หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความนำ

ในปัจจุบันการออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตไร้คานกำลังเป็นที่นิยม ในการก่อสร้างกันมาก โดยเฉพาะในประเทศที่มีค่าแรงงานสูงทั้งนี้เพราะการก่อสร้างแบบนี้สามารถทำแบบหล่อคอนกรีตที่ง่ายและประหยัด อีกทั้งสามารถวางเหล็กเสริมและเทคอนกรีตได้สะดวกและรวดเร็ว แผ่นพื้นไร้คานยังมีข้อดีหลายประการ เช่น สามารถลดความสูงระหว่างชั้นต่อชั้นได้ เนื่องจากไม่มีคาน ซึ่งจะเป็นผลทำให้สามารถเพิ่มจำนวนชั้น ในอาคารหลังหนึ่งๆได้ อีกทั้งสามารถลดระยะเวลาของการก่อสร้างให้น้อยลงเนื่องจากการทำงานสะดวกและรวดเร็ว เป็นต้น การออกแบบแผ่นพื้นไร้คานที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมี 2 ประเภท คือ ออกแบบเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforce Concrete) และออกแบบเป็นคอนกรีตอัดแรงเต็ม (Fully Prestressed) แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กมีข้อเสียคือ อาจเกิดการแอ่นตัว (Deflection) มากเกินไป ทำให้การออกแบบแผ่นพื้นที่มีความยาวช่วงมาก ต้องใช้ความหนาของพื้นมากจึงเป็นการไม่ประหยัด ดังนั้นในระยะหลังจึงนิยมใช้แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงเนื่องจากสามารถแก้ปัญหาการแอ่นตัวได้ดี การออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง เป็นการออกแบบชนิดที่ให้ลวดอัดแรงทำหน้าที่รับแรงภายนอก เพียงอย่างเดียว อาจใส่เหล็กเสริมเพื่อวัตถุประสงค์ป้องกันการแตกร้าว และอาจยอมให้เกิดหน่วยแรงดึงภายในคอนกรีตได้ แต่ต้องไม่เกินหน่วยแรงตามที่มาตรฐานกำหนดให้ วิธีการออกแบบมักนิยมใช้ร่วมกับ Load Balancing ปัญหาอย่างหนึ่งของการทำ Load Balancing ก็คือ ถ้าทำ Load Balancing เพื่อหาปริมาณลวดอัดแรงที่จุดที่มีโมเมนต์มากที่สุด ดังเช่น บริเวณหัวเสาที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ก็จะเป็นผลให้การทำ Load Balancing ที่กลางช่วงแผ่นพื้นหรือบริเวณหัวเสาอื่นซึ่งมีโมเมนต์น้อยกว่าต้องใช้ระยะเยื้องศูนย์ (Eccentricity) น้อยลงซึ่งทำให้เป็นการใช้งานวัสดุที่ไม่เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นหากเราทำ Load Balancing ที่จุดซึ่งมีโมเมนต์น้อยกว่า เช่นที่จุด 4 โดยวางแนวลวดกำลังสูงให้มีระยะเยื้องศูนย์ที่หัวเสาและกลางช่วงแผ่นพื้นเท่ากันทั้งหมด โมเมนต์ที่จุด 2,3,5 และ 6 ในส่วนที่เกินจากจุดที่ 4 ก็จะ

ให้ถูกรับแรงโดยเหล็กเสริมธรรมดา (Normal Reinforcement) ซึ่งโครงสร้างประเภทนี้เรียกว่า โครงสร้างคอนกรีตอัดแรงบางส่วน (Partially Prestressed Concrete Structures)

โครงสร้างคอนกรีตอัดแรงบางส่วนหมายถึง โครงสร้างคอนกรีตที่ภายในหน้าตัดบรรจุทั้งเหล็กเสริม (Nonprestressed Reinforcement) และ ลวดอัดแรง (Prestressed Reinforcement) เพื่อให้รับแรงกระทำร่วมกันโดยเป็นโครงสร้างที่ยอมให้เกิดรอยแตกร้าวได้ภายใต้น้ำหนักบรรทุกใช้งานแต่ต้องไม่เกินตามที่มาตรฐานกำหนด พฤติกรรมของคอนกรีตอัดแรงบางส่วนจะมีลักษณะก้ำกึ่งอยู่ระหว่างพฤติกรรมของคอนกรีตเสริมเหล็กและคอนกรีตอัดแรง โดยคอนกรีตอัดแรงบางส่วนที่มีการอัดแรงมากพฤติกรรมจะมีแนวโน้มไปทางคอนกรีตอัดแรง ในขณะเดียวกันคอนกรีตอัดแรงบางส่วนที่มีการอัดแรงน้อย พฤติกรรมจะมีแนวโน้มไปในลักษณะคอนกรีตเสริมเหล็ก งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อพฤติกรรมของแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงบางส่วน เพื่อสามารถกำหนดขีดจำกัดตัวแปรที่สามารถควบคุมพฤติกรรมของแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงบางส่วนทั้งทางด้านกำลังและการให้บริการ ยังผลให้เป็นการใช้วัสดุอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

1.2 งานวิจัยที่ผ่านมา

การออกแบบโครงสร้างโดยวิธีอัดแรงบางส่วน ได้เป็นที่สนใจครั้งแรกในปี ค.ศ. 1939 โดยวิศวกรชาวออสเตรียชื่อ Emperger (1)ได้ใช้ลวดกำลังดึงสูง (High Tensioned Wires) อัดแรงเพิ่มลงไปในคานคอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของคาน และพบว่าโครงสร้างมีกำลังรับน้ำหนักบรรทุกได้มากขึ้น ในขณะที่เกิดการแตกร้าวและการแอ่นตัวน้อยกว่าคานคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา ต่อมาเมื่อคานคอนกรีตอัดแรงได้รับความสนใจมากขึ้น Abeles (2) ได้ทดสอบคานคอนกรีตอัดแรงบางส่วนเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาของการวิบัติแบบเปราะในคานคอนกรีตที่อัดแรงมากเกินไป. โดยใส่ลวดอัดแรง 40% ของปริมาณเหล็กเสริมทั้งหมด Abeles พบว่าโครงสร้างปรากฏรอยแตกร้าวและการแอ่นตัวให้เห็นอย่างเด่นชัดก่อนการวิบัติ Lin (3) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าถึงแม้คอนกรีตอัดแรงจะสามารถใช้แก้ปัญหาการแอ่นตัวได้ดี แต่ขณะเดียวกันอาจเกิดปัญหาการโก่งตัวขึ้น (Camber) หากมีการอัด

แรงมากเกินไป Lin ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาการโก่งตัว โดยการเลือกใช้คอนกรีตอัดแรงบางส่วน แม้จะพบว่า มีข้อจำกัดอยู่บ้างในกรณีของโครงสร้างที่ต้องการใช้งานในสภาวะที่ปราศจากการแตกร้าว เช่น โครงสร้างที่ต้องสัมผัสกับสารเคมี หรือการกัดกร่อนของชัลเฟตเพราะโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงบางส่วน อาจเกิดการแตกร้าวภายใต้น้ำหนักบรรทุกใช้งาน (Service Load) ในปี 1968 Gergely และ Lutz (4) ได้ทำการทดสอบคานคอนกรีตเสริมเหล็กและเสนอสูตรทำนายความกว้างรอยแตกร้าวสูงสุด ซึ่งต่อมาได้บรรจุลงในมาตรฐาน ACI และในปี 1977 Nawy และ Chiang (5) ได้เสนอสูตรทำนายความกว้างรอยแตกร้าวสูงสุดสำหรับคานคอนกรีตอัดแรงทีหลังซึ่งต่อมา Naaman และ ดร.อำนวยพร (6) ได้ประยุกต์มาใช้ควบคุมการออกแบบชิ้นส่วน การควบคุมขนาดรอยแตกร้าวตามมาตรฐาน CEB - FIP (7) มีสูตรทำนายขนาดความกว้างรอยแตกร้าวสูงสุดและสามารถใช้ได้กับทั้งคอนกรีตเสริมเหล็ก, คอนกรีตอัดแรงบางส่วน และ คอนกรีตอัดแรงเต็ม Naaman และ ดร.อำนวยพร (6) ได้เสนอวิธีการออกแบบคอนกรีตอัดแรงบางส่วนด้วยวิธีอัตราส่วนการอัดแรง (PPR) ซึ่งเป็นวิธีการออกแบบโดยกำหนดสัดส่วนการรับแรงระหว่างเหล็กเสริมและลวดอัดแรง เพื่อให้หน้าตัดมีกำลังรับแรงดัดพอเพียงและสอดคล้องกับคุณสมบัติด้านการให้บริการ

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เนื่องจากการออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตท้องเรียบโดยวิธีอัดแรงเต็ม เป็นการใช้วัสดุอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ แนวทางแก้ไขอย่างหนึ่งคือการเลือกใช้แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงบางส่วน พฤติกรรมของคอนกรีตอัดแรงบางส่วนค่อนข้างมีความซับซ้อน เนื่องจากเกี่ยวข้องกับตัวแปรต่างๆหลายตัว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์พฤติกรรมทางโครงสร้างของแผ่นพื้นคอนกรีตท้องเรียบชนิดอัดแรงบางส่วน เพื่อสามารถหาขีดจำกัดของปริมาณเหล็กเสริมและอัตราส่วนการอัดแรงที่เหมาะสม ซึ่งสามารถควบคุม พฤติกรรมของหน้าตัดแผ่นพื้นคอนกรีตท้องเรียบชนิดอัดแรงบางส่วนทั้งที่สภาวะประลัยและสภาวะรับน้ำหนักใช้งานได้