หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความนำ

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบโครงสร้างต่าง ๆ เพื่อให้โครงสร้างนั้นสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยและประหยัดคือ น้ำหนักบรรทุก (Loads)ที่กระทำต่อโครงสร้างนั้นๆ และความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของโครงสร้าง (Resistance or strength of the structure) แต่ในสภาพการก่อสร้างจริง จะไม่ทราบถึงค่าที่แน่นอนของข้อมูลทั้งสองเลยทั้งนี้เพราะข้อมูลทั้งสองค่านี้จะแตกต่างกันไปเนื่องจากความไม่แน่นอนต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในการก่อสร้างเช่น การออกแบบคานขนาด 20x50 ซม. แต่สร้างจริงอาจได้คานขนาด 20.5x50.9 ซม. หรือเนื่องจากความไม่แน่นอนจากการใช้งานเช่น ออกแบบให้พื้นอาคารรับน้ำหนักบรรทุกรวมแบบแผ่กระจายอย่างสม่ำเสมอได้ 200 กก.ต่อตารางเมตร แต่สภาพจริงแล้วน้ำหนักบรรทุกที่กระทำอาจไม่ได้อยู่ในลักษณะของการแผ่กระจายอย่างสม่ำเสมอและมีค่าไม่เท่ากับ 200 กก.ต่อตารางเมตร เป็นต้น ซึ่งผลต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้การคำนวณที่ได้จากการออกแบบแตกต่างไปจากสภาพความเป็นจริง ทั้งค่าของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำและความสามารถในการรับน้ำหนัก ดังนั้นในการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงความปลอดภัยของโครงสร้างนั้นจึงจำเป็นต้องมีข้อมูลทั้งสองมากพอเพื่อสามารถใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด แต่การรวบรวมข้อมูลให้ได้มากนั้นต้องอาศัยเวลาและค่าใช้จ่ายค่อนข้างมาก จึงมีผู้พยายามสร้างแบบจำลองและสูตรต่าง ๆ ขึ้นแทนข้อมูลทั้งสอง และนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความปลอดภัยตลอดจนถึงค่าตัวคูณความปลอดภัยที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กได้เริ่มเกิดขึ้นเมื่อปลายคริสตศตวรรษที่ 19 หลังจากนั้นก็เริ่มมีผู้ศึกษาค้นคว้าและทดลองหาพฤติกรรมต่างๆ ของโครงสร้างประเภทนี้ และเกิดทฤษฎี

เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กตามกำลังใช้งาน (Working stress design) ซึ่งทฤษฎีนี้จะให้ค่าคาดหมายพฤติกรรมของวัสดุได้เหมาะสมเพียงบางช่วง อีกทั้งลักษณะของความปลอดภัยของโครงสร้างหรือองค์อาคารก็อยู่ในรูปของตัวคูณความปลอดภัยเพียงตัวเดียว จึงมีผู้ศึกษาและค้นคว้าต่อไป จนเกิดทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยอาศัยกำลังประลัยของวัสดุที่ใช้ และน้ำหนักที่ใช้ในการออกแบบจะเป็นน้ำหนักประลัยซึ่งได้จากการคูณน้ำหนักใช้งานกับตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุก เรียกวิธีการออกแบบนี้ว่าการออกแบบโดยใช้ทฤษฎีกำลังประลัย(Ultimate strength design) วิธีนี้จะให้ค่าคาดหมายพฤติกรรมของวัสดุได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้นและได้แยกตัวคูณความปลอดภัยออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งคือ ตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกและอีกส่วนคือตัวคูณสำหรับกำลัง (ø Factor) ซึ่งต่อมาในปี คศ.1963 สถาบันคอนกรีตอเมริกัน (ACI) ได้แก้ไขมาตรฐานในการออกแบบอาคาร โดยแยกตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกออกเป็นส่วน ๆ ในส่วนของน้ำหนักบรรทุกคงที่มีค่า= 1.5 และส่วนของน้ำหนักบรรทุกจรมีค่า = 1.8 (ACI 318-63)

ต่อมาการศึกษาและการเก็บข้อมูลเพิ่มมากขึ้น การวิเคราะห์ทางด้านความน่าเชื่อถือทางโครงสร้างเป็นไปอย่างละเอียด ทำให้เกิดทฤษฎีที่ใช้วิเคราะห์หลายทฤษฎี เช่น ทฤษฎีการประมาณอันดับที่หนึ่ง (First Order Approximation) ซึ่งเป็นวิธีที่อาศัยการประมาณค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของแต่ละเทอมของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันในฟังก์ชันเงื่อนไขนั้น ๆ และจะใช้เมื่อให้ตัวแปรทุกตัวมีลักษณะการกระจายที่เหมือนกัน อาจจะเป็นการกระจายแบบปกติหรือแบบล็อกปกติ ทฤษฎีโมเมนต์ที่ 2 (Second Moment) ซึ่งวิธีจะคล้ายกับทฤษฎีการประมาณอันดับที่หนึ่ง แต่สามารถใช้เมื่อตัวแปรมีลักษณะการกระจายที่ต่างกัน วิธีนี้ให้ค่าที่ละเอียดขึ้นเนื่องจากคำนึงถึงลักษณะของการกระจายของข้อมูล และทฤษฎีมอนติคาร์โล (Monte Carlo) เป็นต้น และประกอบกับการควบคุมการก่อสร้างในสหรัฐอเมริกาได้คุณภาพที่ดีมากขึ้น MacGregor [1] จึงเสนอให้ลดค่าตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกลงเป็น 1.4 สำหรับน้ำหนักบรรทุกคงที่ และ 1.7 สำหรับน้ำหนักบรรทุกจร จนเป็นที่ยอมรับและใช้ในมาตรฐาน ACI ในปัจจุบัน อนึ่งการศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกได้ทำกันอย่างละเอียดลึกซึ้งในประเทศเยอรมันมานาน และกลุ่มประเทศในยุโรป คณะกรรมการมาตรฐานคอนกรีตเสริมเหล็กแห่งภาคพื้นยุโรป (Comite Europeen du Beton ,CEB) ได้วิเคราะห์พบว่าค่าตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกตามมาตรฐานการก่อสร้างในกลุ่มประเทศยุโรปควรเป็น 1.2 สำหรับน้ำหนักบรรทุกคงที่ และ 1.6

สำหรับน้ำหนักบรรทุกจร สำหรับประเทศไทยนั้น ทางวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) มีมาตรฐานการออกแบบ [2] โดยถือกำลังใช้งานเป็นหลัก ซึ่งอิงมาตรฐาน ACI 318-63 โดยมีการดัดแปลงตามความเหมาะสมในขณะนั้น สำหรับการออกแบบตามทฤษฎีกำลังประลัยได้กำหนดค่าตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกคงที่ = 1.7 และสำหรับน้ำหนักบรรทุกจร = 2.0 ทั้งนี้อาจเนื่องจากสภาพการก่อสร้าง ประสิทธิภาพของคนงาน มาตรฐานของวัสดุ ตลอดจนการควบคุมงาน ซึ่งอาจมีมาตรฐานไม่แน่นอน การค้นคว้าศึกษาเกี่ยวกับค่าความปลอดภัยและตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกนั้นจึงยังมิได้มีการศึกษาอย่างแท้จริง

การวิจัยนี้จะรวบรวมข้อมูลเชิงสถิติเกี่ยวกับน้ำหนักบรรทุก ขนาดหน้าตัดขององค์อาคาร และกำลังของวัสดุโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก แล้วนำมาวิเคราะห์ตามทฤษฎีความน่าเชื่อถือทางโครงสร้าง โดยใช้ทฤษฎีโมเมนต์ที่ 2 และทฤษฎีการประมาณอันดับที่หนึ่ง ภายใต้ค่าความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล หาตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกที่เหมาะสมกับสภาวะการก่อสร้างและใช้งานในประเทศไทย อันจะเป็นแนวทางเพื่อการกำหนดในมาตรฐานการออกแบบในอนาคตต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย

ศึกษาความเหมาะสมของตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกที่ใช้อยู่ในปัจจุบันตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

ศึกษาและค้นคว้าวิธีการปรับปรุงตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกโดยอาศัยทฤษฎีความน่าเชื่อถือทางโครงสร้าง

ศึกษาความปลอดภัยขององค์อาคารต่างๆ ตามน้ำหนักบรรทุกประเภทต่างๆ และตามชนิดขององค์อาคาร

เสนอแนะตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกในงานอาคารเพื่อใช้เป็นมาตรฐานการคำนวณออกแบบตามวิธีกำลังประลัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เน้นหนักไปในทางที่จะคำนวณหาตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กประเภทต่าง ๆ ตามสภาพการใช้งาน เช่น สำนักงาน สถานศึกษา สถานีขนส่ง อาคารที่จอดรถ และที่อยู่อาศัย โดยจะเน้นความสัมพันธ์ของตัวแปรจากน้ำหนักกับลักษณะการใช้งานในอาคาร และการศึกษายังเน้นตัวแปรตามสภาพการก่อสร้าง ระบบการควบคุมงาน เช่น การควบคุมที่มีมาตรการควบคุมเต็มที่ มาตรการควบคุมบ้าง และที่ไม่มีการควบคุมเลย

1.4 การดำเนินการ

ในการวิจัยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่เก็บประกอบด้วยน้ำหนักบรรทุกจรและน้ำหนักบรรทุกคงที่โดยคิดเฉลี่ยแบบแผ่กระจายต่อหน่วยพื้นที่ พิจารณาจากจำนวนผู้คนที่ใช้สอยสถานที่ จำนวนเฟอร์นิเจอร์ เครื่องใช้และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่วางบนพื้นที่ รวมไปถึงขนาดขององค์อาคารและน้ำหนักบรรทุกคงที่ของส่วนประกอบขององค์อาคารต่างๆ

2. การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ทางสถิติศาสตร์ เพื่อให้ได้ค่าตัวแปรหลัก (Main descriptors) ทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งลักษณะการกระจายของข้อมูลของน้ำหนักบรรทุกคงที่ และน้ำหนักบรรทุกจร

3. การวิเคราะห์ตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกตามทฤษฎีทางด้านความน่าเชื่อถือทางโครงสร้าง

3.1 วิเคราะห์หาค่าความปลอดภัยขององค์อาคาร โดยใช้ตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

3.2 กำหนดค่าความปลอดภัยขององค์อาคารตามมาตรฐานสากล แล้วคำนวณหาค่าของตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกประเภทต่างๆ

3.3 หาค่าความสัมพันธ์ของตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกตามชนิดขององค์อาคารและประเภทการใช้สอย แล้วสรุปเพื่อใช้เป็นตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกที่ใช้กับอาคารทั่ว ๆ ไป

1.5 ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัย

1. ทราบถึงที่มาและวิธีการคำนวณเพื่อหาตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกคงที่ และน้ำหนักบรรทุกจร

2. ทราบถึงความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุกที่เป็นจริงกับที่กำหนดอยู่ในเทศบัญญัติ

3. ทราบถึงความเหมาะสมของตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

4. ทราบถึงความปลอดภัยขององค์อาคารและอาคารที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

5. ทราบถึงตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกที่เป็นตัวเหมาะสมสำหรับอาคารทั่วๆ ไปในเขตกรุงเทพฯ

6. ทราบถึงแนวทางเพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขตัวคูณสำหรับน้ำหนักบรรทุกต่อไป