การแปลความหมายทางธรณีวิทยา แสดงรูปแบบการรั่วซึมน้ำผ่านฐานรากหินบริเวณเขาโดด พื้นศึกษาโครงการอ่างเก็บน้ำแม่พริก (ผาวิ่งชู้) อ.แม่พริก จ.ลำปาง

[1]นายนพดล ภูมิวิเศษ [2]นางสาวอัญชล คงสุข
[3]นายถิรวุฒิ ณ ลำปาง [4]นางสาวเบญจมาศ สวัสดิพงษ์

ส่วนธรณีวิทยา สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา
กรมชลประทาน สามเสน กทม.

[1]npoomvises@gmail.com, [2]noinarid@gmail.com, [3]jernridman@hotmail.com, [4]kaekai_ben@hotmail.com
โทร.ภายใน 2551 และ 2553

บทคัดย่อ

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ บริเวณฐานยันฝั่งซ้ายด้านท้ายน้ำใกล้อาคารท่อส่งน้ำฝั่งซ้าย อ่างเก็บน้ำแม่พริก อ.แม่พริก จ.ลำปาง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหารูปแบบการเกิดปัญหารั่วซึมของน้ำและกำหนดขอบเขตบริเวณที่รั่วซึมสำหรับประกอบการวางแผนออกแบบเพื่อการซ่อมแซม ให้อยู่ในสภาพปลอดภัยและมีเสถียรภาพมั่นคง

ในการสำรวจใช้วิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏเป็นวิธีหลัก จัดวางแนวสำรวจ 7 แนว ครอบคลุมบริเวณที่คาดว่าเกิดการรั่วซึม เมื่อประมวลข้อมูลแล้วนำเสนอเป็นภาพตัดทางไฟฟ้า 2 มิติเพื่อหาความเชื่อมโยงของบริเวณที่มีความผิดปกติ

ภาพตัดสองมิติทางไฟฟ้าทั้งเจ็ดแนว แสดงให้เห็นความผิดปกติด้านต่ำของช่วงค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏ ไม่ต่ำกว่า 12 บริเวณ ซึ่งยืนยันได้จากลักษณะและการวางตัวของหินที่ปรากฏบริเวณผนังหินใกล้แนวสำรวจพิจารณาร่วมกับสภาพโครงสร้างทางธรณีวิทยาแล้วสามารถสรุปได้ว่าการรั่วซึมของน้ำเป็นรูปแบบการรั่วซึมผสมผสานทั้งจากไหล่เขาด้านข้างและผ่านฐานรากหินของเขาโดดที่กั้นระหว่างเขื่อนหลักกับเขื่อนดินปิดช่องเขา ผ่านออกมาตามแนวรอยแตกหินสองทิศทาง ที่ถูกควบคุมโดยโครงสร้างโค้งงอ

บทนำ

อ่างเก็บน้ำแม่พริก (ผาวิ่งชู้) ตำบลแม่พริก อำเภอแม่พริก จังหวัดลำปาง เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง ขนาดความจุ 36.48 ล้าน ลบ.ม. จัดสร้างขึ้นเพื่อการเกษตรกรรม การประมงน้ำจืด การป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในฤดูน้ำหลาก และเพื่อการท่องเที่ยวอีกด้วย อ่างฯแม่พริก ถูกบรรจุเข้าแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติปี พ.ศ.2530-2534 งานก่อสร้างเขื่อนทดน้ำและอาคารประกอบดำเนินการโดยบริษัทเอกชนภายใต้การกำกับดูแลของ

สำนักงานก่อสร้าง 3 สำนักพัฒนาแหล่งน้ำขนาดกลาง จังหวัดลำปาง เริ่มทำการก่อสร้าง ปี พ.ศ.2551 แล้วเสร็จ พ.ศ. 2554 รวม 4 ปี ใช้งบประมาณรวมทั้งสิ้น 418,564,100 บาท

ปัญหา

1 หินฐานรากบริเวณร่องแกนมีสภาพแตกหัก งานปรับปรุงฐานรากดำเนินการด้วยความลำบาก

2 เกิดเหตุภัยทางน้ำ ระหว่างการก่อสร้าง 2 ครั้ง ครั้งแรกระหว่าง 25 กันยายน ถึง 2 ตุลาคม 2552 หยุดการปฏิบัติงาน 15 วัน ครั้งที่สอง ระหว่าง 13 ถึง 22 ตุลาคม 2553 หยุดการปฏิบัติงาน 35 วัน

3 ภายหลังการรับมอบงานได้ตรวจพบการรั่วซึมของน้ำผ่านชั้นหินบริเวณฐานยันฝั่งซ้าย ที่ระดับ +196.540 ม.รทก. และการพังทลายของดินเดิมบริเวณด้านท้ายนอกตัวทำนบฝั่งซ้าย

สมมุติฐานการรั่วซึมของน้ำ

1 รั่วซึมด้านข้างจากภูเขา

2 รั่วซึมผ่านแกนดินถมบดอัด

3 รั่วซึมผ่านฐานรากหิน

4 รั่วซึมผ่านแนวสัมผัสระหว่างแกนดินถมกับหินฐานรากบริเวณฐานยันฝั่งซ้าย

สำนักออกแบบด้านวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม หนึ่งในคณะทำงานพิจารณาแนวทางการแก้ไขปัญหาจึงได้ประสานงาน กลุ่มงานธรณีฟิสิกส์ ส่วนธรณีวิทยา สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา ให้ทำการสำรวจธรณีฟิสิกส์เพื่อพิสูจน์สมมุติฐานข้างต้น กลุ่มงานจึงเข้าดำเนินการสำรวจในเดือนพฤษภาคม 2555

วัตถุประสงค์การสำรวจธรณีฟิสิกส์

1 ระบุตำแหน่ง ขอบเขต และรูปทรง บริเวณที่มีค่าความต้านทานไฟฟ้าผิดปกติ ในพื้นที่บริเวณที่มีปัญหา

2 ศึกษาสภาพธรณีวิทยาโครงสร้างและชุดรอยแตกที่เชื่อมโยงกับปัญหาที่เกิดบริเวณรั่วซึม

3 วิเคราะห์รูปแบบการเกิดการรั่วซึม

การดำเนินงานสำรวจ

1 สำรวจธรณีวิทยาภาคสนาม วิเคราะห์โครงสร้างทางธรณีวิทยา และระบบรอยแตกของหินบริเวณเขาโดด อาคารควบคุมท่อส่งน้ำ ผนังหินตามขอบแนวถนน และใต้อาคาร

2 สำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏ จำนวนทั้งสิ้น 7 แนว ครอบคลุมบริเวณที่คาดหมายว่ามีการรั่วซึม

ผลสำรวจ

1 ผลสำรวจธรณีวิทยาภาคสนาม

1.1 พบหินตะกอนในบริเวณพื้นที่สำรวจ 2 ประเภท คือ หินทรายและหินดินดาน หินทรายมีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลแดง หินดินดานมีสีเทา วางตัวแทรกสลับกันในปริมาณที่ไม่แน่นอน มีทิศทางการวางตัวของ Bedding plane โดดเด่น 2 แนว แนวที่หนึ่ง คือ N60°-80°E Dip angle 65°-85° W และแนวที่สอง N65°-80°E Dip angle 50°-60°E ประกอบกันเป็นโครงสร้างโค้งงอแบบ Tight fold ที่มี Fold axis ในแนว ENE

1.2 พบรอยแตกโดดเด่น 2 ชุด ชุดแรกเป็นรอยแตกตามแนว Bedding plane คือแนว N60°-80°E ส่วนชุดที่ 2 อยู่ในแนว N20°W, NS, N30°E หรือเกือบตั้งฉากกับหน้าตัดของผนังหิน รอยแตกทุกแนวมีมุม Dipping angle ชัน และมีความต่อเนื่องลึกลงไปใต้พื้นผิวดิน

1.3 บริเวณที่มีอัตราส่วนหินดินดานมากกว่าหินทราย หินมีการผุพังสูงจนเกือบกลายเป็นดิน และบางส่วนพัฒนาไปเป็นดินร่วงลงมากองเบื้องล่าง บริเวณที่มีอัตราส่วนหินทรายมากกว่าหินดินดานหินมีการผุพังต่ำยังสามารถทำตัวเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงรองรับตัวอาคารชลประทานได้อยู่ ในขณะที่หินดินดานที่แทรกสลับระหว่างชั้นหินทรายถูกน้ำเซาะพัดพาออกไปบางส่วน และทำให้เกิดช่องว่างจนน้ำไหลลอดออกมาได้

2 ผลสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏ

สามารถจัดแบ่งช่วงค่าความต้านทานไฟฟ้า โครงการห้วยแม่พริก ไว้ 5 ช่วง ดังนี้

โทนสี	ช่วงค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏ (โอห์ม.เมตร)	การให้ชื่อบริเวณ	ความสัมพันธ์กับความชื้นหรือการเกี่ยวข้องกับน้ำ
น้ำเงิน	0-25	ผิดปกติด้านต่ำ	ชื้นมาก / มีน้ำเกี่ยวข้อง
ฟ้าอ่อน	26-75	เปลี่ยนเปลี่ยนแปลงด้านต่ำ	ชื้นกว่าปกติเล็กน้อย
เขียว	76-200	ปกติ / ส่วนใหญ่	มีความชื้นในเนื้อดิน / หิน เป็นปกติ
เหลือง	201-500	เปลี่ยนแปลงด้านสูง	แห้งกว่าปกติเล็กน้อย
น้ำตาลเข้ม-แดง-ดำ	>500	ผิดปกติด้านสูง	แห้งผิดปกติ/มีช่องว่าง / มีรอยแตกในเนื้อดินหิน

แนวสำรวจ 1-1’ พบบริเวณที่มีความผิดปกติโดดเด่น 5 บริเวณ ที่บริเวณ กม.0+020, 0+050, 0+115, 0+140, และ 0+160 – 0+180 มีความเชื่อมโยงกับหินโผล่แตกหัก มีรอยแตกมาก ที่ปรากฏบนผนังหินด้านข้างถนน

แนวสำรวจ 2-2’ พบบริเวณที่มีความผิดปกติโดดเด่น ที่กม.0+280 – 0+300 ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งท่อส่งน้ำ

แนวสำรวจ A-A' พบบริเวณผิดปกติอยู่ต่ำกว่าระดับ +204 ม.รทก. โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ที่กม. 0+030 – 0+090 มีค่าความผิดปกติด้านต่ำที่ต่อเนื่องเป็นบริเวณกว้าง

แนวสำรวจ B-B' พบบริเวณที่มีความผิดปกติโดดเด่นแบบเดียวกันกับแนว A-A' 4 บริเวณ ตั้งแต่ กม. 0+000 – 0+080

แนวสำรวจ C-C' พบบริเวณที่มีความผิดปกติโดดเด่น 5 บริเวณ ตั้งแต่ กม.0+000 ถึง 0+060 สัมพันธ์กับบริเวณที่พบในแนว A-A' และ B-B'

แนวสำรวจ D-D' พบรูปทรงช่วงค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏเป็น 3 ชั้น วางตัวเป็นชั้นราบ

แนวสำรวจ E-E' ตรวจพบรูปทรงความต้านทานไฟฟ้าปรากฏที่ผิดปกติ 3 บริเวณ

แนวสำรวจ F-F' ตรวจพบรูปทรงความต้านทานไฟฟ้าปรากฏที่ผิดปกติ 4 บริเวณ สามบริเวณแรกอยู่ กม.0+000 – 0+067 บริเวณที่ 4 ด้านขวาสุดที่มีตำแหน่งอยู่ใต้อาคารควบคุมท่อส่งน้ำ

การแปลความหมาย

การเปรียบเทียบภาพตัดทางไฟฟ้าปรากฏ 2 มิติ แนว 1, 2, A-A', B-B', C-C' และ F-F' เพื่อหาความสัมพันธ์ สามารถแบ่งบริเวณผิดปกติในพื้นที่ศึกษา ออกเป็น 4 บริเวณ คือ

1 บริเวณหัวเขาโดด เป็นบริเวณที่ทำการเปิดหน้าไหล่เขาออกประมาณ 200 เมตร เพื่อทำการก่อสร้างถนนเชื่อมเขื่อนหลัก กับเขื่อนดินปิดช่องเขา ผลการเดินสำรวจภาคสนามพบว่าหน้าผาบริเวณนี้ถูกเปิด โดยมีมุมเปิดตั้งได้ฉากกับแนวระนาบรอยแตกของหิน N60°-80°E ซึ่งบางส่วนเป็นรอยแตกเปิดและมีความต่อเนื่องลึกลงไปสู่เบื้องล่าง ตรงกับตำแหน่งบริเวณผิดปกติด้านต่ำในภาพตัดทางไฟฟ้าแนว 1 ซึ่งแปลความหมายเป็นบริเวณที่มีความชื้นสูง พบว่ามีน้ำซึมเข้าไป หรือซึมออกมาได้ สังเกตพบว่าด้านบนเขาโดดมีป่าไม้ด้านบนเหลืออยู่และยังมีความอุดมสมบูรณ์ เขาโดดทั้งลูกจึงทำตัวเป็นพื้นที่รับน้ำฝนซึมซับชะลอน้ำไว้ โดยเฉพาะในช่วงที่มีฝนตก แล้วค่อยๆซึมเข้าไปในภูเขา ไหลไปตามระบบรอยแตกที่เชื่อมกับชุดที่สอง N20°W, N-S, N30°E แล้วรั่วซึมออกสู่หน้าผาท้ายเขื่อนดังที่ปรากฏ ณ ปัจจุบัน ในขณะเดียวกันน้ำจากอ่างเก็บน้ำก็สามารถเติมเข้ามาในรอยแตกเปิดนี้ได้โดยง่ายทางรอยแตกเปิดที่ต่อเนื่องไปในที่ลึกนั้นตั้งฉากกับขอบอ่างเก็บน้ำ เมื่อน้ำในอ่างถูกกักเพิ่มมากขึ้น มีระดับสูงขึ้น มีแรงดันน้ำมากขึ้น จึงไหลเข้าสู่รอยแตกชุดที่หนึ่ง แล้วต่อเนื่องไปชุดสอง ออกสู่จุดรั่วซึมที่หน้าผาด้านล่าง

2 บริเวณผิดปกติที่อยู่ระหว่างตัวเขื่อนกับอาคารควบคุมท่อส่งน้ำ ด้านซ้ายมือของภาพตัด (แนวสำรวจที่ 2) มีรูปทรงชัดเจนและมีแนวเอียงไปทางตะวันออกเฉียงใต้วางตัวอยู่ที่ลึก ข้อมูลเดิมพบว่าระหว่างปรับปรุงฐานรากค่าการรั่วซึมบริเวณนี้สูง มีน้ำพุ่งขึ้นปากหลุมภายใต้แรงดันน้ำ จึงเป็นไปได้ว่ายังมีแรงดันเหลือทำให้น้ำยังไหลซึมจากระดับลึกขึ้นมา

3 บริเวณใต้อาคารควบคุมท่อส่งน้ำ มีความชัดเจนมากเฉพาะแนว B-B' ซึ่งใกล้ท่อส่งน้ำ ในขณะที่

ในแนว A-A' ความผิดปกติมีเพียงเล็กน้อย ไม่ชัดเจน แต่ในแนว C-C' กลับปรากฏเป็นความผิดปกติด้านสูง ซึ่งแปลความหมายเป็นชั้นหินฐานรากที่มีอัตราส่วนหินทรายมากกว่าหินดินดาน จึงเป็นไปได้ว่ามีการรั่วซึมที่ฐานรากบางส่วนของอาคารควบคุมท่อส่งน้ำบริเวณด้านล่างแนว B-B' ในขณะที่ในแนว C-C' ฐานรากเป็นหินทรายมากกว่าหินดินดาน จึงค้ำยันอาคารและท่อส่งน้ำเอาไว้ได้

4 บริเวณด้านตะวันออกของอาคารควบคุมท่อส่งน้ำ บริเวณที่ผิดปกติส่วนใหญ่พบปรากฏในชั้นตื้นที่มีน้ำรั่ว ซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งรอยแตกเปิดของหินที่ผนังข้างถนนเข้าอาคาร แต่ยังมีบริเวณผิดปกติที่บริเวณ กม. 0+120 ของแนว C-C' ที่วางตัวลงที่ลึกเบื้องล่าง ซึ่งคาดหมายว่าเป็นรอยแตกที่สัมพันธ์กับร่องน้ำเก่าของลาดเขาชันตั้งแต่ก่อนการก่อสร้าง

สรุป

1 บริเวณที่เกิดการรั่วซึมน้ำ สามารถระบุได้โดยใช้บริเวณค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่าปกติ ที่มีโทนสีน้ำเงินถึงน้ำเงินเข้มในภาพตัด เป็นเกณฑ์

2 พบบริเวณที่มีความผิดปกติที่มีศักยภาพเป็นบริเวณที่มีการรั่วซึม มากกว่า 12 บริเวณ ใน 7 แนวสำรวจ ส่วนใหญ่มีทิศทางการเอียงตัวไปทางตะวันออกเฉียงใต้

3 ทางเข้าของน้ำมีสองทาง

3.1 ทางแรกมาจากน้ำฝนที่สะสมอยู่ในตัวภูเขา ไหลซึมโดยแรงโน้มถ่วงของโลก

3.2 ทางที่สองมาจากน้ำในตัวอ่างฯ เข้าสู่ระบบรอยแตกเปิดที่ระดับลึก บริเวณด้านหน้าเขาโดดด้านทิศใต้

4 ทิศทางการไหลน้ำ คือทิศทางของรอยแตกเปิด 2 ชุด ที่เกิดควบคู่กับโครงสร้างโค้งงอ

5 ขณะนี้น้ำที่มาจากรอยแตกเปิดทั้งสองระบบ ได้พัดพาเอาตะกอนขนาดเล็กจากหินดินดานออกไปจากผนังหินเรื่อยๆ แม้ว่าบริเวณหน้าผาชันส่วนใหญ่ยังมีหินทรายอยู่ปริมาณมาก หากแต่ในอนาคตเมื่อน้ำเริ่มกัดเซาะหินทรายออกไปได้ ก็อาจทำให้เสถียรภาพลาดเขาลดลง จนเกิดการพังทลายได้ ซึ่งช่วงเวลาปฏิบัติงานภาคสนามก็ได้สังเกตพบ Wedge failure และ Toppling crack ปรากฏบ้างแล้วหลายบริเวณบนหน้าผาชันข้างถนนเข้าสู่อาคารบังคับน้ำ

ข้อเสนอแนะ

1 พิจารณาปิดกั้นการเติมของน้ำเข้าสู่ระบบรอยแตกทั้งสองทิศทาง

2 พิจารณาเบี่ยงการไหลของน้ำฝนที่ไหลมารวมกันที่อาคารควบคุมท่อส่งน้ำออกไปให้ไกล

3 พิจารณาลดปริมาณน้ำที่ไหลออกที่หน้าผาใกล้รางระบายท้ายเขื่อน หรือชักน้ำออกไปมิให้เกิดการกัดเซาะที่ลาดท้ายของตัวเขื่อน

4 พิจารณาปรับปรุงฐานรากบริเวณใต้ท่อส่งน้ำ แนวถนนอ้อมเขาโดด ฐานยันทั้งสองข้างและถนนเข้าสู่อาคารควบคุม เพิ่มเติมด้วยวิธีการที่เหมาะสม ทั้งนี้ส่วนล่างของม่านทึบน้ำบริเวณฐานยันฝั่งซ้าย ต้องต่ำกว่าส่วนล่างของธรณีท่อส่งน้ำ

5 ควรทำการศึกษาวิเคราะห์เสถียรภาพไหล่เขา บริเวณเขาโดด ฐานยันทั้งสองข้าง และลาดไหล่เขาบริเวณใกล้อาคารที่ทำการโครงการโดยละเอียด เพื่อเก็บเป็นข้อมูลสำคัญไว้ประกอบการพิจารณาดำเนินการ ในการซ่อมแซม ปรับปรุง และบำรุงรักษาด้วยวิธีการใดๆ ในอนาคต หากเกิดการพังทลายหรือการเลื่อนตัวของลาดเขาซึ่งจากสภาพโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่ปรากฏในโครงการก็สามารถเกิดขึ้นได้ทุกโอกาสที่มีฝนตกจนน้ำไหลซึมเข้าไปลดทอนค่า Internal friction angle จนเสียสมดุลแรงเสียดทาน

6 พิจารณาปรับปรุงเสถียรภาพลาดเขาชันบริเวณด้านเหนือและใต้ของท่อส่งน้ำ ให้มีความมั่นคง ด้วยวิธีการที่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

กรณีศึกษาเขื่อนห้วยแม่พริก (ผาวิงชู้) ครั้งนี้ มิอาจสำเร็จลงได้หากมิได้รับความช่วยเหลือจากผู้เกี่ยวข้อง ขอขอบพระคุณคุณทรงชัย สุวรรณตัณฑุลา หัวหน้ากลุ่มปฐพีและธรณีวิทยา สำนักชลประทานที่ 2 สนับสนุนข้อมูลการปรับปรุงฐานรากเขื่อน คุณมุททิกมาศ จันทรัตน์ วิศวกรรมบริหาร โครงการก่อสร้าง 12 และคณะที่ช่วยประสานงานทุกด้าน ขอขอบพระคุณนายสมเกียรติ ตั้งจตุพร อดีต ผส.อบ. ดร.สมภพ สุจริตกุล วิศวกรใหญ่ด้าน ท่านทั้งสองกรุณาให้ข้อคิดเห็นและชี้แนะด้านวิชาการ และท้ายที่สุดขอขอบพระคุณผู้บังคับบัญชาทุกระดับชั้นที่กรุณาอนุญาตให้เผยแพร่ข้อมูลเชิงวิชาการฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

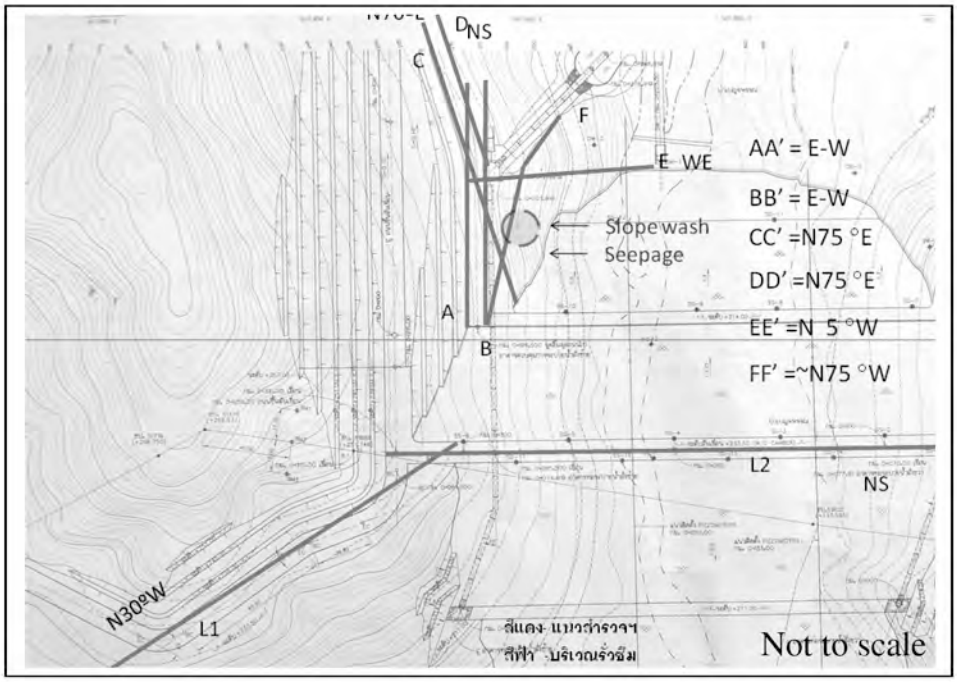
กรมชลประทาน (2555) รายงานการสำรวจธรณีฟิสิกส์ อ่างเก็บน้ำห้วยใหญ่ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ จัดทำโดยกลุ่มงานธรณีฟิสิกส์ ส่วนธรณีวิทยา สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา (กฟ.5/2555)

กรมชลประทาน (2555) รายงานการสำรวจธรณีฟิสิกส์ อ่างเก็บน้ำห้วยแม่พริก (ผาวิ่งชู้) อ.แม่พริก จ.ลำปาง จัดทำโดยกลุ่มงานธรณีฟิสิกส์ ส่วนธรณีวิทยา สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา

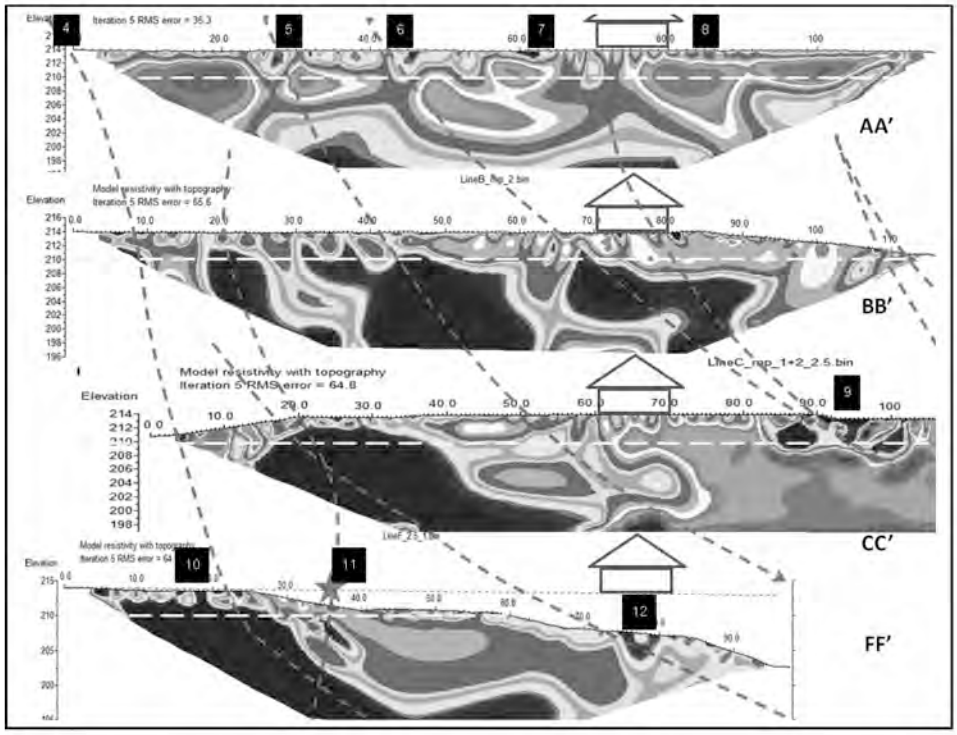
ภาพที่ 1 แปลนแสดงทิศทางการวางตัวของระนาบชั้นหิน (bedding-แดง) และระนาบราบรอยแตก (joint-น้ำเงิน)

ภาพที่ 2 ผนังหินมุมชันที่รองรับอาคารท่อส่งน้ำ และการวางตัวของระนาบรอยแตก

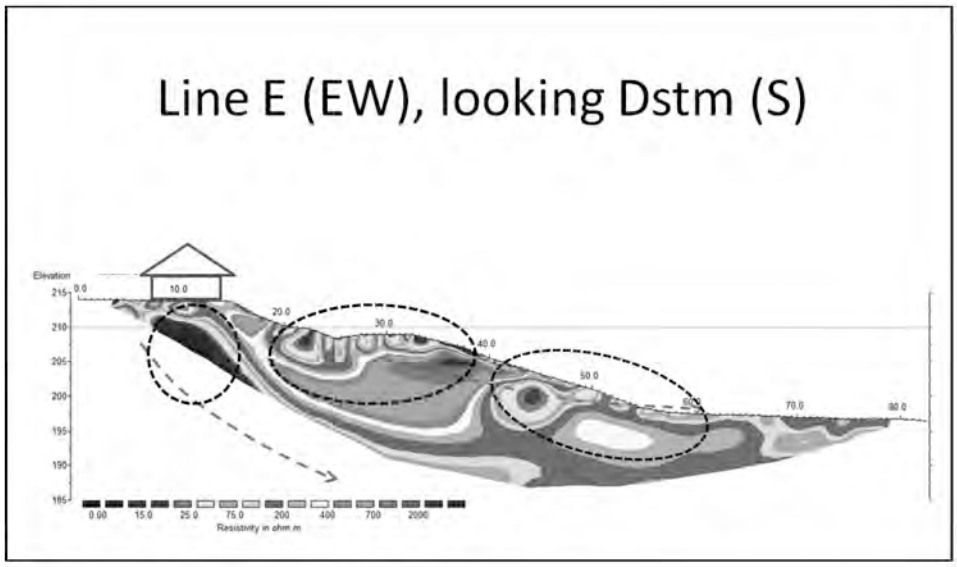
ภาพที่ 3 แนวสำรวจธรณีฟิสิกส์ A - F



ภาพที่ 4 แปลนและแนวสำรวจธรณีฟิสิกส์ครอบคลุมบริเวณรั่วซึม



ภาพที่ 5 การเทียบเคียงผลสำรวจภาพตัดทางไฟฟ้า แนว AA' BC' CC' และ FF' มองไปทางทิศเหนือ มาตราส่วนกำกับในภาพตัด (เมตร)



ภาพที่ 6 ผลสำรวจภาพตัดทางไฟฟ้า แนว EE' มองไปทางท้ายน้ำ มาตราส่วนกำกับในภาพตัด (เมตร)