

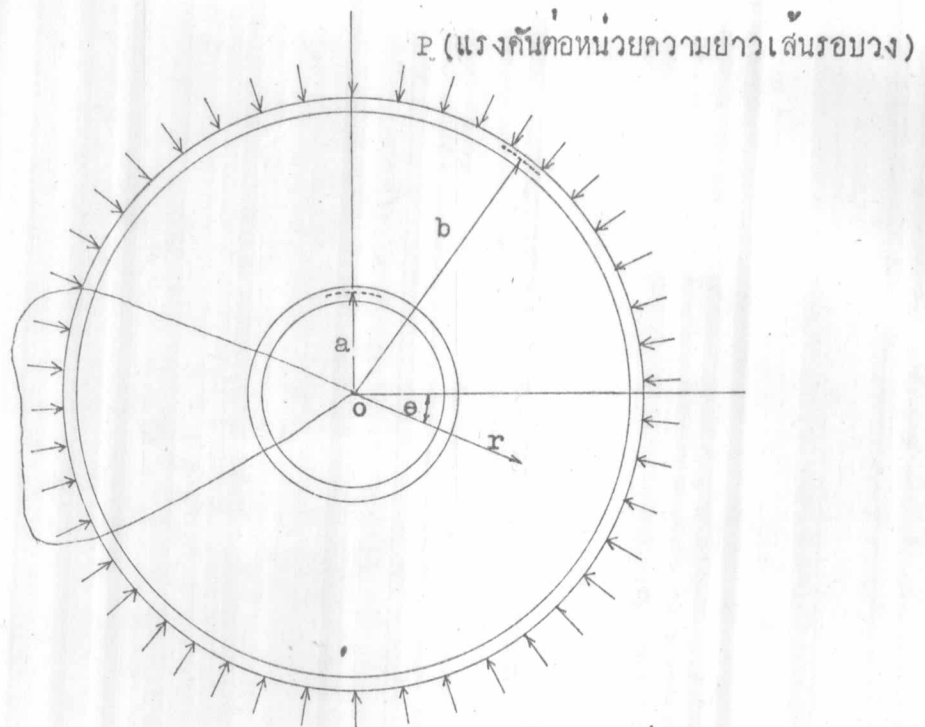


เอกสารอ้างอิง

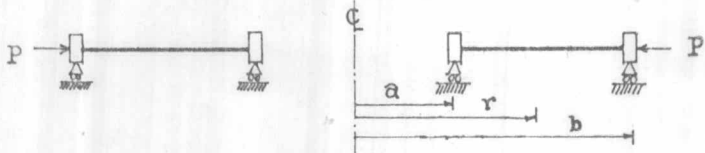
1. Bryan, G.H. "Buckling of Plates." Proceeding of the London Mathematical Society, P. 54. Vol. 22, 1891.
2. Reismann, H. "Bending and Buckling of an Elastically Restrained Circular Plate." Journal of Applied Mechanics, ASME. pp. 167 - 172. Vol. 19, June, 1952.
3. Amon, R. and Otto, E. Widera, Members, ASCE, "Stability of Edge - Reinforced Circular Plate." Journal of the Engineering Mechanics Division, Proceedings of the American Society of civil Engineering. pp. 1597 - 1601. V. 97, No. EM5, Oct., 1971.
4. Kline, L.V., and Hancock, J.O. "Buckling of Circular Plate on Elastic Foundation." Journal of Engineering for Industry, ASME, pp. 323 - 324. Aug., 1965.
5. Dean, W.R. "The Elastic Stability of an Annular Plate." Proceedings of the Royal Society of London, England. p. 268. Ser. A, Vol. 106, 1924.
6. Meisner, E. "Uber das Knichen Kreisringförmiger Scheiben." Schweizerche Bauzeitung, p. 87. Vol. 101, 1933.
7. Olsson, R. G. "Uber axialsymmetrische Knickung dunner Kreisringplatten." p. 449. Ingenieur - Archiv, Vo. 8, 1937.
8. Schubert, A. "Die Beullast dunner Kreisringplatten, die am Aussen und Innenrand gleichmassigen Druck erfahren." Zeitschrift for angewandte Mathematik und Mechanik. p. 123. Vol. 25/27, 1947.
9. Yamaki, N. "Buckling of a Thin Annular Plate under Uniform Compression." Journal of Applied Mechanics, Transaction ASME, 25E. pp. 267 - 273. 1958.

10. Majumdar, Saurindranath, "Buckling of Thin Annular Plate Under Uniform Compression." AIAA Journal. pp. 1701 - 1707. V. 9, N. 9, Sept., 1971.
11. Klongpanich, W. "Buckling of Thin Annular Plates." A Thesis submitted in partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Master of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Graduate School Chulalongkorn University. 1976.
12. Vijayakumar, k. and Joga Rao, C.V. "Buckling of Polar Orthotropic Annular Plates." Transactions of the ASCE, Journal of Engineering Mechanics Division. V. 97 N. EM. 3, June, 1971.
13. Timoshenko, S.P. "Strength of Materials." Part I Elementary Theory and Problems. 3rd. ed. New Delhi : Affiliated east - west press PVT., 1956.
14. Timoshenko, S.P. and Goodier, J.N. "Theory of Elasticity." 3rd. ed. Tokyo : Kogakusha Company, 1970.
15. Chi - Teh Wang, "Applied Elasticity." New York : McGraw-Hill Book Co., 1953.
16. Timoshenko. S.P. and Woinowsky Krieger, S. "Theory of Plates and Shells." 2nd. ed. Tokyo : McGraw-Hill Kogakusha, 1959.
17. Timoshenko, S.P. and Gere, "Theory of Elastic Stability." Tokyo : Kogakusha Company, 1971.
18. Prescott, J. "Applied Elasticity." New York : Dover Publications, 1961.

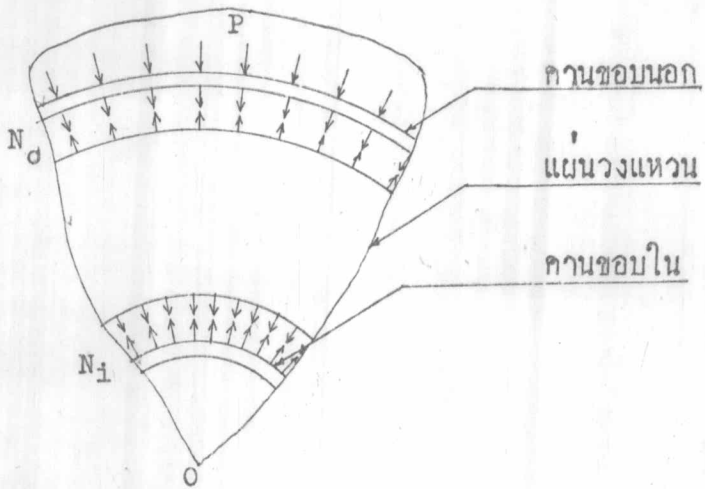
19. Uthgenant, Ernest B. and Brand, Ronald S. "Buckling of Orthotropic Annular Plates." AIAA Journal. pp. 2102 - 2104. V. 8, N. 11, Nov., 1970.
20. Ramaiah, G. K. and Vijayakumar, K. "Buckling of Polar Orthotropic Annular Plates Under Uniform Internal Pressure." AIAA Journal. pp. 1045 - 1050. V. 12, N. 8, Aug., 1974.
21. Rene Amon, M. ASCE, and John Dundurs, M. ASCE, "Circular Plate with Supported Edge Beam." Journal of the Engineering Mechanics Division, Proceeding of the American Society of Civil Engineering. pp. 731 - 742. V. 94, No. Em. 3, Paper 5971, June, 1968.
22. Sokolnikoff, I.S. "The Mathematical Theory of Elasticity." New York : McGraw - Hill Book Co., 1956.
23. Robert D. Carmichael and Edwin R. Smith, "Mathematical Tables and Formulas." pp. 259 - 261. New York : Dover Publications, 1931.



(ก) แผ่นวงแหวน รัับแรงอัดในแนวรัศมีตามเส้นรอบวงที่ขอบนอก

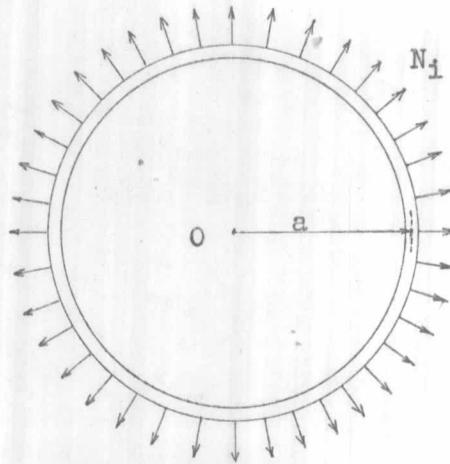


(ข) รูปตัดตามขวางของแผ่นวงแหวนเสริมด้วยคานขอบ

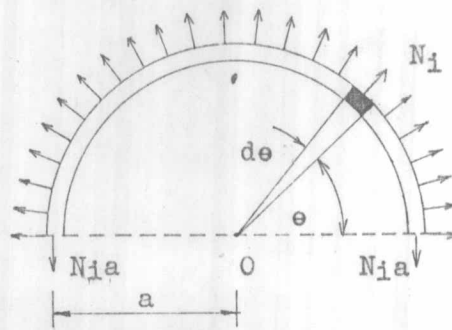


(ค) แสดงทิศทางของแรงที่หับวก

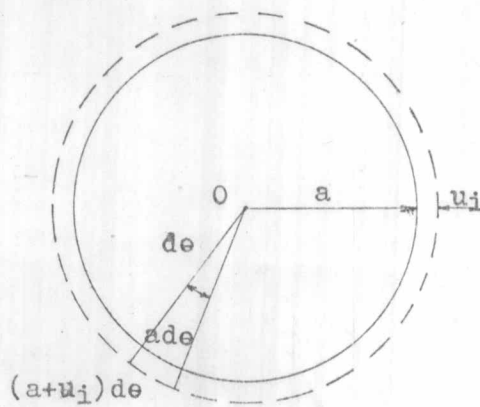
รูปที่ 1 ลักษณะของแผ่นวงแหวนเสริมด้วยคานขอบรัับแรงอัดในแนวรัศมี



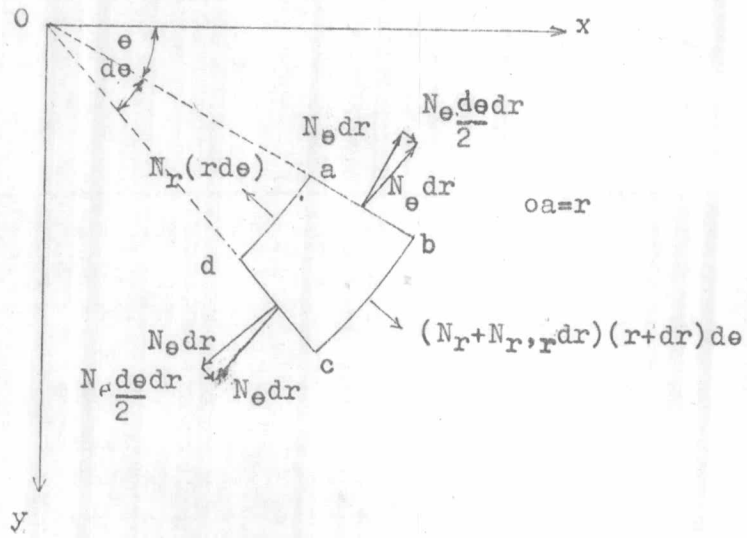
(ก) คานวงแหวนรับแรงคึง N_i ในแนวรัศมีตามเส้นรอบวง



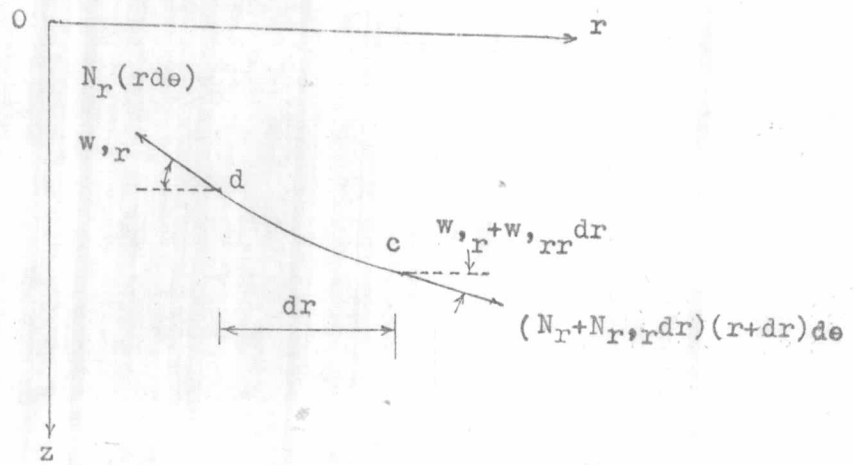
(ข) พิจารณาแรงสมดุลของชิ้นส่วนเล็ก ๆ ของคานวงแหวน
รูปที่ 2 สักณะของคานขอบที่รับแรงคึงในแนวรัศมี



รูปที่ 3 คานขอบยืคขยายจากตำแหน่งเดิมไปอยู่ที่ตำแหน่งใหม่

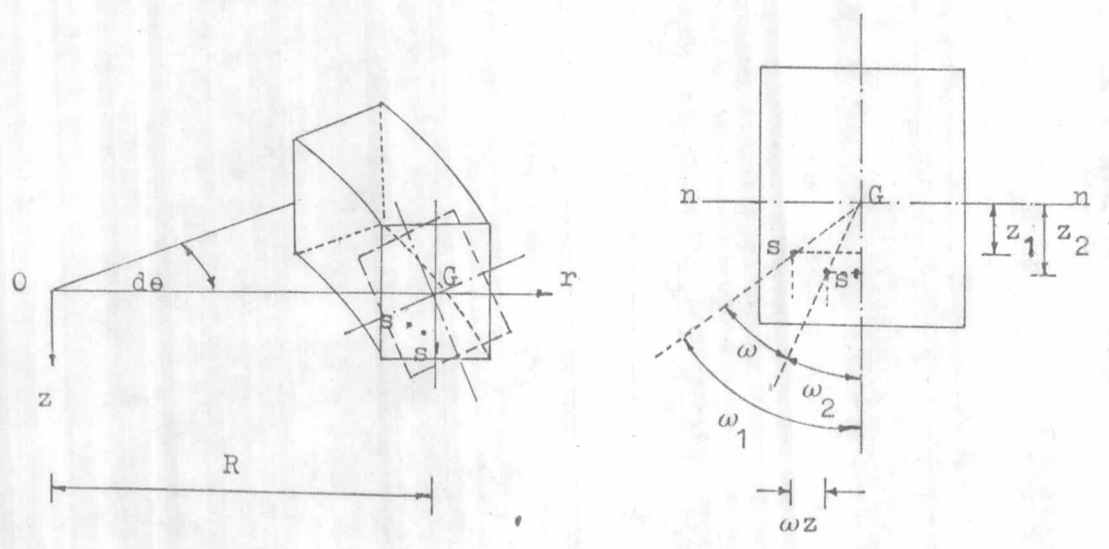


(ก) แรงสมมูลย์ในแนวทักซ์โพลาาร์ของชิ้นส่วนเล็ก ๆ abcd

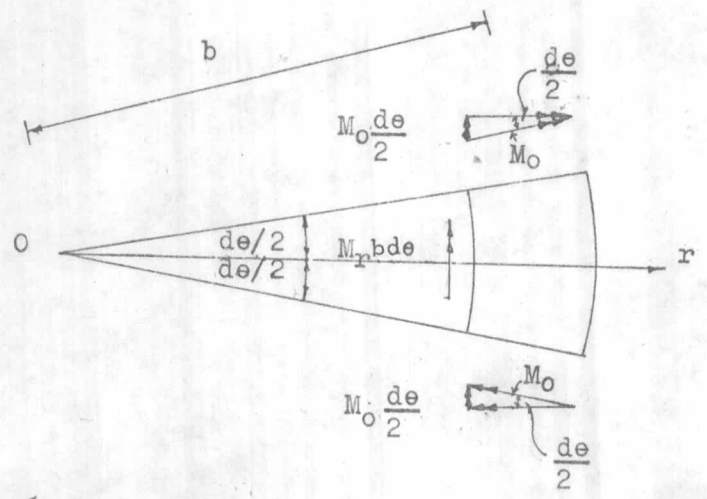


(ข) การโก่งงอของชิ้นส่วนเล็ก ๆ abcd

รูปที่ 4 การสมมูลย์ของแรงในทักซ์โพลาาร์และการโก่งงอของชิ้นส่วนเล็ก ๆ abcd

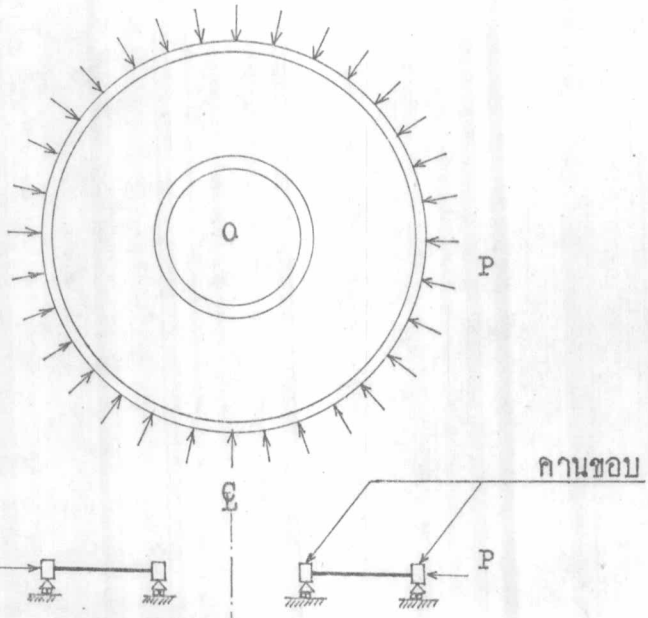


(ก) คานขอวงแหวนเกิดการหมุนรอบแกนเส้นรอบวงของคานขอ



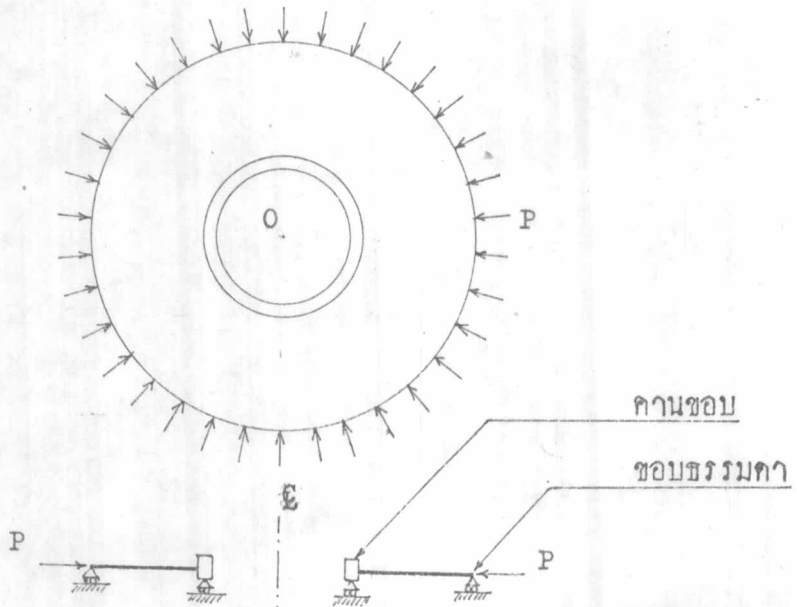
(ข) แรงสมคูลย์ในคานขอวงแหวน และ แสดงทิศทางของแรงทิศบวก

รูปที่ 5 การหมุนและแรงสมคูลย์ในคานขอวงแหวน



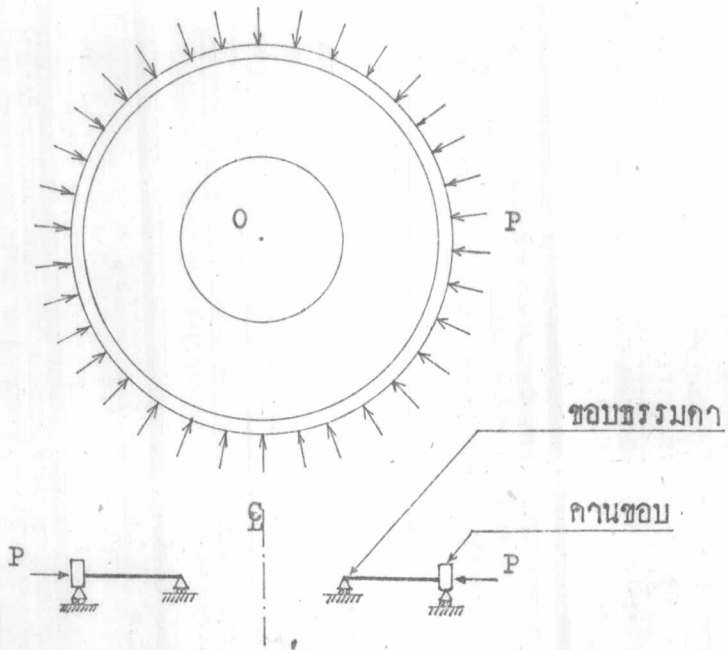
รูปที่ 6 แผ่นวงแหวนรับแรงอัดตามขอบนอก

กรณี - ขอบในและขอบนอกเสริมคานขอบ

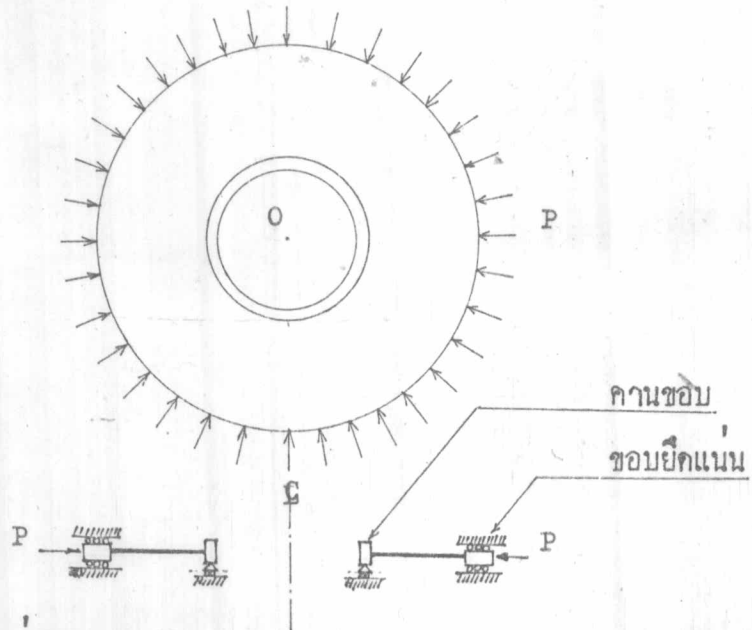


รูปที่ 7 แผ่นวงแหวนรับแรงอัดตามขอบนอก

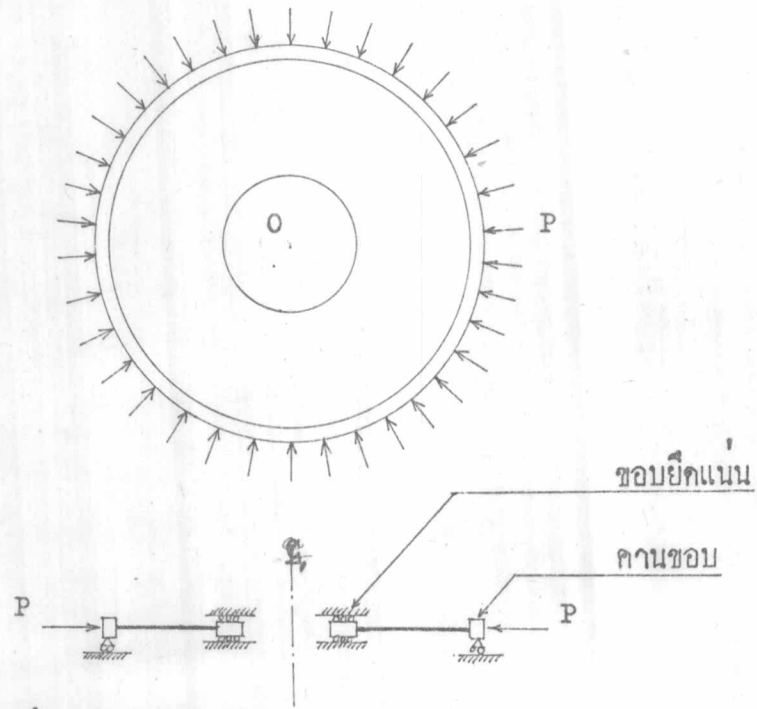
กรณี - ขอบในเสริมคานขอบ และขอบนอกรองรับแบบธรรมดา



รูปที่ 8 แผ่นวงแหวนรับแรงอัดคานขอบนอก
กรณี - ขอบในรองรับกรรมคา และขอบนอกเสริมคานขอบ

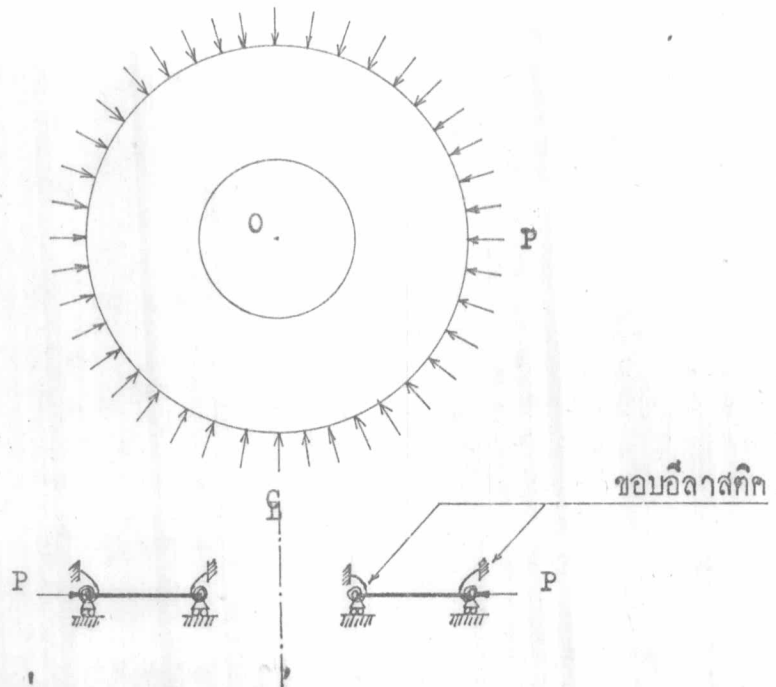


รูปที่ 9 แผ่นวงแหวนรับแรงอัดคานขอบนอก
กรณี - ขอบในเสริมคานขอบ และขอบนอกรองรับยึดแน่น

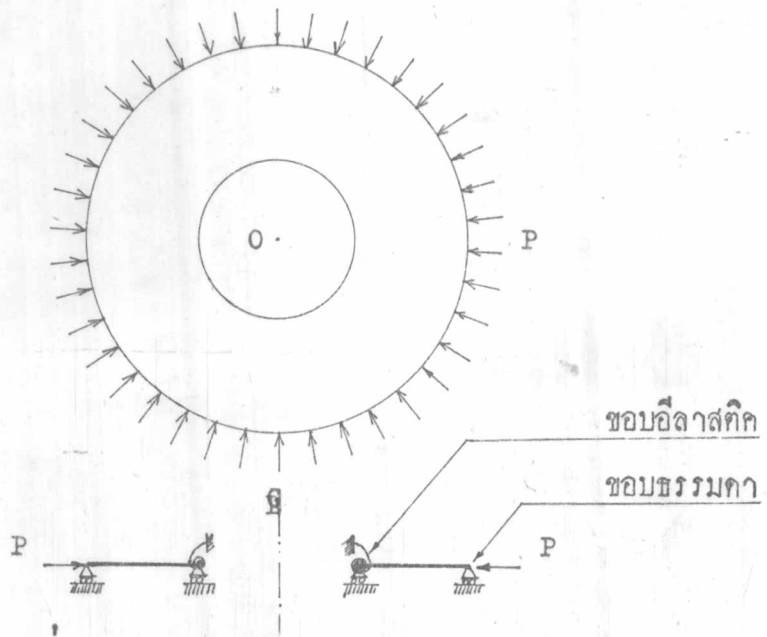


รูปที่ 10 แผนวงแหวนรับแรงอัดคามขอบนอก

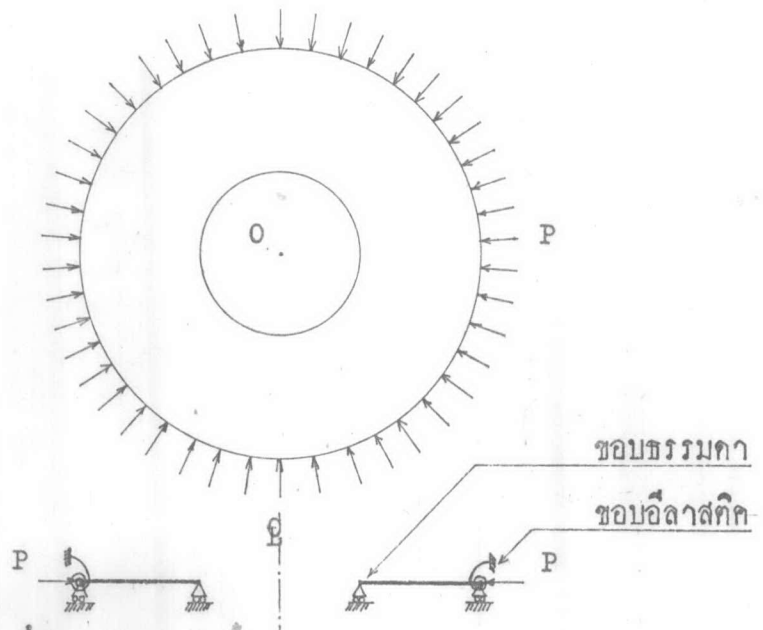
กรณี - ขอบในรองรับยึดแน่น และขอบนอกเสริมคานขอบ



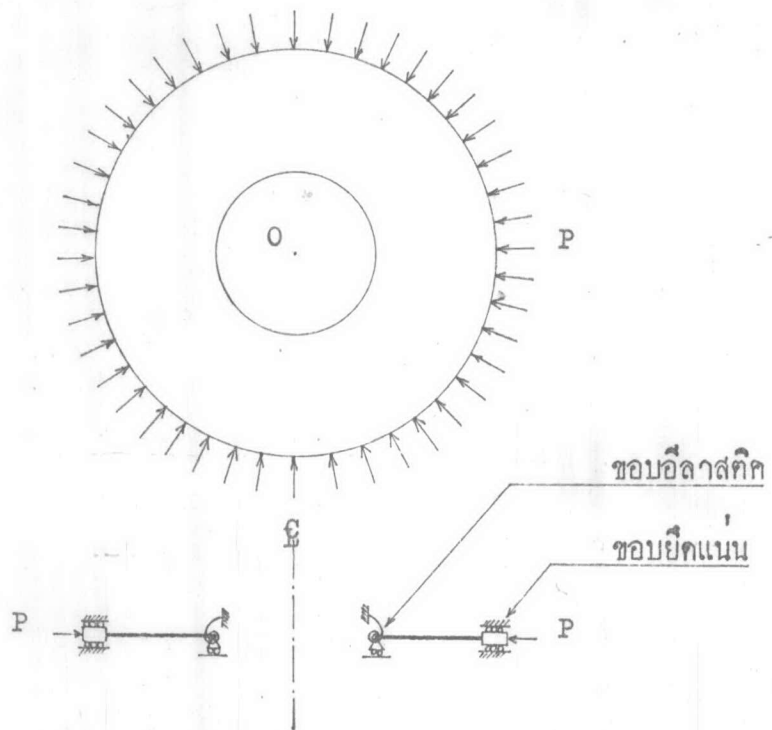
รูปที่ 11 แผ่นวงแหวนรับแรงอัดตามขอบนอก
กรณี - ขอบในและขอบนอกรองรับแบบอืดลัสติก



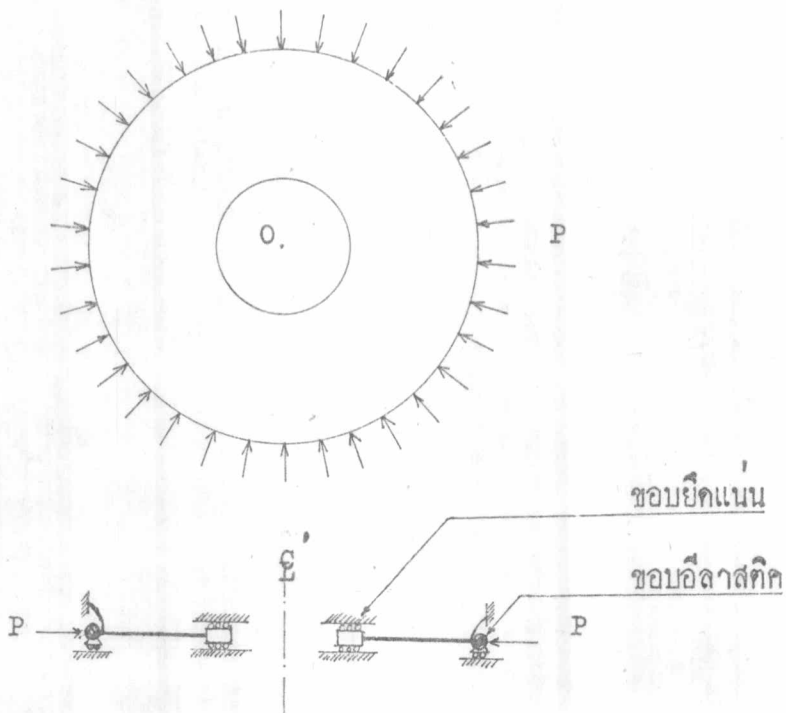
รูปที่ 12 แผ่นวงแหวนรับแรงอัดตามขอบนอก
กรณี - ขอบในรองรับแบบอืดลัสติก และขอบนอกรองรับขรรคมคา



รูปที่ 13 แผนวงแหวนรับแรงอัดตามขอบนอก
กรณี - ขอบในรองรับธรรมดา และขอบนอกรองรับแบบอีลาสติก

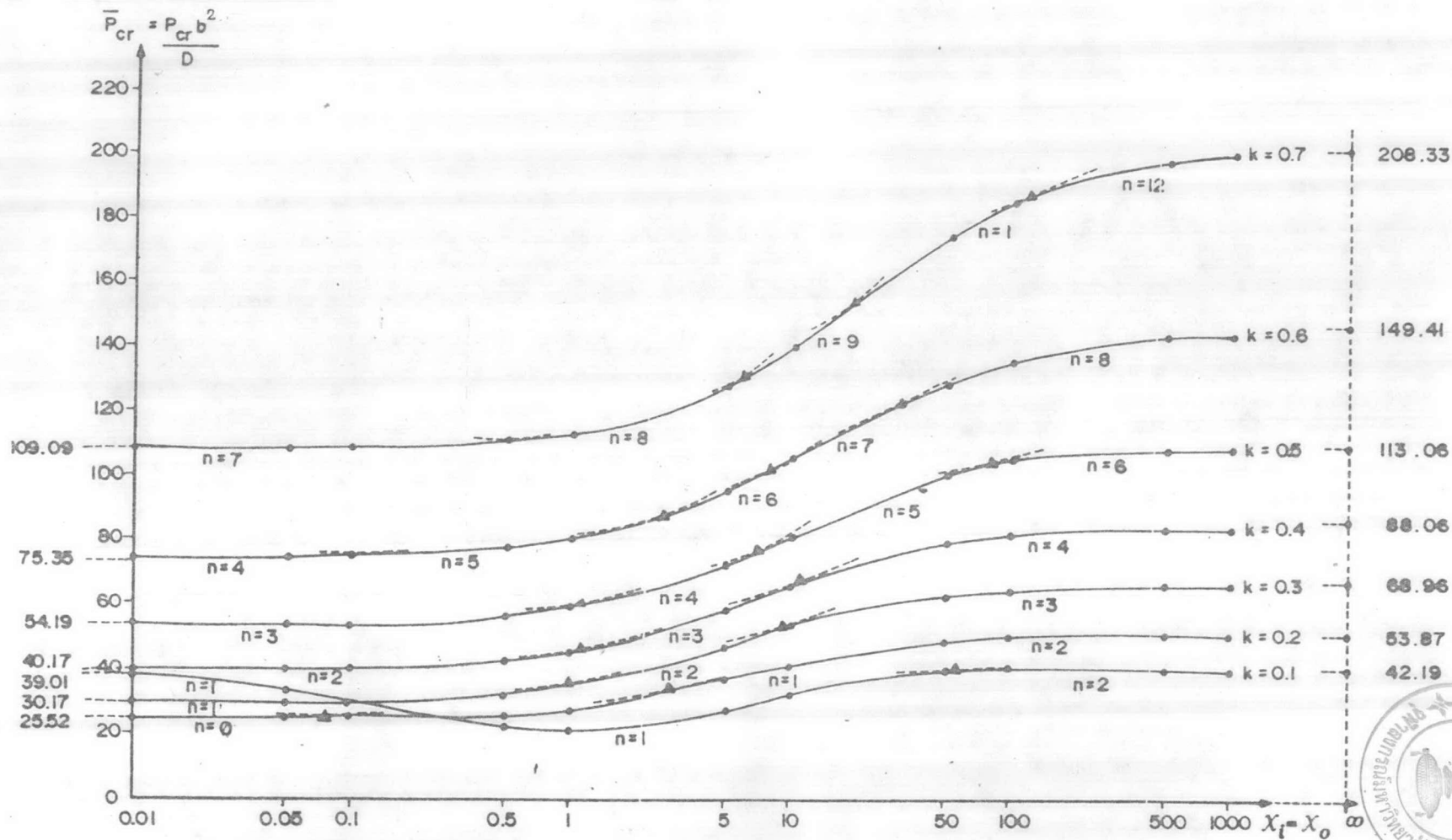


รูปที่ 14 แผนวงแหวนรับแรงอัดตามขอบนอก
กรณี - ขอบในรองรับแบบอีลาสติก และขอบนอกรองรับยึกแน่น



รูปที่ 15 แฉ่นวงแหวนรับแรงอัดตามขอบนอก

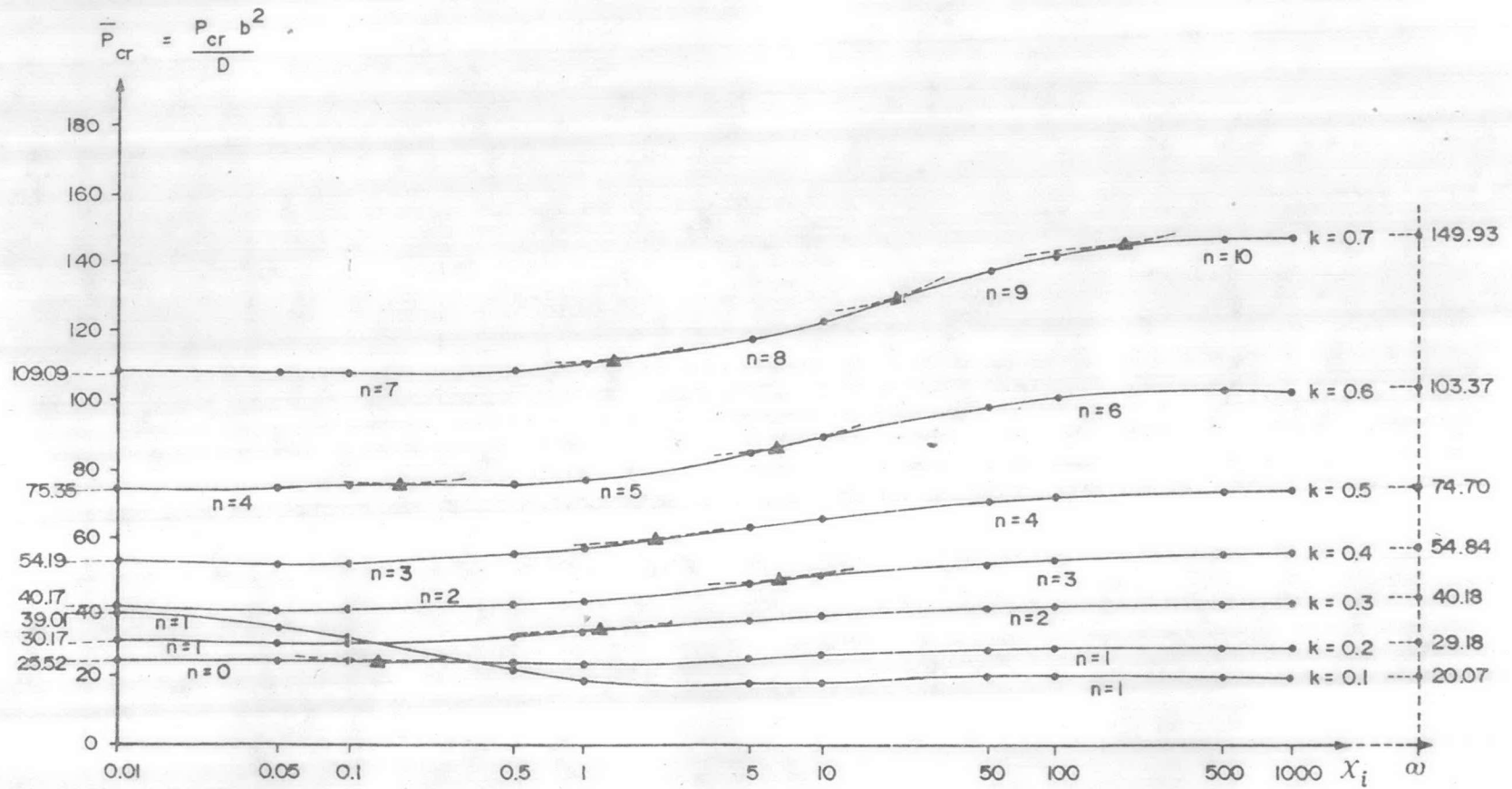
กรณี - ขอบในรองรับยึดแน่น และขอบนอกรองรับแบบอีลาสติก



รูปที่ 16 ส่วนประกอบภาระ \bar{P}_{cr} กับอัตราส่วนความเค้นเชิงดึง $X_1 = X_0$ ที่ได้รับ n ต่าง ๆ เมื่อ $k = 0.1 - 0.7$

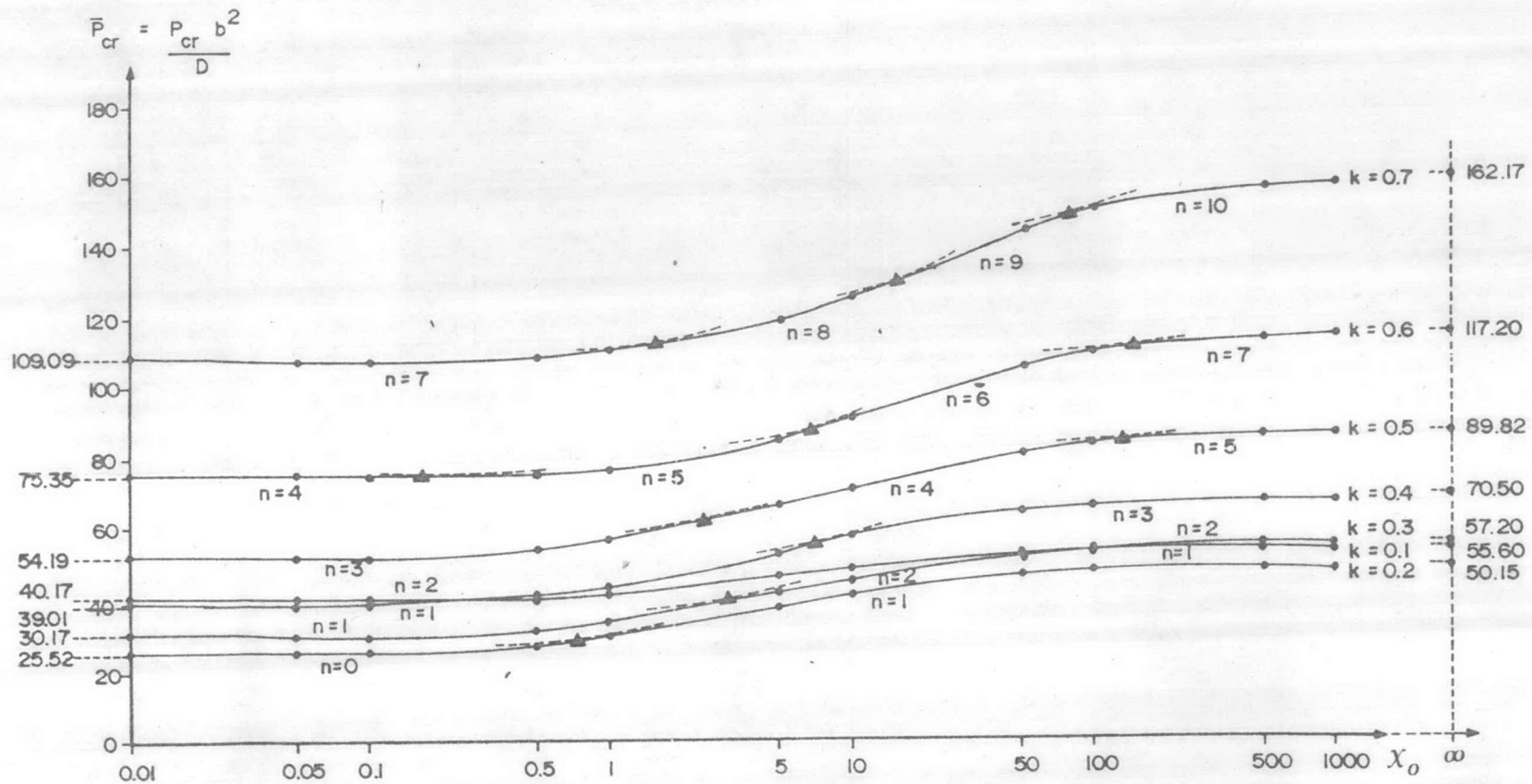
สำหรับแผ่นวงแหวนขอบใบและขอบนอกของรับแบบอีกราคี





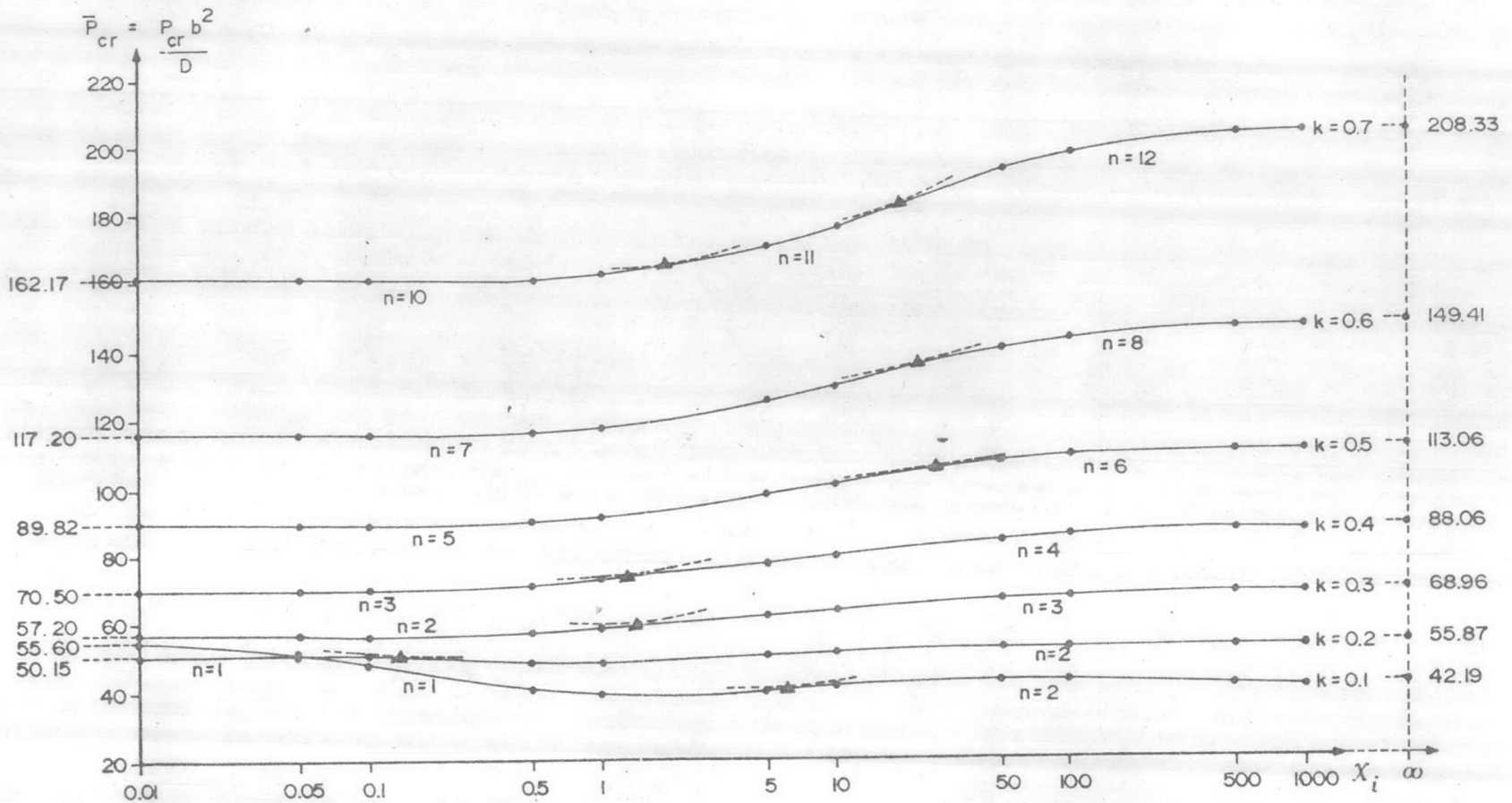
รูปที่ 17 ตัวแปรของการเคาะ \bar{P}_{cr} กับอัตราส่วนความถี่เชิงดัด X_i ที่คลื่น n ต่างเมื่อ $k = 0.1 - 0.7$

สำหรับแผ่นวงแหวนขอบในรองรับแบบอีลาสติก และขอบนอกรองรับธรรมดา

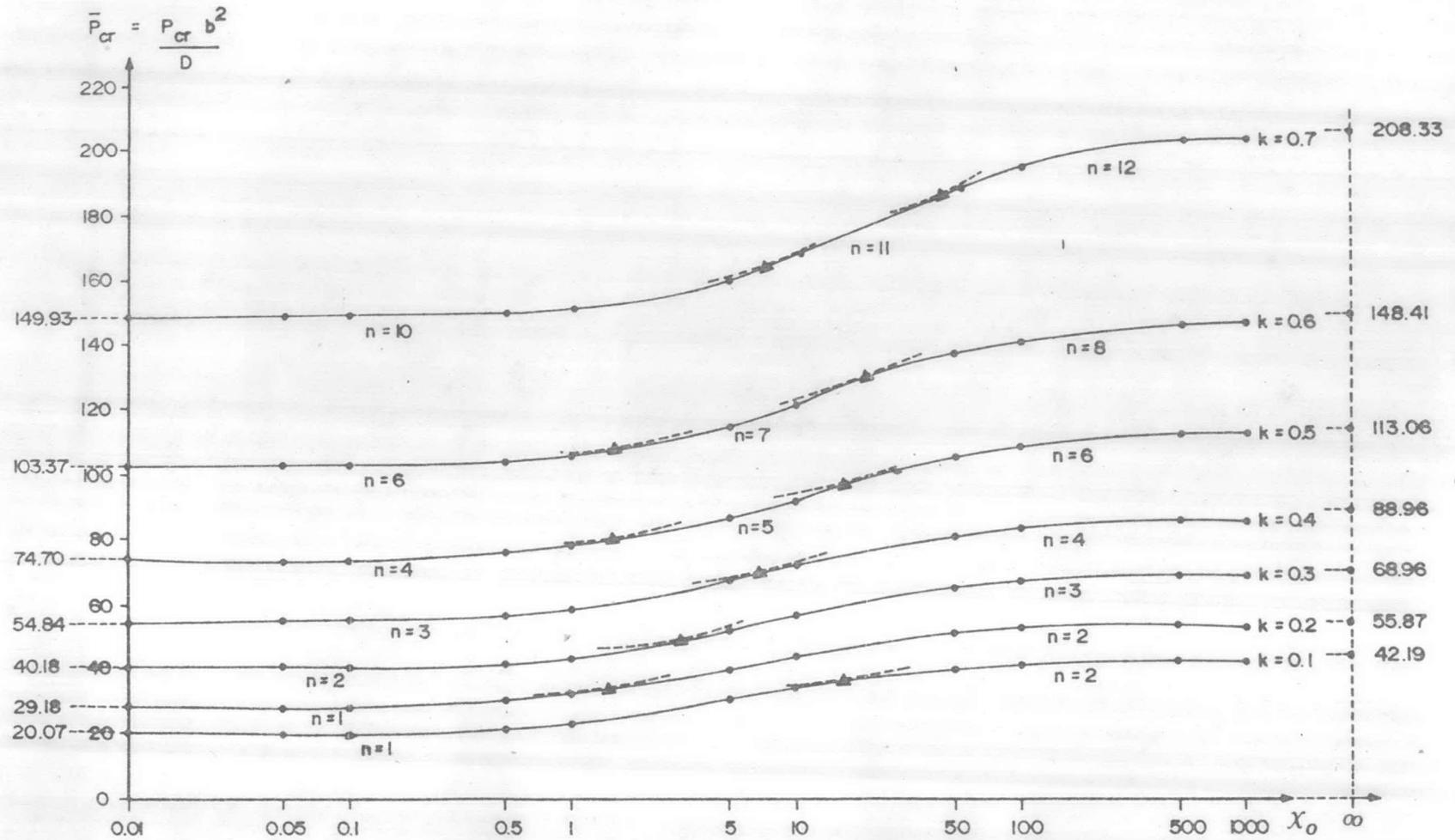


รูปที่ 18 ตัวแปรของภาระตะ \bar{P}_{cr} กับอัตราส่วนความถี่เชิงดัด $X_0 \omega$ ที่เคลื่อน n ต่าง ๆ เมื่อ $k=0.1-0.7$

สำหรับแผ่นวงแหวนขอบในรองรับตรงตามและขอบนอกรองรับแบบอีลาสติค

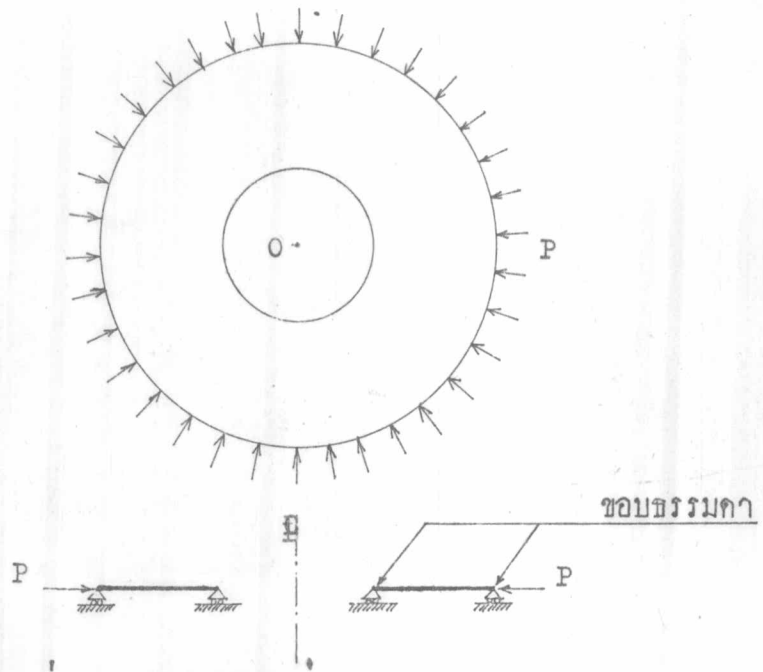


รูปที่ 19 ค่าแปรของกาแระ \bar{P}_{cr} กับอัตราส่วนความถี่เชิงคืด X_i ที่คืด n ต่างๆ เมื่อ $k = 0.1-0.7$
 สำหรับแผ่นวงแหวนขอบในรองรับแบบอีลาสติค และขอบนอกรองรับยึดแน่น

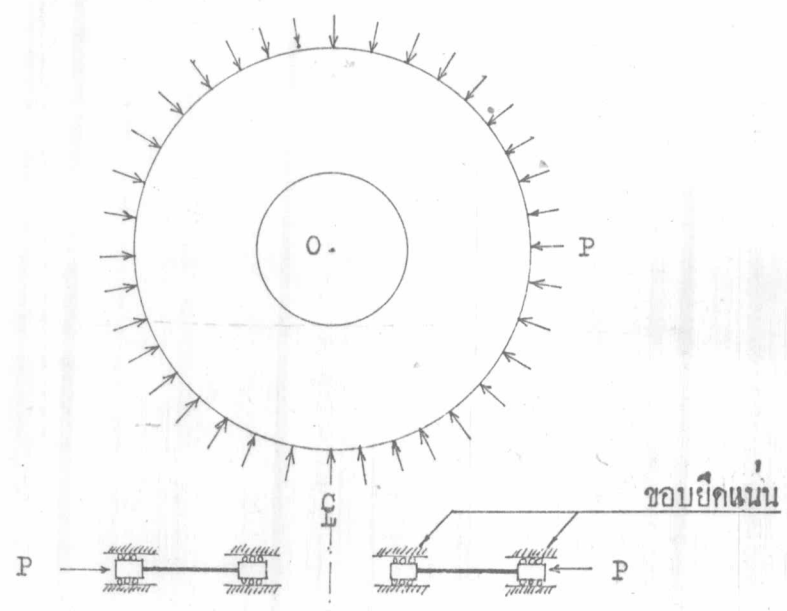


รูปที่ 20 ตัวแปรของการเคาะ \bar{P}_{cr} กับอัตราส่วนความเกร็งเชิงคด X_0 ที่ระดับ n ต่างๆ เมื่อ $k = 0.1 - 0.7$

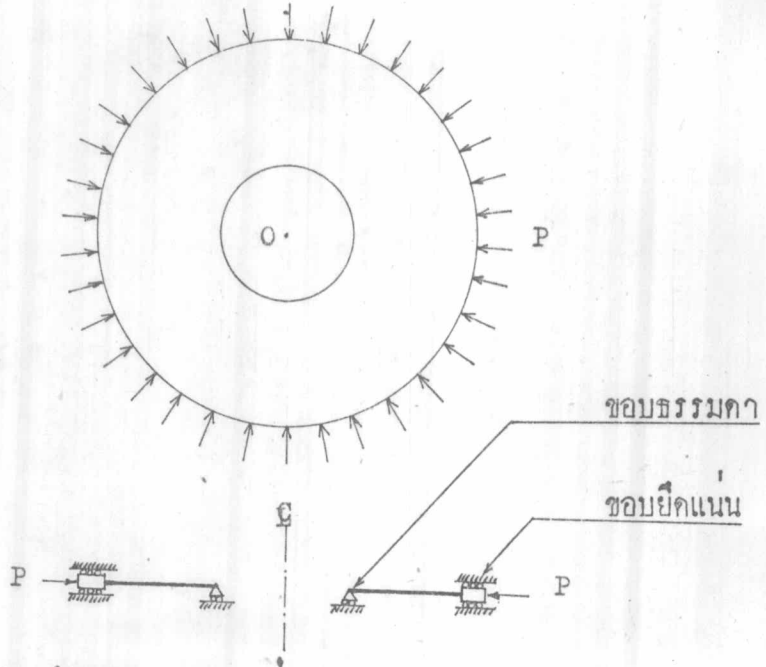
สำหรับแผ่นวงแหวนขอบในรองรับยึดแน่น และขอบนอกรองรับแบบอีลาสติก



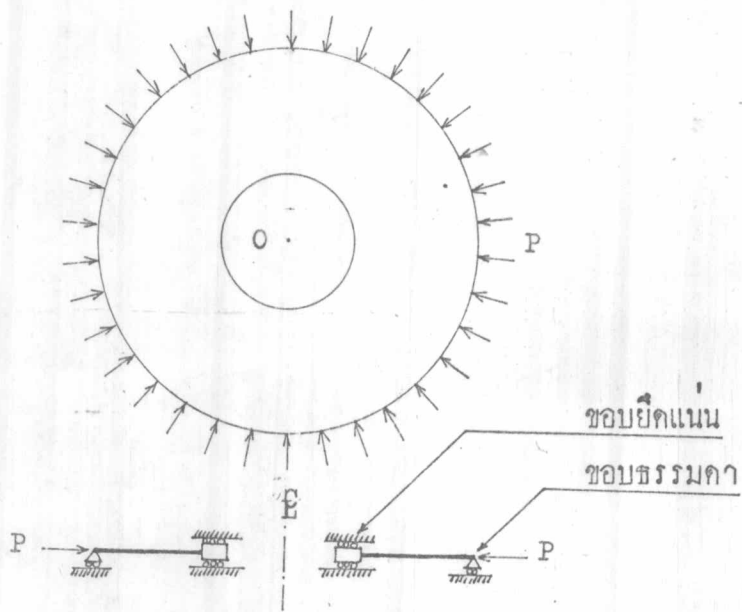
รูปที่ 21 แผนวงแหวนรับแรงอัดตามขอบนอก
กรณี - ขอบในและขอบนอกรองรับขรรคคา



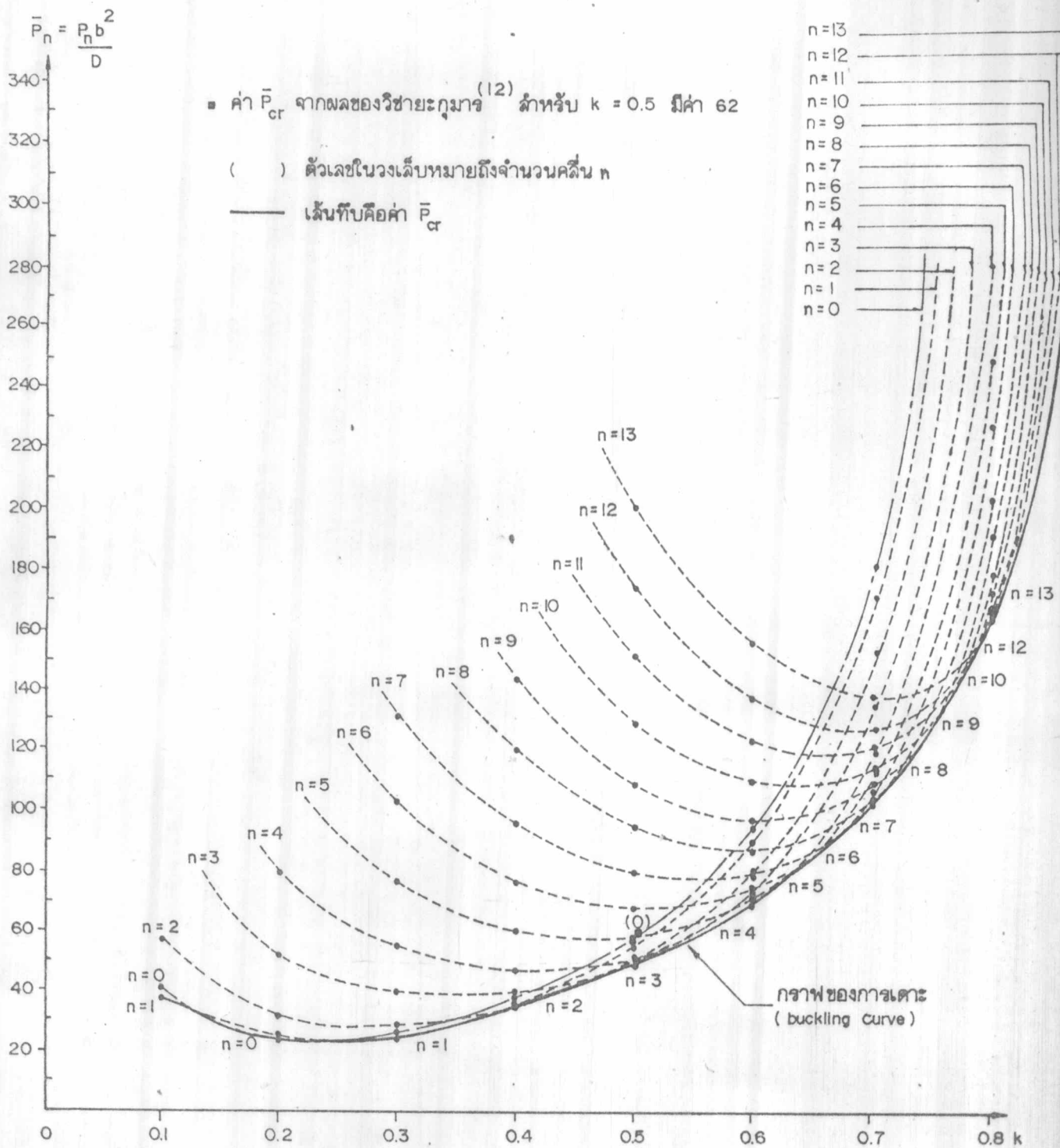
รูปที่ 22 แผนวงแหวนรับแรงอัดตามขอบนอก
กรณี - ขอบในและขอบนอกรองรับยึดแน่น



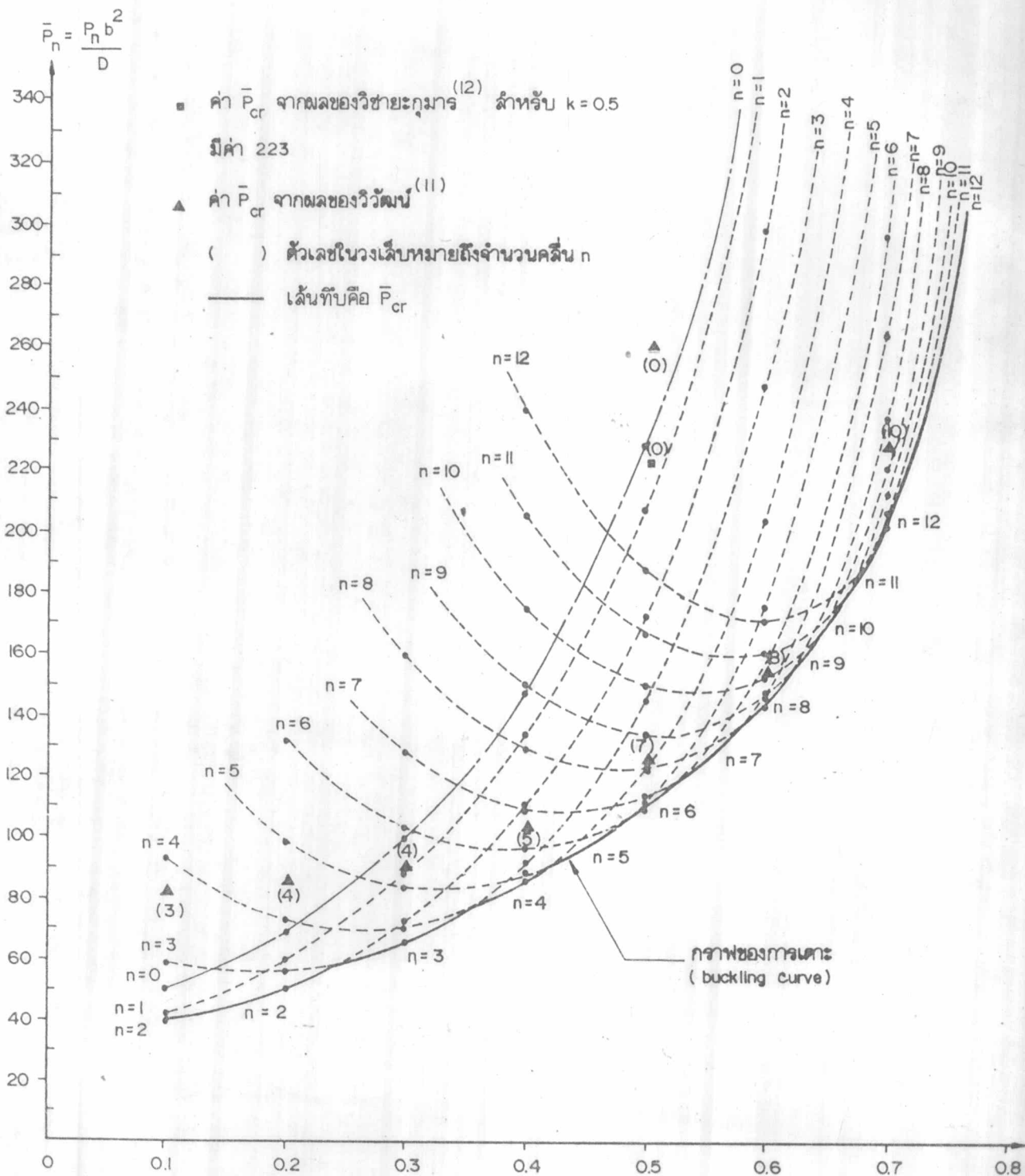
รูปที่ 23 แผนวงแหวนรับแรงอัดตามขอบนอก
กรณี - ขอบในรองรับธรรมดา และขอบนอกรองรับยึดแน่น



รูปที่ 24 แผนวงแหวนรับแรงอัดตามขอบนอก
กรณี - ขอบในรองรับยึดแน่น และขอบนอกรองรับธรรมดา

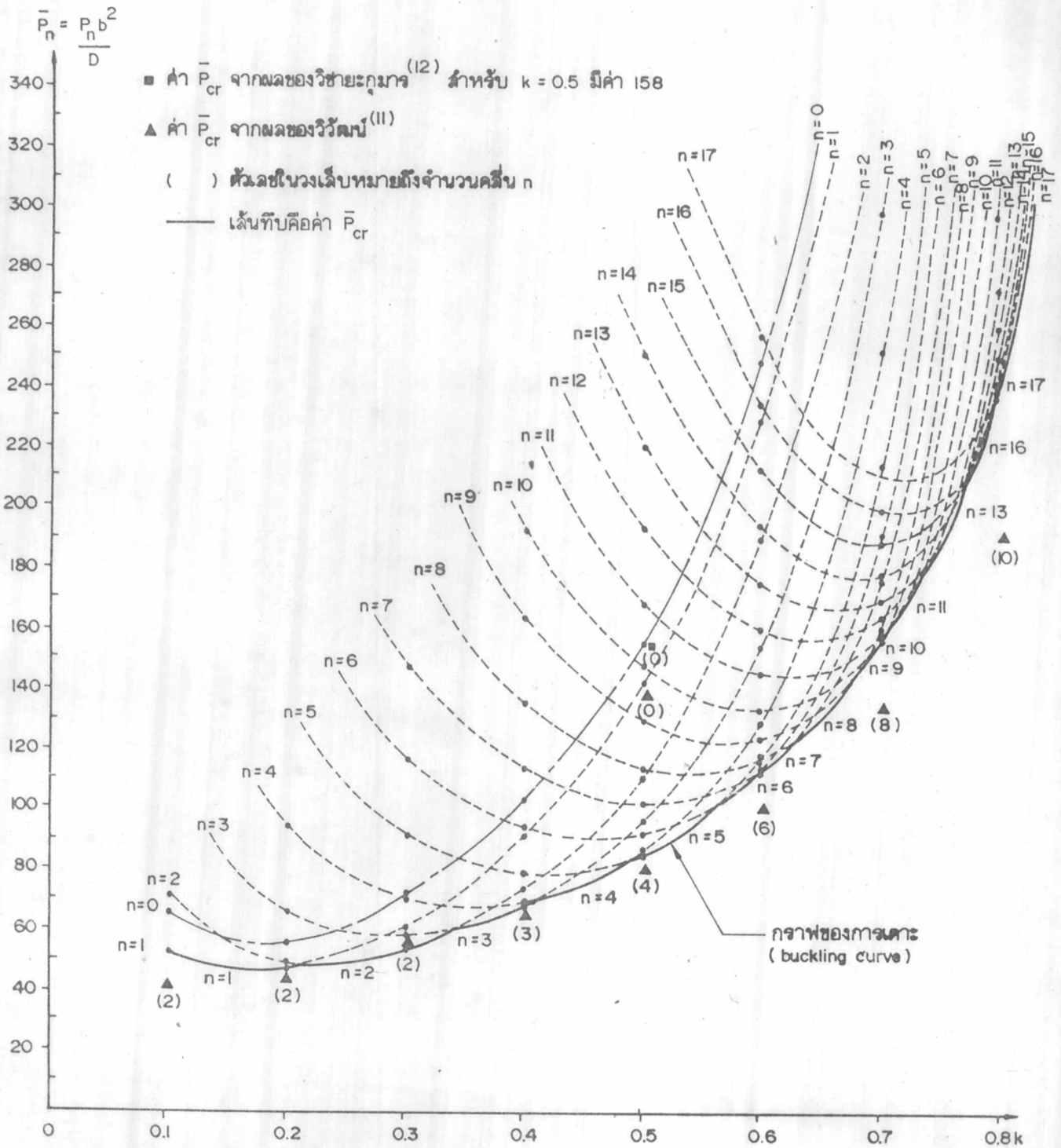


รูปที่ 25 ตัวแปรของการเคาะ \bar{P}_n กับอัตราส่วน k ที่คลื่น n ต่างๆ สำหรับแผ่นวงแหวนขอบในและขอบนอกรองรับอจรรวมคา



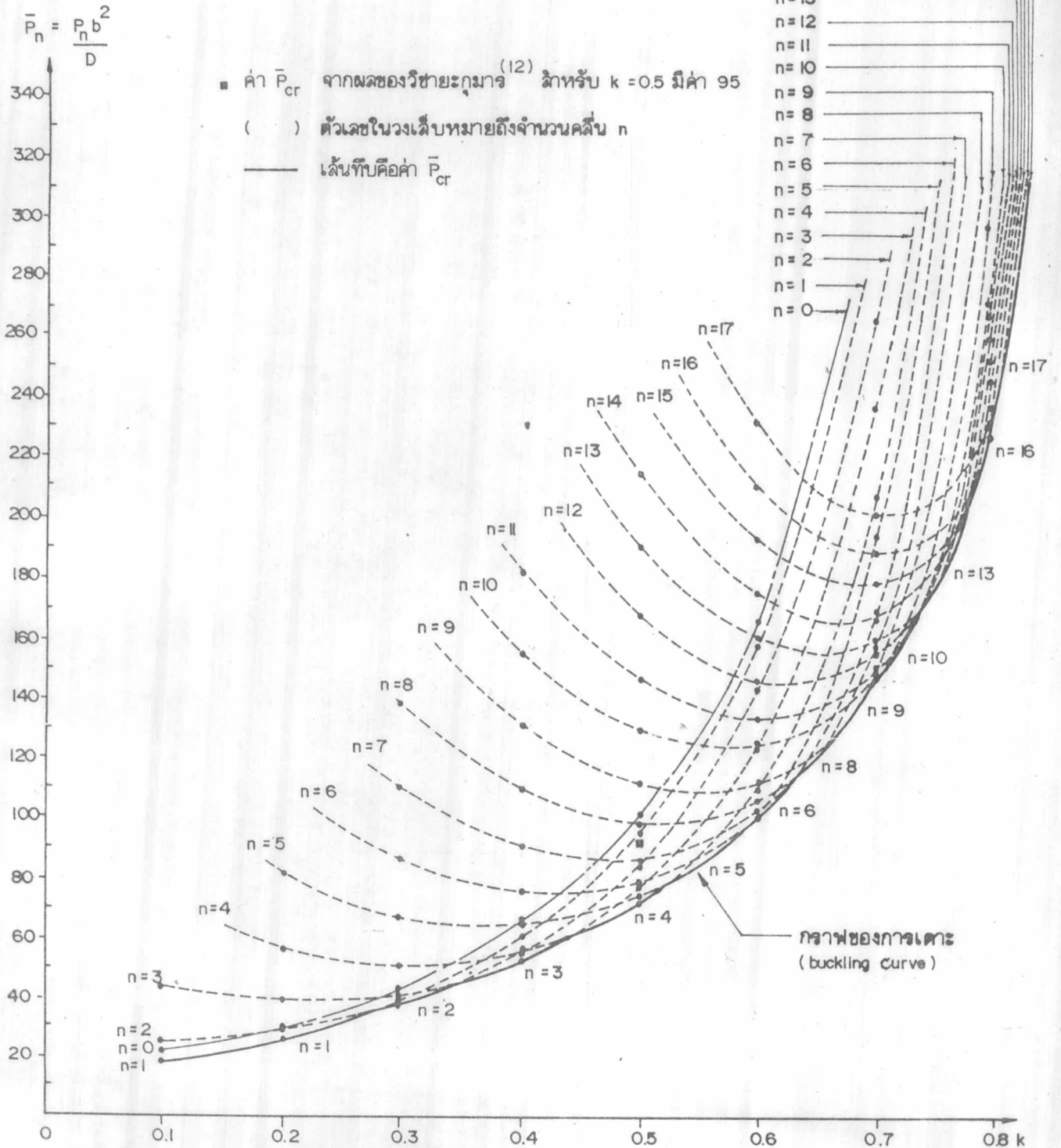
รูปที่ 26 ตัวแปรของการเตาะ \bar{P}_n กับอัตราส่วน k ที่คลื่น n ต่าง ๆ

สำหรับแผ่นวงแหวนขอบในและขอบนอกรองรับยึดแน่น



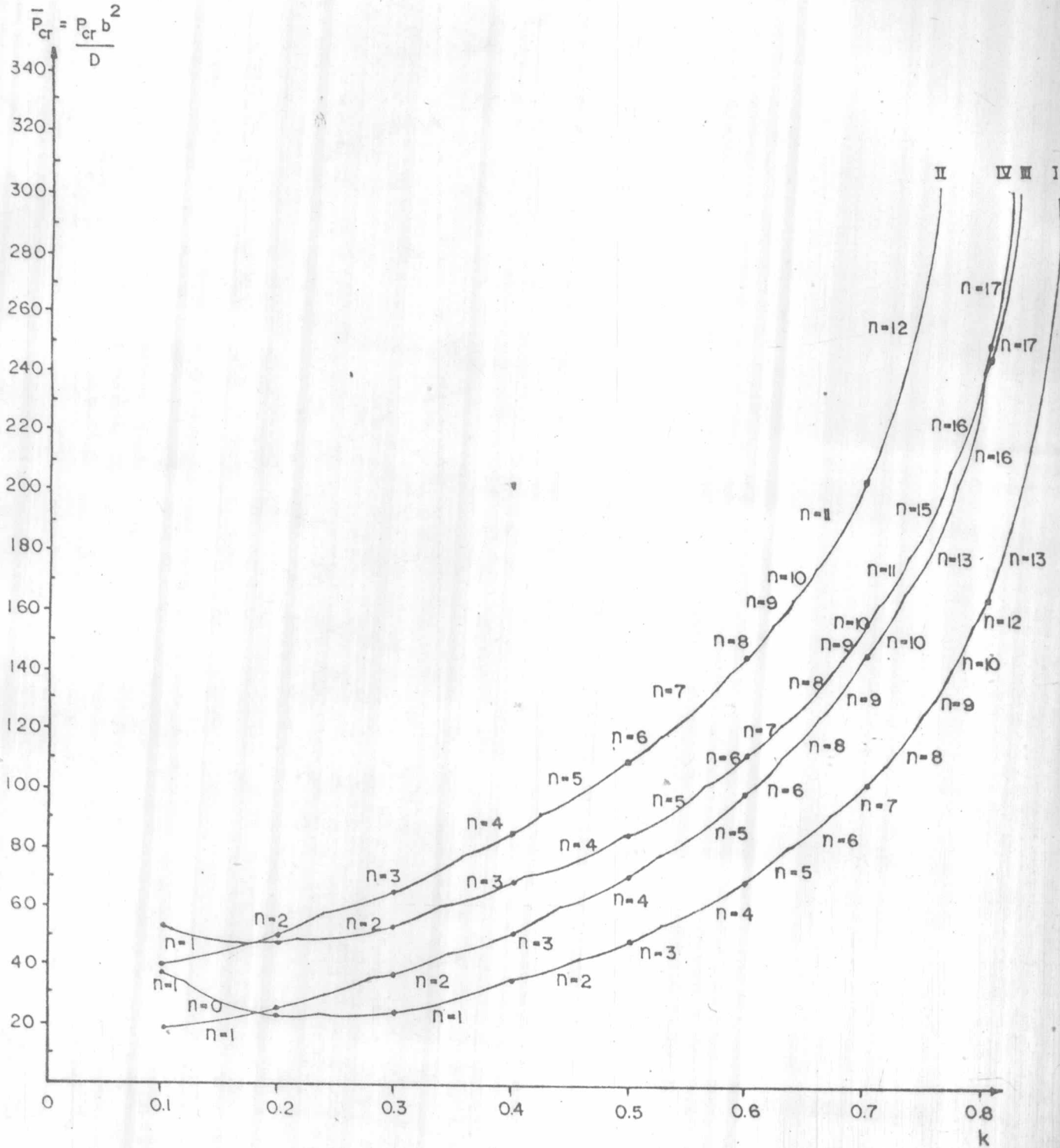
รูปที่ 27 ตัวแปรของการเคาะ \bar{P}_n กับอัตราส่วน k ที่คลื่น n ต่าง ๆ

สำหรับแผ่นวงแหวนขอบในรองรับตรงมด และขอบนอกรองรับยึดแน่น



รูปที่ 28 ตัวแปรของการเคาะ \bar{P}_n กับอัตราส่วน k ที่คลื่น n ต่าง ๆ

สำหรับแผ่นวงแหวนขอบในรองรับยึดแน่นและขอบนอกรองรับธรรมดา



รูปที่ 29 ตัวแปรของการเตาะ \bar{P}_{cr} กับอัตราส่วน k ที่คลื่น n ต่างๆ

- I แผ่นวงแหวนขอบใน และขอบนอกรองรับธรรมดา
- II แผ่นวงแหวนขอบในและขอบนอกรองรับยึดแน่น
- III แผ่นวงแหวนขอบในรองรับธรรมดา และขอบนอกรองรับยึดแน่น
- IV แผ่นวงแหวนขอบในรองรับยึดแน่น และขอบนอกรองรับธรรมดา

ตารางที่ 1 ค่าตัวแปรของการกระจาย P_{cr} ของแผ่นวงแหวนเสริมคานขอบ; ผลกระทบของอัตราส่วนของความแข็งเชิงคด X_i และ/หรือ X_o ($\nu = 0.3$)

| k | กรณี 3.1.1.1 | | | | | | กรณี 3.1.1.2 | | | | | | กรณี 3.1.1.3 | | | | | |
|-----|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| | $\alpha_i = 1, \alpha_o = k$ | | | | | | $\alpha_i = 1, \alpha_o = X_o = 0$ | | | | | | $\alpha_o = 1, \alpha_i = X_i = 0$ | | | | | |
| | $X_i = X_o/k$ | | | | | | X_i | | | | | | X_o | | | | | |
| | 0 | 1 | 10 | 100 | 1000 | ∞ | 0 | 1 | 10 | 100 | 1000 | ∞ | 0 | 1 | 10 | 100 | 1000 | ∞ |
| 0.1 | 37.1 (0) | 20.0 (1) | 23.6 (1) | 36.4 (1) | 44.4 (1) | 45.5 (1) | 34.7 (0) | 18.4 (1) | 19.2 (1) | 19.8 (1) | 19.8 (1) | 19.8 (1) | 67.1 (0) | 71.5 (1) | 86.3 (1) | 94.5 (1) | 94.5 (1) | 95.7 (1) |
| 0.2 | 23.1 (0) | 26.2 (1) | 37.3 (1) | 53.3 (2) | 61.1 (2) | 62.4 (2) | 20.0 (0) | 22.2 (0) | 26.4 (1) | 27.8 (1) | 28.0 (1) | 28.0 (1) | 45.5 (0) | 52.1 (1) | 73.3 (1) | 87.3 (1) | 89.3 (1) | 89.5 (1) |
| 0.3 | 27.6 (0) | 34.2 (0) | 55.7 (1) | 81.3 (2) | 89.3 (2) | 90.3 (2) | 22.7 (0) | 26.9 (0) | 35.5 (1) | 38.3 (1) | 38.6 (1) | 38.6 (1) | 57.3 (1) | 64.6 (1) | 89.1 (2) | 105.7 (2) | 108.3 (2) | 108.6 (2) |
| 0.4 | 36.2 (0) | 47.1 (2) | 81.0 (2) | 119.4 (3) | 129.7 (3) | 131.0 (3) | 29.5 (0) | 34.5 (0) | 48.1 (0) | 53.7 (1) | 54.5 (1) | 54.5 (1) | 83.6 (2) | 90.6 (2) | 119.9 (3) | 142.2 (3) | 146.3 (3) | 146.8 (3) |
| 0.5 | 57.6 (0) | 69.1 (0) | 122.2 (2) | 183.3 (4) | 199.3 (4) | 201.4 (4) | 41.6 (0) | 47.4 (0) | 67.5 (0) | 78.8 (1) | 80.4 (1) | 80.6 (1) | 128.3 (3) | 136.0 (3) | 170.2 (4) | 205.1 (4) | 211.9 (5) | 212.7 (5) |
| 0.6 | 95.2 (0) | 110.4 (0) | 193.7 (3) | 301.6 (5) | 330.5 (6) | 334.2 (6) | 64.4 (0) | 71.1 (0) | 100.6 (0) | 123.9 (2) | 127.5 (2) | 127.9 (2) | 212.9 (4) | 221.2 (5) | 264.0 (6) | 317.0 (6) | 329.8 (7) | 331.3 (7) |
| 0.7 | 179.9 (0) | 201.5 (0) | 339.3 (3) | 554.0 (8) | 618.9 (8) | 627.8 (8) | 113.5 (0) | 121.8 (0) | 166.8 (0) | 219.0 (3) | 228.6 (3) | 229.7 (3) | 395.1 (7) | 405.6 (7) | 462.5 (8) | 557.0 (10) | 583.7 (10) | 587.4 (10) |

| k | กรณี 3.1.1.4 | | | | | | กรณี 3.1.1.5 | | | | | | * $\alpha_i = 0$ $\alpha_o = 0$ $X_i = 0$ $X_o = 0$ |
|-----|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|
| | $\alpha_i = 1, \alpha_o = 0, X_o = \infty$ | | | | | | $\alpha_o = 1, \alpha_i = 0, X_i = \infty$ | | | | | | |
| | X_i | | | | | | X_o | | | | | | |
| | 0 | 1 | 10 | 100 | 1000 | ∞ | 0 | 1 | 10 | 100 | 1000 | ∞ | |
| 0.1 | 50.7 (1) | 38.0 (1) | 41.2 (1) | 42.4 (1) | 42.5 (1) | 42.5 (1) | 34.5 (1) | 39.6 (1) | 59.6 (1) | 71.1 (2) | 72.4 (2) | 72.6 (2) | 39.0 (1) |
| 0.2 | 42.6 (1) | 46.8 (1) | 52.2 (2) | 54.3 (2) | 54.6 (2) | 54.6 (2) | 52.0 (1) | 58.8 (1) | 78.7 (2) | 93.6 (2) | 95.8 (2) | 96.1 (2) | 25.5 (0) |
| 0.3 | 50.7 (1) | 57.9 (1) | 68.6 (2) | 73.5 (2) | 74.1 (2) | 74.2 (2) | 76.2 (2) | 82.8 (2) | 108.3 (3) | 127.3 (3) | 130.5 (3) | 130.9 (3) | 30.2 (1) |
| 0.4 | 66.3 (1) | 74.0 (2) | 91.2 (3) | 99.6 (3) | 100.8 (3) | 101.0 (3) | 114.1 (3) | 120.8 (3) | 150.5 (4) | 177.5 (4) | 182.7 (4) | 183.3 (4) | 40.2 (2) |
| 0.5 | 98.3 (1) | 101.7 (2) | 127.2 (4) | 142.7 (4) | 145.2 (4) | 145.5 (4) | 176.8 (4) | 184.7 (4) | 218.7 (5) | 258.5 (6) | 266.7 (6) | 267.7 (6) | 54.2 (3) |
| 0.6 | 142.6 (2) | 152.2 (3) | 188.8 (5) | 219.8 (6) | 225.3 (6) | 225.9 (6) | 292.1 (6) | 300.7 (6) | 342.9 (7) | 404.3 (8) | 420.4 (8) | 422.5 (8) | 75.4 (4) |
| 0.7 | 248.0 (3) | 259.5 (4) | 314.8 (6) | 379.4 (8) | 394.1 (8) | 398.9 (8) | 544.1 (10) | 553.0 (10) | 609.8 (11) | 717.4 (12) | 753.4 (12) | 758.4 (12) | 109.1 (7) |

หมายเหตุ ค่าตัวเลขในเครื่องหมายวงเล็บ () หมายถึงจำนวนคลื่น n ในขณะเกิดแรงวิกฤติ
* เป็นกรณีของแผ่นวงแหวนไร้คานขอบและรองรับอัตราความถี่ขอบในและขอบนอก

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย \bar{P}_k ของหน่วยวงแหวนเสริมคานขอบ ; ผลกระทบของอัตราความถี่เชิงแกน α_i และ/หรือ α_o ($\nu = 0.3$)

| k | กรณี 3.1.2.1 | | | | | กรณี 3.1.2.2 | | | | | | กรณี 3.1.2.3 | | | | |
|-----|-------------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | $X_i = 100, X_o = 100k$ | | | | | $X_i = 100, \alpha_o = X_o = 0$ | | | | | | $X_o = 100, \alpha_i = X_i = 0$ | | | | |
| | $\alpha_i = \alpha_o/k$ | | | | | α_i | | | | | | α_o | | | | |
| | 0 | 0.1 | 0.5 | 1 | 10 | 0 | 0.1 | 0.5 | 1 | 10 | ∞ | 0 | 0.1 | 0.5 | 1 | 10 |
| 0.1 | 34.6 (1) | 34.7 (1) | 35.4 (1) | 36.4 (1) | 57.0 (1) | 20.0 (1) | 19.9 (1) | 19.8 (1) | 19.8 (1) | 19.6 (1) | 19.6 (1) | 54.9 (1) | 58.9 (1) | 74.7 (1) | 94.5 (1) | 450.5 (1) |
| 0.2 | 47.6 (2) | 48.5 (2) | 51.7 (2) | 55.3 (2) | 114.2 (2) | 29.0 (1) | 28.7 (1) | 28.1 (1) | 27.8 (1) | 27.0 (0) | 26.7 (0) | 49.0 (1) | 52.8 (1) | 68.2 (1) | 87.3 (1) | 432.7 (1) |
| 0.3 | 62.9 (3) | 65.6 (3) | 74.5 (3) | 81.3 (2) | 191.5 (2) | 39.8 (2) | 39.9 (2) | 39.2 (1) | 38.3 (1) | 36.0 (0) | 35.6 (0) | 55.7 (2) | 60.7 (2) | 80.7 (2) | 105.7 (2) | 555.5 (2) |
| 0.4 | 80.8 (4) | 87.1 (4) | 106.2 (3) | 119.4 (3) | 306.1 (2) | 54.1 (3) | 55.2 (3) | 54.9 (2) | 53.7 (1) | 49.7 (0) | 49.0 (0) | 66.3 (3) | 75.7 (3) | 106.3 (3) | 142.2 (3) | 807.2 (3) |
| 0.5 | 104.3 (6) | 117.9 (5) | 156.3 (5) | 183.3 (4) | 477.2 (2) | 73.2 (4) | 76.2 (4) | 80.0 (3) | 78.8 (1) | 72.4 (0) | 71.4 (0) | 86.7 (4) | 98.5 (4) | 145.9 (4) | 205.1 (4) | 1270.9 (4) |
| 0.6 | 136.1 (8) | 166.2 (8) | 246.1 (6) | 301.6 (5) | 756.8 (0) | 100.4 (6) | 109.4 (6) | 123.3 (4) | 123.9 (2) | 114.1 (0) | 112.7 (0) | 112.2 (6) | 132.7 (6) | 214.6 (6) | 317.0 (6) | 2160.3 (6) |
| 0.7 | 187.1 (12) | 254.7 (11) | 434.2 (9) | 554.0 (8) | 1278.2 (0) | 144.1 (9) | 167.7 (9) | 211.3 (6) | 219.0 (3) | 203.9 (0) | 201.8 (0) | 153.8 (10) | 194.1 (10) | 355.4 (10) | 557.0 (10) | 4185.5 (10) |

| k | กรณี 3.1.2.4 | | | | | | | กรณี 3.1.2.5 | | | | | * $\alpha_i = 0$ $\alpha_o = 0$ $X_i = 0$ $X_o = 0$ |
|-----|---|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---|---------------|---------------|----------------|--------------|---|
| | $X_i = 100, \alpha_o = 0, X_o = \infty$ | | | | | | | $X_o = 100, \alpha_i = 0, X_i = \infty$ | | | | | |
| | α_i | | | | | | | α_o | | | | | |
| | 0 | 0.1 | 0.5 | 1 | 10 | ∞ | 0 | 0.1 | 0.5 | 1 | 10 | | |
| 0.1 | 42.1 (2) | 42.2 (2) | 42.6 (1) | 42.4 (1) | 41.9 (1) | 41.8 (1) | 41.3 (2) | 44.3 (2) | 56.2 (2) | 71.2 (2) | 338.9 (2) | 39.0 (1) | |
| 0.2 | 53.6 (2) | 53.7 (2) | 54.1 (2) | 54.3 (2) | 54.8 (2) | 54.9 (2) | 52.5 (2) | 56.6 (2) | 73.0 (2) | 93.6 (2) | 463.6 (2) | 25.5 (0) | |
| 0.3 | 68.4 (3) | 69.5 (3) | 72.4 (3) | 73.5 (2) | 73.0 (2) | 72.9 (2) | 67.1 (3) | 73.1 (3) | 97.2 (3) | 127.3 (3) | 669.3 (3) | 30.2 (1) | |
| 0.4 | 86.9 (4) | 90.0 (4) | 97.6 (4) | 99.6 (3) | 100.8 (2) | 100.2 (2) | 85.3 (4) | 94.5 (4) | 131.4 (4) | 177.5 (4) | 1007.4 (4) | 40.2 (2) | |
| 0.5 | 111.0 (6) | 119.2 (6) | 135.2 (5) | 142.7 (4) | 146.2 (2) | 144.4 (1) | 109.2 (6) | 124.2 (6) | 183.9 (6) | 258.5 (6) | 1802.1 (6) | 54.2 (3) | |
| 0.6 | 145.3 (8) | 162.3 (8) | 201.1 (7) | 219.8 (6) | 228.7 (1) | 224.9 (0) | 143.1 (8) | 169.2 (8) | 273.7 (8) | 404.3 (8) | 2754.7 (8) | 75.4 (4) | |
| 0.7 | 200.7 (12) | 239.9 (12) | 332.1 (10) | 379.4 (8) | 404.6 (0) | 399.1 (0) | 198.1 (12) | 250.0 (12) | 457.7 (12) | 717.4 (12) | 5391.2 (12) | 109.1 (7) | |

หมายเหตุ ค่าตัวเลขในเครื่องหมาย () หมายถึงจำนวนครั้ง n ในขณะเกิดภาระ
* เป็นกรณีของหน่วยวงแหวนเสริมคานขอบ และรองรับตรงกลางที่ขอบในและขอบนอก

ตารางที่ 3 ตัวแปรของภาวะเคาะ ของแผ่นวงแหวนไร้คานขอบ ; เปรียบเทียบค่าแรงวิกฤติกับ
เค วิชาเยกุมารและวิวัฒน์ คล่องพานิช ($\nu = 0.3$)

| k | กรณี 3.2.2.1 | | | กรณี 3.2.2.2 | | | | | กรณี 3.2.2.3 | | | | | กรณี 3.2.2.4 | | |
|-----|--|-------------|--------|--|------------|-------|--------------|-------|---|------------|-------|--------------|-------|---|-------------|-------|
| | $\alpha_i = X_i = 0$ $\alpha_o = X_o = 0$ | | | $\alpha_i = 0 ; X_i = \infty$ $\alpha_o = 0 ; X_o = \infty$ | | | | | $\alpha_i = 0 ; X_i = 0$ $\alpha_o = 0 ; X_o = \infty$ | | | | | $\alpha_i = 0 ; X_i = \infty$ $\alpha_o = 0 ; X_o = 0$ | | |
| | (1) | (2) | (3) | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (1) | (2) | (3) |
| 0.1 | 39.0 (1) | - | - | 42.2 (2) | - | - | 81.2 (3) | -48.0 | 55.6 (1) | - | - | 42.4 (2) | +31.1 | 20.1 (1) | - | - |
| 0.2 | 25.5 (0) | - | - | 53.9 (2) | - | - | 86.4 (4) | -37.5 | 50.2 (1) | - | - | 48.0 (2) | +4.4 | 29.2 (1) | - | - |
| 0.3 | 30.2 (1) | - | - | 69.0 (3) | - | - | 92.2 (4) | -25.7 | 57.2 (2) | - | - | 58.7 (2) | -2.6 | 40.2 (2) | - | - |
| 0.4 | 40.2 (2) | - | - | 88.1 (4) | - | - | 105.7 (5) | -16.7 | 70.5 (3) | - | - | 69.3 (3) | +1.7 | 54.9 (3) | - | - |
| 0.5 | 54.2 (3) | 62.0 (0) | -12.58 | 113.1 (6) | 223 (0) | -49.3 | 126.9 (7) | -10.9 | 89.9 (5) | 158 (0) | -43.1 | 84.5 (4) | +6.4 | 74.7 (4) | 95.0 (0) | -21.4 |
| 0.6 | 75.4 (4) | - | - | 149.6 (8) | - | - | 157.8 (9) | -5.2 | 117.3 (7) | - | - | 106.4 (6) | +10.2 | 103.4 (6) | - | - |
| 0.7 | 109.1 (7) | - | - | 209.4 (12) | - | - | 230 (10) | -9.0 | 162.2 (10) | - | - | 139.6 (8) | +16.3 | 150.2 (10) | - | - |

- หมายเหตุ
1. ช่อง (1) คือค่า \bar{P}_{cr} ของงานวิจัยนี้
 2. ช่อง (2) คือค่า \bar{P}_{cr} ของ เค วิชาเยกุมาร ที่สมมุติว่าเกิดการเคาะล้มมาตรงรอบแกน
 3. ช่อง (3) คือค่าตัวเลขเปรียบเทียบเป็น % เมื่อยึดค่าวิชาเยกุมารเป็นฐาน
 4. ช่อง (4) คือ \bar{P}_{cr} ของวิวัฒน์ คล่องพานิช
 5. ช่อง (5) คือค่าตัวเลขเปรียบเทียบเป็น % เมื่อยึดค่าของวิวัฒน์เป็นฐาน
 6. ค่าตัวเลขในเครื่องหมาย () หมายถึงจำนวนคลื่น n ในขณะเกิดการเคาะ
เครื่องหมายลบหมายถึง งานวิจัยนี้ให้ค่า \bar{P}_{cr} ต่ำกว่างานวิจัยของวิชาเยกุมาร หรือ
วิวัฒน์เมื่อคิดเป็น %

ภาค พนวก

หมวด ก.

การแก้ปัญหาโดยวิธีของกาเลอดีน

การแก้ปัญหาโดยวิธีของกาเลอดีนนี้เป็นวิธีการหาคำตอบโดยประมาณจากสมการดิฟเฟอเรนเชียล สมมุติว่าต้องการแก้ปัญหาสมการควบคุมกลไกของการเคาะ (GDE) ของแผ่นวงแหวนซึ่งอยู่ในรูป

$$\text{GDE} = L(u) + h = 0 \quad \text{ในอาณาเขต } R \dots (1 \text{ ก})$$

เมื่อ L เป็นอนุพันธ์เชิงเส้นอ็อปเปอเรเตอร์ (linear derivative operator) และ h ไม่เป็นฟังก์ชันของ u ถ้าในอาณาเขต R ของแผ่นวงแหวน เป็นแบบ 2 มิติ และสมมุติให้คำตอบมีรูปเป็น

$$u_m(r, \theta) = \sum_{j=1,2,3,\dots}^m \psi_j f_j(r, \theta) \dots \dots \dots (2 \text{ ก})$$

เมื่อ f_j เป็นรูปแบบของการโก่ง (shape function) ที่สมมุติขึ้น ซึ่งจะสอดคล้องกับสภาพเงื่อนไขของขอบทั้งหมด (natural and geometric boundary conditions) ในปัญหานั้น ๆ และ ψ_j เป็นตัวคงที่ไม่รู้ค่า เมื่อแทนค่า u_m ลงในเทอมซ้ายของสมการ (1 ก) จะได้ว่า

$$L(u_m) + h = \delta_m(r, \theta) ; \delta_m(r, \theta) \neq 0 \quad \text{ในอาณาเขต } R$$

ถ้า $\delta_m(r, \theta)$ มีค่าเท่ากับศูนย์ แสดงว่า $u_m(r, \theta)$ เป็นคำตอบที่ถูกต้อง นั่นคือ $u_m(r, \theta)$ สอดคล้องกับเงื่อนไขที่ขอบทั้งหมด แต่ถา $\delta_m(r, \theta)$ เป็นค่าที่น้อยมากเท่าไร $u_m(r, \theta)$ ก็จะเป็นคำตอบที่ใกล้เคียงค่าที่แท้จริงเท่านั้น นั่นคือค่า $\delta_m(r, \theta)$ เป็นตัวคลาดเคลื่อนของคำตอบที่ต้องการ ดังนั้นจึงต้องพยายามเลือก ψ_j เพื่อให้ค่า $\delta_m(r, \theta)$ มีค่าน้อยที่สุด โดยใช้หลักการของออร์โธโกนอล (orthogonality) ดังนั้น GDE ของ $L(u_m) + h$ จะต้องออร์โธโกนอลกับแต่ละฟังก์ชันของ $f_i(r, \theta)$ ดังนี้

$$\iint_R [L(u_m) + h] f_i(r, \theta) r dr d\theta = 0 ; i = 1, 2, 3, \dots, m$$

เมื่อแทน $u_m(r, \theta)$ จากสมการ (2 ก) ลงในสมการข้างบนจะได้ว่า

$$\iint_R [L(\sum_{j=1,2,3,\dots}^m \psi_j f_j) + h] f_i(r, \theta) r dr d\theta = 0 ; i=1,2,3,\dots,m \dots (3 ก)$$

สมการ (3 ก) นี้จะประกอบไปด้วยสมการทางพีชคณิต จำนวน m สมการ โดยมีค่าคงที่ $\psi_1, \psi_2, \psi_3, \dots, \psi_m$ ที่ต้องการหา ดังนี้

$$\iint_R [L(\psi_1 f_1 + \psi_2 f_2 + \dots + \psi_m f_m) + h] f_1(r, \theta) r dr d\theta = 0$$

$$\iint_R [L(\psi_1 f_1 + \psi_2 f_2 + \dots + \psi_m f_m) + h] f_2(r, \theta) r dr d\theta = 0$$

$$\dots \dots \dots (4 ก)$$

$$\iint_R [L(\psi_1 f_1 + \psi_2 f_2 + \dots + \psi_m f_m) + h] f_m(r, \theta) r dr d\theta = 0$$

เมื่อแก้สมการ (4 ก) ก็จะหาค่า $\psi_1, \psi_2, \psi_3, \dots, \psi_m$ ได้แทนค่าเหล่านี้กลับไปในสมการที่ (2 ก) ก็จะได้คำตอบที่ต้องการ

ในกรณีปัญหาของการเคาะของแผ่นวงแหวนนี้ได้สมการควบคุมกลไกดังนี้

$$L(u) = 0 \quad ; \quad \text{เมื่อ } h = 0$$

ดังนั้นสมการ (4 ก) จะเป็นสมการพีชคณิตแบบโฮโมจีเนียสในเทอมของสัมประสิทธิ์ $\psi_1, \psi_2, \psi_3, \dots, \psi_m$ กับแรงกระทำ P โดยการอินทิเกรตแล้วจัดรูปสมการใหม่ให้อยู่ในรูปของแมทริกจะได้ดังนี้

$$\{\psi\}[P] = 0$$

ซึ่งเงื่อนไขที่จะได้คำตอบของ $\{\psi\}$ ไม่เป็นศูนย์ทั้งหมด (nontrivial solutions) จะได้สมการที่ไขหาค่าแรงวิกฤติโดยให้คิเทอร์มิแนนต์ (determinant) ของแมทริก $[P]$ เท่ากับศูนย์ ก็จะหาค่าตอบของแรงวิกฤติได้



ผนวก ข

โปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมนี้เขียนขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าแรงวิกฤติสำหรับงานวิจัยนี้โดยการจัดแยกกลุ่มของตัวแปรเป็นกลุ่ม ๆ เพื่อจัดกรุปโปรแกรมให้ง่ายขึ้น จากตัวแปรของการเคาะที่ได้วิเคราะห์ในบทที่ 3 อยู่ในรูปดังนี้

$$\bar{P}_n = \frac{-\{W_1 + W_4 + 2(W_4 - 2W_5)n^2 + W_5 n^4\}}{C_3 W_3 + C_1 W_4 + (C_3 W_2 - C_1 W_5)n^2} \dots\dots\dots (1 \text{ ข})$$

(\bar{P}_n = ALAMB หรือ ALAMC ในโปรแกรม)

โดยที่ W_1, W_2, W_3, W_4 และ W_5 เป็นฟังก์ชันของ ν, k, X_i และ X_0 และ C_1, C_3 เป็นฟังก์ชันของ ν, k, X_i และ X_0

1. ข้อจำกัดของโปรแกรม

สำหรับโปรแกรมที่นำมาแสดงนี้มีข้อจำกัดในการใช้ดังต่อไปนี้

1.1 ใช้ในการคำนวณหาค่าแรงวิกฤติของแผ่นวงแหวนเสริมด้วยคานขอบหรือแผ่นวงแหวนมีขอบแบบอีลาสติก หรือ แผ่นวงแหวนไร้คานขอบ ซึ่งรับแรงอัดในแนวรัศมีตามเส้นรอบวงที่ขอบนอกเท่านั้น ในโปรแกรมได้จัดแบ่งการคำนวณในแต่ละกรณีซึ่งมีทั้งหมด 14 กรณีด้วยกัน ดังแสดงไว้ในบทที่ 3 คำตอบที่ได้เป็นค่าประมาณตามวิธีของกาลเลอคิน

1.2 รูปร่างของการโก่งงออยู่ในรูปดังนี้

$$f_1(r) = \frac{1}{\pi} \sin \pi \left(\frac{r-a}{b-a}\right) + A_1 \left(\frac{r-a}{b-a}\right)^3 + B_1 \left(\frac{r-a}{b-a}\right)^2 + F_1 \left(\frac{r-a}{b-a}\right)$$

โดยที่ A_1, B_1, F_1 เป็นฟังก์ชันของ ν, k, X_i และ X_0

1.3 ใช้คำนวณค่า $k = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8$

$n = 0, 1, 2, \dots\dots\dots$ จนกระทั่งได้ค่าแรงวิกฤติที่จำนวนคลื่น n นั้น ๆ ซึ่งแสดงผลเพียงค่าเดียว กรณีแผ่นวงแหวนมีคานขอบและขอบแบบอีลาสติก

$n = 0, 1, 2, \dots\dots\dots, 21$ -หรือมากกว่านี้โดยการเปลี่ยนค่า

NB แสดงผลของตัวแปรของการเกาะ \bar{P}_n กรณี
แผนวงแหวนไร้คานขอบ

ค่า $\nu, \alpha_i, \alpha_0, X_i$ และ X_0 ใดๆก็ตามตามความต้องการที่จะหาโดยการ
เจาะค่าตัวเลขลงในบัตร ที่ซึ่ง $k, n, \nu, \alpha_i, \alpha_0, X_i, X_0$ แทนด้วย AK, AN (หรือ BN),
ANU, ALPHAI, ALPHAO, CHII, CHIO ในโปรแกรมตามลำดับ

2. วิธีใช้โปรแกรม

เนื่องจากว่าโปรแกรมนี้คำนวณหาค่าแรงวิกฤติของแผนวงแหวนรวม 14 กรณีด้วยกัน
ดังนั้นในการคำนวณจึงใช้รหัสหมายเลขแทนแต่ละกรณีซึ่งได้แสดงไว้ในโปรแกรมแล้ว

2.1 ข้อมูลที่ใช้ (Input Data)

2.1.1 บัตรข้อมูล ในโปรแกรมนี้อ่านบัตรจำนวน 2 ใบดังนี้

2.1.1.1 บัตรใบที่ 1 อ่านค่า ν และค่าความละเอียดของอนุกรมที่
ได้จากการอินทิเกรต

แถวที่ 1-5 อ่านค่า ANU

แถวที่ 6-20 อ่านค่า ACCY

ใช้รูปแบบเขตข้อมูล FORMAT (F5.3, F15.14)

2.1.1.2 บัตรใบที่ 2 อ่านค่ารหัสตัวเลขแทนแผนวงแหวนแต่ละกรณี

แถวที่ 1-3 อ่านค่า MM = 1 สำหรับกรณี 1

แถวที่ 4-6 อ่านค่า MM = 2 สำหรับกรณี 2

แถวที่ 7-9 อ่านค่า MM = 3 สำหรับกรณี 3

แถวที่ 10-12 อ่านค่า MM = 4 สำหรับกรณี 4

แถวที่ 13-15 อ่านค่า MM = 5 สำหรับกรณี 5

แถวที่ 16-18 อ่านค่า MM = 6 สำหรับกรณี 6

แถวที่ 19-21 อ่านค่า MM = 7 สำหรับกรณี 7

แถวที่ 22-24 อ่านค่า MM = 8 สำหรับกรณี 8

แถวที่ 25-27 อ่านค่า MM = 9 สำหรับกรณี 9

| | | | | | |
|--------|-------|---------|---------|------------|----|
| แถวที่ | 28-30 | อ่านค่า | MM = 10 | สำหรับกรณี | 10 |
| แถวที่ | 31-33 | อ่านค่า | MM = 11 | สำหรับกรณี | 11 |
| แถวที่ | 34-36 | อ่านค่า | MM = 12 | สำหรับกรณี | 12 |
| แถวที่ | 37-39 | อ่านค่า | MM = 13 | สำหรับกรณี | 13 |
| แถวที่ | 40-42 | อ่านค่า | MM = 14 | สำหรับกรณี | 14 |

ใช้รูปแบบเขตข้อมูล FORMAT (14I3)

กรณีแถววงแหวนใดที่ไม่ต้องการหาค่าแรงวิกฤติให้อ่านค่า MM ของกรณีนั้น เท่ากับศูนย์ โปรแกรมก็จะไม่คำนวณค่าแรงวิกฤติสำหรับกรณีนั้น ๆ ออกมาให้

2.1.2 บักระบุข้อมูล ในโปรแกรมนี้อาจใช้ตามจำนวนที่ต้องการหา แล้ว แต่จะกำหนดค่าตัวแปร α_i, α_0, x_i และ x_0 เป็นเท่าใด ก็ให้ระบุค่าเหล่านั้นลงในบัตรข้อมูลโดยตรงแทนการอ่านจากบัตร ซึ่งใช้รูปแบบเขตข้อมูล (FORMAT) ดังตัวอย่าง เช่นการเจาะบัตรในโปรแกรมคำสั่งหมายเลข (statement number) 0003 ถึง 0015 ซึ่งใช้กับกรณี 1-10 เท่านั้น

ตัวอย่างที่ 1 ต้องการหาค่าแรงวิกฤติสำหรับกรณี 2 โดยคิดถึงผลกระทบของค่า x มีค่าเท่ากับ 1, 10, ∞ และค่า α มีค่า 0.1, 10, ∞ ดังนั้นต้องอ่านค่า x, α โดยวิธีระบุข้อมูลลงในบัตรดังนี้

DATA NCHI(2)/3/, NALP(2)/3/

DATA CHI(1,2)/1.0/, CHI(2,2)/10.0/, CHI(3,2)/-1.0/

DATA ALPHA(1,2)/0.1/, ALPHA(2,2)/10.0/, ALPHA(3,2)/-1.0/

ที่ซึ่ง NCHI(2)/3/ หมายถึงค่า x สำหรับกรณี 2 จำนวน 3 ค่า
 NALP(2)/3/ หมายถึงค่า α สำหรับกรณี 2 จำนวน 3 ค่า
 CHI(1,2)/1.0/ หมายถึงค่า x ค่าที่ 1 สำหรับกรณี 2 มีค่าเท่ากับ 1.0
 CHI(3,2)/-1.0/ หมายถึงค่า x ค่าที่ 3 สำหรับกรณี 2 มีค่าเท่ากับอนันต์
 (ค่า -1.0 ในโปรแกรมนี้อาจใช้เป็นรหัสแทนค่าอนันต์)

ALPHA(1,2)/0.1/ หมายถึงค่า α ค่าที่ 1 สำหรับกรณีที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.1

ตัวอย่างที่ 2 ต้องการหาค่าแรงวิกฤติสำหรับกรณีที่ 5 โดยคิดถึงผลกระทบของค่า X มีค่าเท่ากับ 1,5 และค่า α มีค่าเท่ากับ 0.5 ดังนั้นต้องเจาะบัตริใหม่โดยวิธีระบุข้อมูลลงในบัตรคือ

DATA NCHI(5)/2/, NALP(5)/1/

DATA CHI(1,5)/1.0/, CHI(2,5)/5.0/, ALPHA(1,5)/0.5/

ที่ซึ่ง NCHI(5)/2/ หมายถึงค่า X สำหรับกรณีที่ 5 จำนวน 2 ค่า
 NALP(5)/1/ หมายถึงค่า α สำหรับกรณีที่ 5 จำนวน 1 ค่า
 CHI(2,5)/5.0/ หมายถึงค่า X ค่าที่ 2 สำหรับกรณีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 5.0
 ALPHA(1,5)/0.5/ หมายถึงค่า α ค่าที่ 1 สำหรับกรณีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.5
 ค่า X และ α จะหมายถึงค่าที่ชอบในและ/หรือที่ชอบนอกขึ้นอยู่กับแต่ละกรณีของแผนวงแหวนที่เราต้องการจะหาค่าตอบ ซึ่งมีทั้งหมด 10 กรณีด้วยกันในโปรแกรมนี้

ในกรณีที่ต้องการจะหาค่าตอบในหลาย ๆ กรณีก็ให้รวมบัตรแต่ละกรณีเข้าไว้ในโปรแกรมดังตัวอย่างในโปรแกรมซึ่งหาค่าตอบทั้งหมด 10 กรณีด้วยกัน

3. การแสดงผล

สำหรับกรณีที่ 1-10 นั้นจะให้ค่าตอบเฉพาะที่จำนวนคลื่น n ที่เกิดขึ้นในขณะที่เกิดการเตาะที่ค่าแรงวิกฤติต่ำสุดเพียงค่าเดียวเท่านั้น ในแต่ละขนาดของรูแผนวงแหวน ส่วนกรณีที่ 11-14 นั้นจะให้ค่าตอบที่จำนวนคลื่น $n = 0, 1, 2, \dots, 20$ ที่เกิดขึ้นในขณะที่เกิดการเตาะ ในแต่ละขนาดของรูแผนวงแหวน เพื่อนำมาเขียนกราฟของการเตาะและใช้ศึกษาวิเคราะห์และออกแบบพร้อมทั้งเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น ๆ ด้วย

C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C

BUCKLING OF AN ANNULAR PLATE WITH SUPPORTED EDGE BEAMS

NOTATION,

- ANU = POISSON'S RATIO
- PI = 3.1415926
- ALPHA = AXIAL STIFFNESS OF EDGE BEAMS TO PLATE
- ALPHA I = ALPHA AT INNER EDGE
- ALPHA O = ALPHA AT OUTER EDGE
- CHI = FLEXURAL STIFFNESS OF EDGE BEAMS TO PLATE
- CHI I = CHI AT INNER EDGE
- CHI O = CHI AT OUTER EDGE
- AK = HALF SIZE OF ANNULAR PLATE
- AN = NUMBER OF WAVES
- ALAMB = CRITICAL BUCKLING LOAD
• PARAMETER (OR ALAMB)
- NCHI = NUMBER OF FLEXURAL STIFFNESS
- NALP = NUMBER OF AXIAL STIFFNESS

```

0001     IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
0002     DIMENSION ALPHA(20,10),CHI(20,10),MM(14),
0003     *      NALP(10),NCHI(10),AN(50),ALAMB(50)
0004     DATA NCHI(1)/6/,NCHI(2)/6/,NCHI(3)/6/,
0005     *NCHI(4)/6/,NCHI(5)/6/,NCHI(6)/2/,
0006     *NCHI(7)/2/,NCHI(8)/2/,NCHI(9)/2/,
0007     *NCHI(10)/2/
0008     DATA NALP(1)/8/,NALP(2)/8/,NALP(3)/8/,
0009     *NALP(4)/8/,NALP(5)/8/
0010     DATA CHI(1,1)/0.0/,CHI(2,1)/1.0/,
0011     *CHI(3,1)/10.0/,CHI(4,1)/100.0/,
0012     *CHI(5,1)/1000.0/,CHI(6,1)/-1.0/
0013     DATA ALPHA(1,1)/0.0/,ALPHA(2,1)/0.1/,
0014     *ALPHA(3,1)/0.5/,ALPHA(4,1)/1.0/,
0015     *ALPHA(5,1)/10.0/,ALPHA(6,1)/100.0/,
0016     *ALPHA(7,1)/1000.0/,ALPHA(8,1)/50000.0/
0017     DATA CHI(1,2)/0.0/,CHI(2,2)/1.0/,
0018     *CHI(3,2)/10.0/,CHI(4,2)/100.0/,
0019     *CHI(5,2)/1000.0/,CHI(6,2)/-1.0/
0020     DATA ALPHA(1,2)/0.0/,ALPHA(2,2)/0.1/,
0021     *ALPHA(3,2)/0.5/,ALPHA(4,2)/1.0/,
0022     *ALPHA(5,2)/10.0/,ALPHA(6,2)/100.0/,
0023     *ALPHA(7,2)/1000.0/,ALPHA(8,2)/-1.0/
0024     DATA CHI(1,3)/0.0/,CHI(2,3)/1.0/,
0025     *CHI(3,3)/10.0/,CHI(4,3)/100.0/,
0026     *CHI(5,3)/1000.0/,CHI(6,3)/-1.0/
0027     DATA ALPHA(1,3)/0.0/,ALPHA(2,3)/0.1/,
0028     *ALPHA(3,3)/0.5/,ALPHA(4,3)/1.0/,
0029     *ALPHA(5,3)/10.0/,ALPHA(6,3)/100.0/,

```

FORTRAN IV

MAINPGM

```

0011      *ALPHA(7,5)/1000.0/,ALPHA(8,3)/50000.0/
          DATA CHI(1,4)/0.0/,CHI(2,4)/1.0/,
0012      *CHI(3,4)/10.0/,CHI(4,4)/100.0/,
          *CHI(5,4)/1000.0/,CHI(6,4)/-1.0/
          DATA ALPHA(1,4)/0.0/,ALPHA(2,4)/0.1/,
          *ALPHA(3,4)/0.5/,ALPHA(4,4)/1.0/,
          *ALPHA(5,4)/10.0/,ALPHA(6,4)/100.0/,
          *ALPHA(7,4)/1000.0/,ALPHA(8,4)/-1.0/
0013      DATA CHI(1,5)/0.0/,CHI(2,5)/1.0/,
          *CHI(3,5)/10.0/,CHI(4,5)/100.0/,
          *CHI(5,5)/1000.0/,CHI(6,5)/-1.0/
0014      DATA ALPHA(1,5)/0.0/,ALPHA(2,5)/0.1/,
          *ALPHA(3,5)/0.5/,ALPHA(4,5)/1.0/,
          *ALPHA(5,5)/10.0/,ALPHA(6,5)/100.0/,
          *ALPHA(7,5)/1000.0/,ALPHA(8,5)/50000.0/
0015      DATA CHI(1,6)/1.0/,CHI(2,6)/10.0/,
          *CHI(1,7)/1.0/,CHI(2,7)/10.0/,
          *CHI(1,8)/1.0/,CHI(2,8)/10.0/,
          *CHI(1,9)/1.0/,CHI(2,9)/10.0/,
          *CHI(1,10)/1.0/,CHI(2,10)/10.0/
0016      READ(1,1000) ANU,ACCY
0017      1000 FORMAT(F5.3,F15.14)
0018      READ(1,1010) (MM(I),I=1,14)
0019      1010 FORMAT(14J3)
0020      PI=3.1415926
0021      NA=5000
0022      NB = 50
0023      ONE=1.0
0024      TWO=2.0
0025      M = 1
0026      1111 IZ=M
0027      IF (MM(IZ).EQ.0) GO TO 999
0028      IF (MM(IZ).EQ.1) GO TO 1
0029      IF (MM(IZ).EQ.2) GO TO 2
0030      IF (MM(IZ).EQ.3) GO TO 3
0031      IF (MM(IZ).EQ.4) GO TO 4
0032      IF (MM(IZ).EQ.5) GO TO 5
0033      IF (MM(IZ).EQ.6) GO TO 6
0034      IF (MM(IZ).EQ.7) GO TO 7
0035      IF (MM(IZ).EQ.8) GO TO 8
0036      IF (MM(IZ).EQ.9) GO TO 9
0037      IF (MM(IZ).EQ.10) GO TO 10
0038      IF (MM(IZ).EQ.11) GO TO 11
0039      IF (MM(IZ).EQ.12) GO TO 12
0040      IF (MM(IZ).EQ.13) GO TO 13
0041      IF (MM(IZ).EQ.14) GO TO 14
0042      .1 WRITE(3,7000) M
0043      7000 FORMAT(1H1,9H CASE M =,I2,4X,
          *32H BUCKLING LOAD FOR ANNULAR PLATE
          */30X,11HINNER EDGE;,I2H EDGE BEAM
          */30X,11HOUTER EDGE;,I2H EDGE BEAM)
0044      WRITE(3,7700)
0045      WRITE(3,7100)
0046      WRITE(3,7200)

```

```

0047          GO TO 2222
0048          2 WRITE(3,9000) M
0049          9000 FORMAT(1H1,9H CASE M =,I2,4X,
                *32H BUCKLING LOAD FOR ANNULAR PLATE
                */30X,11HINNER EDGE;,12H   EDGE BEAM
                */30X,11HOUTER EDGE;,19H   SIMPLY SUPPORTED)
0050          WRITE(3,7700)
0051          WRITE(3,7100)
0052          WRITE(3,7200)
0053          GO TO 2222
0054          3 WRITE(3,8000) M
0055          8000 FORMAT(1H1,9H CASE M =,I2,4X,
                *32H BUCKLING LOAD FOR ANNULAR PLATE
                */30X,11HINNER EDGE;,19H   SIMPLY SUPPORTED
                */30X,11HOUTER EDGE;,12H   EDGE BEAM)
0056          WRITE(3,7700)
0057          WRITE(3,7100)
0058          WRITE(3,7200)
0059          GO TO 2222
0060          4 WRITE(3,9200) M
0061          9200 FORMAT(1H1,9H CASE M =,I2,4X,
                *32H BUCKLING LOAD FOR ANNULAR PLATE
                */30X,11HINNER EDGE;,12H   EDGE BEAM
                */30X,11HOUTER EDGE;,8H   FIXED)
0062          WRITE(3,7700)
0063          WRITE(3,7100)
0064          WRITE(3,7200)
0065          GO TO 2222
0066          5 WRITE(3,9100) M
0067          9100 FORMAT(1H1,9H CASE M =,I2,4X,
                *32H BUCKLING LOAD FOR ANNULAR PLATE
                */30X,11HINNER EDGE;,8H   FIXED
                */30X,11HOUTER EDGE;,12H   EDGE BEAM)
0068          WRITE(3,7700)
0069          WRITE(3,7100)
0070          WRITE(3,7200)
0071          GO TO 2222
0072          6 WRITE(3,9201) M
0073          9201 FORMAT(1H1,9H CASE M =,I2,4X,
                *32H BUCKLING LOAD FOR ANNULAR PLATE
                */30X,11HINNER EDGE;,25H   ELASTICALLY RESTRAINED
                */30X,11HOUTER EDGE;,25H   ELASTICALLY RESTRAINED)
0074          WRITE(3,7100)
0075          WRITE(3,7200)
0076          GO TO 2222
0077          7 WRITE(3,9203) M
0078          9203 FORMAT(1H1,9H CASE M =,I2,4X,
                *32H BUCKLING LOAD FOR ANNULAR PLATE
                */30X,11HINNER EDGE;,25H   ELASTICALLY RESTRAINED
                */30X,11HOUTER EDGE;,19H   SIMPLY SUPPORTED)
0079          WRITE(3,7100)
0080          WRITE(3,7200)
0081          GO TO 2222
0082          8 WRITE(3,9202) M

```



```

0083      9202 FORMAT(1H1,9H CASE M =,I2,4X,
           *32H BUCKLING LOAD FOR ANNULAR PLATE
           */30X,11HINNER EDGE;,19H  SIMPLY SUPPORTED
           */30X,11HOUTER EDGE;,25H  ELASTICALLY RESTRAINED)
0084      WRITE(3,7100)
0085      WRITE(3,7200)
0086      GO TO 2222
0087      9 WRITE(3,9205) M
0088      9205 FORMAT(1H1,9H CASE M =,I2,4X,
           *32H BUCKLING LOAD FOR ANNULAR PLATE
           */30X,11HINNER EDGE;,25H  ELASTICALLY RESTRAINED
           */30X,11HOUTER EDGE;,8H  FIXED)
0089      WRITE(3,7700)
0090      WRITE(3,7100)
0091      WRITE(3,7200)
0092      GO TO 2222
0093      10 WRITE(3,9204) M
0094      9204 FORMAT(1H1,9H CASE M =,I2,4X,
           *32H BUCKLING LOAD FOR ANNULAR PLATE
           */30X,11HINNER EDGE;,8H  FIXED
           */30X,11HOUTER EDGE;,25H  ELASTICALLY RESTRAINED)
0095      WRITE(3,7700)
0096      WRITE(3,7100)
0097      WRITE(3,7200)
0098      GO TO 2222
0099      11 WRITE(3,9206) M
0100      9206 FORMAT(1H1,9H CASE M =,I2,4X,
           *32H BUCKLING LOAD FOR ANNULAR PLATE
           */30X,11HINNER EDGE;,19H  SIMPLY SUPPORTED
           */30X,11HOUTER EDGE;,19H  SIMPLY SUPPORTED)
0101      WRITE(3,7150)
0102      WRITE(3,7250)
0103      GO TO 2222
0104      12 WRITE(3,9207) M
0105      9207 FORMAT(1H1,9H CASE M =,I2,4X,
           *32H BUCKLING LOAD FOR ANNULAR PLATE
           */30X,11HINNER EDGE;,8H  FIXED
           */30X,11HOUTER EDGE;,8H  FIXED)
0106      WRITE(3,7150)
0107      WRITE(3,7250)
0108      GO TO 2222
0109      13 WRITE(3,9208) M
0110      9208 FORMAT(1H1,9H CASE M =,I2,4X,
           *32H BUCKLING LOAD FOR ANNULAR PLATE
           */30X,11HINNER EDGE;,19H  SIMPLY SUPPORTED
           */30X,11HOUTER EDGE;,8H  FIXED)
0111      WRITE(3,7150)
0112      WRITE(3,7250)
0113      GO TO 2222
0114      14 WRITE(3,9209) M
0115      9209 FORMAT(1H1,9H CASE M =,I2,4X,
           *32H BUGKLING LOAD FOR ANNULAR PLATE
           */30X,11HINNER EDGE;,8H  FIXED
           */30X,11HOUTER EDGE;,19H  SIMPLY SUPPORTED)

```

FORTRAN IV

MAINPGM

```

0116          WRITE(3,7150)
0117          WRITE(3,7250)
0118          2222 DO 100 I =1,8
0119             AK=I
0120             AK=AK/10.0
          C
          C      CALCULATE THE SERIES OF INTEGRATION IN
          C      SUBROUTINE SUBPROGRAM
          C
0121          CALL COMBA (PI,NA,ACCY,AK,ONE,SUMX)
0122          CALL COMBA (PI,NA,ACCY,AK,TWO,SUMY)
0123          CALL COMBB (PI,NA,ACCY,AK,ONE,SUMKX)
0124          CALL COMBB (PI,NA,ACCY,AK,TWO,SUMKY)
0125          WRITE(3,7500)
          C
0126          IF (M.EQ.1)   GO TO 21
0127          IF (M.EQ.2)   GO TO 22
0128          IF (M.EQ.3)   GO TO 33
0129          IF (M.EQ.4)   GO TO 44
0130          IF (M.EQ.5)   GO TO 55
0131          IF (M.EQ.6)   GO TO 66
0132          IF (M.EQ.7)   GO TO 77
0133          IF (M.EQ.8)   GO TO 88
0134          IF (M.EQ.9)   GO TO 99
0135          IF (M.EQ.10)  GO TO 110
0136          IF (M.EQ.11)  GO TO 111
0137          IF (M.EQ.12)  GO TO 112
0138          IF (M.EQ.13)  GO TO 113
0139          IF (M.EQ.14)  GO TO 114
          C
          C      CASE M=1 BOUNDARY CONDITION;
          C      INNER AND OUTER EDGE BEAMS
          C
0140          21 NAA = NALP(1)
0141             NCA = NCHI(1)
0142             DO 700 L =1,NCA
0143                CHII = CHI(L,1)
0144                CHIO = AK*CHI(L,1)
0145                CALL CSHAP (ANU,AK,CHII,CHIO,B1,B2,B3)
0146                WRITE(3,7600)
0147                DO 750 LI =1,NAA
0148                   ALPHA I = ALPHA(LI,1)
0149                   ALPHAO = AK*ALPHA(LI,1)
0150                   CALL CRIT (ANU,AK,NB,PI,ALPHA I,ALPHAO,
          *                   LI,B1,B2,B3,SUMX,SUMY,SUMKX,
          *                   M,SUMKY,CHII,CHIO,AN,ALAMB)
0151          750 CONTINUE
0152          700 CONTINUE
0153          GO TO 100
          C
          C      CASE M=2 BOUNDARY CONDITION;
          C      INNER EDGE BEAM AND SIMPLY SUPPORTED
          C      OUTER EDGE

```


FORTRAN IV

MAINPGM

```

0154      22 ALPHA0 = 0.
0155      CHIO = 0.
0156      NAC = NALP(2)
0157      NCC = NCHI(2)
0158      DO 900 MMA =1, NCC
0159      CHII = CHI(MMA, 2)
0160      CALL CSHAP (ANU, AK, CHII, CHIO, B1, B2, B3)
0161      WRITE(3, 7600)
0162      DO 950 MMI =1, NAC
0163      ALPHAI = ALPHA(MMI, 2)
0164      CALL CRIT (ANU, AK, NB, PI, ALPHAI, ALPHA0,
*          MMI, B1, B2, B3, SUMX, SUMY, SUMKX,
*          M, SUMKY, CHII, CHIO, AN, ALAMB)

0165      950 CONTINUE
0166      900 CONTINUE
0167      GO TO 100

C
C      CASE M=3 BOUNDARY CONDITION;
C      SIMPLY SUPPORTED INNER EDGE AND OUTER
C      EDGE BEAM
C

0168      33 ALPHAI = 0.
0169      CHII = 0.
0170      NAB = NALP(3)
0171      NCB = NCHI(3)
0172      DO 800 LL =1, NCB
0173      CHIO = CHI(LL, 3)
0174      CALL CSHAP (ANU, AK, CHII, CHIO, B1, B2, B3)
0175      WRITE(3, 7600)
0176      DO 850 LLI =1, NAB
0177      ALPHA0 = ALPHA(LLI, 3)
0178      CALL CRIT (ANU, AK, NB, PI, ALPHAI, ALPHA0,
*          LLI, B1, B2, B3, SUMX, SUMY, SUMKX,
*          M, SUMKY, CHII, CHIO, AN, ALAMB)

0179      850 CONTINUE
0180      800 CONTINUE
0181      GO TO 100

C
C      CASE M=4 BOUNDARY CONDITION;
C      INNER EDGE BEAM AND FIXED OUTER EDGE
C

0182      44 ALPHA0 = 0.
0183      CHIO = -1.
0184      NAE = NALP(4)
0185      NCJ = NCHI(4)
0186      DO 1200 IN =1, NCJ
0187      CHII = CHI(IN, 4)
0188      CALL CSHAP (ANU, AK, CHII, CHIO, B1, B2, B3)
0189      WRITE(3, 7600)
0190      DO 1250 IO =1, NAE
0191      ALPHAI = ALPHA(IO, 4)
0192      CALL CRIT (ANU, AK, NB, PI, ALPHAI, ALPHA0,
*          IO, B1, B2, B3, SUMX, SUMY, SUMKX, M,
*          SUMKY, CHII, CHIO, AN, ALAMB)

```

FORTRAN IV

MAINPGM

```

0193      1250 CONTINUE
0194      1200 CONTINUE
0195      GO TO 100

C
C      CASE M=5 BOUNDARY CONDITION;
C      FIXED INNER EDGE AND OUTER EDGE BEAM
C

0196      55 ALPHAI=0.
0197      CHII = -1.
0198      NAD = NALP(5)
0199      NCI = NCHI(5)
0200      DO 1100 IL =1,NCI
0201      CHIO = CHI(IL,5)
0202      CALL CSHAP(ANU,AK,CHII,CHIO,B1,B2,B3)
0203      WRITE(3,7600)
0204      DO 1150 IM =1,NAD
0205      ALPHAO = ALPHA(IM,5)
0206      CALL CRIT(ANU,AK,NB,PI,ALPHAI,ALPHAO,
*          IM,B1,B2,B3,SUMX,SUMY,SUMKX,M,
*          SUMKY,CHII,CHIO,AN,ALAMB)

0207      1150 CONTINUE
0208      1100 CONTINUE
0209      GO TO 100

C
C      CASE M=6 BOUNDARY CONDITION;
C      ELASTICALLY RESTRAINED INNER
C      AND OUTER EDGES
C

0210      66 ALPHAI=0.
0211      ALPHAO=0.
0212      NCA = NCHI(6)
0213      NUM =1
0214      DO 200 IA =1,NCA
0215      CHII = CHI(IA,6)
0216      CHIO = CHI(IA,6)
0217      CALL CSHAP(ANU,AK,CHII,CHIO,B1,B2,B3)
0218      CALL CRIT(ANU,AK,NB,PI,ALPHAI,ALPHAO,
*          NUM,B1,B2,B3,SUMX,SUMY,SUMKX,M,
*          SUMKY,CHII,CHIO,AN,ALAMB)

0219      200 CONTINUE
0220      GO TO 100

C
C      CASE M=7 BOUNDARY CONDITION;
C      ELASTICALLY RESTRAINED INNER EDGE
C      AND SIMPLY SUPPORTED OUTER EDGE
C

0221      77 ALPHAI=0.
0222      ALPHAO=0.
0223      CHIO =0.
0224      NCD =NCHI(7)
0225      NUM =1
0226      DO 500 ID =1,NCD
0227      CHII = CHI(ID,7)
0228      CALL CSHAP(ANU,AK,CHII,CHIO,B1,B2,B3)

```

FORTRAN IV

MAINPGM

```

0229      CALL CRIT(ANU,AK,NB,PI,ALPHAI,ALPHAO,
*          NUM,B1,B2,B3,SUMX,SUMY,SUMKX,M,
*          SUMKY,CHII,CHIO,AN,ALAMB)
0230      500 CONTINUE
0231      GO TO 100

C
C      CASE M=8 BOUNDARY CONDITION;
C      SIMPLY SUPPORTED INNER EDGE AND
C      ELASTICALLY RESTRAINED OUTER EDGE
C

0232      88 ALPHAI=0.
0233      ALPHAO=0.
0234      CHII =0.
0235      NCE =NCHI(8)
0236      NUM =1
0237      DO 600 IE =1,NCE
0238      CHIO = CHI(IE,8)
0239      CALL CSHAP(ANU,AK,CHII,CHIO,B1,B2,B3)
0240      CALL CRIT(ANU,AK,NB,PI,ALPHAI,ALPHAO,
*          NUM,B1,B2,B3,SUMX,SUMY,SUMKX,M,
*          SUMKY,CHII,CHIO,AN,ALAMB)

0241      600 CONTINUE
0242      GO TO 100

C
C      CASE M=9 BOUNDARY CONDITION;
C      ELASTICALLY RESTRAINED INNER EDGE
C      AND FIXED OUTER EDGE
C

0243      99 ALPHAI=0.
0244      ALPHAO=0.
0245      CHIO =-1.
0246      NCC =NCHI(9)
0247      NUM =1
0248      DO 400 IC =1,NCC
0249      CHII = CHI(IC,9)
0250      DIVIE = (ANU-CHII)*(1.-AK)-4.*AK
0251      B1 = (0.-(ANU-CHII)*(1.-AK)+2.*AK)
* /DIVIE
0252      B2 = ((ANU-CHII)*(1.-AK))/DIVIE
0253      B3 = (0.-2.*AK)/DIVIE
0254      CALL CRIT(ANU,AK,NB,PI,ALPHAI,ALPHAO,
*          NUM,B1,B2,B3,SUMX,SUMY,SUMKX,M,
*          SUMKY,CHII,CHIO,AN,ALAMB)

0255      400 CONTINUE
0256      GO TO 100

C
C      CASE M=10 BOUNDARY CONDITION;
C      FIXED INNER EDGE AND ELASTICALLY
C      RESTRAINED OUTER EDGE
C

0257      110 ALPHAI=0.
0258      ALPHAO=0.
0259      CHII =-1.
0260      NCB =NCHI(10)

```

FORTRAN IV

MAINPGM

```

0261      NUM = 1
0262      DO 300 IB = 1, NCB
0263      CHIO = CHI( IB, 10)
0264      DIVID = (ANU+CHIO)*(1.-AK)+4.
0265      B1 = -1.
0266      B2 = ((ANU+CHIO)*(1.-AK)+6.)
          */DIVID
0267      B3 = -2./DIVID
0268      CALL CRIT(ANU,AK,NB,PI,ALPHA1,ALPHA0,
          *          NUM,B1,B2,B3,SUMX,SUMY,SUMKX,M,
          *          SUMKY,CHII,CHIO,AN,ALAMB)
0269      300 CONTINUE
0270      GO TO 100

C
C      CASE M=11 BOUNDARY CONDITION;
C      SIMPLY SUPPORTED INNER AND OUTER EDGES
C
0271      111 ALPHA1 = 0.
0272      ALPHA0 = 0.
0273      CHII = 0.
0274      CHIO = 0.
0275      NUM = 1
0276      CALL CSHAP(ANU,AK,CHII,CHIO,B1,B2,B3)
0277      CALL CRIT(ANU,AK,NB,PI,ALPHA1,ALPHA0,
          *          NUM,B1,B2,B3,SUMX,SUMY,SUMKX,M,
          *          SUMKY,CHII,CHIO,AN,ALAMB)
0278      GO TO 100

C
C      CASE M=12 BOUNDARY CONDITION;
C      FIXED INNER AND OUTER EDGES
C
0279      112 ALPHA1 = 0.
0280      ALPHA0 = 0.
0281      CHII = -1.
0282      CHIO = -1.
0283      NUM = 1
0284      B1 = -1.
0285      B2 = 1.
0286      B3 = 0.
0287      CALL CRIT(ANU,AK,NB,PI,ALPHA1,ALPHA0,
          *          NUM,B1,B2,B3,SUMX,SUMY,SUMKX,M,
          *          SUMKY,CHII,CHIO,AN,ALAMB)
0288      GO TO 100

C
C      CASE M=13 BOUNDARY CONDITION;
C      SIMPLY SUPPORTED INNER EDGE
C      AND FIXED OUTER EDGE
C
0289      113 ALPHA1 = 0.
0290      ALPHA0 = 0.
0291      CHII = 0.
0292      CHIO = -1.
0293      NUM = 1
0294      DIVIC = ANU*(1.-AK)**2-4.*AK*(1.-AK)
0295      B1 = (0.-ANU*(1.-AK)**2+2.*AK*(1.-AK))

```

FORTRAN IV

MAINPGM

```

*/DIVIC
0296      B2 = ANU*(1.-AK)**2/DIVIC
0297      B3 = (0.-2.*AK*(1.-AK))/DIVIC
0298      CALL CRIT(ANU,AK,NB,PI,ALPHAI,ALPHA0,
*          NUM,B1,B2,B3,SUMX,SUMY,SUMKX,M,
*          SUMKY,CHII,CHIO,AN,ALAMB)
0299      GO TO 100
C
C      CASE M=14 BOUNDARY CONDITION;
C      FIXED INNER EDGE AND SIMPLY
C      SUPPORTED OUTER EDGE
C
0300      114 ALPHAI=0.
0301      ALPHA0=0.
0302      CHII =-1.
0303      CHIO = 0.
0304      NUM =1
0305      B1 = -1.
0306      B2 = (6.+ANU*(1.-AK))/(ANU*(1.-AK)+4.)
0307      B3 = (0.-2.)/(ANU*(1.-AK)+4.)
0308      CALL CRIT(ANU,AK,NB,PI,ALPHAI,ALPHA0,
*          NUM,B1,B2,B3,SUMX,SUMY,SUMKX,M,
*          SUMKY,CHII,CHIO,AN,ALAMB)
0309      100 CONTINUE
0310      7100 FORMAT(///10X,19H FLEXURAL STIFFNESS,5X,
*15HAXIAL STIFFNESS,5X,10H HOLE SIZE,5X,
*16H NUMBER OF WAVES,5X,14H BUCKLING LOAD)
0311      7150 FORMAT(///10X,9HHOLE SIZE,5X,7H NUMBER,
*9H OF WAVES,5X,14H BUCKLING LOAD)
0312      7200 FORMAT(12X,5H CHII,5X,5H CHIO,7X,6HALPHAI,
*3X,6HALPHA0,27X,1HN,14X,13HCRITICAL LOAD/)
0313      7250 FORMAT(30X,2H N,14X,13HCRITICAL LOAD/)
0314      7500 FORMAT(8X,1H )
0315      7600 FORMAT(9X,1H )
0316      7700 FORMAT(//2X,25H(NOTE; NEGATIVE SIGN OF C,
*21HHII OR CHIO OR ALPHAI,
*19H IS INFINITY VALUE))
0317      999 M=M+1
0318      IF (M.EQ.15) STOP
0319      GO TO 1111
0320      END

```

FORTRAN IV

SUBPGM

```

C
C   CALCULATION THE SERIES OF INTEGRATION
C   SUBROUTINE SUBPROGRAM NAMED COMBA
C
0001   SUBROUTINE COMBA (PI,NA,ACCY,AK,ANUM,
      *SUM)
0002   IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
0003   FM=ANUM*PI
0004   SUM = FM
0005   DO 30 I=3,NA,4
0006   EA=I
0007   IQ = I+2
0008   EB = IQ
0009   PA=-1.0
0010   PB=L.0
0011   DO 10 J =1,I
0012   FA=J
0013   PA=PA*ANUM*PI/(FA*(1.-AK))
0014   10 CONTINUE
0015   AA=PA*(1.-AK**I)/EA
0016   DO 12 L =1,IQ
0017   FB=L
0018   PB=PB*ANUM*PI/(FB*(1.-AK))
0019   12 CONTINUE
0020   BB=PB*(1.-AK**IQ)/EB
0021   SUM=SUM+AA+BB
0022   RA=DABS(BB)/DABS(SUM)
0023   IF (RA.LT.ACXY) GO TO 31
0024   30 CONTINUE
0025   31 RETURN
0026   END

```


FORTRAN IV

SUBPGM

```

C
C   CALCULATION THE SERIES OF INTEGRATION
C   SUBROUTINE SUBPROGRAM NAMED COMBB
0001  SUBROUTINE COMBB (PI,NA,ACCY,AK,ANUM,
      *SUM)
C
0002  IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
0003  FMM=(-1.0)*(DLOG(AK))
0004  SUM=FMM
0005  DO 30 II =2,NA,4
0006  EAA=II
0007  IQQ=II+2
0008  EBB=IQQ
0009  PAA=-1.0
0010  PBB=1.0
0011  DO 10 JJ =1,II
0012  FAA=JJ
0013  PAA=PAA*ANUM*PI/(FAA*(1.-AK))
0014 10 CONTINUE
0015  AAA=PAA*(1.-AK**II)/EAA
0016  DO 12 LL =1,IQQ
0017  FBB=LL
0018  PBB=PBB*ANUM*PI/(FBB*(1.-AK))
0019 12 CONTINUE
0020  BBB=PBB*(1.-AK**IQQ)/EBB
0021  SUM=SUM+AAA+BBB
0022  RAA=DABS(BBB)/DABS(SUM)
0023  IF (RAA.LT.ACCY) GO TO 31
0024 30 CONTINUE
0025 31 RETURN
0026  END

```


FORTRAN IV

SUBPGM

```

C
C   CALCULATE THE SHAPE FUNCTION FOR ANNULAR
C   PLATE WITH SUPPORTING EDGE BEAMS
C   SUBROUTINE SUBPROGRAM NAMED CSHAP
C
0001   SUBROUTINE CSHAP (ANU,AK,CHII,CHIO,B1,
      *B2,B3)
0002   IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
0003   IF (CHIO.LT.0.0.AND.CHII.GE.0.0) GO TO 8
0004   IF (CHII.LT.0.0.AND.CHIO.GE.0.0) GO TO 10
0005   IF (CHII.LT.0.0.AND.CHIO.LT.0.0) GO TO 1
0006   DIVIB=(ANU+CHIO)*(ANU-CHII)*(1.-AK)**2
      *+4.*(ANU-CHII)*(1.-AK)-4.*AK*(ANU+CHIO)
      ***(1.-AK)-12.*AK
0007   B1=(0.0-(ANU+CHIO)*(ANU-CHII)*(1.-AK)**2
      *-4.*(ANU-CHII)*(1.-AK)+2.*AK*(ANU+CHIO)
      ***(1.-AK))/DIVIB
0008   B2=((ANU+CHIO)*(ANU-CHII)*(1.-AK)**2
      *+6.*(ANU-CHII)*(1.-AK))/DIVIB
0009   B3=(0.0-2.*(ANU-CHII)*(1.-AK)-2.*AK
      ***(ANU+CHIO)*(1.-AK))/DIVIB
0010   GO TO 2
0011   8 DIVIF= (ANU-CHII)*(1.-AK)-4.*AK
0012   B1 = (-(ANU-CHII)*(1.-AK)+2.*AK)/DIVIF
0013   B2 = (ANU-CHII)*(1.-AK)/DIVIF
0014   B3 = (-2.*AK)/DIVIF
0015   GO TO 2
0016   10 B1 = -1.
0017   B2 = ((ANU+CHIO)*(1.-AK)+6.)/((ANU+CHIO)
      ***(1.-AK)+4.)
0018   B3 = (-2.)/((ANU+CHIO)*(1.-AK)+4.)
0019   GO TO 2
0020   1 B1 = -1.0
0021   B2 = 1.0
0022   B3 = 0.0
0023   2 RETURN
0024   END

```

FORTRAN IV

SUBPGM

```

C
C
C      SUBROUTINE SUBPROGRAM NAMED CRIT
0001      SUBROUTINE CRIT (ANU,AK,NB,PI,ALPHAI,
          *ALPHAO,NUM,B1,B2,B3,SUMX,SUMY,SUMKX,M,
          *SUMKY,CHII,CHIO,AN,ALAMB)
0002      IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
0003      DIMENSION AN(500),ALAMB(500)
0004      IF (ALPHAI.LT.0.0) GO TO 20
0005      DIVIA=(1.-AK**2)+((1.-ANU)*AK**2+(1.+ANU))
          **ALPHAI+((1.+ANU)*AK**2+(1.-ANU))*ALPHAO
          **+(1.-AK**2)*(1.-ANU**2)*ALPHAI*ALPHAO
0006      A=(1.-ALPHAI*(1.-ANU))*(AK**2)/DIVIA
0007      B=(0.-(1.+ALPHAI*(1.+ANU)))/DIVIA
0008      GO TO 30
0009  20 DIVIB=(1.+ANU)+(1.-ANU)*AK**2+(1.-AK**2)
          **+(1.-ANU**2)*ALPHAO
0010      A=(0.-(1.-ANU)*AK**2)/DIVIB
0011      B=(0.-(1.+ANU))/DIVIB
C
C
C      CONSTANT FOR SHAPE FUNCTION
0012  30 Z0=-((AK*B1)/(1.-AK)-B2*AK**2/(1.-AK)**2
          *+B3*AK**3/(1.-AK)**3)
0013      Z1=B1/(1.-AK)-2.*AK*B2/(1.-AK)**2
          *+3.*B3*AK**2/(1.-AK)**3
0014      Z2=B2/(1.-AK)**2-3.*AK*B3/(1.-AK)**3
0015      Z3=B3/(1.-AK)**3
C
0016      CALL CONS (PI,AK,SUMX,SUMY,
          *SUMKX,SUMKY,Z0,Z1,Z2,Z3,D1,D2,D3,D4,D5)
C
0017      IF (M.GE.11) GO TO 40
0018      DO 60 N=1,NB
0019      AN(N)=N-1
0020      ALAMB(N)=0.0-(D1+(1.+2.*AN(N)**2)*D4
          **+(AN(N)**4-4.*AN(N)**2)*D5)/((D3*B+D4*A)
          **+(D2*B-D5*A)*AN(N)**2)
0021      IF (ALAMB(N).LT.0.0) GO TO 21
0022      IF (AN(N).EQ.0.0) GO TO 60
0023      IF (ALAMB(N).LT.ALAMB(N-1)) GO TO 60
0024      IF (NUM.GE.2) GO TO 75
0025      WRITE(3,7300) CHII,CHIO,ALPHAI,ALPHAO,
          *AK,AN(N-1),ALAMB(N-1)
0026      GO TO 70
0027  75 WRITE(3,7400) ALPHAI,ALPHAO,AK,
          *AN(N-1),ALAMB(N-1)
          GO TO 70
0028  60 CONTINUE
0029  21 WRITE(3,80)
0030  80 FORMAT(///15X,20H STOP IN ANALYSIS OF,1X,
          *29HBUCKLING LOAD DUE TO CRITICAL,1X,
          *35HBUCKLING LOAD PARAMETER IS NEGATIVE).
          WRITE(3,90) AK,AN(N),ALAMB(N)
0031
0032

```

FORTRAN IV

CRIT

```

0033      90 FORMAT (//15X,4H K =,F4.2,5X,7H NUMBER,
      *11H OF WAVES =,F6.1,5X,19H BUCKLING LOAD IS =,
      *F11.2)
0034      7300 FORMAT( 9X,F7.2,3X,F7.2,4X,F8.2,3X,F8.2,
      *8X,F3.2,13X,F5.1,12X,F14.3)
0035      7400 FORMAT(30X,F8.2,3X,F8.2,8X,F3.2,13X,
      *F5.1,12X,F14.3)
0036      IF (ALAMB(N).LT.0.0) STOP
0037      GO TO 70
0038      40 DO 50 NN =1,21
0039      BN=NN-1
0040      ALAMC=0.0-(D1+(1.+2.*BN**2)*D4
      *(BN**4-4.*BN**2)*D5)/((D3*B+D4*A)
      *(D2*B-D5*A)*BN**2)
0041      WRITE(3,7450) AK ,BN,ALAMC
0042      7450 FORMAT( 12X,F3.2,13X,F5.1,12X,F11.3)
0043      50 CONTINUE
0044      70 RETURN
0045      END

```

FORTRAN IV

SUBPGM

C
C
C

SUBROUTINE SUBPROGRAM NAMED CONS

```

0001      SUBROUTINE CONS (PI,AK,SUMX,SUMY,
*SUMKX,SUMKY,Z0,Z1,Z2,Z3,D1,D2,D3,D4,D5)
0002      IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
0003      V=PI*AK/(1.-AK)
0004      W=V*2.
0005      Y0=DCOS(W)*SUMY-DSIN(W)*SUMKY
0006      Y1=DCOS(V)*SUMX-DSIN(V)*SUMKX
0007      Y2=DCOS(V)*SUMKX+DSIN(V)*SUMX
0008      GA=Z3*(1.+AK**3)+Z2*(1.+AK**2)+Z1
** (1.+AK)+2.*Z0
0009      GB=4.*Z3*(1.-AK**3)+6.*Z2*(1.-AK**2)+12.*0
**Z1*(1.-AK)
0010      GC=0.0-12.*Z0*(DLOG(AK))-2.*(1.+AK)/(1.-AK)
0011      D1=GA*PI**2/(1.-AK)**3+GB*Z3-PI*Y0/(1.-AK)**3
**12.*Z3*Y1/PI-2.*Z0*Y2*PI**2/(1.-AK)**3
**GC*Z3+PI**2/(2.*(1.-AK)**3)
0012      GD=2.*Z1*Z3+Z2**2
0013      GE=2.*Z3/PI**2+Z0*Z3+Z1*Z2
0014      GF=2.*Z0*Z2+Z1**2+Z0**2/AK+4.*Z2/PI**2
0015      GG=2.*Z1*Y1/PI+2.*Z0*Y2/(1.-AK)
0016      D2=0.2*(1.-AK**5)*Z3**2+Z2*Z3*(1.-AK**4)
**0.5+GD*(1.-AK**3)/3.0+GE*(1.-AK**2)+GF
** (1.-AK)+GG+Y0/(PI*(1.-AK))-2.0*Z0*Z1
** (DLOG(AK))
0017      GH=10.*Z1*Z3+4.*Z2**2
0018      GI=13.*Z3/PI**2+4.5*Z0*Z3+2.5*Z1*Z2
0019      GK=2.*Z2/PI**2+4.*Z0*Z2+Z1**2+8.*Z2/PI**2
0020      GL=Z1*(1.+AK)+Z2*(1.+AK**2)+Z3*(1.+AK**3)
0021      GM=Z1*Y1/PI+Z0*Y2/(1.-AK)-2.*Z0/(1.-AK)
0022      D3=0.0-1.8*(1.-AK**5)*Z3**2-13.*Z2*Z3
** (1.-AK**4)/4.0-GH*(1.-AK**3)/3.0-GI
** (1.-AK**2)-GK*(1.-AK)+GL/(1.-AK)
** -Y0/(2.0*PI*(1.-AK))-GM+0.5/(1.-AK)
** +Z0*Z1*(DLOG(AK))
0023      GN=1.5*Z2*Z3-Z0*Z1*0.5/AK**2
0024      GO=Z1**2/AK-2.*Z1*Z3
0025      GP=(Z3+1.5*Z1/AK)*(1.+AK)
0026      GQ=0.-0.5*Z1*PI/(1.-AK)**2-3.*Z3/PI
0027      GR=0.5*Z0*PI**2/(1.-AK)**3+Z2/(1.-AK)
0028      GS=Z1*Z2-3.*Z0*Z3
0029      D4=0.0-(1.-AK**3)*Z3**2-GN*(1.-AK**2)
** +GO*(1.-AK)+0.5*Z0*(1.+AK**2)/(1.-AK)
** AK**2)+GP/(1.-AK)+GQ*Y1+GR*Y2
** -GS*(DLOG(AK))+0.5/(AK*(1.-AK))+2.0
** Z2/(1.-AK)
0030      GT=Z3**2+Z0**2/AK**3
0031      GU=Z2*Z3+Z0*Z1/AK**2
0032      GV=2.*Z1*Z3+Z2**2+2.*Z0*Z2/AK+Z1**2/AK
0033      GW=2.*Z3/PI-Z1*PI/(1.-AK)**2
0034      GX=2.*Z2/(1.-AK)-Z0*PI**2/(3.*(1.-AK)**3)
0035      GY=2.*Z0*Z3+2.*Z1*Z2

```

FORTRAN IV

CONS

0036

```
D5=GT*(1.-AK**3)/3.+GU*(1.-AK**2)+GV*(1.-AK)
**+ZO*(1.+AK**2)/(3.*(1.-AK)*AK**2)+Z1
***(1.+AK)/(AK*(1.-AK))-2.0*PI*YO/(3.0*(1.-AK)
***3)+GW*Y1+GX*Y2-GY*(DLOG(AK))+1.0/(3.0
**AK*(1.-AK))
```

0037

RETURN

0038

END



ประวัติการศึกษา

นายพรเลิศ สันติภากรณ์ เกิดเมื่อวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2494 ที่จังหวัดลำปาง จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่โรงเรียนกุราชระการคุณ จังหวัดตราด และจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่โรงเรียนอานวยศิลป์ พระนคร จากนั้นเข้ารับการศึกษา และจบการศึกษาชั้นปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโยธา ที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ชนบุรี ในปี พ.ศ. 2518 ปัจจุบันเป็นพนักงานองค์การของรัฐ ดำรงตำแหน่งนายช่าง 1 กองออกแบบ การประปานครหลวง