

การตรวจสอบสภาพเขื่อนแควน้อย กรณีน้ำไหลผ่านตัวเขื่อนในระหว่าง การก่อสร้าง

EVALUATION OF KWAE NOI DAM IN FLOW THROUGH CASE DURING CONSTRUCTION

ทิพย์มณี เชียงทอง¹ และ วรวิมล ปิณฑะบุตร²

¹วิศวกรโยธา, บริษัท ปัญญา คอนซัลแตนท์ จำกัด

²ผู้จัดการแผนกออกแบบ 1, บริษัท ปัญญา คอนซัลแตนท์ จำกัด

บทคัดย่อ

เขื่อนแควน้อยเป็นเขื่อนหินถมตาดคอนกรีต (Concrete Faced Rockfill Dam, CFRD) ปิดกั้นลำน้ำแควน้อยที่อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก ตัวเขื่อนมีความสูง 75 เมตร ยาว 570 เมตร ระหว่างการก่อสร้างในช่วงฤดูน้ำหลากปี พ.ศ. 2550 น้ำไหลล้นข้าม Cofferdam และไหลผ่านตัวเขื่อนซึ่งขณะนั้นอยู่ระหว่างการถมบดอัดหินถมโดยยังไม่มีตาดคอนกรีต (Concrete Face Slab) น้ำที่ไหลผ่านตัวเขื่อนมีความสูงน้ำที่แตกต่างกัน (Different Head) ระหว่างด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำประมาณ 21 เมตร ซึ่งจากการตรวจสอบสภาพเขื่อนขณะนั้นพบว่าตัวเขื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยและคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นถ้ามีน้ำไหลผ่านตัวเขื่อนในรอบปีถัดไป (พ.ศ. 2551) พบว่ามีโอกาสที่จะมีความสูงน้ำที่แตกต่างกันระหว่างด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำถึง 46.50 เมตร ทำให้ตัวเขื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ปลอดภัย จึงได้แนะนำให้เร่งก่อสร้างตัวเขื่อนในชั้น Cushion และแผ่นคอนกรีตตาดหน้า (Concrete Face Slab) ซึ่งการก่อสร้างดังกล่าวได้ดำเนินการแล้วเสร็จก่อนที่จะเกิดน้ำหลาก เขื่อนแควน้อยก่อสร้างแล้วเสร็จสมบูรณ์เมื่อ ปี พ.ศ. 2552 และได้เก็บน้ำจนเกือบเต็มอ่างมาแล้ว 2 ครั้งเมื่อปี พ.ศ. 2552 และ 2553 จากการตรวจสอบเขื่อนในเบื้องต้นไม่พบสิ่งผิดปกติที่มีผลจากเหตุการณ์น้ำไหลผ่านตัวเขื่อนที่ผ่านมา

คำสำคัญ: น้ำไหลผ่านเขื่อน, เขื่อนหินถมตาดคอนกรีต, การกัดเซาะด้านท้ายน้ำ

ABSTRACT

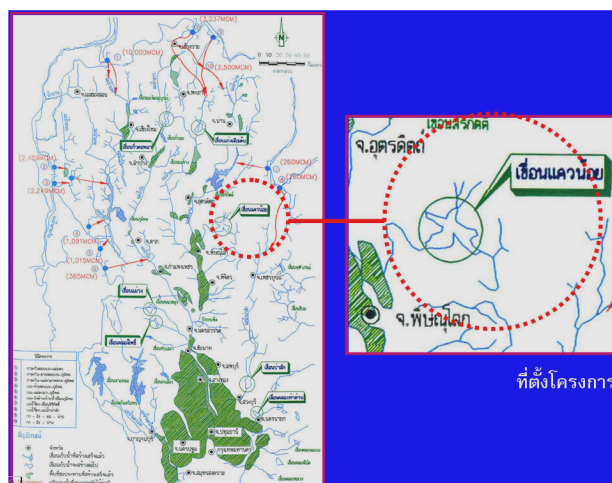
Kwae Noi Dam is a concrete faced rockfill dam (CFRD) situated on the Kwae Noi River in Wat Bot District, Phitsanulok Province. It is 75 m wide and 570 m long. During construction in flood season in 2007, the water overflowed the coffer dam and flowed through Kwae Noi dam which was under the rockfill compaction without concrete face slab. The different

head of the upstream and downstream is about 21 m. At that moment, the dam was evaluated that it was safe. It was also expected that if there was flow through the dam in the following year (2008), the different head of the upstream and downstream might rise to 46.50 m. As a consequence, the dam would not be safe. However, it was suggested that the cushion layer and concrete face slab be constructed. The construction had been completed before the flood occurred. Kwa Noi Dam was completed in 2009. Therefore, water was stored almost to its full capacity in 2009 and 2010. Following the preliminary evaluation of the dam, nothing unusual was found due to the water flow through the dam.

KEYWORDS: flow through, downstream erosion, concrete face slab, cushion layer

1. บทนำ

โครงการแควน้อย อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก เป็นโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีความจุอ่างเก็บน้ำ 769 ล้านลูกบาศก์เมตร สามารถส่งน้ำช่วยเหลือพื้นที่เพาะปลูกพืชฤดูฝนและฤดูแล้งให้แก่พื้นที่ชลประทานแควน้อยประมาณ 155,166 ไร่ เสริมการเพาะปลูกในฤดูแล้งให้แก่พื้นที่ชลประทานเจ้าพระยาประมาณ 250,000 ไร่ รวมทั้งสามารถติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กท้ายเขื่อน ขนาดกำลังผลิต 40 เมกกะวัตต์ (กรมชลประทาน, 2541 [1]) ที่ตั้งโครงการดังแสดงในรูปที่ 1



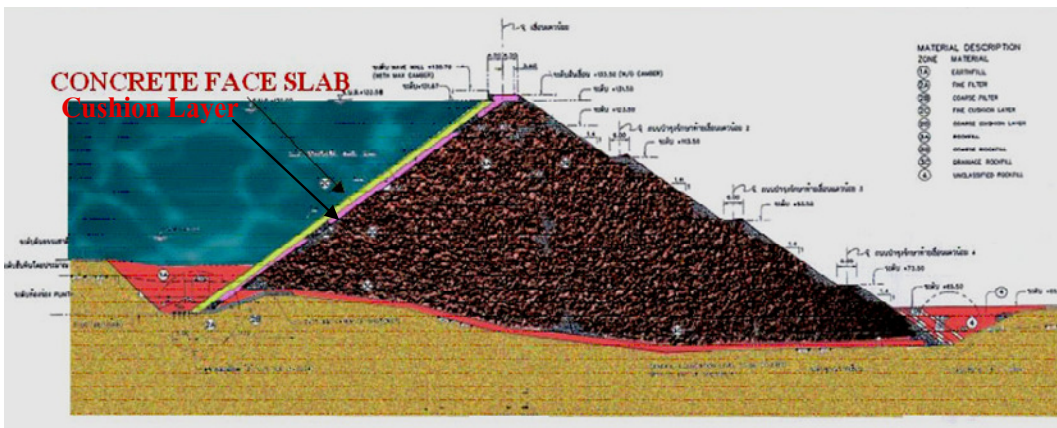
รูปที่ 1 ที่ตั้งโครงการแควน้อย

ลักษณะโครงการประกอบด้วยเขื่อน 3 เขื่อน ดังแสดงในรูปที่ 2 ประกอบด้วย เขื่อนแควน้อย ปิดกั้นลำน้ำแควน้อย เป็นเขื่อนหินถมตาดคอนกรีต (Concrete Faced Rockfill Dam, CFRD) สูง 75 เมตร ยาว 570 เมตร เขื่อนสันตะเคียนปิดกั้นลำสันตะเคียนเป็นเขื่อนหินถมแกนดินเหนียว (Earthfill Core Rockfill Dam, ECRD) สูง 75 เมตร ยาว 1,270 เมตร และเขื่อนปิดช่องเขาต่ำเป็นเขื่อนดินถมแบบแบ่งส่วน (Zoned Earthfill Dam) สูง 23 เมตร ยาว 667 เมตร



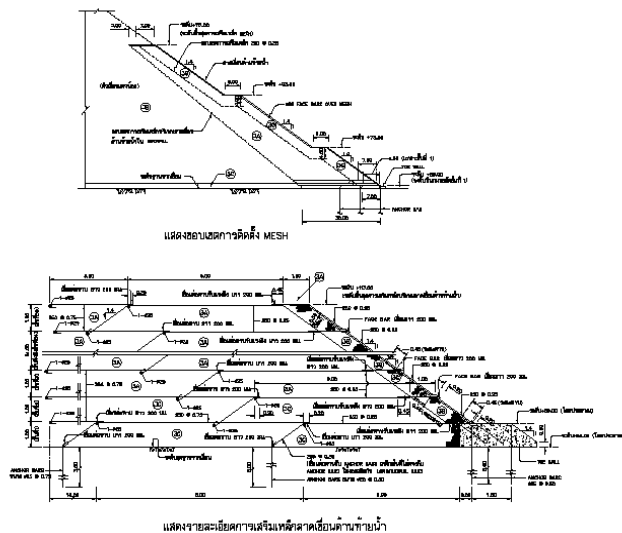
รูปที่ 2 ผังทั่วไปของเขื่อนและอาคารประกอบ

เขื่อนแควน้อย เป็นเขื่อนหินถมตาดคอนกรีต (CFRD) มีความกว้างสันเขื่อน 9 ม. ระดับสันของหินถมอยู่ที่ระดับ +133.50 ม.รทก. มีกำแพงกันคลื่น (Wave Wall) วางอยู่บนสันเขื่อนด้านเหนือหน้า โดยสันกำแพงกันคลื่นวางอยู่ที่ระดับ +135.00 ม.รทก. ลาดเขื่อนด้านเหนือหน้าและท้ายน้ำกำหนดมีค่าเท่ากับ 1:1.4 (ตั้ง:ราบ) ระดับน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ระดับ +130.00 ม.รทก. และมีระดับน้ำสูงสุดของอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ระดับ +132.50 ม.รทก. ตัวเขื่อนเป็นหินถมบดอัดซึ่งเป็นวัสดุที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดี ในการเก็บกักน้ำ จะใช้ส่วนที่เป็นแผ่นคอนกรีตตาดหน้า (Concrete Face Slab) เป็นส่วนปิดกั้นน้ำไม่ให้ไหลซึมผ่านตัวเขื่อน ดังแสดงในรูปที่ 3 แผ่นคอนกรีตตาดหน้ามีความหนา 0.3 เมตร วางบนชั้น Cushion ซึ่งใช้หินขนาดเล็กบดอัด เพื่อให้มีการกระจายน้ำหนักจากแผ่นคอนกรีตตาดหน้าสู่หินถม ชั้น Cushion นี้จะต้องมีคุณสมบัติกั้นกั้นน้ำเพื่อลดการรั่วซึมในกรณีที่แผ่นคอนกรีตตาดหน้าแตกหรือแผ่นยางกันซึม (Waterstop) ที่รอยต่อต่างๆ เสียหาย



รูปที่ 3 รูปตัดเขื่อนแควน้อย

เขื่อนแควน้อยดำเนินการก่อสร้างตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 แล้วเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2552 ใช้เวลา
ก่อสร้างประมาณ 4 ปี ในการก่อสร้างจะทำแผ่นคอนกรีตติดหน้าหลังจากการบดอัดหินถม
และชั้น Cushion แล้วเสร็จ ซึ่งในการออกแบบการผันน้ำระหว่างการก่อสร้าง ได้ออกแบบให้มี
อุโมงค์ผันน้ำเพื่อรองรับปริมาณน้ำหลากในฤดูแล้ง ส่วนในช่วงฤดูฝนจะยอมให้น้ำไหลผ่านและล้น
ข้ามสันเขื่อนได้ โดยออกแบบให้มีการป้องกันการกัดเซาะที่ลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ (Downstream
Face Flood Protection) ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 รายละเอียด Downstream Face Flood Protection (กรมชลประทาน, 2545 [2])

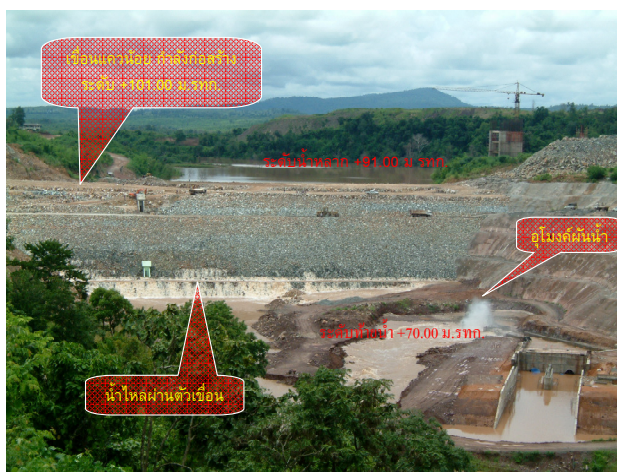
จนถึงปัจจุบันได้เก็บน้ำจนเกือบเต็มอ่างมาแล้ว 2 ครั้ง เมื่อปี พ.ศ. 2552 และ 2553 จากการตรวจสอบเขื่อนในเบื้องต้นไม่พบสิ่งผิดปกติที่มีผลจากเหตุการณ์น้ำไหลผ่านตัวเขื่อนที่ผ่านมา

2. สภาพน้ำไหลผ่านตัวเขื่อนแควน้อยในระหว่างการก่อสร้าง

ในช่วงเดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2550 ขณะกำลังทำการก่อสร้างเขื่อนและอาคารประกอบ ดังแสดงในรูปที่ 5 เขื่อนแควน้อยทำการบดอัดวัสดุหินถมอยู่ที่ระดับ +101 ม.รทก. เกิดมีปริมาณน้ำหลากมามากช่วงเดือนสิงหาคม ดังแสดงในรูปที่ 6 และรูปที่ 7 ระดับน้ำในลำน้ำแควน้อยสูงขึ้นถึงระดับ +91.00 ม.รทก. ทำให้เกิดน้ำไหลล้นข้ามทำนบดินชั่วคราว (Coffer Dam) และไหลผ่านตัวเขื่อนแควน้อยในระหว่างการก่อสร้างในวันที่ 22 ถึง 31 สิงหาคม 2550 จึงได้วิเคราะห์ตรวจสอบสภาพการไหลซึมรวมถึงวิเคราะห์ความมั่นคงที่เกิดขึ้นกับตัวเขื่อนแควน้อยในระหว่างการก่อสร้างและจากการคาดการณ์ปริมาณน้ำหลากในรอบปีถัดไป (พ.ศ. 2551) ด้วย



รูปที่ 5 ภาพถ่ายทางอากาศขณะก่อสร้างเขื่อนแควน้อยก่อนรับปริมาณน้ำหลาก (16/5/2550)



รูปที่ 6 เขื่อนแควน้อยเมื่อมีปริมาณน้ำหลาก



รูปที่ 7 ด้านท้ายน้ำเขื่อนแควน้อยเมื่อมีน้ำหลากไหลผ่าน

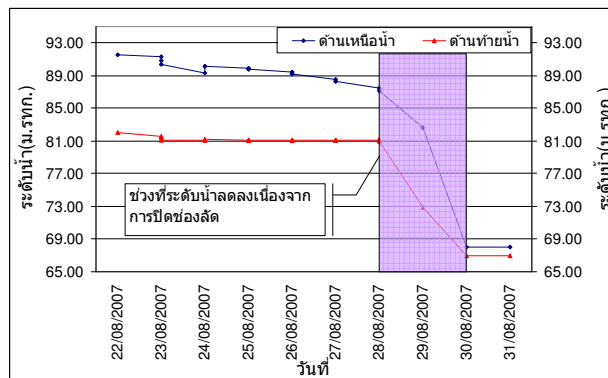
3. การวิเคราะห์ตรวจสอบสภาพการไหลผ่านตัวเขื่อน

3.1 ตรวจสอบค่าความซึมน้ำของวัสดุถมเขื่อน

ในเบื้องต้น จะตรวจสอบค่าความซึมน้ำของวัสดุที่ใช้ปิดอัดเป็นตัวเขื่อนแควน้อยเทียบกับค่าที่ใช้ในการออกแบบ ($k = 1 \text{ cm/sec}$, $k_x/k_y = 4$) (กรมชลประทาน, 2545 [3]) จากการวิเคราะห์ย้อนกลับ (Back Analysis) ด้วยข้อมูลการตรวจวัดในโครงการ เพื่อตรวจสอบค่าความซึมน้ำของวัสดุที่ใช้ปิดอัดถมตัวเขื่อนสำหรับการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

ข้อมูลระดับน้ำจากการตรวจวัดในสนามเมื่อเกิดน้ำหลาก ได้บันทึกกระแสน้ำทั้งทางด้านเหนือ น้ำและท้ายน้ำของเขื่อนแควน้อย ตั้งแต่วันที่ 22/8/2550 จนถึงวันที่ 31/8/2550 พบว่าหลังจากซ่อม ปิดช่องลัดให้น้ำไหลไประบายออกที่เขื่อนสันตะเคียนในวันที่ 28/8/2550 และไม่มีน้ำหลากมาเพิ่ม ในร่องระหว่าง ทำนบกั้นชั่วคราวและตัวเขื่อนแควน้อยแล้ว น้ำทั้งหมดที่ค้างอยู่ได้ระบายผ่านตัว

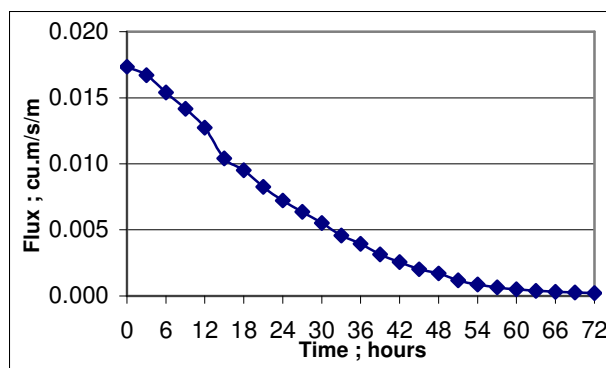
เขียนหมดในวันที่ 30/8/2550 โดยใช้ระยะเวลาในการระบายทั้งหมด 2 วัน ดังแสดงในรูปที่ 8



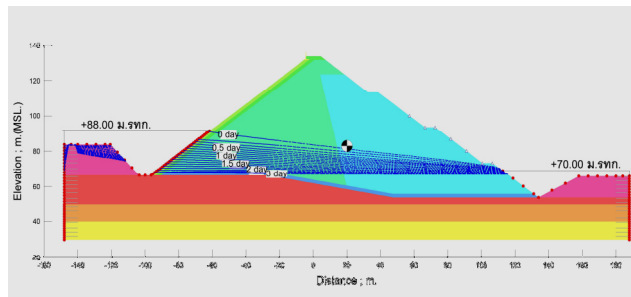
รูปที่ 8 ระดับน้ำด้านหน้าและด้านท้ายเขื่อนขณะน้ำไหลผ่านตัวเขื่อนแค่น้อย

ผลจากการตรวจวัด สามารถวิเคราะห์ได้ว่าน้ำไหลผ่านตัวเขื่อนแค่น้อยด้วยปริมาณเฉลี่ย 0.833 ลบ.ม./วินาที หรือ 0.00624 ลบ.ม./วินาที/ม. (ปริมาณการไหลต่อหนึ่งหน่วยความยาว)

ในการวิเคราะห์การไหลซึมโดยวิธี Finite Element ซึ่งมีลักษณะการไหลแบบ Transient Stage ด้วยโปรแกรม SEEP/W กำหนดให้ Head ของน้ำทั้งด้านเหนือและด้านท้ายน้ำแปรผันไปตามระยะเวลาที่น้ำในร่องระหว่างทำนบดินชั่วคราวและเขื่อนแค่น้อยลดระดับลงจนหมด แล้วนำมาหาปริมาณการไหลซึมเฉลี่ย เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องแม่นยำและใกล้เคียงกับสภาพที่เกิดขึ้นจริงกับตัวเขื่อน ผลจากการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 9 และรูปที่ 10 โดยมีสมมติฐานในการวิเคราะห์คือ ปริมาณน้ำด้านเหนือและท้ายน้ำลดลงภายในระยะเวลา 2 วัน และได้ติดตามผลการไหลซึมจนถึงวันที่ 3 เนื่องจากยังมีปริมาณน้ำหลงเหลืออยู่ภายในหินถมบดอัดจากการไหลซึม



รูปที่ 9 การไหลซึมที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Finite Element



รูปที่ 10 ระดับน้ำที่ไหลผ่านตัวเชื่อมแควน้อยในเวลาต่าง ๆ

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลผ่านตัวเชื่อมแควน้อยด้วยปริมาณเฉลี่ย 0.00572 ลบ.ม./วินาที/ม. หรือ 0.763 ลบ.ม./วินาที (Effective Length 133.50 ม.) มีค่าใกล้เคียงกับผลจากการตรวจวัดในโครงการ (0.00624 ลบ.ม./วินาที/ม. หรือ 0.833 ลบ.ม./วินาที) แสดงว่าวัสดุหินถมที่นำมาใช้ปิดตัวเชื่อม มีคุณสมบัติด้านการไหลซึมใกล้เคียงกับที่ออกแบบไว้ ดังนั้นจึงสามารถใช้คุณสมบัติของวัสดุนี้ทำการวิเคราะห์ในขั้นต่อไปได้

3.2 ตรวจสอบสภาพการไหลที่ไหลผ่านตัวเชื่อมช่วงวันที่ 22 - 31 ส.ค. 2550

เหตุการณ์น้ำหลากที่เกิดขึ้น ดังในรูปที่ 8 มีระดับน้ำสูงสุดประมาณ +91.00 ม.รทก. โดยมีความสูงน้ำที่แตกต่างกัน (Difference Head) ระหว่างด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำประมาณ 21 เมตร ไหลผ่านตัวเชื่อมแควน้อย ดังนั้นในขั้นนี้จะวิเคราะห์การไหลซึมเพื่อตรวจสอบผลการวิเคราะห์กับสภาพที่เกิดขึ้นจริงของเขื่อนเมื่อมีน้ำไหลผ่าน

ผลการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 11 และรูปที่ 12 ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านตัวเชื่อมเท่ากับ 0.02257 ลบ.ม./วินาที/ม. หรือ 3.089 ลบ.ม./วินาที (Effective Length 136.875 ม.) ความชันทางชลศาสตร์ (Hydraulic Gradient) สูงสุดบริเวณจุดที่น้ำไหลออกด้านท้ายน้ำเท่ากับ 0.17

ในการตรวจสอบหินขนาดเล็กที่สุด (Minimum Size) ที่เหมาะสมที่จะไม่เกิดการกัดเซาะด้านท้ายน้ำ เนื่องจากน้ำไหลผ่านและล้นข้ามสันเขื่อน ใช้ Solviks Formula (Lars Jenssen and Anders Soreide, 2006 [4]) ในการวิเคราะห์ ดังสมการที่ 1

$$d_s = 1.46q_t^{2/3}S_0^{7/9} \quad (1)$$

d_s = หินขนาดเล็กที่สุด (Minimum Size) ที่จะไม่ทำให้เกิดการกัดเซาะด้านท้ายน้ำ (m)

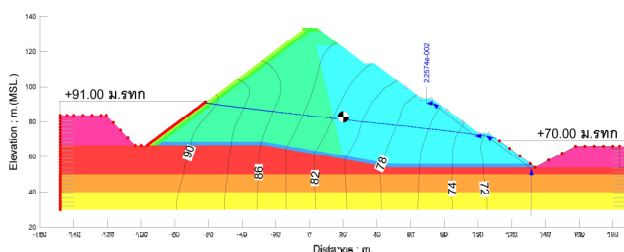
q_t = อัตราการไหลต่อหน่วยความกว้าง ($m^3/s/m$)

S_0 = ความลาดชันด้านท้ายน้ำ

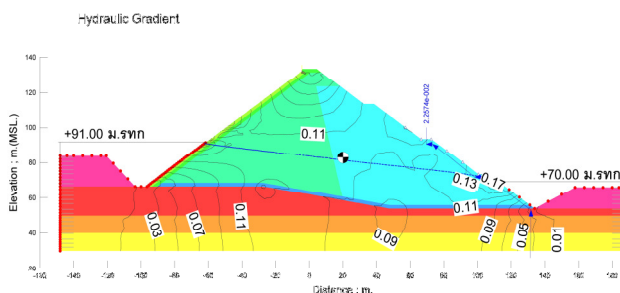
ผลการวิเคราะห์ ได้หินขนาดเล็กที่สุดมีขนาดเท่ากับ 9.0 ซม. ซึ่งเป็นช่วงขนาดหินถมเขื่อนขนาดเล็กที่สุด (2.0 -10.0 ซม.) สรุปได้ว่าปริมาณน้ำที่ไหลผ่านตัวเขื่อนที่ระดับน้ำด้านเหนือน้ำ +91.00 ม.รทก. ไม่มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดการกัดเซาะด้านท้ายน้ำจนเป็นอันตรายต่อตัวเขื่อนได้

Alberto Marulanda และ Nelson L. de S. Pinto, 2000 [5] กล่าวว่า เขื่อนหินถมลาดคอนกรีตจะมีความมั่นคงด้านท้ายน้ำต่อการเกิดน้ำไหลผ่านตัวเขื่อน เมื่อความชันทางชลศาสตร์ในวัสดุถมเขื่อนมีค่าไม่เกิน 0.25 – 0.30 จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น แสดงให้เห็นว่าน้ำหลากที่ระดับน้ำสูงสุด +91.00 ม.รทก. ไม่ก่อให้เกิดการกัดเซาะที่ตัวเขื่อนด้านท้ายน้ำ

ผลจากการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีทั้งสองสอดคล้องกับสภาพจริงที่เกิดขึ้น ภายหลังจากน้ำไหลผ่านตัวเขื่อนแล้วไม่พบการกัดเซาะที่บริเวณท้ายเขื่อนมากนัก



รูปที่ 11 Equipotential Line ของเขื่อนแควน้อยในขณะที่เกิดน้ำไหลผ่านตัวเขื่อน ปี พ.ศ. 2550



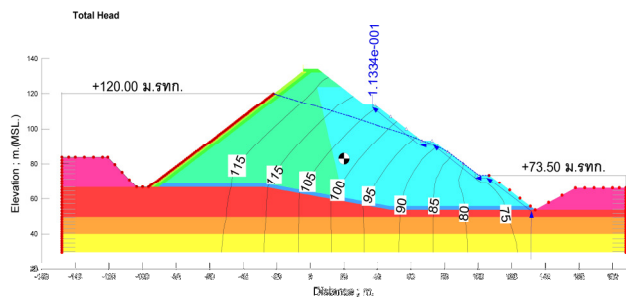
รูปที่ 12 ความชันทางชลศาสตร์ของเขื่อนแควน้อยในขณะที่เกิดน้ำไหลผ่านตัวเขื่อน ปี พ.ศ. 2550

3.3 การคาดการณ์สภาพการไหลผ่านตัวเขื่อนเมื่อมีน้ำหลากในรอบปีถัดไป (พ.ศ. 2551)

การก่อสร้างเขื่อนแควน้อย ถ้ายังไม่แล้วเสร็จในรอบปีถัดไปโดยเฉพาะในส่วนของชั้น Cushion และ แผ่นคอนกรีตตาดหน้า เมื่อมีปริมาณน้ำหลากมากก็มีโอกาสที่จะเกิดน้ำไหลผ่านตัวเขื่อนอีกครั้ง จึงได้ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบความมั่นคงของลาดเขื่อนและการกัดเซาะที่ตีนเขื่อน (Toe Dam) ด้านท้ายน้ำหากเกิดกรณีดังกล่าว

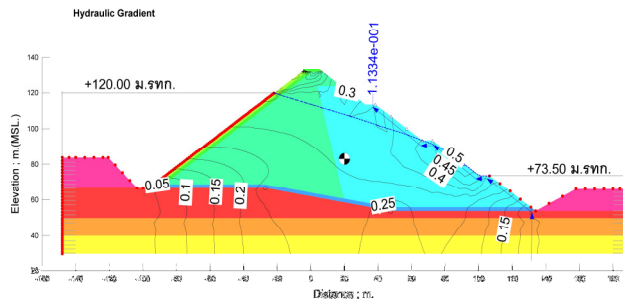
ปริมาณน้ำหลากที่มาในรอบปีถัดไปนั้นมีโอกาสสูงขึ้นกว่าเดิมเพื่อระบายออกทางอาคารระบายน้ำล้นที่ระดับ +119.00 ม.รทก. เนื่องจากจะมีการปิดท่อดันน้ำที่เขื่อนสันตะเคียน และปิดประตูน้ำ (Bulkhead Gate) ของอุโมงค์ผันน้ำเขื่อนแควน้อย เพื่อดักตังท่อดันน้ำในอุโมงค์พร้อมทั้งวาล์วต่างๆ จึงคาดการณ์ว่าระดับน้ำจะสูงถึงระดับ +120.00 ม.รทก. ไหลผ่านตัวเขื่อน โดยระดับน้ำด้านท้ายน้ำ อยู่ที่ระดับ +73.50 ม.รทก. ความสูงน้ำที่แตกต่างกัน (Different Head) เท่ากับ 46.50 เมตร

ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในรูปที่ 13 และ รูปที่ 14 แสดงน้ำไหลผ่านตัวเขื่อนด้วยปริมาณ 0.11334 ลบ.ม./วินาที/ม. หรือ 24.226 ลบ.ม./วินาที (Effective Length 213.75 ม.) และมีความชันทางชลศาสตร์ 0.5



รูปที่ 13

Equipotential Line ของเขื่อนแควน้อยในการคาดการณ์น้ำหลากรอบปี พ.ศ. 2551



รูปที่ 14

ความชันทางชลศาสตร์ของเขื่อนแควน้อยในการคาดการณ์น้ำหลากรอบปี พ.ศ. 2551

จาก Solviks Formula ได้หิขนาดเล็ที่สุดเท่ากับ 26.30 ซม. ซึ่งมีขนาดมากกว่าขนาด เล็ก ที่สุดของหินถมด้านท้ายน้ำ (2.00-10.00 ซม.) รวมทั้งเมื่อตรวจสอบความชันทางชลศาสตร์ (เท่ากับ 0.5) ยังมีค่ามากกว่า 0.25 - 0.30 (Alberto Marulanda และ Nelson L. de S. Pinto, 2000)

ดังนั้นสรุปได้ว่า ถ้าเชื่อมแควน้อยยังไม่สามารถสร้างให้แล้วเสร็จได้ในรอบปีถัดไป แล้วมี ปริมาณน้ำหลากมาที่ระดับน้ำสูงถึง +120.00 ม.รทก. ไหลผ่านตัวเชื่อมตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ตัว เชื่อมมีแนวโน้มที่จะเกิดปัญหาการกัดเซาะลาดเชื่อมด้านท้ายน้ำได้

4. การวิเคราะห์ตรวจสอบความมั่นคงของลาดเชื่อม (Slope Stability Analysis)

4.1 กรณีน้ำไหลผ่านตัวเชื่อมช่วงวันที่ 22 – 31 ส.ค. 2550

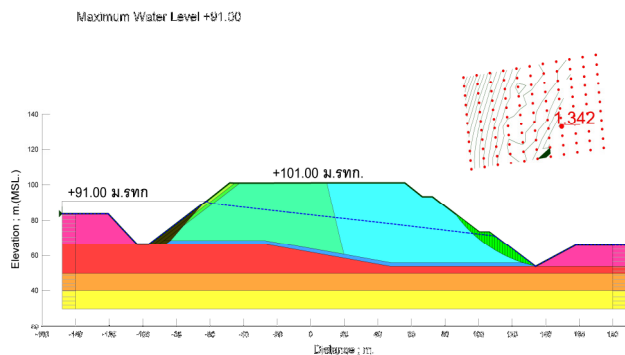
การวิเคราะห์เสถียรภาพ เพื่อตรวจสอบว่าลาดเชื่อมมีความมั่นคง สอดคล้องกับสภาพที่ ปรากฏในสนาม ใช้วิธี Simplified Bishop Method โดยการสมมติผิวการเคลื่อนพังเป็นส่วนโค้งของ วงกลม โดยมีการวิเคราะห์เป็น 2 กรณี คือ

1. ตรวจสอบความมั่นคงด้านท้ายน้ำ เมื่อน้ำไหลผ่านตัวเชื่อมที่ระดับน้ำสูงสุด +91.00 ม.รทก.
2. ตรวจสอบความมั่นคงด้านเหนือน้ำ เมื่อระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว (Rapid Drawdown)

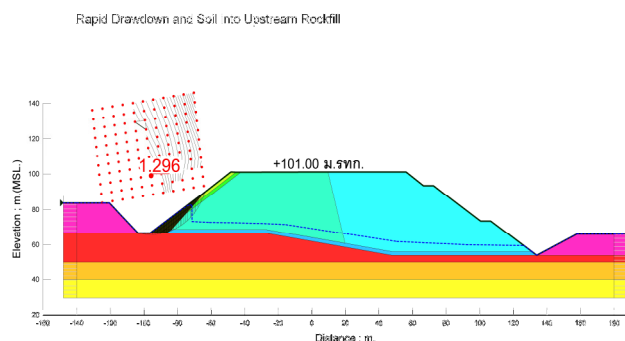
จากระดับ +91.00 ม.รทก. มาที่ระดับ +70.00 ม.รทก. และมีตะกอนดินจากท่านบดินชั่วคราวเข้าไป อุดในหินถมลึกเข้าไปในตัวเชื่อมประมาณ 10.00 ม. ทำให้มีความดันน้ำในโพรงดิน (Pore Water Pressure) ยังคงค้างอยู่ ในส่วนของหินถมตัวเชื่อมไม่มีความดันน้ำเนื่องจากค่าการไหลซึมที่มากจึง สามารถปรับลดลงได้ตามระดับน้ำที่ลดลง

ผลการวิเคราะห์กรณีน้ำไหลผ่านตัวเชื่อม มีอัตราส่วนความปลอดภัย 1.342 ที่ลาดเชื่อมด้าน ท้ายน้ำ และกรณีระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว มีอัตราส่วนความปลอดภัย 1.296 ที่ลาดเชื่อมด้าน เหนือน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 15 และรูปที่ 16

สรุปผลจากการวิเคราะห์ได้ว่า ตัวเชื่อมยังคงมีความมั่นคงเพียงพอ และไม่เกิดการเคลื่อนพัง เมื่อมีน้ำหลากด้วยปริมาณน้ำสูงสุดที่ระดับ +91.00 ม.รทก. ซึ่งสอดคล้องกับสภาพที่เกิดขึ้นจริง แต่ อย่างไรก็ตาม ในกรณีระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว และมีความดันน้ำในโพรงดินค้างอยู่ในหินถม เชื่อมด้านเหนือน้ำ ทำให้อัตราส่วนความปลอดภัยของเชื่อมลดลงอย่างมากจาก 1.75 (รายการ คำนวณออกแบบ กรมชลประทาน, 2545 [3]) เป็น 1.296



รูปที่ 15 การวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ กรณีน้ำไหลผ่านตัวเขื่อนที่ ระดับ +91.00 ม.รทก.



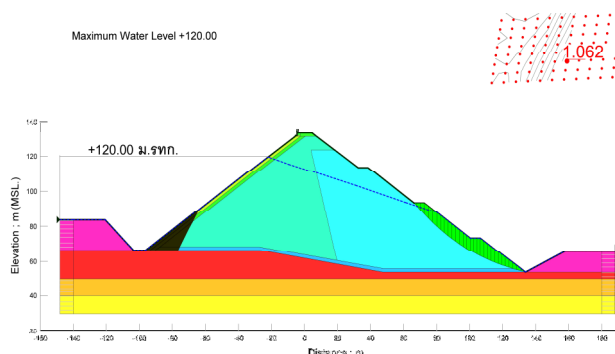
รูปที่ 16 การวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำกรณีระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว

4.2 กรณีน้ำไหลผ่านตัวเขื่อนเมื่อมีน้ำหลากในรอบปีถัดไป (พ.ศ. 2551)

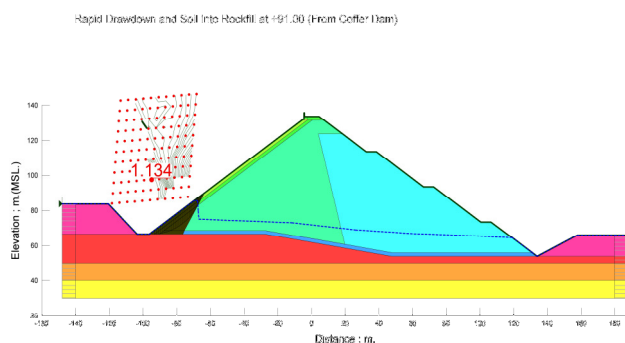
การวิเคราะห์นี้ เป็นการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความมั่นคงของลาดเขื่อนจากการคาดการณ์น้ำหลากในรอบปีถัดไป (พ.ศ. 2551) โดยใช้กรณีการวิเคราะห์ตามข้อ 4.1 และพิจารณาว่ามีตะกอนดินเข้าไปอุดในหินถมด้านเหนือน้ำด้วยระยะทางในแนวราบมากขึ้นเป็นระยะทางประมาณ 20.00 ม.

ผลการวิเคราะห์ในกรณี มีน้ำหลากด้วยปริมาณน้ำสูงสุดที่ +120.00 ม.รทก. ไหลผ่านตัวเขื่อนได้อัตราส่วนความปลอดภัยด้านท้ายน้ำ 1.062 และกรณีน้ำลดระดับลงอย่างรวดเร็ว จากระดับ +120.00 ม.รทก. มาที่ระดับ +70.00 ม.รทก. ซึ่งจะทำให้ Phreatic Line ยังคงค้างอยู่ในตะกอนดินจากทำนบดินชั่วคราวที่เข้ามาอุดในหินถม ได้อัตราส่วนความปลอดภัยด้านเหนือน้ำ 1.134 ดังแสดงในรูปที่ 17 และรูปที่ 18

จะเห็นว่าผลการวิเคราะห์จากกรณีทั้งสอง ถ้าเกิดปริมาณน้ำหลากมาตามที่ได้คาดการณ์ไว้ เขื่อนแควน้อยมีแนวโน้มที่จะเกิดความเสี่ยงต่อการพิบัติทั้งด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ เนื่องจากค่าอัตราส่วนความปลอดภัยมีค่าต่ำมาก (ใกล้เคียง 1)



รูปที่ 17 การวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ กรณีน้ำไหลผ่านตัวเขื่อนที่ระดับ +120.00 ม.รทก.



รูปที่ 18 การวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำกรณีระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว

5. สรุปผลการวิเคราะห์ตรวจสอบสภาพเขื่อน

1 จากผลการวิเคราะห์การไหลซึมเมื่อเทียบกับการตรวจวัดในสนาม พบว่าค่าความซึมของวัสดุถมตัวเขื่อนที่ใช้ในการก่อสร้าง สอดคล้องกับที่ได้ออกแบบไว้

2 การไหลซึมผ่านตัวเขื่อน ในรอบปี 2550 ระดับน้ำไม่สูงมาก ทำให้ตัวเขื่อนมีการกัดเซาะน้อยมากและไม่เป็นอันตรายสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์

3 การคาดการณ์ปริมาณน้ำหลาก ในรอบปีถัดไป (พ.ศ. 2551) ถ้ามีน้ำไหลผ่านตัวเขื่อนสูงขึ้นถึงระดับ +120.00 ม.รทก. ผลการวิเคราะห์ตัวเขื่อนมีแนวโน้มเกิดการกัดเซาะด้านท้ายน้ำจนเป็นอันตรายต่อตัวเขื่อนได้

4 ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดเขื่อน กรณีน้ำหลากในช่วงวันที่ 22 – 30 สิงหาคม 2550 ที่ผ่านมามีทั้งด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำมีความมั่นคงเพียงพอสอดคล้องกับสภาพที่เกิดขึ้นจริง แต่ในกรณีที่พิจารณาว่ามีตะกอนดินจากท่าบดินชั่วคราวเข้ามาอุดในหินถมจะทำให้ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยลดลง

5 ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดเขื่อน แสดงให้เห็นว่า ลาดเขื่อนแควน้อยมีแนวโน้มที่จะเกิดความเสี่ยงต่อการพิบัติทั้งด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำ ถ้าระดับน้ำที่ไหลผ่านตัวเขื่อนสูงถึงระดับ +120.00 ม.รทก.

6 เมื่อมีการผันน้ำผ่านตัวเขื่อนตามที่ได้ออกแบบไว้ ควรก่อสร้างระบบเสริมความมั่นคงของเขื่อนแควน้อย โดยการเร่งก่อสร้างตัวเขื่อนในชั้น Cushion และแผ่นคอนกรีตลาดหน้า เพื่อลดความเสี่ยงจากความไม่ปลอดภัยที่จะเกิดกับตัวเขื่อนเมื่อมีปริมาณน้ำหลากเกิดขึ้นในรอบปีถัดไป (พ.ศ. 2551)

7 การก่อสร้างในปีถัดไป (พ.ศ. 2551) ได้ดำเนินการก่อสร้างชั้น Cushion และแผ่นคอนกรีตลาดหน้าแล้วเสร็จ ก่อนที่จะมีปริมาณน้ำหลากเข้ามาจึงไม่ส่งผลกระทบกับตัวเขื่อน ปัจจุบันเขื่อนแควน้อยได้ทำการก่อสร้างแล้วเสร็จและทำการเก็บกักน้ำแล้ว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทปัญญา คอนซัลแตนท์ จำกัด และผู้ทรงคุณวุฒิของมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิตทุกท่าน ที่ทำให้บทความนี้ได้มีโอกาสในการนำเสนอผลงาน รวมทั้งมีความสมบูรณ์ทั้งเนื้อหาและรูปแบบในการนำเสนอ

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมชลประทาน. (2541). รายงานศึกษาทบทวนรูปแบบโครงการ โครงการแควน้อย จังหวัดพิษณุโลก
- [2] กรมชลประทาน. (2545). แบบรายละเอียดเขื่อนเก็บกักน้ำและอาคารประกอบ โครงการแควน้อย จังหวัดพิษณุโลก
- [3] กรมชลประทาน. (2545). รายการคำนวณเพื่อการออกแบบเขื่อนและอาคารประกอบ โครงการแควน้อย จังหวัดพิษณุโลก
- [4] Lars Jenssen and Anders Soreide. (2006). "Results of Physical Model Testing of the Stability of Rockfill Embankments during Through and Overflow". **Twenty-Second Congress on Large Dams**. Volume III. Barcelona

- [5] Alberto Marulanda and Nelson L. de S. Pinto. (2000). "Recent experient on Design, Construction, and Performance of CFRD Dams". **Concrete Face Rockfill Dams**. J Berry Cooke Volume. Beijing

ประวัติผู้เขียนบทความ



ทิพย์มณี เชียงทอง วิศวกรโยธา/ปฐพี บริษัท ปัญญา คอนซัลแตนท์ จำกัด
22 ลาดพร้าว 35 แขวงจันทรเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Tel 0-2938-2480 Fax 0-2938-2499
Email thipmanee_c@panyaconsult.co.th



วรวุฒิ ปิ่นทะบุตร ผู้จัดการแผนกออกแบบ 1 บริษัท ปัญญา คอนซัลแตนท์
จำกัด 22 ลาดพร้าว 35 แขวงจันทรเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Tel 0-2938-2480 Fax 0-2938-2499
Email worawut_p@panyaconsult.co.th