

ข้อมูลเชิงสถิติของกำลังอัดประลัยคอนกรีตผสมเสร็จ

ดร. สงวน วงษ์สวัสดิกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

มารุต โคตรพันธ์

หวังแก้ว บุญสวน

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

จ. นครราชสีมา 30000

บทคัดย่อ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ได้ทำการเก็บตัวอย่างคอนกรีตผสมเสร็จที่นำมาใช้งานการก่อสร้างอาคารเรียนรวม และอาคารสำนักบรรณสารของมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล โดยตัวอย่างคอนกรีตผสมเสร็จที่นำมาทดสอบ จะทดสอบตามกรรมวิธีของมาตรฐานอังกฤษ (British Standard; BS 1881) กับกลุ่มตัวอย่างของคอนกรีตที่ระบุค่ากำลังอัดประลัยของแท่งลูกบาศก์ในการสั่งซื้อ และตามอายุของแท่งทดสอบที่ได้ทำการบ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องที่ 7 วัน 14 วัน และ 28 วัน

ระเบียบวิธีวิจัย เมื่อทำการทดสอบกำลังอัดประลัยของแท่งคอนกรีตตัวอย่างตามมาตรฐานอังกฤษแล้ว ผลที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน และความเหมาะสมของการแจกแจงข้อมูล โดยมีสัมประสิทธิ์ของไคสแควร์เป็นดัชนีบ่งบอกถึงความเหมาะสมของการแจกแจง รวมทั้งการหาค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงที่เหมาะสม

Statistical data of ultimate strength of ready-mixed concrete

Dr. Sanguan Vongchavalitkul

Assistant Professor

Marut KhodPan

Whangkaew Boonsuan

Department of Engineering

Vonchavalitkul University

Nakornrachasima 30000

Abstract

This research is based on the study of samples of ready-mixed concrete. The sample consists of the construction project of the Main Building and Library at Vongchavalitkul University on the primary campus. The process includes taking samples and testing the materials, which followed the ASTM standard. Within this process, the sample were tested for each nominal value of ultimate strength of the ready-mixed concrete by group the age of continuous curing in Moisture for 7, 14 and 28 days.

The methodology of this research was to measure the ultimate strength of the cured concrete tested by British (BS 1881) standards. In order to analyze the data that was tested, statistical information such as the mean, variance, standard deviation and coefficient of variation were observed. In addition, other informational data used were the distribution and parameters of the distribution.

บทนำ

ในปัจจุบันการออกแบบอาคารเพื่อใช้เป็นที่พักอาศัย หรือเพื่อกิจกรรมสาธารณะประโยชน์ต่างๆ มักจะถูกออกแบบโดยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก มากกว่าการออกแบบโครงสร้างไม้หรือโครงสร้างเหล็ก ทั้งนี้เนื่องจากการหาวัสดุนำมาใช้ทำโครงสร้างนั้นง่ายกว่า และคอนกรีตสามารถขึ้นรูปเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ตามที่ต้องการประกอบกับการรณรงค์จากรัฐบาลในเรื่องของการปิดป่า และการไม่สนับสนุนให้ซื้อของจากนอกประเทศ ทำให้อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กมีราคาถูกกว่าการใช้วัสดุก่อสร้างจำพวกเหล็กหรือไม้

การออกแบบโครงสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก จำเป็นที่จะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการออกแบบสำหรับแต่ละท้องถิ่นในแต่ละประเทศเช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา การออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของสถาบันคอนกรีตอเมริกา (The American Concrete Institute, ACI) ซึ่งมาตรฐานการออกแบบดังกล่าวถูกสร้างขึ้นมาจากพื้นฐานข้อมูลเชิงสถิติวิศวกรรมภายในประเทศสหรัฐอเมริกา ด้วยระดับความเสี่ยงการใช้งานที่ยอมรับได้ค่าหนึ่ง สำหรับประเทศไทย สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) ได้กำหนดมาตรฐานสำหรับการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กขึ้นในครั้งแรกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 (ว.ส.ท. 2515) โดยทำการดัดแปลงมาจากมาตรฐานการออกแบบของ ACI เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพของประเทศไทย ภายหลัง ว.ส.ท. ยังคงมีการปรับปรุงมาตรฐานการออกแบบอีกหลายครั้งคือ ว.ส.ท. 2537 และ ว.ส.ท. 2538 แต่ยังคงดัดแปลงมาจากมาตรฐาน การออกแบบของ ACI ด้วยเหตุนี้การนำมาตรฐานการออกแบบของ ว.ส.ท. มาใช้ ผู้ออกแบบจึงไม่ทราบถึงระดับความปลอดภัยที่แท้จริงได้ อีกทั้งอาจเป็นการสิ้นเปลืองวัสดุเกินความจำเป็น

ระดับความเสี่ยงหรือระดับความปลอดภัยที่ใช้ในมาตรฐานการออกแบบได้มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงสถิติที่เกี่ยวข้องเช่น ข้อมูลเชิงสถิติของน้ำหนักจร ข้อมูลเชิงสถิติของน้ำหนักคงที่ ข้อมูลเชิงสถิติของกำลังประลัยคอนกรีต และข้อมูลเชิงสถิติของกำลังประลัยของเหล็กเสริม ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการกำหนดมาตรฐานการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่เหมาะสมกับการใช้งานระดับท้องถิ่นในอนาคตได้ด้วย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงสถิติด้านวิศวกรรมโยธาในรูปแบบธนาคารข้อมูลขึ้น

ผลการศึกษา

จากข้อมูลกำลังอัดประลัยของคอนกรีตผสมเสร็จ ที่นำมาใช้ในโครงการก่อสร้างอาคารเรียนรวม และอาคารสำนักบรรณสารของมหาวิทยาลัยวงษ์สวัสดิกุล สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ข้อมูลเชิงสถิติของกำลังอัดประลัยของคอนกรีตผสมเสร็จ

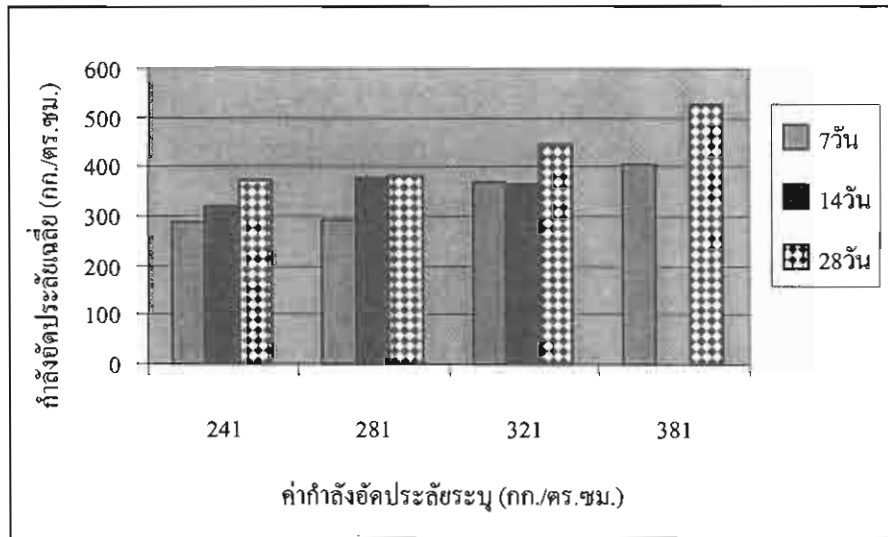
ผลที่ได้จากการวิจัยพบว่า ในส่วนของคอนกรีตที่อายุ 7 วัน คอนกรีตที่มีค่า กำลังอัดประลัยที่ระบุในการสั่งซื้อ 241 กก./ตร.ชม. มีค่าเฉลี่ยกำลังอัดเพิ่มขึ้นมากกว่า 10% ส่วนคอนกรีตที่มีค่ากำลังอัดประลัยระบุ 281 และ 381 กก./ตร.ชม. มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยกว่า 10% ในส่วนของคอนกรีตที่อายุ 14 วัน คอนกรีตที่มีค่ากำลังอัดประลัยที่ระบุในการสั่งซื้อ 241 และ 281 กก./ตร.ชม. มีค่าเฉลี่ยกำลังอัดประลัยเพิ่มขึ้นมากกว่า 30% ส่วนคอนกรีตที่มีค่ากำลังอัดประลัยระบุ 321 กก./ตร.ชม. มีค่าเฉลี่ยกำลังอัดประลัยเพิ่มขึ้นน้อยกว่า 30% สำหรับคอนกรีตที่มีค่ากำลังอัดประลัยระบุ 381 กก./ตร.ชม. นั้น ไม่มีการเก็บตัวอย่างทดสอบที่อายุ 14 วัน ในส่วนของคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ค่าเฉลี่ยของกำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่มีค่าระบุในการสั่งซื้อ 241 กก./ตร.ชม. มีค่าเฉลี่ยกำลังอัดประลัยเพิ่มขึ้นมากกว่า 50% ส่วนคอนกรีตที่มีค่ากำลังอัดประลัยระบุ 281 321 และ 381 กก./ตร.ชม. มีกำลังอัดประลัยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากกว่า 35%

ผลการศึกษา สรุปของการทดสอบกำลังอัดประลัยเฉลี่ยของคอนกรีตแสดงไว้ในรูปที่ 1 และตารางที่ 1

ตารางที่ 1

แสดงข้อมูลสรุปของกำลังอัดประลัยเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นจากค่าระบุกำลังคอนกรีต

กำลังอัดประลัยค่าระบุ (กก./ตร.ชม.)	% ที่เพิ่มขึ้นจากค่าระบุกำลังคอนกรีต () เป็นจำนวนตัวอย่าง		
	7 วัน	14 วัน	28 วัน
241	20.225 (70)	32.147 (40)	54.128 (69)
281	3.78 (89)	34.698 (6)	35.096 (82)
321	14.7 (267)	14.10 (36)	39.060 (229)
381	5.97 (226)		38.247 (86)



รูปที่ 1 แสดงเปรียบเทียบกำลังอัดปลายเฉลี่ย แยกตามค่าระยะและอายุการบ่ม

ข้อมูลการวิเคราะห์แจกแจงที่เหมาะสม

การหาความเหมาะสมการแจกแจงของข้อมูลโดยใช้สัมประสิทธิ์ไคสแควร์พบว่า ในส่วนของคอนกรีตที่อายุ 7 วัน คอนกรีตที่มีกำลังอัดปลายระยะ 241 กก./ตร.ซม. มีการแจกแจงแบบปกติและแบบค่าต่ำสุด, คอนกรีตที่มีกำลังอัดปลายระยะ 281 กก./ตร.ซม. มีการแจกแจงแบบไวบูล, คอนกรีตที่มีกำลังอัดปลายระยะ 321 กก./ตร.ซม. มีการแจกแจงแบบค่าต่ำสุด และคอนกรีตที่มีกำลังอัดปลายระยะ 381 กก./ตร.ซม. มีการแจกแจงแบบปกติ ในส่วนของคอนกรีตที่อายุ 14 วัน คอนกรีตที่มีกำลังอัดปลายระยะ 241 และ 321 กก./ตร.ซม. มีการแจกแจงแบบปกติ และคอนกรีตที่มีกำลังอัดปลายระยะ 381 กก./ตร.ซม. มีการแจกแจงแบบค่าต่ำสุด ในส่วนของคอนกรีตที่อายุ 28 วัน คอนกรีตที่มีกำลังอัดปลายระยะ 241 กก./ตร.ซม. มีการแจกแจงเป็นแบบไวบูลและค่าต่ำสุด, คอนกรีตที่มีกำลังอัดปลายระยะ 281 กก./ตร.ซม. มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ, คอนกรีตที่มีกำลังอัดปลายระยะ 321 กก./ตร.ซม. มีการแจกแจงเป็นแบบไวบูล และคอนกรีตที่มีกำลังอัดปลายระยะ 381 กก./ตร.ซม. มีการแจกแจงเป็นแบบค่าต่ำสุด ลักษณะการแจกแจงของข้อมูลกำลังอัดปลาย

ของคอนกรีต (ตารางที่ 2) สำหรับคอนกรีตที่มีกำลังอัดประลัยค่าระบุ 381 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 14 วันนั้น มิได้ทำการเก็บตัวอย่างทดสอบ เนื่องจากเป็นคอนกรีตกำลังสูง

ตารางที่ 2

แสดงข้อมูลสรุปของความเหมาะสมการแจกแจงของกำลังอัดประลัยตามค่าระบุ และอายุการบ่ม

กำลังอัดประลัยค่าระบุ (กก./ตร.ซม.)	ความเหมาะสมของการแจกแจง		
	7 วัน	14 วัน	28 วัน
241	แบบปกติ และค่าต่ำสุด	แบบปกติ	ไวบูลและค่าต่ำสุด
281	แบบไวบูล	แบบไวบูล	แบบปกติ
321	แบบค่าต่ำสุด	แบบปกติ	แบบไวบูล
381	แบบปกติ	-	แบบค่าต่ำสุด

สรุป

การศึกษาข้อมูลกำลังอัดประลัยของคอนกรีตผสมเสร็จที่นำมาหาข้อมูลพื้นฐานทางสถิติ เพื่อนำไปสู่การสร้างฐานการข้อมูลของกำลังของวัสดุที่นำมาใช้งานด้านวิศวกรรมโยธา อันเป็นพื้นฐานของการนำข้อมูลที่ได้ไปประเมินหาความน่าเชื่อถือขององค์อาคาร หรือทั้งหมดของอาคาร ประเภทคอนกรีตเสริมเหล็ก การศึกษาดังกล่าวได้กระทำการเก็บตัวอย่างของคอนกรีตผสมเสร็จที่ผลิตจากผู้ผลิตรายใหญ่จำนวน 2 ราย ในเขตจังหวัดนครราชสีมา แต่เนื่องจากโครงการก่อสร้างนี้เป็นโครงการขนาดใหญ่ที่ต้องใช้คอนกรีตผสมเสร็จเป็นจำนวนมาก และหลากหลายกำลังอัดประลัยระบุของคอนกรีตผสมเสร็จ แต่ก็ยังมีได้เป็นที่แน่ใจว่ากลุ่มตัวอย่างนี้จะสามารถแทนกลุ่มประชากรทั้งหมดได้ จำเป็นต้องมีการสะสมข้อมูลเพิ่มขึ้นอีก และพยายามที่จะเก็บสะสมข้อมูลของกำลังของเหล็กเสริมคอนกรีต ข้อมูลน้ำหนักบรรทุกจร และข้อมูลน้ำหนักบรรทุกคงที่ เพื่อทำการสร้างฐานการข้อมูลเชิงสถิติด้านวิศวกรรมโยธาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ที่ได้ให้ทุนการดำเนินการทำวิจัยการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงสถิติด้านกำลังวัสดุ และด้านน้ำหนักบรรทุกของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดงานวิจัยต่อเนื่องขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. "มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน" แก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 2 ตุลาคม 2534 พิมพ์ครั้งที่ 7, มกราคม 2543.
2. ศศิพรรณ สุริยวงษ์ ภัทธร อยู่ประเสริฐชัย สกฤณา นูนคาน จรัส สีดำ และ ชจรเกียรติ แก้วเนตร. "การวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงสถิติของเหล็กเสริมและคอนกรีตผสมเสร็จ" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยรังสิต พ.ศ. 2536.
3. ศานติ พูลสินธนาภรณ์ อำนวย นภะสินธ์ ภิกษก เพชรเพริศ และ วิสูตร อริยะสุนทร "การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์สำหรับการวิเคราะห์ ความน่าเชื่อถือขององค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยรังสิต 2537.
4. สุชาติ ชโยชัยชนะ "การวิเคราะห์ค่าตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกในงานคอนกรีตเสริมเหล็กตามสภาพก่อสร้างในเขตกรุงเทพมหานคร" วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2533.
5. สนั่น เจริญเผ่า และ วินิต ช่อวิเชียร. "คอนกรีตเสริมเหล็ก" พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพมหานคร ห้างหุ้นส่วนจำกัด ป. สัมพันธ์พาณิชย์ 2530.
6. เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ. "ความน่าเชื่อถือทางโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่สร้างในเขตกรุงเทพมหานคร" โครงการวิจัยเลขที่ 102—MRD—2529 ทุนส่งเสริมการวิจัยวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ สิงหาคม 2531.

7. เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ. "มาตรฐานการออกแบบตามทฤษฎีความน่าเชื่อถือ" Codefication Safety and Reliability of Structures สัมมนาเชิงวิชาการ จัดโดย สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ร่วมกับมหาวิทยาลัยรังสิต และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 12-13 มกราคม พ.ศ. 2541 : EL/1-EL/10
8. อัฐ อมาตกุล "กำลังของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กก่อสร้างในเขตกรุงเทพมหานคร" วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2533.
9. สงวน วงษ์สวัสดิกุล. "ความน่าเชื่อถือของระบบโครงสร้าง", วิศวกรรมสาร, ปีที่ 47 เล่มที่ 8, สิงหาคม 2537.
10. สงวน วงษ์สวัสดิกุล และ ชวินทร์ ลิ้มศิริ. "ทฤษฎีความน่าจะเป็นในการออกแบบคาน", การประชุมทางวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 1, 3-4 พฤศจิกายน 2537 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
11. Elingwood. B. and Galambos T.V. "Probability-Based Criteria for Structural Design" Journal of Structural Safety & Reliability No.1 (1982) : 15-26.
12. E.E. Lewis, "Introduction To Reliability Engineering" , John Wiley and Sons, Inc., 1994
13. Schueller, G.I., "A Prospective Study of Materials Based on Stochastic Methods" Material & Structure, Vol 20, No. 118, July, 1987.