Technical Education Journal : King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Vol. 10 No. 1 January – April, 2019

อิทธิพลของระบบโครงอาคารต่อค่าสัมประสิทธิ์แรงเฉือนที่ฐานอาคารสูงไม่เกิน 23 เมตร ในประเทศไทย

กรกฎ เมตตามิตรพงศ์[1*] สรกานต์ ศรีตองอ่อน[2] และ สมิตร ส่งพิริยะกิจ[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ระบบโครงสร้างที่เหมาะสม และเพื่อหาค่าแรงเฉือนที่ฐานของอาคารสูงไม่เกิน 23 เมตร ของแต่ละพื้นที่ในประเทศไทย ตามมาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว (มยผ.1302) วิธีแรงสถิตเทียบเท่า โดยประเภทของอาคารเป็นอาคารทั่วไปและประเภทความสำคัญปกติ จากนั้นใช้ซอฟต์แวร์ DON_V1 วิเคราะห์เพื่อหาสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) และแรงเฉือนที่ฐานของอาคาร (V) ของโครงสร้างทั้ง 7 ระบบที่นิยามไว้ใน มยผ.1302 ของข้อมูลทั้งประเทศ นำค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหวในแต่ละระบบที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกัน ซึ่งทำให้ผู้ออกแบบสามารถเลือกระบบโครงสร้างที่เหมาะสมได้ดีในแต่ละพื้นที่ในประเทศไทย ผลการวิจัยพบข้อมูลที่สำคัญ เช่น ที่อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย ต้องใช้ระบบโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวซึ่งให้ค่า C_S เท่ากับ 0.087 ในขณะที่ระบบโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา ไม่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบได้ นอกจากนี้ C_S ของระบบโครงสร้างโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวในอาคารแบบเดียวกันแต่อยู่ต่างพื้นที่มีค่า C_S ต่างกันหลายเท่า เช่น อำเภอภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น ที่มี C_S ของระบบโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวมีค่าเท่ากับ 0.018 น้อยกว่าอำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย 4.8 เท่า

คำสำคัญ: แผ่นดินไหว, มยผ.1302, แรงเฉือนที่ฐานอาคาร, สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว

[1] นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[3] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +669 5254 0578 อีเมล: kmkot1992@gmail.com

Influence of Structural Systems on Seismic Response Coefficient of the Lower than 23 Meter Buildings in Thailand

Korakot Mettamitpong[1*] Sorakarn Sritong-on[2] and Smith Songpiriyakij[3]

Abstract

This research had the objectives to inspect the suitable structural systems and to find the seismic base shear of the buildings lower than 23 meters in each area in Thailand. The method used in this research was static method issued by Department of Public Works and Town & Country Planning (DPT 1302): The Equivalent Static Force Method. The building type was general building with normal importance class. After that, the software DON_V1 was used to analyze for finding the seismic response coefficient (C_S) and the seismic base shear (V) of all 7 structure systems specified in DTP 1302 of the country data. Then the calculated seismic response coefficient of each system were compared, making the designer be able to choose the well-suitable structure in each area of Thailand. The research result found important data, i.e. at the Mae Chan District, Chiangrai Province, the ductile/special reinforced concrete moment resisting frame C_S was 0.087 whereas the ordinary reinforced concrete moment resisting frame could not be used in the design. Moreover, C_S of the ductile/reinforced concrete moment resisting frame, in the same building type but in the other areas, were many times different, such as in Phu Pha Man District, Khon Kaen Province, the C_S of the ductile/reinforced concrete moment resisting frame was equal to 0.108, less than in Mae Chan District, Chiangrai Province, 4.8 times.

Keywords: Earthquake, DTP 1302, Base Shear, Seismic Response Coefficient

[1] Graduate Student, Department of Civil and Environmental Engineering Technology , College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

[2] Assistant Professor, Department of Civil and Environmental Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

[3] Associate Professor, Department of Civil and Environmental Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

[*] Corresponding Author, Tel. +669 5254 0578 e-mail: kmkot1992@gmail.com

1. บทนำ

ระบบโครงสร้างแต่ละระบบมีข้อจำกัดในการออกแบบในแต่ละพื้นที่ตามประเภทของการออกแบบอาคารต้านแผ่นดินไหว การเลือกระบบโครงสร้างให้เหมาะสมตามพื้นที่ จึงจำเป็นต้องตระหนักถึงความสำคัญของปัญหานี้ โครงสร้างทั้ง 7 ระบบตามมาตรฐานการออกแบบอาคารต้านการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว (มยผ.1302) คือระบบกำแพงรับน้ำหนักบรรทุกแนวดิ่ง ระบบโครงอาคาร ระบบโครงต้านแรงดัด ระบบโครงสร้างแบบผสมที่มีโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวที่สามารถต้านทานแรงด้านข้างไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของแรงที่กระทำกับอาคารทั้งหมด ระบบโครงสร้างแบบผสมที่มีโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวจำกัดที่สามารถต้านทานแรงด้านข้างไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของแรงที่กระทำกับอาคารทั้งหมด ระบบปฏิสัมพันธ์ และระบบโครงสร้างเหล็กที่ไม่มีการให้รายละเอียดสำหรับแรงแผ่นดินไหว [1] ได้ถูกกำหนดไว้เพื่อความปลอดภัยในการออกแบบก่อสร้าง

ทั้งนี้ยังมีแนวทางการออกแบบอาคารเพื่อป้องกันแผ่นดินไหวแผ่นดินไหวกฎกระทรวงฉบับ พ.ศ. 2550 [2] แต่ไม่ครอบคลุมพื้นที่บางบริเวณ สำหรับประเทศไทยปัจจุบันเรามีกฎกระทรวงฯปี 2550 ซึ่งถือว่าเป็นกฎหมายสำคัญที่ช่วยบรรเทาความเสี่ยงภัยจากแผ่นดินไหวได้ในระดับหนึ่งแล้ว แต่กฎกระทรวงหรือกฎหมายใด ๆ ก็ตามคงไม่มีฉบับไหนที่จะสมบูรณ์ไม่มีที่ติกฎหมายหรือข้อกำหนดเป็นสิ่งที่สามารถปรับปรุงและแก้ไขได้ เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลหรือสถานการณ์ใหม่ที่เปลี่ยนแปลงไป กฎกระทรวงฯปี 2550 ก็เช่นกันยังมีประเด็นที่ต้องการการแก้ไขปรับปรุงอีก [3] ในขณะที่ มยผ.1302 นั้นมีค่าที่ใช้ในการออกแบบอาคารทุกพื้นที่ การวิจัยครั้งนี้จึงเลือกวิธีการออกแบบของ มยผ.1302 มาทำการวิจัย

อย่างไรก็ตามข้อมูลใน มยผ.1302 นั้นไม่มีคำแนะนำในการออกแบบอาคารในแต่ละพื้นที่ และใช้เวลาค่อนข้างนานในการคำนวณหาค่าที่จำเป็นต้องใช้ในการออกแบบและเลือกใช้ระบบโครงสร้างที่เหมาะสม การศึกษานี้จึงทำการวิเคราะห์เบื้องต้นว่าการออกแบบประเภทไหนสามารถใช้ได้หรือห้ามใช้ในระบบโครงสร้างทั้ง 7 ระบบที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อประหยัดเวลาในการคำนวณหรือการออกแบบอาคาร ตามเนื้อหาต่อไปนี้

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.1 เพื่อวิเคราะห์และเสนอคำแนะนำในการเลือกระบบโครงสร้างที่เหมาะสมของแต่ละพื้นที่ของประเทศไทย

2.2 เพื่อหาค่าแรงเฉือนที่ฐานอาคารและเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหวในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทย

3. ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านการสั่นสะเทือนแผ่นดินไหว (มยผ. 1302)

การศึกษานี้ใช้การวิเคราะห์แรงแผ่นดินไหวโดยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าตาม มยผ.1302 [1] เพื่อหาสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) หาได้จากสมการที่ (1) และแรงเฉือนที่ฐานของอาคาร (V) หาได้จากสมการที่ (2)

$$C_s = S_a\left(\frac{I}{R}\right)$$ และต้องไม่น้อยกว่า 0.01

เมื่อ S_a คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ S_a ที่คาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร (T)

I คือ ตัวประกอบความสำคัญของอาคารตาม มยผ.1302

R คือ ตัวประกอบปรับผลตอบสนองตาม มยผ. 1302

ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ (S_a) แบ่งการหาค่าออกเป็น 2 พื้นที่ใหญ่คือ แอ่งกรุงเทพ และพื้นที่ทั่วประเทศไทยยกเว้นแอ่งกรุงเทพตาม มยผ.1302

$$V = C_S W$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักทั้งหมดของอาคาร

C_S คือ สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว

V คือ แรงเฉือนที่ฐานของอาคาร

3.2 แผนที่ภัยพิบัติแผ่นดินไหวประเทศไทย

จากแผนที่ภัยพิบัติแผ่นดินไหวประเทศไทย [4] ได้แสดงระดับความรุนแรงของการเกิดแผ่นดินไหวตามมาตราเมอร์คัลลี่ โดยมีการแสดงระดับความรุนแรงเป็นตัวเลขโรมัน ดังนี้

I – III ระดับความรุนแรงเบา คือ คนธรรมดาจะไม่รู้สึก แต่เครื่องวัดสามารถตรวจจับได้

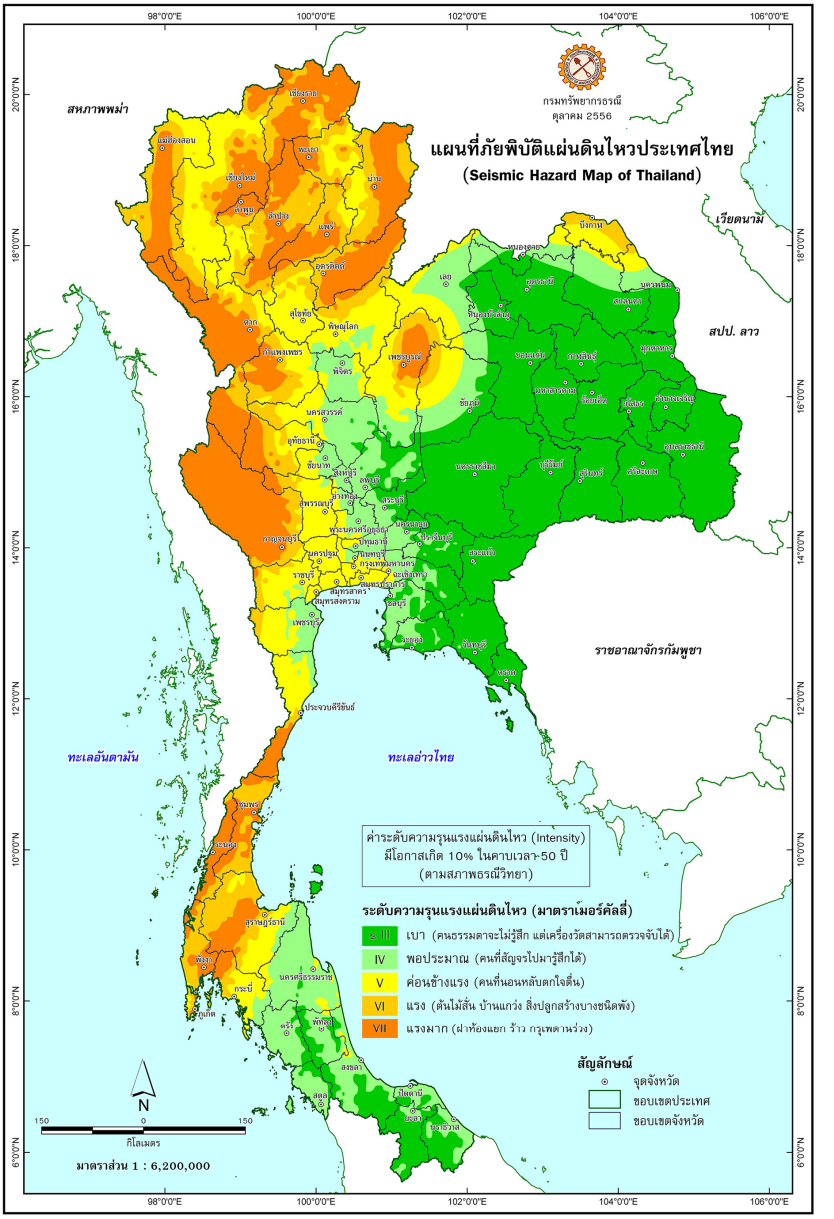
IV ระดับความรุนแรงพอประมาณ คือ คนที่สัญจรไปมารู้สึกได้ รถยนต์ที่จอดอยู่สั่นไหวชัดเจน

V ระดับความรุนแรงค่อนข้างแรง คือ เกือบทุกคนรู้สึกว่ามีแผ่นดินไหวเกิดขึ้น คนที่นอนหลับตกใจตื่น

VI ระกับความรุนแรงแรง คือ ต้นไม้สั่น บ้านแกว่ง สิ่งปลูกสร้างบางชนิดล้มพัง

VII ระดับความรุนแรงแรงมาก คือ ฝาผนังห้องแยก/ร้าว เพดานร่วง

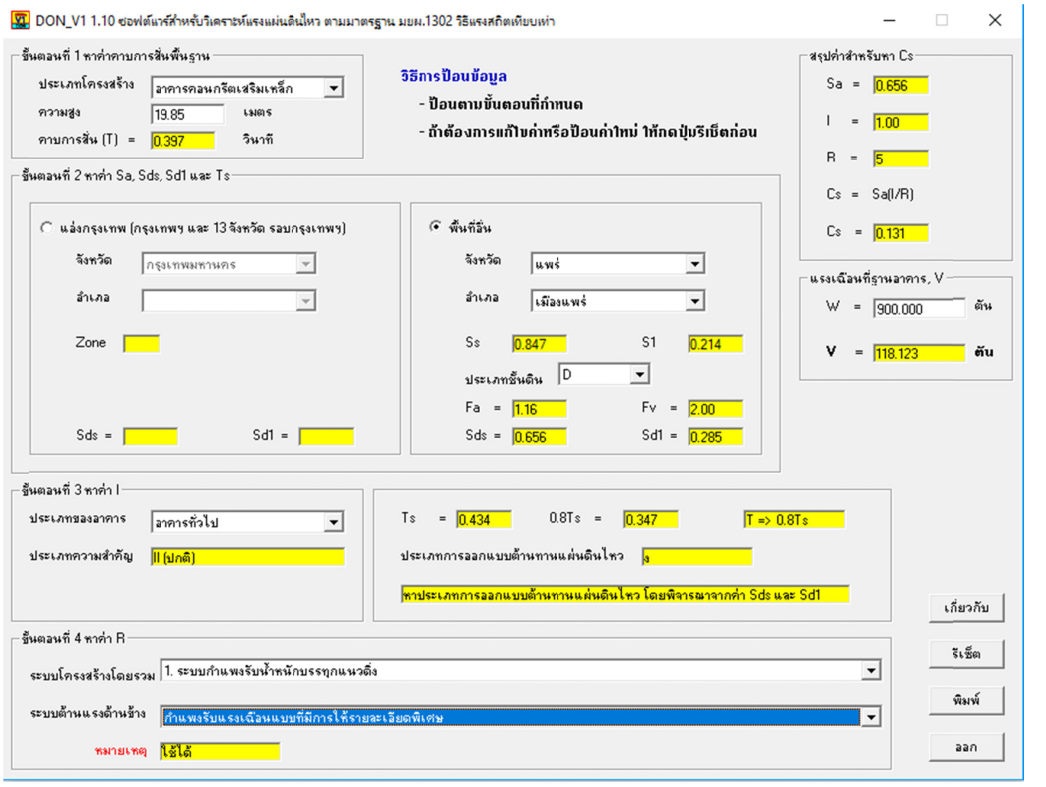
ซึ่งบริเวณพื้นที่จังหวัดทางภาคเหนือและภาคตะวันตก จะเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงสูงในการเกิดแผ่นดินไหว ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนที่ภัยพิบัติแผ่นดินไหวประเทศไทย [4]

3.3 การหาค่า C_S

เลือกอำเภอที่มีค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบสั้น (S_S), ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบ 1 วินาที (S_1) ของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณาของแต่ละจังหวัดในประเทศไทยมาใช้คำนวณ กำหนดดินเป็นประเภทชั้นดิน D อาคารต้องสูงไม่เกิน 23 เมตร เป็นอาคารทั่วไปประเภทความสำคัญปกติ และโครงสร้างทั้ง 7 ระบบตามมาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว (มยผ.1302) จากนั้นใช้ซอฟต์แวร์ DON_V1 [5] วิเคราะห์สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 พารามิเตอร์ที่จำเป็นในการใช้ซอฟต์แวร์ DON_V1

4. ผลการวิจัย

4.1 สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหวเฉลี่ย

สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหวเฉลี่ย คือ การนำค่า C_S ของระบบโครงสร้างทั้ง 7 ระบบ ตาม มยผ.1302 มาหาค่าเฉลี่ยตามพื้นที่ของประเทศไทย ผลการวิเคราะห์ได้ C_S เฉลี่ย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหวเฉลี่ย

จังหวัด	อำเภอ	C_S
กระบี่	อ่าวลึก	0.036
กรุงเทพมหานคร	บางซื่อ	0.046
กาฬสินธุ์	ท่าคันโท	0.017
กำแพงเพชร	คลองลาน	0.068
กาญจนบุรี	ด่านมะขามเตี้ย	0.098

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหวเฉลี่ย (ต่อ)

จังหวัด	อำเภอ	C_S
กาฬสินธุ์	ท่าคันโท	0.017
กำแพงเพชร	คลองลาน	0.068
ขอนแก่น	ภูผาม่าน	0.029
จันทบุรี	กิ่งอำเภอนายายอาม	0.013
ฉะเชิงเทรา	บางปะกง	0.046
ชลบุรี	เมืองชลบุรี	0.035
ชัยนาท	กิ่งอำเภอหนองมะโมง	0.070
ชัยภูมิ	คอนสาร	0.027
ชุมพร	ท่าแซะ	0.023
เชียงราย	แม่จัน	0.104

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหวเฉลี่ย (ต่อ)

จังหวัด	อำเภอ	C_S
เชียงใหม่	แม่อาย	0.104
ตรัง	สิเกา	0.024
ตราด	เขาสมิง	0.011
ตาก	ท่าสองยาง	0.081
นครนายก	องครักษ์	0.023
นครปฐม	เมืองนครปฐม	0.060
นครพนม	บ้านแพง	0.057
นครราชสีมา	ปากช่อง	0.013
นครศรีธรรมราช	ทุ่งใหญ่	0.022
นครสวรรค์	กิ่งอำเภอแม่เปิน	0.068
นนทบุรี	เมืองนนทบุรี	0.034
นราธิวาส	ศรีสาคร	0.017
น่าน	ท่าวังผา	0.100
บุรีรัมย์	นาโพธิ์	0.011
ปทุมธานี	สามโคก	0.034
ประจวบคีรีขันธ์	กิ่งอำเภอสามร้อยยอด	0.059
ปราจีนบุรี	บ้านสร้าง	0.023
ปัตตานี	โคกโพธิ์	0.017
พระนครศรีอยุธยา	บางประอิน	0.039
พะเยา	แม่ใจ	0.081
พังงา	เกาะยาว	0.040
พัทลุง	กงหรา	0.021
พิจิตร	วชิรบารมี	0.045
พิษณุโลก	ชาติตระการ	0.073
เพชรบุรี	เขาย้อย	0.060
เพชรบูรณ์	หล่มเก่า	0.048
แพร่	เมืองแพร่	0.096
ภูเก็ต	กะทู้	0.046
มหาสารคาม	กิ่งอำเภอชื่นชม	0.014
มุกดาหาร	หว้านใหญ่	0.016
แม่ฮ่องสอน	ปางมะผ้า	0.104
ยโสธร	เลิงนกทา	0.012
ยะลา	เบตง	0.021
ร้อยเอ็ด	เมยวดี	0.012
ระนอง	สุขสำราญ	0.027
ระยอง	ปลวกแดง	0.034
ราชบุรี	ดำเนินสะดวก	0.060
ลพบุรี	ท่าวุ้ง	0.022
เลย	นาแห้ว	0.067
ลำปาง	สบปราบ	0.104

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหวเฉลี่ย (ต่อ)

จังหวัด	อำเภอ	C_S
ลำพูน	ป่าซาง	0.095
ศรีสะเกษ	กิ่งอำเภอศิลาลาด	0.011
สกลนคร	คำตากล้า	0.042
สงขลา	สะเดา	0.021
สตูล	ละงู	0.024
สมุทรปราการ	พระประแดง	0.046
สมุทรสงคราม	อัมพวา	0.046
สมุทรสาคร	กระทุ่มแบน	0.046
สระแก้ว	เขาฉกรรจ์	0.012
สระบุรี	ดอนพุด	0.021
สิงห์บุรี	บางระจัน	0.027
สุโขทัย	ศรีนคร	0.079
สุพรรณบุรี	ด่านช้าง	0.065
สุราษฎร์ธานี	พนม	0.025
สุรินทร์	ชุมพลบุรี	0.011
หนองคาย	บุ่งคล้า	0.059
หนองบัวลำภู	สุวรรณคูหา	0.045
อ่างทอง	สามโก้	0.031
อำนาจเจริญ	ชานุมาน	0.012
อุดรธานี	เพ็ญ	0.050
อุตรดิตถ์	ตรอน	0.085
อุทัยธานี	ลานสัก	0.059
อุบลราชธานี	เขมราฐ	0.011

จากตารางที่ 1 อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน และอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปางมี C_S เฉลี่ยทุกระบบเท่ากับ 0.104 เป็นค่ามากที่สุดพื้นที่ที่กล่าวมาข้างต้นนี้เป็นไปได้ว่ามีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดแผ่นดินไหว ในขณะที่อำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด อำเภอนาโพธิ์ จังหวัดบุรีรัมย์ กิ่งอำเภอศิลาลาด จังหวัดศรีสะเกษ อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ และอำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานีมี C_S เฉลี่ยทุกระบบเท่ากับ 0.011 เป็นค่าน้อยที่สุด ซึ่งพื้นที่ที่กล่าวมานั้นมีความเป็นไปได้น้อยมากที่จะเกิดแผ่นดินไหว สามารถตรวจสอบได้โดยนำพื้นที่ดังกล่าวเปรียบเทียบกับรูปที่ 1

4.2 ผลของพื้นที่แผ่นดินไหวต่อสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหวของโครงต้านแรงดัด

คอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดาและโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียว

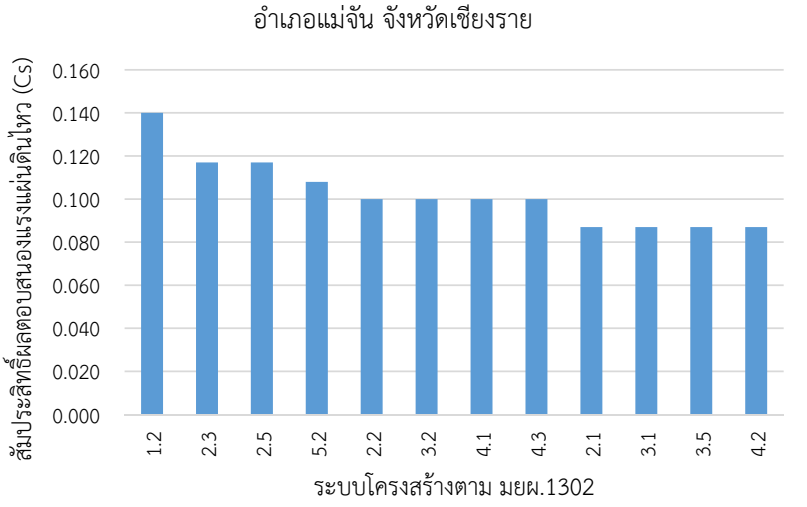
4.2.1 ขนาดของ C_S ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดแผ่นดินไหว

ตารางที่ 2 และรูปที่ 3 แสดงสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหวโดยใช้ระบบโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดาและโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวของอำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย จากตารางที่ 2 ระบบโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดานั้นไม่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบอาคารได้ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดแผ่นดินไหว ซึ่งต้องให้ค่าความสำคัญสูงมากสำหรับการออกแบบจึงไม่มีสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) แต่ระบบโครงต้านแรงดันคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวสามารถนำมาใช้ในการออกแบบอาคารได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) เท่ากับ 0.087

ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) ระบบโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดาและโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียว อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

จังหวัด	อำเภอ	S_s	S_1	ระบบโครงสร้างโดยรวม		C_s
เชียงราย	แม่จัน	0.940	0.278	ระบบโครงต้านแรงดัด	โครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กแบบธรรมดา	ไม่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบได้
					โครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียว	0.087

เนื่องจากอำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย มีบริเวณพื้นที่อยู่ใกล้รอยเลื่อนหลายพื้นที่โดยเฉพาะรอยเลื่อนแม่จัน ทำให้จังหวัดเชียงรายมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดแผ่นดินไหว การประเมินความสำคัญและประเภทของอาคารเพื่อที่จะออกแบบอาคารนั้นจำเป็นมากต่อการออกแบบอาคาร ซึ่งระบบโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดาไม่เหมาะสมต่อการออกแบบอาคาร และไม่สามารถหาสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) ได้ระบบโครงสร้างนี้จึงไม่แสดงในรูปที่ 3 ในขณะที่ระบบโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียว(3.5) มีสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) เท่ากับ 0.087 มีความเหมาะสมต่อการออกแบบอาคารในพื้นที่นี้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) ของอำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

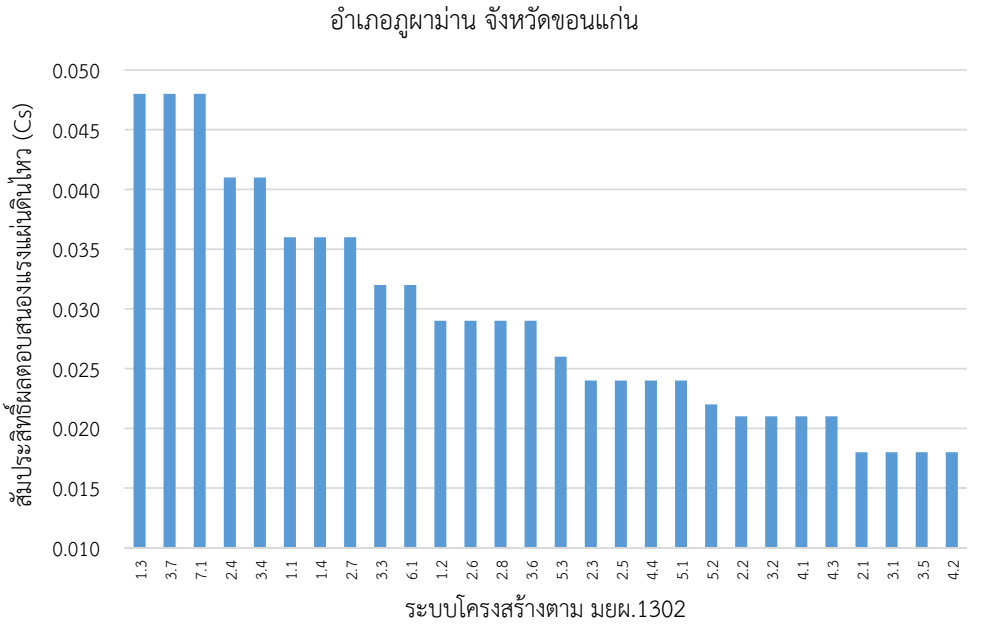
4.2.2 ขนาดของ C_S ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดแผ่นดินไหว

ในกรณีพื้นที่ที่มีความเสี่ยงน้อยตัวอย่างเช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ(ภาคอีสาน) คือ อำเภอภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น พบว่าระบบโครงสร้างทั้งสองระบบสามารถนำไปใช้ออกแบบอาคารได้ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงน้อยมากที่จะเกิดแผ่นดินไหว ตามข้อมูลจากการสำรวจทำแผนที่ภัยพิบัติแผ่นดินไหวประเทศไทย ของกรมทรัพยากรธรณี ซึ่งระบบโครงสร้างโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวมีสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) เท่ากับ 0.018 และระบบโครงสร้างโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดามีสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) เท่ากับ 0.048 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) ระบบโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดาและโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียว อำเภอภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น

จังหวัด	อำเภอ	S_s	S_1	ระบบโครงสร้างโดยรวม		C_s
ขอนแก่น	ภูผาม่าน	0.125	0.039	ระบบโครงต้านแรงดัด	โครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กแบบธรรมดา	0.048
					โครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียว	0.018

อำเภอภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่นนั้นเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดแผ่นดินไหว จึงสามารถนำระบบโครงสร้างทั้ง 7 ระบบตาม มยผ.1302 มาออกแบบอาคารได้ทั้งหมด โดยที่ระบบโครงสร้างโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กแบบธรรมดา(3.7) มีสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) เท่ากับ 0.048 ซึ่งเป็นค่ามากที่สุด ในส่วนของโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียว(3.5) มีสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) เท่ากับ 0.018 ซึ่งเป็นค่าน้อยที่สุด ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) ของอำเภอภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น

4.3 แรงเฉือนที่ฐานของอาคาร

สำหรับสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) ที่หามาได้จากข้อ 4.2.1 และ 4.2.2 สามารถนำไปคำนวณหาค่าแรงเฉือนที่ฐานของอาคาร (V) ได้ โดยหาน้ำหนักของอาคารที่ต้องการออกแบบ และอาคารต้องไม่สูงเกิน 23 เมตร ตามสมการที่ (2)

ยกตัวอย่างสำหรับสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) จากข้อที่ 4.2.1 เท่ากับ 0.087 โดยใช้โครงสร้างระบบโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวน้ำหนักของอาคาร (W) โดยการประมาณคือ 126,465 ตัน โดยความสูงอาคาร 5 ชั้น รวมกับชั้นดาดฟ้าและพื้นที่ถังเก็บน้ำเท่ากับ 19.85 เมตร ประเภทชั้นดิน D และกำหนดประเภทของอาคารเป็นอาคารทั่วไปประเภทความสำคัญปกติ จะได้ค่า V = 11,002 ตัน ในขณะที่ถ้า C_S จากข้อที่ 4.2.2 เท่ากับ 0.018 จะได้ค่า V = 2,276 ตัน เท่านั้น ซึ่งต่างกันถึง 4.8 เท่าโดยประมาณ

5. สรุปและอภิปราย

5.1 จากผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) ระบบโครงสร้างที่มีค่า C_S สูงที่สุดในแต่ละพื้นที่ คือ ระบบโครงสร้างโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา แต่ระบบโครงสร้างนี้ไม่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบอาคารได้ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดแผ่นดินไหว

5.2 ระบบโครงสร้างทั้ง 7 ระบบตามมาตรฐานการออกแบบอาคารต้านการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว (มยผ.1302) นำมาใช้ออกแบบอาคารได้ทุกระบบในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดแผ่นดินไหว ในขณะที่พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดแผ่นดินไหวมีระบบโครงสร้างบางระบบเท่านั้นที่สามารถใช้ในการออกแบบอาคารได้ เช่น ระบบโครงสร้างโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียว

5.3 จากผลการวิจัยในหัวข้อ 4.1 พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดแผ่นดินไหว คือ อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน และอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง ในขณะที่พื้นที่ที่มีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดแผ่นดินไหว คือ อำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด อำเภอนาโพธิ์ จังหวัดบุรีรัมย์ กิ่งอำเภอศิลาลาด จังหวัดศรีสะเกษ อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ และอำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี

5.4 การศึกษานี้สามารถประเมินแรงเฉือนที่ฐานของอาคาร (V) ได้ โดยพิจารณาจากสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (C_S) ในกรณีที่อาคารสูงไม่เกิน 23 เมตร ทำให้เลือกโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการออกแบบอาคารในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทยได้ทันที และยังช่วยประหยัดเวลาในการหาตัวประกอบตามคู่มือ มยผ.1302

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 หากใช้การออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหวในพื้นที่ที่ห้ามใช้ระบบโครงสร้างบางระบบตาม มยผ.1302 ควรวิเคราะห์อย่างละเอียดในการเลือกใช้ระบบโครงสร้างในพื้นที่นั้น ๆ

6.2 หากมีผู้ที่สนใจอยากนำงานวิจัยเรื่องนี้ไปศึกษาหรือนำไปทำการวิจัยต่อยอด ทางผู้วิจัยขอเสนอแนะผู้ที่จะทำการวิจัยต่อว่าควรทำคอนทัวร์ของสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว เพื่อให้ทราบว่าค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว มีความสูงต่ำแปรเปลี่ยนอย่างไรในประเทศไทย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Department of Public Work and Town & Country Planning, DPT1302, Bangkok: Digital Offset Asia Pacific Co Ltd, 2009. (in Thai)

[2] Royal Thai Government Gazette, "Ministerial Regulation Prescribing load capacity, resistance, and durability of buildings, and bearing capacity of soil supporting buildings in seismic resistance B.E.2550," *Government official journal,* vol. 124, pp. 17 - 25, 2007. (in Thai)

[3] A. Pimanmas, Thailand risk of earthquakes and tsunamis and how will they be handled, 2012. (in Thai)

[4] Department of Mineral Resources, "Seismic Hazard Map of Thailand," [Online]. Available: http://ns1.dmr.go.th/images/article/freetemp / article_20140507091744. png. [Accessed 2013]. (in Thai)

[5] S. Sritong-on and N. Janmounkong, "Software DON_V1," [Online]. Available: http://www. sorakarn-kmutnb. com/ index. php?option= com_content&view= article&id= 79: donv1-program&catid=35:program. [Accessed 2016]. (in Thai)