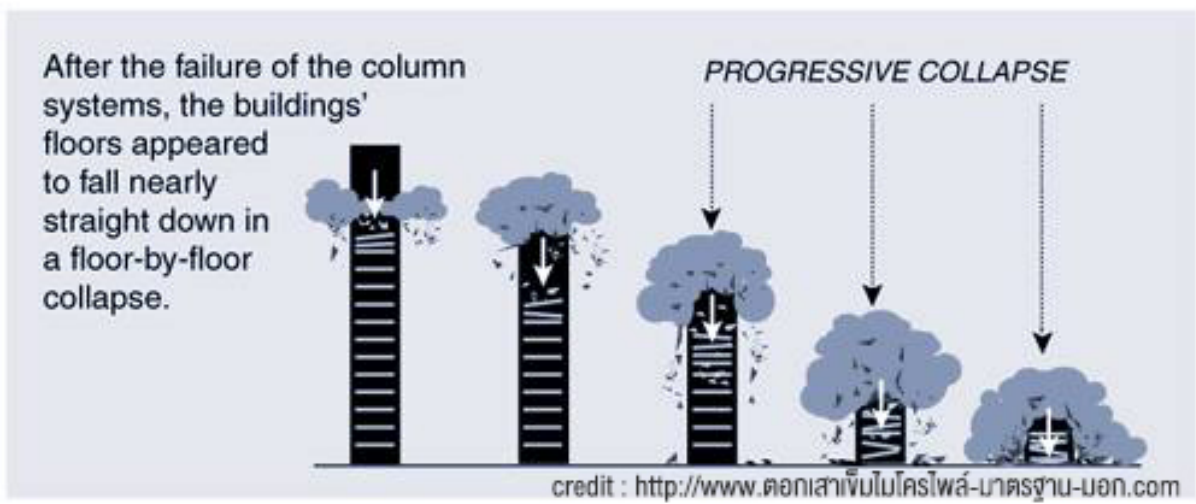


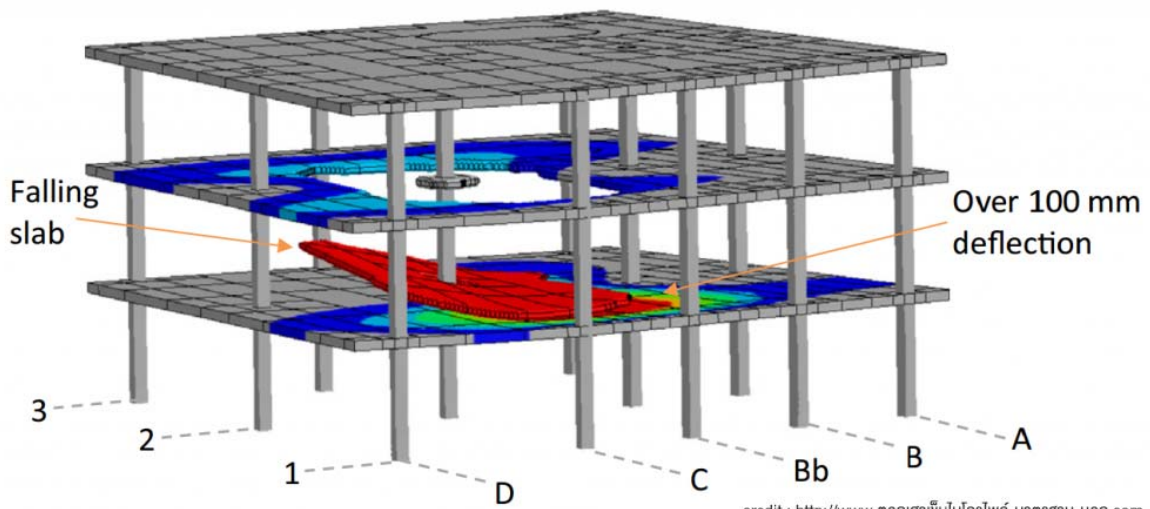
## เหล็กเสริมป้องกันการวิบัติอย่างต่อเนื่อง (Progressive Collapse Preventing Rebar)



ในการออกแบบแผ่นพื้นไร้คานในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย หลายครั้งที่มีคำถามว่าจังหวัดไหนจำเป็นต้องใส่เหล็กเสริมป้องกันการวิบัติอย่างต่อเนื่องบ้าง บางจังหวัดไม่ต้องใส่หรือไม่ เราควรเริ่มต้นด้วยการทำความเข้าใจ หน้าที่ของเหล็กเสริมป้องกันการวิบัติอย่างต่อเนื่องก่อน โดยเหล็กเสริมชุดนี้มีหน้าที่ป้องกันการวิบัติของพื้น เมื่อพื้นเกิด ความเสียหายเนื่องจากแรงภายนอกกระทำเกินกว่ากำลังที่พื้นได้ออกแบบไว้ เหล็กชุดนี้จะทำหน้าที่หิ้วพื้นไว้ไม่ให้หล่นลง ไปทำอันตรายกับผู้คนที่อยู่ชั้นล่าง หรือหล่นลงไปกระทบกับพื้นชั้นล่าง ทำให้เกิดความเสียหาย จนพื้นชั้นล่างเกิดการวิบัติ และเกิดการวิบัติอย่างต่อเนื่องลงไปถึงชั้นล่างสุด



จากนั้นลองมาดูกันว่ากฎหมายและมาตรฐานการออกแบบ พูตถึงเหล็กเสริมป้องกันการวิบัติอย่างต่อเนื่องไว้ว่าอย่างไร ในกฎกระทรวงกำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคาร และพื้นดินที่รองรับอาคาร ในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ.ศ. 2550 ให้ดูที่ข้อที่ 4 ของกฎกระทรวง ได้กำหนดให้การออกแบบ โครงสร้างอาคารตามประเภทที่ระบุในข้อที่ 3 ของกฎกระทรวง ให้ผู้ออกแบบคำนึงถึง การจัดให้โครงสร้างทั้งระบบอย่างน้อยให้มีความเหนียวเทียบเท่าความเหนียวจำกัด (Limited Ductility) ตามมาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารเพื่อ ต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.1301-54) ซึ่งหมายถึงจะต้องมีเหล็กเสริม ป้องกันการวิบัติอย่างต่อเนื่อง ปริมาณไม่น้อยกว่า  $A_{sm} = \frac{0.5w_u L_1 L_2}{0.9f_y}$  ตามที่กำหนดในข้อที่ 4.8 ของ มยผ.1301-54



credit : <http://www.ดอกเส้าเข็มไมโครสแคว์-มาตรฐาน-บ่อท.คอม>

ย้อนกลับมาดูที่กฎกระทรวงข้อที่ 3 เพื่อดูว่าอาคารประเภทไหน และบริเวณใดที่ถูกบังคับให้ใส่เหล็กเสริมตามนี้สามารถสรุปเป็นตารางดังที่เคยนำเสนอในบทความที่ผ่านมาดังนี้

ลำดับ	ชนิดของเหล็กเสริม	ข้อกำหนดในการออกแบบ
1	เหล็กเสริมยึดเหนี่ยวปริมาณน้อยที่สุดบริเวณที่เกิดโมเมนต์ลบ (Minimum bonded reinforcement in negative moment Areas at column supports)	วสท 1009-34 ข้อที่ 3.4.2.1 (ข) ACI318 ปีก่อนหน้าจนมาถึง ACI318-2011 ข้อที่ 18.9.3.3 ACI318-2014 ข้อที่ 8.6.2.3
2	เหล็กเสริมล่างบริเวณหัวเสา (Bottom deformed reinforcement and progressive collapse protection)	มผย. 1301-54 ข้อที่ 4.8 ACI318-2008 เป็นต้นมา ข้อที่ 18.12.7 ACI318-2014 ข้อที่ 8.7.5.6.3
3	เหล็กเสริมรับแรงเฉือนทะลุ (Shear reinforcement in slab)	วสท 1008-38 ข้อที่ 4412(ด) ACI318 ปีก่อนหน้าจนมาถึง ACI318-2005 ข้อที่ 11.12.3 ACI318-2008 ถึง ACI318-2011 ข้อที่ 11.11.3 , 21.13.6 ACI318-2014 ข้อที่ 8.7.6 , 18.14.5
4	เหล็กเสริมยึดเหนี่ยวปริมาณน้อยที่สุดบริเวณที่เกิดโมเมนต์บวก (Minimum bonded reinforcement in positive moment areas)	วสท1009-34 ข้อที่ 3.4.2.1(ก) ACI318 ปีก่อนหน้าจนมาถึง ACI318-2011 ข้อที่ 18.9.3.2 ACI318-2014 ข้อที่ 8.6.2.3
5	เหล็กเสริมขั้นต่ำสำหรับหมวกหัวเสา, เป็นหัวเสา และคาน กว้าง (Minimum reinforcement for column capital, drop panel and band beam)	วสท1008-38 ข้อที่ 3412 ACI318 ปีก่อนหน้าจนมาถึง ACI318-2011 ข้อที่ 7.12 ACI318-2014 ข้อที่ 7.6
6	เหล็กเสริมใน (Pour strip)	Manual calculation
7	เหล็กเสริมรอบผนังลิฟท์	Manual calculation
8	เหล็กเสริมพิเศษบริเวณรอบช่องเปิด หรือมุมของพื้น	Typical detail
9	เหล็กกันระเบิด (Anti-bursting reinforcement)	Typical detail
10	เหล็กเสริมพิเศษอื่น ๆ	Typical detail

\* บริเวณฝ้าระวาง = พื้นหรือบริเวณที่อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวได้แก่จังหวัด กระบี่ ชุมพร พังงา ภูเก็ต ระนอง สงขลา สุราษฎร์ธานี

บริเวณที่ 1 = พื้นหรือบริเวณที่เป็นดินอ่อนที่อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวระยะไกล ได้แก่จังหวัด กรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ สมุทรสาคร

บริเวณที่ 2 = พื้นหรือบริเวณที่อยู่ใกล้รอยเลื่อนที่อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหว ได้แก่จังหวัด กาญจนบุรี เชียงราย เชียงใหม่ ตาก น่าน พะเยา แพร่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน

ในพื้นที่อื่น ๆ ที่ไม่ได้เป็นบริเวณเฝ้าระวัง บริเวณที่ 1 และ บริเวณที่ 2 ตามกฎกระทรวง ยังจำเป็นต้องใส่เหล็ก เสริม ป้องกันการวิบัติอย่างต่อเนื่องหรือไม่ ในมาตรฐานการออกแบบในประเทศยังไม่มีการกล่าวถึง แต่ใน ACI318 ที่มี การพัฒนา ปรับปรุงจากงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง ในปี 2008 ข้อที่ 18.12.6 ได้กำหนดไว้ในการออกแบบระบบพื้นคอนกรีตอัด แรงโดยทั่วไปว่า ในกรณีของพื้นระบบ Unbonded จะต้องมียอดอย่างน้อยเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.7mm จำนวน 2 เส้นวิ่ง ผ่านภายในเหล็กยื่นของ เสาทั้งสองทิศทาง และในข้อที่ 18.12.7 กล่าวว่าถ้าเป็นพื้นระบบ Bonded หรือลวดอัดแรงไม่สามารถวิ่งผ่านแกนเสาได้ ให้เสริม เหล็กข้างในแต่ละทิศทางปริมาณไม่น้อยกว่า  $\frac{0.795\sqrt{f_c}}{f_y} bd$  และไม่น้อยกว่า  $\frac{21}{f_y} bd$  ซึ่งหมายถึงจำเป็นต้องใส่เหล็ก เสริมป้องกันการวิบัติอย่างต่อเนื่องด้วย แต่ในปริมาณที่น้อยกว่าที่ มยผ.1301-54 กำหนด

แต่ในความเป็นจริง ACI318 เป็นข้อกำหนดในการออกแบบที่ผู้ออกแบบโครงสร้างเป็นผู้ระบุไว้ใน design criteria ซึ่ง บางท่านอาจจะระบุ ACI318 ในปี ก่อนหน้า 2008 ซึ่งไม่ได้บอกให้ใส่เหล็กเสริมข้างในการออกแบบพื้นคอนกรีต อัดแรง โดย มุมมองด้านการออกแบบโครงสร้าง การที่ ACI318-2008 กำหนดให้ใส่ก็เพื่อความปลอดภัย ป้องกันไม่ให้เกิด การวิบัติอย่าง ต่อเนื่องขึ้น ถึงแม้เหล็กเสริมชุดนี้ จะไม่ได้ช่วยในการรับน้ำหนักใช้งานแต่อย่างใด แต่ควรใส่ไว้เพื่อความ ปลอดภัยของอาคาร ไม่ให้เกิดการวิบัติ นอกจากนี้ ควรจะอธิบายให้เจ้าของอาคารมีความเข้าใจหน้าที่ของเหล็กเสริมชุดนี้ เข้าใจถึงเหตุผลของการ เสริมเหล็กดังกล่าว ซึ่งเปรียบเสมือนถุงลมนิรภัยในรถยนต์ ที่ไม่ได้ช่วยให้รถวิ่งได้แต่อย่างใด แต่ เมื่อเกิดอุบัติเหตุสามารถ สร้างความปลอดภัยให้กับผู้ใช้ได้ ดังนั้นเจ้าของอาคารควรมีสติในการตัดสินใจว่าต้องการ ถุงลมนิรภัยติดไว้ในรถหรือไม่

## เรียบเรียงโดย

ภาคภูมิ วานิชกมลนนท์ [วย. 1924]