

การกัดเซาะรอบตอม่อสะพานที่เรียงเป็นตับ



ธรรมวัฒน์ กาญจนกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแมลงน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมแมลงน้ำ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974 - 331- 695 - 7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๒๖ ๙.๙. 2546

I18625861

LOCAL SCOUR AROUND ROW BRIDGE PIERS

Mr.Thammawat Karutanakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Water Resources Engineering

Department of Water Resources Engineering

Graduate School

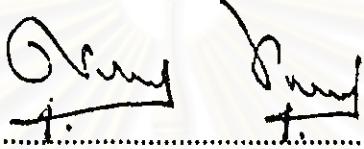
Chulalongkorn University

Academic Year 1998

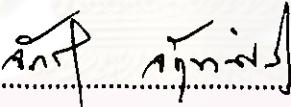
ISBN 974 – 331 – 695 - 7

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การตัด裁ของบทอม่อสะพานที่เรียงเป็นตับ
โดย นายธรรมวัฒน์ กาญจนกุล
ภาควิชา วิศวกรรมแมลงน้ำ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี จันทร์โยธา

บันทึกวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต

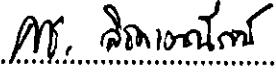

..... คณบดีบันทึกวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอนวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ จักรี จตุภาคศรี)


..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี จันทร์โยธา)


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


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ครรชิต ลิขิตเดชาไรจัน)

ธรรมวัฒน์ กานุณธนกุล : การกัดเซาะรอบมอสพานที่เรียงเป็นตัวบ (LOCAL SCOUR AROUND ROW BRIDGE PIERS) อ.ทีปริษชา : ผศ.ดร.เสรี จันทรโยธา , 108 หน้า. ISBN 974-331-695-7

การศึกษาการกัดเซาะรอบมอสพานที่วางเรียงเป็นตัวบ (LOCAL SCOUR AROUND ROW BRIDGE PIERS) อ.ทีปริษชา : ผศ.ดร.เสรี จันทรโยธา , 108 หน้า. ISBN 974-331-695-7

การศึกษาการกัดเซาะรอบมอสพานที่วางเรียงเป็นตัวบโดยใช้แบบจำลองชลศาสตร์ทางกายภาพนี้ เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของรูปแบบของคลุมกัดเซาะกับพฤติกรรมการไหลของน้ำและลักษณะของตะกอนท้องน้ำ ซึ่งการศึกษานี้ใช้ตอม่อจำลองรูปทรงกระบวนการด้านฝ่านศูนย์กลาง 4.8 ซม. นำมาวางเชิงกันในร่างน้ำสีเหลืองฝ่านน้ำด้านความยาว 18 ม. กว้าง 0.60 ม. และลึก 0.75 ม. โดยมีระดับห่างระหว่างหัวมือเท่ากับ D 2D และ 3D ตามลำดับ เมื่อ D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของหัวมือ ฝ่ายข้างหนาดสมำเสมอ 3 ขนาด ได้แก่ ทรายละเอียด (fine sand) ϕ 0.36 มม. ทรายปานกลาง (medium sand) ϕ 1.20 มม. และทรายหยาบ (coarse sand) ϕ 2.20 มม. ภายใต้ภาวะที่ไม่มีการเคลื่อนที่ของรัศดูห้องน้ำ (clear water) และภาวะที่มีการเคลื่อนที่ของรัศดูห้องน้ำ (live bed) โดยมีเงื่อนไขการไหลเป็นแบบคงที่และสม่ำเสมอ (steady and uniform flow) และเป็นการไหลต่ำกว่าวิกฤติ (subcritical flow)

จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง พบร่วมกับทางน้ำของหัวมืออิฐพลาสติกเจ็บน้อยต่อความลึกคลุมกัดเซาะรอบๆ ตามอัตราแรก แม้ว่าตอม่ออยู่ในแนวเดียวกันหรือทำมุ่งกับแนวทิศทางการไหลของน้ำก็ตาม ในขณะที่ ตอม่อตัวที่ 2 และ 3 มีความลึกคลุมกัดเซาะลดลงมากกว่าร้อยละ 20 ซึ่งการทดลองนี้มีค่า Fr อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.6 และค่า y/D อยู่ระหว่าง 1-6 ในสภาวะที่ไม่มีการเคลื่อนที่ของรัศดูห้องน้ำ สำหรับสภาวะที่มีการเคลื่อนที่ของรัศดูห้องน้ำมีค่า Fr อยู่ระหว่าง 0.4 – 0.8 และค่า y/D อยู่ระหว่าง 1 – 2

นอกจากนี้ขนาดของรัศดูห้องน้ำยังมีผลต่อความลึกคลุมกัดเซาะรอบๆ ตามมือ โดยขนาดรัศดูห้องน้ำ แปรผันกับความลึกคลุมกัดเซาะในเงื่อนไขทางชลศาสตร์เดียวกันและขนาดหัวมือเท่ากัน

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมแหล่งน้ำ
สาขาวิชา วิศวกรรมแหล่งน้ำ
ปีการศึกษา 2541.....

ลายมือชื่อนักศึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

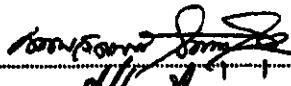
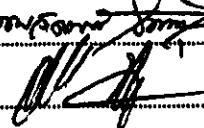
THAMMAWAT KARULTANAKUL : LOCAL SCOUR AROUND ROW BRIDGE PIERS. THESIS
ADVISOR : ASSIST. PROF. SEREE CHANYOTHA, Ph.D. 108 pp. ISBN 974-331-695-7

The study of local scour around row bridge piers is aimed at using physical hydraulics model to determine the relationships of row pier scour hole to flow behavior and bed sediment characteristics. Modeled cylindrical piers having the diameter of 4.8 cm. are used in this investigation. Rectangular flume of 18 m. long, 0.60 m. wide and 0.75 m. high attached with sand feeder is used as a flow channel and sediment generator. Pier spacings are set at 1, 2 and 3 times of pier diameter, respectively. The study is performed using three different sizes of uniform sands including fine sand ϕ 0.36 mm., medium sand ϕ 1.20 mm. and coarse sand ϕ 2.20 mm. under the flow conditions of clear water and live bed. Condition of flow for this study is maintained at steady-uniform and subcritical flow.

Based on results of the study, it has been found that effect of pier spacings on the depth of the first pier scour hole is very small and flow angles of attack also slightly effect the first pier scour hole. However, scour hole depths for the second and third piers are about 80% of the first scour hole. The ranges of the Froude Number and the y/D ratio of the experiment under clear-water condition are between 0.2-0.6 and 1-6, respectively. For live-bed condition, the Froude Number ranges between 0.4-0.8 and the y/D ratio ranges between 1-2.

The size of bed sediment significantly effects the depth of pier scour hole. Based on the same hydraulics of flow and the same pier characteristic, it has been found that smaller size of sediment produces deeper scour hole.

ภาควิชา..... วิศวกรรมแม่น้ำ.....
สาขาวิชา..... วิศวกรรมแม่น้ำ.....
ปีการศึกษา..... 2541.....

ลายมือชื่อนิสิต..... 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าได้รับมอบหมายของพระคุณคณะกรรมการสอบบวทยานิพนธ์ทุกท่าน ชื่งประโภปไปด้วย ศาสตราจารย์ ดร. อัจฉราศรี ประชานกรณ์การ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักวิจัย กรรมการ อาจารย์ ดร.ครรชิต ลิขิตเดชาโกรจน์ กรรมการ และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี จันทร์โยธา ซึ่งเป็นกรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำข้อคิดเห็นต่าง ๆ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาศึกษากรรมแหล่งน้ำที่ได้ให้ความรู้และแนวทางการดำเนินชีวิตแก่ข้าพเจ้า นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบันทึกวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้สนับสนุนทุนในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณภาควิชาศึกษากรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่อำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่ของห้องปฏิบัติ การแบบจำลองชลศาสตร์และชายฝั่งทะเล พร้อมทั้งอุปกรณ์การทดลอง ตลอดจนเจ้าหน้าที่ภาควิชาศึกษากรรมแหล่งน้ำและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการแบบจำลองชลศาสตร์และชายฝั่งทะเลทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือแก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดีมา ณ ที่นี้ด้วย

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทานที่อนุเคราะห์ในการวิเคราะห์การกระจายตัวของทรัพยากริมแม่น้ำในกรุงเทพฯ และขอขอบคุณคุณนพวรรณ บุสสรังษ์ ที่ให้อนุเคราะห์เครื่องพิมพ์ งานระหว่างนิเทศชั้นนี้แล้วเสร็จ รวมทั้ง พ. ท. เพื่อน ๆ น้อง ๆ ในภาควิชาศึกษากรรมแหล่งน้ำทุกท่านที่เคยช่วยเหลือ และให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้า

ท้ายนี้ข้าพเจ้าได้รับมอบหมายของพระคุณบิดา มารดาที่อบรมเลี้ยงดูข้าพเจ้ามาตั้งแต่เยาว์วัย รวมทั้งธรรมชาติที่เอื้ออำนวยอย่างปะโยชน์สุขให้กับทุกชีวิตบนผืนแผ่นดินนี้ และขอขอบคุณทุกสถาพร สิ่งที่เอื้ออำนวยให้แก่ชีวิตข้าพเจ้าทั้งทางตรงและทางอ้อม นากวิทยานิพนธ์เล่มนี้พожะมีประโยชน์อยู่บ้าง ก็ขอให้ประโยชน์เหล่านี้ได้กลับคืนไปสู่ธรรมชาติ สู่ทุกสรรพสิ่งด้วยเดด

ธรรมวัฒน์ กาญจนกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	๑
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๑
กิตติกรรมประกาศ.....	๒
สารบัญ.....	๓
สารบัญตาราง.....	๙
สารบัญรูป.....	๙
บทที่ ๑ บทนำ.....	๑
1.๑ ความเป็นมา.....	๑
1.๒ วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	๑
1.๓ ขอบข่ายการศึกษา.....	๒
1.๔ แนวทางการศึกษา.....	๒
1.๕ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	๓
บทที่ ๒ หลักการและภาษาศึกษาที่ผ่านมา.....	๔
2.๑ ลักษณะของการกัดเข้า.....	๔
2.๒ ปรากฏการณ์การกัดเข้า.....	๖
2.๓ กศาสตร์การกัดเข้า.....	๖
2.๔ องค์ประกอบที่มีอิทธิพลของการกัดเข้า.....	๘
2.๕ การพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ.....	๑๐
2.๖ การศึกษาที่ผ่านมา.....	๑๑
บทที่ ๓ การดำเนินการทดลอง.....	๒๔
3.๑ การดำเนินการศึกษา.....	๒๔
3.๒ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	๒๕
3.๓ ขั้นตอนการทดลอง.....	๒๕
3.๔ สรุปผลการทดลอง.....	๒๙

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ.....	34
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะนห่างของตอบมือกับความลึกชุमกัดเข้า.....	34
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมการในลปะะทดสอบกับความลึกชุมกัดเข้า.....	46
4.3 ความลึกชุมกัดเข้าระหว่างตอบตัวที่ 1 , 2 และ 3.....	53
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการในล ขนาดวัสดุท่องน้ำกับความลึกชุมกัดเข้า.....	56
4.5 รูปแบบของชุมกัดเข้า.....	60
 บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	 65
5.1 การดำเนินการศึกษาและทดสอบ.....	65
5.2 สรุปผลการศึกษา.....	65
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	68
 รายการอ้างอิง.....	 69
ภาคผนวก.....	71
ภาคผนวก ก.....	72
ภาคผนวก ข.....	81
ภาคผนวก ค.....	89
ประวัติผู้ศึกษา.....	108

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 2-1 ค่าสมมติฐานที่ 1 16
ตาราง 2-2 ค่าสมมติฐานที่ 2 16
ตาราง 2-3 ค่าสมมติฐานที่ 3 สำหรับดูดซึมของทางน้ำที่ติดทางการในสหราชอาณาจักร 17
ตาราง 2-4 ค่าสมมติฐานที่ 4 (k ₁) รูป่างตามม่อ 21
ตาราง 2-5 ค่าสมมติฐานที่ 5 (k ₂) รูปแบบตามม่อ 21
ตาราง 3-1 คุณสมบัติของวัสดุห้องน้ำที่ใช้ในการทดสอบ 24
ตาราง 3-2 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดสอบสภาพน้ำใน clear-water 30
ตาราง 3-3 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดสอบสภาพน้ำใน live-bed 31
ตาราง 3-4 สรุปรายละเอียดการทดสอบ 33
ตาราง 4-1 ผลการคำนวณค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณี case A 35
ตาราง 4-2 ผลการคำนวณค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณี case B 36
ตาราง 4-3 ผลการคำนวณค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณี case C 37
ตาราง 4-4 ผลการคำนวณค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณี case D 38
ตาราง 4-5 ผลการคำนวณค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณี case E 39
ตาราง 4-6 ผลการคำนวณค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณี case AS 40
ตาราง 4-7 ผลการคำนวณค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณี case BS 41
ตาราง 4-8 ผลการคำนวณค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณี case CS 42
ตาราง 4-9 ผลการคำนวณค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณี case DS 43
ตาราง 4-10 ผลการคำนวณค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณี case ES 44
ตาราง 4-11 ผลการวิเคราะห์การลดด้อย พนูมณฑ์เส้นโลหะ สัมพันธ์กับความลึกหุ่มกัดเข้าไป 49
ตาราง 4-12 ความลึกหุ่มกัดเข้าไป สภาพน้ำใน clear-water 54
ตาราง 4-13 ความลึกหุ่มกัดเข้าไป สภาพน้ำใน live-bed 55

สารบัญรูป

หน้า

รูป 2-1	ความลึกการกัดเร้าที่สมพันธ์กับดอมม่อและขนาดตะกอน.....	6
รูป 2-2	การเกิด horseshoe vortex ที่ดอมม่อปูทางกรະนาก.....	7
รูป 2-3	Modified Shield 's Diagram.....	7
รูป 2-4	ลักษณะปูทางเขากันดินของ pier-piles group ที่ใช้ในการทดสอบ.....	23
รูป 3-1	แสดงตำแหน่งที่ดั้งดอนม่อ.....	27
รูป 3-2	แสดงตำแหน่งรัศมีความลึกการไหลและความลึกหุ่มกัดเร้า.....	28
รูป 4-1	ความสมพันธ์ระหว่าง d_s/y กับ y/D ของทรายขนาดต่าง ๆ , $\alpha = 0$ องศา.....	45
รูป 4-2	การเปรียบเทียบค่า d_s/y จากการทดสอบ และค่าจากสมการสหสมพันธ์ในกรณี E A D ES AS และ DS.....	47
รูป 4-3	ความสมพันธ์ระหว่าง d_s/y กับ y/D ของทราย $\phi 1.20$ มม. มุมปะทะ 0.20 แล้ว 40 องศา.....	50
รูป 4-4	ความสมพันธ์ระหว่าง d_s/y จากการทดสอบและค่าจากสมการสหสมพันธ์ในกรณี A B C AS BS และ CS.....	51
รูป 4-5	การเปรียบเทียบค่า d_s/y จากการทดสอบและค่าจากสมการ 4.2.....	52
รูป 4-6	การเปรียบเทียบค่า d_s/y จากการทดสอบและค่าจากสมการ 4.3.....	52
รูป 4-7	ความสมพันธ์ระหว่าง d_s/y กับ Fr ของทราย 3 ขนาด สภาพ clear-water $\alpha = 0^\circ$	57
รูป 4-8	ความสมพันธ์ระหว่าง d_s/y กับ Fr ของทราย 3 ขนาด สภาพ live-bed $\alpha = 0^\circ$	57
รูป 4-9	ความสมพันธ์ระหว่าง d_s/y กับ y/d_{so} ของทราย 3 ขนาด สภาพ clear-water $\alpha = 0^\circ$	58
รูป 4-10	ความสมพันธ์ระหว่าง d_s/y กับ y/d_{so} ของทราย 3 ขนาด สภาพ live-bed $\alpha = 0^\circ$	58
รูป 4-11	ความสมพันธ์ระหว่าง d_s/y กับ y/D ของทราย 3 ขนาด สภาพ clear-water $\alpha = 0^\circ$	59
รูป 4-12	ความสมพันธ์ระหว่าง d_s/y กับ y/D ของทราย 3 ขนาด สภาพ live-bed $\alpha = 0^\circ$	59

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูป 4-13 ความสัมพันธ์ระหว่าง d ₂ /y จากการทดสอบและค่าจากสมการ 4.4.....	62
รูป 4-14 ความสัมพันธ์ระหว่าง d ₂ /y จากการทดสอบและค่าจากสมการ 4.5.....	62
รูป 4-15 ลักษณะของหกุมกัดเชิงโดยต่อม่อของในแนวทิศทางการไหล.....	63
รูป 4-16 ลักษณะของหกุมกัดเชิงโดยมีต่อม่อของทำมุนในแนวทิศทางการไหล α ของศ่า.....	64

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย