

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การคำนวณหาแรงกระทำสำหรับวิธี
Modal Pushover Analysis

ขั้นตอนการคำนวณหาแรงกระทำสำหรับวิธี Modal Pushover Analysis

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาค่าความเร่งตอบสนองของโครงสร้าง (S_{DS}, S_{D1}) และสัมประสิทธิ์แรงเฉือนที่ฐานอาคาร C_s

จาก มาตรฐาน มยผ.1302 กำหนดใช้พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

ค่าความเร่งตอบสนอง $S_s = 0.878g$, $S_1 = 0.248g$ และชั้นดินปกติจัดเป็นประเภท D

ค่าสัมประสิทธิ์ปรับแก้เนื่องจากผลของชั้นดิน $F_a = 1.15$ และ $F_v = 1.90$

คำนวณค่าความเร่งตอบสนองสำหรับการออกแบบ S_{DS} และ S_{D1} จาก

$$S_{DS} = \frac{2}{3}(F_a S_s) = \frac{2}{3}(1.15 \times 0.878) = 0.673g$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3}(F_v S_1) = \frac{2}{3}(1.90 \times 0.248) = 0.314g$$

ค่า $T_s = S_{D1} / S_{DS} = 0.467$ คำนวณหาค่า C_s ได้จาก

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I}\right)} \quad (A.1a)$$

$$\text{และ} \quad C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I}\right)} \quad (A.1b)$$

ใช้โครงสร้าง SMRF $R = 8$, $I = 1.25$

$$\text{สำหรับ } T_1 = 0.639 \text{ sec.} \quad C_{s1} = \frac{0.314 \times 1.25}{8(0.639)} = 0.0768 g,$$

$$\text{สำหรับ } T_2 = 0.209 \text{ sec.} \quad C_{s2} = \frac{0.673 \times 1.25}{8} = 0.105 g,$$

$$\text{สำหรับ } T_3 = 0.117 \text{ sec.} \quad C_{s3} = \frac{0.673 \times 1.25}{8} = 0.105 g$$

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาน้ำหนักประสิทธิผลและแรงเฉือนที่ฐานของแต่ละรูปแบบการสั่น

$$W_m = \frac{\left[\sum_{i=1}^N \phi_{im} W_i \right]^2}{\sum_{i=1}^N \phi_{im}^2 W_i} \quad (A.2)$$

$$V_m = C_{sm} W_m \quad (A.3)$$

ตารางที่ A1 น้ำหนักประสิทธิผลและแรงเฉือนพื้นฐานของแต่ละรูปแบบการสั่น (W_m, V_m)

รูปแบบที่	$\left[\sum_{i=1}^N \phi_{im} W_i \right]^2$	$\sum_{i=1}^N \phi_{im}^2 W_i$	น้ำหนักประสิทธิผลของแต่ละรูปแบบการสั่น		V_m (Tons)
			W_m (Tons)	(%) of W	
1	10640.67	78.0468	136.337	76.04	10.47
2	1815.21	86.1263	21.0762	11.75	2.21
3	701.237	87.9738	7.9710	4.45	0.84
				$\Sigma = 92.25$	

โดยที่ $W = 179.286$ ตัน

แรงเฉือนพื้นฐานทั้งหมดคำนวณโดยเทคนิค SRSS

$$V = \sqrt{(10.47)^2 + (2.21)^2 + (0.84)^2} = 10.73 \text{ ตัน}$$

ขั้นตอนที่ 3 การปรับค่าน้ำหนักประสิทธิผลและแรงเฉือนพื้นฐานของแต่ละรูปแบบการสั่น
คำนวณแรงเฉือนพื้นฐานอาคารจากวิธีแรงสถิตเทียบเท่า

$$V_{Static} = \frac{S_{DS} I}{R} W \quad (A.4)$$

$$T = 0.02H = 0.02 \times 22.5 = 0.45 \text{ วินาที}$$

$$V_{Static} = \frac{0.673(1.25)}{8} 179.286 = 18.85 \text{ ตัน}$$

$$\begin{aligned} V_{Static} &\leq \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I} \right)} W \\ &\leq \frac{0.314(1.25)}{(0.45)8} 179.286 = 19.55 \text{ ตัน} \end{aligned}$$

ใช้ค่าแรงเฉือน = 18.85 ตัน

และเนื่องจากแรงเฉือนพื้นฐานอาคารตามที่คำนวณได้จากวิธีพลศาสตร์มีค่าน้อยกว่าแรงเฉือนที่ได้จากวิธีแรงสถิตเทียบเท่า สำหรับอาคารรูปทรงสม่ำเสมอ จะต้องปรับเพิ่มค่าให้เท่ากับ 90% ของค่าแรงเฉือนที่ได้จากวิธีแรงสถิตเทียบเท่า ดังนั้นจึงปรับด้วยค่า r ดังนี้

$$r = \frac{0.9 V_{static}}{V_{dynamic}} = \frac{0.9 \times 18.85}{10.73} = 1.58$$

ดังนั้นจึงนำค่า r มาคูณกับค่า V_m เป็นค่าใหม่ ดังแสดงในตาราง A2

ตารางที่ A2 การปรับค่าแรงเฉือนพื้นฐานของแต่ละรูปแบบการสั่น (V_m)

รูปแบบที่	$V_m \cdot r$	V_m
1	10.47x1.58	16.55
2	2.21 x1.58	3.50
3	0.84x1.58	1.32

แรงเฉือนพื้นฐานทั้งหมดคำนวณโดยเทคนิค SRSS

$$V = \sqrt{(16.55)^2 + (3.50)^2 + (1.32)^2} = 16.97 \text{ ตัน}$$

ขั้นตอนที่ 4 แรงกระทำทางด้านข้างของแต่ละรูปแบบสั่น

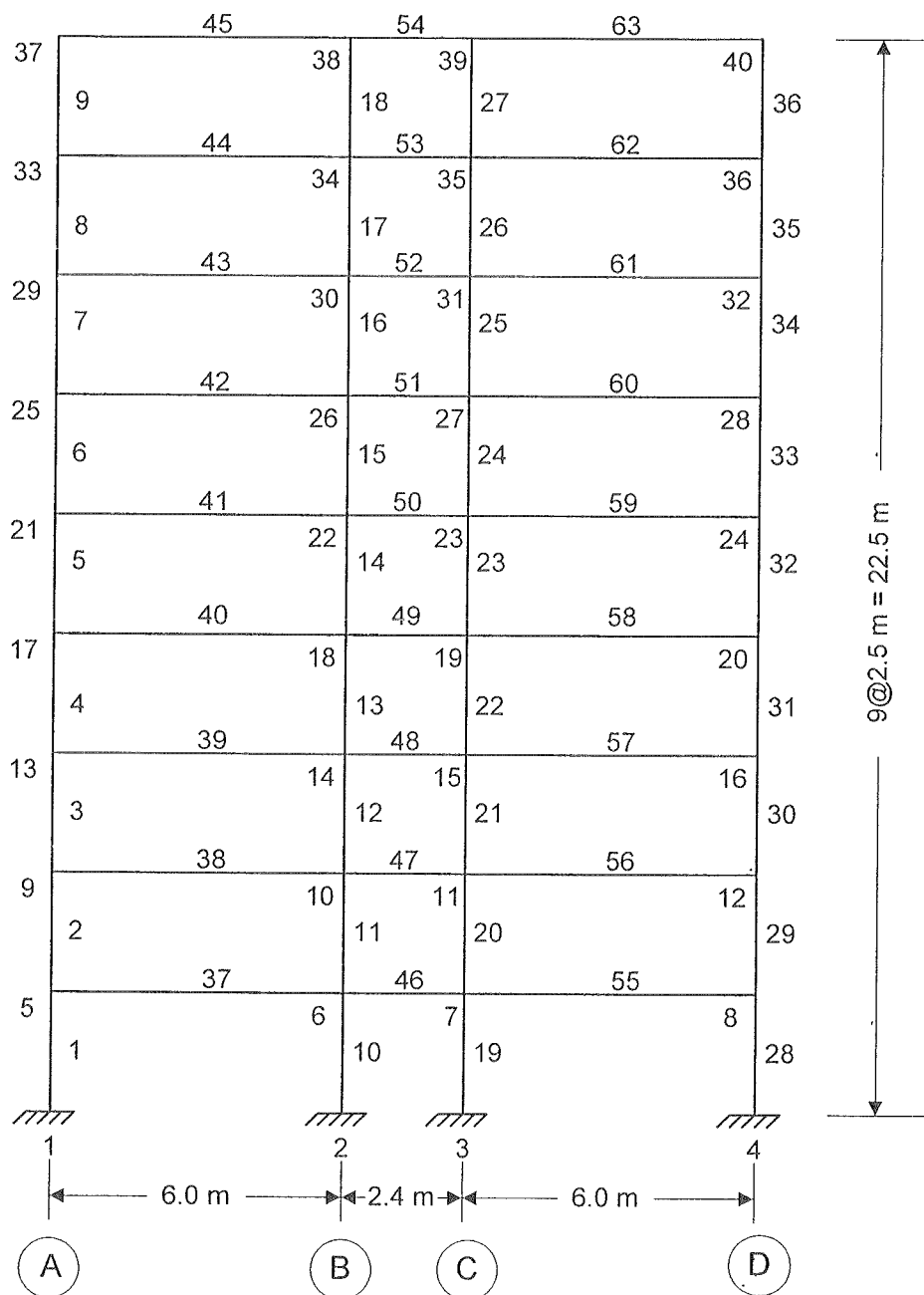
$$F_{im} = C_{im} V_m \quad (\text{A.5})$$

$$\text{โดยที่ } C_{im} = \frac{\phi_{im} W_i}{\sum_{i=1}^N \phi_{im} W_i} \quad (\text{A.6})$$

นั่นคือ แรงกระทำทางด้านข้างสำหรับ Mode 1

$$F_{i1} = \frac{\phi_{i1} W_i}{\sum_{i=1}^n \phi_{i1} W_i} V_{b1} \quad (\text{A.7})$$

ภาคผนวก ข
ข้อมูล Input Data
สำหรับโปรแกรม RUAUMOKO



ภาพประกอบภาคผนวก แบบจำลองโครงสร้างแสดงหมายเลขจุดต่อและหมายเลขขององค์อาคารสูง 9 ชั้น

Cyclic Pushover Analysis (LAB-Type)

```

7 0 1 0 0 0 0 0      ! Control parameters
40 63 6 6 1 2 9.81 5.0 5.0 0.01 90 1      ! Structure parameters
1 10 10 0 1 10 0.8 0.1      ! Output parameters
0 0 0.05      ! Iteration parameters

```

NODES

```

1 0.0 0.0 1 1 1 0 0 0 1
2 6.0 0.0 1 1 1 0 0 0 1
3 8.4 0.0 1 1 1 0 0 0 1
4 14.4 0.0 1 1 1 0 0 0 1
5 0.0 2.5 0 0 0 6 0 0 1
6 6.0 2.5 0 0 0 0 0 0 1
7 8.4 2.5 0 0 0 0 0 0 1
8 14.4 2.5 0 0 0 7 0 0 1
9 0.0 5.0 0 0 0 10 0 0 1
10 6.0 5.0 0 0 0 0 0 0 1
11 8.4 5.0 0 0 0 0 0 0 1
12 14.4 5.0 0 0 0 11 0 0
13 0.0 7.5 0 0 0 14 0 0 1
14 6.0 7.5 0 0 0 0 0 0 1
15 8.4 7.5 0 0 0 0 0 0 1
16 14.4 7.5 0 0 0 15 0 0 1
17 0.0 10.0 0 0 0 18 0 0 1
18 6.0 10.0 0 0 0 0 0 0 1
19 8.4 10.0 0 0 0 0 0 0 1
20 14.4 10.0 0 0 0 19 0 0 1
21 0.0 12.5 0 0 0 22 0 0 1
22 6.0 12.5 0 0 0 0 0 0 1
23 8.4 12.5 0 0 0 0 0 0 1
24 14.4 12.5 0 0 0 23 0 0 1
25 0.0 15.0 0 0 0 26 0 0 1
26 6.0 15.0 0 0 0 0 0 0 1
27 8.4 15.0 0 0 0 0 0 0 1
28 14.4 15.0 0 0 0 27 0 0 1
29 0.0 17.5 0 0 0 30 0 0 1
30 6.0 17.5 0 0 0 0 0 0 1
31 8.4 17.5 0 0 0 0 0 0 1
32 14.4 17.5 0 0 0 31 0 0 1
33 0.0 20.0 0 0 0 34 0 0 1
34 6.0 20.0 0 0 0 0 0 0 1
35 8.4 20.0 0 0 0 0 0 0 1
36 14.4 20.0 0 0 0 35 0 0 1
37 0.0 22.5 0 0 0 38 0 0 1
38 6.0 22.5 0 0 0 0 0 0 1
39 8.4 22.5 0 0 0 0 0 0 1
40 14.4 22.5 0 0 0 39 0 0 1

```

DRIFT

```

2 6 10 14 18 22 26 30 34 38

```

ELEMENTS 1

```

1 1 1 5 0 0 1
2 1 5 9 0 0 1
3 2 9 13 0 0 1
4 2 13 17 0 0 1
5 2 17 21 0 0 1
6 3 21 25 0 0 1
7 3 25 29 0 0 1
8 3 29 33 0 0 1
9 3 33 37 0 0 1
10 1 2 6 0 0 1
11 1 6 10 0 0 1
12 2 10 14 0 0 1
13 2 14 18 0 0 1
14 2 18 22 0 0 1
15 3 22 26 0 0 1
16 3 26 30 0 0 1
17 3 30 34 0 0 1
18 3 34 38 0 0 1
19 1 3 7 0 0 1
20 1 7 11 0 0 1
21 2 11 15 0 0 1
22 2 15 19 0 0 1
23 2 19 23 0 0 1
24 3 23 27 0 0 1
25 3 27 31 0 0 1
26 3 31 35 0 0 1
27 3 35 39 0 0 1
28 1 4 8 0 0 1
29 1 8 12 0 0 1
30 2 12 16 0 0 1
31 2 16 20 0 0 1
32 2 20 24 0 0 1
33 3 24 28 0 0 1
34 3 28 32 0 0 1
35 3 32 36 0 0 1
36 3 36 40 0 0 1
37 4 5 6 0 0 1
38 4 9 10 0 0 1
39 4 13 14 0 0 1
40 4 17 18 0 0 1
41 4 21 22 0 0 1
42 4 25 26 0 0 1
43 4 29 30 0 0 1
44 4 33 34 0 0 1
45 6 37 38 0 0 1
46 5 6 7 0 0 1
47 5 10 11 0 0 1
48 5 14 15 0 0 1
49 5 18 19 0 0 1
50 5 22 23 0 0 1
51 5 26 27 0 0 1
52 5 30 31 0 0 1
53 5 34 35 0 0 1
54 5 38 39 0 0 1
55 4 7 8 0 0 1
56 4 11 12 0 0 1
57 4 15 16 0 0 1
58 4 19 20 0 0 1
59 4 23 24 0 0 1
60 4 27 28 0 0 1
61 4 31 32 0 0 1
62 4 35 36 0 0 1
63 6 39 40 0 0 1

```

PROPS

```

1 FRAME Lower Column C1
  2 0 0 4 7 1
  2.34E+09 9.75E+08 0.15 0.136 3.125E-03 360.00 0.45 0.45
  0.03 0.03 0.365 0.365
  -5.91E+05 -1.90E+05 6.53E+04 6.07E+04 5.60E+04 5.14E+04 2.36E+05 0
  1.0 12.0 0.1 15.0 8.0
  0.4 0.1 1 2
  2 2 8.8 8.8 8.8 8.8 0.15 0.15

2 FRAME Intermediate Column C2
  2 0 0 4 7 1
  2.34E+09 9.75E+08 0.12 0.11 1.60E-03 288.00 0.35 0.35
  0.03 0.03 0.365 0.365
  -5.08E+05 -1.91E+05 4.76E+04 4.75E+04 4.74E+04 4.73E+04 2.06E+05 0
  1.0 12.0 0.1 15.0 8.0
  0.4 0.1 1 2
  2 2 10 10 10 10 0.15 0.15

3 FRAME Upper Column C3
  2 0 0 4 7 1
  2.34E+09 9.75E+08 0.10 0.089 1.33E-03 240.00 0.35 0.35
  0.03 0.03 0.332 0.332
  -4.83E+05 -1.92E+05 4.21E+04 4.29E+04 4.38E+04 4.46E+04 1.32E+05 0
  1.0 12.0 0.1 15.0 8.0
  0.4 0.1 1 2
  2 2 7.8 7.8 7.8 7.8 0.15 0.15

4 FRAME Beam B3
  1 0 0 4 7 1
  2.34E+09 9.75E+08 0.1125 0.095 1.90E-03 270.00 0.38 0.38
  0.03 0.03 0.645 0.645
  1.47E+05 -8.92E+04 5.06E+04 -4.52E+04 5.06E+04 -4.52E+04
  1.0 12.0 0.1 15.0 8.0
  0.4 0.1 1 2
  2 2 9 9 9 9 0.15 0.15

5 FRAME Beam B4
  1 0 0 4 7 1
  2.34E+09 9.75E+08 0.1 0.084 1.33E-03 240.00 0.33 0.33
  0.03 0.03 0.27 0.27
  1.70E+04 -2.39E+04 5.11E+03 -4.58E+03 5.11E+03 -4.58E+03
  1.0 12.0 0.1 15.0 8.0
  0.4 0.1 1 2
  2 2 1.13 1.13 1.13 1.13 0.15 0.15

6 FRAME Beam B8
  1 0 0 4 7 1
  2.34E+09 9.75E+08 0.1125 0.095 1.90E-03 270.00 0.38 0.38
  0.03 0.03 0.645 0.645
  1.18E+05 -7.74E+04 4.05E+04 -3.62E+04 4.05E+04 -3.62E+04
  1.0 12.0 0.1 15.0 8.0
  0.4 0.1 1 2
  2 2 5.87 5.87 5.87 5.87 0.15

```

WEIGHTS ! Weights not included in member self-weight, i.e., slab

```

1 0.0 0.0 0.0
2 0.0 0.0 0.0
3 0.0 0.0 0.0
4 0.0 0.0 0.0
5 2808 0.0 0.0
6 3931 0.0 0.0
7 3931 0.0 0.0
8 2808 0.0 0.0
9 2808 0.0 0.0
10 3931 0.0 0.0
11 3931 0.0 0.0
12 2808 0.0 0.0
13 2808 0.0 0.0
14 3931 0.0 0.0
15 3931 0.0 0.0
16 2808 0.0 0.0
17 2808 0.0 0.0
18 3931 0.0 0.0
19 3931 0.0 0.0
20 2808 0.0 0.0
21 2808 0.0 0.0
22 3931 0.0 0.0
23 3931 0.0 0.0
24 2808 0.0 0.0
25 2808 0.0 0.0
26 3931 0.0 0.0
27 3931 0.0 0.0
28 2808 0.0 0.0
29 2808 0.0 0.0
30 3931 0.0 0.0
31 3931 0.0 0.0
32 2808 0.0 0.0
33 2808 0.0 0.0
34 3931 0.0 0.0
35 3931 0.0 0.0
36 2808 0.0 0.0
37 2808 0.0 0.0
38 3931 0.0 0.0
39 3931 0.0 0.0
40 2808 0.0 0.0

```

LOADS ! Loads not in member initial conditions
! i.e. transverse walls

```

1 0.0 0.0 0.0
2 0.0 0.0 0.0
3 0.0 0.0 0.0
4 0.0 0.0 0.0
5 0.0 -3105 0.0
6 0.0 -3645 0.0
7 0.0 -3645 0.0
8 0.0 -3105 0.0
9 0.0 -3105 0.0
10 0.0 -3645 0.0
11 0.0 -3645 0.0
12 0.0 -3105 0.0
13 0.0 -3105 0.0
14 0.0 -3645 0.0
15 0.0 -3645 0.0
16 0.0 -3105 0.0
17 0.0 -3105 0.0
18 0.0 -3645 0.0
19 0.0 -3645 0.0
20 0.0 -3105 0.0
21 0.0 -3105 0.0
22 0.0 -3645 0.0
23 0.0 -3645 0.0
24 0.0 -3105 0.0
25 0.0 -3105 0.0
26 0.0 -3645 0.0
27 0.0 -3645 0.0
28 0.0 -3105 0.0
29 0.0 -3105 0.0
30 0.0 -3645 0.0
31 0.0 -3645 0.0
32 0.0 -3105 0.0
33 0.0 -3105 0.0
34 0.0 -3645 0.0
35 0.0 -3645 0.0
36 0.0 -3105 0.0
37 0.0 0.0 0.0
38 0.0 0.0 0.0
39 0.0 0.0 0.0
40 0.0 0.0 0.0

```

SHAPE

```

1 0 0.0 0.0
2 0 0.0 0.0
3 0 0.0 0.0
4 0 0.0 0.0
5 201 0.0 0.0
6 0 0.0 0.0
7 0 0.0 0.0
8 0 0.0 0.0
9 593 0.0 0.0
10 0 0.0 0.0
11 0 0.0 0.0
12 0 0.0 0.0
13 1068 0.0 0.0
14 0 0.0 0.0
15 0 0.0 0.0
16 0 0.0 0.0
17 1553 0.0 0.0
18 0 0.0 0.0
19 0 0.0 0.0
20 0 0.0 0.0
21 2014 0.0 0.0
22 0 0.0 0.0
23 0 0.0 0.0
24 0 0.0 0.0
25 2400 0.0 0.0
26 0 0.0 0.0
27 0 0.0 0.0
28 0 0.0 0.0
29 2748 0.0 0.0
30 0 0.0 0.0
31 0 0.0 0.0
32 0 0.0 0.0
33 3000 0.0 0.0
34 0 0.0 0.0
35 0 0.0 0.0
36 0 0.0 0.0
37 2966 0.0 0.0
38 0 0.0 0.0
39 0 0.0 0.0
40 0 0.0 0.0

```

EQUAKE

! cyclic adaptive pushover at page 83 in manual

32 40 1 1 1

START

```

0.1125 -0.1125
0.15 -0.15
0.15 -0.15
0.15 -0.15
0.225 -0.225
0.225 -0.225
0.3 -0.3
0.3 -0.3
0.45 -0.45
0.45 -0.45
0.6 -0.6
0.6 -0.6
0.75 -0.75
0.75 -0.75
0.9 -0.9
0.9 -0.9

```