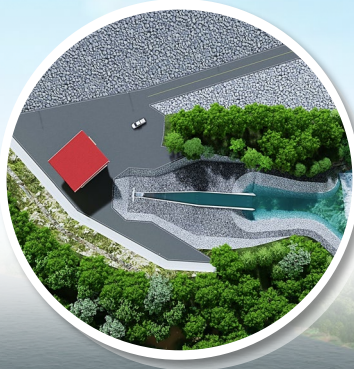




งานจ้างสำรวจ ออกแบบ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

เอกสารประกอบการสัมมนา
สรุปโครงการขึ้นออกแบบรายละเอียด



วันจันทร์ที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2569 เวลา 08.30 น. – 12.00 น.
ณ ห้องประชุมดงตาล ชั้น 4 อาคาร ม.ล. ชูชาติ กำภู กรมชลประทาน สามเสน



ดาวน์โหลดเอกสาร

กิจการร่วมค้า IESPD JV



บริษัท วิศวกรรม จำกัด

SP&D

Suparek Planning And Design Co., Ltd.

บริษัท ศุภฤกษ์ แพลนนิ่ง แอนด์ ดีไซน์ จำกัด



1 เหตุผลและความจำเป็น

ราษฎร ในพื้นที่ 7 ตำบลของอําเภอแม่วาง สันป่าตอง และดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งประกอบอาชีพหลัก คือ เกษตรกรรม ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรได้รับความเสียหาย และประสบปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝน



การสร้างอ่างเก็บน้ำแม่วางจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้งและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝนได้ อันจะนำมาซึ่งประโยชน์ต่อเกษตรกรในการมีน้ำเพียงพอต่อการเพาะปลูกและลดความเสียหายจากภัยอุทกภัย

2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

01

เพื่อกักเก็บน้ำไว้ช่วยเหลือ สำหรับการเพาะปลูกในพื้นที่การเกษตร บริเวณสองฝั่งลำน้ำแม่วางและพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งมักประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำเป็นประจำ

02

เพื่อเป็นแหล่งกักเก็บน้ำ สำหรับการอุปโภค บริโภคของราษฎร

03

เพื่อช่วยในการบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่อําเภอแม่วางและพื้นที่ใกล้เคียง



3 การศึกษาที่ผ่านมา

พ.ศ. 2528

วางโครงการเบื้องต้น โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ (กรมชลประทาน, 2528)

พ.ศ. 2555

วางโครงการ (Pre-Feasibility Study) โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ (กรมชลประทาน, 2555)

พ.ศ. 2565

การศึกษาความเหมาะสมโครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ (กรมชลประทาน, 2565)

พ.ศ. 2566

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ (กรมชลประทาน, 2566)

พ.ศ. 2568

- รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม อยู่ในสถานะพิจารณาให้แก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 2 เมื่อเดือน มกราคม 2568
- ดำเนินงาน สำรวจ ออกแบบ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่



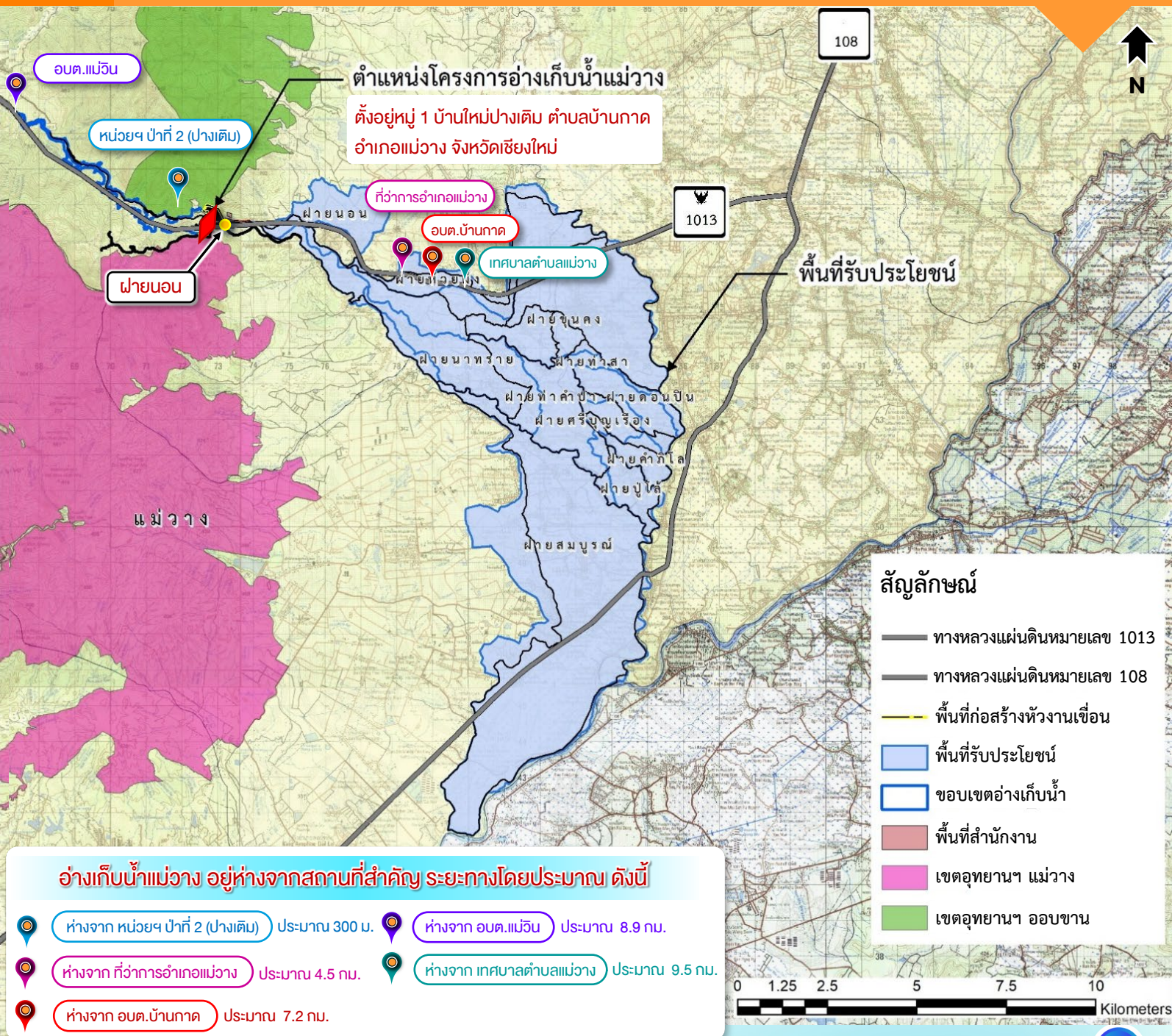


4 ระยะเวลาการดำเนินงาน

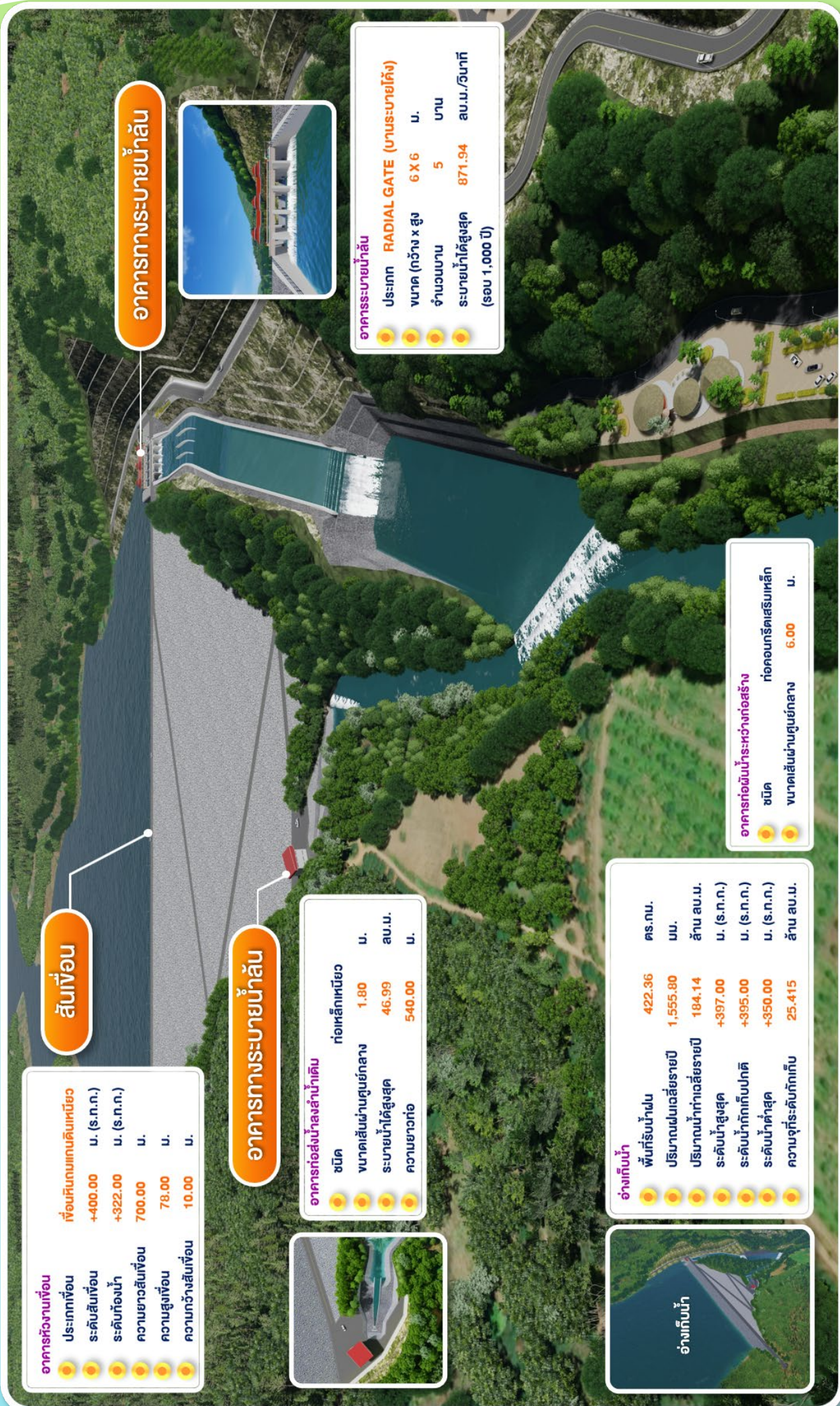
กรมชลประทาน ได้ว่าจ้าง **กิจการร่วมค้า IESPD JV** ประกอบด้วย บริษัท วิศวชลกร จำกัด และบริษัท ศุภฤกษ์ แพลนนิ่ง แอนด์ ดีไซน์ จำกัด ให้ดำเนินงานสำรวจ ออกแบบ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง อําเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ มีระยะเวลาดำเนินงาน **จำนวน 450 วัน** โดยเริ่มปฏิบัติงาน **วันที่ 11 เมษายน 2568** สิ้นสุดสัญญา **วันที่ 4 กรกฎาคม 2569**



5 ที่ตั้งโครงการ



6 ลักษณะของโครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง

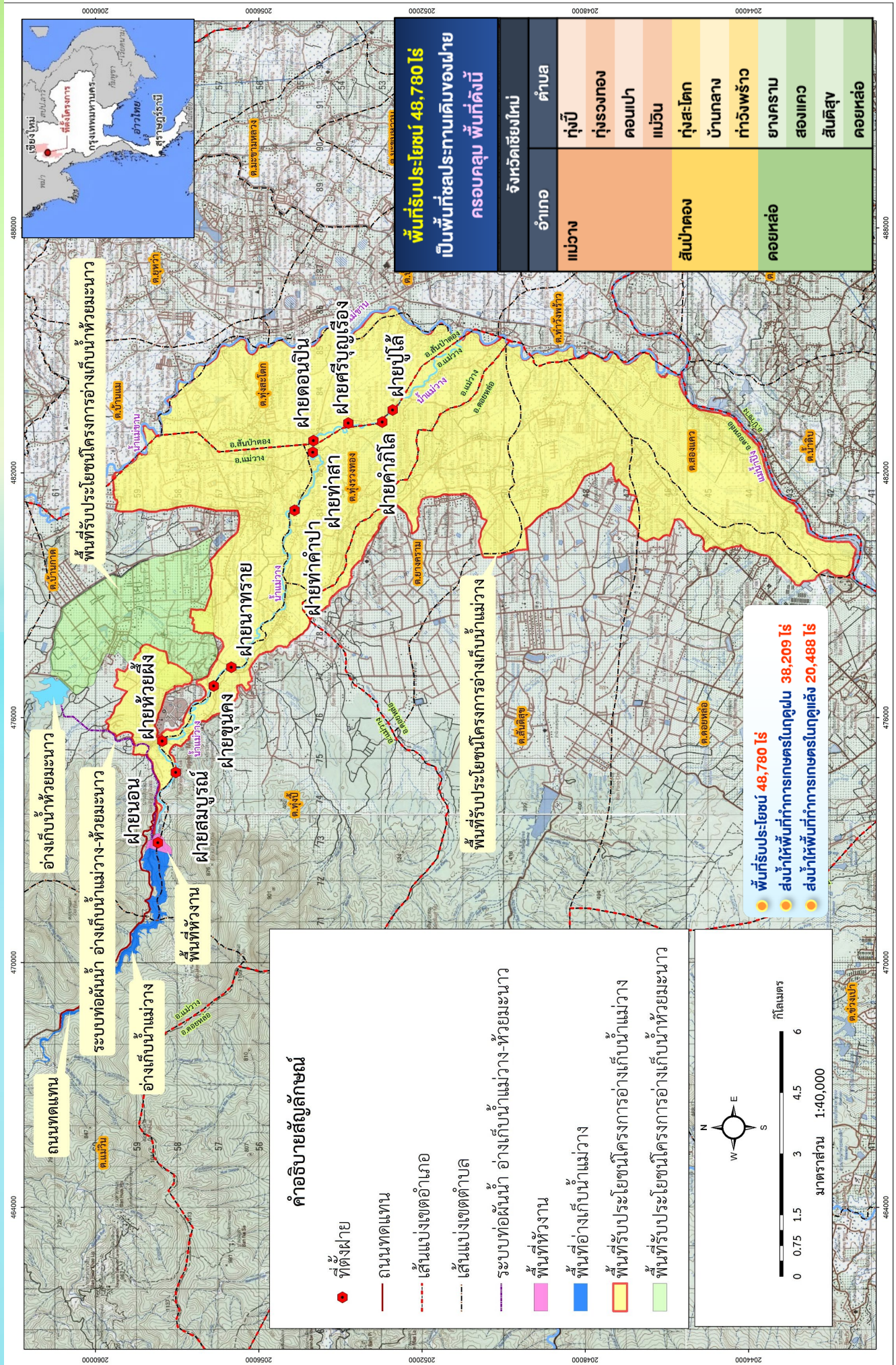




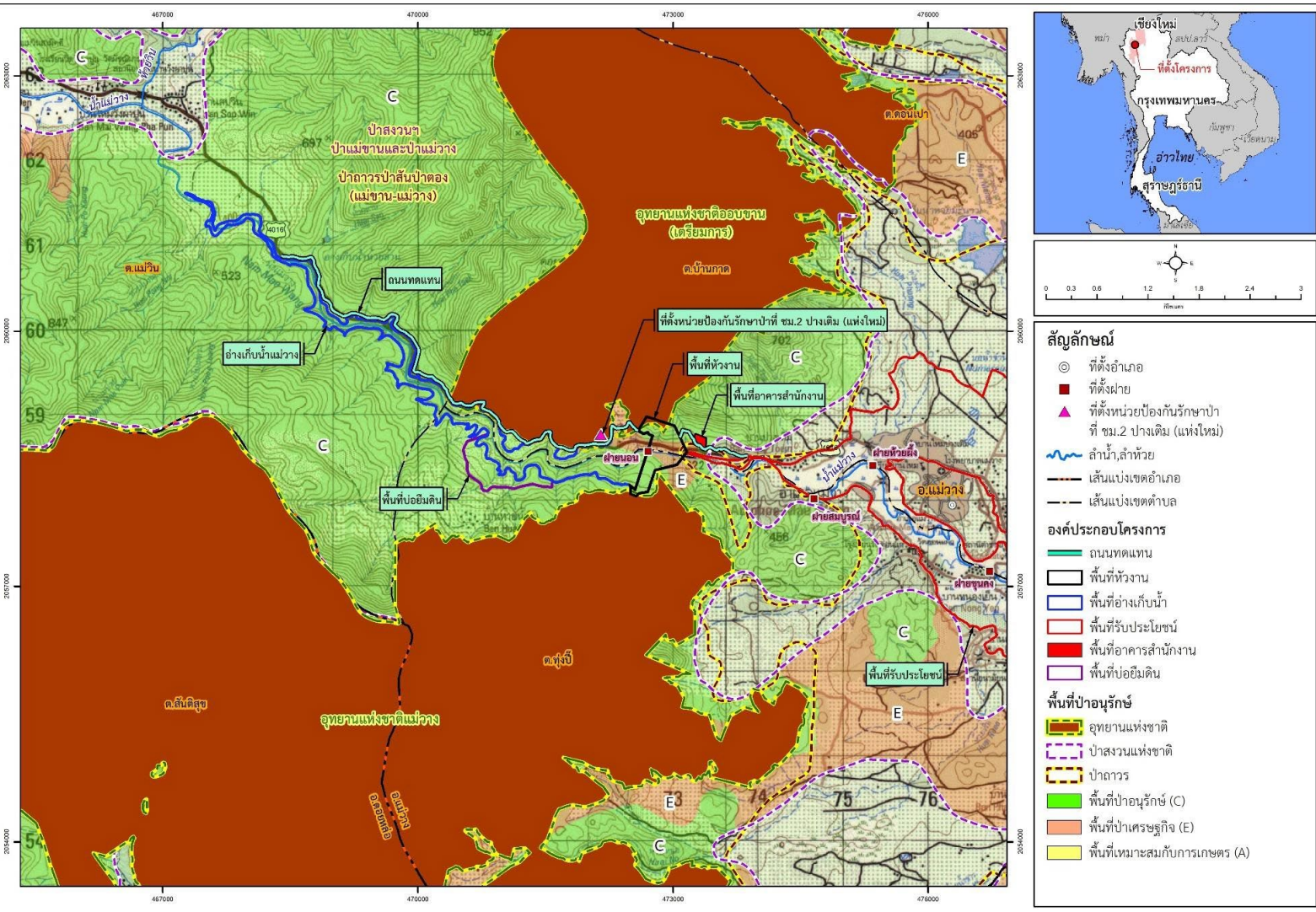
อ่างเก็บน้ำแม่วาง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่



7 พื้นที่รับประโยชน์ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง



8 พื้นที่ป่าอนุรักษ์และพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ



จากข้อมูลของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และข้อมูลของกรมป่าไม้ พบว่าองค์ประกอบโครงการ มีการซ้อนทับกับพื้นที่อนุรักษ์และพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



พื้นที่ห้วยงาน 171 ไร่

- อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติออบขาน (เตรียมการ) 14 ไร่
- อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติแม่วาง 2 ไร่
- อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ จำแนกเป็น
 - ป่าอนุรักษ์ (โซน C) ป่าแม่ขานและป่าแม่วาง 92 ไร่
 - ป่าเศรษฐกิจ (โซน E) 63 ไร่
- อยู่ในเขตพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B 51 ไร่



พื้นที่อ่างเก็บน้ำ 867 ไร่

(ระดับน้ำสูงสุด +397.00 ม.สท.)

- อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติออบขาน 26 ไร่
- อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ จำแนกเป็น
 - ป่าอนุรักษ์เพิ่มเติม (โซน C) ของป่าแม่ขานและป่าแม่วาง 783 ไร่
 - ป่าเศรษฐกิจ (โซน E) 58 ไร่
- อยู่ในเขตพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1A 5 ไร่



สัมมนาสรุปโครงการขั้นตอนออกแบบรายละเอียด

วันจันทร์ที่ 22 มิถุนายน 2569 เวลา 09.00 – 12.00 น.

ณ ห้องประชุมดงตาล ชั้น 4 อาคาร ม.ล. ชูชาติ กำภู กรมชลประทาน สามเสน

โดย

- นายนพดล รามัญ ห้วหน้าคณะทำงาน
- ดร.พิสิทธิ์ จันตวัฒนกุล วิศวกรเขียน

หัวข้อการนำเสนอ

หัวข้อที่ 1

วัตถุประสงค์และความเป็นมาของโครงการ

หัวข้อที่ 2

สรุปข้อมูลและลักษณะของโครงการ

หัวข้อที่ 3

สภาพธรณีวิทยา บริเวณตัวเขื่อน

หัวข้อที่ 4

การคาดการณ์แรงจากแผ่นดินไหว

หัวข้อที่ 5

การวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดเขื่อนด้วยวิธี Limit Equilibrium

หัวข้อที่ 6

การวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์ (Dynamic Analysis) ของเขื่อน

หัวข้อที่ 7

การเปรียบเทียบลักษณะของคลื่นต่อการเคลื่อนตัวของเขื่อน



การศึกษาที่ผ่านมา...

พ.ศ. 2528

วางโครงการเบื้องต้น โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ (กรมชลประทาน, 2528)

พ.ศ. 2555

วางโครงการ (Pre-Feasibility Study) โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ (กรมชลประทาน, 2555)

พ.ศ. 2565

การศึกษาความเหมาะสมโครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ (กรมชลประทาน, 2565)

พ.ศ. 2566

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ (กรมชลประทาน, 2566)

พ.ศ. 2568

1. รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม อยู่ในสถานะพิจารณาให้แก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 2 (ม.ค. 2658)
2. ดำเนินงาน สำรวจ ออกแบบ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่



ระยะเวลาการดำเนินงาน...



กรมชลประทาน ได้ว่าจ้าง กิจการร่วมค้า IESPD JV ประกอบด้วย บริษัท วิศวชลกร จำกัด และบริษัท ศุภฤกษ์ แพลนนิ่ง แอนด์ ดีไซน์ จำกัด ให้ดำเนินงานสำรวจ ออกแบบ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ มีระยะเวลาดำเนินงาน จำนวน 450 วัน โดยเริ่มปฏิบัติงาน วันที่ 11 เมษายน 2568 สิ้นสุดสัญญา วันที่ 4 กรกฎาคม 2569

เริ่มปฏิบัติงาน

11 เมษายน
2568

450 วัน

สิ้นสุดสัญญา

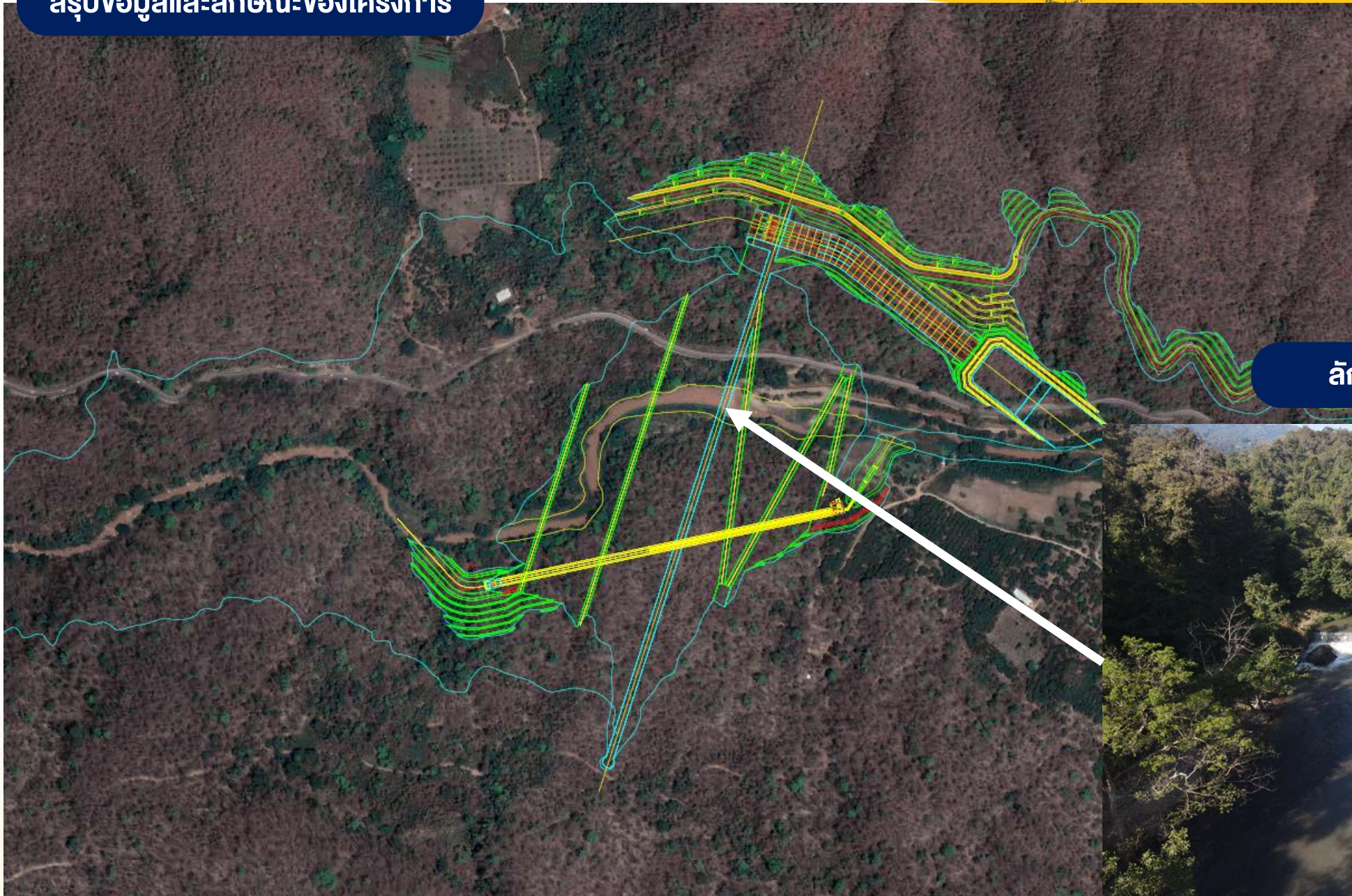
4 กรกฎาคม
2569





สรุปข้อมูลและลักษณะของโครงการ





ลักษณะบริเวณพื้นที่ห้วงงาน



ข้อมูลลักษณะของอ่างเก็บน้ำ

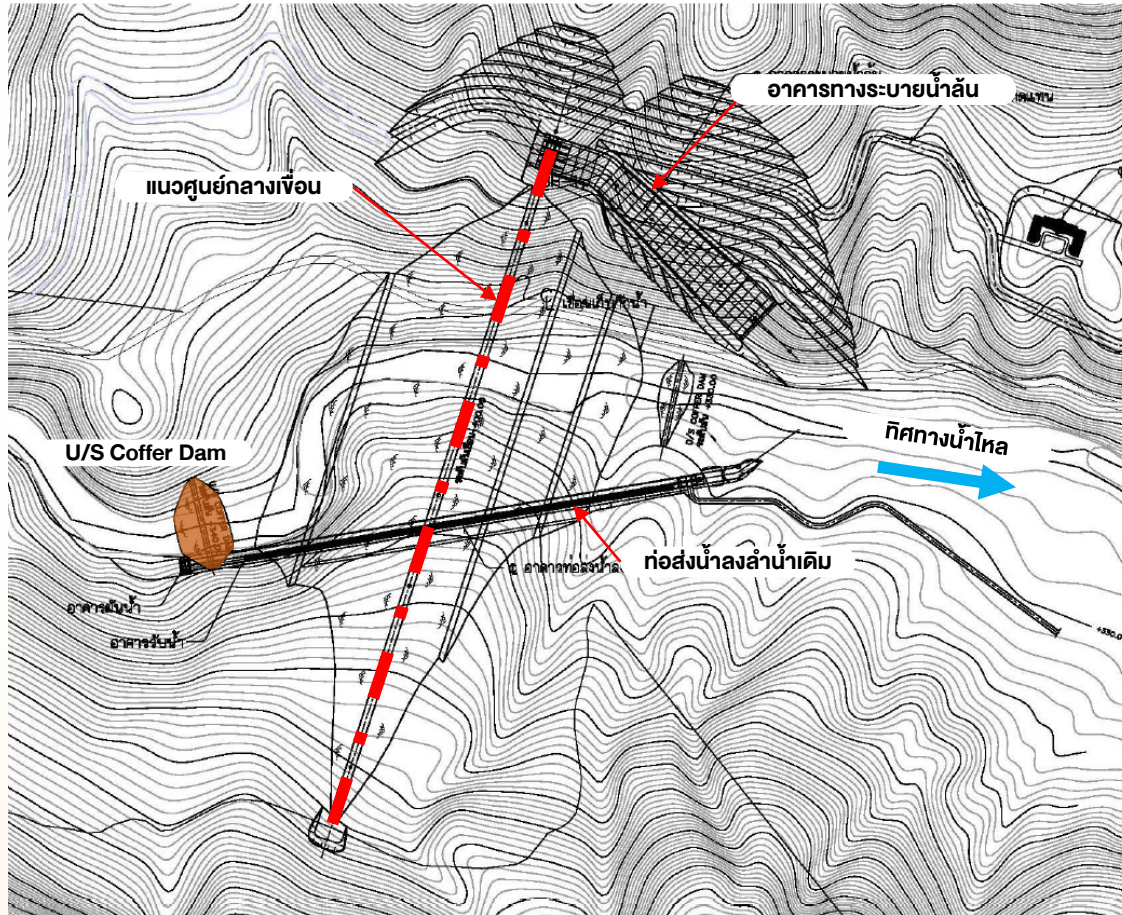
- ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 184.14 ล้าน ลบ.ม.
- ระดับน้ำสูงสุด +397.00 ม. (ร.ท.ก.)
- ระดับน้ำเก็บกักปกติ +395.00 ม. (ร.ท.ก.)
- ระดับเก็บกักต่ำสุด +350.00 ม. (ร.ท.ก.)
- ความจุที่ระดับเก็บกัก 25.415 ล้าน ลบ.ม.

เขื่อนกักเก็บน้ำ

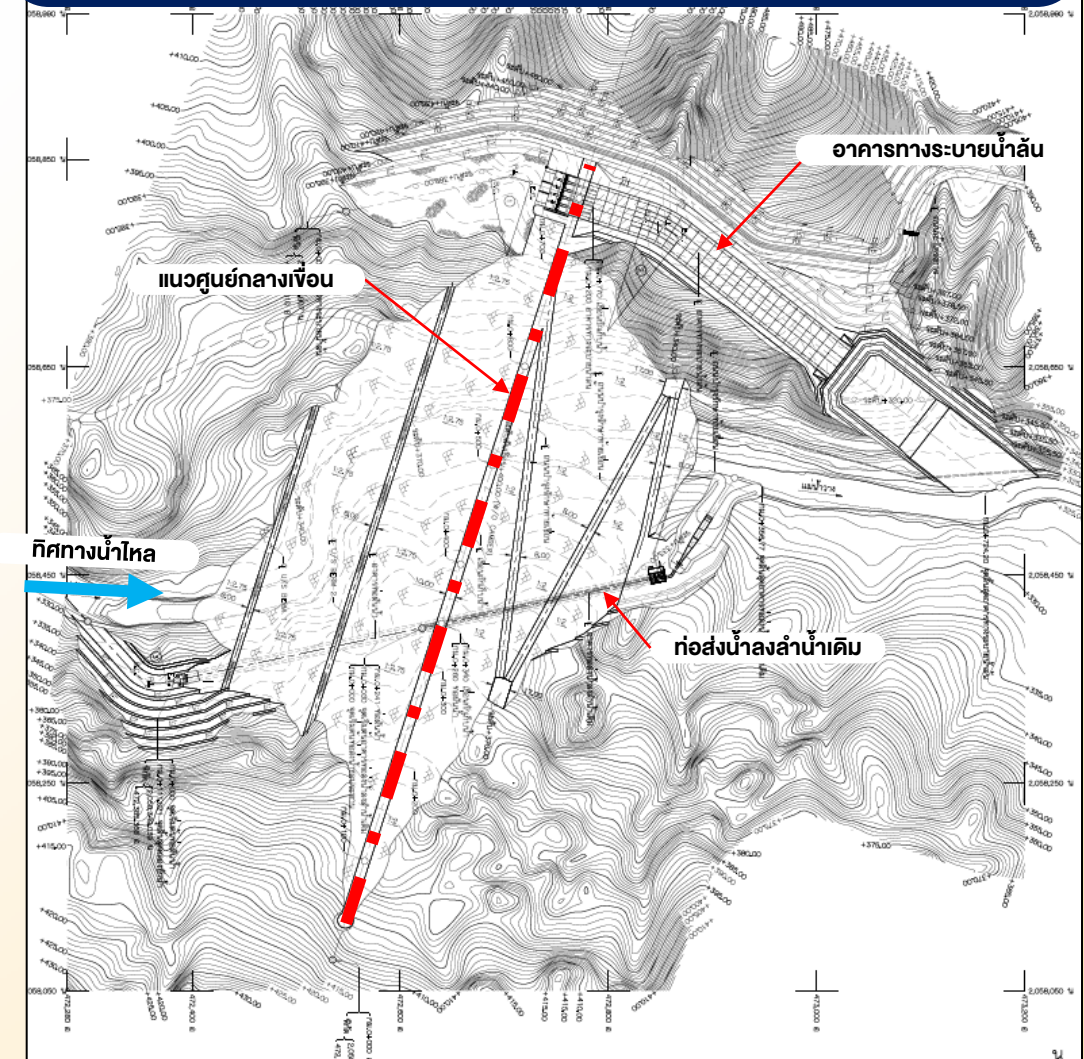
อาคารทางระบายน้ำล้น

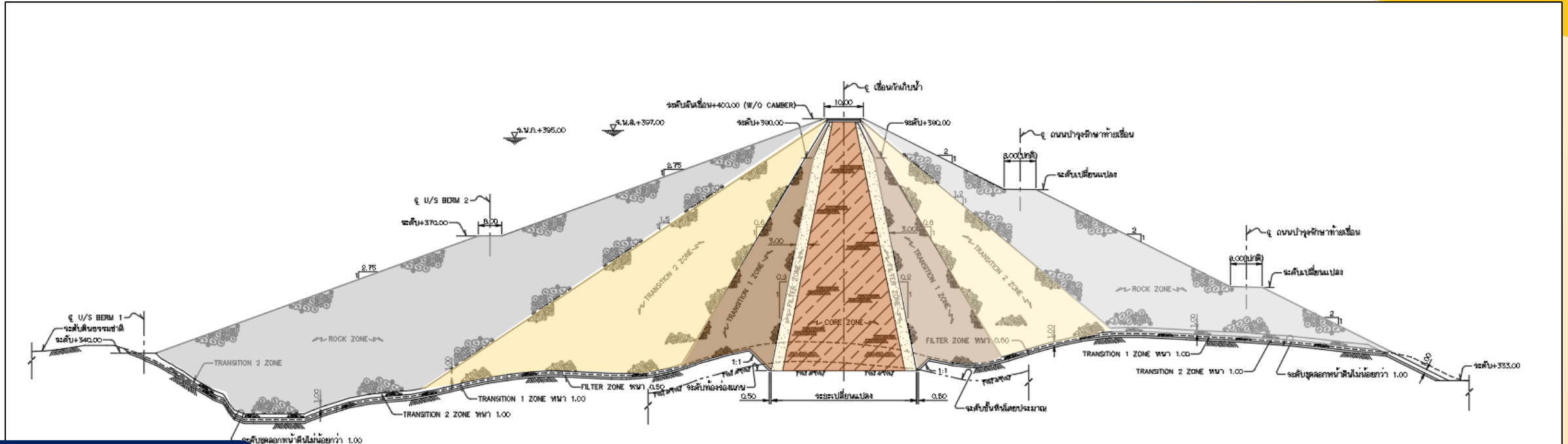
อาคารท่อส่งน้ำลงลำน้ำเดิม

แบบเบื้องต้นในขั้นตอนการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม



แบบในขั้นตอนการสำรวจ ออกแบบรายละเอียด

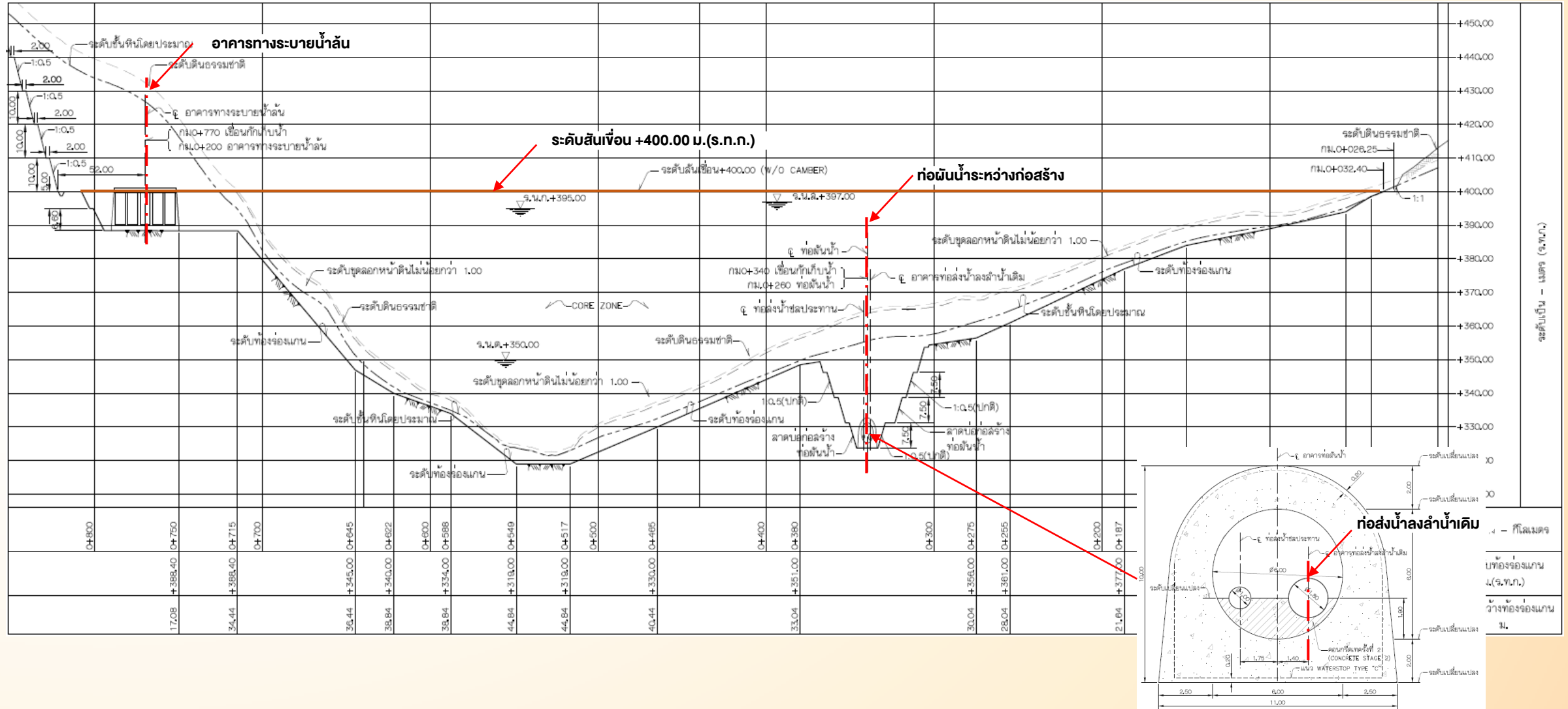




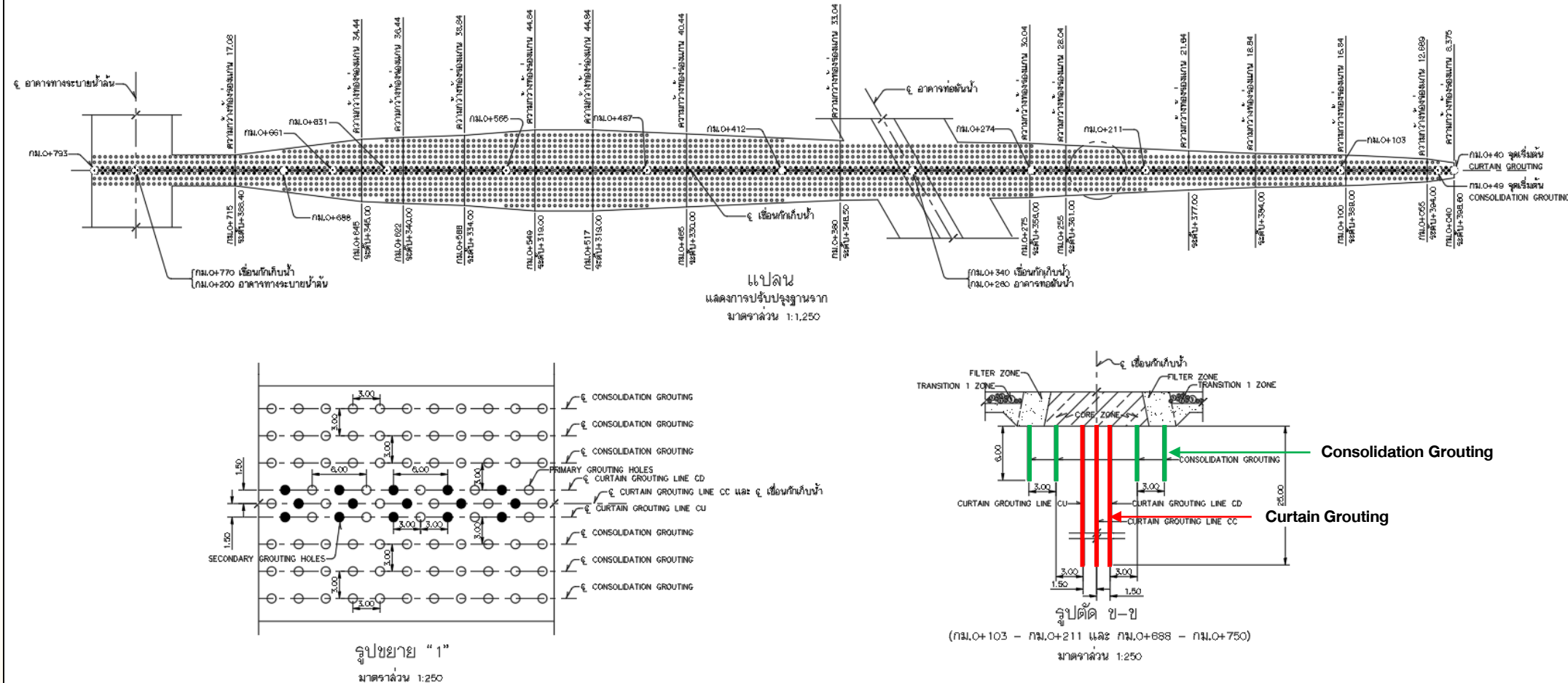
ลักษณะตัวเขื่อน

- ประเภทเขื่อน เขื่อนหินถมแกนดินเหนียว
- ระดับสันเขื่อน +400.00 ม. (ร.ท.ก.)
- ระดับท้องน้ำ +322.00 ม. (ร.ท.ก.)
- ความยาวสันเขื่อน 700.00 ม.
- ความสูงเขื่อน 78.00 ม.
- ความกว้างสันเขื่อน 10.00 ม.

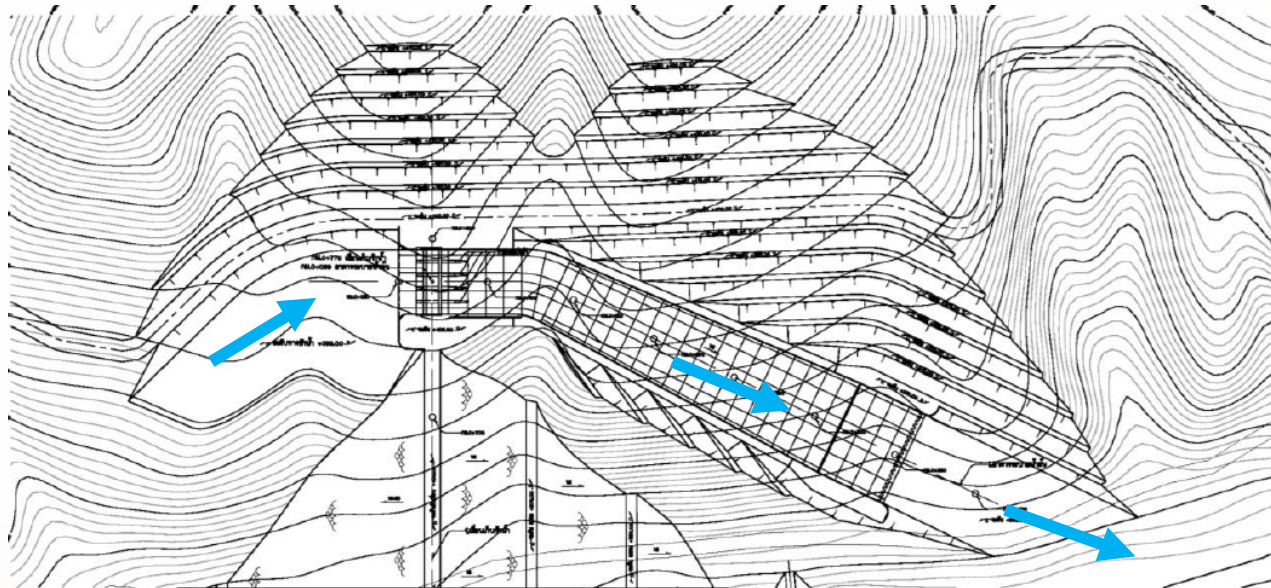
รูปตัดตามแนวศูนย์กลางเขื่อน



งานปรับปรุงฐานรากเขื่อน

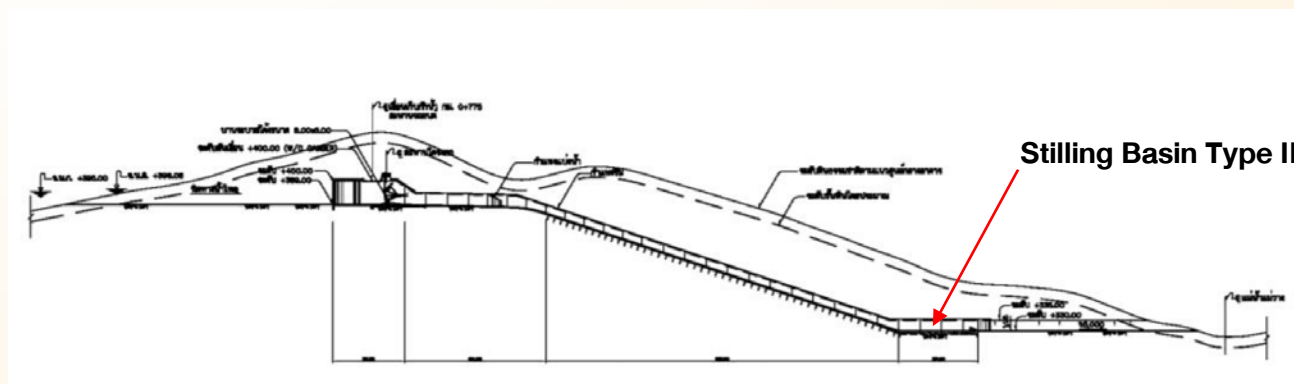


แบบเบื้องต้นในขั้นตอนการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม



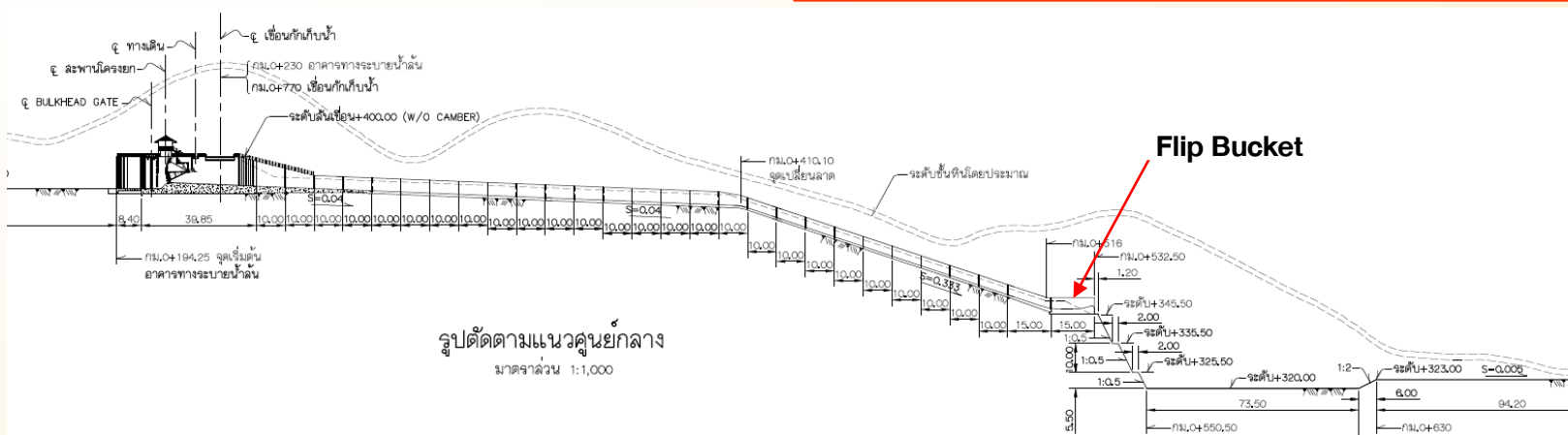
อาคารทางระบายน้ำล้น

- ประเภท RADIAL GATE
- ขนาด (กว้าง x สูง) 6 X 6 ม.
- จำนวนบาน 5 บาน



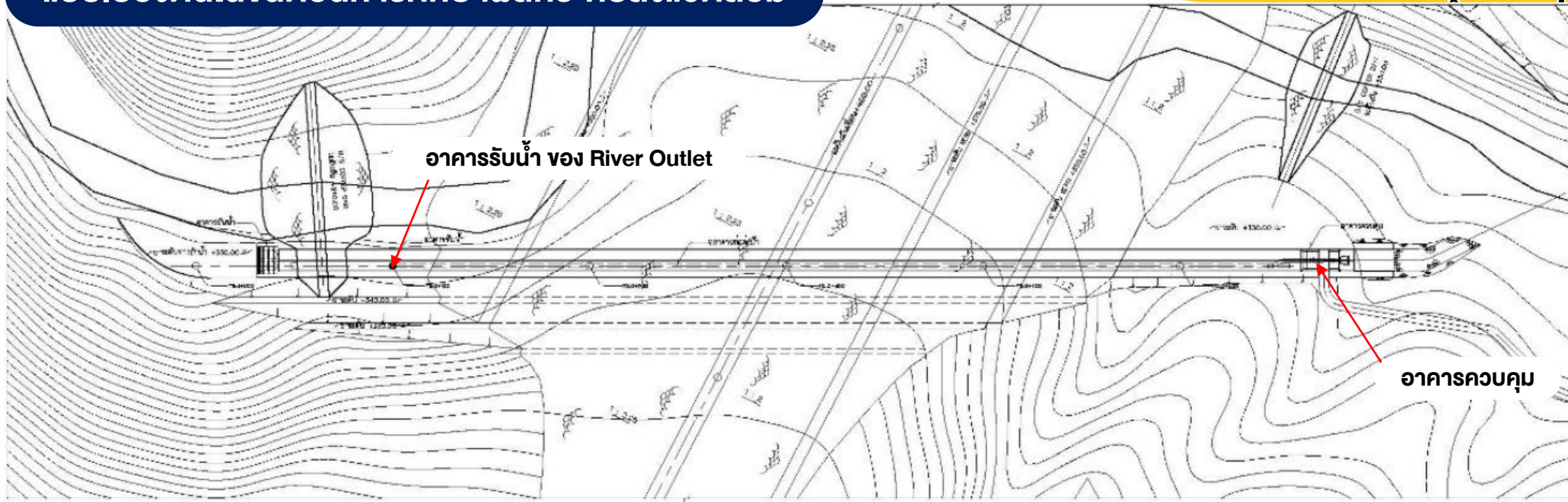
Stilling Basin Type II

อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่



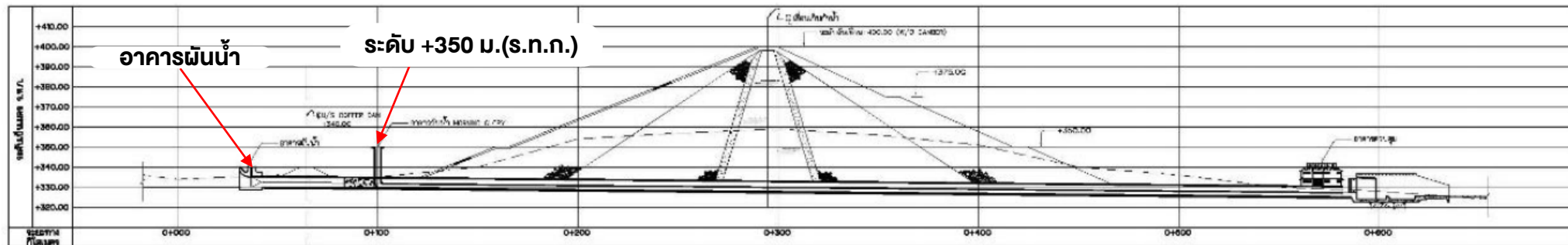
แบบเบื้องต้นในขั้นตอนการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม

าง จังหวัดเชียงใหม่

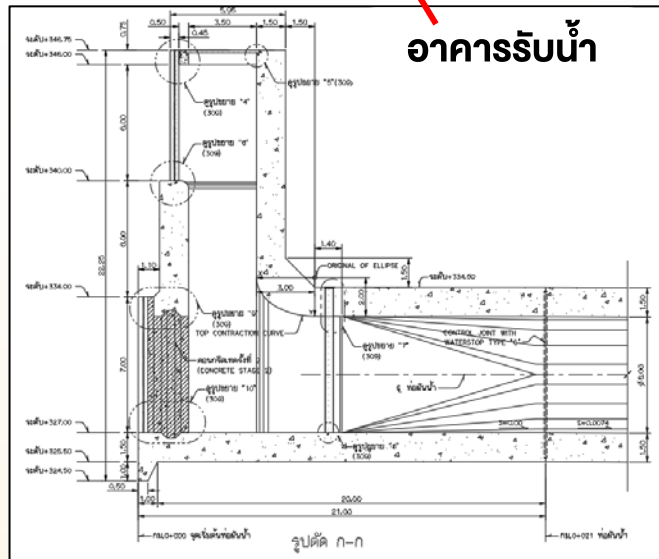
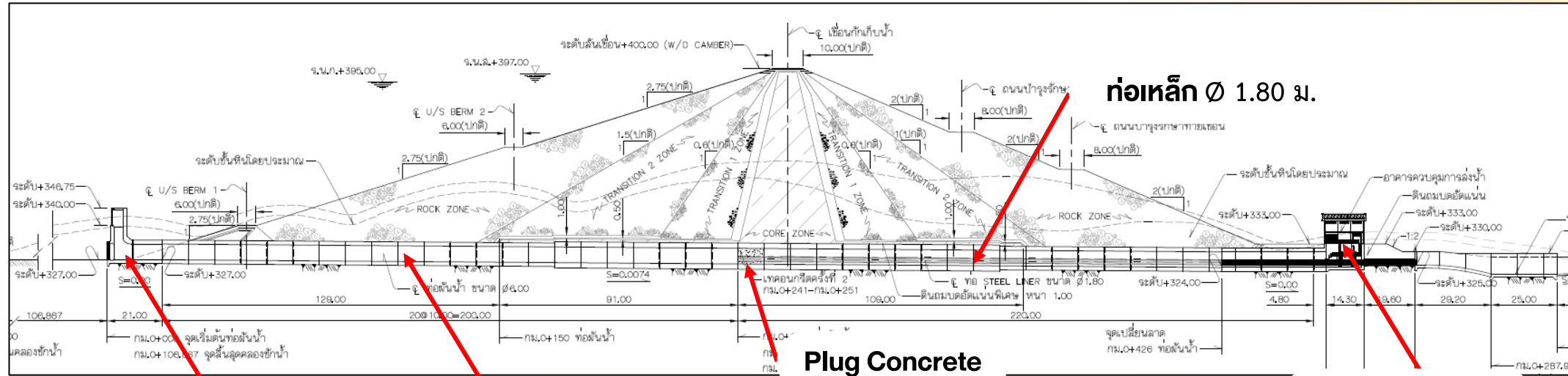


แบบอาคารกั้นน้ำสายน้ำเดิม
สภาพเดิม 12/2550

อาคารผันน้ำระหว่างก่อสร้าง และ อาคารท่อน้ำลงลำน้ำเดิม



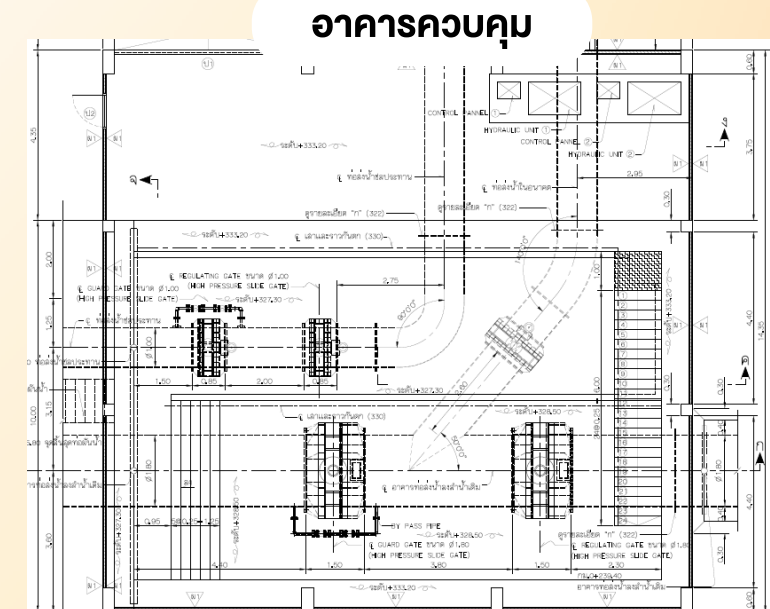
อาคารผืนน้ำระหว่างก่อสร้าง และ อาคารท่อนส่งน้ำลงลำน้ำเดิม



ท่อผืนน้ำ Ø 6.00 ม.

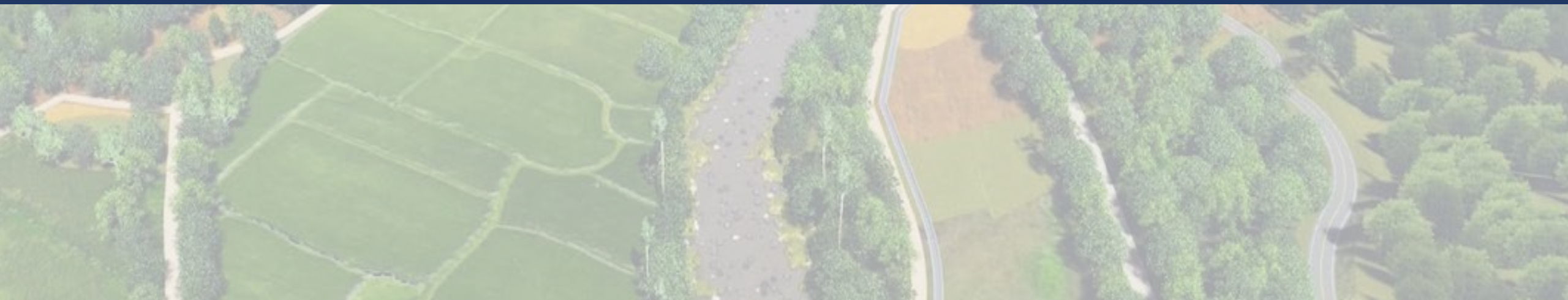
อาคารท่อนส่งน้ำลงลำน้ำเดิม

- ชนิด ท่อเหล็กเหนียว
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.80 ม.
- อัตราการระบายสูงสุด 46.99 ลบ.ม.
- ความยาวท่อ 540.00 ม.



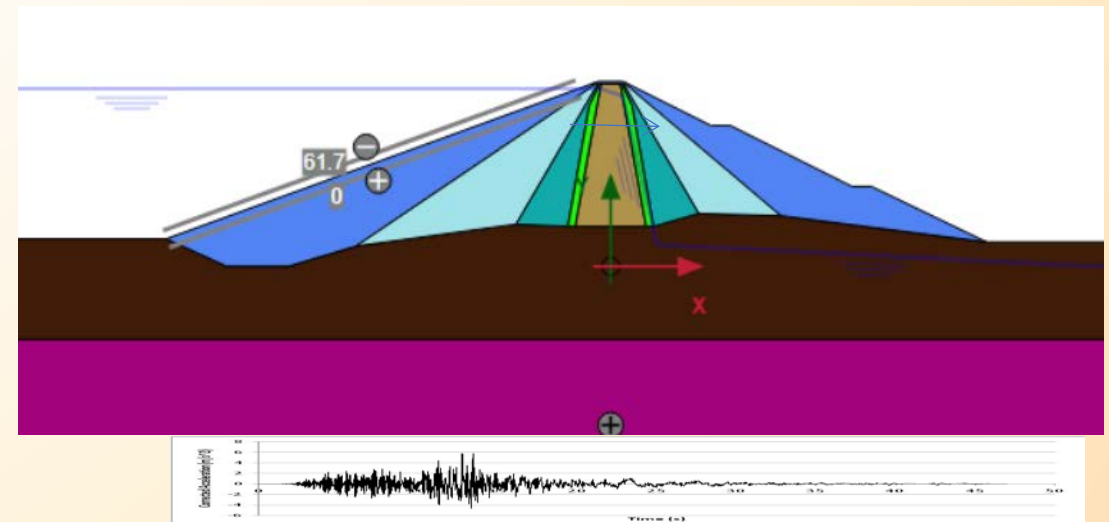
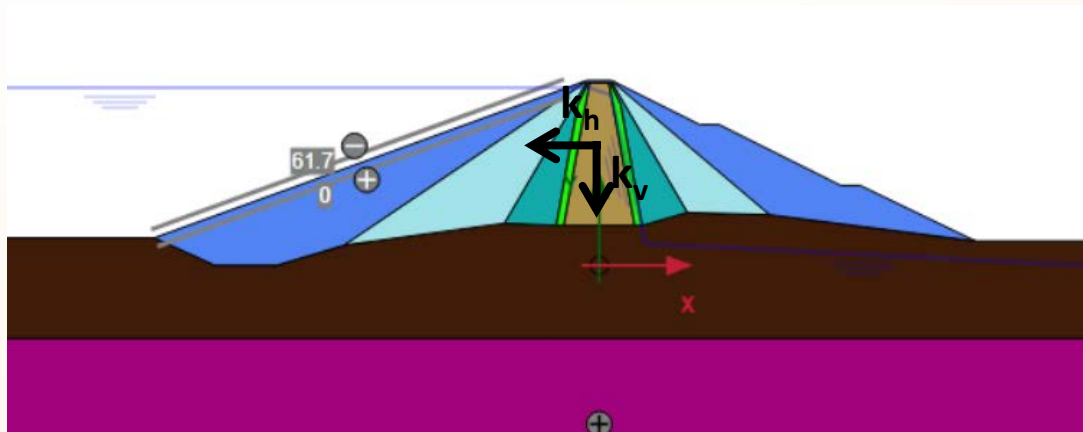


การวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดเขื่อน และ การคาดการณ์แรงจากแผ่นดินไหว



การวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดเขื่อน

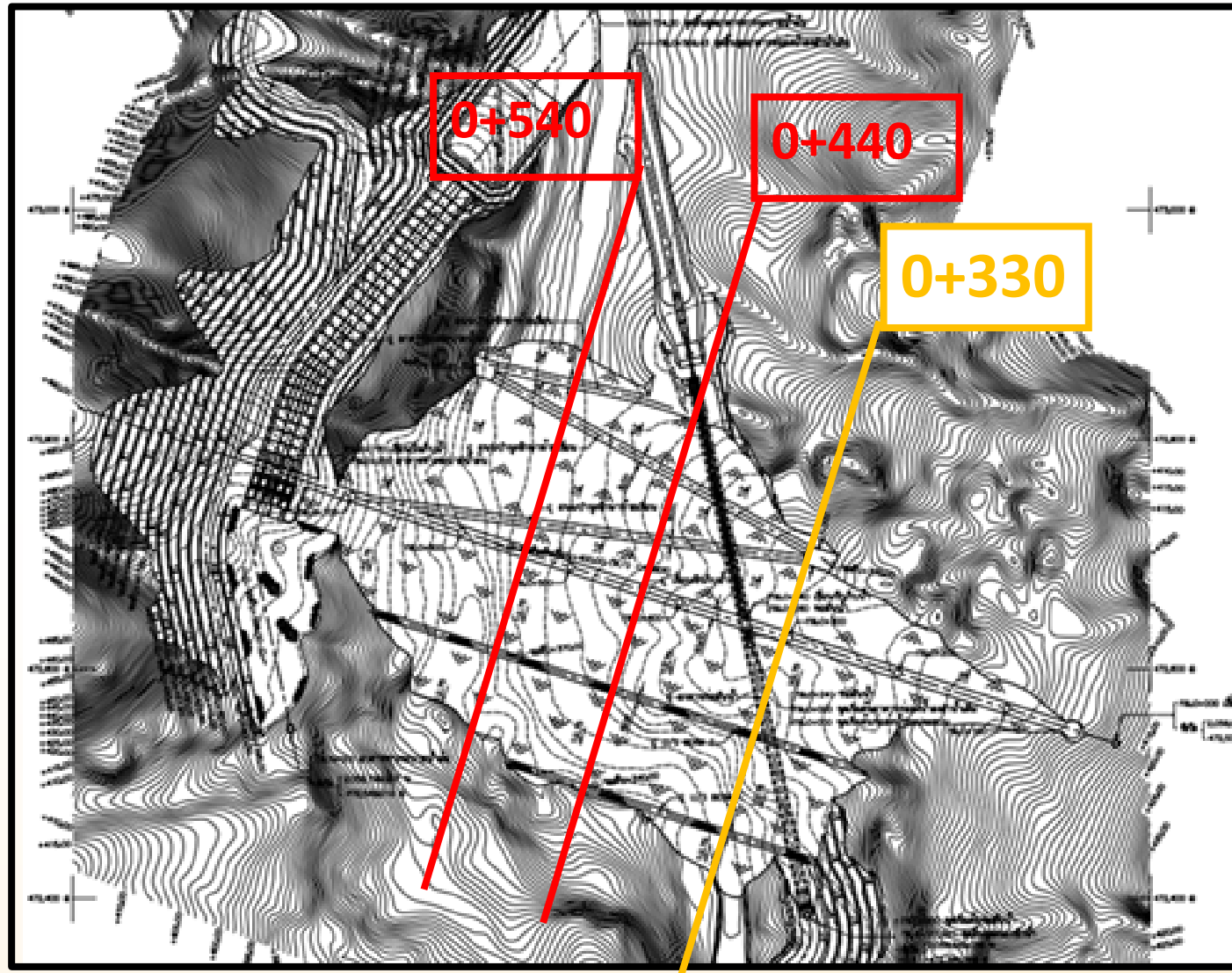
ในอดีตการออกแบบเขื่อนดินนิยมใช้ การวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดเขื่อนด้วยวิธี Limit Equilibrium ในกรณีแผ่นดินไหวการวิเคราะห์จะใช้วิธี Pseudo-static โดยแรงจากแผ่นดินไหวสามารถคำนวณได้จากสัมประสิทธิ์แรงแนวราบ k_h และ แนวตั้ง k_v กระทำคงที่ตลอดตัวเขื่อน วิธี Pseudo-static เป็นวิธีที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์เบื้องต้นเท่านั้น ไม่เหมาะกับการใช้กับเขื่อนขนาดใหญ่ ซึ่งแรงจากแผ่นดินไหวมีความสลับซับซ้อน แรงที่เกิดในตัวเขื่อนเปลี่ยนแปลงตามตำแหน่งและเวลาดังนั้นจึงควรทำการวิเคราะห์ Dynamic Analysis เพื่อตรวจสอบความมั่นคงของเขื่อนขณะเกิดแผ่นดินไหว



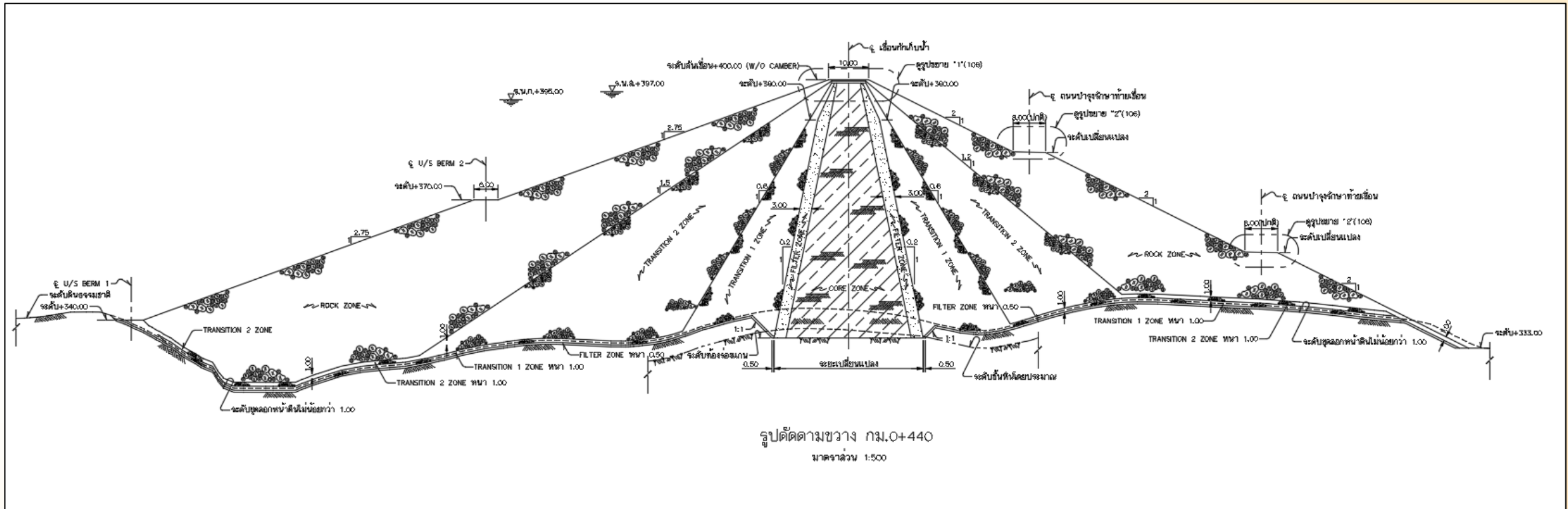
การวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดเขื่อน

การวิเคราะห์การตอบสนองของเขื่อนเชิงแผ่นดินไหวมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการเสียรูปของเขื่อนจากแรงกระทำจากแผ่นดินไหว เมื่อเขื่อนเกิดการสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว ขนาดและทิศทางของความเร็วจากการสั่นสะเทือนจะเปลี่ยนแปลงตามเวลาขึ้นอยู่กับลักษณะของคลื่น ในจังหวะความเร็วไม่รุนแรงตัวเขื่อนจะแค่สั่นสะเทือนไม่เกิดการเคลื่อนตัวของลาดของเขื่อน ในขณะที่บางจังหวะความเร็วอาจจะรุนแรงและมีทิศทางให้เกิดแรงกระทำกับตัวเขื่อนเกินกว่ากำลังของวัสดุที่ตัวเขื่อนจะรับได้ ส่งผลให้ลาดของเขื่อนบางตำแหน่งเกิดการเคลื่อนตัวลงตามลาดเขื่อน แต่การเคลื่อนตัวนี้จะเกิดขึ้นในระยะเวลาเพียงเสี้ยววินาทีสั้นๆ เมื่อความเร็วของคลื่นลดลง การเคลื่อนตัวจะหยุด ในบางจังหวะทิศทางความเร็วอาจกลับทิศทางทำให้บางส่วนของเขื่อนเคลื่อนตัวย้อนกลับ เมื่อแผ่นดินไหวสิ้นสุดลง การเสียรูปของเขื่อนหลังแผ่นดินไหวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับผลรวมของการเคลื่อนตัวขณะที่ความเร็วทำให้แรงกระทำสูงกว่ากำลังของวัสดุที่ใช้ทำตัวเขื่อนจะรับได้ ขนาดของการเคลื่อนตัวนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของคลื่นและระยะเวลาที่เกิดแผ่นดินไหวว่ายาวนานขนาดไหน

รูปแบบแปลนเขื่อน

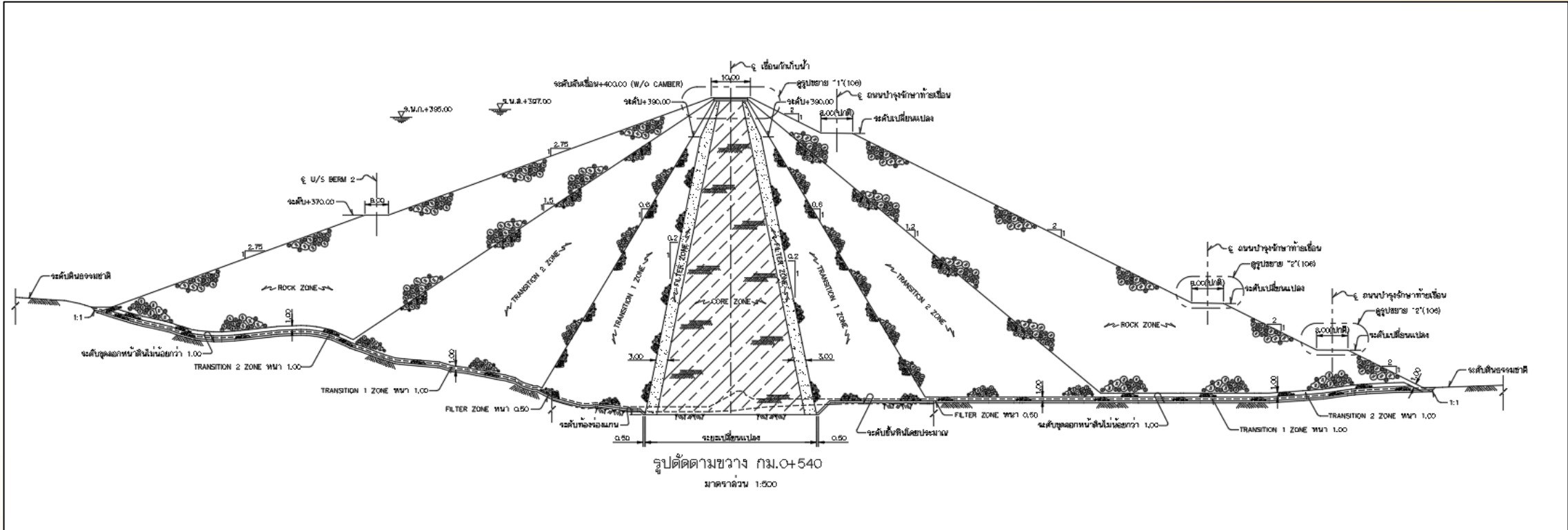


รูปตัดขวาง Sta. 0+440



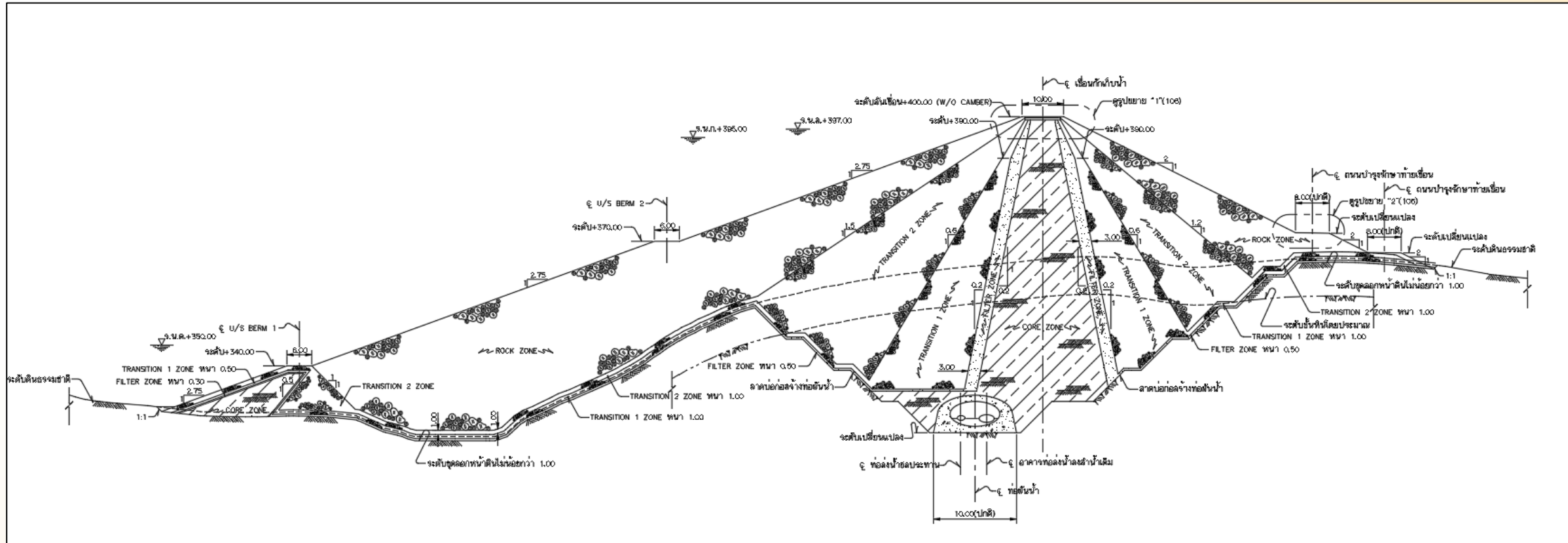
Sta. 0+440

รูปตัดขวาง Sta. 0+540



Sta. 0+540

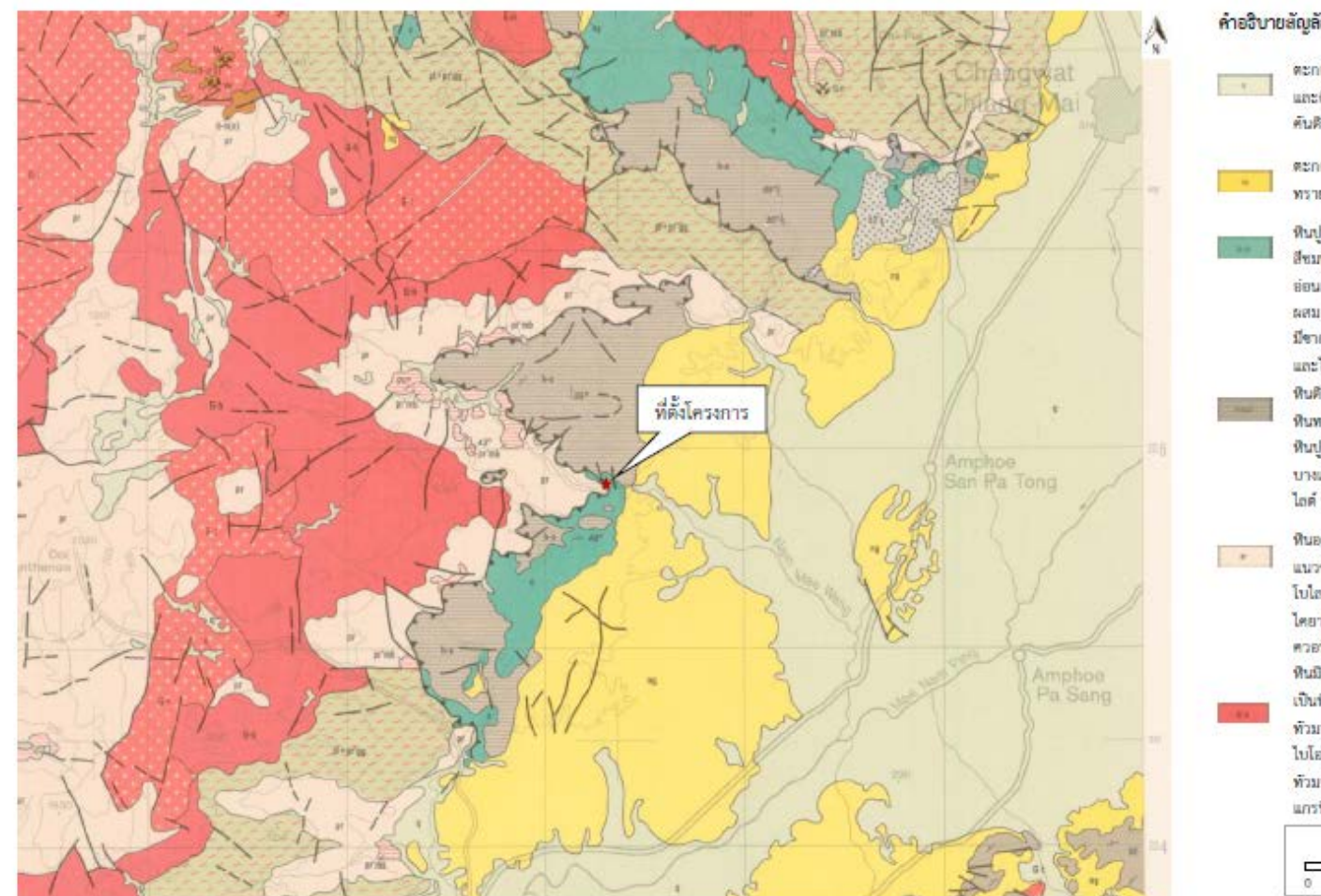
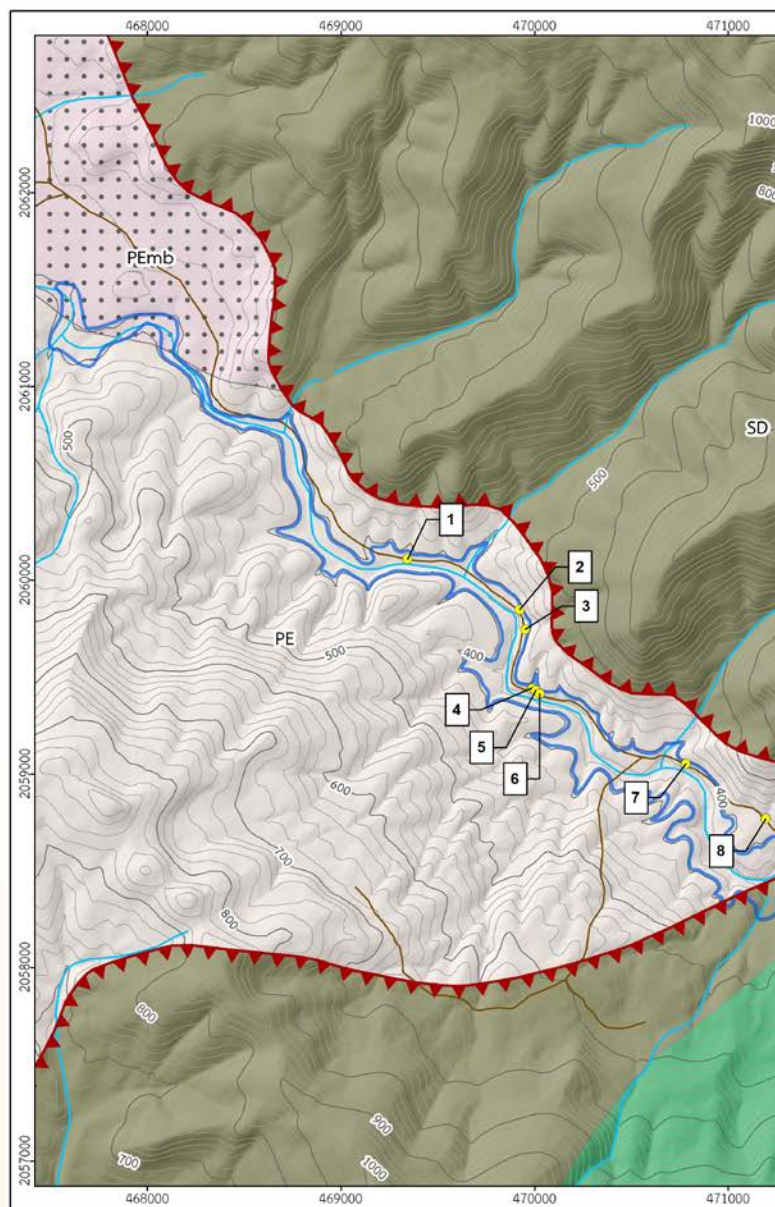
รูปตัดขวาง Sta. 0+330



Sta. 0+330

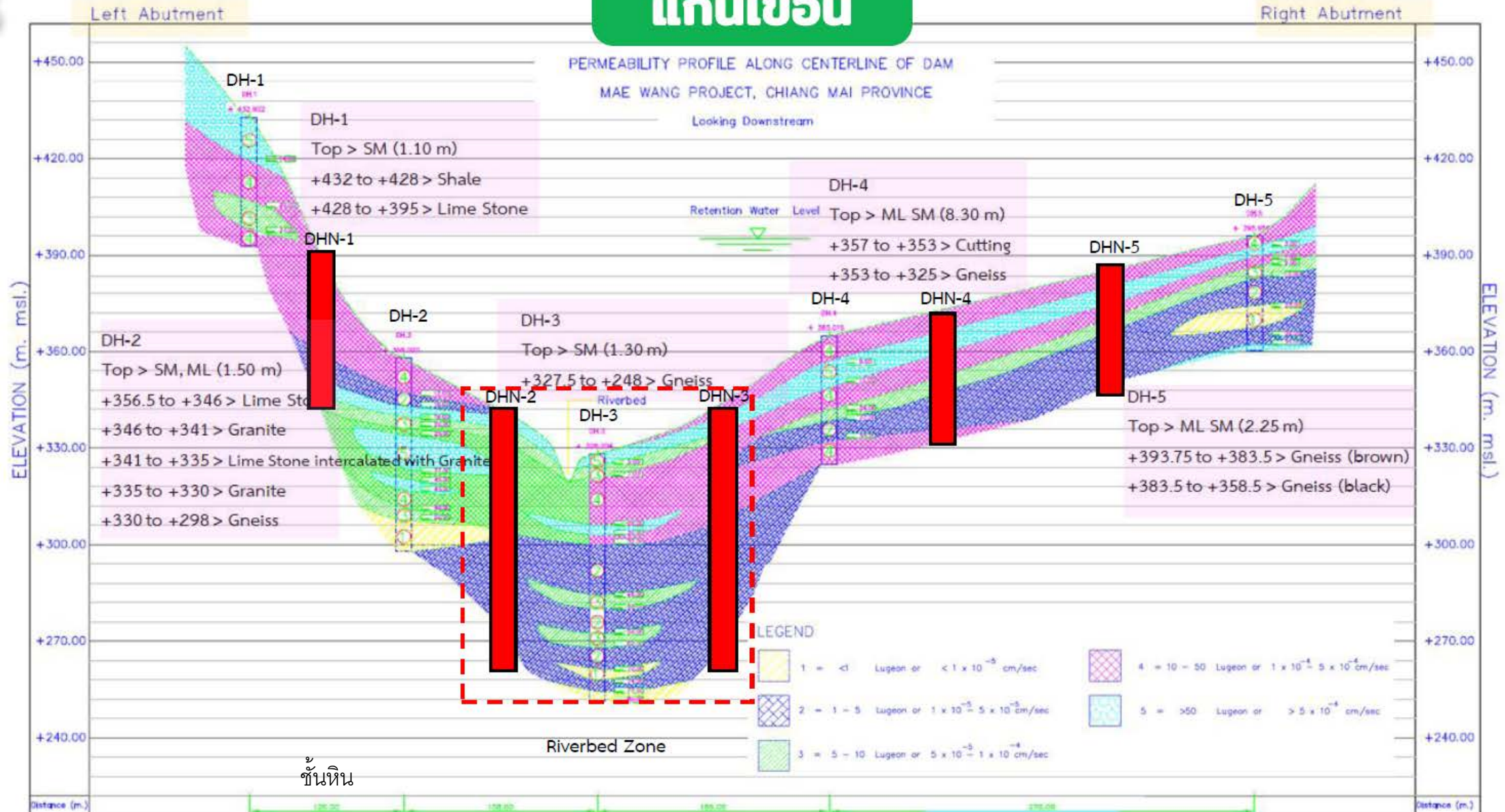
ลักษณะรรณีวิทยาบริเวณตัวเขื่อน

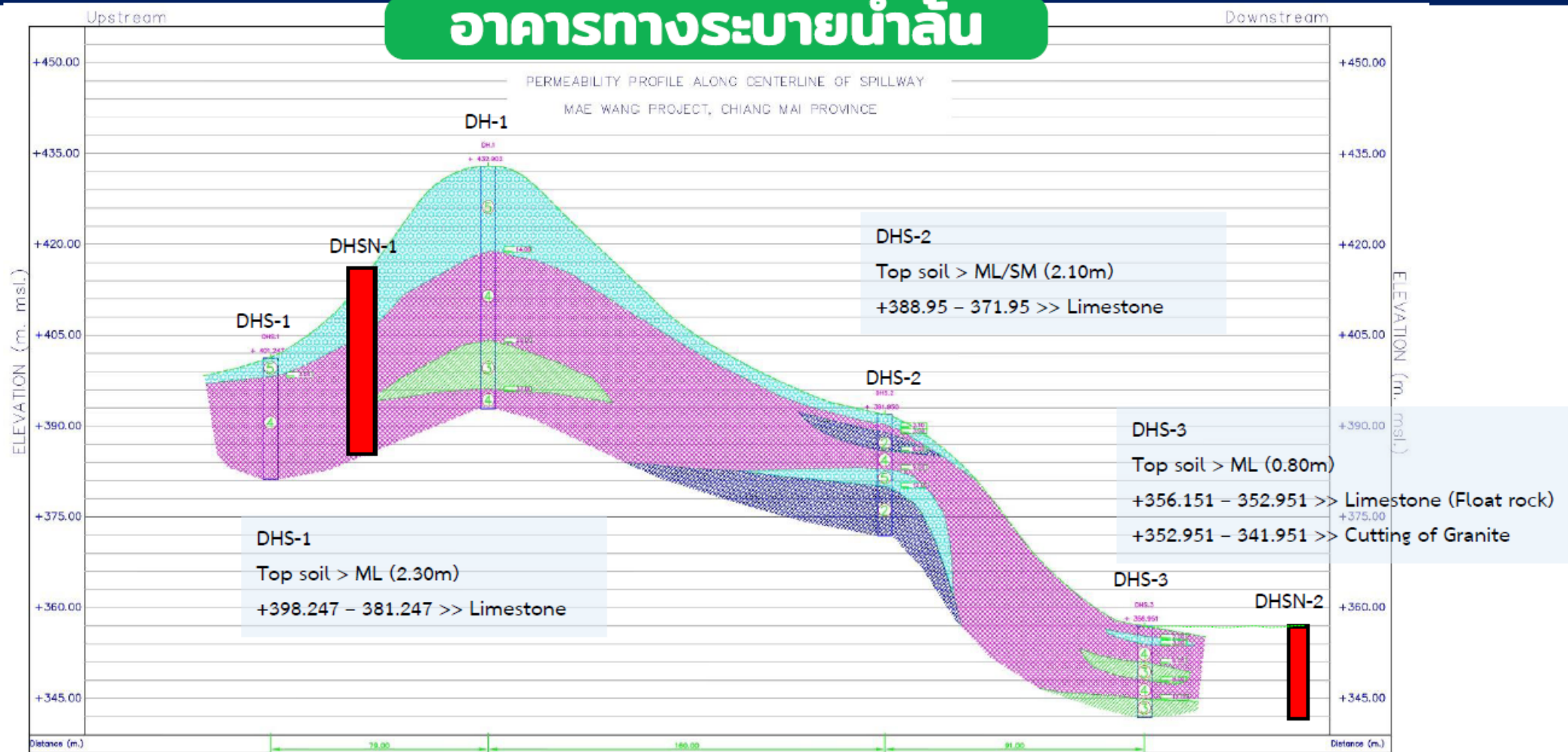
อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่



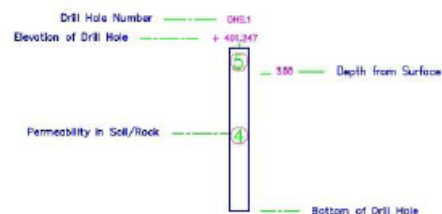
รูปที่ 3 แผนที่แสดงลักษณะสภาพธรณีวิทยาบริเวณโครงการอ่างเก็บน้ำแม่ว่าง อำเภอมะนัง จังหวัดเชียงใหม่ (คัดลอกและดัดแปลงจากแผน
มาตราส่วน 1:250,000 ระบุว่า จังหวัดเชียงใหม่ โดยกรมทรัพยากรธรณี, 2525)

แกนเขื่อน

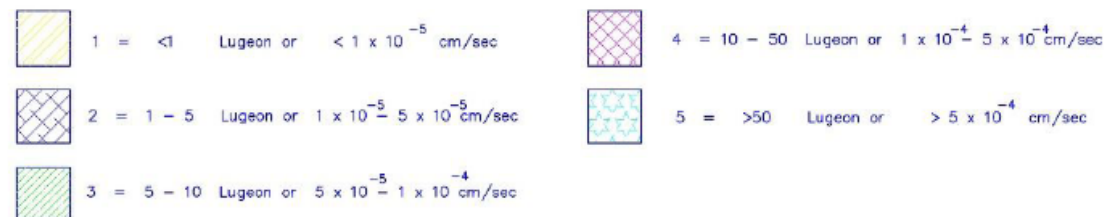




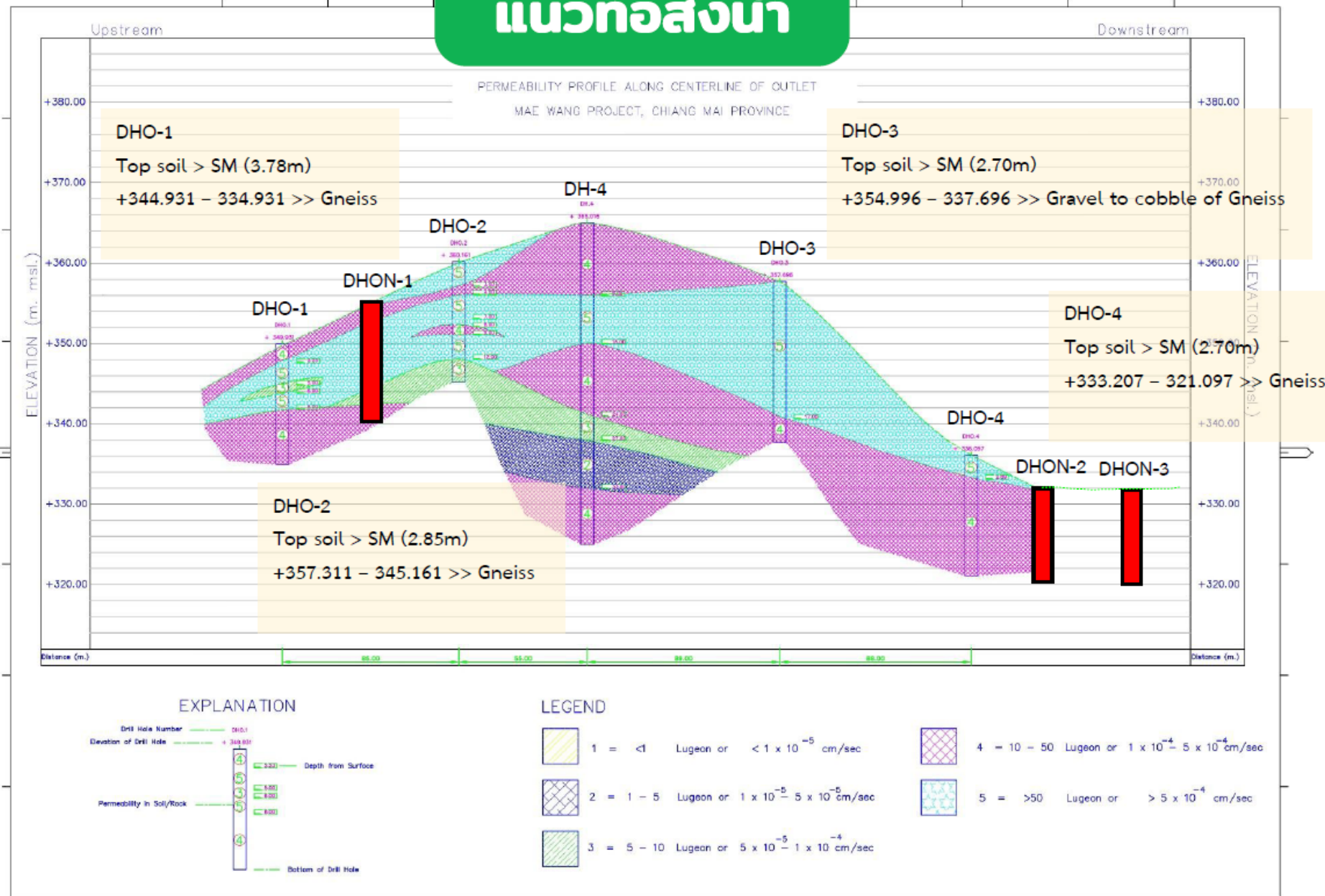
EXPLANATION



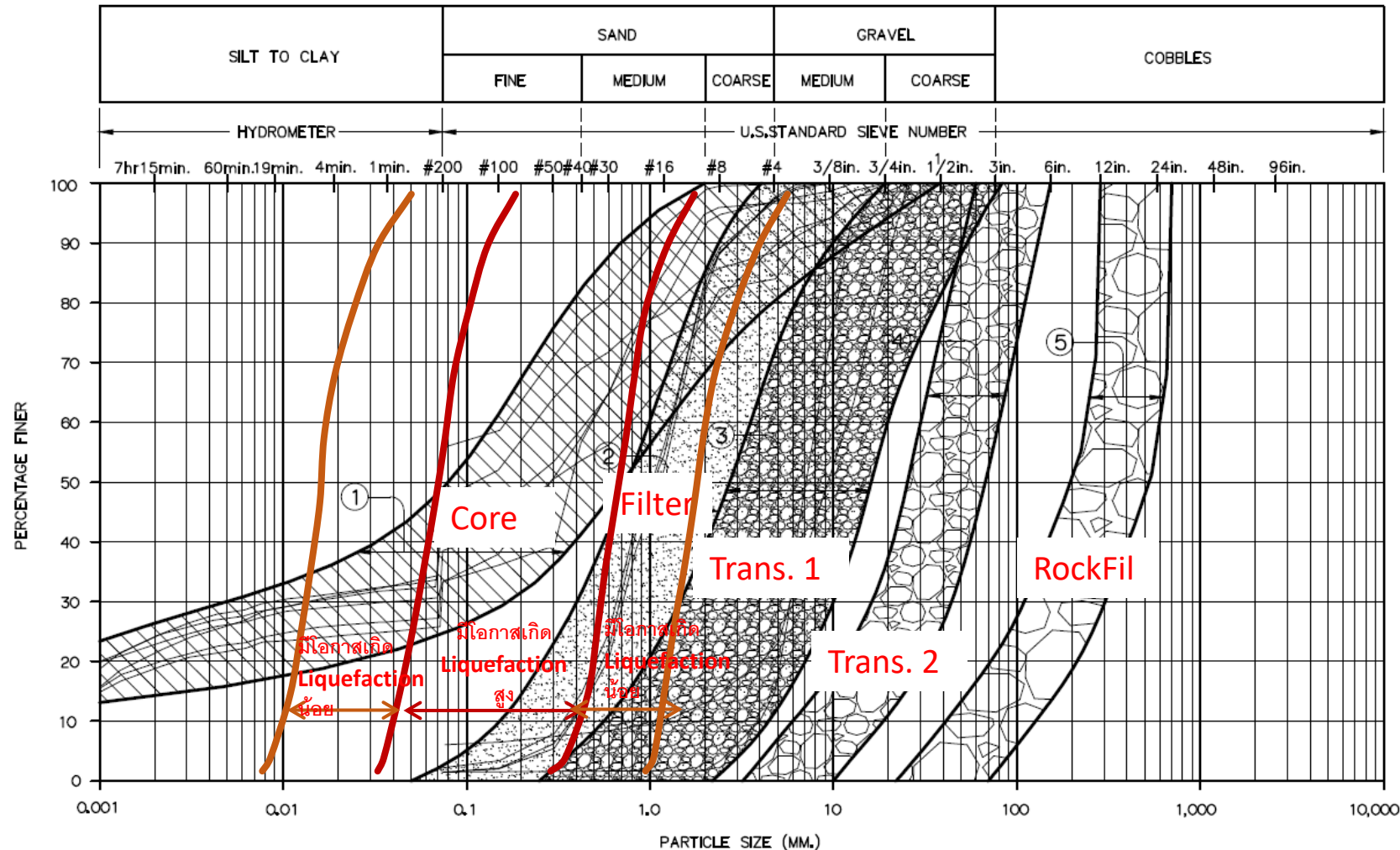
LEGEND



แนวท่อส่งน้ำ



Gradation ของวัสดุที่ใช้

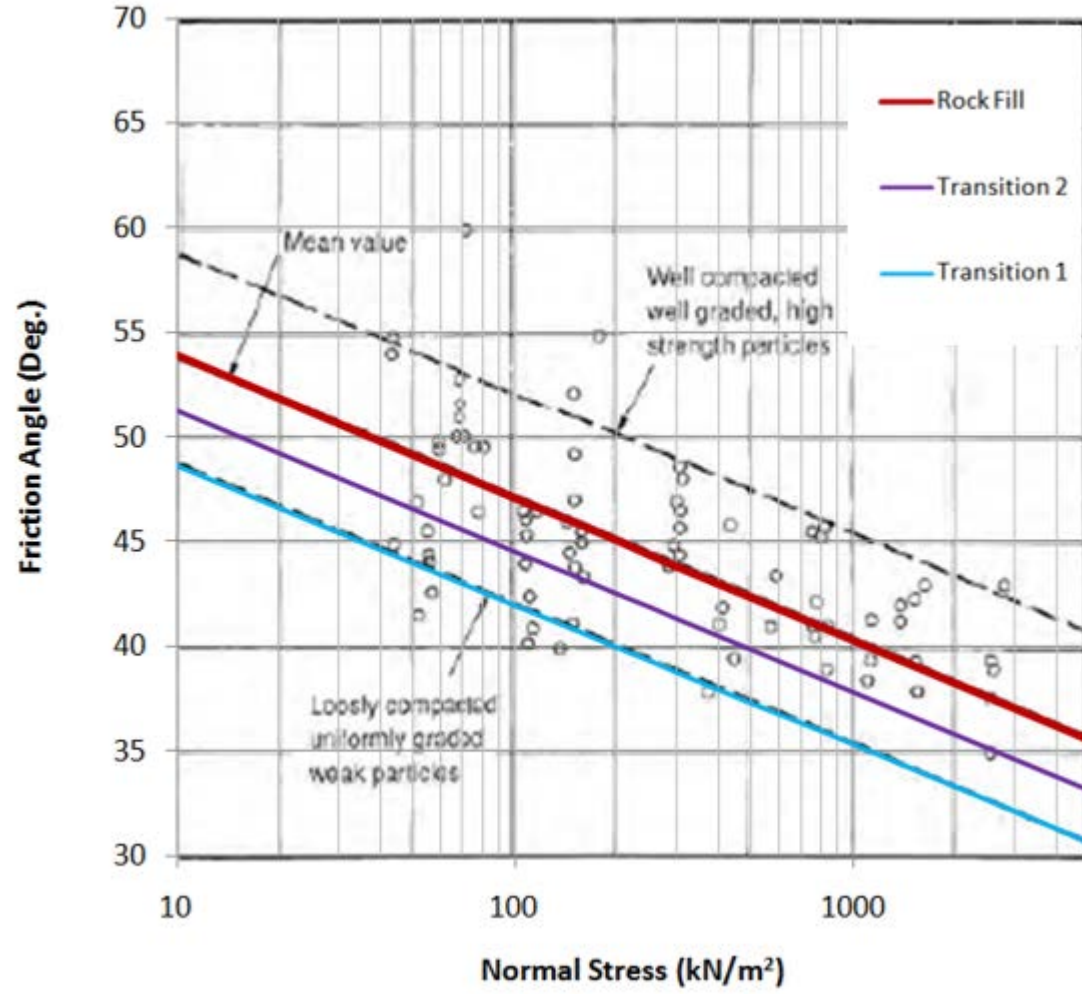


GRADATION OF CONSTRUCTION MATERIALS

กำลังของวัสดุ

ลำดับ	วัสดุ	Unit Weight, γ (kN/m ³)	Cohesion, C' (kN/m ²)	Frictional Angle, ϕ' (°)
1	Core	20	5	25
2	Filter	20	2	35
3	Transition 1	22	2	Stress Dependent
3	Transition 2	22.5	2	Stress Dependent
4	Rockfill	23	2	Stress Dependent
5	Base Rock	24	200	40

กำลังของหินทิ้ง



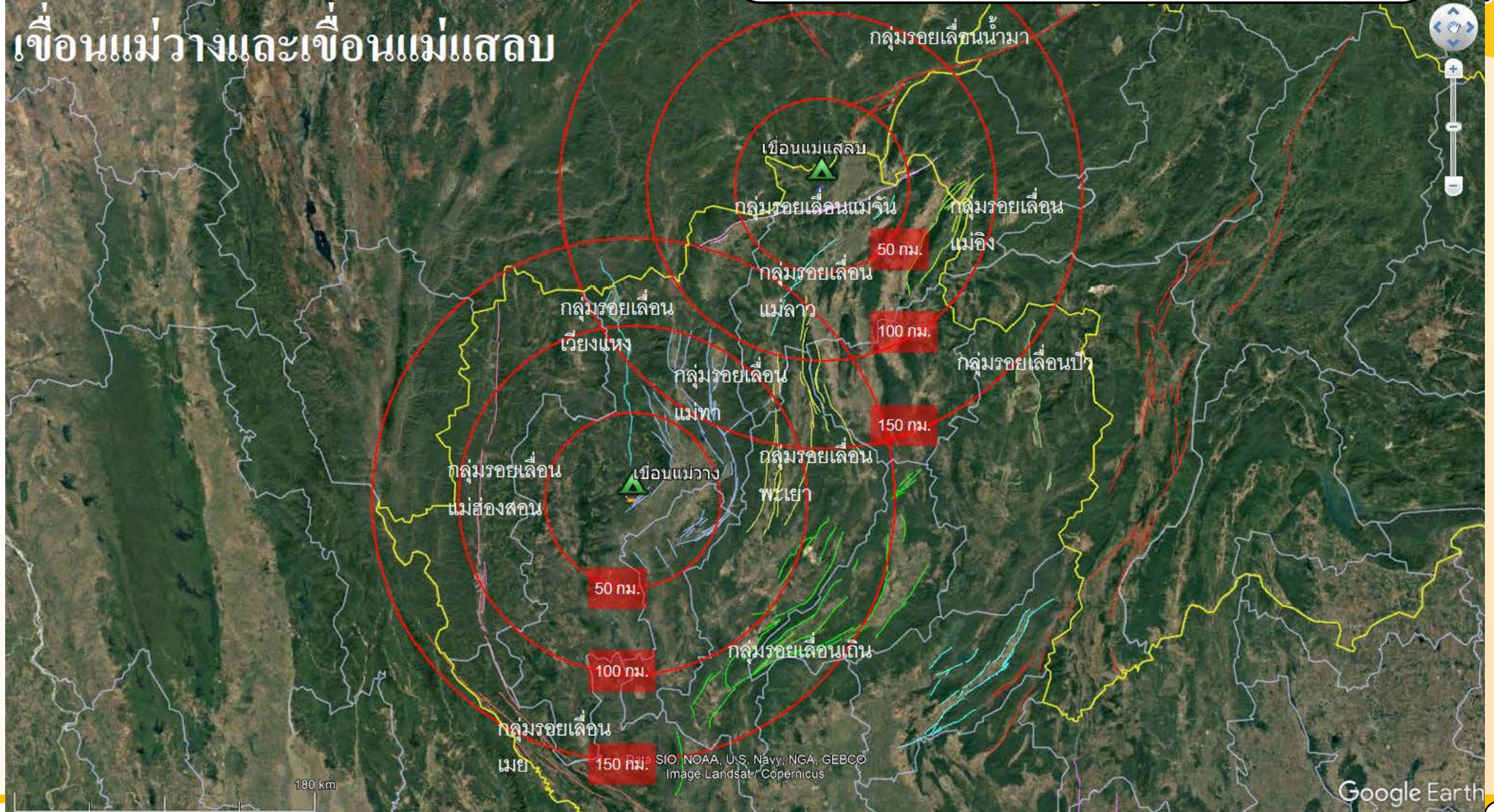
Transition 1 (Lower Bound Case)		
Normal Stress (kPa)	ϕ	Shear Stress (kPa)
0		
10	48.7	11.4
50	44.0	48.3
100	42.0	90.1
150	40.8	129.6
200	40.0	167.8
300	38.8	241.4
500	37.3	381.4
800	36.0	580.7
1000	35.3	708.8
2000	33.3	1314.6

Transition 2		
Normal Stress (kPa)	ϕ	Shear Stress (kPa)
0		0.0
10	51.3	12.5
50	46.6	52.9
100	44.6	98.5
150	43.4	141.7
200	42.5	183.5
300	41.3	264.0
500	39.9	417.3
800	38.5	635.8
1000	37.8	776.2
2000	35.8	1441.9

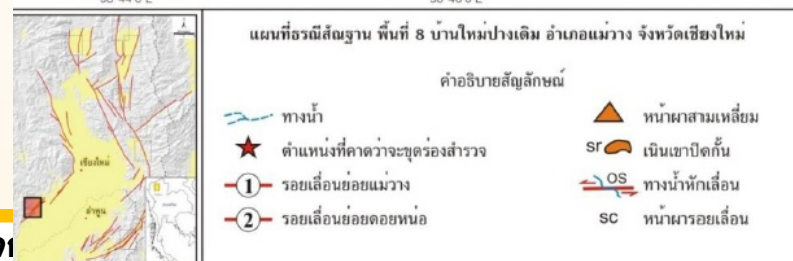
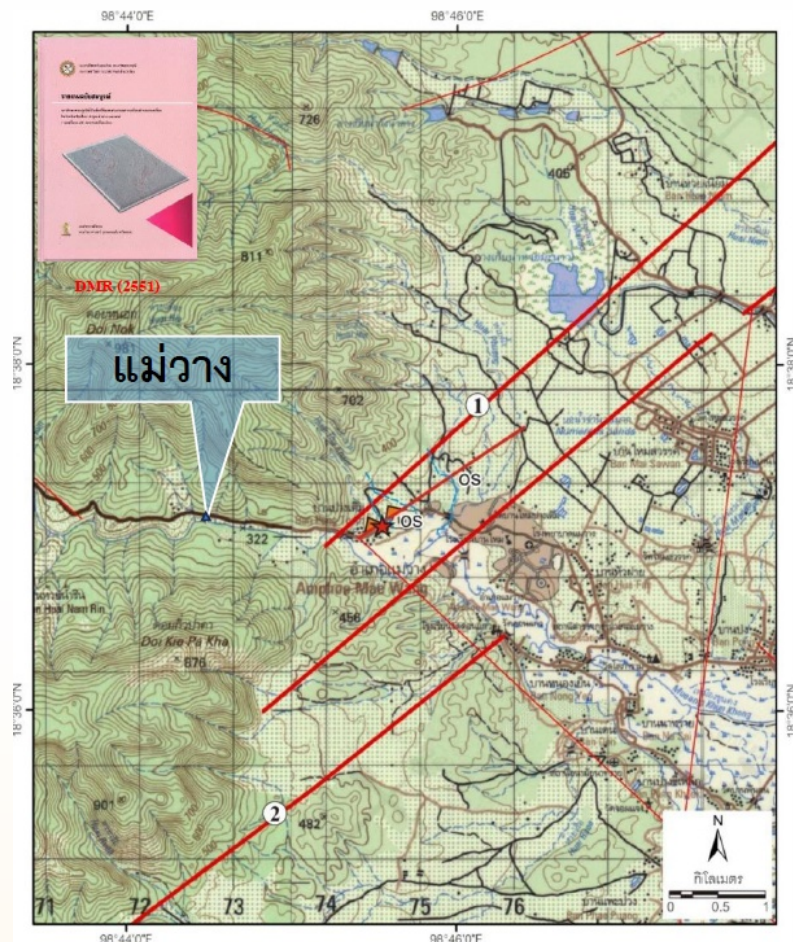
Rock Fill (Average Case)		
Normal Stress (kPa)	ϕ	Shear Stress (kPa)
0		0.0
10	53.9	13.7
50	49.2	57.9
100	47.1	107.7
150	45.9	154.9
200	45.1	200.5
300	43.9	288.5
500	42.4	456.0
800	41.0	694.8
1000	40.3	848.5
2000	38.3	1577.3

รอยเลื่อนและเหตุการณ์แผ่นดินไหวรอบ เขื่อนแม่วางและเขื่อนแม่สะแลบ

การคาดการณ์แรงจากแผ่นดินไหว



แผนที่แสดงตำแหน่งของรอยเลื่อนบริเวณใกล้เคียง

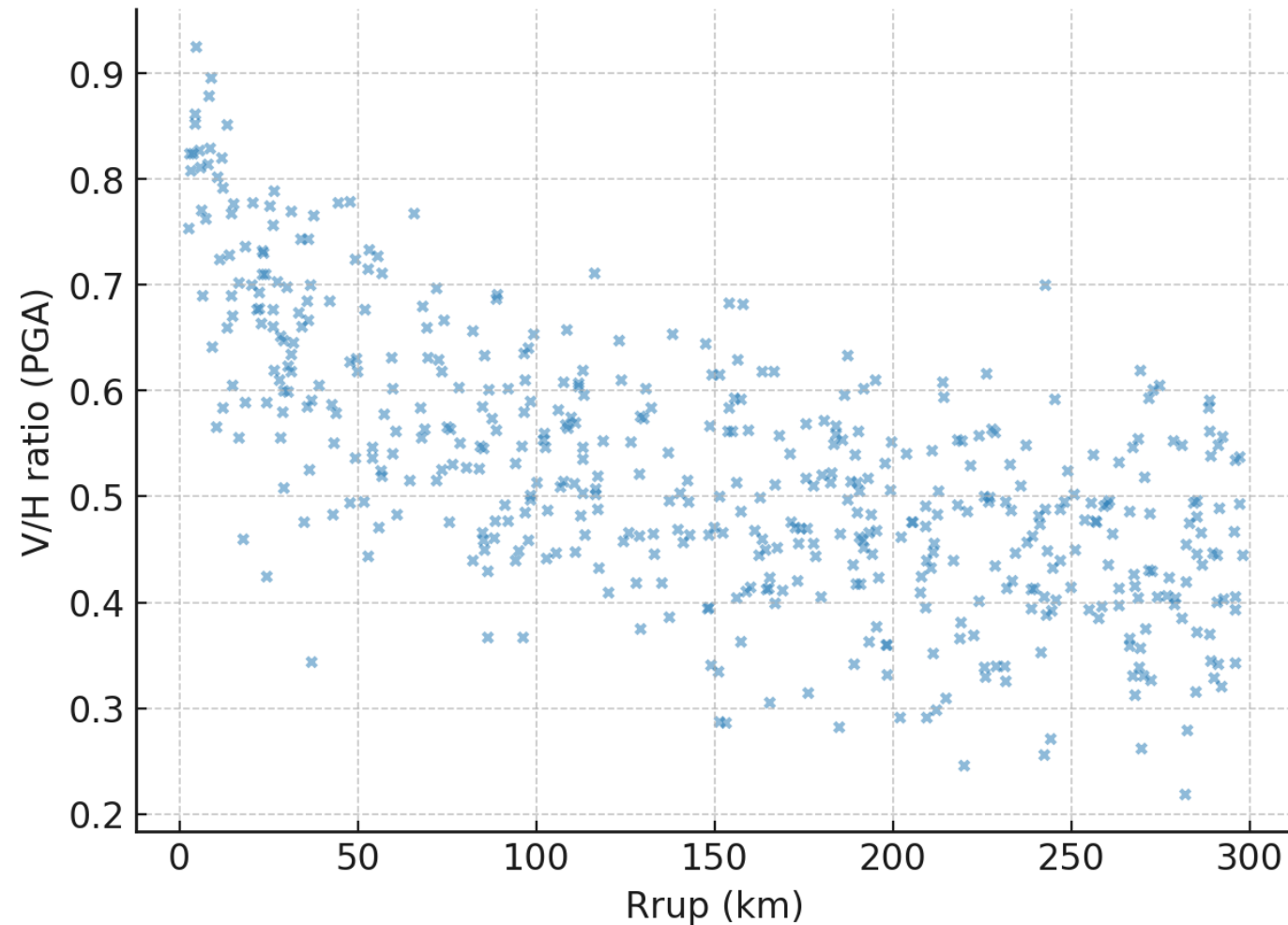


การวิเคราะห์ด้วยวิธี Pseudo-static

การวิเคราะห์อันตรายจากแผ่นดินไหวเชิงกำหนดค่า (Deterministic Seismic Hazard Analysis, DSHA) พบว่า ค่าอัตราเร่งสูงสุดของพื้นดิน (Peak Ground Acceleration: PGA) สูงสุดที่จุดที่ตั้งอ่างเก็บน้ำแม่วาง ที่เปอร์เซนไทล์ 84 มีค่าเท่ากับ 0.45 g) โดยค่า Seismic Coefficient ที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณเขื่อน k_h เท่ากับ 0.225 (0.5PGA) และ ตามคู่มือเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบเขื่อนและอาคารประกอบ ปี พ.ศ. 2568 ของกรมชลประทาน ได้กำหนดให้ใช้ค่า k_v เท่ากับ สองในสามของ k_h ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.15

แรงจากแผ่นดินไหวแนวราบและแนวตั้ง

Illustrative V/H (vertical-to-horizontal) PGA ratio vs distance



ข้อมูลแผ่นดินไหวสำหรับการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์ (Dynamic Analysis) ของเขื่อน

การวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์ ต้องการคลื่นแผ่นดินไหวที่คาดว่าจะเกิดบริเวณที่ตั้งเขื่อนซึ่งในกรณีนี้ไม่มีมีผลการวัดแผ่นดินไหวในอดีตสามารถใช้ได้โดยตรง ดังนั้นจึงใช้คลื่นแผ่นดินไหวจากฐานข้อมูลจาก Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER Ground Motion Database)



NGA-West2 -- Shallow Crustal Earthquakes in Active Tectonic Regimes

The NGA-West2 ground motion database includes a very large set of ground motions recorded in worldwide shallow crustal earthquakes in active tectonic regimes. The database has one of the most comprehensive sets of meta-data, including different distance measure, various site characterizations, earthquake source data, etc. The current version of the database is similar to the NGA-West2 database, which was used to develop the 2014 NGA-West2 ground motion models (GMMs). peer.berkeley.edu/ngawest2



Load Sample Input Values Clear Input Values

Search

These characteristics are defined in the NGA-West2 Flatfile.
You need to re-run Search when any of these parameters are updated.

Record Characteristics:

RSN(s) : RSN1,...,RSNn
Event Name :
Station Name :

Search Parameters:

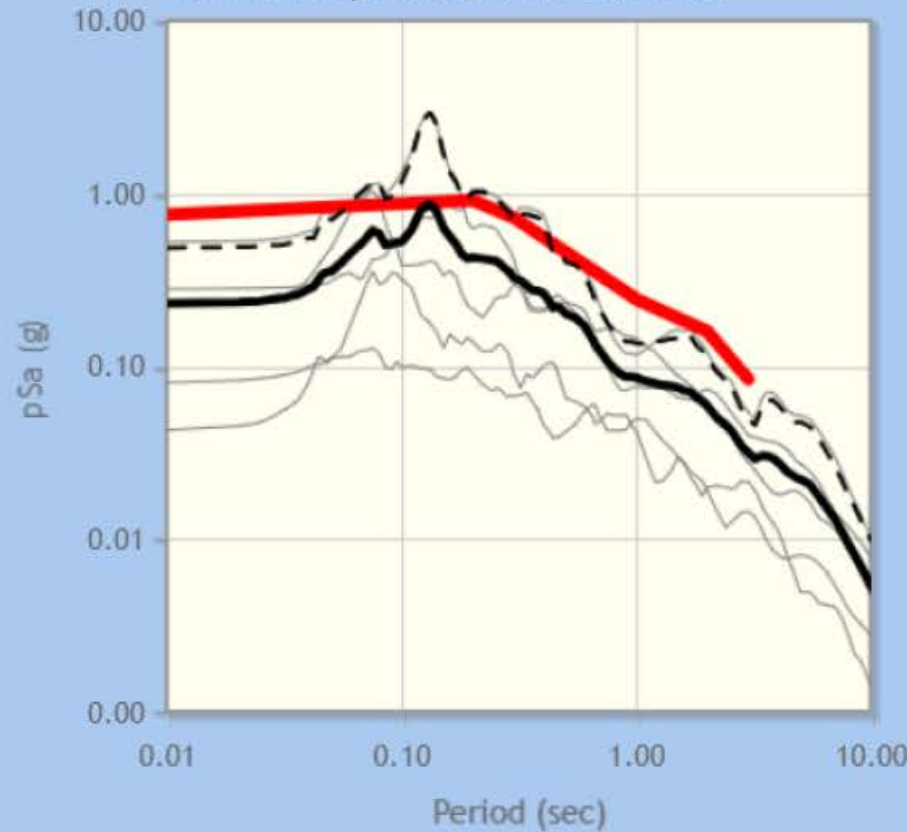
Fault Type :
Magnitude :
min,max
R_JB(km) :
min,max
R_rup(km) :
min,max
Vs30(m/s) :
min,max
DS-95(sec) :
min,max
Pulse :

Additional Characteristics:

Max No. Records :
(≤ 100)
Initial ScaleFactor : *min,max*

Search Results -- Response Spectra

Unscaled Spectra : All Record SRSS



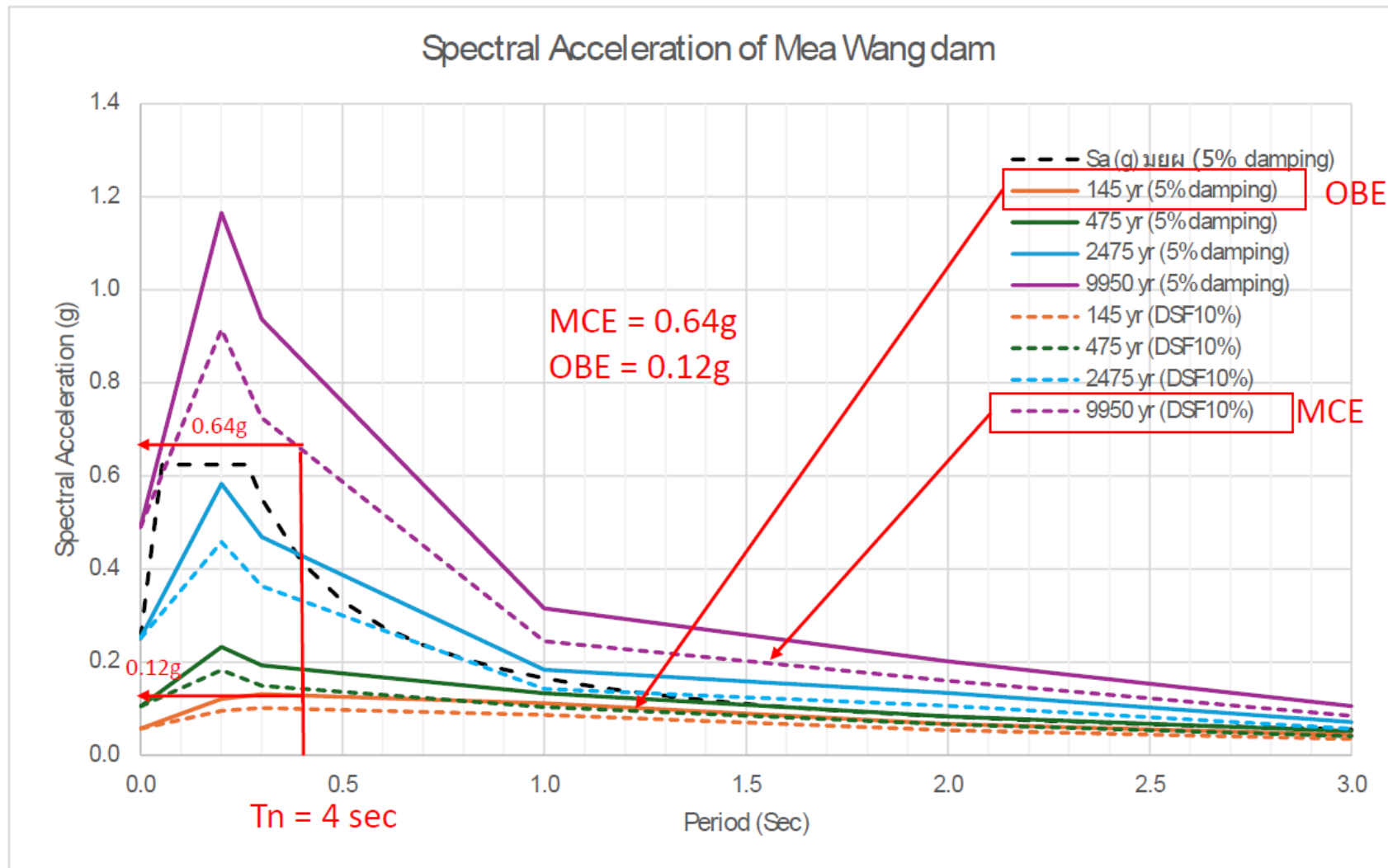
Show:

- ☒ Target Spectrum (---)
- ☒ Suite Mean (-----)
- ☒ Suite Mean + StDev (- - -)
- ☐ Suite Mean - StDev (- - -)

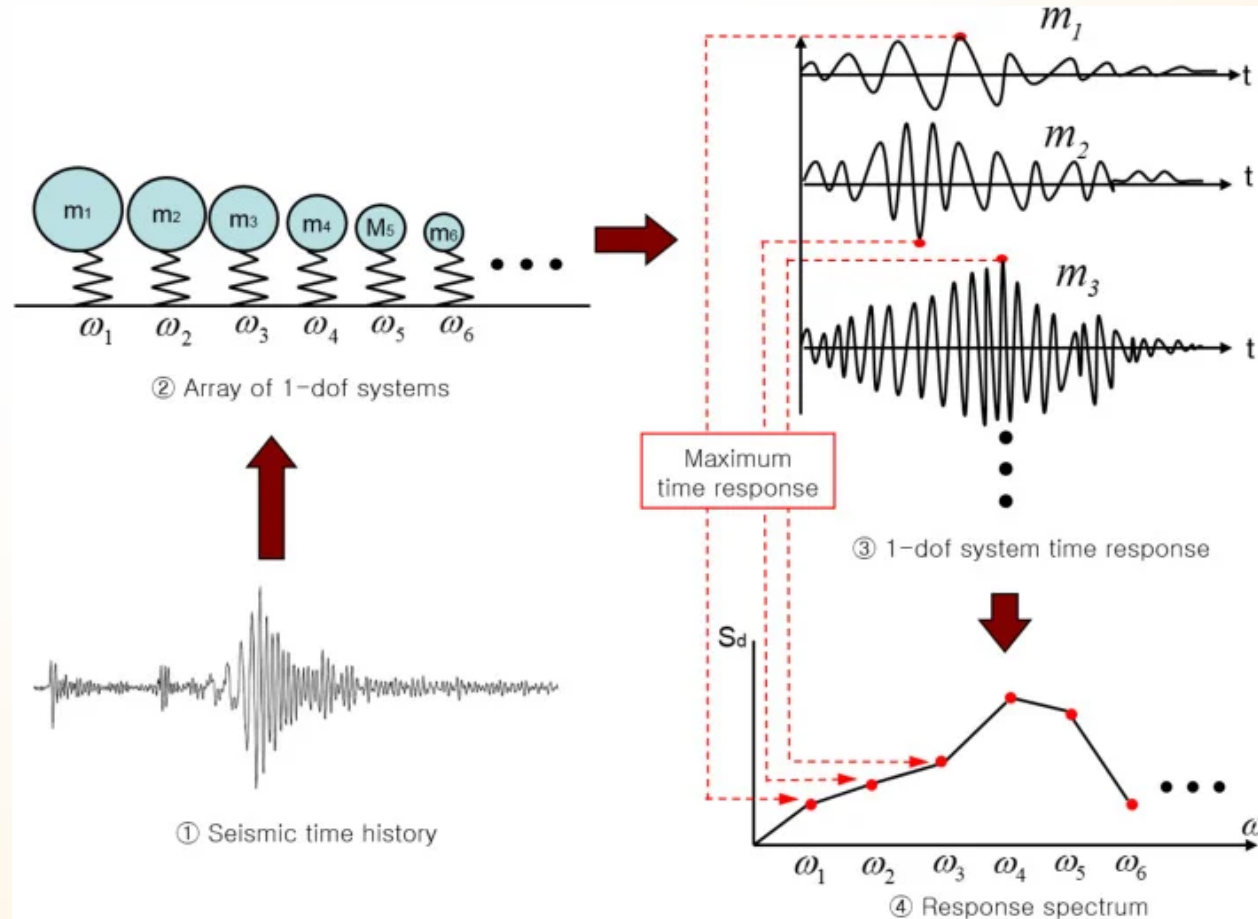
Spectra Axes:

- Hover over an individual curve to view its info.
- Click on an individual curve to view its spectra and time series.
- Window Zooming is possible only in Linear plot.
- Some cases may have such large variation that the Mean +- Standard Deviation curves look awkward. Refining the search criteria, or even reducing the number of records, is recommended for such cases.

คลื่นที่ได้จากฐานข้อมูลต้องมีการปรับให้ได้ค่า Response Spectrum ที่ต้องการ



แนวคิดของ Response Spectrum



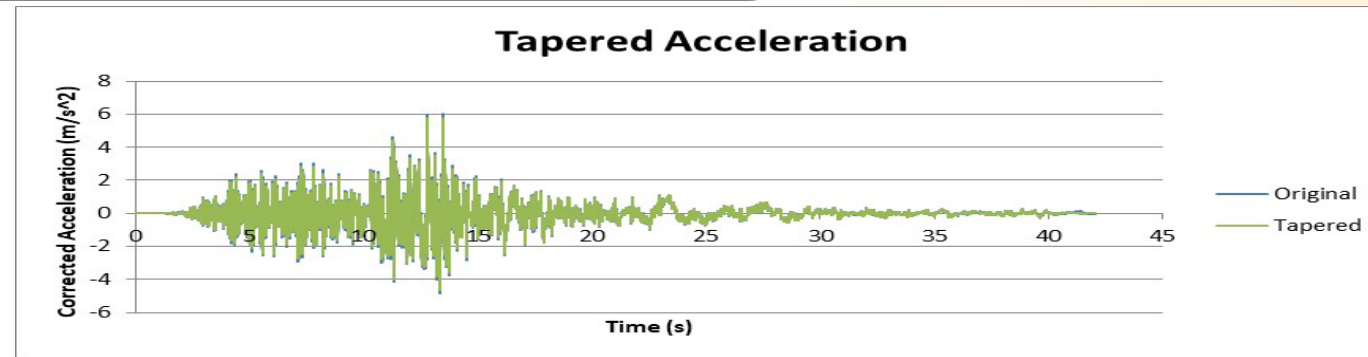
จำนวนคลื่นที่ใช้วิเคราะห์

การวิเคราะห์ต้องใช้คลื่นอย่างน้อย 5 ชุด

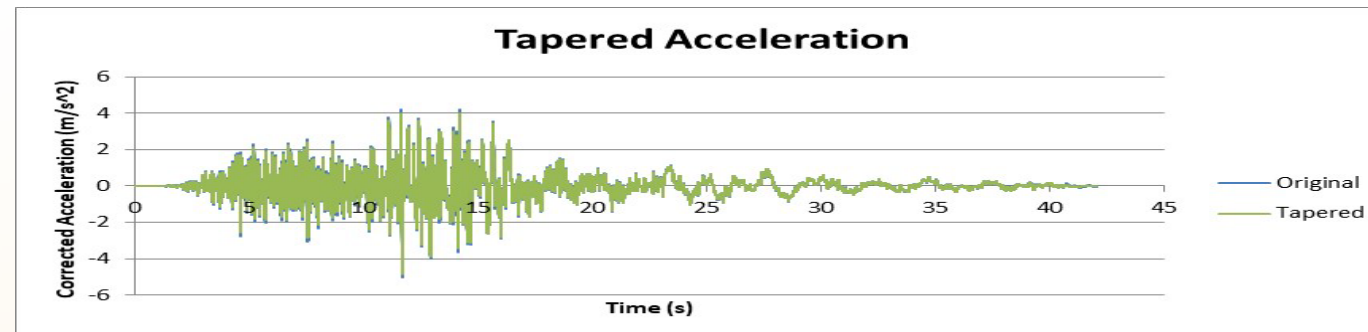
RSN	Event
2753	Chi-Chi Taiwan(CHY102)
3920	Tottori_ Japan (OKYH02)
3925	Tottori_ Japan (OKYH07)
3932	Tottori_ Japan (OKYH14)
3954	Tottori_ Japan (SMNH10)

คลื่นแต่ละชุดประกอบด้วย 3 คลื่น แนวราบ 2 คลื่นใน
แนวตั้งฉากกัน และแนวตั้ง 1 คลื่น

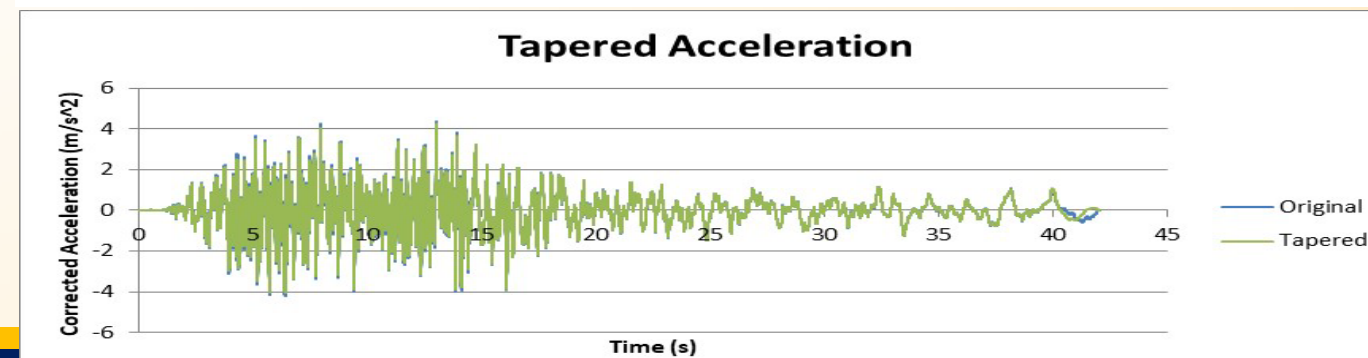
H1



H2

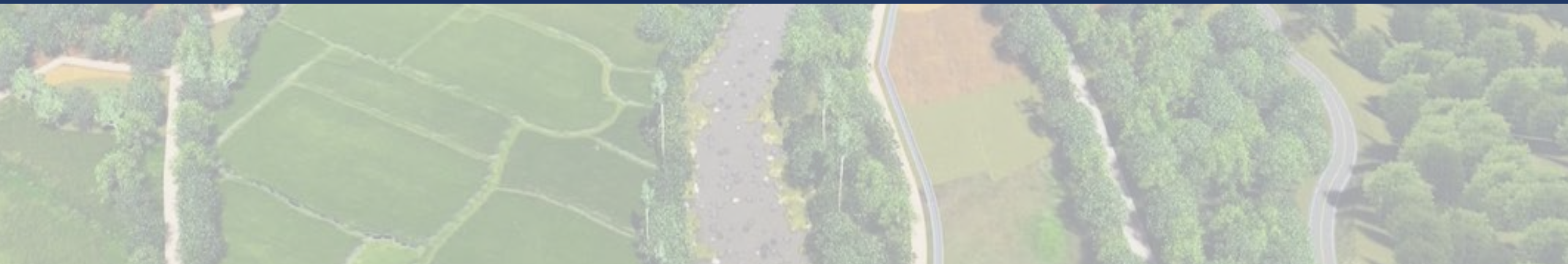


V





การวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดเขื่อนด้วยวิธี Limit Equilibrium

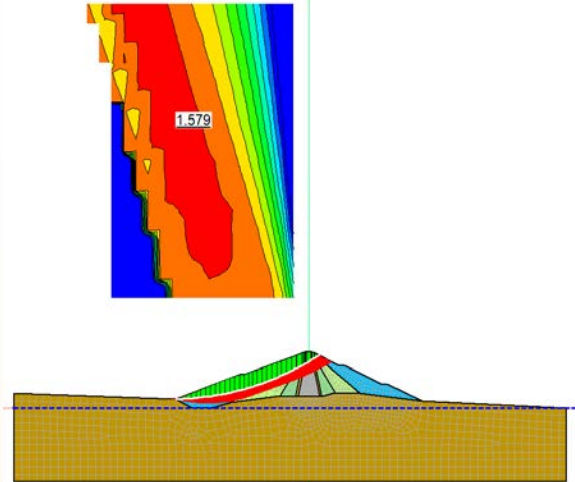
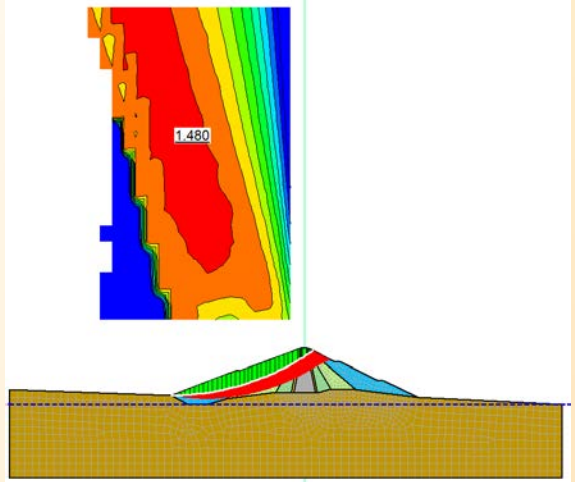
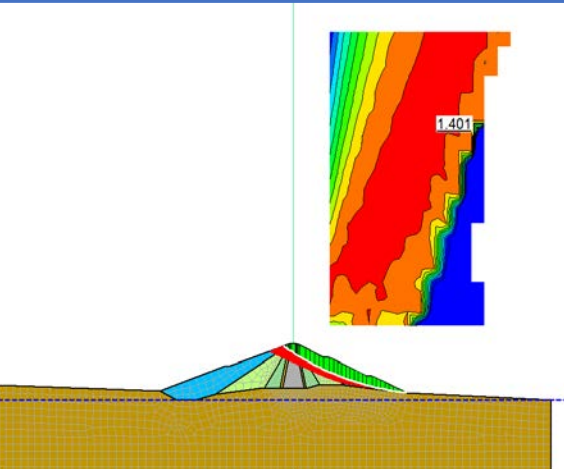
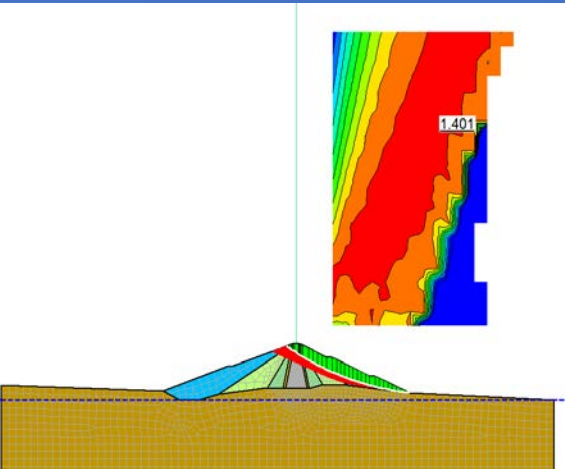
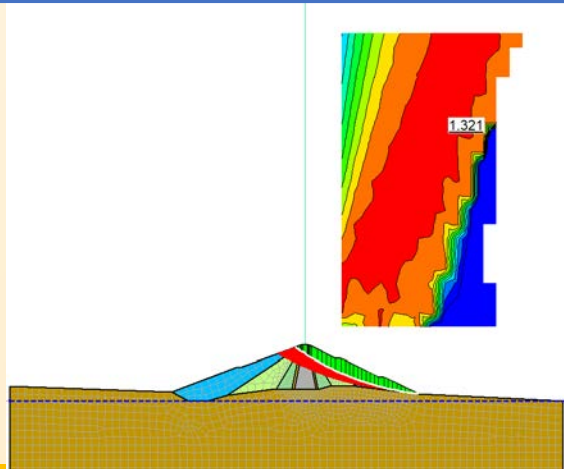


Sta. 0+440 End of Construction



งานจ้างสำรวจ ออกแบบ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาว

อำเภอแม่วาว จังหวัดเชียงใหม่

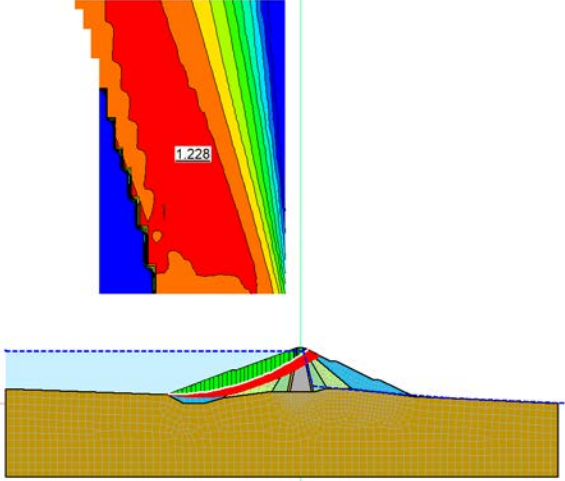
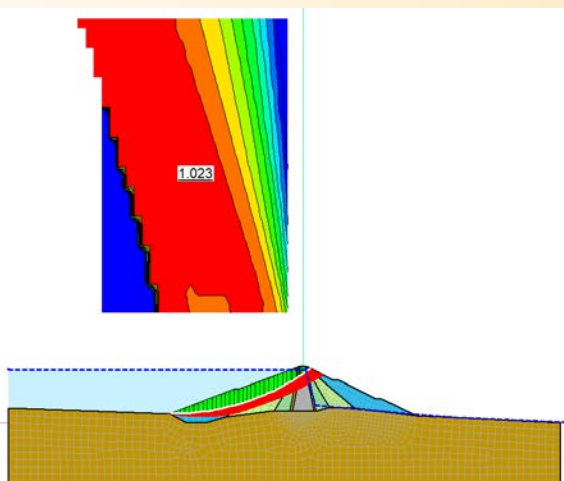
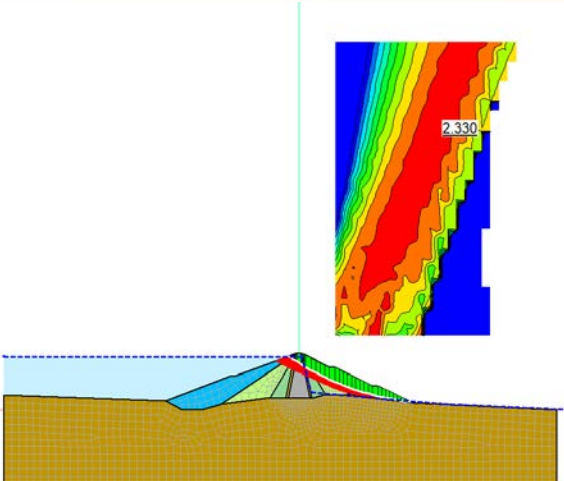
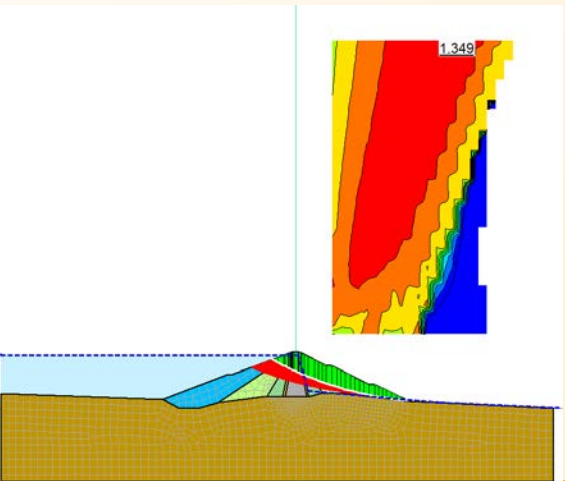
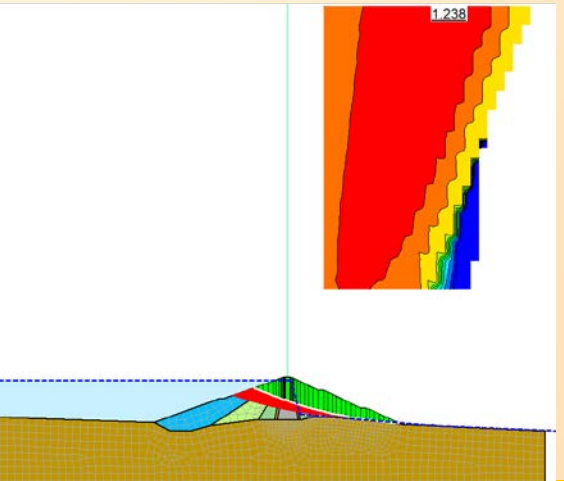
	Static	Earthquake Horizontal	Earthquake Horizontal + Vertical
ด้าน เหนือ			
ด้าน ท้าย			

Sta. 0+440 ทักเก็บน้ำสูงสุด (Steady State)



งานจ้างสำรวจ ออกแบบ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง

อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

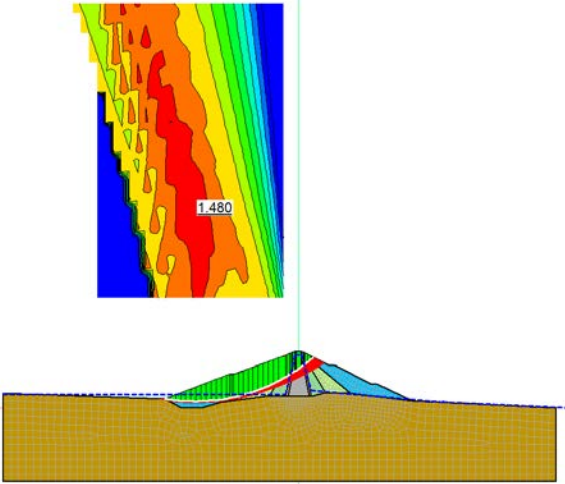
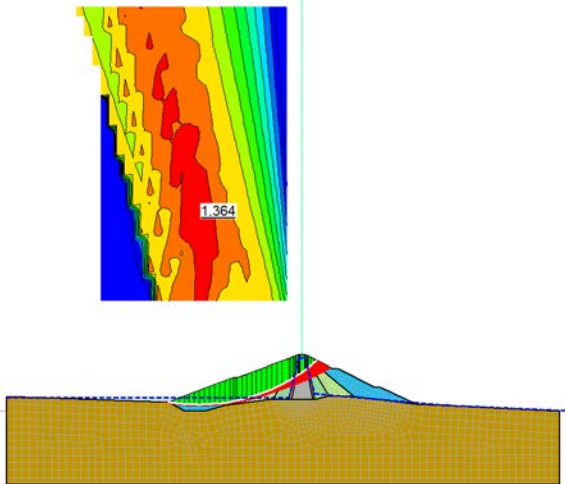
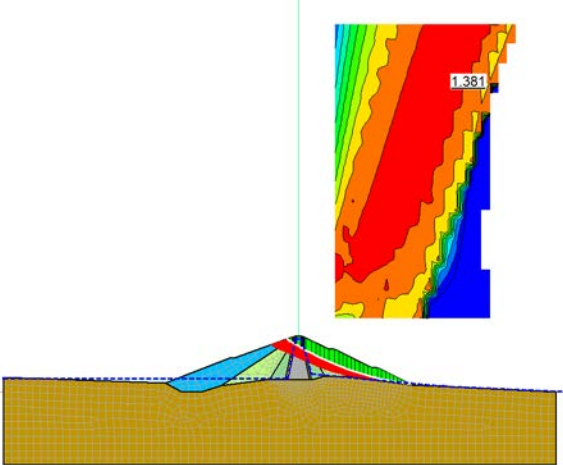
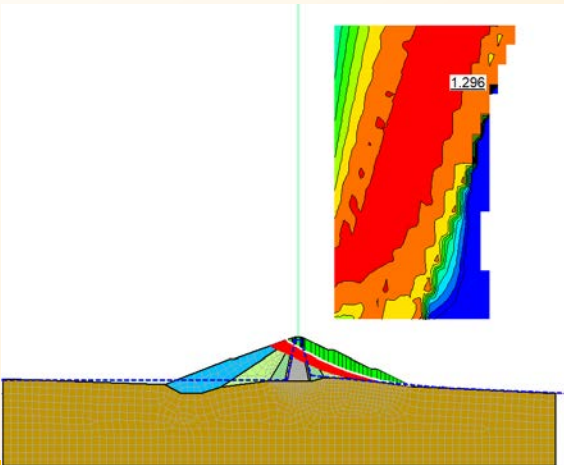
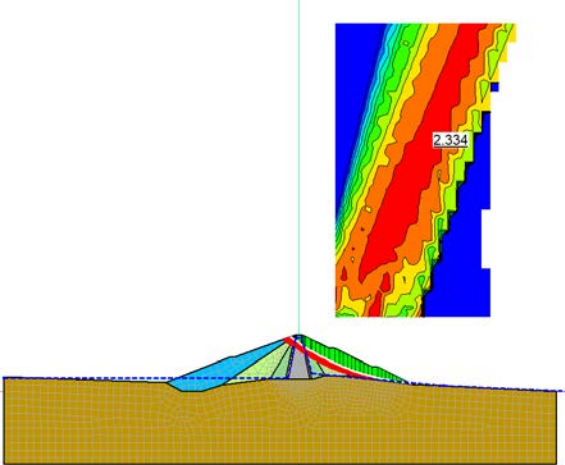
	Static	Earthquake Horizontal	Earthquake Horizontal + Vertical
ด้าน เหนือ			
ด้าน ท้าย			

Sta. 0+440 ระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว



งานจ้างสำรวจ ออกแบบ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาว

อำเภอแม่วาว จังหวัดเชียงใหม่

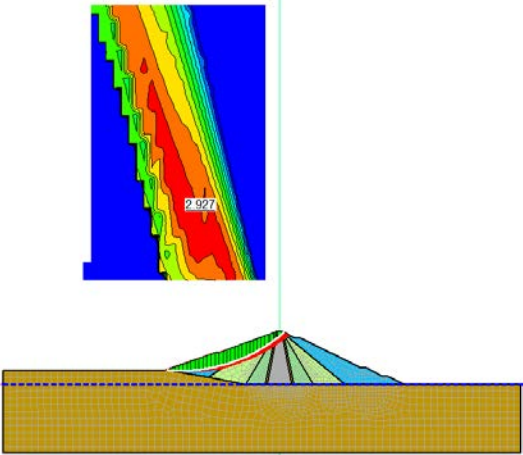
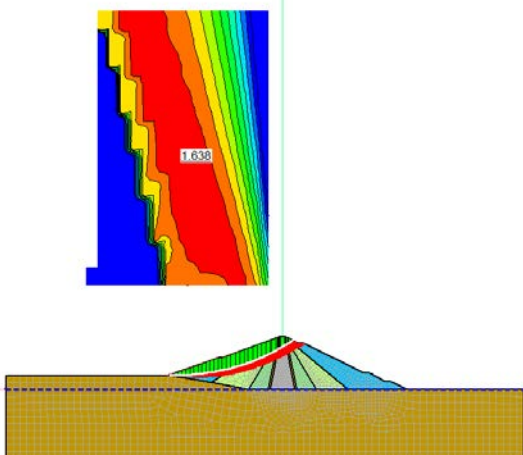
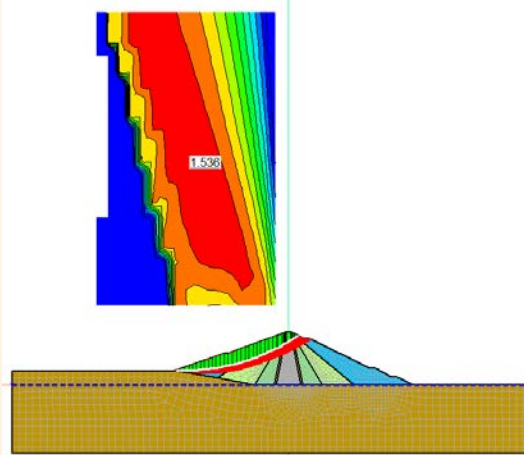
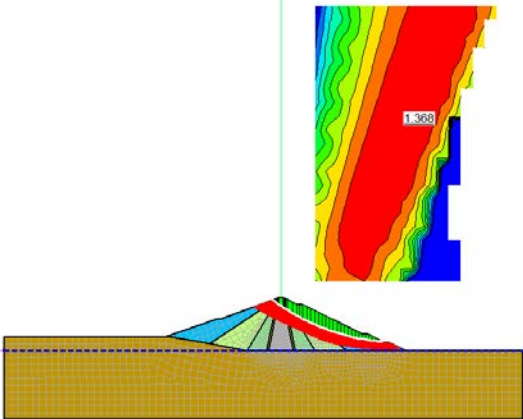
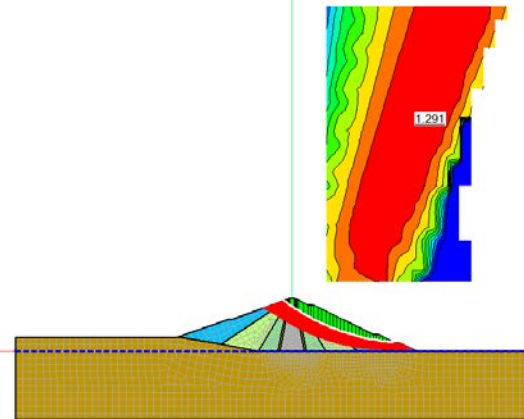
	Static	Earthquake Horizontal	Earthquake Horizontal + Vertical
ด้าน เหนือ			
ด้าน ท้าย			

Sta. 0+540 End of Construction

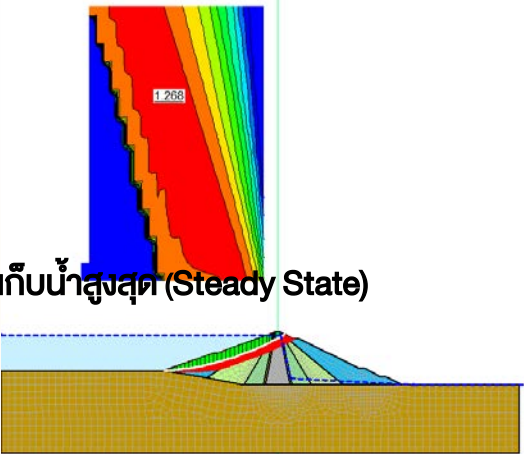
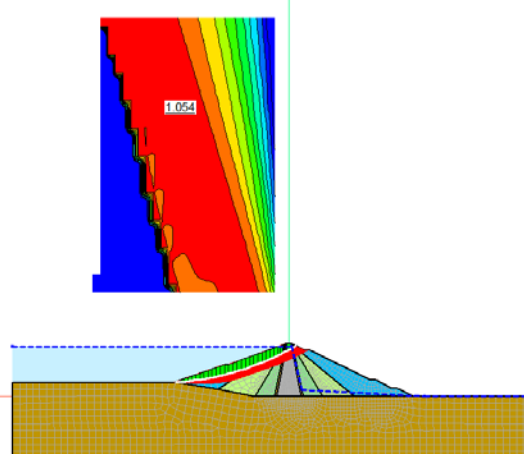
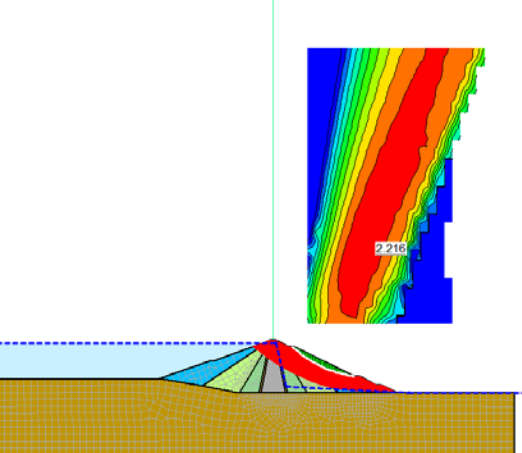
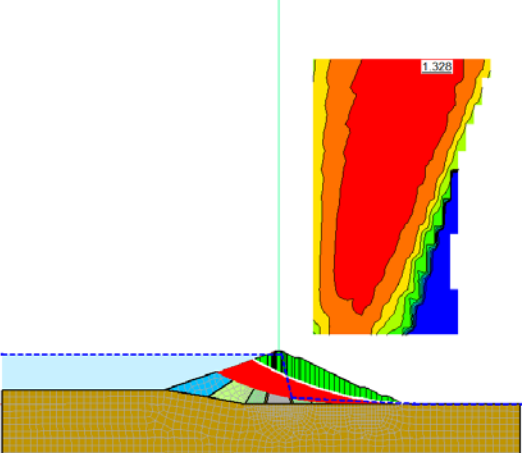
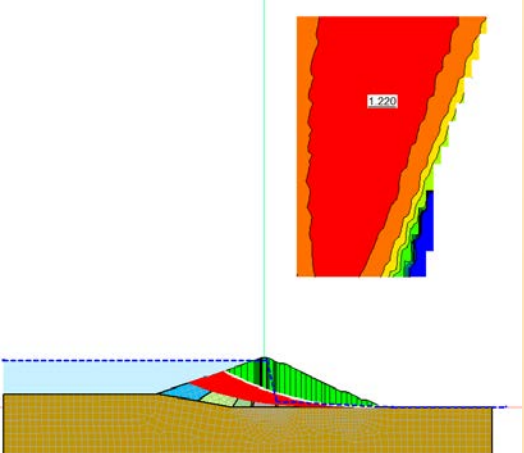


งานจ้างสำรวจ ออกแบบ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง

อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

	Static	Earthquake Horizontal	Earthquake Horizontal + Vertical
ด้าน เหนือ			
ด้าน ท้าย			

Sta. 0+540 กักเก็บน้ำสูงสุด (Steady State)

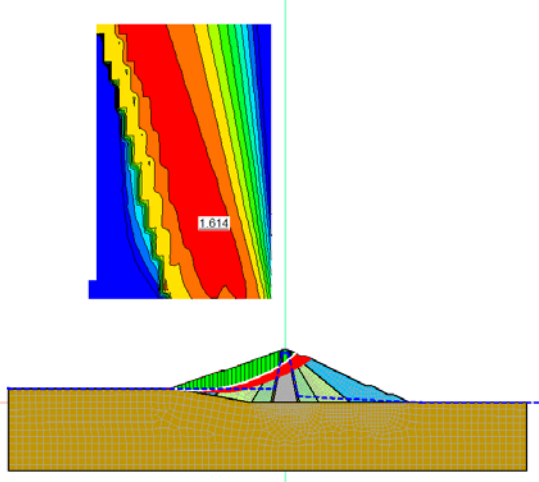
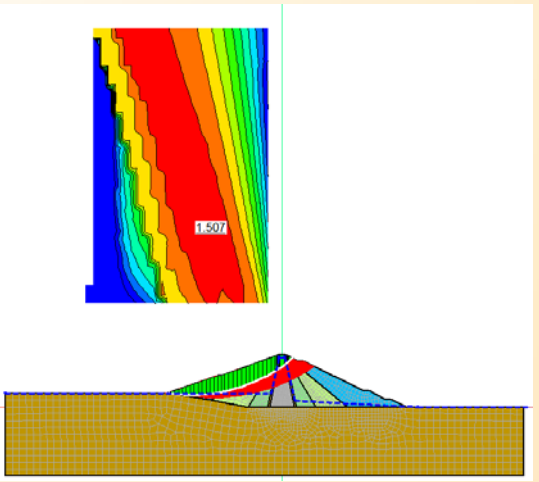
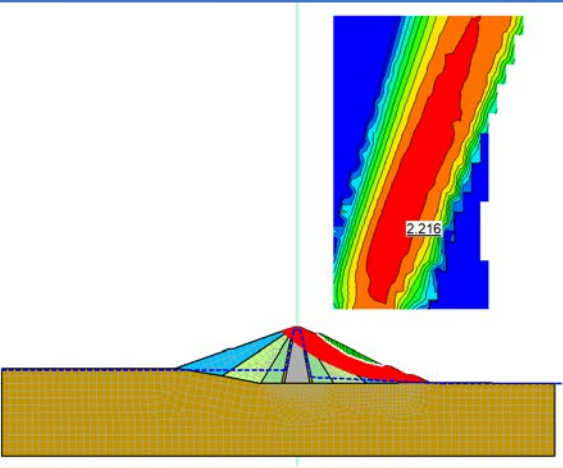
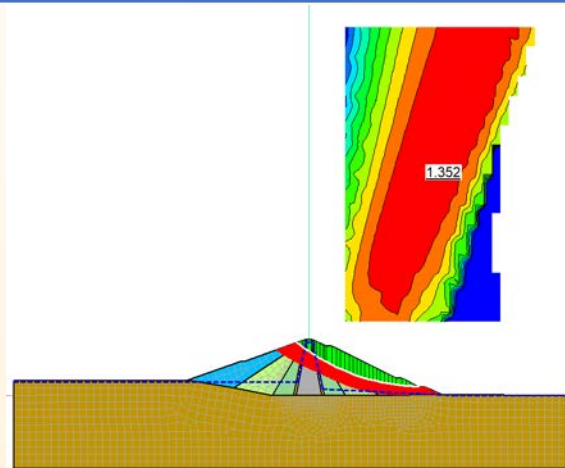
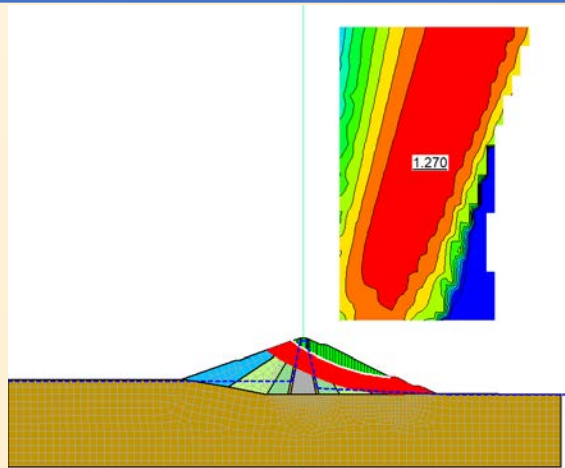
	Static	Earthquake Horizontal	Earthquake Horizontal + Vertical
ด้าน เหนือ		Sta. 0+540 กักเก็บน้ำสูงสุด (Steady State) 	
ด้าน ท้าย			

Sta. 0+540 ระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว



งานจ้างสำรวจ ออกแบบ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง

อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

	Static	Earthquake Horizontal	Earthquake Horizontal + Vertical
ด้าน เหนือ			
ด้าน ท้าย			

Minimum Allowable Factor of Safety

Operation Condition	Min. Allowable F.S.	
	Statics	Seismic
กรณีก่อสร้างเขื่อนเสร็จใหม่	1.25	1.1
กรณีเก็บน้ำที่ระดับสูงสุด	1.5	1.1
กรณีระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว	1.25	1

ผลการวิเคราะห์ Sta. 0+440

กรณี	อัตราส่วนปลอดภัย					
	ด้านเหนือน้ำ			ด้านท้ายน้ำ		
	Static	Seismics Horz.	Seismics Horz.+Vert.	Static	Seismics Horz.	Seismics Horz.+Vert.
กรณีก่อสร้างเขื่อนเสร็จใหม่	2.78	1.58	1.48	2.35	1.4	1.32
กรณีเก็บน้ำที่ระดับสูงสุด	2.9	1.23	1.02	2.33	1.35	1.24
กรณีระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว	2.66	1.48	1.36	2.33	1.38	1.30

ผลการวิเคราะห์ Sta. 0+450

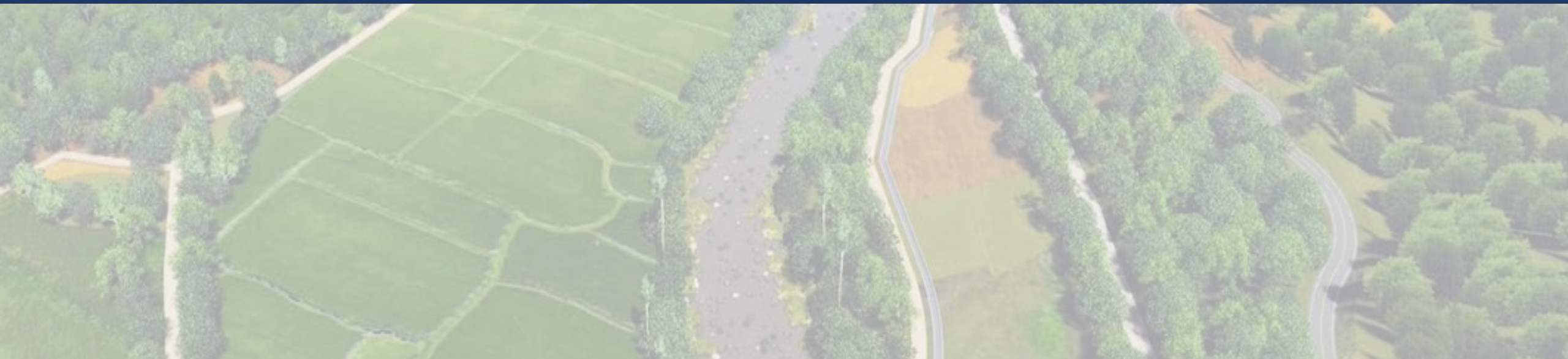
กรณี	อัตราส่วนปลอดภัย					
	ด้านเหนือน้ำ			ด้านท้ายน้ำ		
	Static	Seismics Horz.	Seismics Horz.+Vert.	Static	Seismics Horz.	Seismics Horz.+Vert.
กรณีก่อสร้างเขื่อนเสร็จใหม่	2.93	1.64	1.54	2.22	1.37	1.29
กรณีเก็บน้ำที่ระดับสูงสุด	2.98	1.27	1.05	2.22	1.33	1.22
กรณีระดับน้ำลดลงอย่าง รวดเร็ว	2.92	1.61	1.51	2.22	1.35	1.27

ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี Limit Equilibrium

- ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปลอดภัยของรูปตัดต่างๆ แสดงให้เห็นว่า อัตราส่วนปลอดภัยผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำในทุกกรณี ยกเว้นกรณีคิดแรงจากแผ่นดินไหวด้านเหนือ น้ำ ซึ่งอัตราส่วนปลอดภัยต่ำสุดอยู่ที่ 1.02 ต่ำกว่า ค่า 1.1 ที่ต้องการเล็กน้อย
- เป็นที่น่าสังเกตว่า การวิเคราะห์ผลกระทบจากแผ่นดินไหว ด้วยวิธี Pseudo-static เป็นวิธีที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์เบื้องต้นเท่านั้น ไม่เหมาะกับการใช้กับเขื่อนขนาดใหญ่ ดังนั้นผู้ให้บริการจึงได้ทำการวิเคราะห์ Dynamic Analysis เพื่อตรวจสอบความมั่นคงของเขื่อนขณะเกิดแผ่นดินไหว



การวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์ (Dynamic Analysis) ของเขื่อน



วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์

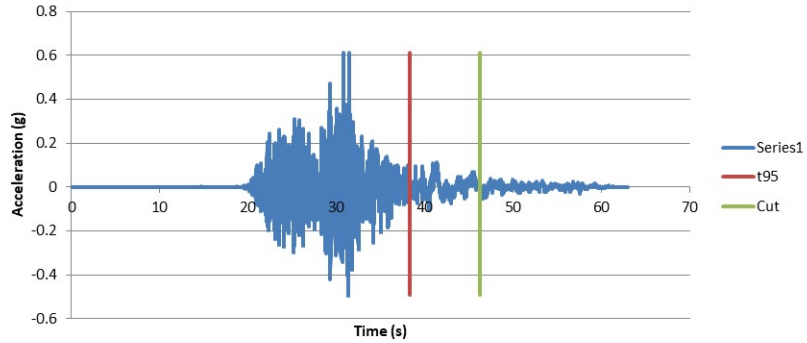
1. ตรวจสอบการทรุดตัวของสันเขื่อน และการเคลื่อนตัวแนวราบของเขื่อน หลังจากแผ่นดินไหว
2. ตรวจสอบว่าแกนดินเหนียวเสียหายหรือไม่จนจะเกิดแผ่นดินไหว
3. ตรวจสอบเสียรูปของเขื่อนเพื่อดูว่าหลังจากแผ่นดินไหวชั้น Filter มีการขาด

ขั้นตอนการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์ของเขื่อน

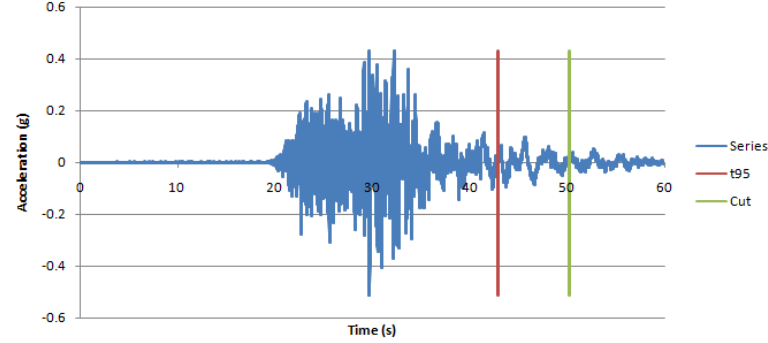
1. การปรับคลื่นแผ่นดินไหวที่วิเคราะห์
2. การสร้างแบบจำลอง
3. การแปลผลการวิเคราะห์

การปรับคลื่นแผ่นดินไหว

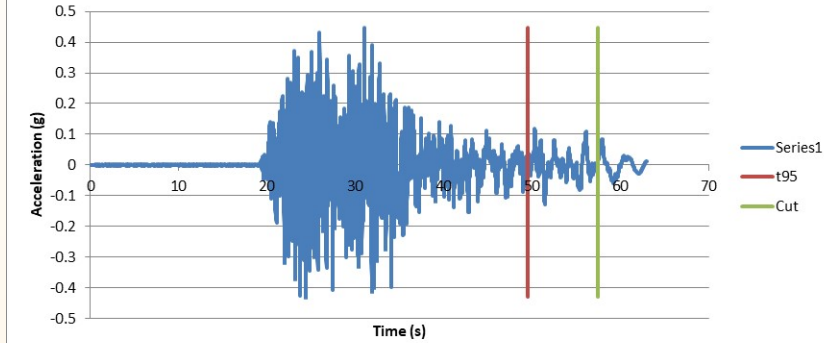
Acceleration Time History



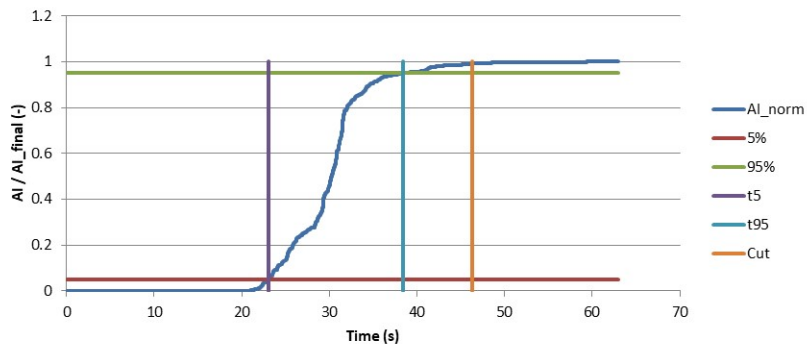
Acceleration Time History



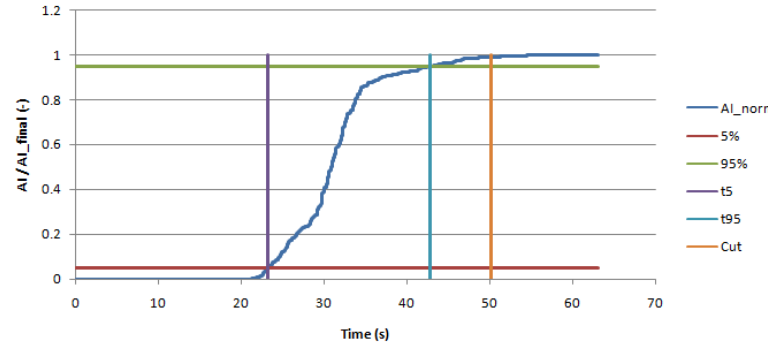
Acceleration Time History



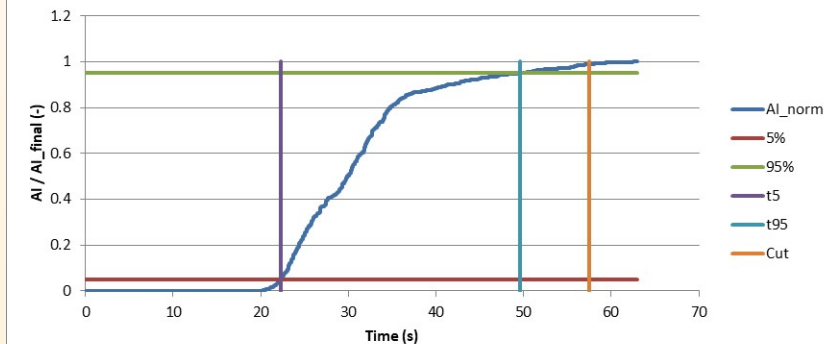
Normalized Arias Intensity



Normalized Arias Intensity



Normalized Arias Intensity



เนื่องจากการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะใช้เวลาอย่างมาก เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในทางปฏิบัติจึงตัดช่วงเวลาหัวและท้ายของคลื่นแผ่นดินไหวซึ่งการสั่นสะเทือนไม่รุนแรงและไม่ส่งผลกระทบต่อการศึกษาวิเคราะห์ออก

การปรับคลื่นแผ่นดินไหว

หลักการการตัดช่วงเวลาหัวท้ายของคลื่น จะใช้การคำนวณ **Arias Intensity (I_A)** ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่บ่งบอกพลังงานของแผ่นดินไหว โดยสามารถคำนวณได้จาก

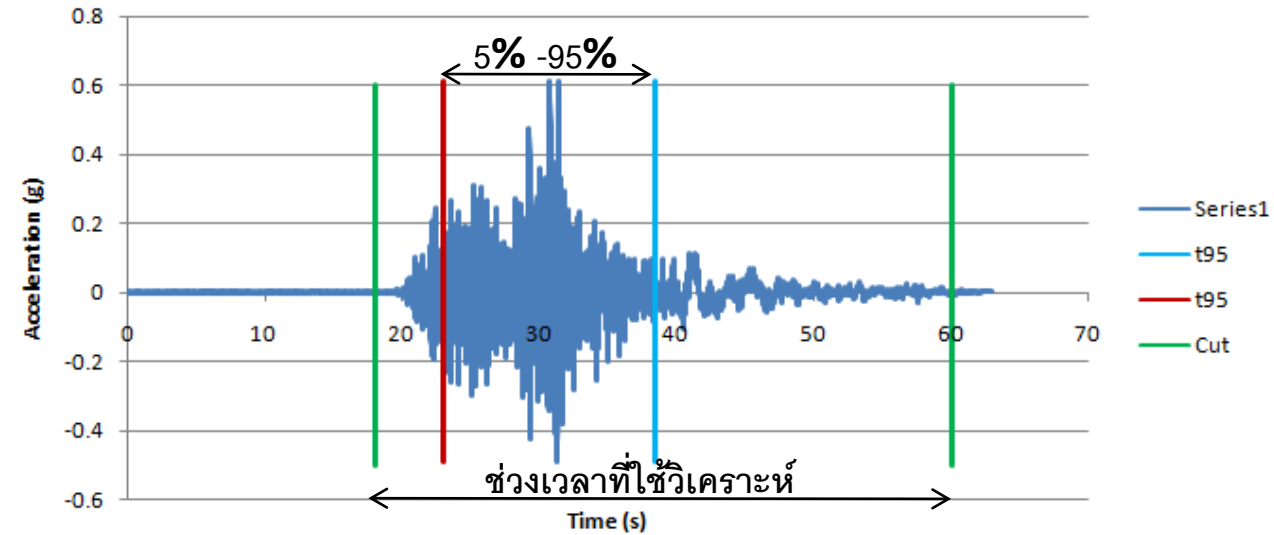
$$I_A = \frac{\pi}{2g} \int_0^T a^2(t) dt$$

เมื่อ g คือความเร่งของแรงโน้มถ่วง $a(t)$ คือความเร่งจากแผ่นดินไหวที่เวลาใดๆ

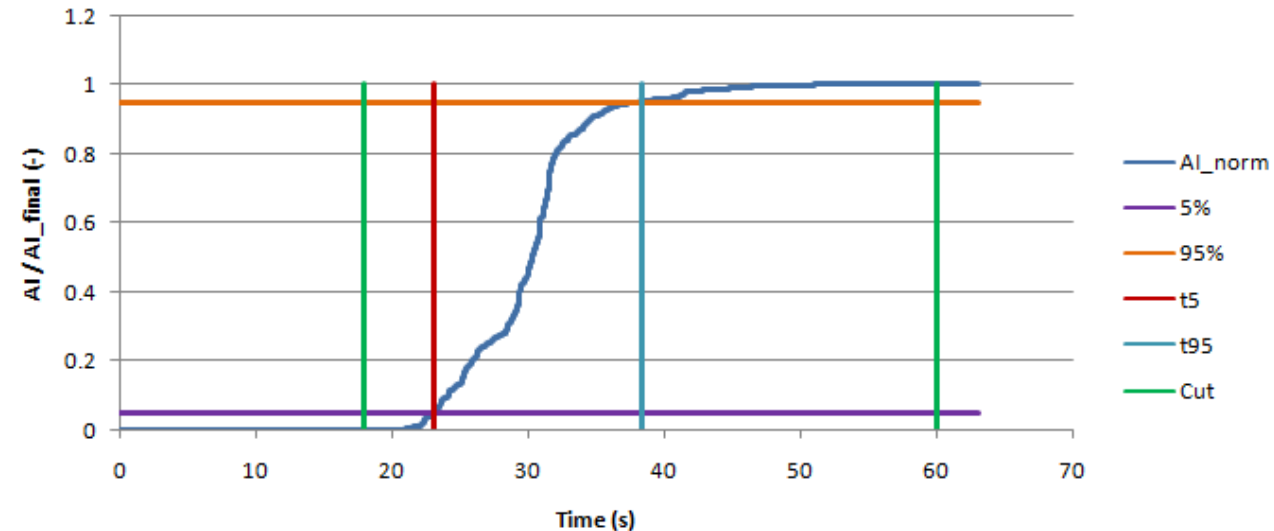
ช่วงเวลาที่ชั่วคราะห์ควรอยู่ในช่วงที่ I_A สะสม 5% - 95% เป็นอย่างน้อย แต่ในทางปฏิบัติต้องพิจารณาถึงปัจจัยอย่างอื่นประกอบด้วยเช่น

คลื่นที่เหลือยังคงมีความรุนแรงอยู่หรือไม่ หรือมีลักษณะอื่นเช่นเป็นการสั่นที่มีคาบสม่ำเสมอหรือไม่

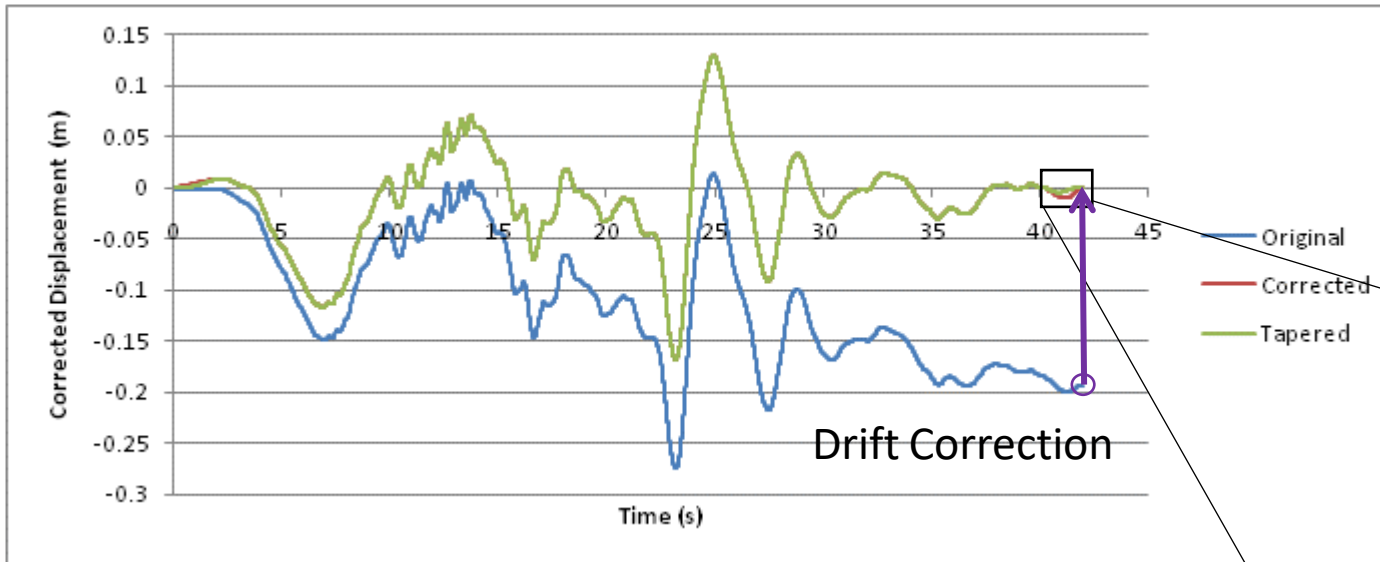
Acceleration Time History



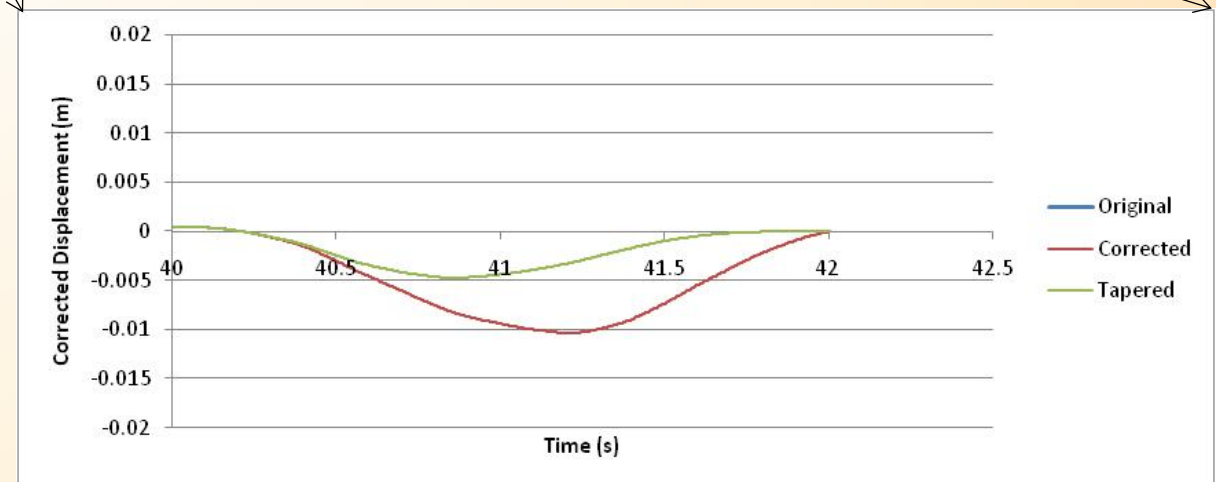
Normalized Arias Intensity



Base Line Correction เพื่อแก้ Drift



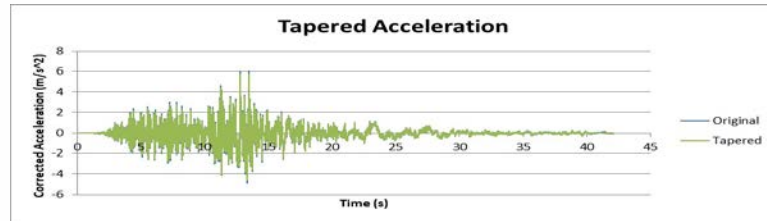
Cosine Taper ช่วงปลายคลื่น



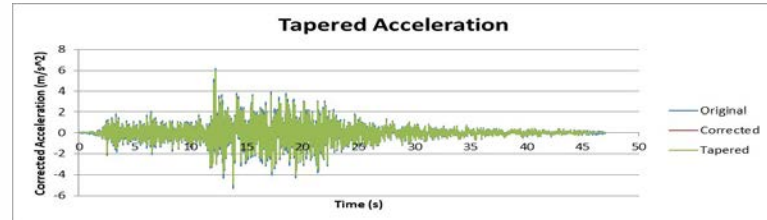
H1

H2

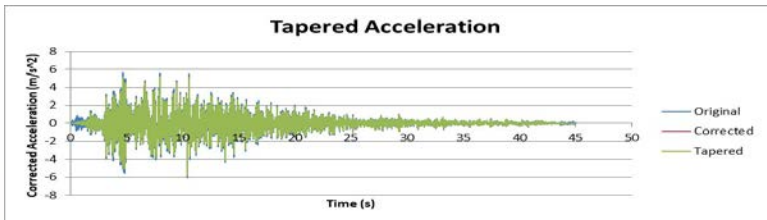
RSN2753



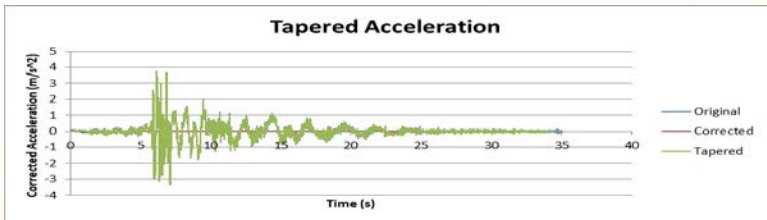
RSN3920



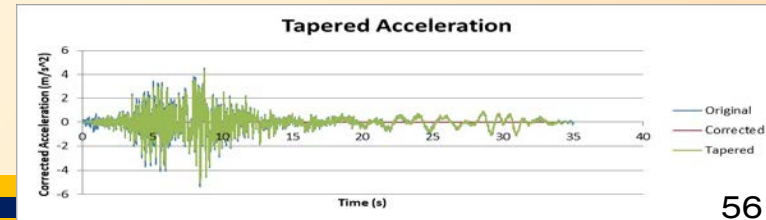
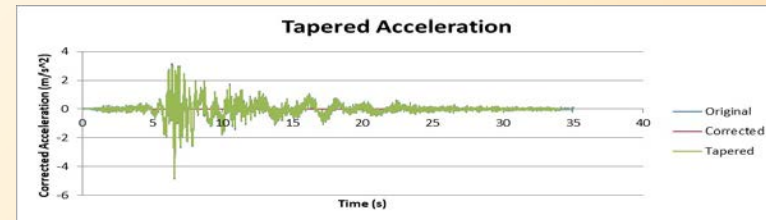
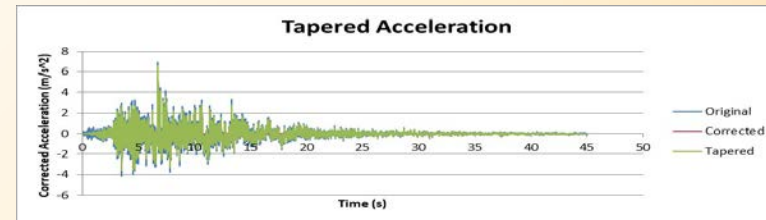
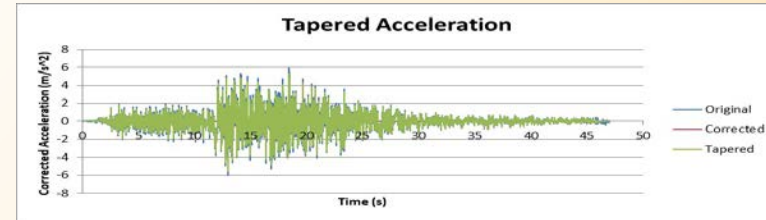
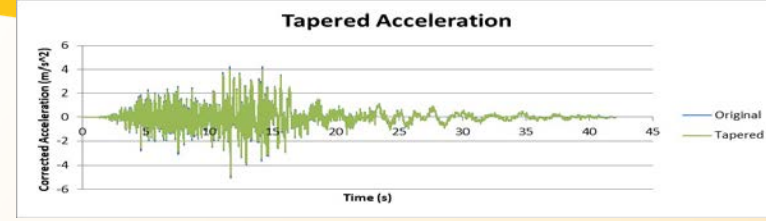
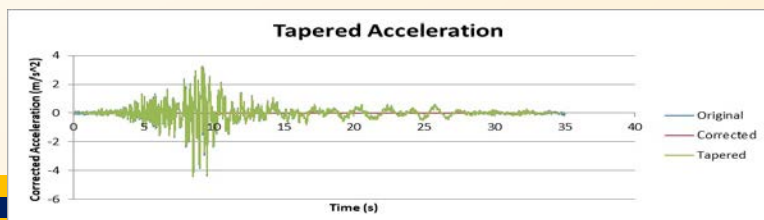
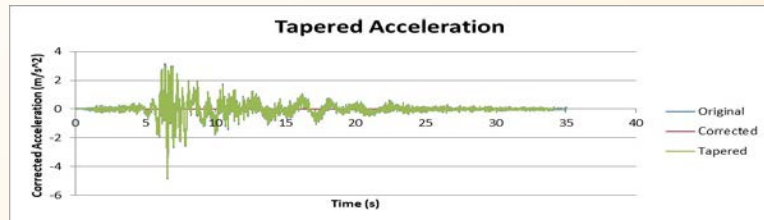
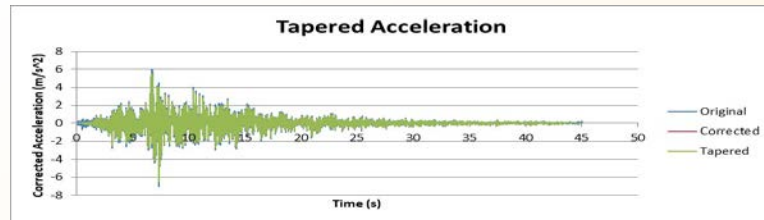
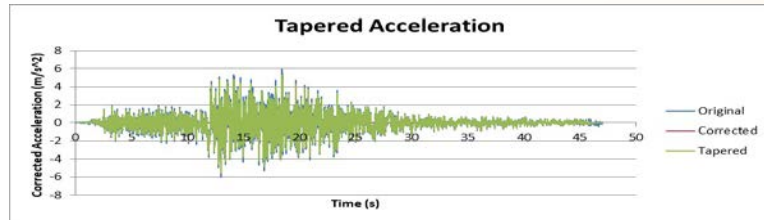
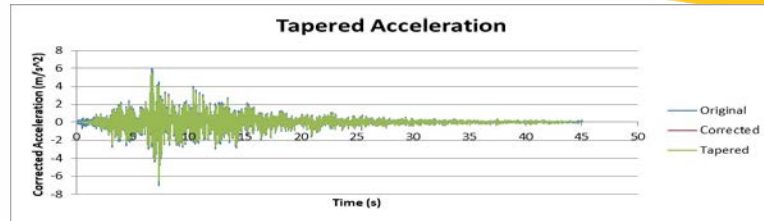
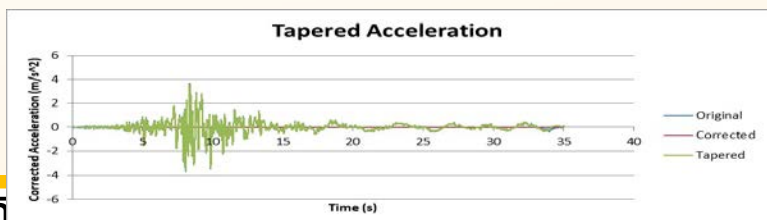
RSN3925



RSN3932



RSN3954



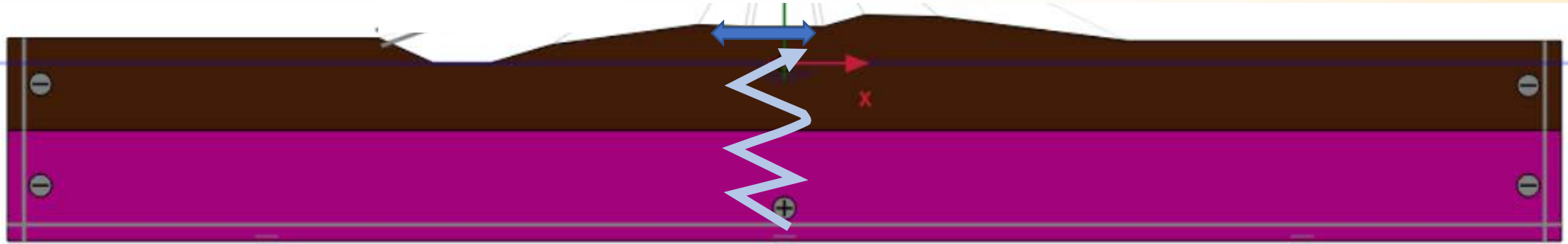
การสร้างแบบจำลอง



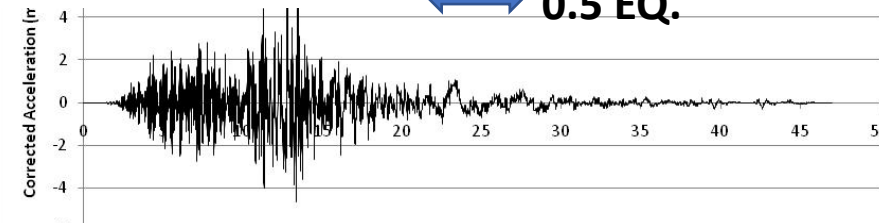
1. ขนาดคลื่นแผ่นดินไหวที่ใช้ในแบบจำลอง
2. เงื่อนไขขอบเขตของแบบจำลอง
3. คุณสมบัติของดินและหิน

ขนาดคลื่นแผ่นดินไหวที่ใส่ที่ฐานแบบจำลอง

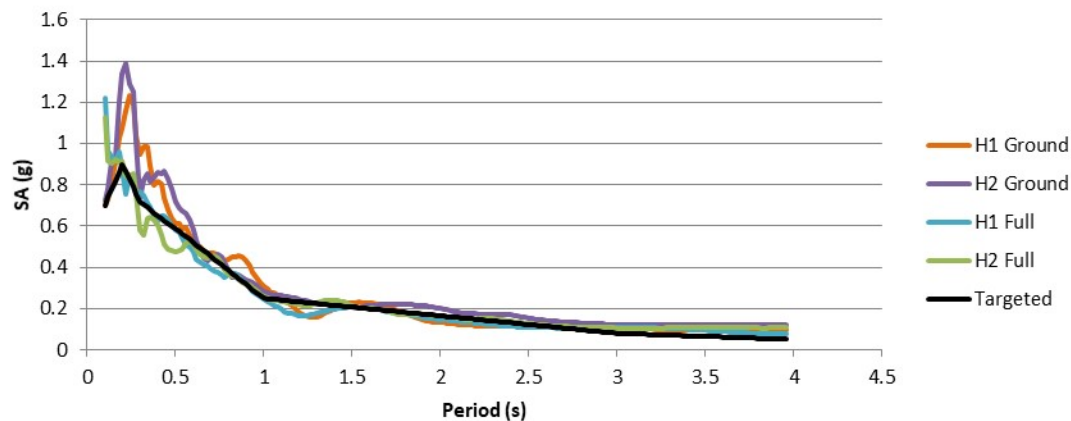
Sta. 0+440



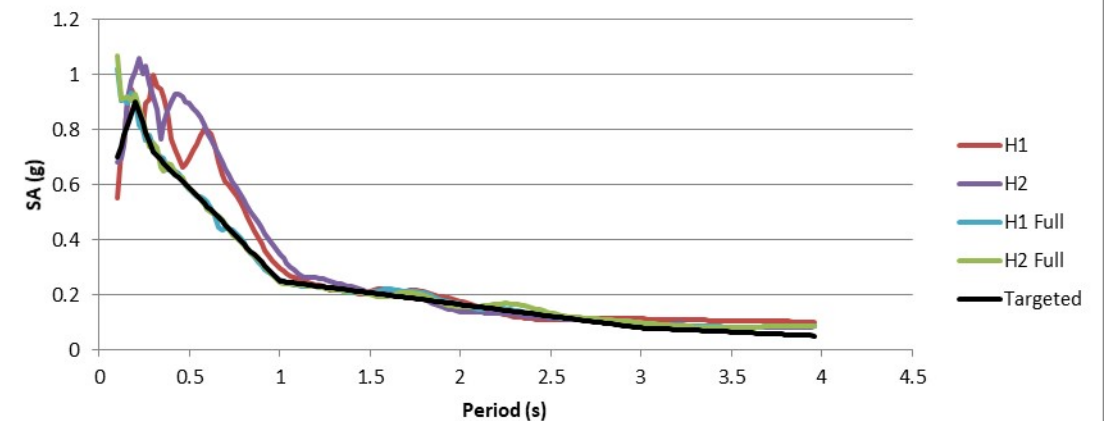
0.5 EQ.



Ground Response Spectrum : Sta. 0+440
RSN 2753

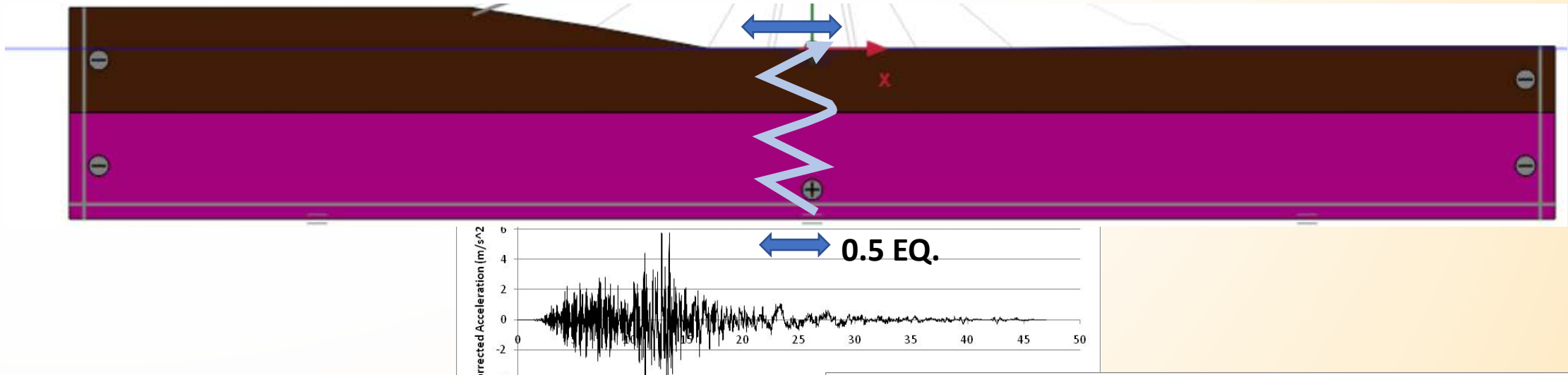


Ground Response Spectrum : Sta. 0+440
RSN 3925

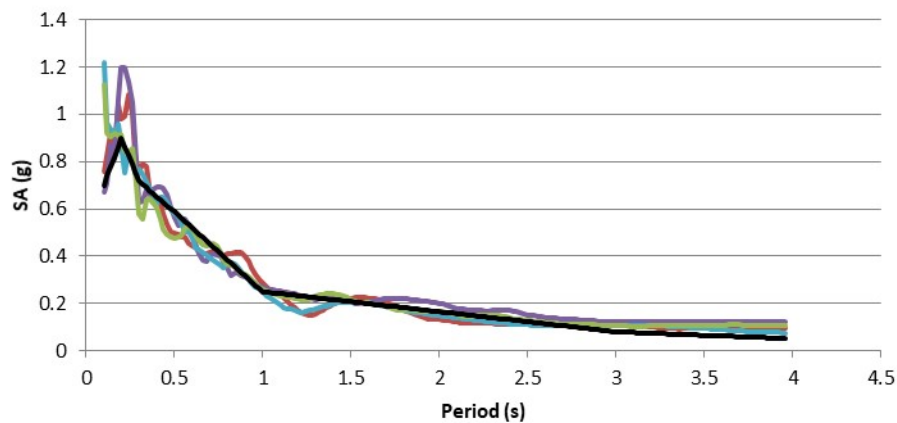


ขนาดคลื่นแผ่นดินไหวที่ใส่ที่ฐานแบบจำลอง

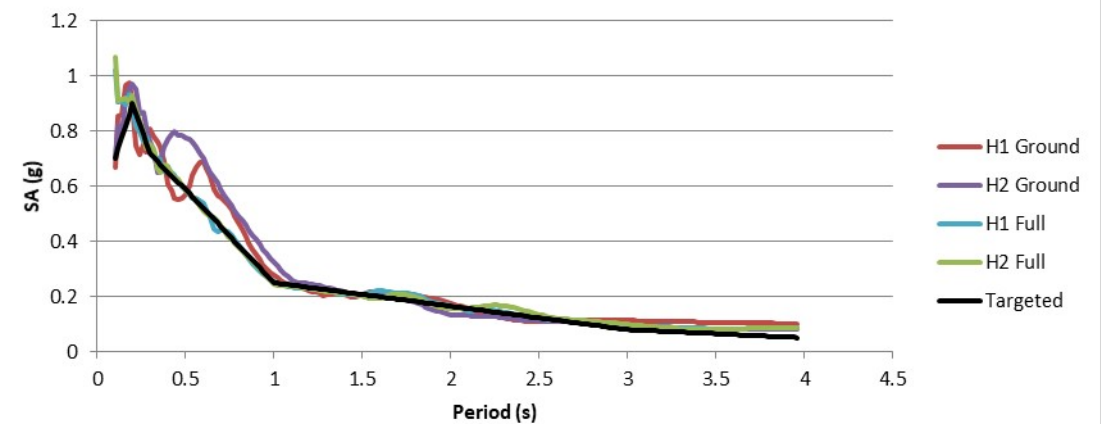
Sta. 0+540



Ground Response Spectrum : Sta. 0+540
RSN 2753

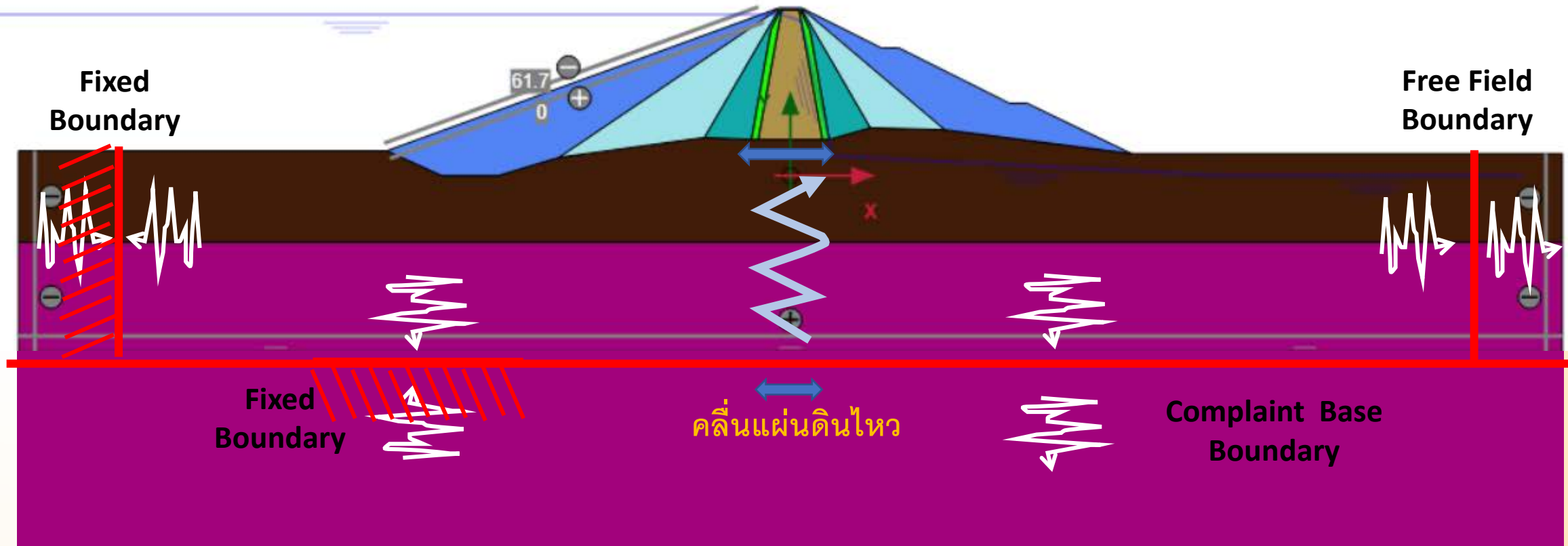


Ground Response Spectrum : Sta. 0+540
RSN 3925



เงื่อนไขขอบเขตของแบบจำลอง

ใหม่



การกำหนดคุณสมบัติของวัสดุเชื่อม

โครงการนี้วัสดุที่ใช้ก่อสร้างเขื่อนประกอบด้วย

1. Rockfill , 2. Transition , 3. Transition, 4. Filter และ 5. Clay Core

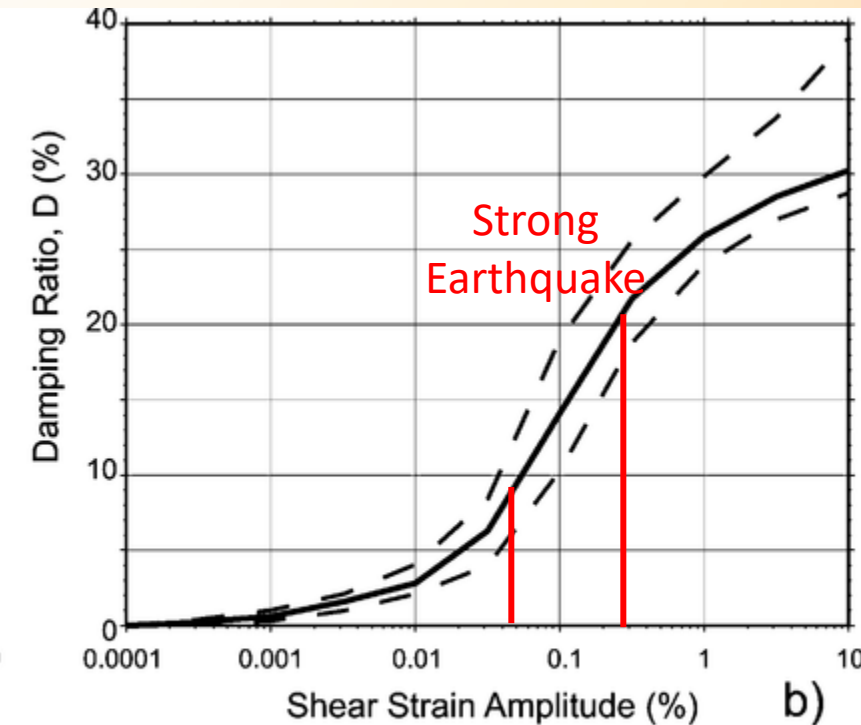
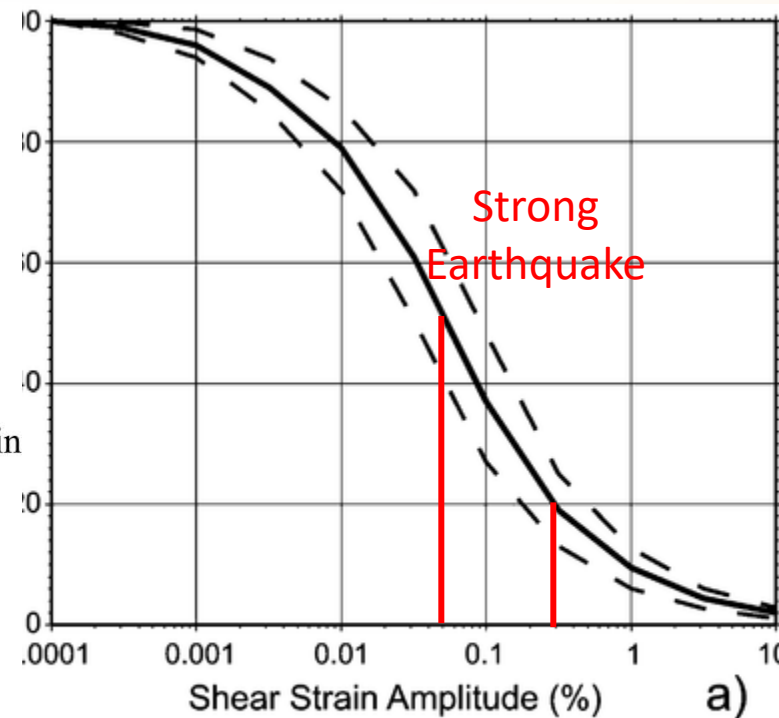
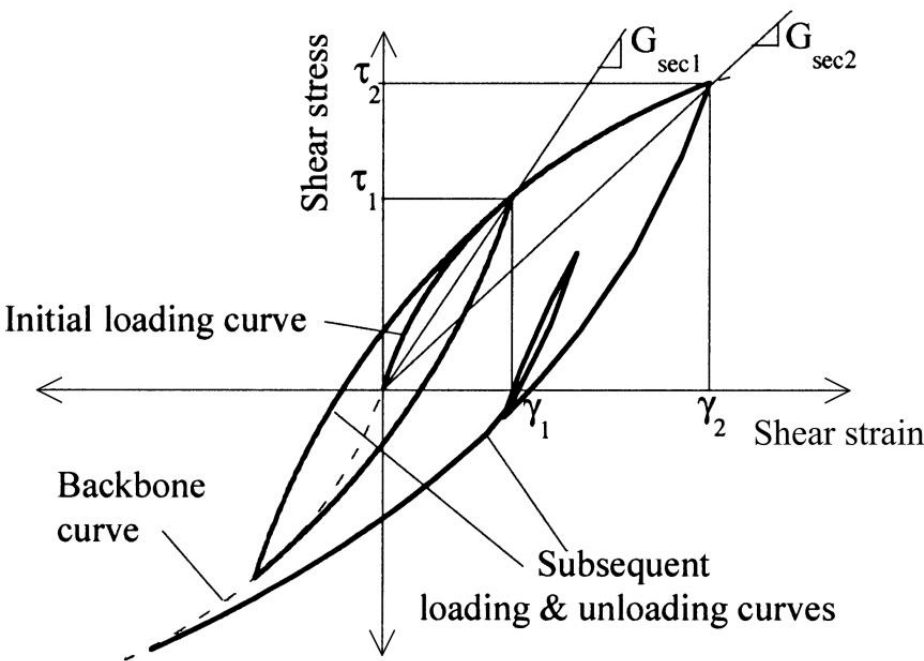
คุณสมบัติของวัสดุสำคัญที่มีผลต่อการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์ได้แก่ Modulus และ Damping Ratio ของวัสดุ

ในแง่ของการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์

Modulus มีผลกระทบต่อคาบธรรมชาติของเขื่อน ถ้าคาบของคลื่นแผ่นดินไหวใกล้เคียงกับคาบธรรมชาติของเขื่อน จะเกิดการสั่นพ้อง (Resonance) ซึ่งทำให้ความเร่งขยายขนาด (Amplification) และอาจทำให้แรงที่กระทำกับตัวเขื่อนมีขนาดสูงมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของเขื่อน

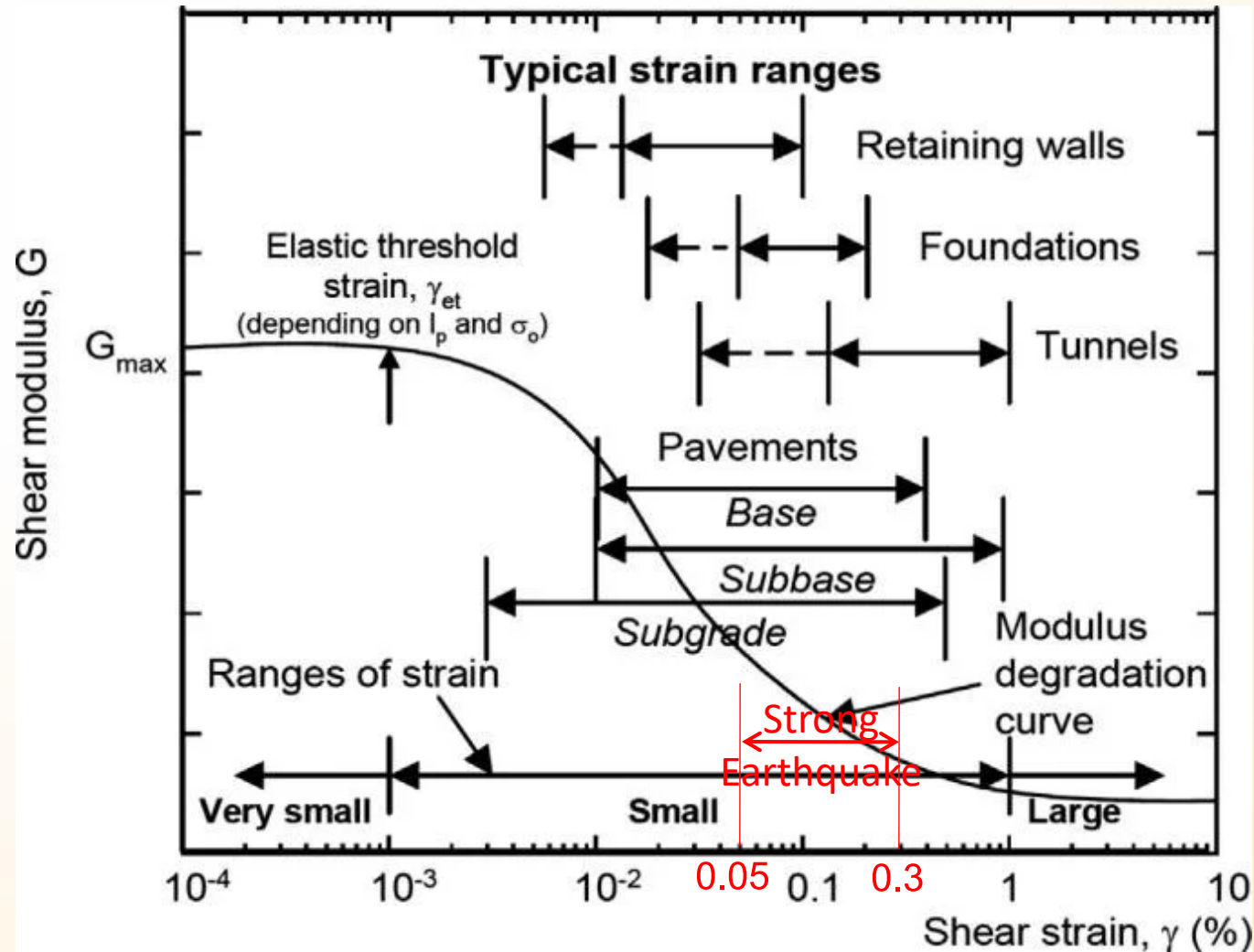
Damping Ratio มีผลต่อการสลายพลังงานของการสั่นสะเทือนซึ่งโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ในช่วง 5-20% การขยายขนาดความเร่ง (Amplification) จะลดลงเมื่อ Damping Ratio สูงขึ้น

Cyclic Shear Modulus, Damping Ratio VS. Strain



— Best Estimate
 - - Lower and Upper Bound Profiles

Shear Modulus and Damping vs. Strain



การกำหนดขนาดของ Young's Modulus และ Damping Ratio ของเขื่อน

วิธีการกำหนดช่วงค่า Young's Modulus สำหรับการวิเคราะห์พลศาสตร์

ค่า (Equivalent Young's Modulus) ที่ใช้ในการวิเคราะห์แผ่นดินไหว ได้มาจากการปรับเทียบ (Calibration) กับคาบการสั่นธรรมชาติ (Fundamental Period) ที่ตรวจวัดได้จากเขื่อนหินถมที่มีความสูงใกล้เคียงกันและมีการติดตั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรม (Instrumented Rockfill Dams)

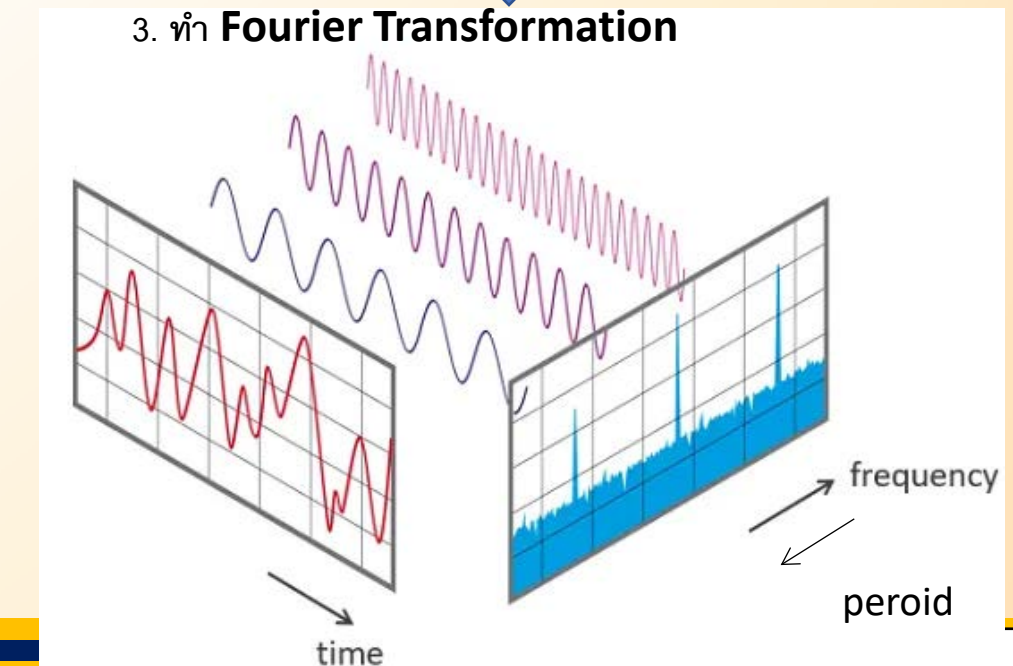
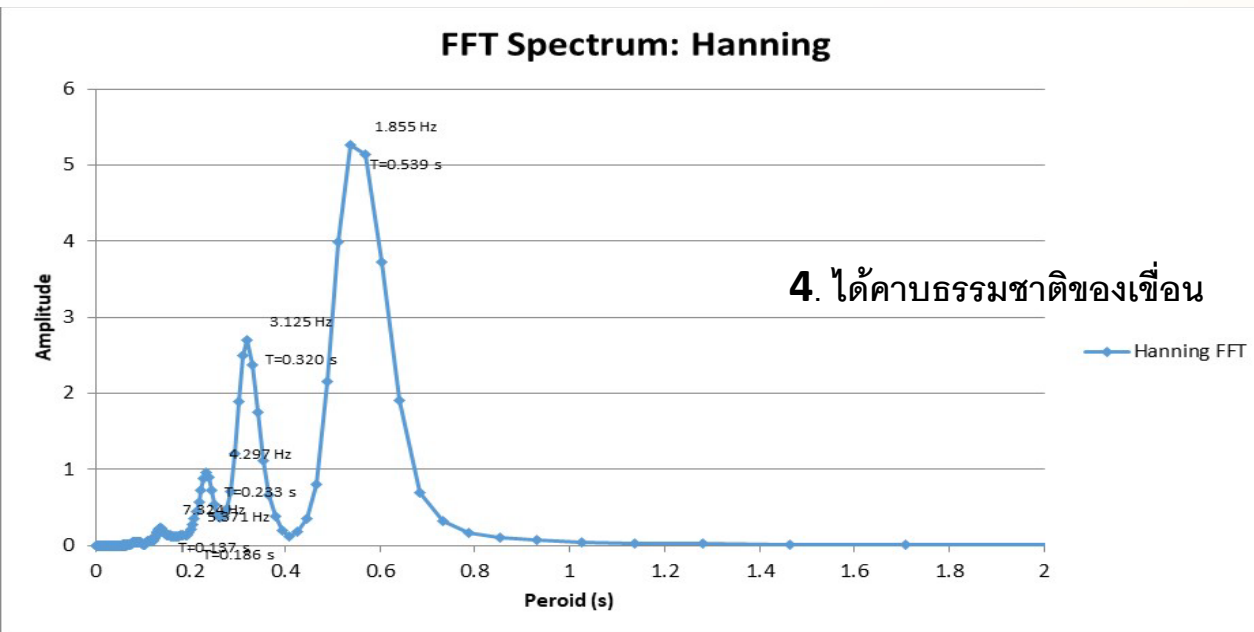
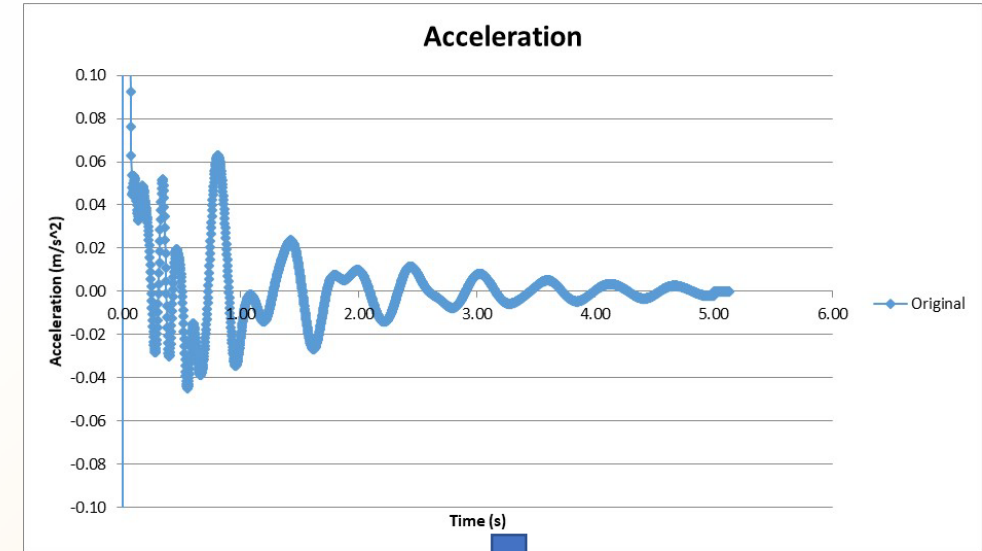
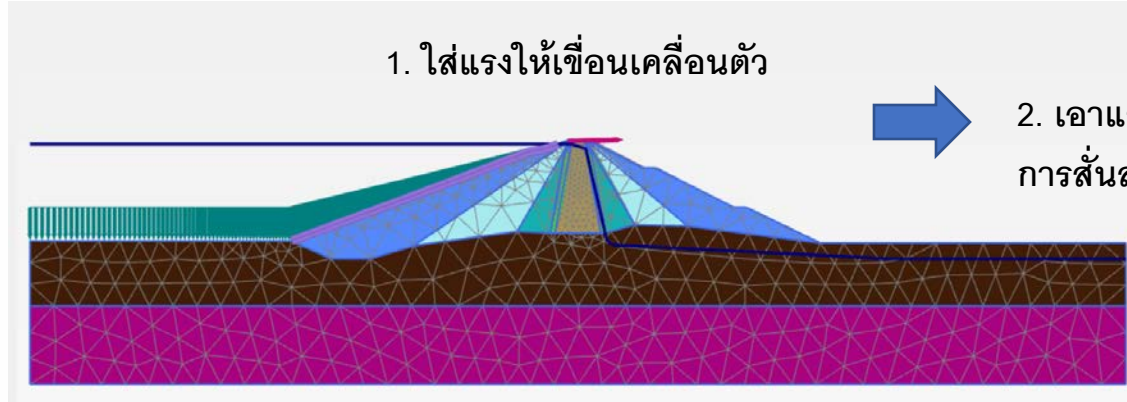
โดยได้ดำเนินการวิเคราะห์การสั่นอิสระ (Free-Vibration Analysis) สำหรับค่า Young's Modulus ของ Rockfill Shellต่างๆ ค่า Young's Modulus ของวัสดุในแต่ละโซนของเขื่อนกำหนดเป็นสัดส่วนคงที่กับค่าของค่า Rockfill Shell ถม ดังนี้

- โซน Transition = 50% ของ Rockfill Shell
- โซน Filter = 30% ของ Rockfill Shell
- แกนดินเหนียว (Clay Core) = 15% ของ Rockfill Shell

โดยคงสัดส่วนดังกล่าวไว้ตลอดกระบวนการปรับเทียบ

Free Vibration

ยั้งใหม่



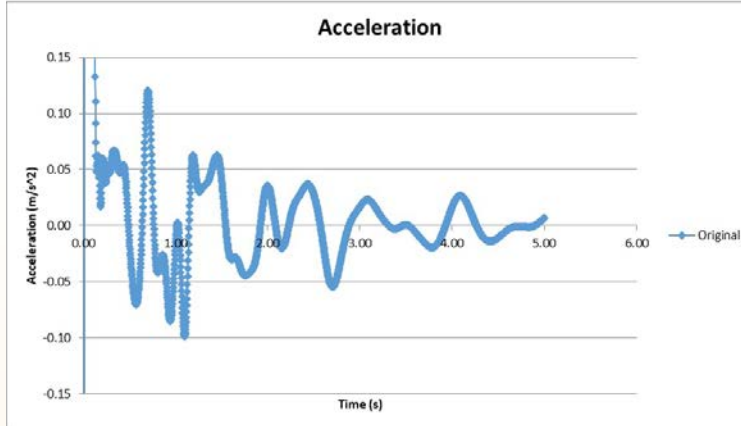
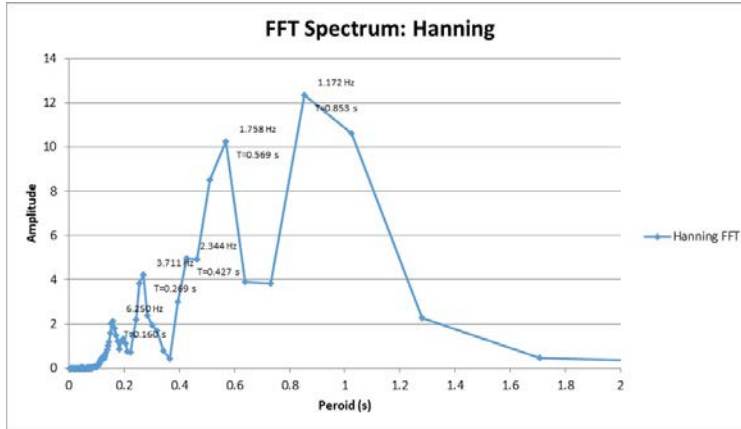
คาบการสั่นธรรมชาติ, Sta. 0+440



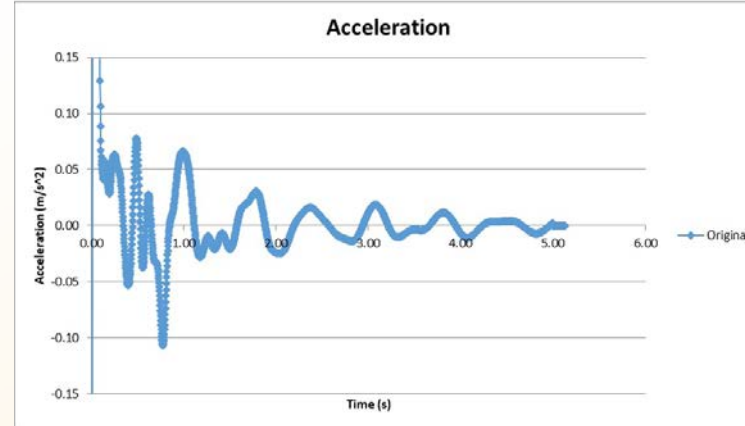
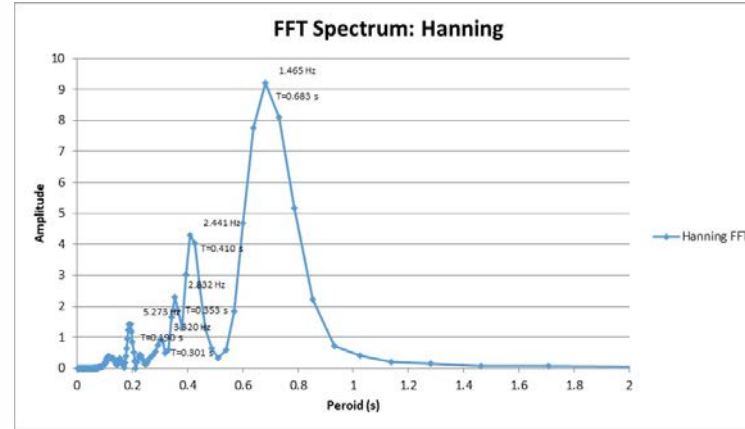
งานจ้างสำรวจ ออกแบบ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาว

อำเภอแม่อว จังหวัดเชียงใหม่

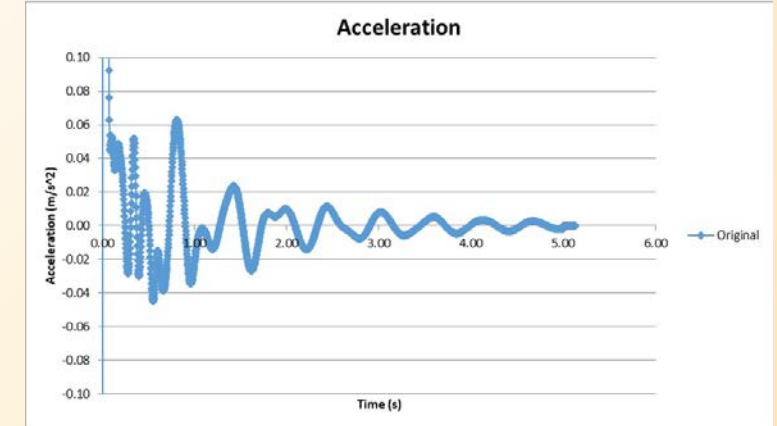
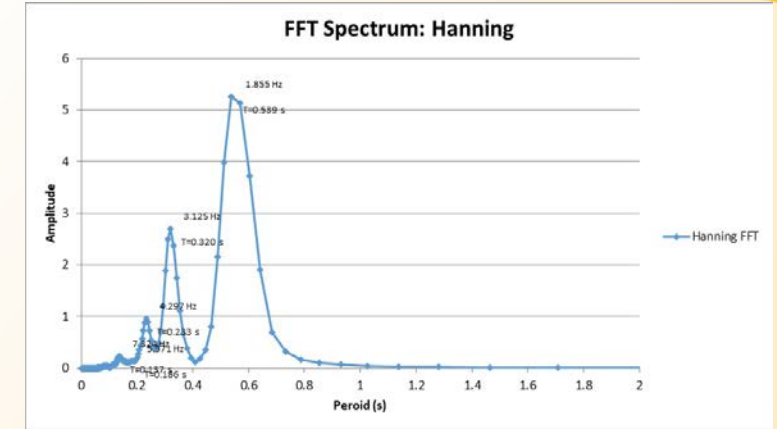
E = 500 MPa



E = 1,000 MPa



E = 2,000 MPa



Top Peaks (Hanning FFT)

	Freq (Hz)	Period (s)
Peak 1	1.172	0.853
Peak 2	1.758	0.569
Peak 3	2.344	0.427
Peak 4	3.711	0.269
Peak 5	5.250	0.190

Top Peaks (Hanning FFT)

	Freq (Hz)	Period (s)
Peak 1	1.465	0.683
Peak 2	2.441	0.41
Peak 3	2.832	0.353
Peak 4	5.273	0.19
Peak 5	3.32	0.301

Top Peaks (Hanning FFT)

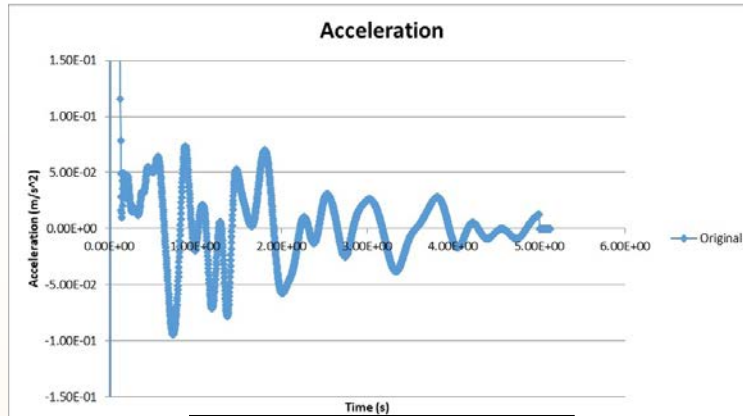
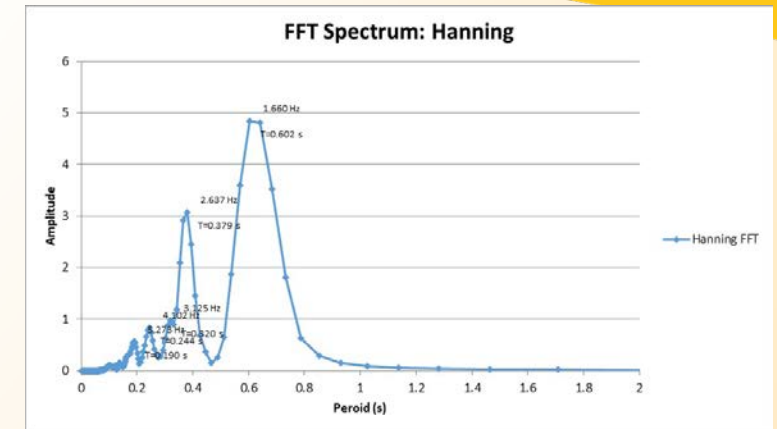
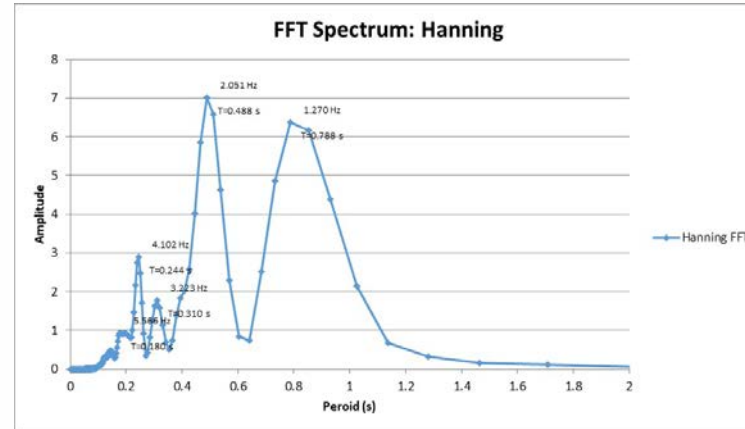
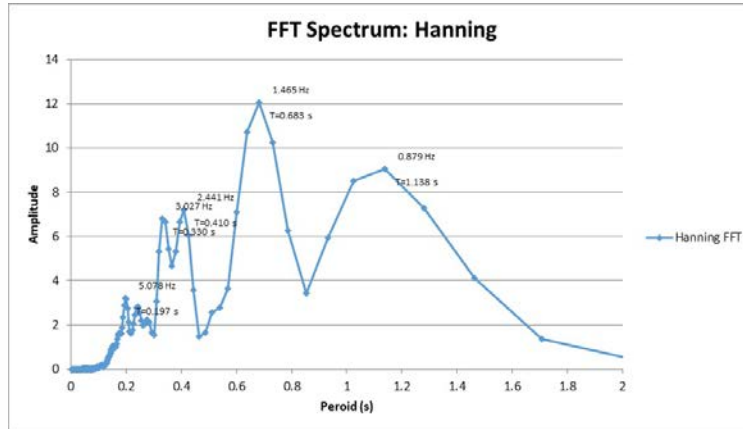
	Freq (Hz)	Period (s)
Peak 1	1.855	0.539
Peak 2	3.125	0.32
Peak 3	4.297	0.233
Peak 4	7.324	0.137
Peak 5	5.371	0.186

คาบการสั่นธรรมชาติ, Sta. 0+540

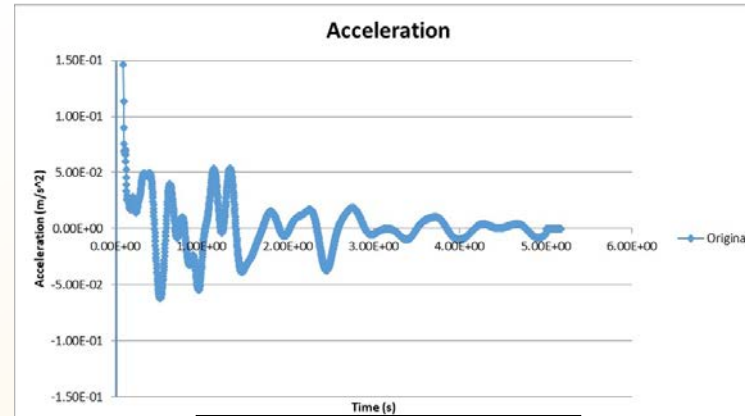
E = 500 MPa

E = 1,000 MPa

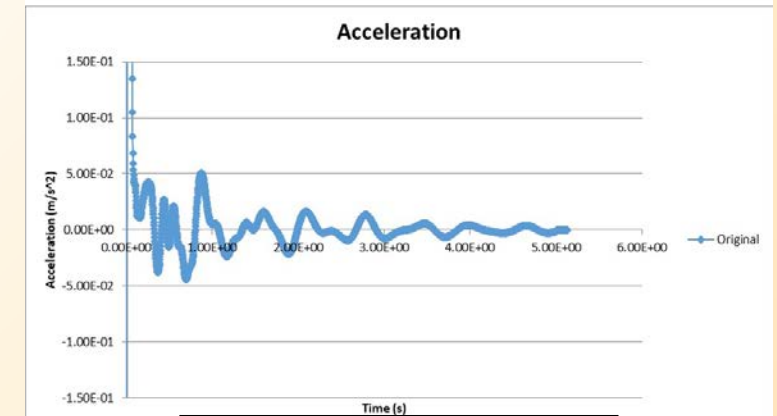
งานจ้างสำรวจ ออกแบบ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาว
อำเภอแม่วาว จังหวัดเชียงใหม่
E = 2,000 MPa



Top Peaks (Hanning FFT)		
	Freq (Hz)	Period (s)
Peak 1	1.465	0.683
Peak 2	0.879	1.138
Peak 3	2.441	0.41
Peak 4	3.027	0.33
Peak 5	5.078	0.197



Top Peaks (Hanning FFT)		
	Freq (Hz)	Period (s)
Peak 1	2.051	0.488
Peak 2	1.27	0.788
Peak 3	4.102	0.244
Peak 4	3.223	0.31
Peak 5	5.566	0.18



Top Peaks (Hanning FFT)		
	Freq (Hz)	Period (s)
Peak 1	1.66	0.602
Peak 2	2.637	0.379
Peak 3	3.125	0.32
Peak 4	4.102	0.244
Peak 5	5.273	0.19

การเปรียบเทียบกับคาบการสั่นที่ตรวจวัดได้จากเงื่อนไขจริง

ผลการวิเคราะห์ Free-Vibration พบว่าค่ามอดุลัสในช่วง 500 – 2,000 MPa ให้คาบการสั่นธรรมชาติอยู่ในช่วงประมาณ 0.9–0.5 วินาที สอดคล้องกับข้อมูลภาคสนามของเขื่อนหินถมที่มีการติดตั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรม การตอบสนองต่อเหตุการณ์แผ่นดินไหว เขื่อนหินถมที่มีความสูงใกล้เคียงกับเขื่อนโครงการนี้ มักมีคาบการสั่นธรรมชาติอยู่ในช่วงประมาณ 0.5 – 0.9 วินาที

ด้วยเหตุนี้ จึงพิจารณาได้ว่าช่วงค่ามอดุลัส 500–2,000 Mpa เป็นช่วงค่าที่เหมาะสมและเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์การตอบสนองต่อแผ่นดินไหวของเขื่อนหินถมโครงการนี้ โดยค่าในช่วงนี้ครอบคลุมช่วงคุณสมบัติของหินถมตั้งแต่กรณีที่มีความแข็งต่ำไปจนถึงกรณีที่มีความแข็งสูงซึ่งพบได้ทางปฏิบัติ

การกำหนดค่า Damping Ratio

มาตรฐาน ICOLD Bulitin 148 กำหนดว่า Damping Ratio ของเขื่อนดินถม ค่าอยู่ในช่วง 5-20% สำหรับกรณีแผ่นดินไหวที่รุนแรง Damping Ratio ส่วนมากจะสูงกว่า 15 %

สำหรับโครงการนี้ใช้ Damping Ratio เท่ากับ 10% เป็นหลัก เพื่อคัดเลือก รูปตัด และ คลื่นแผ่นดินไหวที่มีการเคลื่อนตัวสูงสุด และทำการวิเคราะห์ กรณี Damping Ratio เท่ากับ 5% เพิ่มเติม เพื่อหาผลกระทบของค่า Damping ratio ต่อการทรุดตัวของเขื่อน



สรุปผลการเคลื่อนตัวของเขื่อนจากแผ่นดินไหว



สรุปผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวหลังจากเกิดแผ่นดินไหว

$E = 500 \text{ MPa}$, Damping Ratio = 10%

Sta. 0+440

คลื่นแผ่นดินไหว	ทิศทางการเคลื่อนที่	การเคลื่อนที่ทิศทางต่างๆ (m)				Max
		H1+	H1-	H2+	H2-	
RSN2753	แนวตั้ง	0.18	0.17	0.15	0.18	0.18
		-0.33	-0.30	-0.20	-0.41	-0.41
	แนวราบ	0.19	0.18	0.20	0.19	0.20
		-0.40	-0.33	-0.30	-0.42	-0.42
RSN3920	แนวตั้ง	0.16	0.11	0.14	0.10	0.16
		-0.19	-0.27	-0.26	-0.26	-0.27
	แนวราบ	0.19	0.16	0.23	0.20	0.23
		-0.23	-0.29	0.25	-0.33	-0.33
RSN3925	แนวตั้ง	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
		-0.16	-0.05	-0.09	-0.10	-0.16
	แนวราบ	0.09	0.09	0.06	0.08	0.09
		-0.14	-0.10	-0.15	-0.10	-0.15
RSN3932	แนวตั้ง	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07
		-0.09	-0.21	-0.09	-0.21	-0.21
	แนวราบ	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10
		-0.10	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20
RSN3954	แนวตั้ง	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07
		-0.07	-0.19	-0.11	-0.10	-0.19
	แนวราบ	0.09	0.12	0.10	0.09	0.12
		-0.11	-0.18	-0.13	-0.10	-0.18

Sta. 0+540

คลื่นแผ่นดินไหว	ทิศทางการเคลื่อนที่	การเคลื่อนที่ทิศทางต่างๆ (m)				Max
		H1+	H1-	H2+	H2-	
RSN2753	แนวตั้ง	0.26	0.22	0.21	0.22	0.26
		-0.29	-0.19	0.19	0.26	-0.29
	แนวราบ	0.20	0.22	0.22	0.23	0.23
		-0.39	-0.27	-0.31	-0.33	-0.39
RSN3920	แนวตั้ง	0.19	0.17	0.18	0.17	0.19
		-0.16	-0.20	-0.22	-0.25	-0.25
	แนวราบ	0.21	0.18	0.27	0.23	0.27
		-0.22	-0.27	-0.27	-0.33	-0.33
RSN3925	แนวตั้ง	0.09	0.07	0.08	0.08	0.09
		-0.12	-0.06	-0.10	-0.10	-0.12
	แนวราบ	0.11	0.11	0.09	0.10	0.11
		-0.14	-0.08	-0.15	-0.09	-0.15
RSN3932	แนวตั้ง	0.08	0.10	0.08	0.11	0.11
		-0.11	-0.20	-0.12	-0.20	-0.20
	แนวราบ	0.11	0.15	0.12	0.11	0.15
		-0.12	-0.22	-0.13	-0.23	-0.23
RSN3954	แนวตั้ง	0.07	0.08	0.08	0.06	0.08
		-0.05	-0.13	-0.08	-0.05	-0.13
	แนวราบ	0.10	0.14	0.10	0.11	0.14
		-0.08	-0.15	-0.13	-0.09	-0.15

เปรียบเทียบผลกระทบของ Damping Ratio ต่อการเคลื่อนตัว

Sta. 0+440

คลื่นแผ่นดินไหว	ทิศทางการเคลื่อนที่	การเคลื่อนที่ทิศทางต่างๆ (m)				Max
		H1+	H1-	H2+	H2-	
RSN2753(D 10%)	แนวตั้ง	0.18	0.17	0.15	0.18	0.18
		-0.33	-0.30	-0.20	-0.41	-0.41
	แนวราบ	0.19	0.18	0.20	0.19	0.20
		-0.40	-0.33	-0.30	-0.42	-0.42
RSN2753 (D 5%)	แนวตั้ง	0.34	0.34	0.31	0.34	0.34
		-0.75	-0.70	-0.59	-0.87	-0.87
	แนวราบ	0.33	0.31	0.35	0.31	0.35
		-0.79	-0.66	-0.62	-0.84	-0.84

Sta. 0+540

คลื่นแผ่นดินไหว	ทิศทางการเคลื่อนที่	การเคลื่อนที่ทิศทางต่างๆ (m)				Max
		H1+	H1-	H2+	H2-	
RSN2753(D 10%)	แนวตั้ง	0.26	0.22	0.21	0.22	0.26
		-0.29	-0.19	0.19	0.26	-0.29
	แนวราบ	0.20	0.22	0.22	0.23	0.23
		-0.39	-0.27	-0.31	-0.33	-0.39
RSN2753 (D 5%)	แนวตั้ง	0.50	0.43	0.42	0.43	0.50
		-0.64	-0.47	-0.52	-0.60	-0.64
	แนวราบ	0.36	0.39	0.39	0.41	0.41
		-0.74	-0.51	-0.59	-0.63	-0.74

กรณีที่ Damping Ratio ลดลงจาก 10% เป็น 5% การเคลื่อนตัวเพิ่มขึ้นสองเท่าตัว

สรุปผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวหลังจากเกิดแผ่นดินไหว

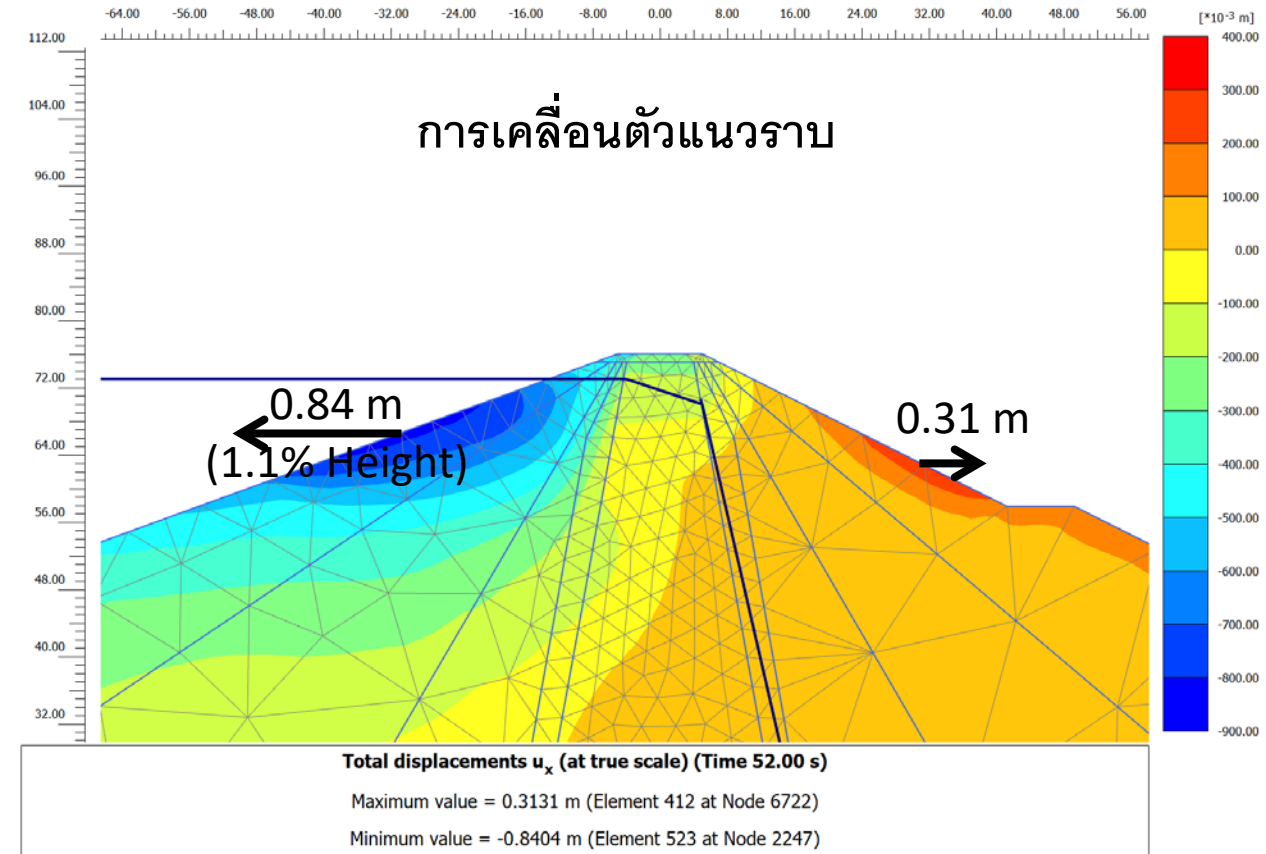
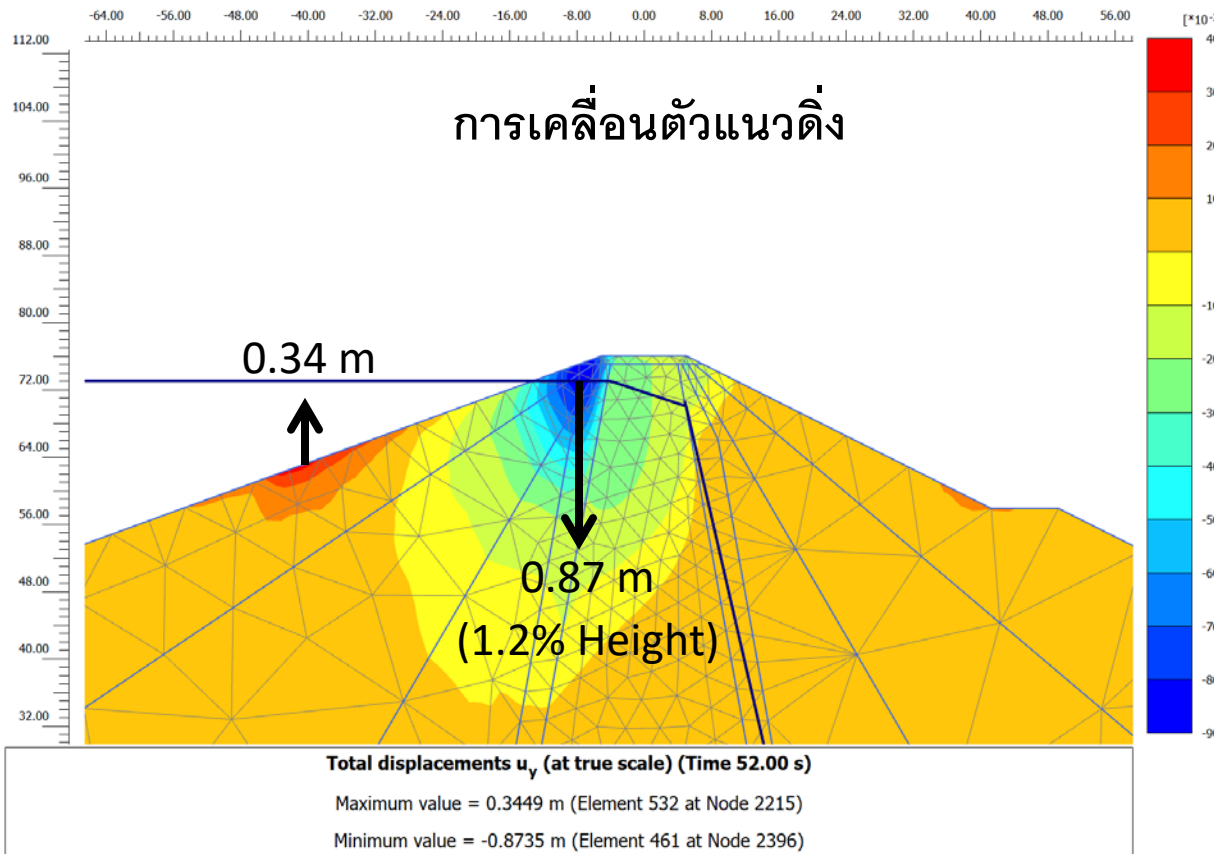
 $E = 2,000 \text{ MPa}$, Damping Ratio = 5%

Sta. 0+440

คลื่นแผ่นดินไหว	ทิศทางการเคลื่อนที่	การเคลื่อนที่ทิศทางต่างๆ (m)				Max
		H1+	H1-	H2+	H2-	
RSN2753	แนวตั้ง	0.10	0.11	0.11	0.09	0.11
		-0.16	-0.19	-0.13	-0.22	-0.22
	แนวราบ	0.10	0.09	0.10	0.12	0.12
		-0.21	-0.26	0.20	-0.27	-0.27
RSN3920	แนวตั้ง	0.11	0.09	0.10	0.11	0.11
		-0.11	-0.22	-0.14	-0.25	-0.25
	แนวราบ	0.13	0.11	0.16	0.14	0.16
		-0.16	-0.26	-0.18	-0.31	-0.31
RSN3925	แนวตั้ง	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07
		-0.06	-0.10	-0.04	-0.04	-0.10
	แนวราบ	0.10	0.08	0.06	0.06	0.10
		-0.10	-0.11	-0.10	-0.06	-0.11
RSN3932	แนวตั้ง	0.05	0.06	0.04	0.04	0.06
		-0.03	-0.10	-0.04	-0.09	-0.10
	แนวราบ	0.06	0.08	0.05	0.05	0.08
		-0.05	-0.09	-0.06	-0.11	-0.11
RSN3954	แนวตั้ง	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06
		-0.06	-0.14	-0.12	-0.05	-0.14
	แนวราบ	0.06	0.09	0.07	0.06	0.09
		-0.09	-0.17	-0.13	-0.09	-0.17

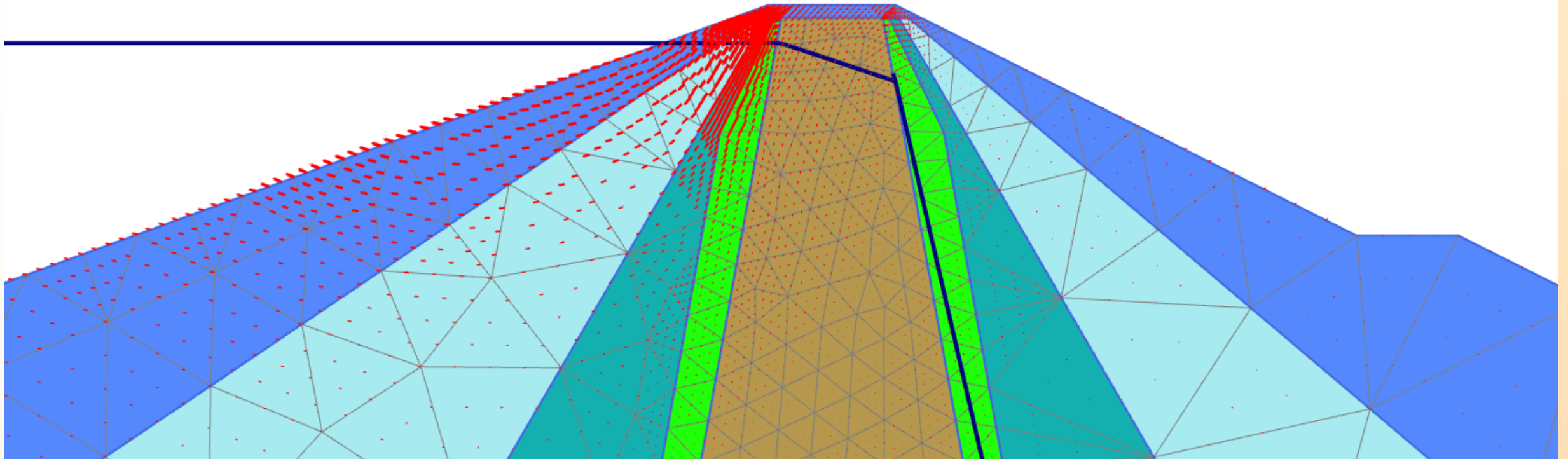
Contour ของการเคลื่อนตัวแนวตั้งและแนวราบกรณีวิกฤตที่สุด

Sta. 0+440, E 500 MPa, Damping 5%, RSN 2753 H2-



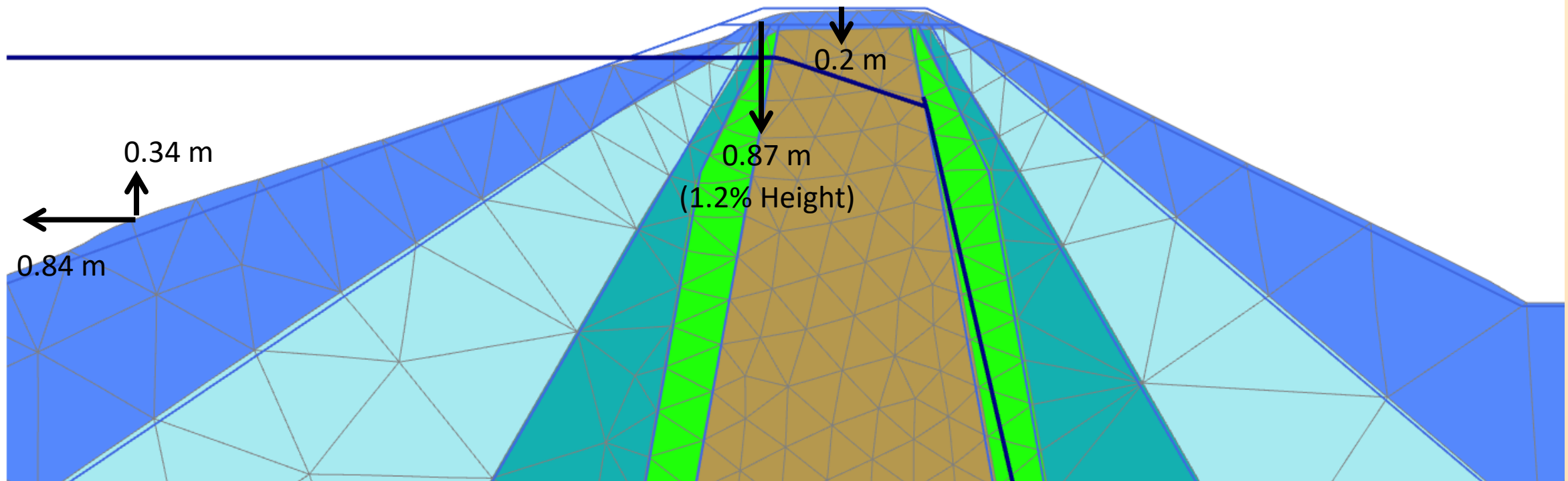
ทิศทางการเคลื่อนตัว

Sta. 0+440, E 500 MPa, Damping 5%, RSN 2753 H2-

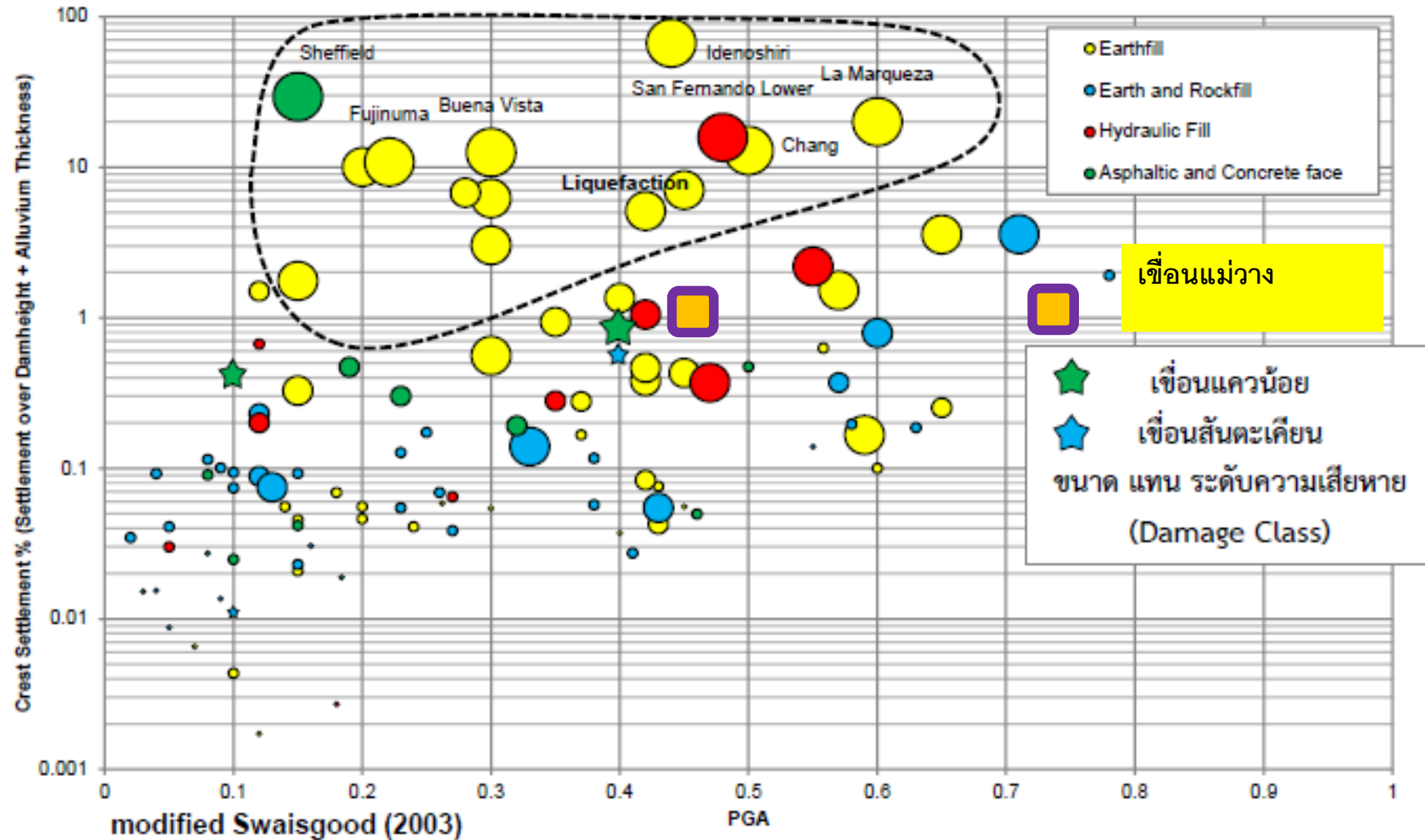


ลักษณะการเคลื่อนตัวของบริเวณสันเขื่อน

Sta. 0+440, E 500 MPa, Damping 5%, RSN 2753 H2-



Seismic Deformation Verification

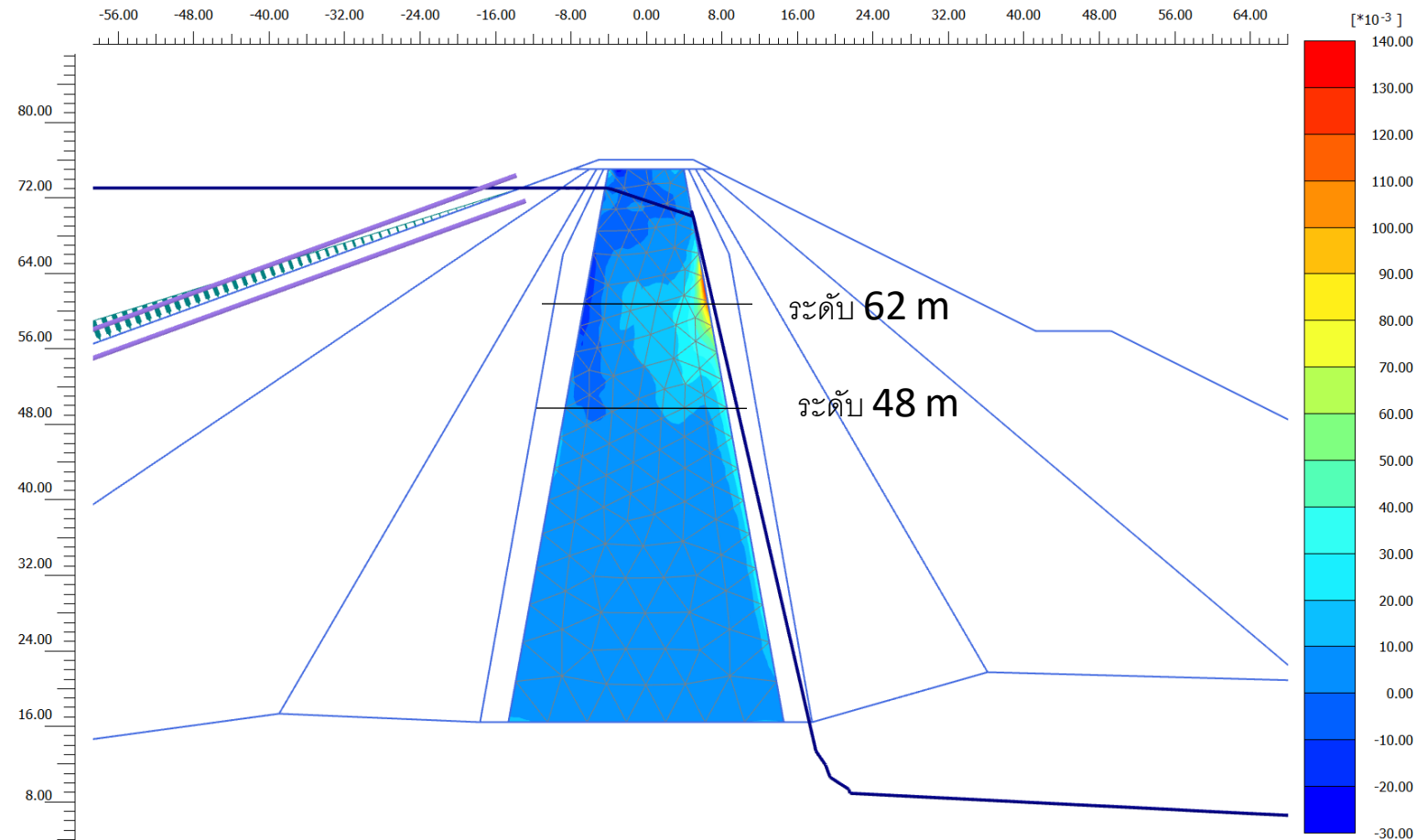


ผลกระทบของแผ่นดินไหวต่อ Clay Core

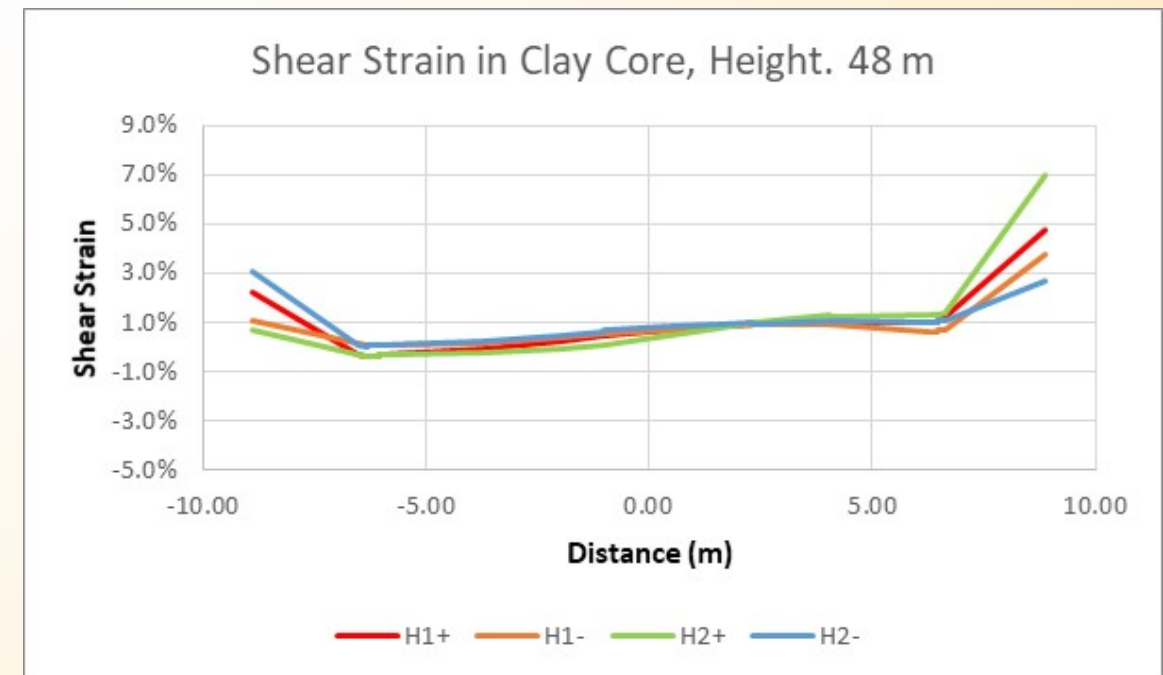
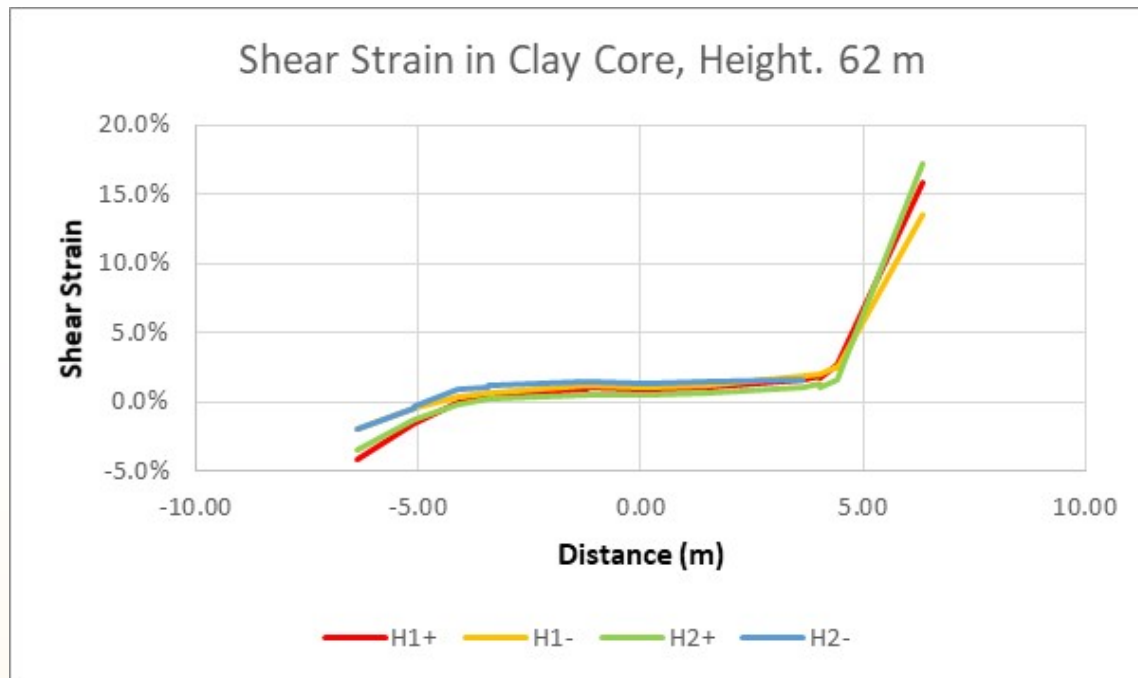
เมื่อเกิดแผ่นดินไหวแกนดินเหนียวจะมีการเสียรูป สิ่งที่ต้องตรวจสอบคือ รอยร้าวในแกนดินเหนียวมีลักษณะที่อาจส่งผลต่อการทึบน้ำของแกนหรือไม่ สิ่งที่ต้องพิจารณาคือ

1. ค่าความเครียดเฉือนมีขนาดสูงมากหรือไม่
 - กรณีที่ค่าความเครียดเฉือนน้อยกว่า 1% ถือว่าไม่มีนัยสำคัญ,
 - 1–3% แสดงถึงการยอมตัวในระดับปานกลาง,
 - 3–5% ควรได้รับการประเมินเพิ่มเติม และ
 - มากกว่า 5% อาจบ่งชี้ถึงความเป็นไปได้ของการแตกร้าวและการสูญเสียความสมบูรณ์ของแกนดิน
2. หากค่าความเค้นหลักประสิทธิผลที่น้อยที่สุด (σ'_3) ยังคงเป็นแรงอัด (ไม่เกิดแรงดึง) ตลอดทั้งแกนดิน โดยเฉพาะในสภาพหลังแผ่นดินไหว ความเสี่ยงต่อการเกิดรอยแตกร้าวจากแรงดึง การแตกแยกเนื่องจากแรงดันน้ำ (hydraulic fracturing) และการสูญเสียประสิทธิภาพในการป้องกันการรั่วซึม จะถือว่าอยู่ในระดับต่ำ
3. การเกิดค่าความเครียดเฉือนสูงเฉพาะบริเวณด้านท้ายน้ำของแกนดินเหนียว โดยที่ส่วนใหญ่ของแกนดินยังมีค่าความเครียดต่ำ ถือว่ามีความน่ากังวลน้อยกว่ากรณีที่ค่าความเครียดสูงพาดผ่านตลอดความหนาของแกนดิน
4. แกนดินเหนียวควรยังคงทำหน้าที่เป็นชั้นป้องกันการรั่วซึมได้ภายหลังเกิดแผ่นดินไหว โดยเกิดการยอมตัว (yielding) หรือรอยแตกร้าวเฉพาะที่อาจยอมรับได้ ตราบใดที่ไม่เกิดแนวรั่วซึมต่อเนื่อง และยังสามารถกักเก็บน้ำในอ่างเก็บน้ำได้อย่างปลอดภัย

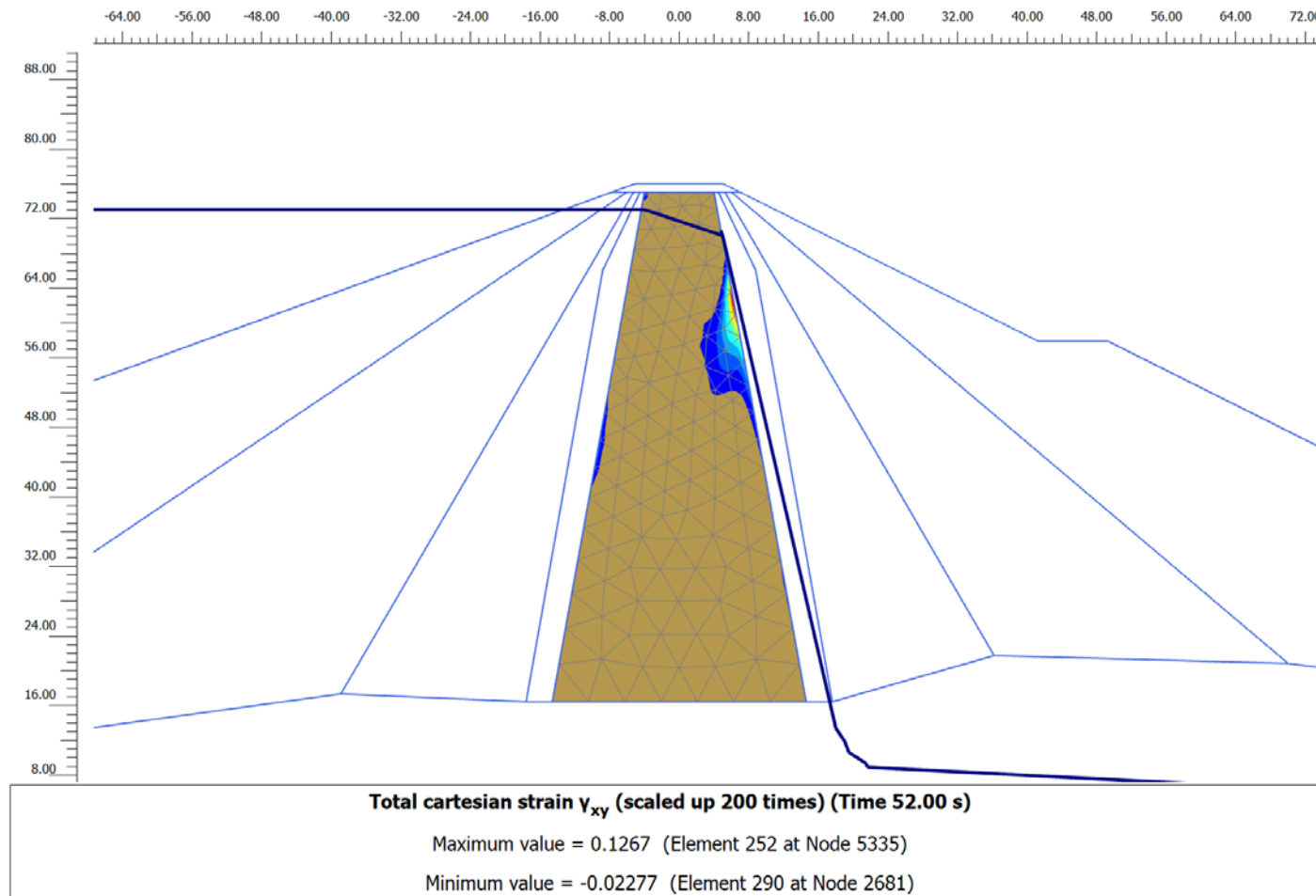
Shear Strain Contour ในแกนดินเหนียว



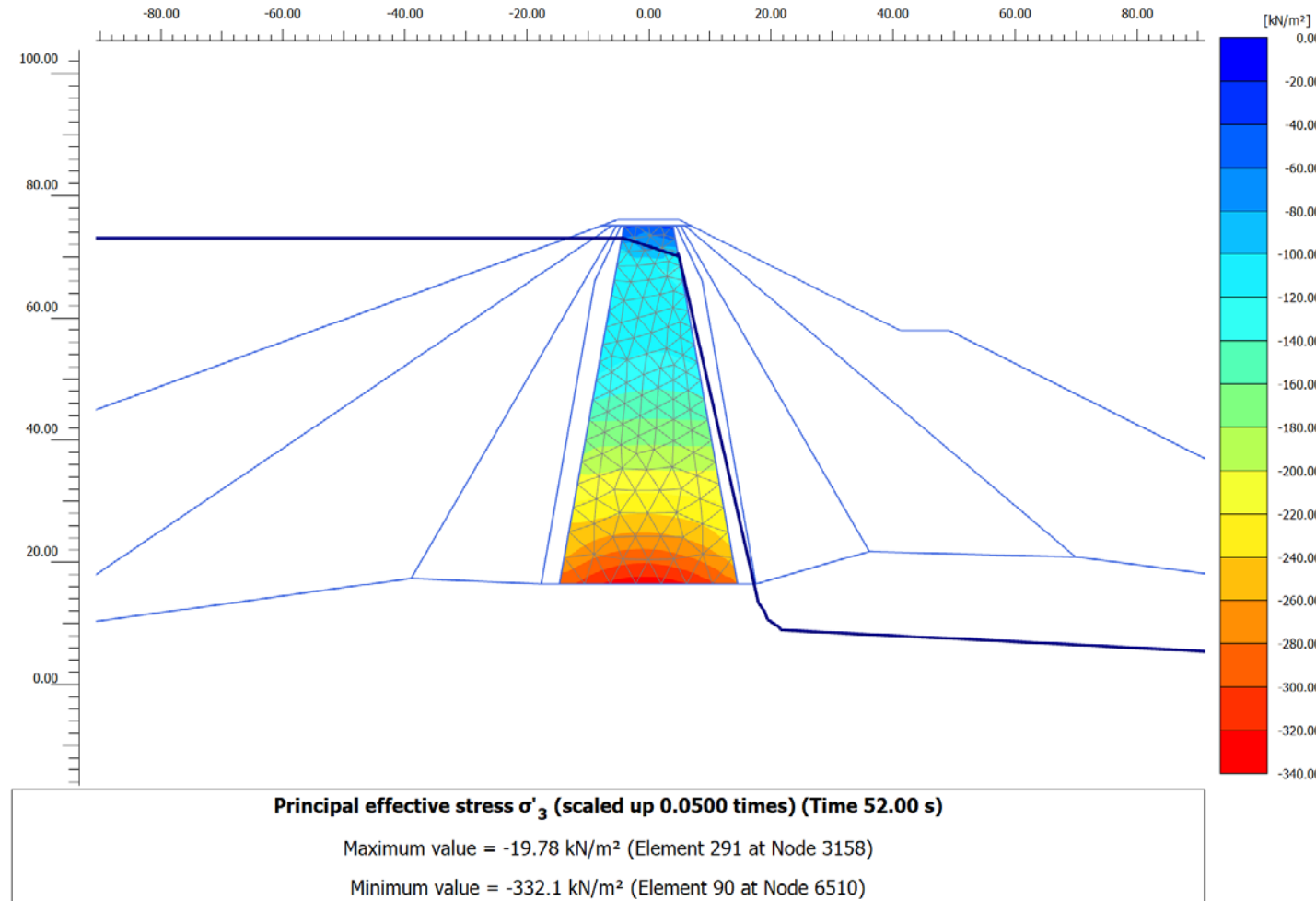
Shear Strain ที่ระดับ 62 และ 48 เมตร



ขอบเขตที่ Shear Strain มีค่าเกิน 2%

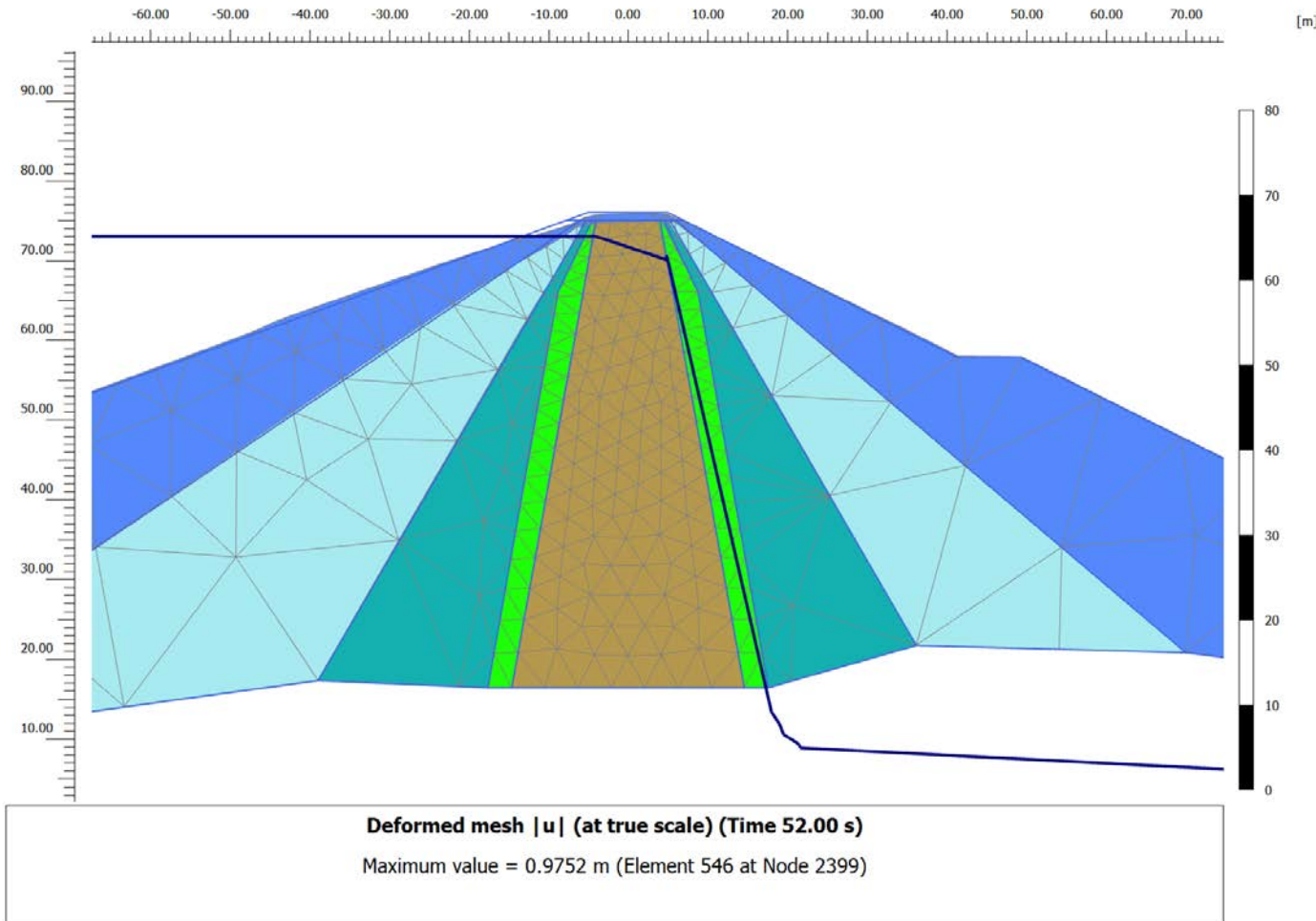


σ_3' ในแกนดินเหนียว



σ_3' ในแกนดินเหนียว เป็นแรงอัดทั้งหมด

ผลกระทบของแผ่นดินไหวต่อชั้น Filter



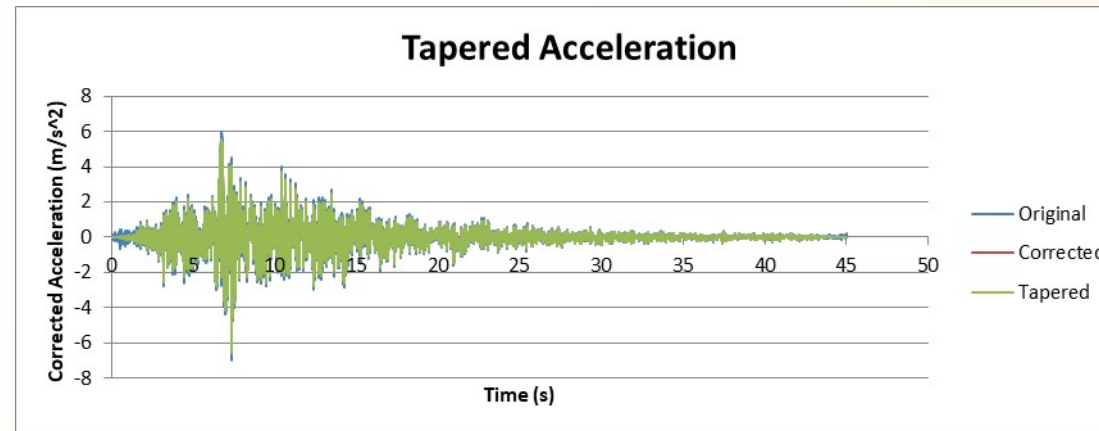
ลักษณะการเสียรูปของชั้น Filter
กรณีที่มีการเสียรูปวิกฤตที่สุด

กรณีที่มีการเสียรูปของเขื่อนวิกฤตที่สุด
($E=500$ MPa, Damping ratio = 5%,
คลื่น RSN 2753 H2-) ชั้น Filter ยังคงเป็น
ชั้นต่อเนื่องไม่มีการขาดจากกัน

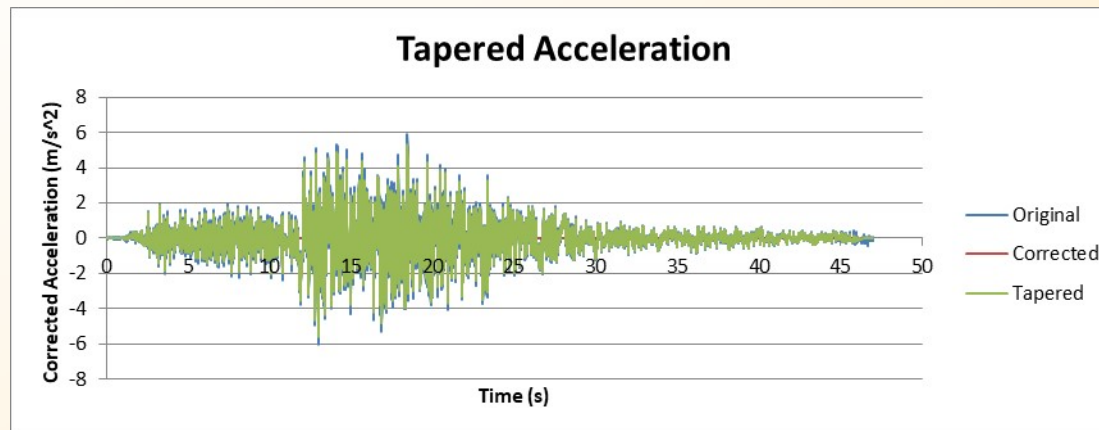
การเปรียบเทียบการลักษณะของคลื่นต่อการเคลื่อนตัวของเขื่อน

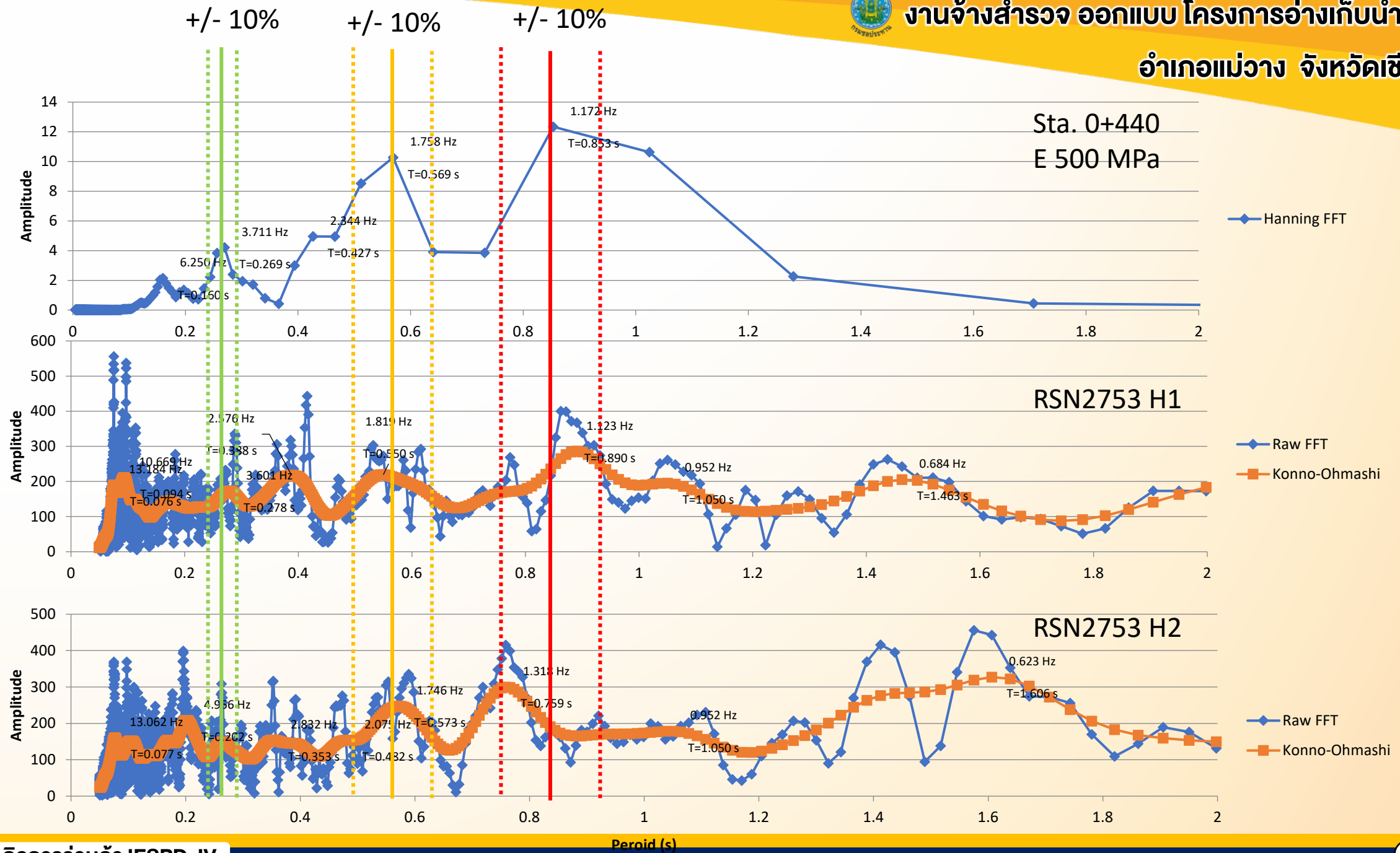
H2

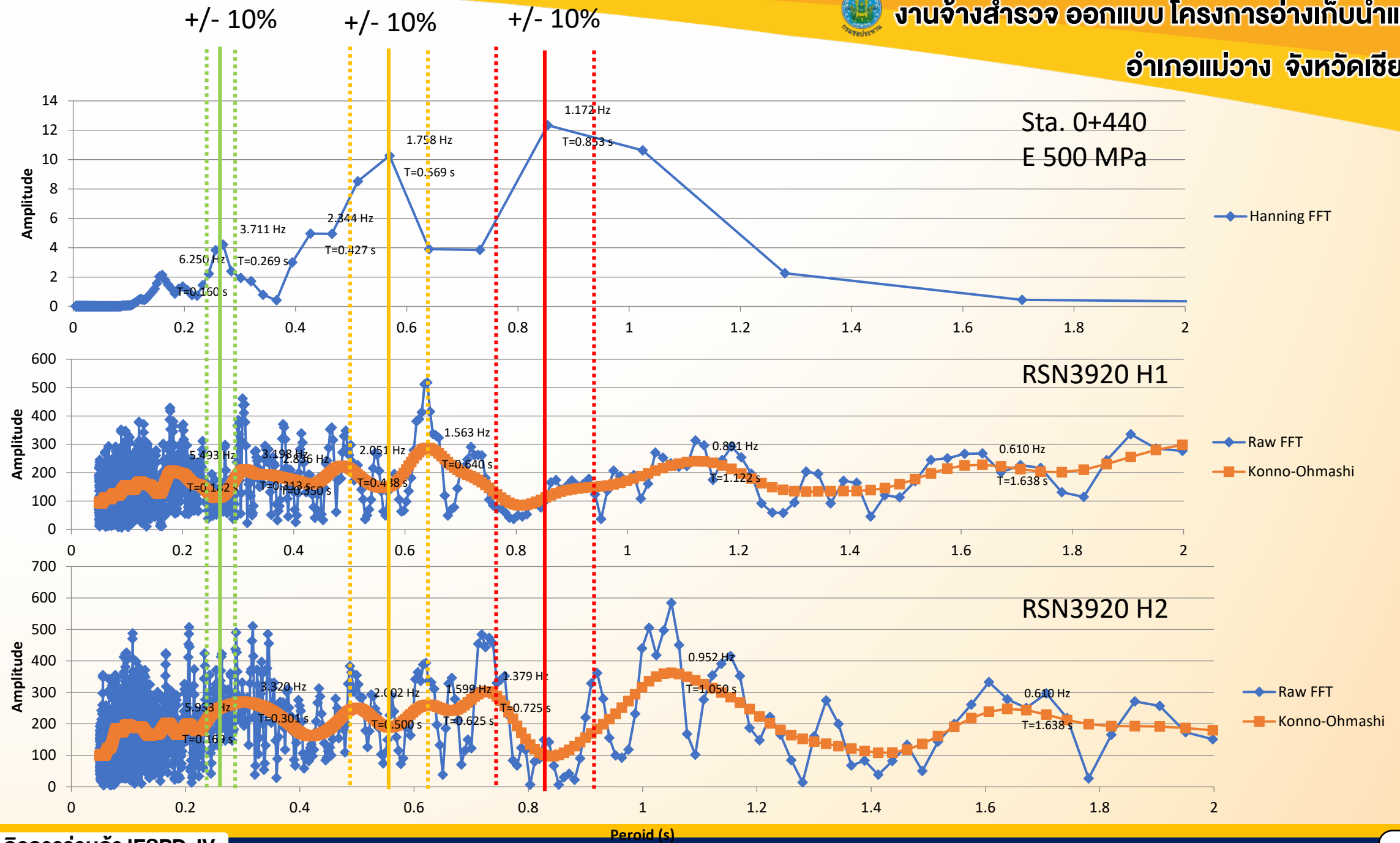
RSN2753

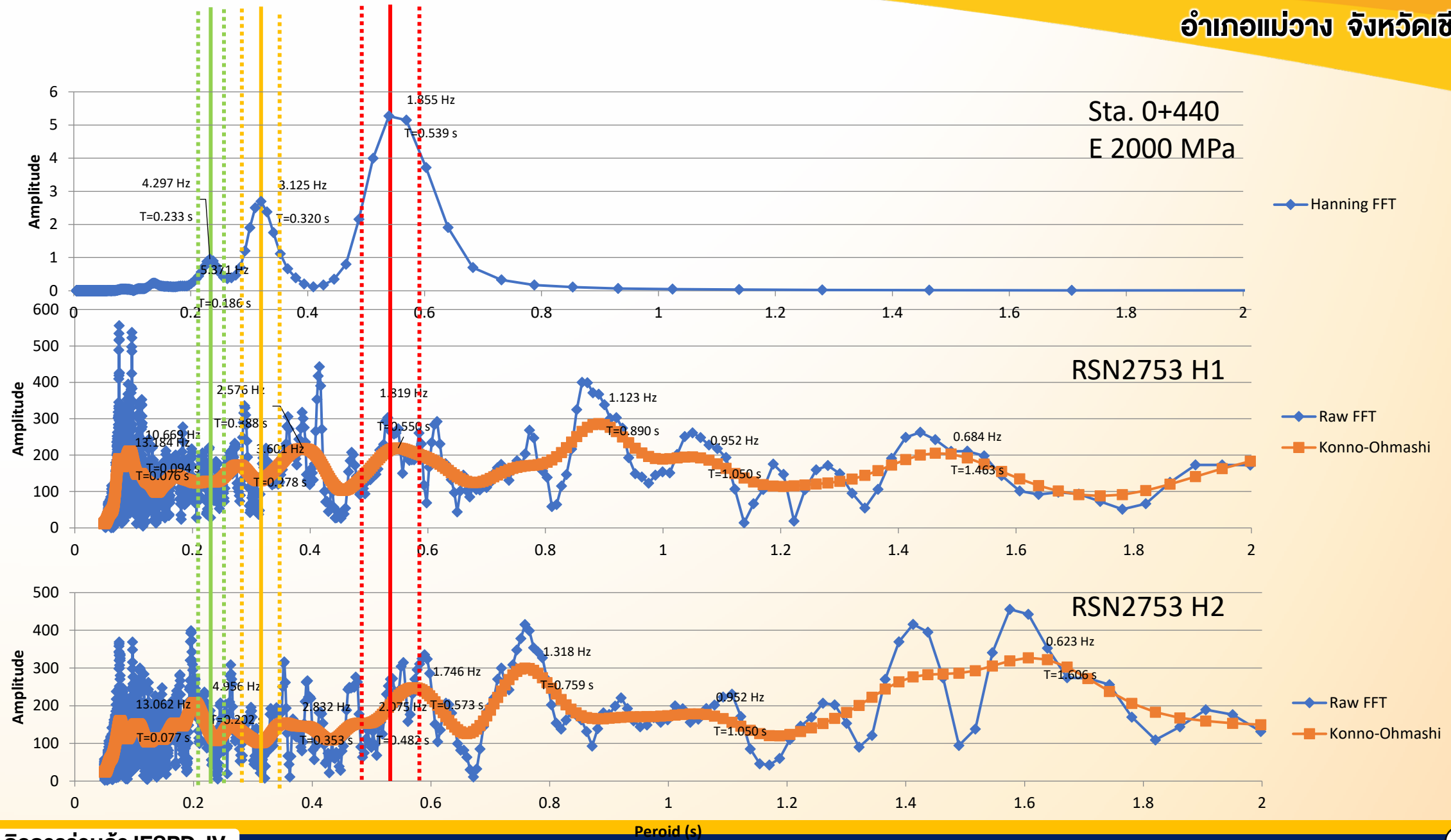


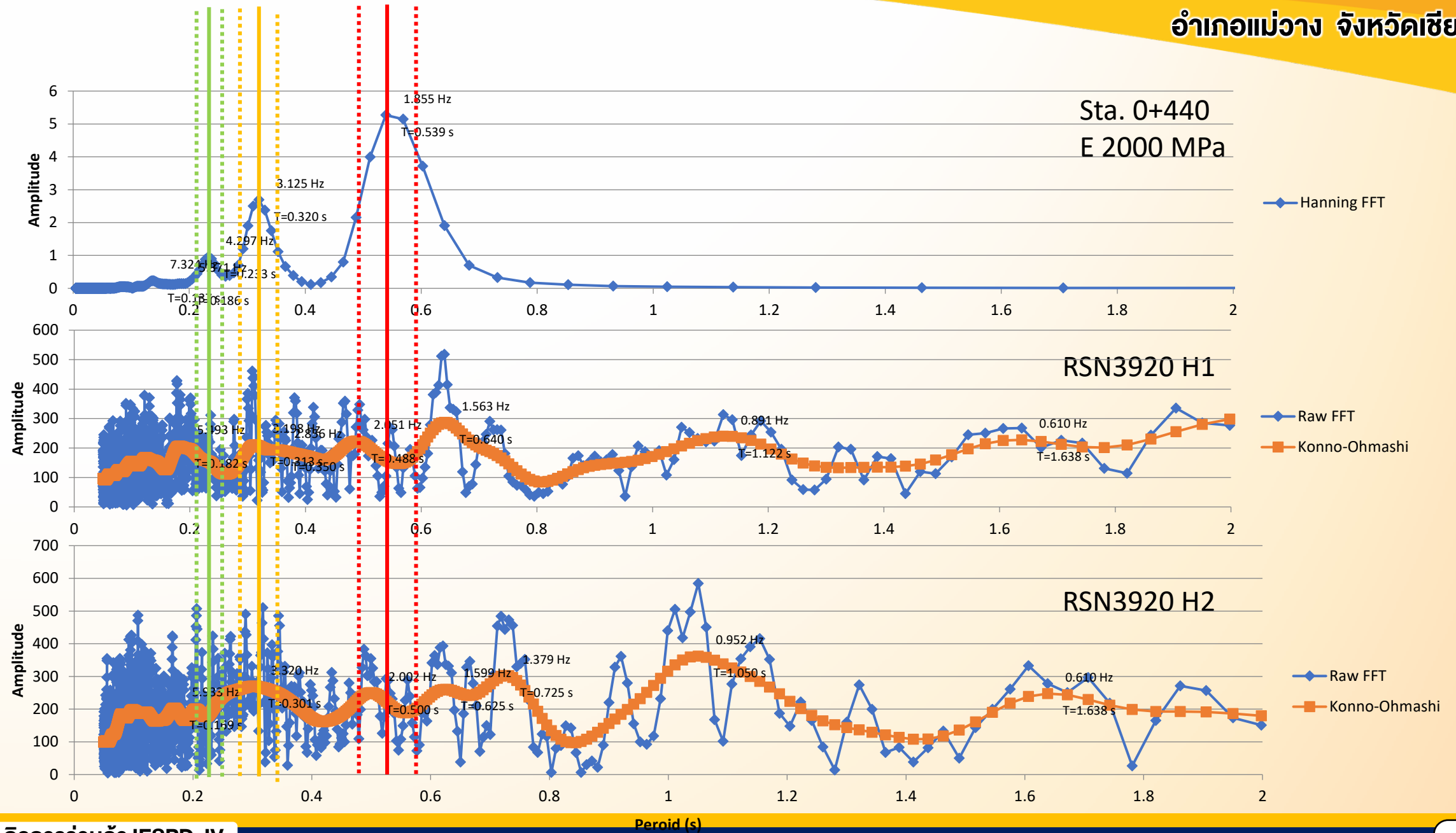
RSN3920













จบการนำเสนอ

กิจการร่วมค้า IESPD JV



SP&D
Superior Planning And Design
บริษัท สุภฤกษ์ แพลนนิ่ง แอนด์ ดีไซน์ จำกัด

บริษัท วิศวชลกร จำกัด

บริษัท สุภฤกษ์ แพลนนิ่ง แอนด์ ดีไซน์ จำกัด



งานจ้างสำรวจ ออกแบบโครงการอ่างเก็บน้ำแม่วาง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

เสนอโดย

กิจการร่วมค้า IESPD JV



บริษัท วิศวกรรม จำกัด

SP&D

Suparek Planning And Design Co., Ltd.

บริษัท ศุภฤกษ์ แพลนนิ่ง แอนด์ ดีไซน์ จำกัด