หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ฝายน้ำล้น (Weirs) เป็นชื่อของทำนบกั้นน้ำประเภทหนึ่ง ซึ่งยอมให้น้ำไหลผ่านล้นด้านบนของทำนบ เพื่อจุดประสงค์ในการวัดปริมาณน้ำไหลผ่าน ฝายน้ำล้นมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันมากมายขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน

น้ำที่ไหลในแม่น้ำ ลำคลองตามธรรมชาติสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากมาย เช่น ใช้ในงานชลประทาน การอุตสาหกรรม ใช้บริโภคในแหล่งชุมชน ผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำและอื่น ๆ การที่จะนำน้ำธรรมชาติดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ให้ได้ประสิทธิภาพจะต้องมีการสำรวจหาข้อมูล วางแผนงานและหาวิธีการที่สะดวก ประหยัดในการนำน้ำธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ ข้อมูลอันหนึ่งที่จำเป็นต้องทราบอย่างยิ่ง คืออัตราการไหลของน้ำ

การวัดอัตราการไหลของน้ำที่ทำกันอยู่แล้วมีหลายวิธี เช่น ในคลองธรรมชาติขนาดใหญ่ ส่วนมากนิยมใช้เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ (Current meter) เพื่อหาอัตราการไหลของน้ำ ส่วนคลองธรรมชาติขนาดเล็กหรือคลองที่มนุษย์สร้างขึ้นนิยมใช้อยู่ 2 วิธี คือ ใช้วัดด้วยฝายน้ำล้น และรางน้ำแบบเวนจูรี (Venturi-type flumes)

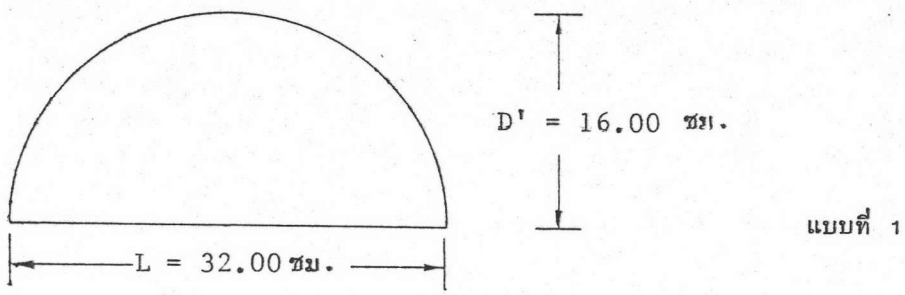
1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในการวัดอัตราการไหลของน้ำจะต้องคำนึงถึงการวัดได้ละเอียดถูกต้องมากที่สุด ความง่าย ความสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่ายในการวัด การใช้เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำมีกรรมวิธีที่ยุ่งยากและใช้เวลานานเมื่อเทียบกับการใช้ฝายน้ำล้นเป็นเครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำ แต่สูตรการหาอัตราการไหลของน้ำผ่านฝายน้ำล้นไม่สามารถวิเคราะห์ได้ถูกต้องแน่นอน เพราะว่าไม่เพียงแต่แบบการไหล (Flow pattern) ของฝายน้ำล้นแต่ละแบบจะแตกต่างกันเท่านั้น แบบการไหลของฝายน้ำล้นแต่ละแบบก็ยังเปลี่ยนแปลงตามปริมาณการไหลของน้ำผ่านฝายน้ำล้นอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีตัวแปรอีกมากมายที่มีผลต่ออัตราการไหล ที่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ทั้งหมด สูตรการหาอัตราการไหลของน้ำผ่านฝายน้ำล้นที่มีอยู่ในหนังสือชลศาสตร์ทั่ว ๆ ไป

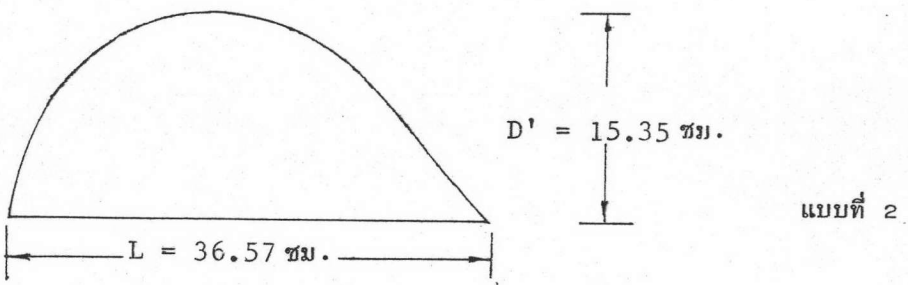
นั้นเป็นเพียงสูตรที่วิเคราะห์มาได้โดยประมาณเท่านั้น การวิเคราะห์เหล่านี้คำนึงถึงเฉพาะผลของแรงดึงดูดของโลกโดยประมาณ แต่ไม่ได้คำนึงถึงผลจากความหนืดของน้ำ (Viscosity) แรงตึงผิว (Surface tension) อัตราส่วนของขนาดของฝายน้ำล้นต่อขนาดของหน้าตัดคลอง การเปลี่ยนแปลงความเร็วของน้ำในคลองขณะเข้าใกล้ฝายน้ำล้น และความขรุขระ (roughness) ของผิวฝายน้ำล้นและผิวคลองที่ใกล้ฝายน้ำล้น

ฝายน้ำล้นหลาย ๆ แบบถูกนำมาใช้วัดอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำเล็ก ๆ ฝายน้ำล้นแบบสันคม (Sharp-crested weirs) มีข้อดี คือสามารถนำแบบจำลองของฝายน้ำล้นมา Calibrate ในห้องทดลองและนำไปใช้ในการวัดของจริงได้ค่อนข้างละเอียดถูกต้อง แต่มีข้อเสีย คือฝายน้ำล้นชนิดนี้ต้องสิ้นเปลืองการบำรุงรักษาอย่างมาก เนื่องจากสันคมของฝายน้ำล้นจะถูกเม็ดกรวดเม็ดทรายในลำน้ำกระแทกทำให้เสียหายโดยง่าย จึงมีผู้คิดค้นทำฝายน้ำล้นเป็นแบบสันมน (Round-crested weirs) หรือแบบสันกว้าง (Broad-crested weirs) ซึ่งรวมถึงลักษณะของฝายน้ำล้นแบบหน้าตัดรูปโอกี้ (Ogee section) หรือหน้าตัดทางน้ำล้น (Spillway section) ด้วย เพื่อหลีกเลี่ยงข้อเสียของฝายน้ำล้นแบบสันคม

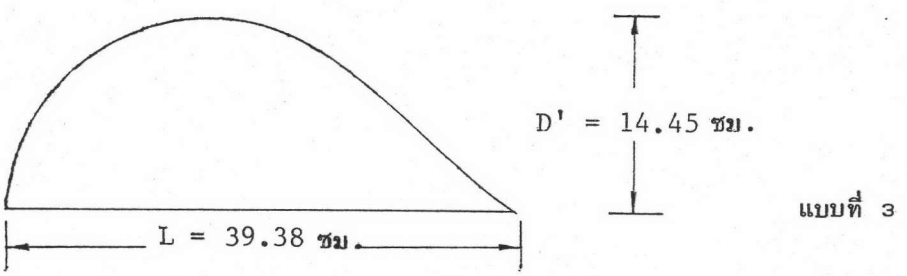
ส่วนมากฝายน้ำล้นแบบหน้าตัดรูปโอกี้ (Ogee section) หรือหน้าตัดทางน้ำล้น (Spillway section) มักจะใช้กับเขื่อน (Dam) ในลำน้ำขนาดใหญ่และยกระดับน้ำได้สูง ๆ และมีจุดประสงค์หลัก เช่น เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำการชลประทาน ควบคุมการเกิดอุทกภัย ส่วนการวัดอัตราการไหลของน้ำจะเป็นจุดประสงค์รองลงมา ฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตร เป็นฝายน้ำล้นที่มีลักษณะเป็นแบบเส้นการไหล (Streamline) (รูปที่ 1.1) ฝายน้ำล้นชนิดนี้จะสามารถให้น้ำผ่านได้สะดวก ราบเรียบและมีค่า ส.ป.ส. ของอัตราการไหลมากกว่าฝายน้ำล้นแบบสันกว้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular broad-crested weir) ซึ่งหมายความว่า ฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์สามารถส่งผ่านน้ำได้มากกว่าที่หัวความดัน (head) เท่ากัน ส่วนรูปร่างลักษณะของฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์สามารถหาได้โดยไม่ยาก (วิธีการหาได้แสดงไว้ในบทที่ 2) การก่อสร้างก็สามารถกระทำได้ง่ายและมีความมั่นคงแข็งแรง เนื่องจากมีช่วงฐานยาว ดังนั้น จึงสามารถนำฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์นี้ไปใช้เป็นทำนบกั้นน้ำเพื่อกักเก็บน้ำในลำน้ำขนาดเล็กและใช้เป็นเครื่องมือวัดอัตราการไหลได้ดีอีกด้วย



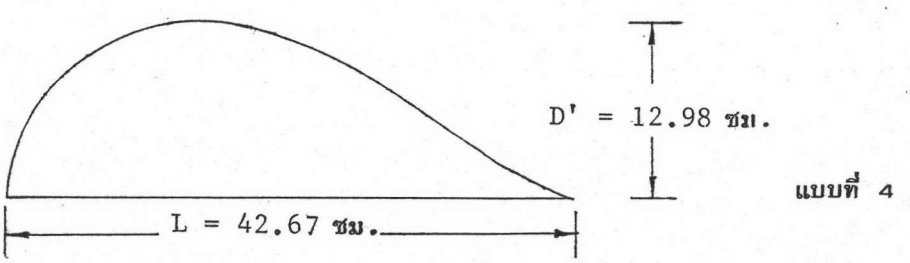
แบบที่ 1



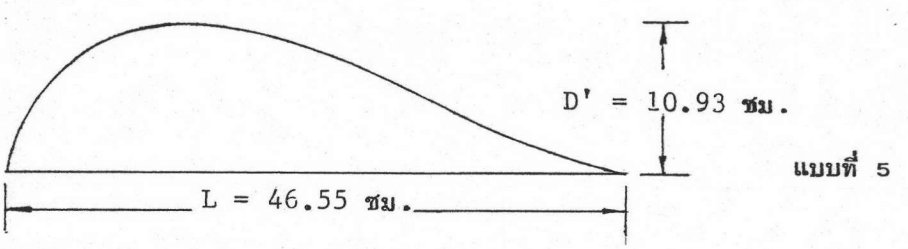
แบบที่ 2



แบบที่ 3



แบบที่ 4



แบบที่ 5

รูปที่ 1.1 ฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตร จำนวน 5 แบบ ที่ทำการทดลอง

1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อศึกษาลักษณะการไหลของน้ำผ่านฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตร

2. เพื่อศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงความดันที่ผิวของฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตร

3. เพื่อศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์ของอัตราการไหลของฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตร

4. เพื่อศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์ของการลากดึง (Drag coefficient) ของฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตร

5. เพื่อศึกษาหาค่าพลังงานของน้ำที่สูญเสียไปหลังจากไหลผ่านฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตร

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบจำลองของฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตร ซึ่งทำการติดตั้งในรางน้ำ (Flume) และทำการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองโดยมีขอบเขตดังนี้

1. ศึกษาทดลองจากแบบของฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตรจำนวน 5 แบบ

2. ศึกษาทดลองโดยสมมติให้พื้นรางน้ำอยู่ในแนวราบ และให้น้ำไหลผ่านฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตรมีระดับน้ำสูงสุด 30 ซม. จากพื้นรางน้ำ ซึ่งไม่สามารถทดลองให้ระดับน้ำสูงกว่านี้ได้เนื่องจากความสูงของรางน้ำจำกัด หากสูงกว่านี้จะทำให้น้ำล้นออกข้างรางน้ำ

3. ศึกษาทดลองให้การไหลของน้ำทางด้านท้ายน้ำเป็นไปอย่างอิสระโดยไม่มีการควบคุมระดับน้ำทางด้านท้ายน้ำ

1.4 การดำเนินการศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษามีดังนี้ คือ

1. ศึกษาผลงานและเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำผ่านฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์และรูปอื่น ๆ ที่เคยมีผู้ศึกษามาก่อน

2. ศึกษาทฤษฎีและสมมติฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและสามารถนำมาใช้ในการศึกษาการไหลของน้ำผ่านฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตร

3. ออกแบบรูปร่างลักษณะของฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตร

4. สร้างแบบจำลองของฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตร ประกอบติดตั้งเครื่องมือทดลองและทำการทดลอง

5. รวบรวมข้อมูลจากการทดลองแล้วทำการวิเคราะห์

6. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

7. เสนอแนะคำแนะนำต่าง ๆ เพื่อทำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในการศึกษาต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

1. คาดว่าฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตรเป็นฝายน้ำล้นที่ดีและเหมาะสมแบบหนึ่งที่จะนำไปใช้สำหรับเป็นเครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำในคลองธรรมชาติขนาดเล็ก

2. สามารถนำฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์แบบสมมาตรไปก่อสร้างในชนบทเพื่อใช้กักเก็บน้ำและนำน้ำไปใช้ประโยชน์ต่อพืชไร่ต่าง ๆ ฝายน้ำล้นชนิดนี้สามารถก่อสร้างได้ง่ายและมีความมั่นคงแข็งแรง

3. เป็นแนวทางในการศึกษาฝายน้ำล้นรูปไฮโดรฟอยล์ให้ละเอียดเพิ่มขึ้น และให้ประโยชน์แก่ผู้สนใจเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบฝายน้ำล้นชนิดนี้