บทที่ 3

ตัวอย่างการคำนวณออกแบบและเปรียบเทียบ

กล่าวนำ

ในบทนี้จะแสดงถึงตัวอย่างการคำนวณออกแบบชิ้นส่วนที่ประกอบเป็นโครงข้อแข็งระนาบ 2 ตัวอย่าง และทำการเปรียบเทียบกับผล กับโปรแกรม MICROFEAP-P1 งานวิจัยนี้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ 80486 DX ในการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณออกแบบ

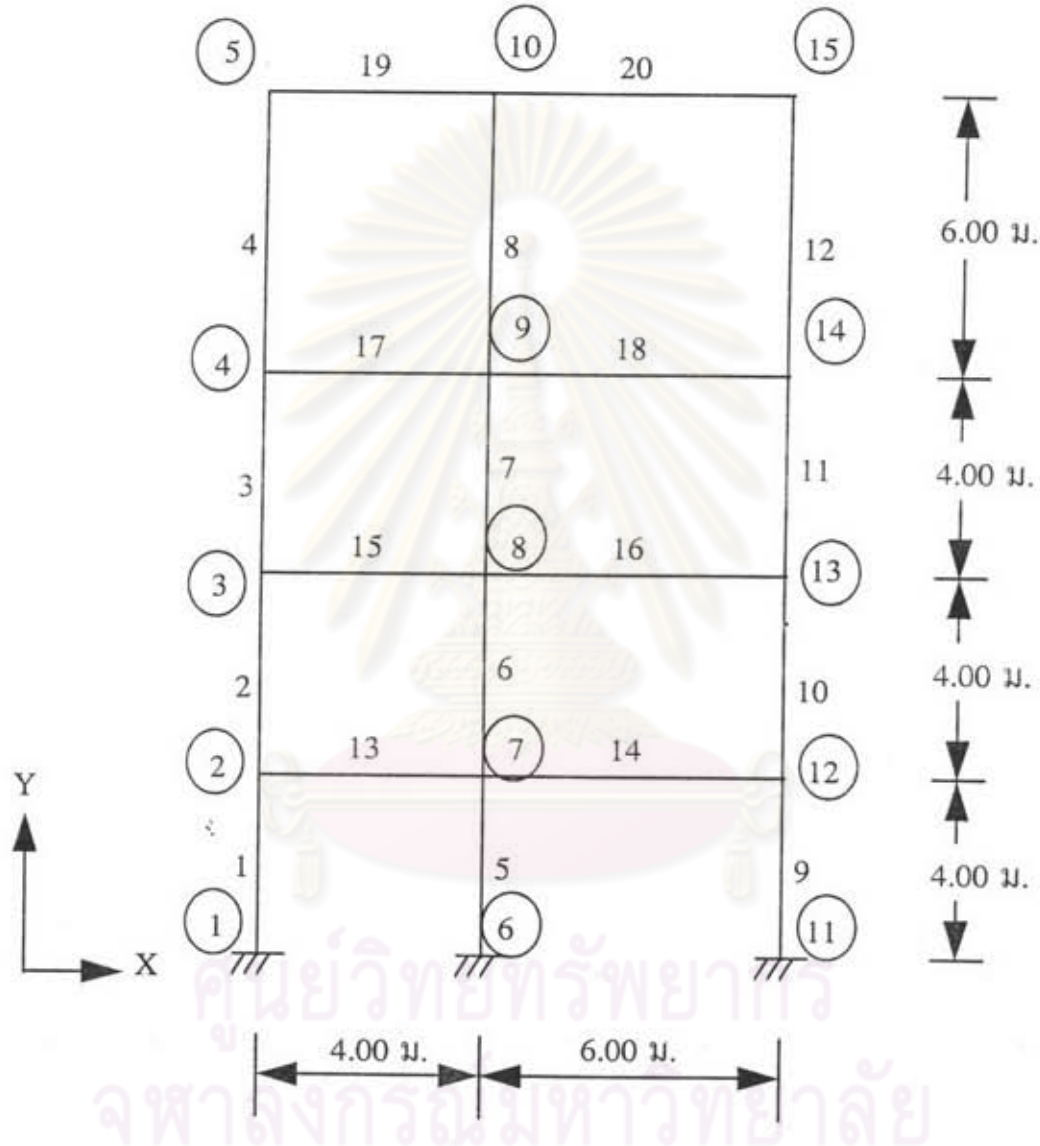
ในตัวอย่างการคำนวณออกแบบ ได้ใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- วัสดุที่ใช้ทำองค์อาคารโครงข้อแข็งระนาบ เป็นเหล็กรูปพรรณหน้าตัดปีกกว้าง
- มีค่าหน่วยแรงดึงและแรงอัดที่จุดคลาก 2,520 กก./ตร.ซม.
- มีค่ากำลังดึงที่น้อยที่สุด 4,000 กก./ตร.ซม.
- โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็ก 2,100,000 กก./ตร.ซม.

ตัวอย่างที่ 1 เป็นตัวอย่างโครงข้อแข็งระนาบของอาคาร จำนวนยี่สิบชิ้นส่วน มีลักษณะดังรูปที่ 3.1 เป็นการตรวจสอบเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรมแกรมที่พัฒนาขึ้นกับผลที่ได้จากโปรแกรม MICROFEAP-P1 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานของโปรแกรม

ตัวอย่างที่ 2 เป็นตัวอย่างโครงข้อแข็งระนาบของอาคาร จำนวนสามสิบชิ้นส่วน มีลักษณะดังรูปที่ 3.2 มีน้ำหนักกระทำเป็นน้ำหนักคงที่ และน้ำหนักบรรทุกจร มีจำนวนชุดของหน้าตัด 5 ชุด เป็นการออกแบบด้วยข้อกำหนดมาตรฐาน AISC/ASD 1989

ตัวอย่างที่ 1 โครงข้อแข็งระนาบ 20 ชิ้นส่วน



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างโครงข้อแข็งระนาบ 20 ชิ้นส่วน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเบื้องต้น

จำนวนจุดต่อ	จำนวนชิ้นส่วน	จำนวนชุดหน้าตัด
15	20	1

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลแรงกระทำที่จุดต่อ

จุดต่อ	แรงในแนวราบ (กก.)	แรงในแนวดิ่ง (กก.)
2	500	0
3	500	0
4	500	0
5	500	0

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลแรงกระทำตลอดความยาวของชิ้นส่วน

ชิ้นส่วน	แรงในแนวราบ (กก./ม)	แรงในแนวดิ่ง (กก./ม)
13-20	0	-1,000

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลชิ้นส่วน

ชิ้นส่วน	ชุดหน้าตัด	ขนาด ($ซม^2$)	โมเมนต์อินเนอร์เชีย($ซม^4$)
1-20	1	46.78	7,210

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.5 เปรียบเทียบการเปลี่ยนตำแหน่งของโครงสร้าง จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับโปรแกรม MICROFEAP-P1

จุดต่อ	ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น			ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม MICROFEAP-P1		
	X (ซม.)	Y (ซม.)	Z (เรเดียน)	X (ซม.)	Y (ซม.)	Z (เรเดียน)
1	0	0	0	0	0	0
2	0.39	-0.02	-1.15e-3	0.39	-0.02	-1.15e-3
3	0.87	-0.04	-1.01e-3	0.87	-0.04	-1.01e-3
4	1.23	-0.05	-8.62e-4	1.23	-0.05	-8.62e-4
5	1.63	-0.06	-8.83e-4	1.63	-0.06	-8.83e-4
6	0	0	0	0	0	0
7	0.39	-0.09	-9.40e-4	0.39	-0.09	-9.40e-4
8	0.87	-0.15	-8.61e-4	0.87	-0.15	-8.61e-4
9	1.23	-0.20	-7.17e-4	1.23	-0.20	-7.17e-4
10	1.63	-0.23	-8.60e-4	1.63	-0.23	-8.60e-4
11	0	0	0	0	0	0
12	0.39	-0.05	-2.91e-4	0.39	-0.05	-2.91e-4
13	0.87	-0.10	2.30e-4	0.87	-0.10	2.30e-4
14	1.23	-0.12	6.21e-6	1.23	-0.12	6.14e-6
15	1.63	-0.14	1.33e-3	1.63	-0.14	1.33e-3

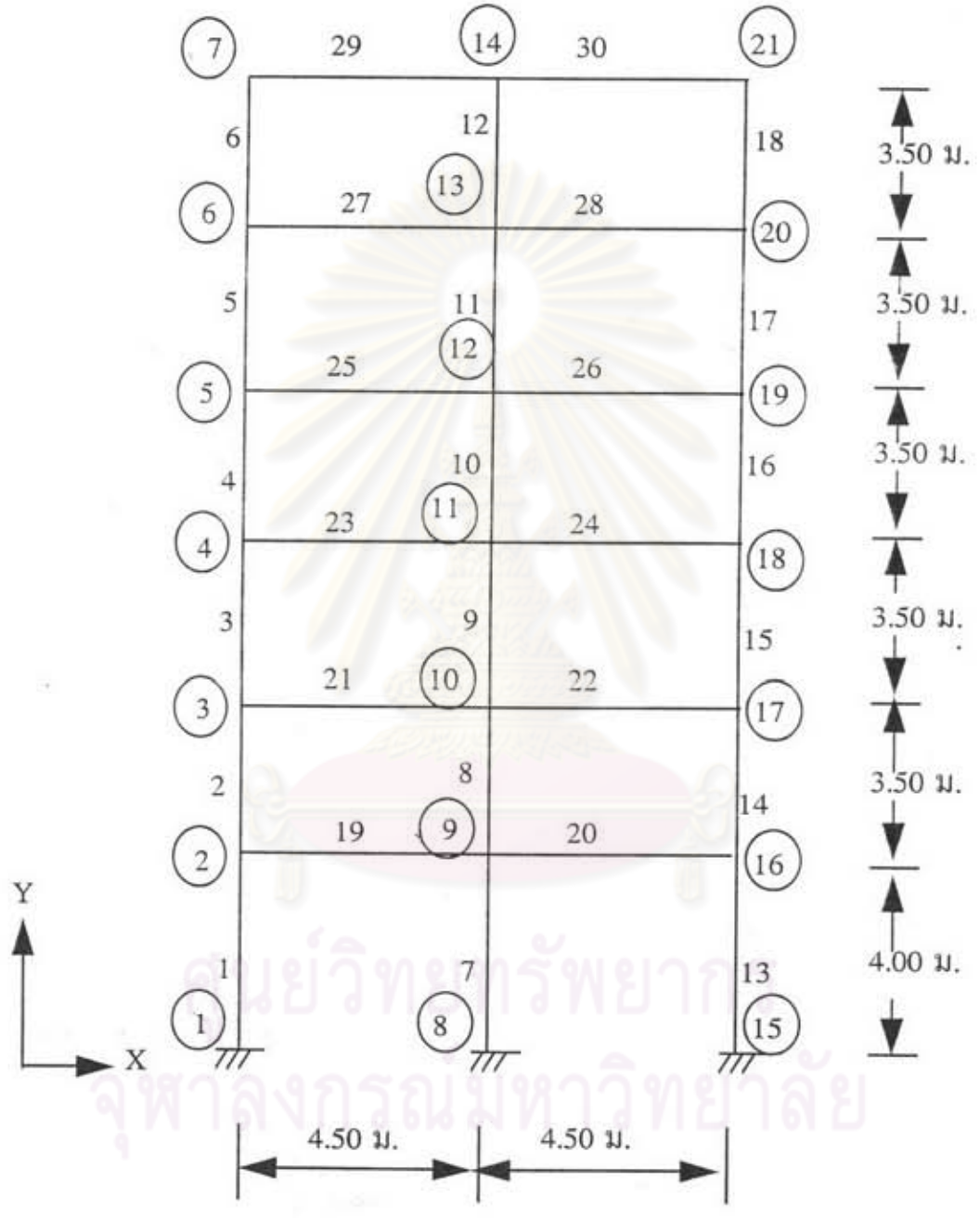
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบแรงภายในที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้าง จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับโปรแกรม MICROFEAP-P1

ชิ้นส่วน	ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น					ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม MICROFEAP-P1				
	แรงในแนวแกน (กก.)	แรงเฉือน (กก.)		โมเมนต์ดัด (กก.-ม)		แรงในแนวแกน (กก.)	แรงเฉือน (กก.)		โมเมนต์ดัด (กก.-ม)	
		จุดเริ่มต้น	จุดปลาย	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย		จุดเริ่มต้น	จุดปลาย	จุดเริ่มต้น	จุดปลาย
1	5297.8	469.5	-469.5	1369.7	508.4	5297.6	469.6	-469.6	1369.8	508.4
2	4286.4	129.7	-129.7	210.4	308.5	4286.3	129.8	-129.8	210.5	308.6
3	3019.2	-32.6	32.6	120.3	-9.8	3019.2	-32.5	32.5	120.3	-9.8
4	1498.2	-105.3	105.3	-310.7	-321.2	1498.2	-105.3	105.3	-310.7	-321.1
5	21819.9	580.2	-580.2	1516.0	804.7	21820.0	580.2	-580.2	1516.1	804.7
6	16172.5	323.9	-323.9	617.9	-677.6	16173.0	323.9	-323.9	618.0	-677.7
7	10768.2	132.4	-132.4	210.5	319.1	10768.0	132.5	-132.5	210.6	319.1
8	5537.7	-63.6	63.6	-155.0	-227.0	5537.7	-63.6	63.6	-154.8	-226.9
9	12882.2	950.2	-950.2	2010.5	1790.3	12882.0	950.2	-950.2	2010.6	1790.3
10	9541.1	1046.3	-1046.3	2069.5	2115.7	9541.2	1046.3	-1046.3	2069.5	2115.7
11	6212.6	900.0	-900.0	1710.7	1889.4	6212.6	900.1	-900.1	1710.8	1889.5
12	2964.2	668.9	-668.9	1673.2	2340.2	2964.2	668.9	-668.9	1673.2	2340.3
13	160.2	1011.5	2988.6	-718.8	-3235.4	160.2	1011.4	2988.6	-718.9	-3235.5
14	-96.1	2658.9	3341.1	1812.9	-3859.7	-96.1	2658.8	3341.2	1812.8	-3859.8
15	337.8	1267.2	2732.8	-188.1	-2743.2	337.7	1267.1	2732.9	-188.3	-2743.3
16	146.3	2671.5	3328.6	1855.1	-3826.4	146.3	2671.4	3328.6	1855.0	-3826.5
17	427.2	1521.0	2749.0	320.6	-2236.4	427.2	1521.0	2749.0	320.5	-2236.5
18	231.1	2751.6	3248.4	2072.2	-3562.6	231.1	2751.6	3248.4	2072.1	-3562.7
19	605.3	1498.2	2501.8	321.2	-2328.4	605.3	1498.2	2501.8	321.1	-2328.4
20	668.9	3035.9	2964.2	2555.4	-2340.2	668.9	3035.8	2964.2	2555.3	-2340.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างที่ 2 โครงข้อแข็งระนาบ 30 ชิ้นส่วน



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างโครงข้อแข็งระนาบ 30 ชิ้นส่วน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.7 ข้อมูลเบื้องต้น

จำนวนจุดต่อ	จำนวนชิ้นส่วน	จำนวนชุดหน้าตัด
21	30	5

ตารางที่ 3.8 ข้อมูลแรงกระทำที่จุดต่อ

จุดต่อ	แรงในแนวราบ (กก.)	แรงในแนวดิ่ง (กก.)
2-7	3,000	0

ตารางที่ 3.9 ข้อมูลแรงกระทำตลอดความยาวของชิ้นส่วน

ชิ้นส่วน	น้ำหนักบรรทุกคงที่ (กก./ม)		น้ำหนักบรรทุกจร (กก./ม)	
	แนวราบ	แนวดิ่ง	แนวราบ	แนวดิ่ง
19-30	0	-3,000	0	-2,000

ตารางที่ 3.10 ข้อมูลชิ้นส่วน

ชิ้นส่วน	ชุดหน้าตัด	ชนิดของหน้าตัด
1-3 , 13-15	1	หน้าตัดปีกกว้าง
4-6 , 16-18	2	หน้าตัดปีกกว้าง
7-9	3	หน้าตัดปีกกว้าง
10-12	4	หน้าตัดปีกกว้าง
19-30	5	หน้าตัดปีกกว้าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หน้าตัดขององค์อาคาร ในแต่ละรอบของการคำนวณ

รอบที่	พื้นที่หน้าตัดของแต่ละกลุ่ม (ซม^2.)					
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	ปริมาตร (ซม^3.)
0	11.85	11.85	11.85	11.85	11.85	140,423
1	119.80	72.38	211.50	92.18	107.70	1,326,577
1.1	96.76	63.14	119.80	84.70	101.30	1,113,201
1.2	84.12	63.14	101.30	84.12	101.30	1,164,434
1.3	72.19	63.14	96.76	84.12	101.30	1,033,128
2	119.80	72.38	211.50	92.18	107.70	1,326,577

ตารางที่ 3.12 เปรียบเทียบผลการออกแบบด้วยข้อกำหนด AISC/ASD 1989
จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับเอกสารอ้างอิง[1]

ชุดหน้าตัด	พื้นที่หน้าตัดจากงานเอกสารอ้างอิง[1] (ซม^2.)	ผลจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น		เปลี่ยนแปลง (%)
		พื้นที่หน้าตัด (ซม^2.)	สัญลักษณ์	
1	119.67	119.80	W300x94.0กก./ม.	0.11
2	74.15	72.38	W300x56.8กก./ม.	-2.45
3	203.30	211.50	W700x166.0กก./ม	3.88
4	92.51	92.18	W250x72.4กก./ม.	-0.38
5	104.42	107.70	W600x134.0กก./ม.	3.04
ปริมาตรรวม (ซม^3.)	1,303,622	1,326,577		1.73

เปรียบเทียบผลการคำนวณออกแบบโครงสร้างข้อแข็งระนาบ

ผลการคำนวณออกแบบตัวอย่างที่ 1 แสดงตัวอย่างโครงสร้างข้อแข็งระนาบจำนวน 20 ชิ้นส่วน รับน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักกระทำเนื่องจากแรงลมเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น กับผลที่ได้จากโปรแกรม MICROFEAP-P1 Release 3.3 ของสถาบัน ASIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY (AIT) ซึ่งใช้กันแพร่หลายในประเทศไทยโดยโปรแกรม MICROFEAP-P1 นั้นเป็นโปรแกรมที่เน้นในด้านการวิเคราะห์เป็นหลัก เพื่อหาแรงภายใน ค่าเคลื่อนตัว จากการเปรียบเทียบพบว่า ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงกันมาก แสดงว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องสูง

ผลการคำนวณออกแบบตัวอย่างที่ 2 เป็นการออกแบบโครงสร้างข้อแข็งระนาบจำนวน 30 ชิ้นส่วน ที่รับน้ำหนักบรรทุกคงที่ น้ำหนักบรรทุกจร และน้ำหนักกระทำเนื่องจากแรงลม ได้ผลการออกแบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.11 พบว่าพื้นที่หน้าตัดที่ได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีค่าใกล้เคียงกับงานเอกสารที่อ้างอิง โดยมีความแตกต่างของพื้นที่หน้าตัดแต่ละกลุ่มมากที่สุด 3.88% และความแตกต่างของปริมาตรรวม 1.73%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[1] งานเอกสารของ Saka M.P.