ปฏิบัติการที่ 8 พลศาสตร์ของโครงสร้างตามมาตรฐาน มยผ. 1301/1302-61

วัตถุประสงค์

ในปฏิบัติการนี้ผู้ใช้จะได้เรียนรู้การสร้างแบบจำลองของแรงกระทำเนื่องจากแผ่นดินไหวตาม มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว มยผ. 1301/1302-61

1. การสร้างกราฟแสดงความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม สำหรับการออกแบบ
2. การนำกราฟความเร่งตอบสนองไปใช้งานยังโปรแกรม Robot Structural Analysis

การสร้างกราฟความเร่งตอบสนอง

ความรุนแรงของแผ่นดินไหวที่กระทำต่ออาคารแต่ละอาคาร มีพฤติกรรมการตอบสนองที่แตกต่างกัน โดยมีตัวแปรคือ คาบการสั่นของอาคาร ค่าความหน่วงของอาคาร ความเร่งในตอบสนองนี้สามารถแสดงอยู่ในรูปของ กราฟแสดงความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม ในการวิเคราะห์ความเร่งตอบสนองของอาคารในประเทศไทย ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามที่ตั้งด้วยกันคือ 1) พื้นที่ทั่วประเทศยกแว้นแอ่งกรุงเทพ และ 2) พื้นที่แอ่งกรุงเทพ ซึ่งขั้นตอนในการสร้าง กราฟแสดงความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (กรมโธาธิการและผังเมือง, 2016)

1. พื้นที่ทั่วประเทศยกแว้นแอ่งกรุงเทพ
   1.1. กำหนดพื้นที่ตั้ง
   1.2. จาก ตารางที่ 1.4-1 ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม ที่คาบสั้น 0.2 วินาที (S_S) และ ที่คาบ 1 วินาที (S_1) ของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณา อ่านค่า S_S และ S_1
   1.3. ปรับแก้ ความเร่งตอบสนองจากข้อมูลประเภทของชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร
   1.4. การปรับแก้ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณา ณ บริเวณที่ตั้งของอาคาร สามารถปรับแก้ค่าให้เหมาะสมกับประเภทของชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร ได้ด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$S_{M1} = F_v S_1 \text{ และ } S_{MS} = F_a S_S$$

โดยที่

S_{MS} คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบการสั่น 0.2 วินาทีที่ถูกปรับแก้เนื่องจากผลของชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร

S_{M1} คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบการสั่น 1.0 วินาทีที่ถูกปรับแก้เนื่องจากผลของชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร

Fa คือ สัมประสิทธิ์สำหรับชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร สำหรับคาบการสั่น 0.2 วินาที

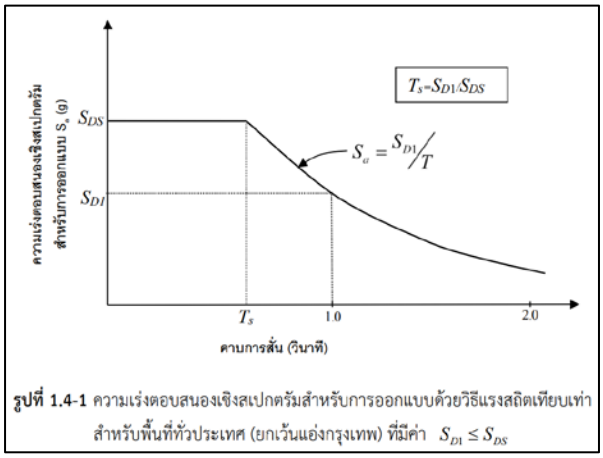
Fv คือ สัมประสิทธิ์สำหรับชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร สำหรับคาบการสั่น 1 วินาที

   1.5. การปรับค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบที่คาบการสั่น 0.2 วินาที (SDS) และที่คาบการสั่น 1 วินาที (SD1) คำนวณจากสมการ

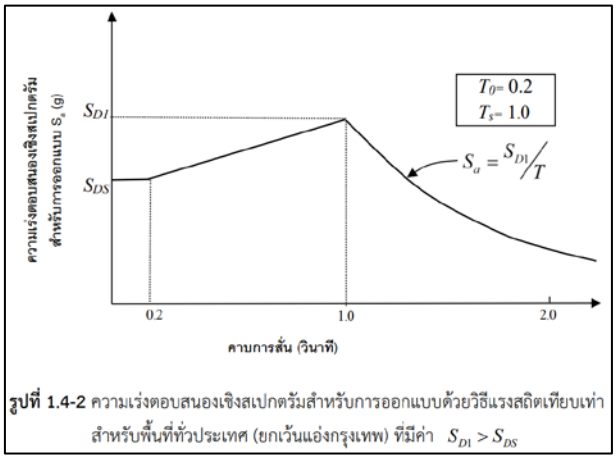
Copyright 2019-2020

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad \text{และ} \quad S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

1.6. สร้างกราฟการตอบ

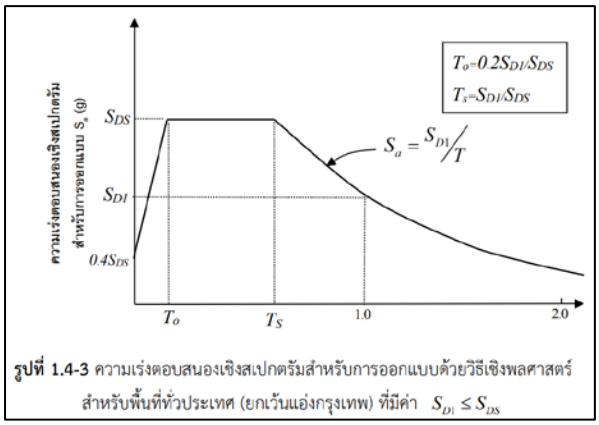


รูปที่ 1.4-1 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า สำหรับพื้นที่ทั่วประเทศ (ยกเว้นแอ่งกรุงเทพ) ที่มีค่า $S_{D1} \le S_{DS}$

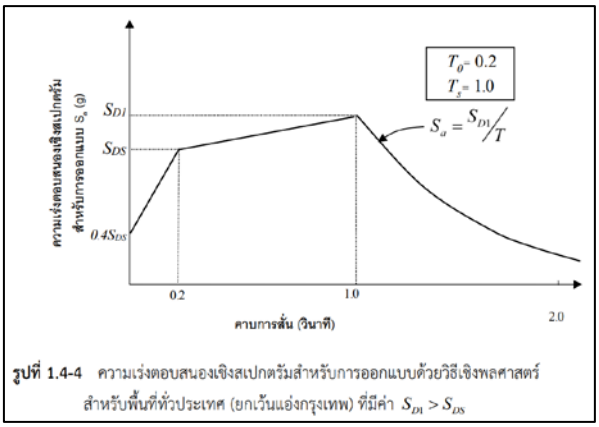


รูปที่ 1.4-2 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า สำหรับพื้นที่ทั่วประเทศ (ยกเว้นแอ่งกรุงเทพ) ที่มีค่า $S_{D1} > S_{DS}$

ภาพที่ 217 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า สำหรับพื้นที่ทั่วประเทศ (ยกเว้นแอ่งกรุงเทพ)



รูปที่ 1.4-3 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์ สำหรับพื้นที่ทั่วประเทศ (ยกเว้นแอ่งกรุงเทพ) ที่มีค่า $S_{D1} \le S_{DS}$

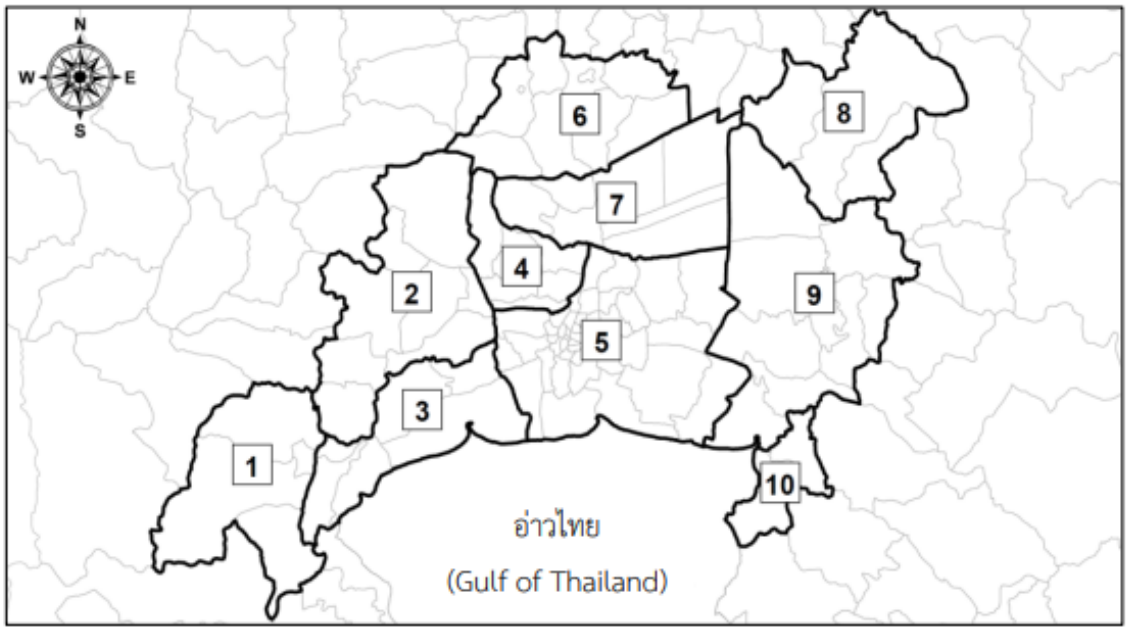


รูปที่ 1.4-4 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์ สำหรับพื้นที่ทั่วประเทศ (ยกเว้นแอ่งกรุงเทพ) ที่มีค่า $S_{D1} > S_{DS}$

ภาพที่ 218 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์ สำหรับพื้นที่ทั่วประเทศ (ยกเว้นแอ่งกรุงเทพ)

Copyright 2019-2020

สำหรับพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพนั้นถูกกำหนดออกเป็น 10 โซนด้วยกันดังต่อไปนี้



แผนที่แสดงการแบ่งโซนพื้นที่แอ่งกรุงเทพฯ เพื่อการออกแบบ อาคารต้านทานแผ่นดินไหว

โซน 1
จังหวัดเพชรบุรี
- อ.เขาย้อย

จังหวัดราชบุรี
- อ.ปากท่อ
- อ.วัดเพลง
- อ.เมืองราชบุรี

โซน 2
จังหวัดราชบุรี
- อ.ดำเนินสะดวก
- อ.บางแพ

จังหวัดนครปฐม
- อ.สามพราน
- อ.พุทธมณฑล
- อ.นครชัยศรี
- อ.ดอนตูม
- อ.บางเลน
- อ.เมืองนครปฐม

โซน 3
จังหวัดสมุทรสาคร
(ทั้งจังหวัด)
จังหวัดสมุทรสงคราม
(ทั้งจังหวัด)

โซน 4
จังหวัดนนทบุรี
(ทั้งจังหวัด)

โซน 5
จังหวัดกรุงเทพมหานคร
(ทั้งจังหวัด)
จังหวัดสมุทรปราการ
(ทั้งจังหวัด)

โซน 6
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
- อ.ลาดบัวหลวง
- อ.บางไทร
- อ.บางปะอิน
- อ.วังน้อย
- อ.เสนา
- อ.อุทัย
- อ.ท่าเรือ
- อ.บางบาล
- อ.เมืองพระนครศรีอยุธยา

โซน 7
จังหวัดปทุมธานี
(ทั้งจังหวัด)

โซน 8
จังหวัดนครนายก
- อ.บ้านนา
- อ.ปากพลี
- อ.เมืองนครนายก

โซน 9
จังหวัดนครนายก
- อ.องครักษ์

จังหวัดปราจีนบุรี
- อ.บ้านสร้าง

จังหวัดฉะเชิงเทรา
- อ.บางน้ำเปรี้ยว
- อ.บางคล้า
- อ.ราชสาสน์
- อ.คลองเขื่อน
- อ.บ้านโพธิ์
- อ.บางปะกง
- อ.เมืองฉะเชิงเทรา

โซน 10
จังหวัดชลบุรี
- อ.พานทอง
- อ.เมืองชลบุรี

รูปที่ 1.4-5 การแบ่งโซนพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพฯ เพื่อการออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหว

ภาพที่ 219 การแบ่งโซนพื้นที่ ในแอ่งกรุงเทพ เพื่อการออกแบบต้านแผ่นดินไหว

Copyright 2019-2020

โดยค่า Sa สามารถหาได้จากข้อมูลในตารางที่ 1.4-4 และ 1.4-5 ใน มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว มยผ. 1301/1302-61ตามลำดับ

ตารางที่ 1.4-4 ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ ด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าสำหรับพื้นที่ในโซนต่าง ๆ (อัตราส่วนความหน่วง 2.5%) ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ

S_a / โซน	S_a (0.01s)	S_{DS} (0.2 s)	S_a (0.5 s)	S_{D1} (1.0s)	S_a (2.0 s)	S_a (3.0 s)	S_a (4.0 s)	S_a (5.0 s)	S_a (6.0 s)
1	0.451	0.451	0.451	0.233	0.110	0.053	0.042	0.031	0.029
2	0.439	0.439	0.439	0.249	0.196	0.108	0.058	0.038	0.030
3	0.320	0.320	0.320	0.353	0.217	0.109	0.064	0.044	0.034
4	0.330	0.330	0.330	0.264	0.218	0.100	0.039	0.029	0.027
5	0.220	0.220	0.220	0.250	0.223	0.126	0.067	0.047	0.038
6	0.340	0.340	0.340	0.198	0.207	0.093	0.053	0.040	0.035
7	0.291	0.291	0.291	0.231	0.177	0.103	0.064	0.046	0.040
8	0.210	0.210	0.210	0.097	0.055	0.033	0.018	0.012	0.011
9	0.269	0.269	0.269	0.194	0.144	0.061	0.026	0.017	0.013
10	0.225	0.225	0.225	0.059	0.047	0.031	0.017	0.012	0.010

ตารางที่ 1.4-5 ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ ด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าสำหรับพื้นที่ในโซนต่าง ๆ (อัตราส่วนความหน่วง 5.0%) ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ

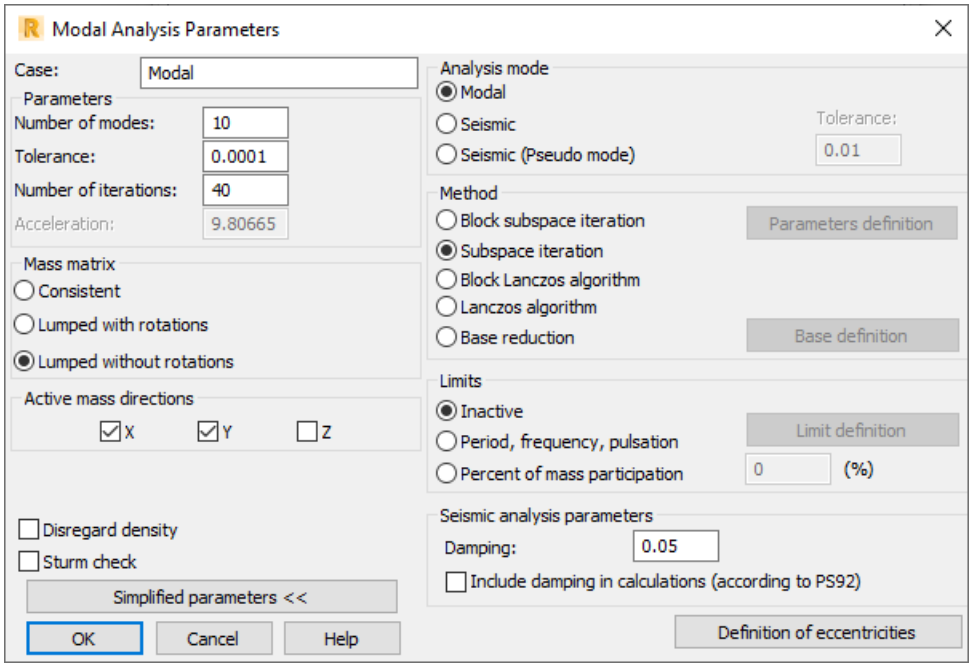
S_a / โซน	S_a (0.01s)	S_{DS} (0.2 s)	S_a (0.5 s)	S_{D1} (1.0s)	S_a (2.0 s)	S_a (3.0 s)	S_a (4.0 s)	S_a (5.0 s)	S_a (6.0 s)
1	0.360	0.360	0.360	0.181	0.085	0.041	0.034	0.024	0.022
2	0.352	0.352	0.352	0.193	0.151	0.084	0.047	0.030	0.024
3	0.262	0.262	0.262	0.265	0.166	0.085	0.052	0.035	0.026
4	0.287	0.287	0.287	0.207	0.163	0.078	0.032	0.023	0.020
5	0.191	0.191	0.191	0.199	0.168	0.094	0.053	0.037	0.028
6	0.272	0.272	0.272	0.154	0.150	0.077	0.042	0.031	0.026
7	0.246	0.246	0.246	0.181	0.132	0.084	0.051	0.036	0.030
8	0.162	0.162	0.162	0.075	0.041	0.025	0.015	0.010	0.008
9	0.214	0.214	0.214	0.156	0.107	0.048	0.022	0.014	0.011
10	0.179	0.179	0.179	0.049	0.035	0.023	0.014	0.010	0.008

Copyright 2019-2020

การนำกราฟความเร่งตอบสนองไปใช้งานยังโปรแกรม Robot Structural Analysis

การนำกราฟความเร่งตอบสนองไปใช้ในโปรแกรม Robot Structural Analysis มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

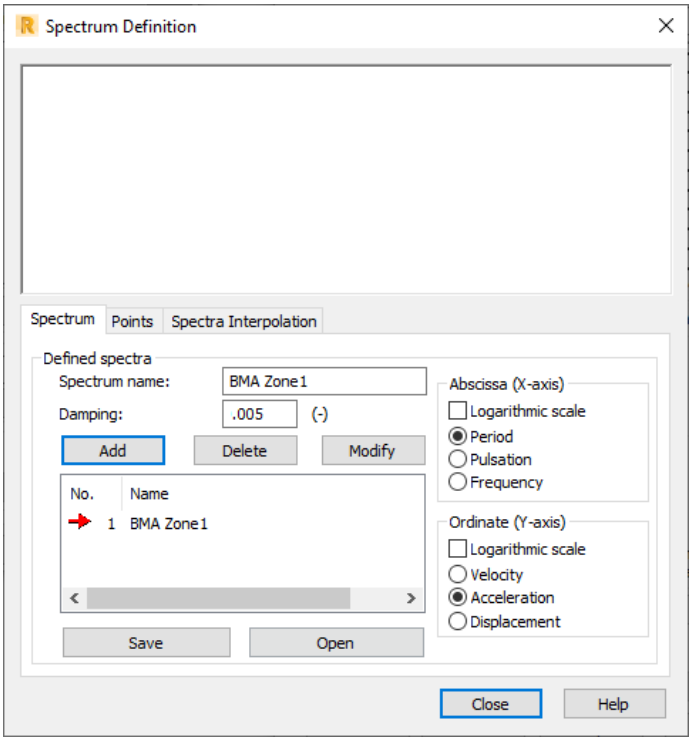
1. สร้าง modal case ในการสร้าง Analysis Type



ภาพที่ 220 การกำหนดตัวเลือกการวิเคราะห์ Modal ของโครงสร้าง

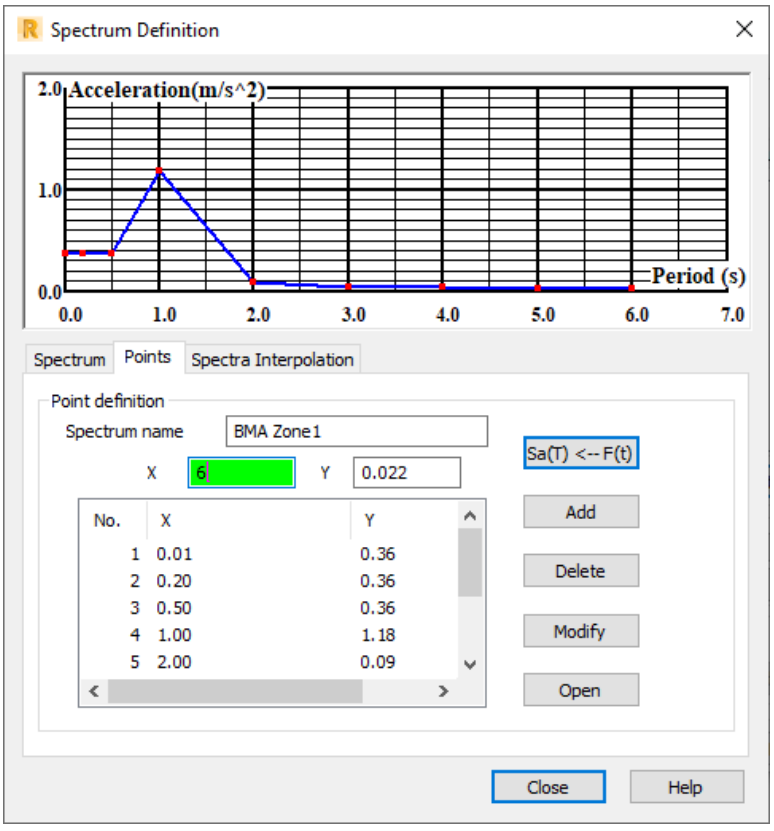
2. การกำหนด จำนวน Modes สามารถกำหนดได้จาก Field Number of Modes (ซึ่งภายหลังการวิเคราะห์ผู้ใช้อาจต้องทำการกำหนด จำนวน mode ใหม่ ในภายหลังอีกครั้ง)
    a. Mass เมทริกซ์ กำหนดค่าเป็น Lumped without Rotation
    b. Active mass direction กำหนดเป็น ค่า x และ z
3. สร้างกรณีการวิเคราะห์ใหม่ โดยเพิ่มการวิเคราะห์ Spectral
4. ทำการกำหนดตัวเลือก Spectral โดยใช้ปุ่ม Parameter
5. ป้อนข้อมูลของค่า Spectral ที่ได้จากขั้นตอน ของ มยผ. 1301/1302-61 โดยกดไปที่ปุ่ม Spectrum Definition โดยกำหนดให้ค่าของแกน x เป็น คาบ และ ค่าแกน y เป็นความเร่ง

Copyright 2019-2020



ภาพที่ 221 การสร้าง Spectra

6. ไปยัง Tap Points เพื่อกำหนดค่า Spectral โดยกำหนดค่า (x,y) ที่สัมพันธ์กัน (ค่าตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณี พื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ โซนที่ 1 การออกแบบด้วยแรงสถิตเทียบเท่า)



ภาพที่ 222 การป้อนข้อมูล Spectra

Copyright 2019-2020