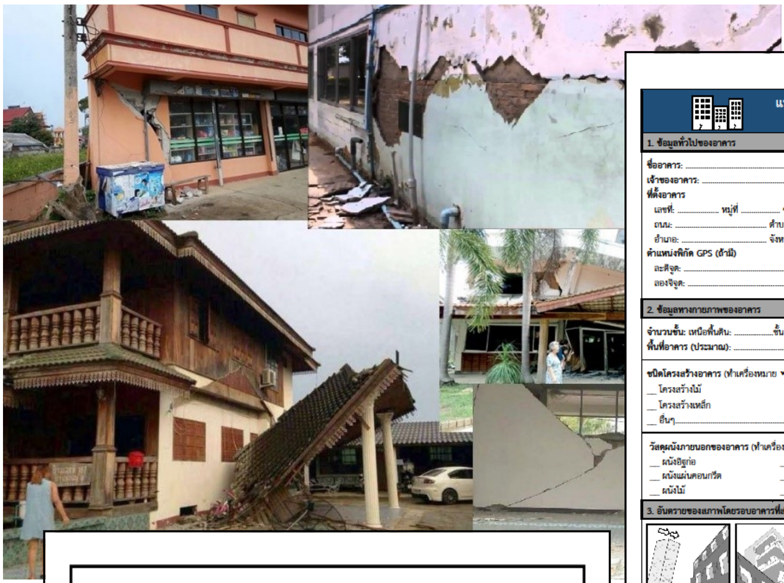
คู่มือการสำรวจความเสียหายขั้นต้น
ของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว



ห้ามใช้งานอาคาร

พื้นที่พ่น/ระบายสี

ชื่อและที่ตั้งอาคาร ....

ข้อปฏิบัติสำหรับเจ้าของอาคารที่ห้ามใช้งาน

- การเข้าภายในอาคารหลังนี้ต้องได้รับการอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจอนุญาต
- จัดหาวิศวกรดำเนินการสำรวจความเสียหายอย่างละเอียดอีกครั้งเพื่อกำหนดวิธีการซ่อมแซมที่เหมาะสมต่อไป
- ทำการกั้นล้อมอาคารโดยมีขอบเขตดังนี้ ....

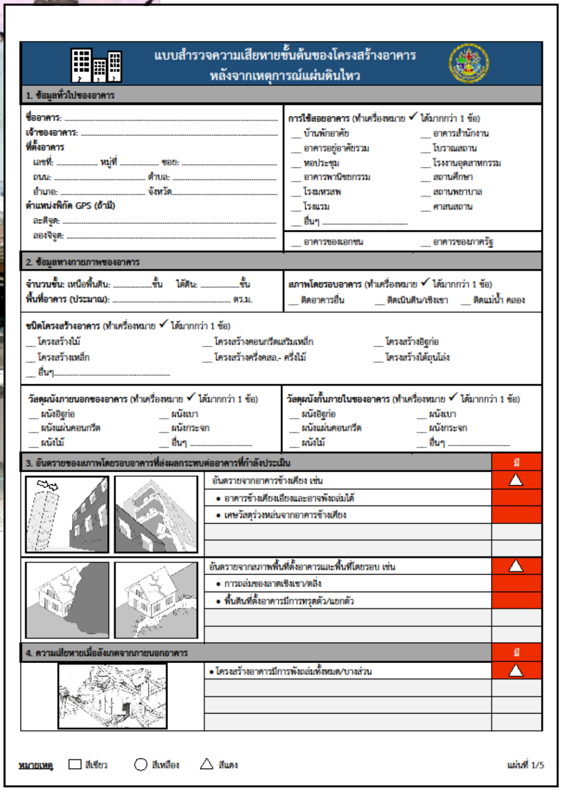
ชื่อหัวหน้าผู้สำรวจ ....

วันที่ .... เวลา ....

เบอร์โทรศัพท์ ....

ลายมือชื่อ ....

ห้ามเคลื่อนย้ายหรือทำลายป้ายประกาศนี้



แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคาร หลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

1. ข้อมูลทั่วไปของอาคาร

ชื่ออาคาร: ....
เจ้าของอาคาร: ....
ที่ตั้งอาคาร
เลขที่: .... หมู่ที่ .... ซอย: ....
ถนน: .... ตำบล: ....
อำเภอ: .... จังหวัด..........
ตำแหน่งพิกัด GPS (ถ้ามี)
ละติจูด: ....
ลองจิจูด: ....

การใช้สอยอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)
__ บ้านพักอาศัย __ อาคารสำนักงาน
__ อาคารอยู่อาศัยรวม __ โบราณสถาน
__ หอประชุม __ โรงงานอุตสาหกรรม
__ อาคารพาณิชยกรรม __ สถานศึกษา
__ โรงมหรสพ __ สถานพยาบาล
__ โรงแรม __ ศาสนสถาน
__ อื่นๆ ....
__ อาคารของเอกชน __ อาคารของภาครัฐ

2. ข้อมูลทางกายภาพของอาคาร

จำนวนชั้น: เหนือพื้นดิน: ....ชั้น ใต้ดิน: ....ชั้น
พื้นที่อาคาร (ประมาณ): .... ตร.ม.

สภาพโดยรอบอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)
__ ติดอาคารอื่น __ ติดเนินดิน/เชิงเขา __ ติดแม่น้ำ คลอง

ชนิดโครงสร้างอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)
__ โครงสร้างไม้ __ โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก __ โครงสร้างอิฐก่อ
__ โครงสร้างเหล็ก __ โครงสร้างครึ่งคสล.- ครึ่งไม้ __ โครงสร้างใต้ถุนโล่ง
__ อื่นๆ..........

วัสดุผนังภายนอกของอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)
__ ผนังอิฐก่อ __ ผนังเบา
__ ผนังแผ่นคอนกรีต __ ผนังกระจก
__ ผนังไม้ __ อื่นๆ ....

วัสดุผนังกั้นภายในของอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)
__ ผนังอิฐก่อ __ ผนังเบา
__ ผนังแผ่นคอนกรีต __ ผนังกระจก
__ ผนังไม้ __ อื่นๆ ....

3. อันตรายของสภาพโดยรอบอาคารที่ส่งผลกระทบต่ออาคารที่กำลังประเมิน	มี
อันตรายจากอาคารข้างเคียง เช่น	△
• อาคารข้างเคียงเอียงและอาจพังถล่มได้	
• เศษวัสดุร่วงหล่นจากอาคารข้างเคียง	
อันตรายจากสภาพพื้นที่ตั้งอาคารและพื้นที่โดยรอบ เช่น	△
• การถล่มของลาดเชิงเขา/ตลิ่ง	
• พื้นดินที่ตั้งอาคารมีการทรุดตัว/แยกตัว	

4. ความเสียหายเมื่อสังเกตจากภายนอกอาคาร	มี
• โครงสร้างอาคารมีการพังถล่มทั้งหมด/บางส่วน	△

<u>หมายเหตุ</u> □ สีเขียว ○ สีเหลือง △ สีแดง

แผ่นที่ 1/5

กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย
พ.ศ. 2560
Department of Public Works and Town & Country Planning

คำนำ

การเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาดใหญ่ในพื้นที่ชุมชนที่มีผู้คนอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นจะส่งผลให้มีอาคารที่ได้รับความเสียหายเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาคารเหล่านั้นจำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบสภาพในขั้นต้นเพื่อประเมินความปลอดภัยในการใช้งานอาคารต่อไปหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหว โดยการตรวจสอบเพื่อประเมินความปลอดภัยนี้จำเป็นต้องดำเนินการอย่างรวดเร็วเพื่อทางภาครัฐสามารถวางแผนเยียวยาผู้ที่ได้รับความเดือดร้อนจากแผ่นดินไหวได้อย่างทันเหตุการณ์ เช่น การจัดหาที่พักชั่วคราวเนื่องจากไม่สามารถเข้าพักอาศัยในอาคารของตนได้ เป็นต้น แต่เนื่องจากมีอาคารจำนวนมากที่ต้องได้รับการตรวจสอบให้แล้วเสร็จในช่วงเวลาอันสั้น ประกอบกับวิศวกรผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านมีอยู่จำกัด ทำให้ไม่สามารถสำรวจความเสียหายขั้นต้นของอาคารทั้งหมดได้ จึงต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้พื้นฐานด้านช่างหรือวิศวกรเข้ามาช่วยดำเนินการสำรวจเพื่อให้สามารถตรวจสอบอาคารทั้งหมดที่ได้รับความเสียหายได้ในช่วงเวลาที่มีจำกัด ดังนั้นจึงควรมีการกำหนดวิธีการสำรวจขั้นต้นที่สามารถเข้าใจได้ง่ายและเป็นรูปแบบที่ผู้สำรวจสามารถนำไปปฏิบัติได้เหมือนกันทั้งหมดเพื่อให้ผลการสำรวจและผลการประเมินความเสียหายของผู้สำรวจแต่ละคนเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย มีหน้าที่กำกับดูแลความปลอดภัยด้านอาคาร ได้ตระหนักถึงความจำเป็นในการเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือในสถานการณ์ที่หากมีอาคารได้รับความเสียหายจำนวนมากเนื่องจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาดใหญ่ จึงได้จัดทำแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นที่มีความชัดเจนในการระบุระดับความเสียหาย เพื่อให้ผู้สำรวจนำไปใช้ในการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว และยังได้จัดทำคู่มือการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเพื่อประกอบการใช้แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นดังกล่าว รวมทั้งเพื่อให้ผู้สำรวจมีความเข้าใจถึงวัตถุประสงค์และหลักการในการสำรวจความเสียหายขั้นต้น วิธีการและรายละเอียดในการสำรวจอาคารแต่ละประเภท และการเตรียมตัวของผู้สำรวจสำหรับการสำรวจภาคสนาม เพื่อให้การสำรวจความเสียหายขั้นต้นเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องต่อไป

(นายมณฑล สุดประเสริฐ)
อธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

นายมณฑล สุดประเสริฐ	อธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง
นายเกียรติศักดิ์ จันทรา	วิศวกรใหญ่กรมโยธาธิการและผังเมือง
นายโอฬาร ศักยโรจน์กุล	รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง
นายสมชาย เมธวัฒน์ธรากุล	รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง
นางสมจิต ปิยะศิลป์	รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง
นางอัธยา เทพมงคล	รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

ประธานคณะทำงาน

นายสินิทธิ์ บุญสิทธิ์	ผู้อำนวยการสำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร

คณะทำงาน

นายอนวัช บูรพาชน	วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ	สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร
นายวินิจ ชัยชนะศิริวิทยา	วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ	สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ
นายวิบูลย์ ลีพัฒนากิจ	วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ	สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร
นายสิทธิภัทร ปาละนันทน์	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ	สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ
นายพรชัย สังข์ศรี	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ	สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร
นายสมโชค เล่งวงศ์	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ	สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร
ดร. ทยากร จันทรางศุ	วิศวกรโยธาชำนาญการ	สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร
นายวิโชติ กันภัย	วิศวกรโยธาชำนาญการ	สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร
นางณัฏกานต์ แสงสุวรรณ	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร

เลขานุการและคณะทำงาน

ดร. ธนิต ใจสอาด	วิศวกรโยธาชำนาญการ	สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร

ผู้ช่วยเลขานุการและคณะทำงาน

นายอภิชาติ วงษา	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร
นายธีรภัทร สุนทรชื่น	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร

บทนำ

การสำรวจความเสียหายของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวสามารถแบ่งได้ 2 ระดับ ได้แก่ การสำรวจขั้นต้นแบบรวดเร็วและการสำรวจอย่างละเอียด โดยการสำรวจขั้นต้นอย่างรวดเร็วจะเป็นการสำรวจด้วยตาเปล่าหรือด้วยเครื่องมือช่างพื้นฐาน เช่น ตลับเมตร ไม้บรรทัด ระดับน้ำ เป็นต้น โดยอาศัยผู้ที่มีความรู้พื้นฐานด้านช่าง เช่น วิศวกร นายช่าง ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง เป็นผู้ทำการสำรวจ และวัตถุประสงค์ของการสำรวจขั้นต้นนี้จะเน้นที่การระบุถึงอันตรายจากการพังถล่มหรืออันตรายอื่นๆ ของอาคารที่อาจส่งผลให้มีผู้ได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต เพื่อทางภาครัฐสามารถกำหนดแผนการบรรเทาภัยที่เหมาะสมได้อย่างทันเหตุการณ์ ดังนั้น การสำรวจความเสียหายขั้นต้นจึงควรกระทำได้อย่างรวดเร็วเพื่อครอบคลุมอาคารที่มีความเสียหายจำนวนมากได้ในเวลาที่จำกัด ส่วนการสำรวจความเสียหายอย่างละเอียดนั้นจะดำเนินการเฉพาะกับอาคารที่ได้รับการตรวจสอบขั้นต้นแล้วพบว่าอาคารมีความเสียหายซึ่งอาจเป็นอันตรายได้หากมีการใช้งานอาคารต่อไป โดยการสำรวจอย่างละเอียดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อยืนยันความปลอดภัยในการใช้งานอาคารหรือเพื่อกำหนดวิธีการซ่อมแซมหรือการป้องกันที่เหมาะสม ซึ่งต้องอาศัยวิศวกรผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการประเมินความเสียหายของอาคารเป็นผู้ทำการสำรวจ เพราะการสำรวจอย่างละเอียดจะมีความซับซ้อนและอาจจำเป็นต้องใช้เครื่องมือตรวจสอบขั้นสูงเพื่อประเมินสมรรถนะที่เหลืออยู่ของตัวอาคาร

การสำรวจทั้งสองแบบนี้แม้จะมีความสำคัญเท่าๆ กัน แต่การตรวจสอบขั้นต้นจะมีความสำคัญเร่งด่วนก่อน และควรมีวิธีการสำรวจที่มีมาตรฐานเป็นไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อสะดวกต่อการสรุปและรวบรวมผลการสำรวจซึ่งมีจำนวนมาก ตัวอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ของการมีวิธีการสำรวจความเสียหายขั้นต้นที่เป็นมาตรฐานเดียวกันคือเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่เมือง Konista ประเทศกรีซในปีพ.ศ. 2539 โดยอาคารที่ได้รับผลกระทบมีทั้งสิ้นประมาณ 1,500 อาคาร ซึ่งอาคารเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการประเมินสภาพอาคารให้แล้วเสร็จโดยเร็ว เพื่อนำผลการประเมินมาใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนช่วยเหลือผู้ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ดังกล่าว ดังนั้น ทางรัฐบาลกรีซจึงได้พัฒนาแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นขึ้นเพื่อให้ผู้ที่มีความรู้ด้านช่างนำไปใช้ในการสำรวจอาคารที่ได้รับความเสียหายทุกๆ หลังในเมืองจนแล้วเสร็จได้ในเวลาอันสั้น

ดังนั้น เพื่อเป็นการรับมือเหตุการณ์ในลักษณะเดียวกันในอนาคต กรมโยธาธิการและผังเมือง โดยสำนักควบคุมและตรวจสอบอาคารได้แต่งตั้งคณะทำงานเพื่อจัดทำแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวสำหรับประเทศไทยขึ้น โดยคณะทำงานได้นำแบบประเมินความปลอดภัยของอาคาร ซึ่งจัดทำโดยสำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ กรมโยธาธิการและผังเมือง มาใช้เป็นต้นแบบ โดยมีการปรับปรุงรายละเอียดในการระบุระดับความเสียหายขั้นต้นของอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์การระบุระดับความเสียหายในคู่มือ Quick Inspection Manual for Damaged Reinforced Concrete Buildings due to Earthquakes (2002) ของ National Institute of Land and Infrastructure Management ประเทศญี่ปุ่น และมีการปรับปรุงรายละเอียดในการระบุระดับความเสียหายขั้นต้นอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ในคู่มือ Recommended Post-Earthquake Evaluation and Repair Criteria for Welded Steel Moment-Frame Buildings (FEMA-

352) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ส่วนหลักเกณฑ์ในการระบุระดับความเสียหายของอาคารโครงสร้างไม้และโครงสร้างอิฐก่อจะพิจารณาเพียงว่ามีการวิบัติของชิ้นส่วนโครงสร้างไม้และผนังอิฐก่อหรือไม่เท่านั้น

นอกจากนี้แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ ยังได้มีการใช้ระบบสี ได้แก่ สีแดง สีเหลือง และสีเขียว ซึ่งจะแสดงอยู่ในแบบสำรวจ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ นี้ในการระบุระดับความเสียหายของอาคารที่ทำการตรวจสอบ โดยรายละเอียดของแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ และวิธีการระบุระดับความเสียหายจะอยู่ในคู่มือฉบับนี้ และคู่มือฉบับนี้ยังได้อธิบายถึงขั้นตอนในการสำรวจขั้นต้นซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การสำรวจความเสียหายของสภาพรอบอาคาร (surrounding hazards) การสำรวจความเสียหายโดยรวมของอาคารเมื่อสังเกตจากภายนอกอาคาร (exterior damages) และการเข้าสำรวจความเสียหายภายในอาคาร (interior damages) รวมถึงการเตรียมความพร้อมก่อนทำการสำรวจจริงและข้อมูลอื่นๆ ที่สำคัญสำหรับผู้สำรวจ เพื่อสร้างความเข้าใจถึงหลักการของการสำรวจความเสียหายขั้นต้น โดยเฉพาะในกรณีที่สถานการณ์จริงอาจตรวจพบความเสียหายที่แตกต่างไปจากลักษณะความเสียหายที่ระบุอยู่ในแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ ซึ่งผู้สำรวจต้องอาศัยวิจารณญาณของตัวเองและหลักการของการตรวจสอบขั้นต้นมาใช้ในการระบุระดับความเสียหายดังกล่าว ดังนั้น ผู้สำรวจจึงควรทำการศึกษาคู่มือฉบับนี้ให้เข้าใจก่อนออกทำการตรวจสอบอาคารในสถานการณ์จริงเพื่อให้การตรวจสอบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

(นายสินิทธิ์ บุญสิทธิ์)
ผู้อำนวยการสำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร
ประธานคณะทำงานจัดทำแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้น
ของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

สารบัญ

คำนำ.......... i

คณะผู้จัดทำ.......... ii

บทนำ.......... iii

ข้อมูลเบื้องต้นในการสำรวจความเสียหายขั้นต้น.......... 1

วัตถุประสงค์ของการสำรวจความเสียหายขั้นต้น.......... 1

หลักการของการสำรวจความเสียหายขั้นต้น.......... 1

คุณสมบัติของผู้สำรวจความเสียหาย.......... 2

การแบ่งระดับความเสียหายขั้นต้น.......... 3

หลักการของการแบ่งระดับความเสียหายขั้นต้น.......... 3

หลักเกณฑ์การพิจารณาระดับความเสียหายขั้นต้นของอาคาร.......... 3

การติดป้ายประกาศระดับความเสียหายขั้นต้น.......... 7

การเปลี่ยนระดับของป้ายประกาศระดับความเสียหายขั้นต้น.......... 7

รายละเอียดการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารแต่ละประเภท.......... 8

อาคารโครงสร้างไม้.......... 8

อาคารโครงสร้างอิฐก่อ.......... 9

อาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก.......... 10

อาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ.......... 18

ขั้นตอนปฏิบัติในการสำรวจความเสียหายขั้นต้น.......... 26

การเตรียมความพร้อมก่อนออกสำรวจความเสียหาย.......... 26

การสำรวจความเสียหายขั้นต้นจากภายนอกอาคาร.......... 27

การเข้าสำรวจความเสียหายภายในอาคาร.......... 29

ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในระหว่างการสำรวจความเสียหาย.......... 31

การกั้นล้อมอาคารที่มีความเสี่ยง.......... 32

การกรอกแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้น.......... 32

ภาคผนวก ก. ป้ายประกาศระดับความเสียหายขั้นต้น

ภาคผนวก ข. แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้น

ข้อมูลเบื้องต้นในการสำรวจความเสียหายขั้นต้น

วัตถุประสงค์ของการสำรวจความเสียหายขั้นต้น

การสำรวจความเสียหายขั้นต้นมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินว่าความเสียหายที่ตรวจพบนั้นมีผลกระทบต่อตัวอาคารหรือไม่ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ทราบถึง:

- ความปลอดภัยในการใช้งานเส้นทางสัญจรที่อยู่ใกล้กับอาคารที่ได้รับความเสียหาย
- ความปลอดภัยในการใช้งานอาคาร เมื่อ:
    - ต้องการใช้งานอาคารต่อไป โดยเฉพาะในกรณีของอาคารที่มีความสำคัญเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน
    - ต้องการจำกัดผลกระทบที่มีต่อกิจกรรมด้านการพาณิชย์
    - ต้องพิจารณาถึงความจำเป็นในการอพยพผู้คน
- ความจำเป็นในการจัดให้มีการป้องกันชั่วคราว เช่น ค้ำยันหรือการปิดกั้นบริเวณ
- ความจำเป็นในการรื้อถอนอาคาร โดยเฉพาะอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ เพื่อลดผลกระทบด้านเศรษฐกิจต่อเจ้าของอาคารหรือชุมชน

หลักการของการสำรวจความเสียหายขั้นต้น

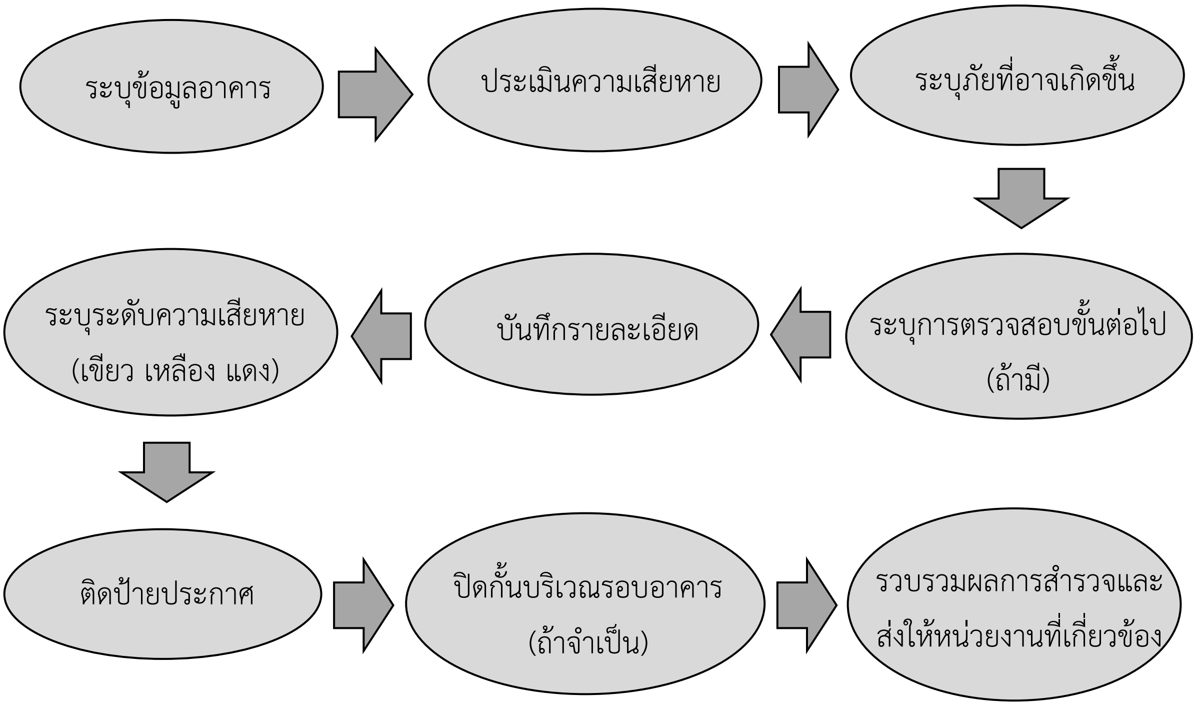
ในการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว ผู้ทำการสำรวจควรสังเกตถึงลักษณะของความเสียหายและควรประเมินว่าความเสียหายนั้นมีผลกระทบต่อความสามารถของอาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารหรือไม่เมื่อต้องต้านทานแรงกระทำดังต่อไปนี้ในอนาคต

- แรงจากน้ำหนักบรรทุกใช้งานปกติ
- แรงจากลม
- แรงจากแผ่นดินไหวตาม (aftershock) ที่มีขนาดใกล้เคียงหรือน้อยกว่าแผ่นดินไหวที่เพิ่งเกิดขึ้น

โดยประเด็นหลักๆ ที่ผู้สำรวจควรให้ความสำคัญในระหว่างการประเมินความเสียหายขั้นต้น ได้แก่

- โอกาสในการถล่มของอาคารทั้งหมดหรือเฉพาะบางส่วน เนื่องมาจากการสูญเสียกำลัง (strength) เสถียรภาพ (stability) หรือความแข็งแกร่ง (stiffness) ของระบบโครงสร้าง
- การร่วงหล่นของวัสดุประกอบอาคารที่ไม่ใช่โครงสร้าง เช่น อิฐก่อผนังหรือกระเบื้องมุงหลังคา เป็นต้น
- ภัยที่เกิดจากความเสียหายของอาคารข้างเคียงหรือพื้นดินโดยรอบอาคาร
- ภัยอื่นๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยต่อสาธารณะ เช่น การปนเปื้อนของสารชีวภาพจากน้ำเสียเนื่องจากการรั่วไหลของท่อน้ำทิ้ง เป็นต้น

การเข้าตรวจสอบความเสียหายขั้นต้นของอาคารที่ได้รับความเสียหายจากแผ่นดินไหวนั้นจะมีกระบวนการในการตรวจสอบสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ตามที่แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการสำรวจความเสียหายขั้นต้น

โดยในขั้นตอนสุดท้ายของการสำรวจความเสียหาย ผู้สำรวจควรแจ้งให้เจ้าของอาคารทราบด้วยว่าต้องดำเนินการอย่างไรต่อไป เพื่อให้เจ้าของอาคารได้ทราบถึงความรับผิดชอบของตนเองในการทำให้อาคารมีความปลอดภัยก่อนที่จะกลับเข้าใช้งานอาคารและไม่เป็นอันตรายต่อผู้อื่นที่อยู่ในบริเวณพื้นที่โดยรอบอาคาร

คุณสมบัติของผู้สำรวจความเสียหาย

ในการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวจะใช้วิธีสังเกตลักษณะของความเสียหายของอาคารด้วยตาเปล่าและใช้วิจารณญาณเพื่อตัดสินว่าความเสียหายเหล่านั้นส่งผลต่อสมรรถนะของอาคารหรือไม่หากยังมีการใช้งานอาคารต่อไป ซึ่งการดำเนินการเหล่านี้ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องวิศวกรรมโครงสร้าง ดังนั้นเพื่อให้การสำรวจความเสียหายเป็นไปอย่างถูกต้อง ผู้สำรวจควรจะต้องเป็นผู้มีความรู้และมีประสบการณ์ด้านช่าง ซึ่งอย่างน้อยต้องมีความเข้าใจถึงหลักในการออกแบบโครงสร้างอาคาร หรืออาจเป็นการสำรวจซึ่งมีวิศวกรโครงสร้างเป็นผู้กำกับดูแลโดยตรง

โดยปกติแล้วการเข้าสำรวจอาคารแต่ละหลังควรดำเนินการโดยทีมงานซึ่งประกอบด้วยผู้สำรวจ 2-3 คน เพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระหว่างการสำรวจความเสียหาย ซึ่งจะช่วยให้การกำหนดระดับความเสียหายเป็นไปอย่างถูกต้อง และควรมีการกำหนดผู้สำรวจที่เป็นหัวหน้าทีมในแต่ละชุดโดยควรเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญที่สุดในทีมสำรวจเพื่อทำหน้าที่กำกับดูแลการสำรวจและรับรองผลการสำรวจ

นอกจากนั้นแล้วผู้สำรวจควรเป็นผู้ที่ได้รับมอบหมายจากผู้มีอำนาจสั่งการเพื่อให้ทำการสำรวจในพื้นที่ที่ได้รับมอบหมายเท่านั้น เพื่อป้องกันความซ้ำซ้อนในการสำรวจและความสับสนต่อเจ้าของอาคารที่อาจเกิดขึ้นได้หากผลการสำรวจไม่สอดคล้องกัน

การแบ่งระดับความเสียหายขั้นต้น

หลักการของการแบ่งระดับความเสียหายขั้นต้น

การประเมินความเสียหายขั้นต้นของอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวนี้จะแบ่งระดับความเสียหายของอาคารออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1) อาคารที่ไม่มีความเสียหายหรือมีเสียหายเล็กน้อยซึ่งมีความปลอดภัยเพียงพอที่จะใช้งานได้ตามปกติ 2) อาคารที่มีความเสียหายในระดับที่อาจส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานต่อไป ซึ่งจำเป็นต้องมีการดำเนินการอย่างอื่นเพิ่มเติมเพื่อยืนยันความปลอดภัยของอาคารและ 3) อาคารมีความเสียหายอย่างหนักหรือไม่มีความปลอดภัยหากมีการใช้งานอาคารต่อไป โดยระดับความเสียหายของอาคารทั้ง 3 ระดับนี้จะแสดงด้วยสีของป้ายประกาศระดับความเสียหาย (placard) ซึ่งได้แก่ สีเขียว สีเหลือง และสีแดง ตามลำดับ โดยขนาดความเสียหาย ข้อจำกัดในการใช้งานอาคารและสีของป้ายประกาศฯ ในแต่ละระดับได้สรุปอยู่ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับความเสียหาย ข้อจำกัดในการใช้งานอาคาร และป้ายประกาศระดับความเสียหายแต่ละระดับ

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

หลักเกณฑ์การพิจารณาระดับความเสียหายขั้นต้นของอาคาร

การพิจารณาความเสียหายขั้นต้นของอาคารในแต่ละระดับจะมีหลักเกณฑ์ดังนี้

<u>อาคารไม่มีความเสียหายหรือเสียหายเล็กน้อย</u>

อาคารที่ไม่มีความเสียหายหรือมีความเสียหายเพียงเล็กน้อยซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการใช้งานอาคารต่อไปจะถูกระบุด้วยป้ายประกาศระดับความเสียหายสีเขียวหรือป้ายประกาศ “อาคารสามารถใช้งานได้ตามปกติ” ในรูปที่ 2 โดยอาคารที่จะพิจารณาว่าไม่มีความเสียหายหรือมีความเสียหายเล็กน้อยควรมีคุณสมบัติเหล่านี้ครบทุกหัวข้อ ได้แก่

- ความสามารถในการรับแรงทางดิ่งไม่ลดลง
- ความสามารถในการรับแรงทางข้างไม่ลดลง
- ไม่มีอันตรายจากการร่วงหล่นของเศษวัสดุ
- ไม่พบการสูญเสียเสถียรภาพของพื้นดินบริเวณที่ตั้งอาคาร เช่น การทรุดตัว เป็นต้น
- ทางเข้าออกหลักของอาคารสามารถใช้งานได้

- ไม่พบความเสียหายของระบบท่อน้ำทิ้งที่อาจก่อให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้
- ไม่พบสภาพอื่นๆ ที่อาจไม่ปลอดภัย

นอกจากนี้ยังรวมถึงลักษณะของความเสียหายที่อาจตรวจพบได้แต่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสาธารณะ ซึ่งได้แก่

- รอยแตกร้าวที่ผิวนอกของชิ้นส่วนโครงสร้างที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากการร่วงหล่น
- ส่วนประกอบโครงสร้างอาคารที่ได้หลุดร่วงลงมาแล้วและไม่ก่อให้เกิดอันตรายได้อีก
- ระบบบางอย่างของอาคารไม่ทำงาน แต่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย เช่น ระบบประปา เป็นต้น

ถึงแม้ว่าอาคารจะได้รับการประเมินว่าไม่มีความเสียหายหรือมีความเสียหายเพียงเล็กน้อย และสามารถใช้งานได้ตามปกติ แต่เจ้าของอาคารควรตระหนักว่าอาคารอาจไม่ได้มีความปลอดภัย 100 เปอร์เซ็นต์ หากเกิดแผ่นดินไหวตาม (aftershock) ในภายหลังอาจส่งผลให้ผลการประเมินนี้เปลี่ยนไปได้

รูปที่ 2 ป้ายประกาศ “อาคารสามารถใช้งานได้ตามปกติ”

<u>อาคารมีความเสียหายในระดับปานกลาง</u>

โดยทั่วไปการพิจารณาว่าอาคารมีความเสียหายในระดับปานกลางกระทำได้ยาก เนื่องจากเป็นระดับความเสียหายที่ไม่ชัดเจน อยู่ระหว่างอาคารที่สามารถใช้งานได้ตามปกติและอาคารที่ไม่สามารถใช้งานได้ จึงทำให้อาคารที่มีระดับความเสียหายในกลุ่มนี้มีจำนวนมาก โดยอาคารในกลุ่มนี้จะใช้ป้ายประกาศสีเหลือง หรือป้ายประกาศ “อาคารใช้งานได้แบบมีเงื่อนไข” ในรูปที่ 3 และถึงแม้ว่าจะสามารถใช้งานอาคารต่อไปได้ เจ้าของอาคารยังต้องจัดให้มีการตรวจสอบอย่างละเอียดอีกครั้งเพื่อยืนยันความปลอดภัยของอาคาร หรืออาจจำเป็นต้องมีการจำกัดการใช้งานอาคารในบางพื้นที่ที่ปรากฏว่ามีอันตรายจากการร่วงหล่นของชิ้นส่วนโครงสร้างหรือส่วนประกอบอาคาร

แต่เนื่องจากความเสียหายในระดับนี้ของอาคารแต่ละหลังจะมีลักษณะแตกต่างกันไปจึงทำให้ข้อจำกัดในการใช้งานอาคารแตกต่างกันไปด้วย ดังนั้น ผู้สำรวจความเสียหายควรต้องระบุข้อจำกัดในการใช้งานอาคารให้ชัดเจนทั้งในแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นและป้ายประกาศระดับความเสียหาย โดยพื้นที่ที่ไม่ปลอดภัยควรมีการกำหนดขอบเขตอย่างชัดเจนด้วยแผงหรือเทปกั้นบริเวณหรือติดป้ายประกาศในบริเวณดังกล่าว และหากผู้สำรวจเห็นว่าควรมีการดำเนินการใดๆ ที่จำเป็นเพื่อลดอันตรายทั้งภายในหรือโดยรอบอาคารก็ควรจะต้องระบุทั้งในแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ และป้ายประกาศฯ ด้วยเช่นกัน และในกรณีที่ผู้สำรวจสามารถเข้าสำรวจอาคารได้เพียงบางส่วนและไม่สามารถสำรวจความเสียหายของอาคารส่วนที่เหลือได้ ผู้สำรวจต้องระบุให้ชัดเจนในแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ และป้ายประกาศฯ ด้วย ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วอาคารส่วนที่ไม่ได้ถูกตรวจสอบนี้ควรถูกจำกัดการใช้งานหรือถูกปิดกั้นการเข้าสู่พื้นที่ดังกล่าว

สำหรับอาคารที่ได้รับการซ่อมแซมแบบชั่วคราว เช่น มีการติดตั้งค้ำยันชั่วคราว ถึงแม้ว่าจะทำให้อาคารอยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้ แต่ในทางปฏิบัติผู้สำรวจควรพิจารณาว่าอาคารยังคงมีความเสียหายระดับปานกลางอยู่เพื่อป้องกันไม่ให้มีการเคลื่อนย้ายการซ่อมแซมชั่วคราวนั้นออกจากตัวอาคาร

รูปที่ 3 ป้ายประกาศ “อาคารใช้งานได้แบบมีเงื่อนไข”

<u>อาคารมีความเสียหายอย่างรุนแรง</u>

อาคารที่มีความเสียหายในระดับรุนแรงคือ อาคารที่ได้รับความเสียหายจนส่งผลให้อาคารอาจเกิดการพังถล่มได้เมื่อเกิดภัยอื่นๆ ขึ้นในภายหลัง เช่น แผ่นดินไหวตาม (aftershock) เป็นต้น โดยอาคารในกลุ่มนี้จะใช้ป้ายประกาศสีแดงหรือป้ายประกาศ “ห้ามใช้งานอาคาร” ในรูปที่ 4 ซึ่งจะห้ามไม่ให้มีการเข้าสู่ภายในอาคารยกเว้นเป็นบุคคลที่ได้รับอนุญาตจากเจ้าหน้าที่ โดยลักษณะความเสียหายที่นำมาใช้พิจารณาว่าอาคารมีความเสียหายในระดับรุนแรงจะประกอบด้วย

- ลักษณะของสภาพโดยรอบอาคาร
  - อาคารที่อยู่ติดกันหรือใกล้เคียงกันอาจพังถล่มได้
  - ปรากฏอันตรายเนื่องจากดินถล่ม
  - มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมฉับพลันได้เนื่องจากเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำที่ได้รับความเสียหาย
  - ภัยอื่นๆ โดยรอบอาคาร เช่น ต้นไม้ล้ม หลุมยุบ (sink holes) เป็นต้น
  - การรั่วไหลของแก๊ส หรือสายจ่ายไฟฟ้าได้รับความเสียหาย
  - รอยแตกร้าวขนาดใหญ่ของพื้นดินบริเวณที่ติดกับอาคารหรืออยู่ใต้อาคาร
- ลักษณะของสภาพโครงสร้างอาคาร
  - อาคารทั้งหลังหรือชั้นหนึ่งชั้นใดของอาคารมีการเอียงตัวอย่างเห็นได้ชัด
  - ผนังรับน้ำหนักหรือโครงสร้างหลังคาเกิดการพังถล่มลงมาทั้งหมดหรือบางส่วน
  - โครงสร้างเสา คาน หรือจุดเชื่อมต่อเสียหายอย่างหนัก โดยมีรอยแตกร้าวขนาดใหญ่จนเห็นเหล็กเสริม
  - มีการเคลื่อนตัวระหว่างชั้นที่ติดกัน (inter-story drift) อย่างเห็นได้ชัด
  - ฐานรากอาคารได้รับความเสียหายอย่างหนัก

รูปที่ 4 ป้ายประกาศ “ห้ามใช้อาคาร”

แต่ทั้งนี้อาคารที่ได้รับป้ายประกาศ “ห้ามใช้งานอาคาร” อาจไม่จำเป็นต้องถูกรื้อถอน ซึ่งการดำเนินการต่ออาคารที่ได้รับความเสียหายระดับนี้จะขึ้นอยู่กับวิศวกรผู้เข้าทำการตรวจสอบอย่างละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

การติดป้ายประกาศระดับความเสียหายขั้นต้น

การกรอกป้ายประกาศฯ ควรใช้ปากกาชนิดหมึกถาวร (permanent marker) เพื่อป้องกันการลบเลือนของข้อมูลที่ระบุในป้ายประกาศฯ ส่วนการติดป้ายประกาศฯ ควรติดในบริเวณใกล้ทางเข้าอาคารที่สามารถเห็นได้ชัดเจน และถ้าอาคารมีทางเข้ามากกว่าหนึ่งทาง ผู้ตรวจสอบควรติดป้ายประกาศที่ทุกทางเข้าของอาคาร และหลังจากติดป้ายประกาศแล้วควรมีการถ่ายรูปไว้ด้วยเพื่อเก็บเป็นข้อมูล

นอกจากนี้ อาคารแต่ละหลังควรได้รับป้ายประกาศระดับความเสียหายขั้นต้นในระดับเดียวกันทั้งหลังถึงแม้ว่าในอาคารหลังเดียวกันจะมีการใช้อาคารที่แตกต่างกันไป

การเปลี่ยนระดับของป้ายประกาศระดับความเสียหายขั้นต้น

ในบางกรณี ระดับความเสียหายของอาคารอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปจากผลการประเมินในคราวแรก ซึ่งสามารถกระทำได้โดยเจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเท่านั้น โดยเหตุผลของการเปลี่ยนระดับของป้ายประกาศนั้นเนื่องจาก:

- เพื่อแก้ไขสิ่งที่ถูกมองข้ามไป หรือเกิดความผิดพลาดในการตัดสินใจ หรือผู้ร่วมประเมินมีความเห็นเป็นอย่างอื่น (second opinion)
- เป็นผลจากการเกิดแผ่นดินไหวตามอย่างรุนแรง โดยป้ายประกาศฯ ใหม่นี้จะต้องระบุวันที่ทำการตรวจสอบใหม่ด้วย ถึงแม้ว่าผลของการประเมินจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง
- ตรวจสอบพบความเสื่อมสภาพของเสถียรภาพของพื้นดินที่ตั้งอาคารในภายหลัง เช่น ตรวจพบการทรุดตัวของอาคารเพิ่มขึ้นหลังการตรวจสอบในคราวแรก เป็นต้น

แต่ในบางกรณี อาจเป็นการเปลี่ยนระดับความเสียหายของอาคารที่มีความรุนแรงน้อยลง เช่น การตรวจสอบอีกครั้งหลังจากที่ได้ทำการซ่อมแซมชั่วคราวซึ่งส่งผลให้อาคารมีความปลอดภัยมากขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงเป็นระดับความเสียหายที่มีความรุนแรงน้อยลงนี้ วิศวกรผู้ที่ทำการซ่อมแซมควรทำเป็นหนังสือแจ้งเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบการประเมินอาคารหลังนั้นๆ ด้วย

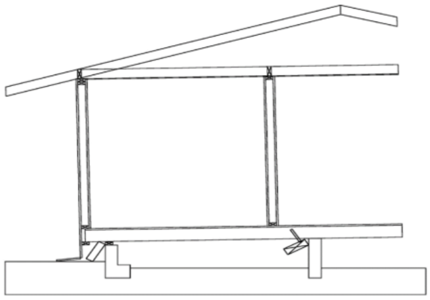
รายละเอียดในการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารแต่ละประเภท

การสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารแต่ละประเภทจะมีรายละเอียดในการพิจารณาแตกต่างกันไป โดยในบทนี้ได้สรุปจุดที่มักจะเกิดการวิบัติของโครงสร้างอาคารแต่ละประเภท เพื่อให้ผู้สำรวจสามารถใช้เป็นแนวทางในการสำรวจได้ แต่อย่างไรก็ตามความเสียหายอาจแตกต่างไปจากรายละเอียดที่กล่าวในบทนี้ ดังนั้นผู้สำรวจจึงควรใช้วิจารณญาณประกอบในการสำรวจอาคารแต่ละหลังด้วย

อาคารโครงสร้างไม้

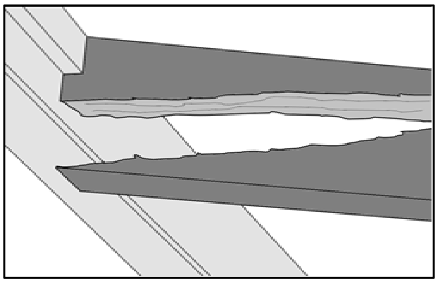
อาคารโครงสร้างไม้เป็นโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กหรือโครงสร้างอิฐก่อ ดังนั้นเมื่อเกิดแผ่นดินไหวแรงสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นจึงส่งผลกระทบต่ออาคารประเภทนี้น้อยกว่าอาคารประเภทอื่นๆ สังเกตได้จากหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่สำคัญๆ อาคารโครงสร้างไม้ที่ได้รับความเสียหายอย่างหนักหรือเกิดการพังทลายจะมีจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับอาคารโครงสร้างประเภทอื่นๆ โดยความเสียหายของชิ้นส่วนโครงสร้างไม้ส่วนมากจะเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณจุดต่อ (connection) แต่มักจะไม่ปรากฏความเสียหายที่ตัวชิ้นส่วนโครงสร้าง ดังนั้นในการสำรวจความเสียหายของโครงสร้างไม้จึงเน้นที่การสำรวจความเสียหายที่จุดต่อชิ้นส่วนโครงสร้างไม้เป็นหลัก แต่หากปรากฏการวิบัติของตัวชิ้นส่วนโครงสร้างจะแสดงว่าโครงสร้างของอาคารนั้นได้รับความเสียหายอย่างรุนแรง โดยในการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของอาคารโครงสร้างไม้ ผู้สำรวจสามารถสังเกตจากลักษณะความเสียหายดังต่อไปนี้

- ตัวอาคารหรือเสาของอาคารเคลื่อนหลุดออกจากฐานราก ในรูปที่ 5



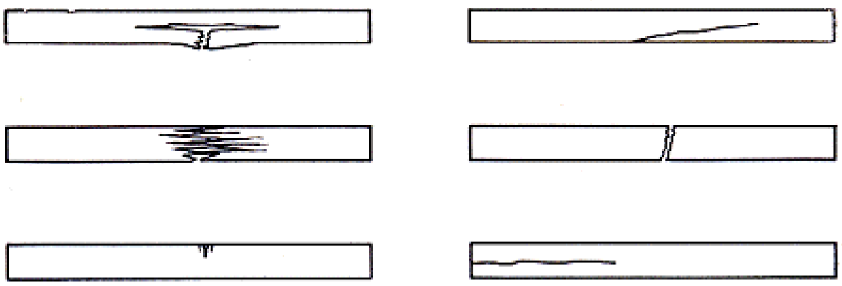
รูปที่ 5 ตัวอย่างการเคลื่อนหลุดออกจากฐานรากของอาคารโครงสร้างไม้

- การฉีกขาดของชิ้นส่วนโครงสร้างไม้บริเวณจุดต่อ ในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างการฉีกขาดของชิ้นส่วนโครงสร้างไม้บริเวณจุดต่อ

- การวิบัติลักษณะต่างๆ ของชิ้นส่วนโครงสร้างไม้ เช่น การฉีกขนานเสี้ยน การฉีกตั้งฉากเสี้ยน การหัก เป็นต้น ในรูปที่ 7



รูปที่ 7 การวิบัติลักษณะต่างๆ ของชิ้นส่วนโครงสร้างไม้

เนื่องจากไม้จัดเป็นวัสดุที่เปราะเพราะเมื่อเกิดการวิบัติแล้วจะไม่สามารถรับกำลังได้อีกต่อไป ดังนั้น การที่ผู้สำรวจตรวจพบความเสียหายไม่ว่าที่จุดต่อหรือที่ชิ้นส่วนโครงสร้างของอาคารโครงสร้างไม้จะแสดงว่าอาคารได้สูญเสียสมรรถนะในการรับกำลังไปอย่างมาก ซึ่งหากอาคารต้องรองรับแรงเพิ่มเติมในอนาคต เช่น แรงจากแผ่นดินไหวตามอาจส่งผลให้อาคารเกิดการพังถล่มได้ ดังนั้นหากพบความเสียหาย ของอาคารโครงสร้างไม้ในการสำรวจความเสียหายขั้นต้น จะพิจารณาว่าอาคารนั้นมีความเสียหายในระดับรุนแรง (สีแดง) เพื่อป้องกันอันตรายจากการพังถล่มของอาคารหากยังมีการใช้งานอาคารต่อไป และเพื่อให้มีการดำเนินการตรวจสอบความเสียหายอย่างละเอียดอีกครั้งเพื่อยืนยันความปลอดภัยในการใช้งานอาคาร โดยหลักเกณฑ์ดังที่กล่าวมานี้จะสอดคล้องกับหลักเกณฑ์ในการระบุระดับความเสียหายของอาคารโครงสร้างไม้ซึ่งอยู่ในข้อ 5 ของแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ

อาคารโครงสร้างอิฐก่อ

อาคารโครงสร้างอิฐก่อส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะเป็นชนิดไม่มีการเสริมเหล็กโดยมีผนังก่อสร้างด้วยอิฐมอญ อิฐบล็อก หรืออิฐบล็อกประสาน และทำหน้าที่รับน้ำหนักจากคาน พื้น หรือหลังคาที่ก่อสร้างด้วยวัสดุประเภทอื่น เช่น ไม้หรือเหล็กรูปพรรณ เป็นต้น การพังทลายของอาคารโครงสร้างอิฐก่อส่วนใหญ่จะเป็นผลเนื่องมาจากการเอนออกจากระนาบ (out-of-plane) ของผนังก่ออิฐ โดยความเสียหายเริ่มต้นจากผนังเกิดการแตกร้าวในแนวทแยง (diagonal cracks) เป็นรูปขั้นบันไดตามแนวของปูนก่อซึ่งเป็นผลจากแรงสั่นสะเทือนในช่วงเริ่มต้น หากการสั่นสะเทียนมีความรุนแรงไม่มาก รอยแตกร้าวนี้จะไม่ส่งผลต่อเสถียรภาพของผนังเนื่องจากน้ำหนักของผนังยังคงสามารถยึดรั้งรอยแตกร้าวไว้ได้ แต่หากการสั่นสะเทือนมีความรุนแรงมากขึ้นจะส่งผลให้รอยแตกร้าวกว้างมากขึ้นจนผนังไม่สามารถคงสภาพอยู่ในระนาบต่อไปได้ ทำให้ผนังส่วนนั้นเกิดการพังถล่มลงมาซึ่งส่งผลให้อาคารบางส่วนหรือทั้งหมดพังถล่ม

ในการตรวจสอบความเสียหายขั้นต้นของอาคารโครงสร้างอิฐก่อ นอกจากจะพิจารณาจากรอยแตกร้าวในแนวทแยงขนาดใหญ่ที่ผนังและการเคลื่อนหลุดออกจากระนาบผนังแล้ว ผู้สำรวจสามารถสังเกตจากลักษณะความเสียหายอื่นๆ ของอาคารโครงสร้างอิฐก่อได้ดังต่อไปนี้

- รอยแตกร้าวในแนวนอนที่ฐานผนัง
- รอยแยกระหว่างโครงสร้างพื้นหรือหลังคาและผนังอิฐก่อ

- การถอนของอุปกรณ์ยึดต่างๆ ระหว่างโครงสร้างพื้นหรือหลังคาและผนังอิฐก่อ
- การเอนออกจากระนาบของผนังอิฐก่อ

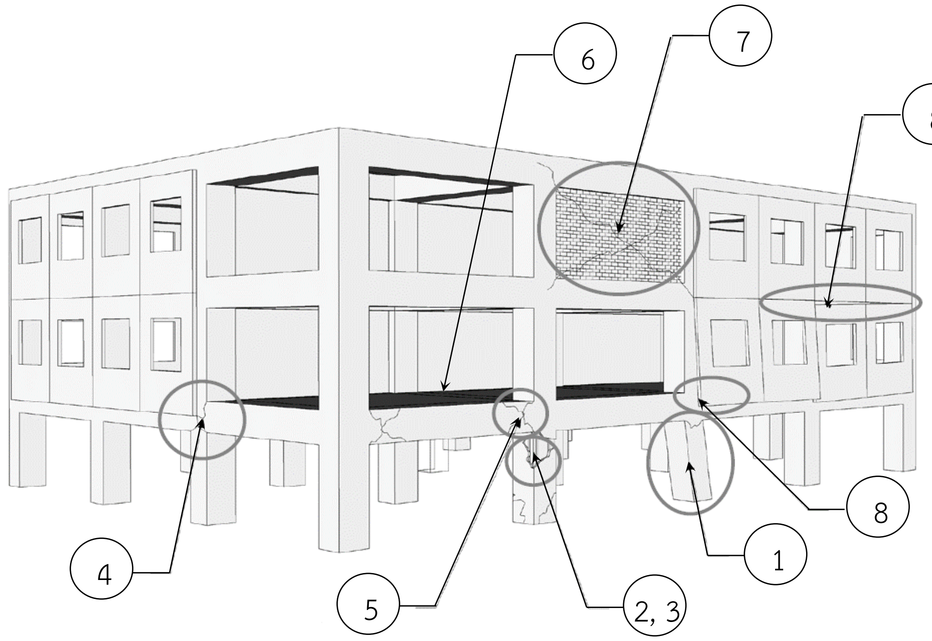
เช่นเดียวกับอาคารโครงสร้างไม้ การตรวจพบความเสียหายของอาคารโครงสร้างอิฐก่อนั้น แสดงว่าอาคารได้สูญเสียสมรรถนะในการรับแรงไปอย่างมากและอาจพังถล่มได้หากเกิดแผ่นดินไหวตามหรือมีแรงกระทำอื่นๆ ในอนาคต ดังนั้น ในการสำรวจความเสียหายขั้นต้นหากพบความเสียหายของอาคารอิฐก่อตามที่ระบุข้างต้นควรระงับการใช้งานอาคารและให้มีดำเนินการตรวจสอบอย่างละเอียดเพื่อรับรองความปลอดภัยหากเจ้าของอาคารมีความประสงค์จะใช้งานอาคารต่อไป

หมายเหตุ การใช้แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ เพื่อระบุระดับความเสียหายของอาคารโครงสร้างอิฐก่อจะใช้หลักเกณฑ์ของสภาพความเสียหายโดยรวมของอาคารเมื่อสังเกตจากภายนอก ดังนี้

- **ข้อ 4** ในแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ ส่วนการระบุระดับความเสียหายของผนังอิฐก่อจะอยู่ในการสำรวจความเสียหายของส่วนประกอบอาคาร
- **ข้อ 6** ในแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ จะใช้กับผนังอิฐก่อที่เป็นผนังกั้น ซึ่งไม่ใช่โครงสร้างของอาคาร

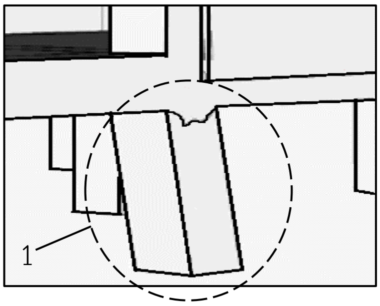
อาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

โดยทั่วไปอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งส่วนใหญ่เป็นโครงข้อแข็งรับแรงดัด (rigid moment frame) จะมีคานเป็นโครงสร้างแนวราบ เสาเป็นโครงสร้างแนวดิ่ง และมีผนังอิฐก่อเป็นผนังกั้นทั้งภายนอกหรือภายนอกอาคาร โดยลักษณะความเสียหายที่มักจะตรวจพบซึ่งผู้ตรวจสอบควรนำมาพิจารณาในการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจะประกอบด้วย ในรูปที่ 8

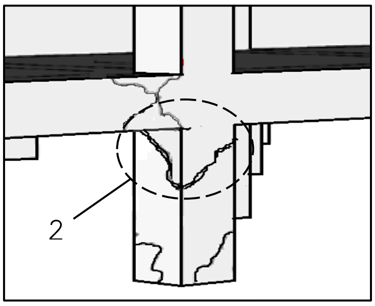


รูปที่ 8 ลักษณะความเสียหายทั่วไปที่มักตรวจพบในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก
(ที่มา: Field Guide: Rapid Post Disaster Building Usability Assessment – Earthquakes, 2014, New Zealand)

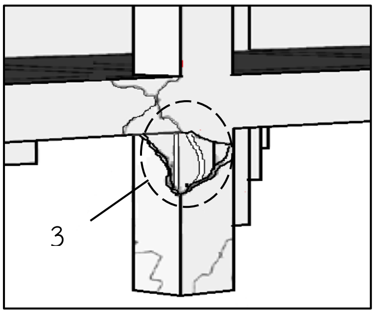
1. การเอนหลุดออกจากตำแหน่งของเสาหรืออาคารมีการโย้



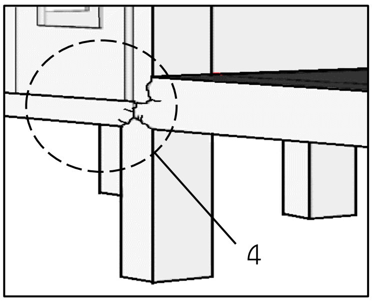
2. รอยแตกร้าวทแยงเนื่องจากแรงเฉือนที่เสาหรือกำแพงรับแรงเฉือน



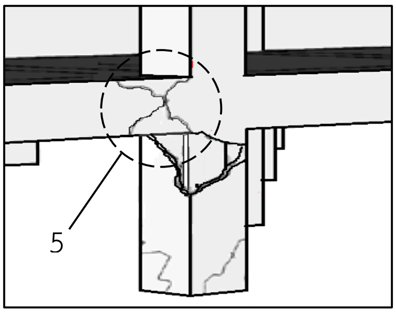
3. การโก่งเดาะของเหล็กเสริมในเสาหรือกำแพงรับแรงเฉือน



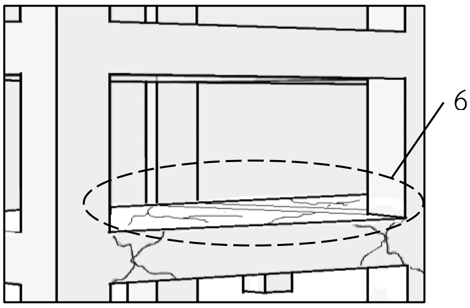
4. รอยแตกร้าวทแยงที่จุดต่อเสาและคาน



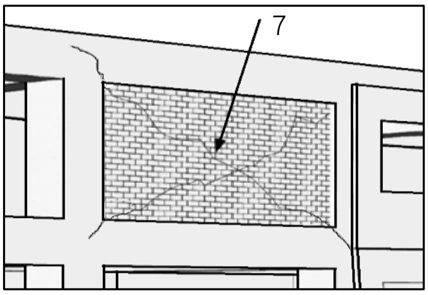
5. รอยแตกร้าวและการหลุดล่อนของเนื้อคอนกรีตที่บริเวณปลายคาน



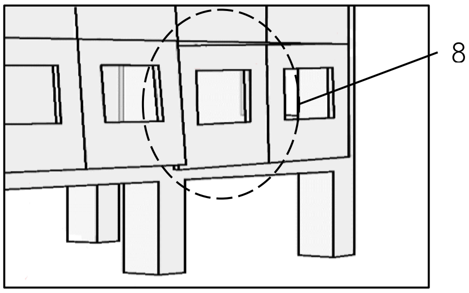
6. รอยแตกร้าวที่พื้น



7. รอยแตกร้าวในผนังอิฐก่อ



8. การหลุดห้อยของผนังแผ่นคอนกรีต (ถ้ามี)



สำหรับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดแผ่นพื้นท้องเรียบ (flat slab) ลักษณะความเสียหายที่ผู้สำรวจควรนำมาพิจารณาในการสำรวจความเสียหายขั้นต้น คือ การวิบัติแบบเฉือนทะลุ และการฉีกขาดของแผ่นพื้นบริเวณแนวคานหรือกำแพงรับน้ำหนัก

สำหรับโครงสร้างแผ่นพื้นสำเร็จรูป (precast slab) ความเสียหายเพียงเล็กน้อยที่แผ่นพื้นอาจก่อให้เกิดอันตรายร้ายแรงต่อผู้ใช้อาคารได้ เนื่องจากการขาดโครงสร้างส่วนเผื่อ (redundancy) ในแนวการถ่ายเทแรง (load path) ของระบบโครงสร้าง โดยลักษณะความเสียหายที่ผู้สำรวจควรนำมาพิจารณาในการสำรวจความเสียหายขั้นต้นประกอบด้วย

1. ความเสียหายของแผ่นพื้นที่อยู่ขนานกับโครงของอาคาร
2. รอยแตกร้าวในแนวนอนตลอดความกว้างของปีกแผ่นพื้นชนิด double-tee
3. การฉีกขาดของแผ่นพื้นที่ปลายแผ่นบริเวณฐานรองรับ
4. รอยแตกร้าวในแนวนอนตลอดความยาวของส่วนเอวของแผ่นพื้นชนิด hollowcore
5. รอยแตกร้าวในแนวนอนตลอดความกว้างของปีกแผ่นพื้นชนิด hollowcore (โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นในช่วง 30-60 เซนติเมตรจากฐานรองรับ)
6. รอยแตกร้าวในแนวทแยงเนื่องจากแรงดัดหรือแรงเฉือนที่ส่วนเอวของแผ่นพื้นชนิด hollowcore

สำหรับโครงสร้างพื้นหล่อในที่รองรับด้วยแผ่นเหล็ก (steel decking) เป็นระบบพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กที่วางอยู่บนโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ซึ่งลักษณะความเสียหายที่ผู้สำรวจควรนำมาพิจารณาในการสำรวจความเสียหายขั้นต้น คือ การฉีกขาดของแผ่นพื้นและคานเหล็กรูปพรรณ

รายละเอียดความเสียหายของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้จะใช้เป็นข้อมูลของจุดที่ผู้สำรวจควรตรวจสอบเมื่อทำการสำรวจจริงในสนาม ส่วนการระบุความรุนแรงของความเสียหายจะอธิบายในหัวข้อถัดไป

การระบุระดับความเสียหายของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

เนื่องจากโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กส่วนใหญ่จะถูกออกแบบให้มีความเหนียว ทำให้โครงสร้างสามารถรองรับความเสียหายได้มากจนกว่าจะเกิดการพังถล่ม ซึ่งแตกต่างกับโครงสร้างไม้หรือโครงสร้างอิฐก่อที่อาจเกิดการพังทลายได้หากตรวจพบความเสียหายที่เพียงเล็กน้อย ดังนั้น ในการตรวจสอบความเสียหายขั้นต้นของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กจึงสามารถแบ่งระดับความเสียหายของโครงสร้างออกเป็น 3 ระดับ ซึ่งสอดคล้องกับภัยที่อาจเกิดขึ้นได้ ดังนี้

ระดับที่ 1 ไม่มีความเสียหายหรือเสียหายเพียงเล็กน้อย ซึ่งไม่ส่งผลต่อสมรรถนะในการรับน้ำหนักของอาคารแม้จะต้องรองรับแรงแผ่นดินไหวตามหรือแรงอื่นๆ ในอนาคต โดยลักษณะของความเสียหายในระดับนี้จะใช้กับชิ้นส่วนโครงสร้างที่ไม่พบรอยแตกร้าวหรือมีรอยแตกร้าวขนาดเล็กมาก (hair crack) เกิดที่ผิวของชิ้นส่วนโครงสร้าง

ระดับที่ 2 มีความเสียหายปานกลาง ซึ่งอาจไม่ส่งผลต่อสมรรถนะในการรับน้ำหนักของอาคารเมื่อต้องรองรับแรงแผ่นดินไหวตามหรือแรงอื่นๆ ในอนาคต แต่อาจก่อให้เกิดอันตรายจากการร่วงหล่นของชิ้นส่วนวัสดุ โดยลักษณะของความเสียหายในระดับนี้จะใช้กับชิ้นส่วนโครงสร้างที่เกิดรอยแตกร้าวที่เห็นได้ชัดเจนแต่ยังไม่เห็นเหล็กเสริมและรอยแตกร้าวอาจมีความลึกตลอดหน้าตัดได้ โดยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเสียหายระดับนี้ยังคงสามารถใช้งานต่อไปได้แต่ควรได้รับการตรวจสอบอย่างละเอียดอีกครั้งเพื่อยืนยันความปลอดภัยในการใช้งานอาคารต่อไป

ระดับที่ 3 มีความเสียหายรุนแรง ซึ่งส่งผลต่อสมรรถนะในการรับน้ำหนักของอาคารและอาคารอาจเกิดการพังถล่มได้เมื่อต้องรองรับแรงแผ่นดินไหวตามหรือแรงอื่นๆ ในอนาคต โดยลักษณะของ

ความเสียหายในระดับนี้จะใช้กับชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีรอยแตกร้าวขนาดใหญ่หรือมีการหลุดร่อนของเนื้อคอนกรีตขนาดใหญ่จนสามารถเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน รวมทั้งเหล็กเสริมอาจเกิดการโก่งเดาะด้วย ซึ่งบ่งบอกว่าชิ้นส่วนโครงสร้างนั้นๆ ได้สูญเสียกำลังในการรับแรงไปอย่างมาก โดยอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเสียหายระดับนี้จะถูกห้ามให้ใช้งานเพื่อป้องกันภัยจากการพังถล่ม และต้องได้รับการตรวจสอบโดยละเอียดอีกครั้งโดยวิศวกรเพื่อประเมินถึงความจำเป็นหากต้องรื้อถอนอาคารหรือกำหนดวิธีในการซ่อมแซมให้อาคารมีความปลอดภัยเพียงพอหากต้องการใช้งานอาคารต่อไป

หลักเกณฑ์ในการแบ่งระดับความเสียหายข้างบนนี้เป็นหลักเกณฑ์สำหรับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วๆ ไป แต่ในแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ จะมีรายละเอียดที่แตกต่างกันไปในการพิจารณาระดับความเสียหายของโครงสร้างประเภทต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย พื้น คาน เสา และกำแพงรับแรง ซึ่งอยู่ในข้อ 5 ของแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ โดยมีรายละเอียดการพิจารณาระดับความเสียหายของโครงสร้างแต่ละประเภทตามที่ได้สรุปไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2* รายละเอียดการพิจารณาระดับความเสียหายของชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กแต่ละชนิด

ชนิดโครงสร้าง	บริเวณที่ตรวจสอบ	ระดับความเสียหาย		
		ไม่มี/มีเล็กน้อย	ปานกลาง	รุนแรง
พื้น	• ผิวพื้นด้านบน/ล่าง • ผิวพื้นรอบๆ เสา • รอยต่อระหว่างพื้นและคาน	• ไม่มีรอยแตกร้าว • รอยแตกร้าวมีความกว้างน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร [รูปที่ 9(ก) 10(ก) 11(ก) 12(ก) และ13(ก)]	• รอยแตกร้าวมีความกว้างระหว่าง 1 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร • มีการแตกหักของเนื้อคอนกรีตในจุดเล็กๆ จนอาจเห็นเหล็กเสริมได้ [รูปที่ 9(ข) 10(ข) 11(ข) 12(ข) และ 13(ข)]	• รอยแตกร้าวมีความกว้างมากกว่า 5 มิลลิเมตร • มีการปริแตกของคอนกรีตเป็นบริเวณกว้างจนเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน • มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม • มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต [รูปที่ 9(ค) 10(ค) 11(ค) 12(ค) และ 13(ค)]
คาน	• ช่วงกลางคาน • รอยต่อระหว่างคานและเสา			

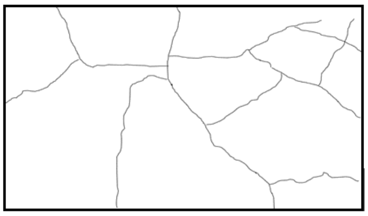
ตารางที่ 2* (ต่อ) รายละเอียดการพิจารณาระดับความเสียหายของชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กแต่ละชนิด

ชนิดโครงสร้าง	บริเวณที่ตรวจสอบ	ระดับความเสียหาย		
		ไม่มี/มีเล็กน้อย	ปานกลาง	รุนแรง
เสา	• ช่วงเสา	• ไม่มีรอยแตกร้าว • รอยแตกร้าวมีความกว้างน้อยกว่า 0.2 มิลลิเมตร [รูปที่ 14(ก)]	• รอยแตกร้าวมีความกว้างระหว่าง 0.2 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร [รูปที่ 14(ข)]	• รอยแตกร้าวมีความกว้างมากกว่า 2 มิลลิเมตร • มีการปริแตกของคอนกรีตเป็นบริเวณกว้างจนเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน • มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม • มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต [รูปที่ 14(ค)]
เสา	• จุดต่อเสาคาน	• ไม่มีรอยแตกร้าวทแยงเนื่องจากแรงเฉือน (diagonal crack) • รอยแตกร้าวทแยงมีความกว้างน้อยกว่า 0.2 มิลลิเมตร [รูปที่ 15(ก)]	• มีการหลุดร่อนเพียงบางส่วนของคอนกรีตบริเวณจุดต่อ • รอยแตกร้าวทแยงมีความกว้างมากกว่า 0.2 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร [รูปที่ 15(ข)]	• รอยแตกร้าวทแยงมีความกว้างมากกว่า 2 มิลลิเมตร • มีการหลุดร่อนขนาดใหญ่ของคอนกรีตบริเวณจุดต่อ • มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม • มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต [รูปที่ 15(ค)]

ตารางที่ 2* (ต่อ) รายละเอียดการพิจารณาระดับความเสียหายของชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กแต่ละชนิด

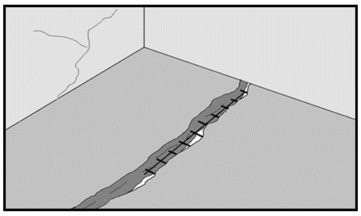
ชนิดโครงสร้าง	บริเวณที่ตรวจสอบ	ระดับความเสียหาย		
		ไม่มี/มีเล็กน้อย	ปานกลาง	รุนแรง
กำแพงรับแรง	• โดยทั่วไป	• ไม่มีรอยแตกร้าว • รอยแตกร้าวมีความกว้างน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร [รูปที่ 16(ก)]	• รอยแตกร้าวมีความกว้างระหว่าง 1 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร [รูปที่ 16(ข)]	• รอยแตกร้าวมีความกว้างมากกว่า 2 มิลลิเมตร • มีการปริแตกของคอนกรีตเป็นบริเวณกว้างจนเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน • มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม • มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต [รูปที่ 16(ค)]

***ที่มา**: Quick Inspection Manual for Damaged Reinforced Concrete Buildings due to Earthquakes (2002), National Institute of Land and Infrastructure Management.



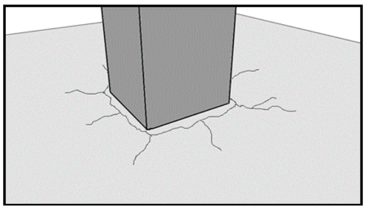
(ก) ระดับ "ไม่มี/เล็กน้อย"

(ข) ระดับ "ปานกลาง"

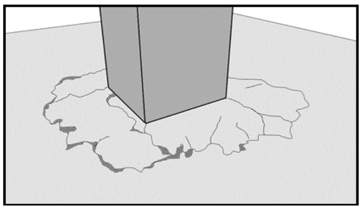


(ค) ระดับ "รุนแรง"

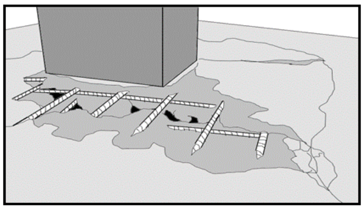
รูปที่ 9 รูปตัวอย่างลักษณะความเสียหายแต่ละระดับของโครงสร้างพื้นที่ผิวด้านบนหรือผิวด้านล่าง



(ก) ระดับ "ไม่มี/เล็กน้อย"

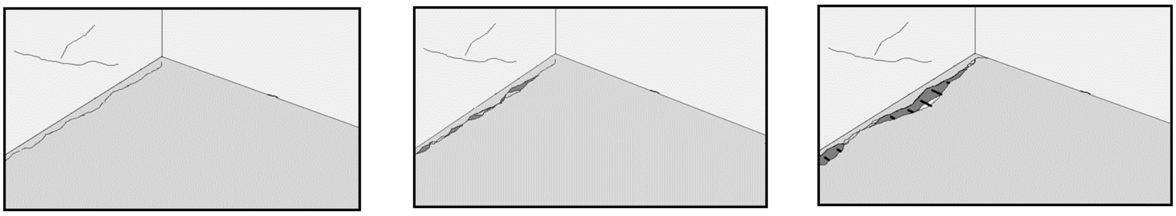


(ข) ระดับ "ปานกลาง"



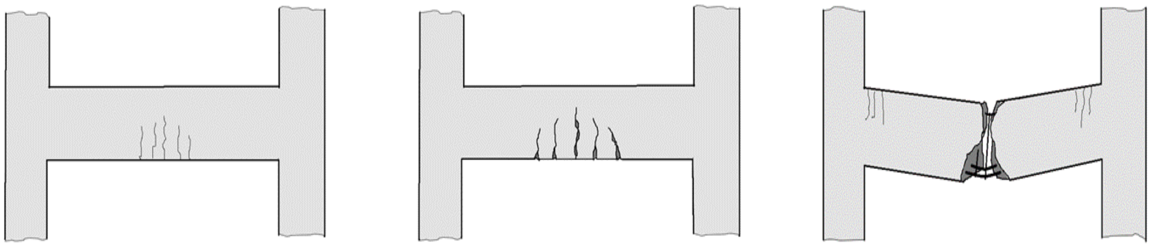
(ค) ระดับ "รุนแรง"

รูปที่ 10 รูปตัวอย่างลักษณะความเสียหายแต่ละระดับของโครงสร้างพื้นรอบๆ เสา



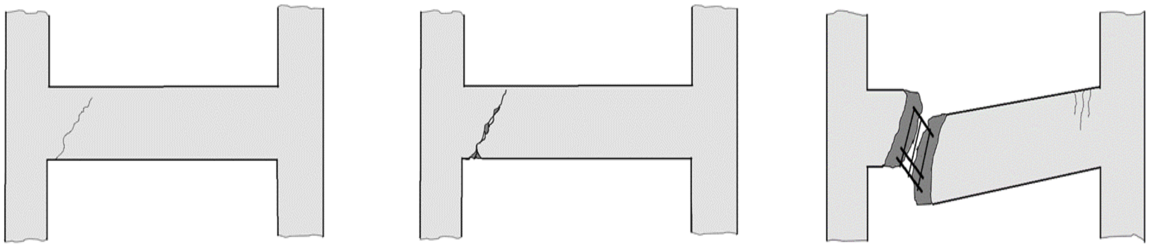
(ก) ระดับ “ไม่มี/เล็กน้อย” (ข) ระดับ “ปานกลาง” (ค) ระดับ “รุนแรง”

รูปที่ 11 รูปตัวอย่างลักษณะความเสียหายแต่ละระดับของโครงสร้างพื้นบริเวณรอยต่อระหว่างพื้นและคาน



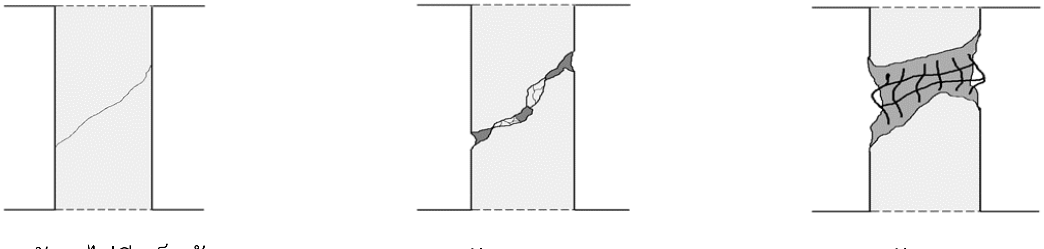
(ก) ระดับ “ไม่มี/เล็กน้อย” (ข) ระดับ “ปานกลาง” (ค) ระดับ “รุนแรง”

รูปที่ 12 รูปตัวอย่างลักษณะความเสียหายแต่ละระดับของโครงสร้างคานช่วงกลางคาน



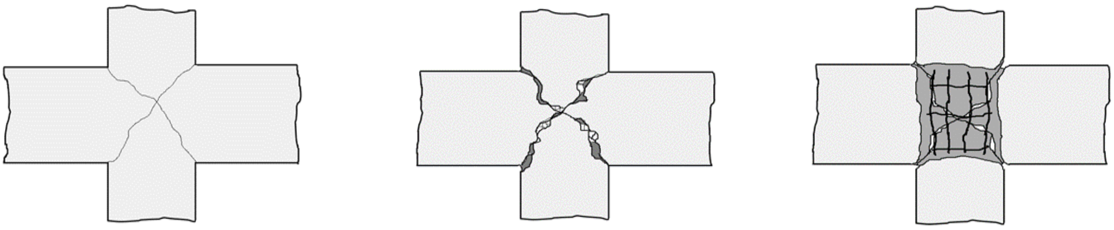
(ก) ระดับ “ไม่มี/เล็กน้อย” (ข) ระดับ “ปานกลาง” (ค) ระดับ “รุนแรง”

รูปที่ 13 รูปตัวอย่างลักษณะความเสียหายแต่ละระดับของโครงสร้างคานบริเวณรอยต่อระหว่างคานและเสา



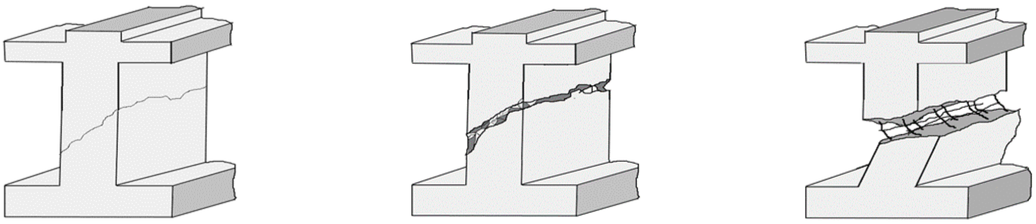
(ก) ระดับ “ไม่มี/เล็กน้อย” (ข) ระดับ “ปานกลาง” (ค) ระดับ “รุนแรง”

รูปที่ 14 รูปตัวอย่างลักษณะความเสียหายแต่ละระดับของโครงสร้างเสาบริเวณช่วงกลางเสา



(ก) ระดับ “ไม่มี/เล็กน้อย” (ข) ระดับ “ปานกลาง” (ค) ระดับ “รุนแรง”

รูปที่ 15 รูปตัวอย่างลักษณะความเสียหายแต่ละระดับของโครงสร้างเสาบริเวณจุดต่อเสา-คาน



(ก) ระดับ “ไม่มี/เล็กน้อย” (ข) ระดับ “ปานกลาง” (ค) ระดับ “รุนแรง”

รูปที่ 16 รูปตัวอย่างลักษณะความเสียหายแต่ละระดับของกำแพงรับแรง

เนื่องจากระดับความรุนแรงของรอยแตกร้าวตามตารางที่ 2 จะพิจารณาจากขนาดความกว้างของรอยแตกร้าวซึ่งจะแตกต่างกันไปตามชนิดของโครงสร้าง ได้แก่ พื้น คาน เสา และกำแพงรับแรง โดยชิ้นส่วนโครงสร้างรับแรงดัดจะมีขนาดของรอยแตกร้าวในแต่ละระดับความเสียหายมากกว่าชิ้นส่วนโครงสร้างรับแรงอัดและรับแรงเฉือน แต่ขนาดความกว้างของรอยแตกร้าวตามที่ระบุในตารางข้างต้นนี้เป็นเพียงค่าที่ใช้อ้างอิงในกรณีที่ผู้สำรวจไม่สามารถตัดสินระดับความเสียหายของชิ้นส่วนโครงสร้างได้เท่านั้น ในกรณีที่รอยแตกร้าวมีเนื้อคอนกรีตหลุดร่วงออกมาเพียงเล็กน้อย หรือรอยปริแตกของเนื้อคอนกรีตมีความยาวน้อยกว่า 20 เซนติเมตร ผู้สำรวจจะไม่นำความเสียหายดังกล่าวมาพิจารณาในการประเมินระดับความเสียหายของโครงสร้างอาคารก็ได้

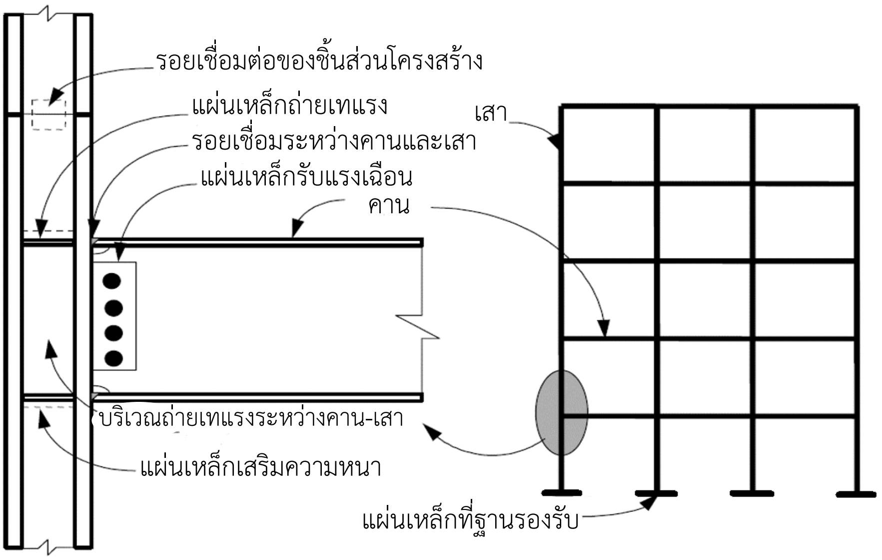
ในบางกรณี หากชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กถูกปกปิดด้วยปูนฉาบหรือวัสดุปิดผิวอื่นๆ และผู้สำรวจไม่สามารถตรวจสอบความเสียหายของชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นได้ ให้ผู้สำรวจกะเทาะปูนฉาบหรือลอกวัสดุปิดผิวออกแล้วทำการประเมินความเสียหาย แต่ถ้าหากไม่สามารถกะเทาะปูนฉาบหรือลอกวัสดุปิดผิวได้ให้ผู้สำรวจประเมินความเสียหายของปูนฉาบและวัสดุปิดผิวแทน

อาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

โดยทั่วไปอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ อาคารโครงแกงแนง (braced frame) และอาคารโครงรับโมเมนต์ดัด (moment-resisting frame) โดยการตรวจสอบความเสียหายอาคารโครงแกงแนงจะพิจารณาจากความเสียหายที่ตำแหน่งต่างๆ ได้แก่ การฉีกขาดหรือการโก่งเดาะของแกงแนง การฉีกขาดของสลักยึดหรือรอยเชื่อมที่จุดต่อของแกงแนง และการโก่งเดาะของเสา

ส่วนอาคารโครงรับโมเมนต์ดัด เมื่อเกิดแผ่นดินไหวอาคารจะเกิดการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้น (story drift) อย่างมากจนอาจส่งผลให้เกิดการคราก (yielding) การโก่งเดาะ (buckling) หรือการฉีกขาด (fracture) ที่ตัวชิ้นส่วนโครงสร้างเองหรือที่จุดต่อ (connection) ซึ่งโดยส่วนใหญ่มักจะพบความเสียหายที่คาน

(girder) เสา (column) บริเวณถ่ายเทแรงระหว่างคาน-เสา (panel zone) รอยเชื่อมระหว่างคานและเสา (Weld) แผ่นเหล็กรับแรงเฉือน (shear tab) ที่ยึดระหว่างส่วนเอวของคานและส่วนปีกของเสา รอยเชื่อมต่อของชิ้นส่วนโครงสร้าง (splice) แผ่นเหล็กที่ฐานรองรับ (base plate) และจุดอื่นๆ ตามแสดงอยู่ในรูปที่ 17



รูปที่ 17 ตำแหน่งที่มักจะได้รับความเสียหายของโครงเหล็กรับแรงดัด (ที่มา: FEMA-352)

โดยในการตรวจสอบความเสียหายขั้นต้นอาคารโครงสร้างเหล็กรับโมเมนต์ดัดจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

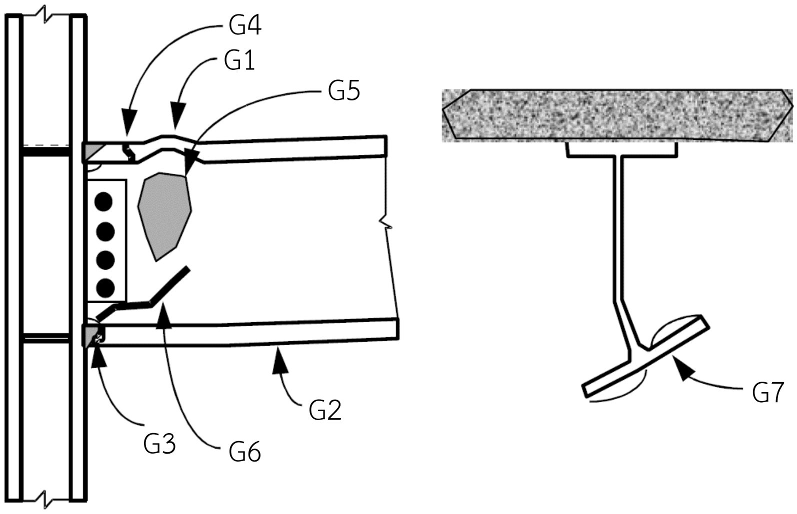
ลักษณะความเสียหายเนื่องจากแผ่นดินไหวของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

- **คานเหล็ก (Girder)**

ความเสียหายของคานเหล็กรูปพรรณที่มักจะตรวจพบหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหว ได้แก่ การคราก การโก่งเดาะ หรือการฉีกขาดที่ส่วนปีกของคานหรือใกล้กับจุดต่อระหว่างเสา - คาน โดยมีลักษณะของความเสียหายสรุปได้ตามตารางที่ 3 และรูปที่ 18

ตารางที่ 3 ลักษณะความเสียหายของคานเหล็กรูปพรรณ

ชนิด	คำอธิบาย
G1	การโก่งเดาะที่ปีกคาน (ปีกบนหรือปีกล่างก็ได้)
G2	การครากที่ปีกคาน (ปีกบนหรือปีกล่างก็ได้)
G3	การฉีกขาดที่ปีกคานบริเวณใกล้รอยเชื่อม (ปีกบนหรือปีกล่างก็ได้)
G4	การฉีกขาดที่ปีกคานบริเวณห่างจากรอยเชื่อม (ปีกบนหรือปีกล่างก็ได้)
G5	การครากหรือการโก่งเดาะที่ส่วนเอวของคาน
G6	การฉีกขาดที่ส่วนเอวของคาน
G7	การโก่งเดาะด้านข้างเนื่องจากแรงบิดของหน้าตัดคาน



รูปที่ 18 ลักษณะความเสียหายของคานเหล็กรูปพรรณ (ที่มา: FEMA-352)

ในอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่ก่อสร้างอย่างมีคุณภาพ เมื่อเกิดแผ่นดินไหว ความเสียหายของคานเหล็กอาจเริ่มต้นจากการโก่งเดาะที่ปีกคาน (G1) หรือการครากที่ปีกคาน (G2) หรือการโก่งเดาะด้านข้างเนื่องจากแรงบิด (G7) ของหน้าตัดคาน โดยเมื่อคานเกิดการโก่งเดาะที่ปีกคาน (G1) คานจะสูญเสียความสามารถในการพัฒนากำลังจนถึงขีดสูงสุดในช่วงพลาสติก (plastic strength) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการโก่งเดาะที่ส่วนเอว (G5) ร่วมด้วย และเมื่อคานที่มีส่วนปีกเกิดการโก่งเดาะยังคงสั่นไหวต่อไปเรื่อยๆ แรงเค้นเฉพาะจุด (localized secondary stresses) ที่ส่วนปีกจะเพิ่มขึ้นจนก่อให้เกิดการฉีกขาดที่ส่วนปีก (G4) เนื่องจากการล้า (fatigue) และเมื่อส่วนปีกเริ่มการฉีกขาดกำลังในการรับแรงดึงของส่วนปีกของคานก็จะลดลงไปด้วยเช่นกัน จึงยิ่งทำให้กำลังของหน้าตัดคานลดลงไปอีก ส่วนการครากที่ปีกคาน (G2) มักจะตรวจสอบได้ยากและหากเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยจะไม่มีผลต่อการพัฒนากำลังของคานเหล็ก ส่วนการโก่งเดาะด้านข้างเนื่องจากแรงบิด (G7) เป็นความเสียหายที่ส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพโดยรวมของอาคารเนื่องจากคานเหล็กจะเกิดการเคลื่อนที่หลุดออกจากระนาบรับแรง

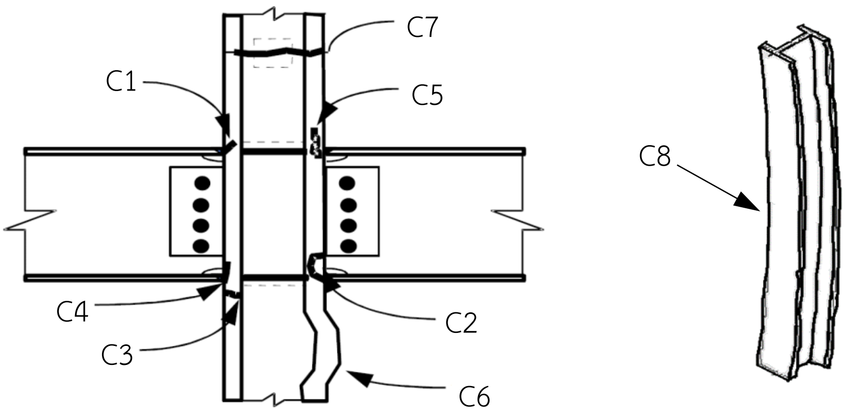
ตำแหน่งรอยเชื่อมระหว่างคานและเสาเป็นอีกจุดหนึ่งที่มักจะเกิดความเสียหายได้เมื่อเกิดแผ่นดินไหว และหากวัสดุเชื่อมที่ใช้เป็นชนิดที่มีกำลังในการต้านทานแรงฉีกขาดที่ต่ำ (low notch-toughness) อาจก่อให้เกิดการฉีกขาดที่ปีกคานบริเวณใกล้รอยเชื่อม (G3) หรือการฉีกขาดที่ส่วนเอว (G6) ได้ซึ่งเป็นการฉีกขาดที่ต่อเนื่องมาจากการฉีกขาดของรอยเชื่อม ทำให้หน้าตัดของคานสูญเสียกำลังในการรับแรงดึงซึ่งเป็นผลให้กำลังในการถ่ายเทแรงทางข้างของโครงสร้างและความแข็งแรงของจุดต่อลดลง

- **เสาเหล็ก (Column)**

ความเสียหายของเสาเหล็กจะส่งผลให้ความสามารถในการรับน้ำหนักเนื่องจากแรงโน้มถ่วงและการต้านทานแรงทางข้างของโครงสร้างลดลง โดยทั่วไปลักษณะของความเสียหายเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวของเสาเหล็กที่มักจะตรวจพบสามารถแบ่งได้ 7 ประเภท ตามรายละเอียดในตารางที่ 4 และในรูปที่ 19

ตารางที่ 4 ลักษณะความเสียหายของเสาเหล็กรูปพรรณ

ชนิด	คำอธิบาย
C1	รอยแตกร้าวที่ผิวของส่วนปีก
C2	เนื้อเหล็กของส่วนปีกเกิดการฉีกหลุดออกมามีลักษณะเป็นหลุม
C3	รอยฉีกขาดที่ส่วนปีกบริเวณใกล้รอยเชื่อม
C4	รอยฉีกขาดที่ส่วนปีกบริเวณที่ติดกับรอยเชื่อม
C5	การฉีกขาดเป็นแผ่น (lamellar tearing) ที่ส่วนปีก
C6	การโก่งเดาะของส่วนปีก
C7	การวิบัติบริเวณจุดต่อทาบเสาเหล็ก (splice)
C8	การโก่งเดาะด้านข้าง



รูปที่ 19 ลักษณะความเสียหายของเสาเหล็กรูปพรรณ (ที่มา: FEMA-352)

รอยแตกร้าวที่ผิวของส่วนปีก (C1) เป็นรอยแตกร้าวขนาดเล็กและมีความลึกไม่ตลอดความหนาของส่วนปีกซึ่งมักจะพบบริเวณจุดที่คานเข้ามาเชื่อมต่อกับเสา รอยแตกร้าว C1 นี้จะไม่ส่งผลให้กำลังของเสาเหล็กลดลงอย่างทันทีทันใด แต่รอยแตกร้าวอาจพัฒนาไปสู่ความเสียหายในระดับที่รุนแรงมากได้หากต้องรองรับแรงดึงปริมาณมากซึ่งเป็นผลจากการเกิดแผ่นดินไหวตาม

การฉีกขาดหลุดออกมาเป็นหลุม (C2) จะเป็นความเสียหายที่เกิดต่อเนื่องมาจากรอยแตกร้าว C1 โดยเมื่อรอยแตกร้าวมีความยาวมากขึ้นแต่ไม่ทะลุสู่ผิวอีกฝั่งหนึ่งของส่วนปีกทำให้เกิดระนาบโค้งของรอยแตกร้าว จนเมื่อรอยแตกเพิ่มขึ้นถึงผิวเดิมของส่วนปีกเนื้อเหล็กจะหลุดออกมามีลักษณะเป็นหลุม (divot หรือ nugget) ความเสียหาย C2 นี้ถ้าเกิดบริเวณจุดต่อระหว่างเสาและปีกคานด้านล่างจะทำให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทแรงดัดจากคานสู่เสาลดลงเนื่องจากจุดเชื่อมต่อขาดความต่อเนื่อง และหากการฉีกขาดมีขนาดใหญ่จะส่งผลต่อกำลังรับแรงอัดและแรงดัดของเสาเหล็กเองด้วย

การฉีกขาดที่ส่วนปีกบริเวณใกล้รอยเชื่อม (C3) และบริเวณที่ติดกับรอยเชื่อม (C4) จะเป็นรอยแตกร้าวที่ลึกทะลุจากผิวด้านบนจนถึงผิวด้านล่างส่วนปีก โดยความเสียหาย C3 และ C4 นี้จะส่งผลให้กำลังรับแรงดึงของส่วนปีกลดลงและอาจพัฒนาไปสู่ความเสียหายที่รุนแรงกว่าได้เมื่อเกิดแผ่นดินไหวตาม

การฉีกขาดเป็นแผ่นที่ส่วนปีก (C5) เป็นการฉีกขาดที่มีความยาวขนานไปกับส่วนปีกทำให้มีลักษณะเป็นแผ่นๆ ซึ่งมักจะเกิดบริเวณแต่มีความเค้นคงค้าง (residual stresses) สูงและต้องรองรับแรงดึงสูงเช่นกัน ตัวอย่างเช่น บริเวณรอยเชื่อม เป็นต้น โดยปกติแล้วความเสียหาย C5 นี้จะไม่ได้เกิดจากแผ่นดินไหว แต่ส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นการฉีกขาดที่ต่อเนื่องมากจากการฉีกขาดของรอยเชื่อม

การโก่งเดาะของส่วนปีก (C6) จะเป็นการโก่งเดาะเฉพาะจุดที่ส่วนปีกของเสา ส่วนใหญ่มักจะเกิดบริเวณใกล้จุดต่อระหว่างเสา-คานหรือบริเวณอื่นๆ ที่คาดว่าจะเกิดพฤติกรรมจุดหมุนพลาสติก (plastic hinge) เมื่อเกิดแผ่นดินไหวขนาดรุนแรง โดยปกติการโก่งเดาะของปีกคานจะเกิดขึ้นเมื่อการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้น (inter-story drift) มากกว่า 0.02 เรเดียน แต่สำหรับเสาซึ่งโดยทั่วไปจะมีการยึดรั้งทางข้างมากกว่าคานจึงมีโอกาสเกิดการโก่งเดาะ C6 ได้น้อยกว่า ยกเว้นกรณีของอาคารที่มีพฤติกรรมคานแข็ง-เสาอ่อน (strong beam – weak column) หรือบริเวณฐานเสาของอาคารที่เกิดการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้นอย่างมาก การโก่งเดาะ C6 นี้จะส่งผลให้กำลังรับแรงในแนวดิ่งของเสาลดลงไปอย่างมาก

การวิบัติบริเวณจุดต่อทาบเสาเหล็ก (C7) เกิดจากการฉีกขาดของรอยเชื่อมบริเวณจุดต่อทาบเสาโดยเนื่องมาจากการที่เสาต้องรองรับแรงดึงอย่างมากอันเนื่องมาจากการพลิกคว่ำ (overturning) ของอาคารหรือการเกิดแรงดัดที่สูงมากในเสา การวิบัติ C7 นี้จะส่งผลต่อเสถียรภาพโดยรวม (global stability) ของอาคารเป็นอย่างมากโดยเฉพาะอาคารที่ไม่ได้รับการออกแบบให้มีระบบโครงสร้างส่วนเผื่อที่เหมาะสมจึงทำให้โครงสร้างไม่สามารถถ่ายแรงสู่ฐานรากได้

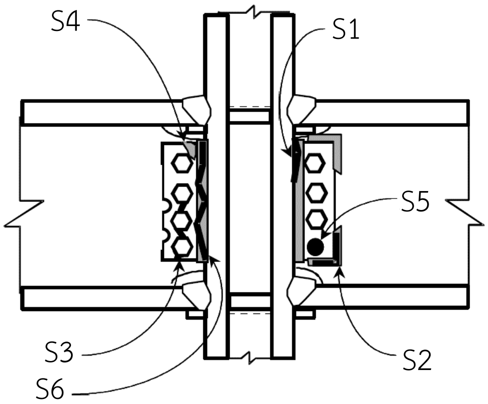
การโก่งเดาะด้านข้างของเสา (C8) เกิดจากการขาดการค้ำยันด้านข้างที่เพียงพอเมื่อเสาต้องรองรับแรงด้านข้างหรือแรงดัดที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเกิดแผ่นดินไหว การโก่งเดาะด้านข้าง C8 นี้ส่งผลให้กำลังรับแรงในแนวดิ่งของเสาลดลงไปอย่างมากและถ้าเกิดการโก่งเดาะด้านข้างอย่างมากอาจส่งผลต่อเสถียรภาพโดยรวม (global stability) ของอาคารอีกด้วย

- **แผ่นเหล็กรับแรงเฉือน (Shear Tab)**

แผ่นเหล็กรับแรงเฉือนเป็นส่วนประกอบหนึ่งของจุดเชื่อมต่อระหว่างคานและเสาโดยทำหน้าที่ถ่ายทอดแรงเฉือนจากคานลงสู่เสา โดยปกติความเสียหายของแผ่นเหล็กรับแรงเฉือนนี้จะเกิดร่วมกับความเสียหายของส่วนประกอบอื่นๆ ในบริเวณจุดเชื่อมต่อ เช่น คาน เสา รอยเชื่อม และพื้นที่ถ่ายเทแรง (panel zone) โดยลักษณะความเสียหายเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวของแผ่นเหล็กรับแรงเฉือนที่มักจะตรวจพบสามารถแบ่งได้ 6 ประเภท ตามรายละเอียดในตารางที่ 5 และในรูปที่ 20

ตารางที่ 5 ลักษณะความเสียหายของแผ่นเหล็กรับแรงเฉือน

ชนิด	คำอธิบาย
S1	รอยแตกร้าวบางส่วนของรอยเชื่อมระหว่างเสากับแผ่นเหล็กฯ
S2	รอยฉีกขาดของรอยเชื่อมโดยรอบแผ่นเหล็กฯ
S3	รอยฉีกขาดของแผ่นเหล็กฯ ตามแนวสลักยึด (bolt)
S4	การครากหรือการโก่งเดาะของแผ่นเหล็กฯ
S5	สลักยึดหลวม เสียหาย หรือหลุดหายไป
S6	รอยฉีกขาดตลอดความยาวของรอยเชื่อมระหว่างเสากับแผ่นเหล็กฯ



รูปที่ 20 ลักษณะความเสียหายของแผ่นเหล็กรับแรงเฉือน (ที่มา: FEMA-352)

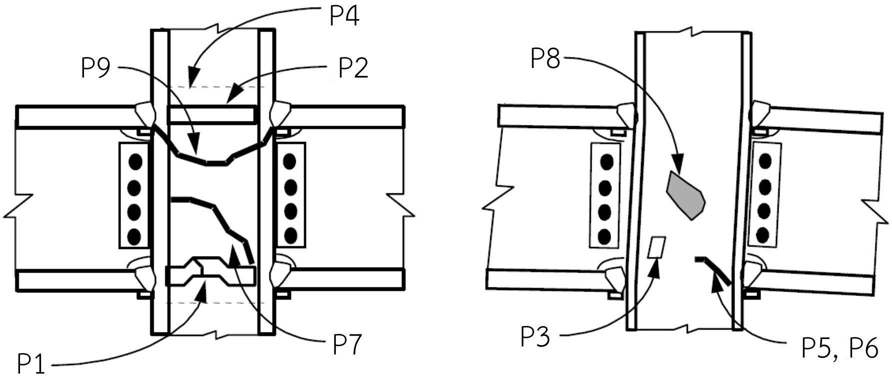
ความเสียหายของแผ่นเหล็กรับแรงเฉือนจะส่งผลให้ความสามารถในการรับน้ำหนักเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของคานเหล็กลดลงอย่างมากซึ่งอาจก่อให้เกิดการพังทลายบางส่วนได้ โดยแรงเฉือนที่เพิ่มขึ้นอย่างมากจนก่อให้เกิดความเสียหายต่อแผ่นเหล็กรับแรงเฉือนนี้เกิดจากการที่คานและเสามีการโก่งหมุนที่ไม่เท่ากัน (differential rotation) ซึ่งเป็นผลจากความเสียหายอย่างหนักของจุดเชื่อมต่อ

- **บริเวณถ่ายเทแรงระหว่างเสา-คาน (Panel Zone)**

ความเสียหายบริเวณถ่ายเทแรงระหว่างคาน-เสา (panel zone) เป็นหนึ่งในความเสียหายที่ตรวจสอบได้ยากเนื่องจากการกีดขวางของคานเหล็กในทิศทางแกนอ่อน (weak axis) ของเสา รวมทั้งความยากในการเข้าถึงและการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนเสาโดยไม่กระทบต่อความสามารถในการรับน้ำหนักคงที่ทั้งหมดของตัวอาคาร (gravity load) ทำให้ความเสียหายนี้มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมมากที่สุดในบรรดาความเสียหายทั้งหมด โดยลักษณะความเสียหายบริเวณถ่ายเทแรงระหว่างเสา-คานอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหวที่มักจะตรวจพบสามารถแบ่งได้ 9 ประเภท ตามรายละเอียดในตารางที่ 6 และในรูปที่ 21

ตารางที่ 6 ลักษณะความเสียหายของแผ่นเหล็กรับแรงเฉือน

ชนิด	คำอธิบาย
P1	การฉีกขาด การโก่งเดาะ หรือการครากของแผ่นเหล็กถ่ายเทแรง (continuity plate)
P2	การฉีกขาดที่รอยเชื่อมของแผ่นเหล็กถ่ายเทแรง
P3	การครากหรือการยืดตัวที่ส่วนเอวของเสา
P4	การฉีกขาดที่รอยเชื่อมของแผ่นเหล็กเสริมความหนา (doubler plate)
P5	การฉีกขาดบางส่วนของแผ่นเหล็กเสริมความหนา
P6	การฉีกขาดบางส่วนที่ส่วนเอวของเสา
P7	การฉีกขาดตลอดความลึกที่ส่วนเอวของเสาหรือที่แผ่นเหล็กเสริมความหนา
P8	การโก่งเดาะที่ส่วนเอวของเสา
P9	การฉีกขาดตลอดหน้าตัดเสา



รูปที่ 21 ลักษณะความเสียหายของบริเวณถ่ายเทแรงระหว่างเสา-คาน (ที่มา: FEMA-352)

รอยฉีกขาดที่แผ่นเหล็กถ่ายแรง (P1) หรือที่รอยเชื่อมของแผ่นเหล็กถ่ายเทแรง (P2) อาจส่งผลกระทบต่อสมรรถนะของโครงสร้างเพียงเล็กน้อยตราบที่รอยฉีกขาดนั้นไม่เกิดต่อเนื่องจนเข้าไปถึงเนื้อวัสดุของตัวเสา ส่วนรอยฉีกขาดที่รอยเชื่อมของแผ่นเหล็กเสริมความหนา (P4) อาจส่งผลให้ประสิทธิภาพของแผ่นเหล็กเสริมความหนาลดลงและรอยฉีกขาดอาจขยายเข้าไปในเนื้อวัสดุของเสาได้ด้วย

ถึงแม้ว่าการครากเนื่องจากแรงเฉือนในบริเวณถ่ายเทแรงระหว่างเสา-คาน (P3) เป็นสิ่งที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ แต่การครากภายใต้การยืดตัวอย่างมากของเสาอาจส่งผลให้เกิดการงอ (kinking) ที่ปีกเสาซึ่งเป็นการเพิ่มแรงเค้นในจุดต่อระหว่างเสา-คานอย่างมาก

ส่วนการฉีกขาดที่ส่วนเอวของเสาบริเวณถ่ายเทแรง (P5 P6 และ P7) หากเกิดแผ่นดินไหวตามอาจพัฒนาเป็นการฉีกขาดตลอดหน้าตัดเสา (P9) ได้ซึ่งมีความรุนแรงเทียบเท่ากับการวิบัติของรอยต่อทาบของเสา (C7) โดยเมื่อเกิดการฉีกขาดตลอดหน้าตัดเสาแล้ว เสาจะสูญเสียความสามารถในการรับแรงดึงทั้งหมดและมีความสามารถในการถ่ายเทแรงเฉือนที่จำกัด ซึ่งทำให้โครงสร้างสูญเสียความสามารถในการต้านทานแรงแผ่นดินไหว

การโก่งเดาะที่ส่วนเอวของเสาบริเวณถ่ายเทแรง (P8) อาจส่งผลให้ความต้านทานแรงเฉือนในบริเวณถ่ายเทแรงลดลงไปอย่างมากซึ่งส่งผลให้ความสามารถในการต้านทานแรงแผ่นดินไหวลดลงอย่างมากเช่นกัน โดยทั่วไปการโก่งเดาะในบริเวณถ่ายเทแรงนี้จะเกิดขึ้นได้ยากเนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการเสริมความแข็งแรงอย่างแน่นหนา

การระบุระดับความเสียหายของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

ในการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ ผู้สำรวจควรสามารถพิจารณาในเบื้องต้นได้ว่าความเสียหายลักษณะไหนบ้างที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้อาคารและความเสียหายที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงในระดับไหน โดยหลักเกณฑ์ในการพิจารณาระดับความเสียหายของอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณจะนำลักษณะความเสียหายของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณตามที่ได้อธิบายข้างต้นเพียงบางลักษณะมาพิจารณา โดยดูจากลักษณะความเสียหายที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการรับน้ำหนักคงที่ทั้งหมดของตัวอาคารเป็นหลัก ซึ่งรายละเอียดของหลักเกณฑ์มีดังนี้

ระดับที่ 1 ไม่มีความเสียหายหรือมีความเสียหายเพียงเล็กน้อย

อาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่จะพิจารณาว่าไม่มีความเสียหายหรือมีความเสียหายเพียงเล็กน้อยคืออาคารที่ไม่ตรวจพบความเสียหายตามที่ระบุในเงื่อนไขของอาคารที่มีความเสียหายปานกลางและอาคารที่มีความเสียหายรุนแรง

ระดับที่ 2 มีความเสียหายปานกลาง

อาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่จะพิจารณาว่ามีความเสียหายปานกลางคืออาคารที่มีส่วนประกอบอาคารได้รับความเสียหายอย่างหนักและปรากฏลักษณะความเสียหายของโครงสร้างดังต่อไปนี้ข้อใดข้อหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งข้อ โดยเป็นความเสียหายที่สามารถได้ด้วยตาเปล่าเท่านั้น

- จุดต่อของคานใดคานหนึ่งมีความเสียหายของแผ่นเหล็กรับแรงเฉือนประเภท S3 S5 และ S6
- คานเหล็กหลุดออกจากฐานรองรับ
- เสาเหล็กมีความเสียหายประเภท C7 และความเสียหายบริเวณถ่ายเทแรงประเภท P7

ระดับที่ 3 มีความเสียหายรุนแรง

อาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่จะพิจารณาว่ามีความเสียหายรุนแรงคืออาคารปรากฏลักษณะความเสียหายของโครงสร้างดังต่อไปนี้

- อาคารมีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้น (interstory drift) ที่ชั้นใดชั้นหนึ่งมากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ หรือ
- อาคารปรากฏความเสียหายประเภท G7 C3 C6 C7 S3 S4 S5 S6 P6 P7 หรือ P9 ตั้งแต่สองตำแหน่งขึ้นไปที่ชั้นใดชั้นหนึ่ง

ในการระบุระดับความเสียหายด้วยแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ สำหรับโครงสร้างเหล็กรูปพรรณจะใช้หลักเกณฑ์ตามที่ได้อธิบายข้างต้นนี้ซึ่งจะอยู่ในข้อ 5 สำหรับโครงสร้างเหล็กรูปพรรณในแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ แต่ผู้สำรวจควรตระหนักว่าหลักเกณฑ์ดังกล่าวเป็นเพียงหลักเกณฑ์ทั่วๆ ไปเพื่อให้ผู้สำรวจที่ไม่ใช่วิศวกรโครงสร้างหรือผู้ที่ไม่มีประสบการณ์ในการสำรวจความเสียหายของโครงสร้างเหล็กรูปพรรณสามารถทำการประเมินระดับความเสียหายในขั้นต้นได้ แต่หากผู้สำรวจเป็นวิศวกรหรือเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญสามารถใช้วิจารณญาณประกอบหลักเกณฑ์ข้างต้นนี้เพื่อให้ผลการประเมินมีความปลอดภัยมากขึ้นได้

สำหรับอาคารโครงสร้างเหล็กรูปพรรณชนิดโครงแกงแนง สามารถใช้หลักเกณฑ์การระบุระดับความเสียหายตามที่กล่าวข้างต้นได้เช่นกัน

ขั้นตอนปฏิบัติในการสำรวจความเสียหายขั้นต้น

การเตรียมความพร้อมก่อนออกสำรวจความเสียหาย

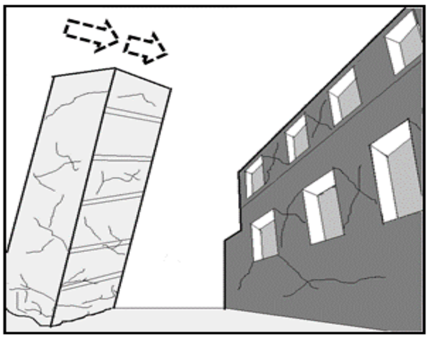
ก่อนออกสำรวจอาคารที่ได้รับความเสียหายจากแผ่นดินไหว ผู้สำรวจทุกคนควรมีการเตรียมความพร้อมโดยเข้ารับฟังการบรรยายสรุปสถานการณ์และแผนการสำรวจจากผู้มีอำนาจสั่งการในสถานการณ์ฉุกเฉินในพื้นที่ที่ได้รับมอบหมาย นอกจากนั้นผู้สำรวจควรมีการเตรียมสิ่งของและเครื่องมือที่มีความจำเป็นในระหว่างการสำรวจด้วย โดยสิ่งต่างๆ เหล่านั้นประกอบด้วย

- เอกสารสรุปข้อมูลสำคัญในการสำรวจ เช่น ข้อกำหนดในการจัดทำรายงานผลการตรวจสอบ วิธีการติดต่อสื่อสาร เป็นต้น
- เอกสารสรุปข้อมูลที่จำเป็นสำหรับเจ้าของอาคาร เช่น ข้อมูลของหน่วยงานหรือผู้ที่สามารถติดต่อได้หากต้องการความช่วยเหลือต่างๆ
- บัตรประจำตัวผู้สำรวจ
- แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ
- ป้ายประกาศระดับความเสียหายและเทปกาว
- อุปกรณ์สำนักงาน ได้แก่
  - กระดานรองเขียนพร้อมคลิปหนีบ
  - ซองพลาสติกเพื่อป้องกันเอกสารที่ใช้ในระหว่างการสำรวจ
  - ปากกาลูกลื่น
  - ปากกาชนิดหมึกถาวร สำหรับใช้เขียนข้อมูลในป้ายประกาศฯ
  - เครื่องเย็บกระดาษและลูกเย็บ
  - หมุดปักและซองพลาสติกสำหรับใส่ป้ายประกาศฯ
  - กรรไกร
  - อุปกรณ์เก็บข้อมูลแบบ USB
- เทปกั้นเขต สำหรับใช้กั้นบริเวณที่เป็นอันตราย
- แผนที่แสดงถนนหรือเส้นทางสัญจรในบริเวณที่ทำการสำรวจ
- ภาพถ่ายทางอากาศและข้อมูลเฉพาะของอาคาร
- หมวกนิรภัย ชุดที่มองเห็นได้ในระยะไกล และรองเท้านิรภัย
- ชุดป้องกันส่วนบุคคลอื่นๆ เช่น ถุงมือ หน้ากากป้องกันฝุ่น ชุดกันฝน
- โทรศัพท์มือถือหรืออุปกรณ์สื่อสารอื่นๆ และอุปกรณ์ชาร์จไฟ
- กล้องถ่ายรูปอิเล็กทรอนิคส์
- ไฟฉายและแบตเตอรี่
- ตลับเมตรและค้อนหัวหงอน
- กล้องส่องทางไกล
- เครื่องระบุตำแหน่ง GPS
- ชุดปฐมพยาบาล
- เครื่องคอมพิวเตอร์พกพาหรือแท็ปเล็ต (ถ้าจำเป็น)

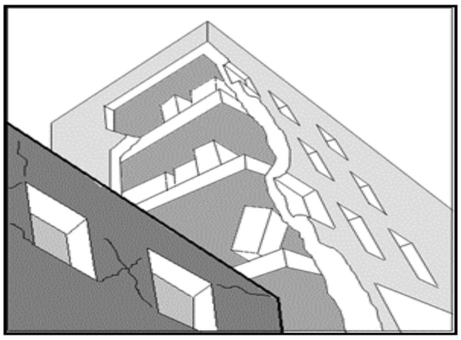
การสำรวจความเสียหายขั้นต้นจากภายนอกอาคาร

โดยทั่วไปก่อนเข้าทำการสำรวจภายในอาคาร ผู้สำรวจควรประเมินความเสียหายในขั้นต้นจากถนนด้านหน้าอาคารก่อนเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้หากผู้สำรวจเข้าสู่ภายในตัวอาคารที่เสียหาย โดยผู้สำรวจควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบสภาพโดยรอบอาคาร (ข้อ 3 ในแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ) โดยผู้สำรวจควรสังเกตจากสิ่งเหล่านี้
   - สภาพของอาคารข้างเคียงและสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น อาคารข้างเคียงได้รับความเสียหายและอาจพังถล่มลงมาทับอาคารที่กำลังตรวจสอบในรูปที่ 22(ก) การร่วงหล่นของเศษวัสดุจากอาคารข้างเคียงในรูปที่ 22(ข) เนินเขาหรือภูเขาที่อาจถล่มลงมาในรูปที่ 22(ค) หรือต้นไม้ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้



(ก) อาคารข้างเคียงได้รับความเสียหายและอาจพังถล่มลงมาทับอาคารที่ตรวจสอบได้



(ข) การร่วงหล่นของเศษวัสดุจากอาคารข้างเคียง

(ค) เนินเขาใกล้อาคารพังถล่มลงมา

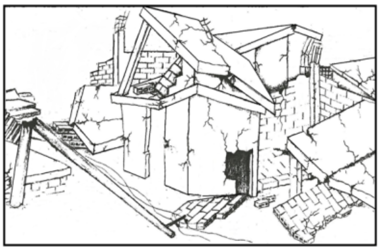
รูปที่ 22 รูปตัวอย่างสภาพโดยรอบอาคารที่อาจเป็นอันตราย

