

การวิเคราะห์โครงสร้างประเภทบ้านบริเวณรอยเลื่อนพะเยา
Analysis of House Structure in the Phayao's Fault Area



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analysis of House Structure in the Phayao's Fault Area



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์โครงสร้างประเภทบ้านในบริเวณรอยเลื่อนแผ่นดินไหวพะเยา

นายธนุฒิ นาคะนคร 59010620

นายพิชฎะ ชัยรุ่งเรืองศรี 59010962

นายรวิษฐ์ ธรรมาธิวัฒน์ 59011124

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ณัฐดนัย สินสมุทรมงคล

ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

มีหลายประเทศที่ได้รับผลกระทบและได้รับความเสียหายจากแผ่นดินไหวเช่น USA : Los angeles (1994) , Japan : Kumamoto (2016) โดยที่ทฤษฎีการเกิดแผ่นดินไหวมี 2 ทฤษฎีคือการขยายตัวของแผ่นเปลือกโลกและการคืนตัวของวัตถุ ในประเทศไทยมีรอยเลื่อนมีพลังทั้งหมด 16 รอยเลื่อนจากบันทึกของกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าแผ่นดินไหวที่เคยเกิดขึ้นในประเทศไทย 40 ปีย้อนหลังจะมีค่าอยู่ระหว่าง 4-5 Magnitude แต่เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2557 ได้เกิดแผ่นดินไหวขนาด 6.3 Magnitude ที่อำเภอพานจังหวัดเชียงราย ทำให้สิ่งปลูกสร้างในบริเวณนั้น ๆ ได้รับความเสียหายเป็นจำนวนมากและเกิดความไม่ปลอดภัยกับผู้พักอาศัย ดังนั้นทำให้ประเทศไทยมีการตื่นตัวกับเรื่องแผ่นดินไหวมากยิ่งขึ้น เพื่อป้องกันความเสียหายของโครงสร้างประเภทบ้านที่เกิดจากแผ่นดินไหว พร้อมทั้งศึกษาหาวิธีการเสริมกำลังของโครงสร้างประเภทบ้าน เพื่อให้สามารถรองรับการสั่นสะเทือนจากแรงแผ่นดินไหวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analysis of house structure in the Phayao's fault area

Mr. Thanut Nakanakorn Student ID. 59010620

Mr. Phitchaya Chairungruang Sri Student ID. 59010962

Mr. Rawit Thammathiwat Student ID. 59011124

Advisor: Dr. Natdanai Sinsamutpadung

Academic Year 2019

ABSTRACT

There are many countries that are affected and damaged by the earthquake. For example USA : Los Angeles (1994) , Japan : Kumamoto (2016). There are 2 theories of earthquakes : plate tectonics and material recovery. There are 16 powerful faults in Thailand from the records of the Earth observation division. Found that the earthquake that occurred in Thailand for the past 40 years is between 4-5 Magnitude. But on May 5, 2014, a magnitude 6.3 magnitude earthquake occurred in Phan, Chiang Rai. Causing the buildings in that area received a lot of damage and unsafe to the residents causing Thailand to become more alert with the earthquake. To prevent damage to the structure of houses caused by earthquakes and study how to strengthen the structure of the type to be able to support the vibrations from the earthquake.

KEYWORDS: earthquake , 16 powerful faults in Thailand

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทเล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ดร. ณัฐดนัย สินสมุทรผดุง ที่กรุณาให้ คำปรึกษาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง คอยแนะนำช่วยเหลือในการ แก้ไขปัญหา คอยให้ความรู้ เอาใจใส่ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือจนสำเร็จได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำรู้สึก ซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ที่ได้ให้ความรู้ในทุก ๆ รายวิชาที่ศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐาน โดยคณาจารย์ท่านต่าง ๆ ได้ถ่ายทอด ความรู้ทั้งทางด้านวิชาการ ความรู้ทั่วไป และประสบการณ์ต่าง ๆ จนสามารถนำมาใช้ในการทำงานและ การดำเนินชีวิตได้อย่างดีเยี่ยม ตลอดจนขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ร่วมเป็นกรรมการในการทดสอบ

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการ ทำโครงการ รวมถึงตลอดระยะเวลาที่ได้เรียนรู้ศึกษาในภาควิชาวิศวกรรมโยชานี้ตลอดมา

ขอขอบคุณผู้ที่ทำงานที่กองเฝ้าระวังแผ่นดินไหวทุกท่านที่ได้กรุณาให้ข้อมูลโดยกรุณาให้ไปนำ ข้อมูลการเกิดแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นบริเวณรอยเลื่อนพะเยามาใช้ในงานวิจัย

สุดท้ายขอขอบพระคุณ บิดา มารดาอันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งเป็นผู้ให้ความรักและกำลังใจในการ สนับสนุนการศึกษาเล่าเรียนของคณะผู้จัดทำมาโดยตลอด ทำให้คณะผู้จัดทำมีวันนี้ได้ คณะผู้จัดทำรู้สึก ซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างสูง

ธนุฒิ นาคะนคร
พิชฎะ ชัยรุ่งเรืองศรี
รวินธุ์ ธรรมมาธิวัฒน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ.....	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์.....	3
2.1 การเกิดแผ่นดินไหว.....	3
2.1.1 สาเหตุของการเกิดแผ่นดินไหว.....	3
2.2 รอยเลื่อนมีพลังในประเทศไทย.....	3
2.3 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวของประเทศไทย.....	6
2.4 โครงสร้างที่นำมาศึกษา.....	10
2.4.1 คานปลายยื่น Cantilever Beam.....	10
2.4.2 โครงห้กฉาก portal frame.....	10
2.4.3 โครงสร้าง portal frame 3D ที่มีเสาทั้งแบบ 1 ชั้นและ 2 ชั้น.....	11
2.4.4 โครงสร้างประเภทบ้าน.....	12
2.5 คลื่นแผ่นดินไหวที่นำมาใช้วิเคราะห์.....	13
2.5.1 คลื่นแผ่นดินไหวมาตรฐาน El Centro.....	13
2.5.2 คลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนพะเยา.....	13
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ.....	15
3.1 รูปแบบงานวิจัย.....	15
3.2 การรวบรวมข้อมูล.....	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ IV อย่างเป็นทางการทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 เครื่องมือวิจัย.....	15
3.4 ขั้นตอนในการทำงานวิจัย.....	15
บทที่ 4 การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยแรงสถิต.....	16
4.1 กล่าวนำ.....	16
4.2 สร้างแบบจำลอง Cantilever beam เพื่อหาจำนวน nodes ที่เหมาะสมในการวิจัย...	16
4.2.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาพฤติกรรมของคานายื่นเมื่อเปลี่ยนจำนวน Nodes	18
4.3 ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Cantilever Beam จาก Free Vibration Damping..	20
4.3.1 พฤติกรรมของโครงสร้างถึงเก็บน้ำที่ Valdivia Airport ประเทศ Chile.....	20
4.3.2 พฤติกรรมของโครงสร้าง Cantilever Beam (Free Vibration Damping).....	21
4.4 ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Portal Frame 3D จาก Free Vibration Damping...	23
บทที่ 5 การวิเคราะห์ด้วยแรงพลศาสตร์.....	27
5.1 กล่าวนำ.....	27
5.2 ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Cantilever Beam ด้วยคลื่นแผ่นดินไหว.....	27
5.3 ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Portal Frame 3D ด้วยคลื่นแผ่นดินไหว.....	29
5.4 ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Portal Frame 3D แบบ 2 ชั้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหว....	33
5.5 ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้างประเภทบ้านคอนกรีตด้วยคลื่นแผ่นดินไหว.....	35
5.5.1 ติดตั้ง Damper บริเวณ Middle Span ของโครงสร้าง.....	39
5.5.2 ติดตั้ง Damper บริเวณ Middle Span ทั้ง 2 ด้านของโครงสร้าง.....	40
5.5.3 ติดตั้ง Damper ทั้ง 3 Span ทั้ง 2 ด้านของโครงสร้าง.....	40
5.5.4 ติดตั้ง Damper ทั้ง 3 Span ทั้ง 2 ด้านทั้งที่ชั้น 1 และที่ชั้นสองติดตั้งแค่ Middle Span.....	41
บทที่ 6 สรุปผล.....	42
6.1 กล่าวนำ.....	42
6.2 การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยแรงสถิต.....	42
6.3 การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยแรงพลศาสตร์.....	43
เอกสารอ้างอิง.....	46
ประวัติผู้เขียน.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
ตาราง 2.3 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวในประเทศไทยย้อนหลัง 40 ปี.....	7
ตาราง 4.2 ค่าคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สร้างแบบจำลอง Cantilever Beam.....	16
ตาราง 4.3 ค่าคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สร้างแบบจำลอง Tank (Cantilever Beam).....	20
ตาราง 4.4-1 ค่าคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สร้างแบบจำลอง Portal Frame 3D แบบ 2 เสา.....	23
ตาราง 4.4-2 ค่าคงที่ในการสร้างแบบจำลอง Portal Frame 3D แบบ 4 เสา.....	25
ตาราง 5.2-1 ค่าคงที่และชื่อของคลื่นแผ่นดินไหวในการวิเคราะห์โครงสร้าง Cantilever.....	27
ตาราง 5.3-1 ค่าคงที่และชื่อของคลื่นแผ่นดินไหวในการวิเคราะห์ Portal Frame 3D แบบ 2 เสา	29
ตาราง 5.3-2 ค่าคงที่และชื่อของคลื่นแผ่นดินไหวในการวิเคราะห์ Portal Frame 3D แบบ 4 เสา	31
ตาราง 5.4-1 ค่าคงที่และชื่อของคลื่นแผ่นดินไหวในการวิเคราะห์ Portal Frame 3D แบบ 2 ชั้น.	33
ตาราง 5.5-1 แสดงถึงค่าคงที่และขนาดของโครงสร้างประเภทบ้านที่ได้ทำการโมเดลขึ้นมา.....	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ **VI** ังอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.2.1 รูปรอยเลื่อนที่มีพลังในประเทศไทย.....	6
รูปที่ 2.4.1 คานปลายยื่น Cantilever Beam.....	10
รูปที่ 2.4.2 โครงทักฉาก portal frame.....	11
รูปที่ 2.4.3 โครงสร้าง portal frame 3D ที่มี 4 เสา 1 ชั้น.....	11
รูปที่ 2.4.4 โครงสร้าง portal frame 3D ที่มี 4 เสา 2 ชั้น.....	11
รูปที่ 2.4.5 โครงสร้าง portal frame 3D ที่มี 4 เสาทั้งแบบ 2 ชั้น มีกำแพงและพื้น.....	12
รูปที่ 2.4.6 โครงสร้างบ้านที่เลือกใช้ในการวิเคราะห์แผ่นดินไหว.....	12
รูปที่ 2.5.1 คลื่นแผ่นดินไหว El Centro.....	13
รูปที่ 2.5.2 คลื่นแผ่นดินไหวจิงรอยเลื่อน Phayao.....	13
รูปที่ 4.2.1 ภาพแบบจำลองคานยื่นที่มีซัพพอร์ตแบบยึดแน่น.....	17
รูปที่ 4.2.2 แสดงพฤติกรรมของแบบจำลองหลังใส่แรง.....	17
รูปที่ 4.2.3 เปรอ์เซ็นต์ความผิดพลาดและกราฟค่าการเสียรูปจากโปรแกรมและทฤษฎี 10nodes..	18
รูปที่ 4.2.4 เปรอ์เซ็นต์ความผิดพลาดและกราฟค่าการเสียรูปจากโปรแกรมและทฤษฎี 20nodes..	18
รูปที่ 4.2.5 เปรอ์เซ็นต์ความผิดพลาดและกราฟค่าการเสียรูปจากโปรแกรมและทฤษฎี 40nodes..	19
รูปที่ 4.2.6 เปรอ์เซ็นต์ความผิดพลาดกับโนดที่แบ่งในคานยื่น.....	19
รูปที่ 4.3.1 แบบจำลอง RC Tank Example 2.6.....	20
รูปที่ 4.3.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเสียรูปกับเวลา.....	21
รูปที่ 4.3.3 แสดงลักษณะของโครงสร้างคานยื่นที่ใช้ในการสร้างโมเดล.....	22
รูปที่ 4.3.4 แสดงพฤติกรรมของการเสียรูปของคานยื่นเมื่อเปลี่ยนค่าตัวหน่วงจากน้อยไปมาก.....	22
รูปที่ 4.4.1 แบบจำลอง Portal Frame กระทำด้วยแรง Point Load.....	24
รูปที่ 4.4.2 พฤติกรรมของโครงข้อแข็งแบบ 2 เสา ที่เปลี่ยนตัวหน่วงเป็น 2%, 3% และ 5%.....	24
รูปที่ 4.4.3 แบบจำลอง Portal Frame กระทำด้วยแรง Uniform load.....	25
รูปที่ 4.4.4 พฤติกรรมของโครงข้อแข็งแบบ 4 เสา ที่เปลี่ยนตัวหน่วงเป็น 2% 3% 5%.....	26
รูปที่ 5.2.1 แบบจำลองของถังเก็บน้ำและคลื่นแผ่นดินไหว.....	28
รูปที่ 5.2.2 Displacement ปลายโครงสร้างคานยื่นกับเวลาเมื่อถูกกระทำด้วยคลื่น El centro.....	28
รูปที่ 5.2.3 Displacement ปลายโครงสร้างคานยื่นกับเวลาเมื่อถูกกระทำด้วยคลื่น Phayao.....	29
รูปที่ 5.3.1 แบบจำลองโครงข้อแข็ง 3D แบบ 2 เสา และคลื่นแผ่นดินไหว.....	30
รูปที่ 5.3.2 กราฟแสดง Displacement ที่เกิดขึ้นตรงมุมของโครงข้อแข็งแบบ 2 เสา กับเวลา.....	30
รูปที่ 5.3.3 แบบจำลองโครงข้อแข็ง 3D แบบ 4 เสา และคลื่นแผ่นดินไหว.....	31
รูปที่ 5.3.4 กราฟ Displacement ของโครงข้อแข็งแบบ 4 เสา กับเวลากระทำด้วยคลื่น El Centro	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ VII นี้อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 5.3.5 กราฟ Displacement ของโครงข้อแข็ง 4 เสากับเวลาทำด้วยคลื่น Phayao.....	32
รูปที่ 5.4.1 แบบจำลองโครงข้อแข็ง 3D แบบ 2 ชั้น และคลื่นแผ่นดินไหว.....	34
รูปที่ 5.4.2 กราฟ Displacement ของโครงข้อแข็งแบบ 2 ชั้นกับเวลาทำด้วยคลื่น El Centro.....	34
รูปที่ 5.4.3 กราฟ Displacement โครงข้อแข็งแบบ 2 ชั้นกับเวลาด้วยคลื่น Phayao.....	35
รูปที่ 5.5.1 แบบจำลองโครงสร้างบ้าน 3D แบบ 2 ชั้น และคลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนพะเยา..	36
รูปที่ 5.5.2 แปลนบ้านชั้นที่ 1 ที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้าง.....	37
รูปที่ 5.5.3 แปลนบ้านชั้นที่ 2 ที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้าง.....	37
รูปที่ 5.5.4 กราฟ Displacement แปลนบ้านชั้นที่ 2 ที่วิเคราะห์ด้วยคลื่นพะเยา.....	38
รูปที่ 5.5.5 คอนทัวร์ของ Mises Stress ที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง.....	38
รูปที่ 5.5.6 การติดตั้ง Damper 1 ตัวและคอนทัวร์ของ Mises Stress ที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง.....	39
รูปที่ 5.5.7 การติดตั้ง Damper 2 ตัวและคอนทัวร์ของ Mises Stress ที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง.....	40
รูปที่ 5.5.8 การติดตั้ง Damper 6 ตัวและคอนทัวร์ของ Mises Stress ที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง.....	40
รูปที่ 5.5.9 การติดตั้ง Damper 8 ตัวและคอนทัวร์ของ Mises Stress ที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง.....	41

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

มีหลายประเทศที่ได้รับผลกระทบและได้รับความเสียหายจากแผ่นดินไหวเช่น USA : Los angeles (1994) , Japan : Kumamoto (2016) โดยที่ทฤษฎีการเกิดแผ่นดินไหวมี 2 ทฤษฎีคือการขยายตัวของแผ่นเปลือกโลกและการคืนตัวของวัตถุในประเทศไทยมีรอยเลื่อนมีพลังทั้งหมด 16 รอยเลื่อนจากบันทึกของกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าแผ่นดินไหวที่เคยเกิดขึ้นในประเทศไทย 40 ปีย้อนหลังจะมีค่าอยู่ระหว่าง 4-5 Magnitude แต่เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2557 ได้เกิดแผ่นดินไหวขนาด 6.3 Magnitude ที่อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ทำให้สิ่งก่อสร้างประเภทบ้านในบริเวณนั้น ๆ ได้รับความเสียหายเป็นจำนวนมากและเกิดความไม่ปลอดภัยกับผู้พักอาศัย ดังนั้นทำให้ประเทศไทยมีการตื่นตัวกับเรื่องแผ่นดินไหวมากยิ่งขึ้น

ในประเทศไทยได้มีการประกาศมาตรฐาน 1302-52 ในปี พ.ศ. 2552 เพื่อให้มีมาตรฐานที่เป็นสากลมากขึ้นแต่ในปี พ.ศ. 2557 ได้มีแผ่นดินไหวขนาด 6.3 Magnitude ขึ้นจึงได้มีการปรับมาตรฐานเป็นมาตรฐาน 1302-61 ออกมาในปี พ.ศ. 2561 เพื่อปรับค่าคงที่ในการคำนวณให้ทันสมัยมากยิ่งขึ้น จากเหตุแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นที่อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ซึ่งรุนแรงที่สุดในรอบ 40 ปีของประเทศไทย คณะผู้จัดทำจึงได้เลือกการวิเคราะห์โครงสร้างที่บริเวณรอยเลื่อนอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

ในปัจจุบันมีการนำ FE models มาใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างต่าง ๆ เนื่องจากสามารถนำแบบจำลองที่สร้างมาจับกับคลื่นแผ่นดินไหว ทำให้เห็นจุดที่โครงสร้างมีการเสียรูปมากที่สุดได้อย่างชัดเจน และสามารถบอกถึงความเค้นและความเครียดในส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างได้ ทำให้สามารถระบุตำแหน่งที่ควรเสริมความแข็งแรงของโครงสร้างบ้านได้ โดยมีตัวอย่างให้เห็นจากงานวิจัยของ Ali Fuat Gença และคณะได้มีการวิเคราะห์โครงสร้างของหอนาฬิกาซึ่งเป็นโบราณสถานด้วยโปรแกรม ANSYS โดยใช้ FE models มาวิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างหอนาฬิกาเพื่อหาการเสียรูป , ความเค้นและความเครียด

โดยในงานวิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลองโครงสร้างอย่างง่ายด้วยโปรแกรม ABAQUS เพื่อศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้างจากทั้งโปรแกรมและทฤษฎีเพื่อยืนยันว่าโปรแกรมนี้สามารถนำมาวิเคราะห์โครงสร้างที่ซับซ้อนได้อย่างถูกต้องและในอนาคตจะมีการนำโครงสร้าง portal Frame , 3D models ,

โครงสร้างประเภทบ้าน มาวิเคราะห์ร่วมกับคลื่นแผ่นดินไหวจาก อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย เนื่องจากบริเวณจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวมีบ้านเรือนเป็นจำนวนมากที่อาจเป็นอันตรายได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมของโครงสร้างประเภทบ้านบริเวณรอยเลื่อนพะเยา เพื่อประเมินความปลอดภัยของโครงสร้าง

1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

1.3.1 ใช้ FE models ในการทำ Line & Solid element

1.3.2 วิเคราะห์โครงสร้างประเภทบ้าน

1.3.3 ใช้คลื่นแผ่นดินไหวในการวิเคราะห์

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตาราง 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

NO	TASK NAME	DURATION	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1	หาข้อมูลรอยเลื่อนแผ่นดินไหว และมาตรฐานการออกแบบ	8 week	■	■							
2	ทำการวิเคราะห์โครงสร้างอย่างง่าย	5 week			■	■					
3	ทำการวิเคราะห์โครงสร้าง portal frame	4 week					■				
4	ทำการวิเคราะห์โครงสร้าง 3D models	12 week						■	■	■	
5	ทำการวิเคราะห์โครงสร้าง House structure	4 week									■

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ทราบพฤติกรรมของโครงสร้างประเภทบ้านเนื่องจากแรงแผ่นดินไหว

1.5.2 สามารถกำหนดตำแหน่งที่จะเสริมกำลังต้านทานแรงแผ่นดินไหวของโครงสร้างบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

2.1 การเกิดแผ่นดินไหว

แผ่นดินไหวเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของพื้นดิน อันเนื่องมาจากการปลดปล่อยพลังงานเพื่อลดความเครียดที่สะสมไว้ภายในโลกออกมาเพื่อปรับสมดุลของเปลือกโลกให้คงที่ ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถทำนายเวลา สถานที่ และความรุนแรงของแผ่นดินไหวที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ ดังนั้นจึงควรศึกษา เรียนรู้ เพื่อให้เข้าใจถึงกระบวนการเกิดของแผ่นดินไหวที่แท้จริง เพื่อเป็นแนวทางในการลดความเสียหายที่เกิดขึ้น

2.1.1 สาเหตุของการเกิดแผ่นดินไหว

การเกิดแผ่นดินไหวมีสาเหตุมาจาก 2 สาเหตุใหญ่ สาเหตุแรกเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การทดลองระเบิดปรมาณู การกักเก็บน้ำในเขื่อน และแรงระเบิดจากการทำเหมืองแร่ ส่วนสาเหตุที่สองเป็นสาเหตุหลักของการเกิดแผ่นดินไหว โดยเป็นการเกิดตามธรรมชาติอันเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก ทั้งนี้ทฤษฎีกลไกการเกิดแผ่นดินไหวที่ยอมรับกันในปัจจุบันมี 2 ทฤษฎี คือ

1. ทฤษฎีว่าด้วยการขยายตัวของเปลือกโลก โดยแผ่นดินไหวเกิดจากการที่เปลือกโลกเกิดการคดโค้ง โกงตัวอย่างฉับพลัน และเมื่อวัตถุขาดออกจากกันจึงปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปคลื่นแผ่นดินไหว

2. ทฤษฎีว่าด้วยการคืนตัวของวัตถุ โดยแผ่นดินไหวมาจากการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อน กล่าวคือเมื่อรอยเลื่อนเกิดการเคลื่อนตัวถึงจุดหนึ่งวัตถุจะขาดออกจากกันและเสียรูปอย่างมาก พร้อมทั้งปลดปล่อยพลังงานมหาศาลออกมาในรูปของคลื่นแผ่นดินไหว และหลังจากนั้นวัตถุจะคืนตัวกลับสู่รูปเดิม

2.2 รอยเลื่อนมีพลังในประเทศไทย

เมื่อรอยเลื่อนใดรอยเลื่อนหนึ่งขยับ ก็มีโอกาสที่รอยเลื่อนอื่น ๆ จะขยับตามและทำให้เกิดแผ่นดินไหวในจุดอื่น ๆ ตามมาได้เช่นกัน ซึ่งรอยเลื่อนมีพลังในประเทศไทย เคยเกิดขึ้นแล้ว 9 แห่งด้วยกัน และจากการรายงานของกรมทรัพยากรธรณีวิทยา พบว่า ปัจจุบันประเทศไทยมีรอยเลื่อนที่มีพลังทั้งหมด 15 รอยเลื่อน โดยกระจายอยู่ใน 22 จังหวัด ได้แก่

1. รอยเลื่อนแม่จัน

พาดผ่านอำเภอฝาง อำเภอแม่เมาะ จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอแม่จัน อำเภอเชียงแสน และอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ มีความยาวประมาณ 101 กิโลเมตร

2. รอยเลื่อนแม่อิง

พาดผ่านอำเภอเทิง อำเภอขุนตาล และอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงรายในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ มีความยาวประมาณ 57 กิโลเมตร

3. รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน

พาดผ่านอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในแนวทิศเหนือ-ใต้ มีความยาวประมาณ 29 กิโลเมตร

4. รอยเลื่อนเมย

วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ พาดผ่านตั้งต้นจากลำน้ำเมย ชายแดนพม่า ต่อยังห้วยแม่ท้อ ลำน้ำปิง จังหวัดตาก ไปถึงจังหวัดกำแพงเพชร นครสวรรค์ และสิ้นสุดที่จังหวัดอุทัยธานี ในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ มีความยาวประมาณ 250 กิโลเมตร

5. รอยเลื่อนแม่ทา

พาดผ่านอำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน และอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ในแนวโค้งไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ มีความยาวประมาณ 61 กิโลเมตร

6. รอยเลื่อนเถิน

พาดผ่านอำเภอแม่พริก อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง และอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ในแนวโค้งในไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ มีความยาวประมาณ 103 กิโลเมตร

7. รอยเลื่อนพะเยา

พาดผ่านอำเภองาว จังหวัดลำปาง และอำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ทางด้านทิศเหนือของรอยเลื่อนท่าสี่ มีความยาวประมาณ 23 กิโลเมตร

8. รอยเลื่อนปัว

พาดผ่านพื้นที่อำเภอสันติสุข อำเภอท่าวังผา อำเภอปัว อำเภอเชียงกลาง และอำเภอทุ่งช้าง ของจังหวัดน่านในแนวเหนือ-ใต้ ด้วยความยาวประมาณ 130 กิโลเมตร

9. รอยเลื่อนอุตรดิตถ์

พาดผ่านอำเภอเมือง อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ อำเภอนาหมื่น อำเภอนาน้อย อำเภอเวียงสา และอำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน ในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ มีความยาวประมาณ 150 กิโลเมตร

10. รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์

พาดผ่านอำเภอทองผาภูมิ และอำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี ในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ มีความยาวประมาณ 60 กิโลเมตร

11. รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์

พาดผ่านอำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี อำเภอศรีสวัสดิ์ และอำเภอหนองปรือ จังหวัดกาญจนบุรี ในแนวโค้งเล็กน้อยไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ มีความยาวประมาณ 62 กิโลเมตร

12. รอยเลื่อนเพชรบูรณ์

พาดผ่านอำเภอหนองไผ่ อำเภอเมือง อำเภอหล่มสัก และอำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบด้วยรอยเลื่อนบริวารในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ กับแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้สลับกัน มีความยาวประมาณ 110 กิโลเมตร

13. รอยเลื่อนระนอง

พาดผ่านพื้นที่ตั้งแต่ จังหวัดระนอง ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ และพังงา มีความยาวประมาณ 270 กิโลเมตร

14. รอยเลื่อนคลองมะรุ่ย

พาดผ่านอำเภอบ้านตาขุน อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอทับปุด อำเภอเมือง จังหวัดพังงา พาดผ่านไปตามทะเลอันดามัน ระหว่างอำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต กับอำเภอเกาะยาว จังหวัดพังงา ในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ มีความยาวประมาณ 148 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 5 ร้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. รอยเลื่อนมะยม

พาดผ่านอำเภอสอง จังหวัดแพร่ และอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา ในแนวทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ มีความยาวประมาณ 22 กิโลเมตร

16. รอยเลื่อนเวียงแหง

พาดผ่านทิศเหนือใต้บริเวณชายแดนเมียนมาจาก อ.เวียงแหง-อ.สะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ความยาว ประมาณ 100 กม. ผ่าน 37หมู่บ้าน 8 ตำบล ของ 4 อำเภอ เป็นรอยเลื่อนลงในแนวตั้ง



รูปที่ 2.2.1 รูปรอยเลื่อนที่มีพลังในประเทศไทย

2.3 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวของประเทศไทย

แผ่นดินไหวในประเทศไทยที่เกิดขึ้นเมื่อเวลา 18.08 น. ของวันที่ 5 พฤษภาคม 2557 โดยมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย นับเป็นเหตุแผ่นดินไหวครั้งรุนแรงที่สุดในรอบ 50-100 ปี เพราะมีขนาดความรุนแรงมากถึง 6.3 แมกนิจูด สร้างความเสียหายให้บ้านเรือนประชาชน สิ่งปลูกสร้างใน จังหวัดเชียงรายและจังหวัดใกล้เคียงไม่น้อยเพราะเป็นการเกิดแผ่นดินไหวบนบกที่ลึกจากพื้นดินเพียงแค่ 7.4 กิโลเมตรเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 6 องค์กรอังกถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติการเกิดแผ่นดินไหวในประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521-2562 ที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ในประเทศไทย และเป็นแผ่นดินไหวที่ระดับความรุนแรง 4.0 แมกนิจูดขึ้นไป ซึ่งเป็นระดับที่รับรู้แรงสั่นสะเทือน และทำให้วัตถุแกว่งไกวได้

ตาราง 2.3 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวในประเทศไทยย้อนหลัง 40 ปี

วันที่	ขนาด (แมกนิจูด)	จุดศูนย์กลาง	ความเสียหาย
20 ก.พ. 2562	4.9	อ.วังเหนือ จ.ลำปาง	ประชาชนบางส่วนในพื้นที่สามารถรับรู้ได้ถึงแรงสั่นสะเทือน แต่ยังไม่มียางานความเสียหาย
5 พ.ค. 2557	6.3	อ.พาน จ.เชียงราย	บ้านเรือน สิ่งปลูกสร้าง ในจังหวัดเชียงรายและใกล้เคียงเสียหาย รับรู้ แรงสั่นสะเทือนถึงตึกสูงใน กทม.
4 มิ.ย. 2555	4.0	อ.เมือง จ.ระนอง	รู้สึกสั่นไหวที่ ต.เขานิเวศน์ ต.บางนอน อ.เมืองระนอง จ.ระนอง
16 เม.ย. 2555	4.3	อ.กลาง จ.ภูเก็ต	รู้สึกไหวในหลายพื้นที่ใน จ.ภูเก็ต บ้านเรือนแตกร้าวหลายหลัง เกิดอาฟเตอร์ช็อกมากกว่า 26 ครั้ง ใน อ.กลาง
23 ธ.ค. 2551	4.1	อ.พระแสง จ.สุราษฎร์ธานี	รู้สึกสั่นไหวในบริเวณ อ.พระแสง จ.สุราษฎร์ธานี
19 มิ.ย. 2550	4.5	อ.แมริม จ.เชียงใหม่	รู้สึกสั่นสะเทือนได้ที่ อ.แมริม จ.เชียงใหม่ และจ.ลำพูน
22 เม.ย. 2550	4.5	อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย	รู้สึกสั่นสะเทือนได้ที่ อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย และ จ.พะเยา
13 ธ.ค. 2549	5.1	อ.แมริม จ.เชียงใหม่	รู้สึกสั่นสะเทือนได้เกือบทั่วไปใน จ.เชียงใหม่ และอาคารสูงใน จ.เชียงราย
17 พ.ย. 2549	4.4	อ.พาน จ.เชียงราย	รู้สึกสั่นสะเทือนได้ที่ อ.พาน และ อ.เมือง จ.เชียงราย
15 ธ.ค. 2548	4.1	จ.เชียงราย	รู้สึกสั่นสะเทือนได้ที่ อ.เมือง อ.เทิง จ.เชียงราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 7 ร้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่	ขนาด (แมกนิจูด)	จุดศูนย์กลาง	ความเสียหาย
4 ธ.ค. 2548	4.1	จ.เชียงราย	รู้สึกสั่นสะเทือนได้บนอาคารสูง จ.เชียงใหม่ และ จ.ลำพูน
18 ธ.ค. 2545	4.3	อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่	รู้สึกได้ที่ อ.เชียงดาว จ.เชียงราย
2 ก.ค. 2545	4.7	อ.เชียงแสน จ.เชียงราย	รู้สึกได้ที่ อ.เชียงแสน อ.เมือง อ.เชียงของ จ. เชียงราย, อ.เมือง จ.พะเยา, อ.เมือง จ.น่าน มี ความเสียหายเล็กน้อยบริเวณ อ.เชียงแสน อ. เชียงของ
22 ก.พ. 2544	4.3	เขื่อนเขาแหลม จ.กาญจนบุรี	รู้สึกได้ที่ อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี
13 ก.ค. 2541	4.1	อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	รู้สึกได้ที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ และ จ.เชียงราย
2 ก.พ. 2540	4.0	บริเวณ อ.สอง จ.แพร่	รู้สึกได้ที่ อ.สอง จ.แพร่
21 ธ.ค. 2538	5.2	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	รู้สึกได้ที่ จ.เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ลำปาง ลำพูน และแม่ฮ่องสอน มีผู้สูงอายุเสียชีวิตที่ อ. เมือง จ.เชียงใหม่ 1 คน จากการล้มศีรษะ กระแทกพื้น มีความเสียหายเล็กน้อยที่บริเวณ ใกล้ศูนย์กลาง
9 ธ.ค. 2538	5.1	อ.ร้องกวาง จ.แพร่	รู้สึกได้ที่ อ.เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ อุตรดิตถ์ และน่าน เสียหาย เล็กน้อย ที่ จ.แพร่
5 พ.ย. 2538	4.0	อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	รู้สึกได้ที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่
17 ต.ค. 2538	4.3	อ.ปาย แม่ฮ่องสอน	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่
11 ก.ย. 2537	5.1	อ.แม่สรวย จ.เชียงราย	รู้สึกได้ที่ จ.เชียงราย มีความเสียหายต่อ สิ่งก่อสร้างใกล้ศูนย์กลาง เช่น โรงพยาบาลพาน วัด และโรงเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในหน่วยงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 8 ้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่	ขนาด (แมกนิจูด)	จุดศูนย์กลาง	ความเสียหาย
8 พ.ค. 2537	4.5	จ.เชียงใหม่	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ จ.ลำปาง จ.ลำพูน
5 พ.ย. 2534	4.0	จ.แม่ฮ่องสอน	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ และ อ.ขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน
3 พ.ย. 2533	4.0	จ.กาญจนบุรี	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี
12 ต.ค. 2533	4.0	จ. เพชรบูรณ์	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.หล่มสัก อ.หล่มเก่า จ. เพชรบูรณ์
28 พ.ค. 2533	4.2	จ.กาญจนบุรี	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี
15 ธ.ค. 2532	4.0	จ.กาญจนบุรี	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี
29 พ.ย. 2531	4.5	จ.กาญจนบุรี	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.ศรีสวัสดิ์ และ อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี
25 ก.ค. 2531	4.2	จ.พะเยา	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงใหม่
19 ก.พ. 2531	4.2	จ.เชียงใหม่	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงใหม่
30 ส.ค. 2526	4.2	จ.กาญจนบุรี	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.กาญจนบุรี
18 ก.ค.2526	4.7	จ.กาญจนบุรี	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี
22 เม.ย. 2526	5.2	จ.กาญจนบุรี	รู้สึกแผ่นดินไหวตลอดภาคกลาง และภาคเหนือ ส่วนอาคารใน กทม. เสียหายเล็กน้อย
22 เม.ย. 2526	5.9	จ.กาญจนบุรี	รู้สึกแผ่นดินไหวตลอดภาคกลาง และภาคเหนือ ส่วนอาคารใน กทม. เสียหายเล็กน้อย
15 เม.ย. 2526	5.5	จ.กาญจนบุรี	รู้สึกแผ่นดินไหวชัดเจนใน กทม.
20 มิ.ย. 2525	4.3	จ.เชียงใหม่	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน และ ลำปาง มีเสียงดังคล้ายฟ้าร้อง
22 ธ.ค. 2523	4.0	จ.แพร่	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.แพร่
10 ก.พ. 2523	4.2	จ.เชียงใหม่	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงใหม่ นาน 5 วินาที
24 ก.ค. 2521	4.0	จ.ตาก	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.สามเงา อ.อุ้มผาง และ อ.แม่สอด จ.ตาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่	ขนาด (แมกนิจูด)	จุดศูนย์กลาง	ความเสียหาย
26 พ.ค. 2521	4.8	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	เสียหายเล็กน้อยที่ อ.พร้าว รู้สึกสั่นไหวนาน 15 วินาที ที่ จ.เชียงราย เชียงใหม่ และลำปาง
17 ก.พ. 2518	5.6	พม่า-ไทย (จ.ตาก)	รู้สึกได้ทั้งภาคเหนือและภาคกลาง รวมถึง กทม. มีความเสียหายเล็กน้อย

2.4 โครงสร้างที่นำมาศึกษา

2.4.1 คานปลายยื่น Cantilever Beam

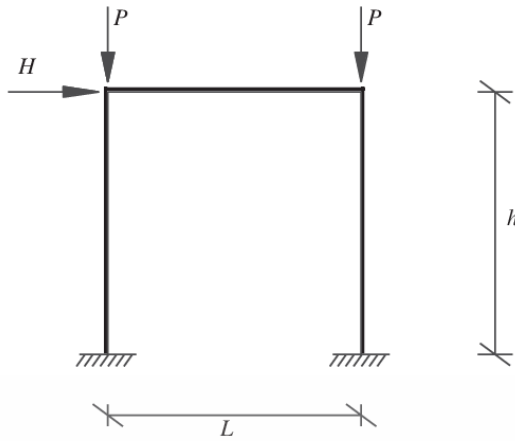
คานปลายยื่น คือคานช่วงเดียวที่ยื่นออกมาจาก Fix support เช่น เสาหรือ Shear Wall โดยมี Support ในการรองรับคานเพียงจุดเดียว ณ ด้านใดด้านหนึ่ง และ Support จะต้องถูกออกแบบให้สามารถรองรับแรงดัดที่ทำให้คานโก่งตัวลงได้



รูปที่ 2.4.1 คานปลายยื่น Cantilever Beam

2.4.2 โครงหักฉาก portal frame

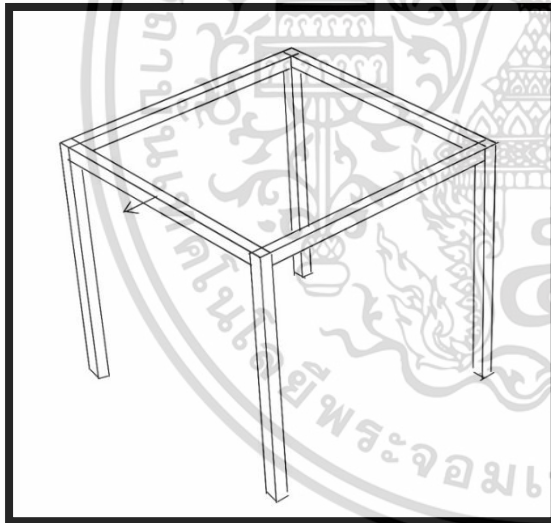
โครงหักฉากเป็นเฟรมแข็งสองมิติที่มีลักษณะพื้นฐานของข้อต่อแข็งระหว่างเสาและคาน วัตถุประสงค์หลักของการออกแบบรูปแบบนี้ คือการลดโมเมนต์ดัดในลำแสง ซึ่งทำให้เฟรมทำหน้าที่เป็นหน่วยโครงสร้างเดียว



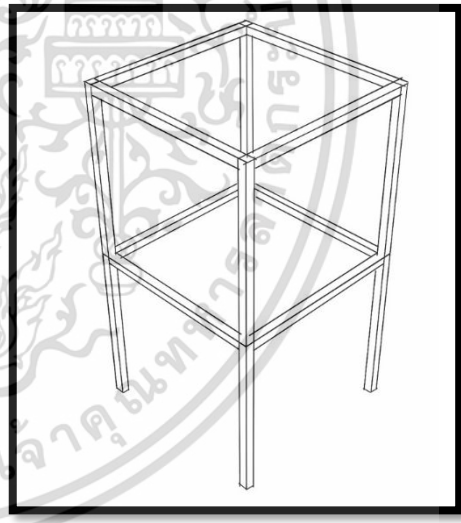
รูปที่ 2.4.2 โครงหักฉาก portal frame

2.4.3 โครงสร้าง portal frame 3D ที่มี 4 เสาทั้งแบบ 1 ชั้นและ 2 ชั้น

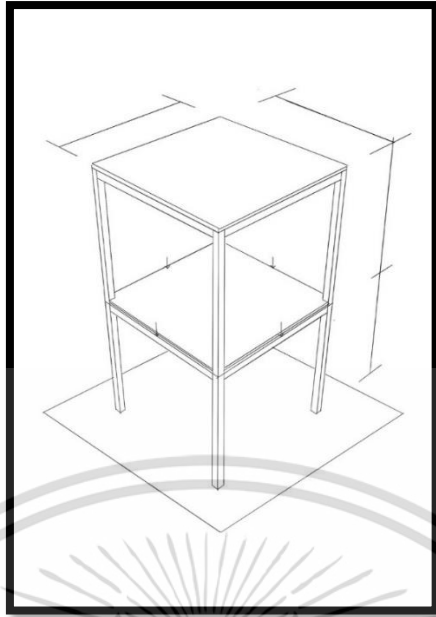
โครงสร้าง portal frame เป็นเฟรมแข็งสามมิติที่มีลักษณะพื้นฐานของข้อต่อแข็งระหว่างเสาและคาน โดยได้เพิ่มขึ้นส่วนของคาน, เสา และพื้น เพื่อให้มีลักษณะที่เหมือนโครงสร้างบ้านที่สมจริงมากขึ้น



รูปที่ 2.4.3 โครงสร้าง portal frame 3D ที่มี 4 เสา 1 ชั้น



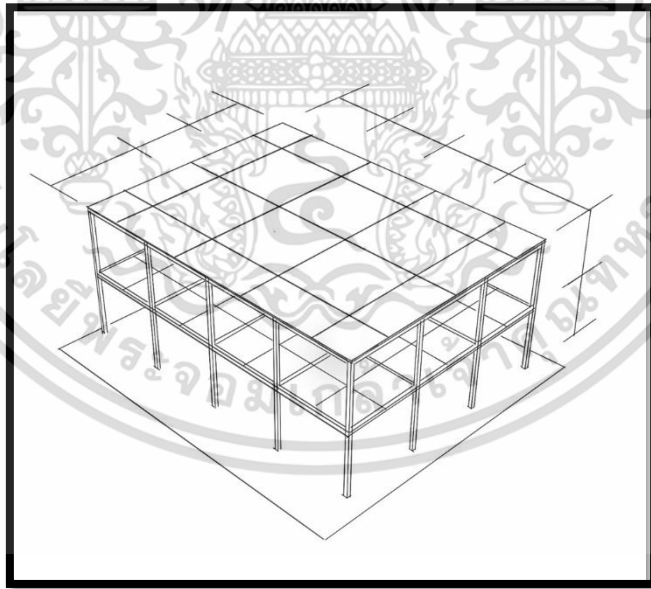
รูปที่ 2.4.4 โครงสร้าง portal frame 3D ที่มี 4 เสา 2 ชั้น



รูปที่ 2.4.5 โครงสร้าง portal frame 3D ที่มี 4 เสาทั้งแบบ 2 ชั้น มีกำแพงและพื้น

2.4.4 โครงสร้างประเภทบ้าน

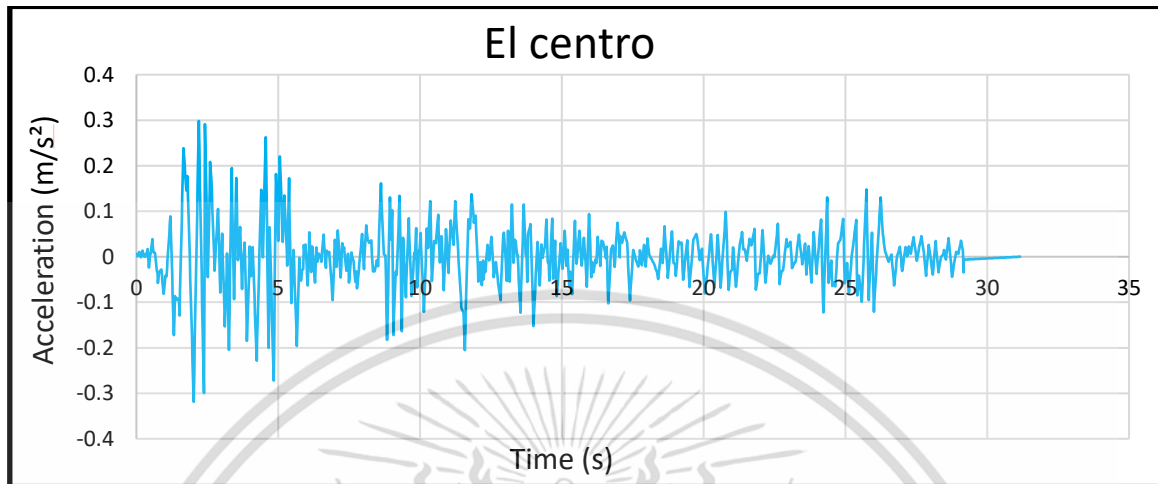
โครงสร้างที่ได้ทำการเลือกมาจากบริเวณชุมชนจังหวัดเชียงรายที่อยู่ใกล้กับจุดที่เกิดแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนพะเยาในปี 54



รูปที่ 2.4.6 โครงสร้างบ้านที่เลือกใช้ในการวิเคราะห์แผ่นดินไหว

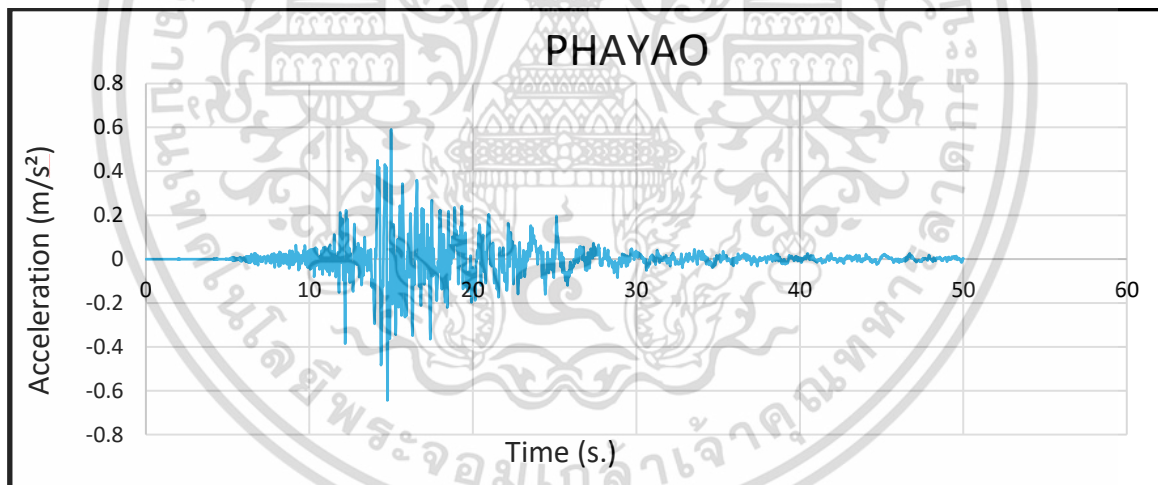
2.5 คลื่นแผ่นดินไหวที่นำมาใช้วิเคราะห์

2.5.1 คลื่นแผ่นดินไหวมาตรฐาน El Centro



รูปที่ 2.5.1 คลื่นแผ่นดินไหว El Centro

2.5.2 คลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนพะเยา



รูปที่ 2.5.2 คลื่นแผ่นดินไหวขิงรอยเลื่อน Phayao

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 Dynamic analyses of experimentally-updated FE model of historical masonry clock towers using site-specific seismic characteristics and scaling parameters according to the 2018 Turkey building earthquake code

(7) Ali Fuat Genç , Mustafa Ergün , Murat Günaydin , Ahmet Can Altunışık , Şevket Ateşç , Fatih Yesevi Okurç , Ayman S. Mosallamd , (2019) กล่าวถึงการพิจารณาโครงสร้างของหอนาฬิกาในเมือง Çorum, Turkey ตามมาตรฐานการก่อสร้างรับแรงแผ่นดินไหวในปี 2018 โดยใช้โปรแกรม ANSYS ในการวิเคราะห์ FEM โดยวิเคราะห์ด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์และโหมดเซพผลที่ได้มา FEM จะแสดงให้เห็นพฤติกรรมของหอนาฬิกาโดยที่ FEM แบ่งเป็น คือ ฐาน,บันได, ทรงกระบอก, ช่วงนาฬิกา, โดมและพื้นไม้และสรุปได้เป็นกราฟของการเคลื่อนตัวและแสดงกราฟค่าความเค้น, ความเครียดสูงสุดและต่ำสุดของในแต่ละโหมดที่วิเคราะห์ความยากอยู่ตรงที่ไม่สามารถประเมินสภาพที่แท้จริงของโครงสร้างที่เก่าแก่ได้อย่างแท้จริงการวิเคราะห์แบบไม่ทำลายจึงเป็นประโยชน์มากในการวิเคราะห์

2.6.2 Static and dynamic behavior under seismic loading of pagodas in Chiang Mai city by finite element method

(1) Miss Kanokwan Yanathanom , (2010) กล่าวถึงการพิจารณาโครงสร้างของเจดีย์ประเภทต่าง ๆ ในเมืองเชียงใหม่เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมของเจดีย์ทั้ง displacement , stress , strain และได้ความสัมพันธ์ว่าเจดีย์ส่วนใหญ่สามารถรับแรงสถิตได้เป็นอย่างดีเนื่องจากรูปทรงที่ฐานมีขนาดใหญ่ทำให้มั่นคงแข็งแรงแต่เนื่องจากส่วนบนมีขนาดเล็กนั้นทำให้มีการสั่นไหวมากที่สุดทำให้เป็นจุดที่หน้าจะมี ความเสียหายมากที่สุดดังนั้นยอดของเจดีย์เป็นจุดที่สมควรให้ความสำคัญมากที่สุดและให้ความสนใจเป็นพิเศษเพราะเสี่ยงต่อการพังทลาย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

3.1 รูปแบบงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์และทำการเสริมกำลังต้านทานแรงแผ่นดินไหวจากรอยเลื่อน อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ด้วยวิธีเพิ่มโครงสร้างต้านแรงด้านข้างโดยใช้การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการสั่นสะเทือน โดยใช้อุปกรณ์สลายพลังงานตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง

3.2 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลได้ทำการค้นคว้าจากวิทยานิพนธ์ หนังสือ และเอกสารวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยรายละเอียดได้แสดงไว้ในบทก่อนหน้า

3.3 เครื่องมือวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์พฤติกรรมของโครงสร้างประเภทบ้านและทำการเสริมกำลังต้านทานแรงแผ่นดินไหวโดยใช้วิธีการเสริมกำลังตามที่ได้กล่าวไว้ และทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ABAQUS โดยวิธีเชิงพลศาสตร์

3.4 ขั้นตอนในการทำงานวิจัย

1. สร้างแบบจำลองโครงสร้างประเภทบ้านเพื่อวิเคราะห์แบบสถิตและพลศาสตร์
2. นำแบบจำลองโครงสร้างประเภทบ้านมาวิเคราะห์ด้วยคลื่นแผ่นดินไหว
3. ทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์และแนะนำเพื่อป้องกันความเสียหายจากแผ่นดินไหวที่อาจเกิดขึ้น

บทที่ 4

การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยแรงสถิต

4.1 กล่าวนำ

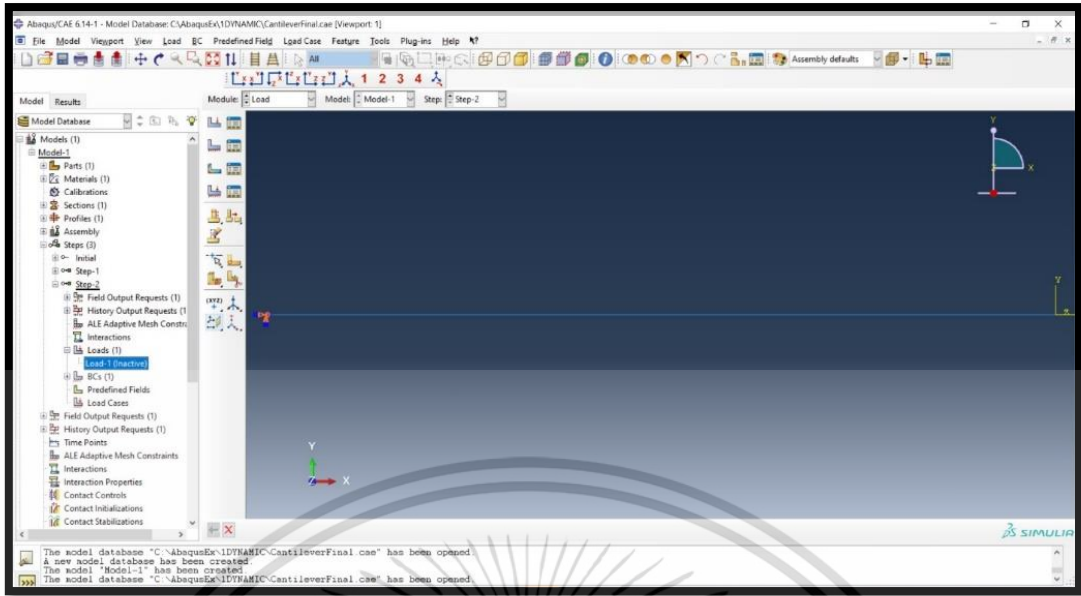
ในการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยแรงสถิตเราเลือกโครงสร้างที่สามารถขึ้นโมเดลได้ไม่ยากและสามารถคำนวณหาค่า Displacement จากทฤษฎีได้ง่ายเพื่อแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมสามารถนำมาวิเคราะห์โครงสร้างได้อย่างถูกต้องแม่นยำและฝึกการใช้โปรแกรม ในหัวข้อนี้ได้เลือกใช้โครงสร้าง Cantilever Beam ในการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยแรงสถิต เนื่องจากขึ้นโมเดลได้ง่ายและมีตัวอย่างเป็นโครงสร้างถึงเก็บน้ำที่มีพฤติกรรมคล้ายกับคานยื่นโดยใช้ถังเก็บน้ำที่ Valdivia Airport ประเทศ Chile จากตัวอย่างที่ 6.2 ในหนังสือ Dynamics of Structure ของ ANI.K. CHOPRA มาสร้างโมเดล 2D

4.2 ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Cantilever Beam เพื่อหาจำนวน Nodes ที่เหมาะสมในการวิจัย

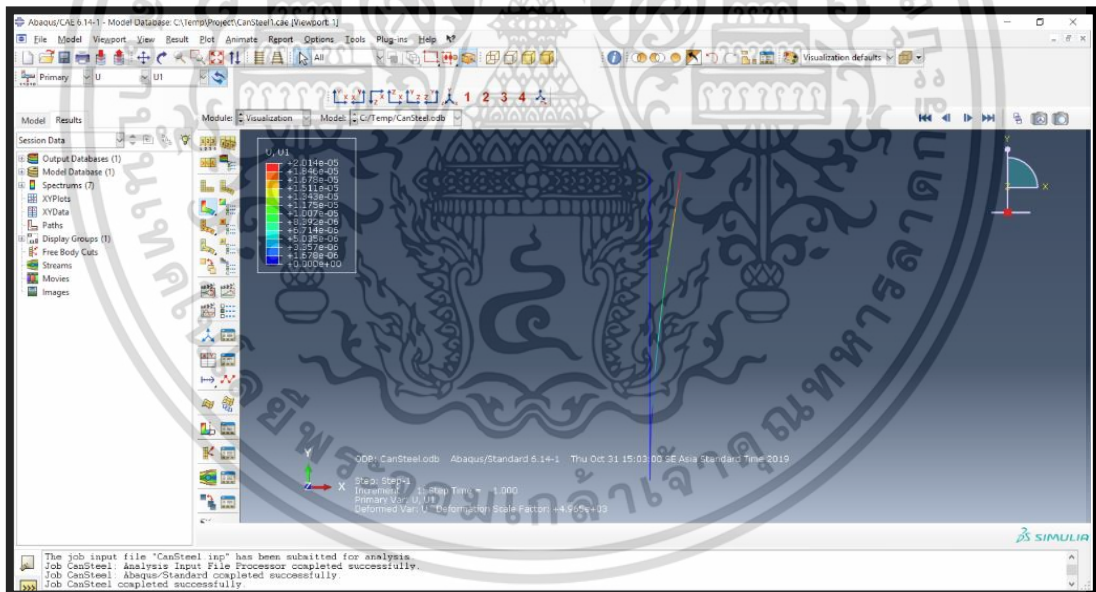
ทำการจำลองโครงสร้างคานยื่นโดยมีซัพพอร์ตเป็นแบบยึดแน่นและได้ใช้แรง 100 นิวตันที่ปลายคานยื่นและนำค่าการเสียรูปจากโปรแกรม Abaqus มาทำการสร้างกราฟและหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเทียบกับทฤษฎีสถิตศาสตร์ในโปรแกรม Excel เพื่อหาจำนวนของการแบ่งส่วนที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการศึกษาแบบจำลองโครงสร้างอื่น ๆ โดยมีค่าคงที่ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองคานยื่น ดังนี้

ตาราง 4.2 ค่าคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สร้างแบบจำลอง Cantilever Beam

Parameters	Values
Density	7850 kg/m ³
Yong Modulus	200 x 10 ⁹ Pa
Cross section	100 cm ²
Poisson's ratio	0.3
Node	10,20,40



รูปที่ 4.2.1 ภาพแบบจำลองคานยื่นที่มีซัพพอร์ตแบบยึดแน่น

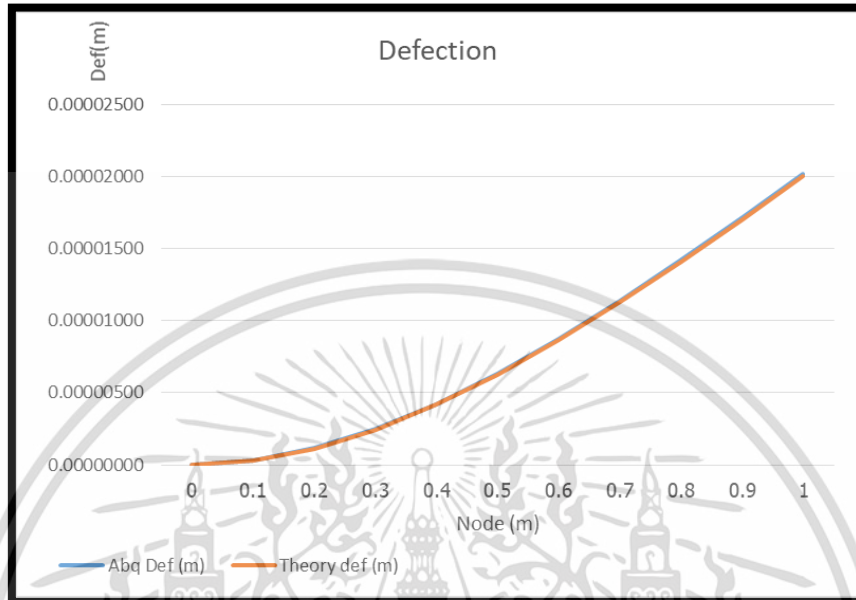


รูปที่ 4.2.2 แสดงพฤติกรรมของแบบจำลองหลังใส่แรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 17 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

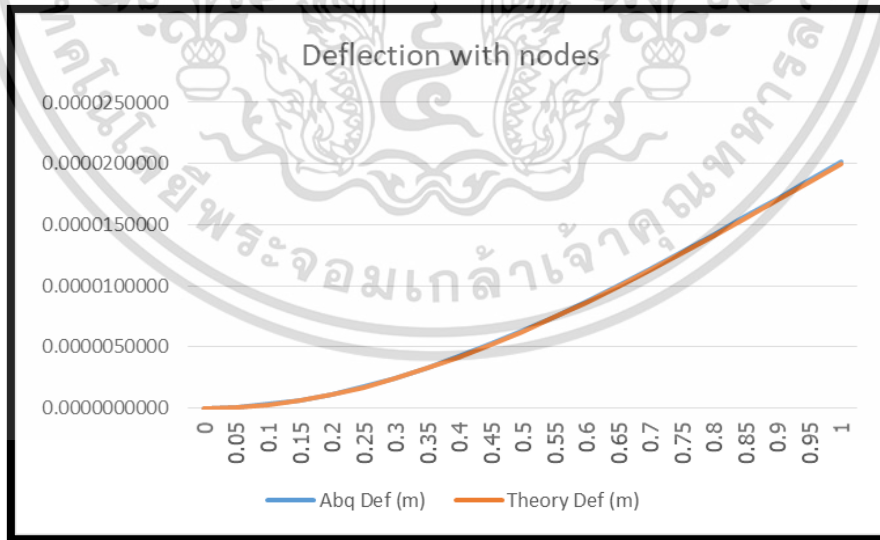
4.2.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาพฤติกรรมของคานยื่นเมื่อเปลี่ยนจำนวน Nodes

1. พฤติกรรมของแบบจำลองเมื่อเลือกแบ่ง 10 nodes



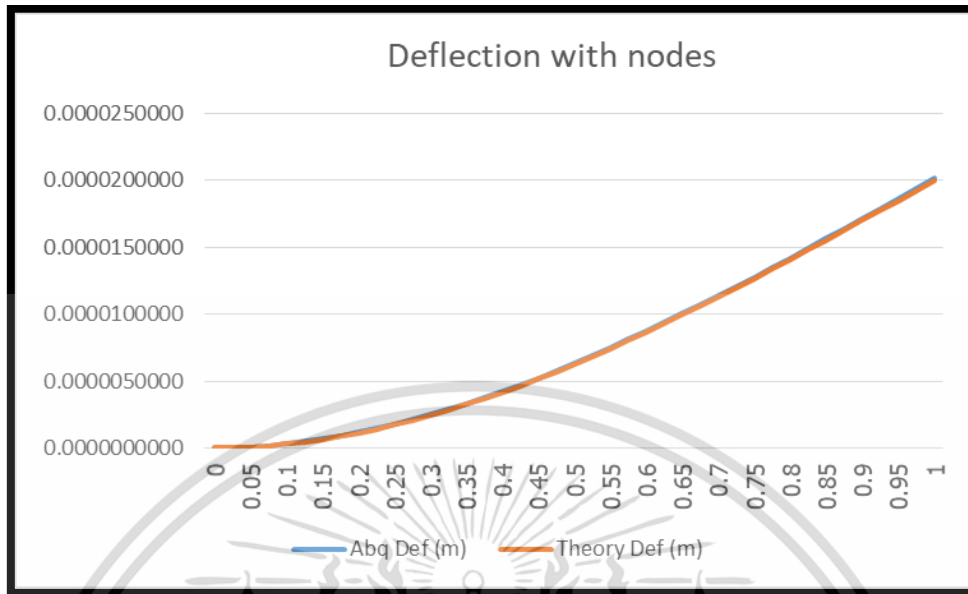
รูปที่ 4.2.3 เปรี่เซ็นต์ความผิดพลาดและกราฟค่าการเสียรูปจากโปรแกรมและทฤษฎี (10 nodes)

2. พฤติกรรมของแบบจำลองเมื่อเลือกแบ่ง 20 nodes

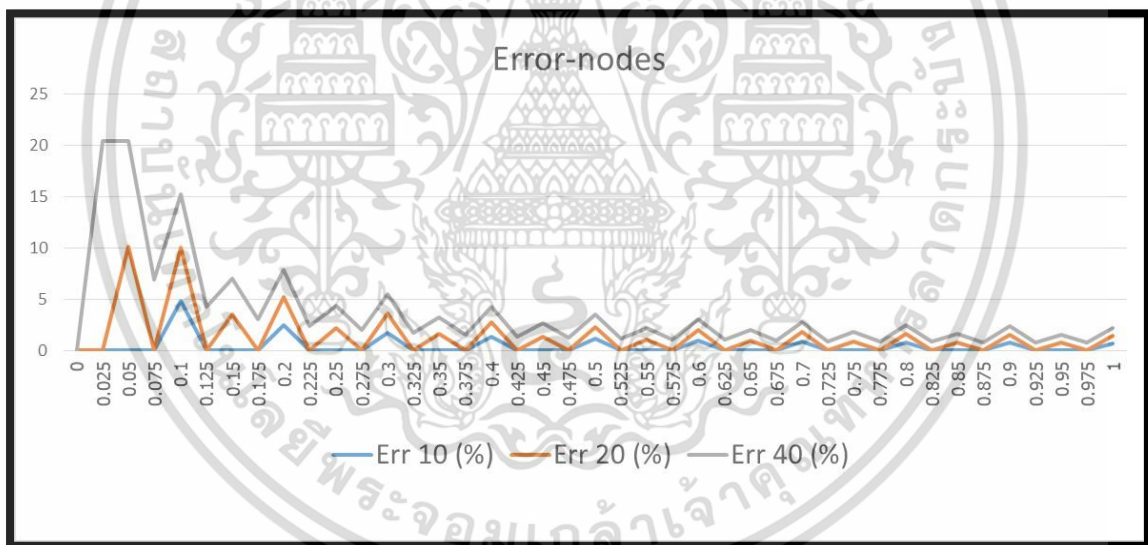


รูปที่ 4.2.4 เปรี่เซ็นต์ความผิดพลาดและกราฟค่าการเสียรูปจากโปรแกรมและทฤษฎี (20nodes)

3. พฤติกรรมของแบบจำลองเมื่อเลือกแบ่ง 40 nodes



รูปที่ 4.2.5 เเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดและกราฟค่าการเสียรูปจากโปรแกรมและทฤษฎี (40nodes)



รูปที่ 4.2.6 เเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดกับโหนดที่แบ่งในคานยัน

ในการศึกษาพฤติกรรมโครงสร้างอย่างง่ายเลือกใช้การแบ่ง 10 nodes เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่น้อยที่สุดจากการทดลองแบ่ง 10, 20, 40 nodes ตามลำดับที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.2.5

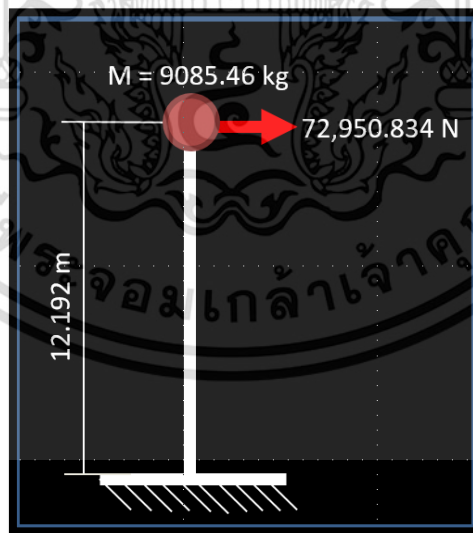
4.3 ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Cantilever Beam จาก Free Vibration Damping

4.3.1 พฤติกรรมของโครงสร้างถังเก็บน้ำที่ Valdivia Airport ประเทศ Chile

ทำการจำลองโครงสร้างจากตัวอย่างที่ถังเก็บน้ำที่ Valdivia Airport ประเทศ Chile จากตัวอย่างที่ 2.6 ในหนังสือ Dynamics of Structure ของ ANI.K. CHOPRA สร้างโมเดลเป็นคานยื่น Cantilever Beam โดยมีซัพพอร์ตเป็นแบบยึดแน่นและได้ใช้แรง 100 นิวตันที่ปลายคานยื่นและทำการนำแรงออก หลังจากนั้นนำค่าการเสียรูปจากโปรแกรม Abaqus มาทำการสร้างกราฟการเสียรูปกับเวลาในโปรแกรม Excel เพื่อเทียบการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมกับทฤษฎี โดยมีค่าคงที่ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง ดังนี้

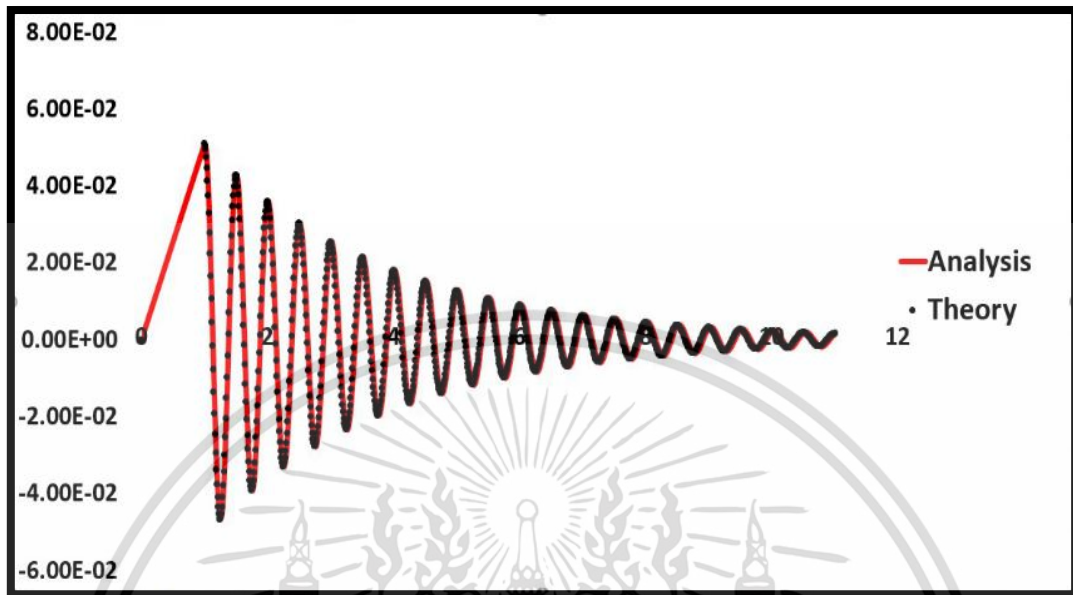
ตาราง 4.3 ค่าคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สร้างแบบจำลอง Tank (Cantilever Beam)

Parameters	Values
Density	7850 kg/m ³
Young Modulus	200 x 10 ⁹ Pa
Cross section	100 cm ²
Poisson's ratio	0.3



รูปที่ 4.3.1 แบบจำลอง RC Tank Example 2.6

4.3.1.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาพฤติกรรมของคานยื่น เมื่อก่ดด้วยแรง 100 นิวตัน ที่ปลายของคานยื่นและนำออก

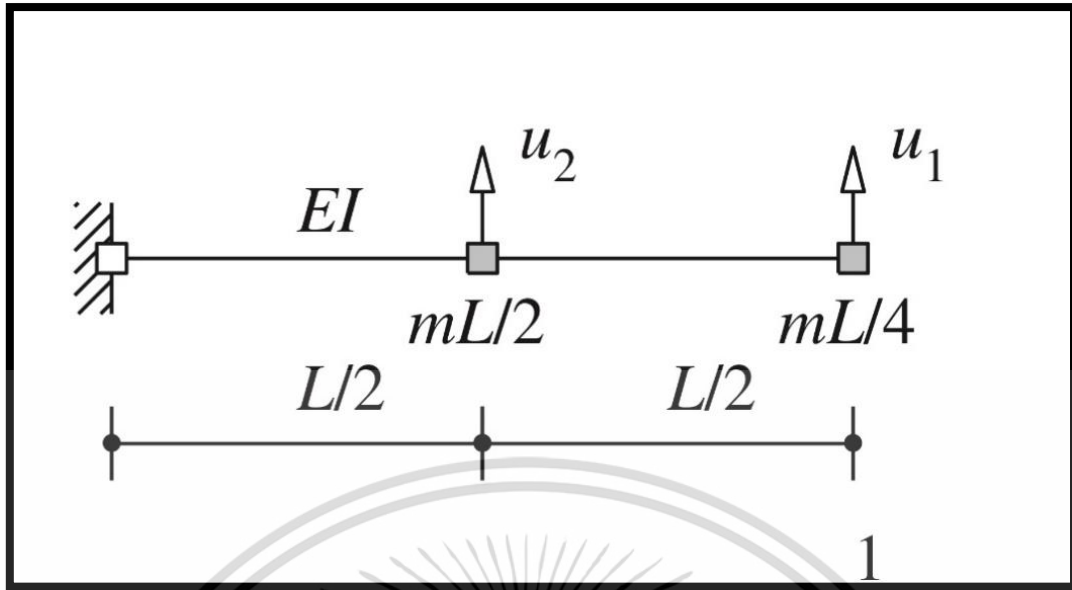


รูปที่ 4.3.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเสียรูปกับเวลา

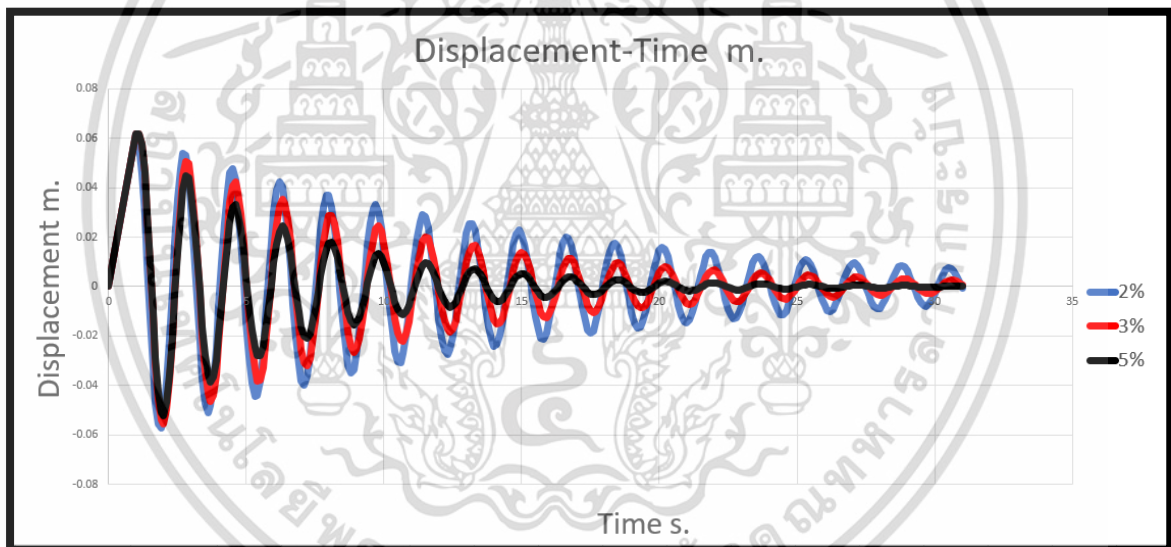
สรุปจากกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยโปรแกรมจะเห็นได้ว่าเมื่อพลอตค่า Displacement ที่ได้จากทฤษฎีและการวิเคราะห์โดยเส้นสีแดงจะเป็นข้อมูลที่ได้ใกล้เคียงกันเป็นการยืนยันว่าเราสามารถนำโปรแกรม Abaqus มาใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

4.3.2 พฤติกรรมของโครงสร้าง Cantilever Beam (Free Vibration Damping)

เพื่อแสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์ของตัวหน่วงมีผลต่อพฤติกรรมโครงสร้าง จึงเลือกโจทย์ Cantilever Beam จากหนังสือของ ANI.K. CHOPRA ในบทที่ 10 ข้อ 10.2 เพื่อดูพฤติกรรมของโครงสร้างว่าการเสียรูปเป็นอย่างไรบ้างและเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์ของตัวหน่วงให้มากขึ้นโดยใช้เป็น 2% 3% และ 5% ตามลำดับ โดยโครงสร้างมีลักษณะดังรูปที่ 4.3.2



รูปที่ 4.3.3 แสดงลักษณะของโครงสร้างคานยื่นที่ใช้ในการสร้างโมเดล



รูปที่ 4.3.4 แสดงพฤติกรรมการเลี้ยวรูปของคานยื่นเมื่อเปลี่ยนค่าตัวหน่วงจากน้อยไปมาก

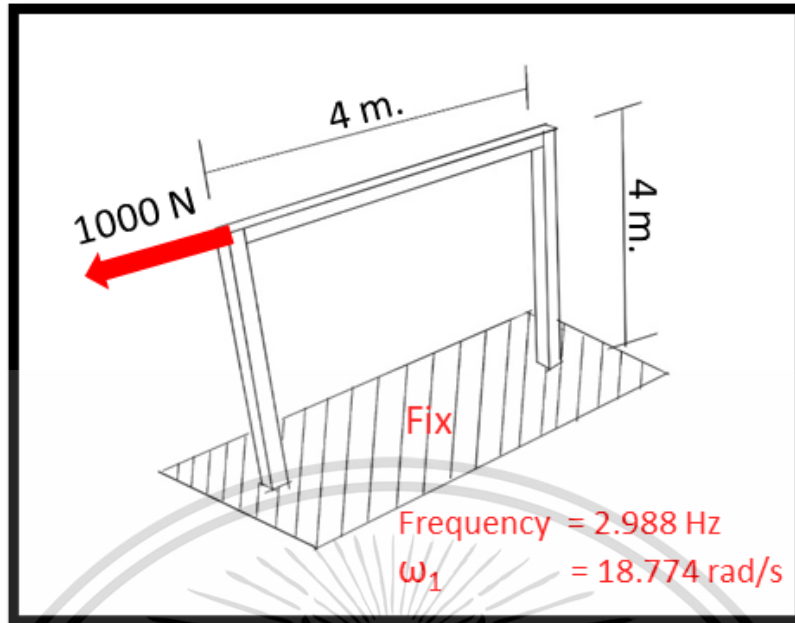
จากกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยโปรแกรมโดยได้ทำการปรับเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์ของตัวหน่วงที่ใช้วิเคราะห์โครงสร้างจะเห็นได้ว่าเมื่อพลอตค่า Displacement - Time ที่ได้เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของตัวหน่วงจะทำให้โครงสร้างที่วิเคราะห์จะหยุดสั่นเร็วขึ้นเนื่องจากเมื่อตัวหน่วงมี % ตัวหน่วงมค่ามากขึ้นโครงสร้างจะสามารถสลายพลังงานที่เกิดจากแผ่นดินไหวได้มากขึ้นด้วย

4.4 ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Portal Frame 3D จาก Free Vibration Damping

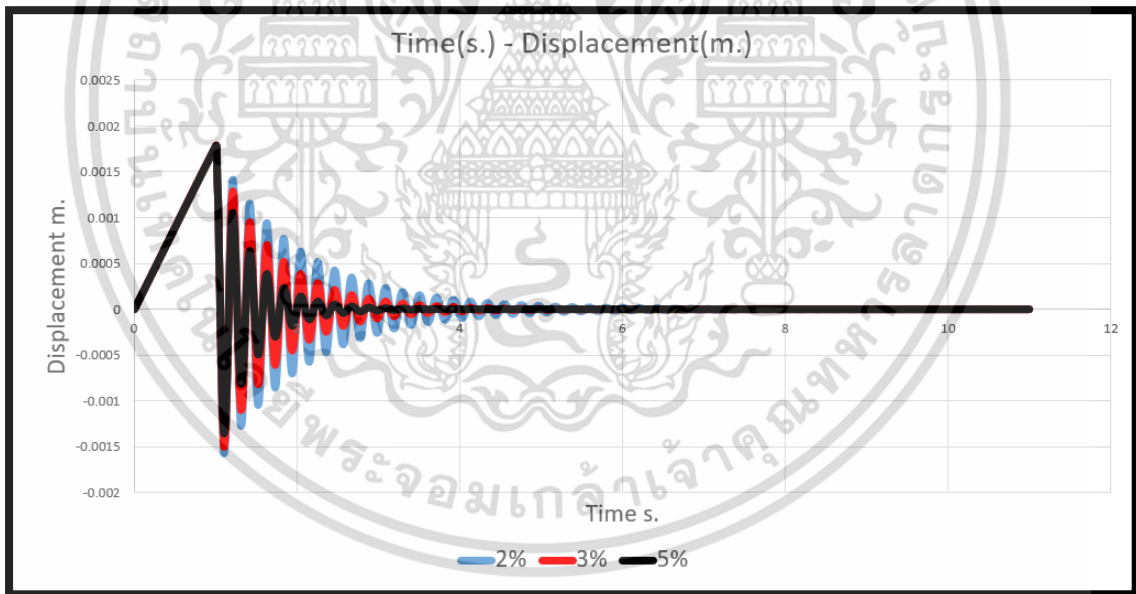
ทำการจำลองโครงสร้างโครงข้อแข็งสร้างเป็น 3D โมเดลโดยได้กำหนดซัพพอร์ตเป็นแบบยึดแน่น และใส่แรงที่ด้านหนึ่งของคานโดยมีทิศทางในแนวแกน Z โดยจะมี 2 โมเดล ที่เป็นแบบ 2 เสา และแบบ 4 เสา โดยในแบบแรกจะใช้แรง Point Load และแบบที่มี 4 เสาจะใช้แรง Uniform Load

ตาราง 4.4-1 ค่าคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สร้างแบบจำลอง Portal Frame 3D แบบ 2 เสา

Parameters(โครงข้อแข็ง)	Values
Density	2400 kg/m ³
Young Modulus	20684000000 Pa
Damping	2% , 3% , 5%
Poisson's ratio	0.3
F1	2.9880 Hz
ω_1	18.774 rad/s
หน้าตัดเสา	0.2 x 0.2 m ²
หน้าตัดคาน	0.2 x 0.2 m ²
ความยาวคาน	4 m.
ความยาวเสา	4 m.
แรง	1000 N.



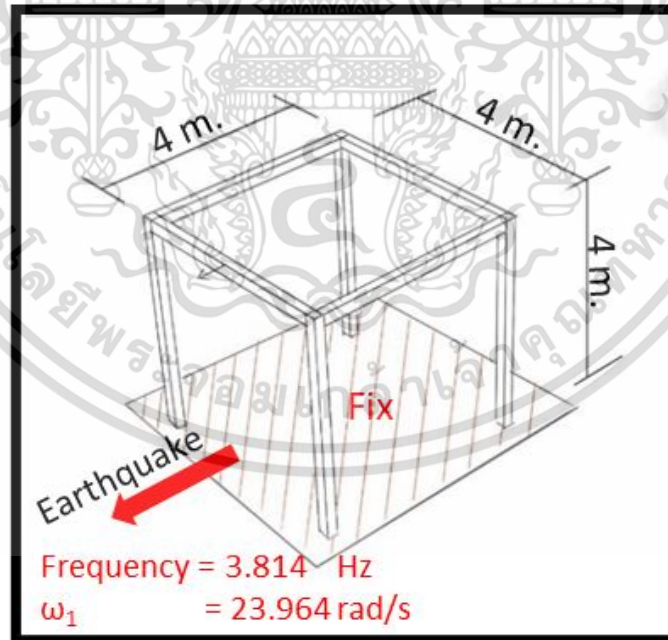
รูปที่ 4.4.1 แบบจำลอง Portal Frame กระทำด้วยแรง Point Load



รูปที่ 4.4.2 พฤติกรรมของโครงข้อแข็งแบบ 2 เสา ที่เปลี่ยนตัวหน่วงเป็น 2%, 3% และ 5%

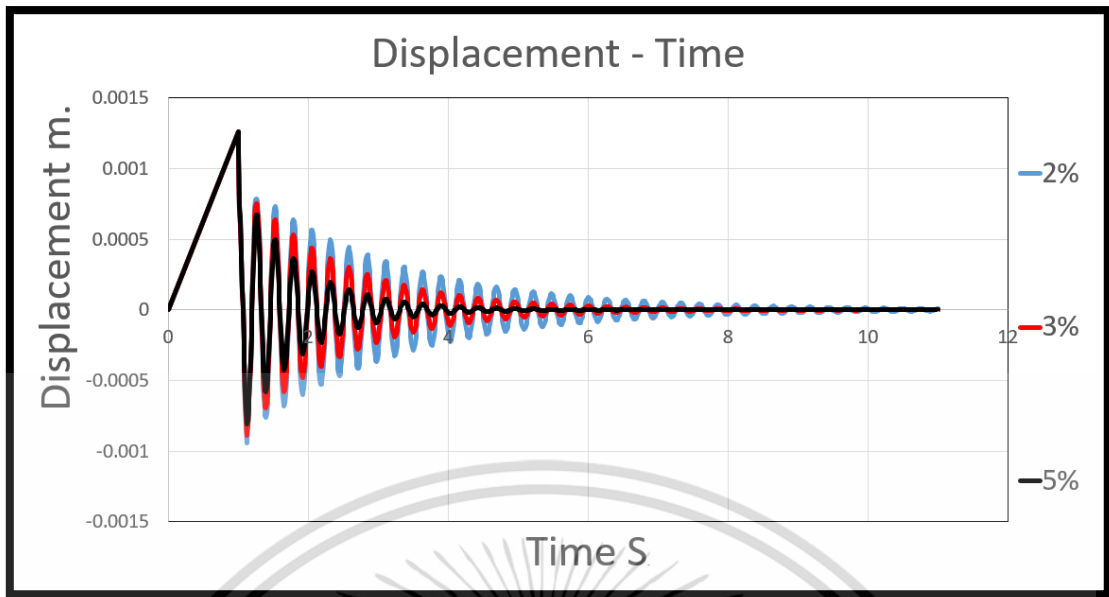
ตาราง 4.4-2 ค่าคงที่ในการสร้างแบบจำลอง Portal Frame 3D แบบ 4 เสา

Parameters	Values
Density	2400 kg/m ³
Young Modulus	20684000000 Pa
Damping	2% , 3% , 5%
Poisson's ratio	0.3
หน้าตัดเสา	0.2 × 0.2 m ²
หน้าตัดคาน	0.2 × 0.2 m ²
ความยาวคาน	4 m.
ความยาวเสา	4 m.
แรง	1000 N.



รูปที่ 4.4.3 แบบจำลอง Portal Frame กระทำด้วยแรง Uniform load

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 25 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.4 พฤติกรรมของโครงสร้างแบบ 4 เสา ที่เปลี่ยนตัวหน่วงเป็น 2% 3% 5%



บทที่ 5

การวิเคราะห์ด้วยแรงพลศาสตร์

5.1 กล่าวนำ

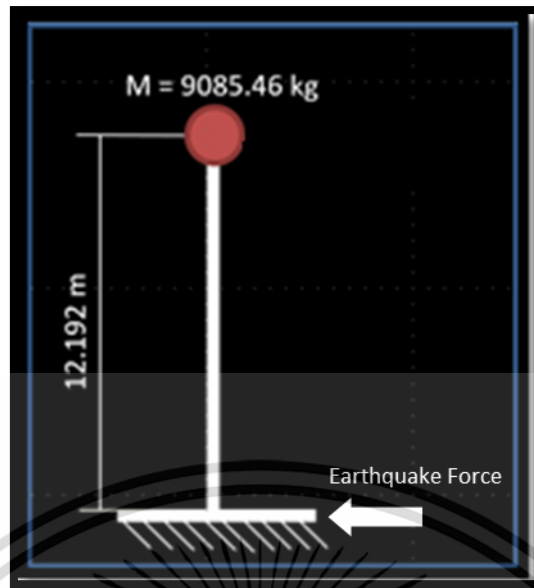
จากบทที่ 4 เราได้ทำการใช้แรงสถิตในการวิเคราะห์โครงสร้างคานยื่น Cantilever Beam ไปแล้ว และในส่วนของบทที่ 5 เราจะทำการนำคลื่นแผ่นดินไหว El Centro และคลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนพะเยา ในวันที่ 5 พ.ค. 2557 ที่ได้เกิดแผ่นดินไหวขนาด 6.3 Magnitude ที่อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ที่ได้จากข้อมูลของทางกรมอุตุนิยมวิทยา มากระทำกับโครงสร้าง คานยื่น Cantilever Beam , โครงสร้างโครงข้อแข็ง Portal Frame ทั้งแบบ 2D และ 3D และหลังจากได้ทำการวิเคราะห์โครงสร้างอย่างง่ายไปแล้วเราจะเริ่มนำโครงสร้างบ้านคอนกรีตที่อยู่บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหววันที่ 5 พ.ค. 2557 ขนาด 6.3 Magnitude ที่อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย นำมาขึ้นโมเดล 3D และใช้คลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนพะเยาในการวิเคราะห์หา Displacement ของโครงสร้างเพื่อที่ว่าในอนาคตจะจะสามารถเสริมความแข็งแรงในจุด ๆ นั้นต่อไป

5.2 ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Cantilever Beam ด้วยคลื่นแผ่นดินไหว

โดยที่เราใช้ถึงเก็บน้ำที่ Valdivia Airport ประเทศ Chile จากตัวอย่างที่ 2.6 ในหนังสือ Dynamics of Structure ของ ANI.K. CHOPRA นำมาสร้างเป็นโมเดลเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างด้วยคลื่นแผ่นดินไหว El Centro และคลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนพะเยาเพียงอย่างเดียวไม่มีแรงสถิตมากระทำ

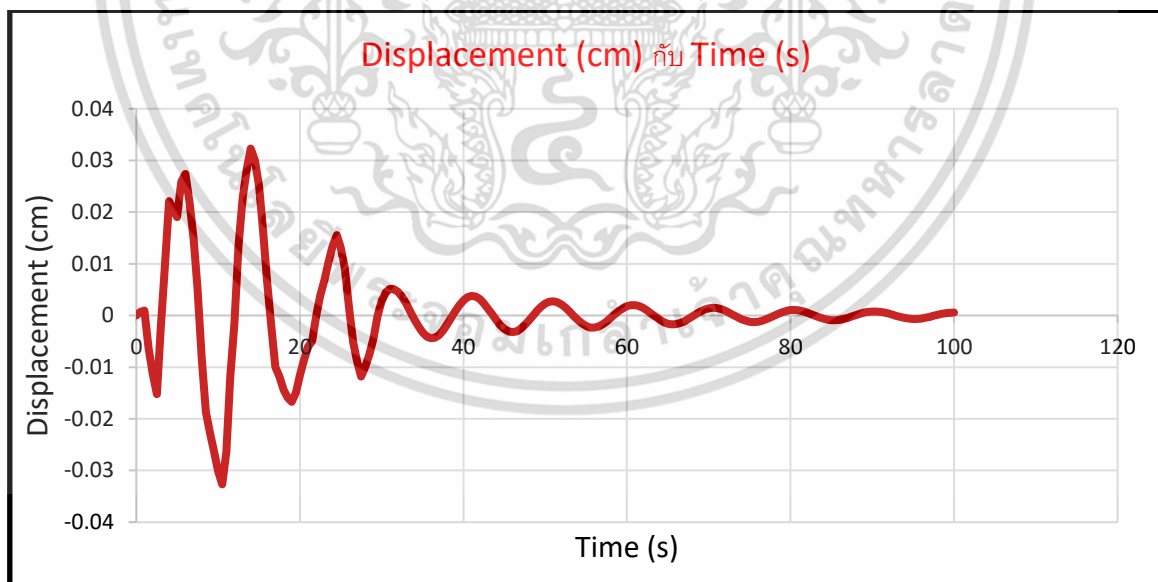
ตาราง 5.2 ค่าคงที่และชื่อของคลื่นแผ่นดินไหวในการวิเคราะห์โครงสร้าง Cantilever

Parameters	Values
Density	7850 kg/m ³
Young Modulus	200 x 10 ⁹ Pa
Cross section	10 x 10 cm ²
Poisson's ratio	0.3
Damping	2.76 %
Earthquake	El Centro และ รอยเลื่อนพะเยา

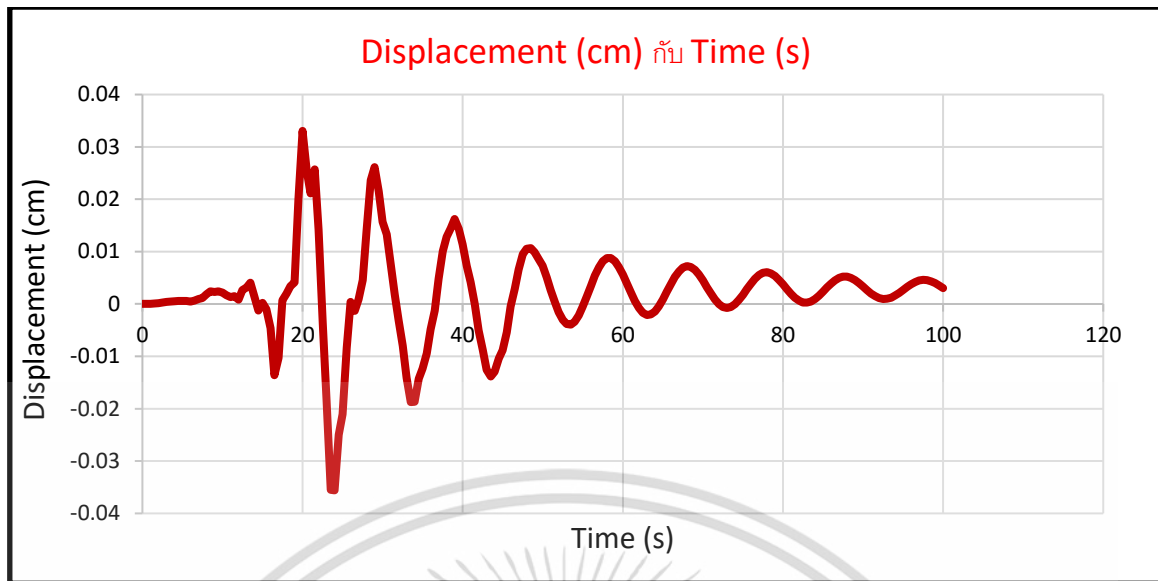


รูปที่ 5.2.1 แบบจำลองของถังเก็บน้ำและคลื่นแผ่นดินไหว

หลังจากที่เรา นำโครงสร้างถังเก็บน้ำที่เรา นำมาเปลี่ยนเป็นโมเดลมากระทำด้วยคลื่นแผ่นดินไหว El Centro และ คลื่นแผ่นดินไหว Phayao แล้วจะได้กราฟของ Displacement ที่ปลายของคานยื่นดังในรูปที่ 5.2.2 และรูปที่ 5.2.3 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่า Displacement ที่เกิดขึ้นจากแผ่นดินไหวมีค่าไม่คงที่ และนี่คือขั้นแรกในการศึกษาโครงสร้างที่ถูกกระทำด้วยคลื่นแผ่นดินไหว



รูปที่ 5.2.2 กราฟแสดง Displacement ที่ปลายของโครงสร้างคานยื่นกับเวลา
เมื่อถูกกระทำด้วยคลื่นแผ่นดินไหว El Centro



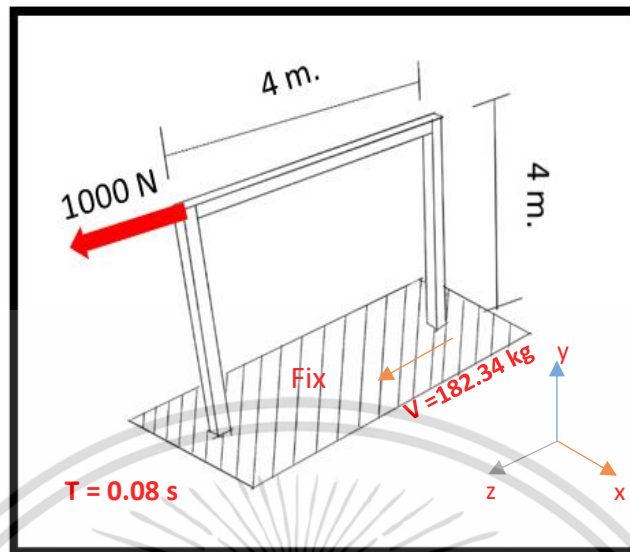
รูปที่ 5.2.3 กราฟแสดง Displacement ที่ปลายของโครงสร้างคานยื่นกับเวลา
เมื่อถูกกระทำด้วยคลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อน Phayao

5.3 ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Portal Frame 3D ด้วยคลื่นแผ่นดินไหว

สำหรับโครงสร้างแบบ 2 เสา เราได้ใช้วิธี Equivalent Static Force และวิธี Respond Spectrum โดยใช้คลื่นแผ่นดินไหว El Centro และคลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนพะเยา อำเภอพาน จังหวัดเชียงรายในการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบ Displacement ในแต่ละวิธีที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง 3D ที่ได้สร้างโมเดลขึ้นมา ดังแสดงในรูปที่ 5.3.1

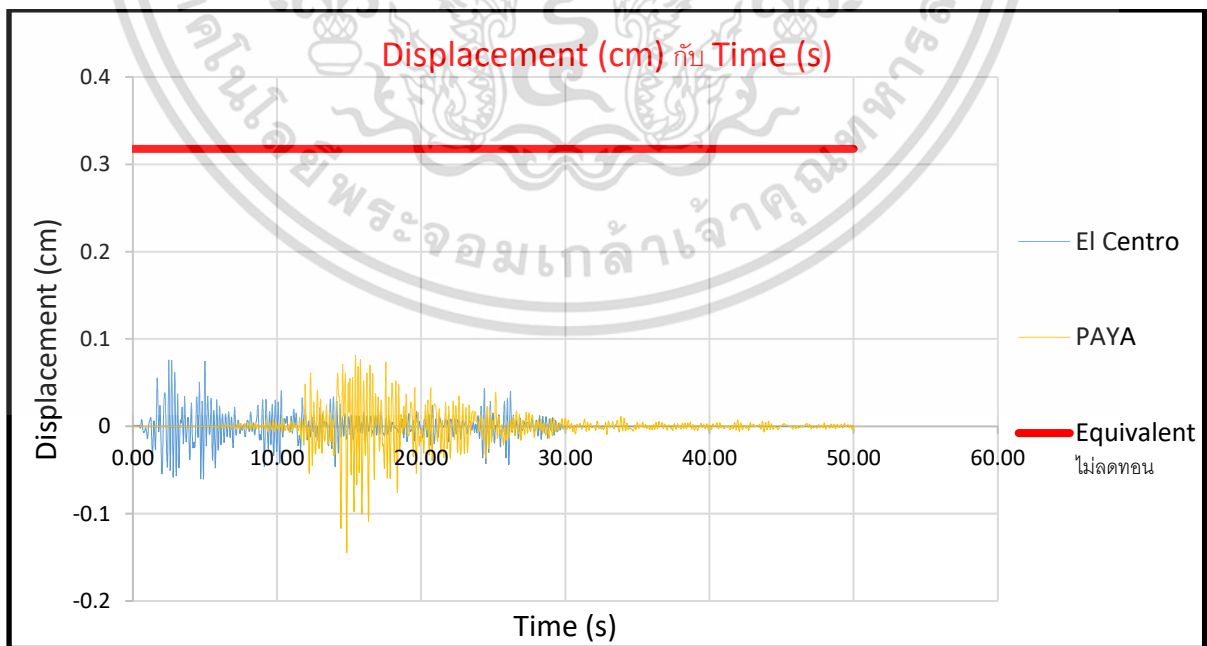
ตาราง 5.3-1 ค่าคงที่และชื่อของคลื่นแผ่นดินไหวในการวิเคราะห์ Portal Frame 3D

Parameters	Values
Density	2400 kg/m ³
Young Modulus	20684000000 Pa
Damping	2 %
Poisson's ratio	0.3
Earthquake	El Centro และ รอยเลื่อนพะเยา
หน้าตัดเสา	0.2 × 0.2 m ²
หน้าตัดคาน	0.2 × 0.2 m ²
ความยาวคานและเสา	4 m.



รูปที่ 5.3.1 แบบจำลองโครงข้อแข็ง 3D แบบ 2 เสา และคลื่นแผ่นดินไหว

ซึ่งจะได้กราฟ Displacement ของแบบจำลองโครงข้อแข็ง ดังแสดงในรูปที่ 5.3.2 โดยจะแสดงให้เห็นว่าวิธี Equivalent Static Force ได้ค่า Displacement ที่สูงกว่าอย่างมากเมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ด้วยคลื่นแผ่นดินไหว เนื่องจากวิธีดังกล่าวไม่ทราบ ช่วงของ Time History และเพื่อค่าค่อนข้างมาก ซึ่งหากนำไปใช้ในการออกแบบจริง ๆ จะต้องใช้วัสดุที่มีขนาดใหญ่กว่าและทำให้สิ้นเปลืองกว่าอย่างมาก

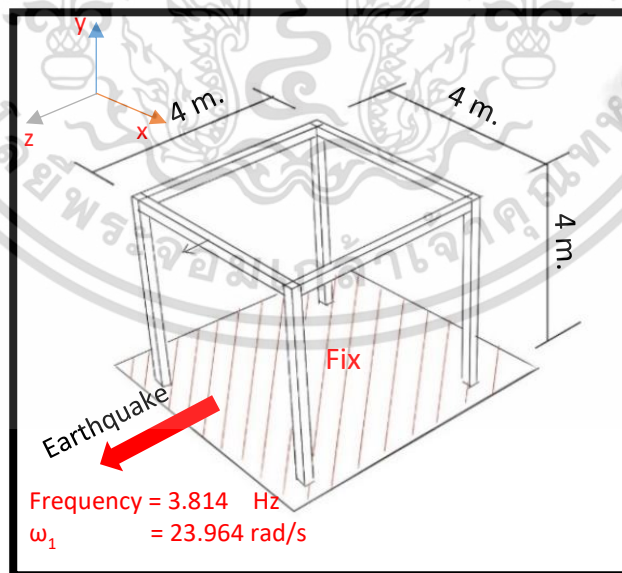


รูปที่ 5.3.2 กราฟแสดง Displacement ที่เกิดขึ้นตรงมุมของโครงข้อแข็งแบบ 2 เสา กับเวลา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 30 ังอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโครงข้อแข็งแบบ 4 เสา เนื่องจากเราทราบแล้วว่าวิธี Equivalent Static Force ให้ค่ามาก และไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการออกแบบ เราจึงเลือกใช้วิธี Respond Spectrum โดยใช้คลื่นแผ่นดินไหว El Centro และคลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนพะเยาอำเภอบ้านฝาง จังหวัดเชียงรายในการวิเคราะห์เพื่อหา Displacement ที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง 3D ที่ได้สร้างโมเดลขึ้นมาเท่านั้นดังรูปที่ 5.3.3

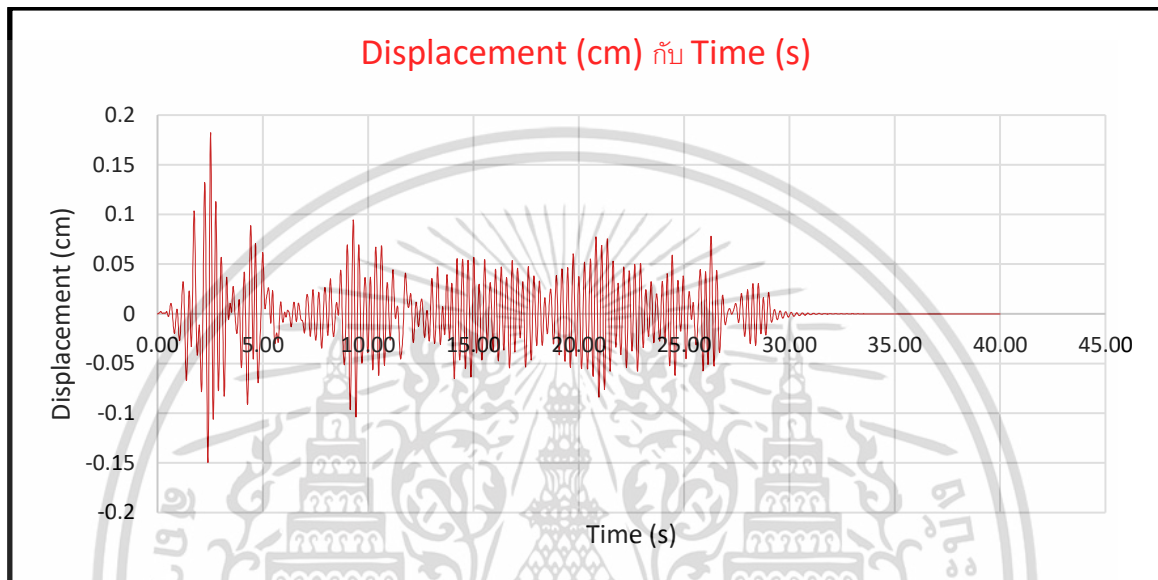
ตาราง 5.3-2 ค่าคงที่และชื่อของคลื่นแผ่นดินไหวในการวิเคราะห์ Portal Frame 3D

Parameters	Values
Density	2400 kg/m ³
Young Modulus	20684000000 Pa
Damping	2 %
Poisson's ratio	0.3
Earthquake	El Centro และ รอยเลื่อนพะเยา
หน้าตัดเสา	0.2 × 0.2 m ²
หน้าตัดคาน	0.2 × 0.2 m ²
ความยาวคาน	4 m.
ความยาวเสา	4 m.

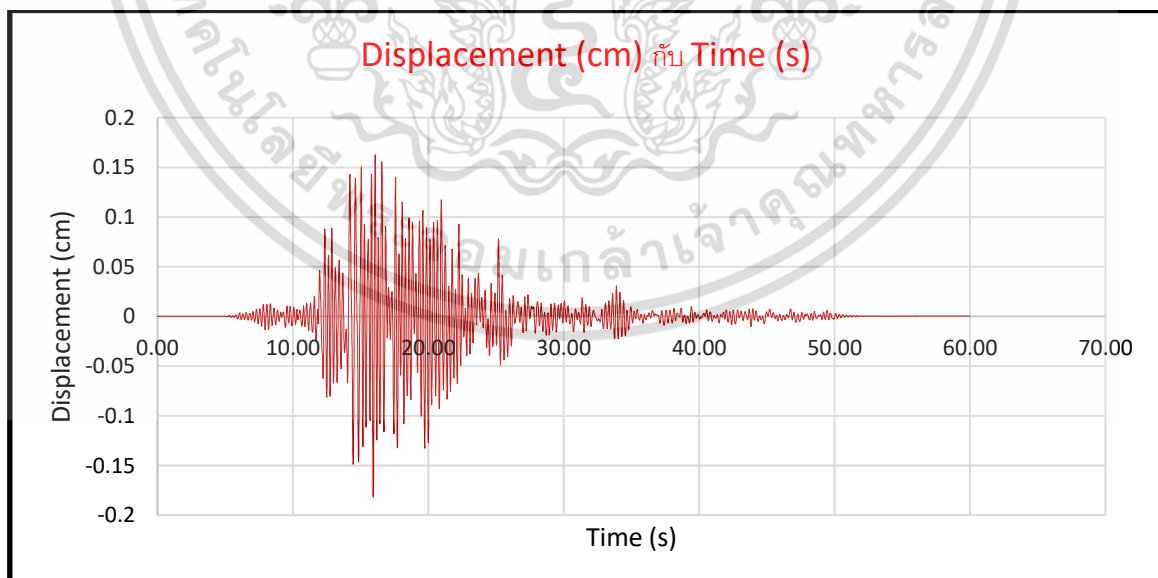


รูปที่ 5.3.3 แบบจำลองโครงข้อแข็ง 3D แบบ 4 เสา และคลื่นแผ่นดินไหว

หลังจากที่นำคลื่นแผ่นดินไหวมากระทำกับโครงข้อแข็งจะได้กราฟ Displacement และลักษณะของแบบจำลองโครงข้อแข็งเนื่องจากคลื่นแผ่นดินไหว El Centro และคลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนพะเยา ดังแสดงในรูปที่ 5.3.4 และ 5.3.5 ตามลำดับ จะแสดงให้เห็นถึงจุดที่มี Displacement มากที่สุดของโครงสร้างและในแต่ละช่วงเวลาที่เกิดแผ่นดินไหวจะมีความเสียหายที่ไม่เท่ากันทำให้เราจำเป็นที่ต้องเลือกจุดที่คิดว่า การติดตั้งตัวหน่วงแล้วเหมาะสมที่สุดในโครงสร้างเพื่อเพิ่มความแข็งแรง



รูปที่ 5.3.4 กราฟแสดง Displacement ที่เกิดขึ้นตรงมุมของโครงข้อแข็งแบบ 4 เสา กับเวลา เมื่อถูกกระทำด้วยคลื่นแผ่นดินไหว El Centro



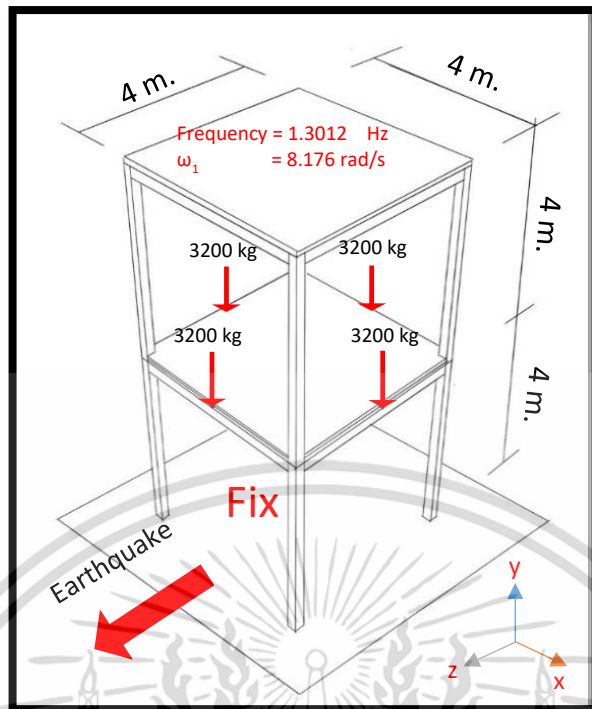
รูปที่ 5.3.5 กราฟแสดง Displacement ที่เกิดขึ้นตรงมุมของโครงข้อแข็ง 4 เสา กับเวลา เมื่อถูกกระทำด้วยคลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อน Phayao

5.4 ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Portal Frame 3D แบบ 2 ชั้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหว

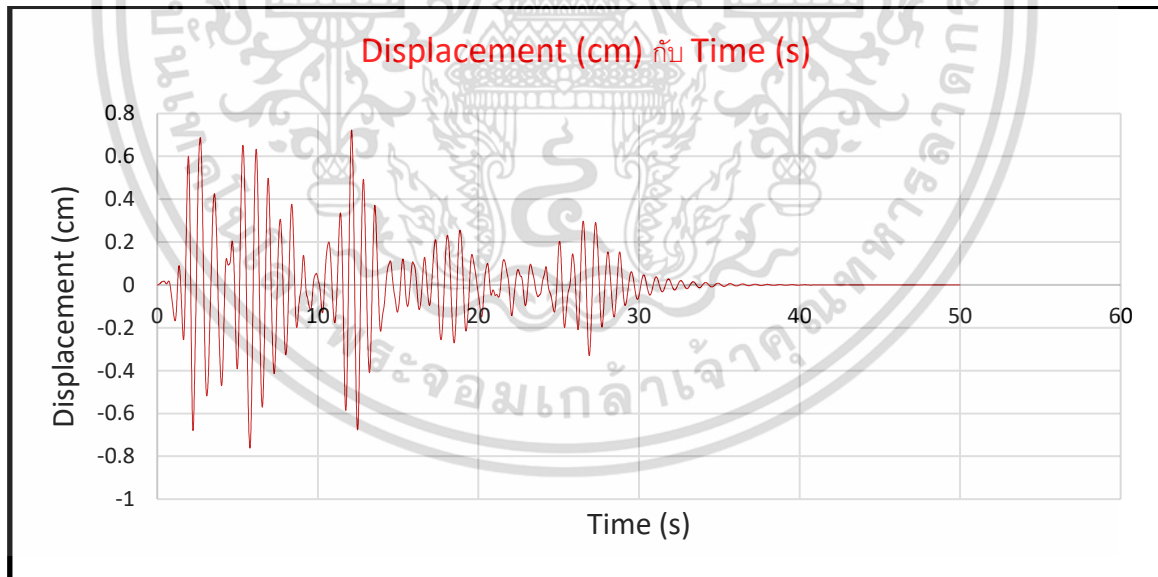
สำหรับโครงข้อแข็งแบบ 2 ชั้น เราได้ใช้คลื่นแผ่นดินไหวทั้ง El Centro และคลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนพะเยาอำเภอกพาน จังหวัดเชียงรายในการวิเคราะห์เพื่อหา Displacement ที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง 3D ที่ได้สร้างโมเดลขึ้นมาดังรูปที่ 5.4.1 และได้กราฟ Displacement และลักษณะของแบบจำลองโครงข้อแข็งของคลื่นแผ่นดินไหว El Centro และคลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนพะเยา ดังแสดงในรูปที่ 5.4.2 และ 5.4.3 ตามลำดับ

ตาราง 5.4.1 ค่าคงที่และชื่อของคลื่นแผ่นดินไหวในการวิเคราะห์ Portal Frame 3D แบบ 2 ชั้น

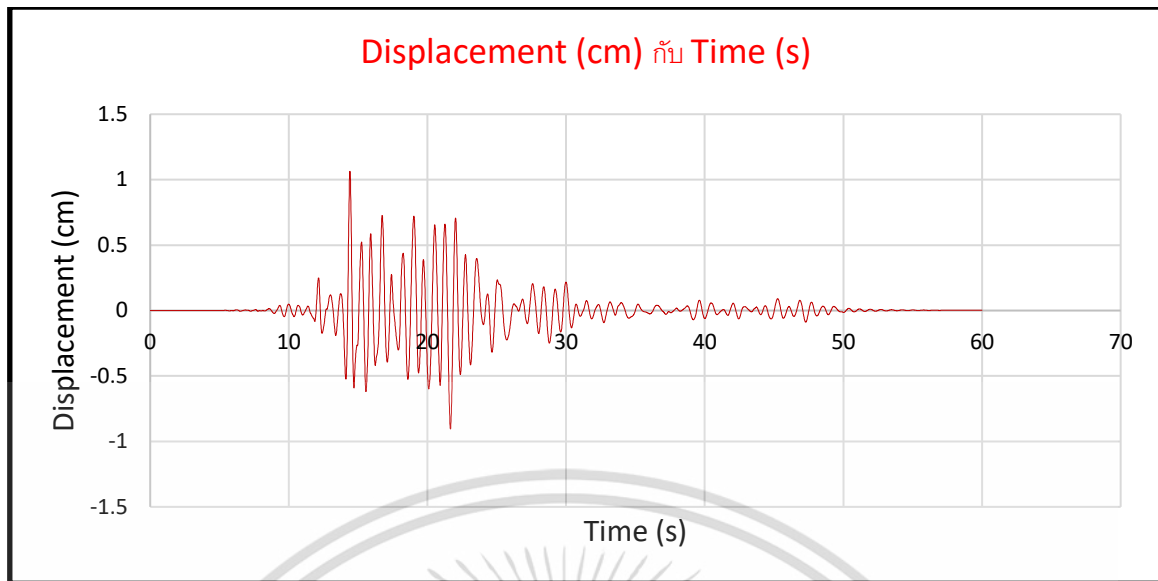
Parameters	Values
Density	2400 kg/m ³
Young Modulus	20684000000 Pa
Damping	2 %
Poisson's ratio	0.3
Earthquake	El Centro และ รอยเลื่อนพะเยา
หน้าตัดเสา	0.2 × 0.2 m ²
หน้าตัดคาน	0.2 × 0.2 m ²
ความยาวคาน	4 m.
ความยาวเสา	4 m.



รูปที่ 5.4.1 แบบจำลองโครงข้อแข็ง 3D แบบ 2 ชั้น และคลื่นแผ่นดินไหว



รูปที่ 5.4.2 กราฟแสดง Displacement ที่เกิดขึ้นตรงมุมของโครงข้อแข็งแบบ 2 ชั้นกับเวลา
 เมื่อถูกกระทำด้วยคลื่นแผ่นดินไหว El Centro



รูปที่ 5.4.3 กราฟแสดง Displacement ที่เกิดขึ้นตรงมุมของโครงข้อแข็งแบบ 2 ชั้นกับเวลา เมื่อถูกกระทำด้วยคลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อน Phayao

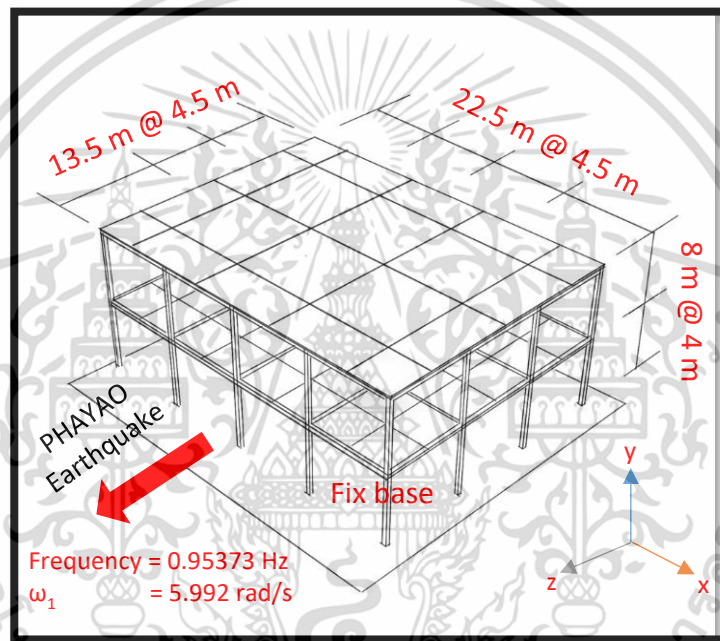
5.5 ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้างประเภทบ้านคอนกรีตด้วยคลื่นแผ่นดินไหว

ในหัวข้อนี้เราจะทำการวิเคราะห์โครงสร้างประเภทบ้านโดยสร้างโมเดลมาจากบ้านคอนกรีตที่ถอดแบบมาให้มีความคล้ายกับบ้านในบริเวณพื้นที่รอยเลื่อนพะเยา อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย เพื่อให้มีความใกล้เคียงกับพื้นที่จริงมากที่สุด โดยจะเริ่มจากการนำโครงสร้างโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กมาเสริมด้วย พื้นคอนกรีต กำแพง และหลังคาตามลำดับ โดยเราจะทำการสมมติว่าบ้านที่เราสร้างโมเดลขึ้นมา นั้นมีน้ำหนักหรือมวลเท่ากับบ้านจริง ๆ ดังนั้น Displacement ที่เกิดขึ้นจึงน่าจะมีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริง

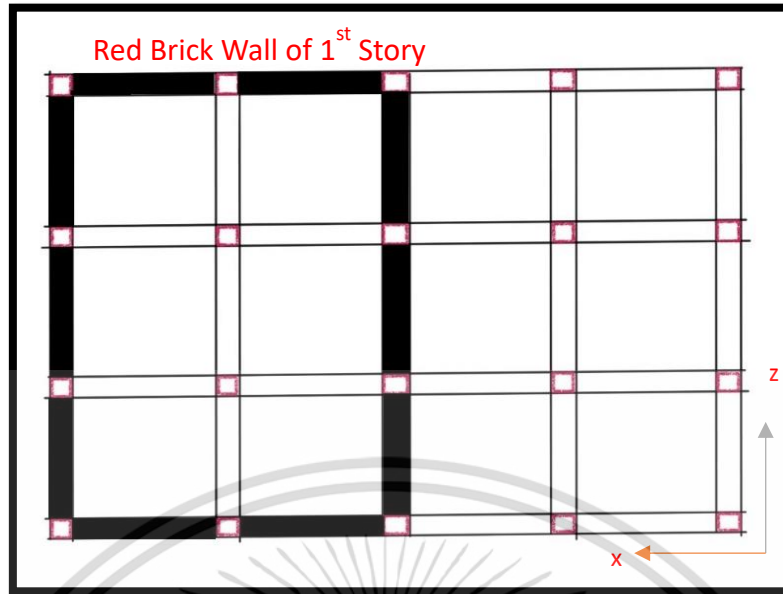
ตาราง 5.5-1 แสดงถึงค่าคงที่และขนาดของโครงสร้างประเภทบ้านที่ได้ทำการโมเดลขึ้นมา

Parameters	Values
Density	2400 kg/m ³
Young Modulus	20684000000 Pa
Poisson's ratio	0.3
Earthquake	รอยเลื่อน พะเยา
หน้าตัดเสาชั้น 1,2	0.2 × 0.2 m ²

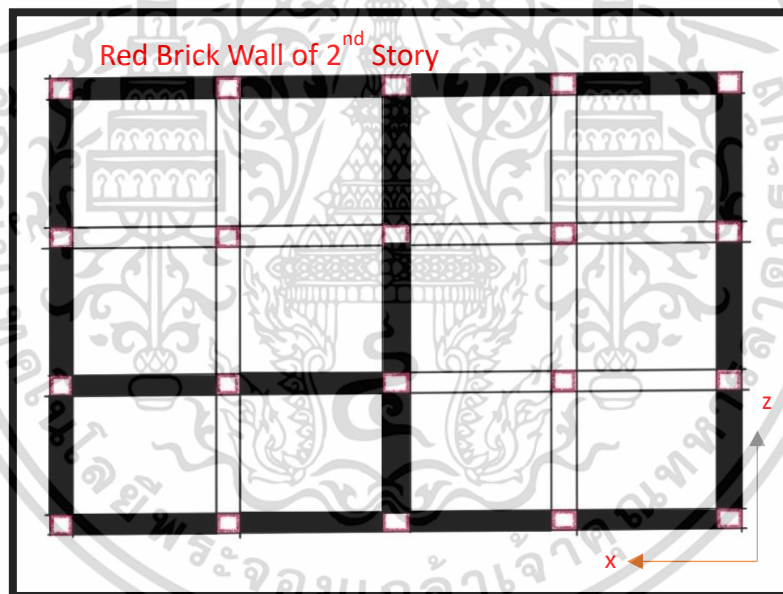
หน้าตัดคาน	0.2 × 0.2 m ²
ความยาวคาน	4.5 m.
ความยาวเสาชั้น 1,2	4 m.
พื้นหนา	15 cm.
Yield Strength	18 MPa.



รูปที่ 5.5.1 แบบจำลองโครงสร้างบ้าน 3D แบบ 2 ชั้น และคลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนพะเยา

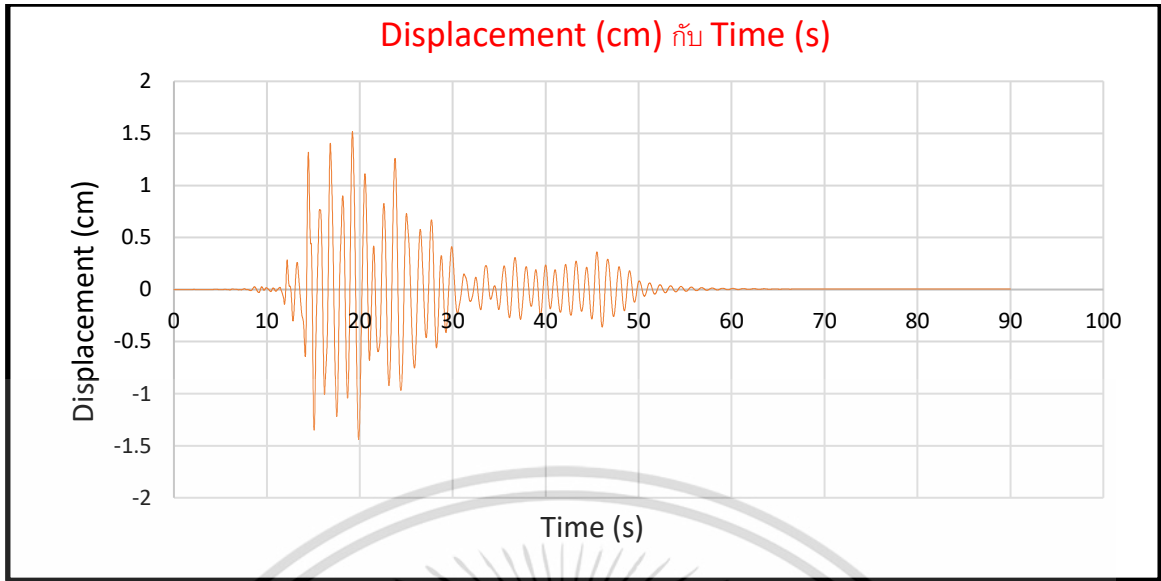


รูปที่ 5.5.2 แปลนบ้านชั้นที่ 1 ที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้าง



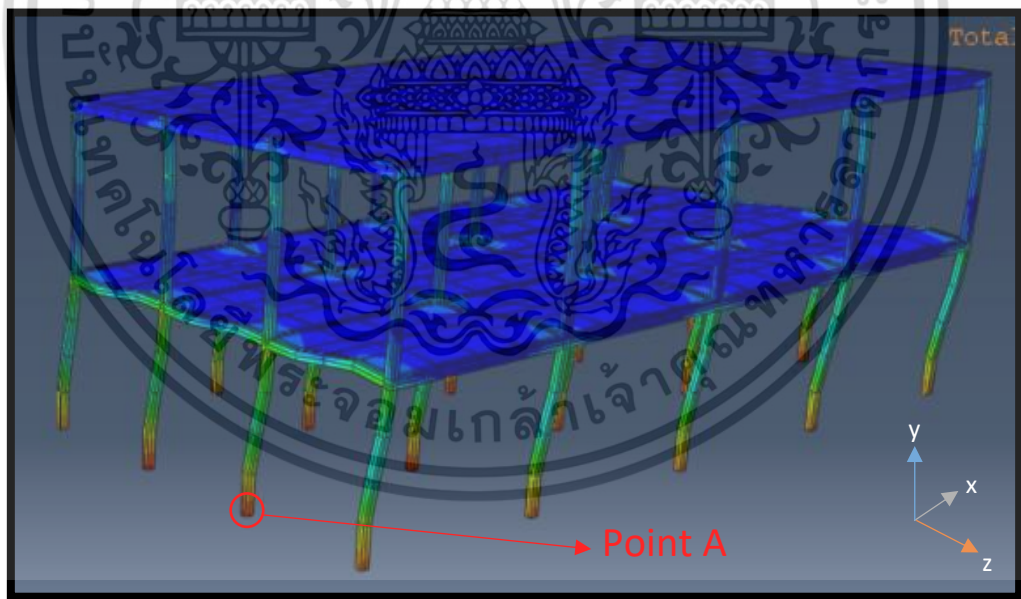
รูปที่ 5.5.3 แปลนบ้านชั้นที่ 2 ที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ 37 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5.4 กราฟ Displacement แปลนบ้านชั้นที่ 2 ที่วิเคราะห์ด้วยคลื่นพะเยา

เมื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้างบ้านด้วยคลื่นแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนพะเยาจะเห็นได้ว่าค่า Displacement สูงสุดอยู่ที่ 1.5 cm ซึ่งมีความมากกว่าโครงสร้างอื่นแต่ก็ไม่ได้สูงจนเกินไปเนื่องจากมีเสาหลายต้นที่เข้ามาทำหน้าที่ถ่ายแรงแผ่นดินไหวลงสู่พื้นดิน

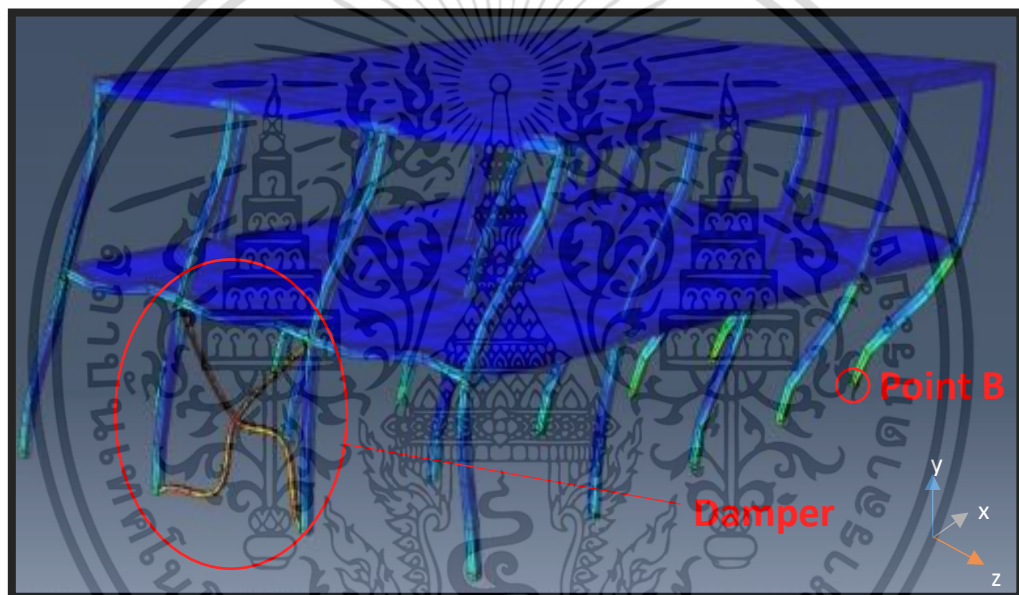


รูปที่ 5.5.5 ภาพแสดงคอนทัวร์ของ Mises Stress ที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง

หลังจากนั้นเราได้ทำการพิจารณาหาค่า Stress จากโครงสร้าง ซึ่ง Stress ที่เราใช้ในการวิเคราะห์ เป็นรูปแบบของ Mises Stress ที่โปรแกรมวิเคราะห์ห่อออกมาได้ เพื่อนำค่า Mises Stress ที่ได้นั้นมาทำการ พิจารณาติดตั้ง Damper เพื่อให้โครงสร้างมีความปลอดภัยต่อแผ่นดินไหวมากขึ้น

จากรูปที่ 5.5.5 ตรงจุด A เป็นจุดที่มี Mises Stress สูงสุดที่โครงสร้างมีค่าเท่ากับ 3 MPa ซึ่งมีค่าน้อยกว่า Yield Strength ที่มีค่า 17 MPa แสดงว่าโครงสร้างบ้านหลังนี้ปลอดภัยเมื่อถูกกระทำด้วยคลื่นแผ่นดินไหวพะเยา หลังจากนั้นเราจะทำการเพิ่มความแข็งแรงให้โครงสร้างบ้านหลังนี้โดยการติดตั้ง Damper ที่บริเวณต่างๆ

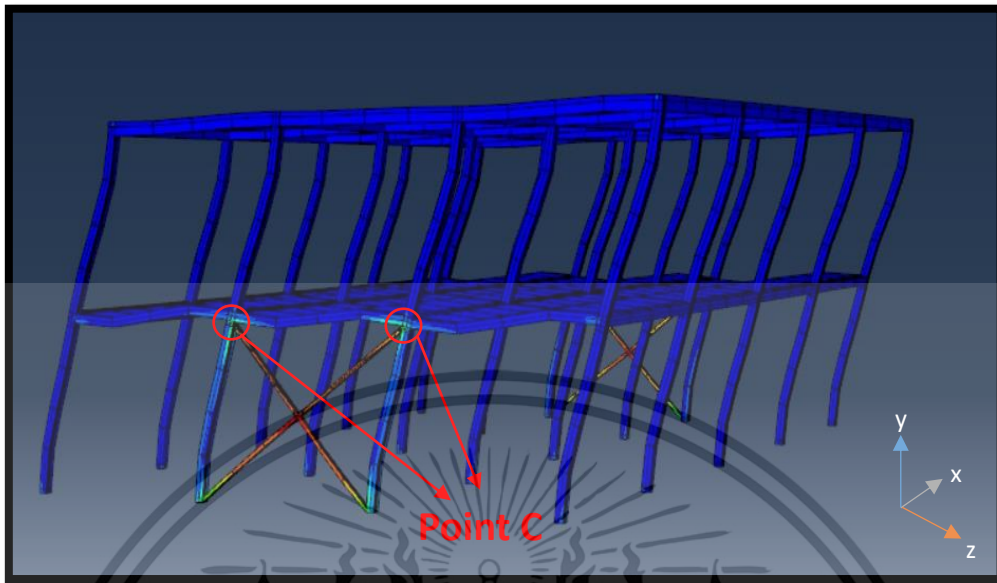
5.5.1 ติดตั้ง Damper บริเวณ Middle Span ของโครงสร้าง



รูปที่ 5.5.6 ติดตั้ง Damper 1 ตัว และคอนทัวร์ของ Mises Stress ที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง

ติดตั้ง Damper บริเวณชั้นล่างของโครงสร้างดังรูปที่ 5.5.6 โดย Damper ที่นำมาทดลองติดตั้งในโปรแกรม เป็นแท่งเหล็กตันหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 0.1 X 0.1 m² ผลที่เกิดขึ้นพบว่า มีค่า Mises Stress สูงสุดเกิดขึ้นตรงจุด B ของโครงสร้างมีค่า 4.3 MPa เราจึงทำการติดตั้ง Damper ที่บริเวณจุดนั้นเพิ่ม

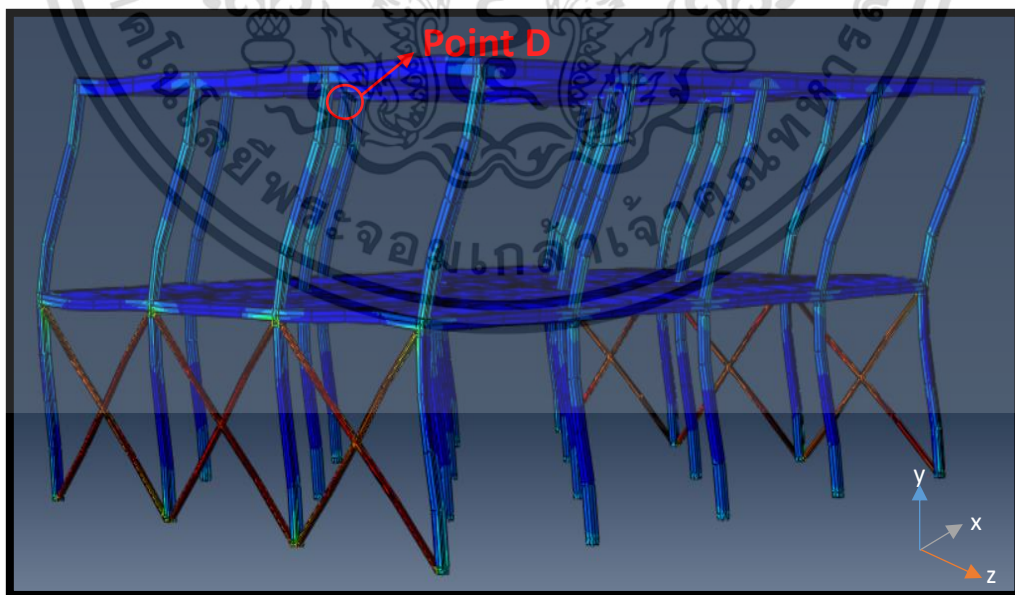
5.5.2 ติดตั้ง Damper บริเวณ Middle Span ทั้ง 2 ด้านของโครงสร้าง



รูปที่ 5.5.7 ติดตั้ง Damper 2 ตัว และคอนทอร์ของ Mises Stress ที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง

ติดตั้ง Damper เพิ่มเติมของโครงสร้างดังรูปที่ 5.5.7 ผลที่เกิดขึ้นพบว่า มีค่า Mises Stress สูงสุด เกิดขึ้นตรงจุด C ของโครงสร้างมีค่า 3.7 MPa เราจึงทำการติด Damper ที่บริเวณจุดนั้นเพิ่ม

5.5.3 ติดตั้ง Damper ทั้ง 3 Span ทั้ง 2 ด้านของโครงสร้าง

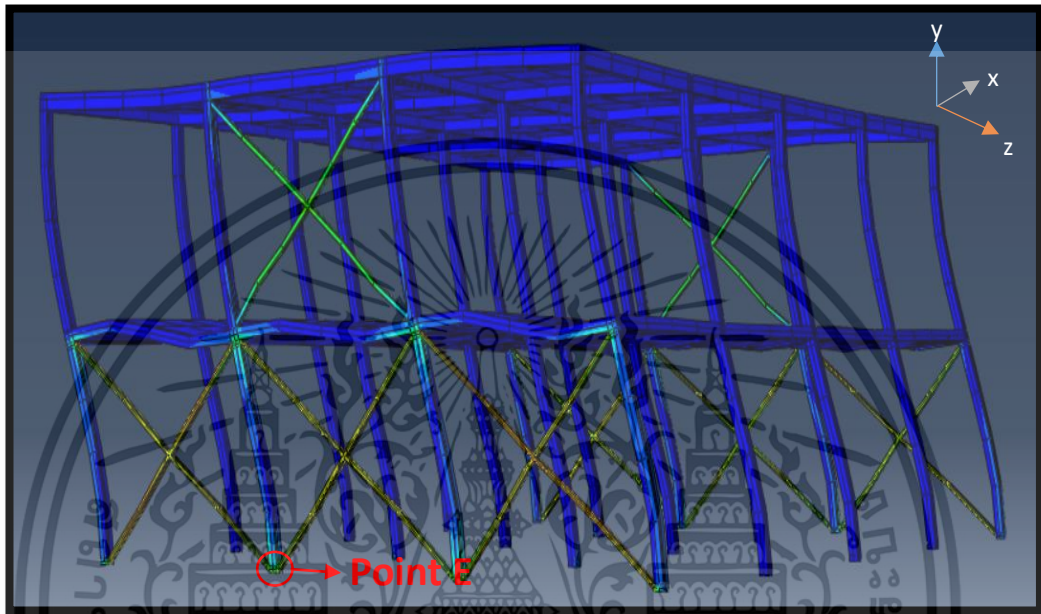


รูปที่ 5.5.8 ติดตั้ง Damper 6 ตัว และคอนทอร์ของ Mises Stress ที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 40 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตั้ง Damper เพิ่มเติมของโครงสร้างดังรูปที่ 5.5.8 ผลที่เกิดขึ้นพบว่าค่า Mises Stress สูงสุด เกิดขึ้นตรงจุด D ของโครงสร้างมีค่า 2.1 MPa เราจึงทำการติด Damper ที่บริเวณจุดนั้นเพิ่ม

5.5.4 ติดตั้ง Damper ทั้ง 3 Span ทั้ง 2 ด้านทั้งที่ชั้น 1 และที่ชั้นสองติดตั้งแค่ Middle Span



รูปที่ 5.5.9 ติดตั้ง Damper 8 ตัว และคอนทอร์ของ Mises Stress ที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง

ติดตั้ง Damper เพิ่มเติมของโครงสร้างดังรูปที่ 5.5.9 ผลที่เกิดขึ้นพบว่าค่า Mises Stress สูงสุด เกิดขึ้นตรงจุด E ของโครงสร้างมีค่า 1.6 MPa

บทที่ 6

สรุปผล

6.1 กล่าวนำ

ในงานวิจัยนี้กลุ่มของเราได้ทำการค้นหาข้อมูลหลายอย่างไม่ว่าจะเป็นเหตุแผ่นดินไหวในประเทศไทยและในต่างประเทศที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วในอดีตรวมไปถึงการศึกษาวិธีการวิเคราะห์โครงสร้างที่รับแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น แรงสถิตเทียบเท่า , ความเร่งประสิทธิผลและวิธี FEM หลังจากที่เราศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เราได้เลือกใช้การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธี FEM เนื่องจากมีความละเอียดมากที่สุด และเราได้แบ่งการวิเคราะห์โครงสร้าง เป็นบทที่ 4 การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยแรงสถิต และบทที่ 5 การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยแรงพลศาสตร์ เราได้เริ่มทำการวิเคราะห์โครงสร้างอย่างง่ายและค่อย ๆ เพิ่มความซับซ้อนของโครงสร้างไปที่ละนิดโดยเริ่มจากการวิเคราะห์โครงสร้าง คานยื่น , โครงข้อแข็งแบบ 3 มิติ , โครงสร้างประเภทบ้าน

ในบทที่ 6 นี้จะเป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละเคสการทดลองมาวิเคราะห์และบอกถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำวิจัยตามลำดับตั้งแต่คานยื่นจนถึงการวิเคราะห์โครงสร้างประเภทบ้านบริเวณรอยเลื่อนพะเยา อำเภพาน จังหวัดเชียงราย

6.2 การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยแรงสถิต

1.ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Cantilever Beam เพื่อหาจำนวน Nodes ที่เหมาะสม

ทำการจำลองและวิเคราะห์โครงสร้างคานยื่นโดยมีข้อต่อเป็นแบบยึดแน่นและได้ใช้แรง 100 นิวตันที่ปลายคานยื่นและนำค่าการเสียรูปจากโปรแกรม Abaqus มาทำการสร้างกราฟและหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเทียบกับทฤษฎีสถิตศาสตร์จากการวิเคราะห์โครงสร้างจะเห็นได้ว่าเมื่อเราแบ่งส่วนของโครงสร้างเป็น 10 ส่วนค่า Displacement ที่เกิดขึ้นมีค่าใกล้เคียงกับทฤษฎีมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากเรามีการกำหนด Nodes ที่มากเพียงพอแล้วก็ไม่จำเป็นต้องแบ่งส่วนของโครงสร้างให้ละเอียดจนเกินไปเพื่อลดระยะเวลาให้การวิเคราะห์ของตัวโปรแกรมทำให้โครงสร้างที่จะวิเคราะห์ต่อจากนี้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Cantilever Beam จาก Free Vibration Damping

ทำการจำลองและวิเคราะห์โครงสร้างคานยื่นโดยมีข้อต่อเป็นแบบยึดแน่นและใช้แรงดึงมากระทำที่ปลายในรูปแบบของ Free Vibration Damping โดยในการวิเคราะห์โครงสร้างของคานยื่นจากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 42 ง่ายอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสือ DYNAMICS OF STRUCTURES ของ ANIL K. CHOPRA เราจะนำค่า Displacement ที่ได้มาเทียบกับผลทางทฤษฎี ได้ข้อสรุปว่าได้ผลไปในทิศทางเดียวกันทำให้เรามั่นใจว่าสามารถใช้โปรแกรม Abaqus ในการวิเคราะห์โครงสร้างต่าง ๆ ได้แล้ว

3.ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Cantilever Beam (Free Vibration Damping)

ทำการจำลองและวิเคราะห์โครงสร้างคานยื่นจากหนังสือ DYNAMICS OF STRUCTURES ของ ANIL K. CHOPRA ซึ่งเราได้ปรับเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์ของตัวหน่วงในโครงสร้างจาก 2 เปอร์เซ็นต์ไปจนถึง 5 เปอร์เซ็นต์ และแสดงผลการวิเคราะห์ออกมาเป็นกราฟ Displacement-Time ซึ่งเราจะพบว่าเมื่อมีตัวหน่วงจะทำให้ Amplitude จากกราฟลดลง และเมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์ตัวหน่วง Amplitude ของกราฟก็จะลดลงช้าลงเรื่อยๆ ทำให้เราทราบว่า ตัวหน่วงจะช่วยทำให้โครงสร้างหยุดสั่นได้เร็วขึ้น

4.ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Portal Frame 3D จาก Free Vibration Damping

ทำการจำลองและวิเคราะห์โครงสร้าง Portal Frame 3 มิติ ทั้งแบบ 2เสา 1คาน 1ชั้น และแบบ 4เสา 4คาน 1ชั้น จะได้ข้อสรุปว่ากราฟ Displacement-Time ในแบบ 2 เสา 1 คาน 1 ชั้นมีค่า Displacement สูงสุดมากกว่าแบบ 4 เสา 4 คาน 1 ชั้น เพราะมีแรงกระทำในโครงสร้างเท่าเดิม แต่มีการถ่ายแรงผ่านเสาไปสู่พื้นดินมากขึ้น เป็นเหตุผลที่ทำให้โครงสร้างแบบ 2 เสา 1 คาน 1 ชั้น มีค่า Displacement มากกว่าแบบ 4เสา 4คาน 1 ชั้น

6.3 การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยแรงพลศาสตร์

เราได้ทำการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยแรงพลศาสตร์ โดยการนำคลื่น El Centro และคลื่นจากรอยเลื่อนพะเยาไปกระทำในโครงสร้างต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์

1.ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Cantilever Beam ด้วยคลื่นแผ่นดินไหว

ทำการจำลองและวิเคราะห์โครงสร้างของถังเก็บน้ำจากหนังสือ DYNAMICS OF STRUCTURES ของ ANIL K. CHOPRA ทำให้เราได้กราฟ Displacement-Time โดยจะพบว่าโครงสร้างจะมีการสะสมพลังงานในช่วงเวลาหนึ่งก่อนจะเกิดการเคลื่อนตัวและหลังจากที่คลื่นแผ่นดินไหวหยุดไปแล้ว โครงสร้างก็ยังคงมีการสั่นต่อไปอีกระยะเวลาหนึ่งและค่อย ๆ หยุดลง

2.ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Portal Frame 3D ด้วยคลื่นแผ่นดินไหว

ทำการจำลองและวิเคราะห์โครงสร้าง Portal Frame 3 มิติ ทั้งแบบ 2เสา 1คาน 1ชั้น และแบบ 4เสา 4คาน 1ชั้น ที่เราได้ทำการวิเคราะห์แบบสถิตมาแล้วเปลี่ยนมาทำการวิเคราะห์ด้วยคลื่นแผ่นดินไหว

ทั้ง 2 แบบ เพื่อนำค่า Displacement ที่ได้จากการวิเคราะห์มาสร้างกราฟ Displacement-Time มาเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 43 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียบกับวิธี Equivalent Static Force พบว่าค่าที่ได้จากวิธี Equivalent Static Force มีค่ามากกว่า เนื่องจากวิธี Equivalent Static Force เป็นการประมาณค่าของแผ่นดินไหวโดยใช้น้ำหนักของตัวอาคาร และสภาพดินของบริเวณนั้น ๆ มาวิเคราะห์โครงสร้างทำให้ค่า Displacement ที่เกิดขึ้นมีค่ามากกว่าความเป็นจริง เพื่อความปลอดภัยของโครงสร้าง นี่เป็นเหตุผลที่เราเลือกใช้วิธี FEM ในการวิเคราะห์โครงสร้าง เพราะจะทำให้ค่า Displacement ที่ได้ออกมามีค่าที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากกว่าและหากมองไปที่การก่อสร้างถ้าวิเคราะห์ด้วยวิธี Equivalent Static Force จะทำให้ค่าก่อสร้างมีราคาสูงมากกว่าที่ควรจะเป็น

3. ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง Portal Frame 3D แบบ 2 ชั้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหว

ทำการจำลองและวิเคราะห์โครงสร้าง Portal Frame 3 มิติ แบบ 4เสา 4คาน โดยเราได้ทำการเพิ่มส่วนของกำแพง และพื้น ให้ในโครงสร้างมีมวลมากขึ้นและนำมาวิเคราะห์ด้วยคลื่นแผ่นดินไหว El Centro และคลื่นจากรอยเลื่อนพะเยา รวมถึงได้ทำการเพิ่มโครงสร้างเป็น 2 ชั้นเพื่อให้ใกล้เคียงกับโครงสร้างบ้านมากยิ่งขึ้นเมื่อวิเคราะห์ออกมาจะได้ค่า Displacement และนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟ Displacement-Time ที่แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างที่มี 2 ชั้น และมีพื้นที่กับกำแพงจะมีค่า Displacement มากกว่าโครงสร้างแบบอื่น แสดงว่ามวลของโครงสร้างมีผลกับการสั่นของโครงสร้าง

4. ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้างประเภทบ้านคอนกรีตด้วยคลื่นแผ่นดินไหว

ถัดมาเราได้ทำการวิเคราะห์โครงสร้างบ้านในบริเวณที่อยู่ใกล้จุดศูนย์กลางที่เกิดแผ่นดินไหวจากรอยเลื่อนพะเยาในปี พ.ศ. 2557 โดยเป็นบ้าน 2 ชั้นมีเสา 5 ต้น 4 แถวต่อชั้น เมื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้างจะพบว่า ค่า Displacement ในกราฟ Displacement-Time จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากมวลที่เพิ่มขึ้น แต่จะไม่เพิ่มขึ้นมากจนเกินไปเพราะ มีจำนวนเสาที่เป็นตัวถ่ายแรงลงสู่พื้นดินเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

เนื่องจากเราต้องการเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้างเราจึงทำการเลือกติดตั้ง Damper บริเวณจุด A เพราะจุดดังกล่าวมีค่า Mises Stress มากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อเราเลือกที่จะติดตั้ง Damper ที่บริเวณ Middle Span ค่า Mises Stress ที่เกิดขึ้นจะมีค่าน้อยลงและตัว Damper จะพังก่อนโครงสร้างเมื่อต้องรับแรงแผ่นดินไหว แต่นี่ก็ยังไม่ใช่วิธีทางเลือกที่ดีที่สุดในการติดตั้ง Damper เพราะหากเราติดตั้ง Damper Middle Span อย่างเดียวตัว แม้ว่า Mises Stress ที่เกิดขึ้นบริเวณจุด A จะลดลงแต่ในฝั่งตรงข้ามของอาคาร Mises Stress ในตัวของเสา และบริเวณ Joint ที่ติดกับ Damper จะมีค่ามากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เราจึงลองหาจุดที่ติดตั้งหลายๆแบบเพื่อหาจุดที่ดีที่สุดในการติดตั้ง Damper

- ติดตั้ง Damper บริเวณ Middle Span ทั้ง 2 ฝั่งของโครงสร้างจะทำให้ Stress ที่เกิดขึ้นที่เสามีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดแต่บริเวณ joint ที่ติดกับ Damper มีค่าสูงมากขึ้นกว่าเดิม

- ติดตั้ง Damper บริเวณทั้ง 3 Span ทั้ง 2 ฝั่ง ทำให้ Stress ของเสาและ joint ที่ฐานของโครงสร้างลดลงมากก็จริงแต่ที่บริเวณ joint ที่ติดกับ Damper บนชั้น 2 มีค่ามากขึ้น

- ติดตั้ง Damper บริเวณทั้ง 3 Span ทั้ง 2 ฝั่ง และบริเวณ Middle Span ชั้น 2 ทั้ง 2 ฝั่งในกรณีนี้จะทำให้ Stress ที่เกิดขึ้นในเสาและ joint ที่ติดกับ Damper มีค่าลดลงมาก

กลุ่มเราแนะนำวิธีที่ 4.3 ในการติดตั้ง Damper ที่โครงสร้างดังที่แสดงในรูปที่ 5.5.9 ซึ่งจะลดความเสียหายของโครงสร้างและทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรงและมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น



เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา.//(2562).//สาเหตุของการเกิดแผ่นดินไหว(Earthquake).//สืบค้นเมื่อ 20 ส.ค. 2562.// จาก <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=77>

กรมทรัพยากรธรณี.//(2562).//รอยเลื่อนมีพลังในประเทศไทย (Active faults area).//สืบค้นเมื่อ 20 ส.ค. 2562.// จาก http://www.dmr.go.th/main.php?filename=Active_FAULTS_THAI

กองเฝ้าระวังแผ่นดินไหวกรมอุตุนิยมวิทยา.//(2562).//สถิติแผ่นดินไหวในประเทศไทย (Earthquake Stat).//สืบค้นเมื่อ 25 ส.ค. 2562.//จาก <https://earthquake.tmd.go.th/earthquakestat.html>

Worldwide Strong Ground Motion Data.//(2562).// Acceleration time domain.// สืบค้นเมื่อ 1 มิ.ย. 2562.// จาก <https://strongmotioncenter.org/vdc/scripts/default.plx>

ANIL K. CHOPRA.//DYNAMICS OF STRUCTURES.//Fourth Edition.//P.5-56

Ali Fuat Genç et al.// Dynamic analysis of experimentally-updated FE model of historical masonry clock towers using site-specific seismic characteristics and scaling parameters according to the 2018 Turkey building earthquake code.//(Master's Thesis, Karadeniz Technical University, Department of Civil Engineering, Of Technology Faculty , Trabzon , Turkey , 2018) , p.402-426

นางสาวกนกวรรณ ยานะถนอม.// Static and dynamic behavior under seismic loading of pagodas in Chiang Mai city by finite element method.// (Master's Thesis, Chiang mai university, Department of Civil Engineering , 2010)

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ : นายธนุฒิ นาคะนคร

วัน เดือน ปีเกิด : 31 มีนาคม 2541

การศึกษา : คณะวิศวกรรมศาสตร์สาขาวิศวกรรมโยธา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ชื่อ : นายพิชฎะ ชัยรุ่งเรืองศรี

วัน เดือน ปีเกิด : 19 กันยายน 2540

การศึกษา : คณะวิศวกรรมศาสตร์สาขาวิศวกรรมโยธา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ชื่อ : นายวิษณุ ธรรมาธิวัฒน์ 12 พฤศจิกายน 2541

วัน เดือน ปีเกิด : 12 พฤศจิกายน 2541

การศึกษา : คณะวิศวกรรมศาสตร์สาขาวิศวกรรมโยธา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 47 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้