

เอกสารอ้างอิง

1. ทักษิณ เทพชาตรี, พฤติกรรมและการออกแบบโครงสร้างเหล็ก, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2529.
2. Adeli, H, and H. Chyou, "Microcomputer - Aided Optimal Plastic Design of Frames," Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE, Vol. 1(1), 20-34, 1987.
3. Grierson, D.E, and G.M.L. Gladwell, "Collapse Load Analysis Using Linear Programming," Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 97 (ST5), 1561-1573, 1971.
4. Cohn, M.Z., S.K. Ghosh, and S.R. Parimi, "Unified Approach to Theory of Plastic Structures," Journal of the Engineering Mechanics Division, ASCE. Vol. 98 (EM5), 1133-1158, 1972.
5. Ketter, R.L., "Plastic Design of Pinned-Base Gable Frames," Welded Continuous Frames and Their Components (Beedle, L.S.), _____
6. Toakley, A.R., "Optimum Design Using Available Sections," Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 94 (ST5), 1219-1241, 1968.
7. Horne, M.R. and L.J. Morris, "Optimum Design of Multistory Rigid Frames," Optimum Strutual Design (Gallagher, R.H., and O.C. Zienkiewicz), 267-282, John Wiely & Sons., 1973.
8. Adeli, H, and H. Chyou, "Plastic Analysis of Irregular Frames on Microcomputers," Computer & Structure, Vol. 32(2), 223-240, 1986.
9. Watwood, V.B., "Mechanism Generation for Limit Analysis of Frames," Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 109 (ST1),

- 1-15, 1979.
10. ก่อเกียรติ เรือรภักดีวัฒน์, "การคำนวณออกแบบอย่างเหมาะสมที่สุดโดยวิธีพลาสติก สำหรับ โครงเหล็กหลายชั้น ชนิดไร้ดีโง่งทะแยง," วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532
 11. บัณฑิต ลักณะประสิทธิ์, การวิเคราะห์โครงสร้าง, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2527.
 12. Neal, B.G., The Plastic Methods of Structural Analysis, Chapman and Hall, New York, 3rd ed., 1977.
 13. สมคิด แก้วสนธิ, เส้นใยโปรแกรมหลักและการประยุกต์, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2530.
 14. Horne, M.R, and L.J. Morris, Plastic Design of Low-Rise Frames, Granada, London, 1981.
 15. American Institute of Steel Construction, "Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings," part II, AISC, New York, 1978
 16. American Society of Civil Engineer and Welding Research Council, "Plastic Design in Steel - A Guide and Commentary," ASCE, New York, 1971
 17. American Iron and Steel Institute, Committee of Structural Steel Producers, Committee of Steel Plate Producers, "Plastic Design of Braced Multistory Steel Frames," AISI, New York, 1968
 18. Salmon, C.G., and Johnson, J.E., Steel Structural Design and Behavior, Harper and Row Co. Ctd., New York, 2nd ed., 1980
 19. Massonnet, C.E., E.P. Popoo, and G.C. Driscoll, "Plastic Analysis and Design," Structural Design of Tall Steel Buildings, Vol. SB, 137-236, American Society of Civil

- Engineering, New York, 1977.
20. Kirach, U., Optimum Structural Design, McGraw-Hill Book Co.,
New York, 1981.
21. Harrison, H.B, Computer Methods in Structural Analysis,
Prentice-Hall, Inc., USA, 1973.
22. Manomaiphibul, T., "Computer Program Development for Approximate
Plastic Analysis and Design of Multistory Steel Frames",
Research Report, Department of Civil Engineering,
Chulalongkorn University, Bangkok, 1985.
23. Rice, J.R, Numerical Methods, Software, and Analysis,
Prentice-Hall, Inc., USA, 1973.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ขนาดหน้าตัดทางทฤษฎี* และฟังก์ชันเป้าหมาย โดยคำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่าง
เดียวในสมการเงื่อนไขบังคับ ในตัวอย่างที่ 1

แรงดัดพลาสติก (ตัน-ม.)	1.3(DL+LL+WL) (กรณีที่ 1)	1.7(DL+LL) (กรณีที่ 2)	1.3(DL+LL+WL) และ 1.7(DL+LL) (กรณีที่ 3)	1.3(DL+LL) และ 1.3(WL) (กรณีที่ 4)
M_{p1}	29.97	1.08	23.98	22.56
M_{p2}	44.97	57.27	43.48	30.04
M_{p3}	15.00	19.65	19.50	7.55
M_{p4}	15.00	19.65	19.50	22.45
ฟังก์ชันเป้าหมาย (ตัน-ม. ²)	509.95	432.05	512.83	390.60

* เมื่อคำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 ขนาดหน้าตัดจริงจากการออกแบบ** และฟังก์ชันเป้าหมาย โดยคำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียวในสมการเงื่อนไขบังคับ ในตัวอย่างที่ 1

แรงดัดพลาสติก (ตัน-ม.)	1.3(DL+LL+WL) (กรณีที่ 1)	1.7(DL+LL) (กรณีที่ 2)	1.3(DL+LL+WL) และ1.7(DL+LL) (กรณีที่ 3)
M_{p1}	36.49	6.30	33.04
M_{p2}	47.98	58.89	44.25
M_{p3}	18.04	20.69	20.69
M_{p4}	18.04	20.69	20.69
ฟังก์ชันเป้าหมาย (ตัน-ม. ²)	591.29	480.26	582.12

** การออกแบบคำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนและการสูญเสียเสถียรภาพแล้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ขนาดหน้าตัดจริงจากงานวิจัย และฟังก์ชันเป้าหมาย โดยคำนึงถึงผลของแรงในแนวแกน และการสูญเสียเสถียรภาพต่อแรงดัดพลาสติกในสมการเงื่อนไขบังคับด้วย ในตัวอย่างที่ 1

แรงดัดพลาสติก (ตัน-ม.)	1.3(DL+LL+WL) (กรณี 1)	1.7(DL+LL) (กรณี 2)	1.3(DL+LL+WL) และ 1.7(DL+LL) (กรณี 3)
M_{p1}	26.41	6.30	26.41
M_{p2}	42.81	58.89	42.81
M_{p3}	23.01	20.69	23.01
M_{p4}	23.01	20.69	23.01
ฟังก์ชันเป้าหมาย (ตัน-ม. ²)	559.79	480.26	559.79
เปอร์เซ็นต์ที่ประหยัดกว่า ตาราง 4.2	5.6	0	4.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 ขนาดหน้าตัดจริงและฟังก์ชันเป้าหมาย จากการคำนวณออกแบบโดยวิธีพลาสติกธรรมดา และการคำนวณออกแบบอย่างเหมาะสมที่สุดในตัวอย่างที่ 2 กรณีที่ 1

แรงดัดพลาสติก (ตัน-ม.)	การคำนวณออกแบบโดยวิธีพลาสติกธรรมดา		การคำนวณออกแบบ อย่างเหมาะสมที่สุด
	ขนาดหน้าตัด ทางทฤษฎี*	ขนาดหน้าตัดจริง จากการออกแบบ**	ขนาดหน้าตัดจริง จากงานวิจัยนี้
M_p	18.18	34.20	22.15
ฟังก์ชันเป้าหมาย (ตัน-ม. ²)	648.43	1231.07	797.43

* คำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียว

** การออกแบบคำนึงถึงผลของแรงโมเมนต์แกนและการสูญเสียเสถียรภาพแล้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ขนาดหน้าตัดจริง และฟังก์ชันเป้าหมาย จากการคำนวณออกแบบอย่างเหมาะสมที่สุดในตัวอย่างที่ 2 กรณีที่ 2

แรงดัดพลาสติก (ตัน-ม.)	วิธีที่ ①		วิธีที่ ②
	ขนาดหน้าตัด ทางทฤษฎี*	ขนาดหน้าตัดจริง จากการออกแบบ**	ขนาดหน้าตัดจริง จากงานวิจัยนี้
M_{p1}	17.24	25.65	22.15
M_{p2}	19.08	22.15	22.15
ฟังก์ชันเป้าหมาย (ตัน-ม. ²)	650.12	867.48	797.43

- ① คำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียวในสมการเงื่อนไขบังคับ
- ② คำนึงถึงผลของแรงโมเมนต์แกนและการสูญเสียเสถียรภาพต่อแรงดัดพลาสติกในสมการเงื่อนไขบังคับด้วย
- * คำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียว
- ** การออกแบบคำนึงถึงผลของแรงโมเมนต์แกนและการสูญเสียเสถียรภาพแล้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 ขนาดหน้าตัดจริง และฟังก์ชันเป้าหมาย จากการคำนวณออกแบบอย่างเหมาะสมที่สุดในตัวอย่างที่ 2 กรณีที่ 3

แรงดัดพลาสติก (ตัน-ม.)	วิธีที่ ①		วิธีที่ ②
	ขนาดหน้าตัดทางทฤษฎี*	ขนาดหน้าตัดจริงจากการออกแบบ**	ขนาดหน้าตัดจริงจากงานวิจัยนี้
M_{p1}	17.24	25.65	22.15
M_{p2}	19.08	25.65	25.65
ฟังก์ชันเป้าหมาย (ตัน-ม. ²)	650.12	923.53	853.49

- ① คำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียวในสมการเงื่อนไขบังคับ
- ② คำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนและการสูญเสียเสถียรภาพต่อแรงดัดพลาสติกในสมการเงื่อนไขบังคับด้วย

* คำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียว

** การออกแบบคำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนและการสูญเสียเสถียรภาพแล้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 ขนาดหน้าตัดจริง และฟังก์ชันเป้าหมาย จากการคำนวณออกแบบอย่างเหมาะสมที่สุดในตัวอย่างที่ 3 กรณีฐานรองรับชนิดหมุน

แรงดัดพลาสติก (ตัน-ม.)	วิธีที่ ①		วิธีที่ ②
	ขนาดหน้าตัดทางทฤษฎี*	ขนาดหน้าตัดจริงจากการออกแบบ**	ขนาดหน้าตัดจริงจากงานวิจัยนี้
M_{p1}	4.53	9.48	9.48
M_{p2}	1.50	6.30	6.30
M_{p3}	4.53	6.30	6.30
ฟังก์ชันเป้าหมาย (ตัน-ม. ²)	123.37	213.70	213.70

① คำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียวในสมการเงื่อนไขบังคับ

② คำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนและการสูญเสียเสถียรภาพต่อแรงดัดพลาสติกในสมการเงื่อนไขบังคับด้วย

* คำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียว

** การออกแบบคำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนและการสูญเสียเสถียรภาพแล้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 ขนาดหน้าตัดจริง และฟังก์ชันเป้าหมาย จากการคำนวณออกแบบอย่างเหมาะสมที่สุดในตัวอย่างที่ 3 กรณีฐานรองรับชนิดยึดแน่น

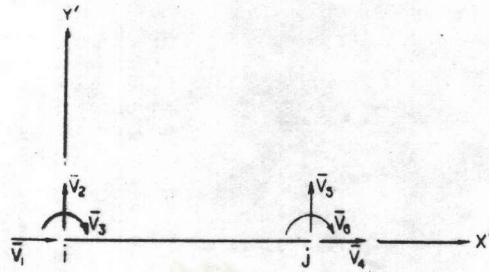
แรงดัดพลาสติก (ตัน-ม.)	วิธีที่ ①		วิธีที่ ②
	ขนาดหน้าตัดทางทฤษฎี*	ขนาดหน้าตัดจริงจากการออกแบบ**	ขนาดหน้าตัดจริงจากงานวิจัยนี้
M_{p1}	4.08	6.30	6.30
M_{p2}	1.08	3.91	3.91
M_{p3}	4.08	6.30	6.30
ฟังก์ชันเป้าหมาย (ตัน-ม. ²)	109.95	178.72	178.72

- ① คำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียวในสมการเงื่อนไขบังคับ
- ② คำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนและการสูญเสียเสถียรภาพต่อแรงดัดพลาสติกในสมการเงื่อนไขบังคับด้วย

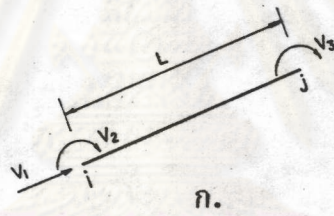
* คำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียว

** การออกแบบคำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนและการสูญเสียเสถียรภาพแล้ว

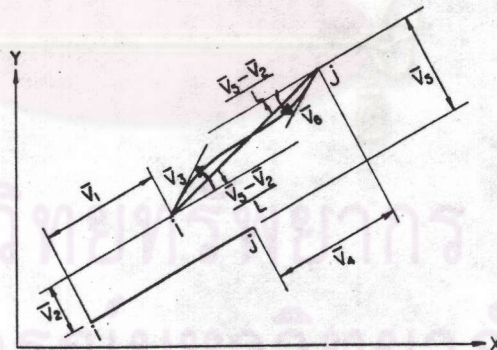
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.1 การเปลี่ยนตำแหน่งของชิ้นส่วนในระบบพิกัดเฉพาะที่

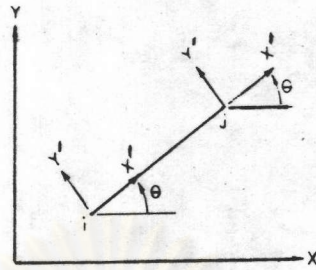


ก.

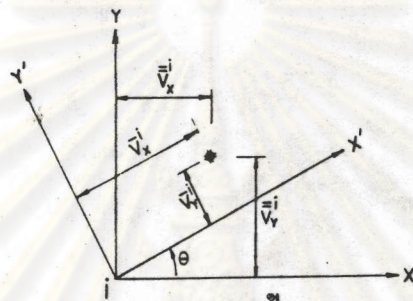


ข.

รูปที่ 2.2 ก. การเปลี่ยนรูปร่าง (อิสระ) ในระบบพิกัดเฉพาะที่
 ข. การเปลี่ยนตำแหน่งในระบบพิกัดเฉพาะที่



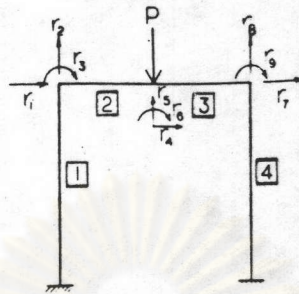
ก.



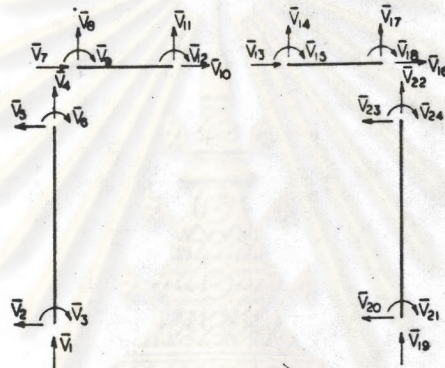
ข.

รูปที่ 2.3 ระบบพิกัดเฉพาะที่และระบบพิกัดในวงกว้าง

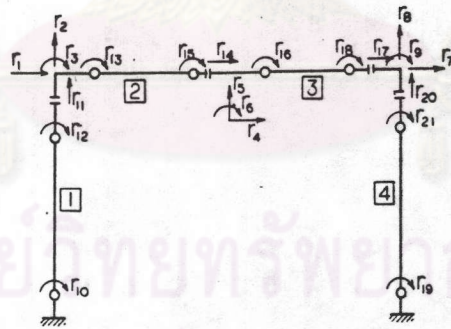
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก.



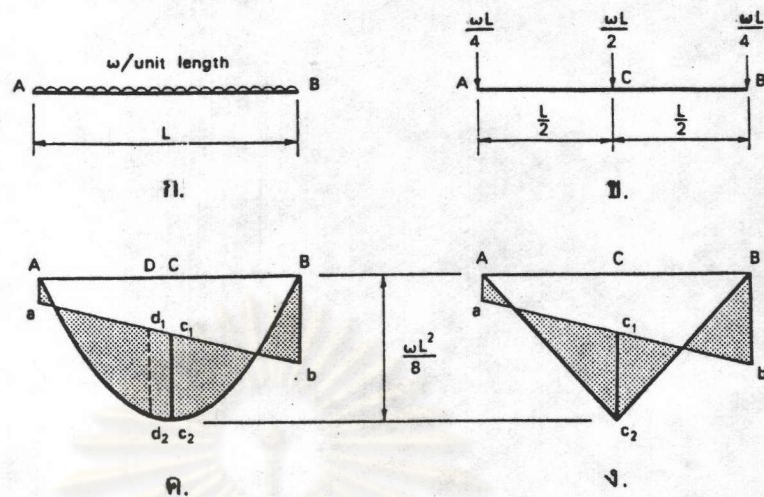
ข.



ค.

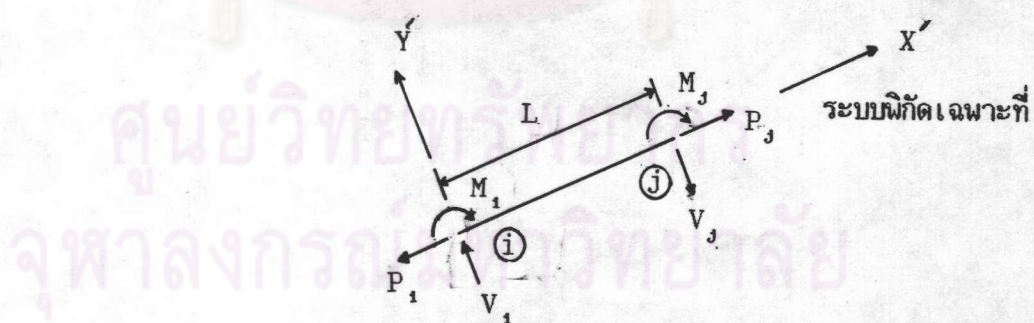
ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.4 การปลดในชิ้นส่วน

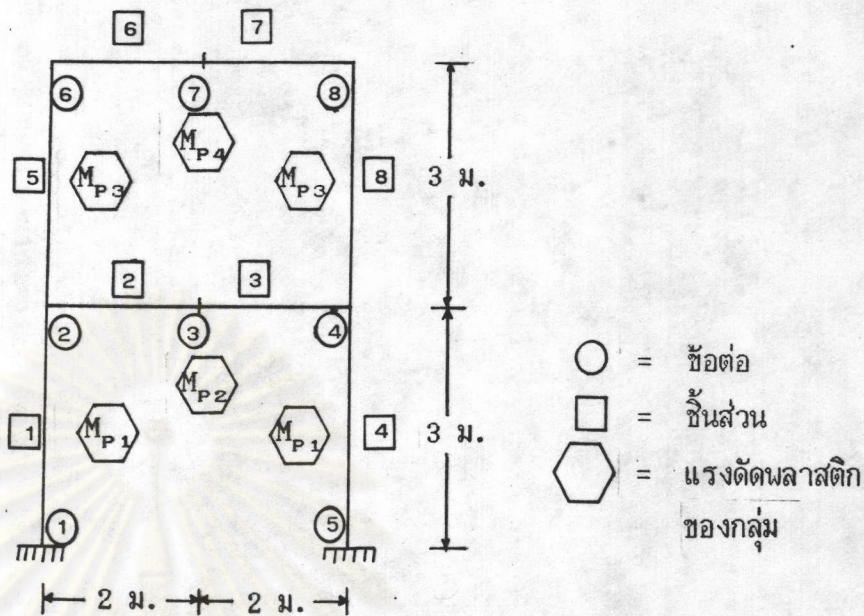


รูปที่ 3.1 แบบจำลองน้ำหนักบรรทุกสม่ำเสมอ

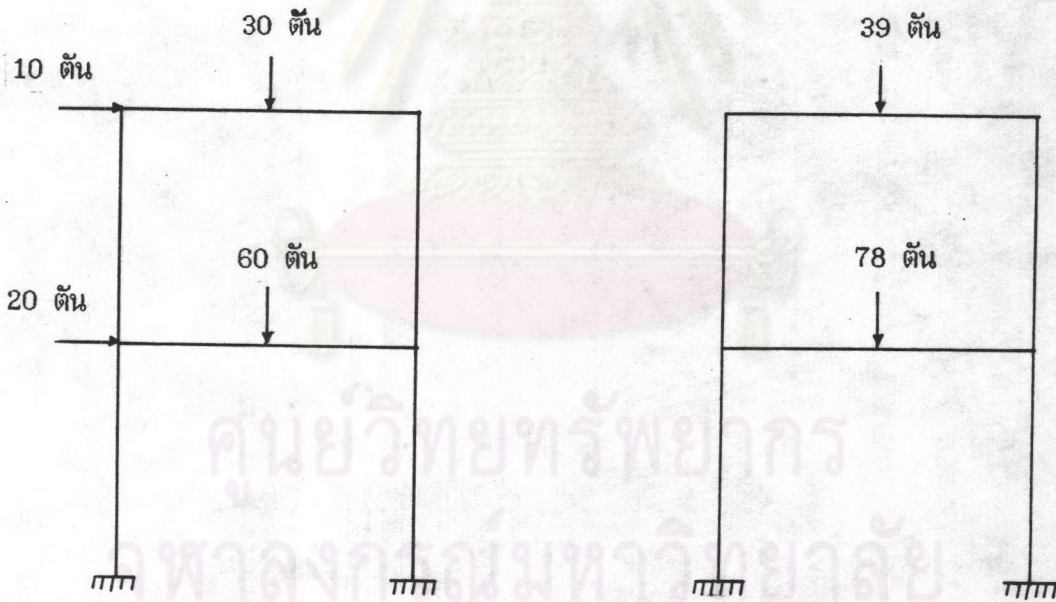
- ก. น้ำหนักบรรทุกสม่ำเสมอ
- ข. แบบจำลองน้ำหนักบรรทุกกระทำเป็นจุด
- ค. แผนภาพแรงตัดของน้ำหนักบรรทุกสม่ำเสมอ
- ง. แผนภาพแรงดัดของน้ำหนักบรรทุกกระทำเป็นจุด



รูปที่ 3.2 ทิศทางที่เป็นบวกของแรงภายใน



ก.

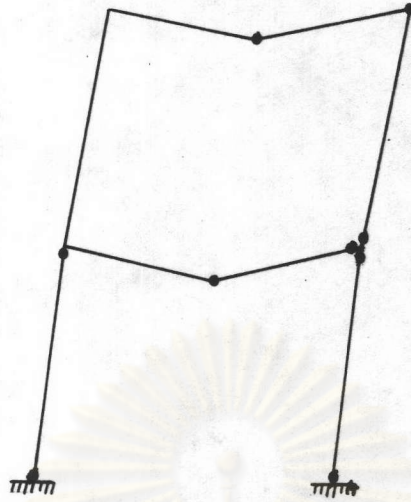


ข.

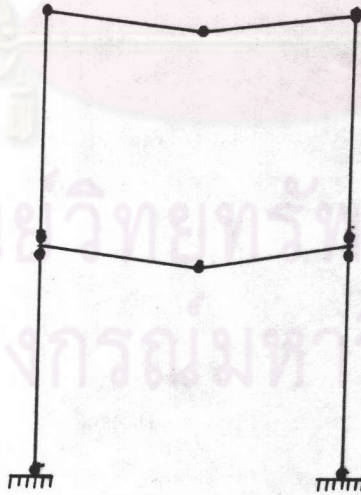
ค.

รูปที่ 4.1 ลักษณะของโครงสร้างในตัวอย่างที่ 1

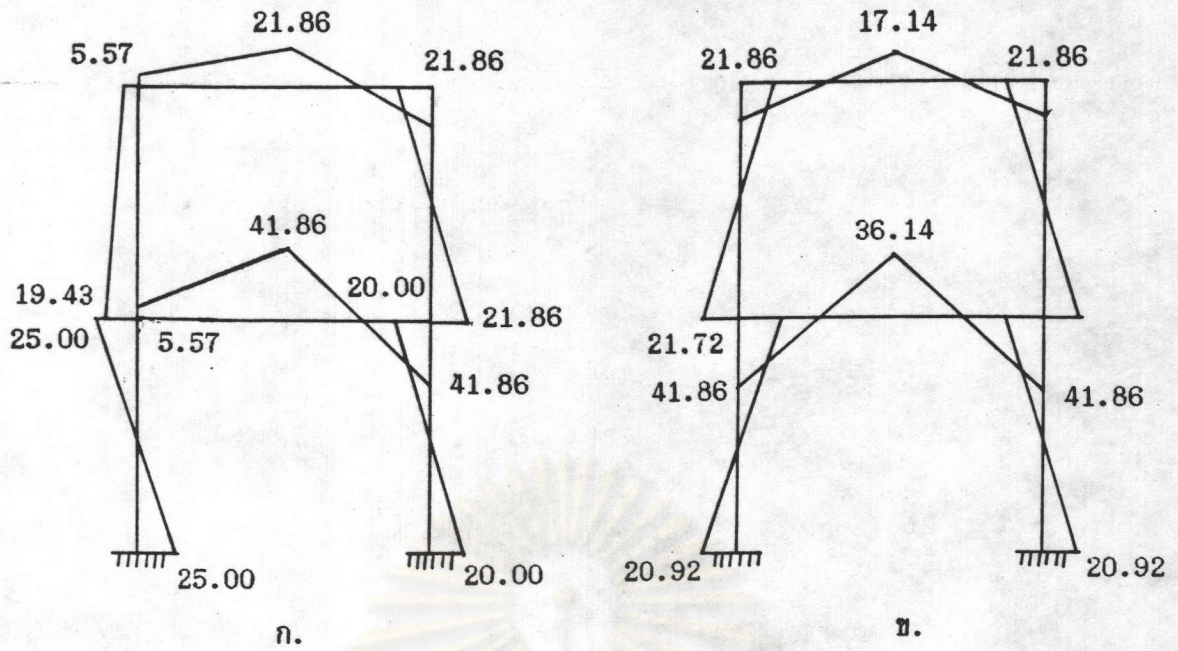
- ก. รูปร่างโครงเหล็กข้อแข็ง
- ข. น้ำหนักบรรทุกทุกตามกรณีที่ 1 1.3(DL+LL+WL)
- ค. น้ำหนักบรรทุกทุกตามกรณีที่ 2 1.7(DL+LL)



รูปที่ 4.2 กลไกวัดิตรวม เมื่อออกแบบโดยใช้เฉพาะน้ำหนักบรรทุกตามกรณีที่ 1
1.3(DL+LL+WL)

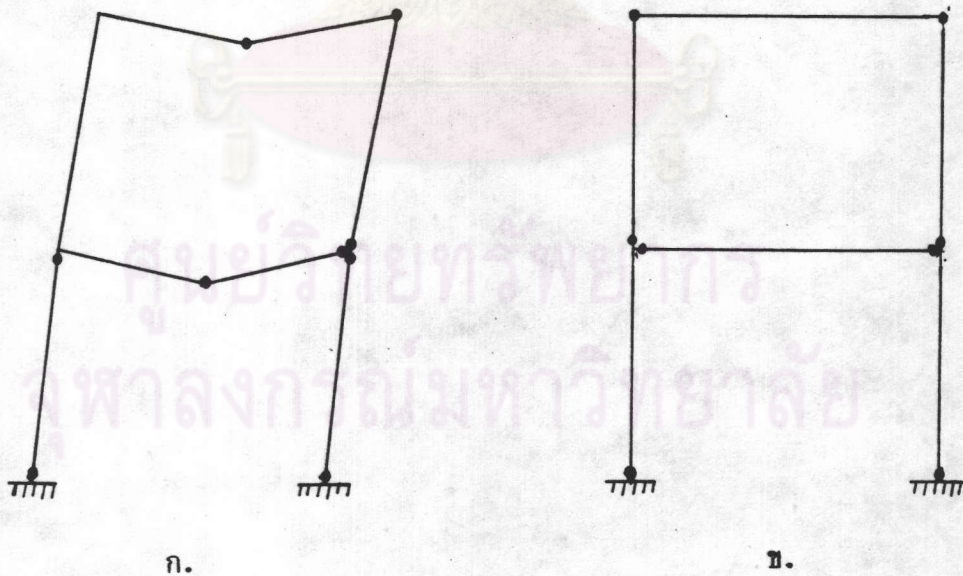


รูปที่ 4.3 กลไกวัดิตรวม เมื่อออกแบบโดยใช้เฉพาะน้ำหนักบรรทุกตามกรณีที่ 2
1.7(DL+LL)



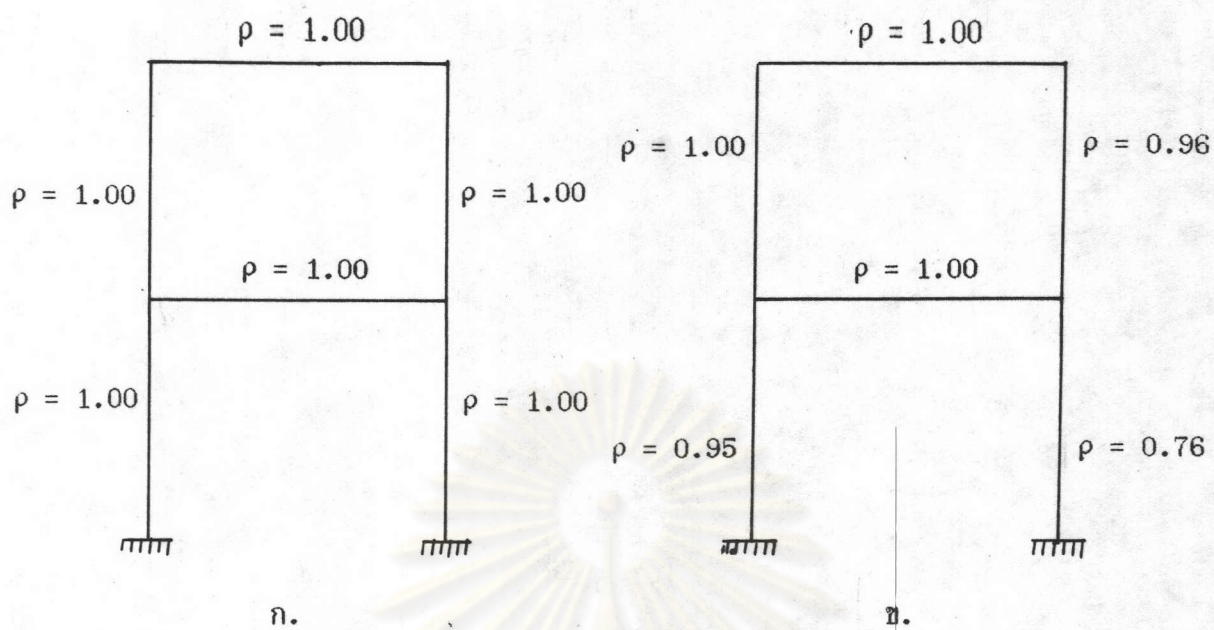
รูปที่ 4.4 แผนภาพแรงดัดภายใน เมื่อออกแบบโดยใช้น้ำหนักบรรทุก 2 ประเภท พร้อมกันตามกรณีที่ 3 (หน่วย ตัน-ม.)

- ก. กรณีที่ 1 เมื่อรับเฉพาะน้ำหนักบรรทุก 1.3(DL+LL+WL)
- ข. กรณีที่ 2 เมื่อรับเฉพาะน้ำหนักบรรทุก 1.7(DL+LL)



รูปที่ 4.5 กลไกวิบัติรวม เมื่อออกแบบโดยใช้น้ำหนักบรรทุก 2 ประเภท พร้อมกันตามกรณีที่ 3

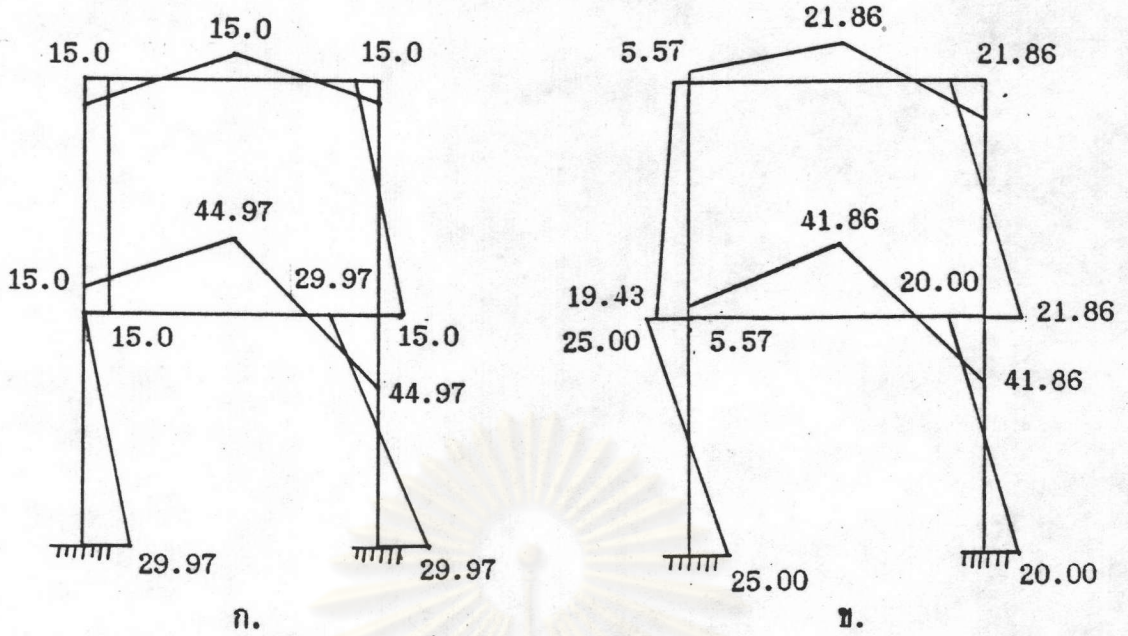
- ก. กรณีที่ 1 เมื่อรับเฉพาะน้ำหนักบรรทุก 1.3(DL+LL+WL)
- ข. กรณีที่ 2 เมื่อรับเฉพาะน้ำหนักบรรทุก 1.7(DL+LL)



รูปที่ 4.6 สัมประสิทธิ์ตัวลดค่าแรงดัดพลาสติกในสมการเงื่อนไขบังคับ ตามกรณีที่ 1

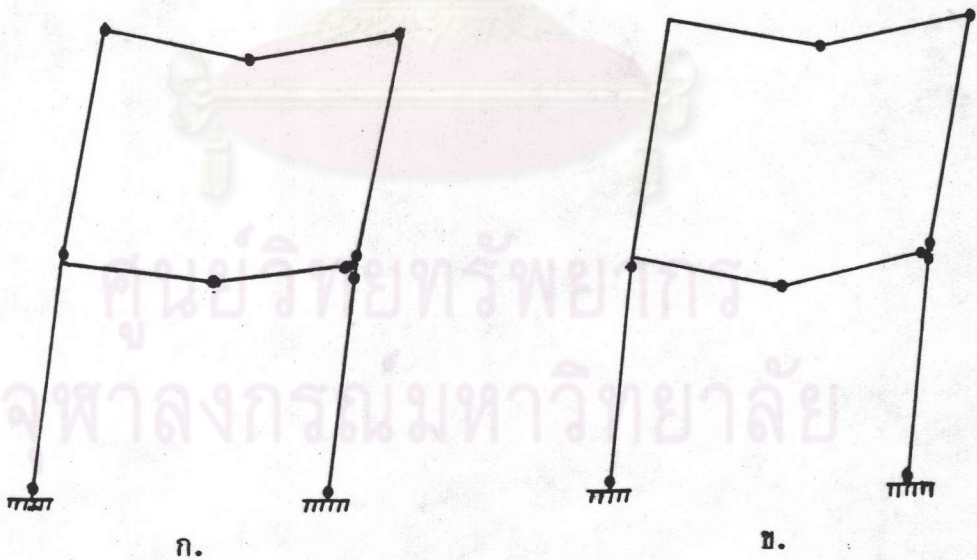
- ก. เมื่อคำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียวในสมการเงื่อนไขบังคับ
- ข. เมื่อคำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนและการสูญเสียเสถียรภาพต่อแรงดัดพลาสติกในสมการเงื่อนไขบังคับด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



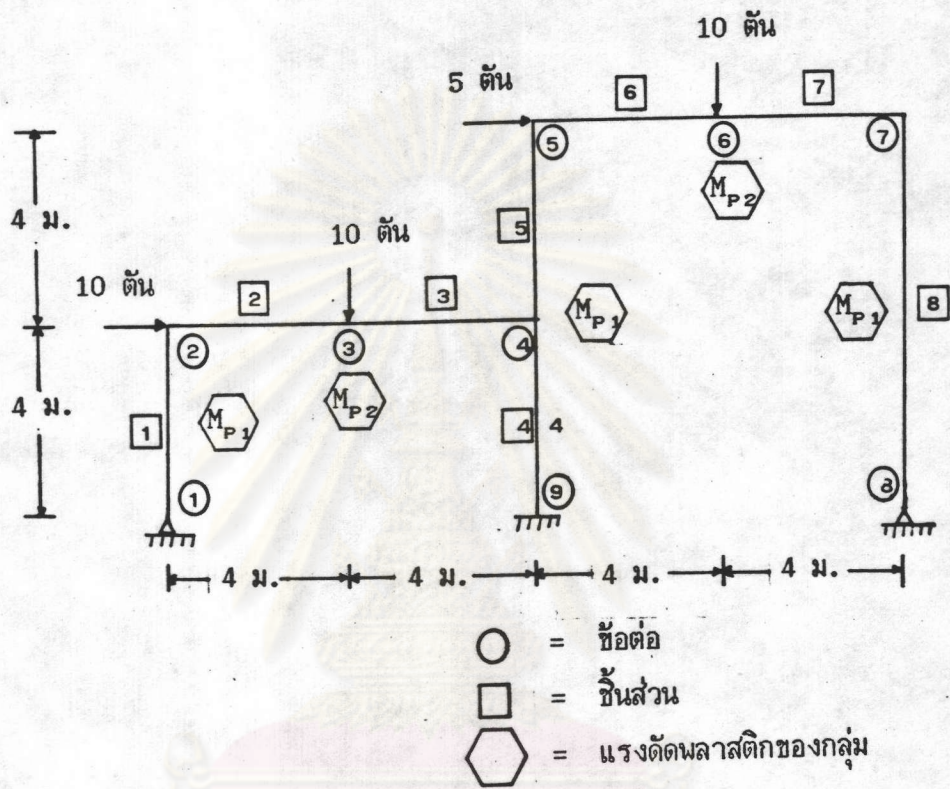
รูปที่ 4.7 แผนภาพแรงดัดภายใน ตามกรณีที่ 1 (หน่วย ตัน-ม.)

- ก. เมื่อค้ำึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียวกันในสมการเงื่อนไขบังคับ
- ข. เมื่อค้ำึงถึงผลของแรงในแนวแกนและการสูญเสียเสถียรภาพต่อแรงดัดพลาสติกในสมการเงื่อนไขบังคับด้วย



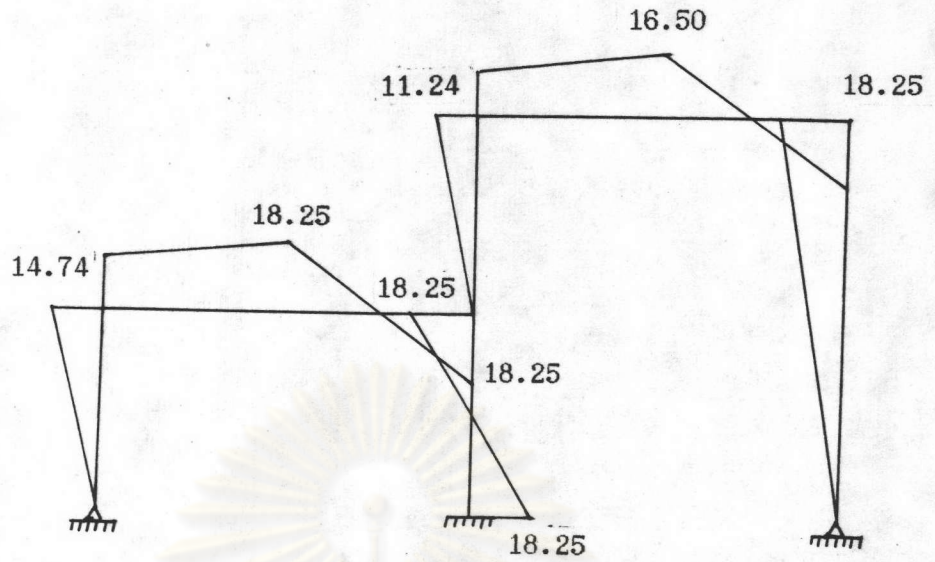
รูปที่ 4.8 กลไกวิบัติรวม ตามกรณีที่ 1

- ก. กลไกวิบัติรวมทางทฤษฎี เมื่อค้ำึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียวกันในสมการเงื่อนไขบังคับ
- ข. กลไกวิบัติรวมจริง เมื่อค้ำึงถึงผลของแรงในแนวแกนและการสูญเสียเสถียรภาพต่อแรงดัดพลาสติกในสมการเงื่อนไขบังคับด้วย

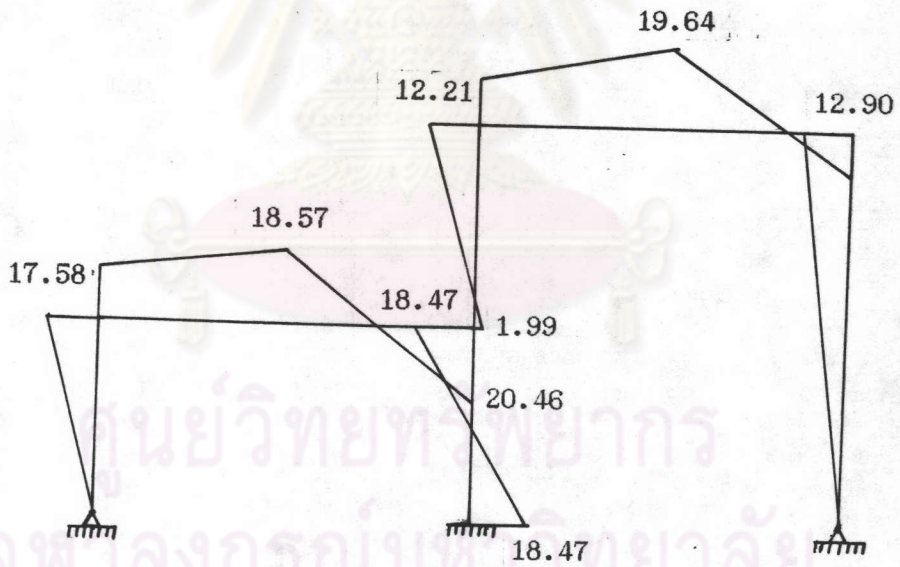


รูปที่ 4.9 ลักษณะของโครงสร้างในตัวอย่างที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก.

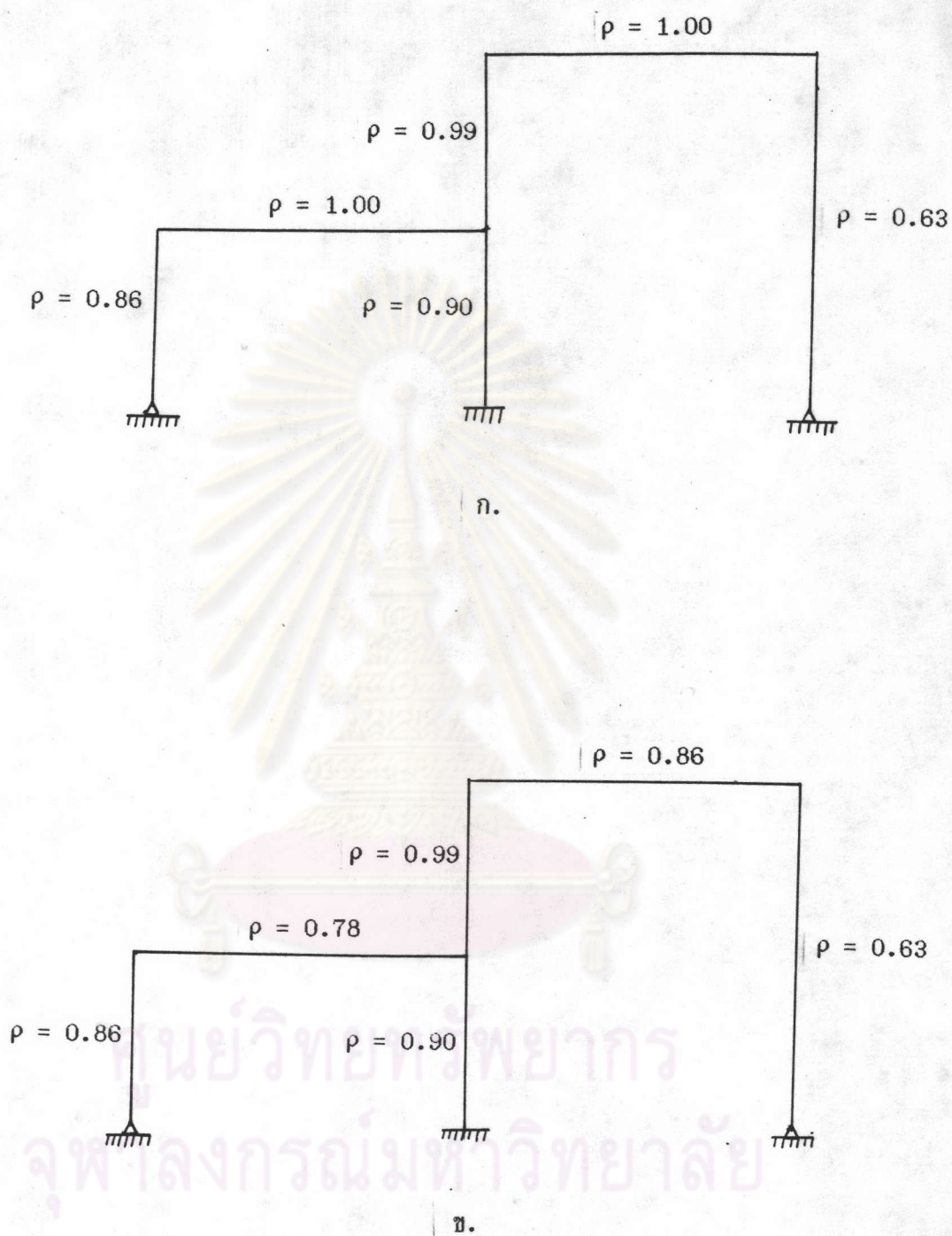


ข.

รูปที่ 4.10 แผนภาพแรงตัดภายใน ตามกรณีที่ 1 (หน่วย ตัน-ม.)

ก. การคำนวณออกแบบโดยวิธีพลาสติกกรรมตา

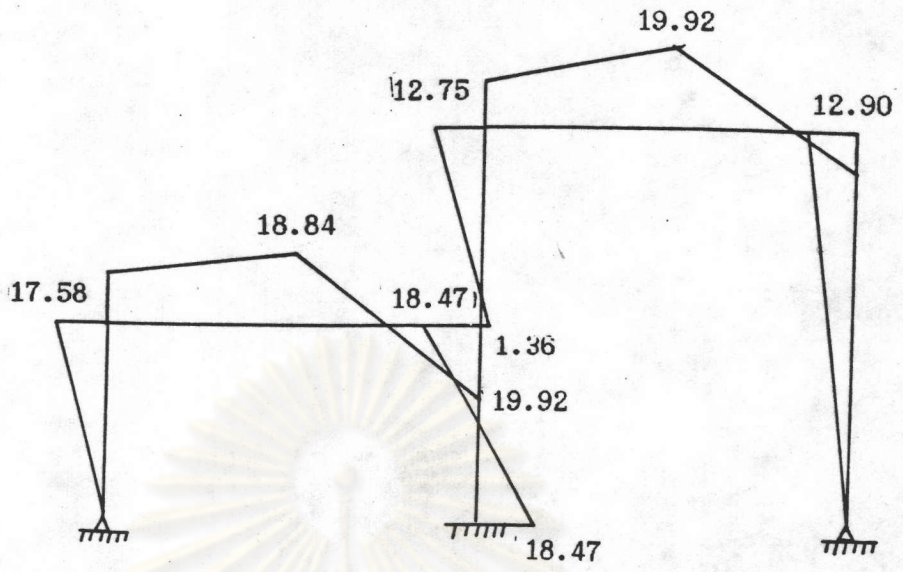
ข. การคำนวณออกแบบในงานวิจัยนี้



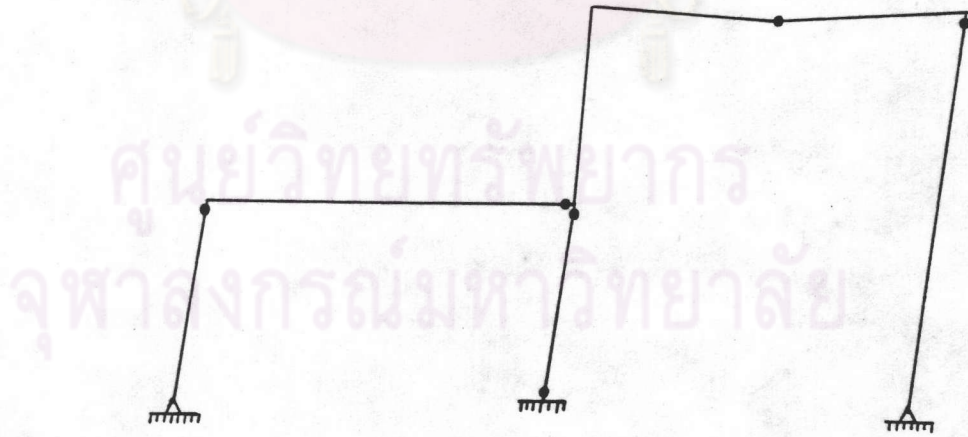
รูปที่ 4.11 สัมประสิทธิ์ตัวลดค่าแรงดัดพลาสติกในสมการเงื่อนไขบังคับ ตามกรณีที่ 2 และ 3

ก. ตามกรณีที่ 2 คานมีการค้ำยันด้านข้างตลอดความยาว

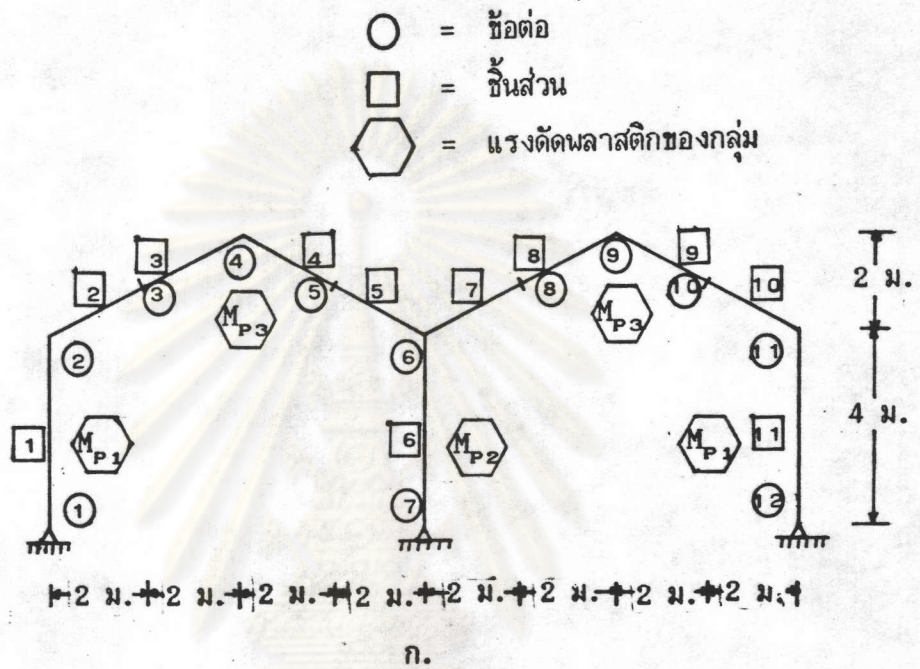
ข. ตามกรณีที่ 3 คานปราศจากการค้ำยันด้านข้าง



รูปที่ 4.12 แผนภาพแรงดัดภายใน ตามกรณีที่ 2 (หน่วย ตัน-ม.)



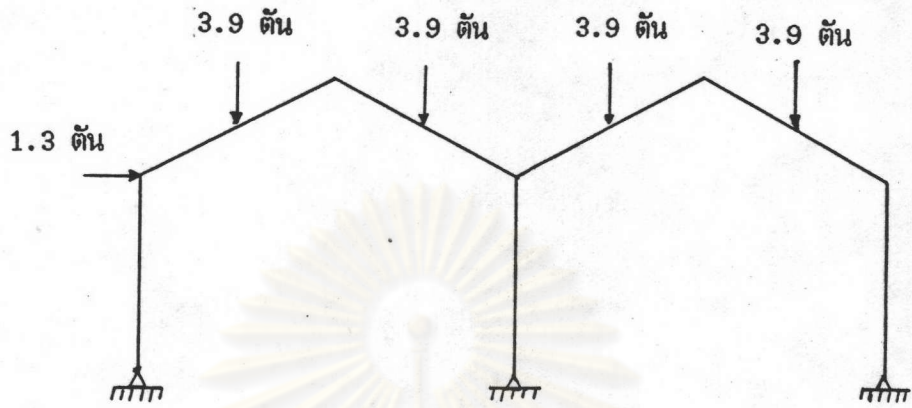
รูปที่ 4.13 กลไกวิบัติรวม 2 ตามกรณีที่ 2



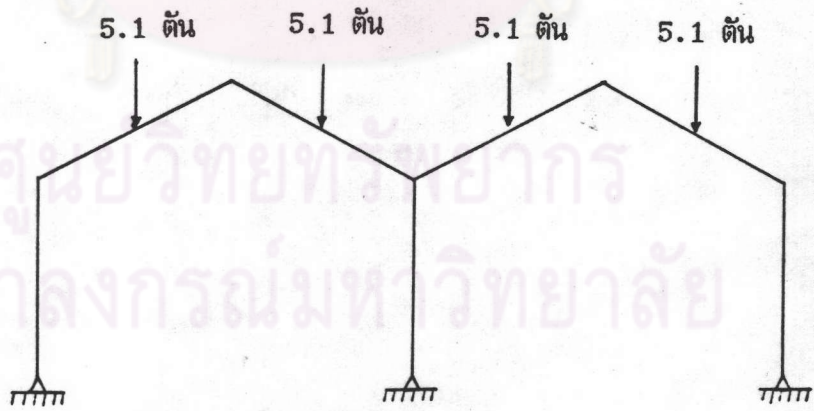
รูปที่ 4.14 ลักษณะของโครงสร้างในตัวอย่างที่ 3

- ก. รูปร่างโครงเหล็กข้อแข็ง ตามกรณีที่ 1 ฐานรองรับชนิดหมุน
 ข. น้ำหนักบรรทุก 1.3(DL+LL+WL)
 ค. น้ำหนักบรรทุก 1.7(DL+LL)

ศูนย์วิจัยและพัฒนา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

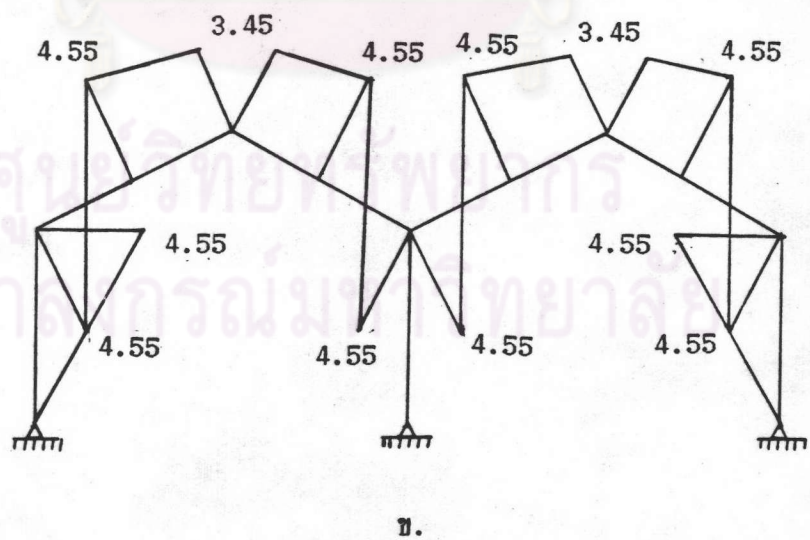
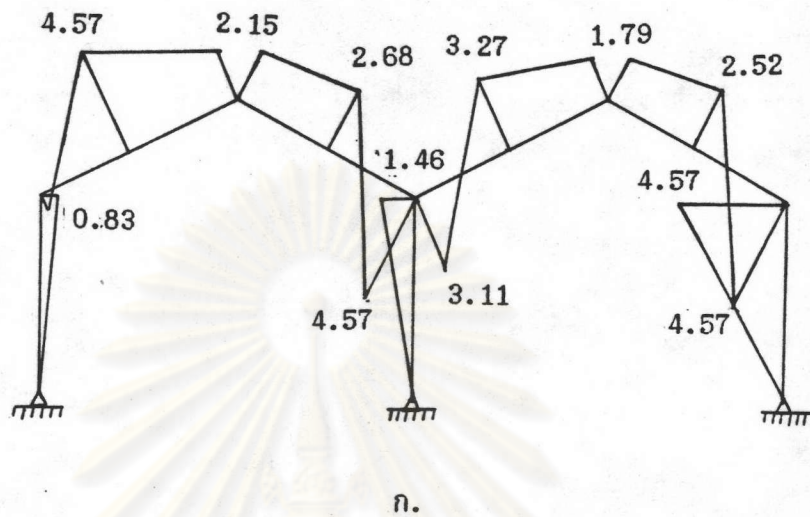


ข.



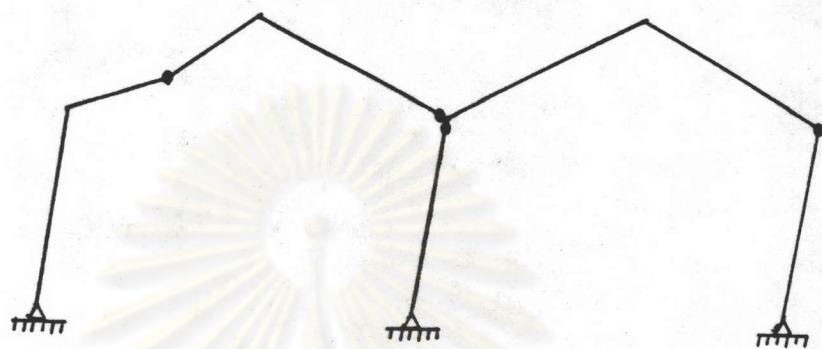
ค.

รูปที่ 4.14(ต่อ)



รูปที่ 4.15 แผนภาพแรงตัดภายใน ตามกรณีที่ 1 ฐานรองรับชนิดหมุน (หน่วย ตัน-ม.)

- ก. เมื่อรับเฉพาะน้ำหนักบรรทุกทุก 1.3 (DL+LL+WL)
 ข. เมื่อรับเฉพาะน้ำหนักบรรทุกทุก 1.7 (DL+LL)



ก.



ข.

รูปที่ 4.16 กลไกวัดรวม ตามกรณีที่ 1 ฐานรองรับชนิดหมุน

ก. เมื่อรับเฉพาะน้ำหนักบรรทุกทุก 1.3(DL+LL+WL)

ข. เมื่อรับเฉพาะน้ำหนักบรรทุกทุก 1.7(DL+LL)



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วิธีการหาผลเฉลยของสมการ

การหาผลเฉลยของสมการในรูป

$$Ay = 0 \quad (1)$$

โดยที่ A เป็นเมตริกซ์ขนาด $M \times N$ ซึ่ง $M < N$ ดังนั้นสมการที่ 1 จะมีรากที่เป็นคำตอบซึ่งไม่เป็นศูนย์ทั้งหมดได้หลายชุด และจะมีเมตริกซ์ไม่เอกฐาน (Nonsingular Matrix) ขนาด $N \times N$ ซึ่งเขียนได้ว่า (วิธีการหา B จะอธิบายในย่อหน้าถัดไป)

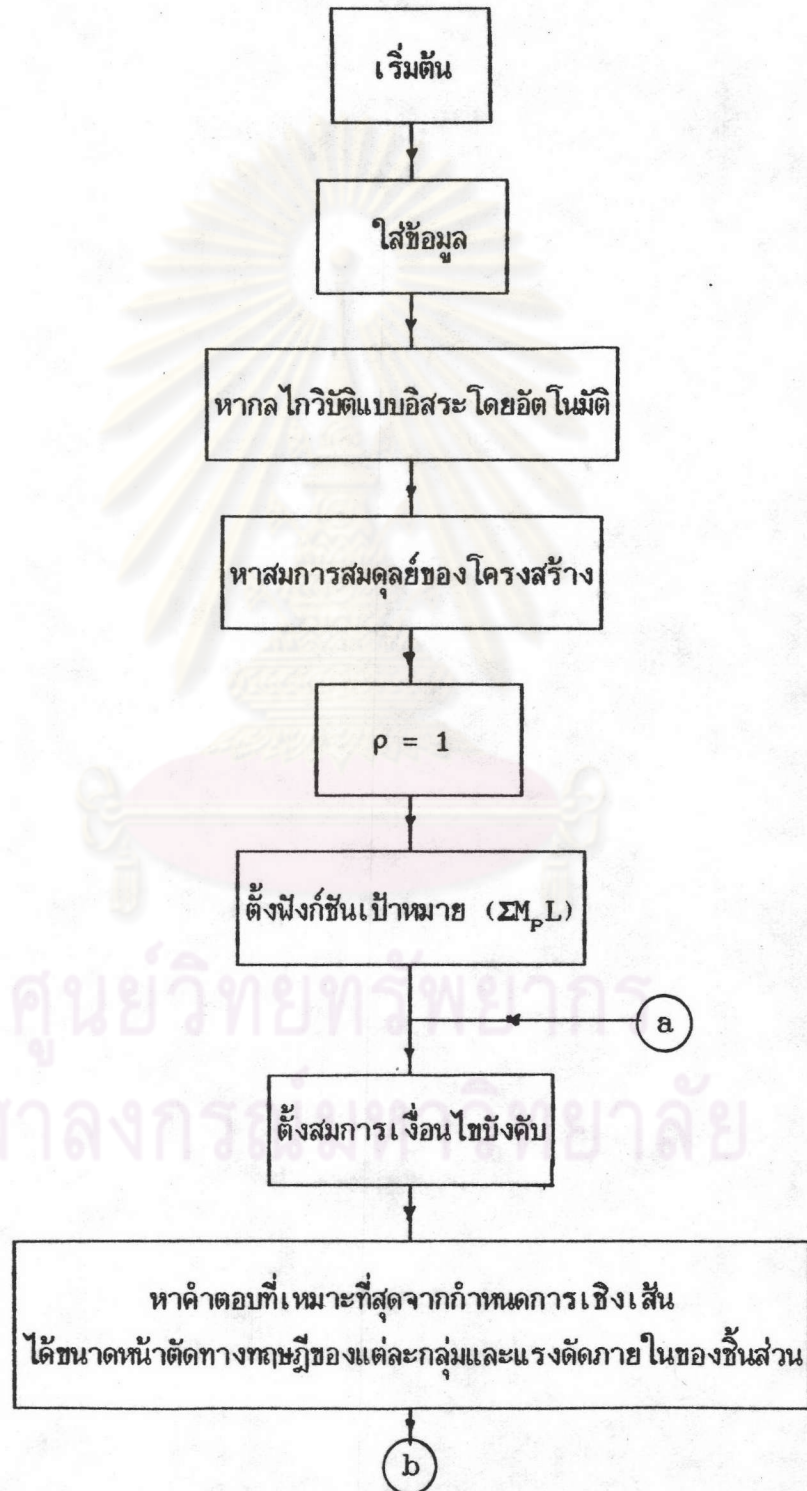
$$AB = [I \mid 0] \quad (2)$$

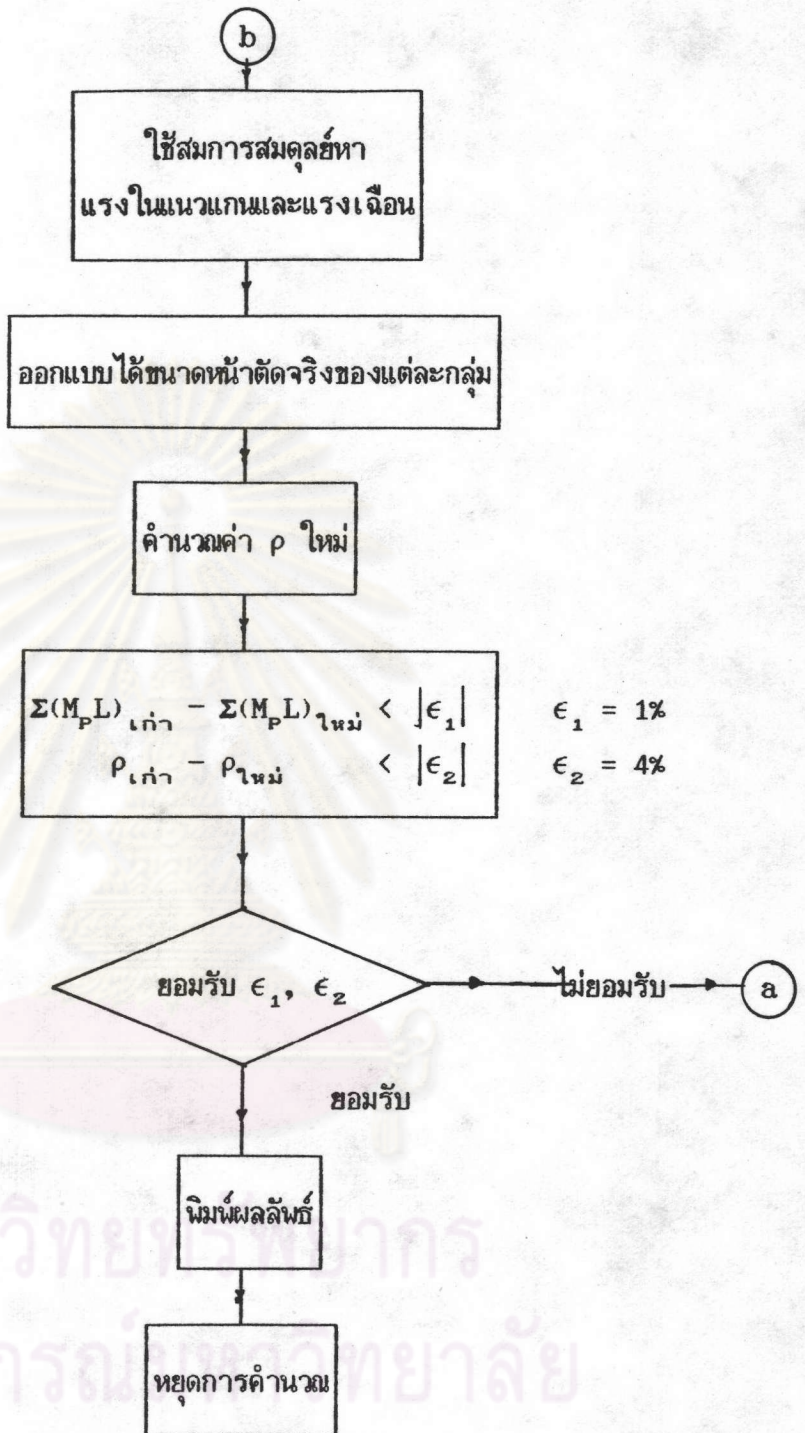
โดยที่ I เป็นเมตริกซ์ขนาด $M \times N$ และ 0 เป็นเมตริกซ์ศูนย์ขนาด $M \times (N - M)$ ดังนั้นจะสังเกตเห็นได้ว่าสตมภ์สุดท้ายของ $N - M$ ของเมตริกซ์ B เป็นผลเฉลยของสมการเพราะว่าแต่ละสตมภ์ตั้งฉากกับทุกแถวของเมตริกซ์ A

การหาเมตริกซ์ B ทำได้โดยการกระทำตามแนวตั้ง (Column Operations) กับเมตริกซ์ A และเมตริกซ์หนึ่งหน่วยขนาด $N \times N$ จนกระทั่งเมตริกซ์ A อยู่ในรูปทางขวามือของสมการที่ 2 และขณะเดียวกันเมตริกซ์หนึ่งหน่วยจะกลายเป็นเมตริกซ์ B โดยหลักการลดรูปของเมตริกซ์ A เหมือนการกำจัดแบบเกาส์-จอร์แดนทุกประการ เว้นเสียแต่เป็นการกระทำตามแนวตั้งแทนกระทำตามแถว

ภาคผนวก ข

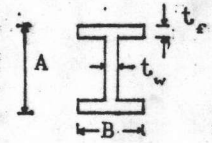
แผนภาพขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม





ภาคผนวก ค

คุณสมบัติของเหล็กหน้าตัดปีกกว้างที่ใช้ในงานวิจัย



Zx cm.	Area cm. ²	A mm.	B mm.	tw mm.	tf mm.	Rx cm.	Ry cm.	Shape	bf/tf	d/tw	Mp Δ t-w.
43	11.85	100	50	5	7	3.98	1.12	100 X 9.3	7.14	20.00	1.08
75	16.84	125	60	6	8	4.95	1.32	125 X 13.2	7.50	20.83	1.87
87	21.90	100	100	6	8	4.18	2.47	100 X 17.2	12.50	16.67	2.17
101	17.85	150	75	5	7	6.11	1.66	150 X 14.0	10.71	30.00	2.55
155	30.31	125	125	7	9	5.27	3.11	125 X 23.8	13.87	17.86	3.91
157	26.84	148	100	6	9	6.17	2.37	150 X 21.1	11.11	24.67	3.96
158	23.04	175	90	5	8	7.26	2.06	175 X 18.1	11.25	35.00	3.98
182	23.18	198	99	5	7	8.26	2.21	200 X 18.2	14.14	39.60	4.57
206	29.65	169	125	6	8	7.18	2.97	175 X 23.3	15.63	28.17	5.17
210	27.16	200	100	6	8	8.24	2.22	200 X 21.3	12.50	33.33	5.27
250	40.14	150	150	7	10	6.37	3.75	150 X 31.5	15.00	21.43	6.30
316	39.01	194	150	6	9	8.30	3.61	200 X 30.6	16.67	32.33	7.96
325	32.68	248	124	5	8	10.40	2.79	250 X 25.7	15.50	49.60	8.17
369	37.66	250	125	6	9	10.40	2.79	250 X 29.6	13.87	41.67	9.30
376	51.21	175	175	8	11	7.50	4.38	175 X 40.2	15.91	21.88	9.48
483	40.80	298	149	6	8	12.40	3.29	300 X 32.0	18.63	49.67	12.17
538	63.53	200	200	8	12	8.62	5.02	200 X 49.9	16.67	25.00	13.56
548	46.78	300	150	7	9	12.40	3.29	300 X 36.7	16.67	42.86	13.81
568	71.53	200	204	12	12	8.35	4.88	200 X 56.2	17.00	16.67	14.31
572	56.24	244	175	7	11	10.40	4.18	250 X 44.1	15.91	34.86	14.41
716	83.67	208	202	10	16	8.83	5.13	200 X 65.7	12.63	20.80	18.04
731	52.68	346	174	6	9	14.50	3.88	350 X 41.4	17.33 [□]	57.67	18.42
821	82.06	244	252	11	11	10.30	5.98	250 X 64.4	22.91 [□]	22.18	20.67
879	72.38	294	200	8	12	12.50	4.71	300 X 56.8	16.67	36.75	22.15
884	63.14	350	175	7	11	14.70	3.95	350 X 49.6	15.91	50.00	22.28
913	84.70	248	249	8	13	10.80	6.29	250 X 66.5	17.15 [□]	31.00	23.01
988	92.18	250	250	9	14	10.80	6.29	250 X 72.4	17.86 [□]	27.78	24.90
1018	83.36	298	201	9	14	12.60	4.77	300 X 65.4	14.36	33.11	25.65
1048	104.70	250	255	14	14	10.50	6.09	250 X 82.2	18.21 [□]	17.86	26.41
1151	72.16	396	199	7	11	16.70	4.48	400 X 56.6	18.09 [□]	56.57	29.01
1254	88.15	336	249	8	12	14.50	5.92	350 X 67.2	20.75 [□]	42.00	31.60
1311	107.70	294	302	12	12	12.50	7.16	300 X 84.5	25.17 [□]	24.50	33.04
1357	84.12	400	200	8	13	16.80	4.54	400 X 66.0	15.38	50.00	34.20
1448	110.80	298	299	9	14	13.00	7.51	300 X 87.0	21.36 [□]	33.11	36.47
1459	101.50	340	250	9	14	14.60	6.00	350 X 79.7	17.86 [□]	37.78	36.77
1471	84.30	446	199	8	12	18.50	4.33	450 X 66.2	16.58	55.75	37.07
1550	119.80	300	300	10	15	13.10	7.51	300 X 94.0	20.00 [□]	30.00	39.06
1642	134.80	300	305	15	15	12.60	7.26	300 X 106.0	20.33 [□]	20.00	41.38
1697	96.76	450	200	9	14	18.60	4.40	450 X 76.0	14.27	50.00	42.81
1756	134.80	304	301	11	17	13.20	7.57	300 X 106.0	17.71 [□]	27.64	44.25
1904	135.30	338	351	13	13	14.40	8.33	350 X 106.0	27.00 [□]	26.00	47.98
1927	101.30	496	199	9	14	20.30	4.27	500 X 79.5	14.21	55.11	48.56
1984	120.10	386	299	9	14	16.70	7.21	400 X 94.3	21.36 [□]	42.89	50.00
2177	114.20	500	200	10	16	20.50	4.33	500 X 87.6	12.50	50.00	54.86
2212	146.00	344	348	10	16	15.10	8.78	350 X 115.0	21.75 [□]	34.40	53.74
2257	136.00	390	300	10	16	16.90	7.28	400 X 107.0	18.75 [□]	39.00	56.88
2337	166.60	344	354	16	16	14.60	8.43	350 X 131.0	22.13 [□]	21.50	58.87

□ = เกิดการโค้งเดาะเฉพาะที่ของปีก ในทฤษฎีพลาสติก

△ = สำหรับ $F_y = 2520$ กก./ซม.²

Zx	Area	A	B	tw	tf	Rx	Ry	Shape	bf/tf	d/tw	Mp Δ
2462	135.00	434	299	10	15	18.60	7.04	450 X 106.0	19.93 [□]	43.40	62.04
2542	131.30	506	201	11	19	20.70	4.43	500 X 103.0	10.58	46.00	64.06
2622	173.90	350	350	12	19	15.20	8.84	350 X 137.0	18.42 [□]	29.17	66.07
2633	120.50	596	199	10	15	23.90	4.05	600 X 94.6	13.27	59.60	66.35
2793	198.40	350	357	19	19	14.70	8.53	350 X 156.0	18.79 [□]	18.42	70.38
2850	145.50	482	300	11	15	20.40	6.82	500 X 114.0	20.00 [□]	43.82	71.82
2873	178.50	388	402	15	15	16.60	9.54	400 X 140.0	26.80 [□]	25.87	72.40
2907	157.40	440	300	11	18	18.90	7.18	450 X 124.0	16.67	40.00	73.26
2953	134.40	600	200	11	17	24.00	4.12	600 X 106.0	11.76	54.55	74.42
3044	202.00	356	352	14	22	15.30	8.90	350 X 159.0	16.00	25.43	76.71
3249	186.80	394	398	11	18	17.30	10.10	400 X 147.0	22.11 [□]	35.82	81.87
3317	163.50	488	300	11	18	20.80	7.04	500 X 128.0	16.67	44.36	83.59
3397	152.50	606	201	12	20	24.30	4.22	600 X 120.0	10.05	50.50	83.60
3454	214.40	394	403	18	18	16.70	9.65	400 X 168.0	22.50 [□]	21.89	87.04
3796	218.70	400	400	13	21	17.80	10.10	400 X 172.0	19.05 [□]	30.77	93.66
3853	107.70	612	202	13	23	24.60	4.31	600 X 134.0	8.78	47.08	97.10
4024	174.50	582	300	12	17	24.30	6.63	600 X 137.0	17.65 [□]	48.50	101.40
4036	250.70	400	408	21	21	16.80	9.75	400 X 197.0	19.43 [□]	19.05	101.71
4378	254.90	406	403	16	24	17.50	10.10	400 X 200.0	16.79	25.38	110.33
4583	192.50	588	300	12	20	24.80	6.85	600 X 151.0	15.00	49.00	115.47
5107	295.40	414	405	18	28	17.70	10.20	400 X 232.0	14.46	23.00	128.70
5267	222.40	594	302	14	23	24.90	6.90	600 X 175.0	13.13	42.43	132.73
5677	211.50	692	300	13	20	28.60	6.53	700 X 166.0	15.00	53.23	143.06
6350	360.70	428	407	20	35	18.20	10.40	400 X 283.0	11.63	21.40	160.02
6566	235.50	700	300	13	24	29.30	6.78	700 X 185.0	12.50	53.85	165.46
7307	243.40	792	300	14	22	32.30	6.39	800 X 191.0	13.64	56.57	184.14
7638	273.60	708	302	15	28	29.40	6.86	700 X 215.0	10.79	47.20	192.48
8311	267.40	800	300	14	26	33.00	6.62	800 X 210.0	11.54	57.14	209.44
8846	270.90	890	299	15	23	35.70	6.16	900 X 213.0	13.00	59.33	222.92
9314	528.60	458	417	30	50	18.80	10.70	400 X 415.0	8.34	15.27	234.71
9576	307.60	808	302	16	30	33.20	6.70	800 X 241.0	10.07	50.50	241.32
10420	309.80	900	300	16	28	36.40	6.39	900 X 243.0	10.71	56.25	262.58
12426	364.00	912	302	18	34	37.00	6.56	900 X 286.0	8.88	50.67	313.14
13680	770.10	498	432	45	70	19.70	11.10	400 X 605.0	6.17	11.07	344.74

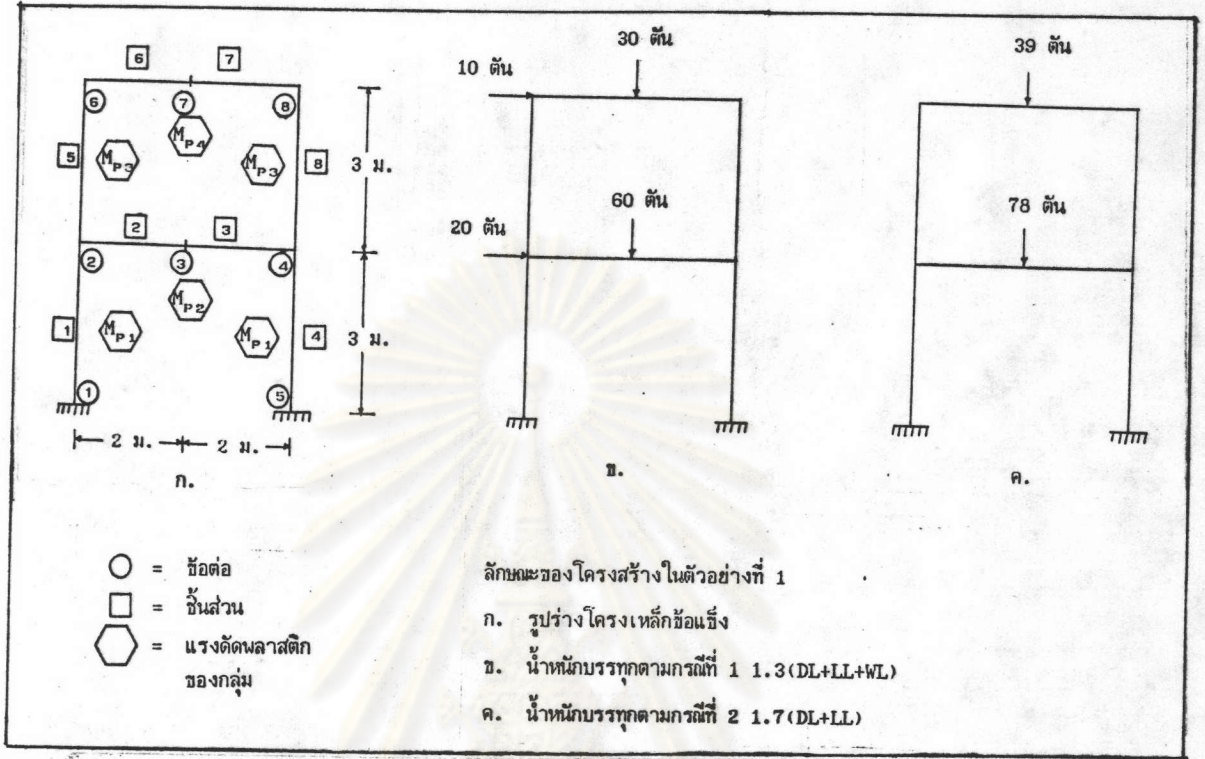
□ = เกิดการโก่งเดาะเฉพาะที่ของปีก ในทฤษฎีพลาสติก

Δ = สำหรับ $F_y = 2520$ กก./ซม.²

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ผลลัพธ์จากโปรแกรมในตัวอย่างที่ 1 กรณีที่ 3



*** EXEMPLE 1 (2 STORY, 1 BAY FRAME) ***

INPUT DATA

CONTROL PARAMETER

DATA MODE = 2
 EQ. 1=NEW PROJECT
 EQ. 2=EXISTING PROJECT
 NUMBER OF NODES = 8
 NUMBER OF ELEMENTS = 8
 NUMBER OF MATERIAL SETS = 4
 NUMBER OF LOAD CASES = 2
 SOLUTION MODE = 1
 EQ. 1=PROBLEM SOLUTION
 EQ. 2=DATA CHECK

COORDINATE DATA

NODE	X-COOR. (m)	Y-COOR. (m)
1	0.00	0.00
2	0.00	3.00
3	2.00	3.00
4	4.00	3.00
5	4.00	0.00
6	0.00	6.00
7	2.00	6.00
8	4.00	6.00

BOUNDARY DATA

NODE	X-B.	Y-B.	Z-B.
1	0	0	0
5	0	0	0

*** EQ. 0=FIXED , EQ. 1=FREE ***

ELEMENT DATA , MATERIAL SETS
and EFFECTIVE LENGTH

FACTOR DATA

ELEM.	1-NODE	2-NODE	MATER.	Kx	Ky
1	1	2	1	1.20	1.20
2	2	3	2	1.00	2.00
3	3	4	2	1.00	2.00
4	4	5	1	1.20	1.20
5	2	6	3	1.20	1.20
6	6	7	4	1.00	2.00
7	7	8	4	1.00	2.00
8	4	8	3	1.20	1.20

LOAD DATA

LOAD CASE 1 LOAD FACTOR = 1.00

NODE	X-LOAD (t)	Y-LOAD (t)	Z-MOMENT (t.m)
1	0.00	0.00	0.00
2	20.00	0.00	0.00
3	0.00	-60.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00
6	10.00	0.00	0.00
7	0.00	-30.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00

LOAD CASE 2 LOAD FACTOR = 1.00

NODE	X-LOAD (t)	Y-LOAD (t)	Z-MOMENT (t.m)
1	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00
3	0.00	-78.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00
7	0.00	-39.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00

YIELD STRESS = 2520.00 ksc

 SOLUTION DATA

REQUIRED STORED = 973 2201

CYCLE = 1

PLASTIC MOMENT

SET	PLASTIC MOMENT (t.m)
1	23.98
2	43.48
3	19.50
4	19.50

OBJECTIVE FUNCTION = 512.82

LOAD CASE 1

MEMBER	NODE	MOMENT (t.m)	AXIAL (t)	SHEAR (t)	PLASTIC HINGE
1	1	-23.98	-27.02	14.07	YES
	2	-18.24	-27.02	14.07	
2	1	10.45	-2.83	16.52	YES
	2	-43.48	-2.83	16.52	
3	1	43.48	-2.83	-43.48	YES
	2	43.48	-2.83	-43.48	YES
4	1	-23.98	-62.98	15.99	YES
	2	-23.98	-62.98	15.99	YES
5	1	7.79	-10.50	-3.10	YES
	2	1.50	-10.50	-3.10	
6	1	-1.50	-13.10	10.50	YES
	2	-19.50	-13.10	10.50	
7	1	19.50	-13.10	-19.50	YES
	2	19.50	-13.10	-19.50	YES
8	1	-19.50	-19.50	13.00	YES
	2	-19.50	-19.50	13.00	YES

LOAD CASE 2

MEMBER	NODE	MOMENT (t.m)	AXIAL (t)	SHEAR (t)	PLASTIC HINGE
1	1	23.98	-58.65	-15.99	YES
	2	23.98	-58.65	-15.99	YES
2	1	-43.48	-2.99	39.15	YES
	2	-34.81	-2.99	39.15	
3	1	34.81	-2.99	-38.85	
	2	42.89	-2.99	-38.85	YES
4	1	-23.98	-58.35	15.75	YES
	2	-23.26	-58.35	15.75	
5	1	19.50	-19.50	-13.00	YES
	2	19.50	-19.50	-13.00	YES
6	1	-19.50	-13.00	19.50	YES
	2	-19.50	-13.00	19.50	YES
7	1	19.50	-13.00	-19.50	YES
	2	19.50	-13.00	-19.50	YES
8	1	-18.91	-19.50	12.80	
	2	-19.50	-19.50	12.80	YES

PLASTIC MOMENT FORM SELECTED SECTIONS

SET	SECTION	PLASTIC MOMENT (t.m)
1	300 X 84.5	33.04
2	300 X 106.0	44.25
3	250 X 64.4	20.69
4	250 X 64.4	20.69

OBJECTIVE FUNCTION FORM

SELECTED SECTIONS = 582.12

CYCLE = 3

MEMBER TRANSFORMATION MATRIX

0.95	0.00	0.00	0.00
0.95	0.00	0.00	0.00
0.00	1.00	0.00	0.00
0.00	1.00	0.00	0.00
0.00	1.00	0.00	0.00
0.00	1.00	0.00	0.00
0.76	0.00	0.00	0.00
0.76	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	1.00	0.00
0.00	0.00	1.00	0.00
0.00	0.00	0.00	1.00
0.00	0.00	0.00	1.00
0.00	0.00	0.00	1.00
0.00	0.00	0.96	0.00
0.00	0.00	0.96	0.00
0.80	0.00	0.00	0.00
0.80	0.00	0.00	0.00
0.00	1.00	0.00	0.00
0.00	1.00	0.00	0.00
0.00	1.00	0.00	0.00
0.00	1.00	0.00	0.00
0.80	0.00	0.00	0.00
0.80	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.96	0.00
0.00	0.00	0.96	0.00
0.00	0.00	0.00	1.00
0.00	0.00	0.00	1.00
0.00	0.00	0.00	1.00
0.00	0.00	0.00	1.00
0.00	0.00	0.96	0.00
0.00	0.00	0.96	0.00

PLASTIC MOMENT

SET	PLASTIC MOMENT (t.m)
-----	-------------------------

1	26.32
2	41.86
3	22.77
4	21.86

OBJECTIVE FUNCTION = 549.37

LOAD CASE 1

MEMBER	NODE	MOMENT (t.m)	AXIAL (t)	SHEAR (t)	PLASTIC HINGE
1	1	-24.91	-26.28	16.61	YES
	2	-24.91	-26.28	16.61	YES
2	1	5.57	1.23	18.14	
	2	-41.86	1.23	18.14	YES
3	1	41.86	1.23	-41.86	YES
	2	41.86	1.23	-41.86	YES
4	1	-19.93	-63.72	13.29	YES
	2	-19.93	-63.72	13.29	YES
5	1	19.43	-8.14	-4.62	
	2	-5.57	-8.14	-4.62	
6	1	5.58	-14.62	8.14	
	2	-21.86	-14.62	8.14	YES
7	1	21.86	-14.62	-21.86	YES
	2	21.86	-14.62	-21.86	YES
8	1	-21.77	-21.86	14.51	YES
	2	-21.77	-21.86	14.51	YES

LOAD CASE 2

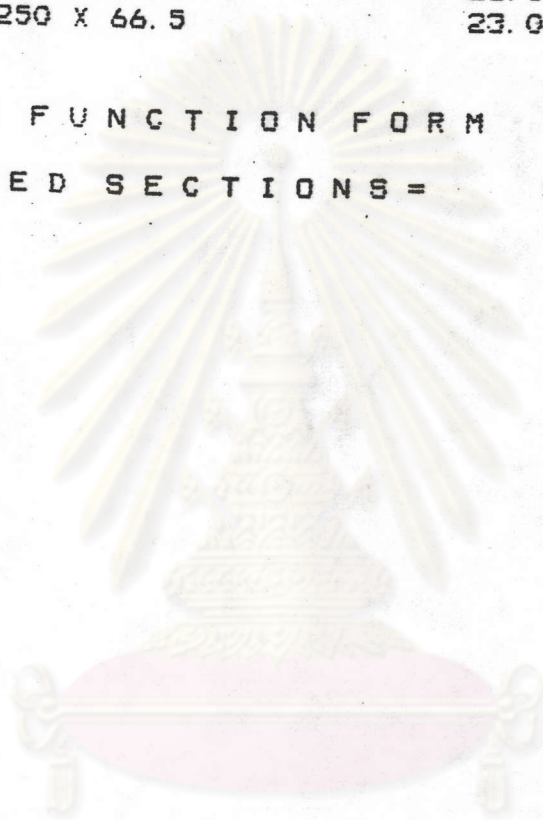
MEMBER	NODE	MOMENT (t.m)	AXIAL (t)	SHEAR (t)	PLASTIC HINGE
1	1	20.92	-58.44	-13.76	YES
	2	20.35	-58.44	-13.76	
2	1	-41.86	0.72	39.00	YES
	2	-36.14	0.72	39.00	
3	1	36.14	0.72	-39.00	
	2	41.86	0.72	-39.00	YES
4	1	-20.52	-58.56	13.48	YES
	2	-19.92	-58.56	13.48	
5	1	21.72	-19.44	-14.48	YES
	2	21.72	-19.44	-14.48	YES
6	1	-21.62	-14.48	19.44	YES
	2	-17.25	-14.48	19.44	
7	1	17.26	-14.48	-19.56	
	2	21.86	-14.48	-19.56	YES
8	1	-21.12	-19.56	14.30	
	2	-21.77	-19.56	14.30	YES

PLASTIC MOMENT FORM SELECTED SECTIONS

SET	SECTION	PLASTIC MOMENT (t.m)
1	250 X 82.2	26.41
2	450 X 76.0	42.81
3	250 X 66.5	23.01
4	250 X 66.5	23.01

OBJECTIVE FUNCTION FORM

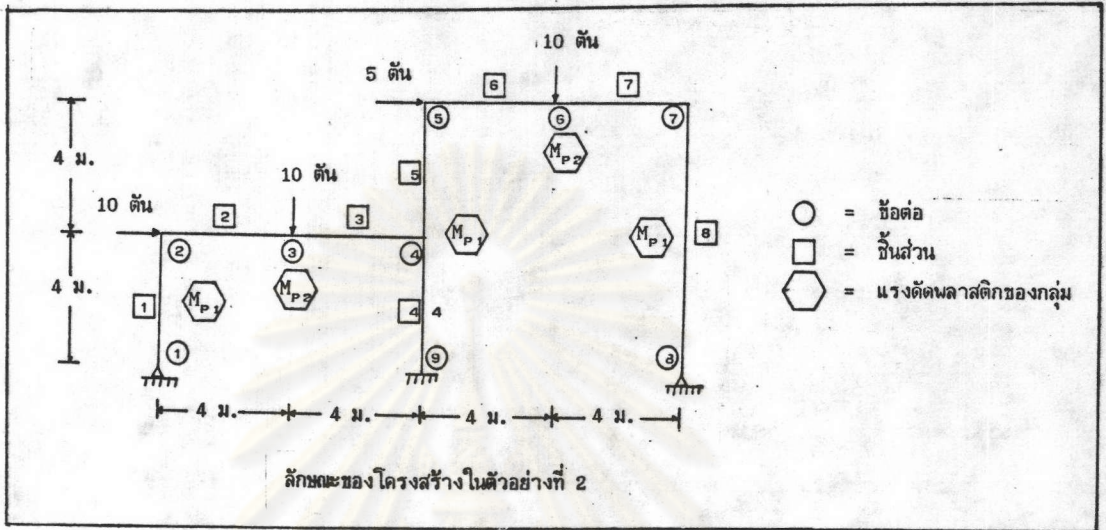
SELECTED SECTIONS = 559.79



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

ผลลัพธ์จากโปรแกรมในตัวอย่างที่ 2 กรณีที่ 2



*** EXAMPLE 2 ***

INPUT DATA

CONTROL PARAMETER

DATA MODE = 2
 EQ. 1=NEW PROJECT
 EQ. 2=EXISTING PROJECT
 NUMBER OF NODES = 9
 NUMBER OF ELEMENTS = 8
 NUMBER OF MATERIAL SETS = 2
 NUMBER OF LOAD CASES = 1
 SOLUTION MODE = 1
 EQ. 1=PROBLEM SOLUTION
 EQ. 2=DATA CHECK

COORDINATE DATA

NODE	X-COOR. (m)	Y-COOR. (m)
1	0.00	0.00
2	0.00	4.00
3	4.00	4.00
4	8.00	4.00
5	8.00	8.00
6	12.00	8.00
7	16.00	8.00
8	16.00	0.00
9	8.00	0.00

BOUNDARY DATA

NODE	X-B.	Y-B.	Z-B.
1	0	0	1
8	0	0	1
9	0	0	0

*** EQ. 0=FIXED , EQ. 1=FREE ***

ELEMENT DATA , MATERIAL SETS
and EFFECTIVE LENGTH

FACTOR DATA

ELEM.	1-NODE	2-NODE	MATER.	Kx	Ky
1	1	2	1	2.00	2.00
2	2	3	2	1.00	0.00
3	3	4	2	1.00	0.00
4	4	9	1	1.20	1.20
5	4	5	1	1.20	1.20
6	5	6	2	1.00	0.00
7	6	7	2	1.00	0.00
8	7	8	1	2.00	1.00

LOAD DATA

LOAD CASE 1 LOAD FACTOR = 1.00

NODE	X-LOAD (t)	Y-LOAD (t)	Z-MOMENT (t.m)
1	0.00	0.00	0.00
2	10.00	0.00	0.00
3	0.00	-10.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00
5	5.00	0.00	0.00
6	0.00	-10.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00

YIELD STRESS = 2520.00 ksc

 SOLUTION DATA

REQUIRED STORED = 873 637

CYCLE = 1

PLASTIC MOMENT

SET	PLASTIC MOMENT (t.m)
1	17.24
2	19.08

OBJECTIVE FUNCTION = 650.12

LOAD CASE 1

MEMBER	NODE	MOMENT (t.m)	AXIAL (t)	SHEAR (t)	PLASTIC HINGE
1	1	0.00	-0.46	4.31	
	2	-17.24	-0.46	4.31	YES
2	1	17.24	-5.69	0.46	
	2	-19.08	-5.69	0.46	YES
3	1	19.08	-5.69	-9.54	YES
	2	19.08	-5.69	-9.54	YES
4	1	-17.24	-11.15	8.62	YES
	2	-17.24	-11.15	8.62	YES
5	1	-1.84	-1.61	2.93	
	2	-9.89	-1.61	2.93	
6	1	9.89	-2.07	1.61	
	2	-16.32	-2.07	1.61	
7	1	16.32	-2.07	-8.39	
	2	17.24	-2.07	-8.39	
8	1	-17.24	-8.39	2.16	YES
	2	0.00	-8.39	2.16	

PLASTIC MOMENT FORM SELECTED SECTIONS

SET	SECTION	PLASTIC MOMENT (t.m)
1	300 X 65.4	25.65
2	300 X 56.8	22.15

OBJECTIVE FUNCTION FORM

SELECTED SECTIONS = 867.48

CYCLE = 3

MEMBER TRANSFORMATION MATRIX

0.86	0.00
0.86	0.00
0.00	1.00
0.00	1.00
0.00	1.00
0.00	1.00
0.90	0.00
0.90	0.00
0.99	0.00
0.99	0.00
0.00	1.00
0.00	1.00
0.00	1.00
0.00	1.00
0.63	0.00
0.63	0.00

PLASTIC MOMENT

SET	PLASTIC MOMENT (t.m)
1	20.46
2	19.92

OBJECTIVE FUNCTION = 727.87

LOAD CASE 1

MEMBER	NODE	MOMENT (t.m)	AXIAL (t)	SHEAR (t)	PLASTIC HINGE
1	1	0.05	-0.31	4.38	
	2	-17.55	-0.31	4.38	YES
2	1	17.60	-5.62	0.31	
	2	-18.84	-5.62	0.31	
3	1	18.84	-5.62	-9.69	
	2	19.92	-5.62	-9.69	YES
4	1	-18.47	-11.49	9.24	YES
	2	-18.47	-11.49	9.24	YES
5	1	-1.36	-1.80	3.54	
	2	-12.79	-1.80	3.54	
6	1	12.72	-1.46	1.80	
	2	-19.92	-1.46	1.80	YES
7	1	19.92	-1.46	-8.20	YES
	2	12.89	-1.46	-8.20	
8	1	-12.93	-8.20	1.62	YES
	2	-0.04	-8.20	1.62	

PLASTIC MOMENT FORM SELECTED SECTIONS

SET	SECTION	PLASTIC MOMENT (t.m)
1	300 X 56.8	22.15
2	300 X 56.8	22.15

OBJECTIVE FUNCTION FORM

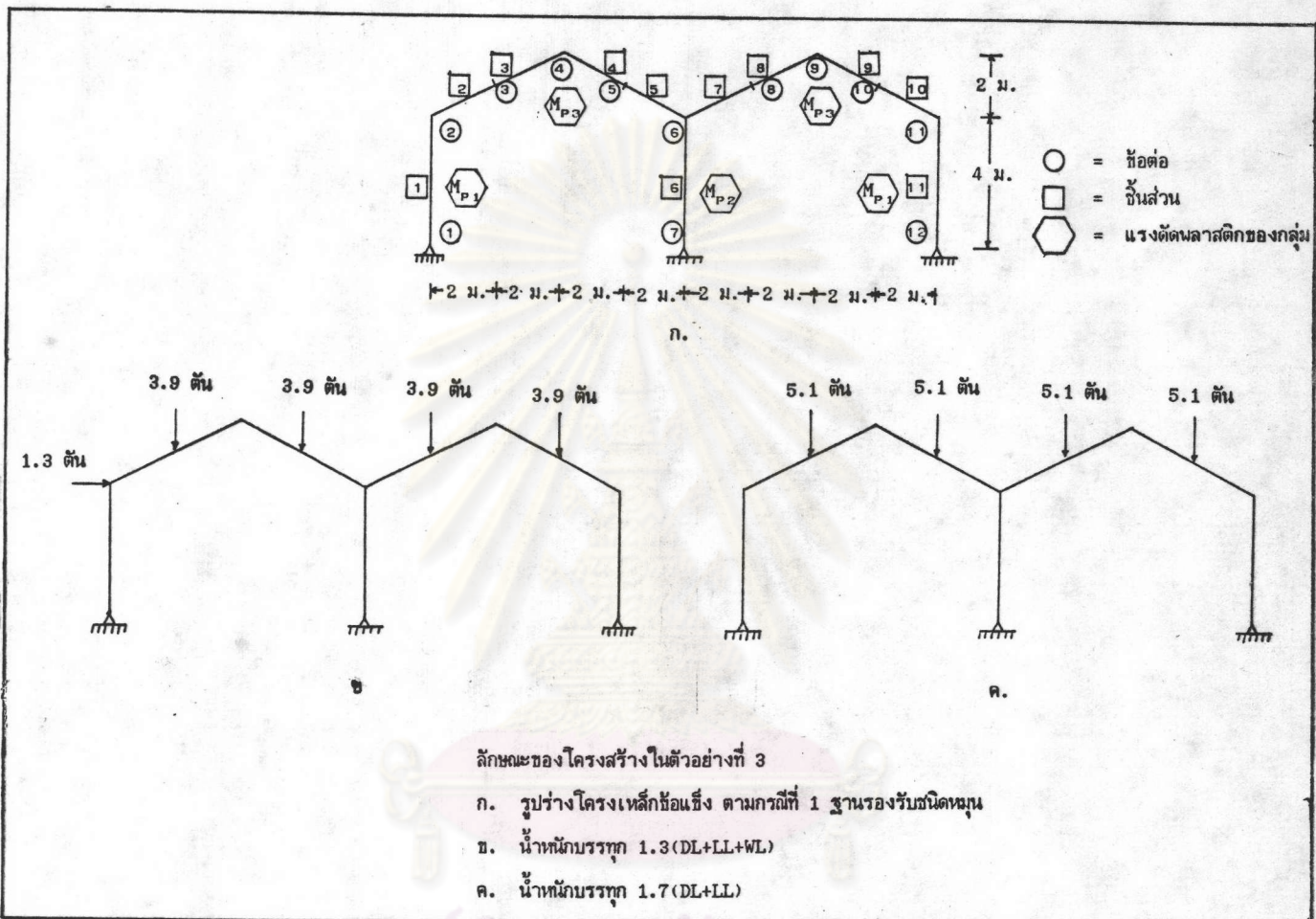
SELECTED SECTIONS = 797.43



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

ผลลัพธ์จากโปรแกรมในตัวอย่างที่ 3 กรณีที่ 1



*** EXEMPLE 3 (2 BAY GLABLE FRAME) ***

INPUT DATA

CONTROL PARAMETER

DATA MODE	=	2
EQ. 1=NEW PROJECT		
EQ. 2=EXISTING PROJECT		
NUMBER OF NODES	=	12
NUMBER OF ELEMENTS	=	11
NUMBER OF MATERIAL SETS	=	3
NUMBER OF LOAD CASES	=	2
SOLUTION MODE	=	1
EQ. 1=PROBLEM SOLUTION		
EQ. 2=DATA CHECK		

COORDINATE DATA

NODE	X-COOR. (m)	Y-COOR. (m)
1	0.00	0.00
2	0.00	4.00
3	2.00	5.00
4	4.00	6.00
5	6.00	5.00
6	8.00	4.00
7	8.00	0.00
8	10.00	5.00
9	12.00	6.00
10	14.00	5.00
11	16.00	4.00
12	16.00	0.00

BOUNDARY DATA

NODE	X-B.	Y-B.	Z-B.
1	0	0	1
7	0	0	1
12	0	0	1

*** EQ. 0=FIXED , EQ. 1=FREE ***

ELEMENT DATA , MATERIAL SETS
and EFFECTIVE LENGTH

FACTOR DATA

ELEM.	1-NODE	2-NODE	MATER.	Kx	Ky
1	1	2	1	2.00	2.00
2	2	3	3	1.20	2.00
3	3	4	3	1.20	2.00
4	4	5	3	1.20	2.00
5	5	6	3	1.20	2.00
6	6	7	2	2.00	2.00
7	6	8	3	1.20	2.00
8	8	9	3	1.20	2.00
9	9	10	3	1.20	2.00
10	10	11	3	1.20	2.00
11	11	12	1	2.00	2.00

LOAD DATA

LOAD CASE 1 LOAD FACTOR = 1.30

NODE	X-LOAD (t)	Y-LOAD (t)	Z-MOMENT (t.m)
1	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00
3	0.00	-3.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00
5	0.00	-3.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00
8	0.00	-3.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00
10	0.00	-3.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00

LOAD CASE 2 LOAD FACTOR = 1.70

NODE	X-LOAD (t)	Y-LOAD (t)	Z-MOMENT (t.m)
1	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00
3	0.00	-3.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00
5	0.00	-3.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00
8	0.00	-3.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00
10	0.00	-3.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00

YIELD STRESS = 2520.00 ksc

 SOLUTION DATA

REQUIRED STORED = 1915 4260

C Y C L E = 1

P L A S T I C M O M E N T

SET	PLASTIC MOMENT (t.m)
1	4.53
2	1.50
3	4.53

O B J E C T I V E F U N C T I O N = 123.37

L O A D C A S E 1

MEMBER	NODE	MOMENT (t.m)	AXIAL (t)	SHEAR (t)	PLASTIC HINGE
1	1	0.00	-3.44	-0.21	
	2	0.83	-3.44	-0.21	
2	1	-0.83	-2.89	2.40	
	2	-4.53	-2.89	2.40	YES
3	1	4.53	-1.14	-1.09	YES
	2	-2.10	-1.14	-1.09	
4	1	2.10	-1.56	0.26	
	2	-2.68	-1.56	0.26	
5	1	2.68	-3.30	-3.23	
	2	4.53	-3.30	-3.23	YES
6	1	-1.50	-8.08	0.37	YES
	2	0.00	-8.08	0.37	
7	1	-3.03	-2.67	2.81	
	2	-3.26	-2.67	2.81	
8	1	3.26	-0.93	-0.67	
	2	-1.75	-0.93	-0.67	
9	1	1.75	-1.10	0.34	
	2	-2.51	-1.10	0.34	
10	1	2.51	-2.84	-3.15	
	2	4.53	-2.84	-3.15	YES
11	1	-4.53	-4.09	1.13	YES
	2	0.00	-4.09	1.13	

LOAD CASE 2

MEMBER	NODE	MOMENT (t.m)	AXIAL (t)	SHEAR (t)	PLASTIC HINGE
1	1	-0.02	-5.11	-1.12	
	2	4.51	-5.11	-1.12	YES
2	1	-4.55	-3.29	4.07	YES
	2	-4.55	-3.29	4.07	YES
3	1	4.58	-1.01	-0.50	
	2	-3.47	-1.01	-0.50	
4	1	3.44	-1.01	0.49	
	2	-4.53	-1.01	0.49	
5	1	4.55	-3.29	-4.07	YES
	2	4.55	-3.29	-4.07	YES
6	1	0.03	-10.23	-0.01	
	2	0.01	-10.23	-0.01	
7	1	-4.55	-3.30	4.07	YES
	2	-4.55	-3.30	4.07	YES
8	1	4.58	-1.01	-0.50	
	2	-3.47	-1.01	-0.50	
9	1	3.44	-1.02	0.49	
	2	-4.54	-1.02	0.49	
10	1	4.56	-3.30	-4.07	YES
	2	4.53	-3.30	-4.07	YES
11	1	-4.58	-5.11	1.15	YES
	2	-0.02	-5.11	1.15	

PLASTIC MOMENT FORM SELECTED SECTIONS

SET	SECTION	PLASTIC MOMENT (t.m)
1	175 X 40.2	9.48
2	150 X 31.5	6.30
3	150 X 31.5	6.30

OBJECTIVE FUNCTION FORM

SELECTED SECTIONS = 213.70

CYCLE = 2

MEMBER TRANSFORMATIONX MATRIX

0.63	0.00	0.00
0.63	0.00	0.00
0.00	0.00	0.79
0.00	0.00	0.79
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.79
0.00	0.00	0.79
0.00	0.32	0.00
0.00	0.32	0.00
0.00	0.00	0.79
0.00	0.00	0.79
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.79
0.00	0.00	0.79
0.63	0.00	0.00
0.63	0.00	0.00
0.63	0.00	0.00
0.63	0.00	0.00
0.00	0.00	0.79
0.00	0.00	0.79
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.79
0.00	0.00	0.79
0.00	0.16	0.00
0.00	0.16	0.00
0.00	0.00	0.79
0.00	0.00	0.79
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.95
0.00	0.00	0.79
0.00	0.00	0.79
0.63	0.00	0.00
0.63	0.00	0.00

PLASTIC MOMENT

SET	PLASTIC MOMENT (t.m)
1	7.22
2	4.61
3	5.74

OBJECTIVE FUNCTION = 178.89

LOAD CASE 1

MEMBER	NODE	MOMENT (t.m)	AXIAL (t)	SHEAR (t)	PLASTIC HINGE
1	1	-0.02	-3.45	-0.20	
	2	0.80	-3.45	-0.20	
2	1	-0.85	-2.88	2.42	
	2	-4.55	-2.88	2.42	YES
3	1	4.58	-1.13	-1.08	
	2	-2.16	-1.13	-1.08	
4	1	2.14	-1.55	0.24	
	2	-2.66	-1.55	0.24	
5	1	2.69	-3.29	-3.25	
	2	4.57	-3.29	-3.25	YES
6	1	-1.46	-8.11	0.36	YES
	2	0.01	-8.11	0.36	
7	1	-3.08	-2.68	2.83	
	2	-3.26	-2.68	2.83	
8	1	3.28	-0.94	-0.66	
	2	-1.81	-0.94	-0.66	
9	1	1.78	-1.10	0.32	
	2	-2.51	-1.10	0.32	
10	1	2.53	-2.84	-3.16	
	2	4.53	-2.84	-3.16	YES
11	1	-4.58	-4.10	1.15	YES
	2	-0.02	-4.10	1.15	

LOAD CASE 2

MEMBER	NODE	MOMENT (t.m)	AXIAL (t)	SHEAR (t)	PLASTIC HINGE
1	1	0.00	-5.10	-1.13	
	2	4.53	-5.10	-1.13	YES
2	1	-4.53	-3.29	4.05	YES
	2	-4.53	-3.29	4.05	YES
3	1	4.53	-1.01	-0.51	YES
	2	-3.40	-1.01	-0.51	
4	1	3.40	-1.01	0.51	
	2	-4.53	-1.01	0.51	YES
5	1	4.53	-3.29	-4.05	YES
	2	4.53	-3.29	-4.05	YES
6	1	0.00	-10.20	0.00	
	2	0.00	-10.20	0.00	
7	1	-4.53	-3.29	4.05	YES
	2	-4.53	-3.29	4.05	YES
8	1	4.53	-1.01	-0.51	YES
	2	-3.40	-1.01	-0.51	
9	1	3.40	-1.01	0.51	
	2	-4.53	-1.01	0.51	YES
10	1	4.53	-3.29	-4.05	YES
	2	4.53	-3.29	-4.05	YES
11	1	-4.53	-5.10	1.13	YES
	2	0.00	-5.10	1.13	

PLASTIC MOMENT FORM SELECTED SECTIONS

SET	SECTION	PLASTIC MOMENT (t.m)
1	175 X 40.2	9.48
2	150 X 31.5	6.30
3	150 X 31.5	6.30

OBJECTIVE FUNCTION FORM

SELECTED SECTIONS = 213.70

ประวัติผู้เขียน

ข้าพเจ้า นายวิโรจน์ เตரியมเจริญพร เกิดวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2506 ณ จังหวัด นครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาได้รับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2528 และในปีการศึกษา 2529 ได้เข้าศึกษาต่อในระดับ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา ณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขณะศึกษาอยู่ได้เป็นผู้ช่วยสอนในวิชา Concrete Technology Lab. เป็นเวลา 2 ภาคการศึกษา และคุมงานก่อสร้างอาคารของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นเวลา 9 เดือน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย