การศึกษาผลของช่วงเวลาในการควบคุมการใช้งานของแอร์แว ต่อความดันและอัตราการไหลของระบบส่งน้ำ

The study of the duration for controlling the usage of installed air chambers affected on the pressure and flow rate in the water supply system

พนิดา สีมาวุธ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จ.กรุงเทพมหานคร

**Corresponding author; E-mail address: panidaja@gmail.com*

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของช่วงเวลาในการควบคุมการใช้งานของแอร์แวต่อค่าความดันและอัตราการไหลในระบบส่งน้ำที่ติดตั้งแอร์แว โดยผู้ศึกษาได้ใช้ระบบส่งน้ำที่มีการติดตั้งแอร์แวสูงสุด 3 ตัว ผ่านท่อส่งน้ำหลักขนาด 2 นิ้ว โดยได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 9 กรณีที่แตกต่างกันจากการใช้งานแบบควบคุมการใช้งานของแอร์แว และควบคุมการเปิดปิดประตูด้านท้ายน้ำ โดยจะทดสอบในช่วงอัตราการไหลระหว่าง 140 ถึง 300 ลิตรต่อนาที พบว่าการใช้งานโดยการติดตั้งแอร์แว 2 ตัวไม่แตกต่างกับ 3 ตัว ในส่วนของการควบคุมการใช้งานของแอร์แว พบว่ากรณีศึกษาที่ 8 ที่ทำการทดสอบโดยการปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำพร้อมกับเปิดการใช้งานของแอร์แวจนกว่าความดันในแอร์แว ขึ้นถึงจุดสูงสุดประมาณ 6 วินาที แล้วค่อยปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำ หลังจากนั้นจึงควบคุมการเปิด-ปิดการใช้งานของแอร์แวพร้อมกับควบคุมการเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำที่เวลา 10 วินาที เป็นช่วงๆของทดสอบ 80 วินาที จะช่วยดักอากาศที่อยู่ในเส้นท่อซึ่งสามารถลดการผันผวนของอัตราการไหลและความดันได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: แอร์แว, ความดัน, ท่อเปล่า

Abstract

This study aims to investigate how the duration for controlling the usage of installed air chambers affected on the pressure and flow rate in the water supply system. This experiment was conducted by using a water supply system with a maximum of three Air chambers, passing through a 2-inch-water pipe. The experiment was divided into nine cases, each with a different control of Air Chamber usage and the opening and closing of the downstream door using a flow rate ranging from 140 to 300 litres per minute. The findings indicated no differences between installing two and three Air chambers. In the aspect of controlling the Air Chamber usage, the eighth case study primarily tested by closing the downstream door and opening the Air Chamber until the pressure in the Air Chamber met the 6-second maximum. Secondly, allow the water in the pipe to drain. Following that, control the opening and closing of the air chamber usage with the downstream door for 10 seconds, periodically for 80 seconds. This approach can help trap the air in the pipe and represents the best solution to reduce the fluctuation of flow rate and pressure.

Keywords**:** Air Chamber, pressure, plain tube

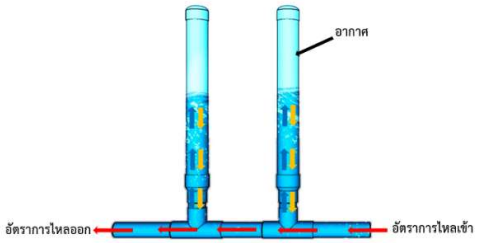
1. คำนำ

ที่มาของคำว่าแอร์แว (Air Ware) โดยที่แอร์ ก็คือ อากาศ แว เป็นภาษาอีสานก็คือ แวะ อากาศแวะไปแวะมาก็เลยเป็นที่มาของคำว่าแอร์แว ซึ่งเป็นอุปกรณ์เสริมที่เกษตรกรคนไทยนิยมติดตั้งในระบบสูบส่งน้ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่งน้ำจากแหล่งน้ำไปยังพื้นที่ใช้น้ำ ซึ่งการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือนี้ขึ้นมาก็เพื่อช่วยให้การสูบน้ำไปได้ไกล และเร็วยิ่งขึ้น ด้วยการอาศัยแรงดันจากอากาศภายในท่อพีวีซีที่ต่อระหว่างท่อส่งน้ำ ในขณะที่การทำงานของเครื่องสูบน้ำทำงานเท่าเดิมแต่สามารถส่งน้ำได้ไกลมากขึ้น เครื่องมือดังกล่าวจึงถูกนำไปเผยแพร่ให้แก่เกษตรกรทั่วประเทศที่มีปัญหาการสูบน้ำที่ต้องใช้เวลา และพลังงานที่สูงขึ้นในการสูบน้ำมายังแปลงเพราะปลูก โดยไม่สิ้นเปลืองพลังงาน อาศัยเพียงหลักการของการไหลตามหลักการของชลศาสตร์ ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะและยังมีชิ้นส่วนประกอบหลักๆที่เพิ่มเติมเข้าไปในระบบส่งน้ำหลักเพียงไม่กี่ชิ้นทำให้สะดวกในการซ่อมบำรุงรักษา อีกทั้งยังสามารถทำงานได้ต่อเนื่องตราบใดที่มีแหล่งน้ำจ่ายให้กับปั๊มอย่างสม่ำเสมอ เป็นการลดต้นทุนและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ทั้งนี้ได้มีการศึกษาไม่ว่าจะงานวิจัยหรืองานส่งเสริมจากทางภาครัฐบาล[1] เพื่อให้สามารถจัดการการใช้งานระบบส่งน้ำที่มีการติดตั้งแอร์แวเป็นไปด้วยความเหมาะสมอาทิเช่น ยุทธศักดิ์ อนันตเดชศักดิ์ และคณะ [2] ได้ทำการศึกษาผลของจำนวนและตำแหน่งในการติดตั้งแอร์แวต่อ

แรงดันในระบบส่งน้ำโดยได้ใช้ต้นแบบของกรมชลประทานและโครงการวิจัยการศึกษารูปแบบการจัดการน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุดกรณีบ้านผาชัน ตำบลสำโรง อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี โดยการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) [1] ที่ได้ออกแบบเพื่อให้เกษตรกรนำไปใช้ในพื้นที่ต่างๆตามความต้องการใช้งาน พบว่าจำนวนแอร์แวที่ช่วยให้ความผันผวนของอัตราการไหลลดลงที่ดีที่สุดคือการติดตั้งแอร์แว 3 ตัว เพราะอากาศที่ติดมากับท่อส่งน้ำจะถูกเก็บกักไว้ในท่อแอร์แวจึงทำให้น้ำไหลได้เต็มท่อขึ้น ส่งผลให้ความผันผวนของอัตราการไหลลดลง ซึ่งก็สอดคล้องกับการศึกษาและวิจัยอื่นๆ[3], [4] และ[5] ที่ว่าท่อพักอากาศหรือแอร์แว สามารถกักฟองอากาศที่ไหลปะปนมากับน้ำได้ ทำให้ไม่มีฟองอากาศ ไปขัดขวางการไหลของน้ำในท่อหลักซึ่งสามารถช่วยลดการสูญเสีย เสียดทาน (friction losses) ในท่อ [5] ส่วนในแง่ของผลของจำนวนแอร์แวต่อค่าความดันนั้นการใช้แอร์แว 2 ตัวและ 3 ตัวให้ค่าความดันไม่แตกต่างกัน สำหรับระยะทางที่เหมาะที่สุดในการติดตั้งแอร์แวตัวแรกคือที่ระยะ 1.5 เมตรจากปั๊มน้ำ อย่างไรก็ตามถึงแม้ข้อสรุปจากผลการศึกษาพบว่าการติดตั้งแอร์แวร่วมกับระบบสูบส่งน้ำนั้นไม่ได้ช่วยในการเพิ่มอัตราการไหลและความดันในระบบส่งน้ำก็ตาม แต่ก็สามารถลดความผันผวนของการไหลในกรณีที่ระบบส่งน้ำมีอากาศปะปนเข้ามากับท่อทางดูด เพื่อใช้คุณสมบัติของอากาศที่อยู่ด้านบนของแอร์แวให้เกิดประโยชน์ยิ่งขึ้น ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อศึกษาการจัดการการควบคุมการใช้ประโยชน์ของอากาศที่อยู่ส่วนบนของแอร์แว โดยการ เปิด-ปิดประตูน้ำร่วมกับการควบคุมการใช้งานของแอร์แวด้วยเวลาที่เหมาะสมซึ่งจะส่งผลให้สามารถส่งน้ำไปได้ไกลขึ้นและต่อเนื่องยิ่งขึ้น

2. หลักการทำงานและทฤษฎีพื้นฐาน

หลักการทำงานของแอร์แว เมื่อน้ำถูกสูบขึ้นมาจากหัวกะโหลกที่อยู่ใต้น้ำก็จะมีอากาศขึ้นมาด้วย ซึ่งช่องว่างที่อยู่ในท่อแนวตั้งในรูปที่ 1 จะมีอากาศแวะเข้าไปในท่อดังกล่าว และเมื่ออากาศด้านบนของท่อไม่มีที่ออกก็จะเกิดแรงดันเพิ่มมากขึ้นก็จะไปดันน้ำที่อยู่ในท่อออกมา จะช่วยลดความผันผวนของการไหลได้ดี หากมีการควบคุมการการทำงานของระบบแอร์แวอาจจะช่วยส่งน้ำไปยังถังเก็บน้ำซึ่งติดตั้งอยู่ในระดับที่สูงและระยะทางการส่งที่ยาวไกลขึ้น [1] ซึ่งก็สอดคล้องกับการใช้งานเครื่องสูบน้ำจำเป็นต้องมีอุปกรณ์อื่นๆประกอบด้วยเพื่อให้การทำงานของเครื่องสูบน้ำเป็นไปตามที่ออกแบบตัวอย่างเช่น ห้องอากาศ (air chamber หรือ air vessel) หรือจะเป็นเพียงแอร์แว ก็ตามเหล่านี้จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งด้านส่งน้ำของเครื่องสูบน้ำเพื่อรองรับแรงกระแทกของค้อนน้ำ (water hammer) หลักการทำงานคือกักน้ำและอากาศส่วนเกินเอาไว้กรณีที่เกิดแรงกระแทกในเส้นท่อ [3] ส่วนการไหลจะอาศัยพลังงานที่อยู่ในรูปของพลังงานศักย์ (Z), พลังงานจลน์ ($\frac{V^2}{2g}$), พลังงานเนื่องจากความดัน ($\frac{P}{\gamma}$) [2] และ [6]

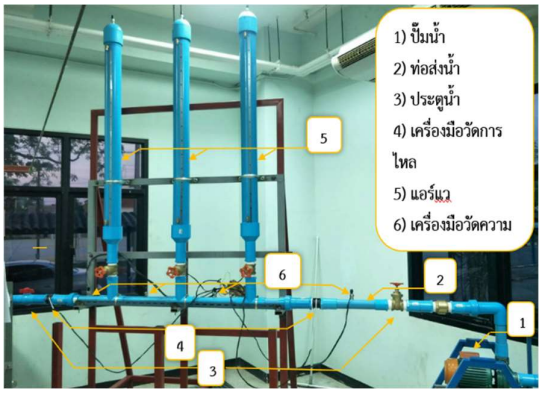


รูปที่ 1 หลักการทำงานของแอร์แว

3. วิธีการศึกษา

ผู้ศึกษาได้ทำการจัดสร้างระบบส่งน้ำที่มีการติดตั้งแอร์แว โดยใช้ต้นแบบของกรมชลประทานซึ่งจะมีขนาดเดียวกับโครงการวิจัยการศึกษารูปแบบการจัดการน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด กรณีบ้านผาชัน ตำบลสำโรง อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี โดยการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) [1] โดยมีอุปกรณ์หลักๆคือปั๊มน้ำที่มีขนาด 2 แรงม้า ซึ่งสามารถสูบน้ำได้อัตราการไหลสูงสุด 300 ลิตรต่อนาที, ท่อส่งน้ำหลักใช้เป็นท่อพีวีซีขนาด 2 นิ้ว และในส่วนของแอร์แวนั้นทำจากท่อพีวีซี ขนาด 4 นิ้ว มีความสูง 1.50 เมตร ดังแสดงรูปที่ 2

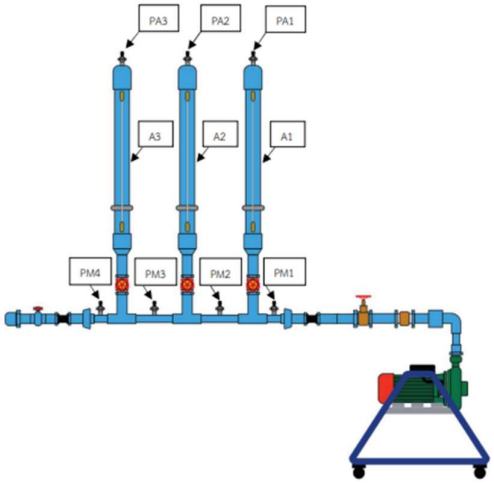
ในส่วนของการวัดความดันผู้ศึกษาได้ทำการติดตั้ง Pressure sensor เพื่อทำการวัดในบริเวณท่อส่งน้ำ 4 ตำแหน่งด้วยกัน โดยจะมีจุดที่ติดตั้งใกล้กับปั๊มน้ำที่สุดจะให้ชื่อว่า (PM1) จนไล่มาถึงตัวสุดท้ายใกล้วาล์วทางน้ำออกชื่อ (PM4) ในส่วนของแอร์แวที่อยู่ใกล้ปั๊มน้ำที่สุดจะให้ชื่อว่า A1 จนไล่มาถึงแอร์แวตัวที่อยู่ใกล้วาล์วทางน้ำออกให้ชื่อว่า A3



รูปที่ 2 ชุดทดลองระบบส่งน้ำที่ติดตั้งแอร์แว

พร้อมกันนี้ยังทำการติดตั้งเครื่องมือวัดความดันบนตัวของแอร์แวโดยจะให้ชื่อว่า PA1 ในตำแหน่งของแอร์แวตัวที่ 1 ไล่จนถึง PA3 ในตำแหน่งของแอร์แวตัวสุดท้าย เพื่อตรวจสอบความผันผวนของการไหลจึงได้ติดตั้งเครื่องมือวัดอัตราการไหลไว้ทางท้ายน้ำโดยใช้ flow meter ดังแสดงรูปที่ 3

ผู้ศึกษาได้ทำการทดสอบเบื้องต้นและพบว่าค่าอัตราการไหลต่ำสุดที่



รูปที่ 3 แบบภาพตำแหน่งของแอร์แวและตำแหน่งติดตั้ง Pressure sensor

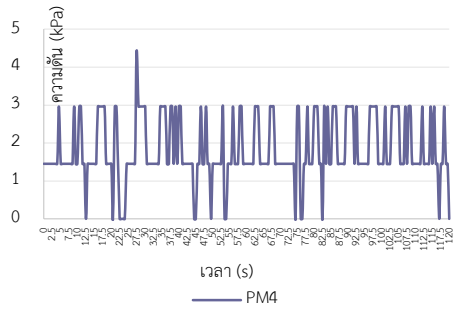
เหมาะสมในการทดสอบมีค่าเท่ากับ 140 L/min จนถึงอัตราการไหลสูงสุดมีค่าเท่ากับ 300 L/min โดยจะปรับเปลี่ยนอัตราการไหลทั้งหมด 5 ค่าด้วยกันซึ่งในแต่ละอัตราการไหลได้ทดลองเพื่อศึกษาผลของช่วงเวลาในการควบคุมการใช้งานของแอร์แวต่อความดันและอัตราการไหลของระบบส่งน้ำดังได้แบ่งเป็นกรณีศึกษาต่างๆ ไว้ในหัวข้อที่ 4

4. ผลการศึกษา

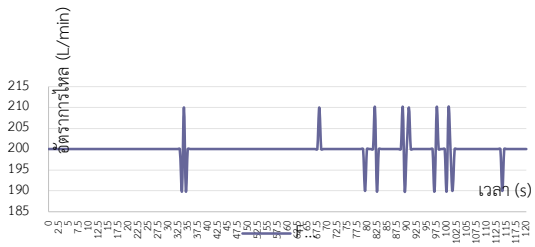
ในส่วนการทดสอบเพื่อศึกษาผลของความดันอากาศในระบบส่งน้ำที่ติดตั้งแอร์แว นั้นพบว่าผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลทั้ง 5 ค่าจะได้ผลการทดสอบที่สอดคล้องกัน ดังนั้นในบทความนี้จะขอยกตัวอย่างการทดสอบสำหรับอัตราการไหลที่ 200 L/min เท่านั้น โดยผู้ศึกษาได้ทำการแบ่งการศึกษาไว้ 9 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 ทำการทดสอบโดยการปล่อยน้ำไหลผ่านท่อเปล่าเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ

ทำการทดสอบโดยการปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำโดยไม่เปิดแอร์แว จากนั้นวัดค่าความดันในท่อ ด้วย Pressure sensor ที่ตำแหน่ง PM4 ส่วนเครื่องมือวัดค่าอัตราการไหลจะใช้ Flow sensor พบว่า ค่าความดันในท่อที่วัดได้ที่ตำแหน่ง PM4 นั้นจะมีค่าสูงสุด 4.41 kPa ส่วนช่วงค่าต่ำสุด 0 kPa โดยมีค่าเฉลี่ย 1.81 kPa ดังแสดงในรูปที่ 4 ส่วนค่าความผันผวนของอัตราการไหลจะขึ้นสูงสุดแค่บางช่วงและจะลดลงอย่างรวดเร็วในระยะเวลา 1 วินาที มีค่าสูงสุด 210 L/min ส่วนค่าต่ำสุด 190 L/min โดยมีค่าเฉลี่ย 200 L/min ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับเวลาในท่อเปล่า ที่ตำแหน่ง PM4



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับเวลาในท่อเปล่า

กรณีที่ 2 ทำการทดสอบโดยการปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำพร้อมกับเปิดการใช้งานของแอร์แวทั้ง 3 ตัว (A1,A2 และ A3) พบว่าค่าความผันผวนของความดันจะขึ้นสูงสุดแค่บางช่วงและจะลดลงอย่างรวดเร็ว ค่าความดันในท่อที่วัดได้ที่ตำแหน่ง PM4 นั้นจะมีค่าสูงสุด 8.83 kPa ส่วนต่ำสุด 0 kPa โดยมีค่าเฉลี่ย 1.92 kPa ส่วนค่าความผันผวนของอัตราการไหลจะขึ้นสูงสุดและจะลดลงอย่างสม่ำเสมอในระยะเวลา 2.5 วินาที มีค่าสูงสุด 210 L/min ส่วนค่าต่ำสุด 200 L/min โดยมีค่าเฉลี่ย 201.3 L/min

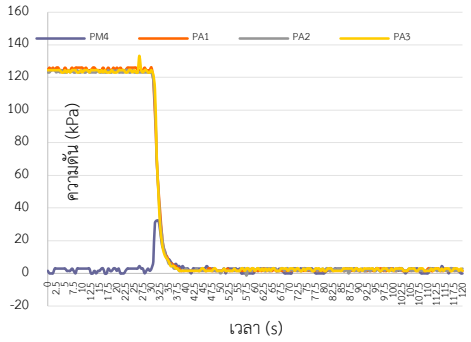
กรณีที่ 3 ทำการทดสอบโดยการปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำแล้วค่อยเปิดการใช้งานของแอร์แวทั้ง 3 ตัว

จากการทดสอบพบว่าค่าความดันในช่วงแรกของแอร์แวเป็นศูนย์เนื่องจากยังไม่ได้ทำการเปิดการใช้งานแอร์แว เมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 30 วินาที จึงค่อยเปิดการใช้งานแอร์แว ค่าความผันผวนของความดันจะขึ้นสูงสุดและต่ำสุดแค่บางช่วงและจะกลับมาคงที่อย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับค่าความดันตำแหน่ง PM4 ในกรณีที่ 2 ผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน ส่วนผลของอัตราการไหลนั้นค่าความผันผวนของอัตราการไหลจะลดลงแค่บางช่วงและจะกลับมาผันผวนคงที่อย่างรวดเร็วในระยะเวลา 3.5 วินาที มีค่าสูงสุด 210 L/min ส่วนค่าต่ำสุด 200 L/min โดยมีค่าเฉลี่ย 200.3 L/min เมื่อเทียบกับอัตราการไหลในกรณีที่ 2 ค่าความผันผวนของอัตราการไหลไม่แตกต่างกัน

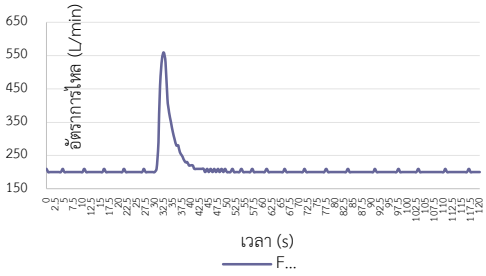
กรณีที่ 4 ทำการทดสอบโดยการปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำพร้อมกับเปิดการใช้งานของแอร์แวจนกว่าความดันในแอร์แว (PA1, PA2 และPA3) ขึ้นถึงจุดสูงสุดแล้วค่อยปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำ

ความดันในแอร์แวขึ้นถึงจุดสูงสุดจะใช้เวลา 10 วินาที ค่าความดันในท่อวัดได้ที่ตำแหน่ง PM4 นั้นจะมีค่าสูงสุด 32.27 kPa ส่วนช่วงค่าต่ำสุด 0 kPa โดยมีค่าเฉลี่ย 2.84 kPa เมื่อเทียบกับค่าความดันในกรณีที่ 3 ทำการทดสอบโดยปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำแล้วค่อยเปิดการใช้งานของแอร์แวแล้ว ผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน เพียงแต่ในช่วงเวลาก่อน 30 วินาที กรณีที่ 4 จะมีค่าความดันสูงกว่ากรณีที่ 3 แต่เมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 30 วินาที กรณีที่ 4 จะมีค่าความดันคล้ายๆกับกรณีที่ 3 ดังแสดงในรูปที่ 6

ส่วนค่าความผันผวนของอัตราการไหลจะขึ้นสูงสุดแค่บางช่วงและจะค่อยๆลดลงภายในเวลา 10 วินาที มีค่าสูงสุด 560 L/min ส่วนค่าต่ำสุด 200 L/min โดยมีค่าเฉลี่ย 218 L/min ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับเวลา ของกรณีที่ 4



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับเวลาของกรณีที่ 4

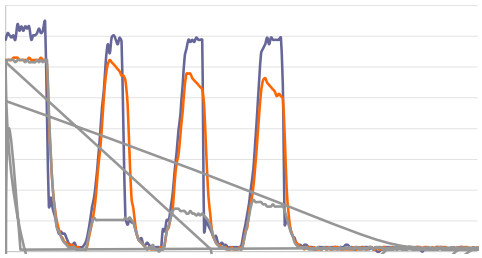
กรณีที่ 5 ทำการทดสอบโดยการปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำพร้อมกับเปิดการใช้งานของแอร์แวจนกว่าความดันในแอร์แว (PA1, PA2 และPA3) ขึ้นถึงจุดสูงสุดแล้วค่อยปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำหลังจากนั้นจึงควบคุมการเปิด-ปิดการใช้งานของแอร์แวเป็นช่วงๆ

พบว่าความดันในแอร์แวจะขึ้นถึงจุดสูงสุดที่เวลา 10 วินาที โดยได้ควบคุม 4 ครั้ง ในช่วงเวลาที่ทดสอบ 80 วินาที ค่าความดันในท่อวัดได้ที่ตำแหน่ง PM4 นั้นจะมีค่าสูงสุด 33.72 kPa ส่วนค่าต่ำสุด 0 kPa โดยมีค่าเฉลี่ย 2.69 kPa เมื่อเทียบกับการไหลในกรณีที่ 4 นั้นผลที่ได้ทำให้การไหลดีขึ้นในช่วงแรกเล็กน้อยแทบไม่แตกต่างกัน แต่ช่วงหลังจาก 80 วินาที การไหลของทั้ง 2 กรณีเหมือนกัน ส่วนความผันผวนของอัตราการไหลจะขึ้นสูงสุดแค่บางช่วงและจะค่อยๆลดลงภายในเวลา 12 วินาที มีค่าสูงสุด 590 L/min ส่วนค่าต่ำสุด 200 L/min โดยมีค่าเฉลี่ย 220 L/min

กรณีที่ 6 ทำการทดสอบโดยการปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำพร้อมกับเปิดการใช้งานของแอร์แวจนกว่าความดันในแอร์แว (PA1, PA2 และPA3) ขึ้นถึงจุดสูงสุดแล้วค่อยปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำ หลังจากนั้นจึงควบคุมการเปิด-ปิดการใช้งานของแอร์แวพร้อมกับควบคุมการเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำเป็นช่วงๆ โดยที่การเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำจะเปิดและปิดเต็มที่

พบว่าเมื่อทำการทดสอบโดยการปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำพร้อมกับเปิดการใช้งานของแอร์แว 3 ตัว จนกว่าความดันในแอร์ขึ้นถึงจุดสูงสุดแล้วค่อยปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำ หลังจากนั้นจึงควบคุมการเปิด-ปิดการใช้งานของแอร์แวพร้อมกับควบคุมการเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำเป็นช่วงๆ โดยที่การเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำจะเปิดและปิดสุดที่เวลา 10 วินาที โดยควบคุม 4 ครั้ง ค่าความดันในท่อวัดได้ที่ตำแหน่ง PM4 นั้นจะมีค่าสูงสุด 149.48 kPa ส่วนค่าต่ำสุด 0 kPa โดยมีค่าเฉลี่ย 40.20 kPa เมื่อเปรียบเทียบการทดสอบแบบท่อเปล่าที่ความดันตำแหน่ง PM4 นั้นกรณีที่ 6 จะให้ค่าค่าความดันจะสูงกว่าในช่วงที่ปิดประตูน้ำ ความดันจะลดลงจนเท่ากับการไหลในท่อเปล่าหลังจากเปิดประตูแล้วภายใน 5 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 8

ส่วนค่าความผันผวนของอัตราการไหลจะขึ้นสูงสุดและจะค่อยๆลดลงภายในเวลา 9 วินาที มีค่าสูงสุด 590 L/min ส่วนค่าต่ำสุด 0 L/min โดยมีค่าเฉลี่ย 222 L/min ดังแสดงในรูปที่ 9



เมื่อเทียบกับการไหลในท่อเปล่าในบางช่วงและในช่วงแรกจะให้ค่าใกล้เคียงกับกรณีที่ 4 ดังแสดงในรูปที่ 10 ส่วนค่าความผันผวนของอัตราการไหลจะขึ้นสูงสุดและจะค่อยๆลดลงภายในเวลา 10 วินาที ในช่วงแรก ช่วงหลังจะมีความผันผวนในเวลา 5 วินาที มีค่าสูงสุด 580 L/min ส่วนค่าต่ำสุด 110 L/min โดยมีค่าเฉลี่ย 219 L/minดังแสดงในรูปที่ 11

กรณีที่ 7 ทำการทดสอบโดยการปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำพร้อมกับเปิดการใช้งานของแอร์แวจนกว่าความดันในแอร์แว (PA1, PA2 และPA3) ขึ้นถึงจุดสูงสุดแล้วค่อยปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำ หลังจากนั้นจึงควบคุมการเปิด-ปิดการใช้งานของแอร์แวไม่พร้อมกับควบคุมการเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำเป็นช่วงๆโดยที่การเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำจะเปิดและปิดแบบเต็มที่

พบว่าเมื่อทำการทดสอบโดยการปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำพร้อมกับเปิดการใช้งานของแอร์แว 3 ตัว จนกว่าความดันในแอร์ ขึ้นถึงจุดสูงสุดแล้วค่อยปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำหลังจากนั้นจึงควบคุมการเปิด-ปิดการใช้งานของแอร์แวไม่พร้อมกับควบคุมการเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำเป็นช่วงๆ โดยที่การเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำจะเปิดและปิดสุดที่เวลา 10 วินาที โดยควบคุม 4 ครั้ง ค่าความดันในท่อวัดได้ที่ตำแหน่ง PM4 นั้นจะมีค่าสูงสุด 165.54 kPa ส่วนช่วงค่าต่ำสุด 0 kPa โดยมีค่าเฉลี่ย 29 kPa หากเปรียบเทียบการไหลกับท่อเปล่าแล้วค่าความดันที่ตำแหน่ง PM4 กรณีที่ 7 จะให้ค่าความดันจะสูงกว่ามากในบางช่วง และในช่วงแรกของกรณีที่ 7 ให้ค่าความดันไม่แตกต่างกันกรณีที่ 4 ส่วนค่าความผันผวนของอัตราการไหลจะขึ้นสูงสุดและจะค่อยๆลดลงภายในเวลา 5 วินาที มีค่าสูงสุด 780 L/min ส่วนค่าต่ำสุด 0 L/min โดยมีค่าเฉลี่ย 217 L/min

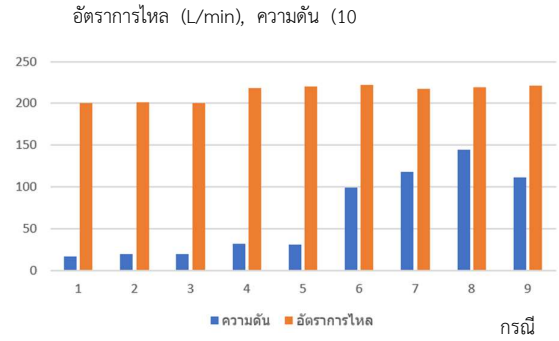
กรณีที่ 8 ทำการทดสอบโดยการปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำพร้อมกับเปิดการใช้งานของแอร์แวจนกว่าความดันในแอร์แว (PA1, PA2 และPA3) ขึ้นถึงจุดสูงสุดแล้วค่อยปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำ หลังจากนั้นจึงควบคุมการเปิด-ปิดการใช้งานของแอร์แวพร้อมกับควบคุมการเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำเป็นช่วงๆ โดยที่การเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำเพียง 50 เปอร์เซ็นต์

พบว่าเมื่อทำการทดสอบโดยการปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำพร้อมกับเปิดการใช้งานของแอร์แว 3 ตัว จนกว่าความดันในแอร์แว (PA1, PA2 และ PA3) ขึ้นถึงจุดสูงสุดแล้วค่อยปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำ หลังจากนั้นจึงควบคุมการเปิด-ปิดการใช้งานของแอร์แวพร้อมกับควบคุมการเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำเป็นช่วงๆ โดยที่การเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำจะเปิดสุดแต่ปิดเพียง 50 เปอร์เซ็นที่เวลา 10 วินาที โดยควบคุม 4 ครั้ง ค่าความดันในท่อวัดได้ที่ตำแหน่ง PM4 นั้นจะมีค่าสูงสุด 42.47 kPa ส่วนช่วงค่าต่ำสุด 0 kPa โดยมีค่าเฉลี่ย 10.35 kPa กรณีที่ 8 นี้ค่าความดันจะสูงกว่า

กรณีที่ 9 ทำการทดสอบโดยการปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำพร้อมกับเปิดการใช้งานของแอร์แวจนกว่าความดันในแอร์แว (PA1, PA2 และPA3) ขึ้นถึงจุดสูงสุดแล้วค่อยปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำ หลังจากนั้นจึงควบคุมการเปิด-ปิดการใช้งานของแอร์แวไม่พร้อมกับควบคุมการเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำเป็นช่วงๆ โดยที่การเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำจะเปิดสุดแต่ปิดเพียง 50 เปอร์เซ็นต์

พบว่าเมื่อทำการทดสอบโดยการปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำพร้อมกับเปิดการใช้งานของแอร์แว 3 ตัว จนกว่าความดันในแอร์แว ขึ้นถึงจุดสูงสุดแล้วค่อยปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อส่งน้ำ หลังจากนั้นจึงควบคุมการเปิด-ปิดการใช้งานของแอร์แวไม่พร้อมกับควบคุมการเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำเป็นช่วงๆ โดยที่การเปิด-ปิดประตูน้ำด้านท้ายน้ำจะเปิดสุดแต่ปิดครึ่งนึงที่

การผันผวนของอัตราการไหลและความดันได้ดีที่สุด พร้อมทั้งสามารถส่งน้ำได้ต่อเนื่องหากเทียบกับกรณีอื่นๆ



รูปที่ 14 ผลของค่าความดันเฉลี่ยและอัตราการไหลเฉลี่ยทั้ง 9 กรณี

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมกับงานวิจัยในครั้งนี้ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครที่เอื้อเฟื้อสถานที่ รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง จนทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) (2550). โครงการวิจัยการศึกษารูปแบบการจัดการน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด กรณีบ้านผาชัน ตำบลสำโรง อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี, สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย

[2] ยุทธศักดิ์ อนันตเดชศักดิ์ และพนิดา สีมาวุธ (2565).การศึกษาผลของจำนวนและตำแหน่งในการติดตั้งแอร์แวต่อแรงดันในระบบส่งน้ำ.การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27, วันที่ 24-26 สิงหาคม 2565 จ.เชียงราย,หน้า INF03-1-7.

[3] อภิรักษ์ พิณพิพัฒน์,กนกวรรณ กรพิพัฒน์ และชูพันธุ์ ชมภูจันทร์ (2556).ศึกษาวิธีการเพิ่มแรงดันในระบบท่อส่งน้ำด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่น, ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน, คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน, มหาวิทยลัยเกษตรศาสตร์.

[4] มาโนช ริทินโย, จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร, กัมปนาท ถ่ายสูงเนิน และ อมรศักดิ์ มาใหญ่ (2561).ศึกษาเกี่ยวกับการบริหารจัดการนำเพื่อการเกษตรอย่างมีส่วนร่วมของชุมชนตำบลพลกรัง. ปรัชญานิพนธ์,สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

[5] Sang-Gyun, K., Kye-Bock, L., Kyung-Yup, K. (2014). Water hammer in the pump-rising pipeline system with an air chamber. Journal of Hydrodynamics, 26, pp. 960-964

[6] Yunus A Cengel, John M.Cimbala (2018). Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications. The McGraw-Hill Companies, Inc.,

[7] ภูวดล พรหมชา, เอกนรินทร์ ฝ่ายริพล, ณรงค์ศักดิ์ มาไชยนาม และ ปกรณ์ ยอดวงศ์เรือน (2561).ศึกษาเกี่ยวกับการติดตั้งท่อแอร์แวสามารถเพิ่มอัตราการไหลในระบบสูบ.การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23, วันที่ 18-20 กรกฎาคม 2561 จ.นครนายก, หน้า 1-4