   - ความเสียหายของระดับถนนเมื่อเทียบกับโครงสร้างอาคาร
   - สภาพของความลาดชันหรือการเกิดรอยแยกของพื้นดินบริเวณรอบอาคารในรูปที่ 23

รูปที่ 23 รูปตัวอย่างการทรุดตัวของพื้นดินบริเวณที่ตั้งอาคาร

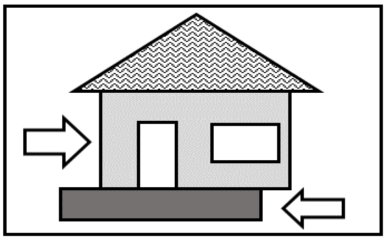
- ภัยอื่นๆ โดยรอบอาคาร เช่น การรั่วไหลของสารเคมี การฉีกขาดของสายไฟ หรือการรั่วไหลของก๊าซ

2. ประเมินความเสียหายขั้นต้นของตัวอาคารจากภายนอก (ข้อ 4 ในแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ) โดยสิ่งที่ผู้สำรวจควรสังเกตมีดังนี้
   - การยุบของตัวอาคารในบางส่วนหรือทั้งหมดในรูปที่ 24



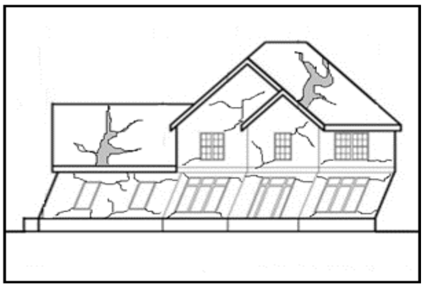
รูปที่ 24 รูปตัวอย่างอาคารพังทลายบางส่วนหรือทั้งหมด

   - การเคลื่อนหลุดออกจากฐานรากในรูปที่ 25



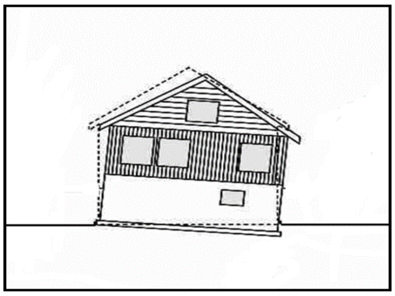
รูปที่ 25 รูปตัวอย่างอาคารเคลื่อนหลุดออกจากฐานราก

   - ตัวอาคารหรือชั้นหนึ่งชั้นใดของอาคารเกิดการเอียงตัวในรูปที่ 26



รูปที่ 26 รูปตัวอย่างการเอียงตัวของชั้นใดชั้นหนึ่งอย่างเห็นได้ชัด

- การทรุดตัวที่เห็นได้ชัดเจนหรือการแตกร้าวของฐานรากอาคารในรูปที่ 27



รูปที่ 27 รูปตัวอย่างการทรุดตัวที่เห็นได้ชัดเจน

- อันตรายจากการร่วงหล่นของชิ้นส่วนอาคาร เช่น ส่วนของหลังคาที่ยื่นออกมา หน้าต่าง หรือระเบียงที่ชำรุด
- การเคลื่อนตัวหรือการเกิดรอยแยกของพื้นดินบริเวณใต้อาคารและโดยรอบข้างอาคาร หรือมีความเสียหายของฐานรากอาคาร

3. เดินสำรวจรอบอาคารให้ไกลสุดเท่าที่จะทำได้และตรวจสอบความต่างระดับในแต่ละจุด

หากผู้สำรวจตรวจพบลักษณะความเสียหายของสภาพโดยรอบอาคารตามที่ได้กล่าวมานี้อย่างใดอย่างหนึ่งจะถือว่าอาคารที่ทำการสำรวจมีสภาพที่เป็นอันตรายต่อการใช้งาน ซึ่งในแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ จะระบุลักษณะความเสียหายเหล่านี้เป็นสีแดง (ห้ามใช้งานอาคาร) และผู้ตรวจไม่ควรเข้าไปในอาคาร แต่หากตรวจไม่พบความเสียหายเหล่านี้ให้เข้าทำการสำรวจความเสียหายภายในอาคารต่อไป แต่ทั้งนี้ผู้สำรวจควรมั่นใจว่าเส้นทางเข้า-ออกอาคารนั้นมีปลอดภัยเพียงพอ

การเข้าสำรวจความเสียหายภายในอาคาร

โดยทั่วไปขั้นตอนการประเมินความเสียหายภายในอาคารแต่ละหลังจะแตกต่างกันไปพอที่จะสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. เข้าสำรวจในแต่ละห้อง แต่ถ้าจำนวนห้องมีมากเกินไป ให้ผู้สำรวจกำหนดห้องตัวแทนเพื่อใช้ในการตรวจสอบ ตัวอย่างเช่น ห้องที่อยู่ชั้นล่าง ชั้นตรงกลาง และชั้นบนสุดของอาคาร ซึ่งอยู่บริเวณกลางอาคารและด้านข้างอาคาร
2. หากเป็นไปได้ ให้เลื่อนฝ้าเพดานออกเพื่อตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างที่ไม่สามารถมองเห็นได้
3. ตรวจสอบในช่องบันได ห้องเครื่องต่างๆ และพื้นที่ส่วนอื่นๆ ที่เข้าถึงได้เพื่อตรวจสอบระบบของโครงสร้างอาคาร

โดยการสำรวจความเสียหายขั้นต้นภายในอาคารนั้น ผู้สำรวจควรสังเกตจากสิ่งเหล่านี้

- ความเสียหายของระบบโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกเนื่องจากแรงโน้มถ่วง โดยสังเกตจากความเสียหายของโครงสร้างพื้น โครงสร้างหลังคา คาน และเสา รวมทั้งผนังอิฐก่อสำหรับอาคารโครงสร้างอิฐก่อ
- ความเสียหายของระบบโครงสร้างรับแรงกระทำด้านข้าง โดยดูจาก
    - การแตกร้าวของผนังรับแรง (bearing wall)
    - การหลุดหรือการฉีกขาดของจุดต่อระหว่างเสาและคานคอนกรีต
    - การโก่งเดาะของแกงแนงเหล็ก (steel bracing)

- การเคลื่อนตัวระหว่างชั้น (inter-story drift) ที่เห็นได้ชัด
- ความเสียหายของโครงสร้างไดอะแฟรม เช่น พื้น เป็นต้น โดยสังเกตจากรอยแตกร้าวและการเคลื่อนหลุดจากฐานรองรับของแผ่นพื้น
- ความเสียหายของจุดต่อของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป โดยสังเกตได้จาก
  - การแตกหักของสลักเกลียว
  - การแตกร้าวบริเวณจุดต่อหรือการเอียงออกจากระนาบ (out of alignment) ของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป
  - การแยกตัวออกจากวัสดุกรุผิวภายใน (interior lining)

โดยการสำรวจความเสียหายของระบบโครงสร้างด้วยแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ ให้ผู้สำรวจระบุระดับความเสียหายของชิ้นส่วนโครงสร้างส่วนต่างๆ ข้างต้นนี้ในข้อ 5 ของแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาระดับความเสียหายตามที่ได้อธิบายในบท “การสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารแต่ละประเภท” ของคู่มือฉบับนี้ และข้อ 4 ของแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ สำหรับความเสียหายของโครงสร้างอาคารโดยรวม เช่น การเคลื่อนตัวระหว่างชั้น เป็นต้น โดยใช้หลักเกณฑ์ตามที่กำหนดในแบบสำรวจขั้นต้นฯ

- ความเสียหายของส่วนประกอบอาคาร เช่น ฝ้าเพดาน แผ่นกั้นห้อง เป็นต้น โดยในการสำรวจความเสียหายของส่วนประกอบอาคารด้วยแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ ให้ผู้สำรวจระบุระดับความเสียหายของส่วนประกอบอาคารตามหลักเกณฑ์ในข้อ 6 ของแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้น
- ความเสียหายของระบบอาคาร เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องกล ระบบประปา และระบบปรับอากาศ โดยหากผู้สำรวจตรวจพบความเสียหายของระบบอาคารให้ระบุลักษณะของความเสียหายใน “ข้อ 7 ความเสียหายของระบบไฟฟ้าและระบบอื่นๆ” ในแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ ด้วย เพื่อเป็นข้อสังเกตสำหรับเจ้าของอาคารหรือผู้ที่จะเข้ามาทำสำรวจอย่างละเอียดในภายหลัง
- ภัยอันตรายอื่นๆ ที่อาจมีต่อตัวผู้สำรวจเองในขณะเข้าสำรวจภายในอาคาร เช่น
  - ระบบลิฟต์ไม่ทำงาน
  - ภัยจากวัตถุอันตราย เช่น การรั่วไหลหรือการหกล้นของสารเคมี
  - ความเสียหายของอุปกรณ์ป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย
  - ความเสียหายของบันได บานประตูไม่สามารถเปิด-ปิดได้สะดวก หรือมีสิ่งกีดขวางทางเข้า-ออกอาคาร

โดยหากผู้สำรวจตรวจพบภัยอันตรายอื่นๆ นอกเหนือจากที่ระบุในคู่มือฉบับนี้และในแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ ให้ผู้สำรวจระบุภัยดังกล่าวในพื้นที่ว่างด้านหลังแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ และให้คณะผู้สำรวจพิจารณาว่าภัยดังกล่าวอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้สำรวจหากเข้าสำรวจภายในอาคารหรือไม่

ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในระหว่างการสำรวจความเสียหาย

การเข้าประเมินความเสียหายของอาคารทุกๆ ครั้ง ผู้สำรวจควรต้องใส่ใจในความปลอดภัยของตนเองและของทีมงาน โดยก่อนที่จะเริ่มทำการสำรวจควรมีการให้ข้อมูลเรื่องข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในระหว่างการสำรวจ ผู้สำรวจควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายซึ่งอย่างน้อยที่สุดควรจะประกอบด้วย หมวกแข็ง ชุดที่สามารถมองเห็นได้ในระยะไกล รองเท้านิรภัย และโทรศัพท์มือถือ (หรืออุปกรณ์สื่อสารอื่นๆ) นอกจากนี้อาจแนะนำอุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น ไฟฉาย แว่นตานิรภัย หน้ากากกันฝุ่น ถุงมือ และน้ำดื่ม และผู้สำรวจควรพกบัตรประจำตัวตลอดเวลา

ในระหว่างการสำรวจภาคสนาม ผู้สำรวจควรต้องคอยระมัดระวังภัยอันตรายจากอาคารที่กำลังทำการประเมินอยู่ จากอาคารข้างเคียง และจากสิ่งแวดล้อม โดยมีข้อควรจำที่ผู้สำรวจสามารถนำไปใช้ปฏิบัติในระหว่างการสำรวจภาคสนาม ดังนี้

- ไม่ควรเดินสำรวจใกล้ตัวอาคารหรือในขอบเขตของส่วนยื่นหรือหลังคาของอาคารมากเกินไป
- ควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีสารอันตรายหรือมีการรั่วไหลของสารอันตราย หากมีความจำเป็นและสามารถกระทำได้อย่างปลอดภัยให้ทำการปิดหรือจำกัดการรั่วไหลก่อนเข้าสำรวจ
- ควรหลีกเลี่ยงบริเวณใกล้เคียงเสาไฟฟ้าที่โค่นล้มลงมา
- ให้อพยพออกจากอาคารทันทีเมื่อเกิดเพลิงไหม้
- ควรระมัดระวังภัยที่อาจเกิดขึ้นได้จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวตาม (aftershock) เช่น ถ้าคุณอยู่ด้านนอกให้ถอยห่างออกจากอาคารโดยเฉพาะอาคารสูง แต่ถ้าอยู่ภายในอาคารไม่ควรรีบวิ่งออกมา ควรหาที่หลบภัยภายในอาคาร เช่น ใต้โต๊ะ ช่องประตู เป็นต้น จนกระทั่งการสั่นสะเทือนหยุดลง
- ควรตรวจเช็คปริมาณน้ำและอาหารให้เพียงพอและเหมาะสมกับระยะเวลาการปฏิบัติงาน
- เมื่อต้องเข้าสำรวจภายในอาคาร ควรยึดหลักปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย ดังนี้
  - มีการมอบหมายให้มีบุคคลอยู่ภายนอกอาคารเพื่อคอยเตือนภัยในกรณีที่จำเป็น (ถ้าเป็นการสำรวจแบบทีมงาน)
  - จัดให้มีเส้นทางออกจากอาคารที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง ถ้าจำเป็นให้เปิดประตูค้างไว้โดยใช้ลิ่มไม้รองด้านล่างของบานประตู
  - ควรระมัดระวังในการสัมผัสสายไฟฟ้าที่ยังมีกระแสไฟฟ้าอยู่
  - ไม่ควรบริโภคหรือสัมผัสน้ำที่รั่วไหลภายในอาคารที่รับความเสียหายหากปราศจากการป้องกันที่เหมาะสม เช่น ใส่ถุงมือหรือรองเท้าบู๊ท
  - ควรสวมหน้ากากเพื่อความปลอดภัย เนื่องจากอาคารเก่าบางหลังอาจมีวัสดุที่มีส่วนประกอบของแร่ใยหิน
  - ควรระมัดระวังการสะดุดหากทำการสำรวจบริเวณขอบสูงที่ไม่มีราวกันตก
  - ในระหว่างการสำรวจควรจัดให้มีแสงสว่างที่เพียงพอ

การกั้นล้อมอาคารที่มีความเสี่ยง

การกั้นล้อมอาคารที่มีระดับความเสียหายเป็นสีเหลืองหรือสีแดงควรใช้เทปกั้น (barrier tape) โดยขอบเขตของแนวการกั้นนั้นควรให้มีผลกระทบต่อการจราจรหรือผู้ใช้ทางเท้าที่ผ่านไปมาให้น้อยที่สุด แต่ต้องคำนึงถึงการแตกกระจายของเศษวัสดุเมื่อร่วงหล่นลงมากระทบพื้นด้วย โดยหากไม่มีการกำหนดเป็นอย่างอื่น ในบริเวณที่อาจมีการร่วงหล่นของเศษวัสดุผู้สำรวจสามารถใช้หลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- สำหรับผนังก่ออิฐ แนวการกั้นควรห่างจากผนังเป็นระยะ 1.5 เท่าของความสูงผนัง
- สำหรับผนังแผ่นคอนกรีต แนวการกั้นควรห่างจากผนังเป็นระยะ 1 เท่าของความสูงผนัง

การกรอกแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ

ในการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว ผู้สำรวจควรใช้แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ ของกรมโยธาธิการและผังเมืองในการระบุระดับความเสียหายของอาคาร (แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ อยู่ในภาคผนวก ข) โดยแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ นี้จะประกอบด้วยรายละเอียดในการสำรวจที่สอดคล้องกับขั้นตอนการสำรวจและเงื่อนไขการระบุระดับความเสียหาย ตามที่ได้อธิบายในคู่มือนี้ และเพื่อให้ผู้สำรวจสามารถนำแบบสำรวจนี้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สำรวจควรยึดถือข้อปฏิบัติดังต่อไปนี้ในการกรอกแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ

- ควรกรอกข้อมูลต่างๆ ในแบบสำรวจด้วยตัวหนังสือที่ชัดเจน สามารถอ่านได้ง่าย
- การระบุข้อมูลอาคาร ควรระบุอย่างน้อยชื่อถนนและเลขที่อาคาร แต่ถ้าเป็นอาคารเพื่อการพาณิชย์ควรระบุชื่ออาคารด้วย
- ถ้าเป็นไปได้นอกเหนือจากระบุชื่อเจ้าของอาคารแล้ว ควรระบุข้อมูลในการติดต่อเจ้าของอาคารด้วย เช่น เบอร์โทรศัพท์ อีเมล เป็นต้น
- ในการระบุประเภทการใช้สอยของอาคาร ผู้สำรวจสามารถเลือกได้มากกว่า 1 ประเภทเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการใช้งานอาคารจริงๆ
- ผู้สำรวจควรรวบรวมข้อมูลทางกายภาพของอาคารให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้ในการประเมินถึงความรุนแรงของความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นสำหรับอาคารลักษณะเดียวกันหากเกิดแผ่นดินไหวที่มีขนาดใกล้เคียงกันในอนาคต
- ระหว่างการสำรวจความเสียหายในส่วนต่างๆ ของอาคาร ผู้สำรวจควรระบุตำแหน่งความเสียหายที่ตรวจพบให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลหากความเสียหายดังกล่าวมีความรุนแรงมากขึ้นเมื่อผู้สำรวจต้องกลับเข้าสำรวจอาคารอย่างละเอียดอีกครั้งในภายหลัง
- ในการระบุความเสียหายของโครงสร้างอาคาร ให้ผู้สำรวจพิจารณาลักษณะความเสียหายที่ตรวจพบแล้วเปรียบเทียบกับลักษณะความเสียหายตามที่ระบุในแบบสำรวจ หากผู้สำรวจไม่สามารถเทียบเคียงลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นจริงกับลักษณะความเสียหายตามที่ระบุในแบบสำรวจ ให้ผู้สำรวจเติมลักษณะความเสียหายที่ตรวจพบพร้อมระบุระดับความเสียหายโดยให้พิจารณาจากหลักการในการแบ่งระดับความเสียหาย (สีเขียว สีเหลือง สีแดง) ตามที่ได้อธิบายก่อนหน้านี้

- การระบุระดับความเสียหายของอาคาร ให้ผู้สำรวจพิจารณาจากระดับความรุนแรงที่มากที่สุด ที่ตรวจพบในอาคารหลังนั้นๆ เช่น หากตรวจพบความเสียหายระดับสีเหลือง 10 จุด แต่พบความเสียหายระดับสีแดง 1 จุด จะถือว่าอาคารหลังดังกล่าวมีความเสียหายระดับสีแดง
- กรณีที่ในทีมสำรวจมีความเห็นแตกต่างกันในการระบุระดับความเสียหายของอาคาร ให้เป็นหน้าที่ของหัวหน้าทีมสำรวจในการตัดสิน โดยหัวหน้าทีมควรพิจารณาทั้งผลกระทบที่มีต่อเจ้าของอาคารและความปลอดภัยต่อสาธารณะ
- ให้ผู้กรอกแบบสำรวจระบุชื่อ หน่วยงาน ตำแหน่ง และเบอร์โทรศัพท์ของผู้สำรวจทุกคนในคณะสำรวจรวมทั้งของหัวหน้าทีมสำรวจด้วย และเมื่อหัวหน้าทีมสำรวจได้ตรวจสอบข้อมูลในแบบสำรวจแล้ว ให้หัวหน้าทีมลงลายมือชื่อรับรองผลสำรวจต่อไป
- การกรอกข้อมูลวัน เวลา ให้ใส่ทั้งเวลาเริ่มต้นการสำรวจและเวลาเสร็จสิ้นการสำรวจ โดยควรเป็นข้อมูลจริงเพื่อสามารถใช้ในวางแผนการสำรวจในภายหลังได้

ภาคผนวก ก
ป้ายประกาศระดับความเสียหาย

อาคารสามารถใช้งานได้ตามปกติ

พื้นที่พ่น/ระบาย
สีเขียว

ข้อแนะนำในการปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานอาคารต่อไป และความปลอดภัยต่อสาธารณะ

- เจ้าของอาคารควรเฝ้าระวังหากความเสียหายของอาคารมีการเปลี่ยนแปลงไปจากที่ผู้สำรวจตรวจพบ
- แจ้งเจ้าหน้าที่หากตรวจพบสิ่งที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้

ชื่อและที่ตั้งอาคาร

....

....

....

....

ชื่อหัวหน้าผู้สำรวจ..

วันที่.. เวลา..

เบอร์โทรศัพท์ ....

ลายมือชื่อ ....

ห้ามเคลื่อนย้ายหรือทำลายป้ายประกาศนี้

อาคารใช้งานได้แบบมีเงื่อนไข

พื้นที่พ่น/ระบาย
สีเหลือง

ชื่อและที่ตั้งอาคาร

....

....

....

....

ข้อปฏิบัติสำหรับเจ้าของอาคารที่สามารถใช้งานได้แบบมีเงื่อนไข

- จัดหาวิศวกรดำเนินการสำรวจความเสียหายอย่างละเอียดอีกครั้ง เพื่อยืนยันความปลอดภัยในการใช้งานอาคารหรือกำหนดวิธีการซ่อมแซมที่เหมาะสมต่อไป
- ห้ามใช้อาคารในบริเวณดังนี้..
....
....

ชื่อหัวหน้าผู้สำรวจ...

วันที่... เวลา..

เบอร์โทรศัพท์ ....

ลายมือชื่อ ....

ห้ามเคลื่อนย้ายหรือทำลายป้ายประกาศนี้

ห้ามใช้งานอาคาร

พื้นที่พ่น/ระบาย
สีแดง

ข้อปฏิบัติสำหรับเจ้าของอาคารที่ห้ามใช้งาน

- การเข้าภายในอาคารหลังนี้ต้องได้รับการอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจอนุญาต
- จัดหาวิศวกรดำเนินการสำรวจความเสียหายอย่างละเอียดอีกครั้งเพื่อกำหนดวิธีการซ่อมแซมที่เหมาะสมต่อไป
- ทำการกั้นล้อมอาคารโดยมีขอบเขตดั้งนี้ ....
....
....

ชื่อและที่ตั้งอาคาร

....

....

....

....

ชื่อหัวหน้าผู้สำรวจ...

วันที่... เวลา...

เบอร์โทรศัพท์ ....

ลายมือชื่อ ....

ห้ามเคลื่อนย้ายหรือทำลายป้ายประกาศนี้

ภาคผนวก ข
แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นฯ

แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคาร หลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

1. ข้อมูลทั่วไปของอาคาร

ชื่ออาคาร: ....

เจ้าของอาคาร: ....

ที่ตั้งอาคาร

เลขที่: .... หมู่ที่ .... ซอย: ....

ถนน: .... ตำบล: ....

อำเภอ: .... จังหวัด...

ตำแหน่งพิกัด GPS (ถ้ามี)

ละติจูด: ....

ลองจิจูด: ....

การใช้สอยอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)

__ บ้านพักอาศัย　　__ อาคารสำนักงาน

__ อาคารอยู่อาศัยรวม　　__ โบราณสถาน

__ หอประชุม　　__ โรงงานอุตสาหกรรม

__ อาคารพานิชยกรรม　　__ สถานศึกษา

__ โรงมหรสพ　　__ สถานพยาบาล

__ โรงแรม　　__ ศาสนสถาน

__ อื่นๆ ....

__ อาคารของเอกชน　　__ อาคารของภาครัฐ

2. ข้อมูลทางกายภาพของอาคาร

จำนวนชั้น: เหนือพื้นดิน: ....ชั้น　　ใต้ดิน: ....ชั้น

พื้นที่อาคาร (ประมาณ): .... ตร.ม.

สภาพโดยรอบอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)

__ มีอาคารข้างเคียง　　__ ติดเนินดิน/เชิงเขา　　__ ติดแม่น้ำ คลอง

ชนิดโครงสร้างอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)

__ โครงสร้างไม้　　__ โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก　　__ โครงสร้างอิฐก่อ

__ โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ　　__ โครงสร้างครึ่งคสล.- ครึ่งไม้　　__ โครงสร้างใต้ถุนโล่ง

__ อื่นๆ...

วัสดุผนังภายนอกของอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)

__ ผนังอิฐก่อ　　__ ผนังเบา

__ ผนังแผ่นคอนกรีต　　__ ผนังกระจก

__ ผนังไม้　　__ อื่นๆ ....

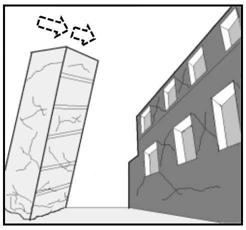
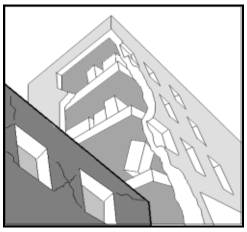
วัสดุผนังกั้นภายในของอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)

__ ผนังอิฐก่อ　　__ ผนังเบา

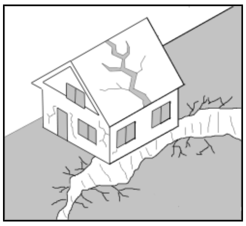
__ ผนังแผ่นคอนกรีต　　__ ผนังกระจก

__ ผนังไม้　　__ อื่นๆ ....

3. อันตรายของสภาพโดยรอบอาคารที่ส่งผลกระทบต่ออาคารที่กำลังประเมิน (คู่มือ หน้า 27)

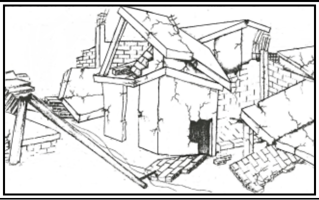



	มี
อันตรายจากอาคารข้างเคียง เช่น	△
• อาคารข้างเคียงเอียงและอาจพังถล่มได้	
• เศษวัสดุร่วงหล่นจากอาคารข้างเคียง	



	มี
อันตรายจากสภาพพื้นที่ตั้งอาคารและพื้นที่โดยรอบ เช่น	△
• การถล่มของลาดเชิงเขา/ตลิ่ง	
• พื้นดินที่ตั้งอาคารมีการทรุดตัว/แยกตัว	

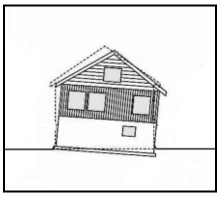
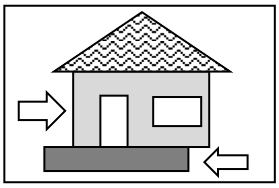
4. ความเสียหายเมื่อสังเกตจากภายนอกอาคาร (คู่มือ หน้า 28)



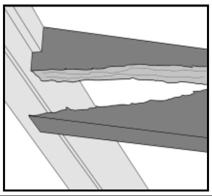
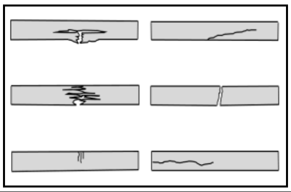
	มี
• โครงสร้างอาคารมีการพังถล่มทั้งหมด/บางส่วน	△

<u>**หมายเหตุ**</u>　□ สีเขียว　○ สีเหลือง　△ สีแดง

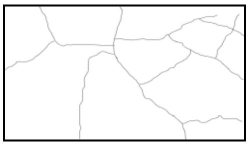
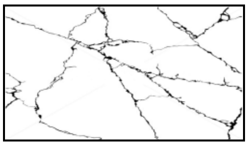
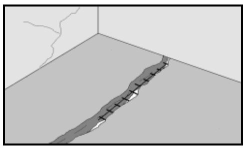
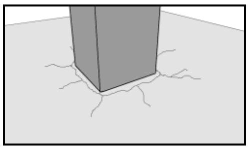
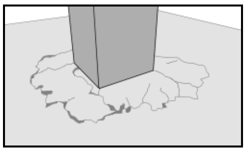
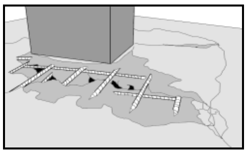
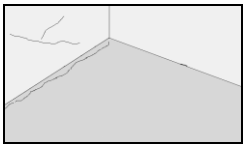
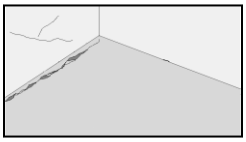
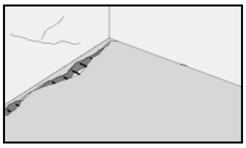
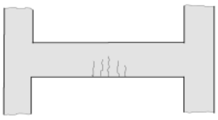
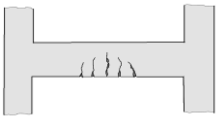
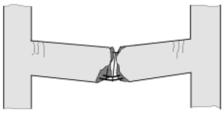
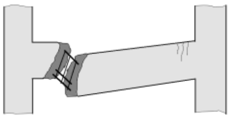
4. ความเสียหายเมื่อสังเกตจากภายนอกอาคาร (ต่อ) (คู่มือ หน้า 28)

		มี
	• อาคารเกิดการทรุดตัวหรือเอียงอย่างเห็นได้ชัด	△
	• อาคารเกิดการเคลื่อนตัวระหว่างชั้นที่ติดกันอย่างเห็นได้ชัด	△
	• อาคารโครงสร้างอิฐก่อมีรอยแตกร้าวหรือความเสียหายที่ผนังอย่างเห็นได้ชัด (คู่มือ หน้า 9)	△
	• อาคารเคลื่อนหลุดออกจากฐานราก	△

5. ความเสียหายของโครงสร้างอาคาร

โครงสร้างไม้ (คู่มือ หน้า 8-9)		มี
 	• เกิดการฉีกขาดของจุดเชื่อมต่อโครงสร้างไม้	△ บริเวณ ....
	• เกิดการวิบัติของชิ้นส่วนโครงสร้างไม้ เช่น การฉีกขาดขนานเสี้ยน การฉีกขาดตั้งฉากเสี้ยน การหัก เป็นต้น	△ บริเวณ ....

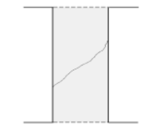
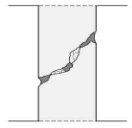
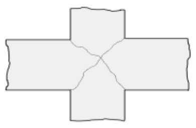
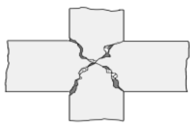
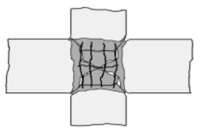
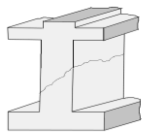
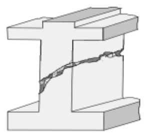
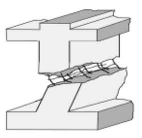
โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (คู่มือ หน้า 10-18)

ส่วนโครงสร้าง	บริเวณที่ตรวจสอบ	ระดับความเสียหาย: ไม่มี/มีรอยแตกร้าวขนาดเล็ก	ระดับความเสียหาย: มีรอยแตกร้าวเห็นได้ชัดเจน	ระดับความเสียหาย: มีรอยฉีกขาดอย่างรุนแรง
พื้น	ผิวพื้นด้านบน/ล่าง	 ☐ บริเวณ	 ○ บริเวณ	 △ บริเวณ ....
พื้น	ผิวพื้นรอบๆ เสา	 ☐ บริเวณ	 ○ บริเวณ	 △ บริเวณ ....
พื้น	รอยต่อระหว่างพื้นและคาน	 ☐ บริเวณ	 ○ บริเวณ	 △ บริเวณ ....
คาน	ช่วงกลางคาน	 ☐ บริเวณ	 ○ บริเวณ	 △ บริเวณ ....
คาน	รอยต่อระหว่างคานและเสา	☐ บริเวณ	○ บริเวณ	 △ บริเวณ ....

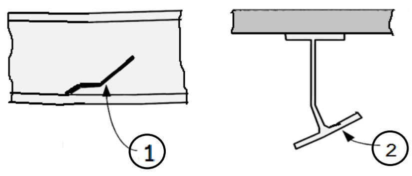
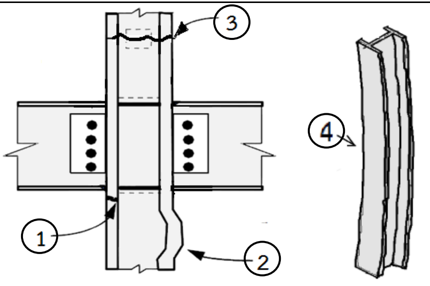
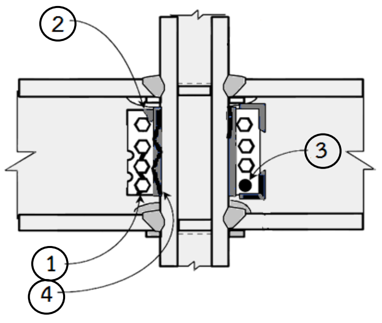
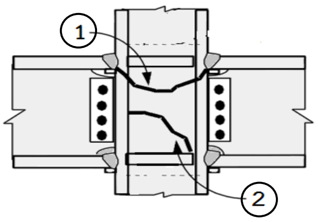
หมายเหตุ ☐ สีเขียว ○ สีเหลือง △ สีแดง

5. ความเสียหายของโครงสร้างอาคาร (ต่อ)

โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (คู่มือ หน้า 10-18)

ส่วนโครงสร้าง	บริเวณที่ตรวจสอบ	ระดับความเสียหาย: ไม่มี/มีรอยแตกร้าวขนาดเล็ก	ระดับความเสียหาย: มีรอยแตกร้าวเห็นได้ชัดเจน	ระดับความเสียหาย: มีรอยฉีกขาดอย่างรุนแรง
เสา	ช่วงเสา			
		□ บริเวณ	○ บริเวณ	△ บริเวณ ....
	จุดต่อเสา-คาน			
		□ บริเวณ	○ บริเวณ	△ บริเวณ ....
กำแพง คสล.	ทั่วไป			
		□ บริเวณ	○ บริเวณ	△ บริเวณ ....

โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ (คู่มือ หน้า 18-25)

ส่วนโครงสร้าง	สิ่งที่ตรวจสอบ	รายละเอียดการตรวจสอบ	
คาน		① ส่วนเอวเกิดการฉีกขาด มากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ ....
		② หน้าตัดเกิดการโก่งเดาะด้านข้าง	○ บริเวณ ....
		กรณี ② มีมากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ ....
เสา		① ส่วนปีกเกิดรอยร้าวตลอดความลึก มากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ ....
		② ส่วนปีกเกิดการโก่งเดาะ มากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ ....
		③ การวิบัติบริเวณรอยต่อเชื่อมเสา	○ บริเวณ ....
		กรณี ③ มีมากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ ....
		④ หน้าตัดเกิดการโก่งเดาะด้านข้าง	○ บริเวณ ....
		กรณี ④ มีมากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ ....
แผ่นเหล็กรับแรงเฉือน		① แผ่นเหล็กปะกับมีรอยฉีกขาดในแนวของสลักยึด	○ บริเวณ ....
		กรณี ① มีมากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ ....
		② แผ่นเหล็กปะกับเกิดการโก่งเดาะ มากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ ....
		③ จุดต่อเกิดการหลวมตัวเนื่องจากสลักเสียหายหรือหายไป	○ บริเวณ ....
		กรณี ③ มีมากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ ....
		④ รอยฉีกขาดตลอดความยาวของรอยเชื่อมที่ติดกับเสา	○ บริเวณ ....
		กรณี ④ มีมากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ ....
บริเวณถ่ายเทแรงระหว่างคาน-เสา		① รอยฉีกขาดตลอดความลึกของหน้าตัดมากกว่า 1 จุด/ชั้น	△ บริเวณ ....
		② รอยฉีกขาดตลอดความลึกของส่วนเอว	○ บริเวณ ....
		กรณี ② มีมากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ ....

หมายเหตุ □ สีเขียว ○ สีเหลือง △ สีแดง

5. ความเสียหายของโครงสร้างอาคาร (ต่อ) (คู่มือ หน้า 8-9 กรณีไม้ หรือ หน้า 10-18 กรณีคอนกรีต หรือ หน้า 18-25 กรณีเหล็กรูปพรรณ)

โครงสร้างอื่นๆ			
โครงหลังคา	ไม่มีความเสียหาย	โครงสร้างรองเช่น แป เสียหาย	โครงสร้างหลักเช่น จันทัน อกไก่ เสาดั้ง เสียหาย
	☐	◯	△

6. ความเสียหายของส่วนประกอบอาคาร (คู่มือ หน้า 30)

รายการ	ระดับความเสียหาย	
ผนังก่อ	ไม่มีความเสียหาย/เสียหายเล็กน้อย	เสียหายมาก อาจล้มพังลงมา
	☐ บริเวณ	◯ บริเวณ ....
ฝ้า เพดาน	ไม่มีความเสียหาย/เสียหายเล็กน้อย	เสียหายมาก อาจร่วงหล่นได้
	☐ บริเวณ	◯ บริเวณ ....
วัสดุมุงหลังคา	ไม่มีความเสียหาย/เสียหายเล็กน้อย	เสียหายมาก อาจร่วงหล่นได้
	☐ บริเวณ	◯ บริเวณ ....

7. ความเสียหายของระบบไฟฟ้าและระบบอื่นๆ (คู่มือ หน้า 30)

ข้อสังเกต ....

....

8. สรุปผลการประเมินความเสียหายที่มีผลต่อการใช้งานอาคาร (คู่มือ หน้า 32-33)

☐	โครงสร้างอาคารมีความเสียหายเล็กน้อยหรือไม่มีความเสียหาย สามารถใช้งานได้ปกติ	
◯	โครงสร้างอาคารมีความเสียหายปานกลาง สามารถใช้งานได้แต่ต้องระมัดระวังภัยจากเศษวัสดุร่วงหล่นจากชิ้นส่วนโครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆ ของอาคาร	**ข้อแนะนำเพิ่มเติม** ☐ จัดให้มีการตรวจสอบอย่างละเอียด ☐ จัดให้มีการกั้นโดยรอบอาคาร หรือ พื้นที่บางส่วนของอาคาร คำแนะนำอื่นๆ ....
△	โครงสร้างอาคารมีความเสียหายอย่างหนักและอาจเกิดการพังถล่มได้ หรืออาคารมีสภาพที่เป็นอันตรายถึงชีวิตได้ จึงไม่สามารถให้ใช้งานอาคารต่อไปได้	

9. ข้อมูลผู้สำรวจ

ชื่อผู้สำรวจ #1: .... **หน่วยงาน:** ....
โทรศัพท์: .... **ตำแหน่ง:** ....

ชื่อผู้สำรวจ #2: .... **หน่วยงาน:** ....
โทรศัพท์: .... **ตำแหน่ง:** ....

ชื่อผู้สำรวจ #3: .... **หน่วยงาน:** ....
โทรศัพท์: .... **ตำแหน่ง:** ....

วันที่: .... **เวลาเริ่มต้นสำรวจ:** .... **เวลาสำรวจแล้วเสร็จ:** ....

หัวหน้าผู้สำรวจ: .... **หน่วยงาน:** ....
โทรศัพท์: .... **ตำแหน่ง:** ....
ลายมือชื่อ ....

หมายเหตุ ☐ สีเขียว ◯ สีเหลือง △ สีแดง

10. พื้นที่สำหรับวาดภาพประกอบที่จำเป็น