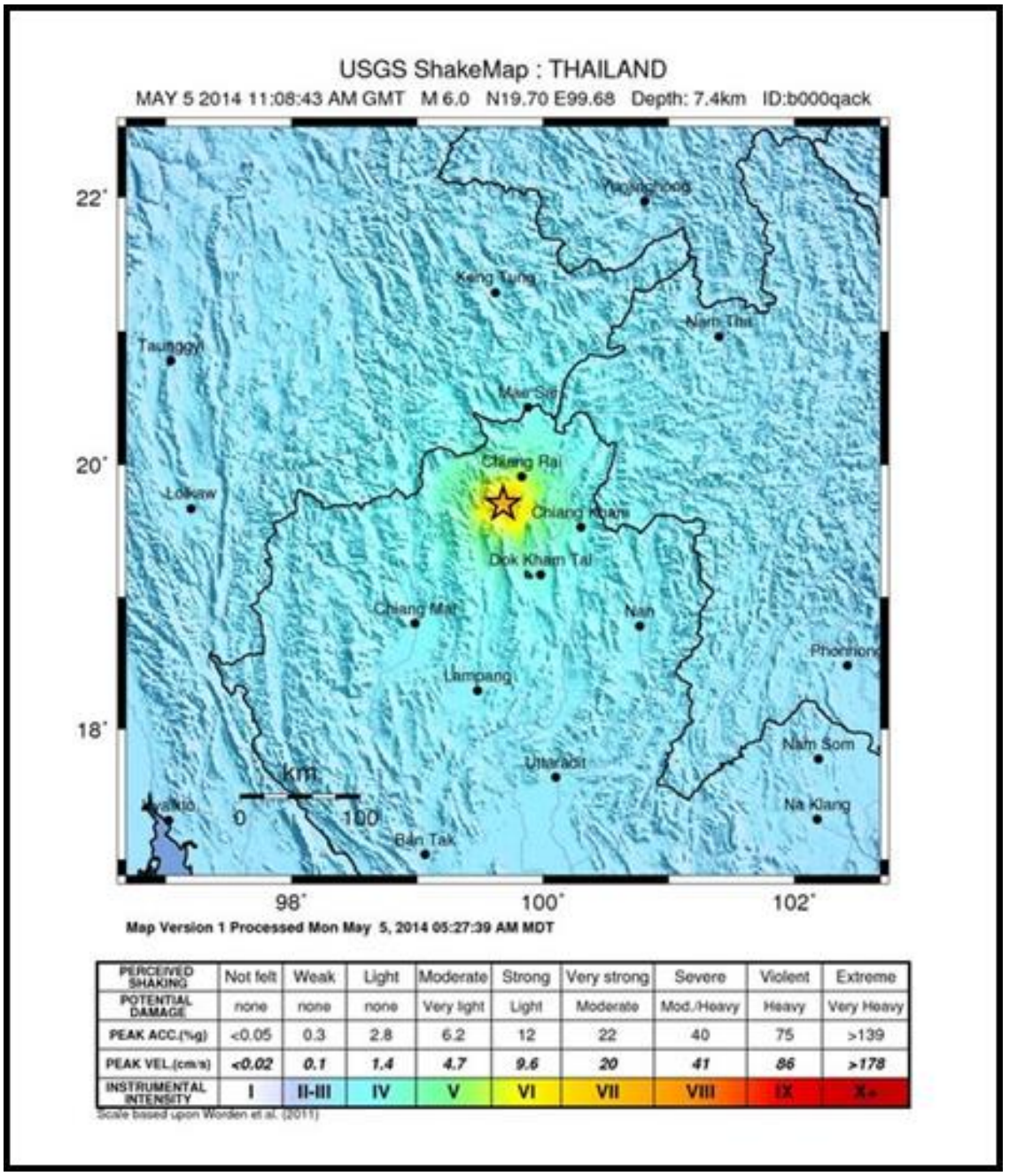
การควบคุมงานก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อต้านทานแผ่นดินไหว (บทเรียนที่ได้จาก จ.เชียงราย)

ผศ.ดร.เศรษฐพงศ์ เศรษฐบุปผา
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เกิดอะไรขึ้นที่เชียงราย

5 พฤษภาคม 2557

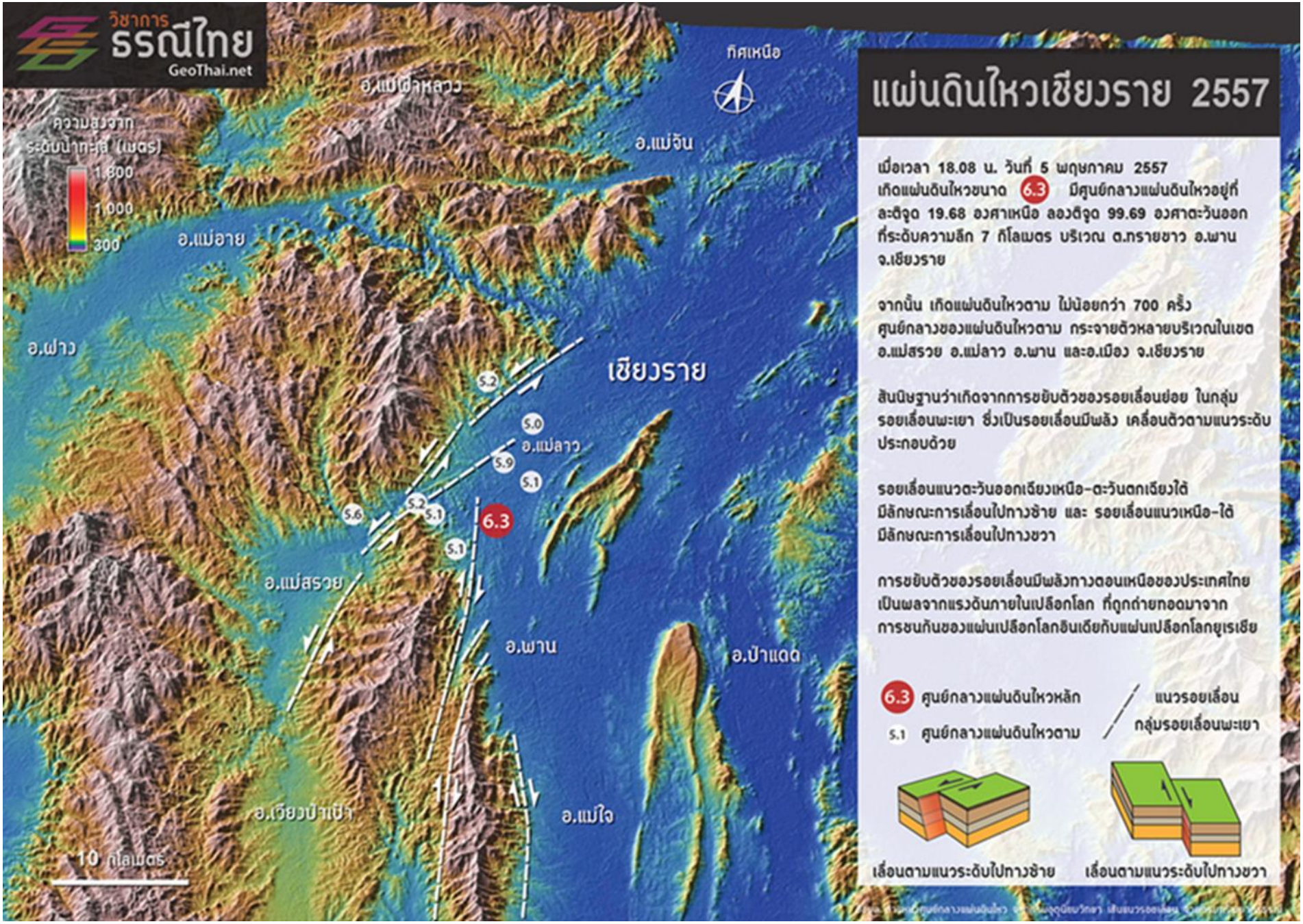


PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.05	0.3	2.8	6.2	12	22	40	75	>139
PEAK VEL.(cm/s)	*<0.02*	*0.1*	*1.4*	*4.7*	*9.6*	*20*	*41*	*86*	*>178*
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon Worden et al. (2011)

แผ่นดินไหวขนาด 6.1 จุดศูนย์กลางที่ อ.แม่ลาว

(บางหน่วยงานระบุว่า 6.3)



แผ่นดินไหวเชียงราย 2557

เมื่อเวลา 18.08 น. วันที่ 5 พฤษภาคม 2557 เกิดแผ่นดินไหวขนาด 6.3 มีศูนย์กลางแผ่นดินไหวอยู่ที่ละติจูด 19.68 องศาเหนือ ลองติจูด 99.69 องศาตะวันออก ที่ระดับความลึก 7 กิโลเมตร บริเวณ ต.ทรายขาว อ.พาน จ.เชียงราย

จากนั้น เกิดแผ่นดินไหวตาม ไม่น้อยกว่า 700 ครั้ง ศูนย์กลางของแผ่นดินไหวตาม กระจายตัวหลายบริเวณในเขต อ.แม่สรวย อ.แม่ลาว อ.พาน และอ.เมือง จ.เชียงราย

สันนิษฐานว่าเกิดจากการขยับตัวของรอยเลื่อนย่อย ในกลุ่มรอยเลื่อนพะเยา ซึ่งเป็นรอยเลื่อนมีพลัง เคลื่อนตัวตามแนวระดับ ประกอบด้วย

รอยเลื่อนแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ มีลักษณะการเลื่อนไปทางซ้าย และ รอยเลื่อนแนวเหนือ-ใต้ มีลักษณะการเลื่อนไปทางขวา

การขยับตัวของรอยเลื่อนมีพลังทางตอนเหนือของประเทศไทย เป็นผลจากแรงดันภายในเปลือกโลก ที่ถูกถ่ายทอดมาจาก การชนกันของแผ่นเปลือกโลกอินเดียกับแผ่นเปลือกโลกยูเรเชีย

6.3 ศูนย์กลางแผ่นดินไหวหลัก

5.1 ศูนย์กลางแผ่นดินไหวตาม

แนวรอยเลื่อนกลุ่มรอยเลื่อนพะเยา

เลื่อนตามแนวระดับไปทางซ้าย

เลื่อนตามแนวระดับไปทางขวา

บทเรียนจากความเสียหาย

เราควรดำเนินการและควบคุมการก่อสร้างอย่างไร

ความเสียหายที่เกิดกับศาสนสถาน

โบราณสถาน ศาสนสถาน

ที่วัดร่องขุ่น มีรูปภาพบนผนังในโบสถ์ ที่ใช้เวลาสร้างมากกว่า 20 ปี และคาดว่าต้องใช้เวลาในการซ่อมกว่า 2 ปี โดยความเสียหายปัจจุบัน ได้แก่ ผนังภาพจิตรกรรมในโบสถ์เป็นรอยร้าวยาว แผ่นสีภาพแตกร่อนออกมา สะพานด้านข้างโบสถ์แตกเสียหาย ยอดเจดีย์หักเบี้ยว หลังคาหอแสดงภาพจิตรกรรมแตก ทุกสิ่งทุกอย่างที่สร้างมานานต้องมาพังพินาศภายในวันเดียว

วัดอุดมวารี ตำบลทรายขาว เศียรพระพุทธรูปปูนปั้นนามว่า พระพุทธอุดมมงคล หักลงเนื่องจากได้รับความเสียหาย และอาคารของวัดเกิดรอยแตก และเพดานได้รับความเสียหาย วัดอื่น ๆ หลายแห่งในบริเวณนั้นก็ได้รับความเสียหายเช่นกัน มีโบราณสถานเสียหาย 17 แห่ง ซึ่งส่วนใหญ่ยอดหักเอียงตามแรงเหวี่ยงของแผ่นดินไหว รวมถึงโครงสร้างแตกร้าว

ความเสียหายที่เกิดกับอาคารต่าง ๆ

อาคารต่าง ๆ สถานที่ราชการ

มีสถานพยาบาลในสังกัดได้รับความเสียหาย 7 แห่ง ส่วนใหญ่มีรอยร้าว แต่ไม่กระทบต่อโครงสร้างอาคาร ที่รุนแรง เช่น โรงพยาบาลแม่ลาว มีอาคารผู้ป่วยเดิมร้าวและทรุด เสาบางแห่งเห็นเหล็กโครงสร้าง สามารถให้บริการเฉพาะผู้ป่วยฉุกเฉินได้เท่านั้น ที่โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์ อาคารเกิดรอยแยกและ แผ่นหินแตกออก กระจกในอาคารแตก โรงพยาบาลที่ได้รับความเสียหายหนักที่สุด ได้แก่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลดงเทพนิมิตร ตำบลป่าอ้อดอนชัยมีโรงเรียนได้รับผลกระทบ 73 แห่ง มีโรงเรียนที่เสียหายหนัก 5 โรงเรียน อยู่ในอำเภอพาน อำเภอแม่ลาว และอำเภอแม่สรวย

สำนักงานเทศบาลตำบลแม่ลาว

ภาพ – ธีระวัฒน์ ปาระมี

http://www.prachatai3.info

ศาลากลางจังหวัดเชียงราย

https://dpmcr.wordpress.com

โรงเรียนพานพิทยาคม

ผนังอาคารเรียนแตกร้าว

www.bloggang.com

www.tnew.co.th

วัดร่องขุ่น

http://club.sanook.com

www.prachachart.net

วัดและศาสนสถานอื่น ๆ

www.tpa.or.th

http://highlight.kapook.com

โรงเรียน

http://dongmada.
blogspot.com

www.bloggang.com

http://eitprblog.blogspot.com

สถานที่ราชการ

โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์

www.manager.co.th

ศาลากลางจังหวัดเชียงราย

https://dpmcr.wordpress.com

สำนักงานเทศบาลตำบลแม่ลาว

ภาพ – ธีระวัฒน์ ปาระมี

http://www.prachatai3.info

บ้านเรือนราษฎร

www.oholanna.com

www.manager.co.th

www.trf.or.th

ห้างสรรพสินค้า

www.matichon
.co.th

www.manager.
co.th

www.komchadlu
ek.net

www.greenlate
.com

ถนนพังเสียหาย

www.siamrath.co.th

www.geothai.net

พื้นดินแยก

www.geothai.net

www.mcot.net

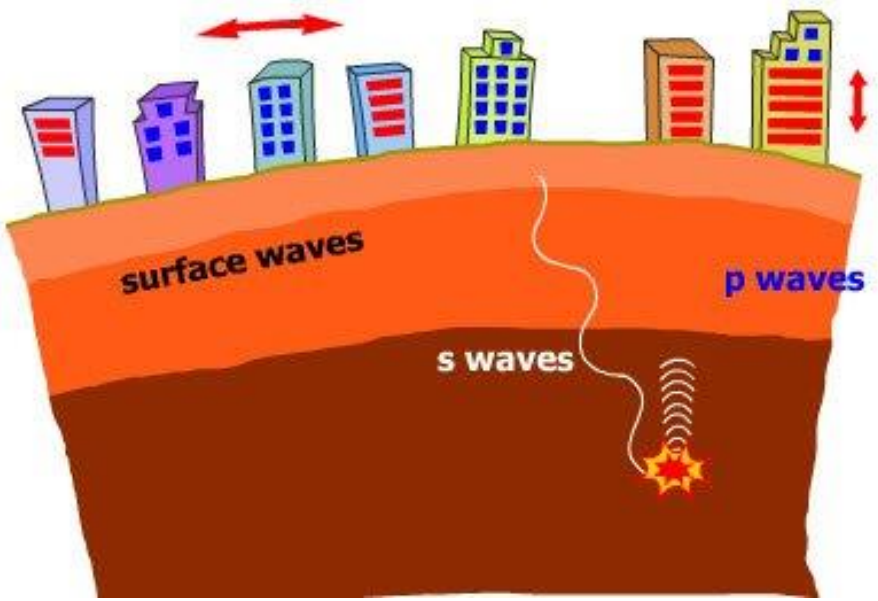
www.geotha
i.net

ทรายพุ

http://news.sano
ok.com

บทเรียนจากความเสียหายของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก

แรงจากแผ่นดินไหวเป็นอย่างไร ?



คลื่นแผ่นดินไหว

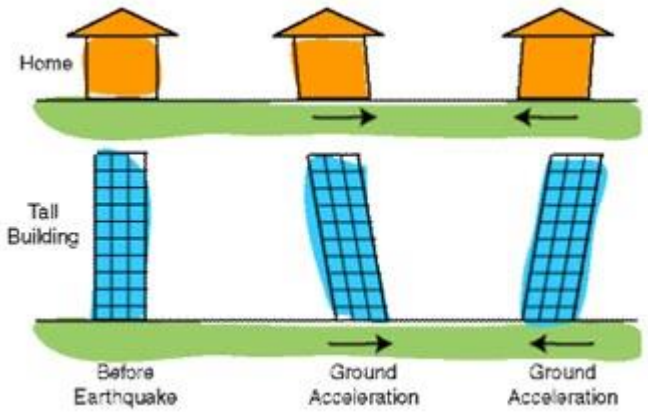
>>> คำว่า “แผ่นดินไหว” หมายถึง แผ่นดินมีการ “ขยับตัวไปมา” เกิดจากพลังงานในรูป “คลื่น” ที่ถูกปล่อยออกมาจาก “จุดกำเนิด” ซึ่งมักจะอยู่ลึกลงไปใต้ผิวโลกในกรณีที่แผ่นดินไหวเกิดจากการขยับตัวของรอยเลื่อน

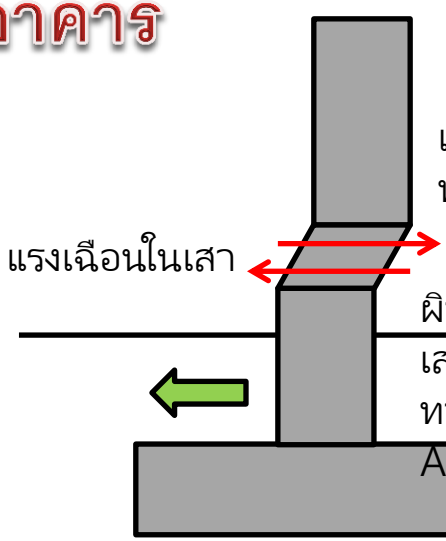
คลื่นที่ถูกปล่อยออกมาแบ่งได้เป็น 4 ชนิด แต่ที่พบเมื่อเกิดแผ่นดินไหวทุกครั้งมี 2 ชนิดคือ

1. คลื่นปฐมภูมิ (Primary Wave หรือ P-Wave) เป็นคลื่นตามยาวเช่นเดียวกับคลื่นเสียง สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นทั้งของแข็ง (ดิน, หิน) ของเหลว (น้ำ) และก๊าซ (อากาศ) ได้ คลื่นชนิดนี้มีความเร็วประมาณ 6-7 กิโลเมตร/วินาที
2. คลื่นทุติยภูมิ (Secondary Wave หรือ S-Wave) เป็นคลื่นตามขวางเช่นเดียวกับการแกว่งเชือก หรือ คลื่นที่ผิวน้ำเมื่อโยนก้อนหินลงน้ำ คลื่นชนิดนี้เคลื่อนที่ผ่านได้เฉพาะตัวกลางที่เป็นของแข็งเท่านั้น

ในเมื่อคลื่นปฐมภูมิเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า แต่มีความรุนแรงน้อยกว่าคลื่นทุติยภูมิ ดังนั้นเราจะรู้สึกว่ามีการสั่นสะเทือนเบา ๆ ก่อน และเมื่อคลื่นทุติยภูมิมาถึง การสั่นสะเทือนจะรุนแรงขึ้น ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า คลื่นทุติยภูมินี่เองที่ทำให้พื้นดินไหวไปมา

เสา - ส่วนวิกฤตของอาคาร





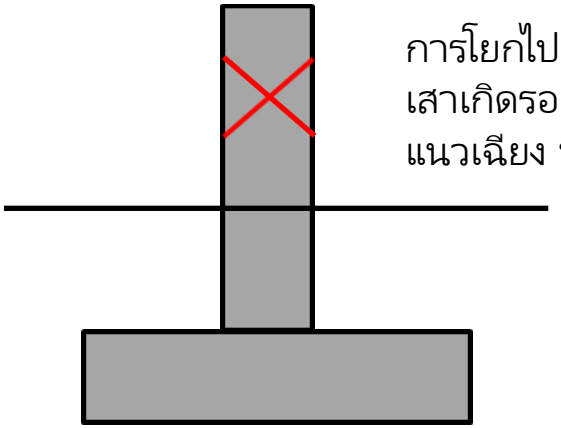
แผ่นดินไหวเป็นอันตรายกับอาคารบ้านเรือนได้อย่างไร

>>> เมื่อพื้นดินเคลื่อนไหวไปมา ตัวบ้านหรืออาคารซึ่ง “ฐานราก” ถูกฝังตรึงไว้ในดิน ก็จะต้องไหวตัวตาม การดึงให้ตัวบ้านขยับตามฐานรากนี้จะต้องส่งถ่ายแรงผ่านเสาของอาคาร

แรงที่ว่านี้ เรียกว่า “แรงเฉือน” เป็นแรงที่เกิดขึ้นในเสาอาคาร จะทำให้เสาถูก “เฉือน” ให้ขาด หากเสามีกำลังไม่มากพอก็จะเกิดการวิบัติ ยิ่งการเคลื่อนไหวของพื้นดินมีลักษณะเป็นการเคลื่อนไปมาซ้ำ ๆ กัน ก็จะยิ่งทำให้เสาถูกเฉือนซ้ำไปมาหลายรอบ ก็จะยิ่งวิบัติได้ง่าย

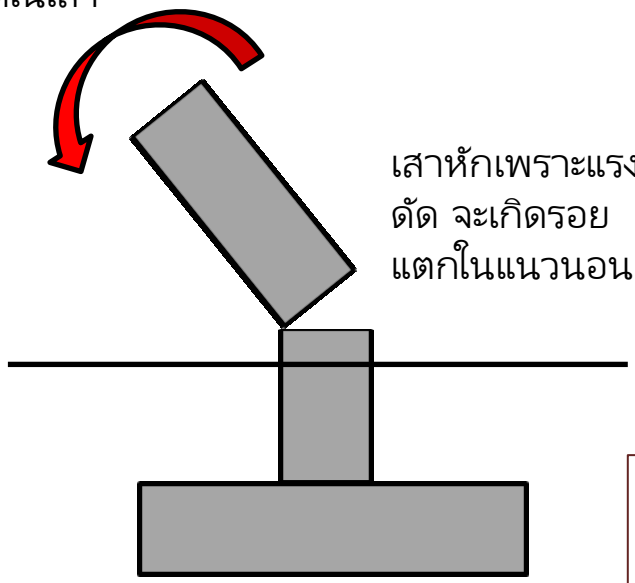
>>> ความสามารถในการรับแรงเฉือนของเสาขึ้นอยู่กับอะไร

- เสาที่มีขนาดหน้าตัดใหญ่จะดีกว่า
- เหล็กรับแรงเฉือนได้ดีกว่าไม้ และดีกว่าคอนกรีต เสาคอนกรีตต้องอาศัยเหล็กปลอกในการรับแรงเฉือน ยิ่งผูกเหล็กปลอกถี่ ๆ จะยิ่งดี



การโยกไป-มา ทำให้เสาเกิดรอยแตกเป็นแนวเฉียง หรือกากบาท

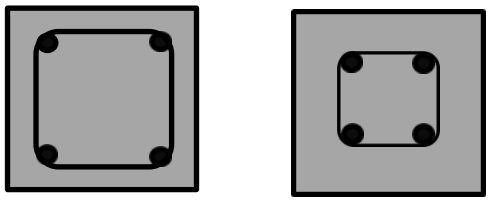
แรงดัดในเสา



เสาหักเพราะแรงดัด จะเกิดรอยแตกในแนวนอน

แรงเฉือนและแรงดัดในเสาของอาคารจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

- น้ำหนัก (มวล) ของอาคาร ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง บ้านโครงสร้างคอนกรีตผนังก่ออิฐจะเกิดแรงเฉือนและแรงดัดในเสาได้มากกว่าบ้านไม้
- ความเร่งในการสั่นไหวของพื้นดิน (Ground Acceleration) ยิ่งมีความเร่งมาก การสั่นไหวยิ่งมาก ปกติความเร่งของพื้นดินจะลดลงตามระยะทางจากจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหว แต่ความเร่งอาจเพิ่มขึ้นได้หากเป็นดินอ่อน
- ถ้าหากความถี่ธรรมชาติในการสั่นของอาคารพ้องกับความถี่ของการสั่นไหวของพื้นดิน อาคารจะสั่นแรงมาก โดยทั่วไปคลื่นแผ่นดินไหวจะสั่นพ้องกับความถี่ธรรมชาติของอาคารสูงประมาณ 4-6 ชั้น



ถูก ผิด

แรงดัดในเสา
>>> นอกจากแรงเฉือน การโยกของบ้านหรืออาคาร ยังทำให้เกิด “แรงดัด” ขึ้นในเสา ซึ่งหมายถึงแรงที่ทำให้เสาโก่งงอ การโยกไปมาหลาย ๆ รอบก็จะทำให้เสาหักได้ง่ายเช่นกัน

ความสามารถในการรับแรงดัดของเสาขึ้นอยู่กับอะไร
>>> ขนาดหน้าตัดของเสาใหญ่ย่อมรับแรงดัดได้ดีกว่า และเสาควรมีหน้าตัดเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือวงกลม เพราะความแคบ-กว้าง มีผลต่อการรับแรงดัด

>>> เหล็กรับแรงดัดได้ดีกว่าไม้ ขณะที่คอนกรีตนั้นแย่ที่สุด ต้องอาศัยเหล็กยืนตามแนวแกนช่วยรับแรงดัด ต้องมีขนาดและจำนวนเพียงพอ และเหล็กยืนตามแนวแกนต้องอยู่ห่างจากผิวนอกของคอนกรีตประมาณ 1 นิ้ว และไม่กระจุกตัวอยู่ตรงกลางหน้าตัดเสา

>>>รอยแตกในเสาเฉียงซ้ายสลับขวา เป็นรอยแตกเนื่องจากแรงเฉือนสลับไป-มา

อาคารต้านแผ่นดินไหวได้หรือไม่ ตัดสินอย่างไร

อาคารต้านแผ่นดินไหวควรเป็นอย่างไร

>>> แตกร้าวเสียหายได้บ้าง แต่ต้องไม่ถล่ม

ในประเทศไทย การเกิดแผ่นดินไหวที่มีขนาดและความรุนแรงมาก ๆ ถึงขั้นทำให้อาคารถล่มได้นั้นมิได้เกิดขึ้นบ่อย ๆ อาจมีเพียงสักครั้งเดียวในรอบ 100 ปี การทำให้อาคารไม่ได้รับความเสียหายใด ๆ เลยเมื่อเกิดแผ่นดินไหวที่รุนแรงนั้นเป็นไปได้ยาก หรือมิฉะนั้นก็จะทำให้ราคาค่าก่อสร้างสูงขึ้นอย่างมหาศาล จึงมีแนวคิดว่า เมื่อเกิดเหตุแผ่นดินไหวที่รุนแรงในระดับสูงสุดที่คาดเอาไว้ (ความรุนแรงที่ใช้ออกแบบ) ต้องยอมให้อาคารเกิดความเสียหายได้บ้าง แต่ต้องไม่ถล่มลงมาเมื่อเกิดเหตุแผ่นดินไหวที่รุนแรงในระดับสูงสุดที่คาดเอาไว้ หรืออาจกล่าวได้ว่า หลังเกิดแผ่นดินไหวแล้ว ผู้ที่อยู่ในอาคารควรจะสามารถเดินออกมาได้ด้วยตัวเอง

สวนความเสียหายที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อย ตัวอาคารยังสามารถใช้งานได้ต่อไปหรือไม่นั้น จะต้องได้รับการประเมินจากวิศวกรโครงสร้างในภายหลัง

ความรุนแรงของแผ่นดินไหวที่ใช้ออกแบบโครงสร้าง

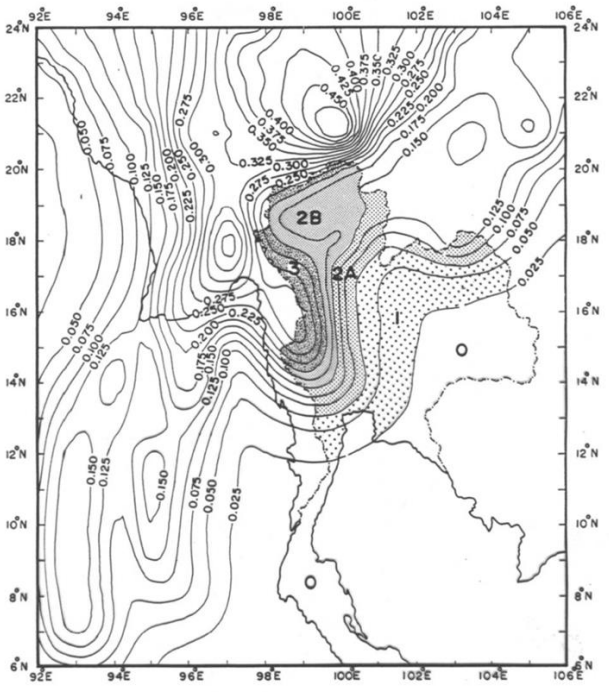
>>> จะรุนแรงมากบริเวณแนวรอยเลื่อนมีพลัง และแตกต่างกันได้ตามสภาพทางธรณีวิทยา

"ความรุนแรง" กับ "ขนาด" ของแผ่นดินไหว มีความหมายแตกต่างกันหรือไม่

>>> ความรุนแรง (Intensity) หมายถึงความแรงในการสั่นไหวของพื้นดิน ณ ตำบลต่าง ๆ นิยมวัดเป็น "ความเร่ง" โดยมีหน่วยเป็น g (1 g = 9.81 m/s^2)

>>> ขนาด (Magnitude) หมายถึงปริมาณของพลังงานที่จุดกำเนิดแผ่นดินไหวปล่อยออกมา วัดขนาดเป็น "ระดับ" ซึ่งมีหลายมาตราในการวัด โดยในประเทศไทยยังวัดตามมาตราริกเตอร์ (ริกเตอร์ไม่ใช่หน่วย แต่เป็นมาตราหรือวิธีวัดแบบหนึ่ง)

ส่วนราชการที่เกี่ยวข้องทางธรณีวิทยาจะเก็บข้อมูลจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวในอดีตร่วมกับการสำรวจพื้นดินในพื้นที่ต่าง ๆ และพยากรณ์ระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ในพื้นที่เหล่านั้น



ตัวอย่างแผนที่แสดงเส้นชั้นระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวสำหรับการออกแบบอาคาร
(หน่วยเป็น g: ตัวอย่าง - ความเร่ง 0.1 g = 0.98 m/s^2)

อาการแตกร้าวอย่างไร จะถือว่ายอมรับได้ หรือประสบความสำเร็จในการออกแบบ

>>> ความสำเร็จหรือล้มเหลวของการออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหว อาจแบ่งได้เป็น 4 ระดับ

1. อาคารถล่ม ถือว่าล้มเหลว ไม่สามารถต้านทานแผ่นดินไหวได้โดยสิ้นเชิง
2. อาคารไม่ถล่ม แต่โครงสร้างเสียหายจนใช้งานต่อไม่ได้ ต้องรื้อหรือทุบทิ้ง > ถือว่าโครงสร้างอยู่กึ่งกลางระหว่างล้มเหลวกับสำเร็จพอดีเพราะอาคารใช้งานต่อไม่ได้ แต่ไม่พังถล่มและรักษาชีวิตคนได้
3. โครงสร้างเสาและคานเสียหายเล็กน้อย ซ่อมแซมแล้วยังใช้งานต่อไปได้
4. ไม่มีความเสียหายใด ๆ เกิดขึ้นกับโครงสร้างเลยถือว่ามีโครงสร้างที่ดีมาก อาจมีผนังแตกร้าวบ้าง

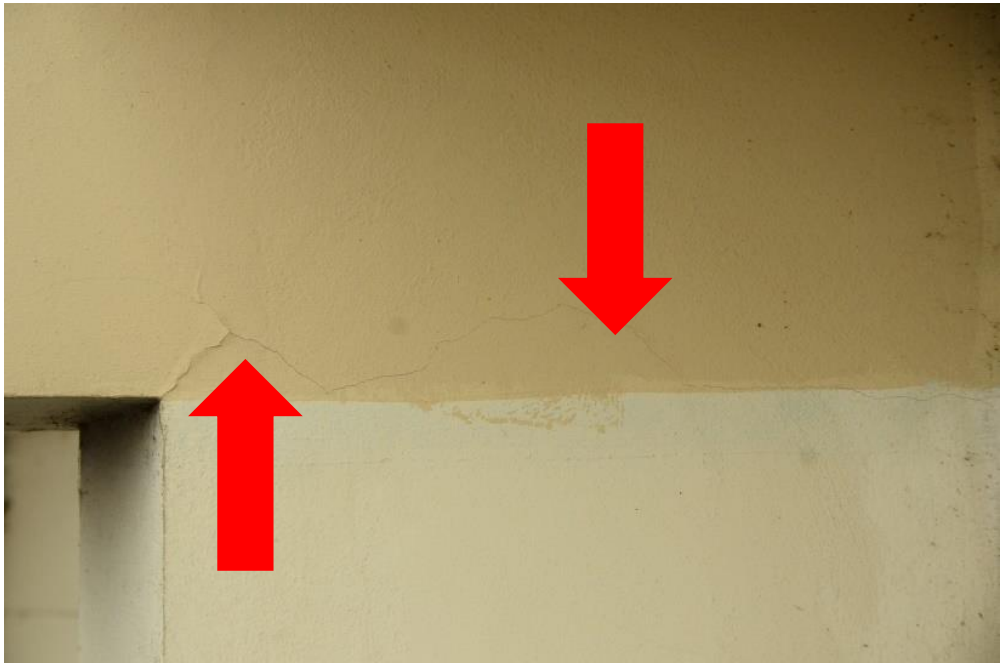
>>> โครงสร้าง หมายถึง เสา คาน พื้น ความเสียหายเล็กน้อย คือ มีรอยแตกที่ไม่เปิดอ้า (แมลงตัวเล็ก ๆ เข้าไม่ได้)

>>> ต้องดูรอยแตกที่เนื้อคอนกรีตจริง ไม่ใช่ปูนฉาบ เสาหรือคานบางแห่งมีปูนฉาบทับผิวไว้ ซึ่งอาจกะเทาะแตกหลุดออกมาได้เมื่ออาคารโยกตัว

>>> ผนังแตกถือว่าอาคารไม่พัง แต่ผนังที่แตกหรือพังไม่ควรล้มลงมา

อาคารไม่ถล่ม แต่โครงสร้างเสาเสียหายรุนแรง ต้องรื้อทิ้งทั้งหลัง

ผนังแตกร้าว แต่โครงสร้างเสาเสียหายเล็กน้อยเท่านั้น



โครงสร้างบริเวณรอยต่อระหว่างเสากับคาน มีรอยร้าวเท่าเส้นผม “Hair Crack” ควรวิเคราะห์อย่างละเอียดก่อนการซ่อมแซม และอาคารหลังนี้น่าจะใช้งานต่อไปได้

บ้านที่มีเสาสั้นอันตรายกว่าเสายาวจริงหรือ ?

ลักษณะการแตกหักของเสาสั้น

>>> ในกรณีแผ่นดินไหว เสาสั้นจะแตกหักโดยแรงเฉือนกลับไปมา จึงมีลักษณะเหมือนถูกขยี้ดังแสดงในภาพนี้

ลักษณะของเสาสั้น

>>> การจะเรียกว่าเสาสั้นหรือยาวนั้นไม่ได้วัดที่ความสูงของเสาเพียงอย่างเดียว แต่ใช้สัดส่วนระหว่างความสูงของเสา**หารด้วย**ความกว้างด้านที่แคบกว่าของเสานั้น ถ้าผลหารได้ประมาณไม่เกิน 10 จะเรียกว่าเป็นเสาสั้น เช่นในภาพข้างบน เสาสูงประมาณ 100 ซม. หน้าตัด 20 ซม.x 20 ซม. ผลหารคือ 100/20 ได้ 5 ก็คือเป็นเสาสั้น

ภาพโดย ดร. ธีระพจน์ ศุภวิริยะกิจ
จาก
http://www.banidea.com/earthquake-safety-home-1/

บ้านที่มีเสาสั้นอันตรายกว่าเสายาวจริงหรือ ?

เสาสั้นอันตรายกว่าเสายาวจริงหรือไม่

>>> ไม่จริง ในขณะที่อาคารโยกไปมา จะเกิดทั้งแรงเฉือนและแรงดัดขึ้นภายในเสา (ความจริงมีแรงบิดด้วย แต่ส่วนใหญ่ไม่มาก) เสาแต่ละต้นมีกำลัง (ความสามารถ) ในการรับแรงเฉือนได้ระดับหนึ่ง และรับแรงดัดได้ระดับหนึ่ง การหักของเสาจะขึ้นอยู่กับว่า ระหว่างแรงเฉือนกับแรงดัด แรงไหนจะสูงถึงกำลังที่เสารับได้ก่อนกัน

สำหรับบ้านที่ยกพื้นต่ำ ๆ จะมีเสาสั้น ซึ่งมักจะมีแรงดัดเกิดขึ้นในเสาไม่มาก เสาสั้นจึงมักจะหักด้วยแรงเฉือน

สำหรับบ้านที่ยกพื้นสูง จะมีเสายาว แรงดัดจะเกิดขึ้นในเสามากกว่าเสาสั้น เสายาวจึงมักจะหักด้วยแรงดัด หรือบางครั้งอาจหักด้วยแรงเฉือนก็ได้

บ้านแบบใดมีเสาสั้น

>>> เป็นบ้านยกพื้นต่ำ ๆ โครงสร้างเสา-คาน-พื้น มักจะทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก อีกทั้งมักจะเป็นผนังก่ออิฐ ดังนั้นตัวบ้านจะมีน้ำหนัก (มวล) มากกว่าบ้านไม้ ยิ่งเป็นบ้านสองชั้นน้ำหนักของตัวบ้านก็จะยิ่งมาก ทำให้ขณะที่บ้านสั่นไหว จะเกิดแรงเฉือนมาก

บ้านยกพื้นใต้ถุนสูง มีน้ำหนักของพื้นคอนกรีตมาก ทำให้เสาหักพับเมื่อเกิดการโยก และตัวบ้านตกลงมาบนพื้นดิน
ภาพจาก www.geothai.net

บ้านที่มีเสายาว

>>> บ้านหลังนี้เป็นบ้านชั้นเดียวใต้ถุนสูงจากพื้นดินประมาณ 2 เมตรเศษ ผลหารระหว่างความสูงของเสากับความกว้างของหน้าตัดเสาได้ประมาณ 10 พอดี จึงจัดว่าเป็นเสายาว

ผนังบ้านทำด้วยไม้ซึ่งน่าจะทำให้น้ำหนักของตัวบ้านไม่มาก แต่คานและพื้นทำจากคอนกรีตเสริมเหล็ก จึงยังทำให้ตัวบ้านมีน้ำหนักมากพอสมควร อีกทั้งเสาที่ยาว จึงทำให้เกิดแรงดัดในเสามากจนพังเหมือนหักกิ่งไม้

ลักษณะการหักของเสาจึงเป็นแบบ “หักพับ” ลงบนพื้นดิน โดยจุดที่เกิดการหักพับนั้นเป็นจุดต่อระหว่างโคนเสากับคานคอดินและหัวเสากับคานรองรับพื้นข้างบน ในทางวิศวกรรมจะเรียกชั้นใต้ถุนเปิดโล่งนี้ว่า “ชั้นอ่อน” หมายถึงเป็นชั้นที่โครงสร้างมีความสามารถในการรับแรงจากการโยกตัวของอาคารต่ำ (ทั้ง ๆ ที่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักในสภาวะอยู่นิ่งได้)

บางครั้ง เสาอาจไม่หักพับลงมา แต่จะแค่เอนไปซึ่งถือว่าพังแล้ว

ชั้นอ่อนที่อาคารโรงเรียนใต้ถุนโล่ง

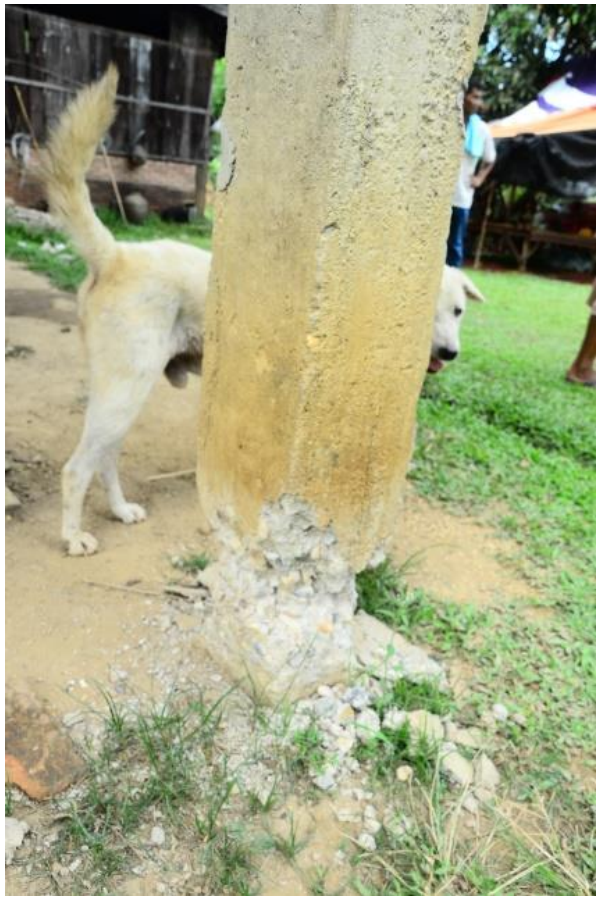
ภาพจาก www.chula.ac.th

ภาพจาก www.citizenthaipbs.net

อาคารเรียนส่วนใหญ่ในประเทศไทยเป็นอาคาร 4 ชั้น ทำให้มีน้ำหนักมาก มีชั้นล่างเปิดโล่ง อีกทั้งเสาชั้นล่างยังค่อนข้างสูงประมาณ 3-4 เมตร เมื่อคำนวณความสูงเทียบกับหน้าตัดแล้ว จะพบว่าเป็นเสาปานกลางถึงเสายาว ด้วยความสูงของอาคาร 4 ชั้น อาคารจะมีโอกาสสั่นไหวรุนแรงมาก เนื่องจากความถี่ธรรมชาติของอาคารสูงประมาณนี้ มักจะพ้องกับความถี่ของคลื่นแผ่นดินไหวพอดี

ดังนั้นจะพบว่าอาคารเรียน 4 ชั้นในพื้นที่รอบ ๆ จุดศูนย์กลางแผ่นดินไหว จะเกิดความเสียหายที่เสาชั้นล่างเกือบทุกหลัง โดยจุดที่แตกหักของเสาคือ โคนเสาและปลายเสาที่ต่อกับพื้นชั้นสอง ซึ่งเป็นจุดที่เกิดแรงดัดและแรงเฉือนมากที่สุดในเสา

บ้านไม้ชั้นเดียวใต้ถุนสูงพังหรือไม่ ?



บ้านไม้ชั้นเดียวใต้ถุนสูง ตัวบ้านเป็นไม้ทั้งหมด น้ำหนักเบากว่าบ้านที่มีพื้นคอนกรีตมาก ไม่น่าจะพัง แต่เมื่อดูที่โคนเสาจะพบรอยแตกขนานกับพื้นดิน ซึ่งเป็นลักษณะของการพังจากแรงดัด เมื่อตรวจสอบเสาทุกต้น จะพบเสาต้นหนึ่งเนื้อคอนกรีตหลุดร่อนออกไปมาก แต่ยังไม่เห็นเหล็กเสริมภายใน แสดงว่าเหล็กยืนในเสากระจุกตัวอยู่ตรงกลาง ทำให้เสารับแรงดัดได้น้อย นอกจากนั้น การที่ไม่มีเหล็กปลอกอยู่เลย จึงทำให้เนื้อคอนกรีตบริเวณนี้ยังถูกขยี้ด้วยแรงเฉือนด้วย

บ้านที่มีเสาสั้นกับเสายาวอยู่ในหลังเดียวกัน

ปัญหาที่แท้จริงของเสาสั้น-เสายาว

เราทราบแล้วว่า บ้านที่มีเสาสั้นกับบ้านอีกหลังที่มีเสายาวสามารถแตกหักเสียหายได้ทั้งสองอย่าง เพียงแต่มีลักษณะการแตกหักต่างกันเท่านั้น

ยังมีบ้านบางหลังที่มีเสาบางต้นสั้นบางต้นยาว รองรับบ้านหลังเดียวกัน ซึ่งจะพบว่าเสาต้นที่สั้นจะหักพัง แต่เสาต้นยาวแทบไม่เป็นอะไรเลย เพราะเหตุใด

>>> เพราะเสาต้นที่สั้นจะมีความสามารถในการต้านทานการโยก (Stiffness) มากกว่า เมื่อตัวบ้านโยก จะเกิดแรงเฉือนในเสาต้นสั้นมากกว่าเสาต้นยาวที่อยู่ในบ้านหลังเดียวกัน และเกิดการแตกหักที่เสาต้นสั้น

เสาต้นที่อยู่ทางขวามือ มีกำแพงค้ำจนเหลือระยะที่เป็นเสาล้วน ๆ เพียง 50 ซม. ทำให้กลายเป็นเสาต้นที่สั้นกว่าต้นอื่น และเกิดแรงเฉือนมากกว่าเสาต้นอื่นที่ยาวกว่า

ภาพจาก www.matichon.co.th

เสาต้นนี้มีชานพักบันไดมาค้ำ เป็นเหตุให้มีระยะ "โล่ง" สั้นกว่าเสาต้นอื่น ๆ ที่รองรับตัวบ้านหลังเดียวกัน เกิดการแตกเนื่องจากแรงดัด เพราะยังเป็นเสายาวอยู่

ปัญหาจากการต่อเติมบ้าน

https://www.facebook.com/supparuak.jansee

อีกสาเหตุหนึ่งที่บ้านไม้ใต้ถุนสูงเกิดการพัง คือการต่อเติมห้องน้ำและห้องครัวที่มีพื้นเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กด้านหลังบ้าน

น้ำหนักของพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กที่ต่อเติมจะดึงให้ตัวบ้านไม้ที่ปกติไม่โยกตัวแรง กลับแกว่งอย่างแรงตามไปด้วย บางครั้ง การต่อเติมก็ไม่ได้มีการยึดรั้งโครงสร้างเก่ากับใหม่อย่างถูกต้อง ส่วนที่ต่อเติมก็จะหลุดออกดังที่เห็นในภาพ

ปัญหาของผนังก่ออิฐ

ผนังก่ออิฐฉาบปูนเป็นผนังที่ได้รับความเสียหายมากที่สุด เนื่องจากเป็นวัสดุที่ไม่มีความยืดหยุ่น เปราะแตกหักได้ง่าย

ผนังก่ออิฐของบ้านหลายหลังหลุดล้มทั้งแผงเนื่องจากไม่มีการใช้เสาเอ็น คานเอ็น หรือเหล็กหนวดกุ้งที่ใช้เสียบให้ผนังยึดกับเสาหรือพื้นเลย

ในขณะที่ผนังบางแผงถูกบีบให้แตกโดยโครงเสาและคานที่โยกไปมา ซึ่งกรณีนี้ ถือว่าผนังได้ช่วยเสาและคานรับแรงโยก แต่เนื่องจากความเปราะ จึงแตกหักก่อนเสาและคาน

การสั่นไหวในทิศทางตั้งฉาก ทำให้ผนังก่ออิฐบล็อกหลุดลงมาทั้งแผง เพราะไม่มีเสาเอ็น คานเอ็น หรือหนวดกุ้งช่วยยึดไว้กับเสาและคาน
ภาพจาก www.manager.co.th

การสั่นไหวในทิศทางเดียวกับระนาบของผนัง ทำให้เสาโยกมาบีบผนังให้แตก การมีเสาและคานเอ็น รวมทั้งเหล็กหนวดกุ้ง อาจช่วยให้ส่วนที่แตกไม่หล่นลงมา
ภาพจาก www.saveoursea.net

ปัญหาของฝ้าเพดานและหลังคา

ฝ้าเพดานพังเนื่องจากโครงสร้างหลังคาไม่มีความแข็ง ทำให้เพดานและหลังคาบิดตัวไปมาเมื่อเกิดแผ่นดินไหว
ภาพจาก
https://nuihamoy.files.wordpress.com

ฝ้าเพดานพังเนื่องจากโครงฝ้าถูกห้อยลงมาจากโครงหลังคาด้วยลวด ทำให้เกิดการสั่นขึ้น-ลง ได้ง่าย
ภาพจาก www.pantip.com

กระเบื้องมุงหลังคา ที่ไม่มีการผูก-ยึดกับโครงสร้าง

กระเบื้องมุงหลังคาของวัด อาคาร บ้าน ต่าง ๆ สามารถร่วงหล่นลงมาได้ในขณะแผ่นดินไหว สังเกตว่าเป็นกระเบื้องชนิดที่ไม่มีการยึดไว้กับโครงหลังคา เพียงแต่วางเรียงไว้เท่านั้น

ศาลากลางจังหวัดเชียงราย
ภาพจาก https://dpmcr.wordpress.com

วัดร่องขุ่น
ภาพจาก http://news.truelife.com

วัดดงมะเฟือง
ภาพจาก https://dpmcr.wordpress.com

พระพุทธรูปเศียรหัก

พระพุทธรูปวัดอุดมวารี
www.news.sanook.com

เศียรพระประธาน วัดดงมะดะ อ.แม่ลาว
ภาพจาก
http://banjong4000.blogspot.com

เพราะเหตุใดเศียรพระพุทธรูปจึงหักได้ง่าย

>>> พระพุทธรูปที่เศียรหัก ล้วนเป็นพระพุทธรูปขนาดใหญ่ ทำจากอิฐและปูนปั้น จึงมีน้ำหนักมาก ในขณะที่พระศอ (คอ) มีลักษณะกิ่ว ดังนั้นเศียรพระจึงเปรียบเสมือนลูกตุ้มแกว่งอยู่บนพระศอที่มีความแข็งแรงต่ำ พระเศียรจึงหักลงมาได้ง่ายที่สุด

พระล้มวัดแม่สรวยหลวง

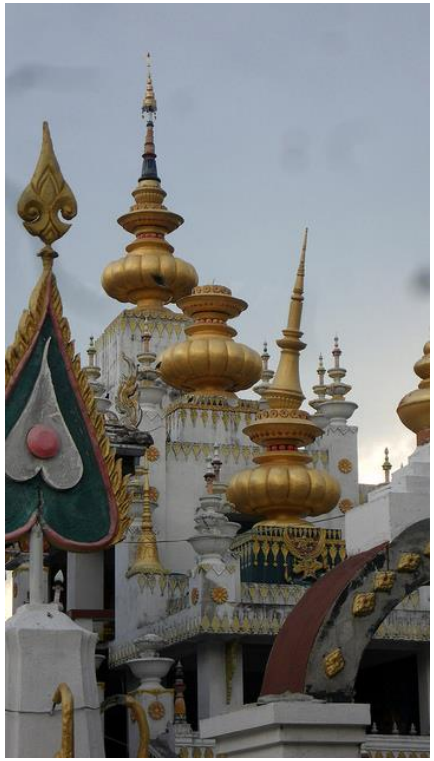
www.citizenthaipbs.net

http://pantip.com

พระพุทธรูปก่ออิฐและปั้นปูนที่วัดแม่สรวยหลวงล้ม เนื่องจากทั้งแผ่นดินไหวและฝนตก กล่าวคือแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2557 ทำให้ฐานพระทรุดตัวและเอนไปด้านหน้า มีรอยแตกที่ฐาน หลังจากนั้นในวันที่ 29 พฤษภาคม 2557 เกิดฝนตกหนักและพระได้ล้มพังลง

ยอดปลี ยอดฉัตรของอาคารต่าง ๆ ในวัด

ส่วนปลายยอดปลี ยอดฉัตร ของอาคารต่าง ๆ ในวัด จะหักได้ง่ายตรงส่วนที่คอดใต้ส่วนที่มีลักษณะเป็นเหมือน “ตุ้มน้ำหนัก” ด้วยเหตุผลเดียวกับการหักของเศียรพระ



วัดทรายขาว อ.พาน
ภาพโดย ธีรวัฒน์ ปาระมี
จาก
http://www.prachatai.com

ยอดเจดีย์วัดทรายขาว อ.พาน
ภาพจากwww.prachatai.com

ยอดปลีของอาคารในวัดร่องขุ่น
ภาพจากhttp://hilight.kapook.com

ในกรณีแผ่นดินไหว ความแข็งแรงของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กขึ้นอยู่กับ

- การออกแบบรูปทรง ลักษณะต่าง ๆ ของอาคารโดยสถาปนิก ไม่ควรเป็นลักษณะอาคารที่มีความเสี่ยงต่อการพังจากแผ่นดินไหว
- การคำนวณออกแบบโดยวิศวกรโครงสร้างที่มีความรู้ความสามารถในการออกแบบได้จริง
- การก่อสร้างที่ถูกต้องตามหลัก >> มีการควบคุมงานก่อสร้างให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการ

การควบคุมคุณภาพงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก สิ่งที่ปฏิบัติตามปกติในการควบคุมงานก่อสร้าง .....

- ตรวจสอบแบบหล่อคอนกรีต
  - ระดับ
  - ระยะ ขนาด
  - ความแข็งแรง
- ตรวจสอบเหล็กเสริมคอนกรีต
  - คุณภาพของเหล็กเส้นที่จะนำมาใช้ (ตรวจก่อนอนุญาตให้นำเข้ามาใช้ในโครงการก่อสร้าง)
  - ขนาด จำนวน ตำแหน่ง การทาบ และรายละเอียดต่าง ๆ ตามที่ระบุในแบบก่อสร้างและตามมาตรฐานการก่อสร้างทั่วไป
- ตรวจสอบคุณภาพคอนกรีต
  - คุณภาพคอนกรีตก่อนเทลงแบบหล่อ
    - ความข้นเหลว
  - การเทคอนกรีตลงในแบบหล่อคอนกรีต
    - ไม่เกิดการกระจายตัว
    - จี้ไม่ให้เกิดฟองอากาศ
    - ไม่จี้มากเกินไปจนน้ำปูนแยกตัวลอยขึ้นผิวหน้า
  - การรื้อแบบหล่อคอนกรีตตามเวลาที่เหมาะสม
  - การบ่มคอนกรีต
    - ทำให้ได้ความแข็งแรงตามที่ต้องการ

จบการบรรยาย