

Session 2A: Assoc. Prof. Dr. Pennung Wamitchai

Presentation entitled:

Natural Disaster in Thailand: Earthquake and Tsunami Effect and Its Prevention

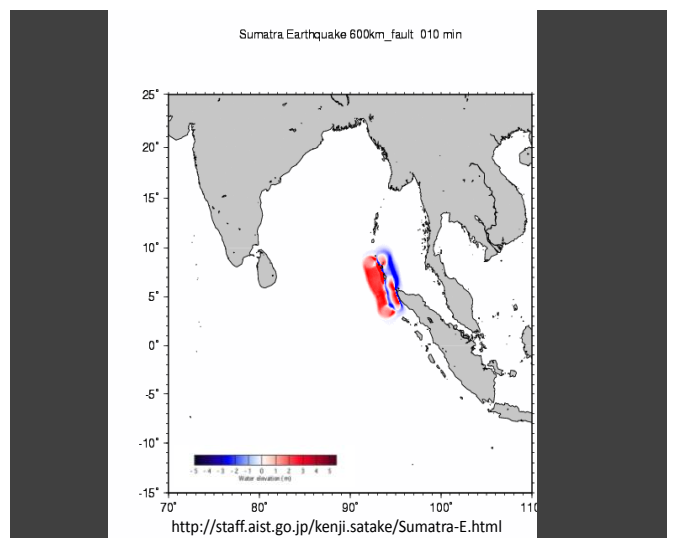
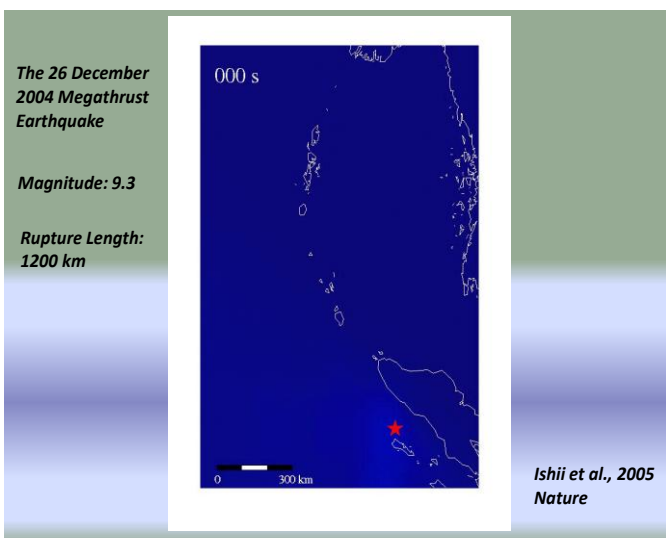
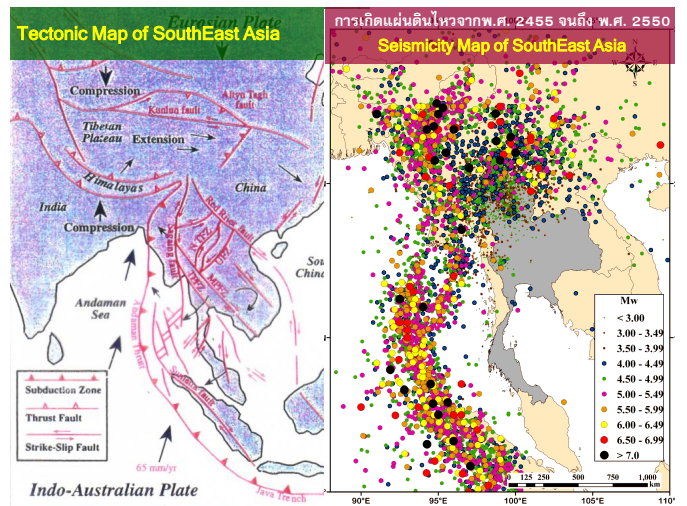
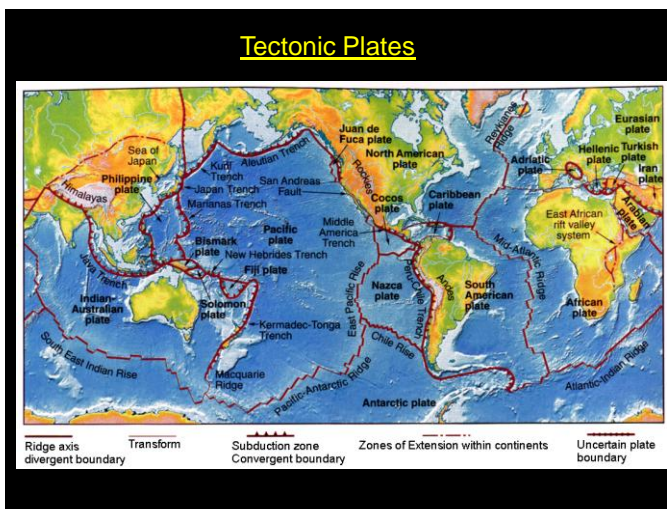
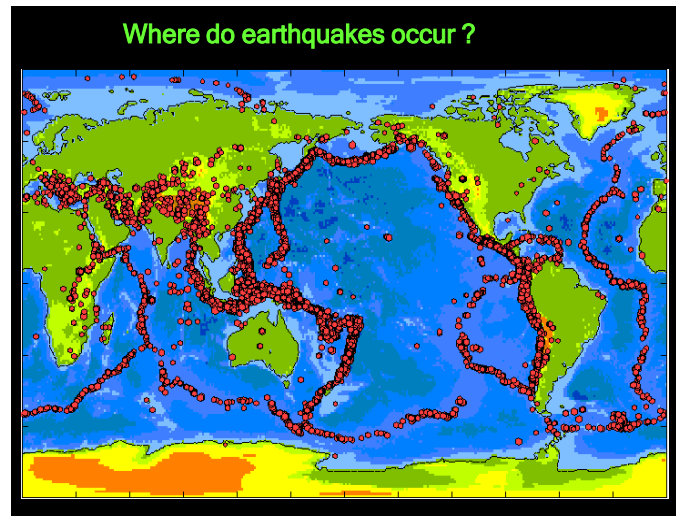
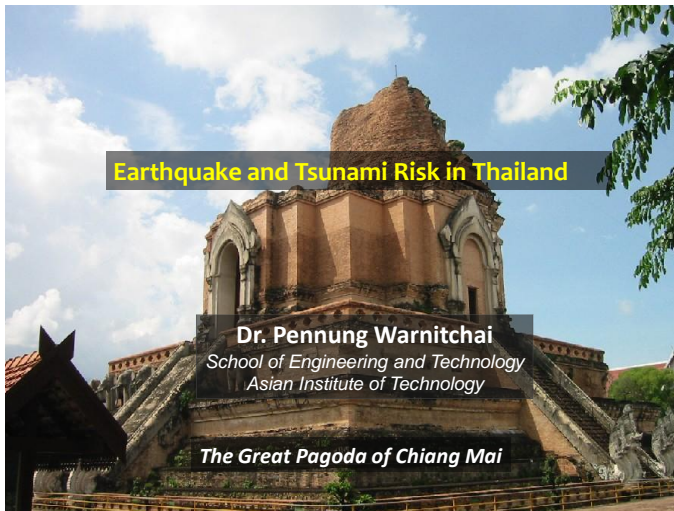
Biographic Data of Speaker



Pennung Wamitchai
Asian Institute of Technology
km 42, Paholyothin Highway, P.O. Box 4, Klong Luang
Pathumthani 12120, THAILAND

E-mail: pennung@ait.ac.th

Pennung Wamitchai, received his doctoral degree in Civil Engineering from the Univ. Of Tokyo, is currently the Coordinator of Structural Engineering field of study at the Asian Institute of Technology (AIT) and Chair of Chapter on the effects of earthquakes and wind loads at the Engineering Institute of Thailand (EIT). At AIT, he has been actively involved in researches and practices in the areas of structural dynamics, earthquake engineering, wind effects on structures, bridge engineering, and disaster management. He has also been recently leading a team of experts to develop the first official seismic design standard for buildings and structures in Thailand.





Tsunami Flooding
Kamala Beach, Phuket



Khao Lak, Phang-Nga
Maximum Water Level



Warning Siren Tower at Patong Beach, Phuket



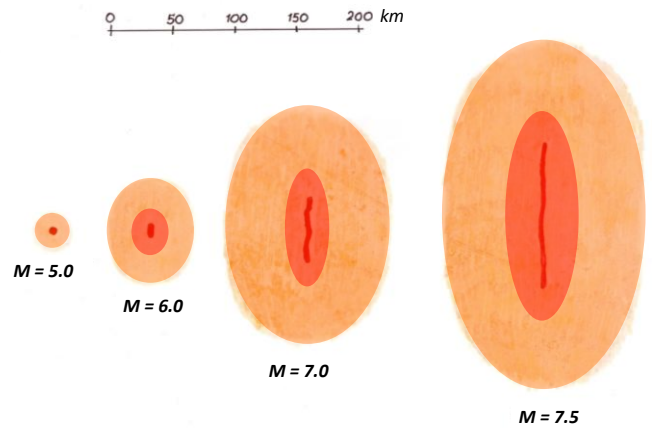
ศูนย์เตือนภัยพิบัตินานาชาติ
The Regional Integrated Multi-Hazard Early Warning System for Africa and Asia (RIMES)
Developed by ADPC,
Located in the AIT campus



Haiti Earthquake (Jan 12, 2010)
M 7.0, focal depth 13 km
Downtown Port au Prince
Death Toll > 200,000



Yogyakarta Earthquake (2006)
Magnitude = 6.2
Death Toll = 5,000



แผ่นดินไหวขนาดตั้งแต่ 5 ริกเตอร์ขึ้นไป
ที่เคยมตรวจวัดได้ในประเทศไทย

วัน-เดือน-ปี	สถานที่เกิด	ขนาด (ริกเตอร์)
13 พ.ค. 2478 (1935)	จ. น่าน	6.5
17 ก.พ. 2518 (1975)	อ. ท่าสองยาง จ. ตาก	5.6
15-22 เม.ย. 2526 (1983)	อ. ศรีสวัสดิ์ จ. กาญจนบุรี	5.3, 5.9, 5.2 (3 ครั้ง)
11 ก.ย. 2537 (1994)	อ. พาน จ. เชียงราย	5.1
9 ธ.ค. 2538 (1995)	อ. ร้องกวาง จ. แพร่	5.1
21 ธ.ค. 2538 (1995)	อ. พร้าวจ. เชียงราย	5.2
22 ธ.ค. 2539 (1996)	พรมแดนไทย-ลาว-พม่า (ใกล้ อ. ดอยหลวง จ. เชียงราย)	5.5

16 พ.ค. 2550 (2007)	ประเทศลาว ใกล้ จ. เชียงราย	6.3
24 มี.ค. 2554 (2011)	ประเทศพม่า ใกล้ จ. เชียงราย	6.8

Effective Measures to Mitigate Earthquake Risk

Earthquake Prediction ?

Earthquake Early Warning ?

Post-Earthquake Emergency Response ★

Earthquake-resistant design of new buildings ★★ ★

Outdated seismic design code

Ineffective code enforcement

Engineers are not familiar with seismic design

Additional cost of construction

Seismic retrofitting of some existing vulnerable buildings ★

Difficult to evaluate seismic resistance of existing buildings

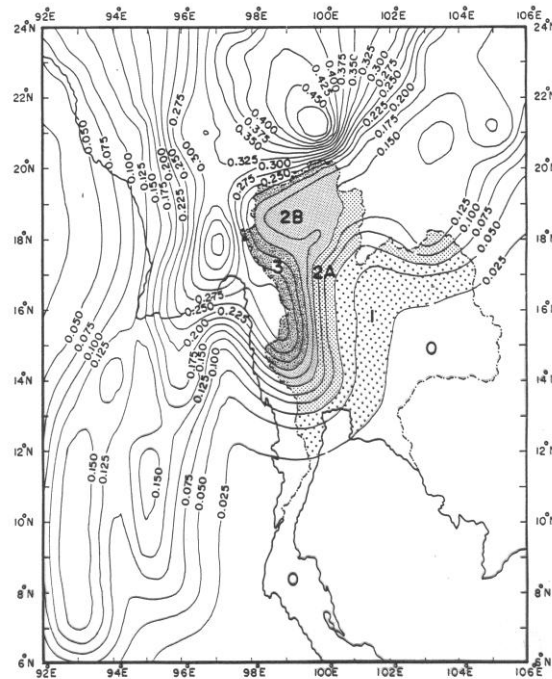
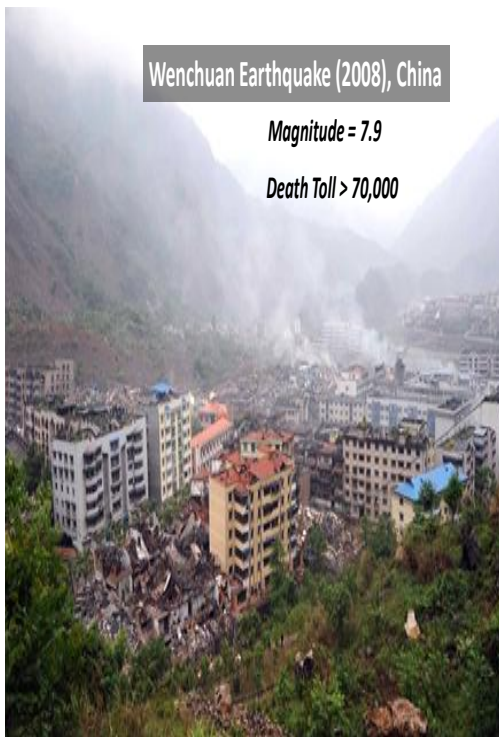
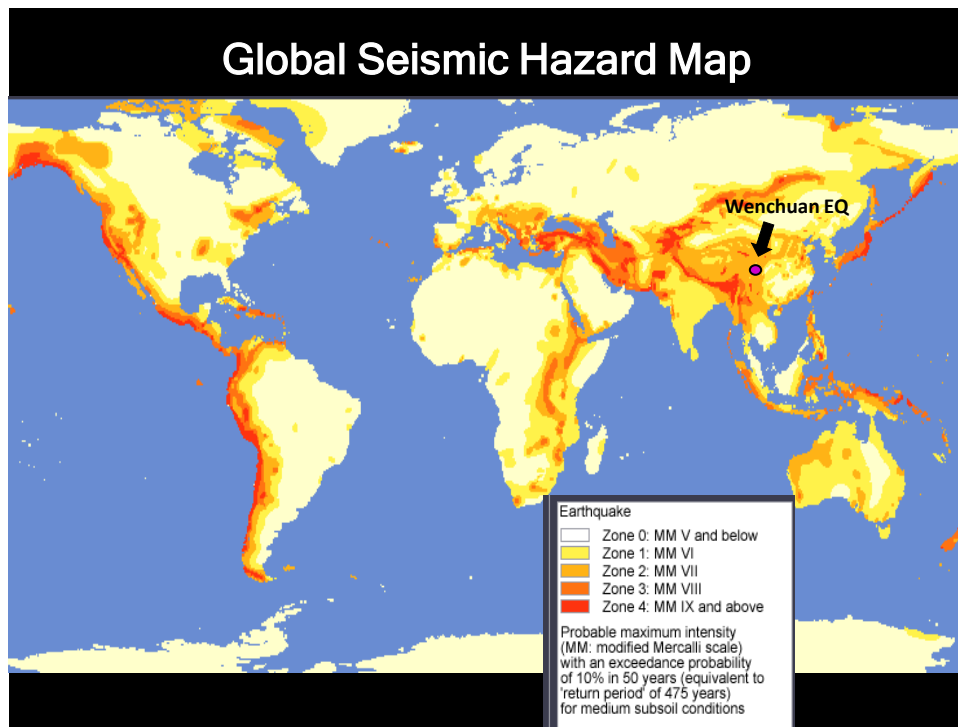
High cost

Need more research to develop practical retrofit measures

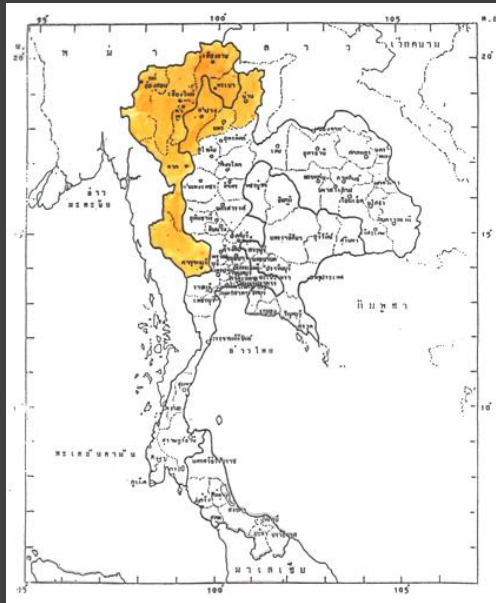
Earthquake-induced Collapse of a Cathedral



Source: Dr. Yutaka Nakamura & Prof. Fumio Yamazaki



The 1st Ministerial Regulation for Seismic Design



Effective since Nov. 1997

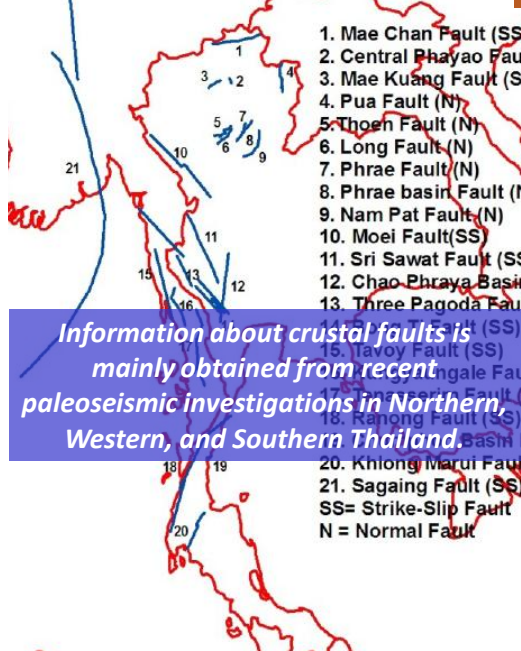
Limited to 10 provinces

Limited to public buildings, essential facilities, hazardous facilities, and structures with more than 15-m high

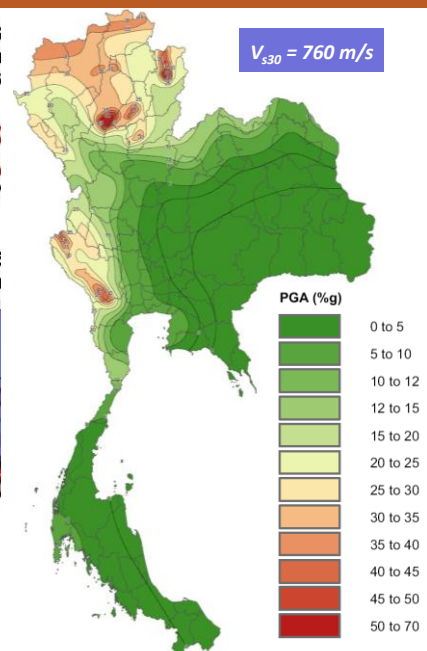
Design requirements are similar to those of the 1985 UBC Zone 2

Crustal Faults in and near Thailand

Peak Ground Acceleration with 2% Probability of Exceedance in 50 years



Information about crustal faults is mainly obtained from recent paleoseismic investigations in Northern, Western, and Southern Thailand.



Seismic Risk in Bangkok due to Distant Large Earthquakes

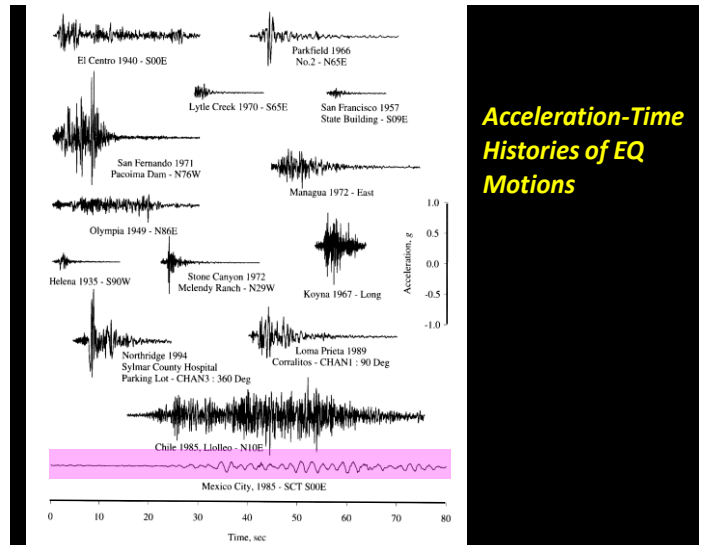


The 1985 Michoacan Earthquake ($M_s = 8.1$)

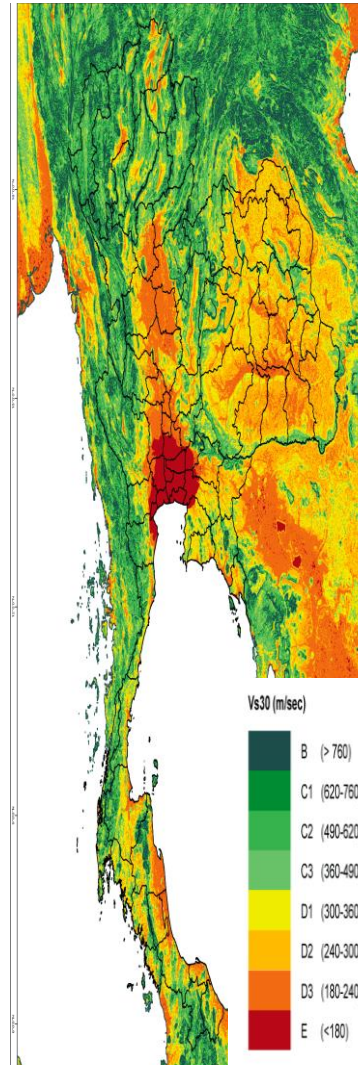
The earthquake caused considerable destruction and loss of life in Mexico City, about 350 km from the EQ epicenter. The number of deaths was more than 10,000.



Earthquake Disaster in Mexico City (1985)

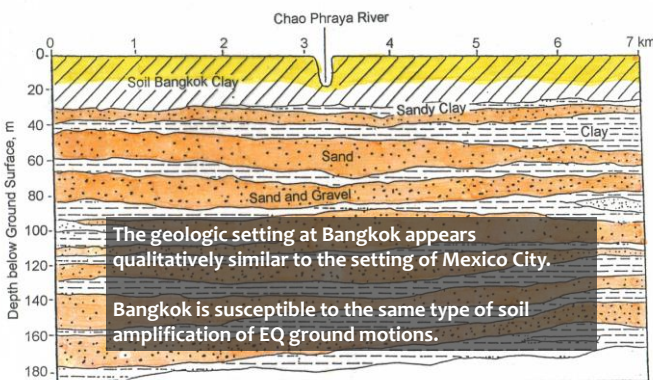


Shake Table Experiment

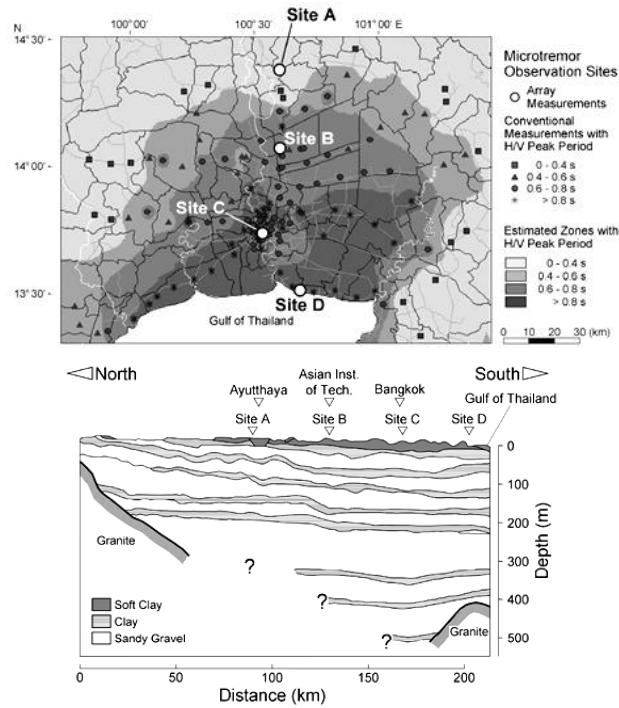


Map showing Soil (Site) Conditions in Thailand (derived from digital elevation data—SRTM30 and boreholes data)

Soil Profile in Bangkok Area

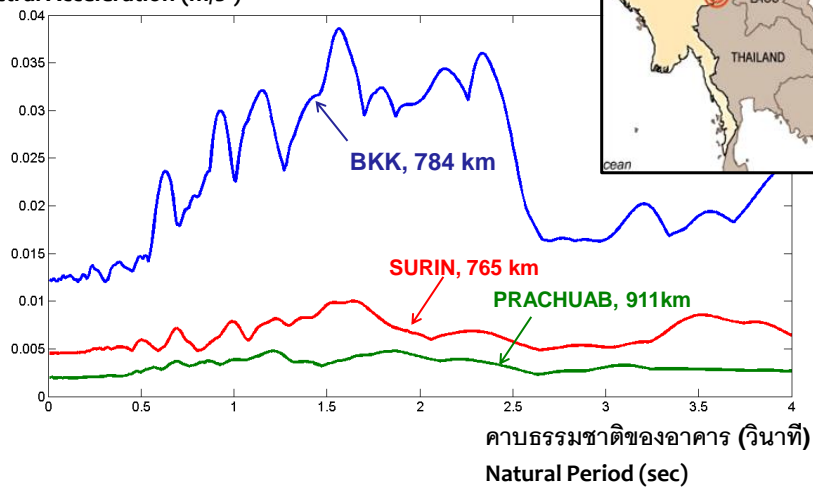


- Rock (No Amplification)
- Very Stiff Soil
- Stiff Soil (Moderate Amplification)
- Moderately Soft Soil
- Very Soft Soil (High Amplification)

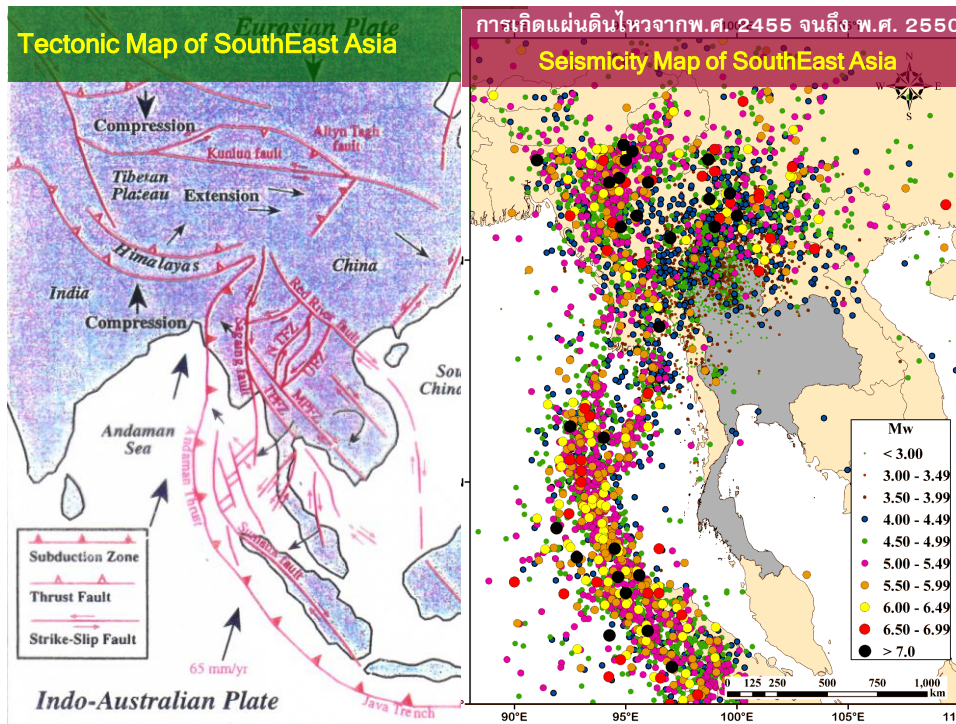
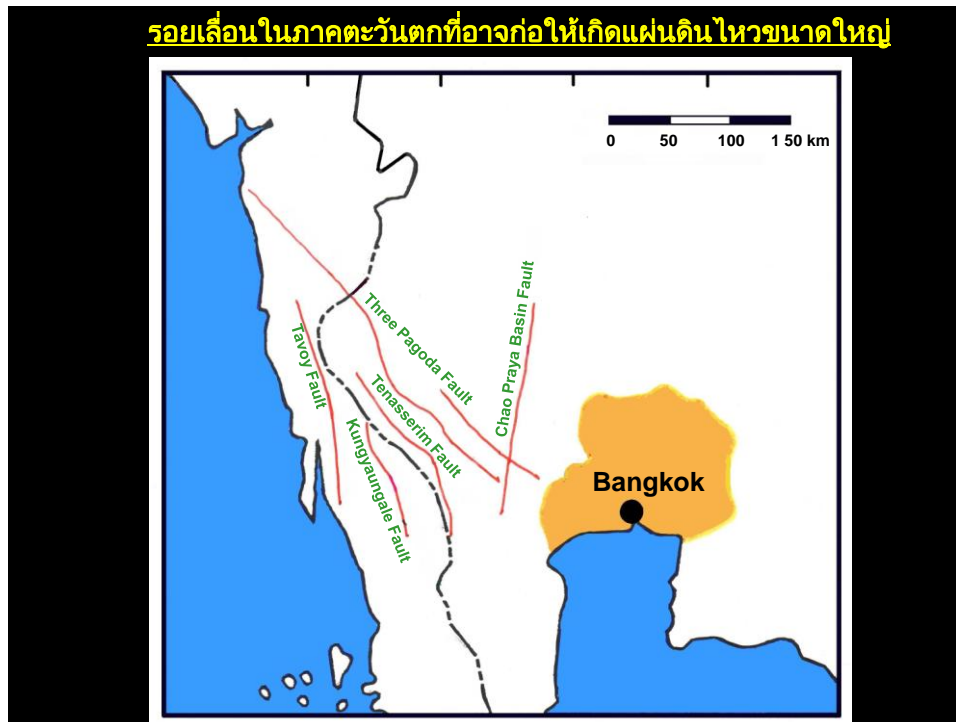


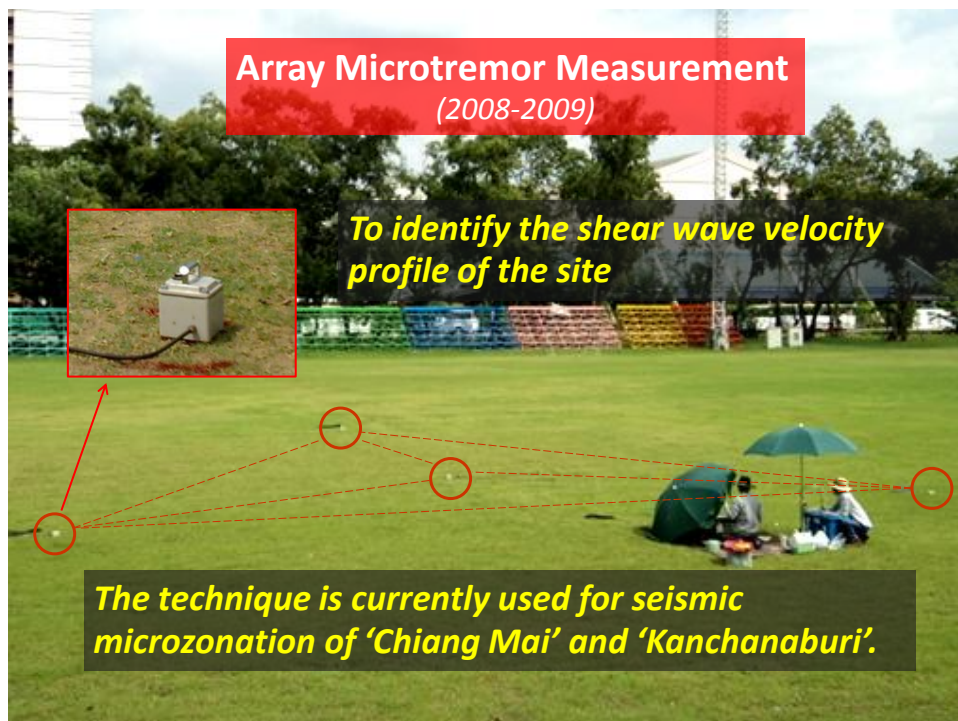
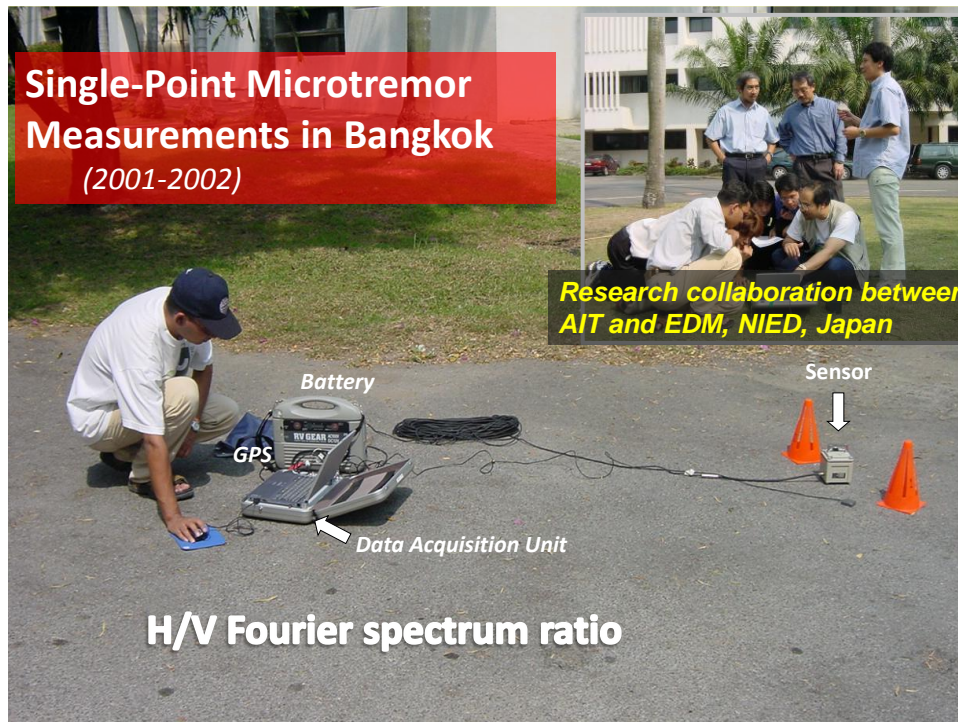
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานีวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา
Response Spectra of Ground Acceleration Records

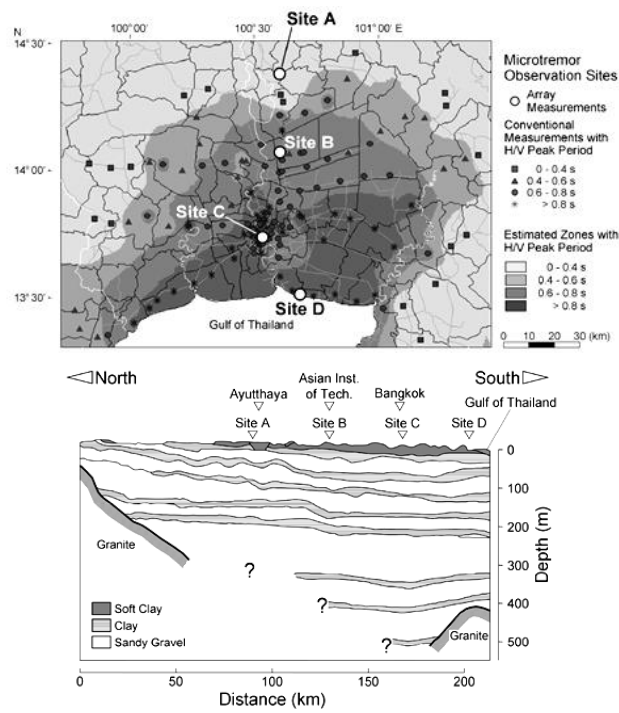
ความรุนแรงของการโยกไหวของอาคาร
Spectral Acceleration (m/s²)



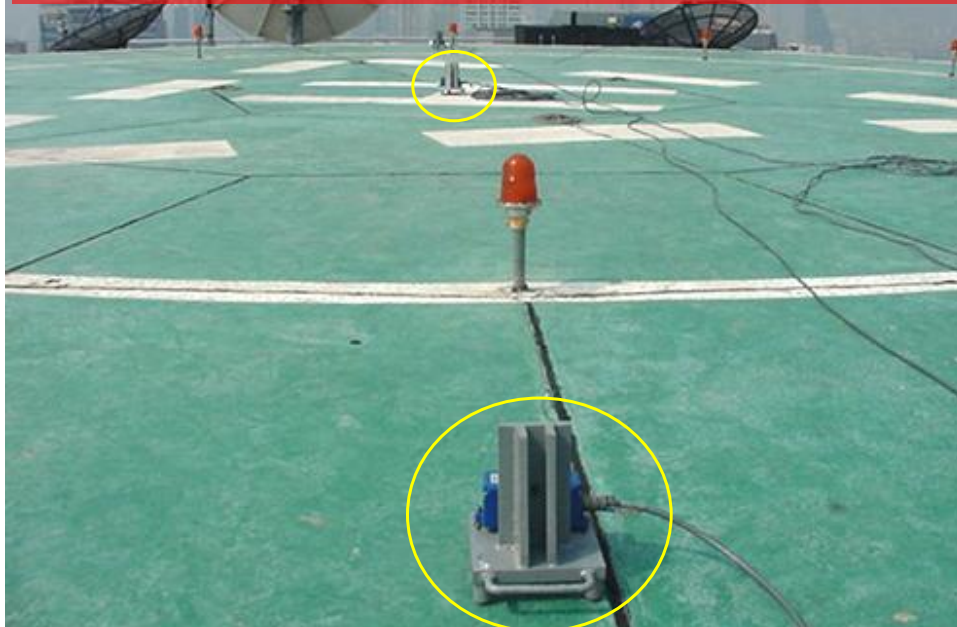




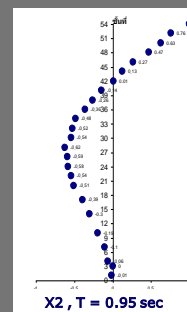
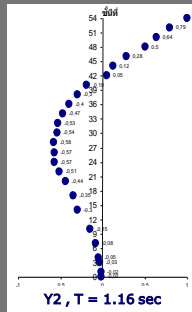
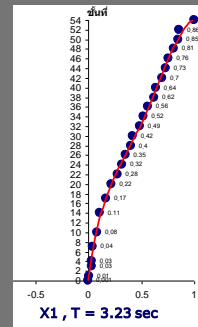
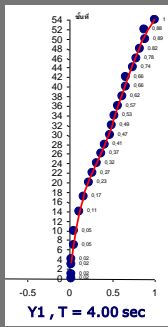




Identification of Natural Periods of Tall Buildings in Bangkok (2000-2004)

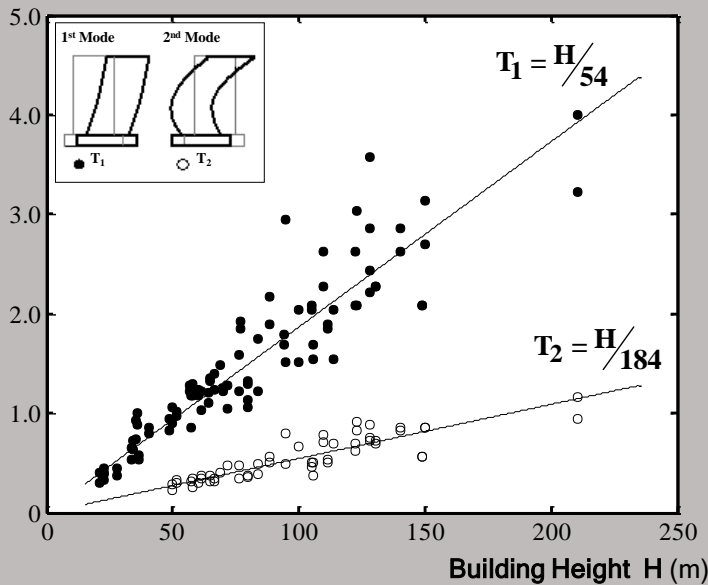


Vibration Mode Shapes and Natural periods of a High-rise Building



Relationship between Natural Periods and Building Height

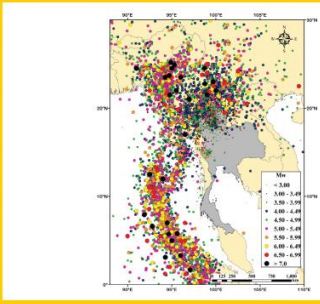
Natural Period T (sec)






มยพ. 1302

มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทาน
การสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว





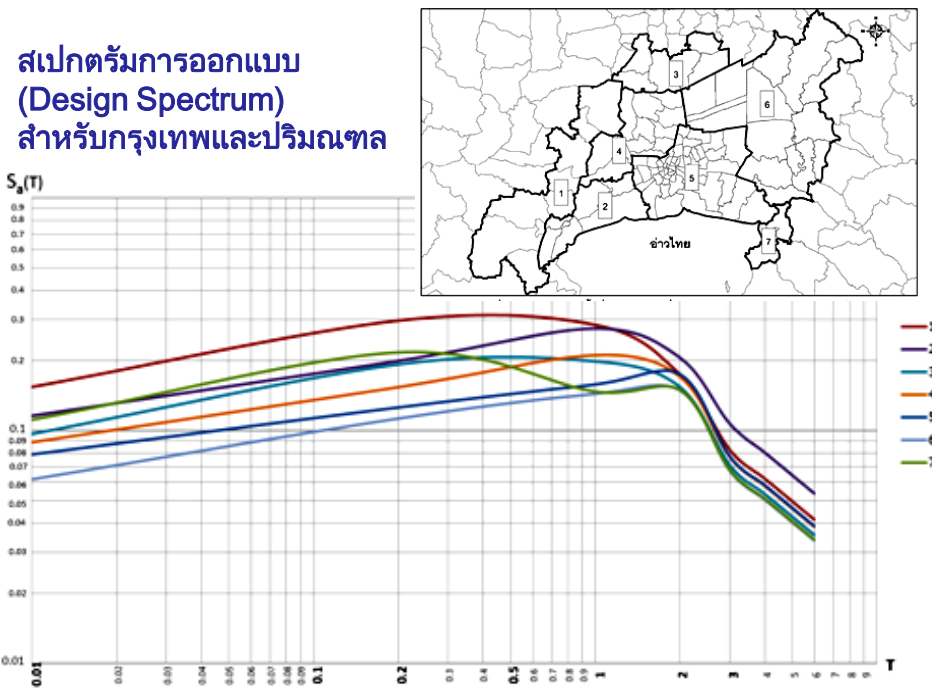
กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย
พ.ศ. 2552

National Standard DPT 1302:
Seismic Resistant Design of
Buildings and Structures

Issued by Department of Public
Works and Town & Country
Planning, Ministry of Interior
(2009)

Model Code: ASCE 7-05

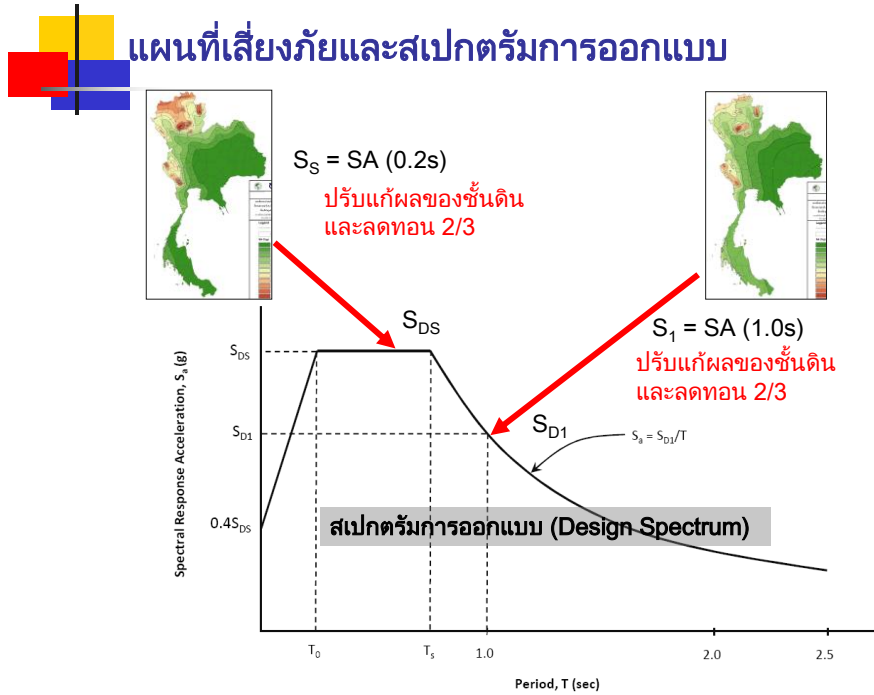
Require the values of SA at 0.2 sec
and 1.0 sec with 2 % probability of
exceedance in 50 yr for defining
Maximum Considered Earthquake
(MCE) ground motion



ตารางที่ 1.4-1 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่
 คาบสั้น (S_1) และ ที่คาบ 1 วินาที (S_2)
 ของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณา

จังหวัด	อำเภอ	ความเร่งตอบสนอง (g)	
		S_1	S_2
กระบี่	กิ่งอำเภอเหนือคลอง	0.113	0.102
	เกาะลันตา	0.110	0.108
	เขาพนม	0.105	0.097
	คลองท่อม	0.099	0.099
	ปลายพระยา	0.110	0.100
	เมืองกระบี่	0.123	0.105
	ลำทับ	0.089	0.092
	อ่าวลึก	0.160	0.113
	กาจวนบุรี	0.160	0.113
กาญจนบุรี	คำชะอี	0.876	0.253
	ทองผาภูมิ	0.689	0.199
	ท่ามะหวง	0.826	0.238
	ท่ามะกา	0.475	0.138
	ไทรโยค	0.698	0.202
	บ่อพลอย	0.593	0.172
	พนมทวน	0.429	0.127
	เมืองกาญจนบุรี	0.704	0.205
	เขาชะอูน	0.435	0.128
	ศรีสวัสดิ์	0.673	0.195
	สังขละบุรี	0.777	0.233
	หนองปรือ	0.595	0.171
	ห้วยกระเจา	0.491	0.144

จังหวัด	อำเภอ	ความเร่งตอบสนอง (g)	
		S_1	S_2
	ร้องก่า	0.045	0.027
	สมเด็จ	0.053	0.030
	สหัสขันธ์	0.055	0.030
	หนองกุงศรี	0.056	0.030
	ห้วยผึ้ง	0.052	0.029
	ห้วยเม็ก	0.054	0.030
กำแพงเพชร	กิ่งอำเภอโกสุมพินคร	0.479	0.131
	กิ่งอำเภอวังสามัคคี	0.219	0.074
	ขาณุวรลักษบุรี	0.374	0.105
	คลองขลุง	0.345	0.102
	คลองลาน	0.499	0.144
	ทรายทองวัฒนา	0.266	0.085
	โพนางพาน	0.266	0.083
	ปางศิลาทอง	0.493	0.141
	พรานกระต่าย	0.445	0.115
เมืองกำแพงเพชร	0.448	0.120	
ลานกระบือ	0.341	0.093	
ขอนแก่น	กระนวน	0.061	0.031
	กิ่งอำเภอโคกโพธิ์ไชย	0.050	0.030
	กิ่งอำเภอจำสูง	0.054	0.030
	กิ่งอำเภอโนนศิลา	0.045	0.029
	กิ่งอำเภอบ้านแฮด	0.049	0.029
	กิ่งอำเภอหนองนาคำ	0.093	0.036
	เขาสวนกวาง	0.077	0.033
	ชนบท	0.048	0.029
	ชุมแพ	0.086	0.035



มาตรฐานประกอบกฎกระทรวง
เพื่อต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

มยพ. 1301-50
กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย

**National Standard DPT 1301-50:
Seismic Detailing of Buildings and
Structures**

*Issued by Department of Public Works
and Town & Country Planning,
Ministry of Interior
(2009)*

Effective Measures to Mitigate Earthquake Risk

Earthquake Prediction ?

Earthquake Early Warning ?

Post-Earthquake Emergency Response ★

Earthquake-resistant design of new buildings ★★ ★

~~Outdated seismic design code~~

Ineffective code enforcement

Engineers are not familiar with seismic design

Additional cost of construction

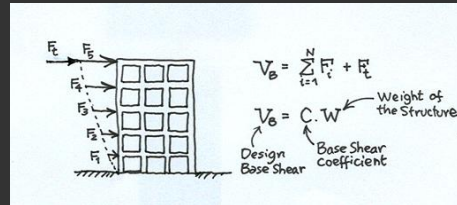
Seismic retrofitting of some existing vulnerable buildings ★

Difficult to evaluate seismic resistance of existing buildings

High cost

Need more research to develop practical retrofit measures

Key Concepts in Earthquake Resistant Design

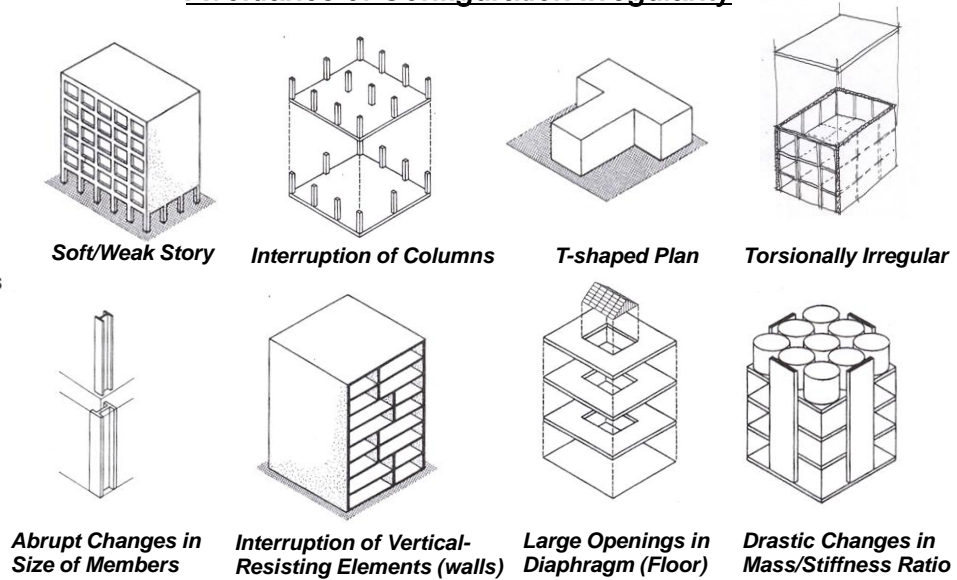


Lateral Strength

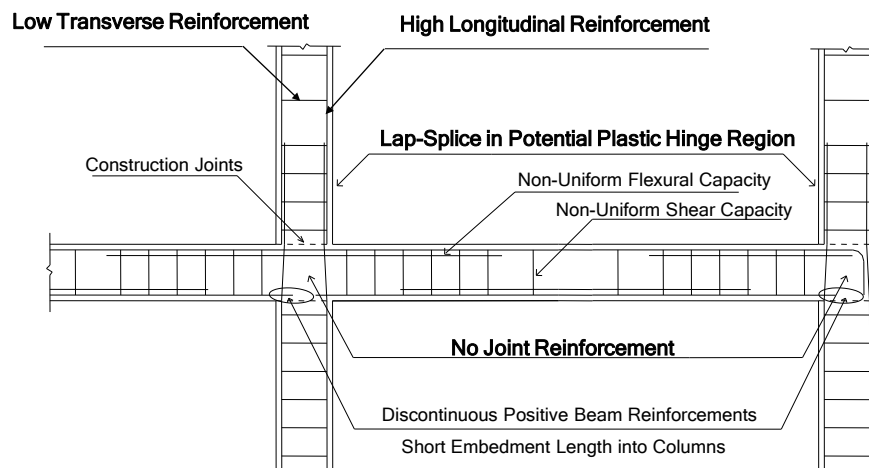
Earthquake Resistance = +

Lateral Deformability
(elastic and Inelastic)

Avoidance of Configuration Irregularity



Nonductile Reinforcement Details





Brittle Failure in Column



Basic Problem : A large number of existing buildings are vulnerable to earthquake ground shaking !



Typical Commercial Concrete Buildings

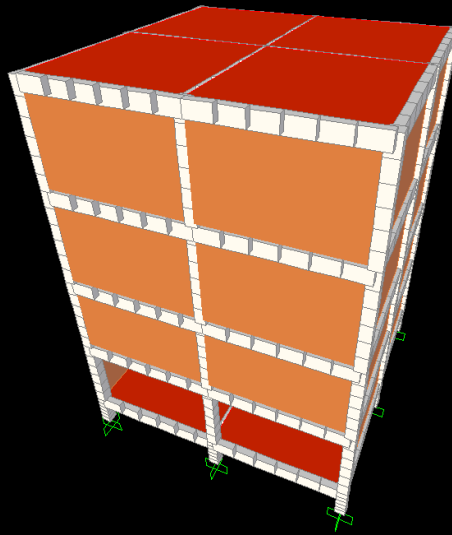


VULNERABILITY FACTORS

- Non-seismic Detailing
- Strong Beam–Weak Column
- Soft/Weak First Story
- Torsional Irregularity

3D-view generated by SAP2000 v10

Elastic Dynamic Response (Modal Analysis)

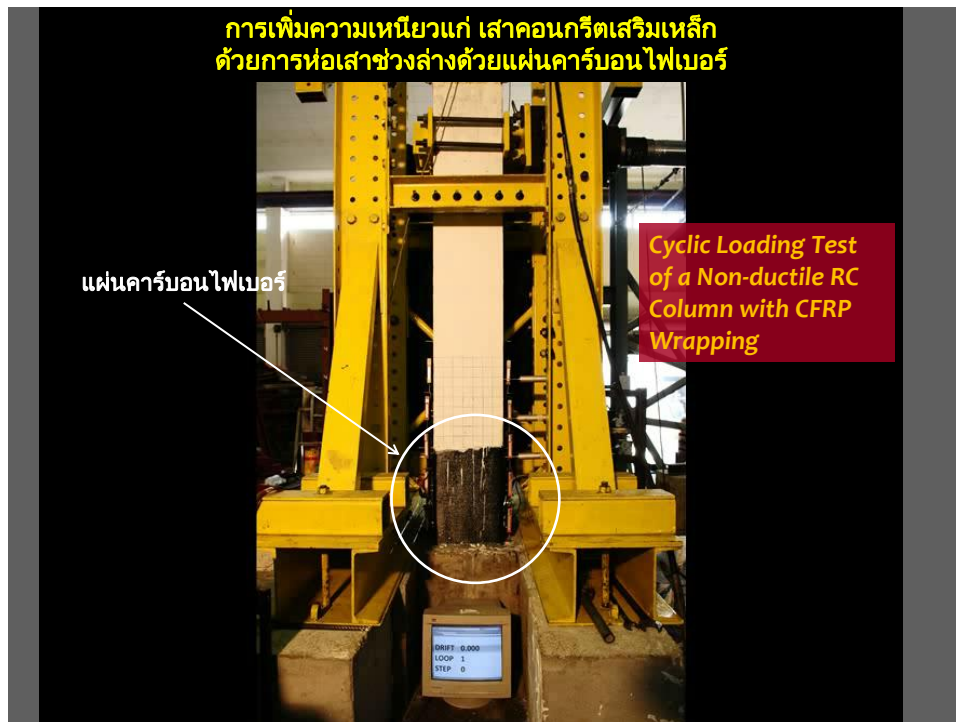
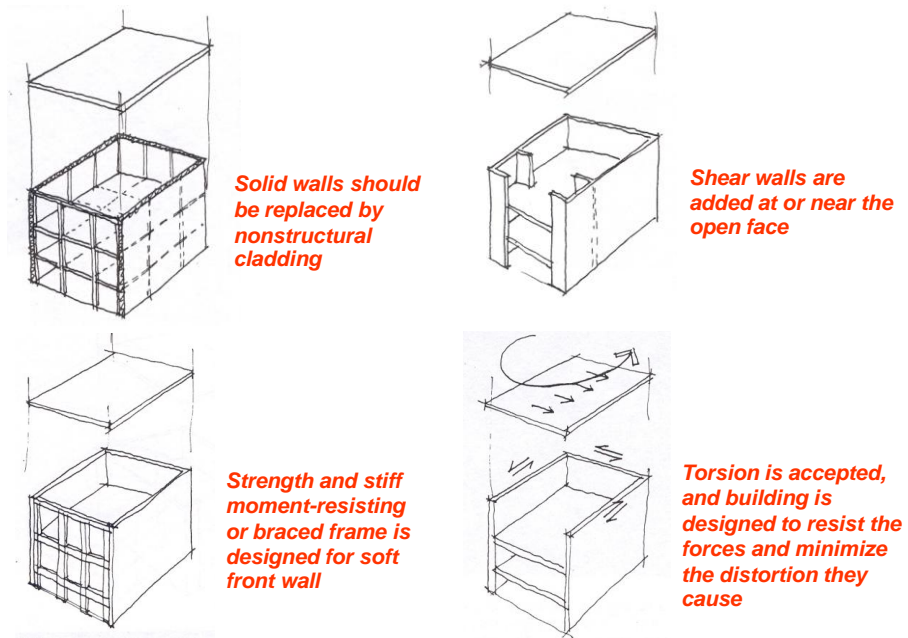


Lateral-Torsional Movement (period = 0.50 sec)

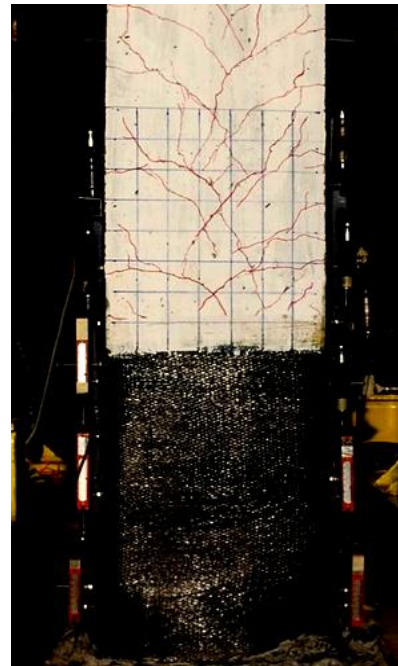
Soft-story Collapse of Commercial/Residential Buildings in the 1999 Chi-Chi Earthquake (Taiwan)



Seismic Performance Improvement Options



เปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่าง เสาคอนกรีตปกติ กับ เสาคที่พันห่อด้วย FRP



การปรับปรุงอาคารให้สามารถต้านทานแผ่นดินไหวได้ดีขึ้น โดยใช้ Buckling Restraint Braces

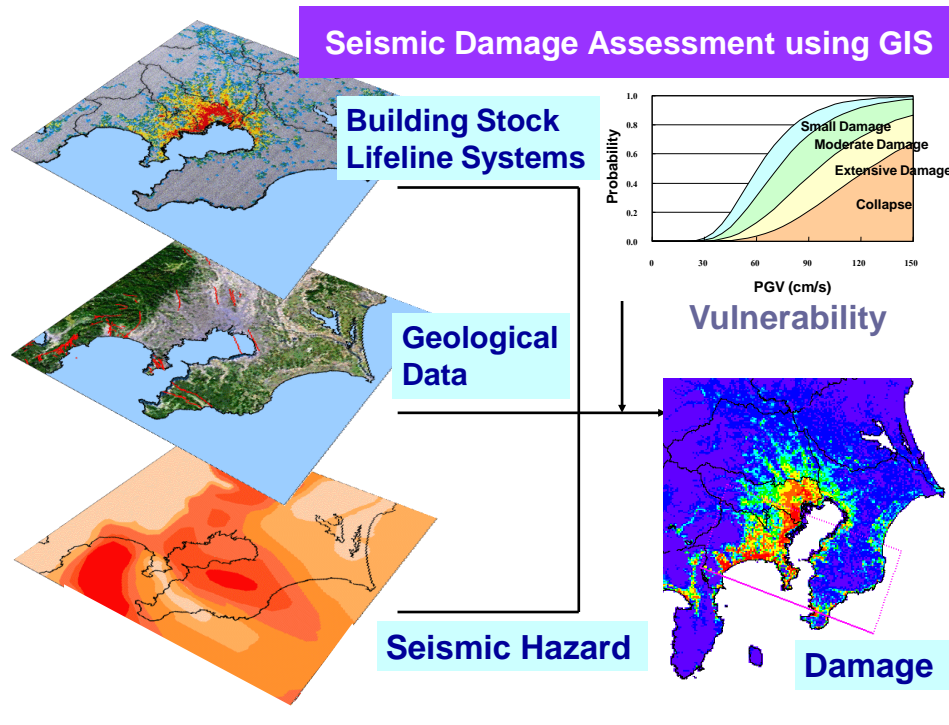


Development of Seismic Resistant Precast Concrete Structures

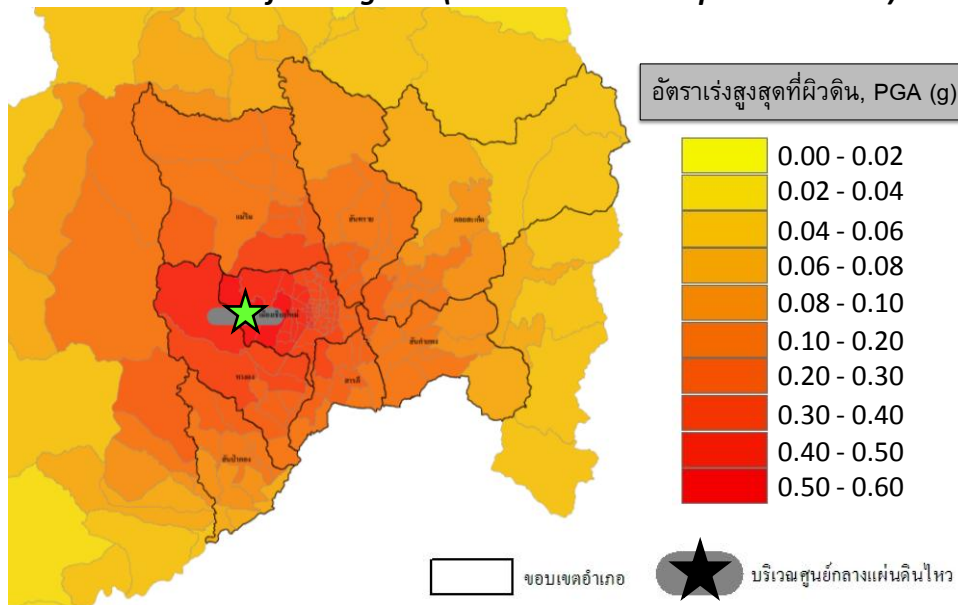


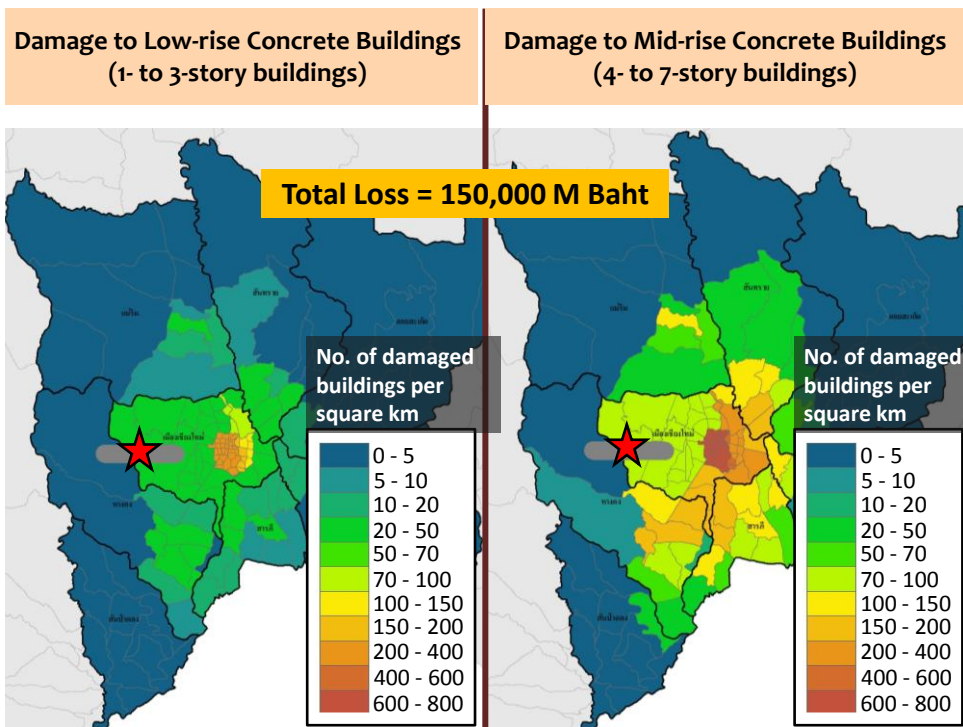
Response Behavior of Rocking Wall-Hybrid Frame Structure



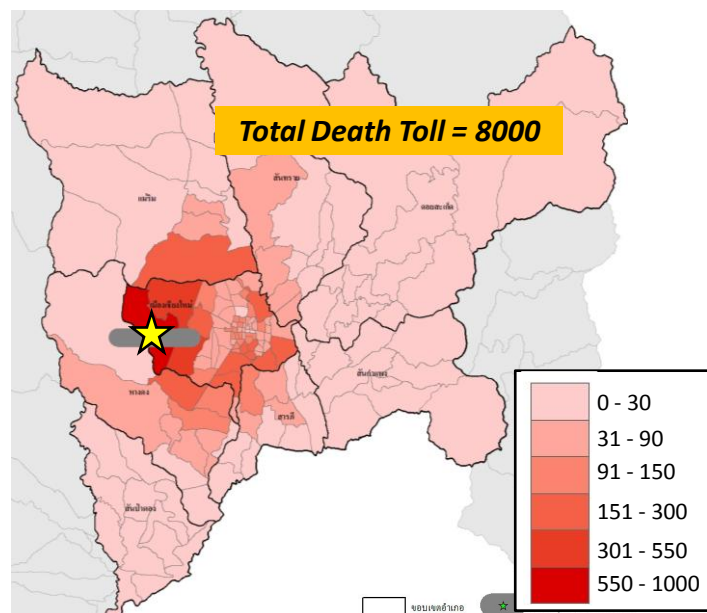


Ground Shaking Intensity (PGA) caused by a moderate earthquake ($M_w = 5.9$) with its epicenter located at about 7 km from the downtown area of Chiang Mai (an assumed earthquake scenario)





Casualties in Chiang Mai





กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
กระทรวงมหาดไทย

Development of Master Plan for Earthquake Disaster Mitigation and Preparedness

Department of Disaster Prevention and Mitigation, Ministry of Interior

โครงการจัดทำแผนแม่บทป้องกันและบรรเทาภัย
จากแผ่นดินไหวและอาคารถล่ม (ระยะที่ 1)

เสนอโดย
บริษัท ปัญญา คอนซัลแตนท์ จำกัด
สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

รายงานฉบับสมบูรณ์



Proceedings of 4th ATRANS Symposium

“Toward Low Carbon Transportation for
Sustainable Society: Bangkok Vision 2032
(250th Anniversary)”



ASIAN TRANSPORTATION RESEARCH SOCIETY

26 – 27 August 2011
Bangkok, Thailand