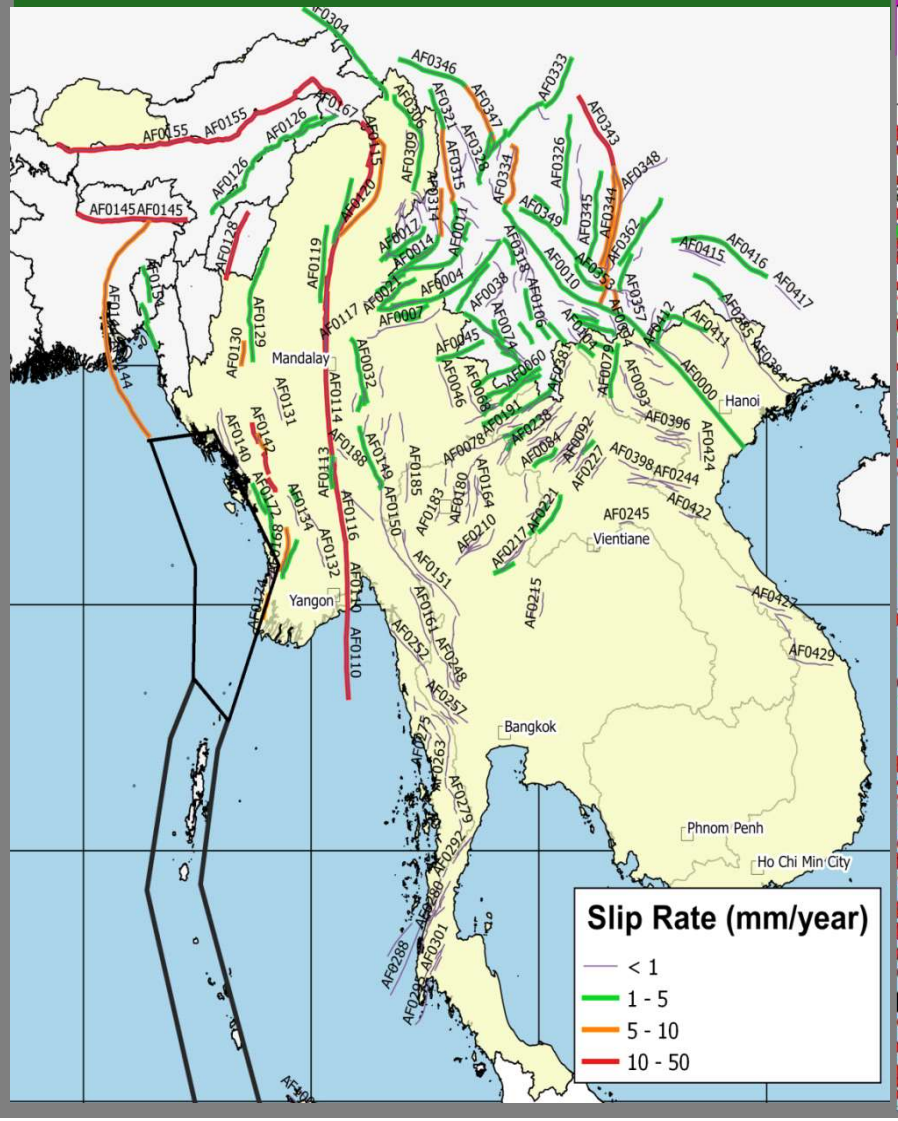
Understanding Earthquake Risk in Thailand: Reflections on the 28 March 2025 Earthquake

Pennung Warnitchai

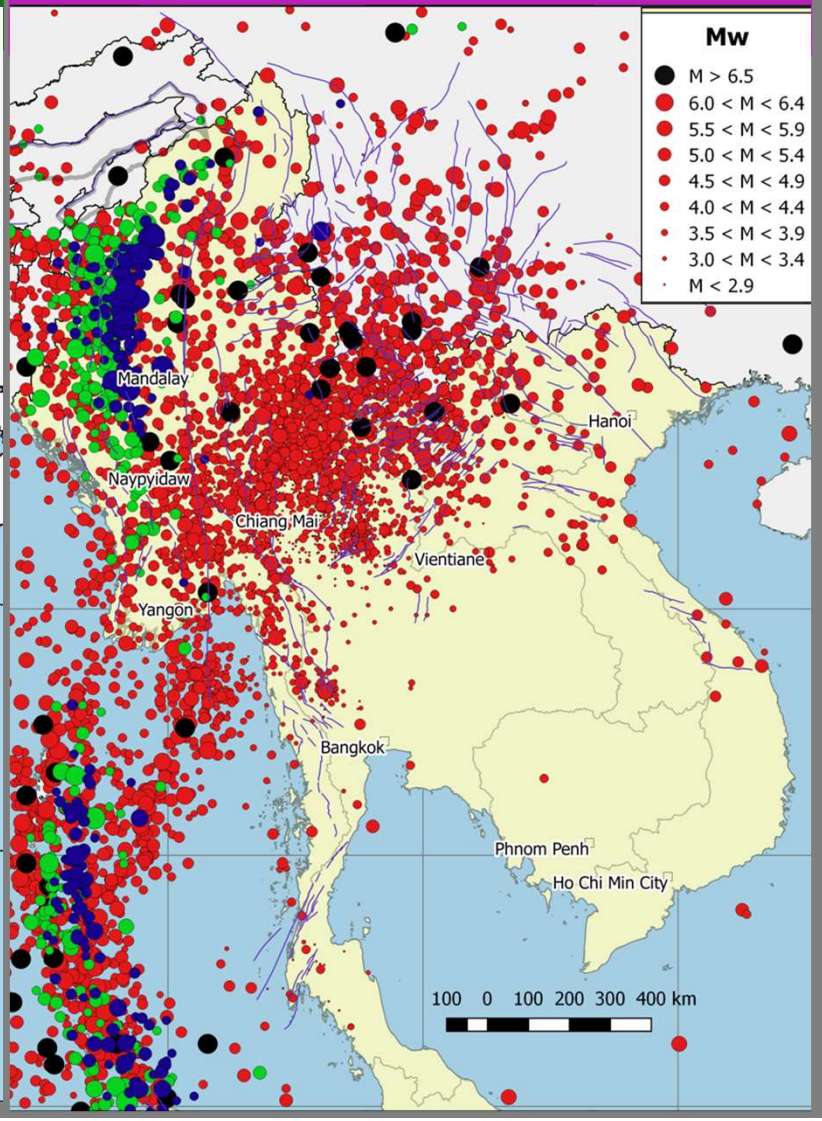
Professor of Structural Engineering
Asian Institute of Technology (AIT)

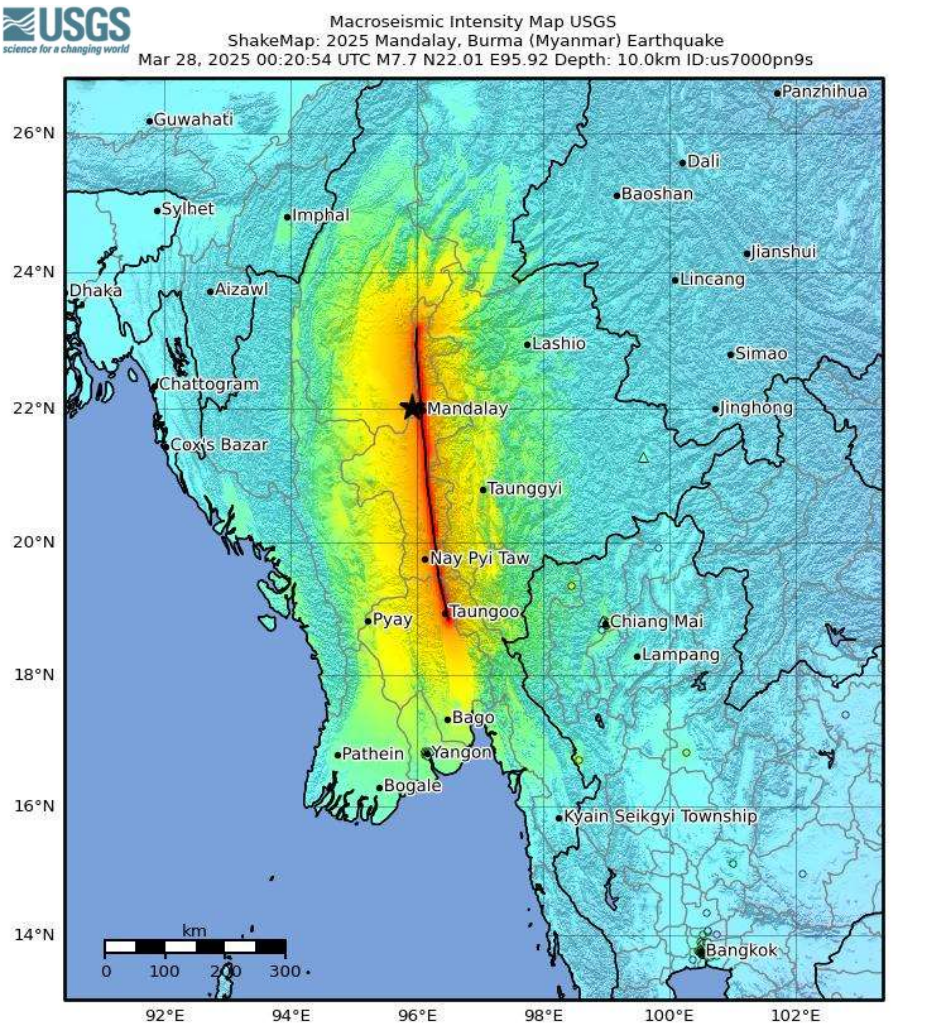
Director of Earthquake Research Center of Thailand (EARTH)

Tectonic Map and Active Faults of SouthEast Asia



Seismicity Map of SouthEast Asia (1905-2014)



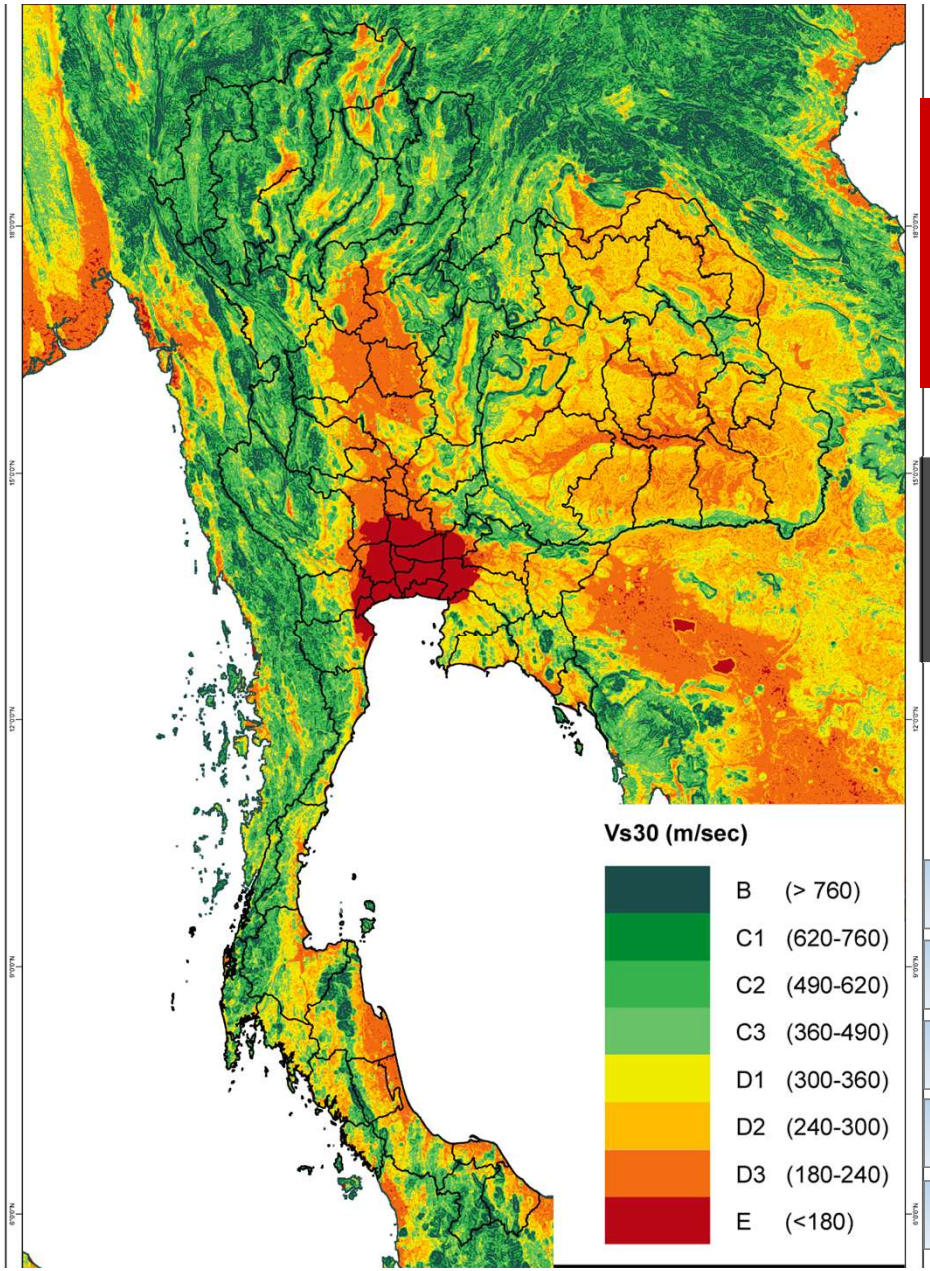


SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
DAMAGE	None	None	None	Very light	Light	Moderate	Moderate/heavy	Heavy	Very heavy
PGA(%g)	<0.0464	0.297	2.76	6.2	11.5	21.5	40.1	74.7	>139
PGV(cm/s)	<0.0215	0.135	1.41	4.65	9.64	20	41.4	85.8	>178
INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based on Worden et al. (2012)
Version 8: Processed 2025-03-28T18:12:21Z
△ Seismic Instrument ○ Reported Intensity ★ Epicenter ▭ Rupture

M 7.7 - 2025 Mandalay, Burma (Myanmar) Earthquake

2025-03-28 06:20:54 (UTC)
22.013°N 95.922°E
10.0 km depth



Map showing Soil (Site) Conditions in Thailand

(derived from digital elevation data—SRTM30 and boreholes data)

Bangkok and neighboring provinces are located inside a large soil basin.

Rock (No Amplification)

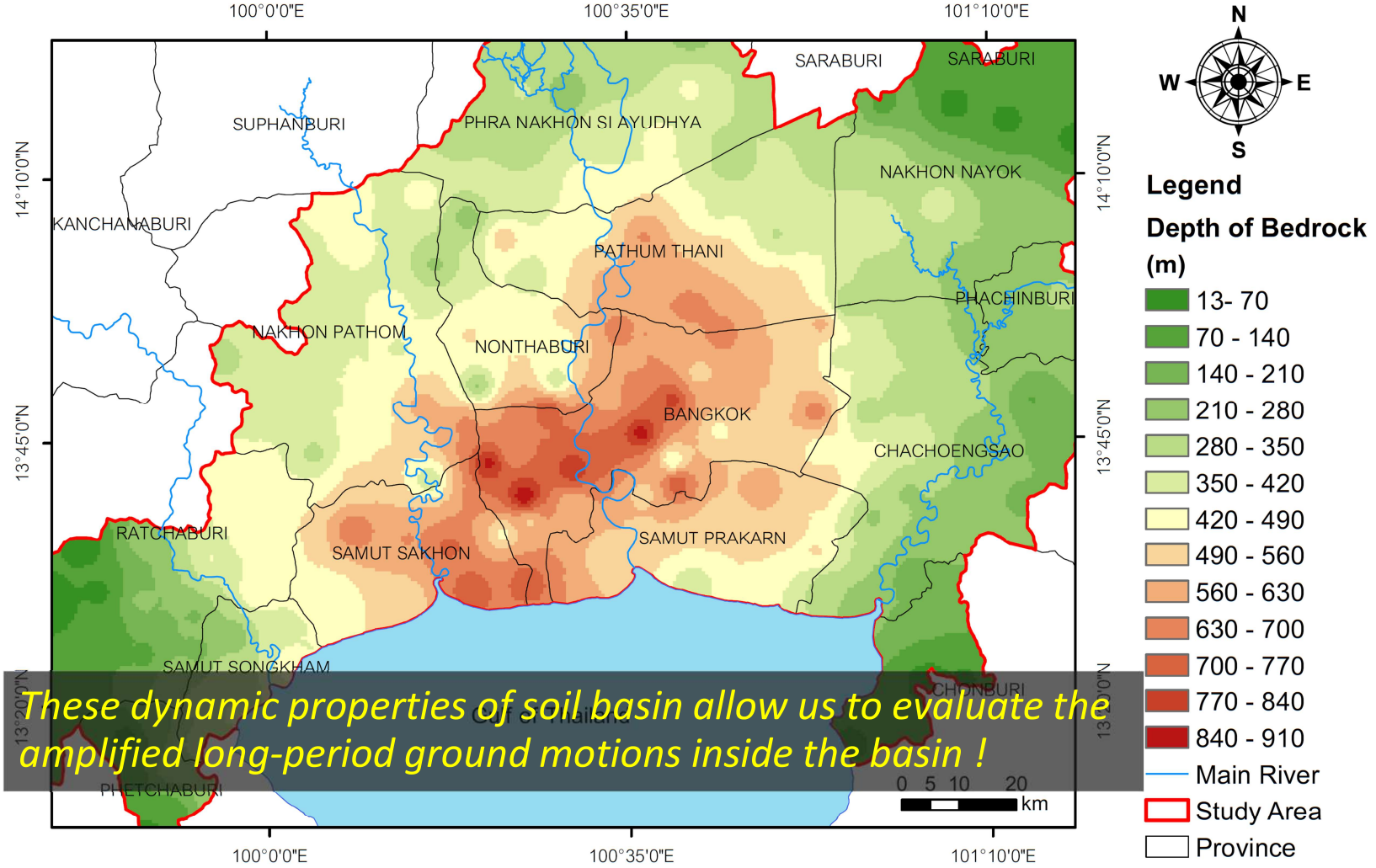
Very Stiff Soil

Stiff Soil (Moderate Amplification)

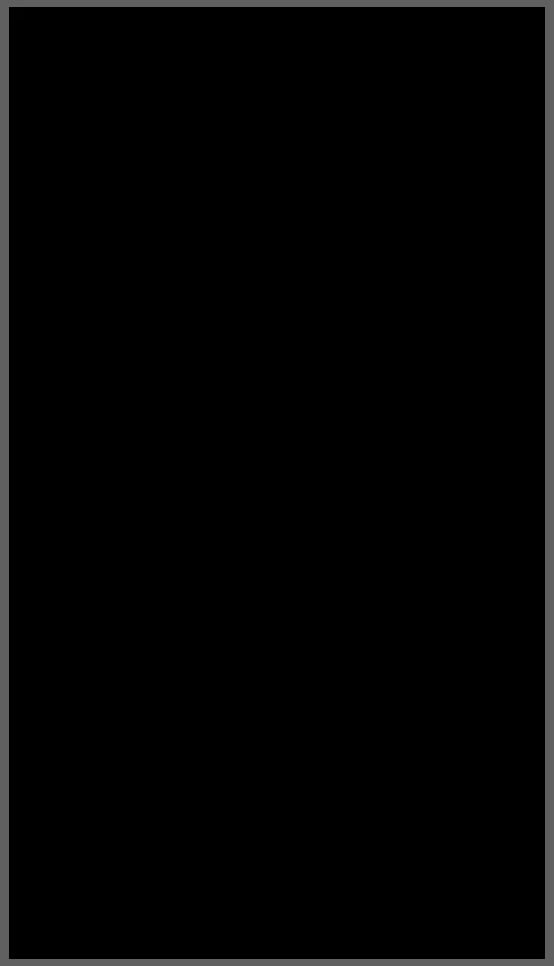
Moderately Soft Soil

Very Soft Soil (High Amplification)

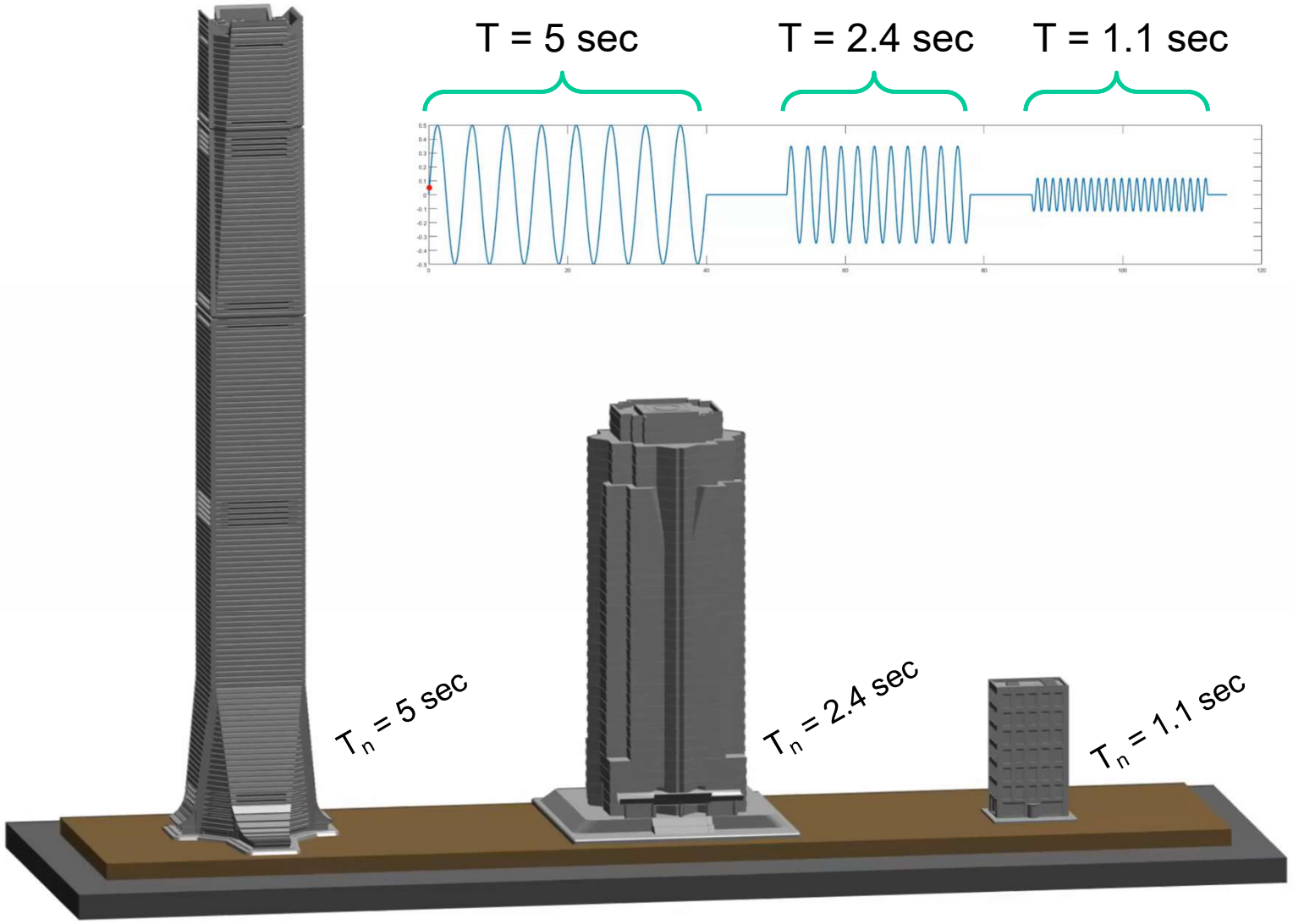
Depth to Basement Rock in Bangkok Basin

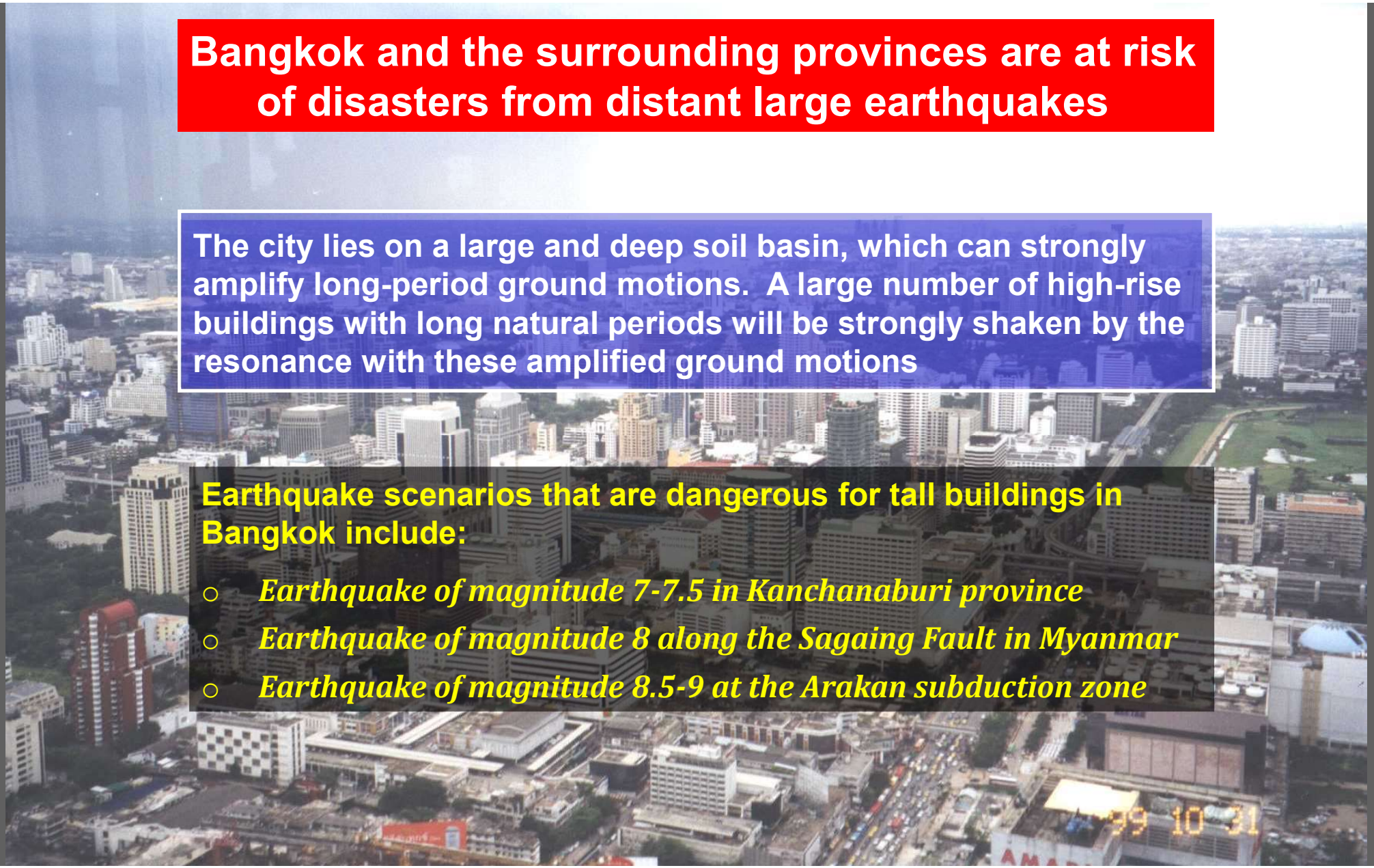


These dynamic properties of soil basin allow us to evaluate the amplified long-period ground motions inside the basin !



Resonance Effect





Bangkok and the surrounding provinces are at risk of disasters from distant large earthquakes

The city lies on a large and deep soil basin, which can strongly amplify long-period ground motions. A large number of high-rise buildings with long natural periods will be strongly shaken by the resonance with these amplified ground motions

Earthquake scenarios that are dangerous for tall buildings in Bangkok include:

- *Earthquake of magnitude 7-7.5 in Kanchanaburi province*
- *Earthquake of magnitude 8 along the Sagaing Fault in Myanmar*
- *Earthquake of magnitude 8.5-9 at the Arakan subduction zone*

With the 2007 amendment to the Earthquake related ministerial regulations, the control area for earthquake-resistant design was extended to Bangkok and the surrounding provinces.

กฎกระทรวง

กำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคาร
และพื้นดินที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว
พ.ศ. ๒๕๕๐

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ (๓) แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ และมาตรา ๘ (๓) แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๔๓ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา

โด

ขอ

พร

"บริเวณเฝ้าระวัง" หมายความว่า พื้นที่หรือบริเวณที่อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหว ได้แก่ จังหวัดกระบี่ จังหวัดชุมพร จังหวัดพังงา จังหวัดภูเก็ต จังหวัดระนอง จังหวัดสงขลา และจังหวัดสุราษฎร์ธานี

"บริเวณที่ ๑" หมายความว่า พื้นที่หรือบริเวณที่เป็นดินอ่อนมากที่อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวระยะไกล ได้แก่ กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี จังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดสมุทรสาคร

"บริเวณที่ ๑" หมายความว่า พื้นที่หรือบริเวณที่เป็นดินอ่อนมากที่อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวระยะไกล ได้แก่ กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี จังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดสมุทรสาคร

"บริเวณที่ ๒" หมายความว่า พื้นที่หรือบริเวณที่อยู่ใกล้รอยเลื่อนที่อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหว ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดเชียงราย จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดตาก จังหวัดน่าน จังหวัดพะเยา จังหวัดแพร่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดลำปาง และจังหวัดลำพูน

(๑) บริเวณเฝ้าระวังและบริเวณที่ ๑

(ก) อาคารที่จำเป็นต่อความเป็นอยู่ของสาธารณชน เช่น สถานพยาบาลที่รับผู้ป่วยไว้ค้างคืน สถานีดับเพลิง อาคารศูนย์บรรเทาสาธารณภัย อาคารศูนย์สื่อสาร ท่าอากาศยาน โรงไฟฟ้า โรงผลิตและเก็บน้ำประปา

(ข) อาคารเก็บวัตถุอันตราย เช่น วัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ วัตถุมีพิษ วัตถุกัมมันตรังสี หรือวัตถุที่ระเบิดได้

(ค) อาคารสาธารณะที่มีผู้ใช้อาคารได้ตั้งแต่สามร้อยคนขึ้นไป ได้แก่ โรงมหรสพ หอประชุม หอศิลป์ พิพิธภัณฑสถาน หอสมุด ศาสนสถาน สนามกีฬา อัฒจันทร์ ตลาด ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานีรถ และโรงแรม

(ง) สถานศึกษาที่รับนักเรียนหรือนักศึกษาได้ตั้งแต่สองร้อยห้าสิบคนขึ้นไป

(จ) สถานรับเลี้ยงเด็กอ่อนที่รับเด็กอ่อนได้ตั้งแต่ห้าสิบคนขึ้นไป

(ฉ) อาคารที่มีผู้ใช้อาคารได้ตั้งแต่ห้าพันคนขึ้นไป

สิบเมตรขึ้นไป

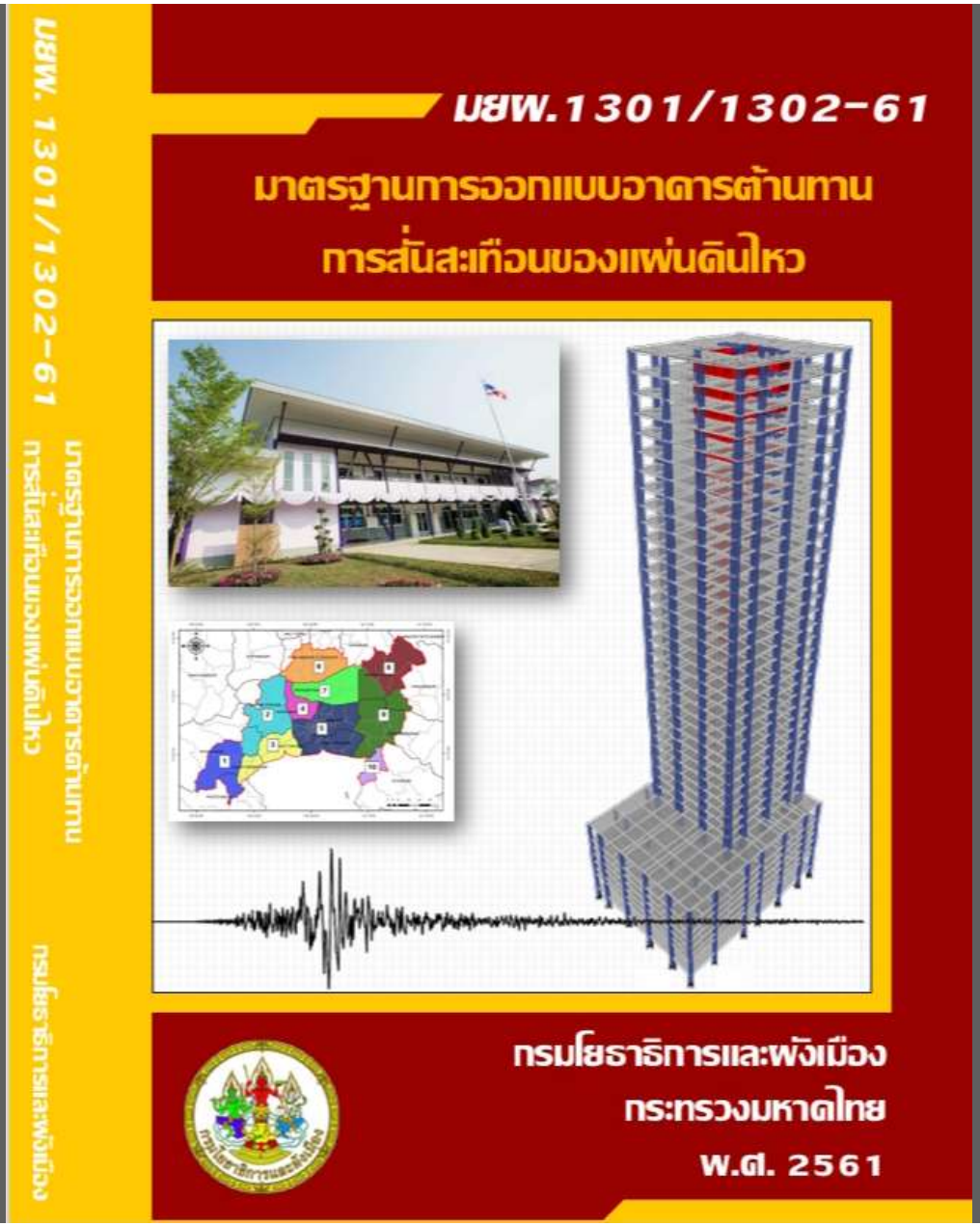
ัวฝายมีความสูง

บาลที่รับผู้ป่วยไว้

ค้างคืน สถานีดับเพลิง อาคารศูนย์บรรเทาสาธารณภัย อาคารศูนย์สื่อสาร ท่าอากาศยาน โรงไฟฟ้า โรงผลิตและเก็บน้ำประปา

(ข) อาคารเก็บวัตถุอันตราย เช่น วัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ วัตถุมีพิษ วัตถุกัมมันตรังสี หรือวัตถุที่ระเบิดได้

(ค) อาคารสาธารณะ ได้แก่ โรงมหรสพ หอประชุม หอศิลป์ พิพิธภัณฑสถาน หอสมุด ศาสนสถาน สนามกีฬา อัฒจันทร์ ตลาด ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานีรถ โรงแรม สถานบริการ และอาคารจอดรถ



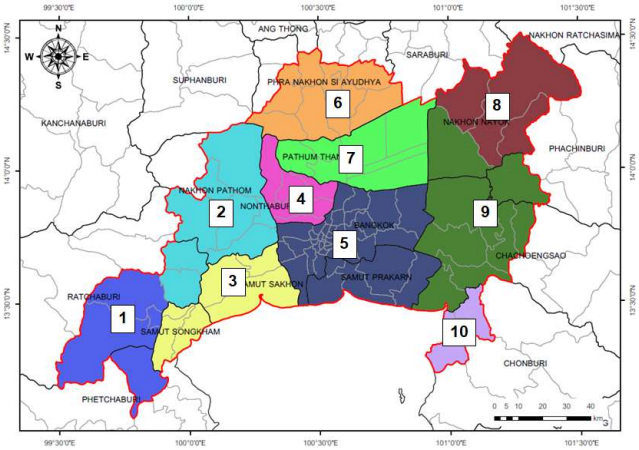
National Standard DPT 1301/1302-61: Seismic Resistant Design of Buildings and Structures

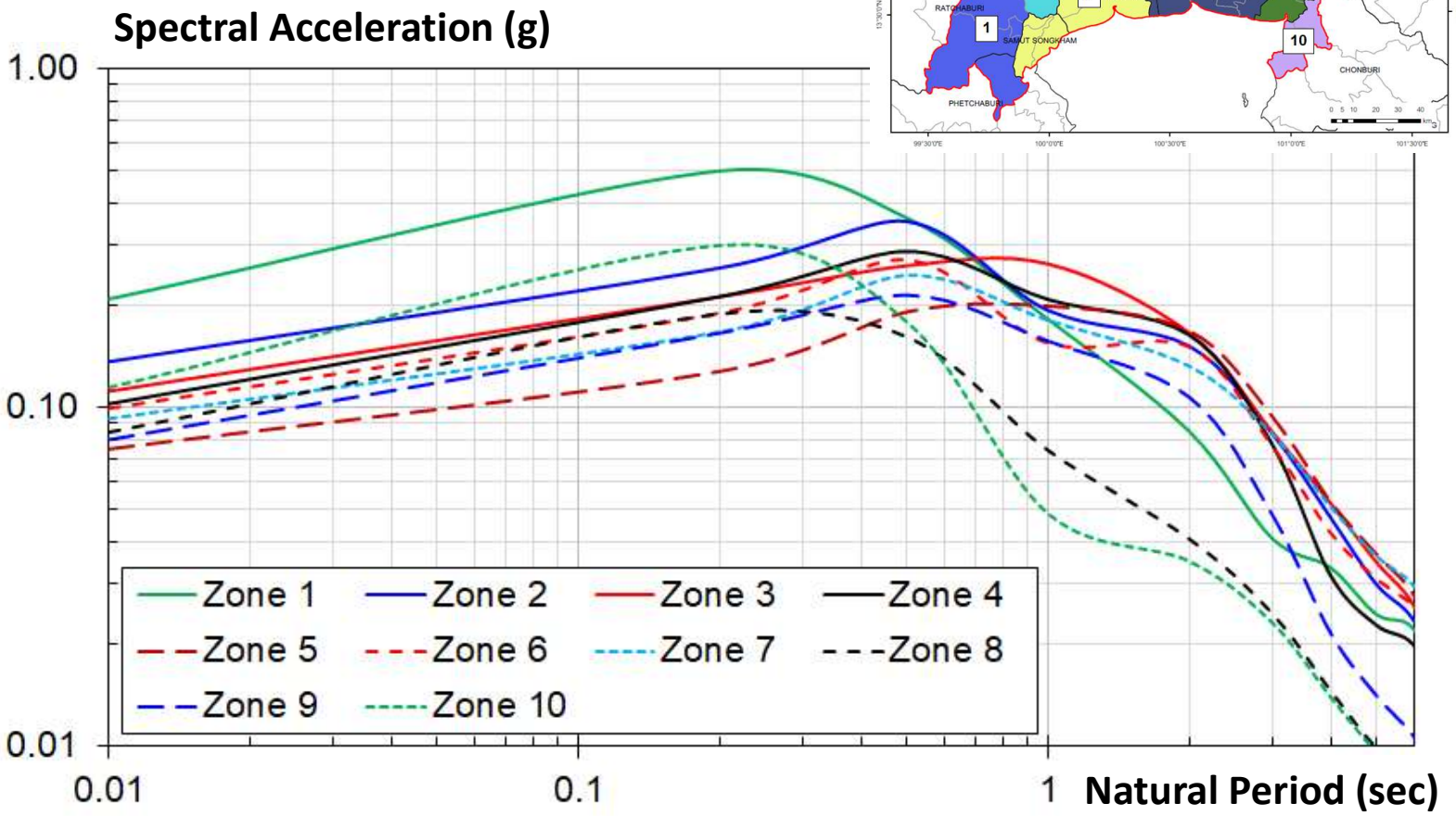
Issued by Department of Public Works and Town & Country Planning, Ministry of Interior (2019)

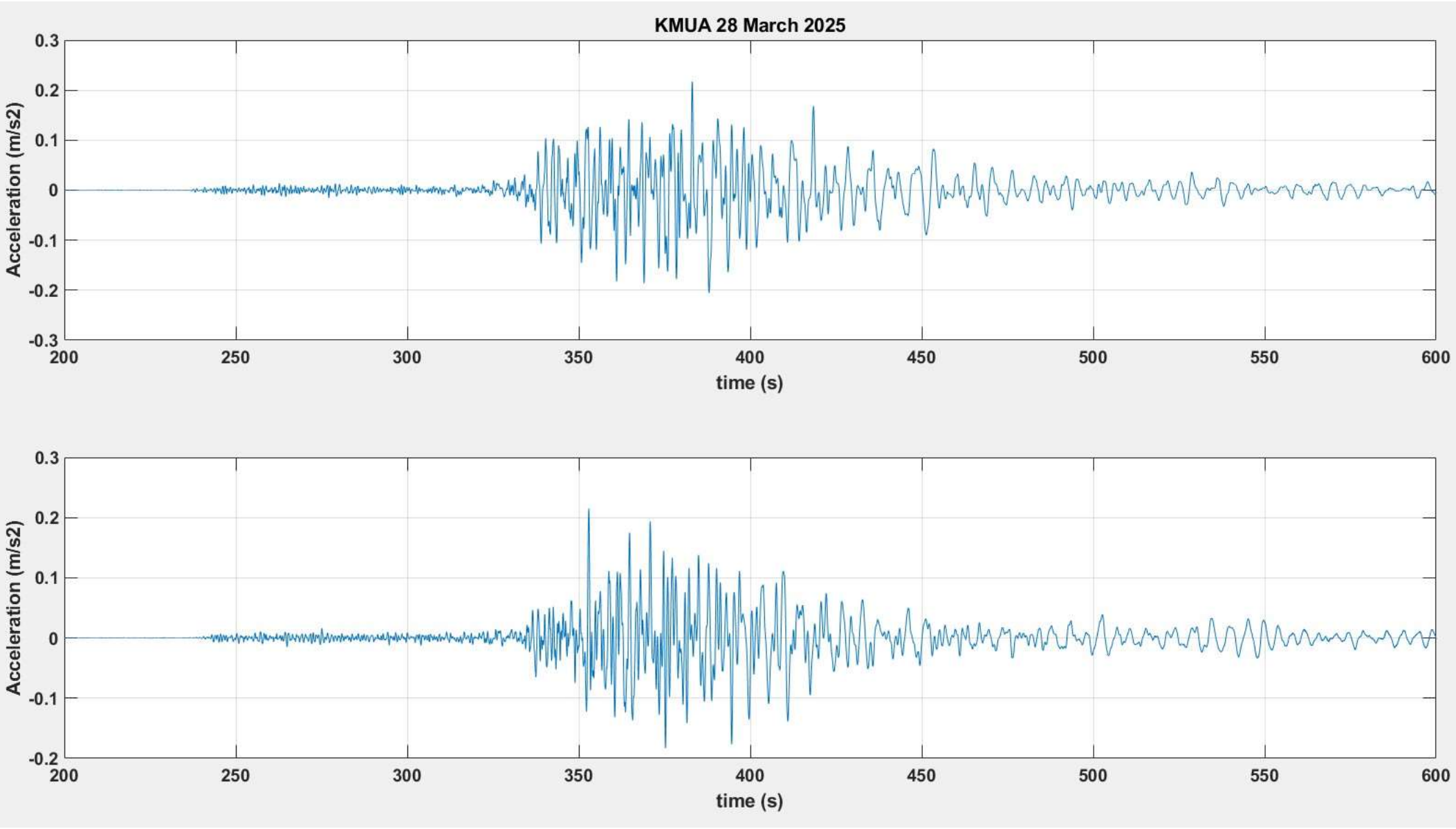
The new design spectra for Bangkok and the surrounding provinces have already been included in DPT1301/1302-61.

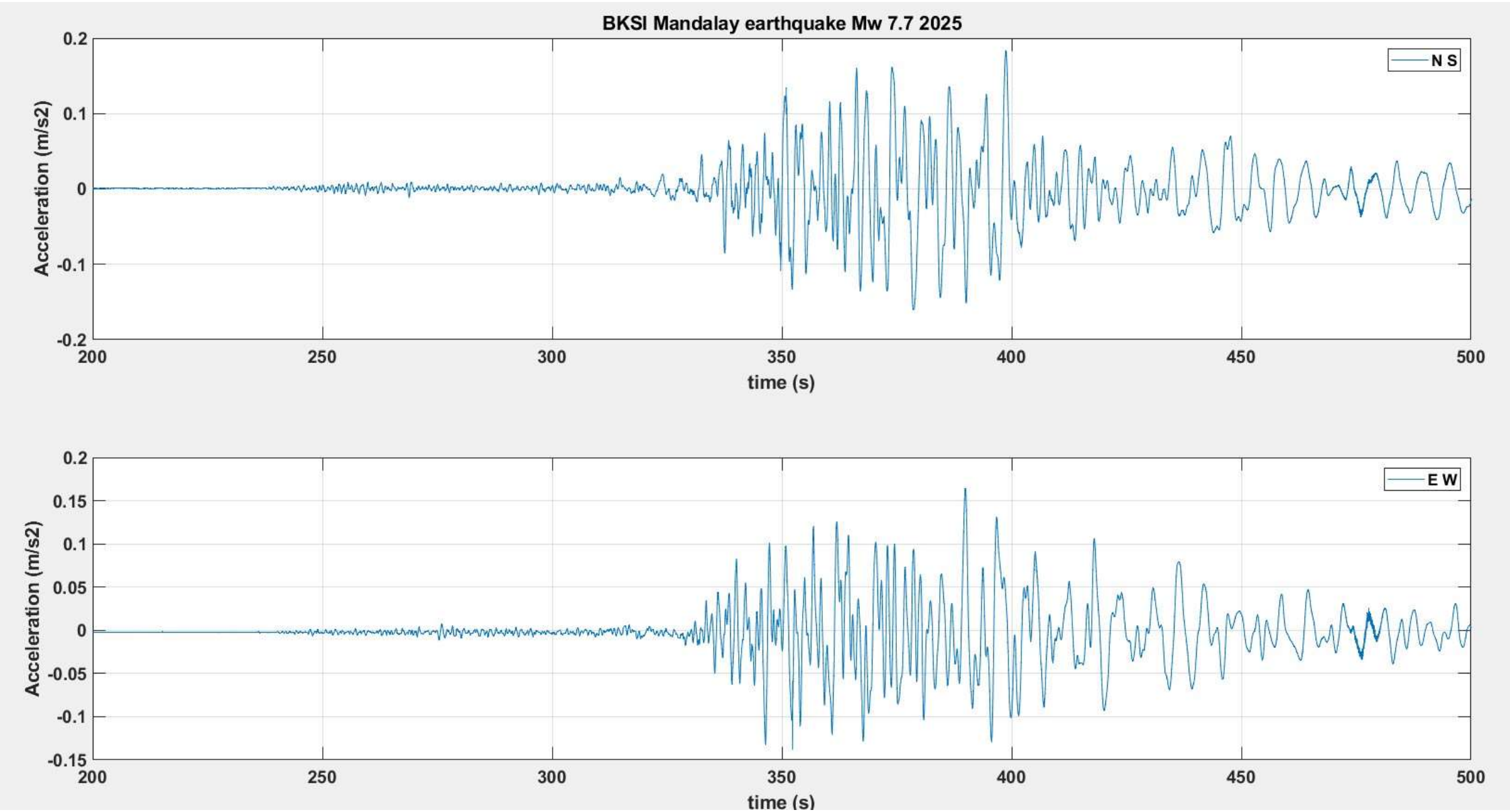
New Design Spectra for Bangkok and surrounding provinces

Earthquake induced force in the Building

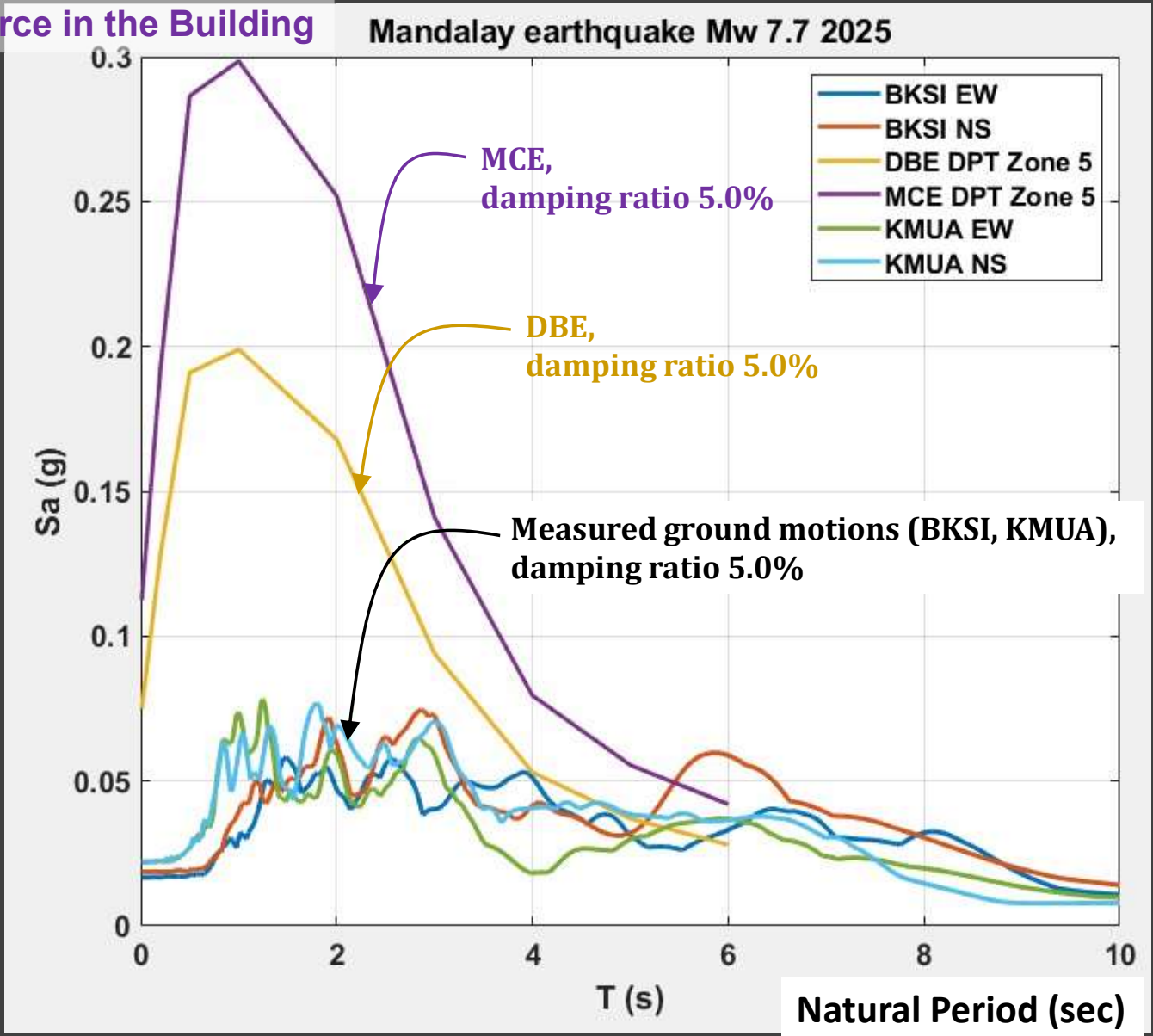





KMUA 28 March 2025
Acceleration (m/s2)
0.3
0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
-0.3
200
250
300
350
400
450
500
550
600
time (s)
Acceleration (m/s2)
0.3
0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
200
250
300
350
400
450
500
550
600
time (s)


BKSI Mandalay earthquake Mw 7.7 2025
N S
Acceleration (m/s2)
time (s)
E W
Acceleration (m/s2)
time (s)

EQ induced force in the Building



Thailand Structural Engineers Association
TSEA
สมาคมวิศวกรโครงสร้างแห่งประเทศไทย

Summary of Damages

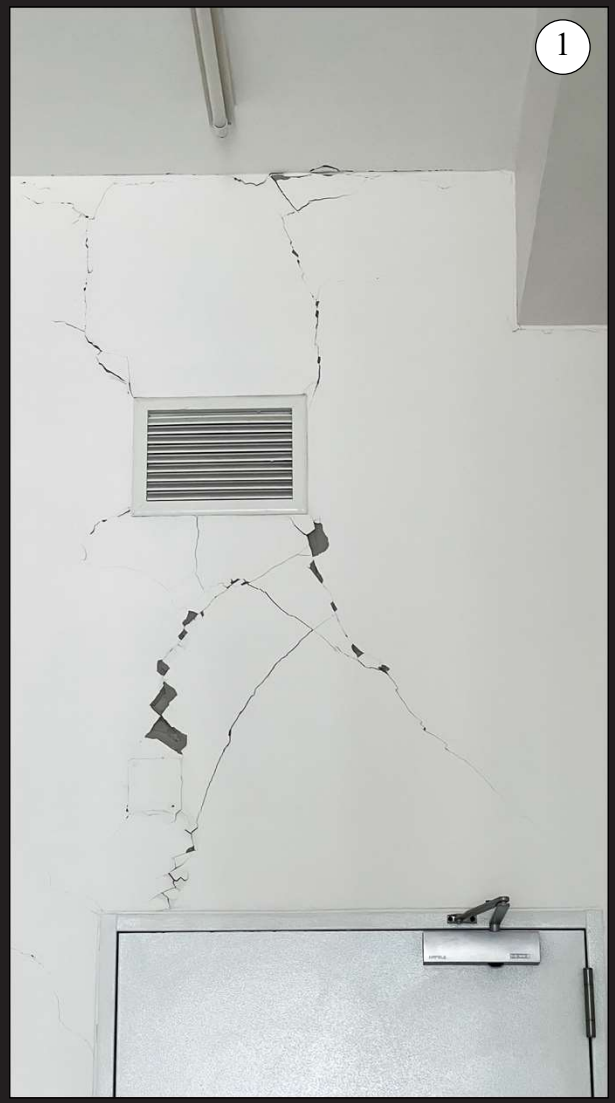
Total Collapse – 1 Bldg (SAO bldg. during construction)

Structural damages – Approx. more than 10 Bldgs

Non-structural damages – Approx. Several 100 Bldgs

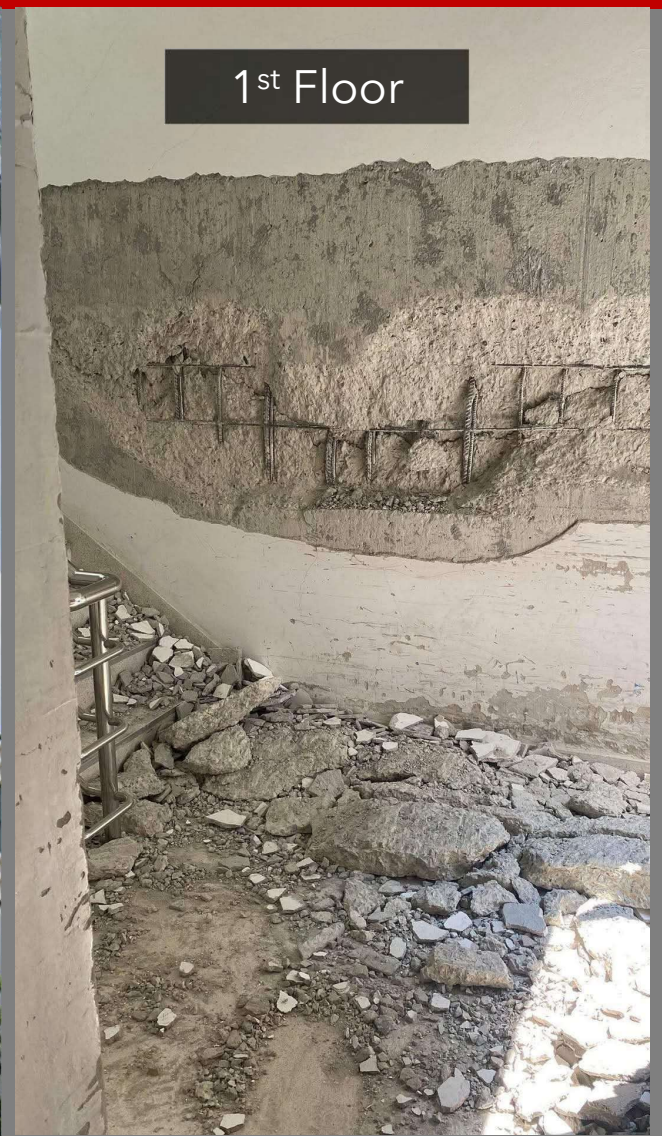
All buildings in Bangkok, except collapsed SAO bldg, are safe from the earthquake with varying of damages but no reported injuries or death, except the collapsed SAO bldg with around 100 labors death or missing.

Slight to Moderate Damage to Non-Structural Masonry Walls

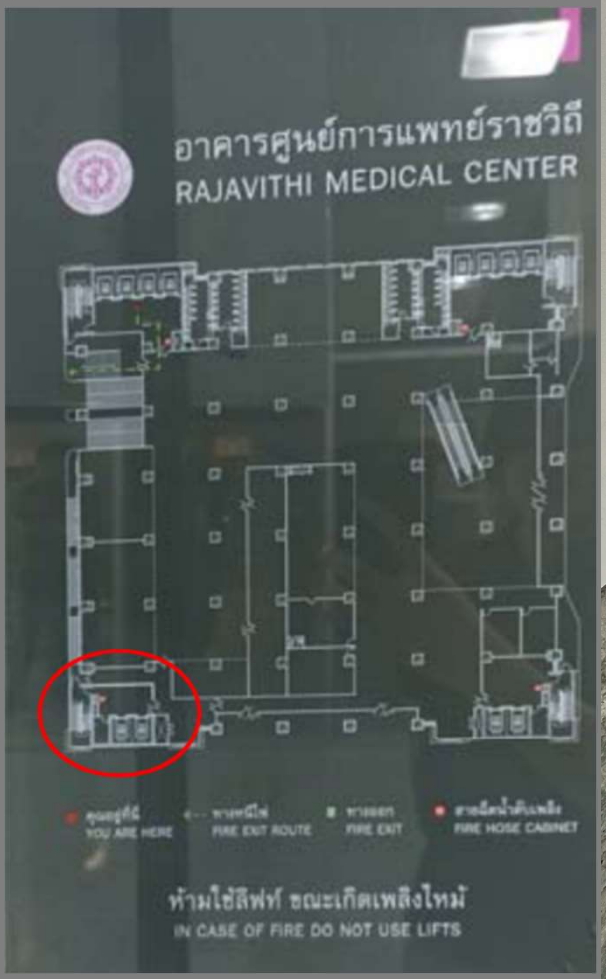


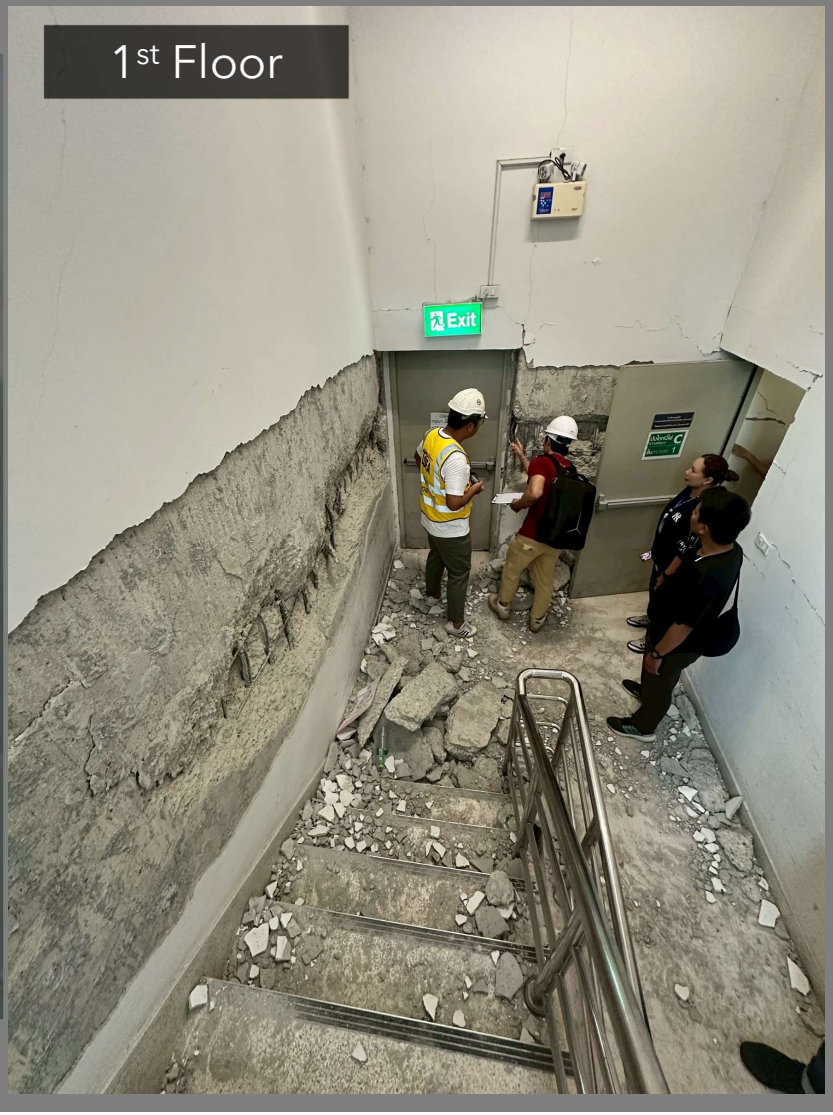
Severe Damage to Non-Structural Masonry Walls–ผนังอิฐก่อร้าวทะลุสองฝั่ง

Significant Structural Damage (25-story, Rajavithi Hospital)



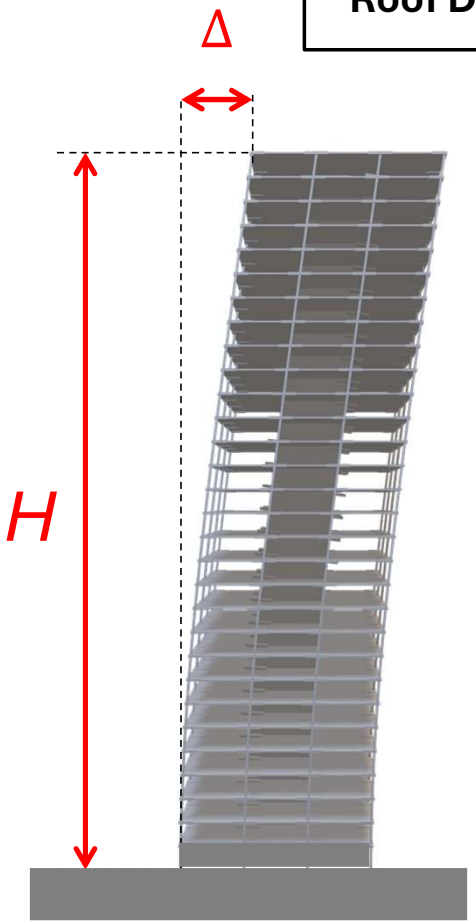
Significant Structural Damage (25-story, Rajavithi Hospital)



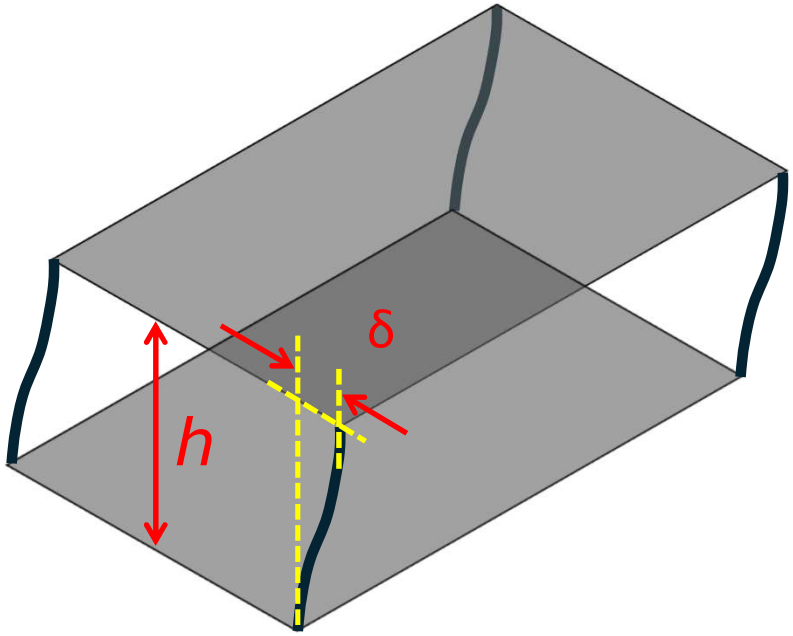


Significant Structural Damage (Building in Bangkok)

$$\text{Roof Drift Ratio} = \frac{\Delta}{H}$$

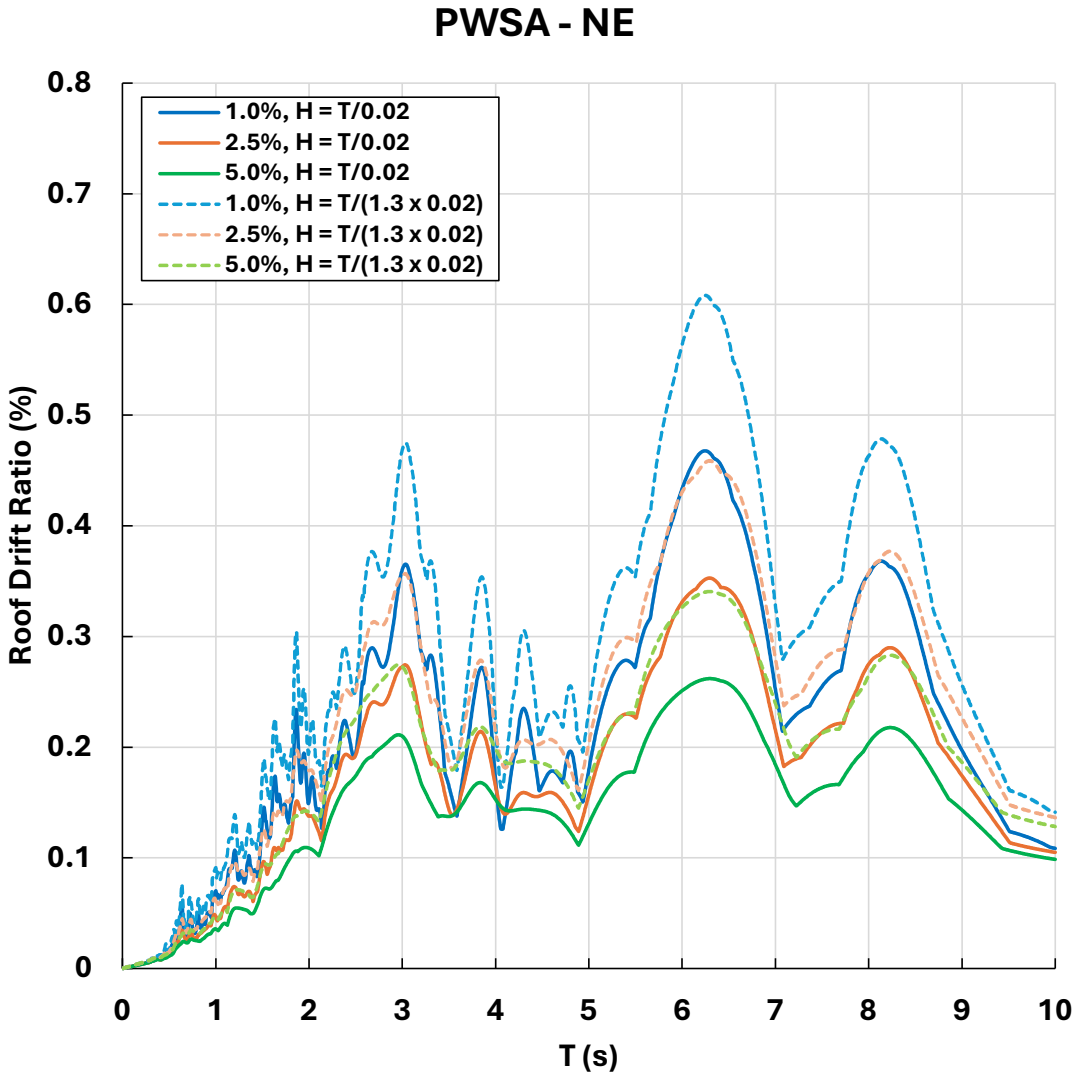


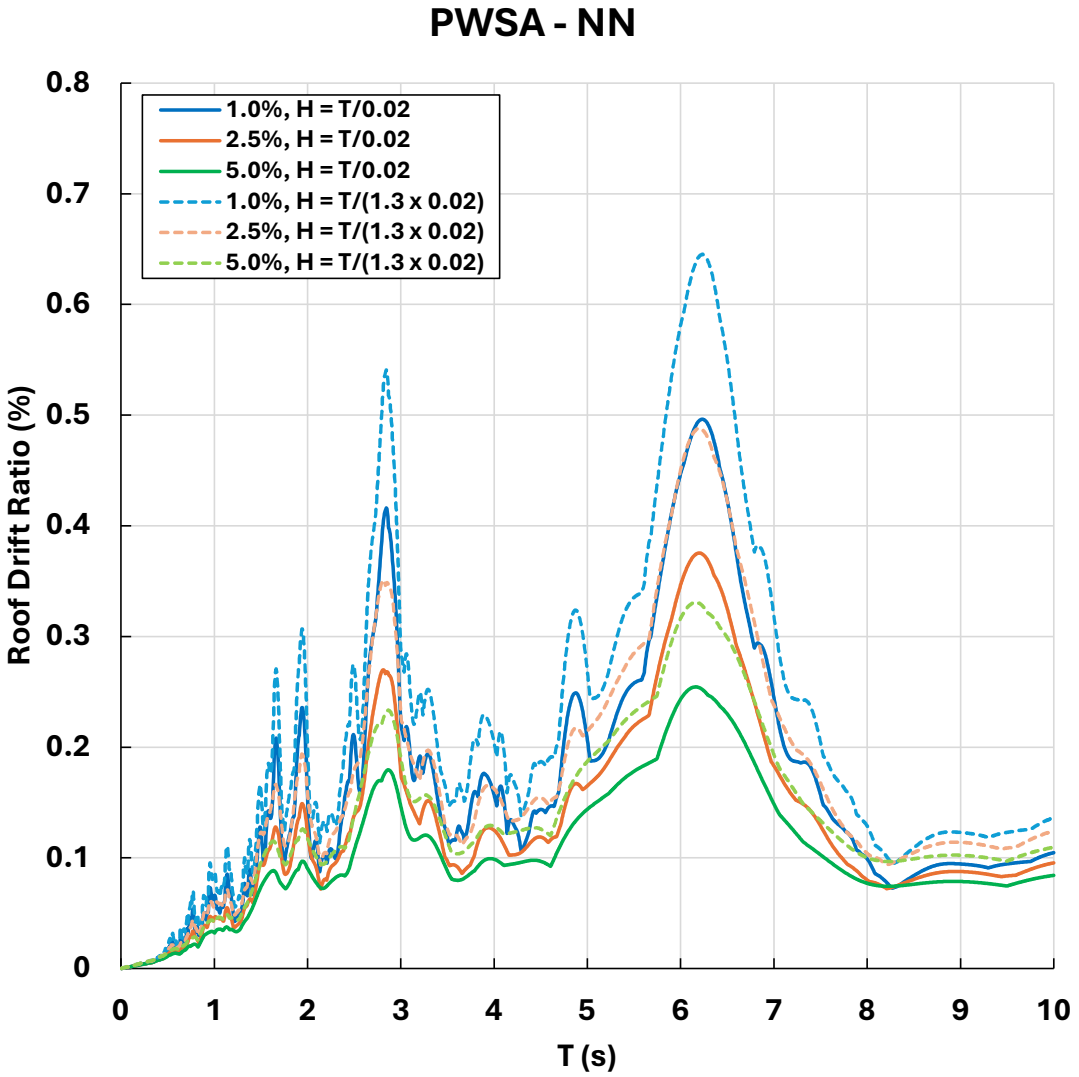
$$\text{Inter-Story Drift Ratio} = \frac{\delta}{h}$$



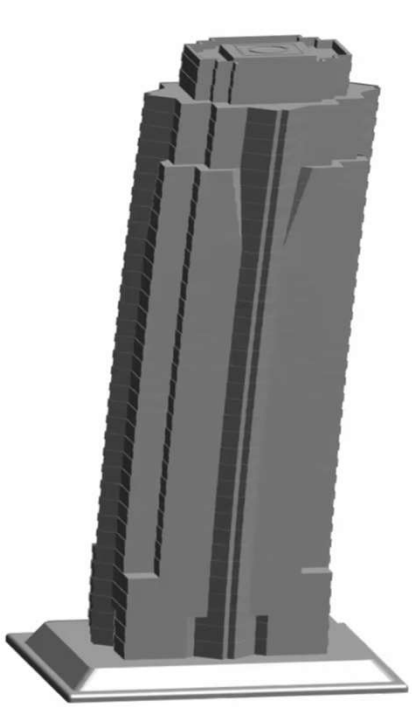
Roof Drift Ratio

Station: Department of Public Works and Town & Country Planning (PWSA)

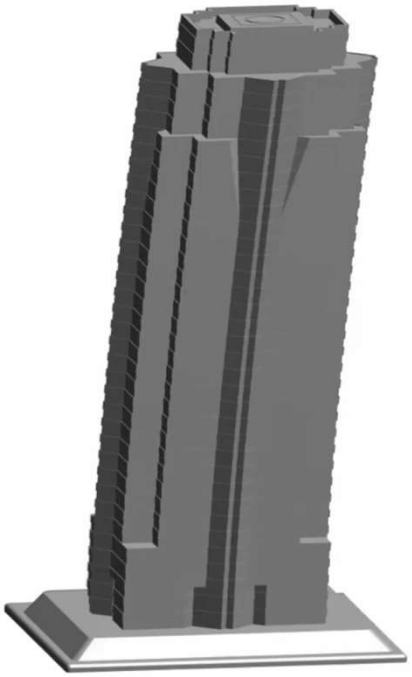




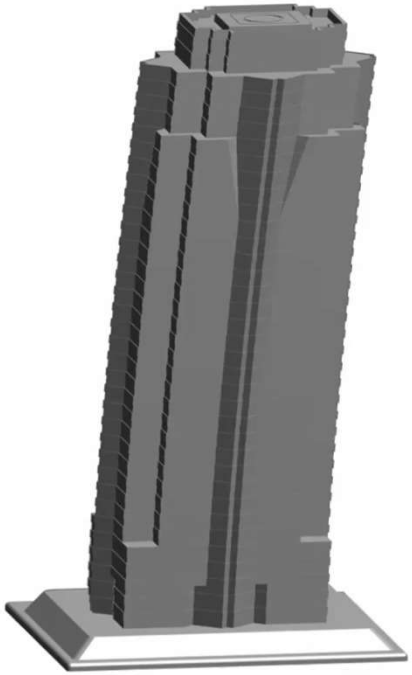
Damped Free Vibration



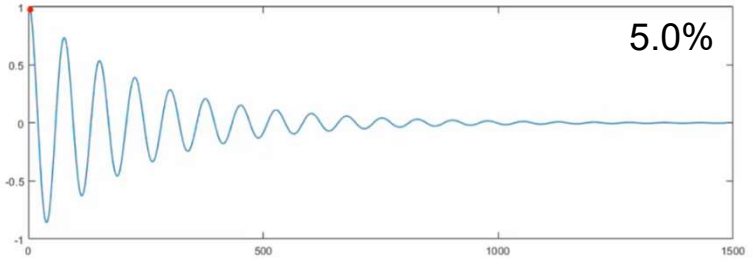
5.0%

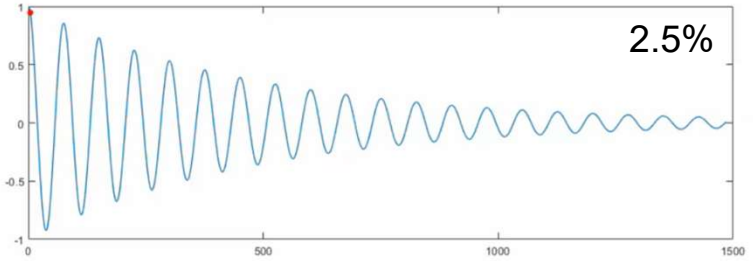


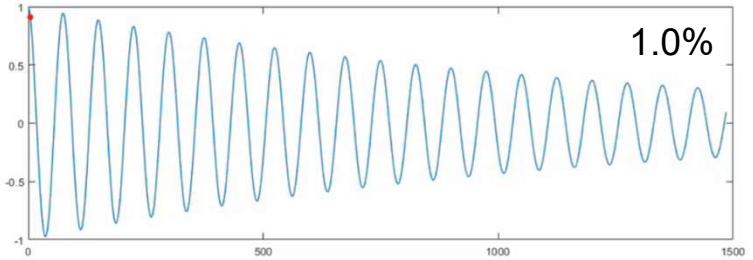
2.5%



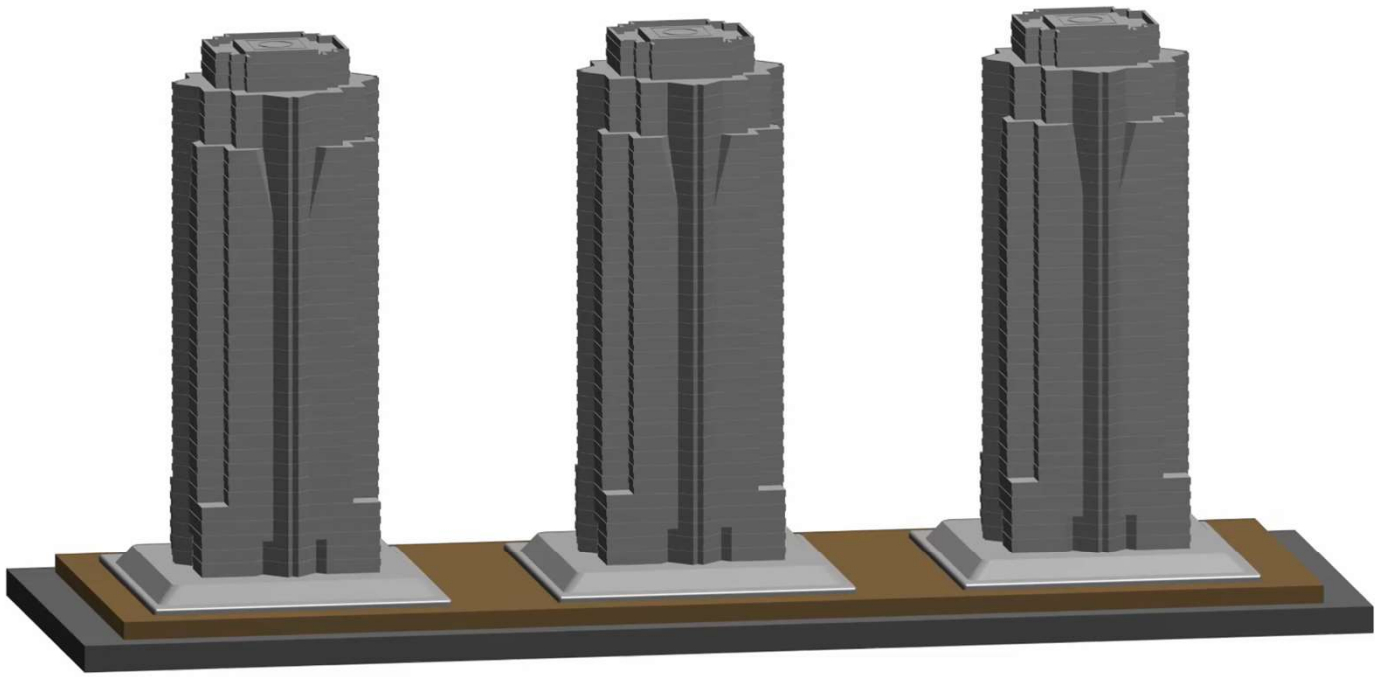
1.0%



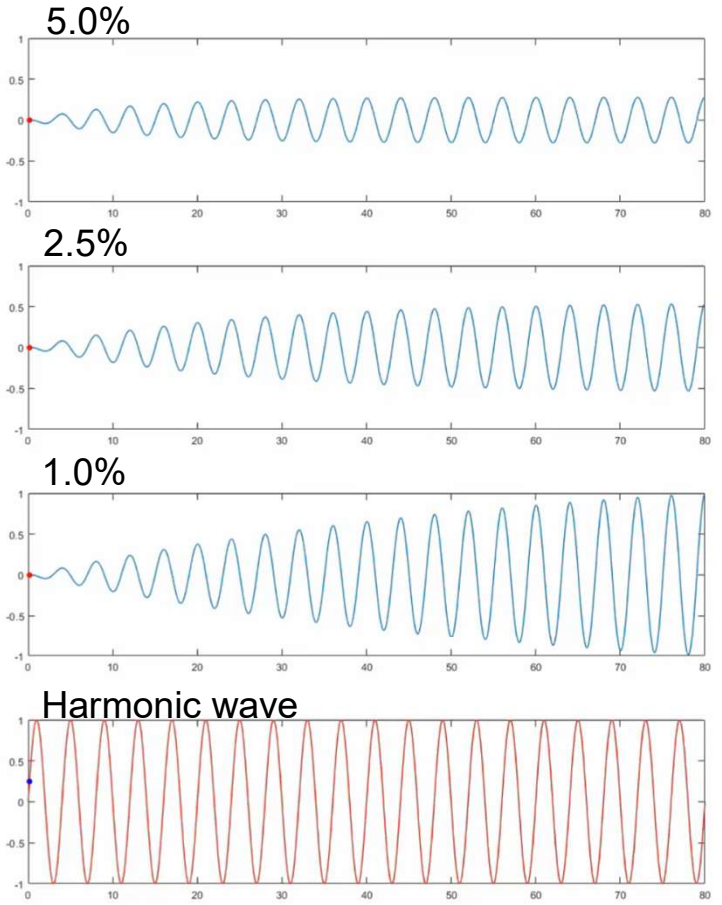




Harmonic Shaking

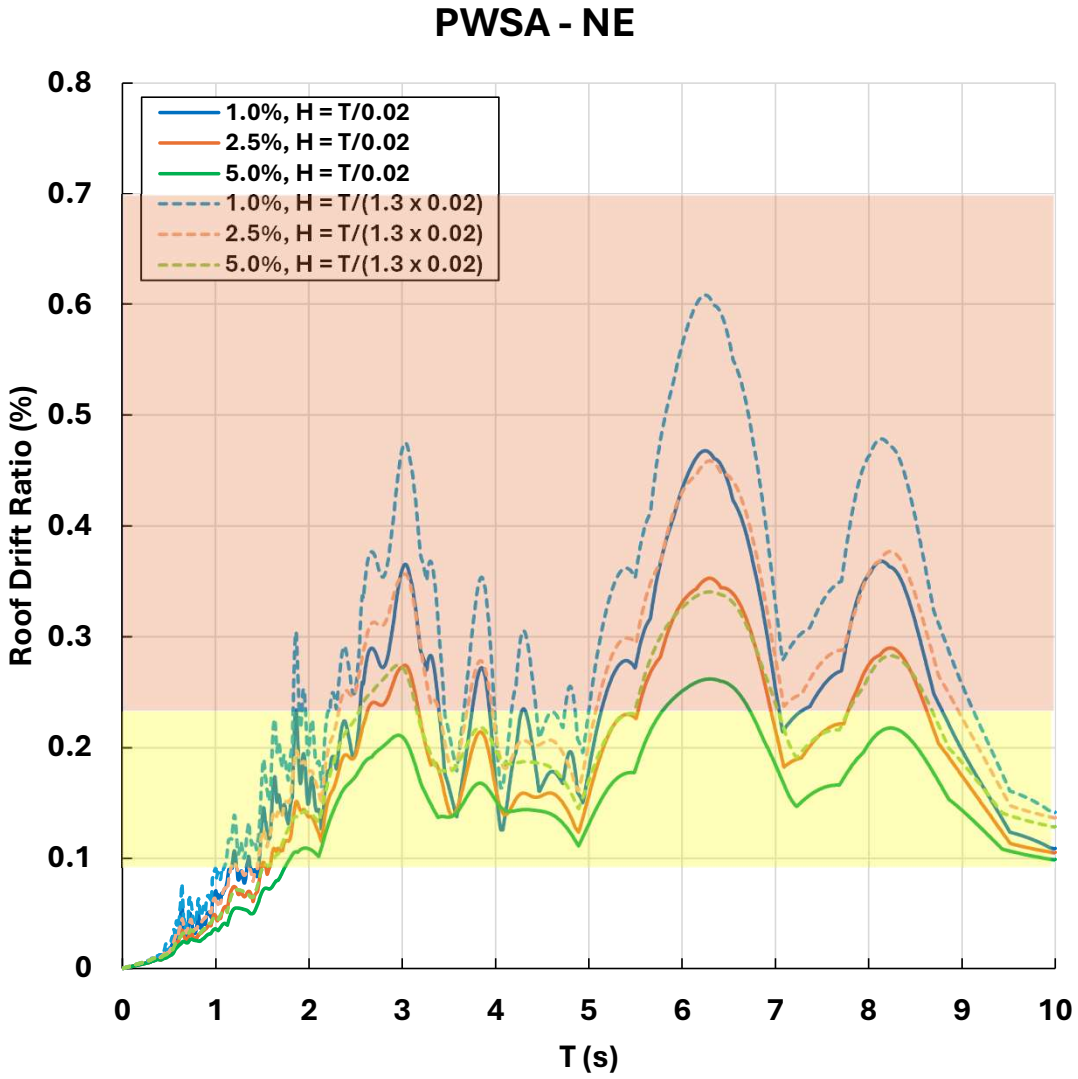


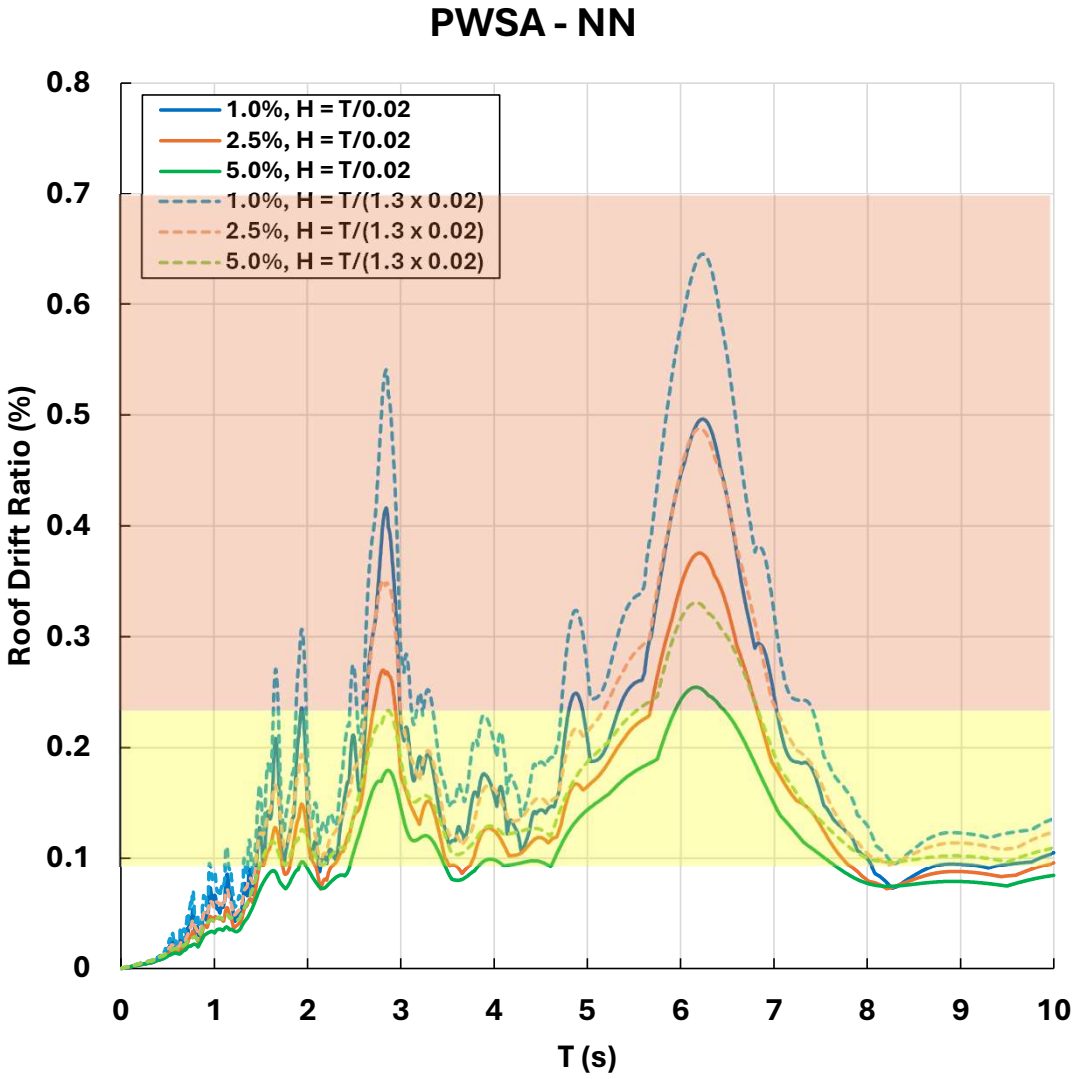
5.0% 2.5% 1.0%

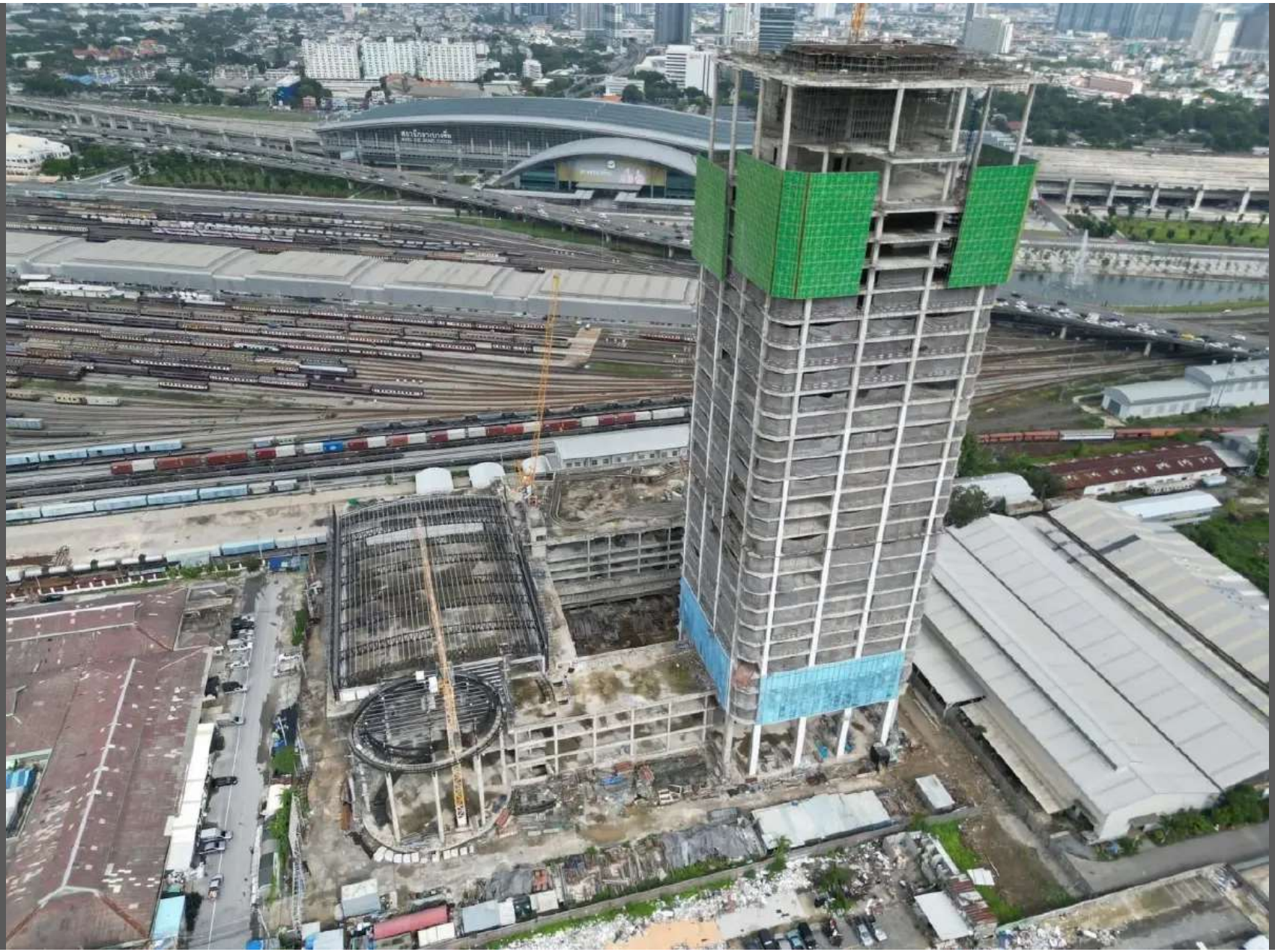


Roof Drift Ratio

Station: Department of Public Works and Town & Country Planning (PWSA)

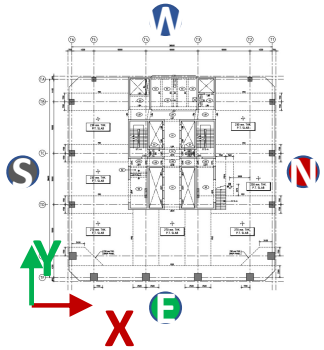




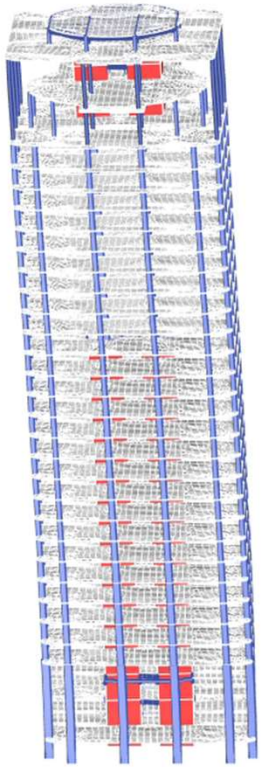


Building model

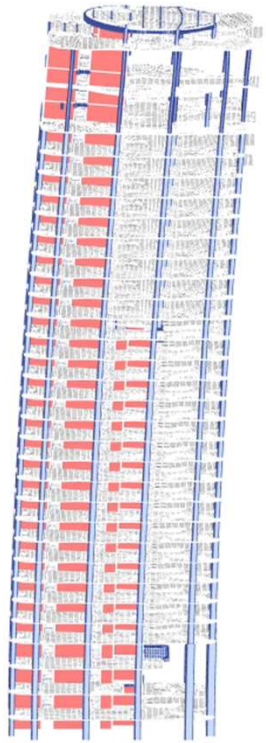
	Linear Static	Modal		
Model	Base Reaction (Ton)	Period (s)		
		Mode 1	Mode 2	Mode 3
Linear-elastic	53725.51	2.883 UX	2.272 UY	2.050 RZ



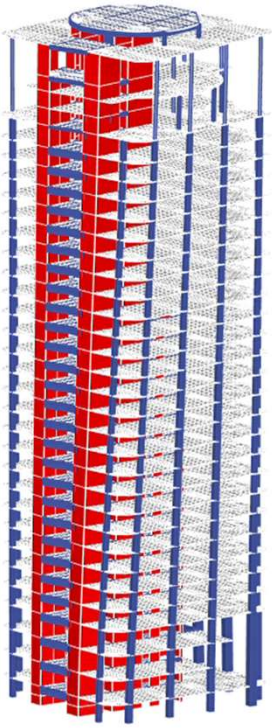
KMUTT's Model



Mode 1 X



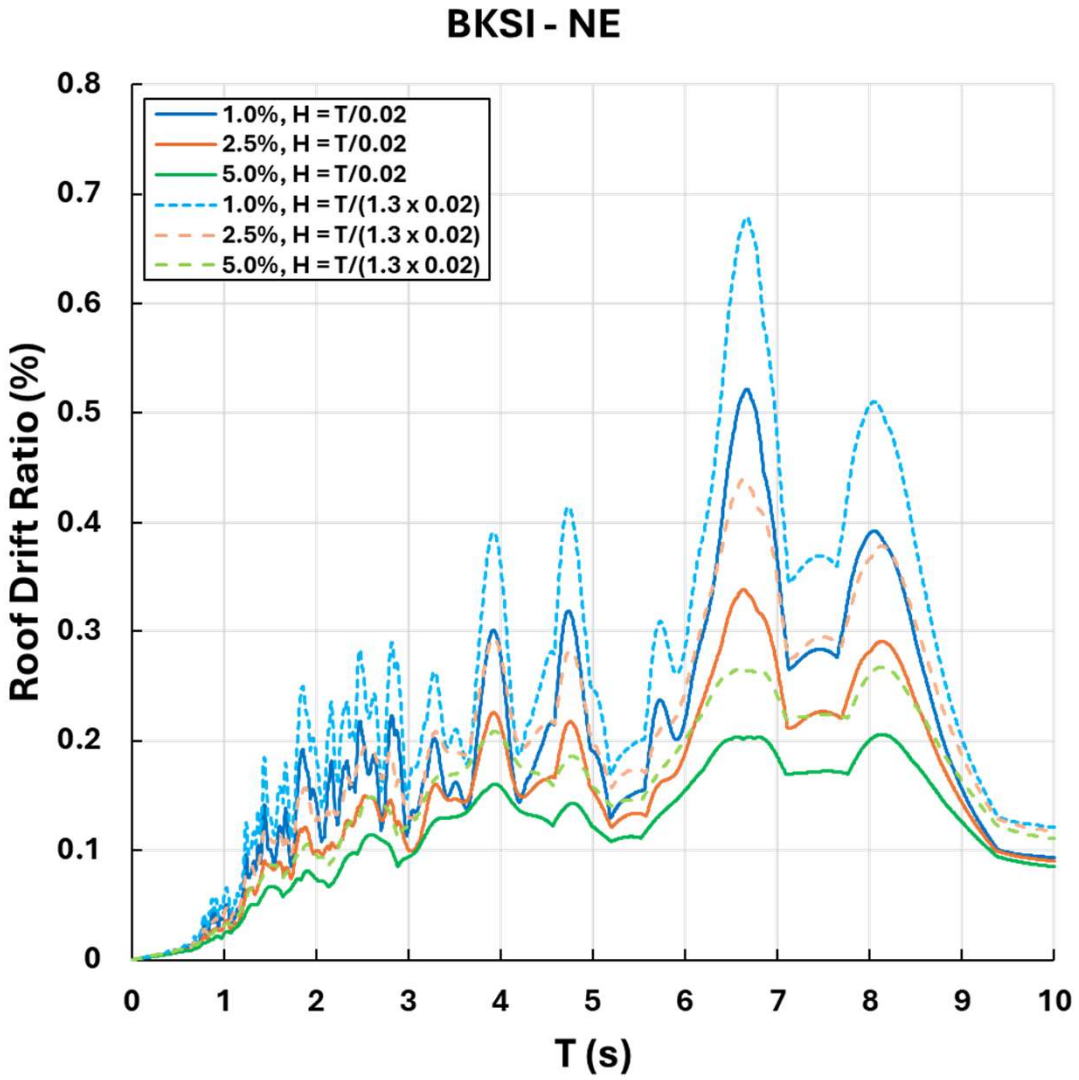
Mode 2 Y

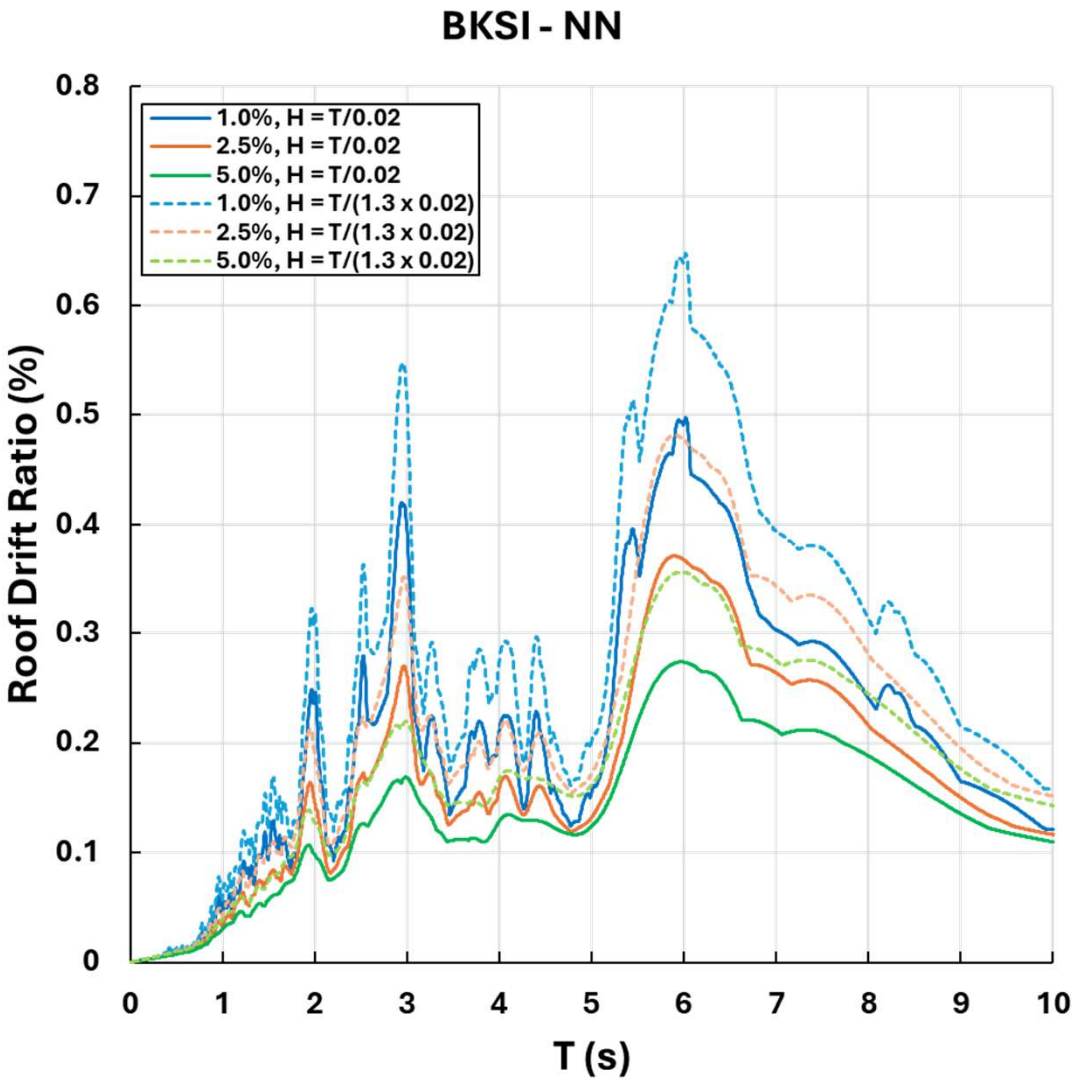


Mode 3 Z

Roof Drift Ratio

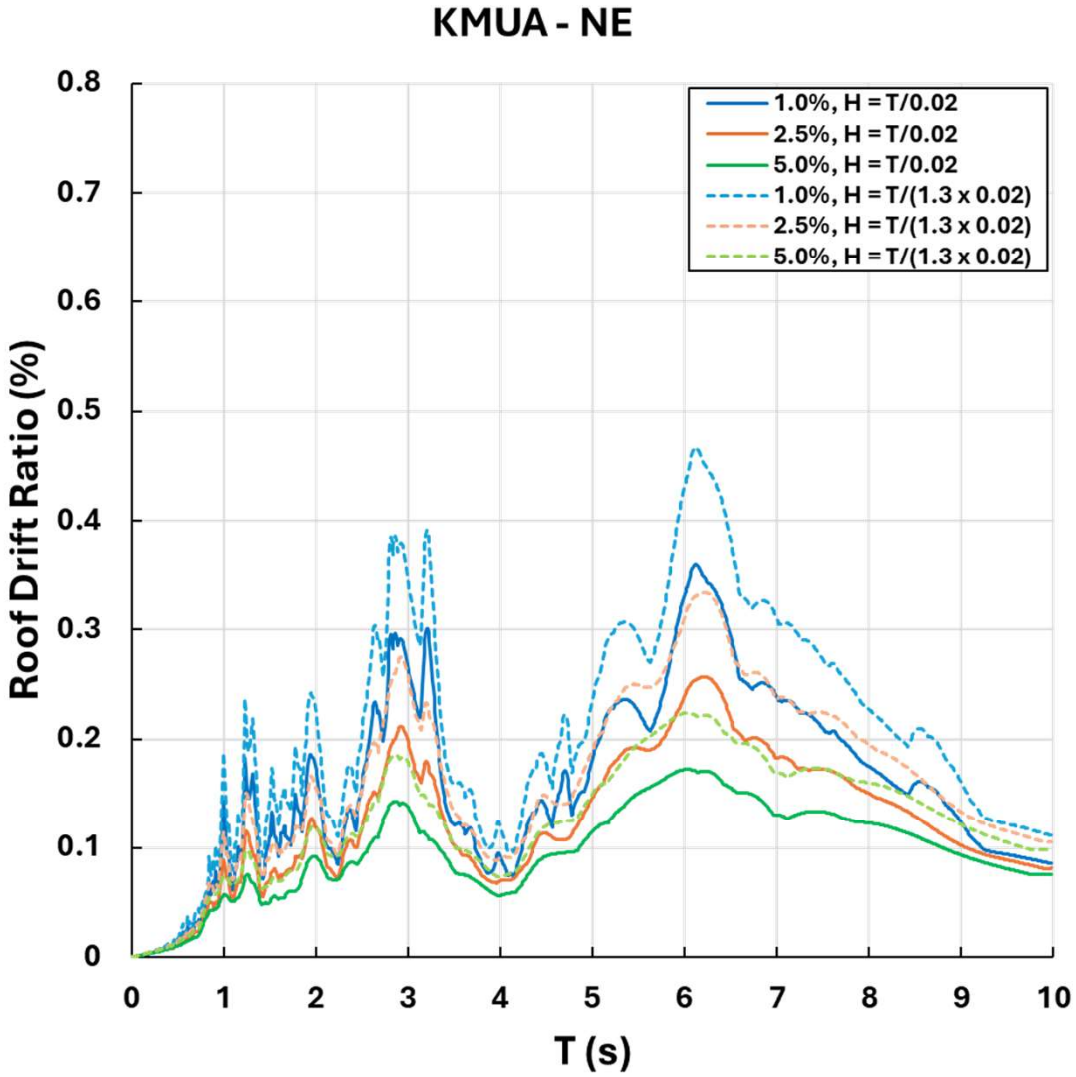
Station: Queen Sirikit National Convention Center (BKSI)

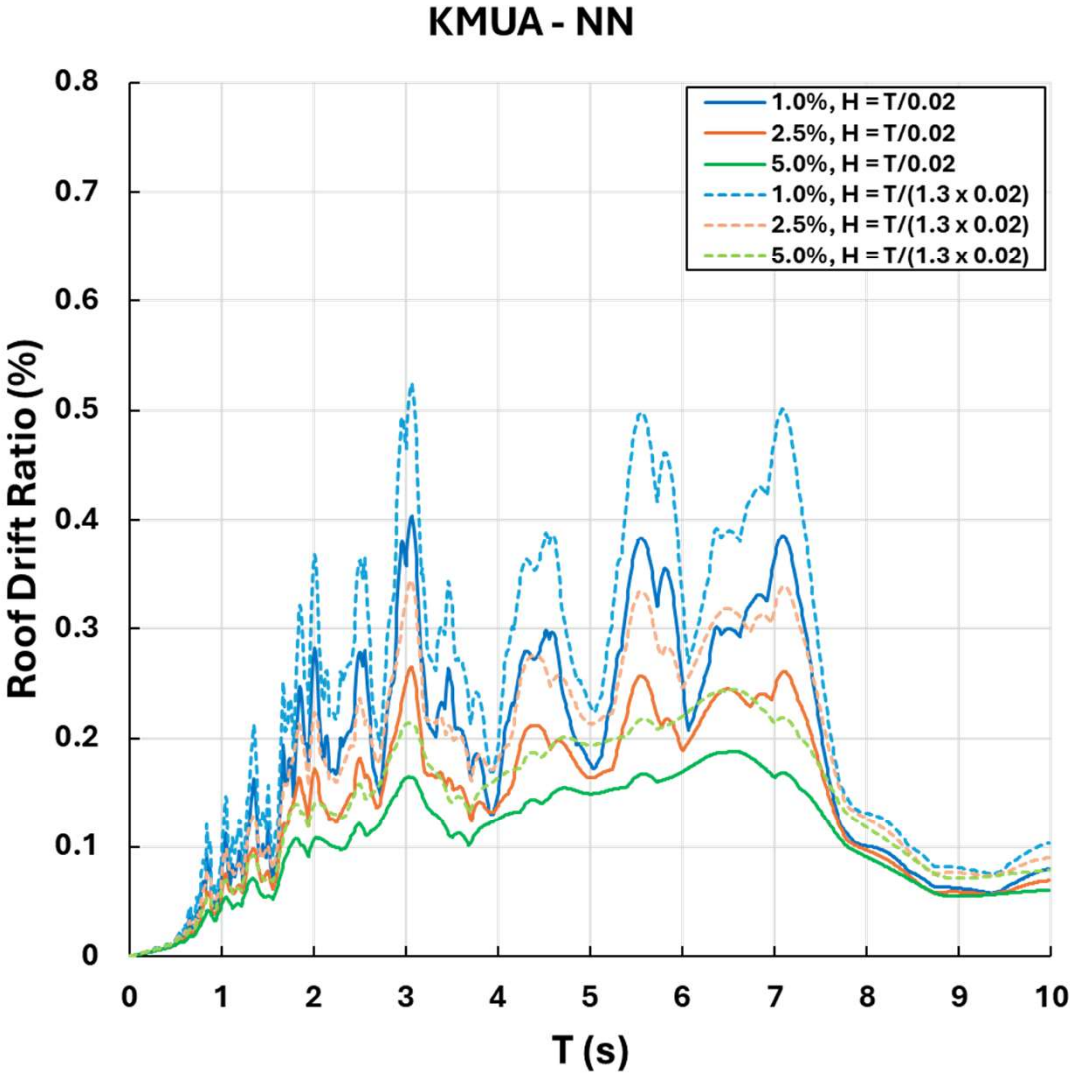


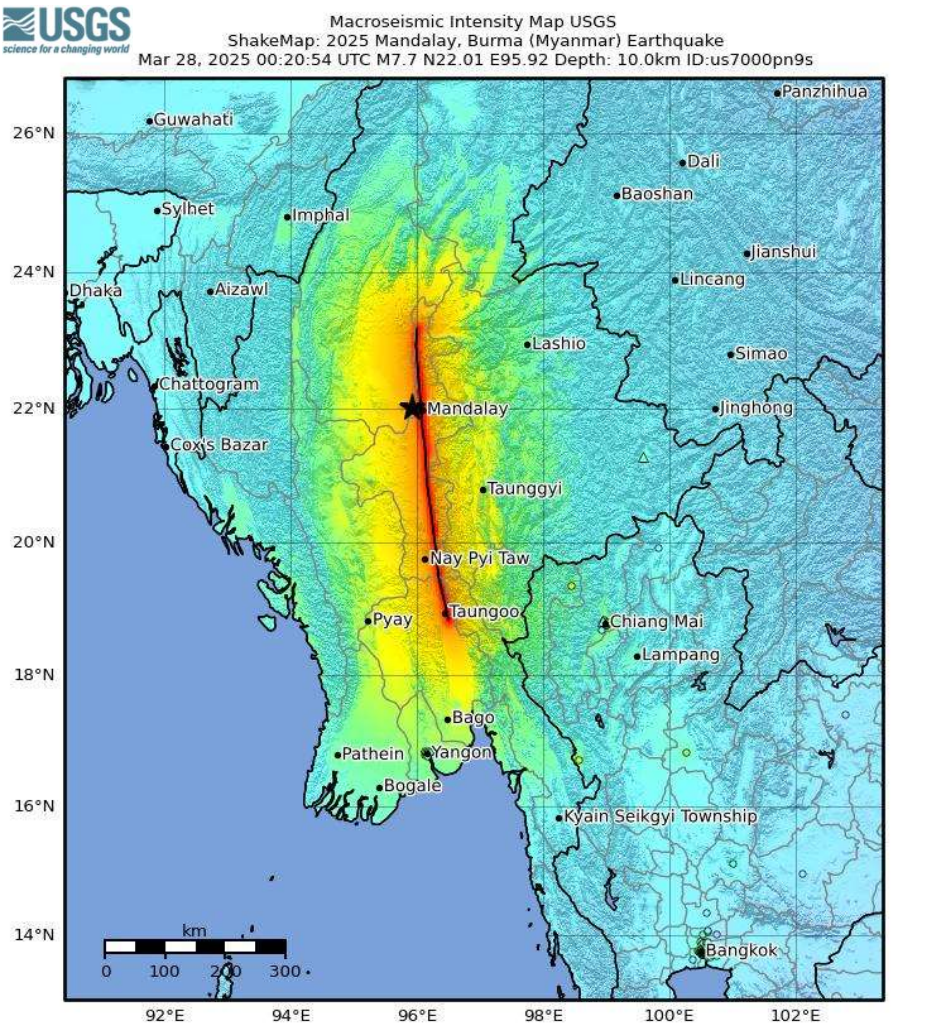


Roof Drift Ratio

Station: King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUA)







SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
DAMAGE	None	None	None	Very light	Light	Moderate	Moderate/heavy	Heavy	Very heavy
PGA(%g)	<0.0464	0.297	2.76	6.2	11.5	21.5	40.1	74.7	>139
PGV(cm/s)	<0.0215	0.135	1.41	4.65	9.64	20	41.4	85.8	>178
INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based on Worden et al. (2012)
Version 8: Processed 2025-03-28T18:12:21Z
△ Seismic Instrument ○ Reported Intensity ★ Epicenter ▭ Rupture

M 7.7 - 2025 Mandalay, Burma (Myanmar) Earthquake

2025-03-28 06:20:54 (UTC)
22.013°N 95.922°E
10.0 km depth

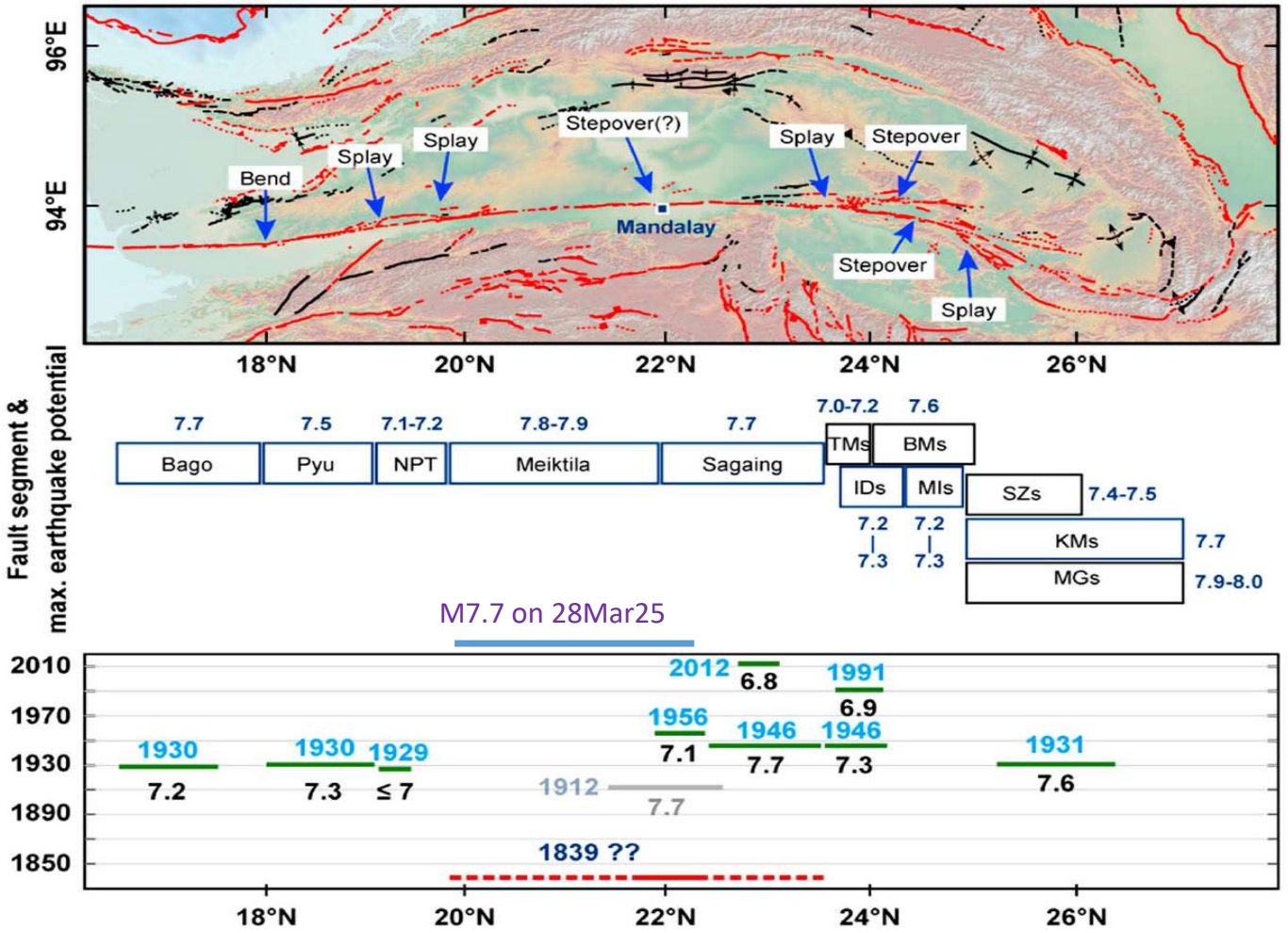
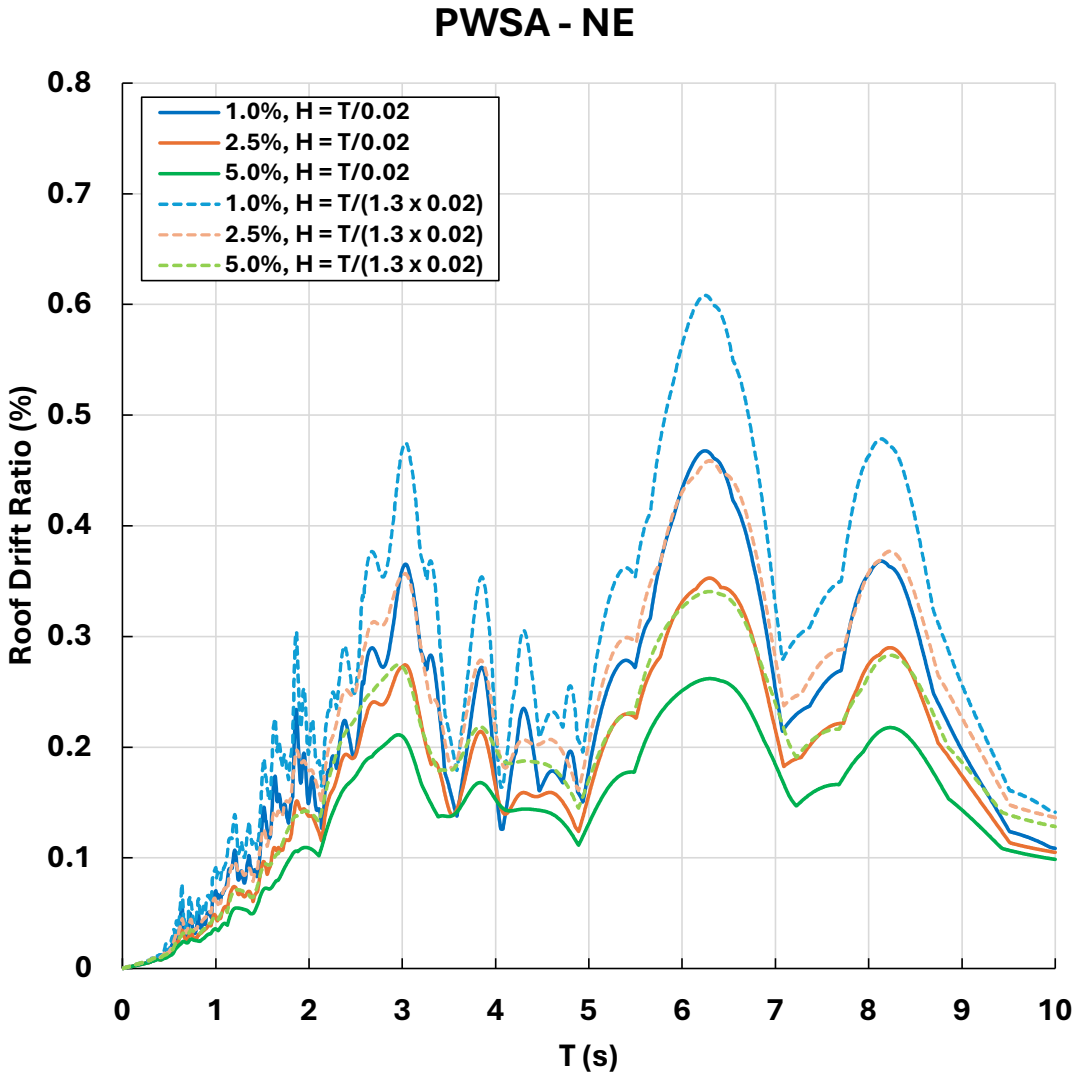
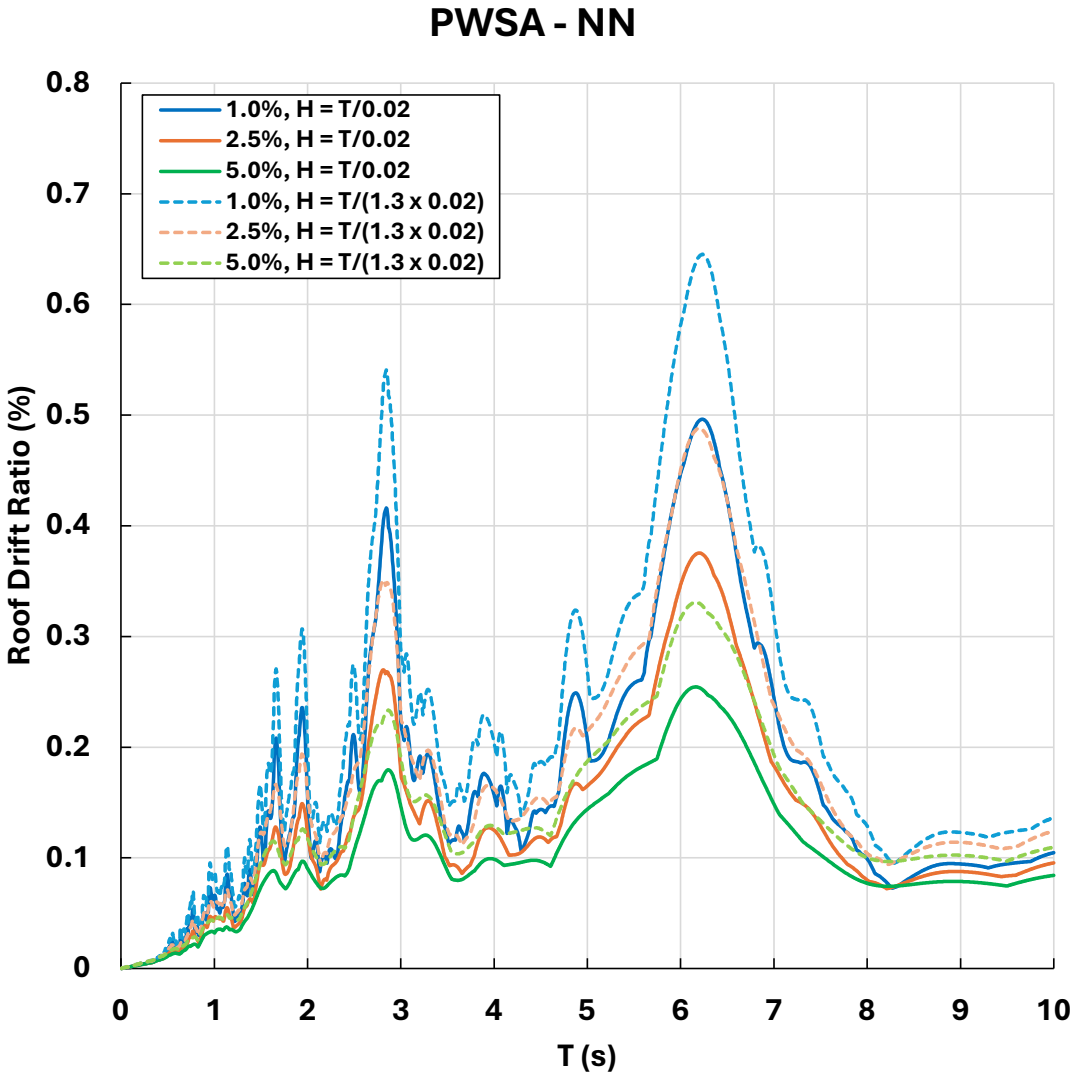


Figure 22. Map and chart of potential maximum earthquake magnitudes (M_w) associated with named segments of the Sagaing fault. Blue arrows show the boundaries of fault segments. Ruptures of the past century appear in the lower box. Green lines are the proposed rupture patches along the Sagaing fault since the beginning of the twentieth century; gray line shows the proposed rupture section along the Kyaukkyan fault, parallel to the Sagaing fault. Red line marks the possible rupture patch of the 1839 earthquake, inferred from historical data. BMs = Ban Mauk segment; TMs = Tawma segment; IDs = In Daw segment; MIs = Mawlu segment; SZs = Shaduzup segment; KMs = Kamaing segment; MGs = Mogang segment.

