ชื่อปริญญานิพนธ์ "การวิเคราะห์และการออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตหล่อสำเร็จ แบบผนังรับน้ำหนักของบ้านพักอาศัยด้วยซอฟแวร์เชิงพาณิชย์ "

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2548

โดย นายเกรียงไกร พรหมชัย
นายนิติธรรม กุลสอนนาน

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. เกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของชิ้นส่วนคอนกรีตหล่อสำเร็จแบบผนังรับน้ำหนักของบ้านพักอาศัย โดยใช้แบบมาตรฐานบ้านเดี่ยว 2 ชั้นโครงการบ้านเอื้ออาทรของการเคหะแห่งชาติ เนื่องจากโครงสร้างผนังชิ้นต่างๆมีลักษณะพิเศษที่เป็นช่องเปิดสำหรับประตูและหน้าต่างซึ่งไม่สามารถวิเคราะห์ทางโครงสร้างด้วยวิธีปกติได้ จึงใช้ซอฟแวร์สำเร็จรูป SAP2000 เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ จากขั้นตอนการก่อสร้างสามารถพิจารณาพฤติกรรมการรับน้ำหนักของแผ่นผนังคอนกรีตหล่อสำเร็จได้เป็น 3 กรณีคือ พฤติกรรมขณะถอดจากแบบ ขณะยกขนย้าย และขณะใช้งาน โดยแผ่นผนังดังกล่าวถูกจำลองทางโครงสร้าง และทำการวิเคราะห์และออกแบบในแต่ละกรณี

ในขณะถอดแบบ ซึ่งมีเพียงน้ำหนักตัวเองเท่านั้นเป็นน้ำหนักบรรทุกที่มากระทำต่อแผ่นผนัง โดยมีจุดรองรับที่ปลายด้านหนึ่งเป็นจุดหมุนและอีกด้านเป็นจุดยก ซึ่งจะต้องมีการวิเคราะห์หน่วยแรงและออกแบบเพื่อป้องกันการแตกร้าวเนื่องจากหน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้น รวมไปถึงออกแบบด้านกำลังรับแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดเพื่อป้องกันการแตกหักของแผ่นผนัง ในขณะยกขนย้ายน้ำหนักตัวเองของแผ่นผนังทำให้เกิดหน่วยแรงดึงตลอดทั้งแผ่นและอาจก่อให้เกิดการแตกร้าว ซึ่งต้องออกแบบเพื่อป้องกันการแตกร้าวของคอนกรีตและออกแบบเหล็กเสริมเพื่อรับแรงดึงที่เกิดขึ้น ส่วนในขณะใช้งาน จะพิจารณาหน่วยแรงอัดและดึงที่เกิดขึ้น รวมถึงพิจารณากำลังรับแรงอัดของแผ่นผนังคอนกรีต ซึ่งรับน้ำหนักบรรทุกตายตัว และน้ำหนักบรรทุกจรจากพื้นและหลังคา นอกจากนี้ยังพิจารณากำลังรับแรงดัดและแรงเฉือนในส่วนองหูช้างที่รับพื้นอีกด้วย

จากการศึกษาพบว่า ค่ากำลังอัดประลัย f_c' ของคอนกรีตที่ต้องการในขณะถอดแบบเพื่อป้องกันการแตกร้าวนั้น มีกำลังเพียงพอที่จะรองรับหน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นในแผ่นผนังในขณะยกขน

ย้ายและหน่วยแรงอัดในขณะใช้งานได้อย่างปลอดภัย โดยที่ปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการในด้านกำลังนั้นสามารถใช้ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดที่กำหนดไว้สำหรับผนังตามมาตรฐานการออกแบบ ซึ่งเพียงพอต่อกำลังรับโมเมนต์ดัดในขั้นตอนถอดแบบ กำลังรับแรงดึงในขั้นตอนการยกขนย้าย และกำลังรับแรงอัดในขั้นตอนใช้งานจริง ในส่วนของหูช้างที่รับพื้นในขณะใช้งาน พบว่ากำลังของคอนกรีตมีค่าเพียงพอต่อการรับแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดจากการเยื้องศูนย์ โดยต้องการเพียงปริมาณเหล็กเสริมขั้นต่ำสำหรับการดัดเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่าบริเวณส่วนที่แคบระหว่างช่องเปิดและขอบผนังจะเกิดหน่วยแรงที่สูงมากในขณะถอดจากแบบซึ่งเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติที่จะออกแบบค่ากำลังอัดประลัย f_c' เพื่อรับหน่วยแรงดึงที่สูงเหล่านี้จึงจำเป็นต้องออกแบบเหล็กเสริมพิเศษต้านการดัดเพื่อรับแรงดึงบริเวณนี้

Project Title "Analysis and Design of Precast Concrete Load Bearing Walls for Residential Houses using Commercial Software"

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, UbonRatchathani University. 2003

By Mr. Greangkrai Promchai

Mr. Nititham Kulsornnan

Project Advisor: Asst. Prof. Dr. Griengsak Kaewkulchai

Abstract

This thesis studies the behavior of precast concrete load bearing walls of residential houses by using the standard single two-story house from the Aur-Arthorn project of the National Housing Authority of Thailand as a case study. Most of the structural precast walls being studied have special characters such as openings for doors and windows for which they cannot be analyzed by a conventional analysis method. Therefore, commercial software "SAP2000" is utilized as an analysis tool for the study. From the construction steps, one can categorize the behavior of precast concrete load bearing walls into three stages; the casting and removing stage, the lifting stage, and the service stage. For each stage, structural models for the precast walls are generated and analyzed.

For the casting and removing stage, the precast concrete walls have only their self-weight as an applied load. The support condition for these walls will be pinned at one end and two lifting points at the other end. In this stage, stress analysis and design are performed to prevent cracking due to flexural tensile stresses. In addition, the strength for shears and bending moments is also checked to avoid breaking of the walls at ultimate. During the lifting stage, the walls' self-weight generate tensile stresses throughout the wall panel and may cause some cracking. One must consider the design for these stresses to prevent concrete from cracking as well as the strength design of reinforcements to resist the occurring tensile forces. Finally, for the service stage, compressive and tensile stresses of the walls are considered. The compressive strength of each wall sustaining the dead and live loads from floors and roofs is also checked. In addition, the analysis and design for the flexural and shear strength of corbels supporting slabs are carried out.

From the study, it was found that the compressive strength of concrete ($f_c^{'}$) required to prevent concrete cracking during the casting and removing stage has enough capacity to resist the tensile stresses that occur in the lifting stage as well as the compressive stresses at the service stage. Besides, only the minimum amount of reinforcement for walls recommended by the standard design codes is sufficient for strength requirements, i.e., flexural strength during the casting and removing stage, tensile strength during the lifting stage, and compressive strength during the service stage. For the corbels supporting slabs, the concrete has enough strength to withstand the shear and moment from eccentricity in which only minimize reinforcement for bending is required. Moreover, it was found that the narrow areas between openings as well as the edge of the walls result in very high stresses during the casting and removing stage which is impossible to design for $f_c^{'}$ to resist these high tensile stresses. As a result, special flexural reinforcements to resist the resulting tensile forces are to be designed.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สำเร็จลุล่วงไปได้หากไม่ได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่าย ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. เกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย เป็นอย่างสูง สำหรับการให้โอกาสได้ทำปริญญานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและคำแนะที่ดี ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ในอนาคต และขอขอบพระคุณบุคคลดังต่อไปนี้ที่ได้ช่วยให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผศ.ดร.วิวัฒน์ พัวทัศนานนท์ อาจารย์ผู้ร่วมประเมินปริญญานิพนธ์

ผศ.ดร.กิตติศักดิ์ ขันติยวิชัย อาจารย์ผู้ร่วมประเมินปริญญานิพนธ์

ผศ.ดร.สุชาติ ลิ่มกตัญญู มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อาจารย์ผู้ให้ความอนุเคราะห์การใช้โปรแกรม SAP2000

เพื่อน ๆ ที่เป็นกำลังใจและให้คำแนะนำให้คณะผู้จัดทำตลอดมา

กราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้มีพระคุณอย่างหาเทียบไม่ได้ สำหรับทุกอย่างที่มอบให้กับคณะผู้จัดทำ ที่ช่วยให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้จัดทำมีความรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

นายเกรียงไกร พรหมชัย

นายนิติธรรม กุลสอนนาน