หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำทั่วไป

วิธีวิเคราะห์โดยประมาณสำหรับอาคารสูงซึ่งรับแรงกระทำด้านข้าง เช่นแรงลมหรือแรงเนื่องจากแผ่นดินไหว ในอดีตมักสมมุติให้ผนังรับแรงเฉือนเดี่ยวหรือโครงข้อแข็งอย่างใดอย่างหนึ่ง เป็นโครงสร้างหลักในการรับแรงกระทำด้านข้างแต่เพียงอย่างเดียว หรืออีกวิธีหนึ่งโดยกระจายแรงด้านข้างไปยังแต่ละส่วนของโครงสร้างตามสัดส่วนความแข็งแรงของโครงสร้างแต่ละประเภท ต่อมาได้มีผู้ทำการศึกษาโดยคำนึงถึงพฤติกรรมการรับแรงกระทำด้านข้างร่วมกันระหว่างโครงอาคาร ซึ่งมีวิธีวิเคราะห์หลายวิธีด้วยกัน แต่อย่างไรก็ตามหลายวิธียังคงจำกัดอยู่เฉพาะบางรูปแบบของโครงสร้าง ตลอดจนวิธีการวิเคราะห์ค่อนข้างจะยุ่งยากและไม่สะดวกต่อการใช้งานในทันที

ในโครงสร้างทั่วไป อาจหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องมีช่องว่างระหว่างผนังรับแรงเฉือนซึ่งทำให้เกิดลักษณะของผนังรับแรงเฉือนคู่ ซึ่งจะมีพฤติกรรมต่างไปจากผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว ซึ่งการวิเคราะห์ของโครงสร้างร่วมที่ประกอบด้วยโครงอาคารทั้งสามประเภทยังมีการศึกษาไม่มากนัก และบางวิธีก็ไม่สามารถที่จะแปรขนาดของโครงอาคารบางชนิดได้ แต่อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ที่ค่อนข้างละเอียดสามารถทำได้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ETABS[1] ซึ่งเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย ดังนั้นในวิทยานิพนธ์จึงมุ่งที่จะศึกษาวิธีวิเคราะห์โดยประมาณ ซึ่งเป็นการประยุกต์นำเอาไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer) มาช่วยการวิเคราะห์ซึ่งสะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการใช้งาน อีกทั้งให้ผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือได้

1.2 การสำรวจการวิจัยในอดีต

วิธีวิเคราะห์โครงสร้างซึ่งประกอบด้วยผนังรับแรงเฉือน กับโครงข้อแข็งได้มีการค้นคว้ากันมาเป็นจำนวนมาก เช่น ในปี พ.ศ. 2507 คาห์น และ สบารูนีส (Khan and Sbarounes)[2] ได้ประยุกต์วิธีอิเตอเรชั่น (Iteration Method) โดยสมมุติในขั้นต้นว่า

ผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว รับแรงกระทำด้านข้างทั้งหมด แล้วคำนวณหาระยะเอนในแนวราบ ทำให้สามารถหาแรงกระทำด้านข้างที่โครงข้อแข็งรับไป ซึ่งเป็นผลให้แรงด้านข้างที่กระทำต่อผนังรับแรงเฉือนเดี่ยวมีค่าเปลี่ยนไป จากนั้นจึงคำนวณหาระยะเอนของผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว แล้วจึงนำค่าระยะเอนใหม่นี้กลับไปหาแรงกระทำด้านข้างบนโครงข้อแข็งใหม่อีก ทำเช่นนี้สลับกันไปจนค่าระยะเอนในแนวราบไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งวิธีดังกล่าวจะต้องใช้เวลาสิ้นเปลืองแม้ว่าจะมีกราฟช่วยก็ตาม

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ โดยอาศัยหลักการของไฟไนท์ดิฟเฟเรนซ์ (Finite Difference Technique) กูลด์ (Gould)[3] ได้แทนโครงข้อแข็งด้วยลักษณะสปริง แล้วเขียนสมการสมดุลย์ของแรงในรูปพีชคณิตหนึ่งชุด ซึ่งทำให้หาค่าระยะเอนในแนวราบได้ จากระยะเอนนี้สามารถกลับไปแทนค่าในสมการเพื่อหาค่าแรงที่กระทำต่ออาคารได้

แมค ลีออด (Mac Leod)[4] ได้เสนอวิธีวิเคราะห์โครงอาคารสูงที่ประกอบด้วยโครงข้อแข็งผนังรับแรงเฉือนเดี่ยวหรือผนังรับแรงเฉือนคู่ โดยสมมุติให้ผนังรับแรงเฉือนกระทำด้านข้างทั้งหมด แล้วถ่ายแรงให้โครงข้อแข็งเฉพาะจุดยอดเท่านั้น เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเอนที่จุดยอดกับแรงกระทำด้านข้างได้ก็สามารถที่จะหาระยะเอนของอาคารได้ ผลลัพธ์ที่ได้โดยวิธีการนี้อาจผิดพลาดถึง 30 เปอร์เซนต์ เพราะคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างโครงข้อแข็งกับผนังรับแรงเฉือนที่จุดยอดเพียงจุดเดียว โดยไม่คำนึงถึงความต่อเนื่องระหว่างโครงอาคาร

ไฮด์เบรชท์ และสมิธ (Heidebrecht and Smith)[5] ได้แทนโครงข้อแข็งด้วยผนังสมมุติที่มีความต่อเนื่องตลอดความสูงของอาคารในลักษณะวิธีการคอนตินิวอัม (Continuum Connection Technique) แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำด้านข้างกับระยะเอน โดยแสดงในรูปของสัญญลักษณ์ทางแคลคูลัส แล้วอาศัยหลักความสมดุลย์ของแรงในแนวราบซึ่งจะได้สมการดิฟเฟอเรนเชียล ทำให้หาค่าระยะเอนและแรงต่าง ๆ ได้

โดยอาศัยหลักวิธีการคอนดิวอัม ได้มีผู้เสนอวิธีการนำมาใช้กับโครงสร้างที่ประกอบด้วยโครงข้อแข็งกับผนังรับแรงเฉือนคู่ โดยการแทนแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในคานเชื่อม (coupling beams) แต่ละตัวที่เชื่อมระหว่างผนังรับแรงเฉือนทั้งสอง ด้วยแรงเฉือนที่กระจายสม่ำเสมอตลอดช่วงความสูงของชั้น เบค (Beck)[6] และคูลและเชาคูรี (Coull and Choudhury)[7,8] ได้วิเคราะห์โครงสร้างโดยคิดถึงผลที่เกิดจากความเครียดเชิงแกน (Axial deformation) และความเครียดเชิงเฉือน (Shear deformation) ที่เกิดขึ้นในผนังรับแรงเฉือนคู่ด้วย

คูลล์และอาดัมส์ (Coull and Adams)[9] ได้เสนอวิธีวิเคราะห์โครงอาคารที่ประกอบด้วยผนังรับแรงเฉือนคู่กับผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว โดยแทนแรงซึ่งแต่ละโครงอาคารจะได้รับด้วยแรงกระทำในรูปอนุกรมไพลิโนเมียล แล้วสมมุติว่าโครงอาคารทั้งสองต่อกันเป็นจุด ๆ โดยที่จำนวนจุดต่อขึ้นอยู่กับอนุกรมไพลิโนเมียล ทำให้สามารถตั้งสมการเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของพจน์ต่าง ๆ ในไพลิโนเมียลได้ แต่ผลลัพธ์ที่ได้จะไดเวอร์จ (diverge) เมื่อใช้ค่ากำลังสูงสุดของไพลิโนเมียล

แมคลีออด (Mac Leod)[10] ได้ใช้หลักการคล้ายกับคูลล์และอาดัมส์ แต่ได้ทำให้ง่ายขึ้นโดยสมมุติให้แรงที่กระทำต่อโครงอาคารกระจายเป็นสัดส่วนกับค่าความแข็งแกร่งของแต่ละโครงอาคาร

ในปี พ.ศ. 2521 นายเอกเชาว์ จันทรโชติ[11] ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์โดยประมาณสำหรับโครงสร้างอาคารหลายชั้นที่ประกอบด้วย ผนังรับแรงเฉือนเดียว ผนังรับแรงเฉือนคู่และโครงข้อแข็งโดยใช้วิธีการของคอนดิวอัม โดยแทนแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในคานเชื่อมและแทนโครงข้อแข็งด้วยผนังสมมุติ โดยหลักการคล้ายกับคูลล์และเชาคูรีและไฮด์เบรธท์และสมิท ตามลำดับ แล้วหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างแรงกระทำด้านข้างกับระยะเอนของโครงสร้างทั้งสามประเภทดังกล่าวอยู่ในรูปของสมการดีฟเฟอเรนเชียลอันดับห้า เมื่อกำหนดขนาดและการกระจายของแรงที่มากระทำจากภายนอก ก็สามารถแก้สมการหาระยะเอนและแรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโครงอาคารต่าง ๆ ได้

ในปี พ.ศ. 2526 คูลล์และโมฮัมหมัด (Coull and Mohammed)[12] ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์โดยประมาณ สำหรับวิเคราะห์สำหรับโครงสร้างที่ประกอบด้วย โครงข้อแข็ง ผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว , คู่ และปล่องลิฟท์ (Core) โดยการใช้หลักการเช่นเดียวกับ คูลล์และอาดัมส์ ด้วย

การเพิ่มการกระจายแรงต่อโครงอาคารด้วยแรงที่จุดยอดสุด แล้วสร้างสมการให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์ ผลลัพธ์ที่ได้นำเชื่อถือได้ และจะมีความถูกต้องมากขึ้นเมื่อใช้กำลังอนุกรมโพลิโนเมียลสูงขึ้น วิธีการนี้เหมาะสำหรับการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาประยุกต์เพื่อช่วยในการคำนวณได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

1.3 วัตถุประสงค์และขอบข่ายการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์นี้จะศึกษาวิธีการวิเคราะห์หาค่าแรงกระทำด้านข้างโดยประมาณสำหรับโครงสร้างอาคารสูงซึ่งประกอบด้วย โครงข้อแข็งและผนังรับแรงเฉือนเดี่ยวที่มีการแปรขนาดตามความสูงและผนังรับแรงเฉือนคู่ที่มีขนาดคงที่ตลอดความสูงทั้งโครงสร้างที่มีลักษณะสมมาตรและไม่สมมาตรโดยการแทนแรงกระจายด้านข้างในแต่ละโครงอาคารด้วยแรงเดี่ยวกระทำที่จุดยอดสุดและแรงในรูปอนุกรมโพลิโนเมียลอันดับต่าง ๆ ตลอดความสูง แล้วหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างแรงกระทำด้านข้างกับระยะเอนของโครงอาคารทั้งสามประเภท จากนั้นอาศัยหลักการตามความสมดุลย์ของแรงในแนวราบ จะได้สมการในรูปของเมตริกซ์และโดยอาศัยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ในการช่วยหาคำตอบ จะทำให้ค่าระยะเอนและแรงกระจายในแต่ละโครงอาคารได้ โดยมีขอบข่ายการวิจัยคือ ศึกษาหาผลลัพธ์ของปัญหาตัวอย่างและนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากวิธีวิเคราะห์โดยประมาณอื่น ๆ ที่ได้เคยมีผู้ศึกษามาก่อน โดยแปรค่าจำนวนระดับอ้างอิงและค่าแหน่งระดับอ้างอิงเพื่อวิจัยถึงค่าความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น รวมทั้งการศึกษาพฤติกรรมการรับแรงด้านข้างของอาคารสูงเมื่อเปลี่ยนตัวแปร เช่น ขนาดสดิฟเนสของโครงอาคารต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย