

### บทที่ 3

#### ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบ

ในการพิจารณาผลเปรียบเทียบสำหรับงานวิจัยนี้จะพิจารณา 2 ลักษณะ คือเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เคยได้มีการวิเคราะห์ทดสอบมาแล้ว และได้นำไปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่รู้จักกันแพร่หลาย มาร่วมวิเคราะห์ทดสอบเปรียบเทียบผลกับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาจากงานวิจัยนี้ด้วย และนอกจากนี้ได้นำตัวอย่างที่มีพฤติกรรมเด่นชัดในเชิงผลของความยาวของชิ้นส่วนมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ เพื่อแสดงให้เห็นผลจากความยาวของชิ้นส่วนที่มีต่อโครงสร้างในบางลักษณะ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้าง และลักษณะการรับแรงของโครงสร้างด้วย

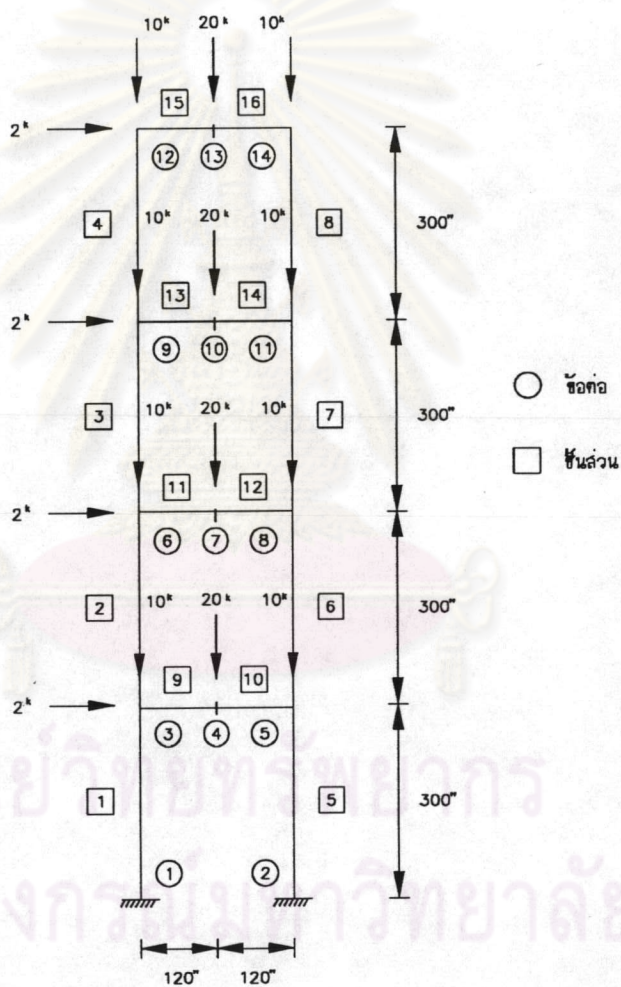
#### 3.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบ กับตัวอย่างที่ผ่านมา

ในงานวิจัยนี้ ได้นำตัวอย่างที่เคยมีการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลที่ผ่านมาในอดีต ในงานวิจัยต่างตามเงื่อนไข ข้อกำหนด และสมมุติฐานที่แตกต่างกันออกไปตามจุดมุ่งหมายของงานวิจัยนั้นๆ โดยมีโครงสร้างตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง เป็นโครงสร้างเหล็กข้อแฉ่ง รูปทรงสี่เหลี่ยมสูงชะลูด รับน้ำหนักบรรทุกทั้งแนวตั้งและแนวราบ เพื่อให้ผลของการเสียรูปของโครงสร้างมีผลเด่นชัด โดยโครงสร้างตัวอย่างทั้ง 3 มี

##### 3.1.1 แสดงผลการวิเคราะห์และการเปรียบเทียบ ตัวอย่างที่ 1

จากโครงเหล็กข้อแฉ่งรูปที่ 3.1 เป็นโครงสร้าง 4 ชั้น 1 ช่วงเสา คุณสมบัติของชิ้นส่วนต่างๆ ดังได้แสดงในตารางที่ 3.1 ซึ่งเป็นโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมสูงชะลูด รับน้ำหนักบรรทุกทั้งแนวตั้งและแนวราบ ทำให้ผลของการเสียรูปของโครงสร้างในแนวราบมีผลเด่นชัด ซึ่งโครงสร้างนี้เป็นโครงสร้างที่เลือกมาเพื่อต้องการวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมา โดยเฉพาะผลงานของ Korn and Galambos<sup>(3)</sup> ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หีกลาสติก-พลาสติกอันดับที่ 2 โดยตรง และงานวิจัยของ บุญแสง สิริรัตน์ชูวงศ์<sup>(20)</sup> ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หีกลาสติก-พลาสติกอันดับที่ 2 อย่างง่าย

โดยรวมผลของการย้อนกลับของโมเมนต์และผลของ P- $\Delta$  เข้าไว้ด้วย แต่ไม่ได้พิจารณาผลจากการเสียดรูปภายในชิ้นส่วนดังเช่นงานวิจัยนี้



รูปที่ 3.1 ลักษณะของโครงสร้างในตัวอย่างที่ 1

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณสมบัติชิ้นส่วนของโครงสร้าง ตัวอย่างที่ 1

ชิ้นส่วน	ขนาด	E (ksi)	F <sub>y</sub> (ksi)	A (in <sup>2</sup> )	I (in <sup>4</sup> )	M <sub>p</sub> (k-in)	P <sub>y</sub> (kg)	P <sub>cr</sub> (kg)
<เสา>								
1-8	8 W 40	30,000	36	11.75	144	1,920	423	328.58
<คาน>								
9-16	8 W 40	30,000	36	11.75	144	1,920	423	362.57

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการวิเคราะห์ ตัวอย่างที่ 1

ลำดับการเกิด จุดหมุน พลาสติก	ตัวประกอบ น้ำหนัก บรรทุก	ชิ้นส่วนที่เกิด จุดหมุน พลาสติก	Amplifier Factor (M <sub>max</sub> /M)	ตำแหน่ง จุดหมุน พลาสติก	การโก่งตัวสูง สุด (in)
1	1.121686	10	1.00	END	17.17200
2	1.214589	12	1.00	END	21.26844
3	1.251018	5	1.00	START	24.96353
4	1.292358	1	1.00	START	32.21954

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับงานวิจัยที่ผ่านมา ของโครงสร้างตัวอย่างที่ 1

ผลการวิเคราะห์	Korn & Galambos <sup>(3)</sup>	บุญแสง <sup>(20)</sup>	งานวิจัยนี้
ตัวประกอบน้ำหนักบรรทุก ประลัยของโครงสร้าง	1.283	1.292 (0.70%)	1.292 (0.70%)
การโก่งตัวสูงสุดต่อความสูงที่ ระดับน้ำหนักบรรทุกประลัย	0.02799	0.02684 (4.11%)	0.02685 (4.07%)

หมายเหตุ

- ( ) เปรอร์เซนต์เปรียบเทียบความแตกต่างจากการวิเคราะห์ในงานวิจัยกับการวิเคราะห์  
ด้วยวิธีอันดับที่ 2 ของ Korn & Galambos<sup>(3)</sup>

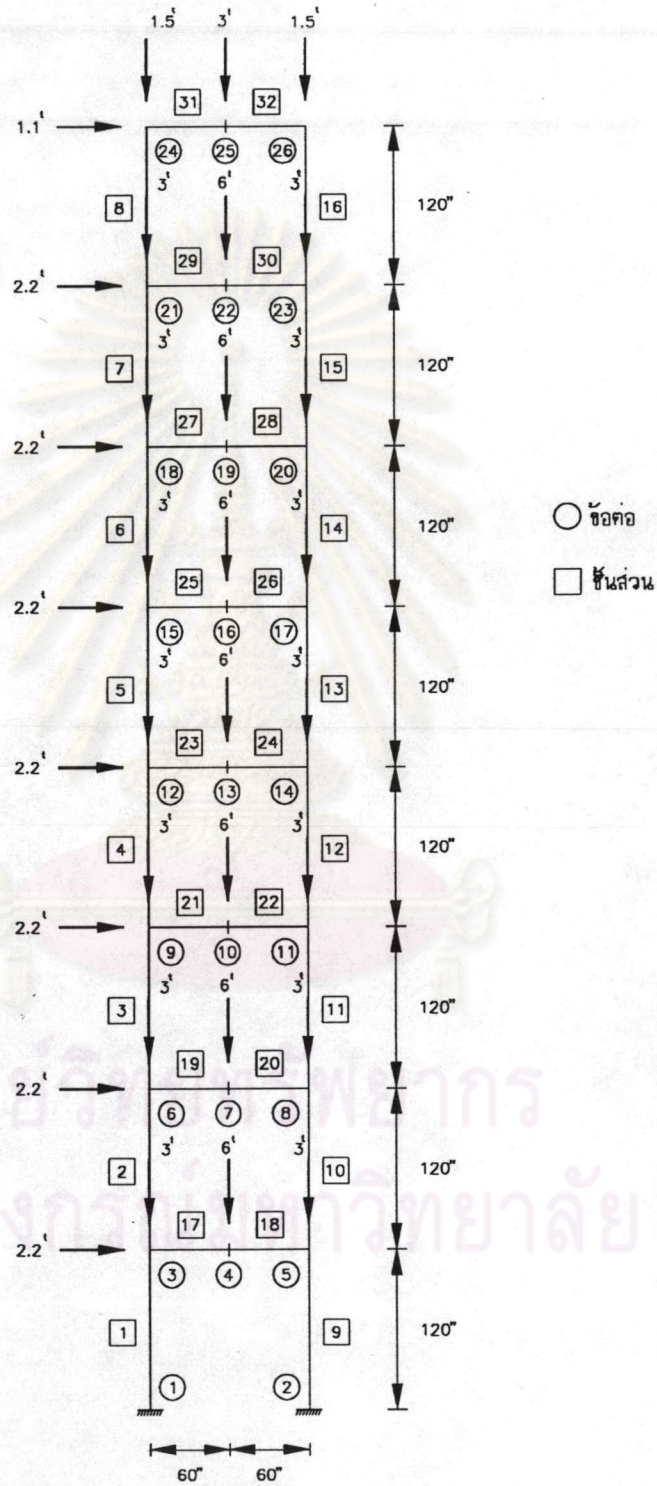


โดยผลการวิเคราะห์ที่ได้จะสรุปได้ดังตารางที่ 3.2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า Amplifier Factor มีค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่าผลของการพิจารณาการเสีรูปภายในชั้นส่วน(P-δ Effect) ไม่มีผลกระทบต่อผลการวิเคราะห์ในโครงสร้างตัวอย่างนี้ ดังจะเห็นได้จากผลของการเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมามีแสดงในตารางที่ 3.3 ซึ่งผลการวิเคราะห์จะมีค่าเทียบเท่ากับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีของ บุญแสง<sup>(20)</sup>

เนื่องจากโครงสร้างโดยทั่วไปค่าแรงในแนวแกนจะมีค่าสูงในชั้นส่วนเสาแต่ค่าของโมเมนต์ดัดที่ปลายเสากับมีทิศทางกลับทิศทางซึ่งจะทำให้การเสีรูปภายในชั้นส่วนไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการรับแรงขององค์อาคารนั้นดังกราฟในรูปที่ 2.6 และในชั้นส่วนคานค่าของแรงในแนวแกนก็มีค่าน้อยมากจนผลของการเสีรูปภายในชั้นส่วนไม่ส่งผลกระทบต่อกรรับแรงของคานเช่นกันดังนั้นผลที่ได้จึงไม่แตกต่างจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีของ บุญแสง<sup>(20)</sup>

### 3.1.2 แสดงผลการวิเคราะห์และการเปรียบเทียบ ตัวอย่างที่ 2

จากโครงเหล็กข้อแฉ่งรูปที่ 3.2 เป็นโครงสร้าง 8 ชั้น 1 ช่วงเสา คุณสมบัติของชั้นส่วนต่างๆ ดังได้แสดงในตารางที่ 3.4 เป็นโครงสร้างในลักษณะเดียวกับ ตัวอย่างที่ 1 ซึ่งเป็นโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมสูงชะลูด รับน้ำหนักบรรทุกทั้งแนวตั้ง และแนวราบ ทำให้ผลของการเสีรูปของโครงสร้างในแนวราบมีผลเด่นชัด ซึ่งโครงสร้างนี้เป็นโครงสร้างที่เลือกมาเพื่อต้องการวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมาโดยเฉพาะผลงานของ Korn and Galambos<sup>(3)</sup> ซึ่งเป็นการวิเคราะห์อิลาสติก-พลาสติกอันดับที่ 2 โดยตรงและงานวิจัยของ บุญแสง สิริรัตน์ชูวงศ์<sup>(20)</sup> ซึ่งเป็นการวิเคราะห์อิลาสติก-พลาสติกอันดับที่ 2 อย่างง่าย โดยรวมผลของการย้อนกลับของโมเมนต์และผลของ P-Δ เข้าไว้ด้วย แต่ไม่ได้พิจารณาผลจากการเสีรูปภายในชั้นส่วน



รูปที่ 3.2 ลักษณะของโครงสร้างในตัวอย่างที่ 2

ตารางที่ 3.4 แสดงคุณสมบัติชิ้นส่วนของโครงสร้าง ตัวอย่างที่ 2

ชิ้นส่วน	ขนาด	E (tsi)	F <sub>y</sub> (tsi)	A (in <sup>2</sup> )	I (in <sup>4</sup> )	M <sub>p</sub> (t-in)	P <sub>y</sub> (ton)	P <sub>cr</sub> (ton)
<เสา>								
8-16	6W15.5	13,000	15.25	4.56	30.1	169.2	69.54	65.03
6,7,14,15	6W31	13,000	15.25	9.12	110.0	463.2	139.08	134.15
5,13	8W35	13,000	15.25	10.3	126.0	529.2	157.08	151.58
4,12	10W49	13,000	15.25	14.4	273.0	919.2	219.60	214.64
3,11	12W79	13,000	15.25	23.2	663.0	1814.4	353.80	348.50
2,10	14W87	13,000	15.25	25.6	967.0	2,302.8	390.40	385.98
1,9	14W95	13,000	15.25	27.9	1,060.0	2,532.0	425.48	420.68
<คาน>								
31,32	8W17	13,000	15.25	5.01	56.6	242.4	76.40	73.51
29,30	8W20	13,000	15.25	5.89	69.4	291.6	89.82	86.56
27,28	10W21	13,000	15.25	6.20	107	367.2	94.55	92.21
25,26	12W27	13,000	15.25	7.95	204	579.6	121.24	119.22
23,24	14W30	13,000	15.25	8.83	290	720.0	134.66	132.90
19-22	14W34	13,000	15.25	10.0	340	832.8	152.50	150.58
17,18	14W38	13,000	15.25	11.2	386	937.88	170.80	168.68

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.5 แสดงผลการวิเคราะห์ ตัวอย่างที่ 2

ลำดับการเกิด จุดหมุน พลาสติก	ตัวประกอบ น้ำหนัก บรรทุก	ชั้นส่วนที่เกิด จุดหมุน พลาสติก	Ampifier Factor ( $M_{max}/M$ )	ตำแหน่ง จุดหมุน พลาสติก	การโก่งตัวสูง สุด (in)
1	1.033913	20	1.00	END	5.538566
2	1.082449	22	1.00	END	5.838014
3	1.088939	28	1.00	END	5.885981
4	1.135710	24	1.00	END	6.292655
5	1.170758	26	1.00	END	6.658788
6	1.187714	18	1.00	END	6.879125
7	1.233523	19	1.00	START	7.525271
8	1.234677	21	1.00	START	7.543007
9	1.264347	23	1.00	START	8.172891
10	1.272603	30	1.00	END	8.45825
11	1.303662	25	1.00	START	9.631872
12	1.310100	17	1.00	START	10.05858
13	1.347525	27	1.00	START	13.02114
14	1.406579	29	1.00	START	22.32200
15	1.406732	13	1.00	START	22.34157
16	1.407901	9	1.00	START	23.32142
17	1.409449	12	1.00	START	25.21122

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับงานวิจัยที่ผ่านมา ของโครงสร้างตัวอย่างที่ 2

ผลการวิเคราะห์	Korn & Galambos <sup>(3)</sup>	บุญแสง <sup>(20)</sup>	งานวิจัยนี้
ตัวประกอบน้ำหนักบรรทุก ประลัยของโครงสร้าง	1.411	1.410 (0.07%)	1.409 (0.14%)
การโก่งตัวสูงสุดต่อความสูงที่ ระดับน้ำหนักบรรทุกประลัย	0.02666	0.02624 (1.58%)	0.02626 (1.49%)

#### หมายเหตุ

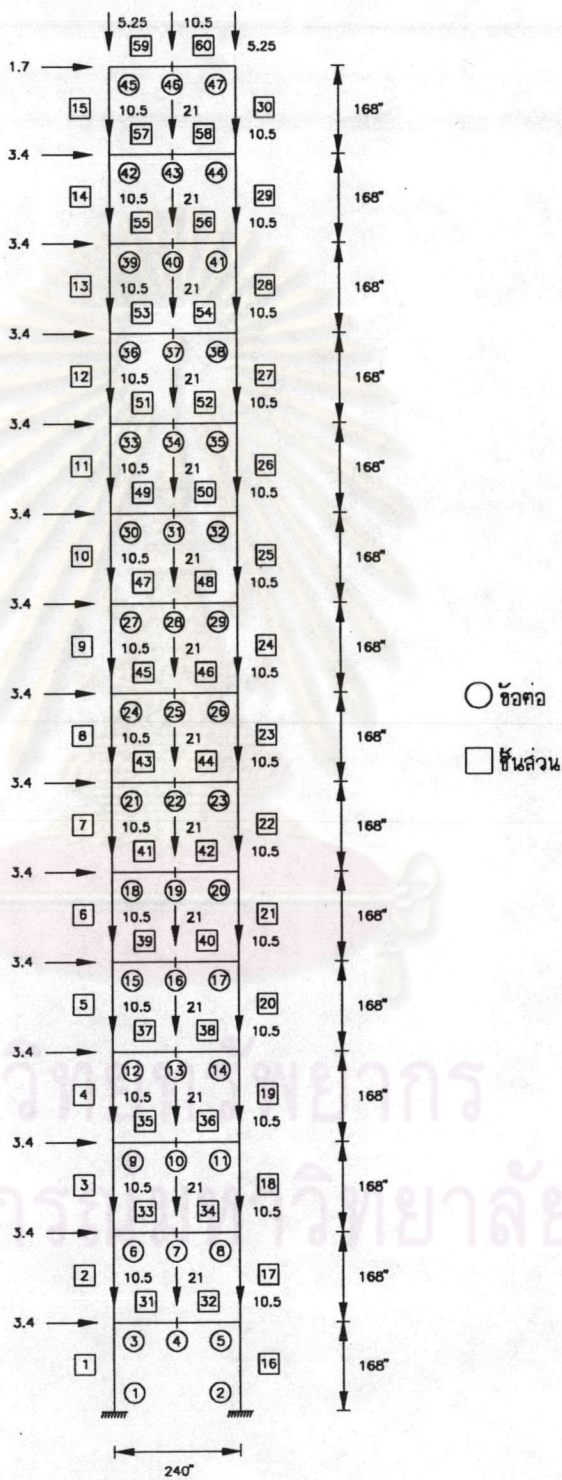
- ( ) เปรอร์เซนต์เปรียบเทียบความแตกต่างจากการวิเคราะห์ในงานวิจัยกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีอันดับที่ 2 ของ Korn & Galambos<sup>(3)</sup>

โดยผลการวิเคราะห์ที่ได้จะสรุปได้ดังตารางที่ 3.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า Amplifier Factor มีค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่าผลของการพิจารณาการเสีรูปภายในชิ้นส่วน(P-δ Effect) ไม่มีผลกระทบต่อผลการวิเคราะห์ในโครงสร้างตัวอย่างนี้เช่นเดียวกับในตัวอย่างที่ 1 ดังจะเห็นได้จากผลของการเปรียบเทียบผลกับงานวิจัยที่ผ่านมาดังแสดงในตารางที่ 3.6 ซึ่งผลการวิเคราะห์จะมีค่าเทียบเท่ากับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีของ บุญแสง<sup>(20)</sup> เช่นเดียวกับในตัวอย่างที่ 1

#### 3.1.3 แสดงผลการวิเคราะห์และการเปรียบเทียบ ตัวอย่างที่ 3

จากโครงเหล็กข้อแฉ่งรูปที่ 3.3 เป็นโครงสร้าง 15 ชั้น 1 ช่วงเสา คุณสมบัติของชิ้นส่วนต่างๆ ดังได้แสดงในตารางที่ 3.7 เป็นโครงสร้างในลักษณะเดียวกับ ตัวอย่างที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมสูงชะลูด รับน้ำหนักบรรทุกทั้งแนวตั้ง และแนวราบ ทำให้ผลของการเสีรูปของโครงสร้างในแนวราบมีผลเด่นชัด ซึ่งโครงสร้างนี้เป็นโครงสร้างที่เลือกมาเพื่อต้องการวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมาโดยเฉพาะผลงานของ Korn and Galambos<sup>(3)</sup> ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หีลาสติก-พลาสติกอันดับที่ 2 โดยตรงและงานวิจัยของ บุญแสง สิริรัตน์ชูวงศ์<sup>(20)</sup> ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หีลาสติก-พลาสติกอันดับที่ 2 อย่างง่าย โดยรวมผลของการย้อนกลับของโมเมนต์ และผลของ P-Δ เข้าไว้ด้วย แต่ไม่ได้พิจารณาผลจากการเสีรูปภายในชิ้นส่วน





รูปที่ 3.3 ลักษณะของโครงสร้างในตัวอย่างที่ 3

ตารางที่ 3.7 แสดงคุณสมบัติชิ้นส่วนของโครงสร้าง ตัวอย่างที่ 3

ชิ้นส่วน	ขนาด	E (ksi)	F <sub>y</sub> (ksi)	A (in <sup>2</sup> )	I (in <sup>4</sup> )	M <sub>p</sub> (k-in)	P <sub>y</sub> (kg)	P <sub>cr</sub> (kg)
<เสา>								
15,30	8W17	30,000	36	5.01	56.6	568.8	180.36	166.65
14,29	8W28	30,000	36	8.23	98.0	975.6	296.28	274.93
13,28	10W39	30,000	36	11.5	210	1,692.0	414.00	394.55
12,27	12W39	30,000	36	11.5	210	1,692.0	414.00	394.55
11,26	12W40	30,000	36	11.8	310	2,073.6	424.80	410.93
10,25	12W50	30,000	36	14.7	394	2,613.6	529.20	512.26
9,24	12W58	30,000	36	17.1	477	3,114.0	615.60	596.67
8,23	14W61	30,000	36	17.9	640	3,686.4	644.40	628.94
7,22	14W74	30,000	36	21.8	798	4,521.6	784.80	766.41
6,21	14W84	30,000	36	24.7	928	5,234.4	889.20	868.90
3-5,18-20	14W111	30,000	36	32.7	1,269	7,056.0	1,177.2	1,151.2
2,17	14W127	30,000	36	37.3	1,476	8,132.4	1,342.8	1,313.7
1,16	14W136	30,000	36	40.0	1,593	8,737.2	1,440.0	1,409.0
<คาน>								
59,60	8W20	30,000	36	5.89	69.3	687.6	212.04	180.49
57,58	10W25	30,000	36	7.36	133.6	1062.6	264.96	239.49
55,56	12W27	30,000	36	7.95	204.4	1368.0	286.2	266.71
51-54	12W36	30,000	36	10.6	281.1	1850.4	381.6	356.41
49,50	12W45	30,000	36	13.2	350.0	2336.4	475.2	443.82
47,48	14W53	30,000	36	15.6	543.0	3135.6	561.6	533.35
43-46	14W61	30,000	36	17.9	640.0	3686.4	644.4	612.84
41,42	14W74	30,000	36	21.8	798.0	4521.6	784.8	747.26
39,40	14W78	30,000	36	22.9	849.0	4824.0	824.4	785.47
37,38	14W84	30,000	36	24.7	928.0	5234.4	889.2	847.76
35,36	16W88	30,000	36	25.9	1,222	6084.0	932.4	897.80
33,34	16W96	30,000	36	28.2	1,354	6696.0	1015.2	978.18
31,32	18W96	30,000	36	28.2	1,672	7416.0	1015.2	985.22

ตารางที่ 3.8 แสดงผลการวิเคราะห์ ตัวอย่างที่ 3

ลำดับการเกิด จุดหมุน พลาสติก	ตัวประกอบ น้ำหนัก บรรทุก	ชิ้นส่วนที่เกิด จุดหมุน พลาสติก	Ampifier Factor ( $M_{max}/M$ )	ตำแหน่ง จุดหมุน พลาสติก	การโก่งตัวสูง สุด (in)
1	1.029108	52	1.00	END	20.26937
2	1.089476	50	1.00	END	21.79013
3	1.139649	56	1.00	END	23.32704
4	1.151481	54	1.00	END	23.73773
5	1.182254	48	1.00	END	25.11808
6	1.202769	44	1.00	END	26.19786
7	1.225423	58	1.00	END	27.47018
8	1.237334	46	1.00	END	28.23481
9	1.263041	42	1.00	END	30.14756
10	1.275669	40	1.00	END	31.17478
11	1.300869	38	1.00	END	33.38819
12	1.315095	57	1.00	END	34.73292
		58	1.00	START	
13	1.343850	36	1.00	END	38.27638
14	1.368280	55	1.00	END	41.48638
		56	1.00	START	
15	1.372849	30	1.00	END	42.54775
16	1.373372	49	1.00	START	42.71971
17	1.374788	51	1.00	START	43.30411
18	1.374950	47	1.00	START	43.61170

ตารางที่ 3.9 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับงานวิจัยที่ผ่านมา ของโครงสร้างตัวอย่างที่ 3

ผลการวิเคราะห์	Korn & Galambos <sup>(3)</sup>	บุญแสง <sup>(20)</sup>	งานวิจัยนี้
ตัวประกอบน้ำหนักบรรทุก ประลัยของโครงสร้าง	1.375	1.375 (0.00%) <sup>*</sup>	1.375 (0.00%) <sup>*</sup>
การโก่งตัวสูงสุดต่อความสูงที่ ระดับน้ำหนักบรรทุกประลัย	0.01730	0.01730 (0.00%) <sup>*</sup>	0.01731 (0.04%) <sup>*</sup>

#### หมายเหตุ

- (\*) เปรอร์เซนต์เปรียบเทียบความแตกต่างจากการวิเคราะห์ในงานวิจัยกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีอันดับที่ 2 ของ Korn & Galambos<sup>(3)</sup>

โดยผลการวิเคราะห์ที่ได้จะสรุปได้ดังตารางที่ 3.8 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า Amplifier factor มีค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่าผลของการพิจารณาการเสียรูปภายในชิ้นส่วน(P- $\delta$  Effect) ไม่มีผลกระทบต่อผลการวิเคราะห์ในโครงสร้างตัวอย่างนี้เช่นเดียวกับในตัวอย่างที่ 1 และ 2 ดังจะเห็นได้จากผลของการเปรียบเทียบผลกับงานวิจัยที่ผ่านมาดังแสดงในตารางที่ 3.9 ซึ่งผลการวิเคราะห์จะมีค่าเทียบเท่ากับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีของ บุญแสง<sup>(20)</sup> เช่นเดียวกับในตัวอย่างที่ 1 และ 2

เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เมื่อนำโครงสร้างตัวอย่างทั้ง 3 นี้ ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบในส่วนการวิเคราะห์โครงสร้างแบบอิลาสติกของโปรแกรม กับโปรแกรม Microfeap P1 ผลที่ได้เมื่อเปรียบเทียบจากผลของการโก่งตัวสูงสุดในแนวราบ จะมีความแตกต่างกันน้อยมาก ดังแสดงในตารางที่ 3.10 และเมื่อนำโครงสร้างไปวิเคราะห์เปรียบเทียบในส่วนการวิเคราะห์โครงสร้างแบบอิลาสติกโดยพิจารณาผลของ P- $\Delta$  กับโปรแกรม STAAD-III ผลที่ได้ก็มีความแตกต่างกันน้อยมากเช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.10 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ในส่วนอิลาสติกอันดับที่ 1 กับโปรแกรม Microfeap P1

วิเคราะห์โดย	ผลการโก่งตัวสูงสุดในแนวราบของโครงสร้าง		
	(in)		
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
Microfeap P1	11.496	4.9638	17.478
งานวิจัยนี้	11.496 (0.00%)	4.9621 (0.03%)	17.473 (0.03%)

หมายเหตุ

- (i) เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบความแตกต่างจากการวิเคราะห์ในงานวิจัยกับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Microfeap P1

ตารางที่ 3.11 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ในส่วนอิลาสติกโดยพิจารณาผลของ P-Δ กับโปรแกรม STAAD III

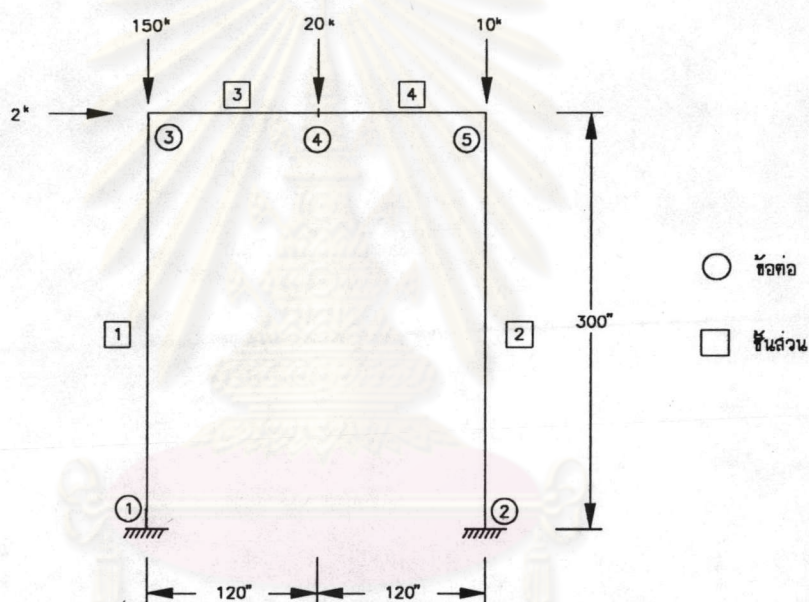
วิเคราะห์โดย	ผลการโก่งตัวสูงสุดในแนวราบของโครงสร้าง	
	(in)	
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2
STAAD III	14.80679	5.61339
งานวิจัยนี้	14.78366 (0.16%)	5.35095 (4.68%)

หมายเหตุ

- (i) เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบความแตกต่างจากการวิเคราะห์ในงานวิจัยกับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม STAAD III

### 3.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างที่ความยาวของชั้นส่วนมีผลต่อกำลังของโครงสร้าง

จากตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่างที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าโครงสร้างโดยทั่วไป การเสียรูปภายในชั้นส่วนจะไม่ค่อยกระทบต่อกำลังของโครงสร้างเท่าใดนัก ในตัวอย่างที่ 4 เพื่อต้องการแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของโครงสร้างที่ได้รับผลกระทบจากการเสียรูปภายในชั้นส่วนอย่างชัดเจน จึงได้เลือกโครงสร้างและกำหนดให้มีการรับน้ำหนักบรรทุกดังแสดงในรูปที่ 3.4 โดยที่มีคุณสมบัติของแต่ละชั้นส่วนดังแสดงในตารางที่ 3.12



รูปที่ 3.4 ลักษณะของโครงสร้างในตัวอย่างที่ 4

ตารางที่ 3.12 แสดงคุณสมบัติชั้นส่วนของโครงสร้าง ตัวอย่างที่ 4

ชั้นส่วน	ขนาด	E (ksi)	F <sub>y</sub> (ksi)	A (in <sup>2</sup> )	I (in <sup>4</sup> )	M <sub>p</sub> (k-in)	P <sub>y</sub> (kg)	P <sub>cr</sub> (kg)
<เสา>								
1,2	8 W 40	30,000	36	11.75	144	1,920	423	328.58
<คาน>								
3,4	8 W 40	30,000	36	11.75	144	1,920	423	362.57



ตารางที่ 3.13 แสดงผลการวิเคราะห์ ตัวอย่างที่ 4

ลำดับการเกิด	ตัวประกอบ	ชิ้นส่วนที่เกิด	Amplifier	ตำแหน่ง	การโก่งตัวสูง
จุดหมุน พลาสติก	น้ำหนัก บรรทุก	จุดหมุน พลาสติก	Factor ( $M_{max}/M$ )	จุดหมุน พลาสติก	สุด (in)
1	1.593267	1	4.99698	START	1.552172
		1	1.65763	END	

ตารางที่ 3.14 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับงานวิจัยที่ผ่านมา ของโครงสร้างตัวอย่างที่ 4

ผลการวิเคราะห์	ไม่พิจารณาผล ความยาวชิ้นส่วน	งานวิจัยนี้
ตัวประกอบน้ำหนักบรรทุก ประลัยของโครงสร้าง	2.339154	1.593267 (31.89%)
การโก่งตัวสูงสุด	2.99491	1.52172 (48.17%)

#### หมายเหตุ

- ( ) เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบความแตกต่างจากการวิเคราะห์ในงานวิจัยกับการวิเคราะห์ โดยไม่พิจารณาการเสียรูปภายในชิ้นส่วนด้วยโปรแกรมในงานวิจัยของ บุญแสง<sup>(20)</sup>

โดยผลการวิเคราะห์ที่ได้จะสรุปได้ดังตารางที่ 3.13 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า Amplifier factor มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าผลของการพิจารณาการเสียรูปภายในชิ้นส่วน (P- $\delta$  Effect) มีผลกระทบต่อผลการวิเคราะห์ในโครงสร้างตัวอย่างนี้ จะเห็นได้จากผลของการเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมในงานวิจัยของ บุญแสง<sup>(20)</sup> ที่ทำการวิเคราะห์โดยไม่ได้พิจารณาผลของการเสียรูปภายในชิ้นส่วนจะได้ผลเปรียบเทียบดังตารางที่ 3.14 ซึ่งค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกประลัยของโครงสร้างจะมีค่ามากกว่างานวิจัยนี้อยู่ถึง 31.89% ซึ่งเป็นไปในทางที่ไม่ปลอดภัย

จะเห็นได้ว่าในโครงสร้างใดที่มีลักษณะของโครงสร้างหรือพฤติกรรมการรับแรงที่เอื้อให้ผลของ P- $\delta$  Effect มีผลต่อกำลังการรับแรงของโครงสร้าง จะส่งผลให้โครงสร้างนั้นมีความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกประลัยได้น้อยลง ในการวิเคราะห์โครงสร้างจึงมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงผลของการเสียรูปภายในชิ้นส่วน (P- $\delta$  Effect) ประกอบด้วย