

เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำ

The invention of flow velocity by using water meter.

ปวีณา สกุลสายทอง¹ พุทธิภณ บุญเลิศกุล² กัญญา อินทร์เกลี้ยง³ ปริญญา กมลสินธุ์⁴
คมสันต์ ไชโย⁵

^{1 2 3 6}วิทยาลัยการชลประทาน สถาบันสมทบมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

⁴กลุ่มงานวิศวกรรมชลศาสตร์ กรมชลประทาน

บทคัดย่อ

ปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนสำคัญในเครื่องมือวัดความเร็วกระแส น้ำมากขึ้น อย่างไรก็ตาม เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ก็ย่อมที่มีราคาแพงขึ้น แต่ความเชื่อมั่นก็จะต่างกันไป ผู้วิจัยพบว่าทำอย่างไรให้เครื่องมือวัดความเร็วกระแสน้ำมีราคาให้ต่ำลง แต่ประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรฐาน ผู้วิจัยจึงศึกษาและพัฒนาเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำด้วยมาตรวัดน้ำ และเพื่อให้มีราคาต้นทุนที่ถูกลง เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำที่ผู้วิจัยได้คิดว่าการนำมามาตรวัดน้ำที่ใช้วัดความเร็วกระแสน้ำในทางน้ำปิดสามารถที่จะนำมาวัดความเร็วกระแสน้ำเปิดแทนได้ จึงคัดเลือกมาตรวัดน้ำที่มีขนาดที่เหมาะสมที่สุด ที่จะนำมาประดิษฐ์เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ ซึ่งต้องทำการสอบเทียบมาตรวัดน้ำที่ได้คัดเลือกมา ค่าที่สามารถยอมรับของตัวมาตรวัดน้ำเท่ากับ $\pm 5\%$ จึงสามารถนำไปประดิษฐ์เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำได้ และต้องทำการเลือกปากทางน้ำเข้ามาตรวัดน้ำ ซึ่งได้คัดเลือกมา 4 ขนาด คือ 1/2" 1" 1 1/2" และ 2" และต้องทำการสอบเทียบปากทางน้ำเข้ามาตรวัดน้ำขนาดต่างๆ กับมาตรวัดน้ำ เทียบกับเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำและรางน้ำ เพื่อให้ได้ขนาดปากทางน้ำเข้าที่มีความเหมาะสมที่สุด ผลการทดลอง จากการคัดเลือกมาตรวัดน้ำขนาด 1/2 นิ้ว นำมาประดิษฐ์เป็นเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำ เมื่อสอบเทียบตัวมาตรวัดน้ำแล้วมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง -3.74% ถึง +1.17% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และได้สอบเทียบปากทางน้ำเข้ามาตรวัดน้ำซึ่งได้ขนาดที่เหมาะสมที่สุดคือขนาด 2 นิ้ว ฉะนั้นจึงได้สมการหาความเร็วกระแสน้ำใหม่เท่ากับ

$$V = 2.905 (5.6593Q + (2 \times 10^{-15}))$$

โดย V หมายถึง ความเร็วกระแสน้ำ (เมตร/วินาที) และ Q หมายถึง อัตราการไหลของกระแสน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

คำนำ

ปัจจุบันเครื่องมือในการวัดความเร็วกระแสน้ำในประเทศไทยที่ใช้เป็นเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำที่สั่งซื้อมาจากต่างประเทศ มีค่าความถูกต้องเชื่อถือได้และได้มาตรฐานจากหน่วยงานของ WMO (World Meteorological Organization) คือ เครื่องมือวัดความเร็วของกระแสน้ำแบบ (Current Meter) ที่ใช้เป็นเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้ในทั้งภาคราชการและภาคเอกชน เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านราคาของเครื่องมือวัดความเร็วกระแสน้ำที่มีราคาสูงแต่ละโครงการจึงมีเครื่องมือไม่เพียงพอ หรือเครื่องมือที่ใช้ในปัจจุบันมีความชำรุดและค่าที่วัดได้ทำให้ไม่ได้มาตรฐาน จึงส่งผลกระทบต่อการศึกษาประสิทธิภาพของการส่งน้ำชลประทาน ดังนั้นการคิดสิ่งประดิษฐ์ที่จะช่วยในการลดต้นทุนของเครื่องมือ ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาของสิ่งประดิษฐ์ให้เหมาะแก่การใช้ในการวัดความเร็วกระแสน้ำและปริมาณน้ำ

การตรวจวัดความเร็วกระแสน้ำ (Measurement of Velocity) เป็นข้อมูลที่

สำคัญในหลายลักษณะงาน เช่น การหาอัตราการไหลในแม่น้ำลำธาร การกักเซาะและการตกตะกอน การไหลผ่านระหว่างตอม่อสะพาน และป้องกันคลื่นแม่น้ำ เป็นต้น ซึ่งการวัดความเร็วน้ำที่ใช้กันทั่วไปมี 2 แบบ คือ การวัดความเร็วน้ำแบบทุ่นลอยน้ำ (Floats Method) และการวัดความเร็วน้ำด้วยเครื่องมือวัดความเร็วกระแสน้ำ (Current Meter Method) นอกจากนี้ยังมีเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำด้วยคลื่นเสียงอีกด้วย แต่ละอุปกรณ์ดังที่กล่าวมานั้นจะมีต้นทุนการผลิตราคาสินค้าของเครื่องมือสูงมากตามลักษณะของความแม่นยำของเครื่องมือ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คิดสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถวัดความเร็วกระแสน้ำซึ่งสามารถหาวัสดุได้ง่ายตามท้องตลาด และมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่าเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรฐาน แต่เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำที่ผู้วิจัยได้ทำการคิดสิ่งประดิษฐ์จะต้องมีความถูกต้องแม่นยำที่ใกล้เคียงกับเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรฐาน ผู้วิจัยจึงได้นำมาตรวัดน้ำ (Meter) ที่ใช้วัดปริมาณน้ำที่

ไหลในท่อหรือปริมาณการไหลในทางน้ำเปิดนำมาประยุกต์ใช้วัดความเร็วกระแสน้ำในระบบการไหลแบบทางน้ำเปิด ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าพบว่าการใช้มาตรวัดน้ำมาวัดความเร็วกระแสน้ำในระบบทางน้ำเปิดนั้นสามารถวัดความเร็วกระแสน้ำในห้องปฏิบัติการ หรือคลองขนาดเล็ก เบื้องต้นก่อนและอาจจะพัฒนานำเครื่องมือวัดความเร็วกระแสน้ำไปวัดค่าความเร็วกระแสน้ำในคลองขนาดใหญ่ได้ต่อไป

จากที่กล่าวมานั้น การประดิษฐ์เครื่องมือวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำมีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหรือตรวจวัดความเร็วของกระแสน้ำในทางน้ำเปิด ดังนั้นในการศึกษานี้เป็นการศึกษาโดยใช้หลักการหาปริมาณการไหลของน้ำ โดยการวัดความเร็วกระแสน้ำและพื้นที่หน้าตัดการไหลในการวิเคราะห์การไหลของน้ำในทางน้ำเปิด และกำหนดให้เครื่องมือที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นมานั้นจะสามารถทดสอบได้ในทางน้ำเปิดขนาดเล็กก่อน โดยเป็นการตรวจสอบหาค่าความเร็วกระแสน้ำที่ได้จากเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำเพื่อเปรียบเทียบกับค่าความเร็วกระแสน้ำที่ได้จากเครื่องมือวัดความเร็วกระแสน้ำมาตรฐาน (Current Meter) และปรับเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ให้เหมาะสมกับการนำไปพัฒนาสิ่งประดิษฐ์มาตรวัดน้ำต่อไป

ดังนั้นการศึกษาคั้งนี้ จึงมี วัตถุประสงค์เพื่อทำการประดิษฐ์เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำ แล้วจึงทำการสอบเทียบเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำ และทำการเปรียบเทียบระหว่างเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำกับเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรฐาน

อุปกรณ์และวิธีการ

การประดิษฐ์เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำ ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1. คัดเลือกวัสดุ

วัสดุที่ผู้วิจัยได้นำมาประดิษฐ์เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำคือ มาตรวัดน้ำ ผู้วิจัยสันนิษฐานว่า มาตรวัดน้ำที่สามารถวัดอัตราการไหลของน้ำในระบบทางน้ำปิด (ระบบท่อ) สามารถนำมาใช้วัดความเร็วกระแสน้ำในทางน้ำเปิดได้ ผู้วิจัยจึงได้นำมาตรวัดน้ำมาประดิษฐ์เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ

โดยต้องมีวัสดุอื่นๆ เช่น แกนเหล็กท่อPVC ข้อต่อ ข้อลด ขนาดต่างๆ

การสอบเทียบเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำ ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1. สอบเทียบมาตรวัดน้ำ

เนื่องด้วยผู้วิจัยได้นำมาตรวัดน้ำมาประดิษฐ์เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ จึงต้องทำการสอบเทียบความเชื่อมั่น หรือความคลาดเคลื่อนของมาตรวัดน้ำ ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนของมาตรวัดน้ำที่สามารถยอมรับได้มีค่าเท่ากับ $\pm 5\%$ จึงจะสามารถนำมาตรวัดน้ำตัวนี้ไปประดิษฐ์ได้

จากการสอบเทียบมาตรวัดน้ำโดยเปรียบเทียบกับถังวัดปริมาตรซึ่งมีปริมาตรคงที่คือ 0.0428 ลบ.ม. ที่ความสูงของถังเท่ากับ 30 เซนติเมตร ซึ่งจากการทดลองได้ความเร็วที่มาตรวัดน้ำรับได้ออยู่ระหว่าง 0.153-4.71 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ $\pm 3.74\%$ และได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกระแสน้ำและ

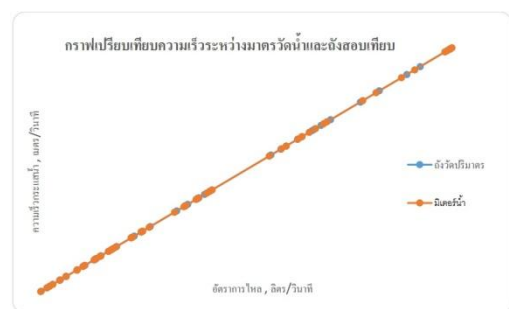
อัตราการไหล (ดังภาพที่ 1) ได้สมการความเร็วของน้ำซึ่งได้จากอัตราการไหล คือ

$$V = 5.6593Q + (2 \times 10^{-15})$$

เมื่อ V = ความเร็วกระแสน้ำ (เมตร/วินาที)

Q = อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)

และได้ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกระแสน้ำกับอัตราการไหลเพื่อสะดวกในการใช้งาน (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 1 กราฟเปรียบเทียบความเร็วระหว่างมาตรวัดน้ำและถังวัดปริมาตร

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกระแสน้ำและอัตราการไหลของมาตรวัดน้ำ

อัตราการไหล (ลิตร/วินาที)	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	อัตราการไหล (ลิตร/วินาที)	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	อัตราการไหล (ลิตร/วินาที)	ความเร็ว (เมตร/วินาที)
0.01	0.057	0.26	1.471	0.51	2.886
0.02	0.113	0.27	1.528	0.52	2.943
0.03	0.170	0.28	1.585	0.53	2.999
0.04	0.226	0.29	1.641	0.54	3.056
0.05	0.283	0.30	1.698	0.55	3.113
0.06	0.340	0.31	1.754	0.56	3.169
0.07	0.396	0.32	1.811	0.57	3.226
0.08	0.453	0.33	1.868	0.58	3.282
0.09	0.509	0.34	1.924	0.59	3.339
0.10	0.566	0.35	1.981	0.60	3.396
0.11	0.623	0.36	2.037	0.61	3.452
0.12	0.679	0.37	2.094	0.62	3.509
0.13	0.736	0.38	2.151	0.63	3.565
0.14	0.792	0.39	2.207	0.64	3.622
0.15	0.849	0.40	2.264	0.65	3.679
0.16	0.905	0.41	2.320	0.66	3.735
0.17	0.962	0.42	2.377	0.67	3.792
0.18	1.019	0.43	2.433	0.68	3.848
0.19	1.075	0.44	2.490	0.69	3.905
0.20	1.132	0.45	2.547	0.70	3.962
0.21	1.188	0.46	2.603	0.71	4.018
0.22	1.245	0.47	2.660	0.72	4.075
0.23	1.302	0.48	2.716	0.73	4.131
0.24	1.358	0.49	2.773	0.74	4.118
0.25	1.415	0.50	2.830	0.75	4.244

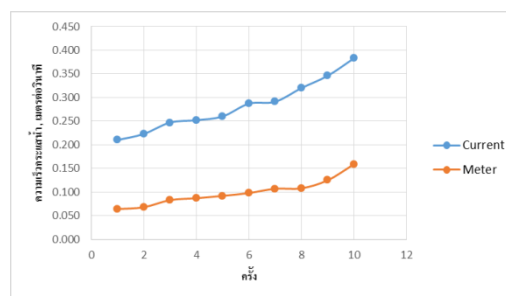
2. สอบเทียบปากทางเข้ามาตรวัดน้ำ

เนื่องจากขนาดของปากทางน้ำเข้ามีหลายขนาด ผู้วิจัยจึงต้องทำการสอบเทียบขนาดปากทางเข้า ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสอบเทียบขนาดปากทางน้ำเข้า 4 ขนาดคือ 1/2" 1" 1 1/2" และ 2" (ภาพที่ 2) โดยทำการสอบเทียบเปรียบเทียบกับ เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรฐาน V-notch Weir ซึ่งจะหาขนาดท่อที่ให้ค่าความเร็วมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับอุปกรณ์ทั้งสอง

ซึ่งผลการทดลองปรากฏว่า ท่อขนาด 2 นิ้ว มีความเหมาะสมที่สุดในการนำมาประดิษฐ์ เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำ ซึ่งท่อขนาด 2 นิ้ว มีค่าความเร็วที่ได้มีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับอุปกรณ์ทั้งสอง ซึ่งแสดงในกราฟดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 2 ท่อทั้ง 4 ขนาด



ภาพที่ 3 กราฟเปรียบเทียบความเร็วของเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรฐาน กับเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำที่มีขนาดปากทางน้ำเข้าขนาด 2"

เนื่องจากค่าความเร็วที่ได้จากเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำยังมีค่าที่ห่างจากค่าความเร็วที่ได้จากเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรฐานอยู่ ผู้วิจัยจึงต้องหาค่าปรับแก้มาคูณ

กับสมการความเร็วของมาตรวัดน้ำ เพื่อให้ได้ค่าความเร็วของเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำ

การหาค่าปรับแก้ ผู้วิจัยได้หาค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างค่าความเร็วของเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรฐานกับเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำ ได้ดังตาราง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบความเร็วของขนาดท่อ 2 นิ้ว จากเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบมาตรวัดน้ำ และแบบมาตรฐาน

ครั้งที่	ความเร็วจากเครื่องวัดแบบ มาตรฐาน	ความเร็วจากเครื่องวัดแบบมาตร วัดน้ำ	K
1	0.383	0.159	2.409
2	0.346	0.125	2.768
3	0.320	0.108	2.963
4	0.287	0.098	2.929
5	0.260	0.092	2.826
6	0.223	0.068	3.279
7	0.210	0.064	3.281
8	0.291	0.107	2.720
9	0.252	0.087	2.897
10	0.247	0.083	2.976
		ค่าเฉลี่ย	2.905

จากตารางข้างต้น จะได้ค่าเฉลี่ยของ อัตราส่วนระหว่างค่าความเร็วของอุปกรณ์ทั้งสองมีค่าเท่ากับ 2.905 ซึ่งผู้วิจัยจึงให้เป็นค่าคงที่ เพื่อนำไปคูณกับสมการความเร็วของ มาตรฐานน้ำ จึงได้เท่ากับ

$$V = 2.905 (5.6593Q + (2 \times 10^{-15}))$$

เมื่อ V = ความเร็วกระแสน้ำ (เมตร/วินาที)

Q = อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)

ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดจาก เครื่องมือเท่ากับ $\pm 10\%$ และความเชื่อมั่นของ เครื่องมือเท่ากับ 90%

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบ มาตรฐานน้ำมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 90% และ ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือเท่ากับ 10% สามารถวัดความเร็วกระแสน้ำในคลอง คูส่งน้ำ ที่มีความลึกไม่เกิน 1.5 เมตรเนื่อง ด้วยข้อจำกัดของเครื่องมือ

แนวทางการศึกษาครั้งนี้ ยัง สามารถศึกษาพัฒนาต่อยอดขึ้นไปได้ พัฒนา

เรื่องข้อค้อยของเครื่องมือ เช่น ความแข็งแรง ของเครื่องมือ และความแม่นยำของเครื่องมือ

เอกสารอ้างอิง

สายสุนีย์ พุทธาคณเจริญ. 2550. **ชลศาสตร์ (Hydraulics)**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร:

สำนักพิมพ์ Library Nine

Publishing.

กิริติ ลิ่วจันกุล. 2521. **ชลศาสตร์ (Hydraulic)**

ระบบ SI. พิมพ์ครั้งที่ 1.

กรุงเทพมหานคร:

สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.

