ออกแบบและสร้างแบบจำลองฝายทดน้ำเปิด – ปิดอัตโนมัติ

DESIGN AND FABRICATE OF AN AUTOMATIC TURNTABLE WEIR

นางสาวพัทธมน สุทธิสาร

นางสาวภัสสกร เอี่ยมรุ่งทรัพย์

นางสาวมัญธิกา สิงห์เถื่อน

นางสาวเมธาวี สมเจตนากุล

ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

ออกแบบและสร้างแบบจำลองฝายทดน้ำเปิด – ปิดอัตโนมัติ

DESIGN AND FABRICATE OF AN AUTOMATIC TURNTABLE WEIR MODEL

นางสาวพัทธมน สุทธิสาร

นางสาวภัสสกร เอี่ยมรุ่งทรัพย์

นางสาวมัญธิกา สิงห์เถื่อน

นางสาวเมธาวี สมเจตนากุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบและสร้างแบบจำลองฝายทดน้ำเปิด – ปิดอัตโนมัติ
DESIGN AND FABRICATE OF AN AUTOMATIC TURNTABLE WEIR MODEL

นางสาวพัทธมน สุทธิสาร

นางสาวภัสสกร เอี่ยมรุ่งทรัพย์

นางสาวมัญธิกา สิงห์เถื่อน

นางสาวเมธาวี สมเจตนากุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN AND FABRICATE OF AN AUTOMATIC TURNTABLE WEIR MODEL

Phatthamon Suthisan

Passakon Iamrungsup

Mantika Singthuen

Matavee somjetanakul

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ใบรับรองปริญญานิพนธ์)

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ออกแบบและสร้างแบบจำลองฝายทดน้ำเปิด – ปิดอัตโนมัติ

Design and Fabricate of an Automatic Turntable Weir Model

นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวพัทธมน	สุทธิสาร	รหัสนักศึกษา	53011107
	นางสาวภัสสกร	เอี่ยมรุ่งทรัพย์	รหัสนักศึกษา	53011226
	นางสาวมัญธิกา	สิงห์เถื่อน	รหัสนักศึกษา	53011300
	นางสาวเมธาวี	สมเจตนากุล	รหัสนักศึกษา	53011312

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)

หลักสูตร วิศวกรรมเกษตร

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2556

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
ผศ.ดร.ทรงวุฒิ แสงจันทร์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ออกแบบและสร้างแบบจำลองฝายทดน้ำเปิด – ปิดอัตโนมัติ		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวพัทธมน	สุทธิสาร	53011107
	นางสาวภัสสกร	เอี่ยมรุ่งทรัพย์	53011226
	นางสาวมัญธิกา	สิงห์เถื่อน	53011300
	นางสาวเมธาวี	สมเจตนากุล	53011312
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ทรงวุฒิ แสงจันทร์		
ปีการศึกษา	2556		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างแบบจำลองฝายทดน้ำเปิด – ปิดอัตโนมัติ ทำการออกแบบโดยให้โปรแกรม AutoCAD โดยใช้อะคิริคเป็นวัสดุในสร้างชุดจำลองซึ่งประกอบด้วย รางน้ำเปิด ขนาด 50 x 30 ซม. ห้องลูกลอย 2 ห้องขนาด 20 x 30 ซม. บานประตูขนาด 30 x 24 ซม. ตุ้มน้ำหนัก 2 ชุด และชุดเฟืองสะพาน 2 ชุด ทำการคำนวณหาแรงดันของน้ำ และตำแหน่งจุดหมุนบานประตู ทำการทดสอบการทำงานของแบบจำลองฝาย เมื่อน้ำไหลผ่านมายังฝายประตูสามารถพลิกเปิด-ปิดได้เองโดยอัตโนมัติโดยอาศัยชุดกลไกซึ่งควบคุมโดยระดับน้ำในห้องลูกลอย

คำสำคัญ: ฝายทดน้ำ, แบบจำลอง, บานประตู, ลูกลอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title Design and Fabricate of an Automatic Turntable Weir Model

Authors Phatthamon Suthisan 53011107

Passakon Iamrungsup 53011226

Mantika Singthuen 53011300

Matavee somjetanakul 53011312

Thesis Advisor Asst.Prof.Dr. Songvoot Sangchan

Year 2013

Abstract

The objective of this project was to design and fabricate of and automatic turntable weir model. The model was designed by auto-cad program and using acrylic to fabricate as the material which consist of open channel with 50 x 120 cm^2, two float rooms 20 x 30 cm^2, open gate 30 x 50 cm^2 side, two sets of pendulum and two sets of rack gear. Water pressure and pivots position of open gate were calculated. The function of weir model was tested. When the water flow through the weir, The gate can be opened and closed itself automatically by mechanism set which control by water level in float room.

Keywords: Weir, Model, Gate, Float

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ก็คือ ผศ.ดร. ทรงวุฒิ แสงจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา และ นายอำนวย ชีวะพฤกษ์ พร้อมทั้งคณะให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุกๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นางสาวพัทธมน สุทธิสาร

นางสาวภัสสกร เอี่ยมรุ่งทรัพย์

นางสาวมัญธิกา สิงห์เถื่อน

นางสาวเมธาวี สมเจตนากุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 คลองส่งน้ำ	4
2.1.1 คลองดิน (earth or unlined canals)	4
2.1.2 คลองมีเปลือกหรือคลองดาด (lined canals)	4
2.2 ประเภทของคลองส่งน้ำ	5
2.2.1 คลองสายใหญ่ (primary canals, main canals)	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2.2 คลองแยกหรือคลองสาขา (branch canals)	5
2.2.3 คลองซอย (secondary canals , distributary canals, laterals)	5
2.2.4 คลองแยกซอย (tertiary canals, sub-distributary canals)	5
2.3 ประตูระบายน้ำ	6
2.3.1 ประตูระบายทดน้ำปากคลอง (Head Regulator)	6
2.3.2 ประตูระบายทดน้ำกลางคลอง (Check Gates)	6
2.3.3 ประตูระบายปลายคลองส่งน้ำ (Tail Regulators , Tail Pipes)	6
2.3.4 ประตูระบายปากคลองซอย(Distributary Head Regulators)	7
2.4 ฝาย	7
2.5 การคำนวณปริมาณการไหลของน้ำจากสูตร Manning's Formula	7
2.6 การหาค่าสัมประสิทธ์ความขรุขระแมนนิ่ง	8
2.7 การออกแบบคลองส่งน้ำ	10
2.8 การวัดความเร็วกระแสน้ำด้วยเครื่องวัด	15
2.9 การหาค่าอัตราการไหล	16
2.10 การหาค่ารัศมีชลศาสตร์	16
2.11 การหาค่าความลาดเอียงท้องคลอง	17
2.12 แรงดันของของไหลบนพื้นที่ผิวเรียบ	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ขั้นตอนการทดลอง	23
3.1 การออกแบบคลองส่งน้ำ	23
3.2 การหาความเร็วของกระแสน้ำ	25
3.3 การหาอัตราการไหลของกระแสน้ำ	26
3.4 หาระยะเผื่อพ้นน้ำ (Freeboard)	26
3.5 หาความหนาของคอนกรีตดาดคลอง	27
3.6 การสร้างแบบจำลอง	27
บทที่ 4 ผลการทดลอง	29
4.1 ออกแบบคลองส่งน้ำ	29
4.2 สร้าง	32
4.3 ตารางทดสอบการทำงานของประตู เปิด-ปิด ฝายทดน้ำอัตโนมัติ	32
4.4 ตารางบันทึกผลการวัดระดับน้ำ	33
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	34
5.1 สรุป	34
5.2 ข้อเสนอแนะ	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของคลองและวัสดุดาดคลอง	8
2.2 แสดงค่า Freeboard ของคลองส่งน้ำดาดคอนกรีต	14
2.3 แสดงความหนาของคอนกรีตดาด และความยาวของแผนคอนกรีต	14
4.1 ตารางทดสอบการทำงานของประตูเปิด-ปิดฝายอัตโนมัติ	32
4.2 ตารางบันทึกผลการวัดระดับน้ำ	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 คลองดิน	4
2.2 คลองดาด	5
2.3 เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน (cup-type current meter)	15
2.4 เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบใบพัด (propeller-type current meter)	16
2.5 แสดงการหาเส้นรอบรูปขอบเปียก	17
2.6 ความดันที่กระทำกับอนุภาคของไหลที่ติดกับพื้นผิวรับแรง	18
2.7 แรงดันของของไหลที่กระทำกับระนาบผิวเรียบ	18
2.8 พิกัดโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รอบแกนต่างๆ	20
2.9 ลักษณะของความดันที่กระจายตัวสม่ำเสมอบนพื้นผิวรับแรง	21
2.10 ตำแหน่งของแรงพื้นที่ผิวเรียบในกรณีความดันกระจายตัวสม่ำเสมอ	21
3.1 แบบจำลองประตูเปิด-ปิดอัตโนมัติ	23
3.2 แบบจำลองประตูเปิด-ปิดอัตโนมัติ	23
3.3 แบบจำลองประตูเปิด-ปิดอัตโนมัติ	24
3.4 ท่อ pvc ตุ้มถ่วงและชุดแขน	24
3.5 ชุดเฟืองสะพาน	24
3.6 ชุดห้องควบคุม	25
3.7 แบบจำลองประตูเปิด-ปิดอัตโนมัติ	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 รางส่งน้ำ	29
4.2 เพลา	29
4.3 ลูกลอย	30
4.4 เฟืองสะพาน	30
4.5 เฟือง	31
4.6 แขนยก	31
4.7 รางส่งน้ำ	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันเกษตรกรประสบปัญหาในการใช้น้ำสำหรับการเพาะปลูก คือ การไม่มีน้ำใช้ในช่วงฤดูแล้ง บางพื้นที่อยู่ในช่วงการส่งน้ำประจำปีก็ยังขาดแคลนน้ำได้เนื่องจากอยู่ปลายคูส่งน้ำ เกษตรกรในช่วงต้นคูส่งน้ำสูบเก็บและใช้ไปก่อน ซึ่งส่งผลต่อเกษตรกรด้านปลายคูส่งน้ำ จึงมีความพยายามแก้ปัญหาที่ผ่านมาโดยการสร้างฝายเพื่อยกระดับน้ำเหนือฝายให้สูงขึ้นแล้วสามารถส่งน้ำไหลเข้าคลองส่งน้ำได้เต็มที่ หรือแก้ปัญหาโดยการสร้างประตูระบายน้ำในคลองระบายน้ำ แต่การสร้างฝายและประตูระบายน้ำมักพบปัญหา เนื่องจากอาคารเหล่านี้จะถูกสร้างในพื้นที่ห่างไกล จึงขาดบุคคลากรในการคอยควบคุมในการ เปิด-ปิดประตู และยังเกิดปัญหามีสิ่งกีดขวางกั้นทางเดินน้ำจึงจำเป็นต้องมีเจ้าหน้าที่รับผิดชอบ ซึ่งจะต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนนี้ ดังนั้นโครงงานนี้จึงมีแนวคิดที่จะสร้างแบบจำลองฝายทดน้ำที่สามารถพลิกเปิด – ปิดได้เองอัตโนมัติ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหากล่าวข้างต้นต่อไป จึงมีการเริ่มต้นในการศึกษาเรื่องที่เกี่ยวข้องใหม่ทั้งหมด จากการศึกษาเบื้องต้น ฝาย หมายถึง ทำนบเตี้ยและทึบตันชนิดหนึ่งซึ่งสร้างขวางกั้นทางน้ำไหลไว้ตลอดความกว้างของแม่น้ำ ลำธาร หรือลำห้วย เพื่อทดน้ำให้สูงขึ้นจากระดับน้ำปกติตามธรรมชาติ ให้น้ำไหลเข้าคลองส่งน้ำได้เต็มที่ตามความต้องการตลอดฤดูชลประทาน และปล่อยให้ปริมาณน้ำมากที่สุดของลำน้ำหรือปริมาณน้ำที่เหลือใช้จากการชลประทานไหลล้นข้ามฝายไปได้โดยไม่เกิดความเสียหายเพราะน้ำท่วมแผ่นดินสองฟากแม่น้ำด้านเหนือของฝายนั้น ในปัจจุบันซึ่งมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ ฝายคอนกรีตสันคงที่, ฝายยางที่มีการปรับระดับสันฝายได้ และประตูระบายที่มีบานทดน้ำ ทำให้พบข้อดีและด้อยของอาคารทดน้ำที่มีอยู่เดิม พอสรุปได้ดังนี้

ฝายคอนกรีตมีลักษณะเป็นตอม่อคอนกรีต ตั้งอยู่บนพื้นคอนกรีตเป็นระยะ ห่างกันประมาณ 2.0 เมตร ตลอดความกว้างของลำน้ำ ช่องระหว่างตอม่อทุกช่องมีกำแพงคอนกรีตตั้งทำหน้าที่เป็นสันฝาย (sharp crested weir) และมีแผ่นไม้ กระดาน สำหรับไว้อัดน้ำ เมื่อต้องการยกระดับน้ำให้สูงขึ้น ซึ่งฝายคอนกรีตมักอยู่ในที่ห่างไกลจึงพบปัญหาในการเข้าไปปิด-เปิดได้ไม่ทันท่วงทีเวลาน้ำหลาก จึงเกิดการเสียหายอยู่บ่อยๆ

ฝายยาง คือ สิ่งก่อสร้างขวางทางน้ำโดยยอมให้น้ำไหลข้ามไปบนสันของอาคารได้ โดยตัวฝายยางมีลักษณะเป็นถุงยาง (RUBBER BAG) ปลายปิดรูปทรงกระบอกที่อากาศหรือน้ำซึมผ่านไม่ได้และนำมาขวางกั้นเต็มขนาดความกว้างของลำน้ำ สามารถเลือกขนาดความสูงและความยาวของฝายได้ตามต้องการ ปัจจุบันมีความสูงมากถึง 4.5 เมตร แต่ฝายยางก็ยังพบข้อด้อยหลายประการคือ มีการจำกัดความสูงไม่เกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 เมตร มีการชำรุดจากของแหลมทิ่มแทง ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำในระดับต่างๆ ได้ ฝายยางยังใช้เวลามากในการเปิด-ปิดการทำงาน และยังต้องใช้พลังงานในการควบคุมการปิด-เปิด เช่น ไฟฟ้า และเครื่องยนต์ในการสูบน้ำเข้า-ออก และยังต้องมีการขยายเขตไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ในปัญหาติดขัดที่พบมากสุดคือการที่เครื่องสูบน้ำดูดทรายที่พัดมากับน้ำเข้าไปด้วย ทำให้เครื่องสูบน้ำเกิดปัญหา ต้องได้รับการซ่อมแซม หากไม่ได้รับการซ่อมแซมฝายก็จะไม่สามารถใช้งานได้

ประตูระบาย โดยทั่วไปการควบคุมปิด-เปิดต้องใช้แรงคนซึ่งทำได้ช้า หากติดตั้งเกียร์มอเตอร์ก็จะต้องมีค่าใช้จ่ายในการขยายเขตไฟฟ้าและมีภาระค่าใช้จ่ายประจำต่อเนื่อง ประตูระบายที่ใช้งานอยู่ทั่วไปมีราคาค่าก่อสร้างสูงเพราะต้องมีตอม่อ ขนาดใหญ่, ต้องมีโครงยกบาน และอาจต้องกำหนดให้มีบ้านพักผู้รักษาอาคารเพื่อให้เจ้าหน้าที่อยู่อาศัย เมื่อสร้างไว้ในที่ห่างไกลจากความจำเป็นดังกล่าวข้างต้น จึงเกิดความพยายามหาวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าว และค้นพบว่าการสร้างฝายทดน้ำแบบเปิด – ปิดอัตโนมัติ จะสามารถช่วยลดปัญหาข้างต้นได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาชนิด พร้อมกับหน้าที่ของอาคารในคลองส่งน้ำ และวิธีการส่งน้ำชลประทาน

1.2.2 เพื่อออกแบบชุดกลไก และสร้างแบบจำลองฝายทดน้ำที่สามารถพลิกเปิด – ปิดได้เองโดยอาศัยระดับน้ำห้องลูกลอย

1.2.3 ทดสอบการทำงานของแบบจำลองฝายทดน้ำสามารถพลิกเปิด – ปิดได้เองที่เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการสร้างต่อไป

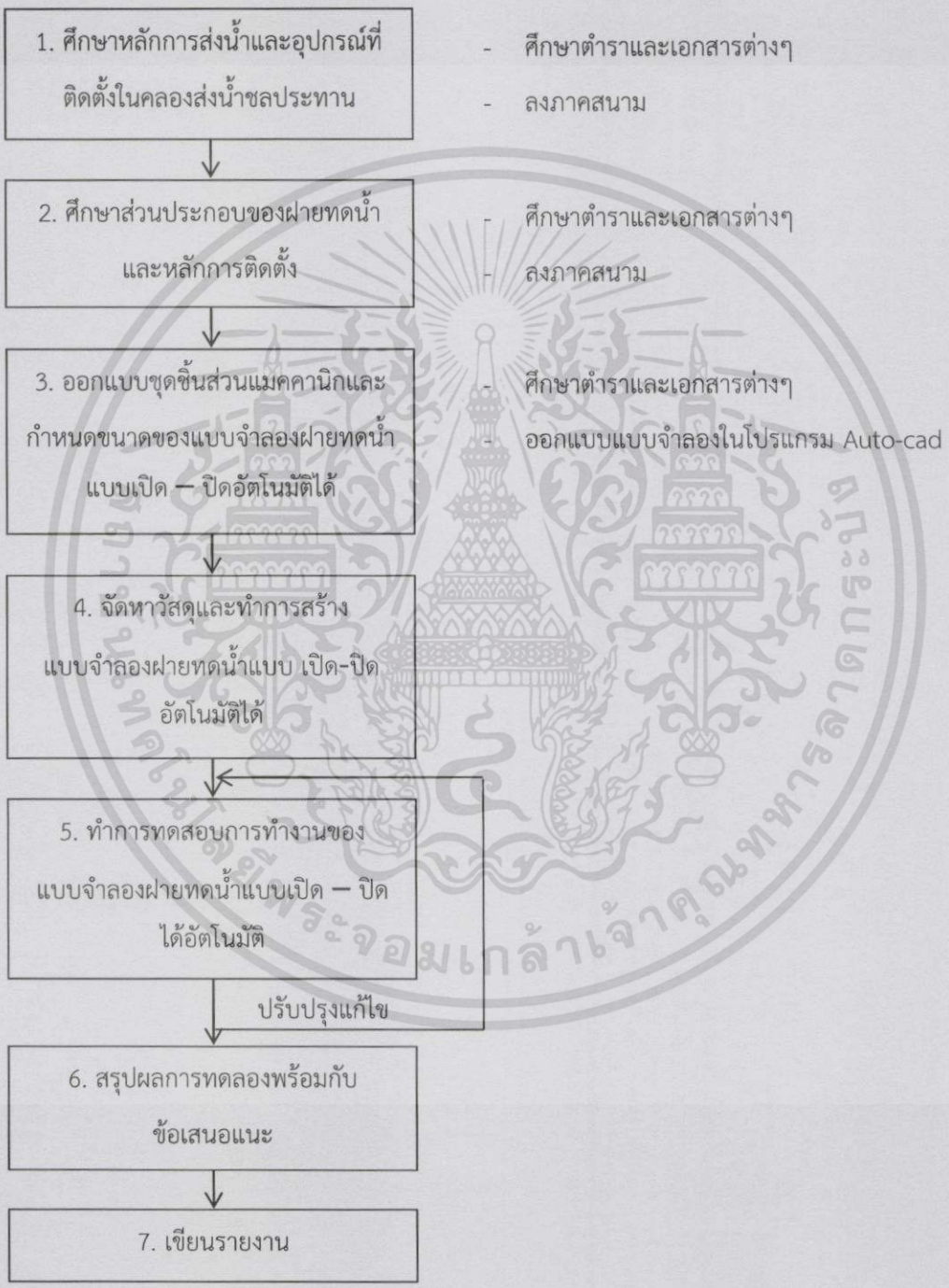
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาหลักการทำงานของฝายทดน้ำ และทำการออกแบบสร้างแบบจำลอง (model) ฝายทดน้ำที่มีรางน้ำเปิดขนาด 50 x 150 x 30 เซนติเมตร ที่สามารถเปิด – ปิดเองได้โดยใช้ชุดกลไกที่ควบคุมโดยระดับน้ำในห้องลูกลอย พร้อมกับการทดสอบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 คลองส่งน้ำ

คลองส่งน้ำเป็นสิ่งจำเป็นและสิ่งสำคัญที่สุดของโครงการชลประทานประเภทส่งน้ำด้วยแรงโน้มถ่วง (gravity irrigation) และต้องเสียค่าก่อสร้างคลองมากกว่าค่าก่อสร้างอย่างอื่นเพราะโครงการชลประทานแห่งหนึ่งมีคลองส่งน้ำหลายสาย เมื่อรวมเข้าด้วยกันทุกสายแล้วจะยาวมาก ต้องเสียเงินค่าที่ดินเพื่อเตรียมไว้สำหรับขุดคลอง และเสียค่าขุดคลองมาก

คลองส่งน้ำเป็นรางเปิด (open channels) หรือร่องน้ำขนาดใหญ่ซึ่งขุดขึ้นในดินหรือถมขึ้นบนดิน (floating canals) เพื่อส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูก ในแง่การออกแบบแบ่งคลองออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1.1 คลองดิน (earth or unlined canals)

คลองดิน คือ ทางน้ำเปิดซึ่งขุดหรือเปิดขึ้นในเนื้อดินไม่ว่าจะเป็นดินเดิมหรือดินที่ถมขึ้นใหม่ก็ตามให้เป็นรูปร่างหน้าตัดตามความต้องการ เช่น รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (trapezoidal section) รูปโค้งของวงกลม (circular section) รูปทรงรูปไข่ (elliptical section) หรือรูปโค้งพาราโบลา (parabolic section) เป็นต้น โดยปราศจากการตกแต่งเป็นพิเศษตามแนวเส้นขอบเปียก (wetted perimeter)

รูปที่ 2.1 คลองดิน

2.1.2 คลองมีเปลือกหรือคลองดาด (lined canals)

คลองดาด คือ คลองดินที่ฉาบพื้นผิวหน้าของดินที่ก้นคลองและลาดตลิ่งขึ้นมาจนสูงพ้นระดับน้ำนองสูงสุดในคลองด้วยวัสดุต่างๆ อาทิ คอนกรีตล้าน (plain concrete) คอนกรีตเสริมเหล็ก (reinforced concrete)

วัตถุประสงค์ในการดาดคลอง

1. ลดค่าบริหารการส่งน้ำและบำรุงรักษา
2. เป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรมในประเทศไทย ปัจจุบันนี้เราผลิตปูนซีเมนต์ ยางมะตอย แผ่นพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 คลองดาด

2.2 ประเภทของคลองส่งน้ำ

2.2.1 คลองสายใหญ่ (primary canals, main canals) เป็นคลองที่ขุดแยกจากแม่น้ำหรือหัวงานเพื่อรับน้ำเข้าไปในเขตโครงการชลประทาน เนื่องจากคลองสายใหญ่จะต้องรับน้ำไปให้พื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดในเขตโครงการ หรือพื้นที่เพาะปลูกบางส่วนอันกว้างใหญ่ของโครงการ ปริมาณน้ำในคลองมีมาก คลองจึงมีขนาดใหญ่ที่สุดและมีความสำคัญมากกว่าคลองส่งน้ำประเภทอื่น ในทางปฏิบัติคลองสายใหญ่จะไม่ส่งน้ำให้แก่พื้นที่ดินที่อยู่ข้างคลองโดยตรงนอกจากบางแห่งซึ่งจำเป็นเท่านั้น

2.2.2 คลองแยกหรือคลองสาขา (branch canals) คลองแยกหรือคลองสาขา เป็นคลองที่แยกออกจากคลองสายใหญ่เพื่อรับน้ำไปสู่พื้นที่อันกว้างขวางของโครงการ ซึ่งไม่เหมาะที่จะวางคลองสายใหญ่เพิ่มขึ้น คลองแยกหรือคลองสาขานี้ไม่ค่อยจะขุดกันมากนักในประเทศไทยก็มีเฉพาะในโครงการชลประทานป่าสักใต้แห่งเดียวเท่านั้น

2.2.3 คลองซอย (secondary canals, distributary canals, laterals) คลองซอยเป็นคลองที่แยกออกจากคลองสายใหญ่หรือคลองสาขาเพื่อรับน้ำไปส่งให้แก่พื้นที่เพาะปลูกซึ่งคลองสายนั้นควบคุมอยู่โดยตรง แนวคลองซอยจะวางอยู่บนที่สูงเช่นเดียวกัน

ตามริมคลองซอยจะมีท่อส่งน้ำเข้านา (farm turnouts) ฝังไว้เป็นระยะๆ เพื่อส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูกซึ่งทำได้ 2 วิธี คือ

1. ปล่อยน้ำออกจากท่อส่งน้ำเข้านา แล้วให้น้ำไหลบ่าท่วมไปบนดิน
2. ปล่อยน้ำออกจากท่อส่งน้ำเข้านา เข้าคูน้ำ (farm ditch) ให้คูน้ำรับน้ำไปส่งให้พื้นที่เพาะปลูกอีกทีหนึ่งเพื่อให้น้ำแพร่กระจายทั่วถึงกันอย่างดีขึ้น

2.2.4 คลองแยกซอย (tertiary canals, sub-distributary canals) คลองแยกซอยเป็นคลองขนาดเล็กที่แยกออกจากคลองซอยอีกทีหนึ่ง เพื่อรับน้ำไปส่งให้แก่พื้นที่เพาะปลูกที่คลองแยกซอยนั้นควบคุมอยู่ ในโครงการแห่งหนึ่งจะมีคลองแยกซอยหลายสายแพร่กระจายไปทั่วเขตโครงการ คลองแยกซอยมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะและหน้าที่เช่นเดียวกับคลองซอย คลองซอยหนึ่งจะมีคลองแยกซอยกี่สายก็ได้และจะแยกออกทางฝั่งไหน หรือทั้งสองฝั่งคลองก็ได้การเรียกชื่อคลองแยกซอยจะถือหลักเช่นเดียวกับคลองซอย

2.3 ประตูระบายน้ำ

2.3.1 ประตูระบายทดน้ำปากคลอง (Head Regulator) ประตูระบายทดน้ำปากคลอง เป็นอาคารที่สร้างขึ้นที่ปากคลอง มีหน้าที่ควบคุมปริมาณที่จะไหลเข้าสู่คลองส่งน้ำ ประตูระบายทดน้ำปากคลองเป็นอาคารชลประทานสำคัญที่จำเป็นต้องสร้างไว้ที่ปากคลองทุกสาย เพราะทำหน้าที่บังคับและควบคุมปริมาณน้ำที่ส่งเข้าคลองส่งน้ำตลอดเวลา ถ้าไม่มีประตูระบายทดน้ำปากคลองจะส่งน้ำไม่ได้ผล

2.3.2 ประตูระบายทดน้ำกลางคลอง (Check Gates) ประตูระบายทดน้ำกลางคลอง สร้างไว้ในคลองส่งน้ำทุกประเภท มีหน้าที่บังคับระดับน้ำด้านเหนือน้ำของประตูระบายทดน้ำกลางคลองให้สูงพอที่จะส่งเข้าคลองซอย คลองแยกซอยและท่อส่งน้ำเข้านาได้สะดวกตลอดเวลาถึงแม้ว่าปริมาณน้ำที่ไหลมาจะน้อยกว่าปริมาณน้ำที่กำหนดไว้ก็ตาม ในบางกรณีอาจจะใช้ประตูระบายทดน้ำกลางคลองปิดกั้นไม่ให้น้ำไหลผ่านไปตามคลองด้านท้ายประตู แต่บังคับให้ไหลไปทางประตูระบายทิ้งน้ำ เพื่อล้างตะกอนซึ่งตกจมอยู่ในคลองให้หลุดออกไป

2.3.3 ประตูระบายปลายคลองส่งน้ำ (Tail Regulators , Tail Pipes) ประตูระบายปลายคลองส่งน้ำมีลักษณะเช่นเดียวกับประตูระบายปากคลองส่งน้ำ หรือประตูระบายทดน้ำกลางคลอง จะผิดกันก็แต่เพียงหน้าที่ของมันเท่านั้น

ประตูระบายปลายคลองส่งน้ำมีหน้าที่ 3 ประการคือ

1. ทำหน้าที่เป็นประตูระบายทดน้ำกลางคลองแห่งสุดท้ายในคลองส่งน้ำสายนั้น เพื่ออัดทดน้ำในคลองช่วงเหนือประตูให้สูงถึงระดับน้ำใช้การเต็มที่ได้ตามต้องการ
2. ระบายน้ำเหลือใช้ในคลองทิ้งลงสู่ทางระบายน้ำธรรมชาติที่ปลายคลองส่งน้ำ
3. ป้องกันไม่ให้น้ำในทางระบายน้ำธรรมชาติที่ปลายคลองส่งน้ำไหลย้อนเข้ามาในคลอง และท่วมพื้นที่ดินในเขตโครงการชลประทานได้ ในเวลาที่ระดับน้ำในทางระบายน้ำธรรมชาติสูงกว่าระดับน้ำใช้การเต็มที่ในคลองส่งน้ำ

ประตูระบายปลายคลองส่งน้ำเป็นอาคารชลประทานอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งจำเป็นต้องสร้างไว้ในคลองส่งน้ำทุกประเภท และทุกสายเช่นเดียวกับประตูระบายปากคลองส่งน้ำ ประตูระบายปลายคลองส่งน้ำนี้อาจจะมีลักษณะ เป็นประตูระบายน้ำธรรมดาซึ่งเรียกว่า Tail Regulators และอาจจะเป็นประตูระบายน้ำประเภทระบายน้ำข้ามบานประตู (Overpour-type Regulators) หรือประเภทระบายน้ำลอดใต้บานประตู (Undershot-type Regulators) ก็ได้ แต่บางทีก็เป็นท่อระบายน้ำซึ่งเรียกว่า Tail Pipes ซึ่งแล้วแต่ว่าปริมาณน้ำที่จะต้องระบายทิ้งจะมากหรือน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ประตูระบายปากคลองซอย (Distributary Head Regulators) ประตูระบายปากคลองซอยเป็นประตูระบายหรือท่อระบายเช่นเดียวกับประตูระบายหรือท่อระบายปากคลองสายใหญ่ แต่มีขนาดเล็กกว่าเพราะปริมาณน้ำที่ไหลผ่านน้อยกว่า ประตูระบายปากคลองซอยเป็นอาคารชลประทานสำคัญที่จำเป็นต้องสร้างไว้ที่ปากคลองซอยทุกสาย เพราะทำหน้าที่บังคับและควบคุมปริมาณน้ำที่ส่งเข้าคลองซอยตลอดเวลา ถ้าไม่มีประตูระบายปากคลองซอยจะส่งน้ำไม่ได้ผล

2.4 ฝาย

ทำนบเตี้ยและทึบตันชนิดหนึ่งซึ่งสร้างขวางกั้นทางน้ำไหลไว้ตลอดความกว้างของแม่น้ำ ลำธาร หรือลำห้วย เพื่อทดน้ำให้สูงขึ้นจากระดับน้ำปกติตามธรรมชาติ ให้น้ำไหลเข้าคลองส่งน้ำได้เต็มที่ตามความต้องการตลอดฤดูชลประทาน และปล่อยให้ปริมาณน้ำมากที่สุดของลำน้ำหรือปริมาณน้ำที่เหลือใช้จากการชลประทานไหลล้นข้ามฝายไปได้โดยไม่เกิดความเสียหายเพราะน้ำท่วมแผ่นดินสองฟากแม่น้ำด้านเหนือของฝายนั้น

2.5 การคำนวณปริมาณการไหลของน้ำจากสูตร Manning's Formula

สูตรแมนนิ่ง (Manning's formula) เป็นวิธีการใช้หลักพลังงาน (Principle of energy) ในการประมวลหาค่าความเร็วเฉลี่ยของลำน้ำ การคำนวณจะต้องใช้ข้อมูลหรือวัดความลาดเทของผิวน้ำตามแนวลำน้ำเพื่อใช้เป็นค่าประมาณของความลาดชันของพลังงาน หรือ Energy gradientเป็นสูตรที่นิยมใช้คำนวณค่าความเร็วเฉลี่ย

$$\overline{V} = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

..... (2.1) ระบบเมตริก

$$\overline{V} = \frac{1.49}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

..... (2.2) ระบบอังกฤษ

เมื่อ v = คาความเร็วเฉลี่ย เมตร/วินาที

n = ค่าสัมประสิทธิ์ ความขรุขระของท้องน้ำ

R = ค่ารัศมีชลศาสตร์ที่หาได้จากค่า A/P เมตร

A = พื้นรูปตัดลำน้ำ ตารางเมตร

P = ความยาวเสนขอบเปียก เมตร

S = ความลาดชันผิวน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ พื้นที่รูปตัด เส้นขอบเปียกและความลาดชันผิวน้ำ หาได้จากการสำรวจภายหลังที่ปริมาณน้ำสูงสุดผ่านไปแล้วซึ่งสังเกตได้จากคราบของระดับน้ำสูงสุด

2.6 การหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง

การประยุกต์สูตร Manning ในการคำนวณเกี่ยวกับการไหลสม่ำเสมอความยุ่งยากที่จะมีขึ้น จะได้แก่การเลือกค่า Manning's n ทั้งนี้เพราะว่าไม่มีกฎเกณฑ์ที่ชัดเจนที่จะยึดถือในการเลือกค่า n วิศวกรจะต้องตระหนักถึงความจริงที่สำคัญประการหนึ่ง นั่นคือ การตัดสินใจเลือกค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n ก็หมายถึงประเมิน (estimate) สภาพความเสียดทานการไหลของทางน้ำเปิดที่กำลังพิจารณา ซึ่งไม่มีวิธีใดๆ ที่จะทำการประเมินได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการเลือกค่า สัมประสิทธิ์ความขรุขระ n จะต้องอาศัยประสบการณ์และการตัดสินใจที่เหมาะสมของวิศวกรและวิศวกรแต่ละคนจะตัดสินใจเลือกค่า n ไม่เท่ากันในกรณีที่เหมือนๆ กัน

ค่า n ที่ต้องใช้ในการออกแบบคลอง มีให้เลือกใช้ตามความต้องการของแต่ละชนิดคลองดังตารางต่อไปนี้ ตารางสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง (Manning's n)

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของคลองและวัสดุดาดคลอง

คลองธรรมชาติ	n
คลองดาดกรวด(คลองตรง)	0.025
คลองดาดกรวดปนหินใหญ่	0.04
คลองดินมีวัชพืชบ้าง(คลองตรง)	0.026
คลองดินมีไม่มีวัชพืช(คลองคดเคี้ยว)	0.03
คลองดิน(คลองคดเคี้ยว)	0.03
คลองดาด	**n**
ผิวซีเมนต์ขัดมัน	0.011
Untreated gunite	0.016
ไม้แผ่น (ไส)	0.012
ไม้แผ่น (ไม่ได้ไส)	0.013
คอนกรีต (แต่งหน้าด้วยเกรียง)	0.012
คอนกรีต(หล่อด้วยไม้แบบที่ไม่ได้ไส)	0.015
คอนกรีตหยาบ	0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยางมะตอย(ผิวเรียบ)	0.013
ยางมะตอย(ผิวขรุขระ)	0.016
อิฐผิวเรียบ	0.013
อิฐถือปูน	0.015
คลองขุด	n
คลองดินตรง	0.022
คลองดินมีวัชพืชบ้าง (คดเคี้ยว)	0.03
ท่อระบายน้ำ	n
ท่อระบายน้ำทำด้วยโลหะแผ่นพับเป็นลอน	0.024
ท่อระบายน้ำคอนกรีต	0.013
ท่อระบายน้ำคอนกรีตไม่ได้แต่งผิว	0.014
ท่อระบายน้ำดินเผา	0.013
ท่อระบายน้ำก่ออิฐผิวขรุขระ	0.025

2.6.1 ปัจจัยที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ จากการวิจัยพบว่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการและปัจจัยเหล่านี้ยังมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันอีกด้วย ซึ่งปัจจัยต่างๆมีดังต่อไปนี้

(1) ความขรุขระของผิวหน้าทางน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของวัสดุที่นำมาใช้สร้างผิวหน้าทางน้ำโดยวัสดุที่มีเม็ดละเอียดก็จะให้ค่า n ต่ำ และวัสดุที่มีเม็ดหยาบก็จะให้ค่า n สูง ความขรุขระของผิวหน้าทางน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดค่า n

(2) พืชที่ขึ้นปกคลุมทางน้ำ เช่น หญ้า ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการต้านการไหลและจะลดอัตราการไหล ผลของพืชที่ขึ้นปกคลุมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ความสูง ความหนาแน่น การกระจายและชนิดของพืช

(3) ความไม่สม่ำเสมอของทางน้ำ ในทางน้ำธรรมชาติความไม่สม่ำเสมอของทางน้ำจะเกิดขึ้นจากหาดทราย หลุมและบ่อในท้องคลอง เป็นต้น จากการวิจัยพบว่า ถาทางน้ำนั้นค่อยๆ เปลี่ยนแปลงทีละน้อยอย่างสม่ำเสมอไมวาการเปลี่ยนแปลงนั้นจะเป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดรูปร่างหรือหน้าตัดการไหลจะไม่มีผลกระทบตอการเปลี่ยนแปลงค่า n มากนัก แต่ถ้าการเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นการเปลี่ยนอย่างฉับพลันก็จะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงค่า n อย่างมาก

(4) แนวทางน้ำ ทางน้ำที่มีรัศมีส่วนโค้งของแนวทางน้ำมากและส่วนโค้งนั้น ราบเรียบจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า n น้อยมาก แต่ถ้าทางน้ำนั้นมีรัศมีส่วนโค้งของแนวทางน้ำน้อยหรือเป็นโค้งหักข้อศอกและโค้งกลับไปกลับมา จะทำให้ค่า n มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมาก

(5) การกัดเซาะและการตกตะกอน จากการทดลองพบว่า การตกตะกอนจะทำให้ทางน้ำที่ไม่สม่ำเสมอเปลี่ยนมาเสมอต้นเสมอปลายและค่า n จะลดลงในทางตรงกันข้าม ถ้าเกิดการกัดเซาะก็จะทำให้ทางน้ำไม่สม่ำเสมอและค่าของ n จะเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการตกตะกอนจะขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของวัสดุที่ปะปนกับน้ำและทำให้ลักษณะการตกตะกอนแตกต่างกัน เช่น การตะกอนทำให้เกิดสันทรายก็จะเพิ่มค่า n เป็นต้น

(6) สิ่งกีดขวาง สิ่งกีดขวางทางน้ำ เช่น ตอหม้อสะพาน จะทำให้ n มีค่าเพิ่มขึ้น การเพิ่มค่า n จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิด ขนาด รูปร่าง ปริมาณและการจัดวางตัวของสิ่งกีดขวาง

(7) ความลึกการไหลและอัตราการไหล โดยทั่วไปทางน้ำจะมีค่า n ลดลง เมื่อความลึกการไหลและอัตราการไหลมีค่ามากขึ้น ที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้ว่า เมื่อทางน้ำมีความลึกการไหลน้อย ความไม่สม่ำเสมอของท้องคลองจะทำให้มีบางส่วนโผล่ขึ้นมาทำให้ n มีค่ามาก อย่างไรก็ตาม ทางน้ำอาจจะมีค่า n เพิ่มขึ้นเมื่อความลึกการไหลและอัตราการไหลมีค่ามากขึ้นก็ได้ ถ้าลาดตลิ่งของทางน้ำขรุขระ และมีหญ้าขึ้นรกรุงรัง

2.7 การออกแบบคลองส่งน้ำ

2.7.1 คลองดิน คือ ทางน้ำเปิดซึ่งขุดหรือเปิดขึ้นในเนื้อดิน ไม่ว่าจะเป็นดินเดิมหรือดินที่ถมขึ้นใหม่ก็ตาม ให้เป็นรูปร่างหน้าตัดตามความต้องการแนวทางการออกแบบ จะคำนวณสัดส่วนของคลองโดยใช้สูตรของเชสซี (Chezy's Formular) ซึ่งมีรูปสูตรดังนี้

$$V = C\sqrt{RS} \quad \text{..... (2.3)}$$

และจาก

$$Q = AV \quad \text{..... (2.4)}$$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำ (ม.^{3}/วินาที)

A = พื้นที่หน้าตัดของคลองส่งน้ำ (ม.^{2})

V = อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลอง (ม./วินาที)

C = สัมประสิทธิ์ความเร็วของน้ำ

R = ค่า Hydraulic Radius

= $\frac{A}{P}$ (ม.)

P = ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (ม.)

S = ส่วนลาดเทของก้นคลองในค่าของ Tangent

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลองดินส่วนใหญ่จะใช้หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู โดยให้ค่าความลาดด้านข้าง (S.S.) เปลี่ยนไปตามสภาพของดินที่ใช้ทำตัวคลอง ในปัจจุบันการก่อสร้างคลองดินส่วนใหญ่จะใช้เป็นคลองระบายน้ำ เนื่องจากการใช้คลองดินเป็นคลองส่งน้ำจะมีปัญหาด้านการบำรุงรักษามาก

2.7.2 คลองดาด คือ คลองส่งน้ำที่เสริมคลองส่วนที่สัมผัสกับน้ำด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรง ที่นิยมใช้กันคือการดาดผิวคลองด้วยคอนกรีต เพราะมีความแข็งแรง และก่อสร้างได้ง่าย ซึ่งจะช่วยลดการรั่วซึมผ่านตัวคลองส่งน้ำ ลดการพังทลายของลาดด้านข้างคลองส่งน้ำ ป้องกันวัชพืชและลดขนาดของตัวคลองลง ทำให้ประหยัดพื้นที่สำหรับการก่อสร้างด้วย การคำนวณหาขนาดคลองส่งน้ำในปัจจุบันของกรมชลประทาน ในกรณีที่การไหลเป็นแบบ Uniform flow จะใช้สูตร Manning's Formula คือ

$$\overline{V} = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AV$$

และจาก

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำ (ม.^{3}/วินาที)

A = พื้นที่หน้าตัดของคลองส่งน้ำ (ม.^{2})

V = อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลอง (ม./วินาที)

N = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (กำหนดได้ตามสภาพพื้นที่ผิวคลอง)

= 0.018 (สำหรับคลองดาดคอนกรีต)

R = ค่า Hydraulic Radius

= $\frac{A}{P}$ (ม.)

P = ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (ม.)

S = ความลาดชันของท้องคลอง

สำหรับคลองส่งน้ำที่จัดทำเป็นมาตรฐาน จะเป็นคลองส่งน้ำที่ใช้สำหรับโครงการชลประทานขนาดเล็กและขนาดกลาง แนวคลองจะผ่านพื้นที่สูง ๆ ต่ำ ๆ มีโอกาสที่จะเป็นคลองลอยค่อนข้างมาก ที่ดินตามแนวคลองจะมีมูลค่าค่อนข้างสูง และคุณภาพของดินที่จะใช้เป็นตัวคลองก็ไม่แน่นอน จึงเลือกกำหนดเป็นคลองดาดคอนกรีตไปทั้งหมด

2.7.3 เกณฑ์กำหนดขนาดคลองส่งน้ำดาดคอนกรีต

(1) ลาดท้องคลอง (S) การคำนวณอัตราเร็วของน้ำ (V) ในรางเปิดทุกชนิด ลาดผิวน้ำ (S) ในรางเป็นสิ่งที่สำคัญ และมีอิทธิพลทำให้น้ำไหลไปได้โดย gravity ถ้าไม่มีลาดผิวน้ำ น้ำจะไม่ไหล ลาดผิวน้ำนี้ถ้ายิ่งชันน้ำยิ่งไหลแรง แต่ถ้ายิ่งราบน้ำจะไหลช้าลง จึงต้องเลือกใช้ลาดผิวน้ำให้เหมาะ เพื่อให้กระแสน้ำในคลองใกล้เคียง Critical velocity ซึ่งจะเห็นความสัมพันธ์ของ V กับ S ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตรของเชสซี (Chezy's Formular) คือ

$$V = C\sqrt{RS}$$

และสูตรของแมนนิ่ง (Manning's Formula) คือ

$$\overline{V} = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

ตามปกติคลองที่ขุดจะมีลาดท้องคลองขนานกับลาดผิวน้ำ เพราะฉะนั้นเมื่อกล่าวถึงลาดท้องคลองจะหมายถึงลาดผิวน้ำนั่นเอง การแสดงค่าของความลาดเทของคลองนี้ จึงมักจะเขียนไว้ที่เส้นลาดท้องคลอง ลาดท้องคลองไม่จำเป็นต้องมีค่าเดียวกันตลอดคลอง คือ จะชันบางตอน แล้วราบบางตอนก็ได้ แต่ถ้าสามารถทำได้แล้วเราควรใช้ลาดท้องคลองที่มีค่าเดียวกันตลอดคลอง ถ้าลาดท้องคลองตอนใดไม่เหมาะกับลาดแผ่นดินตามแนวคลอง ควรใช้วิธีลดระดับน้ำในคลองลงด้วยการสร้างน้ำตก (drop) หรือรางเท (chute) นอกจากนั้นลาดท้องคลองยังสัมพันธ์กับระดับน้ำใช้การเต็มที่ (F.S.L) ในคลองอีกด้วย คือ ถ้าลาดท้องคลองชัน น้ำจะขึ้นถึงระดับพื้นดินสองฝั่งคลองได้ยาก แต่คลองมักไม่ค่อยตื้นเพราะตะกอนตกจม เนื่องจากน้ำไหลแรงนั่นเอง ถ้าลาดท้องคลองราบ น้ำจะขึ้นถึงระดับพื้นดินสองฝั่งได้เร็วและสะดวก แต่คลองมักจะมีรูปตัดกว้างใหญ่และตื้นเขินเพราะตะกอนตกจมเนื่องจากน้ำไหลช้า โดยปกติลาดท้องคลองส่งน้ำ (S) จะอยู่ระหว่าง 1 : 1,000 ถึง 1 : 10,000 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ

- ลาดแผ่นดินตามแนวคลองส่งน้ำ
- ลักษณะและปริมาณตะกอนที่ไหลมากับน้ำ
- ตามพินิจพิจารณาของผู้ออกแบบในท้องถิ่นที่มีตะกอนไหลมากับน้ำมากถ้าไม่ป้องกันตะกอนจะหลุดเข้าคลอง แล้วทำให้คลองตื้นอย่างรวดเร็ว เกิดความเสียหายหลายประการ คือ

1. เนื้อที่รูปตัดขวางของคลองเล็กลงทำให้ส่งน้ำไม่ได้ตามจำนวนน้ำที่ต้องการ
2. เสียค่าขุดลอกคลอง

วิธีป้องกันตะกอนกรวดทรายเข้าคลองนั้น อาจทำได้เป็นลำดับไปดังนี้

1. สร้างประตูระบายทรายประกอบไว้ที่อาคารทดน้ำ
2. ใช้ประตูระบายปากคลองส่งน้ำประเภท Overpour type คือมีบานระบายชนิดให้น้ำไหลข้ามบานเข้าคลอง
3. ยกระดับธรณีประตูระบายปากคลองให้สูงกว่าระดับพื้นร่องระบายทรายให้มาก หรือเสริมระดับธรณีประตูระบายปากคลองให้สูงขึ้น
4. ถ้ามีตะกอนมากจริง ๆ ก็ทำบ่อดักทราย (Sand trap) ไว้ในคลองตอนท้ายประตูระบายปากคลองส่งน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำให้อัตราเร็วของน้ำในคลองสูงพอที่จะทำให้ตะกอนละเอียดลอยตัวอยู่ได้ตลอดคลอง แล้วปล่อยให้ไหลผ่านท่อส่งน้ำเข้านาสู่แปลงเพาะปลูก ก็จะเป็นประโยชน์แก่พืช ซึ่งดีกว่าจะปล่อยให้ตกจมในคลอง ทำให้คลองตื้น

(2) รูปตัดขวางของคลองส่งน้ำ การเลือกรูปตัดขวางของคลองส่งน้ำนั้น จะพิจารณาจากรูปตัดที่เล็กที่สุดและสามารถรับปริมาณน้ำได้มากที่สุด ซึ่งจะใช้อัตราส่วน $\frac{B}{D}$ และค่า S.S. เป็นตัวกำหนด

โดยที่ B = ความกว้างท้องคลอง (bed width of canal) ไม่น้อยกว่า 0.50 ม.

D = ความลึกของน้ำในคลอง (depth of water in canal)

S.S. = ลาดข้างคลอง (side slope) จะอยู่ระหว่าง 1:1 ถึง 1:2

สำหรับคลองส่งน้ำที่เป็นคลองดาดคอนกรีต อัตราส่วน $\frac{B}{D}$ ที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 0.5 – 2.0

(3) คันคลองส่งน้ำ ความกว้างคันคลอง ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้ และความจำเป็นด้านการจราจร โดยจะกำหนดดังนี้

1. คันคลองที่ไม่ได้ใช้เป็นถนนจะมีความกว้าง 2.00 ม.
2. คันคลองที่ใช้เฉพาะการบำรุงรักษาจะมีความกว้าง 4.00 ม.
3. เป็นถนนลูกรังหรือราดยางชั้นเดียวจะใช้ 6.00 ม.
4. สำหรับคันคลองที่เป็นทางเชื่อมระหว่างถนนหลักหรือมีผู้ใช้ถนนหนาแน่น จะกำหนดการราดยางตามมาตรฐานกรมทางหลวง และกำหนดความกว้างคันคลองไว้ 9.00 ม.

ความสูงของคันคลองส่งน้ำ ความสูงของคันคลองส่งน้ำ หรือ Freeboard ของคันคลอง คือ ระยะที่วัดจากระดับน้ำสูงสุดจนถึงระดับคันคลองส่งน้ำ จะกำหนดตามความจุของคลอง โดยดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 2.2 หัวข้อ ระยะเผื่อพ้นน้ำ ความลาดคันคลองส่งน้ำ ถ้าคันคลองสูงกว่าดินเดิมไม่เกิน 2.00 ม. กำหนดให้ลาดด้านข้าง ตั้ง : ราบ เท่ากับ 1 : 1.5 แต่ถ้าเกิน 2.00 ม. กำหนดให้ลาดด้านข้างเท่ากับ 1 : 2.0

(4) ชานคลอง (Berm) สำหรับคลองที่ขุดลึกมาก ๆ หรือบริเวณเชิงเขาที่จะต้องมีการตัดดิน จะมีชานคลองเป็นชั้น ๆ ทุกความลึก 3.00 ม. เพื่อป้องกันการพังทลายของลาดดิน อีกทั้งจะสามารถใช้เป็นทางเพื่อทำการบำรุงรักษา ค่าความกว้างชานคลองกำหนดไว้ ระหว่าง 1 - 2 ม. ตามขนาดของคลอง และให้ลาด (Slope) ของชานคลองเท่ากับ 12%

(5) ระยะเผื่อพ้นน้ำ (Freeboard) สำหรับคลองดาดคอนกรีต จะมี 2 ค่า คือ

1. ค่าความสูงของคันคลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ค่าของขอบคอนกรีตดาด คือ ระยะที่วัดจากระดับน้ำสูงสุดจนถึงขอบคอนกรีตดาด กำหนดตามเกณฑ์ดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงค่า Freeboard ของคลองส่งน้ำดาดคอนกรีต

ปริมาณน้ำ (ม.^{3}/วินาที)	Freeboard ของขอบคอนกรีตดาด (ม.)	Freeboard ของคันคลอง (ม.)
< 1.00	0.15	0.45
1.00 – 2.50	0.20	0.60
2.50 – 5.00	0.25	0.70
5.00 – 10.00	0.35	0.85
> 10.00	0.50	1.00

(6) ความโค้งของคลองส่งน้ำ ค่ารัศมีความโค้งสำหรับคลองดาดคอนกรีต โดยทั่วไปกำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 3 เท่าของความกว้างหน้าตัดผิวน้ำในคลองที่ระดับน้ำใช้การเต็มที่ (F.S.L.) ถ้าคันคลองเป็นถนนราดยางจะต้องกำหนดให้ปลอดภัยตามมาตรฐานของกรมทางหลวง แต่ถ้ามีความจำเป็นต้องวางแนวคลองให้มีรัศมีน้อยกว่าที่กำหนด ในการออกแบบอาจจะต้องเพิ่ม guide vane เพื่อกระจายการไหลของน้ำให้มากที่สุด และจะต้องเพิ่ม head loss บริเวณโค้งนี้ด้วย

(7) รายละเอียดอื่นๆ ความหนาของคอนกรีตดาดคลอง ได้ปรับมาจากมาตรฐานของกรมชลประทานสหรัฐดังตารางที่ 1.2 ในความยาวของแผ่นคอนกรีตแต่ละช่วง จะต้องมีการเซาะร่องป้องกันการแตกร้าวไว้ด้วย โดยจะกำหนดความหนาของคอนกรีตดาด และความยาวของแผ่นคอนกรีต (Groove spacing) ดังนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงความหนาของคอนกรีตดาด และความยาวของแผ่นคอนกรีต

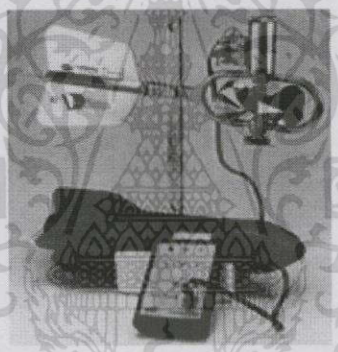
ปริมาณน้ำ (ม^3. / วินาที)	ความหนาของแผ่นคอนกรีต (ซม.)	ความยาวของแผ่นคอนกรีต (ม.)	ปีกข้างคลอง (ซม.)
< 1.00	6	3.00	15
1.00 – 2.50	6	3.00	20
2.50 – 5.00	7	3.00	20
5.00 – 15.00	7	3.50	30
15.00 – 40.00	8	4.50	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับคลองส่งน้ำดาดคอนกรีตขนาดใหญ่ ที่มีความลึกของน้ำตั้งแต่ 1.00 ม. ขึ้นไป และเป็นคลองจม จะต้องพิจารณาเพิ่ม Flap valve weephole ที่บริเวณลาดของคลองส่งน้ำด้วย สำหรับคลองที่ใหญ่มาก ๆ ควรมีการคำนวณแรงดันน้ำและเพิ่ม weephole ที่ท้องคลองด้วย

2.8 การวัดความเร็วน้ำด้วยเครื่องมือวัดความเร็วน้ำ (current meter) เครื่องมือวัดความเร็วน้ำมี 2 ชนิด คือ เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน (cup-type current meter) และเครื่องมือวัดความเร็วแบบใบพัด (propeller type current meter)

2.8.1 เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน (cup- type current meter) มีทั้งแบบใช้ในห้องปฏิบัติการ หรือใช้ในคลองหรือรองน้ำขนาดเล็ก ซึ่งเครื่องมือวัดความเร็วน้ำจะติดอยู่กับเสากลมที่สามารถวัดได้ที่ความลึกน้ำต่างๆ และแบบที่ใช้ในแม่น้ำหรือคลองขนาดใหญ่ ซึ่งจะมีทุ่นน้ำหนักถ่วงและตัวเครื่องจะผูกยึดโยงด้วยลวดสลิงที่สามารถวัดได้ที่ความลึกน้ำต่างๆ เช่นกัน

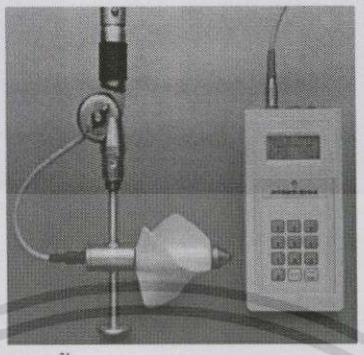


รูปที่ 2.3 เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน (cup-type current meter)

เมื่อหย่อนเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุนลงไปยังตำแหน่งที่ต้องการวัดความเร็วน้ำ กรวยหมุนจะหมุนรอบแกนดิ่งเป็นจำนวน N รอบ/เวลา ซึ่งเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแต่ละขนาด แต่ละรุน และแต่ละบริษัทผู้ผลิตจะอ่านผลการวัดความเร็วน้ำในลักษณะต่างๆ เช่น บางเครื่องจะอ่านผลออกมาเป็นตัวเลข (digital) บนจอบอกความเร็วน้ำเป็น m/s ได้เลย บางเครื่องจะอ่านผลออกมาเป็นการหมุนของกรวยเป็นจำนวน N รอบต่อเวลา

2.8.2 เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบใบพัด (propeller-type current meter) มีทั้งแบบที่ใช้วัดความเร็วน้ำไม่มากจะมีใบพัดขนาดเล็กๆ และแบบที่ใช้วัดความเร็วน้ำมาก ซึ่งมีหลักการวัดความเร็วน้ำเหมือนกับเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน แต่ใบพัดจะหมุนรอบแกนเพลาที่วางอยู่ในแนวนอน (รูปที่ 2.4) และลักษณะเครื่องมือมีความทนทานกว่าเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบใบพัด (propeller-type current meter)

2.9 การหาค่าอัตราการไหล เมื่อได้ค่าความเร็วของกระแสน้ำแล้วจะทำให้สามารถหาค่าอัตราการไหลได้ โดยการนำค่าความเร็วของกระแสน้ำดังที่กล่าวมาแล้ว มาเข้าสมการอัตราการไหลดังนี้

$$Q = AV$$

โดย Q คือ อัตราการไหล (ลบ.เมตร/วินาที)
V คือ ความเร็วของกระแสน้ำ (เมตร/วินาที)
A คือ พื้นที่หน้าตัดคลอง (ตารางเมตร)

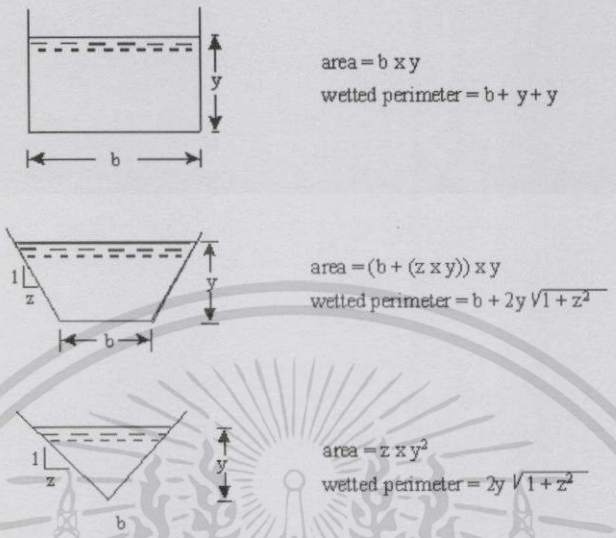
2.10 การหาค่ารัศมีชลศาสตร์ เป็นการวัดประสิทธิภาพของคลองคือการวัดความสามารถในการเคลื่อนที่ของน้ำและการพัดพาของตะกอน รัศมีชลศาสตร์คืออัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดคลองต่อเส้นขอบเปียก ดังสมการ

$$R = \frac{A}{P} \quad \text{..... (2.5)}$$

โดย R = รัศมีชลศาสตร์ (เมตร)
A = พื้นที่หน้าตัดคลอง (ตารางเมตร)
P = เส้นขอบเปียก (เมตร)

เส้นขอบเปียก คือ ความยาวของเส้นรอบรูปของหน้าตัดการไหลที่สัมผัสกับผิวขอบเขตการไหลที่ตั้งฉากกับทิศทางการไหล การหาเส้นรอบรูปขอบเปียกหาได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



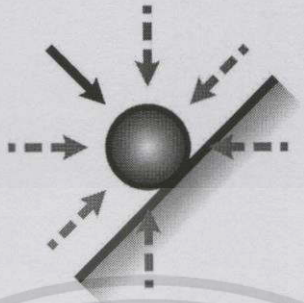
รูปที่ 2.5 แสดงการหาเส้นรอบรูปขอบเปียก

ถ้ารัศมีชลศาสตร์มีค่ามากจะมีผลทำให้คลองมีประสิทธิภาพสูงลดโอกาสการเกิดน้ำท่วม

2.11 การหาค่าความลาดเอียงท้องคลอง ความลาดเอียงท้องคลองหาได้จากการวัดผลต่างของความลึกของจุด 2 จุดในคลองสามารถหาได้ 2 วิธีคือ วัดจากผิวน้ำและวัดจากท้องคลอง ทั้งสองวิธีนี้ได้ค่าใกล้เคียงกันมาก

2.12 แรงดันของของไหลบนพื้นที่ผิวเรียบ (Pressure Force on a Plane Surface) ในหัวข้อที่ผ่านมาเราได้กล่าวถึงความดันของของไหลสถิต (Static Pressure) ซึ่งเป็นหน่วยแรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ดังนั้นหากมีพื้นที่หรือพื้นที่มารองรับความดันดังกล่าว จะเกิดหน่วยแรงกระจายตัวทั่วทั้งพื้นที่ และจากกฎที่ว่าความดันที่จุดใดๆ จะมีขนาดเท่ากันทุกทิศทาง หากพิจารณาอนุภาคของน้ำที่ติดกับพื้นที่รับความดันดังรูปที่ 2.6 จะเห็นได้ว่า ความดันในทุกทิศทางจะหักล้างกันหมด ยกเว้นในทิศที่ตั้งฉากพื้นที่ ซึ่งด้านหนึ่งอนุภาคของของไหลติดกับอนุภาคของของไหลข้างเคียงทำให้ความดันยังคงมีอยู่ ส่วนอีกด้านติดกับพื้นที่ซึ่งจะไม่มีความดันในทิศตรงกันข้ามมาหักล้าง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ความดันที่กระทำกับพื้นที่จะมีทิศทางตั้งฉากและพุ่งเข้าหาพื้นที่รับแรงเสมอ

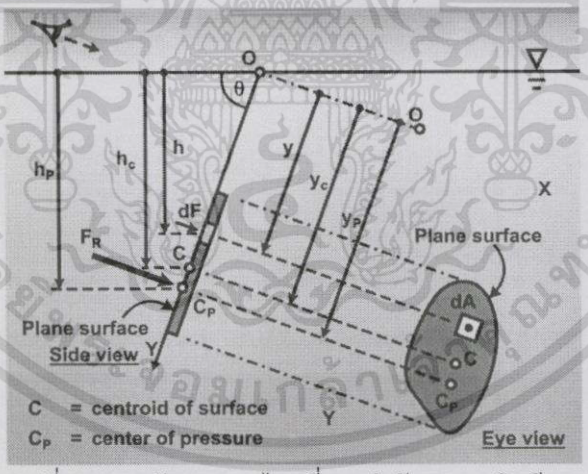
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ความดันที่กระทำกับอนุภาคของไหลที่ติดกับพื้นผิวรับแรง

เมื่อความดันกระทำกับพื้นที่ผิวเรียบ ผลรวมของหน่วยแรงที่กระจายตัวอยู่ทั่วทั้งพื้นที่จะเรียกว่า แรงดัน (Pressure Force : F_R) ซึ่งจะมีทิศทางตั้งฉากและพุ่งเข้าหาพื้นที่รับแรงตามทิศทางของความดัน และตำแหน่งที่แรงดันกระทำนั้นจะอยู่ที่ จุดศูนย์กลางความดัน (Center of Pressure : C_P)

จากรูปที่ 2.7 พิจารณาแรงที่กระทำกับระนาบผิวเรียบ ที่มีขนาดพื้นที่เท่ากับ A ทำมุม θ กับผิวน้ำ เมื่อ X คือระยะในแนวราบ ส่วน Y คือระยะที่วัดจากผิวน้ำตามแนวที่ขนานกับระนาบของพื้นที่รับแรง และ h คือความลึกหรือระยะในแนวดิ่ง



รูปที่ 2.7 แรงดันของของไหลที่กระทำกับระนาบผิวเรียบ

กำหนดให้ จุด C คือจุดศูนย์ถ่วงของระนาบ (Centroid of Surface)

จุด C_p คือจุดศูนย์กลางของความดัน (Center of Pressure) หรือตำแหน่งของแรงกระทำ

y_c คือตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่ โดยวัดตามแนวแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

y_P คือตำแหน่งของจุดศูนย์กลางความดัน โดยวัดตามแนวแกน Y

h_c คือความลึกของจุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่ (วัดในแนวดิ่ง)

h_p คือความลึกของจุดศูนย์กลางความดัน (วัดในแนวดิ่ง)

พิจารณาแรงที่กระทำกับพื้นที่เล็กๆ บนพื้นที่รับแรง $dF = \gamma \times h \times dA$

แรงกระทำทั้งหมดจึงมีค่าเท่ากับ $F_R = \int dF = \int_A \gamma \times h \times dA$

จากรูป $h = y \sin\theta$ $F_R = \int_A \gamma \times y \times \sin\theta \times dA$

$F_R = \gamma \sin\theta \int_A ydA$

แต่เนื่องจาก $\int_A ydA = y_C A$ (โมเมนต์ของพื้นที่รอบแกน X)

∴ แรงดันของของไหลบนพื้นที่จะมีค่าเท่ากับ

$F_R = \gamma y_c A(\sin\theta)$

จากรูป $h = y_c \sin\theta$ $F_R = \gamma h_c A$ ..... (2.6)

การหาตำแหน่งที่แรงดันกระทำ โดยพิจารณาจากผิวน้ำไปตามแนวแกน Y (y_R)

พิจารณาโมเมนต์ที่จุด O ของแรงรอบแกน X

$F_R y_P = \int_A ydF$

$= \int_A y \times \gamma \times h \times dA$

$= \int_A \gamma \times y^2 \times \sin\theta \times dA$

$y_P = \frac{\int_A \gamma \times y^2 \times \sin\theta \times dA}{F_R}$

$= \frac{\int_A \gamma \times y^2 \times \sin\theta \times dA}{\gamma \times A \times y_c \times \sin\theta}$

$y_P = \frac{\int_A y^2 dA}{A y_c}$ ..... (2.7)

แต่เนื่องจาก $\int_A y^2 dA = I_x$ (โมเมนต์ความเฉื่อย) ดังนั้นจะได้ว่า

$y_P = \frac{I_x}{A y_c}$ ..... (2.8)

พิจารณาการหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน X (I_X) ในกรณีที่แกนอ้างอิงไม่ผ่านจุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

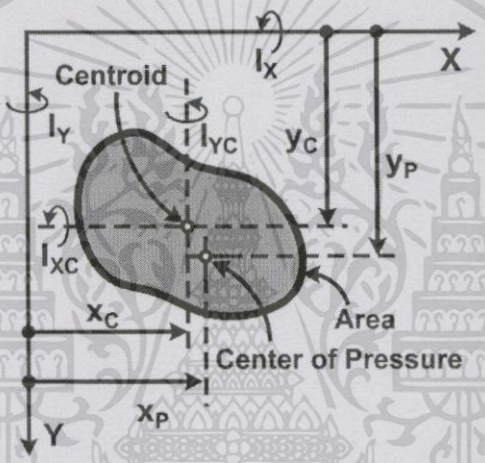
$$I_X = I_{XC} + Ay_c^2 \quad \text{..... (2.9)}$$

เมื่อ I_{XC} คือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน X ที่ผ่านจุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่

∴ แรงดันที่กระทำกับพื้นที่จะอยู่ห่างจากแกน X เท่ากับ

$$y_P = \frac{I_{XC}+Ay_c^2}{Ay_c}$$

$$y_P = y_c + \frac{I_{XC}}{Ay_c} \quad \text{..... (2.10)}$$



รูปที่ 2.8 พิกัดโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รอบแกนต่างๆ

การหาตำแหน่งที่แรงดันกระทำ โดยพิจารณาจากระยะห่างจากแกน Y

พิจารณาโมเมนต์ที่จุด O ของแรงรอบแกน Y

$$F_R x_P = \int_A x dF$$

$$= \int_A x \times \gamma \times h \times dA$$

$$= \int_A \gamma \times xy \times \sin\theta \times dA$$

$$x_P = \frac{\int_A \gamma \times xy \times \sin\theta \times dA}{F_R}$$

$$= \frac{\int_A \gamma \times xy \times \sin\theta \times dA}{\gamma \times A \times y_c \times \sin\theta}$$

$$x_P = \frac{\int_A xy dA}{Ay_c} \quad \text{..... (2.11)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

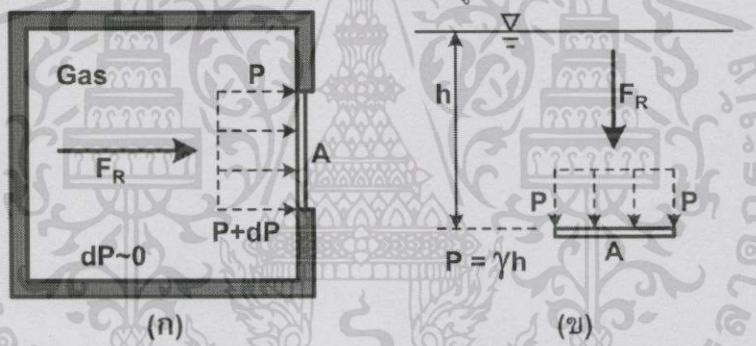
แต่เนื่องจาก $\int_A xydA = I_{xy}$ (โมเมนต์ความเฉื่อย XY) และเมื่อพิจารณาการหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน XY (I_{XY}) ในกรณีที่แกนอ้างอิงไม่ผ่านจุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่ $I_{xy} = I_{xyc} + Ax_cy_c$

$$x_P = \frac{I_{xyc}+Ax_cy_c}{Ay_c}$$

∴ แรงดันจะอยู่ห่างจากแกน Y เท่ากับ $x_P = \frac{I_{xyc}}{Ax_c} + x_c$ ..... (2.12)

(ในกรณีที่พื้นที่รับแรงเป็นรูปทรงสมมาตรตามแนวแกน Y : $I_{xyc} = 0$)

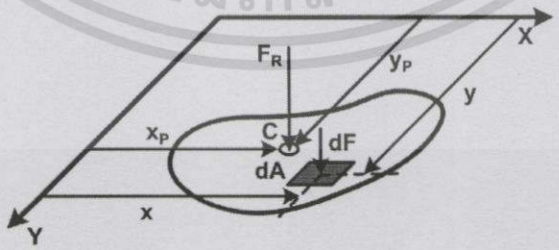
ในกรณีที่ความดันกระจายตัวสม่ำเสมอเท่ากันทั้งพื้นที่ เช่นความดันในภาชนะที่บรรจุก๊าซ ความดันในแต่ละจุดจะแตกต่างกันไม่มากจนถือว่าไม่มีความแตกต่าง หรือในกรณีที่พื้นที่รับแรงจมในของเหลว และแรงวางตัวในแนวราบความดันจะกระจายตัวเท่ากันทั้งพื้นที่ ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ลักษณะของความดันที่กระจายตัวสม่ำเสมอบนพื้นผิวรับแรง

เมื่อพิจารณาจากสมการ ถ้าความดันกระจายตัวสม่ำเสมอ จะได้ว่า

$$F_R = PA$$ ..... (2.13)



รูปที่ 2.10 ตำแหน่งของแรงพื้นที่ผิวเรียบในกรณีความดันกระจายตัวสม่ำเสมอ

การหาตำเหน่งที่แรงดันกระทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาโมเมนต์ที่จุด O ของแรงรอบแกน X

$$F_R y_P = \int_A ydF$$

$$= \int_A yPdA$$

เนื่องจาก P คงที่ และ $F_R = PA$ ดังนั้นจะได้ว่า

$$y_P = \frac{P\int_A ydA}{PA}$$

$$y_P = \frac{\int_A ydA}{A} \quad \text{..... (2.14)}$$

จากสมการที่ 2.14 จะเห็นได้ว่าเทอมของ $\frac{\int_A ydA}{A}$ ก็คือระยะจากแกน X ถึงจุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่ ดังนั้น

$$y_P = y_c \quad \text{..... (2.15)}$$

ในทำนองเดียวกันพิจารณาโมเมนต์ที่จุด O ของแรงรอบ Y

$$F_R x_P = \int_A xdF$$

$$x_P = \frac{P\int_A xdA}{PA}$$

$$x_P = \frac{\int_A xdA}{A} \quad \text{..... (2.16)}$$

จากสมการที่ 2.16 จะเห็นได้ว่าเทอมของ $\frac{\int_A xdA}{A}$ ก็คือระยะจากแกน y ถึงจุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่ ดังนั้น

$$x_P = x_c \quad \text{..... (2.17)}$$

ซึ่งจากสมการ 2.15 และ 2.17 สามารถสรุปได้ว่า “ตำแหน่งของแรงดันในกรณีที่ความดันกระจายตัวสม่ำเสมอจะอยู่ที่จุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่รับแรง”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

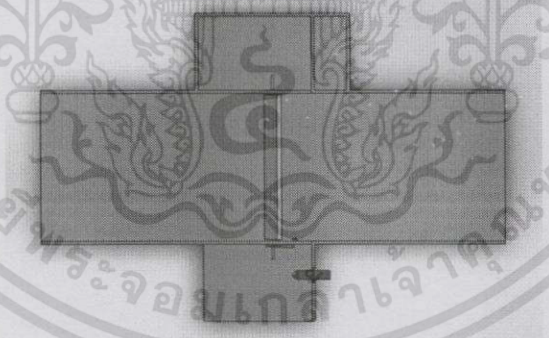
ขั้นตอนการทดลอง

3.1 การออกแบบคลองส่งน้ำ

กำหนดขนาดรางน้ำเปิด 0.50 x 1.50 x 0.30 m^3, ความลาดคลอง 1 : 10,000

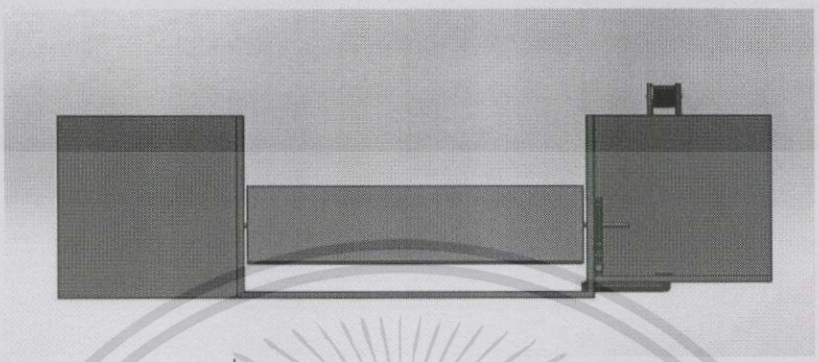
บานพลิก ; ความสูงบานพลิก 0.24 m, ทำมุมกับแนวราบ 65 องศา, ความลึกของน้ำเหนือขอบสันฝาย 0.02 m

รูปที่ 3.1 แบบจำลองประตูเปิด-ปิดอัตโนมัติ



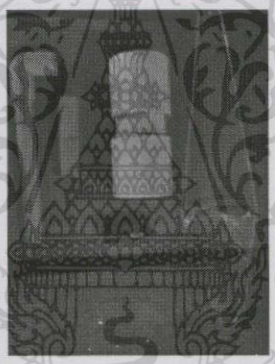
รูปที่ 3.2 แบบจำลองประตูเปิด-ปิดอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แบบจำลองประตูเปิด-ปิดอัตโนมัติ

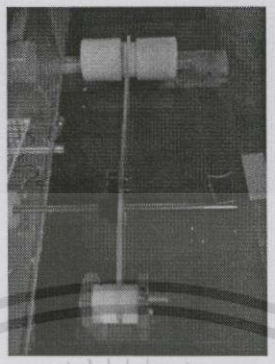
วัสดุและอุปกรณ์



รูปที่ 3.4 ท่อ pvc ตุ้มถ่วงและชุดแขน

รูปที่ 3.5 ชุดเฟืองสะพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ชุดห้องควบคุม

รูปที่ 3.7 แบบจำลองประตูเปิด-ปิดอัตโนมัติ

3.2 การหาความเร็วของกระแสน้ำ การคำนวณหาขนาดคลองส่งน้ำในปัจจุบันของกรมชลประทาน ในกรณีที่การไหลเป็นแบบ Uniform flow จะใช้สูตร Manning's Formula คือ

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

V	=	อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลอง (ม./วินาที)
N	=	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (กำหนดได้ตามสภาพพื้นที่ผิวคลอง)
	=	0.012 (สำหรับคลองดาดคอนกรีต)
R	=	ค่า Hydraulic Radius
	=	$\frac{A}{P}$ (ม.)
P	=	ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (ม.)
S	=	ความลาดชันของท้องคลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่า n = 0.012

A = 0.15 ตารางเมตร

P = 1.1 เมตร

S = 0.0001

∴ v = 0.22 เมตร/วินาที

3.3 การหาอัตราการไหลของกระแสน้ำ เมื่อได้ค่าความเร็วของกระแสน้ำแล้วจะทำให้สามารถหาค่าอัตราการไหลได้โดยการนำค่าความเร็วของกระแสน้ำดังที่กล่าวมาแล้ว มาเข้าสมการอัตราการไหลดังนี้

$$Q = AV$$

โดย V คือ 0.22 (เมตร/วินาที)

A คือ 0.15 (ตารางเมตร)

∴ Q = 0.11 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

3.4 หาระยะเผื่อพ้นน้ำ (Freeboard) จากอัตราการไหล สามารถหาระยะเผื่อพ้นน้ำได้จากตาราง จะได้ระยะเผื่อพ้นน้ำ 0.15 เมตร

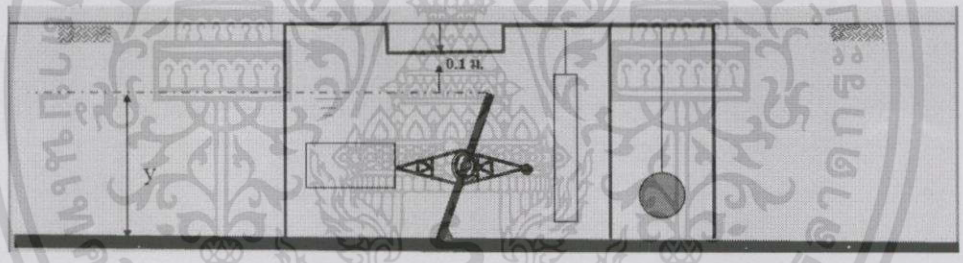
ปริมาณน้ำ (ม.^{3}/วินาที)	Freeboard ของขอบคอนกรีตดาด (ม.)	Freeboard ของคันคลอง (ม.)
< 1.00	0.15	0.45
1.00 – 2.50	0.20	0.60
2.50 – 5.00	0.25	0.70
5.00 – 10.00	0.35	0.85
> 10.00	0.50	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 หาความหนาของคอนกรีตดาดคลอง จากอัตราการไหล สามารถหาความหนาของคอนกรีตดาดคลอง ความยาวของแผ่นคอนกรีต และปีกข้างคลอง ได้จากตาราง จะได้ความหนาของคอนกรีตดาดคลอง 0.06 เมตร ความยาวของแผ่นคอนกรีต 3 เมตร และปีกข้างคลอง 0.15 เมตร

ปริมาณน้ำ ($ม^3$. / วินาที)	ความหนา ของแผ่นคอนกรีต (ซม.)	ความยาว ของแผ่นคอนกรีต (ม.)	ปีกข้างคลอง (ซม.)
< 1.00	6	3.00	15
1.00 – 2.50	6	3.00	20
2.50 – 5.00	7	3.00	20
5.00 – 15.00	7	3.50	30
15.00 – 40.00	8	4.50	30

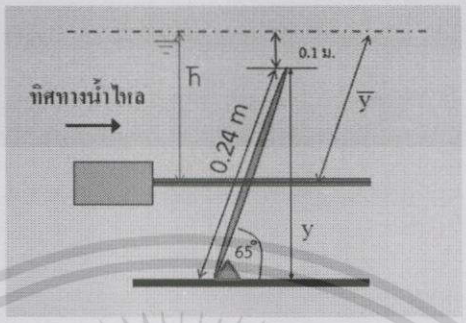
3.6 การสร้างแบบจำลอง การคำนวณที่ได้จากโมเดลฝายทดลอง



(1) น้ำหนักบาน = 6.9 กิโลกรัม
(2) น้ำหนักทุ่นทั้ง 2 ข้าง = 2.76 กิโลกรัม
(3) น้ำหนักโครงยกทั้ง 2 ข้าง = 0.14 กิโลกรัม
(4) ความยาวทุ่น(ใช้ท่อ PVC ขนาด 4 นิ้ว) = 0.26 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณชุดชิ้นส่วนแมคคานิค



พื้นที่บานประตู 0.12 m^2

$\bar{h}$ = 0.20 m.

$\bar{y}$ = 0.21 m

แรงดันน้ำ = 0.235 kN.

$\bar{y}$ = 0.22 m.

ตำแหน่งที่แรงดันน้ำ F กระทำต่อบานประตู 0.24 เมตร

แรงบิดตรงจุดหมุน 0.48 kg.m

แรงลอยตัว = 4.46 kg

ออกแบบใช้ทุ่น 4 ท่อนในแบบจำลอง จากการคำนวณจากแบบจำลอง จะมีความยาวทั้งหมด 2.2 เมตร

ทุ่น 1 ท่อนมีความยาว 0.26 เมตร หรือท่อนละ 0.137 เมตร ซึ่งน้อยกว่า 0.26 เมตร ตาม model แสดงว่าทุ่นลอยนี้สามารถ<u>ใช้ได้</u>

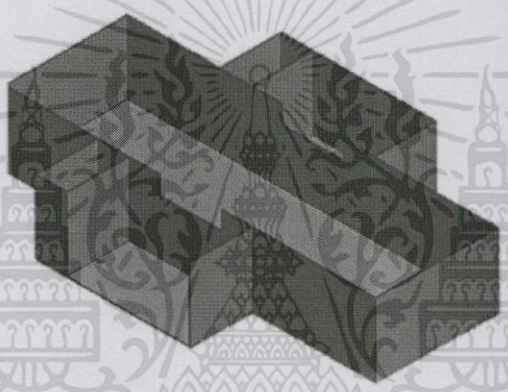
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ออกแบบคลองส่งน้ำ

4.1.1 รางน้ำ ที่สร้างขึ้นมาเป็นไปตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ ในห้องลูกลอยมีขนาด กว้าง 250 มิลลิเมตร ยาว 500 มิลลิเมตร สูง 300 มิลลิเมตร และในห้องที่สองมีขนาด กว้าง 250 มิลลิเมตร ยาว 125 มิลลิเมตร สูง 300 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.1 รางส่งน้ำ

4.1.2 เพลา เลือกใช้เพลาขนาด ϕ 8 มิลลิเมตร ยาว 1000 มิลลิเมตร

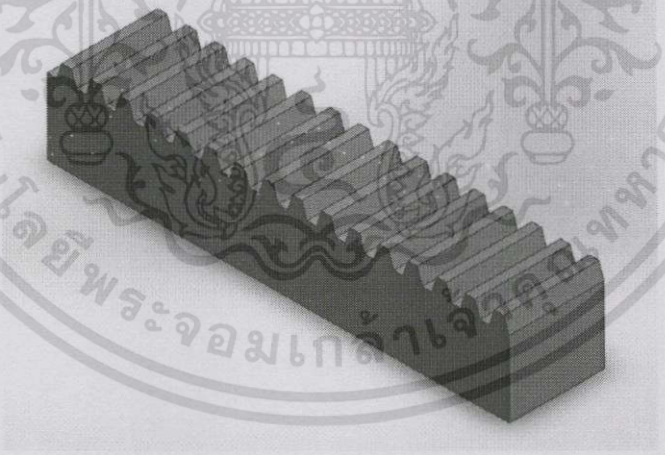
รูปที่ 4.2 เพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ลูกลอย เลือกใช้ลูกลอยที่มีขนาด ϕ 130 มิลลิเมตร ยาว 260 มิลลิเมตร

รูปที่ 4.3 ลูกลอย

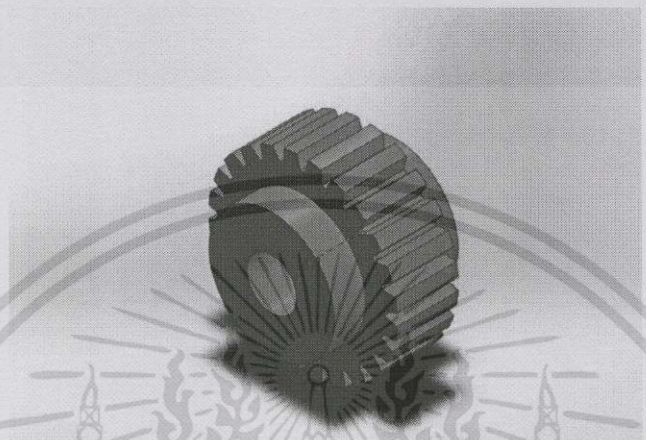
4.1.4 เฟืองสะพาน เลือกใช้เฟืองสะพานขนาด 16 ฟัน ยาว 50 มิลลิเมตร หนา 10 มิลลิเมตร ระยะพิตช์ 4 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.4 เฟืองสะพาน

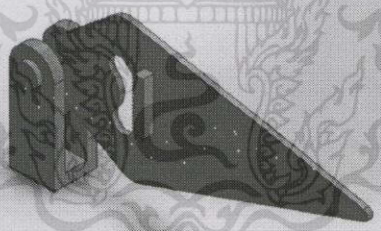
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 เฟือง เลือกใช้เฟือง ϕ 30 มิลลิเมตร หนา 10 มิลลิเมตร ระยะพิตช์ 4 มิลลิเมตร ขนาดฟัน 30 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.5 เฟือง

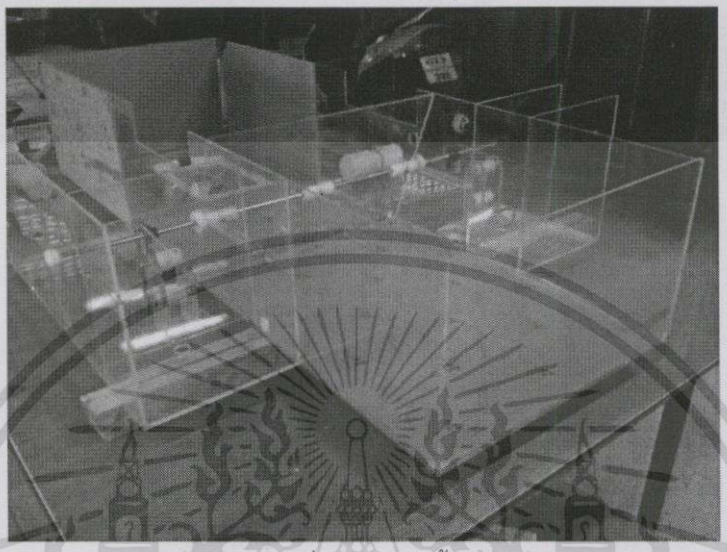
4.1.6 คาน มีขนาดความยาว 330 มิลลิเมตร สูงจากพื้นราง 60 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.6 แขนยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 **สร้าง** นำส่วนประกอบที่ได้ไปสร้างโดยใช้อะคลิลิคเป็นวัสดุในการสร้างราง



รูปที่ 4.7 รางส่งน้ำ

4.3 **ตารางทดสอบการทำงานของประตู เปิด-ปิด ฝายทดน้ำอัตโนมัติ**

ครั้งที่	ขั้นตอนการทำงาน							
	บานประตูพลิกเปิด		รูระบายน้ำปิด		รูระบายน้ำปิด		บานประตูพลิกปิด	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1								
2								
3								
4								
5								

ตาราง 4.1 ตารางทดสอบการทำงานของประตูเปิด-ปิดฝายอัตโนมัติ

จากผลการทดสอบ ทำให้ทราบว่าประตูเปิด-ปิดฝายทดน้ำอัตโนมัติสามารถทำงานได้ดี เนื่องจากระดับน้ำในห้องลูกลอยมีปริมาตรที่เพียงพอในการเปิดประตู กลไกการเปิดประตูเกิดขึ้นได้จากการที่น้ำในรางด้านเหนือน้ำเอ่อล้นเข้าไปในห้องลูกลอยระดับน้ำจะมีแรงดันเพื่อดันให้ลูกลอยลอยขึ้นและเมื่อลูกลอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลอยขึ้น ประตูก็จะสามารถพลิกเปิด ได้โดยอัตโนมัติ หลังจากนั้นเมื่อน้ำจากด้านเหนือน้ำไหลไปทางด้านท้ายน้ำแล้วระดับน้ำในระบบจะเริ่มน้อยลงจึงทำให้บานประตูพลิกปิดเอง

4.4 ตารางบันทึกผลการวัดระดับน้ำ

ครั้งที่	เวลา(นาที)			ระดับน้ำ(เซนติเมตร)			
	ประตูเปิด	ประตูปิด	ทั้งระบบ	ห้อง1	ห้อง 2	เหนือน้ำ	ท้ายน้ำ
1	5.21	5.20	10.41	23	23	23	13
2	5.04	5.13	10.17	23	23	23.5	13
3	5.18	5.10	10.28	23	23	23	12.5
4	5.03	5.15	10.18	23	23	23	13.2
5	5.17	4.57	10.14	23	23	23	13

ตาราง 4.2 ตารางบันทึกผลการวัดระดับน้ำ

ทำให้ทราบว่าระดับน้ำที่ได้ในการทดลองใน 5 ครั้งในแต่ละจุด มีปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก เวลาที่ใช้ในการทำงานก็ใช้เวลาได้ใกล้เคียงกัน อาจมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อยที่เกิดจะรอยรั่วบางประการ จึงสรุปได้ว่า ฝายทดน้ำ เปิด-ปิด อัตโนมัติสามารถทำงานได้ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ได้ทำการออกแบบจำลองฝายทดน้ำเปิด-ปิดอัตโนมัติ โดยใช้แผ่นอะคลิลิคเป็นวัสดุ โดยมีส่วนประกอบดังนี้คือ รางส่งน้ำขนาด 50 x 30 ซม. มีความลาดคลอง 1:10,000 โดยมีขนาดบานประตูพลิกได้สูง 0.24 ม. ทำมุมกับแนวราบ 65 องศา ห้องลูกลอยขนาด 20 x 30 ซม. ชุดเฟืองสะพานสำหรับเปิด-ปิดบานประตู 2 ชุด และตุ้มน้ำหนักเปิดวาล์วน้ำ 2 ชุด ทำการคำนวณแรงดันน้ำ และตำแหน่งจุดหมุนของบานประตู ผลการทดสอบการทำงานของแบบจำลองฝายทดน้ำปรากฏว่า เมื่อปล่อยให้น้ำเข้าสู่ฝายจนกระทั่งล้นข้ามบานประตู ซึ่งน้ำส่วนหนึ่งจะไหลเข้าห้องลูกลอย ทำให้ลูกลอยยกตัวขับชุดกลไกทำให้บานประตูพลิกเปิด ซึ่งทำให้น้ำสามารถไหลผ่านฝายจนกระทั่งระดับน้ำทั้งสองด้านเท่ากัน ซึ่งจะทำให้ตุ้มน้ำหนักเปิดวาล์วน้ำทำงานปล่อยให้น้ำในห้องลูกลอยไหลออกไปท้ายน้ำเป็นเหตุให้ลูกลอยลดตัวยกขับชุดกลไกให้บานประตูพลิกกลับมาปิด จนกระทั่งระดับจะระดับน้ำจะสูงขึ้นและไหลล้นข้ามบานประตูอีกครั้ง การทำงานของบานประตูก็จะสลับเปิด-ปิดเช่นนี้ไปเรื่อยๆ โดยที่หลักการดังกล่าวจะสามารถรักษาระดับน้ำทางเหนือและทางใต้ฝายให้เท่ากันตลอด ซึ่งสามารถนำประยุกต์สร้างในคลองส่งน้ำขนาดเล็กเพื่อให้เกษตรกรได้มีน้ำใช้ตลอดเวลา

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรเลือกใช้วัสดุที่ทนน้ำ เพราะอาจจำเกิดการบวมหรือผุพังได้

5.2.2 เลือกวัสดุป้องกันการเกิดน้ำรั่วไหลให้มีประสิทธิภาพที่ไม่ส่งผลที่ทำให้ประตูเปิด-ปิดทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ

5.2.3 ควรออกแบบทางน้ำให้มีทางยาวมากขึ้นเพื่อให้มีอัตราการไหลที่คงที่และต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2546. การวางแผนและออกแบบระบบส่งน้ำชลประทาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2] ธัญดร ออกวะลา. 2553. กลศาสตร์ของไหล (Fluid Mechanics).

[3] เข้าถึงได้จาก http://kmcenter.rid.go.th/kmc16/wichakarn/data/consign.htm#st (วันที่ค้นข้อมูล: 5 กรกฎาคม 2556)

[4] เข้าถึงได้จาก http://kmcenter.rid.go.th/kmc16/wichakarn/Consign/head%20regulator.htm (วันที่ค้นข้อมูล: 5 กรกฎาคม 2556)

[5] เข้าถึงได้จาก http://kmcenter.rid.go.th/kmc16/wichakarn/Consign/check_gates.htm (วันที่ค้นข้อมูล: 5 กรกฎาคม 2556)

[6] เข้าถึงได้จาก http://kmcenter.rid.go.th/kmc16/wichakarn/consign/tail%20regulators.htm (วันที่ค้นข้อมูล: 5 กรกฎาคม 2556)

[7] เข้าถึงได้จาก http://kmcenter.rid.go.th/kmc16/wichakarn/consign/Distributary%20head%20regulators.htm (วันที่ค้นข้อมูล: 5 กรกฎาคม 2556)

[8] รูปแบบการจัดการน้ำในคลองตำบลแพรกหนามแดง : งานวิจัยเพื่อท้องถิ่น สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.): http://www.oknation.net/blog/print.php?id=51440 (วันที่ค้นข้อมูล: 11 กรกฎาคม 2556)

[9] เข้าถึงได้จาก http://irre.ku.ac.th/HomepageDoc/BooksOnline/Santi/02207421/02207421Ru.pdf (วันที่ค้นข้อมูล: 11 ธันวาคม 2556)

[10] เข้าถึงได้จาก http://kmcenter.rid.go.th/kchydhome/download_manual/manning_s_formula.pdf (วันที่ค้นข้อมูล: 15 ธันวาคม 2556)

[11] เข้าถึงได้จาก http://irre.eng.kps.ku.ac.th/project/pdf/255321.pdf (วันที่ค้นข้อมูล: 15 ธันวาคม 2556)

[12] เข้าถึงได้จาก http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/KC4111005.pdf (วันที่ค้นข้อมูล: 15 ธันวาคม 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

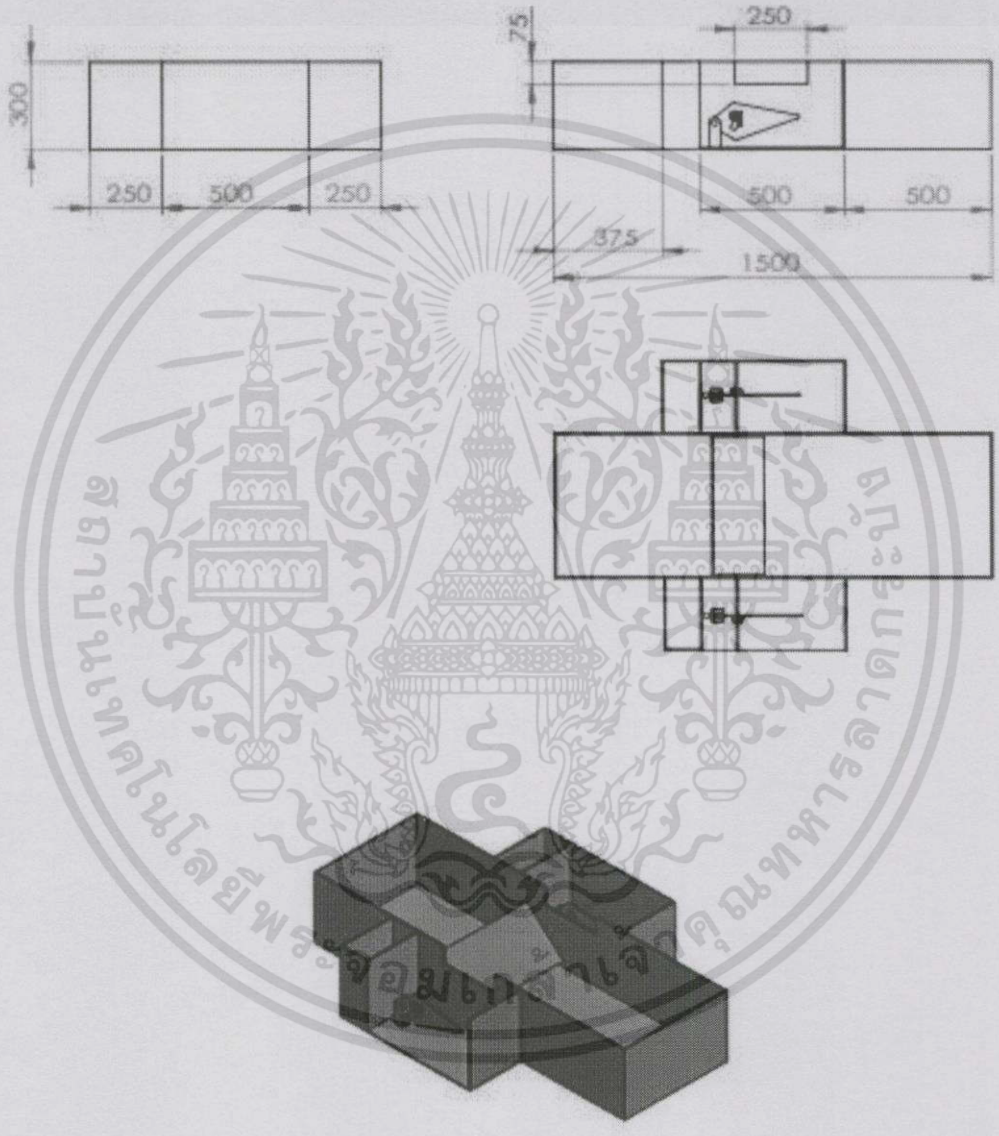
ภาคผนวก ก

การออกแบบจำลองฝายทดน้ำเปิด-ปิดอัตโนมัติ

รูปที่ ก-1 ลูกลอย

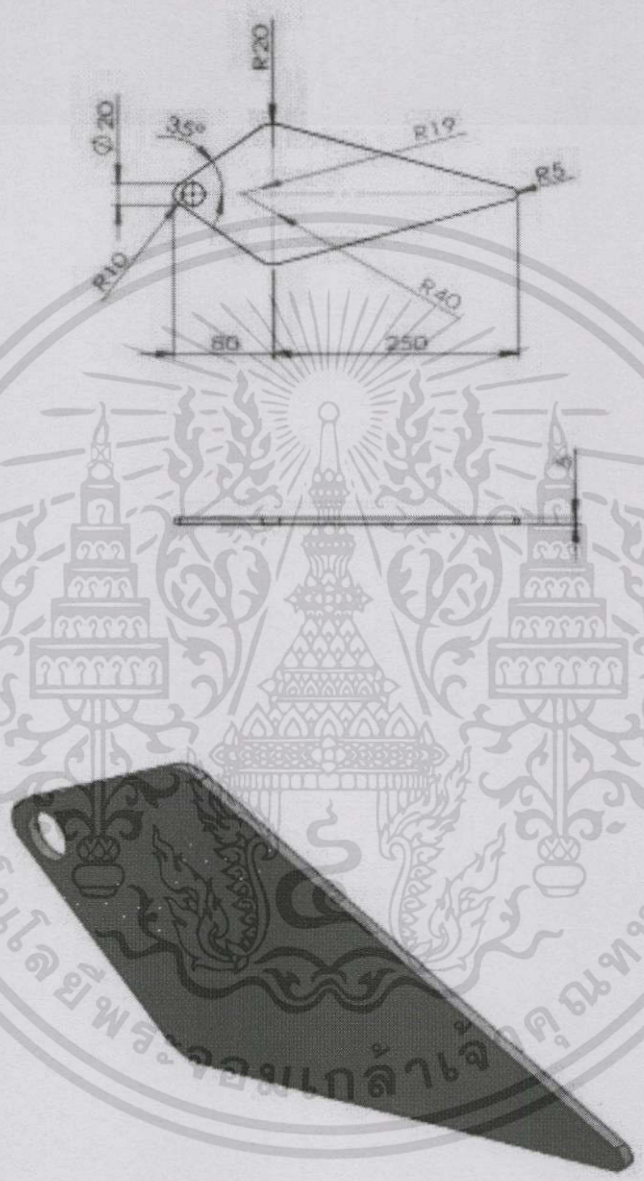
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-2 รางส่งน้ำ



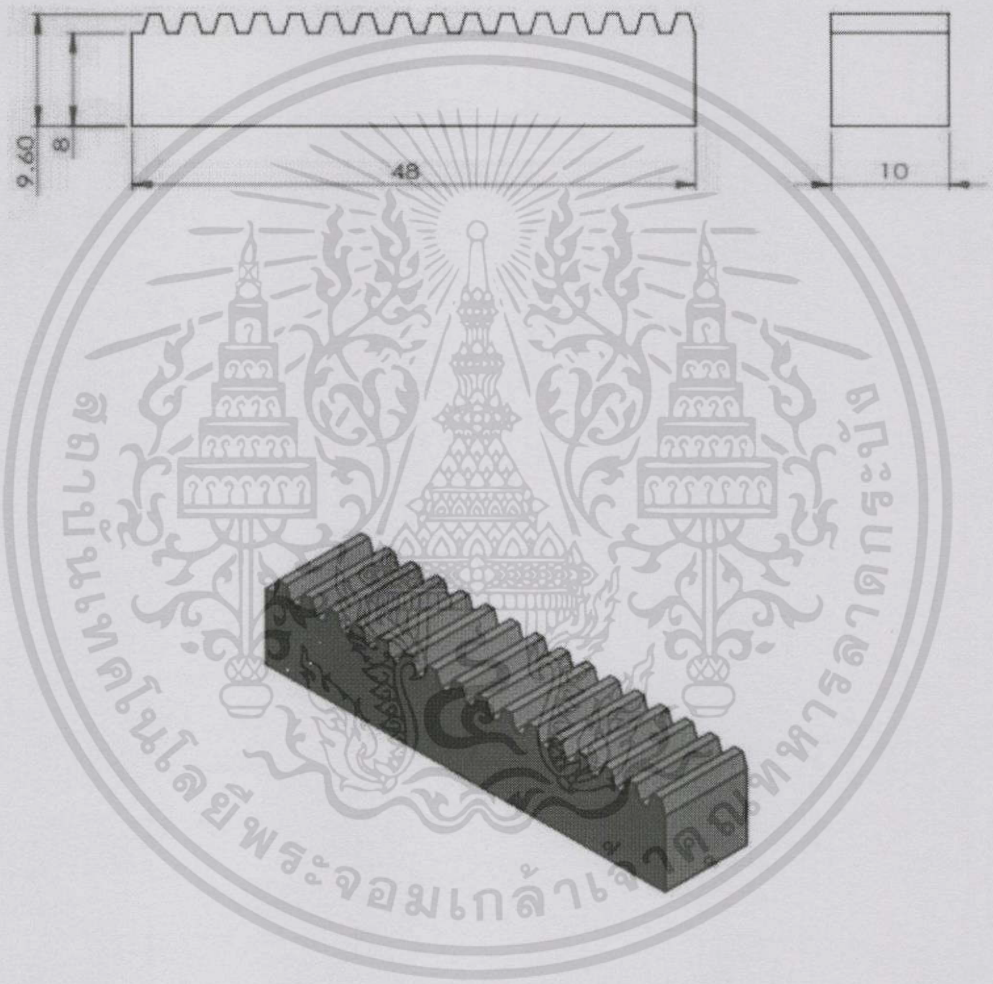
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-3 แขนยก



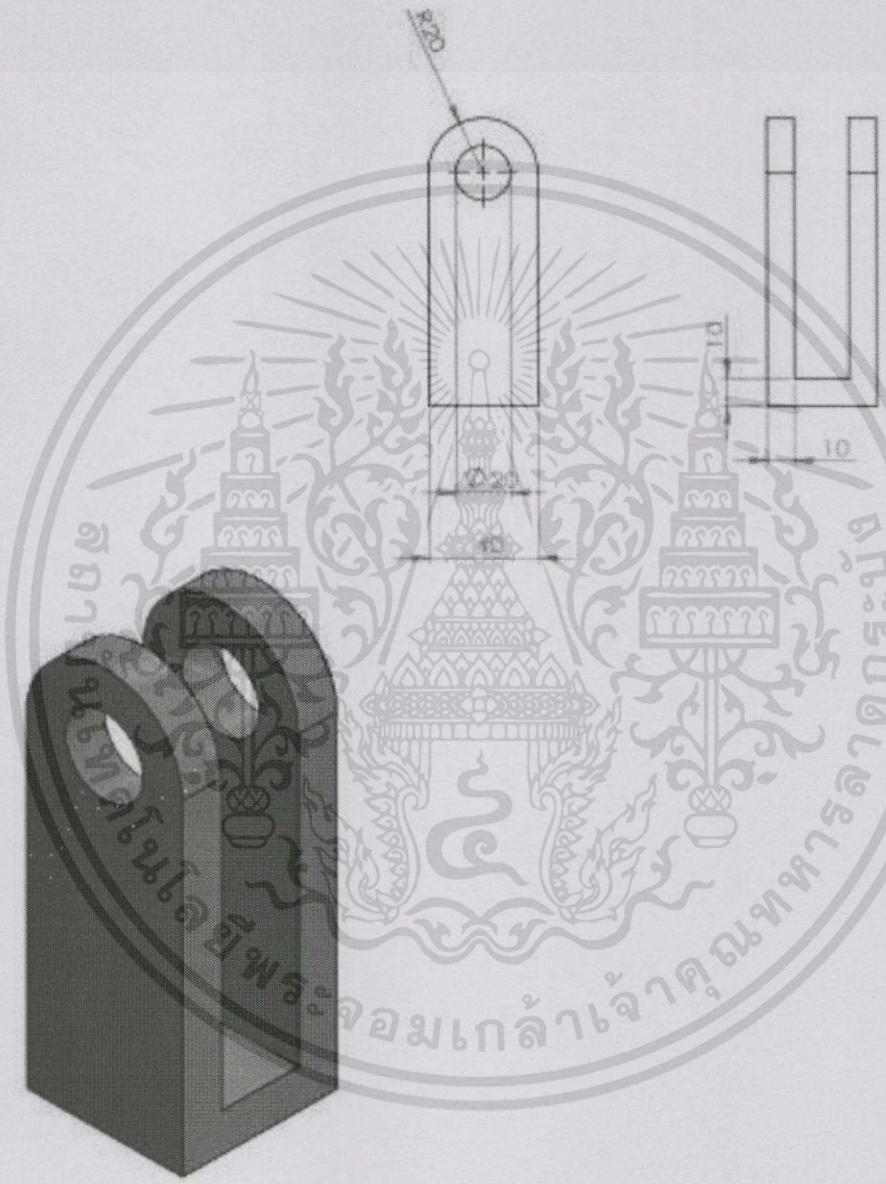
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-4 เฟืองสะพาน



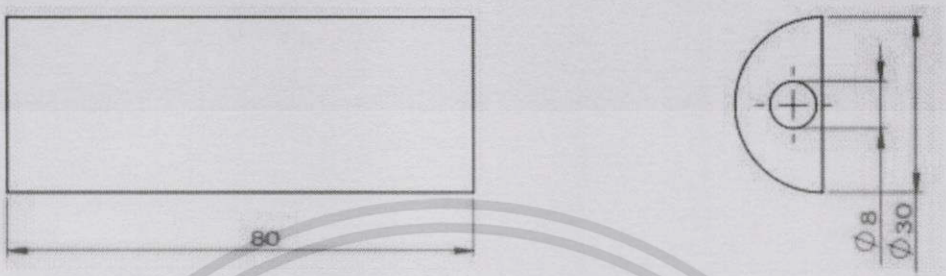
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

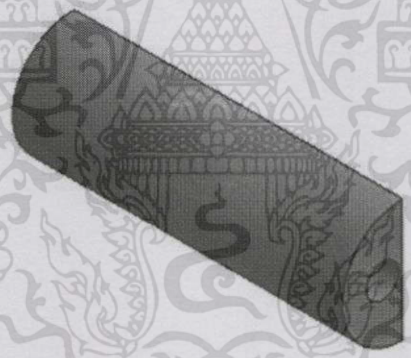
รูปที่ ก-5 ตัวยึด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-6 ตัวยึดประตู



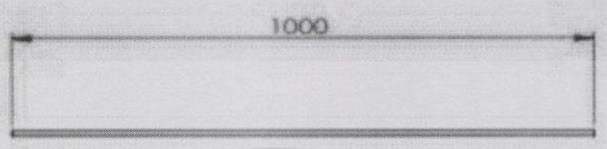


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-7 บานประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

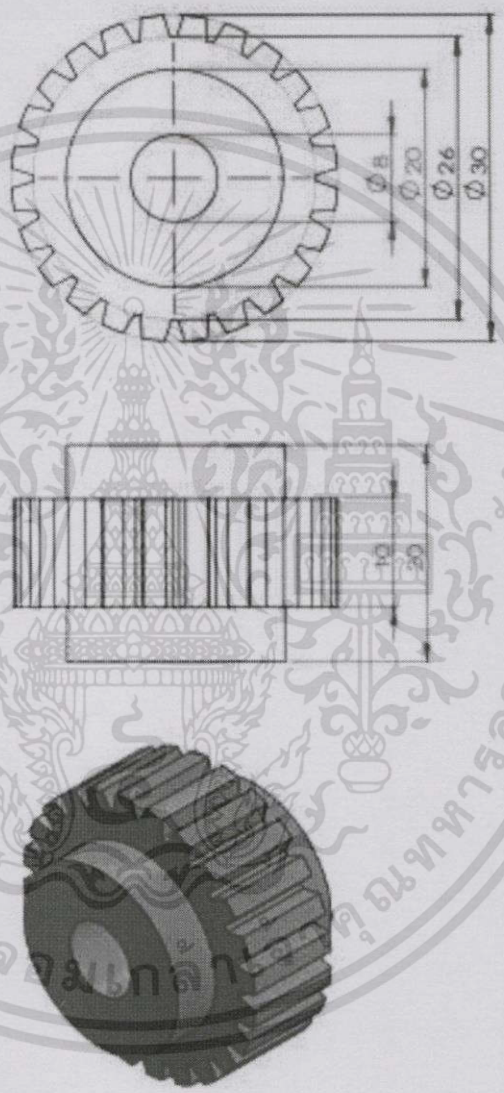
รูปที่ ก-8 เพลา



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-9 เฟือง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้