

รหัสโครงการ: TRG4580105
ชื่อโครงการ: โครงการพฤติกรรมและการวิบัติขององค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเสียหายจากรอยร้าว
โครงสร้างล่วงหน้า
นักวิจัย: ผศ. ดร. อมร พิมานมาศ (หัวหน้าโครงการ) และ ศ. ดร. สมนึก ตั้งเดิมสิริกุล (นักวิจัยที่ปรึกษา)
E-mail address: amorn@siit.tu.ac.th
ระยะเวลาโครงการ: กรกฎาคม 2545 – มิถุนายน 2547

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาพฤติกรรมขององค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีรอยร้าวล่วงหน้า และ เพื่อสร้างทฤษฎีคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีรอยร้าวล่วงหน้าภายใต้การรับแรงดึง และ แรงอัด โดยเป็นงานวิจัยต่อเนื่องจากการศึกษาในระดับปริญญาเอกซึ่งเน้นที่พฤติกรรมของคอนกรีตที่มีรอยร้าวล่วงหน้าภายใต้การรับแรงดึง ในงานวิจัยหลังปริญญาเอกนี้ ผู้วิจัยได้เน้นที่การศึกษาพฤติกรรมของคอนกรีตที่มีรอยร้าวล่วงหน้าภายใต้การรับแรงอัด ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง 3 ชุดได้แก่ 1. พฤติกรรมการรับแรงเฉือนของคาน ค.ส.ล. ที่ใส่เหล็กถูกตั้งเป็นปริมาณมาก 2. พฤติกรรมการวิบัติของคาน ค.ส.ล. ที่ได้รับความเสียหายจากรอยร้าวล่วงหน้า และ 3. พฤติกรรมการรับแรงเฉือนของคานคานเล็กที่มีรอยร้าวล่วงหน้า ผลการทดลองพบว่ารอยร้าวล่วงหน้าทำให้ความสามารถในการรับแรงอัดของคอนกรีตลดลง แต่ทำให้ความสามารถในการรับแรงดึงดีขึ้น โดยการลดลงของกำลังรับแรงอัดประสิทธิผลนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างของรอยร้าวต่อขนาดของมวลรวม (crack width/aggregate size) ส่วนการเพิ่มขึ้นของกำลังรับแรงดึงขึ้นอยู่กับความกว้างของรอยร้าวล่วงหน้า ในทางตรงกันข้ามรอยร้าวล่วงหน้ากลับทำให้ความสามารถในการเปลี่ยนรูปขององค์อาคารเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็นกรณีรับแรงดึงหรือแรงอัดก็ตาม

ผู้วิจัยได้สร้างทฤษฎีขึ้นมาเพื่อใช้อธิบายพฤติกรรมคอนกรีตที่มีรอยร้าวล่วงหน้าภายใต้แรงดึง และ แรงอัด ทฤษฎีการรับแรงดึงนั้น ตั้งอยู่บน 2 ทฤษฎีพื้นฐานคือ 1. ทฤษฎีการหยุดและการเบี่ยงรอยร้าว และ 2. ทฤษฎี shear anisotropy ทั้งสองนี้อธิบายว่ารอยร้าวที่มียูนิแอกซ์ เป็นระนาบ anisotropic ภายในคอนกรีตที่สามารถชะลอ หยุดยั้ง หรือ เบี่ยงรอยร้าวที่วิ่งเข้ามา หรือ ที่จะเกิดขึ้น เป็นผลให้กำลังรับแรงดึงประสิทธิผลมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วน ทฤษฎีการรับแรงอัดนั้น ตั้งอยู่บน 2 กลไกหลักคือ 1. การลดลงของพื้นที่สัมผัสประสิทธิผล และ 2. การเสื่อมลดของกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผิวหน้ารอยร้าวเนื่องจากรอยร้าวจุลภาค โดยอาศัยกลไกทั้งสองนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายเพื่อใช้คำนวณหา กำลังรับแรงอัดประสิทธิผลของคอนกรีตที่มีรอยร้าวล่วงหน้า และ พบว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถทำนายผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง ทั้ง ชุดทดลองการรับแรงเฉือนของคาน ค.ส.ล. ที่ใส่เหล็กถูกตั้งเป็นปริมาณมาก และ ชุดทดลองคานคานเล็ก

งานวิจัยในอนาคตควรเน้นที่การปรับปรุงพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมานี้ให้ครอบคลุมถึงคอนกรีตที่มีรอยร้าวหลายทิศทาง ควรศึกษาผลของรอยร้าวตั้งต่อความสามารถในการเปลี่ยนรูปของคอนกรีต และ การนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้งานในโปรแกรมไฟไนต์อีลิเมนต์ต่อไป

คำหลัก: คาน ค.ส.ล. ที่มีรอยร้าวล่วงหน้า, shear anisotropy, คานคานเล็ก

Project Code: TRG4580105

Project Title: Behavior and failure mode of reinforced concrete members damaged by structural pre-cracking

Investigators: Asst. Prof. Dr. Amorn Pimanmas (Project head), Prof. Dr. Somnuk Tangtermsirikul (Project mentor)

E-mail address: amorn@siit.tu.ac.th

Project period: July 2002-June 2004

Abstract

The objective of this research project is to study the behavior of pre-cracked reinforced concrete members and to construct the theory of pre-cracked concrete under tension and compression. The work undertaken in this research is the extension of doctoral dissertation that concentrated on the tensile behavior of pre-cracked concrete. In this post-doctoral research, we focused on the compressive behavior of pre-cracked concrete. We have conducted three experimental sets namely, 1. shear behavior of pre-cracked RC member with large amount of stirrups, 2. failure behavior of RC member damaged by pre-cracking and 3. shear behavior of pre-cracked RC deep beam. The experiments showed that pre-crack reduced the compression capacity but increased the tensile capacity of concrete. The reduction of effective compression capacity depends on the relative crack width to aggregate size ratio. The increase of tensile capacity depends on the width of pre-crack. On the contrary, pre-crack could increase the deformation capability of concrete for both under compression and tension.

We also construct theory of pre-cracked concrete subject to tension and compression. The tension theory is based on two basic theories, namely, 1. the theory of crack arrest and diversion and 2. the theory of shear anisotropy. These theories explain that the pre-crack causes an anisotropic weak plane inside concrete. This weak plane can delay, arrest and divert the generation and propagation of diagonal crack. This increased in the effective tensile capacity. The compression theory is formulated based on two mechanisms, namely, 1. the reduction in the effective contact area and 2. the degradation of compressive strength of concrete close to the pre-crack due to micro-fractures. Through these two mechanisms, we have constructed a simple mathematical model to calculate the effective compressive strength of pre-cracked concrete. We found that the model can accurately predict the experimental results for both RC beams containing large amount of stirrups and deep beams.

The future research work should focus on the extension of the mathematical model to cover concrete with multi-directional pre-cracking, the study of deformation capability of pre-cracked concrete and to incorporate the mathematical in the compressive stress-strain model of cracked concrete in the finite element program.

Key Words: Pre-cracked RC beam, shear anisotropy, Deep beam

สรุปผลการดำเนินงานตลอดโครงการ

1. การทดลอง

เรื่อง	จำนวนคาน
1. ผลของรอยร้าวดึงล่วงหน้าต่อการรับแรงเฉือนของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใส่เหล็กดัดเป็นปริมาณมาก	5
2. พฤติกรรมการบิดของคาน ค.ส.ล. ที่ได้รับความเสียหายจากรอยร้าวล่วงหน้า	2
3. ผลของรอยร้าวดึงล่วงหน้าต่อการรับแรงเฉือนของคานเล็ก	8

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองทั้งสิ้น 3 ชุดการทดลอง ที่สามารถนำไปสู่ความเข้าใจผลของรอยร้าวดึงต่อการรับแรงเฉือน ของคานคอนกรีตเสริมเหล็ก ทั้งที่คอนกรีตทำหน้าที่รับแรงดึงเป็นส่วนใหญ่ และ ที่คอนกรีตทำหน้าที่รับแรงอัดเป็นส่วนใหญ่

2. ทฤษฎีและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้เสนอทฤษฎีที่สามารถอธิบายผลการทดลองทั้งหมดได้อย่างมีเหตุผล และได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นขึ้นมา ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เสนอมานี้ไม่ได้อยู่ในแผนงานที่เสนอต่อ สกว. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ควรจะได้ปรับปรุงต่อไปเพื่อให้มีความถูกต้องเหมาะสมครอบคลุมกรณีอื่นๆด้วย

3. การศึกษาขั้นต่อไป

งานวิจัยนี้นำไปสู่งานวิจัยอื่นๆที่น่าสนใจดังนี้

3.1 ผลของรอยร้าวดึงต่อความเหนียวของคาน ค.ส.ล.

3.2 การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่อไปเพื่อคำนวณหากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่มีรอยร้าวล่วงหน้าหลายทิศทาง

3.3 การประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้ในโปรแกรมไฟไนต์อีลิเมนต์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างคอนกรีต

4. ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัย

- 4.1 Tisavipat J., Pimanmas A. and Pornpongsaroj P. (2002): Effect of pre-cracking on change of failure mode of reinforced concrete beams, In Proceeding of the 2nd International symposium, Asian Concrete Forum, Seoul, November 2002.
- 4.2 Tisavipat J., and Pimanmas A., "Effect of pre-cracking on shear capacity of beam with large amount of stirrups", Proceeding of the first National Concrete Conference, Kanchanaburi, Thailand, May 2003 (In Thai)
- 4.3 Tisavipat J., and Pimanmas A., "Shear strength degradation of reinforced concrete deep beam due to pre-cracking", Submitted to the First International Conference of Asian Concrete Federation.
- 4.4 A. Pimanmas, J. Tisavipat and S. Tangtermsirikul, "Effect of pre-cracking on failure mode of reinforced concrete members, Submitted to Magazine of Concrete Research (impact factor = 0.51)