การศึกษากราฟน้ำหลากที่ไหลผ่านอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง กรณีเพิ่มระดับน้ำเก็บกัก

Study of Outflow Flood Hydrograph of Lam Pra Pleung Reservoir case study: Increasing Storage Water Level of Reservoir

ศิริพงษ์ จิตรีพิทย์[1],วรรณดี ไทยสยาม[2]

[1] **นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**

[2] **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**

บทคัดย่อ

เขื่อนลำพระเพลิงก่อสร้างปิดกั้นลำน้ำลำพระเพลิง ตั้งอยู่ในเขตตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา จากเหตุการณ์น้ำท่วมในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2553 ส่งผลให้ปริมาณน้ำหลากไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ต้องเร่งระบายน้ำล้นออกจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย 6.65 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อพื้นที่ท้ายน้ำเป็นอย่างมาก ทางกรมชลประทานจึงได้มีการปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้นของเขื่อนลำพระเพลิงเพื่อเพิ่มปริมาณเก็บกักจาก 105 ล้าน ลบ.ม. เป็น 155 ล้าน ลบ.ม. โดยเพิ่มระดับเก็บกักน้ำเป็น +267.00 ม.(ร.ท.ก.) และติดตั้ง บานระบายขนาด 2.00x2.00 ม. จำนวน 5 บาน ที่ระดับธรณีบาน +261.50 ม.(ร.ท.ก.) เพื่อทำหน้าที่เป็น Bottom Drain สำหรับช่วยในการระบายน้ำหลาก ในการศึกษาได้วิเคราะห์กราฟน้ำหลากที่ไหลลงสู่พื้นที่ด้านท้ายน้ำของกรณีน้ำหลากปีพ.ศ.2553 เพื่อเปรียบกราฟน้ำหลากกรณีที่มีการปรับปรุงเขื่อนกับกรณีสภาพเขื่อนเดิม จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำหลากหลากสูงสุดในกรณีที่มีการปรับปรุงเขื่อนเท่ากับ 193.05 ลบ.ม./วินาที ลดลงจากกรณีที่ไม่มีการปรับปรุงเขื่อนอยู่ 43.19 ลบ.ม./วินาที

คำสำคัญ: การบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำ, เพิ่มระดับน้ำเก็บกัก, อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง

Abstract

Lam Phra Ploeng dam was constructed in Lam Phra Ploeng river channel, located in Thambon Takob, Amphoe Pakthongchai, Nakorn Ratchasima province. During flood period in October 2010 caused a high flood discharge through Lam Phra Ploeng reservoir. As a result, the exceed water was released from reservoir about 6.65 MCM/day effected to downstream area of reservoir. After 2010 flood, RID designed to increase the capacity of reservoir from 105 MCM to 155 MCM by increasing normal water level to + 267.00 m.MSL and constructed bottom drain (sluice gate type,5@2.0x2.0 m2) at +261.50 m.MSL for releasing flood discharge from reservoir. In this study, the comparison of outflow flood hydrograph between the modified apparatus structure of Lam Phra Ploeng dam case and the existing case was conducted in case of 2010 flood event. The study results show that the modified apparatus structure of Lam Phra Ploeng dam can reduce peak maximum outflow flood hydrograph from 193.05 m3/s to 43.19 m3/s.

KEYWORDS: Reservoir Management, Flood Routing, Lam Pra Pleung Reservoir.

1. บทนำ

เขื่อนลำพระเพลิงก่อสร้างปิดกั้นลำน้ำลำพระเพลิง ตั้งอยู่ในเขตตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา ดำเนินก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.2506 แล้วเสร็จเมื่อปี พ.ศ.2510 ใช้งานมาแล้วเกือบ 50 ปี จากสภาพปัญหาน้ำท่วมบริเวณพื้นที่ท้ายอ่างฯ เขื่อนลำพระเพลิงได้ช่วยบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ท้ายน้ำ อันได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอปากช่อง อำเภอปักธงชัย และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2553 เกิดร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่งผลให้ฝนตกหนักต่อเนื่องกันเป็นเวลาหลายวัน ทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลากเข้าท่วมพื้นที่อำเภอปากช่อง อำเภอปักธงชัย ในเหตุการณ์ครั้งนี้ส่งผลให้ปริมาณน้ำไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงเป็นปริมาณมาก ทำให้ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากยังมีลำน้ำสาขาของลำน้ำลำพระเพลิง ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำพระเพลิงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้นกว่า 122 ล้านลูกบาศก์เมตร จากความจุออกแบบทั้งหมด 105 ล้านลูกบาศก์เมตร มากกว่าความจุออกแบบถึง 17 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้ต้องเร่งระบายน้ำล้นออกจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย 6.65 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน เพื่อรักษาระดับน้ำในเขื่อนไม่ให้เกินระดับน้ำสูงสุด เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อโครงสร้าง และความมั่นคงของตัวเขื่อน จากเหตุการณ์อุทกภัยในปี พ.ศ.2553 ทางกรมชลประทานได้ทำการออกแบบและปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้นเขื่อนลำพระเพลิง ประกอบด้วย การเพิ่มระดับสันอาคารระบายน้ำล้น (Morning Glory) จากระดับ +263.00 ม.(ร.ท.ก.) เป็นระดับ +267.00 ม.(ร.ท.ก.) เพื่อเพิ่มระดับน้ำเก็บกัก จากเดิม 105 ล้าน ลบ.ม. เพิ่มเป็น 155 ล้าน ลบ.ม. (ความจุเพิ่ม 50 ล้าน ลบ.ม.) และติดตั้ง บานระบายขนาด 2.00x2.00 ม. จำนวน 5 บาน ที่ระดับธรณีบาน +261.50 ม.(ร.ท.ก.) เพื่อทำหน้าที่เป็น Bottom Drain สำหรับช่วยในการพร่องน้ำกรณีที่ระดับ

น้ำเหนือสันฝายมีความสูงเกินระดับที่กำหนด ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จเมื่อ กันยายน พ.ศ. 2558 การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณน้ำหลากจากอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงที่ไหลลงสู่พื้นที่ด้านท้ายน้ำกรณีที่มีการปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้นของเขื่อนลำพระเพลิงในกรณีน้ำหลากปีพ.ศ. 2553 เพื่อนำไปสู่การเฝ้าระวังน้ำหลากในพื้นที่ด้านท้ายน้ำต่อไป

2. พื้นที่ศึกษา

ลักษณะทั่วไปของอ่างเก็บน้ำ เขื่อนดินและอาคารประกอบก่อนปรับปรุง

อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงมีลักษณะเป็นเขื่อนดิน (Earthfill Dam) ปิดกั้นแม่น้ำลำพระเพลิง พื้นที่รับน้ำฝนเหนือที่ตั้งเขื่อน 807 ตารางกิโลเมตร เขื่อนดินสูง 49.00 เมตร สันเขื่อนกว้าง 8.00 เมตร ยาว 575.00 เมตร ระดับสันเขื่อนอยู่ที่ระดับ +275.00 ม.(ร.ท.ก.) ระดับเก็บกัก + 263.00 ม. (ร.ท.ก.) ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักประมาณ 105 ล้าน ลบ.ม. ระดับน้ำสูงสุด + 273.00 ม. (ร.ท.ก.) มีปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักสูงสุด 242 ล้าน ลบ.ม. ระดับน้ำต่ำสุด + 240.00 ม. (ร.ท.ก.) ปริมาณน้ำที่ระดับน้ำต่ำสุด 0.72 ล้านลูกบาศก์เมตรปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ เฉลี่ย 172.05 ล้านลูกบาศก์เมตร มีอาคารประกอบ ดังนี้

อาคารระบายน้ำล้น เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแบบ Morning Glory and Overflow Spillway ตั้งอยู่ทางฝั่งขวาของตัวเขื่อน ไม่มีบาน ประกอบด้วยท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาด ϕ 5.50 เมตร ยาว 167 เมตร ระบายน้ำได้สูงสุด 450 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ระดับสันฝาย + 263.00 ม. (ร.ท.ก.)

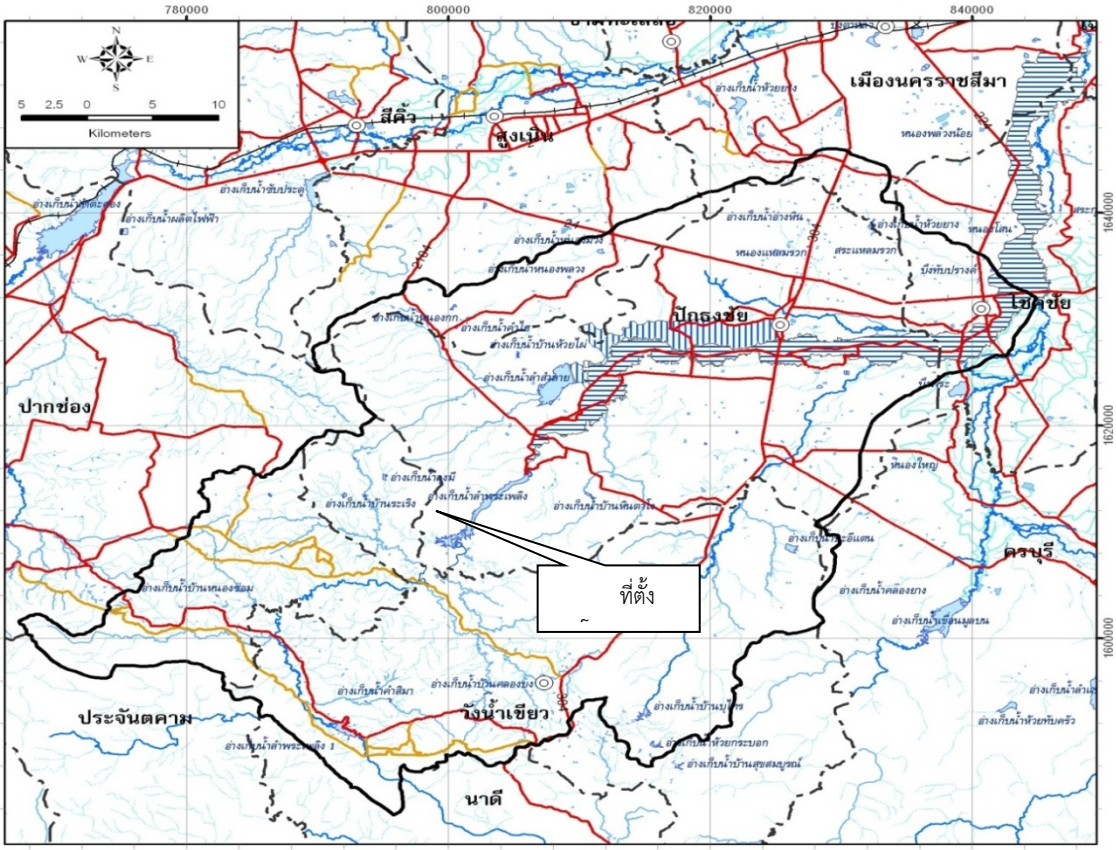
อาคารระบายน้ำฉุกเฉิน เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแบบ Emergency Spillway ตั้งอยู่ทางฝั่งขวาของตัวเขื่อน เป็นฝายเปิด ไม่มีบาน สันฝายกว้าง 47 เมตร ระบายน้ำได้สูงสุด 1,130 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ระดับสันฝาย + 268.00 ม. (ร.ท.ก.)

ประตูปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย เป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาด ϕ 2.00 เมตร ยาว 275 เมตร ตอนปลายท่อแยกเป็น 2 ท่อ ดังนี้

- ทางคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย ขนาด ϕ1.50 เมตร และสามารถระบายน้ำเข้าสู่ คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายได้ 12 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
- ทางคลองธรรมชาติ (ลำน้ำเดิม) ขนาด ϕ 1.50 เมตร สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 20 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ลักษณะทั่วไปของอ่างเก็บน้ำ เขื่อนดินและอาคารประกอบที่ปรับปรุงใหม่

เขื่อนดินสันเขื่อนกว้าง 12.00 เมตรระดับน้ำกักเก็บอยู่ที่ระดับ + 267.00 ม.(ร.ท.ก.) ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกัก 155.00 ล้านลูกบาศก์เมตร ปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้นเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแบบ Morning Glory and Overflow Spillway ตั้งอยู่ตำแหน่งเดิมทางฝั่งขวาของตัวเขื่อน ปรับปรุงโดยทำการเพิ่มระดับสันอาคารระบายน้ำล้น (Morning Glory) จากระดับ +263.00 ม. (ร.ท.ก.) เป็นระดับ +267.00 ม.(ร.ท.ก.) สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 155.66 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ที่ระดับน้ำสูงสุด + 273.00 ม. (ร.ท.ก.) และทำการติดตั้ง บานระบายขนาด 2.00x2.00 ม. จำนวน 5 บาน ที่ระดับธรณีบาน +261.50 ม.(ร.ท.ก.) อัตราการระบาย 22.55 ลบ.ม./วินาที /บาน รวมอัตราการระบาย 112.75 ลบ.ม./วินาที ที่ระดับ +267.00 ม.(ร.ท.ก.) เพื่อทำหน้าที่เป็น Bottom Drain สำหรับช่วยในการพร่องน้ำกรณีที่ระดับน้ำเหนือสันฝายมีความสูงเกินระดับที่กำหนด ทำให้อาคารทางระบายน้ำล้นหลังจากปรับปรุงสามารถระบายน้ำได้รวม 267.41 ลบ.ม./วินาที



รูปที่ 1 แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการเขื่อนลำพระเพลิง

3. ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

การวิเคราะห์กราฟน้ำหลากเคลื่อนตัวผ่านอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ประกอบด้วยการวิเคราะห์การไหลอาคารระบายน้ำล้น แบบ Crest Control และ Orifice Control โดยมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1) การคำนวณปริมาณน้ำที่ไหลผ่านอาคารทางระบายน้ำล้น มีสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$Q = 24.0292\, R^{2} H^{1/2} \qquad (1)$$

โดยที่ Q = ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านทางระบายน้ำล้น (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

R = รัศมีพื้นผิวควบคุมของ jet น้ำ เท่ากับ 5.30 (เมตร)

H = ความสูงระดับน้ำเหนือสันฝาย (เมตร)

การไหลของน้ำผ่านอาคารอาคารทางระบายน้ำล้นนี้นี้มีลักษณะการไหลแบบ Drop Inlet Spillway ซึ่งมีลักษณะการไหลแบ่งเป็น 2 กรณี ซึ่งขึ้นอยู่กับความสูงของระดับน้ำเหนือสันฝายของอาคารทางระบายน้ำล้น ดังนี้

- การไหลของน้ำแบบ Crest Control จะเกิดขึ้นเมื่อ (H/R)<4.50 และ H ≤ 2.3625 ม.
- การไหลของน้ำแบบ Orifice Control จะเกิดขึ้นเมื่อ 0.45 < (H/R) < 0.95 และ 2.3625 ม.< H < 4.9875 ม.

2) การคำนวณปริมาณการไหลของน้ำผ่านอาคารระบายน้ำล้นแบบบานระบาย

- ติดตั้งบานระบายขนาด 2.00x2.00 ม. จำนวน 5 บาน ที่ระดับธรณีบาน +261.50 ม.(ร.ท.ก.) อัตราการระบาย 22.55 ลบ.ม/วินาที/บาน รวมอัตราการการระบาย 112.75 ลบ.ม/วินาที

3) การคำนวณปริมาณการไหลของน้ำผ่านอาคารทางระบายน้ำล้นฉุกเฉิน

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณน้ำที่ไหลผ่านทางระบายน้ำล้น ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของทางระบายน้ำล้น โดยทางน้ำล้นของอ่างเก็บน้ำกระเสียวรูปแบบของสันฝายเป็นฝายสันกว้างทำให้ขึ้นอยู่กับความยาวสันฝาย (L) เมตร และความสูงระดับน้ำเหนือสันฝาย (H) เมตร ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านฝายสันกว้าง มีสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$Q = 1.96LH^{1.5} \qquad (2)$$

โดยที่ Q = ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านทางระบายน้ำล้น (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
L = ความยาวสันฝาย (เมตร)
H = ความสูงระดับน้ำเหนือสันฝาย (เมตร)

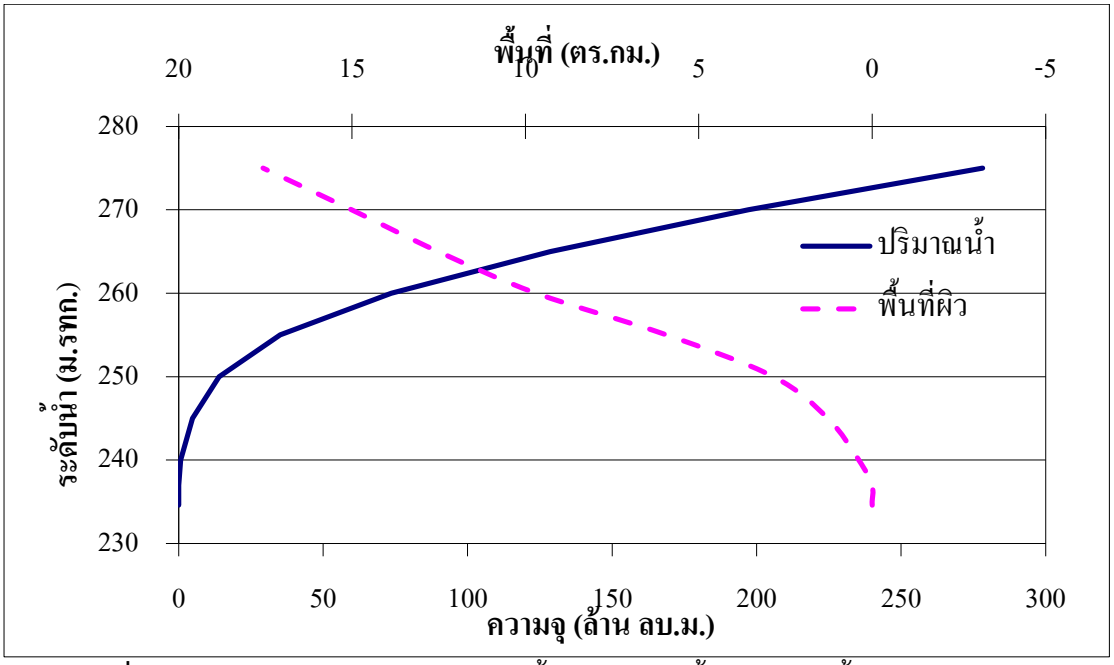
4) การวิเคราะห์สมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำ สามารถวิเคราะห์ได้จากสมการดังต่อไปนี้

Continuity equation, $I - O = \frac{dS}{dt}$ (3)

$$\frac{(I_1 + I_2)}{2} - \frac{(O_1 + O_2)}{2} = \frac{(S_1 - S_2)}{\Delta t} \qquad (4)$$

$$\left(\frac{S_2}{\Delta t} + \frac{O_2}{2}\right) = \left(\frac{S_1}{\Delta t} + \frac{O_1}{2}\right) + \left(\frac{I_1 + I_2}{2}\right) - O_1 \qquad (5)$$

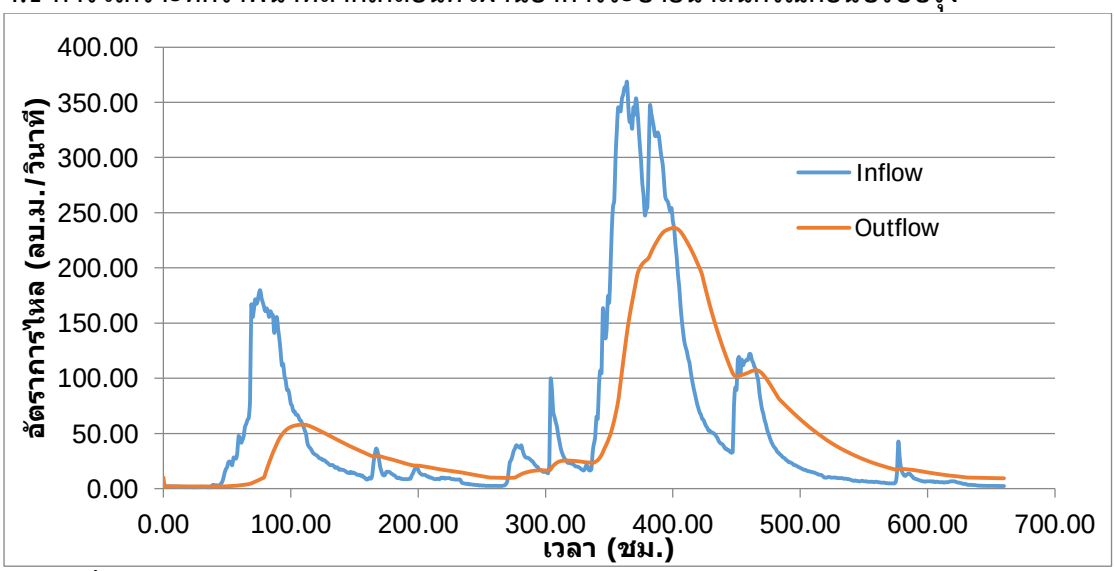
เทอม ($S/\Delta t + O/2$) เรียกว่า storage function ความสัมพันธ์ระหว่างค่า storage function กับปริมาณน้ำที่ไหลผ่านทางระบายน้ำล้น (O) กรณีเปลี่ยนแปลงระดับสันอาคารทางน้ำล้นที่ค่าระดับ พื้นที่ผิวและความจุเปลี่ยนแปลงดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง

4. ผลการศึกษา

4.1 การวิเคราะห์กราฟน้ำหลากเคลื่อนตัวผ่านอาคารระบายน้ำล้นกรณีก่อนปรับปรุง

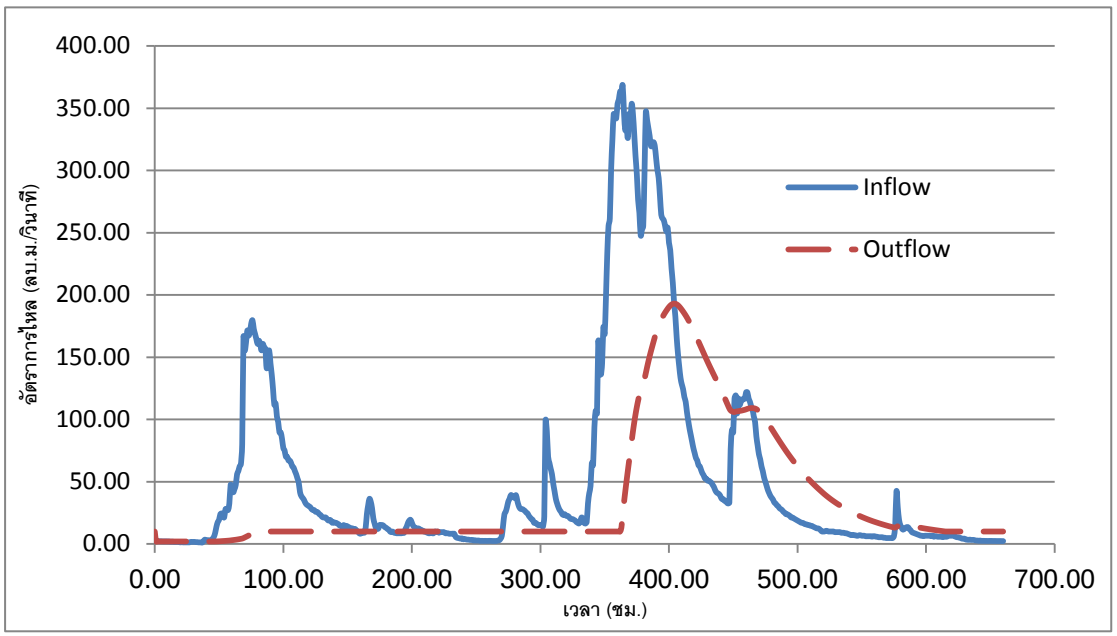


รูปที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระยะเวลา (1 ต.ค. – 31 ต.ค. 2553) (กรณีก่อนปรับปรุง)

ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำหลากออกจากอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงในกรณีเหตุการณ์น้ำหลากเดือนตุลาคม 2553 ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างลำพระเพลิงจากข้อมูลสถานีวัดน้ำท่า M.171 ได้กราฟน้ำหลากดังแสดงในรูปที่ 3 จากกราฟจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ไหลลงอ่างอยู่ที่ 236.24 ลบ.ม./วินาที เกิดขึ้นในวันที่ 16 ตุลาคม 2553 เมื่อทำการคำนวณปริมาณน้ำที่ระบายลงลำน้ำลำพระเพลิง ได้ค่าสูงสุดเท่ากับ 236.24 ลบ.ม./วินาที (รวมการระบายน้ำผ่าน River Outlet 10.00 ลบ.ม./วินาที) ซึ่งเกินความจุลำน้ำที่ 150 ลบ.ม./วินาที และระดับน้ำที่เกิดขึ้นสูงสุดในอ่างเก็บน้ำเท่ากับ +265.52 ม.(ร.ท.ก.) น้อยกว่า +273.00 ม.(ร.ท.ก.) (ระดับน้ำสูงสุดของอ่างเก็บน้ำ)

แต่เนื่องจากปริมาณน้ำที่ระบายลงสู่ลำน้ำลำพระเพลิงมีปริมาณมากเกินกว่าที่ลำน้ำลำพระเพลิงจะรับได้ ทำให้พื้นที่ด้านท้ายอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงเกิดน้ำท่วม กราฟแสดงปริมาณน้ำไหลเข้าและไหลออกกรณีก่อนปรับปรุง ดังแสดงในรูปที่ 3

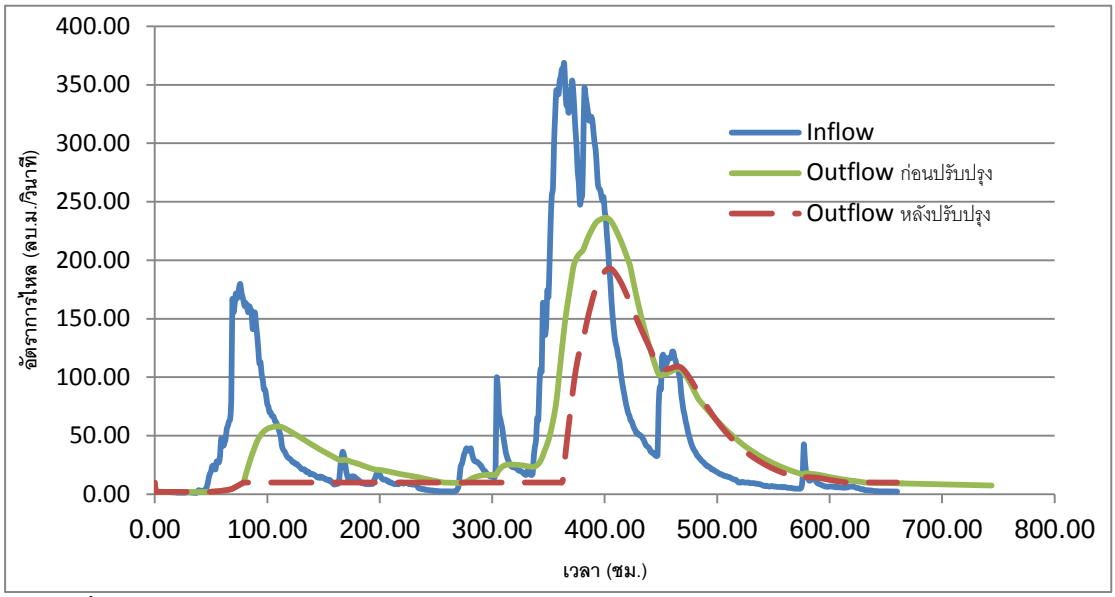
4.2 การวิเคราะห์กราฟน้ำหลากเคลื่อนตัวผ่านอาคารระบายน้ำล้นกรณีหลังปรับปรุง



รูปที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระยะเวลา (1 ต.ค. – 31 ต.ค. 2553) (กรณีหลังปรับปรุง)

ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำหลากออกจากอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงในกรณีเหตุการณ์น้ำหลากเดือนตุลาคม 2553 ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างลำพระเพลิงจากข้อมูลสถานีวัดน้ำท่า M.171 ได้กราฟน้ำหลากดังแสดงในรูปที่ 4 จากกราฟจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่ระบายลงลำน้ำลำพระเพลิง มีค่าสูงสุดเท่ากับ 193.05 ลบ.ม./วินาที (รวมการระบายน้ำผ่าน River Outlet 10.00 ลบ.ม./วินาที และระบายผ่านบานระบายขนาด 2.00x2.00 ม. จำนวน 5 บาน ที่อัตราการระบาย 112.75 ลบ.ม/วินาที) ซึ่งน้อยความจุลำน้ำที่ 150 ลบ.ม./วินาที และระดับน้ำที่เกิดขึ้นสูงสุดในอ่างเก็บน้ำเท่ากับ +267.78 ม.(ร.ท.ก.) น้อยกว่า +273.00 ม.(ร.ท.ก.) (ที่ระดับน้ำสูงสุดของอ่างเก็บน้ำ) กราฟแสดงปริมาณน้ำไหลเข้าและไหลออกกรณีหลังปรับปรุง ดังแสดงในรูปที่ 4

4.3 การวิเคราะห์กราฟน้ำหลากเคลื่อนตัวผ่านอาคารระบายน้ำล้นเปรียบเทียบระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง



รูปที่ 5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระยะเวลา (1 ต.ค. – 31 ต.ค. 2553) (กรณีก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง)

ปริมาณน้ำที่ระบายออกกรณีหลังปรับปรุงน้อยกว่าปริมาณน้ำที่ระบายออกก่อนทำการปรับปรุง เนื่องจากมีการปรับปรุงยกระดับสัน Morning Glory เดิมที่ระดับ +263.00 ม.(ร.ท.ก.) เป็นระดับ +267.00 ม.(ร.ท.ก.) ทำให้มีปริมาณถูกเก็บกักไว้มากกว่ากรณีก่อนปรับปรุงจนเป็นผลให้กราฟปริมาณน้ำไหลออก กรณีหลังปรับปรุงลดต่ำลง กราฟแสดงปริมาณน้ำไหลเข้าและไหลออกกรณีกรณีก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ดังแสดงในรูปที่ 5

5. สรุปผลการศึกษา

จากการเพิ่มระดับน้ำกักเก็บพบว่า ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง กรณีน้ำหลากในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 มีปริมาณน้อยกว่าปริมาณน้ำที่ระบายออกที่ระดับน้ำกักเก็บเดิม แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงอาคารโดยการยกระดับสัน Emergency Spillway ทำให้ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่างเก็บน้ำลดลง นั้นก็คือเมื่อทำการปรับปรุงอาคารแล้วสามารถลดปริมาณน้ำหลากสูงสุดได้ 43.19 ลบ.ม./วินาที จากปริมาณน้ำไหลออก 236.24 ลบ.ม./วินาที เหลือปริมาณน้ำไหลออก 193.05 ลบ.ม./วินาที ซึ่งก็ยังมากกว่าความจุของลำน้ำด้านท้ายอ่างเก็บน้ำ ทำให้คลองระบายน้ำด้านท้ายไม่สามารถรองรับการระบายน้ำดังกล่าวได้ ซึ่งอาจทำให้เกิดน้ำล้นตลิ่งส่งผลกระทบต่อพื้นที่ด้านท้ายน้ำซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์ผลกระทบด้านท้ายน้ำต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาที่ดีในการทำการวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กรมชลประทานทุกคน ที่อนุเคราะห์ข้อมูล และอำนวยความสะดวกสำหรับการเก็บข้อมูลในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์. 2556. **อุกวิทยาขั้นสูง** ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรม-
ศาสตร์ มหาลัยเกษตรสาสตร์.กรุงเทพฯ

[2] กลุ่มงานวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์, (2552). กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph) ของลุ่มน้ำต่างๆ ในประเทศไทย, ส่วนอุทกวิทยา, สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ, กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

[3] จิรา สุขกล่ำ, (2543). การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การแพร่กระจายของปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเวลา 24 ชั่วโมง ที่สถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติทั่วประเทศไทย, ฝ่ายวิจัยอุทกวิทยาประยุกต์, ส่วนอุทกวิทยา, สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ, กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

[4] สำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน 2550. **โครงการศึกษาความเหมาะสม โครงการปรับปรุงโครงการลำพระเพลิงจังหวัดนครราชสีมา**

[5] ปฏิภาณ อมาตยกุล, (2538). การออกแบบอาคารชลประทาน, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[6] วีรพล แต้สมบัติ, (2531). อุทกวิทยาประยุกต์, ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะวิศวกรรม-
ศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.