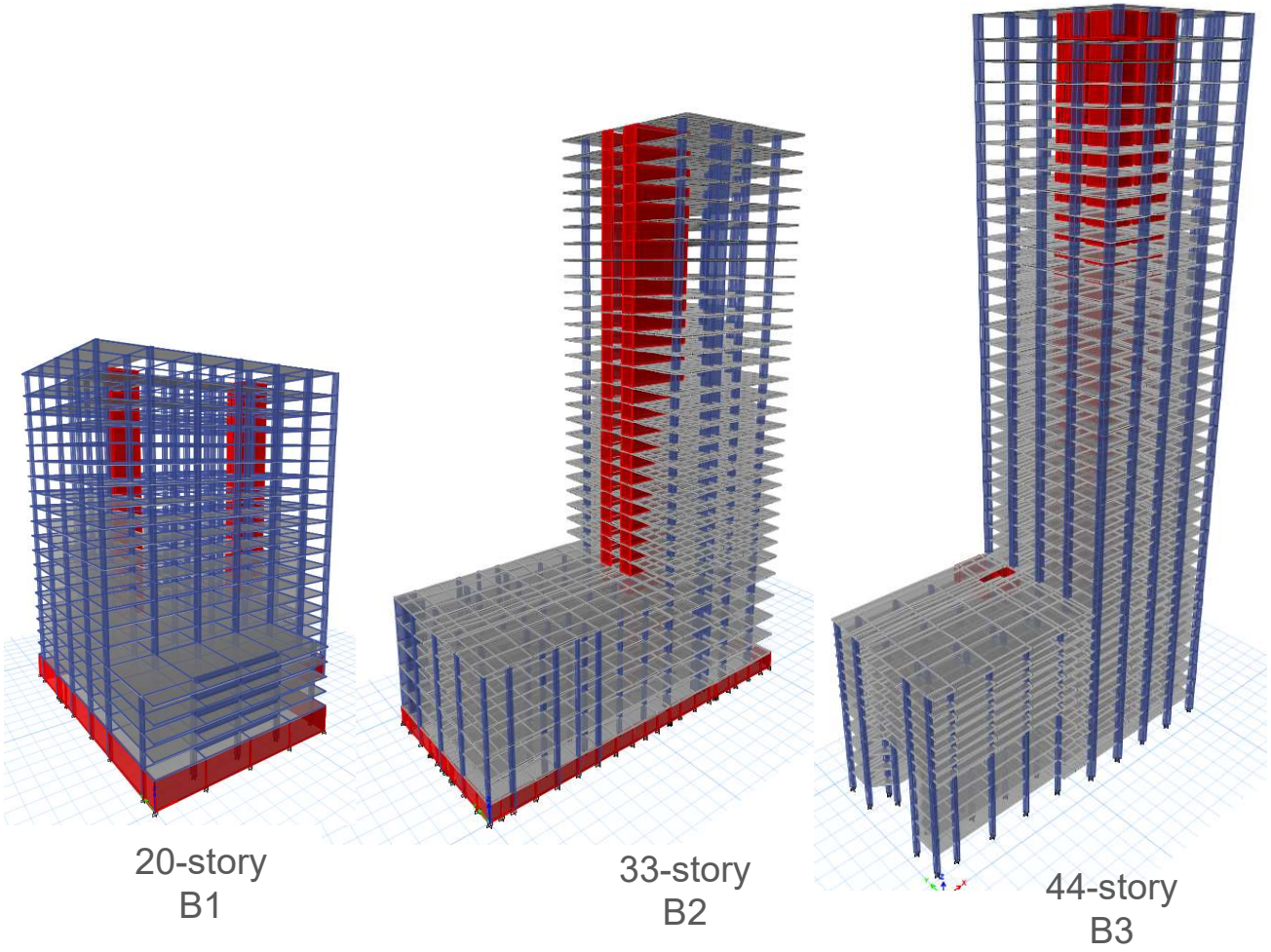
Roof Drift Ratio

Station: Department of Public Works and Town & Country Planning (PWSA)





Typical Tall Buildings in Thailand



20-story
B1

33-story
B2

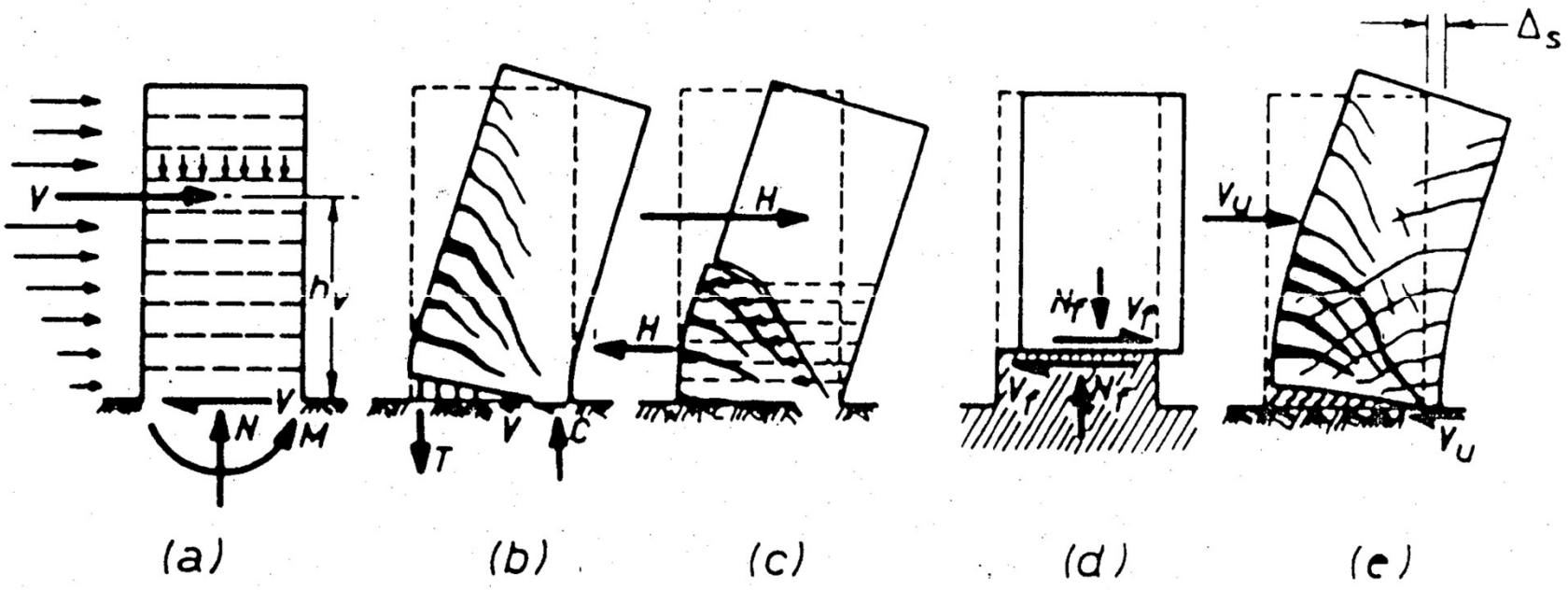
44-story
B3

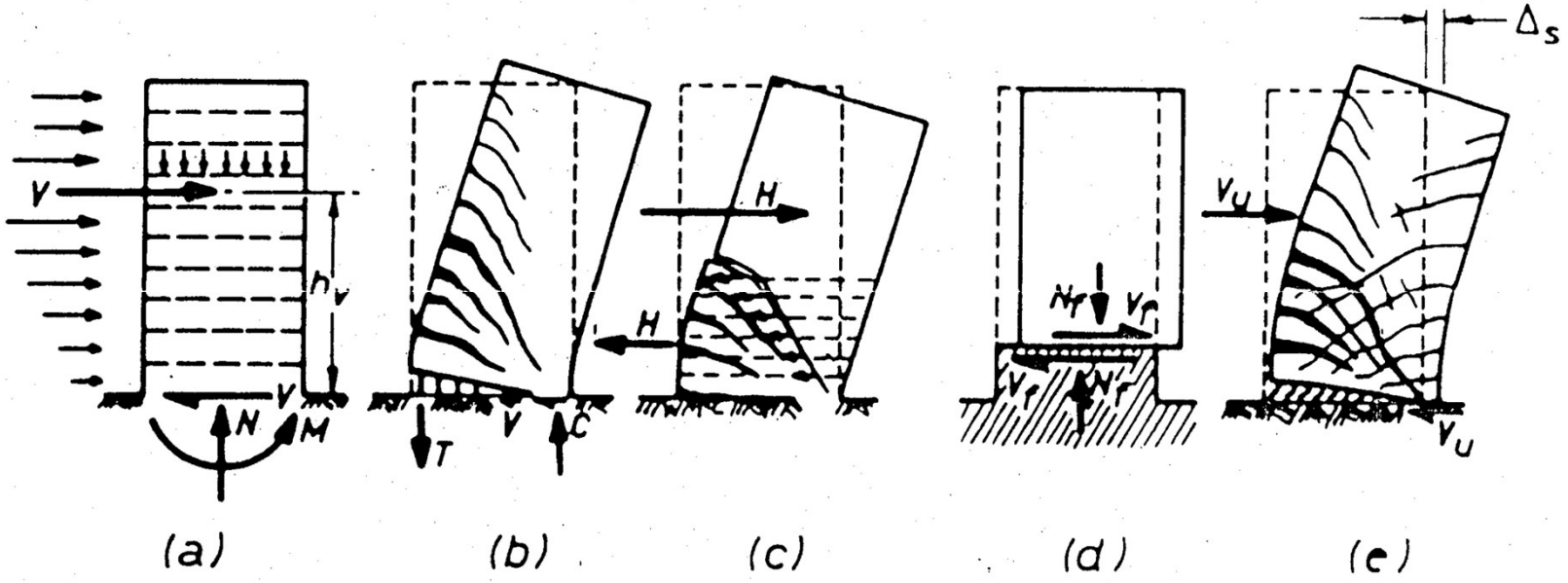
- ***RC slab-column frames carry gravity loads***
- ***RC walls & cores resist lateral loads***
- ***Masonry infill walls extensively used***
- ***Possess irregular features commonly found in typical tall buildings, e.g. podium and non-symmetrical arrangement of RC walls, etc.***

Ductile Structural Walls

A basic requirement for walls to be ductile: ***a flexural plastic hinge zone should be formed at the base of the wall, and brittle failure mechanisms should not be permitted to occur****.*

This is achieved by establishing a desirable hierarchy in the failure mechanics using ***capacity design procedures*** *and by appropriate detailing of the potential plastic hinge region.*

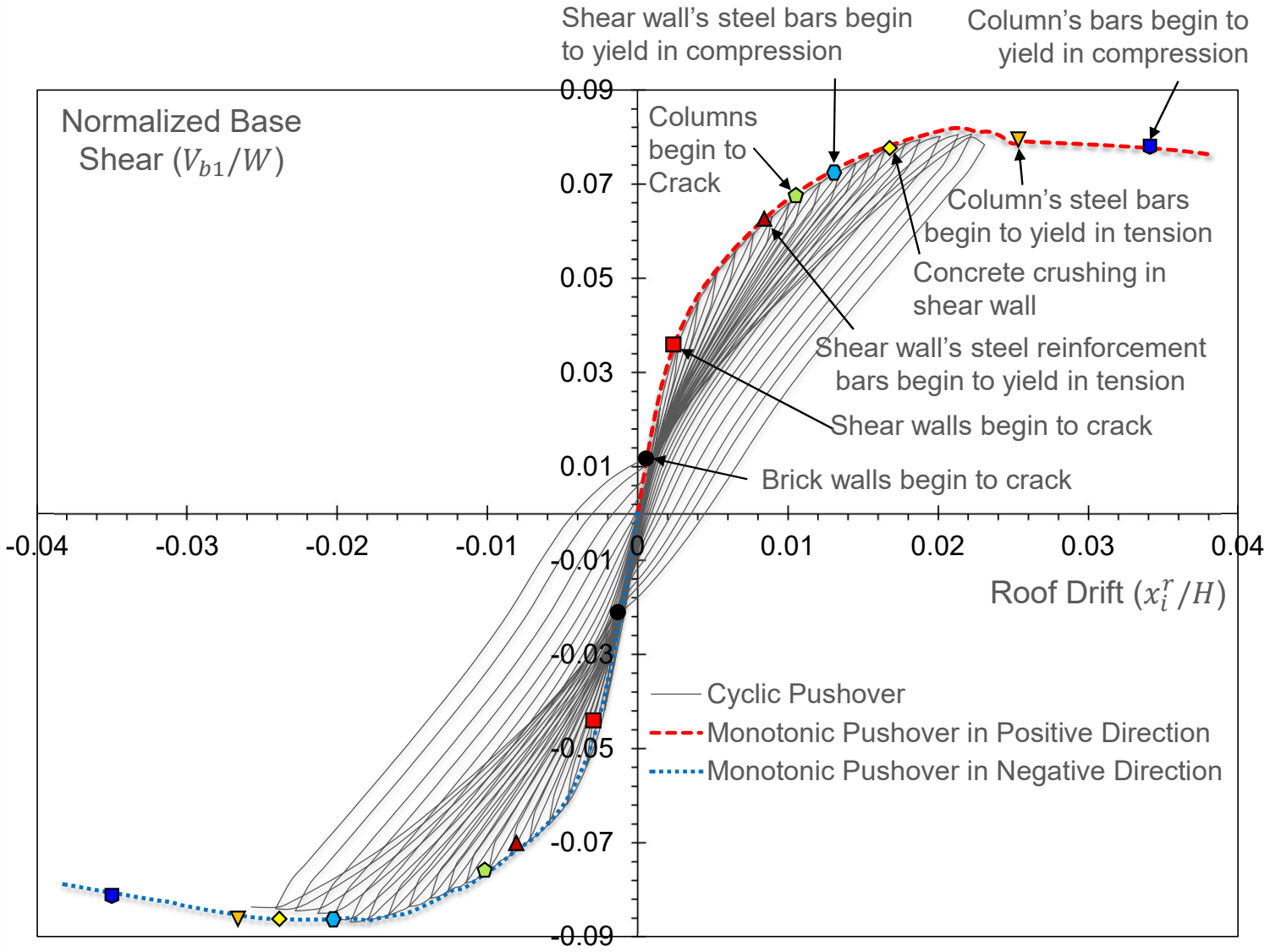




Brittle Failure modes in RC walls *to be prevented are:*

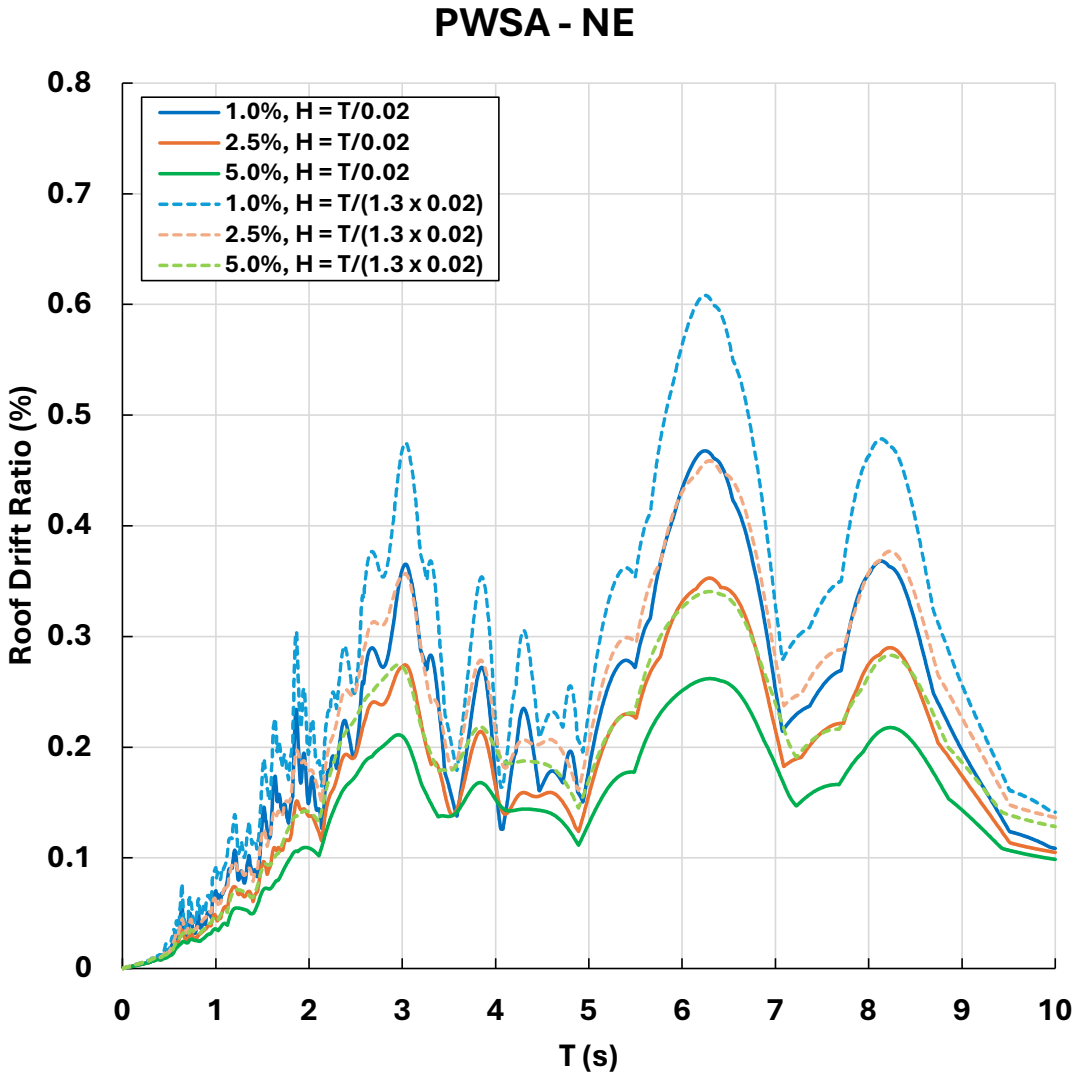
- *Diagonal tension failure (c) caused by shear,*
- *Diagonal compression failure caused by shear,*
- *Instability of thin walled sections,*
- *Instability of the principal compression reinforcement,*
- *Sliding shear along construction joints (d),*
- *Shear or bond failure along lapped splices or anchorages (b).*

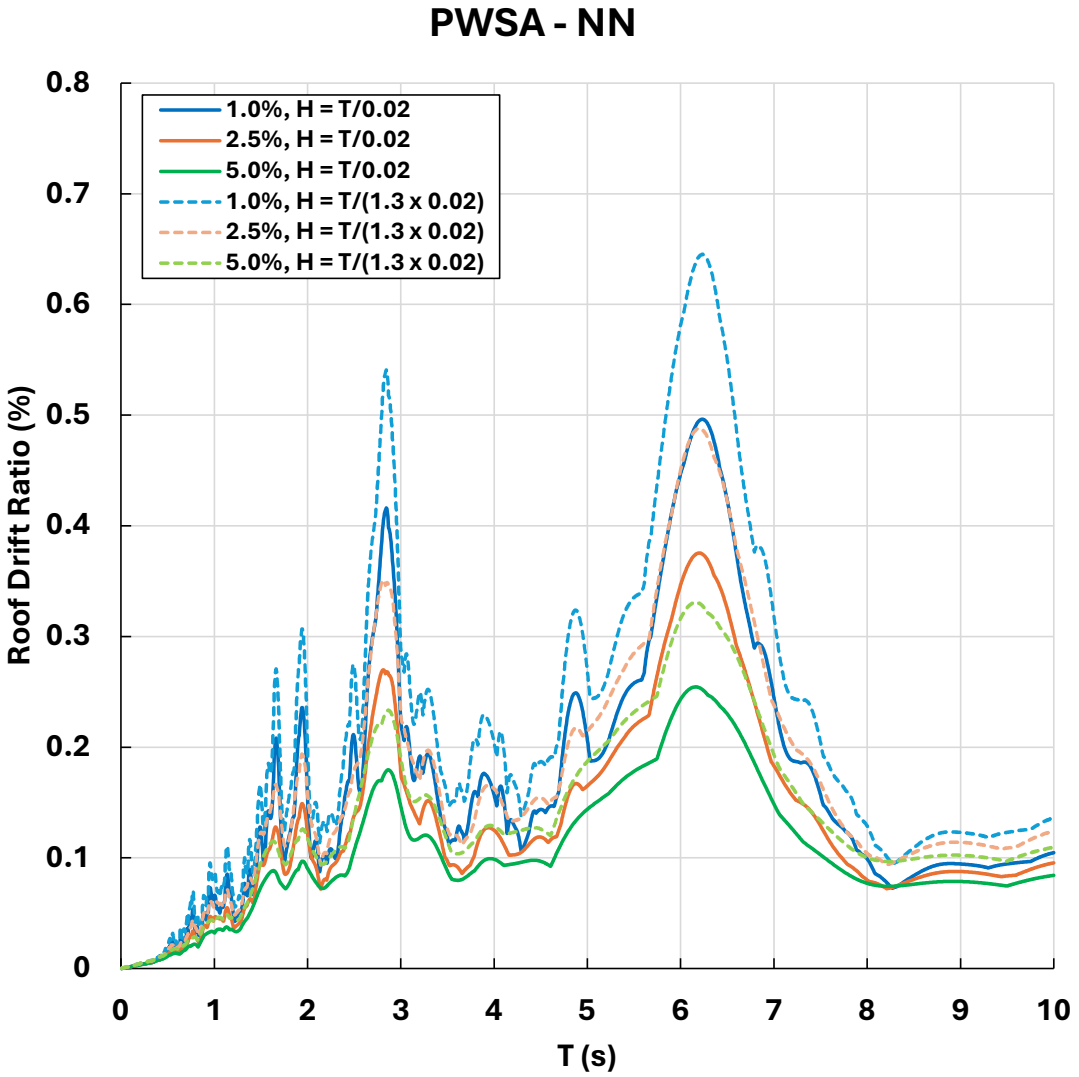
The Cyclic Behavior of A 44-Story Building with **Ductile Structural Walls**



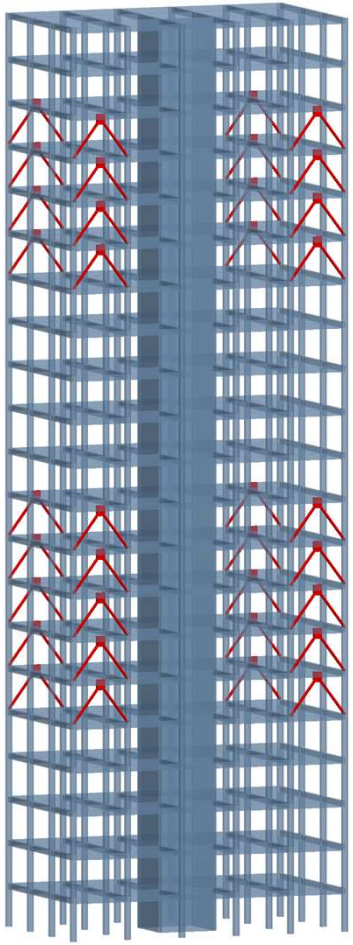
Roof Drift Ratio

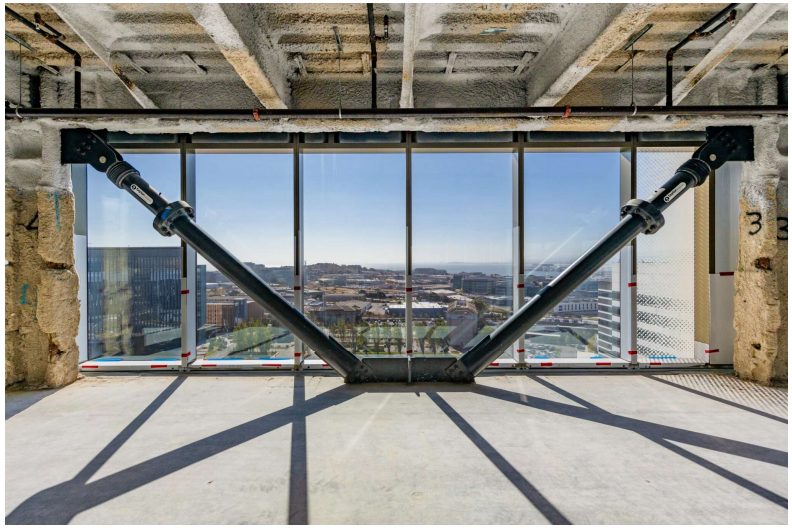
Station: Department of Public Works and Town & Country Planning (PWSA)



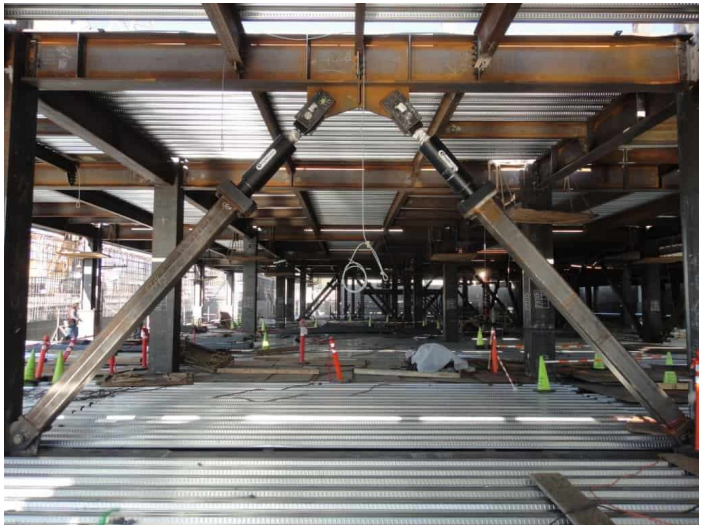


Fluid Viscous Damper (FVD) for building vibration control





https://www.linkedin.com/posts/ncsea_fluid-viscous-dampers-effectively-dissipate-activity-7146470330536968192-SYJS/

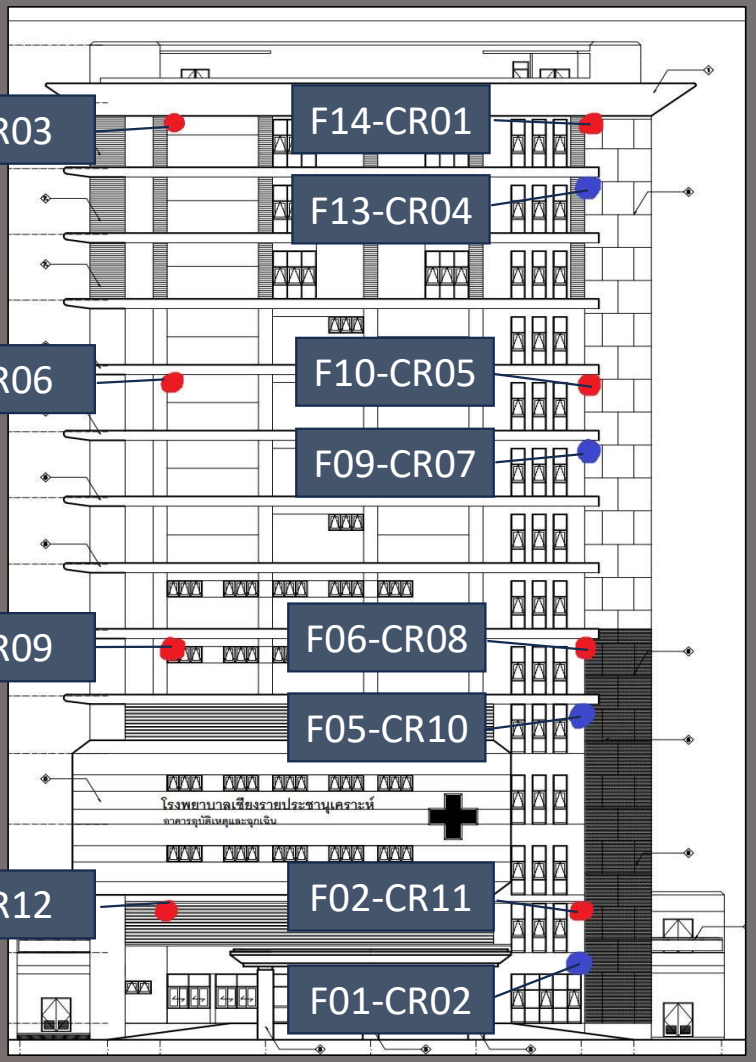


https://doi.org/10.3390/buildings15020260

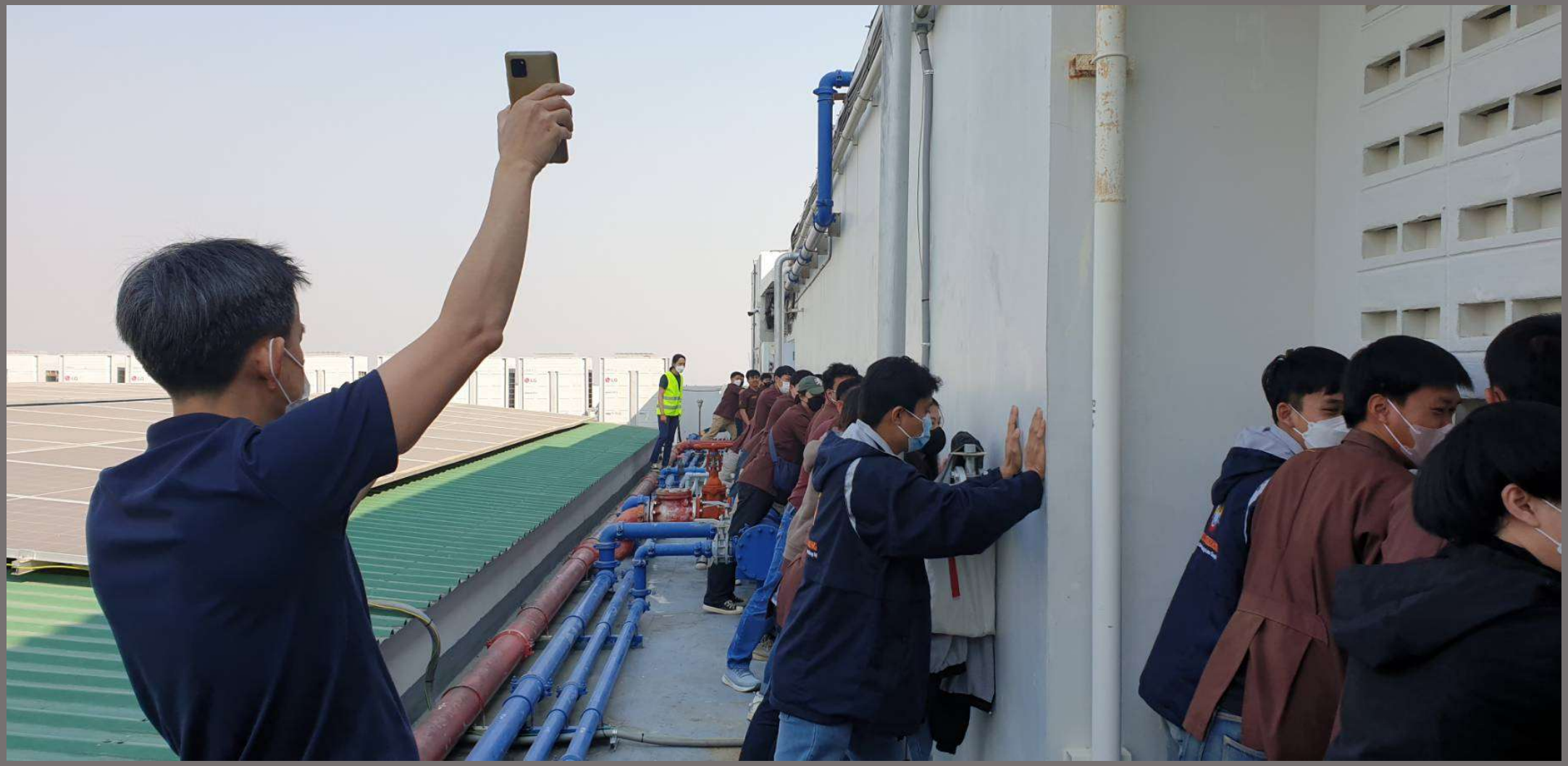
https://ana.ir/en/news/1973/iran-among-nine-countries-holding-viscous-fluid-damper-technology

https://ryanrakhmats.wordpress.com/2018/04/22/fluid-viscous-damper-fvd/

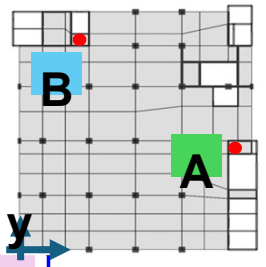
Structural Health Monitoring of A Hospital Building in Chiang Rai



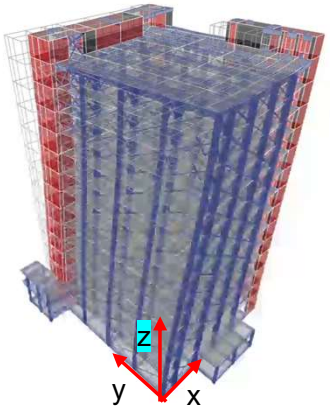
Testing the SHM system & Identify Building Dynamic Properties by Human Excitation



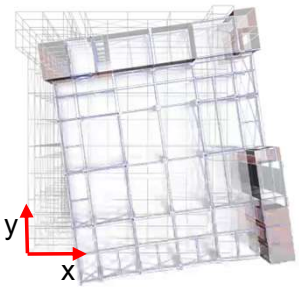
3D Mode Shape (Updated FEM Model)



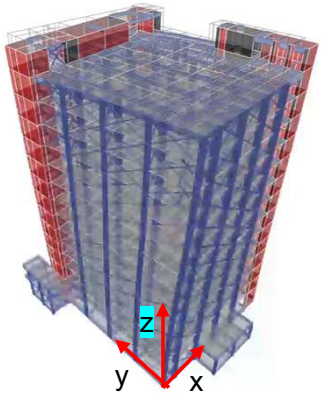
1X



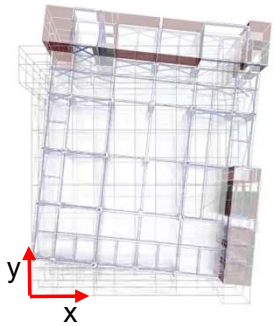
f_{FEM} = 0.868 Hz
$f_{HumanEx}$ = 0.933 Hz



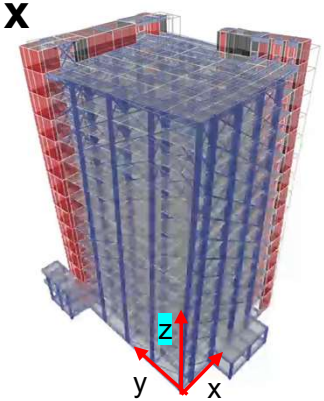
1Y



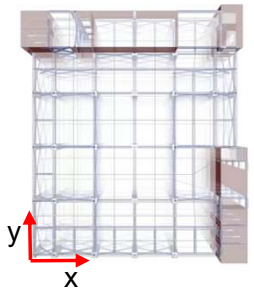
f_{FEM} = 0.933 Hz
$f_{HumanEx}$ = 0.946 Hz



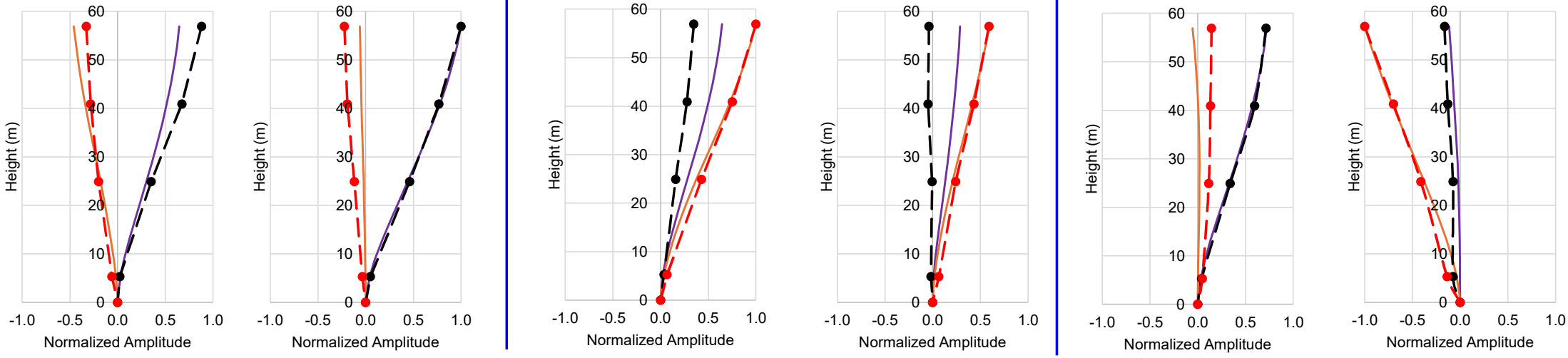
1R



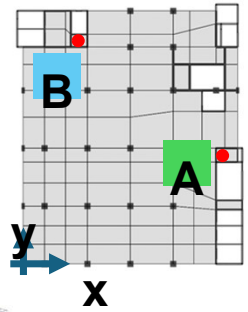
f_{FEM} = 1.386 Hz
$f_{HumanEx}$ = 1.332 Hz



Sensor: B A B A B A

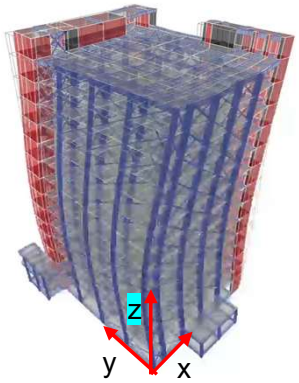


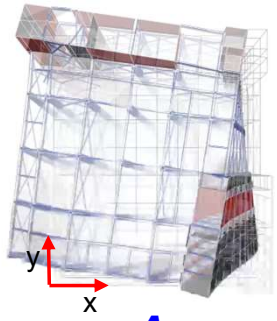
3D Mode Shape (Updated FEM Model)



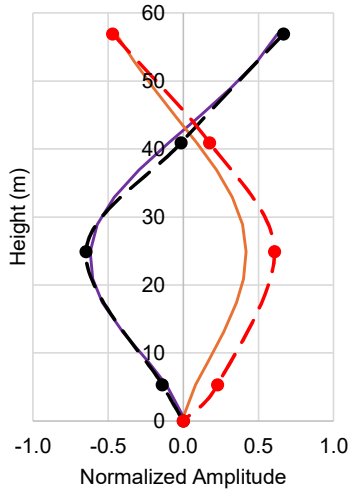
2X

f_{FEM} = 2.877 Hz
$f_{HumanEx}$ = 2.863 Hz

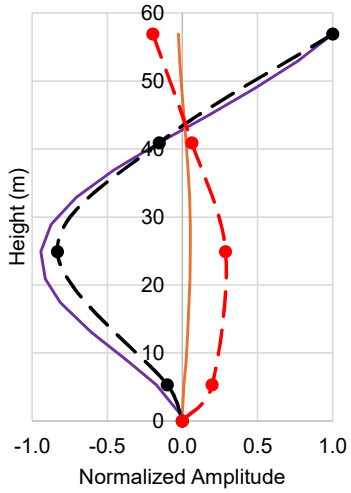




Sensor: B

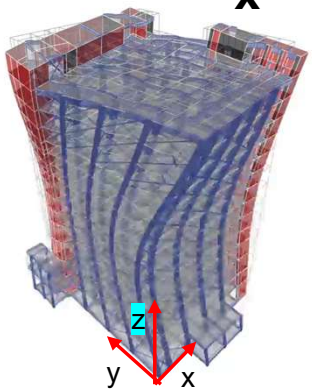


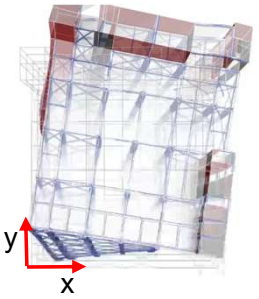
Sensor: A



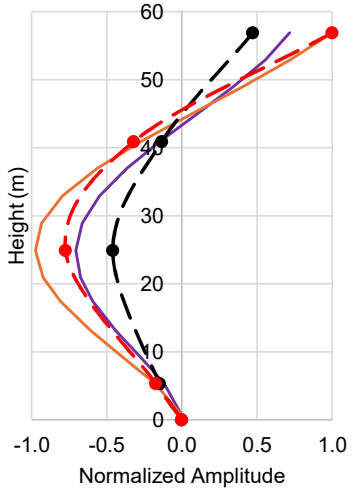
2Y

f_{FEM} = 3.207 Hz
$f_{HumanEx}$ = 3.084 Hz

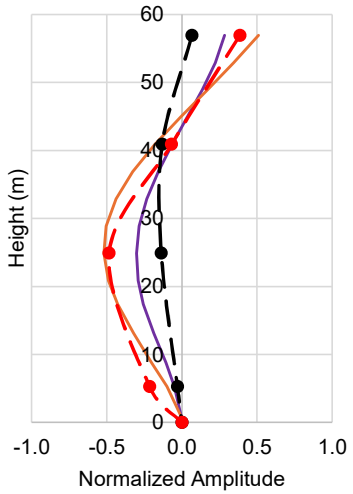
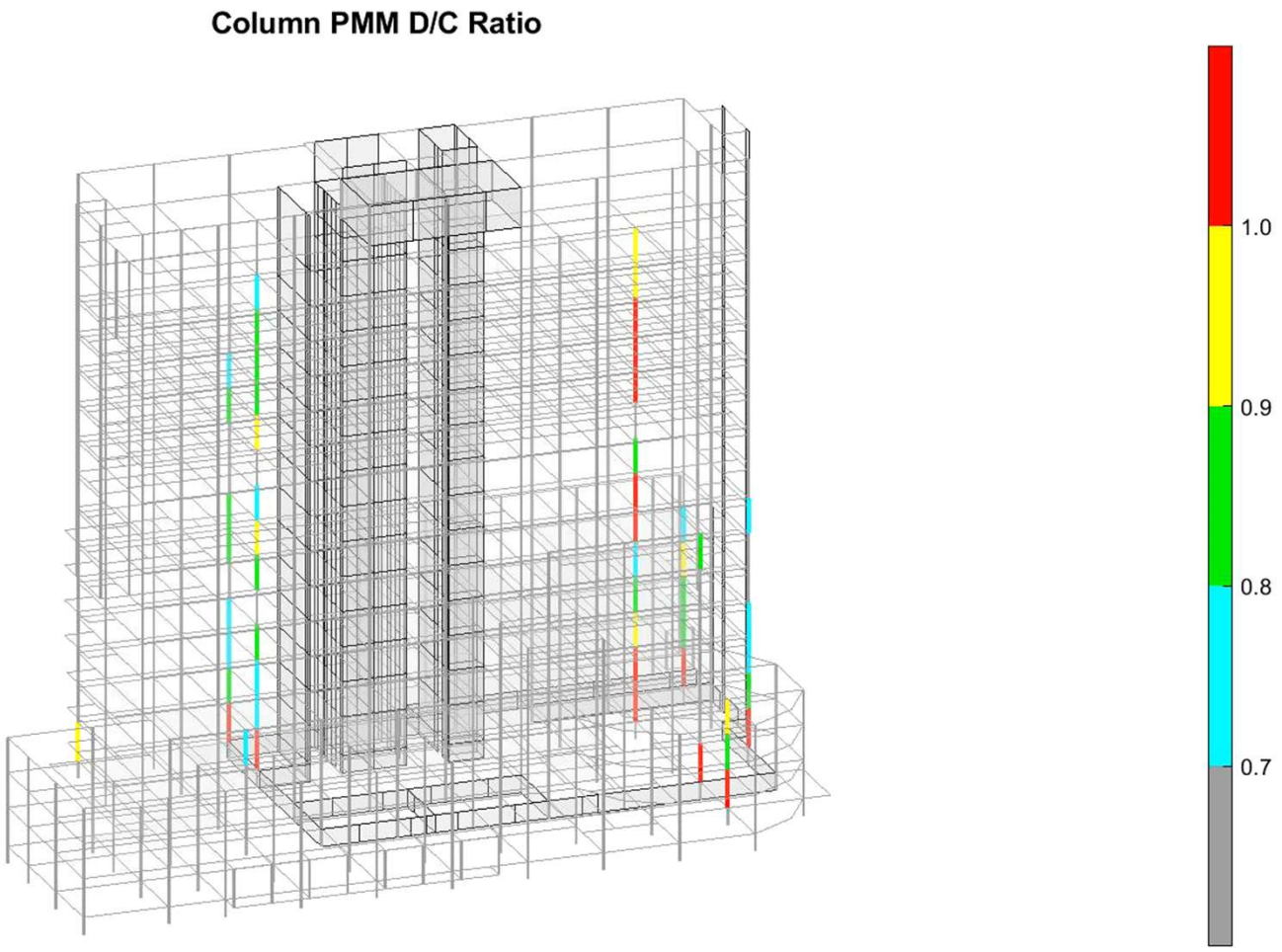




Sensor: B



Sensor: A



Visualization of Demand-to-Capacity Ratio of Structural Members in 3D Building Model