บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความนำ

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ และไมโครคอมพิวเตอร์ ได้เข้ามามีบทบาทมากในงานด้านวิศวกรรม เช่น งานออกแบบและงานวิเคราะห์โครงสร้าง เป็นต้น ซึ่งแต่ก่อนเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีขนาดใหญ่ เรียกว่า เมนเฟรม ต่อมาได้มีการพัฒนาปรับปรุงคอมพิวเตอร์ให้มีขนาดเล็กลง คือ มินิคอมพิวเตอร์ และไมโครคอมพิวเตอร์ ดังนั้นเมื่อคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลงหน่วยความจำหลัก ราคา และอื่น ๆ ก็ลดลงเป็นเงาตามตัว โดยเฉพาะไมโครคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความนิยมนำเข้ามาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งการแก้ปัญหาต่าง ๆ ก็ทำได้ในขีดจำกัด คือการแก้ไขปัญหาได้มีขนาดเล็ก ดังนั้นถ้าต้องการแก้ปัญหาให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้หน่วยความจำหลักได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือในหน่วยความจำหลักจะต้องมีค่าตัวแปรที่จำเป็นสำหรับในการแก้ปัญหาเท่านั้น สำหรับตัวแปรที่ยังไม่ได้นำมาใช้ในการแก้ปัญหาก็นำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรองเพื่อที่จะนำมาใช้ในภายหลังได้อีก

1.2 ความเป็นมาของปัญหาในการวิจัย

โครงข้อแข็ง 2 มิติ (Plane Frame) เป็นโครงสร้างที่ใช้ทำเป็นโครงสร้างหลักของอาคารสูงปานกลางทั่ว ๆ ไป ในการออกแบบและวิเคราะห์อาคารสูงนั้น ต้องคำนึงถึงแรงกระทำด้านข้างเนื่องจากแรงลม ไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าน้ำหนักบรรทุกกระทำในแนวดิ่งอันได้แก่ น้ำหนักบรรทุกคงที่ และน้ำหนักบรรทุกจร อนึ่ง เทศบัญญัติกรุงเทพมหานคร (1) ได้ตั้งข้อกำหนดให้อาคารสูงรับแรงกระทำด้านข้างเนื่องจากแรงลม ไว้เป็นแรงกระทำแบบสถิตยศาสตร์ ซึ่งผิดกับพฤติกรรมความเป็นจริงของแรงลมที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของแรงตลอดเวลา ลักษณะของแรงประเภทนี้จะเป็นแรงกระทำแบบพลศาสตร์ซึ่งในการวิเคราะห์แรงภายในอันได้แก่ แรงตามแนวแกน (Axial Force) แรงเฉือน (Shear Force) และแรงดัด (Bending Moment) เพื่อที่จะนำเอาไปคำนวณออกแบบในขั้นต่อไป ซึ่งจะต้องใช้ทฤษฎีพลศาสตร์ ในการหาค่าต่าง ๆ ออกมา ซึ่งมีขั้นตอนในการคำนวณที่แตกต่างไปจากการวิเคราะห์ โดยใช้ทฤษฎีสถิตยศาสตร์กันอย่างสิ้นเชิง ดังนั้น จึงน่าทำการศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมของโครงสร้างที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้ง 2 แบบ

ในการวิเคราะห์โดยทฤษฎีพลศาสตร์จะต้องมีการแก้ปัญหาที่ยุ่งยากกว่าการวิเคราะห์โดยทฤษฎีสถิตยศาสตร์มาก ขั้นตอนที่ยุ่งยากและสำคัญมากในการแก้ปัญหาในการวิเคราะห์โดยทฤษฎีพลศาสตร์นั้นคือ การแก้ปัญหาเจาะจง (Eigenproblem) ซึ่งเป็นปัญหาที่ซับซ้อน และการแก้ปัญหาจะยุ่งยากขึ้นเมื่อขนาดของโครงสร้างใหญ่ขึ้น แต่สามารถนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ในการช่วยแก้ปัญหาได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ผนวกกับเทคนิคอย่างอื่น ๆ อีกเพื่อที่จะสามารถแก้ปัญหาได้มีขนาดใหญ่ขึ้น

1.3 ภูมิหลังงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3.1 งานวิจัยทางด้านแรงลม

ปี พ.ศ. 2503 Davenport, A.G. (2) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความดันลม พบว่าความดันลมจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเร็วลมยกกำลังสอง

หลังจากนั้น Davenport, A.G. และ Hartmann, A.J. (3) ได้ศึกษาและทดลองเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากการคำนวณโดยทฤษฎีพลศาสตร์ และค่าที่ได้จากการทดลองในการตอบสนองทางพลศาสตร์ของโครงสร้างเนื่องจากแรงลม พบว่าจะให้ค่าใกล้เคียงกัน

ปี พ.ศ. 2511 Estoque, A.F. (4) ได้ศึกษาและวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของความเร็วลมที่ความสูงคงที่ ณ เวลาใด ๆ โดยการสมมุติความสัมพันธ์แบบค่าคงที่ แบบเชิงเส้น และแบบพาราโบล่า สรุปได้ว่าความสัมพันธ์แบบพาราโบล่าจะให้ค่าความแตกต่างของพลังงานน้อยที่สุด นอกจากนี้ได้ศึกษาความเร็วลมสมมุติของลมกรรโชก (Gusts) โดยใช้หลักการสุ่มตัวอย่าง

ปี พ.ศ. 2516 Simiu, E. (5) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของความเร็วลมที่ความสูงในระดับแตกต่างกัน พบว่าจะได้ค่าคงที่ค่าหนึ่งสำหรับแปลงระดับความสูงหนึ่งไปยังระดับความสูงใด ๆ เรียกค่าคงที่นี้ว่าพารามิเตอร์ของกฎแห่งกำลัง (Power - law Parameter, α) ซึ่งจะแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะภูมิประเทศ

ปี พ.ศ. 2518 ยิ่งศักดิ์ พรรณชิต (6) ได้ศึกษาถึงพารามิเตอร์ของกฎแห่งกำลังของแรงลมสำหรับกรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลลมบริเวณถนนสุขุมวิทกับดอนเมือง พบว่าพารามิเตอร์ของกฎแห่งกำลังมีค่าระหว่าง 1/7 - 1/4

ในการวิจัยนี้ ได้นำความสัมพันธ์ระหว่างความดันลมกับความเร็วลมมาใช้เพื่อแปลงความเร็วลมเป็นความดันลม และใช้พารามิเตอร์ของกฎแห่งกำลังระหว่าง 1/7 - 1/4 เพื่อคำนวณหาความสัมพันธ์ของความเร็วลมที่ความสูงในระดับต่าง ๆ กัน

1.3.2 งานวิจัยทางด้านการวิเคราะห์โครงสร้าง

ปี พ.ศ. 2514 Bathe, K.J. (7,8) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาเจาะจง (Eigenproblem) โดยวิธีทำซ้ำในสเปซย่อย (Subspace Iteration Method) ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับการคำนวณโดยคอมพิวเตอร์ แบบเก็บข้อมูลในหน่วยความจำสำรอง (Secondary Storage)

ปี พ.ศ. 2517 Wilson, E.L., Bathe, K.L. และ Doherty, W.P. (7,9) ได้เสนอวิธีการโดยเก็บข้อมูลในเมตริกซ์แบบแถบสมมาตรที่แปรเปลี่ยนได้ (Sky - line) และการแก้สมการเชิงเส้นโดยวิธีแอ็คทิฟว์ คอลัมน์ (Active Column Method)

ปี พ.ศ. 2519 Clough, R.W., Joseph Penzien (10) ได้ศึกษาและรวบรวมทฤษฎีพลศาสตร์โดยใช้วิธีการรวมโหมด (Modal Superposition Method) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้าง

สำหรับงานวิจัยนี้ได้นำเอาวิธีการดังกล่าวข้างต้นมารวบรวมและเขียนเป็นโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างโดยทฤษฎีพลศาสตร์

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.4.1 ศึกษาวิธีการวิเคราะห์แบบพลศาสตร์ที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างชนิดโครงข้อแข็ง 2 มิติ

1.4.2 สร้างโปรแกรมสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ ในการวิเคราะห์โครงสร้างชนิดโครงข้อแข็ง 2 มิติ โดยใช้ทฤษฎีพลศาสตร์

1.4.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมของอาคารสูง ที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงกระทำด้านข้างแบบสถิตยศาสตร์ตามเทศบัญญัติกรุงเทพมหานคร กับแรงกระทำด้านข้างแบบพลศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริง

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1.5.1 ลักษณะของโครงสร้างที่ทำการวิจัย

1.5.1.1 ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะต้องมีคุณสมบัติเหมือนกันตลอดทั้งชิ้นส่วน (Prismatic Member)

1.5.1.2 ข้อต่อจะต้องเป็นแบบยึดแน่น (Rigid Joint)

1.5.1.3 ฐานรากของโครงสร้างเป็นแบบยึดแน่น

1.5.2 ลักษณะการศึกษาและเปรียบเทียบในการทำงานวิจัย

1.5.2.1 แรงลมแบบสถิตยศาสตร์ จะใช้ตามข้อกำหนดของเทศบัญญัติกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2522

1.5.2.2 แรงลมแบบพลศาสตร์ จะใช้ข้อมูลตามกราฟลมจำลองในเอกสารอ้างอิงที่ (6) หน้า 36 และกราฟลมมุนโรไดน์ ของกรมอุตุนิยมวิทยาที่สถานีกรุงเทพมหานครในช่วงปี พ.ศ. 2512 ถึง พ.ศ. 2519 (11)

1.5.2.3 การเปรียบเทียบจะพิจารณาถึงการเคลื่อนที่และหน่วยแรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโครงอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก สูง 15 ชั้น

1.6 สมมุติฐาน

1.6.1 ชิ้นส่วนของโครงสร้างเป็นเส้นตรงไม่มีความกว้าง ความหนา และความลึก

1.6.2 ตลอดทั้งชิ้นส่วนมีความต่อเนื่องอย่างสมบูรณ์และมีความเป็นเนื้อเดียวกันตลอด

1.6.3 ข้อต่อมีการต่อได้อย่างสมบูรณ์ไม่มีการเยื้องศูนย์

1.6.4 พฤติกรรมของโครงสร้างเป็นแบบเชิงเส้น คืออยู่ในช่วงอีลาสติก

1.6.5 เมตริกซ์ของมวลในแต่ละชิ้นส่วนของโครงสร้างเราจะใช้เมตริกซ์ของมวลเป็นแบบมวลกระจาย (Consistent Mass) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$M = mL/420 \begin{bmatrix} 140 & & & & & \\ 0 & 156 & & & \text{SYM.} & \\ 0 & 22L & 4L^2 & & & \\ 70 & 0 & 0 & 140 & & \\ 0 & 54 & 13L & 0 & 156 & \\ 0 & -13L & -3L^2 & 0 & -22L & 4L^2 \end{bmatrix}$$

m เป็นมวลที่กระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอบนชิ้นส่วนของโครงสร้างความยาว L

1.6.6 โดยปกติความหน่วงของโครงสร้างนั้นมีน้อยมากจนไม่มีผลต่อรอบของความถี่ธรรมชาติ (Natural Frequency) และรูปแบบของโหมด (Mode Shapes) ของโครงสร้างที่มีความหน่วง ดังนั้นการแก้ปัญหาเจาะจงจึงใช้จากโครงสร้างที่ไม่มีความหน่วง

1.6.7 เมตริกซ์ของความหน่วง ไม่สามารถสร้างจากชิ้นส่วนของโครงของแต่ละชิ้นส่วนได้โดยตรง ดังนั้น จึงสร้างจากเมตริกซ์ของมวลและสติฟเนส ซึ่งเราสมมุติให้เมตริกซ์ของความหน่วงมีคุณสมบัติเชิงตั้งฉาก (C-orthogonal) คือ

$$\begin{aligned} \underset{\sim}{\phi}_i^T \underset{\sim}{C} \underset{\sim}{\phi}_j &= 2\omega_j \xi_i \quad , \quad i = j \\ &= 0 \quad , \quad i \neq j \end{aligned}$$

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย