

ผนังรับน้ำหนักคอนกรีตสำเร็จรูป

Precast Concrete Load Bearing Walls

ผศ.ดร.เกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ประธานกรรมการ สาขาโครงสร้างคอนกรีต สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย

รศ.ดร.สถาพร โภคา

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ที่ปรึกษา สาขาโครงสร้างคอนกรีต สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย

1. บทนำ

เทคโนโลยีการก่อสร้างระบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปได้เกิดขึ้นมาเป็นระยะเวลานานแล้ว สำหรับประวัติและการพัฒนาของการใช้คอนกรีตสำเร็จรูปในประเทศไทยนั้น ได้เริ่มใช้ครั้งแรกโดยบริษัท ซีคอน จำกัด โดยพัฒนาระบบการก่อสร้างของตนเอง เรียกว่าระบบซีคอน ในช่วงปี พ.ศ. 2531-2537 มีอัตราการเพิ่มขึ้นของการก่อสร้างที่อยู่อาศัยจำนวนมาก ระบบชั้นส่วนสำเร็จรูปจึงเริ่มมีบทบาทต่อการก่อสร้างในประเทศไทย เนื่องจากสามารถก่อสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบทั่วไป ในปัจจุบัน มีบริษัทผู้ประกอบการบ้านจัดสรรจำนวนมากนำเอาเทคโนโลยีการก่อสร้างระบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปชนิดผนังรับน้ำหนักมาใช้ในการพัฒนารูปแบบบ้านของตนเอง ในระบบนี้ผนังจะเป็นโครงสร้างหลักในการรับน้ำหนักของอาคารโดยไม่มีเสาและคานเป็นส่วนประกอบ ซึ่งผนังดังกล่าวยังทำหน้าที่กันห้องไปในตัวด้วย ระบบผนังรับน้ำหนักนอกจากช่วยย่นระยะเวลาการก่อสร้างในการหล่อเสา คาน และก่อผนังแล้ว ยังสามารถควบคุมคุณภาพได้เพราะชั้นส่วนคอนกรีตสามารถผลิตได้ในโรงงาน

2. ข้อพิจารณาในการออกแบบ

หลักเกณฑ์ข้อพิจารณาในการออกแบบอาคารด้วยระบบผนังรับน้ำหนักคอนกรีตสำเร็จรูปประกอบไปด้วย 4 ข้อหลัก [4] ดังต่อไปนี้

(1) น้ำหนักบรรทุก ข้อพิจารณานี้เป็นการกำหนดชนิดและลักษณะของแรงที่มากระทำต่อชั้นส่วนผนังรับน้ำหนักคอนกรีตสำเร็จรูปตลอดอายุการใช้งาน ซึ่งหมายรวมถึงน้ำหนักผนัง น้ำหนักบรรทุกตายตัว น้ำหนักบรรทุกจร แรงลม แรงแผ่นดินไหวและแรงสั่นสะเทือน โดยอาจมีลักษณะของการกระทำที่ต่างกันในแต่ละช่วงของการก่อสร้างและการใช้งาน

(2) ขั้นตอนการก่อสร้าง ในกระบวนการก่อสร้างด้วยระบบชั้นส่วนผนังรับน้ำหนักคอนกรีตสำเร็จรูปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนการผลิตชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ขั้นตอนการขนส่งและยกขนย้าย และขั้นตอนการประกอบและติดตั้ง

(3) ระยะเวลาการก่อสร้าง ข้อกำหนดนี้เป็นตัวบ่งชี้ถึงระดับของเทคโนโลยีและวัสดุที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง เช่น ต้องใช้คอนกรีตเร่งการก่อตัวในกรณีที่ต้องการถอดแบบในระยะเวลาอันสั้นเพื่อนำแบบหล่อกลับมาใช้ใหม่ หรือการพิจารณาใช้การเทคอนกรีตในที่ร่วมกับชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นต้น

(4) เสถียรภาพของโครงสร้าง เป็นข้อพิจารณาในส่วนของความมั่นคงแข็งแรงทั้งในขณะทำการก่อสร้างและในขณะรับน้ำหนักบรรทุกทุกใช้งาน เช่น การใช้ค้ำยันชั่วคราวในขณะก่อสร้างซึ่งต้องมีการคำนวณออกแบบโดยเฉพาะเพื่อป้องกันการล้มคว่ำของผนัง หรือการต่อยึดชิ้นส่วนสำเร็จรูปต่าง ๆ เข้าด้วยกันต้องทำให้เกิดความมั่นคงของโครงสร้าง เป็นต้น

3. ขั้นตอนการก่อสร้างระบบผนังรับน้ำหนักคอนกรีตสำเร็จรูป

3.1 ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วน

โดยปกติจะมีลำดับขั้นตอนอย่างมีระบบดังต่อไปนี้

(1) การเตรียมแบบหล่อ ในขั้นตอนนี้แบบหล่อจะถูกทำความสะอาดและเคลือบน้ำมันเพื่อป้องกันคอนกรีตติดแบบ แล้วกันแบบด้านข้างเพื่อกำหนดขนาดและความหนาของชิ้นส่วนสำเร็จรูป จากนั้นติดตั้งเหล็กเสริม (รูปที่ 1) แผ่นเหล็กจุกต่อ วงกบประตูและหน้าต่าง และงานระบบ เช่น ท่อร้อยสายและสวิทช์ไฟ



รูปที่ 1 การเตรียมแบบหล่อและจัดวางเหล็กเสริม

(2) การเทคอนกรีต เมื่อตรวจสอบขนาดและความถูกต้องของตำแหน่งเหล็กเสริมและอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้วจึงจะสามารถเทคอนกรีตได้ จากนั้นปรับแต่งผิวหน้าคอนกรีต แล้วจึงขัดผิวหน้าให้เรียบเพื่อให้สามารถทาสีได้โดยไม่ต้องฉาบปูน หลังจากขัดผิวหน้าแล้วเสร็จต้องบ่มชิ้นส่วนคอนกรีตให้คอนกรีตแข็งตัวก่อนถอดแบบหล่อเพื่อเตรียมขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้าง

(3) การถอดแบบ ภายหลังจากการเทคอนกรีต 6-18 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับกำลังคอนกรีตและลักษณะการถอดแบบ) จะสามารถถอดแบบได้ ในกรณีใช้แบบหล่อวางราบกับพื้น ในขณะถอดแบบจะต้องยกแผ่นผนังคอนกรีตขึ้นมาในแนวตั้ง ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งจะเห็นว่าแผ่นคอนกรีตจะต้องสามารถรับน้ำหนักตัวเองได้ในขั้นตอนนี้ (การรับแรงของผนังไม่เกิดขึ้น ในกรณีที่แบบหล่อสามารถยกหมุนตั้งขึ้นในแนวตั้งได้)



รูปที่ 2 การถอดแบบโดยใช้จุดยกที่ฝังไว้ก่อนการเทคอนกรีต

ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นมีข้อพึงพิจารณา เช่น ชิ้นส่วนควรจะมีรูปแบบเรียบง่ายและซ้ำกันให้มากที่สุด เพื่อจะผลิตได้สะดวกรวดเร็วและลดจำนวนแบบหล่อที่ใช้ กำหนดจุดรองรับให้สามารถต้านทานแรงกระทำต่าง ๆ ในระหว่างการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง หลีกเลี่ยงการเสริมเหล็กที่แน่นเกินไป เพราะจะทำให้เทคอนกรีตและควบคุมคุณภาพได้ยาก และพยายามใช้วัสดุและอุปกรณ์มาตรฐานที่หาได้ทั่วไป เพื่อลดต้นทุนและลดปริมาณวัสดุที่จะต้องกองเก็บไว้

3.2 ขั้นตอนการขนส่งและยกขนย้าย

หลังจากการถอดแบบ ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปจะถูกยกขนย้ายโดยอาศัยจุดยกที่ฝังไว้ก่อนการเทคอนกรีตไปยังจุดวางพัก เพื่อเตรียมขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้าง (ดูรูปที่ 3 และ 4) ในขั้นตอนนี้ควรต้องมีการจัดลำดับก่อนหลังและจำนวนของชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่จะขนส่งจากโรงงานผลิตไปยังสถานที่ก่อสร้างให้มีความเหมาะสมกับความต้องการที่จะใช้งาน โดยชิ้นส่วนต้องมีขนาดและรูปร่างที่สามารถขนส่งได้ เช่น ในกรณีที่ขนส่งโดยใช้ถนนสาธารณะ ชิ้นส่วนที่มีขนาดกว้างเกิน 2.50 เมตร จะต้องขนส่งในลักษณะตั้งหรือเอียงโดยมีความสูงไม่เกิน 4.00 เมตร (ยกเว้นแต่มีการขออนุญาตพิเศษ) เป็นต้น



รูปที่ 3 การยกขนย้ายชิ้นส่วนผนังคอนกรีตหลังการถอดแบบ



รูปที่ 4 การจัดวางชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปเพื่อเตรียมขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้าง

3.3 ขั้นตอนการประกอบและติดตั้ง

ในขั้นตอนนี้ต้องกำหนดชนิดและรูปแบบของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการยกและติดตั้ง เช่น จะใช้ Tower crane, Mobile crane หรือ Crawler Crane ซึ่งปกติขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นส่วนคอนกรีต ความสูงของอาคาร สภาพพื้นที่และวิธีการประกอบติดตั้ง รวมถึงความชำนาญของแรงงาน โดยการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องจัดวางตามลำดับขั้นตอนที่วางแผนไว้ ตัวอย่างเช่น ต้องหล่อพื้นชั้นล่างก่อนติดตั้งผนังคอนกรีต (ดูรูปที่ 5ก.) จากนั้นจึงวางแผ่นพื้นคอนกรีตชั้นต่อไปตามลำดับ เป็นต้น



ก. การยกติดตั้งผนังคอนกรีตหล่อสำเร็จ



ข. การใช้ค้ำยันชั่วคราวเพื่อยึดให้ผนังคอนกรีตอยู่กับที่



ค. จุดต่อระหว่างผนังคอนกรีตโดยใช้การเชื่อมเหล็กฉาก

รูปที่ 5 การประกอบและติดตั้งผนังรับน้ำหนักคอนกรีตสำเร็จรูป

ในส่วนของการติดตั้งผนังคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น ต้องมีการกำหนดหมายเลขชั้นส่วนและจัดลำดับการวางและตำแหน่งก่อสร้างให้ชัดเจน โดยผนังแต่ละชั้นจะถูกยึดอยู่กับที่ด้วยค้ำยันชั่วคราว (ดูรูปที่ 5ข.) หลังจากการสำรวจแนวของการติดตั้งแผ่นผนังทั้งแนวตั้งและแนวราบ ทำการต่อยึดชิ้นส่วนผนังต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยจุดต่อยึดอาจกระทำได้ใน 2 กรณี ได้แก่จุดต่อยึดแบบเปียกโดยการใช้การฝัง Dowel bars เพื่อยึดผนังเข้าด้วยกันแล้วเทคอนกรีตตามแนวรอยต่อผนัง และจุดต่อยึดแบบแห้งโดยการใช้การเชื่อมเหล็กฉากเข้ากับแผ่นเหล็กที่ฝังไว้ในขั้นตอนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 5ค. สำหรับจุดต่อยึดแบบแห้งนั้นจะต้องป้องกันน้ำซึมตามแนวขอบผนังคอนกรีตโดยอาจใช้การยาแนวด้วย Poly Urethane sealants

เมื่อติดตั้งโครงสร้างผนังและพื้นขึ้นเป็นตัวบ้านครบทุกชั้นส่วน ก็จะสามารถดำเนินการติดตั้งโครงหลังคา ระบบไฟฟ้าและระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ รวมทั้งตกแต่งอาคารตามแบบทางสถาปัตยกรรมได้ตามวิธีปฏิบัติโดยทั่วไป

4. แนวทางการวิเคราะห์และออกแบบ

จากหัวข้อที่ 3 จะเห็นว่ากรวิเคราะห์พฤติกรรมการรับน้ำหนักของชิ้นส่วนผนังรับน้ำหนักคอนกรีตสำเร็จรูปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนคือ ขณะถอดแบบ ขณะยกขนย้ายและติดตั้ง และขณะรับน้ำหนักบรรทุกจริง โดยในแต่ละขั้นตอนจะมีลักษณะพฤติกรรมการรับน้ำหนักที่แตกต่างกันไป

4.1 พฤติกรรมขณะถอดแบบ

ขั้นตอนนี้ในกรณีที่แบบหล่อไม่สามารถหมุนตั้งขึ้นได้ ผนังคอนกรีตจะถูกยกตั้งขึ้นในแนวตั้งเพื่อเตรียมขนย้าย ดังนั้น ผนังจะรับเฉพาะน้ำหนักบรรทุกตัวเอง โดยมีลักษณะคล้ายคานกวาง มีจุดรองรับที่ปลายด้านหนึ่งเป็นจุดหมุนและอีกด้านหนึ่งเป็นจุดยก ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 6 พฤติกรรมการรับน้ำหนักของผนังในขั้นตอนนี้จะรับแรงดัดเนื่องจากน้ำหนักตัวเองเป็นหลัก มีข้อพิจารณาด้านการออกแบบที่ต้องคำนึงถึงทั้งด้านหน่วยแรงและข้อกำหนดด้านกำลังได้แก่ หน่วยแรงดัด กำลังรับโมเมนต์ดัดและกำลังรับแรงเฉือน โดยการตรวจสอบหน่วยแรงดัดสูงสุด (σ_t) ที่เกิดจากการดัดตามสมการที่ (1) จะทำให้สามารถหาค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีต (f'_c) ที่ต้องการขณะถอดแบบที่ป้องกันการแตกร้าวในผนัง

$$\sigma_t \leq f_r \quad (1)$$

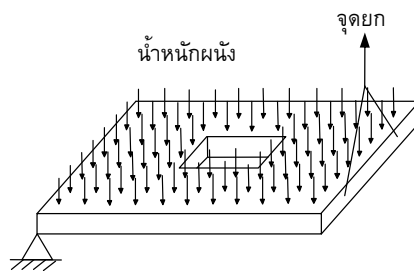
โดยที่ f_r คือค่าโมดูลัสการแตกร้าวหรือกำลังรับแรงดัดของคอนกรีตมีค่าเท่ากับ $2.0\sqrt{f'_c}$ กก./ซม.² สำหรับการตรวจสอบด้านกำลัง ต้องตรวจสอบกำลังรับโมเมนต์ดัดและกำลังรับแรงเฉือนที่เกิดในขณะการถอดแบบเพื่อป้องกันการแตกหักของผนังตามสมการที่ (2) และสมการที่ (3)

$$\phi M_n \geq M_u \quad (2)$$

โดยที่ $\phi=0.9$ M_n คือกำลังรับโมเมนต์ดัดระบุ และ M_u คือโมเมนต์ดัดประลัยที่เกิดจากน้ำหนักผนังซึ่งคูณตัวคูณแรงแล้ว

$$\phi V_c \geq V_u \quad (3)$$

โดยที่ $\phi=0.85$ V_c คือกำลังรับแรงเฉือนของคอนกรีตมีค่าเท่ากับ $0.53\sqrt{f'_c}bd$ กก. และ V_u คือแรงเฉือนประลัยที่เกิดจากน้ำหนักผนังซึ่งคูณตัวคูณแรงแล้ว



รูปที่ 6 ตัวอย่างการรับน้ำหนักของผนังคอนกรีตขณะถอดแบบ

4.2 พฤติกรรมขณะยกขนย้าย

ขณะยกขนย้าย ผนังจะรับเฉพาะน้ำหนักตัวเองในแนวตั้ง โดยมีจุดรองรับที่ตำแหน่งจุดยกเท่านั้น (ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 7) ในกรณีนี้เพื่อป้องกันการแตกร้าว จะต้องตรวจสอบหน่วยแรงดัดที่เกิดขึ้น (σ_t) โดยต้องมีค่าไม่เกินกว่ากำลังรับแรงดัดภายใต้แรงดัดตรงของคอนกรีต (Direct tensile strength) ตาม

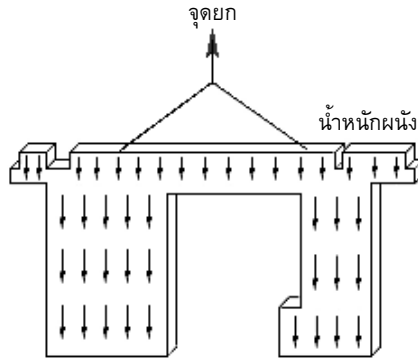
สมการที่ (4) และต้องตรวจสอบกำลังของเหล็กเสริมให้สามารถรับแรงดึงที่เกิดขึ้นได้ในกรณีหน้าตัดเกิดรอยร้าว ตามสมการที่ (5) โดยใช้ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ได้จากหัวข้อ 4.1 มาใช้ในการพิจารณา

$$\sigma_t \leq f_t \quad (4)$$

โดยที่ f_t คือกำลังรับแรงดึงตรงของคอนกรีต มีค่าเท่ากับ $1.6\sqrt{f'_c}$ หรือ $0.1f'_c$ กก./ซม.²

$$\phi P_n \geq P_u \quad (5)$$

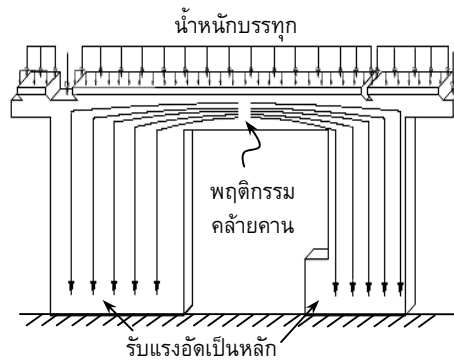
โดยที่ $\phi=0.9$ P_n คือกำลังรับแรงดึงระบุของเหล็กเสริม มีค่าเท่ากับ $A_s f_y$ และ P_u คือแรงดึงประลัยที่เกิดจากน้ำหนักผนังซึ่งคูณตัวคูณแรงแล้ว



รูปที่ 7 ตัวอย่างการรับน้ำหนักของผนังคอนกรีตขณะยกขึ้นย้าย

4.3 พฤติกรรมการรับน้ำหนักจริง

ขณะรับน้ำหนักจริง ผนังคอนกรีตจะรับน้ำหนักบรรทุกต่างๆ นอกเหนือจากน้ำหนักตัวเองได้แก่น้ำหนักจากหลังคา น้ำหนักจากพื้น น้ำหนักจากผนังชั้นบน และน้ำหนักบันได เป็นต้น ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 8 โดยอาจต้องพิจารณาผลของแรงลมและในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงของแผ่นดินไหว ก็จำเป็นต้องพิจารณาแรงแผ่นดินไหวร่วมด้วย พฤติกรรมการรับน้ำหนักในขั้นนี้คือพฤติกรรมที่เกิดจากการใช้อาคารหลังการก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์ โดยผนังคอนกรีตสำเร็จรูปจะรับแรงอัดตามแกนเป็นหลัก แต่อาจมีหน่วยแรงดึงเกิดขึ้นจากการรับน้ำหนักบรรทุกต่างๆ จากพื้น โดยต้องพิจารณาถึงผลจากน้ำหนักเอียงศูนย์ที่เกิดขึ้นในชั้นส่วนผนังคอนกรีตด้วย



