บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่นที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบโครงสร้างต้านทานแผ่นดินไหวในประทศไทยนั้นมีจุดเริ่มต้นจากการที่เกิดแผ่นดินไหวที่จังหวัดกาญจนบุรีบริเวณทางเหนือของเขื่อนศรีนครินทร์เมื่อวันที่ 22 เม.ย. พ.ศ. 2526 โดยแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นมีขนาดประมาณ 5 ตามมาตราริคเตอร์ โดยมีระยะห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 200 ก.ม. จากแผ่นดินไหวในครั้งนั้นได้สร้างความเสียหายให้กับอาคารบ้านเรือนโดยทั่วไปในกรุงเทพมหานครเล็กน้อย ทำให้เป็นที่มาของการยกร่างกฎกระทรวงฉบับที่ 49 ซึ่งสามารถประกาศใช้ได้ในปี พ.ศ. 2540 โดยกำหนดพื้นที่บังคับเป็นจังหวัดทางภาคเหนือ 9 จังหวัดและภาคตะวันตก 1 จังหวัด

สำหรับเนื้อหาโดยทั่วไปของกฎกระทรวงฉบับที่ 49 นั้นมีพื้นฐานมาจากวิธีการคำนวณแรงสถิตเทียบเท่าของมาตรฐาน UBC1985 อย่างไรก็ตามหลักการสำคัญของการออกแบบโครงสร้างต้านทานแผ่นดินไหวคือการจัดรูปทรงเรขาคณิตของโครงสร้างอาคารให้มีเสถียรภาพต่อการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว, องค์อาคารต่างๆต้องไม่วิบัติด้วยแรงเฉือนและโครงสร้างต้องมีความเหนียว (Ductility) ซึ่งกฎกระทรวงฉบับที่ 49 นั้นกำหนดให้โครงสร้างมีความเหนียวแต่ในรายละเอียดไม่ปรากฏข้อกำหนดเพื่อการปฏิบัติที่ทำให้โครงสร้างมีความเหนียว ดังนั้นในการออกแบบจึงต้องอ้างอิงข้อกำหนดจากต่างประเทศเช่นมาตรฐาน UBC หรือ ACI เป็นต้น

สำหรับข้อกำหนดของอาคารต้านทานแผ่นดินไหวในประเทศไทยนั้นในปีพ.ศ. 2550 ทางกรมโยธาธิการและผังเมืองได้ประกาศใช้ “มาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว (มยผ.1301-50)” ซึ่งกำหนดรายละเอียดการเสริมเหล็กและรูปทรงขององค์อาคารที่ใช้ต้านทานแผ่นดินไหวโดยข้อกำหนดในมาตรฐานนี้มีพื้นฐานมาจากมาตรฐาน UBC1991, UBC1997 และ ACI318-99 ในพื้นที่เสี่ยงภัยระดับปานกลางและในปีเดียวกันได้มีการออกกฎกระทรวงแผ่นดินไหว พ.ศ. 2550 ที่มีการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยเพิ่มเติมจากกฎกระทรวงฉบับที่ 49 เดิมโดยเพิ่มบริเวณจังหวัดกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑลเนื่องจากบริเวณนี้ตั้งอยู่บนดินอ่อนมาก ซึ่งดินลักษณะนี้มีคุณสมบัติในการขยายคลื่นแผ่นดินไหวได้จึงทำให้อาคารในพื้นที่ดังกล่าวมีความเสี่ยงภัยจากแผ่นดินไหวในระยะไกล สำหรับในพื้นที่ภาคใต้บางส่วนตั้งอยู่ใกล้รอยเลื่อนระนองและรอยเลื่อนคลองมะรุ่ยซึ่งอาจได้รับผลจากการสั่นสะเทือนจึงกำหนดให้พื้นที่ภาคใต้ 7 จังหวัดเป็นพื้นที่เฝ้าระวัง โดยไม่ต้องคำนวณแรงเฉือนที่ฐานแต่ต้องใช้

ข้อกำหนดรายละเอียดเหล็กเสริมจากมาตรฐาน มยผ.1301-50 ในการออกแบบโครงสร้างในพื้นที่บริเวณนั้น

สำหรับในประเทศไทยได้มีงานวิจัยด้านการออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหวดังต่อไปนี้

Narong Traitruengtatsana (1984) ได้ศึกษาการออกแบบอาคารสูงภายใต้แผ่นดินไหวระดับปานกลางโดยการสร้างแบบจำลองเป็น 2 รูปแบบคืออาคาร 7 ชั้นลักษณะโครงสร้างเป็นระบบโครงข้อแข็งและอาคาร 7 ชั้นโดยเป็นระบบโครงข้อแข็งร่วมผนังรับแรงเฉือนโดยใช้แรงแผ่นดินไหว 3 รูปแบบ

1. คลื่น EI centro 1940

2. คลื่นแผ่นดินไหวจำลองความถี่ 5.6 ริคเตอร์ ซึ่งจำลองโดยการวิเคราะห์ความเสี่ยงในรอบ 77 ปีของโอกาสที่จะเกิดบริเวณกรุงเทพมหานคร

3. แรงสถิตย์เทียบเท่าของมาตรฐาน UBC1982

ซึ่งได้ผลค่าความเร่งของพื้นดินในกรุงเทพมหานครเท่ากับ 0.065g (จุดศูนย์กลางของการเกิดแผ่นดินไหวอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร)สำหรับปริมาณวัสดุที่เพิ่มขึ้นนั้นปริมาณเหล็กเสริมหลักเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 37.02 และคอนกรีตเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.34 ราคารวมทั้งโครงการเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 6 - 8

วิชัย กาญจการุณ (1985) ได้ทำการศึกษาผลของแผ่นดินไหวต่อโครงสร้างอาคารใน กรุงเทพมหานคร โดยใช้โปรแกรม SIMQKE สร้างคลื่นความเร่งจำลองของแผ่นดินไหวที่น่าจะเกิดขึ้นในประเทศไทยโดยนำโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นโครงข้อแข็งสูง 4, 10 และ 20 ชั้นโดยแต่ละโครงสร้างจะให้รับน้ำหนักบรรทุก,แรงลมตามเทศบัญญัติกรุงเทพมหานคร, แรงสถิตย์เทียบเท่าตามมาตรฐาน UBC (Uniform Building Code) และการสั่นสะเทือนของการสร้างแผ่นดินไหวจำลอง จากการศึกษาและการสร้างแผ่นดินไหวจำลองขนาดแผ่นดินไหวรุนแรงสุดที่มีความเป็นไปได้คือ 5.9 ริคเตอร์ ภายใต้สมมุติฐานว่าจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหวอยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร 150 กิโลเมตรโดยใช้ทฤษฎี การแผ่กระจายของคลื่นแผ่นดินไหวผ่านชั้นดินของ Kanai ได้ความเร่งสูงสุดของพื้นผิวดิน 0.021g และผลจากการวิเคราะห์โครงสร้างนั้น อาคารที่สูงไม่เกิน 40 เมตรแรงแผ่นดินไหวหรือแรงสถิตเทียบเท่าตามมาตรฐาน UBC ทำให้เกิดแรงภายในชิ้นส่วนมากกว่าแรงแผ่นดินไหวจำลองกว่าร้อยละ 30 และ มากกว่าผลของแรงลมประมาณร้อยละ 10-30 เมื่อโครงข้อแข็งมีความสูงมากขึ้น(ไม่เกิน 70 เมตร)ผลของแรงลมและแรงแผ่นดินไหวตามมาตรฐาน UBC จะมีค่ามากกว่าประมาณร้อยละ 15-20 สำหรับผลของแผ่นดินไหวจำลอง โครงสร้างที่มี

สติฟเนสมากจะเกิดแรงภายในใกล้เคียงกับผลของแรงลมแต่สำหรับโครงข้อแข็งที่สติฟเนสน้อยแรงภายในจะลดลงมาก

กรุง อังคนาพร (1992) ทำการศึกษาผลการตอบสนองของอาคารในภาคเหนือและภาคตะวันตกของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลแผ่นดินไหวในอดีตรอบประเทศไทย เพื่อประมาณค่าอัตราเร่งของผิวดิน สเปกตรัมการตอบสนองช่วงอีลาสติค ค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มของแผ่นดินไหวเพื่อใช้ในการคำนวณแรงเฉือนที่ฐานของวิธีแรงสถิตย์เทียบเท่าและค่าอัตราส่วนความเหนียวของตัวอาคารที่เหมาะสมซึ่งการจำลองคลื่นแผ่นดินไหวได้ใช้โปรแกรม SIMQKE และ ใช้โปรแกรม Drain – 2D วิเคราะห์โครงสร้างโดยแบ่งแบบจำลองเป็น 2 รูปแบบคือ

1. อาคารสูง 5 ชั้นสูง 15.1 เมตร
2. อาคารสูง 12 ชั้นสูง 44.2 เมตร

สำหรับอาคาร12 ชั้นนั้นมีค่าความธรรมชาติประมาณ 1.2 วินาทีทำให้ค่า Z สูงถึง 0.46 แต่ถ้ามีการออกแบบให้จุดต่อมีพฤติกรรมเป็นจุดหมุนพลาสติกได้ค่า Z ก็จะลดลงเพราะค่าคาบธรรมชาติจะยาวขึ้นอาคารสูงทั่วไปนั้นมักจะออกแบบให้มีความสามารถรับแรงลมก็ควรพิจารณาออกแบบให้อาคารมีความเหนียวอย่างพอเพียงด้วย สำหรับอาคารสูง 5 ชั้น นั้น ส่วนมากไม่มีการออกแบบเพื่อรับแรงลม ดังนั้น บริเวณข้อต่อระหว่างเสาและคานจะถึงจุดครากอย่างรวดเร็วมากจึงต้องออกแบบให้สามารถรับแรงแบบวัฏจักรให้ได้และมีความเหนียวที่พอเพียง

Tanet Dittapanya (1996) ได้ทำการศึกษาโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กของอาคารโรงเรียน 4 ชั้น ซึ่งตั้งอยู่บริเวณความเสี่ยงภัยระดับ 2B ตามมาตรฐาน UBC 1994 (Uniform Building Code) ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบเป็น 3 รูปแบบคือ

1. โครงสร้างที่ใช้สร้างจริง
2. โครงสร้างที่นำมาออกแบบโดยไม่คิดผลจากแผ่นดินไหว
3. โครงสร้างที่นำมาออกแบบโดยคิดผลจากแผ่นดินไหว

ซึ่งแรงแผ่นดินไหวที่กระทำกับอาคารได้ใช้แรงสถิตย์เทียบเท่าและรายละเอียดของเหล็กเสริมตามมาตรฐาน UBC 1994 ในพื้นที่ระดับ 2B จากผลการวิเคราะห์และออกแบบใหม่นั้นผลที่ได้มาคือค่าใช้จ่ายของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.2 และค่าใช้จ่ายทั้งหมดของอาคารเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ในกรณีการเปรียบเทียบของแบบที่ใช้สร้างจริงกับแบบที่ออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวและในกรณีการเปรียบเทียบระหว่างการออกแบบใหม่ซึ่งไม่คิดแรงของแผ่นดินไหวกับการออกแบบซึ่งคิดแรงแผ่นดินไหวนั้นปริมาณเหล็กเสริมเพิ่มขึ้นร้อยละ 37.03

ค่าใช้จ่ายของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเพิ่มขึ้นร้อยละ 18.8 และ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของอาคารเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 4