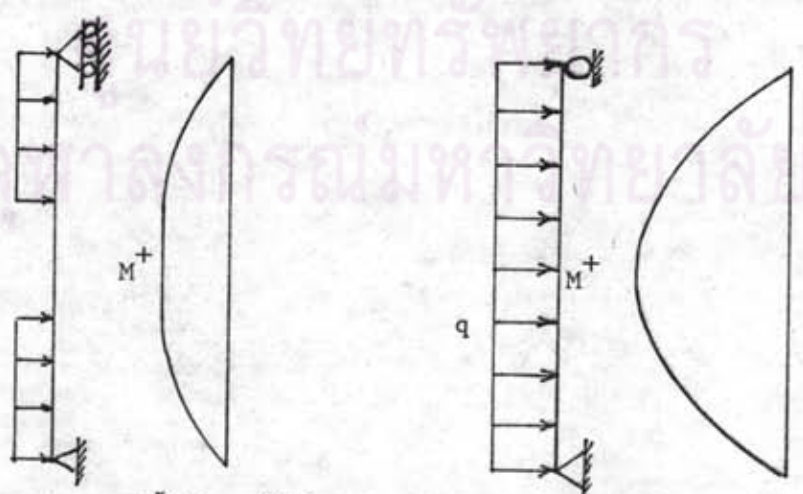




หน้าตัด 3 - 3



หน้าตัด 4 - 4



หน้าตัด 2-2

หน้าตัด 3-3

รูปที่ ผ - 7 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 1

พ. 8 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 2

พิจารณารูปที่ พ.8 ซึ่งเป็นแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีจุดรองรับเป็นแบบยึดแน่น และใช้วิธีการถ่ายน้ำหนักบรรทุกดังแสดงในรูปที่ พ.8

ถ้าใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวกมีค่าเท่ากับสอง

พิจารณาที่หน้าตัดที่ 1 - 1 สามารถหาค่าแรงดัดสูงสุด และจุดดัดกลับได้ดังนี้

$$M^{+} = qB^{2}L_{y}^{2}/12$$

$$M^{-} = qB^{2}L_{y}^{2}/6 \qquad \text{(พ-18)}$$

$$X_{1} = 0.42BL_{y}$$

พิจารณาที่หน้าตัด 2 - 2 สามารถหาค่าแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับได้ดังนี้

$$M^{+} = qL_{y}^{2}/24$$

$$M^{-} = qL_{y}^{2}/12 \qquad \text{(พ-19)}$$

$$X_{2} = 0.21\ L_{y}$$

พิจารณาที่หน้าตัด 3 - 3 สามารถหาค่าแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับตามสมการ พ -18)

พิจารณาที่หน้าตัด 4-4 สามารถหาแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับได้ดังนี้

$$M^{+} = qB^{2}L_{y}^{2}/6$$

$$M^{-} = qB^{2}L_{y}^{2}/3 \qquad \text{(พ-20)}$$

$$X_{4} = 0.42BL_{y}$$

จากสมการ พ - 18 พ - 19 และ พ - 20 สามารถนำมาหาปริมาตรของแรงตัดได้ดังต่อไปนี้

$$VM = qB^2L_y^2 (2BL_yL_x) /12 + qB^2L_y^2 (L_y-2BL_y)L_x/6$$
$$+ qB^2L_y^2 (2BL_y^2) /12 + qL_y^2 (L_x-2BL_y)L_y /24$$
$$+ qB^2L_y^2 (4BL_y)(0.42BL_y)/6 + 2qB^2L_y^2 (L_y-2BL_y)$$
$$(0.42BL_y)/3$$
$$+ qB^2L_y^2 (4BL_y)(0.42BL_y)/6 + 2qL_y^2(L_x-2BL_y)$$
$$(0.21L_y) /12$$

เมื่อรวมเทอมต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยกำหนดให้ $L_x = RL_y$ จะได้ปริมาตรของแรงตัดดังต่อไปนี้

$$VM = qL_y^4 (0.448B^3 - 0.167RB^3 + 0.167RB^2 - 0.154B$$
$$+ 0.077R) \qquad (พ-21)$$

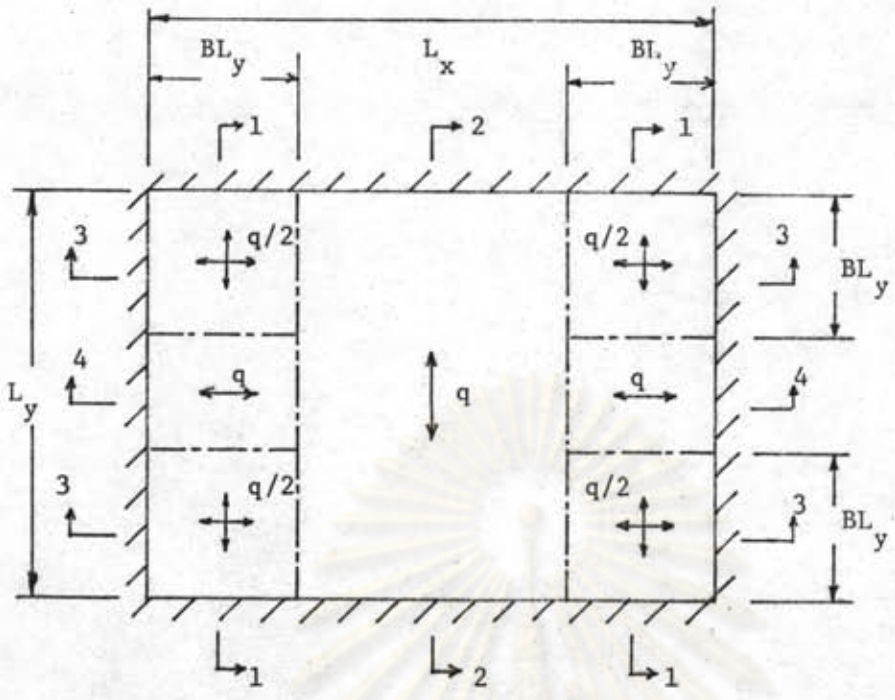
หาผลต่างอนุพันธ์ของปริมาตรของแรงตัดเทียบกับ B ได้ดังนี้

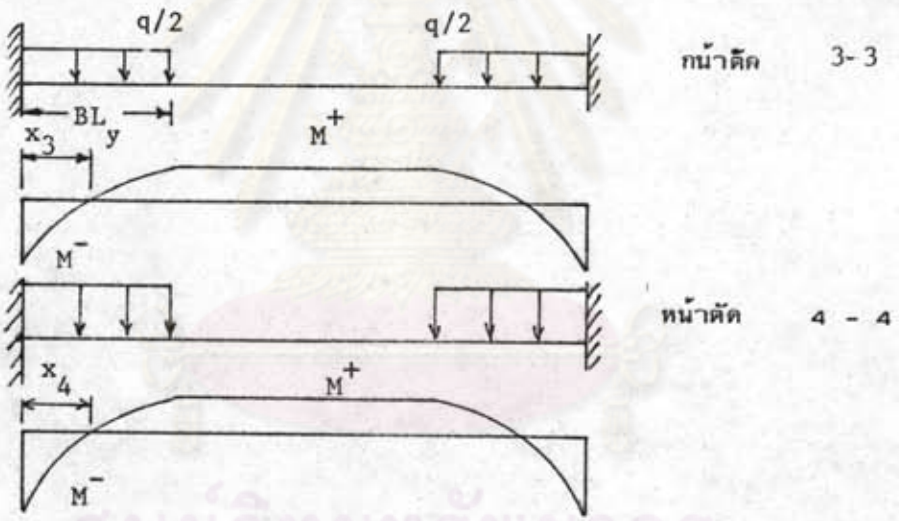
$$\frac{dVM}{dB} = qL_y^4 (1.345B^2 - 0.5RB^2 + 0.333RB - 0.154)$$

ฉะนั้น $(1.345 - 0.5R)B^2 + 0.333RB - 0.154 = 0$

และสามารถหาค่า B ได้ดังนี้

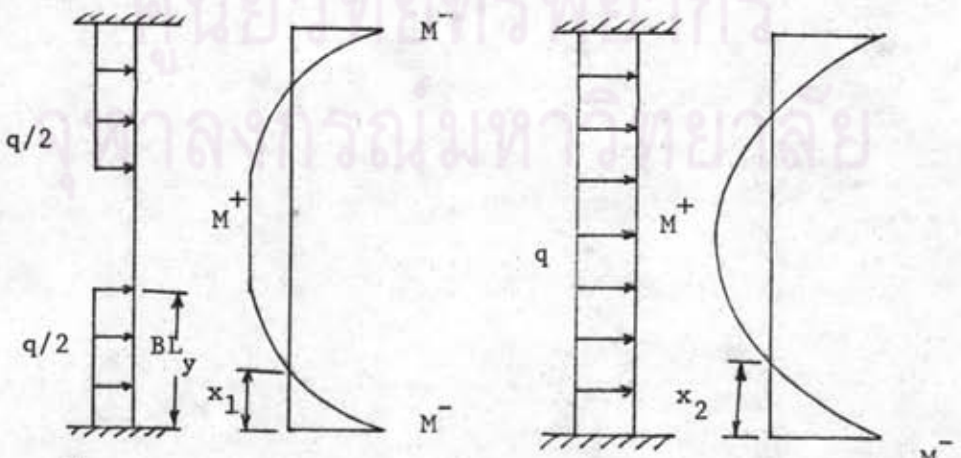
$$B = \frac{-12R + \sqrt{144R^2 - 398.585R + 1072.432}}{96.862 - 36R}$$





หน้าตัด 3-3

หน้าตัด 4 - 4



หน้าตัด 1 - 1

หน้าตัด 2 - 2

รูปที่ ฬ - ๘ แผ่นพื้นสี่เหลี่ยม ผืนผ้าชนิดที่ 2

พ. 9 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 3

พิจารณารูปที่ พ-9 ซึ่งเป็นแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีที่รองรับเป็นแบบยึดแน่น 1 ด้าน ด้านที่เหลือเป็นที่รองรับแบบยึดหมุน โดยที่รองรับแบบยึดแน่นอยู่บนด้านยาวของแผ่นพื้น ดังแสดงในรูปที่ พ - 9

ถ้าใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวกมีค่า เท่ากับสอง

พิจารณาที่หน้าตัด 1 - 1 ค่าแรงดัดสูงสุด และจุดดัดกลับ มีค่าดังนี้

$$M^{+} = qA^{2}L_{y}^{2}/4$$

$$M^{-} = qA^{2}L_{y}^{2}/2 \qquad (พ-22)$$

$$X_{1} = 0.732AL_{y}$$

พิจารณาที่หน้าตัด 2 - 2 ค่าแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับมีค่าดังนี้

$$M^{+} = 0.067qL_{y}^{2}$$

$$M^{-} = 0.134qL_{y}^{2} \qquad (พ-23)$$

$$X_{2} = 0.268L_{y}$$

พิจารณาที่หน้าตัด 3 - 3 ค่าแรงดัดสูงสุด ซึ่งมีค่าดังนี้

$$M^{+} = qB^{2}L_{x}^{2}/4 \qquad (พ-24)$$

พิจารณาที่หน้าตัด 4 - 4 ค่าแรงดัดสูงสุด จะมีเท่ากับ

$$M^{+} = qB^{2}L_{x}^{2}/2 \qquad (พ-25)$$

จากสมการ (พ-22) - (พ-25) สามารถหาปริมาตรของแรงดัดได้ดังนี้

$$VM = qA^{2}L_{y}^{2}(2BL_{x}L_{y})/4 + 0.067qL_{y}^{2}(L_{x}-2BL_{x})L_{y}$$

$$+ \; qB^2L_x^2 \, (2.732AL_yL_x)/4 + qB^2L_x^2 \, (L_y - 2.732AL_y)L_x \, /2$$

$$+ \; qA^2L_y^2(2BL_x) \; (0.268L_y)/2 + 0.067qL_y^2 \; (L_x - 2BL_x)(0.268L_y)$$

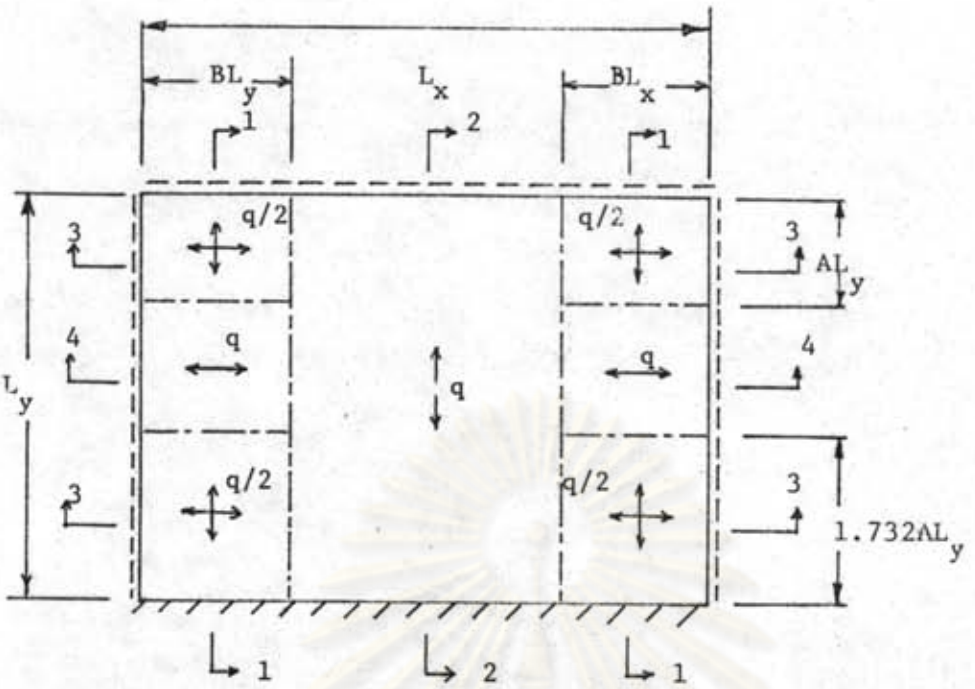
ถ้ากำหนดให้ $L_x = RL_y$ จะได้

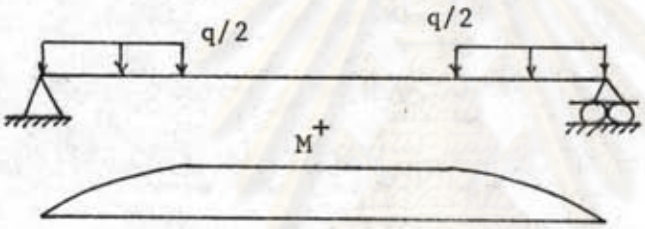
$$VM = \frac{qL_y^4}{4} \left[B^2R^3 \, (2-2.732A) + 2A^2BR \; 2A^2BR \, (1 + 5.464A) \right.$$

$$\left. 0.412R \, (1 - 2B) \right. \qquad \text{(ฬ-26)}$$

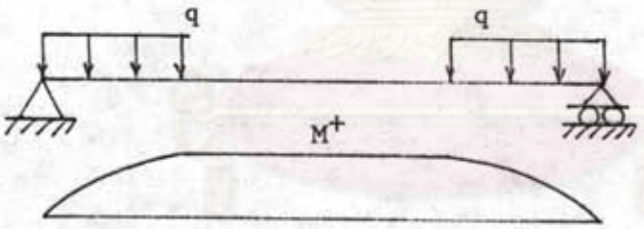
ตารางที่ ก-1 การวิเคราะห์หาค่า A กับ B ที่ให้ปริมาตรของแรงดัดต่ำสุด

L_x/L_y	A	B
1.01	0.0896	0.2232
1.1	0.0896	0.1881
1.2	0.0896	0.1581
1.3	0.0896	0.1347
1.4	0.0896	0.1162
1.5	0.0896	0.1012
1.6	0.0896	0.0889
1.7	0.0896	0.0788
1.8	0.0896	0.0703
1.9	0.0896	0.0631
2.0	0.0896	0.0569

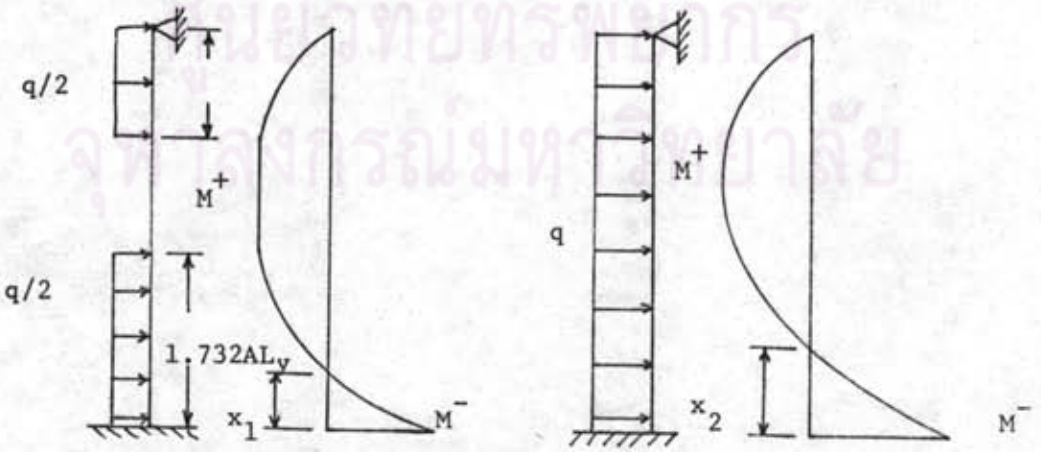




หน้าตัด 3 - 3



หน้าตัด 4 - 4



หน้าตัด 1 - 1 หน้าตัด หน้าตัด 2 - 2

รูปที่ ฬ - 9 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 3

พ.10 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 4

พิจารณารูปที่ พ - 10 ซึ่งเป็นแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีที่รองรับเป็นแบบยึดแน่น 1 ด้าน ด้านที่เหลือเป็นที่รองรับแบบยึดหมุนโดยที่รองรับแบบยึดแน่นอยู่บนด้านสั้นของแผ่นพื้นดังแสดงในรูปที่ พ - 10

ถ้าใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบ ต่อแรงดัดบวก มีค่าเท่ากับสอง

พิจารณาที่หน้าตัด 1-1 ค่าแรงดัดสูงสุด มีค่าเท่ากับ

$$M^{+} = qA^{2}L_{y}^{2} / 8 \qquad (พ-27)$$

พิจารณาที่หน้าตัด 2 - 2 ค่าแรงดัดสูงสุด มีค่าเท่ากับ

$$M^{+} = qL_{y}^{2} /8 \qquad (พ-28)$$

พิจารณาที่หน้าตัด 3 - 3 ค่าแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับ มีค่าดังนี้

$$M^{+} = qB^{2}L_{x}^{2} / 4$$

$$M^{-} = qB^{2}L_{x}^{2} / 2 \qquad (พ-29)$$

$$X_{3} = 0.732\ BL_{x}$$

พิจารณาที่หน้าตัด 4 - 4 ค่าแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับ มีค่าดังนี้

$$M^{+} = qB^{2}L_{x}^{2} /2$$

$$M^{-} = qB^{2}L_{x}^{2} \qquad (พ-30)$$

$$X_{4} = 0.732\ BL_{x}$$

จากสมการ (พ - 27) - (พ - 30) สามารถหาปริมาตรของแรงดัดได้ดังนี้

$$VM = qA^2L_y^2\,(2.732BL_xL_y)/4 + qL_y^2(L_x-2.732BL_x)L_y\,/8$$

$$+ qB^2L_x^2\,(2AL_yL_x)\,/4 + qB^2L_x^2\,(L_y-2AL_y)L_x\,/2$$

$$+ qB^2L_x^2\,(2AL_y)(0.732BL_x)\,/2 + qB^2L_x^2\,(L_y-2AL_y)$$

$$(0.732BL_x)$$

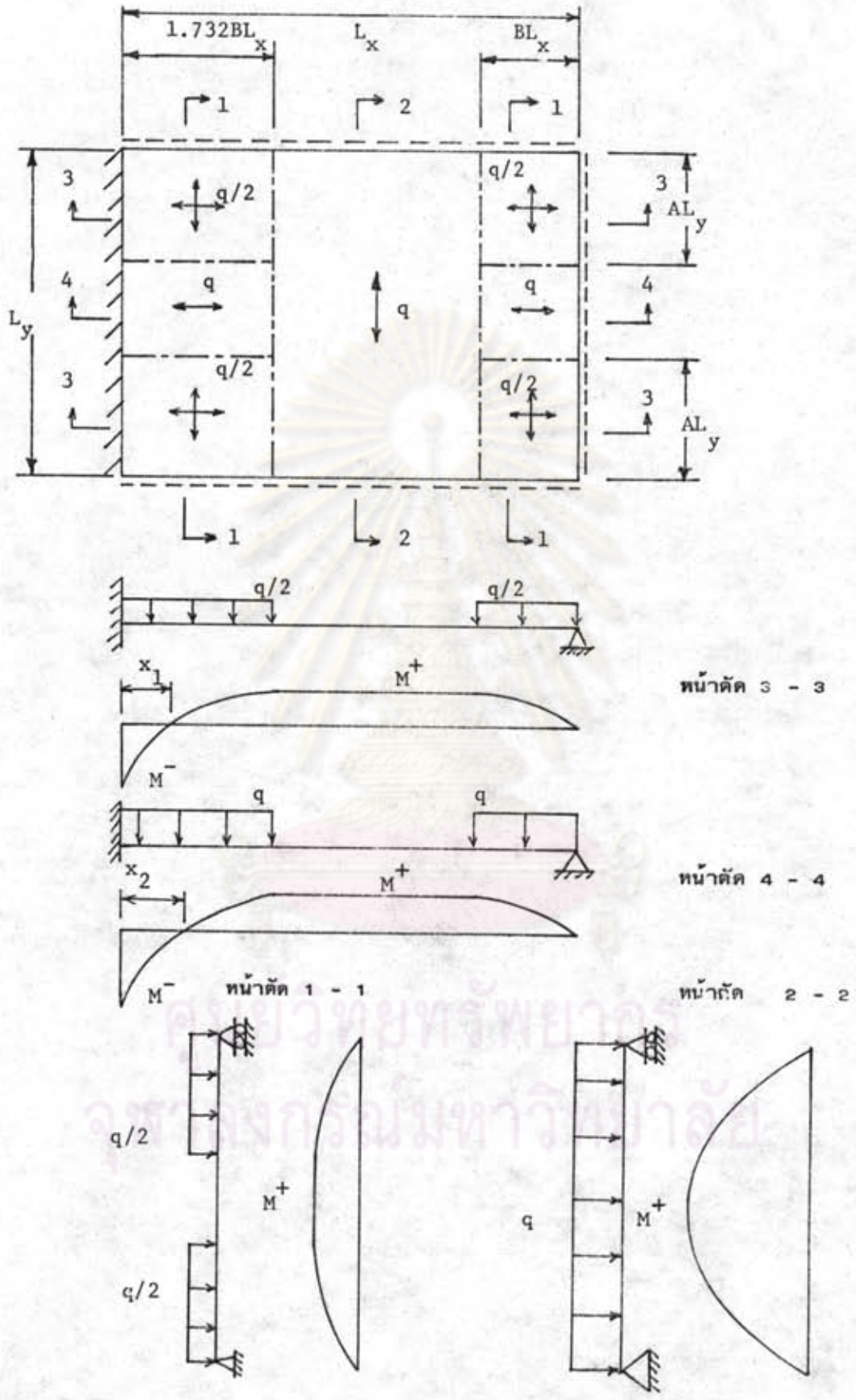
ถ้ากำหนดให้ $L_x = RL_y$ ดังนั้น จะได้ปริมาตรของแรงดัดดังนี้

$$VM = \frac{qL_y^4}{8}\left[-4AB^2R^2 + 4B^2R^3 + 5.464A^2BR + R - 2.732BR\right.$$

$$\left. - 5.856AB^3R^3 + 5.856B^3R^3\right]$$

ตารางที่ ก-2 การวิเคราะห์หาค่า A กับ B ที่ให้ปริมาตรของแรงดัดต่ำสุด

L_x/L_y	A	B
1.01	0.1220	0.2453
1.1	0.1236	0.2128
1.2	0.1250	0.1863
1.3	0.1263	0.1645
1.4	0.1273	0.1462
1.5	0.1284	0.1308
1.6	0.1293	0.1177
1.7	0.1301	0.1064
1.8	0.1308	0.0966
1.9	0.1314	0.0881
2.0	0.1320	0.0806



รูปที่ ฬ - 10 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 4

พ.11 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 5

พิจารณารูปที่ พ - 11 ซึ่งเป็นแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีที่รองรับแบบยึดแน่น 2 ด้านอยู่ประชิดกัน ด้านที่เหลือเป็นที่รองรับแบบยึดหมุน ถ้าใช้การแบ่งพื้นที่การถ่ายน้ำหนักบรรทุกดังแสดงในรูปและใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบ ต่อแรงดัดบวกมีค่าเท่ากับสอง

พิจารณาที่หน้าตัด 1 - 1 2 - 2 3 - 3 และ 4 - 4 สามารถหาแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับได้ดังสมการ พ - 22 พ - 23 พ - 30 ตามลำดับ จากสมการดังกล่าวสามารถหาปริมาตรของแรงดัดได้ดังนี้

$$VM = qA^2L_y^2(2.732BL_xL_y)/4 + qA^2L_y^2\,(2.732BL_x)(0.732AL_y)/2$$

$$+ 0.067qL_y^3\,(1 - 2.732B) + 0.134qL_y^2\,(0.268L_y)(1-2.732B)L_x$$

$$+ qB^2L_x^3(2.732AL_y)/4 + qB^2L_x^2\,(2.732AL_y)(0.732BL_y)/2$$

$$+ qB^2L_x^3L_y(1-2.732A)/2 + qB^2L_x^2\,(0.732BL_x)(1-2732A)L_y$$

ถ้ากำหนดให้ $L_x = RL_y$ เมื่อรวมเทอมต่าง ๆ เข้าด้วยกันจะได้ปริมาตรของแรงดัดดังนี้

$$VM = \frac{qL_y^4}{4}(2R^3B^2 - 2.732R^3AB^2 + 2.732RA^2B + 0.412R - 1.124RB$$

$$+ 4RA^3B - 4R^3AB^3 + 2.928R^3B^3) \qquad (พ-32)$$

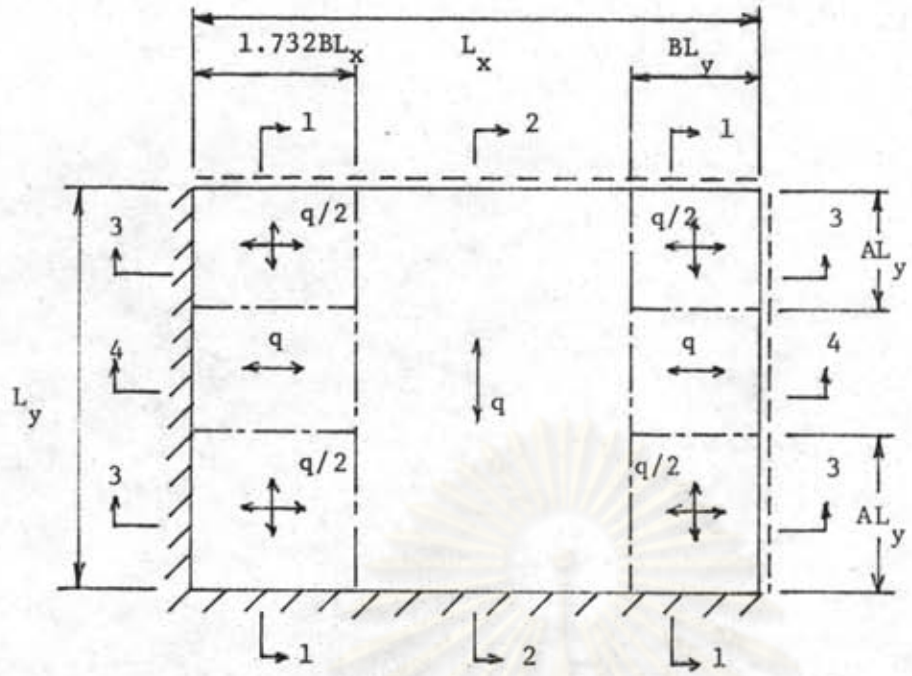
ตารางที่ ก-3 การวิเคราะห์หาค่า A กับ B ที่ให้ปริมาตรของแรงดัดต่ำสุดมีค่าดังนี้

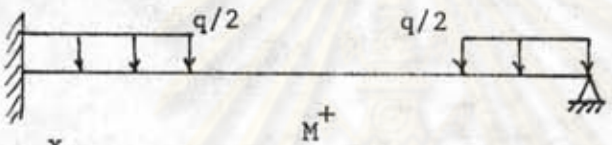
L_x/L_y	A	B
1.01	0.1144	0.2172
1.1	0.1156	0.1879
1.2	0.1167	0.1641

(ต่อ) ตารางที่ ก-3 การวิเคราะห์หาค่า A กับ B ที่ให้ปริมาตรของแรงดัดต่ำสุด

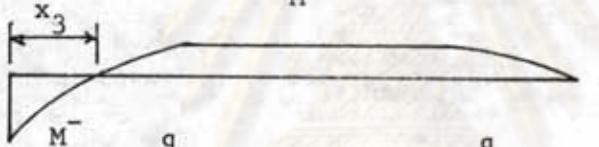
L_x/L_y	A	B
1.3	0.1176	0.1445
1.4	0.1184	0.1284
1.5	0.1191	0.1144
1.6	0.1197	0.1027
1.7	0.1203	0.0927
1.8	0.1209	0.0841
1.9	0.1213	0.0765
2.0	0.1218	0.0700

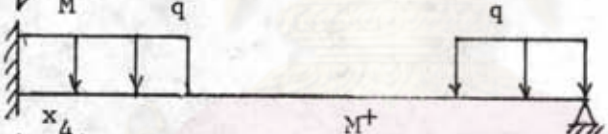
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



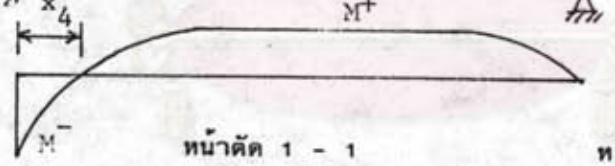


หน้าตัด 3 -3



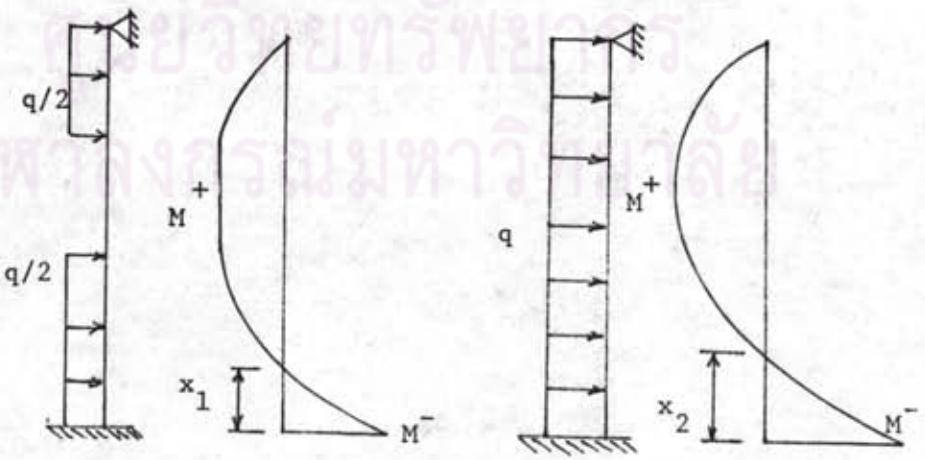


หน้าตัด 4 - 4



หน้าตัด 1 - 1

หน้าตัด 2 - 2



รูปที่ พ - 11 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 5

พ.12 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 6

พิจารณาที่รูป พ - 12 ซึ่งเป็นแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีที่รองรับแบบยึดแน่น 2 ด้าน อยู่ตรงกันข้ามกันโดยอาศัยด้านสั้นของแผ่นพื้น ด้านที่เหลือเป็นแบบยึดหมุน ถ้าใช้ลักษณะการถ่ายน้ำหนักบรรทุกดังแสดงในรูป และใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวกมีค่าเท่ากับสอง

พิจารณาที่หน้าตัด 1 - 1 และ 2 - 2 สามารถหาแรงดัดสูงสุดได้ดังสมการ พ-27 และ พ-28 ตามลำดับ พิจารณาที่หน้าตัด 3 - 3 สามารถหาแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับได้ดังต่อไปนี้

$$M^{+} = qB^{2}L_{x}^{2} / 12$$

$$M^{-} = qB^{2}L_{x}^{2} / 6 \qquad \text{(พ-33)}$$

$$X_{3} = 0.42BL_{x}$$

พิจารณาที่หน้าตัด 4 - 4 สามารถหาแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับได้ดังต่อไปนี้

$$M^{+} = qB^{2}L_{x}^{2} / 6$$

$$M^{-} = qB^{2}L_{x}^{2} / 3 \qquad \text{(พ-34)}$$

$$X_{4} = 0.42BL_{x}$$

จากสมการ พ - 27 พ - 28 พ - 33 และ พ - 34 สามารถหาปริมาตรของแรงดัดได้ดังนี้

$$VM = qA^{2}L_{y}^{3}(2BL_{x})/4 + qL_{y}^{3}(L_{x} - 2BL_{x})/8 + qB^{2}L_{x}^{3}(2AL_{y})/12$$

$$+ qB^{2}L_{x}^{3}(L_{y} - 2AL_{y})/6 + 2qB^{2}L_{x}^{2}(0.42BL_{x})(2AL_{y})/6$$

$$+ 2qB^{2}L_{x}^{2}(L_{y} - 2AL_{y})(0.42BL_{x})/3$$

ถ้ากำหนดให้ $L_x = RL_y$ เมื่อรวมเทอมต่าง ๆ เข้าด้วยกันปริมาตรของแรงตัดมีค่าดังนี้

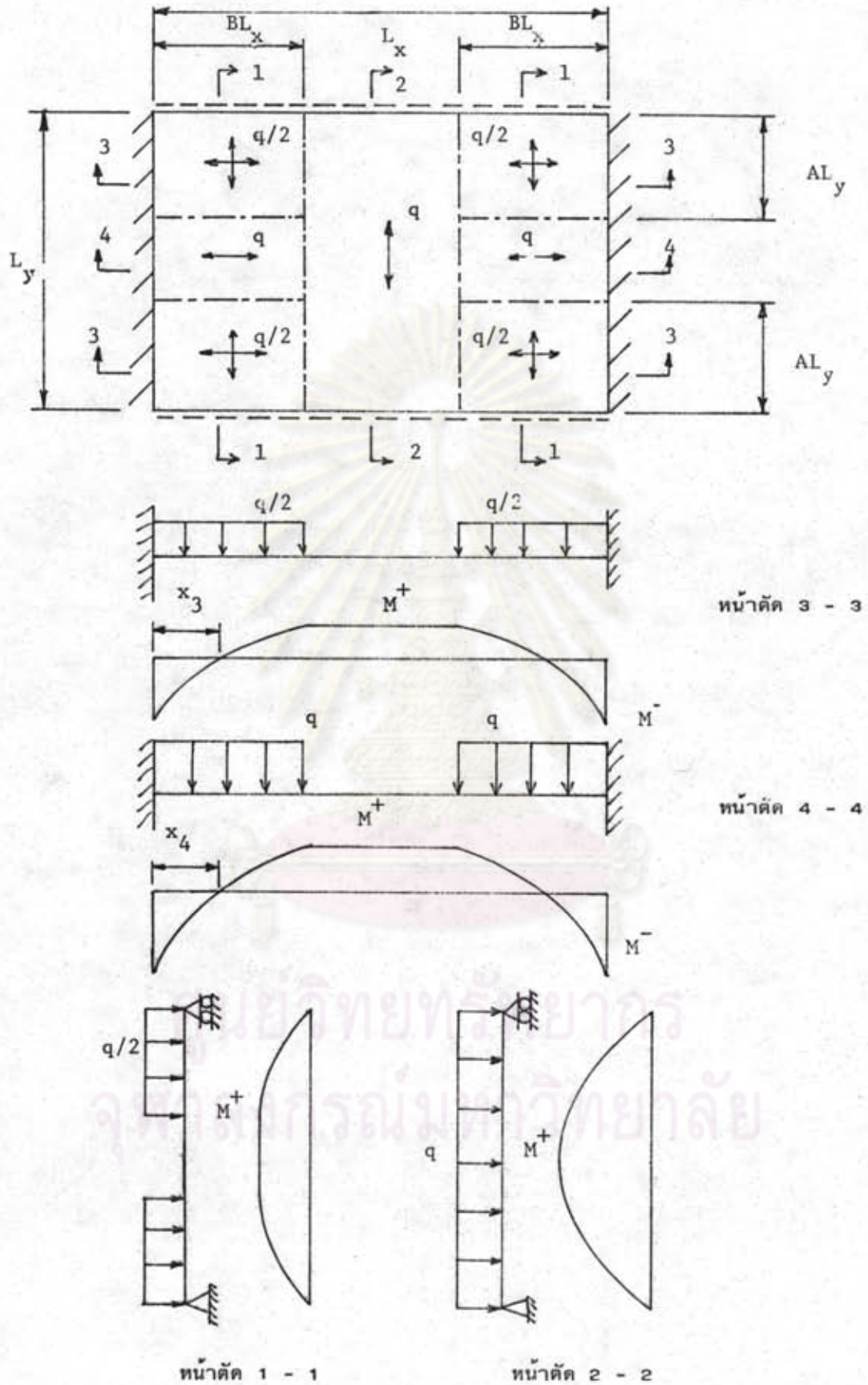
$$VM = \frac{qL_y^4}{72}\left[12R^3B^2(1-A)+18RB(2A^2-1)+9R+20.28R^3B^3(1-A)\right]$$

(ก-35)

ตารางที่ ก-4 การวิเคราะห์หาค่า A และ B ที่ให้ค่าปริมาตรของแรงตัดต่ำสุด

L_x/L_y	A	B
1.01	0.1142	0.4062
1.1	0.1158	0.3577
1.2	0.1172	0.3177
1.3	0.1186	0.2843
1.4	0.1198	0.2560
1.5	0.1210	0.2318
1.6	0.1221	0.2109
1.7	0.1231	0.1928
1.8	0.1240	0.1768
1.9	0.1249	0.1628
2.0	0.1258	0.1504

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ พ - 12 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 6

พ.13 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 7

พิจารณารูปที่ พ - 13 ซึ่งเป็นแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีที่รองรับแบบยึดแน่น 2 ด้าน อยู่ตรงกันข้ามกันโดยอยู่บนด้านยาวของแผ่นพื้น ด้านที่เหลือเป็นแบบยึดหมุน ถ้าใช้ลักษณะการถ่ายน้ำหนักบรรทุกดังแสดงในรูป และใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวก มีค่าเท่ากับสอง

พิจารณาที่หน้าตัด 1 - 1 สามารถหาค่าแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับได้ดังนี้

$$M^{+} = qA^{2}L_{y}^{2} / 12$$

$$M^{-} = qA^{2}L_{y}^{2} / 6 \qquad \text{(พ-36)}$$

$$X_{1} = 0.423\, AL_{y}$$

พิจารณาที่หน้าตัด 2-2 สามารถหาค่าแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับได้ดังนี้

$$M^{+} = qL_{y}^{2} /24$$

$$M^{-} = qL_{y}^{2} /12 \qquad \text{(พ-37)}$$

$$X_{2} = 0.211L_{y}$$

พิจารณาที่หน้าตัด 3 - 3 และ 4-4 สามารถหาค่าแรงดัดสูงสุดได้ดังสมการ พ-24 และ พ-25 ตามลำดับ จากสมการ พ - 36 พ - 37 พ - 24 และ พ - 25 สามารถหาปริมาตรของแรงดัด ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$VM = qA^{2}L_{y}^{3}\,(2BL_{x})/12 + 2qA^{2}L_{y}^{2}\,(0.423AL_{y})(2BL_{x})$$

$$+ qL_{y}^{3}\,(L_{x} - 2BL_{x})/24 + 2qL_{y}^{2}\,(0.211L_{y})(L_{x} - 2BL_{x})/12$$

$$+ qB^{2}L_{x}^{3}\,(2AL_{y})/4 + qB^{2}L_{x}^{3}\,(L_{y} - 2AL_{y})\,/2$$

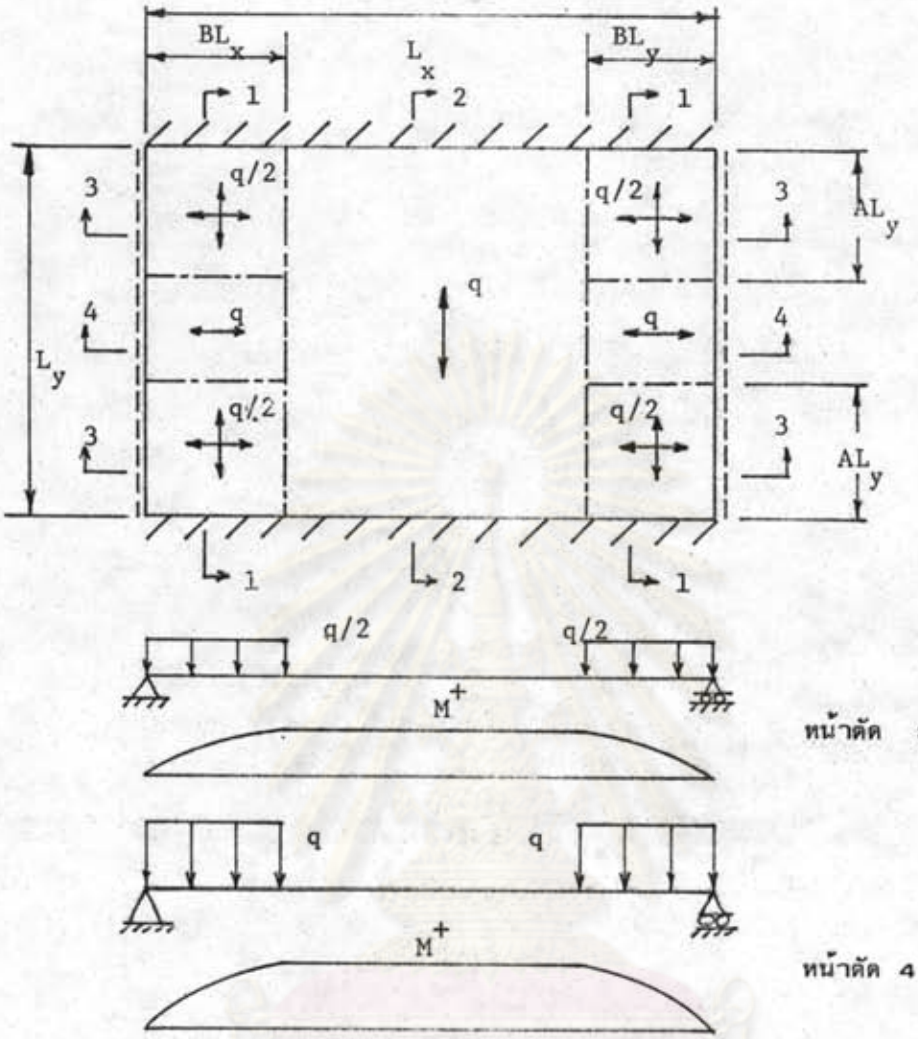
ถ้ากำหนดให้ $L_x = RL_y$ เมื่อรวมเทอมต่าง ๆ เข้าด้วยกัน สมการของปริมตรของแรงดัดจะมีค่าดังนี้

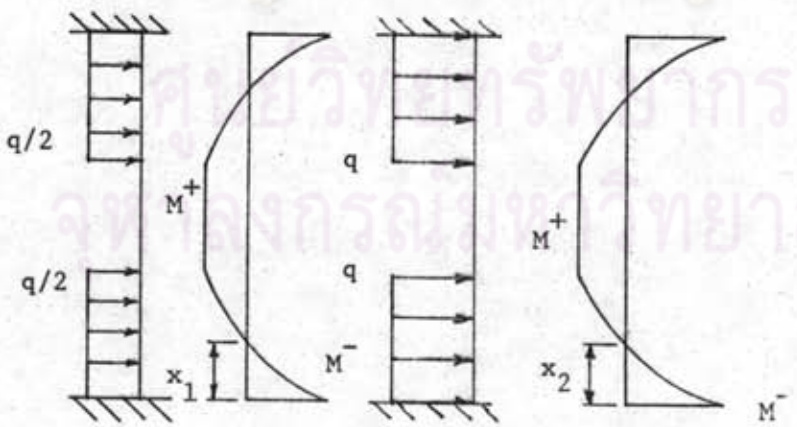
$$VM = \frac{qL_y^4}{72}\left[36R^3B^2(1-A)+12RA^2B + 5.536R(1-2B)+20.287RA^3B\right] \quad (ฆ-3ธ)$$

ตารางที่ ก-5 การวิเคราะห์หาค่า A และ B ที่ให้ค่าปริมาตรของแรงดัดต่ำสุด

L_x/L_y	A	B
1.01	0.1835	0.1793
1.1	0.1835	0.1482
1.2	0.1835	0.1245
1.3	0.1835	0.1061
1.4	0.1836	0.0915
1.5	0.1836	0.0797
1.6	0.1837	0.0701
1.7	0.1837	0.0621
1.8	0.1837	0.0554
1.9	0.1837	0.0497
2.0	0.1837	0.0448

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ พ - 13 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 7

พ. 14 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 8

พิจารณารูปที่ พ - 14 ซึ่งเป็นแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีที่รองรับแบบยึดหมุน 1 ด้าน อยู่ในด้านยาวของแผ่นพื้นด้านที่เหลือเป็นที่รองแบบยึดแน่น ถ้าใช้ลักษณะการถ่ายน้ำหนักบรรทุกดังแสดงในรูป และใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวกมีค่าเท่ากับสอง

พิจารณาที่หน้าตัด 1 - 1 2 - 2 3 - 3 และ 4 - 4 สามารถหาค่าแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับได้ดังสมการ พ -22 พ - 23 พ - 33 และ พ - 34 ตามลำดับ และจากสมการดังกล่าว สามารถหาปริมาตรของแรงดัดได้สมการต่อไปนี้

$$VM = qA^2L_y^3\,(2BL_x)/4 + qA^2L_y^2\,(0.732AL_y)(2BL_x)$$

$$+\ 0.067qL_y^3(L_x-2BL_x) + 0.134qL_y^2(0.268L_y)(L_x-2BL_x)$$

$$+\ qB^2L_x^2\ (\ 2.732AL_y)/12+2qB^2L_x^2\ (0.42BL_x)(2.732L_y)/6$$

$$+\ qB^2L_x^3\ (L_y-2.732AL_y)/6 + 2qB^2L_x^2\ (0.42BL_x)(L_y-2.732AL_y)/3$$

ถ้ากำหนดให้ $L_X = RL_y$ และรวมเทอมต่าง ๆ เข้าด้วยกันสมการปริมาตรของแรงดัด จะมีค่าดังนี้

$$\frac{VM}{\frac{qL_y^4}{36}} = \left[\,3R^2B^2-(2-2.732A+9R(2A^2B+0.412-0.823B)\right.$$

$$\left.+\ 8R^3B^3\ (1.268-1.732D)+0.732RA^3B\,\right] \qquad (พ-39)$$

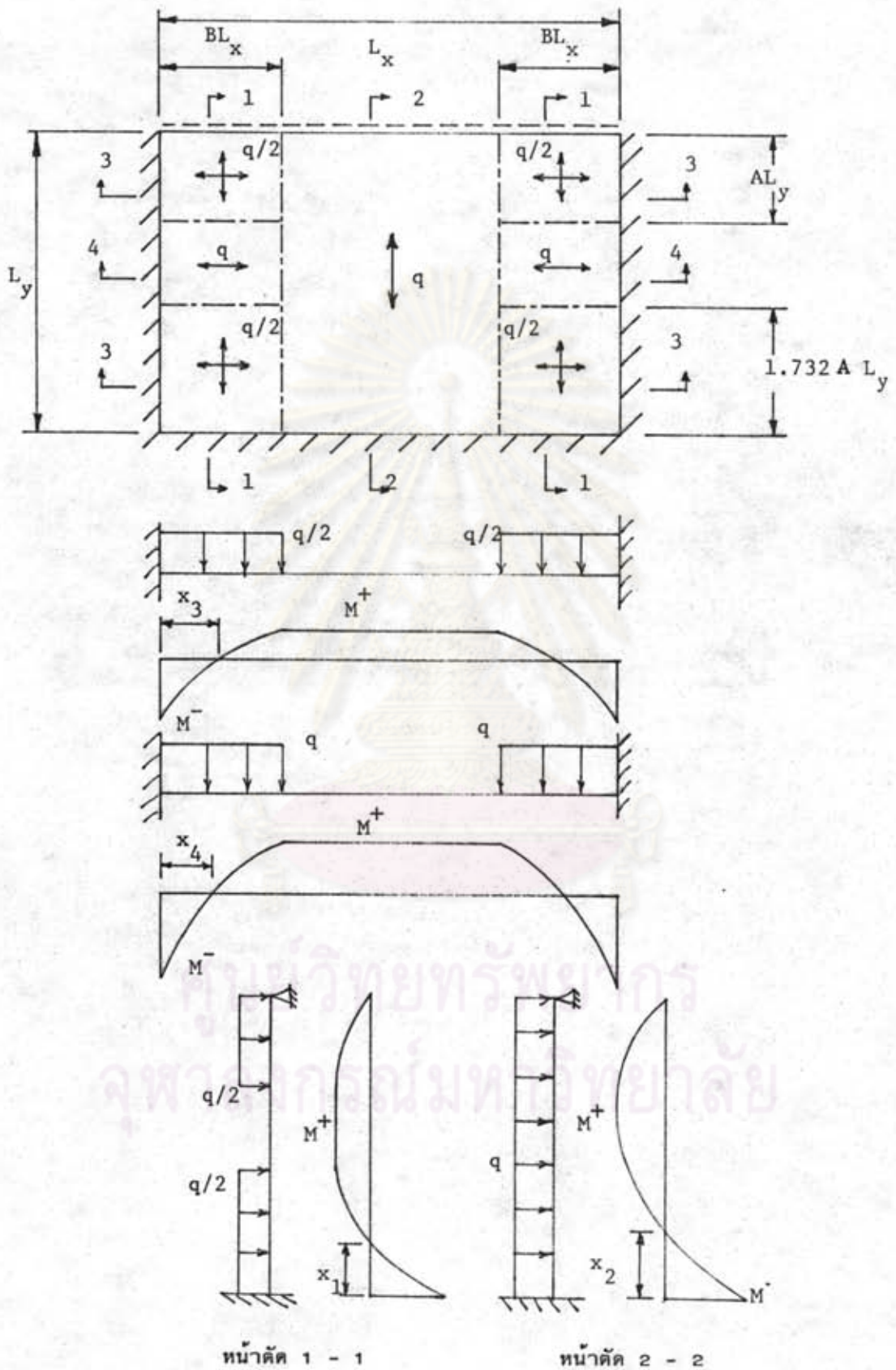
ตารางที่ ก -6 การวิเคราะห์หาค่า A และ B ที่ให้ค่าปริมาตรของแรงดัดออกมาต่ำสุดมีค่าดังนี้

L_x/L_y	A	B
1.01	0.1371	0.3726
1.1	0.1391	0.3277
1.2	0.1410	0.2599

(ต่อ) ตารางที่ ก—6 การวิเคราะห์หาค่า A กับ B ที่ให้ปริมาตรของแรงตัดต่ำสุด

L_x/L_y	A	B
1.3	0.1427	0.2599
1.4	0.1442	0.2337
1.5	0.1456	0.2214
1.6	0.1471	0.1922
1.7	0.1483	0.1754
1.8	0.1494	0.1608
1.9	0.1505	0.1479
2.0	0.1590	0.1390

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ พ - 14 แผ่นพื้นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 8

พ.15 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 9

พิจารณารูปที่ พ - 15 ซึ่งเป็นแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีที่รองรับแบบยึดหมุน 1 ด้าน อยู่ในด้านสั้นของแผ่นพื้น ด้านที่เหลือเป็นที่รองรับแบบยึดแน่น ถ้าใช้ลักษณะการถ่ายน้ำหนักบรรทุกดังแสดงในรูป และใช้อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวกมีค่าเท่ากับสอง

พิจารณาหน้าตัด 1 - 1 2 - 2 3- 3 และ 4 - 4 สามารถหาค่าแรงดัดสูงสุดและจุดดัดกลับได้ดังสมการ พ - 36 พ - 37 พ - 29 และ พ - 30 ตามลำดับ และจากสมการดังกล่าว สามารถหาปริมาตรของแรงดัดได้ดังสมการต่อไปนี้

$$VM = qA^2L_y^3 (2.732BL_x)/12 + 2qA^2L_y^2 (0.423AL_y)(2.732BL_x)$$

$$+ qL_y^3(L_x - 2.732BL_x)/24 + 2qL_y^2(0.211L_y)(L_x - 2.732BL_x)/12$$

$$+ qB^2L_x^3(2AL_y)/4 + qB^2L_x^2(0.732BL_x)(2AL_y)/2$$

$$+ qB^2L_x^3 (L_y - 2AL_y)/2 + qB^2L_x^2(0.732BL_x)(L_y - 2AL_y)$$

ถ้ากำหนดให้ $L_x = RL_y$ และรวมเทอมต่าง ๆ เข้าด้วยกัน สมการปริมาตรของแรงดัดจะมีค่าดังนี้

$$VM = \frac{qL_y^4}{72} \left[36R^3B^2(1-A) + RA^2B (16.392 + 27.713Q) + 5.536R \right.$$

$$\left. - 15.124 RB + 52.708R^2B^3 (1-A) \right] \qquad (พ-40)$$

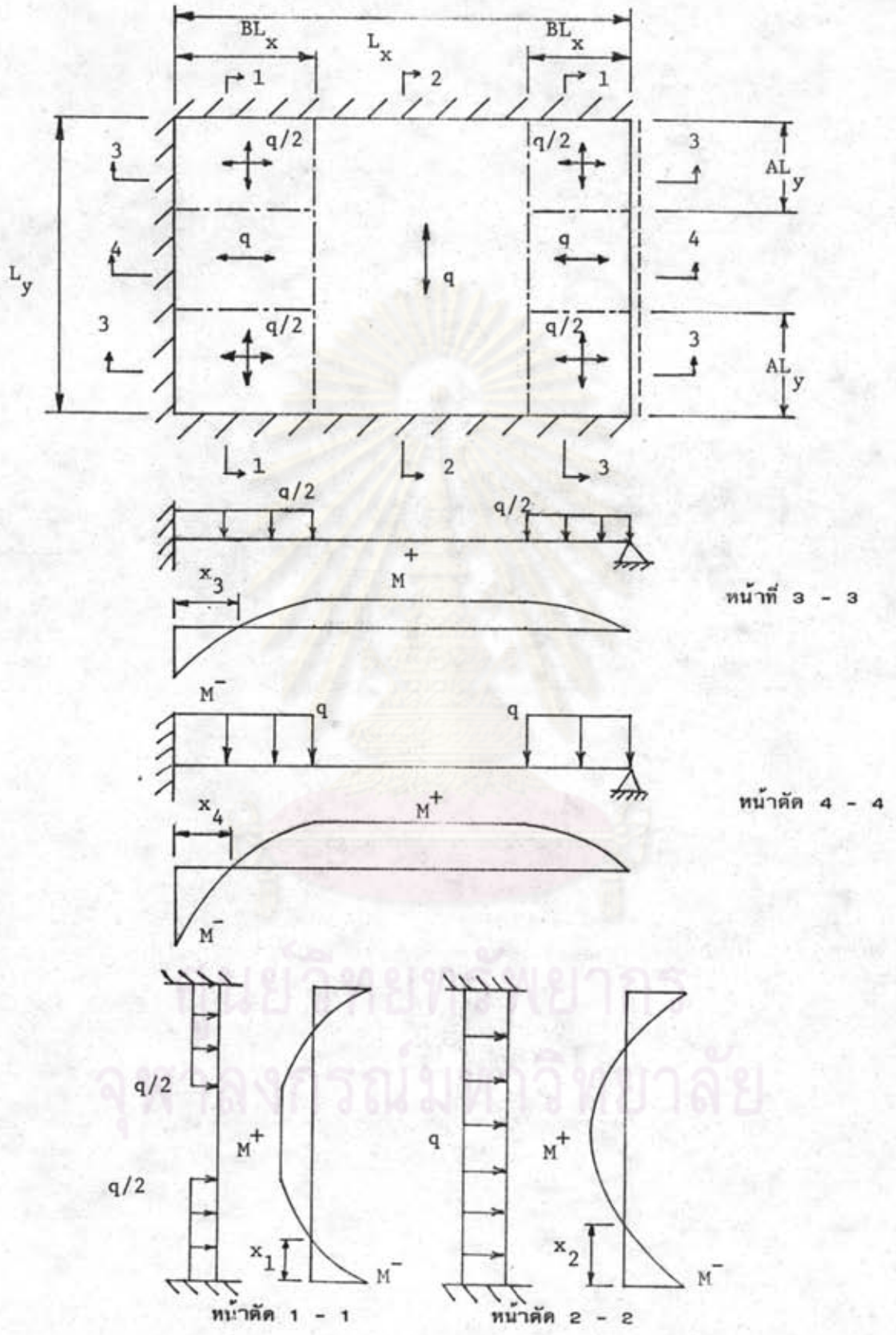
ตารางที่ ก-7 การวิเคราะห์หาค่า A และ B ที่ให้ค่าปริมาตรของแรงดัดต่ำสุด

L_x/L_y	A	B
1.01	0.1693	0.1753
1.1	0.1708	0.1509
1.2	0.1720	0.1311
1.3	0.1732	0.1150

(ต่อ) ตารางที่ ก- 7 การวิเคราะห์หาค่า A กับ B ที่ให้ปริมาตรของแรงตัดต่ำสุด

L_x/L_y	A	B
1.4	0.1742	0.1016
1.5	0.1749	0.0904
1.6	0.1759	0.0809
1.7	0.1766	0.0728
1.8	0.1771	0.0659
1.9	0.1777	0.0598
2.0	0.1781	0.0545

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ พ - 15 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าชนิดที่ 9

พ. 16 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมที่มีขอบอิสระ 1 ด้าน

พิจารณารูป พ – 16 ซึ่งเป็นแผ่นพื้นที่มีขอบอิสระ 1 ด้าน ด้านที่เหลือเป็นที่รองรับแบบยึดแน่น

ในกรณีที่ใช้ แถบแข็งแกร่งบริเวณขอบอิสระมีความกว้างเท่ากับ S และใช้การแบ่งน้ำหนักบรรทุกตามรูป พ – 16

เมื่อพิจารณาหน้าตัด 4 - 4 สามารถหาค่าแรงดัด และจุดดัดกลับได้ดังนี้

$$M^{+} = kqbL_x (L_y - 1.5L_x + 0.5kbL_x)$$

$$M^{-} = kqs \quad (L_x - 0.5\ S) - 0.5qb^2L_x^2 \qquad (พ- 41)$$

$$X_4 = (1 - k)bL_x$$

$$K = \frac{bL_x (4b^2L_x^2 L_y - b^3L_x^3)}{S\left[3(L_y - S)^2 L_y + 3(L_y - S)L_y^2 + 3L_y^3 - (L_y - S)^3\right]}$$

ที่หน้าตัด 5-5 แรงดัดลบและบวกจะมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของที่หน้าตัด 4 - 4

ที่หน้าตัด 2 - 2 แรงดัดลบและบวกมีค่าดังนี้

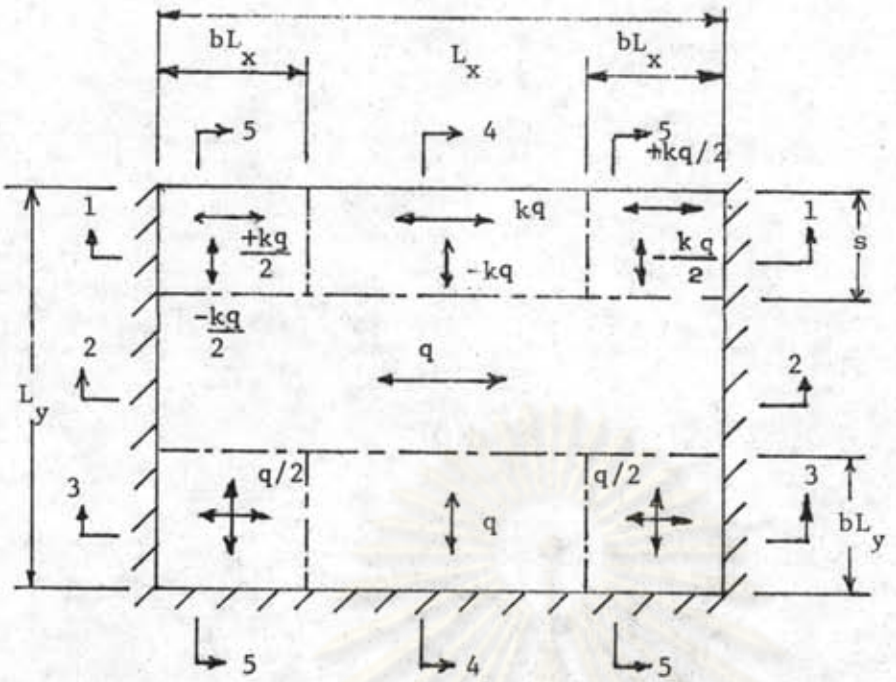
$$M^{-} = qL_x^2 / 12$$

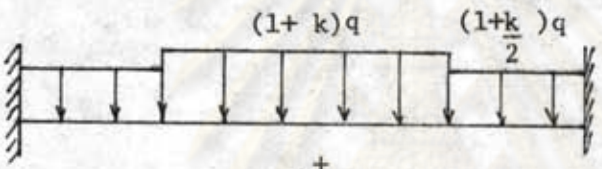
$$M^{+} = qL_x^2 / 24 \qquad (พ-42)$$

ที่หน้าตัด 3 - 3 แรงดัดลบและบวกมีค่าดังนี้

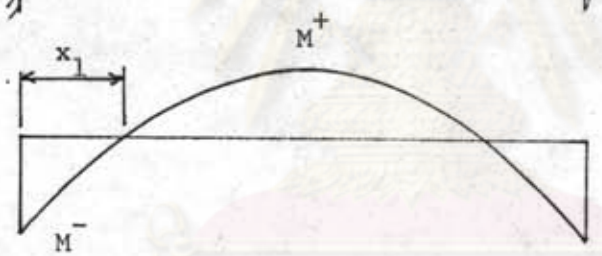
$$M^{-} = qb^2L_x^2 (6 - 4b) / 24$$

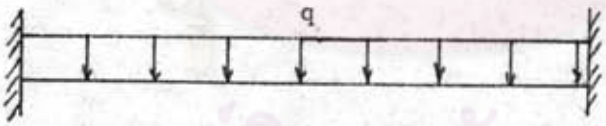
$$M^{+} = qb^3 L_x^2 /6 \qquad (พ-43)$$



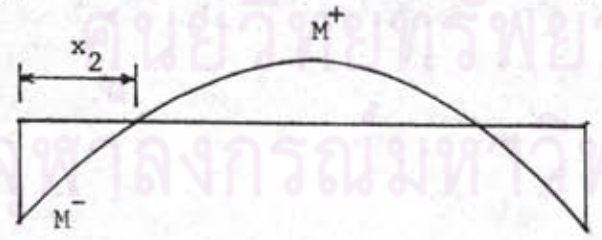


หน้าตัด 1 - 1



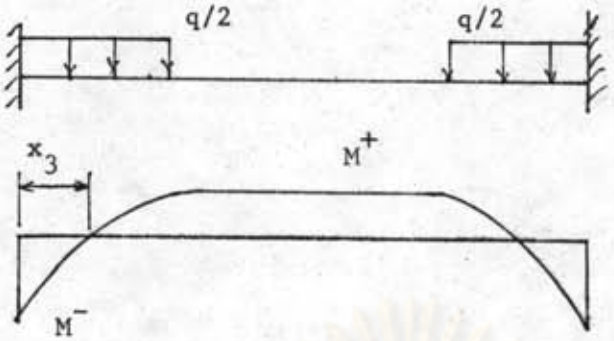


หน้าตัด 2 - 2

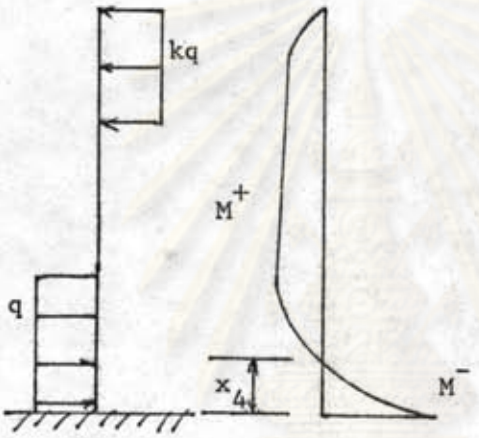


รูปที่ พ - 16 แผ่นพื้นที่มีขอบอิสระ 1 ด้าน

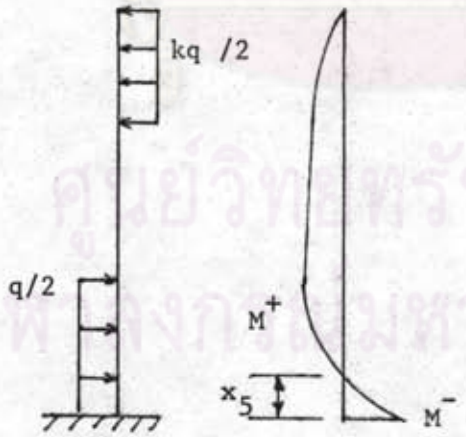
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หน้าตัด 2 - 2



หน้าตัด 4 - 4



หน้าตัด 5 - 5

(ต่อ) รูปที่ ฬ - 16 แผ่นพื้นที่มีขอบอิสระ 1 ด้าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่หน้าตัด 1 - 1 แรงดัดลบและแรงดัดบวกมีค่าดังนี้

$$M^{-} = (1+k)\frac{qL_x^2}{12} - \frac{kqb^2L_x^2}{24}(6-4b)$$

$$M^{+} = (1+k)\frac{qL_x^2}{24} - \frac{kqb^3L_x^2}{6} \qquad (พ-44)$$

สำหรับจุดดัดกลับ มีค่าดังนี้

ที่หน้าตัด 4 - 4 และ 5 - 5 $X = (b-kb)L_x$

ที่หน้าตัด 1 - 1 และ 2 - 2 $X = 0.21L_x$ (พ-45)

ที่หน้าตัด 3 - 3 มีจุดดัดกลับที่ $x < 0.5bL_x$ ใช้ $x = 0.5bL_x$

หาปริมาตรของแรงดัด ได้ดังนี้

$$Vm = \frac{qL_x^3}{24}(L_y - bL_x - S) + \frac{qL_x^3}{12}(0.42)(L_y - bL_x - S)$$

$$+ \frac{qb^4L_x^4}{6} + \frac{qb^4L_x^4}{24}(6-4b) + (1+k)\frac{qL_x^3S}{24}$$

$$- \frac{kqb^3L_x^3S}{6} + (1+k)\frac{qL_x^3S(0.42)}{12} - \frac{kqb^2L_x^3S(6-4b)(0.42)}{24}$$

$$+ kqbL_x^2(L_y - 1.5bL_x + 0.5kbL_x)L_y(1-2b)$$

$$+ kqS(L_x - 0.5S)(1-k)bL_x^2(1-2b) - 0.5qb^3L_x^4(1-k)(1-2b)$$

$$+ kqb^2L_x^2(L_y - 1.5bL_x + 0.5kbL_x)L_y + kqs(L_x - 0.5S)b^2L_x^2(1-k)$$

$$- 0.5qb^4L_x^4(1-k)$$

$$Vm = 0.0767qL_x^3(L_y - bL_x - S) + 0.0833qb^4L_x^4(5+2b)$$

$$+ \ 0.04167qL_x^3 \ S \ (1.84 + 1.84k + 6.08kb^3 - 2.52kb^2)$$

$$+ \ kqbL_x^2 L_y \ (L_y - 1.5bL_x + 0.5kbL_x) \ (1 - b)$$

$$+ \ kqbSL_x^2 \ (L_x - 0.5S) \ (1 - k) \ (1 - b)$$

$$- \ 0.5qb^3 L_x^4 \ (1-k) \ (1-b)$$

ถ้ากำหนดให้ $L_x = RL_y$ และ $S = ZL_y$

สมการของปริมาตรแรงตัดจะมีค่าดังนี้

$$\frac{Vm}{qL_y^4} = 0.0767R^3 \ (1-bR-Z) + 0.0833b^4R^4(5+2b) + 0.04167R^3Z(1.84+1.84k$$

$$+ 6.08kb^3 - 2.52kb^2) + kbR^2(1-1.5bR+0.5kbR)(1-b)$$

$$+ kbZR^2 \ (R - 0.5Z) \ (1-k) \ (1-b) - 0.5b^3R^4 \ (1-k) \ (1-b)$$

โดยที่ $$k = \frac{bR^3(4b^2 - b^3R)}{Z\left[\ 3(1-Z)^2 + 3\ (1-Z) + 3 - (1-Z)^3\ \right]} \qquad \text{(พ-47)}$$

ในกรณีที่ไม่ใช่แถบแข็งแกร่งที่ขอบอิสระ ดังแสดงในรูป พ - 17

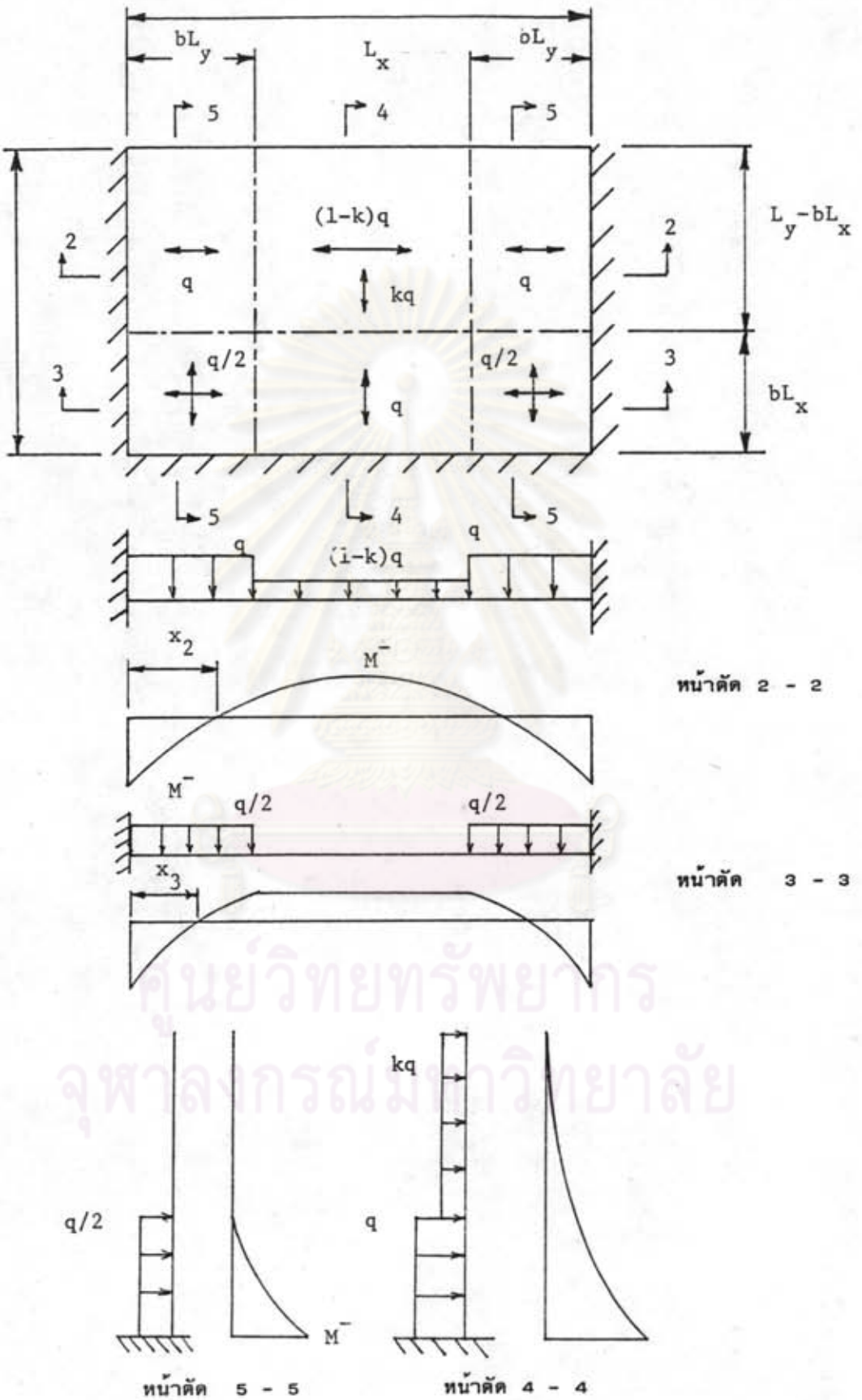
ที่หน้าตัด 2 - 2

$$M^+ = (1 - k)\frac{qL_x^2}{24} + \frac{kqb^3L_x^2}{6}$$

$$M^- = (1 - k)\frac{qL_x^2}{12} + \frac{kqb^2L_x^2}{24}(6 - 4b) \qquad \text{(พ-48)}$$

$$X_2 = 0.21L_x$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ฬ - 17 แผ่นพื้นที่มีขอบอิสระเมื่อไม่ใช้แถบแข็งแกร่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่หน้าตัด 3 - 3

$$M^{+} = \frac{qb^3L_x^2}{6}$$

$$M^{-} = \frac{qb^2L_x^2}{24}(6 - 4b) \qquad \text{(ฬ-49)}$$

$$X_3 = 0.5bL_x$$

ที่หน้าตัด 5 - 5

$$M^{+} = 0$$

$$M^{-} = \frac{q}{4}(bL_x)^2 \qquad \text{(ฬ-50)}$$

$$X_5 = bL_x$$

ที่หน้าตัด 4 - 4

$$M^{+} = 0$$

$$M^{-} = (1 - k)q\,\frac{b^2L_x^2}{2} + \frac{kqL_y^2}{2} \qquad \text{(ฬ-51)}$$

$$X_4 = L_y$$

หาปริมาตรของแรงตัดได้ดังนี้

$$VM = \frac{(1-k)qL_x^3}{24}(L_y - bL_x) + \frac{kqb^3L_x^3}{6}(L_y - bL_x)$$

$$+ \frac{(1-k)qL_x^2}{12}(0.42L_x)(L_y - bL_x) + \frac{kqb^2L_x^2}{24}(6-4b)\,(0.42L_x)x$$

$$(L_y - bL_x) + \frac{qb^4L_x^4}{6} + \frac{qb^4L_x^4}{24}(6-4b) + \frac{q}{2}b^4L_x^4$$

$$+ (1-k)\frac{qb^2L_x^3(1-2b)L_y}{2} + \frac{kqL_y^3L_x(1-2b)}{2}$$

$$VM = 0.04167\,qL_x^3(L_y - bL_x)(1-1+4kb^3)$$

$$+ 0.035\,(bL_y - bL_x)(1 - k + 3kb^2 - 2kb^3)\,qL_x^3$$

$$+ 0.0833\,(11 - 2b)\,qb^4L_x^4 + 0.5(1-k)(1-2b)qb^2L_x^3L_y$$

$$+ 0.5\,(1-2b)\,kqL_xL_y^3$$

ถ้ากำหนดให้ $L_x = RL_y$

$$VM = qL_y^4\left[0.04167R^3(1-bR)(1-k+4kb^3)\right.$$

$$+ 0.035\,(1-bR)(1-k+3kb^2-2kb^3)\,R^3$$

$$+ 0.0833\,(11-2b)\,b^4R^4 + 0.5(1-k)(1-2b)b^2R^3$$

$$\left.+ 0.5\,(1-2b)\,kR\right]$$

$$VM = qL_y^4\left[R^3(1-bR)(0.04167 - 0.04167K + 0.1667Kb^3\right.$$

$$+ 0.035 - 0.035k + 0.105kb^3 - 0.07kb^3)$$

$$+ 0.0833\,(11-2b)\,b^4R^4 + 0.5\,(1-k)\,(1-2b)b^2R^3$$

$$\left.+ 0.5(1-2b)kR\right]$$

$$VM = qL_y^4\left[R^3\,(1-bR)(0.07667-0.07667k+0.105kb^2\right.$$

$$+ 0.0967kb^3) + 0.0833(11-2b)b^4R^4 \cdot$$

$$\left.+ 0.5\,(1-k)(1-2b)b^2R^3 + 0.5(1-2b)kR\right] \qquad (ฬ-52)$$

ภาคผนวก ข.

รายละเอียดโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

100  REM ##########################
         ## PROGRAM BY CHOOSAK ##
         ## TANAKULMAS B515055 ##
         ##########################


110  REM ##########################
         ##                      ##
         ##   DESIGN   SLABS     ##
         ##         BY           ##
         ##   STRIP   METHOD     ##
         ##                      ##
120  REM ##########################
         ##                      ##
         ##  This program use    ##
         ## for rectangular or   ##
         ## square slab due to   ##
         ## uniform load.        ##
130  REM ##  This program use    ##
         ## 1983 ACI Code.       ##
         ##                      ##
         ##########################


140  PRINT  CHR$ (4);"BLOAD STRIP SHAPE,A24576": POKE 232, PEEK (43634): POKE 233, PEEK (43635)

150  HOME :A$ = "######################################"
160  PRINT : VTAB 5: HTAB 3: PRINT A$
170  HTAB 3: PRINT "#";: HTAB 37: PRINT "#"
180  PRINT "  # Design of rectangular or square #"
190  HTAB 3: PRINT "#";: HTAB 37: PRINT "#"
200  PRINT "  #  reinforced concrete slabs  by  #"
210  HTAB 3: PRINT "#";: HTAB 37: PRINT "#"
220  PRINT "  #          STRIP  METHOD          #"
230  HTAB 3: PRINT "#";: HTAB 37: PRINT "#"
240  PRINT "  # Due to...Uniform distribution   #"
250  HTAB 3: PRINT "#";: HTAB 37: PRINT "#"
260  PRINT "  #          live load.             #"
270  HTAB 3: PRINT "#";: HTAB 37: PRINT "#"
280  PRINT "  # This program uses ";: INVERSE : PRINT "1983 ACI CODE";: NORMAL : PRINT " #"
290  HTAB 3: PRINT "#";: HTAB 37: PRINT "#"
300  HTAB 3: PRINT A$: PRINT
310  IF I = 1 THEN 390
320  GOSUB 400
330 B$ = "": TEXT : HOME : VTAB 12: PRINT  TAB( 5)"Do you want hard copy of output?": VTAB 15: PRINT
    TAB( 15)"type Y/N Y";: HTAB 24: GET B$: IF B$ =  CHR$ (13) THEN B$ = "Y"
340  IF B$ <  > "Y" AND B$ <  > "N" THEN 330
360  PRINT B$: IF B$ = "N" THEN 390
370  TEXT : HOME : VTAB 10: PRINT "  Please turn on Printer :": VTAB 24: GOSUB 400
380  PRINT  CHR$ (4);"PR#1":I = 1: GOTO 160
390  PRINT  CHR$ (4);"RUN STRIP INPUT"
400  INPUT "  PRESS ANY KEY TO CONTINUE ";C$: HOME : RETURN
```

```
]LIST

100  REM


   ***********
   STRIP INPUT
   ***********


110  DIM BC(4)
120  HOME : PRINT : VTAB 5: PRINT "  Do you want to design square or": VTAB 9: PRINT "  rectang
     ular reinforce concrete slabs": PRINT
130  VTAB 13: PRINT "  PRESS(";: INVERSE : PRINT "1";: NORMAL : PRINT ") For square R.C. slabs"
     : PRINT : PRINT  TAB( 8)"(";: INVERSE : PRINT "2";: NORMAL : PRINT ") For rectangular R.C.
     slabs"
140  PRINT : VTAB 20: HTAB 12: PRINT "( PRESS 1 OR 2 ) ";: GET TY$: PRINT TY$: IF TY$ <  > "1" THEN
     160
150  HOME : PRINT : VTAB 5: HTAB 10: INVERSE : PRINT "SQUARE R.C. SLABS": NORMAL : PRINT : VTAB
     8: PRINT "  PLEASE INPUT THE LENGTH OF SLABS": VTAB 9: INPUT "  (In meter ;m)...= ";LX:LY =
     LX:RTIO = 1:PX = 112:PY = 112: GOTO 280
160  IF TY$ <  > "2" THEN 120
170  HOME : PRINT : VTAB 2: HTAB 7: INVERSE : PRINT "RECTANGULAR R.C. SLABS": NORMAL : PRINT : PRINT
     : PRINT "  PLEASE INPUT THE LENGTH OF SLABS": PRINT "  ( In meter ;m )"
180  PRINT : INPUT "  LONG  SPAN(Lx)...in meter = ";LX: PRINT : INPUT "  SHORT SPAN(Ly)...in me
     ter = ";LY:RTIO = LX / LY: IF LX > LY THEN 200
190  PRINT : PRINT "  SHORT SPAN LONGER THAN LONG SPAN !!": PRINT : PRINT "  PLEASE ENTER NEW S
     PAN LENGTH": FOR I = 1 TO 3500: NEXT : VTAB 12: FOR I = 1 TO 120: PRINT " ";: NEXT : PRINT
     : GOTO 180
200 PX = 7 *  INT (LX * 20 / 7 + 0.5):PY = 8 *  INT (LY * 20 / 8 + 0.5)
210  IF TY$ <  > "2" THEN 290
220 I = 0
230  IF PX < 97 THEN PX = 98: GOTO 270
250 I = I + 1: IF PX > 175 THEN PX = 175:PY = 8 *  INT (PX / (RTIO * 8) + 0.5)
260  IF PY > 112 THEN PY = 112: GOTO 280
270  IF PY < 80 THEN PY = 80: IF I = 1 THEN PX = 7 *  INT (RTIO * PY / 7 + 0.5): GOTO 230
280  PRINT : VTAB 13: HTAB 7: PRINT "PLEASE  INPUT  ABOUT": VTAB 15: HTAB 5: PRINT "THE  BOUNDA
     RY  CONDITION": PRINT
290  VTAB 18: HTAB 5: PRINT "PRESS <1) FOR FIXED EDGE": PRINT : PRINT  TAB( 11)"<2) FOR SIMPLY
     SUPPORT EDGE": PRINT
300  HTAB 5: PRINT "PRESS ";: INVERSE : PRINT "RETURN";: NORMAL : INPUT " TO SEE THE PICTURE";B
     $: IF B$ <  > "" THEN 300
310  HOME : HGR2 : HCOLOR= 3:. SCALE= 1: ROT= 0
320  REM

DRAW SLAB ,COORDINATE X & Y

330  HPLOT 14,16 TO PX + 13,16 TO PX + 13,PY + 15 TO 14,PY + 15 TO 14,16
340  XDRAW 64 AT PX + 18,13: XDRAW 31 AT PX + 25,13: XDRAW 57 AT PX + 35,13
350  XDRAW 93 AT 11,PY + 16: XDRAW 33 AT 11,PY + 24: XDRAW 58 AT 12,PY + 34
360  GOSUB 380: GOTO 460
370  REM


* SUBROUTINE TO DRAW OR ERASE *
* NO.1,2,3,AND 4 ON SLAB SIDE *
```

```
380  XDRAW 18 AT PX / 2 + 14,8: REM 1
390  XDRAW 19 AT PX / 2 + 13,PY + 18: REM 2
400  XDRAW 20 AT 7,PY / 2 + 14: REM 3
410  XDRAW 21 AT PX + 17,PY / 2 + 14: REM 4
420  RETURN
430  REM


***  SUBROUTINE DRAW ON HGR  ***

440 HT =  INT (7 * (HT - 1) + 0.5):VT =  INT (8 * (VT - 1) + 0.5)
450  FOR I = 1 TO  LEN (ST$):N =  ASC ( MID$ (ST$,I,1)) - 31: XDRAW N AT HT,VT:HT = HT + 7: NEXT
    I: RETURN
460 VT =  INT (PY / 8 + 5):ST$ = "LX = " +  STR$ (LX) + " m":I =  LEN (ST$):HT = ( INT (PX / 14
    )) - I / 2 + 3: GOSUB 440
470 VT =  INT (PY / 16 + 3):ST$ = "LY = " +  STR$ (LY) + " m":HT =  INT (PX / 7 + 5.5): GOSUB 4
    40
480  GOSUB 490: GOTO 690
490 ST$ = "PRESS (1) FOR FIXED EDGE":VT = 21:HT = 1: GOSUB 440:ST$ = "(2) FOR SIMPLY SUPPORT ED
    GE":VT = 22:HT = 7: GOSUB 440: RETURN
500  REM


** SUBROUTINE TO DRAW PICTURE **
**   OF BOUNDARY CONDITION.   **


510 VT = 2:HT = 3:ST$ = "": FOR K = 1 TO (PX / 7):M = 39: IF BC(1) > 1 THEN M = 35: IF BC(1) =
    3 THEN  NEXT K: GOTO 550
520 ST$ = ST$ +  CHR$ (M): NEXT K: GOSUB 440
550 VT = PY / 8 + 3:HT = 3:ST$ = "": FOR K = 1 TO (PX / 7):M = 38: IF BC(2) > 1 THEN M = 36: IF
    BC(2) = 3 THEN  NEXT K: GOTO 590
560 ST$ = ST$ +  CHR$ (M): NEXT K: GOSUB 440
590 ST$ = "": FOR K = 1 TO PY / 8:HT = 2:VT = K + 2
600 M = 39: IF BC(3) > 1 THEN M = 34: IF BC(3) = 3 THEN  NEXT K: GOTO 640
610 ST$ =  CHR$ (M): GOSUB 440: NEXT K
640 ST$ = "": FOR K = 1 TO PY / 8:HT = PX / 7 + 3:VT = K + 2
650 M = 38: IF BC(4) > 1 THEN M = 37: IF BC(4) = 3 THEN  NEXT K: RETURN
660 ST$ =  CHR$ (M): GOSUB 440: NEXT K: RETURN
690  POKE 1913,2: PRINT  CHR$ (17)
695  PRINT "   BOUNDARY CONDITION"
700  FOR L = 1 TO 4
710 ST$ = "AT SIDE NO. " +  STR$ (L) + " = ?":VT = 24:HT = 1: GOSUB 440: PRINT  LEFT$ (ST$,16);
    : GET BC(L):VT = 24:HT = 1: GOSUB 440
720  IF BC(L) < 1 OR BC(L) > 3 THEN 710
730  ON BC(L) GOTO 740,750,760
740  PRINT "FIXED EDGE": NEXT L: GOTO 770
750  PRINT "SIMPLY SUPPORT EDGE": NEXT L
770  PRINT : PRINT : GOSUB 380: GOSUB 510
780 ST$ = "Do you want to change data (Yes/No) ":VT = 24:HT = 1: GOSUB 440: PRINT ST$;: GET B$:
    PRINT B$: IF B$ = "Y" THEN VT = 24:HT = 1: GOSUB 440: GOSUB 510: GOSUB 380: GOTO 700
790  IF B$ <  > "N" THEN 780
800 VT = 24:HT = 1: GOSUB 440: GOSUB 490
810  PRINT : GOTO 920
820  REM
```

```
]LIST820-1080

820  REM

***  SUBROUTINE INPUT DATA ***


830 B$ = "  **********************": VTAB 5: PRINT  TAB( 8);B$: PRINT  TAB( 10)"*"; TAB( 30)"*":
    PRINT  TAB( 10)"* PLEASE INPUT DATA *": PRINT  TAB( 10)"*"; TAB( 30)"*": PRINT  TAB( 8);B$
    : PRINT
840  VTAB 12: PRINT "  UNIFORMLY DISTRIBUTION SURVICE": INPUT "  LIVE LOAD...(In kg/sq m) = ";L
   L: PRINT
850  VTAB 16: PRINT "  ** steel yield strength > 2400 ksc **": PRINT
860  PRINT "  STEEL YIELD STRENGTH..(In ksc) =";: INPUT " ";FY: PRINT :TY$ = "RB": IF FY > 2400
    THEN TY$ = "DB"
865  PRINT "  Type of bar ==) ";TY$: PRINT
870  PRINT "  CONCRETE CYLINDER STRENGTH": INPUT "  ...(In ksc) = ";FC: PRINT : PRINT
880  PRINT "  ";: INVERSE : PRINT "REINFORCED CONCRETE NORMAL WEIGHT";: NORMAL : PRINT " = 2400
    Kg/cu m"
890  PRINT : INPUT "  CONCRETE WEIGHT...(In Kg/cu m) = ";CW: PRINT : PRINT "Do you want to chan
   ge DATA? (Y/N) ";: GET A$: PRINT A$: IF A$ = "Y" THEN  HOME : GOTO 830
900  RETURN
910  PRINT : PRINT :B$ = B$ + "**************": PRINT B$: PRINT "  *";: HTAB 37: PRINT "*": PRINT
   "  * FIND THE MINIMUM SLAB THICKNESS *": PRINT "  *";: HTAB 37: PRINT "*": PRINT B$: RETURN

920  TEXT : HOME : IF RTIO < 2 THEN 1160: REM       THEN USE TWO WAY SLAB IN DESIGN
930  PRINT : PRINT "  ## USE ONE WAY SLAB IN DESIGN ##": PRINT
940  ON BC(1) GOTO 950,960,980
950  ON BC(2) GOTO 1020,1030,1040
960  IF BC(2) = 3 THEN 1000
970  ON BC(2) GOTO 1030,1050
980  IF BC(2) = 2 OR BC(2) = 3 THEN 1000
990  GOTO 1040
1000  PRINT "  unsuitable boundary condition for": PRINT "  one way slab": PRINT : PRINT : PRINT
   "Press any key to input new B.C.";: GET B$: GOTO 310
1010  REM


** 4 LINES BELOW USE TO FIND **
**     MINIMUM THICKNESS     **


1020 H = LY / 28: GOTO 1070
1030 H = LY / 24: GOTO 1070
1040 H = LY / 10: GOTO 1070
1050 H = LY / 20
1060  REM


  FIND THE VALUE TO MULTIPLY (If
the structure is lightweight con
crete which have  unit weight in
the range 1442-1922 Kg per cu m.
or  reinforcement  having  yield
strengths other than 4219 Ksc

1070  GOSUB 830: GOSUB 910
1080  IF CW > 1922 THEN MC = 1: GOTO 1120
```

```
1090 MC = 1.65 - 0.000312 * CW: IF MC < 1.09 THEN MC = 1.09
1120  IF FY <  = 4219 THEN MS = 1: GOTO 1150
1130 MS = 0.4 + 0.000142 * FY
1150 H = H * MC * MS: GOTO 1240
1160  PRINT : PRINT "  ## USE TWO WAY SLAB IN DESIGN ##": PRINT : PRINT
1170  GOSUB 830: GOSUB 910
1180 COT = 0: FOR I = 1 TO 2: IF BC(I) = 1 THEN COT = COT + LX
1190  IF BC(I + 2) = 1 THEN COT = COT + LY
1200  NEXT I
1210 H = (LX * (800 + 0.0712 * FY)) / (36 + 5 * RTIO * (1 + 0.5 * COT / (LX + LY))):H =  INT (H
     * 10 + 0.5) / 100:H0 = LX * (800 + 0.0712 * FY) / 36:H0 =  INT (H0 * 10 + 0.5) / 100: PRINT
    : IF H < 8.75 THEN H = 8.75
1220  PRINT : PRINT "MINIMUM THICKNESS OF SLAB": PRINT "REQUIRED = ";H;" cm": PRINT "BUT DON'T
   MORE THAN ";H0;" cm": PRINT
1230  PRINT "PLEASE INPUT THE THICKNESS OF SLAB": PRINT : INPUT " USE THICKNESS OF SLAB (In cm)
     = ";H1: IF H1 < H OR H1 > H0 THEN 1220
1240 H = H1 / 100: PRINT : INPUT "Covering to cg. steel bar (In cm.) = ";CV: REM H IS IN m.
1250  REM


** FIND TOTAL UNIFORM LOAD(Wu) **


1260 DL = H * CW:WU = 5 *  INT (0.28 * DL + 0.34 * LL + 0.5): PRINT
1270  PRINT "TOTAL UNIFORM LOAD (DL&LL)= ";WU;" Kg/sq m"
1275  FOR I = 1 TO 4: IF BC(I) = 3 THEN BC(I) = 10
1277  NEXT I
1290 EN =  PEEK (175) + 256 *  PEEK (176) - 2:EN = EN - ( PEEK (EN + 1) > 0): REM EN=ENDING ADD
   RESS OF THIS PROGRAM
1300  PRINT  CHR$ (13) +  CHR$ (4);"BLOAD CHAIN,A520"
1310  REM


*   SET BEGINNING ADDRESS OF  *
* THE NEXT PROGRAM AT THE END *
*      OF  THIS  PROGRAM      *


1320  POKE 104, INT (EN / 256): POKE 103,EN -  PEEK (104) * 256
1330  IF LX = LY THEN  CALL 520"SQUARE SLAB BC."
1340  IF RTIO > 2 THEN  CALL 520"REC. ONE WAY SLAB"
1350  IF RTIO > 1 AND RTIO < 2 THEN  CALL 520"REC. TWO WAY SLAB BC."
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

2000  REM

**************
SQUARE SLAB BC.
**************

SUBROUTINE TO FIND DISCONTINEOUS
LINE THAT GIVE MIN.VOLUMN MOMENT

2005  DIM S(4)
2010  POKE 103,1: POKE 104,8: REM  RETURN TO BEGINNING PROGRAM
2020 BC = BC(1) + BC(2) + BC(3) + BC(4)
2030  ON BC - 3 GOTO 2050,2090,2250,2170,2070
2040  REM

FIXED EDGE 4 SIDES

2050 S(1) = 0.33325 * LX:S(2) = S(1):S(3) = S(1):S(4) = S(1): GOTO 2380
2060  REM

SIMPLY SUPPORT EDGE 4 SIDES

2070 S(1) = 0.25 * LX:S(2) = S(1):S(3) = S(1):S(4) = S(1): GOTO 2380
2080  REM

SIMPLY SUPPORT EDGE 1 SIDE
& FIX EDGE 3 SIDES

2090 BC = BC(1) + BC(2):M = 1:M1 = 3: IF BC = 3 THEN M = 3:M1 = 1
2100 S(M) = 0.32691 * LX:S(M + 1) = S(M): IF BC(M1) = 1 THEN 2120
2110 S(M1) = 0.15784 * LX:S(M1 + 1) = 0.27337 * LX: GOTO 2380
2120 S(M1) = 0.27337 * LX:S(M1 + 1) = 0.15784 * LX: GOTO 2380
2160  REM

SIMPLY SUPPORT EDGE 3 SIDES
& FIX EDGE 1 SIDE

2170 BC = BC(1) + BC(2):M = 3:M1 = 1: IF BC = 4 THEN M = 1:M1 = 3
2180 S(M) = 0.1299 * LX:S(M + 1) = S(M): IF BC(M1) = 2 THEN 2200
2190 S(M1) = 0.47614 * LX:S(M1 + 1) = 0.2749 * LX: GOTO 2380
2200 S(M1) = 0.2749 * LX:S(M1 + 1) = 0.47614 * LX: GOTO 2380
2240  REM

SIMPLY SUPPORT EDGE 2 SIDES
& FIX EDGE 2 SIDES

2250 BC = BC(1) + BC(2)
2260  ON BC - 1 GOTO 2280,2310,2290
2270  REM
```

```
TWO FIX EDGE IS ON OPPOSITE SIDE

2280 S(1) = 0.3758 * LX:S(2) = S(1):S(3) = 0.1526 * LX:S(4) = S(3): GOTO 2380
2290 S(1) = 0.1526 * LX:S(2) = S(1):S(3) = 0.3758 * LX:S(4) = S(3): GOTO 2380
2300  REM

TWO FIXED EDGES IS NEAR SIDE

2310  IF BC(1) = 2 THEN 2340
2320 S(1) = 0.33578 * LX:S(2) = 0.19386 * LX:S(3) = S(2):S(4) = S(1): IF BC(3) = 1 THEN S(3) =
   S(1):S(4) = S(2)
2330  GOTO 2380
2340 S(1) = 0.19386 * LX:S(2) = 0.33578 * LX:S(3) = S(2):S(4) = S(1): IF BC(3) = 2 THEN S(3) =
   S(1):S(4) = S(2)
2370  REM

DRAW DISCONTINUOUS LINE

2380  FOR I = 1 TO 4:S(I) =  INT (S(I) * 100 + 0.5) / 100: NEXT
2390  POKE  - 16299,0: POKE  - 16304,0
2400 ST$ = "":HT = 4:VT = 3.4 + 14 * S(1) / LX: FOR K = 1 TO PX / 7:ST$ = ST$ +  CHR$ (126): NEXT
   K: GOSUB 440:HT = 4:VT = 3.3 + PY / 8 - 14 * S(2) / LX: GOSUB 440
2410 ST$ =  CHR$ (96): FOR K = 1 TO PY / 8:VT = K + 3:HT = 3.4 + S(3) * 16 / LX: GOSUB 440:VT
    = K + 3:HT = 3.3 + PX / 7 - S(4) * 16 / LX: GOSUB 440: NEXT K
2470  PRINT  CHR$ (17)
2475  PRINT "Discontinuous line": PRINT : PRINT "Distance from the  top  edge = ";S(1): PRINT
   "Distance from the bottom edge = ";S(2): PRINT "Distance from the left  edge = ";S(3): PRINT
   "Distance from the right  edge = ";S(4): PRINT
2480  PRINT  CHR$ (4);"BLOAD CHAIN,A520"
2490  POKE 104, INT (EN / 256): POKE 103,EN -  PEEK (104) * 256
2500  CALL 520"FIND SQR. MOMENT"
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

2000  REM

      ************************
       REC. TWO WAY SLAB BC.
      ************************


SUBROUTINE TO FIND DISCONTINUEOUS
LINE THAT GIVE MIN.VOLUMN MOMENT



2010  POKE 103,1: POKE 104,8
2020 EM =  PEEK (175) + 256 * PEEK (176) - 2:EM = EM - ( PEEK (EM + 1) > 0)
2030 BC = BC(1) + BC(2) + BC(3) + BC(4) - 3: ON BC GOTO 2060,2125,2170,2145,2080
2045 BC = BC(1) + BC(2): RETURN
2050  REM

FIXED EDGE 4 SIDES

2060 S(1) = LY * ( SQR (144 * RTIO ^ 2 - 398.585 * RTIO + 1072.432) - 12 * RTIO) / (96.862 - 36
     * RTIO):S(2) = S(1):S(3) = S(1):S(4) = S(1): GOTO 2250
2070  REM

SIMPLY SUPPORT EDGE 4 SIDES

2080 S(1) = LY * (4 * RTIO -  SQR (16 * RTIO ^ 2 - 24 * (RTIO - 1))) / (12 * (RTIO - 1)):S(2) =
    S(1):S(3) = S(1):S(4) = S(1): GOTO 2250
2090  PRINT  CHR$ (4);"BLOAD CHAIN,A520"
2100  POKE 104, INT (EM / 256): POKE 103,EM - 256 *  PEEK (104)
2110  RETURN
2120  REM

SIMPLY SUPPORT 1 SIDE;OTHER FIXED

2125  GOSUB 2045: ON BC - 1 GOTO 2130,2135
2126  REM

SIMPLY SUPPORT EDGE IS ON
SHORT SPAN

2130  GOSUB 2090: CALL 520*REC.FSFF*
2134  REM

SIMPLY SUPPORT EDGE IS ON
LONG SPAN

2135  GOSUB 2090: CALL 520*REC.SFFF*
2140  REM

FIXED 1 SIDE;OTHER SIMPLY SUPPORT

2145  GOSUB 2045: ON BC - 2 GOTO 2150,2155
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
2146  REM

FIXED EDGE IS ON LONG SPAN

2150  GOSUB 2090: CALL 520"REC.SSFS"
2154  REM

FIXED EDGE IS ON SHORT SPAN

2155  GOSUB 2090: CALL 520"REC.SSSF"
2160  REM

SIMPLY SUPPORT EDGE 2 SIDES
& FIXED EDGE 2 SIDES

2170  GOSUB 2045: ON BC - 1 GOTO 2190,2210,2230
2180  REM

2 FIXED EDGES ARE ON LONG SPAN

2190  GOSUB 2090: CALL 520"REC.FSFS"
2200  REM

2 FIXED EDGES IS NEAR SIDE

2210  GOSUB 2090: CALL 520"REC.SSFF"
2220  REM

2 FIXED EDGE ARE ON SHORT SPAN

2230  GOSUB 2090: CALL 520"REC.SFSF"
2240  REM

DRAW DISCONTINUOUS LINE

2250  POKE  - 16299,0: POKE  - 16304,0
2260  HCOLOR= 3:M = 15 + S(3) * PX / LX: HPLOT M,17 TO M,PY + 14:M = PX + 15 - S(4) * PX / LX
    : HPLOT M,17 TO M,PY + 14
2270  HCOLOR= 1:M1 = 15:M =  INT (17 + PY * S(1) / LY):N =  INT (S(3) * PX / LX): GOSUB 2280:
    M =  INT (PY + 14 - PY * S(2) / LY): GOSUB 2280:M1 =  INT (PX + 15 - S(4) * PX / LX):N =
     INT (S(4) * PX / LX): GOSUB 2280:M =  INT (17 + PY * S(1) / LY): GOSUB 2280: HCOLOR= 3: GOTO
    2290
2280  HPLOT M1,M TO M1 + N - 1,M: RETURN
2290  PRINT  CHR$ (17)
2300  PRINT  CHR$ (4);"BLOAD CHAIN,A520"
2310  POKE 104, INT (EN / 256): POKE 103,EN - 256 *  PEEK (104)
2320  CALL 520"FIND REC. MOMENT"
2340  END
2350  PRINT "Discontinuous line": PRINT : PRINT "Distance from the  top   edge = ";S(1): PRINT
    "Distance from the bottom edge = ";S(2): PRINT "Distance from the  left  edge = ";S(3): PRINT
    "Distance from the right  edge = ";S(4): PRINT : RETURN
```

```
]LIST

2000  REM

**********************
FIND SQR. MOMENT
**********************


SUBROUTINE TO FIND MOMENT
IN SQUARE SLAB


2010  POKE 103,1: POKE 104,8: REM  RETURN TO BEGINNING PROGRAM
2020  DIM MN(4,2),MP(4),X(4,2)
2030  GOTO 2130
2040  REM

TWO OPPOSITE SIDES ARE FIXED EDGE

2050 S = S(M):K = M + 1:MN(M,1) = WU * S ^ 2 / 6:MP(M) = MN(M,1) / 2:MN(M,2) = MN(M,1):X(M,1) =
    0.4226 * S:X(M,2) = X(M,1):MN(K,1) = MN(M,1) + WU * LX ^ 2 / 24:MP(K) = MN(K,1) / 2:MN(K,2)
     = MN(K,1):X(K,1) = (3 * (LX + 2 * S) -  SQR (36 * LX * S - 3 * LX ^ 2 - 12 * S ^ 2)) / 12:
    X(K,2) = X(K,1): RETURN
2060  REM

TWO OPPOSITE SIDES ARE
SIMPLY SUPPORT EDGE

2070 K = M + 1:MN(M,1) = 0:MP(M) = WU * S(M) ^ 2 / 4:MN(M,2) = 0:X(M,1) = 0:X(M,2) = 0:MN(K,1) =
    0:MP(K) = MP(M) + WU * LX ^ 2 / 16:MN(K,2) = 0:X(K,1) = 0:X(K,2) = 0: RETURN
2080  REM

ONE SIDE IS SIMPLY SUPPORT EDGE&
OTHER OPPOSITE SIDE IS FIXED EDGE

2090 S = S(M1):MN(M1,N) = 0:MP(M1) = WU * S ^ 2 / 4:MN(M1,H1) = 2 * MP(M1):K = M1 + 1:MN(K,N) =
    0:MP(K) = MP(M1) + 0.03349 * WU * LX ^ 2:MN(K,H1) = 2 * MP(K):X(M1,N) = 0:X(M1,H1) = 0.732 *
    S
2100 X(K,N) = 0:X(K,H1) = (3.4641 * S + 1.2679 * LX -  SQR (8.8746 * LX * S - .5359 * LX ^ 2 -
    4 * S ^ 2)) / 4: RETURN
2110 N = 1:H1 = 2: IF BC(M1) = 1 THEN N = 2:H1 = 1
2120  GOSUB 2090: RETURN
2130 BC = BC(1) + BC(2) + BC(3) + BC(4): ON BC - 3 GOTO 2150,2190,2250,2220,2170
2140  REM

FIXED EDGE 4 SIDES

2150 M = 1: GOSUB 2050:M = 3: GOSUB 2050: GOTO 2310
2160  REM

SIMPLY SUPPORT EDGE 4 SIDE

2170 M = 1: GOSUB 2070:M = 3: GOSUB 2070: GOTO 2310
2180  REM
```

```
SIMPLY SUPPORT 1 SIDE;OTHER FIXED
2190 BC = BC(1) + BC(2):M = 1:M1 = 3: IF BC = 3 THEN M = 3:M1 = 1
2200  GOSUB 2050: GOSUB 2110: GOTO 2310
2210  REM

FIXED 1 SIDE;OTHER SIMPLY SUPPORT

2220 BC = BC(1) + BC(2):M = 3:M1 = 1: IF BC = 4 THEN M = 1:M1 = 3
2230  GOSUB 2070: GOSUB 2110: GOTO 2310
2240  REM

2 SIDE ARE FIXED EDGE AND
2 SIDE ARE SIMPLY SUPPORT EDGE

2250 BC = BC(1) + BC(2): ON BC - 1 GOTO 2270,2300,2280
2260  REM

TWO SIMPLY SUPPORT EDGES & TWO
FIXED EDGES ARE OPPOSITE SIDE

2270 M = 1: GOSUB 2050:M = 3: GOSUB 2070: GOTO 2310
2280 M = 1: GOSUB 2070:M = 3: GOSUB 2050: GOTO 2310
2290  REM

TWO SIMPLY SUPPORT EDGES & TWO
FIXED EDGES ARE THE NEAR SIDE

2300 M1 = 1: GOSUB 2110:M1 = 3: GOSUB 2110
2310 K = 100: FOR I = 1 TO 4: FOR J = 1 TO 2:MN(I,J) =  INT (MN(I,J) * K + .5) / K:X(I,J) =  INT
    (X(I,J) * K + .5) / K: NEXT :MP(I) =  INT (MP(I) * K + .5) / K: NEXT : TEXT : HOME : PRINT
    "SECTION  NEGATIVE MOMENT AT  POS.MOMENT": PRINT "-------"; TAB( 16)"(Kg-m)"; TAB( 32)"(Kg-
    m)"
2320  FOR I = 1 TO 4: IF I = 1 OR I = 3 THEN A$ = "SIDE NO.": PRINT  TAB( 9)A$;I; TAB( 20)A$;I +
    1:A$ = "---------": PRINT  TAB( 9)A$; TAB( 20)A$
2330  PRINT "  ";I"-";I; TAB( 9)MN(I,1); TAB( 20)MN(I,2); TAB( 30)MP(I): NEXT : PRINT "
SECTION
     NEG. MOMENT DISTANCE (m) FROM": PRINT "-------": FOR I = 1 TO 4: IF I = 1 OR I = 3 THEN A
    $ = "SIDE NO.": PRINT  TAB( 12)A$;I; TAB( 27)A$;I + 1:A$ = "---------": PRINT  TAB( 12)A$; TAB(
    27)A$
2340  PRINT "  ";I;"-";I; TAB( 13)X(I,1); TAB( 28)X(I,2): NEXT
2350  PRINT  CHR$ (4);"BLOAD CHAIN,A520"
2360  POKE 104, INT (EN / 256): POKE 103,EN -  PEEK (104) * 256
2370  CALL 520"FIND SQR. STEEL"
```

```
]LIST

2000  REM

‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡
FIND SQR. STEEL
‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡

SUBROUTINE TO FIND AREA
OF STEEL ON SQUARE SLAB

2010  POKE 103,1: POKE 104,8
2030 D = 100 ‡ H - CV:A1 = FC ‡ D / FY:A2 = 6.78 ‡ FC / (0.9 ‡ FY ‡ FY)
2035 K1 = 0.85: IF FC > 280 THEN K1 = 0.85 - 0.05 ‡ (FC - 280) / 70
2040 PB = (6117 / (6117 + FY)) ‡ 0.85 ‡ K1 ‡ FC / FY
2045 PP = 50 ‡ PB ‡ D
2050  DIM AS(4),AA(4,2)
2060  FOR I = 1 TO 4: FOR J = 1 TO 2:MU = MN(I,J): IF MU = 0 THEN 2080
2070  GOSUB 8100:AA(I,J) = A: NEXT J
2080 MU = MP(I): GOSUB 8100:AS(I) = A: NEXT I: PRINT
2090  TEXT : HOME : PRINT "SECTION  TOP STEEL AREA    BOTTOM STEEL": PRINT "--------";  TAB( 14
   )"(Sq cm.)"; TAB( 30)"(Sq cm.)"
2100  FOR I = 1 TO 4: IF I = 1 OR I = 3 THEN A$ = "SIDE NO.": PRINT  TAB( 9)A$;I; TAB( 20)A$;
   I + 1:A$ = "---------": PRINT  TAB( 9)A$; TAB( 20);A$
2110  PRINT "  ";I;"-";I; TAB( 9)AA(I,1); TAB( 20)AA(I,2); TAB( 30)AS(I): NEXT : PRINT : PRINT
   "CUT OFF TOP STEEL SEE TABLE NEG.MOMENT": PRINT "DISTANCE THAT GIVE BEFORE PLUS THE": PRINT
   "GRATEST VALUE OF 12 ‡ DIAMETER OF STEEL": PRINT "BAR OR DEPTH OF SLAB"
2120  END
8100 A = A1 / 1.18 - 0.5 ‡  SQR (2.873 ‡ A1 ‡ A1 - A2 ‡ MU):A =  INT (A ‡ 10000 + 0.5) / 100
8500  IF A > PP THEN  PRINT "STEEL RATIO (As/d)>0.5Pb": PRINT : PRINT "Please RUN again & inc
   rease depth of slab": END
8550 A9 = 0.25 ‡ D: IF FY > 2400 THEN A9 = 0.20 ‡ D
8560  IF A < A9 THEN A = A9
8600  RETURN
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

2000  REM

      ****************
      FIND REC. MOMENT
      ****************

2010  POKE 103,1: POKE 104,8
2020  DIM MN(4,2),MP(4),X(4,2)
2030 SQ =  SQR (3): GOTO 2210
2040  REM

TWO OPPOSITE SIDES ARE FIXED EDGE

2050  REM

ALONG LONG SPAN
2060 MP(1) = WU * S(1) ^ 2 / 12:MN(1,1) = 2 * MP(1):MN(1,2) = MN(1,1):MP(2) = WU * LY ^ 2 / 24:
    MN(2,1) = 2 * MP(2):MN(2,2) = MN(2,1):X(1,1) = (3 - SQ) * S(1) / 3:X(1,2) = X(1,1):X(2,1) =
    (3 - SQ) * LY / 6:X(2,2) = X(2,1): RETURN
2070  REM

ALONG SHORT SPAN
2080 MP(3) = WU * S(3) ^ 2 / 12:MN(3,1) = 2 * MP(3):MN(3,2) = MN(3,1):MP(4) = 2 * MP(3):MN(4,1)
     = 2 * MP(4):MN(4,2) = MN(4,1):X(3,1) = (3 - SQ) * S(3) / 3:X(3,2) = X(3,1):X(4,1) = X(3,1)
    :X(4,2) = X(4,1): RETURN
2090  REM

TWO OPPOSITE SIDES ARE SIMPLY
SUPPORT EDGE

2100  REM

ALONG LONG SPAN
2110 MP(1) = WU * S(1) ^ 2 / 4:MP(2) = WU * LY ^ 2 / 8: FOR I = 1 TO 2: FOR J = 1 TO 2:MN(I,J) =
    0:X(I,J) = 0: NEXT : NEXT : RETURN
2120  REM

ALONG SHORT SPAN
2130 MP(3) = WU * S(3) ^ 2 / 4:MP(4) = 2 * MP(3): FOR I = 3 TO 4: FOR J = 1 TO 2:MN(I,J) = 0:X(
    I,J) = 0: NEXT : NEXT : RETURN
2140  REM

ONE SIDE IS SIMPLY SUPPORT EDGE
OTHER OPPOSITE SIDE IS FIXED EDGE

2150  REM

ALONG LONG SPAN
2160 M = 1:N = 2: IF BC(1) = 2 THEN M = 2:N = 1
2170 MN(1,M) = WU * S(N) ^ 2 / 2:MP(1) = MN(1,M) / 2:MN(2,M) = (2 - SQ) * WU * LY ^ 2 / 2:MP(2)
     = MN(2,M) / 2:X(1,M) = (SQ - 1) * S(N):X(2,M) = (2 - SQ) * LY: FOR I = 1 TO 2:MN(I,N) = 0:
    X(I,N) = 0: NEXT : RETURN
2180  REM
```

```
ALONG SHORT SPAN
2190 M = 1:N = 2: IF BC(3) = 2 THEN M = 2:N = 1
2200 MN(3,M) = WU * S(N + 2) ^ 2 / 2:MP(3) = MN(3,M) / 2:MN(4,M) = 2 * MN(3,M):MP(4) = MN(3,M):
    X(3,M) = (SQ - 1) * S(N + 2):X(4,M) = X(3,M): FOR I = 3 TO 4:MN(I,N) = 0:X(I,N) = 0: NEXT :
     RETURN
2210 BC = BC(1) + BC(2) + BC(3) + BC(4): ON BC - 3 GOTO 2230,2270,2330,2410,2250
2220  REM

SLAB HAVE FIXED EDGE 4 SIDE

2230  GOSUB 2060: GOSUB 2080: GOTO 2500
2240  REM

SLAB HAVE SIMPLY SUPPORT EDGE
4 SIDE

2250  GOSUB 2110: GOSUB 2130: GOTO 2500
2260  REM

SLAB HAVE FIXED EDGE 3 SIDE &
SIMPLY SUPPORT EDGE 1 SIDE

2270 BC = BC(1) + BC(2): ON BC - 1 GOTO 2290,2310
2280  REM

SIMPLY SUPPORT EDGE IS ALONG
SHORT SPAN

2290  GOSUB 2060: GOSUB 2190: GOTO 2500
2300  REM

SIMPLY SUPPORT EDGE IS ALONG
LONG SPAN

2310  GOSUB 2080: GOSUB 2160: GOTO 2500
2320  REM

SLAB HAVE FIXED EDGE 2 SIDE &
SIMPLY SUPPORT EDGE 2 SIDE

2330 BC = BC(1) + BC(2): ON BC - 1 GOTO 2350,2390,2370
2340  REM

TWO FIXED EDGE ARE ALONG LONG
SPAN & TWO SIMPLY SUPPORT EDGE
ARE ALONG SHORT SPAN

2350  GOSUB 2060: GOSUB 2130: GOTO 2500
2360  REM

TWO FIXED EDGE ARE ALONG SHORT
SPAN & TWO SIMPLY SUPPORT EDGE
ARE ALONG LONG SPAN
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
2370  GOSUB 2080: GOSUB 2110: GOTO 2500
2380  REM

FIXED EDGE & SIMPLY SUPPORT EDGE
ARE BOTH ON SHORT & LONG SPAN

2390  GOSUB 2160: GOSUB 2190: GOTO 2500
2400  REM

SLAB HAVE FIXED EDGE 1 SIDE
& SIMPLY SUPPORT EDGE 3 SIDE

2410 BC = BC(1) + BC(2): ON BC - 2 GOTO 2430,2450
2420  REM

FIXED EDGE IS ALONG LONG SPAN

2430  GOSUB 2160: GOSUB 2130: GOTO 2500
2440  REM

FIXED EDGE IS ALONG SHORT SPAN

2450  GOSUB 2110: GOSUB 2190
2500  TEXT :K = 100: FOR I = 1 TO 4: FOR J = 1 TO 2:MN(I,J) =  INT (MN(I,J) * K + 0.5) / K:X(I,
    J) =  INT (X(I,J) * K + 0.5) / K: NEXT :MP(I) =  INT (MP(I) * K + 0.5) / K: NEXT : HOME : PRINT
    "SECTION  NEGATIVE MOMENT AT  POS.MOMENT"
2510  PRINT "--------"; TAB( 16)"(Kg-m)"; TAB( 32)"(Kg-m)": FOR I = 1 TO 4: IF I = 1 OR I = 3 THEN
    A$ = "SIDE NO.": PRINT  TAB( 9)A$;I; TAB( 20)A$;I + 1:A$ = "----------": PRINT  TAB( 9)A$; TAB(
    20)A$
2520  PRINT "  ";I"-";I; TAB( 9)MN(I,1); TAB( 20)MN(I,2); TAB( 30)MP(I): NEXT
2530  PRINT "SECTION   NEG. MOMENT DISTANCE (m) FROM": PRINT "--------": FOR I = 1 TO 4: IF I =
    1 OR I = 3 THEN A$ = "SIDE NO.": PRINT  TAB( 12)A$;I; TAB( 27)A$;I + 1:A$ = "----------": PRINT
     TAB( 12)A$; TAB( 27)A$
2540  PRINT "  ";I;"-";I; TAB( 13)X(I,1); TAB( 28)X(I,2): NEXT
2550  PRINT  CHR$ (4);"BLOAD CHAIN,A520"
2560  POKE 104, INT (EN / 256): POKE 103,EN -  PEEK (104) * 256
2570  CALL 520"FIND REC. STEEL"
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

3000  REM  SUBROUTINE REC.SFSF
3010  POKE 103,1: POKE 104,8
3020 S1 = 0.0001:SQ =  SQR (3):VM = 10000:C = 0:D = 0.03:C2 = 0.4062:D2 = 0.1142:N% =  INT (RTI
   0 * 10) - 9: FOR I = 1 TO N%:C1 = C2:D1 = D2: READ C2,D2: NEXT I:C = 10 * (RTIO - 1) - N% +
   1: IF C <  = 0.001 THEN CC = C1:DD = D1: GOTO 3120
3030 CC = C1 - C * (C1 - C2):DD =  INT (VM * (D1 + C * (D2 - D1)) + 0.5) / VM:C = D * (C1 - C2)
   :C3 =  INT (VM * (CC + C) + 0.5) / VM:C4 =  INT (VM * (CC - C) + 0.5) / VM:C = 0.0001:D3 =
   DD - C:D4 = DD + C: IF C1 > C3 THEN C1 = C3
3035  IF C2 < C4 THEN C2 = C4
3040  IF D1 < D3 THEN D1 = D3
3045  IF D2 > D4 THEN D2 = D4
3050  FOR C = C2 TO C1 STEP S1: FOR D = D1 TO D2 STEP S1
3060 VV = 12 * RTIO ^ 3 * C * C * (1 - D) + 18 * RTIO * C * (2 * D * D - 1) + 9 * RTIO + 16 * (
   3 - SQ) * RTIO ^ 3 * C ^ 3 * (1 - D): IF VV > VM THEN 3080
3070 VM = VV:CC = C:DD = D
3080  NEXT D: NEXT C
3120  PRINT "CC= ";CC;"  DD= ";DD:S(1) = DD * LY:S(2) = S(1):S(3) = CC * LX:S(4) = S(3)
3125  PRINT "Position of discontinuous line": PRINT : PRINT "Distance from  top  edge = ";S(1)
   ;" m.": PRINT "Distance from bottom edge = ";S(2);" m.": PRINT "Distance from  left  edge =
    ";S(3);" m.": PRINT "Distance from right  edge = ";S(4);" m."
3130  GOTO 2250
3500  DATA  0.3577,0.1158,0.3177,0.1172,0.2843,0.1186,0.256,0.1198,0.2318,0.1210,0.2109,0.1221,
   0.1928,0.1231,0.1768,0.124,0.1628,0.1249,0.1504,0.1258
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

3000  REM SUBROUTINE REC.FSFF
3010  POKE 103,1: POKE 104,8
3020 S1 = 0.0001:SQ =  SQR (3):VM = 10000:C = 0:D = 0.03:C2 = 0.1753:D2 = 0.1693:N% =  INT (RTI
    0 * 10) - 9: FOR I = 1 TO N%:C1 = C2:D1 = D2: READ C2,D2: NEXT I:C = 10 * (RTIO - 1) - N% +
    1: IF C <  = 0.001 THEN CC = C1:DD = D1: GOTO 3120
3030 CC = C1 - C * (C1 - C2):DD =  INT (VM * (D1 + C * (D2 - D1)) + 0.5) / VM:C = D * (C1 - C2)
    :C3 =  INT (VM * (CC + C) + 0.5) / VM:C4 =  INT (VM * (CC - C) + 0.5) / VM:C = 0.0002:D3 =
    DD - C:D4 = DD - C: IF C1 > C3 THEN C1 = C3
3035  IF C2 < C4 THEN C2 = C4
3040  IF D1 < D3 THEN D1 = D3
3045  IF D2 > D4 THEN D2 = D4
3050  FOR C = C2 TO C1 STEP S1: FOR D = D1 TO D2 STEP S1
3060 VV = (36 * RTIO ^ 3 * C * C * (1 - D)) + (6 * (1 + SQ) * RTIO * C * D * D) + ((9 - 2 * SQ)
     * RTIO) - ((3 + 7 * SQ) * RTIO * C) + (72 * (SQ - 1) * RTIO ^ 3 * C ^ 3 * (1 - D)) + (16 *
    SQ * RTIO * C * D ^ 3): IF VV > VM THEN 3080
3070 VM = VV:CC = C:DD = D
3080  NEXT D: NEXT C
3120 S(1) = DD * LY:S(2) = S(1):S(4) = CC * LX:S(3) = SQ * S(4): IF BC(3) = 2 THEN S(3) = S(4):
    S(4) = SQ * S(4)
3125  PRINT "Position of discontinuous line": PRINT : PRINT "Distance from  top  edge = ";S(1)
    ;" m.": PRINT "Distance from bottom edge = ";S(2);" m.": PRINT "Distance from  left  edge =
     ";S(3);" m.": PRINT "Distance from right  edge = ";S(4);" m."
3130  GOTO 2250
3500  DATA 0.1509,0.1708,0.1311,0.172,0.115,0.1732,0.1016,0.1742,0.0904,0.1749,0.0809,0.1759,0.
    0728,0.1766,0.0659,0.1771,0.0598,0.1777,0.0545,0.1781
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

3000  REM  SUBROUTINE REC.FSFS
3010  POKE 103,1: POKE 104,8
3020 SQ =  SQR (3):VM = 10000:Z = 0.1:C2 = 0.1793:D2 = 0.1835:NZ =  INT (RTIO * 10) - 9: FOR I =
   1 TO NZ:C1 = C2:D1 = D2: READ C2,D2: NEXT I: IF (RTIO - 1) * 100 - (NZ - 1) * 10 <  = 0.01 THEN
   CC = C1:DD = D1: GOTO 3140
3030 C = 5 -  LEN ( STR$ ( INT (VM * (C1 - C2)))):S1 = Z ^ C:C = 5 -  LEN ( STR$ ( INT (VM * (D
   2 - D1)))):S2 = Z ^ C
3035  IF S1 < 9E - 5 AND S2 < 9E - 5 THEN 3140
3040  IF S2 < 9E - 5 THEN D1 = DD:D2 = DD
3050  FOR C = C2 TO C1 STEP S1: FOR D = D1 TO D2 STEP S2
3060 VV = 36 * RTIO ^ 3 * C * C * (1 - D) + 12 * R * C * D * D + (9 - 2 * SQ) * RTIO * (1 - 2 *
   C) + 16 * (3 - SQ) * RTIO * C * D ^ 3: IF VV > VM THEN 3080
3070 VM = VV:CC = C:DD = D
3080  NEXT D: NEXT C
3090 C3 = CC + 0.9 * S1:C4 = CC - 0.9 * S1:D3 = DD - 0.9 * S2:D4 = DD + 0.9 * S2:S1 = S1 * Z:S2
    = S2 * Z: IF C1 > C3 THEN C1 = C3
3100  IF C2 < C4 THEN C2 = C4
3110  IF D1 < D3 THEN D1 = D3
3120  IF D2 > D4 THEN D2 = D4
3130  GOTO 3035
3140 S(1) = DD * LY:S(2) = S(1):S(3) = CC * LX:S(4) = S(3)
3145  PRINT "Position of discontinuous line": PRINT : PRINT "Distance from  top  edge = ";S(1)
   ;" m.": PRINT "Distance from bottom edge = ";S(2);" m.": PRINT "Distance from  left  edge =
    ";S(3);" m.": PRINT "Distance from  right edge = ";S(4);" m."
3150  GOTO 2250
3500  DATA 0.1482,0.1835,0.1245,0.1835,0.1061,0.1835,0.0915,0.1836,0.0797,0.1836,0.0701,0.1837,
   0.0621,0.1837,0.0554,0.1837,0.0497,0.1837,0.0448,0.1837
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

3000  REM SUBROUTINE REC.SFFF
3010  POKE 103,1: POKE 104,8
3020 S1 = 0.0001:SQ =  SQR (3):VM = 10000:C = 0:D = 0.03:C2 = 0.3726:D2 = 0.1371:N% =  INT (RTI
    0 * 10) - 9: FOR I = 1 TO N%:C1 = C2:D1 = D2: READ C2,D2: NEXT I:C = 10 * (RTIO - 1) - N% +
    1: IF C <  = 0.001 THEN CC = C1:DD = D1: GOTO 3120
3030 CC = C1 - C * (C1 - C2):DD =  INT (VM * (D1 + C * (D2 - D1)) + 0.5) / VM:C = D * (C1 - C2)
    :C3 =  INT (VM * (CC + C) + 0.5) / VM:C4 =  INT (VM * (CC - C) + 0.5) / VM:C = 0.0002:D3 =
    DD - C:D4 = DD + C: IF C1 > C3 THEN C1 = C3
3035  IF C2 < C4 THEN C2 = C4
3040  IF D1 < D3 THEN D1 = D3
3045  IF D2 > D4 THEN D2 = D4
3050  FOR C = C2 TO C1 STEP S1: FOR D = D1 TO D2 STEP S1
3060 VV = 3 * RTIO ^ 3 * C * C * (2 - (1 + SQ) * D) + 9 * RTIO * (2 * C * D * D + 16 - 9 * SQ -
    (32 - 18 * SQ) * C) + 8 * RTIO ^ 3 * C ^ 3 * (3 - (1 + D) * SQ) + (SQ - 1) * RTIO * C * D ^
    3: IF VV > VM THEN 3080
3070 VM = VV:CC = C:DD = D
3080  NEXT D: NEXT C
3120 S(1) = DD * LY:S(2) = SQ * S(1):S(3) = CC * LX:S(4) = S(3): IF BC(2) = 2 THEN S(1) = S(2):
    S(2) = DD * LY
3125  PRINT "Position of discontinuous line": PRINT : PRINT "Distance from  top  edge = ";S(1)
    ;" m.": PRINT "Distance from bottom edge = ";S(2);" m.": PRINT "Distance from  left  edge =
     ";S(3);" m.": PRINT "Distance from  right edge = ";S(4);" m."
3130  PRINT : GOTO 2250
3500  DATA  0.3277,0.1391,0.2908,0.141,0.2599,0.1427,0.2337,0.1442,0.2114,0.1456,0.1922,0.1471,
    0.1754,0.1483,0.1608,0.1494,0.1479,0.1505,0.139,0.159
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

3000  REM SUBROUTINE REC.SSFS
3010  POKE 103,1: POKE 104,8
3020 DD = 0.0896:SQ =  SQR (3):VM = 10000:C2 = 0.2232:NZ = 1 +  INT ((RTIO - 1) * 20): FOR I =
    1 TO NZ:C1 = C2: READ C2: NEXT I:C = 20 * (RTIO - 1) - NZ + 1: IF C <  = 1E - 4 THEN CC = C
    1: GOTO 3090
3030 CC = C1 - C * (C1 - C2):C3 =  INT (VM * (CC + 0.04 * (C1 - C2)) + 0.5) / VM:C4 =  INT (VM *
    (CC - 0.06 * (C1 - C2)) + 0.5) / VM: IF C1 > C3 THEN C1 = C3
3040  IF C2 < C4 THEN C2 = C4
3050  FOR C = C2 TO C1 STEP 0.0001
3060 VV = RTIO ^ 3 * C * C * (2 - DD * (1 + SQ)) + 2 * C * DD ^ 2 * RTIO * (1 + 2 * DD * (1 + S
    Q)) + RTIO * (16 - 9 * SQ) * (1 - 2 * C): IF VV > VM THEN 3080
3070 VM = VV:CC = C
3080  NEXT C
3090 S(3) = CC * LX:S(4) = S(3):S(2) = DD * LY:S(1) = SQ * S(2): IF BC(1) = 2 THEN S(1) = S(2):
    S(2) = SQ * S(2)
3095  PRINT "Position of discontinuous line": PRINT : PRINT "Distance from  top  edge = ";S(1)
    ;" m.": PRINT "Distance from bottom edge = ";S(2);" m.": PRINT "Distance from  left  edge =
     ";S(3);" m.": PRINT "Distance from  rigrt edge = ";S(4);" m."
3100  GOTO 2250
3500  DATA 0.2065,0.1881,0.1721,0.1581,0.1457,0.1347,0.1249,0.1162,0.1083,0.1012,0.0948,0.0889,
    0.0836,0.0788,0.0743,0.0703,0.0665,0.0631,0.0599,0.0569
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

3000  REM  SUBROUTINE REC.SSFF
3010  POKE 103,1: POKE 104,8
3020 S1 = 0.0001:SQ =  SQR (3):VM = 10000:C = 0:D = 0.03:C2 = 0.2172:D2 = 0.1144:NZ =  INT (RTI
    0 * 10) - 9: FOR I = 1 TO NZ:C1 = C2:D1 = D2: READ C2,D2: NEXT I:C = 10 * (RTIO - 1) - NZ +
    1: IF C <  = 0.001 THEN CC = C1:DD = D1: GOTO 3120
3030 CC = C1 - C * (C1 - C2):DD =  INT (VM * (D1 + C * (D2 - D1)) + 0.5) / VM:C = D * (C1 - C2)
    :C3 =  INT (VM * (CC + C) + 0.5) / VM:C4 =  INT (VM * (CC - C) + 0.5) / VM:C = 0.0001:D3 =
    DD - C:D4 = DD + C: IF C1 > C3 THEN C1 = C3
3035  IF C2 < C4 THEN C2 = C4
3040  IF D1 < D3 THEN D1 = D3
3045  IF D2 > D4 THEN D2 = D4
3050  FOR C = C2 TO C1 STEP S1: FOR D = D1 TO D2 STEP S1
3060 VV = RTIO ^ 3 * C * C * (2 - (1 + SQ) * D) + (SQ + 1) * RTIO * C * D * D + RTIO * (16 - 9 *
    SQ - C * (7 * SQ - 11)) + 4 * RTIO * C * D ^ 3 + 4 * RTIO ^ 3 * C ^ 3 * (SQ - 1 - D): IF VV
     > VM THEN 3080
3070 VM = VV:CC = C:DD = D
3080  NEXT D: NEXT C
3120 S(2) = DD * LY:S(1) = SQ * S(2): IF BC(1) = 2 THEN S(1) = S(2):S(2) = SQ * S(2)
3130 S(4) = DD * LY:S(3) = SQ * S(4): IF BC(3) = 2 THEN S(3) = S(4):S(4) = SQ * S(4)
3135  PRINT "Position of discontinuous line": PRINT : PRINT "Distance from  top  edge = ";S(1)
    ;" m.": PRINT "Distance from bottom edge = ";S(2);" m.": PRINT "Distance from  left  edge =
     ";S(3);" m.": PRINT "Distance from  right edge = ";S(4);" m."
3140  GOTO 2250
3500  DATA  0.1879,0.1156,0.1641,0.1167,0.1445,0.1176,0.1282,0.1184,0.1144,0.1191,0.1027,0.1197
    ,0.0927,0.1203,0.0841,0.1209,0.0765,0.1213,0.0700,0.1218
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

3000  REM SUBROUTINE REC.SSSF
3010  POKE 103,1: POKE 104,8
3020 SQ =  SQR (3):VM = 10000:Z = 0.1:C2 = 0.2453:D2 = 0.122:NX =  INT (RTIO * 10) - 9: FOR I =
   1 TO NX:C1 = C2:D1 = D2: READ C2,D2: NEXT I: IF (RTIO - 1) * 100 - (NX - 1) * 10 <  = 0.01 THEN
   CC = C1:DD = D1: GOTO 3140
3030 C = 5 -  LEN ( STR$ ( INT (VM * (C1 - C2)))):S1 = Z ^ C:C = 5 -  LEN ( STR$ ( INT (VM * (D
   2 - D1)))):S2 = Z ^ C
3035  IF S1 < 9E - 5 AND S2 < 9E - 5 THEN 3140
3040  IF S2 < 9E - 5 THEN D1 = DD:D2 = DD
3050  FOR C = C2 TO C1 STEP S1: FOR D = D1 TO D2 STEP S2
3060 VV = 4 * RTIO ^ 3 * C * C * (1 - D) + 2 * (SQ + 1) * C * D * D * RTIO + RTIO * (1 - C * (S
   Q + 1)) + 8 * (SQ - 1) * C ^ 3 * RTIO ^ 3 * (1 - D): IF VV > VM THEN 3080
3070 VM = VV:CC = C:DD = D
3080  NEXT D: NEXT C
3090 C3 = CC + 0.9 * S1:C4 = CC - 0.9 * S1:D3 = DD - 0.9 * S2:D4 = DD + 0.9 * S2:S1 = S1 * Z:S2
    = S2 * Z: IF C1 > C3 THEN C1 = C3
3100  IF C2 < C4 THEN C2 = C4
3110  IF D1 < D3 THEN D1 = D3
3120  IF D2 > D4 THEN D2 = D4
3130  GOTO 3035
3140 S(1) = DD * LY:S(2) = S(1):S(4) = CC * LX:S(3) = SQ * S(4): IF BC(3) = 2 THEN S(3) = S(4):
   S(4) = SQ * S(4)
3145  PRINT "Position of discontinuous line": PRINT : PRINT "Distance from  top  edge = ";S(1)
   ;" m.": PRINT "Distance from bottom edge = ";S(2);" m.": PRINT "Distance from  left  edge =
    ";S(3);" m.": PRINT "Distance from  right edge = ";S(4);" m."
3150  GOTO 2250
3500  DATA 0.2128,0.1236,0.1863,0.125,0.1645,0.1263,0.1462,0.1273,0.1308,0.1284,0.1177,0.1293,0
   .1064,0.1301,0.0966,0.1308,0.0881,0.1314,0.0806,0.132
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

2000  REM

‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡
FIND REC. STEEL
‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡‡

SUBROUTINE TO FIND AREA OF
STEEL ON RECTANGULAR SLAB


2010  POKE 103,1: POKE 104,8
2030 D = H ‡ 100 - CV:A1 = FC ‡ D / FY:A2 = 6.78 ‡ FC / (0.9 ‡ FY ‡ FY)
2035 K1 = 0.85: IF FC > 280 THEN K1 = 0.85 - 0.05 ‡ (FC - 280) / 70
2040 PB = (6117 / (6117 + FY)) ‡ 0.85 ‡ K1 ‡ FC / FY
2045 PP = 50 ‡ PB ‡ D
2050  DIM AS(4),AA(4,2)
2060  FOR I = 1 TO 4: FOR J = 1 TO 2:MU = MN(I,J): IF MU = 0 THEN 2080
2070  GOSUB 8100:AA(I,J) = A: NEXT J
2080 MU = MP(I): GOSUB 8100:AS(I) = A: NEXT I: PRINT
2090  TEXT : HOME : PRINT "SECTION  TOP STEEL AREA    BOTTOM STEEL": PRINT "-------"; TAB( 14
   )"(Sq cm.)"; TAB( 30)"(Sq cm.)"
2100  FOR I = 1 TO 4: IF I = 1 OR I = 3 THEN A$ = "SIDE NO.": PRINT  TAB( 9)A$;I; TAB( 20)A$;
   I + 1:A$ = "---------": PRINT  TAB( 9)A$; TAB( 20);A$
2110  PRINT "  ";I;"-";I; TAB( 9)AA(I,1); TAB( 20)AA(I,2); TAB( 30)AS(I): NEXT : PRINT : PRINT
   "CUT OFF TOP STEEL SEE TABLE NEG.MOMENT": PRINT "DISTANCE THAT GIVE BEFORE PLUS THE": PRINT
   "GRATEST VALUE OF 12 ‡ DIAMETER OF STEEL": PRINT "BAR OR DEPTH OF SLAB"
2120  END
8100 A = A1 / 1.18 - 0.5 ‡  SQR (2.873 ‡ A1 ‡ A1 - A2 ‡ MU):A =  INT (A ‡ 10000 + 0.5) / 100
8500  IF A > PP THEN  PRINT "STEEL RATIO (As/d)>0.5Pb ": PRINT : PRINT "Please RUN again & in
   crease depth of slab ": END
8550 A9 = 0.25 ‡ D: IF FY > 2400 THEN A9 = 0.20 ‡ D
8560  IF A < A9 THEN A = A9
8600  RETURN
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

90  REM  MENU BEAM TYPE 1-6


100  HOME : PRINT : PRINT  TAB( 7);" PROGRAM TO FIND REACTION": PRINT : PRINT  TAB( 6);"MOMENT
    AND INFLECTION POINT"
200  PRINT : PRINT : PRINT "  WHAT TYPE OF STRONG BAND ?"
210  PRINT : PRINT "1) SIMPLE SUPPORT & UNIFROM SUPPORT"
220  PRINT : PRINT "2) FIXED-END SUPPORT & UNIFROM SUPPORT"
230  PRINT : PRINT "3) BOTH END UNIFROM SUPPORT"
240  PRINT : PRINT "4) BOTH END FIXED-END SUPPORT"
250  PRINT : PRINT "5) FIXED-END SUPPORT & SIMPLE SUPPORT"
260  PRINT : PRINT "6) BOTH END SIMPLE SUPPORT"
300  PRINT : INPUT " FROM (1-6) : ";N:N =  INT (N)
400  IF N < 1 OR N > 6 THEN 200
500  IF N > 3 THEN  POKE 16390,N: GOTO 1000
600  ON N GOTO 700,800,900
700  PRINT  CHR$ (4);"RUN BEAM TYPE 1"
800  PRINT  CHR$ (4);"RUN BEAM TYPE 2"
900  PRINT  CHR$ (4);"RUN BEAM TYPE 3"
1000  PRINT  CHR$ (4);"RUN BEAM TYPE 4-6"
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

80  REM

BEAM TYPE 1


90  TEXT : HOME
100  PRINT  TAB( 12);"BEAM TYPE 1": PRINT  TAB( 12);"===========": PRINT : PRINT : PRINT "PLEAS
    E INPUT BEAM DATA": PRINT
105  REM

INPUT DATA


110  INPUT "SPAN LENGTH OF BEAM = ";L: IF L < 0 THEN 110
130  PRINT : PRINT "PLEASE INPUT LOAD DATA": PRINT
140  INPUT "UNIFORM LOAD NO.1 ; q1 = ";Q1
145  IF Q1 = 0 THEN X1 = 0: GOTO 160
150  INPUT "Distance from  0 to X1   X1 = ";X1: PRINT
155  IF X1 = L THEN X1 = 0:X2 = 0:Q2 = Q1:Q1 = 0: GOTO 180
160  INPUT "UNIFORM LOAD NO.2 ; q2 = ";Q2
165  IF Q2 = 0 THEN X2 = 0: GOTO 180
170  INPUT "Distance from X2 to end. X2 = ";X2: PRINT
180  INPUT "POINT LOAD AT END OF SPAN = ";QL
190  IF QL < 0 THEN 180
200  PRINT : INPUT "WIDTH OF SUPPORT = ";WS
210 X3 = L - WS
215  REM

To find reaction


220 R = Q1 * X1 * (L + X3 - X1) + Q2 * (L - X2) * (X3 - X2) - QL * (L - X3):R = R / (L + X3)
230 Q3 = Q1 * X1 * X1 + Q2 * (L ^ 2 - X2 ^ 2) + 2 * QL * L:Q3 = Q3 / (L ^ 2 - X3 ^ 2)
250 N = L / .01: DIM V(N),M(N)
260  PRINT : PRINT
300 X = 0:V(0) = R:M(0) = 0:X(2) = 0:X(3) = 0:X(4) = 0
305 RR =  INT (R * 100 + .5) / 100
310  PRINT "AT X=0 REACTION AT SUPPORT = ";RR
315  PRINT
320  PRINT "       MOMENT AT SUPPORT = ";M(0)
330  PRINT : PRINT
334  REM
335  REM

To find Shear and Moment


340  FOR I = 1 TO N:X = X + 0.01
350 X(1) = X: IF X > X1 THEN X(1) = X1
360  IF X > X2 THEN X(2) = X - X2
370  IF X > X3 THEN X(3) = X - X3
380  IF X = L THEN X(4) = 1.0
390 V(I) = R - Q1 * X(1) - Q2 * X(2) + Q3 * X(3) - QL * X(4)
400 M(I) = M(I - 1) + ((V(I) + V(I - 1)) * 0.005)
```

```
405  REM

FIND POINT OF ZERO SHEAR


410  IF V(I - 1) > 0 AND V(I) <  = 0 THEN 426
420  IF V(I - 1) < 0 AND V(I) =  > 0 THEN 426
425  GOTO 440
426  IF M(I) > M(I - 1) THEN 434
428 X =  INT (X * 100 + .5) / 100:M(I - 1) =  INT (M(I - 1) * 100 + .5) / 100
430  PRINT "At X = ";X - .01;" Moment = ";M(I - 1): GOTO 436
434 X =  INT (X * 100 + .5) / 100:M(I) =  INT (M(I) * 100 + .5) / 100
435  PRINT "At X = ";X;" Moment = ";M(I)
436  PRINT : PRINT
437  REM

FIND INFLECTION POINT

440  IF M(I - 1) > 0 AND M(I) <  = 0 THEN 465
450  IF M(I - 1) < 0 AND M(I) >  = 0 THEN 465
460  GOTO 480
465 X =  INT (X * 100 + .5) / 100
470  PRINT "Inflection point at X = ";X
475  PRINT : PRINT
480  NEXT I
485 QQ =  INT (Q3 * 100 + .5) / 100
490  PRINT "UNIFORM LOAD ON RIGHT SUPPORT": PRINT " q3 = ";QQ
499 M(N) =  INT (M(N) * 100 + .5) / 100
500  PRINT "AT X = ";L;" Moment = ";M(N)
510  PRINT : INPUT "PRESS RETURN TO CONTINUE";A$
520  PRINT  CHR$ (4);"RUN MENU BEAM TYPE 1-6"
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

80  REM

BEAM TYPE 2


90  TEXT : HOME
100  PRINT  TAB( 12);"BEAM TYPE 2": PRINT  TAB( 12);"===========": PRINT : PRINT : PRINT "PLEAS
    E INPUT BEAM DATA": PRINT
105  REM

INPUT DATA


110  INPUT "SPAN LENGTH OF BEAM = ";L: IF L < 0 THEN 110
130  PRINT : PRINT "PLEASE INPUT LOAD DATA": PRINT
140  INPUT "UNIFORM LOAD NO.1 ; q1 = ";Q1
145  IF Q1 = 0 THEN X1 = 0: GOTO 160
150  INPUT "Distance from  0 to X1   X1 = ";X1: PRINT
155  IF X1 = L THEN X1 = 0:X2 = 0:Q2 = Q1:Q1 = 0: GOTO 180
160  INPUT "UNIFORM LOAD NO.2 ; q2 = ";Q2
165  IF Q2 = 0 THEN X2 = 0: GOTO 180
170  INPUT "Distance from X2 to end. X2 = ";X2: PRINT
180  INPUT "POINT LOAD AT END OF SPAN = ";QL
190  IF QL < 0 THEN 180
200  PRINT : INPUT "WIDTH OF SUPPORT = ";WS
210 X3 = L - WS
215  REM

TO FIND REACTION


220 Q3 = Q1 * X1 * (4 * X1 * X1 * L - (X1 ^ 3)) + Q2 * (L - X2) * (3 * X2 * X2 * L + 3 * X2 * L
    * L + 3 * L * L * L - (X2 ^ 3)) + 8 * QL * L * L
225 Q3 = Q3 / ((L - X3) * (3 * X3 * X3 * L + 3 * X3 * L * L + 3 * L * L * L - (X3 ^ 3)))
230 R = Q1 * X1 + Q2 * (L - X2) + QL - Q3 * (L - X3)
235 MS = (Q3 * (L - X3) * (L + X3) - Q1 * X1 * X1 - Q2 * (L - X2) * (L + X2)) * 0.5 - QL * L
250 N = L / .01: DIM V(N),M(N)
260  PRINT : PRINT
300 X = 0:V(0) = R:M(0) = MS:X(2) = 0:X(3) = 0:X(4) = 0
305 RR =  INT (R * 100 + .5) / 100
310  PRINT "AT X=0 REACTION AT SUPPORT = ";RR
315  PRINT
320  PRINT "      MOMENT AT SUPPORT = ";M(0)
330  PRINT : PRINT
335  REM

To find Shear and Moment


340  FOR I = 1 TO N:X = X + 0.01
350 X(1) = X: IF X > X1 THEN X(1) = X1
360  IF X > X2 THEN X(2) = X - X2
370  IF X > X3 THEN X(3) = X - X3
380  IF X = L THEN X(4) = 1.0
```

```
385  REM

FIND SHEAR AND MOMENT


390 V(I) = R - Q1 * X(1) - Q2 * X(2) + Q3 * X(3) - QL * X(4)
400 M(I) = M(I - 1) + ((V(I) + V(I - 1)) * 0.005)
405  REM

FIND POINT OF ZERO SHEAR


410  IF V(I - 1) > 0 AND V(I) <  = 0 THEN 426
420  IF V(I - 1) < 0 AND V(I) =  > 0 THEN 426
425  GOTO 440
426  IF M(I) > M(I - 1) THEN 434
428 X =  INT (X * 100 + .5) / 100:M(I - 1) =  INT (M(I - 1) * 100 + .5) / 100
430  PRINT "At X = ";X - .01;" Moment = ";M(I - 1): GOTO 436
434 X =  INT (X * 100 + .5) / 100:M(I) =  INT (M(I) * 100 + .5) / 100
435  PRINT "At X = ";X;" Moment = ";M(I)
436  PRINT : PRINT
437  REM

FIND INFLECTION POINT


440  IF M(I - 1) > 0 AND M(I) <  = 0 THEN 465
450  IF M(I - 1) < 0 AND M(I) >  = 0 THEN 465
460  GOTO 480
465 X =  INT (X * 100 + .5) / 100
470  PRINT "Inflection point at X = ";X
475  PRINT : PRINT
480  NEXT I
485 QQ =  INT (Q3 * 100 + .5) / 100
490  PRINT "UNIFORM LOAD ON RIGHT SUPPORT": PRINT : PRINT " q3 = ";QQ: PRINT
499 M(N) =  INT (M(N) * 100 + .5) / 100
500  PRINT "AT X = ";L;" Moment = ";M(N)
510  PRINT : PRINT "PRESS RETURN TO CONTINUE": INPUT "";A$
520  PRINT  CHR$ (4);"RUN MENU BEAM TYPE 1-6"
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

700  REM

BEAM TYPE 3


790  TEXT : HOME
800  PRINT  TAB( 12);"BEAM TYPE 3": PRINT  TAB( 12);"==========": PRINT : PRINT : PRINT "PLEAS
     E INPUT BEAM DATA": PRINT
805  REM

INPUT DATA


810  INPUT "SPAN LENGTH OF BEAM = ";L: IF L < 0 THEN 810
830  PRINT : PRINT "PLEASE INPUT LOAD DATA": PRINT
840  INPUT "UNIFORM LOAD NO.1 ; q1 = ";Q1: PRINT
845  IF Q1 = 0 THEN X0 = 0:X1 = 0: GOTO 870
850  INPUT "Distance from X0 = ";X0: IF X0 < 0 OR X0 > L THEN  PRINT "DON'T USE X0 < 0 OR X0 >
     ";L: PRINT : GOTO 850
855  INPUT "          to  X1 = ";X1: IF X1 < X0 OR X1 > L THEN  PRINT "DON'T USE X1 < ";X0;" OR
     X1 > ";L: PRINT : GOTO 855
870  PRINT : INPUT "UNIFORM LOAD NO.2 ; q2 = ";Q2: PRINT
875  IF Q2 = 0 THEN X2 = 0:X3 = 0: GOTO 920
880  INPUT "Distance from X2 = ";X2: IF X2 < X1 OR X2 > L THEN  PRINT "DON'T USE X2 < ";X1;" OR
     X2 > ";L: PRINT : GOTO 880
885  INPUT "          to  X3 = ";X3: IF X3 < X2 OR X3 > L THEN  PRINT "DON'T USE X3 < ";X2;" OR
     X3 >";L: PRINT : GOTO 885
900  PRINT : INPUT "UNIFORM LOAD NO.3 ; q3 = ";Q3: PRINT
905  IF Q3 = 0 THEN X4 = 0:X5 = 0: GOTO 920
910  INPUT "Distance from X4 = ";X4: IF X4 < X3 OR X4 > L THEN  PRINT "DON'T USE X4 < ";X3;" OR
     X4 > ";L: PRINT : GOTO 910
915  INPUT "          to  X5 = ";X5: IF X5 < X4 OR X5 > L THEN  PRINT "DON'T USE X5 < ";X4;" OR
     X5 > ";L: PRINT : GOTO 915
920  PRINT : PRINT
930  INPUT "LEFT  SUPPORT WIDTH = ";W1S
940  INPUT "RIGHT SUPPORT WIDTH = ";W2S
941 A1 = (X0 + X1) / 2:B1 = L - A1
942 A2 = (X2 + X3) / 2:B2 = L - A2
943 A3 = (X4 + X5) / 2:B3 = L - A3
944 A4 = W1S / 2:B4 = L - A4
950 X6 = 0:X7 = W1S:X8 = L - W2S:X9 = L
951 A5 = (X8 + X9) / 2:B5 = L - A5
955  REM

FIND UNIFORM REACTION


960 Q5 = (Q1 * (X1 - X0) * (A1 - A4) + Q2 * (X3 - X2) * (A2 - A4) + Q3 * (X5 - X4) * (A3 - A4))
     / ((A5 - A4) * W2S)
980 Q4 = (Q1 * (X1 - X0) * (B5 - B1) + Q2 * (X3 - X2) * (B5 - B2) + Q3 * (X5 - X4) * (B5 - B3))
     / ((B5 - B4) * W1S)
1000 N = L / 0.01: DIM V(N),M(N)
1010  PRINT : PRINT :V(0) = 0:M(0) = 0:X(2) = 0:X(3) = 0:X(4) = 0:X(5) = 0:X = 0
1020  PRINT "UNIFORM LOAD ON LEFT SUPPORT = ";Q4
```

```
1030  PRINT "UNIFORM LOAD ON RIGHT SUPPORT = ";Q5: PRINT : PRINT
1035  PRINT "AT X = 0  Moment = ";M(0)
1037  REM

CALCULATE SHEAR AND MOMENT


1040  FOR I = 1 TO N:X = X + 0.01
1050  IF X < X0 THEN X(1) = 0: GOTO 1070
1060 X(1) = X - X0: IF X > X1 THEN X(1) = X1 - X0
1070  IF X < X2 THEN X(2) = 0: GOTO 1090
1080 X(2) = X - X2: IF X > X3 THEN X(2) = X3 - X2
1090  IF X < X4 THEN X(3) = 0: GOTO 1110
1100 X(3) = X - X4: IF X > X5 THEN X(3) = X5 - X4
1110 X(4) = X: IF X > W1S THEN X(4) = W1S
1130  IF X < X8 THEN X(5) = 0: GOTO 1150
1140 X(5) = X - X8
1145  REM

FIND POINT OF ZERO SHEAR
AND MAXIMUM MOMENT


1150 V(I) = Q4 * X(4) - Q1 * X(1) - Q2 * X(2) - Q3 * X(3) + Q5 * X(5)
1160 M(I) = M(I - 1) + ((V(I) + V(I - 1)) * 0.005)
1170  IF V(I - 1) > 0 AND V(I) <  = 0 THEN 1200
1180  IF V(I - 1) < 0 AND V(I) =  > 0 THEN 1200
1190  GOTO 1260
1200  IF M(I) > M(I - 1) THEN 1230
1210 X =  INT (X * 100 + .5) / 100:M(I - 1) =  INT (M(I - 1) * 100 + .5) / 100
1220  PRINT "At X = ";X - .02;" Moment = ";M(I - 1): GOTO 1250
1230 X =  INT (X * 100 + .5) / 100:M(I) =  INT (M(I) * 100 + .5) / 100
1240  PRINT "At X = ";X;" Moment = ";M(I)
1250  PRINT : PRINT
1255  REM

FIND INFLECTION POINT


1260  IF M(I - 1) > 0 AND M(I) <  = 0 THEN 1290
1270  IF M(I - 1) < 0 AND M(I) >  = 0 THEN 1290
1280  GOTO 1320
1290 X =  INT (X * 100 + .5) / 100
1300  PRINT "Inflection point at X = ";X
1310  PRINT : PRINT
1320  NEXT I
1330 QQ =  INT (Q3 * 100 + .5) / 100
1350 M(N) =  INT (M(N) * 100 + .5) / 100
1360  PRINT "AT X = ";L;"  Moment = ";M(N)
1370  PRINT : PRINT "PRESS RETURN TO CONTINUE": INPUT "",A$
1380  PRINT  CHR$ (4);"RUN MENU BEAM TYPE 1-6"
```

```
]LIST

800  REM

PROGRAM BEAM TYPE 4-6


900  HOME :TB =  PEEK (16390)
1000  PRINT  TAB( 12);"BEAM TYPE ";TB: PRINT  TAB( 12);"==========": PRINT : PRINT "PLEASE INP
   UT BEAM DATA ": PRINT
1010  REM

INPUT DATA


1100  INPUT "SPAN LENGTH OF BEAM = ";L: IF L < 0 THEN 1100
1200  PRINT : PRINT "PLEASE INPUT LOAD DATA": PRINT
1300  INPUT "UNIFORM LOAD NO.1 ; q1 = ";Q1: IF Q1 < 0 THEN 1300
1310  IF Q1 = 0 THEN X1 = 0:X2 = 0: GOTO 1400
1320  INPUT "DISTANCE FROM X1 = ";X1: IF X1 < 0 OR X1 > L THEN  PRINT "DON'T USE X1 < 0 OR X1 >
    ";L: PRINT : GOTO 1320
1330  INPUT "          TO  X2 = ";X2: IF X2 < X1 OR X2 > L THEN  PRINT "DON'T USE X2 < ";X1;" O
   R X2 > ";L: PRINT : GOTO 1330
1340  PRINT
1400  INPUT "UNIFORM LOAD NO.2 ; q2 = ";Q2: IF Q2 < 0 THEN 1400
1410  IF Q2 = 0 THEN X3 = 0:X4 = 0: GOTO 1500
1420  INPUT "DISTANCE FROM X3 = ";X3: IF X3 < X2 OR X3 > L THEN  PRINT "DON'T USE X3 < ";X2;" O
   R X3 > ";L: PRINT : GOTO 1420
1430  INPUT "          TO  X4 = ";X4: IF X4 < X3 OR X4 > L THEN  PRINT "DON'T USE X4 < ";X3;" O
   R X4 > ";L: PRINT : GOTO 1430
1440  PRINT
1500  INPUT "UNIFORM LOAD NO.3 ; q3 = ";Q3: IF Q3 < 0 THEN 1500
1510  IF Q3 = 0 THEN X5 = 0:X6 = 0: GOTO 1600
1520  INPUT "DISTANCE FROM X5 = ";X5: IF X5 < X4 OR X5 > L THEN  PRINT "DON'T USE X5 < ";X4;" O
   R X5 > ";L: PRINT : GOTO 1520
1530  INPUT "          TO  X6 = ";X6: IF X6 < X5 OR X6 > L THEN  PRINT "DON'T USE X6 < ";X5;" O
   R X6 > ";L: PRINT : GOTO 1530
1540  PRINT
1600 X7 = (X1 + X2) / 2:X8 = (X3 + X4) / 2:X9 = (X5 + X6) / 2:Y7 = L - X7:Y8 = L - X8:Y9 = L -
   X9:Y1 = X2 - X1:Y2 = X4 - X3:Y3 = X6 - X5
1700  ON TB - 3 GOTO 6000,7000,8000
1800  REM

CALCULATE MOMENT AND INFLECTION
POINT


2100 N = L / 0.01: DIM V(N),M(N)
2200  PRINT : PRINT
2300 X = 0:V(0) = R1S:M(0) = M1S:X(1) = 0:X(2) = 0:X(3) = 0
2400  PRINT "REACTION AT LEFT SUPPORT = ";R1S
2410  PRINT : PRINT "MOMENT  AT  LEFT SUPPORT = ";M1S
2420  PRINT : PRINT
2500  FOR I = 1 TO N:X = X + 0.01
2600  IF X < X1 THEN X(1) = 0: GOTO 2800
2700 X(1) = X - X1: IF X > X2 THEN X(1) = Y1
```

```
2800  IF X < X3 THEN X(2) = 0: GOTO 3000
2900 X(2) = X - X3: IF X > X4 THEN X(2) = Y2
3000  IF X < X5 THEN X(3) = 0: GOTO 3200
3100 X(3) = X - X5: IF X > X6 THEN X(3) = Y3
3150  REM

FIND SHEAR & MOMENT

3200 V(I) = R1S - Q1 * X(1) - Q2 * X(2) - Q3 * X(3)
3300 M(I) = M(I - 1) + ((V(I) + V(I - 1)) * 0.005)
3350  REM

POINT OF ZERO SHEAR
AND MAXIMUM MOMENT

3400  IF V(I - 1) > 0 AND V(I) <  = 0 THEN 3700
3500  IF V(I - 1) < 0 AND V(I) =  > 0 THEN 3700
3600  GOTO 4300
3700  IF M(I) > M(I - 1) THEN 4000
3800 X =  INT (X * 100 + .5) / 100:M(I - 1) =  INT (M(I - 1) * 100 + .5) / 100
3900  PRINT "At X = ";X - .01;" Moment = ";M(I - 1): GOTO 4200
4000 X =  INT (X * 100 + .5) / 100:M(I) =  INT (M(I) * 100 + .5) / 100
4100  PRINT "AT X = ";X;" MOMENT = ";M(I)
4200  PRINT : PRINT
4250  REM

FIND INFLECTION POINT

4300  IF M(I - 1) > 0 AND M(I) <  = 0 THEN 4600
4400  IF M(I - 1) < 0 AND M(I) >  = 0 THEN 4600
4500  GOTO 4900
4600 X =  INT (X * 100 + .5) / 100
4700  PRINT "Inflection Point at X = ";X
4800  PRINT : PRINT
4900  NEXT I
5000  PRINT "REACTION AT RIGHT SUPPORT = ";R2S
5100  PRINT : PRINT "MOMENT  AT RIGHT SUPPORT = ";M2S
5150  PRINT : PRINT "PRESS RETURN TO CONTINUE": INPUT "";A$
5200  PRINT  CHR$ (4);"RUN MENU BEAM TYPE 1-6"
5999  REM

BEAM TYPE 4

6000 M1S = Q1 * Y1 * (12 * X7 * Y7 * Y7 + Y1 * Y1 * (L - 3 * Y7)) + Q2 * Y2 * (12 * X8 * Y8 *
    Y8 + Y2 * Y2 * (L - 3 * Y8)) + Q3 * Y3 * (12 * X9 * Y9 * Y9 + Y3 * Y3 * (L - 3 * Y9))
6100 M1S = M1S / ( - 12 * L * L)
6200 M2S = Q1 * Y1 * (12 * X7 * Y7 * Y7 + Y1 * Y1 * (L - 3 * X7)) + Q2 * Y2 * (12 * X8 * Y8 *
    Y8 + Y2 * Y2 * (L - 3 * X8)) + Q3 * Y3 * (12 * X9 * Y9 * Y9 + Y3 * Y3 * (L - 3 * X9))
6300 M2S = M2S / ( - 12 * L * L)
6400 R1S = (M1S - M2S + Q1 * Y1 * Y7 + Q2 * Y2 * Y8 + Q3 * Y3 * Y9) / L
6500 R2S = (M2S - M1S + Q1 * Y1 * X7 + Q2 * Y2 * X8 + Q3 * Y3 * X9) / L
6600  GOTO 2100
```

```
6999  REM

BEAM TYPE 5


7000 R2S = Q1 * Y1 * (4 * L * (X1 * X1 + X1 * X2 + X2 * X2) - (X1 ^ 3) - X1 * X2 * X2 - X1 * X1
     * X2 - (X2 ^ 3)) + Q2 * Y2 * (4 * L * (X3 * X3 + X3 * X4 + X4 * X4) - (X3 ^ 3) - X3 * X4 *
    X4 - X3 * X3 * X4 - (X4 ^ 3)) + Q3 * Y3 * (4 * L * (X5 * X5 + X5 * X6 + X6 * X6) - (X5 ^ 3)
     - X5 * X6 * X6 - X5 * X5 * X6 - (X6 ^ 3))
7100 R2S = R2S / (8 * L * L * L)
7200 R1S = Q1 * Y1 + Q2 * Y2 + Q3 * Y3 - R2S
7300 M1S = R2S * L - Q1 * Y1 * X7 - Q2 * Y2 * X8 - Q3 * Y3 * X9
7400 M2S = 0
7500  GOTO 2100
7999  REM

BEAM TYPE 6


8000 R2S = (Q1 * Y1 * X7 + Q2 * Y2 * X8 + Q3 * Y3 * X9) / L
8800 R1S = Q1 * Y1 + Q2 * Y2 + Q3 * Y3 - R2S
8900 M1S = 0:M2S = 0
9000  GOTO 2100
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

60  REM ********************
70  REM * FIND STEEL AREA *
80  REM *  INPUT  MOMENT  *
90  REM ********************


100  REM  FY = STEEL YIELD STRENGTH
110  REM  FC = CONCRETE CYLINDER STRENGTH
150  REM   T = SLAB THICKNESS
160  REM   C = COVERING
190  REM  TY$ = TYPE OF BAR
200  REM  AS = STEEL AREA
210  REM  A9 = TEMPERATURE STEEL
220  REM  PB = BALANCE STEEL RATIO
230  REM  MM = MOMENT IN SLABS
800  REM

PROGRAM TO FIND STEEL AREA

900  TEXT : HOME
1000  HOME : PRINT  TAB( 8);"PROGRAM TO FIND STEEL AREA": PRINT
1050  VTAB 12: PRINT  TAB( 5)" Do you want hard copy ot output ": VTAB 15: PRINT  TAB( 15)"type
     Y/N Y ";: HTAB 24: GET B$: IF B$ =  CHR$ (13) THEN B$ = "Y"
1060  IF B$ <  > "Y" AND B$ <  > "N" THEN 1050
1070  PRINT B$: IF B$ = "N" THEN 1100
1080  TEXT : HOME : VTAB 10: PRINT "Please turn on Printer :": VTAB 24: INPUT "  PRESS RETURN T
    O CONTINUE";C$: HOME
1090  PRINT  CHR$ (4);"PR#1": PRINT : PRINT : PRINT "PROGRAM TO FIND STEEL AREA": PRINT
1100  HOME : PRINT "PLEASE INPUT DATA": PRINT : PRINT
1115  REM

INPUT DATA


1200  INPUT "STEEL YIELD STRENGTH (ksc.) ; fy = ";FY
1250  IF FY < 2300 OR FY > 6000 THEN 1200
1300  PRINT : PRINT "Round bar (RB) or Deform bar (DB) ?"
1400  PRINT : INPUT "Please Choose (RB or DB) : ";TY$
1440  IF TY$ = "RB" OR TY$ = "DB" THEN 1450
1445  GOTO 1400
1450  PRINT : INPUT "STEEL COVERING (In cm.) = ";C
1460  IF C < 2.5 OR C > 7 THEN 1450
1500  PRINT : INPUT "CONCRETE CYLINDER STRENGTH  (In ksc.) ; f'c = ";FC
1800  PRINT : PRINT : PRINT "PLEASE INPUT SLAB THICKNESS ": PRINT
1900  INPUT "THICKNESS OF SLAB (In cm.) = ";T
2130  PRINT : INPUT "DESIGN ULTIMATE MOMENT (kg-m/m.) = ";MM
7900  REM

FIND STEEL AREA

8000 D = T - C:A1 = FC * D / FY:A2 = 6.78 * FC / (0.9 * FY * FY)
8010 K1 = 0.85: IF FC > 280 THEN K1 = 0.85 - 0.05 * (FC - 280) / 70
```

```
8030 PB = (6117 / (6117 + FY)) * 0.85 * K1 * FC / FY
8040 PP = 50 * PB * D
8100 AS = A1 / 1.18 - 0.5 *  SQR (2.873 * A1 * A1 - A2 * MM):AS =  INT (AS * 10000 + 0.5) / 100

8500  IF AS > PP THEN  PRINT "STEEL RATIO (As/d) >  0.5Pb ": PRINT : PRINT "Please RUN again &
    increase depth of slab": END
8550  REM

FIND TEMPERTURE STEEL


8600 A9 = 0.25 * D: IF TY$ = "DB" THEN A9 = 0.20 * D
8850  REM

check steel area not less
than temperature steel


9000  IF AS < A9 THEN AS = A9
9500  HOME : PRINT "STEEL AREA IN SLABS = ";AS: PRINT
9600  PRINT : PRINT "(INPUT MOMENT = 0 TO END)": PRINT : INPUT "MOMENT IN SLABS = ";MM
9700  IF MM <  = 0 THEN  END
9800  GOTO 8100
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

90  REM

DESIGN SKEW SLAB


100  REM  FY = STEEL YIELD STRENGTH
110  REM  FC = CONCRETE CYLINDER STRENGTH
120  REM  DL = DEAD LOAD
130  REM  LL = LIVE LOAD
140  REM  UL = DESIGN ULTIMATE LOAD
150  REM   T = SLAB THICKNESS
160  REM   C = COVERING
170  REM  ZT = SKEW ANGLE
180  REM  LY,L = LENGTH OF SLAB
190  REM  TY$ = TYPE OF BAR
200  REM  AS( ) = STEEL AREA
210  REM   H = MINIMUM THICKNESS OF SLAB
220  REM  PB = BALANCE STEEL RATIO
230  REM  M(I) = MOMENT IN SLABS
800  REM


PROGRAM TO DESIGN SLAB WHICH
HAVE FREE EDGE ON SKEW EDGE
AND SIMPLY SUPPORT


900  TEXT : HOME
1000  HOME : PRINT  TAB( 8);"PROGRAM TO DESIGN SKEW SLAB": PRINT
1050  VTAB 12: PRINT  TAB( 5)" Do you want hard copy ot output ": VTAB 15: PRINT  TAB( 15)"type
     Y/N Y ";: HTAB 24: GET B$: IF B$ =  CHR$ (13) THEN B$ = "Y"
1060  IF B$ <  > "Y" AND B$ <  > "N" THEN 1050
1070  PRINT B$: IF B$ = "N" THEN 1100
1080  TEXT : HOME : VTAB 10: PRINT "Please turn on Printer :": VTAB 24: INPUT "  PRESS RETURN T
    O CONTINUE";C$: HOME
1090  PRINT  CHR$ (4);"PR#1": PRINT "PROGRAM TO DESIGN SKEW SLAB": PRINT
1100  HOME : PRINT "PLEASE INPUT DATA": PRINT : PRINT
1115  REM

INPUT DATA


1200  INPUT "STEEL YIELD STRENGTH (ksc.) ; fy = ";FY
1250  IF FY < 2300 OR FY > 6000 THEN 1200
1300  PRINT : PRINT "Round bar (RB) or Deform bar (DB) ?"
1400  PRINT : INPUT "Please Choose (RB or DB) : ";TY$
1440  IF TY$ = "RB" OR TY$ = "DB" THEN 1450
1445  GOTO 1400
1450  PRINT : INPUT "STEEL COVERING (In cm.) = ";C
1460  IF C < 2.5 OR C > 7 THEN 1450
1500  PRINT : INPUT "CONCRETE CYLINDER STRENGTH  (In ksc.) ; f'c = ";FC
1600  PRINT : INPUT "DISTANCE BETWEEN SUPPORT (In m.) = ";LY
1700  PRINT : PRINT "SKEW ANGLE AT FREE EDGE "
1750  INPUT "(NOT MORE THAN 90 DEGREE) = ";ZT
```

```
1755 ZZ = ZT / 57.296
1760  IF ZT > 90 THEN 1750
1765  IF ZT < 30 THEN  PRINT "Suitable to use beam on free edge": PRINT : PRINT "PRESS 1 TO END
    ": PRINT "      2 TO CONTINUE": INPUT "Please choose : ";CT: IF CT < 2 THEN  END
1770 L = LY /  SIN (ZZ)
1800  PRINT : PRINT : PRINT "PLEASE INPUT SLAB THICKNESS ": PRINT
1850 H = 5 * LY:H =  INT (H * 100 + .5) / 100: PRINT "Minimum Slab thickness = ";H;" cm.": PRINT

1900  INPUT "THICKNESS OF SLAB (In cm.) = ";T
2000  PRINT : PRINT "UNIFORMLY DISTRIBUTION SERVICE ": PRINT
2010  INPUT "LIVE LOAD  (In kg/sq m.) = ";LL
2100 DL = 24 * T:UL = 1.4 * DL + 1.7 * LL
2130  VTAB 21: PRINT "DESIGN ULTIMATE LOAD (kg/sq m.) = ";UL
2140  REM

DRAW PICTHER


2150  HGR : HCOLOR= 3: SCALE= 1: ROT= 0
2155 DT = 100 /  TAN (ZZ):DD =  INT (DT):DD = DD + 51
2160  HPLOT 250,130 TO 50,130 TO DD,30 TO 250,30
2170  HPLOT 250,20 TO 250,75 TO 245,80 TO 255,85 TO 250,90 TO 250,140
2175  HPLOT 50,128 TO 50,20 TO 52,25 TO 48,25 TO 50,20
2176  HPLOT 253,130 TO 265,130 TO 260,132 TO 260,128 TO 265,130
2177  HPLOT 268,127 TO 268,128 TO 272,132 TO 272,133: HPLOT 268,133 TO 268,132 TO 272,128 TO 27
   2,127: REM    X
2178  HPLOT 50,16 TO 50,13 TO 48,11 TO 48,10: HPLOT 51,12: HPLOT 52,11: HPLOT 52,10: REM  Y
2180  FOR I = 0 TO 64 STEP 2: HPLOT 3 * I + 54,127 TO 57 + 3 * I,127: NEXT I
2185 N = (250 - DD) / 3:N =  INT (N)
2190 N = N - 1: FOR I = 0 TO N STEP 2: HPLOT 3 * I + DD,33 TO 3 * I + DD + 3,33: NEXT I
2200 SZ = LY /  TAN (ZZ):SZ =  INT (SZ * 100 + .5) / 100
2204  REM

IF SKEW ANGLE LESS THAN 60
DEGREE => SUITABLE TO USE
WEDGE SHAPED STRIP


2205  IF ZT < 60 THEN Y$ = "Y": GOTO 5000
2210  HOME : VTAB 22: PRINT "TOP SHORT SPAN LESS THAN ";SZ;" m. OR NOT ": INPUT "PRESS (Y)es or
    (N)o ";Y$
2220  IF Y$ = "Y" THEN 5000
2225  IF Y$ <  > "N" THEN 2210
2650  HOME : VTAB 21: PRINT "PLEASE CHOOSE FOLLOWING CASE :"
2660  PRINT "1) USE UNIFORM SHAPED STRIPS"
2670  PRINT "2) USE WEDGE SHAPED STRIPS "
2680  VTAB 24: INPUT " PLEASE CHOOSE : ";CN:CN =  INT (CN): IF CN < 0 OR CN > 2 THEN 2680
2700  IF CN = 2 THEN Y$ = "Y": GOTO 5000
2750 N = (DD - 50) / 8:N =  INT (N)
2770  REM

FIND MOMENT BY
UNIFORM SHAPED STRIP


2800  FOR I = 0 TO 7: HPLOT DD + 1 + N * I,128 - 12 * I TO DD + N * I + 3,122 - 12 * I: HPLOT D
```

```
    D + 4 + N * I,119 - 12 * I: NEXT I
2850  FOR I = 0 TO 7: HPLOT DD,32 + 12 * I TO DD,39 + 12 * I: HPLOT DD,42 + 12 * I: NEXT I
2900  PRINT : PRINT " USE UNIFORM SHAPED STRIP": PRINT
3000 M(1) = UL * L * L / 8:M(2) = 0.3 * M(1):M(3) = UL * LY * LY / 8
3100 X1 = SZ / 3:X1 =  INT (X1 * 100 + 0.5) / 100
3200  PRINT : PRINT "Moment at free edge from 0 < X < ";X1;" = ";M(1)
3300  PRINT : PRINT " Moment from ";X1;" < X < ";SZ;" = ";M(2)
3500  TEXT : GOTO 8000
4000  REM

FIND MOMENT BY WEDGE SHAPED


5000  HOME : VTAB 21: PRINT " USE WEDGE SHAPED STRIP "
5100  PRINT "INPUT SHORT & LONG SIZE STRIP (In m.)"
5200  INPUT "SHORT SIZE = ";B3
5300  INPUT " LONG SIZE = ";B4
5400 ALP = B3 / B4:B1 = B3 / 4:B2 = B4 / 4
5500 F2 = (ALP + ALP * ALP) / 2
5502 F2 = (F2 ^ (2 / 3))
5504 F2 = 1 + ALP + ALP * ALP - 3 * F2
5600 F2 = 4 * F2 / (3 * ((1 - ALP) ^ 2))
5700  FOR I = 1 TO 3:X1 = (2 * B3 + B4) * 4 / ((B3 + B4) * B4 * (4 - I))
5800 X1 =  ATN (X1):L(I) = LY /  SIN (X1): NEXT I
5900 L(4) = (L + L(1)) / 2:L(5) = (L(1) + L(2)) / 2:L(6) = (L(2) + L(3)) / 2:L(7) = (L(3) + LY)
    / 2
6000  FOR I = 1 TO 4:MM(I) = UL * (L(I + 3) ^ 2) * F2 / 8: NEXT I
6100 M(1) = (MM(1) + MM(2)) / 2:M(2) = (MM(3) + MM(4)) / 2
6150 M(3) = UL * LY * LY / 8
6200  PRINT : PRINT "Moment at free edge from 0 < X < ";2 * B2;" = ";M(1);" kg-m."
6300  PRINT : PRINT "Moment from ";2 * B2;" < X < ";B4;" = ";M(2);" kg-m."
6400  TEXT
7900  REM

FIND STEEL AREA


8000 D = T - C:A1 = FC * D / FY:A2 = 6.78 * FC / (0.9 * FY * FY)
8100  FOR I = 1 TO 3:AS(I) = A1 / 1.18 - 0.5 *  SQR (2.873 * A1 * A1 - A2 * M(I)):AS(I) =  INT
   (AS(I) * 10000 + 0.5) / 100: NEXT I
8200 K1 = 0.85: IF FC > 280 THEN K1 = 0.85 - 0.05 * (FC - 280) / 70
8300 PB = (6117 / (6117 + FY)) * 0.85 * K1 * FC / FY
8400 PP = 50 * PB * D
8500  IF AS(1) > PP THEN  PRINT "STEEL RATIO (As/d) >  0.5Pb ": PRINT : PRINT "Please RUN again
    & increase depth of slab": END
8550  REM

FIND TEMPERTURE STEEL


8600 AS(4) = 0.25 * D: IF TY$ = "DB" THEN AS(4) = 0.20 * D
8700  HOME : PRINT  TAB( 8);"STEEL AREA IN SKEW SLABS"
8800  PRINT  TAB( 8);"========================"
8850  REM
```

```
check steel area not less
than temperature steel


8900  FOR I = 1 TO 3
9000  IF AS(I) < AS(4) THEN AS(I) = AS(4)
9100  NEXT I
9200  IF Y$ = "N" THEN 9500
9250  REM

PRINT RESULT


9300  PRINT : PRINT "At section 0 < X < ";2 * B2: PRINT : PRINT  TAB( 10);"Steel Area = ";AS(1)
   ;" Sq cm / m.": PRINT : PRINT "At section ";2 * B2;" < X < ";B4: PRINT : PRINT  TAB( 10);"S
   teel Area = ";AS(2);" Sq cm / m.": PRINT
9400  PRINT "At section X > ";B4: PRINT : PRINT  TAB( 10);"Steel Area = ";AS(3);" Sq cm / m.": PRINT
   : PRINT "In Y direction": PRINT : PRINT  TAB( 5);"temperture steel Area = ";AS(4);" Sq cm /
    m.": END
9500  PRINT : PRINT "At section parallel to free edge": PRINT : PRINT : PRINT "At 0 < x < "; INT
   (100 * SZ / 3 + .5) / 100;" m.": PRINT "Steel Area = ";AS(1);" Sq cm / m."
9550  PRINT : PRINT "At section "; INT (100 * SZ / 3 + .5) / 100;" < X < ";SZ;" m.": PRINT "Ste
   el Area = ";AS(2);" Sq cm / m."
9600  PRINT : PRINT : PRINT "At section parallel to Y-Axis": PRINT : PRINT "At X > ";SZ;" m.": PRINT
   "Steel Area = ";AS(3);" Sq cm / m.": PRINT
9700  PRINT : PRINT "At section parallel to X-Axis": PRINT : PRINT "Temperature Steel Area = ";
   AS(4);" Sq cm / m."
9750  REM

PRINT GRAPHIC

9800  PRINT  CHR$ (17): END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

60  REM ****************************
70  REM * FIND DISCONTINUOUS LINE *
80  REM *     IN  FLAT  SLAB       *
90  REM ****************************


100  REM  IX = NUMBER OF SPAN IN X DIRECTION
110  REM  IY = NUMBER OF SPAN IN Y DIRECTION
120  REM  LX() = LENGTH OF SPAN IN X DIRECTION
130  REM  LY() = LENGTH OF SPAN IN Y DIRECTION
140  REM  CX () = WIDTH OF COLUMN IN X DIRECTION
150  REM  CY() = WIDTH OF COLUMN IN Y DIRECTION
160  REM  T = THICKNESS OF FLAT SLAB (cm.)
170  REM  LL = LIVE LOAD (kg/sq m.)
180  REM  DL = DEAD LOAD (kg/sq m.)
1000  HOME : PRINT  TAB( 4);"PROGRAM TO FIND DISCONTINUOUS LINE": PRINT : PRINT  TAB( 12);"ON F
   LAT SLAB"
1100  PRINT : PRINT
1150  PRINT : PRINT "Please input no. of span": PRINT : PRINT "( not less than 3 & more than 9
   span )"
1200  PRINT : INPUT "How many span in x direction ? = ";IX:IX =  INT (IX)
1250  IF IX < 3 OR IX > 9 THEN 1200
1300  PRINT : INPUT "How many span in y direction ? = ";IY:IY =  INT (IY)
1350  IF IY < 3 OR IY > 9 THEN 1300
1400  DIM LX(IX),LY(IY),CX(IX),CY(IY),ML(IX),MR(IX),MB(IY),MT(IY),XSM(IX),YSM(IY),DX(IX),DY(IY)
   ,SX(IX),SY(IY)
1500  PRINT : PRINT : PRINT "PLEASE INPUT SPAN LENGTH": PRINT
1600  PRINT "IN X DIRECTION FROM LEFT TO RIGHT": PRINT
1620  GOSUB 11600
1650  IF CH > 1 THEN 1800
1700  INPUT "LENGTH OF SPAN (In m.) = ";X
1750  FOR I = 1 TO IX:LX(I) = X: NEXT I: GOTO 1900
1800  FOR I = 1 TO IX: PRINT "LENGTH OF SPAN NO.";I;: INPUT " (In m.) = ";LX(I): NEXT I: PRINT

1900  PRINT : PRINT : PRINT " IN Y DIRECTION FROM BOTTOM TO TOP ": PRINT
1920  GOSUB 11600
1950  IF CH > 1 THEN 2100
2000  INPUT "LENGTH OF SPAN (In m.) = ";Y
2050  FOR I = 1 TO IY:LY(I) = Y: NEXT I: GOTO 2200
2100  FOR I = 1 TO IY: PRINT "LENGTH OF SPAN NO.";I;: INPUT " (In m.) = ";LY(I): NEXT I: PRINT

2200  PRINT : PRINT : PRINT "PLEASE INPUT COLUMN SIZE ?"
2300  PRINT : PRINT "IN X DIRECTION FROM LEFT TO RIGHT": PRINT
2400  FOR I = 0 TO IX: PRINT "WIDTH OF COLUMN NO.";I;: INPUT " (In m.) = ";CX(I): NEXT I
2500  PRINT : PRINT "IN Y DIRECTION FROM BOTTOM TO TOP": PRINT
2600  FOR I = 0 TO IY: PRINT "WIDTH OF COLUMN ON.";I;: INPUT " (In m.) = ";CY(I): NEXT I: PRINT
   : PRINT
2700  PRINT "PLEASE INPUT THICKNESS OF FLAT SLAB": PRINT
2800  INPUT "THICKNESS OF FLAT SLAB (In cm.) = ";T: PRINT
2900  PRINT "UNIFORMLY DISTRIBUTION SERVICE": PRINT : INPUT "LIVE LOAD (In kg/sq m.) = ";LL
3000 DL = 24 * T:UL = 1.4 * DL + 1.7 * LL
3050  FOR I = 1 TO IX:SX(I) = LX(I) - .5 * CX(I - 1) - .5 * CX(I): NEXT I
3060  FOR I = 1 TO IY:SY(I) = LY(I) - .5 * CY(I - 1) - .5 * CY(I): NEXT I
```

```
3100  PRINT : PRINT : PRINT "INPUT THE BOUNDARY OF EDGE SUPPORT ": PRINT
3150  PRINT : PRINT "IN X DIRECTION"
3200  PRINT "==============": PRINT : PRINT "EDGE AT LEFT HAND": PRINT
3220  GOSUB 10000: IF CH = 1 THEN ML(0) = 0:MR(1) =  - 0.125 * UL * (SX(1) ^ 2): GOTO 3250
3230  IF CH = 2 THEN ML(0) =  - UL * (SX(1) ^ 2) / 12:MR(1) = ML(0): GOTO 3250
3240  GOSUB 10400:ML(0) =  - MM:MR(1) =  - UL * (SX(1) ^ 2) / 12
3250  PRINT : PRINT "EDGE AT RIGHT HAND": PRINT
3300  GOSUB 10000: IF CH = 1 THEN MR(IX) = 0:ML(IX - 1) =  - UL * (SX(IX) ^ 2) / 8: GOTO 3450
3350  IF CH = 2 THEN MR(IX) =  - UL * (SX(IX) ^ 2) / 12:ML(IX - 1) = MR(IX): GOTO 3450
3400  GOSUB 10400:MR(IX) =  - MM:ML(IX - 1) =  - UL * (SX(IX) ^ 2) / 12
3450  PRINT : PRINT "IN Y DIRECTION ": PRINT "==============": PRINT
3500  PRINT "EDGE AT THE BOTTOM": PRINT
3550  GOSUB 10000: IF CH = 1 THEN MB(0) = 0:MT(1) =  - UL * (SY(1) ^ 2) / 8: GOTO 3700
3600  IF CH = 2 THEN MB(0) =  - UL * (SY(1) ^ 2) / 12:MT(1) = MB(0): GOTO 3700
3650  GOSUB 10400:MB(0) =  - MM:MT(1) =  - UL * (SY(1) ^ 2) / 12
3700  PRINT : PRINT "EDGE AT THE TOP": PRINT
3750  GOSUB 10000: IF CH = 1 THEN MT(IY) = 0:MB(IY - 1) =  - UL * (SY(IY) ^ 2) / 8: GOTO 3900
3800  IF CH = 2 THEN MT(IY) =  - UL * (SY(IX) ^ 2) / 12:MB(IY - 1) = MT(IY): GOTO 3900
3850  GOSUB 10400:MT(IY) =  - MM:MB(IY - 1) =  - UL * (SY(IX) ^ 2) / 12
3900  FOR I = 2 TO IX - 1:ML(I - 1) =  - UL * (SX(I) ^ 2) / 12:MR(I) = ML(I - 1): NEXT I
4000  FOR I = 2 TO IY - 1:MB(I - 1) =  - UL * (SY(I) ^ 2) / 12:MT(I) = MB(I - 1): NEXT I
4100 XSM(0) = ML(0):XSM(IX) = MR(IX):YSM(0) = MB(0):YSM(IY) = MT(IY)
4200  FOR I = 1 TO IX - 1:XSM(I) = (MR(I) + ML(I)) / 2: NEXT I
4300  FOR I = 1 TO IY - 1:YSM(I) = (MT(I) + MB(I)) / 2: NEXT I
4400  FOR I = 0 TO IX - 1
4500 DX(I + 1) = SX(I + 1) / 2 + (XSM(I + 1) - XSM(I)) / (UL * SX(I + 1))
4600  NEXT I
4700  FOR I = 0 TO IY - 1
4800 DY(I + 1) = SY(I + 1) / 2 + (YSM(I + 1) - YSM(I)) / (UL * SY(I + 1))
4900  NEXT I
5000  FOR I = 1 TO IX
5100 DX(I) = DX(I) + CX(I - 1) / 2: NEXT I
5200  FOR I = 1 TO IY
5300 DY(I) = DY(I) + CY(I - 1) / 2: NEXT I
5400  REM  PRINT RESULT
5500  PRINT : PRINT : PRINT : HOME : PRINT "POSITION OF DISCONTINUOUS LINE ": PRINT
5600  PRINT "IN X direction ": PRINT "==============": PRINT
5700  FOR I = 1 TO IX
5800  PRINT "Span no. ";I: PRINT "distance from cg. of left column = "; INT (100 * DX(I) + .5) /
   100
5900  NEXT
6000  PRINT : PRINT : PRINT "IN Y direction ": PRINT "=============="
6100  FOR I = 1 TO IY
6200  PRINT "Span no. ";I: PRINT "distance from cg.of bottom column ="; INT (100 * DY(I) + .5) /
   100: NEXT I
6300  FOR I = 1 TO 79: PRINT "*";: NEXT I: END
9999  REM  THE FOLLOWING LINE IS SUBROUTINE
10000  PRINT : PRINT " PLEASE CHOOSE  THE FOLLOWING: "
10050  PRINT : PRINT "1) EDGE SUPPORT IS SIMPLE SUPPORT"
10100  PRINT : PRINT "2) EDGE SUPPORT IS FIXED SUPPORT"
10150  PRINT : PRINT "3) HAVE CANTILIVER FLAT SLAB"
10250  PRINT : INPUT "Please choose : ";CH
10300  RETURN
10400  PRINT "Please input moment from cantiliver slab": PRINT : INPUT "Moment (In kg-m.) = ";M
   M:MM =  ABS (MM)
```

```
10450  RETURN
11600  PRINT
11610  PRINT " PLEASE CHOOSE THE FOLLWING "
11620  PRINT : PRINT "1) EVERY SPAN ARE EQUAL "
11630  PRINT : PRINT "2) EVERY SPAN ARE NOT EQUAL "
11640  PRINT : INPUT " Please choose : ";CH: PRINT
11650  RETURN
```


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

10  REM ##################
20  REM # ELEMENT TYPE 3 #
30  REM ##################



100  REM  FY = STEEL YIELD STRENGTH
110  REM  FC = CONCRETE CYLINDER STRENGTH
120  REM  DL = DEAD LOAD
130  REM  LL = LIVE LOAD
140  REM  UL = DESIGN ULTIMATE LOAD
150  REM   T = SLAB THICKNESS
160  REM   C = COVERING
170  REM  KX,KY = RATIO OF SUPPORT MOMENT PER TOTAL MOMENT
180  REM  DX,DY = SIZE OF ELEMENT
190  REM  TY$ = TYPE OF BAR
200  REM  AS = STEEL AREA
205  REM  AA = TEMPERATURE STEEL AREA
210  REM   H = MINIMUM THICKNESS OF SLAB
220  REM  PB = BALANCE STEEL RATIO
230  REM  M(I) = MOMENT IN SLABS
240  REM  NT = SUBINTERVAL IN ELEMENT
250  REM  MO = ULTIMATE MOMENT
260  REM  PXM() = POSITIVE MOMENT ABOUT Y AXIS
265  REM  PYM() = POSITIVE MOMENT ABOUT X AXIS
270  REM  NXM() = NEGATIVE MOMENT ABOUT Y AXIS
275  REM  NYM() = NEGATIVE MOMENT ABOUT X AXIS
280  REM



900  TEXT : HOME
1000  HOME : PRINT "  PROGRAM TO FIND MOMENT & STEEL AREA": PRINT : PRINT  TAB( 18)"IN": PRINT
   : PRINT  TAB( 11)"ELEMENT  TYPE  3": PRINT : PRINT  TAB( 18)"OR": PRINT : PRINT  TAB( 7)"
   CORNER-SUPPORTED  ELEMENTS": PRINT
1050  VTAB 15: PRINT  TAB( 5)" Do you want hard copy ot output ": VTAB 18: PRINT  TAB( 15)"ty
   pe Y/N Y ";: HTAB 24: GET B$: IF B$ =  CHR$ (13) THEN B$ = "Y"
1060  IF B$ <  > "Y" AND B$ <  > "N" THEN 1050
1070  PRINT B$: IF B$ = "N" THEN 1100
1080  TEXT : HOME : VTAB 10: PRINT "Please turn on Printer :": VTAB 24: INPUT "  PRESS RETURN
    TO CONTINUE";C$: HOME
1090  PRINT  CHR$ (4);"PR#1": PRINT "PROGRAM  ELEMENT TYPE 3": PRINT
1100  HOME : PRINT "PLEASE INPUT DATA": PRINT : PRINT
1115  REM

INPUT DATA


1150  DIM X(9),Y(9),MX(9),MY(9)
1200  INPUT "STEEL YIELD STRENGTH (ksc.) ; fy = ";FY
1250  IF FY < 2300 OR FY > 6000 THEN 1200
1300  PRINT : PRINT "Round bar (RB) or Deform bar (DB) ?"
1400  PRINT : INPUT "Please Choose (RB or DB) : ";TY$
```

```
1440  IF TY$ = "RB" OR TY$ = "DB" THEN 1450
1445  GOTO 1400
1450  PRINT : INPUT "STEEL COVERING (In cm.) = ";C
1460  IF C < 2.5 OR C > 7 THEN 1450
1500  PRINT : INPUT "CONCRETE CYLINDER STRENGTH  (In ksc.) ; f'c = ";FC
1550  IF FC < 100 OR FC > 450 THEN 1500
1560  PRINT : PRINT "PLEASE INPUT ELEMENT THICKNESS ": PRINT
1570  INPUT "THICKNESS OF ELEMENT (In cm.) = ";T
1580  PRINT : PRINT "UNIFORMLY DISTRIBUTION SERVICE ": PRINT
1590  INPUT "LIVE LOAD  (In kg/sq m.) = ";LL
1600 DL = 24 * T:UL = 1.4 * DL + 1.7 * LL:D = T - C
1650  PRINT : PRINT "DESIGN ULTIMATE LOAD (kg/sq m.) = ";UL
1850  PRINT : PRINT "PLEASE INPUT SIZE OF ELEMENT TYPE "
1900  PRINT : INPUT "SIZE OF ELEMENT IN X-DIRECTION (In m.) = ";DX
1950  INPUT "SIZE OF ELEMENT IN Y-DIRECTION (In m.) = ";DY
2200  PRINT : PRINT : PRINT "PLEASE CHOOSE THE FOLLOWING CASE :": PRINT
2250  PRINT "1) KNOW M+ AND M- ON EDGE OF ELEMENT": PRINT
2270  PRINT "2) WANT TO INPUT RATIO (-M/+M)": PRINT
2275  PRINT "3) USE HILLERBORG'S ELEMENT": PRINT : PRINT "4) END OF DESIGN": PRINT
2280  INPUT " Please choose : ";CH: IF CH < 1 OR CH > 4 THEN 2280
2290  IF CH = 4 THEN  PRINT "  END OF DESIGN": END
2300  IF CH = 1 THEN 2800
2350  IF CH = 3 THEN 6000
2400  PRINT : PRINT : PRINT "PLEASE INPUT MOMENT RATIO ": PRINT "(NEGATIVE MOMENT/POSITIVE MO
    MENT) ": PRINT
2450  PRINT : PRINT "USE THE VALUE BETWEEN 0.5-3.0"
2460  INVERSE : PRINT "( SUITABLE VALUE USE 1.5-2.0 )": NORMAL : PRINT
2500  INPUT "-Mx/+Mx = ";M1: INPUT "-My/+My = ";M2
2600 KX = M1 / (1 + M1):KY = M2 / (1 + M2)
2700  GOTO 3000
2800  PRINT : PRINT : PRINT "PLEASE INPUT EDGE MOMENT In. Kg-m "
2850  PRINT : INPUT "NEGATIVE MOMENT ABOUT Y AXIS (In kg-m/m) ; -Mx = ";M1
2860  INPUT "NEGATIVE MOMENT ABOUT X AXIS (In kg-m/m) ; -My = ";M2
2870  INPUT "POSITIVE MOMENT ABOUT Y AXIS (In kg-m/m) ; +Mx = ";M3
2880  INPUT "POSITIVE MOMENT ABOUT X AXIS (In kg-m/m) ; +My = ";M4
2900 KX = M1 / (M1 + M3):KY = M2 / (M2 + M4)
3000  PRINT : PRINT : PRINT "PLEASE INPUT SUBINTERVAL (VALUE 5, 7, 9)"
3100  PRINT : INPUT "SUBINTERVAL = ";NT: PRINT :NT =  INT (NT)
3150  IF NT < 5 OR NT > 9 THEN 3000
3200  IF NT = 6 OR NT = 8 THEN 3000
3500 ALP = DY / DX:XS = DX / NT:YS = DY / NT
3599  REM

USE WOOD & ARMER ELEMENT

3600 X(0) = 0:Y(0) = 0
3800  FOR I = 1 TO NT:X(I) = XS * I:Y(I) = YS * I: NEXT I
3900  FOR I = 0 TO NT:MX(I) = UL * DX * DX * (1 - (((DX - X(I)) / DX) ^ 2) - KX) / 2:MY(I) =
   UL * DY * DY * (1 - (((DY - Y(I)) / DY) ^ 2) - KY) / 2: NEXT I
3950  FOR I = 0 TO NT: PRINT "At X = ";X(I);" m.form support  Mx = ";MX(I);" kg-m.": NEXT
3960  FOR I = 0 TO NT: PRINT "At Y = ";Y(I);" m.form support  My = ";MY(I);" kg-m.": NEXT
4000 NN = (NT - 1) / 2:NN = NN + 1
4100 MO =  ABS (MX(NT)): GOSUB 10450: PRINT  TAB( 8);"STEEL AREA IN ELEMENT ": PRINT : PRINT
   : PRINT " BOTTOM STEEL AREA....": PRINT : GOSUB 9800
4200 MO =  ABS (MY(NT)): GOSUB 10450: PRINT : GOSUB 9900
```

```
4300 MO =  ABS (MX(0)): GOSUB 10450: PRINT : PRINT : PRINT " TOP STEEL AREA....": PRINT : PRINT
   "In zone no.1 ": GOSUB 9800:MO =  ABS (MY(0)): GOSUB 10450: PRINT : GOSUB 9900: PRINT : PRINT
   " In zone no.2"
4400 MO =  ABS (MX(NN)): IF MX(NN) > 0 THEN AS = 0: PRINT : GOSUB 9800: GOTO 4600
4500  GOSUB 10450: PRINT : GOSUB 9800
4600 MO =  ABS (MY(0)): GOSUB 10450: PRINT : GOSUB 9900
4700  PRINT : PRINT "In zone no.3"
4800 MO =  ABS (MX(0)): GOSUB 10450: PRINT : GOSUB 9800
4900 MO =  ABS (MY(NN)): IF MY(NN) < 0 THEN  GOSUB 10450: PRINT : GOSUB 9900:A9 = AS: GOTO 50
   00
4950 AS = 0: PRINT : GOSUB 9900
5000  PRINT : PRINT "In zone no.4"
5100 MO =  ABS (MX(NN)): IF MX(NN) > 0 THEN AS = 0: PRINT : GOSUB 9800: GOTO 5300
5200  GOSUB 10450: PRINT : GOSUB 9800
5300 AS = A9: PRINT : GOSUB 9900: PRINT : PRINT : GOTO 1900
5999  REM

USE HILLERBORG'S ELEMENT


6000  DIM NXM(5,5),NYM(5,5),PXM(5,5),PYM(5,5),FM(5,5),FP(5,5)
6050  FOR I = 0 TO 5: FOR J = 0 TO 5
6100  READ FP(I,J),FM(I,J)
6200 FP(I,J) = FP(I,J) / 1000:FM(I,J) = FM(I,J) / ( - 1000)
6300  NEXT J: NEXT I
6350 UX = UL * DX * DX:UY = UL * DY * DY
6400  FOR I = 0 TO 5: FOR J = 0 TO 5
6500 PXM(I,J) = FP(I,J) * UX:PYM(I,J) = FP(J,I) * UY
6600 NXM(I,J) = FM(I,J) * UX:NYM(I,J) = FM(J,I) * UY
6700  NEXT J: NEXT I
6720  DATA 137,500,128,500,101,500,53,500,-29,500,-250,500
6740  DATA 131,497,122,497,96,496,48,494,-31,488,-160,160
6760  DATA 114,488,106,487,80,483,35,473,-36,447,-90,90
6780  DATA 86,467,78,464,55,454,15,428,-40,290,-40,40
6800  DATA 47,-24,41,-17,21,390,-10,260,-10,10,-10,10
6820  DATA 0,250,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
7001  REM

FIND MOMENT IN ZONE 1-4

7100 P1X = 0:P2Y = 0
7200  FOR X = 0 TO 5: FOR Y = 0 TO 5
7300  IF PXM(X,Y) > P1X THEN P1X = PXM(X,Y)
7400  IF PYM(X,Y) > P2Y THEN P2Y = PYM(X,Y)
7500  NEXT Y: NEXT X: HOME : PRINT  TAB( 9);"MOMENT IN ELEMENT TYPE 3": PRINT : PRINT : PRINT
   "Positive Moment Mx = ";P1X: PRINT : PRINT  TAB( 17);"My = ";P2Y
7600 P3X = 0:P4Y = 0
7700  FOR X = 0 TO 2: FOR Y = 0 TO 2
7800  IF NXM(X,Y) < P3X THEN P3X = NXM(X,Y)
7900  IF NYM(X,Y) < P4Y THEN P4Y = NYM(X,Y)
8000  NEXT Y: NEXT X: PRINT : PRINT "NEGATIVE MOMENT ": PRINT
8100  PRINT "In zone no.1 Mx = ";P3X: PRINT  TAB( 14);"My = ";P4Y:P5X = 0:P6Y = 0
8200  FOR X = 3 TO 5: FOR Y = 0 TO 2
8300  IF NXM(X,Y) < P5X THEN P5X = NXM(X,Y)
8400  IF NYM(X,Y) < P6Y THEN P6Y = NYM(X,Y)
```

```
8500  NEXT Y: NEXT X: PRINT : PRINT "In zone no.2 Mx = ";P5X: PRINT  TAB( 14);"My = ";P6Y:P7X
     = 0:P8Y = 0
8600  FOR X = 0 TO 2: FOR Y = 3 TO 5
8700  IF NXM(X,Y) < P7X THEN P7X = NXM(X,Y)
8800  IF NYM(X,Y) < P8Y THEN P8Y = NYM(X,Y)
8900  NEXT Y: NEXT X: PRINT : PRINT "In zone no.3 Mx = ";P7X: PRINT  TAB( 14);"My = ";P8Y:P9X
     = 0:P0Y = 0
9000  FOR X = 3 TO 5: FOR Y = 3 TO 5
9100  IF NXM(X,Y) < P9X THEN P9X = NXM(X,Y)
9200  IF NYM(X,Y) < P0Y THEN P0Y = NYM(X,Y)
9300  NEXT Y: NEXT X: PRINT : PRINT "In zone no.4 Mx = ";P9X: PRINT  TAB( 14);"My = ";P0Y
9400 MO = P1X: GOSUB 10450
9430  REM

PRINT RESULT


9450  HOME : PRINT "Steel Area in Element Type 3": PRINT : PRINT : PRINT " BOTTOM STEEL...."
9500  PRINT : GOSUB 9800:MO = P2Y: GOSUB 10450: PRINT : GOSUB 9900: PRINT : PRINT : PRINT " T
    OP STEEL....": PRINT
9600 MO =  ABS (P3X): GOSUB 10450: PRINT : PRINT " In zone no.1": PRINT : GOSUB 9800:MO =  ABS
    (P4Y): GOSUB 10450: PRINT : GOSUB 9900
9650 MO =  ABS (P5X): GOSUB 10450: PRINT : PRINT " In zone no.2": PRINT : GOSUB 9800:MO =  ABS
    (P6Y): GOSUB 10450: PRINT : GOSUB 9900
9700 MO =  ABS (P7X): GOSUB 10450: PRINT : PRINT " In zone no.3": PRINT : GOSUB 9800:MO =  ABS
    (P8Y): GOSUB 10450: PRINT : GOSUB 9900
9750 MO =  ABS (P9X): GOSUB 10450: PRINT : PRINT " In zone no.4": PRINT : GOSUB 9800:MO =  ABS
    (P0Y): GOSUB 10450: PRINT : GOSUB 9900
9777  PRINT : GOTO 1900
9799  REM

SUBROUTION

9800  PRINT "Parallel to X-Axis ; As = ";AS;" Sq cm/m."
9810  IF P$ = "G" THEN  PRINT "STEEL RATIO (As/d) >  0.5Pb ": PRINT : PRINT "Please check aga
    in  & increase depth of slab"
9820  RETURN
9900  PRINT "Parallel to Y-Axis ; As = ";AS;" Sq cm/m."
9910  IF P$ = "G" THEN  PRINT "STEEL RATIO (As/d) >  0.5Pb ": PRINT : PRINT "Please check aga
    in  & increase depth of slab"
9920  RETURN
10400  REM

FIND STEEL AREA


10450 A1 = FC * D / FY:A2 = 6.78 * FC / (0.9 * FY * FY)
10500 AS = A1 / 1.18 - 0.5 *  SQR (2.873 * A1 * A1 - A2 * MO):AS =  INT (AS * 10000 + 0.5) /
    100
10600 K1 = 0.85: IF FC > 280 THEN K1 = 0.85 - 0.05 * (FC - 280) / 70
10700 PB = (6117 / (6117 + FY)) * 0.85 * K1 * FC / FY
10800 PP = 50 * PB * D
10900  IF AS > PP THEN P$ = "G": GOTO 11000
10910 P$ = "L"
10950  REM
```

FIND TEMPERTURE STEEL

```
11000 AA = 0.25 * D: IF TY$ = "DB" THEN AA = 0.20 * D
11050  REM

check steel area not less
than temperature steel

11100  IF AS < (AA) THEN AS = AA
11200  RETURN
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]LIST

4  REM  ************************
5  REM  * REMARK FOR PROGRAM *
6  REM  * 1 FREE EDGE OTHER  *
7  REM  *  EDGE FIXED SLAB   *
8  REM  ************************



10  REM  BC() = BOUNDARY CONDITION
11  REM  LX,LY = SPAN OF SLAB
12  REM  LL = LIVE LOAD ON SLAB
13  REM  FY = STEEL YIELD STRENGTH
14  REM  FC = CONCRETE CYLINDER STRENGTH
15  REM  TY$ = TYPE OF BAR (RB OR DB)
16  REM  CW = REINFORCED CONCRETE WEIGHT
17  REM  COT = CONTINUOUS LENGTH AROUND SLAB
18  REM  SB = WIDTH OF STRONG BAND
19  REM  H = THICKNESS OF SLAB
20  REM  CV = COVERING TO cg.OF BAR
21  REM  S() = WIDTH OF STRIP
22  REM  PM() = POSITIVE BENDING MOMENT
23  REM  NM() = NEGATIVE BENDING MOMENT
24  REM  X() = DISTANCE OF INFLECTION POINT FROM FIXED EDGE
25  REM  PAS() = POSITIVE BENDING MOMENT STEEL
26  REM  NAS() = NEGATIVE BENDING MOMENT STEEL
27  REM  DL = DEAD LOAD OF SLAB
28  REM  WU = ULTIMATE LOAD FOR SLAB
29  REM  R = RATIO LX/LY
30  REM  VV,VM,MV = MOMENT VOLUME
31  REM  PP = BALANCE STEEL RATIO.
32  REM  MU = ULTIMATE BENDING MOMENT
33  REM  AS = STEEL AREA
34  REM  AA = TEMPERATURE STEEL AREA
35  REM  D = DEPTH OF SLAB
36  REM

40  REM  ******************************
50  REM  * PROGRAM TO DESIGN ONE EDGE *
60  REM  *   FREE OTHER EDGE FIXED    *
70  REM  ******************************
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
100  DIM BC(4)
110  PRINT  CHR$ (4);"BLOAD STRIP SHAPE,A24576": POKE 232, PEEK (43634): POKE 233,  PEEK (4363
     5)
120  HOME : PRINT : VTAB 2: HTAB 7: INVERSE : PRINT "RECTANGULAR R.C. SLABS": NORMAL : PRINT
     : VTAB 5: PRINT "  PLEASE INPUT THE LENGTH OF SLABS": PRINT "  ( In meter ;m )"
130  VTAB 8: INPUT "  LONG  SPAN(Lx)...in meter = ";LX: PRINT : INPUT "  SHORT SPAN(Ly)...in
     meter = ";LY:RTIO = LX / LY: IF LX =  > LY THEN 150
140  PRINT : PRINT "  SHORT SPAN LONGER THAN LONG SPAN !!": PRINT : PRINT "  PLEASE ENTER NEW
     SPAN LENGTH": FOR I = 1 TO 3500: NEXT : VTAB 12: FOR I = 1 TO 120: PRINT " ";: NEXT : PRINT
     : GOTO 130
150 PX = 7 *  INT (LX * 20 / 7 + 0.5):PY = 8 *  INT (LY * 20 / 8 + 0.5)
160 I = 0
170  IF PX < 97 THEN PX = 98: GOTO 200
180 I = I + 1: IF PX > 175 THEN PX = 175:PY = 8 *  INT (PX / (RTIO * 8) + 0.5)
190  IF PY > 112 THEN PY = 112: GOTO 210
200  IF PY < 80 THEN PY = 80: IF I = 1 THEN PX = 7 *  INT (RTIO * PY / 7 + 0.5): GOTO 170
210  PRINT : HTAB 7: PRINT "PLEASE INPUT ABOUT": HTAB 5: PRINT "THE BOUNDARY CONDITION": PRINT

220  PRINT "PRESS 1) FREE EDGE IN LONG SIDE": PRINT : PRINT "      2) FREE EDGE IN SHORT SIDE
     ": PRINT : INPUT "Please choose : ";II
230  PRINT : HTAB 5: PRINT "PRESS ";: INVERSE : PRINT "RETURN";: NORMAL : INPUT "  TO SEE THE
     PICTURE";B$: IF B$ <  > "" THEN 230
240  HOME : HGR2 : HCOLOR= 3: SCALE= 1: ROT= 0
250  REM

DRAW SLAB ,COORDINATE X & Y

260  HPLOT 14,16 TO PX + 13,16 TO PX + 13,PY + 15 TO 14,PY + 15 TO 14,16
270  XDRAW 64 AT PX + 18,13: XDRAW 31 AT PX + 25,13: XDRAW 57 AT PX + 35,13
280  XDRAW 93 AT 11,PY + 16: XDRAW 33 AT 11,PY + 24: XDRAW 58 AT 12,PY + 34
290  GOTO 330
300  REM


***  SUBROUTINE DRAW ON HGR  ***

310 HT =  INT (7 * (HT - 1) + 0.5):VT =  INT (8 * (VT - 1) + 0.5)
320  FOR I = 1 TO  LEN (ST$):N =  ASC ( MID$ (ST$,I,1)) - 31: XDRAW N AT HT,VT:HT = HT + 7: NEXT
     I: RETURN
330 VT =  INT (PY / 8 + 5):ST$ = "LX = " +  STR$ (LX) + " m":I =  LEN (ST$):HT = ( INT (PX /
     14)) - I / 2 + 3: GOSUB 310
340 VT =  INT (PY / 16 + 3):ST$ = "LY = " +  STR$ (LY) + " m":HT =  INT (PX / 7 + 5.5): GOSUB
     310
350  GOTO 470
360  REM


** SUBROUTINE TO DRAW PICTURE **
**   OF BOUNDARY CONDITION.   **


370 VT = 2:HT = 3:ST$ = "": FOR K = 1 TO (PX / 7):M = 39: IF BC(1) > 1 THEN M = 35: IF BC(1) =
     3 THEN  NEXT K: GOTO 390
380 ST$ = ST$ +  CHR$ (M): NEXT K: GOSUB 310
390 VT = PY / 8 + 3:HT = 3:ST$ = "": FOR K = 1 TO (PX / 7):M = 38: IF BC(2) > 1 THEN M = 36: IF
     BC(2) = 3 THEN  NEXT K: GOTO 410
```

```
400 ST$ = ST$ +  CHR$ (M): NEXT K: GOSUB 310
410 ST$ = "": FOR K = 1 TO PY / 8:HT = 2:VT = K + 2
420 M = 39: IF BC(3) > 1 THEN M = 34: IF BC(3) = 3 THEN  NEXT K: GOTO 440
430 ST$ =  CHR$ (M): GOSUB 310: NEXT K
440 ST$ = "": FOR K = 1 TO PY / 8:HT = PX / 7 + 3:VT = K + 2
450 M = 38: IF BC(4) > 1 THEN M = 37: IF BC(4) = 3 THEN  NEXT K: RETURN
460 ST$ =  CHR$ (M): GOSUB 310: NEXT K: RETURN
470  POKE 1913,2
480  FOR I = 1 TO 4:BC(I) = 1: NEXT
490  IF II = 1 THEN BC(2) = 3
500  IF II = 2 THEN BC(4) = 3
510  GOSUB 370
520  PRINT  CHR$ (17)
530  FOR I = 1 TO 2000: NEXT : TEXT : HOME
540 B$ = "  ********************": VTAB 5: PRINT  TAB( 8);B$: PRINT  TAB( 10)"*"; TAB( 30)"*
    ": PRINT  TAB( 10)"* PLEASE INPUT DATA *": PRINT  TAB( 10)"*"; TAB( 30)"*": PRINT  TAB( 8
    );B$: PRINT
550  VTAB 12: PRINT "  UNIFORMLY DISTRIBUTION SURVICE": INPUT "  LIVE LOAD...(In kg/sq m) = "
    ;LL: PRINT
560  VTAB 16: PRINT "  ** steel yield strength =>2400 ksc **": PRINT
570  PRINT "  STEEL YIELD STRENGTH..(In ksc) =";: INPUT " ";FY
580 TY$ = "RB": IF FY > 2400 THEN TY$ = "DB"
590  PRINT "  TYPE OF BAB ==> ";TY$: PRINT
600  PRINT "  CONCRETE CYLINDER STRENGTH": INPUT "  ...(In ksc) = ";FC: PRINT
610  PRINT "  ";: INVERSE : PRINT "REINFORCED CONCRETE NORMAL WEIGHT";: NORMAL : PRINT " = 24
    00 Kg/cu m"
620  PRINT : INPUT "REINFORCED CONCRETE WEIGHT (In Kg/cu m) = ";CW: PRINT
630  PRINT :B$ = B$ + "**************": PRINT B$: PRINT "  *";: HTAB 37: PRINT "*": PRINT "
    * FIND THE MINIMUM SLAB THICKNESS *": PRINT "  *";: HTAB 37: PRINT "*": PRINT B$
640 COT = 0: FOR I = 1 TO 2: IF BC(I) = 1 THEN COT = COT + LX
650  IF BC(I + 2) = 1 THEN COT = COT + LY
660  NEXT I
670 H = (LX * (800 + 0.0712 * FY)) / (36 + 5 * RTIO * (1 + 0.5 * COT / (LX + LY))):H =  INT (
    H * 10 + 0.5) / 100:H0 = LX * (800 + 0.0712 * FY) / 36:H0 =  INT (H0 * 10 + 0.5) / 100: PRINT
    : IF H < 8.75 THEN H = 8.75
680  PRINT : PRINT "MINIMUM THICKNESS OF SLAB": PRINT "REQUIRED = ";H;" cm": PRINT "BUT DON'T
     MORE THAN ";H0;" cm": PRINT
690  PRINT "PLEASE INPUT THE THICKNESS OF SLAB": PRINT : INPUT "USE THICKNESS OF SLAB  (In cm
    .) = ";H1: IF H1 < H OR H1 > H0 THEN 680
700 H = H1 / 100: INPUT "COVERING TO cg. OF BAR (In cm.) = ";CV: REM  H IS IN m.
710  DIM S(5),PM(5),NM(5),X(5),PAS(5),NAS(5)
720  REM


** FIND TOTAL UNIFORM LOAD(Wu) **


730 DL = H * CW:WU = 5 *  INT (0.28 * DL + 0.34 * LL + 0.5): PRINT
740  PRINT : PRINT "PLEASE CHOOSE THE FOLLOWING CHOICE :": PRINT : PRINT "1) COMPUTER FIND WI
    DTH OF STRONG BAND": PRINT "2) USER INPUT WIDTH OF STRONG BAND": PRINT "3) DON'T USE STRO
    NG BAND ON FREE EDGE": PRINT : INPUT "PLEASE CHOOSE : ";OP
750 OP =  INT (OP): IF OP < 1 OR OP > 3 THEN 740
760  ON OP GOTO 830,770,930
770  PRINT : PRINT "WIDTH OF STRONG BAND ON FREE EDGH": INPUT "  ( In m. ) = ";SB
780  IF SB <  = 0 THEN 770
```

```
790  IF II = 1 THEN DX = LX:DY = LY: GOTO 810
800 DX = LY:DY = LX
810 R = DX / DY:Z = SB / DY: IF Z > 0.30 THEN 770
820  GOSUB 1240: GOSUB 1350: GOTO 1430
830 MV = 9999: IF II = 1 THEN DX = LX:DY = LY: GOTO 850
840 DX = LY:DY = LX
850 R = DX / DY:LO = .1 / DY:LO =  INT (LO * 100) / 100: IF LO < 0.01 THEN LO = 0.01
860 UW = 0: FOR Z = .30 TO LO STEP  - .02
870  GOSUB 1240: IF MV > VM THEN UW = 0:MV = VM:BB = BB:K8 = K:Z8 = Z: GOTO 890
880 UW = UW + 1: IF UW > 2 THEN UW = 0:Z = LO
890  NEXT Z
900 SB = Z8 * DY
910  PRINT : PRINT "WIDTH OF STRONG BAND = ";SB;" m.":K = K8:BB = B8: GOSUB 1350: GOTO 1430
920  REM

DON'T USE STRONG BAND

930  PRINT : PRINT "WIDTH OF STRONG BAND ON FREE EDGE = 0"
940  IF II = 1 THEN DX = LX:DY = LY: GOTO 960
950 DX = LY:DY = LX
960 R = DX / DY: GOSUB 1670: GOSUB 1780: GOTO 1430
970  END
980  REM

PRINT STEEL AREA

990  PRINT : PRINT "BOTTOM STEEL AREA = "; INT (100 * PAS(I) + .5) / 100;" sq cm/m."
1000  PRINT "  TOP  STEEL AREA = "; INT (100 * NAS(I) + .5) / 100;" sq cm/m."
1010  PRINT : PRINT "Length of top steel = "; INT (100 * X(I) + .5) / 100;" m.": PRINT "+ 12
    * diameter of bar or depth of slab": PRINT : RETURN
1020  REM

SUBROUTINE

1030  PRINT : PRINT "POSITIVE MOMENT = "; INT (100 * PM(I) + .5) / 100
1040  PRINT "NEGATIVE MOMENT = "; INT (100 * NM(I) + .5) / 100
1050  PRINT "Inflection point = "; INT (100 * X(I) + .5) / 100
1060  IF PM(I) < 0 THEN PAS(I) = 0: GOTO 1080
1070 MU = PM(I): GOSUB 1110:PAS(I) = AS
1080 MU = NM(I): GOSUB 1110:NAS(I) = AS
1090  PRINT : RETURN
1100  REM

FIND STEEL AREA


1110 A1 = FC * D / FY:A2 = 6.78 * FC / (0.9 * FY * FY)
1120 A3 = A2 * MU:A4 = 2.873 * A1 * A1
1130 AS = A1 / 1.18 - 0.5 *  SQR (A4 - A3):AS =  INT (AS * 10000 + 0.5) / 100
1140 K1 = 0.85: IF FC > 280 THEN K1 = 0.85 - 0.05 * (FC - 280) / 70
1150 PB = (6117 / (6117 + FY)) * 0.85 * K1 * FC / FY
1160 PP = 50 * PB * D
1170  IF AS > PP THEN  PRINT "As > 0.5Pb Please incrase depth of slab": END
1180  REM
FIND TEMPERATURE STEEL
```

```
1190 AA = 0.25 * D: IF TY$ = "DB" THEN AA = 0.20 * D
1200  REM  check steel area not less than temperature steel
1210  IF AS < (AA) THEN AS = AA
1220  RETURN
1230  REM

FIND WIDTH OF STRIP THAT
GIVE MIN. MOMENT VOLUME

1240 R3 = R ^ 3:R4 = R ^ 4:Z1 = 1 - Z:KZ = Z * (3 * Z1 * Z1 + 3 * Z1 + 3 - (Z1 ^ 3)):R2 = R ^
    2
1250 VM = 999:UV = 0
1260  FOR B = .36 TO .15 STEP  - .002:B2 = B ^ 2:B3 = B ^ 3:B4 = B ^ 4
1270 K = B * R3 * (4 * B2 - B3 * R) / KZ
1280 VV = .0767 * R3 * (1 - B * R - Z) + .0833 * B4 * R4 * (5 + 2 * B) + .04167 * R3 * Z * (1
    .84 + 1.84 * K + 6.08 * K * B3 - 2.52 * K * B2) + K * B * R2 * (1 - 1.5 * B * R + .5 * K *
    B * R) * (1 - B) + K * B * Z * R2 * (R - .5 * Z) * (1 - K) * (1 - B) - .5 * B3 * R4 * (1 -
    K) * (1 - B)
1290  IF VV < VM THEN VM = VV:BB = B: GOTO 1310
1300 UV = UV + 1: IF UV > 5 THEN UV = 0:B = .15
1310  NEXT
1320 K = BB * R3 * (4 * BB * BB - (BB ^ 3) * R) / KZ
1330  RETURN
1340  REM

FIND MOMENT & INFLECTION POINT

1350 S(1) = SB:S(3) = BB * DX:S(5) = S(3):S(2) = DY - S(1) - S(3):S(4) = DX - 2 * S(5)
1360 PM(1) = (1 + K) * WU * DX * DX / 24 - K * WU * (BB ^ 3) * DX * DX / 6:NM(1) = (1 + K) *
    WU * DX * DX / 12 - K * WU * BB * BB * DX * DX * (3 - 2 * BB) / 12:X(1) = 0.21 * DX
1370 PM(2) = WU * DX * DX / 24:NM(2) = 2 * PM(2):X(2) = 0.21 * DX
1380 PM(3) = WU * (BB ^ 3) * DX * DX / 6:NM(3) = WU * BB * BB * DX * DX * (3 - 2 * BB) / 12:X
    (3) = BB * DX / 2
1390 PM(4) = K * WU * BB * DX * (DY - 1.5 * BB * DX + 0.5 * K * BB * DX):NM(4) = K * WU * S(1
    ) * (DX - 0.5 * S(1)) - 0.5 * WU * BB * BB * LX * LX:X(4) = (1 - K) * BB * DX
1400 PM(5) = PM(4) / 2:NM(5) = NM(4) / 2:X(5) = X(4)
1410  RETURN
1420  REM FIND STEEL AREA
1430 D = H * 100 - CV:A1 = FC * D / FY:A2 = 6.78 * FC / (0.9 * FY * FY)
1440 MU = 0: FOR I = 1 TO 5: IF MU < PM(I) THEN MU = PM(I)
1450  IF MU < NM(I) THEN MU = NM(I)
1460  NEXT I
1470 A3 = A2 * MU:A4 = 2.873 * A1 * A1
1480  IF A4 < A3 THEN D = D + 0.5:WU = WU + 16.8: GOSUB 1360: GOTO 1430
1490  PRINT "TOTAL UNIFORM LOAD (DL&LL) = ";WU;" kg/sq m."
1500  PRINT "Use effective depth = ";D: PRINT "and thickness of slab = ";D + CV: PRINT
1510  IF S(1) = 0 THEN 1530
1520  PRINT "Moment in strong band":I = 1: GOSUB 1030
1530  PRINT "At strip parallel to free edge": PRINT
1540  PRINT "Strip width = "; INT (100 * S(2) + .5) / 100;" m. near free edge":I = 2: GOSUB 1
    030
1550  PRINT "Side strip distance = "; INT (100 * S(3) + .5) / 100;" m. from fixed support":I =
    3: GOSUB 1030
1560  PRINT : PRINT "IN DIRECTION PERPENTICULAR TO FREE EDGE": PRINT
1570  PRINT "Strip near fixed support distance = "; INT (100 * S(5) + .5) / 100;" m. from sup
    port.":I = 5: GOSUB 1030
```

```
1580  PRINT "Middle Strip width = "; INT (100 * S(4) + .5) / 100;" m.":I = 4: GOSUB 1030: PRINT

1590  PRINT : PRINT  TAB( 9);"STEEL AREA IN SLAB"
1600  IF S(1) = 0 THEN 1620
1610  PRINT : PRINT "At strong band":I = 1: GOSUB 990
1620  PRINT "At strip parallel to free edge": PRINT : PRINT "Strip near free edge":I = 2: GOSUB
    990
1630  PRINT "Side strip":I = 3: GOSUB 990
1640  PRINT : PRINT "IN DIRECTION PERPENTICULAR TO FREE EDGE": PRINT : PRINT "Side strip":I =
    5: GOSUB 990
1650  PRINT "Middle strip":I = 4: GOSUB 990: FOR I = 1 TO 50: PRINT "*";: NEXT : END
1660  REM

THE CASE THAT...
NO STRONG BAND ON FREE EDGE

1670 R3 = R ^ 3:R4 = R ^ 4:VM = 999:MV = 999:UV = 0:UW = 0
1680  FOR B = 0.100 TO 0.36 STEP 0.002
1690 T0 = R3 * (1 - B * R):B2 = B ^ 2:B3 = B ^ 3:T1 = 0.0833 * (11 - 2 * B) * (B ^ 4) * R4:T2
     = 0.5 * (1 - 2 * B) * B2 * R3:T3 = 0.5 * (1 - 2 * B) * R
1700  FOR K = 0 TO 1 STEP 0.02
1710 VV = T0 * (.07667 - .07667 * K + .105 * K * B2 + .0967 * K * B3) + T1 + T2 * (1 - K) + T
    3 * K
1720  IF VV < VM THEN UV = 0:VM = VV:KK = K: GOTO 1740
1730 UV = UV + 1: IF UV > 5 THEN UV = 0:K = 1
1740  NEXT K
1750  IF VM < MV THEN UW = 0:MV = VM:BB = B: GOTO 1770
1760 UW = UW + 1: IF UW > 5 THEN UW = 0:B = .45
1770  NEXT B: RETURN
1780 S(3) = BB * DX:S(2) = DY - S(3):S(5) = S(3):S(4) = DX - 2 * S(5):PM(2) = (1 - KK) * WU *
    DX * DX / 24 + KK * WU * (BB ^ 3) * DX * DX / 6:NM(2) = WU * DX * DX * (1 - KK + KK * BB *
    BB * (3 - 2 * BB)) / 12:X(2) = .21 * DX
1790 PM(3) = WU * (BB ^ 3) * DX * DX / 6:NM(3) = WU * BB * BB * DX * DX * (3 - 2 * BB) / 12:X
    (3) = BB * DX / 2:PM(4) = 0:PM(5) = 0:NM(4) = WU * ((1 - KK) * BB * BB * DX * DX + KK * D
    Y * DY) / 2:X(4) = DY:NM(5) = WU * ((BB * DX) ^ 2) / 4:X(5) = BB * DX:  RETURN
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

วิธีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการป้อนข้อมูลให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อคำนวณออกแบบแผ่นพื้นมีดังต่อไปนี้

ก. การออกแบบแผ่นพื้นสี่เหลี่ยม ซึ่งไม่มีช่องเปิด มีที่รองรับแบบยึดแน่น และยึดหมุน จะสั่งให้เครื่องทำงานโดยใช้คำสั่ง RUN โปรแกรมชื่อ STRIP HEADING จากแผ่นจานแม่เหล็ก เพื่อเริ่มต้นการคำนวณต่อไป

วิธีป้อนข้อมูล เครื่องคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้งาน จะทำงานร่วมกันในลักษณะถาม - ตอบทีละประโยค เริ่มแรกเครื่องจะถามชนิดของแผ่นพื้นก่อนว่าเป็นแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจตุรัส หลังจากนั้น เครื่องจะถามขนาดของแผ่นพื้น และถามเงื่อนไขที่ขอบของแผ่นพื้นแต่ละขอบ

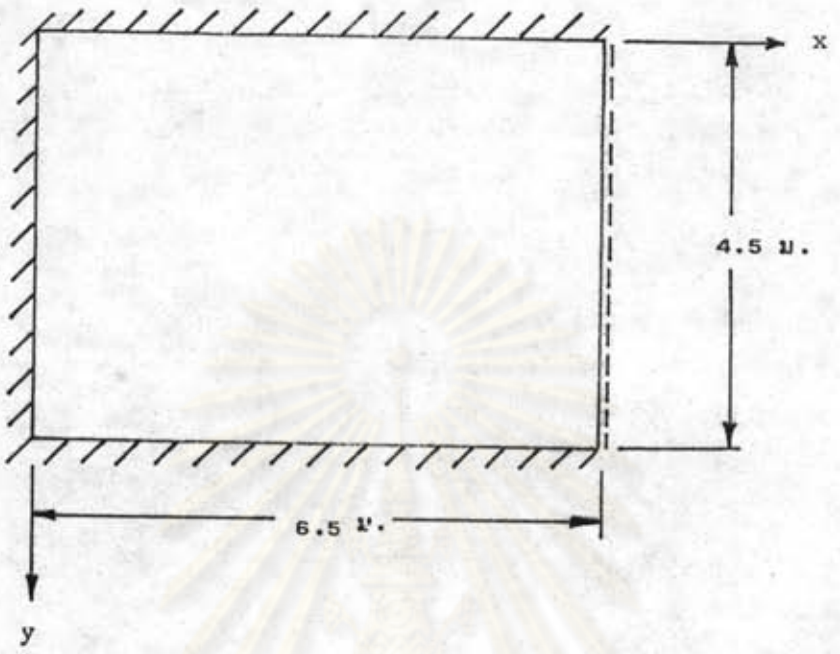
จากนั้นจึงป้อนข้อมูลเกี่ยวกับน้ำหนักบรรทุกจร คุณสมบัติของเหล็กเสริมกำลังของคอนกรีต แล้วเครื่องจะคำนวณหาความหนาต่ำสุดของแผ่นพื้นมาให้ผู้ใช้เลือก ความหนาที่ต้องการป้อนข้อมูลให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ และป้อนข้อมูลเกี่ยวกับระยะหุ้มของเหล็กเสริม

เครื่องจะคำนวณหาแถบที่จะเสริมเหล็ก แรงดัดที่เกิดขึ้นในแถบต่าง ๆ และ เหล็กเสริมที่จะใช้ในแถบต่าง ๆ ออกมาให้ในที่สุด

การใช้โปรแกรม STRIP HEADING นี้ง่ายต่อการใช้งาน ทั้งนี้ เพราะจะมีรูปภาพประกอบการป้อนข้อมูลอยู่ตลอด ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน และ ถ้ามีการป้อนข้อมูลผิดพลาดก็สามารถย้อนกลับไปป้อนข้อมูลช่วงนั้นใหม่ได้ตลอดเวลา

ตัวอย่าง การออกแบบแผ่นพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า ชนิดไม่มีช่องเปิด ดังแสดงในรูป ค-1 โดยใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้

- กำลังอัดรูปทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วัน = 200 กก/ซม^2
- เหล็กเสริมชนิดผิวเรียบกำลังที่จุดคลาก = 2400 กก/ซม^2
- รับน้ำหนักบรรทุกจรแผ่กระจายสม่ำเสมอ = 400 กก/ม^2
- ใช้ความหนาของแผ่นพื้น = 13.5 ซม.
- ระยะหุ้มเหล็กเสริมจากผิวนอกคอนกรีตถึงศูนย์กลางเหล็กเสริม 2.5 ซม.
- ตัวประกอบภาระสำหรับน้ำหนักบรรทุกถาวร = 1.4
- ตัวประกอบภาระสำหรับน้ำหนักบรรทุกจร = 1.7



รูปที่ ค - 1 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ไม่มีช่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
**************************************
*                                    *
* Design of rectangular or square    *
*                                    *
*  reinforced concrete slabs  by     *
*                                    *
*           STRIP  METHOD            *
*                                    *
* Due to...Uniform distribution      *
*                                    *
*           live load.               *
*                                    *
* This program uses 1983 ACI CODE    *
*                                    *
**************************************
```

Do you want to design square or
rectangular reinforce concrete slabs

PRESS<*1*> For square R.C. slabs

<2> For rectangular R.C. slabs

(PRESS 1 OR 2) 2

RECTANGULAR R.C. SLABS

PLEASE INPUT THE LENGTH OF SLABS
(In meter ;m)

LONG SPAN(Lx)...in meter = 6.5

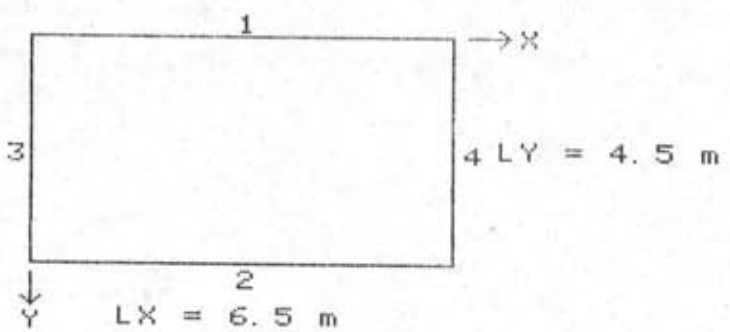
SHORT SPAN(Ly)...in meter = 4.5

PLEASE INPUT ABOUT
THE BOUNDARY CONDITION

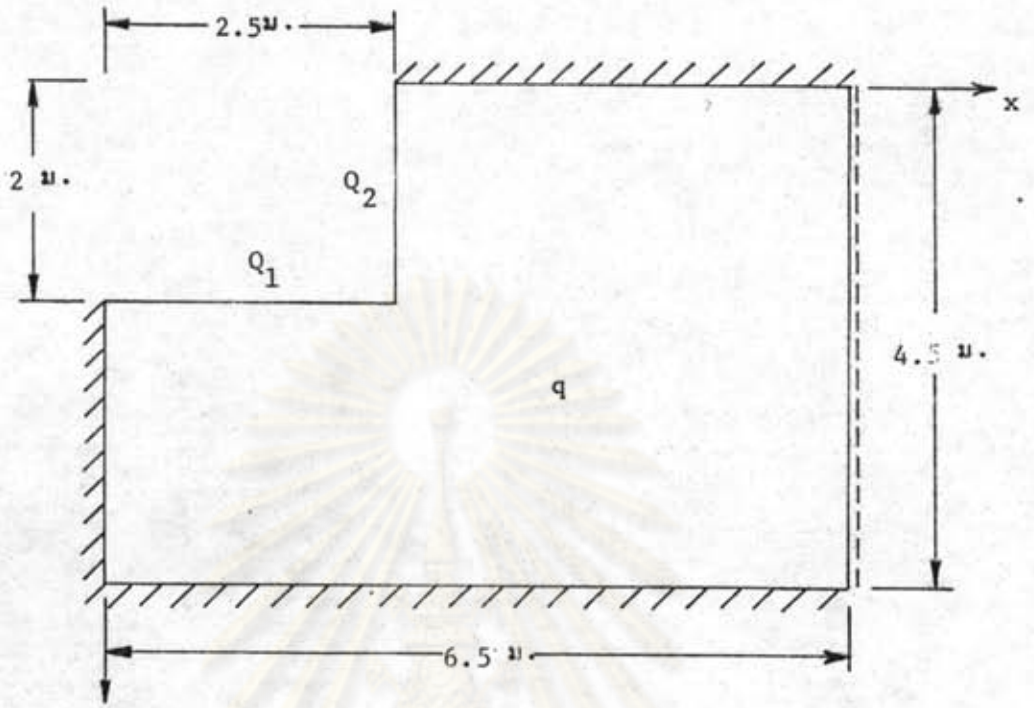
PRESS <1> FOR FIXED EDGE

<2> FOR SIMPLY SUPPORT EDGE

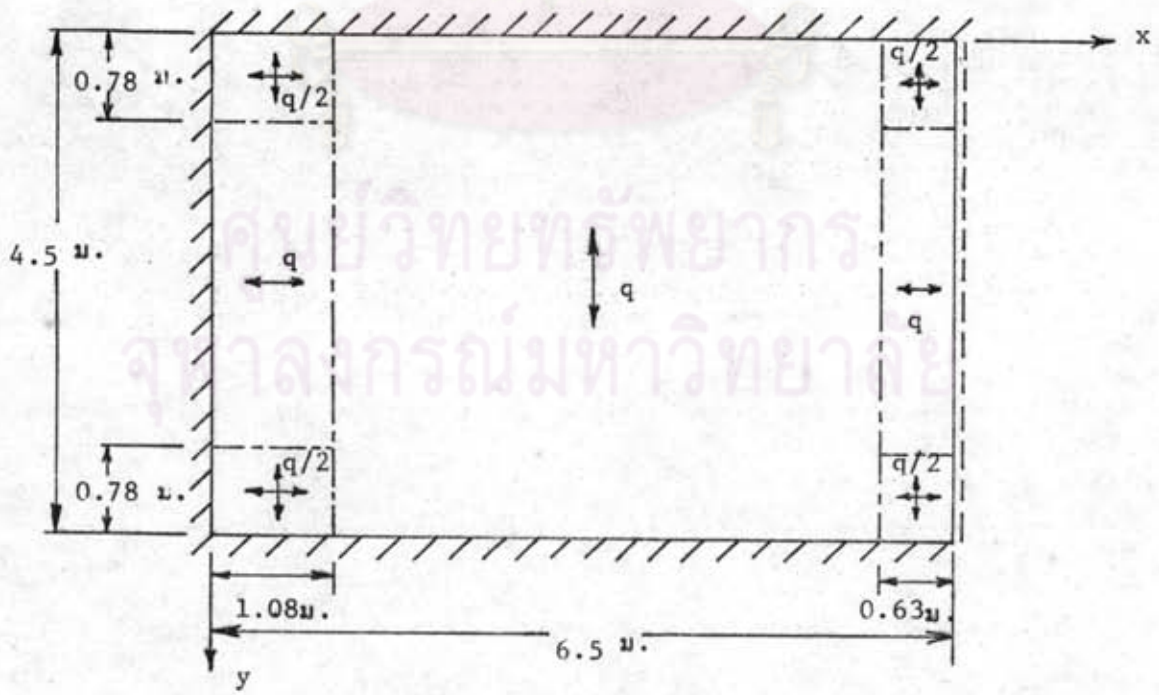
PRESS *RETURN* TO SEE THE PICTURE



```
PRESS (1) FOR FIXED EDGE
      (2) FOR SIMPLY SUPPORT EDGE


   BOUNDARY CONDITION
AT SIDE NO. 1 = FIXED EDGE
AT SIDE NO. 2 = FIXED EDGE
AT SIDE NO. 3 = FIXED EDGE
AT SIDE NO. 4 = SIMPLY SUPPORT EDGE

Do you want to change data (Yes/No) N


  ## USE TWO WAY SLAB IN DESIGN ##


        **********************
        *                    *
        * PLEASE INPUT DATA *
        *                    *
        **********************

  UNIFORMLY DISTRIBUTION SURVICE
  LIVE LOAD...(In kg/sq m) = 400

  ** steel yield strength > 2400 ksc **

  STEEL YIELD STRENGTH..(In ksc) = 2400

  Type of bar ==> RB

  CONCRETE CYLINDER STRENGTH
  ...(In ksc) = 200


  REINFORCED CONCRETE NORMAL WEIGHT = 2400 Kg/cu m

  CONCRETE WEIGHT...(In Kg/cu m) = 2400

Do you want to change DATA? (Y/N) N


  ************************************
  *                                  *
  * FIND THE MINIMUM SLAB THICKNESS *
  *                                  *
  ************************************

MINIMUM THICKNESS OF SLAB
REQUIRED = 12.89 cm
BUT DON'T MORE THAN 17.53 cm

PLEASE INPUT THE THICKNESS OF SLAB

 USE THICKNESS OF SLAB (In cm) = 13.5

Covering to cg. steel bar (In cm.) = 2.5

TOTAL UNIFORM LOAD (DL&LL)= 1135 Kg/sq m
```



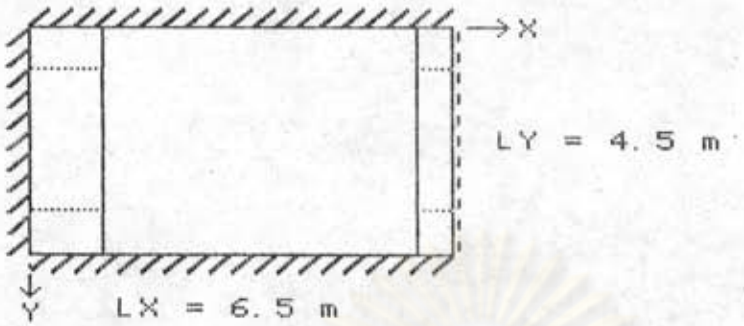
รูปที่ ค - 2 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีช่องเปิด



รูปที่ ค - 3 แผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อคิดว่ายังไม่มีช่องเปิด

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	SIDE NO.4
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

ข. การออกแบบแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมที่มีช่องเปิด มีที่รองรับแบบยึดแน่นและยึดหมุน จะแบ่งการป้อนข้อมูลออกเป็นสามช่วง

ช่วงแรกจะคำนึงว่าแผ่นพื้นนั้นไม่มีช่องเปิด คำนวณหาแรงตัดและเหล็กเสริมในแผ่นพื้นออกมาโดยการใช้โปรแกรม STRIP HEADING และป้อนข้อมูลเหมือนวิธีการในข้อ ก.

ช่วงที่สอง ใช้คำสั่ง RUN BEAM TYPE 1 - 6 แล้วเลือกชนิดของแถบแข็งแกร่งที่เกิดขึ้นบริเวณช่องเปิด ป้อนข้อมูลความยาวของแถบแข็งแกร่ง น้ำหนักบรรทุก และตำแหน่งของน้ำหนักบรรทุก ลักษณะของที่รองรับ เครื่องคอมพิวเตอร์จะคำนวณแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับแรงตัดที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแถบแข็งแกร่งออกมาให้

ช่วงที่สามใช้คำสั่ง RUN FIND STEEL AREA (INPUT MOMENT) ป้อนข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของเหล็กเสริม ชนิดของเหล็กเสริม ระยะหุ้มเหล็กเสริม กำลังของคอนกรีต ความหนาของแผ่นพื้น และแรงดัดประลัย ตามลำดับ เครื่องจะคำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมมาให้ และจะถามแรงดัดประลัยตัวต่อไป ถ้าผู้ใช้ไม่ต้องการใช้งานต่อไปให้ป้อนข้อมูล 0 ลงไป

ผลลัพธ์ของการออกแบบสามารถหาได้จากเหล็กเสริมจากข้อ ก. และข้อ ค. โดยที่แถบที่อยู่นอกบริเวณช่องเปิดใช้เหล็กเสริมตามข้อ ก. แถบในบริเวณช่องเปิดใช้เหล็กเสริมตามข้อ ค. แถบที่เป็นแถบแข็งแกร่งรอบช่องเปิดใช้เหล็กเสริมตามข้อ ก. และข้อค. รวมกัน

สำหรับตัวอย่างการออกแบบแผ่นพื้นที่มีช่องเปิด ดังแสดงในรูป ค - 2 และใช้ข้อมูลเหมือนตัวอย่างการออกแบบแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ชนิดไม่มีช่องเปิดในข้อ ก.

ช่วงแรกเมื่อคำนึงว่าแผ่นพื้นไม่มีช่องเปิด สามารถคำนวณหาตำแหน่งของเส้นแสดงความไม่ต่อเนื่อง ได้ดังรูป ค - 3 และสามารถคำนวณหาแรงตัดและเหล็กเสริมได้ตามตัวอย่างในข้อ ก.

ช่วงที่ 2 ถ้าใช้ขนาดของแถบแข็งแกร่งมีความกว้างเท่ากับ 0.5 เมตร ดังนั้น บริเวณรอบช่องเปิดจะมีการถ่ายน้ำหนักตามที่ ค - 4 ใช้คำสั่ง RUN MENU BEAM TYPE 1-6 จากรูปที่ 4 - ค. จะเห็นว่า หน้าตัด 3a และ 4a อยู่ในกรณีที่ 2 ดังนั้น ให้กดหมายเลข 2 การป้อนข้อมูลสำหรับ BEAM TYPE 2 นี้ ให้ดูจากรูปที่ 3.7 ประกอบการป้อนข้อมูล สำหรับ

หน้าตัด 5a และ 6a นั้น จัดอยู่กรณีที่ 1 สำหรับการป้อนข้อมูลให้ดูรูปที่ 3.7 ประกอบการป้อนข้อมูลเช่นกัน

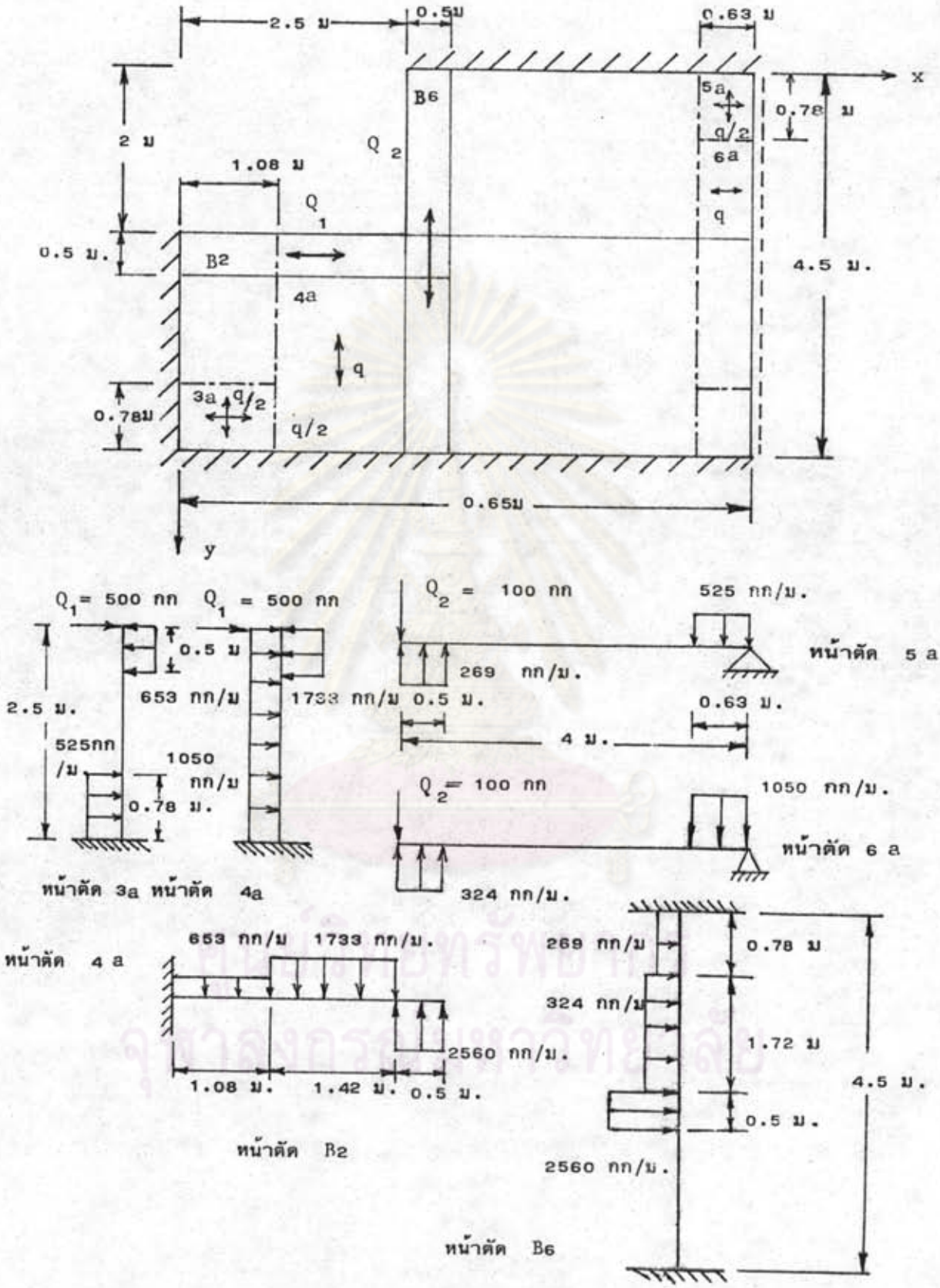
พิจารณาหน้าตัด B2 ซึ่งเป็นแถบแข็งแกร่ง ซึ่งรับน้ำหนักจากหน้าตัด 3a และ 4a ตามลำดับ จะเห็นว่า หน้าตัด B2 อยู่ในกรณีที่ 2 เนื่องจากน้ำหนัก 1733 กก/ม. ไม่ได้แผ่กระจายตั้งแต่ 1.08 - 3 เมตร ดังนั้น แรงปฏิกิริยาแผ่กระจายจริงจะมีค่าเท่ากับ 4293 - 1733 = 2560 กก/ม. การป้อนข้อมูลของหน้าตัด B2 ให้ดูรูป 3.7 ประกอบการพิจารณา

พิจารณาหน้าตัด B6 ซึ่งเป็นแถบแข็งแกร่ง ซึ่งรับน้ำหนักจาก หน้าตัด 5a 6a และ B2 ตามลำดับ จะเห็นว่าคาน B6 คือคานประเภทที่ 4 การป้อนข้อมูลของหน้าตัด B6 ดูรูปที่ 3.7 ประกอบการป้อนข้อมูลเช่นกัน

ช่วงที่สาม ให้คำสั่ง RUN FIND STEEL AREA (INPUT MOMENT) คำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมออกมา

สำหรับการเลือกขนาดเหล็กเสริม และการเสริมเหล็กให้ดูในบทที่ 4 ตัวอย่างที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค - 4 การถ่ายน้ำหนักบรรทุกบริเวณช่องเปิด

```
RUN

        PROGRAM TO FIND REACTION

      MOMENT AND INFLECTION POINT

  WHAT TYPE OF STRONG BAND ?

1) SIMPLE SUPPORT & UNIFROM SUPPORT

2) FIXED-END SUPPORT & UNIFROM SUPPORT

3) BOTH END UNIFROM SUPPORT

4) BOTH END FIXED-END SUPPORT

5) FIXED-END SUPPORT & SIMPLE SUPPORT

6) BOTH END SIMPLE SUPPORT

 FROM (1-6) : 2

            BEAM TYPE 2
            ===========

PLEASE INPUT BEAM DATA

SPAN LENGTH OF BEAM = 2.5

PLEASE INPUT LOAD DATA

UNIFORM LOAD NO.1 ; q1 = 525
Distance from  0 to X1    X1 = 0.78

UNIFORM LOAD NO.2 ; q2 = 0
POINT LOAD AT END OF SPAN = 500

WIDTH OF SUPPORT = 0.5

AT X=0 REACTION AT SUPPORT = 652.89

      MOMENT AT SUPPORT = -832.328688
UNIFORM LOAD ON RIGHT SUPPORT

 q3 = 513.22

AT X = 2.5 Moment = -4.97

PRESS RETURN TO CONTINUE
```

```
        PROGRAM TO FIND REACTION
      MOMENT AND INFLECTION POINT

  WHAT TYPE OF STRONG BAND ?
1) SIMPLE SUPPORT & UNIFROM SUPPORT
2) FIXED-END SUPPORT & UNIFROM SUPPORT
3) BOTH END UNIFROM SUPPORT
4) BOTH END FIXED-END SUPPORT
5) FIXED-END SUPPORT & SIMPLE SUPPORT
6) BOTH END SIMPLE SUPPORT
 FROM (1-6) : 2

           BEAM TYPE 2
           ===========

PLEASE INPUT BEAM DATA
SPAN LENGTH OF BEAM = 2.5
PLEASE INPUT LOAD DATA
UNIFORM LOAD NO.1 ; q1 = 1050
Distance from  0 to X1   X1 = 2.5
POINT LOAD AT END OF SPAN = 500
WIDTH OF SUPPORT = 0.5

AT X=0 REACTION AT SUPPORT = 1733.25

       MOMENT AT SUPPORT = -1399.82374
Inflection point at X = 1.41
At X = 1.65 Moment = 30.73

Inflection point at X = 1.9

At X = 2.22 Moment = -72.05

UNIFORM LOAD ON RIGHT SUPPORT
 q3 = 2783.49

AT X = 2.5 Moment = -4.92

PRESS RETURN TO CONTINUE
```

```
        PROGRAM TO FIND REACTION

      MOMENT AND INFLECTION POINT

  WHAT TYPE OF STRONG BAND ?

1) SIMPLE SUPPORT & UNIFROM SUPPORT

2) FIXED-END SUPPORT & UNIFROM SUPPORT

3) BOTH END UNIFROM SUPPORT

4) BOTH END FIXED-END SUPPORT

5) FIXED-END SUPPORT & SIMPLE SUPPORT

6) BOTH END SIMPLE SUPPORT
 FROM (1-6) : 1

           BEAM TYPE 1
           ===========

PLEASE INPUT BEAM DATA
SPAN LENGTH OF BEAM = 4

PLEASE INPUT LOAD DATA
UNIFORM LOAD NO.1 ; q1 = 525
Distance from  0 tO X1    X1 = 0.63
UNIFORM LOAD NO.2 ; q2 = 0
POINT LOAD AT END OF SPAN = 100
WIDTH OF SUPPORT = 0.5

AT X=0 REACTION AT SUPPORT = 296.3
       MOMENT AT SUPPORT = 0

At X = .56 Moment = 83.61
Inflection point at X = 3.03

At X = 3.62 Moment = -18.59

UNIFORM LOAD ON RIGHT SUPPORT
 q3 = 268.9
AT X = 4 Moment = -.99


PRESS RETURN TO CONTINUE
```

```
        PROGRAM TO FIND REACTION
      MOMENT AND INFLECTION POINT

  WHAT TYPE OF STRONG BAND ?
1) SIMPLE SUPPORT & UNIFROM SUPPORT
2) FIXED-END SUPPORT & UNIFROM SUPPORT
3) BOTH END UNIFROM SUPPORT
4) BOTH END FIXED-END SUPPORT
5) FIXED-END SUPPORT & SIMPLE SUPPORT
6) BOTH END SIMPLE SUPPORT
 FROM (1-6) : 1

            BEAM TYPE 1
            ===========

PLEASE INPUT BEAM DATA
SPAN LENGTH OF BEAM = 4
PLEASE INPUT LOAD DATA
UNIFORM LOAD NO.1 ; q1 = 1050
Distance from  0 to X1    X1 = 0.63
UNIFORM LOAD NO.2 ; q2 = 0
POINT LOAD AT END OF SPAN = 100
WIDTH OF SUPPORT = 0.5
AT X=0 REACTION AT SUPPORT = 599.27
       MOMENT AT SUPPORT = 0
At X = .57 Moment = 171.01
Inflection point at X = 3.35

At X = 3.7 Moment = -15.4

UNIFORM LOAD ON RIGHT SUPPORT
 q3 = 324.47
AT X = 4 Moment = -.98


PRESS RETURN TO CONTINUE
```

```
        PROGRAM TO FIND REACTION
       MOMENT AND INFLECTION POINT

  WHAT TYPE OF STRONG BAND ?
1) SIMPLE SUPPORT & UNIFROM SUPPORT
2) FIXED-END SUPPORT & UNIFROM SUPPORT
3) BOTH END UNIFROM SUPPORT
4) BOTH END FIXED-END SUPPORT
5) FIXED-END SUPPORT & SIMPLE SUPPORT
6) BOTH END SIMPLE SUPPORT
 FROM (1-6) : 2
            BEAM TYPE 2
            ===========

PLEASE INPUT BEAM DATA
SPAN LENGTH OF BEAM = 3

PLEASE INPUT LOAD DATA
UNIFORM LOAD NO.1 ; q1 = 635
Distance from  0 to X1   X1 = 1.08

UNIFORM LOAD NO.2 ; q2 = 1733
Distance from X2 to end. X2 = 1.08
POINT LOAD AT END OF SPAN = 0

WIDTH OF SUPPORT = 0.5

AT X=0 REACTION AT SUPPORT = 1866.35
       MOMENT AT SUPPORT = -1254.42747
Inflection point at X = .78

At X = 1.76 Moment = 793.01

UNIFORM LOAD ON RIGHT SUPPORT
 q3 = 4293.61        หมายเหตุเนื่องจากน้ำหนัก q2
AT X = 3 Moment = .13  เริ่มต้นที่ 1.08-2.5 ม. เท่านั้น ไม่ได้แผ่กระจายเต็มช่วง
PRESS RETURN TO CONTINUE   1.08 - 3 ม. ดังนั้น q3 ที่แท้จริงมีค่าเท่ากับ
                                q3 = 2493.61 - 1733  = 2560.61
```

```
        PROGRAM TO FIND REACTION
        MOMENT AND INFLECTION POINT

  WHAT TYPE OF STRONG BAND ?
1) SIMPLE SUPPORT & UNIFROM SUPPORT
2) FIXED-END SUPPORT & UNIFROM SUPPORT
3) BOTH END UNIFROM SUPPORT
4) BOTH END FIXED-END SUPPORT
5) FIXED-END SUPPORT & SIMPLE SUPPORT
6) BOTH END SIMPLE SUPPORT
 FROM (1-6) : 4

           BEAM TYPE 4
           ===========
PLEASE INPUT BEAM DATA
SPAN LENGTH OF BEAM = 4.5

PLEASE INPUT LOAD DATA
UNIFORM LOAD NO.1 ; q1 = 269
DISTANCE FROM X1 = 0
          TO  X2 = 0.78
UNIFORM LOAD NO.2 ; q2 = 324
DISTANCE FROM X3 = 0.78
          TO  X4 = 2.50
UNIFORM LOAD NO.3 ; q3 = 2560
DISTANCE FROM X5 = 2.50
          TO  X6 = 3.00


REACTION AT LEFT SUPPORT = 1049.53881
MOMENT  AT  LEFT SUPPORT = -936.992408
Inflection Point at X = 1.04
At X = 2.61 Moment = 780.45

Inflection Point at X = 3.59
REACTION AT RIGHT SUPPORT = 997.561187
MOMENT  AT RIGHT SUPPORT = -963.736067
PRESS RETURN TO CONTINUE
```

```
PROGRAM TO FIND STEEL AREA

PLEASE INPUT DATA

STEEL YIELD STRENGTH (ksc.) ; fy = 2400

Round bar (RB) or Deform bar (DB) ?
Please Choose (RB or DB) : RB

STEEL COVERING (In cm.) = 2.5
CONCRETE CYLINDER STRENGTH  (In ksc.) ; f'c = 200


PLEASE INPUT SLAB THICKNESS
THICKNESS OF SLAB (In cm.) = 13.5

DESIGN ULTIMATE MOMENT (kg-m/m.) = 832
STEEL AREA IN SLABS = 3.58

(INPUT MOMENT = 0 TO END)

MOMENT IN SLABS = 1400
STEEL AREA IN SLABS = 6.13

(INPUT MOMENT = 0 TO END)
MOMENT IN SLABS = 171
STEEL AREA IN SLABS = 2.75

(INPUT MOMENT = 0 TO END)
MOMENT IN SLABS = 1254
STEEL AREA IN SLABS = 5.47

(INPUT MOMENT = 0 TO END)
MOMENT IN SLABS = 793
STEEL AREA IN SLABS = 3.41

(INPUT MOMENT = 0 TO END)
MOMENT IN SLABS = 936
STEEL AREA IN SLABS = 4.04


(INPUT MOMENT = 0 TO END)
MOMENT IN SLABS = 780
STEEL AREA IN SLABS = 3.35


(INPUT MOMENT = 0 TO END)

MOMENT IN SLABS = 0
```

ค. การออกแบบแผ่นพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีที่รองรับด้านหนึ่งเป็นขอบอิสระและด้านที่เหลือเป็นแบบยึดแน่น จะสั่งให้เครื่องทำงานโดยใช้คำสั่ง RUN โปรแกรมชื่อ ONE FREE EDGE REC.OTHER FIXED จากจานแม่เหล็ก เพื่อเริ่มต้นการคำนวณ

วิธีป้อนข้อมูล เครื่องคอมพิวเตอร์และผู้ใช้งานจะทำงานร่วมกันในลักษณะถามตอบทีละประโยค เริ่มแรกเครื่องจะถามขนาดของแผ่นพื้นก่อน โดยถามด้านยาวและด้านสั้นของแผ่นพื้นตามลำดับ จากนั้น เครื่องคอมพิวเตอร์จะถามว่าขอบอิสระในแผ่นพื้นอยู่ด้านยาวหรือด้านสั้น เมื่อป้อนข้อมูลเสร็จ เครื่องคอมพิวเตอร์จะวาดรูปแผ่นพื้นตามที่ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลให้

จากนั้นจึงจะป้อนข้อมูลเกี่ยวกับน้ำหนักบรรทุกจร คุณสมบัติของ เหล็กเสริมกำลังของคอนกรีต น้ำหนักของคอนกรีตเสริมเหล็ก จากนั้นเครื่องจะคำนวณหาความหนาต่ำสุดและสูงสุดมาให้ผู้ใช้งานเลือกป้อนความหนาของแผ่นพื้นที่ต้องการจากนั้นให้ป้อนระยะหุ้มเหล็กเสริม

หลังจากที่ป้อนข้อมูลต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์จะมีทางเลือกให้กับผู้ใช้ 3 กรณี

1. เครื่องจะคำนวณหาขนาดของแถบแข็งแกร่งที่เหมาะสมเอง และทำการคำนวณผลลัพธ์ตลอดจนเหล็กเสริมที่จะเสริมในแผ่นพื้นเอง ถ้าเลือกกรณีนี้จะเสียเวลาในการคำนวณประมาณ 2.30 นาที

2. ผู้ใช้จะเป็นผู้ป้อนขนาดแถบแข็งแกร่งเอง ถ้าเลือกกรณีนี้ ผู้ใช้จะต้องป้อนขนาดความกว้างของแถบแข็งแกร่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งหลังจากนั้น เครื่องจะใช้เวลาคำนวณประมาณ 1 นาที

3. ต้องการออกแบบแผ่นพื้นที่ไม่ใช้แถบแข็งแกร่งเลย ในกรณีนี้เครื่องจะใช้เวลาคำนวณประมาณ 2 นาที

ตัวอย่างการออกแบบแผ่นพื้นที่มีขอบอิสระหนึ่งด้านด้านที่เหลือเป็นแบบยึดแน่น ดังแสดงในรูป ค - 5 โดยใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้

- กำลังอัดรูปทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วัน = 200 กก/ซม^2

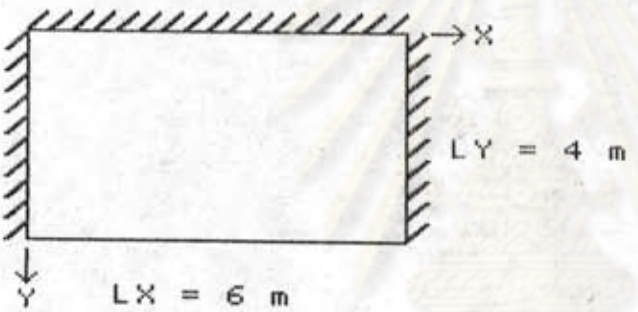
- เหล็กเสริมชนิดผิวเรียบกำลังที่จุดคลาก = 2400 กก/ซม^2
- รับน้ำหนักบรรทุกจรแผ่กระจายสม่ำเสมอ = 400 กก/ม^2
- ใช้ความหนาของแผ่นพื้น = 13.5 ซม.
- ระยะหุ้มเหล็กเสริมจากผิวนอกจนถึงศูนย์กลางเหล็กเสริม 2.5 ซม.
- ตัวประกอบภาระสำหรับน้ำหนักบรรทุกถาวร = 1.4
- ตัวประกอบภาระสำหรับน้ำหนักบรรทุกจร = 1.7

ในการแสดงการป้อนข้อมูลต่อไปนี้ จะเลือกใช้กรณีที่ 1 และกรณีที่ 3 ตามลำดับ สำหรับกรณีที่ 2 ผู้ใช้สามารถใช้ได้โดยป้อนขนาดของแถบแข็งแกร่งที่ต้องการลงไปเท่านั้น

จากผลการคำนวณ ในกรณีที่ 1 สามารถนำไปเลือกขนาดเหล็กเสริมและระยะการเสริมเหล็ก ซึ่งได้แสดงไว้ดังแสดงในรูปที่ ค-5 (ข และค) และถ้าเลือกใช้กรณีที่ 3 คือไม่ใช้แถบแข็งแกร่งบริเวณช่องเปิด สามารถเลือกเหล็กเสริมและระยะการเสริมเหล็กได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ ค - 6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
]RUN

        RECTANGULAR R.C. SLABS

   PLEASE INPUT THE LENGTH OF SLABS
   ( In meter ;m )
   LONG  SPAN(Lx)...in meter = 6

   SHORT SPAN(Ly)...in meter = 4

      PLEASE INPUT ABOUT
     THE BOUNDARY CONDITION

PRESS 1) FREE EDGE IN LONG SIDE

      2) FREE EDGE IN SHORT SIDE

Please choose : 1

    PRESS RETURN TO SEE THE PICTURE
```




```
          **********************
          *                    *
          * PLEASE INPUT DATA *
          *                    *
          **********************

   UNIFORMLY DISTRIBUTION SURVICE
   LIVE LOAD...(In kg/sq m) = 400

   ** steel yield strength =>2400 ksc **

   STEEL YIELD STRENGTH..(In ksc) = 2400
   TYPE OF BAB ==> RB

   CONCRETE CYLINDER STRENGTH
   ...(In ksc) = 200

   REINFORCED CONCRETE NORMAL WEIGHT = 2400 Kg/cu m

REINFORCED CONCRETE WEIGHT (In Kg/cu m) = 2400
```

```
**************************************
*                                    *
* FIND THE MINIMUM SLAB THICKNESS    *
*                                    *
**************************************

MINIMUM THICKNESS OF SLAB
REQUIRED = 11.95 cm
BUT DON'T MORE THAN 16.18 cm

PLEASE INPUT THE THICKNESS OF SLAB

USE THICKNESS OF SLAB  (In cm.) = 12.5
COVERING TO cg. OF BAR (In cm.) = 2.5


PLEASE CHOOSE THE FOLLOWING CHOICE :

1) COMPUTER FIND WIDTH OF STRONG BAND
2) USER INPUT WIDTH OF STRONG BAND
3) DON'T USE STRONG BAND ON FREE EDGE

PLEASE CHOOSE : 1

WIDTH OF STRONG BAND = 1.2 m.
TOTAL UNIFORM LOAD (DL&LL) = 1100 kg/sq m.
Use effective depth = 10
and thickness of slab = 12.5

Moment in strong band

POSITIVE MOMENT = 1808.29
NEGATIVE MOMENT = 3584.92
Inflection point = 1.26

At strip parallel to free edge

Strip width = 1.3 m. near free edge

POSITIVE MOMENT = 1650
NEGATIVE MOMENT = 3300
Inflection point = 1.26

Side strip distance = 1.5 m. from fixed support

POSITIVE MOMENT = 103.13
NEGATIVE MOMENT = 515.63
Inflection point = .75

IN DIRECTION PERPENTICULAR TO FREE EDGE

Strip near fixed support distance = 1.5 m. from support.
```

POSITIVE MOMENT = 154.22
NEGATIVE MOMENT = -254.05
Inflection point = 1.35

Middle Strip width = 3 m.

POSITIVE MOMENT = 308.44
NEGATIVE MOMENT = -508.09
Inflection point = 1.35

STEEL AREA IN SLAB

At strong band

BOTTOM STEEL AREA = 8.93 sq cm/m.
TOP STEEL AREA = 19.21 sq cm/m.

Length of top steel = 1.26 m.
+ 12 * diameter of bar or depth of slab

At strip parallel to free edge

Strip near free edge

BOTTOM STEEL AREA = 8.1 sq cm/m.
TOP STEEL AREA = 17.43 sq cm/m.

Length of top steel = 1.26 m.
+ 12 * diameter of bar or depth of slab

Side strip

BOTTOM STEEL AREA = 2.5 sq cm/m.
TOP STEEL AREA = 2.5 sq cm/m.

Length of top steel = .75 m.
+ 12 * diameter of bar or depth of slab

IN DIRECTION PERPENTICULAR TO FREE EDGE

Side strip

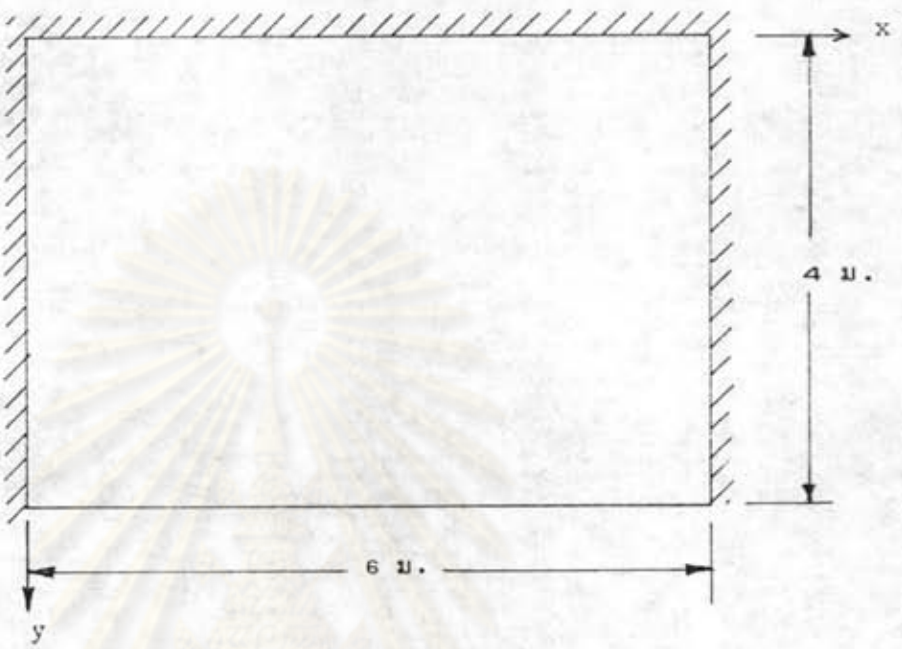
BOTTOM STEEL AREA = 2.5 sq cm/m.
TOP STEEL AREA = 2.5 sq cm/m.

Length of top steel = 1.35 m.
+ 12 * diameter of bar or depth of slab

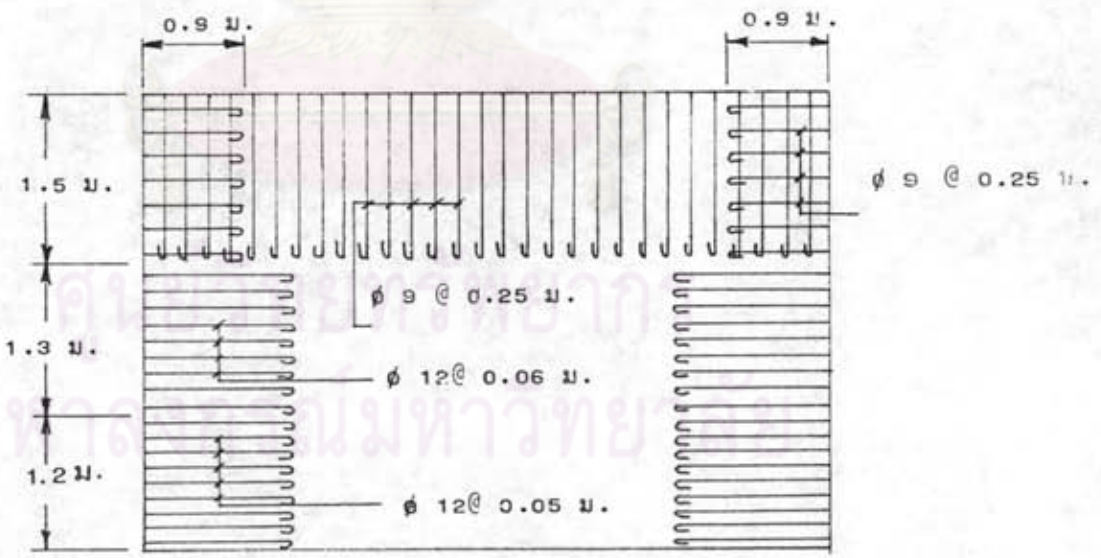
Middle strip

BOTTOM STEEL AREA = 2.5 sq cm/m.
TOP STEEL AREA = 2.5 sq cm/m.

Length of top steel = 1.35 m.
+ 12 * diameter of bar or depth of slab

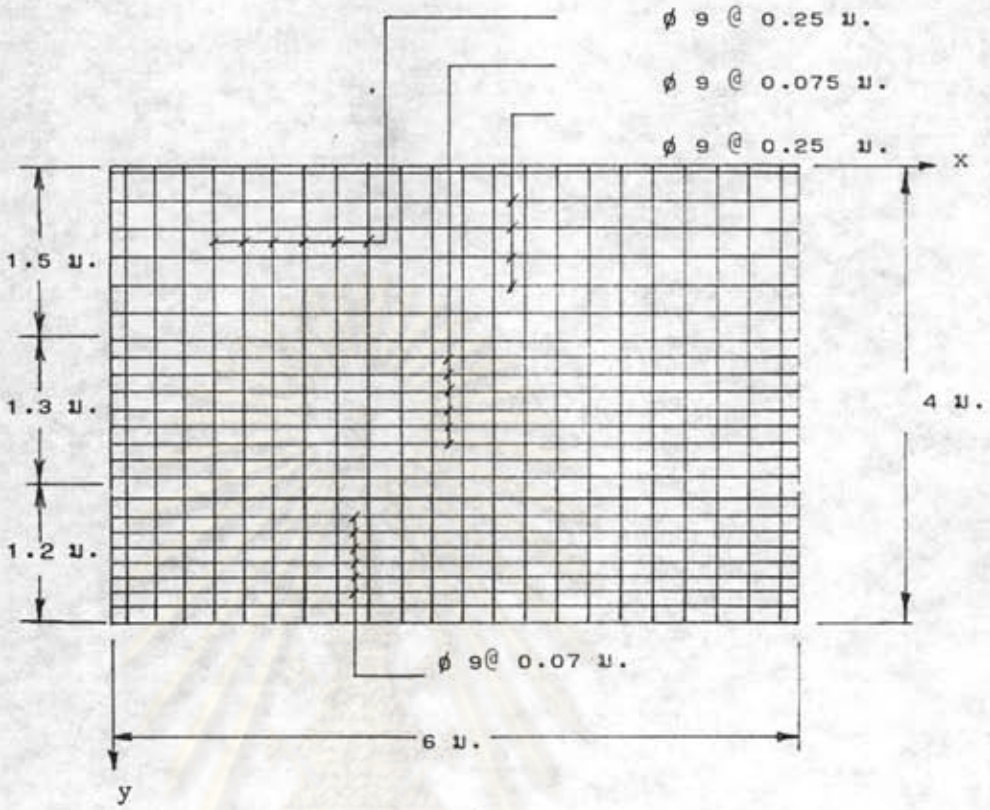


(ก) ลักษณะของแผ่นพื้นที่จะออกแบบ



(ข) เหล็กบน

รูปที่ ค - 5 แผ่นพื้นที่มีขอบอิสระ 1 ด้าน

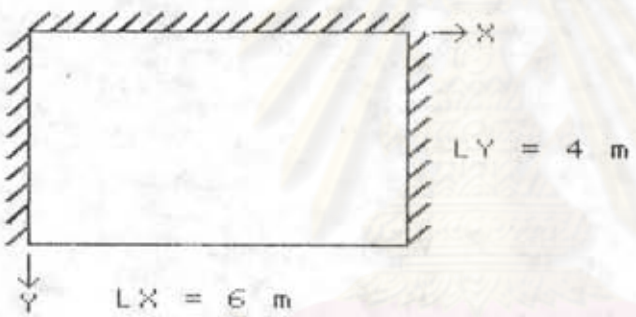


(ค) เหล็กล่าง

(ต่อ) รูปที่ ค - 5 แผ่นพื้นที่มีขอบอิสระ 1 ด้าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

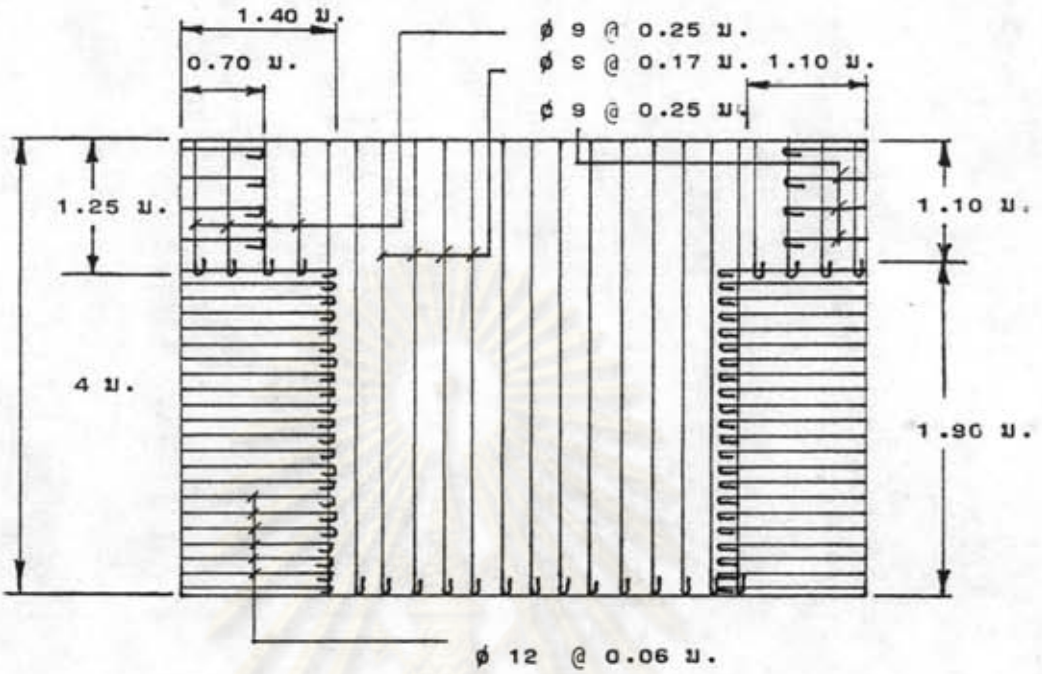
```
]RUN

        RECTANGULAR R.C. SLABS

   PLEASE INPUT THE LENGTH OF SLABS
   ( In meter ;m )
   LONG  SPAN(Lx)...in meter = 6

   SHORT SPAN(Ly)...in meter = 4

       PLEASE INPUT ABOUT
     THE BOUNDARY CONDITION

PRESS 1) FREE EDGE IN LONG SIDE

      2) FREE EDGE IN SHORT SIDE

Please choose : 1

    PRESS RETURN TO SEE THE PICTURE
```



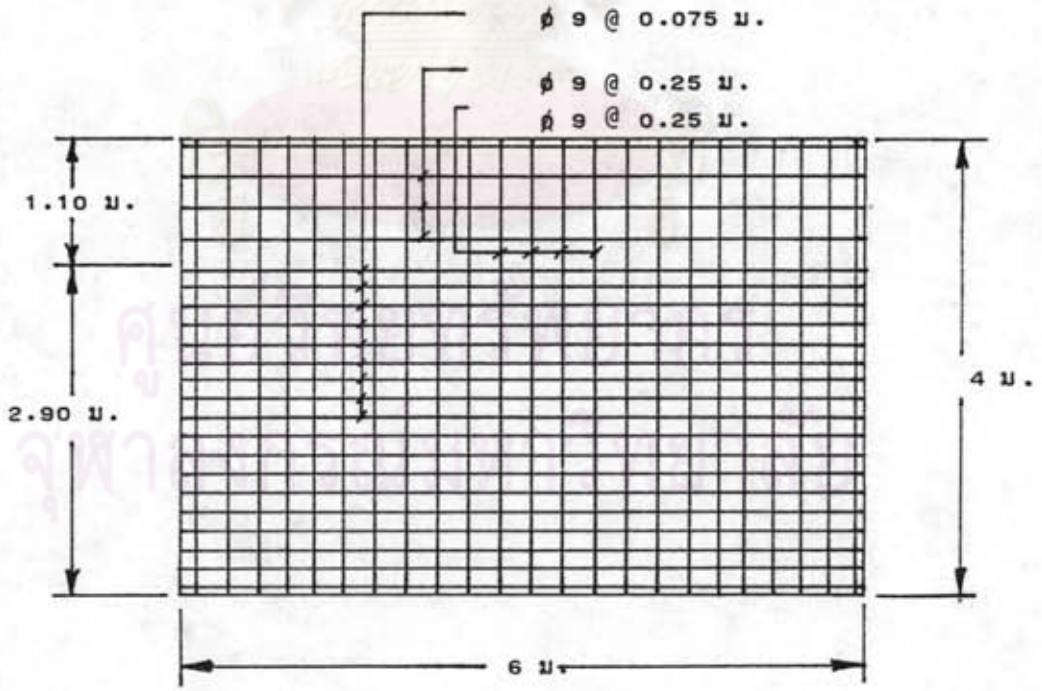

```
          **********************
          *                    *
          * PLEASE INPUT DATA *
          *                    *
          **********************

   UNIFORMLY DISTRIBUTION SURVICE
   LIVE LOAD...(In kg/sq m) = 400

   ** steel yield strength =>2400 ksc **

   STEEL YIELD STRENGTH..(In ksc) = 2400
   TYPE OF BAB ==> RB

   CONCRETE CYLINDER STRENGTH
   ...(In ksc) = 200

   REINFORCED CONCRETE NORMAL WEIGHT = 2400 Kg/cu m

REINFORCED CONCRETE WEIGHT (In Kg/cu m) = 2400
```

```
**************************************
*                                    *
* FIND THE MINIMUM SLAB THICKNESS *
*                                    *
**************************************

MINIMUM THICKNESS OF SLAB
REQUIRED = 11.95 cm
BUT DON'T MORE THAN 16.18 cm

PLEASE INPUT THE THICKNESS OF SLAB

USE THICKNESS OF SLAB  (In cm.) = 12.5
COVERING TO cg. OF BAR (In cm.) = 2.5


PLEASE CHOOSE THE FOLLOWING CHOICE :

1) COMPUTER FIND WIDTH OF STRONG BAND
2) USER INPUT WIDTH OF STRONG BAND
3) DON'T USE STRONG BAND ON FREE EDGE

PLEASE CHOOSE : 3

WIDTH OF STRONG BAND ON FREE EDGE = 0
TOTAL UNIFORM LOAD (DL&LL) = 1100 kg/sq m.
Use effective depth = 10
and thickness of slab = 12.5

At strip parallel to free edge

Strip width = 2.9 m. near free edge

POSITIVE MOMENT = 1650
NEGATIVE MOMENT = 3300
Inflection point = 1.26

Side strip distance = 1.1 m. from fixed support

POSITIVE MOMENT = 41.11
NEGATIVE MOMENT = 294.06
Inflection point = .55


IN DIRECTION PERPENTICULAR TO FREE EDGE

Strip near fixed support distance = 1.1 m. from support.

POSITIVE MOMENT = 0
NEGATIVE MOMENT = 335.17
Inflection point = 1.1

Middle Strip width = 3.79 m.
```

```
POSITIVE MOMENT = 0
NEGATIVE MOMENT = 670.35
Inflection point = 4


        STEEL AREA IN SLAB
At strip parallel to free edge

Strip near free edge

BOTTOM STEEL AREA = 8.1 sq cm/m.
  TOP  STEEL AREA = 17.43 sq cm/m.

Length of top steel = 1.26 m.
+ 12 * diameter of bar or depth of slab

Side strip

BOTTOM STEEL AREA = 2.5 sq cm/m.
  TOP  STEEL AREA = 2.5 sq cm/m.

Length of top steel = .55 m.
+ 12 * diameter of bar or depth of slab


IN DIRECTION PERPENTICULAR TO FREE EDGE

Side strip

BOTTOM STEEL AREA = 2.5 sq cm/m.
  TOP  STEEL AREA = 2.5 sq cm/m.

Length of top steel = 1.1 m.
+ 12 * diameter of bar or depth of slab

Middle strip

BOTTOM STEEL AREA = 2.5 sq cm/m.
  TOP  STEEL AREA = 3.17 sq cm/m.

Length of top steel = 4 m.
+ 12 * diameter of bar or depth of slab

************************************************
```



(ก) เหล็กบน



(ข) เหล็กล่าง

รูปที่ ค - 6 แผ่นพื้นที่มีขอบอิสระ 1 ด้าน เมื่อไม่ใช้แถบแข็งแกร่งบริเวณขอบอิสระ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง. การออกแบบแผ่นพื้นที่มีขอบอิสระอยู่บนด้านที่ไม่ตั้งฉากกับด้านอื่น และด้านที่อยู่ชิดกับขอบอิสระทั้งสองด้านเป็นแบบยึดหมุนตามรูป ค - 7 จะสั่งให้เครื่องทำงานโดยใช้คำสั่ง RUN โปรแกรมชื่อ DESIGE SKEW SLAB จากจานแม่เหล็กเพื่อเริ่มต้นทำการคำนวณ

วิธีการป้อนข้อมูล เริ่มแรกเครื่องจะถามคุณสมบัติของเหล็กเสริม ชนิดของเหล็กเสริม และระยะหุ้มเหล็กเสริม จากนั้นจึงจะถามกำลังของคอนกรีต เมื่อป้อนข้อมูลเกี่ยวกับกำลังของวัสดุเสร็จแล้ว เครื่องจะถามระยะห่างระหว่างจุดรองรับแบบยึดหมุน และถามมุมที่ขอบอิสระเอียงทำมุมกับที่รองรับแบบยึดหมุนความหนาของแผ่นพื้นที่ต้องการและน้ำหนักบรรทุกจร ตามลำดับ

เมื่อป้อนข้อมูลของมุมที่เอียงเรียบร้อยแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์จะตรวจสอบมุมที่ป้อนเข้าไปและจะแยกการทำงานเป็น 2 ทางคือ

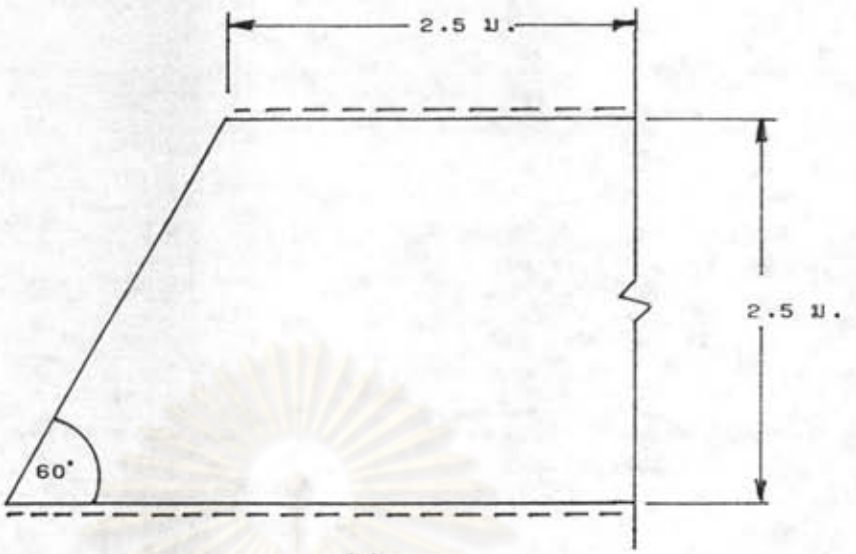
ก. กรณีที่มุมมีค่าน้อยกว่า 60 องศา โปรแกรมจะออกแบบโดยใช้แถบรูปลิ่มโดยถามด้านสั้นและด้านยาวของแถบรูปลิ่ม และจะคำนวณหาแรงดัดและเหล็กเสริมที่จะใช้ในแผ่นพื้นเลย

ข. กรณีที่มุมมีค่ามากกว่า 60 องศา โปรแกรมแสดงรูปและจะถามด้านสั้นของแผ่นพื้นที่จะทำการออกแบบ เมื่อผู้ใช้ป้อนข้อมูลเสร็จจะตรวจสอบว่าจะเสริมเหล็กขนานกับขอบได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้จะใช้แถบรูปลิ่มในการออกแบบ ถ้าเสริมเหล็กแบบสม่ำเสมอขนานกับขอบอิสระหรือเสริมเหล็กแบบแถบรูปลิ่มได้อีกด้วย เมื่อผู้ใช้ป้อนข้อมูลเสร็จเครื่องจะคำนวณหาแรงดัดและปริมาณเหล็กเสริมที่จะใช้ในแผ่นพื้นมาให้

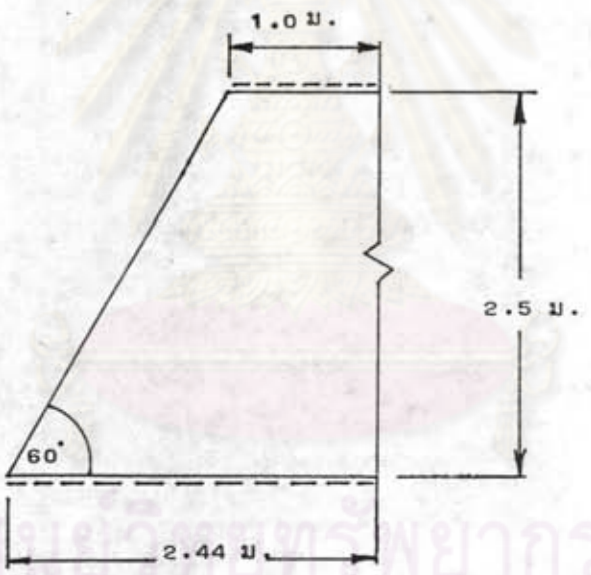
สำหรับตัวอย่างการออกแบบจะใช้ตามรูป ค - 7(ก) และ (ข) และใช้ข้อมูลในการออกแบบดังนี้

- เหล็กเสริมชนิดผิวเรียบมีกำลังที่จุดคลาก = 2400 กก/ ซม^2
- กำลังอัดรูปทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วัน = 200 กก/ซม^2
- รับน้ำหนักบรรทุกจร = 400 กก/ม^2
- ใช้ความหนาของแผ่นพื้น = 12.5 ซม.
- ระยะหุ้มของเหล็กเสริมจากผิวนอกจนถึงศูนย์กลางของเหล็กเสริม = 2.5 ซม.

ผลลัพธ์การเสริมเหล็กได้แสดงไว้ในรูป ค - 8 และ ค - 9 ตามลำดับ



(ก)



(ข)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ค - 7 สี่เหลี่ยมคางหมูที่มีขอบอิสระบนด้านที่เอียง

```
     PROGRAM TO DESIGN SKEW SLAB

PLEASE INPUT DATA

STEEL YIELD STRENGTH (ksc.) ; fy = 2400

Round bar (RB) or Deform bar (DB) ?

Please Choose (RB or DB) : RB

STEEL COVERING (In cm.) = 2.5

CONCRETE CYLINDER STRENGTH  (In ksc.) ; f'c = 200

DISTANCE BETWEEN SUPPORT (In m.) = 2.5

SKEW ANGLE AT FREE EDGE
(NOT MORE THAN 90 DEGREE) = 60


PLEASE INPUT SLAB THICKNESS

Minimum Slab thickness = 12.5 cm.

THICKNESS OF SLAB (In cm.) = 12.5

UNIFORMLY DISTRIBUTION SERVICE

LIVE LOAD  (In kg/sq m.) = 400
DESIGN ULTIMATE LOAD (kg/sq m.) = 1100
TOP SHORT SPAN LESS THAN 1.44 m. OR NOT
PRESS (Y)es or (N)o N
PLEASE CHOOSE FOLLOWING CASE :
1) USE UNIFORM SHAPED STRIPS
2) USE WEDGE SHAPED STRIPS
 PLEASE CHOOSE : 1

 USE UNIFORM SHAPED STRIP


Moment at free edge from 0 < X < .48 = 1145.83867

 Moment from .48 < X < 1.44 = 343.7516

       STEEL AREA IN SKEW SLABS
       ========================

At section parallel to free edge


At 0 < x < .48 m.
Steel Area = 5.52 Sq cm / m.
```

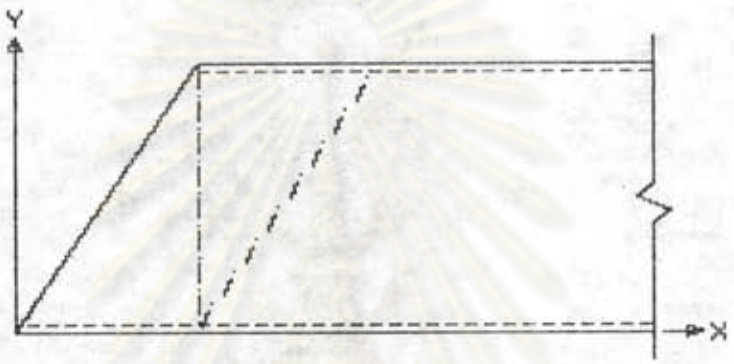
At section .48 < X < 1.44 m.
Steel Area = 2.5 Sq cm / m.

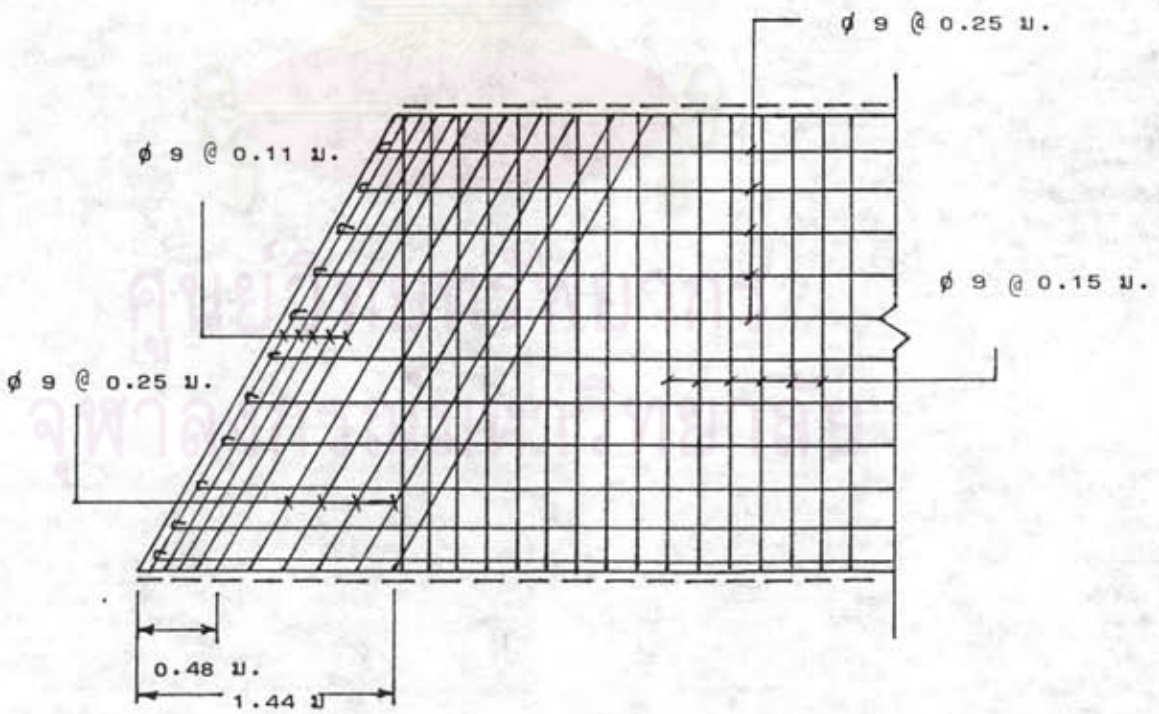
At section parallel to Y-Axis

At X > 1.44 m.
Steel Area = 4.09 Sq cm / m.

At section parallel to X-Axis

Temperature Steel Area = 2.5 Sq cm / m.





รูปที่ ค - 8 การเสริมเหล็กในแผ่นพื้น ค - 7(ก)

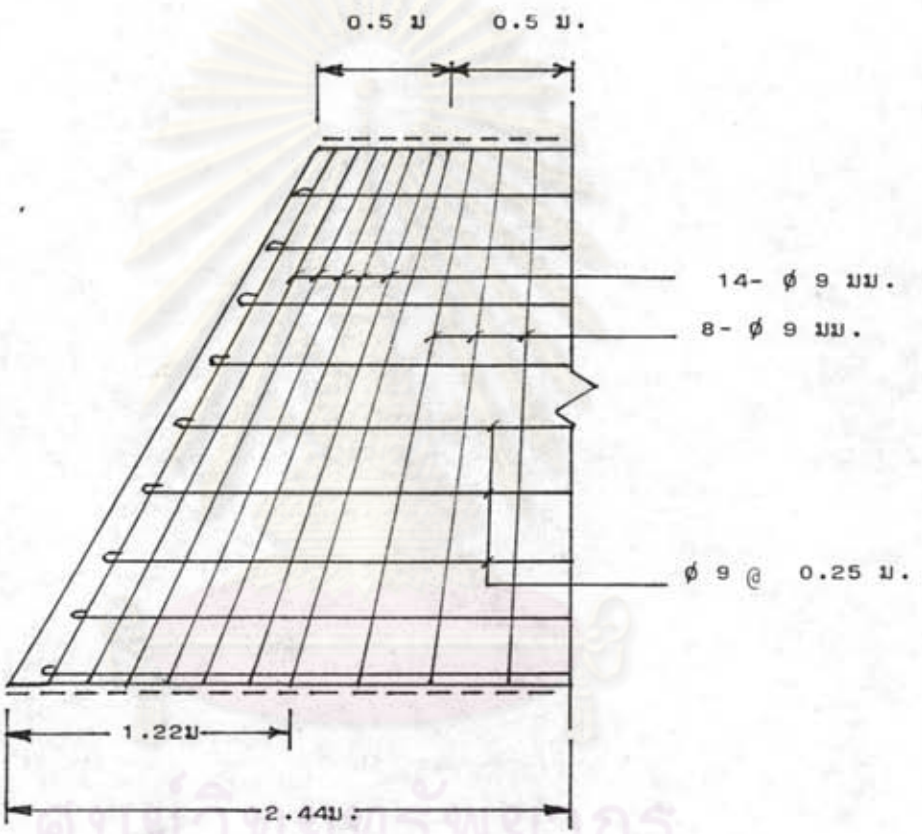
```
]PROGRAM TO DESIGN SKEW SLAB

PLEASE INPUT DATA

STEEL YIELD STRENGTH (ksc.) ; fy = 2400

Round bar (RB) or Deform bar (DB) ?

Please Choose (RB or DB) : RB

STEEL COVERING (In cm.) = 2.5

CONCRETE CYLINDER STRENGTH  (In ksc.) ; f'c = 200

DISTANCE BETWEEN SUPPORT (In m.) = 2.5

SKEW ANGLE AT FREE EDGE
(NOT MORE THAN 90 DEGREE) = 60


PLEASE INPUT SLAB THICKNESS

Minimum Slab thickness = 12.5 cm.

THICKNESS OF SLAB (In cm.) = 12.5

UNIFORMLY DISTRIBUTION SERVICE

LIVE LOAD  (In kg/sq m.) = 400
DESIGN ULTIMATE LOAD (kg/sq m.) = 1100
TOP SHORT SPAN LESS THAN 1.44 m. OR NOT
PRESS (Y)es or (N)o Y
 USE WEDGE SHAPED STRIP
INPUT SHORT & LONG SIZE STRIP (In m.)
SHORT SIZE = 1.00
 LONG SIZE = 2.44

Moment at free edge from 0 < X < 1.22 = 1977.69483 kg-m.

Moment from 1.22 < X < 2.44 = 1162.3539 kg-m.
      STEEL AREA IN SKEW SLABS
      ========================

At section 0 < X < 1.22

        Steel Area = 9.84 Sq cm / m.

At section 1.22 < X < 2.44

        Steel Area = 5.6 Sq cm / m.
```

At section X > 2.44

Steel Area = 4.09 Sq cm / m.

In Y direction

temperture steel Area = 2.5 Sq cm / m.



รูปที่ ค - 9 การเสริมเหล็กในแผ่นพื้นรูป ค - 7 (ข)

จ. การวิเคราะห์และออกแบบแผ่นพื้นไร้คาน ซึ่งมีเสาอยู่ในแนวเดียวกัน จะแบ่งการป้อนข้อมูลเป็นสองช่วง

ช่วงแรกจะเป็นการหาตำแหน่งของเส้นแสดงความไม่ต่อเนื่องในแผ่นพื้นไร้คาน จะสั่งให้เครื่องทำงานโดยสั่ง RUN โปรแกรมชื่อ DISC. LINE IN FLAT SLAB จากนั้นป้อนข้อมูลดังต่อไปนี้ จำนวนช่วงของแผ่นพื้นในพิกัด x และ ในพิกัด y ความยาวของช่วงแต่ละช่วงในพิกัด x และพิกัด y ความกว้างของเสา แต่ละต้นในพิกัด x และ y ความหนาของแผ่นพื้นไร้คาน น้ำหนักบรรทุกจร เงื่อนไขที่ขอบแต่ละช่วงแผ่นพื้นไร้คาน จากนั้นเครื่องจะคำนวณตำแหน่งของเส้นแสดงความไม่ต่อเนื่องในแต่ละช่วงมาให้

ช่วงที่สองจะเป็นการออกแบบแผ่นพื้น จะสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานโดยสั่ง RUN โปรแกรมชื่อ ELEMENT TYPE 3 จากนั้นป้อนข้อมูลดังต่อไปนี้ กำลังที่จุดคลากของเหล็กเสริม ชนิดของเหล็กเสริม ระยะหุ้มเหล็กเสริม กำลังอัดของคอนกรีต รูปทรงกระบอกมาตรฐาน ความหนาของชิ้นส่วนประเภทที่ 3 น้ำหนักบรรทุกจร ขนาดของชิ้นส่วนประเภทที่ 3 ในพิกัด x และ พิกัด y แล้วเลือกวิธีที่จะใช้ในชิ้นส่วนประเภทที่ 3 ว่าจะใช้วิธีการใดในการคำนวณออกแบบ โดยมีทางเลือก 4 อย่างคือ กรณีแรกต้องการป้อนแรงดัดบวกและแรงดัดลบ กรณีที่สองต้องการป้อนอัตราส่วนของแรงดัดลบและแรงดัดบวก กรณีที่สาม ต้องการใช้ชิ้นส่วนประเภทที่ 3 ของ Hillerborg กรณีสุดท้ายต้องการเลิกคำนวณ

- ในกรณีที่ต้องการป้อนแรงดัดบวกและลบ ให้กดหมายเลข 1 จากนั้นเครื่องจะถามแรงดัดบวกและแรงดัดลบในพิกัด x และพิกัด y ตามลำดับ จากนั้นป้อนข้อมูลจำนวนช่วงที่จะคำนวณหาแรงดัด ยิ่งป้อนค่ามากจะให้ค่าละเอียดมาก จากนั้นเครื่องจะคำนวณหาแรงดัดที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในชิ้นส่วนประเภทที่ 3 และปริมาณเหล็กเสริมที่จะใช้ในแถบต่าง ๆ โดยแบ่งเป็นแถบ 4 แถบ ดังแสดงในรูปที่ 2.36 ข. แล้วย้อนกลับไปคำนวณชิ้นส่วนต่อไป

- ในกรณีที่ต้องการป้อนอัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวกให้ป้อนข้อมูล 2 จากนั้นเครื่องจะถาม อัตราส่วนของแรงดัดลบต่อแรงดัดบวกในพิกัด x และ y และถามจำนวนช่วงที่จะทำการคำนวณหาแรงดัดที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในชิ้นส่วนประเภทที่ 3 และหาปริมาณ

เหล็กเสริมที่แถบต่าง ๆ ออกมาให้เช่นกัน แล้วย้อนกลับไปคำนวณขั้นส่วนต่อไป

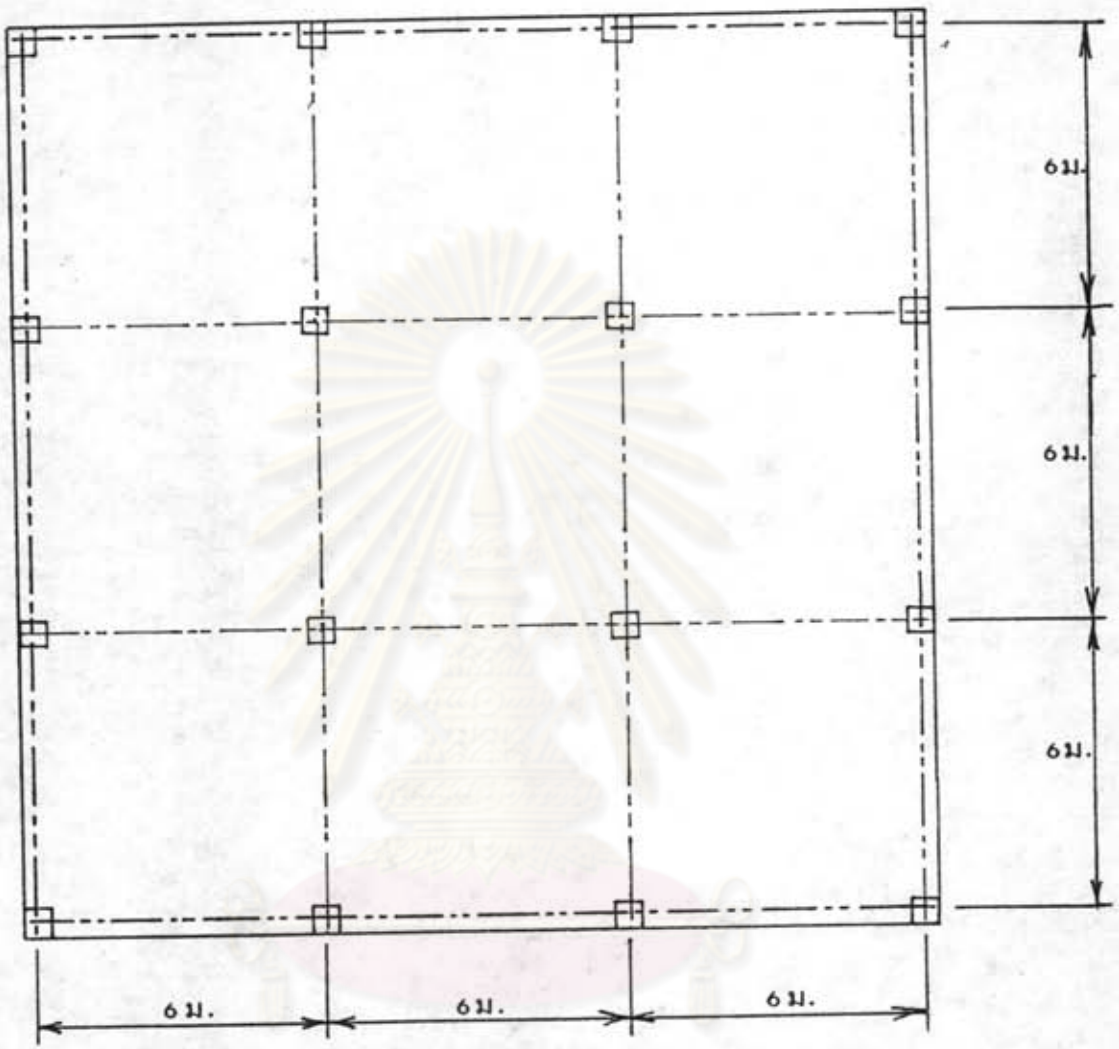
- ในกรณีที่ต้องการจะใช้วิธีของ Hillerborg ทำโดยป้อนข้อมูล 3 ลงไป เครื่องคอมพิวเตอร์จะคำนวณหาแรงตัดที่แถบต่าง ๆ ทั้ง 4 แถบตามรูปที่ 2.36 ข และหาปริมาณเหล็กเสริมที่จะใช้ในแถบต่าง ๆ มาให้ แล้วย้อนกลับไปคำนวณขั้นส่วนต่อไป

ตัวอย่างการออกแบบแผ่นพื้นไร้คานที่มีเสาอยู่ในแนวเดียวกันดังแสดงในรูปที่ ค-10 และใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการออกแบบ

- แผ่นพื้นไร้คานมีความยาวช่วงละ 6.0 เมตร
- ขนาดของเสาใช้ขนาด 0.60 X 0.60 เมตร
- ใช้ความหนาของแผ่นพื้นไร้คาน = 20 เซนติเมตร
- น้ำหนักบรรทุกจร = 400 ก.ก/ม^2.
- กำลังที่จุดคลากของเหล็กเสริมชนิดผิวเรียบ = 2400 ก.ก/ซม^2
- ระยะหุ้มเหล็กเสริมจากผิวนอกจนถึงศูนย์กลางเหล็กเสริม = 2.5 ซม.
- กำลังอัดของคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วัน = 200 ก.ก/ซม^2

สำหรับตัวอย่างการป้อนข้อมูลและผลลัพธ์ได้แสดงในหน้าต่อไป.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค-10 แผ่นพื้นไร้คานที่จะออกแบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
JRUN
   PROGRAM TO FIND DISCONTINUOUS LINE

            ON FLAT SLAB


Please input no. of span

( not less than 3 & more than 9 span )

How many span in x direction ? = 3

How many span in y direction ? = 3

PLEASE INPUT SPAN LENGTH

IN X DIRECTION FROM LEFT TO RIGHT

 PLEASE CHOOSE THE FOLLWING

1) EVERY SPAN ARE EQUAL

2) EVERY SPAN ARE NOT EQUAL

 Please choose : 1

LENGTH OF SPAN (In m.) = 6.00

 IN Y DIRECTION FROM BOTTOM TO TOP

 PLEASE CHOOSE THE FOLLWING

1) EVERY SPAN ARE EQUAL

2) EVERY SPAN ARE NOT EQUAL

 Please choose : 1

LENGTH OF SPAN (In m.) = 6.00

PLEASE INPUT COLUMN SIZE ?

IN X DIRECTION FROM LEFT TO RIGHT

WIDTH OF COLUMN NO.0 (In m.) = 0.60
WIDTH OF COLUMN NO.1 (In m.) = 0.60
WIDTH OF COLUMN NO.2 (In m.) = 0.60
WIDTH OF COLUMN NO.3 (In m.) = 0.60
```

```
IN Y DIRECTION FROM BOTTOM TO TOP

WIDTH OF COLUMN ON.0 (In m.) = 0.60
WIDTH OF COLUMN ON.1 (In m.) = 0.60
WIDTH OF COLUMN ON.2 (In m.) = 0.60
WIDTH OF COLUMN ON.3 (In m.) = 0.60

PLEASE INPUT THICKNESS OF FLAT SLAB

THICKNESS OF FLAT SLAB (In cm.) = 20

UNIFORMLY DISTRIBUTION SERVICE

LIVE LOAD (In kg/sq m.) = 400

INPUT THE BOUNDARY OF EDGE SUPPORT

IN X DIRECTION
==============

EDGE AT LEFT HAND

 PLEASE CHOOSE  THE FOLLOWING:

1) EDGE SUPPORT IS SIMPLE SUPPORT

2) EDGE SUPPORT IS FIXED SUPPORT

3) HAVE CANTILIVER FLAT SLAB

Please choose : 1

EDGE AT RIGHT HAND

 PLEASE CHOOSE  THE FOLLOWING:

1) EDGE SUPPORT IS SIMPLE SUPPORT

2) EDGE SUPPORT IS FIXED SUPPORT

3) HAVE CANTILIVER FLAT SLAB

Please choose : 1

IN Y DIRECTION
==============

EDGE AT THE BOTTOM
```

```
 PLEASE CHOOSE  THE FOLLOWING:

1) EDGE SUPPORT IS SIMPLE SUPPORT

2) EDGE SUPPORT IS FIXED SUPPORT

3) HAVE CANTILIVER FLAT SLAB

Please choose : 1

EDGE AT THE TOP

 PLEASE CHOOSE  THE FOLLOWING:

1) EDGE SUPPORT IS SIMPLE SUPPORT

2) EDGE SUPPORT IS FIXED SUPPORT

3) HAVE CANTILIVER FLAT SLAB

Please choose : 1


POSITION OF DISCONTINUOUS LINE

IN X direction
==============

Span no. 1
distance from cg. of left column = 2.44
Span no. 2
distance from cg. of left column = 3
Span no. 3
distance from cg. of left column = 3.56


IN Y direction
==============
Span no. 1
distance from cg.of bottom column =2.44
Span no. 2
distance from cg.of bottom column =3
Span no. 3
distance from cg.of bottom column =3.56

**************************************************
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
 PROGRAM  ELEMENT TYPE 3

PLEASE INPUT DATA

STEEL YIELD STRENGTH (ksc.) ; fy = 2400

Round bar (RB) or Deform bar (DB) ?

Please Choose (RB or DB) : RB

STEEL COVERING (In cm.) = 2.5

CONCRETE CYLINDER STRENGTH  (In ksc.) ; f'c = 200

PLEASE INPUT ELEMENT THICKNESS

THICKNESS OF ELEMENT (In cm.) = 20

UNIFORMLY DISTRIBUTION SERVICE

LIVE LOAD  (In kg/sq m.) = 400

DESIGN ULTIMATE LOAD (kg/sq m.) = 1352

PLEASE INPUT SIZE OF ELEMENT TYPE

SIZE OF ELEMENT IN X-DIRECTION (In m.) = 3.56
SIZE OF ELEMENT IN Y-DIRECTION (In m.) = 3.56

PLEASE CHOOSE THE FOLLOWING CASE :

1) KNOW M+ AND M- ON EDGE OF ELEMENT

2) WANT TO INPUT RATIO (-M/+M)

3) USE HILLERBORG'S ELEMENT

4) END OF DESIGN

 Please choose : 2

PLEASE INPUT MOMENT RATIO
(NEGATIVE MOMENT/POSITIVE MOMENT)

USE THE VALUE BETWEEN 0.5-3.0
( SUITABLE VALUE USE 1.5-2.0 [

-Mx/+Mx = 1.75
-My/+My = 1.75
```

```
PLEASE INPUT SUBINTERVAL (VALUE 5, 7, 9)

SUBINTERVAL = 7

At X = 0 m.form support  Mx = -5451.95229 kg-m.
At X = .508571428 m.form support  Mx = -3178.98093 kg-m.
At X = 1.01714286 m.form support  Mx = -1255.69747 kg-m.
At X = 1.52571429 m.form support  Mx = 317.898091 kg-m.
At X = 2.03428571 m.form support  Mx = 1541.80575 kg-m.
At X = 2.54285714 m.form support  Mx = 2416.0255 kg-m.
At X = 3.05142857 m.form support  Mx = 2940.55735 kg-m.
At X = 3.56 m.form support  Mx = 3115.40131 kg-m.
At Y = 0 m.form support  My = -5451.95229 kg-m.
At Y = .508571428 m.form support  My = -3178.98093 kg-m.
At Y = 1.01714286 m.form support  My = -1255.69747 kg-m.
At Y = 1.52571429 m.form support  My = 317.898091 kg-m.
At Y = 2.03428571 m.form support  My = 1541.80575 kg-m.
At Y = 2.54285714 m.form support  My = 2416.0255 kg-m.
At Y = 3.05142857 m.form support  My = 2940.55735 kg-m.
At Y = 3.56 m.form support  My = 3115.40131 kg-m.
       STEEL AREA IN ELEMENT


 BOTTOM STEEL AREA....

Parallel to X-Axis ; As = 8.53 Sq cm/m.

Parallel to Y-Axis ; As = 8.53 Sq cm/m.


 TOP STEEL AREA....

In zone no.1
Parallel to X-Axis ; As = 15.37 Sq cm/m.

Parallel to Y-Axis ; As = 15.37 Sq cm/m.

 In zone no.2

Parallel to X-Axis ; As = 0 Sq cm/m.

Parallel to Y-Axis ; As = 15.37 Sq cm/m.

In zone no.3

Parallel to X-Axis ; As = 15.37 Sq cm/m.

Parallel to Y-Axis ; As = 0 Sq cm/m.

In zone no.4

Parallel to X-Axis ; As = 0 Sq cm/m.

Parallel to Y-Axis ; As = 0 Sq cm/m.
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
SIZE OF ELEMENT IN X-DIRECTION (In m.) = 3.56
SIZE OF ELEMENT IN Y-DIRECTION (In m.) = 3.56

PLEASE CHOOSE THE FOLLOWING CASE :

1) KNOW M+ AND M- ON EDGE OF ELEMENT

2) WANT TO INPUT RATIO (-M/+M)

3) USE HILLERBORG'S ELEMENT

4) END OF DESIGN

 Please choose : 3
        MOMENT IN ELEMENT TYPE 3


Positive Moment Mx = 2347.45489

                My = 2347.45489

NEGATIVE MOMENT

In zone no.1 Mx = -8567.3536
             My = -8567.3536

In zone no.2 Mx = -8001.90826
             My = -8567.3536

In zone no.3 Mx = -8567.3536
             My = -8001.90826

In zone no.4 Mx = -7333.65468
             My = -7333.65468
Steel Area in Element Type 3


 BOTTOM STEEL....

Parallel to X-Axis ; As = 6.37 Sq cm/m.

Parallel to Y-Axis ; As = 6.37 Sq cm/m.


 TOP STEEL....


 In zone no.1

Parallel to X-Axis ; As = 25.24 Sq cm/m.

Parallel to Y-Axis ; As = 25.24 Sq cm/m.
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

In zone no.2

Parallel to X-Axis ; As = 23.38 Sq cm/m.

Parallel to Y-Axis ; As = 25.24 Sq cm/m.

In zone no.3

Parallel to X-Axis ; As = 25.24 Sq cm/m.

Parallel to Y-Axis ; As = 23.38 Sq cm/m.

In zone no.4

Parallel to X-Axis ; As = 21.22 Sq cm/m.

Parallel to Y-Axis ; As = 21.22 Sq cm/m.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย