หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในบริเวณที่มีความรุนแรงของแผ่นดินไหวน้อยมาก อาคารโดยมากจึงไม่ได้มีการออกแบบให้รับแรงจากแผ่นดินไหว แต่ในปัจจุบันอาคารสูงมีมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีจำนวนประชากรหนาแน่น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาป้องกันและออกแบบให้อาคารสามารถรับแรงจากแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิต และ ทรัพย์สิน โดยที่ในการวิเคราะห์แรงเนื่องจากแผ่นดินไหวสามารถทำได้โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น ETABS(4) หรือ SAP IV ซึ่งต้องใช้เวลาในการป้อนข้อมูลมาก ในวิทยานิพนธ์นี้จึงมุ่งที่จะศึกษาวิธีวิเคราะห์โดยประมาณของโครงสร้าง 2 มิติ ซึ่งเป็นการนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ในการวิเคราะห์ ทำให้สะดวกและรวดเร็ว

1.2 ความเป็นมาของปัญหาในการวิจัย

ในการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างที่เป็นอาคารสูง โครงข้อแข็ง 2 มิติ(Plane Frame)เป็นโครงสร้างที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักของอาคารสูงปานกลางทั่วไป ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อโครงสร้างที่รับแรงทางด้านข้าง,อันได้แก่ แรงลม และแรงเนื่องจากแผ่นดินไหว แรงเหล่านี้จะมีผลมากขึ้นเมื่อโครงสร้างสูงขึ้น มีพฤติกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของแรงตลอดเวลา ลักษณะของแรงเป็นแบบพลศาสตร์ ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีพลศาสตร์ก็จะวิเคราะห์หาแรงภายในอันได้แก่ แรงตามแนวแกน (Axial Force) แรงเฉือน (Shear Force) และ แรงดัด (Bending Moment)เพื่อที่จะนำไปคำนวณในขั้นต่อไป โดยที่วิธีวิเคราะห์มีหลายวิธีที่มีข้อดีข้อเสียต่างๆกัน วิธีการวิเคราะห์โครงสร้างภายใต้การกระทำของแผ่นดินไหวมี 4 วิธี ด้วยกันคือ

1. วิธีอินติเกรตโดยตรง (Direct Integration Method)
2. วิธีวิเคราะห์โหมด (Mode Analysis Method)
3. วิธี ค่าสูงสุดของการตอบสนอง (Response Spectrum Method)

4. วิธีแรงสถิตศาสตร์เทียบเท่า (Equivalent Static Force Method)ตามวิธีของUBC

วิธีค่าสูงสุดของการตอบสนอง(Response Spectrum Method)เป็นวิธีการวิเคราะห์โดยประมาณที่ง่าย สามารถวิเคราะห์ได้รวดเร็วและประหยัด เป็นกรณีพิเศษของวิธีวิเคราะห์โหมด (Model Analysis Method) ค่ามากที่สุดของแรงและการเคลื่อนที่ของโครงสร้างในแต่ละโหมด (Mode)จะถูกวิเคราะห์และรวมกันโดยวิธีที่เหมาะสม

ในการวิเคราะห์โดยทฤษฎีพลศาสตร์ มีความยุ่งยากในการแก้ปัญหามากกว่าทฤษฎีสถิตศาสตร์มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาเจาะจง (Eigenproblem) ซึ่งมีความซับซ้อนและยุ่งยากเมื่อโครงสร้างมีขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตามสามารถที่จะนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ช่วยแก้ปัญหาให้รวดเร็วขึ้น

1.3 ภูมิหลังงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ.1933 M.A.Biot (15) ได้เสนอให้มีการใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าผลตอบสนองที่มากที่สุดกับค่าความถี่(หรือคาบ) (Response Spectrum) เพื่อหาความสัมพันธ์ของการตอบสนองกับคาบการแกว่งอิสระ(Natural Period)ของโครงสร้างนั้นๆ โดยที่การตอบสนองต่อแผ่นดินไหวอาจอยู่ในรูประยะทางการเปลี่ยนตำแหน่ง ความเร็ว อัตราเร่ง หรือ แรงเฉือนตามแนวราบได้

ในปี ค.ศ.1959 G.W.Housner (5) ได้ทำการปรับปรุงกราฟผลตอบสนองที่มากที่สุด (Response Spectrum) สำหรับในการออกแบบ โดยการคำนวณค่าผลตอบสนองที่มากที่สุด (Response Spectra) ที่อยู่ในรูป ความเร็ว อัตราเร่ง ของข้อมูลแผ่นดินไหวที่แตกต่างกัน 4 ข้อมูล และ ทำการปรับค่าให้ค่ามากที่สุดมี ค่าเท่ากับหนึ่ง (Normalizing) ทำการเฉลี่ย (Averaging) และปรับเส้นโค้งผลลัพธ์

ในปี ค.ศ.1961 Blume,Newmark and Corning(13)ได้เสนอแนะกราฟค่าที่มากที่สุดของการตอบสนอง (Response Spectrum) ที่สามารถถูกประมาณโดยเส้นตรงสามเส้น (Tripartite Response Spectra)

ในปี ค.ศ.1973 Newmark,N.M and Hall (13)ได้เสนอค่าที่มากที่สุดของการตอบสนองสำหรับการออกแบบอิลาสติกโดยแสดงว่า ค่าที่มากที่สุดของการตอบสนองที่มีลักษณะราบเรียบ

ของการเคลื่อนที่ของดินอุดมคติ(Idealized) อาจที่จะขยายการเคลื่อนที่ของดิน โดยค่าประกอบ (Factor)ที่ขึ้นอยู่กับค่าความหน่วงของระบบ

ในปี ค.ศ.1975 Clough,R.W,Joseph Penzien (5) ได้ศึกษาและรวบรวมทฤษฎีทางพลศาสตร์ที่ใช้วิธีการวิเคราะห์โหมด (Modal Analysis Method) และ วิธี ค่าตอบสนองสูงสุด (Response Spectrum) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้าง

ในปี ค.ศ.1976 Bathe,K.J.(2,6)ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาเจาะจง(Eigenproblem) โดยวิธีทำซ้ำในสเปซย่อย(Subspace Iteration Method)ซึ่งสามารถที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ดี

ในปี ค.ศ.1982 UBC (Uniform Building Code)(9)ได้มีการปรับปรุงวิธีแรงสถิตศาสตร์เทียบเท่าตามวิธีของ UBC

ในปี ค.ศ.1983 พิเชษฐ์ อาริยวัฒน์(10) ได้เปรียบเทียบผลของแรงลมตามเทศบัญญัติกรุงเทพมหานครกับแรงแผ่นดินไหวในเขตรุนแรงปานกลาง ซึ่งใช้ในสหรัฐอเมริกา

ในปี ค.ศ.1983 ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์ (11)ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับการพิจารณาค่าแรงสถิตศาสตร์เทียบเท่าที่ใช้ออกแบบให้ต้านแผ่นดินไหวในเขตกรุงเทพว่าควรเทียบเท่ากับโซน 1

ในปี ค.ศ.1984 Traitruengtatsana,N.(12)ได้ทำการศึกษาการออกแบบอาคารเพื่อความปลอดภัยจากแผ่นดินไหวในกรุงเทพ และพื้นที่ข้างเคียง โดยทำการเปรียบเทียบผลการตอบสนองของอาคารเนื่องจากแผ่นดินไหว ระหว่างวิธีการอินติเกรตโดยตรงกับวิธีแรงสถิตศาสตร์เทียบเท่าตามวิธีของ UBC โดยสมมุติให้กรุงเทพอยู่ในโซน 2 และ ได้มีการเสนอวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับวิธีแรงสถิตศาสตร์เทียบเท่าตามวิธีของUBC

ในปี ค.ศ.1986 ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์ (14)ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบแรงเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวโดยวิธีอินทิเกรตโดยตรง และ วิธีสถิตศาสตร์เทียบเท่าของ UBC กับ แรงลมในเขตกรุงเทพมหานคร

ในปี ค.ศ.1988 วิศิษฐ์ เพชรภูวดี (17) ได้เสนอการวิเคราะห์พลศาสตร์ของอาคาร

สูงภายใต้แรงลมโดยวิธีการรวมโหมด (Modal Superposition Method) จากนั้นนำมาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์

ในปี ค.ศ.1989 ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์ (18)ได้ทำการศึกษาสเปคตรัมแผ่นดินไหวที่เหมาะสำหรับกรุงเทพมหานคร และ บริเวณใกล้เคียง

ในปี ค.ศ.1990 ปริญญา นุตาลัย,ประกาศ มาน เศรษฐา (20)ได้ทำการศึกษาความสั่นสะเทือนและความเสี่ยงภัยเนื่องจากแผ่นดินไหวในประเทศไทย

ในปี ค.ศ.1990 ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์ (21) ได้เสนอข้อพิจารณาในการออกแบบอาคารต้านแรงแผ่นดินไหว และ ได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มของแผ่นดินไหวสำหรับเขต 1 และ เขต 2 ของประเทศไทย

1.4 <u>วัตถุประสงค์</u>

1.4.1 ศึกษาเปรียบเทียบผลตอบสนองของอาคารสูงต่อแผ่นดินไหวโดยวิธีค่าสูงสุดของการตอบสนอง(Response Spectrum) วิธีอินติเกรตโดยตรง และ วิธีแรงสถิตศาสตร์เทียบเท่าสำหรับกรุงเทพมหานคร

1.4.2 นำไมโครคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในวิธีการวิเคราะห์ผลตอบสนองของอาคารสูงต่อแผ่นดินไหวโดยวิธี ค่าสูงสุดของการตอบสนอง(Response Spectrum)

1.4.3 สามารถนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้ไปศึกษาวิจัยต่อไป

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะต้องมีคุณสมบัติเหมือนกันตลอดทั้งชิ้นส่วน(Prismatic Member)

1.5.2 ข้อต่อจะต้องเป็นแบบยึดแน่น

1.5.3 ฐานรากของโครงสร้างเป็นแบบยึดแน่น

1.5.4 แรงเนื่องจากแผ่นดินไหวโดยวิธีอินติเกรตโดยตรง จะใช้ข้อมูลแผ่นดินไหวโดยการจำลองแผ่นดินไหวขึ้นมา โดยใช้ข้อมูลอ้างอิงจากเอกสารอ้างอิงที่ (18)

1.5.5 แรงเนื่องจากแผ่นดินไหวโดยวิธีค่าสูงสุดของการตอบสนองจะใช้ข้อมูลในเอกสารอ้างอิงที่ (18)

1.5.6 แรงเนื่องจากแผ่นดินไหวโดยวิธีสถิตศาสตร์เทียบเท่า จะใช้ตามข้อกำหนดของ UBC

1.5.7 การเปรียบเทียบจะพิจารณาถึงการเคลื่อนที่และหน่วยแรงต่างๆที่เกิดขึ้นในโครงอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 7 และ 15 ชั้น

1.6 สมมุติฐาน

1.6.1 พฤติกรรมขององค์อาคารทุกชิ้นส่วนภายใต้แรงกระทำ มีพฤติกรรมอยู่ในช่วงอิลาสติก

1.6.2 ข้อต่อทุกข้อต่อในโครงสร้างเป็นแบบยึดแน่น (Rigid Joint)

1.6.3 ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะต้องมีคุณสมบัติเหมือนกันตลอดชิ้นส่วน(Prismatic Member) และมีความต่อเนื่องอย่างสมบูรณ์

1.6.4 ฐานรากของโครงสร้างเป็นแบบยึดแน่น

1.6.5 เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาค่าแรงภายในเช่น แรงดัด แรงเฉือน และ แรงในแนวแกนของโครงข้อแข็ง 2 มิติ

1.6.6 พื้นมีลักษณะ Rigidity

1.6.7 ในการพิจารณาผลเนื่องจากแรงเฉื่อย (Inertia) ถือว่าการกระจายของมวลถูกให้มีลักษณะเป็นมวลเป็นจุด

1.6.8 ความหน่วงของโครงสร้างมีน้อยมากจนไม่มีผลต่อรอบของความถี่ธรรมชาติ (Natural Frequency) และรูปแบบของโหมด(Mode Shapes) ของโครงสร้างที่มีความหน่วง ดังนั้นการแก้ปัญหาเจาะจงจึงใช้จากโครงสร้างที่ไม่มีความหน่วง