



## เอกสารอ้างอิง

1. Wilson, E.L., Hollings, J.A., and Dovey: H.H., Three Dimensional Analysis of Building Systems (Extended Version), April 1978
2. Khan, F.R., Sbarounis, J.A., "Interaction of Shear Walls and Frames" Journal of Structural Division, ASCE, Vol. 90, ST-3, June 1964, pp. 285-335
3. Mac Lead, I.A., "Shear Wall-Frame Interaction", A Design Aid With Commentary, PCA 1971, pp. 1-57
4. Heidebrecht, A.C. and Stafford Smith, B., "Approximate Analysis of Tall Wall-Frame Structures", Journal of Structural Division, ASCE, Vol. 99, ST-2, February 1973, pp. 199-221
5. Coull, A. and Adams, N.W., "A Simple Method of Analysis of the Load Distribution in Multistory Shear Wall Structures," Response of Multistory, Concrete Structures to Lateral Forces, Publication SP 36-9, ACI 1973, pp. 187-216
6. Coull, A., "Pierced Shear Walls of Stepwise Variable Thickness" Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 100, No.St5, May 1974, pp. 1157-1161
7. Coull, A. and Mohammed, T.H., "Simplified Analysis of Lateral Load Distribution in Structures Consisting Frames, Coupled Shear Wall and Cores," The Structural Engineering, Vol.61B, No. 1, March 1983, pp. 1-8
8. ดร. ทักษิณ เทพชาตรี, "การวิเคราะห์แรงกระทำด้านข้างในอาคารสูงประกอบด้วยโครงข้อแข็งและกำแพงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์," วิศวกรรมสาร เล่มที่ 4, สิงหาคม 2527, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

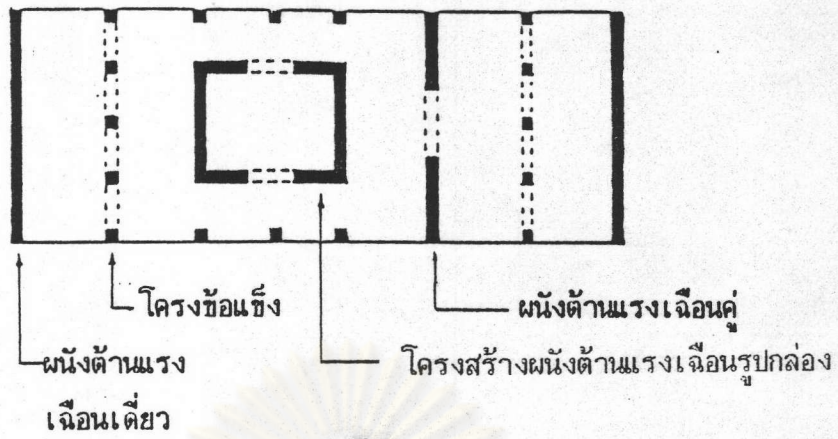
9. ดร. ทักษิณ เทพชาตรี, "การใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์อย่างประมาณเพื่อหาค่าการกระจายของแรงต้านข้างในอาคารสูง ประกอบด้วยผนังรับแรงเฉือนและโครงข้อแข็ง," จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528, หน้า 1-53
10. นายเอกเชาว์ จันทโรชาติ, "วิธีการอย่างง่ายสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างอาคารหลายชั้น," วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521
11. นายธีรศักดิ์ แสงบุญส่ง, "การกระจายของแรงต้านข้างโดยประมาณในโครงอาคารที่แปรขนาดตามความสูง," วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

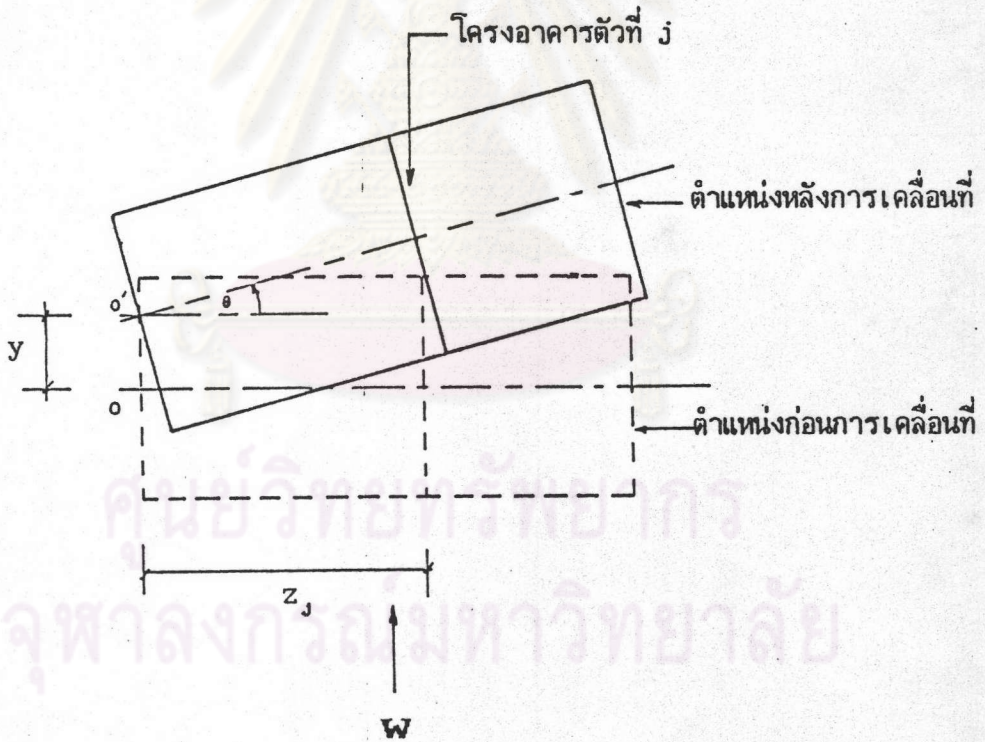


รูปภาพประกอบ

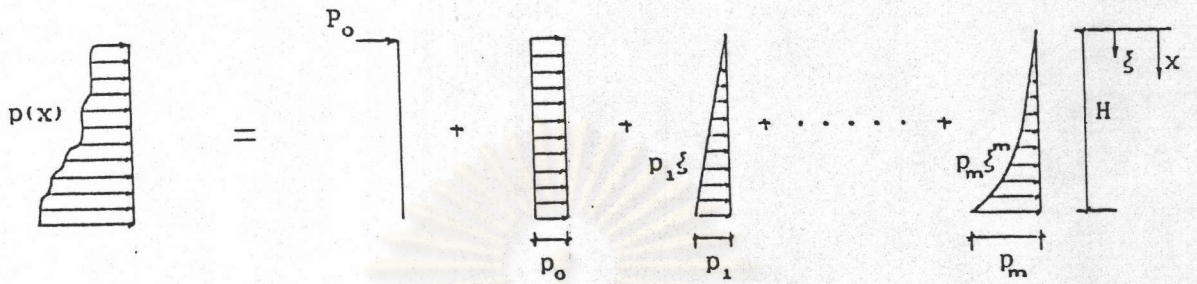
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



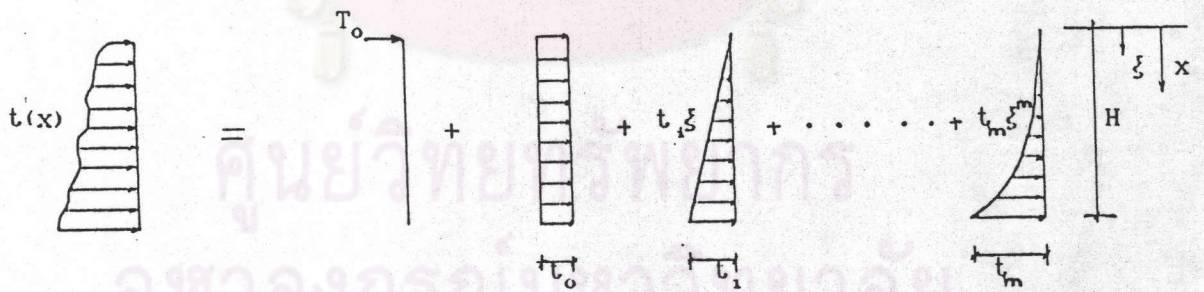
รูปที่ 2.1 ผังโครงสร้างอาคารทั่วไปที่ใช้พิจารณา



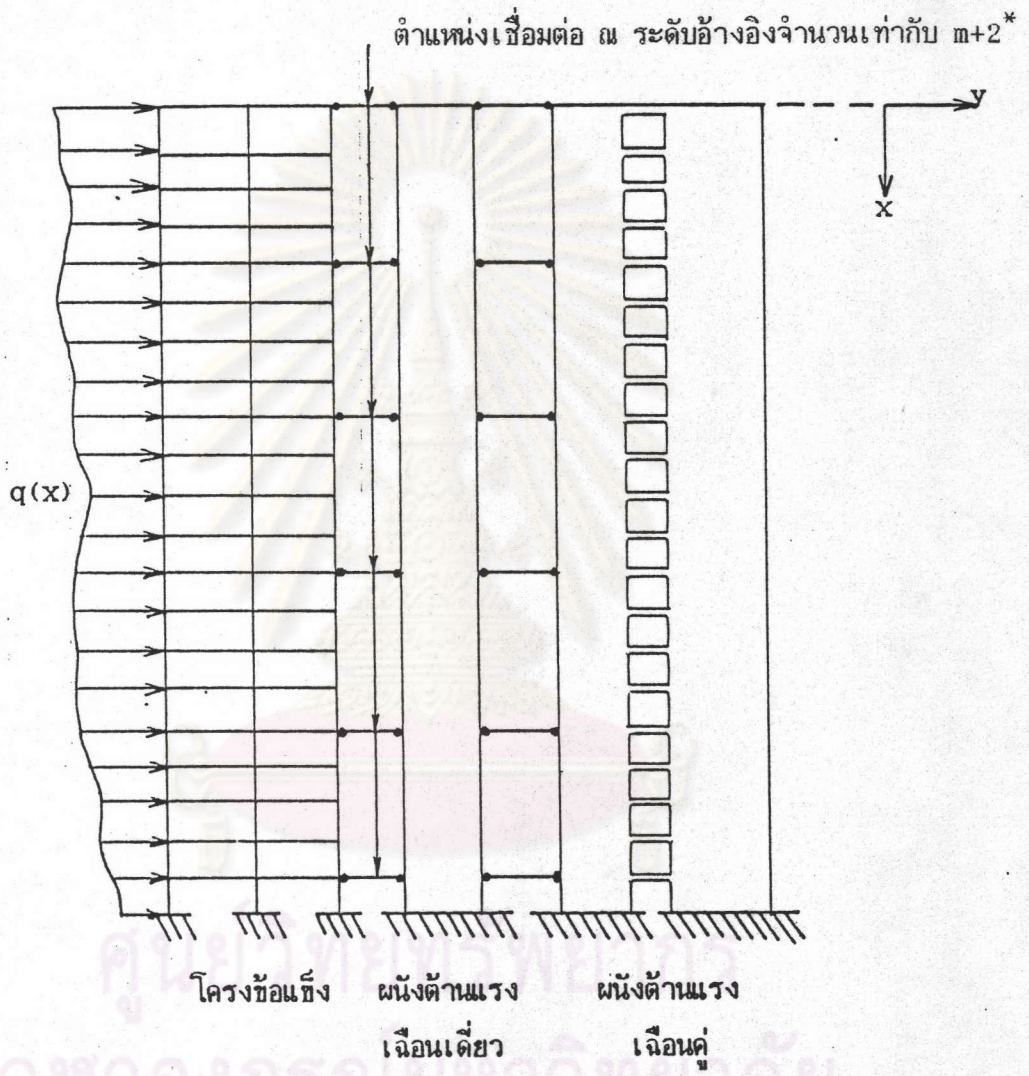
รูปที่ 2.2 ลักษณะการเคลื่อนที่ของโครงสร้าง



รูปที่ 2.3 การแทนแรงกระทำด้านข้าง  $p(x)$  ด้วยแรงกระทำเป็นจุด และแรงกระจายในรูปอนุกรมพหุนามอันดับต่างๆ

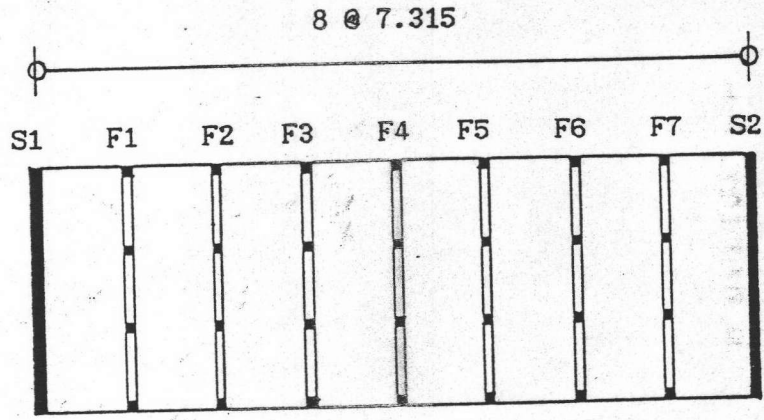


รูปที่ 2.4 การแทนแรงบิดรอบแกน  $x$   $t(x)$  ด้วยแรงบิดกระทำเป็นจุด และแรงบิดกระจายในรูปอนุกรมพหุนามอันดับต่างๆ

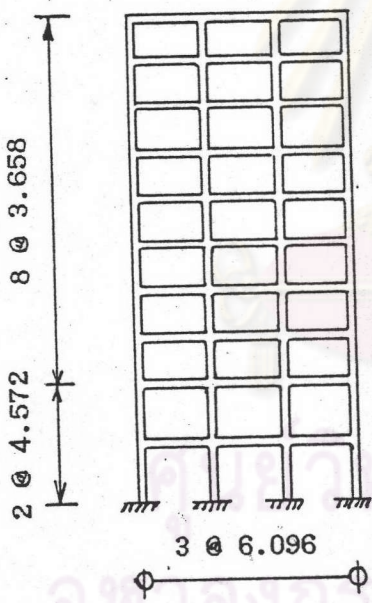


\*  $m$  = จำนวนของพหุนาม

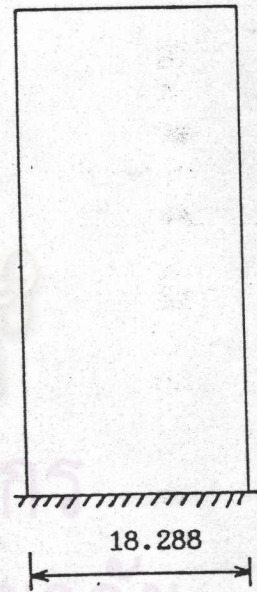
รูปที่ 2.5 ตำแหน่งระดับอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์



ก. ผังพื้นชั้นทั่วไป

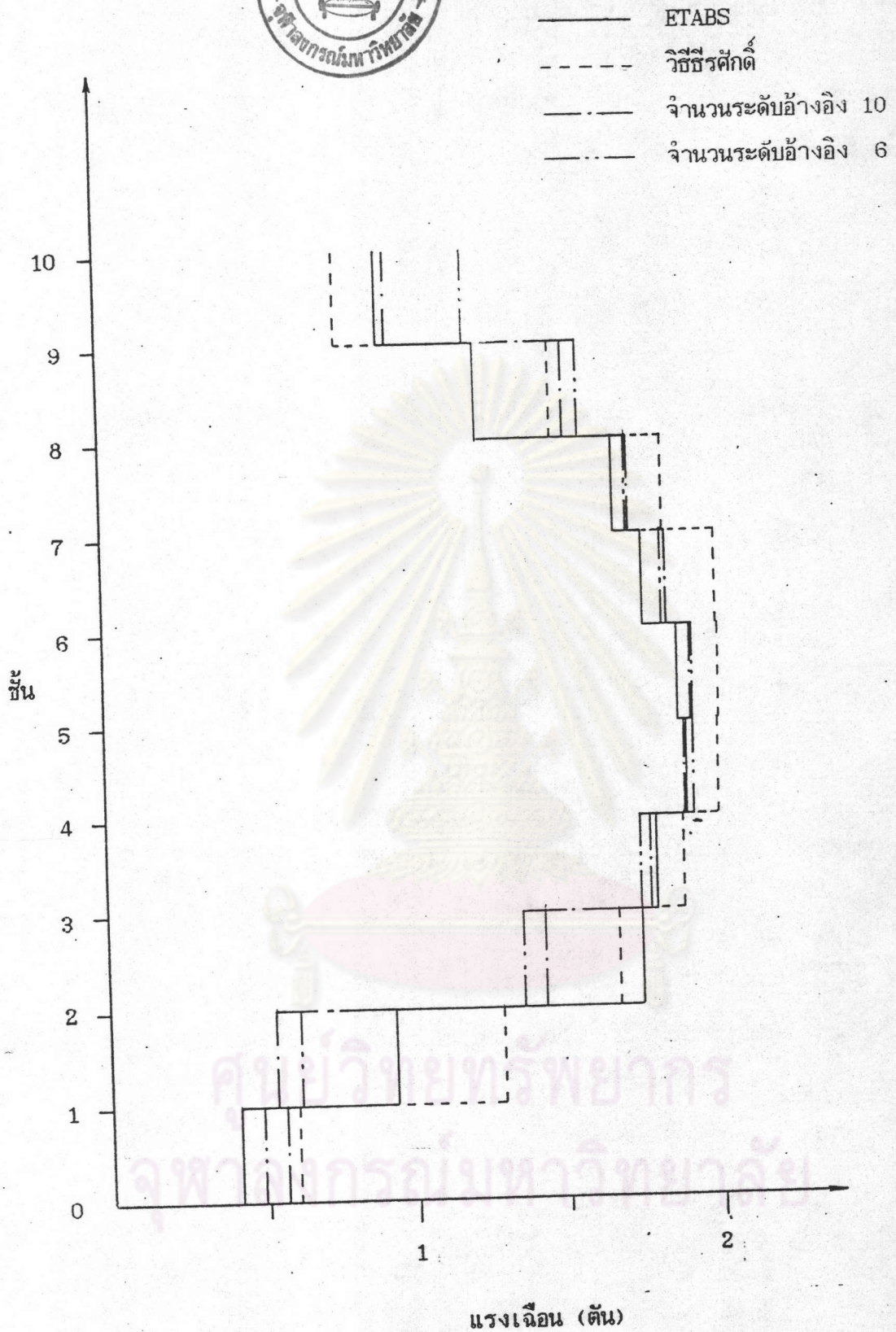


ข. รูปตั้งโครงข้อแข็ง



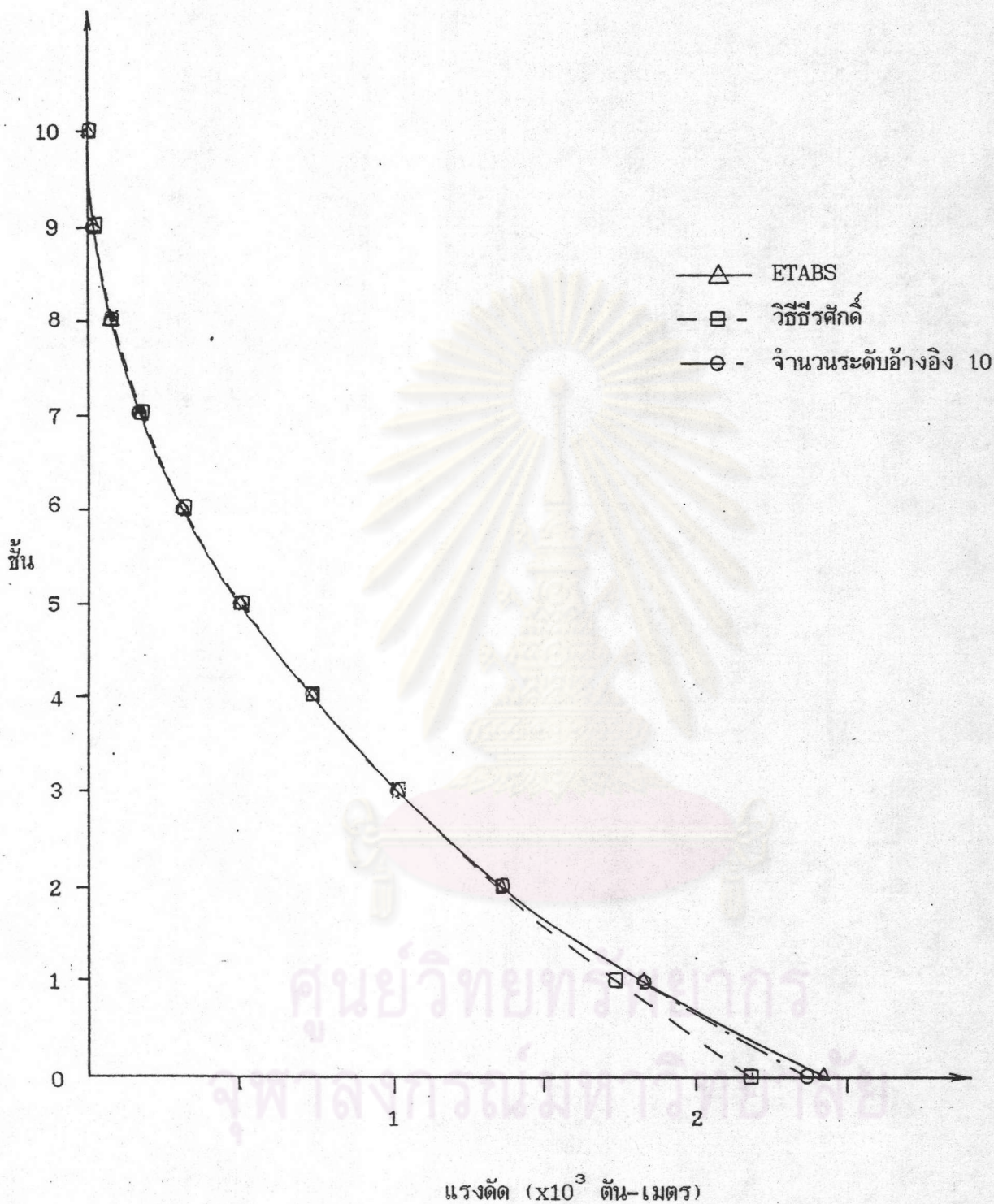
ค. รูปตั้งผนังต้านแรงเฉือนเดี๋ยวน

รูปที่ 3.1 ผังโครงสร้างและรูปตั้งโครงอาคาร (ตัวอย่างที่ 1)

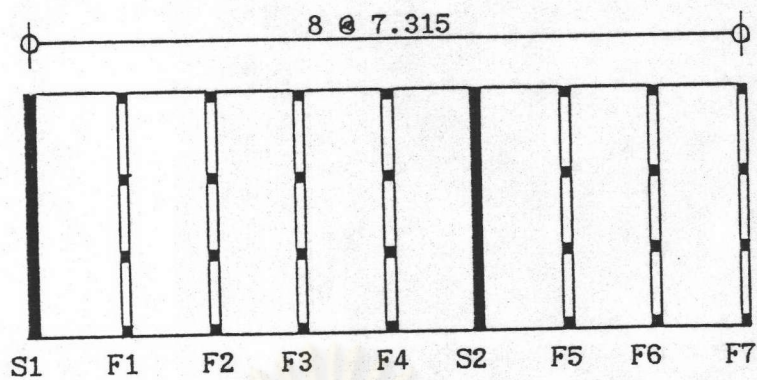


รูปที่ 3.2 เปรียบเทียบค่าแรงเฉือนในโครงข้อแข็ง (ตัวอย่างที่ 1)

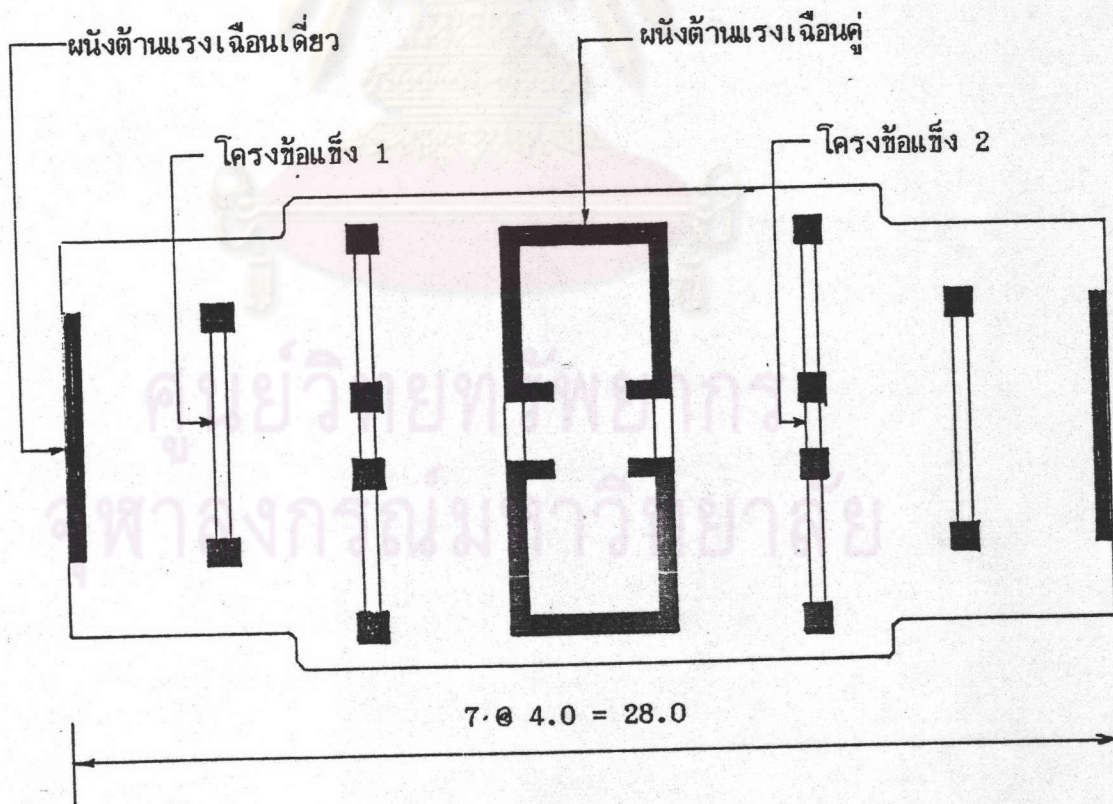




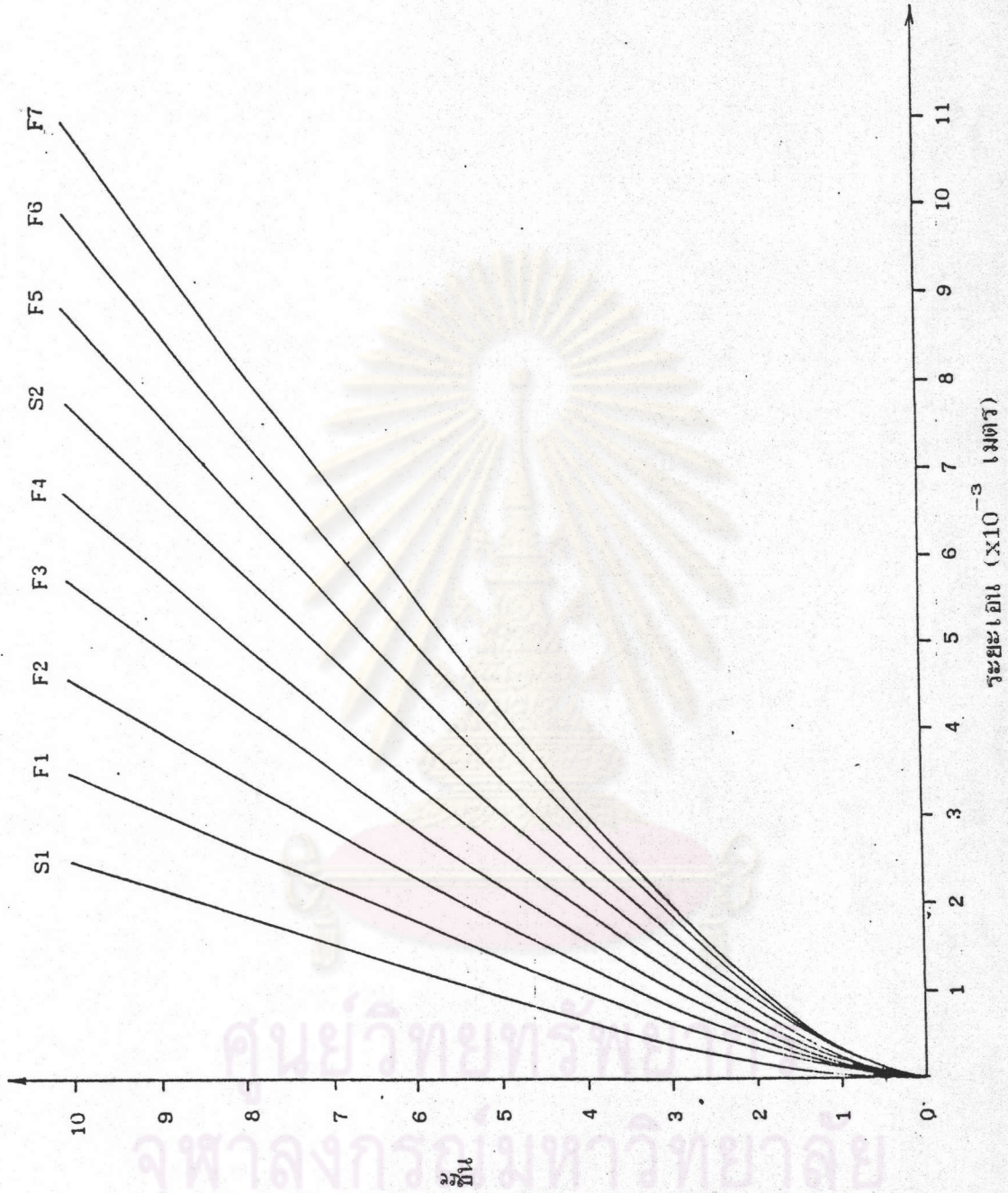
รูปที่ 3.3 เปรียบเทียบค่าแรงดัดในผนังตัวแรงเฉือนเดี่ยว (ตัวอย่างที่ 1)



รูปที่ 3.4 ผังพื้นที่ทั่วไ (ตัวอย่างที่ 2)

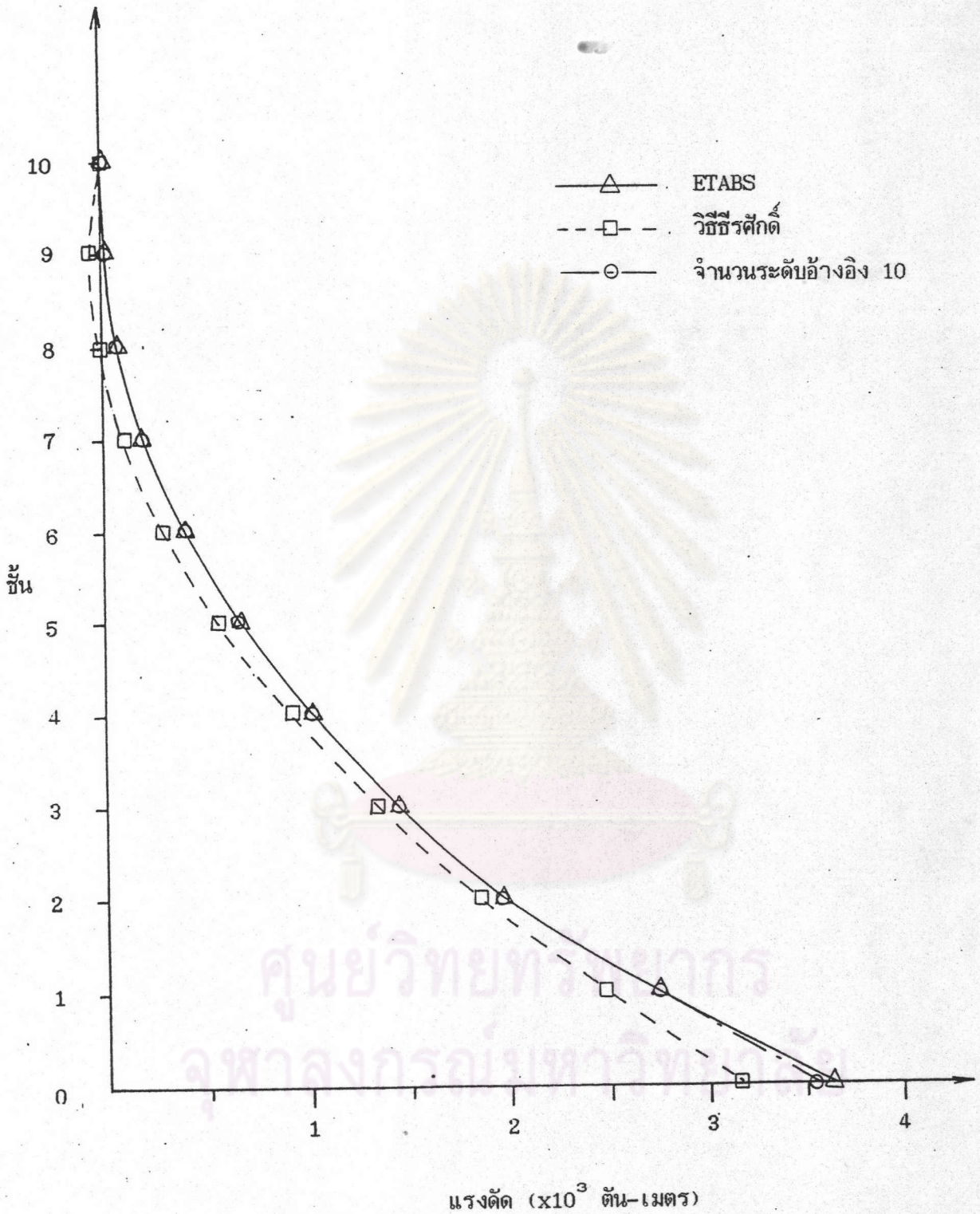


รูปที่ 3.7 ผังพื้นที่ทั่วไ (ตัวอย่างที่ 3)

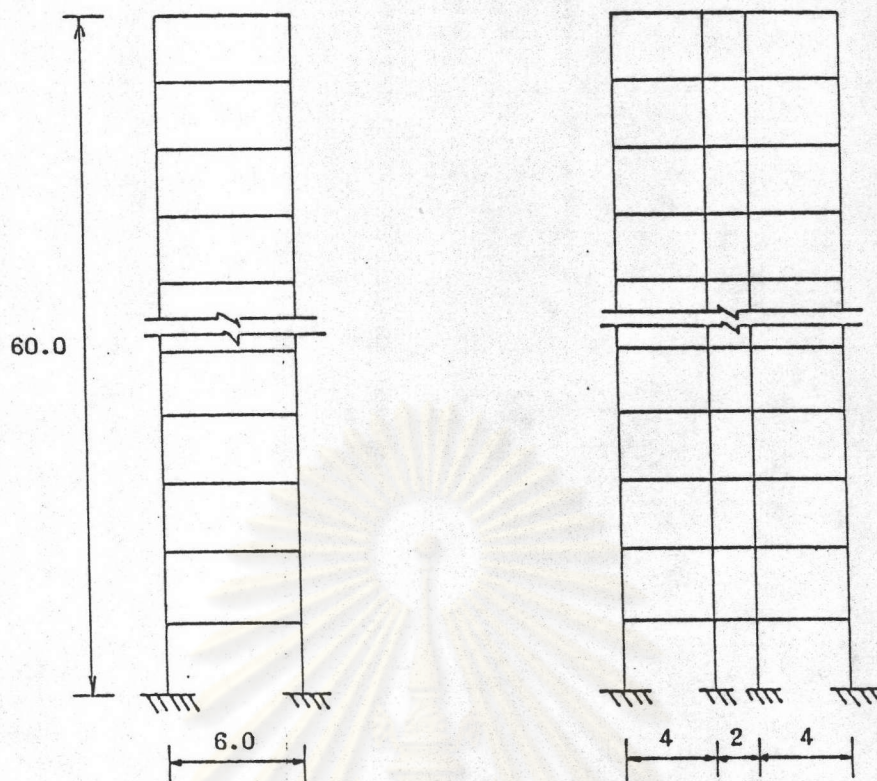


รูปที่ 3.5 ระยะของโค้งข้อเหวี่ยงและผนังด้านแรงเฉือนเดียว (ตัวอย่างที่ 2)

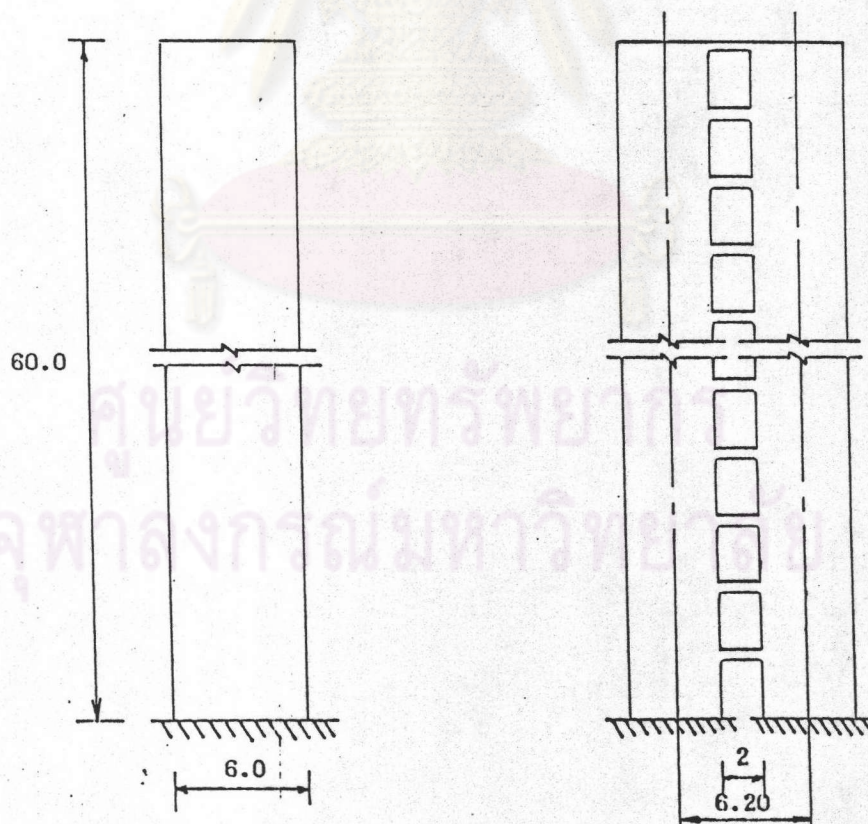
ศูนย์วิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



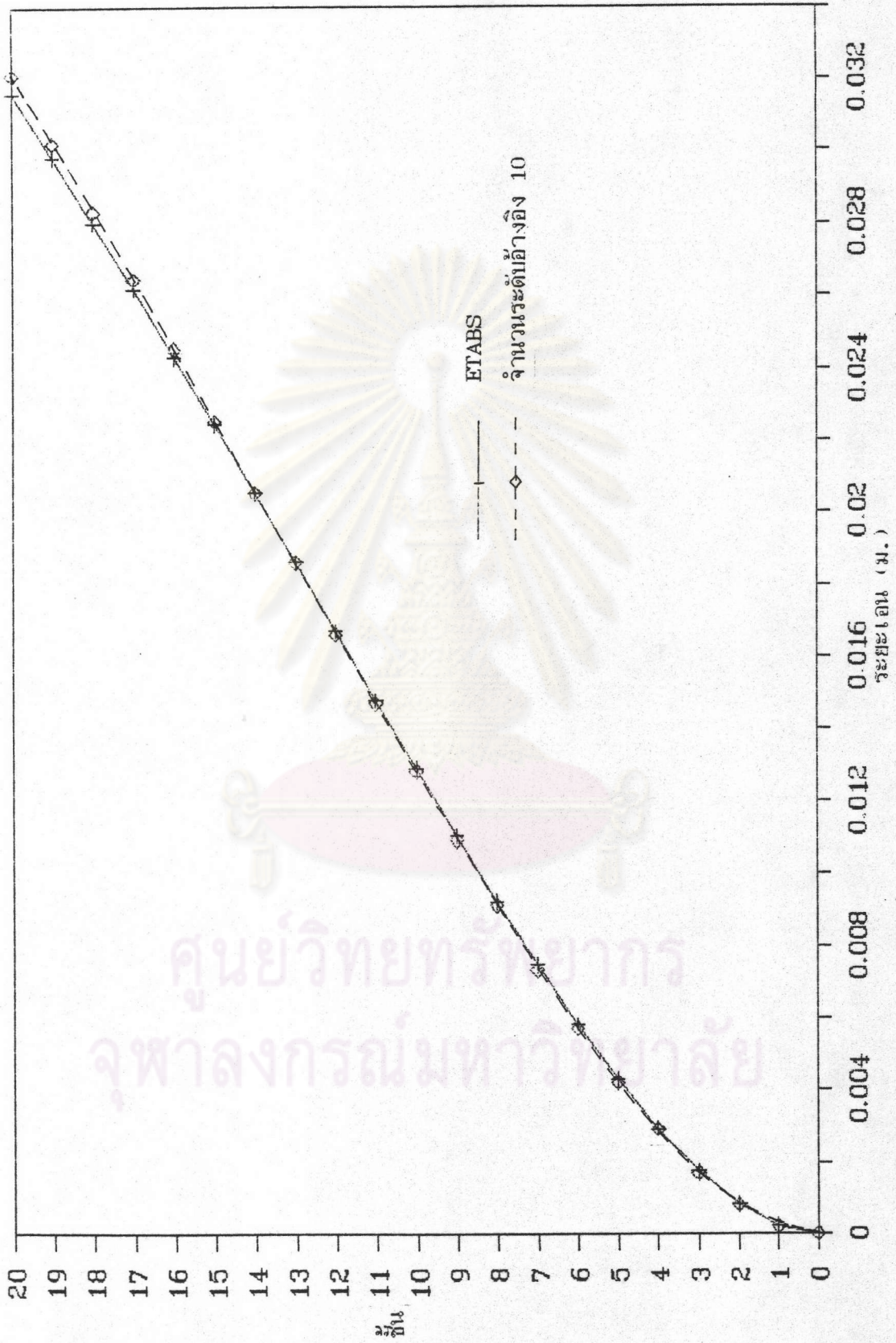
รูปที่ 3.6 เปรียบเทียบค่าแรงดัดในผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยว 2 (ตัวอย่างที่ 2)



ก. รูปตั้งของโครงข้อแข็ง 1 และ 2

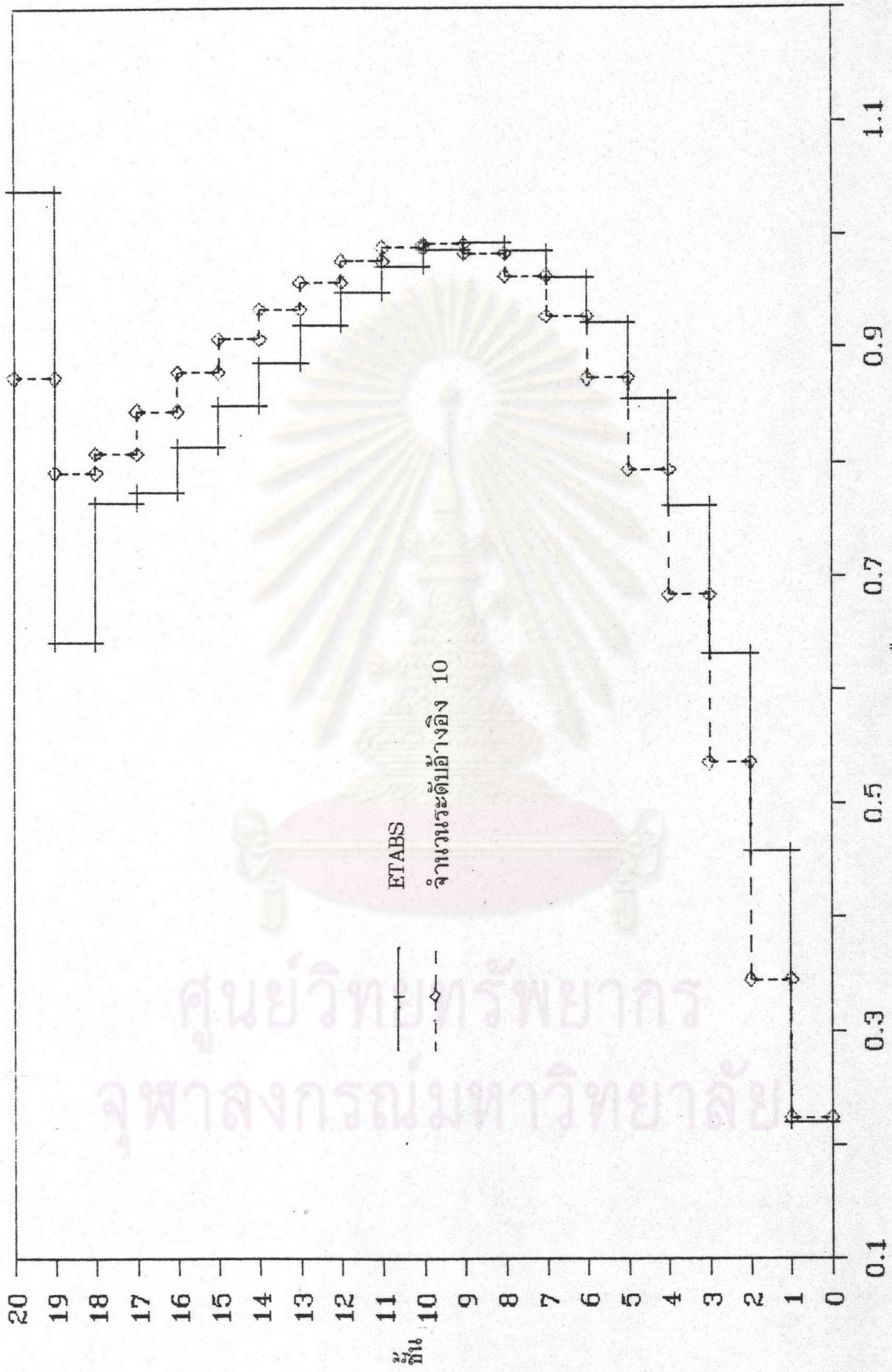


ข. รูปตั้งของผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยวยและคู่  
รูปที่ 3.8 รูปตั้งของโครงอาคาร (ตัวอย่างที่ 3)



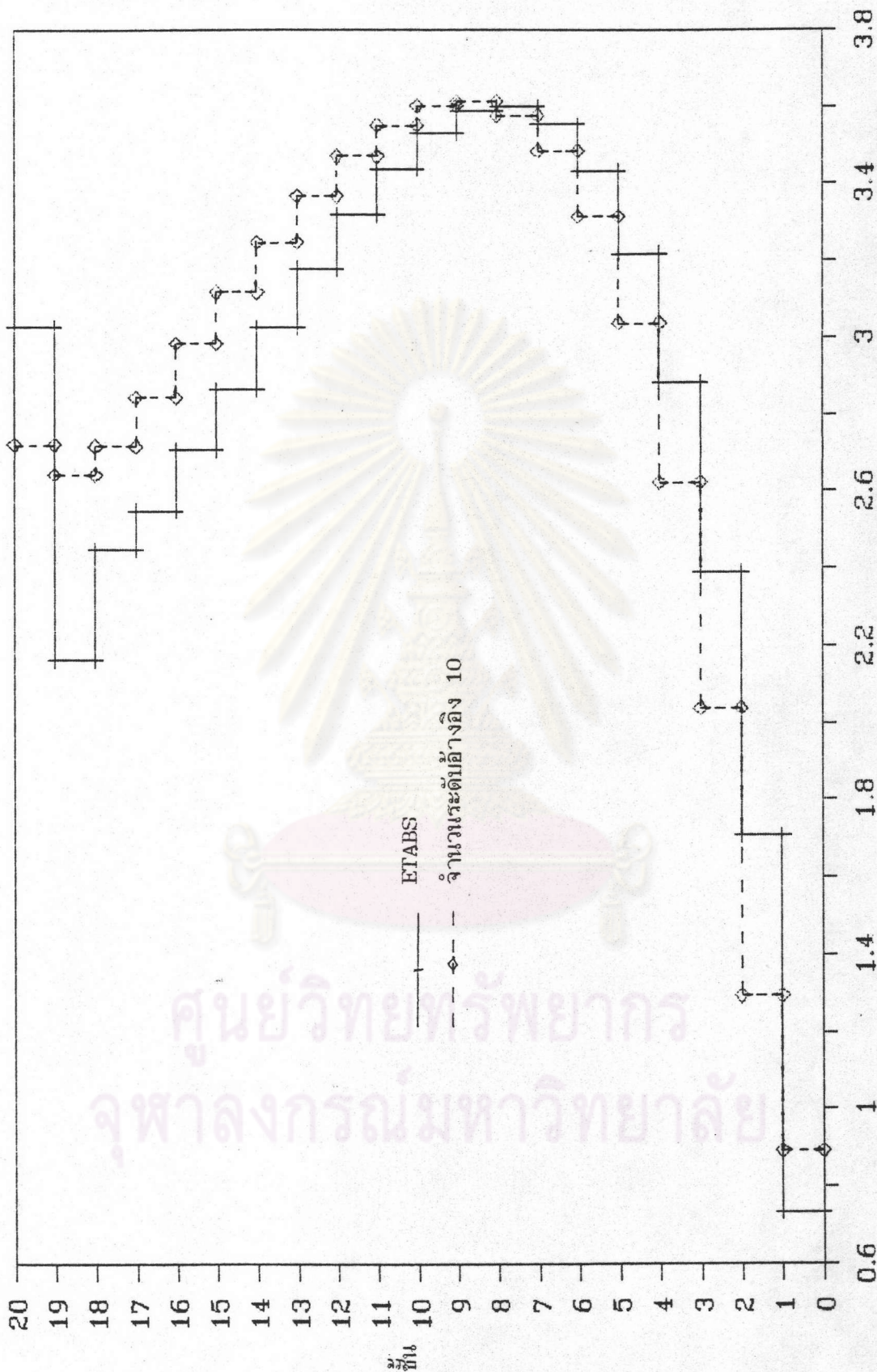
รูปที่ 3.9 เปรียบเทียบระยะแกนของโครงสร้าง (ตัวอย่างที่ 3)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.10 เปรียบเทียบแรงเฉือนในโครงสร้างแข็ง 1 (ตัวอย่างที่ 3)

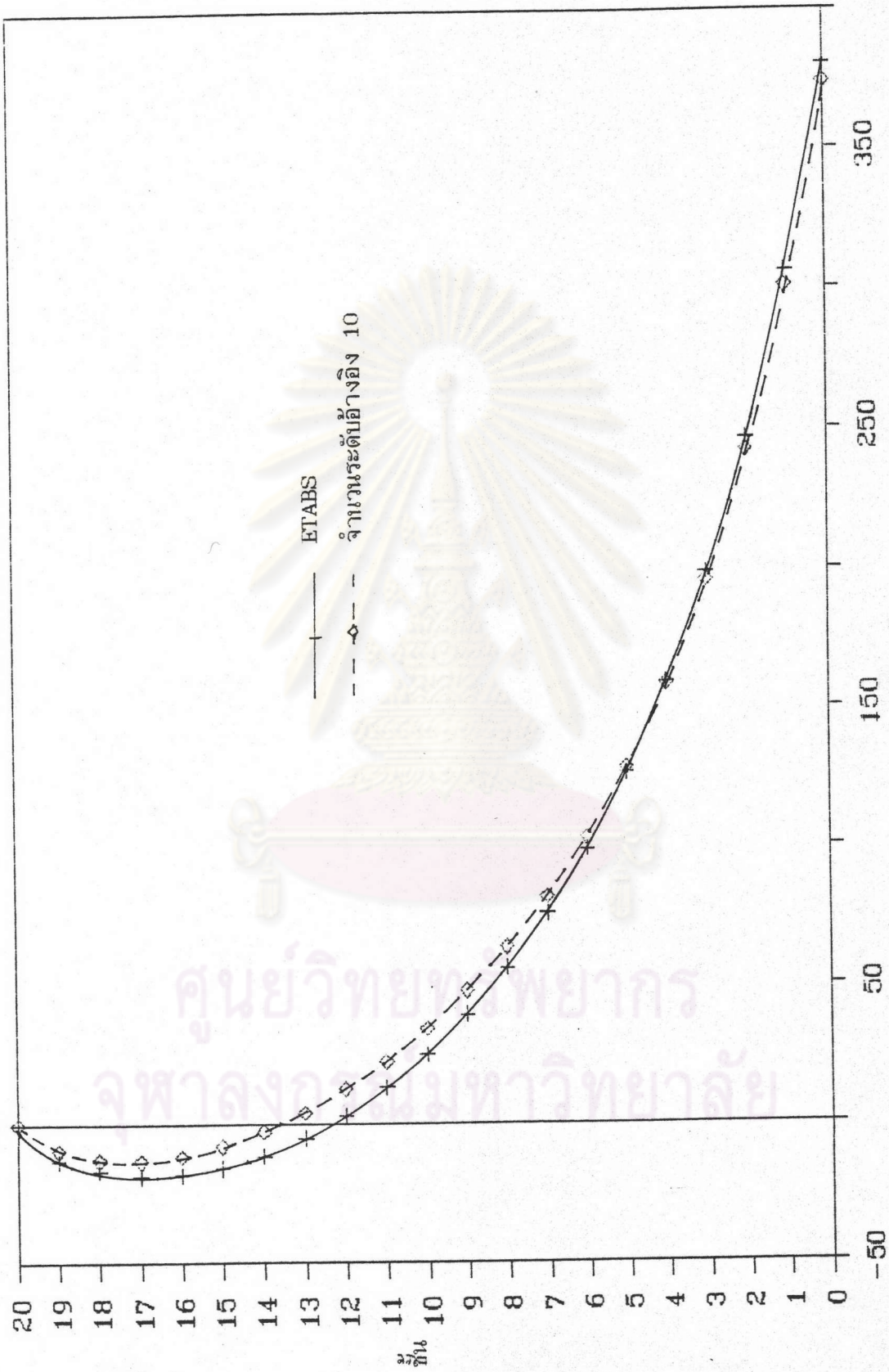
ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



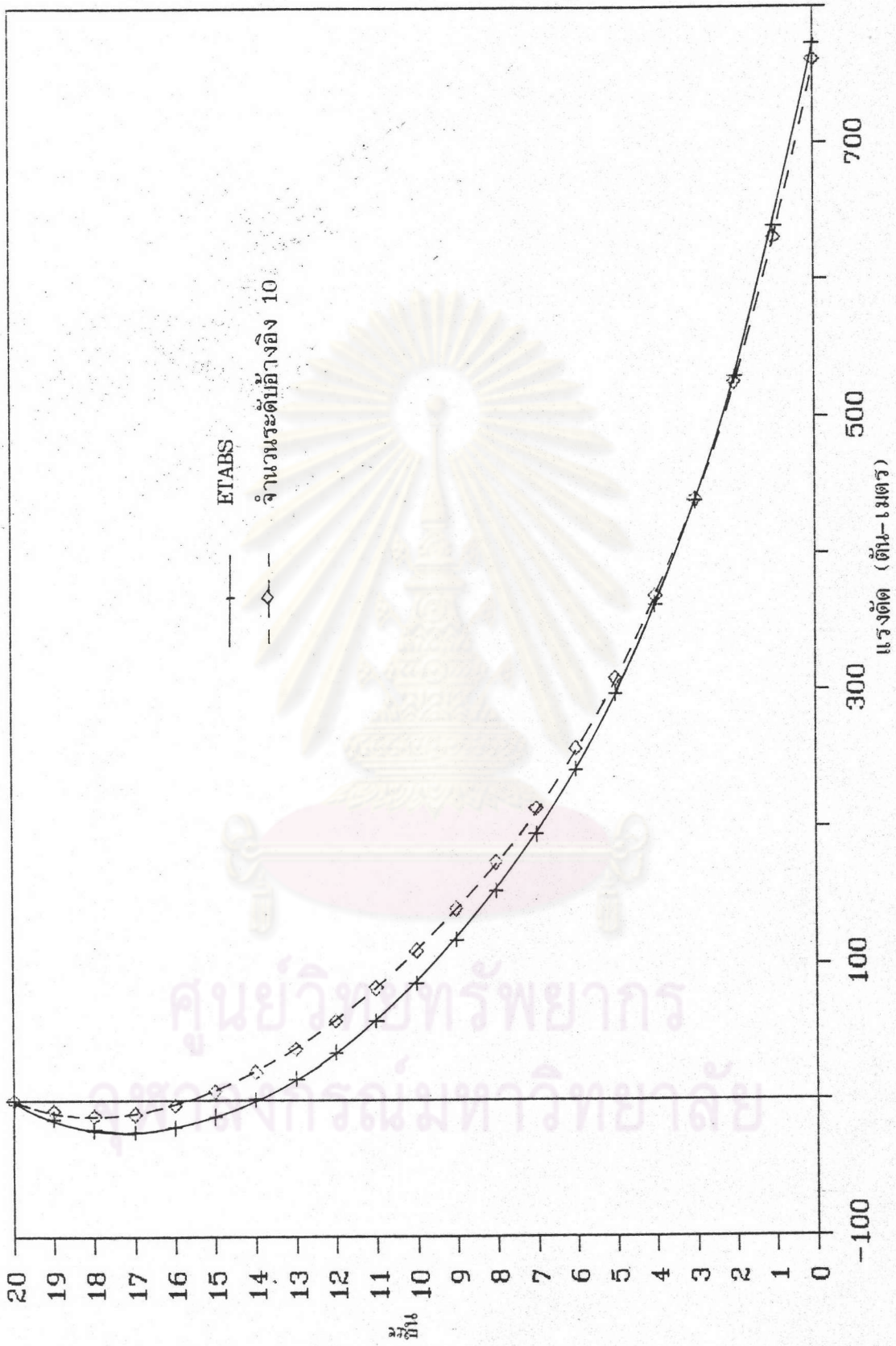
รูปที่ 3.11 เปรียบเทียบแรงเฉือนในโครงข้อแข็ง 2 (ตัวอย่างที่ 3)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



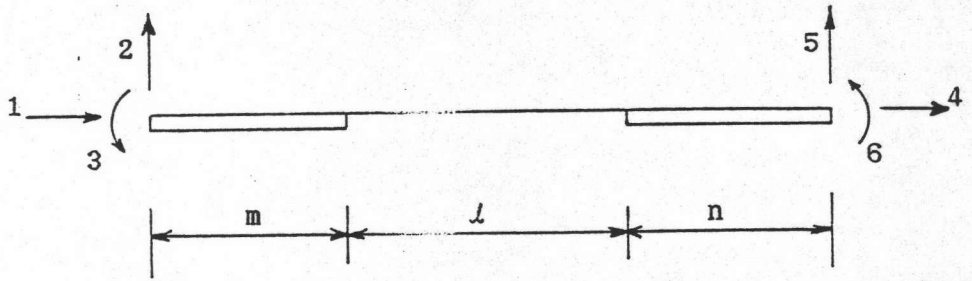


รูปที่ 3.12 เปรียบเทียบแรงดัดโมเมนต์ตามแรงเฉือนเดียว (ตัวอย่างที่ 3)

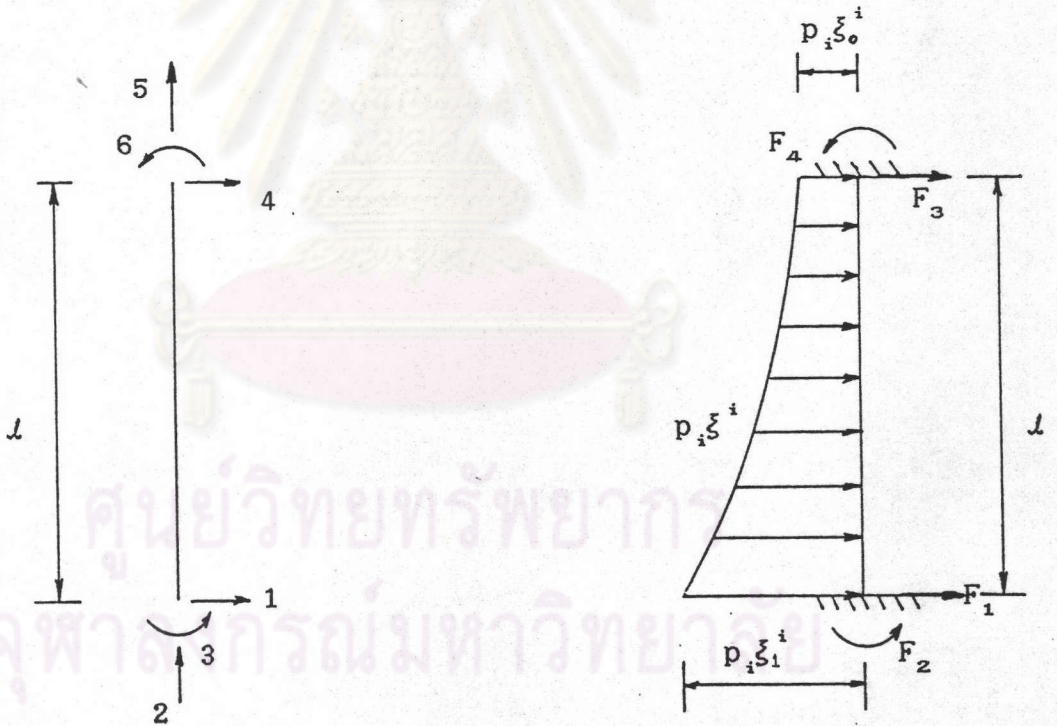


รูปที่ 3.13 เปรียบเทียบแรงดัดไปลงทั้งด้านแรงเฉือนคู่ (ตัวอย่างที่ 3)

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.1 ชิ้นส่วนคานและระดับชั้นความเร็ว



รูปที่ ก.2 ชิ้นส่วนเสาและระดับชั้นความเร็ว

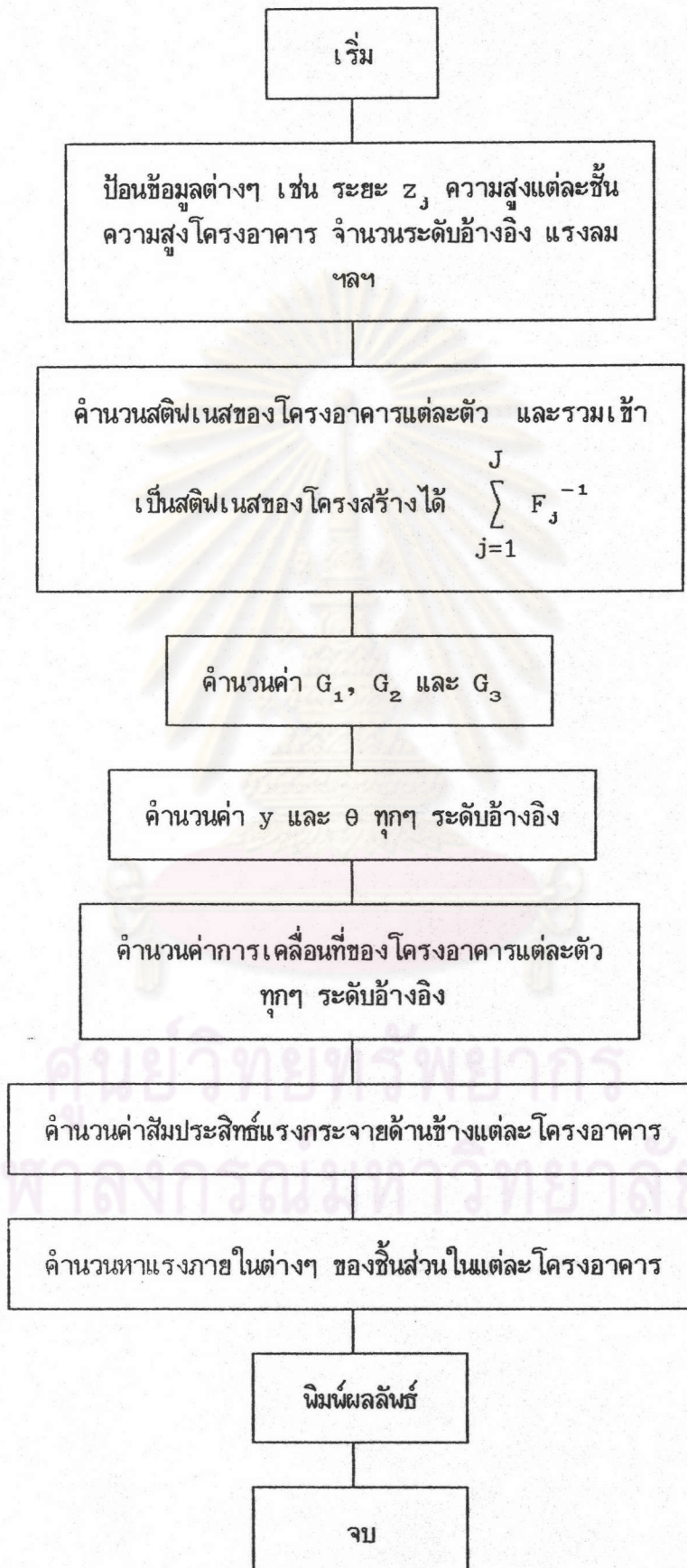
รูปที่ ก.3 แรงยึดรั้งที่ปลายเนื่องจากแรงกระจายพหุนาม



ตารางประกอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการคำนวณ



ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติชิ้นส่วนของโครงข้อแข็ง (ตัวอย่างที่ 1)

ชั้น	คาน		เสา	
	$I_b$ ( $\times 10^{-3} \text{ m}^4$ )	$A_b$ ( $\text{m}^2$ )	$I_c$ ( $\times 10^{-3} \text{ m}^4$ )	$A_c$ ( $\text{m}^2$ )
10	5.744	0.14	1.057	0.08
9	5.744	0.14	1.839	0.096
8	5.744	0.14	3.076	0.114
7	5.744	0.14	3.858	0.123
6	5.744	0.14	4.795	0.132
5	5.744	0.14	5.886	0.141
4	5.744	0.14	7.109	0.15
3	5.744	0.14	9.024	0.163
2	5.744	0.14	10.310	0.17
1	5.744	0.14	10.934	0.174

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบค่าระยะเอนที่จุดยอดสุด และค่าแรงดัดที่ฐานของ  
ผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยวย (ตัวอย่างที่ 1)

	ETABS	วิธีคิด	N=10
ค่าระยะเอนที่จุดยอดสุด ( $\times 10^{-3}$ ม.)	5.331	5.250	5.298
ค่าแรงดัดที่ฐานของผนังต้านแรงเฉือน (ตัน-เมตร)	2417.4	2187.0	2377.2

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบค่าแรงเฉือน (ตัน) ในโครงข้อแข็ง (ตัวอย่างที่ 1)

ชั้น	ETABS	วิธีตัดดี	จำนวนระดับอ้างอิง			
			N=10	N=6	N=4	N=3
10	0.918	0.783	0.950	1.196	1.119	1.099
9	1.236	1.479	1.517	1.571	1.414	1.492
8	1.677	1.841	1.733	1.725	1.669	1.767
7	1.772	2.032	1.848	1.834	1.858	1.924
6	1.878	2.083	1.919	1.922	1.955	1.962
5	1.907	2.030	1.898	1.922	1.935	1.881
4	1.810	1.896	1.776	1.748	1.771	1.682
3	1.753	1.669	1.429	1.364	1.438	1.365
2	0.937	1.285	0.540	0.716	0.745	0.802
1	0.422	0.605	0.561	0.491	0.260	0.447



ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบค่าแรงดัด (ตัน-เมตร) ในผนังต้านแรงเฉือนเดียว (ตัวอย่างที่ 1)

ชั้น	ETABS	วิธีตัด	จำนวนระดับอ้างอิง			
			N=10	N=6	N=4	N=3
10	12.15	14.0	11.66	13.64	11.56	12.98
9	68.03	79.0	67.23	67.01	67.01	67.96
8	166.05	176.0	165.97	165.43	166.71	166.46
7	310.66	318.0	310.02	310.02	311.34	310.01
6	501.72	506.0	500.92	500.94	501.91	500.11
5	740.20	743.0	739.28	739.00	739.76	738.28
4	1027.73	1029.0	1026.32	1026.03	1026.57	1026.04
3	1363.78	1365.0	1363.98	1363.76	1364.33	1364.90
2	1856.60	1754.0	1859.25	1855.15	1861.69	1862.58
1	2417.39	2187.0	2377.29	2402.94	2439.91	2438.19

ตารางที่ 3.5 เปรียบเทียบค่าระยะเอนคอง และค่าการหมุนของพื้นในระนาบราบที่จุดยอดสุดของโครงอาคาร (ตัวอย่างที่ 2)

	ETABS	วิธีตัด	N=10
ค่าระยะเอนที่จุดยอดสุด ( $\times 10^{-3}$ ม.)	2.482	2.500	2.467
ค่ามูหมุนของพื้นในระนาบราบ ( $\times 10^{-4}$ เรเดียน)	1.444	1.280	1.430



ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบค่าระยะเอนที่จุดยอดสุดของโครงข้อแข็งและผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยว  
(ตัวอย่างที่ 2)

โครงอาคาร	ระยะเอนจุดยอดสุด ( $\times 10^{-3}$ ม.)		
	ETABS	วิธีคิด	N=10
โครงข้อแข็ง 1	3.538	3.400	3.515
โครงข้อแข็ง 2	4.594	4.400	4.563
โครงข้อแข็ง 3	5.649	5.300	5.611
โครงข้อแข็ง 4	6.705	6.200	6.659
โครงข้อแข็ง 5	8.817	8.100	8.755
โครงข้อแข็ง 6	9.919	9.100	9.803
โครงข้อแข็ง 7	10.929	10.000	10.851
ผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว 1	2.482	2.500	2.467
ผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว 2	7.761	7.200	7.707



ศูนย์วิจัยและพัฒนาการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.7 เปรียบเทียบค่าแรงดัด (ตัน-เมตร) ในหนึ่งด้านแรงเฉือนเดี่ยว 2  
(ตัวอย่างที่ 2)

ชั้น	ETABS	ที่รัดกีด	จำนวนระดับอ้างอิง			
			N=10	N=6	N=4	N=3
10	5.06	-51.0	3.90	9.88	3.39	7.84
9	75.14	-7.0	73.23	73.21	72.44	75.47
8	205.56	105.0	205.03	204.74	207.85	207.20
7	408.79	295.0	407.73	408.03	411.36	407.35
6	684.35	562.0	683.05	683.51	685.72	680.24
5	1034.96	910.0	1033.55	1033.23	1034.69	1030.17
4	1465.22	1343.0	1462.63	1462.21	1463.07	1461.48
3	1973.62	1860.0	1975.85	1976.51	1976.65	1978.46
2	2742.11	2466.0	2747.10	2740.72	2748.85	2751.66
1	3630.01	3152.0	3564.48	3605.86	3666.31	3661.03

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.8 คุณสมบัติชิ้นส่วนขององค์อาคาร (ตัวอย่างที่ 3)

	Inertia (เมตร <sup>4</sup> )	Area (เมตร <sup>2</sup> )
โครงสร้างแข็ง		
- คาน	$2.083 \times 10^{-3}$	0.1
- เสา	$5.208 \times 10^{-3}$	0.136
ผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยวยาว	3.6	1.2
ผนังต้านแรงเฉือนคู่	7.26	2.9
คานเชื่อมผนังต้านแรงเฉือนคู่	$1.055 \times 10^{-2}$	0.172

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.9 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ (ตัวอย่างที่ 3)

	ETABS	วิธีคิด	N=10
ระยะเอียงที่จุดยอดสุด ( เมตร)	0.0316	0.025	0.0321
แรงเฉือนที่จุดยอดสุด (ตัน)			
- โครงข้อแข็ง 1	2.074	1.238	1.746
- โครงข้อแข็ง 2	6.046	6.003	5.440
- ผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยวย	-4.370	-2.973	-1.889
- ผนังต้านแรงเฉือนคู่	2.412	-4.268	6.152
แรงเฉือนที่ฐาน (ตัน)			
- ผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยวย	24.817	26.150	25.0
- ผนังต้านแรงเฉือนคู่	56.128	57.749	57.822
แรงในแนวแกนที่ฐานของผนังต้าน			
แรงเฉือนคู่ (ตัน)	369.47	394.48	414.13
แรงเฉือนสูงสุดในคานเชื่อม (ตัน)	14.042	17.640	16.067
แรงเฉือนสูงสุดในโครงข้อแข็ง			
- โครงข้อแข็ง 1	2.074	1.283	1.982
- โครงข้อแข็ง 2	7.196	6.225	7.150
แรงตัดที่ฐานของผนัง (ตัน-เมตร)			
- ผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยวย	380.37	304.90	374.02
- ผนังต้านแรงเฉือนคู่	773.17	622.20	761.67

ตารางที่ 3.10 เปรียบเทียบค่าแรงเฉือน (ตัน) ในโครงข้อแข็งชุดที่ 1 (ตัวอย่างที่ 3)

ระดับชั้น	ETABS	จำนวนระดับอ้างอิง			
		N=10	N=6	N=4	N=3
20	1.037	0.873	0.892	0.864	0.746
19	0.640	0.791	0.841	0.852	0.811
18	0.764	0.808	0.829	0.853	0.868
17	0.774	0.845	0.842	0.864	0.915
16	0.814	0.878	0.869	0.882	0.952
15	0.850	0.907	0.901	0.905	0.980
14	0.886	0.933	0.933	0.931	0.999
13	0.919	0.957	0.959	0.955	1.009
12	0.948	0.976	0.979	0.975	1.008
11	0.971	0.988	0.990	0.989	0.999
10	0.986	0.991	0.992	0.994	0.980
9	0.992	0.983	0.982	0.987	0.952
8	0.985	0.963	0.961	0.965	0.914
7	0.962	0.927	0.925	0.926	0.867
6	0.921	0.873	0.872	0.866	0.811
5	0.856	0.794	0.795	0.783	0.745
4	0.762	0.683	0.688	0.674	0.669
3	0.631	0.536	0.54	0.537	0.585
2	0.458	0.344	0.338	0.367	0.490
1	0.220	0.224	0.209	0.269	0.440

ตารางที่ 3.11 เปรียบเทียบค่าแรงเฉือน (ตัน) ในโครงข้อแข็งชุดที่ 2 (ตัวอย่างที่ 3)

ชั้น	ETABS	จำนวนระดับอ้างอิง			
		N=10	N=6	N=4	N=3
20	3.023	2.720	2.732	2.719	2.282
19	2.163	2.642	2.698	2.719	2.579
18	2.449	2.716	2.745	2.767	2.839
17	2.55	2.843	2.843	2.854	3.060
16	2.707	2.981	2.970	2.968	3.245
15	2.864	3.116	3.108	3.099	3.392
14	3.024	3.245	3.244	3.236	3.502
13	3.176	3.364	3.367	3.368	3.574
12	3.316	3.469	3.472	3.484	3.608
11	3.436	3.550	3.552	3.575	3.605
10	3.529	3.600	3.601	3.628	3.565
9	3.586	3.611	3.611	3.633	3.487
8	3.598	3.575	3.575	3.580	3.372
7	3.551	3.481	3.479	3.458	3.219
6	3.429	3.31	3.306	3.255	3.029
5	3.214	3.035	3.033	2.962	2.802
4	2.879	2.621	2.633	2.568	2.536
3	2.390	2.037	2.066	2.061	2.234
2	1.707	1.294	1.288	1.431	1.894
1	0.736	0.893	0.795	1.063	1.709

ตารางที่ 3.12 เปรียบเทียบค่าแรงตัด (ตัน-เมตร) ในผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยว  
(ตัวอย่างที่ 3)

ชั้น	ETABS	จำนวนระดับอ้างอิง			
		N=10	N=6	N=4	N=3
20	-13.117	-9.381	-8.579	-8.811	-1.183
19	-16.389	-12.795	-12.575	-13.177	-2.394
18	-18.677	-13.290	-13.290	-14.014	-3.295
17	-18.201	-11.573	-11.573	-12.086	-3.553
16	-15.755	-7.878	-7.939	-8.002	-2.832
15	-11.352	-2.702	-2.664	-2.217	-0.796
14	-5.110	4.082	4.142	4.968	2.890
13	2.968	12.439	12.474	13.406	8.561
12	12.929	22.394	22.293	23.103	16.553
11	24.899	34.041	34.033	34.220	27.201
10	39.077	47.562	47.556	47.069	40.841
9	55.765	63.224	63.225	62.121	57.808
8	75.384	81.417	81.420	79.996	78.437
7	98.512	102.705	102.709	101.470	103.065
6	125.936	127.920	127.927	127.474	132.025
5	158.717	158.270	158.282	159.090	165.654
4	198.268	195.467	195.475	197.556	204.287
3	246.529	241.852	241.845	244.264	248.260
2	305.924	300.351	300.527	300.758	297.907
1	380.373	374.015	374.024	367.690	353.047

ตารางที่ 3.13 เปรียบเทียบค่าแรงตัด (ตัน-เมตร) ในผนังต้านแรงเฉือนคู่  
(ตัวอย่างที่ 3)



ชั้น	ETABS	จำนวนระดับอ้างอิง			
		N=10	N=6	N=4	N=3
20	-13.102	-7.977	-8.475	-7.778	-14.416
19	-21.597	-11.824	-11.750	-10.755	-18.073
18	-23.154	-10.297	-10.033	-9.159	-14.790
17	-19.832	-3.890	-3.742	-3.270	-6.608
16	-11.911	6.633	6.635	6.603	5.463
15	0.794	20.723	20.674	20.192	20.916
14	15.908	38.093	38.067	37.307	39.469
13	35.451	58.633	58.648	57.846	60.957
12	58.728	82.353	82.386	81.790	85.313
11	85.891	109.386	109.386	109.198	112.583
10	117.238	139.890	139.894	140.223	142.946
9	153.237	174.323	174.315	175.136	176.754
8	194.568	213.260	213.254	214.386	214.574
7	242.173	257.583	257.591	258.680	257.273
6	297.343	308.574	308.606	309.149	306.183
5	361.817	368.110	368.163	367.606	363.423
4	437.974	438.901	438.942	436.986	432.493
3	528.847	524.708	524.652	521.983	519.235
2	638.838	630.322	630.167	629.861	633.052
1	773.167	761.670	762.007	770.713	786.602





ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ก.

## ค่าต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์

ก.1 สถิติเนสเมตริกซ์ของคาน

สถิติเนสเมตริกซ์ของคานในระดับขั้นความเสรี ดังแสดงในรูปที่ ก.1 สามารถเขียน

ได้ดังนี้

	1	2	3	4	5	6
1	a			-a		
2		b	f		-b	g
3		f	h		-f	i
4				a		
5					b	-g
6						j

ก.2 สตีเฟนส์เมตริกซ์ของเสา

สตีเฟนส์เมตริกซ์ของเสาในระดับขั้นความเสรี ดังแสดงในรูปที่ ก.2 สามารถเขียนได้ดังนี้

	1	2	3	4	5	6
1	b		-c	-b		-c
2		a			-a	
3	-c		d	c		e
4	-b		c	b		c
5		-a			a	
6	-c		e	c		d

โดยที่  $\alpha = \frac{14.4 (1 + \nu) I}{l^2 A}$

$$a = \frac{EA}{l}$$

$$b = \frac{12EI}{l^3 (1+2\alpha)}$$

$$c = \frac{6EI}{L^2(1+2\alpha)}$$

$$d = \frac{(4+2\alpha)EI}{L(1+2\alpha)}$$

$$e = \frac{(2-2\alpha)EI}{L(1+2\alpha)}$$

$$f = \frac{12EI}{L^3(1+2\alpha)} + \frac{6EI m}{L^2(1+2\alpha)}$$

$$g = \frac{12EI}{L^3(1+2\alpha)} + \frac{6EI n}{L^2(1+2\alpha)}$$

$$h = \frac{(4+2\alpha)EI}{L(1+2\alpha)} + \frac{12EI m(L+m)}{L^3(1+2\alpha)}$$

$$i = \frac{(2-2\alpha)EI}{L(1+2\alpha)} + \frac{6EI(m+n)}{L^2(1+2\alpha)} + \frac{12EI mn}{L^3(1+2\alpha)}$$

$$j = \frac{(4+2\alpha)EI}{L(1+2\alpha)} + \frac{12EI n(L+n)}{L^3(1+2\alpha)}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.3 Fixed-end forces ในเสาเนื่องจากแรงกระจายพหุนาม

ค่าของแรงยึดรั้งที่ปลาย ในเสาเนื่องจากแรงกระจายพหุนาม ดังแสดงใน  
รูปที่ ก.3 มีค่าดังต่อไปนี้

$$F_1 = \frac{p_i}{l^3} \left\{ -\frac{l^3 \xi_1^{i+1} H}{(i+1)} + \frac{6lH^3 (\xi_1^{i+3} + \xi_0^{i+3})}{(i+3)!} - \frac{12H^4 (\xi_1^{i+4} - \xi_0^{i+4})}{(i+4)!} \right\}$$

$$F_2 = \frac{p_i}{l^2} \left\{ \frac{l^2 \xi_1^{i+2} H^2}{(i+2)!} - \frac{2lH^3 (2\xi_1^{i+3} + \xi_0^{i+3})}{(i+3)!} + \frac{6H^4 (\xi_1^{i+4} - \xi_0^{i+4})}{(i+4)!} \right\}$$

$$F_3 = \frac{p_i}{l^3} \left\{ \frac{l^3 \xi_0^{i+1} H}{(i+1)} - \frac{6lH^3 (\xi_1^{i+3} + \xi_0^{i+3})}{(i+3)!} + \frac{12H^4 (\xi_1^{i+4} - \xi_0^{i+4})}{(i+4)!} \right\}$$

$$F_4 = \frac{p_i}{l^2} \left\{ -\frac{l^2 \xi_0^{i+2} H^2}{(i+2)!} - \frac{2lH^3 (\xi_1^{i+3} + 2\xi_0^{i+3})}{(i+3)!} - \frac{6H^4 (\xi_1^{i+4} - \xi_0^{i+4})}{(i+4)!} \right\}$$

โดยที่  $(i+2)! = (i+2)(i+1)$

$$(i+3)! = (i+3)(i+2)(i+1)$$

$$(i+4)! = (i+4)(i+3)(i+2)(i+1)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ภาคผนวก ข.

## ตัวอย่างข้อมูลและผลลัพธ์การวิเคราะห์

ข.1 ข้อมูลตัวอย่างที่ 1 (ระดับอ้างอิงเท่ากับ 10)

## System Control Parameter

Total frames	=	9
No. type of frames	=	2
Total storys	=	10
No. of reference level	=	10
Structure Symmetry	=	Yes
Modulus of elasticity	=	2.11E+06
Poisson's ratio	=	0.000

## Story Height

Story no.	Story Height
10	3.658
9	3.658
8	3.658
7	3.658
6	3.658
5	3.658
4	3.658
3	3.658
2	4.572
1	4.572
Summation	0.000

## Total Shear and Applied Shear Location Data

Floor level	Total Shear	Wl-Location	Ref. story
10	0.000	29.260	Yes
9	26.134	29.260	Yes
8	52.268	29.260	Yes
7	78.402	29.260	Yes
6	104.536	29.260	Yes
5	130.670	29.260	Yes
4	156.804	29.260	Yes
3	182.938	29.260	Yes
2	209.072	29.260	Yes
1	235.206	29.260	Yes

## Frame Type no. and Distance From Datum Data

Frame no.	Frame Type	Distance
1	1	7.315
2	1	14.630
3	1	21.945
4	1	29.260
5	1	36.575
6	1	43.890
7	1	51.205
8	2	0.000
9	2	58.520

Frame type no. 1

## Structure Control Parameter

No. of bays	=	3
No. of storys	=	10
No. of sections	=	11

## Column Center

Bay no.	Distance
1	6.096
2	6.096
3	6.096

## Section Data

Section no.	I-values	Area
1	0.006	0.140
2	0.001	0.080
3	0.002	0.096
4	0.003	0.114
5	0.004	0.123
6	0.005	0.132
7	0.006	0.141
8	0.007	0.150
9	0.009	0.163
10	0.010	0.170
11	0.011	0.174

## Beam Data

Story no.	Bay no.	Section no.	Left rigid	Right rigid
10	1	1	0.000	0.000
10	2	1	0.000	0.000
10	3	1	0.000	0.000
9	1	1	0.000	0.000
9	2	1	0.000	0.000
9	3	1	0.000	0.000
8	1	1	0.000	0.000
8	2	1	0.000	0.000
8	3	1	0.000	0.000

7	1	1	0.000	0.000
7	2	1	0.000	0.000
7	3	1	0.000	0.000
6	1	1	0.000	0.000
6	2	1	0.000	0.000
6	3	1	0.000	0.000
5	1	1	0.000	0.000
5	2	1	0.000	0.000
5	3	1	0.000	0.000
4	1	1	0.000	0.000
4	2	1	0.000	0.000
4	3	1	0.000	0.000
3	1	1	0.000	0.000
3	2	1	0.000	0.000
3	3	1	0.000	0.000
2	1	1	0.000	0.000
2	2	1	0.000	0.000
2	3	1	0.000	0.000
1	1	1	0.000	0.000
1	2	1	0.000	0.000
1	3	1	0.000	0.000

Column Data

Story no.	line # 1	line # 2	line # 3	line # 4
10	2	2	2	2
9	3	3	3	3
8	4	4	4	4
7	5	5	5	5
6	6	6	6	6
5	7	7	7	7
4	8	8	8	8
3	9	9	9	9
2	10	10	10	10
1	11	11	11	11

Frame type no. 2

Structure Control Parameter

No. of bays = 0

No. of storeys = 10

No. of sections = 1

Section Data

Section no.	I-values	Area
1	77.475	2.780



Story no.	Column Data
	line # 1
10	1
9	1
8	1
7	1
6	1
5	1
4	1
3	1
2	1
1	1



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๗.2 ผลลัพธ์การวิเคราะห์ตัวอย่างที่ 1 (ระดับอ้างอิงเท่ากับ 10)

Lateral Displacement and rotation at Datum

Floor level	1	0.000141	0.000000
Floor level	2	0.000520	0.000000
Floor level	3	0.000952	0.000000
Floor level	4	0.001469	0.000000
Floor level	5	0.002046	0.000000
Floor level	6	0.002665	0.000000
Floor level	7	0.003310	0.000000
Floor level	8	0.003968	0.000000
Floor level	9	0.004632	0.000000
Floor level	10	0.005298	0.000000

Result of frame no. 1

Coefficient Load at floor no 1	=	1.61847
Coefficient Load at floor no 2	=	-0.993954
Coefficient Load at floor no 3	=	31.2065
Coefficient Load at floor no 4	=	-314.009
Coefficient Load at floor no 5	=	1568
Coefficient Load at floor no 6	=	-4439.53
Coefficient Load at floor no 7	=	7435.64
Coefficient Load at floor no 8	=	-7264.43
Coefficient Load at floor no 9	=	3800.6
Coefficient Load at floor no 10	=	-815.454

Joint Displacement

Line	Floor	Dx	Dy	Rz
1	10	0.0053	0.0002	-0.0001
1	9	0.0046	0.0002	-8.806E-05
1	8	0.0040	0.0002	-0.0001
1	7	0.0033	0.0002	-0.0001
1	6	0.0027	0.0002	-0.0001
1	5	0.0020	0.0001	-0.0001
1	4	0.0015	0.0001	-0.0001
1	3	0.001	9.463E-05	-0.0001
1	2	0.0005	6.922E-05	-9.651E-05
1	1	0.0001	3.507E-05	-3.728E-05
1	0	0.0000	0.0000	-0.0000
2	10	0.0053	5.537E-06	-2.299E-05
2	9	0.0046	6.342E-06	-6.301E-05
2	8	0.0040	6.217E-06	-7.792E-05
2	7	0.0033	6.131E-06	-9.359E-05
2	6	0.0027	5.796E-06	-9.937E-05
2	5	0.0020	5.233E-06	-0.0001
2	4	0.0015	4.480E-06	-9.966E-05
2	3	0.001	3.576E-06	-9.198E-05
2	2	0.0005	2.591E-06	-7.337E-05
2	1	0.0001	1.482E-06	-4.411E-05
2	0	0.0000	0.0000	-0.0000
3	10	0.0053	-9.732E-06	-3.160E-05
3	9	0.0046	-9.541E-06	-5.726E-05
3	8	0.0040	-9.136E-06	-7.927E-05
3	7	0.0033	-8.647E-06	-9.289E-05

3	6	0.0027	-7.940E-06	-9.918E-05
3	5	0.0020	-7.041E-06	-0.0001
3	4	0.0015	-5.966E-06	-9.949E-05
3	3	0.001	-4.751E-06	-9.100E-05
3	2	0.0005	-3.428E-06	-7.377E-05
3	1	0.0002	-1.706E-06	-4.367E-05
3	0	0.0000	-0.0000	-0.0000
4	10	0.0053	-0.0002	-7.048E-05
4	9	0.0046	-0.0002	-0.0001
4	8	0.0040	-0.0002	-0.0001
4	7	0.0033	-0.0002	-0.0001
4	6	0.0027	-0.0002	-0.0001
4	5	0.0020	-0.0001	-0.0001
4	4	0.0015	-0.0001	-0.0001
4	3	0.001	-9.345E-05	-0.0001
4	2	0.0005	-6.838E-05	-8.722E-05
4	1	0.0002	-3.485E-05	-5.298E-05
4	0	0.0000	-0.0000	-0.0000



## Beam Result (Local Force)

Floor	Bay		Axial	Shear	Moment
10	1	Left	0.7174	-0.1342	-0.5726
		Right	-0.7174	0.1342	-0.2453
10	2	Left	0.4443	-0.0970	-0.2786
		Right	-0.4443	0.0970	-0.3129
10	3	Left	0.1770	-0.0882	-0.1917
		Right	-0.1770	0.0882	-0.3462
9	1	Left	0.2990	-0.1811	-0.6018
		Right	-0.2990	0.1811	-0.5022
9	2	Left	0.1844	-0.2251	-0.6977
		Right	-0.1844	0.2251	-0.6748
9	3	Left	0.0561	-0.2115	-0.5453
		Right	-0.0561	0.2115	-0.7442
8	1	Left	0.3526	-0.2990	-1.0179
		Right	-0.3526	0.2990	-0.8046
8	2	Left	0.1998	-0.2977	-0.9048
		Right	-0.1998	0.2977	-0.9102
8	3	Left	0.0611	-0.2880	-0.7915
		Right	-0.0611	0.2880	-0.9640
7	1	Left	0.1112	-0.3374	-1.1056
		Right	-0.1112	0.3374	-0.9510
7	2	Left	0.0709	-0.3554	-1.0848
		Right	-0.0709	0.3554	-1.0820
7	3	Left	0.0221	-0.3374	-0.9516
		Right	-0.0221	0.3374	-1.1053
6	1	Left	0.0856	-0.3605	-1.1682
		Right	-0.0856	0.3605	-1.0296
6	2	Left	0.0483	-0.3797	-1.1577
		Right	-0.0483	0.3797	-1.1570
6	3	Left	0.0132	-0.3615	-1.0335
		Right	-0.0132	0.3615	-1.1700
5	1	Left	0.0252	-0.3726	-1.1959
		Right	-0.0252	0.3726	-1.0755
5	2	Left	0.0134	-0.3909	-1.1920
		Right	-0.0134	0.3909	-1.1911

5	3	Left	0.0023	-0.3719	-1.0755
		Right	-0.0023	0.3719	-1.1916
4	1	Left	-0.0572	-0.3661	-1.1658
		Right	0.0572	0.3661	-1.0659
4	2	Left	-0.0313	-0.3830	-1.1677
		Right	0.0313	0.3830	-1.1670
4	3	Left	-0.0082	-0.3654	-1.0658
		Right	0.0082	0.3654	-1.1617
3	1	Left	-0.1452	-0.3383	-1.0684
		Right	0.1452	0.3383	-0.9937
3	2	Left	-0.1050	-0.3527	-1.0771
		Right	0.1050	0.3527	-1.0732
3	3	Left	-0.0459	-0.3334	-0.9815
		Right	0.0459	0.3334	-1.0510
2	1	Left	-0.5825	-0.2897	-0.9289
		Right	0.5825	0.2897	-0.8369
2	2	Left	-0.3305	-0.2841	-0.8650
		Right	0.3305	0.2841	-0.8666
2	3	Left	-0.1009	-0.2733	-0.8064
		Right	0.1009	0.2733	-0.8598
1	1	Left	-0.4067	-0.1377	-0.4061
		Right	0.4067	0.1377	-0.4333
1	2	Left	-0.2357	-0.1697	-0.5182
		Right	0.2357	0.1697	-0.5164
1	3	Left	-0.0760	-0.1678	-0.4931
		Right	0.0760	0.1678	-0.5301

## Column Result (Local Force)

Line	Floor		Axial	Shear	Moment
1	10	Top	0.134	-0.901	0.573
		Bottom	-0.134	0.233	0.286
1	9	Top	0.315	0.066	0.315
		Bottom	-0.315	0.500	-0.577
1	8	Top	0.614	-0.148	0.441
		Bottom	-0.614	0.364	0.566
1	7	Top	0.952	-0.253	0.540
		Bottom	-0.952	0.368	0.602
1	6	Top	1.312	-0.283	0.566
		Bottom	-1.312	0.353	0.620
1	5	Top	1.685	-0.328	0.576
		Bottom	-1.685	0.307	0.613
1	4	Top	2.051	-0.364	0.552
		Bottom	-2.051	0.242	0.595
1	3	Top	2.389	-0.387	0.474
		Bottom	-2.389	0.040	0.413
1	2	Top	2.679	-0.623	0.516
		Bottom	-2.679	-0.266	0.380
1	1	Top	2.816	-0.141	0.026
		Bottom	-2.816	0.162	0.558
2	10	Top	-0.037	-0.273	0.524
		Bottom	0.037	0.273	0.475
2	9	Top	0.007	-0.388	0.725
		Bottom	-0.007	0.388	0.693

2	8	Top	0.006	-0.540	1.016
		Bottom	-0.006	0.540	0.961
2	7	Top	0.024	-0.581	1.075
		Bottom	-0.024	0.581	1.049
2	6	Top	0.043	-0.618	1.138
		Bottom	-0.043	0.618	1.123
2	5	Top	0.061	-0.630	1.144
		Bottom	-0.061	0.630	1.160
2	4	Top	0.078	-0.604	1.073
		Bottom	-0.078	0.604	1.136
2	3	Top	0.093	-0.564	0.934
		Bottom	-0.093	0.564	1.128
2	2	Top	0.087	-0.312	0.574
		Bottom	-0.087	0.312	0.852
2	1	Top	0.119	-0.141	0.099
		Bottom	-0.119	0.141	0.545
3	10	Top	-0.009	-0.267	0.505
		Bottom	0.009	0.267	0.473
3	9	Top	-0.022	-0.396	0.747
		Bottom	0.022	0.396	0.700
3	8	Top	-0.032	-0.534	1.001
		Bottom	0.032	0.534	0.953
3	7	Top	-0.050	-0.583	1.080
		Bottom	0.050	0.583	1.053
3	6	Top	-0.068	-0.618	1.138
		Bottom	0.068	0.618	1.123
3	5	Top	-0.087	-0.629	1.143
		Bottom	0.087	0.629	1.159
3	4	Top	-0.105	-0.606	1.074
		Bottom	0.105	0.606	1.144
3	3	Top	-0.124	-0.547	0.911
		Bottom	0.124	0.547	1.090
3	2	Top	-0.135	-0.318	0.583
		Bottom	0.135	0.318	0.869
3	1	Top	-0.137	-0.158	0.140
		Bottom	0.137	0.158	0.581
4	10	Top	-0.088	-0.177	0.346
		Bottom	0.088	0.177	0.301
4	9	Top	-0.300	-0.233	0.443
		Bottom	0.300	0.233	0.410
4	8	Top	-0.588	-0.294	0.554
		Bottom	0.588	0.294	0.522
4	7	Top	-0.925	-0.316	0.583
		Bottom	0.925	0.316	0.574
4	6	Top	-1.287	-0.330	0.596
		Bottom	1.287	0.330	0.610
4	5	Top	-1.659	-0.332	0.582
		Bottom	1.659	0.332	0.632
4	4	Top	-2.024	-0.324	0.530
		Bottom	2.024	0.324	0.654
4	3	Top	-2.357	-0.278	0.397
		Bottom	2.357	0.278	0.619
4	2	Top	-2.631	-0.177	0.241
		Bottom	2.631	0.177	0.567
4	1	Top	-2.799	-0.101	-0.037
		Bottom	2.799	0.101	0.498

Result of frame no. 2 same as frame no. 1  
 Result of frame no. 3 same as frame no. 1  
 Result of frame no. 4 same as frame no. 1  
 Result of frame no. 5 same as frame no. 1  
 Result of frame no. 6 same as frame no. 1  
 Result of frame no. 7 same as frame no. 1  
 Result of frame no. 8  
 Coefficient Load at floor no 1 = -5.66463  
 Coefficient Load at floor no 2 = 6.99994  
 Coefficient Load at floor no 3 = -106.308  
 Coefficient Load at floor no 4 = 1049.55  
 Coefficient Load at floor no 5 = -5093.44  
 Coefficient Load at floor no 6 = 13810.7  
 Coefficient Load at floor no 7 = -21626.4  
 Coefficient Load at floor no 8 = 18940.4  
 Coefficient Load at floor no 9 = -8171.27  
 Coefficient Load at floor no 10 = 1170.63

Joint Displacement					
Line	Floor	Dx	Dy	Rz	
1	10	0.0053	0.0000	-0.0002	
1	9	0.0046	0.0000	-0.0002	
1	8	0.0040	0.0000	-0.0002	
1	7	0.0033	0.0000	-0.0002	
1	6	0.0027	0.0000	-0.0002	
1	5	0.0020	0.0000	-0.0002	
1	4	0.0015	0.0000	-0.0002	
1	3	0.001	0.0000	-0.0001	
1	2	0.0005	0.0000	-0.0001	
1	1	0.0001	0.0000	-5.932E-05	
1	0	0.0000	0.0000	-0.0000	

Column Result (Local Force)					
Line	Floor		Axial	Shear	Moment
1	10	Top	0.000	5.665	2.16E-10
		Bottom	0.000	9.742	11.660
1	9	Top	0.000	-9.742	-11.660
		Bottom	0.000	20.825	67.232
1	8	Top	0.000	-20.825	-67.232
		Bottom	0.000	33.136	165.674
1	7	Top	0.000	-33.136	-165.674
		Bottom	0.000	45.799	310.024
1	6	Top	0.000	-45.799	-310.024
		Bottom	0.000	58.619	500.918
1	5	Top	0.000	-58.619	-500.918
		Bottom	0.000	71.760	739.284
1	4	Top	0.000	-71.760	-739.284
		Bottom	0.000	85.252	1026.317
1	3	Top	0.000	-85.252	-1026.317
		Bottom	0.000	99.535	1363.976
1	2	Top	0.000	-99.535	-1363.976
		Bottom	0.000	115.711	1859.253
1	1	Top	0.000	-115.711	-1859.253
		Bottom	0.000	112.141	2377.229

Result of frame no. 9 same as frame no. 8

### ประวัติผู้เขียน

ข้าพเจ้านายวิเชียร บึงประเสริฐ เกิดเมื่อวันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2507 สำเร็จการศึกษาได้รับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2528 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2529



ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย