บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

จากสภาพโดยทั่วๆ ไปในลำน้ำธรรมชาติมีส่วนสำคัญในการพัฒนาเพื่อการเกษตรกรรม อุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ในเขตชลประทาน (Irrigation Area) ได้รับการผันน้ำจากลำน้ำธรรมชาติโดยการส่งน้ำของคลองสายใหญ่ (Main Canals) และผ่านเข้าสู่ระบบการส่งน้ำหรือคลองซอย (Distribution System) ซึ่งในคลองสายใหญ่หรือคลองซอยก็ต้องมีประตูระบายน้ำ (Gate) สำหรับปิด-เปิดให้น้ำได้ไหลลอดผ่าน เพื่อให้มีปริมาณน้ำส่งไปยังพื้นที่เพื่อทำการเกษตรหรืออุตสาหกรรมในเขตชลประทาน นอกจากนั้นประตูระบายยังใช้ระบายจากอ่างเก็บน้ำเข้าสู่แม่น้ำหรือคลองชลประทานและยังใช้ควบคุมระดับน้ำที่ยอดของทางระบายน้ำล้น

ประตูบานระบาย เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อเก็บกักและระบายน้ำ ตัวบานสร้างขึ้นเพื่อปิดกั้นทางน้ำไหล สามารถเคลื่อนที่พ้นจากตำแหน่งปิดกั้นได้อย่างสิ้นเชิง ในกรณีที่เปิดบานหมด โดยทั่วไปมักจะแบ่งเป็นลักษณะใหญ่ๆ ดังนี้

1) ตัวบานเคลื่อนที่ด้วยล้อ เช่น บานตรง
2) ตัวบานเคลื่อนที่รอบจุดหมุน เช่น บานโค้ง

ในส่วนของประตูระบายจะมีบานระบายขนาดและลักษณะต่างกันได้มากและสร้างด้วยวัสดุต่างๆ เช่น ไม้กระดาน(Stop Planks) ไม้เหลี่ยม (Stop Logs) บานไม้หรือบานเหล็กหลายบานตั้งซ้อนกัน (Section Gates) บานไม้หรือบานเหล็กเดี่ยว (Single Slide Gates)

แต่ความเป็นจริงแล้วในรอบหนึ่งปีระดับน้ำตามธรรมชาติในแม่น้ำ จะมีระดับสูง-ต่ำไม่เท่ากัน ดังนั้นระหว่างฤดูส่งน้ำหรือฤดูชลประทาน จึงมีน้ำไหลเข้าคลองไม่สม่ำเสมอ คือไหลเข้าตามความต้องการบ้าง น้อยกว่าความต้องการบ้าง หรืออาจไม่มีน้ำไหลเข้าคลองเลยก็ได้ เพราะระดับน้ำตามธรรมชาติในแม่น้ำจะผันแปรสูงๆ ต่ำๆ อยู่ตลอดเวลา ถ้าต้องการให้น้ำไหลเข้าคลองเต็มที่ตลอดฤดูชลประทานแล้ว ก็จะต้องสร้างฝายหรือเขื่อนระบายน้ำขึ้นทดน้ำ

ตามธรรมชาติในแม่น้ำให้สูงกว่าระดับน้ำใช้การเต็มที่ในคลองส่งน้ำสายใหญ่และมีประตูระบาย ทำหน้าที่ปล่อยน้ำให้ไหลลอดผ่าน

ฉะนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาคำนวณ และออกแบบช่องหน้าตัดการไหล และบานประตูระบาย ให้มีรูปแบบและลักษณะที่เหมาะสมทางด้านชลศาสตร์ของการไหล สภาพภูมิประเทศชัยภูมิที่ตั้งของประตูระบาย และราคาค่าก่อสร้าง เพราะเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งเมื่อก่อสร้างเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็สามารถที่จะตรวจสอบสภาพลักษณะและปริมาณการไหลของน้ำที่พอเพียงกับความต้องการสภาพการใช้งาน ซึ่งในการศึกษาเรื่องนี้ได้กล่าวถึงบานระบายชนิดบานตรง(Vertical Gate) และช่องหน้าตัดการไหลเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

สูตรการคำนวณอัตราการไหลผ่านบานประตูโดยทั่วไป จะใช้สูตร $Q=C_d A_0\sqrt{2gH}$ และมีค่าสัมประสิทธิ์การไหล $C_d \approx 0.60$ โดยประมาณ อย่างไรก็ตามลักษณะการไหลผ่านบานประตูระบายน้ำที่มีการใช้งานจริง มีสภาพทางชลศาสตร์การไหลแตกต่างกัน คืออาจมีการบีบรัดการไหล 1 , 2 , 3 หรือ 4 ด้าน แล้วแต่ความเหมาะสมของสภาพการใช้งาน และความจำกัดของชัยภูมิที่ตั้ง จึงเป็นที่น่าสนใจว่าสูตรการไหลที่ใช้กันทั่วไปดังกล่าวมีความถูกต้องประการใดและค่าสัมประสิทธิ์การไหล C_d เปลี่ยนแปลงอย่างไร

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ในการศึกษาชลศาสตร์ของการไหลลอดผ่านบานประตูระบาย มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1) ศึกษาสภาพชลศาสตร์ของการไหลลอดประตูระบายน้ำ (Vertical Gate) ที่มีผลจากการบีบรัด (Flow Contraction) ในกรณีต่างๆ
2) ศึกษาผลกระทบกรณีบีบรัดการไหลลอดผ่านบานประตูในลักษณะต่างๆ
3) ศึกษาวิธีการ และสูตรคำนวณอัตราการไหลลอดประตูระบายน้ำที่มีการบีบรัดการไหลในกรณีต่างๆ
4) เสริมสร้างประสบการณ์ในการสร้างและทดลองแบบจำลองชลศาสตร์ในห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ

1.3 ขอบข่ายการศึกษา

ชลศาสตร์ของการไหลลอดผ่านบานประตูที่ทำการศึกษาโดยใช้แบบจำลองชลศาสตร์ในครั้งนี้ คำนึงถึงรูปแบบและลักษณะของช่องหน้าตัดการไหลเป็นรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า ในขณะที่บานประตูระบายมีลักษณะเป็นบานตรงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีขอบข่ายการศึกษาดังนี้

1) ใช้แบบจำลองชลศาสตร์ของประตูระบายน้ำ โดยศึกษาแบบจำลองบานประตูระบายชนิดบานตรง (Vertical Gate) มีขอบของบานระบายเป็นสันคม (Sharp Crest)
2) ทำการศึกษาเฉพาะกรณีการไหลเป็นแบบอิสระ (Free Flow)
3) ทำการศึกษาโดยการสร้างแบบจำลองชลศาสตร์ให้มีช่องทางน้ำเปิด (Open Channel) เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 ลักษณะโดยให้มีขนาดของความยาวและความสูงเท่ากันแต่ความกว้างต่างกันและให้ช่องทางน้ำเปิดมีลักษณะเป็นแนวตรง
4) ทำการศึกษาออกเป็นด้านที่มีผลกระทบจากการบีบรัดการไหลของน้ำในช่องทางน้ำเปิดตรงบริเวณประตูระบายน้ำแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะคือกรณีการไหลบีบรัด 1 , 2 , 3 และ 4 ด้าน

1.4 การดำเนินงานศึกษา

การดำเนินงานศึกษาการไหลลอดผ่านบานประตู ในกรณีศึกษาลักษณะการไหลบีบรัดของช่องหน้าตัดการไหล ทำให้ทราบถึงสมการที่ควรเป็นสำหรับคำนวณอัตราการไหล โดยที่สมการรูปทั่วไป $Q = C_d A_0 \sqrt{2gy_1}$ ในสมการดังกล่าวนี้ค่า C_d ที่ใช้ในการคำนวณส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0.50-0.60 ยังจะมีความถูกต้องมากน้อยแค่ไหน ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานศึกษา สามารถแบ่งได้ดังนี้

1) รวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งศึกษาหลักการและวิธีการทำแบบจำลอง ซึ่งจัดตั้งโต๊ะทดลองที่ห้องปฏิบัติการแบบจำลองชลศาสตร์และชายฝั่งทะเล ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ
2) ทำการสร้างแบบจำลอง โดยใช้แผ่นพลาสติกเป็นวัสดุในการจัดทำซึ่งตัวแบบจำลองของช่องทางน้ำเปิดมี 2 ขนาด คือ 15×30×90 ซม. และ 15×30×90 ซม. และบานประตูระบายมีขนาด 15×25 ซม. โดยทำการทดลองบนโต๊ะทดลอง ซึ่งโต๊ะทดลองประกอบด้วย 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ ถังพักน้ำ ถังสลายพลังงาน ทางน้ำเปิด และถังวัดอัตราการไหล

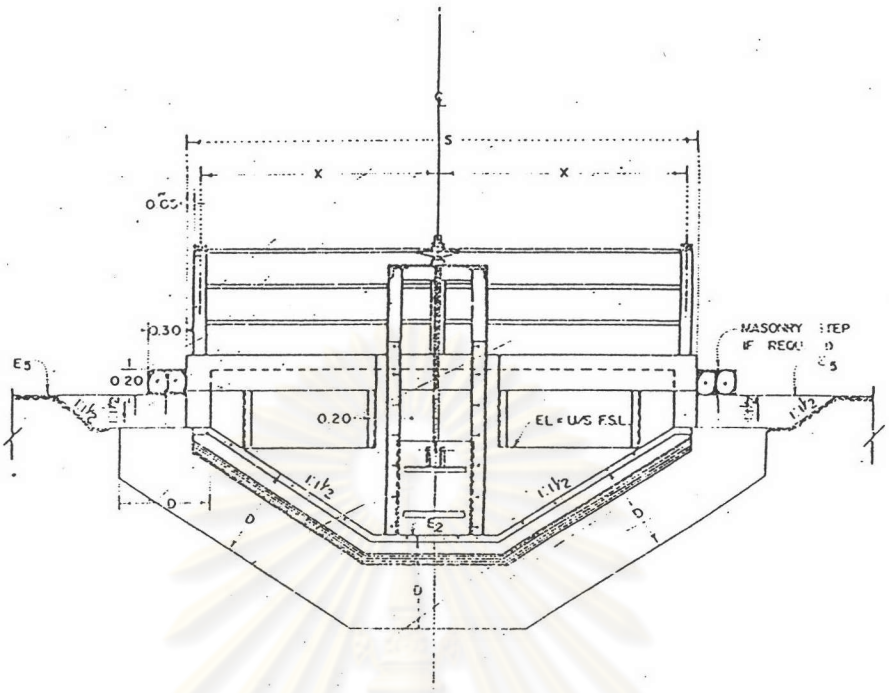
3) ทดสอบแบบจำลองชลศาสตร์โดยให้น้ำไหลเข้าช่องทางน้ำเปิด แล้ววัดระดับน้ำตามหน้าตัดอ้างอิงที่กำหนด ชั่งน้ำหนักและจับเวลาเพื่อคำนวณค่าอัตราการไหลและวัดความเร็วที่หน้าตัดอ้างอิงที่กำหนด
4) บันทึกข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และสรุปผล
5) จัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.5 ผลการศึกษา

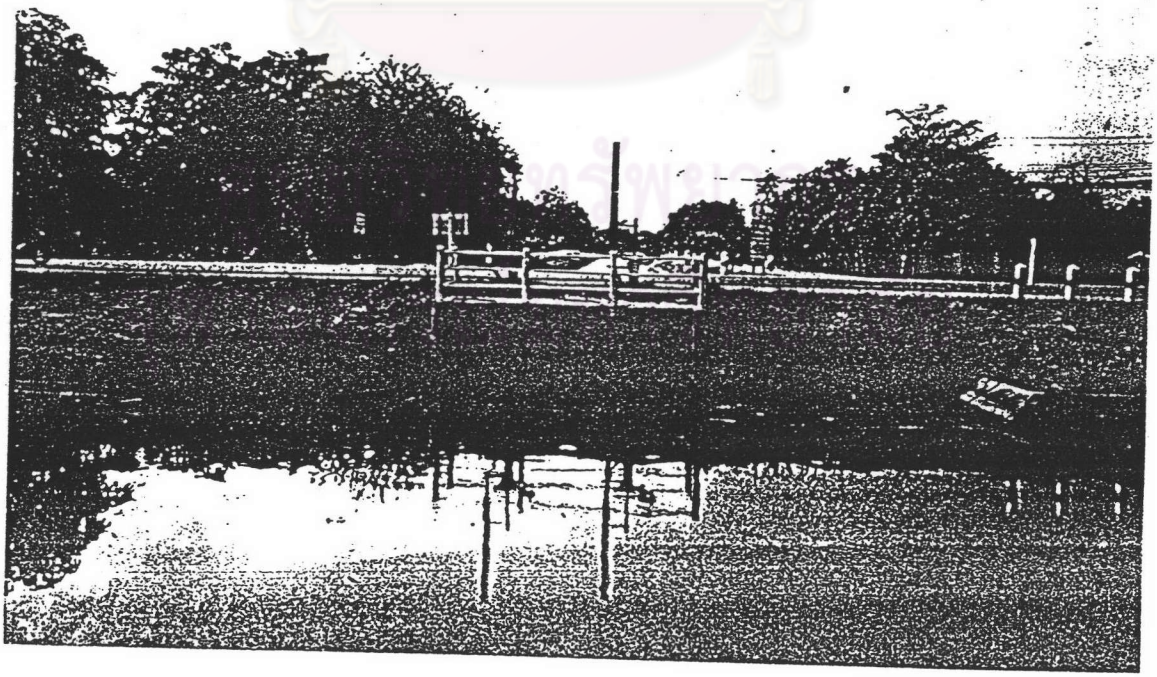
จากการศึกษาพฤติกรรมการไหลลอดผ่านบานประตูในลักษณะการไหลบีบรัดของช่องทางน้ำเปิดซึ่งทำการศึกษา 4 กรณีใหญ่ๆ คือ การไหลบีบรัด 1 ด้าน การไหลบีบรัด 2 ด้าน การไหลบีบรัด 3 ด้าน และการไหลบีบรัด 4 ด้าน และในแต่ละกรณีศึกษานั้นแบ่งการศึกษาย่อยออกได้ทั้งหมด 24 กรณี

สำหรับการวิเคราะห์สูตรตามทฤษฎีสำหรับคำนวณอัตราการไหลลอดผ่านบานประตูระบาย $Q = C_d A_0 \sqrt{2gH}$ ได้ค่าสัมประสิทธิ์ C_d (Discharge Coefficient) สำหรับการทดลองแต่ละกรณีเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการกำหนดสูตรทั่วไป $Q = kH^x$ โดยมีค่ากำลัง x และค่าสัมประสิทธิ์ C_d เป็นตัวแปรจากวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยวิธี Regression Analysis จึงพบว่าผลจากการทดลองได้ค่ากำลัง x มีค่าใกล้เคียงกับ 0.5 ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีและผลที่ค้นพบนี้ น่าจะเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์การไหลลอดผ่านบานประตูระบายในงานออกแบบบานประตูระบายและช่องทางน้ำเปิดของโครงการชลประทานที่มีระบบส่งน้ำระบายน้ำต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 1-1 แบบรูปตัดประตูระบาย



รูป 1-2 ประตูระบายในคลองชลประทาน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย