กำลังรับน้ำหนักของเสาที่ทำจากแผ่น Metal Sheet และส่วนผสมคอนกรีตบล็อก

Load Capacity of Column Made from Metal Sheet and Concrete Block Mixture

ศักดิ์ชัย ทราบรัมย์[1], กริสน์ ชัยมูล[2], สหลาภ หอมวุฒิวงศ์[2*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณสมบัติด้านกำลังรับน้ำหนักกดประลัยและพฤติกรรมของเสาคอนกรีตบล็อกที่โอบรัดด้วยแผ่นโลหะ (Metal Sheet) แล้วกรอกด้วยส่วนผสมของคอนกรีตบล็อก โดยใช้แผ่นโลหะ ที่มีความหนา 3 ขนาด คือ 0.23, 0.28 และ 0.33 มม. ตามลำดับ ทำการพับแผ่นโลหะ ให้เป็นเสาสี่เหลี่ยมขนาด 15x15 ซม. และมีความสูง 91 ซม. จากนั้นใช้ตะปูรีเวทเย็บรอยต่อของแผ่น โดยระยะห่างของรอยเย็บเท่ากับ 5, 10 และ 15 ซม. ตามลำดับ ทำการทดสอบกำลังรับน้ำหนักกดประลัยของเสาที่อายุของคอนกรีตบล็อกเท่ากับ 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ

ผลการวิจัยพบว่า กำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเพิ่มขึ้นตามอายุของคอนกรีตบล็อก เช่นเดียวกันกับระยะการเย็บของเสา 5 ซม. จะมีแนวโน้มทำให้เสารับน้ำหนักกดประลัยได้สูงสุด แต่สำหรับความหนาของแผ่นโลหะนั้นกลับพบว่าไม่มีผลต่อการรับน้ำหนักกดประลัยของเสา ยังพบอีกว่ากำลังรับน้ำหนักกดประลัยของเสาที่อายุ 28 วันที่ได้จากการทดสอบมีค่าสูงกว่ากำลังรับน้ำหนักของเสาที่คำนวณตามตามทฤษฎี เท่ากับร้อยละ 62.55, 71.14 และ 74.45 เมื่อความหนาของแผ่นโลหะเท่ากับ 0.23, 0.28 และ 0.33 มม. ตามลำดับ

คำสำคัญ : แผ่นโลหะ, เสา, น้ำหนักบรรทุก, ส่วนผสมคอนกรีตบล็อก

[1]นิสิตปริญญาโท,[2]อาจารย์ สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กันทรวิชัย มหาสารคาม 44150

[*] Corresponding author, E-mail: sahalaph.h@msu.ac.th

Abstract

The aim of this research was to study the axial load capacity and the behavior of concrete blocks confined by metal sheet and filled with concrete block mixture. The 3 thickness of metal sheet were used in this investigated, namely 0.23, 0.28 and 0.33 mm. The metal sheets were folded to a square column with 15x15 cm and 91 cm in height. Then, the enclosed metal sheet columns were sewed by rivet with spacing of 5, 10 and 15 cm. After that column were filled by concrete block mixture and determined the axial capacity at 7, 14 and 28 days. From the result, it was found that the ultimate load capacity of metal sheet column increased with age of concrete mixture. Also the same result was found with the spacing of sewing by rivet of 5 cm, which tended to make the maximum load capacity. However, the thickness of metal sheet was no significant effect to ultimate load capacity of column. In addition, the 28 day ultimate capacities of columns were higher than the theoretical capacity as 62.55, 71.14 and 74.45% for the thickness of 0.23, 0.28 and 0.33 mm, respectively.

***Keywords*:** metal sheet, columns, load capacity, concrete block mixture

1. บทนำ

การก่อสร้างภายในประเทศไทยนั้นปัจจุบันมีการนำเอาวัสดุต่าง ๆ มาใช้เป็นวัสดุสำหรับงานก่อสร้าง ซึ่งเหล็กรีดเย็น (Cold–Formed Steel) ก็เป็นที่นิยมและมีความสำคัญโดยการใช้เป็นวัสดุในงานโครงสร้าง เช่น วัสดุในโรงงานอุสาหกรรม วัสดุในอาคารบ้านพักอาศัย โดยเฉพาะใช้เป็นวัสดุมุงหลังคา หรือที่เรียกว่าแผ่นโลหะ (Metal Sheet) ซึ่งนับว่าเป็นวัสดุทางเลือกหนึ่งที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เพราะติดตั้งง่าย สะดวกรวดเร็ว ประหยัดเวลา ได้รูปทรงตามที่ต้องการ น้ำหนักเบา ราคาถูกและมีความแข็งแรง ส่งผลให้ระยะเวลาการก่อสร้างรวดเร็วและลดต้นทุนของค่าก่อสร้างและทำให้เกิดความประหยัดค่าใช้จ่ายของการก่อสร้างหรือจุดคุ้มทุน

แผ่นโลหะเกิดจากกรรมวิธีการผลิตแบบรีดเย็น เป็นวัสดุที่ผลิตด้วยการรีดขึ้นรูปจากเหล็กกล้ากำลังสูงที่เคลือบกันสนิมด้วยสังกะสีหรือเหล็กกล้าประสมบางที่เป็นแผ่น ถ้ามีการเสริมความแข็งแกร่ง (Stiffness) ของเหล็กขึ้นรูปเย็นด้วยวิธีกลสมบัติของวัสดุ ทำการเพิ่มความแข็งของเหล็กขึ้นรูปเย็นด้วยการปั้มขึ้นลอนด้านข้าง ซึ่ง มนตรี เย็นเปี่ยม (2553) ได้ศึกษาผลกระทบรูปแบบการขึ้นลอนต่อการดัดของคานเหล็กรีดเย็น ทำให้เหล็กขึ้นรูปเย็นเพิ่มความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกได้มากขึ้นเราก็สามารถนำเอาแผ่นโลหะ มาประกอบใช้เป็นส่วนประกอบอื่นของอาคาร นอกจากการเป็นวัสดุที่ใช้สำหรับมุงหลังคาหรือเป็นผนังของอาคารเพียงอย่างเดียว นอกจากนั้นแล้ว วิโรจน์ พลอยศรี (2540) ศึกษาพฤติกรรมในการรับแรงอัดของเสา

เหล็กกลวงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่บรรจุคอนกรีตและไม่บรรจุคอนกรีต แผ่นโลหะ สามารถที่จะนำมาออกแบบเป็นเสาที่สามารถรับกำลังอัดได้โดยการนำเอาแผ่นโลหะ มาพับเป็นเสาสี่เหลี่ยมจัตุรัสแล้วกรอกส่วนผสมของคอนกรีต จักษดา ธำรงวุฒิ และคณะ (2552) ได้ทำการทดสอบเสาคอนกรีตที่ถูกโอบรัดโดยปลอกเหล็กภายใต้การรับน้ำหนักกดอัดตามแนวแกนตรงศูนย์ (Concrete–Filled Steel Tube Column) หรือเสา CFT ลงในเสา ชุลีพร อุยยืนยงค์ (2554) ศึกษาพฤติกรรมการรับแรงอัดของคอนกรีตหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ถูกโอบรัดด้วยปลอกเหล็กซึ่งจะเป็นโครงสร้างที่เกิดจากการบรรจุคอนกรีตล้วนลงในเสาที่มีแผ่นโลหะมาโอบรัด และเป็นการทำงานร่วมกันของแผ่นโลหะ และคอนกรีตในลักษณะเสาคอมโพสิท (Composite Column) มนูกิตต์ คำทอง (2555) ศึกษาการเสริมกำลังรับแรงอัดของเสาคอนกรีตโดยการโอบรัดด้วยแผ่นเมทัลชีท และแผ่นโลหะ จะถูกออกแบบให้รับหน่วยแรงในแนวแกน (Axial Stress) ที่เกิดจากแรงอัดและโมเมนต์ดัด/หรือรองรับแรงดัดเนื่องจากการขยายตัวของคอนกรีตภายใต้แรงกดอัดซึ่งจะเกิดการโอบรัด (Confining Effect) ต่อแกนคอนกรีต และนิชฌา นันท์ ห้องสินหลาภ (2557) ศึกษาการจำลองพฤติกรรมของเสาที่ถูกโอบรัดด้วยแผ่นเมทัสชีสภายใต้แรงอัดตามแนวแกน

ในปัจจุบันมีโรงผลิตแผ่นโลหะ หลังคาเหล็กกระจายอยู่ทั่วทุกภาค และมีการใช้งานอย่างกว้างขวางเนื่องจากสามารถหาได้ง่าย ดังนั้นจากทฤษฎีและความเข้าใจในการทำเสาประกอบระหว่างเหล็กรีดเย็นและคอนกรีตในข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะพัฒนาโครงสร้างเสาประกอบที่ทำจากแผ่นโลหะ เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักในแนวแกนและสามารถใช้ในงานก่อสร้างได้จริง เพื่อแก้ปัญหาของการนำเอาเสาเหล็กหรือเหล็กกล่องซึ่งมีราคาสูงและสำหรับขนาดหน้าตัดที่มีขนาดใหญ่อาจจะไม่มีจำหน่ายในบางพื้นที่ ทำให้งานก่อสร้างต้องล่าช้า โดยการศึกษาครั้งนี้จะมุ่งเน้น การทำเสาประกอบสำหรับโครงสร้างของเสาที่มีแต่คอนกรีตล้วนเพื่อเป็นข้อมูลในการนำไปศึกษาต่อและสำหรับอาคารขนาดเล็กหรือเสารั้วบ้านพักอาศัยทั่วไปที่ไม่ต้องแบกรับน้ำหนักมาก ซึ่งการศึกษาวิจัยในเรื่องนี้ไม่ปรากฏว่ามีผู้รายงานหรือนำเสนอ งานการวิจัยนี้จึงน่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการประยุกต์ใช้เทคนิคและการพัฒนาวัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้างให้มีการพัฒนาต่อไป

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย

1) เพื่อศึกษาคุณสมบัติด้านกำลังรับน้ำหนักกดประลัยของเสาคอนกรีตบล็อกที่โอบรัดด้วยแผ่นโลหะ

2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของเสาคอนกรีตบล็อกที่โอบรัดด้วยแผ่นโลหะ

3. วิธีการทดสอบ

3.1 การเตรียมตัวอย่างวัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

3.1.1 แผ่นโลหะสำหรับทดสอบ

เตรียมแผ่นหลังคาเหล็กรีดเย็นที่มีขายอยู่ในท้องตลาด ที่เป็นแผ่นเหล็กขึ้นรูปเย็นที่เกิดจากการดัดหรือพับจากเหล็กแผ่นเรียบหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุตรัสเป็นเหล็กกล้ากำลังสูงมีค่า Yield Strength 550 เมกกะปาสคาล ความหนาขนาด 0.23, 0.28 และ 0.33 มม. ตามลำดับ

3.1.2 การประกอบเสาจากแผ่นโลหะ

นำแผ่นโลหะมาพับเป็นเสาประกอบจากแผ่นโลหะขนาด 0.15x0.15 ม. ความสูงของเสา 0.91 ม. (ความสูงของเสา 0.91 ม. มาจากความกว้างของบริษัทผู้ผลิต) เพื่อเป็นตัวอย่างที่ศึกษาวิจัย

3.1.3 การเย็บตะเข็บของเสาประกอบจากแผ่นโลหะ

เมื่อทำการพับเสาจากแผ่นโลหะได้ขนาดตามที่ต้องการทดสอบแล้ว นำเสาทั้งหมดมาเย็บตะเข็บโดยใช้ตะปูรีเวทเย็บตลอดแนวตะเข็บของเสาโดยแบ่งระยะห่างของรอยเย็บ คือ 5, 10 และ15 ซม. ตามลำดับ เป็นวิธีการเย็บตะเข็บรอยต่อของเสาประกอบจากแผ่นโลหะเพื่อเป็นตัวอย่างที่ศึกษาวิจัย

3.1.4 คอนกรีต

สำหรับการออกแบบส่วน ผสมคอนกรีตนั้นออกแบบใช้ส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกลงในเสาโดยเลือกใช้อัตราส่วนผสม 1 : 7 คือ ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อหินฝุ่นหรือหินคลุก 7 ส่วน (อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ทำการทดลองใช้ปริมาณที่พอเหมาะโดยไม่ทำให้คอนกรีตเหลวเกินไป) ทำการทดสอบการรับน้ำหนักกดประลัยของเสาและสอดคล้องกับงานวิจัยของ (สิทธิชัย แสงอาทิตย์, 2544)

3.2 ขั้นตอนการศึกษาและทดสอบ

การศึกษาการทดสอบสมบัติของวัสดุจะกระทำตามมาตรฐานของ American Society for Testing and Materials (ASTM) โดยการทดสอบกำลังรับแรงกดอัดของคอนกรีตลูกบาศก์ตามมาตรฐาน ASTM

3.2.1 การทดสอบการรับน้ำหนักกดประลัยของเสาที่ทำจากแผ่นโลหะ

ติดตั้งตัวอย่างเข้ากับเครื่องทดสอบกำลังอัดของเสาขนาด 500 ตัน ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยแรงในแนวแกนจะถูกกระทำต่อเสาตัวอย่างทดสอบ การหดตัวในแนวแกนของตัวอย่างเสาถูกวัดค่าโดย Linear Variable Differential Transducers (LVDT) จำนวน 2 ตัว และวัดในแนวแกนนอน จำนวน 4 ตัว ที่ติดตั้งที่ปลายด้านบนบริเวณหัวกดของเครื่อง UTM และ จำนวน 4 ตัวที่ติดตั้งในแนวแกนนอนด้านข้างของเสา เมื่อติดตั้งตัวอย่างทดสอบแล้วเข้าที่แล้วตัวอย่างจะถูก Pre-loading ประมาณร้อยละ 25 ของกำลังอัดประลัยของคอนกรีต และ Unloading เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างหัวกดและตัวอย่างทดสอบ จากนั้นจึงเริ่มกดตัวอย่างทดสอบโดยเพิ่มแรงกดอย่างช้าๆ จนตัวอย่างเกิดการวิบัติอย่างสมบูรณ์

ภาพที่ 1 การติดตั้งเสาเพื่อทดสอบ

- แบ่งเสาที่ทดสอบออกเป็น 3 กลุ่มตัวอย่างตามระยะเวลาการบ่มคือ เสาที่มีอายุของคอนกรีตบล็อกครบ 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ
- แบ่งเสาที่ทดสอบออกเป็น 3 กลุ่มตัวอย่างตามความหนาของแผ่นโลหะ คือ 0.23, 0.28 และ 0.33 มม. ตามลำดับ

3.2.2 การทดสอบกำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

เก็บตัวอย่างจากคอนกรีตบล็อกเพื่อกำลังอัดประลัยโดยเก็บตัวอย่างในแบบหล่อคอนกรีตขนาด 0.10x0.10x0.10 ม. จำนวน 9 ตัวอย่าง แล้วนำไปทดสอบกำลังอัดตามอายุของคอนกรีตบล็อก 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ

4. ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

4.1 ผลของอายุและระยะเย็บที่มีต่อน้ำหนักกดประลัยของเสาตามความหนาของแผ่นโลหะ

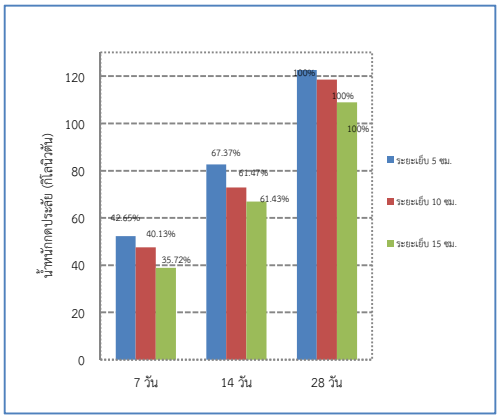
4.1.1 ผลการนำแผ่นโลหะหนา 0.23 มม. มาพับเป็นเสา

จากผลการทดสอบตามตารางที่ 1 พบว่า ความหนาแผ่นโลหะที่ระยะเย็บ 5 ซม. อายุคอนกรีตบล็อก 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ รับน้ำหนักกดประลัยได้ 52.3, 82.6 และ 112.6 กิโลนิวตัน ตามลำดับ และความหนาแผ่นโลหะที่ระยะเย็บ 10 ซม. อายุของคอนกรีตบล็อก 7, 14 และ 28 วันตามลำดับรับน้ำหนักกดประลัยได้ 47.6, 72.9 และ118.6 กิโลนิวตัน ตามลำดับ และความหนาแผ่นโลหะ ที่ระยะเย็บ15 ซม. อายุของคอนกรีตบล็อก 7, 14 และ28 วัน รับน้ำหนักกดประลัยได้ 38.9, 66.9 และ 108.9 กิโลนิวตัน ตามลำดับ และจากภาพที่ 2 แสดงสัดส่วนร้อยละการรับน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอายุของคอนกรีตบล็อก โดยพบว่าระยะเย็บของเสาที่ระยะเย็บ 5 ซม. สามารถรับน้ำหนักกดประลัยได้มากที่สุดโดยมีการพัฒนากำลังตามทฤษฎีการพัฒนากำลังของคอนกรีตตามอายุของคอนกรีตบล็อก (วัน)

ตารางที่ 1

การรับน้ำหนักของเสา (หนา 0.23 มม.)

ระยะเย็บ (ซม.)	น้ำหนักกดประลัยที่เสารับได้ (กิโลนิวตัน)		
	7 (วัน)	14 (วัน)	28 (วัน)
5	52.3	82.6	122.6
10	47.6	72.9	118.6
15	38.9	66.9	108.9



ภาพที่ 2 แสดงผลระยะเย็บกับน้ำหนักกดประลัยความหนา 0.23 มม.)

4.1.2 ผลการนำแผ่นโลหะหนา 0.28 มม. มาพับเป็นเสา

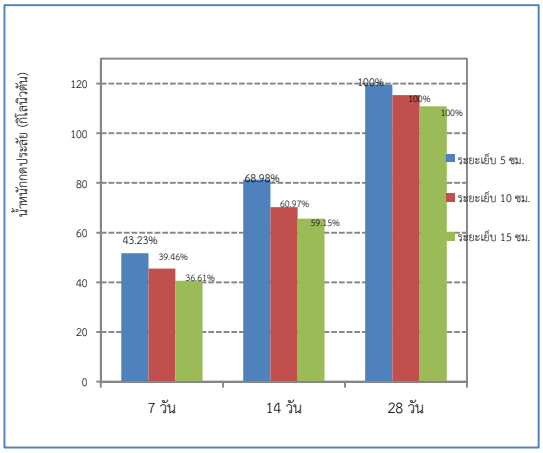
จากผลการทดสอบตามตารางที่ 2 พบว่าความหนาแผ่นโลหะ ที่ระยะเย็บ 5 ซม.อายุของคอนกรีตบล็อก 7, 14 และ 28 วัน รับน้ำหนักกดประลัยได้ 51.7, 81.3 และ119.6 กิโลนิวตัน ตามลำดับและความหนาแผ่นโลหะที่ระยะเย็บ 10 ซม. อายุของคอนกรีตบล็อก 7, 14 และ 28 วัน รับน้ำหนักกดประลัยได้ 45.5, 70.3 และ 115.3 กิโลนิวตัน ตามลำดับ และความหนาแผ่นโลหะที่ระยะเย็บ 15 ซม. อายุของคอนกรีตบล็อก 7, 14 และ 28 วัน ตาม ลำดับ รับน้ำหนักกดประลัยได้ 40.6, 65.5 และ 110.9 กิโลนิวตัน ตามลำดับ และจากภาพที่ 3 แสดงสัด ส่วนร้อยละการรับน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอายุของคอนกรีต โดย

พบว่าระยะเย็บของเสาที่ระยะเย็บ 5 ซม. สามารถรับน้ำหนักกดประลัยได้มากที่สุดโดยโดยมีอัตราการเพิ่มกำลังรับน้ำหนักกดประลัยเป็นลักษณะเดียวกับแผ่นความหนา 0.23 มม. จะเห็นว่าการรับน้ำหนักของเสาทั้งสองความหนาสามารถพัฒนาการรับน้ำหนักกดประลัยมีแนวโน้มไปในทิศทางเพิ่มขึ้นตามอายุของคอนกรีตบล็อก

ตารางที่ 2

การรับน้ำหนักของเสา (หนา 0.28 มม.)

ระยะเย็บ (ซม.)	น้ำหนักกดประลัยที่เสารับได้ (กิโลนิวตัน)		
	7 (วัน)	14 (วัน)	28 (วัน)
5	51.7	81.3	119.6
10	45.5	70.3	115.3
15	40.6	65.5	110.9



ภาพที่ 3 แสดงผลระยะเย็บกับน้ำหนักกดประลัย (ความหนา 0.28 มม.)

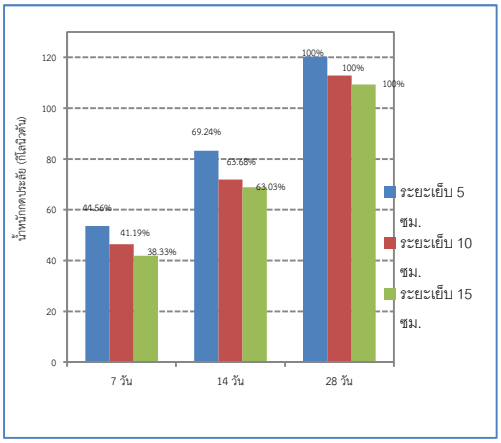
4.1.3 ผลการนำแผ่นโลหะ หนา 0.33 มม. มาพับเป็นเสา

จากผลการทดสอบตามตารางที่ 3 พบว่า ความหนาแผ่นโลหะ ที่ระยะเย็บ 5 ซม.อายุของคอนกรีตบล็อก 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ รับน้ำหนักกดประลัยได้ 53.6, 83.3 และ 120.3 กิโล-นิวตัน ตามลำดับและความหนาแผ่น) ที่ระยะเย็บ 10 ซม. อายุของคอนกรีตบล็อก 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ รับน้ำหนักกดประลัยได้ 46.5, 71.9 และ 112.9 กิโลนิวตัน ตามลำดับ และความหนาแผ่นโลหะ ที่ระยะเย็บ 15 ซม. อายุของคอนกรีตบล็อก 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ รับน้ำหนักกดประลัยได้ 41.9 68.9 และ 109.3 กิโลนิวตัน ตามลำดับ และจากภาพที่ 4 แสดงสัดส่วนร้อยละการรับน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอายุของคอนกรีตบล็อก โดยพบว่าระยะเย็บของเสาที่ระยะเย็บ 5 ซม.รับน้ำหนักกดประลัยได้มากที่สุด โดยเอาผลการทดลองที่ได้ไปเปรียบเทียบกับความหนา 0.23 และ 0.28 มม. ลักษณะการเพิ่มกำลังรับน้ำหนักกดประลัยสอดคล้องกับอายุของคอนกรีตบล็อกที่เพิ่มขึ้นและระยะเย็บ 5 ซม. สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด

ตารางที่ 3

การรับน้ำหนักของเสา (หนา 0.33 มม.)

ระยะเย็บ (ซม.)	น้ำหนักกดประลัยที่เสารับได้ (กิโลนิวตัน)		
	7 (วัน)	14 (วัน)	28 (วัน)
5	53.6	83.3	120.3
10	46.5	71.9	112.9
15	41.9	68.9	109.3



ภาพที่ 4 แสดงผลระยะเย็บกับน้ำหนักกดประลัย (ความหนา 0.33 มม.)

4.2 ผลของพฤติกรรมการรับน้ำหนักกดประลัยของเสาโดยความหนาของแผ่นโลหะ

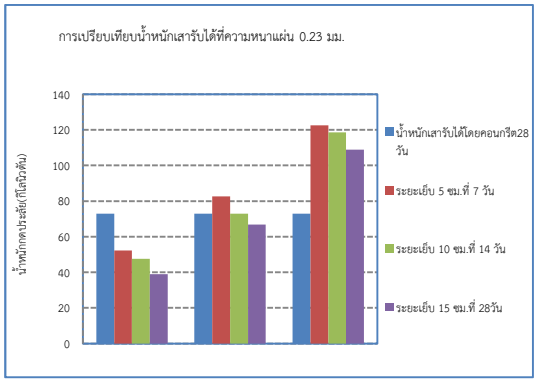
4.2.1 พฤติกรรมการรับน้ำหนักกดประลัยของเสาที่มีแผ่น โลหะ หนา 0.23 ซม. มาพับเป็นเสา

การคำนวณการรับน้ำหนักกดประลัยของเสาเมื่อรับแรงในแนวแกนตามทฤษฎีนั้น พบว่าได้น้ำหนักกดประลัยที่เสารับได้เท่ากับ 73 กิโลนิวตัน ซึ่งมีค่าการรับน้ำหนักที่เสารับได้จริงมากกว่าในการคำนวณในทฤษฎี (ตารางที่ 4) เมื่อนำพฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาโดยคอนกรีตที่อายุ 28 วัน มาเปรียบเทียบ (ภาพที่ 5) สังเกตได้ว่าน้ำหนักกดประลัยของเสารับได้ที่อายุคอนกรีตบล็อก 7 วัน มีค่าต่ำกว่าน้ำหนักของเสารับได้โดยทฤษฎีและที่อายุคอนกรีตบล็อก 14 วัน ระยะเย็บ 5 ซม. เสารับน้ำหนักกดประลัยได้มากกว่าทฤษฎี แต่ระยะเย็บ 10 และ 15 ซม. รับน้ำหนักได้น้อยกว่าแต่มีค่าใกล้เคียงทฤษฎี และเมื่อเปรียบเทียบที่กับอายุคอนกรีตบล็อกที่ 28 วัน เสารับน้ำหนักกดประลัยได้จริง สามารถรับน้ำหนักได้สูงกว่าการคำนวณตามทฤษฎีคิดเป็นร้อยละได้ร้อยละ 62.55 ซึ่งค่าน้ำหนักกดประลัยที่รับจริงได้มากกว่านั้นอาจมีผลมาจากแผ่นโลหะที่โอบรัดเสาและระยะเย็บมีผลต่อการรับน้ำหนักกดประลัยให้มากขึ้นด้วย

ตารางที่ 4

เปรียบเทียบน้ำหนักตามทฤษฎีกับน้ำหนักกดประลัยของเสารับได้จริง

ระยะเย็บ (ซม.)	เสารับน้ำหนักในแนวแกนตามทฤษฎี (กิโลนิวตัน)	เสารับน้ำหนักกดประลัยในแนวแกนจากการทดสอบ (กิโลนิวตัน)		
		7 (วัน)	14 (วัน)	28 (วัน)
5	73	52.3	82.6	112.6
10	73	47.6	72.9	118.6
15	73	38.9	66.9	108.9



ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบน้ำหนักของเสา

4.2.2 พฤติกรรมการรับน้ำหนักกดประลัยของเสาที่มีแผ่น โลหะ หนา 0.28 ซม. มาพับเป็นเสา

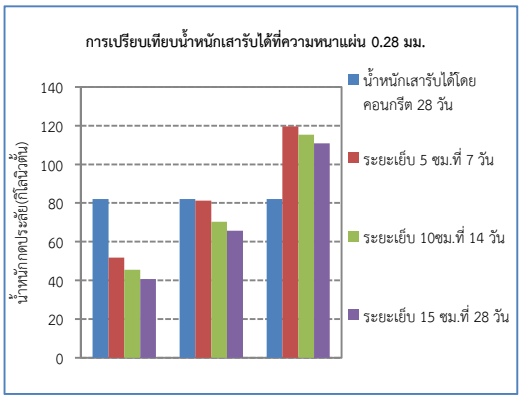
การคำนวณการรับน้ำหนักกดประลัยของเสาโดยคอนกรีตในแนวแกนตามทฤษฎีนั้นพบว่าจากสูตรการคำนวณได้ค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาโดยคอนกรีตเท่ากับ 82 กิโลนิวตัน ซึ่งเมื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับน้ำหนักกดประลัยของเสาที่รับได้จริงจากเครื่องทดสอบนั้นมีค่าการรับน้ำหนักที่เสารับได้จริงมีค่ามากกว่าในการคำนวณในทฤษฎีดังแสดงในตารางที่ 5 พฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาโดยคอนกรีตที่อายุ 28 วันเมื่อนำมาเปรียบเทียบดังภาพ

ที่ 6 นั้น สังเกตได้ว่าน้ำหนักกดประลัยของเสารับได้ที่อายุ 7 และ 14 วัน นั้นมีค่าการรับน้ำหนักกดประลัยต่ำกว่าน้ำหนักของเสาที่คำนวณตามทฤษฎี และเมื่อเปรียบเทียบกับอายุคอนกรีตบล็อกที่ 28 วัน กับตามทฤษฎี เสาที่รับน้ำหนักกดประลัยได้จริงสามารถรับน้ำหนักได้สูงกว่า เสาที่รับน้ำหนักกดประลัยตามทฤษฎีคิดเป็นร้อยละได้ ร้อยละ 71.14 ดังแสดงให้เห็นว่าการนำแผ่นโลหะ มาพับเป็นเสานั้นเมื่อเสามีอายุคอนกรีตบล็อกที่ 28 วัน เสาสามารถพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักของเสาได้ดียิ่งขึ้นโดยเป็นการรับน้ำหนักที่ไม่มีการใช้เหล็กเสริมมาช่วยในการรับกำลังให้สูงขึ้นและคอนกรีตที่ใช้เป็นคอนกรีตที่ให้กำลังอัดต่ำกว่าการใช้งานจริงอีกด้วย

ตารางที่ 5

เปรียบเทียบน้ำหนักตามทฤษฎีกับน้ำหนักกดประลัยของเสารับได้จริง

ระยะเย็บ (ซม.)	เสารับน้ำหนักในแนวแกนตามทฤษฎี (กิโลนิวตัน)	เสารับน้ำหนักกดประลัยในแนวแกนจากการทดสอบ (กิโลนิวตัน)		
		7 (วัน)	14 (วัน)	28 (วัน)
5	82	51.7	81.3	119.6
10	82	45.5	70.3	115.3
15	82	40.6	65.6	110.9



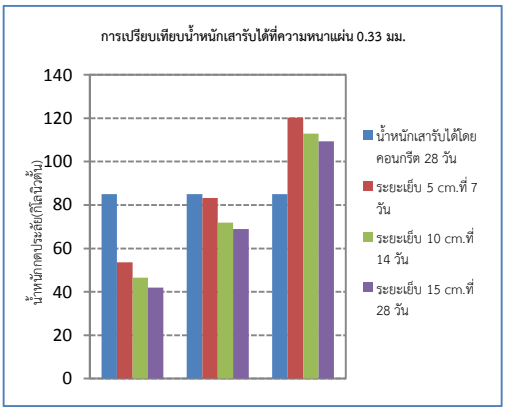
ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบน้ำหนักของเสา

4.2.3 พฤติกรรมการรับน้ำหนักกดประลัยของเสาที่มีแผ่นโลหะ หนา 0.33 ซม. มาพับเป็นเสา

การคำนวณการรับน้ำหนักกดประลัยของเสาโดยคอนกรีตในแนวแกนตามทฤษฎีนั้นพบว่าจากสูตรการคำนวณได้ค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาโดยคอนกรีตเท่ากับ 85 กิโลนิวตัน ซึ่งเมื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับน้ำหนักกดประลัยของเสาที่รับได้จริงจากเครื่องทดสอบนั้นมีค่าการรับน้ำหนักที่เสารับได้จริงมีค่ามากกว่าในการคำนวณในทฤษฎีดังแสดงในตารางที่ 6 พฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาคอนกรีตบล็อกที่ 28 วันกับตามทฤษฎีนั้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบดังภาพที่ 7 นั้น สังเกตได้ว่าน้ำหนักกดประลัยของเสารับได้ที่อายุ 7 และ 14 วัน นั้นมีค่าต่ำกว่าน้ำหนักของเสารับได้ตามทฤษฎี แต่สังเกตได้ว่าอายุของคอนกรีตบล็อกที่มีระยะเย็บ 5 ซม.นั้นสามารถพัฒนากำลังการรับน้ำหนักกดประลัยได้ใกล้เคียงตามทฤษฎีโดยมีค่าไม่ต่างกันมาก แต่ที่อายุของคอนกรีตบล็อก 28 วัน น้ำหนักกดประลัยที่เสาสามารถรับได้มีค่าสูงกว่าน้ำหนักของเสารับได้ตามทฤษฎี คิดเป็นร้อยละได้มากกว่าร้อยละ 74.45 จากผลการทดสอบพบว่าเมื่อนำผลทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับการรับน้ำหนักของเสาตามทฤษฎี น้ำหนักกดประลัยของทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่างที่อายุของคอนกรีตบล็อก 14 วัน และระยะเย็บ 5 ซม.เสาสามารถรับน้ำหนักกดประลัยได้ใกล้เคียงตามทฤษฎี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการนำแผ่นโลหะ มาพับเป็นเสานั้นสามารถพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักของเสาได้ดียิ่งขึ้นและระยะเย็บยังช่วยในการรับน้ำหนักของเสา โดยเป็นการรับน้ำหนักซึ่งไม่มีการใช้เหล็กเสริมมาเพิ่มกำลังในการรับน้ำหนัก

ตารางที่ 6
เปรียบเทียบน้ำหนักตามทฤษฎีกับน้ำหนักกดประลัยของเสารับได้จริง

ระยะเย็บ (ซม.)	เสารับน้ำหนักในแนวแกนโดยคอนกรีต (กิโลนิวตัน)	เสารับน้ำหนักกดประลัยในแนวแกนจากการทดสอบ (กิโลนิวตัน)		
		7 (วัน)	14 (วัน)	28 (วัน)
5	85	53.6	83.3	120.3
10	85	465	71.9	112.9
15	85	41.9	68.9	109.3



ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบน้ำหนักของเสา

สูตรคำนวณ เสาเชิงประกอบ เสาคอนกรีตหุ้มด้วยท่อเหล็ก (ACI)

$$P = 0.25 f'_c \left(1 - 0.000025 \frac{h^2}{r_c^2}\right) A_c + f'_r A_r$$

4.3 ผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตบล็อก

ผลการทดสอบตัวอย่างของคอนกรีตที่ใช้จากอัตราส่วนผสม ปูนซีเมนต์ 1 ส่วนต่อ หินคลุก 7 ส่วน โดยเก็บตัวอย่างคอนกรีตบล็อกทดสอบรูปทรงลูกบาศก์ (สี่เหลี่ยมจัตุรัส) ตามมาตรฐานการทดสอบ BS.1881 : PART 4 ขนาดตัวอย่าง 0.10 x 0.10 x 0.10 เมตร. แล้วนำไปทดสอบหากำลังอัดประลัยที่อายุการบ่มคอนกรีตครบ 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 7 (สิทธิ์ชัย แสงอาทิตย์, 2544)

ผลการทดสอบหาน้ำหนักกดประลัยและค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตบล็อกซึ่งแสดงในตาราง 7 พบว่า น้ำหนักกดประลัยที่ก้อนตัวอย่างรับได้เฉลี่ยที่อายุคอนกรีตบล็อก 7, 14 และ 18 วัน ตามลำดับ เท่ากับ 53, 74 และ 112 กิโลนิวตันตามลำดับ และค่ากำลังอัดประลัยเฉลี่ยที่อายุคอนกรีตบล็อก 7, 14 และ 18 วัน ตามลำดับ เท่ากับ 47, 99 และ 114 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ ซึ่งน้ำหนักกดประลัยและค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตบล็อกเป็นไปตามทฤษฎีของการพัฒนากำลังของคอนกรีตตามระยะเวลา (1 กิโลนิวตัน มีค่า 100 กิโลกรัม โดยประมาณ)

ตารางที่ 7
ผลการทดสอบหาน้ำหนักกดประลัยและค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตบล็อก

ระยะเวลาการบ่ม (วัน)	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	น้ำหนักกดประลัย (กิโลนิวตัน)	ค่ากำลังอัดประลัย (กก./ตร.ซม.)
7	1,976	53	47
14	2,012	74	99
28	2,155	112	114

5. สรุป

การศึกษาเรื่องกำลังรับน้ำหนักของเสาที่ทำด้วยแผ่นโลหะ และคอนกรีตบล็อก สรุปผลได้ดังนี้คือ

1) จากผลการทดสอบการเสริมกำลังรับน้ำหนักกดประลัยของเสาโลหะที่กรอกด้วยคอนกรีตบล็อก พบว่า ความหนาของแผ่นโลหะ นั้นไม่มีผลต่อการรับ

น้ำหนักของเสาโดยได้กำลังรับแรงอัดประลัยที่ใกล้เคียงกัน

2) ระยะห่างของรอยเย็บมีผลต่อกำลังรับแรงอัดของเสา กำลังรับแรงอัดของเสาสูงสุดที่ระยะของรอยเย็บน้อยที่สุดคือ 5 ซม.

3) ความหนาของแผ่นโลหะและระยะห่างของรอยเย็บไม่มีผลต่อค่าความเครียดที่เกิดขึ้น อย่างไม่มีนัยสำคัญ

4) การรับน้ำหนักกดประลัยของเสาที่มีการนำเอาแผ่นโลหะมาพับเป็นเสานั้น สามารถช่วยให้เสารับน้ำหนักกดประลัยได้มากโดยมีค่าสูงกว่าตามการคำนวณในทฤษฎี

6. ข้อเสนอแนะ

1) จากการทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองกับเสาที่มีขนาดสั้นและขนาดเล็กและไม่ได้ทำการเสริมเหล็กเพื่อช่วยในการรับน้ำหนักของเสา ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรจะมีการนำเหล็กมาเสริมในเสาและออกแบบให้เป็นเสายาวซึ่งจะได้ใกล้เคียงกับการใช้งานจริง

2) จากผลการทดลองได้เลือกใช้ตะปูรีเวทเป็นตัวเย็บ รอยตะเข็บของเสาจึงการยืดเหนี่ยวของตะปูรีเวท เมื่อเสารับน้ำหนักประลัยตะปูรีเวทจะเกิดการคลายตัวและหลุดออกเร็ว ทำให้เสารับกำลังแรงอัดประลัยได้น้อย การศึกษาครั้งต่อไปควรออกแบบวัสดุเย็บตะเข็บเสาให้มีประสิทธิ์ภาพมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณห้องวิจัยคอนกรีตและห้องปฏิบัติการวัสดุก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ในการทำวิจัย ในการศึกษาวิจัยให้ข้อคิด คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่อง และดูแลเอาใจใส่ในการศึกษาวิจัย

เอกสารอ้างอิง

มนตรี เย็นเปี่ยม และคณะ. (2553). *ผลกระทบรูปแบบการขึ้นลอนต่อการดัดของคานเหล็กรีดเย็น รูปทรงหมวก.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, สาขาวิศวกรรมโยธา.

วิโรจน์ พลอยศรี. (2540). *พฤติกรรมในการรับแรงอัดของเสาเหล็กกลวงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่บรรจุคอนกรีตและไม่บรรจุคอนกรีต.* (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, สาขาโยธา.

จักษดา ธำรงวุฒิ และคณะ. (2552*). การทดสอบเสาคอนกรีตที่ถูกโอบรัดโดยปลอกเหล็กภายใต้การรับน้ำหนักกดอัดตามแนวแกนตรงศูนย์.* (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, สาขาวิศวกรรมโยธา.

ชุลีพร อุยยืนยงค์ และคณะ. (2554). พฤติกรรมการรับแรงอัดของคอนกรีตหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ถูกโอบรัดด้วยปลอกเหล็ก. ใน มหาวิทยาลัยมหิดล, *การประชุมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 16.*

มนูกตติ์ คำทอง. (2555). *การเสริมกำลังรับแรงอัดของเสาคอนกรีตโดยการโอบรัดด้วยแผ่นเมทัสชีท.* (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, สาขาวิศวกรรมโยธา.

นิชฌานันท์ ห้องสินหลาภ และคณะ. (2557). แบบจำลองพฤติกรรมของเสาคอนกรีตที่ถูกโอบรัดด้วยแผ่นเมทัสชีทภายใต้แรงอัดตามแนวแกน. *วิศวกรรม มข, 41*(41).

สิทธิชัย แสงอาทิตย์. (2556). อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อหินฝุ่นที่เหมาะสมในการผลิตคอนกรีตบล็อกหรืออิฐบล็อก. *วารสารคอนกรีต, 20.*