

โครงการวิจัยที่ 1

การศึกษาเพื่อปรับปรุงแบบจำลองดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤติ
สำหรับการเตือนภัยดินถล่มและลดผลกระทบจากดินถล่มเชิงวิศวกรรม

The study for improving the
critical antecedence precipitation index model
for landslide warning and landslide mitigation
using engineering method

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	5
บทที่ 1 บทนำ	7
1.1 หลักการและเหตุผล	7
1.2 วัตถุประสงค์	8
1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน	8
1.4 วิธีการดำเนินงาน	9
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร ทฤษฎี สมมติฐาน และหรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย	10
2.1 ทฤษฎีทางปฐพีกลศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินค่าความชื้นสะสมวิกฤติในดิน	10
2.1.1 ทฤษฎีกลศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงกำลังรับแรงเฉือนตามความชื้นในมวลดิน	10
2.1.2 ทฤษฎีการไหลซึมของน้ำฝนลงสู่ดิน	17
2.1.3 ทฤษฎีทางกลศาสตร์ของเสถียรภาพลาดดิน	20
2.1.4 ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อเสถียรภาพของพื้นที่ลาดเอียง	22
2.2 ทฤษฎีสำหรับการเตือนภัยโดยอาศัยข้อมูลสถิติน้ำฝน	23
2.2.1 ทฤษฎีการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับความชื้นสะสมในมวลดิน	23
2.2.2 ทฤษฎีการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนวิกฤติกับความชื้นสะสมในมวลดิน	27
2.3 ทฤษฎีการประเมินพื้นที่โอกาสเกิดดินถล่ม	34
2.3.1 วิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Method)	34
2.3.2 วิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative)	39
บทที่ 3 ขบวนการดำเนินงานการวิจัย	46
3.1 การพัฒนาแบบจำลองการเตือนภัยน้ำท่วม-ดินถล่มจากข้อมูลน้ำฝน	46
3.2 การพัฒนาการวิเคราะห์พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่ม	47
3.3 การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมมาประยุกต์ใช้ในการเตือนภัยดินถล่ม	47
3.4 การพัฒนาแผนที่โอกาสเกิดดินถล่มเชิงพื้นที่แบบพลวัต	48
3.5 พัฒนาระบบการเตือนภัย	48

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพการเตือนภัยโดยค่า API	49
4.1 ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API)	49
4.2 การตรวจสอบค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤติ	49
บทที่ 5 การพัฒนาแบบจำลองการไหลซึม	61
5.1 การพัฒนาแบบจำลองเพื่อหาค่าความชื้นสะสมวิกฤติในดิน	61
5.2 แบบจำลองถัง (Tank Model)	61
5.3 โปรแกรม SINMAP	66
5.3.1 แบบจำลองเสถียรภาพลาดดินอนันต์	67
5.3.2 ดัชนีความเปียกแห้งของภูมิประเทศ (Topographic Wetness Index)	69
5.3.3 ค่าดัชนีเสถียรภาพความมั่นคง (Stability Index Definition)	71
5.4 แบบจำลองของ Green and Ampt (Green and Ampt Model, GA_Model)	72
5.4.1 แบบจำลองเพื่อหาค่าความชื้นสะสมวิกฤติในดิน	79
บทที่ 6 แบบจำลองการประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยภาพถ่ายดาวเทียม	93
6.1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา	93
6.1.1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในย่าน Infrared (Infrared Satellite Imagery)	93
6.1.2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในย่าน Visible (Visible Satellite Imagery)	95
6.2 การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเพื่อประมาณปริมาณน้ำฝน	96
6.3 การศึกษาและการสังเคราะห์ข้อมูลดิบจากดาวเทียม FY-2C	98
6.3.1 ลักษณะจำเพาะของดาวเทียม FY-2C	99
6.3.2 โครงสร้างข้อมูลของดาวเทียม FY-2C	100
6.3.3 การแยกข้อมูลภาพถ่ายออกจากข้อมูลดิบ	102
6.3.4 ตารางการเทียบค่าของ Sensors ที่แถบความถี่ต่างๆ	104
6.3.5 แนวทางการประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม FY-2C เพื่อประมาณปริมาณน้ำฝน	106
บทที่ 7 แบบจำลองการวิเคราะห์พื้นที่ดินถล่มเชิงพลวัต	122
7.1 ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับวิเคราะห์พื้นที่ดินถล่มเชิงพลวัต	123
7.2 การประเมินปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่	125

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 8 ระบบการเตือนภัยด้านดินถล่ม	130
8.1 การเตือนภัยด้านดินถล่ม	130
8.2 การพัฒนาระบบการเตือนภัย	133
8.2.1 การสื่อสารผ่านดาวตก หรือ meteor burst communication (MBC)	133
8.3 การติดตั้งสถานีตรวจวัดน้ำฝนและอุปกรณ์วัดความชื้น	146
8.4 การทดสอบการเตือนภัยโดยใช้ข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์มือถือ (SMS)	151
บทที่ 9 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	153
เอกสารอ้างอิง	154

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	Numerical responses and ranges for 18 probability expressions	38
2-2	สรุปผลการศึกษาการประเมินพื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มด้วยวิธีต่างๆ	43
3-1	รายชื่อหมู่บ้านสำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของค่า API_{cr}	47
4-1	ข้อมูลหมู่บ้านเสี่ยงภัย 12 หมู่บ้าน (กรมทรัพยากรน้ำ, 2548)	51
4-2	ข้อมูลอัตราส่วนการลดลงของปริมาณน้ำในดิน (k_f) ของหมู่บ้านเสี่ยงภัย 12 หมู่บ้าน	52
4-3	ข้อมูลสถานีวัดน้ำฝน 12 หมู่บ้าน	53
5-1	นิยามของช่วงชั้นเสถียรภาพของลาดชันของโปรแกรม SINMAP	67
5-2	ข้อดีข้อเสียการประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อปรับปรุงแบบจำลองดัชนีความชุ่มชื้นของดิน	79
6-1	ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของเมฆและอุณหภูมิต้อง	98
6-2	ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์	98
6-3	ข้อมูลลักษณะจำเพาะของดาวเทียม FY-2C	99
6-4	ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในช่วงเดือน ก.ค. – พ.ย. 2552 (ของจ.ภูเก็ต)	112
6-5	ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในช่วงเดือน ก.ค. – พ.ย. 2552 (ของ จ.อุตรดิตถ์)	112
6-6	ผลการวิเคราะห์วิธีการตัดแยกข้อมูลเมฆฝน	118
8-1	คุณสมบัติเฉพาะของสถานีศูนย์กลาง (Master Station) และ สถานีลูกข่าย (Remote Station)	137

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า	
2-1	การตัดลาดดินไหลเขา	10
2-2	ลักษณะเส้นระดับน้ำของชั้นดินทั่วไป	11
2-3	แนวคิดของ แรงดูดโดยรวม, Matric Suction, Osmotic Suction	12
2-4	หลอด Capillary แสดง ค่ามุม Meniscus มีผลต่อ Capillary Force	13
2-5	ค่าแรงดูดโดยรวม, Matric Suction, Osmotic Suction ของดิน Glacial Till	13
2-6	ภาพจำลองส่วนประกอบของดิน Unsaturated Soil	14
2-7	แรงดันและแรงดึงที่ผิว Contractile	15
2-8	พฤติกรรมการลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอของกำลังรับแรงเฉือนของดินที่ผุจากหินกลุ่มที่ 1 (หินแกรนิตยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน)	16
2-9	พฤติกรรมการลดลงอย่างสม่ำเสมอของกำลังรับแรงเฉือนของดินที่ผุจากหินกลุ่มที่ 4 (หินภูเขาไฟและหินอัคนีอื่นๆ)	16
2-10	ระดับน้ำใต้ดิน 2 ชั้น เนื่องจากฝนที่ตกหนักในระยะเวลาสั้นๆ	17
2-11	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดิน ความอึดตัวด้วยน้ำในมวลดิน (S) และแรงดันน้ำ (μ) เนื่องจากฝนตก	18
2-12	จำลองรูปแบบการไหลของน้ำแบบไม่คงที่ผ่านมวลดิน	19
2-13	พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงโค้งความสัมพันธ์ความหนาวิกฤติอย่างทันทีกรณีดินที่ผุจากหินกลุ่มที่ 1 (หินแกรนิตยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน)	21
2-14	พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงโค้งความสัมพันธ์แบบค่อยๆ เปลี่ยนไปกรณีดินที่ผุจากหินกลุ่มที่ 4 (หินภูเขาไฟและหินอัคนีอื่นๆ)	21
2-15	เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินทั้ง 3 วิธี	22
2-16	การเกิดรอยแตกที่ผิวดินและแรงดันน้ำในรอยแตก	23
2-17	ผังแสดงส่วนประกอบของดิน	26
2-18	ขอบเขตน้ำฝนวิกฤติ (Critical rainfall Curve)	28
2-19	ปริมาณน้ำฝนวิกฤติในกรณีดินถล่มจังหวัดภาคใต้ในปี พ.ศ. 2531	29
2-20	ปริมาณน้ำฝนวิกฤติในเหตุการณ์ดินถล่มจังหวัดอุดรธานีในปี พ.ศ. 2549	30
2-21	กราฟการเตือนภัยด้วยปริมาณน้ำฝนสะสม 3 วัน	31
2-22	ค่า API_{t-1} และ P_t จากข้อมูลน้ำฝนในอดีต	31
2-23	เส้นชั้นของดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤติและการแบ่งพื้นที่การเตือนภัย	33
2-24	แผนที่ค่า API วิกฤติเชิงพื้นที่ ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุดรธานี	34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2-25 กราฟแสดงระดับโอกาสเกิดดินถล่ม คำนวณได้จาก Normal Distribution	37
2-26 ตำแหน่งรอยการเกิดดินถล่มในพื้นที่ศึกษา อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ เปรียบเทียบกับโอกาสเกิดดินถล่ม	39
3-1 ขบวนการวิจัย	46
4-1 ตำแหน่งหมู่บ้านที่ทำการตรวจสอบค่า API_{cr}	50
4-2 ขั้นตอนการตรวจสอบค่า API_{cr}	54
4-3 หลักการในการตรวจสอบค่า API_{cr}	54
4-4 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.รวมมิตร ต.แม่ยาว อ.เมือง จ.เชียงราย	55
4-5 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.ห้วยหล่อตุ๊ก ต.แม่ตื่น อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่	55
4-6 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.สำนักเนียน ต.เขาน้อย อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช	55
4-7 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.คลองลอย ต.ร้อนทอง อ.บางสะพาน จ.ประจวบคีรีขันธ์	56
4-8 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.โป่งเจ็ดหัว ต.พุทธบาท อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์	56
4-9 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.ปางตอง ต.โป่งสา อ.ป่าเย็บ จ.แม่ฮ่องสอน	56
4-10 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.แม่โถหลวง ต.บ่อสลี อ.ฮอด จ.เชียงใหม่	57
4-11 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.ซากไม้เหนือ ต.ป่าแป๋ อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน	57
4-12 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.สบสอย ต.ปางหมู อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน	57
4-13 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.คลองขนุน ต.หนองบัว ต.บ้านค่าย จ.ระยอง	58
4-14 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.ผาเวียง ต.ภูคา อ.ปัว จ.น่าน	58
4-15 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.ห้วยไผ่ ต.บ่อเบี้ย อ.บ้านโคก จ.อุตรดิตถ์	58
4-16 การตรวจสอบค่า API_{cr} บ.แม่พูล ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์	59
4-17 การเปลี่ยนแปลงของค่า API_t จากข้อมูลน้ำฝนสะสมย้อนหลัง 15 นาที สถานีวัดน้ำฝนหลังโรงเรียนบ้านดอนแก้ว ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์	60
5-1 หลักการเบื้องต้นของแบบจำลองถัง (Tank model)	61
5-2 แบบจำลองถังหลายใบ (Multi-Tank Model System: MTMS)	63
5-3 แบบจำลองถังหลายใบปรับปรุงใช้กับดินถล่มแบบตื้น	64
5-4 แบบจำลองการไหลซึมในแนวตั้งของชั้นดินไม่อิ่มน้ำ	65
5-5 แบบจำลองการวิเคราะห์เสถียรภาพลาดชันอนันต์	68
5-6 แนวคิดปัจจัยผลรวมค่าความเชื่อมั่นไร้มิติ	69
5-7 นิยามของพื้นที่จำเพาะของกลุ่มน้ำ	70

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5-8 ดัชนีเสถียรภาพความมั่นคง	72
5-9 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินสำหรับ GA_Model	73
5-10 แบบจำลองการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินของ GA_Model	74
5-11 แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินเนื่องจากฝนตกไม่คงที่	75
5-12 แบบจำลองการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินบนลาดเอียง	77
5-13 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินบนลาดเอียงด้วยแบบจำลอง GA_Model	77
5-14 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความชื้นสะสมวิกฤติในดินเนื่องจากฝนตกบนพื้นที่ลาดเอียง	82
5-15 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในมวลดินกับแรงดึงน้ำในดิน (Zapata, 1999)	86
5-16 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์	86
5-17 ปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงวันที่ 19-22 พฤษภาคม พ.ศ. 2549	87
5-18 กรอบตอบรับข้อมูล	88
5-19 ผลการวิเคราะห์การไหลซึม	89
5-20 ผลการวิเคราะห์การเกิดดินถล่มเนื่องจากฝนตกแบบพลวัตเปรียบเทียบกับความลาดชันในพื้นที่	90
5-21 ภาพขยายแสดงตำแหน่งของการเกิดดินถล่มจากผลการวิเคราะห์	92
6-1 ข้อมูลภาพถ่าย Infrared ที่มีการเติมสีจากดาวเทียม FY-2C	94
6-2 ข้อมูลภาพถ่าย Water Vapor จากดาวเทียม FY-2C	95
6-3 ข้อมูลภาพถ่าย Visible จากดาวเทียม FY-2C	96
6-4 ภาพถ่ายเมฆประเภท Cumulonimbus ที่มองด้วยตาเปล่า ภาพ Visible และภาพ IR	96
6-5 โครงสร้างข้อมูลในแต่ละเส้นของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม FY-2C	100
6-6 โครงสร้างข้อมูลในเซกเตอร์ Documentation	101
6-7 โครงสร้างข้อมูลส่วน 8 บิตนัยสำคัญสูงจาก Infrared Sensor	101
6-8 โครงสร้างข้อมูลจาก Visible Sensor	102
6-9 โครงสร้างข้อมูลส่วน 2 บิตนัยสำคัญต่ำจาก Infrared Sensor	102
6-10 แผนภาพการทำงานของซอฟต์แวร์ตัวอย่างการแยกข้อมูลภาพถ่ายจากไฟล์ข้อมูลดิบ	103
6-11 ภาพจาก Sensor IR1 และ IR2 ที่ได้จากแยกข้อมูลออกจากข้อมูลดิบ	103
6-12 ภาพจาก Sensor IR3 และ IR4 ที่ได้จากแยกข้อมูลออกจากข้อมูลดิบ	104
6-13 ภาพจาก Visible Sensor ที่ได้จากแยกข้อมูลออกจากข้อมูลดิบ	104
6-14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับและอุณหภูมิความสว่างที่ Sensor ตรวจวัดได้	105
6-15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับและอัตราการสะท้อนของแสงที่ Sensor ตรวจวัดได้	105

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
6-16 โครงสร้างโดยรวมของระบบ	106
6-17 โครงสร้างของการแปลงข้อมูลดิบไปเป็นข้อมูลเชิงเลข	107
6-18 ขั้นตอนการทำงานของ การแปลงข้อมูลดิบไปเป็นข้อมูลเชิงเลข	107
6-19 ตัวอย่างข้อมูลเชิงเลขของช่องอินพราเรตที่ได้จากการประมวลผล	108
6-20 โครงสร้างของการสร้างชุดข้อมูลวิเคราะห์หาความสัมพันธ์	109
6-21 ขั้นตอนการทำงานของ การสร้างชุดข้อมูลวิเคราะห์หาความสัมพันธ์	109
6-22 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บลงในชุดข้อมูลวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ (Training Data Set)	110
6-23 โครงสร้างของการวิเคราะห์ข้อมูลและการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน	111
6-24 ขั้นตอนการทำงานของ การวิเคราะห์ข้อมูลและการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน	111
6-25 ตำแหน่งมาตรวัดฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการวิเคราะห์	114
6-26 ตำแหน่งมาตรวัดฝนจากกรมชลประทานที่ใช้ในการวิเคราะห์	114
6-27 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิยอดเมฆแต่ละค่ากับค่าปริมาณน้ำฝน	115
6-28 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิยอดเมฆทั้งหมดกับค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย	116
6-29 การก่อตัวของเมฆฝนแบบ convective (Cumulonimbus)	117
6-30 การก่อตัวของเมฆฝนแบบอื่น (Stratocumulus)	117
6-31 การเกิดฝนหน้าเขาแถบบริเวณชายฝั่งซึ่งมาจากเมฆอุ่น	118
6-32 การเปลี่ยนแปลงค่า IR1 และ BTD กับ ปริมาณน้ำฝนตามเวลา	120
6-33 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิยอดเมฆ (IR1)	121
7-1 แผนผังการสร้างข้อมูลเพื่อประยุกต์ใช้ร่วมกับแบบจำลอง	122
7-2 ความลาดชัน ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์	123
7-3 ลักษณะธรณีวิทยา ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์	123
7-4 ความลาดชัน ต.ป่าตอง อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต	124
7-5 ลักษณะธรณีวิทยา ต.ป่าตอง อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต	124
7-6 ตำแหน่งภาพถ่ายดาวเทียมที่จะใช้ในการ Interpolate ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์	125
7-7 ตำแหน่งภาพถ่ายดาวเทียมที่จะใช้ในการ Interpolate ต.ป่าตอง อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต	126
7-8 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนสะสม ที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยน้ำริด ตำบลน้ำหมัน อำเภอกำแพง จ.อุตรดิตถ์	128
7-9 แผนที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มระดับต่างๆที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยน้ำริด ตำบลน้ำหมัน อำเภอกำแพง จ.อุตรดิตถ์	129

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
8-1	เครื่องมือวัดศักย์แรงดันน้ำหรือแรงดันน้ำในดิน	131
8-2	ตัวอย่างเครื่องมือวัดการเคลื่อนตัวบนลาดเขา (Inclinometer)	131
8-3	เครื่องมือวัดการขยายตัว (Extensometer)	132
8-4	เรขาคณิตของข่ายเชื่อมโยงการสื่อสารผ่านดาวตก	134
8-5	ระบบตรวจวัดระยะไกลโดยอาศัยการสื่อสารผ่านดาวตก	135
8-6	Remote station ของโครงการ SNOTEL	135
8-7	เครื่องรับส่ง master station รุ่น MCC-520S ของบริษัท MeteorComm ประเทศสหรัฐอเมริกา	136
8-8	เครื่องรับส่ง remote station รุ่น MCC-545B ของบริษัท MeteorComm ประเทศสหรัฐอเมริกา	136
8-9	ตัวอย่างสายอากาศวิทยุขนาด 3 elements ที่ใช้ในโครงการ SNOTEL ประเทศสหรัฐอเมริกา	136
8-10	แผนผังการออกแบบระบบบันทึกข้อมูล (Datalogger)	138
8-11	แผนผังการออกแบบระบบสถานีศูนย์กลาง (Master Station)	138
8-12	แผนผังการออกแบบระบบสถานีลูกข่าย (Remote Station)	139
8-13	ชุดรับ-ส่งสัญญาณ ผ่านระบบดาวตก	139
8-14	การสำรวจย่านความถี่ช่วง 45 MHz -50 MHz	140
8-15	การทดสอบเบื้องต้นการรับ-ส่งข้อมูลจากเครื่องส่งสัญญาณระยะสั้น	141
8-16	การทดสอบเบื้องต้นการรับ-ส่งข้อมูลจากเครื่องส่งสัญญาณร่วมกับเสาอากาศที่พัฒนาขึ้น	141
8-17	ลักษณะสัญญาณที่ตรวจวัดได้	143
8-18	การติดตั้งสถานีเพื่อทดสอบการรับ-ส่งสัญญาณผ่านดาวตก	144
8-19	ผลการตรวจวัดการรับ-ส่งสัญญาณภาคสนาม 2 ธันวาคม 2553	145
8-20	ผลการตรวจวัดการรับ-ส่งสัญญาณภาคสนาม 4 มกราคม 2554	145
8-21	ตำแหน่งพื้นที่ติดตั้งสถานีวัดน้ำฝน ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์	147
8-22	ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน ต.ป่าตอง อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต	147
8-23	ระบบเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติ	148
8-24	ลักษณะข้อมูลจากการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติผ่านเว็บไซต์	149
8-25	อุปกรณ์วัดความชื้นของดิน (TDR)	151
8-26	ตัวอย่างการตรวจวัดความชื้นของดินจาก TDR	151

โครงการ การศึกษาเพื่อปรับปรุงแบบจำลองดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤติสำหรับการ
เตือนภัยดินถล่มและลดผลกระทบจากดินถล่มเชิงวิศวกรรม

(The study for improving the critical antecedence precipitation index model for
landslide warning and landslide mitigation using engineering method)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปี 2552

จำนวนเงิน 3,000,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี

ตั้งแต่ 30 กันยายน 2552 ถึง 30 กันยายน 2553

คณะผู้วิจัย

1. ผศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
โทรศัพท์, โทรสาร : 0-2579-2265

2. นายบรรพต กุลสุวรรณ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
โทรศัพท์, โทรสาร : 0-2579-2265

3. รศ.ดร.มงคล รักษาพัชรีวงศ์

ศูนย์บริการวิชาการและเผยแพร่ข้อมูลภาพถ่าย
ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาด้วยระบบ DVB-S
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
โทรศัพท์, โทรสาร : 0-2942-8555 ต่อ 1531

4. ผศ.วัชรวิ วีระเคนทร์

ศูนย์บริการวิชาการและเผยแพร่ข้อมูลภาพถ่าย
ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาด้วยระบบ DVB-S
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
โทรศัพท์, โทรสาร : 0-2942-8555 ต่อ 1513

5. นางสาวมนันยา จันทศร

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

- | | |
|---------------------------|--|
| 6. ดร.ธีรศักดิ์ อนันตกุล | ผู้จัดการทีมเทคนิคด้านเครือข่ายการเข้าถึงทางวิทยุ
(Radio Access Network Technical Team Manager)
บมจ. แอดวานซ์ อินโฟเซอร์วิส |
| 7. ดร.สันติ ไทยยืนวงษ์ | ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน |
| 8. นายดำรงค์ ปิ่งสุวรรณ | ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน |
| 9. นายสิริศาสตร์ ยังแสนภู | ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน |
| 10. นายวรวัชร์ ตอวิวัฒน์ | ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน |
| 11. นางสาวลักขมี ศรีเจริญ | ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน |
| 12. นายอิทธิ สงวนดี | ศูนย์บริการวิชาการและเผยแพร่ข้อมูลภาพถ่าย
ดาวเทียมอตุณิยมหาวิทยาลัยด้วยระบบ DVB-S
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
โทรศัพท์ : 084-070-9218 |

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. รศ.ดร.วรากร ไม้เรียง | ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
โทรศัพท์, โทรสาร : 0-2942-8555 ต่อ 1301 |
| 2. นายอภิชาติ ลำจวน | นักวิจัยอิสระ
โทรศัพท์ : 081-726-5614 |

หน่วยงานหลัก

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์, โทรสาร : 0-2579-2265, www.gerd.eng.ku.ac.th

หน่วยงานสนับสนุน

ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมทางวิศวกรรมปฐพี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กระทรวงศึกษาธิการ

50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์, โทรสาร : 0-2579-2265

ศูนย์บริการวิชาการและเผยแพร่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาด้วยระบบ DVB-S

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรสาร : 02-942-8555

หน่วยวิจัยเทคโนโลยีธรณีสิ่งแวดล้อมและพิบัติภัยธรรมชาติ ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์, โทรสาร : 02-562-5555 ต่อ 1401

ความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอก

สำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา

กรมทรัพยากรน้ำกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

180/3 อาคารกรมทรัพยากรน้ำ ชั้น 8 ถนนพระรามที่ 6 ซอย 34 สามเสนใน เขต พญาไท

กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์/โทรสาร : 0 2271 6000, 0-2271-6185

เทศบาลเมืองป่าตอง ตำบลป่าตอง อำเภอกระบุรี จังหวัดภูเก็ต

12/3 ถนนราชปาทานุสรณ์ ตำบลป่าตอง อำเภอกระบุรี จังหวัดภูเก็ต 83120

โทรศัพท์/โทรสาร : 076-344-275, 076-344-255

เทศบาลตำบลหัวดง ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

ตำบลหัวดง อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ 53130

โทรศัพท์/โทรสาร : 055-431617, 085-5431617, 081-962-2599

องค์การบริหารส่วนตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

หมู่ 1 ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ 53130

โทรศัพท์/โทรสาร : 081-9629294, 0-5545-7359

Prof. Hiroyasu Ohtsu, Dr.Eng APEC Eng.,

Kyoto University International, Innovation Center Kyoto University, Rohm Plaza

Nishiyo-KU Kyoto 615-8520

บทคัดย่อ

246842

จากการศึกษาในช่วงที่ผ่านมา (ระยะที่ 1) คณะผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองสำหรับคำนวณค่าปริมาณน้ำฝนวิกฤติ โดยใช้แนวคิดของดัชนีความชุ่มชื้นในดินก่อนหน้า ร่วมกับทฤษฎีทางด้านปฐพีกลศาสตร์ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากแบบจำลองดังกล่าวไม่ได้พิจารณาถึงพฤติกรรมการไหลซึมของน้ำฝนลงสู่ผิวผิวดิน ดังนั้น เมื่อทำการทดสอบแบบจำลอง จึงพบว่าปริมาณน้ำฝนวิกฤติที่ได้มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนวิกฤติที่เกิดขึ้นจริงค่อนข้างต่ำ ยิ่งกว่านั้น ถึงแม้ว่าผลการคำนวณปริมาณน้ำฝนวิกฤติจะมีความแม่นยำ แต่การเตือนภัยให้กับประชาชนในพื้นที่ซึ่งไม่มีสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำได้ยาก ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ระบบเตือนภัยได้ไม่ทันเวลา

การศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะพัฒนาแบบจำลองการคำนวณปริมาณน้ำฝนวิกฤติให้มีความแม่นยำมากขึ้น เพื่อใช้ในการเตือนภัยดินถล่ม โดยนำแบบจำลองการไหลซึมของ Green and Ampt (1911) มาร่วมในการขั้นตอนการคำนวณ จากผลการศึกษาที่ได้พบว่า ไม่เพียงแต่แบบจำลองมีความแม่นยำสูงขึ้น แต่ยังสามารถใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการสร้างแผนที่แสดงโอกาสเกิดดินถล่มแบบพลวัตได้อีกด้วย สำหรับแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้ได้รับการทดสอบโดยทำการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มเปรียบเทียบกับเหตุการณ์เกิดดินถล่มในช่วงวันที่ 19-22 พฤษภาคม 2549 ซึ่งผลการประเมินมีความสอดคล้องเป็นที่น่าพอใจ นอกจากนี้ยังมีการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม FY-2C มาใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน และนำมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการคำนวณของแบบจำลอง การศึกษาดังกล่าวดำเนินการควบคู่ไปกับการพัฒนาระบบสื่อสารผ่านรอยทางเดินของดาวตก ทั้งนี้การดำเนินการพัฒนาระบบดังกล่าวสามารถใช้งานได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามยังจำเป็นต้องมีการค้นคว้าและพัฒนาต่อเพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูงขึ้น

คำสำคัญ: ดินถล่ม, ธรณีพิบัติภัย, วิศวกรรมธรณีวิศวกรรม

Abstract

246842

From the previous study (Phase I) the study group has formed a mathematical model for calculating the critical rainfall using the concept of antecedence precipitation index and soil mechanics theories. However, since that model did not consider the actual infiltration of rainfall into the ground therefore the verification of the model found that there seem to be less correlation between the predicted critical rainfall and the actual events. Furthermore, even though the calculated critical rainfall is accurate but there might be some difficulty of warning the people who live in where no mobile phone is in service. This might cause the lack of on time warning system for landslide.

This study has objectives in developing the more accurate model for landslide warning by incorporate the Green and Amp (1911) infiltration model into the calculating scheme. The result not only found that the model is more accurate but it's also found that it can be used with GIS application to produce the landslide dynamics hazard map. The system was tested by using the landslide event occurred in 19-22 May of 2006 in which the result of landslide predicting area seems to be satisfied. The data from FY-2C satellite is used to predict the precipitation amount and used as an input into the model. Those works were done parallel with the developing of the communicating system through the meteor trail. The system test were done and found to have an initial success, however more investigation and develop need to be done in order to increase the efficiency of the system.

Keywords: Landslide, Geohazard, Geotechnical Engineering