หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

กรรมวิธีการผลิตคอนกรีตและสารผสมคอนกรีตได้วิวัฒนาการดีขึ้น ในปัจจุบันนี้สามารถผลิตคอนกรีตที่มีกำลังอัดประลัยเมื่อ 28 วันได้เกินกว่า 1500 กก/ซม^2.[1] คอนกรีตกำลังสูงมากจะมีประโยชน์อย่างยิ่งในแง่ของการลดน้ำหนักชิ้นส่วนโครงสร้างให้เบาลงและใช้งานได้อย่างกว้างขวาง คุณลักษณะพิเศษเกี่ยวกับกำลังอัดที่สูงมากนี้ เหมาะสำหรับการใช้งานกับชิ้นส่วนโครงสร้างที่รับแรงอัดเป็นหลัก เช่น เสาหรือชิ้นส่วนคอนกรีตอัดแรง โดยทั่วไปแล้วคุณสมบัติเชิงกลของคอนกรีตจะแปรผันตามกำลังอัด ดังนั้น คอนกรีตกำลังสูงมากจะมีความเหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุสำหรับหล่อชิ้นส่วนสำเร็จ เพราะมีขนาดเล็กแต่ให้ความแข็งแกร่งสูง

การศึกษาพฤติกรรมของเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ได้เริ่มมาตั้งแต่ปี 1900[2] และได้ปรับปรุงแก้ไขเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งนิยมใช้วิธีการออกแบบตามทฤษฎีประลัย แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาพฤติกรรมของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่ผ่านมา ยังใช้กับคอนกรีตที่มีกำลังไม่เกิน 560 กก./ซม^2. ในงานวิจัยนี้จะศึกษาพฤติกรรมของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้กับคอนกรีตกำลังเกินกว่า 800 กก./ซม^2.

งานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ก. คอนกรีตกำลังสูงมาก

Gilkey[3] ทดลองเกี่ยวกับสัดส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ที่จะมีผลต่อกำลังคอนกรีต พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณซีเมนต์ โดยรักษาปริมาณน้ำให้คงที่และลดขนาดโตสูดของหินลง จะทำให้กำลังคอนกรีตสูงขึ้น McGreary[4] Weymouth[5] และ Gold beck[6] กล่าวไว้ในทำนองเดียวกันว่า ขนาดคละของมวลรวมจะมีความสำคัญน้อยลงในคอนกรีตที่มีปริมาณซีเมนต์สูง Morgan[7] ค้นพบว่า ทรายที่มีลักษณะกลมมนจะให้กำลังคอนกรีตสูงกว่าทรายที่มีลักษณะผิวขรุขระ

และแง่มุม Thoman[8] ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับมวลรวมที่มีลักษณะโครงสร้างของผิว (Texture Surface) ที่ต่างกันโดยใช้กรวด หินทรายและหินบะซอลท์ (Basalt) พบว่า ส่วนผสมของคอนกรีตที่ใช้หินบะซอลท์ให้กำลังสูงสุด โดยให้เหตุผลว่า ความเป็นเนื้อเดียวกัน และคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่ดีกว่าจะมีความสามารถพัฒนาแรงยึดเกาะระหว่างเนื้อปูนทราย (Cement paste) กับหินได้สูง

ในราวปี 1960[9] ได้มีผู้เอาน้ำยาผสมคอนกรีต (Admixture) ที่มีลิกนินเป็นสารหลักมาใช้กับงานคอนกรีตเพื่อทำให้คอนกรีตมีความสามารถในการเทสูง แต่ตอนนั้นยังประสบปัญหาเกี่ยวกับอัตราการใช้ Saucier[10] กล่าวว่าเมื่อใช้ในอัตรามากกว่าผู้ผลิตแนะนำจะทำให้กำลังคอนกรีตลดลงในอายุเริ่มแรก แต่เมื่อมีอายุนานไปจะไม่มีผลต่อกำลังคอนกรีต Dodson[11] แนะนำว่าการใช้น้ำยาผสมคอนกรีตที่มีประสิทธิภาพมากนั้น ควรเติมลงในคอนกรีตหลังจากซีเมนต์ผสมกับน้ำแล้ว Blick[12] แนะนำว่าเมื่อใช้น้ำยาผสมคอนกรีตในอัตราที่สูงกว่าผู้ผลิตแนะนำ ควรทำการทดลองผสมคอนกรีตแล้วหาคุณสมบัติเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ไม่เติมน้ำยาผสมคอนกรีต นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำยาผสมคอนกรีตพวก Lignosulphonate ถ้าใช้สูงกว่าปกติจะทำให้เกิดฟองอากาศมากกว่า 3 % เป็นผลทำให้กำลังคอนกรีตลดลง

ข. <u>เสา</u>

ก่อนปี 1921[2] การออกแบบเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ได้ใช้หลักการแปลงหน้าตัดเหล็กเป็นคอนกรีตด้วยอัตราส่วนระหว่างโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กและคอนกรีต ซึ่งจะให้ความถูกต้องเฉพาะในช่วงอีลาสติก McMillan[13] ได้ทำการทดลองเสาคอนกรีตเสริมเหล็กรับน้ำหนักบรรทุก พบว่า เมื่อเสารับน้ำหนักบรรทุกถึงจุดประลัย เหล็กเสริมยืนจะมีหน่วยแรงถึงค่ากำลังคลาก และคอนกรีตจะมีหน่วยแรงถึงค่าประมาณ 85% ของกำลังคอนกรีตทรงกระบอก ต่อมา Lyse[14] และ Brown[15] ได้สร้างเสาตัวอย่างขึ้นทดสอบและได้สรุปผลเช่นเดียวกัน ในปี 1930[16] Richart ทำการศึกษาเกี่ยวกับการคืบตัวและหดตัว (Creep and Shrinkage) พบว่าการคืบตัวและหดตัวในเสาจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนเหล็กเสริมยืน Richart ได้เสนอตัวลดกำลังเพื่อความปลอดภัย (Factor of safety) ซึ่งอยู่ในรูปความเกี่ยวพันธ์กับเหล็กเสริมยืน ในที่สุด ACI-318-36[2] ได้ให้สมการการออกแบบ

เสาเป็น Working Stress Design กล่าวคือ นำน้ำหนักบรรทุกประลัยซึ่งเสนอโดย McMillan หารด้วยตัวลดกำลังเพื่อความปลอดภัยของ Richart ส่วนการศึกษาพฤติกรรมของเสารับน้ำหนักบรรทุกเยื้องศูนย์ Olson[17] พบว่า กำลังของเสาจะลดลงอย่างมากเมื่อเพิ่มระยะเยื้องศูนย์มากขึ้น พร้อมกันนี้ Olson ได้เสนอแนะการคำนวณออกแบบเสารับน้ำหนักบรรทุกเยื้องศูนย์ด้วย แต่อย่างไรก็ตามวิธีการออกแบบของ Olson ยังใช้ได้จำกัดคือระยะเยื้องศูนย์ไม่เกินกว่าครึ่งหนึ่งของความหนาเสา

ในช่วงปี 1930-1940 ได้มีบุคคลหลายคน[14,15,18,19,20] ได้สนใจในการนำทฤษฎีประลัยมาคำนวณออกแบบเสาและคาน ทั้งนี้เพราะทฤษฎีประลัยสามารถใช้ค่าตัวลดกำลังเพื่อความปลอดภัยได้เท่ากันทั้งคอนกรีตและเหล็กเสริม อีกประการหนึ่งน้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) เป็นน้ำหนักที่แน่นอนและกระทำอยู่ตลอดเวลา ได้ใช้ค่าตัวลดกำลังเพื่อความปลอดภัยไม่เท่ากับน้ำหนักจร (Live Load) ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเมื่อประกอบเป็นโครงข้อแข็ง (Frame) ทำการทดลองโดย Furlong และ Ferguson[21] ให้รับน้ำหนักบรรทุกแบบสมมาตร ไม่เคลื่อนตัวในด้านข้างและให้เสาโก่งงอเป็นคลื่นลูกเดียว (Single Curvature) พบว่า เสาจะรับน้ำหนักได้มากขึ้น 5-15 % เมื่อเทียบกับเสาอันเดิมแต่แยกมารับน้ำหนักบรรทุกโดยอิสระ ทำหรับการศึกษาเกี่ยวกับเสายาว Martin และ Olivieri[22] พบว่าความชลูดของเสา (Slenderness) มีค่า 40 เสาจะโก่งงอโดยมีจุดกลับโค้ง (Inflection point) สองจุด ถ้าความชลูดเป็น 27.3 จะโก่งงอโดยมีจุดกลับโค้งจุดเดียว

<u>จุดประสงค์ของงานวิจัย</u>

เพื่อศึกษาพฤติกรรมของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กทำด้วยคอนกรีตกำลังสูงมาก รับน้ำหนักบรรทุกตรงศูนย์และเยื้องศูนย์ เสาที่รับน้ำหนักบรรทุกตรงศูนย์จะศึกษาพฤติกรรมเกี่ยวกับกำลังประลัย ความเครียดสูงสุด ลักษณะการวิบัติ โดยให้สัดส่วนเหล็กเสริมยืนเป็นตัวแปร ส่วนเสาที่รับน้ำหนักบรรทุกเยื้องศูนย์ จะศึกษาพฤติกรรมเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ของแรงในแนวแกนและแรงดัด (Interaction Diagram)

<u>ขอบข่ายของงานวิจัย</u>

จะศึกษาเฉพาะเสาสั้น หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม ใช้คอนกรีตกำลังอัดประมาณ 800-1000 กก./ซม^2. เสาที่รับน้ำหนักบรรทุกตรงศูนย์จะให้สัดส่วนเหล็กเสริมยืนเป็นตัวแปรจาก 0-10.6 % ส่วนเสาที่รับน้ำหนักบรรทุกเยื้องศูนย์จะให้สัดส่วนของระยะเยื้องศูนย์ต่อความหนาเสาเป็นตัวแปรจาก 0-1.10