ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านวิศวกรรมแผ่นดินไหวและการสั่นสะเทือน
ร่วมกับ
หน่วยวิจัยธรณีวิทยาแผ่นดินไหวและธรณีแปรสัณฐานผืนแผ่นดินของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประชุมโต๊ะกลม 2012

แผ่นดินไหว "ข่าวลือหรือความจริง"

30 เมษายน 2555

โดย ศ.ดร. ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์ และ รศ.ดร. ปัญญา จารุศิริ

ขณะนี้ เกิดความตื่นตระหนกมากเกี่ยวกับภัยแผ่นดินไหว โดยเฉพาะที่จังหวัดภูเก็ต อีกทั้งมีข่าวเสนอในสื่อมวลชนมากมาย ซึ่งบางครั้งมีความคลาดเคลื่อน ทางวิชาการ ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านวิศวกรรมแผ่นดินไหวและการสั่นสะเทือนร่วมกับ หน่วยปฏิบัติการวิจัยธรณีวิทยาแผ่นดินไหวและธรณีแปรสัณฐานผืนแผ่นดินของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงเห็นว่ามีความจำเป็นที่จะให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่ประชาชนดังต่อไปนี้

1. แผ่นดินไหวขนาด 8.6 เมื่อวันที่ 11 เมษายน 2555 มีการ"สันนิษฐาน" ว่าอาจเป็นผลจากแผ่นดินไหวยักษ์ขนาด 9.1 เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ซึ่งอาจทำให้เกิดการสะสมความเครียดเพิ่มขึ้นในส่วน (segment) ของเปลือกโลกในบริเวณใกล้เคียง (จุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหวทั้งสองอยู่ห่างกันราว100 – 200 กม.) อย่างไรก็ตามข้อสันนิษฐานนี้ จำต้องได้รับการศึกษาวิจัยต่อไป ว่าเป็นเช่นนั้นจริงหรือไม่

ปรากฏข่าวในสื่อมวลชนว่าแผ่นดินไหวใหญ่ทั้งสองเหตุการณ์ดังกล่าว อาจส่งผลกระตุ้นให้รอยเลื่อนมีพลังงานต่างๆ ในภาคเหนือและภาคตะวันตกของไทย เกิดแผ่นดินไหวบ่อยขึ้น หรือรุนแรงขึ้น บางข่าวบอกว่าอาจทำให้รอยเลื่อนเหล่านั้นเกิดการมุดตัว เนื่องจากรอยเลื่อนเหล่านั้นอยู่ห่างออกไปมาก (กว่า 1000 กม.) จึงน่าจะได้รับผลกระทบน้อยมากจากผลการเคลื่อนตัวของแผ่นดินไหวทั้งสองเหตุการณ์นั้น เช่นเดียวกัน จำต้องมีการศึกษาวิจัยต่อไปโดยนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง **ส่วนการที่จะทำให้รอยเลื่อนในประเทศไทยมุดตัวนั้นเป็นไปไม่ได้** เนื่องจากรอยเลื่อนเหล่านั้นเลื่อนตัวในแนวราบเป็นหลัก (ทางเทคนิคเรียกว่าเป็นแบบ strike slip)

(There is evidence to suggest that earthquakes in one area can trigger seismic activity within a few hundred miles, including aftershocks clustered near the main shock. There is also evidence that some major earthquakes manage to trigger seismicity over much greater distances (thousands of miles), but these triggered quakes are small and very short lived.

……. http://earthquake.usgs.gov/learn/topics/megaqk_**facts_fantasy**.php)

2. หลังจากแผ่นดินไหวขนาด 4.3 หน่วยริกเตอร์ เมื่อวันที่ 16 เมษายน 2555 ที่อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต มีกระแสข่าวต่างๆ เช่น การพยากรณ์ว่า จะเกิดแผ่นดินไหวใหญ่ทำให้เกาะภูเก็ตจมทะเลบ้าง และแม้กระทั่งมีการพยากรณ์ว่าจะเกิดแผ่นดินไหวรุนแรงจากผลของพายุสุริยะ อีกทั้งมีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยของอาคารจากแผ่นดินไหว

ในทางธรณีวิทยาพบว่าแผ่นดินไหวที่เกิดในแถบอำเภอนี้ น่าจะเป็นผลมาจากรอยเลื่อนขนาดเล็กที่เป็นส่วนแขนง ซึ่งแยกออกจากรอยเลื่อนหลักที่ยาวกว่าบนแผ่นดินคือรอยเลื่อนคลองมะลุย แต่ส่วนใหญ่รอยเลื่อนที่พาดผ่านจังหวัดภูเก็ตเป็นรอยเลื่อนที่ตายแล้ว (มีอายุที่มากกว่าหรือไหวตัวครั้งสุดท้าย 10,000 ปี) และส่วนใหญ่เกิดในหินแข็งที่มีอายุมากกว่า 100 ล้านปี ซึ่งถ้าหากเป็นเช่นนั้นคงต้องใช้แผ่นดินไหวที่มีขนาดความรุนแรงมากกว่า 9 ริกเตอร์ ซึ่งเป็นไปได้ยาก เพราะลอยเลื่อนขนาดใหญ่กว่าคือรอยเลื่อนสะกาย ที่ผ่านลุ่มน้ำอิระวดีในพม่า อย่างไรก็ตาม หลายคนยังไปเทียบเคียงกับเกาะจม และเกาะผุดในตอนช่วงเกิดสึนามิเมื่อ 2547 อันเป็นผลจากการมุดตัวของแผ่นอินเดียลงไปใต้แผ่นยูเรเซีย (ซุนด้า) ซึ่งความจริง**เกาะภูเก็ตเป็นเกาะเก่าแก่มาก และมีความเสถียรมากพอที่จะต้านผลการมุดตัวดังกล่าวได้ อีกทั้งเกาะอยู่ห่างจากแนวมุดตัวด้วย จึงไม่น่าจะทำให้เกาะมีปัญหาแต่อย่างใด**

สำหรับอาคาร แผ่นดินไหวที่มีอำนาจทำลาย (ถึงขั้นทำให้อาคารถล่มได้) จะเป็นขนาดราว 5 หน่วยริกเตอร์ ขึ้นไป (โดยทั่วไปจะเป็น 5.5 ขึ้นไป) แผ่นดินไหวที่เคยเกิดขึ้นโดยมีจุดศูนย์กลางในประเทศและได้มีทำให้เกิดความเสียหายแก่อาคาร(ส่วนที่เป็นส่วนโครงสร้าง)นับตั้งแต่ พ.ศ. 2510 ที่สำคัญได้แก่

แผ่นดินไหวขนาด 5.9 หน่วยริกเตอร์ ที่อ. ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี เมื่อ 22 เมษายน 2526
" 5.1 " อ. พาน จ.เชียงราย 11 กันยายน 2537
" 5.1 " อ. แม่ริม จ. เชียงใหม่ 13 ธันวาคม 2549

ส่วนแผ่นดินไหวที่มีจุดศูนย์กลางอยู่นอกประเทศและส่งผลทำให้เกิดความเสียหายแก่อาคารในประเทศไทย(ไม่รวมสึนามิ) ได้แก่ แผ่นดินไหวขนาด 6.7 ที่ประเทศพม่า เมื่อวันที่ 22 กันยายน 2546 ขนาด 6.3 ที่ประเทศลาวเมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2550 และขนาด 6.8 ที่พม่าเมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2554

ความเสียหายที่มากที่สุด ที่พบจากเหตุการณ์เหล่านี้ ได้แก่การแตกร้าวแบบทแยงในเสาสั้น (รูปที่ 1) และการแตกร้าวอย่างรุนแรงในผนังอิฐก่อ ซึ่งส่งแรงไปทำให้เสาคลส. แตกร้าวรุนแรงจนเหล็กยืนดุ้ง (รูปที่ 2)

(ก)

(ข)

รูปที่ 1. (ก) อาคารผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย เสียหายจากแผ่นดินไหวขนาด 5.1 หน่วยริกเตอร์ (ข) เสาสั้นอาคารแตกร้าวทแยง

ก.

ข.

ค.

รูปที่ 2 ความเสียหายลักษณะรอยร้าวเฉือนในเสา คสล. ของอาคารพาณิชย์ 3 ชั้นอำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย จากแผ่นดินไหวในพม่าขนาด 6.8 หน่วยริกเตอร์ เมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2554

หากขนาดของแผ่นดินไหวต่ำกว่า 5 หน่วยริกเตอร์ (เช่นกรณีของภูเก็ต) โดยทั่วไปอาคารจะสามารถต้านทานแรงสั่นสะเทือนได้โดยไม่พังทลาย ยกเว้นอาคารที่ไม่ได้มาตรฐาน หรือแผ่นดินไหวเกิดขึ้นที่ระดับตื้นมากผิดปกติ (ซึ่งไม่เคยเกิดเช่นนี้ในเมืองไทย) และเกิดใกล้อาคารมาก แต่หากแผ่นดินไหวมีขนาดใหญ่กว่านี้ อาคารอาจได้รับความเสียหายมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยมากมาย เช่น แผ่นดินไหวมีส่วนประกอบความถี่อย่างไร สั่นไหวนานเพียงไร จุดกำเนิดแผ่นดินไหวเกิดขึ้นที่ระดับตื้นหรือลึก ใกล้กับเมืองไหม สภาพดินที่ตั้งอาคารเป็นอย่างไร (เป็นดินอ่อนหรือดินทรายไม่แน่น หรือไม่) อาคารมีระบบโครงสร้างที่ดีไหม (เช่น มีลักษณะไม่สม่ำเสมอหรือไม่ มีผนังแรงเฉือนเป็นองค์อาคารหลักต้านแรงด้านข้างหรือไม่) และที่สำคัญคืออาคารได้รับการออกแบบและก่อสร้างด้วยมาตรฐานดีเพียงไร

ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านวิศวกรรมแผ่นดินไหวและการสั่นสะเทือน
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประชุมโต๊ะกลม 2012
มาตรการบรรเทาภัยพิบัติ
ศ.ดร.ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์
วันที่ 30 เมษายน 2555

มาตรการบรรเทาภัยพิบัติ

การเตรียมพร้อมอาคารและโครงสร้างพื้นฐาน

อาคารที่ ออกแบบก่อสร้างไม่ได้มาตรฐาน อาจพังถล่มเมื่อเกิดภัยธรรมชาติรุนแรงก่อให้เกิดอันตรายแก่ชีวิตและทรัพย์สิน คำถามจึงเกิดขึ้นเสมอว่า อาคารที่มีอยู่แล้วซึ่งไม่ได้ออกแบบก่อสร้างให้ต้านทานแผ่นดินไหวได้ จะทำอย่างไร

โดยที่คาบเวลาการเกิดซ้ำของแผ่นดินไหวรุนแรงจากรอยเลื่อนขนาดใหญ่ในประเทศไทย มีระยะเวลายาวนานมาก(เมื่อเทียบกับประเทศที่มีภัยแผ่นดินไหวรุนแรง) และอาคารโดยทั่วไปมีอายุใช้งานราว 50-100 ปี ทำให้เรามีเวลาเตรียมตัว (**แต่ไม่อาจนิ่งนอนใจ**) จึงควรใช้ยุทธศาสตร์ที่เหมาะสมซึ่งแตกต่างจากที่ใช้ในประเทศที่มีแผ่นดินไหวรุนแรงและถี่มากกว่า (เช่น ญี่ปุ่น หรือ สหรัฐอเมริกา) กล่าวคือ

ก. ต้องให้ความสำคัญแก่**อาคารสาธารณะและโครงสร้างพื้นฐาน**ที่จำเป็นต่อการบรรเทาสาธารณภัยเป็นลำดับแรก เพราะหากอาคารเหล่านี้เสียหาย จะเกิดความสูญเสียเป็นทวีคูณเนื่องจาก เป็นอุปสรรคในการบรรเทาภัย ดังนั้นหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องจึงควรทยอยจัดสรรงบประมาณเพื่อจัดให้มีการประเมินความแข็งแรงของอาคารเหล่านี้ (ทั้งอาคารหลักและอาคารประกอบ) และเสริมความแข็งแรงหากมีความจำเป็น เนื่องจากอาคารที่ไม่มีความต้านทานแผ่นดินไหวเพียงพอมีจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาโลจิสติกส์ (logistics) ให้ดีในการดำนินการ เช่น เส้นทางคมนาคมที่เป็นเสมือนเส้นเลือดใหญ่ ต้องมีลำดับความเร่งด่วนสูงในการปรับปรุงหรือเสริมสมรรถนะ โครงสร้างพื้นฐานทั้งทางยกระดับ สะพาน โรงไฟฟ้า ประปา ฯลฯ รวมทั้งอาคารสาธารณะ เช่นโรงพยาบาล โรงเรียน ในเส้นทางนั้นให้สามารถต้านทานแผ่นดินไหวได้ เป็นต้น

อนึ่งโรงเรียนที่เสริมความแข็งแรงแล้วยังใช้เป็นที่อพยพหรือพักพิงชั่วคราวแก่ผู้ประสบภัยพิบัติ (ทุกประเภท) ได้อย่างดี ซึ่งเมืองไทยยังขาดอยู่มาก

ข. **อาคารสำคัญสำหรับการบัญชาการ**ต่างๆ ทั้งทำเนียบรัฐบาล ศูนย์บัญชาการของตำรวจ และทหาร ศาลากลางจังหวัด ที่ว่าการอำเภอฯลฯ ต้องจัดให้มีการประเมินความแข็งแรง และปรับปรุง / เสริมสมรรถนะโครงสร้าง (ถ้าจำเป็น) เช่นเดียวกัน

ค. **อาคารที่มีลักษณะอ่อนแอ**ชัดเจน ควรได้รับการแก้ไขเพื่อปรับปรุงสมรรถนะให้ดีขึ้น เช่น อาคารที่ชั้นล่างเปิดโล่ง (หรือค่อนข้างโล่ง) อาคารที่มี ความไม่สม่ำเสมอเชิงการบิด (torsional

irregularity) เช่น มีปล่องลิฟต์เยื้องศูนย์มาก สะพานหรือทางด่วนที่ไม่มีการป้องกันการเลื่อนหลุดของพื้นหรือคานสะพานจากฐานรองรับสำหรับการสั่นไหวรุนแรงจากแผ่นดินไหว ควรได้รับการแก้ไข ซึ่งทำได้ไม่ยากและไม่สิ้นเปลืองมากนักแต่ช่วยเพิ่มสมรรถนะของโครงสร้างให้ดีขึ้นมาก

หากดำเนินการตามยุทธศาสตร์นี้แล้ว ในภายหน้า เราก็จะมีอาคารซึ่งส่วนใหญ่มีความต้านทานแผ่นดินไหวในขั้นต่ำเป็นอย่างน้อย

การเตรียมพร้อมระบบเพื่อการบรรเทาภัย

นอกจากยุทธศาสตร์อาคารปลอดภัยแล้ว หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบรรเทาภัยจำเป็นต้องสำรวจ และเตรียมความพร้อมระบบอุปกรณ์เพื่อการบรรเทาภัย เช่น สำรวจสภาพอุปกรณ์ต่างๆและบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดี สำรองอาหลั่ยและอุปกรณ์สำหรับการซ่อมแซมเมื่อเกิดความเสียหายจากภัยพิบัติ หน่วยงานที่สำคัญควรมีระบบ IT สำรอง ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและระบบโทรคมนาคมฉุกเฉิน เป็นต้น ทุกหน่วยงานควรย้ายระบบไฟฟ้าฉุกเฉินไปในที่สูงน้ำท่วมไม่ถึง (โรงพยาบาลหลายแห่งเป็นอัมพาตเมื่อคราวน้ำท่วมใหญ่ปลายปี 2553 เนื่องจากเครื่องปั่นไฟฟ้าฉุกเฉินถูกน้ำท่วม)

มาตรการด้านกฎหมาย และการบังคับใช้กฎหมาย

อาคารใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารสาธารณะที่สำคัญ รวมทั้งโครงสร้างพื้นฐานจำต้องก่อสร้างตามมาตรฐานที่กำหนดใน**กฎกระทรวงกำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคารและพื้นดินที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ.ศ.**2550 หรือตามมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับ แต่ปัญหาหนึ่งที่พบโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนา ได้แก่ การบังคับใช้กฎหมายที่ไม่ได้ประสิทธิภาพ ทำให้มีผู้ประกอบการ**บางราย**ดำเนินการออกแบบก่อสร้างที่ไม่ได้มาตรฐานดีพอ ซึ่งเป็นสาเหตุใหญ่ที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ชีวิตและทรัพย์สิน เพราะอาคารเหล่านี้อาจพังถล่มเมื่อเกิดภัยธรรมชาติรุนแรงดังตัวอย่างในรูปที่ 1 มีเสียงสะท้อนจากประชาชนว่า ผู้ประกอบการอาคารชุดชอบอ้างว่าต้องเพิ่มราคาห้องชุดเนื่องจากต้องก่อสร้างอาคารให้ต้านทานแผ่นดินไหว แต่เขาไม่แน่ใจว่าผู้ประกอบการได้ดำเนินการจริงหรือไม่และถ้าจริง ได้มาตรฐานดีเพียงไร ดังนั้น**ทางการจึงควรหามาตรการในการคุ้มครองผลประโยชน์ของผู้บริโภค** วิธีการที่ดีได้แก่ การออกประกาศหรือกฎหมาย**กำหนดให้ผู้ประกอบการอาคารชุด รวมทั้งอาคารสาธารณะต้องเปิดเผยแบบ**ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการต้านทานแผ่นดินไหว ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคสามารถจ้างวิศวกรผู้ชำนาญตรวจสอบแบบก่อสร้างได้ว่าได้มาตรฐานหรือไม่เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการซื้อสินค้า สิ่งนี้เป็นสิทธิของผู้บริโภคที่จะรับทราบรายละเอียดของแบบก่อสร้างของอาคารชุดที่ตนจะเป็นเจ้าของ เมื่อต้องเปิดเผยแบบในส่วนโครงสร้าง ผู้ประกอบการก็จะระมัดระวังดำเนินการให้ถูกต้อง และไม่อาจทุจริตลดวัสดุตอนก่อสร้างได้ เช่นนี้จะช่วยยกระดับมาตรฐานของอุตสาหกรรมการก่อสร้างได้อีกด้วย

มาตรการด้าน Capacity Building

- รัฐควรส่งเสริมสนับสนุน งานวิจัยและการผลิตบุคลากร (ในรูปแบบของทุนการศึกษาวิจัย) ด้านวิศวกรรมแผ่นดินไหวและวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งขาดแคลนมากในเมืองไทย ทั้งด้านธรณีวิทยา seismology สมุทรศาสตร์ วิศวกรรมแผ่นดินไหว วิศวกรรมชายฝั่ง ฯลฯ

รูปที่ 1. โศกนาฏกรรมจากอาคารโรงเรียนพังถล่มในเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่เสฉวน ประเทศจีน (M 8.0, 12 พ.ค. 2551) ส่วนหนึ่งจากการขาดจริยธรรมของผู้ประกอบการ เจ้าหน้าที่และวิศวกรที่เกี่ยวข้อง

- สถาบันการศึกษา สมาคมวิชาชีพควรปลูกจิตสำนึกของนิสิตนักศึกษาและวิศวกร ให้ยึดมั่นในจริยธรรมแห่งวิชาชีพโดยเคร่งครัด เนื่องจากการขาดจริยธรรมนำมาซึ่งความสูญเสียอย่างใหญ่หลวง ดังตัวอย่างในรูปที่ 1 นอกจากนี้สถาบันการศึกษาด้านวิศวกรรมโยธาควรบรรจุวิชาพื้นฐานเกี่ยวกับการออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหวไว้ในหลักสูตรปริญญาตรีด้วย
- ทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งสื่อมวลชน ควรให้การศึกษาแก่เยาวชน รวมถึงประชาชนทั่วไป เพื่อให้มีความรู้พื้นฐานทั่วไปเกี่ยวกับแผ่นดินไหว และการเตรียมพร้อมเพื่อบรรเทาภัย

มาตรการด้าน emergency response

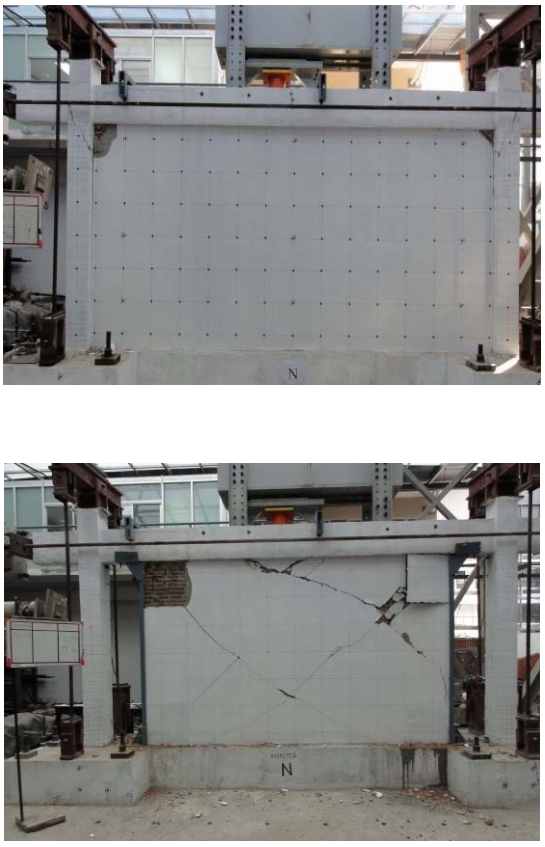
- บูรณาการหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบรรเทาสาธารณภัย ทั้งภาครัฐ (ข้าราชการพลเรือน ทหาร ตำรวจ) และภาคประชาชน รวมทั้งอาสาสมัครต่างๆ โดยมีแผนปฏิบัติการ รวมถึงการซ้อมการปฏิบัติการทุกขั้นตอน

การวิจัยการเสริมความแข็งแรงอาคารเก่า

การเสริมความแข็งแรงอาคารจะเสียค่าใช้จ่ายมาก ซึ่งจะเป็นภาระหนักของประชาชนจำนวนมาก ดังนั้นการวิจัยเพื่อให้ได้วิธีการที่ประหยัดและเหมาะสมสำหรับประเทศไทยจึงเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากอาคารเก่ามีจำนวนมาก

การเสริมความแข็งแรงอาคารเก่าเพื่อต้านแผ่นดินไหวให้ได้ผลและถูกต้องนั้น จำต้องได้รับการคำนวณออกแบบโดยวิศวกรผู้ชำนาญ วิธีการมีหลายวิธี จากบทเรียนจากแผ่นดินไหว L' Aquila ประเทศอิตาลี เมื่อวันที่ 6 เมษายน 2552 (M 6.3) ซึ่งอาคารที่มีผนังอิฐก่อธรรมดาจำนวนมากรอดพ้นจากการพังถล่ม ชี้ให้เห็นประโยชน์ของผนังอิฐก่อ แต่อิฐก่อเป็นวัสดุเปราะจำเป็นต้องเสริมเพิ่มความเหนียว วิธีหนึ่งที่ประหยัดได้แก่ การเสริมเหล็ก

ตะแกรง หุ้มผนังอิฐก่อแล้วโบกปูนทับ แต่ควรแยกผนังอิฐก่อออกจากเสาโครงสร้าง (ในกรณีของโครงคอนกรีตเสริมเหล็ก) ที่ล้อมผนัง (รูปที่2) มิเช่นนั้นแรงมหาศาล ที่ถ่ายจากผนังอิฐก่อจะทำให้เสาของโครงนั้นเสียหายถึงขั้นวิบัติได้ จากการวิจัยเบื้องต้น ที่ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านวิศวกรรมแผ่นดินไหวและการสั่นสะเทือนจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าระบบนี้ สามารถเพิ่มความสามารถในการโยกตัวของโครงสร้างได้ถึง 6 เท่า เมื่อเทียบกับโครงสร้างที่ไม่ได้ปรับปรุง งานวิจัยนี้ยังจะต้องดำเนินการทดสอบอีกหลายตัวอย่าง เพื่อให้ครอบคลุมกรณีต่างๆ ก่อนที่จะสามารถประยุกต์ได้อย่างมั่นใจในทางปฏิบัติ



(ก) (ข)

รูปที่ 2 (ก) เสาโครงสร้าง วิบัติจากการเฉือนในระบบโครงคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีผนังอิฐก่อทั่วไป (ข)ระบบโครงสร้างที่ปรับปรุงแล้วโยกตัวได้ 6 เท่า ของโครงสร้างเดิม

โศกนาฏกรรมอันใหญ่หลวงจากแผ่นดินไหวที่ผ่านมาในอดีตไม่ว่าจะเป็นแผ่นดินไหวที่ ประเทศจีน อิตาลี เฮติ หรือ นิวซีแลนด์ ฯลฯ ย้ำเตือนถึงอันตรายจากภัยธรรมชาติ รวมทั้งภัยจากการไม่เตรียมพร้อมสิ่งปลูกสร้างให้มีภูมิต้านทานแผ่นดินไหวในระดับที่เหมาะสม **การจัดการโลจิสติกส์ เพื่อปรับปรุงหรือเสริมความแข็งแรงของโครงสร้างพื้นฐานในเส้นทางสำคัญ รวมทั้งโครงสร้างอาคารเพื่อการบรรเทาสาธารณภัย และการบัญชาการด้านการปกครองและการทหาร เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ประเทศชาติพัฒนาได้อย่างยั่งยืน**