การติดตั้งอุปกรณ์วัดทางเทคนิคธรณีเพื่อการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์สำหรับอ่างเก็บน้ำเก่า กรณีศึกษา: อ่างเก็บน้ำคลองท่างิ้ว จังหวัดตรัง

Installation of Geotechnical Instruments for Finite Element Analysis of an Old Reservoir: A Case Study of Klong Tha-ngiew Reservior, Trang

วิษุวัฒน์ อายุสุข[1,*] และ ภาณุ พร้อมพุทธางกูร [2]

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จ.สงขลา

[*]E-mail Address : witsuwat2@gmail.com, โทรศัพท์ 098-2645568

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอผลการศึกษาเสถียรภาพของอ่างเก็บน้ำคลองท่างิ้ว จ.ตรัง โดยเริ่มต้นจากการตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์วัดทางเทคนิคธรณีที่ติดตั้งในตัวอ่างฯ ประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดแรงดันน้ำ หลุมเจาะสังเกตระดับน้ำ และเกจวัดน้ำฝน จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์พฤติกรรมของอ่างฯ โดยใช้ไฟไนต์เอลิเมนต์ผ่านการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Plaxis แบบจำลองโครงสร้างอ่างฯ สร้างโดยการอ้างถึงแบบก่อสร้างร่วมกับการสำรวจภาคสนามเพื่อตรวจสอบมิติ ของตัวอ่างฯ ในสภาพปัจจุบัน แล้วจึงได้กำหนดให้ระดับน้ำในอ่างฯ เปลี่ยนแปลงระหว่างระดับต่ำสุดและสูงสุด ผลการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์แสดงให้เห็นว่า อ่างฯ ยังมีสภาพการใช้งานได้ตามปกติสำหรับกรณีระดับน้ำสูงสุด แต่สำหรับกรณีระดับลดต่ำสุดอย่างรวดเร็วจะส่งผลให้บริเวณหน้าเขื่อนเกิดการทรุดตัวหลายจุด ผลการศึกษาที่ได้จะมีประโยชน์สำหรับการนำไปใช้ป้องกันการเสียหายของอ่างฯ เก่า รวมทั้งการนำไปออกแบบอ่างฯ ใหม่ เพื่อป้องกันปัญหาการวิบัติเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำอย่างรวดเร็ว

คำสำคัญ : อ่างเก็บน้ำ, เขื่อน, Geotechnical Instruments, ระดับน้ำต่ำสุด, ระดับน้ำสูงสุด

Abstract

This paper presents the stability analysis of Tha-ngiw Reservoir, located in Trang. It began by investigating the data obtained from the geotechnical instruments installed, including piezometers, observation wells, and standard rain gauges. Then, it was used to analyse its behaviour using the finite element method via Plaxis. The model was created by referring to the drawings and the actual dimensions in the field at current conditions. After that, the water level was varied between the lowest and highest. The results showed that the reservoir is still intact when the water level was the highest. When the water level was the lowest because of rapid decrease of water level, settlements and deformations occur at the front of the reservoir. These were quite useful for that they can be employed in order to prevent the damage of old reservoirs. In addition, the results could be used in the design of a new reservoir so that the rapid change of water level would not trigger the damage.

Keywords: Reservoir, Dam, Geotechnical Instrument, Maximum Water Lever, Minimum Water Level

1. คำนำ

เขื่อนที่ถูกสร้างขึ้นมีประโยชน์มหาศาลต่อมวลมนุษย์ทั้งแก้ไขปัญหาน้ำท่วมและภัยแล้ง แต่ทว่า มองมุมกลับ ก็ได้เห็นข่าวต่าง ๆ มากมายที่เกิดความเสียหายก็เกิดภัยพิบัติอย่างมากมายอาจทำให้เกิดการสูญเสียหลายอย่าง เช่น อาคารบ้านเรือนเสียหาย พื้นที่เพาะปลูกเสียหาย ที่สำคัญที่สุดเกิดการเสียชีวิตได้

มีเขื่อนทั่วโลกมาหมายที่เป็นข่าวเขื่อนแตก โดยเฉพาะส่วนใหญ่จะเป็นเขื่อนดิน สาเหตุก็มาจากสาเหตุต่าง ๆ หลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการสำรวจ ออกแบบ ก่อสร้าง และภัยจากธรรมชาติ

โดยผู้วิจัยก็ได้กระหนักถึงปัญหานี้เลยทำหารศึกษาพฤติกรรมของเขื่อนโดยใช้เขื่อนท่างิ้ว จ.ตรัง มาทำการศึกษาเป็นต้นแบบว่าเขื่อนที่มีอยู่แล้วนั้น เมื่อใช้งานไประยะเวลหนึ่งจะมีพฤติกรรมอย่างไร แล้วมีแนวโน้มจะเกิดการวิบัติหรือไม่

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ คือการศึกษาการวิบัติและพฤติกรรมของเขื่อนเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ นอกจากนั้นยังศึกษาการใช้งานของ Geotechnical instruments เพื่อวัดพฤติกรรมของเขื่อน ร่วมกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Plaxis สำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพของ เขื่อนท่างิ้ว ซึ่งจะทำให้สามารถบ่งชี้ได้ว่า เขื่อนท่างิ้วมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดและสามารถนำไปใช้กับเขื่อนอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

2. ข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องมือวัดพฤติกรรมเขื่อน

เครื่องมือวัดพฤติกรรมเขื่อนที่ติดตั้งทำให้ทราบพฤติกรรมของเขื่อน

คลองท่างิ้วมีหลายชนิดดังนี้

1. Piezometer คือ เครื่องวัดแรงกดดันน้ำเป็นเครื่องมือที่ติดตั้งไว้เพื่อวัดแรงดันของน้ำที่ไหลซึมผ่านตัวเขื่อนหรือฐานรากเขื่อน ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัดนี้จะแสดงเป็นค่าความถี่การสั่นของเส้นลวด ดังนั้นจึงต้องนำค่าความถี่นี้มาแปลงเป็นค่าความดัน โดยนำไปคำนวณในสมการสอบเทียบ (Calibration Equation) ซึ่งมาตรวัดแต่ละตัว ก็จะมีสมการสอบเทียบแตกต่างกันไป โดยสมการเหล่านี้ได้จากการสอบเทียบในห้องปฏิบัติการก่อนที่จะนำไปติดตั้งจริงในสนาม

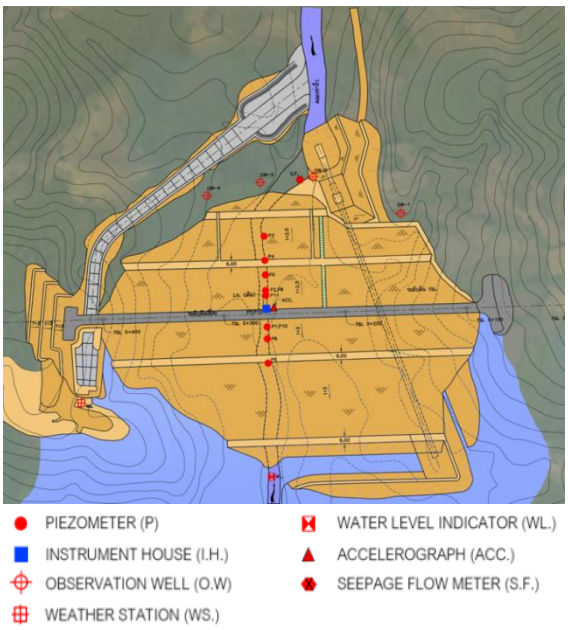
2. Observation well คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดระดับน้ำในบ่อหรือหลุมเจาะ เพื่อตรวจสอบระดับน้ำใต้ดิน การตรวจวัดระดับน้ำใต้ดินกระทำได้โดยหย่อนหัววัด (Dip Meter) ลงไปในบ่อวัด โดยบริเวณหัววัดจะมีอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ซึ่งเมื่อสัมผัสกับน้ำในบ่อวัดก็จะส่งสัญญาณเสียงให้ทราบ และอ่านค่าได้จากความยาวสายที่หย่อนเปรียบเทียบกับระดับปากท่อ ก็จะสามารถหาระดับน้ำใต้ดินได้

3. Seepage Flow meter คือ อุปกรณ์วัดอัตราการไหลซึมผ่านตัวเขื่อนและฐานราก ข้อมูลที่ได้จากมาตรการวัดปริมาณการไหลซึม ได้แก่ ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน ความขุ่นและสีของน้ำที่ไหลผ่าน อุณหภูมิของน้ำ และสารแขวนลอยในน้ำ เป็นต้น ซึ่งสิ่งต่างๆเหล่านี้ จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงพฤติกรรมการไหลซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานราก โดยทั่วไปอัตราการไหลซึมผ่านเขื่อนในหนึ่งวันไม่ควรเกิน 0.01-0.05% ของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ

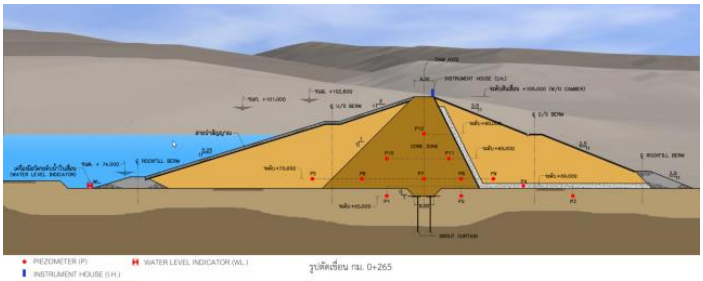
4. Weather Station คือ สถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยา จะประกอบไปด้วย เช่น วัดน้ำฝน วัดความกดอากาศ วัดอุณหภูมิ วัดความชื้น ความเร็วลม เป็นต้น

5. Water Level Indicator คือ เครื่องมือวัดระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ

6. Accelerograph คือ เครื่องมือตรวจวัดแผ่นดินไหว



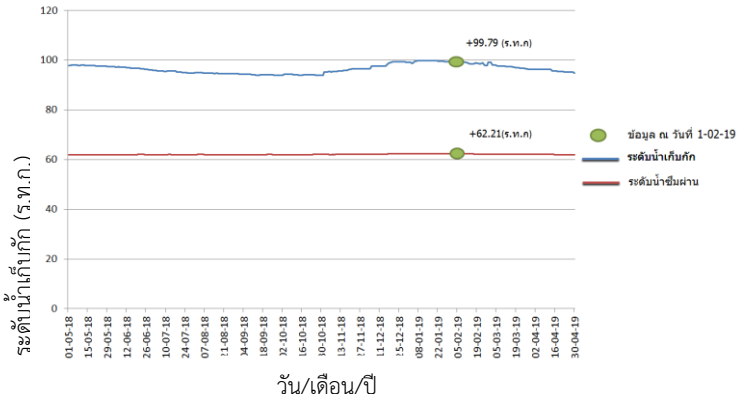
รูปที่ 2.1 แปลนแสดงตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรมเขื่อน



รูปที่ 2.2 รูปตัดตามขวางโครงสร้างเขื่อน แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรมเขื่อน

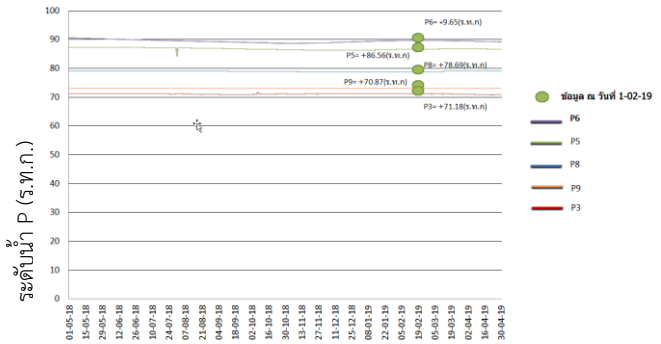
ภาพทั้งสองภาพนี้เป็นภาพแสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรมของอ่างเก็บน้ำคลองท่างิ้วแบบอัตโนมัติสามารถอ่านค่าได้จากเว็บไซต์กรมชลประทาน (http://gms.gfe.co.th) สำหรับอ่างเก็บน้ำคลองท่างิ้วหลักๆจะประกอบไปด้วย Piezometer จำนวน 12 จุด Observation Well จำนวน 4 จุด Seepage Flow Meter จำนวน 1 จุด Water Level Indicator จำนวน 1 จุด

สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ก็จะนำค่าระดับน้ำเก็บกักจาก Water Level Indicator ค่าระดับน้ำใต้ดินด้านท้ายเขื่อนจาก Observation Well และค่าระดับน้ำซึมผ่านตัวเขื่อนจาก Piezometer มาใช้ในการวิเคราะห์



รูปที่ 2.3 ปริมาณน้ำเก็บกักและระดับน้ำใต้ดินด้านท้ายเขื่อน (OW-2) ณ 01/05/2018 ถึง 30/04/2019

กราฟแสดงให้เห็นถึงระดับน้ำเก็บกักและระดับน้ำด้านท้าย (OW-2) ผู้วิจัยได้นำข้อมูล ณ วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2019 มาทำการวิจัย เพราะมีระดับน้ำเก็บกักสูงสุด ในรอบ 1 ปี มีระดับเก็บกัก +99.79 (ร.ท.ก.) และ ระดับน้ำด้านท้ายเขื่อนที่ตำแหน่ง OW-2



รูปที่ 2.3 ปริมาณน้ำไหลซึมผ่านเขื่อนในตำแหน่ง P ต่างๆ ณ 01/05/2018 ถึง 30/04/2019

นำค่าข้อมูลจาก Piezometer ณ วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2019 มาทำการวิเคราะห์เนื่องจากระดับน้ำเก็บกักสูงสุดในรอบปี ค่าที่ได้ P1=+89.65, P2=+86.56, P8=+78.69, P9=+70.87 และ P3=+71.18 นำไปเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Plaxis

2.2 วิธีการศึกษารวบรวมข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพโดยโปรแกรม Plaxis

2.2.1รายละเอียดเบื้องต้นของโปรแกรมไฟไนท์อิลิเมนต์ในการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวและเสถียรภาพของลานชัน หรือโครงสร้างทางวิศวกรรมปฐพี ในปัจจุบันก็จะนิยมใช้การวิเคราะห์โดยวิธีทางไฟไนท์อิลิเมนต์ที่มีใช้กันโดยทั่วไปมีหลายโปรแกรมแต่ในการศึกษาวิจัยโครงการนี้จะวิเคราะห์โดยใช้ โปรแกรม Plaxis

คุณสมบัติของดินจะเป็นไปตามมาตรฐานตัวแปรค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น ค่า Unit weight (γ), ค่า Elastic modulus (E), ค่า Poisson's ratio (ν), ค่า Cohesion (c), ค่า Friction angle (ϕ), ค่า Dilatancy angle (ψ),ค่า Horizontal permeability (Kx) และค่า Vertical permeability (Ky) ที่ได้จากข้อมูลการวิจัยในอดีต

ตารางที่ 2.1 ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ Random Zone และ Rockfill Toe

Parameter	Name	Random Zone	Rock	Unit
Material model	Model	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	-
Type of behavior	Type	UnDrained	Drained	-
Dry soil unit weight	γ_{dry}	18.40	16.00	(kN/m^3)
Wet soil unit weight	γ_{wet}	21.10	20.00	(kN/m^3)
Horizontal permeability	Kx	1x10^{-3}	1.00	(m/day)
Vertical permeability	Ky	1x10^{-3}	1.00	(m/day)
Parameter	Name	Random Zone	Rock	Unit
Young's modulus	E	8000	8000	(kN/m^2)
Poisson's ratio	ν	0.35	0.30	-
Cohesion	c	7.60	1.00	(kN/m^2)
Friction angle	ϕ	31.00	30.00	-
Dilatancy angle	ψ	0.00	0.00	-

ที่มา : Brinkgreve และ Vermeer (1998)

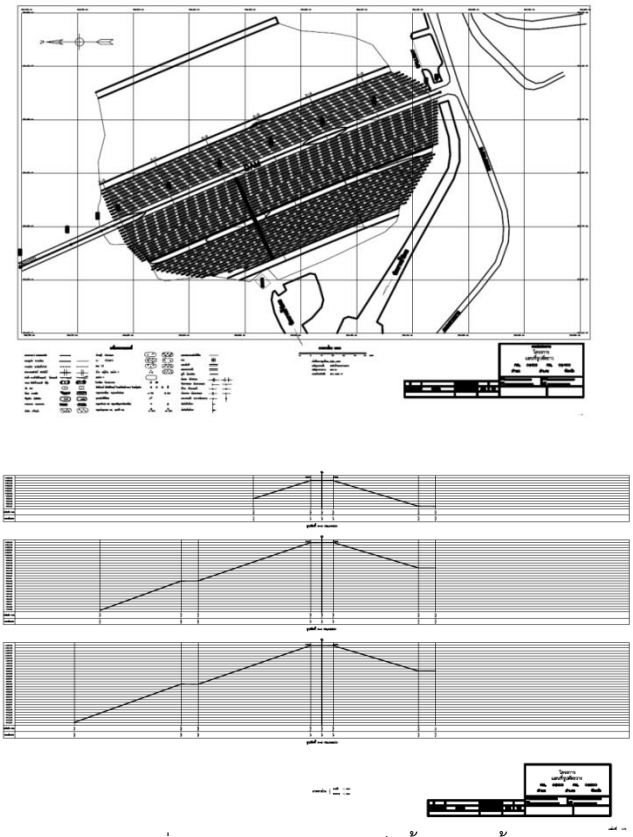
ตารางที่ 2.2 ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ Chimney Drain และCore Zone

Parameter	Name	Chimney Drain	Core Zone	Unit
Material model	Model	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	-
Type of behavior	Type	Drained	UnDrained	-
Dry soil unit weight	γ_{dry}	17.00	17.300	(kN/m^3)
Wet soil unit weight	γ_{wet}	18.00	20.290	(kN/m^3)
Horizontal permeability	Kx	1.00	1x10^{-4}	(m/day)
Vertical permeability	Ky	1.00	1x10^{-4}	(m/day)
Young's modulus	E	3x10^4	1x10^4	(kN/m^2)
Poisson's ratio	ν	0.30	0.33	-
Cohesion	c	1.00	8.80	(kN/m^2)
Friction angle	ϕ	34.00	28.36	-
Dilatancy angle	ψ	0.00	0.00	-

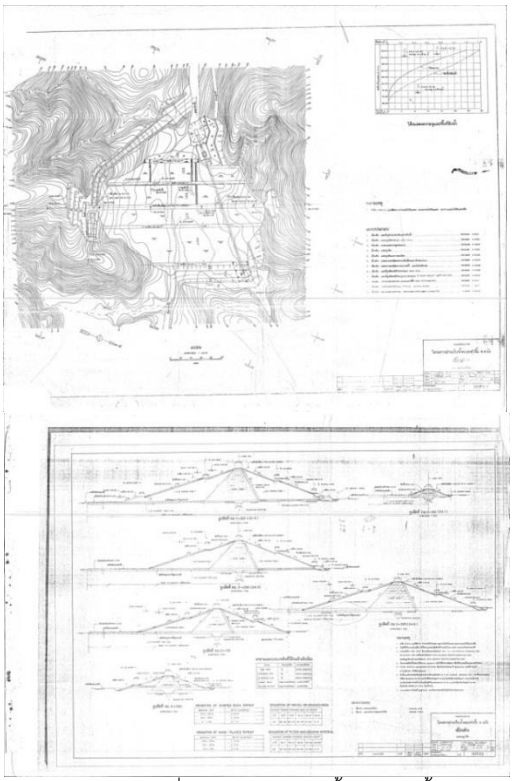
ที่มา : Brinkgreve และ Vermeer (1998)

ตารางแสดงค่าพารามิเตอร์ของ Random Zone, Rockfill Toe, Chimney Drain และ Core Zone เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของอ่างเก็บน้ำคลองท่างิ้ว ด้วยโปรแกรม Plaxis

2.2.2 รายละเอียดแบบอ่างเก็บน้ำและผลสำรวจเพื่อนนำมาวิเคราะห์



รูปที่ 2.7 แสดงผลสำรวจอ่างเก็บน้ำคลองท่างิ้ว



รูปที่ 2.8 แบบอ่างเก็บน้ำคลองท่างิ้ว

จากผลสำรวจทางผู้วิจัยได้ใช้หน้าตัดที่มีความลึกมากที่สุดมาทำการวิจัย และได้นำค่าระดับจากผลสำรวจมาเปรียบเทียบกับแบบอ่างเก็บน้ำคลองท่างิ้ว หาความแตกต่างของค่าระดับก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Piaxis

3.วิธีการวิจัย

ขั้นตอนการศึกษาสำหรับโครงการนี้ แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังแสดงต่อไปนี้

3.1 ศึกษารายละเอียดเบื้องต้นของโปรแกรมไฟไนท์อิลิเมนต์ในการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวและเสถียรภาพของความลาดชัน หรือโครงสร้างทางวิศวกรรมปฐพี โดยทางผู้วิจัยจะวิเคราะห์โดยโปรแกรม Plaxis

3.2 สำรวจพื้นที่อ่างเก็บน้ำคลองท่างิ้ว จ.ตรัง เพื่อทำการสำรวจ Site Plan ของตัวเขื่อน รูปตัดตามขวางจำนวน 3 รูปตัดให้ได้ค่าระดับต่างๆ

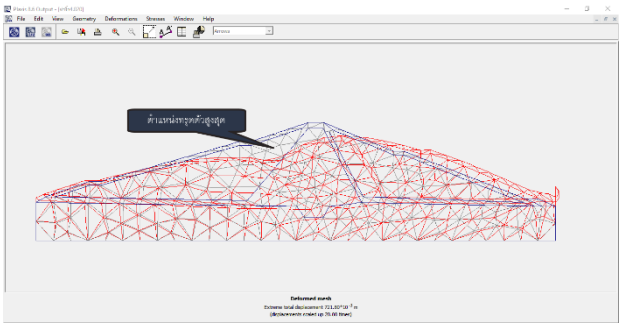
3.3 เก็บข้อมูลระดับน้ำ ความดันน้ำในมวลดิน ปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำใต้ดิน เป็นระยะเวลา 1 ปี จาก http://gms.gfe.co.th ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่กรมชลประทานได้จัดทำไว้ซึ่งเว็บไซต์นี้สามารถรายงานค่าต่างๆจากเครื่องมือวัดพฤติกรรมของเขื่อนได้แบบตามเวลาจริง

3.4 นำข้อมูลค่าระดับ ระดับน้ำ การไหลซึมของน้ำใต้ดิน และคุณสมบัติของดิน มาทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Plaxis โดยวิเคราะห์เป็น 3 กรณี กรณีน้ำถึงระดับน้ำสูงสุด กรณีน้ำถึงระดับน้ำครึ่งอ่าง และกรณีน้ำถึงระดับน้ำต่ำสุด

3.5 ทำการปรับแก้และสรุปผล

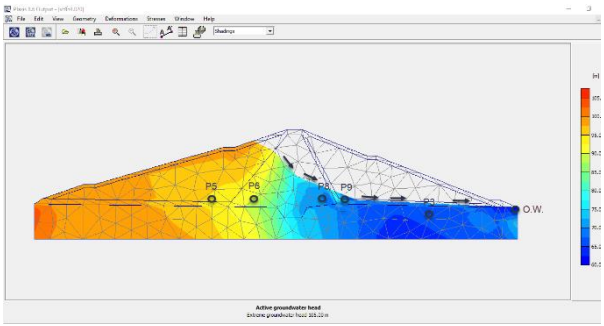
4.ผลการวิจัย

4.1 จากการศึกษาอ่างเก็บน้ำคลองท่างิ้วกรณีระดับน้ำสูงสุด ณ วันที่ 1 กุมภาพันธ์2019ด้วยโปรแกรมPlaxis



รูปที่ 4.1 ผลการทรุดตัวแนวดิ่งและแนวราบ กรณีน้ำถึงระดับสูงสุด (ไม่แสดงมาตราส่วน)

ภาพที่เห็นจะแสดงการทรุดตัวในตำแหน่งต่างๆของอ่างเก็บน้ำ คลองท่างิ้ว กรณีน้ำอยู่ที่ระดับสูงสุด ระดับ (+99.790 ร.ท.ก.) พบว่าบริเวณ Node ที่ 1344 พิกัด (12.8,-41.848) มีการทรุดตัวทางแนวดิ่ง สูงสุดเท่ากับ 0.031 เมตร และมีเคลื่อนตัวทางแนวราบสูงสุด บริเวณ Node ที่ 1370 พิกัด (25.717,-18.150) เท่ากับ 0.025 เมตร



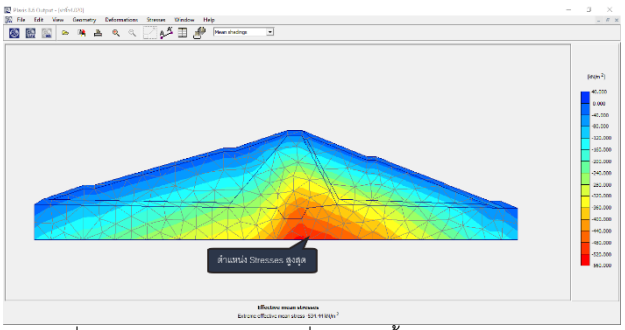
รูปที่ 4.2 ผลการไหลซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อน กรณีน้ำถึงระดับสูงสุด

จากภาพแสดงแสดงให้เห็นระดับน้ำที่ซึมผ่านตัวเขื่อน ณ ตำแหน่งต่างๆ และตำแหน่งของ Piezometer และ Observation well

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบผลจาก Instruments กับ ผลจาก Plaxis

Parameter	ผลจาก Instruments	ผลจาก Plaxis
P5	+86.56 (ร.ท.ก.)	90-95 (ร.ท.ก.)
P6	+89.65 (ร.ท.ก.)	85-90 (ร.ท.ก.)
P8	+78.69 (ร.ท.ก.)	75-80 (ร.ท.ก.)
P9	+73.02 (ร.ท.ก.)	70-75 (ร.ท.ก.)
P3	+71.18 (ร.ท.ก.)	70-75 (ร.ท.ก.)
O.W.	+62.21 (ร.ท.ก.)	60-65 (ร.ท.ก.)

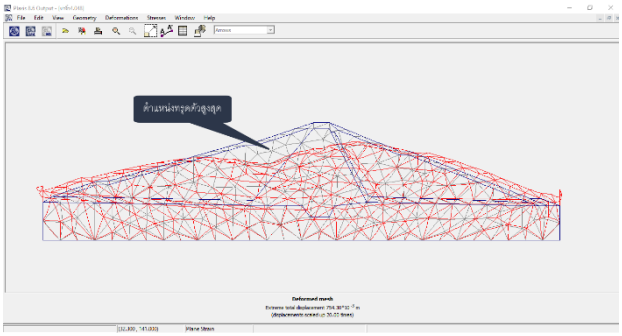
จะเห็นได้ว่าข้อมูลจาก Instruments เมื่อเปรียบเทียบกับ ผลจากโปรแกรม Plaxis มีค่า พบว่าส่วนใหญ่ค่าระดับจาก Instruments กับ ผลจาก Plaxis มีค่าที่ใกล้เคียงกัน เว้นแต่ P5 มีค่าคลาดเคลื่อน 3.44 เมตร



รูปที่ 4.3 ผล Stresses ของตัวเขื่อน กรณีน้ำถึงระดับสูงสุด

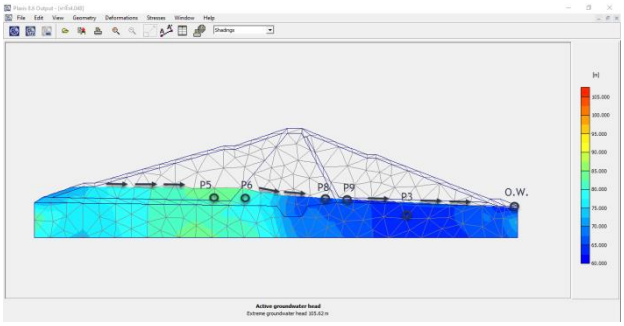
จากภาพพบว่ามี Stresses สูงสุดบริเวณใต้ Core Zone (Elements ที่ 101 พิกัดประมาณ 20,50) 560 kN/m^2

4.2 การศึกษาเพิ่มเติมเนื่องจากในช่วงเวลา วันที่ 1 พฤษภาคม 2018 ถึง 30 เมษายน 2019 พบว่าในช่วงเวลานี้ระน้ำกับกักมีค่าใกล้เคียงกันทาง ผู้วิจัยเลยทำการศึกษาเพิ่มอีก 1 กรณี กรณีระดับน้ำต่ำสุด เพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมของตัวเขื่อนมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 4.4 ผลการทรุดตัวแนวดิ่งและแนวราบ กรณีระดับน้ำต่ำสุด (ไม่แสดงมาตราส่วน)

ภาพที่เห็นจะแสดงการทรุดตัวในตำแหน่งต่างๆของอ่างเก็บน้ำคลองท่างิ้ว กรณีน้ำอยู่ที่ระดับต่ำสุด (ระดับ +72.000 ร.ท.ก.) จะเห็นได้ว่าบริเวณหน้าเขื่อน (Nodeที่ 1190 ถึง 1240) ได้รับความเสียหายมากที่สุด มีการทรุดตัวทางแนวดิ่งเฉลี่ยประมาณ 0.03684 เมตร มีการเคลื่อนตัวในแนวราบบริเวณ Random Zone หน้าเขื่อน (Node ที่ 880 ถึง 920) มีการเคลื่อนตัวในแนวราบเฉลี่ย 0.03105 เมตร

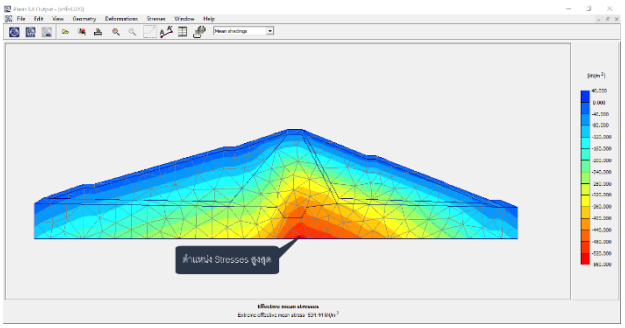


รูปที่ 4.5 ผลการไหลซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อน กรณีน้ำถึงระดับต่ำสุด

ระดับน้ำซึมผ่านกรณีระดับน้ำต่ำสุดไม่สามารถเปรียบเทียบกับ Instruments ได้เนื่องจากระดับน้ำต่ำสุดไม่ได้เกิดขึ้นจริงได้รอบ 1 ปี

ตารางที่ 4.2 ระดับน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ

Parameter	ผลจาก Plaxis
P5	70-75 (ร.ท.ก.)
P6	70-75 (ร.ท.ก.)
P8	60-65 (ร.ท.ก.)
P9	60-65 (ร.ท.ก.)
P3	60-65 (ร.ท.ก.)
O.W.	60-65 (ร.ท.ก.)



รูปที่ 4.2 ผล Stresses ของตัวเขื่อน กรณีน้ำระดับต่ำสุด

จากภาพพบว่ามี Stresses สูงสุดบริเวณใต้ Core Zone (Elements ที่ 101 พิกัดประมาณ 20,50) 560 kN/m^2

5.บทสรุปและวิจารณ์ผล

5.1 การทรุดตัวของตัวเขื่อนกรณีระดับน้ำสูงสุด ณ วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2019 พบว่าตำแหน่งที่มีการทรุดตัวแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 0.031 เมตร การคลื่นตัวทางแนวราบ 0.025 เมตร กรณีระดับน้ำต่ำสุดมีการทรุดตัวในแนวดิ่ง0.0368 เมตร คลื่นตัวในแนวราบ 0.031 ทั้งสองกรณีพบว่าระดับน้ำต่ำสุดมีความเสียหายมากกว่าระดับน้ำสูงสุดเนื่องจากไม่มีน้ำในการช่วยพยุงตัวเขื่อนและน้ำที่ซึมอยู่ในตัวเขื่อนจะแห้งตามระดับน้ำที่ลดลง ทำให้ตัวเขื่อนเกิดความเสียหายสูงกว่าระดับน้ำสูงสุด กรณีระดับน้ำต่ำสุดมีการทรุดตัวสูงกว่ากรณีน้ำสูงสุดเท่ากับ 0.0058 เมตร และมีการเคลื่อนตัวในแนวราบสูงกว่าเท่ากับ 0.0118 เมตร

5.2 การไหลซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนกรณีระดับน้ำสูงสุด ณ วันที่ 1 กุมภาพันธ์2019 พบว่าค่าที่อ่านได้จาก Piezometer ตำแหน่ง P6,P8, P9,P3 และ Observation well มีค่าใกล้เคียงกับผลจากโปรแกรม Plaxis แต่ตำแหน่ง P5 มีผลคาดเคลื่อนเล็กน้อย คาดว่าน่าจะเกิดจากการอ่านค่าคาดเคลื่อนของ Piezometer หรือคุณสมบัติของดินบริเวณตำแหน่ง P5 มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

5.3 จากการศึกษาทั้ง 2 กรณีพบว่า Stresses ของตัวเขื่อนมีค่าใกล้เคียงกันมาก แสดงว่าระดับน้ำเก็บกักมีผลต่อ Stresses ของตัวเขื่อนน้อยมาก

จากทั้ง 2 กรณีจะเห็นได้ว่ากรณีระดับน้ำต่ำสุดจะเกิดการทรุดตัวสูงสุดแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยโดยอ่างเก็บน้ำคลองท่าจิ้วสามารถทรุดตัวได้ 21 เซนติเมตร เพราะฉะนั้นอ่างเก็บน้ำคลองท่าจิ้วยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักออกแบบและสถาปัตยกรรม กรมชลประทาน ฝ่ายสำรวจ สำนักงานชลประทานที่ 16 โครงการชลประทานจังหวัดตรัง ผศ.ดร.ภาณุ พร้อมพุทธางกูรที่ให้ความร่วมมือรักษาระเบียบการเขียนบทความอย่างเคร่งครัด

5. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักออกแบบและสถาปัตยกรรม กรมชลประทาน(สามเสน). 2550. เอกสารบรรยาย เรื่องโครงสร้างเขื่อนดินและการติดตั้งเครื่องมือ การตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อน

[2] ส่วนความปลอดภัยเขื่อน สำนักอุทกวิทยาและบริหาร กรมชลประทาน (สามเสน). 2554. คู่มือการประเมินสภาพเขื่อนโดยวิธีดัชนีสภาพ(Dam Assessment Manual by Condition Index)

[3] ปราโมทย์ ไม้กลัด. 2529. คู่มือการออกแบบเขื่อนดิน (design of small dam) สำนักออกแบบและสถาปัตยกรรม กรมชลประทาน (สามเสน)

[4] ส่วนความปลอดภัยเขื่อนสำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยากรมชลประทาน(สามเสน). 2559. คู่มือวัดพฤติกรรมเขื่อน

[5] B., Vermeer. Excavation and Foundations in Soft Soils, Delft University of Technology, pp. 67-89.