หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับชีวิตมนุษย์ซึ่งจะนำมาใช้เพื่อการอุปโภค บริโภค การเกษตร และการชลประทาน ยามใดขาดแคลนน้ำย่อมเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินชีวิตในการใช้น้ำดื่มกิน ทุงต้มอาหาร การเพาะปลูกหรือเลี้ยงสัตว์ ดังนั้นจึงมีผู้ค้นคิดวิจัยหาวิธีการให้มีน้ำใช้ได้ตลอดปีและได้ผลประโยชน์คุ้มค่าโดยการสร้างเขื่อนกั้นขวางลำน้ำและทำการกักเก็บน้ำจนถึงระดับที่ต้องการ เพื่อนำไปใช้ในการเกษตรหรือการชลประทานต่อไป สำหรับทางน้ำล้นสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นส่วนระบายน้ำส่วนเกินจากเขื่อน เพื่อลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นต่อเสถียรภาพของเขื่อน น้ำส่วนที่ปล่อยออกจากเขื่อนมีพลังงานสูง สามารถนำไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป ทางน้ำล้นมีหลายรูปแบบ[13] คือ

ก. แบบ Free overfall (straight drop)

ข. แบบ Ogee (overfall)

ค. แบบ Side channel

ง. แบบ Open channel (trough or chute)

จ. แบบ Conduit

ฉ. แบบ Tunnel

ช. แบบ Drop inlet (shaft or morning glory)

ช. แบบ Culvert

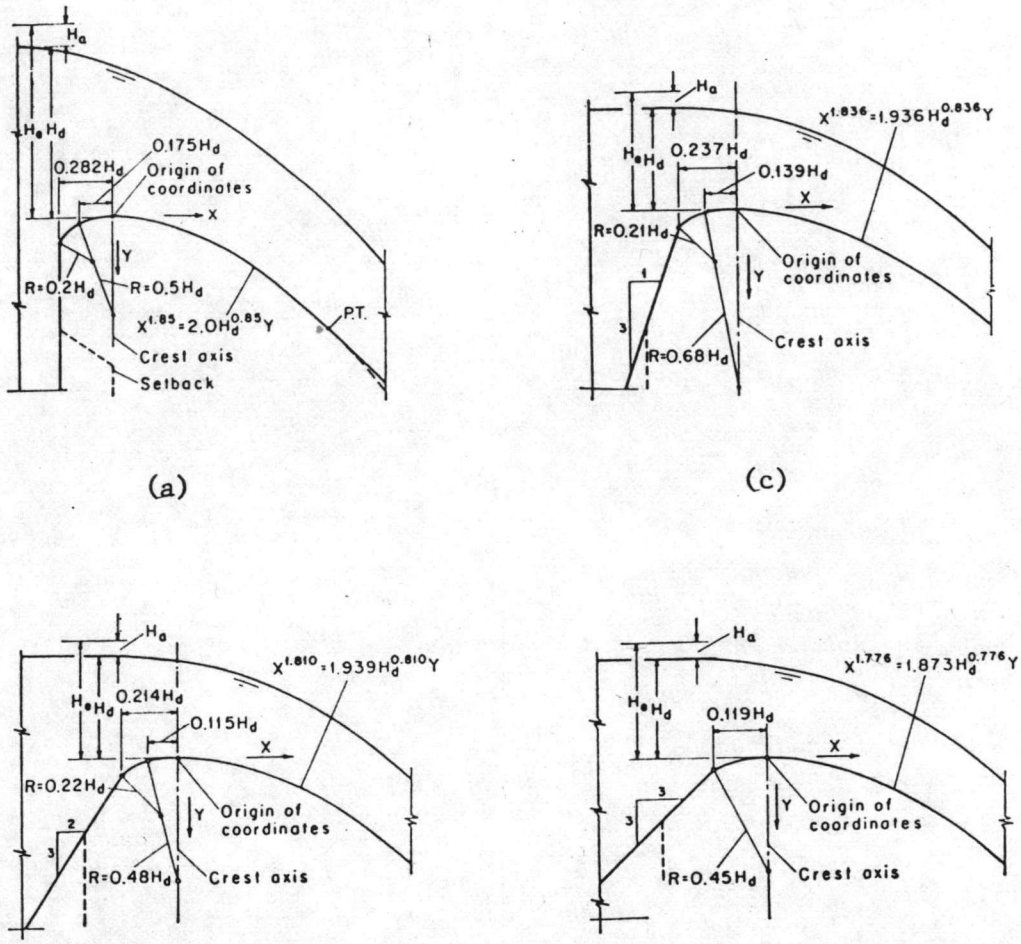
ฌ. แบบ Siphon

ญ. แบบ Baffle Apron Drop

ในที่นี้จะกล่าวถึงทางน้ำล้นแบบ Ogee (overfall) และแอ่งน้ำนิ่งของ U.S.B.R. Type III ซึ่งค้นคว้าโดย Bradley, J.N. และ Peterka, A.J. สำหรับ USBR เป็นหน่วยงานของกระทรวงมหาดไทย ย่อมาจาก THE UNITED STATES OF BUREAU OF RECLAMATION

1.1.1 ทางน้ำล้นแบบ Ogee (overfall) ลักษณะรูปร่างทางน้ำล้นจำลองมาจากส่วนล่างการไหลของน้ำผ่านทำนบกั้นน้ำแบบสันคม (Sharp crested weir) โดยหน่วย

งานของ U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS คือ WATERWAYS EXPERIMENT STATION (W.E.S.) ได้พัฒนารูปแบบขึ้นเป็นแบบมาตรฐาน ดังรูป 1.1.1



รูป 1.1.1 แสดง THE WES-STANDARD SPILLWAY SHAPES

จากรูป 1.1.1 แสดงความแตกต่างของความลาดเอนด้านหน้าทางน้ำล้น การออกแบบรูปร่างทางน้ำล้นนี้สามารถออกแบบได้โดยใช้สัดส่วนต่าง ๆ ดังในรูป จากด้านเหนือน้ำจนถึงสันทางน้ำล้น ส่วนต่อจากสันทางน้ำล้นถึงจุดสัมผัส จะใช้สูตรสมการทั่วไปคือ

$$x^n = K H_d^{n-1} . y \qquad \text{.....(1.1.1)}$$

เมื่อ x,y = จุดพิกัด (Co-ordinates) บนพื้นผิวทางน้ำล้นโดยมีจุด Origin อยู่ที่จุดสูงสุดของพื้นผิว

H_d = ความสูงระดับน้ำเหนือสันทางน้ำล้นที่ออกแบบ

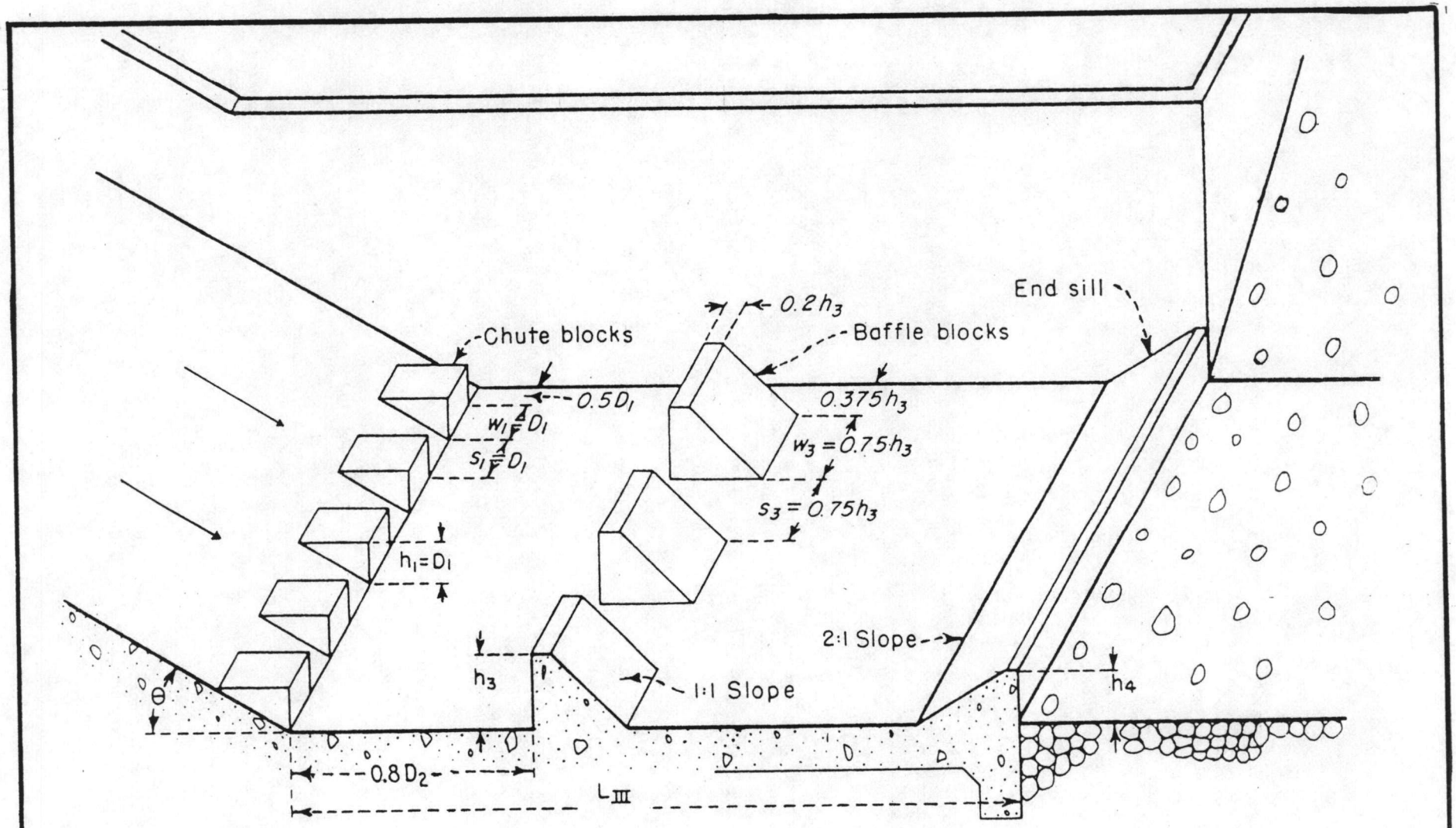
K,n = Parameters ขึ้นอยู่กับความลาดเอนด้านหน้าของทางน้ำล้น ดังตาราง 1.1.1

ตาราง 1.1.1 Parameters ของ K,n (จาก WES-STANDARD SPILLWAY SHAPES)

ความลาดเอนด้านหน้าของทางน้ำล้น (Slope of upstream face)	K	n
Vertical	2.000	1.850
3:1	1.936	1.836
3:2	1.939	1.810
3:3	1.873	1.776

สำหรับแอ่งน้ำนิ่ง (Stilling basin) ซึ่งออกแบบไว้ที่ปลายทางน้ำล้นเพื่อทำหน้าที่ทำลายพลังงานของมวลน้ำที่ไหลมาจากสันทางน้ำล้นให้สลายลดน้อยไปโดยอาศัยการเกิดไฮดรอลิคจั๊ม (Hydraulic jump) แบบแอ่งน้ำนิ่งมีอยู่หลายแบบ คือแบบ SAF (Saint Anthony Falls) และแบบ USBR ซึ่งมีอยู่อีกหลายแบบด้วยกัน ตัวทำลายพลังงานในแอ่งน้ำนิ่งให้ลดน้อยลง ได้แก่ Chute Blocks, Floor Blocks และ End Sill ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบแอ่งน้ำนิ่งเพื่อให้พลังงานของมวลน้ำที่เหลือจากการผ่านตัวทำลายพลังงาน มีไม่มากพอที่จะทำให้เกิดการสึกกร่อนหรือเสียหายยังด้านท้ายน้ำ

1.1.2 <u>แอ่งน้ำนิ่งแบบ USBR Type III</u> ประกอบด้วยตัวทำลายพลังงาน คือ Chute Blocks, Floor Blocks และ End Sill ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้เป็นตัวทำให้ความยาวของแอ่งน้ำนิ่งสั้นลง ดังรูป 1.1.2 Chute Blocks อยู่ตรงปากทางเข้าแอ่งน้ำนิ่ง วาง



รูป 1.1.2 แสดงแบบแอ่งน้ำนิ่งของ USBR Type III

เรียงกันเป็นระยะ ๆ ตามแนวที่ต่อเนื่อง มีหน้าที่ยกมวลของน้ำส่วนหนึ่งให้สูงขึ้นจากพื้น และบีบมวลของน้ำอีกส่วนหนึ่งให้ไหลลอดผ่านช่องว่าง ซึ่งนำไปสู่ความปั่นป่วนทำลายพลังงานต่อไป Floor Blocks อยู่ตอนกลางของแอ่งน้ำนิ่งระหว่าง Chute Blocks และ End Sill โดยเรียงสลับกันอันเว้นอันเพื่อควบคุมการเกิดจั๊มให้อยู่ภายในแอ่งน้ำนิ่งเพิ่มความปั่นป่วน พลังงานของมวลน้ำจะถูกทำลายลง เป็นการลดความยาวของแอ่งน้ำนิ่งลงด้วย End Sill อยู่ตรงปลายสุดของแอ่งน้ำนิ่ง มีหน้าที่ป้องกันการสึกกร่อนเนื่องจากคลื่นได้เป็นอย่างดีและเป็นตัวยกระดับการไหลของน้ำให้พ้นจากท้องน้ำ เกิดกระแสย้อนกลับ (Back current) นำพาวัสดุมากองสะสมที่ด้านหลัง End Sill (Back face of End Sill)

1.2 ความสำคัญของปัญหา

มวลน้ำที่ไหลผ่านสันทางน้ำล้นจนมาถึงท้ายน้ำจะมีพลังงานสูง เนื่องจากความสูงของน้ำเหนือสันทางน้ำล้น พลังงานของมวลน้ำนี้ถ้าไม่ทำให้สลายหรือลดน้อยลงไปได้ พลังงานของมวลน้ำส่วนที่เหลือจะกัดเซาะตรงบริเวณปลายแอ่งน้ำนิ่งเกิดความเสียหายมีผลต่อเสถียรภาพโครงสร้างของทางน้ำล้นและแอ่งน้ำนิ่ง เมื่อทางน้ำล้นซึ่งออกแบบสร้างเพื่อกักเก็บและยกระดับน้ำด้านเหนือน้ำให้สูงขึ้นได้รับความเสียหาย ผลสะท้อนจะมีต่อพื้นที่ที่อยู่อาศัยและพื้นที่เพาะปลูกทั้งยังสิ้นเปลืองงบประมาณในการก่อสร้างไปโดยเปล่าประโยชน์

1.3 จุดมุ่งหมายในการวิจัย

พลังงานของมวลน้ำขณะเข้าสู่แอ่งน้ำนิ่ง ถ้าไม่สามารถกระทำให้สลายลดน้อยลงไปจะเกิดการกัดเซาะทางด้านท้ายทางน้ำล้นเป็นอันตรายต่อเสถียรภาพของทางน้ำล้น สำหรับแอ่งน้ำนิ่ง USBR Type III ประกอบไปด้วยตัวทำลายพลังงานคือ Chute Blocks, Floor Blocks และ End Sill จุดประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้คือ จะทำการทำลายพลังงานของมวลน้ำให้ได้มากขึ้น โดยสนใจเฉพาะตัว Floor Blocks หลักการก็คือ การใช้พลังงานเนื่องจากความสูงของน้ำทำลายพลังงานของตัวเอง โดยมีวิธีการคือ เชื่อมต่อท่อส่งน้ำจากทางด้านเหนือน้ำ (Upstream) ให้ลอดใต้ผ่านทางน้ำล้นมาโผล่ออกที่ Floor Blocks ในลักษณะมีทิศทางสวนกับน้ำที่ไหลมาจากสันทางน้ำล้น ดังนั้นน้ำที่ไหลในท่อเนื่องจาก Head ของน้ำด้านเหนือทางน้ำล้นจะไหลพุ่งสวนชนกับมวลของน้ำที่ไหลมาจากสันทางน้ำล้นเกิดความปั่นป่วนเป็นการช่วยทำลายพลังงานให้สลายไปได้อีกวิธีหนึ่ง

1.4 ขอบข่ายของการวิจัย

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ทดลอง ด้วยการออกแบบ สร้างแบบจำลอง (Model) ขึ้น โดยทำการปรับปรุงซ่อมแซมและต่อเติมจากของเดิมที่มีอยู่แล้วภายในห้องปฏิบัติการชลศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าเดิม ซึ่งขนาด รูปร่างของทางน้ำล้น (Spillway) แอ่งน้ำนิ่ง (Stilling basin) และตัวทำลายพลังงาน (Energy dissipator) ในที่นี้คือ Floor Blocks พร้อมกับท่อส่งน้ำที่ฝังอยู่ภายใน Floor Blocks นำมาเข้ามาตราส่วนโดยใช้หลักเกณฑ์เกี่ยวกับความคล้ายคลึงกัน (Laws of Similitude) ทั้งทางด้านเรขาคณิต (Geometric similarity) และความสัมพันธ์ขั้นมูลฐานในวิชากลศาสตร์ของของไหล จะได้ทำการทดลองวัดค่าผลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นสำหรับแอ่งน้ำนิ่ง USBR Type III เปรียบเทียบกับผลการทดลองของแอ่งน้ำนิ่ง USBR Type III เมื่อมีท่อส่งน้ำฝังอยู่ภายใน Floor Blocks ว่าแอ่งน้ำนิ่งในแต่ละแบบมีประสิทธิภาพในการทำลายพลังงานของมวลน้ำขณะเข้าสู่แอ่งน้ำนิ่งแตกต่างกันอย่างไร

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นการนำวิชาการทางวิศวกรรมแหล่งน้ำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เช่น Hydraulic design และ Hydraulic of open channel โดยมีการจัดแบ่งขั้นตอนการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอนด้วยกันคือ

1. ศึกษาถึงรูปแบบของทางน้ำล้นและตัวทำลายพลังงานบนแอ่งน้ำนิ่งของ USBR Type III อย่างละเอียด

2. ออกแบบ สร้างแบบจำลอง พร้อมทั้งทำการทดลอง

   ก. ออกแบบ สร้างแบบจำลองทางน้ำล้นและแอ่งน้ำนิ่งซึ่งได้ปรับปรุงเพิ่มเติมจากของเดิมที่มีอยู่ ขนาด รูปร่างของโครงสร้างต่าง ๆ อยู่ในมาตราส่วนเดียวกันหมด

ข. แบบจำลองใช้วัสดุก่อสร้างเดียวกับของจริง เพื่อให้ได้ผลที่มีค่าใกล้เคียงของจริงมากที่สุด

ค. จัดหาเครื่องสูบน้ำเพื่อสูบน้ำให้ได้ตามปริมาณที่ต้องการ ในที่นี้ได้ทำการขอยืมจากสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร

ง. ศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือในการทดสอบวัดค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลที่มีค่าถูกต้องมากที่สุด

จ. ทำการทดลอง รวบรวมเก็บข้อมูล

3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบ นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ คำนวณ เขียนกราฟแสดงผลเปรียบเทียบว่าพลังงานซึ่งถูกทำลายเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

4. วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าทำวิทยานิพนธ์อื่น ๆ ต่อไป