เลขที่ ๔๓

รายงานการศึกษาส่วนบุคคล
(Individual Study)

เรื่อง การจัดทำคู่มือตรวจสอบอาคาร ต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ในพื้นที่เขตคันนายาว

จัดทำโดย นายดำรงค์ฤทธิ์ พรหมณีวัฒน์

ตำแหน่ง วิศวกรโยธาชำนาญการ

ฝ่ายโยธา สำนักงานเขตคันนายาว

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกอบรม

หลักสูตรนักบริหารมหานครระดับต้น รุ่นที่ ๒๕

สถาบันพัฒนาข้าราชการกรุงเทพมหานคร

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๙

๑. ชื่อเรื่อง การตรวจสอบอาคารต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวในพื้นที่เขตคันนายาว

๒. หลักการและเหตุผล

แผ่นดินไหวเกิดจากการเลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลก ตามแนวรอยเลื่อนที่มีพลัง ประเทศไทยมีรอยเลื่อนที่สำคัญ ๑๓ รอย กระจายอยู่ในภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคใต้ เป็นส่วนใหญ่ แต่เป็นรอยเลื่อน ขนาดเล็กที่มีศักยภาพทำให้เกิดแผ่นดินไหวขนาดปานกลางไม่เกิน ๖ ริกเตอร์ ตามการศึกษาของสำนักเฝ้าระวังแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา ถึงแม้ว่ารอยเลื่อนหลักใหญ่ๆ ของโลกจะไม่ได้อยู่ในประเทศไทย แต่ก็ไม่ได้หมายความว่า ประเทศไทยจะไม่ได้รับผลกระทบ เนื่องจากยังมีรอยเลื่อนที่สำคัญที่สามารถส่งผลกระทบต่อประเทศไทย ได้แก่ รอยเลื่อนในประเทศพม่า ที่ต่อเชื่อมรอยแยกเข้ามาสู่ประเทศไทยในจังหวัดกาญจนบุรี หรือที่รู้จักในชื่อ “รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์”

จากการศึกษาโดยนักวิชาการแผ่นดินไหวของสำนักเฝ้าระวังแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา พบว่า รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี เป็นรอยเลื่อนที่มีอันตรายมากที่สุด เนื่องจากเป็นรอยเลื่อนที่ต่อเชื่อมมาจากรอยเลื่อนหลักในประเทศพม่า เหตุผลที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งนั้นคือ รอยเลื่อนนี้ มีระยะห่างจากกรุงเทพฯไม่เกิน ๓๐๐ กิโลเมตร ซึ่งระยะทางขนาดนี้ นับว่าเป็นระยะทางที่ใกล้หากเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่แล้ว แม้ว่าจุดศูนย์กลางจะไม่ได้อยู่ที่บริเวณเมือง แต่ก็สามารถส่งผลกระทบอย่างรุนแรงได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่น เมื่อ วันที่ ๑๙ กันยายน พ.ศ.๒๕๒๘ เกิดแผ่นดินไหวขนาด ๘.๑ ตามมาตราริกเตอร์ โดยศูนย์กลางแผ่นดินไหวอยู่ห่ างจากกรุงเม็กซิโกซิตี้ ประมาณ ๓๕๐ กิโลเมตร แต่สามารถทำให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือนเป็นจำนวนมาก และมีรายงานผู้เสียชีวิตกกว่า ๑๐,๐๐๐ คน ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุหลักคือ กรุงเม็กซิโกซิตี้ ตั้งอยู่บนทะเลสาบเก่าโบราณ และมีโครงสร้างดินเป็นดินอ่อน ทำให้เกิดการขยายขนาดแผ่นดินไหว ให้มีความแรงมากขึ้นนั่นเอง

กรุงเทพมหานคร มีโครงสร้างทางธรณี วิทยาลักษณะเป็นดินอ่อนที่มีคุณสมบัติขยายคลื่นแผ่นดินไหวให้มีขนาดใหญ่ขึ้นมากกว่าเดิม ๒ ถึง ๓ เท่า คล้ายกับกรุงเม็กซิโกซิตี้ ประกอบกับมีแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว ที่มีศักยภาพ ที่อาจจ ะก่อให้เกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่อยู่ไม่ไกล ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงที่ กรุงเทพ มหานคร จะมีโอกาสได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวขนาดใหญ่เช่นเดียวกันกับกรุงเม็กซิโกซิตี้ ปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นโดยตรงนั่นคือ ความแข็งแรงของอาคารต่างๆ ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งส่วนใหญ่แล้วการก่อสร้างอาคารในบริเวณกรุงเทพมหานคร ยังขาดการออกแบบการก่อสร้างให้สามารถต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

ปัจจุบัน ได้มีการประกาศ ใช้ กฎกระทรวง กำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคารและพื้นดินที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ .ศ. ๒๕๕๐ ออกตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ แล้ว

ตามกฎกระทรวง ฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ ข้อ ๒ วรรค ๒ กำหนดให้ กรุงเทพมหานคร เป็นพื้นที่หรือบริเวณที่เป็นดินอ่อนมากที่อาจได้รับผลกระทบจาก แผ่นดินไห วในระยะไกล โดยวิศวกรออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคาร นอกจากการคำนวณ ออกแบบอาคารตามป กติแล้ว ยังต้องพิจารณาในการออกแบบอาคารต้านทาน แรงสั่นสะเทือน ของแผ่นดินไหวด้วย เช่น อาคารสาธารณะ อาคารที่มีความสูงตั้งแต่ ๑๕ เมตร ขึ้นไป ฯลฯ

ข้อจำกัด

๑. ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๔๓ ข้อ ๒๘ การขออนุญาตก่อสร้างอาคาร ในกรณีที่แบบแปลน รายการประกอบแบบแปลน รายการคำนวณ ยื่นมาพร้อมกับใบอนุญาต ให้เป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร ให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นตรวจพิจารณาแต่เฉพาะในส่วนที่ไม่เกี่ยวกับรายการคำนวณ

๒. การออกแบบ อาคารต้านทาน แรงสั่นสะเทือนของ แผ่นดินไหว วิศวกรผู้ออกแบบไม่ได้ออกแบบอาคารตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ หรือออกแบบตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ แล้วแต่ไม่ได้เสริมเหล็กตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง ทำให้อาคารไม่ มีความเหนียวเทียบเท าความเหนียวจำกัด ในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ตามที่กฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ กำหนด

๓. กฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ และมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง ดังกล่าวสามารถรู้และเข้าใจในบุคคลเพียงบางกลุ่ม ซึ่งมีองค์ความรู้และการประชาสัมพันธ์ยังไม่แพร่หลาย

ดังนั้น เพื่อให้อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทุกหลังที่ยื่นขออนุญาตก่อสร้างอาคารภายในพื้นที่เขตคันนายาว ที่เข้าข่ายต้องออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคาร ตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ ดังกล่าว สามารถ ต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ตามที่กฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ กำหนด จึงได้จัดทำรายงานการศึกษาส่วน บุคคล เรื่อง การ จัดทำคู่มือ ตรวจสอบอาคาร ต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวในพื้นที่เขตคันนายาว นี้

๓. วัตถุประสงค์

๓.๑ เพื่อสนับ สนุนแผนพัฒนากรุงเทพมหานคร ระยะ ๒๐ ปี ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ ๑ มหานครปลอดภัย ประเด็นยุทธศาสตร์ย่อย ๑.๕ สิ่งก่อสร้างปลอดภัย

๓.๒ เพื่อให้อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทุกหลังที่ยื่นขออนุญาตก่อสร้างอาคารภายในพื้นที่เขตคันนายาว ที่เข้าข่ายต้องออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคาร ตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ ดังกล่าว อย่างน้อยให้อาคาร มีความเหนีย วเทียบเท าความเหนียวจำกัด ในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ตามที่กฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ กำหนด

๓.๓ เพื่อให้วิศวกรออกแบบและประชาชนโดยทั่วไป มีความรู้ ในการบังคับใช้กฎหมายและเข้าใจในหลักการออกแบบอาคารตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐

๔. เป้าหมาย

๔.๑ จัดทำองค์ความรู้ แนวทางการตรวจสอบแบบแปลนอาคาร คอนกรีตเสริมเหล็ก ที่เข้าข่าย อาคารต้องออกแบบโครงสร้างต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผนดินไหว ภายในพื้นที่เขตคันนายาว อย่างน้อยให้ มีความเหนียวเทียบเท าความเหนียวจำกัด ในการต้านทาน แรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ กำหนด โดยตรวจพิจารณาแต่เฉพาะในส่วนที่ไม่เกี่ยวกับรายการคำนวณ

๔.๒ จัดทำสื่อ ประชาสัมพันธ์ให้ ความรู้ ความเข้าใจ แก่ วิศวกรผู้ออกแบบและประชาชนโดยทั่วไป ให้มีความรู้ ในการบังคับใช้กฎหมายและเข้าใจในหลักการวางเหล็กเสริม ในอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐

๕. ความรู้ที่นำมาใช้ในการจัดทำรายงานฯ

๕.๑ การวิเคราะห์สภาพแ วดล้อมขององค์กร (SWOT Analysis) วิเคราะ ห์ปัจจัยภายใน คือ จุดแข็ง (Strength) จุดอ่อน(Weakness) ขององค์กร และปัจจัยภายนอก ได้แก่ โอกาส (Opportunity) และอุปสรรค(Threat)

ปัจจัยภายใน	
จุดแข็ง (Strength)	จุดอ่อน (Weakness)
๑. กรุงเทพมหานคร มีวิสัยทัศน์กรุงเทพฯ ๒๕๗๕ กรุงเทพฯ มหานครแห่งเอเชีย (Bangkok Vibrant of Asia) และนำวิสัยทัศน์มาจัดทำแผนพัฒนากรุงเทพมหานคร ระยะ ๒๐ ปี ประเด็นยุทธศาสตร์ ที่ ๑ มหานครปลอดภัย ประเด็นยุทธศาสตร์ย่อย ๑.๕ สิ่งก่อสร้างปลอดภัย ๒. กรุงเทพมหานคร เป็นหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น ที่มีหน้าที่พิจารณา ตรวจสอบคำขอรับใบอนุญาตก่อสร้าง ดัดแปลงฯ อาคารตามมาตรา ๒๑ หรือรับแจ้งฯ ตามมาตรา ๓๙ ทวิ แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ ๓. กรุงเทพมหานคร มีเจ้าหน้าที่ ที่มีความสามารถในการตรวจสอบแบบแปลนอาคารตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ และกฎหมายอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้อาคารมีความถูกต้องและปลอดภัยตามที่กฎหมายกำหนด	๑. ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๔๓ ข้อ ๒๘ การขออนุญาตก่อสร้างอาคาร ในกรณีที่แบบแปลน รายการประกอบแบบแปลน รายการคำนวณ ยื่นมาพร้อมกับใบอนุญาตให้เป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร ให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นตรวจพิจารณาแต่เฉพาะในส่วนที่ไม่เกี่ยวกับรายการคำนวณ ๒. เจ้าหน้าที่บางส่วน ไม่มีความเข้าใจในการตรวจสอบอาคารเพื่อต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว เนื่องจากเป็นองค์ความรู้ใหม่และมีขั้นตอนการออกแบบที่ซับซ้อน ประกอบกับ จุดอ่อนข้อแรกที่ไม่สามารถตรวจสอบรายละเอียดความถูกต้องของรายการคำนวณเพื่อ ต้านทาน แรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวได้

ปัจจัยภายนอก	
โอกาส (Opportunity)	อุปสรรค (Threat)
๑. ตามกฎกระทรวง กำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคารและพื้นดินที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ .ศ. ๒๕๕๐ ข้อ ๔ การออกแบบโครงสร้างอาคาร ให้ผู้คำนวณออกแบบคำนึงถึงการจัดรูปแบบเรขาคณิตให้มีเสถียรภาพในการต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว การกำหนดรายละเอียดปลีกย่อยชิ้นส่วนโครงสร้าง รวมทั้งบริเวณรอยต่อระหว่างปลายชิ้นส่วนโครงสร้างต่าง ๆ และการจัดให้โครงสร้างทั้งระบบอย่างน้อยให้มีความเหนียวเทียบเท่าความเหนียวจำกัด (Limited Ductility)ตามมาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวของกรมโยธาธิการและผังเมือง หรือมาตรฐานว่าด้วยการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวที่สภาวิศวกรรับรอง ๒. กรมโยธาธิการและผังเมืองได้จัดทำ มาตรฐานว่าด้วยการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ปรับปรุงครั้งที่ ๑ พ.ศ ๒๕๕๔ (มยผ.๑๓๐๑-๕๔)	๑. วิศวกรผู้ออกแบบโครงสร้างอาคารมีเอกสิทธิ์ห้ามมิให้เจ้าพนักงานท้องถิ่น ตรวจสอบความถูกต้องของรายการคำนวณหรือตรวจพิจารณาแต่เฉพาะในส่วนที่ไม่เกี่ยวกับรายการคำนวณ ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๔๓ ข้อ ๒๘ ๒. วิศวกรออกแบบ บางส่วนไม่ทราบ หรือไม่ได้ออกแบบอาคาร ตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ ดังกล่าว ที่กำหนดไว้หรือออกแบบอาคาร ตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ แล้วแต่ไม่ได้เสริมเหล็กตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง ทำให้อาคารไม่มีความเหนียวเทียบเท่าความเหนียวจำกัด ในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวตามที่กฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ กำหนด ๓. มาตรฐานว่าด้วยการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ.ศ ๒๕๕๔ ปรับปรุงครั้งที่ ๑ (มยผ.๑๓๐๑-๕๔) ตรวจสอบได้เฉพาะอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กและไม่ครอบคลุมงานก่อสร้างถนน สะพาน เขื่อน อุโมงค์ และอาคารชั่วคราว ๔. กฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ และมาตรฐานว่าด้วยการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว สามารถรู้และเข้าใจในบุคคลเพียงบางกลุ่ม ซึ่งมีองค์ความรู้และการประชาสัมพันธ์ยังไม่แพร่หลาย

๕.๒ กฎกระทรวง กำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคารและพื้นดินที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ .ศ. ๒๕๕๐

ข้อ ๒ “บริเวณเฝ้าระวัง” หมายความว่า พื้นที่หรือบริเวณที่อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหว ได้แก่ จังหวัดกระบี่ จังหวัดชุมพร จังหวัดพังงา จังหวัดภูเก็ต จังหวัดระนอง จังหวัดสงขลา และจังหวัดสุราษฎร์ธานี

“บริเวณที่ ๑” หมายความว่า พื้นที่หรือบริเวณที่เป็นดินอ่อนมาก ที่อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหว ระยะไกล ได้แก่ กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธา นี จังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดสมุทรสาคร

“บริเวณที่ ๒” หมายความว่า พื้นที่หรือบริเวณที่อยู่ใกล้รอยเลื่อนที่ อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหว ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดเชียงราย จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดตาก จังหวัดน่าน จังหวัดพะเยา จังหวัดแพร่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดลำปาง และจังหวัดลำพูน

ข้อ ๓ กฎกระทรวงนี้ให้ใช บังคับในบริเวณและอาคารดังตอไปนี้

(๑) บริเวณเฝาระวังและบริเวณที่ ๑

(ก) อาคารที่จำเปนตอความเปนอยูของสาธารณชน เชน สถานพยาบาลที่รับผูปวยไวค้างคืน สถานีดับเพลิง อาคารศูนยบรรเทาสาธารณภัย อาคารศูนยสื่อสาร ทาอากาศยาน โรงไฟฟา โรงผลิตและ เก็บน้ำประปา

(ข) อาคารเก็บวัตถุอันตราย เชน วัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ วัตถุมีพิษ วัตถุกัมมันตรังสี หรือวัตถุที่ระเบิดได

(ค) อาคารสาธารณะที่มีผูใชอาคารได ตั้งแตสามรอยคนขึ้นไป ได แก โรงมหรสพ หอประชุม หอศิลป พิพิธภัณฑสถาน หอสมุด ศาสนสถาน สนามกีฬา อัฒจันทร ตลาด ห้างสรรพสินค้า ศูนยการค้า สถานีรถ และโรงแรม

(ง) สถานศึกษาที่รับนักเรียนหรือนักศึกษาได ตั้งแตสองรอยห้าสิบคนขึ้นไป

(จ) สถานรับเลี้ยงเด็กออนที่รับเด็กออนได ตั้งแตหาสิบคนขึ้นไป

(ฉ) อาคารที่มีผูใชอาคารได ตั้งแตห้าพันคนขึ้นไป

(ช) อาคารที่มีความสูงตั้งแตสิบห้าเมตรขึ้นไป

(ซ) สะพานหรือทางยกระดับที่มีชวงระหวางศูนยกลางตอมอยาวตั้งแตสิบเมตรขึ้นไป

(ฌ) เขื่อนเก็บกักน้ำ เขื่อนทดน้ำหรือฝายทดน้ำ ที่ตัวเขื่อนหรือตัวฝายมีความสูง ตั้งแตสิบเมตรขึ้นไป

(๒) บริเวณที่ ๒

(ก) อาคารที่จำเปนตอความเปนอยูของสาธารณชน เชน สถานพยาบาลที่รับผูปวยไวค้างคืน สถานีดับเพลิง อาคารศูนยบรรเทาสาธารณภัย ฯ

ฯลฯ จะไม่ขอกล่าวถึง

ข้อ ๖ การคำนวณออกแบบโครงสร้างอาคารที่มีลักษณะเป็นตึก บ้าน เรือน โรง หรือสิ่งก่อสร้างอย่างอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ให้ผู้ออกแบบอาคารคำนวณให้อาคารสามารถรับแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวได้โดยคำนวณแรงเฉือนตามวิธีดังต่อไปนี้

ให้คำนวณแรงเฉือนทั้งหมดในแนวราบที่ระดับพื้นดิน ดังนี้

$$V = ZIKCSW$$

V คือ แรงเฉือนทั้งหมดในแนวราบที่ระดับพื้นดิน

Z คือ สัมประสิทธิ์ของความเข้มของแผ่นดินไหว

อ้างอิง : สรกานต์ ศรีตองอ่อน

ภาพที่ ๑ บริเวณที่มีผลบังคับใช้ตามกฎกระทรวง พ.ศ. ๒๕๕๐

บริเวณที่ ๑ (กรุงเทพมหานคร, นนทบุรี, ปทุมธานี, สมุทรปราการ) ใช้ค่า $Z \geq ๐.๑๙$

บริเวณที่ ๒ ใช้ค่า $Z \geq ๐.๓๘$

I คือ ตัวคูณเกี่ยวกับการใช้อาคาร

ชนิดของอาคาร	ค่าของ I
(๑) อาคารที่จำเป็นต่อการบรรเทาภัยหลังเกิดเหตุ ตามข้อ ๓	๑.๕๐
(๒) อาคารที่เป็นที่ชุมนุมคนครั้งหนึ่ง ๆ ได้มากกว่า ๓๐๐ คน	๑.๒๕
(๓) อาคารอื่น ๆ	๑.๐๐

K คือ สัมประสิทธิ์ของโครงสร้างอาคารที่รับแรงในแนวราบ

อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก (โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวจำกัด) K=๑

C คือ ค่าสัมประสิทธิ์ หาค่าได้จากสูตร $C = 0.0666\sqrt{T}$

T คือ คาบการแกว่งตามธรรมชาติของอาคาร มีหน่วยเป็นวินาที หาค่าได้ตามสูตรในข้อ ๑๐ ของกฎกระทรวง

$$T = \frac{0.09h_n}{\sqrt{D}}$$

h_n คือความสูงทั้งหมดของอาคาร

D คือความกว้างของโครงสร้างอาคาร

S คือ สัมประสิทธิ์ของการประสานความถี่ธรรมชาติระหว่างอาคารและชั้นดินที่ตั้งอาคาร (กรุงเทพมหานคร S = ๒.๕๐)

W คือ น้ำหนักของตัวอาคารทั้งหมดรวมทั้งน้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ ซึ่งยึดตรึงกับที่ โดยที่ไม่รวมน้ำหนักบรรทุกจรสำหรับอาคารทั่วไป หรือน้ำหนักของตัวอาคารทั้งหมดรวมกับร้อยละ ๒๕ ของน้ำหนักบรรทุกจรสำหรับโกดังหรือคลังสินค้า

กรุงเทพมหานคร ถ้าผลคูณระหว่างค่า C กับค่า S มีค่ามากกว่า ๐.๒๖ ให้ใช้ค่า ๐.๒๖ (CS ≤ ๐.๒๖)

ค่าตัวแปร อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก (โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวจำกัด) ในกรุงเทพมหานครที่สามารถตรวจสอบได้ ในส่วนที่ไม่เกี่ยวกับรายการคำนวณ ดังนี้

Z ≥ ๐.๑๙

I = ตามชนิดของอาคาร

K = ๑.๐๐, อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก (โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวจำกัด)

S = ๒.๕๐, ดินอ่อนมาก

CS ≤ ๐.๒๖

การกระจายแรงในแต่ละชั้นของอาคาร

กฎกระทรวงข้อที่ ๖ (๒) กำหนดให้กระจายแรงเฉือนที่ฐานไปเป็นแรงกระทำ ที่ชั้นบนสุดหรือ Ft ? สำหรับกรณีที่ T มากกว่า ๐.๗๐ วินาทีดังนี้ ?

$$Ft = 0.07TV \leq 0.25\ V$$

และให้ใช้ Ft เท่ากับศูนย์ในกรณีที่คาบธรรมชาติ T น้อยกว่า ๐.๗๐ วินาที

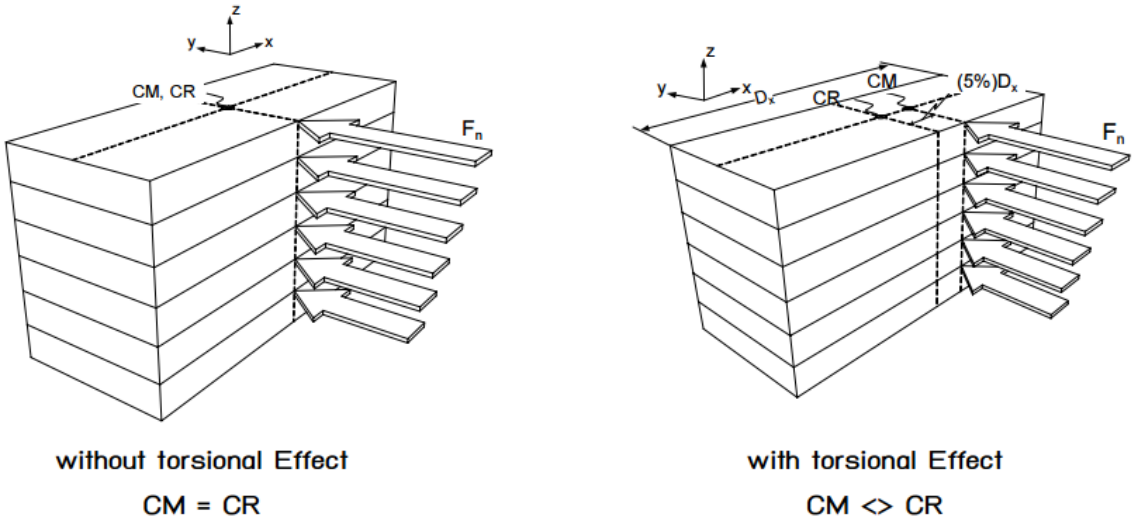
จากกฎกระทรวงข้อ ๖ (๒) ให้กระจายแรงเฉือนที่ฐานไปเป็นแรงกระทำด้าน ข้างในแต่ละชั้น

$$F_n = \frac{(V - F_t)w_n h_n}{\sum_{i=1}^{m} w_i h_i}$$

w_n, h_n คือ น้ำหนักและความสูงของชั้นที่พิจารณาซึ่งวัดจากพื้นดิน

m คือ จำนวนชั้น

มาตรฐาน UBC กำหนดให้เลื่อน จุดศูนย์กลางมวล (Center of mass, CM) ในแต่ละชั้นของอาคารออกไปจากจุด ที่คำนวณได้ตามทฤษฎีเป็นระยะ ๕% ของความยาวด้านที่ตั้งฉากกับแรง



ภาพที่ ๒ การกระจายหน่วยแรงในแต่ละชั้นของอาคาร

การตรวจสอบความมั่นคงของโครงสร้าง

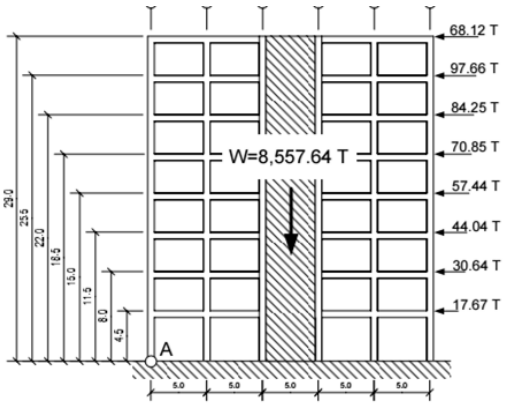
ตรวจสอบการพลิกคว่ำ (Overturn)

$$F.S. = \frac{M_R}{M_O}$$

เมื่อ Mo คือ โมเมนต์พลิกคว่ำ

M_R คือ โมเมนต์ต้านการพลิกคว่ำ

ต้องมากกว่า 1.5



ภาพที่ ๓ การตรวจสอบการพลิกคว่ำ (Overturn)

๕.๓ รายละเอียดการเสริมเหล็กโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวจำกัดสำหรับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามมาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานการสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว (มยผ. ๑๓๐๑-๕๔)

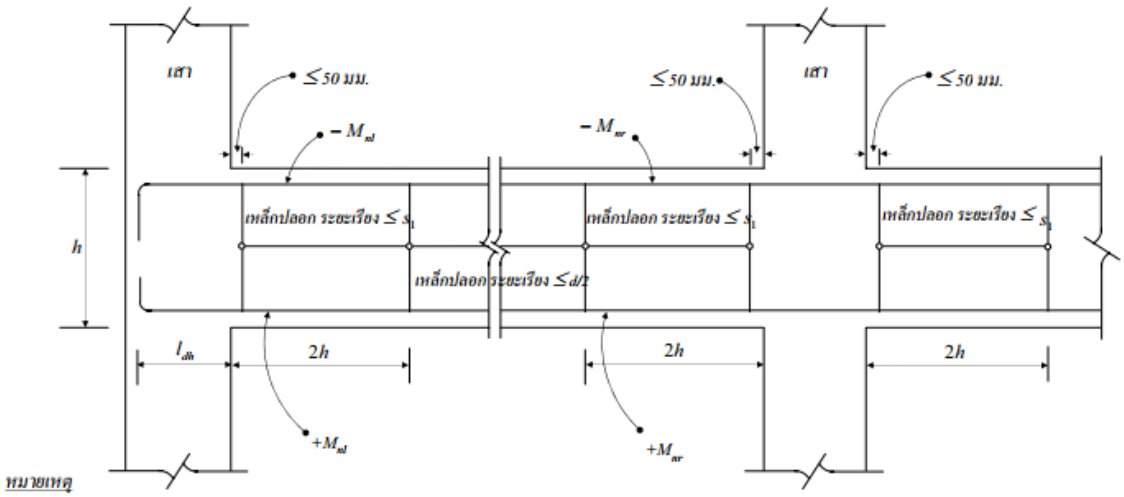
เหล็กเสริมในคานคอนกรีตเสริมเหล็ก : มีข้อกำหนดดังนี้

๑. กำลังต้านทานโมเมนต์บวกที่ขอบของข้อต่อจะต้องไม่น้อยกว่า ๑ ใน ๓ ของกำลังต้านทานโมเมนต์ลบที่ขอบของข้อต่อเดียวกัน นอกจากนี้กำลังต้านโมเมนต์บวกและโมเมนต์ลบที่หน้าตัดใดๆ ตลอดความยาวของคานจะต้องไม่น้อยกว่า ๑ ใน ๕ ของกำลังต้านทานโมเมนต์สูงสุดที่ขอบของข้อต่อที่ปลายทั้งสองด้านของคาน

๒. ภายในบริเวณปลายคานที่ห่างจากขอบของจุดที่รอง รับเป็นระยะ ๒ เท่าของความลึกค าน จะต้องเสริมเหล็กปลอกที่มีระยะไม่มากกว่าค่าที่น้อยที่สุดของค่าดังต่อไปนี้
   - ๑ ใน ๔ ของความลึกประสิทธิผล
   - ๘ เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมตามแนวยาวที่มีขนาดเล็กสุด
   - ๒๔ เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กปลอก
   - ๓๐๐ มิลลิเมตร

๓. ระยะเรียงของเหล็กปลอกนอกเหนือจากข้อ ๒ จะต้องไม่มากกว่าครึ่งหนึ่งของความลึกประสิทธิผล

๔. ควรหลีกเลี่ยงการทาบเหล็กเสริมตามแนวยาวทั้งบนและล่างภายในระยะ ๒ เท่าของความลึกคาน เมื่อวัดจากขอบจุดรองรับ



หมายเหตุ

ก) ระยะเรียงของเหล็กปลอก s_1 ต้องไม่มากกว่าค่าที่น้อยสุดของค่าดังต่อไปนี้

(1) 1 ใน 4 ของความลึกประสิทธิผล

(2) 8 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กเสริมตามความยาวที่มีขนาดเล็กสุด

(3) 24 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กปลอก และ

(4) 300 มิลลิเมตร

ข) กำลังต้านโมเมนต์ของคานต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้ (1) $+M_{nl} \geq (1/3)(-M_{nl})$ (2) $+M_{nr} \geq (1/3)(-M_{nr})$ และ

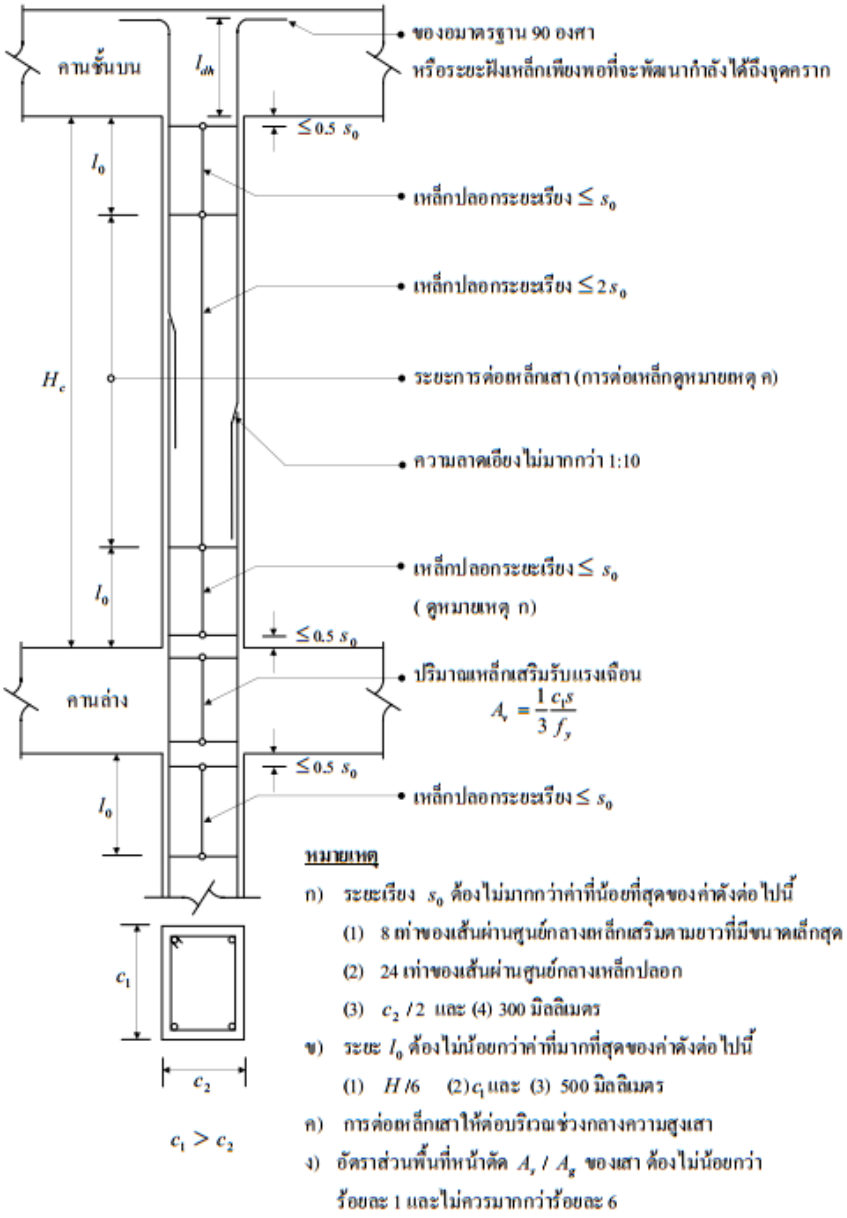
(3) $+M_n$ และ $-M_n$ ที่หน้าตัดใดๆ $\geq (1/5)$ ของค่าสูงสุดระหว่าง $-M_{nl}$ และ $-M_{nr}$

ภาพที่ ๔ เหล็กเสริมในคานคอนกรีตเสริมเหล็ก (มยผ. ๑๓๐๑-๕๔)

เหล็กเสริมในเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก: มีข้อกำหนดดังนี้

๑. กรณีเหล็กปลอกเดี่ยวจะเสริมไม่มากกว่าระยะ s๐ ตลอดความยาว l๐ ที่วัด จากขอบของข้อต่อเสา โดยที่ระยะ s๐ จะต้องไม่มากไปกว่า
   - ๘ เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมตามแนวยาวที่มีขนาดเล็กสุด
   - ๒๔ เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กปลอก
   - ครึ่งหนึ่งของมิติที่เล็กสุดของหน้าตัดเสา
   - ๓๐๐ มิลลิเมตร

   และเหล็กปลอกแรกจะต้องอยู่ห่างจากขอบของข้อต่อเป็นระยะไม่ มากกว่า ๐.๕ s๐
๒. สำหรับความยาว l๐ ในข้อ ๑ จะต้องไม่น้อยไปกว่า
   - ๑ ใน ๖ ของความสูงจากขอบถึงขอบเสา
   - มิติที่มากที่สุดของหน้าตัดเสา
   - ๕๐๐ มิลลิเมตร
๓. ระยะเรียงของเหล็กปลอกเดี่ยวในส่วนที่นอกเหนื อจากข้อ ๑ จะต้องไม่มากกว่า ๒ เท่าของระยะ s๐
๔. พื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมต ามยาวของเสาต้องไม่น้อยกว่า ๐.๐๑ และไม่มากกว่า ๐.๐๖ ของพื้นที่หน้าตัดเสาทั้งหมด



ภาพที่ ๕ เหล็กเสริมในเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (มยผ. ๑๓๐๑-๕๔)

๕.๔ ความรู้ทางคอมพิวเตอร์ จัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ โดยจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ ความเข้าใจ แก่วิศวกรผู้ออกแบบและประชาชน โดยทั่วไป ให้มีความรู้ ในการบังคับใช้กฎหมายและเข้าใจในหลักการวางเหล็กเสริมในอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ และตามมาตรฐานประกอบการออกแบบอาคาร เพื่อต้านทานการสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว มยผ. ๑๓๐๑-๕๔

๖. กรอบแนวทางการดำเนินการและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

๖.๑ ศึกษาข้อกฎหมาย ตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ ระเบียบ มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวต่างๆ แล้วสรุปจัดทำองค์ความรู้วิธีการตรวจสอบแบบแปลนของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก เฉพาะในส่วนที่ไม่เกี่ยวกับรายการคำนวณ เช่น

๖.๑.๑ การตรวจสอบ ค่าตัวแปร คงที่ ของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามกฎ-กระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ (โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวจำกัด) ในกรุงเทพมหานคร สามารถตรวจสอบได้ในส่วนที่ไม่เกี่ยวกับรายการคำนวณ ดังนี้

$Z \geq ๐.๑๙$ I = ตามชนิดของอาคาร

$K = ๑$ $S = ๒.๕๐$ $CS \leq ๐.๒๖$

๖.๑.๒ ตรวจสอบว่ามีกา รคำนวณกระจายแรงเฉือนทั้งหมดในแนวราบและคำนวณจุดหมุนของอาคารหรือไม่

๖.๑.๓ ตรวจสอบตามมาตรฐาน การออกแบบอาคารต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว (มยผ. ๑๓๐๑-๕๔) ของของกรมโยธาธิการและผังเมือง สามารถตรวจสอบได้ ในส่วนที่ไม่เกี่ยวกับรายการคำนวณ ดังนี้ เช่น

- ระยะเรียงของเหล็กปลอกเสา ต้องไม่ มากกว่าครึ่งหนึ่งของมิติที่เล็กสุดของหน้าตัดเสา
- ระยะเรียงของเหล็กปลอกคาน ต้องไม่มากกว่า ๑ ใน ๔ ของความลึกประสิทธิผล
- ตรวจสอบมาตรฐานการเสริมเหล็กต่างๆ ในแบบแปลนว่าเป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบ อาคารต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวหรือไม่

๖.๒ รายงานการศึกษาฉบับนี้ ศึกษาเฉพาะอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก (โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวจำกัด) ในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร โดยอย่างน้อยให้ อาคารที่ยื่นขออนุญา ตที่สำนักงานเขตคันนายาว ตามคำขอรับใบอนุญาตก่อสร้าง ดัดแปลงฯ อาคาร ตามมาตรา ๒๑ หรือรับแจ้งฯ ตามมาตรา ๓๙ ทวิ แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ .ศ. ๒๕๒๒ มีความเหนียวเทียบเ ท่าความเหนียวจำกัด เพื่อต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

๖.๓ จัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ ให้มีความน่าสนใจ หรือเข้าใจง่าย และสามารถส่งต่อสื่อประชาสัมพันธ์ผ่านระบบสังคมออนไลน์ โดยให้ความรู้ ความเข้าใจแก่วิศวกร ผู้ออกแบบและประชาชนโดยทั่วไป ให้มีความรู้ ในการบังคับใช้กฎหมายและเข้าใจในหลักการวางเหล็ก เสริมในอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ กเพื่อต้านทานแรงสั่นสะเทือนของ แผ่นดินไหวตามกฎกระทรวงฯ กำหนด

๗. **ระยะเวลาการดำเนินการ**

ภายในปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๙ โดยผู้จัดทำได้กำหนดขั้นตอน รายละเอียด และระยะเวลาดำเนินงานดังตารางต่อไปนี้

ลำดับที่	การดำเนินงาน	ปี พ.ศ. ๒๕๕๙								หมายเหตุ
		ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
๑	- ศึกษาข้อกฎหมายในการตรวจสอบอาคานต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว - ศึกษามาตรฐานต่างๆ									
๒	สรุปผลการตรวจสอบ -ผลการตรวจสอบค่าตัวแปรคงที่ต่างๆ -ผลการตรวจสอบการเสริมเหล็กตามมาตรฐานต่างๆ									
๓	จัดทำคู่มือหรือองค์ความรู้โดยนำข้อสรุปผลการตรวจสอบมาจัดทำองค์ความรู้ในรูปแบบต่างๆ เช่น Mind Map รูปภาพ ฯลฯ									
๔	จัดทำสื่อ นำองค์ความรู้มาจัดทำสื่อเพื่อเผยแพร่ข้อมูล									
๕	เผยแผ่ข้อมูล									

๘. **งบประมาณ**

ไม่ใช้งบประมาณในการดำเนินโครงการฯ

๙. **แนวทางติดตามและประเมินผล**

เพื่อให้โครงการบรรลุวัตถุประสงค์ ต้องมีแนวทางติดตามและประเมินผล ตัวชี้วัดความสำเร็จระดับผลผลิต (Output) และตัวชี้วัดความสำเร็จ ระดับผลลัพธ์ (Outcome) จึงได้กำหนดตัวชี้วัดไว้ดังนี้

ตารางเปรียบเทียบตัวชี้วัดความสำเร็จระดับผลผลิต (Output)

เป้าหมาย	ตัวชี้วัด (KPI)	วิธีการ/เครื่องมือ
<u>ระดับผลผลิต Output)</u> - จัดทำ คู่มือหรือ องค์ความรู้ แนวทางการตรวจสอบแบบแปลนอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่เข้าข่าย อาคารต้องออกแบบโครงสร้างต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผนดินไหว ภายในพื้นที่เขตคันนายาว อย่างน้อยให้มีความเหนียวเทีย บเท่าความเหนียวจำกัด ในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ กำหนด โดยตรวจพิจารณาแต่เฉพาะในส่วนที่ไม่เกี่ยวกับรายการคำนวณ	- สามารถจัดทำ คู่มือหรือ องค์ความรู้การตรวจสอบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว เสร็จตามแผนงานที่กำหนด	- แบบรายงานผลการดำเนินงาน
- จัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ความเข้าใจ แก่วิศวกรผู้ออกแบบและประชาชน โดยทั่วไป ให้มีความรู้ในการบังคับใช้กฎหมายและเข้าใจในหลักการวางเหล็กเสริมในอาคารคอนกรีตเส ริมเหล็กเพื่อต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐	- สามาร ถจัดทำ สื่อ ออนไลน์ ประชาสัมพันธ์ ผ่านระบบเครือ ข่าย ข้อมูล และสามารถส่งต่อสื่อประชาสัมพันธ์ผ่านระบบสังคมออนไลน์ ได้ ให้แล้ว เสร็จตามแผนงานที่กำหนด	- แบบรายงานผลการดำเนินงาน

ตารางเปรียบเทียบตัวชี้วัดความสำเร็จระดับผลลัพธ์(Outcome)

วัตถุประสงค์	ตัวชี้วัด (KPI)	วิธีการ/เครื่องมือ
<u>ระดับผลลัพธ์(Outcome)</u> - เพื่อสนับ สนุนแผนพัฒนากรุงเทพมหานคร ระยะ ๒๐ ปี ประเด็นยุทธศาสตร์ ที่ ๑. มหานครปลอดภัย ประเด็นยุทธศาสตร์ย่อย ๑.๕ สิ่งก่อสร้างปลอดภัย	-	-
- เพื่อให้อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทุกหลังที่ยื่นขออนุญาตก่อสร้างอาคาร ภายในพื้นที่เขตคันนายาว ที่เข้าข่ายต้องออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคาร ตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ ดังกล่าว อย่างน้อยให้อาคาร มีความเหนียวเทียบเท าความเหนียวจำกัด ในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ตามที่กฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ กำหนด	- ร้อยละ ๑๐๐ (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ๒๕๕๙ เป็นต้นไป) ของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามคำขอรับใบอนุญาตก่อสร้างอาคาร ตามมาตรา ๒๑ หรือใบรับแจ้งฯ ตามมาตรา ๓๙ ทวิ ที่เข้าข่าย ต้องออกแบบโครงสร้างอาคารเพื่อต้าน ทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ภายในพื้นที่เขตคันนายาว อย่างน้อย อาคารต้อง มีความเหนียวเทียบเ ท่าความเหนียวจำกัด ในการต้านทาน แรงสั่นสะเทือน ของแผ่นดินไหวตามกฎกระทรวง พ.ศ. ๒๕๕๐ กำหนด	- แบบรายงานปริมาณอาคาร ที่เข้า ข่าย ต้องออกแบบโครงสร้างอาคารต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ที่ได้รับการตรวจสอบรายการคำนวณและแบบแปลนอาคาร ตามองค์ความรู้ที่ได้จัดทำขึ้น
- เพื่อให้วิศวกรออกแบบและประชาชนโดยทั่วไปมีความรู้ ในการบังคับใช้กฎหมายและเข้าใจในหลักการออกแบบอาคารตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐	- วิศวกรออกแบบอาคารและประชาชน โดยทั่วไป ให้ความสนใจ ในสื่อประชาสัมพันธ์ผ่านระบบคอมพิวเตอร์และส่งต่อสื่อประชาสัมพันธ์ผ่านระบบสังคมออนไลน์ จำนวนไม่น้อยกว่า ๒๐ รายต่อเดือน ภายหลังจากการเผยแพร่ข้อมูล	- ตรวจสอบจาก การส่งต่อและการเปิดข้อมูล ผ่านเครือข่าย ข้อมูลในสังคมออนไลน์

๑๐. **ข้อเสนอแนะ**

รายงานการศึกษาฉบับนี้ ใช้ตรวจสอบคำขอรับใบอนุญาตตามมาตรา ๒๑ หรือ หนังสือรับแจ้งฯ ตามมาตรา ๓๙ ทวิ แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ .ศ. ๒๕๒๒ ของอาคารที่ ต้องออกแบบอาคารต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. ๒๕๕๐ โดยศึกษาเฉพาะอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก (โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวจำกัด) ในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร เห็นควรมีการศึกษาเพิ่มเติ ม ในกรณีอาคารโครงสร้างเหล็ก หรือโครงสร้างชนิดอื่น ๆ ที่ต้องออกแบบอาคารเพื่อต้านแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ต่อไป