

ตัวอย่างการวิเคราะห์

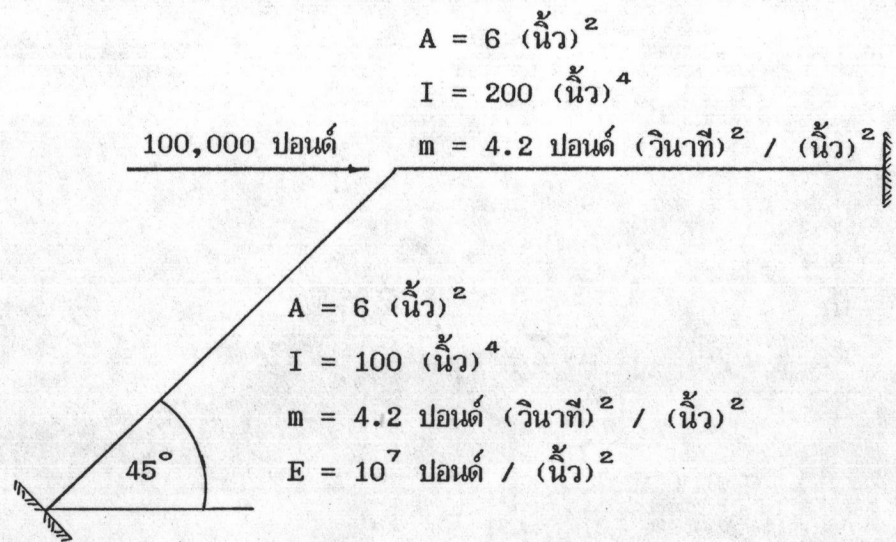
5.1 ความนำ

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์โครงข้อแข็ง 2 ตัวอย่าง โดยทำการวิเคราะห์ทั้งแบบสถิตยศาสตร์และแบบพลศาสตร์ ตัวอย่างแรก เป็นโครงข้อแข็งขนาดเล็กซึ่งเป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลลัพธ์ทางพลศาสตร์กับเอกสารอ้างอิงที่ (14) ตัวอย่างที่ 2 เป็นการวิเคราะห์โครงข้อแข็งขนาดใหญ่ โดยมีการวิเคราะห์แตกต่างกันไปตามลักษณะของแรงที่กระทำ คือ การวิเคราะห์แบบสถิตยศาสตร์ ใช้แรงลมที่กระทำกับโครงสร้างตามเทศบัญญัติกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2522 ส่วนการวิเคราะห์แบบพลศาสตร์ใช้กราฟข้อมูลลมที่จำลองจากข้อมูลลมจริง ในเขตกรุงเทพมหานครที่แสดงไว้ในเอกสารอ้างอิงที่ (6) และแรงลมที่เกิดขึ้นจริงตามกราฟลมมุนโรไดน์ ของกรมอุตุนิยมวิทยาที่สถานีที่กรุงเทพมหานครในช่วงปี พ.ศ. 2512 ถึง พ.ศ. 2519 แล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี

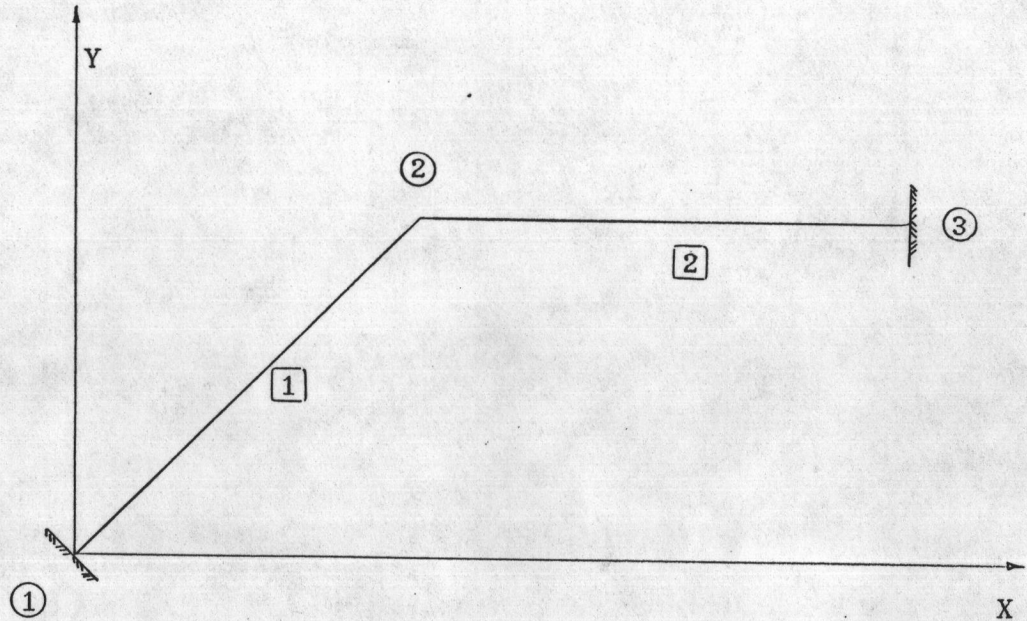
5.2 ตัวอย่างที่ 1

วิเคราะห์แบบพลศาสตร์หาการตอบสนองที่เกิดขึ้นในโครงข้อแข็งที่แสดงไว้ในรูป 5.1 ก การเรียงลำดับชิ้นส่วนและขีดตั้งแสดงในรูปที่ 5.1 ข ค่าพิกัดคุณสมบัติต่าง ๆ รวมทั้งค่าการเคลื่อนที่ ความเร็ว อัตราเร่ง และแรงภายในของชิ้นส่วนที่เกิดขึ้นที่เวลาต่าง ๆ กัน ดังแสดงในภาคผนวก ก.

จะเห็นได้ว่าค่าการเคลื่อนที่ ความเร็ว และอัตราเร่งที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับผลลัพธ์ที่ได้จากเอกสารอ้างอิงที่ (14)



ก. แสดงแรงภายนอก และคุณสมบัติของโครงสร้าง



ข. หมายเลขข้อ  และหมายเลขชิ้นส่วน

รูปที่ 5.1 โครงข้อแข็งตัวอย่างที่ 1

### 5.3 ตัวอย่างที่ 2

ตัวอย่างนี้เป็นตัวอย่างโครงข้อแข็งขนาดใหญ่มีความสูง 15 ชั้น กว้าง 3 ช่วงคาน ขนาดของเสาและคาน แสดงในตารางที่ 5.1 ความสูงของแต่ละชั้น ความยาวช่วงคาน เลขที่ชั้นและเลขที่ชั้นส่วนแสดงในรูปที่ 5.2 โดยลักษณะของแรงที่มากระทำต่อโครงสร้างมีความแตกต่างกันออกไปต่าง ๆ ดังนี้

ชั้น	เสานอก เมตร X เมตร	เสาใน เมตร X เมตร	คาน เมตร X เมตร
0 - 3	0.40 X 1.00	0.50 X 1.00	0.25 X 0.50
3 - 6	0.40 X 0.80	0.50 X 0.80	0.25 X 0.50
6 - 9	0.40 X 0.60	0.50 X 0.60	0.25 X 0.50
9 - 11	0.40 X 0.40	0.40 X 0.60	0.25 X 0.50
11 - 15	0.40 X 0.40	0.40 X 0.40	0.25 X 0.50

ตารางที่ 5.1 ขนาดเสาและคานของโครงข้อแข็งสูง 15 ชั้น (ตัวอย่างที่ 2)

5.3.1 แรงที่กระทำเป็นแรงกระทำด้านข้าง แบบสถิตยศาสตร์ตามข้อกำหนดเทศบัญญัติ กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2522 ข้อ 64 โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังในตารางที่ 5.2 จะได้แรงที่กระทำกับโครงข้อแข็งสูง 15 ชั้น ดังแสดงในรูปที่ 5.3

ความสูงของอาคารหรือส่วนของอาคาร	หน่วยแรงลมอย่างน้อย (ก.ก./ม <sup>2</sup> )
ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	50
ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	80
ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	120
ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 40 เมตร	160

ตารางที่ 5.2 ขนาดของหน่วยแรงลมตามเทศบัญญัติกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2522

5.3.2 แรงที่กระทำเป็นแรงกระทำด้านข้างแบบพลศาสตร์ที่ได้จากกราฟจำลองจากข้อมูลจริงในเขตกรุงเทพมหานครที่แสดงในเอกสารอ้างอิงที่ (6) หน้า 36 โดยใช้ช่วงเวลาวินาทีที่ 80 ถึงวินาทีที่ 100 ดังแสดงในรูปที่ 5.5 มีความเร็วลมสูงสุด 110.1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่ความสูงจากพื้นดิน 45 เมตร เมื่อแปลงความเร็วลมมาที่ความสูงจากพื้นดิน 9 เมตร โดยใช้สมการ (2.14) จะได้ความเร็วลมประมาณ 73.6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อ  $\alpha = 1/4$  และ 87.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อ  $\alpha = 1/7$

จะเห็นได้ว่า เมื่อแปลงความเร็วลมมาที่ความสูงจากพื้นดิน 9 เมตร โดยใช้ค่า  $\alpha = 1/4$  และ  $1/7$  จะได้ความเร็วลมระหว่าง 73.6 และ 87.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งจากข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ดังแสดงในรูป 5.6 ความเร็วลมสูงสุดที่วัดได้มีค่า 78 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่ความสูงจากพื้นดิน 9 เมตร ดังนั้น กราฟลมจำลองตามเอกสารอ้างอิงที่ (6) นี้สามารถครอบคลุมความเร็วลมสูงสุดที่เคยเกิดขึ้นจริงได้

ในการคำนวณพลศาสตร์นี้ จะใช้แรงลมกระทำด้านข้างแบบพลศาสตร์ตามกราฟลมจำลอง ดังแสดงในรูปที่ 5.5 กับโครงข้อแข็งสูง 15 ชั้น ดังแสดงในรูปที่ 5.4 โดยให้พารามิเตอร์ของกฎแห่งกำลังมีค่า เท่ากับ  $1/7$  และ  $1/4$  ค่าพื้นที่หน้าตัด โมเมนต์อินเนอร์เซีย และมวล คำนวณจากขนาดของโครงข้อแข็งที่แสดงไว้ในตารางที่ 5.1 สำหรับมวลจะรวมมวลเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ของ พื้น (ไม่รวมคาน) ผนังทึบ หน้าผนัง ฝ้าเพดาน และอื่น ๆ เป็น 440 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และน้ำหนักบรรทุกจร 300 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.3 และสมมติให้พฤติกรรมของโครงข้อแข็งนี้มีพลังงานสูญเสีย 5 %

จากผลการคำนวณในตัวอย่างที่ 2 ได้ค่าของการสั่นไหวแบบอิสระ ดังแสดงในตารางที่ 5.4 และผลลัพธ์เปรียบเทียบระหว่างการวิเคราะห์แบบสถิตยศาสตร์กับการวิเคราะห์แบบพลศาสตร์ดังแสดงในรูป 5.7 - 5.12 และตารางที่ 5.5 สำหรับเวลาที่ใช้ในการคำนวณนั้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.6 โดยการคำนวณแบบพลศาสตร์จะใช้เวลามากกว่า การคำนวณแบบสถิตยศาสตร์ประมาณ 80 เท่า สำหรับการคำนวณที่ใช้รูปแบบของโหมดที่สำคัญ 4 โหมด จาก 180 โหมด และจำนวนช่วงเวลาในการคำนวณ 40 ช่วงเวลา ชีตจำกัดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในงานวิจัยนี้สามารถใช้กับโครงสร้างที่มีจำนวนข้อต่อไม่เกิน 250 ข้อต่อ และจำนวนชั้นส่วนไม่เกิน 500 ชั้นส่วน

อนึ่ง เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์นี้ ได้ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับโปรแกรม SAP IV (15) แล้วได้ค่าใกล้เคียงกัน

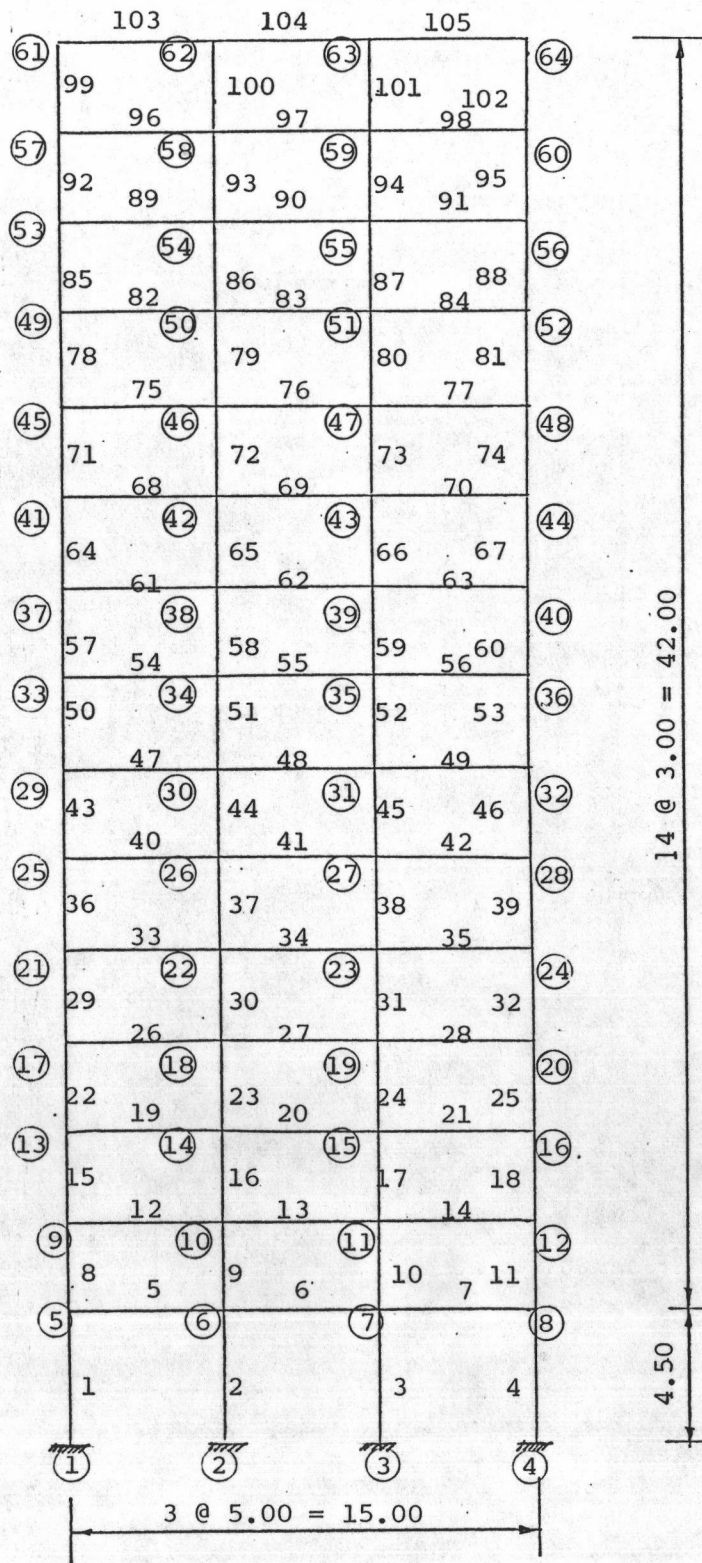
ชั้น	เสานอก			เสาใน			คาน		
	พื้นที่ หน้าตัด	โมเมนต์ ของ ความ เฉื่อย	มวล	พื้นที่ หน้าตัด	โมเมนต์ ของ ความ เฉื่อย	มวล	พื้นที่ หน้าตัด	โมเมนต์ ของ ความ เฉื่อย	มวล
1-3	.4	.03333	.0979	.5	.04167	.1223	.125	.0026	.40775
3-6	.32	.01707	.0783	.4	.02133	.0979	.125	.0026	.40775
6-9	.24	.0072	.0585	.3	.009	.0734	.125	.0026	.40775
9-12	.16	.00213	.039	.24	.0072	.0585	.125	.0026	.40775
12-15	.16	.00213	.039	.16	.00213	.039	.125	.0026	.40775

พื้นที่หน้าตัด => เมตร<sup>2</sup>, โมเมนต์อินเนอร์เซีย => เมตร<sup>4</sup>, มวล => ตัน-วินาที<sup>2</sup>/เมตร<sup>2</sup>

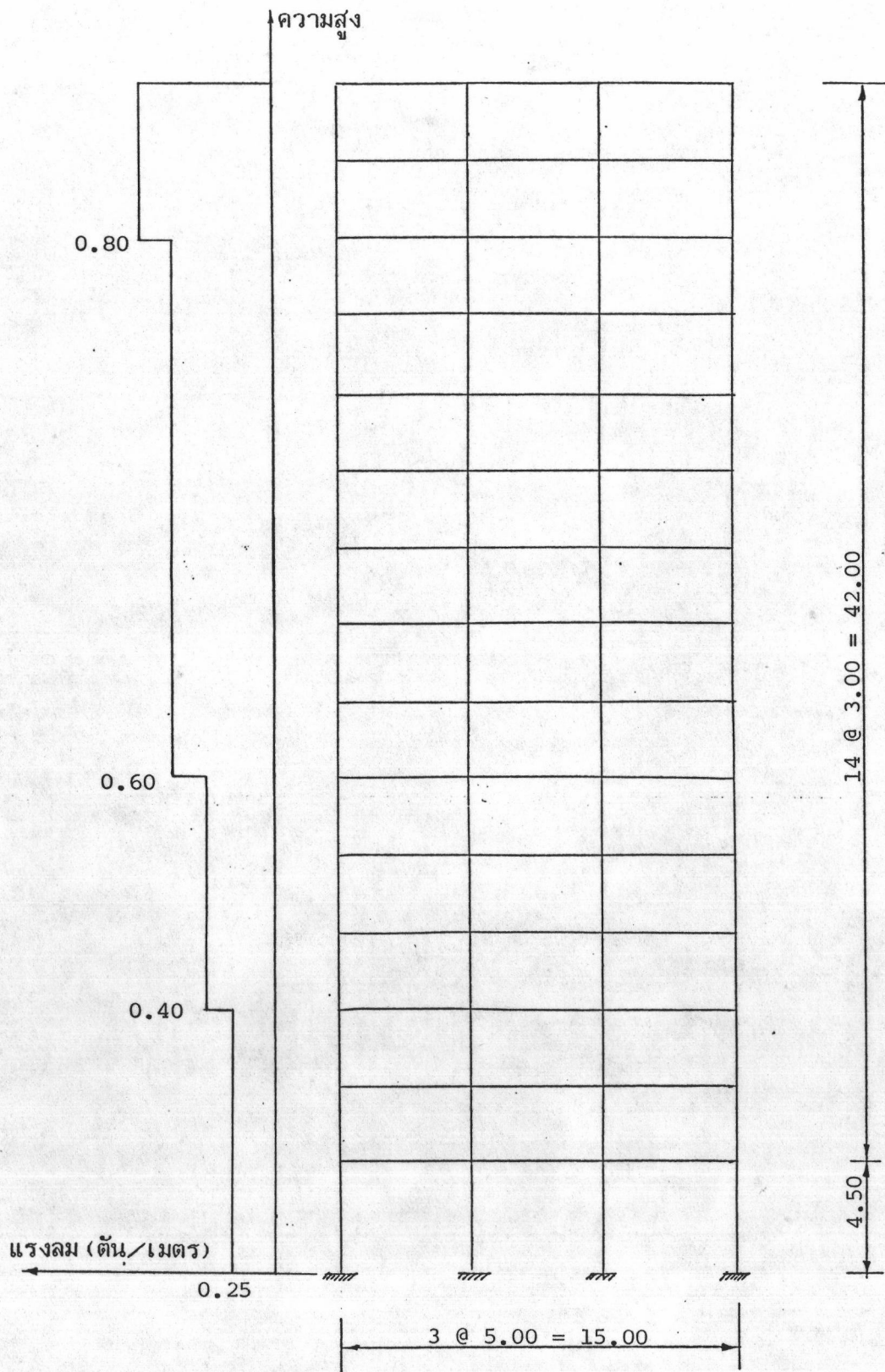
ตารางที่ 5.3 ค่าพื้นที่หน้าตัด โมเมนต์อินเนอร์เซีย และมวลของโครงข้อแข็ง  
สูง 15 ชั้น

โหนด	ความเร็วเชิงมุม (เรเดียน/วินาที)	ความถี่ (รอบ/วินาที)	คาบ (วินาที)
1	2.51	0.40	2.50
2	7.31	1.16	0.86
3	12.70	2.02	0.50
4	18.86	3.00	0.33

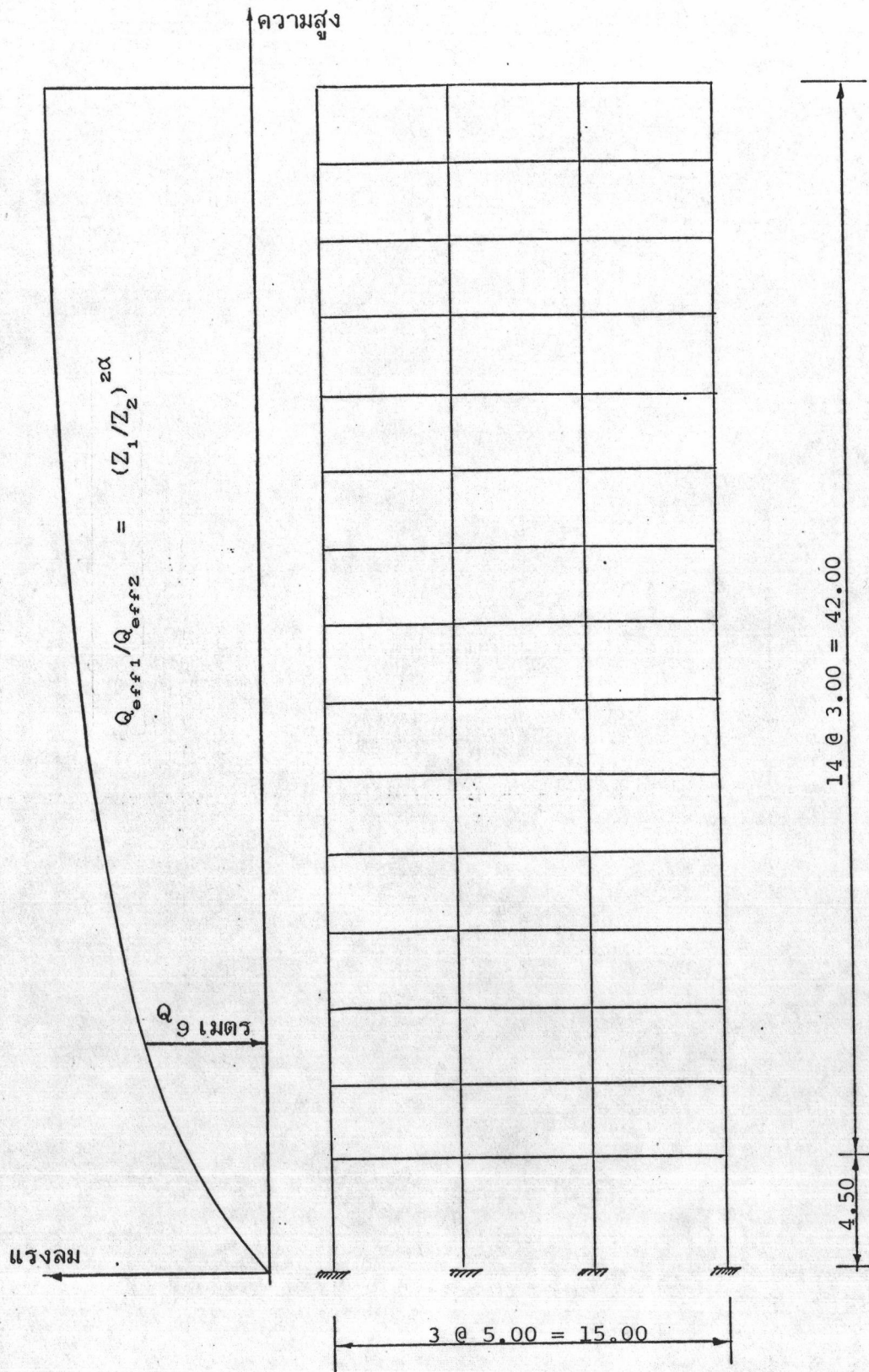
ตารางที่ 5.4 ค่าการสั่นแบบอิสระของโครงข้อแข็งสูง 15 ชั้น (ตัวอย่างที่ 2)



รูปที่ 5.2 โครงข่ายแข็ง (ตัวอย่างที่ 2) ระยะของโครงข่ายแข็ง = 5.00

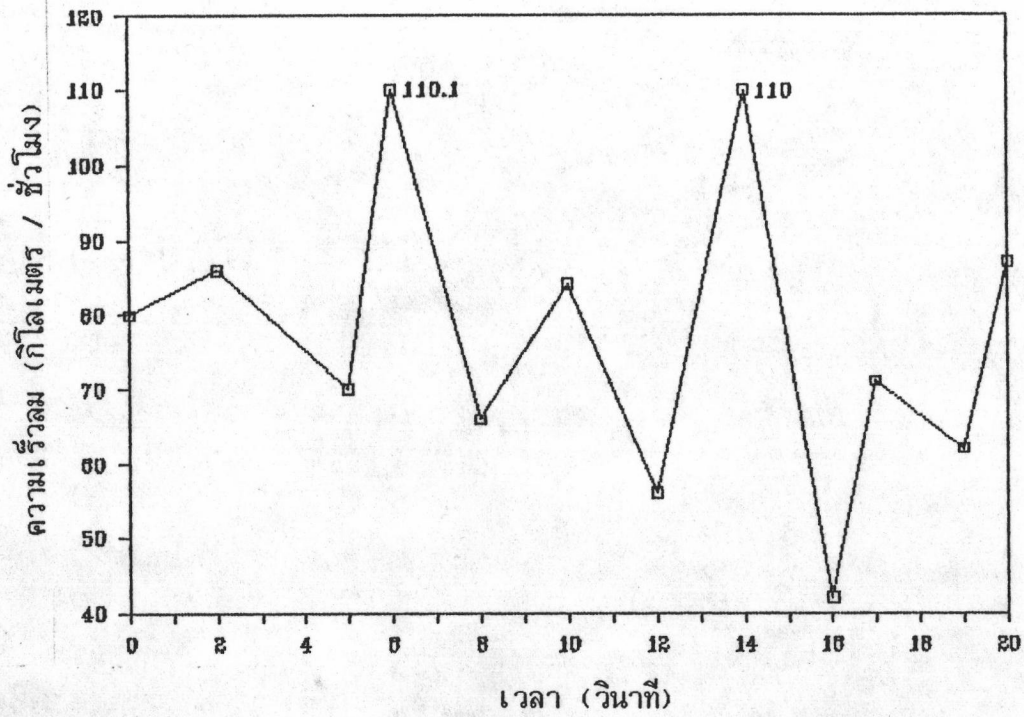


รูปที่ 5.3 ลักษณะและขนาดของแรงลมตามเทศบัญญัติกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2522

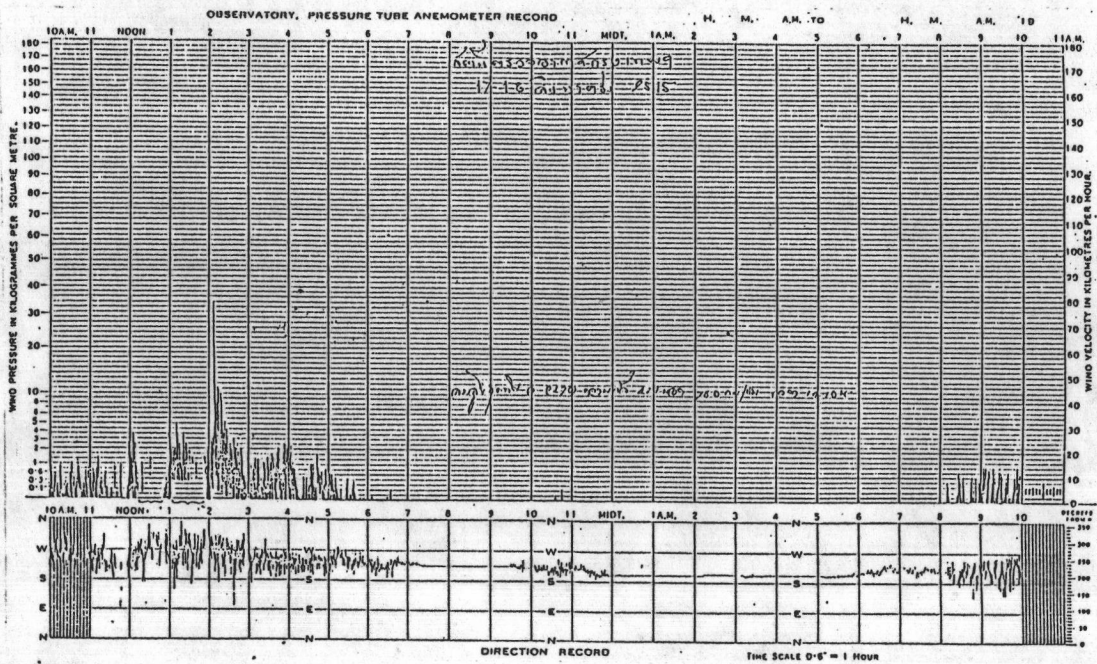


รูปที่ 5.4 ลักษณะของแรงลมพลศาสตร์ที่กระทำกับโครงสร้างสูง 15 ชั้น

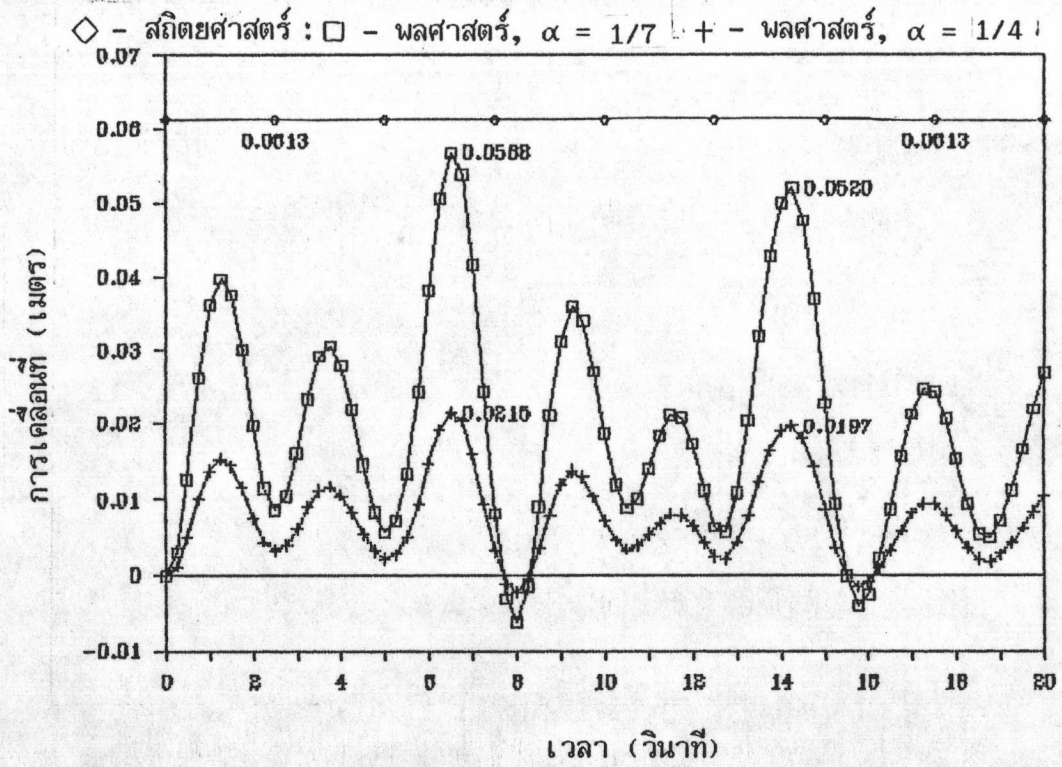




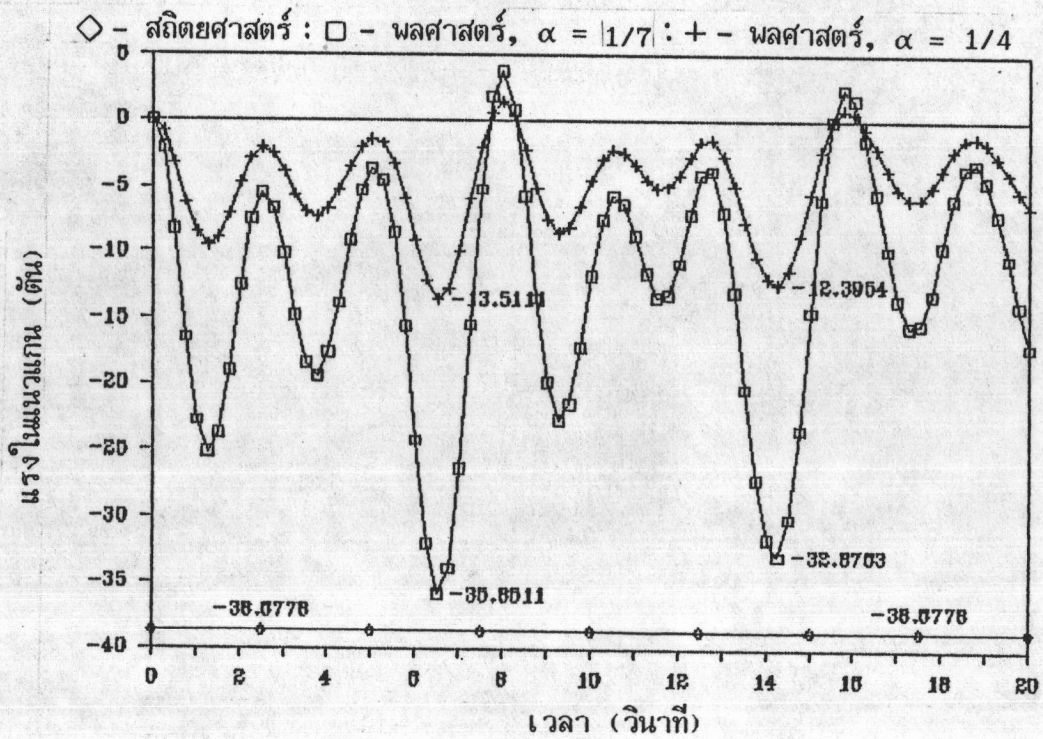
รูปที่ 5.5 กราฟลมจำลองจากเอกสารอ้างอิงที่ (6) ที่ความสูงจากพื้นดิน 45 เมตร



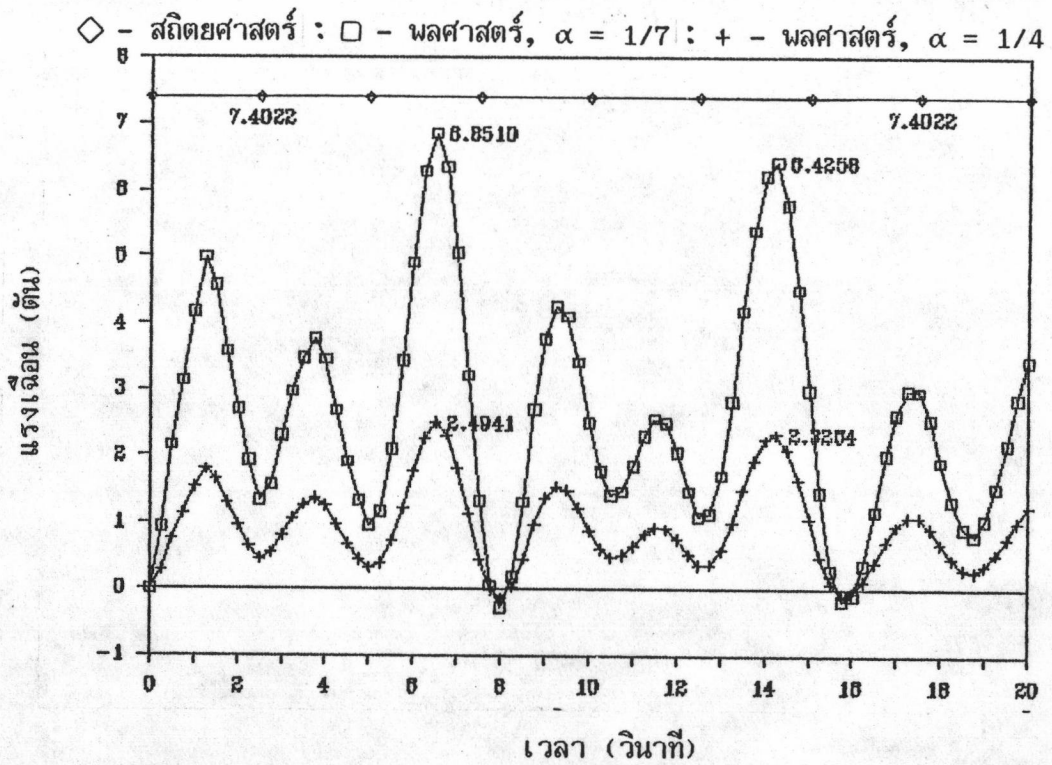
รูปที่ 5.6 ลักษณะและขนาดของกราฟลมมุนโรไดน์ ที่ความสูงจากพื้นดิน 9 เมตร (11)



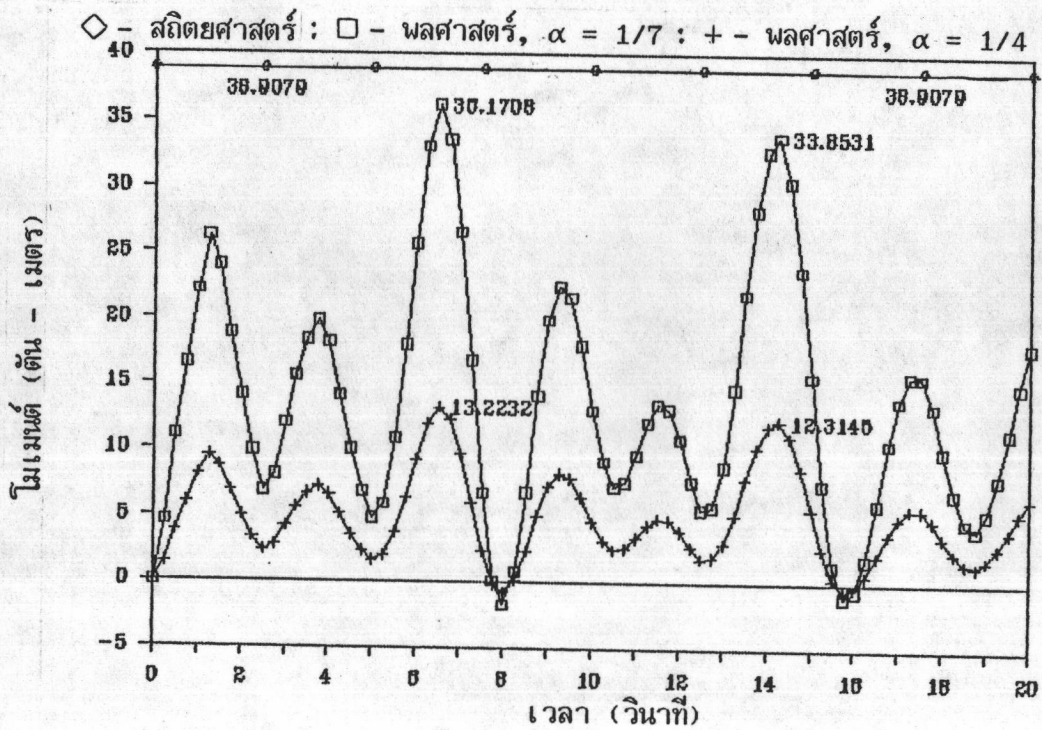
รูปที่ 5.7 เปรียบเทียบการเคลื่อนที่ในแนวราบที่ข้อต่อ 61 ตัวอย่างที่ 2



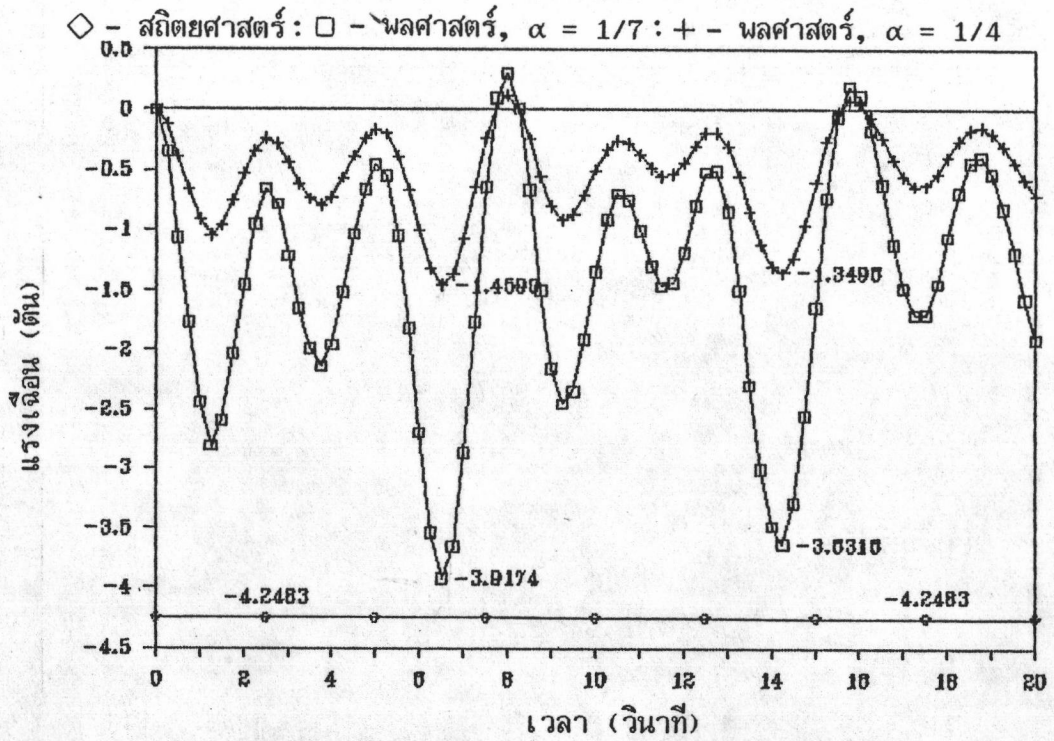
รูปที่ 5.8 เปรียบเทียบแรงในแนวแกนที่ข้อต่อ 1 ตัวอย่างที่ 2



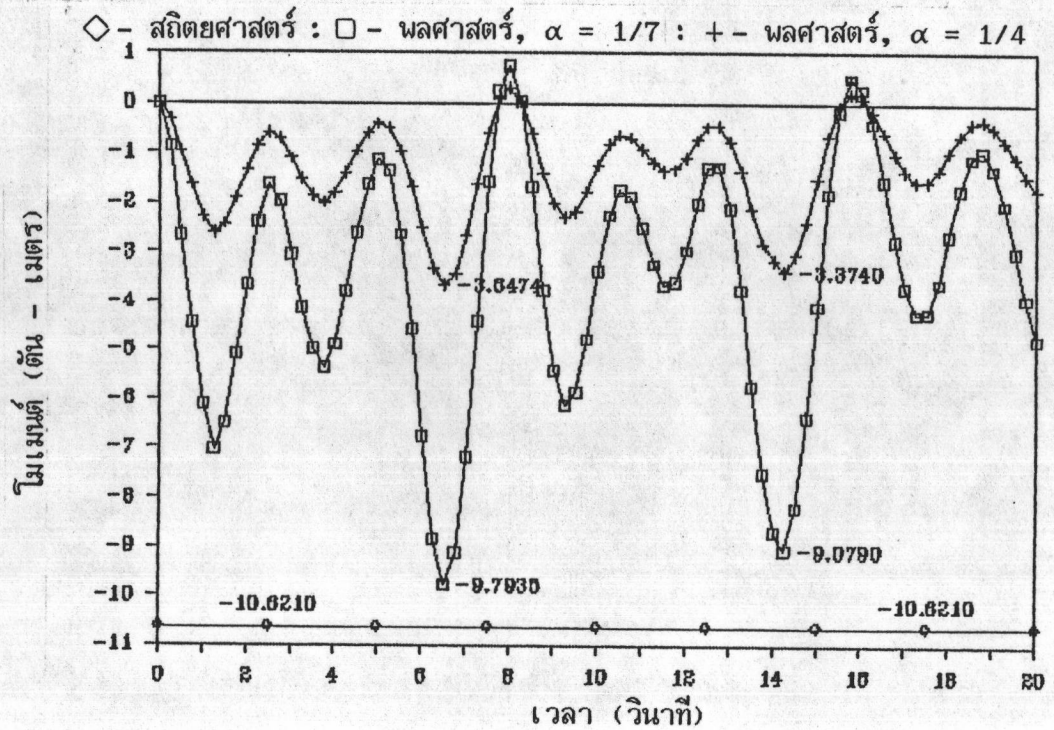
รูปที่ 5.9 เปรียบเทียบแรงเฉือนที่ข้อต่อ 2 ตัวอย่างที่ 2



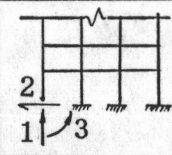
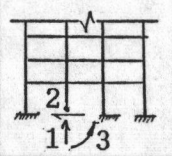
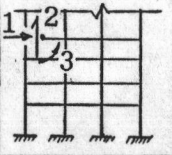
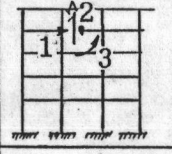
รูปที่ 5.10 เปรียบเทียบโมเมนต์ที่ข้อต่อ 2 ตัวอย่างที่ 2



รูปที่ 5.11 เปรียบเทียบแรงเฉือนที่ขึ้นส่วน 27 ข้อต่อ 18 ตัวอย่างที่ 2



รูปที่ 5.12 เปรียบเทียบโมเมนต์ที่ขึ้นส่วน 27 ข้อต่อ 18 ตัวอย่างที่ 2

ตำแหน่ง	แรง	วิธีการวิเคราะห์		
		สถิตยศาสตร์	ผลศาสตร์	
			$\alpha = 1/7$	$\alpha = 1/4$
	1	-38.6778	-35.8511	-13.5111
2	5.9915	5.3163	1.8745	
3	30.8014	28.3089	10.3033	
	1	-3.7202	-3.4639	-1.3158
2	7.4022	6.8510	2.4941	
3	38.9079	36.1708	13.2232	
	1	0.8171	0.1572	0.0578
2	-4.0862	-3.7660	-1.4017	
3	-10.2676	-9.4643	-3.5221	
	1	0.5818	0.0036	0.0011
2	-4.2483	-3.9174	-1.4590	
3	-10.6210	-9.7935	-3.6474	
การเคลื่อนที่ในแนวราบ ที่ข้อต่อที่ 61		0.0614	0.0568	0.0215

1 - แรงในแนวแกน

2 - แรงเฉือน

3 - โมเมนต์

ตารางที่ 5.5 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของการวิเคราะห์อาคารสูง 15 ชั้น

โปรแกรมย่อย	เวลา
STIFF	0:05:22
STRUCT	0:04:33
DECOM	0:01:15
SSPACE	9:25:30
MODAL	0:09:00
D-OUT	4:08:00
S-OUT	-

ตารางที่ 5.6 เวลาการทำงานของโปรแกรมย่อยในตัวอย่างที่ 2