การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์สภาพน้ำท่วมที่ราบลุ่ม

นาย ทวนทัน กิจไพศาลสกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2534

ISBN 974-578-626-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

017295

Development of Mathematical Model for Flood Plain Analysis

Mr. Tuantan Kitpaisalsakul

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
for the Degree of Master of Engineering
Department of Civil Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1991

ISBN 974-578-626-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์สภาพน้ำท่วมที่ราบลุ่ม
โดย	นาย ทวนทัน กิจไพศาลสกุล
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุจริต คูณธนกุลวงศ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ จักรี จัตุภัศรี)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรวุฒิ ประดิษฐานนท์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. สุทัศน์ วีสกุล)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุจริต คูณธนกุลวงศ์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ทวนทัน กิจไพศาลสกุล : การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์สภาพน้ำท่วมที่ราบลุ่ม (DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODEL FOR FLOOD PLAIN ANALYSIS) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์, 221 หน้า ISBN 974-578-626-8

อุทกภัยเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติหนึ่งที่สร้างความเดือดร้อนให้กับผู้คนที่อาศัยอยู่ตามที่ราบลุ่ม การศึกษาและออกแบบหามาตรการป้องกันน้ำท่วมที่ราบลุ่มโดยใช้แบบจำลองน้ำหลากที่ราบลุ่มทำให้สามารถเข้าใจและแก้ไขปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

การศึกษานี้มุ่งพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์สภาพน้ำท่วมในพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มโดยใช้สมการพื้นฐานทางชลศาสตร์เต็มรูปแบบ มีการตรวจสอบเสถียรภาพ (stability) และความเที่ยงตรง (accuracy) ของการคำนวณด้วยแบบจำลอง ในการประยุกต์ใช้แบบจำลองได้เลือกพื้นที่โครงการแม่กลองใหญ่เป็นพื้นที่ศึกษา มีการปรับเทียบแบบจำลอง (calibration)ก่อนที่จะจำลองสภาพน้ำท่วมของเหตุการณ์น้ำท่วมในปีตัวแทน คือ ปี 1972 ปี 1974 ปี 1982 และปี 1983 ในกรณีที่มีทั้งเขื่อนเขาแหลมและเขื่อนศรีนครินทร์ หรือกรณีมีเฉพาะเขื่อนใดเขื่อนหนึ่ง หรือกรณีไม่มีทั้งสองเขื่อน เพื่อประเมินสภาพน้ำท่วมในประเด็นขนาดของพื้นที่น้ำท่วมและระยะเวลาที่น้ำท่วมขังอันเป็นผลมาจากการมีเขื่อน

ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ให้ผลการคำนวณที่มีเสถียรภาพและความเที่ยงตรงที่ใช้งานได้เมื่อเทียบกับค่าวิเคราะห์จริง โดยค่า weighting coefficient, θ เท่ากับ 1.00 จะให้ค่าคำนวณที่มีเสถียรภาพดีที่สุด ในการเลือกช่วงเวลาในการคำนวณ, Δt และระยะทางระหว่าง cell, Δx หรือ Δy นั้น ค่า Courant number ที่ไม่เกิน 0.1 เป็นเกณฑ์ที่ควรใช้ควบคุมเพื่อให้ค่าคำนวณระดับน้ำและอัตราไหลมีเสถียรภาพและความเที่ยงตรง ผลการประยุกต์ใช้ในกรณีตัวอย่างพบว่าแบบจำลองสามารถจำลองสภาพน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาได้ดีโดยให้ผลการคำนวณพื้นที่น้ำท่วมมีค่าใกล้เคียงกับค่าพื้นที่น้ำท่วมจริงเมื่อใช้ค่า Manning's n เท่ากับ 0.040 ผลการจำลองสภาพน้ำท่วมในกรณีต่าง ๆ ของเหตุการณ์น้ำท่วมตัวแทนทั้ง 4 ปี พบว่า สาเหตุน้ำท่วมหลักในพื้นที่โครงการแม่กลองใหญ่เกิดจากฝนที่ตกในบริเวณพื้นที่เหนือเขื่อนหรือฝนที่ตกในพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ภูเขาทางทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษา ในกรณีที่ฝนส่วนใหญ่ตกในบริเวณพื้นที่เหนือเขื่อน เขื่อนทั้งสองจะช่วยลดสภาพน้ำท่วมได้ดีโดยสามารถลดพื้นที่น้ำท่วมได้ 86.6-95.1% และทำให้ระยะเวลาน้ำท่วมในพื้นที่ฝั่งขวาและพื้นที่ฝั่งซ้ายลดลง 21-29วัน และ 13-14 วัน ตามลำดับ แต่ในกรณีที่ฝนส่วนใหญ่ตกในบริเวณพื้นที่ท้ายเขื่อนลงไป เขื่อนทั้งสองจะสามารถลดพื้นที่น้ำท่วมได้ 37.2-38.5% และทำให้ระยะเวลาน้ำท่วมในพื้นที่ฝั่งขวาและพื้นที่ฝั่งซ้ายลดลง 17-32 วัน และ 1-4 วัน ตามลำดับ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมแหล่งน้ำ

ปีการศึกษา 2533 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

TUANTAN KITPAISALSAKUL : DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODEL FOR FLOOD PLAIN ANALYSIS. THESIS ADVISOR : ASST.PROF.DR.SUCHARIT KOONTANAKULVONG, 221 pp. ISBN 974-578-626-8

Flood is a natural phenomena which suffers people living within the low lying plain area. The study and planning of flood plain protection scheme by flood plain model can achieve better understanding and solve the problem more effectively.

The objective of this study is to develop the mathematical model using full form of fundamental hydraulic equations for flood plain analysis in the low lying plain area. The stability and accuracy of the model were testified by comparing the computed results with the exact solution from direct integration solutions. The Greater Mae Klong Project area was selected as study area for model application. The model was then, calibrated and applied to simulate flood events in the representative years: 1972,1974,1982 and 1983 in case with/without Khao Laem Dam and Srinagarind Dam in order to assess flood conditions due to the dam construction comparatively.

As the result of study, the mathematical model can reproduce stable and accurate results. The value of weighting coefficient, θ equal to 1.00, gives the best stability. The value of Courant number not exceeding 0.1 is a practical guideline to be used to select time step size, Δt and distance between adjacent cells; Δx and Δy, so that the water level and discharge calculation give stable and accurate results. As the result of application in the case study, the model can simulate flood conditions in the study area and gives the result of flood area computation closed to the actual flood area when using Manning's n roughness coefficient equals to 0.040. As the result of flood simulations under the studied conditions of the 4 years flood events, floods in the study area occurred when there is heavy rainfall over the upstream watersheds of dams or heavy rainfall over the study area and its western mountainous area. In the case of heavy rainfall over the upstream watersheds of dams, the development of dams reduced flood area for 86.6-95.1% and reduced flood duration of the Right Bank area and the Left Bank area for 21-29 days and 13-14 days respectively. But in the case of heavy rainfall over the downstream watersheds of dams, the development of dams reduced flood area for 37.2-38.1% and reduced flood duration of the Right Bank area and the Left Bank area for 17-32 days and 1-4 days respectively.

ภาควิชา Civil Engineering

สาขาวิชา Water Resources Engineering

ปีการศึกษา 1990

ลายมือชื่อนิสิต Tuantan Kitpaisalsakul

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Sucharit Koontanakulvong

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ จักรี จัตุทะศรี รองศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ประดิษฐานนท์ และ อาจารย์ ดร.สุทัศน์ วีสกุล ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการวิจัยด้วยดีตลอดมา นอกจากนี้ ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณบรรดาคณาจารย์ในสาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ และอบรมสั่งสอนข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าเป็นพิเศษ เนื่องด้วยท่านเป็นผู้แนะนำ ให้ความรู้ คำปรึกษาและคอยดูแลการทำวิจัยของข้าพเจ้าจนสำเร็จลุล่วงมาด้วยดี

อนึ่ง ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบคุณ กรมชลประทาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย และชมรมวิศวกรรมแหล่งน้ำ ที่ได้ให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งข้าพเจ้าขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของห้องทดลองชลศาสตร์ และภาควิชาวิศวกรรมโยธาที่ได้ช่วยอำนวยความสะดวกมาโดยตลอด นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณวารุณี โพธิ์เรือง และคุณสุรชัย กรีอักษร เป็นอย่างมาก ที่ได้ช่วยจัดพิมพ์และจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบพระคุณ บิดา มารดา และพี่ชายของข้าพเจ้าที่ได้ให้โอกาสและสนับสนุนข้าพเจ้าให้ได้รับการศึกษาจนสำเร็จถึงปัจจุบัน

ทวนทัน กิจไพศาลสกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูป ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2
1.3 ขอบข่ายของการศึกษา 2
1.4 การศึกษาที่ผ่านมา 5
1.4.1 การศึกษาแบบจำลอง 5
1.4.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง 7
1.5 การดำเนินการศึกษา 10
บทที่ 2 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา 11
2.1 สมการพื้นฐาน 11
2.1.1 สมการต่อเนื่อง 12
2.1.2 สมการโมเมนตัม 14
2.2 เงื่อนไขเริ่มต้นและเงื่อนไขขอบเขต 20
2.3 สมการสำหรับอาคารบังคับน้ำ 21
2.4 เทคนิคการจำลองโดยวิธี Bi-Dimensional Model 24
2.5 สมการ finite-difference 31
2.6 สมการ finite-difference สำหรับอาคารบังคับน้ำ 34
2.7 สมการ finite-difference สำหรับทางน้ำที่กำหนดค่าอัตราไหล 35
2.8 การแก้สมการ finite-difference 37
บทที่ 3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น 38
3.1 หลักการทั่วไปของแบบจำลอง 38
3.2 โครงสร้างของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น 39
3.3 ขั้นตอนการคำนวณ 39

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.4 ข้อมูลที่ต้องการ	53
	3.5 ผลลัพธ์ที่ได้และการแสดงผลการคำนวณ	60
บทที่ 4	การทดสอบแบบจำลอง	76
	4.1 หลักเกณฑ์เงื่อนไขในการทดสอบแบบจำลอง	76
	4.2 อิทธิพลของค่า weighting coefficient, ในการคำนวณ	78
	4.3 อิทธิพลของระยะทางระหว่าง cell (Δx หรือ Δy) และ ช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณ (Δt) ต่อความถูกต้องในการคำนวณ	82
	4.4 สรุปผลการทดสอบแบบจำลอง	92
บทที่ 5	ผลการประยุกต์ใช้	93
	5.1 สภาพทางกายภาพของลุ่มน้ำแม่กลอง	93
	5.2 ผลวิเคราะห์เงื่อนไขในการคำนวณ	94
	5.2.1 อัตราไหล	94
	5.2.2 ระดับน้ำ	100
	5.2.3 ปริมาณฝนและการระเหย	100
	5.2.4 อัตราไหลหลากจากภูเขา	100
	5.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองในพื้นที่ศึกษา	106
	5.3.1 การแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นโครงข่าย	106
	5.3.2 การกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นและเงื่อนไขขอบเขต	107
	5.3.3 การกำหนดเงื่อนไขข้อมูลฝน	107
	5.3.4 การปรับเทียบกับข้อมูลภาคสนาม	113
	5.4 ผลการประยุกต์ใช้	116
	5.4.1 ลักษณะน้ำท่วม	116
	5.4.2 สาเหตุน้ำท่วม	117
	5.4.3 ระดับน้ำท่วม	117
	5.4.4 พื้นที่น้ำท่วม	136
	5.4.5 ระยะเวลาท่วม	143
บทที่ 6	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	144
	6.1 บทสรุป	144
	6.1.1 แบบจำลองที่พัฒนาขึ้น	144
	6.1.2 การทดสอบแบบจำลอง	145

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.1.3 สรุปผลการประยุกต์ใช้แบบจำลอง 145
6.2 ข้อเสนอแนะ 149
6.2.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 149
6.2.2 แนวทางการประยุกต์ใช้ 150
เอกสารอ้างอิง 151
ภาคผนวก ก การแสดงที่มาของสมการ finite-difference 154
ภาคผนวก ข ผลของการวิเคราะห์อัตราไหลในลำน้ำที่เกี่ยวข้อง 161
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ค่าระดับน้ำในแม่น้ำแม่กลองของสถานีที่เกี่ยวข้อง 189
ภาคผนวก ง ปริมาณน้ำฝนของสถานีที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ศึกษา 203
ภาคผนวก จ วิธีการคำนวณพื้นที่หน้าตัดการไหลและพื้นที่ผิวน้ำเปิด 210
ประวัติผู้ศึกษา 221

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	แสดงการป้อนข้อมูลค่ากำหนดต่าง ๆ ของโครงข่ายในไฟล์ GRID.DAT	54
3-2	แสดงการป้อนข้อมูลค่ากำหนดต่าง ๆ ของการพิมพ์ผลในไฟล์ GRID1.DAT	58
3-3	แสดงการป้อนข้อมูลเงื่อนไขเริ่มต้นของระดับน้ำและอัตราไหลในไฟล์ INIT.OUT	59
3-4	แสดงการป้อนข้อมูลเงื่อนไขขอบเขตของอัตราไหลในไฟล์ INFLDO.DAT	59
3-5	แสดงการป้อนข้อมูลเงื่อนไขขอบเขตของระดับน้ำในไฟล์ ZDATA1.DAT	59
3-6	แสดงการป้อนข้อมูลน้ำฝนและการระเหยในไฟล์ RAIN.DAT	60
3-7	ตัวอย่างข้อมูลของไฟล์ GRID.DAT	61
3-8	ตัวอย่างข้อมูลของไฟล์ GRID1.DAT	68
3-9	ตัวอย่างข้อมูลของไฟล์ INIT.OUT	69
3-10	ตัวอย่างข้อมูลของไฟล์ INFLDO.DAT	70
3-11	ตัวอย่างข้อมูลของไฟล์ ZDATA1.DAT	71
3-12	ตัวอย่างข้อมูลของไฟล์ RAIN.DAT	72
3-13	ตัวอย่างผลการคำนวณระดับน้ำของไฟล์ DEPTH.OUT	73
3-14	ตัวอย่างผลการคำนวณอัตราไหลทางแกน X ของไฟล์ XFLOW.OUT	74
3-15	ตัวอย่างผลการคำนวณอัตราไหลทางแกน Y ของไฟล์ YFLOW.OUT	75
5-1	ระดับน้ำเริ่มต้นของ cell ต่าง ๆ	108
5-2	ข้อมูลฝนของ cell ต่าง ๆ	109
5-3	ผลการคำนวณพื้นที่น้ำท่วมฝั่งขวา (ไร่) สำหรับค่า n ต่าง ๆ	115
5-4	ผลการคำนวณพื้นที่น้ำท่วมฝั่งซ้าย (ไร่) สำหรับค่า n ต่าง ๆ	115
5-5	ผลการคำนวณพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมด (ไร่) สำหรับค่า n ต่าง ๆ	115
5-6	อัตราส่วนระหว่างพื้นที่น้ำท่วมที่คำนวณได้ต่อพื้นที่น้ำท่วมจริง สำหรับค่า n ต่าง ๆ	116
5-7	ผลการประเมินสภาพน้ำท่วมของพื้นที่ฝั่งขวา ในเดือน ก.ค. ปี 1972 สำหรับเหตุการณ์จำลองในกรณีต่าง ๆ	128
5-8	ผลการประเมินสภาพน้ำท่วมของพื้นที่ฝั่งขวา ในเดือน ส.ค. ปี 1974 สำหรับเหตุการณ์จำลองในกรณีต่าง ๆ	129
5-9	ผลการประเมินสภาพน้ำท่วมของพื้นที่ฝั่งขวา ในเดือน ส.ค. ปี 1982 สำหรับเหตุการณ์จำลองในกรณีต่าง ๆ	130
5-10	ผลการประเมินสภาพน้ำท่วมของพื้นที่ฝั่งขวา ในเดือน ต.ค. ปี 1983 สำหรับเหตุการณ์จำลองในกรณีต่าง ๆ	131

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

5-11 ผลการประเมินสภาพน้ำท่วมของพื้นที่ฝั่งซ้าย ในเดือน ก.ค. ปี 1972 สำหรับเหตุการณ์จำลองในกรณีต่าง ๆ 132

5-12 ผลการประเมินสภาพน้ำท่วมของพื้นที่ฝั่งซ้าย ในเดือน ส.ค. ปี 1974 สำหรับเหตุการณ์จำลองในกรณีต่าง ๆ 133

5-13 ผลการประเมินสภาพน้ำท่วมของพื้นที่ฝั่งซ้าย ในเดือน ส.ค. ปี 1982 สำหรับเหตุการณ์จำลองในกรณีต่าง ๆ 134

5-14 ผลการประเมินสภาพน้ำท่วมของพื้นที่ฝั่งซ้าย ในเดือน ต.ค. ปี 1983 สำหรับเหตุการณ์จำลองในกรณีต่าง ๆ 135

5-15 ผลการคำนวณพื้นที่น้ำท่วมฝั่งขวา (ไร่) ของเหตุการณ์จำลองในกรณีต่าง ๆ 137

5-16 ผลการคำนวณพื้นที่น้ำท่วมฝั่งซ้าย (ไร่) ของเหตุการณ์จำลองในกรณีต่าง ๆ 137

5-17 ผลการคำนวณพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมด (ไร่) ของเหตุการณ์จำลองในกรณีต่าง ๆ 138

5-18 อัตราส่วนระหว่างพื้นที่น้ำท่วมที่ลดลงเนื่องจากเขื่อนเขาแหลม (ไร่) ต่อพื้นที่น้ำท่วมรวมเมื่อไม่มีทั้งสองเขื่อน (ไร่) 138

5-19 อัตราส่วนระหว่างพื้นที่น้ำท่วมที่ลดลงเนื่องจากเขื่อนศรีนครินทร์ (ไร่) ต่อพื้นที่น้ำท่วมรวมเมื่อไม่มีทั้งสองเขื่อน (ไร่) 138

6-1 บทบาทของแต่ละเขื่อนในการลดพื้นที่น้ำท่วม (%) 147

6-2 บทบาทของเขื่อนเขาแหลมในการลดระยะเวลาท่วม (วัน) 148

6-3 บทบาทของเขื่อนศรีนครินทร์ในการลดระยะเวลาท่วม (วัน) 148

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1-1	พื้นที่ศึกษา	3
1-2	โครงการพัฒนาในบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง	4
2-1	ปริมาตรควบคุม 3 มิติ	13
2-2	ลักษณะของประตูระบายน้ำและเครื่องสูบน้ำ	22
2-3	ลักษณะของฝายสันกว้าง	23
2-4	ลักษณะของท่อลอด	23
2-5	ภาพแสดงการไหล 2 มิติ	25
2-6	เทคนิคจำลองการไหล 2 ทิศทาง	26
2-7	เทคนิคการจำลองสมการต่อเนื่อง	27
2-8	เทคนิคการจำลองสมการโมเมนตัม	28
2-9	สมมุติฐานในการแทนค่าระดับน้ำและอัตราไหลตามเวลา	29
3-1	โครงสร้างของโปรแกรม	40
3-2	ผังการทำงานของโปรแกรมหลัก	41
3-1	ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยต่าง ๆ	42
4-1	เงื่อนไขที่ใช้ในการทดสอบ	79
4-2	ตัวอย่างผลเปรียบเทียบการคำนวณระดับน้ำโดยแบบจำลองเทียบกับค่าวิเคราะห์จริง	80
4-3	ตัวอย่างผลเปรียบเทียบการคำนวณอัตราไหลโดยแบบจำลองเทียบกับค่าวิเคราะห์จริง	81
4-4	ลักษณะของค่าผิดพลาดของระดับน้ำสำหรับค่า weighting coefficient ต่าง ๆ	83
4-5	ลักษณะของค่าผิดพลาดของอัตราไหลสำหรับค่า weighting coefficient ต่าง ๆ	84
4-6	ค่าผิดพลาดของระดับน้ำสำหรับค่า weighting coefficient ต่าง ๆ	85
4-7	ค่าผิดพลาดของอัตราไหลสำหรับค่า weighting coefficient ต่าง ๆ	85
4-8	ผลของค่าผิดพลาดจากการคำนวณระดับน้ำเมื่อเปลี่ยนแปลง Δx	87
4-9	ผลของค่าผิดพลาดจากการคำนวณระดับน้ำเมื่อเปลี่ยนแปลง Δt	87
4-10	ผลของค่าผิดพลาดจากการคำนวณอัตราไหลเมื่อเปลี่ยนแปลง Δx	88
4-11	ผลของค่าผิดพลาดจากการคำนวณอัตราไหลเมื่อเปลี่ยนแปลง Δt	88
4-12	ความสัมพันธ์ของค่าผิดพลาดจากการคำนวณระดับน้ำกับค่า Courant number	89
4-13	ความสัมพันธ์ของค่าผิดพลาดจากการคำนวณอัตราไหลกับค่า Courant number	89
4-14	ตัวอย่างผลเปรียบเทียบการคำนวณระดับน้ำสำหรับค่า Δx และ Δt ต่าง ๆ	90
4-15	ตัวอย่างผลเปรียบเทียบการคำนวณอัตราไหลสำหรับค่า Δx และ Δt ต่าง ๆ	91
5-1	ตำแหน่งของสถานีวัดข้อมูลต่าง ๆที่ใช้ในการศึกษา	95

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5-2	อัตราไหลของลำน้ำแควน้อยในภาวะมีหรือไม่มีเขื่อนเขาแหลม	97
5-3	อัตราไหลของลำน้ำแควใหญ่ในภาวะมีหรือไม่มีเขื่อนศรีนครินทร์	98
5-4	อัตราไหลของแม่น้ำแม่กลองของเหตุการณ์จำลองในภาวะต่าง ๆ	99
5-5	ระดับน้ำของสถานีที่บ้านวังขนาย (K11) ของเหตุการณ์จำลองในภาวะต่าง ๆ	101
5-6	ระดับน้ำของสถานีที่ ต.หลุมดิน (K2A) ของเหตุการณ์จำลองในภาวะต่าง ๆ	102
5-7	ระดับน้ำที่ ปตร.บางนกแขวก ของเหตุการณ์จำลองในภาวะต่าง ๆ	103
5-8	ปริมาณฝนของสถานีต่าง ๆ	104
5-9	โครงข่ายของพื้นที่ศึกษา	105
5-10	ผลของค่า n ต่ออัตราส่วนระหว่างพื้นที่น้ำท่วมที่คำนวณได้กับพื้นที่น้ำท่วมจริง	114
5-11	ชลภาพ (hydrograph) ของ cell ต่าง ๆ	118
5-12	ตัวอย่างบริเวณพื้นที่น้ำท่วมของเหตุการณ์จำลองในภาวะต่าง ๆ	139

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย