บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความนำ

ในหลายสิบปีที่ผ่านมา แม้ว่าแผ่นดินไหวที่เคยเกิดขึ้นในประเทศไทย จะยังไม่มีขนาดรุนแรงเพียงพอที่จะทำให้โครงสร้างของอาคารเกิดการพังทลาย แต่ก็มีผลทำให้อาคารเกิดการสั่นไหวจนถึงขั้นเสียหายเล็กน้อยถึงปานกลาง (ปณิธาน และ เป็นหนึ่ง, 2538) ทำให้ประชาชนทั่วไปเกิดความวิตกกังวลในความปลอดภัยต่อชีวิต และทรัพย์สิน อีกทั้งในระยะไม่กี่ปีที่ผ่านมา แผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นถี่และรุนแรงทั่วโลก และได้สร้างความเสียหายต่อชีวิต และทรัพย์สินเป็นอย่างมาก ยิ่งทำให้ประชาชน รวมทั้งวิศวกรในประเทศไทยให้ความสนใจต่อผลของแผ่นดินไหวมากขึ้น เหตุการณ์แผ่นดินไหวครั้งสำคัญที่เคยเกิดขึ้นในประเทศไทยในอดีตอันใกล้ได้แก่แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 22 เมษายน 2526 ขนาด 5.9 หน่วยริคเตอร์ โดยมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี แผ่นดินไหวครั้งนั้นรู้สึกได้ในกรุงเทพมหานคร (กทม.) และ กาญจนบุรี จากนั้นในวันที่ 6 พฤศจิกายน 2531 ได้เกิดแผ่นดินไหวขนาด 7.3 หน่วยริคเตอร์ ที่พรมแดนจีนและพม่า โดยผลของแผ่นดินไหวครั้งนั้นทำให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในอาคารสูงที่กทม.รู้สึกได้แม้ว่าจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหวจะห่างจากกทม. ราว 1,000 กิโลเมตรก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากชั้นดินอ่อนใต้กทม.มีผลขยายความรุนแรงของคลื่นแผ่นดินไหวให้มีขนาดอัตราเร่งมากขึ้น ถัดมาในวันที่ 29 กันยายน และ วันที่ 1 ตุลาคม 2532 ได้เกิดแผ่นดินไหวที่พรมแดนไทยกับพม่า ใกล้กับ จังหวัดเชียงใหม่ มีขนาด 5.3 และ 5.4 หน่วยริคเตอร์ ตามลำดับ ผลของแผ่นดินไหวครั้งนี้ทำให้ประชาชนในจังหวัดเชียงใหม่รู้สึกได้ ทั้งที่อาศัยอยู่ในอาคารเตี้ยและอาคารสูง ในวันที่ 11 กันยายน 2537 ได้เกิดแผ่นดินไหวขนาด 5.1 หน่วยริคเตอร์ มีศูนย์กลางห่างจาก อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ราว 25 กิโลเมตร ซึ่งส่งผลทำให้อาคารของโรงเรียนและวัดเสียหายเป็นจำนวนราว 50 แห่ง และทำให้เสาสั้นของอาคารโรงพยาบาลพานแตกร้าวมากกว่า 10 ต้น (ปณิธาน และ เป็นหนึ่ง, 2538) จากนั้นในวันที่ 12 กรกฎาคม 2538 ได้เกิดแผ่นดินไหวขนาด 7.2 หน่วยริคเตอร์ ที่พรมแดนพม่าและจีน ซึ่งมีผลทำให้ยอดพระธาตุดอยสุเทพหักลงมา และมีอาคารในจังหวัดเชียงรายได้รับความเสียหายบ้างเล็กน้อย จะเห็นได้ว่าการเกิดแผ่นดินไหวมีแนวโน้มถี่ขึ้น และมีความรุนแรงมากเพียงพอที่จะทำให้อาคารเกิดความเสียหาย ดังนั้นจึงมิอาจมองข้ามผลของแผ่นดินไหวในการออกแบบโครงสร้างอาคารดังเช่นที่เคยปฏิบัติมาอีกต่อไป

วิธีสเปกตรัมการตอบสนอง เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์อาคารต่อการสั่นไหวโดยแผ่นดินไหว กราฟสเปกตรัมการตอบสนองช่วยให้เห็นผลของตัวแปรสำคัญๆ ที่มีต่อการตอบสนองของโครงสร้างได้ง่าย และเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างบทบัญญัติเกี่ยวกับแรงแผ่นดินไหว ถึงแม้จะเคยมีการศึกษาบ้างเกี่ยว

กับสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอิลาสติกสำหรับแผ่นดินไหวในประเทศไทย (Lukkunaprasit et al, 1986; กรุง, 2535) ก็ตาม แต่งานวิจัยที่เกี่ยวกับการหาสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอิลาสติกนั้นยังขาดอยู่ สำหรับในต่างประเทศการศึกษาในเรื่องดังกล่าวกระทำกันอย่างกว้างขวาง แต่ผลที่ได้ก็ไม่สามารถประยุกต์ใช้ในประเทศไทยได้ เนื่องจากความแตกต่างของสภาวะความรุนแรงของแผ่นดินไหว การศึกษาในเรื่องดังกล่าวจึงเป็นสิ่งจำเป็น และมีประโยชน์อย่างยิ่งในด้านวิศวกรรมแผ่นดินไหว

1.2 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

ในต่างประเทศ ได้มีการวิจัยผลของแผ่นดินไหวมานานแล้ว โดยในปี ค.ศ.1941 M.A.Biot (อ้างถึงใน Naeim, 1989) ได้เสนอให้มีการใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าตอบสนองสูงสุดกับค่าความความถี่ (Response Spectrum) เพื่อหาความสัมพันธ์ของการตอบสนองกับคาบการสั่นไหวธรรมชาติ (Natural Period) ของโครงสร้างนั้นๆ โดยที่การตอบสนองต่อแผ่นดินไหวอาจอยู่ในรูปการเปลี่ยนตำแหน่ง, ความเร็ว, อัตราเร่ง หรือ แรงเฉือนตามแนวราบก็ได้

ในปี ค.ศ.1956 Gutenburg และ Richter (อ้างถึงใน Seed, 1982) ได้เสนอแบบจำลองสำหรับหาอัตราเร่งที่ลดลงตามระยะทางที่คลื่นของแผ่นดินไหวแผ่กระจายไป ให้อยู่ในรูปของสูตรอย่างง่าย หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1973 Esteva และ Villaverde (อ้างถึงใน Dowrick, 1988) ได้เสนอแบบจำลองสำหรับหาอัตราเร่งที่ผิวดินสำหรับชั้นหินแข็งขึ้น

G.W. Housner (1959) ได้ทำการปรับปรุงสเปกตรัมการตอบสนองสำหรับการออกแบบ โดยการคำนวณสเปกตรัมการตอบสนองของความเร็ว อัตราเร่ง จากข้อมูลแผ่นดินไหวที่แตกต่างกัน 4 ข้อมูล และสองปีต่อมา Blume, Newmark และ Corning (อ้างถึงใน Paz, 1991) ได้เสนอสเปกตรัมการตอบสนองที่ประมาณโดยเส้นตรงสามเส้น (Tripartite Response Spectra) หลังจากนั้นในปี ค.ศ.1969 Newmark และ Hall (อ้างถึงใน Paz, 1991) ได้เสนอสเปกตรัมการตอบสนองสำหรับการออกแบบอาคารโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

Takeda, Sozen และ Neilson (1970) ได้เสนอแบบจำลองสติฟเนส-ดีเกรดดิง เพื่อแทนพฤติกรรมของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยเปรียบเทียบค่าการเคลื่อนที่ที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอกับผลของการทดลอง ซึ่งได้ค่าใกล้เคียงกัน หลังจากนั้น Kanan และ Powell (1973) ได้สร้างโปรแกรม DRAIN-2D เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์โครงสร้างในช่วงอินอิลาสติกที่รับแรงแผ่นดินไหว โดยใช้แบบจำลองสติฟเนส-ดีเกรดดิงที่ประยุกต์จากแบบจำลองของ Takeda ในการวิเคราะห์สำหรับชิ้นส่วนที่เป็นคาน

การศึกษาสเปกตรัมการตอบสนอง ในช่วงอินอิลาสติก (Inelastic Response Spectra) เริ่มในปี ค.ศ.1969 โดย Veletsos (อ้างถึงใน Miranda, 1993) จากนั้นในปี ค.ศ.1973 Newmark และ Hall (อ้างถึงใน Paz, 1991) ได้เสนอวิธีการสร้างสเปกตรัมการตอบสนองสำหรับการออกแบบสำหรับพฤติกรรมอิลาสติก-พลาสติก (Elastoplastic) หลังจากนั้น Murakami และ Penzien (1975) ได้คำนวณหาสเปกตรัมการตอบสนองไม่เชิงเส้น (Nonlinear Response Spectra) ของระบบดีกรีความเป็นอิสระเดี่ยว ที่มีแบบจำลองสติฟเนสแบบ ไตรลิเนียร์ (Trilinear Model) โดยการจำลองคลื่นแผ่นดินไหว 100 ครั้ง ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ตามฟังก์ชันความเข้มของเวลา และระยะเวลาของการเกิดคลื่นแผ่นดินไหว

Anagnostopoulos และ Biggs (1977) ได้ประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์แบบวิธี (Modal Analysis) กับสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอิลาสติก โดยใช้กรณีศึกษาเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 10 ชั้น และอาคารโครงสร้างเหล็ก 2 ชั้น หลังจากนั้น Anagnostopoulos และ Biggs (1978) ได้แสดงการประยุกต์ใช้สเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอิลาสติกในการออกแบบโครงสร้างต้านแรงแผ่นดินไหว การวิจัยกระทำโดยการออกแบบกรณีศึกษาจากสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอิลาสติกที่สร้างขึ้นจากสเปกตรัมการตอบสนอง ในช่วงอิลาสติกของ Newmark และ Hall สำหรับอัตราส่วนความเหนียวเท่ากับ 2 และ 4 โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบวิธีในการคำนวณหาแรงแผ่นดินไหว เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้าง หลังจากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ที่คำนวณจากคลื่นแผ่นดินไหวที่ได้จำลองขึ้นให้สอดคล้องกับสเปกตรัมการตอบสนองที่ใช้ในการออกแบบจำนวน 3 คลื่น ผลการวิจัยแสดงว่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอิลาสติกให้ชิ้นส่วนของโครงสร้างในด้านที่ไม่ปลอดภัยนัก (Nonconservative Member Resistance)

Newmark และ Riddell (1979, 1980) ได้เสนอสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอิลาสติกของระบบดีกรีความเป็นอิสระเดี่ยว ที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองของสติฟเนสที่แตกต่างกัน ทั้งแบบจำลองอิลาสติก-พลาสติก, ไบลิเนียร์ (Bilinear Model) และ สติฟเนส-ดีเกรดดิง (Stiffness Degrading Model) นอกจากนี้ยังได้เสนอวิธีการสร้างสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอิลาสติกสำหรับการออกแบบจากสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอิลาสติกด้วย

Paz (1980) ได้เสนอการคำนวณหาขนาดของความผิดพลาดที่เกิดจากการใช้วิธีวิเคราะห์การรวมแบบวิธี (Modal Superposition Method) กับสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอิลาสติก โดยคำนวณความผิดพลาดจากการวิเคราะห์ตัวอย่างของโครงสร้างแรงเฉือน (Shear Building Structures) แล้วเปรียบเทียบผลกับค่าที่ถูกต้อง ผลที่ได้พบว่าค่าความผิดพลาดของการเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นถึง 50 %

Lai และ Biggs (1980) ได้เสนอวิธีการสร้างสเปกตรัมการตอบสนอง สำหรับการออกแบบ ในช่วงอินอิลาสติก โดยนำผลที่ได้ทำการเปรียบเทียบกับผลของ Newmark และ Hall ในปีถัดมา Mahin และ Bertero (1981) ได้ศึกษาผลของความหน่วงต่ออัตราส่วนของความเหนียวที่ต้องการ และถัดจากนั้น Mahin และ Lin (1983) ได้เสนอวิธีการสร้างสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอิลาสติก สำหรับแบบจำลองของสติฟเนส 2 แบบ คือ ไบลิเนียร์ และ สติฟเนส-ดีเกรดดิง พร้อมทั้งได้สร้างโปรแกรม NONSPEC เพื่อใช้ในการสร้างสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอิลาสติกไว้ด้วย

Elghadamsi และ Mohraz(1987) ได้ศึกษาผลของสภาพดินที่มีต่ออัตราส่วนค่าที่ลดลง (Reduction Factor) โดยได้คำนวณหาค่าการเคลื่อนที่ที่จุดคลากคงที่ (Constant Yield Displacement) ของระบบดีกรีความเป็นอิสระเดี่ยว ที่มีแบบจำลองของวัสดุเป็นอิลาสติก-พลาสติกสมบูรณ์ (Elastic-Perfectly Plastic)

Miranda (1993) ได้ทำการวิจัยหาสเปกตรัมการตอบสนองสำหรับการออกแบบในช่วงอินอิลาสติก โดยคิดผลของสภาพบริเวณ และลักษณะของชั้นดินด้วย การวิจัยคำนวณจากข้อมูลแผ่นดินไหวจำนวน 124 ข้อมูล ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแผ่นดินไหวในแคลิฟอร์เนีย ผลการวิจัยพบว่าผลการตอบสนองในช่วงอินอิลาสติกจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของสภาพบริเวณ, คาบเวลาการสั่นไหว และระดับของการเคลื่อนที่ในช่วงอินอิลาสติก

สำหรับการวิเคราะห์ผลของแผ่นดินไหวต่ออาคารในประเทศไทย เป็นที่สนใจของวิศวกร และ นักวิชาการ ภายหลังเหตุการณ์การเกิดแผ่นดินไหวที่ อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2526 โดยเฉพาะผลต่ออาคารใน กทม. โดย Kim และ Yamada (1985) ได้ใช้โปรแกรม SHAKE วิเคราะห์หาการสั่นไหวของผิวดินใน กทม. โดยคำนึงถึงการแผ่กระจายของคลื่นผ่านชั้นดินอ่อน Lukkunaprasit, Thusaneeyanont และ Kanjanakaroon (1986) ได้พิจารณาผลของดินอ่อนใน กทม. เช่นเดียวกันกับ Kim แต่ได้ประยุกต์สเปกตรัมแผ่นดินไหวของ Kanai-Tajimi เพื่อจำลองคลื่นแผ่นดินไหวที่ชั้นหินแข็ง

ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์ , สุริยา ทัศนียานนท์ และอุทัย ฤกษ์ศิริรัตน์ (2532) ได้ขยายงานวิจัยที่ได้ในปี พ.ศ.2529 โดยประยุกต์ทฤษฎีความเป็นไปได้ และวิธี Monte Carlo ในการจำลองการเกิดแผ่นดินไหว จึงเป็นการคำนึงถึงแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวหลายแห่งที่ส่งผลมายังสถานที่ที่พิจารณา ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยที่แล้วที่พิจารณาเฉพาะแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวเพียงแห่งเดียว ผลจากการวิจัยครั้งนี้ได้ความสัมพันธ์สเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอิลาสติกของ กทม.ซึ่งได้จากการเฉลี่ยผลของแผ่นดินไหวจำนวนมาก ๆ

ปริญญา นุตาลัย และ ประกาศ มาน เศรษฐา (2533) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความสั่นสะเทือนและความเสี่ยงภัยเนื่องจากแผ่นดินไหวในประเทศไทย โดยการคาดคะเนโอกาสการเกิดแรงสั่นสะเทือนสูงสุดจาก

แผ่นดินไหวในประเทศไทย และใช้ข้อมูลแผ่นดินไหวทั้งหมดที่มีอยู่ในขณะนั้น ผลจากการวิจัยสามารถหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคาบอุบัติซ้ำ และความเร่งสูงสุดของดิน รวมทั้งได้แสดงแผนที่แสดงความเข้มของการสั่นสะเทือนด้วย ซึ่งจากแผนที่แสดงเส้นชั้นอัตราเร่งสูงสุดที่เสนอพบว่าในภาคเหนือของประเทศไทย ค่าอัตราเร่งสูงสุดจะมีค่าประมาณ 22 แกล สำหรับในช่วงคาบอุบัติซ้ำ 13 ปี และ มีโอกาสเกิด 80% และมีค่า 115 แกล สำหรับในช่วงคาบอุบัติซ้ำ 90 ปี และมีโอกาสเกิด 20% นอกจากนี้เมื่อพิจารณาคาบอุบัติซ้ำ (Return Period) 680 ปี พบว่าค่าอัตราเร่งสูงสุดที่ผิวดินของจังหวัดเชียงใหม่ มีค่า 120 แกล กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เมื่อพิจารณาอายุการใช้งานของโครงสร้าง 50 ปี ความน่าจะเป็นไปได้ของการเกิดอัตราเร่งสูงสุดที่ผิวดินเท่ากับ 120 แกล หรือต่ำกว่าจะเป็น ร้อยละ 93

ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์ (2533) ได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มของแผ่นดินไหวสำหรับ กทม.และบริเวณเขต 2 ของประเทศไทย โดยการเปรียบเทียบค่าอัตราเร่งที่ผิวดินของเขตทั้ง 2 กับค่าอัตราเร่งที่ผิวดินในเขตต่างๆ ของ Uniform Building Code ผลจากการศึกษานั้นได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มเท่ากับ 0.15 สำหรับเขต 1 และ 0.25 สำหรับเขต 2 ทั่วๆ ไป ส่วนบริเวณที่ใกล้กับแนวเลื่อนต่างๆ ได้แนะนำให้ใช้ค่าเท่ากับ 0.38 ตาม UBC รวมทั้งให้พิจารณาเรื่องความเหนียวเป็นพิเศษในการออกแบบด้วย

กรุง อังคนาพร (2535) ได้ศึกษาผลการตอบสนองต่อแผ่นดินไหวของอาคารในภาคเหนือ และ ภาคตะวันตกของประเทศไทย ผลจากการศึกษาสรุปได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มของแผ่นดินไหวสำหรับพื้นที่ดังกล่าวเท่ากับ 0.27 ยกเว้น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และ อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี ได้ค่าเท่ากับ 0.31 และพบว่าค่าอัตราส่วนความเหนียวของมุมหมุนสำหรับอาคารที่ศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 4 ถึง 9 นอกจากนี้ผลจากการวิจัยยังได้ความสัมพันธ์สเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอิลาสติกสำหรับบริเวณพื้นที่ดังกล่าวอีกด้วย

เป็นหนึ่ง วานิชชัย และ อาเด ลิชาโตโน (2537) ได้เสนอแผนที่ความเสี่ยงภัยของประเทศไทย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ของ Cornell ในการนี้ได้ใช้แบบจำลองการลดลงของการสั่นไหว (Attenuation Model) ของ Esteva ในการวิเคราะห์ ผลของการวิจัยได้แสดงในรูปแผนที่อัตราเร่งสูงสุดที่ผิวดินด้วย ซึ่งค่าอัตราเร่งสูงสุดที่ผิวดินของบริเวณภาคเหนือ และภาคตะวันตกของประเทศไทยมีค่าประมาณ 0.275g (g คืออัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก) สำหรับโอกาสความเป็นไปได้ของการเกิดค่าอัตราเร่งเกินค่าดังกล่าวเท่ากับ 10% และ ในคาบเวลาของโครงสร้าง 50 ปี

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยในงานวิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

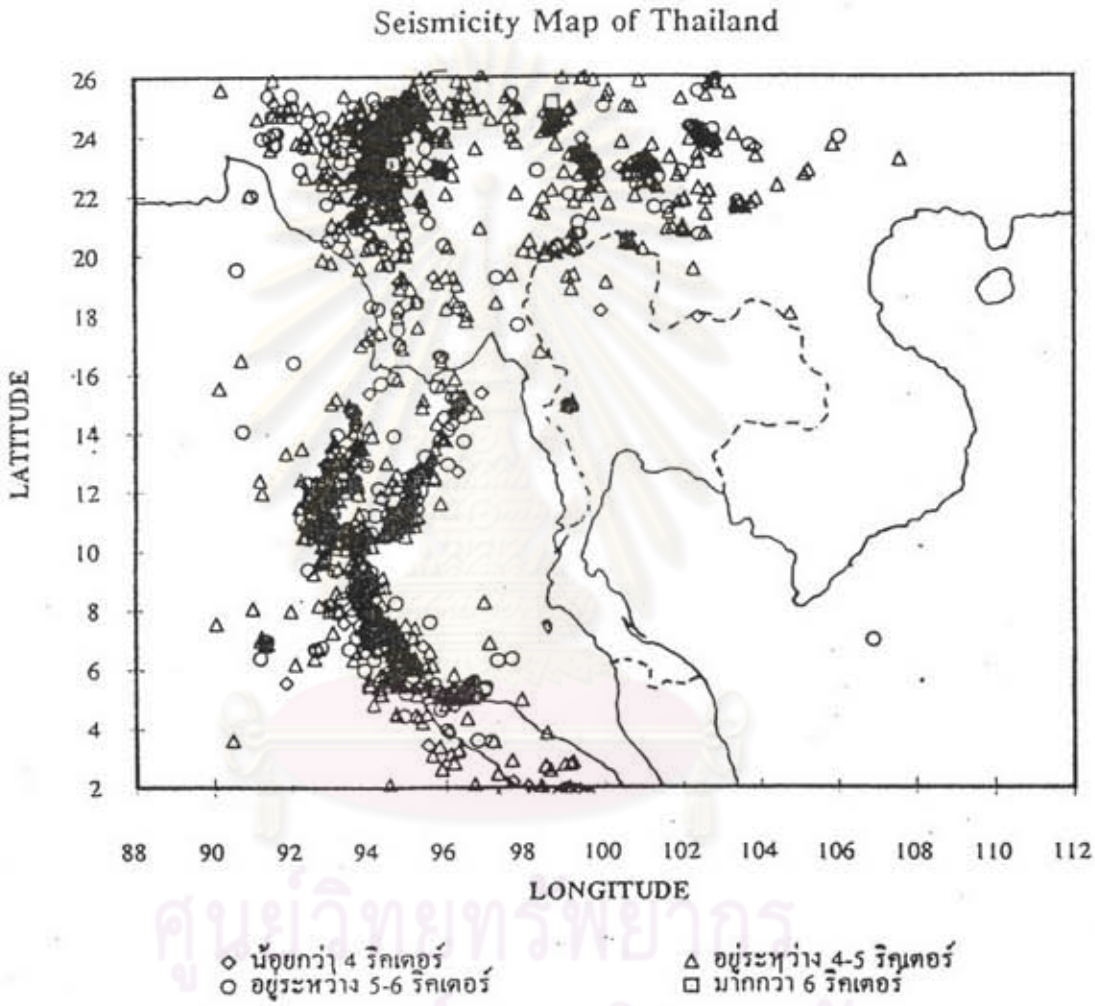
1) เพื่อหาค่าอัตราเร่งสูงสุดที่ผิวดิน และสร้างแผนที่แสดงเส้นชั้นอัตราเร่งสูงสุดของประเทศไทย

2) เพื่อหาสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอิลาสติกของอัตราเร่ง เพื่อใช้ในการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กต้านแรงแผ่นดินไหวในประเทศไทย

1.4 ขอบข่ายของงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นรอบๆ ประเทศไทยในอดีต จำนวน 1491 ข้อมูล ซึ่งได้จากศูนย์ข้อมูลแผ่นดินไหว (National Earthquake Information Center) และ Series on Seismology - Volumn II (P. Nutalaya, S.Sodsri และ E.P.Arnold, 1985) ตั้งแต่ปี พ.ศ.2506 ถึงปี พ.ศ.2532 ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.1 และใช้ผลที่ได้จากการวิจัยของกรุง (2535) ที่พิจารณาผลของแผ่นดินไหวในอำเภอต่างๆ ในภาคเหนือและ ภาคตะวันตกของประเทศไทย จำนวน 30 จุด รวมกับการพิจารณาผลของแผ่นดินไหวในภาคอื่นๆ ของประเทศไทย และประเทศใกล้เคียงอีก 55 จุด รวมทั้งหมด 85 จุด ดังแสดงในรูปที่ 1.2 โดยแต่ละจุดจะคิดผลจากแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวภายในรัศมี 800 กม. รอบจุดนั้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาค่าอัตราเร่งสูงสุดที่ผิวดิน ทั้งนี้จะพิจารณาเฉพาะสภาพชั้นหินแข็งเท่านั้น

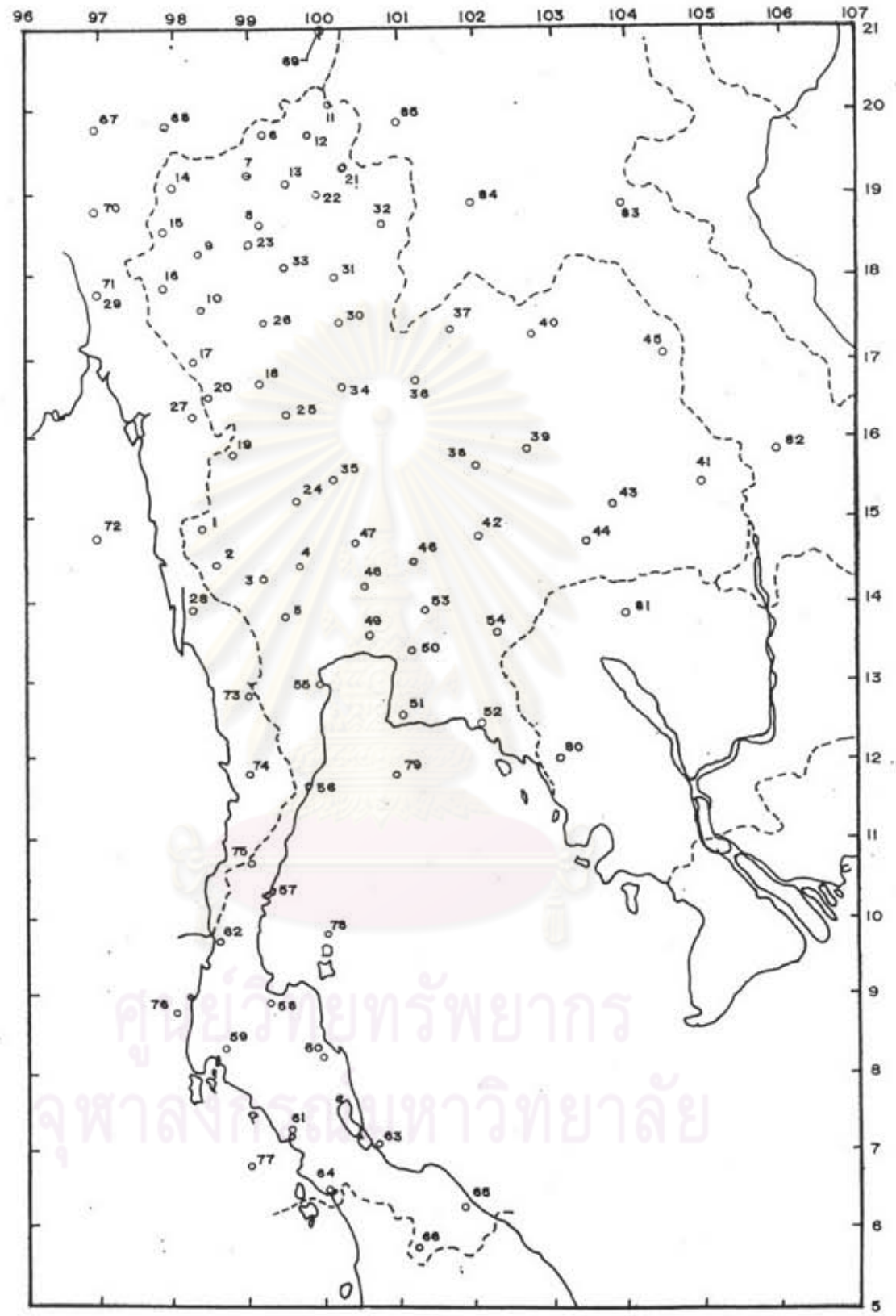
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.1 ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในระหว่าง พ.ศ.2506 - 2532

(P. Nutalaya et al, 1985)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.2 ตำแหน่งของจุดที่พิจารณาผลของแผ่นดินไหวที่ใช้ในงานวิจัย จำนวน 85 จุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 วิธีการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตามวัตถุประสงค์คือส่วนที่ 1 จากข้อมูลแผ่นดินไหวในอดีต ใช้แบบจำลองการลดลงของอัตราเร่งของ Esteva (Esteva's Attenuation Model) วิเคราะห์หาอัตราเร่งที่ผิวดินของจุดที่พิจารณาผลของแผ่นดินไหวจากนั้นทำการแจกแจงความถี่ของข้อมูล, วิเคราะห์การถดถอยของข้อมูล (Regression) และทำการปรับแก้ให้ได้ฟังก์ชันการกระจายความน่าจะเป็น และฟังก์ชันกระจายสะสม (CDF.) ทำการสุ่มด้วยวิธี มองทีคาร์โล จำนวน 1000 ครั้ง โดยให้ค่า CDF มีโอกาสเกิดเท่าๆ กัน เพื่อจำลองหาขนาดอัตราเร่งที่มีขนาดแตกต่างกัน จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยและค่าเฉลี่ยบวกค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เมื่อได้ค่าครบทุกจุดที่ใช้พิจารณาผลแผ่นดินไหวแล้วก็สามารถนำค่าที่ได้มาเขียนเป็นแผนที่เส้นชั้นอัตราเร่งได้ ขั้นตอนของส่วนที่ 1 สามารถแสดงได้เป็นแผนภูมิดังต่อไปนี้

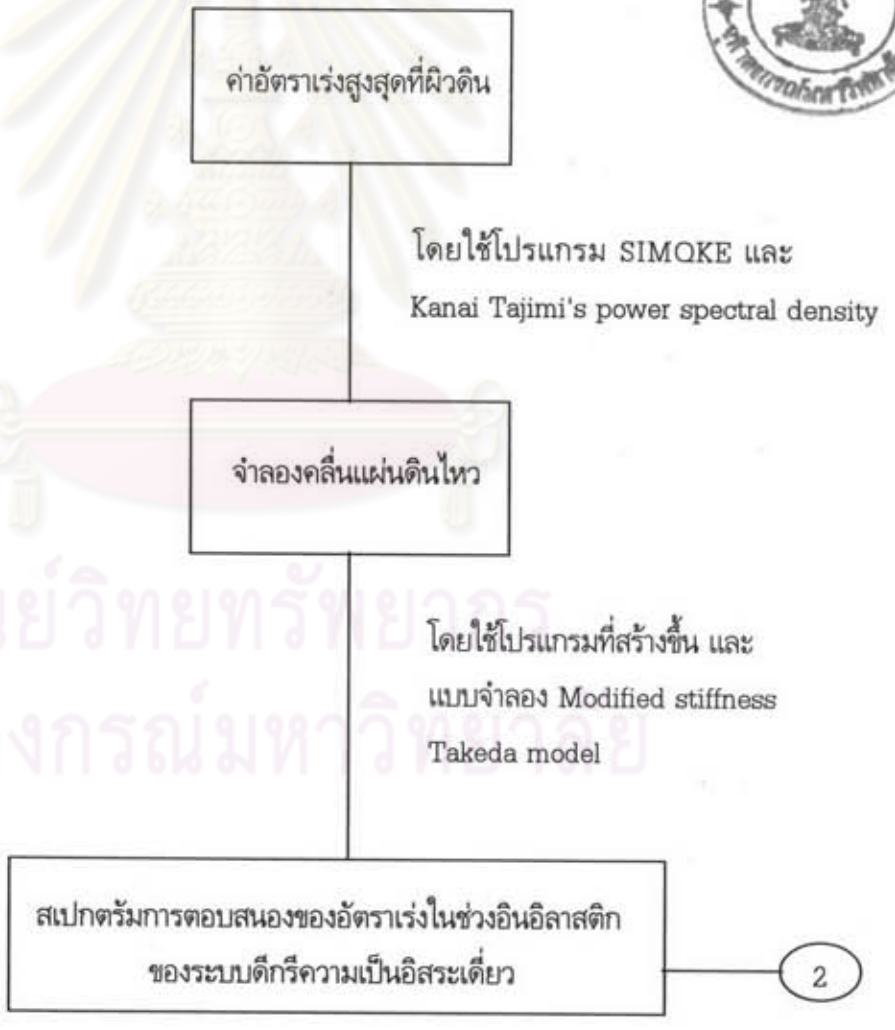
ส่วนที่ 1 .

รูปที่ 1.3 แผนภูมิแสดงวิธีการวิจัยในส่วนที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับขั้นตอนในส่วนที่ 2 เป็นขั้นตอนในการหาค่าสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอิลาสติก โดยนำค่าอัตราเร่งสูงสุดที่ผิวดินที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาจำลองคลื่นแผ่นดินไหวโดยโปรแกรม SIMQKE ในการจำลองคลื่นนั้นจะพิจารณาใช้สุ่มค่าคาบเวลาเด่นของดินแตกต่างกันด้วย เพื่อคำนึงถึงผลของระยะทางจากจุดกำเนิดแผ่นดินไหวถึงสถานที่ที่สนใจ จากนั้นใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้น มาวิเคราะห์โดยวิธีอินติเกรตทีละขั้น (Step by Step Integration) และใช้แบบจำลองสติฟเนส-ดีเกรดดิงที่ประยุกต์จากแบบจำลองของ Takeda ในการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถหาค่าการตอบสนองสูงสุดของระบบดีกรีความเป็นอิสระเดี่ยว นำมาสร้างเป็นสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอิลาสติกที่ต้องการได้ ขั้นตอนของส่วนที่ 2 สามารถแสดงได้เป็นแผนภูมิดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 2



รูปที่ 1.4 แผนภูมิแสดงวิธีการวิจัยในส่วนที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย