การพัฒนาผลิตแผ่นพื้นสำเร็จรูปโดยใช้คอนกรีตผสมมือและเหล็กเสริมทั่วไป

Development of Precast Slab Production by using Hand-Mixed Concrete and General Round Bars

กฤต โง้วธนสุวรรณ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมือง และ นฤมิตศิลป์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

โทร. 081-8712414

E-mail: grit.n@msu.ac.th

บทคัดย่อ

การผลิตแผ่นพื้นสำเร็จรูปนี้จะใช้คอนกรีตผสมมือ และเหล็กเสริมทั่วไป จากผลการทดสอบแผ่นพื้นสำเร็จรูปตัวอย่าง กว้าง 30 เซนติเมตร หนา 5 เซนติเมตร ยาว 4 เมตร โดยการรับน้ำหนัก (Load Test) 300 กิโลกรัม/ตารางเมตร ค้างน้ำหนักไว้ 24 ชั่วโมง วัดค่าการแอ่นตัวที่เกิดขึ้นได้ 1.2 เซนติเมตร น้อยกว่าค่าการแอ่นตัวที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ ซึ่งต้องไม่เกิน (L^2/20000d) = 1.6 เซนติเมตร (มอก.576-2546) จากผลการทดสอบสรุปได้ว่าการใช้แผ่นพื้นสำเร็จรูปนี้สามารถนำไปใช้ได้ในงานก่อสร้างจริง และมีความแข็งแรงตามมาตรฐานการออกแบบโครงสร้างของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) ลดปัญหาการขนส่ง และการแตกหักเสียหายขณะขนส่งได้

Abstract

The precast slab is produced by using hand-mixed concrete and common round bars. The test of precast slab sample with dimensions of 30 centimeters wide, 5 centimeters thick, and 4 meters long under the 24-hour sustained load of 300 kilograms/meter^2 showed that the maximum slab deflection was 1.2 centimeters which is less than the allowable deflection (L^2/20000d) which is 1.6 centimeters (TIS.576-2546). Therefore, it can be concluded that the precast slab can be used in the real life construction and meet the design strength specified by The Engineering Institute of Thailand (EIT. standard). It also overcomes the delivery problem and minimizes the damage during delivery process.

1. บทนำ

ในปัจจุบันงานก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) ก็เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่ามีอยู่ทั่วไป และการใช้พื้นสำเร็จรูป ในการก่อสร้างอาคาร คสล. (ที่มีสองชั้นขึ้นไป) ก็ได้รับการนิยมใช้กันมากเช่นกัน ตัวอย่างเช่น งานก่อสร้างบ้านเดี่ยว อาคารพาณิชย์ อพาร์ทเม้นต์ อาคารสำนักงาน รวมถึงอาคารอื่นๆ อีกมากมาย ก็ด้วยเหตุผลที่ว่าการใช้พื้นสำเร็จรูปนั้นสะดวก สามารถสั่งซื้อ และมีรถจากโรงงานมาส่งถึงสถานที่ก่อสร้างได้ การก่อสร้างก็ทำได้รวดเร็ว เพราะไม่ต้องเสียเวลาตั้งแบบท้องพื้นและใส่เหล็ก เทคอนกรีต และแข็งแรงเพราะเป็นระบบคอนกรีตอัดแรง [1] แต่การใช้แผ่นพื้นสำเร็จรูปในปัจจุบัน ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่ เช่น ต้องสั่งซื้อจากโรงงานที่ผลิตขายโดยเฉพาะ ซึ่งโรงงานนั้นต้องมีสถานที่กว้าง มีเครื่องดึงลวดอัดแรง แท่นยึดแบบหล่อ ใช้คอนกรีตกำลังสูงพิเศษ และต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญ ซึ่งบางครั้งหากงานก่อสร้างอยู่ในพื้นที่ชนบท รถขนส่งแผ่นพื้นฯเข้าไปลำบาก ห่างไกลจากโรงงานผู้ผลิต ก็เป็นสาเหตุที่ไม่สามารถใช้แผ่นพื้นสำเร็จรูปดังกล่าวได้ [1] บทความนี้ที่จะกล่าวถึงนี้ เป็นการพัฒนาการผลิตแผ่นพื้นสำเร็จ ที่สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวได้ กล่าวคือแผ่นพื้นสำเร็จรูปนี้ใช้คอนกรีตผสมมือ เหล็กเส้นกลมธรรมดา และใช้ช่างก่อสร้างทั่วไปก็สามารถทำได้

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาการผลิตแผ่นพื้นสำเร็จรูป ใช้ในงานก่อสร้างอาคารทั่วไป และลดปัญหาการแตกหักเสียหายขณะขนส่งแผ่นพื้นฯ รวมทั้งทดสอบการรับน้ำหนักของแผ่นพื้นสำเร็จรูป (ตัวอย่าง) ที่ผลิตขึ้น

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากที่กล่าวมาแล้ว พอจะสรุปได้ว่าประโยชน์ที่จะได้จากการผลิตแผ่นพื้นสำเร็จรูปนี้ประกอบด้วย

3.1 สามารถทำแผ่นพื้นสำเร็จรูปใช้ได้เอง โดยไม่ต้องใช้โรงงานหรือช่างที่ชำนาญพิเศษ

3.2 วัสดุที่ใช้เป็นคอนกรีต และเสริมเหล็กเส้นกลมธรรมดาที่ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป หาซื้อได้ง่าย

3.3 ลดปัญหาการขนส่ง และการแตกหักเสียหายขณะขนส่งโดยสามารถหล่อแผ่นพื้นสำเร็จรูปฯนี้บริเวณใกล้ๆ สถานที่ก่อสร้าง แล้วยกมาติดตั้งได้โดยสะดวก

3.4 คุณภาพและความแข็งแรงของแผ่นพื้นฯ สามารถเลือกและควบคุมได้ เพราะสามารถเพิ่มปริมาณเหล็กเสริม และปริมาณปูนซีเมนต์ในคอนกรีตได้

3.5 แผ่นพื้นสำเร็จรูป สามารถปรับเปลี่ยนขนาด ความยาว และความกว้างได้โดยสะดวก ตามสภาพจริงของสถานที่ก่อสร้างไม่ว่าจะเป็นสามเหลี่ยม รูปโค้ง หรือรูปอื่นๆได้

3.6 สามารถฝังท่อประปา ร้อยสายไฟฟ้า หรืองานระบบอื่นๆ ลงตำแหน่งที่ต้องการได้ โดยไม่ต้องมาสกัด-เจาะพื้นภายหลัง

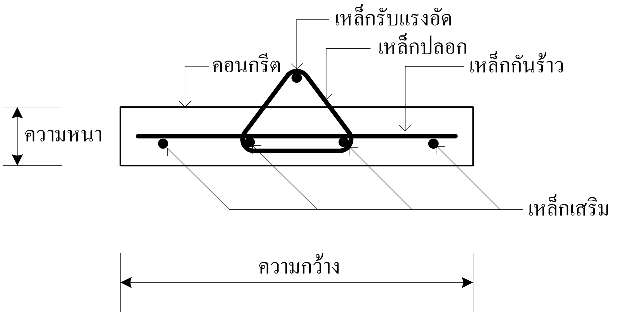
3.7 แผ่นพื้นสำเร็จรูปที่ได้มีลักษณะตรง รอยต่อเรียบสนิท สวยงามไม่มีการโก่งตัวขึ้น (Camber) เนื่องจากไม่มีการดึงลวดอัดแรง

4. ข้อจำกัดของการใช้แผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบทั่วไป

แผ่นพื้นสำเร็จรูปที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปในงานก่อสร้างปัจจุบัน จะใช้ลวดอัดแรง เป็นส่วนรับกำลัง โดยดึงลวดอัดแรงก่อนเทคอนกรีต หลังจากคอนกรีตแข็งตัวและได้กำลังแล้ว จึงทำการตัดลวดเพื่อถ่ายแรงอัดไปยังคอนกรีต ซึ่งเสียเวลาในการทำงาน และต้องใช้เครื่องมือ อุปกรณ์มาก รวมทั้งต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญ นอกจากนี้แผ่นพื้นสำเร็จรูปที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปนี้ ยังมีข้อจำกัดทางด้านการรับน้ำหนัก สำหรับช่วงห่างของคานที่รองรับแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่มีช่วงยาวมากๆ (เกินกว่า 4 ม.) การสกัด-เจาะพื้นเพื่อวางท่อฯ หรือร้อยสายไฟฟ้าก็ทำได้ยากเพราะต้องระวังไม่ให้โดนลวดอัดแรง อีกทั้งแผ่นพื้นที่ใช้ลวดอัดแรงมักจะผลิตออกมาแล้วโก่งขึ้น (Camber) เนื่องจากว่าผู้ผลิตอาจจะดึงลวดอัดแรงมากไป หรืออาจเกิดจากคอนกรีตยังไม่ได้กำลังแต่ตัดลวดอัดแรงเร็วเกินไป ซึ่งทำให้เวลาเทคอนกรีตทับหน้า (Topping) ได้บางกว่าที่เตรียมไว้ ทำให้ความแข็งแรงของพื้นลดน้อยลง

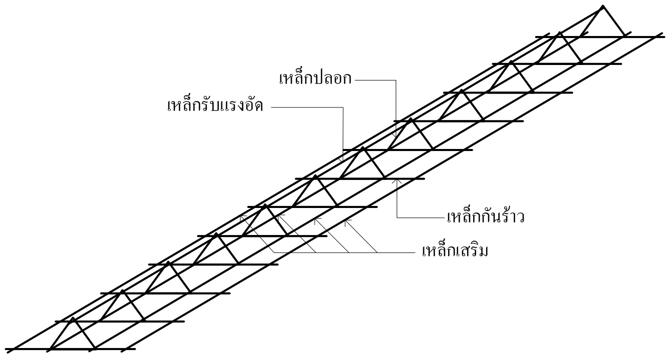
5. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การผลิตแผ่นพื้นสำเร็จรูปนี้ เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรมโยธา เรื่องการออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กระบบทางเดียว (One-Way slab) ในสาขาวิศวกรรมโครงสร้าง [3] แผ่นพื้นสำเร็จรูปนี้ ใช้ในงานก่อสร้างอาคารทั่วไป มีลักษณะเป็นแผ่นพื้นฯ ที่หล่อด้วยคอนกรีต และเสริมเหล็กเส้นกลมธรรมดา ที่ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไปในการรับแรง โดยลักษณะของเหล็กปลอกจะทำเป็นรูปสามเหลี่ยม และเหล็กเส้นกลมจะถูกเสริมไว้ที่มุมของเหล็กปลอกทั้งสามมุม เหล็กปลอกจะทำหน้าที่รับแรงเฉือน และส่งถ่ายแรงไปยังเหล็กเส้นกลมเส้นบนของแผ่นพื้นสำเร็จรูปฯ เพื่อรับแรงอัดในขณะที่ทำการยก หรือขนส่งแผ่นพื้นสำเร็จรูป แผ่นพื้นสำเร็จรูปใช้ในงานก่อสร้างอาคาร (คสล.) ทั่วไป สามารถทำขึ้นใช้เองได้ง่ายโยสามารถหล่อแผ่นพื้นสำเร็จรูป นี้บริเวณใกล้ๆ สถานที่ก่อสร้างแล้วยกมาติดตั้งได้โดยสะดวก และลดปัญหาการขนส่ง และการแตกหักเสียหายขณะขนส่ง รูปที่ 1 แสดงลักษณะตัวอย่างรูปตัดของการผลิตนี้แบบหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นพื้นสำเร็จรูป โดยอาจจะมีการปรับเปลี่ยนขนาดความกว้าง ความยาว ความหนาของแผ่นพื้นสำเร็จรูป หรือ ปรับเปลี่ยนเส้นผ่าศูนย์กลางและจำนวนของเหล็กเสริมได้ตามน้ำหนักบรรทุก และลักษณะของโครงสร้างอาคาร ซึ่งหาค่าได้จากการคำนวณทางวิศวกรรม การเชื่อมยึดเหล็กเสริมกับเหล็กปลอก โดยใช้ลวดผูกเหล็กหรือการเชื่อม เหล็กเสริมล่างอยู่ภายในคอนกรีตแผ่นพื้นสำเร็จรูป ทำหน้าที่รับแรงดึงที่เกิดจากน้ำหนักตัวแผ่นพื้นฯเอง และน้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) บนแผ่นพื้นสำเร็จรูป ในขณะขนส่ง ขณะก่อสร้าง และขณะใช้งานจริง เหล็กเสริมบน อยู่ภายนอกเหนือผิวบนแผ่นพื้นสำเร็จรูป ทำหน้าที่รับแรงอัดที่เกิดจากน้ำหนักแผ่นพื้นสำเร็จรูป ในขณะยก หรือขนส่ง เหล็กปลอก ทำหน้าที่รับแรงเฉือน และส่งถ่ายแรงเฉือนจากเหล็กเสริมล่าง ไปยังเหล็กเสริมบน เพื่อรับแรงอัด เหล็กล่าง ถูกยึดด้วยเหล็กทางขวาง (เหล็กกันร้าวฯ) เพื่อป้องกันแผ่นพื้นคอนกรีตแตกร้าวจากการยืดหรือหดตัว



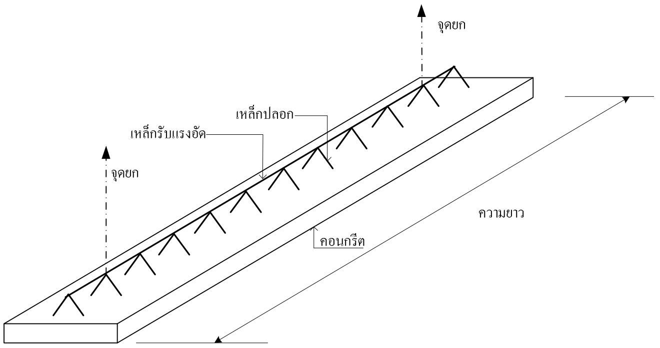
รูปที่ 1 รูปหน้าตัดของแผ่นพื้นสำเร็จรูป

รูปที่ 2 แสดงลักษณะของเหล็กเสริมที่ใช้ โดยที่เหล็กเสริมล่างรับแรงดึง เหล็กเสริมบนรับแรงอัด และเหล็กปลอกรับแรงเฉือนและส่งถ่ายแรงฯ เหล็กล่าง ถูกยึดด้วยเหล็กทางขวาง (เหล็กกันร้าวฯ) เพื่อป้องกันแผ่นพื้นคอนกรีตแตกร้าวจากการยืดหรือหดตัว



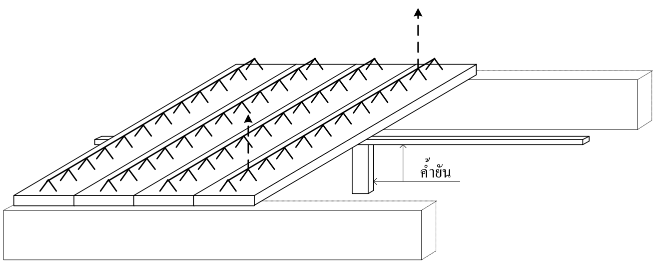
รูปที่ 2 ลักษณะเหล็กเสริม

รูปที่ 3 แสดงรูปแผ่นพื้นสำเร็จรูป ที่เป็นมุมมองสามมิติ ที่หล่อคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยพร้อมที่จะใช้งาน การยกแผ่นพื้นสำเร็จรูปขึ้นจากแบบหล่อ โดยการใช้แรงงานคน (หรือเครนยกของ) ผูกยึดด้วยลวดสลิง หรือโซ่ หรือเหล็กเส้นดัดเป็นรูปตัวเอส (S) จุดยกจะมีสองจุดต่อแผ่นพื้นสำเร็จรูปหนึ่งแผ่น โดยที่จุดยกจะอยู่ห่างจากปลายแผ่นพื้นแต่ละด้านเข้ามาประมาณ 20 ซม. ถึง 50 ซม. ตามการคำนวณทางวิศวกรรม (เพื่อให้เกิดโมเมนต์ดัดน้อยที่สุด)

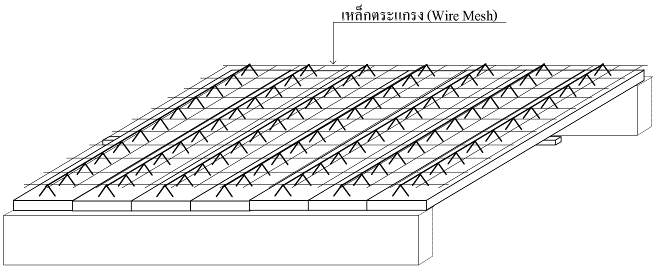


รูปที่ 3 แผ่นพื้นสำเร็จรูป (มุมมองสามมิติ)

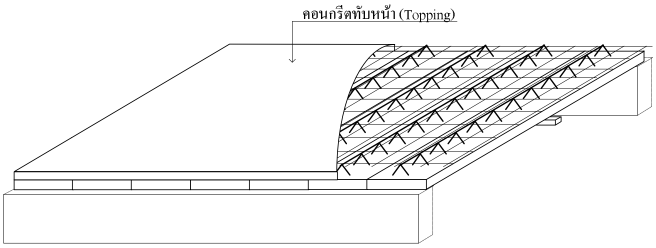
รูปที่ 4 แสดงการวางแผ่นพื้นสำเร็จรูปในการก่อสร้างอาคารฯ โดยที่การใช้งานจะเหมือนการใช้แผ่นพื้นสำเร็จทั่วไปทำการค้ำยันที่กึ่งกลางแผ่นพื้น การวางแผ่นพื้นฯจะวางชิดกัน และระยะกดทับที่บ่าคานไม่ควรน้อยกว่า 5 ซม. หลังจากนั้นแล้วก็วางเหล็กตระแกรง (Wire Mesh) และเทคอนกรีตทับหน้า ดังรูปที่ 5 และ รูปที่ 6



รูปที่ 4 การวางแผ่นพื้นสำเร็จรูป



รูปที่ 5 การวางแผ่นพื้นสำเร็จรูปและเหล็กตระแกรง (Wire Mesh)

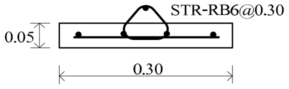
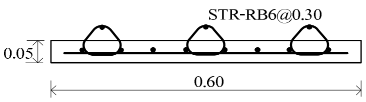
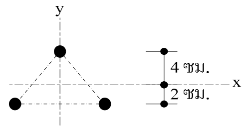
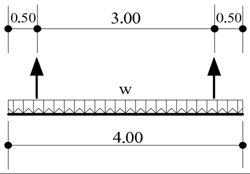
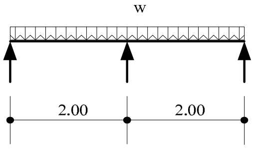
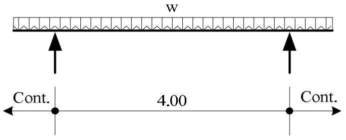


รูปที่ 6 การเทคอนกรีตทับหน้า (Topping)

6. การคำนวณ

ข้อกำหนดในการคำนวณ เป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.) มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก (โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน) โดยกำหนดน้ำหนักบรรทุกจล (LL.) 300 kg/m^2 กำลังของคอนกรีต fc’ 173 ksc (คอนกรีตผสมมือ) หน่วยแรงของเหล็ก fy 2,400 ksc (เหล็กเส้นกลม SR24) จะได้ค่า n, k, j, และ R เท่ากับ 10, 0.333, 0.888, 9.61 ksc ตามลำดับ [4]

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณ

	1	2
Samples of Calculation	- Width = 0.30 m. - Length = 4.00 m. - Thickness = 0.05 m. 3RB9 STR-RB6@0.30 	- Width = 0.60 m. - Length = 4.00 m. - Thickness = 0.05 m. 9RB9 STR-RB6@0.30 
Moment of Inertia (I_x) 	$I_x = \frac{\pi d^4}{64} + Ad^2$ $I_x = 3x\frac{\pi 0.9^4}{64} + \frac{\pi 0.9^2}{4}x4^2 + 2x\frac{\pi 0.9^2}{4}x2^2$ $I_x = 0.0966 + 10.178 + 5.089$ $I_x = 15.36\ cm^4$	$I_x = \frac{\pi d^4}{64} + Ad^2$ $I_x = 9x\frac{\pi 0.9^4}{64} + \frac{3x\pi 0.9^2}{4}x4^2 + \frac{6x\pi 0.9^2}{4}x2^2$ $I_x = 0.289 + 30.536 + 15.268$ $I_x = 45.09\ cm^4$
Transportation State 	$W_{(DL.)} = 0.05x0.30x2400 = 36$ kg/m $Vmax = \frac{wL}{2} = \frac{36x3}{2} = 54$ kg $M^+max = w(\frac{L^2}{8} - \frac{a^2}{2}) = 36(\frac{3^2}{8} - \frac{0.5^2}{2}) = 36$ kg-m (Mid. Span) $\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{36x100x4}{15.36} = 937.5$ ksc < 1200 ksc (0.5Fy)	$W_{(DL.)} = 0.05x0.60x2400 = 72$ kg/m $Vmax = \frac{wL}{2} = \frac{72x3}{2} = 108$ kg $M^+max = w(\frac{L^2}{8} - \frac{a^2}{2}) = 72(\frac{3^2}{8} - \frac{0.5^2}{2}) = 72$ kg-m (Mid. Span) $\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{72x100x4}{45.09} = 638.7$ ksc < 1200 ksc (0.5Fy)
Construction State 	$W_{(DL.+Topping)} = 0.10x0.30x2400 = 72$ kg/m $Vmax = 1.25\frac{wL}{2} = 1.25x\frac{72x2}{2} = 90$ kg $M^-max = \frac{wL^2}{10} = \frac{72x2^2}{10} = 28.8$ kg-m (Col. Support) $\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{28.8x100x4}{15.36} = 750$ ksc < 1200 ksc (0.5Fy)	$W_{(DL.+Topping)} = 0.10x0.60x2400 = 144$ kg/m $Vmax = 1.25\frac{wL}{2} = 1.25x\frac{144x2}{2} = 180$ kg $M^-max = \frac{wL^2}{10} = \frac{144x2^2}{10} = 57.6$ kg-m (Col. Support) $\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{57.6x100x4}{45.09} = 510.9$ ksc < 1200 ksc (0.5Fy)
Service State 	$W_{(DL.+Topping+LL.)} = (0.10x0.30x2400) + (300x0.30) = 162$ kg/m $Vmax = \frac{wL}{2} = \frac{162x4}{2} = 324$ kg $M^+max = \frac{wL^2}{14} = \frac{162x4^2}{14} = 185.1$ kg-m (Mid. Span) $As = \frac{M}{fs.j.d} = \frac{185.1x100}{1200x0.888x8} = 2.17\ cm^2 < 2.54\ cm^2$ (4RB9)	$W_{(DL.+Topping+LL.)} = (0.10x0.60x2400) + (300x0.60) = 324$ kg/m $Vmax = \frac{wL}{2} = \frac{324x4}{2} = 648$ kg $M^+max = \frac{wL^2}{14} = \frac{324x4^2}{14} = 370.3$ kg-m (Mid. Span) $As = \frac{M}{fs.j.d} = \frac{370.3x100}{1200x0.888x8} = 4.34\ cm^2 < 5.09\ cm^2$ (8RB9)
Check Shear	Stirrup RB6, Spacing 0.30 m $Q = A.\bar{Y} = 0.636x4 = 2.54\ cm^3$ $\tau_{flow} = \frac{VQ}{I} = \frac{54x2.54}{15.36} = 8.93$ kg/cm $\tau_{Flow\ at\ 0.30\ m} = 8.93x30 = 267.9$ kg V’ = fs.As = 1200x2x0.282 = 676.8 kg > 267.9 kg	Stirrup RB6, Spacing 0.30 m $Q = A.\bar{Y} = 0.636x3x4 = 7.63\ cm^3$ $\tau_{flow} = \frac{VQ}{I} = \frac{108x7.63}{45.09} = 18.27$ kg/cm $\tau_{Flow\ at\ 0.30\ m} = 18.27x30 = 548.3$ kg V’ = fs.As = 1200x6x0.282 = 2030.4 kg > 548.3 kg
Check Compression	$M^+max = \frac{wL^2}{14} = \frac{162x4^2}{14} = 185.1$ kg-m (Mid. Span) $d = \sqrt{\frac{M}{R.b}} = \sqrt{\frac{185.1x100}{9.61x30}} = 8$ cm	$M^+max = \frac{wL^2}{14} = \frac{324x4^2}{14} = 370.2$ kg-m (Mid. Span) $d = \sqrt{\frac{M}{R.b}} = \sqrt{\frac{370.2x100}{9.61x60}} = 8$ cm

หมายเหตุ: ตัวอย่างการคำนวณนี้ ตรวจสอบเฉพาะหน่วยแรงที่เกิดขึ้นในแผ่นพื้นสำเร็จรูป [2, 3, 5]

7. ขั้นตอนการผลิตและการทดสอบ

7.1 เตรียมวัสดุฯและเตรียมพื้นที่ฯ (preparing)

แบบหล่อทำด้วยเหล็กฉาก ขนาด 5 ซม.x 5 ซม. ว่างห่างกัน 30 ซม. ตามรูปแบบของแผ่นพื้นสำเร็จรูปทั่วไป พื้นที่หล่อคอนกรีตสามารถใช้พื้นคอนกรีตโดยทาน้ำมันป้องกันคอนกรีตติดพื้นก็เพียงพอแล้ว ทำการตัดเหล็ก ดัดเหล็กปลอก และผูกเหล็กให้ได้รูปทรงตามที่ออกแบบไว้ โดยขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 30 นาที

รูปที่ 7 การเตรียมวัสดุ เหล็กเสริม แบบหล่อ และเหล็กปลอก

รูปที่ 8 เหล็กเสริมที่สมบูรณ์และ และ นำมาเข้าแบบหล่อ

7.2 ผสมคอนกรีต (Concrete Mixing)

ทำการผสมคอนกรีตโดยใช้ส่วนผสม 1:2:4 ซีเมนต์-ทราย-หิน และน้ำตามสมควร ผสมมือตามที่เคยทำการผสมคอนกรีตโครงสร้างทั่วไปก็เพียงพอแล้ว ซึ่งสามารถใช้แรงงานท้องถิ่นได้โดยขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 15 นาที

รูปที่ 9 การผสมคอนกรีตโดยใช้การผสมมือ อัตราส่วน 1:2:4 และการทาน้ำมันพื้น (ป้องกันคอนกรีตติดพื้น)

7.3 เทคอนกรีต (Concrete Casting)

เทคอนกรีตที่ผสมแล้ว ลงในแบบหล่อ และปาดแต่ง โดยผิวหน้าคอนกรีตทำให้เป็นผิวหยาบ เพื่อให้ยึดเกาะกับคอนกรีตทับหน้า (Topping) ได้ดี โดยขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 15 นาที

รูปที่ 10 การเทคอนกรีต และคอนกรีตที่ปาดแต่งผิวหน้าแล้ว

7.4 บ่มคอนกรีต (Concrete Curing)

เมื่อครบ 24 ชม.ทำการถอดแบบหล่อ และ บ่มคอนกรีตให้ความชื้น โดยการฉีดน้ำ ให้คอนกรีตเปียกตลอดเวลา อย่างน้อย 7 วัน แบบหล่อที่ถอดแล้วก็สามารถนำไปใช้หล่อแผ่นพื้นสำเร็จรูปชิ้นต่อไปได้

รูปที่ 11 คอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว ถอดแบบหล่อ และบ่มชื้นโดยการใช้น้ำ

7.5 ยกแผ่นพื้นสำเร็จรูป (Lifting)

การยกแผ่นพื้นขึ้นนั้น จะกระทำได้โดยตำแหน่งจุดยกจะห่างจากปลายพื้นเท่ากับ 20 ซม. ถึง 50 ซม. ทั้งสองด้าน เป็นการลดระยะห่างของจุดยก (Span) เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นพื้นหัก โดยให้พฤติกรรมของแรงภายในเป็นไปตามทฤษฎีที่คำนวณไว้ การยกฯ ก็ใช้แรงงานคน โดยใช้ ลวดสลิง หรือโซ่ หรือเหล็กเส้นดัดเป็นรูปตะขอตัวเอส (S) ใช้คนหาม จุดละสองคน 2 จุด เป็น 4 คน (แผ่นพื้นยาว 4 ม. กว้าง 0.30 ม. หนา 0.05 ม. น้ำหนักรวม 144 กก.) เฉลี่ยน้ำหนัก คนละ 36 กก. สามารถยกได้

รูปที่ 12 แสดงการยกแผ่นพื้นสำเร็จรูป และนำมาวางที่ตำแหน่งที่เตรียมไว้

7.6 เทคอนกรีตทับหน้า (Concrete Topping)

หลังจากยกแผ่นพื้นเข้าที่ดีแล้ว โดยมีการทำค้ำที่จุดกึ่งกลางของความยาวแผ่นพื้นไว้ ตามขั้นตอนปกติของแผ่นพื้นทั่วไป ต่อจากนั้นก็ใส่เหล็กกันร้าวที่ผิวหน้า โดยทั่วไปจะใช้เหล็กตะแกรงสำเร็จรูป (Wire Mesh) และเทคอนกรีตทับหน้า (Topping) ลงไป ปาดแต่งผิวหน้าตามต้องการ คอนกรีตทับหน้านี้โดยปกติจะมีความหนา 5 ซม. ซึ่งเมื่อรวมกับความหนาของแผ่นพื้นสำเร็จรูปแล้ว จะมีความหนารวม 10 ซม.

รูปที่ 13 การเทคอนกรีตทับหน้า หนา 5 ซม. รวมเป็น 10 ซม

7.7 ทดสอบการรับน้ำหนัก (Load Test)

เมื่อคอนกรีตทับหน้าแผ่นพื้นฯแข็งตัวแล้ว ซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่เตรียมไว้ โดยให้อยู่ในลักษณะที่เหมือนสภาพจริง (ถอดจุดรองรับตรงกลางออก) ในสถานที่ก่อสร้างจริง ทำการวัดค่าการแอ่นตัวของแผ่นพื้นก่อนการรับน้ำหนัก หลังจากนั้นจึงเอาน้ำหนักมาวางบนแผ่นพื้นฯ ให้เท่ากับน้ำหนักที่ใช้งานจริง (300 kg/m^2 โดยใช้ถุงทรายประมาณ 40 กก./ถุง) ทิ้งไว้ 24 ซม. แล้วจึงทำการวัดค่าการแอ่นตัวสุดท้ายสูงสุดที่จุดกลางของช่วงห่าง (Span) ระหว่างจุดรองรับ [6]

รูปที่ 14 วัดค่าการแอ่นตัวของแผ่นพื้นสำเร็จรูป “ก่อนรับน้ำหนัก”

รูปที่ 15 ชั่งน้ำหนักถุงทราย (300 kg/m^2) และนำไปวางบนแผ่นพื้นฯ ค้างน้ำหนักไว้ 24 ชม.

รูปที่ 16 วัดระยะการโก่งตัวสูงสุด “หลังรับน้ำหนัก”

8. ผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบการรับน้ำหนัก (Load Test) วัดระยะการแอ่นตัวหลังจากนำน้ำหนัก (300 kg/m^2) มาวางบนแผ่นพื้นฯ ค้างน้ำหนักไว้ 24 ชม. วัดค่าการแอ่นตัวสุดท้ายสูงสุดได้ 1.2 ซม.

- การแอ่นตัวที่เกิดขึ้น = 1.2 ซม.
- การแอ่นตัวต้องไม่เกิน = L^2/ (20000d)

= 400^2/20000X5 = 1.6 ซม.

การแอ่นตัวที่เกิดขึ้น < การแอ่นตัวที่ยอมให้ [6]

9. สรุปผลการผลิตและทดสอบ

จาการที่ได้ผลิตและทดสอบแผ่นพื้นสำเร็จรูปนี้แล้ว ปรากฏว่าได้ผลการทดสอบดีมาก คือตัวแผ่นพื้นสำเร็จรูปเมื่อรับน้ำหนักแล้ว มีการแอ่นตัวเกิดขึ้นน้อยกว่าการแอ่นตัวที่ยอมให้ การผลิตแผ่นพื้นสำเร็จนี้ก็ทำได้ง่าย และใช้เวลาผลิตต่อหนึ่งชิ้นไม่มาก หนึ่งวันสามารถผลิตได้หลายชิ้น (ขึ้นอยู่กับปริมาณแบบหล่อและพื้นที่สำหรับหล่อฯ) อีกทั้งการผลิตก็ใช้แรงงานน้อย และใช้แรงงานท้องถิ่นก็สามารถทำได้ง่าย จากที่กล่าวมาแล้วนั้นพอจะสรุปได้ว่า การใช้แผ่นพื้นสำเร็จรูปนี้สามารถนำไปใช้ได้ในงานก่อสร้างจริง และมีความแข็งแรงมาตรฐานการออกแบบโครงสร้างของวิศวกรรม

สถานแห่งประเทศไทย (วสท.) ช่วยให้ประหยัดเงินค่าก่อสร้าง และลดปัญหาการขนส่ง และการแตกหักเสียหายขณะขนส่ง โดยสามารถหล่อแผ่นพื้นสำเร็จรูปนี้บริเวณใกล้สถานที่ก่อสร้างแล้วยกมาติดตั้งได้โดยสะดวก

การประยุกต์ใช้แผ่นพื้นสำเร็จรูป อาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น ปรับเปลี่ยนขนาดให้ใหญ่ขึ้น-เล็กลง หรือเป็นพื้นที่สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมคางหมู หรือวงกลมก็ได้ โดยขึ้นอยู่กับความต้องการของเจ้าของบ้าน และ สภาพหน้างาน หรืออาจประยุกต์ปรับเปลี่ยนให้นำมาใช้เป็นกำแพงรั้ว หรือกำแพงกันดินได้อีกด้วย

10. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ หจก.ขอนแก่นนำสินก่อสร้าง ที่ให้ทุนสนับสนุนรวมทั้งอนุเคราะห์พื้นที่และทีมช่าง ในการทำวิจัยครั้งนี้

11. เอกสารอ้างอิง

[1] กฤต โง้วธนสุวรรณ. โครงสร้างทางสถาปัตยกรรม เอกสารประกอบการสอนวิชาโครงสร้าง 3 รหัสวิชา 603-401.มหาสารคาม: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมือง และนฤมิตศิลป์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2550.

[2] กฤต โง้วธนสุวรรณ. ความเค้นในคาน. เอกสารประกอบการสอนวิชาความแข็งแรงของวัสดุ รหัสวิชา 603-203. มหาสารคาม: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมือง และนฤมิตศิลป์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2552. หน้า 39-58.

[3] วินิต ช่อวิเชียร. การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (วิธีหน่วยแรงใช้งาน). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: 2550. หน้า 49-88.

[4] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. มาตรฐานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: 2550.

[5] สิริศักดิ์ ปโยธรสิริ. กลศาสตร์วัสดุ. ฉบับแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัท ว.เพ็ชรสกุล; 2549. หน้า 203-35.

[6] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. แผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จสำหรับระบบพื้นคอนกรีต. มอก.576-2546. หน้า 6.