รูปที่ 8 ตัวอย่างการรับน้ำหนักของผนังขณะรับน้ำหนักจริง

ดังนั้นในขั้นตอนการรับน้ำหนักจริงจะมีข้อพิจารณาในการออกแบบเพื่อให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกที่มากกระทำได้อย่างปลอดภัยโดยใช้การตรวจสอบหน่วยแรงประกอบกับการออกแบบด้านกำลังไปพร้อมกันได้แก่ การตรวจสอบกำลังรับแรงอัดของหน้าตัดผนังคอนกรีต การตรวจสอบหน่วยแรงอัดและการตรวจสอบหน่วยแรงดึงของคอนกรีต ซึ่งการตรวจสอบกำลังรับแรงอัดของหน้าตัดผนังคอนกรีตตามมาตรฐาน วสท. หรือ มาตรฐาน ACI ทำได้โดยใช้สมการที่ (5) เมื่อ $\phi=0.7$ P_n คือกำลังรับแรงอัดของผนังคอนกรีตหาได้จากสมการที่ (6) และ P_u คือแรงอัดประลัยที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกทั้งหมดซึ่งคุณคำนวณแรงแล้ว

$$P_n = 0.55 f'_c A_g \left[1 - \left(\frac{kl_c}{32h} \right)^2 \right] \quad (6)$$

โดยที่ A_g คือขนาดหน้าตัดของผนังคอนกรีต l_c คือความสูงของผนัง h คือความหนาของผนัง และ k คือตัวคูณความยาวประสิทธิผล มีค่าเท่ากับ 0.8 ในกรณีมีการยึดรั้งด้านการหมุนที่ปลายข้างใดข้างหนึ่งหรือเท่ากับ 1.0 ในกรณีไม่มีการยึดรั้งด้านการหมุนที่ปลายใดๆ

สำหรับการตรวจสอบหน่วยแรงอัดสามารถกระทำได้โดยตรวจสอบหน่วยแรงอัดสูงสุด (σ_c) ที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกทั้งหมดที่ไม่คำนวณตัวคูณแรง โดยใช้สมการที่ (7)

$$\sigma_c \leq f_c \quad (7)$$

โดยที่ f_c คือหน่วยแรงอัดที่ยอมให้ของคอนกรีตมีค่าเท่ากับ $0.45 f'_c$ กก./ซม.² จากนั้นใช้สมการที่ (1) ในการตรวจสอบหน่วยแรงดึงในกรณีที่มีหน่วยแรงดึงเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกเยื้องศูนย์กลางเกิดขึ้น ในกรณีที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่ เช่นช่องเปิดสำหรับติดตั้งหน้าต่างหรือประตู จะต้องพิจารณาเหล็กเสริมพิเศษเพื่อต้านแรงดึงในบริเวณที่มีพฤติกรรมคล้ายคาน (ดูรูปที่ 8) โดยเสริมเหล็กขนาด 16 มม. จำนวน 2 เส้นตามที่กำหนดในมาตรฐานการออกแบบ หรือใช้การวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อออกแบบหาปริมาณเหล็กเสริมที่เหมาะสมต่อไป

ข้อกำหนดอื่น ๆ ที่สำคัญในการออกแบบในขั้นตอนการรับน้ำหนักบรรทุกจริงตามมาตรฐานการออกแบบโดยวิธีกำลัง ได้แก่ ความหนาของผนังคอนกรีต (h) ต้องไม่น้อยกว่า $l_c / 25$ และไม่น้อยกว่า 10 ซม. ปริมาณเหล็กเสริมในแนวตั้งและแนวราบกรณีใช้เหล็กชั้นคุณภาพ SD40 ขึ้นไปต้องไม่ต่ำกว่า $0.0012 A_g$ และ $0.0020 A_g$ ตามลำดับ หรือต้องเสริมอย่างน้อย $0.0020 A_g$ และ $0.0025 A_g$ ตามลำดับในกรณีใช้เหล็กชั้นคุณภาพ SD30 หรือต่ำกว่า โดยมีระยะเรียงไม่เกิน $3h$ และไม่เกิน 45 ซม.

5. บทสรุป

ในบทความฉบับนี้ได้กล่าวถึงขั้นตอนการก่อสร้างระบบชั้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปและนำเสนอข้อพิจารณาสำหรับการออกแบบชั้นส่วนผนังรับน้ำหนักคอนกรีตสำเร็จรูป โดยใช้เนื้อหาคัดลอกมาบางส่วนจากบทความ ที่ตีพิมพ์โดยผู้เขียน ในวารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 หากท่านใดสนใจในรายละเอียด สามารถสืบค้นเอกสารต้นฉบับได้ ขอขอบคุณครับ