ประกาศสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

เรื่อง การออกแบบและการคำนวณโครงสร้างเกี่ยวกับการก่อสร้างสถานประกอบการทางนิวเคลียร์และสถานที่ให้บริการจัดการกากกัมมันตรังสี

พ.ศ. ๒๕๖๗

อาศัยอำนาจตามความในข้อ ๘ ข้อ ๑๕ ข้อ ๑๙ ข้อ ๒๐ ข้อ ๒๑ ข้อ ๒๔ และข้อ ๒๖ แห่งกฎกระทรวงการก่อสร้างสถานประกอบการทางนิวเคลียร์และสถานที่ให้บริการจัดการกากกัมมันตรังสี พ.ศ. ๒๕๖๗ เลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เรื่อง การออกแบบและการคำนวณโครงสร้างเกี่ยวกับการก่อสร้างสถานประกอบการทางนิวเคลียร์และสถานที่ให้บริการจัดการกากกัมมันตรังสี พ.ศ. ๒๕๖๗”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

หมวด ๑
การออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคาร

ส่วนที่ ๑
บททั่วไป

ข้อ ๓ หมวดนี้กำหนดรายละเอียดด้านเทคนิคเกี่ยวกับการออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคารต้านแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวในเรื่อง ดังต่อไปนี้

(๑) ระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวที่ใช้ในการออกแบบและคำนวณ

(๒) การคำนวณแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

(๓) การจัดโครงสร้างทั้งระบบ การกำหนดรายละเอียดปลีกย่อยของชิ้นส่วนโครงสร้างและบริเวณรอยต่อระหว่างปลายชิ้นส่วนโครงสร้างต่าง ๆ ให้มีความเหนียว

ข้อ ๔ การออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคารตามกฎกระทรวง อาจใช้หลักเกณฑ์อื่นนอกเหนือจากที่กำหนดในประกาศนี้ได้ แต่ต้องกระทำโดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมหรือได้รับการรับรองโดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม โดยนิติบุคคลนั้นต้องมีวิศวกรระดับวุฒิวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา ตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร เป็นผู้ให้คำแนะนำและลงลายมือชื่อรับรองวิธีการออกแบบและคำนวณ ตามหลักเกณฑ์นั้นด้วย และต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไข ดังต่อไปนี้

(๑) ระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวที่ใช้ในการออกแบบและคำนวณ ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในส่วนที่ ๒

(๒) ค่าแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวที่เป็นแรงเฉือนที่ฐานอาคารที่คำนวณได้ ต้องไม่น้อยกว่าค่าแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวที่เป็นแรงเฉือนที่ฐานอาคาร ตามที่คำนวณได้จากวิธีใดวิธีหนึ่งตามข้อ ๑๐ ที่เหมาะสมตามเงื่อนไขที่กำหนดในประกาศนี้

(๓) การจัดโครงสร้างทั้งระบบ การกำหนดรายละเอียดปลีกย่อยของชิ้นส่วนโครงสร้างและบริเวณรอยต่อระหว่างปลายชิ้นส่วนโครงสร้างต่าง ๆ ให้มีความเหนียวต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในส่วนที่ ๖

ข้อ ๕ มาตรฐานที่เป็นฉบับปัจจุบันดังต่อไปนี้ ให้ใช้ได้หากเป็นไปตามเงื่อนไขตามข้อ ๔

(๑) มาตรฐานเอซีไอ ๓๔๙ (ACI 349) มาตรฐานเอซีไอ ๕๓๐ (ACI 530) และมาตรฐานเอซีไอ ๕๓๐.๑ (ACI 530.1)

(๒) มาตรฐานแอนซี/เอไอเอสซี ๓๔๑ (ANSI/AISC 341) และมาตรฐานเอไอเอสซี เอ็น๖๙๐ (AISC N690)

(๓) มาตรฐานเอไอเอสซี (AISC) สำหรับเหล็ก กรณีวิธีตัวคูณความต้านทานและน้ำหนักบรรทุก “Manual of steel construction: Load and Resistance Factor Design” และกรณีวิธีหน่วยแรงยอมให้ “Manual of steel construction: Allowable stress design”

(๔) มาตรฐานฟีมา ๓๕๐ (FEMA 350) มาตรฐานฟีมา ๓๕๖ (FEMA 356) และมาตรฐานฟีมา ๓๖๘ (FEMA 368)

(๕) มาตรฐานเอเอ็นเอส ๒.๒๖ (ANS 2.26) มาตรฐานเอเอ็นเอส ๒.๒๗ (ANS 2.27) และมาตรฐานเอเอ็นเอส ๒.๒๙ (ANS 2.29)

(๖) มาตรฐานแอสซี ๔ (ASCE 4) และมาตรฐานแอสซี ๗ (ASCE 7)

(๗) มาตรฐานแอสมี บีแอนด์พีวีซี (ASME B&PVC) มาตรฐานแอสมี บี๓๑ (ASME B31) และมาตรฐานแอสมี คิวเอ็มอี-๑ (ASME QME-1)

(๘) มาตรฐานไอทริปเปิลอี ๓๔๔ (IEEE 344) และมาตรฐานไอทริปเปิลอี ๖๒๘ (IEEE 628)

(๙) มาตรฐานไอบีซี (IBC)

ส่วนที่ ๒
ระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหว

ข้อ ๖ ระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวที่ใช้ในการออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคารอยู่ในรูปของค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม ซึ่งเป็นค่าบนพื้นดินและแปรเปลี่ยนตามคาบการสั่นพื้นฐานและอัตราส่วนความหน่วงของอาคาร โดยค่าความเร่งดังกล่าวได้จำแนกออกตามพื้นที่ที่ตั้งอาคาร

ประกอบด้วย พื้นที่นอกแอ่งกรุงเทพมหานครและพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพมหานคร ซึ่งในการออกแบบและคำนวณต้องปรับค่าดังกล่าวให้เป็นค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ โดยมีรายละเอียดและหลักเกณฑ์ตามภาคผนวก ก ท้ายประกาศนี้

ข้อ ๗ อาคารประเภทความสำคัญสูงมาก อาคารประเภทความสำคัญมาก และอาคารประเภทความสำคัญปกติตามข้อ ๙ ต้องสามารถทนต่อแผ่นดินไหวได้อย่างน้อย ๐.๑ เท่า ๐.๐๘ เท่า และ ๐.๐๖ เท่าของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ตามลำดับ

ส่วนที่ ๓
ประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหว

ข้อ ๘ การออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวตามประกาศนี้แบ่งเป็นสองกรณี ดังนี้

(๑) สำหรับบริเวณที่ ๑ ต้องออกแบบให้มีความเหนียวอย่างน้อยตามที่กำหนด แต่ไม่จำเป็นต้องคำนวณแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว

(๒) สำหรับบริเวณที่ ๒ และบริเวณที่ ๓ แบ่งประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวออกเป็นสี่ประเภท ได้แก่ ประเภท ก ประเภท ข ประเภท ค และประเภท ง โดยเริ่มจากระดับที่ต้องออกแบบให้มีความเหนียวอย่างน้อยตามที่กำหนด แต่ไม่จำเป็นต้องคำนวณแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว (ประเภท ก) ไปจนถึงระดับที่ต้องออกแบบอย่างเข้มงวดที่สุด (ประเภท ง) การกำหนดประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวพิจารณาจากประเภทความสำคัญของอาคารตามข้อ ๙ และความรุนแรงของแผ่นดินไหว ณ ที่ตั้งอาคาร ซึ่งแสดงโดยค่า S_{DS} และค่า S_{D1} ตามข้อนี้และภาคผนวก ก ท้ายประกาศนี้ โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ในตารางที่ ๑ และตารางที่ ๒ ซึ่งการแบ่งประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวโดยพิจารณาจากค่า S_{DS} และ S_{D1} ตามประกาศนี้ กำหนดให้ใช้อัตราส่วนความหน่วงเท่ากับร้อยละห้ากับอาคารทุกประเภท

ตารางที่ ๑ การแบ่งประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวโดยพิจารณาจากค่า S_{DS}

ค่า S_{DS}	ประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหว		
	อาคารประเภทความสำคัญน้อยหรือปกติ	อาคารประเภทความสำคัญมาก	อาคารประเภทความสำคัญสูงมาก
$S_{DS} <$ ๐.๑๖๗	ก (ไม่จำเป็นต้องคำนวณแรง)	ก (ไม่จำเป็นต้องคำนวณแรง)	ก (ไม่จำเป็นต้องคำนวณแรง)
๐.๑๖๗ $\leq S_{DS} <$ ๐.๓๓	ข	ข	ค
๐.๓๓ $\leq S_{DS} <$ ๐.๕๐	ค	ค	ง
๐.๕๐ $\leq S_{DS}$	ง	ง	ง

ตารางที่ ๒ การแบ่งประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวโดยพิจารณาจากค่า S_{D1}

ค่า S_{D1}	ประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหว		
	อาคารประเภทความสำคัญน้อยหรือปกติ	อาคารประเภทความสำคัญมาก	อาคารประเภทความสำคัญสูงมาก
$S_{D1} <$ ๐.๐๖๗	ก (ไม่จำเป็นต้องคำนวณแรง)	ก (ไม่จำเป็นต้องคำนวณแรง)	ก (ไม่จำเป็นต้องคำนวณแรง)
๐.๐๖๗ $\leq S_{D1} <$ ๐.๑๓๓	ข	ข	ค
๐.๑๓๓ $\leq S_{D1} <$ ๐.๒๐	ค	ค	ง
๐.๒๐ $\leq S_{D1}$	ง	ง	ง

ค่า S_{DS} และ S_{D1} ตามวรรคหนึ่ง สำหรับพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพมหานคร ให้ใช้ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า (S_a) และ ๑.๐ วินาที ตามลำดับ โดยพิจารณาที่อัตราส่วนความหน่วงร้อยละห้าที่คาบการสั่น ๐.๒ วินาที สำหรับพื้นที่นอกแอ่งกรุงเทพมหานคร หากประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวที่กำหนดตามเกณฑ์ในตารางที่ ๑ แตกต่างจากที่กำหนดตามเกณฑ์ในตารางที่ ๒ ให้ยึดถือประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวที่เข้มงวดกว่า แต่ในกรณีที่คาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร (T) ที่คำนวณโดยใช้สมการ ๑๓ หรือสมการ ๑๔ มีค่าน้อยกว่า ๐.๘ T_S โดยที่ T_S มีค่าเป็นไปตามที่กำหนดในภาคผนวก ก ท้ายประกาศนี้ อนุญาตให้กำหนดประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวโดยใช้เฉพาะเกณฑ์ในตารางที่ ๑ เท่านั้น สำหรับพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพมหานคร ในกรณีที่คาบการสั่นพื้นฐานของอาคารที่คำนวณโดยใช้สมการ ๑๓ หรือสมการ ๑๔ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๐.๕ วินาที ให้กำหนดประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวโดยใช้เฉพาะเกณฑ์ในตารางที่ ๑ เท่านั้น แต่ในกรณีที่คาบการสั่นพื้นฐานของอาคารดังกล่าวมีค่ามากกว่า ๐.๕ วินาที ให้กำหนดประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวโดยใช้เฉพาะเกณฑ์ในตารางที่ ๒ เท่านั้น

ข้อ ๙ ประเภทความสำคัญของอาคารจำแนกตามลักษณะการใช้งานและความสำคัญของอาคาร ที่มีต่อสาธารณชนและการบรรเทาภัยหลังเกิดเหตุ แบ่งออกเป็นสี่ประเภท คือ สูงมาก (อาคารประเภท ๑ และอาคารประเภท ๒) มาก (อาคารประเภท ๓) ปกติ (อาคารประเภท ๔) และน้อย (อาคารประเภท ๕) ดังแสดงในตารางที่ ๓

ตารางที่ ๓ การจำแนกประเภทความสำคัญของอาคารและค่าตัวประกอบความสำคัญของอาคาร

อาคาร ประเภท	คำอธิบาย	ความสำคัญ
๑	อาคารและสิ่งปลูกสร้างที่มีการดำเนินการ ดังต่อไปนี้ (ก) ติดตั้งเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เพื่อการผลิตพลังงาน (ข) ติดตั้งเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์วิจัยขนาดกำลังเกิน ๒ เมกะวัตต์ (ความร้อน)	สูงมาก
๒	อาคารและสิ่งปลูกสร้างที่มีการดำเนินการ ดังต่อไปนี้ (ก) ติดตั้งเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์วิจัยขนาดกำลังเกิน ๕๐๐ กิโลวัตต์ (ความร้อน) แต่ไม่เกิน ๒ เมกะวัตต์ (ความร้อน) (ข) ขจัดกากกัมมันตรังสีตามกฎกระทรวงว่าด้วยการจัดการกากกัมมันตรังสี	สูงมาก
๓	อาคารและสิ่งปลูกสร้างที่มีการดำเนินการ ดังต่อไปนี้ (ก) ติดตั้งเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์วิจัยขนาดกำลังไม่เกิน ๕๐๐ กิโลวัตต์ (ความร้อน) (ข) เปลี่ยนรูปหรือเสริมสมรรถนะวัสดุนิวเคลียร์ (ค) ประกอบหรือจัดเก็บเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ (ง) จัดเก็บหรือแปรสภาพเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้ว (จ) จัดการกากกัมมันตรังสีตามกฎกระทรวงว่าด้วยการจัดการกากกัมมันตรังสี โดยไม่มีการขจัดกากกัมมันตรังสี	มาก
๔	อาคารและสิ่งปลูกสร้างที่มีการดำเนินการ ดังต่อไปนี้ (ก) เก็บวัสดุกัมมันตรังสีหรือวัสดุนิวเคลียร์ (ข) ใช้งานวัสดุกัมมันตรังสีหรือวัสดุนิวเคลียร์โดยไม่ใช้เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (ค) แต่งแร่เพื่อให้ได้มาซึ่งวัสดุนิวเคลียร์	ปกติ
๕	อาคารและสิ่งปลูกสร้างอื่นนอกจากอาคารประเภท ๑ อาคารประเภท ๒ อาคารประเภท ๓ และอาคารประเภท ๔	น้อย

ส่วนที่ ๔
การคำนวณแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

ข้อ ๑๐ การคำนวณแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวในบริเวณที่ ๒ และบริเวณที่ ๓ ให้ใช้วิธีการคำนวณ ดังต่อไปนี้

(๑) วิธีแรงสถิตเทียบเท่า

(๒) วิธีสเปกตรัมการตอบสนองแบบโหมด

(๓) วิธีวิเคราะห์การตอบสนองแบบประวัติเวลา

โดยการคำนวณแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวโดยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าตาม (๑) ให้เป็นไปตามส่วนที่ ๕ และให้ใช้ได้กับกรณีใดกรณีหนึ่งตามข้อ ๑๒ ส่วนการคำนวณแรงสั่นสะเทือน

ของแผ่นดินไหวโดยวิธีสเปกตรัมการตอบสนองแบบโหมดและวิธีวิเคราะห์การตอบสนองแบบประวัติเวลา ตาม (๒) และ (๓) ให้เป็นไปตามมาตรฐานอื่นที่ได้รับการยอมรับทั่วไปและสำนักงานเห็นชอบ

ข้อ ๑๑ กรณีใช้วิธีอื่นในการคำนวณแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวนอกเหนือจากที่กำหนดในข้อ ๑๐ ต้องกระทำโดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมหรือได้รับการรับรองโดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม และนิติบุคคลนั้นต้องมีวิศวกรระดับวุฒิวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา ตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร เป็นผู้ให้คำแนะนำและลงลายมือชื่อรับรองวิธีการคำนวณนั้นด้วย และต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขตามที่กำหนดไว้ในข้อ ๔ (๒) และ (๓)

ข้อ ๑๒ การคำนวณแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวโดยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าให้ใช้ได้กับกรณีใดกรณีหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(๑) สำหรับการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวประเภท ข และประเภท ค ตามข้อ ๘ สามารถใช้ได้กับอาคารทุกประเภทและทุกขนาด

(๒) สำหรับการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวประเภท ง ตามข้อ ๘ สามารถใช้ได้ภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้

(ก) อาคารที่มีความสูงไม่เกินสามชั้นและมีประเภทความสำคัญน้อยหรือปกติ

(ข) อาคารที่มีความสูงไม่เกินห้าสิบเมตรและมีความสม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้าง

(ค) อาคารที่มีความสูงไม่เกินห้าสิบเมตรและมีความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้างในแนวระนาบแบบ (๒) แบบ (๓) แบบ (๔) หรือแบบ (๕) หรือในแนวดิ่งแบบ (๔) แบบ (๕ก) หรือ (๕ข) ตามภาคผนวก ข ท้ายประกาศนี้

(ง) อาคารนอกแอ่งกรุงเทพมหานครที่มีความสม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้างที่สูงเกินห้าสิบเมตรและมีคาบการสั่นพื้นฐานน้อยกว่า ๓.๕ T_S

ข้อ ๑๓ การรวมผลของแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวกับน้ำหนักบรรทุกในแนวดิ่งให้ใช้วิธีดังต่อไปนี้

(๑) วิธีรวมผลของแรงที่ไม่ต้องคำนึงถึงกำลังส่วนเกินของโครงสร้างให้ใช้วิธีรวมผลของแรงดังต่อไปนี้

(ก) สำหรับการออกแบบโดยวิธีตัวคูณความต้านและน้ำหนักบรรทุก

$0.75(1.4D + 1.7L) + 1.0E$ (สมการ ๑)

$0.9D + 1.qE$ (สมการ ๒)

(ข) สำหรับการออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงที่ยอมให้

$1.0D + 0.7E$ (สมการ ๓)

$1.0D + 0.525E + 0.75L$ (สมการ ๔)

$0.6D + 0.7E$ (สมการ ๕)

(๒) วิธีรวมผลของแรงที่ต้องคำนึงถึงกำลังส่วนเกินของโครงสร้าง กรณีวิธีการออกแบบที่เลือกใช้กำหนดให้คำนึงถึงกำลังส่วนเกินของโครงสร้างในการออกแบบองค์อาคารบางองค์อาคาร ให้ใช้วิธีรวมผลของแรง ดังต่อไปนี้

(ก) สำหรับการออกแบบโดยวิธีตัวคูณความต้านและน้ำหนักบรรทุก

$0.75(1.4D + 1.7L) + \Omega_0 E$ (สมการ ๖)

$0.9D + \Omega_0 E$ (สมการ ๗)

(ข) สำหรับการออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงที่ยอมให้

$1.0D + \Omega_0 E$ (สมการ ๘)

$1.0D + 0.525\Omega_0 E + 0.75L$ (สมการ ๙)

$0.6D + 0.7\Omega_0 E$ (สมการ ๑๐)

โดยที่ E คือ ผลที่เกิดจากแรงแผ่นดินไหวตามที่คำนวณในประกาศนี้

D คือ ผลที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกคงที่

L คือ ผลที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกจร

Ω_0 คือ ตัวประกอบกำลังส่วนเกินในภาคผนวก ง ท้ายประกาศนี้

ข้อ ๑๔ ในการออกแบบโครงสร้างโดยวิธีหน่วยแรงที่ยอมให้ อนุญาตให้เพิ่มค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ร้อยละยี่สิบจากค่าปกติ เมื่อพิจารณาการรวมแรงที่มีการคำนึงถึงกำลังส่วนเกินของโครงสร้าง การเพิ่มนี้ไม่สามารถนำไปรวมกับการเพิ่มค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ในกรณีอื่น ๆ ที่อาจมีการระบุไว้ในหลักเกณฑ์การออกแบบอื่น

ข้อ ๑๕ ทิศทางของแรงแผ่นดินไหวที่ใช้ในการออกแบบอาคาร ต้องเป็นทิศทางที่ทำให้เกิดผลตอบสนองในโครงสร้างที่รุนแรงที่สุดหรือเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ ๑๖ หรือข้อ ๑๗ แล้วแต่กรณี

ข้อ ๑๖ ในกรณีของอาคารที่มีการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวประเภท ข และประเภท ค ตามข้อ ๘ ยกเว้นประเภท ค ที่มีความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้างในแนวระนาบแบบ (๕) ตามภาคผนวก ข ท้ายประกาศนี้ สามารถกำหนดให้แรงแผ่นดินไหวกระทำในทิศทางของแกนหลักของโครงสร้างอาคารซึ่งมีสองทิศทางที่ตั้งฉากกัน โดยแยกกระทำทีละทิศทางไม่พร้อมกันและไม่จำเป็นต้องรวมผลของแรงทั้งสองทิศทางเข้าด้วยกัน

ข้อ ๑๗ ในกรณีของอาคารที่มีการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวประเภท ง ตามข้อ ๘ ทั้งที่มีความสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้างหรือประเภท ค ตามข้อ ๘ ที่มีความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้างในแนวระนาบแบบ (๕) ตามภาคผนวก ข ท้ายประกาศนี้ ต้องรวมผลของแรงแผ่นดินไหวในสองทิศทางหลักที่กระทำต่ออาคารร่วมกัน โดยการรวมผลของแรงให้เลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(๑) วิธีรวมผลของแรงที่กระทำในสองทิศทางที่ตั้งฉากกัน ในขั้นแรกกำหนดให้แรงแผ่นดินไหวกระทำในทิศทางของแกนหลักของโครงสร้างทีละทิศทางไม่พร้อมกัน โดยการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า วิธีสเปกตรัมการตอบสนองแบบโหมด หรือวิธีวิเคราะห์การตอบสนองแบบประวัติเวลา จากนั้นจึงรวมผลของแรงทั้งสองทิศทางหลักในรูปแบบ ดังต่อไปนี้

(ก) ร้อยละหนึ่งร้อยของผลของแรงในทิศทางที่หนึ่งบวกกับร้อยละสามสิบของผลของแรงในทิศทางที่สอง

(ข) ร้อยละสามสิบของผลของแรงในทิศทางที่หนึ่งบวกกับร้อยละหนึ่งร้อยของผลของแรงในทิศทางที่สอง ทั้งนี้ ผลรวมในรูปแบบใดก่อให้เกิดผลที่รุนแรงที่สุดในองค์อาคารของโครงสร้าง ให้นำผลรวมรูปแบบนั้นไปใช้ในการออกแบบกำลังต้านขององค์อาคารนั้น ๆ โดยองค์อาคารในที่นี้รวมถึงฐานรากของอาคารด้วย

(๒) วิธีที่ให้แรงทั้งสองทิศทางกระทำต่ออาคารพร้อมกันกรณีคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีวิเคราะห์การตอบสนองแบบประวัติเวลา สามารถกำหนดให้เกิดแผ่นดินไหวในทั้งสองทิศทางหลักของอาคารพร้อมกัน ผลการตอบสนองที่วิเคราะห์ได้คือผลรวมของแรงแผ่นดินไหวทั้งสองทิศทาง

ข้อ ๑๘ การคำนวณผลของแผ่นดินไหวจากแรงแผ่นดินไหวที่คำนวณโดยวิธีตามข้อ ๑๐ ให้เป็นไปตามมาตรฐานอื่นที่ได้รับการยอมรับทั่วไปและสำนักงานเห็นชอบ

ส่วนที่ ๕
การคำนวณแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวโดยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า

ข้อ ๑๙ ให้คำนวณแรงสถิตเทียบเท่าในรูปของแรงเฉือนที่ฐานอาคาร (Seismic Base Shear, V, มีหน่วยเป็นนิวตัน) ดังนี้

$$V = \alpha S_{peak} W \qquad \text{(สมการ ๑๑)}$$

โดยที่ α คือ สัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว ตามข้อ ๒๐

S_{peak} คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสูงสุดสำหรับการออกแบบจากรูปที่ ก-๑ รูปที่ ก-๒ หรือรูปที่ ก-๖ ตามภาคผนวก ก ท้ายประกาศนี้

W คือ น้ำหนักโครงสร้างประสิทธิผลของโครงสร้าง ระบบ และส่วนประกอบ (SSC) ของอาคาร ตามข้อ ๒๑ แล้วแต่กรณี มีหน่วยเป็นนิวตัน

ข้อ ๒๐ ค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองแรงแผ่นดินไหว (α) ให้ใช้ค่า

(๑) ๑.๐ สำหรับระบบที่มีตัวรองรับเดี่ยว (systems with single supports)

(๒) ๑.๕ สำหรับระบบที่มีตัวรองรับหลายตัว (systems with multiple supports) และ ๑.๐ สำหรับตัวรองรับของระบบดังกล่าว

ข้อ ๒๑ น้ำหนักโครงสร้างประสิทธิผล (W) ของโครงสร้าง ระบบ และส่วนประกอบ (SSC) หรือของอาคาร แล้วแต่กรณี คือน้ำหนักบรรทุกแนวดิ่งของอาคารที่นำมาพิจารณาในการวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้างต้านทานแผ่นดินไหว โดยเป็นผลรวมของน้ำหนักบรรทุกคงที่ทั้งหมดของอาคารและน้ำหนักบรรทุกประเภทอื่น ๆ ดังต่อไปนี้

(๑) ร้อยละยี่สิบห้าของน้ำหนักบรรทุกจรสำหรับส่วนของอาคารที่ใช้เก็บเอกสารและพัสดุ แต่ทั้งนี้ ยกเว้นในกรณีที่น้ำหนักจากพัสดุรวมแล้วมีค่าไม่ถึงร้อยละห้าของน้ำหนักประสิทธิผลในชั้นที่พิจารณาหรือในส่วนของอาคารที่เป็นลานจอดรถและเก็บรถยนต์ ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงน้ำหนักในข้อนี้

(๒) น้ำหนักของผนังอาคารและผนังกั้นห้องต่าง ๆ หรือน้ำหนักบรรทุกเทียบเท่าจากน้ำหนักของผนังอาคารที่กระจายลงพื้นทั่วทั้งชั้นอย่างน้อยสี่ร้อยแปดสิบนิวตันต่อตารางเมตร โดยให้เลือกใช้ค่าที่มากกว่า

(๓) น้ำหนักของเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ซึ่งติดตั้งถาวรในอาคาร

(๔) น้ำหนักของวัสดุและส่วนประกอบต่าง ๆ ของส่วนที่อยู่บนชั้นหลังคาหรือบริเวณอื่นในอาคาร

ข้อ ๒๒ ค่าคาบการสั่นพื้นฐาน (Fundamental Period, T) ในทิศทางแกนหลักของอาคารคำนวณได้โดยวิธี ดังต่อไปนี้

วิธี ก

คาบการสั่นพื้นฐาน (หน่วยเป็นวินาที) สามารถคำนวณจากสูตรการประมาณค่า ดังนี้

อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก $T = 0.02H$ (สมการ ๑๒)

อาคารโครงสร้างเหล็ก $T = 0.03H$ (สมการ ๑๓)

โดยที่ H คือ ความสูงของอาคารวัดจากพื้นดิน (เมตร)

วิธี ข

คาบการสั่นพื้นฐาน (หน่วยเป็นวินาที) สามารถคำนวณจากลักษณะการกระจายมวล (หรือน้ำหนัก) ภายในอาคารและสติฟเนสของระบบโครงสร้างต้านแรงด้านข้างของอาคาร ด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมและค่าคาบการสั่นพื้นฐานที่คำนวณได้จากวิธี ข ต้องไม่เกิน ๑.๕ เท่า ของค่าที่คำนวณได้จากวิธี ก

ค่าคาบการสั่นพื้นฐาน อาจคำนวณจากสมการดังนี้

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} w_i \delta_i^2}{g\sum_{i=1}^{n} F_i \delta_i}} \quad \text{(สมการ ๑๔)}$$

โดยที่ F_i คือ แรงสถิตเทียบเท่าที่กระทำต่อชั้นที่ i (นิวตัน)

δ_i คือ การเคลื่อนตัวในแนวราบของอาคารที่ชั้นที่ i ไม่รวมผลของการบิด ณ ตำแหน่งศูนย์กลางมวลของชั้นที่เกิดจากแรงสถิตเทียบเท่า (เมตร)

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลกเท่ากับ ๙.๘๐๖ เมตร/วินาที

n คือ จำนวนชั้นของอาคาร

w_i คือ น้ำหนักโครงสร้างประสิทธิผลของชั้นที่ i (นิวตัน)

ข้อ ๒๓ การกระจายแรงเฉือนที่ฐานเป็นแรงกระทำด้านข้างต่ออาคารในชั้นต่าง ๆ (F_x มีหน่วยเป็นนิวตัน) ให้คำนวณจาก

$$F_x = C_{vx}V \qquad \text{(สมการ ๑๕)}$$

และ $$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^{n} w_i h_i^k} \qquad \text{(สมการ ๑๖)}$$

โดยที่ C_{vx} คือ ตัวประกอบการกระจายในแนวดิ่ง

w_i และ w_x คือ น้ำหนักโครงสร้างประสิทธิผลของชั้น i และ x ตามลำดับ (นิวตัน)

h_i และ h_x คือ ความสูงที่ระดับชั้น i และ x ตามลำดับ (เมตร)

k คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่กำหนดรูปแบบการกระจายแรง ซึ่งมีค่าดังนี้

$k = 1$ เมื่อ $T \leq 0.5$ วินาที

$k = 1 + \frac{T-0.5}{2}$ เมื่อ $0.5 < T < 2.5$ วินาที

$k = 2$ เมื่อ $T \geq 2.5$ วินาที

ข้อ ๒๔ แรงเฉือนในแนวราบ ณ ชั้นใด ๆ ของอาคารที่เกิดจากแรงสถิตเทียบเท่า (V_x มีหน่วยเป็นนิวตัน) ให้คำนวณจาก

$$V_x = \sum_{i=x}^{n} F_i \qquad \text{(สมการ ๑๗)}$$

แรงเฉือน ณ ชั้นใด ๆ (V_x) จะกระจายไปยังองค์อาคารแนวดิ่งที่เป็นส่วนของโครงสร้างต้านแรงด้านข้างในชั้นที่พิจารณาตามสัดส่วนสติฟเนสด้านข้างขององค์อาคารเหล่านั้น ในกรณีที่ไดอะแฟรมเป็นแบบกึ่งแข็ง การกระจายแรงนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงสติฟเนสสัมพัทธ์ระหว่างไดอะแฟรมกับองค์อาคารแนวดิ่งซึ่งทำหน้าที่ต้านแรงด้านข้างด้วย

ส่วนที่ ๖
การจัดระบบและกำหนดรายละเอียดของโครงสร้างให้มีความเหนียว

ข้อ ๒๕ การก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กต้องมีรายละเอียดการเสริมเหล็กสำหรับโครงต้านแรงดัด (moment frame) และกำแพงรับแรงเฉือน (shear wall) ให้มีความเหนียวอย่างน้อยเป็นไปตามข้อกำหนดในส่วนนี้

ห้ามใช้โครงต้านโมเมนต์มีความเหนียวปานกลางแบบธรรมดา (ordinary intermediate moment-resisting frame) โครงต้านโมเมนต์ที่มีความเหนียวปานกลาง (intermediate moment-resisting frame) และระบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป ในการออกแบบระบบต้านแรงด้านข้างของอาคาร เว้นแต่พิสูจน์ได้จากหลักฐานการทดลองและการวิเคราะห์ว่าระบบที่เสนอมีความแข็งแรงและความเหนียวไม่ด้อยกว่าระบบคอนกรีตเสริมเหล็กที่ต้านแรงแผ่นดินไหวตามที่กำหนดในส่วนนี้

ข้อ ๒๖ การก่อสร้างอาคารที่ไม่ใช่โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณที่ ๑ หรือในบริเวณที่ ๒ กับบริเวณที่ ๓ ที่มีการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหว ประเภท ก ตามข้อ ๘ อย่างน้อยผู้ออกแบบต้องออกแบบรายละเอียดของโครงสร้างในแนวดิ่งตามข้อกำหนดของโครงสร้างในแนวดิ่งของระบบโครงสร้างนั้น ที่มีความเหนียวปานกลางตามที่กำหนดในมาตรฐานอื่นที่ได้รับการยอมรับทั่วไปและสำนักงานเห็นชอบ กรณีที่ยังไม่มีมาตรฐานในเรื่องดังกล่าวที่สำนักงานเห็นชอบการออกแบบรายละเอียดโครงสร้างให้มีความเหนียวตามข้อนี้ ให้กระทำโดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมหรือได้รับการรับรองโดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม โดยนิติบุคคลนั้นต้องมีวิศวกรระดับวุฒิวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา ตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร เป็นผู้ให้คำแนะนำปรึกษาและลงลายมือชื่อรับรองการออกแบบนั้น

ข้อ ๒๗ การก่อสร้างอาคารที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ ๒ หรือบริเวณที่ ๓ ที่มีการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวประเภท ข ตามข้อ ๘ ต้องมีการจัดระบบและกำหนดรายละเอียดของโครงสร้างให้เป็นโครงสร้างธรรมดา โครงสร้างที่มีความเหนียวปานกลาง หรือโครงสร้างที่มีความเหนียวพิเศษในการต้านทานแผ่นดินไหว ทั้งนี้ จะต้องคำนวณแรงและจัดทำรายละเอียดการเสริมเหล็กสำหรับโครงสร้างชนิดนั้น ๆ ให้เป็นไปตามในส่วนนี้และมาตรฐานอื่นที่ได้รับการยอมรับทั่วไปและสำนักงานเห็นชอบ กรณีที่ยังไม่มีมาตรฐานในเรื่องดังกล่าวที่สำนักงานเห็นชอบการออกแบบรายละเอียดโครงสร้างให้มีความเหนียวตามข้อนี้ ให้กระทำโดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมหรือได้รับการรับรองโดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม โดยนิติบุคคลนั้นต้องมีวิศวกรระดับวุฒิวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา ตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร เป็นผู้ให้คำแนะนำปรึกษาและลงลายมือชื่อรับรองการออกแบบนั้น

ข้อ ๒๘ การก่อสร้างอาคารที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ ๒ หรือบริเวณที่ ๓ ที่มีการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวประเภท ค ตามข้อ ๘ ต้องมีการจัดระบบและกำหนดรายละเอียดของโครงสร้างให้เป็นโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวปานกลาง โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวพิเศษ หรือกำแพงโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กแบบธรรมดา แบบที่มีความเหนียวปานกลาง หรือแบบที่มีความเหนียวพิเศษในการต้านทานแผ่นดินไหว ทั้งนี้ จะต้องคำนวณแรงและจัดทำรายละเอียดการเสริมเหล็กสำหรับโครงสร้างชนิดนั้น ๆ ให้เป็นไปตามในส่วนนี้และมาตรฐานอื่นที่ได้รับการยอมรับทั่วไปและสำนักงานเห็นชอบ กรณีที่ยังไม่มีมาตรฐานในเรื่องดังกล่าวที่สำนักงานเห็นชอบการออกแบบรายละเอียดโครงสร้างให้มีความเหนียวตามข้อนี้ให้กระทำโดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมหรือได้รับการรับรองโดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม โดยนิติบุคคลนั้นต้องมีวิศวกรระดับวุฒิวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา ตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร เป็นผู้ให้คำแนะนำปรึกษาและลงลายมือชื่อรับรองการออกแบบนั้น

ข้อ ๒๙ การก่อสร้างอาคารที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ ๒ หรือบริเวณที่ ๓ ที่มีการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวประเภท ง ตามข้อ ๘ ต้องมีการจัดระบบและกำหนดรายละเอียดของโครงสร้าง

ให้เป็นโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวพิเศษ หรือกำแพงโครงสร้างแบบที่มีการให้รายละเอียดพิเศษหรือให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับทั่วไป รวมทั้งแผ่นไดอะแฟรม โครงถัก และฐานรากที่ได้รับการออกแบบและจัดทำรายละเอียดการเสริมเหล็กให้สามารถต้านทานแผ่นดินไหวสำหรับองค์อาคารหรือส่วนของโครงสร้างที่ไม่ได้ออกแบบให้ต้านทานแผ่นดินไหว ให้ออกแบบองค์อาคารหรือส่วนของโครงสร้างเหล่านั้นภายใต้แรงแนวดิ่งร่วมกับผลของแรงที่เกิดจากการเคลื่อนที่ด้านข้างออกแบบของโครงสร้าง ทั้งนี้ จะต้องคำนวณแรงและจัดทำรายละเอียดการเสริมเหล็กสำหรับโครงสร้างชนิดนั้น ๆ ให้เป็นไปตามในส่วนนี้และมาตรฐานอื่นที่ได้รับการยอมรับทั่วไปและสำนักงานเห็นชอบ กรณีที่ยังไม่มีมาตรฐานในเรื่องดังกล่าวที่สำนักงานเห็นชอบการออกแบบรายละเอียดโครงสร้างให้มีความเหนียวตามข้อนี้ให้กระทำโดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมหรือได้รับการรับรองโดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม โดยนิติบุคคลนั้นต้องมีวิศวกรระดับวุฒิวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา ตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร เป็นผู้ให้คำแนะนำปรึกษาและลงลายมือชื่อรับรองการออกแบบนั้น

ข้อ ๓๐ การเสริมเหล็กของโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวปานกลางในบริเวณหรือพื้นที่ที่ต้องเฝ้าระวัง เนื่องจากมีความเป็นไปได้ว่าอาคารอาจได้รับผลกระทบทางด้านความมั่นคงแข็งแรงและเสถียรภาพเมื่อมีแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับทั่วไปและสำนักงานเห็นชอบ

ส่วนที่ ๗
โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวปานกลาง

ข้อ ๓๑ โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวปานกลางสำหรับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่เป็นองค์อาคารรับแรงดัด (flexural member) ซึ่งรวมถึงคาน ต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ดังต่อไปนี้

(๑) แรงอัดตามแนวแกนปรับค่า (factored axial compressive load) P_u ที่กระทำต่อชิ้นส่วนต้องไม่เกิน $0.1A_g f_c'$

โดยที่ A_g คือ พื้นที่หน้าตัดของคอนกรีต (ตารางมิลลิเมตร)

และ f_c' คือ กำลังรับแรงอัดของคอนกรีต (เมกะปาสกาล)

(๒) ความยาวช่วงว่าง l_n ของชิ้นส่วนต้องไม่น้อยกว่า ๔ เท่าของความลึกประสิทธิผล

(๓) ความกว้าง b_w ของชิ้นส่วนต้องไม่น้อยกว่าค่าที่น้อยกว่าระหว่าง ๐.๓ เท่าของความสูง h ของชิ้นส่วน กับ ๒๕๐ มิลลิเมตร

(๔) ความกว้าง b_w ของชิ้นส่วนต้องไม่เกินความกว้างของชิ้นส่วนรองรับรวมกับระยะแต่ละด้านของชิ้นส่วนรองรับ เท่ากับค่าที่น้อยที่สุดของค่า ดังต่อไปนี้

(ก) ความกว้างของชิ้นส่วนรองรับ

(ข) ๐.๗๕ เท่าของขนาดโดยรวมของชิ้นส่วนรองรับ

ข้อ ๓๒ การเสริมเหล็กตามยาวให้เป็นไปตามข้อ ๓๓ ถึงข้อ ๓๗

ข้อ ๓๓ ที่หน้าตัดใด ๆ ของคาน ต้องเสริมเหล็กตามแนวยาวทั้งเหล็กบนและเหล็กล่างตามหลักเกณฑ์ของการเสริมเหล็กรับแรงดัดตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับทั่วไป โดยที่ปริมาณเหล็กเสริมต้องไม่น้อยกว่า $1.4b_w d/f_y$ เว้นแต่ได้เสริมเหล็กไว้เกินหนึ่งในสามของปริมาณที่ได้จากการคำนวณ และอัตราส่วนเหล็กเสริม ρ ต้องไม่เกิน ๐.๐๒๕ และต้องมีเหล็กตามแนวยาวอย่างน้อยสองเส้นวางต่อเนื่องทั้งด้านบนและด้านล่างของหน้าตัด

ข้อ ๓๔ กำลังต้านโมเมนต์บวกที่หน้าข้อต่อต้องไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของกำลังต้านโมเมนต์ลบที่หน้าข้อต่อนั้นและกำลังต้านโมเมนต์บวกและลบที่หน้าตัดใด ๆ ตลอดความยาวชิ้นส่วนต้องไม่น้อยกว่าหนึ่งในสี่ของกำลังต้านโมเมนต์สูงสุดที่หน้าข้อต่อ

ข้อ ๓๕ การทาบเหล็กเสริมรับแรงดัดให้กระทำได้เฉพาะในกรณีที่มีเหล็กปลอกรัดรอบหรือเหล็กปลอกเกลียว ตลอดการทาบเหล็กนั้นระยะเรียงของเหล็กปลอกดังกล่าวต้องไม่เกินค่าที่น้อยกว่าระหว่างหนึ่งในสี่ของความลึกประสิทธิผลกับ ๑๐๐ มิลลิเมตร

การทาบเหล็กไม่ให้ใช้ในบริเวณ ดังต่อไปนี้

(๑) ภายในข้อต่อ

(๒) ภายในระยะ ๒ เท่าของความลึกของชิ้นส่วนโดยวัดจากหน้าข้อต่อ

ข้อ ๓๖ การต่อเหล็กเสริมด้วยวิธีทางกลและวิธีการเชื่อม ต้องพัฒนาให้เกิดกำลังครากอย่างน้อย ๑.๒๕ เท่าของเหล็กเสริมจากการรับแรงดึงหรือแรงอัด แล้วแต่กรณี

ข้อ ๓๗ บริเวณที่ใช้การอัดแรงต้องเป็นไป ดังต่อไปนี้

(๑) ค่าความเค้น f_{pc} จะต้องไม่เกินค่าที่น้อยกว่าระหว่าง ๓.๕ เมกะปาสคาล กับ $0.1f_c^{'}$

(๒) จุดยึดลวดอัดแรงที่ต้านทานแรงแผ่นดินไหวต้องสามารถให้ลวดอัดแรงรับน้ำหนักได้ ๕๐ รอบ โดยจำกัดอยู่ที่ร้อยละ ๔๐ ถึงร้อยละ ๘๐ ของค่ากำลังรับแรงดึงของเหล็กอัดแรง

ข้อ ๓๘ การเสริมเหล็กทางขวางให้เป็นไปตามข้อ ๓๙ ถึงข้อ ๔๔

ข้อ ๓๙ เหล็กปลอกรัดรอบต้องเสริมในบริเวณของชิ้นส่วนโครง ดังต่อไปนี้

(๑) ตลอดระยะเท่ากับ ๒ เท่าของความลึกชิ้นส่วน วัดจากผิวของฐานรองไปสู่กลางช่วงชิ้นส่วนที่ปลายชิ้นส่วนทั้งสองด้าน

(๒) ตลอดความยาวเท่ากับ ๒ เท่าของความลึกชิ้นส่วน วัดออกไปทั้งสองด้านของหน้าตัดที่คาดว่าจะเกิดครากเมื่อโครงสร้างเกิดการเคลื่อนที่ด้านข้างแบบไม่ยืดหยุ่นภายใต้แรงดล (impulsive loading) หรือแรงกระแทก (impactive loading) หรือในระหว่างเหตุการณ์ที่เกินขอบเขตของการออกแบบ (beyond design basis event)

ข้อ ๔๐ เหล็กปลอกรัดรอบตำแหน่งแรกต้องอยู่ห่างจากขอบฐานรองไม่เกิน ๕๐ มิลลิเมตร และระยะเรียงของเหล็กปลอกรัดรอบต้องไม่เกินค่าที่น้อยที่สุดของค่า ดังต่อไปนี้

(๑) หนึ่งในสี่ของความลึกประสิทธิผลซึ่งเป็นระยะจากผิวนอกสุดด้านรับแรงอัดถึงศูนย์ถ่วงของเหล็กเสริม

(๒) ๖ เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมตามยาวที่เล็กที่สุด

(๓) ๑๕๐ มิลลิเมตร

ข้อ ๔๑ ในบริเวณที่จำเป็นต้องใส่เหล็กปลอกรัดรอบ เหล็กเสริมตามยาว เว้นแต่ เหล็กเสริมผิวคานที่อยู่บริเวณโดยรอบของเหล็กปลอกรัดรอบนั้น ต้องได้รับการรองรับทางข้างในลักษณะที่เหล็กเสริมที่อยู่ตามมุมและเหล็กเสริมเส้นเว้นเส้นได้รับการรองรับทางข้างที่มุมของเหล็กปลอกรัดรอบ โดยมีขนาดแต่ละมุมไม่เกิน ๑๓๕ องศา และเหล็กเสริมในแต่ละด้านที่โอบรัดโดยเหล็กปลอกรัดรอบต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน ๑๕๐ มิลลิเมตร ทั้งนี้ เหล็กเสริมตามยาวดังกล่าวในชั้นนอกสุดต้องห่างกันไม่เกิน ๓๕๐ มิลลิเมตร วัดจากศูนย์กลางถึงศูนย์กลาง

ข้อ ๔๒ ในบริเวณที่ไม่จำเป็นต้องใส่เหล็กปลอกรัดรอบ ให้ใส่เหล็กลูกตั้งที่ทำของอต้านทานแผ่นดินไหวที่ปลายทั้งสองด้านตลอดความยาวของชิ้นส่วนด้วยระยะเรียงที่ไม่เกินครึ่งหนึ่งของความลึกประสิทธิผล หรือ ๔๕๐ มิลลิเมตร แล้วแต่ค่าใดจะน้อยกว่ากัน

ข้อ ๔๓ เหล็กลูกตั้ง (stirrup) หรือเหล็กปลอก (tie) ที่ใช้ในการต้านแรงเฉือน ต้องเป็นเหล็กรัดรอบตลอดความยาวของชิ้นส่วนตามข้อ ๓๙

ข้อ ๔๔ เหล็กปลอกรัดรอบ (hoop) ในองค์อาคารรับแรงดัด อาจทำจากเหล็กลูกตั้งที่มีของอต้านทานแผ่นดินไหวที่ปลายทั้งสองและปิดด้วยเหล็กยึดขวาง (crosstie) เหล็กยึดขวางที่วางต่อเนื่องกันต้องทำของอ ๙๐ องศาที่ปลายด้านตรงกันข้ามขององค์อาคารรับแรงดัด ในกรณีที่เหล็กเสริมนอนที่ยึดด้วยเหล็กปลอกขวางได้รับการยึดรั้งจากแผ่นพื้นเพียงด้านเดียวขององค์อาคารรับแรงดัดนั้น ของอ ๙๐ องศาของปลอกขวางต้องวางอยู่ที่ด้านนั้น

ข้อ ๔๕ แรงเฉือนที่ใช้ในการออกแบบ V_e ให้คำนวณจากแรงที่กระทำบนส่วนของชิ้นส่วนที่อยู่ระหว่างผิวหน้าของรอยต่อ โดยให้สมมุติว่าที่หน้ารอยต่อทั้งสองมีโมเมนต์ที่มีค่าเท่ากับกำลังต้านโมเมนต์ดัดที่เป็นไปได้ M_{pr} กระทำในทิศตรงกันข้าม และชิ้นส่วนนั้นถูกกระทำโดยแรงแนวดิ่งที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกประลัยกระทำร่วมด้วย

ค่ากำลังต้านโมเมนต์ดัดที่เป็นไปได้ M_{pr} ตามวรรคหนึ่ง ให้คำนวณจากค่ากำลังรับแรงดึงของเหล็กเสริมเท่ากับ $1.25f_y$

ข้อ ๔๖ เหล็กเสริมตามขวางตลอดความยาวตามข้อ ๓๙ ต้องออกแบบให้ต้านแรงเฉือนโดยให้สมมุติว่า $V_c = 0$ เมื่อ

(๑) แรงเฉือนส่วนที่เกิดจากแผ่นดินไหวซึ่งคำนวณตามข้อ ๔๕ มีค่าเกินครึ่งหนึ่งของกำลังต้านแรงเฉือนสูงสุดที่ต้องการภายในช่วงความยาวของชิ้นส่วน และ

(๒) แรงอัดตามแนวแกนปรับค่า P_u ซึ่งรวมผลจากแผ่นดินไหวมีค่าน้อยกว่า $0.05A_g f_c'$

ส่วนที่ ๘
โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวพิเศษ

ข้อ ๔๗ องค์อาคารในโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวพิเศษ ซึ่งต้านแรงแผ่นดินไหวและต้านแรงอัดตามแนวแกนปรับค่าเกิน $0.1A_g f_c'$ ให้เป็นไปตามข้อ ๔๘ ถึงข้อ ๑๓๑ ซึ่งเป็นข้อกำหนดเพิ่มเติมจากข้อ ๓๑ ถึงข้อ ๔๖ โดยให้ใช้ข้อกำหนดที่เข้มงวดกว่า

ข้อ ๔๘ องค์อาคารที่รวมถึงเสา ในโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวพิเศษ ต้องมีขนาดและสัดส่วนของหน้าตัดเป็น ดังต่อไปนี้

(๑) มิติของหน้าตัดที่สั้นที่สุด ซึ่งวัดจากเส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางของหน้าตัด ต้องไม่น้อยกว่า ๓๐๐ มิลลิเมตร

(๒) อัตราส่วนของมิติที่สั้นที่สุด ต่อมิติที่ตั้งฉากกัน ต้องไม่น้อยกว่า ๐.๔

ข้อ ๔๙ เสาต้องมีกำลังต้านโมเมนต์ดัดระบุ (nominal flexural strength) เป็นไปตามสมการดังต่อไปนี้

$$\sum M_{nc} = 1.2 \sum M_{nb} \qquad \text{(สมการ ๑๘)}$$

โดยที่ $\sum M_{nc}$ คือ ผลรวมของกำลังต้านโมเมนต์ดัดระบุของเสา ณ จุดต่อนั้น โดยให้คำนวณที่ขอบของจุดต่อ การคำนวณกำลังต้านโมเมนต์ดัดระบุของเสานั้น ให้คำนึงถึงแรงอัดตามแนวแกนปรับค่า ที่กระทำต่อเสาในลักษณะที่ทำให้มีกำลังต้านโมเมนต์ดัดต่ำที่สุด

โดยที่ $\sum M_{nb}$ คือ ผลรวมของกำลังต้านโมเมนต์ดัดระบุของคาน ณ จุดต่อนั้น โดยให้คำนวณที่ขอบของจุดต่อ ในกรณีที่คานมีหน้าตัดตัวที ซึ่งพื้นที่เป็นปีกคานทำหน้าที่รับแรงดึง ให้พิจารณาเหล็กเสริมในช่วงความกว้างประสิทธิผลของพื้นในการคำนวณกำลังต้านโมเมนต์ดัดระบุของคานด้วยหากมีการเสริมเหล็กในพื้นที่ส่วนวิกฤตเพื่อการดัด การรวมกำลังต้านโมเมนต์ดัดระบุข้างต้นให้มีสมมุติฐานว่า โมเมนต์ของเสากระทำในทิศตรงข้ามกับโมเมนต์ของคาน โมเมนต์ของคานที่กระทำในทั้งสองทิศทางในระนาบแนวตั้งของโครงที่พิจารณาต้องเป็นไปตามสมการ ๑๘

ข้อ ๕๐ เหล็กเสริมตามยาวต้องมีพื้นที่หน้าตัด A_{st} ไม่ต่ำกว่า $0.01A_g$ แต่ไม่เกิน $0.06A_g$

ข้อ ๕๑ การต่อเหล็กเสริมด้วยวิธีทางกลและวิธีการเชื่อมให้เป็นไปตามข้อ ๓๖ ทั้งนี้ การต่อทาบเหล็กให้กระทำเฉพาะในบริเวณช่วงกลางเสา โดยให้พิจารณาเป็นการทาบชนิดรับแรงดึง และใส่เหล็กเสริมตามขวางตามข้อ ๕๓ และข้อ ๕๔

ข้อ ๕๒ เหล็กเสริมตามขวางตามข้อ ๕๓ ถึงข้อ ๕๕ ให้วางภายในระยะ l_0 จากขอบของข้อต่อทั้งสองด้าน และจากหน้าตัดที่คาดว่าจะเกิดการครากของเหล็กตามแนวยาวเกิดขึ้นจากแรงดัดภายใต้แรงดล (impulsive loading) หรือแรงกระแทก (impactive loading) หรือในระหว่างการเกิดแผ่นดินไหวที่เกินแผ่นดินไหวสำหรับการออกแบบ ทั้งนี้ ระยะ l_0 ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่มากที่สุดระหว่างค่า ดังต่อไปนี้

(๑) ความลึกของชิ้นส่วนจากขอบของข้อต่อหรือจากจุดที่คาดว่าจะเกิดการครากจากแรงดัด

(๒) หนึ่งในหกของช่วงว่างของชิ้นส่วน

(๓) ๔๕๐ มิลลิเมตร

ข้อ ๕๓ การเสริมเหล็กตามขวางต้องใช้เหล็กเส้นเกลียวเส้นเดียวหรือเหล็กเส้นเกลียวหลายเส้นซ้อนกันตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับทั่วไป เหล็กปลอกรูปวงกลม หรือเหล็กปลอกรูปเหลี่ยมที่มีหรือไม่มีเหล็กยึดขวาง และให้ใช้เหล็กยึดขวางที่มีขนาดไม่เกินเหล็กปลอกรัดรอบได้ ปลายแต่ละด้านของเหล็กยึดขวางต้องยึดกับเหล็กเสริมตามยาวที่อยู่รอบนอก เหล็กยึดขวางที่วางเรียงกันไปต้องสลับทิศทางปลายยึดเหล็กตามยาว ระยะตามแนวนอนของเหล็กยึดขวางหรือขาของเหล็กปลอกรัดรอบที่วางซ้อนกัน h_x ภายในหน้าตัดของชิ้นส่วนต้องไม่เกิน ๓๕๐ มิลลิเมตร วัดจากศูนย์กลางถึงศูนย์กลาง

ข้อ ๕๔ ระยะเรียงของเหล็กเสริมตามขวาง ต้องไม่เกินค่าที่น้อยที่สุดของค่า ดังต่อไปนี้

(๑) หนึ่งในสี่ของขนาดหน้าตัดเสาด้านที่เล็กที่สุด

(๒) หกเท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กเสริมตามยาวที่เล็กที่สุด

(๓) ระยะ S_0 ที่ไม่ต่ำกว่า ๑๐๐ มิลลิเมตรและไม่เกิน ๑๕๐ มิลลิเมตร ซึ่งคำนวณได้จาก

$$S_0 = 100 + \left(\frac{350-h_x}{3}\right) \quad \text{(สมการ ๑๙)}$$

ข้อ ๕๕ เหล็กเสริมตามขวางต้องเป็นตาม (๑) หรือ (๒) ดังต่อไปนี้ เว้นแต่ได้เสริมเหล็กตามขวางมากขึ้นตามข้อ ๕๙ และข้อ ๖๐

(๑) อัตราส่วนเชิงปริมาตร ρ_s ของเหล็กปลอกเกลียวหรือเหล็กปลอกวงปิดรูปวงกลม ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่คำนวณจาก

$$\rho_s = 0.12\, f_c^{'}/f_{yt} \quad \text{(สมการ ๒๐)}$$

$$\rho_s = 0.45\left[\left(A_g/A_{ch}\right) - 1\right]\left(f_c^{'}/f_{yt}\right) \quad \text{(สมการ ๒๑)}$$

(๒) พื้นที่หน้าตัดเหล็กปลอกรัดรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้า A_{sh} ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่คำนวณจาก

$$A_{sh} = 0.3\left(sb_c f_c^{'}/f_{yt}\right)\left[\left(A_g/A_{ch}\right) - 1\right] \quad \text{(สมการ ๒๒)}$$

$$A_{sh} = 0.09\, sb_c f_c^{'}/f_{yt} \quad \text{(สมการ ๒๓)}$$

ข้อ ๕๖ ในบริเวณอื่นของเสาที่ไม่ได้เสริมเหล็กปลอกตามขวางตามข้อ ๕๒ ถึงข้อ ๕๕ ตลอดความสูงของเสา ให้เสริมเหล็กปลอกเกลียวหรือเหล็กปลอกรัดรอบที่มีระยะเรียงจากศูนย์กลางถึงศูนย์กลางไม่เกินค่าที่น้อยกว่าระหว่าง ๖ เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กตามแนวยาวกับ ๑๕๐ มิลลิเมตร เว้นแต่ได้เสริมเหล็กตามขวางมากขึ้นตามข้อ ๕๑ หรือข้อ ๕๙ และข้อ ๖๐

ข้อ ๕๗ เสาที่รองรับแรงจากชิ้นส่วนเกร็งที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น กำแพง ต้องเสริมเหล็กตามขวางตามข้อ ๕๓ ถึงข้อ ๕๕ ตลอดความสูงของเสาใต้ระดับที่เกิดความไม่ต่อเนื่อง หากแรงอัดตามแนวแกนปรับค่าภายใต้แรงที่รวมแผ่นดินไหวมีค่าเกิน $0.1A_g f_c^{'}$

เหล็กเสริมตามขวางตามวรรคหนึ่งต้องเสริมให้เลยลงไปในชิ้นส่วนที่ไม่ต่อเนื่องอีกเป็นระยะอย่างน้อยเท่ากับระยะฝังภายใต้แรงดึง คำนวณโดยใช้เส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กตามยาวในเสาที่มีขนาดใหญ่ที่สุด

เมื่อปลายล่างของเสาตั้งอยู่บนกำแพง เหล็กเสริมตามขวางตามวรรคหนึ่งต้องเสริมเลยลงไปในกำแพงเป็นระยะไม่น้อยกว่า l_d ซึ่งคำนวณจากเหล็กเสริมยาวขนาดใหญ่ที่สุด

เมื่อเสาตั้งอยู่บนฐานราก เหล็กเสริมตามขวางตามวรรคหนึ่งต้องเสริมเลยลงไปในฐานรากเป็นระยะไม่น้อยกว่า ๓๐๐ มิลลิเมตร

ข้อ ๕๘ หากระยะหุ้มของคอนกรีตนอกเหล็กปลอกโอบรัดมีความหนาเกิน ๑๐๐ มิลลิเมตร ให้ใส่เหล็กเสริมตามขวางเพิ่มเติมที่มีระยะเรียงไม่เกิน ๓๐๐ มิลลิเมตร และระยะหุ้มเหล็กเสริมตามขวางเพิ่มเติมนี้ต้องไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิเมตร

ข้อ ๕๙ ให้คำนวณแรงเฉือนออกแบบ V_e โดยพิจารณาจากแรงสูงสุดที่กระทำที่ปลายของชิ้นส่วนทั้งสองด้าน ทั้งนี้ แรงสูงสุดนี้หมายถึงกำลังต้านโมเมนต์ที่เป็นไปได้ M_{pr} สูงสุดและแรงอัดตามแนวแกนปรับค่า P_u ที่กระทำร่วมกัน โดยที่แรงเฉือนออกแบบ V_e ซึ่งคำนวณได้นี้ต้องไม่น้อยกว่าแรงเฉือนปรับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้าง

ให้คำนวณกำลังต้านโมเมนต์ดัดที่เป็นไปได้ M_{pr} ตามวรรคหนึ่ง จากกำลังรับแรงดึงของเหล็กเสริมเท่ากับ $1.25f_y$

ข้อ ๖๐ เหล็กเสริมตามขวางตลอดระยะ l_0 ตามข้อ ๕๒ ต้องออกแบบให้ต้านแรงเฉือนโดยไม่คิดกำลังต้านแรงเฉือนของคอนกรีต ($V_c = 0$) เมื่อ

(๑) แรงเฉือนที่เกิดจากแผ่นดินไหวที่คำนวณตามข้อ ๕๙ มีค่าตั้งแต่ครึ่งหนึ่งของแรงเฉือนสูงสุดที่จำเป็นภายในระยะ l_0 และ

(๒) แรงอัดตามแนวแกนปรับค่า P_u ที่รวมผลของแผ่นดินไหวแล้ว น้อยกว่า $0.05A_g f_c'$

ข้อ ๖๑ ข้อต่อระหว่างคานและเสาในโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวพิเศษ ให้เป็นไปตามข้อ ๖๒ ถึงข้อ ๗๒ ซึ่งเป็นข้อกำหนดเพิ่มเติมจากส่วนที่ ๗ โดยให้ใช้ข้อกำหนดที่เข้มงวดกว่า

ข้อ ๖๒ ให้คำนวณแรงในเหล็กเสริมตามยาวในคานที่ข้อต่อจากแรงดึงในเหล็กเสริมที่กำหนดให้เท่ากับ $1.25f_y$

ข้อ ๖๓ เหล็กเสริมตามยาวในคานต้องวางเลยออกไปจนถึงขอบด้านนอกของแกนเสา และให้ทำการฝังยึดกับแถบเสา โดยหากเป็นกรณีรับแรงดึงให้เป็นไปตามข้อ ๖๙ ถึงข้อ ๗๒ และหากเป็นกรณีรับแรงอัดให้เป็นไปตามข้อกำหนดเรื่องเสาในมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ข้อ ๖๔ กรณีเหล็กเสริมตามยาวในคานวางทะลุผ่านข้อต่อ มิติของเสาที่ขนานกับเหล็กเสริมในคานต้องไม่น้อยกว่า ๒๐ เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมตามยาวที่มีขนาดใหญ่ที่สุด

ข้อ ๖๕ สำหรับเหล็กเสริมตามขวางในข้อต่อ ให้เสริมเหล็กปลอกรัดรอบตามข้อ ๕๓ ข้อ ๕๔ ข้อ ๕๕ และข้อ ๕๘ เว้นแต่ข้อต่อนั้นไม่ได้ถูกยึดรัดโดยคานตามข้อ ๖๖

ข้อ ๖๖ กรณีคานชนข้อต่อทั้งสี่ด้านและความกว้างคานอย่างน้อยเท่ากับสามในสี่ของความกว้างเสา ให้เสริมเหล็กตามขวางเป็นปริมาณอย่างน้อยเท่ากับครึ่งหนึ่งตามที่ระบุในข้อ ๕๕ (๑) หรือข้อ ๕๕ (๒) ภายในระยะความสูงของคานที่มีความลึกที่น้อยที่สุดที่ชนกับข้อต่อ และให้ปรับระยะเรียงตามข้อ ๕๔ เพิ่มขึ้นเป็น ๑๕๐ มิลลิเมตร ได้

ข้อ ๖๗ กรณีไม่มีคานชนกับข้อต่อ ให้เสริมเหล็กตามขวางภายในข้อต่อตามข้อ ๔๐ ข้อ ๔๑ และข้อ ๔๔ เพื่อให้เกิดการยึดรัด (confinement) แก่เหล็กตามยาวในคาน

ข้อ ๖๘ กำลังต้านแรงเฉือน V_n ของข้อต่อ ต้องไม่เกินค่าที่คำนวณได้ ดังต่อไปนี้

(๑) ข้อต่อที่ได้รับการยึดรัดจากคานทั้งสี่ด้าน

$$V_n = 1.7\sqrt{f_c'}A_j \qquad \text{(สมการ ๒๔)}$$

(๒) ข้อต่อที่ได้รับการยึดรัดจากคานสามด้าน หรือคานสองด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน

$$V_n = 1.2\sqrt{f_c'}A_j \qquad \text{(สมการ ๒๕)}$$

(๓) ข้อต่ออื่น ๆ

$$V_n = \sqrt{f_c'}A_j \qquad \text{(สมการ ๒๖)}$$

โดยที่ A_j คือ พื้นที่ต้านแรงเฉือนในแนวนอนประสิทธิผลของข้อต่อ และจะถือว่าข้อต่อได้รับการยึดรัดจากคานก็ต่อเมื่อคานที่เข้ามายึดรัดนั้นมีความกว้างไม่น้อยกว่าสามในสี่ของความกว้างเสาด้านที่คานเข้ามาบรรจบ และมีความลึกไม่น้อยกว่าสามในสี่ของความลึกคานตัวที่ลึกที่สุดที่เข้ามาบรรจบกันที่ข้อต่อ

ข้อ ๖๙ สำหรับเหล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ ๙ มิลลิเมตร ถึง ๓๒ มิลลิเมตร ระยะฝังของเหล็กเสริม l_{dh} ที่ทำของอมาตรฐาน ๙๐ องศา ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่มากที่สุด ดังต่อไปนี้

(๑) แปดเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง d_b

(๒) ๑๕๐ มิลลิเมตร

(๓) ความยาวที่กำหนดตามสมการ

$$l_{dh} = f_y d_b / \left(5.4\sqrt{f_c'}\right) \qquad \text{(สมการ ๒๗)}$$

ของอ ๙๐ องศา ตามวรรคหนึ่ง ต้องอยู่ภายในแกนเสาที่ถูกยึดรัดหรือภายในชิ้นส่วนขอบเขต (boundary element)

ข้อ ๗๐ สำหรับเหล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ ๙ มิลลิเมตร ถึง ๓๒ มิลลิเมตร ระยะฝังสำหรับเหล็กตรง l_d ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่มากกว่าระหว่าง (๑) กับ (๒) ดังต่อไปนี้

(๑) ๒.๕ เท่าของระยะตามข้อ ๖๙ หากความลึกของคอนกรีตที่เทครั้งเดียวใต้เหล็กไม่เกิน ๓๐๐ มิลลิเมตร

(๒) ๓.๒๕ เท่าของระยะตามข้อ ๖๙ หากความลึกของคอนกรีตที่เทครั้งเดียวใต้เหล็กเกิน ๓๐๐ มิลลิเมตร

ข้อ ๗๑ เหล็กเสริมตรงที่หยุดที่ข้อต่อ ให้วางทะลุผ่านแกนที่ได้รับการยึดรัดของเสาหรือของชิ้นส่วนขอบเขต ส่วนใดของระยะฝัง l_d ที่ไม่อยู่ภายในแกนที่ได้รับการยึดรัด ให้เพิ่มความยาวขึ้นอีก ๑.๖ เท่า

ข้อ ๗๒ กรณีที่ใช้เหล็กเคลือบผิวอีพ็อกซี ให้เพิ่มระยะฝังตามที่คำนวณในข้อ ๖๙ ถึงข้อ ๗๑ ด้วยตัวคูณที่เหมาะสมตามมาตรฐานการออกแบบที่ได้รับการยอมรับทั่วไป

ข้อ ๗๓ กำแพงคอนกรีตที่มีความเหนียวพิเศษในระบบต้านแรงแผ่นดินไหว ให้เป็นไปตามข้อ ๗๔ ถึงข้อ ๘๘

ข้อ ๗๔ อัตราส่วนเหล็กเสริมในส่วนอกกำแพง ρ_l และ ρ_t ต้องไม่น้อยกว่า ๐.๐๐๒๕ เว้นแต่แรงเฉือนปรับค่า V_u มีค่าไม่เกิน $0.083A_{cv}\sqrt{f_c'}$ ให้ลด ρ_l และ ρ_t ลงได้ตามที่กำหนดในมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ ระยะเรียงของเหล็กเสริมในกำแพงต้องไม่เกิน ๔๕๐ มิลลิเมตร และเหล็กเสริมที่นำมาคำนวณกำลังต้านแรงเฉือน V_n ต้องวางกระจายอย่างต่อเนื่องตลอดระนาบเฉือน

ข้อ ๗๕ หากแรงเฉือนปรับค่า V_u มีค่าเกิน $0.17A_{cv}\sqrt{f_c'}$ ให้เสริมเหล็กปลอกในกำแพงอย่างน้อยสองชั้นที่ผิวกำแพง

ข้อ ๗๖ แรงเฉือนที่ใช้ในการออกแบบ (V_e) สำหรับออกแบบกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กให้คำนวณ ดังนี้

$$V_e = \Omega_v \omega_v V_u \leq 3V_u \qquad \text{(สมการ ๒๘)}$$

โดยที่ V_u คือ แรงเฉือนปรับค่าจากการวิเคราะห์แรงด้านข้างด้วยชุดตัวคูณน้ำหนักบรรทุกที่เหมาะสม (นิวตัน)

Ω_v คือ ค่าตัวประกอบกำลังส่วนเกินที่หน้าตัดวิกฤติตามข้อ ๗๗

ω_v คือ ค่าตัวประกอบขยายค่าแรงเฉือนพลศาสตร์ตามข้อ ๗๘

ข้อ ๗๗ ค่าตัวประกอบกำลังส่วนเกินที่หน้าตัดวิกฤติ (Ω_v) ตามข้อ ๗๖ สามารถคำนวณหาค่าได้ ดังนี้

(๑) กรณีที่ $h_{wcs}/l_w > 1.5$ ให้กำหนดค่า Ω_v เท่ากับค่าที่มากกว่าระหว่าง M_{pr}/M_u กับ ๑.๕ ในการหาค่า M_{pr}/M_u ให้ใช้วิธีการรวมผลของน้ำหนักบรรทุก (Load Combination) ที่ให้ค่า Ω_v สูงสุด โดยพิจารณา M_{pr} และ M_u ที่หน้าตัดวิกฤตของกำแพง ทั้งนี้ Ω_v อาจมีค่าน้อยกว่า ๑.๕ หากได้กระทำการวิเคราะห์อย่างละเอียดแล้ว แต่ไม่ว่ากรณีใด ๆ Ω_v ต้องไม่น้อยกว่า ๑.๐

(๒) กรณีที่ $h_{wcs}/l_w > 1.5$ ให้กำหนดค่า Ω_v เท่ากับ ๑.๐

โดยที่ h_{wcs} คือ ความสูงของกำแพงเหนือหน้าตัดวิกฤตสำหรับแรงดัดและแรงตามแนวแกน (เมตร)

l_w คือ ความยาวของกำแพงที่พิจารณาในทิศทางของแรงเฉือน (เมตร)

ข้อ ๗๘ ค่าตัวประกอบขยายค่าแรงเฉือนพลศาสตร์ (ω_v) ตามข้อ ๗๖ สามารถคำนวณหาค่าได้ ดังนี้

(๑) กรณีกำแพงมีค่า $h_{wcs}/l_w < 2.0$ ให้กำหนดค่า ω_v เท่ากับ ๑.๐

(๒) กรณีกำแพงมีค่า $h_{wcs}/l_w \geq 2.0$ ให้คำนวณค่า ω_v ตามเงื่อนไข ดังนี้

(ก) หาก $n_s \leq 6$ ให้ $\omega_v = 0.9 + n_s/10$ (สมการ ๒๙)

(ข) หาก $n_s > 6$ ให้ $\omega_v = 1.3 + n_s/30 \leq 1.8$ (สมการ ๓๐)

โดยที่ n_s คือ จำนวนชั้นของอาคารเหนือหน้าตัดวิกฤต ทั้งนี้ n_s ต้องไม่น้อยกว่า $0.276h_{wcs}$

ข้อ ๗๙ กำลังต้านแรงเฉือนระบุ V_n ของกำแพง ต้องมีค่าไม่เกิน

$$V_n = A_{cv}\left(\alpha_c\sqrt{f_c'} + \rho_t f_y\right) \quad \text{(สมการ ๓๑)}$$

โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ α_c เท่ากับ ๐.๒๕ กรณี $h_l/l_w \leq$ ๑.๕ และเท่ากับ ๐.๑๗ กรณี $h_l/l_w \geq$ ๒.๐ และแปรผันเชิงเส้น กรณี h_l/l_w อยู่ระหว่าง ๑.๕ กับ ๒.๐

ข้อ ๘๐ ในการคำนวณกำลังต้านแรงเฉือนตามข้อ ๗๙ อัตราส่วน h_l/l_w ที่ใช้ในการหาค่า V_n สำหรับแต่ละส่วนกำแพง (wall segment) ให้ใช้ค่าที่มากกว่าระหว่างอัตราส่วนของกำแพงทั้งผืนกับของเฉพาะส่วนกำแพงที่พิจารณา

ข้อ ๘๑ เหล็กเสริมในกำแพงที่ต้านแรงเฉือนต้องเป็นเหล็กเสริมกระจายในสองทิศทางที่ตั้งฉากกันในระนาบของกำแพง หากอัตราส่วน h_l/l_w ไม่เกิน ๒.๐ อัตราส่วนเหล็กเสริม ρ_l ต้องไม่น้อยกว่าอัตราส่วนเหล็กเสริม ρ_t

ข้อ ๘๒ สำหรับชิ้นส่วนกำแพง (wall pier) ทั้งหมดที่มีแรงด้านข้างร่วมกัน กำลังต้านแรงเฉือนระบุ V_n ต้องมีค่าไม่เกิน $0.66A_{cv}\sqrt{f_c'}$ โดยที่ A_{cv} คือ พื้นที่รวมของคอนกรีตที่ถูกจำกัดด้วยความหนาของส่วนอกกำแพงและความยาวของส่วนนั้น สำหรับชิ้นส่วนกำแพงแต่ละชิ้น V_n ต้องมีค่าไม่เกิน $0.83A_{cw}\sqrt{f_c'}$ โดยที่ A_{cw} คือ พื้นที่ของชิ้นส่วนกำแพงเฉพาะชิ้นนั้น

ข้อ ๘๓ สำหรับส่วนกำแพงในแนวนอนและคานยึดควบ กำลังต้านแรงเฉือนระบุ V_n ต้องมีค่าไม่เกิน $0.83A_{cw}\sqrt{f_c'}$ โดยที่ A_{cw} คือ พื้นที่ของส่วนกำแพงแนวนอนหรือของคานยึดควบ

ข้อ ๘๔ การออกแบบกำแพงให้คำนึงถึงแรงดัดและแรงตามแนวแกนปรับค่าที่กระทำร่วมกับแรงเฉือนปรับค่า โดยพิจารณาหน้าตัดที่ประกอบด้วยคอนกรีตและเหล็กเสริมที่อยู่ภายในบริเวณความกว้างประสิทธิผลของปีก ชิ้นส่วนขอบเขตและบริเวณอกกำแพง และให้คำนึงช่องเปิดในกำแพงเฉือนด้วย

ข้อ ๘๕ กรณีไม่ได้ทำการวิเคราะห์อย่างละเอียด ความกว้างประสิทธิผลของหน้าตัดที่มีลักษณะเป็นปีก ต้องมีระยะยื่นออกจากส่วนอกกำแพงเท่ากับค่าที่น้อยกว่าระหว่างครึ่งหนึ่งของระยะไปถึงอกกำแพงข้างเคียงกับหนึ่งในสี่ของความสูงกำแพงทั้งหมด

ข้อ ๘๖ กรณีกำแพงและชิ้นส่วนกำแพงมีค่า h_w/l_w เกิน ๒.๐ ให้เสริมชิ้นส่วนขอบเขตที่ปลายของกำแพงหากความเครียดอัดสูงสุดในการวิเคราะห์หน้าตัดเกิน ๐.๐๐๒ และให้เสริมชิ้นส่วนขอบเขตออกไปในแนวดิ่งจากหน้าตัดวิกฤตเป็นระยะไม่น้อยกว่าค่าที่มากกว่าระหว่าง l_w กับ $M_u/4V_u$

ข้อ ๘๗ หากจำเป็นต้องเสริมชิ้นส่วนขอบเขตตามข้อ ๘๖ ให้ปฏิบัติตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

(๑) ชิ้นส่วนขอบเขตต้องมีความยาววัดจากผิวที่รับแรงอัดไม่น้อยกว่าค่าที่มากกว่าระหว่าง $c - 0.1l_w$ กับ $c/2$ เมื่อ c คือ ความลึกแกนสะเทินที่มากที่สุดที่คำนวณภายใต้แรงตามแนวแกนปรับค่าและกำลังต้านโมเมนต์ระบุที่สอดคล้องกับ δ_u

(๒) สำหรับหน้าตัดกำแพงที่มีลักษณะเป็นปีก ชิ้นส่วนขอบเขตให้นับรวมส่วนความกว้างประสิทธิผลด้วย และต้องมีความลึกอย่างน้อย ๓๐๐ มิลลิเมตร เข้าไปในส่วนอกกำแพง

(๓) เหล็กเสริมตามขวางในชิ้นส่วนขอบเขตให้เป็นไปตามข้อ ๕๓ ถึงข้อ ๕๕ ยกเว้นสมการ ๒๑ และระยะเรียงของเหล็กเสริมตามขวางตามข้อ ๕๔ (๑) ต้องไม่เกินหนึ่งในสามของขนาดที่เล็กที่สุดของชิ้นส่วนขอบเขต

(๔) ให้เสริมเหล็กเสริมตามขวางในชิ้นส่วนขอบเขตที่ฐานกำแพงลงไปในฐานรองรับเป็นระยะอย่างน้อยเท่ากับระยะฝังของเหล็กเสริมตามยาว l_d ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด ในกรณีที่ชิ้นส่วนขอบเขตตั้งบนฐานราก ให้เสริมเหล็กเสริมตามขวางลึกลงไปในฐานรากอย่างน้อย ๓๐๐ มิลลิเมตร

(๕) สำหรับเหล็กเสริมแนวนอนที่อยู่ในอกกำแพง ให้ทำการเสริมเหล็กดังกล่าวในแกนของชิ้นส่วนขอบเขตเพื่อให้สามารถรับแรงดึงได้ถึงจุดคราก

ข้อ ๘๘ ในบริเวณที่ไม่ต้องเสริมชิ้นส่วนขอบเขตตามข้อ ๘๖ ให้ทำตาม (๑) และ (๒) ดังต่อไปนี้

(๑) ถ้าอัตราส่วนเหล็กเสริมตามยาวที่ปลายกำแพงมีค่ามากกว่า $2.8/f_y$ เหล็กเสริมทางขวางต้องเป็นไปตามข้อ ๕๓ และข้อ ๘๗ (๑) โดยที่ระยะเรียงของเหล็กเสริมทางขวางในบริเวณดังกล่าวต้องไม่เกิน $10d_b$ หรือ ๓๐๐ มิลลิเมตร

(๒) หากแรงเฉือนปรับค่า V_u มีค่าไม่น้อยกว่า $0.83A_{cv}\sqrt{f_c'}$ ให้ทำของอมาตรฐานที่ปลายเหล็กเสริมแนวนอนที่หยุดที่ปลายกำแพงซึ่งไม่มีชิ้นส่วนขอบเขต หรือให้ทำเหล็กปลอกเป็นรูปตัวยูยึดกับเหล็กเสริมตามแนวแกนในกำแพงโดยให้มีขนาดและระยะเรียงเช่นเดียวกับเหล็กแนวนอนนั้นและให้ทาบเหล็กตัวยูกับเหล็กแนวนอนนั้นด้วย

ข้อ ๘๙ คานยึดควบ (coupling beam) ในระบบต้านแรงแผ่นดินไหว ให้เป็นไปตามข้อ ๙๐ ถึงข้อ ๙๓

ข้อ ๙๐ คานยึดควบที่มีอัตราส่วน $(l_h/h) \geq 4$ ให้ออกแบบตามข้อ ๓๑ ถึงข้อ ๔๖ โดยอาจไม่ต้องพิจารณาข้อ ๓๑ (๓) และ (๔) ก็ได้ หากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าคานดังกล่าวมีเสถียรภาพทางด้านข้างเพียงพอ

ข้อ ๙๑ สำหรับคานยึดควบที่มีอัตราส่วน $(l_h/h) < 2$ และแรงเฉือนปรับค่า V_u มีค่าเกิน $0.33A_{cw}\sqrt{f_c'}$ ให้เสริมเหล็กทแยงมุมวางตัดกันและสมมาตรรอบจุดกึ่งกลางคาน

ข้อ ๙๒ คานยึดควบที่ไม่ได้เป็นไปตามข้อ ๙๐ หรือข้อ ๙๑ อาจเสริมด้วยเหล็กวางทแยงมุมตัดกันให้สมมาตรรอบจุดกึ่งกลางคาน หรือเสริมเหล็กตามข้อ ๓๒ ถึงข้อ ๔๖

ข้อ ๙๓ คานยึดควบที่เสริมด้วยเหล็กทแยงมุมวางตัดกันและสมมาตรรอบจุดกึ่งกลางคาน ต้องปฏิบัติตาม (๑) และ (๒) และให้เลือกปฏิบัติตาม (๓) หรือ (๔) ดังต่อไปนี้

(๑) กำลังต้านแรงเฉือนระบุ V_n ให้คำนวณจาก

$$V_u = 2A_{vd}f_y sin\alpha \leq 0.83A_{cw}\sqrt{f_c'} \qquad \text{(สมการ ๓๒)}$$

โดยที่ α คือ มุมระหว่างเหล็กทแยงมุมกับแกนตามยาวของคานยึดควบ

(๒) เหล็กทแยงมุมต้องมีอย่างน้อยสี่เส้นในแต่ละทิศทาง โดยวางเรียงกันเป็นสองชั้นขึ้นไป เหล็กทแยงมุมต้องฝังในกำแพงไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของความยาวที่พัฒนาเผื่อกำลังคราก f_y ในการรับแรงดึง

(๓) เหล็กทแยงมุมต้องประกอบกันเป็นหน้าตัดที่มีขนาดวัดจากขอบนอกของเหล็กเสริมตามขวางไม่น้อยกว่า $b_w/2$ ในทิศทางตั้งฉากกับระนาบคานและ $b_w/5$ ในระนาบของคานที่ตั้งฉากกับเหล็กทแยงมุม

(๔) เหล็กเสริมตามขวางที่เสริมรอบเหล็กทแยงมุม ต้องทำตามข้อ ๕๓ ข้อ ๕๕ และข้อ ๕๘

ข้อ ๙๔ ผิวของรอยต่อก่อสร้างในกำแพงเฉือน ต้องทำให้เกิดความหยาบตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับทั่วไป

ข้อ ๙๕ เสาที่รองรับกำแพงที่ไม่ต่อเนื่อง ให้เสริมเหล็กตามข้อ ๕๗

ข้อ ๙๖ แผ่นพื้นและแผ่นหลังคาซึ่งทำหน้าที่เป็นไดอะแฟรมเพื่อส่งถ่ายแรงที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของพื้นดินเนื่องจากแผ่นดินไหว รวมถึงค้ำยัน (strut) เชือกผูก คอร์ด และองค์อาคารเชื่อม (collector) ที่ถ่ายแรงที่เกิดจากแผ่นดินไหวด้วย ต้องเป็นไปตามข้อ ๙๗ ถึงข้อ ๑๑๔

ข้อ ๙๗ แรงที่ใช้ออกแบบแผ่นดินไหวสำหรับไดอะแฟรมต้องได้มาจากการวิเคราะห์ความยืดหยุ่นเชิงเส้นของโครงสร้างโดยใช้ข้อกำหนดและการรวมผลแรงที่เกี่ยวข้อง

ข้อ ๙๘ ไดอะแฟรมทั้งหมดและการเชื่อมต่อของไดอะแฟรมต้องได้สัดส่วนและมีรายละเอียดเพื่อให้สามารถส่งถ่ายแรงไปยังองค์อาคารเชื่อมและองค์ประกอบแนวตั้งของระบบต้านแรงแผ่นดินไหวได้อย่างสมบูรณ์

ข้อ ๙๙ องค์ประกอบของระบบไดอะแฟรม ที่รับแรงตามแนวแกนเป็นหลักและใช้ในการส่งถ่ายแรงเฉือนหรือแรงดัดของไดอะแฟรมไปรอบ ๆ ช่องเปิดหรือจุดไม่ต่อเนื่องอื่น ๆ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับองค์อาคารเชื่อมตามข้อ ๑๐๗ และข้อ ๑๐๘

ข้อ ๑๐๐ ให้ใช้แผ่นคอมโพสิตทับหน้าแบบหล่อในที่ (cast-in-place composite-topping slab) บนพื้นหรือหลังคาสำเร็จรูปเป็นไดอะแฟรมได้หากแผ่นทับหน้านั้นเสริมเหล็ก และพื้นผิวคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วก่อนวางแผ่นทับหน้านั้นต้องสะอาด ปราศจากฝ้าน้ำปูน (laitance) และถูกทำให้หยาบ

ข้อ ๑๐๑ ให้ใช้แผ่นทับหน้าแบบหล่อในที่ (cast-in-place topping slab) ที่ไม่ใช่แผ่นคอมโพสิตบนพื้นหรือหลังคาสำเร็จรูปเป็นไดอะแฟรมได้ หากแผ่นทับหน้าแบบหล่อในที่ซึ่งทำหน้าที่เพียงลำพังมีสัดส่วนและรายละเอียดเพียงพอที่จะต้านแรงที่ใช้ออกแบบไว้ได้

ข้อ ๑๐๒ แผ่นคอนกรีตและแผ่นทับหน้าคอมโพสิตที่ใช้เป็นไดอะแฟรมในการถ่ายแรงแผ่นดินไหวต้องหนาไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร ส่วนแผ่นทับหน้าที่วางทับบนชิ้นส่วนพื้นหรือหลังคาสำเร็จรูปซึ่งทำหน้าที่เป็นไดอะแฟรมและไม่พึ่งพาแรงกิริยาระหว่างชิ้นส่วนคอมโพสิตกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อต้านแรงแผ่นดินไหวตามการออกแบบ ต้องหนาไม่น้อยกว่า ๖๕ มิลลิเมตร

ข้อ ๑๐๓ อัตราส่วนการเสริมเหล็กขั้นต่ำสำหรับไดอะแฟรม ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับทั่วไป เว้นแต่แผ่นพื้นอัดแรง (post-tensioned slab) ระยะห่างระหว่างการเสริมเหล็กในแต่ละทิศทางในระบบพื้นหรือหลังคาต้องไม่เกิน ๔๕๐ มิลลิเมตร ในกรณีที่เสริมด้วยลวดเชื่อมในการเสริมเหล็กแบบกระจายเพื่อต้านแรงเฉือนในแผ่นทับหน้าที่วางบนชิ้นส่วนพื้นและหลังคาสำเร็จรูป ลวดที่ขนานกับช่วงของชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องเว้นระยะห่างจากจุดกึ่งกลางไม่น้อยกว่า ๒๕๐ มิลลิเมตร เหล็กเสริมที่จัดเตรียมรองรับแรงเฉือนต้องต่อเนื่องและกระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดระนาบเฉือน

ข้อ ๑๐๔ เอ็นยึดที่ใช้เป็นวัสดุเสริมแรงหลักเพื่อต้านแรงสะสมหรือแรงเฉือนของไดอะแฟรมหรือแรงดึงจากการดัดต้องได้รับการปรับสัดส่วนเพื่อให้ความเค้นที่เกิดจากแรงแผ่นดินไหวตามการออกแบบไม่เกิน ๔๒๐ เมกะปาสคาล แรงอัดเบื้องต้นจากเอ็นที่ยังไม่ได้ยึดต้องสามารถต้านแรงตามการออกแบบของไดอะแฟรมได้หากมีเส้นทางรับน้ำหนักที่สมบูรณ์

ข้อ ๑๐๕ วัสดุเสริมแรงทั้งหมดที่ใช้ต้านแรงสะสม แรงเฉือนของไดอะแฟรม หรือแรงดึงจากการดัดต้องพัฒนาหรือต่อเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดแรงดึง f_y ในตำแหน่งที่การเสริมแรงตามยาวอาจถึงจุดคราก ความยาวจากการพัฒนาของวัสดุเสริมแรงตามยาวต้องเป็น ๑.๑๐ เท่าของค่าที่คำนวณสำหรับแรงดึง f_y สำหรับเหล็กเกรด ๔๒๐ และ ๑.๒๐ เท่าของค่าที่คำนวณสำหรับแรงดึง f_y สำหรับเหล็กเกรด ๕๒๐ และเหล็กเกรด ๕๕๐

ข้อ ๑๐๖ ให้ใช้การต่อทาบเหล็กเชิงกลตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับทั่วไป ในกรณีที่ใช้การต่อทาบเหล็กเชิงกลเพื่อถ่ายแรงระหว่างไดอะแฟรมและชิ้นส่วนแนวตั้งของระบบต้านแรงด้านข้าง

ข้อ ๑๐๗ องค์อาคารเชื่อมที่มีความเครียดอัดเกิน ๐.๐๐๒ ที่ส่วนใด ๆ ต้องมีการเสริมเหล็กตามขวางตามข้อ ๘๗ (๓) ตลอดความยาวของชิ้นส่วน การเสริมเหล็กตามขวางที่กำหนดให้หยุดได้ที่ส่วนที่มีความเครียดอัดที่คำนวณได้น้อยกว่า ๐.๐๐๑๕

ข้อ ๑๐๘ เหล็กเสริมตามยาวสำหรับองค์อาคารเชื่อมที่จุดต่อทาบเหล็กและโซนสมอยึดต้องเป็นไปตาม (๑) หรือ (๒) ดังต่อไปนี้

(๑) เหล็กเสริมตามยาวอย่างน้อยสามเส้นผ่านศูนย์กลาง แต่ไม่น้อยกว่า ๔๐ มิลลิเมตร และฝาครอบคอนกรีตอย่างน้อย ๒.๕ เส้นผ่านศูนย์กลาง แต่ไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร หรือ

(๒) เว้นแต่ที่กำหนดตามข้อ ๑๐๗ เหล็กเสริมตามขวางมีเนื้อที่ภายในระยะเรียงอย่างน้อยเท่ากับ $0.062\sqrt{f_c'}\frac{b_w s}{f_{yt}}$ แต่ต้องไม่น้อยกว่า $0.35\frac{b_w s}{f_{yt}}$

ข้อ ๑๐๙ ไดอะแฟรมและส่วนของไดอะแฟรมต้องได้รับการออกแบบให้ดัดได้ตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับทั่วไป ยกเว้นข้อกำหนดเรื่องการกระจายความเครียดแบบไม่เป็นเชิงเส้นสำหรับคานลึก ทั้งนี้ ให้คำนึงถึงผลกระทบของช่องเปิดด้วย

ข้อ ๑๑๐ กำลังต้านแรงเฉือนในไดอะแฟรมให้เป็นไปตามข้อ ๑๑๑ ถึงข้อ ๑๑๓

ข้อ ๑๑๑ ให้คำนวณกำลังต้านแรงเฉือนระบุ V_n ของไดอะแฟรมจาก

$$V_n = A_{cv}\left(0.17\sqrt{f_c'} + \rho_t f_y\right) \qquad \text{(สมการ ๓๓)}$$

สำหรับไดอะแฟรมแผ่นทับหน้าแบบหล่อในที่บนพื้นหรือหลังคาสำเร็จรูป ต้องคำนวณ A_{cv} โดยใช้ h ของแผ่นทับหน้า เฉพาะสำหรับไดอะแฟรมแผ่นทับหน้าที่ไม่ใช่คอมโพสิต และความหนารวมของชิ้นส่วนแบบหล่อในที่และแบบสำเร็จรูปสำหรับไดอะแฟรมแผ่นทับหน้าแบบคอมโพสิต สำหรับไดอะแฟรมแผ่นทับหน้าแบบคอมโพสิต ค่า f_c' ที่ใช้ในการกำหนด V_n ต้องไม่เกินค่าที่เล็กกว่าระหว่าง f_c' สำหรับชิ้นส่วนสำเร็จรูป และ f_c' สำหรับแผ่นทับหน้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ กำลังต้านแรงเฉือนระบุ V_n ของไดอะแฟรมตามวรรคหนึ่งต้องไม่เกิน $0.66A_{cv}\sqrt{f_c'}$

ข้อ ๑๑๒ กำลังต้านแรงเฉือนระบุ V_n เหนือรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปในไดอะแฟรมแผ่นทับหน้าแบบหล่อในที่ ชนิดคอมโพสิตและแบบไม่ใช่คอมโพสิต ต้องไม่เกิน $A_{vf}f_y\mu$ โดยที่ A_{vf} คือ พื้นที่รวมของการเสริมแรงด้วยแรงเสียดทานเฉือนภายในแผ่นทับหน้า รวมถึงทั้งการเสริมแรงแบบกระจายและแบบขอบ ซึ่งวางในแนวตั้งฉากกับรอยต่อในระบบสำเร็จรูป และค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน μ คือ ๑.๐ อย่างน้อยครึ่งหนึ่งของ A_{vf} ต้องกระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดความยาวของระนาบเฉือนศักย์ พื้นที่ของการเสริมแรงแบบกระจายในแผ่นทับหน้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับทั่วไปในแต่ละทิศทาง

ข้อ ๑๑๓ กำลังต้านแรงเฉือนระบุ V_n เหนือรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแผ่นทับหน้าแบบหล่อในที่ที่ไม่ใช่แบบคอมโพสิตและแบบคอมโพสิต ต้องไม่เกินขีดจำกัดตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับทั่วไป โดยคำนวณค่า A_c จากความหนาของแผ่นทับหน้าเท่านั้น

ข้อ ๑๑๔ รอยต่อโครงสร้างทั้งหมดในไดอะแฟรมและความหยาบของพื้นผิวสัมผัสต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับทั่วไป

ข้อ ๑๑๕ ฐานรากอาคารให้เป็นไปตามข้อ ๑๑๖ ถึงข้อ ๑๓๑

ข้อ ๑๑๖ ในการออกแบบฐานรากอาคาร ผู้ออกแบบและคำนวณต้องคำนึงถึงการส่งถ่ายแรงแผ่นดินไหวจากโครงสร้างอาคารส่วนบนเข้าสู่ฐานรากนอกเหนือจากแรงหรือน้ำหนักบรรทุกประเภทอื่นด้วย ในกรณีที่ฐานรากใช้ระบบเสาเข็มต้องคำนึงถึงการส่งถ่ายแรงแผ่นดินไหวจากฐานรากเข้าสู่เสาเข็มด้วย

เช่น การกำหนดปริมาณเหล็กเสริมในเสาเข็มที่ฝังอยู่ในฐานราก การพิจารณาความสามารถในการรับแรงด้านข้างของเสาเข็มแต่ละต้น

ข้อ ๑๑๗ ข้อกำหนดในส่วนนี้สำหรับเสาเข็ม เสาเข็มเจาะ ฐานราก และแผ่นพื้นบนพื้นดินต้องเสริมมาตรฐานการออกแบบและการก่อสร้างอื่น ๆ ที่ได้รับการยอมรับทั่วไป

ข้อ ๑๑๘ การเสริมเหล็กตามยาวของเสาและผนังโครงสร้างที่ต้านแรงแผ่นดินไหว ต้องขยายไปถึงฐานราก ฐานรากแพ หรือแท่นหัวเข็ม และต้องได้รับการพัฒนาอย่างเต็มที่เพื่อรองรับแรงดึงที่จุดเชื่อมต่อ

ข้อ ๑๑๙ เสาที่ออกแบบโดยสันนิษฐานว่าฐานรากมีปลายคงที่ ต้องเป็นไปตามข้อ ๑๑๘ หากจำเป็นต้องใช้ขอเกี่ยว เหล็กเสริมแรงตามยาวที่ต้านแรงดัดต้องมีของอ ๙๐ องศาใกล้กับส่วนล่างของฐานราก โดยให้ปลายเหล็กที่ว่างหันเข้าหาจุดศูนย์กลางของเสา

ข้อ ๑๒๐ เสาหรือชิ้นส่วนขอบเขตของผนังโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีขอบภายใน ๑/๒ ของความลึกฐานรากจากขอบฐานรากต้องการเสริมเหล็กตามขวางตามข้อ ๕๓ ถึงข้อ ๕๕ ด้านล่างของส่วนบนฐานราก การเสริมเหล็กนี้ต้องขยายเข้าไปในฐานราก ฐานรากแพ หรือหัวเสาเข็ม และได้รับการพัฒนาให้รับแรงดึงได้

ข้อ ๑๒๑ กรณีที่แผ่นดินไหวสร้างแรงยกในชิ้นส่วนขอบเขตของผนังหรือเสาโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ต้องเสริมเหล็กต้านแรงดัดที่ส่วนบนฐานราก ฐานรากแพ หรือฐานเสาเข็ม เพื่อต้านแรงที่เกิดจากการรวมน้ำหนักตามการออกแบบ และต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับทั่วไป

ข้อ ๑๒๒ คานคอดินที่ออกแบบให้เป็นจุดยึดแนวนอนระหว่างฐานเสาเข็มหรือฐานรากต้องมีการเสริมเหล็กอย่างต่อเนื่องในแนวยาวซึ่งต้องกระทำขึ้นภายในหรือนอกเสาที่รองรับ หรือยึดไว้ภายในฐานเสาเข็มหรือฐานรากที่จุดไม่ต่อเนื่องทั้งหมด

ข้อ ๑๒๓ คานคอดินที่ออกแบบให้เป็นจุดยึดแนวนอนระหว่างฐานเสาเข็มหรือฐานรากต้องมีสัดส่วนที่ให้มิติหน้าตัดที่เล็กที่สุด เท่ากับหรือมากกว่าระยะห่างระหว่างเสาที่เชื่อมต่อกันหารด้วยยี่สิบ แต่ไม่จำเป็นต้องมากกว่า ๔๕๐ มิลลิเมตร เหล็กปลอกแบบปิด (closed tie) ต้องมีระยะห่างไม่เกินครึ่งหนึ่งของมิติหน้าตัดมุมฉากที่เล็กที่สุดหรือ ๓๐๐ มิลลิเมตร แล้วแต่ค่าใดจะน้อยกว่ากัน

ข้อ ๑๒๔ คานคอดินและคานที่เป็นส่วนหนึ่งของฐานรากแพ ซึ่งรับแรงดัดจากเสาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบต้านแรงแผ่นดินไหวต้องเป็นไปตามข้อ ๓๑ ถึงข้อ ๔๖

ข้อ ๑๒๕ แผ่นพื้นบนพื้นดินที่ต้านแรงแผ่นดินไหวที่ใช้ออกแบบจากผนังหรือเสาที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบต้านแรงด้านข้าง ต้องได้รับการออกแบบเป็นแผ่นไดอะเฟรมโครงสร้างตามข้อ ๙๖ แบบของผู้ออกแบบต้องระบุอย่างชัดเจนว่าแผ่นพื้นบนพื้นดินเป็นแผ่นไดอะเฟรมโครงสร้างและเป็นส่วนหนึ่งของระบบต้านแรงด้านข้าง

ข้อ ๑๒๖ บทบัญญัติในข้อ ๑๒๗ ถึงข้อ ๑๓๑ ให้ใช้บังคับกับเสาเข็มคอนกรีต ตอม่อ และฐานรากที่รองรับโครงสร้างที่ออกแบบมาเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว

ข้อ ๑๒๗ เสาเข็ม ตอม่อ หรือฐานรากที่รองรับแรงดึง ต้องมีการเสริมเหล็กตามแนวยาวอย่างต่อเนื่องตลอดความยาวเพื่อต้านแรงดึงตามการออกแบบ การเสริมเหล็กตามแนวยาวต้องมีรายละเอียดในการถ่ายแรงดึงภายในฐานรากเสาเข็มไปยังส่วนประกอบโครงสร้างที่รองรับ

ข้อ ๑๒๘ กรณีที่แรงดึงเกิดจากแรงแผ่นดินไหวถูกถ่ายแรงระหว่างฐานรากเสาเข็มหรือฐานรากแพ กับเสาเข็มสำเร็จรูป โดยการอัดฉีดคอนกรีตเสริมด้วยเหล็กเส้นหรือติดตั้งเหล็กเส้นภายหลังที่ส่วนบนของเสาเข็ม ระบบการอัดฉีดคอนกรีตต้องได้รับการพิสูจน์โดยการทดสอบเพื่อพัฒนาแรงดึงของเหล็กเส้น

ข้อ ๑๒๙ เสาเข็ม เสาตอม่อ หรือฐานรากต้องมีการเสริมเหล็กตามขวางตามข้อ ๕๓ ถึงข้อ ๕๕ ที่ตำแหน่ง ดังต่อไปนี้

(๑) ที่ด้านบนของชิ้นส่วน อย่างน้อยห้าเท่าของมิติหน้าตัดของชิ้นส่วน แต่ไม่น้อยกว่า ๑.๘ เมตร ด้านล่างของฐานรากเสาเข็ม

(๒) สำหรับส่วนของเสาเข็มในดินที่ไม่สามารถรับน้ำหนักด้านข้างหรือในอากาศและน้ำได้ตลอดความยาวที่ไม่ได้รับการรับน้ำหนักทั้งหมด รวมถึงความยาวที่กำหนดใน (๑)

ข้อ ๑๓๐ สำหรับเสาเข็มคอนกรีตสำเร็จรูปที่ตอกด้วยคอนกรีต ความยาวของเหล็กเสริมตามขวางที่จัดเตรียมไว้ต้องเพียงพอต่อการแปรผันที่อาจเกิดขึ้นในระดับความสูงของปลายเสาเข็ม

ข้อ ๑๓๑ ฝาปิดเสาเข็มที่ประกอบด้วยเสาเข็มแบบตีนเป็ดต้องได้รับการออกแบบให้ทนต่อแรงอัดทั้งหมดของเสาเข็มแบบตีนเป็ดที่ทำหน้าที่เป็นเสาสั้น ผลกระทบของความเพรียวบางของเสาเข็มแบบตีนเป็ดต้องนำมาพิจารณาสำหรับส่วนของเสาเข็มในดินที่ไม่สามารถรับน้ำหนักด้านข้างหรือในอากาศหรือน้ำได้

ส่วนที่ ๙
การจำลองค่าสติฟเนสและกำลังขององค์อาคาร

ข้อ ๑๓๒ สติฟเนสที่ต้องการในโครงสร้างคอนกรีตต้องไม่น้อยกว่าค่าที่คำนวณจากสมการในตาราง ๑๑ กำหนด ดังนี้

ตาราง ๑๑ สติฟเนสที่ต้องการในโครงสร้างคอนกรีต

คอนกรีตเสริมแรง (reinforced concrete)	**ความคงตัวเชิงดัด (flexural rigidity)**	**ความคงตัวของแรงเฉือน (Shear rigidity)**	**ความคงตัวตามแนวแกน (axial rigidity)**
คานคอนกรีตแบบไม่อัดแรง (nonprestressed)	$0.5E_cI_g$	G_cA_w	-
คานคอนกรีตแบบอัดแรง (prestressed)	E_cI_g	G_cA_w	-
แรงอัดในเสา (columns in compression)	$0.7E_cI_g$	G_cA_w	E_cA_g
แรงดึงในเสา (columns in tension)	$0.5E_cI_g$	G_cA_w	E_cA_s
กำแพงและไดอะแฟรมที่ไม่มีรอยแยก (walls and diaphragms-uncracked)	E_cI_g $(f_b < f_{cr})$	G_cA_w $(V < V_c)$	E_cA_g
กำแพงและไดอะแฟรมที่มีรอยแยก (walls and diaphragms-cracked)	$0.5E_cI_g$ $(f_b > f_{cr})$	$0.5G_cA_w$ $(V > V_c)$	E_cA_g

โดยที่ A_g คือ พื้นที่รวมของคอนกรีต (gross area of the concrete section)
A_s คือ พื้นที่รวมของเหล็กเสริม (gross area of the reinforcing steel)
A_w คือ พื้นที่อกกำแพง (web area)
E_c คือ ค่าโมดูลัสของคอนกรีต (concrete modulus)
E_s คือ ค่าโมดูลัสของเหล็ก (steel modulus)
f_b คือ ความเค้นดัด (bending stress)
f_{cr} คือ ความเค้นการแตกร้าว (cracking stress)
G_c คือ ค่าโมดูลัสเฉือนของคอนกรีต (concrete shear modulus = $0.4E_c$)
I_g คือ ผลรวมโมเมนต์ความเฉื่อย (gross moment of inertia)
V คือ แรงเฉือนในผนัง (wall shear)
V_c คือ กำลังรับแรงเฉือนของคอนกรีต (Nominal concrete shear capacity)

ข้อ ๑๓๓ ให้คำนวณค่ากำลังในงานโครงสร้างโดยวิธีตัวคูณความต้านและน้ำหนักบรรทุก ดังนี้

$$C = \emptyset C_N \qquad \text{(สมการ ๓๔)}$$

โดยที่ C คือ ค่ากำลัง

$\emptyset$ คือ ตัวคูณลด ตามข้อ ๑๓๕

C_N คือ ค่ากำลังตามมาตรฐานที่กำหนดตามข้อ ๑๓๖ ข้อ ๑๓๗ และข้อ ๑๓๘

ข้อ ๑๓๔ ให้คำนวณค่ากำลังในงานโครงสร้างโดยวิธีหน่วยแรงที่ยอมให้ ดังนี้

$$C = KC_w \qquad \text{(สมการ ๓๕)}$$

โดยที่ C คือ ค่ากำลัง

K คือ ตัวคูณเพิ่ม ตามข้อ ๑๓๕

C_w คือ ค่ากำลังตามหน่วยแรงยอมให้ โดยไม่เพิ่มแรงขึ้นอีกหนึ่งในสามเท่าตามข้อ ๑๓๗

ข้อ ๑๓๕ ค่าตัวคูณลดและค่าตัวคูณเพิ่มให้เป็นไปตามตาราง ดังต่อไปนี้

ตาราง ๑๒ ค่าตัวคูณลดและค่าตัวคูณเพิ่มในการคำนวณค่ากำลัง

แรง	ค่าตัวคูณลด ($\emptyset$)	ค่าตัวคูณเพิ่ม (K)
แรงดัดและแรงเฉือน (bending and shear)	๐.๙๐	๑.๔
แรงอัดตามแนวแกน (axial compression)	๐.๘๕	๑.๕
แรงดึงตามแนวแกน (axial tension) - ความเค้นคราก (yield stress)	๐.๙๐	๑.๕
แรงดึงตามแนวแกน (axial tension) - ความเค้นสูงสุด (ultimate stress)	๐.๗๕	๑.๕

ข้อ ๑๓๖ ให้คำนวณค่ากำลัง (C_N) ของโครงสร้างคอนกรีตโดยวิธีตัวคูณความต้านและน้ำหนักบรรทุกตามข้อกำหนด ACI 349

ข้อ ๑๓๗ ให้คำนวณค่ากำลัง (C_N) ของโครงสร้างเหล็กโดยวิธีตัวคูณความต้านและน้ำหนักบรรทุกตามข้อกำหนด American Institute of Steel Construction (AISC) Load and Resistance Factor Design (LRFD) Manual of Steel Construction, as modified by the AISC Seismic Provisions

ให้คำนวณค่ากำลัง (C_w) ของโครงสร้างเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงที่ยอมให้ตามข้อกำหนด American Institute of Steel Construction (AISC) Allowable Stress Design (ASD) Manual of Steel Construction, as modified by the AISC Seismic Provisions

ข้อ ๑๓๘ ให้คำนวณค่ากำลัง (C_N) ของโครงสร้างอิฐเสริมเหล็ก (reinforced masonry) โดยวิธีตัวคูณความต้านและน้ำหนักบรรทุกตามข้อกำหนด IBC Section 2108

หมวด ๒
อัตราการทนไฟของวัสดุก่อสร้าง

ข้อ ๑๓๙ ข้อกำหนดในหมวดนี้ ให้ใช้บังคับกับอาคารประเภท ๑ อาคารประเภท ๒ อาคารประเภท ๓ และอาคารประเภท ๔

ข้อ ๑๔๐ โครงสร้างอาคารและวัสดุที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร ให้ก่อสร้างด้วยวัสดุไม่ติดไฟที่มีอัตราการทนไฟไม่ต่ำกว่าที่กำหนด ดังต่อไปนี้

(๑) กำแพงรับน้ำหนักชั้นเหนือขึ้นไป ๒ ชั่วโมง

(๒) เสารับน้ำหนักชั้นเหนือขึ้นไป ๒ ชั่วโมง

(๓) คาน โครงถัก ช่องโค้ง ที่รับน้ำหนักชั้นเหนือขึ้นไป ๒ ชั่วโมง

(๔) ชุดรวมพื้นและฝ้า (floor-ceiling assembly) ๒ ชั่วโมง

(๕) ชุดรวมหลังคาและฝ้า (roof-ceiling assembly) ๑ ชั่วโมง

(๖) ท่อสายสัญญาณและอุปกรณ์ที่สำคัญต่อความปลอดภัยทางนิวเคลียร์ทั้งหมดต้องสามารถทนไฟได้อย่างน้อย ๓ ชั่วโมง รวมทั้งกั้นแยกท่อสายสัญญาณและอุปกรณ์ด้วยวัสดุทนไฟ ๓ ชั่วโมง

(๗) ท่อสายสัญญาณและอุปกรณ์อื่น ๆ ทั้งหมด ต้องสามารถทนไฟได้อย่างน้อย ๑ ชั่วโมง

ข้อ ๑๔๑ ประตูทนไฟและหน้าต่างทนไฟต้องมีอัตราการทนไฟตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ข้อ ๑๔๒ ส่วนของอาคารที่ใช้จัดเก็บวัสดุกัมมันตรังสี วัสดุนิวเคลียร์ เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ กากกัมมันตรังสี หรือเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้ว ต้องแยกจากส่วนอื่น ๆ ในอาคาร โดยต้องทนไฟได้ ๒ ชั่วโมง

สำหรับอาคารประเภท ๑ แต่ละอาคารที่มีความสำคัญต้องกั้นแยกออกจากกันด้วยผนังทนไฟอย่างน้อย ๓ ชั่วโมงหรือตั้งอยู่ห่างกันอย่างน้อย ๑๖ เมตร

ข้อ ๑๔๓ การใช้วัสดุตกแต่งผนังภายในและฝ้าเพดานต้องมีดรรชนีการลามไฟไม่เกิน ๒๕ และดรรชนีการกระจายควันไม่เกิน ๔๕๐ ทั้งนี้ การทดสอบดรรชนีการลามไฟและดรรชนีการกระจายควันให้เป็นไปตามมาตรฐานเอเอสทีเอ็ม อี๘๔ (ASTM E84) มาตรฐานยูแอล ๗๒๓ (UL 723) หรือมาตรฐานการทดสอบในเรื่องดังกล่าวที่คณะกรรมการกำหนด

ข้อ ๑๔๔ กาวยาแนว (caulk) และวัสดุยาแนว (sealant) ที่ใช้กับงานตกแต่งผนังภายในและฝ้าเพดาน ต้องมีดรรชนีการลามไฟไม่เกิน ๒๕ และดรรชนีการกระจายควันไม่เกิน ๔๕๐ อีกทั้งต้องจัดเตรียมให้เป็นไปตามมาตรฐานเอเอสทีเอ็ม อี๒๖๙๐ (ASTM E2690) หรือมาตรฐานในเรื่องดังกล่าวที่คณะกรรมการกำหนด

ข้อ ๑๔๕ วัสดุตกแต่งผิวพื้นภายในต้องมีค่าฟลักซ์การแผ่รังสีความร้อนวิกฤติที่ทำให้วัสดุดังกล่าวติดไฟได้ไม่น้อยกว่า ๔.๕ กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร ทั้งนี้ การทดสอบค่าฟลักซ์การแผ่รังสีความร้อนวิกฤติให้เป็นไปตามมาตรฐานเอ็นเอฟพีเอ ๒๕๓ (NFPA 253) หรือมาตรฐานการทดสอบในเรื่องดังกล่าวที่คณะกรรมการกำหนด

ข้อ ๑๔๖ การติดตั้งระบบสปริงเกอร์ ให้เป็นไปตามมาตรฐานเอ็นเอฟพีเอ ๑๓ (NFPA 13) หรือมาตรฐานในเรื่องดังกล่าวที่คณะกรรมการกำหนด

ประกาศ ณ วันที่ ๒๐ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๗
เพ็ญนภา กัญชนะ
รองเลขาธิการ รักษาราชการแทน
เลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ภาคผนวก ก

ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ

ก๑. ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับพื้นที่นอกแอ่งกรุงเทพมหานคร

ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณา (Maximum Considered Earthquake) ที่คาบการสั่น ๐.๒ วินาที (S_s) และคาบการสั่น ๑ วินาที (S_1) ณ อำเภอและจังหวัดต่าง ๆ ยกเว้นในพื้นที่แอ่งกรุงเทพมหานครที่มีลักษณะดินอ่อนเป็นพิเศษ ถูกแสดงไว้ในตารางที่ ก-๑ ค่าความเร่งตอบสนองที่แสดงในตารางนี้ ได้มาจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงภัยแผ่นดินไหว โดยสมมุติให้สภาพชั้นดินในทุก ๆ พื้นที่เป็นแบบดินแข็งหรือหินที่มีความเร็วคลื่นเฉือนโดยเฉลี่ยในช่วงจากผิวดินถึงความลึก ๓๐ เมตร ($\bar{v}_s$) เท่ากับ ๗๖๐ เมตรต่อวินาที

ตารางที่ ก-๑ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบสั้น ๐.๒ วินาที (S_s) และที่คาบ ๑ วินาที (S_1) ของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณา

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
กระบี่	เกาะลันตา	๐.๑๔๓	๐.๐๘๙
	เขาพนม	๐.๒๒๗	๐.๑๐๘
	คลองท่อม	๐.๑๔๗	๐.๑๒๙
	ปลายพระยา	๐.๒๖๓	๐.๑๐๐
	เมืองกระบี่	๐.๒๑๘	๐.๑๐๕
	ลำทับ	๐.๑๕๘	๐.๐๙๐
	เหนือคลอง	๐.๑๙๕	๐.๐๘๘
	อ่าวลึก	๐.๒๖๗	๐.๑๑๐
กรุงเทพมหานคร	(ทั้งจังหวัด)	แอ่งกรุงเทพมหานคร โซน ๕	
กาญจนบุรี	ด่านมะขามเตี้ย	๐.๘๖๒	๐.๓๑๖
	ทองผาภูมิ	๐.๗๒๘	๐.๒๐๐
	ท่าม่วง	๐.๘๐๒	๐.๒๗๕
	ท่ามะกา	๐.๔๘๑	๐.๑๕๔
	ไทรโยค	๐.๗๔๗	๐.๒๑๐
	บ่อพลอย	๐.๖๕๙	๐.๑๙๗
	พนมทวน	๐.๔๕๒	๐.๑๓๖
	เมืองกาญจนบุรี	๐.๖๔๒	๐.๒๔๑
	เลาขวัญ	๐.๔๘๗	๐.๑๓๘
	ศรีสวัสดิ์	๐.๗๕๒	๐.๒๐๘
	สังขละบุรี	๐.๘๔๐	๐.๒๓๔
	หนองปรือ	๐.๖๗๔	๐.๑๙๙
	ห้วยกระเจา	๐.๕๒๐	๐.๑๕๕

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
กำแพงเพชร	โกสัมพีนคร	๐.๔๖๙	๐.๑๓๓
	ขาณุวรลักษบุรี	๐.๓๖๓	๐.๑๐๘
	คลองขลุง	๐.๓๓๒	๐.๑๐๔
	คลองลาน	๐.๔๙๖	๐.๑๔๙
	ทรายทองวัฒนา	๐.๒๕๒	๐.๐๘๖
	ไทรงาม	๐.๒๕๒	๐.๐๘๔
	บึงสามัคคี	๐.๒๐๕	๐.๐๗๗
	ปางศิลาทอง	๐.๔๙๓	๐.๑๔๗
	พรานกระต่าย	๐.๔๓๓	๐.๑๑๗
	เมืองกำแพงเพชร	๐.๔๓๔	๐.๑๒๒
	ลานกระบือ	๐.๓๒๗	๐.๐๙๔
ชัยนาท	เนินขาม	๐.๓๖๒	๐.๑๑๖
	หนองมะโมง	๐.๓๘๕	๐.๑๑๙
	มโนรมย์	๐.๑๕๐	๐.๐๖๙
	เมืองชัยนาท	๐.๑๗๐	๐.๐๗๕
	วัดสิงห์	๐.๒๐๗	๐.๐๘๓
	สรรคบุรี	๐.๑๖๑	๐.๐๗๓
	สรรพยา	๐.๑๒๖	๐.๐๖๔
	หันคา	๐.๒๒๐	๐.๐๘๘
ชุมพร	ท่าแซะ	๐.๑๐๘	๐.๐๗๘
	ทุ่งตะโก	๐.๑๖๐	๐.๐๗๙
	ปะทิว	๐.๐๙๗	๐.๐๗๕
	พะโต๊ะ	๐.๒๘๖	๐.๐๙๓
	เมืองชุมพร	๐.๑๒๐	๐.๐๘๐
	ละแม	๐.๑๘๘	๐.๐๘๒
	สวี	๐.๑๔๙	๐.๐๘๐
	หลังสวน	๐.๑๘๐	๐.๐๘๒

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
เชียงราย	ขุนตาล	๐.๗๖๙	๐.๑๗๕
	เชียงของ	๐.๗๙๖	๐.๒๐๒
	เชียงแสน	๐.๙๘๔	๐.๒๙๖
	ดอยหลวง	๑.๐๑๕	๐.๓๒๙
	เทิง	๐.๗๖๓	๐.๑๖๐
	ป่าแดด	๐.๗๗๒	๐.๑๕๗
	พญาเม็งราย	๐.๗๘๗	๐.๑๘๘
	พาน	๐.๘๓๑	๐.๑๗๕
	เมืองเชียงราย	๐.๙๑๗	๐.๒๕๐
	แม่จัน	๑.๐๒๒	๐.๓๐๖
	แม่ฟ้าหลวง	๑.๐๑๕	๐.๒๙๒
	แม่ลาว	๐.๘๘๔	๐.๒๒๐
	แม่สรวย	๐.๘๙๔	๐.๒๑๒
	แม่สาย	๐.๙๘๑	๐.๒๗๘
	เวียงแก่น	๐.๗๖๗	๐.๑๘๒
	เวียงเชียงรุ้ง	๐.๙๓๑	๐.๒๖๗
	เวียงชัย	๐.๘๗๙	๐.๒๒๙
	เวียงป่าเป้า	๐.๘๕๕	๐.๑๙๕

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
เชียงใหม่	จอมทอง	๐.๘๙๓	๐.๒๔๓
	เชียงดาว	๑.๐๑๙	๐.๒๖๖
	ไชยปราการ	๑.๐๑๘	๐.๒๖๕
	ดอยเต่า	๐.๘๓๔	๐.๒๓๗
	ดอยสะเก็ด	๐.๙๑๐	๐.๒๒๕
	ดอยหล่อ	๐.๙๒๖	๐.๒๔๘
	ฝาง	๑.๐๓๘	๐.๒๘๒
	พร้าว	๐.๙๕๓	๐.๒๓๘
	เมืองเชียงใหม่	๐.๙๖๓	๐.๒๔๘
	แม่แจ่ม	๐.๘๙๑	๐.๒๔๒
	แม่แตง	๐.๙๙๒	๐.๒๖๐
	แม่ริม	๐.๙๘๔	๐.๒๕๔
	แม่วาง	๐.๙๓๖	๐.๒๔๘
	แม่อาย	๑.๐๘๐	๐.๓๑๗
	แม่ออน	๐.๘๖๗	๐.๑๘๗
	เวียงแหง	๑.๐๓๒	๐.๒๗๔
	สะเมิง	๐.๙๖๗	๐.๒๕๘
	สันกำแพง	๐.๙๒๖	๐.๒๓๐
	สันทราย	๐.๙๗๓	๐.๒๕๑
	สันป่าตอง	๐.๙๓๘	๐.๒๔๔
	สารภี	๐.๙๒๗	๐.๒๓๖
	หางดง	๐.๙๓๑	๐.๒๔๓
	อมก๋อย	๐.๘๕๗	๐.๒๔๔
	ฮอด	๐.๘๔๙	๐.๒๓๗
ตรัง	กันตัง	๐.๑๙๙	๐.๐๙๖
	นาโยง	๐.๑๙๙	๐.๐๘๙
	ปะเหลียน	๐.๑๙๖	๐.๐๙๔
	เมืองตรัง	๐.๑๙๕	๐.๐๙๑
	รัษฎา	๐.๑๔๙	๐.๐๘๕
	ย่านตาขาว	๐.๒๑๖	๐.๐๙๒
	วังวิเศษ	๐.๑๖๔	๐.๐๙๔
	สิเกา	๐.๑๕๔	๐.๐๙๗
	หาดสำราญ	๐.๑๙๒	๐.๐๙๗
	ห้วยยอด	๐.๑๖๑	๐.๐๙๑

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
ตาก	ท่าสองยาง	๐.๗๓๓	๐.๑๘๕
	บ้านตาก	๐.๕๖๑	๐.๑๕๔
	พบพระ	๐.๕๙๗	๐.๑๕๖
	เมืองตาก	๐.๕๔๓	๐.๑๔๒
	แม่ระมาด	๐.๖๓๕	๐.๑๗๒
	แม่สอด	๐.๖๐๙	๐.๑๕๖
	วังเจ้า	๐.๕๓๕	๐.๑๓๗
	สามเงา	๐.๕๗๗	๐.๑๖๓
	อุ้มผาง	๐.๖๐๗	๐.๑๘๔
นครปฐม	กำแพงแสน	๐.๒๗๙	๐.๑๐๑
	สามพราน พุทธมณฑล นครชัยศรี ดอนตูม บางเลน เมืองนครปฐม	แอ่งกรุงเทพมหานคร โซน ๒	
นครพนม	ท่าอุเทน	๐.๓๐๗	๐.๐๖๔
	ธาตุพนม	๐.๐๘๗	๐.๐๓๒
	นาแก	๐.๐๗๗	๐.๐๓๑
	นาทม	๐.๒๕๕	๐.๐๕๙
	นาหว้า	๐.๑๒๙	๐.๐๔๐
	บ้านแพง	๐.๓๓๖	๐.๐๗๒
	ปลาปาก	๐.๑๒๕	๐.๐๓๘
	โพนสวรรค์	๐.๒๑๓	๐.๐๕๐
	เมืองนครพนม	๐.๒๘๓	๐.๐๖๐
	เรณูนคร	๐.๑๐๙	๐.๐๓๕
	วังยาง	๐.๐๙๑	๐.๐๓๓
	ศรีสงคราม	๐.๒๒๘	๐.๐๕๓

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
นครศรีธรรมราช	ขนอม	๐.๑๑๖	๐.๐๖๗
	จุฬาภรณ์	๐.๑๕๖	๐.๐๗๙
	ฉวาง	๐.๑๘๐	๐.๐๘๒
	เฉลิมพระเกียรติ	๐.๑๖๗	๐.๐๗๔
	ชะอวด	๐.๑๔๓	๐.๐๗๗
	ช้างกลาง	๐.๑๘๑	๐.๐๘๑
	เชียรใหญ่	๐.๑๖๒	๐.๐๗๑
	ถ้ำพรรณรา	๐.๑๙๕	๐.๐๘๖
	ท่าศาลา	๐.๒๑๑	๐.๐๗๐
	ทุ่งสง	๐.๑๖๒	๐.๐๘๒
	ทุ่งใหญ่	๐.๑๗๔	๐.๐๘๗
	นบพิตำ	๐.๑๘๖	๐.๐๗๕
	นาบอน	๐.๑๗๐	๐.๐๘๒
	บางขัน	๐.๑๔๗	๐.๐๘๘
	ปากพนัง	๐.๑๖๙	๐.๐๖๘
	พรหมคีรี	๐.๒๐๕	๐.๐๗๔
	พระพรหม	๐.๑๘๔	๐.๐๗๔
	พิปูน	๐.๑๙๒	๐.๐๗๙
	เมืองนครศรีธรรมราช	๐.๒๐๑	๐.๐๗๒
	ร่อนพิบูลย์	๐.๑๕๖	๐.๐๗๗
	ลานสกา	๐.๑๙๓	๐.๐๗๗
	สิชล	๐.๑๖๐	๐.๐๖๘
	หัวไทร	๐.๑๑๒	๐.๐๖๙

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
นครสวรรค์	เก้าเลี้ยว	๐.๑๗๑	๐.๐๗๐
	โกรกพระ	๐.๒๒๖	๐.๐๘๔
	ชุมตาบง	๐.๔๗๓	๐.๑๔๑
	ชุมแสง	๐.๑๑๖	๐.๐๕๘
	ตากฟ้า	๐.๐๙๐	๐.๐๕๔
	ตาคลี	๐.๑๑๒	๐.๐๖๑
	ท่าตะโก	๐.๐๙๑	๐.๐๕๓
	บรรพตพิสัย	๐.๒๒๑	๐.๐๘๑
	พยุหะคีรี	๐.๑๖๕	๐.๐๗๒
	ไพศาลี	๐.๐๗๗	๐.๐๔๙
	เมืองนครสวรรค์	๐.๑๗๕	๐.๐๗๒
	แม่เปิน	๐.๕๑๘	๐.๑๕๕
	แม่วงก์	๐.๔๙๔	๐.๑๔๘
	ลาดยาว	๐.๔๔๙	๐.๑๓๐
	หนองบัว	๐.๐๘๓	๐.๐๕๐
นนทบุรี	(ทั้งจังหวัด)	แอ่งกรุงเทพมหานคร โซน ๔	
น่าน	เฉลิมพระเกียรติ	๐.๗๐๕	๐.๑๔๘
	เชียงกลาง	๐.๘๒๖	๐.๒๑๖
	ท่าวังผา	๐.๙๒๗	๐.๒๒๒
	ทุ่งช้าง	๐.๗๗๓	๐.๑๙๒
	นาน้อย	๐.๗๐๙	๐.๑๒๔
	นาหมื่น	๐.๗๑๘	๐.๑๒๘
	บ่อเกลือ	๐.๖๖๔	๐.๑๓๘
	บ้านหลวง	๐.๗๑๔	๐.๑๓๓
	ปัว	๐.๙๒๔	๐.๒๓๖
	ภูเพียง	๐.๗๓๒	๐.๑๕๔
	เมืองน่าน	๐.๗๓๘	๐.๑๕๐
	แม่จริม	๐.๖๖๘	๐.๑๓๓
	เวียงสา	๐.๖๘๙	๐.๑๒๖
	สองแคว	๐.๗๙๓	๐.๑๖๘
	สันติสุข	๐.๗๓๘	๐.๑๗๗

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
บึงกาฬ	เซกา	๐.๒๐๖	๐.๐๕๓
	โซ่พิสัย	๐.๑๙๖	๐.๐๕๒
	เมืองบึงกาฬ	๐.๓๑๐	๐.๐๗๑
	บึงโขงหลง	๐.๓๐๒	๐.๐๖๗
	บุ่งคล้า	๐.๓๓๐	๐.๐๗๕
	ปากคาด	๐.๒๔๑	๐.๐๕๙
	พรเจริญ	๐.๒๐๒	๐.๐๕๓
	ศรีวิไล	๐.๒๖๓	๐.๐๖๔
ปทุมธานี	(ทั้งจังหวัด)	แอ่งกรุงเทพมหานคร โซน ๗	
ประจวบคีรีขันธ์	กุยบุรี	๐.๒๗๗	๐.๐๘๕
	ทับสะแก	๐.๑๘๕	๐.๐๗๙
	บางสะพาน	๐.๑๕๘	๐.๐๗๘
	บางสะพานน้อย	๐.๑๒๐	๐.๐๗๔
	ปราณบุรี	๐.๒๗๕	๐.๐๘๕
	เมืองประจวบคีรีขันธ์	๐.๒๖๓	๐.๐๘๖
	สามร้อยยอด	๐.๒๙๐	๐.๐๘๗
	หัวหิน	๐.๒๔๖	๐.๐๘๑
พระนครศรีอยุธยา	นครหลวง	๐.๑๐๘	๐.๐๕๙
	บางซ้าย	๐.๑๖๐	๐.๐๗๓
	บางปะหัน	๐.๑๑๔	๐.๐๖๐
	บ้านแพรก	๐.๑๐๓	๐.๐๕๗
	ผักไห่	๐.๑๕๐	๐.๐๗๐
	ภาชี	๐.๐๙๕	๐.๐๕๕
	มหาราช	๐.๑๐๘	๐.๐๕๙
	ลาดบัวหลวง บางไทร บางปะอิน วังน้อย เสนา อุทัย ท่าเรือ บางบาล เมืองพระนครศรีอยุธยา	แอ่งกรุงเทพมหานคร โซน ๖	

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
พะเยา	จุน	๐.๗๕๖	๐.๑๔๑
	เชียงคำ	๐.๗๓๗	๐.๑๔๒
	เชียงม่วน	๐.๗๔๕	๐.๑๓๒
	ดอกคำใต้	๐.๗๕๖	๐.๑๓๘
	ปง	๐.๗๑๔	๐.๑๓๗
	ภูกามยาว	๐.๗๖๘	๐.๑๔๓
	ภูซาง	๐.๗๔๐	๐.๑๔๖
	เมืองพะเยา	๐.๗๘๑	๐.๑๔๖
	แม่ใจ	๐.๗๙๗	๐.๑๕๖
พังงา	กะปง	๐.๒๕๓	๐.๑๑๗
	เกาะยาว	๐.๒๘๒	๐.๑๑๗
	คุระบุรี	๐.๓๒๓	๐.๑๑๖
	ตะกั่วทุ่ง	๐.๒๗๓	๐.๑๑๘
	ตะกั่วป่า	๐.๒๖๑	๐.๑๑๙
	ทับปุด	๐.๒๖๗	๐.๑๐๙
	ท้ายเหมือง	๐.๒๖๗	๐.๑๒๕
	เมืองพังงา	๐.๒๗๒	๐.๑๑๔
พิษณุโลก	ชาติตระการ	๐.๔๑๘	๐.๐๙๖
	นครไทย	๐.๒๙๑	๐.๐๗๐
	เนินมะปราง	๐.๑๒๕	๐.๐๕๑
	บางกระทุ่ม	๐.๑๔๐	๐.๐๕๗
	บางระกำ	๐.๒๖๘	๐.๐๘๐
	พรหมพิราม	๐.๔๑๕	๐.๑๐๔
	เมืองพิษณุโลก	๐.๒๔๙	๐.๐๗๔
	วังทอง	๐.๒๒๕	๐.๐๖๘
	วัดโบสถ์	๐.๓๖๘	๐.๐๙๑

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
เพชรบุรี	แก่งกระจาน	๐.๒๙๐	๐.๑๑๑
	ชะอำ	๐.๒๒๓	๐.๐๘๓
	ท่ายาง	๐.๒๐๗	๐.๐๘๕
	บ้านลาด	๐.๑๙๑	๐.๐๘๕
	บ้านแหลม	๐.๒๐๒	๐.๐๘๙
	เมืองเพชรบุรี	๐.๑๗๙	๐.๐๗๙
	หนองหญ้าปล้อง	๐.๒๖๙	๐.๑๑๐
	เขาย้อย	แอ่งกรุงเทพมหานคร โซน ๑	
แพร่	เด่นชัย	๐.๘๕๓	๐.๑๙๗
	เมืองแพร่	๐.๙๑๙	๐.๒๑๔
	ร้องกวาง	๐.๗๙๕	๐.๑๔๖
	ลอง	๐.๘๘๐	๐.๑๘๕
	วังชิ้น	๑.๐๘๖	๐.๒๗๕
	สอง	๐.๗๙๔	๐.๑๔๒
	สูงเม่น	๐.๘๕๔	๐.๑๙๗
	หนองม่วงไข่	๐.๘๔๓	๐.๑๙๑
ภูเก็ต	กะทู้	๐.๓๐๖	๐.๑๓๐
	ถลาง	๐.๓๑๓	๐.๑๒๙
	เมืองภูเก็ต	๐.๒๙๙	๐.๑๒๙
แม่ฮ่องสอน	ขุนยวม	๐.๘๘๘	๐.๒๐๘
	ปางมะผ้า	๑.๐๕๙	๐.๒๗๐
	ปาย	๑.๐๑๙	๐.๒๖๙
	เมืองแม่ฮ่องสอน	๐.๙๖๒	๐.๒๒๗
	แม่ลาน้อย	๐.๘๓๗	๐.๑๙๙
	แม่สะเรียง	๐.๘๓๒	๐.๑๙๕
	สบเมย	๐.๘๓๔	๐.๒๐๑
ระนอง	กระบุรี	๐.๑๘๔	๐.๐๘๙
	กะเปอร์	๐.๓๕๒	๐.๑๐๕
	เมืองระนอง	๐.๓๑๐	๐.๐๙๘
	ละอุ่น	๐.๒๔๙	๐.๐๙๒
	สุขสำราญ	๐.๓๕๕	๐.๑๑๒

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
ราชบุรี	บ้านคา	๐.๓๐๘	๐.๑๒๑
	จอมบึง	๐.๔๙๘	๐.๑๗๙
	บ้านโป่ง	๐.๓๖๑	๐.๑๒๘
	โพธาราม	๐.๓๔๘	๐.๑๒๓
	สวนผึ้ง	๐.๔๒๑	๐.๑๕๐
	ปากท่อ วัดเพลง เมืองราชบุรี	แอ่งกรุงเทพมหานคร โซน ๑	
	ดำเนินสะดวก บางแพ	แอ่งกรุงเทพมหานคร โซน ๒	
ลำปาง	เกาะคา	๐.๘๑๓	๐.๑๘๔
	งาว	๐.๗๘๔	๐.๑๔๒
	แจ้ห่ม	๐.๘๑๑	๐.๑๖๐
	เถิน	๐.๖๕๑	๐.๑๖๖
	เมืองปาน	๐.๘๑๔	๐.๑๗๐
	เมืองลำปาง	๐.๘๓๕	๐.๑๗๗
	แม่ทะ	๐.๙๓๐	๐.๒๑๐
	แม่พริก	๐.๖๓๖	๐.๑๖๒
	แม่เมาะ	๐.๘๓๘	๐.๑๕๕
	วังเหนือ	๐.๘๙๘	๐.๑๙๕
	สบปราบ	๐.๙๓๕	๐.๒๖๔
	เสริมงาม	๐.๗๗๕	๐.๑๙๕
	ห้างฉัตร	๐.๘๑๔	๐.๑๗๘
ลำพูน	ทุ่งหัวช้าง	๐.๘๐๙	๐.๒๑๓
	บ้านธิ	๐.๘๗๒	๐.๒๐๙
	บ้านโฮ่ง	๐.๘๗๖	๐.๒๓๗
	ป่าซาง	๐.๙๑๕	๐.๒๔๐
	เมืองลำพูน	๐.๙๐๘	๐.๒๓๒
	แม่ทา	๐.๘๕๑	๐.๒๑๑
	ลี้	๐.๗๖๕	๐.๒๐๙
	เวียงหนองล่อง	๐.๘๙๔	๐.๒๔๕

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
เลย	เชียงคาน	๐.๒๖๕	๐.๐๖๖
	ด่านซ้าย	๐.๒๘๗	๐.๐๖๘
	ท่าลี่	๐.๒๘๓	๐.๐๖๙
	นาด้วง	๐.๑๗๒	๐.๐๔๗
	นาแห้ว	๐.๓๙๐	๐.๐๘๗
	ปากชม	๐.๒๐๒	๐.๐๕๓
	ผาขาว	๐.๑๕๒	๐.๐๔๓
	ภูกระดึง	๐.๑๔๘	๐.๐๔๒
	ภูเรือ	๐.๒๗๙	๐.๐๖๖
	ภูหลวง	๐.๒๓๙	๐.๐๕๕
	เมืองเลย	๐.๒๑๕	๐.๐๕๔
	วังสะพุง	๐.๒๒๒	๐.๐๕๓
	หนองหิน	๐.๑๙๓	๐.๐๔๙
	เอราวัณ	๐.๑๗๗	๐.๐๔๗
สงขลา	กระแสสินธ์	๐.๐๖๙	๐.๐๗๔
	คลองหอยโข่ง	๐.๐๗๗	๐.๐๘๒
	ควนเนียง	๐.๐๗๓	๐.๐๗๘
	จะนะ	๐.๐๖๙	๐.๐๗๓
	เทพา	๐.๐๖๖	๐.๐๖๘
	นาทวี	๐.๐๗๒	๐.๐๗๕
	นาหม่อม	๐.๐๗๒	๐.๐๗๖
	บางกล่ำ	๐.๐๗๔	๐.๐๗๙
	เมืองสงขลา	๐.๐๖๙	๐.๐๗๓
	ระโนด	๐.๐๖๘	๐.๐๗๒
	รัตภูมิ	๐.๐๗๗	๐.๐๘๓
	สิงหนคร	๐.๐๖๙	๐.๐๗๓
	สทิงพระ	๐.๐๖๙	๐.๐๗๓
	สะเดา	๐.๐๗๙	๐.๐๘๔
	สะบ้าย้อย	๐.๐๖๙	๐.๐๗๑
	หาดใหญ่	๐.๐๗๔	๐.๐๗๙

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
สตูล	ควนกาหลง	๐.๐๘๓	๐.๐๘๙
	ควนโดน	๐.๐๘๔	๐.๐๙๐
	ท่าแพ	๐.๐๘๘	๐.๐๙๔
	ทุ่งหว้า	๐.๐๘๘	๐.๐๙๔
	มะนัง	๐.๐๘๔	๐.๐๙๑
	เมืองสตูล	๐.๐๘๗	๐.๐๙๓
	ละงู	๐.๐๙๒	๐.๐๙๖
สมุทรปราการ	(ทั้งจังหวัด)	แอ่งกรุงเทพมหานคร โซน ๕	
สมุทรสาคร	(ทั้งจังหวัด)	แอ่งกรุงเทพมหานคร โซน ๓	
สมุทรสงคราม	(ทั้งจังหวัด)	แอ่งกรุงเทพมหานคร โซน ๓	
สุโขทัย	กงไกรลาศ	๐.๔๓๑	๐.๑๐๙
	คีรีมาศ	๐.๔๓๕	๐.๑๑๑
	ทุ่งเสลี่ยม	๐.๔๙๐	๐.๑๒๖
	บ้านด่านลานหอย	๐.๔๕๑	๐.๑๒๐
	เมืองสุโขทัย	๐.๔๔๙	๐.๑๑๗
	ศรีนคร	๐.๖๒๑	๐.๑๕๔
	ศรีสัชนาลัย	๐.๕๒๖	๐.๑๓๑
	ศรีสำโรง	๐.๔๖๔	๐.๑๑๘
	สวรรคโลก	๐.๕๐๓	๐.๑๒๖
สุพรรณบุรี	ดอนเจดีย์	๐.๓๔๙	๐.๑๑๔
	ด่านช้าง	๐.๔๙๔	๐.๑๔๖
	เดิมบางนางบวช	๐.๑๘๘	๐.๐๘๐
	บางปลาม้า	๐.๒๐๔	๐.๐๘๓
	เมืองสุพรรณบุรี	๐.๒๕๘	๐.๐๙๖
	ศรีประจันต์	๐.๑๘๖	๐.๐๗๙
	สองพี่น้อง	๐.๒๔๖	๐.๐๙๓
	สามชุก	๐.๒๐๐	๐.๐๘๒
	หนองหญ้าไซ	๐.๓๑๑	๐.๑๐๖
	อู่ทอง	๐.๓๔๖	๐.๑๑๕

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
สุราษฎร์ธานี	กาญจนดิษฐ์	๐.๑๓๘	๐.๐๗๖
	เกาะพะงัน	๐.๐๖๖	๐.๐๖๑
	เกาะสมุย	๐.๐๗๖	๐.๐๖๒
	คีรีรัฐนิคม	๐.๒๗๖	๐.๐๙๑
	เคียนซา	๐.๒๓๖	๐.๐๘๖
	ชัยบุรี	๐.๒๒๘	๐.๐๙๔
	ไชยา	๐.๑๖๓	๐.๐๘๐
	ดอนสัก	๐.๑๐๙	๐.๐๖๙
	ท่าฉาง	๐.๑๙๙	๐.๐๘๓
	ท่าชนะ	๐.๑๗๕	๐.๐๘๑
	บ้านตาขุน	๐.๓๑๐	๐.๐๙๕
	บ้านนาเดิม	๐.๒๐๗	๐.๐๘๓
	บ้านนาสาร	๐.๑๙๕	๐.๐๘๓
	พนม	๐.๒๙๑	๐.๐๙๘
	พระแสง	๐.๒๖๔	๐.๐๙๕
	พุนพิน	๐.๒๑๘	๐.๐๘๓
	เมืองสุราษฎร์ธานี	๐.๑๘๘	๐.๐๘๐
	วิภาวดี	๐.๒๙๖	๐.๐๙๓
	เวียงสระ	๐.๒๐๑	๐.๐๘๔
หนองคาย	ท่าบ่อ	๐.๒๑๒	๐.๐๕๑
	เฝ้าไร่	๐.๑๙๑	๐.๐๕๐
	โพธิ์ตาก	๐.๒๐๘	๐.๐๕๒
	โพนพิสัย	๐.๒๑๘	๐.๐๕๒
	เมืองหนองคาย	๐.๑๙๖	๐.๐๔๘
	รัตนวาปี	๐.๒๑๑	๐.๐๕๓
	ศรีเชียงใหม่	๐.๑๙๗	๐.๐๕๐
	สระใคร	๐.๑๙๒	๐.๐๔๗
	สังคม	๐.๒๐๐	๐.๐๕๓

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม	
		S_s	S_1
อุตรดิตถ์	ตรอน	๐.๖๘๔	๐.๑๖๗
	ทองแสนขัน	๐.๕๗๐	๐.๑๓๔
	ท่าปลา	๐.๖๗๑	๐.๑๕๙
	น้ำปาด	๐.๕๒๖	๐.๑๑๘
	บ้านโคก	๐.๔๘๔	๐.๑๐๘
	พิชัย	๐.๖๑๗	๐.๑๕๔
	ฟากท่า	๐.๕๐๕	๐.๑๑๔
	เมืองอุตรดิตถ์	๐.๕๗๙	๐.๑๓๙
	ลับแล	๐.๕๕๘	๐.๑๓๕
อุทัยธานี	ทัพทัน	๐.๒๔๔	๐.๐๙๑
	บ้านไร่	๐.๒๙๙	๐.๑๐๗
	เมืองอุทัยธานี	๐.๑๖๕	๐.๐๗๔
	ลานสัก	๐.๓๒๑	๐.๑๐๙
	สว่างอารมณ์	๐.๒๐๒	๐.๐๘๑
	หนองขาหย่าง	๐.๑๘๙	๐.๐๘๐
	หนองฉาง	๐.๒๘๑	๐.๑๐๐
	ห้วยคต	๐.๓๗๙	๐.๑๒๓

ก๒. ประเภทของชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร

สภาพของชั้นดิน ณ บริเวณที่ตั้งของอาคาร มีผลต่อระดับความรุนแรงของการสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว ดังนั้นการนำค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมในตารางที่ ก-๑ มาใช้ในการออกแบบ จึงจำเป็นต้องปรับแก้ค่าให้เหมาะสมกับสภาพดิน ณ บริเวณที่ตั้งของอาคารนั้น ๆ

ประเภทของชั้นดินสามารถแบ่งออกได้เป็น ๖ ประเภท คือ A (หินแข็ง) B (หิน) C (ดินแข็ง) D (ดินปกติ) E (ดินอ่อน) หรือ F (ดินที่มีลักษณะพิเศษ) โดยเกณฑ์การจัดแบ่งประเภทของชั้นดินแสดงไว้ใน ภาคผนวก ค ท้ายประกาศนี้

ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลดิน และไม่สามารถทำการสำรวจดินได้ให้สมมุติว่าประเภทของชั้นดินเป็นแบบประเภท D

ก๓. การปรับแก้ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม

ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณา ณ บริเวณที่ตั้งของอาคาร สามารถปรับแก้ค่าให้เหมาะสมกับประเภทของชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร ได้ด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$S_{MS} = F_a S_s \qquad \text{(ก-๑)}$$

$$S_{M1} = F_v S_1 \qquad \text{(ก-๒)}$$

โดยที่ S_{MS} คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบการสั่น ๐.๒ วินาที ที่ถูกปรับแก้เนื่องจากผลของชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร

S_{M1} คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบการสั่น ๑.๐ วินาที ที่ถูกปรับแก้เนื่องจากผลของชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร

F_a คือ สัมประสิทธิ์สำหรับชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร สำหรับคาบการสั่น ๐.๒ วินาที

F_v คือ สัมประสิทธิ์สำหรับชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร สำหรับคาบการสั่น ๑ วินาที ค่าสัมประสิทธิ์ F_a และ F_v แสดงไว้ในตารางที่ ก-๒ และ ก-๓ ตามลำดับ

ตารางที่ ก-๒ ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับชั้นดินที่ ณ ที่ตั้งอาคาร F_a

ประเภทของชั้นดิน	ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณาที่คาบ ๐.๒ วินาที				
	$S_S \leq$ ๐.๒๕	$S_S =$ ๐.๕๐	$S_S =$ ๐.๗๕	$S_S =$ ๑.๐๐	$S_S \geq$ ๑.๒๕
A	๐.๘	๐.๘	๐.๘	๐.๘	๐.๘
B	๑.๐	๑.๐	๑.๐	๑.๐	๑.๐
C	๑.๒	๑.๒	๑.๑	๑.๐	๑.๐
D	๑.๖	๑.๔	๑.๒	๑.๑	๑.๐
E	๒.๕	๑.๗	๑.๒	๐.๙	๐.๙
F	จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์การตอบสนองของดินเป็นกรณี ๆ ไป				

ตารางที่ ก-๓ ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร F_v

ประเภทของชั้นดิน	**ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณาที่คาบ ๑.๐ วินาที**				
	$S_1 \leq$ ๐.๑๐	$S_1 =$ ๐.๒๐	$S_1 =$ ๐.๓๐	$S_1 =$ ๐.๔๐	$S_1 \geq$ ๐.๕๐
A	๐.๘	๐.๘	๐.๘	๐.๘	๐.๘
B	๑.๐	๑.๐	๑.๐	๑.๐	๑.๐
C	๑.๗	๑.๖	๑.๕	๑.๔	๑.๓
D	๒.๔	๒.๐	๑.๘	๑.๖	๑.๕
E	๓.๕	๓.๒	๒.๘	๒.๔	๒.๔
F	จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์การตอบสนองของดินเป็นกรณี ๆ ไป				

ก๔. การปรับค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ

ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบที่คาบการสั่น ๐.๒ วินาที (S_{DS}) และที่คาบการสั่น ๑ วินาที (S_{D1}) คำนวณจากสมการ

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad \text{(ก-๓)}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad \text{(ก-๔)}$$

ก๕. ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ

ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ S_a ซึ่งเป็นค่าบนพื้นดิน จำแนกเป็นค่าสำหรับวิธีการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าและด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์ ซึ่งขึ้นกับตำแหน่ง ณ ที่ตั้งของอาคาร ดังนี้

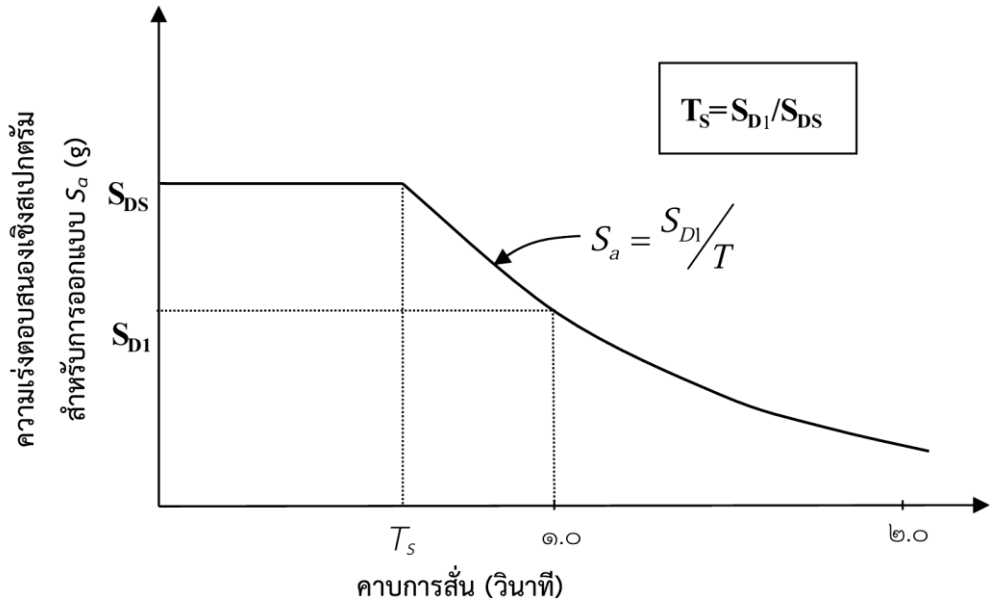
ก๕.๑ พื้นที่นอกแอ่งกรุงเทพมหานคร

(๑) สำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ ให้ใช้ตามรูปที่ ก-๑ กรณีที่พื้นที่ที่ทำการออกแบบมีค่า $S_{D1} \leq S_{DS}$ และให้ใช้ตามรูปที่ ก-๒ กรณีที่พื้นที่ที่ทำการออกแบบมีค่า $S_{D1} > S_{DS}$ โดยที่ S_{DS} และ S_{D1} คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิง สเปกตรัมสำหรับการออกแบบตามหัวข้อ ก๔

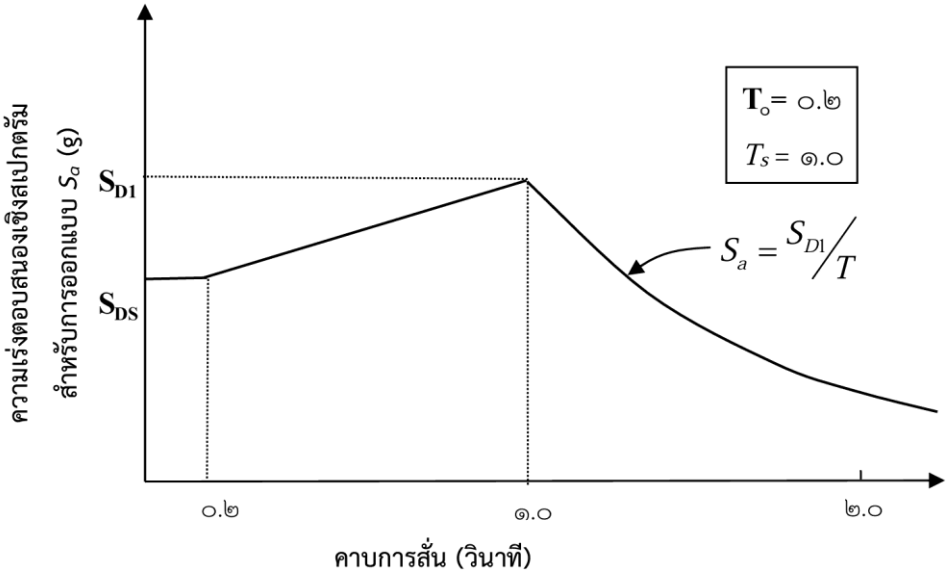
(๒) สำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม ให้ใช้ตาม รูปที่ ก-๓ กรณีที่พื้นที่ที่ทำการออกแบบมีค่า $S_{D1} \leq S_{DS}$ และให้ใช้ตามรูปที่ ก-๔ กรณีที่พื้นที่ที่ทำการออกแบบมีค่า $S_{D1} > S_{DS}$ โดยที่ S_{DS} และ S_{D1} คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบตามหัวข้อ ก๔

ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่แสดงในรูปที่ ก-๑ ถึงรูปที่ ก-๔ เป็นค่าที่สอดคล้องกับค่าอัตราส่วนความหน่วงเท่ากับร้อยละ ๕ แต่หากอัตราส่วนความหน่วงมีค่าเท่ากับร้อยละ ๒.๕ ให้ปรับค่า S_a โดยหารด้วย ๐.๘๕ สำหรับกรณีที่คาบการสั่น $T \geq T_0$ หรือคำนวณค่า S_a ตามสมการ ก-๕ สำหรับกรณีที่คาบการสั่น $T < T_0$

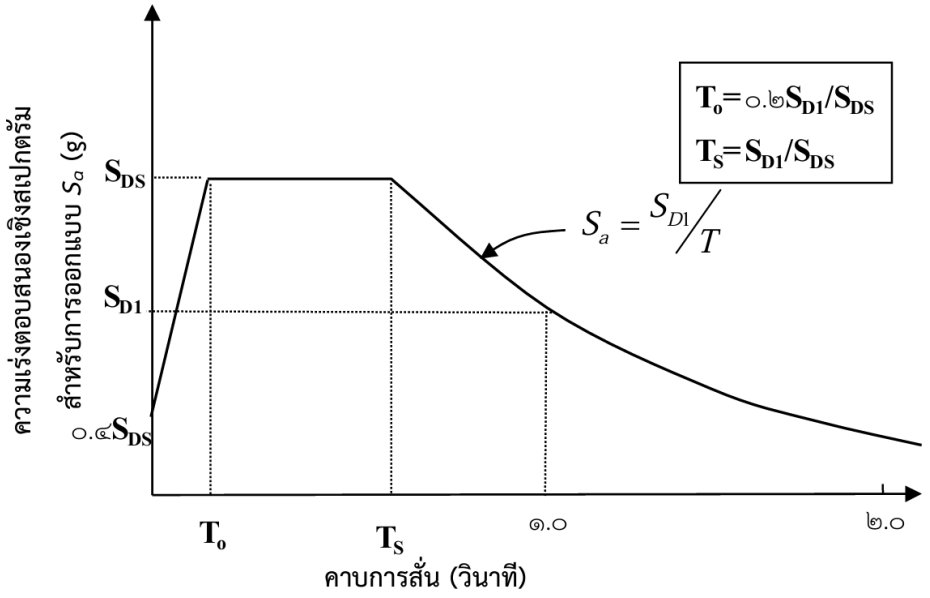
$$S_a = S_{DS}\left(\frac{3.88T}{T_s} + 0.4\right) \quad \text{(ก-๕)}$$



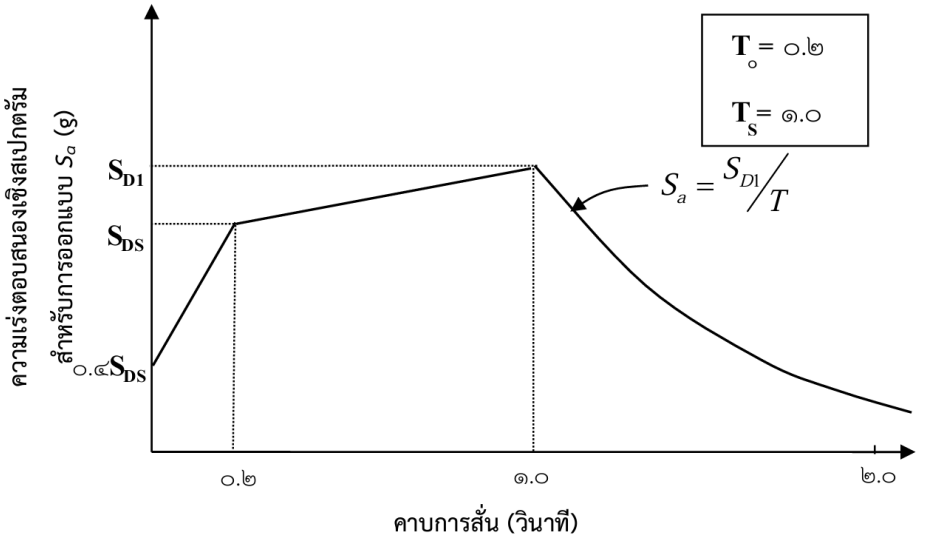
รูปที่ ก-๑ ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า สำหรับพื้นที่นอกแอ่งกรุงเทพมหานครที่มีค่า $S_{D1} \leq S_{DS}$



รูปที่ ก-๒ ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าสำหรับพื้นที่นอกแอ่งกรุงเทพมหานครที่มีค่า $S_{D1} > S_{DS}$



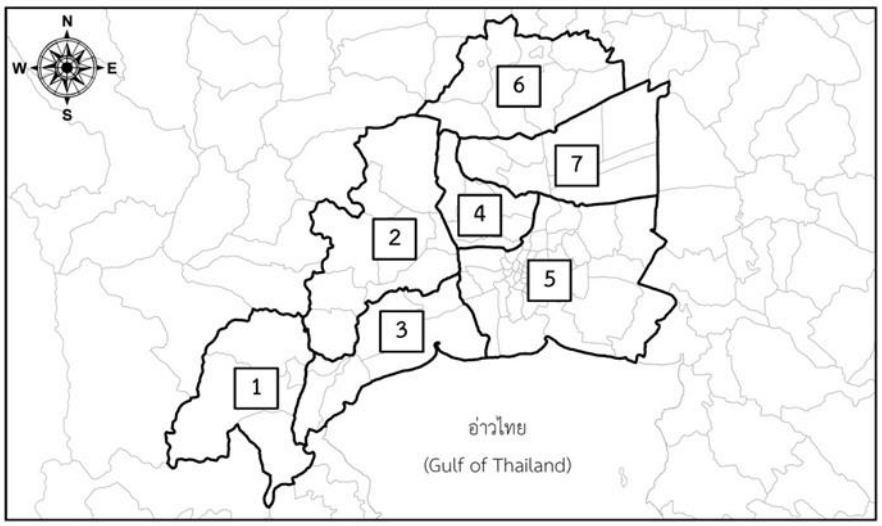
รูปที่ ก-๓ ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์ สำหรับพื้นที่นอกแอ่งกรุงเทพมหานครที่มีค่า $S_{D1} \leq S_{DS}$



รูปที่ ก-๔ ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์สำหรับพื้นที่นอกแอ่งกรุงเทพมหานครที่มีค่า $S_{D1} > S_{DS}$

ก๕.๒ พื้นที่ในแอ่งกรุงเทพมหานคร

พื้นที่ในแอ่งกรุงเทพมหานคร ครอบคลุมกรุงเทพมหานครและจังหวัดปริมณฑลหลายจังหวัด พื้นที่นี้ได้ถูกแบ่งย่อยเป็น ๗ โซน ดังรูปที่ ก-๕ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบในพื้นที่ ๗ โซนนี้ขึ้นกับวิธีการออกแบบ ดังนี้ (๑) สำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า ให้ใช้ตามความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม สำหรับการออกแบบที่กำหนดในรูปที่ ก-๖ หรือใช้ตามค่าที่แสดงในตารางที่ ก-๔ และตารางที่ ก-๕ (๒) สำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์ ให้ใช้ตามความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบที่กำหนดในรูปที่ ก-๗ หรือใช้ตามค่าที่แสดงในตารางที่ ก-๖ และตารางที่ ก-๗



แผนที่แสดงการแบ่งโซนพื้นที่แอ่งกรุงเทพมหานครเพื่อการออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหว

โซน ๑

จังหวัดเพชรบุรี

- อ.เขาย้อย

จังหวัดราชบุรี

- อ.ปากท่อ
- อ.วัดเพลง
- อ.เมืองราชบุรี

โซน ๒

จังหวัดราชบุรี

- อ.ดำเนินสะดวก
- อ.บางแพ

จังหวัดนครปฐม

- อ.สามพราน
- อ.พุทธมณฑล
- อ.นครชัยศรี
- อ.ดอนตูม
- อ.บางเลน
- อ.เมืองนครปฐม

โซน ๓

จังหวัดสมุทรสาคร (ทั้งจังหวัด)

จังหวัดสมุทรสงคราม (ทั้งจังหวัด)

โซน ๔

จังหวัดนนทบุรี (ทั้งจังหวัด)

โซน ๕

จังหวัดกรุงเทพมหานคร (ทั้งจังหวัด)

จังหวัดสมุทรปราการ (ทั้งจังหวัด)

โซน ๖

จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

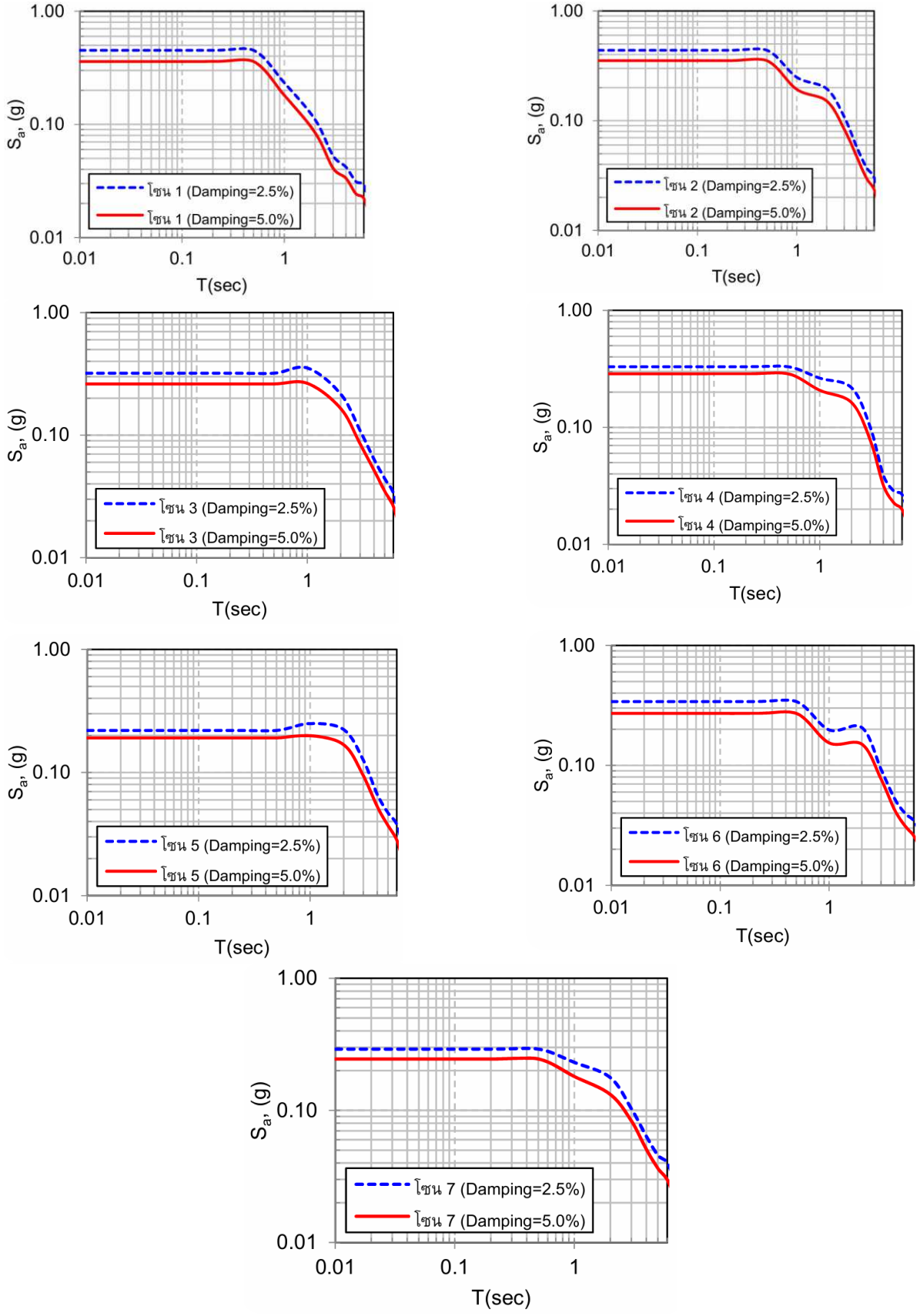
- อ.ลาดบัวหลวง
- อ.บางไทร
- อ.บางปะอิน
- อ.วังน้อย
- อ.เสนา
- อ.อุทัย
- อ.ท่าเรือ
- อ.บางบาล
- อ.เมืองพระนครศรีอยุธยา

โซน ๗

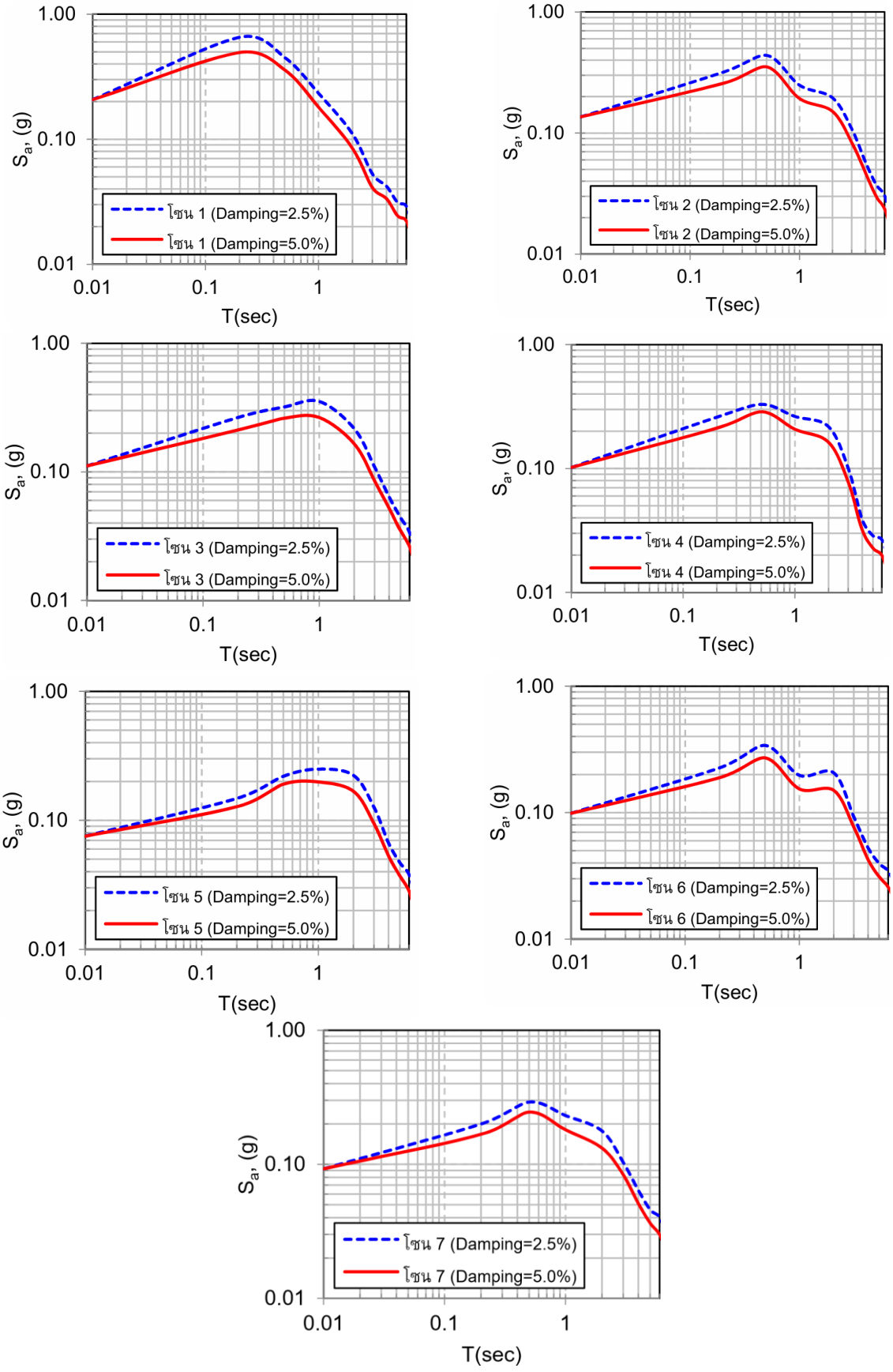
จังหวัดปทุมธานี

- อ.คลองหลวง
- อ.ธัญบุรี
- อ.เมืองปทุมธานี
- อ.ลาดหลุมแก้ว
- อ.ลำลูกกา
- อ.สามโคก
- อ.หนองเสือ

รูปที่ ก-๕ การแบ่งโซนพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพมหานคร เพื่อการออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหว



รูปที่ ก-๖ ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า สำหรับโซน ๑-๗ ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพมหานคร



รูปที่ ก-๗ ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหว ด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์สำหรับโซน ๑-๗ ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพมหานคร

ตารางที่ ก-๔ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า สำหรับพื้นที่ในโซนต่าง ๆ (อัตราส่วนความหน่วง ๒.๕%) ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพมหานคร

S_a / โซน	S_a (๐.๐๑ วินาที)	S_{DS} (๐.๒ วินาที)	S_a (๐.๕ วินาที)	S_{D1} (๑.๐ วินาที)	S_a (๒.๐ วินาที)	S_a (๓.๐ วินาที)	S_a (๔.๐ วินาที)	S_a (๕.๐ วินาที)	S_a (๖.๐ วินาที)
๑	๐.๔๕๑	๐.๔๕๑	๐.๔๕๑	๐.๒๓๓	๐.๑๑๐	๐.๐๕๓	๐.๐๔๒	๐.๐๓๑	๐.๐๒๙
๒	๐.๔๓๙	๐.๔๓๙	๐.๔๓๙	๐.๒๔๙	๐.๑๙๖	๐.๑๐๘	๐.๐๕๘	๐.๐๓๘	๐.๐๓๐
๓	๐.๓๒๐	๐.๓๒๐	๐.๓๒๐	๐.๓๕๓	๐.๒๑๗	๐.๑๐๙	๐.๐๖๔	๐.๐๔๔	๐.๐๓๔
๔	๐.๓๓๐	๐.๓๓๐	๐.๓๓๐	๐.๒๖๔	๐.๒๑๘	๐.๑๐๐	๐.๐๓๙	๐.๐๒๙	๐.๐๒๗
๕	๐.๒๒๐	๐.๒๒๐	๐.๒๒๐	๐.๒๕๐	๐.๒๒๓	๐.๑๒๖	๐.๐๖๗	๐.๐๔๗	๐.๐๓๘
๖	๐.๓๔๐	๐.๓๔๐	๐.๓๔๐	๐.๑๙๘	๐.๒๐๗	๐.๐๙๓	๐.๐๕๓	๐.๐๔๐	๐.๐๓๕
๗	๐.๒๙๑	๐.๒๙๑	๐.๒๙๑	๐.๒๓๑	๐.๑๗๗	๐.๑๐๓	๐.๐๖๔	๐.๐๔๖	๐.๐๔๐

ตารางที่ ก-๕ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า สำหรับพื้นที่ในโซนต่าง ๆ (อัตราส่วนความหน่วง ๕.๐%) ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพมหานคร

S_a / โซน	S_a (๐.๐๑ วินาที)	S_{DS} (๐.๒ วินาที)	S_a (๐.๕ วินาที)	S_{D1} (๑.๐ วินาที)	S_a (๒.๐ วินาที)	S_a (๓.๐ วินาที)	S_a (๔.๐ วินาที)	S_a (๕.๐ วินาที)	S_a (๖.๐ วินาที)
๑	๐.๓๖๐	๐.๓๖๐	๐.๓๖๐	๐.๑๘๑	๐.๐๘๕	๐.๐๔๑	๐.๐๓๔	๐.๐๒๔	๐.๐๒๒
๒	๐.๓๕๒	๐.๓๕๒	๐.๓๕๒	๐.๑๙๓	๐.๑๕๑	๐.๐๘๔	๐.๐๔๗	๐.๐๓๐	๐.๐๒๔
๓	๐.๒๖๒	๐.๒๖๒	๐.๒๖๒	๐.๒๖๕	๐.๑๖๖	๐.๐๘๕	๐.๐๕๒	๐.๐๓๕	๐.๐๒๖
๔	๐.๒๘๗	๐.๒๘๗	๐.๒๘๗	๐.๒๐๗	๐.๑๖๓	๐.๐๗๘	๐.๐๓๒	๐.๐๒๓	๐.๐๒๐
๕	๐.๑๙๑	๐.๑๙๑	๐.๑๙๑	๐.๑๙๙	๐.๑๖๘	๐.๐๙๔	๐.๐๕๓	๐.๐๓๗	๐.๐๒๘
๖	๐.๒๗๒	๐.๒๗๒	๐.๒๗๒	๐.๑๕๔	๐.๑๕๐	๐.๐๗๗	๐.๐๔๒	๐.๐๓๑	๐.๐๒๖
๗	๐.๒๔๖	๐.๒๔๖	๐.๒๔๖	๐.๑๘๑	๐.๑๓๒	๐.๐๘๔	๐.๐๕๑	๐.๐๓๖	๐.๐๓๐

ตารางที่ ก-๖ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีพลศาสตร์สำหรับพื้นที่ใน โซนต่าง ๆ (อัตราส่วนความหน่วง ๒.๕%) ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพมหานคร

S_a / โซน	S_a (๐.๐๑ วินาที)	S_{DS} (๐.๒ วินาที)	S_a (๐.๕ วินาที)	S_{D1} (๑.๐ วินาที)	S_a (๒.๐ วินาที)	S_a (๓.๐ วินาที)	S_a (๔.๐ วินาที)	S_a (๕.๐ วินาที)	S_a (๖.๐ วินาที)
๑	๐.๒๐๘	๐.๖๕๔	๐.๔๕๑	๐.๒๓๓	๐.๑๑๐	๐.๐๕๓	๐.๐๔๒	๐.๐๓๑	๐.๐๒๙
๒	๐.๑๓๖	๐.๓๑๘	๐.๔๓๙	๐.๒๔๙	๐.๑๙๖	๐.๑๐๘	๐.๐๕๘	๐.๐๓๘	๐.๐๓๐
๓	๐.๑๑๑	๐.๒๖๖	๐.๓๒๐	๐.๓๕๓	๐.๒๑๗	๐.๑๐๙	๐.๐๖๔	๐.๐๔๔	๐.๐๓๔
๔	๐.๑๐๒	๐.๒๖๐	๐.๓๓๐	๐.๒๖๔	๐.๒๑๘	๐.๑๐๐	๐.๐๓๙	๐.๐๒๙	๐.๐๒๗
๕	๐.๐๗๕	๐.๑๔๘	๐.๒๒๐	๐.๒๕๐	๐.๒๒๓	๐.๑๒๖	๐.๐๖๗	๐.๐๔๗	๐.๐๓๘
๖	๐.๐๙๙	๐.๒๒๖	๐.๓๔๐	๐.๑๙๘	๐.๒๐๗	๐.๐๙๓	๐.๐๕๓	๐.๐๔๐	๐.๐๓๕
๗	๐.๐๙๓	๐.๒๐๐	๐.๒๙๑	๐.๒๓๑	๐.๑๗๗	๐.๑๐๓	๐.๐๖๔	๐.๐๔๖	๐.๐๔๐

ตารางที่ ก-๗ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการคำนวณแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีพลศาสตร์สำหรับพื้นที่ในโซนต่าง ๆ (อัตราส่วนความหน่วง ๕.๐%) ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพมหานคร

S_a / โซน	S_a (๐.๐๑ วินาที)	S_{DS} (๐.๒ วินาที)	S_a (๐.๕ วินาที)	S_{D1} (๑.๐ วินาที)	S_a (๒.๐ วินาที)	S_a (๓.๐ วินาที)	S_a (๔.๐ วินาที)	S_a (๕.๐ วินาที)	S_a (๖.๐ วินาที)
๑	๐.๒๐๘	๐.๔๙๕	๐.๓๖๐	๐.๑๘๑	๐.๐๘๕	๐.๐๔๑	๐.๐๓๔	๐.๐๒๔	๐.๐๒๒
๒	๐.๑๓๖	๐.๒๕๗	๐.๓๕๒	๐.๑๙๓	๐.๑๕๑	๐.๐๘๔	๐.๐๔๗	๐.๐๓๐	๐.๐๒๔
๓	๐.๑๑๑	๐.๒๑๒	๐.๒๖๒	๐.๒๖๕	๐.๑๖๖	๐.๐๘๕	๐.๐๕๒	๐.๐๓๕	๐.๐๒๖
๔	๐.๑๐๒	๐.๒๑๑	๐.๒๘๗	๐.๒๐๗	๐.๑๖๓	๐.๐๗๘	๐.๐๓๒	๐.๐๒๓	๐.๐๒๐
๕	๐.๐๗๕	๐.๑๒๘	๐.๑๙๑	๐.๑๙๙	๐.๑๖๘	๐.๐๙๔	๐.๐๕๓	๐.๐๓๗	๐.๐๒๘
๖	๐.๐๙๙	๐.๑๘๙	๐.๒๗๒	๐.๑๕๔	๐.๑๕๐	๐.๐๗๗	๐.๐๔๒	๐.๐๓๑	๐.๐๒๖
๗	๐.๐๙๓	๐.๑๖๗	๐.๒๔๖	๐.๑๘๑	๐.๑๓๒	๐.๐๘๔	๐.๐๕๑	๐.๐๓๖	๐.๐๓๐

ภาคผนวก ข

การจำแนกลักษณะความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้าง

ข๑. การจำแนกลักษณะความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้าง

รูปทรงของอาคารสามารถจำแนกเป็นอาคารที่มีรูปทรงโครงสร้างที่สม่ำเสมอ (Regular) และอาคารที่มีรูปทรงโครงสร้างไม่สม่ำเสมอ (Irregular) โดยอาคารในกลุ่มหลัง ยังสามารถจำแนกแยกย่อยออกเป็น อาคารที่มีรูปทรงโครงสร้างไม่สม่ำเสมอในแนวระนาบ (Horizontal Irregularity) และไม่สม่ำเสมอในแนวดิ่ง (Vertical Irregularity) ตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ข๑.๑ ความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้างในแนวระนาบ

อาคารที่มีลักษณะรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง หรือหลายรูปแบบตามรายการดังต่อไปนี้ให้ถือว่าเป็นอาคารที่มี ความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้างในแนวระนาบ

(๑ก) ความไม่สม่ำเสมอเชิงการบิด (Torsional Irregularity) คือ กรณีที่ค่าสูงสุดของการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ ระหว่างชั้นที่ขอบด้านหนึ่งของอาคาร ที่คำนวณจากแรงแผ่นดินไหวที่รวมผลของแรงบิดโดยบังเอิญ (Accidental Torsion) เข้าไปแล้ว มีค่ามากกว่า ๑.๒ เท่าของค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่าง ชั้นที่ขอบทั้ง ๒ ด้านของอาคาร ดังแสดงในรูปที่ ข-๑ (ก) ในการคำนวณผลของแรงบิดโดยบังเอิญสามารถใช้ค่าตัวประกอบขยายแรงบิดโดยบังเอิญ (A_x) เท่ากับ ๑.๐ อนึ่งเกณฑ์พิจารณานี้ใช้ได้เฉพาะกับอาคารที่มีไดอะแฟรมแข็งหรือกึ่งแข็งเท่านั้น

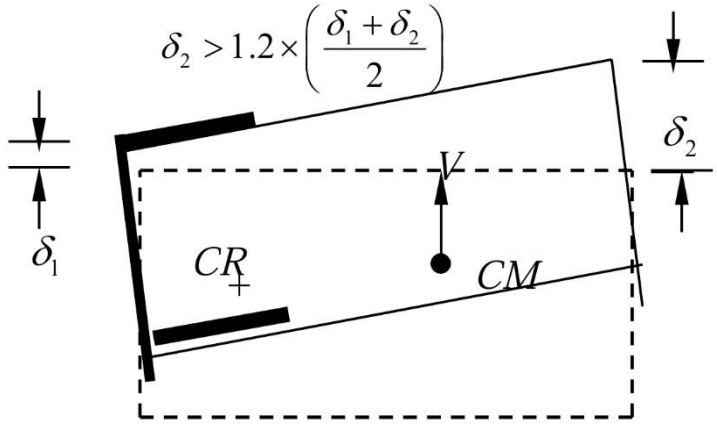
(๑ข) ความไม่สม่ำเสมอเชิงการบิดอย่างมาก (Extreme Torsional Irregularity) คือ กรณีที่ค่าสูงสุดของการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นที่ขอบด้านหนึ่งของอาคารที่คำนวณจากแรงแผ่นดินไหวที่รวมผลของแรงบิดโดยบังเอิญ (Accidental Torsion) เข้าไปแล้ว มีค่ามากกว่า ๑.๔ เท่าของค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นที่ขอบทั้ง ๒ ด้านของอาคาร ในการคำนวณผลของแรงบิดโดยบังเอิญสามารถใช้ค่าตัวประกอบขยายแรงบิดโดยบังเอิญ (A_x) เท่ากับ ๑.๐ อนึ่งเกณฑ์พิจารณานี้ใช้ได้เฉพาะกับอาคารที่มีไดอะแฟรมแข็งหรือกึ่งแข็งเท่านั้น

(๒) ความไม่สม่ำเสมอจากการมีมุมหักเข้าข้างใน (Reentrant Corner Irregularity) คือ กรณีที่ผังอาคารมีลักษณะหักมุมเข้าข้างใน ทำให้เกิดส่วนยื่น โดยที่ส่วนยื่นนั้นมีระยะฉายในแต่ละทิศทางมากกว่าร้อยละ ๑๕ ของมิติของผังในทิศทางนั้น ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ ข-๑ (ข)

(๓) ความไม่สม่ำเสมอจากความไม่ต่อเนื่องของไดอะแฟรม (Diaphragm Discontinuity Irregularity) คือ กรณีที่ไดอะแฟรมมีความไม่ต่อเนื่อง หรือมีการเปลี่ยนค่าสติฟเนสอย่างฉับพลันในบางบริเวณ ซึ่งรวมถึง กรณีที่พื้นที่มีช่องเปิดมากกว่าร้อยละ ๕๐ ของพื้นที่พื้น (ไดอะแฟรม) ทั้งหมดดังแสดงในรูปที่ ข-๑ (ค) หรือกรณีที่ค่าสติฟเนสประสิทธิผลโดยรวมของไดอะแฟรมของชั้นใดชั้นหนึ่ง มีการเปลี่ยนแปลงค่ามากกว่าร้อยละ ๕๐ เมื่อเทียบกับชั้นถัดไป

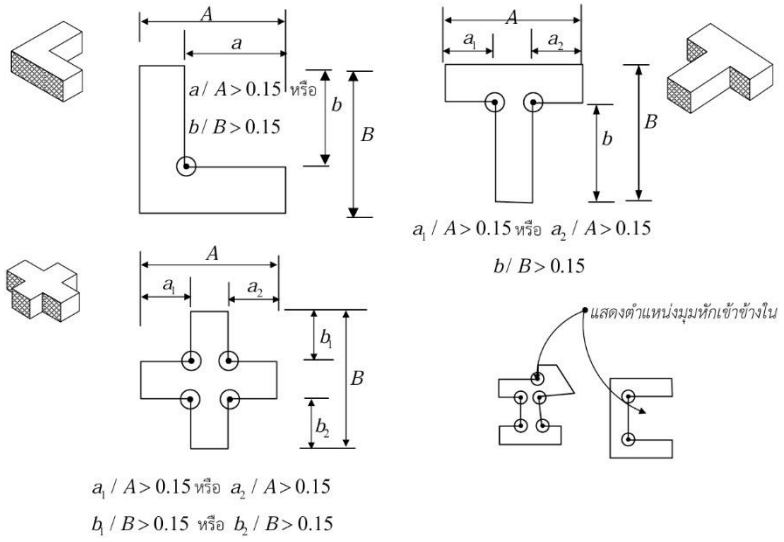
(๔) ความไม่สม่ำเสมอจากการเยื้องออกนอกระนาบ (Out–of–Plane Offset Irregularity) คือ กรณีที่โครงสร้างแนวดิ่งที่ต้านแรงด้านข้าง เช่น กำแพงรับแรงเฉือนมีความไม่ต่อเนื่อง เช่นกำแพงในชั้นใดชั้นหนึ่งเยื้องออกจากระนาบของกำแพงในชั้นถัดไป ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ ข-๑ (ง)

(๕) ความไม่สม่ำเสมอจากระบบที่ไม่ขนานกัน (Nonparallel System Irregularity) คือ กรณีที่โครงสร้างแนวดิ่งที่ต้านแรงด้านข้าง เช่น กำแพงรับแรงเฉือน วางตัวในแนวที่ไม่ขนานกัน หรือไม่สมมาตรกัน เมื่อเทียบกับแกนหลัก ๒ แกน (ซึ่งตั้งฉากกัน) ของระบบต้านแรงด้านข้างของอาคาร ดังตัวอย่างที่แสดง ในรูปที่ ข-๑ (จ)



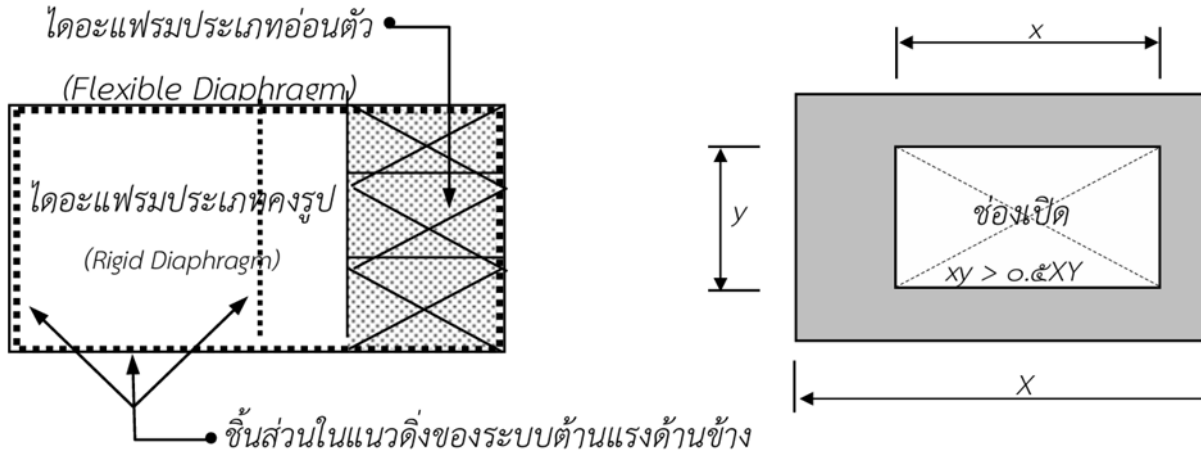
CR = จุดศูนย์กลางของ Rigidity
CM = จุดศูนย์กลางของมวล
V = แรงจากแผ่นดินไหว

ก. ความไม่สม่ำเสมอเชิงการบิด

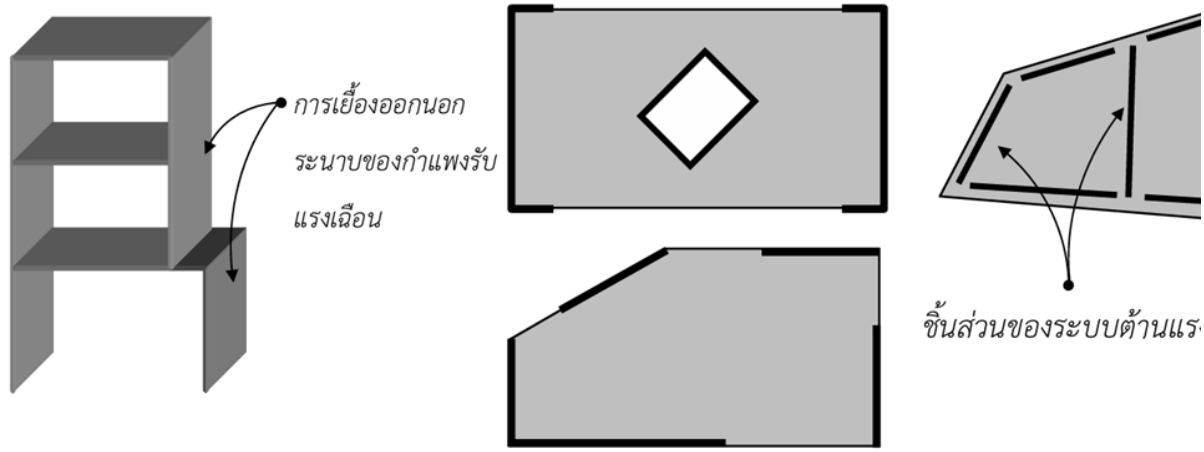


ข. ความไม่สม่ำเสมอแบบมีมุมหักเข้าข้างในอาคาร

รูปที่ ข-๑ ความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้างในแนวระนาบ



ค. ความไม่สม่ำเสมอจากความไม่ต่อเนื่องของไดอะแฟรม



ง. ความไม่สม่ำเสมอจากการเยื้องออกนอกระนาบ จ. ความไม่สม่ำเสมอจากระบบที่ไม่ขนานกัน

รูปที่ ข-๑ ความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้างในแนวระนาบ (ต่อ)

ข๑.๒ ความไม่สม่ำเสมอของโครงสร้างในแนวดิ่ง (Vertical Structural Irregularities)

อาคารที่มีลักษณะรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง หรือหลายรูปแบบตามรายการดังต่อไปนี้ ให้ถือว่าเป็นอาคารที่มี ความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้างในแนวดิ่ง

(๑ก) ความไม่สม่ำเสมอของสติฟเนส หรือมีชั้นที่อ่อน (Stiffness-Soft Story Irregularity) คือ กรณีที่มีชั้นหนึ่งชั้นใดของอาคารมีค่าสติฟเนสทางด้านข้าง (Lateral Stiffness) น้อยกว่าร้อยละ ๗๐ ของค่าใน ชั้นที่เหนือถัดขึ้นไป หรือน้อยกว่าร้อยละ ๘๐ ของค่าสติฟเนสเฉลี่ยของสามชั้นที่เหนือขึ้นไปดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ ข-๒ (ก)

(๑ข) ความไม่สม่ำเสมออย่างมากของสติฟเนส หรือมีชั้นที่อ่อนอย่างมาก (Stiffness-Extreme Soft Story Irregularity) คือ กรณีที่มีชั้นหนึ่งชั้นใดของอาคารมีค่าสติฟเนสทางด้านข้าง (Lateral Stiffness) น้อยกว่าร้อยละ ๖๐ ของค่าในชั้นที่เหนือถัดขึ้นไป หรือน้อยกว่าร้อยละ ๗๐ ของค่าสติฟเนสเฉลี่ยของสามชั้นที่เหนือขึ้นไป

(๒) ความไม่สม่ำเสมอของมวล (Mass Irregularity) คือกรณีที่ค่ามวลประสิทธิผล (Effective Mass) ตาม ข้อ ข๔. ของชั้นหนึ่งชั้นใด มีค่ามากกว่าร้อยละ ๑๕๐ ของมวลประสิทธิผลของชั้น

บนหรือชั้นล่างที่อยู่ ถัดไป ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ ข-๒ (ข) อาคารที่มีหลังคาที่มีมวลน้อยกว่าพื้นชั้นถัดลงมา ไม่ถือว่าเป็น อาคารที่มีความไม่สม่ำเสมอของมวล

(๓) ความไม่สม่ำเสมอทางเรขาคณิตของรูปทรงในแนวดิ่ง (Vertical Geometric Irregularity) คือกรณีที่ มิติในแนวราบของระบบต้านแรงด้านข้าง ณ ชั้นหนึ่งชั้นใด มีค่ามากกว่าร้อยละ ๑๓๐ ของค่าในชั้นบนหรือชั้นล่างที่อยู่ถัดไป ยกเว้น Penthouse ที่สูง ๑ ชั้น ไม่จำเป็นต้องนำมาพิจารณา ดังตัวอย่างแสดง ในรูปที่ ข-๒ (ค)

(๔) ความไม่ต่อเนื่องภายในระนาบขององค์อาคารต้านแรงด้านข้างในแนวดิ่ง (In – Plane Discontinuity in Vertical Lateral Force–Resisting Element Irregularity) คือ กรณีที่องค์อาคารในแนวดิ่งที่ต้าน แรงด้านข้าง เช่น กำแพงรับแรงเฉือน มีความไม่ต่อเนื่องโดยมีการเยื้องตัวภายในระนาบดิ่งขององค์อาคารต้านแรงด้านข้างมีค่ามากกว่าความยาวขององค์อาคารนั้น ๆ ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ ข-๒ (ง)

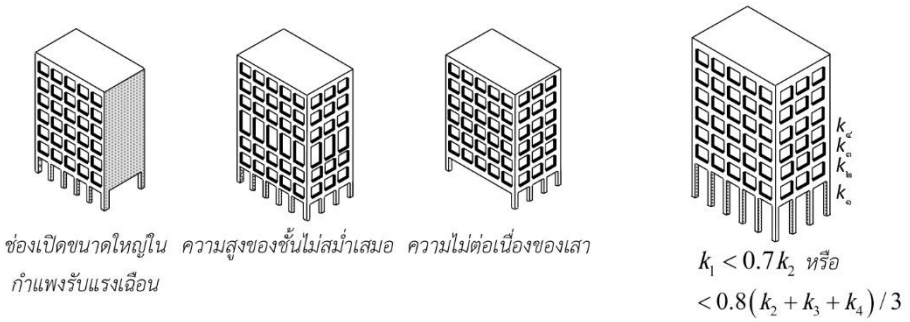
(๕ก) ความไม่ต่อเนื่องของกำลังต้านแรงด้านข้างหรือมีชั้นที่อ่อนแอ (Discontinuity in Lateral Strength– Weak Story Irregularity) คือกรณีที่มีชั้นหนึ่งชั้นใดของอาคารมีกำลังต้านแรงด้านข้างน้อยกว่าร้อยละ ๘๐ ของกำลังในชั้นที่เหนือถัดขึ้นไป ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ ข-๒ (จ) กำลังต้านแรงด้านข้างของชั้นในที่นี้ คือ ผลรวมของกำลังต้านแรงด้านข้างของทุก ๆ องค์อาคารที่แบกรับแรงเฉือนของอาคารในชั้นนั้นในทิศทางที่พิจารณา

(๕ข) ความไม่ต่อเนื่องอย่างมากของกำลังต้านแรงด้านข้างหรือมีชั้นที่อ่อนแอมาก (Discontinuity in Lateral Strength–Extreme Weak Story Irregularity) คือกรณีที่มีชั้นหนึ่งชั้นใดของอาคารมีกำลังต้านแรงด้านข้างน้อยกว่าร้อยละ ๖๕ ของกำลังในชั้นที่เหนือถัดขึ้นไป

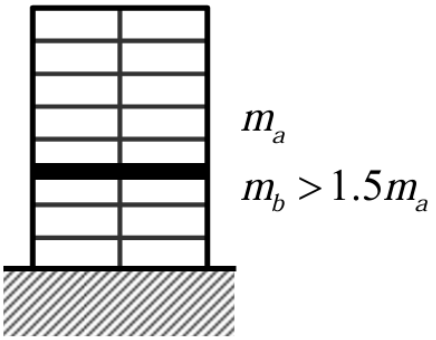
ข้อยกเว้น

(๑) อาคารจะไม่ถือว่ามีความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้างในแนวดิ่ง แบบ ๑ก ๑ข หรือ ๒ หากค่าการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้น (Story Drift) ของชั้นใด ๆ ที่เกิดจากแรงแผ่นดินไหวสถิตเทียบเท่า มีค่าไม่เกินร้อยละ ๑๓๐ ของชั้นที่อยู่เหนือถัดขึ้นไป ทั้งนี้การคำนวณค่าการเคลื่อนตัวดังกล่าว ไม่จำเป็นต้องพิจารณาผลของการบิดตัวของอาคาร (Torsional Effect) และไม่จำเป็นต้องพิจารณาค่าการเคลื่อนตัวของสองชั้นบนสุดของอาคาร

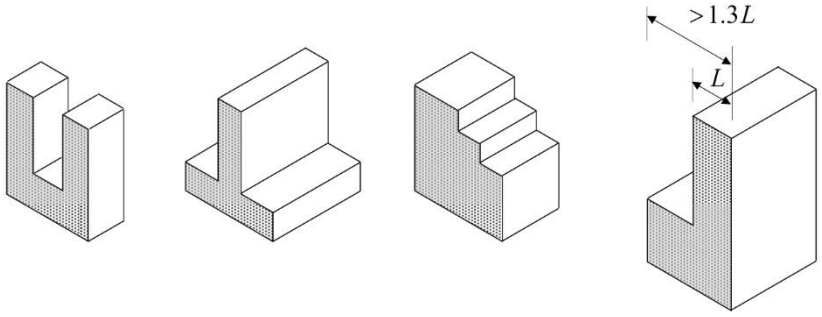
(๒) ในการออกแบบอาคาร ๑ ชั้นและ ๒ ชั้น ไม่จำเป็นต้องพิจารณาถึงความไม่สม่ำเสมอของรูปทรง โครงสร้างในแนวดิ่งแบบ ๑ก ๑ข หรือ ๒



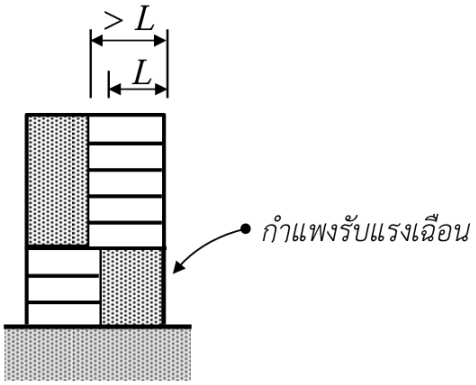
(ก) ความไม่สม่ำเสมอของสติฟเนส



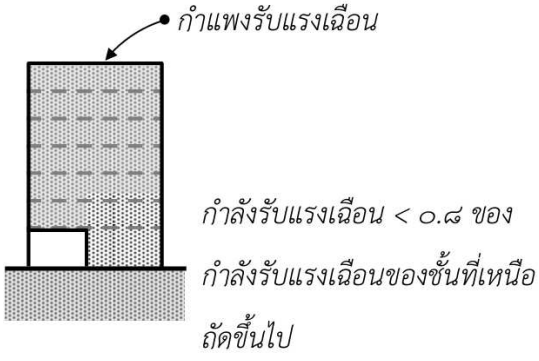
(ข) ความไม่สม่ำเสมอของมวล



(ค) ความไม่สม่ำเสมอทางเรขาคณิตของรูปทรงในแนวดิ่ง



(ง) ความไม่ต่อเนื่องในระนาบ



(จ) ความไม่ต่อเนื่องของกำลัง

รูปที่ ข-๓ ความไม่สม่ำเสมอของโครงสร้างในแนวดิ่ง

ข๑.๓ ข้อจำกัดและข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับอาคารที่รูปทรงโครงสร้างไม่สม่ำเสมอ

(๑) อาคารที่มีประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวแบบ ง ต้องไม่เป็นอาคารที่มีความไม่สม่ำเสมอในแนวดิ่งแบบ (๕ข)

(๒) อาคารที่มีความไม่สม่ำเสมอในแนวดิ่งแบบ (๕ข) จะมีความสูงได้ไม่เกิน ๒ ชั้น หรือ ๙ เมตร เว้นแต่ อาคารนั้นสามารถต้านการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวสถิตเทียบเท่าที่คูณด้วยตัวประกอบกำลังส่วนเกิน (Ω_0) ได้

(๓) อาคารที่มีความไม่สม่ำเสมอในแนวระนาบแบบ (๔) หรือในแนวดิ่งแบบ (๔) ต้องได้รับการออกแบบ ให้องค์อาคารต่าง ๆ ที่รองรับกำแพงหรือโครงสร้างที่ไม่ต่อเนื่อง มีกำลังเพียงพอที่จะต้านแรงซึ่ง เกิดจากน้ำหนักบรรทุก กระทำร่วมกับแรงแผ่นดินไหวสถิตเทียบเท่าที่คูณด้วยตัวประกอบกำลังส่วนเกิน (Ω_0)

(๔) อาคารที่มีประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวแบบ ง และมีความไม่สม่ำเสมอในแนวระนาบ แบบ (๑ก) (๑ข) (๒) (๓) หรือ (๔) หรือมีความไม่สม่ำเสมอในแนวดิ่ง แบบ (๔) ต้องได้รับการ ออกแบบให้ (ก) จุดต่อระหว่างไดอะแฟรมกับโครงสร้างแนวดิ่งต้านแรงด้านข้าง (ข) จุดต่อระหว่างไดอะแฟรมกับองค์อาคารเชื่อม (Collector) และ (ค) จุดต่อระหว่างองค์อาคารเชื่อมกับโครงสร้าง แนวดิ่งต้านแรงด้านข้าง สามารถต้านแรงที่ใช้ในการออกแบบไดอะแฟรมคูณด้วย ๑.๒๕ รวมถึงองค์อาคารเชื่อมและจุดต่อระหว่างองค์อาคารเชื่อม ก็ต้องได้รับการออกแบบให้สามารถต้านแรงดังกล่าว เว้นแต่ว่าได้ถูกออกแบบให้ต้านแรงซึ่งเกิดจากน้ำหนักบรรทุกกระทำร่วมกับแรงแผ่นดินไหวสถิตเทียบเท่าที่คูณด้วยตัวประกอบกำลังส่วนเกินเรียบร้อยแล้ว

ภาคผนวก ค

การจำแนกประเภทชั้นดินที่ตั้งอาคารสำหรับการออกแบบรับแรงแผ่นดินไหว

ค๑. การจำแนกประเภทชั้นดินที่ตั้งอาคาร

การจำแนกประเภทของชั้นดินที่ตั้งอาคารจะพิจารณาจากคุณสมบัติของชั้นดินตั้งแต่ผิวดินลงไปจนถึง ความลึก ๓๐ เมตร หากไม่มีข้อมูลดินที่ชัดเจนเพียงพอที่จะนำมาใช้จำแนกประเภท และไม่สามารถทำการสำรวจดิน ให้สมมุติว่าประเภทของชั้นดินเป็นประเภท D เว้นแต่กรณีที่มีผู้เชี่ยวชาญหรือหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องกำหนด ว่าชั้นดิน ณ ตำแหน่งนั้นเป็นประเภท E หรือ F นอกจากนี้ ในกรณีที่มีชั้นดินที่หนามากกว่า ๓ เมตร อยู่ระหว่างฐานรากกับชั้นหินต้องไม่กำหนดให้ชั้นดินเป็นประเภท A หรือ B

ค๒. การวิเคราะห์การตอบสนองของชั้นดิน

ในกรณีที่อาคารตั้งอยู่บนชั้นดินประเภท F ต้องทำการวิเคราะห์การตอบสนองของชั้นดินต่อคลื่นการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว (Site Response Analysis) เพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในการออกแบบอาคาร

ค๓. การกำหนดประเภทชั้นดิน

ประเภทชั้นดินจะถูกจำแนกตามเกณฑ์ที่แสดงในตารางที่ ค-๑ และมีรายละเอียดเพิ่มเติมดังแสดงด้านล่างนี้

ค๓.๑ ชั้นดินประเภท F

ชั้นดินที่มีลักษณะต่อไปนี้ ให้จัดเป็นชั้นดินประเภท F และต้องทำการวิเคราะห์การตอบสนองของชั้นดินต่อ คลื่นการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

(๑) ชั้นดินมีโอกาสวิบัติภายใต้แผ่นดินไหว เช่นดินที่สามารถเกิดการเหลวตัว (Liquefaction) หรือดินเหนียวที่อ่อนมาก เป็นต้น

(๒) ชั้นดินเหนียวที่วัตถุอินทรีย์อยู่มาก และมีความหนากว่า ๓ เมตร

(๓) ชั้นดินที่มีความเป็นพลาสติกสูง (มีความหนามากกว่า ๗.๖ เมตรและมีค่า PI มากกว่า ๗๕)

(๔) ชั้นดินเหนียวอ่อนถึงปานกลางที่หนามาก (มีความหนามากกว่า ๓๗ เมตรและมีกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ s_u น้อยกว่า ๕๐ กิโลปาสกาล)

ค๓.๒ ชั้นดินประเภท E

การจำแนกประเภทดินเป็นประเภท C, D, และ E สามารถทำได้โดยพิจารณาจากค่าต่อไปนี้

(๑) ค่าความเร็วคลื่นเฉือนเฉลี่ย ($\bar{v}_s$) ในช่วงความลึก ๓๐ เมตรแรก (เรียกว่าวิธี $\bar{v}_s$)

(๒) ค่าการทดสอบฝังจมมาตรฐานเฉลี่ย (Average Field Standard Penetration Resistance, $\bar{N}$) ในช่วงความลึก ๓๐ เมตรแรก (เรียกว่าวิธี $\bar{N}$)

(๓) ค่าการทดสอบฝังจมมาตรฐานเฉลี่ยสำหรับชั้นทราย (PI < 20) (Average Standard

Penetration Resistance for Cohesionless Soil Layer, $\bar{N}_{ch}$) ในช่วงความลึก ๓๐ เมตรแรก และค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำเฉลี่ย ($\bar{s}_u$) สำหรับดินเหนียว (PI > 20) ในช่วงความลึก ๓๐ เมตรแรก หากเกณฑ์ของ $\bar{N}_{ch}$ และ $\bar{s}_u$ แตกต่างกัน ให้เลือกประเภทชั้นดินที่อ่อนกว่า

ค๓.๔ ความเร็วคลื่นเฉือนของดินประเภท B

การหาความเร็วคลื่นเฉือนของหิน (ชั้นดินประเภท B) ต้องทำการตรวจวัดในสถานที่จริงหรือทำการ ประมาณโดยวิศวกรทางธรณีเทคนิค นักธรณีวิทยา หรือผู้เชี่ยวชาญด้านแผ่นดินไหว ในกรณีที่ชั้นหินมีลักษณะ ค่อนข้างอ่อน หรือมีการแตกร้าวผุพังมาก ต้องทำการตรวจวัดความเร็วคลื่นเฉือนในสถานที่จริง หรือ มิฉะนั้นก็ให้ จัดประเภทของชั้นดินเป็นแบบ C

ค๓.๕ ความเร็วคลื่นเฉือนของดินประเภท A

การประเมินว่าเป็นหินแข็งต้องใช้การตรวจวัดความเร็วคลื่นเฉือนในสถานที่จริงหรือสถานที่ซึ่งมีสภาพหินคล้ายคลึงกัน (หินแบบเดียวกัน มีระดับการแตกร้าวผุพังเหมือนกัน)

ตารางที่ ค-๑ การจำแนกประเภทชั้นดิน

ประเภทชั้นดิน	$\bar{v}_s$	$\bar{N}$ หรือ $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$
A	มากกว่า ๑๕๐๐ เมตร/วินาที	-	-
B	๗๕๐ - ๑๕๐๐ เมตร/วินาที	-	-
C	๓๖๐ – ๗๕๐ เมตร/วินาที	มากกว่า ๕๐	มากกว่า ๑๐๐ กิโลปาสคาล
D	๑๘๐ – ๓๖๐ เมตร/วินาที	๑๕ - ๕๐	๕๐ - ๑๐๐ กิโลปาสคาล
E	น้อยกว่า ๑๘๐ เมตร/วินาที	น้อยกว่า ๑๕	น้อยกว่า ๕๐ กิโลปาสคาล
	มีชั้นดินที่มีความหนามากกว่า ๓ เมตร ที่มีคุณสมบัติดังนี้ (๑) Plasticity Index (PI) > ๒๐ (๒) Moisture Content (w) > ๔๐% (๓) $\bar{s}_u$ < ๒๕ กิโลปาสกาล		
F	เกณฑ์ตาม ค๓.๑		

ค๔. นิยามของพารามิเตอร์ที่ใช้จำแนกประเภทของชั้นดิน

ค๔.๑ ความเร็วคลื่นเฉือนเฉลี่ย

ค่าความเร็วคลื่นเฉือนเฉลี่ย ($\bar{v}_s$) ของชั้นดินสามารถคำนวณได้จาก

$$\bar{v}_s = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{d_i}{v_{si}}\right)} \qquad \text{(ค-๑)}$$

โดยที่ d_i คือ ความหนาของชั้น i ใด ๆ ในช่วงความลึก ๓๐ เมตรแรก

v_{si} คือ ความเร็วคลื่นเฉือนในชั้น i ใด ๆ (เมตร/วินาที)

n คือ จำนวนชั้นดินในช่วงความลึก ๓๐ เมตรแรก

ค๔.๒ ค่าการทดสอบฝังจมมาตรฐานเฉลี่ยและของการทดสอบฝังจมมาตรฐานเฉลี่ยสำหรับชั้นทราย

ค่าของการทดสอบฝังจมมาตรฐานเฉลี่ย ($\bar{N}$) ในช่วงความลึก ๓๐ เมตรแรก สามารถคำนวณได้จาก

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{d_i}{N_i}\right)} \qquad \text{(ค-๒)}$$

โดยที่ N_i คือ ค่าการทดสอบฝังจมมาตรฐานสำหรับชั้นดินทราย ดินเหนียว และหิน ชั้นดินที่ i

d_i คือ ความหนาสำหรับชั้นดินทราย ดินเหนียว และหิน ชั้นดินที่ i

n คือ จำนวนชั้นดินในช่วงความลึก ๓๐ เมตรแรก

ค่าของการทดสอบฝังจมมาตรฐานเฉลี่ยสำหรับชั้นทราย ($\bar{N}_{ch}$) ในช่วงความลึก ๓๐ เมตรแรก สามารถคำนวณได้จาก

$$\bar{N}_{ch} = \frac{\sum_{i=1}^{m} d_i}{\sum_{i=1}^{m}\left(\frac{d_i}{N_i}\right)} \qquad \text{(ค-๓)}$$

โดยที่ N_i คือ ค่าการทดสอบฝังจมมาตรฐานสำหรับชั้นดินทรายที่ i

d_i คือ ความหนาสำหรับชั้นดินทรายที่ i

m คือ จำนวนชั้นดินทรายในช่วงความลึก ๓๐ เมตรแรก

ค๔.๓ ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำเฉลี่ย

ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำเฉลี่ย ($\bar{s}_u$) ของชั้นดินสามารถคำนวณได้จาก

$$\bar{s}_u = \frac{\sum_{i=1}^{m} d_i}{\sum_{i=1}^{m}\left(\frac{d_i}{s_{ui}}\right)} \qquad \text{(ค-๔)}$$

โดยที่ s_{ui} คือ ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำของชั้นดิน i แต่ไม่เกิน ๒๔๐ กิโลปาสกาล

d_i คือ ความหนาสำหรับชั้นดินเหนียวที่ i

m คือ จำนวนชั้นดินเหนียวในช่วงความลึก ๓๐ เมตรแรก

ภาคผนวก ง

ระบบโครงสร้างตามประเภทการออกแบบต้านทานแรงแผ่นดินไหว ค่าตัวประกอบปรับผลตอบสนอง (Response Modification Factor, R) และตัวประกอบกำลังส่วนเกิน (System Overstrength Factor, Ω_0)

ระบบโครงสร้างโดยรวม	ระบบต้านแรงด้านข้าง	ค่าตัวประกอบ		ประเภทการออกแบบต้านทานแรงแผ่นดินไหว		
		R	Ω_0	ข	ค	ง
๑. ระบบกำแพงรับ น้ำหนักบรรทุก แนวดิ่ง (Bearing Wall system)	กำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา (Ordinary Reinforced Concrete Shear Wall)	๔	๒.๕	√	√	*
	กำแพงรับแรงเฉือนแบบที่มีการให้รายละเอียดพิเศษ (Special Reinforced Concrete Shear Wall)	๕	๒.๕	√	√	√
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบธรรมดา (Ordinary Precast Shear Wall)	๓	๒.๕	√	X	X
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบที่มีการให้รายละเอียดความเหนียวปานกลาง (Intermediate Precast Shear Wall)	๔	๒.๕	√	√	X
๒. ระบบโครงอาคาร (Building Frame System)	โครงแกงแนงเหล็กแบบเยื้องศูนย์ที่ใช้จุดต่อแบบรับแรงดัดได้ (Steel Eccentrically Braced Frame with Moment-Resisting Connections)	๘	๒	√	√	√
	โครงแกงแนงเหล็กแบบเยื้องศูนย์ที่ใช้จุดต่อแบบรับแรงเฉือน (Steel Eccentrically Braced Frame with Non-Moment-Resisting Connections)	๗		√	√	√
	โครงแกงแนงเหล็กแบบตรงศูนย์แบบให้รายละเอียดพิเศษ (Special Steel Concentric Braced Frame)	๖	๒	√	√	√
	โครงแกงแนงเหล็กแบบตรงศูนย์แบบธรรมดา (Ordinary Steel Concentric Braced Frame)	๓.๕	๒	√	√	X
	กำแพงรับแรงเฉือนแบบที่มีการให้รายละเอียดพิเศษ (Special Reinforced Concrete Shear Wall)	๖	๒.๕	√	√	√
	กำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา (Ordinary Reinforced Concrete Shear Wall)	๕	๒.๕	√	√	*

ระบบโครงสร้างโดยรวม	ระบบต้านแรงด้านข้าง	ค่าตัวประกอบ		ประเภทการออกแบบต้านทานแรงแผ่นดินไหว		
		R	Ω_0	ข	ค	ง
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบธรรมดา (Ordinary Precast Shear Wall)	๔	๒.๕	√	X	X
	กำแพงรับแรงเฉือนหล่อสำเร็จแบบที่มีการให้รายละเอียดความเหนียวปานกลาง (Intermediate Precast Shear Wall)	๕	๒.๕	√	√	X
๓. ระบบโครงต้านแรงดัด (Moment Resisting Frame)	โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวพิเศษ (Ductile/Special Steel Moment-Resisting Frame)	๘	๓	√	√	√
	โครงถักต้านแรงดัดที่มีการให้รายละเอียดความเหนียวเป็นพิเศษ (Special Truss Moment Frame)	๗	๓	√	√	√
	โครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวปานกลาง (Intermediate Steel Moment Resisting Frame)	๔.๕	๓	√	√	*
	โครงต้านแรงดัดเหล็กธรรมดา (Ordinary Steel Moment Resisting Frame)	๓.๕	๓	√	√	X
	โครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวพิเศษ (แบบหล่อในที่ หรือแบบหล่อสำเร็จ) (Precast or Cast-in-Place Ductile/Special Reinforced Concrete Moment Resisting Frame)	๘	๓	√	√	√
	โครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวปานกลาง (Intermediate Reinforced Concrete Moment Resisting Frame)	๕	๓	√	√	*
	โครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กแบบธรรมดา (Ordinary Reinforced Concrete Moment Resisting Frame)	๓	๓	√	X	X
๔. ระบบโครงสร้างแบบผสมที่มีโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวที่สามารถต้านแรงด้านข้างไม่น้อยกว่า	ร่วมกับโครงแกงแนงเหล็กแบบตรงศูนย์แบบพิเศษ (Special Steel Concentrically Braced Frame)	๗	๒.๕	√	√	√
	ร่วมกับโครงแกงแนงเหล็กแบบเยื้องศูนย์ (Steel Eccentrically Braced Frame)	๘	๒.๕	√	√	√

ระบบโครงสร้างโดยรวม	ระบบต้านแรงด้านข้าง	ค่าตัวประกอบ		ประเภทการออกแบบต้านทานแรงแผ่นดินไหว		
		R	Ω_0	ข	ค	ง
ร้อยละ ๒๕ ของแรงที่กระทำกับอาคารทั้งหมด (Dual System with Ductile/Special Moment Resisting Frame)	ร่วมกับกำแพงรับแรงเฉือนแบบที่มีการให้รายละเอียดพิเศษ (Special Reinforced Concrete Shear Wall)	๗	๒.๕	√	√	√
	ร่วมกับกำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา (Ordinary Reinforced Concrete Shear Wall)	๖	๒.๕	√	√	*
๕. ระบบโครงสร้างแบบผสมที่มีโครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวปานกลางหรือความเหนียวจำกัดที่สามารถต้านแรงด้านข้างไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๕ ของแรงที่กระทำกับอาคารทั้งหมด (Dual System with Moment Resisting Frame with Limited Ductility /Dual System with Intermediate Moment Resisting Frame)	ร่วมกับโครงแกงแนงเหล็กแบบตรงศูนย์แบบพิเศษ (Special Steel Concentrically Braced Frame)	๖	๒.๕	√	√	X
	ร่วมกับกำแพงรับแรงเฉือนแบบที่มีการให้รายละเอียดพิเศษ (Special Reinforced Concrete Shear Wall)	๖.๕	๒.๕	√	√	√
	ร่วมกับกำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา (Ordinary Reinforced Concrete Shear Wall)	๕.๕	๒.๕	√	√	*
๖. ระบบปฏิสัมพันธ์ (Shear Wall Frame Interactive System)	ระบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างกำแพงรับแรงเฉือนและ โครงต้านแรงดัดแบบธรรมดาที่ไม่มีการให้รายละเอียดความเหนียว (Shear Wall Frame Interactive System with Ordinary Reinforced Concrete Moment Frame and Ordinary Concrete Shear Wall)	๔.๕	๒.๕	√	X	X
๗. ระบบโครงสร้างเหล็กที่ไม่มีการให้รายละเอียดสำหรับรับแรงแผ่นดินไหว (Steel Systems Not Specifically Detailed for Seismic Resistance)	ระบบโครงสร้างเหล็กที่ไม่มีการให้รายละเอียดสำหรับรับแรงแผ่นดินไหว	๓	๓	√	√	X

หมายเหตุ ๑) √ = ใช้ได้ X = ห้ามใช้

๒) * ระบบต้านแรงด้านข้างที่ประกอบด้วยกำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา โครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวปานกลางหรือความเหนียวธรรมดา หรือโครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวปานกลางสำหรับประเภทการออกแบบต้านการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ง สามารถใช้ได้กับอาคารที่มีความสูงไม่เกินค่าต่อไปนี้

(๑) ๔๐ เมตร สำหรับโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวปานกลางหรือความเหนียวจำกัดและโครงต้านแรงดัดเหล็กที่มีความเหนียวปานกลาง

(๒) ๖๐ เมตร สำหรับกำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา

ทั้งนี้ในการคำนวณออกแบบด้านกำลังขององค์อาคารให้เพิ่มค่าแรงแผ่นดินไหวที่ใช้ในการออกแบบองค์อาคารอีกร้อยละ ๔๐ แต่ในส่วนการคำนวณค่าการเสียรูปไม่จำเป็นต้องเพิ่มค่าแรงที่ใช้ในการคำนวณ

ในกรณีที่อาคารมีความสูงมากกว่าที่กำหนด ต้องมีการตรวจสอบภาวะขีดสุด (Limit State) ค่าความเครียดของคอนกรีตและเหล็กเสริม แรงเฉือน ฯลฯ ขององค์อาคาร ว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับระดับการให้รายละเอียดขององค์อาคารที่ใช้ ภายใต้แผ่นดินไหวสำหรับออกแบบ และภายใต้แผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณา ทั้งนี้การตรวจสอบดังกล่าวต้องใช้วิธีการและค่าต่าง ๆ เป็นไปตามมาตรฐานอื่นที่ได้รับการยอมรับทั่วไปและสำนักงานเห็นชอบ หรือมีผลทดสอบที่ยืนยันถึงสมรรถนะขององค์อาคาร

๓) นิยามของระบบโครงสร้างตามตารางข้างต้น ให้เป็นดังนี้

“กำแพงรับน้ำหนักบรรทุกแนวดิ่ง” (Bearing Wall) หมายความว่า กำแพงเหล็กหรือไม้ที่รับน้ำหนักบรรทุกเกินกว่า ๑,๕๐๐ นิวตันต่อเมตร นอกเหนือจากน้ำหนักตัวเอง หรือกำแพงคอนกรีตที่รับน้ำหนักบรรทุกเกินกว่า ๓,๐๐๐ นิวตันต่อเมตร นอกเหนือจากน้ำหนักตัวเอง

“กำแพงรับแรงเฉือน” (Shear Wall) หมายความว่า กำแพงรับน้ำหนักแนวดิ่ง หรือไม่รับน้ำหนักแนวดิ่ง ที่ออกแบบให้ต้านแรงด้านข้างที่ขนานกับระนาบของตัวกำแพง

“โครงแกงแนง” (Braced Frame) หมายความว่า ระบบที่ใช้โครงข้อหมุนในระนาบดิ่งทำหน้าที่ต้านแรงด้านข้างโดยรอยต่อเป็นได้ทั้งแบบตรงศูนย์หรือเยื้องศูนย์

“โครงแกงแนงเหล็กแบบตรงศูนย์” (Steel Concentrically Braced Frame) หมายความว่า โครงแกงแนงเหล็กที่มีจุดต่อขององค์อาคารแกงแนงตรงกับจุดต่อคานและเสาและองค์อาคารแกงแนงเหล็กรับแรงในแนวแกนเป็นหลัก

“โครงแกงแนงเหล็กแบบเยื้องศูนย์” (Steel Eccentrically Braced Frame) หมายความว่า โครงแกงแนงเหล็กที่มีจุดต่อขององค์อาคารยึดรั้งอยู่เยื้องจากจุดต่อคานและเสา

“โครงต้านแรงดัด” (Moment-Resisting Frame) หมายความว่า โครงที่มีองค์อาคารและรอยต่อซึ่งสามารถต้านแรงโดยการดัดเป็นหลัก

“โครงถักต้านแรงดัด” (Truss Moment Frame) หมายความว่า โครงอาคารที่ใช้โครงเหล็กถักเป็นส่วนหนึ่งของโครงต้านแรงดัด

“โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวพิเศษ” (Ductile/Special Moment-Resisting Frame) หมายความว่า โครงต้านแรงดัดของอาคารที่ได้รับการจัดระบบโครงสร้างที่ดี มีการออกแบบเพื่อให้การวิบัติเชิงดัด (Flexural Failure) เกิดขึ้นในคานเป็นสำคัญ โดยรายละเอียดการเสริมเหล็กของโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐานอื่นที่ได้รับการยอมรับทั่วไปและสำนักงานเห็นชอบ

“โครงต้านแรงดัดที่มีความเหนียวปานกลาง” (Intermediate Moment-Resisting Frame) หมายความว่าโครงต้านแรงดัดที่มีรายละเอียดการเสริมเหล็กเพื่อให้โครงสร้างมีความเหนียวปานกลาง โดยรายละเอียดการเสริมเหล็กของโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐานอื่นที่ได้รับการยอมรับทั่วไปและสำนักงานเห็นชอบ

“ระบบโครงสร้างแบบผสม” (Dual System) หมายความว่า ระบบโครงสร้างที่มีโครงอาคารรับน้ำหนักบรรทุกแนวดิ่งเป็นส่วนใหญ่และมีโครงต้านแรงดัดและกำแพงรับแรงเฉือนหรือโครงแกงแนงทำหน้าที่ต้านแรงด้านข้าง

“ระบบโครงอาคาร” (Building Frame System) หมายความว่า ระบบโครงสร้างที่มีโครงอาคารรับน้ำหนักบรรทุกแนวดิ่งส่วนใหญ่ และมีกำแพงรับแรงเฉือนหรือโครงแกงแนงทำหน้าที่ต้านแรงด้านข้าง

“ระบบต้านแรงด้านข้าง” (Lateral-Force-Resisting System) หมายความว่า ระบบโครงสร้างหรือส่วนของระบบโครงสร้างที่ออกแบบให้ต้านแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว

“ระบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างกำแพงรับแรงเฉือนกับโครงต้านแรงดัด” (Shear Wall-Frame Interaction System) หมายความว่า ระบบโครงสร้างที่อาศัยโครงต้านแรงดัดและกำแพงรับแรงเฉือนที่ไม่มีการให้รายละเอียด เกี่ยวกับความเหนียวในการต้านแรงด้านข้าง โดยการกระจายแรงระหว่างโครงต้านแรงดัดและกำแพงรับแรงเฉือนเป็นไปตามสัดส่วนของสติฟเนส