

ไกรฤกษ์ เอี่ยมศรี : การพัฒนาจุดต่อองค์อาคารคาน-เสาคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้คอนกรีต
สมรรถนะสูงพิเศษ (THE DEVELOPMENT OF PRECAST CONCRETE BEAM-COLUMN
CONNECTION JOINT USING ULTRA-HIGH PERFORMANCE CONCRETE (UHPC))
อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันต์ ทอพิบูลสุข, 154 หน้า

คำสำคัญ : คอนกรีตสมรรถนะสูงพิเศษ/กำลังยึดเหนี่ยว/คอนกรีตสำเร็จรูป

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาจุดต่อองค์อาคารคาน-เสาคานสำเร็จรูป ซึ่งทำการทดสอบเปรียบเทียบกำลังยึดเหนี่ยวของเหล็กเสริมในกรีตธรรมดา (NC) และคอนกรีตสมรรถนะสูงพิเศษ (UHPC) ที่ประกอบไปด้วยการทดสอบดึงออก การทดสอบแบบทาบของเหล็กเสริมแบบหักงอและไม่หักงอ ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งในการลดปริมาณเหล็กเสริมบริเวณจุดต่อองค์อาคารคาน-เสา คอนกรีตสำเร็จรูป รวมทั้งช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้าง แต่คงไว้ซึ่งความแข็งแรง

บทที่หนึ่งและบทที่สองจะกล่าวถึงความเป็นมาของปัญหาและจุดประสงค์หลักของงานวิจัย สรุปข้อดีและข้อเสียของการก่อสร้างอาคารคอนกรีตสำเร็จรูป รวมทั้งผลงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับ คอนกรีตสมรรถนะสูงพิเศษ เส้นใยเหล็ก การรับแรงยึดเหนี่ยวของเหล็กเสริมในคอนกรีต และกลไก การถ่ายแรงที่จุดต่อองค์อาคารคาน-เสา คอนกรีต

บทที่สามศึกษากำลังรับแรงยึดเหนี่ยวจากทดสอบแบบดึงออก ของเหล็กเสริม DB12, 16 20 และ 25 ที่พารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กเสริม (D) ระยะห่างระหว่างเหล็กเสริม (s) ความยาวของระยะทาบ (L_1) และความยาวของระยะงอ (L_2) การศึกษาได้นำเสนอสมการในการ คำนวณแรงยึดเหนี่ยวของเหล็กเสริมที่ไม่ระยะทาบ ($s=\infty$) คือ $T_{bond} = 11.64\sqrt{f_c'/D}$ ที่ระยะห่าง ระหว่างเหล็กเสริมได้พบว่าแรงยึดเหนี่ยวเพิ่มขึ้นตามระยะห่างที่เพิ่มขึ้น โดยค่าแรงยึดเหนี่ยวสูงสุดที่ เกิดที่ระยะห่างเหล็กเสริม $S = 3$ และต่ำสุดที่ระยะห่างเหล็กเสริม $S = 1$ จึงได้กำหนดตัวคูณลด สำหรับเหล็กเสริมที่มีการทาบสำหรับสมการข้างต้น 0.75 สำหรับคอนกรีตสมรรถนะสูงพิเศษ และ 0.6 สำหรับคอนกรีตทั่วไป การหักงอเหล็กเสริม พบว่ากำลังยึดเหนี่ยวของเหล็กเสริมจะเพิ่มขึ้นเมื่อ ระยะห่างระหว่างเหล็กเสริม ความยาวระยะทาบ และความยาวของระยะหักงอ ที่เพิ่มขึ้น ที่ระยะทาบ $L_1 \geq 4D$ และระยะหักงอ $L_2 \geq 3D$ ให้ค่ากำลังยึดเหนี่ยวของเหล็กเสริมมากกว่าแบบการทาบเหล็ก เสริมแบบไม่หักงอ เนื่องจากระยะหักงอที่ยาวกว่า ทำให้มีผิวสัมผัสคอนกรีตที่มาก จึงลดความเข้มข้น ของความเครียด จึงเกิดแรงยึดเหนี่ยวที่เพิ่มขึ้น

บทที่สี่นำเสนอการทดสอบตัวอย่างเท่าขนาดจริงของจุดต่อคาน-เสาที่ก่อสร้างด้วยคอนกรีตสมรรถนะสูงพิเศษ (UHPC) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยืนยันสมการแรงยึดเหนี่ยวและแนวทางออกแบบความยาวทาบของเหล็กเสริมดังที่เสนอไว้ในบทที่ 3 การทดสอบดำเนินการกับจุดต่อคาน-เสา 6 แบบภายใต้แรงกระทำแบบสถิตย์ โดยเปลี่ยนค่าความยาวทาบ ($L_1 = 4D$ ถึง $9D$) และความยาวหังงอ ($L_2 = 3D$ ถึง $4D$) ผลการทดลองพบว่าจุดต่อที่มี $L_1 \geq 8D$ และระยะหังงอเพียงพอสามารถพัฒนาให้เหล็กเสริมเกิดการครากและขาดได้โดยไม่เกิดการวิบัติจากหน่วยแรงยึดเหนี่ยว แสดงถึงพฤติกรรมการวิบัติแบบเหนียว ขณะที่รอยต่อที่มีระยะทาบสั้นหรือไม่มีหังงอที่เพียงพอเกิดการวิบัติแบบเปราะก่อนเวลา ตัวอย่างที่มีสมรรถนะดีที่สุดคือ LS9 ($L_1 = 9D$) ซึ่งสามารถยืนยันความถูกต้องของแบบจำลองได้ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าหลักการออกแบบจากคอนกรีตเสริมเหล็กแบบทั่วไปไม่สามารถนำมาใช้กับคอนกรีตสมรรถนะสูงพิเศษได้โดยตรง และเน้นถึงความสำคัญของการออกแบบเฉพาะสำหรับจุดต่อที่ใช้คอนกรีตสมรรถนะสูงพิเศษเป็นวัสดุเชื่อมต่อเพื่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการใช้งานจริง

บทที่ห้านำเสนอข้อสรุปของการศึกษาในครั้งนี้ รวมถึงข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อในอนาคต การใช้คอนกรีตสมรรถนะสูงพิเศษ (UHPC) ในจุดต่อระหว่างคานและเสา แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ในด้านประสิทธิภาพทางวิศวกรรม ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจในการก่อสร้าง และความทนทานของโครงสร้างในระยะยาว



สาขาวิชา วิศวกรรมโยธาและการบริหารงานก่อสร้าง ลายมือชื่อนักศึกษา ๗๕

ปีการศึกษา 2568

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ๗๕

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ๗๕

KRAIRERK AIAMSRI : THE DEVELOPMENT OF PRECAST CONCRETE BEAM-COLUMN CONNECTION JOINT USING ULTRA-HIGH PERFORMANCE CONCRETE (UHPC).
THESIS ADVISOR : PROF. SUKSUN HORPIBULSUK, Ph.D., 154 PP.

Keyword: ULTRA-HIGH PERFORMANCE CONCRETE (UHPC)/BOND STRENGTH/PRECAST

The objective of this thesis is to develop of precast concrete beam-column connections joint. This test compares the bond strength of reinforcement in normal concrete (NC) and ultra-high performance concrete (UHPC) with pull-out tests, lap-splice tests with and without hooks. This is especially useful in reducing the amount of reinforcing steel at the connection points of prefabricated concrete building elements and columns. Including reducing construction time but maintains strength.

The first and second chapters present the statement of the problems and the objectives of this study. Summary of advantages and disadvantages of precast concrete building construction. Including past research results related to ultra-high performance concrete, steel fibers, bond strength of reinforcement in concrete. and the force transfer mechanism at the concrete beam-column building member connection.

The third chapter studies the bond strength from pull-out tests. of reinforcement DB12, 16 20 and 25 where the parameters are rebar diameter (D), spacing (s), lap-splice length (L_1), and hook length (L_2). The study presents an equation for calculating the bond strength of pull-out test ($s=\infty$) which is $\tau_{\text{bond}} = 11.64\sqrt{f_c'/D}$. At the distance between the reinforcement bars, it was found that the cohesive strength increased with increasing distance. The highest bond strength occurred at the reinforcement spacing $S = 3$ and the lowest at the reinforcement spacing $S = 1$. The reduction factor for spacing reinforcement has been determined for the above equation to be 0.75 for ultra-high performance concrete and 0.6 for normal concrete. The hook length of the reinforcement revealed that the bond strength of the reinforcement increases with the spacing the reinforcement lap-splice length (L_1) and

the hook length (L_2) increased. At the lap-splice length $L_1 \geq 4D$ and hook length $L_2 \geq 3D$, the bond strength of the reinforcement is higher than that of the pull-out test ($s=\infty$). Due to the longer bend distance, there is a greater surface contact with the concrete. Thus, reducing the concentration of stress. As a result, the cohesive strength increases.

Fourth chapter presents a full-scale experimental study on beam-column joints constructed with ultra-high-performance concrete (UHPC) to validate a proposed bond strength equation and splice length design scheme. Six connection configurations were tested under static loading, with varying lap splice lengths ($L_1 = 4D$ to $9D$) and hook lengths ($L_2 = 3D$ to $4D$). The results demonstrated that joints with $L_1 \geq 8D$ and sufficient hook length could develop yielding and even bar rupture without slippage, indicating ductile failure. In contrast, joints with short splices or inadequate hook anchorage experienced premature bond failure. The best performance was observed in the LS9 specimen ($L_1 = 9D$), which confirmed the model's accuracy. This investigation highlights that RC-based design principles cannot be directly applied to UHPC due to different bond characteristics, and confirms that UHPC-specific detailing is essential for ensuring safe and efficient structural connections.

The fifth chapter presents the conclusions of this study. The recommendations for future work were also presented in this chapter. The use of Ultra-High-Performance Concrete (UHPC) in beam-column joint applications proves to be beneficial in terms of engineering efficiency, construction economy, and long-term structural durability.

School of Civil Engineering and
Construction Management
 Academic Year 2025

Student's Signature
 Advisor's Signature
 Co-advisor's Signature