4

การศึกษาอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำ โดยใช้แบบจำลองชลศาสตร์

นายโชคพิพัฒน์ เลิศพงค์อารยะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2532

ISBN 974-576-525-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

15521

The Study of Influences of Wave and Current on the Changes of River Mouth by Hydraulic Model

Mr. Chokpipat Lertpongaraya

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Civil Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1989

ISBN 974-576-525-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำ โดยใช้แบบจำลองชลศาสตร์
โดย	นายโชคพิพัฒน์ เลิศพงศ์อารยะ
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เสถียร ชลาชีวะ)

.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ จักรี จัตุทะศรี)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักวิจัย)

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

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไชคพิพัฒน์ เลิศพงศ์อารยะ : การศึกษาอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำ (THE STUDY OF INFLUENCES OF WAVE AND CURRENT ON THE CHANGES OF RIVER MOUTH BY HYDRAULIC MODEL) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์, 162 หน้า

เนื่องจากปากแม่น้ำที่ตั้งอยู่ตามชายฝั่งทะเลเปิด มักจะประสบกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทั้งนี้เป็นผลอันเนื่องมาจากองค์ประกอบต่าง ๆ ที่กระทำต่อบริเวณปากแม่น้ำ อันได้แก่คลื่นชายฝั่ง กระแสน้ำและตะกอนชายฝั่ง การไหลและตะกอนจากแม่น้ำ และการไหลเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลง อันเป็นสาเหตุก่อให้เกิดการเคลื่อนไหวของตะกอนต่าง ๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของท้องน้ำและแนวชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายต่ออาคารโครงสร้างและการสัญจรบริเวณปากแม่น้ำได้

ในการศึกษาครั้งนี้ มุ่งเน้นที่จะศึกษาอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำจากแม่น้ำ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของท้องน้ำบริเวณปากแม่น้ำ โดยการศึกษาจากการทดลองแบบจำลองทางชลศาสตร์ พื้นที่ศึกษาที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในการศึกษาครั้งนี้ ได้เลือกเอาบริเวณปากแม่น้ำโกลก ซึ่งตั้งอยู่ทางชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่าง อำเภอตากใบ จ.นราธิวาส ซึ่งมักประสบกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำอยู่เป็นประจำ

ผลการทดลองศึกษาพบว่า เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้ามาแตกตัวที่ชายฝั่ง ความสูงคลื่นแตกตัว จะขึ้นอยู่กับความชันคลื่นน้ำลึก ความลาดชายฝั่งและชนิดของการแตกตัว คลื่นที่พัดเข้าสู่ชายฝั่งลาดชันน้อยจะเกิดการแตกตัวเร็วกว่าค่าความลึกตามทฤษฎี คลื่นภายในชายฝั่งจะมีความสูงคลื่นลดลง เมื่อพัดเข้าสู่ปากแม่น้ำ และขึ้นอยู่กับความลาดชายฝั่งและกระแสน้ำจากแม่น้ำ กระแสน้ำจากปากแม่น้ำมีส่วนทำให้คลื่นบริเวณใกล้ปากแม่น้ำมีขนาดลดลง คลื่นภายในชายฝั่งจะมีผลต่อความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำบริเวณภายนอกปากแม่น้ำ ในกรณีที่มีอัตราการไหลจากแม่น้ำน้อย และการแตกตัวของคลื่นภายในชายฝั่งจะมีผลทำให้ระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำบริเวณปากแม่น้ำมีผลมาจากคลื่นโดยตรง โดยคลื่นจะกัดเซาะบริเวณท้องทะเลในช่วงน้ำลึกขึ้นมาทับถมบริเวณที่ตื้นกว่า และกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำสามารถช่วยลดการกัดเซาะเนื่องจากคลื่น อันจะทำให้เกิดการทับถมบริเวณชายฝั่งปากแม่น้ำด้านที่ได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำ และอาจเพิ่มการกัดเซาะได้ถ้าปริมาณการไหลมีมากขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมแหล่งน้ำ

ปีการศึกษา 2532 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

CHOKPIPAT LERTPONGARAYA : THE STUDY OF INFLUENCES OF WAVE AND CURRENT ON THE CHANGES OF RIVER MOUTH BY HYDRAULIC MODEL : ASSI.PROF. DR. SUCHARIT KOONTANAKULVONG, 162 PP.

A river mouth, faced with an open sea, often confronts with the coastline change problem due to the influences of many factors, e.g.sea wave, littoral current and transport, river flow with suspended sediment and tidal flow etc. The sediment movement at the river mouth causes the change of sea bed and coastline which will hamper structure and navigation at a river mouth.

In this study, the influences of sea wave and river flow upon the change of sea bed at river mouth are studied with the use of a physical model. The Golok river mouth located at Amphoe Takbai Narathiwat Province, is selected as the study area since it is suffering from the river mouth instability problem.

From the experimental results, it is found that the breaking wave height can be determined by wave steepness, sea bed slope and breaking type. Breaking wave in the sea with mild slope trends to break in the deeper water than the theoretical depth. The wave inside surf zone attenuates in the direction towards the river mouth and the wave height depends on the bed slope and river discharge. Flow from the river makes the wave at the river mouth to be smaller. Wave inside surf zone influences the river flow direction and velocity during the low flow. The breaking wave causes wave setup and increases the water level at the river mouth. Wave in the surf zone erodes the sea bed in the deep zone and move the sediment to deposit in the shallow zone. The river flow can reduce the erosion rate caused by wave and accelerates the sediment deposition in the shore near the river mouth affected by the river flow and the river flow may accelerate the erosion if the river discharge increases.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา Civil Engineering ลายมือชื่อนิสิต Chokpipat Lertpongaraya

สาขาวิชา Water Resources Engineering

ปีการศึกษา 1989 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Sucharit Koontanakulvong

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ จักรี จัตุทะศรี รองศาสตราจารย์ เสถียร ชลาชีวะ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักวิจัย ซึ่งได้กรุณาเสียสละเวลาให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์ ซึ่งได้ช่วยให้คำปรึกษาและแนะนำข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้มาโดยตลอด นอกจากนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณบรรดาคณาจารย์ในสาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประศาสน์วิชาความรู้ต่าง ๆ ทางด้านวิศวกรรมแหล่งน้ำให้แก่ข้าพเจ้า

อนึ่งข้าพเจ้า ใคร่ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการกองสำรวจและออกแบบ สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท ที่ได้ติดต่อใช้บริการคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในโครงการพัฒนาลุ่มแม่น้ำตากใบ ซึ่งทำให้ข้าพเจ้าได้รับรู้ปัญหาทางด้านวิศวกรรมชายฝั่งทะเล ตลอดจนกรมชลประทานที่ได้อนุญาตให้ใช้แบบจำลองปากแม่น้ำโกลกในการทดลองศึกษา

นอกจากนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบคุณ อาจารย์วิทยา สมะหาร ที่กรุณาอำนวยความสะดวกให้ตลอดจนข้อแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ขอขอบคุณ คุณปริญญา กมลสินธุ์ และคุณเจตน์ เผือกผ่อง ได้ช่วยเหลืองานทดลองจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณบรรดาเพื่อน ๆ ที่ให้การสนับสนุนและกำลังใจในขณะทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณ คุณวารุณี โพธิ์เรือง และคุณสุรชัย กรีอักษร ที่ช่วยจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จบริบูรณ์

ท้ายนี้ ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้สนับสนุนให้ได้รับการศึกษามาตลอด จนกระทั่งข้าพเจ้าสามารถสำเร็จการศึกษาถึงขั้นนี้

โชคนิพัฒน์ เลิศพงศ์อารยะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญรูป..... ญ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา..... 1

1.2 ขอบข่ายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 1

1.3 แนวทางการศึกษา..... 4

1.4 การศึกษาที่ผ่านมา..... 5

1.5 การดำเนินงานศึกษา..... 9

1.6 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 10

บทที่ 2 ลักษณะกายภาพของพื้นที่ศึกษา

2.1 สภาพภูมิประเทศ..... 11

2.2 สภาพภูมิอากาศ..... 11

2.3 สภาพอุทกวิทยา..... 14

2.4 สภาพอุทกศาสตร์..... 14

บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำ

3.1 การเกิดคลื่นและชนิดคลื่น..... 32

3.2 การเปลี่ยนแปลงของคลื่น..... 36

3.3 น้ำขึ้นน้ำลงและกระแสน้ำขึ้นน้ำลง..... 51

3.4 กระแสน้ำและตะกอนชายฝั่ง..... 53

3.5 การไหลบริเวณปากแม่น้ำ..... 55

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

4.1 แบบจำลอง..... 58

4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในแบบจำลอง..... 58

4.3 การวิเคราะห์สัดส่วน..... 60

4.4 มาตราส่วนการทดลอง..... 61

4.5 ผลการปรับเทียบเครื่องมือ..... 62

4.6 เงื่อนไขของการทดลอง..... 63

บทที่ 5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 การแตกตัวของคลื่น..... 78

5.2 ลักษณะคลื่นภายในชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำ..... 79

5.3 ระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำ..... 90

5.4 ลักษณะการไหลของกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำ..... 99

5.5 การวิเคราะห์เปรียบเทียบพลังงานคลื่นภายในชายฝั่ง..... 100

5.6 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำบริเวณปากแม่น้ำ..... 111

5.7 สรุปผลการศึกษาวิเคราะห์..... 120

บทที่ 6 สรุปผล และเสนอแนะ

6.1 บทสรุป..... 122

6.2 ข้อเสนอแนะ..... 124

เอกสารอ้างอิง..... 126

ภาคผนวก ก ข้อมูลความสูงคลื่นในการทดลอง..... 130

ภาคผนวก ข ข้อมูลความเร็วกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำ..... 136

ภาคผนวก ค รายละเอียดการคำนวณพลังงานคลื่นภายในชายฝั่ง..... 145

ภาคผนวก ง ข้อมูลระดับท้องน้ำและรายการคำนวณปริมาณตะกอนท้องน้ำ..... 146

ภาคผนวก จ รูปอ้างอิง..... 159

ประวัติผู้ศึกษา..... 162

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

2-1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของจังหวัด นราธิวาส พ.ศ.2494-2523..... 18

2-2 สถิติความเป็นไปได้ของคลื่นในฤดูต่าง ๆ ของทะเลบริเวณปากแม่น้ำโกลก..... 19

2-3 ลักษณะคลื่นที่เกิดขึ้นในทะเลบริเวณปากแม่น้ำโกลก..... 19

2-4 ระดับน้ำขึ้นน้ำลงของชายฝั่งทะเลปากแม่น้ำต่าง ๆ..... 20

2-5 ข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลง (Tide) ของชายฝั่งทะเลที่นราธิวาสและบ้านตาบา..... 21

3-1 การแตกตัวของคลื่น ชนิด Irregular Wave..... 42

3-2 ทฤษฎีการแตกตัวของคลื่น..... 43

3-3 สมการคำนวณการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่งโดยวิธีต่าง ๆ..... 56

4-1 คุณสมบัติคลื่นที่ใช้ในการทดสอบ..... 65

4-2 เงื่อนไขที่ใช้ในการทดลองแบบจำลองของการศึกษาครั้งนี้..... 65

5-1 ขนาดความสูงคลื่นแตกตัวที่คาบเวลาคลื่นและกระแสการไหลต่าง ๆ..... 80

5-2 ขนาดความสูงคลื่นแตกตัวที่คาบเวลาคลื่นต่าง ๆ และกรณีไม่มีกระแสน้ำ..... 80

5-3 สรุปการเปรียบเทียบดัชนีการแตกตัวของคลื่น..... 80

5-4 การเปรียบเทียบความสูงคลื่นที่ปากแม่น้ำระหว่างกรณีมีและไม่มี
กระแสน้ำจากแม่น้ำ..... 86

5-5 ระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการกระแสการไหลจากแม่น้ำที่กรณีไม่มีคลื่น..... 92

5-6 ระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการแตกตัวของคลื่นกรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ.... 93

5-7 ระดับน้ำตามระยะทางอ้างอิงจากปากแม่น้ำที่กรณีมีและไม่มีคลื่น
และกรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ..... 95

5-8 ระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากคลื่นจากการคำนวณที่กรณีไม่มีกระแสน้ำ..... 95

5-9 การเปรียบเทียบพลังงานคลื่นที่ปากแม่น้ำต่อพลังงานคลื่นแตกตัว..... 113

5-10 การเปรียบเทียบปริมาณการกัดเซาะและการทับถมของตะกอน..... 116

5-11 สรุปผลการกัดเซาะและการทับถมบริเวณปากแม่น้ำ..... 117

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1-1	แผนที่แสดงที่ตั้งพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำที่ศึกษา อ.ตากใบ จ.นราธิวาส.....	2
1-2	องค์ประกอบที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำ.....	3
2-1	สภาพภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2494-2523) อ.เมือง จ.นราธิวาส.....	22
2-2	ผังลม (wind rose) ในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2494-2523) จ.นราธิวาส.....	23
2-3	พายุดีเปรสชั่นเขตร้อนที่เกิดขึ้นในอ่าวไทยตอนล่างในปี 2507.....	24
2-4	พายุดีเปรสชั่นเขตร้อนที่เกิดขึ้นในอ่าวไทยตอนล่างในปี 2521.....	25
2-5	แสดงขอบเขตพื้นที่ลุ่มแม่น้ำโกลกและตำแหน่งที่ตั้งของสถานีอุทกวิทยา.....	26
2-6	แสดงปริมาณการไหลรายเดือน.....	27
2-7	เส้นอัตราการไหล(rating curve) ที่สถานี Rantu panjong.....	28
2-8	ลักษณะท้องทะเลบริเวณชายฝั่งปากแม่น้ำ ปี พ.ศ. 2526 และ 2527.....	29
2-9	สถิติความสูงคลื่นที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูมรสุมต่าง ๆ.....	30
2-10	เปอร์เซนต์การเกิดความสูงคลื่นนัยสำคัญในฤดูมรสุมต่าง ๆ.....	31
3-1	แสดงองค์ประกอบต่าง ๆ บริเวณปากแม่น้ำ.....	34
3-2	รูปร่างของคลื่นและตัวแปรพื้นฐาน.....	34
3-3	ทฤษฎีของคลื่นและช่วงความเหมาะสมต่อการนำไปใช้.....	35
3-4	แผนภูมิการลดขนาดของคลื่น.....	37
3-5	การหักเหของคลื่นตามกฎของสเนลล์.....	39
3-6	การกระจายของคลื่น.....	41
3-7	ลักษณะการแตกตัวของคลื่นแบบต่าง ๆ.....	44
3-8	การจำแนกการแตกตัวของคลื่นแบบต่าง ๆ.....	45
3-9	ความสูงคลื่นแตกตัว.....	45
3-10	ความลึกน้ำที่คลื่นแตกตัว.....	45
3-11	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำเนื่องจากคลื่นแตกตัว.....	47
3-12	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำเนื่องจากการคลื่นแตกตัวแบบต่าง ๆ.....	49
3-13	การเปลี่ยนแปลงความสูงคลื่นหลังจากการแตกตัวของคลื่น.....	52

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

3-14 ความสัมพันธ์ระหว่าง β กับ $-U_1/C_o$ 52

3-15 แสดงการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในระยะยาว..... 54

3-16 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์การเคลื่อนที่ตะกอนและพลังงานคลื่นโดยวิธีต่าง ๆ.... 56

4-1 ลักษณะแบบจำลองที่ใช้..... 66

4-2 การกระจายขนาดของเม็ดทรายที่ใช้ในแบบจำลอง..... 67

4-3 เครื่องสร้างคลื่น..... 68

4-4 ความสัมพันธ์ความสูงคลื่นกับช่วงชัก (stroke) ที่ระดับน้ำ +2.00 ม..... 69

4-5 ความสัมพันธ์ความสูงคลื่นกับช่วงชัก (stroke) ที่ระดับน้ำ +4.00 ม..... 70

4-6 เครื่องบันทึกคลื่นและวัดคลื่น..... 71

4-7 การปรับเทียบเครื่องวัดคลื่น หมายเลข 10..... 72

4-8 การปรับเทียบเครื่องวัดคลื่น หมายเลข 11..... 73

4-9 การปรับเทียบเครื่องวัดคลื่น หมายเลข 12..... 74

4-10 การปรับเทียบเครื่องวัดคลื่น หมายเลข 13..... 75

4-11 ตัวอย่างความสูงคลื่นจากเครื่องบันทึกคลื่น..... 76

4-12 เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ..... 77

4-13 เครื่องจ่ายน้ำแบบฝายน้ำล้นตัววี (V-notch-weir)..... 77

5-1 ความสัมพันธ์ระหว่างความชันคลื่นน้ำลึกกับดัชนีการแตกตัวของคลื่น..... 81

5-2 ความสัมพันธ์ระหว่างความลาดชันท้องน้ำกับดัชนีการแตกตัวของคลื่น..... 81

5-3 ความสูงคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 8.5 วินาที ที่กรณีมีและไม่มี
กระแสน้ำจากแม่น้ำ..... 83

5-4 ความสูงคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 10.5 วินาที ที่กรณีมีและไม่มี
กระแสน้ำจากแม่น้ำ..... 84

5-5 ความสูงคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 12.5 วินาที ที่กรณีมีและไม่มี
กระแสน้ำจากแม่น้ำ..... 85

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

5-6 การเปรียบเทียบขนาดความสูงคลื่นภายในชายฝั่ง ที่คาบเวลาคลื่น 8.5 วินาที ที่กรณีกระแสน้ำจากแม่น้ำต่าง ๆ..... 86

5-7 การเปรียบเทียบขนาดความสูงคลื่นภายในชายฝั่ง ที่คาบเวลาคลื่น 10.5 วินาที ที่กรณีกระแสน้ำจากแม่น้ำต่าง ๆ..... 87

5-8 การเปรียบเทียบขนาดความสูงคลื่นภายในชายฝั่ง ที่คาบเวลาคลื่น 12.5 วินาที ที่กรณีกระแสน้ำจากแม่น้ำต่าง ๆ..... 87

5-9 การเปรียบเทียบความสูงคลื่นภายในชายฝั่งระหว่างผลการทดลองและค่าทฤษฎี ที่คาบเวลาคลื่น 8.5 วินาที..... 88

5-10 การเปรียบเทียบความสูงคลื่นภายในชายฝั่งระหว่างผลการทดลองและค่าทฤษฎี ที่คาบเวลาคลื่น 10.5 วินาที..... 88

5-11 การเปรียบเทียบความสูงคลื่นภายในชายฝั่งระหว่างผลการทดลองและค่าทฤษฎี ที่คาบเวลาคลื่น 12.5 วินาที..... 89

5-12 ความสัมพันธ์ระหว่าง H_b/L_o และ H_r/H_b ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ.... 89

5-13 การเปรียบเทียบระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากกระแสน้ำจากแม่น้ำในกรณีไม่มีคลื่นกระทำต่อบริเวณปากแม่น้ำ..... 92

5-14 การเปรียบเทียบระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากคลื่นที่คาบเวลาคลื่นต่าง ๆ ภายใต้กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ..... 94

5-15 ระดับน้ำภายในปากแม่น้ำ กรณีที่ไม่มีการไหลจากแม่น้ำ..... 96

5-16 ระดับน้ำภายในปากแม่น้ำ กรณีที่ Q = 500 cms..... 96

5-17 ระดับน้ำภายในปากแม่น้ำ กรณีที่ Q = 750 cms..... 97

5-18 ระดับน้ำภายในปากแม่น้ำ กรณีที่ Q = 1000 cms..... 97

5-19 ระดับน้ำภายในปากแม่น้ำ กรณีที่ Q = 1250 cms..... 98

5-20 ความสัมพันธ์ระหว่าง H_b/L_o และ W_s/H_b ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ..... 98

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

5-21 การเปรียบเทียบความเร็วกระแสน้ำ กรณีที่ Q = 500 cms..... 101
5-22 การเปรียบเทียบความเร็วกระแสน้ำ กรณีที่ Q = 750 cms..... 101
5-23 การเปรียบเทียบความเร็วกระแสน้ำ กรณีที่ Q = 1000 cms..... 102
5-24 การเปรียบเทียบความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยตามระยะทางจากปากน้ำ..... 102
5-25 การกระจายความเร็วกระแสน้ำที่ไหลจากแม่น้ำ 500 ลบม./วินาที
ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่นกระทำต่อบริเวณปากแม่น้ำ..... 103
5-26 การกระจายความเร็วกระแสน้ำที่ไหลจากแม่น้ำ 750 ลบม./วินาที
ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่นกระทำต่อบริเวณปากแม่น้ำ..... 104
5-27 การกระจายความเร็วกระแสน้ำที่ไหลจากแม่น้ำ 1000 ลบม./วินาที
ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่นกระทำต่อบริเวณปากแม่น้ำ..... 105
5-28 การเปรียบเทียบการกระจายความเร็วของกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำที่ไหล
จากแม่น้ำต่าง ๆ ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่น..... 106
5-29 การกระจายทิศทางกระแสน้ำที่ไหลจากแม่น้ำ 500 ลบม./วินาที
ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่น..... 107
5-30 การกระจายทิศทางกระแสน้ำที่ไหลจากแม่น้ำ 750 ลบม./วินาที
ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่น..... 108
5-31 การกระจายทิศทางกระแสน้ำที่ไหลจากแม่น้ำ 1000 ลบม./วินาที
ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่น..... 109
5-32 การเปรียบเทียบการกระจายทิศทางกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำที่ไหล
จากแม่น้ำต่าง ๆ ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่น..... 110
5-33 การเปรียบเทียบพลังคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 8.5 วินาที
ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ..... 112
5-34 การเปรียบเทียบพลังคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 10.5 วินาที
ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ..... 112

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

5-35 การเปรียบเทียบพลังคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 12.5 วินาที ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ..... 113
5-36 การเปรียบเทียบพลังงานคลื่นบริเวณปากแม่น้ำที่คาบเวลาคลื่น และกระแสน้ำจากแม่น้ำที่เงื่อนไขต่าง ๆ..... 114
5-37 ความสัมพันธ์ระหว่าง H_b/L_o และ E_r/E_b ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ.... 114
5-38 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและอัตราส่วนการกัดเซาะต่อการทับถม ของตะกอน..... 116
5-39 การเปรียบเทียบการกัดเซาะและทับถมบริเวณชายฝั่งปากแม่น้ำ ที่คาบเวลาคลื่น 8.5 วินาที..... 118
5-40 การเปรียบเทียบการกัดเซาะและทับถมบริเวณชายฝั่งปากแม่น้ำ ที่คาบเวลาคลื่น 10.5 วินาที..... 119

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย