โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 1/2557

เรื่อง

การออกแบบและทดสอบอุปกรณ์ปล่อยน้ำอัตราการไหลคงที่ชนิด Mariotte

(Design and Testing of Mariotte's Tank: a Device for Delivering Constant Discharge)

โดย

นายธนนันท์ จันทร์สว่าง

นายวัชรพงศ์ สีนวล

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา – ชลประทาน)

พุทธศักราช 2557

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง : การออกแบบและทดสอบอุปกรณ์ปล่อยน้ำอัตราการไหลคงที่ชนิด Mariotte

นามผู้ทำโครงงาน : นายธนนันท์ จันทร์สว่าง

นายวัชรพงศ์ สีนวล

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย
ประธานกรรมการ

.....
(ผศ.ดร.เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย)
...../...../.....

กรรมการ

.....
(ผศ.ดร.พงศธร โสภาพันธุ์)
...../...../.....

กรรมการ

.....
(ผศ.ดร.นิธิรัชต์ สงวนเดือน)
...../...../.....

หัวหน้าภาควิชา

.....
(ผศ.นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์)
...../...../.....

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การออกแบบและทดสอบอุปกรณ์ปล่อยน้ำอัตราการไหลคงที่ชนิด Mariotte

โดย : นายธนนันท์ จันทร์สว่าง

นายวัชรพงศ์ สีนวล

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ : .....

(ผศ.ดร.เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย)

...../...../.....

โครงงานวิศวกรรมนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาออกแบบและทดสอบอุปกรณ์ที่สามารถจ่ายน้ำได้ด้วยอัตราไหลคงที่โดยประยุกต์หลักการของถัง Mariotte

แนวคิดหลักของการรักษาอัตราการไหลให้คงที่คือการควบคุมระดับน้ำในถังจ่ายน้ำด้านล่างให้คงที่ด้วยถังแบบ Mariotte ที่ติดตั้งด้านบน การทดสอบอุปกรณ์จ่ายน้ำแบ่งออกเป็นสองรูปแบบ แบบแรกเป็นแบบท่อเดี่ยวซึ่งอากาศไหลเข้าสวนทางกับน้ำที่ไหลออกจากถังบน แบบที่สองเป็นแบบท่อคู่โดยได้แยกท่ออากาศออกมา ทั้งสองแบบใช้ท่อที่เป็นตัวกำหนดระดับน้ำของถังล่างยาวเท่ากัน โดยระดับน้ำในถังล่างจะพอดีกับขอบท่อที่อากาศไหลเข้า การทดสอบทำโดยวัดระดับน้ำในถังล่างทุก 10 วินาที เป็นระยะเวลารวม 200 วินาที

จากการทดสอบ พบว่า ในแบบท่อเดี่ยวที่ไม่แยกท่ออากาศ ระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงท้าย ส่วนแบบท่อคู่ซึ่งแยกท่ออากาศออกมา ระดับน้ำมีการแกว่งตัวขึ้นลงมากกว่าแต่มีแนวโน้มโดยเฉลี่ยค่อนข้างคงที่

Abstact

Title : Design and Testing of Mariotte's Tank: a Device for Delivering Constant Discharge

By : Mr. Tananun Jansawang

Mr. Watcharapong Srinual

Project advisor : .....

(Asst.Prof.Dr.Ekasit Kositsakulchai)

...../...../.....

The purpose of this senior project was to construct a constant-rate water distributor by applying the principle of Mariotte's bottle.

The main idea was to control flow rate by keeping constant water level. There were two options for testing the device. The first option, air was allowed to flow to the upper tank through a common tube. The second option, air tube was separated from water tube. Each option used the tube with an identical length for controlling water level in the lower tank. The experiments were conducted by measuring water levels every 10 seconds for a period of 200 seconds.

From the experimental results, it was found that water level was rather constant and slightly changed for the first option. Over the last period of experiment, water level had an increasing trend. For the second option, water level fluctuated more throughout the experiment, however it had a constant trend.

คำนิยม

โครงงานวิศวกรรมชลประทานฉบับนี่สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจากบุคลากรหลายฝ่ายเป็นอย่างดี ผู้ทำโครงการขอขอบคุณ ผศ.ดร.เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย ประธานที่ปรึกษาโครงการ ผศ.ดร.พงศธร โสภาพันธุ์และ ผศ.ดร.นิธิรัชต์ สงวนเดือน กรรมการที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้ช่วยเหลือ พร้อมให้คำแนะนำชี้แนวทางในการดำเนินงาน และยังให้คำแนะนำในการเรียบเรียงรายงานฉบับนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณบุคลากรภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน ตลอดจนเพื่อนทุกคน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้อสถานที่อุปกรณ์ และให้ความช่วยเหลือ ในการจัดทำโครงงานให้เป็นผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ในนามของผู้จัดทำโครงงานจึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ
พฤษภาคม 2558

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
คำนิยม	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	จ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญ และที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตในการศึกษา	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
2.1 ถังให้น้ำสัตว์เลี้ยงแบบอัตโนมัติ	2
2.2 ความดันของน้ำ	4
2.3 การบอกค่าความดันเป็นความสูงของของไหล	7
2.4 ถัง Mariotte	10
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 อุปกรณ์	11
3.2 วิธีการประดิษฐ์	15
3.3 วิธีการทดลอง	18
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล	
4.1 ผลการทดลองฝาต่อแบบ 1 ท่อ	21
4.2 ผลการทดลองฝาต่อแบบ 2 ท่อ	22
4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบของฝาต่อแบบ 1 ท่อ	23
4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบของฝาต่อแบบ 2 ท่อ	27
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	31
5.2 ข้อเสนอแนะ	31
ภาคผนวก	32
เอกสารอ้างอิง	35

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ถังน้ำหยด	2
2.2 ถังให้น้ำไก่แบบอัตโนมัติ	3
2.3 ถังให้น้ำสุนัขและแมวแบบอัตโนมัติ	3
2.4 ความดันขณะน้ำไม่มีการไหล	4
2.5 ความดันขณะน้ำมีการไหล	5
2.6 ถังเปิดบรรจุของเหลวที่ไม่มีความดันบนพื้นผิวเลย	7
2.7 การไหลภายในท่อผ่านหน้าตัด (1) และ (2)	9
2.8 ถัง Mariotte	10
2.9 ถัง Mariotte ที่ช่วงเวลา (1) ปิดวาล์วอากาศยังไม่เข้าในถัง (2) เปิดวาล์ว อากาศเริ่มเข้ามาในถังความสูงระดับ h_1 (3) เปิดวาล์ว อากาศใกล้หยุดการเข้ามา	10
3.1 ถังพลาสติกชนิดขุ่นขนาด 20 ลิตร	12
3.2 ถังพลาสติกชนิดใสขนาด 18.9 ลิตร	12
3.3 เก้าอี้พลาสติก	13
3.4 ก๊อกลมขนาด $^1/_4$ นิ้ว	13
3.5 กาวอีพ็อกซี่	14
3.6 ท่อ PVC ขนาด $^1/_2$ นิ้ว	14
3.7 ท่ออากาศ	14
3.8 ไม้บรรทัด	15
3.9 นาฬิกาจับเวลายี่ห้อ FBT	15
3.10 เก้าอี้สำหรับช่วยรับน้ำหนักจากถังจ่ายน้ำ	16
3.11 ถังรับน้ำด้านล่าง	16
3.12 การติดก๊อกสำหรับจ่ายน้ำออกจากถังรับน้ำด้านล่าง	17
3.13 แสดงการติดตั้งตัววัดระดับน้ำ	17
3.14 แสดงการประดิษฐ์ฝาท่อ	18
3.15 แสดงขีดเติมน้ำที่กำหนดไว้	19
3.16 แสดงวิธีการติดตั้งถังจ่ายน้ำ	19
3.17 แสดงวิธีอ่านค่าระดับน้ำ	20
3.18 รูปแสดงความแตกต่างระหว่างฝาต่อแบบ 1 ท่อและฝาต่อแบบ 2 ท่อ	20
3.19 ภาพร่างการทำงานของฝาต่อแบบ 1 ท่อ	21
3.20 ภาพร่างการทำงานของฝาต่อแบบ 2 ท่อ	21

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 1 ท่อครั้งที่ 1	24
4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 1 ท่อครั้งที่ 2	25
4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 1 ท่อครั้งที่ 3	26
4.4 กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์การทดลองสามครั้งของฝาต่อแบบ 1 ท่อ	27
4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 2 ท่อครั้งที่ 1	28
4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 2 ท่อครั้งที่ 2	29
4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 2 ท่อครั้งที่ 3	30
4.8 กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์การทดลองสามครั้งของฝาต่อแบบ 2 ท่อ	31

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงระดับน้ำที่ระยะเวลาต่างๆของฝาต่อแบบ 1 ท่อ	22
4.2 แสดงระดับน้ำที่ระยะเวลาต่างๆของฝาต่อแบบ 2 ท่อ	23

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มา

การควบคุมการปล่อยน้ำด้วยอัตราการไหลคงที่นั้นมีประโยชน์อย่างมากในงานที่ต้องการอุปกรณ์ที่จะสามารถให้น้ำได้ในอัตราคงที่ เช่น การจ่ายน้ำให้กับพืชในงานด้านชลประทาน ซึ่งปกติแล้วการให้น้ำแก่พืชด้วยถังเก็บน้ำธรรมดา จะไม่สามารถให้น้ำได้สม่ำเสมอเมื่อเวลาผ่านไปได้ เพราะการไหลของน้ำออกจากถังหรือการไหลออกจากภาชนะเก็บน้ำปกติที่มีระดับของผิวน้ำอยู่เหนือจุดที่น้ำออกนั้น อัตราการไหลของน้ำแปรผันตรงกับความสูงของระดับระหว่างระดับผิวน้ำกับระดับจุดที่น้ำไหลออก ซึ่งจะทำให้การให้น้ำพืชในช่วงแรกๆนั้น พืชจะได้น้ำในปริมาณที่มาก แต่ช่วงท้ายจะได้น้ำน้อยลง ซึ่งถ้าเราสามารถทำให้การให้น้ำพืชมีความสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการให้น้ำได้ ก็จะสามารถกำหนดเวลาที่แน่นอนในการให้น้ำในครั้งต่อไปได้อีกด้วย

ถัง Mariotte เป็นถังที่มีการปล่อยน้ำออกได้ในอัตราที่คงที่ อีกทั้งยังไม่ต้องการพลังงานหรืออุปกรณ์ที่ซับซ้อนในการควบคุมการทำงาน และสามารถที่จะทำได้ทั้งแบบน้ำหยด(กรณีอัตราการไหลน้อยมาก)เพื่อให้น้ำกับพืช อีกทั้งยังสามารถรู้ปริมาณน้ำที่ไหลออกไปในการให้น้ำพืชได้อีกด้วยเมื่อมีการสอบเทียบค่าความจุของถัง ตลอดจนถึงการปล่อยน้ำให้ไหลด้วยอัตราการไหลที่สูงขึ้นซึ่งทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับความสูงของระดับระหว่างจุดอากาศเข้าที่ปลายท่อด้านบนและจุดน้ำออก

โครงงานวิศวกรรมนี้ ได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ปล่อยน้ำอัตราการไหลที่คงที่ โดยที่เราสามารถกำหนดปริมาณที่ไหลออกไปได้ด้วย จึงต้องมีการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ปล่อยน้ำที่มีอัตราการไหลคงที่ ทราบอัตราการไหลที่แน่นอน สะดวกในการเปลี่ยนถังใส่น้ำในกรณีที่ต้องการให้น้ำนานๆหรือมากๆก็ตาม

1.2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ปล่อยน้ำอัตราการไหลคงที่ชนิด Mariotte
2. เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบหารูปแบบที่สามารถจ่ายน้ำด้วยอัตราการไหลคงที่

1.3. ขอบเขตการศึกษา

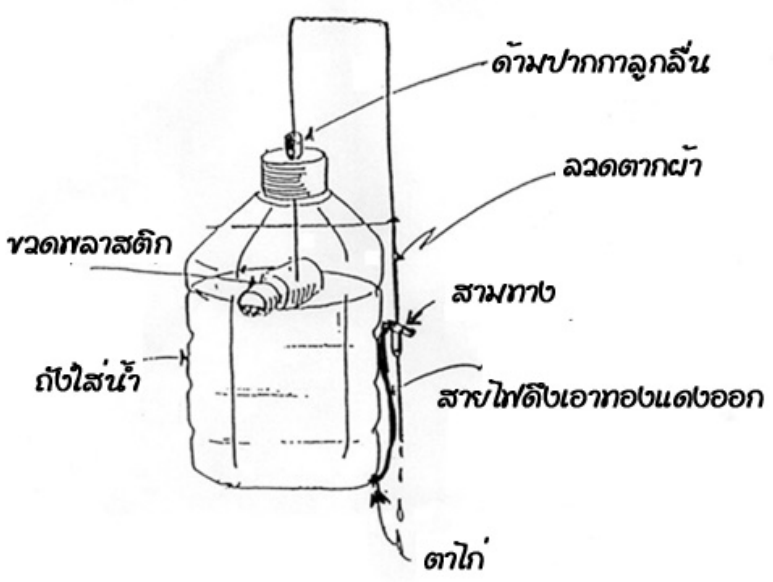
ในการศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ปล่อยน้ำอัตราการไหลคงที่ตรวจสอบค่าอัตราการไหลจากความต่างของระดับน้ำ

บทที่2
ตรวจเอกสาร

2.1 อุปกรณ์ปล่อยน้ำอัตราคงที่

2.1.1 ถังน้ำหยด

เป็นกระป๋องน้ำหยดที่ควบคุมอัตราการไหลครั้งละน้อยมากๆ ได้อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลาที่หยด สามารถใช้ได้อย่างอิสระ เหมาะที่จะใช้กับต้นไม้เล็กๆ ที่เริ่มปลูกใหม่ๆ ต้นไม้ที่ปลูกในอาคาร หรือแม้แต่ต้นไม้ขนาดใหญ่ และสามารถช่วยในการใส่ปุ๋ยน้ำหรือฮอร์โมนพืช ช่วยให้พืชเจริญสมบูรณ์ยิ่งขึ้น หรือต้องการใส่สารเคมีเพื่อควบคุมให้ออกนอกฤดู ใช้วิธีควบคุมระดับน้ำในกระป๋องกับปลายท่อที่จ่ายน้ำออก ให้มีความแตกต่างคงที่โดยอาศัยลูกลอย ที่ยกก้านลวดที่หิ้วสายจ่ายน้ำหยดให้มีระดับน้ำต่างคงที่ ใช้ขวดยาพลาสติกเล็กๆ ทำเป็นลูกลอย ลวดตากผ้า สายไฟเส้นเดี่ยวที่ดึงเอาลวดทองแดงออก ด้ามปากกาลูกลื่น สามทางที่ต่อสายอากาศให้ตู้ปลา และตาไก่ทองเหลือง โดยอุปกรณ์จะมีข้อเสียตรงที่ เมื่อวัสดุใช้ไปนานๆจะเกิดสนิมที่เส้นลวดทำให้เกิดความฝืดและวัสดุในการขยับหรือตัวถังผุพัง



รูปที่ 2.1 ถังน้ำหยดของ รศ.มนตรี ค้ำขู

2.1.2 ถังให้น้ำสัตว์เลี้ยงแบบอัตโนมัติ

ถังให้น้ำสัตว์เลี้ยงนั้นสามารถจ่ายน้ำในถังลงมายังถาดด้านล่าง โดยระดับขอบของถังที่ควำ่จะพอดีกับผิวน้ำที่ถาดด้านล่าง ทำให้อากาศไม่สามารถเข้าไปแทนที่น้ำที่อยู่ข้องในได้ น้ำจึงไม่ไหลล้นออกมาจากถังจนหมด น้ำในตัวถังจะไหลออกมาที่ถาดด้านล่างเมื่อสัตว์เลี้ยงกินน้ำจนน้ำบริเวณถาดด้านข้างลดลงไป อากาศจะเข้าไปแทนที่น้ำภายในตัวถัง น้ำในถังจะลดลงและมาเติมน้ำที่อยู่ในถาดด้านข้างซึ่งจะทำให้มีระดับน้ำในถาดด้านข้างเท่าเดิม ซึ่งจะพอดีกับระดับขอบของถังเช่นเดิม

รูปที่ 2.2 ถังให้น้ำไก่แบบอัตโนมัติ

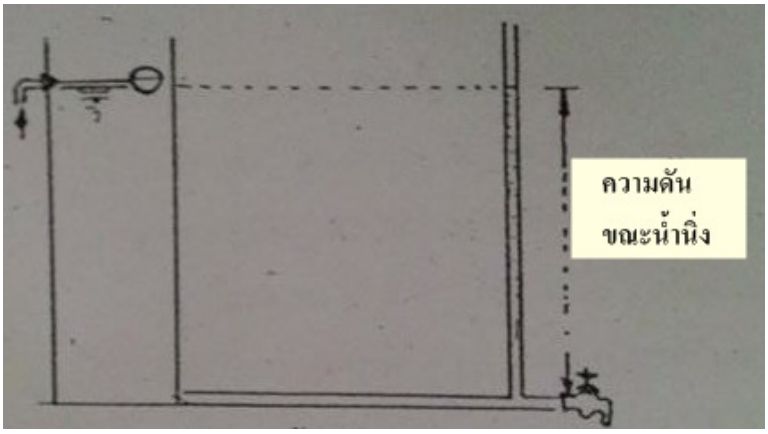
รูปที่ 2.3 ถังให้น้ำสุนัขและแมวแบบอัตโนมัติ

2.2 ความดันของน้ำ

ความดันของน้ำ หมายถึง แรงต่อหน่วยพื้นที่ที่กระทำที่จุดใดๆ คำว่า “แรง”อาจจะเป็นน้ำหนักของน้ำที่กดทับอยู่บนพื้นที่ ณ จุดนั้นๆก็ได้ ดังนั้นแรงคือน้ำหนักของน้ำนั่นเอง (มนตรี, 2532)

2.2.1 ความดันขณะที่น้ำหยุดนิ่ง

หมายถึงความดันหรือระดับซึ่งเกิดจากความสูงของน้ำที่อยู่นิ่ง มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว ,กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือระดับของน้ำเป็นเมตรค่าความดันชลสถิตเปรียบเสมือนพลังงานศักย์ของน้ำที่จะนำไปใช้ในระบบ ความดันและความสูงของน้ำมีความสัมพันธ์กัน

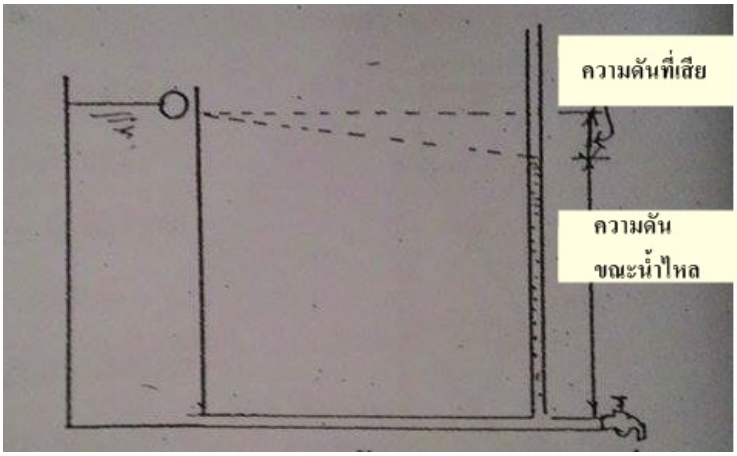


รูปที่ 2.4 ความดันขณะน้ำไม่มีการไหล
ที่มา : มนตรี (2532)

กรณียังไม่มีการเปิดประตูน้ำที่ปลายท่อ ดังนั้นจึงไม่มีน้ำไหลผ่านท่อเลย จะเห็นระดับน้ำในหลอดแก้วอยู่ในระดับและความสูงเท่ากับระดับน้ำในถัง นั่นย่อมแสดงว่า ถ้าไม่มีการไหลในท่อก็จะไม่มีการสูญเสียความดันของน้ำเลย(มนตรี, 2532)

2.2.2 ความดันขณะที่น้ำมีการไหล

ความดันขณะที่น้ำมีการไหล หมายถึงความดันที่จุดต่างๆขณะมีการไหลของน้ำผ่านจุดนั้นๆ เราจึงนิยมเรียกว่า “ความดันใช้งาน”ซึ่งค่าความดันนี้หาได้จากค่าความดันชลสถิตย์ที่จุดนั้นลบด้วยค่าความสูญเสียความดันเนื่องจากความฝืดของท่อ ประตูน้ำ ระบบกรอง และอุปกรณ์อื่นๆ



รูปที่ 2.5 ความดันขณะน้ำมีการไหล
ที่มา : มนตรี (2532)

เป็นกรณีที่ปิดประตูน้ำที่ปลายท่อให้มีการไหลผ่านท่อ จะเห็นว่าระดับน้ำในหลอดจะลดลงจากเดิมเนื่องจากมีการสูญเสียความดันที่น้ำไหล ดังนั้นระดับน้ำในหลอดจึงเป็นความดันขณะน้ำไหลหรือความดันขณะใช้งาน ส่วนการสูญเสียความดันนั้นเนื่องมาจากความฝืดต่างๆ ในระบบที่น้ำมีการไหลผ่าน ค่าการสูญเสียขึ้นอยู่กับความเร็วการไหลในภายท่อ และความขรุขระของผิวท่อภายในนอกจากนี้จะขึ้นอยู่กับ ชนิด ขนาด และความยาวของท่ออีกด้วย (มนตรี, 2532)

2.2.3 ความเร็วการไหลของน้ำในท่อ

ความเร็วการไหลของน้ำในท่อ หมายถึง ระยะทางที่น้ำไหลภายในท่อต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที ค่าความเร็วการไหลนี้จะมีผลต่อการสูญเสียความดันต่างๆภายในท่อ ซึ่งปกติแล้วการออกแบบมักจะพิจารณาในรูปความเร็วเฉลี่ยในท่อมากกว่า เพราะน้ำที่ไหลผ่านหน้าตัดท่อใดๆความเร็วจะไม่เท่ากันตลอด จะมากที่สุดที่กึ่งกลางหน้าตัด แล้วค่อยๆลดลงเมื่อเข้าใกล้ผนัง โดยเฉพาะที่ติดผนังความเร็วจะเป็นศูนย์ ค่าความเร็วของน้ำจะส่งต่อการสูญเสียความดันอย่างมาก โดยพบว่าการสูญเสียเนื่องจากความฝืดของท่อ มักจะเพิ่มขึ้นถ้าความเร็วของน้ำเพิ่มขึ้น(มนตรี, 2532)

2.2.4 การสูญเสียความดันเนื่องจากความฝืดของผิวท่อ

เมื่อน้ำไหลในท่อ มักจะมีแรงต้านขณะเคลื่อนที่ แรงต้านนี้คือ แรงต้านที่เกิดจากความฝืดหรือการเสียดทานระหว่างน้ำและผิวของท่อที่มันไหลผ่านั่นเอง ความดันลดผ่านท่อจะขึ้นอยู่กับความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านท่อ ขนาดท่อ ความราบเรียบของผิวในท่อ และความยาว การคำนวณความดันลดนั้น ไม่เพียงแต่จะคำนึงถึงท่อเท่านั้น ยังจะคิดความดันลดที่ประตูน้ำ ข้อต่ออุปกรณ์อื่นๆเช่นข้อกรอง เป็นต้น สูตรการคำนวณการสูญเสียความดันภายในท่อที่นิยมใช้กันคือ สมการ Hazen-William (มนตรี, 2532)

$$H_f = 1.21\times10^{10}\left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} D^{-4.87} L$$

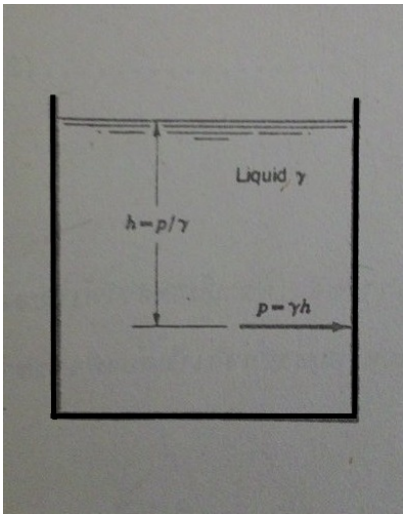
เมื่อ	H_f	=	ค่าการสูญเสียความดันเนื่องจากความฝืดในเส้นท่อ	เมตร
	Q	=	ปริมาณการไหลของน้ำในเส้นท่อ	ลิตร/วินาที
	C	=	ค่าสัมประสิทธิ์ของความฝืดของผิวท่อชนิดต่างๆ	
	D	=	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเส้นท่อ	มิลลิเมตร
	L	=	ความยาวของท่อ	เมตร

ตารางที่1 ค่าสัมประสิทธิ์ Cของสูตร Hazen – Williamsสำหรับท่อชนิดต่างๆ

ชนิดของท่อ	ค่า C
ท่อซีเมนต์ใยหิน, PVC	140
ท่อทองเหลือง	130-140
ท่ออิฐก่อ	100
ท่อทองเหลือง	130-140
ท่อเหล็กชุบสังกะสี	120
ท่อแก้ว	140
ท่อตะกั่ว	130-140
ท่อพลาสติก	140-150
ท่อดีบุก	130
ท่อดินเหนียว	100-140

ที่มา : วิบูลย์ (2529)

2.3 การบอกค่าความดันเป็นความสูงของของไหล



รูปที่ 2.6 ถังเปิดบรรจุของเหลวที่ไม่มีความดันบนพื้นผิวเลย
ที่มา : สุนันท์ (2526)

จากรูปเป็นถังเปิดบรรจุด้วยของเหลวที่ไม่มีความดันบนผิวเลย แม้ว่าในสภาพจริงจะมีความดันไอของของเหลวอยู่ที่ผิวด้วยก็ตาม แต่ตอนนี้ตัดเรื่องความดันไอเสียก่อนจะสามารถหาความดันที่ระดับ h ใดๆ ได้เป็น p = γ h ถ้า γ เป็นค่าคงที่ ความสัมพันธ์ระหว่าง p และ h ก็เป็นค่าแน่นอน นั่นก็คือความดันเป็นสัดส่วนกับความสูงของของไหลที่มีน้ำหนักจำเพาะเป็น γ ในการบอกความดันนั้นนิยมบอกเป็นแท่งความสูงของของไหลมากกว่าบอกเป็นแรงต่อพื้นที่

แต่สำหรับในกรณีที่ผิวของไหลมีความดันอยู่ด้วยก็ให้เปลี่ยนความดันนั้นเป็นความสูงของของไหลนั้นแล้วบอกความสูงนี้เข้ากับ h ในรูปจะได้ความดันรวม (สุนันท์, 2526)

2.3.1 HEAD

ถ้าพิจารณาเทอมต่างในสมการ ก็จะเห็นได้ว่า แต่ละเทอมนั้นมีหน่วยเป็นหน่วยของความยาว ดังนั้น Pressure head คือความสูงของของไหลเทียบเท่าความดัน P ของไหลที่มีน้ำหนักจำเพาะเป็น γ , เราเรียก Z ว่า elevation head แล้วเรียก $v^2/2g$ ว่า velocity head จะเห็นได้ว่าh_L นี้จะต้องมีหน่วยเป็นหน่วยของความยาว เราเรียก h_L นี้ว่า friction head, lost head หรือ head loss และเรียกผลบวก head ทั้งสามว่า total head และใช้ H เป็นสัญลักษณ์ total head นี้ (สุนันท์, 2526)

$$H = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z$$

เมื่อ	H	=	total head	m
	P	=	ความดันของของไหล	N/m^2
	V	=	ความเร็วการไหลของของไหล	m^2/s
	γ	=	น้ำหนักจำเพาะของของไหล	N/m^3
	Z	=	ความสูงของอนุภาคของของไหล	m

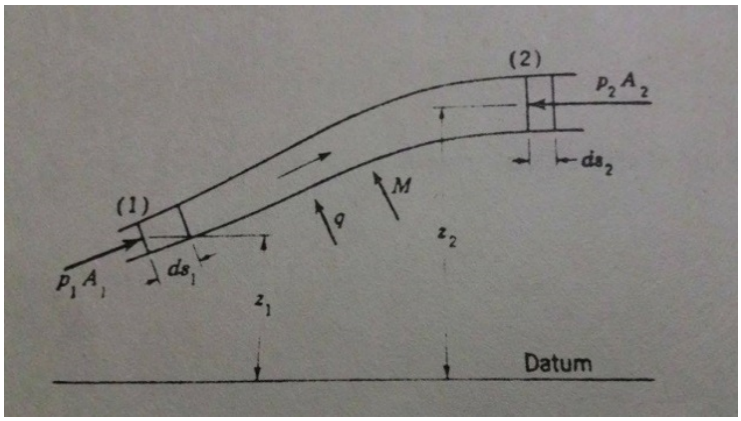
ถึงแม้ว่าแต่ละเทอมในสมการนี้ จะมีหน่วยเป็นเมตรก็ตาม แต่ความจริงแล้วมันหมายถึงพลังงาน N m ต่อน้ำหนัก N ของของไหล

ในกรณีที่เป็นของไหลที่ไม่มีความเสียดทานและอัดตัวไม่ได้นั้น H_1 จะเท่ากับ H_2 แต่ถ้าเป็นของไหลจริง (real fluid) แล้ว

$$H_1 = H_2 + h_L$$

เมื่อ	h_L	=	head loss ของระบบ	เมตร

2.3.2 สมการสำหรับการไหลแบบ steady flow ของของไหล



รูปที่ 2.7 การไหลภายในท่อผ่านหน้าตัด (1) และ (2)
ที่มา : สุนันท์ (2526)

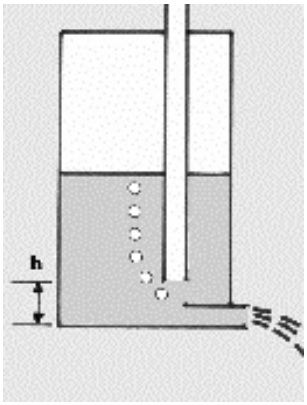
ในกรณีที่ไม่มีเครื่องจักรทำงาน (M) ในระหว่างหน้าตัด (1) และ (2) สมการพลังงานก็จะเป็น

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_L$$

เมื่อ h_L = พลังงานที่สูญเสีย ต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักของของไหล
ในการไหลจริงๆ (real fluid) จะมี h_L เกิดขึ้นเสมอบางครั้งจะมีค่ามาก และบางครั้งจะมีค่าน้อยมาก จนสามารถตัดทิ้งได้โดยไม่ก่อให้เกิดความผิดพลาดมากนัก ในกรณีที่มีค่าน้อยมากนั้น สมการพลังงานจะเป็น(สุนันท์, 2526)

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

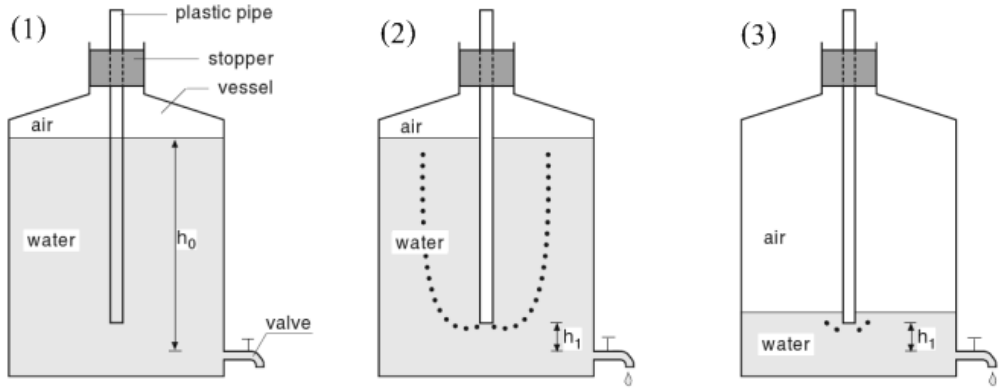
2.4 ถัง Mariotte



รูปที่ 2.8 ถัง Mariotte
ที่มา: BOITEN (2000)

ถังชนิดนี้เป็นถังพลาสติกที่มีวาล์วขนาดเล็กติดอยู่ด้านล่างของถัง และด้านบนจะเป็นช่องเปิด และช่องเปิดของถังจะปิดด้วยการอุดด้วยจุกยาง ซึ่งจุกยางที่อุดจะถูกเจาะผ่านด้วยท่อพลาสติกที่มีด้านเปิดสองด้านที่ปลาย ความยาวของท่อถึงปลายด้านล่างจะอยู่เหนือเหนือวาล์วด้านล่างในแนวตั้งเพียงไม่กี่เซนติเมตร ความดันที่ปลายด้านล่างของช่องอากาศเข้าจะเท่ากับกับความดันภายนอกขวด ถ้าอากาศไม่รั่วเข้ามาในขวดทางอื่น และระดับท่อที่อากาศเข้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงความลึก จะทำให้การไหลภายใต้ระดับเดิมอย่างต่อเนื่องโดยที่ไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำภายในขวด (BOITEN, 2000)

2.4.1 การใช้งานถัง Mariotte



รูปที่ 2.9 ถัง Mariotte ที่ช่วงเวลา (1) ปิดวาล์วอากาศยังไม่เข้าในถัง (2) เปิดวาล์ว อากาศเริ่มเข้ามาในถัง ความสูงระดับ h_1 (3) เปิดวาล์ว อากาศใกล้หยุดการเข้ามา
ที่มา: BOITEN (2000)

เติมของเหลวลงในถังนี้ (20 ถึง 25 ลิตร) เทจนได้ระดับตามที่ต้องการ เปิดวาล์วด้านล่าง ระดับน้ำจะลดลงทันทีและจะลดลงเรื่อยๆถึงระดับของวาล์วด้านล่าง ทำให้ในเวลาเดียวกันก็ทำให้อากาศที่ส่วนบนของขวดอยู่ภายใต้ความดันที่ต่ำ (จุกยางที่ด้านบนจะต้องปิดสนิทดี) หลังจากช่วงนี้ไปความดันที่ด้านล่างของท่อพลาสติกจะเป็นความดันที่บรรยากาศ ที่จุดไหลออกของน้ำ (q) น้ำที่ไหลผ่านวาล์วจะมีอัตราการไหลที่คงที่เนื่องจากระดับความต่างของช่องน้ำเข้าและช่องน้ำออก (h_1) นั้นยังคงคงที่ (ระดับจะเท่ากับระยะห่างสั้นๆในแนวดิ่งระหว่างส่วนด้านล่างสุดของท่อพลาสติกและจุดศูนย์กลางของวาล์วน้ำ) จนกว่าระดับน้ำในถังจะถึงที่จุดปลายท่อด้านล่าง ระหว่างที่ของเหลวไหลผ่านวาล์วนั้นอากาศก็จะเข้ามาในถังผ่านทางท่อพลาสติก หลังจากที่มีการเริ่มปล่อยน้ำให้ไหลออกไม่กี่วินาที

อัตราการไหลของน้ำสามารถหาได้จากการวัดปริมาตรน้ำโดยการใช้แก้วตวงและนาฬิกาจับเวลา แนะนำให้ทำการวัดนี้ซ้ำในตอนท้ายของการดำเนินงาน เวลาทั้งหมดที่น้ำไหล (t) ขึ้นอยู่กับปริมาตรของตัวถัง (V) และอัตราในการไหลออกของวาล์วด้านล่าง ส่วนอัตราการไหลที่จุดไหลออกจะขึ้นอยู่กับระดับ h_1 ที่ด้านบนวาล์วและช่องอากาศเข้า (BOITEN, 2000)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 ถังพลาสติกชนิดขุ่นขนาด 20 ลิตร

รูปที่ 3.1 ถังพลาสติกชนิดขุ่นขนาด 20 ลิตร

3.1.2 ถังพลาสติกชนิดใสขนาด 18.9 ลิตร

รูปที่ 3.2 ถังพลาสติกชนิดใสขนาด 18.9 ลิตร

3.1.3 เก้าอี้พลาสติก

รูปที่ 3.3 เก้าอี้พลาสติก

3.1.4 ก๊อกลมขนาด $^{1}/_{4}$ นิ้ว

รูปที่ 3.4 ก๊อกลมขนาด $^{1}/_{4}$ นิ้ว

3.1.5 กาวอุดอีพ็อกซี่ พัททีี่ และกาวตราช้าง

รูปที่ 3.5 กาวอีพ็อกซี่

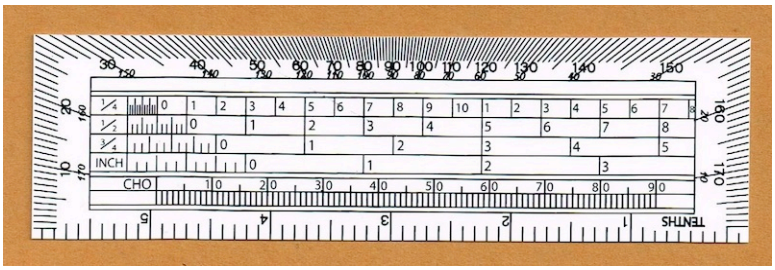
3.1.6 ท่อ PVC ขนาด $^1/_2$ นิ้ว

รูปที่ 3.6 ท่อ PVC ขนาด $^1/_2$ นิ้ว

3.1.7 ท่ออากาศ

รูปที่ 3.7 สายยางท่ออากาศ

3.1.8 ไม้บรรทัดสเกลปกติ



รูปที่ 3.8 ไม้บรรทัด

3.1.9 นาฬิกาจับเวลา

รูปที่ 3.9 นาฬิกาจับเวลายี่ห้อ FBT

3.2 วิธีการประดิษฐ์

3.2.1 การประดิษฐ์เก้าอี้สำหรับช่วยรับน้ำหนักถังจ่ายน้ำ

ใช้เก้าอี้พลาสติกทำการตัดขาเก้าอี้ออกและช่องสำหรับการทดลองตามภาพ จากนั้นใช้กระดาษทรายขัดผิวให้เรียบ

รูปที่ 3.10 เก้าอี้สำหรับช่วยรับน้ำหนักจากถังจ่ายน้ำ

3.2.2 การประดิษฐ์ถังรับน้ำด้านล่าง

วัดระยะจากก้นถังขึ้นมา 48 ซม. และตัดถังออกใช้เฉพาะด้านล่าง จากนั้นใช้กระดาษทรายขัดผิวให้เรียบ

รูปที่ 3.11 ถังรับน้ำด้านล่าง

3.2.3 การประดิษฐ์จุดจ่ายน้ำออกจากตัวถังด้านล่าง

ทำการวัดจากก้นถังขึ้นมา 10 ซม. จากนั้นเจาะรูเพื่อใส่ก๊อกขนาด $^1/_4$ นิ้ว ทำการติดกาวให้แน่น

รูปที่ 3.12 การติดก๊อกสำหรับจ่ายน้ำออกจากถังรับน้ำด้านล่าง

3.2.4 การประดิษฐ์ตัววัดระดับน้ำ

ทำการเจาะรูที่ระดับเดียวกับจุดจ่ายน้ำออกเพื่อใส่ท่อยางสำหรับวัดระดับน้ำด้านในถังพร้อมติดไม้บรรทัดเพื่อวัดค่า

รูปที่ 3.13 แสดงการติดตั้งตัววัดระดับน้ำ

3.2.5 การประดิษฐ์ฝาต่อท่อ

ฝาต่อแบบ 1 ท่อ

ตัดท่อ PVC ยาว 35 ซม. 1 ท่อน จากนั้นเจาะรูฝาถังขนาด$^1/_2$ นิ้วตรงกึ่งกลางฝา วัดระยะ PVC ขึ้นมา 14.5 ซม. จากนั้นทำการสอดท่อเข้าไปให้ระยะ 14.5 ซม.ที่กำหนดไว้อยู่ที่ขอบฝาท่อพอดี ทำการใช้กาวอีพ็อกซี่ติดเชื่อมระหว่างฝากับท่อ ทิ้งไว้ให้แห้ง

ฝาต่อแบบ 2 ท่อ

ตัดท่อ PVC ยาว 35 ซม. 1 ท่อนและยาว 47.5 ซม. 1 ท่อน จากนั้นเจาะรูฝาถังขนาด $^1/_2$นิ้วจำนวน 2 รูชิดกัน วัดระยะท่อ PVC ยาว 47.5 ซม.(ท่อยาว) ขึ้นมาเป็นระยะ 14.5 ซม. และวัดระยะท่อ PVC ยาว 35 ซม.(ท่อสั้น) ขึ้นมาเป็นระยะ 15.5 ซม. จากนั้นทำการสอดท่อเข้าไปให้ระยะที่กำหนดไว้อยู่ที่ขอบฝาพอดี ทำการใช้กาวอีพ็อกซี่ติดเชื่อมระหว่างฝากับท่อ ทิ้งไว้ให้แห้ง

รูปที่ 3.14 แสดงการประดิษฐ์ฝาต่อ

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 ทำการเติมน้ำลงในถังพลาสติกชนิดใสจนถึงตำแหน่งที่กำหนดไว้

รูปที่ 3.15 แสดงขีดเติมน้ำที่กำหนดไว้

3.3.2 ติดตั้งฝาต่อแบบ 1 ท่อแก่ถังพลาสติกชนิดใส(ถังจ่ายน้ำ) จากนั้นทำการคว่ำถังจ่ายน้ำลงเพื่อติดตั้งกับถังรับน้ำด้านล่างโดยมีเก้าอี้ช่วยรับน้ำหนักดังแสดงรูปที่ 3.16

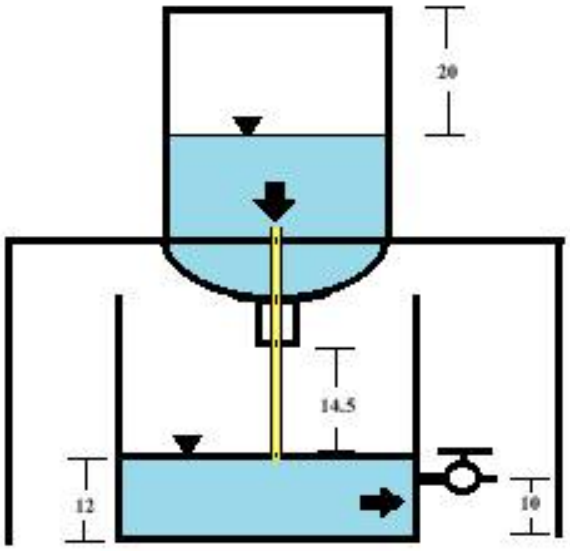
รูปที่ 3.16 แสดงวิธีการติดตั้งถังจ่ายน้ำ

3.3.3 ทำการเปิดก๊อกปล่อยน้ำจนกว่าจะมีการเติมของอากาศเข้าสู่ถังด้านบนและอยู่ในช่วงขอบเขตที่ทำการทดลอง (20 ซม. จากด้านบนของถัง) จึงเริ่มการทดลอง
3.3.4 ดูค่าระดับน้ำขณะที่เริ่มการทดลอง จากนั้นจับเวลาทุก 10 วินาที จดบันทึกระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป

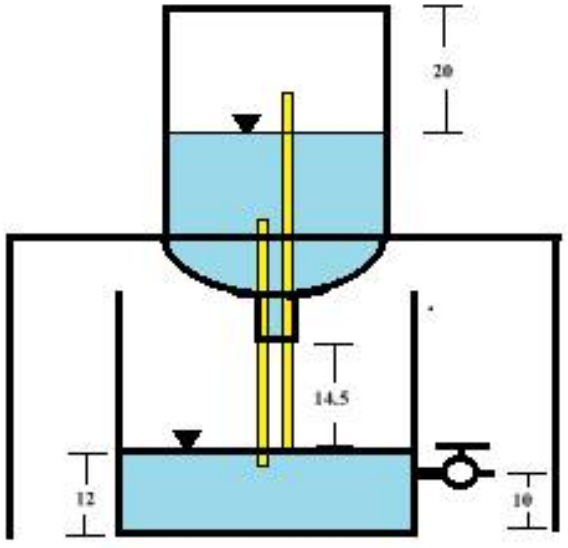
รูปที่ 3.17 แสดงวิธีอ่านค่าระดับน้ำ

3.3.5 ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
3.3.6 หลังจากนั้นเปลี่ยนเป็นฝาต่อแบบ 2 ท่อ และทำตามขั้นตอนที่ 3.3.3 ถึง 3.3.5 อีกครั้ง

รูปที่ 3.18 รูปแสดงความแตกต่างระหว่างฝาต่อแบบ 1 ท่อและฝาต่อแบบ 2 ท่อ



รูปที่ 3.19 ภาพร่างการทำงานของฝาต่อแบบ 1 ท่อ



รูปที่ 3.20 ภาพร่างการทำงานของฝาต่อแบบ 2 ท่อ

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล

จากการทดลองได้ทำการวัดค่าระดับน้ำ (ซม.) ที่ระยะเวลาทุกๆ 10 วินาที ในขอบเขตของระดับน้ำในถังที่ศึกษา เพื่อดูค่าความแตกต่างของระดับน้ำที่เกิดขึ้นไปใช้วิเคราะห์ความคงที่ของอัตราการไหลของถังให้น้ำ ในที่นี้ทำการทดลองทั้งหมด 2 แบบคือ 1.ติดตั้งฝาต่อแบบ 1 ท่อ 2.ติดตั้งฝาต่อแบบ 2 ท่อ เพื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทั้งด้านการควบคุมอัตราการไหลและสภาพการไหลอย่างเป็นระบบแสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

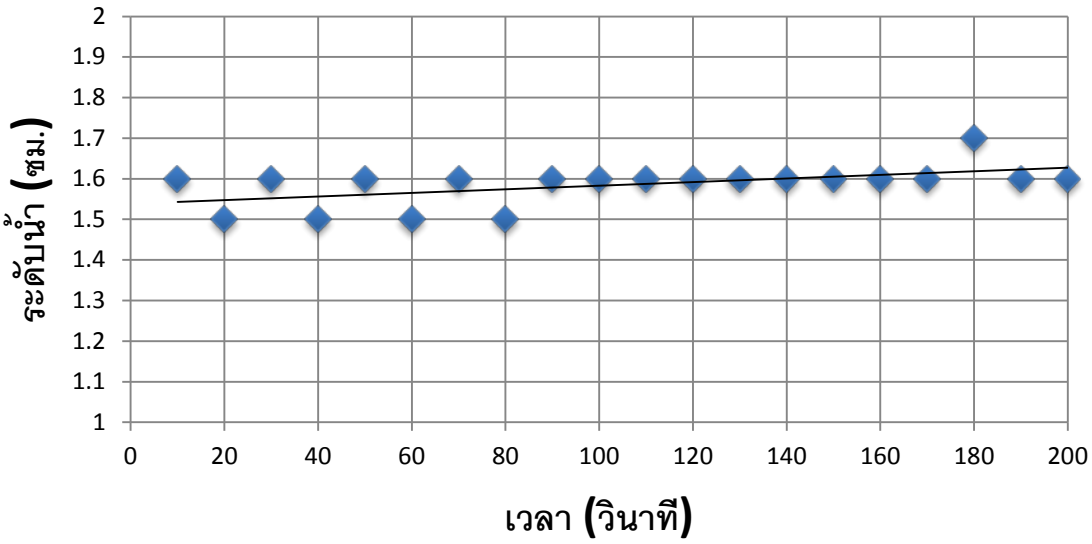
ตารางที่ 4.1 แสดงระดับน้ำที่ระยะเวลาต่างๆของฝาต่อแบบ 1 ท่อ

เวลา (วินาที)	ครั้งที่ 1 (ซม.)	ครั้งที่ 2 (ซม.)	ครั้งที่ 3 (ซม.)
10	1.6	1.6	1.6
20	1.5	1.6	1.5
30	1.6	1.6	1.6
40	1.5	1.6	1.6
50	1.6	1.6	1.6
60	1.5	1.6	1.6
70	1.6	1.5	1.7
80	1.5	1.5	1.6
90	1.6	1.6	1.7
100	1.6	1.6	1.6
110	1.6	1.6	1.5
120	1.6	1.6	1.6
130	1.6	1.7	1.6
140	1.6	1.6	1.7
150	1.6	1.7	1.6
160	1.6	1.6	1.6
170	1.6	1.6	1.7
180	1.7	1.7	1.6
190	1.6	1.6	1.7
200	1.6	1.7	1.6
ค่าเฉลี่ย	1.585	1.61	1.615
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.049	0.055	0.059

ตารางที่ 4.2 แสดงระดับน้ำที่ระยะเวลาต่างๆของฝาต่อแบบ 2 ท่อ

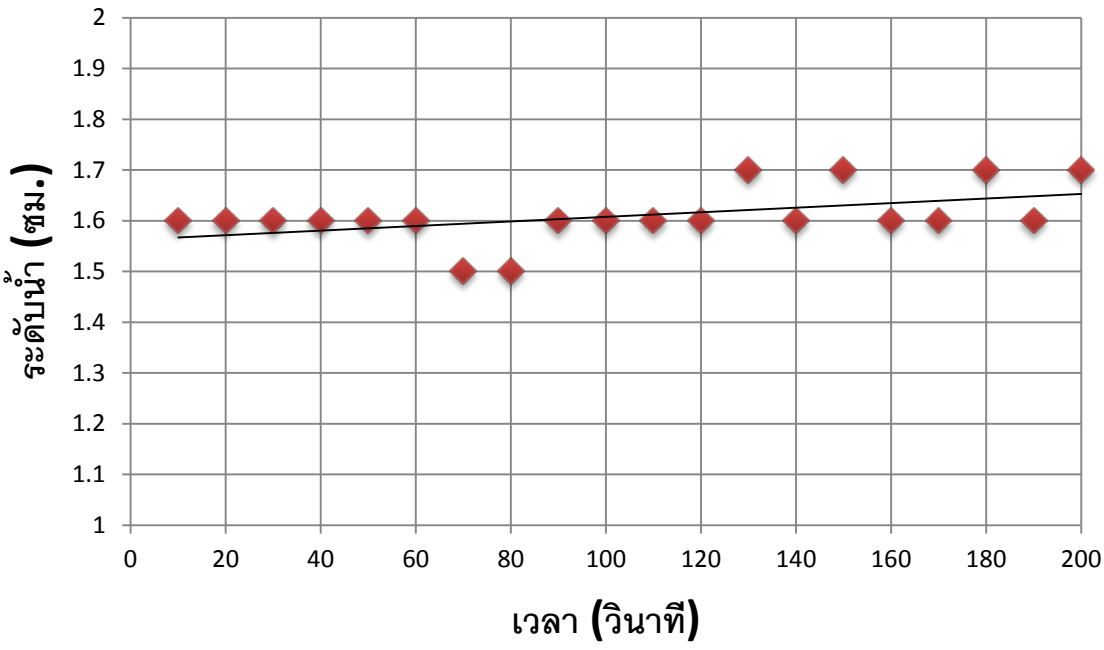
เวลา (วินาที)	ครั้งที่ 1 (ซม.)	ครั้งที่ 2 (ซม.)	ครั้งที่ 3 (ซม.)
10	1.9	1.9	1.9
20	1.8	1.8	1.8
30	1.7	1.7	1.7
40	1.9	1.9	1.9
50	1.8	1.8	1.8
60	1.7	1.7	1.7
70	1.6	1.6	1.9
80	1.9	1.9	1.8
90	1.8	1.8	1.7
100	1.7	1.7	1.9
110	1.6	1.6	1.8
120	1.9	1.9	1.7
130	1.8	1.8	1.6
140	1.7	1.7	1.9
150	1.6	1.6	1.8
160	1.9	1.9	1.7
170	1.8	1.8	1.9
180	1.7	1.7	1.8
190	1.6	1.6	1.7
200	1.9	1.9	1.9
ค่าเฉลี่ย	1.765	1.765	1.795
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.114	0.114	0.094

จากข้อมูลตารางที่ 4.1 นำมาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาได้ดังรูปที่ 4.1 ถึง 4.4



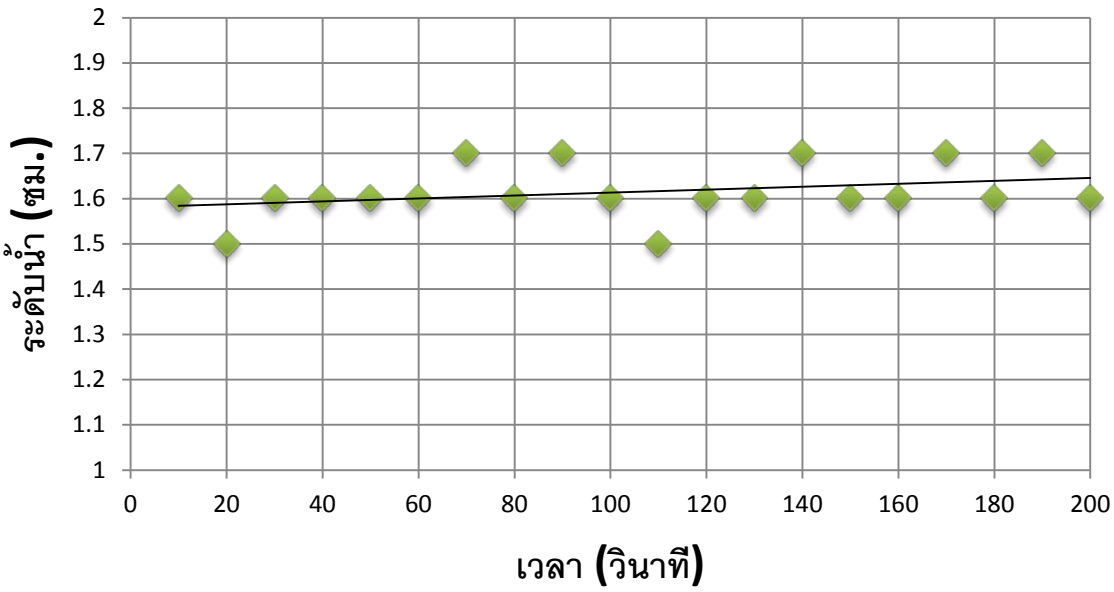
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 1 ท่อครั้งที่ 1

รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 1 ท่อ ครั้งที่ 1 จากกราฟจะพบว่าค่าระดับน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 1.6 ซม. และมีการแกว่งตัวของระดับน้ำขึ้นลง 1 มม. ซึ่งอยู่ในช่วงเริ่มการทดลองเป็นส่วนใหญ่จนถึงวินาทีที่ 90 หลังจากนั้นระดับน้ำจึงเริ่มคงตัว



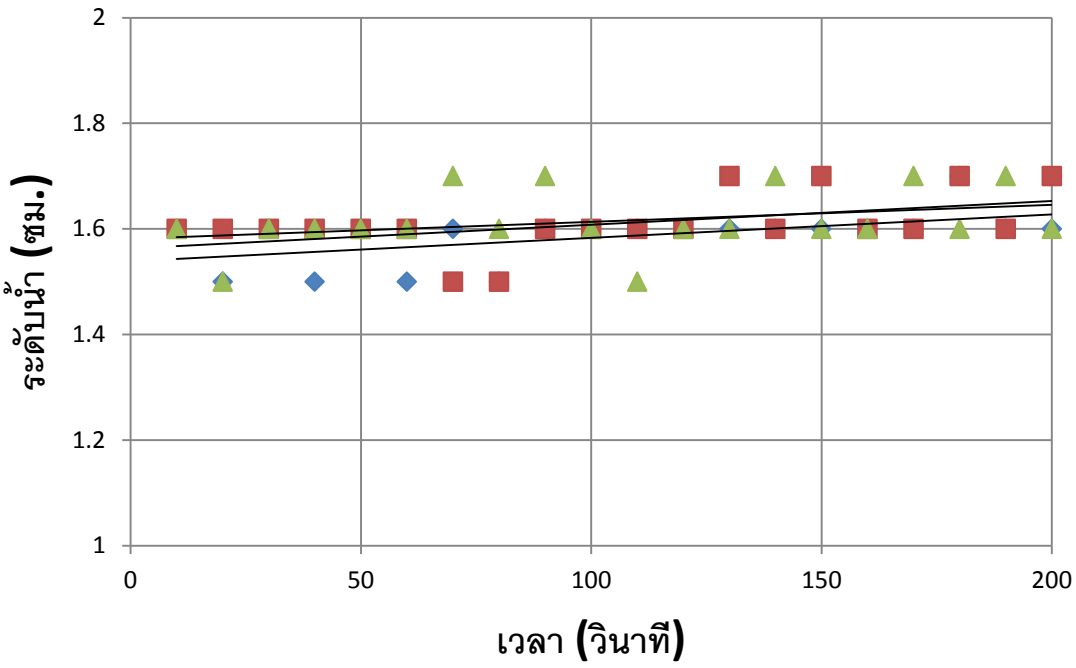
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 1 ท่อครั้งที่ 2

รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 1 ท่อ ครั้งที่ 2 จากกราฟจะพบว่าค่าระดับน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 1.6 ซม. และมีการแกว่งตัวของระดับน้ำขึ้นลง 1 มม. เช่นเดียวกับการทดลองครั้งที่ 1 แต่การแกว่งในครั้งที่ 2 จะอยู่ที่ช่วงเวลา 70 วินาทีและช่วงเวลาหลัง 130 วินาทีเป็นต้นไป



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาชนิด 1 ท่อครั้งที่ 3

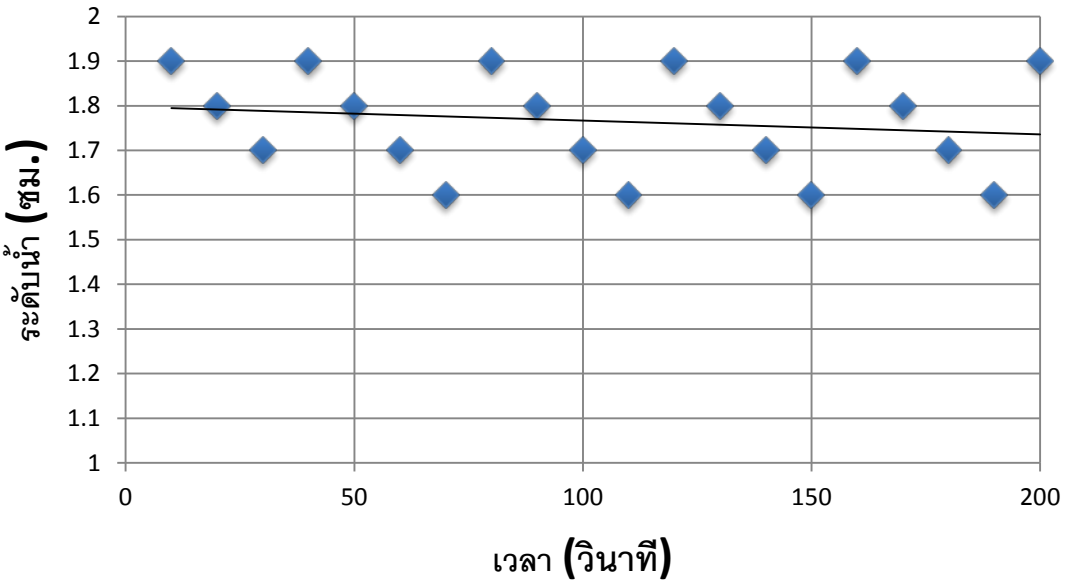
รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 1 ท่อ ครั้งที่ 3 จากกราฟจะพบว่าค่าระดับน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 1.6 ซม. และมีการแกว่งตัวของระดับน้ำขึ้นลง 1 มม. เช่นเดียวกันกับการทดลองครั้งที่ 1 และการทดลองครั้งที่ 2 แต่การแกว่งตัวเกิดขึ้นตลอดทั้งการทดลอง จึงทำให้จุดบนกราฟเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ



รูปที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์การทดลองสามครั้งของฝาต่อแบบ 1 ท่อ

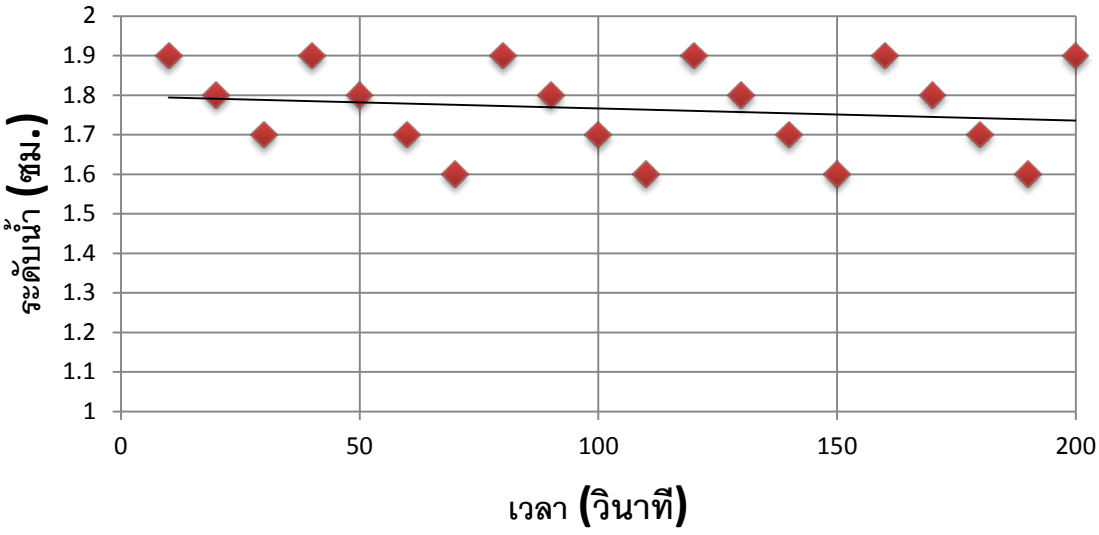
จากรูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองทั้งสามครั้งของฝาต่อแบบ 1 ท่อ จะสังเกตได้ว่าการทดลองมีแนวโน้มไปทางเดียวกัน จะได้ค่าระดับน้ำเฉลี่ยจากการทดลองคือ 1.6 ซม. แต่การทดลองในแต่ละครั้งมีการแกว่งตัวของระดับน้ำที่เวลาเดียวกันไม่เหมือนกัน อีกทั้งค่าที่ทดลองได้ไม่สอดคล้องกับค่าที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากการสูญเสีย Loss จำนวนมาก จึงทำให้การทดลองที่ใช้ฝาต่อแบบ 1 ท่อไม่ได้ผลที่พึงพอใจ

จากข้อมูลตารางที่ 4.2 นำมาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาได้ดังรูปที่ 4.5 ถึง 4.8



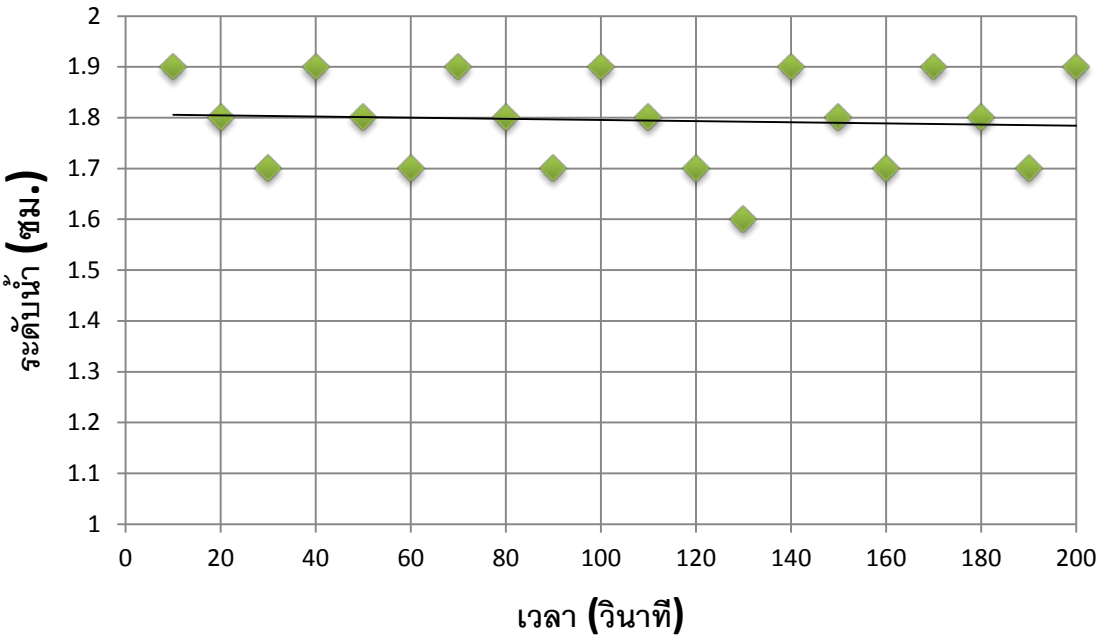
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 2 ท่อครั้งที่ 1

รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 2 ท่อ ครั้งที่ 1 จากกราฟจะพบว่าค่าระดับน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 1.75 ซม. และมีการแกว่งตัวของระดับน้ำขึ้นลง 2 มม. แต่การแกว่งตัวนั้นขึ้นลงเป็นระบบตลอดการทดลองแตกต่างจากฝาต่อแบบ 1 ท่ออย่างเห็นได้ชัด



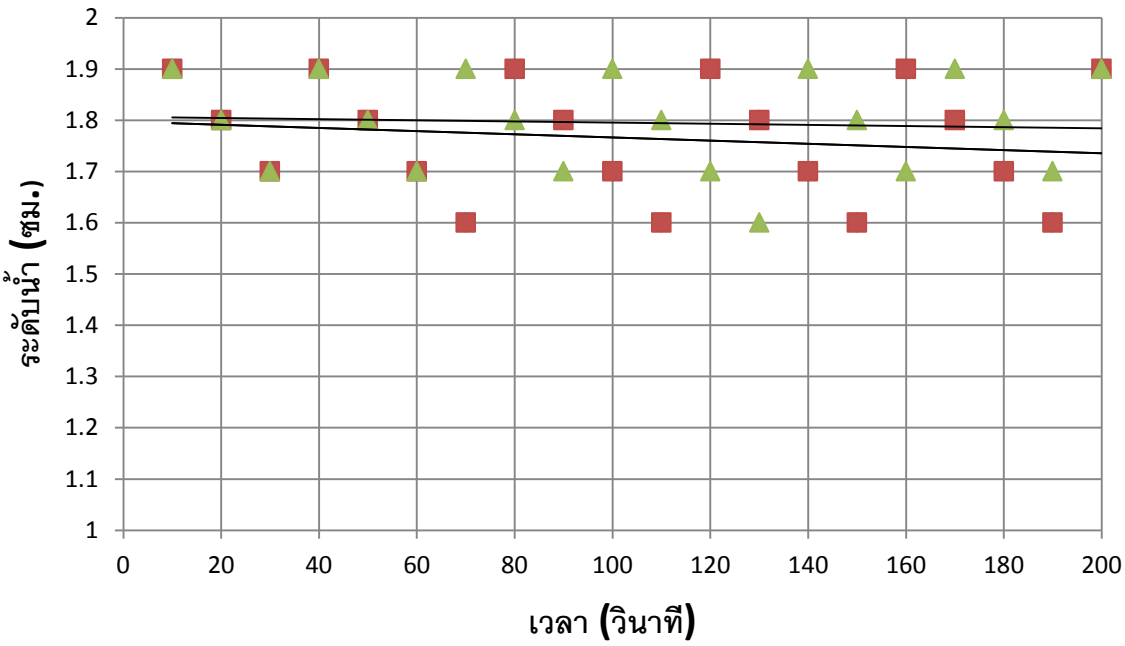
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 2 ท่อครั้งที่ 2

รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 2 ท่อ ครั้งที่ 2 จากกราฟจะพบว่าค่าระดับน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 1.75 ซม. และมีการแกว่งตัวของระดับน้ำขึ้นลง 2 มม. การแกว่งตัวที่เกิดขึ้นเป็นระบบตลอดการทดลองเช่นเดียวกันกับการทดลองครั้งที่ 1



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 2 ท่อครั้งที่ 3

รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลาของฝาต่อแบบ 2 ท่อ ครั้งที่ 3 จากกราฟจะพบว่าค่าระดับน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 1.8 ซม. และมีการแกว่งตัวของระดับน้ำขึ้นลง 2 มม. แต่มีการแกว่งตัวเป็นระบบกว่าการทดลองครั้งที่ 1 และการทดลองครั้งที่ 2



รูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์การทดลองสามครั้งของฝาต่อแบบ 2 ท่อ

จากรูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองทั้งสามครั้งของฝาต่อแบบ 2 ท่อ จะสังเกตได้ว่าการทดลองทั้งสามครั้งมีแนวโน้มความเหมือนกันของค่าระดับน้ำเฉลี่ยคือ 1.75 ซม. มีการแกว่งตัวของระดับน้ำที่เป็นระบบกว่าการทดลองที่ใช้ฝาต่อแบบ 1 ท่อ อีกทั้งบางช่วงเวลามีค่าทดลองที่ทับกันพอดี จึงเห็นได้ว่าการใช้ฝาต่อแบบ 2 ท่อมีการแกว่งตัวที่เป็นระบบกว่าและมีค่าความถูกต้องใกล้เคียงกับระดับน้ำที่ตั้งไว้มากกว่า จึงมีแนวโน้มความถูกต้องที่แม่นยำมากกว่า เนื่องจากการทดลองใช้อัตราการไหลที่มาก ค่าความเร็วน้ำมาก ก่อให้เกิดการเสีย Loss ที่เยอะ หากนำไปประยุกต์กับระบบน้ำหยดที่ต้องการอัตราการไหลที่น้อย อุปกรณ์นี้จะมีความแม่นยำในการทำงานมากยิ่งขึ้น

บทที่5
สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การออกแบบและทดสอบอุปกรณ์ปล่อยน้ำอัตราคงที่ชนิด Mariotte เพื่อให้สามารถปล่อยน้ำได้โดยอัตราการไหลที่คงที่ และในการทดลองจะทดลองสองรูปแบบ โดยใช้ท่อปล่อยน้ำด้านล่างขนาด $^1/_4$ นิ้ว ถังจ่ายน้ำด้านบนขนาด 18.9 ลิตร ความต่างระดับน้ำที่ 2 เซนติเมตร โดยใช้ปลายท่อจ่ายน้ำเป็นตัวควบคุม ในระหว่างทดลองจะเปิดท่อปล่อยน้ำไว้ จากการทำการทดลองได้แบ่งเป็นสองแบบ คือ แบบแรกเป็นท่อเดียว น้ำและอากาศจะวิ่งสวนทางกัน ใช้ปลายท่อที่ต่อกับถังจ่ายน้ำด้านบนเพื่อควบคุมระดับน้ำในถังรับน้ำด้านล่าง ทำให้สามารถจ่ายน้ำได้ด้วยระดับน้ำเปลี่ยนแปลงไม่มาก เพราะระหว่างที่รออากาศขึ้นไปยังถังจ่ายด้านบน น้ำจะหยุดไหลช่วงหนึ่ง และมีแนวโน้มที่จะมีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงท้าย ส่วนแบบที่สองเป็นการแยกท่ออากาศออกจากท่อที่ส่งน้ำลงมาถังรับน้ำด้านล่างเพื่อให้อากาศผ่านท่อขึ้นไปยังถังจ่ายน้ำด้านบนได้ง่ายขึ้น ซึ่งท่อส่งน้ำจะมีความยาวกว่าท่ออากาศลงมา 1 เซนติเมตรและโผล่ขึ้นไปพ้นระดับน้ำในถังจ่ายน้ำด้านบน โดยให้ท่ออากาศที่สั้นกว่าเป็นตัวควบคุมระดับของน้ำซึ่งจะให้มีความยาวเท่ากับท่อในแบบแรก เมื่อระดับน้ำในถังรับน้ำด้านล่างจะค่อยๆลดลง จะมีน้ำปริมาณหนึ่งปิดที่ทางเข้าท่ออากาศซึ่งทำให้อากาศไม่สามารถเข้าไปยังถังจ่ายน้ำด้านบน ทำให้ระดับน้ำมีการขยับขึ้นๆลงแต่เป็นรอบที่คงที่ ระดับน้ำในถังด้านล่างจะมากกว่าในแบบแรกเล็กน้อย

5.2 ข้อเสนอแนะ

หลังจากที่ได้ทำการศึกษา และทดลองตามวัตถุประสงค์ของโครงงานนี้แล้ว ได้เกิดปัญหาและจุดน่าสังเกตหลายประการ เพื่อให้การทำโครงงานลักษณะนี้ในภายภาคหน้าเป็นไปอย่างราบรื่น ทางผู้จัดทำจึงใคร่ครวญเสนอแนะความคิดเห็นบางประการไว้ดังนี้

1. ในแบบ 2 ท่อ ควรหาวิธีที่จะทำให้อากาศเข้าได้ง่ายขึ้น เนื่องจากน้ำจำนวนหนึ่งอุดตัน
2. ในการทำโครงงานต่อไปควรทำให้สามารถควบคุมการเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำได้ด้วย
3. ในการทดลองแบบที่มีท่อแยกเพื่อให้อากาศเข้า จะมีค่าระดับน้ำสูงกว่าแบบท่อเดี่ยว
4. ในการทดลองที่ทำการแยกท่ออากาศ จะมีน้ำอุดตันจากการดูดอากาศเข้าไป หากท่ออากาศมีขนาดเล็กไปจะทำให้น้ำที่ผิวถูกดูดปิดทางเข้าของอากาศนานขึ้น ระดับน้ำจะเปลี่ยนแปลงมาก
5. วัสดุที่ใช้นำมาอุดและเชื่อมประสานท่อกับฝาน้ำ ควรทนแรงได้พอสมควร เพราะจะทำให้ถูกแรงน้ำดันหลุดได้ง่าย
6. ถ้าต้องการอัตราการไหลที่ต่ำจนเป็นการให้น้ำแบบหยด ควรใช่ท่อปล่อยน้ำที่มีขนาดเล็ก

ภาคผนวก

อุปกรณ์ต้นแบบสำหรับการประดิษฐ์เพื่อทดสอบอัตราการไหล

รูปที่ 1 ถังรับน้ำด้านล่างต้นแบบ

รูปที่ 2 รูปแสดงอุปกรณ์จ่ายน้ำต้นแบบ

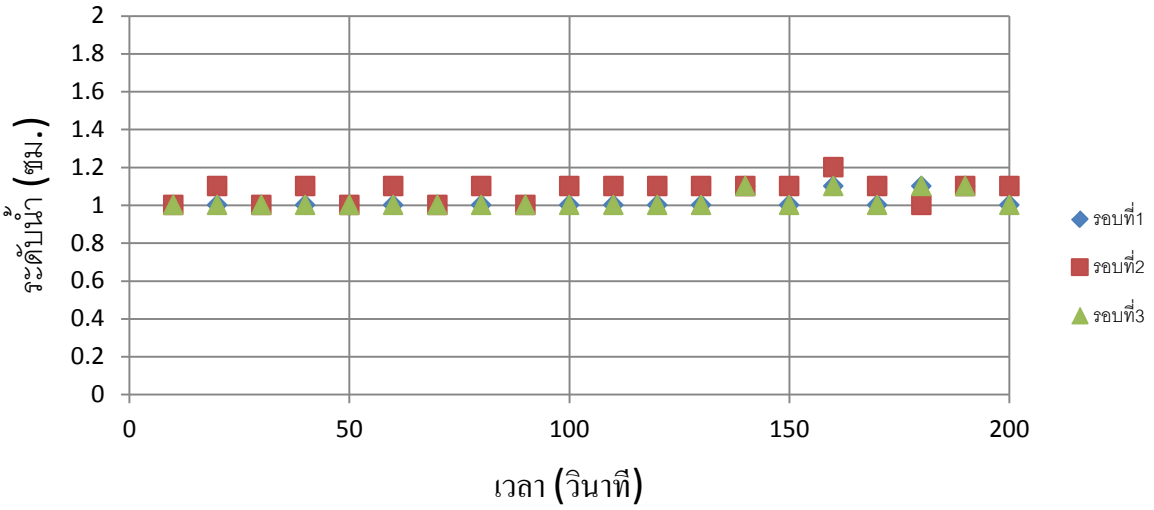
การทดลองจากอุปกรณ์ตัวสำเร็จครั้งที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการทดลองครั้งที่ 1 ชนิดฝาต่อแบบ 1 ท่อ (วันที่ 27 เมษายน 2558)

1 ท่อ				
เวลา	ระดับน้ำ (ซม.)			
	รอบที่1	รอบที่2	รอบที่3	เฉลี่ย
10	1	1	1	1.00
20	1	1.1	1.1	1.07
30	1	1	1	1.00
40	1	1.1	0.9	1.00
50	1	1	1	1.00
60	1	1.1	1	1.03
70	1	1	1.1	1.03
80	1	1.1	1	1.03
90	1	1	1	1.00
100	1	1.1	1	1.03
110	1	1.1	1	1.03
120	1	1.1	1	1.03
130	1	1.1	1	1.03
140	1.1	1.1	1	1.07
150	1	1.1	1.1	1.07
160	1.1	1.2	1	1.10
170	1	1.1	1	1.03
180	1.1	1	1	1.03
190	1.1	1.1	1	1.07
200	1	1.1	1.1	1.07
210	1.1	1.2	1	1.10

ค่าที่ทดลองได้จากตารางมีความผิดพลาดเนื่องจากการวางอุปกรณ์ไม่ได้ระดับ ทำให้ค่าระดับน้ำที่วัดออกมานั้นคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดไว้

จากตารางที่ 1 นำมาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและเวลาได้ดังกราฟ



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและเวลา

ค่าจากตารางที่ผิดพลาดจากการทำทดลองเนื่องจากระดับ แต่เมื่อมาวาดกราฟจะเห็นถึงความคงที่ของระดับอยู่พอสมควร

เอกสารอ้างอิง

มนตรี ค้ำชู. 2532. **หลักการชลประทานแบบหยด**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2529. **ปั๊มและระบบสูบน้ำ**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนันท์ ศรัณยนิตย์. 2526. **กลศาสตร์ของไหล**. พิมพ์ครั้งที่2. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตธนบุรี.

Boiten, W., 2000. **Hydrometry**, 3rd ed. Francis and Taylor publishers. London. UK.