บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำโครงงานเรื่อง “กำลังรับแรงในแนวทแยง ของผนังอินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อก” ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน ทั้งเอกสาร ตำรา บทความ วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นประโยชน์ในการทำโครงงานครั้งนี้ ซึ่งจะเสนอหัวข้อต่าง ๆ โดยลำดับ ดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดของการสร้างผนังอาคารด้วยคอนกรีตมวลเบาอินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อก

การก่อสร้างได้มีการพัฒนาไปอย่างมาก ทั้งวัสดุและอุปกรณ์ในการก่อสร้าง การสร้างผนังองค์อาคารก็เป็นสิ่งหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง สำหรับการศึกษาครั้งนี้ จะศึกษาเกี่ยวกับการรับแรงในแนวทแยงของผนังที่ก่อด้วยบล็อกคอนกรีตมวลเบาอินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อก ในอดีตวัสดุที่ใช้ในการก่อผนังมีน้ำหนักค่อนข้างมาก ทำให้องค์อาคารนั้นมีน้ำหนักมากตามไปด้วยบล็อกคอนกรีตมวลเบาถือเป็นนวัตกรรมวัสดุก่อสร้างที่นำมาใช้ในการก่อผนัง ด้วยคุณสมบัติทางกายภาพและทางเศรษฐศาสตร์ จึงทำให้ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ส่วนอินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อกนั้นแต่เดิมเป็นบล็อกดินซีเมนต์ มีลักษณะเป็นดินก้อนตันขนาดค่อนข้างใหญ่และมีน้ำหนักมาก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้างและมีน้ำหนักเบาขึ้นโดยในปี 2527 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)[6] มีการปรับปรุงจากที่เป็นดินซีเมนต์ก้อนตันมาเป็นรูปแบบที่มีเดือยล็อกเพื่อช่วยให้ก่อง่ายขึ้น ทำให้น้ำหนักเบาขึ้นเชื่อมติดกันด้วยปูนทรายเหลวแทนการใช้ปูนก่อทั่วไป เรียกว่า อินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อก (Interlocking Block) และมีการพัฒนารูปแบบต่อมาเรื่อยๆ จนกระทั่งปัจจุบันการก่อผนังนั้นนอกจากจะก่อเพื่อกั้นห้องและความสวยงามแล้ว ผนังยังมีส่วนในการรับน้ำหนักอีกด้วย

ดังนั้นขั้นตอนการก่อผนังจึงได้ออกแบบการเสริมเหล็กในรูปแบบต่างๆ รวมถึงวัสดุที่นำมาใช้ในการก่อผนังจึงต้องมีความแข็งแรงเพียงพอในการรับแรงกระทำ จึงมีแนวคิดที่จะนำคอนกรีตบล็อกมวลเบาอินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อก มาจำลองสร้างผนังและทดลองเสริมเหล็กในรูปแบบที่แตกต่างกัน เพื่อทำการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานและพฤติกรรมการรับแรงของผนังในแนวทแยงตามมาตรฐาน ASTM E519–02 Standard test method for diagonal tension (Shear)[1] ว่าสามารถรับแรงได้มากน้อยเพียงใดและมีความแตกต่างกันอย่างไร

2.2 กระบวนการผลิตคอนกรีตมวลเบา

กระบวนการผลิตคอนกรีตมวลเบาได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.2.1 ระบบที่ไม่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูงซึ่งระบบนี้แบ่งออกได้อีก เป็น 2 ประเภท คือ

1. ใช้วัสดุเบามาเป็นส่วนผสมเช่น ขี้เลื่อย เถ้า ชานอ้อยหรือเม็ดโฟมทำให้คอนกรีตมีน้ำหนักที่เบาขึ้น แต่จะมีอายุการใช้งานที่สั้น เสื่อมสภาพได้เร็ว และหากเกิดไฟไหม้ สารเหล่านี้อาจติดไฟและเป็นพิษต่อผู้อยู่อาศัยได้

2. ใช้สารเคมีเป็นส่วนผสม ในลักษณะเป็นสารกักฟองอากาศไว้ภายใน (Foam) เพื่อให้เนื้อคอนกรีตมีรูพรุน และทิ้งให้แข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง คอนกรีตประเภทนี้จะมีการหดตัวสูง ทำให้แตกร้าวได้

2.2.2 ระบบอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง ซึ่งระบบนี้สามารถแบ่งได้อีก 2 ประเภท ตามวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตคือ

1.ใช้ปูนขาว มาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ซึ่งประเภทนี้จะควบคุมคุณภาพได้ยากทำให้คุณภาพคอนกรีตที่ได้ไม่ค่อยสม่ำเสมอ มีการดูดซับน้ำมาก

2. ระบบที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเป็นระบบที่นอกจากจะช่วยควบคุมให้คอนกรีตมีคุณภาพได้มาตรฐานสม่ำเสมอแล้ว ยังช่วยให้เกิดสารประกอบแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (CSH) ซึ่งเป็นสารที่ให้กำลังในเนื้อคอนกรีตทำให้คอนกรีตมีความแข็งแกร่งและทนทานกว่าการผลิตในระบบอื่นมาก

2.3 สารก่อโฟม (Foaming agent)

เทคโนโลยีการผลิตคอนกรีตแบบ Cellular Lightweight Concrete (CLC): คอนกรีต CLC เกิดจากการผสมสารลดแรงตึงผิว (surfactant) หรือสารเพิ่มฟอง (foaming agent) ลงในซีเมนต์เพสต์ เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว ฟองอากาศ เหล่านั้นจะกลายเป็นช่องว่างอากาศ (air void) ที่มีขนาดเล็กรวมตัวกันคล้ายเนื้อครีม เมื่อแข็งตัวจะกลายเป็นก้อนอิฐคอนกรีตที่มีรูพรุน และมีความแข็งแรง

“สารเพิ่มฟองโฟม (Foam Agent)” เป็นส่วนหนึ่งของการปรับคุณสมบัติของ ผลิตภัณฑ์คอนกรีต CLC ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบ เช่นการนำไปผลิตเป็น อิฐมวลเบา กำแพงมวลเบา ผนังมวลเบา การเทหล่อกับที่คอนกรีตมวลเบาแบบที่ใช้สารสร้างโฟมก่อน (ต่างจากสารกักกระจายฟองอากาศที่ใช้ในกรณีคอนกรีตกักกระจายฟองอากาศ เนื่องจากสารกักกระจายฟองอากาศจะให้ฟองที่มีขนาดเล็กกว่าและฟองจะมีความเสถียรกว่า

2.4 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร

ความหนาแน่นเป็นอัตราส่วนระหว่างมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร อาจมีหน่วยเป็น kg/m^3 หรือ g/cm^3 หรือ kg/L เป็นต้น

วิธีการคำนวณ

ความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้งของชิ้นทดสอบแต่ละค่า จากสูตร

$$\rho = \frac{m}{v}$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้ง เป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

m คือ มวลของชิ้นทดสอบหลังอบในตู้อบ เป็นกิโลกรัม

v คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ เป็นลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 2.1 ค่ามาตรฐานการความหนาแน่นเชิงปริมาตรของคอนกรีตบล็อกมวลเบา

ชนิด	**ความหนาแน่นเชิงปริมาตร (kg/cm^2)**
C6	501 - 600
C7	601 – 700
C8	701 – 800
C9	801 – 900
C10	901 – 1,000
C12	1,001 – 1,200
C14	1,201 – 1,400
C16	1,401 – 1,600

2.5 ความต้านทานแรงอัด

กำลังอัดของคอนกรีตขึ้นอยู่กับปฏิภาคส่วนผสม(โดยเฉพาะอย่างยิ่งอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์) อายุการบ่มและอื่นๆดังนั้นกำลังอัดของคอนกรีต,f_c' หมายถึงกำลังอัดที่ได้จากการทดสอบแท่งตัวอย่างมาตรฐานรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15ซม. สูง 30ซม. ที่อายุ 28วัน หรือแท่งตัวอย่างรูปลูกบาศก์ ขนาด 5 x 5 x 5 ซม. ก็มักนิยมใช้ในการก่อสร้างแต่กำลังอัดของรูปลูกบาศก์จะสูงกว่ากำลังอัดของรูปทรงกระบอกมาตรฐาน

วิธีการคำนวณ

ให้กดชิ้นทดสอบ จนได้ค่าแรงอัดสูงสุด เมื่อชิ้นทดสอบวิบัติ

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

เมื่อ fc' คือ กำลังอัดประลัย ที่ 28 วัน รูปทรงลูกบาศก์ หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

P คือ กำลังอัด หน่วยเป็นกิโลกรัม

A คือ พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 2.2 ค่ามาตรฐานกำลังอัดของคอนกรีตบล็อกมวลเบา

ชนิด	**ความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า MPA (kg/cm^2)**
C6	2.0 (20.4)
C7	
C8	
C9	2.5 (25.5)
C10	
C12	
C14	5.0 (51.0)
C16	

2.6 การดูดซึมน้ำ

การดูดซึมน้ำของบล็อกคอนกรีตสามารถบอกถึงความคงทนของบล็อกคอนกรีตได้การทดสอบการดูดซึมน้ำของบล็อกคอนกรีตก่อนปกติให้แช่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วนำมาทดสอบ

การดูดซึมน้ำของบล็อกคอนกรีต(Absorption) หมายถึงอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของน้ำที่มีอยู่ในบล็อกคอนกรีตหลังจากนำไปแช่น้ำต่อน้ำหนักของบล็อกคอนกรีตอบแห้ง ซึ่งนิยมบอกเป็นเปอร์เซ็นต์

วิธีการคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ (A)} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$$

เมื่อ A คือ อัตราการดูดซึมน้ำ เป็นร้อยละ (เศษส่วนโดยมวล)

m_1 คือ มวลของชิ้นทดสอบเมื่อแห้ง เป็นกรัม

m_2 คือ มวลของชิ้นทดสอบเมื่อเปียก เป็นกรัม

ตารางที่ 2.3 ค่ามาตรฐานการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกมวลเบา

ชนิด	**อัตราการดูดซึมน้ำไม่มากกว่า % (เศษส่วนโดยมวล)**
C6	25
C7	
C8	
C9	23
C10	
C12	
C14	20
C16	

2.7 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

เหล็กเสริม (reinforcement) คือ เหล็กที่ใช้สำหรับเสริมคอนกรีตซึ่งปกติจะเป็นเหล็กกล้าชนิดท่อน ชนิดเส้น หรือชนิดตะแกรง ฝังในลักษณะที่ทำให้เหล็กและคอนกรีตร่วมก้นต้านทานต่อแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับคอนกรีตได้ การนำเอาเหล็กซึ่งมีคุณสมบัติในการรับแรงอัดแระแรงดึงสูง ทั้งยังมี สัมประสิทธิ์ในการยืดหดตัวเท่าๆ กับคอนกรีตมาใช้ร่วมกัน จึงเหมาะต่อการนำเอามาออกแบบเพราะจะทำให้ได้โครงสร้างที่แข็งแรง ทั้งนี้เนื่องจากการที่วัสดุทั้งสองช่วยกันรับและถ่ายแรงร่วมกัน

เหล็กจะทำหน้าที่ในการรับแรงดึง (โดยทั่วไปให้พิจารณาเฉพาะความสามารถในการรับแรงดึง) ขณะที่คอนกรีตจะทำหน้าที่ในการรับแรงอัด ก็จะทำให้คอนกรีตที่ใช้เหล็กเสริม หรือที่นิยมเรียกกันโดยทั่วไปว่าคอนกรีตเสริมเหล็ก (reinforced concrete) สามารถรับแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ดี หรือมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นนั่นเอง การเสริมเหล็กในจุดที่เกิดแรงเฉือน เช่น เหล็กคอม้า (bent up bar) หรือเหล็กปลอก (stirrup) ก็สามารถป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับโครงสร้างได้ นอกจากนั้นการใช้เหล็กเสริม ยังสามารถช่วยลดขนาดของเสาหรือคานลงได้ โดยไม่ทำให้ความแข็งแรงลดลงแต่อย่างใด ถ้าขนาดที่ใช้เหมาะสม เหล็กเสริมที่ถูกดัดงอในลักษณะต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้

สำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการเหล็กเสริม ในการกำหนด ชนิด ปริมาณ และตำแหน่งของเหล็กเสริมจะขึ้นอยู่กับการออกแบบของวิศวกร ผู้ทำการก่อสร้างจะต้องทำตามข้อกำหนด และรูปแบบที่วิศวกรกำหนดมาให้ การเปลี่ยนแปลงใดๆ ก็ตามโดยมิได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบ จะเป็นอันตรายอย่างยิ่งเพราะอาจจะทำให้เกิดการสูญเสียทั้งกับชีวิตและทรัพย์สินขึ้นได้ เหล็กเสริมที่นิยมนำมาใช้กับงานคอนกรีตเสริมเหล็กจะเป็นเหล็กกล้าผสม (mild steel) จำแนกออกได้เป็น 5 ชนิดได้แก่

2.7.1 เหล็กเส้นกลม (Round bar)

คือ เหล็กเส้นที่มีพื้นที่ภาคตัดขวางเป็นรูปกลม มีผิวเรียบเกลี้ยง เหล็กเส้นกลมตามมาตรฐาน มอก. 20-2527 ทำจากเหล็กแท่งเล็ก (billet) เหล็กเส้นใหญ่ (bloom) หรือ เหล็กแท่งหล่อ (ingot) โดยตรง ด้วยกรรมวิธีรีดร้อนโดยไม่เคยมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อย่างอื่นมาก่อน มีชั้นคุณภาพเดียว ใช้สัญลักษณ์ SR 24 ชื่อขนาดใช้สัญลักษณ์ RB ตามด้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้นๆมีกำลังรับแรงดึงที่จุดครากไม่น้อยกว่า 2400 ksc.(กก./ตร.ซม.) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดต่างๆ เช่น 6, 9, 12, 15, 19, 22, 25, 28 และ 34 มิลลิเมตร ความยาว 10 หรือ 12 เมตร เหล็กทุกเส้นจะต้องมีชื่อหรือเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตและชื่อขนาดหล่อเป็นตัวนูนติดกับผิวเหล็ก ชื่อหรือเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตจะต้องห่างจากชื่อ ขนาดไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ตัวอย่างเช่น เหล็กเส้นกลมขนาด 12 มิลลิเมตร ของบริษัทเหล็กสยาม จำกัด ดังนั้น เหล็กเส้นกลมขนาดนี้ทุกเส้นจะมีตัวอักษรว่า บลส. ตราช้าง และ RB 12 หล่อเป็นตัวนูนติดกับผิวของเหล็กเส้นทุกเส้น เหล็กเส้นชนิดนี้นิยมใช้กันมากที่สุดกับงานก่อสร้างขนาดเล็กและขนาดกลาง

2.7.2 เหล็กรีดซ้ำ (Re-rolled Round Bar)

คือ เหล็กเส้นกลมอีกชนิดหนึ่ง ที่ถูกนำมาใช้กับงานก่อสร้างขนาดเล็ก และขนาดกลางด้วยเช่นกัน ก็คือ เหล็กรีดซ้ำ เหล็กเส้นกลมชนิดนี้ ตามมาตรฐาน มอก. 211-2527 ทำจากเศษเหล็กที่ได้จากเข็มพืด (sheet pile) เหล็กแผ่นต่อเรือ (ship plate) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ หรือเหล็กที่คัดออกระหว่างการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ แล้วนำมารีดเป็นเส้นกลมด้วยกรรมวิธีรีดร้อน มีขนาด 6, 8, 9, 10, 12 และ 15 มิลลิเมตร ความยาว 10 หรือ 12 เมตร มีชั้นคุณภาพเดียว ใช้สัญลักษณ์ SRR 24 ชื่อขนาดใช้สัญลักษณ์ R แล้วตามด้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้นๆ เหล็กทุกเส้นจะมีชื่อ หรือเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตและชื่อขนาด หล่อเป็นตัวนูนติดกับผิวเหล็กเช่นเดียวกับเหล็กเส้นกลมด้วยเช่นกัน

เหล็กข้ออ้อย (Deformed Bar)

2.7.3 เหล็กข้ออ้อย

คือ เหล็กเส้นที่มีพื้นที่ภาคตัดขวางเป็นรูปกลม มีบั้ง (transverse ribs) และอาจมีครีบ(longitudinal ribs) ที่ผิว เพื่อเสริมกำลังยึดระหว่างเหล็กเส้นกับเนื้อคอนกรีต เหล็กข้ออ้อยตามมาตรฐาน มอก. 24-2527 ทำจากเหล็กชนิดเดียวกัน และด้วยกรรมวิธีเดียวกันกับเหล็กเส้นกลม มีขนาด 10, 12, 16, 20, 22, 25, 28 และ 32 มิลลิเมตร ความยาว 10 หรือ 12 เมตร มี 3 ชั้นคุณภาพ ใช้สัญลักษณ์ SD 30, SD 40 และ SD 50 ชื่อขนาดใช้สัญลักษณ์ DB แล้วตามด้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้นๆ เหล็กทุกเส้นจะมีชื่อเรียกหรือเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตและชื่อขนาดหล่อเป็นตัวนูนติดกับผิวเหล็เช่นเดียวกับเหล็กเส้นกลม และเหล็กรีดซ้ำ เหล็กเส้นชนิดนี้เนื่องจากให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเหล็กกับเนื้อคอนกรีตได้ดีกว่า 2 แบบแรก จึงนิยมนำไปใช้กับงานก่อสร้างที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษ

ตารางที่ 2.4 แสดงขนาดของเหล็กเสริมคอนกรีต

ชื่อขนาด	**เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)**	**พื้นที่ตัดขวาง (ตร.มม.)**	**มวล (กก./ม.)**
RB 6	6	28.30	0.222
RB 8	8	50.30	0.395
RB 9	9	63.60	0.499
RB 10	10	78.50	0.616

ชื่อขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	พื้นที่ตัดขวาง (ตร.มม.)	มวล (กก./ม.)
RB 12	12	113.10	0.888
RB 15	15	176.70	1.387
RB 19	19	283.50	2.226
RB 22	22	380.10	2.984
RB 25	25	490.90	3.853
RB 28	28	615.80	4.834
RB 34	34	907.90	7.127

2.8 กำลังรับแรงในแนวทแยงของผนังอินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อก

วิธีการคำนวณ

2.8.1.การคำนวณหาความเค้นเฉือน , Sx

$$Sx = \frac{0.707 \times P}{A_n}$$

โดยที่ P คือ แรงกดโดยตรงที่ทำให้เกิดแรงเฉือน

A_n คือ พื้นที่สุทธิของชิ้นงานตัวอย่าง

2.8.2. การคำนวณหาพื้นที่สุทธิของชิ้นงานตัวอย่าง

$$A_n = \left(\frac{w+h}{2}\right) \times t \times n$$

โดยที่ w คือ ความกว้างของชิ้นงานตัวอย่าง

H คือ ความสูงของชิ้นงานตัวอย่าง

t คือ ความหนาของชิ้นงานตัวอย่าง

n คือ ร้อยละของพื้นที่รวมของชิ้นงานตัวอย่างในส่วนที่เป็นของแข็ง (โดยที่นี้ n=1) เนื่องจากก้อนตัวอย่างทั้งก้อนเป็นวัสดุที่มีความแข็ง

2.8.3. คำนวณหาความเครียดเฉือน

$$\gamma = \frac{\Delta V \times \Delta H}{g}$$

โดยที่ ΔV คือ ความเครียดในแนวดิ่ง

ΔH คือ ความเครียดในแนวราบ

g คือ ความยาวอ้างอิงในแนวดิ่งก่อนการทดสอบ

2.8.4.คำนวณหาโมดูลัสของแรงเฉือน

$$G = \frac{Sx}{\gamma}$$

โดยที่ Sx คือ ความเค้นเฉือน

γ คือ ความเครียดเฉือน

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

[5] ลั่นกรุง ผดุงกิจ ธันยดา พรรณเชษฐ์ และ เมธี บุญพิเชฐวงศ์ ได้วิจัยเรื่อง “พฤติกรรมการรับแรงของผนังทึบที่โอบรัดด้วยโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้แรงเฉือน” ได้ศึกษาเกี่ยวกับ พฤติกรรมการแตกร้าวของผนังทึบและพฤติกรรมการรับแรงของผนังก่ออิฐเมื่อรับแรงเฉือนในแนวดิ่งโดยเปรียบเทียบผลการทดสอบผนังอิฐที่มีการโอบรัดและไม่มีการโอบรัดด้วยโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กตามมาตรฐาน ASTM E 519 – 02[1] กับผลการวิเคราะห์ด้วยการสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม SAP2000 ในการทดสอบผนังรับแรงเฉือนจะแบ่งตัวอย่าง ที่ใช้ในการทดสอบออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่หนึ่งผนังทึบเปล่า (UCF1,UCF2, UCF3) และกลุ่มที่สองผนังทึบที่โอบรัดด้วยโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็ก (CF1, CF2, CF3) โดยผนังทึบทั้งสองกลุ่มตัวอย่างมี ขนาด 90 x 90 ซม^2 ซึ่งก่อด้วยอิฐมอญ มีขนาดเฉลี่ย 6.15 x 13.6 x 3.2 ซม^3 และเป็นการก่อแบบเต็มแผ่น มีหน่วยแรงอัดประลัยของก้อนอิฐทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C67-03a[2] คือ 67 กก/ซม^2 และหน่วยแรงอัดประลัยปริซึมทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E447 - 92B[3] คือ 37.38 กก/ซม^2 สำหรับโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กมีค่าหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต คือ 90 กก/ซม^2 เหล็กเสริมคอนกรีตมีค่าหน่วยแรงดึง ณ จุดคราก คือ 2,400 กก/ซม^2

[7] อานนท์ เมืองเยาว์ , 2559 ได้มีการศึกษาอัตราส่วนผสม CLC ที่เหมาะสมและนำมาพัฒนาระบบผนังบล็อกประสานโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมของระบบผนังบล็อกประสานเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของระบบผนังบล็อกประสาน โดยจะประกอบด้วย การทดสอบกำลังรับแรงอัดสูงสุดของส่วนผสม CLC จากก้อนตัวอย่าง 3 ก้อนเพื่อหาค่าเฉลี่ย ที่อายุ 28 วัน การทดสอบหาค่าความหนาแน่นแห้งของ CLC จากก้อนตัวอย่าง 3 ก้อนเพื่อหาค่าเฉลี่ย , การทดสอบหาอัตราการดูดซึมน้ำ ของ CLC จากก้อนตัวอย่าง 3 ก้อน เพื่อหาค่าเฉลี่ย และนำอัตราส่วนที่เหมาะสมไปผลิตเป็นบล็อกประสานมวลเบาอินเตอร์ล็อคกิ้ง (Interlocking Block) เพื่อก่อเป็นผนังและทดสอบความแข็งแรงของผนัง

[8] อิศรายุทธ บุญเลิศ , ชยุต บรรทัดเที่ยง , นฤดล ภิชัย , พุทธมนต์ ฮวบบางยอ , วัชรินทร์ มะโน , 2560. ได้ศึกษาเกี่ยวกับกำลังรับแรงในแนวทแยงของผนังอินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อก ได้ผลการทดสอบสอบที่ว่าการเพิ่มเถ้าลอยในอัตราส่วน 0% 10% 15% 20% และ 30% โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ พบว่าการเพิ่มเถ้าลอย 15% โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด โดยมีหน่วยน้ำหนัก อยู่ในช่วง 900-1,200 กก.ต่อ ลบ.ม. กำลังต้านทานแรงอัด บ่มที่ 28 วัน เท่ากับ 71.3 ksc. อัตราการดูดซึมน้ำ เท่ากับ 22.38% ใช้เป็นอัตราส่วนผสมและเสริมเหล็ก RB9(SR24) รูปแบบ1.แบบไม่เสริมเหล็ก 2.เสริมเหล็กแนวนอน 2 เส้น 3.เสริมเหล็กแนวตั้ง 1 เส้น และ 4.เสริมเหล็กแนวนอน 2 เส้น แนวตั้ง 1 เส้นเพื่อเตรียมไปทดสอบกำลังรับแรงในแนวทแยงของผนังอินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อกการรับกำลังในแนวทแยงของผนังอินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อก ตามมาตรฐาน American Society of Testing and Materials ASTM E519–02 ศึกษาพฤติกรรมการแตกร้าวและพฤติกรรมการรับแรงของผนังอินเตอร์ล็อคกิ้งบล็อก พบว่าผนังที่ผสมเถ้าลอย 0% และเพิ่มเถ้าลอยเพิ่ม 15% รูปแบบที่ 1 แบบไม่เสริมเหล็ก RB9(SR24) สามารถรับแรงในแนวทแยงได้สูงสุด และผนังวิบัติ เท่ากับ 6,010.2 kgf.