

การพิจารณาออกแบบ POST TENSIONED SLAB

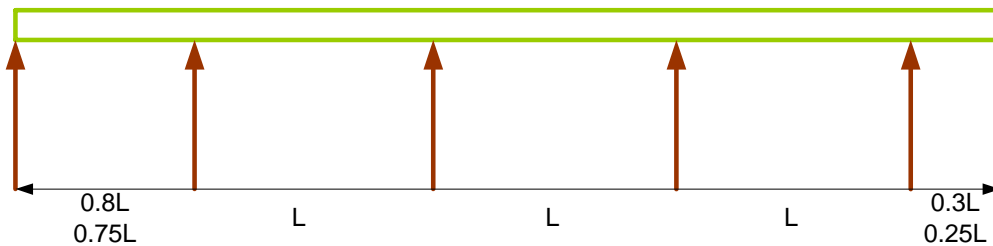
ข้อพิจารณาในการออกแบบพื้น Post Tension ขั้นต้น

แม้ว่าพื้น Post tension จะสามารถใช้ได้กับอาคารหลายประเภท แต่ในการออกแบบนั้นควรจะต้องพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อให้พื้น Post tension นั้นมีความเหมาะสมสอดคล้องกัน และได้ผลดีทั้งในด้านสถาปัตยกรรม ด้านโครงสร้าง ด้านความประหยัด และด้านความรวดเร็วในการก่อสร้าง

1. ช่วง Span และ Lay Out ของเสา พื้น Post tension ชนิด Flat Plate สามารถใช้ได้กับช่วง Span ตั้งแต่ Span สั้น ๆ เช่น 4 เมตร ไปจนถึง 12 เมตร แต่ช่วงที่จะทำให้ค่าก่อสร้างประหยัดจะอยู่ระหว่างประมาณ 6 - 9 เมตร ในกรณีที่ช่วง Span ยาวกว่า 10 เมตร ควรใช้แผ่นพื้นที่มี Drop Panel

ช่วง Span ภายในที่มีขนาดเท่า ๆ กัน จะให้ความประหยัดมากกว่าพื้นที่ที่มีช่วง Span แตกต่างกันสำหรับช่วง Span ภายนอกนั้น ควรมีความยาวประมาณ 0.8 เท่าของช่วงใน หรือถ้า Span ริมสุดเป็นพื้นยื่น (Cantilever slab) ก็ควรมีความยาวประมาณ 0.25 - 0.3 เท่าของ Span ใน (รูปที่ 2)

การกำหนดช่วงเสาและระยะความยาวของคานปลายอิสระ



ช่วงเสาใน L

- ช่วงเสาที่เหมาะสมและประหยัด = 0.75 - 0.8 L
- ช่วงคานยื่นปลายอิสระที่เหมาะสมและประหยัด = 0.25 - 0.3 L

รูปที่ 2

สำหรับความหนาของแผ่นพื้น Post tension นั้นจะอยู่ประมาณ 1/40 - 1/45 เท่าของความยาวช่วง Span

2. ขนาดของแผ่นพื้น เนื่องจากพื้น Post Tension ใช้ลวดแรงดึงสูงยาวต่อเนื่องตลอดขนาดพื้น โดยมีหัวยึด (Anchorage) อยู่ที่ขอบพื้นทั้ง 2 ด้าน ฉะนั้นหากพื้นมีขนาดใหญ่ขึ้นก็จะทำให้ประหยัดจำนวนหัวยึดได้ เช่น พื้นที่มีช่วง Span 8.0 x 8.0 เมตร ขนาด 40x40 เมตร จะประหยัดกว่าพื้น 16x16 เมตร

3. น้ำหนักบรรทุกจร พื้น Post tension สามารถออกแบบให้รับน้ำหนักบรรทุกจรปกติตามเทศบัญญัติ ได้โดยประหยัด ซึ่งน้ำหนักบรรทุกจรดังกล่าวจะมีขนาดประมาณ 100-500 กก/ม² ในกรณีที่น้ำหนักบรรทุกจรหนักมากกว่าปกติ เช่น ตั้งแต่ 1 ตัน/ม² ขึ้นไป หรือน้ำหนักบรรทุกจรที่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางมาก ๆ การใช้พื้น Post tension จะไม่ได้เปรียบพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กนักในด้านการประหยัด

4. รายละเอียดทางสถาปัตยกรรม

บริเวณหัวเสา บริเวณใกล้หัวเสาของพื้น Post tension จะเป็นบริเวณที่เป็นหน้าตัดวิกฤติ (Critical Section) เพราะเป็นบริเวณที่มีหน่วยแรงเฉือนและหน่วยแรงดัดสูง ในบางกรณีรายละเอียดทางสถาปัตยกรรมอาจทำให้หน้าตัดที่รับหน่วยแรงดังกล่าวมีความแข็งแรงน้อยลง เช่น

- การเจาะช่องเปิดใกล้เสา
- การลดระดับพื้นบริเวณเสา
- การกำหนดให้พื้นอมเสาน้อยเกินไป

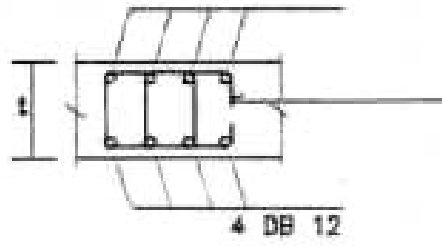
อย่างไรก็ตามเราสามารถเพิ่มความแข็งแรงบริเวณของพื้นบริเวณนั้นให้รับหน่วยแรงที่เกิดขึ้นได้ดังเดิม เช่น การเสริม Shear Stirrup (รูปที่ 3) , Column Capital (รูปที่ 4) หรือการใช้คานคอนกรีตเสริมเหล็กช่วยรับแรง เป็นต้น

พื้นและคานคอนกรีตเสริมเหล็ก ระบบพื้นและคานคอนกรีตเสริมเหล็กสามารถสร้างให้ต่อเนื่องกับระบบพื้น Post tension ได้ ทำให้ผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในบางจุดที่ไม่เหมาะสมที่จะใช้พื้น Post tension เช่น บริเวณที่ช่วง Span สั้น แต่รับน้ำหนักบรรทุกมาก เป็นต้น อย่างไรก็ตามการก่อสร้างโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กต่อกับพื้น Post tension จะต้องระมัดระวังในเรื่องขั้นตอน (Sequence) ของการเทคอนกรีต มิฉะนั้นอาจทำให้เกิดรอยร้าวในส่วนที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กได้ โดยทั่วไปโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจะทำภายหลังจากการอัดแรงพื้น Post tension แล้ว

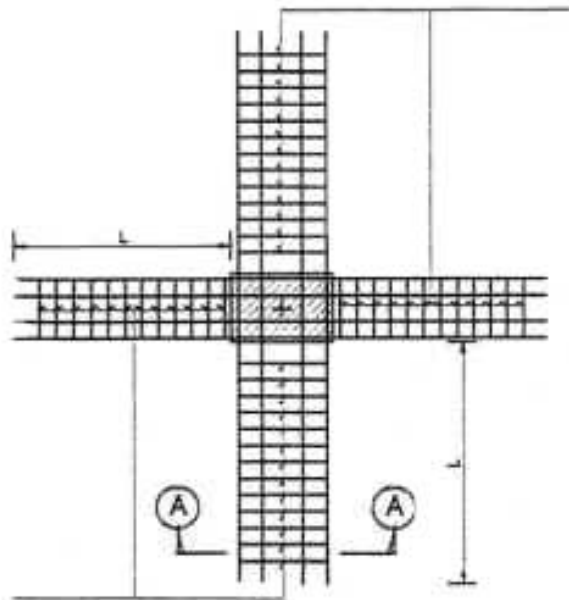
5. Stiffening Element แม้ว่าโครงสร้าง Post tensioned Flat Plate สามารถออกแบบให้รับแรงลมได้ แต่การที่โครงสร้างเป็น Ductile Frame อาจทำให้มี Sides way เกิดขึ้นมาก ดังนั้นในอาคารสูงที่ใช้พื้น Post tension ที่ต้องรับแรงลม จึงควรใช้ Stiffening Element เช่น Lift Core, Service Core หรือ Shear Wall เป็นโครงสร้างส่วนที่รับแรงลมร่วมกับ Frame

พื้น Post tension เป็นแผ่นพื้นที่มีความแข็งแรงในแนว Plane ของตัวเองมาก (Rigid Floor Diaphragm) แผ่นพื้นจึงสามารถถ่ายแรง Lateral Force จากจุดต่าง ๆ ของอาคารที่รับแรงลมเข้าสู่ส่วนที่เป็น Stiffening Element ได้ดีมาก

ตำแหน่งของ Stiffening Element นั้น นอกจากมีผลต่อการรับแรงลมแล้วยังมีผลต่อการเหนี่ยวรั้ง (Restraints) ต่อการหดตัว เนื่องจากการอัดแรงด้วย ซึ่งหากมีการเหนี่ยวรั้งมากเกินไป โดยไม่ป้องกันแก้ไขแล้ว อาจทำให้ตัว Stiffening Element เกิดความเสียหายเพราะแรงดัด หรือแรงเฉือนอันเนื่องมาจากการเหนี่ยวรั้ง หรืออาจจะทำให้แผ่นพื้นเสียหาย เพราะแรงอัดสูญหายไป ใน Stiffening Element หมด แต่อย่างไรก็ตามสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้โดยใช้เทคนิคการก่อสร้างที่เหมาะสม

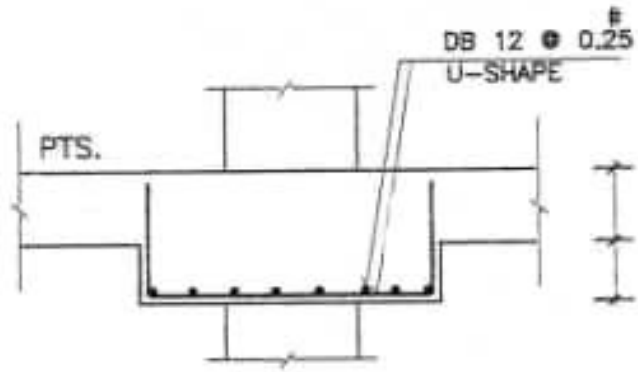


Section (A) - (A)

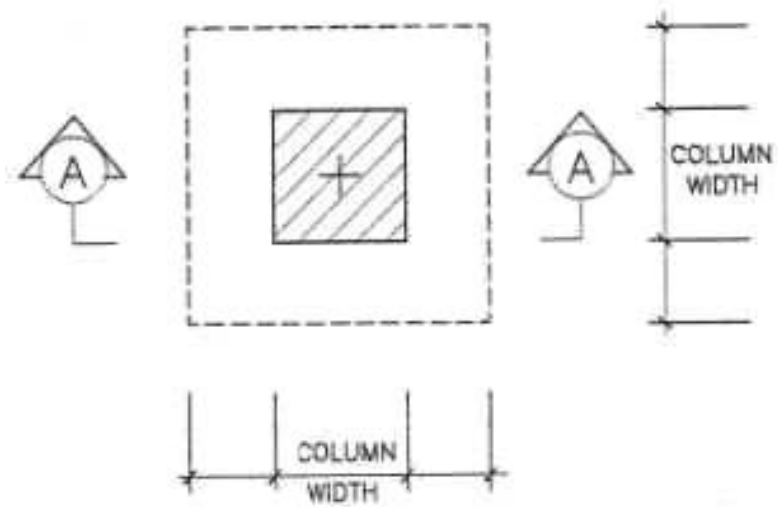


SHEAR STIRRUP

รูปที่ 3



SECTION (A) - (A)



COLUMN CAPITAL DETAIL

รูปที่ 4

6. วัสดุ อุปกรณ์ และผู้ก่อสร้าง

6.1 คอนกรีตพื้น Post tension มีหน่วยแรงเกิดขึ้นสูงทั้งบริเวณหัวเสาและบริเวณหัวยึด คอนกรีตที่ใช้ในงานควรเป็นคอนกรีตที่ดี มีกำลังสูง และมีความสม่ำเสมอ โดยทั่วไปคอนกรีตที่ใช้จะมีกำลังอัด 320 กก/ซม² ที่ 28 วัน (Cylinder Strength) และจะทำการดึงลวดเมื่อคอนกรีตมีกำลังอัด 240 กก/ซม² ในการเทคอนกรีตจะต้องทำให้เนื้อคอนกรีตมีความสม่ำเสมอ ไม่ให้เกิด Segregation ต้องมีการ Compaction ที่ดี เพื่อไม่ให้คอนกรีตเป็นรูพรุน และจะต้องมีการบ่มในสนามที่ดี

6.2 ไม้แบบ ไม้แบบเป็นตัวยุทธศาสตร์สำคัญในการกำหนดความเร็วในการก่อสร้าง และมีผลต่อค่าก่อสร้างมาก การพิจารณาเลือกชนิดแบบหล่อต้องทำด้วยความรอบคอบโดยพิจารณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ลักษณะโครงสร้าง รายละเอียดแบบหล่อแต่ละชนิด เครื่องมือยก ความชำนาญของคนเป็นต้น ไม้แบบที่เหมาะสมกับระบบพื้น Post tension ควรเป็นไม้แบบที่ติดตั้งง่าย รวดเร็ว และจะรวดเร็วมากถ้าหากจัดไม้แบบเป็นลักษณะโต๊ะ ไม้แบบต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่มีการแอ่นตัวเมื่อรับน้ำหนักคอนกรีต ควรจะมีผิวเรียบและสามารถปรับระดับแบบได้โดยง่าย

6.3 อุปกรณ์อื่น หากอาคารมีขนาดใหญ่ การใช้อุปกรณ์การก่อสร้างอื่น ๆ ที่ทันสมัย เช่น Concrete Pump, Tower Crane, เครื่องแต่งหน้าคอนกรีต จะช่วยให้การก่อสร้างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลดีขึ้น

6.4 ผู้ก่อสร้าง แม้วางานก่อสร้างพื้น Post tension จะต้องการความละเอียดรอบคอบในการทำงานบางจุด เช่น การวางลวด การดึงลวด เป็นต้น แต่ในส่วนของการที่เป็น Conventional เช่น การตั้งแบบ การวางเหล็กเสริมธรรมดา การเทคอนกรีต นั้น ก็ได้แตกต่างจากการก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ผู้รับเหมาก่อสร้างที่มีความสามารถทำงานคอนกรีตเสริมเหล็กโดยมีมาตรฐาน ก็สามารถทำงานพื้น Post tension โดยมีมาตรฐานได้เช่นเดียวกัน

ระบบพื้น *Post tension* สามารถตอบสนองความต้องการทางด้านสถาปัตยกรรม ด้านโครงสร้าง ด้านความประหยัด และด้านความเร็วในการก่อสร้าง แต่การออกแบบระบบพื้น *Post tension* เพื่อให้ได้ผลดีนั้น จะต้องพิจารณาองค์ประกอบและปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและนำมาประกอบในการออกแบบ ซึ่งจะทำให้การเลือกใช้พื้น *Post tension* สามารถให้ผลตามจุดมุ่งหมายได้