บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความนำ

โครงสร้างแผ่นพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลัง (Post - Tensioned Flat Plate)เป็นลักษณะของแผ่นพื้นท้องเรียบที่รองรับโดยตรงด้วยเสา ไม่มีแป้นหัวเสา (Column Capital) หรือส่วนเพิ่มความหนาที่หัวเสา (Drop Panel) และทำการอัดแรงกับพื้นคอนกรีตเพื่อช่วยลดหน่วยแรงภายในพื้นคอนกรีต ซึ่งปัจจุบันการออกแบบโครงสร้างแผ่นพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลัง ดังกล่าวได้รับความนิยมสูงมาก เพราะเป็นระบบพื้นที่ได้เปรียบกว่าระบบพื้นแบบอื่นๆ โดยเฉพาะช่วงความยาวเสา 8-10 เมตร ทั้งนี้เพราะสามารถที่จะก่อสร้างได้ง่ายในเรื่องของการทำไม้แบบ การวางเหล็กเสริมและความรวดเร็วในการก่อสร้าง รวมทั้งสามารถลดความสูงระหว่างชั้นต่อชั้นได้มาก แต่การออกแบบโดยทั่วไปมักจะไม่ได้คำนึงถึงด้านราคาควบคู่กับการวิเคราะห์ไปด้วยกันตลอดเวลาที่เปลี่ยนแปลงค่าต่างๆไป เช่น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดความหนาของพื้นคอนกรีต หรือเปลี่ยนแปลงแรงจากลวดอัดแรง ทำให้เหล็กเสริมธรรมดาในพื้นคอนกรีตมีการเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเราจำเป็นต้องคำนวณด้านราคาเปรียบเทียบกับค่าความหนาพื้นคอนกรีตและแรงจากลวดอัดแรงกับเหล็กเสริมธรรมดาว่าการเพิ่มปริมาณค่าใดจึงจะเหมาะสมตามไปด้วย แต่เป็นเหตุที่ทำให้เสียเวลาจึงมักจะละเลยเนื่องจากต้องใช้วิธีคำนวณหลายๆครั้ง การวิจัยนี้จึงจะเป็นการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างของแผ่นพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลัง โดยให้ได้ขนาดของชิ้นส่วนของโครงสร้างเป็นไปอย่างประหยัดทั้งวัสดุและค่าแรงที่สุด เพื่อเป็นการลดราคาค่าก่อสร้างของโครงการ โดยที่โครงสร้างของแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงยังสามารถรับแรงได้ตามประโยชน์ใช้สอยและได้อย่างปลอดภัย

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ได้นำตัวแปรด้านราคาของโครงสร้างพื้นคอนกรีตมาใช้เพื่อให้เกิดความเหมาะสมที่สุด เพื่อให้ได้ความหนาของแผ่นพื้นคอนกรีต,ปริมาณลวดอัดแรง,จำนวนเหล็กเสริมที่เหมาะสม ที่จะทำให้การออกแบบเป็นไปอย่างเหมาะสมที่สุด

ความเป็นมา

การศึกษาพฤติกรรมและออกแบบพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลังอย่างเหมาะสม ได้มีการศึกษา งานวิจัยและบทความก่อนหน้านี้ดังนี้

ปี ค.ศ.1963 Rozvany และ Hampson เสนอวิธีการออกแบบที่ประหยัดสำหรับการออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรง โดยใช้การแก้ปัญหาของลากรองจ์ (Lagrange) ภายใต้สมการควบคุมการออกแบบให้แผ่นพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงมีความหนาที่น้อยที่สุด รวมทั้งจำนวนลวดอัดแรงที่น้อยด้วย

ปี ค.ศ. 1987 Wang ได้ให้แนวความคิดเกี่ยวกับการออกแบบให้เหมาะสมที่สุด โดยการพิจารณาถึงแรงจากลวดที่น้อยที่สุด ภายใต้และหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ในหน้าตัดควบคุม โดยการใช้วิธีน้ำหนักสมดุล และวิธีการลองถูกลองผิด (Trial and Error)

ปี ค.ศ. 1973 Uri Kirsch ได้เสนอการออกแบบที่เหมาะสมที่สุด โดยการเปลี่ยนรูปสมการควบคุมซึ่งอยู่ในรูปสมการที่ไม่เป็นเชิงเส้น ได้เปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่สมการเชิงเส้นที่ใกล้เคียงกันสมการที่ไม่เป็นเชิงเส้นเดิมเพื่อให้ง่ายต่อการแก้สมการ และได้นำราคาของคอนกรีตและลวดอัดแรง ซึ่งสมมติฐานว่าเป็นปัจจัยสำคัญต่อราคามาเป็นสมการหลัก(Ojective Function)ในการพิจารณา

ปี ค.ศ. 1977 Rajagopalan ได้เสนอแนวความคิดของการออกแบบให้ได้น้ำหนักน้อยที่สุดเป็นสมการควบคุม 4 สมการ ในรูปตัวแปรของความหนาคอนกรีตและแรงจากลวดอัดแรง และได้นำราคาของความหนาของแผ่นพื้นคอนกรีตและแรงจากลวดอัดแรง มาเป็นสมการหลัก(Objective Function)ในการพิจารณา โดยอาศัยการแก้สมการเทคนิคของลากรองจ์ (Lagrange Multiplier Technique) และได้สรุปว่าโดยทั่วไปการออกแบบที่ประหยัดที่สุดมักขึ้นอยู่กับการออกแบบน้ำหนักของโครงสร้างที่น้อยที่สุด

ปี ค.ศ. 1980 Loov ได้เสนอวิธีลดความยุ่งยากทางคณิตศาสตร์เนื่องจากการแก้สมการOptimizationโดยตรง เป็นการลดตัวแปรในสมการลงมาโดยแทนค่าที่จะเป็นไปได้เข้ามาในสมการ แต่ผลที่ได้จะใกล้เคียงกับค่าความเป็นจริงที่สุดและเห็นได้ชัดเจนจากการสังเกต โดยการนำราคาเป็นสมการหลัก(Objective Function)ในการพิจารณา และในการหาค่าแรงจากลวดอัดแรงที่เหมาะสมจากค่าแรงจากลวดอัดแรง 2 ค่า คือค่าแรงจากลวดอัดแรงที่น้อยที่สุดและค่าแรงจากลวดอัดแรงที่มากที่สุดที่อยู่ในค่าขอบเขตความเป็นไปได้ที่จะทำให้ราคาของโครงสร้างประหยัดที่สุด ซึ่งผลก็จะได้ค่าความหนาของพื้นคอนกรีตและแรงจากลวดอัดแรงที่เหมาะสม และในจุดที่ประหยัดที่สุดด้วย

งานที่ทำในงานวิจัยนี้

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ได้นำตัวแปรด้านราคามาใช้เป็นสมการหลักในการพิจารณาเพื่อให้การคำนวณและออกแบบที่เหมาะสมที่สุด เพื่อให้ได้ความหนาของพื้นคอนกรีต,ปริมาณแรงประสิทธิผลจากลวดอัดแรง,จำนวนเหล็กเสริมที่น้อยที่สุด ที่จะทำให้การออกแบบเป็นไปอย่างประหยัดที่สุด

การวิเคราะห์จะลดความยุ่งยากในการแก้สมการทางคณิตศาสตร์โดยตรง โดยการเริ่มจากค่าความหนาของพื้นคอนกรีตที่น้อยที่สุด ที่สามารถรับน้ำหนักการออกแบบได้อย่างปลอดภัย และพิจารณาถึงขอบเขตความน่าจะเป็นของแรงประสิทธิผลจากลวดอัดแรง จากแรงประสิทธิผลที่น้อยที่สุดที่หน่วยแรงที่เกิดขึ้นของหน้าตัดไม่เกินหน่วยแรงที่ยอมให้ และแรงประสิทธิผลที่มากที่สุดที่ทำให้การเสริมเหล็กในหน้าตัดคอนกรีตน้อยที่สุด ซึ่งในจุดที่ถ้าเพิ่มแรงประสิทธิผลต่อไป ก็จะไม่ทำให้การเสริมเหล็กในหน้าตัดคอนกรีตลดน้อยลงไป และสร้างสมการจากค่าในขอบเขตความน่าจะเป็นช่วงที่ประหยัดที่สุดโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างราคาของโครงสร้างทั้งหมดกับแรงประสิทธิผลจากลวดอัดแรง เพื่อนำสมการที่ได้มาวิเคราะห์ประมาณค่าหาจุดที่ราคาต่ำสุดของเส้นสมการ ซึ่งก็จะเป็นจุดที่ราคาของโครงสร้างต่ำที่สุด

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาวิธีการวิเคราะห์และออกแบบพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลัง

2.ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มแรงประสิทธิผลจากลวดอัดแรงกับการเปลี่ยนแปลงหรือการลดลงของเหล็กเสริมในพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลัง

3.ศึกษาการวิเคราะห์เพื่อให้ได้พื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลังที่เหมาะสมที่สุด โดยการนำค่าราคาเป็นสมการหลักในการพิจารณา

4 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อลดขั้นตอนและเวลาในการวิเคราะห์

5.ศึกษาและเปรียบเทียบผลจากที่วิเคราะห์ได้กับตัวอย่างอื่นเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

6. เสนอแนะหลักการวิเคราะห์สำหรับใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นตอน,วิธีการและขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้มีเป้าหมายที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์และออกแบบพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลังอย่างเหมาะที่สุด โดยมีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1.ศึกษาวิธีการวิเคราะห์การสร้างสติฟเนสและสมการในการออกแบบโครงของชิ้นส่วนเสาและพื้น โดยวิธีโครงเสมือน (Equivalent Frame) ใช้การวิเคราะห์หาแรงประสิทธิผลจากลวดอัดแรงโดยวิธีของการสมดุลน้ำหนักบรรทุก (Load Balancing) และคำนวณเหล็กเสริมที่ได้หลังจากการอัดแรงจากลวดอัดแรง

2.ระบบพื้นเป็นพื้นคอนกรีตไร้คานที่มีความหนาคงที่ตลอด เป็นระบบพื้นอัดแรงภายหลังแบบแรงยึดเหนี่ยวและไร้แรงยึดเหนี่ยว

3. พิจารณาให้คอนกรีตเป็นหน้าตัดรับแรงเฉือน โดยไม่นำเหล็กเสริมรับแรงเฉือนมาพิจารณาร่วมด้วย

4.ศึกษาการออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลัง ตามหน่วยแรงที่ยอมให้และข้อกำหนดของมาตรฐาน ACI

5.พิจาณาให้คอนกรีตอัดแรงที่ยอมให้มีหน่วยแรงดึงเกิดขึ้น แต่ไม่มีการแตกร้าวภายใต้น้ำหนักบรรทุกใช้งาน

6.ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลักต่อราคาโครงสร้าง ได้แก่ ความหนาของพื้นคอนกรีต แรงประสิทธิผลจากลวดอัดแรง เหล็กเสริมธรรมดา เพื่อที่จะได้ถึงจุดการคำนวณและออกแบบอย่างเหมาะสม (Optimum Design) ของแผ่นพื้นคอนกรีตไร้คานอัดแรงภายหลัง

7.พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากการศึกษาข้างต้น

8.เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรแกรมที่วิจัยในกรณีที่ไม่ใช้การคำนวณออกแบบอย่างเหมาะสม(Optimum Design)กับตัวอย่างอื่นๆทั่วไปเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมวิจัย

9. เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรแกรมที่วิจัยในกรณีที่ใช้การคำนวณออกแบบอย่างเหมาะสม(Optimum Design) กับตัวอย่างอื่นๆเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมวิจัย