วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2561

การเพิ่มกำลังอัดประลัยของคอนกรีตกำลังต่ำโดยผ้าโพลีเอสเตอร์

ชิชญาสุ์ บุญมี[1], กิตติภูมิ รอดสิน[2]

[1]ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[2]ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม ศูนย์วิจัยเฉพาะทางพลศาสตร์โครงสร้างและการจัดการเมือง
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษารูปแบบการเสริมกำลังคอนกรีตที่มีกำลังต่ำกว่ามาตรฐานโครงสร้างชนิดนี้เชื่อกันว่าพบได้ในประเทศกำลังพัฒนาที่มีคุณภาพด้านการออกแบบ และวัสดุก่อสร้างที่คุณภาพต่ำมาก ทั้งนี้การเสริมกำลังคอนกรีตเหล่านี้ให้มีมาตรฐานจะมีราคาที่สูงจึงไม่เป็นที่สนใจจากเจ้าของอาคาร อีกทั้งประเทศเหล่านี้มีจำนวนมากที่อยู่ในเขตแผ่นดินไหวสูง ทำให้มีความเสี่ยงอย่างมาก ซึ่งการนำวัสดุที่มีราคาถูก และหาซื้อได้ทั่วไปอย่างผ้าโพลีเอสเตอร์น่าจะช่วยในการเสริมกำลังคอนกรีตได้ การทดสอบได้แบ่งกำลังของคอนกรีตออกเป็น 2 กลุ่มตัวอย่าง คือ 50 ksc และ 75 ksc แล้วนำผ้าโพลีเอสเตอร์มาพันรอบแท่งตัวอย่างคอนกรีตโดยแบ่งการพันออกเป็น 3 ชุด คือ 2 รอบ, 4 รอบ, 6 รอบ และตัวอย่างที่ไม่มีการพัน อย่างละ 3 ตัวอย่าง ผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดที่นำมาเสริมกำลังแท่งตัวอย่างคอนกรีต Group 1 ที่มีกำลังของคอนกรีต 57.56 ksc ไม่สามารถเพิ่มกำลังอัดประลัยของคอนกรีตดังกล่าวได้ แต่ Group 2 ที่มีกำลัง 80.01 ksc สามารถเพิ่มกำลังอัดประลัยของคอนกรีตได้ที่ประมาณ 30.98 – 42.16 % จากการพัน 4 รอบ

คำสำคัญ : คอนกรีตกำลังต่ำ, การโอบรัด, โพลีเอสเตอร์

Ultimate Compressive Strengthening of Low Strength Concrete by Polyester Fabric

Chichaya Boonmee[1], Kittlpoom Rodsin[2]

[1] Department of Teacher Training in Civil Engineering Faculty of Technical Education King Mongkut's University of Technology North Bangkok

[2] Department of Civil and Environmental Engineering Technology, Center of Excellence in Structural Dynamics and Urban Management, The College of Industrial Technology King Mongkut's University of Technology North Bangkok

ABSTRACT

This paper aims to investigate the forms of increasing compressive strength of low-strength concrete. It is believed that this type of structure is generally found in developing countries in which the quality of design and construction material is very low. However, standardizing the concrete by using reinforcement technique costs high price which entails owners' disinterest. In addition, most of buildings in those countries are commonly located in the seismic hazard zones which cause a high risk of the destruction from earthquakes. With these references, it is assumed that applying inexpensive as well as easy-to-purchase material, such as polyester fabric can improve the compressive strength of the concrete. The experiment was classified into two main groups depending on their compressive strength including 50 ksc and 75 ksc Each group consisted of three confined concrete specimens which were confined with the polyester fabric 2 rounds, 4 rounds and 6 rounds as well as three un-confined concrete specimens. The results demonstrated that the concrete specimens which were confined with the polyester fabric in Group 1 (57.56 ksc) could not increase the compressive strength. On the other hand, those of Group 2 (80.01ksc) could increase the compressive strength of the concrete approximately 30.98 – 42.16 % from four-round confinement

Keywords: Low-Strength Concrete, Confinement, Polyester

บทนำ

ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาการก่อสร้างในพื้นที่ห่างไกลของประเทศที่กำลังพัฒนานั้นเป็นการก่อสร้างที่ไม่ได้รับการออกแบบตามหลักวิศวกรรม ทำให้โครงสร้างมีกำลังคอนกรีตที่ต่ำกว่าปกติ [1] เช่น ในประเทศบังคลาเทศพบโครงสร้างที่มีการนำอิฐมาเป็นส่วนผสมคอนกรีต [2] ดังภาพที่ 1, ในประเทศจีนที่วัสดุผสมคอนกรีตมีอัตราส่วนผสมของวัสดุผสมไม่ดี [3] ดังภาพที่ 2 ฯลฯ ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุหลายประการทั้งในเรื่องของการเข้าถึงด้านองค์ความรู้ และค่าใช้จ่ายของการก่อสร้างอาคารที่มีมาตรฐานที่มีราคาสูงกว่า รวมถึงเทคนิคในการก่อสร้างอาคารที่มักจะทำตามกันมาตั้งแต่อดีตโดยไม่ได้มีการตรวจสอบให้ถูกต้อง อีกทั้งประเทศเหล่านี้มีจำนวนมากที่อยู่ในเขตแผ่นดินไหว ทำให้มีความเสี่ยงอย่างมากดังเหตุการณ์ที่เกิดในช่วงแผ่นดินไหวเมื่อไม่นานมานี้เช่นแผ่นดินไหวในมณฑลเสฉวนในปี 2008 [4] ตามภาพที่ 3 และแผ่นดินไหวในเฮติในปี 2010 จำนวนผู้เสียชีวิตทั้งหมดมากกว่า 200,000 คน [5] ตามภาพที่ 4

2.2.3 RC (Reinforced Concrete) Post

- Relatively expensive option, but resistant to deterioration by water.
- Better to produce on site to avoid handling and transport costs.
- If affordable, all posts of the house should be of RC. Otherwise, if some posts are bamboo or timber, they may rot at base and the structure can become weakened and hazardous and roof structure may sag and even collapse.
- Should use four steel ⅜ inch diameter re-bars, one at each corner, tied together with ¼ inch diameter stirrups @ 8-10 inch nominal spacing.
- Length should be determined according to depth of penetration required into plinth and ground according to local soil conditions and plinth height. Minimum 9 feet. More depth of penetration required for weak, loose or wet soil.
- Post section = 4 inch x 4 inch.
- Better to have a small spread footing for stability and to avoid leaning over during flood.
- For attaching to roof structure, can have a ⅝ inch re-bar projecting 6-8 inch from top and embedded 6-8 inch into the post. Re-bar can be bent around purlin for better grip. To prevent rust, the re-bar should be painted with molten bitumen.
- Can also use MS flat bar clamp (similar as in *kaatla*; see section 2.2.2) for screwing on to roof structure.
- Casting is to be done with mix of 1:4:6 (cement : sand : aggregate – ½ inch brick chips) in horizontal position on the ground, using re-useable wooden shuttering.
- At least 3 weeks curing by water is necessary.
- Caution should be taken to avoid corner chipping during handling and installation.

ภาพที่ 1 คู่มือการสร้างบ้านในบังคลาเทศ [2]

ภาพที่ 2 เสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่ไม่ได้มาตรฐานในประเทศจีน [3]

งานวิจัยด้านการเสริมกำลังของคอนกรีตในการต้านทานแผ่นดินไหวสำหรับอาคารเดิมหรืออาคารเก่าก็มีการพัฒนาวิธีการเสริมสร้างความแข็งแกร่งหลายอย่าง เช่น การโอบรัดโครงสร้างโดยใช้โพลิเมอร์เสริมคาร์บอนไฟเบอร์ (CFRP) [6-11] การพัฒนาการเสริมปลอกเหล็กเพื่อโอบรัดเสา (BRB) [12-15] จากงานวิจัยข้างต้นพบว่าวิธีการออกแบบและเทคนิคการเสริมสร้างความเข้มแข็งที่พัฒนาขึ้นนั้นมีราคาที่ค่อนข้างสูงและได้มุ่งเน้นไปที่เสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีกำลังปกติ-กำลังสูง และไม่ได้มีการศึกษาถึงคอนกรีตกำลังต่ำอย่างเพียงพอ เมื่อเกิดแผ่นดินไหวในประเทศกำลังพัฒนาจึงมีผู้เสียชีวิตจำนวนมาก

ด้วยเหตุนี้จึงควรศึกษาเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในการปรับปรุงโครงสร้างคอนกรีตกำลังต่ำด้วยการพัฒนาวัสดุที่มีราคาถูกเหมาะสมสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนา โดยการเสริมกำลังนั้นไม่จำเป็นต้องมีคุณภาพเทียบเท่ากับวัสดุราคาสูงในการเสริมกำลังอาคารขนาดใหญ่ แต่เลือกใช้วัสดุเสริมกำลังให้อาคารขนาดเล็กเหล่านี้ไม่พังเสียหายลงมา เพื่อให้ผู้ใช้อาคารสามารถอพยพออกจากอาคารหลังการเกิดแผ่นดินไหวได้อย่างปลอดภัย

งานวิจัยนี้เป็นการเสริมกำลังคอนกรีตกำลังต่ำด้วยวิธีการโอบรัดคอนกรีตด้วยผ้าโพลีเอสเตอร์ที่มีราคาถูก เพื่อพัฒนากำลังของคอนกรีตให้มีกำลังอัดประลัยที่สูงขึ้น โดยจะศึกษาจำนวนรอบของการพันที่เหมาะสม รวมถึงวัสดุประสานที่นำมาใช้ในการยึดติดต้องหาง่ายในท้องถิ่น และมีราคาถูก

ภาพที่ 3 สภาพอาคารเสียหายหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่มณฑลเสฉวนในประเทศจีน [4]

ภาพที่ 4 การพังทลายของสิ่งก่อสร้างหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหวในประเทศเฮติ [5]

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเสริมกำลังการรับแรงอัดประลัยของคอนกรีตกำลังต่ำ
2. เพื่อหาจำนวนรอบที่เหมาะสมในการพันผ้าโพลีเอสเตอร์เสริมกำลังคอนกรีต

ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอวิธีการทดสอบและ ดำเนินการในการทำวิจัยเริ่มตั้งแต่การผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มอก.15 การทดสอบปูนซีเมนต์ตาม มาตราฐาน ASTM ที่อายุคอนกรีตการบ่มที่ 28 วัน ประกอบไปด้วยคอนกรีตที่มีค่ากำลังที่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม คือ กำลังรับแรงอัดประลัยที่ 50 ksc และกำลังรับแรงอัดประลัยที่ 75 ksc เพื่อจำลองคอนกรีตที่ไม่มีคุณภาพในการทำงาน และเสริมเพิ่มกำลังคอนกรีตให้มีกำลังเพิ่มขึ้น ซึ่งการทำนายค่าส่วนผสมหลาย ๆ ตัวอย่างเพื่อที่ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับกำลังอัดประลัยที่ต้องการมากที่สุด การทดสอบกำลังอัดประลัยของคอนกรีตจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมคอนกรีตกำลังต่ำ

ส่วนผสม	50 ksc	75 ksc
ปูนซีเมนต์	162 kg	174 kg
น้ำ	111 kg	112 kg
ทราย	928 kg	917 kg
หิน	1169 kg	1169 kg

เมื่อได้กำลังคอนกรีตที่ต้องการแล้ว ทางผู้วิจัยได้นำมาพันด้วยผ้าโพลีเอสเตอร์ตามจำนวนชั้นต่างกัน โดยผ้าโพลีเอสเตอร์เป็นวัสดุที่ทางผู้วิจัยมีความสนใจในการนำมาทดสอบการโอบรัดคอนกรีต ผ้าที่ใช้เป็นผ้าโพลีเอสเตอร์ 100% ตามภาพที่ 5 ที่หาซื้อได้จากร้านขายผ้าทั่วไปในท้องตลาด นำมาโอบรัดคอนกรีตโดยจะใช้อีพ็อกซี่เรซิ่น สำหรับงานเคลือบชนิดแข็ง อัตราส่วนผสม1/1 เป็นตัวผสานระหว่างชั้นผ้าที่พันคอนกรีต การทดสอบผู้วิจัยจะแบ่ง การโอบรัดออกเป็นสี่ชุดคือ 2 รอบ, 4 รอบ, 6 รอบ และไม่มีการพันหรือการโอบรัด ตามตารางที่ 2 เพื่อให้ได้กราฟหรือผลการทดลองที่จะได้เห็นถึงความแตกต่างของการพันในแต่ละรอบ ในการโอบรัดคอนกรีตด้วยผ้าโพลีเอสเตอร์

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	ไม่เสริมกำลัง (ตัวอย่าง)	เสริมกำลังด้วยผ้าโพลีเอสเตอร์(รอบ)		
		2	4	6
50 ksc	3	3	3	3
75 ksc	3	3	3	3

ภาพที่ 5 ผ้าโพลีเอสเตอร์ 100 % ที่นำมาทดสอบเสริมกำลัง

วัสดุประสานที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ทางผู้วิจัยเลือกใช้เรซิ่นที่ผสมขึ้นด้วยอัตราส่วน 1 : 10 (เรซิ่น : ตัวเร่งปฏิกริยา) ตามภาพที่ 6 ซึ่งการใช้งานเรซิ่นในแต่ละครั้งต้องใช้ให้หมดภายในเวลาครึ่งชั่วโมง

ภาพที่ 6 การผสมอีพ็อกซี่เรซิ่น (เรซิ่นเคลือบแข็ง) ตามอัตราส่วนที่กำหนด

การเสริมกำลังคอนกรีตทำได้โดยการทาเรซิ่นลงไปบนผิวคอนกรีตให้ชุ่ม แล้วนำผ้าโพลีเอสเตอร์ที่ตัดเตรียมไว้มาพันให้แน่น แล้วทาเรซิ่นทับอีกชั้นจนเรซิ่นเคลือบทั่วผิวของตัวอย่าง ทำแบบนี้ไปจนครบรอบของการพันที่ต้องการ ตามภาพที่ 7 โดยการพันรอบชิ้นตัวอย่างจะใช้ขนาดตามหนาของก้อนตัวอย่าง และพันซ้อนทับแบบต่อเนื่องตามจำนวนชั้นที่ระบุไว้ในการทดสอบ

ภาพที่ 7 การเตรียมตัวอย่างที่พันผ้าเสริมกำลังเรียบร้อยแล้ว

ผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบกำลังอัดประลัยของคอนกรีต 50 ksc และ 75 ksc ที่อายุคอนกรีต 28 วัน

ในการทดสอบต้องทำการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตให้ได้กำลังเป้าหมายที่ต้องการ แต่เนื่องจากคอนกรีตกำลังต่ำมีความยากที่จะควบคุมให้ได้กำลังตามต้องการพอดี ทางผู้วิจัยจึงใช้ค่ากำลังที่ใกล้เคียงมาทดสอบในครั้งนี้ ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลของกำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ของ 2 กลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่าง		กำลังอัดประลัย(ksc)	กำลังอัดประลัยเฉลี่ย (ksc)
Group1	1	59.39	57.56
	2	57.86	
	3	55.43	
Group2	1	78.77	80.01
	2	80.97	
	3	80.33	

2. ผลการทดสอบกำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ 50 ksc เมื่อนำมาโอบรัดคอนกรีตด้วยผ้าโพลีเอสเตอร์

การเสริมกำลังคอนกรีต โดยจะใช้เรซิ่นเป็นวัสดุที่ผสานระหว่างชั้นผ้าที่พันคอนกรีต การทดสอบผู้วิจัยจะแบ่ง ตัวอย่างการโอบรัดออกเป็น 3 ชุด คือ 2 รอบ, 4 รอบ, 6 รอบ ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบกำลังอัดประลัยของคอนกรีต 50 ksc เมื่อเสริมกำลังด้วยผ้าโพลีเอสเตอร์ตามจำนวนรอบการพันที่ต่างกัน

ตัวอย่างที่	จำนวนการพันผ้า		
	2รอบ	4รอบ	6รอบ
1	63.55	69.47	70.17
2	67.06	63.24	63.48
3	64.39	65.12	65.47
กำลังเฉลี่ย(ksc)	65.00	65.94	66.37

จากตารางที่ 3 (Group1) และตารางที่ 4 พบว่า กำลังอัดประลัยของคอนกรีตไม่ได้เพิ่มจากเดิมมากนัก โดยค่ากำลังรับแรงอัดประลัยของแท่งคอนกรีตตัวอย่างโดยไม่ใช้วัสดุโอบรัดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 57.56 ksc ค่ากำลังรับแรงอัดประลัยของแท่งคอนกรีตตัวอย่าง โดยการใช้ผ้าโพลีเอสเตอร์โอบรัดจำนวน 2 รอบมี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.00 ksc หรือ ค่าเพิ่มขึ้น 11.45 %

ค่ากำลังรับแรงอัดประลัยของแท่งคอนกรีตตัวอย่างโดยการใช้ผ้าโพลีเอสเตอร์โอบรัดจำนวน 4 รอบมี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.94 ksc หรือค่าเพิ่มขึ้น 12.71 % และกำลังรับแรงอัดประลัยของแท่งคอนกรีตตัวอย่างโดยการใช้ผ้าโพลีเอสเตอร์โอบรัดจำนวน 6 รอบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 66.37 ksc หรือ ค่าเพิ่มขึ้น 13.27 % จากตัวอย่างคอนกรีตที่ไม่ได้โอบรัด กล่าวคือ ผ้าดังกล่าวไม่ได้มีส่วนช่วยในการเพิ่มกำลังอัดประลัยของคอนกรีต 50 ksc เนื่องจากเมื่อทำการแกะชิ้นตัวอย่างออกมาหลังทดสอบ พบว่า คอนกรีตมีการแตกหักเสียหายเป็นฝุ่นผง แต่ผ้าโพลีเอสเตอร์ไม่ได้มีการชำรุดฉีกขาดเลย แสดงว่าคอนกรีตอาจเกิดการวิบัติก่อนที่ผ้าที่นำมาเสริมกำลังจะเริ่มมีส่วนช่วยในการรับกำลังอัดประลัย

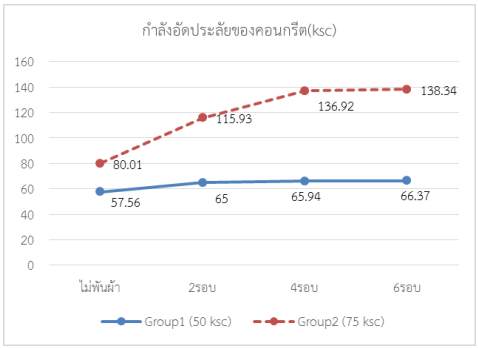
3. ผลการทดสอบกำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ 75 ksc เมื่อนำมาโอบรัดคอนกรีตด้วยผ้าโพลีเอสเตอร์

การเสริมกำลังคอนกรีต โดยจะใช้เรซิ่นเป็นวัสดุที่ผสานระหว่างชั้นผ้าที่พันคอนกรีต การทดสอบผู้วิจัยจะแบ่งตัวอย่างการโอบรัดออกเป็น 3 ชุด คือ 2 รอบ, 4 รอบ, 6 รอบ ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบกำลังอัดประลัยของคอนกรีต 75 ksc เมื่อเสริมกำลังด้วย ผ้าโพลีเอสเตอร์ตามจำนวนรอบการพันที่ต่างกัน

ตัวอย่างที่	จำนวนการพันผ้า		
	2รอบ	4รอบ	6รอบ
1	112.86	139.33	137.65
2	115.33	135.08	140.53
3	119.59	136.36	136.84
กำลังเฉลี่ย (ksc)	115.93	136.92	138.34

จากตารางที่ 3 (Group2) และตารางที่ 5 พบว่า กำลังอัดประลัยของคอนกรีตเพิ่มจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่ากำลังรับแรงอัดประลัยของแท่งคอนกรีตตัวอย่างโดยไม่ใช้วัสดุโอบรัดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80.01 ksc ค่ากำลังรับแรงอัดประลัยของแท่งคอนกรีตตัวอย่างโดยการใช้ผ้าโพลีเอสเตอร์โอบรัดจำนวน 2 รอบมี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 115.93 ksc หรือ ค่าเพิ่มขึ้น 30.98% ค่ากำลังรับแรงอัดประลัยของแท่งคอนกรีตตัวอย่างโดยการใช้ผ้าโพลีเอสเตอร์โอบรัดจำนวน 4 รอบมี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 136.92 ksc หรือ ค่าเพิ่มขึ้น 41.56 % และกำลังรับแรงอัดประลัยของแท่งคอนกรีตตัวอย่างโดยการใช้ผ้าโพลีเอสเตอร์โอบรัดจำนวน 6 รอบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 138.34 ksc หรือค่าเพิ่มขึ้น 42.16 % จากตัวอย่างคอนกรีตที่ไม่ได้โอบรัด กล่าวคือ ที่คอนกรีตกำลัง 80 ksc พบว่าผ้าโพลีเอสเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถเพิ่มกำลังอัดประลัยของแท่งคอนกรีตได้ 30.98 – 42.16% โดยรอบการพันที่เหมาะสมที่สุด คือ 4 รอบ จะทำให้คอนกรีตมีกำลังอัดประลัยใกล้เคียงกับกำลังอัดประลัยที่ระบุไว้ไม่เกิน 150 ksc โดยการออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีกำลังประลัย ตามกฎกระทรวงฯ พ.ศ. 2522



ภาพที่ 8 กำลังอัดประลัยของคอนกรีตเมื่อเสริมกำลังโดยวิธีการพันผ้าในแต่ละรอบ

จากภาพที่ 8 พบว่า กำลังของคอนกรีตใน Group 1 ไม่ได้เพิ่มขึ้นมากนักเมื่อเทียบกับตัวที่ไม่ได้เสริมกำลัง แต่ Group 2 มีการเพิ่มขึ้นของกำลังอัดประลัยเมื่อมีการเพิ่มจำนวนของการพัน

จนกระทั่งมีการพันที่ 4 รอบ กำลังอัดประลัยจะเริ่มคงที่และมีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่ารอบกันพันที่เหมาะสม คือ 4 รอบ และแม้เพิ่มจำนวนรอบการพันกำลังคอนกรีตก็อาจไม่ได้สูงขึ้นตามนั้น

เมื่อวิเคราะห์การวิบัติของตัวอย่างใน Group 1 พบว่า กำลังอัดประลัยของคอนกรีตไม่เพิ่มขึ้นมากนักเนื่องจากว่าคอนกรีตกำลังต่ำมาก ทำให้เกิดการวิบัติก่อนที่ผ้าโพลีเอสเตอร์จะรับแรง เครื่องทดสอบจึงหยุดทดสอบทันทีที่ตัวอย่างไม่สามารถรับกำลังได้ ซึ่งแตกต่างจากตัวอย่างใน Group 2 พบว่า คอนกรีตที่มีกำลังสูงขึ้น จะสามารถรับกำลังไปได้ระยะหนึ่งโดยไม่วิบัติจนถึงระดับที่ผ้าเริ่มมีส่วนในการรับกำลัง ทำให้ตัวอย่างสามารถรับกำลังไปได้อีกจนเกิดการวิบัติของคอนกรีตที่อยู่ภายในผ้าที่โอบรัดวิบัติ แล้วเครื่องทดสอบจึงหยุดทดสอบ

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการทดสอบการปรับปรุงกำลังรับแรงอัดประลัยของคอนกรีตกำลังต่ำ สามารถสรุปได้ว่า

1. ผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดที่นำมาเสริมกำลังแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่มีกำลัง 57.56 ksc ไม่สามารถเพิ่มกำลังอัดประลัยของคอนกรีตดังกล่าวได้ เนื่องจากผ้าอาจมีกำลังที่สูงกว่าคอนกรีตมากเกินไปคอนกรีตจึงมีการวิบัติก่อนที่ผ้าที่นำมาเสริมกำลังจะเริ่มมีส่วนในการรับกำลัง

2. ผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดที่นำมาเสริมกำลังแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่มีกำลัง 80.01 ksc สามารถเพิ่มกำลังของคอนกรีตได้ประมาณ30.98 – 42.16% จากกำลังคอนกรีตเดิม อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากกำลังของคอนกรีตที่เพิ่มขึ้นจะมีผลมากจากรอบการพันที่เหมาะสม

3. ผ้าโพลีเอสเตอร์ชนิดที่นำมาเสริมกำลังแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่มีกำลัง 80.01 ksc มีรอบการพันที่เหมาะสมอยู่ที่ 4 รอบ เพราะเมื่อพันจำนวนรอบที่มากขึ้น ผ้าจะไม่ได้มีส่วนช่วยในการรับกำลัง เนื่องจากคอนกรีตอาจเกิดการวิบัติก่อนที่ผ้าจะมีส่วนในการรับกำลัง

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบจะพบว่ากำลังของผ้าแต่ละชนิด มีผลเมื่อนำมาใช้กับคอนกรีตกำลังต่ำ โดยที่ผ้าที่มีกำลังสูงเกินไปจะไม่สามารถช่วยในการปรับปรุงกำลังอัดประลัยของคอนกรีตได้ ดังนั้นจึงควรที่จะมีการทดสอบการรับแรงของผ้าที่เหมาะสมก่อนนำมาใช้ในการเสริมกำลัง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ นายทศพล พลมะศรี และนายโนริ บิลโต๊ะหมาด นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่มีส่วนช่วยในการทดสอบตัวอย่างในงานวิจัยนี้

References

A. Ghobarah, A. Biddah, and M. Mahgoub. (1997). Rehabilitation of reinforced concrete columns using corrugated steel jacketing. **Journal of Earthquake Engineering**. vol. 1, no. 4, pp. 651–673.

A. He, J. Cai, Q.-J. Chen, X. Liu, H. Xue, and C. Yu. (2017). Axial compressive behaviour of steel-jacket retrofitted RC columns with recycled aggregate concrete. **Construction and Building Materials** vol. 141, pp. 501–516.

A. R. Rahai, P. Sadeghian, and M. R. Ehsani. (2008). Experimental behavior of concrete cylinders confined with CFRP composites. **In Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering.** October 2008. Beijing. China.

Bixiong Li, Zhe Wang, Khalid M. Mosalam, and Heping Xie, (2008). Wenchuan Earthquake Field Reconnaissance on Reinforced Concrete Framed Buildings With and Without Masonry Infill Walls. **In Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering**. October 2008. Beijing, China.

C. Boonmee, K. Rodsin and K. Sriboonma. (2018). Gravity Load Collapse Behavior of Nonengineered Reinforced Concrete Columns. **Advances in Civil Engineering**, Volume 2018, Article ID 9450978, 12 pages.

Earthquake Engineering Research Institute. The 12 January 2010 Haiti earthquake: emerging research needs and opportunities**. In Proceedings of the Workshop on Earthquake Engineering and Design** October 2010. Oakland. CA. USA.

F. Colomb, H. Tobbi. E. Ferrier, and P. Hamelin. (2008). Seismic retrofit of reinforced concrete short columns by CFRP materials. **Composite Structures**. vol. 82, no.4. pp. 475–487.

K. Iftekhar Ahmed (2005). **Handbook on Design and Construction of Housing for Flood-prone Rural Areas of Bangladesh**. Dhaka: Asian Disaster Preparedness Center.

K. Pletcher and J. Rafferty. (2008) **Sichuan earthquake of 2008 China.** (15 June 2017) https://www.britannica.com/event /Sichuan-earthquake-of-2008,event/ Sichuan-earthquake-of-2008.

M. Elchalakani and G. Ma.(2017). Tests of glass fibre reinforced polymer rectangular concrete columns subjected to concentric and eccentric axial loading. **Engineering Structures**. vol. 151, pp. 93–104, 2017.

P. Faustino, P. Frade, and C. Chastre. (2016). Lateral cyclic behaviour of RC columns confined with carbon fibres. **Structure**s, vol. 5,pp. 196–206,

P.-C. Chen, M.-L. Lin, and K.-C. Tsai. (2008). Cyclic performance of full-scale RC columns retrofitted using external jacketing methods. **In Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering.** October 2008. Beijing, China.

R. S. Aboutaha, M. D. Engelhardt, J. O. Jirsa, and M. E. Kreger. (1999). “Rehabilitation of shear critical concrete columns by use of rectangular steel jackets. **ACI Structural Journal**. vol. 96, no. 1,

R.-Y. Wu and C. P. Pantelides. (2017). Rapid repair and replacement of earthquake-damaged concrete columns using plastic hinge relocation. **Composite Structures**. vol. 180, pp. 467–483.

Y. Xiao and H. Wu. (2003). Retrofit of reinforced concrete columns using partially stiffened steel jackets. **Journal of Structural Engineering.** vol. 129, no. 6, pp. 725–732, 2003.