

แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวเชิงความน่าจะเป็นของประเทศไทย

นายจิตติ ปาลศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROBABILISTIC SEISMIC HAZARD MAP OF THAILAND

Mr. Chitti Palasri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering Chulalongkorn University

Academic Year 2006

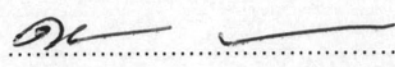
Copyright of Chulalongkorn University

**492130**


หัวข้อวิทยานิพนธ์  
โดย  
สาขาวิชา  
อาจารย์ที่ปรึกษา


แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวเชิงความน่าจะเป็นของประเทศไทย  
นายจิตติ पालศรี  
วิศวกรรมโยธา  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาณัติ เรืองรัมย์

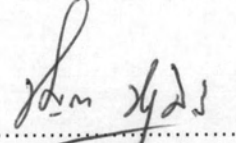
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร. ทิเรก ลาววันศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร. ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาณัติ เรืองรัมย์)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปัญญา จารุศิริ)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฉัตรพันธ์ จินตนาภักดี)

นายจิตติ ปาลศรี : แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวเชิงความน่าจะเป็นของประเทศไทย.  
(PROBABILISTIC SEISMIC HAZARD MAP OF THAILAND) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.อาณัติ  
เรืองรัมย์, 143หน้า.

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความเสี่ยงภัยแผ่นดินไหวเชิงความน่าจะเป็นของ  
ประเทศไทย เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ออกแบบโครงสร้างด้านทานแผ่นดินไหวให้เหมาะสมกับบริเวณต่างๆ  
ในประเทศไทย โดยจัดทำเป็นแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวในประเทศไทยโดยใช้ข้อมูลแผ่นดินไหวตั้งแต่ปี  
ค.ศ.1912 ถึงปี ค.ศ.2006 จากกรมอุตุนิยมวิทยาและสำนักงานสำนักงานสำรวจทางธรณีของ  
สหรัฐอเมริกา (US Geological Survey) มาคำนวณขนาดและอัตราการเกิดแผ่นดินไหวในแต่ละพื้นที่  
ของแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความเร่งสูงสุดที่ผิวดิน โดยพิจารณา  
สมการลดทอนแผ่นดินไหวที่ใช้ในแถบตะวันตกของประเทศสหรัฐอเมริกา 2 สมการ สำหรับบริเวณรอย  
เลื่อนมีพลัง ซึ่งพบว่าให้ค่าใกล้เคียงกับผลการตรวจวัดความเร่งในประเทศไทย และจัดทำแผนที่เสี่ยง  
ภัยแผ่นดินไหวที่มีโอกาสเกิน 10% และ 2% ในรอบ 50 ปี เพื่อแบ่งเขตความรุนแรงแผ่นดินไหวเพื่อใช้  
ในการออกแบบโครงสร้างด้านทานแผ่นดินไหว

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ความเร่งในแนวราบสูงสุดสำหรับชั้นหินที่มีโอกาสเกิน 10% ใน  
รอบ 50 ปี มีค่าประมาณ 0.15g ในบริเวณภาคตะวันตกแถบจังหวัดกาญจนบุรีและตาก ส่วนบริเวณ  
ภาคเหนือแถบจังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่และเชียงราย มีค่าประมาณ 0.25g และบริเวณ  
กรุงเทพมหานครมีค่าประมาณ 0.02g ส่วนความเร่งในแนวราบสูงสุดสำหรับชั้นหินที่มีโอกาสเกิน 2%  
ใน 50 ปี มีแนวโน้มในลักษณะเดียวกัน แต่ค่าความเร่งสูงขึ้นไปเป็น 2 เท่าโดยประมาณที่กรุงเทพมหานคร  
บริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตกของประเทศไทย

ภาควิชา.....วิศวกรรมโยธา..... ลายมือชื่อนิสิต.....  
สาขาวิชา.....วิศวกรรมโยธา..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ปีการศึกษา.....2549.....



## 4770241121 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEY WORD: EARTHQUAKE / PROBABILISTIC HAZARD MAP / PEAK GROUND ACCELERATION

CHITTI PALASRI : PROBABILISTIC SEISMIC HAZARD MAP OF THAILAND. THESIS  
ADVISOR : ASST.PROF.ANAT RUANGRASSAMEE, 143 pp.

In this study, the analysis on probabilistic seismic hazard in Thailand and neighboring areas is conducted. The seismic hazard assessment will be used as fundamental information for seismic design of structures in Thailand. Earthquakes recoded from 1912 to 2006 by Thai meteorological department and US Geological Survey are used in the analysis. Two attenuation relationships developed for the western USA which give good correlations with actual measured acceleration are used for active tectonic zones in Thailand and the models are weighed equally. The results are presented as a map of peak horizontal acceleration at rock sites with 2% and 10% probability of exceedance in 50 years.

Peak horizontal accelerations for 10% probability of exceedance in 50 years are approximately 0.15g in the western part of Thailand, 0.25g in the northern part of Thailand and 0.02g in Bangkok. For the peak horizontal acceleration for 2% probability of exceedance in 50 years, the peak horizontal acceleration is about twice that of the 10% probability of exceedance in 50 years for most areas.

Department..... CIVIL ENGINEERING ..... Student's.....  .....  
Field of study... CIVIL ENGINEERING ..... Advisor's.....  .....  
Academic year..... 2006 .....

## กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาณัติ เรืองรัมย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างมากต่องานวิจัยนี้ รวมถึงการตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์ ในฐานะประธานกรรมการสอบ และ รองศาสตราจารย์ ดร. ปัญญา จารุศิริ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฉัตรพันธ์ จินตนาภักดี ในฐานะกรรมการสอบ ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการเขียนวิทยานิพนธ์ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณนรินทร์ เวชบันเทิง จากกรมอุตุนิยมวิทยา ที่เอื้อเพื่อข้อมูลแผ่นดินไหวสำหรับงานวิจัยนี้ และขอขอบพระคุณ Dr. Mark D. Petersen และ Dr. Charles Mueller จาก U.S. Geological Survey และ Dr. Ivan Wong จาก URS Corporation ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับสมการลดทอนแผ่นดินไหวที่เหมาะสมกับงานวิจัยนี้

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่กรุณาอบรมสั่งสอนทั้งในอดีตและปัจจุบัน และที่สำคัญผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา รวมถึงญาติพี่น้องทุกคนที่คอยให้กำลังใจ รวมทั้งรุ่นพี่และรุ่นน้องทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดจนความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านจนสำเร็จการศึกษา

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญรูป .....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความนำ.....	1
1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย .....	6
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย.....	7
1.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย .....	7
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	8
2.1 พื้นฐานเกี่ยวกับแผ่นดินไหว.....	8
2.2 การวิเคราะห์ภัยแผ่นดินไหวเชิงความน่าจะเป็น .....	10
2.3 สมการลดทอนแผ่นดินไหว.....	15
บทที่ 3 ข้อมูลแผ่นดินไหว .....	26
3.1 ฐานข้อมูลแผ่นดินไหวและขนาดแผ่นดินไหว .....	26
3.2 การกำจัดเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่เกิดก่อนหรือหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหวหลัก .....	33
บทที่ 4 แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวบริเวณผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ .....	36
4.1 ข้อมูลแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวในประเทศไทย .....	37
4.2 ข้อมูลแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวในทะเลอันดามัน .....	40
4.3 แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวบริเวณผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ .....	45
4.4 การหาคุณลักษณะของเขตกำเนิดแผ่นดินไหว .....	55

บทที่ 5 แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวเชิงความน่าจะเป็นของประเทศไทย .....	72
5.1 การคำนวณหาค่าความเร่งในแนวราบสูงสุดในประเทศไทย .....	73
5.2 การศึกษาความไวของพารามิเตอร์ต่างๆ .....	84
5.3 แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวในประเทศไทย .....	92
5.4 การเปรียบเทียบกับข้อมูลในอดีต .....	98
บทที่ 6 สรุปผล .....	100
รายการอ้างอิง .....	101
ภาคผนวก .....	107
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	143



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สมการลดทอนแผ่นดินไหวสำหรับบริเวณที่รอยเลื่อนของแผ่นเปลือกโลกยังมีการเคลื่อนตัวอยู่.....	22
2.2 สมการลดทอนแผ่นดินไหวสำหรับบริเวณที่แผ่นดินไหวเกิดจากการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลก.....	23
2.3 สมการลดทอนแผ่นดินไหวสำหรับบริเวณที่แผ่นดินไหวเกิดลึกเข้าไปในแผ่นเปลือกโลก.....	23
3.1 ข้อมูลที่จัดใหม่โดยให้แผ่นดินไหวเหตุการณ์เดียวกันอยู่ในบรรทัดเดียวกัน.....	27
3.2 สมการที่ใช้แปลงขนาดแผ่นดินไหว mb ML และ $M_s$ ให้อยู่ในรูป $M_w$ สำหรับข้อมูลแผ่นดินไหวปี ค.ศ.1912 ถึง ค.ศ. 2002.....	29
3.3 สมการที่ใช้แปลงขนาดแผ่นดินไหว mb ML และ $M_s$ ให้อยู่ในรูป $M_w$ สำหรับข้อมูลแผ่นดินไหวปี ค.ศ.2002 ถึง ค.ศ. 2006.....	29
3.4 แสดงช่วงเวลาและระยะทางจากแผ่นดินไหวหลักขนาด $M$ ที่เป็นแผ่นดินไหวย่อย.....	34
3.5 ตัวอย่างข้อมูลก่อนกำจัดเหตุการณ์ที่เกิดก่อนหรือหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหวหลัก.....	35
3.6 ตัวอย่างข้อมูลหลังกำจัดเหตุการณ์ที่เกิดก่อนหรือหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหวหลัก.....	35
4.1 ลักษณะของรอยเลื่อนมีพลังในประเทศไทย.....	38
4.2 แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว (Seismic source zone) ในบริเวณผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้.....	46
4.3 ข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน A จำแนกทุกๆ 5 ปีและทุกๆ ช่วงขนาดแผ่นดินไหวเท่ากับ 0.25.....	56
4.4 ค่าสะสมของข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน A ทุกๆ 5 ปี.....	56
4.5 อัตราการเกิดซ้ำของแผ่นดินไหวในโซน A.....	57
4.6 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเกิดซ้ำของแผ่นดินไหวในโซน A.....	57
4.7 ความชันจากความสัมพันธ์ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกับช่วงเวลาของข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน A.....	58
4.8 ช่วงเวลา (ถึงปี ค.ศ.2006) ที่ข้อมูลแผ่นดินไหวมีความสมบูรณ์สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ได้สำหรับโซน A ถึงโซน L.....	59

	ญ	
ตารางที่	หน้า	
4.9	ช่วงเวลา (ถึงปี ค.ศ.2006) ที่ข้อมูลแผ่นดินไหวมีความสมบูรณ์สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ได้สำหรับโซน M ถึงโซน X.....	60
4.10	ผลการวิเคราะห์อัตราการเกิดซ้ำของแผ่นดินไหวในแต่ละเขต.....	71
5.1	เปรียบเทียบค่าความเร่งในแนวราบจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2549 ซึ่งมีขนาด 5.1 กับค่าความเร่งในแนวราบที่ได้จากสมการลดทอนแผ่นดินไหวที่ใช้ในแถบตะวันตกของสหรัฐอเมริกา.....	73
5.2	เปรียบเทียบค่าความเร่งสูงสุดของแผ่นดินไหวที่มีโอกาสเกิดขึ้น 10 % ในรอบ 50 ปี กับความเร่งที่วัดได้จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2549 ขนาด 5.1 ที่อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ และเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2549 ขนาด 5.6 ที่บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์.....	99

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แผนที่แสดงตำแหน่งและขนาดของแผ่นดินไหวที่ตรวจวัดได้ในประเทศไทยและประเทศข้างเคียง ตั้งแต่ พ.ศ .2453 ถึง 2539 (Warnitchai และ Lisantono, 1996)	3
1.2	แผนที่แสดงเส้นชั้นความเร่งสูงสุดของแผ่นดินไหวที่ผิวดินในประเทศไทย (ในหน่วยเท่าของความเร่งความเร่งโน้มถ่วง, g) โดยมีโอกาสเกินคิดเป็น 10 % ในรอบ 50 ปี (Warnitchai และ Lisantono, 1996).....	3
1.3	แผนที่แสดงเส้นชั้นความเร่งสูงสุดของแผ่นดินไหวที่ผิวดินบริเวณเกาะสุมาตราประเทศอินโดนีเซีย และแหลมมาลาญู (ในหน่วยร้อยละของความเร่งโน้มถ่วง, g) โดยมีโอกาสเกินคิดเป็น 10 % ในรอบ 50 ปี (Petersen และคณะ, 2004).....	4
1.4	แผนที่แสดงเส้นชั้นความเร่งสูงสุดของแผ่นดินไหวในสหรัฐอเมริกาปี 1996 (ในหน่วยร้อยละของความเร่งโลก, g) โดยมีโอกาสเกินเป็น 10 % ในรอบ 50 ปี (Frankel และคณะ, 1996).....	5
1.5	แผนที่แสดงเส้นชั้นความเร่งสูงสุดของแผ่นดินไหวในสหรัฐอเมริกาปี 2002 (ในหน่วยร้อยละของความเร่งโลก, g) โดยมีโอกาสเกินเป็น 10 % ในรอบ 50 ปี (Frankel และคณะ, 2002).....	6
2.1	คลื่นแผ่นดินไหวประเภทต่างๆ (จาก <a href="http://www.darylscience.com">http://www.darylscience.com</a> ).....	8
2.2	การหาค่าความน่าจะเป็นของระยะทางจากแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว.....	10
2.3	การหาค่า a และ b จากกราฟความสัมพันธ์ของอัตราการเกิดแผ่นดินไหว.....	11
2.4	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดแผ่นดินไหวกับขนาดของแผ่นดินไหวตามสมการของ Gutenberg-Richter (1944) โดยให้ค่า a = 3.....	12
2.5	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดแผ่นดินไหวกับขนาดของแผ่นดินไหวตามสมการของ McGuire และ Arabasz (1990) โดยให้ค่า a = 3.....	13
2.6	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความน่าจะเป็นของการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ที่ค่า b ต่างๆ ตามสมการของ McGuire และ Arabasz (1990) โดยพื้นที่ใต้กราฟมีขนาดเท่ากับ 1.....	14
2.7	การหาความน่าจะเป็นเนื่องจากสมการลดทอนแผ่นดินไหวที่จะเกิดความเร่งในแนวราบสูงสุด PHA <sub>i</sub> จากแผ่นดินไหวขนาด M <sub>2</sub> ที่ระยะทาง R <sub>1</sub> .....	14

รูปที่	หน้า	
2.8	การเปรียบเทียบความเร่งสูงสุดของพื้นดินในระยะต่างๆ ที่ลดทอนลงจากแหล่งกำเนิดบริเวณรอยเลื่อนที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้สมการการลดทอนต่างๆ กับข้อมูลแผ่นดินไหวจาก IRIS DMC บริเวณเกาะสุมาตราและแหลมมาลายู (Petersen, 2004).....	24
2.9	การเปรียบเทียบความเร่งสูงสุดของพื้นดินในระยะต่างๆ ที่ลดทอนลงจากแหล่งกำเนิดบริเวณเขตแผ่นดินไหวที่เกิดจากการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลกที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้สมการการลดทอนต่างๆ กับข้อมูลแผ่นดินไหวจาก IRIS DMC บริเวณเกาะสุมาตราและแหลมมาลายู (Petersen, 2004).....	24
2.10	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างกับค่าความเร่งในแนวราบสูงสุดตามสมการของ Youngs และคณะ (1997).....	25
3.1	ตัวอย่างรูปแบบของข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา.....	26
3.2	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแผ่นดินไหว ML และ mb.....	29
3.3	ขนาดของแผ่นดินไหวในปีต่างๆ จากแหล่งข้อมูล USGS.....	30
3.4	ขนาดของแผ่นดินไหวในปีต่างๆ จากแหล่งข้อมูล ISC.....	30
3.5	ขนาดของแผ่นดินไหวในปีต่างๆ จากแหล่งข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา.....	30
3.6	ขนาดของแผ่นดินไหวในปีต่างๆ จากแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่กรมอุตุนิยมวิทยารวบรวมไว้.....	30
3.7	ขนาดของแผ่นดินไหวในปีต่างๆ จากทุกแหล่งข้อมูล.....	30
3.8	แผนที่แสดงขนาดของแผ่นดินไหว เป็น Mw จากแหล่งข้อมูล USGS ISC กรมอุตุนิยมวิทยา และแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่รวบรวมโดยกรมอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1912 ถึง ค.ศ. 2006.....	32
3.9	ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาจากแผ่นดินไหวหลักกับขนาดของแผ่นดินไหวหลัก...	34
3.10	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากแผ่นดินไหวหลักกับขนาดของแผ่นดินไหวหลัก..	34
4.1	แผนที่แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Nutalaya และคณะ, 1985).....	36
4.2	ตำแหน่งรอยเลื่อนในประเทศไทยบนแผนที่แสดงเขตแผ่นดินไหวบนพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2543).....	39

รูปที่	หน้า	
4.3	ทิศทางการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกในบริเวณแนวโค้งซุนดาตะวันตก เมื่อเทียบกับเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2543).....	40
4.4	ลักษณะการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนจากแผ่นดินไหวระดับตื้นในบริเวณแนวโค้งพม่า.	41
4.5	ลักษณะการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนจากแผ่นดินไหวระดับลึกปานกลาง ในบริเวณแนวโค้งพม่า.....	42
4.6	รูปถ่ายรอยรอยเลื่อนสะแกง (Curray, 2005).....	43
4.7	แผนที่ธรณีสังฐานของทะเลอันดามันทางตอนใต้ของประเทศพม่าและตอนเหนือเกาะสุมาตรา (Curray, 2005).....	44
4.8	แผนที่แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว (Seismic source zone) ในบริเวณผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548).....	45
4.9	แผนที่แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว (Seismic source zone) บริเวณละติจูดที่ 0 ถึง 25 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 92 ถึง 106 องศาตะวันออก ปรับปรุงจากปัญญา จารุศิริ และคณะ (2543) และภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2548).....	48
4.10	การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน A และโซน B.....	49
4.11	การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน C และโซน D.....	49
4.12	การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน E และโซน F.....	50
4.13	การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน G และโซน H.....	50
4.14	การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน I และโซน J.....	51
4.15	การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน K และโซน L.....	51
4.16	การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน M และโซน N.....	52
4.17	การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน O และโซน P.....	52
4.18	การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน Q และโซน R.....	53
4.19	การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน S และโซน T.....	53
4.20	การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน U และโซน V.....	54
4.21	การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน W และโซน X.....	54
4.22	ความสัมพันธ์แบบลอการิทึมระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกับช่วงเวลา.....	55

รูปที่	หน้า
4.23 ความสัมพันธ์แบบลอการิทึมระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกับช่วงเวลาของข้อมูล จากโซน A.....	58
4.24 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน A.....	61
4.25 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน B.....	62
4.26 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน C.....	62
4.27 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน D.....	63
4.28 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน E.....	63
4.29 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน F.....	64
4.30 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน H.....	64
4.31 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน J.....	65
4.32 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน K.....	65
4.33 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน M.....	66
4.34 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน N.....	66
4.35 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน O.....	67
4.36 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน P.....	67
4.37 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน T.....	68
4.38 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน U.....	68
4.39 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน V.....	69
4.40 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน W.....	69
4.41 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน X.....	70
5.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว.....	72
5.2 การเปรียบเทียบค่าความเร่งในแนวนอนจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2549 ซึ่งมีขนาด 5.1 กับสมการลดทอนแผ่นดินไหวที่ใช้ในแถบตะวันตก ของสหรัฐอเมริกา.....	73
5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งในแนวนอนสูงสุดกับระยะทางเนื่องจากสมการ ลดทอนแผ่นดินไหวของ Sadigh และคณะ (1997).....	74
5.4 ความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของระยะทางจากแหล่งกำเนิดถึงละติจูดที่ 15.5 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 99 องศาตะวันออก.....	75

รูปที่	หน้า
5.5	ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของขนาดแผ่นดินไหว..... 79
5.6	กราฟความเสี่ยงภัยแผ่นดินไหวทั้ง 18 แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวที่ตำแหน่ง ละติจูด 15.5 องศาเหนือ และลองจิจูด 99 องศาตะวันออก..... 83
5.7	แผนผังแสดงตัวแปรควบคุมที่ใช้ในการศึกษาความไวตามหัวข้อต่างๆ..... 84
5.8	เปรียบเทียบแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวที่พิจารณาความสมบูรณ์ของข้อมูล แสดงเป็นความเร่งในแนวราบสูงสุด (g) ที่มีโอกาสเกิน 10% ในรอบ 50 ปี โดยสมการลดทอนของ Sadigh และคณะ (1997)..... 85
5.9	เปรียบเทียบแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวที่พิจารณาขนาดสูงสุดกรณีต่างๆ แสดงเป็นความเร่งในแนวราบสูงสุด (g) ที่มีโอกาสเกิน 10% ในรอบ 50 ปี โดยสมการลดทอนของ Sadigh และคณะ (1997)..... 87
5.10	ความลึกของแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นจากแผ่นดินไหวขนาดต่างๆ ..... 89
5.11	เปรียบเทียบแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวที่พิจารณาระยะจากจุดศูนย์กลาง แสดงเป็นความเร่งในแนวราบสูงสุด (g) ที่มีโอกาสเกิน 10% ในรอบ 50 ปี โดยสมการลดทอนของ Sadigh และคณะ (1997)..... 91
5.12	แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวแสดงเป็นความเร่งในแนวราบสูงสุด (g) ที่มีโอกาสเกิน 10% ในรอบ 50 ปี ที่วิเคราะห์โดยสมการลดทอนแผ่นดินไหวของ Sadigh และคณะ (1997)..... 92
5.13	แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวแสดงเป็นความเร่งในแนวราบสูงสุด (g) ที่มีโอกาสเกิน 2% ในรอบ 50 ปี ที่วิเคราะห์โดยสมการลดทอนแผ่นดินไหวของ Sadigh และคณะ (1997)..... 93
5.14	แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวแสดงเป็นความเร่งในแนวราบสูงสุด (g) ที่มีโอกาสเกิน 10% ในรอบ 50 ปี ที่วิเคราะห์โดยสมการลดทอนแผ่นดินไหวของ Idriss (1993)..... 94
5.15	แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวแสดงเป็นความเร่งในแนวราบสูงสุด (g) ที่มีโอกาสเกิน 2% ในรอบ 50 ปี ที่วิเคราะห์โดยสมการลดทอนแผ่นดินไหวของ Idriss (1993)..... 95
5.16	แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวแสดงเป็นความเร่งในแนวราบสูงสุด (g) ที่มีโอกาสเกิน 10% ในรอบ 50 ปี ที่วิเคราะห์โดยสมการลดทอนแผ่นดินไหวของ Sadigh และคณะ (1997) และสมการของ Idriss (1993)..... 96

รูปที่

หน้า

- 5.17 แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวแสดงเป็นความเร่งในแนวนอนสูงสุด (หน่วย g) ที่มีโอกาสเกิน 2% ในรอบ 50 ปี ที่วิเคราะห์โดยสมการลดทอนแผ่นดินไหวของ Sadigh และคณะ (1997) และสมการของ Idriss (1993)..... 97