

การพิจารณาความเสียหาย ของโครงสร้างอาคารคอนกรีต จากแผ่นดินไหว

นาย กิตติ บุญแสง วุฒิวิศวกร

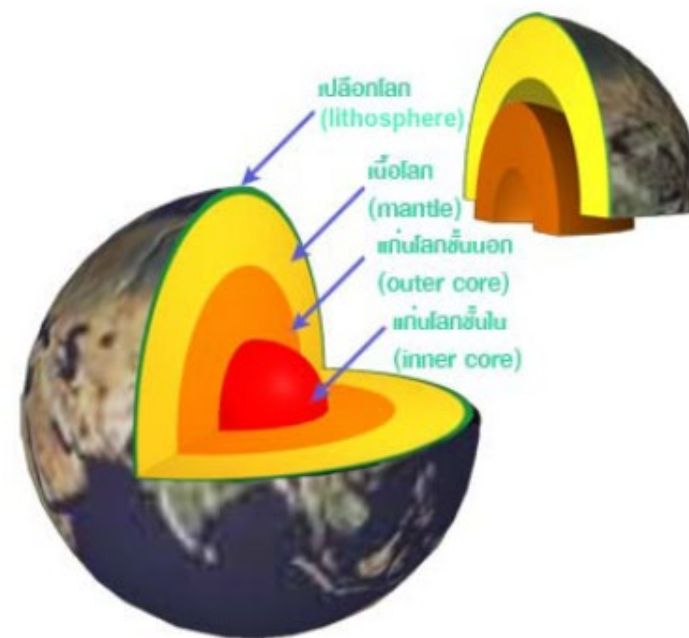
กรรมการอำนวยการ วสท.

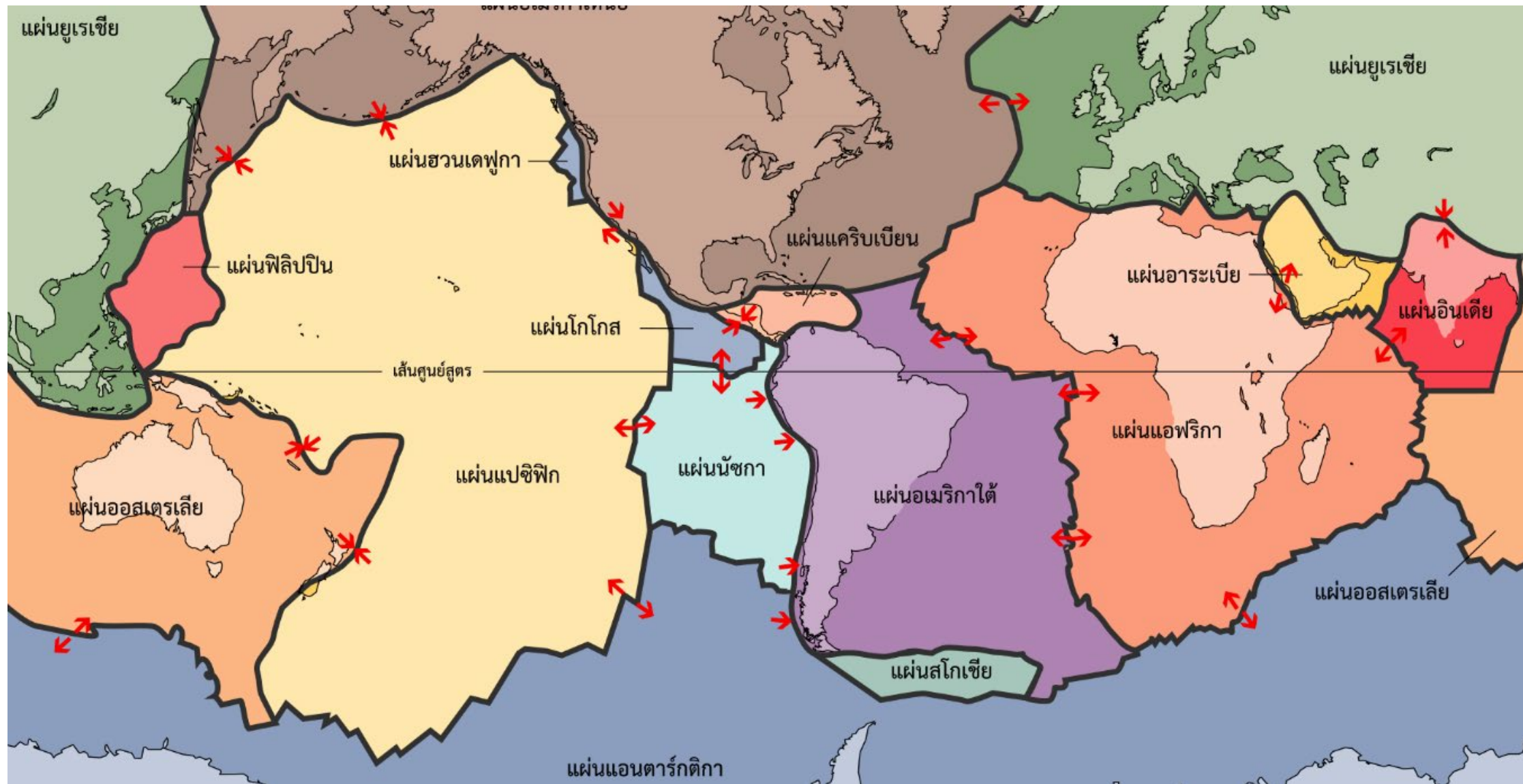
กรรมการ บริษัท อุมบาว์ จำกัด

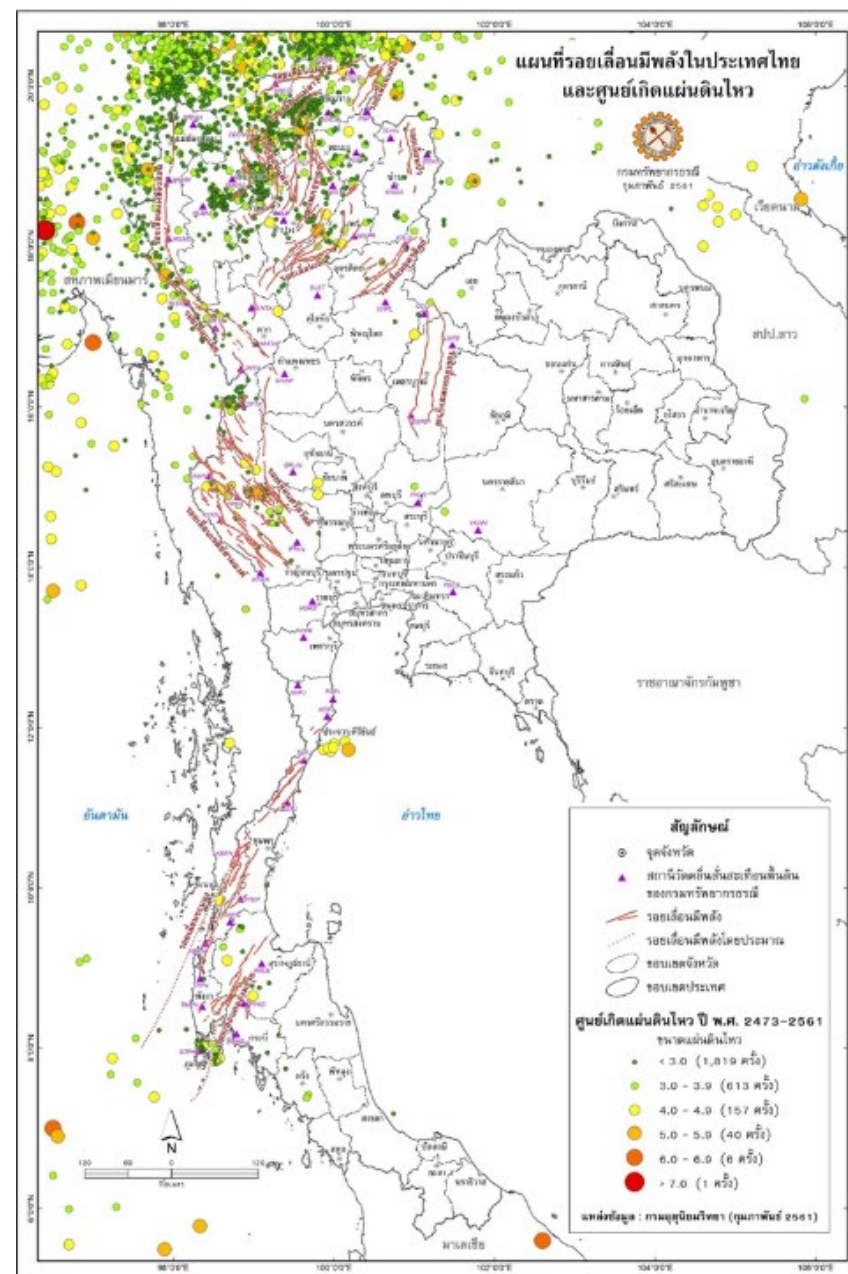
CR: คู่มือการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว
กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย 2560

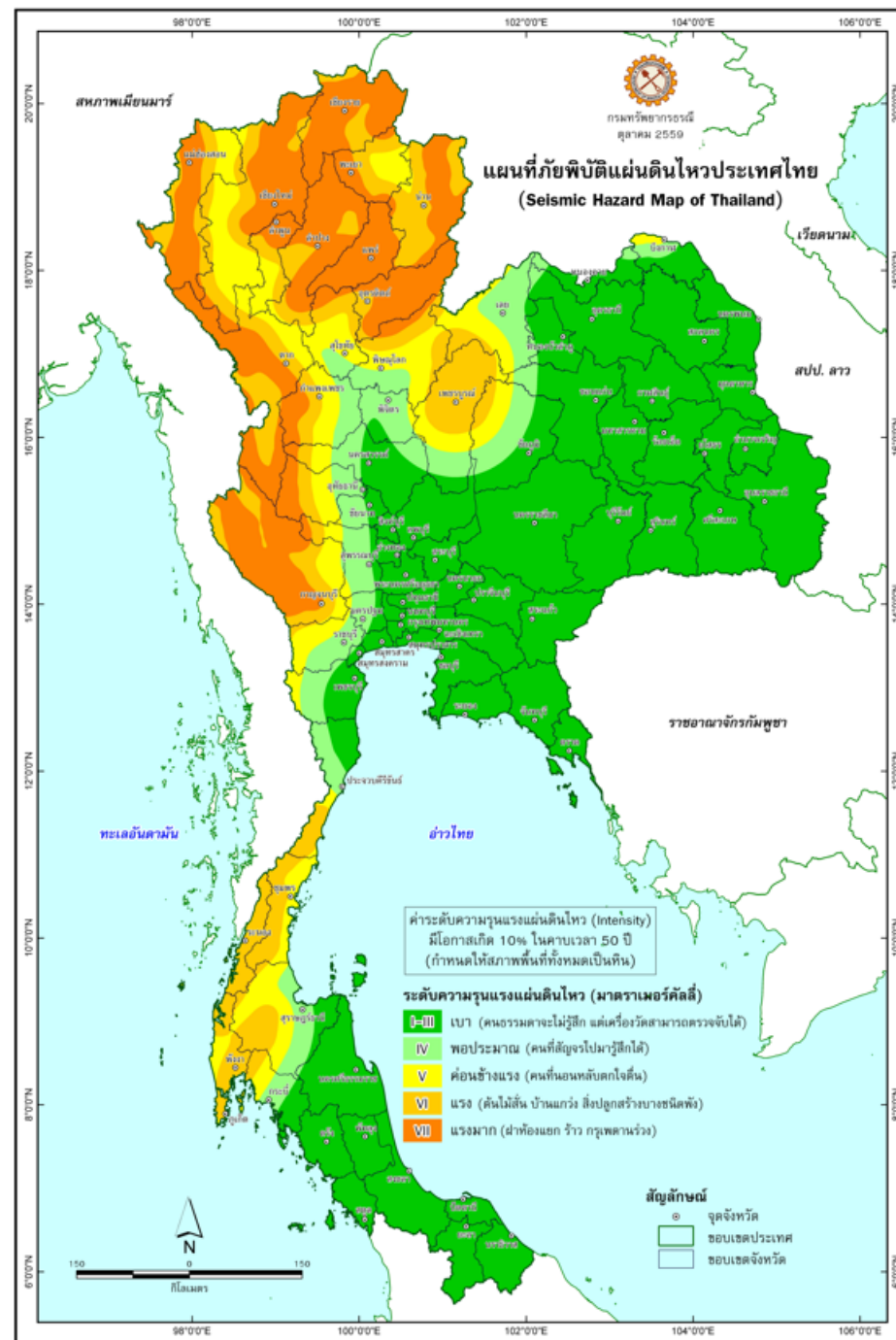
เปลือกโลกหนาประมาณ 6-35 Km

โครงสร้างภายในโลก



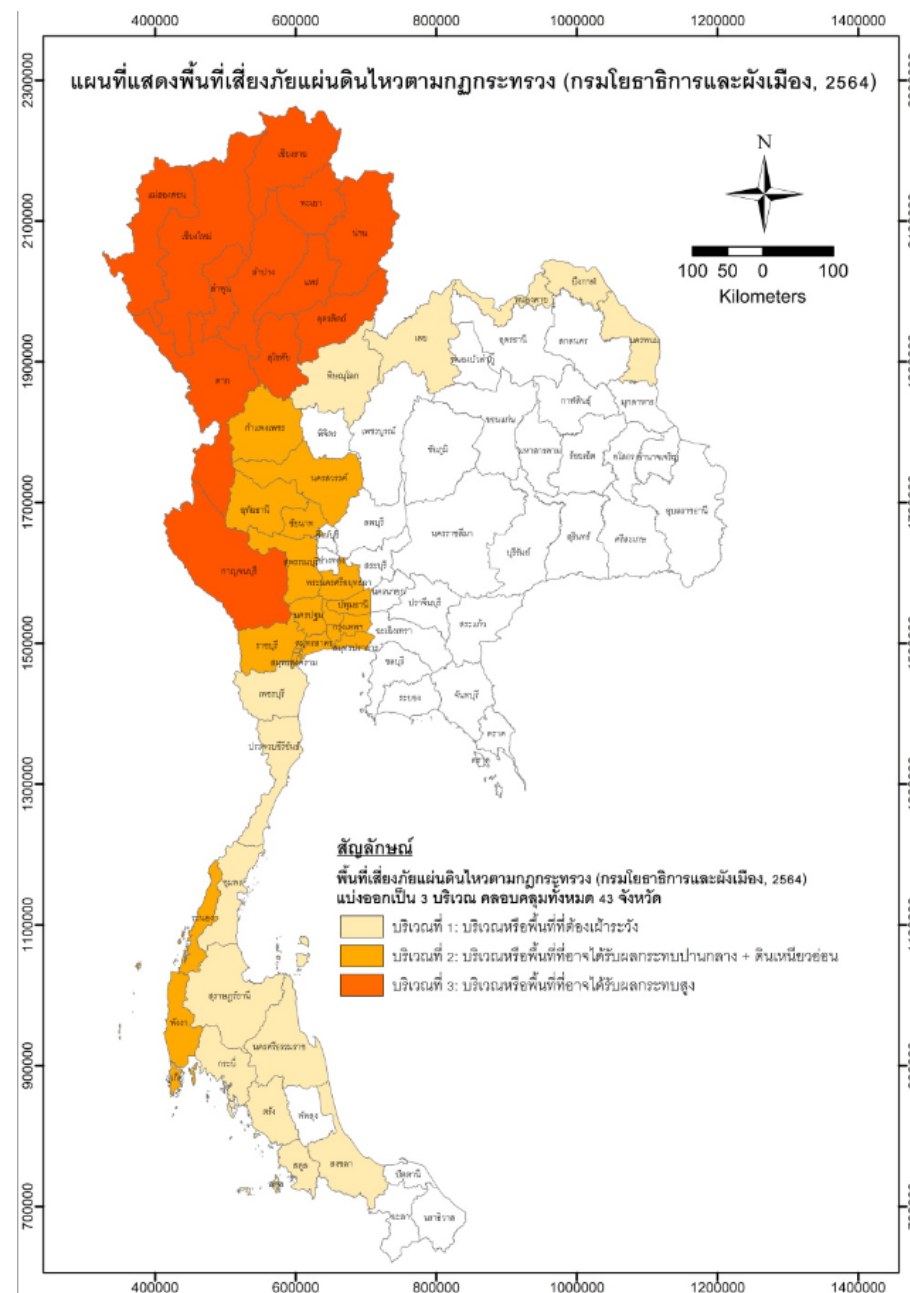






กฎกระทรวงแผ่นดินไหว 2564

- แบ่งพื้นที่ เป็น 3 บริเวณ ในแต่ละบริเวณ ระบุ จังหวัดที่ต้องออกแบบและคำนวณ จำนวน 43 จังหวัด
- ระบุ ประเภท และ ขนาด ของอาคาร ที่ต้องออกแบบ ในแต่ละบริเวณ
- การออกแบบ ต้องเป็นไปตาม ประกาศกระทรวงมหาดไทย และ มยผ.1301-1302-61
- ผู้ออกแบบและคำนวณ ต้องเป็นผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมโยธา
- ภาควิศวกร ต้องผ่านการเรียนการสอนหรือการอบรมว่าด้วยการออกแบบอาคารต้านทานแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว



ประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหว

- การออกแบบแยกเป็น 2 กรณี

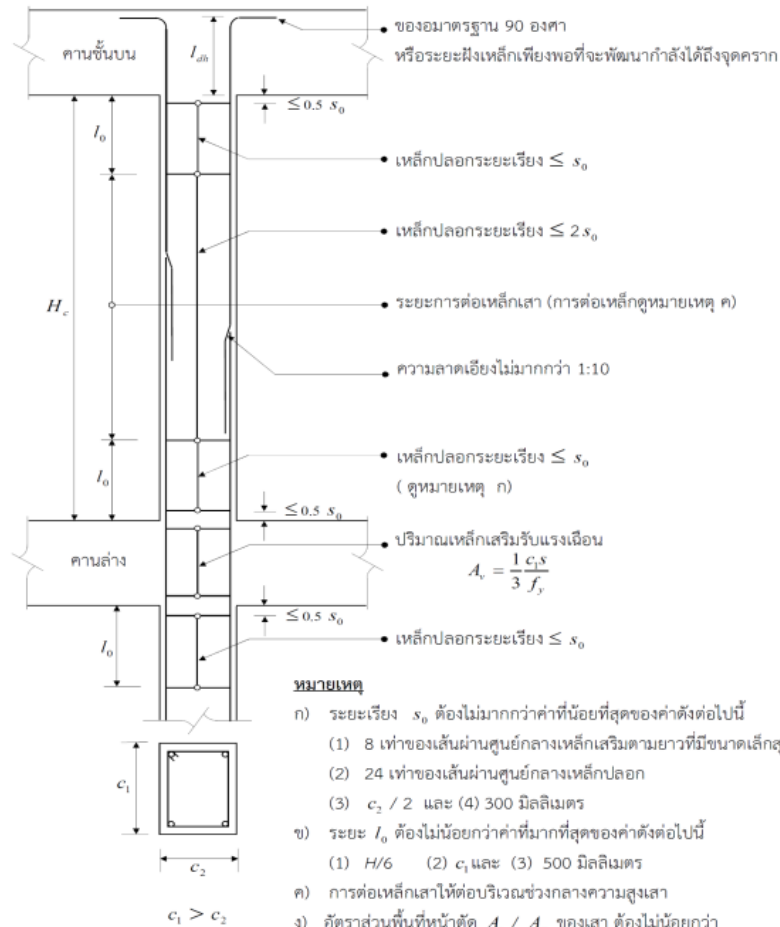
บริเวณที่ 1

ต้องออกแบบให้มีความเหนียวอย่างน้อยตามที่กำหนดในข้อ
26 หรือ ข้อ 27 โดยไม่จำเป็นต้องคำนวณ
แรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว

บริเวณที่ 2 และ 3

ต้องออกแบบให้มีความเหนียวอย่างน้อยตามที่กำหนดในข้อ
26 หรือ ข้อ 27 และต้องพิจารณาประเภทความสำคัญ
ของอาคาร และ ความรุนแรงของแผ่นดินไหว ณ ที่ตั้งอาคาร

รายละเอียดการเสริมเหล็ก



รูปที่ ๒ รายละเอียดการเสริมเหล็กในเสา

(ก) ในกรณีเหล็กปลอกเดี่ยว จะต้องเสริมเหล็กปลอกเดี่ยวที่มีระยะเรียงทางขวาง (s) ตลอดช่วงความยาวที่วัดออกมาจากขอบของข้อต่อเสา (l_o) ไม่มากกว่าค่า s_o ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุดของค่าดังต่อไปนี้

- ๑) แปดเท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมตามยาวที่มีขนาดเล็กสุด
- ๒) ยี่สิบสี่เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กปลอก
- ๓) ครึ่งหนึ่งของมิติที่เล็กที่สุดของหน้าตัดเสา (c_2)
- ๔) สามร้อยมิลลิเมตร

และเหล็กปลอกแรกจะต้องอยู่ห่างจากขอบของข้อต่อเป็นระยะไม่มากกว่า $0.5 s_o$

(ข) สำหรับความยาว l_o ในข้อ (ก) จะต้องไม่น้อยกว่าค่าที่มากที่สุดของค่า ดังต่อไปนี้

- ๑) หนึ่งในหกของความสูงจากขอบถึงขอบของเสา
- ๒) มิติที่มากที่สุดของหน้าตัดเสา (c_2)
- ๓) ห้าร้อยมิลลิเมตร

(ค) ข้อต่อระหว่างเสาและคานหรือระหว่างเสาและแผ่นพื้นในกรณีแผ่นพื้นไร้คานจะต้องมีการเสริมเหล็กปลอกเดี่ยวเป็นปริมาณไม่น้อยกว่าพื้นที่หน้าตัดรวมของเหล็กปลอกเดี่ยว (A_v หน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร) ที่คำนวณจาก

$$A_v = \frac{1}{3} \frac{c_s s}{f_y} \quad (\text{สมการ ๑๙})$$

โดยที่ s คือ ระยะเรียงของเหล็กตามขวาง (มิลลิเมตร)

f_y คือ กำลังครากของเหล็กปลอกเดี่ยว (เมกะปาสกาล)

โดยที่เหล็กเสริมนี้จะต้องเสริมภายในเสาเป็นความลึกไม่น้อยกว่าความลึกของคานที่ลึกที่สุดที่ข้อต่อนั้น

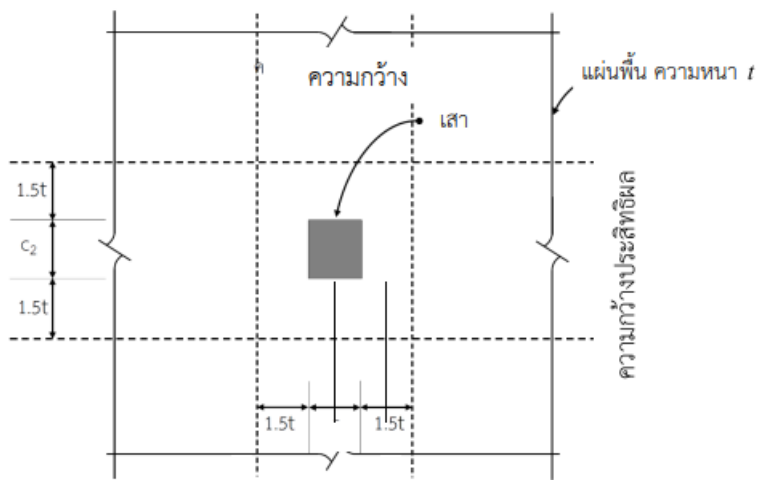
(ง) ในกรณีเหล็กปลอกเกลียว การเสริมเหล็กให้เป็นไปตามมาตรฐานอื่นที่ได้รับการยอมรับทั่วไปและกรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบ

(จ) ระยะเรียงของเหล็กปลอกเดี่ยวในส่วนที่นอกเหนือจาก (ก) จะต้องไม่มากกว่าสองเท่าของระยะ s_o

(ฉ) พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมตามยาว (A_s) ของเสาจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละหนึ่งและไม่ควรมากกว่าร้อยละหกของพื้นที่หน้าตัดเสาทั้งหมด (A_g)

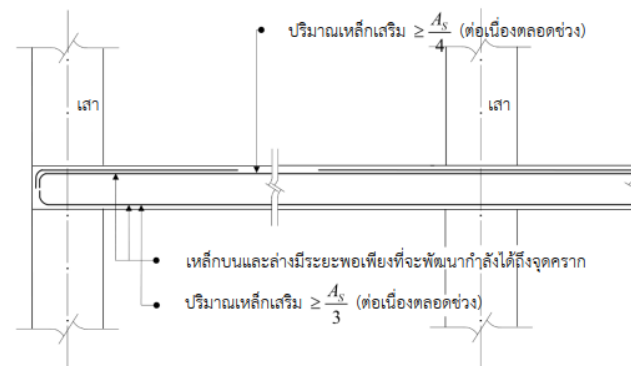
(ช) การต่อเหล็กเสริมในเสาควรต่อบริเวณช่วงกลางความสูงเสา โดยวิธีการต่อเหล็กให้เป็นไปตามมาตรฐานอื่นที่ได้รับการยอมรับทั่วไปและกรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบ

รายละเอียดการเสริมเหล็ก

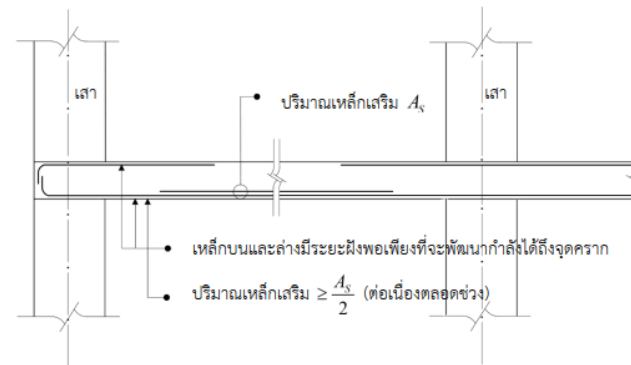


(ก) ความกว้างประสิทธิภาพ

รูปที่ ๓ รายละเอียดการเสริมเหล็กในแผ่นพื้นสองทางแบบไร้คาน



(ข) รายละเอียดการเสริมเหล็กในแบบเสา



(ค) รายละเอียดการเสริมเหล็กในแบบกลาง

รูปที่ ๓ รายละเอียดการเสริมเหล็กในแผ่นพื้นสองทางแบบไร้คาน (ต่อ)

ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ

ตารางที่ ก-๑ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบสั้น ๐.๒ วินาที (S_s) และ ที่คาบ ๑ วินาที (S_1) ของ แผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณา

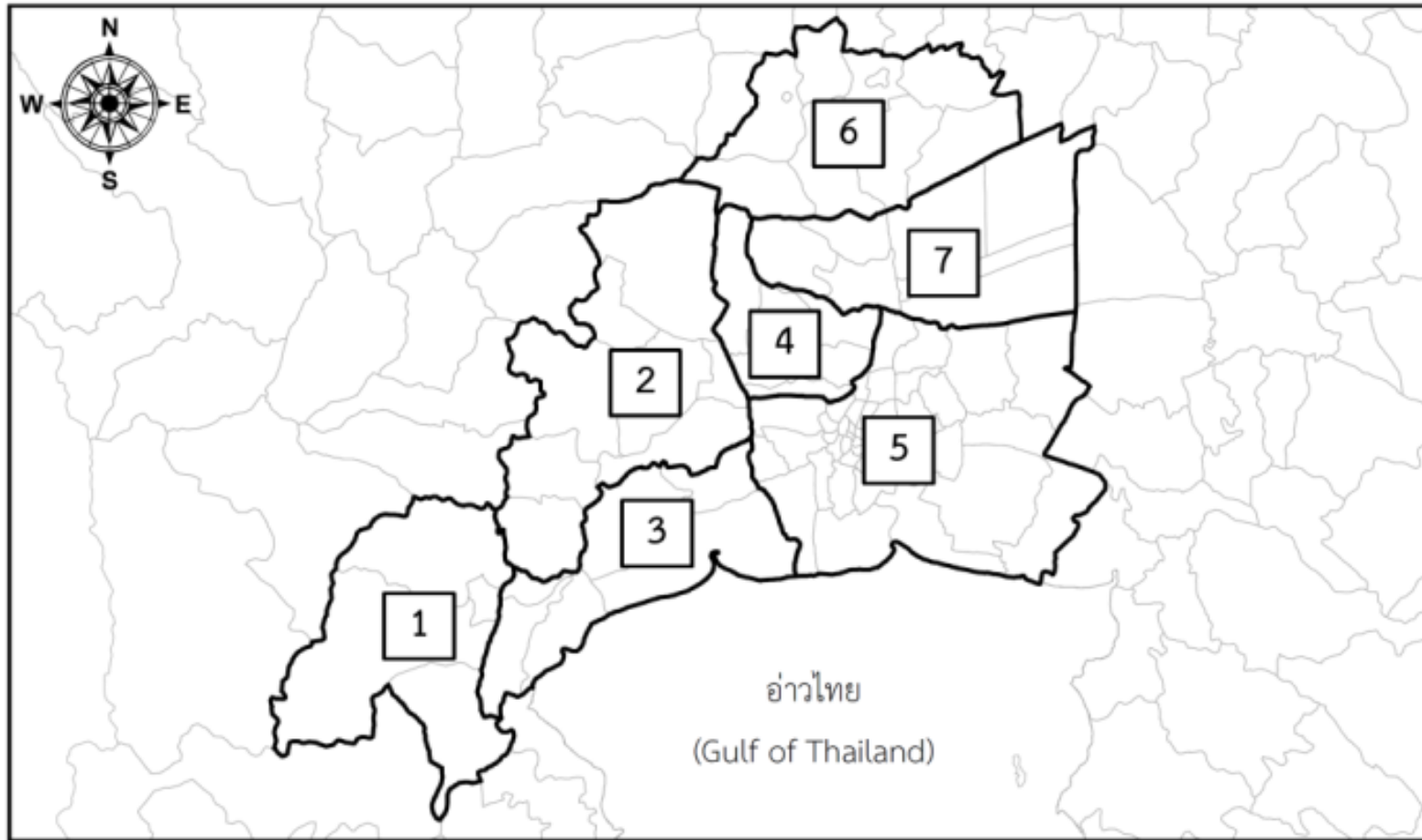
จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
กระบี่	เกาะลันตา	๐.๑๔๓	๐.๐๘๔
	เขาพนม	๐.๒๒๗	๐.๑๐๘
	คลองท่อม	๐.๑๔๗	๐.๑๒๔
	ปลายพระยา	๐.๒๖๓	๐.๑๐๐
	เมืองกระบี่	๐.๒๑๘	๐.๑๐๕
	ลำทับ	๐.๑๕๘	๐.๐๙๐
	เหนือคลอง	๐.๑๔๕	๐.๐๘๘
	อ่าวลึก	๐.๒๖๗	๐.๑๑๐
กรุงเทพมหานคร	(ทั้งจังหวัด)	แอ่งกรุงเทพ ไชน ๕	
กาญจนบุรี	ด่านมะขามเตี้ย	๐.๘๖๒	๐.๓๑๖
	ทองผาภูมิ	๐.๗๒๘	๐.๒๐๐
	ท่าม่วง	๐.๘๐๒	๐.๒๗๕
	ท่ามะกา	๐.๔๘๑	๐.๑๕๔
	ไทรโยค	๐.๗๔๗	๐.๒๑๐
	บ่อพลอย	๐.๖๕๔	๐.๑๔๗
	พนมทวน	๐.๔๕๒	๐.๑๓๖
จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
ชัยนาท (ต่อ)	มโนรมย์	๐.๑๕๐	๐.๐๖๔
	เมืองชัยนาท	๐.๑๗๐	๐.๐๗๕
	วัดสิงห์	๐.๒๐๗	๐.๐๘๓
	สรรคบุรี	๐.๑๖๑	๐.๐๗๓
	สรรพยา	๐.๑๒๖	๐.๐๖๔
	หันคา	๐.๒๒๐	๐.๐๘๘
ชุมพร	ท่าแซะ	๐.๑๐๘	๐.๐๗๘
	ทุ่งตะโก	๐.๑๖๐	๐.๐๗๔
	ปะทิว	๐.๐๙๗	๐.๐๗๕
	พะโต๊ะ	๐.๒๘๖	๐.๐๙๓
	เมืองชุมพร	๐.๑๒๐	๐.๐๘๐
	ละแม	๐.๑๘๘	๐.๐๘๒
	สวี	๐.๑๔๔	๐.๐๘๐
	หลังสวน	๐.๑๘๐	๐.๐๘๒
เชียงราย	ขุนตาล	๐.๗๖๔	๐.๑๗๕
	เชียงของ	๐.๗๔๖	๐.๒๐๒
	เชียงแสน	๐.๙๘๔	๐.๒๙๖
	ดอยหลวง	๑.๐๑๕	๐.๓๒๔
	เทิง	๐.๗๖๓	๐.๑๖๐
	ป่าแดด	๐.๗๗๒	๐.๑๕๗

ยกเว้นในพื้นที่แอ่งกรุงเทพ

ค่าความเร่งตอบสนองที่แสดงในตารางนี้ได้มาจากการวิเคราะห์ ความเสี่ยงภัยแผ่นดินไหว โดยสมมติให้สภาพชั้นดินในทุกๆพื้นที่เป็นแบบดินแข็งหรือหิน ที่มีความเร็วคลื่นเฉือนโดยเฉลี่ยในช่วงจากผิวดินถึงความลึก 30 เมตร เท่ากับ 760 เมตรต่อวินาที

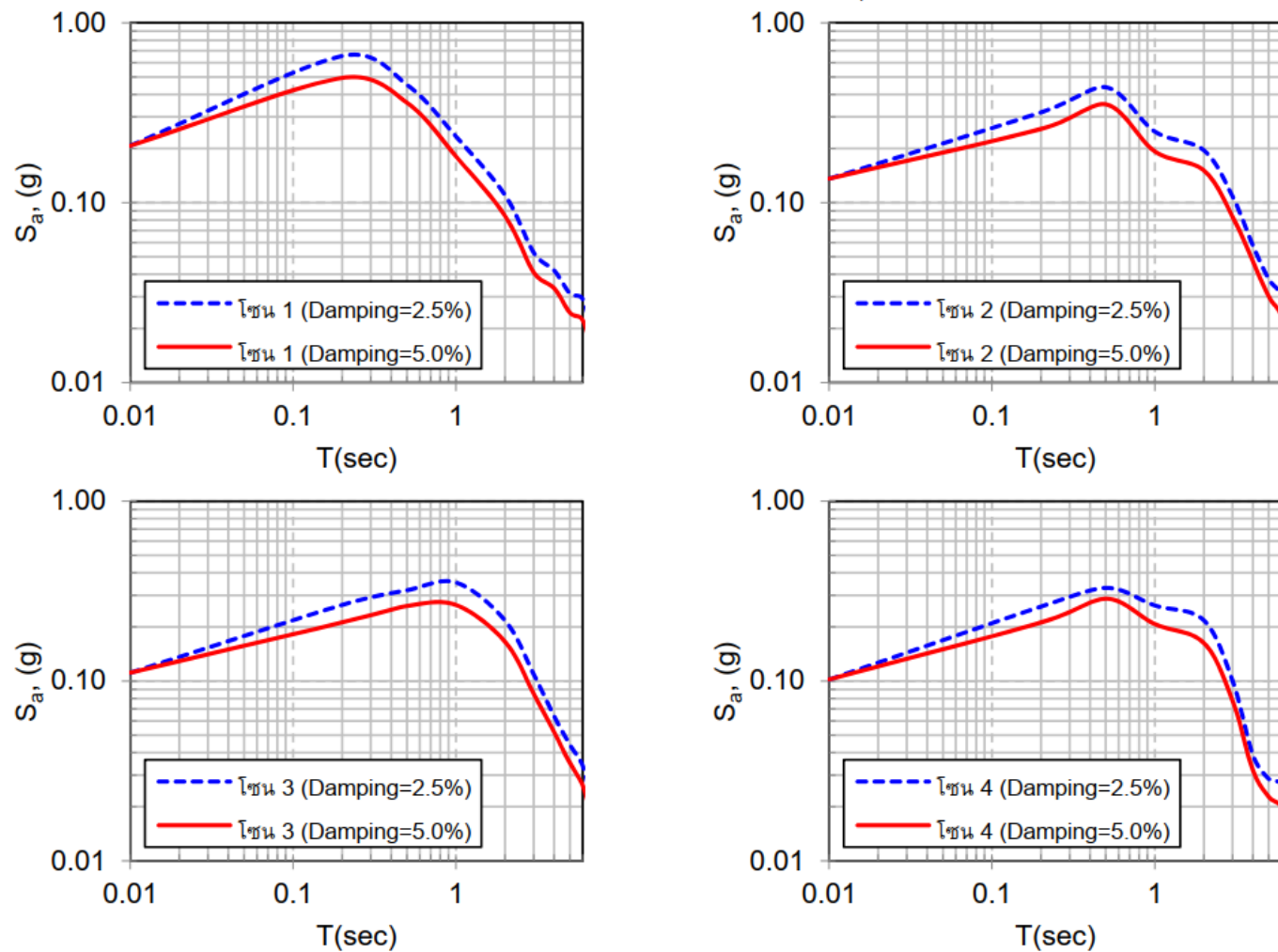
ประเภทชั้นดิน แบ่งออกเป็น 6 ประเภท

- A หินแข็ง
- B หิน
- C ดินแข็ง
- D ดินปกติ ใช้ค่านี้ในกรณีไม่มีข้อมูลดิน
- E ดินอ่อน
- F ดินที่มีลักษณะพิเศษ

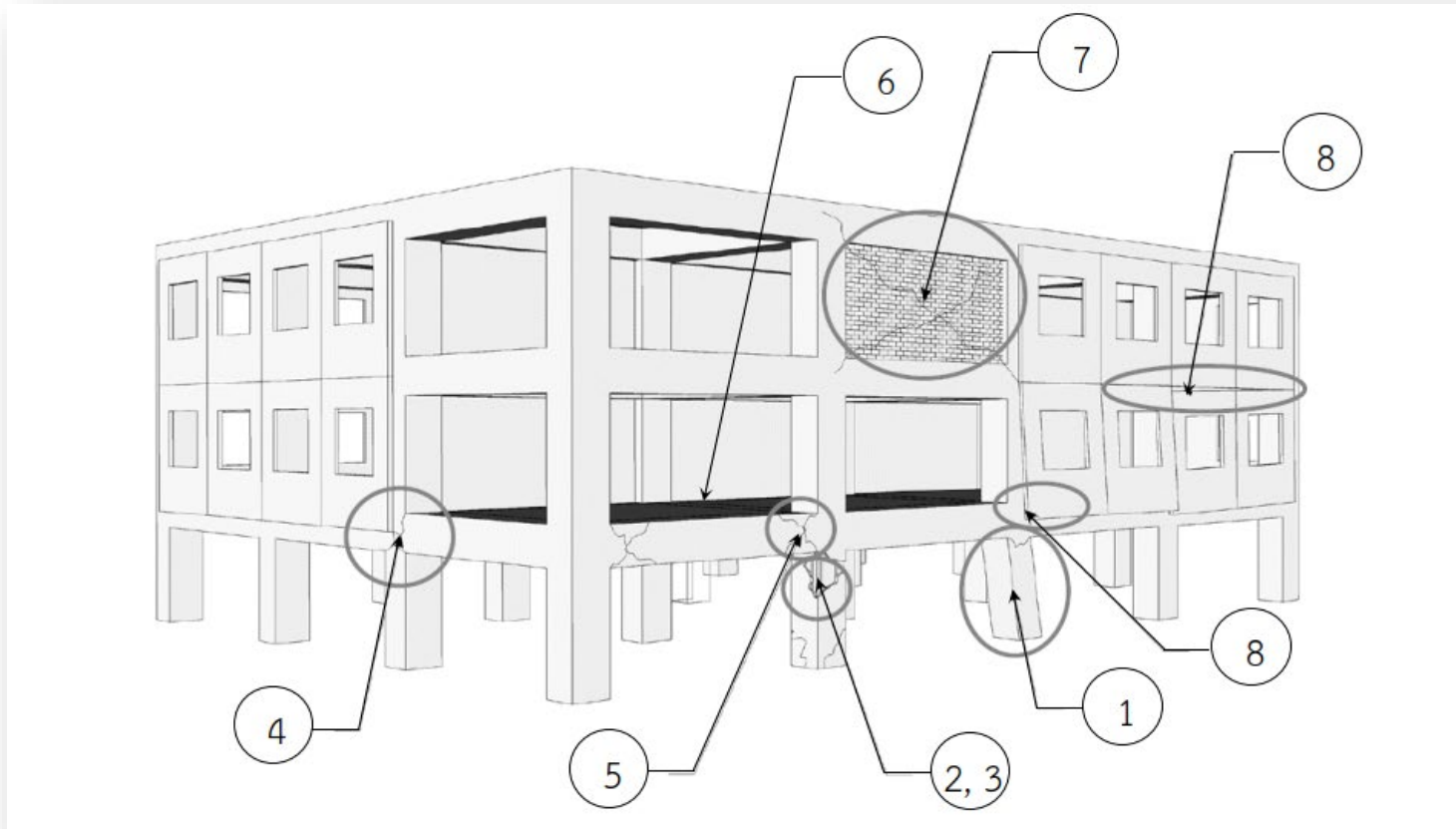


แผนที่แสดงการแบ่งโซนพื้นที่แอ่งกรุงเทพฯ เพื่อการออกแบบ อาคารด้านทานแผ่นดินไหว

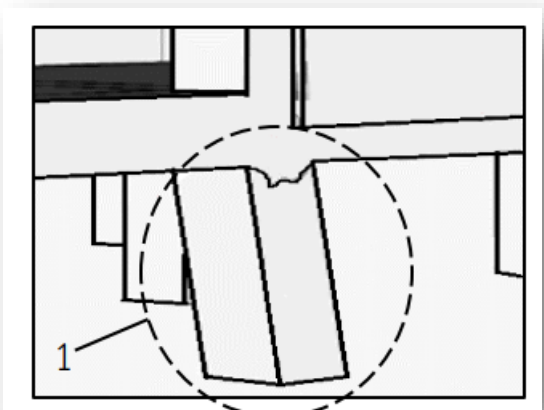
รูปที่ ก-๖ ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีแรงสถิติเทียบเท่า
สำหรับโซน ๑-๔ ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ



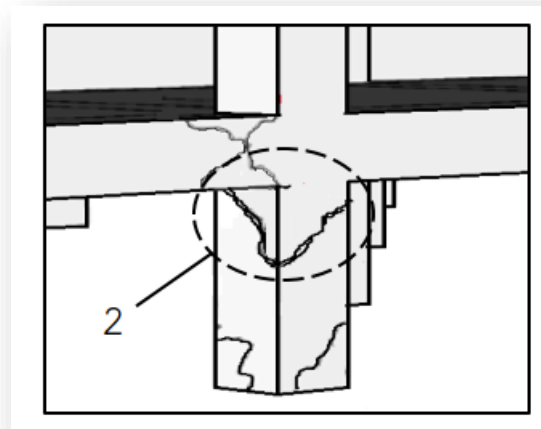
อาคาร โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก



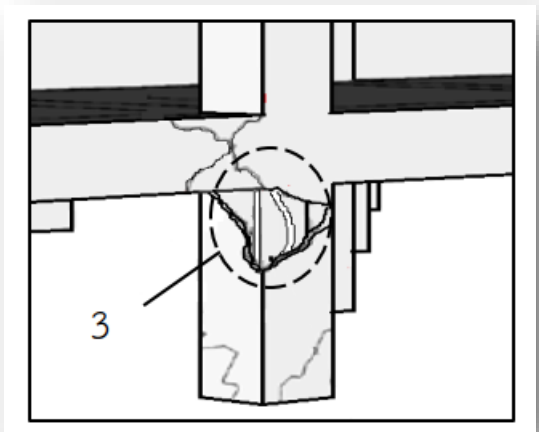
ลักษณะความเสียหายทั่วไปที่มักตรวจพบ



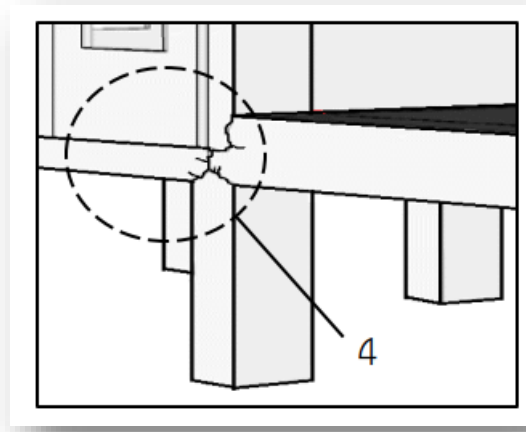
การเอนหลุดออกจากตำแหน่งของเสา
อาคารมีการโย้



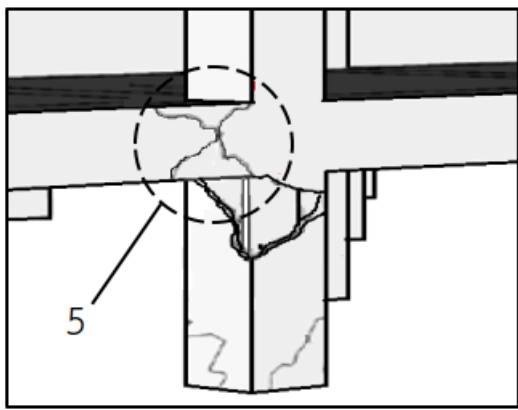
รอยร้าวทแยงเนื่องจากแรงเฉือนที่เสา
หรือกำแพงรับแรงเฉือน



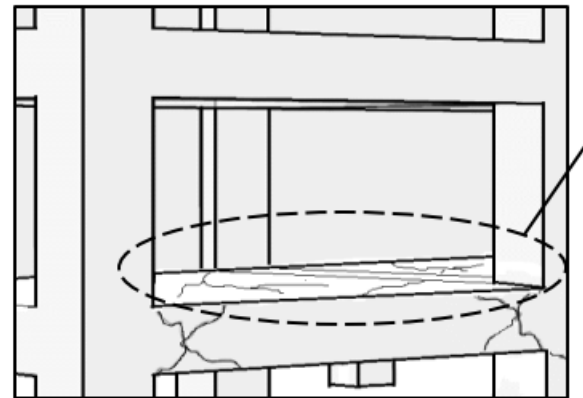
การโก่งเดาะของเหล็กเสริมในเสา
หรือกำแพงรับแรงเฉือน



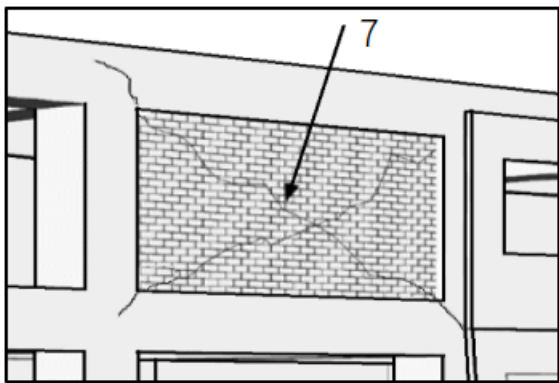
รอยร้าวทแยงที่จุดต่อเสากับคาน



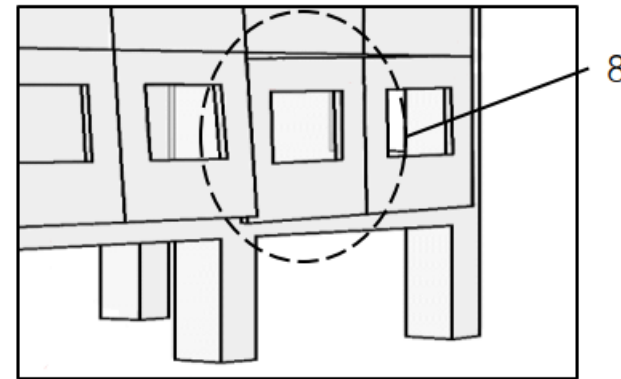
รอยแตกและการหลุดล่อนของเนื้อคอนกรีต
ที่ปลายคาน



รอยแตกร้าวที่พื้น



รอยแตกในผนังก่ออิฐ



รอการหลุดห้อยของผนังแผ่นคอนกรีต

การระบุความเสียหายของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

ความเสียหาย	ข้อจำกัดในการใช้งานอาคาร	ป้ายประกาศ
ไม่เสียหาย/เสียหายเล็กน้อย	ใช้งานอาคารได้ตามปกติ	สีเขียว
เสียหายปานกลาง	ใช้งานอาคารได้ต่อไป (บางส่วนหรือทั้งหมด) และอาคารควรได้รับการตรวจสอบอย่างละเอียดอีกครั้ง	สีเหลือง
เสียหายหนัก/อาจพังถล่มได้	ห้ามใช้งานอาคาร	สีแดง

การพิจารณาความเสียหายของพื้น ผิวบนและล่าง

สีเขียว



(ก) ระดับ “ไม่มี/เล็กน้อย”

รอยแตกร้าวความกว้าง น้อยกว่า 1 มม.

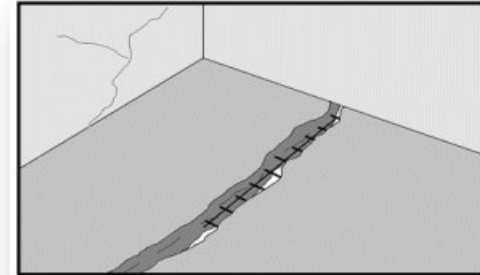
สีเหลือง



(ข) ระดับ “ปานกลาง”

- รอยแตกร้าวมีความกว้าง ระหว่าง 1-5 มม.
- มีการแตกหักของเนื้อคอนกรีตในจุดเล็กๆจนอาจเห็นเหล็กเสริมได้

สีแดง

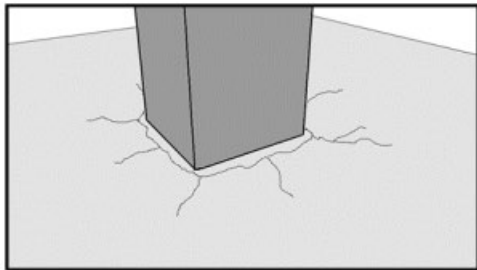


(ค) ระดับ “รุนแรง”

- รอยแตกร้าวมีความกว้างมากกว่า 5 มม.
- มีการปริแตกของคอนกรีตเป็นบริเวณกว้างจนเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน
- มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม
- มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต

การพิจารณาความเสียหายของผิวพื้นรอบเสา

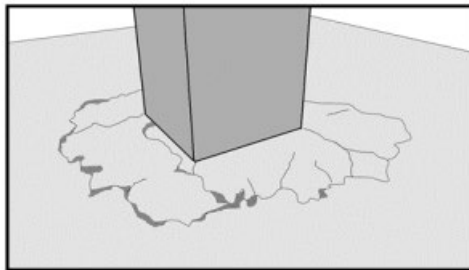
สีเขียว



(ก) ระดับ “ไม่มี/เล็กน้อย”

รอยแตกร้าวความกว้าง น้อยกว่า 1 มม.

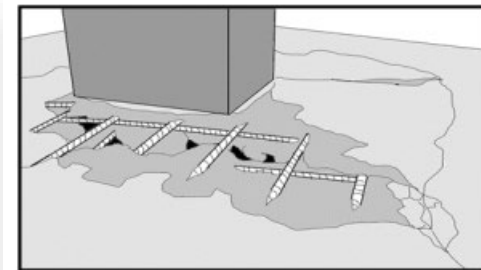
สีเหลือง



(ข) ระดับ “ปานกลาง”

- รอยแตกร้าวมีความกว้าง ระหว่าง 1-5 มม.
- มีการแตกหักของเนื้อคอนกรีตในจุดเล็กๆจนอาจเห็นเหล็กเสริมได้

สีแดง

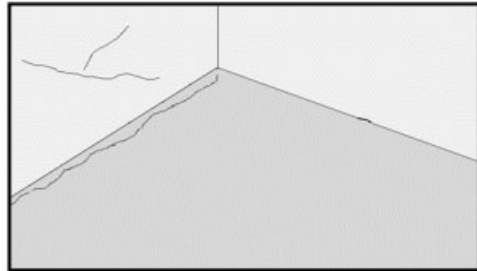


(ค) ระดับ “รุนแรง”

- รอยแตกร้าวมีความกว้างมากกว่า 5 มม.
- มีการปริแตกของคอนกรีตเป็นบริเวณกว้างจนเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน
- มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม
- มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต

การพิจารณาความเสียหายของรอยต่อระหว่างพื้นและคาน

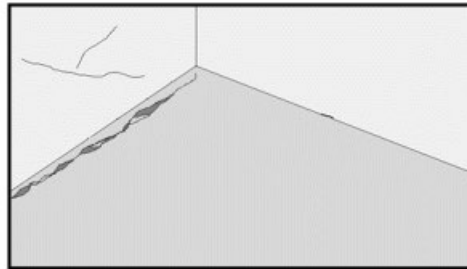
สีเขียว



(ก) ระดับ “ไม่มี/เล็กน้อย”

รอยแตกร้าวความกว้าง น้อยกว่า 1 มม.

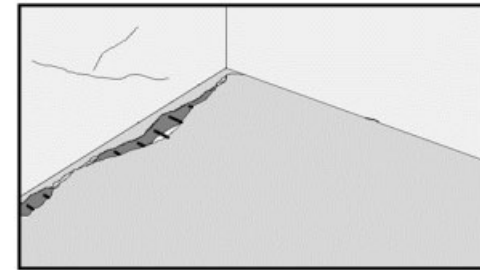
สีเหลือง



(ข) ระดับ “ปานกลาง”

- รอยแตกร้าวมีความกว้าง ระหว่าง 1-5 มม.
- มีการแตกหักของเนื้อคอนกรีตในจุดเล็กๆจนอาจเห็นเหล็กเสริมได้

สีแดง

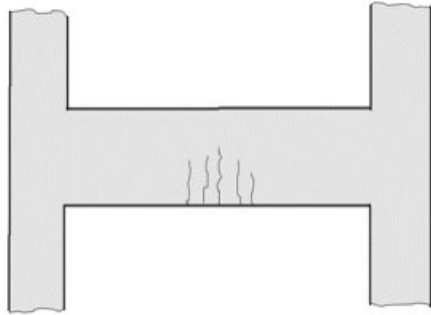


(ค) ระดับ “รุนแรง”

- รอยแตกร้าวมีความกว้างมากกว่า 5 มม.
- มีการปริแตกของคอนกรีตเป็นบริเวณกว้างจนเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน
- มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม
- มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต

การพิจารณาความเสียหายของโครงสร้างคานช่วงกลางคาน

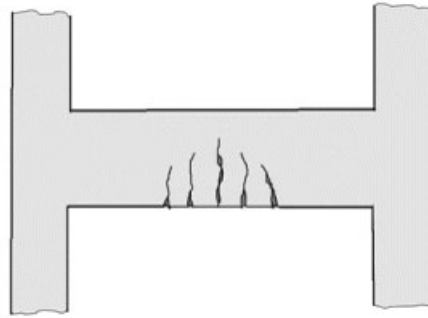
สีเขียว



(ก) ระดับ “ไม่มี/เล็กน้อย”

รอยแตกร้าวความกว้าง น้อยกว่า 1 มม.

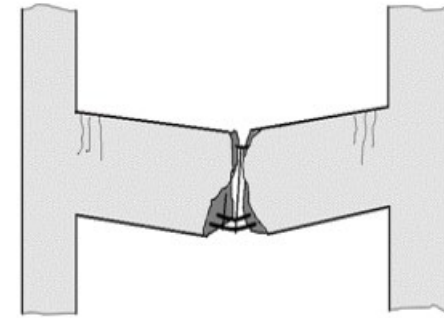
สีเหลือง



(ข) ระดับ “ปานกลาง”

- รอยแตกร้าวมีความกว้าง ระหว่าง 1-5 มม.
- มีการแตกหักของเนื้อคอนกรีตในจุดเล็กๆจนอาจเห็นเหล็กเสริมได้

สีแดง

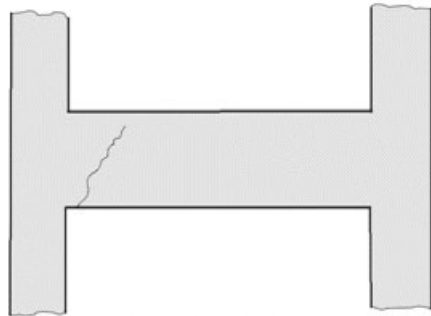


(ค) ระดับ “รุนแรง”

- รอยแตกร้าวมีความกว้างมากกว่า 5 มม.
- มีการปริแตกของคอนกรีตเป็นบริเวณกว้างจนเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน
- มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม
- มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต

การพิจารณาความเสียหายของโครงสร้างคานช่วงรอยต่อคานกับเสา

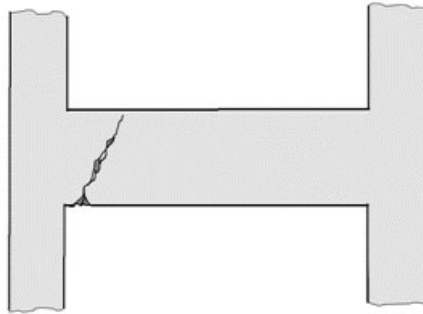
สีเขียว



(ก) ระดับ “ไม่มี/เล็กน้อย”

รอยแตกร้าวความกว้าง น้อยกว่า 1 มม.

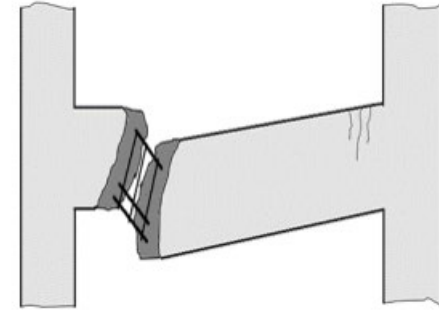
สีเหลือง



(ข) ระดับ “ปานกลาง”

- รอยแตกร้าวมีความกว้าง ระหว่าง 1-5 มม.
- มีการแตกหักของเนื้อคอนกรีตในจุดเล็กๆจนอาจเห็นเหล็กเสริมได้

สีแดง

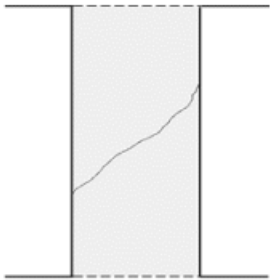


(ค) ระดับ “รุนแรง”

- รอยแตกร้าวมีความกว้างมากกว่า 5 มม.
- มีการปริแตกของคอนกรีตเป็นบริเวณกว้างจนเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน
- มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม
- มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต

การพิจารณาความเสียหายของโครงสร้างเสาบริเวณช่วงกลางเสา

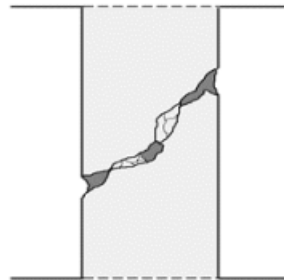
สีเขียว



(ก) ระดับ “ไม่มี/เล็กน้อย”

รอยแตกร้าวทแยงความกว้าง น้อยกว่า 0.2 มม.

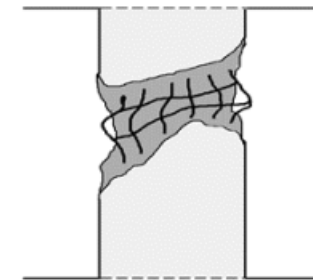
สีเหลือง



(ข) ระดับ “ปานกลาง”

- รอยแตกร้าวทแยงมีความกว้าง ระหว่าง 0.2 แต่ไม่เกิน 2 มม.

สีแดง

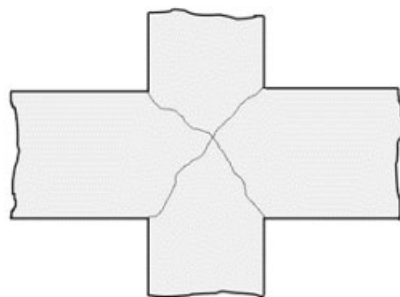


(ค) ระดับ “รุนแรง”

- รอยแตกร้าวทแยงมีความกว้างมากกว่า 2 มม.
- มีการปริแตกของคอนกรีตเป็นบริเวณกว้างจนเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน
- มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม
- มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต

การพิจารณาความเสียหายของโครงสร้างเสาบริเวณจุดต่อเสาคาน

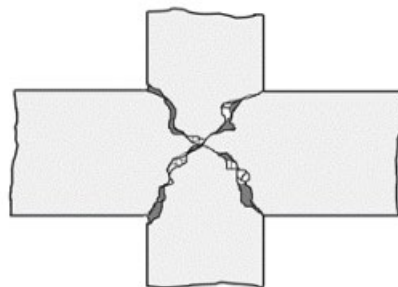
สีเขียว



(ก) ระดับ “ไม่มี/เล็กน้อย”

รอยแตกร้าวทแยงความกว้าง น้อยกว่า 0.2 มม.

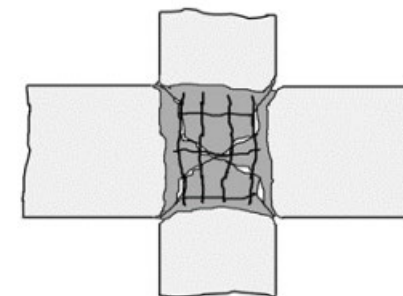
สีเหลือง



(ข) ระดับ “ปานกลาง”

- รอยแตกร้าวมีความกว้าง ระหว่าง 0.2 แต่ไม่เกิน 2 มม.
- มีการหลุดร่อนเพียงบางส่วนของคอนกรีตบริเวณจุดต่อ

สีแดง

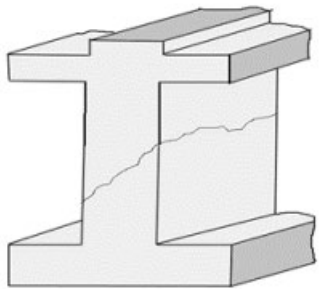


(ค) ระดับ “รุนแรง”

- รอยแตกร้าวมีความกว้างมากกว่า 2 มม.
- มีการปริแตกของคอนกรีตเป็นบริเวณกว้างจนเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน
- มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม
- มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต

การพิจารณาความเสียหายของโครงสร้างกำแพงรับแรง

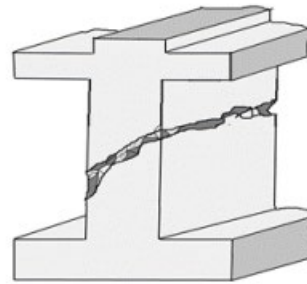
สีเขียว



(ก) ระดับ “ไม่มี/เล็กน้อย”

รอยแตกร้าวทแยงความกว้าง น้อยกว่า 1 มม.

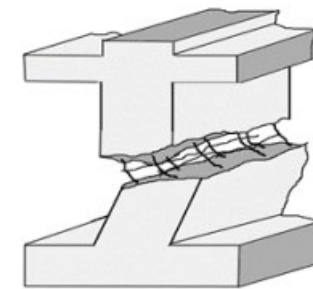
สีเหลือง



(ข) ระดับ “ปานกลาง”

- รอยแตกร้าวมีความกว้าง ระหว่าง 1 แต่ไม่เกิน 2 มม.
- มีการหลุดร่อนเพียงบางส่วนของคอนกรีต บริเวณจุดต่อ

สีแดง



(ค) ระดับ “รุนแรง”

- รอยแตกร้าวมีความกว้างมากกว่า 2 มม.
- มีการปริแตกของคอนกรีตเป็นบริเวณกว้างจนเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน
- มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม
- มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต

อาคารสามารถใช้งานได้ตามปกติ

สีเขียว

ข้อแนะนำในการปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานอาคารต่อไป
และความปลอดภัยต่อสาธารณะ

- เจ้าของอาคารควรเฝ้าระวังหากความเสียหายของอาคารมีการเปลี่ยนแปลงไปจากที่ผู้สำรวจตรวจพบ
- แจ้งเจ้าหน้าที่หากตรวจพบสิ่งที่จะต้องก่อให้เกิดอันตรายได้

ชื่อและที่ตั้งอาคาร

.....
.....
.....

ชื่อหัวหน้าผู้สำรวจ

วันที่..... เวลา.....

เบอร์โทรศัพท์.....

ลายมือชื่อ.....

ห้ามเคลื่อนย้ายหรือทำลายป้ายประกาศนี้

อาคารใช้งานได้แบบมีเงื่อนไข

สีเหลือง

ชื่อและที่ตั้งอาคาร

.....
.....
.....

ชื่อหัวหน้าผู้สำรวจ

วันที่..... เวลา.....

เบอร์โทรศัพท์.....

ลายมือชื่อ.....

ข้อปฏิบัติสำหรับเจ้าของอาคารที่สามารถใช้งานได้แบบมีเงื่อนไข

- จัดทรวัดการดำเนินการสำรวจความเสียหายอย่างละเอียดอีกครั้ง เพื่อยืนยันความปลอดภัยในการใช้งานอาคารหรือกำหนดวิธีการซ่อมแซมที่เหมาะสมต่อไป
- ห้ามใช้อาคารในบริเวณดังนี้.....

ห้ามเคลื่อนย้ายหรือทำลายป้ายประกาศนี้

ห้ามใช้งานอาคาร

สีแดง

ชื่อและที่ตั้งอาคาร

.....
.....
.....

ชื่อหัวหน้าผู้สำรวจ

วันที่..... เวลา.....

เบอร์โทรศัพท์.....

ลายมือชื่อ.....

ข้อปฏิบัติสำหรับเจ้าของอาคารที่ห้ามใช้งาน

- การเข้าภายในอาคารหลังนี้ต้องได้รับการอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจอนุญาต
- จัดทรวัดการดำเนินการสำรวจความเสียหายอย่างละเอียดอีกครั้ง เพื่อกำหนดวิธีการซ่อมแซมที่เหมาะสมต่อไป
- ทำการกั้นล้อมอาคารโดยมีขอบเขตดังนี้.....

ห้ามเคลื่อนย้ายหรือทำลายป้ายประกาศนี้

ขอบคุณครับ