บทที่1

บทนำ

1.1 บทนำ

มาตรฐานการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กถือ เป็นเครื่องมืออันสำคัญในการออกแบบองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ในหลายประเทศ โดยเฉพาะทวีป อเมริกา และ ยุโรป มีการพัฒนา มาตรฐานการออกแบบ ดังเช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดใช้ Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-95) [1] ซึ่งมีเนื้อหาสาระ และการคำนวณออกแบบโดยวิธีกำลัง (Ultimate Strength Design) และมาตรฐานในกลุ่มยุโรป ซึ่งได้แก่ CEB/FIP Model Code 1990[3] , EuroCode[4] จะใช้การออกแบบโดยวิธีสภาวะสุดขีด (Limit State Design) ที่กำหนดพฤติกรรมทางโครงสร้างตามสมรรถนะการรับแรงและการใช้งาน

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในประเทศไทยยัง มีจำนวนจำกัด สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ได้จัดทำมาตรฐานการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน พ.ศ. 2534[7] และ โดยวิธีกำลัง พ.ศ. 2538[8] โดยมีเนื้อหาสาระที่อิงมาตรฐานของ ACI 318-63 และ ACI 318-89 ตามลำดับ ในปัจจุบันนี้วิธีการออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งานยังคงได้รับความนิยมและคุ้นเคยในกลุ่มวิศวกรมากกว่าวิธีการออกแบบโดยวิธีกำลัง ซึ่งจะได้รับความนิยมเฉพาะในกลุ่มวิศวกรรุ่นใหม่ และ กลุ่มบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาที่ทำโครงการขนาดใหญ่[6]

การคำนวณออกแบบโดยวิธีสภาวะสุดขีด ซึ่งเป็นวิธีการออกแบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในแถบทวีปยุโรปมาเป็นระยะเวลานาน แต่ยังคงเป็นเรื่องใหม่สำหรับการออกแบบโครงสร้างในประเทศไทย และไม่ได้เป็นที่รู้จักในกลุ่มวิศวกรไทยมากนัก ทั้งที่วิธีการออกแบบโดยภาวะสุดขีดจะมีหลักการพื้นฐานที่ใกล้เคียงกับวิธีการออกแบบโดยวิธีกำลังอยู่มาก การศึกษาเรื่องการออกแบบโดยภาวะสุดขีดในประเทศไทยยังไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร พ.ศ.2524 ดร.สิริลักษณ์ [9] ได้เสนอมาตรฐานการออกแบบตามวิธีสภาวะสุดขีดของวิศวกรรมแห่งประเทศไทยโดยมีเนื้อหาสาระอิงข้อกำหนดของ CP110 (มาตรฐาน BS8110) ของประเทศอังกฤษ

ในการศึกษานี้จะรวบรวมผลงานวิจัยที่ผ่านมา เน้นความสำคัญของข้อมูลที่ได้ทำการวิจัยตามปัจจัยและสภาพแวดล้อมในประเทศไทยเป็นอันดับแรก สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Models) แล้วกำหนดแนวทางการคำนวณออกแบบในสภาวะสุดขีด โดยใช้ทฤษฎีความน่าเชื่อทางโครงสร้าง (Structural

Reliability Theory) วิเคราะห์เปรียบเทียบกับผลการทดสอบต่างๆเท่าที่มีทั้งในเชิงตัวเลขและพฤติกรรม และสรุปเสนอแนะเพื่อการพิจารณาเป็นมาตรฐานการออกแบบต่อไปได้

ขอบข่ายของการศึกษานี้จะพิจารณาการออกแบบที่สภาวะสุดขีด [3] ซึ่งหมายถึงสภาวะที่โครงสร้างหมดความเหมาะสมที่จะรับแรงและใช้งาน ได้อย่างปลอดภัยซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ

1. สภาวะสุดขีดประลัย (Ultimate Limit State) เป็นสภาวะการรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของโครงสร้าง หรือ องค์อาคาร

2. สภาวะสุดขีดบริการ (Serviceability Limit State) เป็นสภาวะการใช้งานสูงสุดของโครงสร้าง หรือ องค์อาคาร เป็นต้นว่า การควบคุมการโก่งตัวของโครงสร้าง (Deflection) การแตกร้าว (Cracking) การสั่นสะเทือน (Vibration) และอื่นๆ

1.2 งานวิจัยที่ผ่านมา

องค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งในหลักการจะใช้กำลังอัดในคอนกรีต และ กำลังดึงในเหล็กเสริมเป็นสำคัญ คุณสมบัติเชิงกลของคอนกรีตจึงเป็นกลไกอันสำคัญเกี่ยวกับกำลัง ความสัมพันธ์ของหน่วยแรงและความเครียดของคอนกรีต มีผู้เสนอสมการความสัมพันธ์ไว้หลายรูปแบบ Hognestad[10] เสนอสมการ เป็นพาราโบลา โดยมี ความเครียดที่หน่วยแรงสูงสุดที่ 0.002 และ ค่าความเครียดสูงสุดที่ 0.003 Collins Mitchell และ MacGregor[11] ได้เสนอสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงกับความเครียดของคอนกรีตที่มีกำลังสูงขึ้น และได้ชี้ว่าความเครียดที่หน่วยแรงสูงสุดจะแตกต่างตามกำลังของคอนกรีต และความเครียดประลัยจะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นกราฟความสำคัญระหว่างหน่วยแรงกับความเครียดช่วงหลังหน่วยแรงสูงสุดจะเปลี่ยนแปลงอย่างมาก Thorenfeldt, Tomaszewicz และ Jensen ได้เสนอให้เพิ่มตัวคูณ k ในสมการของ Propovics[12] เปรียบเทียบกับผลการทดสอบพบว่าเมื่อกำหนดให้ค่าความเครียดประลัยลดลงตามกำลังของคอนกรีตที่สูงขึ้นจะให้ผลรวมของการกระจายหน่วยแรงอัดในคานที่สอดคล้องกับผลการทดสอบมาก อนึ่งค่าความเครียดที่หน่วยแรงสูงสุดจะเพิ่มขึ้น ตามกำลังของคอนกรีตที่สูงขึ้น เสรี[13] ได้ปรับปรุงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงกับความเครียดของ Collin et al [11] เพื่อใช้คำนวณกำลังของชิ้นส่วนโครงสร้าง สำหรับชิ้นส่วนรับแรงดัดพบว่าการกระจายหน่วยแรงอัดตามที่เสนอ สามารถหากำลังดัดประลัยและความเหนียวทางโครงสร้าง ให้ผลสอดคล้องกับผลการทดสอบต่างๆได้เป็นอย่างดี และสามารถกำหนดปริมาณเหล็กเสริมขั้นสูงจะต้องไม่เกินกว่า 0.375 เท่าของปริมาณเหล็กเสริมที่สภาวะสมดุลย์ เพื่อให้เกิดความเหนียวทางโครงสร้างพอเพียงให้เกิดจุดหมุนพลาสติกได้ สำหรับปริมาณเหล็กเสริมขั้นต่ำได้ในการศึกษาได้กำหนดไว้เช่นเดียวกัน

นันทวัฒน์[14] ศึกษาการคืบตัวของคอนกรีตผสมด้วยมวลหยาบตามแหล่งหินในประเทศไทย ใช้มวลรวมหยาบ 6 ชนิด ใช้กำลังของคอนกรีต ตั้งแต่ 250 ถึง 400 กก./ซม^2 โดยเลือกระดับหน่วยแรงที่ 20 40 และ 60 % ของกำลังประลัย และใช้ตัวอย่างทดสอบขนาด ∅ 7.5x15 ซม. พบว่า คอนกรีตที่ผสมด้วยหินทรายมีค่าการคืบ

ตัวและการหดตัวสูงสุด และ หินปูนมีค่าการคืบตัวและการหดตัวต่ำสุด การศึกษาพบว่าการคืบตัวและการหดตัวยังเป็นปฏิภาคตรงกับค่าโมดูลัสยืดหยุ่น ซึ่งหินทรายมีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นต่ำสุดในขณะที่หินปูนมีค่าสูงสุด

การศึกษาความน่าเชื่อถือทางโครงสร้างในประเทศไทย ทำโดย อัฏฐ์[15] วิเคราะห์หาค่าตัวคูณลดกำลังสำหรับองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามสภาพการก่อสร้างในกรุงเทพมหานคร โดยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่มีผลโดยตรงต่อกำลังรับแรงขององค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ ทำการจำลองข้อมูลโดยใช้วิธีการสุ่มของมอนติ คาร์โล ให้ได้รูปแบบการกระจายที่เหมาะสม การวิเคราะห์หาค่าตัวคูณลดกำลังการรับแรงขององค์อาคารชนิดต่างๆ ใช้ทฤษฎีของความน่าเชื่อถือทางโครงสร้าง และเกณฑ์กำหนดค่าดัชนีความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล การศึกษาได้อิงเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนและความไม่แน่นอนตามแนวทางของ Grant, Mirza และ MacGregor ซึ่งได้เสนอเพื่อใช้เป็นมาตรฐานการออกแบบของ ACI ผลการวิเคราะห์ตามทฤษฎีความน่าเชื่อถือทางโครงสร้าง พบว่าค่าตัวคูณลดกำลังรับแรงดัดตามปริมาณเหล็กเสริมและกำลังของคอนกรีต มีค่าประมาณ 0.77-0.95 ในขณะที่ตัวคูณลดกำลังรับแรงอัดและตัวคูณลดกำลังรับแรงเฉือน จะมีค่าประมาณ 0.60-0.70 และ 0.75-0.85 ตามลำดับ

สุชาติ[16] ได้ศึกษาวิเคราะห์หาค่าตัวคูณน้ำหนักบรรทุกในอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามสภาพการใช้งานในเขตกรุงเทพมหานคร โดยการสำรวจน้ำหนักบรรทุกบนอาคารแยกตามประเภทการใช้งาน ทำการวิเคราะห์หาน้ำหนักบรรทุกจรรวมตามแบบจำลองของ Pier และ Cornell โดยอิงการนำเสนอตามมาตราฐาน ANSI ซึ่งประกอบด้วย น้ำหนักบรรทุกจรถาวรและน้ำหนักบรรทุกจรเพิ่มชั่วขณะ ค่าตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุก โดยอิงค่าความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล จะเกี่ยวเนื่องกับค่าตัวคูณลดกำลังรับแรงขององค์อาคาร และขึ้นอยู่กับสภาพการใช้อาคารประเภทต่างๆ จากการศึกษาพบว่าค่าตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกคงที่มีค่า 1.2 และสำหรับน้ำหนักบรรทุกจรมีค่า 1.6 เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยด้วยการประมาณอันดับที่หนึ่ง ให้ค่าความปลอดภัยใกล้เคียงกับ ACI

การศึกษาการกระจายหน่วยแรงในหน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็ก Hognestad Hanson และ McHenry[17] ได้กำหนดตัวคูณ k_2/k_1k_3 สร้างโมเดลการกระจายหน่วยแรงในหน้าตัดคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับคอนกรีตตั้งแต่ 49 - 532 กก/ซม^2(700 - 7600 ปอนด์/นิ้ว^2) พบว่าการกระจายมีความสัมพันธ์ในเป็นสมการกำลังสองของกำลังอัด ในขณะที่ Whitney[18] ซึ่งเสนอการกระจายหน่วยแรงในคอนกรีตสมมุติในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยให้ผลลัพธ์ของหน่วยแรงจริงมีค่าเท่ากับผลรวมของแรงลัพธ์ที่ได้จากหน่วยแรงจริง และจุดศูนย์รวมของแรงจะทับกัน และพบว่าสัดส่วน k_2/k_1k_3 = 0.59 อย่างไรก็ตาม Jensen[19] เสนอการกระจายหน่วยแรงในคอนกรีตเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู และค่าของ k_2/k_1k_3 จะเพิ่มขึ้นตามกำลังของคอนกรีตที่สูงขึ้น

กำลังรับแรงเฉือนของหน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็ก Mphonde และ Frantz[20] ทำการทดสอบคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมเหล็กปลอกโดยใช้คอนกรีตมีกำลังอัดระหว่าง 210 ถึง 840 กก/ซม และเสริมเหล็ก

ปลอกโดยมีค่าดัชนี rf_{yw} = 3.52 กก/ซม^2 ถึง 10.56 กก/ซม^2 โดยมีค่า r = 3.36 % และค่า a/d คงที่เท่ากับ 3.60 สรุปได้ว่า วิธีการออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมเหล็กปลอกรับแรงเฉือนใน ACI-318 จะให้ผลในเชิงอนุรักษ์และจากผลการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนที่มีการกระจายของข้อมูลมาก มีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณของเหล็กเสริมรับแรงเฉือนที่สูงขึ้น และยังมีพฤติกรรมในลักษณะที่มีความเหนียวมากขึ้นในการวิบัติ เนื่องจากแรงเฉือนนี้ Johnson และ Ramirez[21] ทดสอบคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมเหล็กปลอกเพื่อหาปริมาณเหล็กเสริมรับแรงเฉือนต่ำสุดสำหรับคานคอนกรีตที่มีกำลังอัดอยู่ในช่วง 372 ถึง 738 กก/ซม^2 โดยเสริมเหล็กปลอกที่มีค่าดัชนี rf_{yw} = 3.52 กก/ซม^2 ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดตาม ACI-318 และ rf_{yw} = 7.04กก/ซม^2 สรุปได้ว่าดัชนีการเสริมเหล็กต่ำสุดที่กำหนดโดย ACI-318 นั้นต่ำเกินไป ACI Committee 326[22] ได้ทำการรวบรวมผลการทดสอบในเรื่องกำลังรับแรงเฉือนของหน้าตัดคอนกรีตเสริมเหล็ก ทั้งแรงเฉือนทิศทางเดียว หรือแรงเฉือนในคาน (One Way Shear or Beam Shear) และ แรงเฉือนสองทิศทางหรือแรงเฉือนทะลุ (Two Way Shear or Punching Shear) และทำการพัฒนาเพื่อนำไปสู่ข้อกำหนดที่ใช้ใน ACI ต่อมา ACI Committee 426[23,24] ได้ทำการอธิบายในเชิงพฤติกรรมให้เห็นถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกลไกการวิบัติในลักษณะของการวิบัติด้วยแรงเฉือนโดยอาศัยสมมุติฐานผลการทดสอบที่รวบรวมขึ้นโดย ACI Committee 326[22] ในคอนกรีตกำลังสูง เสรี[19] ได้เสนอสมการเพื่อทำนายกำลังเฉือนของคานที่ไม่เสริมเหล็กปลอกจะให้ผลลอดคล้องกับผลการทดสอบที่รวบรวมได้ ในการวิจัยนี้ยังได้เสนอให้ลดค่าขอบเขตล่างของกำลังเฉือนในแนวทะแยง หากมีเหล็กปลอกการใช้ Truss Analogy ยังคงให้ผลที่ถูกต้อง พิทยา[36] ได้ทำการทดสอบหากำลังเฉือนของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำด้วยคอนกรีตกำลังสูง ในช่วง 672 ถึง 801 กก/ซม^2 ทั้งแบบที่ไม่เสริมเหล็กปลอกและแบบเสริมเหล็ก ผลการทดสอบพบว่าสมการการรับแรงเฉือนของ ACI จะให้ค่าใกล้เคียงกับผลการทดสอบ

การศึกษากำลังรับแรงอัด Hognestad[10] เสนอว่ากำลังรับแรงอัดของหน้าตัดคอนกรีตมีค่าเท่ากับ $0.85f_c'$ Pfister[25] ทำการทดสอบเสาคอนกรีตเสริมเหล็กโดยการเสริมเหล็กปลอกเดี่ยวตาม ACI 318-63 พบว่าความต้องการเหล็กปลอกเดี่ยวตาม ACI 318-63 จะเพียงพอที่เสาจะพัฒนาการรับน้ำหนักบรรทุกจนถึงกำลังสูงสุดได้ Martinez et al[26] ทดสอบเสาคอนกรีตโดยไม่เสริมเหล็กตามยาวซึ่งใช้คอนกรีตมีกำลังอัดในช่วง 210 ถึง 700กก/ซม^2 พบว่ากำลังรับแรงอัดของหน้าตัดคอนกรีตมีค่าเท่ากับ $0.85f_c'$ และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นตามกำลังของคอนกรีตที่สูงขึ้น สำหรับคอนกรีตที่ถูกโอบรัดด้วยเหล็กปลอกกำลังรับแรงอัดของหน้าตัดคอนกรีตจะมีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับค่าความเครียดสูงสุดของเสาที่มีการโอบพบว่าจะเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงตามหน่วยแรงโอบประสิทธิผล แต่อัตราการเพิ่มจะลดลงตามการเพิ่มกำลังอัดของคอนกรีต ซึ่ง Ahmad และ Shah[27] ก็ได้ผลในลักษณะเดียวกัน ในคอนกรีตกำลังสูง เสรี[13] พบว่ากำลังอัดของคอนกรีตเมื่อเทียบกับกำลังอัดทดสอบรูปทรงกระบอกจะมีอัตราส่วนลดลงตามกำลังอัดคอนกรีตที่สูงขึ้น การศึกษานี้กำหนดหน่วยแรงอัดสูงสุดเพื่อการคำนวณออกแบบกำลังเสาในแนวแกนที่ให้ค่าลอดคล้องกับผลการทดสอบ ส่วนเสารับแรงเยื้องศูนย์จะเป็นพฤติกรรมร่วมระหว่างกำลังอัดและกำลังดัด เมื่อใช้การกระจายหน่วยแรงอัดคอนกรีตที่เสนอในการศึกษานี้จะให้ผลการทำนายกำลังของหน้าตัดที่ใกล้เคียงกับผลการทดสอบมากกว่าการพยากรณ์ตาม ACI 318-89[2] มานิต[58] ได้ศึกษาพฤติกรรมเสาคอนกรีตเสริมเหล็กโดยใช้คอนกรีตกำลังสูงเฉลี่ย 850 กก/ซม^2 แบ่งกลุ่มตัวอย่างทดสอบ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกรับน้ำหนักบรรทุกตรงศูนย์ กลุ่มที่สองรับน้ำหนักบรรทุกเยื้องศูนย์ ผลการทดสอบเสาในกลุ่มแรกพบว่าค่าความเครียดสูงสุดของเสาประเภทนี้จะแปรผันตามเหล็กยืนและมีแนวโน้มว่าเสาจะวิบัติก่อนเหล็กเสริมยืนจะถึงกำลังคลากเมื่อใช้เหล็กเสริมยืนจะถึงกำลังครากเมื่อใช้เหล็กเสริมยืนเกิน 7.5 % การคาดคะเนตามวิธีการของ ACI จะให้ผลในเชิงอนุรักษ์ สำหรับในกลุ่มที่สองพบว่ากราฟปฏิสัมพันธ์ของเสาตามวิธีการของ ACI จะให้ผลที่ใกล้เคียงกับผลการทดสอบ ส่วน ฐิติ [59] ได้ศึกษาถึงผลของเหล็กเสริมตามขวางที่มีต่อเสาที่ทำด้วยคอนกรีตกำลังสูงมาก พบว่าพฤติกรรมการโอบของเหล็กเสริมทางขวางซึ่งกำลังที่เพิ่มขึ้นในแกนคอนกรีตจะมีค่าน้อยกว่าในช่วงแรกเมื่อยังไม่เกิดการแตกร้าวภายในแต่จะมีค่ามากขึ้นหลังจากคอนกรีตเกิดการแตกร้าวภายในสำหรับการคาดคะเนกำลังของเสาที่ทำด้วยคอนกรีตกำลังสูงมากจะสามารถดำนวณตามมาตรฐานการออกแบบที่ได้คอนกรีตธรรมดาได้อย่างปลอดภัย

การออกแบบเสายาวรับแรงอัด MacGregor , Breen และ Pfrang[28] ได้เสนอวิธีการออกแบบเพื่อใช้ปรับปรุงใน ACI 318-63 โดยทำการประมาณค่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างอันดับที่สอง (Second-Order Structural Analysis) ให้อยู่ในรูปของ ตัวขยายโมเมนต์ (Moment Magnifier) ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีการเดียวกับที่ใช้ในข้อกำหนดของ AISC ซึ่งใช้ในการออกแบบเหล็กรูปพรรณ

กำลังรับแรงบิด MacGregor และ Ghoneim[29] ได้อธิบายแนวทางการออกแบบที่เสนอขึ้นโดย ACI 318-95[1] โดยอาศัยทฤษฎี Thin-Walled Tube หรือ Space Truss Analogy ซึ่งใช้ แทนหลักการของ Soap Film Analogy ที่ใช้กันใน ACI318-89[2] ทั้งนี้วิธีการแบบใหม่นี้เป็นวิธีการเดียวกับที่ใช้ใน CEB-MC90 สำหรับงานวิจัยเรื่องกำลังรับแรงบิดโดยอาศัยวิธีเก่า Hsu[30] ได้ทำการทดสอบคานคอนกรีตเสริมเหล็กจำนวน 53 ตัวอย่างรับแรงบิดอย่างเดียวและได้เสนอสมการการออกแบบหน้าตัดคอนกรีตเสริมเหล็กรับแรงบิด สำหรับใช้ในข้อกำหนดของ ACI

แรงยึดเหนี่ยวและระยะพัฒนากำลังของเหล็กเสริม Orangun et al[31] ได้เสนอวิธีสำหรับหาหน่วยแรงยึดเหนี่ยวซึ่งได้รวมตัวแปรต่าง ๆ ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาโดยมีแรงในแนวรัศมีซึ่งเกิดระหว่างบั้งของเหล็กเสริมและคอนกรีตโดยรอบที่สามารถพิจารณาเสมือนแรงดันน้ำกระทำต่อทรงกระบอกที่มีผนังหนาโดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กเสริมและความหนา C ซึ่งเท่ากับค่าที่เล็กกว่าระหว่างระยะหุ้มจากด้านล่าง C_b หรือครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างเหล็กเสริมC_s ซึ่งความสามารถในการรับน้ำหนักของทรงกระบอกขึ้นอยู่กับแรงดึงของคอนกรีต และจากการรวบรวมผลการทดสอบระยะยึดรั้งและระยะทาบจำนวนมากกว่า 500 ตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปสมการถดถอยเสนอเป็นสมการสำหรับวิเคราะห์ค่าแรงยึดเหนี่ยวโดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆดังกล่าว สำหรับในส่วนของคอนกรีตกำลังสูง เสรี [13] ได้ทำการศึกษาค่าหน่วยแรงยึดเหนี่ยวของคอนกรีตกำลังสูง โดยอาศัยหลักการเดียวกับ Orangun et al[31] ทำการรวบรวมผลการทดสอบของ Azizinamini et al[32] และ Olsen[33] จำนวน 39 ตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์หาสมการถดถอยหลายตัวแปร (Multiple Linear Regression) และเสนอสมการสำหรับหน่วยแรงยึดเหนี่ยวของคานกำลังสูง

1.3 วัตถุประสงค์

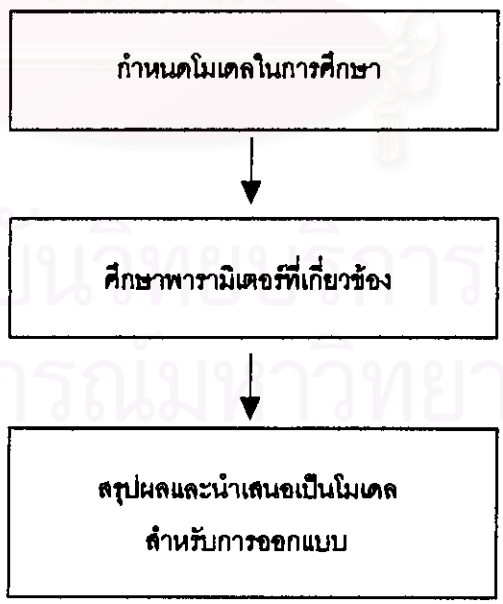
1. เพื่อศึกษา และ วิเคราะห์ โครง (Framework) ของมาตรฐานการออกแบบต่างๆ ในระดับสากล
2. เพื่อกำหนดโมเดล การวิเคราะห์ และ การออกแบบ ตามปัจจัย และสภาพแวดล้อมของประเทศไทย
3. เพื่อทดสอบความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือ ในเรื่อง กำลัง และ ความปลอดภัย
4. พัฒนาโมเดลสำหรับมาตรฐานการออกแบบ สำหรับประเทศไทย

1.4 ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตของการศึกษาจะจำกัดเฉพาะการศึกษาเปรียบเทียบกับข้อมูล มาตรฐาน หรือ ข้อกำหนด และงานวิจัยที่ผ่านมา สรุปและเสนอเป็น โมเดล โดยจะศึกษาเฉพาะในส่วนของการออกแบบเท่านั้น ไม่รวมถึงในส่วนวิธีการก่อสร้าง และ การบำรุงรักษา

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานตามแผนภูมิดังต่อไปนี้



โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบโมเดล วิเคราะห์ ทดสอบความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือ ในเรื่อง กำลัง และ ความปลอดภัยจากงานวิจัยที่ผ่านมา เน้นความสำคัญของข้อมูลที่ได้ทำการวิจัยตามปัจจัยและสภาพแวด

ล้อมของประเทศไทยเป็นอันดับแรก แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้อาจมีความจำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลบางส่วนจากผลการวิจัยจากต่างประเทศ ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลที่มีการศึกษาในประเทศไทยยังคงมีอยู่จำกัดและไม่เพียงพอสำหรับการศึกษา จากนั้นจะทำการสรุปผลจากการเปรียบเทียบค่าที่อยู่ในช่วงที่ปลอดภัยต่อการใช้งาน โดยพิจารณาถึงผลที่ขอบเขตล่างหรือขอบเขตบนของแต่ละโมเดลตามหลักการทางสถิติ และนำเสนอค่าที่เหมาะสมกับการใช้งานเป็นโมเดลเพื่อพิจารณาเป็นมาตรฐานการออกแบบสำหรับประเทศไทย ตามผลสรุปของการศึกษาข้างต้น

สำหรับโมเดลของการศึกษานี้ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. โมเดลสำหรับวัสดุ
2. โมเดลสำหรับความน่าเชื่อถือ
3. โมเดลสำหรับสภาวะสุดขีดประลัย
4. โมเดลสำหรับสภาวะสุดขีดบริการ

สำหรับรายละเอียดในเนื้อหาของแต่ละโมเดลได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 รายละเอียดของหัวข้อที่จะทำการศึกษา

โมเดลสำหรับวัสดุ	โมเดลสำหรับความน่าเชื่อถือ	โมเดลสำหรับสภาวะสุดขีดประลัย	โมเดลสำหรับสภาวะสุดขีดบริการ
- คอนกรีต - เหล็กเสริม	- ตัวคูณน้ำหนักบรรทุก - ส่วนประกอบปลอดภัย	- แรงดัด - แรงเฉือน แรงเฉือนในคาน แรงเฉือนสองทาง - แรงบิด - แรงอัด เสาสั้น เสายาว - แรงยึดเหนี่ยว และ ระยะพัฒนากำลัง	- การโก่งตัว - รอยแตกร้าว - การสั่นสะเทือน - ความล้า - การทนไฟ - การคืบและการหดตัว - ความทนทาน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษานี้ได้รวบรวมผลการศึกษาวิเคราะห์และเปรียบเทียบวิธีการออกแบบองค์อาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จากงานวิจัยที่ผ่านมามาตรฐาน หรือ ข้อกำหนดต่างๆ ที่เป็นสากล โดยคำนึงถึงปัจจัยและสภาพแวดล้อม ของประเทศไทยเป็นส่วนสำคัญอันดับแรกในการพิจารณา ทำให้โมเดลที่เสนอขึ้นมามีความเหมาะสมในการใช้งานในประเทศไทย อีกทั้งรูปแบบและเนื้อหาก็จะมีความเป็นสากลมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย