



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

ภาคตัดขวางธรณีไฟฟ้ารอบอ่างเก็บน้ำศรีตรัง มอ.

Geoelectric Cross-Sections Around the Sritrang Reservoir, the PSU

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. ไตรภพ ผ่องสุวรรณ
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
หาดใหญ่

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก
เงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ประจำปีงบประมาณ 2547

เลขหมู่.....
Bib Key..... 312.5.2
..... 27 สก 2553

คำนำ

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ เป็นการสำรวจตรวจสอบสมบัติทางฟิสิกส์ของชั้นดินใต้พื้นผิวที่ระดับลึกต่างๆ เช่น สมบัติทางไฟฟ้า แม่เหล็กไฟฟ้า สมบัติแม่เหล็ก ค่าความถ่วง สมบัติทางนิวเคลียร์ ความเร็วคลื่นไหวสะเทือนของชั้นดิน รวมทั้งการศึกษาแผ่นดินไหว งานวิจัยชิ้นนี้เป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งของการศึกษาด้านธรณีฟิสิกส์ ที่ทางคณาจารย์ของห้องปฏิบัติการวิจัยธรณีฟิสิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน โดยในงานนี้เป็นการตรวจวัดสมบัติทางฟิสิกส์ชนิดสมบัติทางไฟฟ้าของชั้นดิน ปัญหาที่ศึกษาคือการตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำในอ่างศรีตรัง ซึ่งหากมีการรั่วซึมแล้ว ชั้นดินบริเวณที่มีการรั่วซึมนั้นก็จะมีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำลงเนื่องจากน้ำมีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี การตรวจวัดด้วยเครื่องมือที่มีความละเอียดสูง ร่วมด้วยการตีความด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความเหมาะสม จะทำให้สามารถวิเคราะห์เห็นถึงค่าสมบัตินี้เป็นตัวนำไฟฟ้าของชั้นดินบริเวณต่างๆ และที่ความลึกต่างๆ ซึ่งจะนำไปสู่การตีความเพื่อประเมินหาบริเวณที่คาดว่าจะมีการรั่วซึมได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ผลการศึกษาอาจนำไปสู่การวางแผนตรวจสอบและแก้ปัญหาได้อย่างทัน่วงที หากวิเคราะห์พบว่าอ่างศรีตรังมีปัญหารั่วซึม หรือผลการตรวจสอบยืนยันได้ว่าเขื่อนกั้นน้ำมีความแข็งแรงสมบูรณ์และไม่มีปัญหาการรั่วซึม

ไตรภพ ผ่องสุวรรณ

พฤษภาคม 2552

บทคัดย่อ

ศึกษาธรณีไฟฟ้าในพื้นที่ท้ายเขื่อนอ่างเก็บน้ำศรีตรังบริเวณสนามซอฟต์แวร์บอล สนามเทนนิส ระหว่างช่วง พ.ศ. 2547 - 2549 ผลการศึกษาตรวจพบบริเวณแถบที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของชั้นดินมีค่าผิดปกติเห็นได้ชัดเจนในแผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏ แนวแกนของแถบบริเวณที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าน้อยผิดปกติ มีพิกัดต่อเนื่องจากบริเวณแนววัด 00m ที่ระยะ 170 เมตร ถึงแนววัด 10m ที่ระยะ 165 เมตร ถึงแนววัด 20m ที่ระยะ 160 เมตร ไปถึงแนววัด 30m ที่ระยะ 157.5 เมตร และต่อเนื่องเข้าไปในเขตศูนย์วิจัยการยาง ตีความว่าแนวนี้เป็นแนวร่องน้ำเก่าก่อนที่จะทำการปิดกั้นสร้างเขื่อนกั้นน้ำของอ่างเก็บน้ำศรีตรัง ผลการตรวจสอบค่าศักย์ไฟฟ้าตนเองของชั้นดินในพื้นที่ศึกษาตรวจพบบริเวณที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ สอดคล้องตรงกับบริเวณที่พบความผิดปกติของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าอย่างน้อย 3 แนววัดคือ แนววัดที่ 00m, 10m และ 20m สำหรับแนววัดอื่นแม้จะเห็นความสอดคล้องกันไม่ชัดเจนแต่ก็มีแนวโน้มไปทางเดียวกัน

บริเวณที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดที่จะเจอปัญหาการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรัง น่าจะอยู่ตรงตำแหน่งที่ระยะ 170 เมตร ของแนววัด 00m โดยเฉพาะที่ระดับลึก 15 - 30 เมตร แนววัดนี้เป็นแนววัดที่อยู่ชิดกับแนวสันเขื่อนมากที่สุด อย่างไรก็ตามปัญหาการรั่วซึมอาจไม่ใช่เกิดจากความไม่แข็งแรงของเขื่อนเก็บกักน้ำ แต่อาจเกิดจากสภาพชั้นดินที่มีลักษณะปนทราย จึงทำให้ซึมน้ำได้ดี แม้ว่าในระยะแรกจะมีปริมาณดินเหนียวปนอยู่มากจนน้ำไม่สามารถซึมผ่านชั้นดินไปได้ แต่เนื่องจากระยะเวลาอันยาวนานและน้ำหนักของน้ำเหนือเขื่อน อนุภาคดินเหนียวอาจถูกแรงดันขับให้หลุดหาย

ความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องมาจาก ในพื้นที่ตรวจวัดบางแห่งเป็นพื้นซิเมนต์ของสนามบาสเก็ตบอล และสนามเทนนิส แม้ว่าได้มีการปรับปรุงชั่วคราวเพื่อให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าลงผ่านพื้นซิเมนต์ดังกล่าวได้อย่างดี แต่อย่างไรก็ตามคาดว่าจะมีโพรงหรือช่องว่างขนาดใหญ่ใต้พื้นซิเมนต์ซึ่งจะส่งผลให้การไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านพื้นซิเมนต์ลงสู่ชั้นดินอาจมีความซับซ้อน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผลการตีความได้ไม่มากนัก

Abstract

Geoelectric investigations over the area of softball field basketball and tennis courts beside the dam road of Sritrang reservoir were performed during 2004 – 2006. Results showed the paths over the areas where a low resistivity was found and continued. This path continues from line 00m at 170 m to line 10m at 165 m to line 20 m at 160 m to line 30 m at 157.5 m and continued toward the land of the Rubber Research Centre. This path was interpreted as an old stream that existed before constructing of the Sritrang reservoir with the dam road. Self-potential measurements also showed the anomalies consistent with low resistivity anomalies along the lines 00m, 10m, and 20 m.

The area where the water leaks from Sritrang reservoir is probably at 170 m along the line 00m closet to the dam road at the specific depths of 15 – 30 m. This area is found to have consistently low resistivity at every time of investigations. Water leakage from the Sritrang reservoir is probably not related to the dam material damage but may be related to the water permeability of the soil at a specific depth. Clay particles in impermeable soils at depths may be migrated due to a high water pressure up there resulting in a permeable soil instead and water leakage started.

Errors of investigation were partly the injection of electric currents into the concrete layer of the basket ball and tennis courts where the current electrodes had to be modified to send enough current into the cement floors before entering the ground. However, there may be the big cavities under the cement floors of the courts that made a complicated current flow in to ground layers resulting in an error in the interpretation.

สารบัญเนื้อเรื่อง

	หน้า
คำนำ	ii
กิตติกรรมประกาศ	iii
บทคัดย่อ	iv
Abstract	v
สารบัญเนื้อเรื่อง	vi
สารบัญรูป	viii
บทที่ 1 รายละเอียดโครงการ	1
1.1 ชื่อโครงการ	1
1.2 แหล่งทุน	1
1.3 งบประมาณที่ได้รับอนุมัติ	1
1.4 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ	1
บทที่ 2	3
2.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย	3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 พื้นที่ศึกษา วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการ	6
3.1 พื้นที่ศึกษา	6
3.2 วัสดุอุปกรณ์	7
3.3 วิธีการ	7
3.3.1 การวัดค่าทางธรรมชาติไฟฟ้าของชั้นดิน	7
3.3.2 การทำภาคตัดขวางธรรมชาติไฟฟ้าแบบ Dipole-dipole	8
3.3.3 การตรวจวัดค่าศักย์ไฟฟ้าตนเอง Self-potential ในพื้นที่	9
3.3.4 การตีความชนิด 2 มิติ ด้วยโปรแกรมแบบย้อนรอย	9
บทที่ 4 ผลการวิจัย และวิเคราะห์ผล	10
4.1 ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ	10
4.1.1 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่	10
4.1.2 ค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่	15
4.1.3 ค่าศักย์ไฟฟ้าตนเองของชั้นดินในพื้นที่	16
4.2 ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณ	18
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	27
5.1 แนวของบริเวณที่มีสภาพธรรมชาติไฟฟ้าผิดปกติ	27

5.2	ความผิดปกติของค่าศักย์ไฟฟ้าตนเอง	27
5.3	ความผิดพลาดของผลการตรวจวัดสภาพรรณีไฟฟ้า	28
5.4	ข้อเสนอแนะ	28
	เอกสารอ้างอิง	29

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แผนที่แสดงพื้นที่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของอ่างศรีตรัง มอ. แสดงถนนบนสันเขื่อนและพื้นที่สำรวจ (พื้นที่แรงเงา) ซึ่งรวมพื้นที่บริเวณสนามซอฟต์บอล สนามบาสเก็ตบอลและสนามเทนนิส	5
รูปที่ 3.1 แผนที่พื้นที่ศึกษารัศมีไฟฟ้า ได้แนวสันเขื่อนอ่างเก็บน้ำศรีตรัง แสดงแนววัดและจุดวัด	6
รูปที่ 3.2 การจัดรูปขบวนขั้วไฟฟ้า สำหรับการหาคัดขวางรัศมีไฟฟ้าแบบ Dipole-dipole โดย C1 C2 แทนขั้วจ่ายกระแส และ P1 P2 เป็นขั้ววัดความต่างศักย์ไฟฟ้า จุดกลมล้อมรอบด้วยสี่เหลี่ยม แสดงตำแหน่งความลึกได้แนววัดที่กำลังตรวจสอบจากการวางขั้วไฟฟ้างรูป	9
รูปที่ 4.1 แผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่ที่ระดับความลึกเทียมต่างๆ (a) 5 เมตร (b) 7.5 เมตร (c) 10 เมตร และ (d) 15 เมตร ในการวัดรอบที่ 2 (ธันวาคม 2547)	12
รูปที่ 4.2 แผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่ที่ระดับความลึกเทียมต่างๆ (a) 5 เมตร (b) 7.5 เมตร (c) 10 เมตร (d) 15 เมตร (e) 20 เมตร และ (f) 25 เมตร ในการวัดรอบที่ 3 (เมษายน 2548)	13
รูปที่ 4.3 แผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่ที่ระดับความลึกเทียมต่างๆ (a) 5 เมตร (b) 7.5 เมตร (c) 10 เมตร และ (d) 15 เมตร ในการวัดรอบที่ 4 (มีนาคม 2549)	14
รูปที่ 4.4 แผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่ที่ระดับความลึกเทียมต่างๆ (a) 5 เมตร (b) 10 เมตร ในการวัดรอบที่ 2 (ธันวาคม 2547)	15
รูปที่ 4.5 แผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่ที่ระดับความลึกเทียมต่างๆ (a) 5 เมตร (b) 10 เมตร ในการวัดรอบที่ 3 (เมษายน 2548)	16
รูปที่ 4.6 แผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่ที่ระดับความลึกเทียมต่างๆ (a) 5 เมตร (b) 10 เมตร ในการวัดรอบที่ 4 (มีนาคม 2549)	16
รูปที่ 4.7 แผนที่คอนทัวร์ของค่าศักย์ไฟฟ้าตนเองของชั้นดินในพื้นที่สำรวจ	17
รูปที่ 4.8 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 00m ของการวัดรอบที่ 2 (ธันวาคม 2547)	19
รูปที่ 4.9 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 10m ของการวัดรอบที่ 2 (ธันวาคม 2547)	20

รูปที่ 4.10 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความ ลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 20m ของการวัดรอบ ที่ 2 (ธันวาคม 2547)	21
รูปที่ 4.11 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความ ลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 00m ของการวัดรอบ ที่ 3 (เมษายน 2548)	22
รูปที่ 4.12 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความ ลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 10m ของการวัดรอบ ที่ 3 (เมษายน 2548)	23
รูปที่ 4.13 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความ ลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 20m ของการวัดรอบ ที่ 3 (เมษายน 2548)	23
รูปที่ 4.14 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความ ลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 00m ของการวัดรอบ ที่ 4 (มีนาคม 2549)	24
รูปที่ 4.15 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความ ลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 10m ของการวัดรอบ ที่ 4 (มีนาคม 2549)	25
รูปที่ 4.16 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความ ลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 20m ของการวัดรอบ ที่ 4 (มีนาคม 2549)	26

บทที่ 1

รายละเอียดโครงการ

1.1 ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย) ภาคตัดขวางธรณีไฟฟ้ารอบอ่างเก็บน้ำศรีตรัง มอ.

(ภาษาอังกฤษ) Geoelectric cross-sections around the Sritrang reservoir, the PSU

1.2 แหล่งทุน

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก เงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประเภท
ทั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2547

1.3 งบประมาณที่ได้รับอนุมัติ

จำนวนเงิน 86,400 บาท

1.4 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 4.1 เพื่อศึกษาค่าศักย์ไฟฟ้าเฉพาะตน (Self-potential) ในพื้นที่รอบอ่างเก็บน้ำศรีตรัง
- 4.2 เพื่อตรวจวัดและวิเคราะห์ภาคตัดขวางธรณีไฟฟ้าเชิงลึก (geoelectric depth sections) ในพื้นที่รอบอ่างเก็บน้ำศรีตรัง โดยใช้เทคนิคการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าของชั้นดิน (Electrical Resistivity) และเทคนิคการวัดการเหนี่ยวนำโพลาริเซชัน (Induced Polarization) โดยจะทำการตรวจวัด 2 รอบ ที่ระดับน้ำในอ่างศรีตรังต่างระดับกัน
- 4.3 เพื่อกำหนดพื้นที่ต้องสงสัยที่จะมีการรั่วซึมมากผิดปกติ (ถ้ามี)
- 4.4 เป็นข้อมูลอ้างอิงที่จะเก็บไว้เปรียบเทียบกับผลการตรวจสอบใหม่ในอนาคต

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ

- 1.5.1 จะได้แผนที่คอนทัวร์ของค่าศักย์ไฟฟ้าเฉพาะตน ในพื้นที่ท้ายน้ำอ่างศรีตรัง ที่สัมพันธ์กับระดับน้ำในอ่าง (2 ระดับ สูงสุดและต่ำสุด) ใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงเพื่อการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในอนาคต
- 1.5.2 จะได้ภาคตัดขวางธรณีไฟฟ้าเชิงลึกปรากฏแบบ 2 มิติ ของชั้นดินในพื้นที่รอบอ่างเก็บน้ำศรีตรังในรูปของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า และค่าการเหนี่ยวนำโพลาริเซชัน ที่สัมพันธ์กับระดับน้ำในอ่าง (2 ระดับ) ใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงเพื่อการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในอนาคต
- 1.5.3 ได้ผลการแปลความภาคตัดขวางธรณีไฟฟ้าเชิงลึกจริงแบบ 2 มิติ ด้วยโปรแกรมแปลความวิธีย้อนรอยแบบ 2 มิติ (2D resistivity and IP inversion program)

- 1.5.4 อาจสามารถกำหนดพื้นที่ที่ต้องสงสัยว่าจะมีการรั่วซึมของน้ำมากผิดปกติ เพื่อจะแจ้งให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ทราบ เพื่อพิจารณาวางแผนการตรวจสอบเชิงรายละเอียด และทำการแก้ไขต่อไป

บทที่ 2

2.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย

อ่างเก็บน้ำศรีตรัง มอ. นอกจากจะมีคุณค่าในด้านจิตวิญญาณสำหรับชาว มอ. ทุกคนแล้ว ยังเป็นแหล่งน้ำ ที่หล่อเลี้ยงชุมชน มอ. อยู่ในปัจจุบัน อายุของอ่างศรีตรังน่าจะเกิน 30 ปี ซึ่งก็คงถือได้ว่าอายุมากพอสมควรแล้ว แม้ว่าหน่วยงานที่รับผิดชอบจะคอยดูแลบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่ผ่านมา

อ่างเก็บน้ำศรีตรังในปัจจุบันมีความจุประมาณ 500,000 ลบ.เมตร หลังจากได้มีการปรับปรุงดูแลแต่ท้องถิ่น ในปี 2545 อ่างศรีตรังมีพื้นที่รับน้ำลงอ่าง 2.05 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ผิวอ่างเมื่อน้ำเต็ม 120,000 ตารางเมตร มีความยาวทันทับ 620 เมตร ส่วนสูงสุดของทันทับ 11 เมตร หลังคันดินกว้าง 6 เมตร มีระดับหลังทันทับ 22.500 เมตร รทก. (สูงจากจะด้นน้ำทะเลปานกลาง) ระดับกักเก็บ 20.500 เมตร รทก. และมีระดับน้ำสูงสุด 21,800 เมตร รทก.

อ่างเก็บน้ำทั่วไปที่มีการใช้มูลดินกันน้ำ (dam's embankment) ทุกแห่ง ไม่มีใครจะรับประกันได้ว่าโครงสร้างเขื่อนหรือมูลดินสามารถกันน้ำได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (Sen and Venkatesha, 1989) โดยเฉพาะในภูมิภาคที่ชั้นดินยังไม่แข็งตัวดีหรือมีรอยแตกรอยแยกจำนวนมาก หากมีการรั่วของน้ำผ่านคันดินกันน้ำ ความเร็วของการรั่วของน้ำอาจสูงถึงจุดวิกฤต พัดพาเอาวัสดุบริเวณนั้นไปจนเกิดเป็นโพรงขึ้น จนอาจทำให้เกิดการยุบตัว ทำให้เขื่อนกันน้ำพังลงได้ (Oglivy et al., 1969) นี่เป็นเหตุผลที่สำคัญที่จะต้องมีการสำรวจทำแผนที่เส้นทางของการรั่วซึมของน้ำ และเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงการรั่วซึมของน้ำเป็นฟังก์ชันกับเวลา

การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสำรวจชั้นดินด้วยวิธีธรณีไฟฟ้า (geoelectrical method) จะสามารถใช้ทำแผนที่พื้นที่ที่ต้องสงสัยว่าจะมีการรั่วซึมที่ผิดปกติ ทำให้สามารถวางแผนการป้องกันได้ทันท่วงที (Panthulu et al., 2001) ในการประเมินการรั่วซึมของน้ำด้วยวิธีธรณีฟิสิกส์ Butler และ Llopis (1990) ได้แสดงข้อดีข้อเสียในการใช้เทคนิคทางธรณีฟิสิกส์ในการศึกษาปัญหาการรั่วซึมจากเขื่อนหรือคันกันน้ำ ซึ่งโดยสรุปพบว่าสามารถใช้เทคนิคทางธรณีฟิสิกส์ในการศึกษาปัญหาการรั่วซึมของน้ำทั้งในแบบเป็นเทคนิคหลัก หรือเป็นเทคนิคสนับสนุน แต่อย่างไรก็ตาม มีความจำเป็นต้องเลือกเทคนิคธรณีฟิสิกส์ที่ใช้ให้สอดคล้องกับสภาพของพื้นที่ปัญหาด้วย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

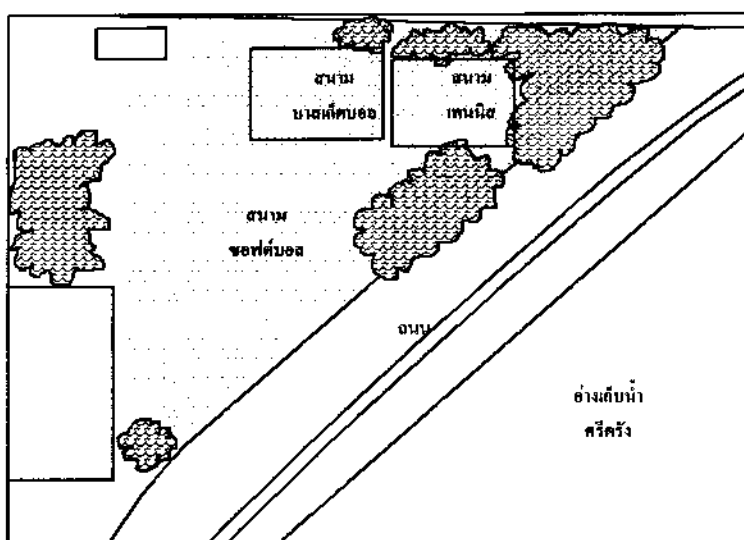
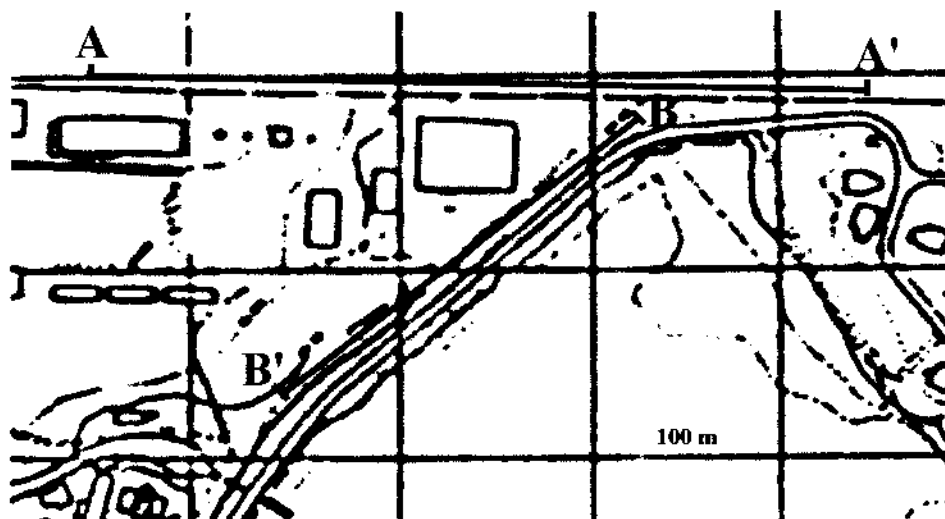
เทคนิคการวัดศักย์ไฟฟ้าเฉพาะตน หรือเทคนิค SP เป็นหนึ่งในวิธีทางธรณีฟิสิกส์ที่เก่าแก่ที่สุดวิธีหนึ่ง ที่ใช้ในงานสำรวจธรณีฟิสิกส์ประยุกต์ (Patella, 1997) งานวิจัยจำนวนมากใช้เทคนิคนี้ในการสำรวจการรั่วซึมของน้ำจากเขื่อนหรือคันกันน้ำ (dam and embankment seepage surveys) เช่น งานของ Bogoslovsky และ Oglivy (1973) Bogoslovsky และคณะ (1979) Fitterman (1983) Hadley (1983) Butler (1984) และงานของ Al-Saigh และคณะ (1994) ล้วนแสดงให้เห็นว่าเทคนิคการวัดศักย์ไฟฟ้าเฉพาะตน

หรือ self-potential ประสบความสำเร็จอย่างสูงในการใช้ตรวจหาการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำผ่านทางคันดินกั้นน้ำ

ค่าศักย์ไฟฟ้า (electric potential) เกิดขึ้นได้ภายในชั้นดิน จากการไหลของของไหล (fluid) ผ่านชั้นตัวกลางที่มีความพรุน โดยกระบวนการที่เรียกว่ากระบวนการคู่ควบไฟฟ้าจลน์ (electrokinetic coupling) (MacInnes, 1961; Corwin and Hoover, 1979) ขนาดของศักย์ไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนผกผันกับความเข้มข้นอิเล็กโทรไลติกของของไหลในรูพรุน ดังนั้นค่าผิดปกติ SP สูงสุดจึงเกิดได้จากการไหลของน้ำบริสุทธิ์ (Bogoslovsky and Oglivy, 1973) นอกจากนั้นค่าผิดปกติ SP ยังขึ้นอยู่กับขนาดรูพรุนและปริมาณดินเคลย์ การเปลี่ยนแปลงของค่า SP ในบริเวณที่มีการรั่วซึมของน้ำเป็นฟังก์ชันซับซ้อนของภาคตัดขวางธรณีไฟฟ้าเชิงลึก สัมประสิทธิ์คู่ควบไฟฟ้าจลน์ (electrokinetic coupling coefficients) อัตราไหล ความลึกและรูปทรง ของเส้นทางการไหล (Wilt and Corwin, 1988) อย่างไรก็ตามจากการตรวจวัดและการทำแบบจำลองชี้ว่า จะเกิดค่าผิดปกติเป็นลบ (negative SP anomaly) เมื่อเกิดการรั่วซึมของน้ำผ่านคันกั้นน้ำหรือซึมออกจากท้องกระทะของอ่างเก็บน้ำ และจะเกิดค่าผิดปกติเป็นบวก (positive SP anomaly) เมื่อเกิดการซึมของน้ำขึ้นสู่พื้นผิว เช่น กรณีการสูบน้ำขึ้นจากบ่อ เป็นดิน (Corwin, 1988)

เทคนิคการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้า แบบ 2 มิติ ที่จะนำมาใช้ร่วมในการศึกษา เป็นเทคนิคมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบสภาพต้านทานไฟฟ้าของชั้นดินที่ระดับลึกต่างๆ ชั้นดินที่มีการรั่วซึมของน้ำจะมีความพรุนสูงและมีน้ำประจูดูจะแสดงค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำ อย่างไรก็ตามชั้นดินที่มีปริมาณดินเคลย์อยู่มากก็อาจมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำได้เช่นกัน (Panthulu et al., 2001) ซึ่งในการศึกษารั้งนี้ กำหนดใช้เทคนิคการวัดการเหนี่ยวนำโพลาไรเซชัน ซึ่งจะสามารถจำแนกชั้นสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำที่เป็นชั้นรั่วซึมของน้ำกับชั้นดินสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำที่เกิดจากดินเคลย์ ทั้งนี้เนื่องจากค่าผิดปกติโพลาไรเซชันเหนี่ยวนำ (IP response) ของดินเคลย์จะมีค่ามากกว่าของน้ำบาดาล (Telford et al., 1986)

หัวหน้าโครงการวิจัย รองศาสตราจารย์ ดร. ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และคณะนักศึกษปริญญาโท สาขาธรณีฟิสิกส์ ที่ทำปฏิบัติการภาคสนาม ได้เคยตรวจวัดค่า SP ตามแนวสำรวจ A-A' (ภายในศูนย์วิจัยการยาง ริมรั้ว มอ.) และ แนวสำรวจ B - B' ริมสันเขื่อนด้านล่าง (แสดงในแผนที่รูปที่ 2.1) ในปี 2545 ผลการตรวจวัด พบค่าผิดปกติลบ SP สูงสุด -50 mV บนแนว A-A' และพบค่าผิดปกติ ลบ SP สูงสุด -35 mV บนแนว B-B' ค่าผิดปกติ SP ดังกล่าว ด้กล่าวได้ว่าเป็นผลของปรากฏการณ์ไฟฟ้าจลน์ ที่เกิดเนื่องจากการไหลของน้ำผ่านรูพรุนในชั้นดิน หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า streaming potential ค่าผิดปกติ SP ดังกล่าว อาจไม่ได้หมายถึงการรั่วซึมผ่านสันเขื่อนหรือผ่านท้องกระทะของอ่างเก็บน้ำก็เป็นได้ หากไม่สามารถตรวจพบความเชื่อมโยงถึงกันทางใดทางหนึ่ง ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัยนี้

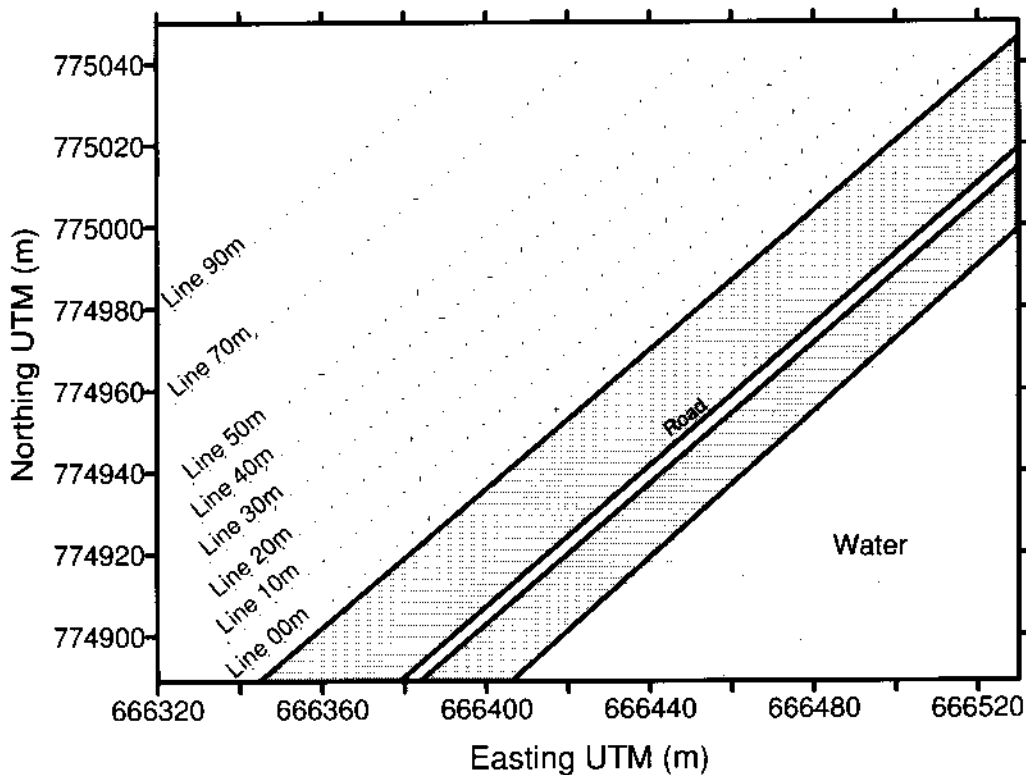


รูปที่ 2.1 แผนที่แสดงพื้นที่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของอ่างศรีตรัง มอ. แสดงถนนบนสันเขื่อนและพื้นที่สำรวจ (พื้นที่แรเงา) ซึ่งรวมพื้นที่บริเวณสนามซอฟต์บอล สนามบาสเก็ตบอลและสนามเทนนิส

บทที่ 3 พื้นที่ศึกษา วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการ

3.1 พื้นที่ศึกษา

ตรวจสอบพื้นที่โดยรอบอ่างเก็บน้ำศรีครั่ง ซึ่งได้ข้อสรุปว่าพื้นที่บริเวณท้ายเขื่อนกั้นน้ำเป็นพื้นที่เป้าหมายที่จะศึกษา เป็นพื้นที่บริเวณสนามหญ้าซอฟท์บอล สนามเทนนิส และสนามบาสเกตบอล บริเวณใกล้หอพักนักศึกษา ไปจรดแนวรั้วของมหาวิทยาลัยที่ติดต่อกับศูนย์วิจัยการยาง ได้วางแนวอ้างอิง (Line A-A' รูปที่ 2.1) ในพื้นที่ศูนย์วิจัยการยางติดแนวรั้วของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และได้วางแผนวางแนวสำรวจวัดธรณีไฟฟ้า เป็นแนวตรง ขนานกับแนวถนนบนสันเขื่อน (road) ในพื้นที่ราบได้แนวสันเขื่อน ดังแสดงในแผนที่รูปที่ 3.1 โดยมีจำนวนแนววัดทั้งหมด 8 แนว วางในทิศ SW-NE ประกอบด้วยแนววัดที่ 00m, 10m, 20m, 30m, 40m, 50m, 70m และ 90m แนววัดที่ 00m ยาว 250 เมตร ส่วนแนววัด 90m ยาวเพียง 90 m แนววัดทั้งหมดยาวไปจนถึงแนวรั้วที่ติดต่อกับพื้นที่ของศูนย์วิจัยการยาง



รูปที่ 3.1 แผนที่พื้นที่ศึกษาธรณีไฟฟ้า ได้แนวสันเขื่อนอ่างเก็บน้ำศรีครั่ง แสดงแนววัดและจุดวัด

3.2 วัสดุอุปกรณ์

จากสมบัติทางไฟฟ้าของชั้นดินแห้งและชั้นดินชุ่มน้ำที่จะมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าแตกต่างกันมาก โดยชั้นดินแห้งจะมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงมากจนเกือบถึงค่าอนันต์ขณะที่ชั้นดินชุ่มน้ำก็จะมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำมากไม่ก่ือบ โอห์ม-เมตร เมื่อพิจารณาถึงปัญหาวิจัยที่สนใจไปที่การตรวจหาการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรังผ่านใต้เขื่อนกั้นน้ำ จึงเลือกที่จะใช้เทคนิคธรณีไฟฟ้าในการสำรวจชั้นดินบริเวณท้ายเขื่อนกั้นน้ำ อย่างไรก็ตามเนื่องจากชั้นดินบางประเภทโดยเฉพาะอย่างยิ่งดินเหนียว จะมีสมบัติทางไฟฟ้าที่ผิดปกติไป คือ แม้ว่าจะไม่ซึมน้ำแต่ชั้นดินเหนียวจะมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำ (Panthulu et al., 2001) เช่นเดียวกับชั้นดินชนิดอื่นที่อุ้มน้ำ เช่น ชั้นกรวดทรายอุ้มน้ำ หรือชั้นดินปนทรายอุ้มน้ำ เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้สามารถแยกได้ระหว่างชั้นดินอุ้มน้ำ กับชั้นดินเหนียวที่ไม่ซึมน้ำ จึงกำหนดใช้เทคนิคสำรวจแบบการเหนี่ยวนำโพลาริเซชัน (Induced Polarization หรือ IP) ร่วมด้วย เนื่องจากชั้นดินปนทรายที่อุ้มน้ำจะมีการเหนี่ยวนำโพลาริเซชัน หรือค่า IP น้อยกว่าชั้นดินเหนียวที่ไม่ซึมน้ำ (Telford et al., 1986)

ค่าศักย์ไฟฟ้า (electric potential) อาจเกิดขึ้นได้ภายในชั้นดิน จากการไหลของของน้ำผ่านชั้นตัวกลางที่มีความพรุนโดยกระบวนการที่เรียกว่ากระบวนการคู่ควบไฟฟ้าจลน์ (electrokinetic coupling) (MacInnes, 1961; Corwin and Hoover, 1979) ขนาดของศักย์ไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนผกผันกับความเข้มข้นอิเล็กโทรไลติกของของไหลในรูพรุน ดังนั้นค่าผิดปกติ SP สูงสุดจึงเกิดได้จากการไหลของน้ำบริสุทธิ์ (Bogoslovsky and Oglivy, 1973) นอกจากนั้นค่าผิดปกติ SP ยังขึ้นอยู่กับขนาดรูพรุนและปริมาณดินเคลย์ การเปลี่ยนแปลงของค่า SP ในบริเวณที่มีการรั่วซึมของน้ำเป็นฟังก์ชันซับซ้อนของภาคตัดขวาง ธรณีไฟฟ้าเชิงลึก สัมประสิทธิ์คู่ควบไฟฟ้าจลน์ (electrokinetic coupling coefficients) อัตราไหล ความลึก และรูปทรง ของเส้นทางการไหล (Wilt and Corwin, 1988) อย่างไรก็ตามจากการตรวจวัดและการทำแบบจำลองชี้ว่า จะเกิดค่าผิดปกติเป็นลบ (negative SP anomaly) เมื่อเกิดการรั่วซึมของน้ำผ่านกั้นน้ำเป็นต้น (Corwin, 1988)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้เครื่องวัดธรณีไฟฟ้าเป็นเครื่องมือหลัก คือ เครื่อง TERRAMETER รุ่น SAS1000 (ABEM, Sweden) ซึ่งสามารถใช้วัดสมบัติทางไฟฟ้าของชั้นดินได้หลายค่าได้แก่ ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า ค่าการเหนี่ยวนำโพลาริเซชัน หรือ ค่า IP และค่าศักย์ไฟฟ้าของชั้นดิน หรือ self-potential

3.3 วิธีการ

3.3.1 การวัดค่าทางธรณีไฟฟ้าของชั้นดิน

1. ออกแบบขั้วอิเล็กโทรดที่จะใช้เป็นขั้วไฟฟ้าในบริเวณพื้นที่สนามเทนนิสและสนามบาสเกตบอล และสำหรับการวัดค่าศักย์ไฟฟ้าตนเอง โดยออกแบบเป็นขั้วทองแดง (Cu) ในสารละลาย CuSO_4 อยู่ในกระบอกพีวีซีที่มีก้นซึม เวลาใช้สามารถวางบนพื้นซีเมนต์แล้วตากันซึม

ทำให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าและวัดศักย์ไฟฟ้าบนพื้นซีเมนต์ของสนามบาสเก็ตบอลและสนามเทนนิสได้โดยง่าย

2. การวัด Apparent resistivity, Apparent chargeability (IP effect) และค่า Self Potential ของชั้นดิน ด้วยเครื่อง TERRAMETER SAS1000 (ยี่ห้อ ABEM ประเทศสวีเดน)

3. ได้ตรวจวัดค่า Apparent resistivity และ Apparent chargeability (IP effect) ของชั้นดิน ด้วยเครื่อง SAS1000 ไปแล้วรวมทั้งสิ้น 4 รอบ โดยมีรูปแบบการตรวจวัดดังนี้

- a. รอบที่ 1 ทำการวัดในเดือนกรกฎาคม 2547 (ข้อมูลเสียหายใช้ไม่ได้ เนื่องจากหน่วยความจำของเครื่องวัดขัดข้อง)
- b. รอบที่ 2 ทำการวัดในเดือนธันวาคม 2547
- c. รอบที่ 3 ทำการวัดในเดือนเมษายน 2548
- d. รอบที่ 4 ทำการวัดในเดือนมีนาคม 2549
- e. ในการวัดแต่ละรอบ ทำภาคตัดขวางธรณีไฟฟ้าตามแนววัด 00m, 10m, 20m, 30m, 40m, 50m, 70m และ 90m จัดรูปแบบขั้วไฟฟ้าแบบ Dipole-dipole และกำหนดระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าต่ำสุด 5 เมตร
- f. ใช้ระบบ Multi-electrode system ES464 เลือกรูปแบบ (protocol) การสลับขั้วแบบ Dipole-S

4. ตรวจวัดค่า Self-potential คลุมพื้นที่เป้าหมายเพื่อยืนยันบริเวณที่มีความผิดปกติทางไฟฟ้า

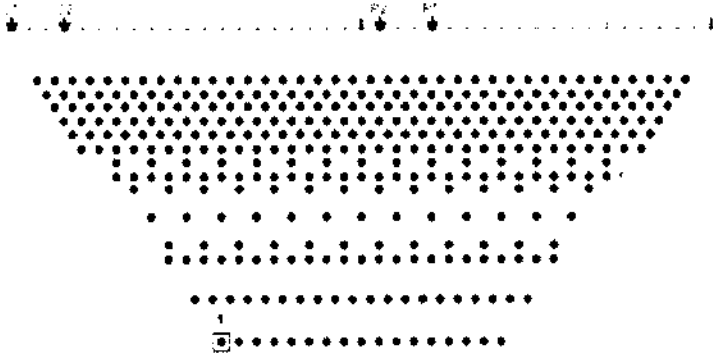
3.3.2 การทำภาคตัดขวางธรณีไฟฟ้าแบบ Dipole-dipole

ในการทำภาคตัดขวางธรณีไฟฟ้าแบบ Dipole-dipole จะจัดวางขั้วไฟฟ้า 4 ขั้ว ตามแบบมาตรฐาน คือวางในแนวเส้นตรง โดยให้ขั้ว C1 C2 เป็นขั้วกระแส และขั้ว P1 P2 เป็นขั้ววัดความต่างศักย์ไฟฟ้า กำหนดให้ระยะระหว่างขั้วน้อยสุด เท่ากับ 5 เมตร (minimum electrode spacing, a) และระยะระหว่างขั้ว C2 กับ P2 จะเท่ากับ $n \times a$ โดยในรูปที่ 2 แสดงค่า $a = 15$ เมตร และ $n = 6$

ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏคำนวณได้จากสมการ

$$\rho_a = \pi n(n+1)(n+2)aR$$

เมื่อ ρ_a คือ ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในหน่วย โอห์ม-เมตร n ความลึกใต้แนววัด (จุด 1 ในรูปที่ 3.2) และ R คือค่าความต้านทานไฟฟ้า (โอห์ม) ที่อ่านได้จากเครื่อง SAS1000



รูปที่ 3.2 การจัดรูปขบวนขั้วไฟฟ้า สำหรับการท่าภาคตัดขวางธรณีไฟฟ้าแบบ Dipole-dipole โดย C1 C2 แทนขั้วจ่ายกระแส และ P1 P2 เป็นขั้ววัดความต่างศักย์ไฟฟ้า จุดกลมล้อมรอบด้วยสี่เหลี่ยม แสดงตำแหน่งความลึกได้แนววัดที่กำลังตรวจสอบ

นอกเหนือค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏได้แนววัดที่เป็นผลจากการท่าภาคตัดขวางธรณีไฟฟ้าแล้ว ยังได้ตรวจวัดค่าสภาพเหนี่ยวนำโพลาริเซชันในรูปของค่าความสามารถในการประจุไฟฟ้าปรากฏ (apparent chargeability) ของชั้นดินได้แนววัด ณ จุดเดียวกับที่ตรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าด้วย โดยค่าความสามารถในการประจุไฟฟ้าปรากฏ สามารถคำนวณด้วยสมการ (รายละเอียดเพิ่มเติมโปรดดูในภาคผนวก *)

$$M_{t_1-t_2} = \int_{t_1}^{t_2} V(t) dt \quad \text{mSec}$$

3.3.3 การตรวจวัดค่าศักย์ไฟฟ้าตนเอง Self-potential ในพื้นที่

ในการตรวจวัดค่าศักย์ไฟฟ้าตนเองของชั้นดิน ได้เลือกวิธีวัดโดยการกำหนดให้จุด $x = 0$, $y = 0$ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของแนวที่ 1 ($x = 0$) เป็นจุดอ้างอิง แล้ววัดศักย์ไฟฟ้าเทียบกับจุดอ้างอิงดังกล่าวด้วยเครื่อง SAS1000 โดยกำหนดให้ขั้วไฟฟ้า P1 อยู่ถาวรที่จุดอ้างอิง แล้วเลื่อนขั้วไฟฟ้า P2 ไปยังจุดต่างๆ ที่จะทำการวัด ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา

3.3.4 การตีความชนิด 2 มิติ ด้วยโปรแกรมแบบย้อนรอย

ข้อมูลสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏทั้งหมดจะถูกทำกระบวนการเตรียมข้อมูล เพื่อการตีความด้วยโปรแกรมตีความชนิด 2 มิติ แบบย้อนรอย (2d resistivity and IP inversion program) ซึ่งอาจจะเป็น โปรแกรม res2dinv (Loke, 2000) หรือโปรแกรม DCIP2D (Oldenburg and Li, 1994)

บทที่ 4 ผลการวิจัย และวิเคราะห์ผล

มีการตรวจวัดค่าสภาพไฟฟ้าธรณีในพื้นที่สนใจจำนวน 4 รอบ รอบที่ 1 (กรกฎาคม 2547) ซึ่งเกิดความผิดพลาดของหน่วยความจำของเครื่องมือ ในสามารถเรียกข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ รอบที่ 2 ตรวจวัดในฤดูฝน (ธันวาคม 2547) รอบที่ 3 ตรวจวัดในฤดูร้อน (เมษายน 2548) และรอบที่ 4 ตรวจวัดเป็นรอบสุดท้าย ตรวจวัดในฤดูร้อน (มีนาคม 2549)

ผลจากการตรวจวัดสภาพไฟฟ้าธรณีในพื้นที่ได้แนวสันเขื่อนจะวิเคราะห์ใน 2 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์ผลเชิงคุณภาพ และการวิเคราะห์ผลเชิงปริมาณ

โดยการวิเคราะห์ผลเชิงคุณภาพจะเป็นการแสดงผลการกระจายของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏ (หรือค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏ) ที่วัดได้ทั่วทั้งพื้นที่ ซึ่งจะช่วยให้มองเห็นความต่อเนื่องของค่าสภาพทางธรณีไฟฟ้าที่ระดับความลึกเทียม (pseudo-depth) ที่ตรวจวัด ในการนี้จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Surfer รุ่น 8 (Golden software, USA) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ช่วยในการทำแบบจำลองทำแผนที่พื้นผิวหรือลักษณะภูมิประเทศ โดยในงานนี้จะใช้โปรแกรม Surfer ทำแผนที่แสดงค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏ ณ พิกัดต่างๆ ในพื้นที่ ที่ระดับความลึกเทียมต่างๆ รวมทั้ง n รอบการวัดต่างๆ ด้วย

ในส่วนการวิเคราะห์ผลเชิงปริมาณจะเน้นการตีความข้อมูลภาคตัดขวางความลึก (depth section) ของแต่ละแนววัด โดยเป็นการตีความด้วยโปรแกรมการคำนวณแบบย้อนกลับชนิด 2 มิติ (2D resistivity-IP inversion program) คือ โปรแกรม DCIP2D (Oldenburg and Li, 1994) หรือโปรแกรมในระดับคุณภาพเดียวกันหรือสูงกว่า ผลการตีความจะแปลงข้อมูลการวัดที่เป็นภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏและความลึกเทียม (apparent resistivity pseudo-depth section) ไปเป็น ภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริงและความลึกจริง (true resistivity true depth section) รวมทั้งแปลงข้อมูลการวัดที่เป็นภาคตัดขวางสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏและความลึกเทียม (apparent chargeability pseudo-depth section) ไปเป็น ภาคตัดขวางสภาพการประจุไฟฟ้าจริงและความลึกจริง (true chargeability true depth section)

4.1 ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

4.1.1 ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่

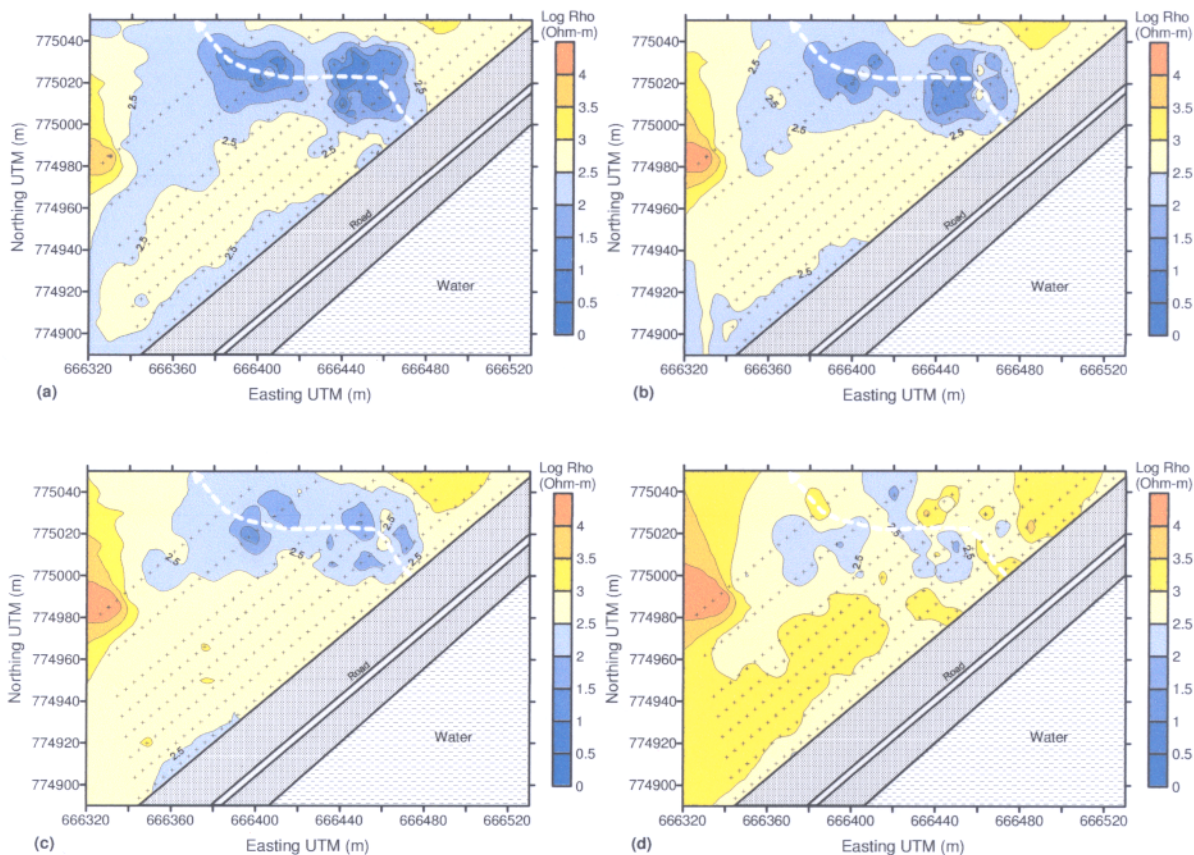
เนื่องจากได้วางแผนตัดแนวสำรวจในพื้นที่ที่ราบได้แนวเขื่อนจำนวนหลายแนว คือ แนว 00m, 10m, 20m, 30m, 40m, 50m, 70m และแนว 90m เพื่อจะได้นำข้อมูลการวัดสภาพไฟฟ้าธรณีของชั้นดิน n จุดตรวจวัดต่างๆ ที่ระดับความลึกของการวัดต่างๆ และ n ช่วงเวลาต่างๆ มาวิเคราะห์เป็นแผนที่คอนทัวร์แสดงความต่อเนื่องของค่าวัดในพื้นที่ที่ศึกษาทั้งในทางราบและทางลึก

4.1.1.1 ผลการวัดในฤดูฝน (ธันวาคม 2547)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรวจวัดในฤดูฝน ซึ่งเป็นฤดูที่มีน้ำถูกกักเก็บอยู่ในอ่างเก็บน้ำค่อนข้างมาก แสดงด้วยแผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพด้านทานไฟฟ้าปรากฏที่ระดับความลึกเทียม 5 เมตร (รูปที่ 4.1a) ตรวจพบบริเวณเป็นแถบเป็นแนวที่มีค่าสภาพด้านทานไฟฟ้าของชั้นดินมีค่าต่ำผิดปกติเมื่อเทียบกับค่าสภาพด้านทานไฟฟ้าของชั้นดินด้านข้าง โดยแกนของแถบบริเวณที่มีค่าสภาพด้านทานไฟฟ้าต่ำผิดปกติ มีพิกัดต่อเนื่องจากบริเวณแนววัด 00m ที่ระยะทางประมาณ 170 เมตร (หรือที่พิกัด UTM 666471, 775002) ต่อไปถึงแนววัด 10m ที่ระยะทางประมาณ 165 เมตร (666466, 775008) ไปถึงแนววัด 20m ที่ระยะทางประมาณ 160 เมตร (666461, 775016) ไปถึงแนววัด 30m ที่ระยะทางประมาณ 157.5 เมตร (666455, 775022) ไปแนววัด 40m ที่ระยะทางประมาณ 142.5 เมตร (666443, 775023) ไปแนววัด 50m ที่ระยะทางประมาณ 130 เมตร (666428, 775022) ไปแนววัด 70m ที่ระยะทางประมาณ 100 เมตร (666404, 775024) ไปแนววัด 90m ที่ระยะทางประมาณ 80 เมตร (666385, 775031) และไปยังบริเวณใกล้แนวรั้วกันระหว่างพื้นที่ มอ. กับศูนย์วิจัยการยาง ที่ (666370, 775049) จากลักษณะที่มีค่าสภาพด้านทานไฟฟ้าต่ำผิดปกติซึ่งแสดงความชุ่มชื้นผิดปกติของดินในแถบแนวนั้นเมื่อเทียบกับของดินด้านข้างแนว จึงตีความว่าแนวนั้นเป็นแนวร่องน้ำเก่า (old channel) ซึ่งแต่เดิมมีอยู่ก่อนที่จะทำการปิดกันสร้างเขื่อนกั้นน้ำของอ่างเก็บน้ำศรีตรัง

ที่ระดับความลึกเทียม 7.5 เมตร (รูปที่ 4.1b) ยังคงตรวจพบบริเวณเป็นแถบเป็นแนวที่มีค่าสภาพด้านทานไฟฟ้าของชั้นดินมีค่าต่ำผิดปกติเมื่อเทียบกับค่าสภาพด้านทานไฟฟ้าของชั้นดินด้านข้าง โดยตำแหน่งพิกัดของแกนของแถบบริเวณที่มีค่าสภาพด้านทานไฟฟ้าต่ำผิดปกติ ยังคงตรงกับที่ตรวจพบที่ระดับความลึกเทียม 5 เมตร เช่นเดียวกับผลที่ตรวจพบและวิเคราะห์ได้จากสภาพด้านทานไฟฟ้าปรากฏของชั้นดิน ณ ระดับความลึกเทียม 10 และ 15 เมตร (รูปที่ 4.1c และ 4.1d) แต่ที่ระดับลึกมากกว่า 15 เมตร เริ่มตรวจไม่พบความต่อเนื่องของสภาพด้านทานไฟฟ้าต่ำของแถบร่องน้ำเก่าดังกล่าว

จากลักษณะที่มีค่าสภาพด้านทานไฟฟ้าต่ำผิดปกติซึ่งแสดงความชุ่มชื้นผิดปกติของชั้นดินในแถบแนวนั้นเมื่อเทียบกับของดินด้านข้างแนว จึงตีความว่าแนวนั้นเป็นแนวร่องน้ำเก่า (old channel) ซึ่งแต่เดิมมีอยู่ก่อนที่จะทำการปิดกันสร้างเขื่อนกั้นน้ำของอ่างเก็บน้ำศรีตรัง ร่องน้ำเก่าที่ตรวจพบน่าจะลึกถึงระดับความลึก 10 – 20 เมตร ได้ผิวดินปัจจุบัน

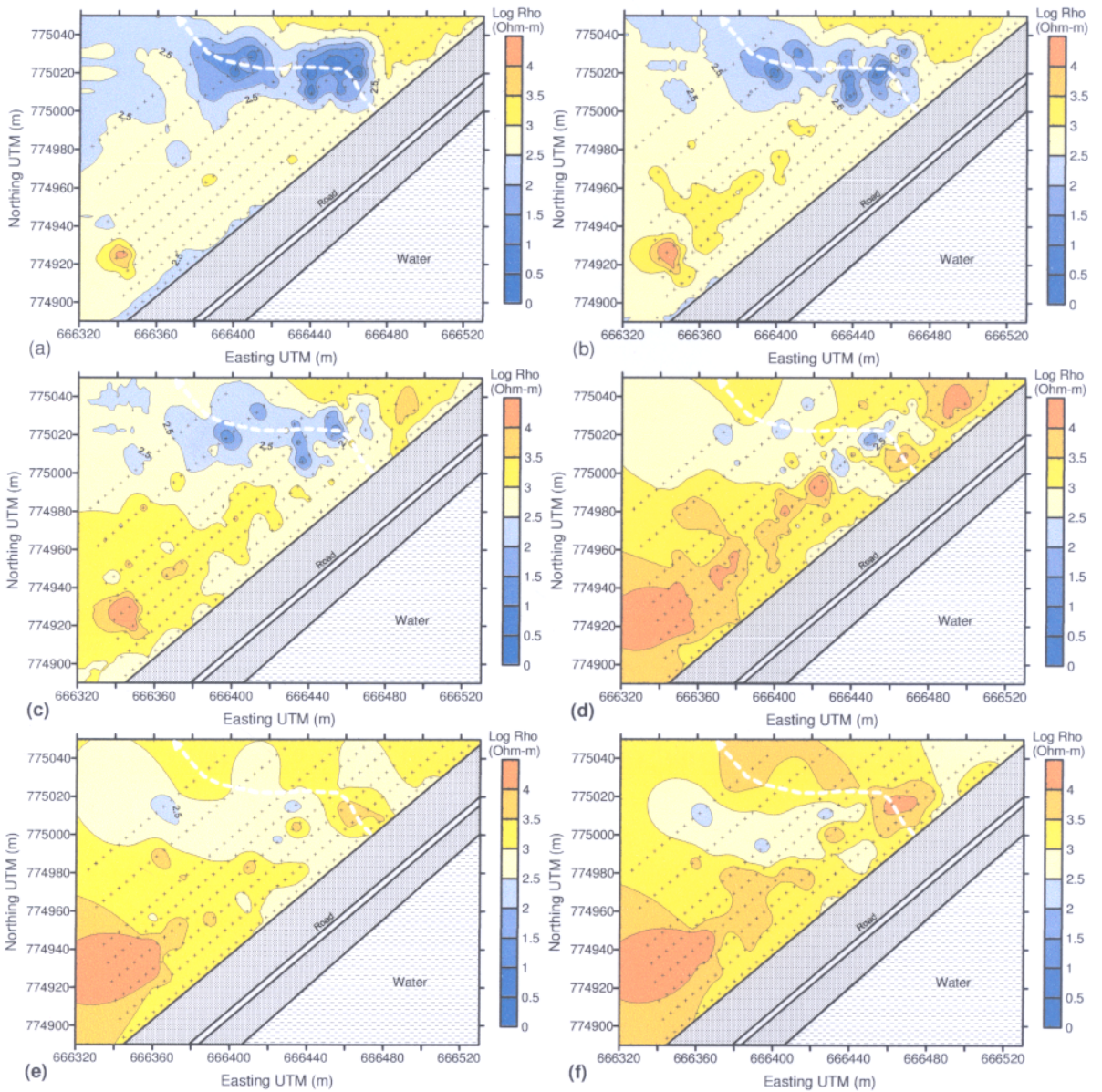


รูปที่ 4.1 แผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่ที่ระดับความลึกเทียมต่างๆ (a) 5 เมตร (b) 7.5 เมตร (c) 10 เมตร และ (d) 15 เมตร ในการวัดครั้งที่ 2 (ธันวาคม 2547)

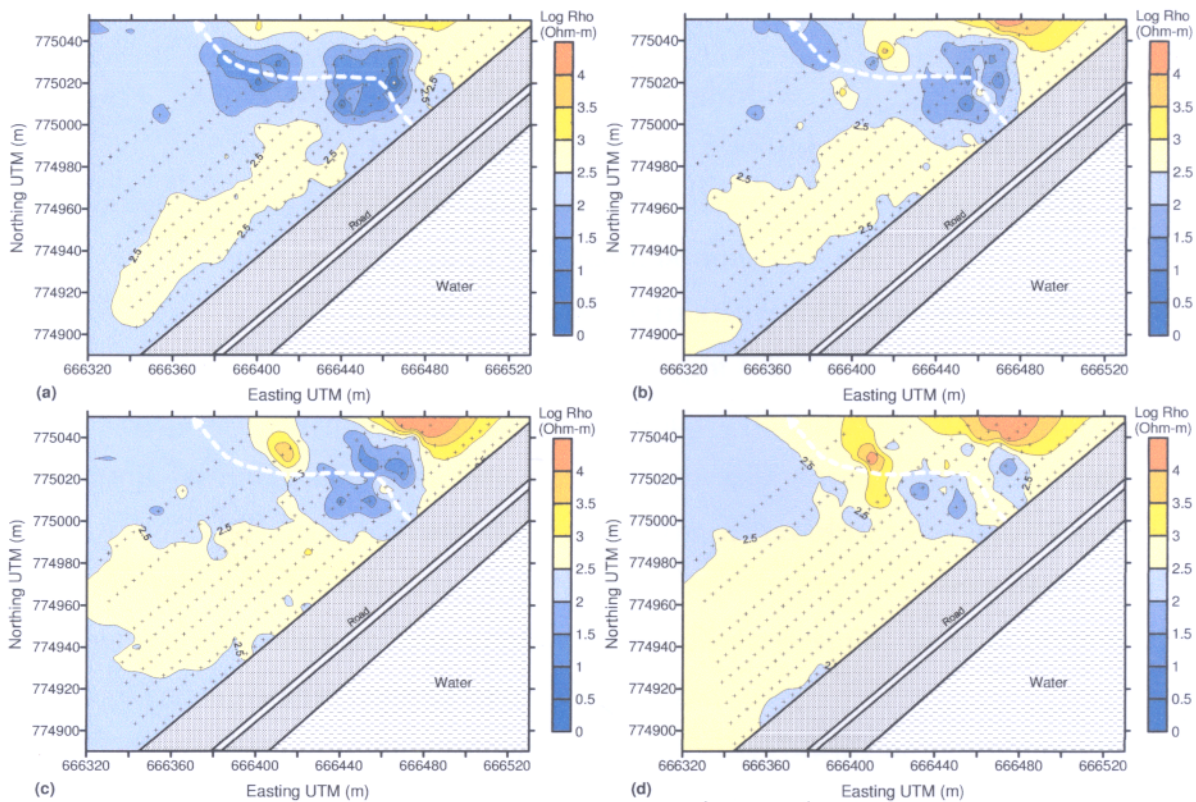
4.1.1.2 ผลการวัดในฤดูร้อน (เมษายน 2548, มีนาคม 2549)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตรวจวัดในฤดูร้อน ที่มีปริมาณน้ำกักเก็บในอ่างเก็บน้ำเหลือน้อย แสดงด้วยแผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏที่ระดับความลึกเทียม 5 เมตร (รูปที่ 4.2a) ตรวจพบบริเวณเป็นแถบเป็นแนวที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของชั้นดินมีค่าต่ำผิดปกติเมื่อเทียบกับค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของชั้นดินด้านข้าง โดยแกนของแถบบริเวณที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำผิดปกติ มีทิศทางตรงกันคล้ายกับที่เคยตรวจพบในข้อมูลตรวจวัดในฤดูฝนตรวจวัดเมื่อ ธันวาคม 2547 (รูปที่ 4.1) และสอดคล้องตรงกันกับผลการตรวจวัดในฤดูร้อนครั้งที่ 4 เมื่อ มีนาคม 2549 (รูปที่ 4.3) จากลักษณะที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำผิดปกติซึ่งแสดงความชุ่มชื้นผิดปกติของดินในแถบแนวนี้เมื่อเทียบกับของดินด้านข้างแนว จึงตีความว่าแนวนี้เป็นแนวร่องน้ำเก่า (old channel) ซึ่งแต่เดิมมีอยู่ก่อนที่จะทำการปิดกั้นสร้างเขื่อนกั้นน้ำของอ่างเก็บน้ำศรีตรัง

รูปที่ 4.2c และ 4.2f แสดงข้อมูลที่ระดับความลึกเทียม 20 และ 25 เมตร ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ณ ระดับความลึกเทียมมากกว่า 20 เมตร ไม่สามารถตรวจพบความต่อเนื่องของแถบร่องน้ำเก่าได้เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ระดับลึกมากเกินไป



รูปที่ 4.2 แผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่ที่ระดับความลึกเทียม
 ต่างๆ (a) 5 เมตร (b) 7.5 เมตร (c) 10 เมตร (d) 15 เมตร (e) 20 เมตร และ (f) 25 เมตร ในการวัด
 รอบที่ 3 (เมษายน 2548)



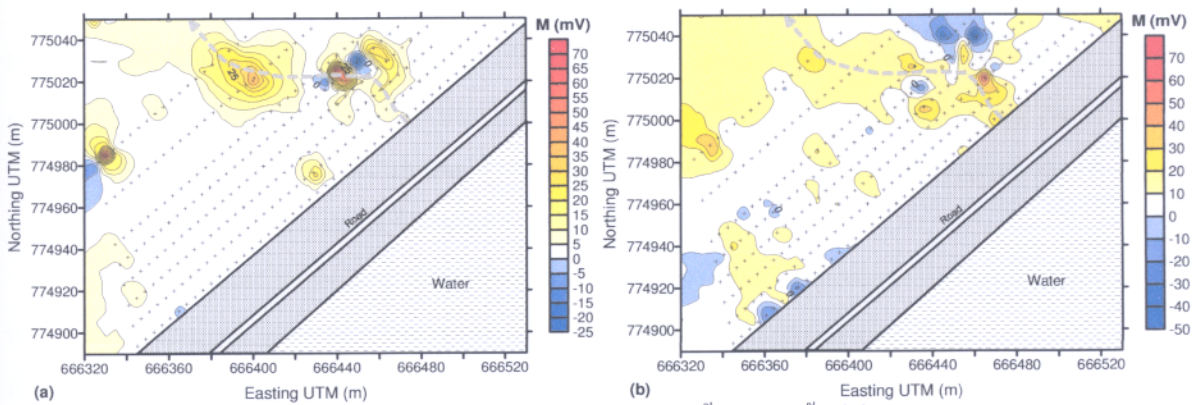
รูปที่ 4.3 แผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่ที่ระดับความลึกเทียม
ต่างๆ (a) 5 เมตร (b) 7.5 เมตร (c) 10 เมตร และ (d) 15 เมตร ในการวัดรอบที่ 4 (มีนาคม 2549)

4.1.2 ค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่

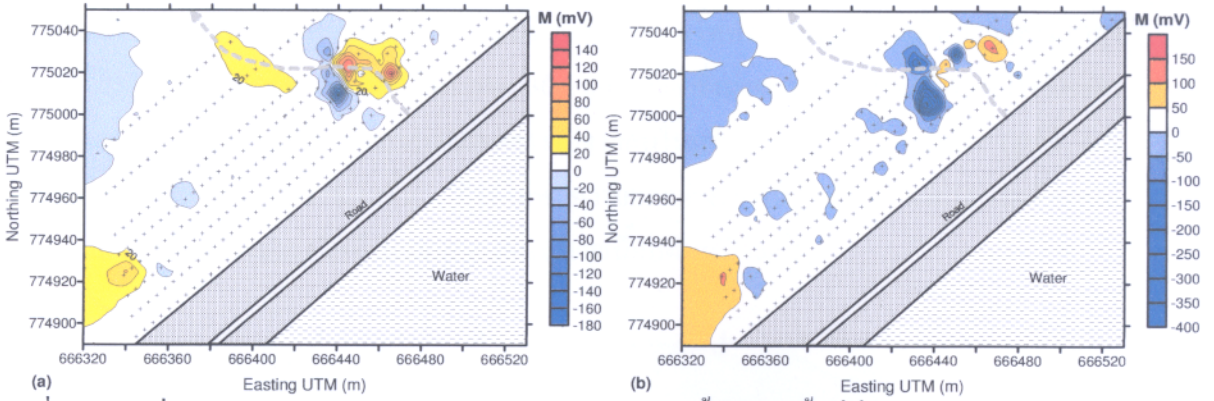
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏ แสดงเป็นแผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏที่ระดับความลึกเทียม 5 และ 10 เมตร ในแต่ละรอบการวัดคือ รอบที่ 2 (รูปที่ 4.4) ผลการวัดรอบที่ 3 (รูปที่ 4.5) และผลการวัดรอบที่ 4 (รูปที่ 4.6)

รูปที่ 4.4a, และ 4.4b แสดงค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินที่ความลึกเทียม 5 และ 10 เมตร ในรอบการวัดที่ 2 (ธันวาคม 2547) รูปที่ 4.5a, และ 4.5b และรูปที่ 4.6a, และ 4.6b แสดงข้อมูลเดียวกันในรอบการวัดที่ 3 (เมษายน 2548) และ 4 (มีนาคม 2549) ซึ่งผลการวัดมีความสอดคล้องกัน โดยชั้นดินที่ระดับความลึกเทียม 5 และ 10 เมตร จะมีค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏต่ำระหว่าง 0 – 50 mSec เป็นส่วนใหญ่ตลอดพื้นที่ โดยจะมีค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏสูงขึ้นเล็กน้อยในแนวที่ตรวจพบสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏมีค่าต่ำ (เส้นประใหญ่มีหัวลูกศร) แต่ความต่อเนื่องของค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏในแนวที่ตีความว่าเป็นร่องน้ำเก่าไม่ค่อยจะชัดเจนนัก แตกต่างกับค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏที่แสดงความต่อเนื่องของแนวร่องน้ำเก่าชัดเจนกว่า

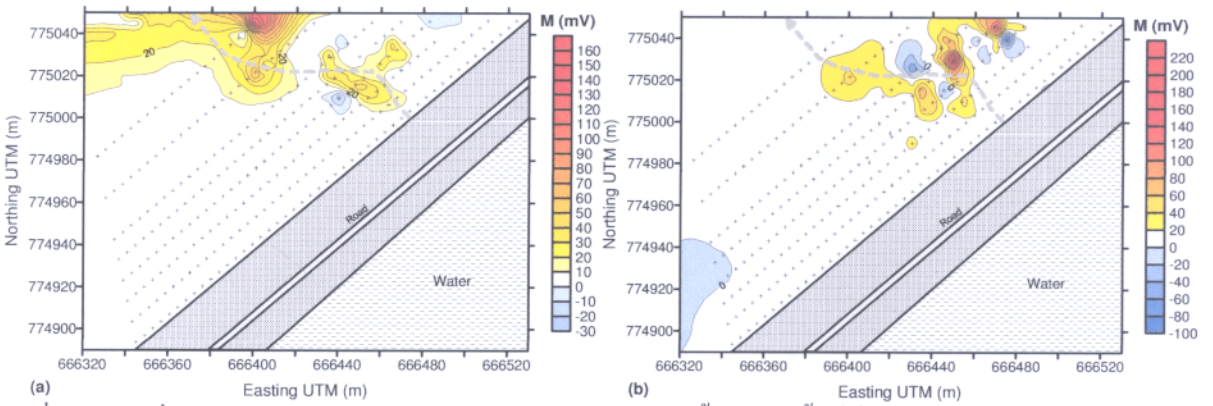
แม้จะไม่มี ความต่อเนื่องของค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏในแนวที่ตีความว่าเป็นร่องน้ำเก่า แต่ก็ตรวจพบอย่างไม่มีข้อสงสัยว่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏโดยเฉลี่ยมีค่าสูงขึ้นในแนวที่ตีความว่าเป็นร่องน้ำเก่า ซึ่งตีความว่าเป็นผลจากการกระจายของดินเหนียวที่มีประจุในแนวที่ตีความ เป็นร่องน้ำเก่าเนื่องจากดินเหนียวเป็นวัสดุที่อาจตรวจพบว่ามีสภาพการประจุไฟฟ้าสูงกว่าชั้นทรายหรือ ชั้นดินอุ้มน้ำหรือชั้นน้ำบาดาล (Telford et al., 1986) โดยบริเวณที่ตรวจพบมีค่าสภาพการประจุไฟฟ้า ปรากฏสูงกว่า ก็คาดว่าจะเป็นบริเวณที่มีอนุภาคดินเหนียวในสัดส่วนที่มากกว่า หรือเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณดินเหนียวทางด้านข้าง ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ดินถมเส้นทางน้ำเดิมเมื่อมีการ สร้างเขื่อน ซึ่งดินถมส่วนใหญ่เป็นดินลูกรังที่มีดินเหนียวที่มีค่าสภาพการประจุไฟฟ้าสูง ปนรวมทั้งหมด ก่อนที่มีค่าสภาพการประจุไฟฟ้าต่ำ



รูปที่ 4.4 แผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่ที่ระดับความลึกเทียม ต่างๆ (a) 5 เมตร (b) 10 เมตร ในการวัดรอบที่ 2 (ธันวาคม 2547)



รูปที่ 4.5 แผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่ที่ระดับความลึกเทียมต่างๆ (a) 5 เมตร (b) 10 เมตร ในการวัดรอบที่ 3 (เมษายน 2548)



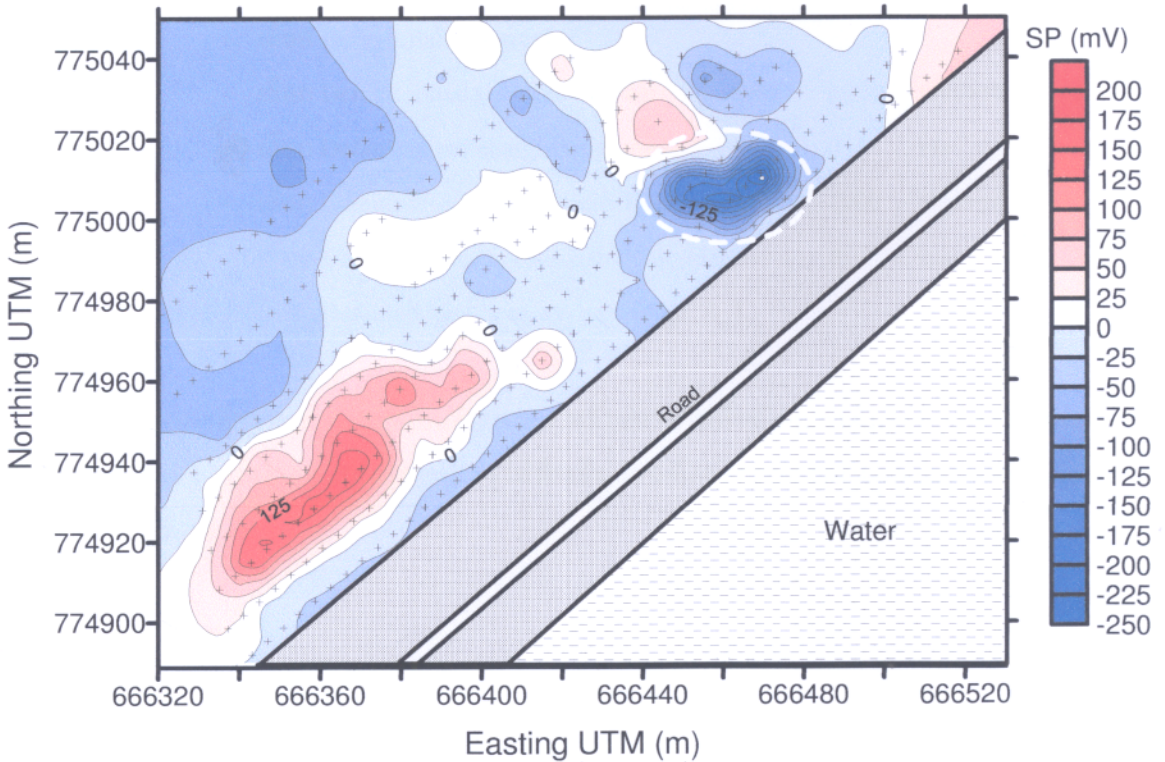
รูปที่ 4.6 แผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินในพื้นที่ที่ระดับความลึกเทียมต่างๆ (a) 5 เมตร (b) 10 เมตร ในการวัดรอบที่ 4 (มีนาคม 2549)

4.1.3 ค่าศักย์ไฟฟ้าตนเองของชั้นดินในพื้นที่

ผลการตรวจวัดค่าศักย์ไฟฟ้าตนเองของชั้นดินในพื้นที่ศึกษา ตั้งแต่แนววัดที่ 00m ถึงแนววัดที่ 90m เพื่อยืนยันความเป็นไปได้ที่จะเกิดการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำ เนื่องจากมีงานวิจัยหลายชิ้นที่แสดงไว้ว่า ในบริเวณที่มีการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำผ่านเขื่อนกั้นน้ำ หรือกรณีน้ำรั่วซึมผ่านชั้นดินของท้องอ่างเก็บน้ำลักษณะดังกล่าวจะได้ค่าผิดปกติศักย์ไฟฟ้าตนเองเป็นลบ และจะได้ค่าผิดปกติเป็นบวกในกรณีที่น้ำไหลขึ้นสู่พื้นผิว เป็นต้น (Corwin, 1988)

โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนที่คอนทัวร์ของค่าศักย์ไฟฟ้าตนเองของชั้นดินพบบริเวณที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ ณ จุดเดียวกับที่ตรวจพบสภาพด้านทานไฟฟ้าปรากฏของชั้นดินมีค่าต่ำ < -50 mV คือในแนววัด 00m พบที่ระยะ 170 เมตร แนววัด 10m พบที่ระยะ 165 เมตร และในแนววัด 20m พบที่ระยะ 160 เมตร ซึ่งดีความเป็นสัญญาณที่บอกว่าบริเวณนี้เป็นบริเวณที่น่าเชื่อได้ว่าตรวจพบการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำผ่านช่องทางน้ำใต้ดิน (รูปที่ 4.7)

ส่วนในแนววัดอื่นตรวจพบว่ามีค่าศักย์ไฟฟ้าตนเองเป็นลบขนาดน้อย -50 ถึง 0 mV ซึ่งกระจายทั่วไปโดยไม่เห็นความต่อเนื่องที่น่าสนใจ มีบริเวณที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าตนเองผิดปกติเป็นบวกและมีค่าสูงมาก คือ 25 – 175 mV อยู่ทางต้นแนววัดที่ 20m, 30m และ 40m ซึ่งน่าจะเป็นสัญญาณที่แสดงว่าชนิดของดินบริเวณนี้มีสมบัติการดูดซับไอออนบวกแตกต่างไปจากดินในบริเวณอื่นๆ ในพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 4.7) แต่เมื่อพิจารณาสมบัติไฟฟ้าธรรมชาติอื่น ก็จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า และค่าสภาพการประจุไฟฟ้าปรากฏของดินบริเวณนี้กับดินบริเวณอื่น



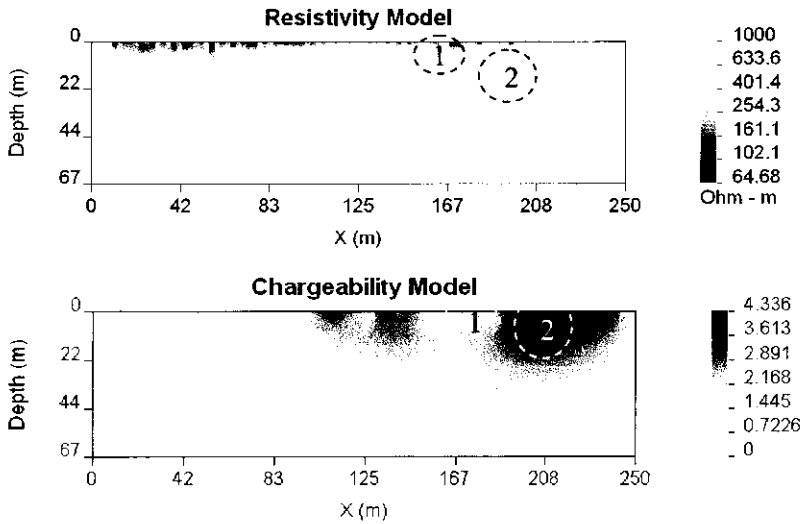
รูปที่ 4.7 แผนที่คอนทัวร์ของค่าศักย์ไฟฟ้าตนเองของชั้นดินในพื้นที่สำรวจ

4.2 ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณ

ผลการตีความด้วยกรรมวิธีตีความแบบย้อนกลับชนิด 2 มิติ (2D inversion) โดยใช้กลไกการตีความย้อนกลับของ Oldenberg และ คณะ (1994) โดยในการคำนวณ จะเลือกใช้ full default options ดังนี้

- เลือก Default chifact
- เลือก Default mesh
- เลือก Default flat topography
- เลือก Default initial resistivity model = 1000 Ohm-m
- เลือก Default initial chargeability model = 0 ms
- เลือก Default reference resistivity model = 1000 Ohm-m
- เลือก Default reference chargeability model = 0 ms
- เลือก Default Alpha 's as, ax, az = 0.001, 1, 1

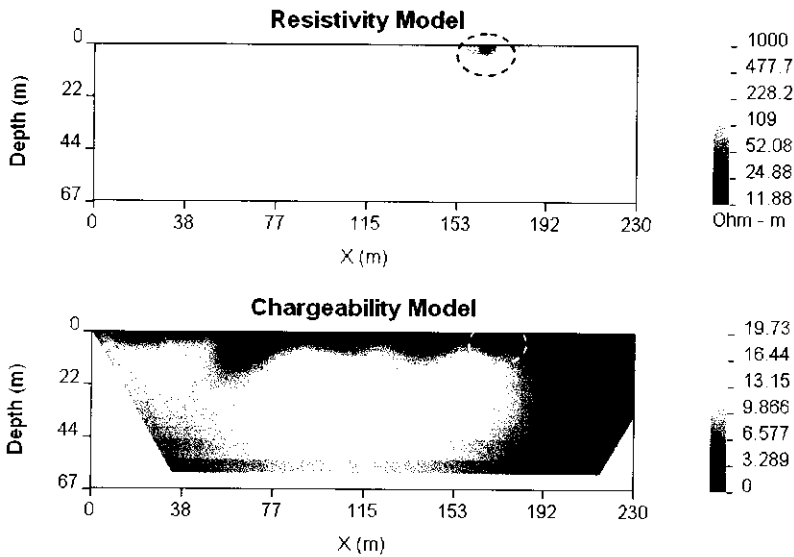
ผลของการตีความแสดงด้วยแบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง (true resistivity – depth model) และ แบบจำลองสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง (true chargeability – depth model) ดังแสดงในรูปที่ 4.8 – 4.16



รูปที่ 4.8 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 00m ของการวัดรอบที่ 2 (ธันวาคม 2547)

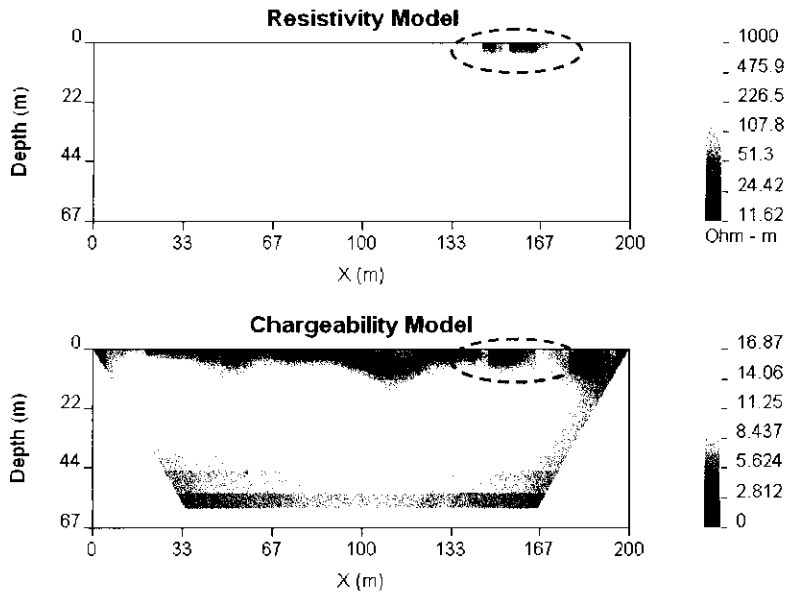
รูปที่ 4.8 แสดงแบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง และ สภาพการประจุไฟฟ้าจริง ของแนววัดที่ 00m ของรอบการวัดที่ 2 (ธันวาคม 2547) ผลการวิเคราะห์ตรวจพบชั้นดินที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่า 1000 Ohm-m กระจายอยู่บริเวณใกล้ผิวดินลึก 0 – 5 เมตร โดยมีบางบริเวณที่พบชั้นสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำลงไปถึงประมาณความลึก 20 เมตร เช่น ที่ระยะทาง $x = 125$ เมตร และ 190 เมตร ที่ระยะ $x = 170$ เมตร ก็เป็นบริเวณที่ตรวจพบสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำของชั้นดินระดับลึกเช่นกัน โดยจากผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพเชื่อว่าที่ระยะ $x=170$ เมตร ของแนววัด 00m (วงรีเส้นประหมายเลข 1) เป็นตำแหน่งบนผิวดินที่คาดว่าหากมีการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำ ตำแหน่งนี้ก็คาดว่าเป็นตำแหน่งที่อยู่เหนือจุดที่มีการรั่วซึม อย่างไรก็ตามผลการตีความเชิงปริมาณยังพบว่า ที่ระยะ $x = 190$ เมตร ที่ความลึกประมาณ 20 เมตร (วงรีเส้นประหมายเลข 2) ก็เป็นอีกบริเวณหนึ่งที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำ และอาจเป็นบริเวณที่มีการรั่วซึมของน้ำในเขื่อนเช่นกัน แต่ค่าผิดปกติที่ระยะ $x=190$ เมตร กลับไม่สามารถเห็นได้ในแผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏ (รูปที่ 4.1) และไม่เห็นหรือไม่ชัดเจนในแผนที่คอนทัวร์ของค่าศักย์ไฟฟ้าตนเอง (รูปที่ 4.7)

แต่เมื่อพิจารณาแบบจำลองสภาพการประจุไฟฟ้าจะพบว่า ตรงบริเวณวงรีเส้นประ 2 นั้น จะมีค่าสภาพการประจุไฟฟ้าสูงผิดปกติกว่าบริเวณอื่น (แม้ว่าทั้งหมดจะมีค่าอยู่ช่วงต่ำมาก คือ < 5 ms) จึงมีความเป็นไปได้ที่ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำนั้นอาจไม่ได้เกิดจากชั้นดินที่ชุ่มด้วยน้ำ แต่ค่าต่ำลงเนื่องจากว่าในบริเวณนั้นมีดินเคลย์ (clay) ประกอบอยู่มากกว่าในบริเวณใกล้เคียง

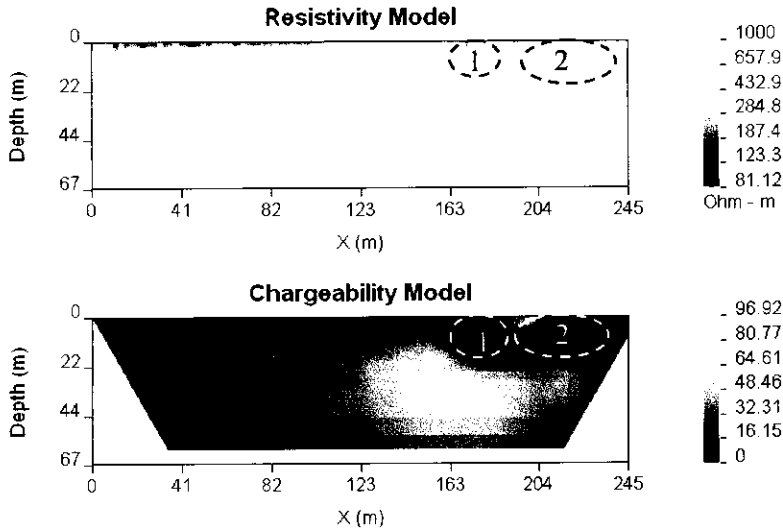


รูปที่ 4.9 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพด้านทานไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 10m ของการวัดรอบที่ 2 (ธันวาคม 2547)

รูปที่ 4.9 แสดงแบบจำลองสภาพด้านทานไฟฟ้า และ สภาพการประจุไฟฟ้า ของแนววัดที่ 10m ของรอบการวัดที่ 2 (ธันวาคม 2547) ผลการวิเคราะห์ตรวจพบชั้นดินที่มีสภาพด้านทานไฟฟ้าต่ำกว่า 1000 Ohm-m กระจายอยู่บริเวณใกล้ผิวดินลึก 0 – 10 เมตร ที่ระยะทาง $x = 165$ เมตร เป็นบริเวณที่ตรวจพบสภาพด้านทานไฟฟ้าต่ำสุดของชั้นดินได้แนววัดนี้ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพที่พบว่าที่ระยะ $x=165$ เมตร ของแนววัด 10m เป็นตำแหน่งบนผิวดินที่คาดว่าหากมีการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำ ตำแหน่งนี้ก็คาดว่าเป็นตำแหน่งที่อยู่เหนือจุดที่มีการรั่วซึม ซึ่งเป็นแนวต่อเนื่องมาจากแนววัด 00m และยังคงต่อเนื่องออกไปอีกไปที่ระยะ $x = 160$ เมตร ของแนววัด 20m (รูปที่ 4.10) รวมทั้งพบว่าสอดคล้องตรงกันอย่างยิ่งกับค่าศักย์ไฟฟ้าตนเองในแผนที่คอนทัวร์รูปที่ 4.7 ที่ตรวจพบค่าผิดปกติศักย์ไฟฟ้าตนเองที่ระยะ $x = 150 - 160$ เมตร ของแนววัด 20m ซึ่งมีค่าต่ำกว่า -125 mV

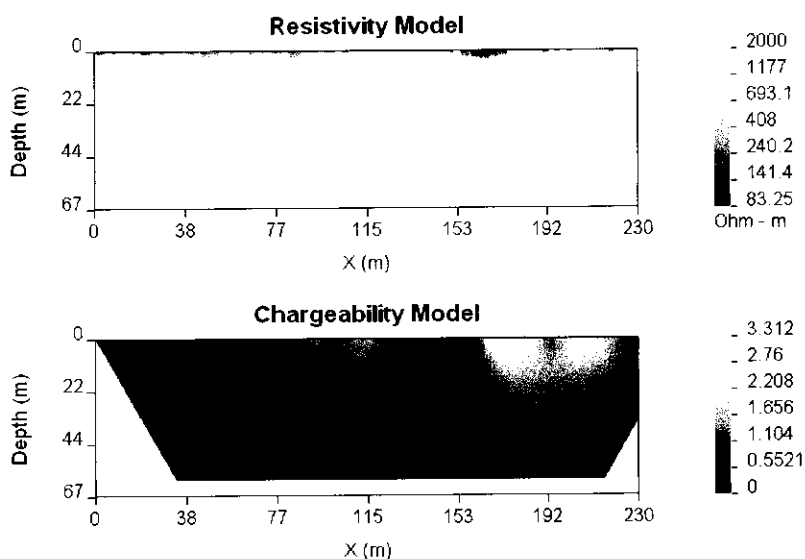


รูปที่ 4.10 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 20m ของการวัดรอบที่ 2 (ธันวาคม 2547)

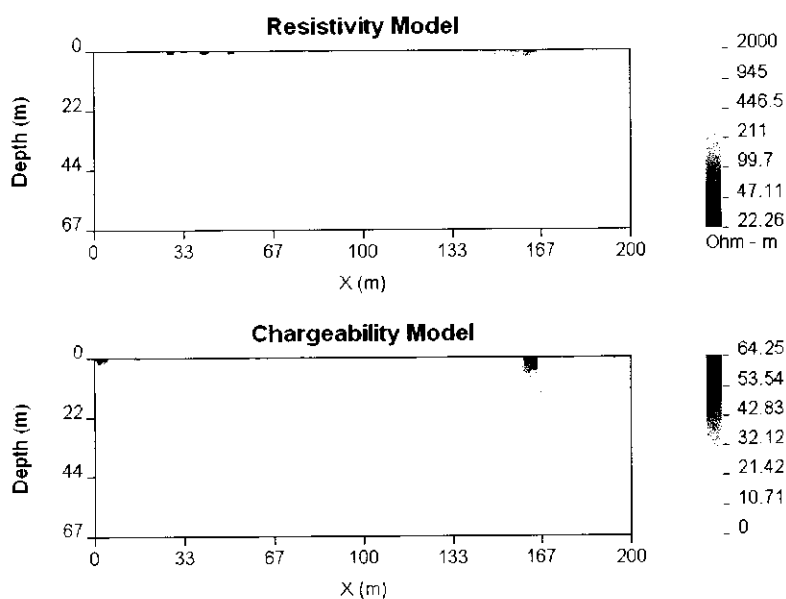


รูปที่ 4.11 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 00m ของการวัดรอบที่ 3 (เมษายน 2548)

รูปที่ 4.11 แสดงแบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้า และ สภาพการประจุไฟฟ้า ของแนววัดที่ 00m ของรอบการวัดที่ 3 (เมษายน 2548) ผลการวิเคราะห์ตรวจพบชั้นดินที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่า 1000 Ohm-m กระจายอยู่บริเวณใกล้ผิวดินลึก 0 – 5 เมตร โดยมีบางบริเวณที่พบชั้นสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำลงไปถึงประมาณความลึก 20 เมตร เช่น ที่ระยะทาง $x = 120 - 160$ เมตร ที่ระยะ $x = 160$ เมตร (วงรีเส้นประ) พบชั้นดินมีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำ โดยจากผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพเชื่อว่าที่ระยะ $x=170$ เมตร ของแนววัด 00m (วงรีเส้นประหมายเลข 1) เป็นตำแหน่งบนผิวดินที่คาดว่าหากมีการรั่วซึมของน้ำ ในอ่างเก็บน้ำ ตำแหน่งนี้ก็คาดว่าตำแหน่งที่อยู่เหนือจุดที่มีการรั่วซึม อย่างไรก็ตามผลการตีความเชิงปริมาณยังพบว่า ที่ระยะ $x = 210$ เมตร ที่ความลึกประมาณ 10-20 เมตร (วงรีเส้นประหมายเลข 2) ก็เป็นอีกบริเวณหนึ่งที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำ และสภาพการประจุไฟฟ้าต่ำ ซึ่งอาจเป็นบริเวณที่มีการรั่วซึมของน้ำในเขื่อนเช่นกัน แต่ค่าผิดปกติที่ระยะ $x=210$ เมตร ดังกล่าว กลับไม่สามารถเห็นได้ในแผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏที่ระดับความลึกเทียมต่างๆ (รูปที่ 4.2) และไม่เห็นความผิดปกติของค่าศักย์ไฟฟ้าตนเอง (รูปที่ 4.7)



รูปที่ 4.12 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแน่วัด 10m ของการวัดรอบที่ 3 (เมษายน 2548)

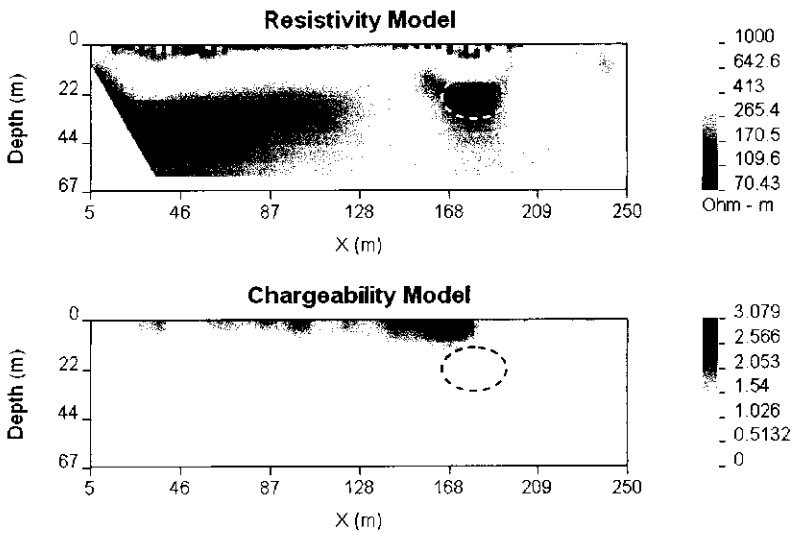


รูปที่ 4.13 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแน่วัด 20m ของการวัดรอบที่ 3 (เมษายน 2548)

รูปที่ 4.12 แสดงแบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้า และ สภาพการประจุไฟฟ้า ของแน่วัดที่ 10m ของรอบการวัดที่ 3 (เมษายน 2548) ผลการวิเคราะห์ตรวจพบชั้นดินที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่า 2000 Ohm-m กระจ่ายอยู่บริเวณใกล้ผิวดินลึก 0 – 5 เมตร ต่อเนื่องมาจากแน่วัดที่ 00m โดยมีบางบริเวณที่พบชั้นสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำลงไปถึงประมาณความลึก 20 เมตร เช่น ที่ระยะทาง $x = 100 - 130$ เมตร ที่

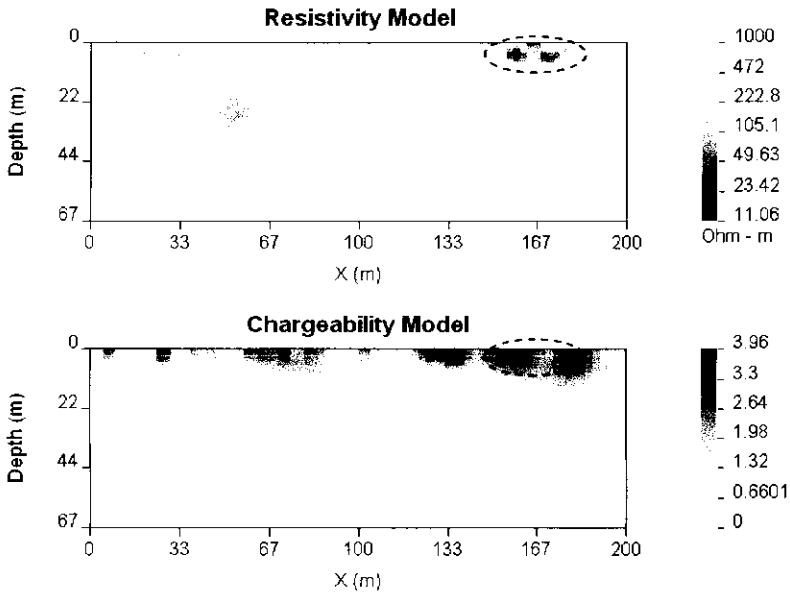
ระยะ $x = 160$ เมตร ความลึก 0 – 5 เมตร พบชั้นดินที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำที่สุด โดยจากผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพเชื่อว่าที่ระยะ $x=165$ เมตร ของแนววัด 10m เป็นตำแหน่งบนผิวดินที่คาดว่าหากมีการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำ ตำแหน่งนี้ก็คาดว่าจะตำแหน่งที่อยู่เหนือจุดที่มีการรั่วซึม

รูปที่ 4.13 แสดงแบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้า และ สภาพการประจุไฟฟ้า ของแนววัดที่ 20m ของรอบการวัดที่ 3 (เมษายน 2548) ผลการวิเคราะห์ตรวจพบชั้นดินที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่า 2000 Ohm-m กระจายอยู่บริเวณใกล้ผิวดินลึก 0 – 5 เมตร ต่อเนื่องมาจากแนววัดที่ 00m บางบริเวณชั้นความต้านทานต่ำต่อเนื่องลึกลงไปถึงประมาณ 20 เมตร เช่นที่ระยะ $x = 140 - 170$ เมตร ซึ่งอยู่ในช่วงระยะเดียวกับแนวที่คาดว่าจะเป็นบริเวณที่อาจมีการรั่วซึม พบว่าชั้นดินบริเวณนี้ที่มีค่าสภาพการประจุไฟฟ้าสูงกว่าบริเวณโดยรอบเล็กน้อย



รูปที่ 4.14 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 00m ของการวัดรอบที่ 4 (มีนาคม 2549)

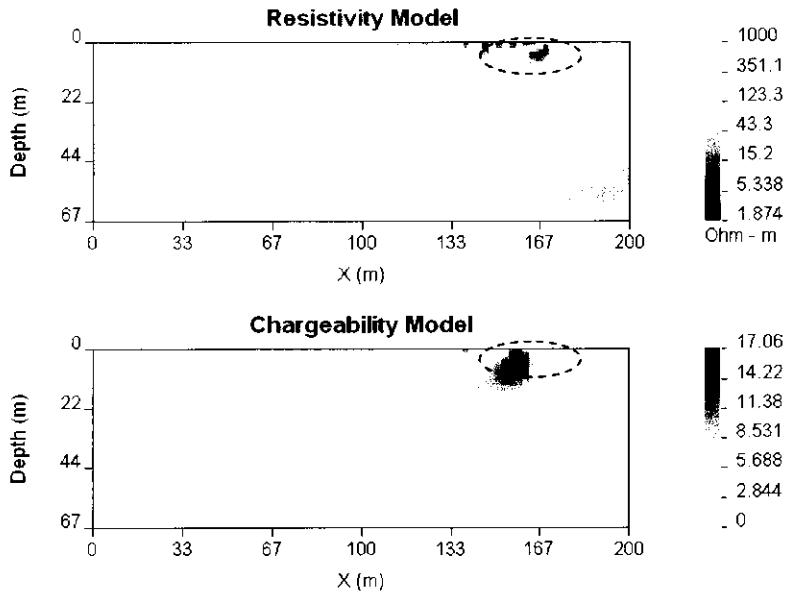
รูปที่ 4.14 แสดงแบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้า และ สภาพการประจุไฟฟ้า ของแนววัดที่ 00m ของรอบการวัดที่ 4 (มีนาคม 2549) ผลการวิเคราะห์ตรวจพบชั้นดินที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงกว่า 1000 Ohm-m กระจายอยู่เฉพาะช่วงความลึกประมาณ 5 – 20 เมตร เกือบตลอดแนว พื้นที่ใกล้ผิว และส่วนที่ลึกกว่า 5 – 20 เมตร มีค่าความต้านทานต่ำทั่วไป โดยเฉพาะตรง $x=170 - 180$ เมตร ที่ความลึกประมาณ 15 – 30 เมตร (วงรีเส้นประ) มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำลงเสมือนเป็นภาคตัดขวางของท่อส่งน้ำไปถึงประมาณความลึก 20 เมตร ค่าสภาพการประจุไฟฟ้าก็มีค่าต่ำเช่นกัน คาดว่าเป็นตำแหน่งบนผิวดินที่อยู่เหนือจุดที่มีการรั่วซึมน้ำในอ่างเก็บน้ำ



รูปที่ 4.15 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแน่วัด 10m ของการวัดรอบที่ 4 (มีนาคม 2549)

รูปที่ 4.15 แสดงแบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้า และ สภาพการประจุไฟฟ้า ของแน่วัดที่ 10m ของรอบการวัดที่ 4 (มีนาคม 2549) ผลการวิเคราะห์ตรวจพบชั้นดินที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่า 1000 Ohm-m กระจายอยู่บริเวณใกล้ผิวดินลึก 0 – 5 เมตร ต่อเนื่องมาจากแน่วัดที่ 00m ที่ระยะ $x = 165$ เมตร ความลึก 0 – 10 เมตร พบชั้นดินมีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำที่สุด โดยจากผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพเชื่อว่าที่ระยะ $x=165$ เมตร ของแน่วัด 10m เป็นตำแหน่งบนผิวดินที่คาดว่าเป็นตำแหน่งที่อยู่เหนือจุดที่มีการรั่วซึม

รูปที่ 4.16 แสดงแบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้า และ สภาพการประจุไฟฟ้า ของแน่วัดที่ 20m ของรอบการวัดที่ 4 (มีนาคม 2549) ผลการวิเคราะห์ตรวจพบชั้นดินที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่า 1000 Ohm-m กระจายอยู่บริเวณใกล้ผิวดินลึก 0 – 5 เมตร ต่อเนื่องมาจากแน่วัดที่ 00m ที่ระยะ $x = 140 - 180$ เมตร ความลึก 0 – 10 เมตร พบชั้นดินมีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำที่สุด โดยจากผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพเชื่อว่าที่ระยะ $x=160$ เมตร ของแน่วัด 20m เป็นตำแหน่งบนผิวดินที่คาดว่าเป็นตำแหน่งที่อยู่เหนือจุดที่มีการรั่วซึม



รูปที่ 4.16 ผลการตีความแบบย้อนกลับ แสดงภาคตัดขวางสภาพต้านทานไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง และสภาพการประจุไฟฟ้าจริง-ความลึกจริง ของแนววัด 20m ของการวัดรอบที่ 4 (มีนาคม 2549)

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการตรวจสอบสภาพธรณีไฟฟ้าของชั้นดินบริเวณที่คาดว่าจะตรวจพบการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรังคือบริเวณพื้นที่ราบท้ายเขื่อนที่ในปัจจุบันเป็นสนามกีฬาซอฟต์บอล สนามบาสเก็ตบอลและสนามเทนนิส ใกล้หอพักนักศึกษา ตรวจพบความผิดปกติทางธรณีไฟฟ้าบางบริเวณ ณ ตำแหน่งเดียวกันหรือใกล้เคียง ซึ่งคาดว่าจะอาจแสดงการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำผ่านร่องทางน้ำใต้ดิน โดยขอสรุปรายละเอียดบางประการที่เห็นว่าน่าสนใจ ดังต่อไปนี้

5.1 แนวของบริเวณที่มีสภาพธรณีไฟฟ้าผิดปกติ

ตรวจพบบริเวณเป็นแถบเป็นแนวที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของชั้นดินมีค่าต่ำผิดปกติเมื่อเทียบกับค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของดินด้านข้าง ซึ่งสามารถเห็นได้อย่างชัดเจนในแผนที่คอนทัวร์ของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏ แนวแกนของแถบบริเวณที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าน้อยผิดปกติ มีพิกัดต่อเนื่องจากบริเวณแนววัด 00m ที่ระยะ 170 เมตร (พิกัด 666471, 775002) ต่อไปถึงแนววัด 10m ที่ระยะ 165 เมตร (666466, 775008) ไปถึงแนววัด 20m ที่ระยะ 160 เมตร (666461, 775016) ไปถึงแนววัด 30m ที่ระยะ 157.5 เมตร (666455, 775022) ไปแนววัด 40m ที่ระยะ 142.5 เมตร (666443, 775023) ไปแนววัด 50m ที่ระยะ 127.5 เมตร (666428, 775022) ไปแนววัด 70m ที่ระยะ 102.5 เมตร (666404, 775024) ไปแนววัด 90m ที่ระยะ 82.5 เมตร (666385, 775031) และไปยังบริเวณใกล้แนวรั้วกั้นระหว่างพื้นที่ มอ. กับศูนย์วิจัยการยาง ที่ (666370, 775049) จากลักษณะที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำผิดปกติซึ่งแสดงความชุ่มชื้นผิดปกติของดินในแถบแนวนี้เมื่อเทียบกับของดินด้านข้างแนว จึงตีความว่าแนวนี้เป็นแนวร่องน้ำเก่า (old channel) ก่อนที่จะทำการปิดกั้นสร้างเขื่อนกั้นน้ำของอ่างเก็บน้ำศรีตรัง

5.2 บริเวณที่คาดว่าจะมีการรั่วซึมของน้ำในอ่างศรีตรัง

บริเวณที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดที่จะเจอปัญหาการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรัง น่าจะอยู่ตรงตำแหน่งที่ระยะ 170 เมตร ของแนววัด 00m โดยเฉพาะที่ระดับลึก 15 – 30 เมตร แนววัดนี้เป็นแนววัดที่อยู่ชิดกับแนวสันเขื่อนมากที่สุด อย่างไรก็ตามปัญหาการรั่วซึมอาจไม่ใช่เกิดจากความไม่แข็งแรงของเขื่อนเก็บกักน้ำ แต่อาจเกิดจากสภาพชั้นดินที่มีลักษณะปนทราย จึงทำให้ซึมน้ำได้ดี แม้ว่าในระยะแรกจะมีปริมาณดินเหนียวปนอยู่มากจนน้ำไม่สามารถซึมผ่านชั้นดินไปได้ แต่เนื่องจากระยะเวลาและน้ำหนักของน้ำเหนือเขื่อน อนุภาคดินเหนียวอาจถูกแรงดันขับให้หลุดหายไปบ้าง ซึ่งหากเป็นเช่นนี้จริงเชื่อว่า จะมีหลักฐานอื่นยืนยันได้ เช่น การชะล้างอนุภาคดินออกจากพื้นที่เดิมน่าจะส่งผลให้เห็นการทรุดตัวของถนนสันเขื่อนที่ไม่สม่ำเสมอตลอดเส้นทาง บริเวณที่มีการชะล้างอนุภาคดินเหนียวในชั้นใต้ดินมาก ก็น่าจะมีการทรุดของถนนมากด้วย หากมีการวัดระดับของจุดอ้างอิงบนถนนสันเขื่อนไว้ก่อน ก็อาจทดลองวัดค่าระดับใหม่เพื่อตรวจสอบการทรุดตัวดังกล่าว

5.3 ความผิดปกติของค่าศักย์ไฟฟ้าตนเอง

ผลการตรวจสอบค่าศักย์ไฟฟ้าตนเองของชั้นดินในพื้นที่ศึกษา ตรวจสอบบริเวณที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ สอดคล้องตรงกับบริเวณที่พบความผิดปกติของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าอย่างน้อย 3 แนววัดคือ แนววัดที่ 00m, 10m และ 20m สำหรับแนววัดอื่นแม้จะเห็นความสอดคล้องกัน ไม่ชัดเจนแต่ก็มีแนวโน้มไปทางเดียวกัน

5.4 ความผิดพลาดของผลการตรวจวัดสภาพธรณีไฟฟ้า

ความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องมาจาก ในพื้นที่ตรวจวัดบางแห่งเป็นพื้นซีเมนต์ของสนามบาสเก็ตบอล และสนามเทนนิส แม้มีการแก้ปัญหาการจ่ายกระแสไฟฟ้าลงผ่านพื้นซีเมนต์ดังกล่าวได้เป็นอย่างดี แต่สภาพต้านทานไฟฟ้าและลักษณะกายภาพของพื้นซีเมนต์ย่อมแตกต่างกับชั้นดินแห้งหรือชั้นดินอุ้มน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผลการตีความได้ไม่มากนักน้อย และจากการตรวจสอบพื้นซีเมนต์สนามเทนนิสพบว่าอาจมีโพรงอากาศอยู่ใต้พื้นคอนกรีตเนื่องจากการชะล้างตามธรรมชาติบนพื้นผิวดิน และการชะล้างในชั้นใต้ดินที่อาจทำให้เกิดการทรุดตัวของชั้นดินด้วย

5.5 ข้อเสนอแนะ

- เพื่อตรวจสอบบริเวณที่คาดว่าจะมีการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำ หากมีการเจาะบ่อตรวจสอบ ควรกำหนดจุดเจาะบ่อที่พิกัด (666471, 775002) และควรเจาะถึงระดับลึกประมาณ 30 เมตร ที่ความลึกมากกว่านี้ตรวจไม่พบความผิดปกติของสภาพต้านทานไฟฟ้าของชั้นดินในแนววัดปกติกับค่าของชั้นดินด้านข้าง

- เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของบริเวณที่คาดว่าจะมีการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำผ่านชั้นดินกั้นอ่าง ควรมีการตรวจวัดค่าศักย์ไฟฟ้าตนเองในพื้นที่อ่างเก็บน้ำ โดยการใช้ขั้วอิเล็กโตรดชนิดพิเศษ ปักถึงดินกั้นอ่าง ผลการตรวจวัดอาจจะสามารถกำหนดขอบเขตบริเวณที่มีค่าผิดปกติศักย์ไฟฟ้าตนเองเป็นลบ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการรั่วซึมของน้ำผ่านชั้นดินกั้นอ่าง ที่ต่อเนื่องออกไปในพื้นที่ท้ายเขื่อนกั้นน้ำที่ได้ศึกษาไปแล้วในครั้งนี้

- หากได้ทำการศึกษาตามข้างบน และตรวจพบบริเวณที่คาดว่าจะมีการรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำผ่านชั้นดินกั้นอ่าง สามารถแก้ปัญหาก็ได้โดยการขุดลอกบริเวณนั้นแล้วปูทับด้วยดินเหนียวที่มีสมบัติน้ำซึมผ่านได้น้อย ก็จะเป็นการแก้ปัญหาการรั่วซึมอย่างถาวร

เอกสารอ้างอิง

- Al-Saigh, N.H., Mohammed, Z.S. and Dahham, M.S., 1994. Detection of water leakage from dams by self-potential method. *Engineering Geology* 37 : 115 – 121.
- Bogoslovsky, V.A., Oglivy, A.A., 1973. Deformation of natural electric fields near drainage structures. *Geophysical Prospecting* 21, 716 - 723.
- Bogoslovsky, V.A., Kuzmina, E.N., Oglivy, A.A., Strakhova, N.A., 1979. Geophysical methods for controlling the seepage regime in earth dams. *Bulletin of the International Association Engineering*
- Butler, D.K., 1984. Geophysical methods for seepage detection, mapping and monitoring, Fifty-fourth SEG Meeting, Atlanta, USA, Expanded abstracts, pp. 157 - 160.
- Butler, D.K., Llopis, J.L., 1990. Assessment of anomalous seepage conditions. In: Ward, S.H. (Ed.), *Geotechnical and Environmental Geophysics*, vol. II, pp. 153 - 172.
- Corwin, R.F., 1988. Data quality for engineering self-potential surveys. *Proceedings of the International Symposium on Detection of Subsurface Flow Phenomena*, Karlsruhe, Federal Republic of Germany.
- Corwin, R.F., Hoover, D.B., 1979. The self-potential method in geothermal exploration. *Geophysics* 44, 226 - 245.
- Fitterman, D.V., 1983. Self-potential surveys near Denver water department dams. USGS Open file report, pp. 83-302.
- Hadley, L.M., 1983. A geophysical method for evaluating existing earth embankments. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology* 20, 289-295.
- MacInnes, D.A., 1961. *The Principles of Electro-chemistry*. Dover, New York, p. 478.
- Oglivy, A.A., Ayed, M.A., Bogoslovsky, V.A., 1969. Geophysical studies for water leakages from reservoirs. *Geophysical Prospecting* 17, 36 - 62.
- Oldenburg, D.W., and Li, Y., 1994. Inversion of Induced Polarization Data, *Geophysics*, vol 59 p 1327-1341.
- Panthulu T.V., Krishnaiah, C., Shirke, J.M., 2001. Detection of seepage paths in earth dams using self-potential and electrical resistivity methods. *Engineering Geology* 59 : 281 – 295
- Patella, D., 1997. Introduction to ground surface potential tomography. *Geophysical Prospecting* 45, 653 - 681.
- Sen, S.C., Venkatesha, C.R., 1989. Concrete and masonry dams. *Proceedings of the International Workshop on Research needs in Dam Safety*, Central Board of Irrigation and Power. New Delhi, India, pp. 111 - 118.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sherriff, R.E. and Keys, D.A., 1986. *Applied geophysics*. Cambridge university press. 860 p.
- Wilt, H.J., Corwin, R.F., 1988. Numerical modelling of self-potential anomalies due to leaky dams. *The International Symposium, Detection of Subsurface Flow Phenomena by Self Potential/Geoelectrical and Thermometrical Methods*, University of Karlsruhe, Republic of Germany.
- Loke, M.H., 2000. *Electrical imaging surveys for environmental and engineering studies A practical guide to 2-D and 3-D surveys*. 61 p.