

ก.3 คำนวณแรงแผ่นดินไหวโดยวิธีสเปกตรัมตอบสนองแบบโหมด

อาคาร คสล. 15 ชั้น มยผ. 1302-2552

ก.3.1 ข้อกำหนดในการออกแบบ

1. อาคารเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก สูง 15 ชั้น
2. อาคารตั้งอยู่ในเขตพื้นที่แอ่งกรุงเทพฯ (Zone 5) ใช้สำหรับออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวตามมาตรฐาน มยผ.1302-52

3. น้ำหนักบรรทุกในการออกแบบ

น้ำหนักบรรทุกจร

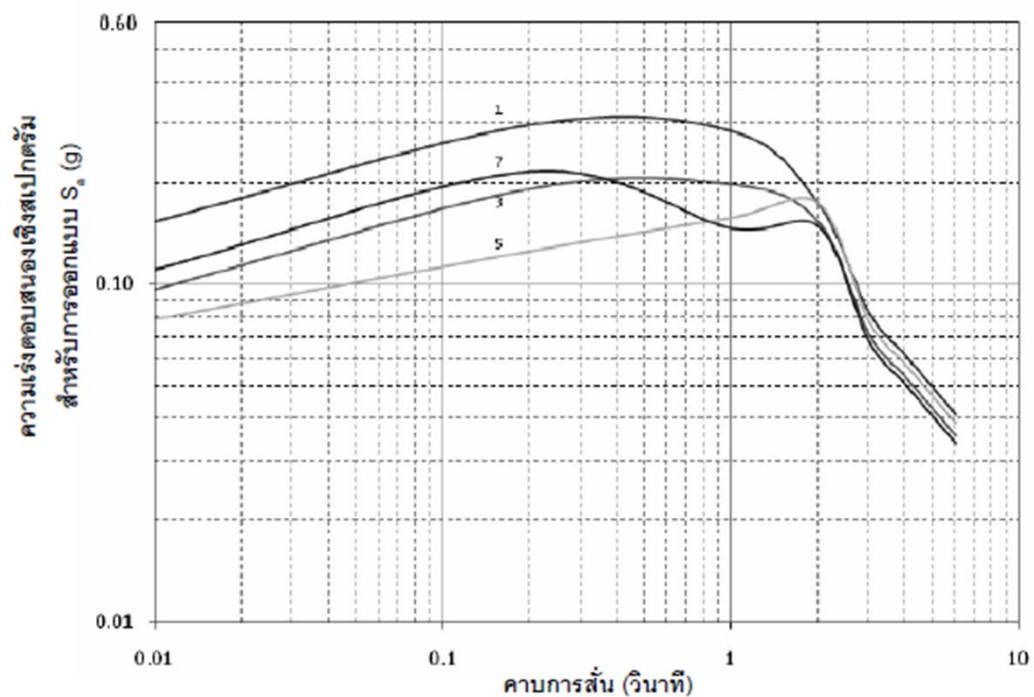
LL 250 (kg./sq.m.)

น้ำหนักบรรทุกคงที่

DL 600 (kg./sq.m.)

SDL 300 (kg./sq.m.)

ก.3.2 คำนวณแรงแผ่นดินไหวที่กระทำกับอาคารและตรวจสอบการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์



อาคารตั้งอยู่ในเขตพื้นที่แอ่งกรุงเทพฯ (Zone 5)

ประเภทความสำคัญของโครงสร้างปกติ : $I = 1.00$

กำหนดประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวเป็นประเภท ค

เลือกใช้ระบบกำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา (Ordinary Reinforced Concrete Shear Wall)

ระบบกำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา

$$R = 5$$

$$\Omega_0 = 2.5$$

$$C_d = 4.5$$

ตารางที่ ก.3-1 คุณสมบัติโหนดธรรมชาติ อัตราการมีส่วนร่วมของมวลและมวลสะสม

Mode	Period (sec)	การมีส่วนร่วมของมวล (%)		การมีส่วนร่วมของมวลสะสม (%)	
		UX	UY	Sum UX	Sum UY
1	3.46	73.65	0.00	73.65	0.00
2	2.94	0.00	74.20	73.65	74.20
3	2.91	0.00	0.00	73.65	74.20
4	0.87	12.36	0.00	86.01	74.20
5	0.80	0.00	12.46	86.01	86.66
6	0.79	0.00	0.00	86.01	86.66
7	0.37	5.17	0.00	91.18	86.66
8	0.37	0.00	4.87	91.18	91.53
9	0.36	0.00	0.00	91.18	91.53
10	0.21	2.96	0.00	94.14	91.53

จากตารางที่ ก.3-1 การมีส่วนร่วมของมวลสะสมมากกว่าร้อยละ 90 แสดงว่าจำนวนโหนดเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์

ตารางที่ ก.3-2 การเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้น (Story Drift) ในทิศทาง X

ชั้น	การเคลื่อนที่ของ แต่ละชั้น δ_{xc} (m.)	การเคลื่อนที่สัมพัทธ์ ระหว่างชั้น Δ_x (m.)	ความสูง ระหว่างชั้น (m.)	อัตราการเคลื่อน ที่สัมพัทธ์ ระหว่างชั้น
15	0.0028	0.0101	3.30	0.0031
14	0.0031	0.0112	3.30	0.0034
13	0.0036	0.0130	3.30	0.0039
12	0.0040	0.0144	3.30	0.0044
11	0.0044	0.0158	3.30	0.0048
10	0.0049	0.0176	3.30	0.0053
9	0.0053	0.0191	3.30	0.0058
8	0.0055	0.0198	3.30	0.0060
7	0.0057	0.0205	3.30	0.0062
6	0.0057	0.0205	3.30	0.0062
5	0.0056	0.0202	3.30	0.0061
4	0.0052	0.0187	3.30	0.0057
3	0.0044	0.0158	3.30	0.0048
2	0.0033	0.0119	3.30	0.0036
1	0.0015	0.0054	3.30	0.0016

จากตารางที่ ก.3-2 ค่าอัตราการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ในแต่ละชั้นไม่เกินค่าที่ยอมให้ สำหรับประเภท
ความสำคัญของอาคาร I (อัตราการเคลื่อนตัวที่ยอมให้ = 0.020)

ตารางที่ ก.3-3 การเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้น (Story Drift) ในทิศทาง Y

ชั้น	การเคลื่อนที่ของ แต่ละชั้น δ_{yc} (m.)	การเคลื่อนที่สัมพัทธ์ ระหว่างชั้น Δ_y (m.)	ความสูง ระหว่างชั้น (m.)	อัตราเคลื่อนที่ สัมพัทธ์ ระหว่างชั้น
15	0.0025	0.0090	3.30	0.0027
14	0.0028	0.0101	3.30	0.0031
13	0.0032	0.0115	3.30	0.0035
12	0.0036	0.0130	3.30	0.0039
11	0.0040	0.0144	3.30	0.0044
10	0.0044	0.0158	3.30	0.0048
9	0.0047	0.0169	3.30	0.0051
8	0.0050	0.0180	3.30	0.0055
7	0.0051	0.0184	3.30	0.0056
6	0.0052	0.0187	3.30	0.0057
5	0.0050	0.0180	3.30	0.0055
4	0.0048	0.0173	3.30	0.0052
3	0.0042	0.0151	3.30	0.0046
2	0.0031	0.0112	3.30	0.0034
1	0.0015	0.0054	3.30	0.0016

จากตารางที่ ก.3-3 ค่าอัตราเคลื่อนที่สัมพัทธ์ในแต่ละชั้นไม่เกินค่าที่ยอมให้ สำหรับประเภท
ความสำคัญของอาคาร I (อัตราเคลื่อนที่สัมพัทธ์ที่ยอมให้ = 0.020)

คำนวณคาบการสั่นพื้นฐาน $T = 0.02H = (0.02)(15)(3.3) = 0.99$ (sec)

ใช้คาบการสั่นของโหมดพื้นฐานที่ได้จากการวิเคราะห์หาคณสมบัตินิยม แต่ไม่เกิน $1.5T$

ในการคำนวณแรงเฉือนที่ฐานตามสมการแรงสถิตเทียบเท่า V ดังนั้นใช้คาบการสั่น

$T = (1.5)(0.99) = 1.485$ (sec) ในการคำนวณแรงเฉือนสถิตเทียบเท่า

หาค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบแทนแรงแผ่นดินไหว

$C_s = S_a/(R/I) \quad 0.0425 > 0.01g.$

ตารางที่ ก.3-4 แรงเฉือนที่ฐานสำหรับการออกแบบ

ทิศทาง	วิธีพลศาสตร์ (kN.)	วิธีแรงสถิตเทียบเท่า (kN.)		ตัวคูณปรับค่า
	V_t	V	0.85V	
ทิศทาง X	3320.05	4736.56	4026.08	1.21
ทิศทาง Y	3546.43	4736.56	4026.08	1.14

ตารางที่ ก.3-5 ตรวจสอบความปลอดภัยต่อการพลิกคว่ำ

ทิศทาง	น้ำหนักโครงสร้าง DL+SDL (kN.)	ระยะแขน โมเมนต์ (m.)	M (Action) (kN.- m.)	ค่าความปลอดภัย SF. $M_{\text{reaction}}/M_{\text{action}}$
ทิศทาง X	111656.40	16.00	139059.17	12.85
ทิศทาง Y	111656.40	11.50	138353.10	9.28

จากตารางที่ ก.3-5 ค่าความปลอดภัยต่อการพลิกคว่ำมากกว่า 1.5 ใช้ได้

ตารางที่ ก.3-6 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์เสถียรภาพ (Stability Coefficient) ทิศทาง X

ชั้น	น้ำหนัก (kN.)	น้ำหนักสะสม P (kN.)	การเคลื่อนที่ สัมพัทธ์ Δx (m.)	แรงเฉือน V_x (kN.)	θ
15	7443.76	7443.76	0.0101	505.66	0.010
14	7443.76	14887.52	0.0112	1002.60	0.011
13	7443.76	22331.28	0.0130	1451.75	0.013
12	7443.76	29775.04	0.0144	1861.14	0.016
11	7443.76	37218.80	0.0158	2235.27	0.018
10	7443.76	44662.56	0.0176	2574.61	0.021
9	7443.76	52106.32	0.0191	2878.77	0.023
8	7443.76	59550.08	0.0198	3148.16	0.025
7	7443.76	66993.84	0.0205	3382.67	0.027
6	7443.76	74437.60	0.0205	3580.80	0.029
5	7443.76	81881.36	0.0202	3741.06	0.030
4	7443.76	89325.12	0.0187	3863.15	0.029
3	7443.76	96768.88	0.0158	3947.26	0.026
2	7443.76	104212.64	0.0119	3994.28	0.021
1	7443.76	111656.40	0.0054	4009.77	0.010

ตารางที่ ก.3-7 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์เสถียรภาพ (Stability Coefficient) ทิศทาง Y

ชั้น	น้ำหนัก (kN.)	น้ำหนักสะสม P (kN.)	การเคลื่อนที่ สัมพัทธ์ Δ_Y (m.)	แรงเฉือน V_Y (kN.)	θ
15	7443.76	7443.76	0.0090	483.86	0.009
14	7443.76	14887.52	0.0101	973.08	0.010
13	7443.76	22331.28	0.0115	1423.78	0.012
12	7443.76	29775.04	0.0130	1837.41	0.014
11	7443.76	37218.80	0.0144	2216.06	0.016
10	7443.76	44662.56	0.0158	2560.91	0.019
9	7443.76	52106.32	0.0169	2871.47	0.021
8	7443.76	59550.08	0.0180	3146.14	0.023
7	7443.76	66993.84	0.0184	3383.49	0.024
6	7443.76	74437.60	0.0187	3582.85	0.026
5	7443.76	81881.36	0.0180	3743.95	0.027
4	7443.76	89325.12	0.0173	3866.26	0.027
3	7443.76	96768.88	0.0151	3949.36	0.025
2	7443.76	104212.64	0.0112	3994.91	0.020
1	7443.76	111656.40	0.0054	4009.77	0.010

จากตารางที่ ก.3-6 และตารางที่ ก.3-7 ค่าสัมประสิทธิ์เสถียรภาพ θ ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.1 ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องนำผลกระทบของ P- Δ มาคำนวณออกแบบโครงสร้าง

ตารางที่ ก.3-8 แรงเฉือนและโมเมนต์ค้ดในทิศทาง X และ Y

ชั้น	VX (kN)	MY (kN-m.)	VY (kN)	MX (kN-m.)
15	515.35	1700.66	492.25	1624.41
14	1023.01	5073.35	988.43	4884.71
13	1481.94	9950.14	1443.79	9642.32
12	1899.36	16185.57	1860.55	15763.60
11	2279.43	23650.83	2241.34	23122.84
10	2622.86	32223.52	2587.55	31600.93
9	2929.23	41781.28	2898.68	41080.79
8	3198.42	52200.77	3173.13	51442.98
7	3430.06	63358.36	3409.52	62564.26
6	3623.21	75130.03	3607.34	74318.94
5	3777.31	87391.95	3766.51	86581.46
4	3892.76	100023.11	3886.73	99228.60
3	3970.52	112909.30	3967.83	112141.82
2	4012.78	125948.28	4011.80	125212.53
1	4026.23	139059.18	4025.91	138353.36
0	0.00	0.00	0.00	0.00