หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันความจำเป็นที่จะก่อสร้างอาคารสูงมีมากขึ้นเรื่อย ๆ ในการวิเคราะห์ หรือออกแบบโครงสร้างอาคารสูง นอกจากจะต้องคำนึงถึงแรงในแนวดิ่ง อันได้แก่น้ำหนักของโครงสร้างเองและน้ำหนักบรรทุกจรแล้ว ยังจะต้องคำนึงถึงแรงด้านข้างที่กระทำต่ออาคารสูงด้วยอันได้แก่แรงลม หรือแรงเนื่องจากแผ่นดินไหว แรงกระทำด้านข้างมีบทบาทที่สำคัญต่ออาคารสูงมาก อาคารสูงชนิดที่เป็นโครงข้อแข็งเพียงอย่างเดียวจะมีความสูงเป็นข้อจำกัด กรณีที่ต้องการเพิ่มความสูงให้กับอาคาร วิศวกรมักจะเลือกใช้อาคารที่ประกอบด้วย โครงข้อแข็งและผนังต้านแรงเฉือนรับแรงร่วมกัน ซึ่งโครงสร้างชนิดนี้ สามารถช่วยกันรับแรงกระทำด้านข้างได้เป็นอย่างดี

ตามปกติอาคารสูง ๆ มักจะใช้ลิฟท์ขนส่งผู้คนและสิ่งของ ดังนั้นปล่องลิฟท์สามารถที่จะออกแบบให้ทำหน้าที่เป็นผนังต้านแรงเฉือนได้ ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญ ที่สามารถนำปล่องลิฟท์มาใช้ประโยชน์ได้อีกทางหนึ่ง

การวิเคราะห์โครงสร้างชนิดนี้เพื่อหา แรงในแนวแกน แรงเฉือน และแรงดัดสามารถวิเคราะห์ได้หลายวิธี ส่วนใหญ่จะเป็นวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยาก ทำให้การวิเคราะห์โดยประมาณเข้ามามีบทบาทมาก การวิเคราะห์โดยประมาณอย่างง่าย จะสมมุติให้ผนังต้านแรงเฉือน หรือโครงข้อแข็งอย่างใดอย่างหนึ่ง เป็นโครงสร้างหลักที่รับแรงกระทำด้านข้างทั้งหมด หรืออาจจะใช้แบ่งแรงกระทำด้านข้าง ให้กระทำต่อโครงสร้างแต่ละชนิดตามสัดส่วนความแข็งแรงของโครงสร้างนั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงความต่อเนื่องระหว่าง โครงข้อแข็งและผนังต้านแรงเฉือนที่ตำแหน่งชั้นต่าง ๆ ตลอดความสูงของอาคาร ซึ่งวิธีดังกล่าวอาจจะทำให้การถ่ายแรงระหว่างโครงสร้างทั้งสองไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงได้ วิธีวิเคราะห์อื่น ๆ ได้มีผู้เสนอการวิเคราะห์ออกมาหลายรูปแบบ ซึ่งการวิเคราะห์ส่วนใหญ่จะค่อนข้างยุ่งยากและไม่สะดวกต่อการใช้งาน อีกทั้งบางวิธีจะมีข้อจำกัดอยู่มาก เช่นไม่สามารถจะเปลี่ยนขนาดของหน้าตัดคานและเสาให้แตกต่างกันได้ทุกชิ้นส่วน ซึ่งในทางเป็นจริงขนาดของเสามักจะมีขนาดใหญ่ไปเล็ก จากชั้นล่างสุดไปยังชั้นบนสุดของอาคาร ข้อจำกัดอีกอย่างหนึ่งคือ บางวิธีมักจะวิเคราะห์โครงข้อแข็ง โดยสมมุติให้จุดดัดกลับอยู่ที่

ตำแหน่งกึ่งกลางความยาวของเสาแต่ละชั้น ซึ่งในทางเป็นจริงแล้วจุดดัดกลับเหล่านั้นอาจจะไม่อยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของชั้นต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้พฤติกรรมของการโก่งตัวของโครงสร้างรวม ไม่สอดคล้องกับการโก่งตัวที่เกิดขึ้นจริง ในขณะที่โครงสร้างรับแรงกระทำ

จากความเป็นมาของปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นจึงควรที่จะมีการศึกษาค้นคว้าการวิเคราะห์โครงสร้างดังกล่าว เพื่อให้สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน อีกทั้งลดข้อจำกัดต่าง ๆ ลง เพื่อให้พฤติกรรมต่าง ๆ ของโครงสร้างภายใต้การรับแรงกระทำใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น

1.2 ภูมิหลังงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปี พ.ศ. 2507 คาห์น และ สบารูนิส (Kahn & Sbarounis) (1) ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์โดยวิธีการทำซ้ำ (Iteration Method) การทำซ้ำจะเริ่มจากการหาค่าการโก่งตัวในแนวราบ (Horizontal Deflection) ของผนังต้านแรงเฉือน โดยสมมุติให้ผนังต้านแรงเฉือนรับแรงกระทำด้านข้างทั้งหมด จากนั้นใช้สมการมุมและการโก่ง (Slope-Deflection Equation) วิเคราะห์หาค่าแรงกระทำด้านข้างที่โครงข้อแข็งกระทำต่อผนังต้านแรงเฉือน ซึ่งจะทำให้แรงกระทำด้านข้าง ที่กระทำต่อผนังต้านแรงเฉือนเปลี่ยนแปลงไป นำแรงดังกล่าวนำไปคำนวณหาค่าการโก่งตัวในแนวราบของผนังต้านแรงเฉือน ใช้ค่าการโก่งตัวนี้ไปคำนวณหาแรงที่โครงข้อแข็งกระทำต่อผนังต้านแรงเฉือนใหม่ นำแรงที่ได้นี้ไปวิเคราะห์หา ค่าการโก่งตัวในแนวราบของผนังต้านแรงเฉือนอีก ทำซ้ำกันเช่นนี้จนกระทั่งค่าการโก่งตัวในแนวราบเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ก็จะได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ วิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวไม่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ที่ทำด้วยมือ เนื่องจากเป็นการทำงานแบบซ้ำ ๆ กัน จะทำให้สิ้นเปลืองเวลามาก

ปี พ.ศ. 2514 แมคลาวด์ (MacLeod) (2) ได้เสนอวิธีวิเคราะห์โครงสร้างชนิดโครงข้อแข็งและผนังต้านแรงเฉือน โดยสมมุติให้โครงสร้างทั้งสองยึดต่อกันที่เฉพาะจุดยอดชั้นบนสุดของโครงสร้าง และให้ผนังต้านแรงเฉือนรับแรงกระทำด้านข้างทั้งหมด แล้วถ่ายแรงเฉพาะที่จุดยอดไปกระทำต่อโครงข้อแข็ง จากนั้นคำนวณหาค่าการโก่งตัวในแนวราบที่จุดยอดของโครงสร้าง แล้วนำไปหาความสัมพันธ์กับแรงภายนอกที่กระทำด้านข้าง ก็สามารถใช้ความสัมพันธ์นี้ไปหาค่าการโก่งตัวในแนวราบที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของโครงสร้างรวมได้ จะเห็นได้ว่าวิธีวิเคราะห์

นี้ไม่ได้คำนึงถึงความต่อเนื่องระหว่างโครงสร้างทั้งสองตลอดความสูงของอาคาร ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ละเอียดเท่าที่ควร

ปี พ.ศ. 2515 เบอร์นาโด (Bernado) (3) ได้เสนอวิธีวิเคราะห์อย่างประมาณของโครงสร้างชนิดโครงข้อแข็งและผนังต้านแรงเฉือน โดยนำผลงานของ คาห์นและสบารูนิสมาดัดแปลงเพิ่มเติม โดยกำหนดให้จุดดัดกลับอยู่ที่กึ่งกลางของเสาแต่ละต้น และกำหนดค่าสติฟเนสของชิ้นส่วนของเสาในโครงข้อแข็ง โดยให้สติฟเนสของเสาภายในมีค่าเป็น 2 เท่าของสติฟเนสของเสาภายนอก อีกทั้งกำหนดให้สติฟเนส ของคานที่อยู่ในชั้นเดียวกันมีค่าเท่ากัน เพื่อให้ค่าการหมุนที่เกิดขึ้นที่ปลายต่าง ๆ ของคานและเสาในชั้นเดียวกันมีค่าเท่ากันด้วย

ปี พ.ศ. 2516 ไฮด์เบรคท์ และ สมิธ (Heidebrecht & Smith) (4)ได้เสนอวิธีวิเคราะห์โครงข้อแข็งและผนังต้านแรงเฉือนอย่างประมาณ โดยนำผลงานของ แมคลาวด์ มาดัดแปลงเพิ่มเติม โดยเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงกระทำด้านข้างกับค่าการโก่งตัวในแนวราบของโครงข้อแข็งและผนังต้านแรงเฉือน อีกทั้งคำนึงถึงความต่อเนื่องของโครงสร้างทั้งสองตลอดทั้งความสูง แล้วอาศัยเงื่อนไขความสมดุลย์ของแรงในแนวราบเพื่อนำมาสร้างสมการเชิงอนุพันธ์ (Differential Equation) จากนั้นแก้สมการเพื่อหาค่าการโก่งตัวในแนวราบโดยกำหนดสภาพขอบเขตต่าง ๆ เข้าไปในสมการ

ปี พ.ศ. 2525 ดร.สิริลักษณ์ จันทรางศุ (5)ได้เสนอวิธีวิเคราะห์โครงข้อแข็งและผนังต้านแรงเฉือนอย่างประมาณ โดยสมมุติให้พฤติกรรมการโก่งตัวของโครงสร้างทั้งสองชนิดภายใต้การรับแรงกระทำด้านข้างเหมือนกัน โดยมีพฤติกรรมเหมือนโครงข้อแข็งซึ่งมีการโก่งตัวแบบการเฉือนเป็นหลัก (Shear Mode) โดยกำหนดให้จุดดัดกลับอยู่ที่กึ่งกลางของความยาวของเสาแต่ละชั้น การวิเคราะห์นี้จะให้ผลลัพธ์ที่ดีในกรณีที่ ค่าสติฟเนสของผนังต้านแรงเฉือนมีค่าน้อยจนใกล้เคียงกับค่าสติฟเนสของเสาในโครงข้อแข็ง

ปี พ.ศ. 2526 คูลล์และโมฮัมหมัด (Coull & Mohammed) (6) ได้เสนอวิธีวิเคราะห์โดยนำผลงานของไฮด์เบรคท์และสมิธ มาดัดแปลงเพิ่มเติม โดยเปลี่ยนจากรูปแบบของสมการเชิงอนุพันธ์ให้มาอยู่ในรูปของเมตริกซ์(Matrix) สมการของแรงกระจายด้านข้างสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของอนุกรมโพลิโนเมียล (Polynomial Series) อันดับใด ๆ ได้ตามต้องการ

อย่างไรก็ตามวิธีนี้ไม่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ด้วยมือ เนื่องจากสิ้นเปลืองเวลามาก

ปี พ.ศ. 2528 ดร.ทักษิณ เทพชาตรี (7) ได้เสนอวิธีวิเคราะห์อย่างประมาณเพื่อหาการกระจายของแรงกระทำด้านข้างระหว่างโครงข้อแข็งและผนังต้านแรงเฉือน โดยนำเอาผลงานของคูลล์และโมฮัมหมัด มาดัดแปลงเพิ่มเติม โดยใช้อนุกรมโพลิโนเมียลอันดับสูงมาวิเคราะห์ และเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยให้การวิเคราะห์ให้สะดวก ถูกต้อง และรวดเร็ว

1.3 <u>วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย</u>

จากผลการวิจัยต่าง ๆ ที่ผ่านมาส่วนใหญ่จะให้ค่าผลลัพธ์ที่เชื่อถือได้ แต่เนื่องจากวิธีการวิเคราะห์ส่วนใหญ่ค่อนข้างจะยุ่งยากและมีข้อจำกัดอยู่มาก อีกทั้งไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้อย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้จึงพยายามค้นคว้าและศึกษาเพื่อลดข้อจำกัดต่าง ๆ ลง และได้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการคำนวณ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และรวดเร็ว

วัตถุประสงค์ของการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1.3.1 สามารถนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์มาประยุกต์เพื่อวิเคราะห์โครงระนาบที่ประกอบด้วยโครงข้อแข็งและผนังต้านแรงเฉือนเมื่อรับแรงกระทำด้านข้าง

1.3.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์ กับผลที่ได้จากวิธีอื่นที่ได้เคยมีผู้ศึกษาไว้ก่อน

1.3.3 ผลการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการศึกษาและวิจัยขั้นสูงต่อไป