หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความนำ

การออกแบบโครงสร้างที่มีช่วงยาว มักจะประสบปัญหาและมีขีดจำกัดที่มากด้วยน้ำหนักบรรทุกและขนาดที่ใหญ่เกินไป แต่เมื่อมีการพัฒนาโครงสร้างแบบคอนกรีตอัดแรงขึ้นในปี ค.ศ. 1886 การออกแบบโครงสร้างช่วงยาวก็สามารถกระทำได้อย่างประหยัดมากยิ่งขึ้น และมีขนาดที่เล็กลง แต่อย่างไรก็ตามโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงก็มีข้อเสียอยู่บ้างโดยเฉพาะกรณีที่มีการอัดแรงมาก ๆ จะทำให้โครงสร้างเกิดการโก่งตัวขึ้น (Camber) มากเกินไป ต่อมาในปี ค.ศ. 1939 ได้มีการทดลองใช้ลวดกำลังดึงสูง อัดแรงเพิ่มเข้าไปในคานคอนกรีตเสริมเหล็กทำให้มีความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกได้เพิ่มมากขึ้น และยังช่วยควบคุมความกว้างของรอยร้าว เนื่องจากกำลังของโครงสร้างชนิดนี้ส่วนหนึ่งเป็นผลที่ได้มาจากการอัดแรง อีกส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากเหล็กเสริมธรรมดาจึงเรียกโครงสร้างชนิดนี้ว่าโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงบางส่วน (Partially Prestressed Concrete Structures) ซึ่งโครงสร้างชนิดนี้จะมีพฤติกรรมอยู่ระหว่างคอนกรีตเสริมเหล็กและคอนกรีตอัดแรง จึงรวบรวมเอาข้อดีของโครงสร้างทั้งสองแบบไว้ในองค์อาคารเดียวกัน

โครงสร้างแผ่นพื้นคอนกรีตไร้คาน ได้รับความสนใจและเป็นที่นิยม ในการก่อสร้างเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะการก่อสร้างแบบนี้ทำแบบหล่อคอนกรีตได้ง่ายวางเหล็กเสริมและเทคอนกรีตได้ง่ายสะดวกและรวดเร็ว ทำให้สามารถประหยัดทั้งเวลาและค่าแรงงานไปได้มาก นอกจากนี้ยังมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใช้สอยได้ง่าย โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับน้ำหนักบรรทุกแบบจุดหรือน้ำหนักแบบแผ่กระจาย หรืออาจกล่าวได้ว่าผนังอาจเปลี่ยนแปลงตำแหน่งได้โดยมีผลกระทบต่อกำลังของแผ่นพื้นน้อย แผ่นพื้นไร้คานยังมีข้อดีอีกหลายประการ เช่นสามารถลดความสูงระหว่างชั้นต่อชั้นได้ เนื่องจากไม่มีคาน ซึ่งจะเป็นผลทำให้สามารถเพิ่มจำนวนชั้นได้มากขึ้นภายใต้ความสูงของอาคารเดิม อีกทั้งอัตราการก่อสร้างเป็นไปอย่างรวดเร็วจึงเป็นที่นิยมสำหรับอาคารที่มีขนาดสูงและอาคารขนาดใหญ่

การออกแบบแผ่นพื้นไร้คานที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมี 2 ประเภทคือออกแบบเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete) และออกแบบเป็นแบบคอนกรีตอัดแรง (Fully Prestress) แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กมีข้อเสียคือจะเกิดการแอ่นตัว(Deflection)ได้มากจึงทำให้ออกแบบโครงสร้างได้ในช่วงความยาวที่มีค่าไม่มาก มิฉะนั้นพื้นจะมีความหนามากและไม่คุ้มค่าในเรื่องของราคา ดังนั้นการออกแบบพื้นไร้คานที่มีช่วงยาว ๆ จึงนิยมใช้เป็นคอนกรีตอัดแรงมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามการออกแบบเป็นแบบคอนกรีตอัดแรงอาจมีปัญหาบางประการ โดยเฉพาะในกรณีที่มีการอัดแรงมากๆ อาจทำให้เกิดการโก่งตัวขึ้นมากเกินไป การออกแบบแผ่นพื้นโดยวิธี อัดแรงบางส่วนจะช่วยให้ได้โครงสร้างที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากกว่า สามารถช่วยทั้งในด้านกำลัง (Strength) และการใช้งาน (Serviceability) เช่น ช่วยควบคุมการแตกร้าว (Crack) หรือช่วยเพิ่มความเหนียว (Ductility)ให้กับพื้น นอกจากนี้อาจช่วยประหยัดสำหรับการออกแบบในบางโครงสร้างเนื่องจากจะใช้กำลังของลวดอัดแรงได้อย่างเต็มที่ แล้วใช้กำลังของเหล็กเสริมช่วยรับแรงที่เหลืออยู่

แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงบางส่วนที่มีการอัดแรงมาก พฤติกรรมจะมีแนวโน้มไปในทางคอนกรีตอัดแรง ในขณะเดียวกันแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงบางส่วนที่มีการอัดแรงน้อยพฤติกรรมจะมีแนวโน้มไปในลักษณะคอนกรีตเสริมเหล็ก ตัวแปรที่บ่งชี้ว่าแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงบางส่วนมีการอัดแรงมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนค่าอัดแรง(Partially Prestressing Ratio,PPR) หมายถึงอัตราส่วนของค่าโมเมนต์ดัดจากผลของการอัดแรง (M_p) และโมเมนต์ดัดประลัย (M_u) อย่างไรก็ดี คำนิยาม(Definition) ของคอนกรีตอัดแรงบางส่วน Naaman(1) ได้เสนอคำจำกัดความของคอนกรีตอัดแรงบางส่วนคือ โครงสร้างคอนกรีตที่ภายในหน้าตัดบรรจุทั้งเหล็กเสริม (Nonprestressed Reinforcement) และลวดอัดแรง(Prestressed Reinforcement) เพื่อให้รับแรงกระทำร่วมกัน T.Y.Lin(2)คอนกรีตอัดแรงบางส่วนคือโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงที่ยอมให้เกิดหน่วยแรงดึงและรอยแตกร้าวได้ภายใต้น้ำหนักบรรทุกใช้งาน ซึ่งภายในหน้าตัดอาจใส่เหล็กเสริมเพื่อช่วยรับแรงดึง

1.2 งานวิจัยที่ผ่านมา

การออกแบบโครงสร้างโดยวิธีอัดแรงบางส่วนได้เป็นที่สนใจครั้งแรกในปี ค.ศ.1939

โดยวิศวกรชาวออสเตรียชื่อ Emperger(3) ได้ใช้ลวดกำลังสูง (High Tensile Steel) อัดแรงเพิ่มลงไปในคานคอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อให้มีความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกได้มากขึ้นและยังสามารถควบคุมความกว้างของรอยแตกร้าว(Crack Width)ได้ดี Abeles(4) ได้ให้ข้อสรุปจากการศึกษาคานคอนกรีตอัดแรงบางส่วนว่า คานคอนกรีตอัดแรงเต็มนั้นแม้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้มากภายใต้หน้าตัดที่ไม่เกิดการแตกร้าว แต่การที่มีการอัดแรงมากๆจะทำให้โครงสร้างของคอนกรีตเปราะมากเกินไป (Brittle Material) ยังผลให้อาจเกิดการวิบัติอย่างฉับพลันหลังการแตกร้าว ซึ่งไม่เป็นการปลอดภัยในทางโครงสร้างแต่การเลือกใช้คานคอนกรีตอัดแรงบางส่วน จะทำให้โครงสร้างมีความเหนียวเพิ่มขึ้น และยังปรากฏรอยแตกร้าวให้เห็นอย่างเด่นชัดก่อนการวิบัติ ในขณะที่คานคอนกรีตอัดแรงบางส่วนกำลังเป็นที่สนใจมากขึ้น ในปี 1963 มาตรฐาน ACI กำหนดให้สามารถเกิดหน่วยแรงดึงภายในหน้าตัดคอนกรีตอัดแรงภายใต้น้ำหนักบรรทุกใช้งานได้แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกินค่าที่ยอมรับได้และนอกจากนั้น Lin(2) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ถึงแม้คอนกรีตอัดแรงจะสามารถใช้แก้ปัญหาการแอ่นตัวได้ดี แต่ขณะเดียวกันอาจเกิดในการแก้ปัญหาการโก่งตัวขึ้น หากมีการอัดแรงมากเกินไป Lin ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาการโก่งตัวโดยการเลือกใช้คอนกรีตอัดแรงบางส่วน แม้จะพบว่ามีข้อจำกัดอยู่บ้างในกรณีของโครงสร้างที่ต้องการใช้งานในสภาวะที่ปราศจากการแตกร้าว เช่น โครงสร้างที่ต้องสัมผัสกับสารเคมีหรือการกัดกร่อนของซัลเฟต เพราะโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงบางส่วน อาจเกิดการแตกร้าวภายใต้น้ำหนักบรรทุกใช้งาน (Service Load) ในปี 1979 Naaman และ ดร.อำนวยพร (5)ได้เสนอวิธีการออกแบบคอนกรีตอัดแรงด้วยวิธี PPR (Partial Prestrssing Method) ซึ่งเป็นวิธีการออกแบบโดยกำหนดสัดส่วนการรับแรงระหว่าง เหล็กเสริม และลวดอัดแรง

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาพฤติกรรมการทดสอบการบรรทุกน้ำหนักเกี่ยวกับการแตกร้าว การแอ่นตัวและหน่วยแรงภายในของแผ่นพื้นคอนกรีตท้องเรียบทางเดียวชนิดอัดแรงบางส่วนจากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกแบบสถิตย์จนถึงวิบัติ

2. ศึกษาแนวทางการวิเคราะห์กำลังของแผ่นพื้นท้องเรียบแบบอัดแรงบางส่วนที่ให้พฤติกรรมที่แท้จริง ทั้งเกี่ยวกับแรงดัด และแรงเฉือน

3. ศึกษาพฤติกรรมการให้บริการทั้งในส่วนการแอ่นตัว รอยแตกร้าว ตามสัดส่วน

การอัดแรง และปริมาณเหล็กเสริม

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้จำกัดเฉพาะพื้นหน้าตัดรูปหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 15x70 ซม. ความยาวทั้งหมด 630 ซม.และมีช่วงทดสอบยาว 600 ซม. ตัวอย่างทดสอบประกอบด้วย พื้นคอนกรีตอัดแรงบางส่วน ระบบการอัดแรงแบบไม่มีการยึดเหนี่ยว (Unbonded System) และค่าอัตราส่วนของการอัดแรงเท่ากับ 0, 0.210, 0.511, 0.774 และ 1.00 และใช้การบรรทุกน้ำหนักทดสอบแบบสถิตย์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย