บทที่ 1

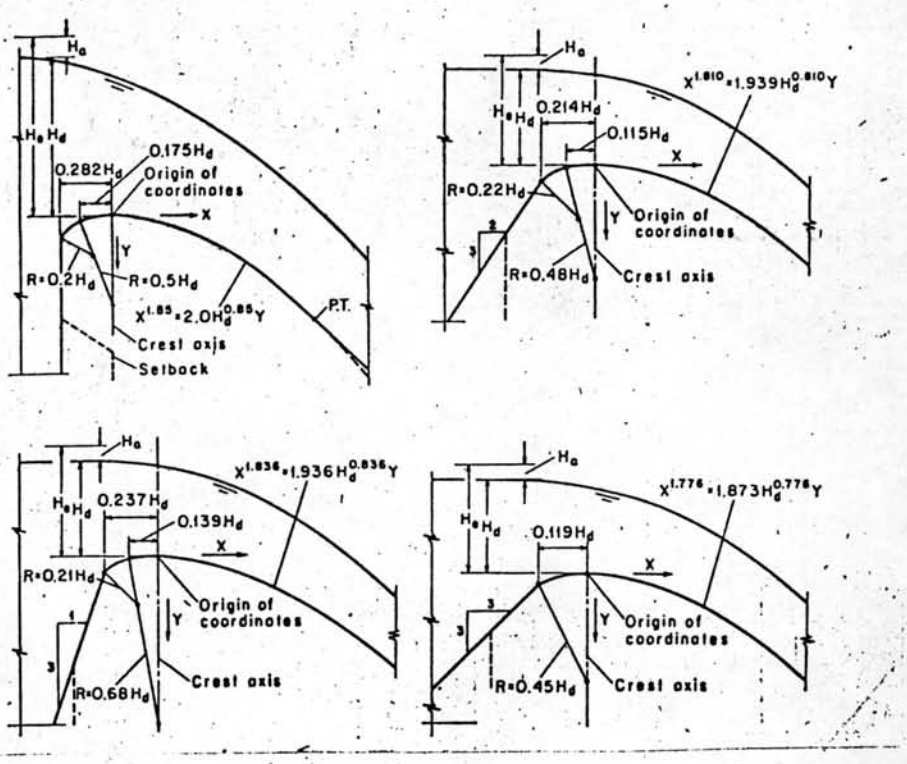
หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

มนุษย์เรารู้จักใช้หลักวิชาการต่าง ๆ ทางด้านวิศวกรรมในการสร้างสิ่งก่อสร้างเพื่อเอาประโยชน์จากน้ำมาใช้ เช่น การสร้างเขื่อนเพื่อกักน้ำ และนำเอากำลังน้ำไปหมุน TURBINE ผลิตกระแสไฟฟ้า การใช้น้ำเป็นตัวระบายความร้อนในระบบเครื่องจักร การสร้างทางน้ำล้นเพื่อระบายน้ำส่วนที่เกินอันอาจทำให้ตัวเขื่อนหรือ TURBINE ได้รับความเสียหาย และการสร้างทางน้ำล้นเพื่อการเกษตรและชลประทาน เป็นต้น จะเห็นได้ว่าประโยชน์ของทางน้ำล้นมีมากมาย และเป็นโครงสร้างที่น่าสนใจสำหรับวิศวกรชลศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง ทางน้ำล้นมีหลายรูปแบบด้วยกัน คือ แบบ FREE OVERFALL (STRAIGHT DROP) ; แบบ OGEE (OVERFALL), แบบ SIDE CHANNEL , แบบ OPEN CHANNEL (TROUGH OR CHUTE); แบบ CONDUIT, แบบTUNNEL, แบบ DROP INLET (SHAFT OR MORNING GLORY), แบบ CULVERT และแบบ SIPHON การจะใช้แบบใดนั้นขึ้นอยู่กับสภาพความเหมาะสมและคุณสมบัติการอำนวยประโยชน์ของทางน้ำล้นแต่ละรูปแบบ ในที่นี้เราจะกล่าวอย่างสังเขปถึงที่มาของแบบ OVERFALL

1.1.1 ทางน้ำล้นแบบ OGEE(OVERFALL) ทางน้ำล้นแบบนี้มีลักษณะพื้นผิวจำลองมาจากส่วนล่างของการไหลของน้ำผ่านทำนบกั้นน้ำแบบปลายคมที่ยอด(SHARP CRESTED WEIR) โดยหน่วยงานของ U.S.ARMY CORPS OF ENGINEERS คือ WES(WATERWAYS EXPERIMENT STATION)ได้พัฒนารูปแบบ จนได้เป็นรูปแบบมาตรฐานดังในรูป 1.1.1



รูปที่ 1.1.1 The WES – Standard Spillway Shapes

จากรูป 1.1.1 เป็นรูปร่างของทางน้ำล้นที่มีความลาดเอนด้านหน้าของทางน้ำล้นแตกต่างกัน และการออกแบบสามารถจะออกแบบได้โดยใช้ข้อกำหนดสัดส่วนต่างๆ ดังในรูป ส่วนรูปแบบทางด้านท้ายน้ำ คือจากสันของทางน้ำล้นถึงจุดสัมผัส (Point of Tangent) สามารถจะทำการออกแบบได้โดยใช้สูตรสมการทั่วไป คือ

$$X^{n} = KH_d^{n-1}Y$$

เมื่อ X,Y เป็นพิกัด(Co-ordinates) ของจุดบนพื้นผิว โดยมีจุด Origin อยู่ที่จุดสูงสุดของพื้นผิว , หน่วยเป็นฟุต

H_d เป็น Design Head (ไม่รวม Velocity Head ของ Approach Flow, หน่วยเป็นฟุต

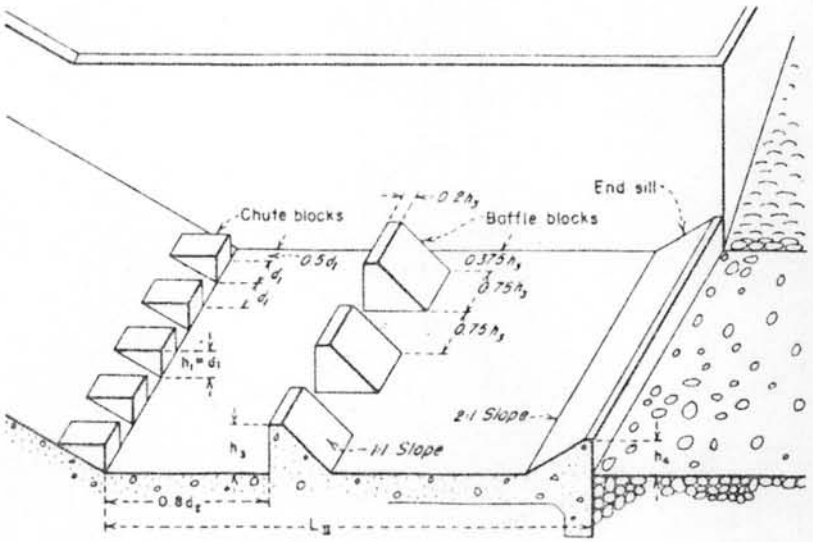
K,n เป็น Parameters ค่าของ K และ n ขึ้นอยู่กับความลาดเอนด้านหน้าของทางน้ำล้น(Slope of Upstream Face) ดังปรากฏในตารางที่1.1.1

ตารางที่ 1.1.1 Parameters ของ K และ n (จากWES-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

เมื่อมวลน้ำไหลผ่านทางน้ำล้น จะมีพลังงานเกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนที่ของมวลน้ำ ถ้าหากมวลน้ำมีปริมาณมากมันจะเกิดพลังงานขึ้นอย่างมหาศาล และพลังงานนี้จะไปทำลายทุกสิ่งทุกอย่างที่กีดขวางทางมัน ดังนั้นที่ปลายทางน้ำล้นจึงมักมีการออกแบบแอ่งน้ำนิ่ง (Stilling Basin) ทั้งนี้เพื่อทำหน้าที่ลดพลังงานของมวลน้ำโดยอาศัยไฮดรอลิคจั๊ม แบบแอ่งน้ำนิ่งนั้นมีหลายแบบ คือ แบบ SAF (Saint Anthony Falls) และแบบUSBR. ซึ่งมีหลายแบบด้วยกัน ในแอ่งน้ำนิ่งบางแบบจะมีตัวช่วยลดพลังงานของมวลน้ำให้น้อยลง ซึ่งได้แก่ Chute Blocks, Buffle Piers และ End Sill ซึ่งพลังงานของมวลน้ำภายหลังผ่านตัวลดพลังงานต่างๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว จะมีพลังงานเหลืออยู่ไม่มากพอที่จะทำให้ท้ายทางน้ำล้นหรือท้ายลำน้ำตามธรรมชาติเกิดการกัดกร่อนสึกหรอหรือเกิดความเสียหาย

1.1.2 แอ่งน้ำนิ่งแบบ USBR. Type 3 เป็นแอ่งน้ำนิ่งที่มีตัวลดพลังงานอยู่ครบหมด คือ มี Chute Blocks , Buffle Piers และ End Sill (ดังรูป 1.1.2) ในแอ่งน้ำนิ่งของ USBR. บางแบบมีแต่ Chute Blocks กับ End Sill เท่านั้น



รูป 1.1.2 แบบแอ่งน้ำนิ่งของ USBR. Type 3

Chute Blocks จะอยู่ตรงปากทางเข้าของแอ่งน้ำนิ่ง เรียงกันเป็นระยะๆ ตามแนวที่ต่อเนื่อง มีหน้าที่ยกมวลน้ำส่วนหนึ่งให้พุ่งสูงขึ้นจากพื้น และบีบอีกส่วนหนึ่งให้ไหลผ่านช่องว่างซึ่งมีผลทำให้ความยาวของจั๋มไม่ยาวมาก และเป็นโครงสร้างส่วนหนึ่งที่มีผลทำให้ประสิทธิภาพของการลดพลังงานของมวลน้ำแตกต่างกัน

Buffle Piers เป็น Block เรียงกันอันเว้นอัน อยู่ตอนกลางของแอ่งน้ำนิ่งระหว่าง Chute Blocks กับ End Sill เป็นตัวที่ทำให้มวลน้ำเกิดความปั่นป่วน ทั้งนี้เพื่อลดพลังงานมวลน้ำ ตำแหน่งของการวางถ้าหากอยู่ใกล้ Chute Blocks มากมันจะเกิดระลอกคลื่น แต่ถ้าวางไกลไปทางท้ายน้ำมันจะทำให้แอ่งน้ำนิ่งยาวเกินความจำเป็น

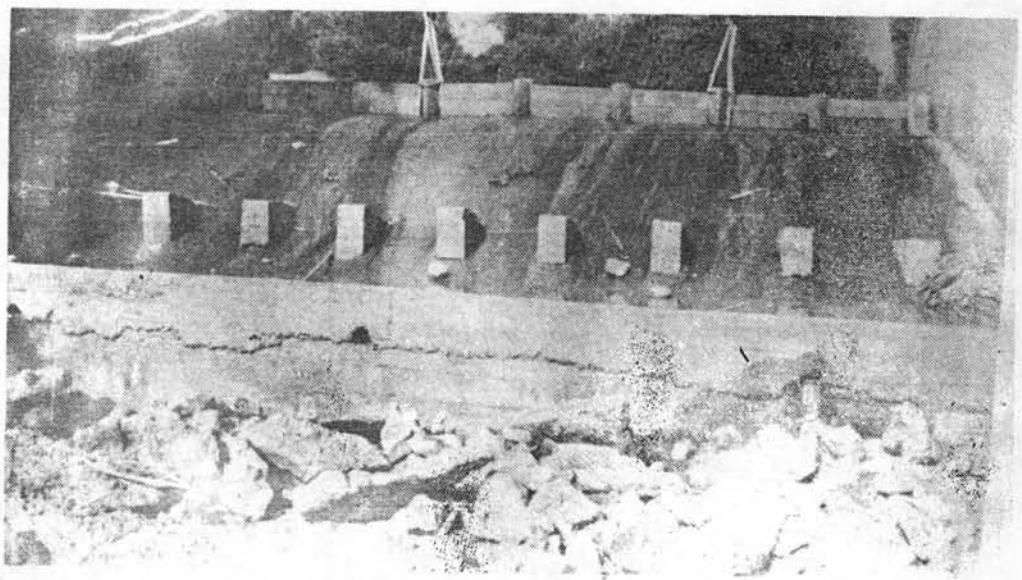
End Sill อยู่ที่ปลายสุดของแอ่งน้ำนิ่ง เป็นรูปเอียง (Slope 2:1) ทั้งนี้เพื่อป้องกันการสึกหรอหรือกัดกร่อน เนื่องจากคลื่นได้เป็นอย่างดี ตัว End Sill มีหน้าที่ยกระดับการไหลของน้ำในท้องน้ำและทำให้เกิดกระแสย้อนกลับ(Back Current) ซึ่งทำให้เกิดการพาของวัสดุมากองสะสมที่ด้านหลังของหน้าตัว End Sill (Back Face of End Sill)

1.2 ความสำคัญของปัญหา

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า เมื่อมวลน้ำไหลผ่านทางน้ำล้นจะเกิดพลังงานและพลังงานที่เกิดขึ้นถ้าหากถูกทำลายไม่หมดสิ้นดีเท่าที่ควร มันก็จะเกิดการกัดกร่อนท้ายลำน้ำทำให้เกิดความเสียหาย เมื่อกัดกร่อนมากๆ ก็จะทำให้ตัวทางน้ำล้นได้รับความเสียหาย ดังเช่นในรูปที่ 1.2.1

รูป 1.2.1 ทางน้ำล้นห้วยแง่ม จังหวัดนครพนม

ภาพรูป 1.2.1 เป็นทางน้ำล้นห้วยแง่ม ตำบลน้ำก่ำ จังหวัดนครพนม ซึ่งได้รับความเสียหายเกิดจากการกัดเซาะทางท้ายน้ำ จนในที่สุดตัวทางน้ำล้นเกิดการพังทลายเสียหายได้ และยังมีทางน้ำล้นอีกจำนวนมากที่ได้รับความเสียหาย ดังเช่นในภาพ 1.2.2, 1.2.3 และ 1.2.4

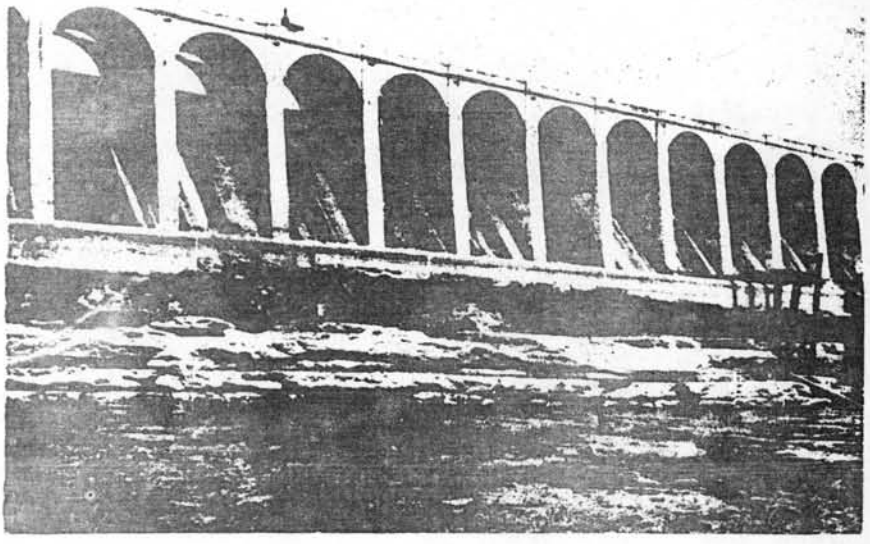


รูปภาพ 1.2.2 ทางน้ำล้นห้วยแคน ตำบลหนองสระพัง จังหวัดนครพนม

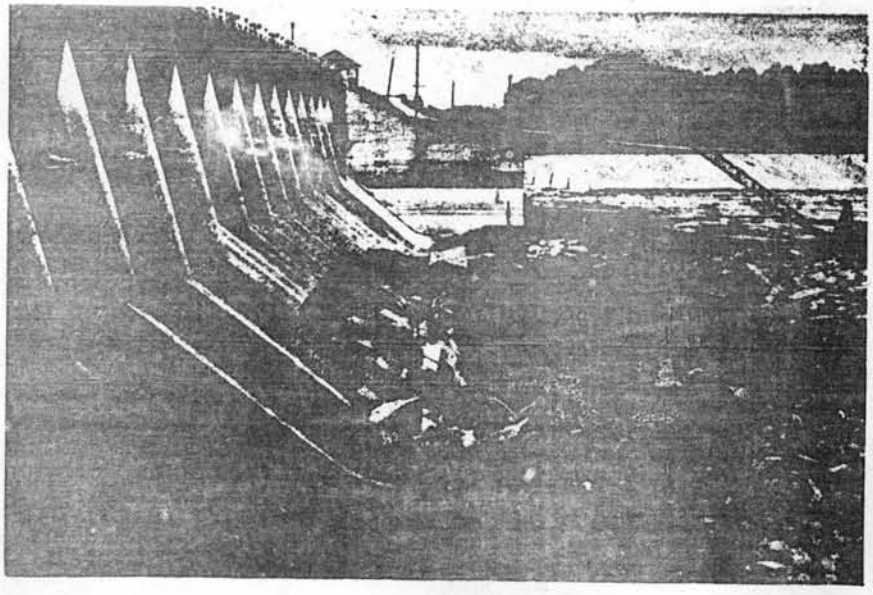
รูปภาพ 1.2.3 ทางน้ำล้นบึงโพนทอง ตำบลแวง อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด

รูปภาพ 1.2.4 ทางน้ำล้นทุ่งผึ้ง ตำบลและ อำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน

ในต่างประเทศก็เกิดปัญหาเช่นเดียวกับบ้านเราเหมือนกัน เช่น รูปภาพ 1.2.5 และ 1.2.6



รูป 1.2.5 การกัดกร่อนที่ท้ายน้ำของ WILSON DAM SPILLWAY, TENNESSEE RIVER



รูปที่ 1.2.6 ความเสียหายของการกัดกร่อนของ WACO DAM, TEXAS

จะเห็นได้ว่าปัญหาที่เกิดจากความเสียหายของท้ายทางน้ำล้น เนื่องจากการกัดกร่อนของพลังงานของมวลน้ำมีมากมายมหาศาล ซึ่งเป็นผลทำให้ทางน้ำล้นได้รับความเสียหายตามไปด้วย ทำให้สิ้นเปลืองงบในการก่อสร้าง อีกทั้งถ้าหากกักน้ำปริมาณมากๆ เมื่อทางน้ำล้นพังเสียหาย ความวิบัติและความเดือดร้อนของประชากรบริเวณใกล้เคียงกับทางน้ำล้นย่อมมีอย่างมากมาย

1.3 ความมุ่งหมายในการวิจัย

จากความเสียหายของทางน้ำล้นต่างๆ ดังภาพที่ได้แสดงไว้ข้างต้นแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าเกิดจากพลังงานของมวลน้ำ ซึ่งไม่สามารถทำให้มันกระจายสูญหายหมด จนทำให้มันมาทำการกัดเซาะ และกัดกร่อนท้ายทางน้ำล้น ดังนั้นจุดประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ ก็เพื่อศึกษาหารูปแบบของตัวลดพลังงานในแอ่งน้ำนิ่งที่มีความเหมาะสมและสามารถลดพลังงานของมวลน้ำได้ดีกว่าแบบต่างๆ ที่เคยมีอยู่เดิมตลอดจนเหมาะกับสภาพภูมิประเทศในบ้านเรา และง่ายในการก่อสร้าง ตัวลดพลังงานในแอ่งน้ำนิ่ง ได้แก่ Chute Blocks, Baffle Piers และ End Sill แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งสนใจในตัว Chute Blocks แต่เพียงอย่างเดียว โดยทำการหารูปแบบของตัว Chute Blocks ที่สามารถลดหรือทำให้พลังงานของมวลน้ำเกิดการกระจายสูญหายไป ทั้งนี้ก็เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นที่ท้ายทางน้ำล้นได้ และยังสามารถนำรูปแบบที่ค้นคิดได้นี้ไปทำการก่อสร้างกับแอ่งน้ำนิ่งของทางน้ำล้นในอนาคต

1.4 ขอบข่ายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง และศึกษาจากของจริงด้วยการออกแบบและสร้างแบบจำลอง (Model) ขึ้นในห้องปฏิบัติการ ซึ่งขนาดของทางน้ำล้น (Spillway) แอ่งน้ำนิ่ง (Stilling Basin) และตัวลดพลังงาน (Energy Dissipator) ได้แก่ Chute Blocks ที่ผู้วิจัยค้นคิดขึ้นล้วนเข้ามาตราส่วนโดยใช้กฎเกณฑ์เกี่ยวกับสิ่งคล้ายคลึงกัน (Law of Similitude) คือ ความคล้ายคลึงกันทางด้านเรขาคณิต (Geometric Similarity) และความสัมพันธ์ขั้นมูลฐานในวิชาเมกคานิคของของไหล แล้วนำตัว Chute Blocks เหล่านั้นมาใส่ไว้ในแอ่งน้ำนิ่งของ USBR. แบบ3 จากนั้นทำการทดลองและวัดค่าผลต่างๆ ที่เกิดขึ้นใน Chute Blocks แต่ละแบบแล้วทำการเปรียบเทียบถึง

ความสามารถในการลดพลังงานของมวลน้ำใน แต่ละแบบว่า แบบไหนจะมีประสิทธิภาพการทำงานดีกว่ากัน

1.5 วิธีที่จะดำเนินการวิจัย

เพื่อให้จุดมุ่งหมายในการวิจัยนี้บรรลุถึงเป้าหมาย จึงได้กำหนดขั้นตอนการวิจัยตามลำดับ ดังนี้คือ

(1) ศึกษาถึงรูปแบบของทางน้ำล้นชนิดต่างๆ และแบบแอ่งน้ำนิ่งของ USBR. Type 3 อย่างละเอียด

(2) ศึกษาพลังงานของมวลน้ำที่เกิดขึ้นในแอ่งน้ำนิ่งชนิดต่างๆ

(3) ทำการออกแบบ (Design) โดยสร้างแบบจำลองของทางน้ำล้น, แอ่งน้ำนิ่ง และใช้ Chute Blocks ตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งทุกส่วนของโครงสร้างล้วนเข้า Scale หมด

(4) แบบจำลองที่ทำขึ้นใช้วัสดุเหมือนของที่ก่อสร้างจริงตามธรรมชาติ ทั้งนี้ก็เพื่อให้ผลค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงของจริงในธรรมชาติมากที่สุด

(5) ศึกษาถึงเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการทดสอบวัดค่าต่างๆ ทั้งนี้ก็เพื่อให้รู้จักวิธีการใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง เพื่อจะให้ผลที่ได้มีค่าถูกต้องมากที่สุด และมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

(6) เก็บและรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาทำการคำนวน วิเคราะห์แล้วทำการ Plot Graph เปรียบเทียบผลที่ได้ว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยแค่ไหน

(7) วิจารณ์และสรุปผลการวิจัยในครั้งนี้

(8) ให้ข้อเสนอแนะในการที่จะศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์อื่นๆ ต่อไป.