

ผลของรูปร่างสิ่งกีดขวางบนพื้นที่มีต่อการไหลบริเวณหลังสิ่งกีดขวาง



นาย วราคม เน็ดน้อย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2530

ISBN 974-568-468-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013815

i 10297662

EFFECT OF THE GEOMETRY OF BOTTOM SURFACE OBSTACLES

ON THE DOWNSTREAM FLOW

Mr. Warakom Niadnoi

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Mechanical Engineering

Graduate School

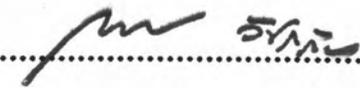
Chulalongkorn University

1987

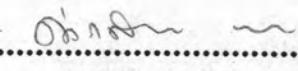
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของรูปร่างสิ่งกีดขวางบนพื้นที่มีต่อการไหลบริเวณหลังสิ่งกีดขวาง
โดย นาย วราคม เน็ดน้อย
ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. เลอเกียรติ วงศ์สารพิกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ศาสตราจารย์ ดร. วรวิทย์ อึ้งภากรณ์

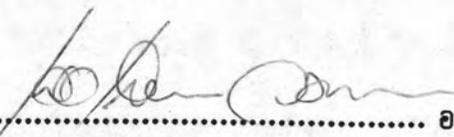


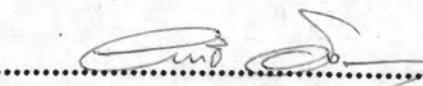
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

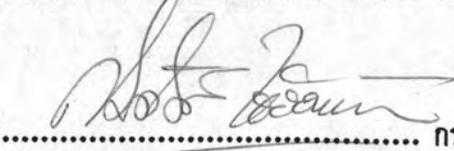

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ดาวรร วัชรากัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดารงศักดิ์ มลิตา)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร. เลอเกียรติ วงศ์สารพิกุล)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ศาสตราจารย์ ดร. วรวิทย์ อึ้งภากรณ์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ไชยะภินันท์)



วราคม นีตน้อย : ผลของรูปร่างสิ่งกีดขวางบนพื้นที่มีต่อการไหลบริเวณหลังสิ่งกีดขวาง
(EFFECT OF THE GEOMETRY OF BOTTOM SURFACE OBSTACLES ON THE DOWNSTREAM
FLOW) อ.ที่ปรึกษา : ดร. เลอเกียรติ วงศ์สารพิบูล, 100 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้เสนอการศึกษาการไหลแบบสม่ำเสมอในสองมิติของของเหลวผ่านสิ่งกีดขวางที่อยู่บน
พื้นล่างของของเหลวโดยอาศัยทฤษฎี Directed fluid sheets และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณ
กับการทดลองในกรณีทีรูปร่างทางเรขาคณิตของสิ่งกีดขวางเปลี่ยนแปลงไป รูปร่างต่างๆของสิ่งกีดขวางที่ใช้
ในการทดลองและคำนวณคือรูปพาราโบลา รูป sinusoidal และรูปส่วนโค้งวงกลม เนื่องจากการวัด
ขนาดของคลื่นที่เกิดจากการไหลผ่านสิ่งกีดขวางทำได้ยาก การทดลองและเปรียบเทียบจึงทำเฉพาะกรณีการ
ไหลชนิดวิกฤตที่ก่อให้เกิดการไหลแบบ Supercritical flow บริเวณถัดจากสิ่งกีดขวาง

หลังจากที่ได้สรุปทฤษฎี และสมการพื้นฐานแล้ว สมการอนุพันธ์เพื่อหาความสัมพันธ์ของของเหลวได้
ถูกสร้างขึ้นเพื่อคำนวณหาค่าความสูงวิกฤต และได้ทำการทดลองวัดค่าความสูงวิกฤตจากนั้นจึงนำผลการ
ทดลองและผลการคำนวณมาสร้างแผนภูมิเพื่อเปรียบเทียบกันสำหรับสิ่งกีดขวางรูปร่างต่างๆ เราพบว่าที่อัตรา
การไหลต่ำ รูปร่างสิ่งกีดขวางจะมีผลต่อค่าความสูงวิกฤตของการไหลของน้ำน้อย สำหรับรูปร่างที่มี
ความราบเรียบหรือความชันของสิ่งกีดขวางไม่เปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงทันที ผลการทดลองจะให้ค่าใกล้เคียง
เคียงกับทฤษฎี ส่วนที่อัตราการไหลสูงๆจากการสังเกตการทดลอง พบว่ามักจะเกิดการหมุนวนของของเหลว
ในบริเวณหลังสิ่งกีดขวางซึ่งมีผลเหมือนกับทำให้รูปลักษณะของสิ่งกีดขวางเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นผลการ
ทดลองกับการคำนวณจึงแตกต่างกันมากในกรณีนี้

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา
ปีการศึกษา ๒๕๓๐

ลายมือชื่อนิสิต [ลายมือ]
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา [ลายมือ]

WARAKOM NIADNOI : EFFECT OF GEOMETRY OF BOTTOM SURFACE OBSTACLES ON
THE DOWNSTREAM FLOW. THESIS ADVISOR : Lerkiat Vongsarnpigoon, Ph.D. 120 PP.

This thesis presents a study of steady 2-dimensional flow of fluid with a free top surface over a bottom surface obstacle utilizing the theory of directed fluid sheets and comparing the theoretical calculation with the experimental results. Emphasis is put on the effect of the geometry of the bottom surface obstacles on the flow and the classes of obstacles considered are parabolic, sinusoidal and circular arc composite. Since there is some difficulty in measuring the amplitudes and wavelengths of surface waves created by the obstacles, only the flows which lead to supercritical downstream flows are measured and compared with theoretical results.

Basic equations of the theory of directed fluid sheets are summarized in Chapter 2 and a differential equation for the determination of fluid height is obtained in Chapter 3. Experiments for flow measurement are then described and the data for flow over different kinds of obstacles are presented in table forms. Comparisons between theoretical prediction and experimental results are shown in various graphs. It is found that when the flow rate is small, the shape or geometry of the obstacles does not have a large effect on the critical fluid depth which leads to a supercritical downstream flow. Agreement between experimental and theoretical results are found to be good for smooth obstacle without abrupt changes in slope. At high flow rate, circulation often occurs near the highest point of the obstacle and effectively changes the geometry of the bottom surface obstacle. Obviously, the theoretical prediction and experimental results do not compare well in those cases.



ภาควิชา
สาขาวิชา
ปีการศึกษา ๒๕๓๐

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ อ. ดร. เลอเกียรติ วงศ์สารพิบูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำต่างๆ ในการทำวิจัย รวมทั้งได้ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นอกจากนี้ ศาสตราจารย์ ดร. วรวิทย์ อึ้งภากรณ์, รองศาสตราจารย์ ดารงศักดิ์ มลิลลา, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ไชยะภินันท์ ได้กรุณาสละเวลามา ร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และได้ให้คำแนะนำเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น อนึ่งเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ได้รับความช่วยเหลือจากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ด้วยดีจึงขอขอบคุณมา ณ.โอกาสนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งได้สนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา



บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. สมการเพื่อคำนวณหาความสูงของฉิวหน้า	3
3. การวิเคราะห์การไหลของน้ำ	6
3.1 การไหลของน้ำบริเวณก่อนหน้าสิ่งกีดขวาง	8
3.2 การไหลของน้ำบริเวณหลังสิ่งกีดขวาง	9
3.3 การไหลของน้ำเหนือบริเวณสิ่งกีดขวาง	12
4. การทดลอง	14
4.1 อุปกรณ์และ การติดตั้ง	14
4.2 วิธีการทดลอง	23
4.2.1 วิธีการทดลองเพื่อศึกษาถึงค่าความสูงวิกฤตของฉิวหน้าบริเวณด้าน หน้าและด้านหลังสิ่งกีดขวาง	23
4.2.2 วิธีการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะของคลื่นที่เกิดบริเวณด้านหลัง สิ่งกีดขวาง	23
4.3 การคำนวณ	24
4.4 ผลการทดลอง	27
5 สรุปผลการทดลอง	30

5.1 สรุปผลสำหรับรูปร่างที่มีสมการพื้นผิวเหมือนกัน 30

5.2 สรุปผลสำหรับรูปร่างที่มีสมการพื้นผิวต่างกัน 35

เอกสารอ้างอิง 74

ภาคผนวก A โปรแกรมการคำนวณ 75

ภาคผนวก B 82

 B-1 สรุปทฤษฎี Cosserat Surfaces 83

 B-2 กรณีเฉพาะของทฤษฎี Cosserat Surfaces 86

 B-3 สมการการเคลื่อนที่ของ Fluid sheets จากทฤษฎี 3 มิติ 92

 B-4 Jump Condition 96

ประวัติผู้เขียน 100

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ผลการทดลองของมานอมิเตอร์ชุดที่ 1	38
ตารางที่ 2 ผลการทดลองของมานอมิเตอร์ชุดที่ 2	39
ตารางที่ 3 ผลการคำนวณหาความสูงวิกฤตของรูปร่าง P0404, P0416, P1604, P1616, P5050, P9898	40
ตารางที่ 4 ผลการคำนวณหาความสูงวิกฤตของรูปร่าง SN001, SN002	41
ตารางที่ 5 ผลการคำนวณหาความสูงวิกฤตของรูปร่าง C0202, C0808, C0832, C3208 C3232	42
ตารางที่ 6.1 ผลการทดลองรูปร่าง P0404 ที่อัตราการไหลต่ำ	43
ตารางที่ 6.2 ผลการทดลองรูปร่าง P0404 ที่อัตราการไหลสูง	43
ตารางที่ 7.1 ผลการทดลองรูปร่าง P0416 ที่อัตราการไหลต่ำ	44
ตารางที่ 7.2 ผลการทดลองรูปร่าง P0416 ที่อัตราการไหลสูง	44
ตารางที่ 8.1 ผลการทดลองรูปร่าง P1604 ที่อัตราการไหลต่ำ	45
ตารางที่ 8.2 ผลการทดลองรูปร่าง P1604 ที่อัตราการไหลสูง	45
ตารางที่ 9.1 ผลการทดลองรูปร่าง P1616 ที่อัตราการไหลต่ำ	46
ตารางที่ 9.2 ผลการทดลองรูปร่าง P1616 ที่อัตราการไหลสูง	46
ตารางที่ 10.1 ผลการทดลองรูปร่าง P5050 ที่อัตราการไหลต่ำ	47
ตารางที่ 10.2 ผลการทดลองรูปร่าง P5050 ที่อัตราการไหลสูง	47
ตารางที่ 11.1 ผลการทดลองรูปร่าง P9898 ที่อัตราการไหลต่ำ	48
ตารางที่ 11.2 ผลการทดลองรูปร่าง P9898 ที่อัตราการไหลสูง	48
ตารางที่ 12.1 ผลการทดลองรูปร่าง SN001 ที่อัตราการไหลต่ำ	49
ตารางที่ 12.2 ผลการทดลองรูปร่าง SN001 ที่อัตราการไหลสูง	49

	หน้า
ตารางที่ 13.1 ผลการทดลองรูปร่าง SN002 ที่อัตราการไหลต่ำ	50
ตารางที่ 13.2 ผลการทดลองรูปร่าง SN002 ที่อัตราการไหลสูง	50
ตารางที่ 14.1 ผลการทดลองรูปร่าง C0202 ที่อัตราการไหลต่ำ	51
ตารางที่ 14.2 ผลการทดลองรูปร่าง C0202 ที่อัตราการไหลสูง	51
ตารางที่ 15.1 ผลการทดลองรูปร่าง C0808 ที่อัตราการไหลต่ำ	52
ตารางที่ 15.2 ผลการทดลองรูปร่าง C0808 ที่อัตราการไหลสูง	52
ตารางที่ 16.1 ผลการทดลองรูปร่าง C0832 ที่อัตราการไหลต่ำ	53
ตารางที่ 16.2 ผลการทดลองรูปร่าง C0832 ที่อัตราการไหลสูง	53
ตารางที่ 17.1 ผลการทดลองรูปร่าง C3208 ที่อัตราการไหลต่ำ	54
ตารางที่ 17.2 ผลการทดลองรูปร่าง C3208 ที่อัตราการไหลสูง	54
ตารางที่ 18.1 ผลการทดลองรูปร่าง C3232 ที่อัตราการไหลต่ำ	55
ตารางที่ 18.2 ผลการทดลองรูปร่าง C3232 ที่อัตราการไหลสูง	55

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1	4
รูปที่ 3.1	7
รูปที่ 4.1 ชุดอุปกรณ์การทดลอง	15
รูปที่ 4.2 ชุดอุปกรณ์การทดลองสำหรับปรับค่า มานอมิเตอร์	16
รูปที่ 4.3 เครื่องวัดระดับน้ำ	17
รูปที่ 4.4 แผ่น Orifice	19
รูปที่ 4.5 ตำแหน่งการติดตั้งแผ่น Orifice	19
รูปที่ 4.6 มานอมิเตอร์ชุดที่ 1	20
รูปที่ 4.7 มานอมิเตอร์ชุดที่ 2	20
รูปที่ 4.8 ภาพหน้าตัดของรูปส่วนโค้งวงกลม	22
รูปที่ 4.9 ภาพถ่ายรีเวิร์คสันที่เกิดจากขอบรางน้ำ	25
รูปที่ 4.10 รายละเอียดค่าต่างๆเมื่อปลายเครื่องวัดอยู่ที่พื้นราง	28
รูปที่ 5.1 ลักษณะการหมุนวนของน้ำ	31
รูปที่ 5.2 ลักษณะการปั่นป่วนของน้ำที่ค่า F^2 ต่างๆของรูปร่าง SNOO2	33
รูปที่ 5.3 ภาพถ่ายลักษณะการปั่นป่วนของน้ำที่ค่า F^2 ต่างๆของรูปร่าง SNOO2	34
แผนภูมิที่ 1 ผลการทดลองเทียบกับการวิเคราะห์โดยวิธี Geometric Resgresstion ของ มานอมิเตอร์ชุดที่ 1	56
แผนภูมิที่ 2 ผลการทดลองเทียบกับการวิเคราะห์โดยวิธี Geometric Resgresstion ของ มานอมิเตอร์ชุดที่ 2	57
แผนภูมิที่ 3 รูปหน้าตัดของสิ่งกีดขวางรูปพาราโบลา	58
แผนภูมิที่ 4 รูปหน้าตัดของสิ่งกีดขวางรูป sinusoidal	59
แผนภูมิที่ 5 รูปหน้าตัดของสิ่งกีดขวางรูปส่วนโค้งวงกลม	60

	หน้า
แผนภูมิที่ 6 ผลการทดลองเทียบกับการคำนวณ ของรูปร่าง P0404	61
แผนภูมิที่ 7 ผลการทดลองเทียบกับการคำนวณ ของรูปร่าง P0416	62
แผนภูมิที่ 8 ผลการทดลองเทียบกับการคำนวณ ของรูปร่าง P1604	63
แผนภูมิที่ 9 ผลการทดลองเทียบกับการคำนวณ ของรูปร่าง P1616	64
แผนภูมิที่ 10 ผลการทดลองเทียบกับการคำนวณ ของรูปร่าง P5050	65
แผนภูมิที่ 11 ผลการทดลองเทียบกับการคำนวณ ของรูปร่าง P9898	66
แผนภูมิที่ 12 ผลการทดลองเทียบกับการคำนวณ ของรูปร่าง SN001	67
แผนภูมิที่ 13 ผลการทดลองเทียบกับการคำนวณ ของรูปร่าง SN002	68
แผนภูมิที่ 14 ผลการทดลองเทียบกับการคำนวณ ของรูปร่าง C0202	69
แผนภูมิที่ 15 ผลการทดลองเทียบกับการคำนวณ ของรูปร่าง C0808	70
แผนภูมิที่ 16 ผลการทดลองเทียบกับการคำนวณ ของรูปร่าง C0832	71
แผนภูมิที่ 17 ผลการทดลองเทียบกับการคำนวณ ของรูปร่าง C3208	72
แผนภูมิที่ 18 ผลการทดลองเทียบกับการคำนวณ ของรูปร่าง C3232	73