



วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

Journal of Industrial Technology Buriram Rajabhat University

ปีที่ 2 ฉบับที่ 2

ประจำเดือน กรกฎาคม - ธันวาคม 2563

Vol.2 No.2 July - December 2020



ISSN 2697-5882

เจ้าของ	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
บรรณาธิการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีระ	เนตราทิพย์
ผู้ช่วยบรรณาธิการ	รองศาสตราจารย์สมบัติ	ประจัญสานต์
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์	มณีวรรณ
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสิทธิ์	ลุมชะเนาว์

ผู้ทรงคุณวุฒิในกองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันต์	ห่อพิบูลสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ	เอกวุฒินา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.วินัย	ใจกล้า	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.วรวัฒน์	เสียมวิบูล	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.ชูพงษ์	ทองคำสมุทร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.วันไชย	คำแสน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
รองศาสตราจารย์ สุขุมล	เล็กสวัสดิ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธ	ไถยวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภวัฒน์	ลาวัณย์วิสิทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
รองศาสตราจารย์ ดร.เบญจลักษณ์	เมืองมีศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะนันท์	สายันห์ปทุม	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.การุณ	ศุภมิตรโยธิน	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญดา	พรรณเชษฐ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์	เขียวมั่ง	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิเรก	จันทะคุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสัน	ชาวี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผู้ประสานงานและจัดทำ

นางสาวขวัญ สมยินดี

นางสาวพิมพ์ณัฐธยา ทะยานรัมย์

วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ผลงานทางวิชาการ ด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ นวัตกรรมและเทคโนโลยี สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักศึกษา อาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป

กำหนดการออกวารสาร

ปีละ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน และฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม

ลักษณะบทความ

1. ต้องไม่เคยเผยแพร่ในวารสารอื่นใดมาก่อนหรือต้องไม่อยู่ในขั้นตอนการพิจารณาเพื่อเผยแพร่ในวารสารอื่น
2. ต้องเป็นผลงานวิจัยที่มีผลกระทบในวงกว้างที่ไม่ใช่งานวิจัยในระดับสถาบัน

บทความที่ลงพิมพ์เป็นข้อคิดเห็นของผู้เขียนเท่านั้น**ผู้เขียนจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใด ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากบทความนั้น**

สารบัญ

บทความวิจัย

หน้า

การศึกษารูปแบบรอยแตกร้าวในคานคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้แรงเฉือน : กรณีศึกษาคานมีกำลังอัดคอนกรีตแตกต่างกัน

44

A Study of Cracks Patterns in Reinforced Concrete Beams Under Shear Force : A Case Study of Different Concrete Strength of Beams

จิรวัดน์ วิมุตติสุขวิริยา

การศึกษารูปแบบรอยแตกร้าวในคานคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้แรงเฉือน :

กรณีศึกษาคานมีกำลังอัดคอนกรีตแตกต่างกัน

จิรวัดน์ วิมุตติสุขวิริยา

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ผู้นิพนธ์ประสานงานบทความ อีเมล: jirawat.wm@bru.ac.th

รับเมื่อ 16 พฤศจิกายน 2563 แก้ไขเมื่อ 2 ธันวาคม 2563 ตอบรับเมื่อ 20 ธันวาคม 2563

บทคัดย่อ

การวิบัติแบบเฉือนที่พบเห็นในคานคอนกรีตเสริมเหล็กมีสาเหตุจากคอนกรีตมีกำลังรับแรงดึงได้น้อย โดยกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ทำคานเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อกำลังรับแรงเฉือน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาผลของกำลังอัดคอนกรีตที่มีต่อกำลังรับแรงเฉือนและรูปแบบการแตกร้าวที่เกิดขึ้นภายใต้แรงเฉือน จากผลการศึกษาคานตัวอย่างพบว่า คานตัวอย่าง A ที่สร้างจากคอนกรีตกำลังอัด $f_c' = 153$ กก./ตร.ซม. สามารถต้านทานแรงเฉือนได้น้อยที่สุด โดยคานจะเกิดรอยแตกร้าวแนวทแยงขนาดใหญ่ก่อนการวิบัติ คานตัวอย่าง B ซึ่งสร้างจากคอนกรีตที่มีกำลังอัด $f_c' = 212$ กก./ตร.ซม. สามารถรับน้ำหนักกดสูงสุด P_{max} ได้มากกว่าคาน A ประมาณร้อยละ 14.29 คานตัวอย่าง B วิบัติแบบเฉือนอัดโดยคอนกรีตส่วนบนของคานเกิดการแตกร้าวมาก และบางส่วนหลุดออก สำหรับคานตัวอย่าง C ซึ่งสร้างจากคอนกรีตที่มีกำลังอัด $f_c' = 266$ กก./ตร.ซม. สามารถรับน้ำหนักกดสูงสุด P_{max} ได้มากกว่าคาน A ประมาณร้อยละ 28.57 โดยคานตัวอย่าง C วิบัติแบบเฉือนแนวทแยงโดยคอนกรีตส่วนบนของคานไม่ถูกอัดจนแตกแสดงว่าคอนกรีตสามารถรับแรงอัดได้ ทั้งนี้รอยแตกร้าวแนวทแยงขนาดเล็กและขนาดใหญ่ของคานตัวอย่างสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าเมื่อน้ำหนักกด P มากกว่าร้อยละ 59 และร้อยละ 84 ของน้ำหนักกดสูงสุด P_{max} ตามลำดับ

คำสำคัญ: คานคอนกรีตเสริมเหล็ก รอยแตกร้าว แรงเฉือน

A STUDY OF CRACKS PATTERNS IN REINFORCED CONCRETE BEAMS UNDER SHEAR FORCE : A CASE STUDY OF DIFFERENT CONCRETE STRENGTH OF BEAMS

Cheellawad Vimuttasoongviriya

Faculty of Industrial Technology, Buriram Rajabhat University

Corresponding author. E-mail: jirawat.wm@bru.ac.th

Received: November 16, 2020; **Revised:** December 2, 2020; **Accepted:** December 20, 2020

Abstract

The shear failure seen in reinforced concrete beams was caused by low tensile strength concrete. The compressive strength of the concrete, used to make beams, is a factor affecting the shear strength. Therefore, this research is to study the effect of concrete compressive strength on shear strength and crack patterns that occur under shear stress. From the sample beam results, it was found that Sample beam A, constructed of compressive strength concrete $f'_c = 153$ kg/sq.cm, has the least shear resistance. The sample beam will form large diagonal cracks before failure. Sample beam B, constructed of compressive strength concrete $f'_c = 212$ kg/sq.cm, can hold approximately 14.29% more than P_{max} of sample beam A. Sample beam B was failure by shear compression, the top of the beam form large cracks and partially falling off. For the sample beam C, which is constructed of compressive strength concrete $f'_c = 266$ kg/sq.cm, the P_{max} is 28.57% more than sample beam A. Sample beam C was failure by diagonal tension and the concrete on the top is not compressed until it cracks, indicating that the concrete can resist compression. The small diagonal cracks are visible when the load P is greater than 59% of the P_{max} and the large diagonal cracks are visible when the load P is greater than 84% of the P_{max} .

Keywords: Reinforced concrete beams, Crack patterns, Shear force.

1. บทนำ

องค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กมักเกิดปัญหาขึ้นเมื่อก่อสร้างอย่างรู้เท่าไม่ถึงการณ์หรือใช้วัสดุก่อสร้างคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนด องค์อาคารด้วยคุณภาพมักเกิดการเสียรูปมากกว่าปกติจนส่งผลทำให้เกิดรอยแตกร้าวขนาดใหญ่ขึ้นหรืออาจเกิดการวิบัติได้โดยง่าย สำหรับคานคอนกรีตเสริมเหล็กเมื่อรับน้ำหนักบรรทุกมักเกิดแรงกระทำหลัก คือ โมเมนต์ดัด โมเมนต์บิดและแรงเฉือน [1-7] การวิบัติแบบเฉือนเนื่องจากหน่วยแรงดึงทแยง (Diagonal Tensile Stress) ที่พบเห็นในคานคอนกรีตเสริมเหล็กมีสาเหตุจากคอนกรีตมีกำลังรับแรงดึงได้น้อย ในการแก้ปัญหาจึงนิยมใช้เหล็กปลอกหรือเหล็กค่อมมาช่วยรับแรงดึงทแยงที่คอนกรีตไม่สามารถต้านทานไว้ได้ [8] อนึ่งกำลังรับแรงเฉือน (Shear Strength) ขององค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กเกิดจากกลไกต้านทานแรงเฉือน 3 อย่าง คือ การต้านทานแรงเฉือนเนื่องจากเหล็กเสริม (Dowel Action) การต้านทานแรงเฉือนบริเวณรอยแตกร้าวโดยอาศัยการยึดเกาะของมวลรวม (Aggregate Interlocking) และการต้านทานแรงเฉือนของพื้นที่หน้าตัดภายใต้หน่วยแรงอัดที่ยังไม่แตกร้าว (Untracked Portion) [9] จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการกำลังของคอนกรีตที่ใช้ทำคานเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อกำลังรับแรงเฉือน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาผลของกำลังอัดคอนกรีตที่มีต่อกำลังรับแรงเฉือนและรูปแบบการแตกร้าวที่เกิดขึ้นภายใต้แรงเฉือนโดยวิธีพินิจ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาลักษณะการแตกร้าวของคานคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้อิทธิพลของแรงเฉือน
- 2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการแอ่นตัวของคานคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้อิทธิพลของแรงเฉือน

3. วิธีดำเนินการวิจัยและขอบเขตการวิจัย

การศึกษารอยแตกร้าวของคานคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้แรงเฉือนของงานวิจัยนี้มีขอบเขตการวิจัย คือ คานตัวอย่างทดสอบมีการเสริมเหล็กแกนและเหล็กปลอกเหมือนกันทุกคานแต่ใช้คอนกรีตที่มีอัตราส่วนผสมแตกต่างกัน คอนกรีตที่ใช้ทำคานใช้วัสดุมวลรวมในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ และการศึกษารอยแตกร้าวจะอาศัยวิธีพินิจ สำหรับวิธีการดำเนินการวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 3.1 ดำเนินการทดสอบคุณสมบัติวัสดุผสมคอนกรีตและเหล็กเสริมซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติวัสดุผสมคอนกรีตและเหล็กเสริม

วัสดุ	คุณสมบัติ			
คุณสมบัติวัสดุผสมคอนกรีต	ซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ความถ่วงจำเพาะ 3.15	ทรายแม่น้ำท่าทราย อ.สตึก จ.บุรีรัมย์ ความถ่วงจำเพาะ 2.63 โมดูลัสความละเอียด 2.47	หินย้อยขนาด 3/4 นิ้ว โรงโม่หิน อ.เมือง จ.บุรีรัมย์ ความถ่วงจำเพาะ 2.78 โมดูลัสความละเอียด 7.02	น้ำประปามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

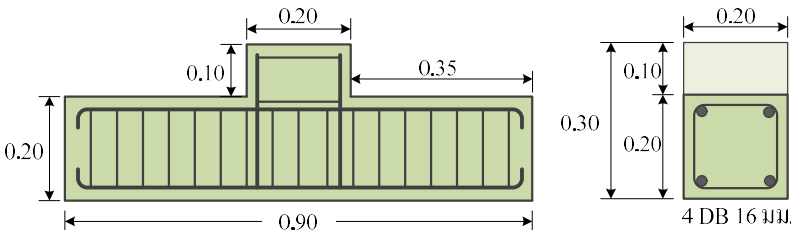
ตารางที่ 1 (ต่อ)

วัสดุ	คุณสมบัติ
คุณสมบัติเหล็กแกน DB 16 มม.	เหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. ชั้นคุณภาพ SD-40 กำลังดึงคราก 5,254 กก./ตร.ซม. กำลังดึงประลัย 6,678 กก./ตร.ซม. โมดูลัสยืดหยุ่น 2.04×10^6 กก./ตร.ซม. ความยืดร้อยละ 23.53
คุณสมบัติเหล็กปลอก RB 9 มม.	เหล็กเส้นกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 มม. ชั้นคุณภาพ SR-24 กำลังดึงคราก 3,453 กก./ตร.ซม. กำลังดึงประลัย 4,641 กก./ตร.ซม. โมดูลัสยืดหยุ่น 2.04×10^6 กก./ตร.ซม. ความยืดร้อยละ 43.15

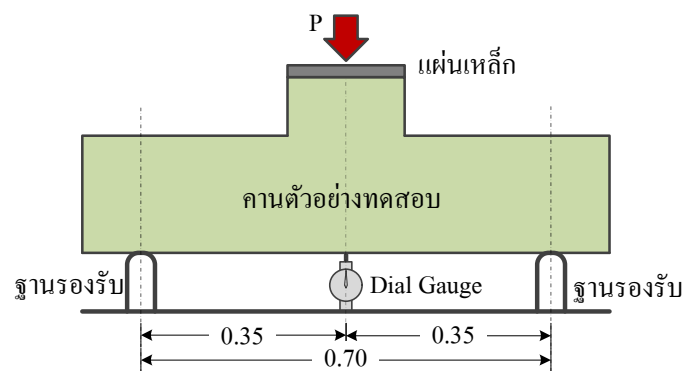
3.2 เลือกใช้คอนกรีตจำนวน 3 อัตราส่วนผสมซึ่งมีกำลังอัดแตกต่างกันเพื่อใช้สร้างคานตัวอย่าง และทดสอบกำลังอัดแท่งคอนกรีตทรงกระบอกมาตรฐานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 30 ซม. ที่อายุ 28 วัน

3.3 คานตัวอย่างทดสอบที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นคานหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้าง 0.20 ม. สูง 0.20 ม. ยาว 0.90 ม. ที่บริเวณช่วงกลางคานมีตอขนาด 0.20x0.20 ม. สูง 0.10 ม. อยู่ด้านบนเพื่อใช้รับน้ำหนักกด P ทั้งนี้เหล็กแกนด้านล่างรับแรงดึงใช้เหล็กข้ออ้อย DB 16 มม. จำนวน 2 เส้น และเหล็กแกนด้านบนรับแรงอัดใช้เหล็กข้ออ้อย DB 16 มม. จำนวน 2 เส้น เหล็กปลอกใช้เหล็กเส้นกลม RB 9 มม. ระยะเรียง 0.05 ม. โดยคานทดสอบมีจำนวน 3 ตัวอย่าง คือ คาน A ใช้คอนกรีตที่มีกำลังอัดทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วัน $f'_c = 153$ กก./ตร.ซม. คาน B ใช้คอนกรีตที่มีกำลังอัดทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วัน $f'_c = 212$ กก./ตร.ซม. และคาน C ใช้คอนกรีตที่มีกำลังอัดทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วัน $f'_c = 266$ กก./ตร.ซม. รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สัญลักษณ์และขนาดคานตัวอย่างทดสอบ

สัญลักษณ์	กำลังอัดคอนกรีตและน้ำหนักคาน	ขนาดคานและการเสริมเหล็ก
A	$f'_c = 153$ กก./ตร.ซม. น้ำหนัก 102.065 กก.	
B	$f'_c = 212$ กก./ตร.ซม. น้ำหนัก 102.875 กก.	
C	$f'_c = 266$ กก./ตร.ซม. น้ำหนัก 104.080 กก.	

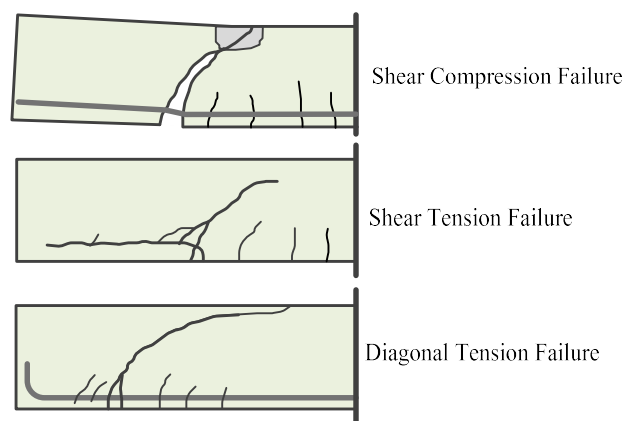
3.4 การทดสอบคานตัวอย่างจะให้น้ำหนักกด P กระทำที่กึ่งกลางช่วงคานบนแผ่นเหล็กที่วางบนตอที่ยื่นจากด้านบนคาน ฐานรองรับวางห่างกัน 0.70 ม. ที่บริเวณกึ่งกลางคานติดตั้งไดอัลเกจ (Dial Gauge) เพื่อวัดระยะการแอ่นตัวของตัวอย่างทดสอบ ภาพการทดสอบคานตัวอย่างแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การทดสอบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก

3.5 ศึกษารอยแตกร้าวของคานตัวอย่างทดสอบด้วยวิธีพินิจ (Visual Inspection) [10-11] เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการตรวจสอบความเสียหายของตัวอย่างทดสอบด้วยตาพร้อมอุปกรณ์ช่วยที่ไม่ซับซ้อน เช่น แว่นขยาย แถบวัดขนาด หรือไม้บรรทัด เป็นต้น

3.6 การพิจารณาการวิบัติของคานคอนกรีตเสริมเหล็กเนื่องจากแรงเฉือนมี 3 รูปแบบหลัก คือ การวิบัติเฉือนอัด (Shear Compression Failure) การวิบัติเฉือนดึง (Shear Tension Failure) และการวิบัติเฉือนแนวทแยง (Diagonal Tension Failure) ดังแสดงในภาพที่ 2

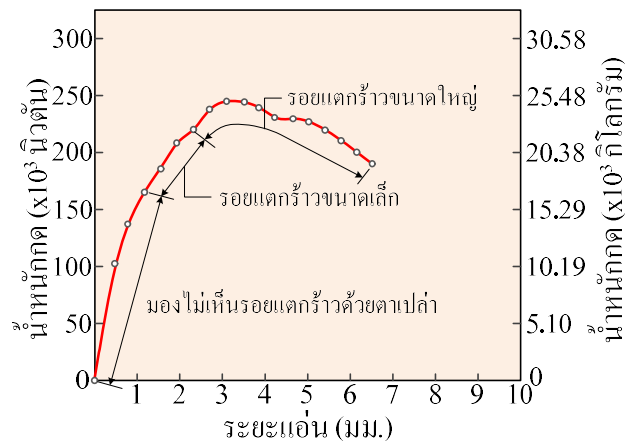


ภาพที่ 2 รูปแบบการวิบัติของคานคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้แรงเฉือน [9]

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดสอบคานตัวอย่าง A พบว่า คานสามารถรับน้ำหนักกดสูงสุด $P_{max} = 245,000$ นิวตัน หรือ 24,975 กก. ที่ระยะแฉกตัวกึ่งกลางคาน 3.95 มม. คาน A วิบัติแบบเฉือนอัดโดยคอนกรีตส่วนบนของคานเกิดการแตกร้าวมากและบางส่วนหลุดออกแสดงว่าคอนกรีตไม่สามารถรับแรงอัดได้จึงถูกอัดจนแตก เมื่อ น้ำหนักกด P น้อยกว่า 163,000 นิวตัน หรือ 16,616 กก. จะไม่สามารถมองเห็นรอยแตกร้าวได้ด้วยตาเปล่า

เมื่อน้ำหนักกด P อยู่ระหว่าง 163,000 นิวตัน หรือ 16,616 กก. และ 221,000 นิวตัน หรือ 22,528 กก. สามารถมองเห็นรอยแตกร้าวแนวทแยงขนาดเล็กเกิดบริเวณช่วงกลางคานทั้งสองด้าน และเมื่อน้ำหนักกด P มากกว่า 221,000 นิวตัน หรือ 22,528 กก. สามารถมองเห็นรอยแตกร้าวแนวทแยงขนาดใหญ่เกิดขึ้นและขยายตัวเป็นแนวยาวจากด้านล่างสู่ด้านบนกระทั่งคานวิบัติ ทั้งนี้คาน A เกิดการวิบัติจากรอยแตกร้าวแนวทแยงโดยไม่เกิดรอยแตกร้าวเนื่องจากโมเมนต์ดัดบริเวณใต้ท้องคาน สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดและระยะแอนของคาน A และการวิบัติของคาน A ภายใต้แรงเฉือนแสดงในภาพที่ 3 และ 4 ตามลำดับ



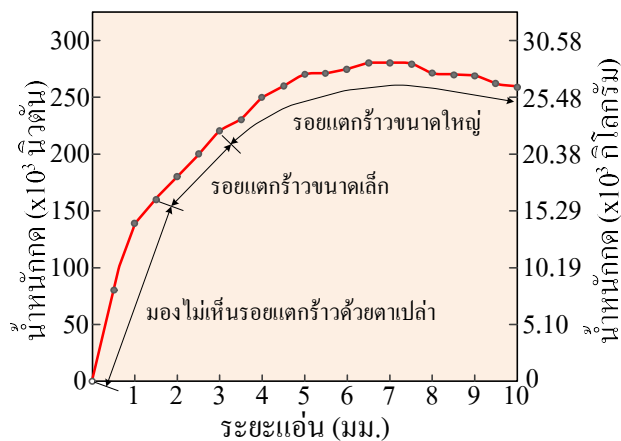
ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดและระยะแอนของคาน A



ภาพที่ 4 การวิบัติของคาน A ภายใต้แรงเฉือน

ผลการทดสอบคานตัวอย่าง B พบว่า คานสามารถรับน้ำหนักกดสูงสุด $P_{max} = 280,000$ นิวตัน หรือ 28,542 กก. ที่ระยะแอนตัวกึ่งกลางคาน 7.0 มม. คาน B วิบัติแบบเฉือนอัดโดยคอนกรีตส่วนบนของคานเกิดการแตกร้าวมากและบางส่วนหลุดออก เมื่อน้ำหนักกด P น้อยกว่า 165,000 นิวตัน หรือ 16,820 กก. จะไม่สามารถมองเห็นรอยแตกร้าวได้ด้วยตาเปล่า เมื่อน้ำหนักกด P อยู่ระหว่าง 165,000 นิวตัน หรือ 16,820 กก. และ 224,000 นิวตัน หรือ 22,834 กก. สามารถมองเห็นรอยแตกร้าวแนวทแยงขนาดเล็กเกิดบริเวณช่วงกลางคานทั้งสองด้าน เมื่อน้ำหนักกด P มากกว่า 224,000 นิวตัน หรือ 22,834 กก. เกิดรอยแตกร้าวแนวทแยง

ขนาดใหญ่ขึ้นและขยายตัวเป็นแนวยาว เมื่อน้ำหนักกด P มากกว่า 250,000 นิวตัน หรือ 25,484 กก. รอยแตกกว้างได้ทั้งคานเนื่องจากโมเมนต์ดัดเห็นเด่นชัดขึ้นซึ่งรอยแตกร้าวนี้จะเกิดขึ้นเมื่อคานเสียรูปไปมาก ทั้งนี้ คาน B วิบัติที่เกิดจากรอยแตกร้าวแนวทแยงขนาดใหญ่จนคอนกรีตบริเวณผิวหน้าบางส่วนเกิดหลุดออกจากคานเพียงด้านเดียว สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดและระยะแอนของคาน B และลักษณะการวิบัติของคาน B ภายใต้แรงเฉือนแสดงในภาพที่ 5 และ 6 ตามลำดับ



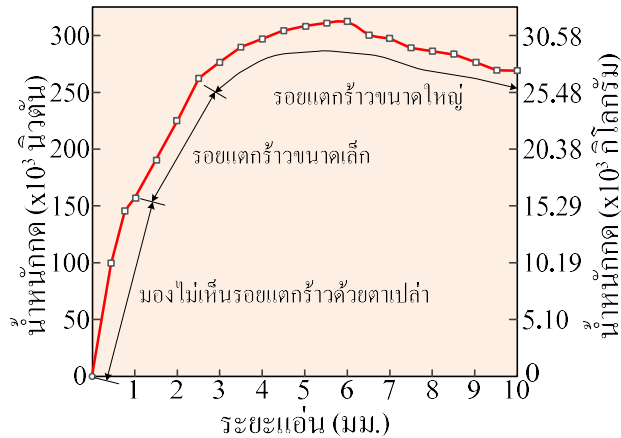
ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดและระยะแอนของคาน B



ภาพที่ 6 การวิบัติของคาน B ภายใต้แรงเฉือน

ผลการทดสอบคานตัวอย่าง C พบว่า คานสามารถรับน้ำหนักกดสูงสุด $P_{max} = 315,000$ นิวตัน หรือ 32,110 กก. ที่ระยะแอนตัวกึ่งกลางคาน 6.0 มม. คาน C วิบัติแบบเฉือนแนวทแยงโดยคอนกรีตส่วนบนของคานไม่ถูกอัดจนแตกแสดงว่าคอนกรีตสามารถรับแรงอัดได้ เมื่อน้ำหนักกด P น้อยกว่า 159,000 นิวตัน หรือ 16,208 กก. จะไม่สามารถมองเห็นรอยแตกร้าวได้ด้วยตาเปล่า เมื่อน้ำหนักกด P อยู่ระหว่าง 163,000 นิวตัน หรือ 16,616 กก. และ 262,000 นิวตัน หรือ 26,707 กก. สามารถมองเห็นรอยแตกร้าวแนวทแยงขนาดเล็กเกิดบริเวณช่วงกลางคาน เมื่อน้ำหนักกด P มากกว่า 262,000 นิวตัน หรือ 26,707 กก. สามารถมองเห็นรอยแตกร้าวแนวทแยงขนาดใหญ่ขยายตัวเป็นแนวยาว เมื่อน้ำหนักกด P มากกว่า 270,000 นิวตัน หรือ 27,523

กก. รอยแตกกว้างใต้ท้องคานเนื่องจากโมเมนต์ดัดเห็นเด่นชัดขึ้น ทั้งนี้คาน C วิบัติจากรอยแตกกว้างแนวทแยงขนาดใหญ่เพียงด้านเดียว สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดและระยะแอนของคาน C และการวิบัติของคาน C ภายใต้แรงเฉือนแสดงในภาพที่ 7 และ 8 ตามลำดับ

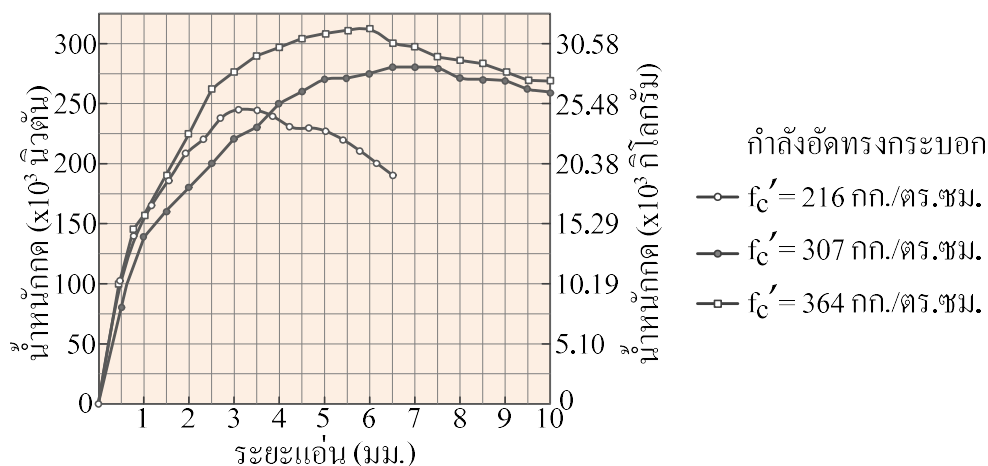


ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดและระยะแอนของคาน C



ภาพที่ 8 การวิบัติของคาน C ภายใต้แรงเฉือน

เมื่อเปรียบเทียบการรอยแตกกว้างและความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดและระยะแอนของคานตัวอย่างทั้ง 3 พบว่า รอยแตกกว้างแนวทแยงขนาดเล็กเนื่องจากแรงเฉือนของคานตัวอย่างทั้ง 3 จะเริ่มมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าเมื่อน้ำหนักกด P เฉลี่ยประมาณร้อยละ 59 ของน้ำหนักกดสูงสุด P_{max} หรือ $P = 0.59P_{max}$ และรอยแตกกว้างแนวทแยงที่สามารถเห็นชัดเจนด้วยตาเปล่าเมื่อน้ำหนักกด P เฉลี่ยประมาณร้อยละ 84 ของน้ำหนักกดสูงสุด P_{max} หรือ $P = 0.84P_{max}$ นอกจากนั้นยังพบอีกว่าถ้าคอนกรีตมีกำลังอัด f'_c ต่ำจะทำให้คานเกิดการวิบัติอย่างรวดเร็วหลังจากที่คอนกรีตบริเวณด้านบนของคานจะถูกกดอัดจนแตก ส่วนคานที่ทำจากคอนกรีตกำลังสูงจะสามารถต้านทานแรงเฉือนได้ดีขึ้น สำหรับภาพการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดและระยะแอนของคานตัวอย่างทั้ง 3 แสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การเปรียบเทียบผลการทดสอบคาน A คาน B และคาน C

5. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษารูปแบบรอยแตกกว้างในคานคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้แรงเฉือนในกรณีที่มีกำลังอัดคอนกรีตแตกต่างกันสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 คานตัวอย่าง A ซึ่งสร้างขึ้นจากคอนกรีตกำลังอัดต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับคาน B และคาน C พบว่า คานเกิดการวิบัติอย่างรวดเร็วหลังจากที่คอนกรีตบริเวณด้านบนของคานถูกกดอัดจนแตก โดยคานจะเกิดรอยแตกกว้างแนวทแยงขนาดใหญ่ก่อนการวิบัติ

5.2 คานตัวอย่าง B ซึ่งสร้างจากคอนกรีตที่มีกำลังอัดสูงกว่าคานตัวอย่าง A พบว่า คาน B สามารถรับน้ำหนักกดสูงสุด P_{max} ได้มากกว่าคาน A ประมาณร้อยละ 14.29 และมีระยะแฉกตัวกึ่งกลางคานมากกว่าคาน A ด้วยเช่นกัน อนึ่งคาน B วิบัติแบบเฉือนอัดโดยคอนกรีตส่วนบนของคานเกิดการแตกกว้างมากและบางส่วนหลุดออก

5.3 คานตัวอย่าง C ซึ่งสร้างจากคอนกรีตที่มีกำลังอัดสูงกว่าคานตัวอย่าง A และ B พบว่า คาน C สามารถรับน้ำหนักกดสูงสุด P_{max} ได้มากกว่าคาน A ประมาณร้อยละ 28.57 และมีระยะแฉกตัวกึ่งกลางคานมากกว่าคาน A ด้วยเช่นกัน อนึ่งคาน B วิบัติแบบเฉือนแนวทแยงโดยคอนกรีตส่วนบนของคานไม่ถูกอัดจนแตกแสดงว่าคอนกรีตสามารถรับแรงอัดได้

5.4 เมื่อเปรียบเทียบการรอยแตกกว้างและความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดและระยะแฉกพบว่า รอยแตกกว้างขนาดเล็กของคานทั้ง 3 สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าเมื่อน้ำหนักกด P มากกว่าร้อยละ 59 ของน้ำหนักกดสูงสุด P_{max} และรอยแตกกว้างที่สามารถเห็นชัดเจนด้วยตาเปล่าเมื่อน้ำหนักกด P มากกว่าร้อยละ 84 ของน้ำหนักกดสูงสุด P_{max}

6. ข้อเสนอแนะ

- 6.1 ควรทำการศึกษาคานคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้แรงเฉือนกรณีที่ใช้ระยะเรียงเหล็กปลอกแตกต่างกัน
- 6.2 ควรทำการศึกษาคานคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้แรงเฉือนกรณีที่มีระยะช่วงคานยาวมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรรณ คำลือ และสิทธิชัย แสงอาทิตย์. (2548). พฤติกรรมของคานคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปแบบอัดแรงบางส่วนภายใต้แรงกระทำตามขวาง. ชลบุรี : การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธา แห่งชาติ ครั้งที่ 10. STR58-63.
- [2] ชยานนท์ หารัชชัญญ์. (2546). การศึกษาการแอ่นตัวเนื่องจากแรงเฉือนของคานคอนกรีตเสริมเหล็กโดยกระบวนการวิธีไฟไนต์อีลิเมนต์. รายงานวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [3] ธนชิต ตียาคม และนัฐพล ศรีนวล. (2554). พฤติกรรมตัวรับแรงเฉือนของคานคอนกรีตเสริมเหล็กผสมรูปตัวทีกับแผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบเรียบ. รายงานวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [4] บุญชัย ผึ้งไผ่งาม. (2544). การแอ่นตัวมากของคานที่มีความยาวส่วนโค้งแปรเปลี่ยนได้ภายใต้น้ำหนักบรรทุกแบบเอียงที่เปลี่ยนแปลงทิศทางตามการเสียรูปของคาน. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [5] ภาคิน ลอยเจริญ และเกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย. (2552). พฤติกรรมรอยต่อแบบเปียกของคานคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปภายใต้การดัด. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- [6] สุรัช จริตควร. (2551). กำลังเฉือนของคานคอนกรีตคุณภาพสูงรูปที. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [7] สุขัย แซ่ฉั่น, ธันยดา พรหมเชษฐ์ และเมธี บุญพิเชษฐวงศ์. (2554). กลไกการต้านทานแรงเฉือนในคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมเหล็กปลอกแบบโครงข้อหมุน. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [8] Amorn Pimanmas. (2007). Behavior and Failure Mode of Reinforced Concrete Members Damaged by Pre-Cracking. Songklanakarin J. Sci. Technol. 29(4) : pp. 1039-1048.
- [9] Martin-Perez B. and Pantazopoulou S.J. (2001). Effect of Bond, Aggregate Interlock and Dowel Action on the Shear Strength Degradation of Reinforced Concrete. Engineering Structures. 23 : pp. 214-227.
- [10] เรืองเดช ไทยเรือง. (2559). การศึกษารอยแตกกร้าวของคานกรีตโครงสร้างสะพานน้ำขนาดใหญ่ด้วยวิธีพินิจ. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [11] กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2551). มาตรฐานการตรวจสอบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีการทดสอบแบบไม่ทำลาย มยผ. 1501-51 ถึง มยผ. 1507-51. กรุงเทพฯ. กรมโยธาธิการและผังเมือง.

คำแนะนำสำหรับผู้เขียนบทความ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ได้เปิดรับบทความจากนักศึกษา อาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป มีกำหนดการตีพิมพ์ปีละ 2 ครั้ง ในรอบเดือนมกราคม-มิถุนายน และรอบเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม ซึ่งมีขอบเขตเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี อุตสาหกรรม ครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ นวัตกรรมและเทคโนโลยี สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีขั้นตอนการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารวิชาการทุกบทความจะได้รับการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิไม่น้อยกว่า 2 ท่าน

1. รูปแบบบทความ

ใช้รูปแบบและวิธีการเขียนตามลักษณะของบทความทางวิชาการที่เป็นที่ยอมรับทั่วไป โดยมีการตรวจสอบเอกสารต้นฉบับเป็นอย่างดีทั้งรูปแบบและความถูกต้องของภาษา

2. รูปแบบการอ้างอิง

ในบทความทางวิชาการต้องปรากฏตามลำดับการอ้างอิง โดยใช้ระบบการอ้างอิงที่เป็นที่ยอมรับในวงวิชาการต้องเป็นไปตามรูปแบบการอ้างอิงที่วารสารวิชาการกำหนดเท่านั้น ทั้งนี้ผู้เขียนต้องรับผิดชอบความถูกต้องของการอ้างอิงที่นำมาอ้างอิงทั้งหมด และกองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการอ้างอิงเพื่อให้วารสารวิชาการมีรูปแบบเดียวกันตลอดทั้งเล่ม

3. การส่งต้นฉบับ

สามารถส่งต้นฉบับบทความ (Manuscript) สำหรับขอตีพิมพ์ในวารสารวิชาการโดยการดาวน์โหลดรูปแบบ (Template) บทความวิชาการผ่าน <http://idtech.bru.ac.th/journal/> และส่งบทความผ่านระบบ Online Submission ส่งทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ idtechjr@bru.ac.th

หรือส่งต้นฉบับพิมพ์ จำนวน 1 ชุด มายังวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เลขที่ 439 ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ 31000



of Industrial Technology Buriram Rajabhat University

Journal

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Industrial Technology of Buriram Rajabhat University
439 ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง 439 Jira Road Naimuang Sub-district, Muang District
จังหวัดบุรีรัมย์ 31000 Buriram Province 31000 Thailand
โทรศัพท์ : 044-611221 ต่อ 3001-2 Tel : (66) 044-611221
โทรสาร : 044-612858 Fax : (66) 044-612858
Email : idtechjr@bru.ac.th Website : <http://www.idtech.bru.ac.th/journal>