สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เขื่อน ทางระบายน้ำล้น ตลอดจนคลองส่งน้ำต่างๆที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อกักเก็บน้ำและนำน้ำเหล่านั้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่างๆตามความต้องการส่วนปริมาณน้ำที่มากเกินความต้องการซึ่งต้องระบายออกมาก็จะถูกปล่อยออกทาง ทางน้ำล้นบ้าง ตามคลองชอยต่างๆบ้าง ซึ่งเมื่อน้ำถูกปล่อยออกมาจากที่ที่มีระดับต่างกันและปริมาณมาก น้ำย่อมมีความเร็วสูง มวลน้ำที่เกิดปรากฏการณ์เช่นนี้มักมีพลังงานจลน์สูงมากพอที่จะเกิดการกัดเซาะของลำน้ำ เพื่อที่จะป้องกันการกัดเซาะของลำน้ำหรือโครงสร้างชลศาสตร์ จึงมักจะมีการออกแบบโครงสร้างเพื่อช่วยป้องกันการกัดเซาะบริเวณลำน้ำหรือทำให้อาคารชลศาสตร์เกิดความเสียหายหลายรูปแบบ เช่น การออกแบบพื้นเป็นวัสดุแข็ง การออกแบบโดยมีวัสดุในแอ่งสลายพลังงาน (stilling basins) ออกแบบเป็นแบบขั้นบันได การออกแบบแบบแอ่งกระทะ (bucket) หรือการออกแบบแบบแอ่งพื้นเอียง (sloping apron) ซึ่งในทุกลักษณะของ แอ่งสลายพลังงาน ล้วนแต่พยายามที่จะลดพลังงานของมวลน้ำให้มากที่สุด แต่ลักษณะของแอ่งสจายพลังงานที่ใช้กันโดยทั่วไปก็คือแอ่งสลายพลังงานของ USBR.(1958) ซึ่งใช้กันตั้งแต่โครงการขนาดเล็กจนไปถึงโครงการขนาดใหญ่ ซึ่งรูปแบบก็มีอยู่หลายลักษณะขึ้นกับสภาวะการไหลรวมถึงสภาพภูมิประเทศ

สำหรับโครงการขลประทานขนาดเล็กโดยทั่วไปในการออกแบบแอ่งสลายพลังงาน ส่วนใหญ่มักจะใช้แอ่งสลายพลังงานของ USBR.(1958) ในการออกแบบ ซึ่งการลดพลังงานของมวลน้ำก็พยายามจะทำให้เกิดน้ำกระโดด (hydraulic jump) โดยจะพยายามบังคับให้น้ำกระโดดเกิดในแอ่งสลายพลังงานที่สร้างขึ้นแต่ในการออกแบบมักจะมีปัญหาของระดับน้ำด้านท้ายน้ำคือระดับน้ำด้านท้ายน้ำในคลองมักจะมีค่าต่ำกว่าระดับน้ำหลังเกิดน้ำกระโดด (sequent depth) ในทำให้การออกแบบแอ่งสลายพลังงานมักจะใช้การแก้ไขปัญหาด้วยการลดระดับพื้นของแอ่งสลายพลังงาน เพื่อให้เกิดการสลายพลังงานเกิดในบริเวณแอ่งสลายพลังงานหรือเพื่อไม่ให้เกิดการสลายพลังงานนอกตัวแอ่งสลายพลังงานทำให้เกิดความเสียหายทางด้านท้ายน้ำ ซึ่งในการลดระดับพื้นจะทำให้ค่าก่อสร้างที่เกิดขึ้นเพิ่มสูงจากเดิมมาก ทั้งในงานของด้านดินขุดดินถมรวมไปถึงค่าก่อสร้างอาคาร ก็สูงตามไปด้วย

จากปัญหาดังกล่าวเพื่อลดปริมาณงานดินขุด-ดินถมและอาจรวมไปถึงช่วยให้ค่าก่อสร้างลดลงอาจมีการปรับเปลี่ยนลักษณะของแอ่งสลายพลังงานให้เป็นแบบพื้นเอียงขึ้น (adverse slope) เพื่อเป็นการประหยัดในค่าก่อสร้าง ซึ่งการออกแบบของแอ่งสลายพลังงาน ในลักษณะนี้

ยังไม่ได้มีทำการศึกษาอย่างจริงจัง เพื่อให้เข้าใจหลักการในการสลายพลังงานของแอ่งสลายพลังงานในลักษณะนี้รวมถึงพฤติกรรมการไหลของน้ำ เมื่อเกิดน้ำกระโดดขึ้นในแอ่งสลายพลังงาน

โดยการศึกษานี้มุ่งใช้แบบจำลองทางกายภาพ (physical model) เพื่อศึกษาการสลายพลังงาน เมื่อเกิดน้ำกระโดดขึ้นในแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันไดบนพื้นเอียงขึ้นเนื่องจากการสลายพลังงานโดยน้ำกระโดด ซึ่งเกิดขึ้นในแอ่งสลายพลังงานในรูปแบบนี้มีความสลับซับซ้อนไม่สามารถวิเคราะห์ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ได้ และการหาคำตอบของปัญหาดังกล่าวทั้งในอดีตและปัจจุบัน นิยมใช้แบบจำลองทางกายภาพ ซึ่งนับว่าได้ผลดีและเป็นที่ยอมรับทั่วไป ซึ่งข้อมูลนี้ได้จากแบบจำลองทางกายภาพจะนำมาวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อการพัฒนาและใช้ประยุกต์ในการออกแบบแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันไดบนพื้นเอียงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อใช้แบบจำลองกายภาพทางชลศาสตร์ ศึกษาถึงประสิทธิภาพของการสลายพลังงานของน้ำกระโดดในแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันไดบนพื้นเอียงขึ้น

2. เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการสลายพลังงานในแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันไดบนพื้นเอียงขึ้น ($\Delta E/E_1$) กับตัวแปรการไหล อันประกอบด้วยฟรูดนัมเบอที่จุดเริ่มต้นน้ำกระโดด (F_1), ความลึกน้ำที่จุดเริ่มต้นน้ำกระโดด (y_1) และตัวแปรลักษณะของแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันได อันประกอบด้วย ขนาดความสูงของขั้นบันได (s) และความยาวของขั้นบันได (l) โดยมีการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดความสูงและความยาวของขั้นบันได

3. เพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นในการกำหนดเกณฑ์การออกแบบอาคารสลายพลังงานแบบขั้นบันไดบนพื้นเอียงขึ้น

4. เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ในการใช้แบบจำลองทางกายภาพ ในการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาทางชลศาสตร์ในการสลายพลังงานของแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันไดบนพื้นเอียงขึ้น

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

สำหรับการวิจัยเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพของการสลายพลังงาน โดยน้ำกระโดดที่เกิดขึ้นในแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันไดบนพื้นเอียงขึ้นนั้น จำเป็นต้องใช้แบบจำลองทางกายภาพ เนื่องจากไม่สามารถวิเคราะห์ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ได้ จึงได้ทำการศึกษาและทดลองในรางน้ำเปิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า (rectangular flume) ซึ่งมีขนาดดังนี้ ยาว 12 เมตร

กว้าง 0.58 เมตร และลึก 0.48 เมตร โดยในถังพักน้ำมีการติดตั้งประตูระบายน้ำ (sluice gate) เพื่อบังคับให้น้ำไหลออกจากถังพักน้ำและเป็นสาเหตุให้เกิดน้ำกระโดด โดยมีระบบหมุนเวียนน้ำตั้งอยู่ ณ ห้องปฏิบัติการทางชลศาสตร์ (ชั้น 2) ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีข้อจำกัดทางด้านเวลาและแหล่งทุนเป็นสำคัญ ดังนั้นจึงกำหนดขอบเขตการศึกษาดังนี้

1. ทำการศึกษาประสิทธิภาพการสลายพลังงานของแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันไดบนพื้นเอียงขึ้น โดยศึกษาไหลแบบคงที่ (steady flow)

2. การศึกษานี้ ใช้แอ่งสลายพลังงานบนพื้นเอียงขึ้นเป็นแบบขั้นบันได 4 แบบ และแบบพื้นเอียง (slope) แบบรวม 5 แบบ โดยแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันได 4 แบบ แบ่งโดยความสูงของขั้นบันได (s) คือ d, d/2, d/3, d/4 และโดยความยาวขั้นบันได (l) คือ L, L/2, L/3, L/4 ซึ่งค่าความสูงของแอ่งสลายพลังงาน(d) มีทั้งหมด 4 ค่า คือ 3.60, 4.80, 5.40 และ 6.00 เซนติเมตร และค่าความยาวแอ่งสลายพลังงาน (L) มีค่าเดียว คือ 54 ซม. ดังนั้นแอ่งสลายพลังงานที่ใช้ในการศึกษานี้มีทั้งหมด 20 แบบ

3. อัตราการไหลสำหรับทดลองในแต่ละลักษณะของแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันไดบนพื้นเอียงขึ้นจำนวน 14 – 15 อัตราการไหล โดยแต่ละอัตราการไหลจะทำให้ความยาวน้ำกระโดดคงที่ โดยการใช้การควบคุมระดับน้ำด้านท้าย ซึ่งอัตราการไหลที่ใช้ในการศึกษาอยู่ในช่วง 1500 – 2500 ลิตร/นาที

1.4 แนวทางในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งขั้นตอนการศึกษาทั้งทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ เพื่อให้ครอบคลุมขอบข่ายและวัตถุประสงค์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ศึกษา หลักการ ทฤษฎี สมมุติฐานต่าง ๆ และการศึกษาผ่านมาที่เกี่ยวกับการสลายพลังงานโดยน้ำกระโดดของแอ่งสลายพลังงานแบบต่าง ๆ ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับกากรศึกษาและวิจัย

2. ศึกษาการใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลองแบบจำลองทางภายภาพ เริ่มจากระบบหมุนเวียนน้ำของรางน้ำสี่เหลี่ยมผืนผ้า ประตูควบคุมด้านบ่อพักน้ำเพื่อใช้ควบคุมปริมาณน้ำเพื่อให้เกิดน้ำกระโดด ประตูควบคุมด้านท้ายน้ำ (tail gate) เพื่อใช้บังคับน้ำด้ายท้ายในการควบคุมน้ำกระโดด และการศึกษาการใช้เครื่องมือวัดระดับน้ำ (point gauge)

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. สร้างและพัฒนาแบบจำลองทางกายภาพแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันได โดยสร้างด้วยไม้อัดขัดเรียบทาสีน้ำมันโดยรูปแบบขนาดความสูงขั้นบันไดและความยาวขั้นบันไดแตกต่างทั้งหมด 20 รูปแบบ

4. ทำการทดลองและเก็บข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยเริ่มทำการทดลองที่ละรูปแบบโดยใช้อัตราการไหลแต่ละรูปแบบ ประมาณ 14 - 15 ค่า

5. ทำการวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการสลายพลังงานของแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันไดบนพื้นเอียงขึ้น

6. จัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของการสลายพลังงานโดยน้ำกระโดดบนแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันไดบนพื้นเอียงขึ้น และคุณลักษณะของแอ่งสลายพลังงาน (stepped basin with adverse slope characteristic) แบบขั้นบันไดบนพื้นเอียงขึ้น และคุณลักษณะการไหลของน้ำ (flow characteristic)

2. เพื่อทราบผลของการเปลี่ยนแปลงการสลายพลังงานบนแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันไดบนพื้นเอียงขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดความสูงของขั้นบันได

3. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาพิจารณาออกแบบแอ่งสลายพลังงานแบบขั้นบันไดบนพื้นเอียงขึ้นในการใช้งานจริง

4. เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถใช้แบบจำลองทางกายภาพแก้ไขปัญหาทางชลศาสตร์ และสามารถทำการวิเคราะห์และสรุปผล ปัญหาทางชลศาสตร์ที่ตั้งขึ้นอย่างเป็นระบบได้

5. เป็นแนวทางและแบบแผนในการปฏิบัติงานวิจัย และดำเนินการวิจัยสำหรับผู้ทำการวิจัยตลอดจนผู้ที่สนใจ