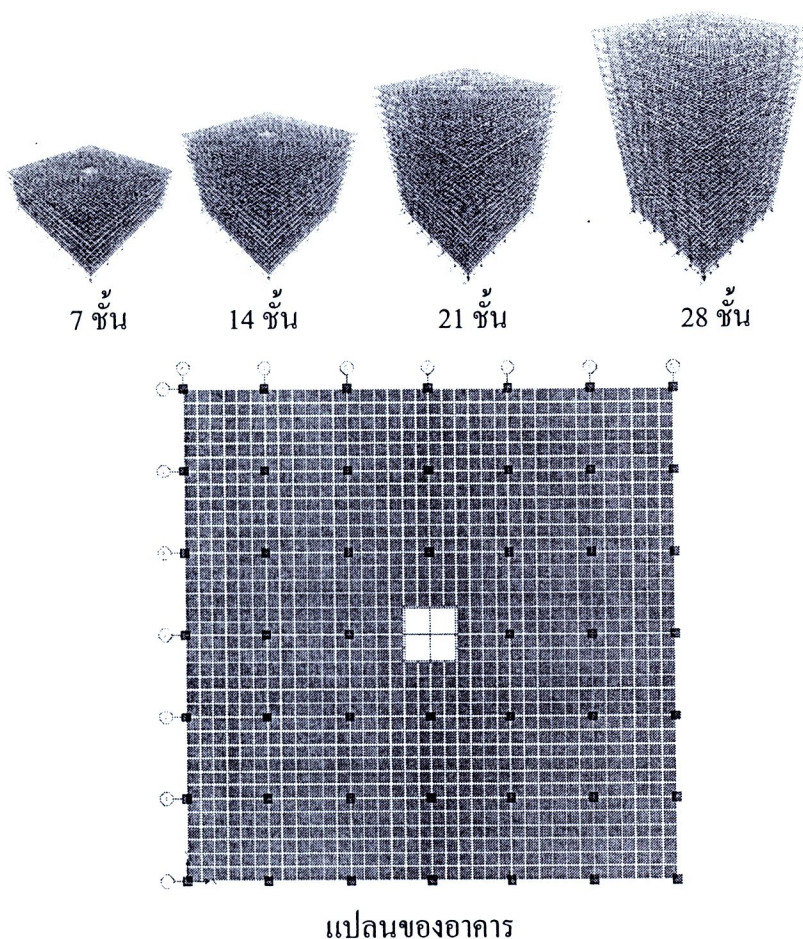


บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการวิเคราะห์อาคารเมื่อพิจารณา แรงลม และแรงแผ่นดินไหว

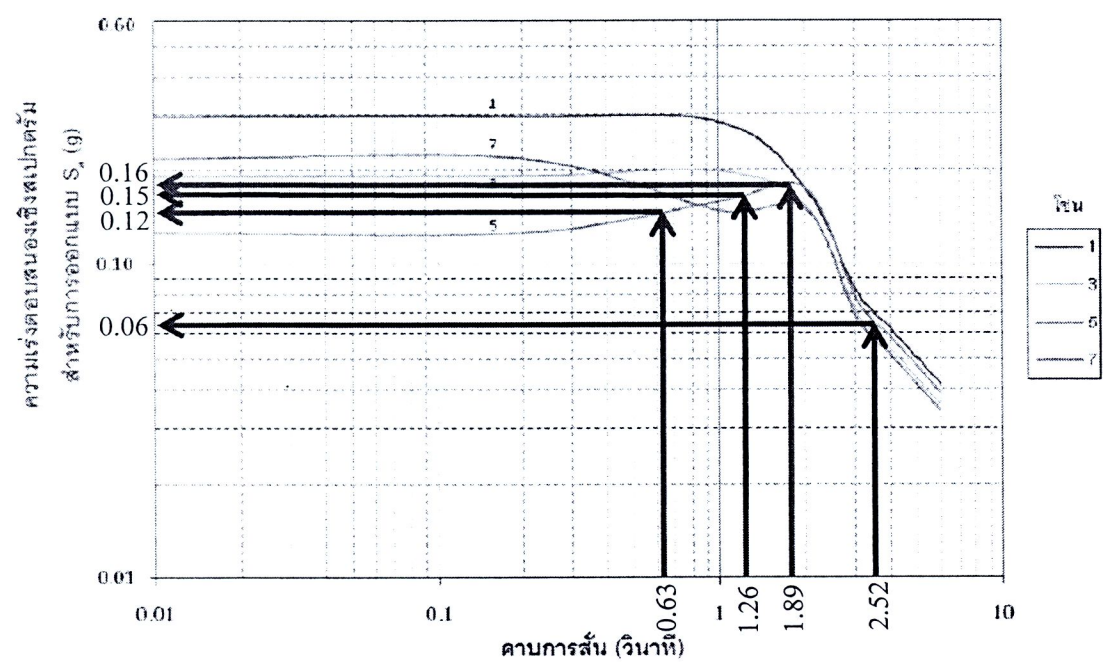
จากการทดลองวิเคราะห์และออกแบบอาคารสูง 7, 14, 21 และ 28 ชั้น (รูปแบบจำลองแสดงในภาพประกอบที่ 4.1) อาคารเหล่านี้เป็นอาคารที่ใช้แผ่นพื้นไร้คานคอนกรีตอัดแรง จำนวนช่วงสเปน 6 ช่องทั้งแกน X และแกน Y ความยาวช่วงสเปน 8 m ความสูงระหว่างชั้น 3 m มีกำแพงรับแรงเฉือน (Shear Wall) ขนาด 5.3m x 5.3 m ตรงกลางของแปลนอาคารเพื่อใช้เป็นช่องลิฟท์ น้ำหนักบรรทุกคงที่เพิ่มเติม (Additional Dead Load) 120 kg/m^2 และน้ำหนักบรรทุกจร 300 kg/m^2 กำหนดให้จตุรรองรับที่ฐานเป็นแบบยึดแน่น (Fixed Support) ตามที่อนุญาตไว้ใน มยผ. 1203-52



ภาพประกอบที่ 4.1 แบบจำลองแบบรายละเอียดอาคารที่ใช้ในโปรแกรม ETAB 9.7.4

จากผลการวิเคราะห์แบบโหมดของอาคารทั้ง 4 แบบพบว่าโหมดของการสั่นพื้นฐาน (โหมด 1) มีลักษณะของรูปร่างโหมด (Mode Shape) แบบบิครอบแกนในแนวดิ่ง ส่วนโหมด 2 และ 3 เป็นการเซไปด้านข้างในแนวแกน Y และแกน X ตามลำดับ ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าโหมดแรกนั้นแตกต่างไปจากการวิเคราะห์แบบแรงสถิตเสมือนซึ่งเป็นการสมมุติให้เกิดโหมดแรกแบบสองมิติในแนวแกน X (เมื่อพิจารณาแรงแผ่นดินไหวมาในแนวแกน X) และโหมดแรกแบบสองมิติในแนวแกน Y (เมื่อพิจารณาแรงแผ่นดินไหวมาในแนวแกน Y)

ภาพประกอบที่ 4.2 แสดงการหาค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า S_u ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ (ใช้โซน 5)



ภาพประกอบที่ 4.2 การหาค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า S_u ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ (ใช้โซน 5)

จากภาพประกอบที่ 4.2 จะได้ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า S_u ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพสำหรับอาคาร 7, 14, 21 และ 28 ชั้น ดังแสดงในคอลัมน์สุดท้ายของตารางที่ 4.1 ซึ่งในการวิเคราะห์แบบแรงสถิตเทียบเท่าในโปรแกรม ETAB 9.7.4 นั้นจะต้องกำหนดค่าดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.3 ดังนั้นหากต้องการหาค่าโปรแกรมให้คำนวณค่า S_u ออกมาตามที่ต้องการ (ตามตารางที่ 4.1) อาจทำได้โดยการกำหนดค่า S_{Ds} และ S_{D1} ที่ให้เท่ากับ S_u จะเป็นผลทำให้โปรแกรม ETAB 9.7.4 ได้เท่ากับ S_u ที่หาได้ของแอ่งกรุงเทพ

เทพเสมอ แต่ในโปรแกรมจะต้องใส่ค่า S_s และ S_1 ซึ่งทำไปใช้คำนวณ S_{DS} และ S_{D1} ตามสมการที่ 4.1 และ 4.2

$$S_{DS} = (2/3)F_a S_s \quad (4.1)$$

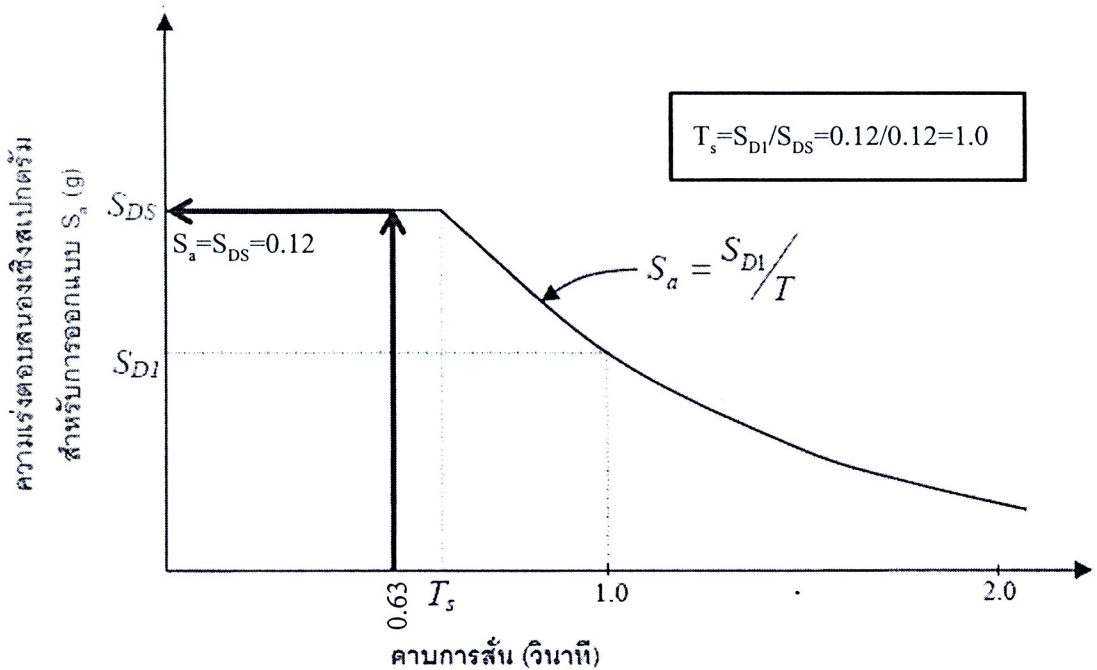
$$S_{D1} = (2/3)F_v S_1 \quad (4.2)$$

ดังนั้นหากทราบค่า F_a และ F_v ซึ่งโปรแกรม ETAB 9.7.4 จะคำนวณมาให้ จะสามารถคำนวณค่า S_s และ S_1 กลับได้ดังนี้

$$S_s = (3/2)S_{DS}/F_a \quad (4.3)$$

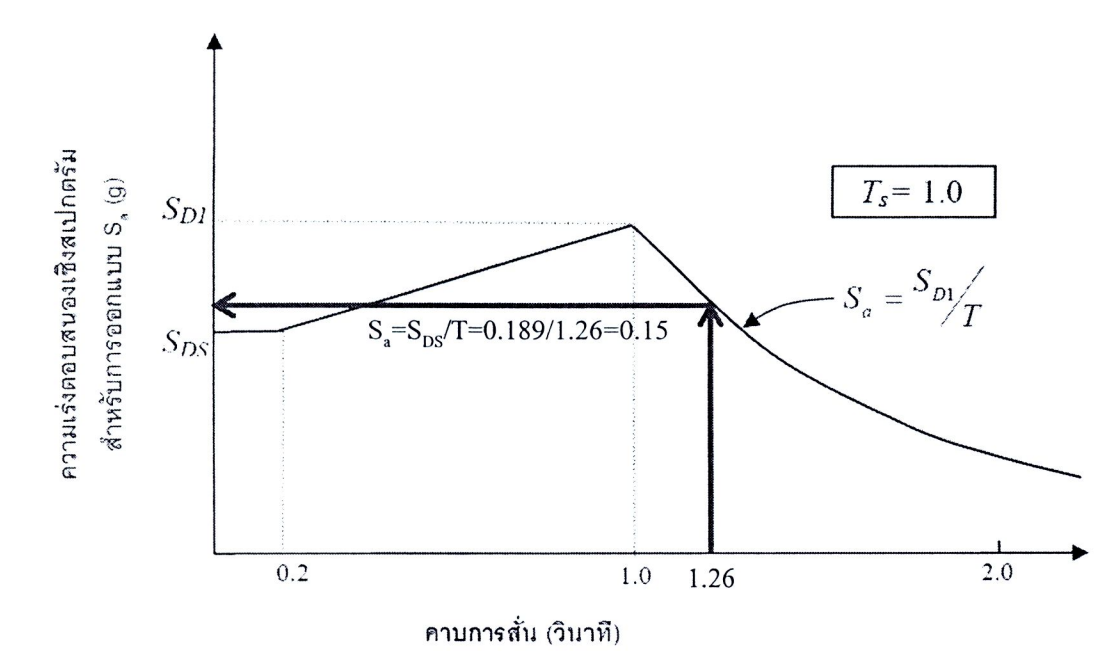
$$S_1 = (3/2)S_{D1}/F_v \quad (4.4)$$

ถ้าได้คาบของการสั่น $T = 0.63 < T_s$ โปรแกรมจะคำนวณ S_a จาก S_{DS} และ S_{D1} ซึ่งถ้าเรากำหนดให้ $S_{DS} = S_a = 0.12$ และ $S_{D1} = S_a = 0.12$ จะได้ $S_{D1} \leq S_{DS}$ ซึ่งโปรแกรมจะคำนวณ S_a จากภาพประกอบที่ 4.2



ภาพประกอบที่ 4.3 การคำนวณหา S_a ด้วยโปรแกรม ETAB 9.7.4 ตามมาตรฐาน IBC2006 ซึ่งคล้ายกับ มยผ. 1301 กรณีที่ไม่ใช่แอ่งกรุงเทพ เมื่อกำหนด $T = 0.63$ sec

ถ้าใส่คาบของการสั่น $T=1.26>T_s$ โปรแกรมจะคำนวณ S_a จาก S_{DS} และ S_{D1} ซึ่งถ้าเรากำหนดให้ $S_{DS}=S_a=0.15$ และ $S_{D1}=S_a*T=0.15*1.26=0.189$ จะได้ $S_{D1}<S_{DS}$ S_a ซึ่งโปรแกรมจะคำนวณ S_a จากภาพประกอบที่ 4.3



ภาพประกอบที่ 4.4 การคำนวณหา S_a ด้วยโปรแกรม ETAB 9.7.4 ตามมาตรฐาน IBC2006 ซึ่งคล้ายกับ มยผ. 1301 กรณีที่ไม่ใช่แอ่งกรุงเทพ เมื่อกำหนด $T=1.26$ sec

ในทำนองเดียวกันสำหรับ $T=1.89$ และ 2.52 sec จะได้ S_a ดังในตารางที่ 4.2 ตารางที่ 4.1 การกำหนดค่า S_{DS} และ S_{D1} เพื่อหลอกให้โปรแกรม ETAB 9.7.4 คำนวณ S_a ตามที่ต้องการ

จำนวน ชั้น	T จากตาราง 3.2	S_a จากภาพ ประกอบ 4.2	$S_{DS}=S_a$	ถ้า $T \leq 1$ $S_{D1}=S_a$ ถ้า $T > 1$ $S_{D1}=S_a*T$	ถ้า $S_{D1} \leq S_{DS}$: $T_s = S_{D1}/S_{DS}$ ถ้า $S_{D1} > S_{DS}$ $T_s = 1.0$	ถ้า $T \leq T_s$ $S_a = S_{D1}$ ถ้า $T > T_s$ $S_a = S_{D1}/T$
7	0.63	0.12	0.12	0.120	1.0	0.12
14	1.26	0.15	0.15	0.189	1.0	0.15
21	1.89	0.16	0.16	0.302	1.0	0.16
28	2.52	0.06	0.06	0.151	1.0	0.06

จากนั้นคำนวณกลับเพื่อหา S_s และ S_1 จาก Site Coefficient F_a และ F_v เช่นสำหรับ
ชั้นดินกรุงเทพอยู่ใน โซน E ซึ่งโปรแกรม ETAB 9.7.4 จะคำนวณได้จากตารางที่ 4.2 และ 4.3

ตารางที่ 4.2 ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร F_a

ประเภทของ ชั้น ดิน	ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณาที่ คาบ 0.2 วินาที (g)				
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.5$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์การตอบสนองของดินเป็นกรณีๆไป				

ตารางที่ 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร F_v

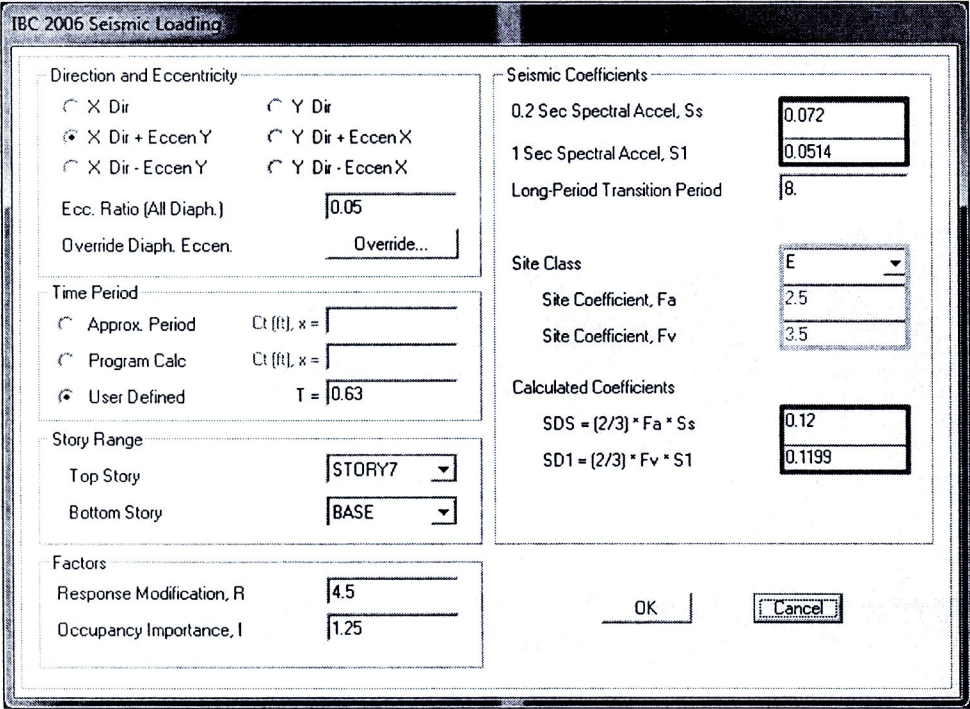
ประเภทของ ชั้น ดิน	ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณาที่ คาบ 1.0 วินาที (g)				
	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์การตอบสนองของดินเป็นกรณีๆไป				

จากสมการที่ 4.3 และ 4.4 จะสามารถคำนวณค่า S_1 และ S_s สำหรับอาคารตัวอย่าง
ได้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การกำหนดค่า S_s และ S_1 เพื่อหาค่าให้โปรแกรม ETAB 9.7.4 คำนวณ S_u ตามที่
ต้องการ

จำนวน ชั้น	สมมุติ F_a	สมมุติ F_v	$S_s=(3/2)S_{DS}$ $/F_a$	$S_1=(3/2)S_{D1}$ $/F_v$	F_a จาก ตาราง 4.2	F_v จาก ตาราง 4.3
7	2.5	3.5	0.0720	0.0514	2.5	3.5
14	2.5	3.5	0.0900	0.0810	2.5	3.5
21	2.5	3.5	0.0960	0.1296	2.5	3.4
28	2.5	3.5	0.0360	0.0648	2.5	3.5

เมื่อนำค่า S_u และ S_1 จากตาราง 4.5 ไปใส่ใน IBC2006 Seismic Loading ใน ETAB 9.7.4 จะได้ดังในภาพประกอบที่ 4.5 ซึ่งโปรแกรมจะหาค่า F_a และ F_v จาก Site Class ที่ระบุ (เช่น Site Class E) เช่นเดียวกับในตาราง 4.2 และ 4.3 ซึ่งสามารถนำไปตรวจสอบกับค่า F_a และ F_v ที่สมมุติเอาไว้ในตารางที่ 4.4 ได้ หากได้ค่าที่ไม่ตรงกับที่สมมุติไว้ผู้สั้โปรแกรมจะต้องคำนวณค่า S_u และ S_1 ใหม่ ทำอย่างนี้ซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าค่าจะนิ่ง



IBC 2006 Seismic Loading

Direction and Eccentricity

☐ X Dir ☐ Y Dir
☒ X Dir + Eccen Y ☐ Y Dir + Eccen X
☐ X Dir - Eccen Y ☐ Y Dir - Eccen X

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Override Diaph. Eccen.

Time Period

☐ Approx. Period Ct (ft), x =
☐ Program Calc Ct (ft), x =
☒ User Defined T =

Story Range

Top Story

Bottom Story

Factors

Response Modification, R

Occupancy Importance, I

Seismic Coefficients

0.2 Sec Spectral Accel, S_s

1 Sec Spectral Accel, S₁

Long-Period Transition Period

Site Class

Site Coefficient, F_a

Site Coefficient, F_v

Calculated Coefficients

SDS = (2/3) * F_a * S_s

SD1 = (2/3) * F_v * S₁

OK Cancel

14 ฐาน

IBC 2006 Seismic Loading

Direction and Eccentricity

☐ X Dir ☐ Y Dir
☒ X Dir + Eccen Y ☐ Y Dir + Eccen X
☐ X Dir - Eccen Y ☐ Y Dir - Eccen X

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Override Diaph. Eccen.

Time Period

☐ Approx. Period Ct (ft), x =
☐ Program Calc Ct (ft), x =
☒ User Defined T =

Story Range

Top Story

Bottom Story

Factors

Response Modification, R

Occupancy Importance, I

Seismic Coefficients

0.2 Sec Spectral Accel, S_s

1 Sec Spectral Accel, S₁

Long-Period Transition Period

Site Class

Site Coefficient, F_a

Site Coefficient, F_v

Calculated Coefficients

SDS = (2/3) * F_a * S_s

SD1 = (2/3) * F_v * S₁

OK Cancel

21 ฐาน

IBC 2006 Seismic Loading

Direction and Eccentricity

☐ X Dir ☐ Y Dir
☒ X Dir + Eccen Y ☐ Y Dir + Eccen X
☐ X Dir - Eccen Y ☐ Y Dir - Eccen X

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Override Diaph. Eccen.

Time Period

☐ Approx. Period Ct {ft}, x =
☐ Program Calc Ct {ft}, x =
☒ User Defined T =

Story Range

Top Story

Bottom Story

Factors

Response Modification, R

Occupancy Importance, I

Seismic Coefficients

0.2 Sec Spectral Accel, Ss

1 Sec Spectral Accel, S1

Long-Period Transition Period

Site Class

Site Coefficient, Fa

Site Coefficient, Fv

Calculated Coefficients

SDS = (2/3) * Fa * Ss

SD1 = (2/3) * Fv * S1

28 ชั้น

ภาพประกอบที่ 4.5 การใส่ค่า IBC2006 Seismic Loading ในโปรแกรม ETAB 9.7.4

4.2 ผลการกำหนดขนาดเสา ความหนาของกำแพงและแผ่นพื้น จากการทดลองออกแบบ

จากการทดลองออกแบบโดยใช้เสาขนาดต่างๆ ด้วยโปรแกรม ETAB 9.7.4 และแผ่นพื้นความหนาต่างๆ ด้วยโปรแกรม SAFE 12.3.2 โดยใช้คอนกรีตกำลังอัดประลัย 320 kg/cm^2 และเหล็กเสริมข้ออ้อยกำลังดึงที่จุดคราก $5,000 \text{ kg/cm}^2$ ทั้งในเสา กำแพงและแผ่นพื้น พบว่าความหนาของแผ่นพื้นที่เหมาะสมสำหรับอาคารที่ศึกษาสูง 7, 14 และ 21 ชั้นคือที่ 30 cm สำหรับจากการวิเคราะห์ทั้งแบบแรงสถิตเสมือนและพลศาสตร์แบบสเปกตรัมตอบสนอง (เลือกความหนาของพื้นที่ใช้ได้กับอาคารทั้งสามความสูง โดยกำหนดให้เป็นตัวแปรคงที่ เพื่อจะได้เปรียบเทียบปริมาณเหล็กเสริมจากผลกระทบอื่นๆ) ส่วนอาคารที่สูง 28 ชั้นขึ้นไปถึงแม้จะทดลองเพิ่มความหนาของพื้นถึง 40 cm ก็ยังต้องใช้เหล็กเสริมในพื้นเพื่อรับแรงด้านข้างมากปริมาณมหาศาล จึงสรุปได้ว่าที่ความสูง 28 ชั้นหรือสูงกว่า ระบบโครงสร้างรับแรงด้านข้างแบบแผ่นพื้นไร้คานกับเสาไม่เหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นจึงตัดอาคารที่สูงเกินกว่า 21 ชั้นออกไปจากขอบเขตของการศึกษารั้งนี้ หากในกรณีที่ต้องการออกแบบอาคารสูงในระดับดังกล่าวควรจะต้องหาระบบโครงสร้างอื่นแทนจะเหมาะสมกว่าในแง่ของราคา

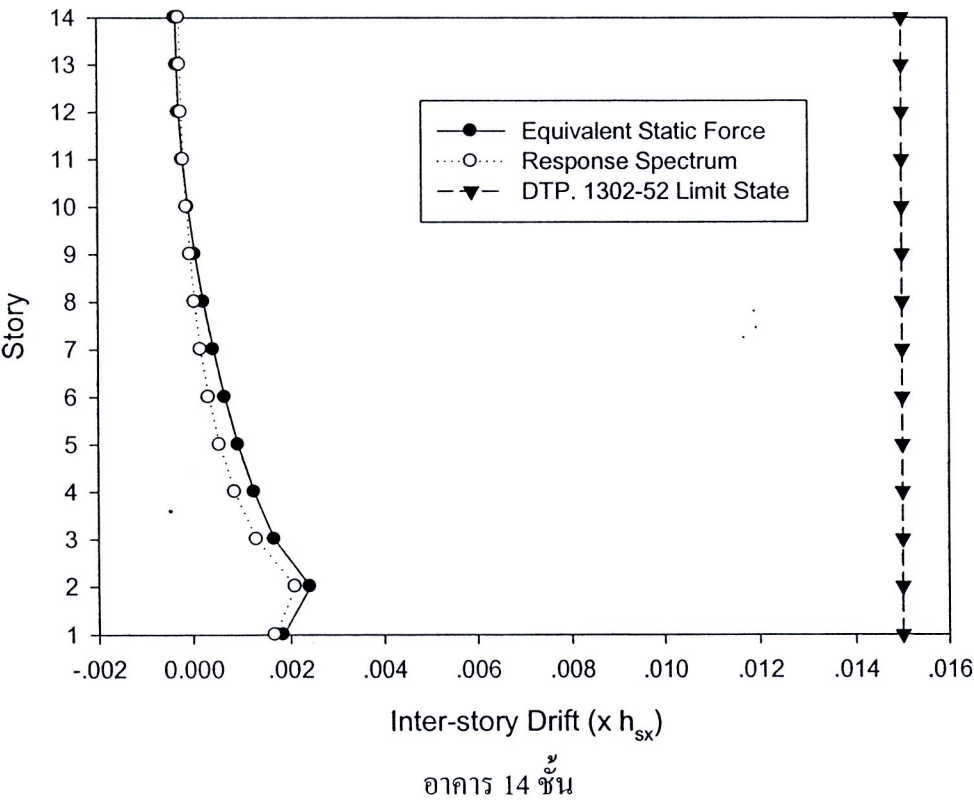
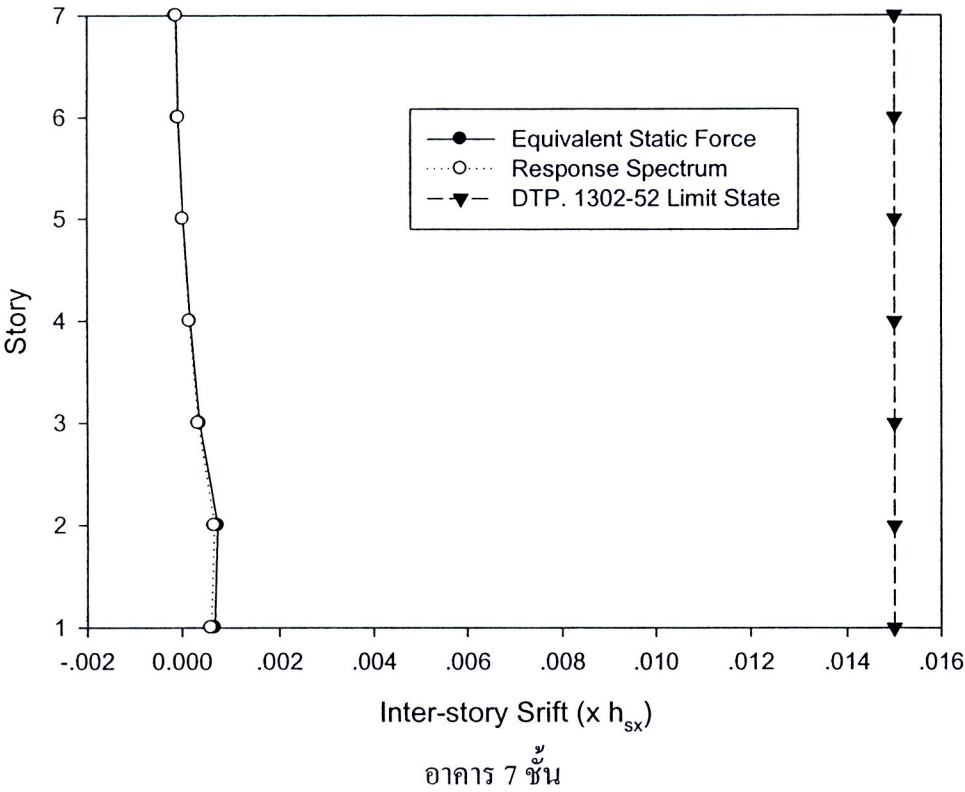
จากการทดลองออกแบบที่ได้กล่าวมาได้ผลการกำหนดขนาดของโครงสร้างดัง
แสดงในตารางที่ 4.5

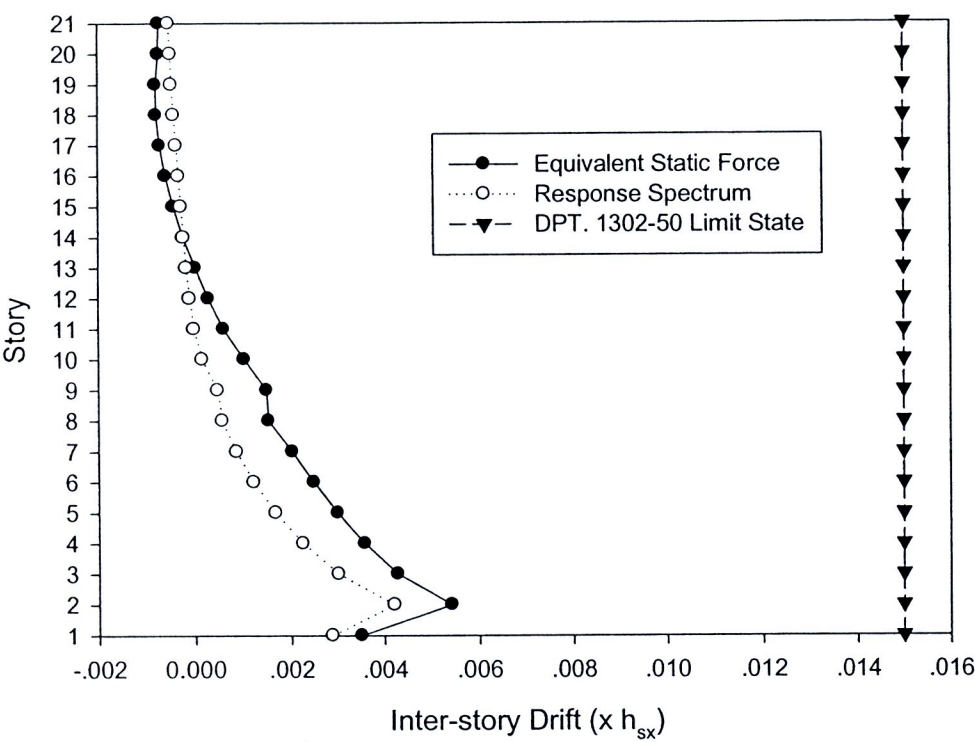
ตารางที่ 4.5 ขนาดของโครงสร้างที่ใช้

	7 ชั้น	14 ชั้น	21 ชั้น
เสา	80x80 cm (ชั้น 1-21)		100x100 cm (ชั้น 1-8) 80x80 cm (ชั้น 9-21)
กำแพง	25 cm (ชั้น 1-21)		
พื้น	30 cm (ชั้น 1-21)		

สำหรับการเลือกขนาดเสาที่ใช้ กรณีอาคารสูง 7 ชั้นขนาดเสาที่เหมาะสมคือ 70x70 cm แต่เนื่องจากมีขนาดไม่ต่างจาก 80x80 cm ของขนาดเสาสำหรับอาคาร 14 ชั้นมากนัก จึงเลือกใช้ขนาดเสาให้เท่ากัน เพื่อจะได้กำหนดให้เป็นตัวแปรคงที่ ส่วนอาคารสูงที่ 21 ชั้นนั้นพบว่าจะต้องใช้เสาขนาด 100x100 cm สำหรับชั้น 1-8 เพื่อสามารถรับแรงในทุกกรณีออกแบบ แต่สำหรับชั้น 9-21 นั้นสามารถใช้ขนาดเสา 80x80 cm ได้เท่ากับกรณีอื่นๆ

จากการตรวจสอบการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้น (Inter-story Drift) ของอาคาร
ทั้งสาม เมื่อนำมาคูณกับ $\frac{C_d}{I}$ พบว่ามีค่าไม่เกินกว่าค่าที่ยอมให้ตาม มยพ. 1302-52 (ตารางที่ 2.3)
ซึ่งได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 4.6





อาคาร 21 ชั้น

ภาพประกอบที่ 4.6 การตรวจสอบเปรียบเทียบการเคลื่อนตัวสัมพันธ์ระหว่างชั้นที่วิเคราะห์ได้กับค่าที่ยอมให้ตาม มยพ. 1302-52

4.3 ผลการวิเคราะห์ออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง

จากการวิเคราะห์ออกแบบด้วยโปรแกรม SAFE 12.3.2 โดยกำหนดให้ใช้ปริมาณลวดอัดแรงเท่ากับค่าเริ่มต้นของโปรแกรม และใช้เหล็กเสริมข้ออ้อยขนาดตั้งแต่ 12 mm จนถึง 40 mm ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.4 และไม่ใช้ระยะการตัดเหล็กตามข้อกำหนด ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.8 เนื่องจากแรงภายในของแผ่นพื้นสำหรับกรณีที่เกิดจากแรงคานข้าง มีลักษณะของการกระจายแตกต่างไปจากแรงโน้มถ่วงมาก (ซึ่งถ้าเลือกดัดเลือกดังกล่าวจะทำให้ปริมาณเหล็กเพิ่มขึ้นอีกมาก) จะได้ปริมาณเหล็กของแต่ละชั้นดังแสดงในตารางที่ 4.6

Slab/Mat Detailing Preferences

General and Display | Rebar Selection

Rebar Selection Rules

Smallest Bar Size: 12
Largest Bar Size: 40
Min. Number of Bars: 2
Max. Excess Area (%): 15
Min. Spacing of Bars: 50 mm
Max. Spacing of Bars: 450 mm
Smallest Rebar Length: 900 mm

☐ Enforce User Minimum Reinforcement

User Minimum Reinforcement - Slab

Column Strip, Top (L): 0.12 Middle Strip, Top (L): 0.12
Column Strip, Bot (L): 0.13 Middle Strip, Bot (L): 0.13

User Minimum Reinforcement - Waffles and Ribs

Top Slab Rebars

Bar Size: 10 Spacing: 450 mm

Rib Rebars

Top Bars: 10 Min. Number: 2
Bot Bars: 16 Min. Number: 2
☐ Stirrups: 10 Spacing: 300 mm

Preferred Rebar Sizes

Column Strip, Top: 20
Column Strip, Bot: 16
Middle Strip, Top: 16
Middle Strip, Bot: 12

Rebar Around Openings

Bar Size: 12
No. of Bars at Each Edge: 2
Bar Extension Into Slab: 600 mm

OK Cancel

ภาพประกอบที่ 4.7 การกำหนดขนาดเหล็กเสริมข้อย้อยในแผ่นพื้น

Slab Rebar Curtailment Rules

Curtailment Rules

Select Strip Location: Column Strip

Top Bars

90 Deg 0.3 x L 50.0 % of Ast 0.2 x L

90 Deg 0.3 x L 50.0 % of Ast 0.2 x L

Bottom Bars

90 Deg 0.0 x L 0.0 % of Ast 0.125 x L 50.0 % of Ast

90 Deg 0.0 x L 0.0 % of Ast 0.125 x L 50.0 % of Ast

152.4 mm 152.4 mm

Clear Span - Ln C/C Span - Lo Exterior Span Interior Span

Curtail based on

☒ Clear Span, Ln
☐ C/C Span, Lo

OK Cancel

ภาพประกอบที่ 4.8 ข้อกำหนดระยะการตัดเหล็ก (Curtailment) ซึ่งมาจากพื้นฐานของการกระจายของแรงเนื่องจากแรงโน้มถ่วง

ตารางที่ 4.6 ปริมาณเหล็กเสริมในแผ่นพื้นสำหรับกรณี แยกเป็น 4 กรณี:

พิจารณากรณี แรงโน้มถ่วงอย่างเดียว [Grav]

พิจารณากรณี แรงโน้มถ่วง และแรงลม [Grav,Wind]

พิจารณากรณี แรงโน้มถ่วง, แรงลม และแรงแผ่นดินไหว (พลศาสตร์-สเปกตรัม) [Grav,Wind,Spec]

พิจารณากรณี แรงโน้มถ่วง, แรงลม และแรงแผ่นดินไหว(แรงสถิตเสมือน) [Grav,Wind,Eq-static]

อาคาร 7 ชั้น

ชั้น	ปริมาณเหล็กเสริมในพื้น (Metric Ton)			
	Grav	Grav,Wind	Grav,Wind, Eq-static	Grav,Wind,Spec
1	0.53	0.53	0.98	0.70
2	0.55	0.61	1.51	1.09
3	0.64	0.64	1.73	1.37
4	0.71	0.71	1.97	1.58
5	0.75	0.76	2.13	1.61
6	0.79	0.79	2.08	1.60
7	0.67	0.67	1.88	1.39
รวม	4.64	4.71	12.28	9.34

อาคาร 14 ชั้น

ชั้น	ปริมาณเหล็กเสริมในพื้น (Metric Ton)			
	Grav	Grav,Wind	Grav,Wind, Eq-static	Grav,Wind,Spec
1	0.80	0.80	8.36	6.29
2	0.77	1.16	23.68	18.81
3	0.97	1.52	39.64	31.38
4	1.19	1.89	55.69	42.41
5	1.33	2.29	73.74	50.57
6	1.48	2.67	85.05	55.64
7	1.53	2.96	93.90	60.83

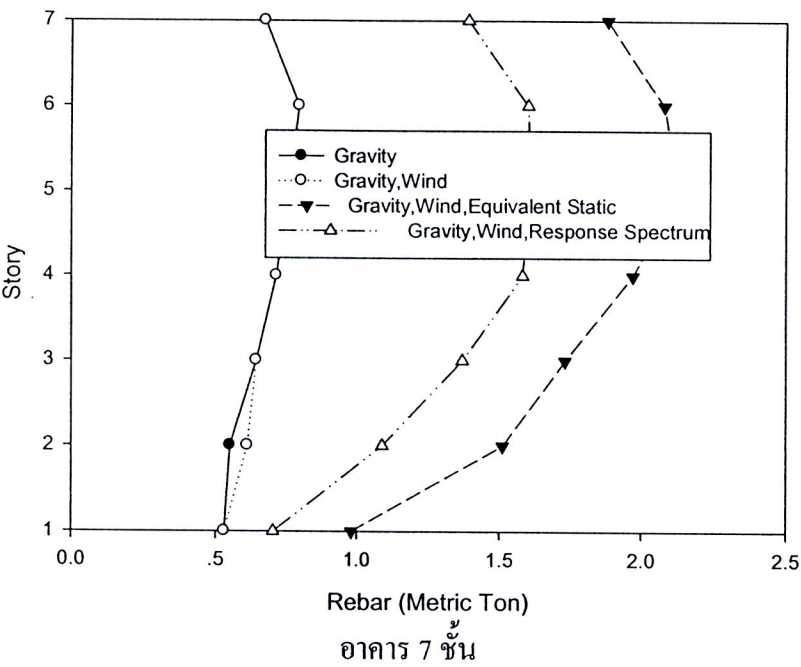
8	1.73	3.15	99.98	60.83
9	1.85	3.38	103.01	60.95
10	2.00	3.59	103.11	60.00
11	2.09	3.67	99.89	58.81
12	2.10	3.66	97.23	56.35
13	2.19	3.69	94.71	53.91
14	2.04	3.54	87.95	51.31
รวม	22.07	37.97	1065.94	668.09

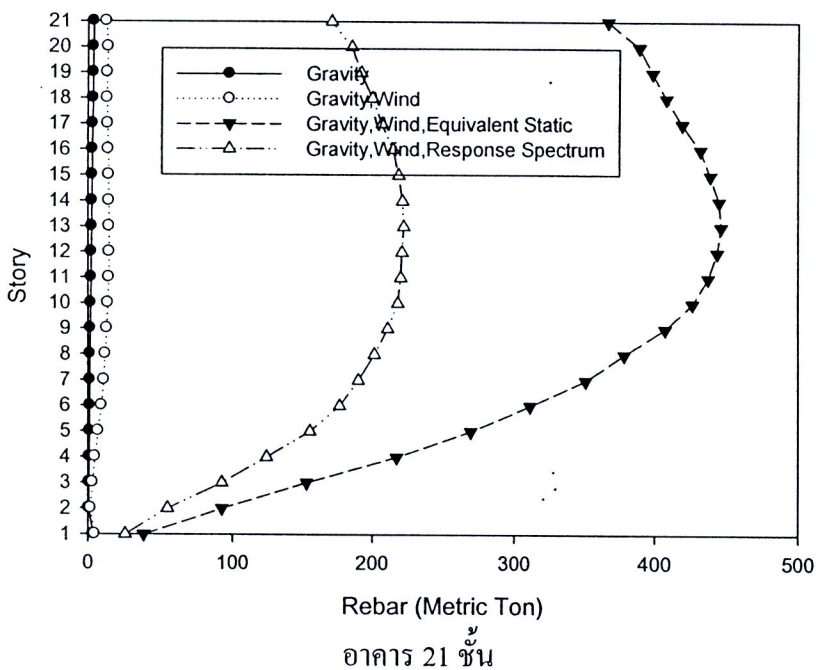
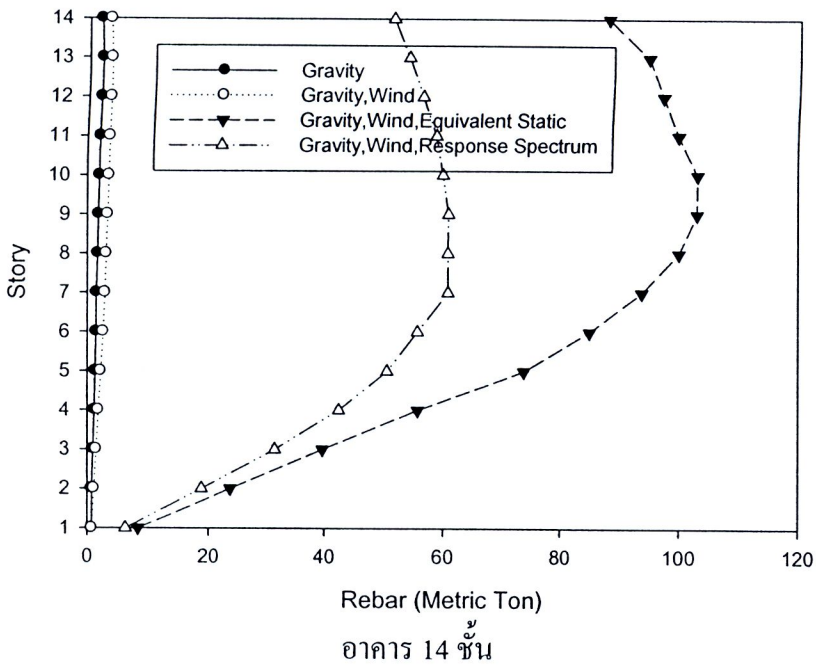
อาคาร 21 ชั้น

ชั้น	ปริมาณเหล็กเสริมในพื้นที่ (Metric Ton)			
	Grav	Grav, Wind	Grav, Wind, Eq-static	Grav, Wind, Spec
1	3.80	4.76	38.28	25.55
2	0.70	1.96	92.51	54.49
3	0.88	3.38	153.56	92.51
4	1.03	5.03	217.26	124.53
5	1.18	7.26	269.27	155.96
6	1.33	9.49	311.47	177.18
7	1.49	11.11	351.68	190.38
8	1.60	12.03	379.01	201.67
9	1.88	13.15	407.31	211.13
10	2.11	13.86	425.97	218.05
11	2.35	14.45	436.97	220.13
12	2.54	14.77	443.14	220.97
13	2.79	14.64	445.84	222.11
14	3.00	14.61	444.51	221.33
15	3.17	14.44	438.50	218.73
16	3.30	14.13	431.53	214.85

17	3.54	13.81	418.82	206.95
18	3.66	13.31	408.03	200.17
19	3.77	13.36	398.54	192.33
20	3.83	13.82	389.35	185.66
21	3.97	12.70	367.40	171.30
รวม	51.92	236.07	7268.95	3725.98

จากผลปริมาณเหล็กเสริมในแผ่นพื้นที่ออกแบบได้ นำมาเขียนเป็นกราฟแสดงไว้ในภาพประกอบที่ 4.9





ภาพประกอบที่ 4.9 กราฟแสดงปริมาณเหล็กเสริมข้ออ้อยในแผ่นของแต่ละชั้น แยกเป็น 4 กรณี:

พิจารณากรณี แรงโน้มถ่วงอย่างเดียว [Gravity]

พิจารณากรณี แรงโน้มถ่วง และแรงลม [Gravity, Wind]

พิจารณากรณี แรงโน้มถ่วง, แรงลม และสเปกตรัมการตอบสนอง [Gravity, Wind, Spec]

พิจารณากรณี แรงโน้มถ่วง, แรงลม และแรงสถิตเทียบเท่า [Gravity, Wind, Eq-static]