GERD JOURNAL

VOL.12 (2025)

GEOTECHNICAL ENGINEERING

- บทวิเคราะห์ทางธรณีวิทยาและการจัดการหลังเกิดภัยดินถล่มบ้านปางอุ๋ง
- แผ่นดินไหวกับดินอ่อน : ทำไมตึกสูงในกรุงเทพฯ ถึงสั่นรุนแรงเนื่องจากแผ่นดินไหว
- งานออกแบบเสริมความมั่นคงบริเวณพื้นที่บ่อดินตามแนวท่อก๊าซ
- การปรับปรุงคุณภาพดินโดยวิธี VCM โครงการพัฒนาภูมิทัศน์พื้นที่แก้มลิงทุ่งหิน
- การประเมินเสถียรภาพของเขาตาปู อุทยานแห่งชาติอ่าวพังงา ด้วยแบบจำลองไฟไนท์อิลิเมนต์ 3 มิติ


CKPower
ENDLESS ENERGY
RENEWABLE ELECTRICITY
FOR A SUSTAINABLE FUTURE
พลังงานสะอาด เพื่ออนาคตที่ยั่งยืน
ซีเค พาวเวอร์ เดินหน้าสู่การเปลี่ยนผ่านพลังงาน
สร้างความมั่นคงในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน
รักษาสมดุลระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม
พร้อมสร้างคุณค่าสู่ชุมชนและสังคมอย่างยั่งยืน
ซีเค พาวเวอร์ หนึ่งในผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่ใหญ่ที่สุดในภูมิภาค
และมีคาร์บอนฟุตพรินต์ที่ต่ำที่สุดรายหนึ่ง
www.ckpower.co.th

CPAC EXTRA SERIES

นวัตกรรมใหม่

น้องวางใจ ขอแนะนำ

สำหรับชั้นบดอัดดิน

ยกระดับงานบดอัด ที่ดีกว่าเดิม!!

การก่อสร้างแบบเดิม	แบบใหม่ด้วย EXTRA BASE LAYER
ชั้นทรายบดอัด	CPAC EXTRA BASE LAYER
ชั้นพื้นทาง	ได้มาตราฐาน
ชั้นรองพื้นทาง	ทนทานต่อน้ำและความชื้น
ชั้นดินเดิม	

VS

เหมาะสำหรับ


งานถนน


พื้นโรงงาน/ลานจอดรถ


คอสะพาน

คุ้มค่ายิ่งกว่า...

- เร็วกว่า 2 เท่า
- ประหยัดค่าแรง
- ลดปัญหาเรื่องฝุ่น

02-555-5555

@CPAC CPAC web.cpac.co.th

SCOPE OF SERVICE

[งานบริการของเรา]

Organizational Membership NO.1334490

- **SOIL INVESTIGATION & IN-SITU TESTING : งานเจาะสำรวจและทดสอบดินในสนาม**
  - Soil Boring / Rock Core / Filed Van Shear / Filed Permeability Test / Dynamic Cone Penetration test
  - Kunzelstab & Macintosh Test / Filed CBR Test / Filed Density Test / Plate Bearing Test
  - Soil Resistivity Test / Thermal Resistivity Test
- **LABORATORY TEST : งานทดสอบห้องปฏิบัติการ**
  - Soil / Concrete / Coarse & Fine Aggregate
  - Asphaltic Test / Tension Steel Rebar
  - Construction Material Testing
- **REFRACTORY TEST : ทดสอบปูนทนไฟ**
  - Dry-Out & Furnace 110 – 1000 °C
  - Bulk Density Test / Cold Crushing Strength Test
  - Permanent Linear Change Test / Abrasion Loss Test
- **Pile Test : ทดสอบเสาเข็ม**
  - Seismic Test / Side Echo Test / Parallel Seismic Test
  - Dynamic & Static Load Test / Vibration Test
- **Testing for Concrete Evaluation : ประเมินสภาพ และทดสอบ คอนกรีตโครงสร้าง**
  - Visual and Inspection Condition Survey
  - Chemical Attacked Test , pH, Chloride & Sulphate Content Test
  - Ultrasonic Pulse Velocity Test / Hammer Test /
  - Crack Depth & Width Measurement
  - Concrete Resistivity Test / Haft Cell Potential Corrosion Test / Surface Resistivity Test
  - Hardness Test / Thickness Test [UT]
  - Scan Rebar By GPR & Size-Covering Rebar
  - Anchor Bolts Pull Out Test
  - Floor Load Test & Truss Test

CONSTRUCTION MATERIAL TESTING

BSL
BOULTER STEWART LTD.

Head Office :

Unit 1206, 12th Floor Chartered Square Building 152 North Sathorn Road, Silom, Bangrak, Bangkok 10500 / Tel: (662) 637-9950-1 Fax: (662) 637-9950-1

Rayong Office :

6/116 Soi Numyen T. Neonphra, A. Muang Rayong 21150
Tel: (038) 947 046 to 7 Fax: (038) 947 048

Hotline 089-145-5170 / 089-833-6904

Soil Testing Siam
Your partner in advanced testing technology

Soil Testing Siam Company Limited

71 7-8 Kaset-Nawamin Intersection Road, Chorakhe Bua Subdistrict, Lat Phrao District, Bangkok 10230

087-555-3656, 092-280-7044

02-907-4820

soiltestingsiam@gmail.com

www.soiltestingsiam.co.th

ABOUT US

SOILTESTINGSIAM is an expert in the civil engineering material quality testing equipment market. With more than 40 years of experience, the company has been appointed as an official distributor. From the world's leading test equipment manufacturers from countries such as the United States, England, Italy, Switzerland. We also import high-end products from European and Asian countries to meet the testing equipment needs of specific customers. In addition, the company has also invented, developed, and produced quality products under the brand STS X

OUR PARTNERS

Our products cover engineering testing groups.

- Material Testing
- Field Survey
- Nondestructive testing (NDT)
- Advanced Soil & Rock Machanics
- Highway Pavement
- Structural Testing
- Geosynthetic
- Railway System
- Agriculture

HIGH PRESSURE TEMPERATURE CONTROLLED TRIAXIAL TESTING SYSTEM ▶

This high-stiffness electromechanical system, featuring a precision-aligned load frame, is suitable for high-load applications. Operating without oil pressure, it is exceptionally quiet and offers a choice of double-wall or 3D temperature control techniques.

◀ *Concrete compression machine automatic, Autotec*

This motorized compression machine, equipped with an Autotec control unit, is certified to international standards for material testing.

Sieves ▶

sampling and classification of soils, aggregates and other powdered and granular materials to specific ASTM standard tests.

Ground Penetrating Radar ▲

This advanced Ground Penetrating Radar (GPR) system delivers real-time 3D subsurface imaging, reaching depths of up to 10 meters. It's ideal for locating pipes, cables, concrete structures, and various geophysical survey applications.

▲ *Electrical Geophysical Survey Instruments*

This type of instrument is capable of performing 2D cross-section profiling for Electrical Resistivity Tomography (ERT) and Induced Polarization (IP) surveys in the field. It is utilized for both subsurface and surface-related investigations.

Universal Tensile Testers Micro Computer Universal Tester ▶

This equipment is specialized for material testing across diverse industries (e.g., aerospace, metals, polymers) and is used for inspection and research involving static tensile, compressive, bending, and shear testing.

ไม้เชิงชาย ทีพีไอ
รุ่น Duo Plus

สวย บาง แข็งแกร่ง

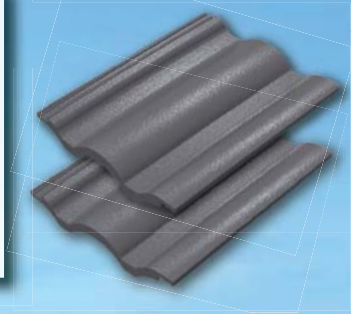
- เชิงชายสำเร็จรูป
- น้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย
- ประหยัดต้นทุนและค่าแรง

NEW

กระเบื้องหลังคาคอนกรีตทีพีไอ

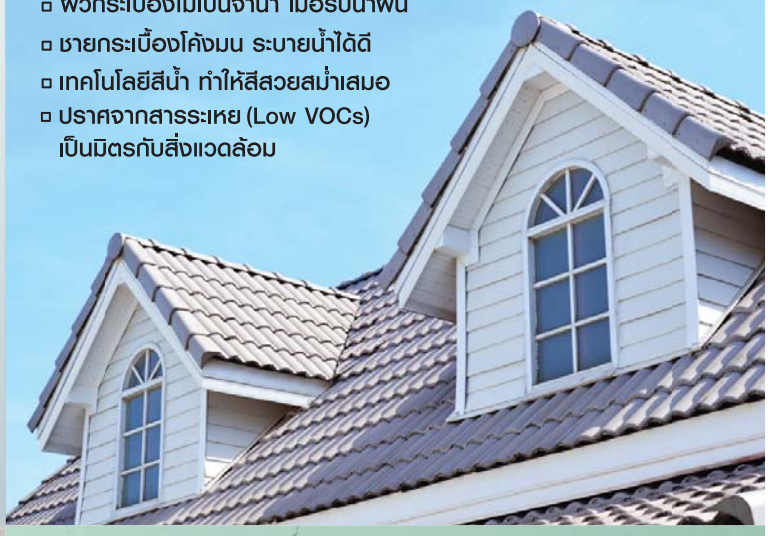
TPI CONCRETE ROOF TILE

ระบบสีพิเศษ



กระเบื้องหลังคาคอนกรีตทีพีไอ

- ผิวกระเบื้องไม่เป็นจ้ำน้ำ เมื่อรับน้ำฝน
- ชายกระเบื้องโค้งมน ระบายน้ำได้ดี
- เทคโนโลยีสีน้ำ ทำให้สีสวยสม่ำเสมอ
- ปราศจากสารระเหย (Low VOCs) เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม



TPI VENT BOARD
แผ่นฉลุตกแต่งทีพีไอ

พลิตจากไฟเบอร์ซีเมนต์คุณภาพสูงเพื่อใช้ทดแทนไม้ฉลุธรรมชาติ สำหรับตกแต่งทั้งฉากกั้น งานช่องลมช่องผนัง มีความแข็งแรง ทนทานสภาพอากาศ ลวดลายฉลุวิจิตร งดงาม มีให้เลือกหลากหลายรูปแบบ

ทุก รอยร้าว แก้ได้!
ทีพีไอ มอร์ตาร์ M600

- เพิ่มแรงยึดเกาะสูงเป็นพิเศษ
- ลดปัญหาการแตกร้าวและการหดตัว
- ผสมน้ำใช้ได้ทันที

ขนาด 5 กก.

ขนาด 2 กก.

ซ่อมรอยแตกร้าว หลุดลอกของผนังและพื้น | ซ่อมติดกระเบื้องเซรามิก | ซ่อมอุดปะรอยแตก รอยเจาะผังท่อ

M680

WATER PLUG
ปูนซีเมนต์อุดกันรั่วซึม

- เซ็ตตัวเร็วมาก ภายใน 1-5 นาที
- เซ็ตตัวได้ทั้งในน้ำและในอากาศ
- อุดรอยรั่ว หยุดน้ำได้ทันที

TPI CALL CENTER

085-660-8565
081-935-9681

TPI POLENE
@TPIPL
TPIPOLENE.COM

LIKE & SHARE

GEOTECHNIC KENBER

Kenber Geotechnic (Thailand) Co., Ltd.

SITE INVESTIGATION

- Drilling and In-situ Testing
- Geological Investigation
- Material Investigation
- Geophysical Survey
- Laboratory Testing

GROUND IMPROVEMENT

- Compaction and Permeation Grouting
- Cement and Chemical Grouting
- Jet Grouting

INSTRUMENTATION

- Jointmeter
- Inclinometer
- Settlement Plate
- Vibration Monitoring
- Magnetic Extensometer
- Piezometer & Observation Well

SLOPE PROTECTION

- Soil Nail/ Rock Bolt
- Rockfall Protection
- Catch Fence
- Shotcrete

TUNNELING

- Control Blasting
- Tunneling

KG

Head Office

Kenber Group 11/1 Muang-Sart Rd., Nong-Hoy, Muang,
Chiangmai 50000 THAILAND
Tel:+6653 015234-6 Fax :+6653015237-8
E-mail : kgtech@loxinfo.co.th

KENBER

KENBER SUPPLIES

Kenber Supplies (Thailand) Co., Ltd.

MINING, DRILLING AND GROUTING EQUIPMENT AND ACCESSORIES

- Rotary + Percussion + DTH Drilling Machines
- Exploration + Rock Drilling Tools
- Rock Crusher/Mobile Crusher
- Portable Air Compressor

MODULAR / PREFABRICATED HOUSIE

- Office +Labor Camp
- Factory + Warehouse
- Villa + Container House

KS

Bangkok Branch

Kenber Building 636/7 Soi Ramkhamhaeng 39
Pracha-Uthit Rd.,Wangthonglang, Bangkok 10310 THAILAND
Tel : +66 2934 6673-4 Fax : +66 2538 2236
E-mail :kgtech@loxinfo.co.th

สารหัวหน้า

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก

ปีนี้และปีที่ผ่านมาประเทศไทยประสบกับทั้งภัยธรรมชาติและภัยจากความไม่สมบูรณ์ในงานทางวิศวกรรม ทั้งภัยดินถล่มตั้งแต่ปีที่แล้วต่อเนื่องมาถึงปีนี้ ต้นปีมีแผ่นดินไหวที่สร้างความเสียหายที่มากที่สุดในประวัติศาสตร์ของประเทศไทย รวมไปถึงการพิบัติของอุโมงค์ในกรุงเทพฯทำให้เกิดหลุมยุบขนาดใหญ่อย่างที่ไม่เคยเกิดในกรุงเทพฯมาก่อน

สิ่งที่เกิดขึ้นย้ำเตือนว่ามนุษย์ก็ยังเป็นเพียงผู้เข้ามาอยู่อาศัยเพียงชั่วคราวในโลกนี้เท่านั้น การเรียนรู้ที่จะอยู่กับภัยธรรมชาติและการไม่สร้างภัยพิบัติด้วยกันเองเป็นเรื่องสำคัญที่จะทำให้เราใช้ชีวิตในโลกนี้ได้อย่างไม่ทุกข์และมีความสุขพอสมควรแก่เหตุ

วารสารฉบับนี้มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ผมได้กล่าวไป หวังว่าเนื้อหาจะเป็นประโยชน์กับท่านที่เกี่ยวข้อง และขอขอบคุณผู้สนับสนุนทุกท่านเช่นเดิม

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์)
หัวหน้าศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก

Come and Experience

The Heart of Bangkok

at One Bangkok

วัน แบงค็อก โครงการขนาดใหญ่ที่ครบครันใจกลางกรุงเทพฯ พัฒนาขึ้นบนวิสัยทัศน์เพื่อให้เป็น “เมืองกลางใจ” สถานที่ที่จะมอบคุณภาพชีวิตที่ดีและให้ความสำคัญกับผู้คนเป็นหลัก และมุ่งสู่การเป็นมหานครแนวหน้าแห่งใหม่ของโลก บนทำเลที่ตั้งบริเวณหัวมุมถนนวิทยุและพระราม4 เชื่อมต่อโดยตรงกับระบบขนส่งมวลชนที่กำลังขยายตัวอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว โดยภายในโครงการวัน แบงค็อก ประกอบด้วย อาคารสำนักงานที่มอบคุณภาพชีวิตเพื่อสนับสนุนทุกธุรกิจ ศูนย์การค้าที่ผสมผสานความหลากหลายมาสร้างประสบการณ์พิเศษ ที่อยู่อาศัยที่เติมเต็มความหมายในการใช้ชีวิต โรงแรมที่มอบประสบการณ์พักผ่อนที่เต็มไปด้วยความพิเศษในทุกช่วงเวลา ศูนย์แสดงนิทรรศการและคอนเสิร์ตฮอลล์ระดับโลกเพื่อความทรงจำสุดพิเศษ แหล่งรวมศิลปวัฒนธรรมที่มอบแรงบันดาลใจในทุก ๆ วัน พร้อมกับพื้นที่สาธารณะเปิดโล่งและพื้นที่สีเขียว 50 ไร่

ตลอดจนการเป็นเมืองอัจฉริยะที่เพียบพร้อมด้วยนวัตกรรมเพื่อส่งเสริมการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน วัน แบงค็อก เป็นโครงการแรกในประเทศไทยที่ได้รับการรับรองโดยมาตรฐาน LEED for Neighborhood Development ระดับ Platinum พร้อมมุ่งสู่การรับรองมาตรฐานอาคาร WELL เพื่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้อยู่อาศัยและผู้ใช้อาคาร

onebangkok.com onebangkokth one_bangkok

ONE BANGKOK

The Heart of Bangkok

EDITOR TALK
บทบรรณาธิการ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก เป็นหน่วยงานในสังกัด ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางโดยให้บริการด้านการศึกษา การวิจัยและให้คำแนะนำทางด้านเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรมปฐพีและธรณีเทคนิค วิศวกรรมเขื่อน การปรับปรุงคุณภาพดินเชิงวิศวกรรม นอกจากนี้ยังประสานความร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อสร้างงานวิจัยที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง เพื่อต่อยอดการพัฒนาด้านวิศวกรรมปฐพีและฐานรากอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

หนังสือ วิศวกรรมปฐพีและฐานราก GERD JOURNAL VOL.12 ได้จัดทำติดต่อกันมาเป็นปีที่ 12 โดยในเล่มนี้ได้เสนอบทความด้านวิศวกรรมปฐพี วิศวกรรมดินถล่ม วิศวกรรมความปลอดภัยเขื่อนหนังสือเล่มนี้จะเป็นแหล่งรวมข้อมูลทางวิชาการ งานวิจัย ที่เป็นประโยชน์เหมาะแก่การค้นคว้าหาข้อมูลด้านวิศวกรรมปฐพีของผู้ประกอบการทั้งภาครัฐและเอกชนและผู้สนใจโดยทั่วไปอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

ท้ายนี้ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก และคณะผู้ประสานงาน สำนักพิมพ์ บริษัท เจอนัล รีเสิร์ช จำกัด ใคร่ขอขอบคุณทุก ๆ หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ที่ได้ให้การสนับสนุนการจัดทำหนังสือ GERD JOURNAL VOL.12 นี้ประสบผลสำเร็จตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

คณะผู้จัดทำ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อาคารบุญสม สุวชิรัตน์ (อาคาร 9) ชั้น 9 ห้อง 9903
50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์/โทรสาร : 02-579-2265
www.gerd.eng.ku.ac.th, E-mail: gerd@ku.ac.th

ที่ปรึกษา/บรรณาธิการบทความวิชาการ

รองศาสตราจารย์ ดร. สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์

บรรณาธิการผู้พิมพ์ผู้โฆษณา

วินัย พันธุ์วุฒิ

กองบรรณาธิการ

ศิริลักษณ์ ศิริสิงห์
ทินวัฒน์ จิ๋วรักษา

ฝ่ายประสานงาน

ศิรดา ขำเขียว
พลอยจันทร์ อุดมผล
นวศมณ พันธุ์วุฒิ

กราฟฟิคดีไซน์

ทินวัฒน์ จิ๋วรักษา

จัดพิมพ์และเผยแพร่โดย

บริษัท เจอนัล รีเสิร์ช จำกัด / Journal Research Co.,Ltd.
99/91 หมู่ที่ 4 ต.บึงยี่โถ อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12130
โทร. 0-2198-5591, 081-639-2084 แฟกซ์: 0-2198-5732 E-mail: jn.rsc14@gmail.com

สารบัญ CONTENT

HELICAL PILE THAILAND
COMPANY LIMITED

HELIX PILE

" EXPERIENCE THE FUTURE OF FOUNDATION SYSTEM"

ROBOTIC WELDING

HELIX PLATE

ADVANTAGES

INNOVATION FROM USA

- ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS
- NEIGHBOR FRIENDLY
- SPEED AND EFFICIENCY
- NO VIBRATION
- MINIMAL DISTURBANCE
- IT CAN BE INSTALLED AT ANY DESIRED ANGLE!
- HIGH BEARING LOAD (UP TO 100T PER PILE)
- VERSATILITY AND A WIDE RANGE OF APPLICATIONS
- IT CAN BE USED AS AN ANCHOR PILE

ALL-TERRAIN INSTALLATION

RAPID INSTALLATION

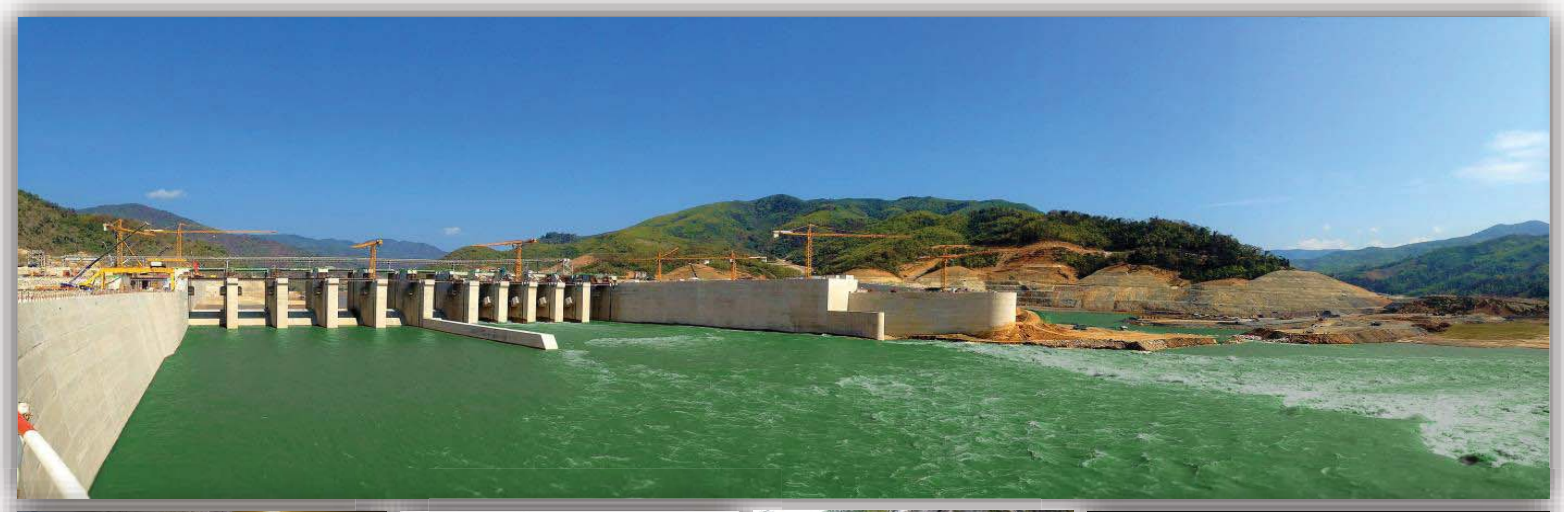
NEIGHBOR FRIENDLY

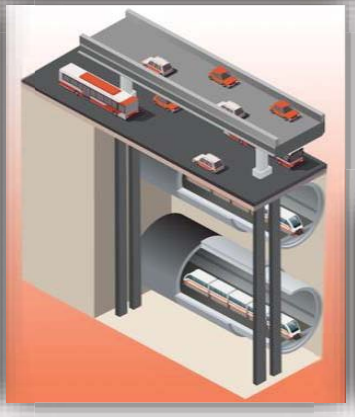
CONTACT US

Helical Pile Thailand info@helicalpile.co.th 02-026-6976

GFE
The Geotechnical Expert

บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
Geotechnical and Foundation Engineering Co., Ltd.





We are

"The Geotechnical Expert"

Our Service

- Geotechnical and Geological Investigations
- In-situ and Laboratory Testing
- Feasibility Study/ Tender Design/ Detailed Design
- Construction Supervision
- Geotechnical Instrumentation
- Research and Development
- Building Information Modeling (BIM)

Contact Us

151 Nuan Chan Road, Nuan Chan, Beung Kum, Bangkok, Thailand 10230

TEL: +662-363-7723
FAX: +662-363-7724

contact_gfe@gfe.co.th

GFE.Team

ประวัติ-ความเป็นมา-วิสัยทัศน์ ความเป็นมาและการดำเนินงาน

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานรากก่อตั้งโดย รศ.ดร.วรากร ไม้เรียง โดยเริ่มจากการใช้ความเชี่ยวชาญของท่านนำไปพัฒนาวิชาการงานที่ปรึกษาให้กับกรมชลประทานภายใต้โครงการซ่อมแซมและปรับปรุงเขื่อนมูลบนตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2535 และโครงการฐานข้อมูลเขื่อนเพื่อประเมินความปลอดภัยและบำรุงรักษาของสำนักงานชลประทานที่ 9 ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2539 เมื่อปี พ.ศ. 2541 สภามหาวิทยาลัยได้อนุมัติให้จัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก สังกัดภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อวันที่ 8 มิถุนายน 2541 โดยทุกโครงการได้ดำเนินการในลักษณะหน่วยวิจัยโดยมีนิสิตระดับปริญญาโทและปริญญาเอก เข้ามาร่วมปฏิบัติงานในฐานะผู้ช่วยอาจารย์ที่รับผิดชอบงานหลักของโครงการ และขณะเดียวกันก็สามารถทำงานวิจัยเพื่อเป็นวิทยานิพนธ์ได้ด้วย

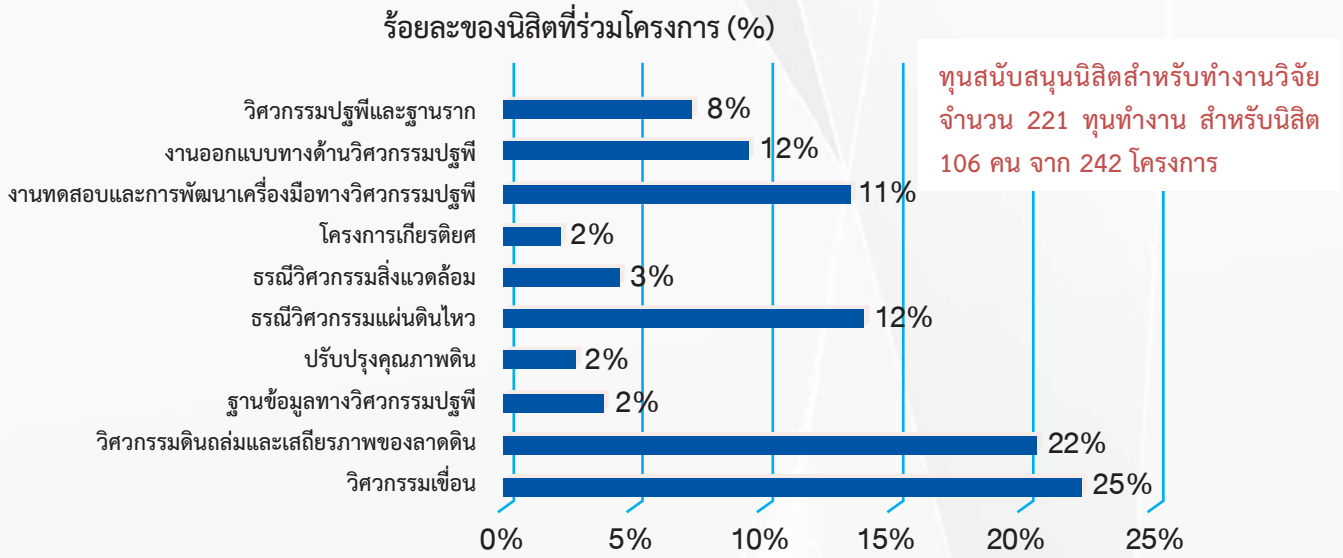
ภายหลังปี พ.ศ. 2547 รศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ ได้เข้ามาพัฒนาศูนย์วิจัยฯ เนื่องจากมีแนวงานวิจัยและความเชี่ยวชาญที่ตรงกับท่านผู้ก่อตั้งจากนั้นจึงได้ขยายการวิจัยและการรับให้คำปรึกษาในงานด้านวิศวกรรมปฐพีในหลายด้านมากขึ้นโดยดำเนินการในลักษณะศูนย์วิจัยฯ ที่เลี้ยงตนเองจากโครงการบริการวิชาการและโครงการวิจัยนอกจากนั้นยังได้ริเริ่มสร้างอาชีพนักวิจัยประจำในศูนย์วิจัยฯ เพื่อพัฒนางานวิจัยให้ต่อเนื่องและเพื่อเป็นพี่เลี้ยงให้กับนิสิตที่เริ่มทำงานวิจัย ทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ในงานวิจัยได้อย่างมั่นคงและสามารถให้ประโยชน์กับงานพัฒนาวิชาการที่ขยายตัวมากขึ้น จึงมีโอกาสทำงานวิจัยและพัฒนาให้กับหน่วยงานจากราชการ รัฐวิสาหกิจและเอกชน (ตามตารางที่ 1) การดำเนินงานกับหน่วยงานดังกล่าวดำเนินการในลักษณะการร่วมกันทำงานและเลือกทำงานที่สามารถต่อยอดองค์ความรู้เดิมได้ ทั้งนี้เพื่อรักษาความเป็นสถาบันการศึกษาที่ดีตัวอย่างหน่วยงานที่ศูนย์วิจัยฯ ได้ให้การบริการวิชาการและวิจัย ได้แก่ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรน้ำ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กรมทางหลวง กรมโยธาธิการ

และผังเมือง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การทางพิเศษแห่งประเทศไทย กรมเจ้าท่า การรถไฟแห่งประเทศไทย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.) Asian Disaster Preparedness Center (ADPC)United Nations Development Programme (UNDP) บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)บริษัท ปตท.ส.ผ.อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด สาขาเมืองย่างกุ้ง ประเทศเมียนมาร์และ หน่วยงานเอกชนอื่นๆ เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีสถาบันการศึกษาทั้งในและนอกประเทศที่มีการร่วมมือกันในการทำงานวิจัย เช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีAsian Institute of TechnologyTokyo Institute of Technology, Kyoto University, Yangon Technological University เป็นต้น

การดำเนินงานโครงการต่าง ๆ จะเน้นการพัฒนาวิชาชีพและวิชาการเพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติงานจริง โดยวางระบบการปฏิบัติทางวิชาชีพให้เป็นตัวอย่างที่ดีและให้ผลประโยชน์ของงานบริการวิชาการกลับมาเป็นงานวิจัยเพื่อจะพัฒนาองค์ความรู้เฉพาะด้านต่อไป งานที่เกี่ยวข้องและอยู่ในสายงานวิจัยประกอบด้วย งานฐานรากในชั้นดินอ่อน งานฐานรากอาคารขนาดใหญ่ในชั้นหิน งานขุดดินและถมดิน พฤติกรรมของกำแพงกันดิน งานวิศวกรรมความปลอดภัยเขื่อน การประเมินพฤติกรรมและความปลอดภัยของเขื่อนจากแรงกระทำแผ่นดินไหว ธรณีวิศวกรรมแผ่นดินไหว งานเสถียรภาพของลาดดิน พฤติกรรมการพิบัติของตลิ่งแม่น้ำ การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดผลกระทบจากภัยดินถล่มและแผ่นดินไหว เป็นต้นจุดประสงค์สำคัญอีกประการหนึ่งของศูนย์วิจัยฯคือการเป็นสถานที่ที่ให้โอกาสนิสิตในระดับต่าง ๆ ทั้ง ตรี โทและเอก ได้เข้ามาร่วมงานวิจัยเป็นการเปิดโลกทัศน์สำหรับนิสิต รวมทั้งยังสามารถให้โอกาสกับนิสิตที่มีความจำเป็นเรื่องค่าใช้จ่ายในการศึกษาอีกด้วย (รูปที่ 2) ดังจะเห็นได้จากผลการผลิตบทความทางวิชาการจากงานบริการวิชาการและงานวิจัยดังแสดงในตารางที่ 2 รวมถึงการมีส่วนร่วมในการผลิตบัณฑิตระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิศวกรรมปฐพี ภายใต้โครงการพัฒนาวิชาการของศูนย์วิจัยฯจำนวนทั้งสิ้น 99 คน สำเร็จการศึกษาแล้ว 92 คน (ระดับปริญญาเอก 8 คนและระดับปริญญาโท 84 คน) และอยู่ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ 7 คน

ตารางที่ 1 ประเภทงานที่ดำเนินงานโดยศูนย์วิจัยฯ (พ.ศ. 2541-2567)

ลำดับที่	ประเภทงาน	โครงการพัฒนาวิชาการ	โครงการวิจัย	รวมทั้งสิ้น (โครงการ)
1	วิศวกรรมเขื่อน	33	22	55
2	วิศวกรรมปฐพีและฐานราก	15	4	19
3	งานออกแบบทางด้านวิศวกรรมปฐพี	18	15	33
4	วิศวกรรมดินถล่มและเสถียรภาพของลาดดิน	49	15	64
5	ธรณีวิศวกรรมแผ่นดินไหว	0	10	10
6	ธรณีวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	6	3	9
7	ปรับปรุงคุณภาพดิน	4	4	8
8	ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมปฐพี	2	2	4
9	งานทดสอบและการพัฒนาเครื่องมือทางวิศวกรรมปฐพี	10	3	13
10	การวิจัยด้านการบริหารจัดการน้ำ	1	3	4
11	งานอบรม-สัมมนา	13	1	14
12	โครงการเกียรติยศช่วยเหลือสังคม ศาสนา และสถาบันพระมหากษัตริย์	4	5	9
รวมโครงการทั้งสิ้น		**155**	**87**	**242**



รูปที่ 2 การกระจายของนิสิต ที่ช่วยงานในโครงการพัฒนาวิชาการ ดำเนินงานโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก (พ.ศ.2541-2563)

ตารางที่ 2 บทความตีพิมพ์ที่เป็นผลผลิตจากการดำเนินงานของศูนย์วิจัยฯ

ลำดับที่	ประเภทบทความ	จำนวนบทความ
1	วิศวกรรมเขื่อน	59
2	วิศวกรรมฐานรากและโครงสร้างดิน	42
3	วิศวกรรมดินถล่มและเสถียรภาพของลาดดิน	106
4	ธรณีวิศวกรรมแผ่นดินไหว	25
5	เทคนิคการปรับปรุงคุณภาพดิน	38
6	กลศาสตร์ของดิน	36
7	กลศาสตร์ของดินไม่อิ่มน้ำ	10
8	อื่นๆ	9
รวมจำนวนบทความที่ตีพิมพ์		**325**

ที่มา: www.gerd.eng.ku.ac.th

ตารางที่ 3 วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทและปริญญาเอกที่เป็นผลงานจากการให้นิสิตเข้าร่วมงานศึกษาและวิจัย

ลำดับที่	ประเภทบทความ	จำนวนวิทยานิพนธ์	
		กำลังดำเนินการ	สำเร็จการศึกษา
1.	วิศวกรรมเขื่อน	3	28
2.	วิศวกรรมดินถล่มและเสถียรภาพของลาดดิน	1	16
3.	ธรณีวิศวกรรมแผ่นดินไหว	0	4
4.	วิศวกรรมฐานราก	3	44
รวมจำนวนวิทยานิพนธ์		**7**	**92**

ภารกิจ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มีลักษณะเป็น "ศูนย์วิจัยเชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะทางด้านวิศวกรรมปฐพี" ที่สามารถที่จะให้บริการเกี่ยวกับการศึกษา การวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำปรึกษางานเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรมปฐพีและธรณีเทคนิค เป็นการบริการแก่สังคม หรือหน่วยงานที่มีความต้องการ ทำให้เกิดบรรยากาศทางวิชาการต่างๆ นอกจากนี้ยังได้ดำเนินการประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ เพื่อสร้างงานวิจัยที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ในขณะเดียวกันได้สร้างเครือข่ายความร่วมมือทางวิชาการกับมหาวิทยาลัยทั้งใน และต่างประเทศ ทั้งนี้ผลประโยชน์ที่ศูนย์วิจัยฯ พึงได้ ได้นำกลับมาเป็นทุนเพื่อส่งเสริมการวิจัยและการศึกษาของนิสิต และเพื่อต่อยอดการวิจัยและพัฒนาด้านวิศวกรรมปฐพี และฐานรากและสาขาที่เกี่ยวข้องต่อไป

ภารกิจหลัก ได้แก่

- ส่งเสริมพัฒนางานวิจัยด้านวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ความปลอดภัยเขื่อน วิศวกรรมดินถล่ม วิศวกรรมแผ่นดินไหว และธรณีภัยอื่นๆ
- ส่งเสริมการพัฒนาวิชาชีพด้านวิศวกรรมปฐพีที่เกี่ยวข้องกับงานต่างๆ
- สนับสนุนการเรียนการสอนในสาขาวิศวกรรมปฐพีและสาขาที่เกี่ยวข้อง

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ดำเนินงานโครงการในงานศึกษา วิจัย และออกแบบต่าง ๆ โดยแบ่งหน่วยวิจัยเป็น 3 หน่วยวิจัย คือ

- หน่วยวิจัยความปลอดภัยเขื่อน (Dam Safety Research Unit)
- หน่วยวิจัยดินถล่ม (Landslide Engineering Research Unit)
- หน่วยวิจัยเพื่อพัฒนาการออกแบบด้านวิศวกรรมปฐพี (Geotechnical Design and Development Research Unit)

หน่วยวิจัยวิศวกรรมดินถล่ม (Landslide Engineering Research Unit)

ศูนย์วิจัยฯ เล็งเห็นความสำคัญของภัยดินถล่มอย่างยิ่งและได้ทำการศึกษาวิจัยร่วมกับหลายหน่วยงานมาอย่างต่อเนื่อง อาทิ กรมทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรน้ำ Asian Disaster Preparedness Center (ADPC) United Nations Development Programme (UNDP) เป็นต้น และได้รับทุนสนับสนุนอย่างต่อเนื่องจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)โดยในระยะแรกเป็นการศึกษาพฤติกรรมของดินที่มีน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการถล่ม และต่อมาจึงได้พัฒนาเป็นแบบจำลองการวิเคราะห์พื้นที่ที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม รวมถึงการวิเคราะห์เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสมสำหรับการเตือนภัยที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ การวิจัยดำเนินการมีทั้งการศึกษาเชิงลึกในพื้นที่ตัวอย่าง และการศึกษาในเชิงพื้นที่กว้าง โดยการศึกษาวิจัยเชิงลึกนั้นเป็นการศึกษาหาคุณสมบัติของดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Unsaturated Soil) ในลักษณะการจำลองการเกิดฝนตกในพื้นที่ตัวอย่างและวิเคราะห์หาตัวแปรทางวิศวกรรมที่ที่จำเป็นต่อการสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม สำหรับงานวิจัยดินถล่มในเชิงพื้นที่กว้าง จะอาศัยเกณฑ์กำหนดและแบบจำลองจากการศึกษาเชิงลึกเพื่อประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม โดยมีการศึกษาร่วมกับศูนย์บริการวิชาการและเผยแพร่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาด้วยระบบ DVB-S คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (สสนก.) โดยนำข้อมูลดาวเทียมมาประยุกต์ใช้ในการเตือนภัยด้านดินถล่มในเชิงพื้นที่กว้างนี้ด้วย ทั้งนี้ในปัจจุบันได้เริ่มเน้นการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์เตือนภัยโดยใช้เทคโนโลยีที่สามารถใช้งานได้จริงและได้ติดตั้งอุปกรณ์เตือนภัยในหลายพื้นที่ในประเทศไทย

หน่วยวิจัยการออกแบบและวิจัยด้านวิศวกรรมปฐพี (Geotechnical Design and Development Research Unit)

งานวิจัยในหน่วยวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการสำรวจและออกแบบในงานวิศวกรรมปฐพี ให้สามารถดำเนินการได้อย่างปลอดภัยและประหยัด โดยเน้นการแก้ปัญหางานฐานราก การพัฒนาข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบและการผลักดันประเด็นสำคัญด้านความปลอดภัยให้เป็นข้อบังคับและกฎหมายต่อไป ตัวอย่างผลงานประกอบด้วย

- การจัดทำมาตรฐานการขุดดินและถมดิน กรมโยธาธิการและผังเมือง
- การจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง กรมเจ้าท่า
- การพัฒนาด้านข้อมูลดินสำหรับงานวิศวกรรม กรมทรัพยากรธรณี
- งานวิจัยหาสาเหตุและตรวจสอบปัญหาการพิบัติของโครงสร้างจากดินฐานราก เช่น งานแก้ไขปัญหาอาคารทรุดในโครงการบ้านมั่นคงของสถาบันพัฒนาองค์กรชุมชน กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์
- งานหาสาเหตุและแก้ไขการเคลื่อนตัวของลาดตลิ่งริมแม่น้ำน่าน แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำปัตตานี ฯลฯ
- งานประเมินเสถียรภาพลาดดินและลาดหินของบ่อขุด
- การพัฒนาฐานข้อมูลดินสำหรับงานด้านวิศวกรรม กรมทรัพยากรธรณี เพื่อรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลสำรวจดินให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลชั้นดินร่วมกันได้ เหมาะสำหรับการวางแผนและออกแบบโครงการเบื้องต้น การออกแบบโครงการขนาดเล็กที่มีข้อจำกัดในการเจาะสำรวจดิน รวมไปถึงใช้ในการแก้ไขปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมและภัยพิบัติต่างๆ

หน่วยวิจัยความปลอดภัยเขื่อน (Dam Safety Research Unit)

การพัฒนาองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมเขื่อน ได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยการวิจัยและแก้ปัญหาให้กับหน่วยงานต่างๆ สามารถให้การปรึกษาทั้งในส่วนหน่วยงานของรัฐ อันได้แก่ กรมชลประทาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน โดยให้ดำเนินการวิเคราะห์และประเมินความมั่นคงของเขื่อน เช่น เขื่อนขุนด่านปราการชล เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนวชิราลงกรณ์ เขื่อนศรีนครินทร์ และเขื่อนแม่มาว เป็นต้น โดยได้ศึกษาและวิจัยเพื่อให้เขื่อนอยู่ในสภาพที่ทำให้เกิดความปลอดภัยมากที่สุด นอกจากนี้บริษัทเอกชนได้ว่าจ้างให้เป็นที่ปรึกษาในด้านการติดตั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรมของเขื่อนและการวิเคราะห์พฤติกรรมเขื่อนในระหว่างการก่อสร้างและใช้งาน ทำให้ได้ข้อมูลพฤติกรรมเขื่อนมาเพื่องานวิจัยอย่างต่อเนื่อง อีกความเชี่ยวชาญหนึ่งคือการศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยงภัยของเขื่อนจากการพิบัติของเขื่อน เพื่อการพิจารณาการก่อสร้างเขื่อนหรือเพื่อการเพิ่มระดับเก็บกักน้ำ นอกจากนี้ยังดำเนินการวิจัยด้านการตรวจสอบเขื่อนด้วยสายตา ที่พัฒนาจากองค์ความรู้และประสบการณ์ เป็นผลให้เกิดวิธีการประเมินสภาพและความปลอดภัยของเขื่อนเพื่อการบำรุงรักษาเขื่อนในระยะยาว

ความรุนแรงและความถี่ของการเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวในปัจจุบัน ก่อให้เกิดความกังวลใจต่อประชาชนในเรื่องความปลอดภัยทั้งในชีวิตและทรัพย์สิน เพื่อลดความกังวลใจและสร้างความเข้าใจการพิบัติของโครงสร้างของดินจากแรงกระทำแผ่นดินไหว ศูนย์วิจัยฯ จึงพยายามดำเนินการศึกษาวิจัยด้านความมั่นคงของโครงสร้างทางวิศวกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเขื่อน ภายใต้แรงกระทำจากแผ่นดินไหวมาเป็นเวลากว่า 10 ปี ทำให้ได้ผลการศึกษาที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมและเพิ่มความมั่นใจแก่ผู้ปฏิบัติงานด้านการดูแลรักษาเขื่อน ตลอดจนประชาชนทั่วไปต่อความมั่นคงของเขื่อน เช่น โครงการวิเคราะห์ความมั่นคงเขื่อนจากแรงกระทำแผ่นดินไหวของเขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนวชิราลงกรณ และเขื่อนสิริกิติ์ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โครงการวิเคราะห์ความมั่นคงของเขื่อนขนาดกลางและขนาดเล็กจากแรงกระทำแผ่นดินไหวของเขื่อนของกรมชลประทาน เป็นต้น นอกจากเขื่อนแล้วอาคารที่ตั้งอยู่บนดินอ่อนอาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวเช่นกัน ศูนย์วิจัยฯจึงได้ศึกษาการตอบสนองของชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ จากแรงกระทำแผ่นดินไหว ผลงานวิจัยเหล่านี้ได้รับการยอมรับจากผู้ปฏิบัติงานด้านการดูแลและบำรุงรักษาโครงสร้างทางวิศวกรรม และถูกนำไปใช้ประโยชน์ต่อในด้านของการจัดการด้านความด้านความปลอดภัยและแผนการเตือนภัยเมื่อเกิดแผ่นดินไหว รวมทั้งให้ความรู้ด้านแผ่นดินไหวต่อความมั่นคงของโครงสร้างทางวิศวกรรมให้กับประชาชน

บุคลากร

Research Team Leader

รศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์
Assoc.Prof.SuttisakSoralump
หัวหน้าทีมวิจัย (หัวหน้าศูนย์วิจัยฯ)
Email: soralump_s@yahoo.com

Honorable advisor

นายอภิสิทธิ์ บุญโพธิ์

นายจิรวุฒิ แสนเมือง
หัวหน้าหน่วยวิจัย

Dam Safety Research Unit
- Geotechnical Researchers (3)
- Researcher (1)

นายสิริศาสตร์ ยังแสนภู
หัวหน้าฝ่าย

Geology Section
- Geologist (1)
- GIS (1)

External Senior Researchers

Geotechnical Design and Development Research Unit
- HeadResearch Unit (1)
- Geotechnical Researchers (6)
- Civil Engineer Researchers (1)
- Researcher (3)

นายรัฐธรรม อิสไรฟาร
หัวหน้าหน่วยวิจัย

Landslide Engineering Research Unit
- HeadResearch Unit (1)
- GIS (1)
- Researcher (1)

นายวรวัชร์ ตอวิวัฒน์
หัวหน้าหน่วยวิจัย

ดร.ศาสตร์ศิลป์ ภักดีเมฆ
post-doc

Secretaries
- Financial (1)
- Administration (1)

รูปที่ 3 โครงสร้างการดำเนินงาน GERD

การประเมินและการจัดการ ดินถล่มในพื้นที่ภูเขา

(Assessment and Management of Landslide in Mountainous Area)

ผู้แต่ง : รศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์

หนังสือปกแข็ง พิมพ์สี่สีทั้งเล่มด้วยกระดาษอาร์ตด้าน 120 แกรม : 760 หน้า

ดินถล่มเป็นภัยธรรมชาติประเภทหนึ่งที่สามารถเกิดได้ทั้งจากสาเหตุตามธรรมชาติและจากที่มนุษย์ไปกระทำให้เกิดหรือเร่งให้เกิด เราไม่สามารถหยุดยั้งภัยธรรมชาตินี้ได้ แต่เราสามารถหลีกเลี่ยงการเร่งหรือกระตุ้นการเกิด และสามารถจัดการตัวเองให้ปลอดภัยจากดินถล่มได้ ตำราเล่มนี้จึงมุ่งสู่การประเมินและจัดการภัยดินถล่ม เพื่อให้เกิดความยั่งยืนในการจัดการภัยเราจะต้องเข้าใจถึงพื้นฐานเกี่ยวกับดินถล่ม ซึ่งหนังสือเล่มนี้จะอธิบายถึงข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับดินถล่ม, วิธีการสำรวจ เก็บข้อมูล และการทดสอบทั้งในสนามและในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์เพื่อจัดการภัยด้วยวิธีต่างๆ, การวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดชัน, การวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดชันที่เปลี่ยนไปเนื่องจากการไหลซึมของน้ำฝนเข้าสู่ลาดชัน เพื่อใช้ในการกำหนดค่าน้ำฝนวิกฤติสำหรับการเตือนภัย, การประเมินค่าน้ำฝนวิกฤติสำหรับการเตือนภัยดินถล่ม จนรวมไปถึงการนำความรู้ต่างๆ ในบทก่อนหน้านำมาประมวลใช้ในการสร้างแผนที่ดินถล่ม ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในทุกระดับของการจัดการภัยดินถล่ม และบทสุดท้ายเป็นการประมวลองค์ความรู้ทั้งหมดของตำราเล่มนี้เพื่ออธิบายถึงวิธีการจัดการดินถล่ม

ราคา
2500 บาท

สารบัญ

เนื้อหาบางส่วน

สนใจสั่งซื้อและดูตัวอย่างหนังสือ
สอบถามเพิ่มเติม
LINE ID : @384irkmr
T.083-006-0410
Email : gerd.ku2@gmail.com

LINE
Suttisak's Book

วิศวกรรมดินถล่ม

บทวิเคราะห์ทางธรณีวิทยาและการจัดการหลังเกิดภัยดินถล่มบ้านปางอุ๋ง

สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์

จากการลงพื้นที่สำรวจ บ้านปางอุ๋ง ตำบลแม่ศึก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 5 กันยายน 2568 เพื่อหาสาเหตุและแนวทางการแก้ปัญหาน้ำป่าไหลหลากและดินถล่มที่เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 27 สิงหาคม 2568

พบว่า Hydraulic excavation, เป็นปัจจัยหลักจากปริมาณน้ำไหลมากกว่าพฤติกรรมดินถล่มทั่วไป ภูเขาเป็นหินยุค SDC หินตะกอนกึ่งแปร ผุพังตื้นๆ ประกอบด้วยหินทราย หิน Quartzite ผุพังเป็นมวลดินขนาด Cobble, gravel และ Sand ที่ไหลลงมา เนื่องจากผุตื้น ๆ หน้าดินเลยบาง มวลดินและหินที่ถล่มไหลลงมาจึงไม่ค่อยมาก และมีมวลเพิ่มจากการขุดกัดที่ก้นร่องการไหล แต่ที่ปริมาณมากคือน้ำ

เนื่องจากหน้าดินตื้น การยึดเกาะของต้นไม้จึงไม่ได้มีรากลงไปลึกมากนัก ดังนั้นบริเวณที่พิบัติถึงแม้จะเห็นต้นไม้แน่นสมบูรณ์ แต่ก็ง่ายต่อการขุดถอนออกโดยน้ำที่มีปริมาณมาก

เมื่อมวลรวมของน้ำ ดินทราย หิน กรวด และต้นไม้ไหลลงมา มวลวัสดุธรณีก็จะตกตะกอนอย่างรวดเร็วที่ตีนเขาตรงจุดเปลี่ยนความชัน ทำให้เหลือแต่น้ำและมวลแขวนลอยบางส่วนไหลต่อไป รวมทั้งพัดพาต้นไม้ไปด้วย ดังนั้นความเสียหายจึงเกิดจากมวลน้ำและความแรงของน้ำ รวมถึงต้นไม้ที่ไหลเข้าทำลายบ้าน มากกว่าที่จะเป็นการทำลายโดยมวลดินและหินลักษณะภูเขาเหนือหมู่บ้านสูงประมาณ 300 ม. และมีความชันตามลักษณะภูเขาทั่วไปคือ 30-35 องศา ปัจจัยที่ส่งผลต่อความรุนแรงของการไหลคือความสูงของภูเขาและระยะทางไปยังหมู่บ้าน ความสูง 300 ม. ถือว่าขนาดกลาง ๆ ค่อนไปทางสูง แต่ก็สูงไม่มากเทียบกับเหตุการณ์ดินถล่มอื่น ๆ ที่รุนแรงกว่านี้ ระยะทางถึงหมู่บ้านประมาณ 600-1000 ม. จากแบบจำลอง Debris flow ที่วิเคราะห์เบื้องต้น พบว่ามวลการไหลใช้เวลามาถึงหมู่บ้านไม่ถึง 10 นาที ดังนั้นระบบเตือนภัยแบบ “Real time” อาจจะไม่สำคัญเท่าระบบคาดการณ์ล่วงหน้า ด้วยการติดตามค่าปริมาณน้ำฝน และติดตามผลจากแบบจำลองล่วงหน้าของหลายหน่วยงาน และให้ชุมชนตัดสินใจอพยพก่อนเกิดเหตุซึ่งก็ต้องมีแนวทางปฏิบัติและที่พักพิงเตรียมไว้ ซึ่งหากไม่เคยเกิดเหตุมาก่อน การจัดการดังกล่าวไม่ใช่เรื่องที่ทำได้ง่าย

ปริมาณน้ำฝนใกล้เคียงกับพื้นที่ที่ถล่มพบว่า วันที่ 20-22 สิงหาคม มีฝนตกสะสมรวมกันเกือบถึง 300 มม. ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่จะทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลากและดินถล่ม แต่วันนั้นไม่พิบัติเพราะวันที่ 23-25 สิงหาคม ปริมาณฝนลดลง แต่ยังตกอยู่วันละประมาณ 40-50 มม. พอเข้าวันที่ 26 สิงหาคม ฝนเริ่มหนักรวมๆ เกิน 100 มม. และมาพังในรุ่งเช้าของวันที่ 27 สิงหาคม ตอนตีสาม ดังนั้นจะเห็นได้ชัดว่าฝนสะสมมาก และเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดเหตุ

ถ้าฝนปริมาณเดียวกันไปตกในที่ที่มีสภาพธรณีวิทยาที่แย่กว่านี้ เช่นดินผุสะสมตัวหนา ภูเขาสูงกว่านี้อีกสัก 50 หรือ 100 เมตร สถานการณ์จะแย่กว่านี้ไปอีกเป็นสิบเป็นร้อยเท่า

ข้อแนะนำในการดำเนินการในระยะสั้น และระยะกลาง

1. การจัดการเชิงโครงสร้าง

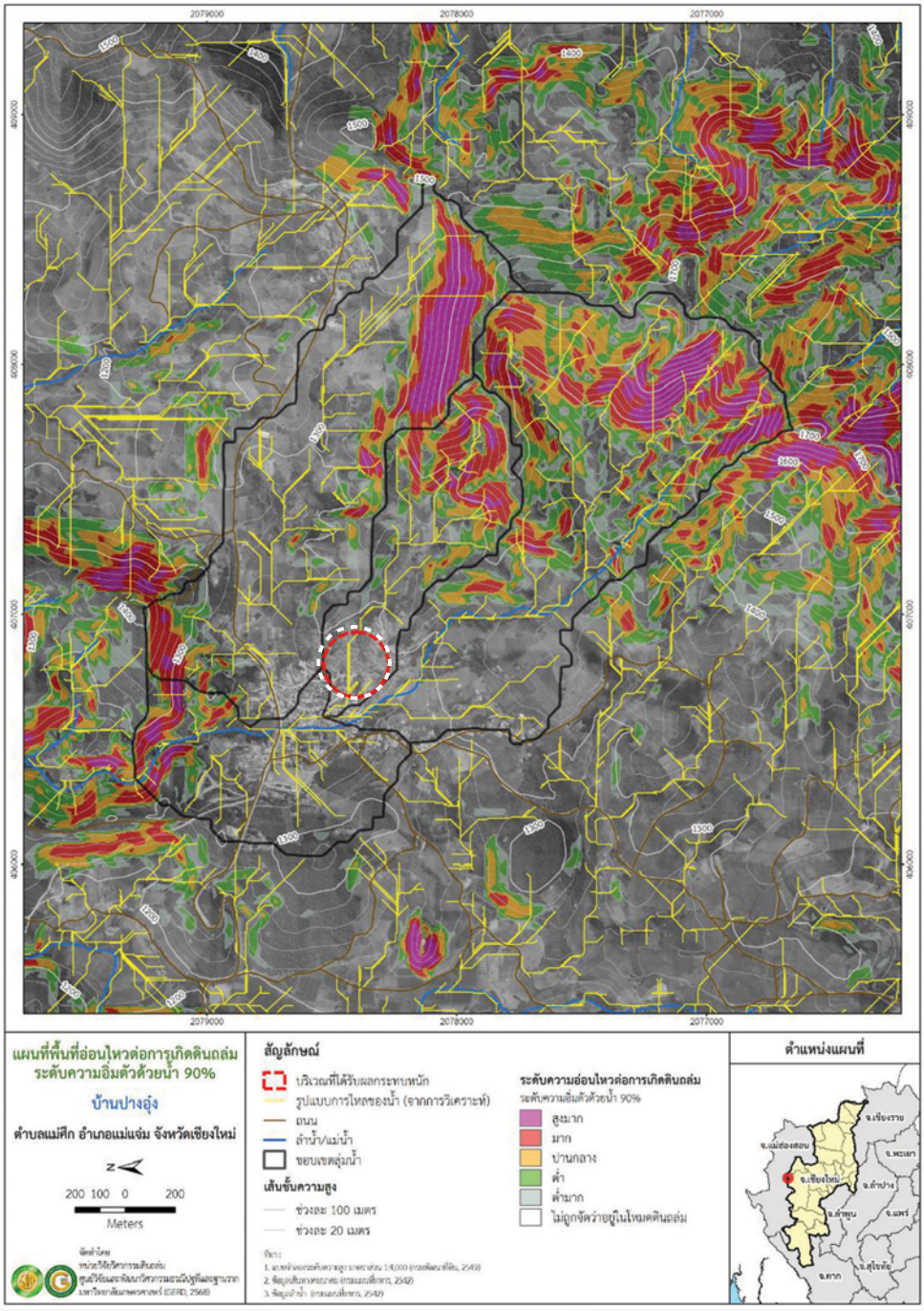
1.1 ควรสร้างคลองผ่านหมู่บ้าน ตามร่องการไหลที่เกิดขึ้นมาแล้ว เพื่ออำนวยความสะดวกการไหลของน้ำในอนาคต

1.2 สร้างฝายดักตะกอนหรือใช้หินขนาดใหญ่กั้นณ ตำแหน่งที่ตะกอนไหลลงมากองตามธรรมชาติ บริเวณต้นคลองหรือตามแนวคลองที่จะทำ

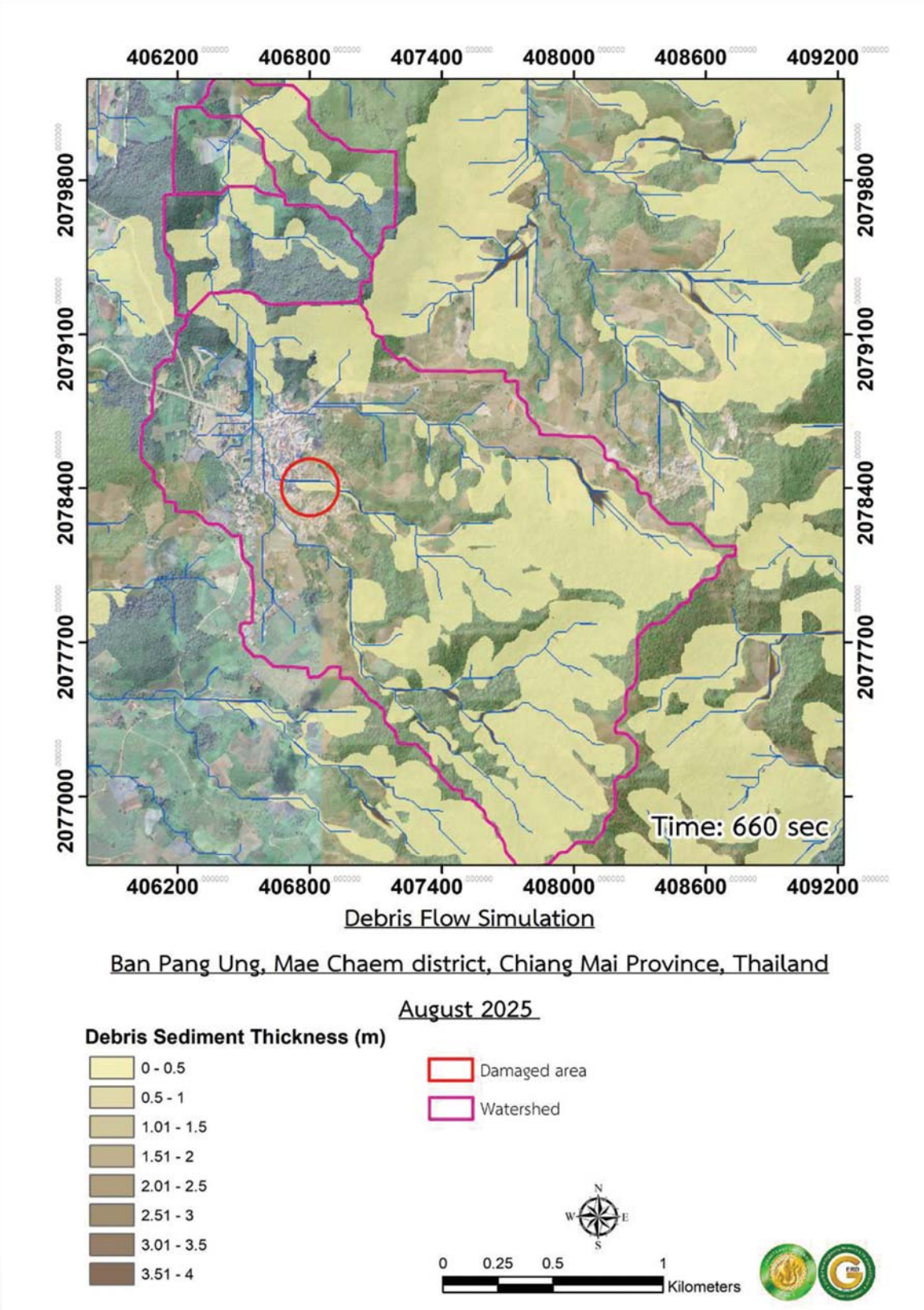
1.3 พิจารณาสร้าง แอ่งดักตะกอน ซึ่งพิจารณาจากพื้นที่สามารถทำได้

ข้อ 1.1 และ 1.2 ได้มีการทำมาก่อนหลังดินถล่มในหลายพื้นที่เช่น อุตรดิตถ์ ทั้งห้วยแม่พูล น้ำปาด หรือ บ้านห้วยน้ำแก้ว จ.กระบี่ เป็นต้น ส่วนใหญ่ดำเนินการโดย ปภ. กรมโยธาฯ หรือ กรมชลฯ

2. ชุมชนที่จะย้ายไปเนื่องจากบ้านถูกทำลายหรืออาจจะต้องรื้อย้ายตามแนวคลอง ต้องมั่นใจว่าการปรับแต่งพื้นที่ที่จะย้ายไปต้องไม่ไปกระตุ้นพื้นที่นั้นซึ่งถึงแม้จะปลอดภัยตอนนี้ ให้อันตรายขึ้น โครงสร้างพื้นฐานในชุมชนต้องเหมาะสมกับภัยพิบัติ สามารถใช้ข้อแนะนำจาก “กรมโยธาธิการและผังเมือง (2562). มาตรฐานประกอบการปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับอาคาร การขุดดินและการถมดินในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม (Landslide) และบริเวณลาดเชิงเขา”



แผนที่พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม บ้านปางอุ๋ง



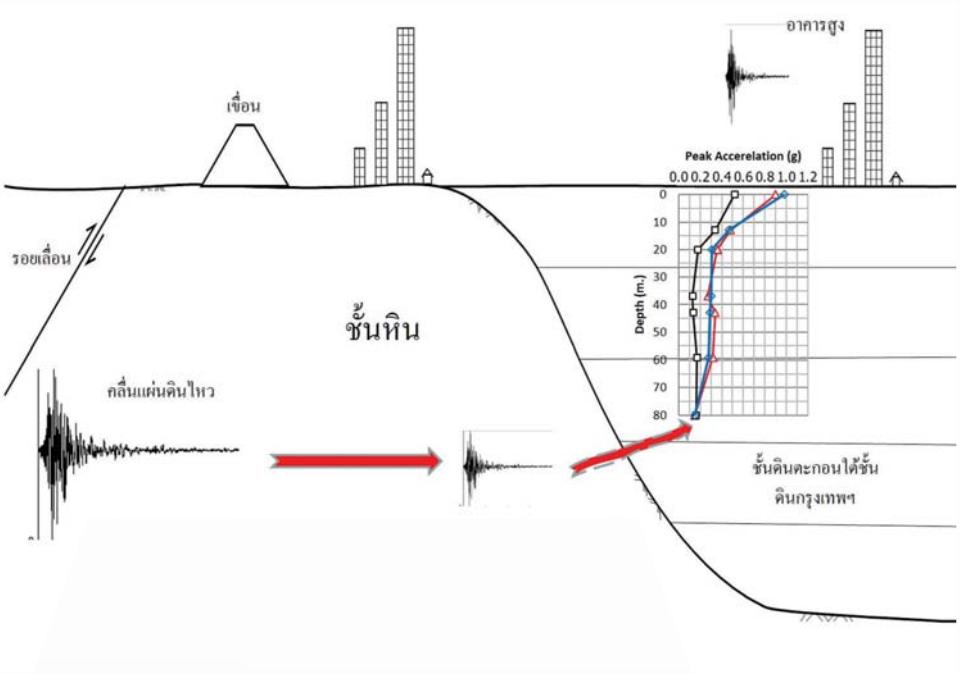
แบบจำลองแสดงการไหลของมวลดิน

ภาพความเสียหาย (มูลนิธิกระจกเงา)

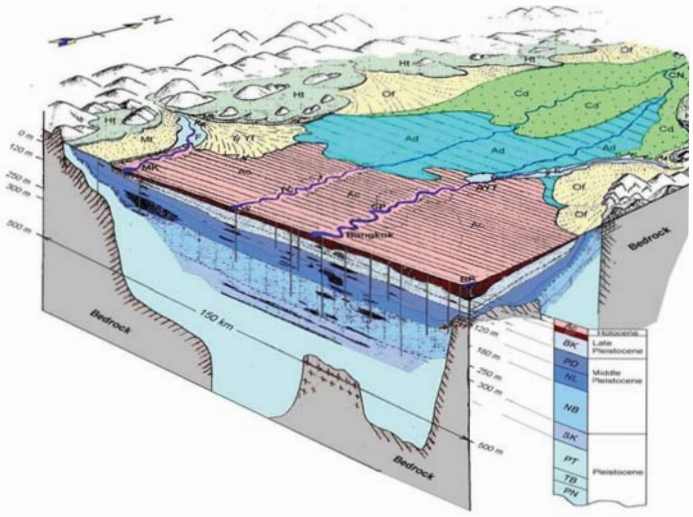
แผ่นดินไหว กับดินอ่อน : ทำไมตึกสูงในกรุงเทพฯ ถึงสั่นรุนแรงเนื่องจากแผ่นดินไหว

สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์

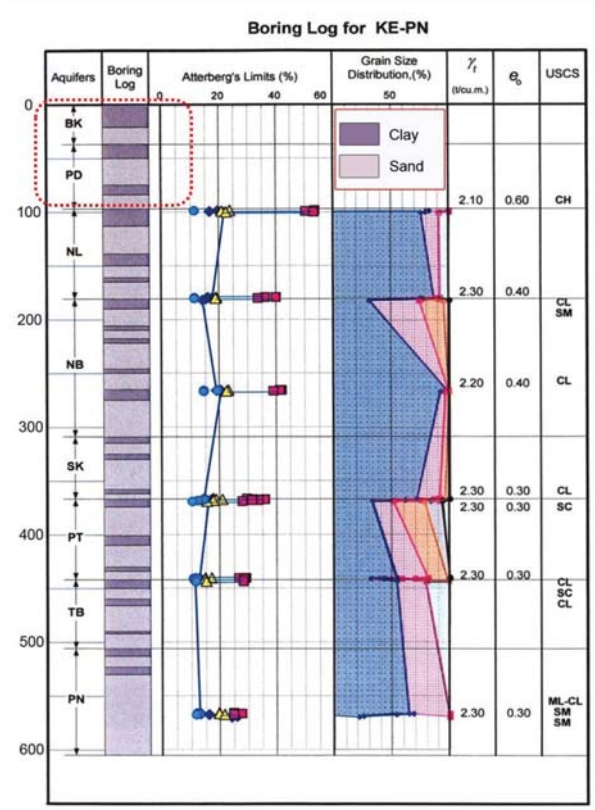
แผ่นดินไหวเกิดจากการขยับตัวของแผ่นเปลือกโลก ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนในชั้นหิน คลื่นสั่นสะเทือนจะเคลื่อนที่เร็วในชั้นหินและลดความสั่นสะเทือนลงเมื่อระยะการเคลื่อนที่ไกลขึ้น (รูปที่ 1) เมื่อคลื่นเข้าสู่แอ่งตะกอนกรุงเทพฯ ที่เป็นชั้นดินที่มีความหนาในหลักกิโลเมตร (รูปที่ 2 และ 3) คลื่นแผ่นดินไหวจะเคลื่อนที่ช้าลง เนื่องจากดินมีความหนาแน่นน้อยกว่าหิน โดยเมื่อยิ่งใกล้ผิวดินความเร็วของคลื่นก็จะช้าลงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเข้าสู่ชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯที่อยู่ชั้นบนสุด (รูปที่ 4) ชั้นดินเหนียวอ่อนนี้มีความหนากระจายไม่เท่ากัน บางพื้นที่หนาถึงกว่า 14-18 เมตร (รูปที่ 5) ชั้นดินเหนียวอ่อนที่หนาบางต่างกันมีผลทำให้การขยายความเร่งของชั้นดินต่างกัน แต่โดยทั่วไปจะประมาณมากขึ้น 2-3 เท่า (รูปที่ 6) อย่างไรก็ตาม เพราะเหตุที่จุดกำเนิดแผ่นดินไหวอยู่ค่อนข้างห่างจากกรุงเทพฯ ดังนั้นคลื่นที่เคลื่อนที่มาในแอ่งกรุงเทพฯ จึงถูกลดทอนความแรงลงไปมาก ซึ่งถึงแม้เมื่อเคลื่อนเข้าแอ่งตะกอน คลื่นจะถูกขยายความเร่ง แต่ค่าความแรงที่ได้ก็จะไม่มาก คนที่เดินอยู่ตามท้องถนนและอาคารเตี้ย ๆ ก็จะไม่รู้สึก แต่สำหรับอาคารสูง เนื่องจากจังหวะการสั่นของดินเหนียวและชั้นดินตะกอนเป็นจังหวะที่ช้า ซึ่งจะไปสอดคล้องกับคาบการสั่นของอาคารสูง อาคารสูงเลยถูกโยกไปมาได้ง่ายและจะมีการสั่นไหวในลักษณะคาบยาว ๆ จนทำให้ผู้ที่อยู่อาศัยในอาคารสูงรู้สึกได้ ทั้งนี้ในแต่ละพื้นที่คาบจังหวะการสั่นจะไม่เท่ากัน (รูปที่ 7)



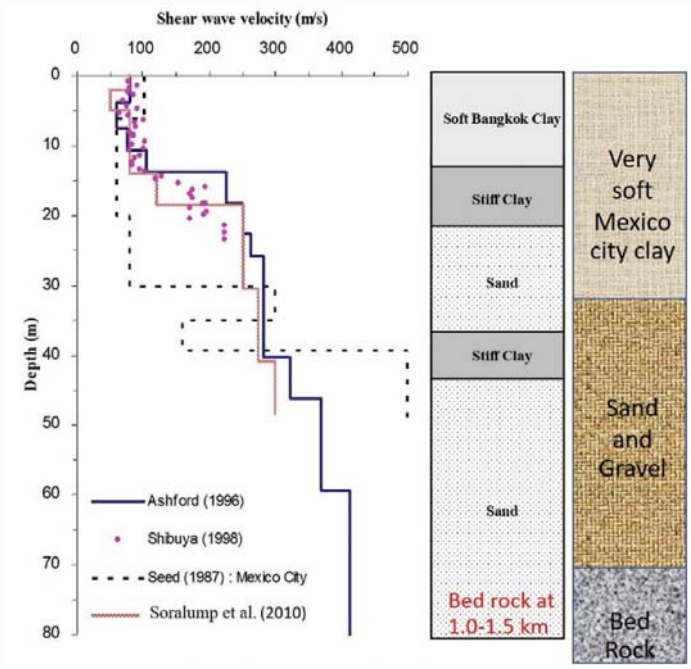
รูปที่ 1 การเกิดแผ่นดินไหวบริเวณรอยเลื่อน คลื่นแผ่นดินไหวเดินทางผ่านชั้นหินด้วยความเร็วและลดพลังงานเมื่อระยะไกลขึ้น เมื่อคลื่นสั่นสะเทือนเข้าในแอ่งตะกอนดินที่มีความหนาแน่นต่ำ คลื่นจะคลื่นที่ช้าลง แต่จะมีจังหวะการสั่นยาวขึ้นและจะขยายความเร่งในชั้นดินอ่อนชั้นบนสุด (ภาพจาก สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์)



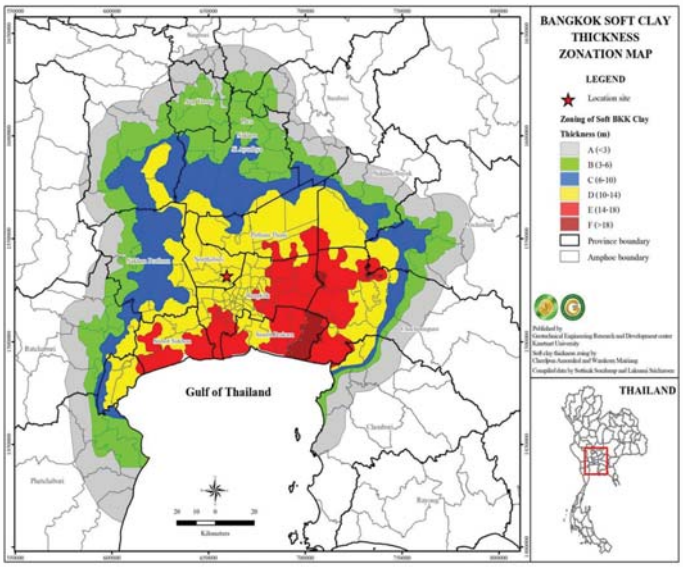
รูปที่ 2 แอ่งตะกอนบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ความหนาของดินตะกอนลึกที่สุดตั้งแต่ 1.0 กม. ถึง 1.5 กม. กว่าที่จะถึงชั้นหิน (ภาพจาก JICA)



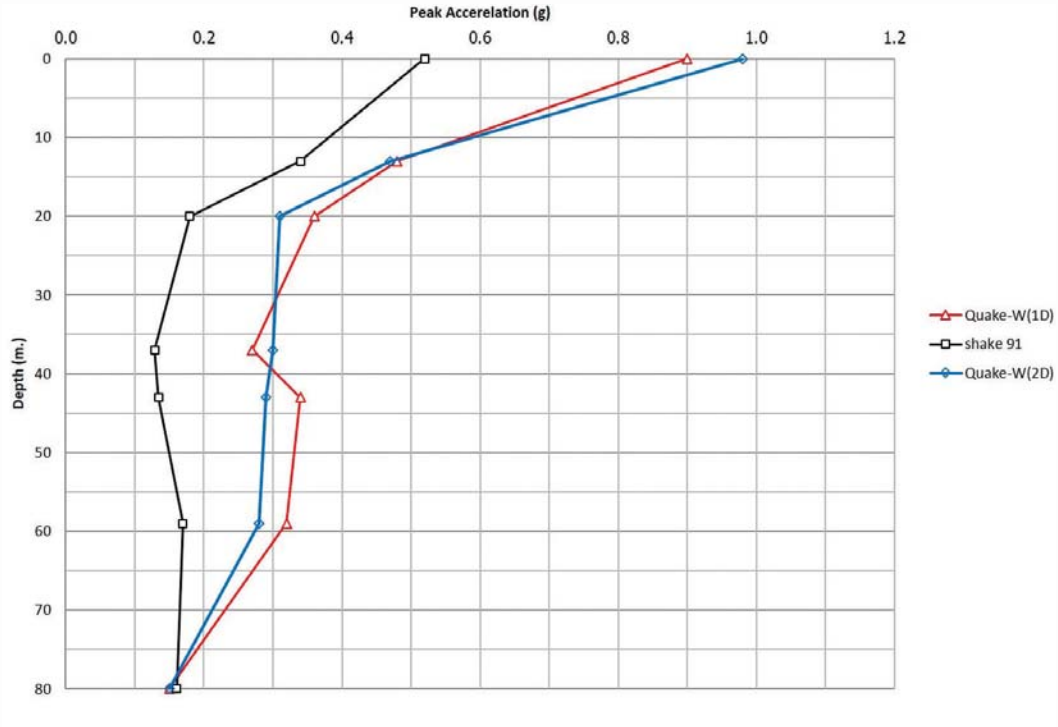
รูปที่ 3 หลุมเจาะชั้นดินลึก 600 เมตร พบชั้นดินเหนียวสลับกับดินทรายลงไปถึงตลอดความลึกของหลุมสำรวจ (ข้อมูลจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล)



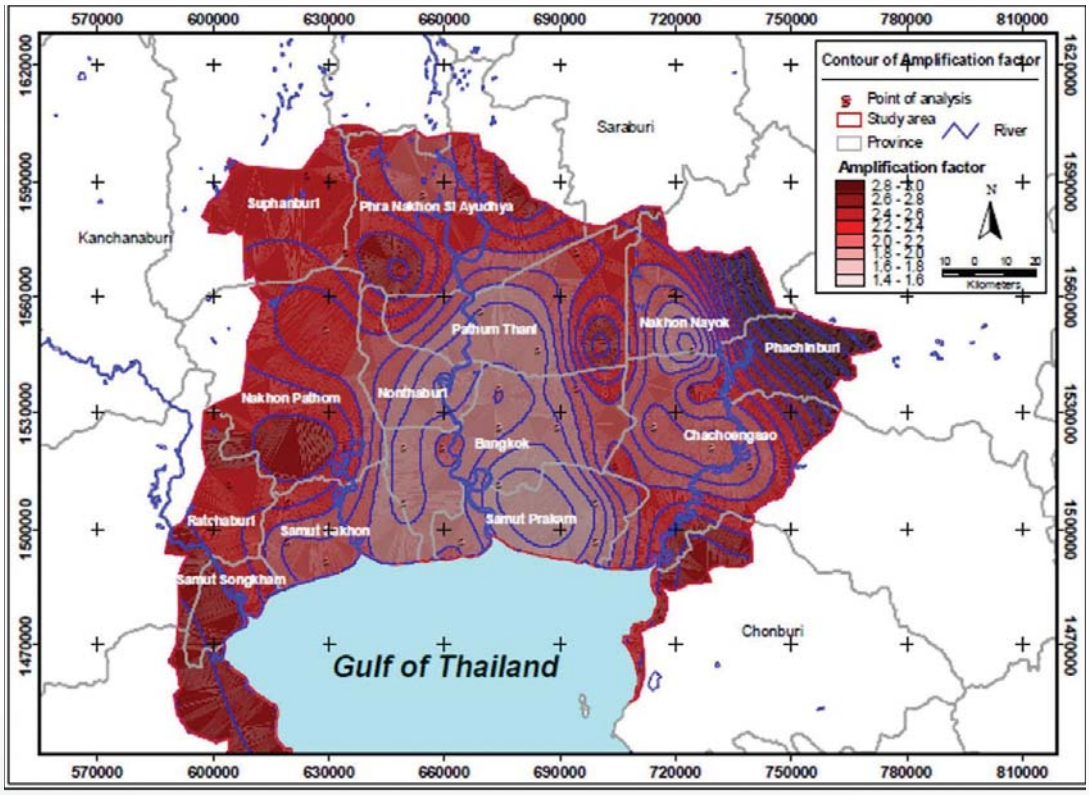
รูปที่ 4 Shear wave velocity of Bangkok subsoil comparing to Mexico city (Adapted from Warnitchai et al. ,2001) (Soralump and Yanuwiriyakun, 2010)



รูปที่ 5 พื้นที่ดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ แยกตามความหนาของชั้นดินเหนียวอ่อน (GERD-KU)



รูปที่ 6 การขยายขนาดแผ่นดินไหวจากความหนาของชั้นดินอ่อนกรุงเทพฯ (อำนาจและสุทธิศักดิ์, 2555)



รูปที่ 7 การขยายขนาดแผ่นดินไหวจากความหนาของชั้นดินอ่อนกรุงเทพฯ (อำนาจและสุทธิศักดิ์, 2555)

รอยเลื่อนที่อาจมีพลัง ใกล้กรุงเทพฯ!!!

สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์

เหตุแผ่นดินไหววันที่ 28 มีนาคม 2568 เกิดจาก "แผ่นดินไหวระยะไกล" ซึ่งการพัฒนามาตรฐานการออกแบบอาคารสูงใน กทม ได้นำกลุ่มรอยเลื่อนสากาย แนวมุดตัวอันดามัน ฯลฯ และรอยเลื่อนมีพลังในประเทศไทยที่ได้รับการสำรวจแล้ว จุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวที่เกิดไปแล้วและวัดค่าได้ มาใช้ในการหาค่าแรงกระทำแผ่นดินไหวที่จะใช้ออกแบบอาคาร

อย่างไรก็ตาม ยังมีกลุ่มรอยเลื่อนอีกหลายกลุ่มที่ยังไม่ได้สำรวจให้สมบูรณ์หรือยังไม่ได้สำรวจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งรอยเลื่อนใกล้เมืองใหญ่เช่น กรุงเทพฯ ภูเก็ต สมุย เป็นต้น

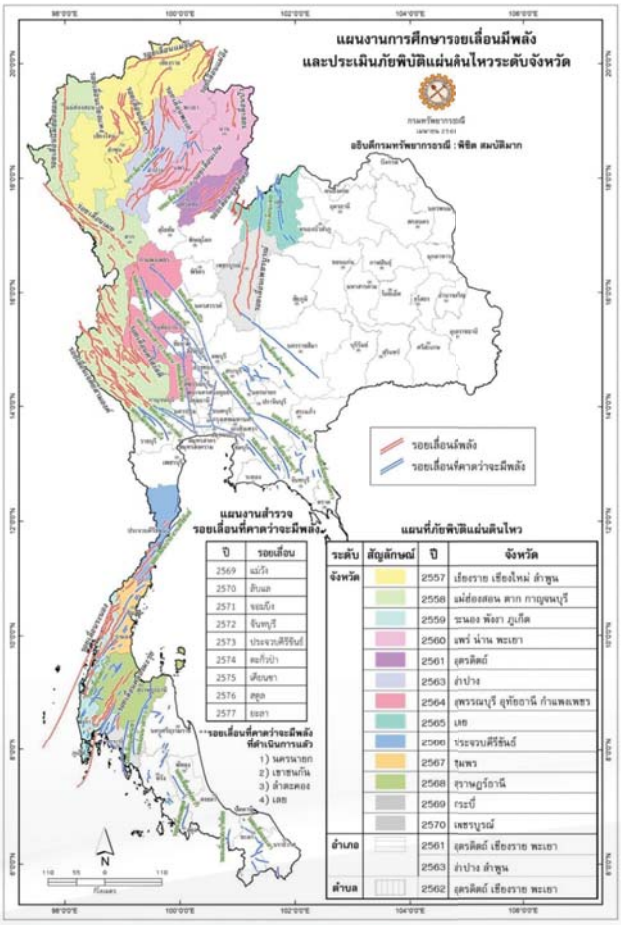
กลุ่มรอยเลื่อนนครนายก กลุ่มรอยเลื่อนลำตะคอง เป็นกลุ่มรอยเลื่อนที่ใกล้กรุงเทพเป็นอย่างมาก ที่ผ่านมามีการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเล็ก ๆ แต่ประเด็นคือยังไม่ได้มีการสำรวจที่สามารถสรุปได้ชัดว่าเป็นกลุ่มรอยที่มีพลังหรือไม่ จึงได้ใช้ชื่อว่า "กลุ่มรอยเลื่อนที่คาดว่าจะมีพลัง"

ปัญหาคือ เมื่อคาดว่าจะมีพลัง แต่ไม่ทราบว่ากลุ่มรอยเลื่อนนี้จะเกิดแผ่นดินไหวได้ขนาดเท่าไร รอบการเกิดเป็นอย่างไร ก็ไม่สามารถนำไปใช้ออกแบบได้

ณ เวลานี้ ทุกคนกังวลว่าอาคารสูงจะได้รับการออกแบบให้รับแผ่นดินไหวได้หรือไม่ แต่ต้นทางคือแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวยังไม่ได้สำรวจให้ชัดแล้วอาคารสูงจะมีความปลอดภัยได้อย่างไร

น่ากลัวไปกว่านั้น แผ่นดินไหวในกลุ่มที่มีระยะใกล้ กทม จะยิ่งส่งผลต่ออาคารเตี้ยด้วย ซึ่งมีจำนวนมากกว่าอาคารสูงมาก ๆ

ความปลอดภัยของอาคารอยู่ที่การออกแบบของวิศวกร แต่ต้นทางของแรงแผ่นดินไหวที่ใช้ในการออกแบบมาจากการสำรวจรอยเลื่อนมีพลังที่ทำโดยนักธรณีวิทยา



การตรวจสอบและประเมินความเสียหายขั้นต้น ของโครงสร้างอาคารหลังแผ่นดินไหว

ธีรไนย์ นุ้ยมาก, รัฐธรรม อิสโรฬาร และสุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์

หน่วยวิจัยการออกแบบและวิจัยด้านวิศวกรรมปฐพี ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. บทนำ

แผ่นดินไหวเป็นภัยธรรมชาติที่สามารถสร้างความเสียหายให้กับโครงสร้างอาคารได้อย่างรุนแรง การตรวจสอบความมั่นคงของโครงสร้างหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหวจึงเป็นขั้นตอนสำคัญในการประเมินความปลอดภัยของอาคารและเพื่อกำหนดแนวทางในการซ่อมแซมหรือเสริมกำลังให้เหมาะสม บทความนี้จะกล่าวถึง หลักการอุปกรณ์และวิธีการตรวจสอบ ขั้นตอนการตรวจสอบ เอกสารที่ต้องใช้ และลักษณะของรายงานผลการตรวจสอบโครงสร้างหลังแผ่นดินไหว

2. หลักการประเมินความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

แรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวที่รุนแรงสามารถส่งผลให้เกิดรอยร้าวในเสา คาน พื้น ผนัง หรือแม้แต่ระบบฐานรากของอาคาร หากละเลยการตรวจสอบอาคาร หรือปล่อยไว้เป็นเวลานาน อาจทำให้เกิดความเสียหายเพิ่มมากขึ้นในอนาคต การสำรวจความเสียหายขั้นต้นมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินว่าความเสียหายที่ตรวจพบนั้นมีผลกระทบต่อตัวอาคารหรือไม่ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานอาคาร หรือความจำเป็นในการจัดให้มีการป้องกันชั่วคราว เช่น การค้ำยันหรือปิดกั้นบริเวณที่มีความเสี่ยง เป็นต้น

ในการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวจะใช้วิธีสังเกตลักษณะของความเสียหายของอาคารนั้นด้วยตาเปล่าและใช้วิจารณญาณเพื่อตัดสินว่าความเสียหายเหล่านั้นส่งผลต่อสมรรถนะของอาคารทั้งหมดหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารหรือไม่ หรือสามารถต้านทานแรงกระทำได้หรือไม่หากยังมีการใช้งานอาคารต่อไป ซึ่งแรงกระทำเหล่านี้ ได้แก่ แรงจากน้ำหนักบรรทุกใช้งานปกติ แรงจากลม รวมทั้งแรงจากแผ่นดินไหวตาม (aftershock) ที่อาจเกิดขึ้นในได้อนาคต เป็นต้น ซึ่งการดำเนินการเหล่านี้ต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องวิศวกรรมโครงสร้าง ดังนั้น เพื่อให้การสำรวจและประเมินความเสียหายขั้นต้นเป็นไปอย่างถูกต้อง ผู้สำรวจควรจะต้องเป็นผู้มีความรู้และมีประสบการณ์ด้านช่างซึ่งอย่างน้อยต้องมีความเข้าใจถึงหลักในการออกแบบ โครงสร้างอาคาร หรืออาจเป็นการสำรวจซึ่งมีวิศวกรโครงสร้างเป็นผู้กำกับดูแลโดยตรง

3. อุปกรณ์และวิธีการตรวจสอบโครงสร้างอาคารหลังแผ่นดินไหว

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจด้วยตาเปล่า จำใช้เครื่องมือช่างพื้นฐาน เช่น ตลับเมตร ไม้บรรทัดระดับน้ำ ไม้บรรทัดวัดความกว้างรอยแตก (Crack width meter) เป็นต้น นอกจากนี้ควรต้องมี แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว (2560) ซึ่งจัดทำโดยกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย โดยเป็นเอกสารที่ใช้ในการประเมินความเสียหายของอาคารหลังจากแผ่นดินไหว ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของอาคาร ข้อมูลทางกายภาพของอาคาร ความเสียหายจากสภาพโดยรอบ ความเสียหายภายนอกอาคาร ความเสียหายของโครงสร้างอาคาร รวมถึงรายละเอียดต่างๆ ที่จะช่วยให้ผู้ตรวจสอบ สามารถประเมินและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการซ่อมแซมหรือการปรับปรุงอาคารได้อย่างเหมาะสม

วิธีการตรวจสอบความเสียหายที่เกิดกับโครงสร้างอาคารสามารถดำเนินการได้โดยการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection) เพื่อหาตำแหน่งของรอยร้าวที่เกิดขึ้นและเก็บข้อมูลขนาดความกว้างและความยาวของรอยร้าวนั้นโดยใช้

ไม้บรรทัดวัดความกว้างรอยแตก (Crack width meter) ชนิดที่เป็นแผ่นพลาสติกที่มีเส้นขนาดความกว้างต่าง ๆ ใช้ทาบวัดความกว้างรอยร้าว แล้วเลือกขนาดเส้นที่มีขนาดใกล้เคียงกับรอยร้าวมากที่สุดดังรูปที่ 1 ทั้งนี้ต้องทำการถ่ายรูปเก็บบันทึกข้อมูลลักษณะความเสียหาย ตำแหน่งที่เกิด และขนาดของความเสียหายนั้นๆ ดังรูปที่ 2

รูปที่ 1 วิธีการวัดขนาดของรอยร้าว

รูปที่ 2 การเก็บบันทึกข้อมูลลักษณะความเสียหาย ตำแหน่งที่เกิด และขนาดของความเสียหาย

4. ขั้นตอนการตรวจสอบโครงสร้างอาคารหลังแผ่นดินไหว

หลังจากเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่รุนแรงจนรู้สึกได้ ในการเข้าตรวจสอบความเสียหายขั้นต้นของอาคารที่ได้รับความเสียหายจากแผ่นดินไหวนั้น จะมีขั้นตอนในการตรวจสอบได้ ดังนี้

4.1 การตรวจสอบเบื้องต้น โดยสำรวจสภาพความเสียหายจากภายนอกโดยรอบอาคาร เช่น รอยร้าวที่ผนัง เสา หรือคาน นอกจากนี้ยังต้องสังเกตสภาพของอาคารข้างเคียงและสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น อาคารข้างเคียงได้รับความเสียหายและอาจมีการร่วงหล่นของเศษวัสดุหรือพังถล่มลงมาทับอาคารที่กำลังตรวจสอบ เนินเขาหรือภูเขาที่อยู่ใกล้เคียงอาจถล่มลงมาหรือต้นไม้ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ สำหรับการประเมินความเสียหายขั้นต้นของตัวอาคารจากภายนอก ผู้สำรวจสามารถสังเกตได้จาก การยุบของตัวอาคารในบางส่วนหรือทั้งหมด การเคลื่อนหลุดออกจากฐานราก ตัวอาคารหรือชั้นหนึ่งชั้นใดของอาคารเกิดการเอียงตัว การทรุดตัวที่เห็นได้ชัดเจนหรือการแตกร้าวของฐานรากอาคาร เป็นต้น

4.2 เข้าสำรวจความเสียหายภายในอาคาร เข้าสำรวจในแต่ละห้องโดยเฉพาะห้องที่อยู่ชั้นล่าง ชั้นตรงกลางและชั้นบนสุดของอาคาร ซึ่งอยู่บริเวณกลางอาคารและด้านข้างอาคาร สำหรับการประเมินความเสียหายขั้นต้นภายในอาคารนั้น ผู้สำรวจสามารถสังเกตได้จากความเสียหายของระบบโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกเนื่องจากแรงโน้มถ่วง โดยสังเกตจากความเสียหายของโครงสร้างพื้นโครงสร้างหลังคา คาน และเสา รวมทั้งผนังอิฐก่อสำหรับอาคารหรือโครงสร้างอิฐก่อ เป็นต้น

4.3 พิจารณาการจัดระดับความเสียหายของอาคาร สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ประกอบด้วย

1) ระดับสีเขียว อาคารที่ไม่มีความเสียหายหรือมีเสียหายเล็กน้อยซึ่งมีความปลอดภัยเพียงพอที่จะใช้งานได้ตามปกติ หลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้อาคารอยู่ในระดับนี้ได้แก่ ความสามารถในการรับแรงทางดิ่งและทางข้างไม่ลดลง ไม่มีอันตรายจากการร่วงหล่นของเศษวัสดุ ไม่พบการทรุดตัวของอาคาร ทางเข้าออกหลักของอาคารสามารถใช้งานได้ รอยแตกร้าวที่ผิวนอกของชิ้นส่วนโครงสร้างที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากการร่วงหล่น ส่วนประกอบโครงสร้างอาคารที่ได้หลุดร่วงลงมาแล้วและไม่ก่อให้เกิดอันตรายได้อีก เป็นต้น

2) ระดับสีเหลือง อาคารมีความเสียหายในระดับที่อาจส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานต่อไป ซึ่งจำเป็นต้องมีการดำเนินการอย่างอื่นเพิ่มเติมเพื่อยืนยันความปลอดภัยของอาคาร ลักษณะความเสียหายที่นำมาใช้พิจารณาจะมีความรุนแรงกว่าระดับสีเขียว แต่ยังสามารถใช้งานอาคาร

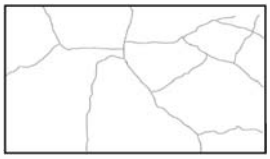
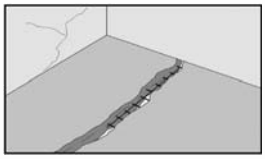
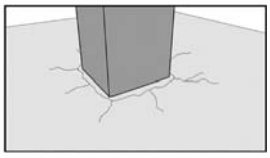
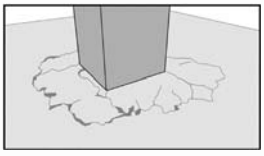
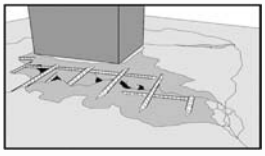
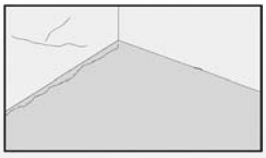
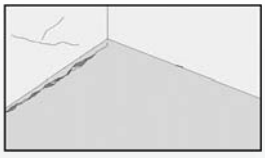
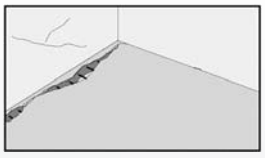
ต่อไปได้ โดยเจ้าของอาคารยังต้องจัดให้มีการตรวจสอบอย่างละเอียดอีกครั้งเพื่อยืนยันความปลอดภัยของอาคาร หรืออาจจำเป็นต้องมีการจำกัดการใช้งานอาคารในบางพื้นที่ที่ปรากฏว่ามีอันตรายจากการร่วงหล่นของชิ้นส่วน โครงสร้างหรือส่วนประกอบอาคาร

3) ระดับสีแดง อาคารมีความเสียหายอย่างหนักหรือไม่มีความปลอดภัยหากมีการใช้งานอาคารต่อไป ลักษณะความเสียหายที่นำมาใช้พิจารณา ได้แก่ อาคารทั้งหลังหรือชั้นหนึ่งชั้นใดของอาคารมีการเอียงตัวอย่างเห็นได้ชัด ผนังรับน้ำหนักหรือโครงสร้างหลังคาเกิดการพังถล่มลงมาทั้งหมดหรือบางส่วน โครงสร้างเสา คาน หรือจุดเชื่อมต่อเสียหายอย่างหนักโดยมีรอยแตกร้าวขนาดใหญ่จนเห็นเหล็กเสริม เป็นต้น อาคารที่อยู่ในระดับนี้อาจไม่จำเป็นต้องถูกรื้อถอน ขึ้นอยู่กับวิศวกรผู้เข้าทำการตรวจสอบอย่างละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

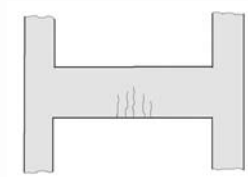
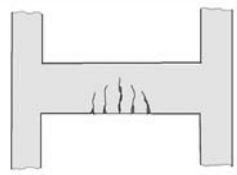
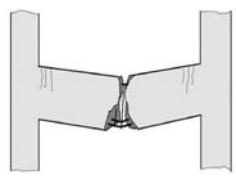
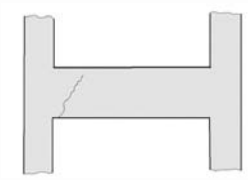
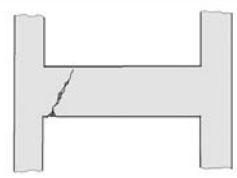
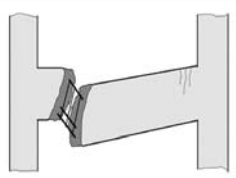
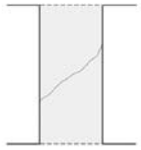
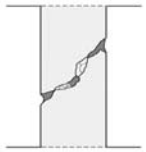
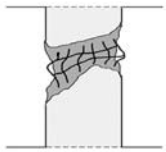
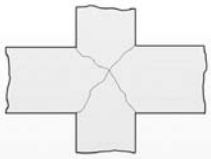
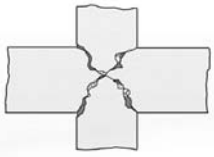
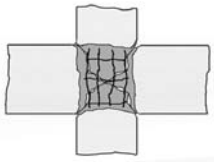
5. การประเมินความเสียหายของอาคารเบื้องต้นจากแผ่นดินไหว

สำหรับการพิจารณาระดับความเสียหายของโครงสร้างประเภทต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย พื้นคาน เสา และกำแพงรับแรง ให้ผู้สำรวจระบุระดับความเสียหายของชิ้นส่วนโครงสร้างส่วนต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดการพิจารณาระดับความเสียหายของโครงสร้างแต่ละประเภทตาม คู่มือการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวของกรมโยธาธิการและผังเมือง ดังตารางที่ 1

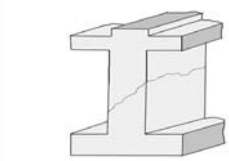
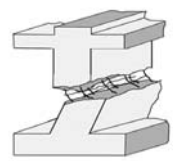
ตารางที่ 1 รายละเอียดการพิจารณาระดับความเสียหายของโครงสร้างแต่ละประเภท

ส่วนโครงสร้าง	บริเวณที่ตรวจสอบ	ระดับความเสียหาย		
		ไม่มี/เล็กน้อย	ปานกลาง	รุนแรง
พื้น		- รอยแตกร้าวมีความกว้างน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร	- รอยแตกร้าวมีความกว้างระหว่าง 1 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร - มีการแตกหักของเนื้อคอนกรีตในจุดเล็กๆ จนอาจเห็นเหล็กเสริมได้	- รอยแตกร้าวมีความกว้างมากกว่า 5 มิลลิเมตร - มีการปริแตกของคอนกรีตเป็นบริเวณกว้างจนเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน - มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม - มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต
	ผิวพื้นด้านบน/ล่าง			
	ผิวพื้นรอบๆ เสา			
	รอยต่อระหว่างพื้นและคาน			

ตารางที่ 1 (ต่อ) รายละเอียดการพิจารณาระดับความเสียหายของโครงสร้างแต่ละประเภท

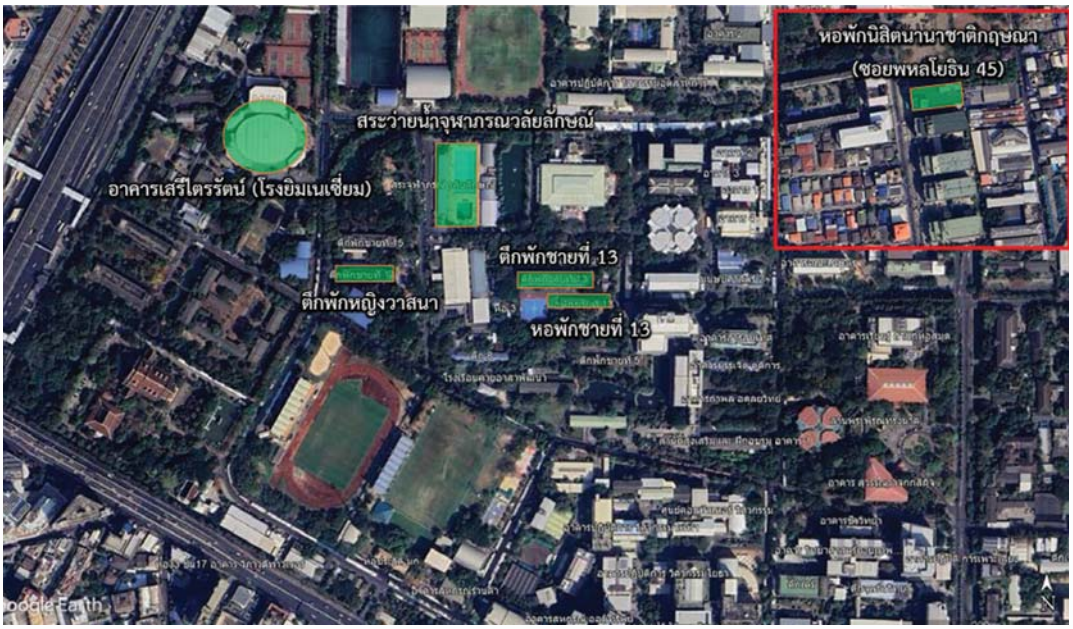
ส่วนโครงสร้าง	บริเวณที่ตรวจสอบ	ระดับความเสียหาย		
		ไม่มี/เล็กน้อย	ปานกลาง	รุนแรง
คาน		- รอยแตกร้าวมีความกว้างน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร	- รอยแตกร้าวมีความกว้างระหว่าง 1 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร - มีการแตกหักของเนื้อคอนกรีตในจุดเล็กๆ จนอาจเห็นเหล็กเสริมได้	- รอยแตกร้าวมีความกว้างมากกว่า5 มิลลิเมตร - มีการปริแตกของคอนกรีตเป็นบริเวณกว้างจนเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน - มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม - มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต
	ช่วงกลางคาน			
	รอยต่อระหว่างคานและเสา			
เสา		- ไม่มีรอยแตกร้าวทแยงเนื่องจากแรงเฉือน(diagonal crack) - รอยแตกร้าวทแยงมีความกว้างน้อยกว่า 0.2 มิลลิเมตร	- มีการหลุดร่อนเพียงบางส่วนของคอนกรีตบริเวณจุดต่อ - รอยแตกร้าวทแยงมีความกว้างมากกว่า 0.2 มิลลิเมตร แต่ไม่ เกิน 2 มิลลิเมตร	- รอยแตกร้าวทแยงมีความกว้างมากกว่า 2 มิลลิเมตร - มีการหลุดร่อนขนาดใหญ่ของคอนกรีตบริเวณจุดต่อ - มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม - มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต
	ช่วงเสา			
	จุดต่อเสา-คาน			

ตารางที่ 1 (ต่อ) รายละเอียดการพิจารณาระดับความเสียหายของโครงสร้างแต่ละประเภท

ส่วนโครงสร้าง	บริเวณที่ตรวจสอบ	ระดับความเสียหาย		
		ไม่มี/เล็กน้อย	ปานกลาง	รุนแรง
กำแพง คสล.		- ไม่มีรอยแตกร้าว - รอยแตกร้าวมีความกว้างน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร	- รอยแตกร้าวมีความกว้างระหว่าง 1 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร	- รอยแตกร้าวมีความกว้างมากกว่า 2 มิลลิเมตร - มีการปริแตกของคอนกรีตเป็นบริเวณกว้างจนเห็นเหล็กเสริมได้อย่างชัดเจน - มีการโก่งเดาะของเหล็กเสริม - มีการแตกหักของแกนกลางเนื้อคอนกรีต
	ทั่วไป			

6. ตัวอย่างการประเมินความเสียหายของอาคารภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

เมื่อวันที่ 28 มีนาคม 2568 ได้เกิดเหตุแผ่นดินไหวขนาดรุนแรง 7.7 แมกนิจูด โดยมีศูนย์กลางอยู่ใกล้เมืองมัณฑะเลย์ในบริเวณตอนกลางของประเทศเมียนม่าร์ ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างอาคารในหลายพื้นที่ของประเทศไทย รวมทั้งพื้นที่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ด้วย ภายหลังจากเกิดเหตุการณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานรากได้ดำเนินการสำรวจตรวจสอบพื้นที่หอพักภายในและอาคารกิจกรรมนิสิตที่อยู่ภายใต้การดูแลของหน่วยงานหอพักและกายภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อประเมินความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากเหตุแผ่นดินไหวดังกล่าว โดยการสำรวจครั้งนี้มุ่งเน้นการตรวจสอบโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญเพื่อให้มั่นใจในความปลอดภัยของนิสิตและบุคลากรของมหาวิทยาลัย ซึ่งได้ดำเนินการสำรวจเมื่อวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2568 จำนวนทั้งสิ้น 6 อาคาร ดังรูปที่ 3 และ 4 จากการเข้าตรวจสอบด้วยสายตาตามแนวทางการตรวจสอบความเสียหายขั้นต้นของอาคารตามจุดโครงสร้างหลัก เช่น เสา คาน ผนัง ฯลฯ โดยไม่พบความเสียหายที่รุนแรง ดังผลสรุปในตารางที่ 2 และตัวอย่างแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 3 ตำแหน่งอาคารที่ทำการสำรวจตรวจสอบโครงสร้างขั้นต้นหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหว

รูปที่ 4 การสำรวจตรวจสอบโครงสร้างอาคารที่อยู่ภายใต้การดูแลของหน่วยงานหอพักและกายภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ.2568

ตารางที่ 2 ผลสรุปการประเมินความเสียหายขั้นต้นของอาคารภายใต้การดูแลของหน่วยงานหอพักและกายภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลำดับ	ชื่ออาคาร	ผลการประเมินความเสียหาย
1	หอพักชายที่ 13	โครงสร้างอาคารมีความเสียหายเล็กน้อยหรือไม่มีความเสียหาย สามารถใช้งานได้ปกติ
2	ตึกพักชายที่ 13	โครงสร้างอาคารมีความเสียหายเล็กน้อยหรือไม่มีความเสียหาย สามารถใช้งานได้ปกติ
3	ตึกพักหญิงวาสนา	โครงสร้างอาคารมีความเสียหายเล็กน้อยหรือไม่มีความเสียหาย สามารถใช้งานได้ปกติ
4	หอพักนิสิตนานาชาติกฤษณา	โครงสร้างอาคารมีความเสียหายเล็กน้อยหรือไม่มีความเสียหาย สามารถใช้งานได้ปกติ
5	สระว่ายน้ำจุฬาภรณวลัยลักษณ์	โครงสร้างอาคารมีความเสียหายเล็กน้อยหรือไม่มีความเสียหาย สามารถใช้งานได้ปกติ
6	อาคารเสรีไตรรัตน์ (โรงยิมเนเซี่ยม)	โครงสร้างอาคารมีความเสียหายเล็กน้อยหรือไม่มีความเสียหาย สามารถใช้งานได้ปกติ

แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคาร หลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

1. ข้อมูลทั่วไปของอาคาร

ชื่ออาคาร: ตึกพักชายที่ 13
เจ้าของอาคาร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
ที่ตั้งอาคาร
เลขที่: 50 หมู่ที่ ..... ซอย: .....
ถนน: งามวงศ์วาน ตำบล: ลาดยาว
อำเภอ: จตุจักร จังหวัด: กรุงเทพฯ
ตำแหน่งพิกัด GPS (ถ้ามี)
ละติจูด: 13.848713°
ลองจิจูด: 100.568116°

การใช้สอยอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)
- __ บ้านพักอาศัย
- ✓ อาคารอยู่อาศัยรวม
- __ หอประชุม
- __ อาคารพานิชยกรรม
- __ โรงมหรสพ
- __ โรงแรม
- __ อื่นๆ .....
- __ อาคารสำนักงาน
- __ โบราณสถาน
- __ โรงงานอุตสาหกรรม
- __ สถานศึกษา
- __ สถานพยาบาล
- __ ศาสนสถาน

__ อาคารของเอกชน ✓ อาคารของภาครัฐ

2. ข้อมูลทางกายภาพของอาคาร

จำนวนชั้น: เหนือพื้นดิน: 5 ชั้น ใต้ดิน: - ชั้น
พื้นที่อาคาร (ประมาณ): ..... ตร.ม.

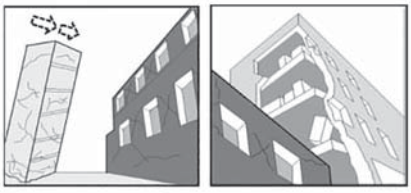
สภาพโดยรอบอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)
__ มีอาคารข้างเคียง __ ติดเนินดิน/เชิงเขา __ ติดแม่น้ำ คลอง

ชนิดโครงสร้างอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)
- __ โครงสร้างไม้
- ✓ โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก
- __ โครงสร้างอิฐก่อ
- __ โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ
- __ โครงสร้างครึ่งคสล.- ครึ่งไม้
- ✓ โครงสร้างใต้ถุนโล่ง
- __ อื่นๆ.....

วัสดุผนังภายนอกของอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)
- ✓ ผนังอิฐก่อ
- __ ผนังเบา
- __ ผนังแผ่นคอนกรีต
- __ ผนังกระจก
- __ ผนังไม้
- __ อื่นๆ .....

วัสดุผนังกั้นภายในของอาคาร (ทำเครื่องหมาย ✓ ได้มากกว่า 1 ข้อ)
- __ ผนังอิฐก่อ
- __ ผนังเบา
- __ ผนังแผ่นคอนกรีต
- __ ผนังกระจก
- ✓ ผนังไม้
- __ อื่นๆ .....

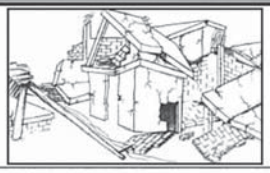
3. อันตรายของสภาพโดยรอบอาคารที่ส่งผลกระทบต่ออาคารที่กำลังประเมิน (คู่มือ หน้า 27) — มี



อันตรายจากอาคารข้างเคียง เช่น	△
• อาคารข้างเคียงเอียงและอาจพังถล่มได้	
• เศษวัสดุร่วงหล่นจากอาคารข้างเคียง	

อันตรายจากสภาพพื้นที่ตั้งอาคารและพื้นที่โดยรอบ เช่น	△
• การถล่มของลาดเชิงเขา/ตลิ่ง	
• พื้นดิน.ที่ตั้งอาคารมีการทรุดตัว/แยกตัว	

4. ความเสียหายเมื่อสังเกตจากภายนอกอาคาร (คู่มือ หน้า 28) — มี



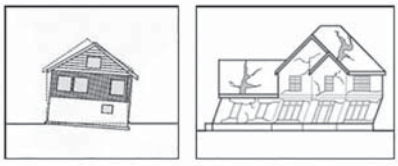
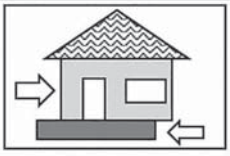
• โครงสร้างอาคารมีการพังถล่มทั้งหมด/บางส่วน	△

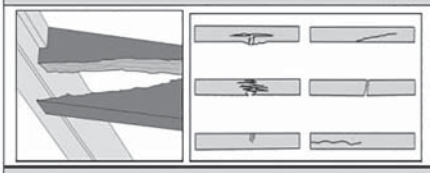
หมายเหตุ □ สีเขียว ○ สีเหลือง △ สีแดง

แผ่นที่ 1/5

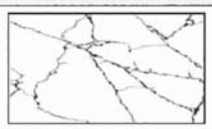
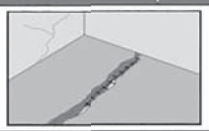
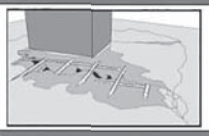
รูปที่ 5 ตัวอย่างแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว กรมโยธาธิการและผังเมือง

4. ความเสียหายเมื่อสังเกตจากภายนอกอาคาร (ต่อ) (คู่มือ หน้า 28)	มี
 • อาคารเกิดการทรุดตัวหรือเอียงอย่างเห็นได้ชัด	△
• อาคารเกิดการเคลื่อนตัวระหว่างชั้นที่ติดกันอย่างเห็นได้ชัด	△
• อาคารโครงสร้างอิฐก่อมีรอยแตกร้าวหรือความเสียหายที่ผนังอย่างเห็นได้ชัด (คู่มือ หน้า 9)	△
 • อาคารเคลื่อนหลุดออกจากฐานราก	△

5. ความเสียหายของโครงสร้างอาคาร	
โครงสร้างไม้ (คู่มือ หน้า 8-9)	**มี**
 • เกิดการฉีกขาดของจุดเชื่อมต่อโครงสร้างไม้	△ บริเวณ .....
• เกิดการวิบัติของชิ้นส่วนโครงสร้างไม้ เช่น การฉีกขาดขนานเสี้ยน การฉีกขาดตั้งฉากเสี้ยน การหัก เป็นต้น	△ บริเวณ .....

โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (คู่มือ หน้า 10-18)

ส่วนโครงสร้าง	บริเวณที่ตรวจสอบ	ระดับความเสียหาย		
		ไม่มี/มีรอยแตกร้าวขนาดเล็ก	มีรอยแตกร้าวเห็นได้ชัดเจน	มีรอยฉีกขาดอย่างรุนแรง
พื้น	ผิวพื้นด้านบน/ล่าง	 ☑ บริเวณ	 ○ บริเวณ	 △ บริเวณ .....
	ผิวพื้นรอบๆ เสา	 ☑ บริเวณ	 ○ บริเวณ	 △ บริเวณ .....
	รอยต่อระหว่างพื้นและคาน	 ☑ บริเวณ	 ○ บริเวณ	 △ บริเวณ .....
คาน	ช่วงกลางคาน	 ☑ บริเวณ	 ○ บริเวณ	 △ บริเวณ .....
	รอยต่อระหว่างคานและเสา	 ☑ บริเวณ	 ○ บริเวณ	 △ บริเวณ .....

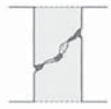
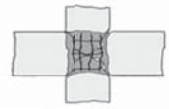
หมายเหตุ ☐ สีเขียว ○ สีเหลือง △ สีแดง แผ่นที่ 2/5

รูปที่ 5 (ต่อ) ตัวอย่างแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

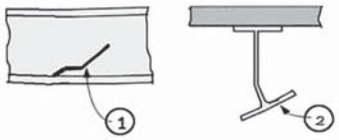
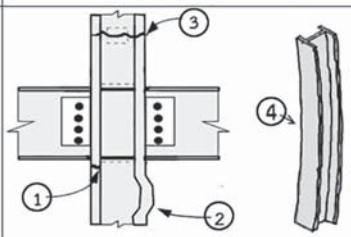
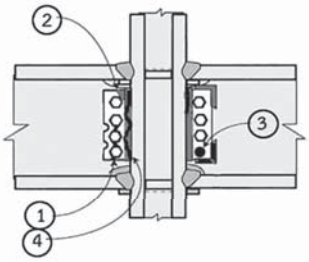
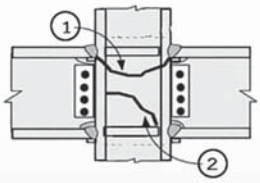
แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว กรมโยธาธิการและผังเมือง

5. ความเสียหายของโครงสร้างอาคาร (ต่อ)

โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (คู่มือ หน้า 10-18)

ส่วนโครงสร้าง	บริเวณที่ตรวจสอบ	ระดับความเสียหาย		
		ไม่มี/มีรอยแตกร้าวขนาดเล็ก	มีรอยแตกร้าวเห็นได้ชัดเจน	มีรอยฉีกขาดอย่างรุนแรง
เสา	ช่วงเสา			
		☑ บริเวณ	○ บริเวณ	△ บริเวณ .....
	จุดต่อเสา-คาน			
		☑ บริเวณ	○ บริเวณ	△ บริเวณ .....
กำแพง คสล.	ทั่วไป			
		☑ บริเวณ	○ บริเวณ	△ บริเวณ .....

โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ (คู่มือ หน้า 18-25)

ส่วนโครงสร้าง	สิ่งที่ตรวจสอบ	รายละเอียดการตรวจสอบ	
คาน		(1) ส่วนเอวเกิดการฉีกขาด มากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ .....
		(2) หน้าตัดเกิดการโก่งเดาะด้านข้าง	○ บริเวณ .....
		กรณี (2) มีมากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ .....
เสา		(1) ส่วนปีกเกิดรอยร้าวตลอดความลึก มากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ .....
		(2) ส่วนปีกเกิดการโก่งเดาะ มากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ .....
		(3) การวิบัติบริเวณรอยต่อเชื่อมเสา	○ บริเวณ .....
		กรณี (3) มีมากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ .....
		(4) หน้าตัดเกิดการโก่งเดาะด้านข้าง	○ บริเวณ .....
		กรณี (4) มีมากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ .....
แผ่นเหล็กรับแรงเฉือน		(1) แผ่นเหล็กปะกับมีรอยฉีกขาดในแนวของสลักยึด	○ บริเวณ .....
		กรณี (1) มีมากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ .....
		(2) แผ่นเหล็กปะกับเกิดการโก่งเดาะ มากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ .....
		(3) จุดต่อเกิดการหลวมตัวเนื่องจากสลักเสียหายหรือหายไป	○ บริเวณ .....
		กรณี (3) มีมากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ .....
		(4) รอยฉีกขาดตลอดความยาวของรอยเชื่อมที่ติดกับเสา	○ บริเวณ .....
		กรณี (4) มีมากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ .....
บริเวณถ่ายเทแรงระหว่างคาน-เสา		(1) รอยฉีกขาดตลอดความลึกของหน้าตัดมากกว่า 1 จุด/ชั้น	△ บริเวณ .....
		(2) รอยฉีกขาดตลอดความลึกของส่วนเอว	○ บริเวณ .....
		กรณี (2) มีมากกว่า 1 จุดต่อชั้น	△ บริเวณ .....

หมายเหตุ □ สีเขียว ○ สีเหลือง △ สีแดง

แผ่นที่ 3/5

รูปที่ 5 (ต่อ) ตัวอย่างแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว กรมโยธาธิการและผังเมือง

5. ความเสียหายของโครงสร้างอาคาร (ต่อ) (คู่มือ หน้า 8-9 กรณีไม้ หรือ หน้า 10-18 กรณีคอนกรีต หรือ หน้า 18-25 กรณีเหล็กรูปพรรณ)

โครงสร้างอื่นๆ			
โครงหลังคา	ไม่มีความเสียหาย	โครงสร้างรองเช่น แป เสียหาย	โครงสร้างหลักเช่น จันทัน อกไก่ เสาตั้ง เสียหาย
	☑	○	△

6. ความเสียหายของส่วนประกอบอาคาร (คู่มือ หน้า 30)

รายการ	ระดับความเสียหาย		
ผนังก่อ	ไม่มีความเสียหาย/เสียหายเล็กน้อย	เสียหายมาก อาจล้มพังลงมา	
	☑ บริเวณ ผนังด้านนอกอาคารและหน้าห้องน้ำ	○ บริเวณ	
ฝ้า เพดาน	ไม่มีความเสียหาย/เสียหายเล็กน้อย	เสียหายมาก อาจร่วงหล่นได้	
	☑ บริเวณ	○ บริเวณ	
วัสดุมุงหลังคา	ไม่มีความเสียหาย/เสียหายเล็กน้อย	เสียหายมาก อาจร่วงหล่นได้	
	☑ บริเวณ	○ บริเวณ	

7. ความเสียหายของระบบไฟฟ้าและระบบอื่นๆ (คู่มือ หน้า 30)

ข้อสังเกต .....

.....

8. สรุปผลการประเมินความเสียหายที่มีผลต่อการใช้งานอาคาร (คู่มือ หน้า 32-33)

☑	โครงสร้างอาคารมีความเสียหายเล็กน้อยหรือไม่มีความเสียหาย สามารถใช้งานได้ปกติ	
○	โครงสร้างอาคารมีความเสียหายปานกลาง สามารถใช้งานได้แต่ต้องระมัดระวังภัยจากเศษวัสดุร่วงหล่นจากชิ้นส่วนโครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆ ของอาคาร	**ข้อแนะนำเพิ่มเติม** ☐ จัดให้มีการตรวจสอบอย่างละเอียด ☐ จัดให้มีการกั้นโดยรอบอาคาร หรือ พื้นที่บางส่วนของอาคาร คำแนะนำอื่นๆ ..... **จากการสอบถามผู้ดูแลอาคารทราบว่ารอยร้าวบริเวณผนังเกิดก่อน** **แผ่นดินไหว ควรดำเนินการแก้ไขซ่อมแซม** .....
△	โครงสร้างอาคารมีความเสียหายอย่างหนักและอาจเกิดการพังถล่มได้ หรืออาคารมีสภาพที่เป็นอันตรายถึงชีวิตได้ จึงไม่สามารถให้ใช้งานอาคารต่อไปได้	

9. ข้อมูลผู้สำรวจ

ชื่อผู้สำรวจ #1: นายรัฐธรรม อิสโรหาร **หน่วยงาน:** ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ม.เกษตรศาสตร์
โทรศัพท์: ..... **ตำแหน่ง:** วิศวกรโยธา

ชื่อผู้สำรวจ #2: นายวรวัช ลิ้มพันธ์อุดม **หน่วยงาน:** ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ม.เกษตรศาสตร์
โทรศัพท์: ..... **ตำแหน่ง:** วิศวกรโยธา

ชื่อผู้สำรวจ #3: นายธีรไนย์ นุ้ยมาก **หน่วยงาน:** ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ม.เกษตรศาสตร์
โทรศัพท์: ..... **ตำแหน่ง:** วิศวกรโยธา

วันที่: 31 มีนาคม พ.ศ.2568 **เวลาเริ่มต้นสำรวจ:** 14.00 น. **เวลาสำรวจแล้วเสร็จ:** 14.30 น.

หัวหน้าผู้สำรวจ: รศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ **หน่วยงาน:** ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
โทรศัพท์: ..... **ตำแหน่ง:** หัวหน้าศูนย์วิจัยฯ/วุฒิวิศวกร
ลายมือชื่อ .....

หมายเหตุ ☐ สีเขียว ○ สีเหลือง △ สีแดง แผ่นที่ 4/5

รูปที่ 5 (ต่อ) ตัวอย่างแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

แบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว กรมโยธาธิการและผังเมือง

10. พื้นที่สำหรับวาดภาพประกอบที่จำเป็น

แผ่นที่ 5/5

รูปที่ 5 (ต่อ) ตัวอย่างแบบสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

7. สรุป

เมื่อสังเกตพบความผิดปกติของโครงสร้างอาคาร เช่น เกิดรอยร้าวในเสา คาน พื้น ผนัง ที่เกิดหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่รุนแรง เจ้าของอาคารควรให้ผู้มีความรู้และมีประสบการณ์ด้านงานโครงสร้างอาคารหรือวิศวกรโครงสร้างเข้าสำรวจความเสียหายขั้นต้น โดยการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวจะใช้วิธีสังเกตลักษณะของความเสียหายของอาคารนั้นด้วยตาเปล่าและใช้วิจารณญาณเพื่อตัดสินว่าความเสียหายเหล่านั้นส่งผลต่อสมรรถนะของอาคารทั้งหมดหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารหรือไม่ หรืออาคารยังสามารถต้านทานแรงกระทำได้หรือไม่หากยังมีการใช้งานอาคารต่อไป

การจัดระดับความเสียหายของอาคาร (Damage Classification) แบ่งได้เป็น 3 ระดับ ประกอบด้วย 1) ระดับสีเขียว อาคารที่ไม่มีความเสียหายหรือมีเสียหายเล็กน้อยซึ่งมีความปลอดภัยเพียงพอที่จะใช้งานได้ตามปกติ 2) ระดับสีเหลือง อาคารมีความเสียหายในระดับที่อาจส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานต่อไป ต้องงดใช้งานอาคารชั่วคราวเพื่อซ่อมแซมบางส่วน และ 3) ระดับสีแดง อาคารมีความเสียหายอย่างหนักหรือไม่มีความปลอดภัยหากมีการใช้งานอาคารต่อไป ห้ามเข้าใช้งานอาคาร หากผลการประเมินความเสียหายขั้นต้นของอาคารอยู่ในระดับสีเหลืองหรือสีแดง เจ้าของอาคารควรดำเนินการให้วิศวกรที่เชี่ยวชาญเข้าดำเนินการตรวจสอบอย่างละเอียดเพื่อประเมินความมั่นคงของอาคาร และหาแนวทางออกแบบแก้ไขซ่อมแซมหรือเสริมกำลังให้เหมาะสมและพิจารณารื้อถอนอาคารในกรณีที่จำเป็น

8. เอกสารอ้างอิง

กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย, (2560), คู่มือการสำรวจความเสียหายขั้นต้นของโครงสร้างอาคารหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว.

รายงานการตรวจสอบพระประธานในพระอุโบสถวัดเครือวัลย์วรวิหาร
ถนนอรุณอัมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก

วันที่สำรวจ : 1 พฤษภาคม 2568 ช่วงเวลา 12.00 – 13.30 น.

คณะสำรวจ: ศูนย์วิจัยวิศวกรรมปฐพีและฐานรากภาควิชาวิศวกรรมโยธาคณะวิศวกรรมศาสตร์

(1) รศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ (ตรวจสอบเมื่อวันที่ 14 เมษายน 2568)

(2) นายรัฐธรรม อิสโรหาร (3) นางสาววารุณี กะการดี (4) นายวรวัช ลิ้มพันธ์อุดม (5) นายธีรไนย์ นุ้ยมาก (6) นางสาวกรวินท์ อานุภาพภราดร

วิธีการสำรวจ/ตรวจสอบ: การสำรวจเชิงคุณภาพด้วยสายตา (Qualitative Visual Inspection) และการใช้เครื่องมือกล้องวัดระดับเลเซอร์

ตามที่วัดเครือวัลย์วรวิหาร ได้ขอความอนุเคราะห์ให้ทำการตรวจสอบพระประธานในพระอุโบสถโดยมีพระครูพุทธิธรรมานุศาสน์ ผู้ช่วยเจ้าอาวาสฯ เป็นผู้นำการสำรวจ การตรวจสอบได้ผลดังนี้

1. สภาพโดยรวมขององค์พระประธาน

1.1 ลักษณะของพระประธาน เป็นพระพุทธรูปยืนปางห้ามญาติสร้างขึ้นในสมัยรัชกาลที่ 3 มีอายุประมาณ 180 ปี มีลักษณะเป็นพระพุทธรูปยืน หล่อด้วยโลหะลงรักปิดทอง สูงประมาณ 4 วา (8 เมตร) พระหัตถ์ซ้ายทอดลงข้างพระวรกาย พระหัตถ์ขวายกขึ้นเสมอพระอุระ ฝ่าพระหัตถ์แบไปด้านหน้าประดิษฐานบนฐานชุกชีรูปบัวหงายนูนเด่น ดังรูปที่ 1

1.2 ความเสียหายบริเวณฐานพระบาท พบการแตกร้าวและกะเทาะของปูนรอบ ๆ ฐานแผ่นเหล็กยึดพระบาทด้านหลังของพระประธาน ดังรูปที่ 2 และพบการหลุดร่อนของวัสดุปิดผิวฐานพระบาท ดังรูปที่ 3

2. การตรวจสอบการเอียงตัวขององค์พระประธาน

การตรวจสอบการเอียงตัวขององค์พระประธาน ทำการตรวจสอบโดยใช้กล้องวัดระดับเลเซอร์วัดดิ่งเทียบระหว่างยอดพระเศียรขององค์พระประธานกับบริเวณกึ่งกลางฐานหรือบริเวณยอดของฉัตรที่ห้อยลงมาจากหลังคาของพระอุโบสถ โดยมีผลการตรวจวัดดังนี้

2.1 การเอียงตัวขององค์พระประธานบริเวณด้านข้าง พบว่ายอดพระเศียรขององค์พระประธานยังอยู่ในแนวเดียวกับบริเวณกึ่งกลางฐานและบริเวณยอดของฉัตร ดังรูปที่ 4 ดังนั้นองค์พระประธานไม่มีการเอียงตัวไปทางด้านซ้ายหรือขวา

2.2 การเอียงตัวขององค์พระประธานด้านหน้า-หลัง เมื่อทำการตั้งกล้องวัดระดับทั้งด้านซ้ายและขวาขององค์พระ พบว่ายอดพระเศียรขององค์พระประธานค่อนข้างอยู่ในแนวเดียวกับบริเวณกึ่งกลางฐานของฉัตร ดังรูปที่ 5 ดังนั้นองค์พระประธานไม่มีการเอียงตัวไปทางด้านหน้า

2.3 การเทียบเกณฑ์การเอียงตัวทางวิศวกรรม สำหรับการประเมินผลในเบื้องต้น สามารถคำนวณค่าการเคลื่อนตัวของโครงสร้าง เพื่อหาค่าการเสียรูปเชิงมุม ($\beta=\Delta/L$) ของโครงสร้างตามหลักการของ Skempton& MacDonald (1956) สำหรับใช้พิจารณาระดับความรุนแรงของความเสียหายที่จะเกิดต่อโครงสร้าง โดยค่าการเสียรูปเชิงมุมที่น้อยกว่า 1/300 (0.00333) จะไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างและผนังก่ออิฐจากการประเมินการเอียงตัวขององค์พระประธานด้วยสายตานั้นอาจมีการเคลื่อนตัวเพียงเล็กน้อยซึ่งเมื่อเทียบกับความสูงขององค์พระแล้วจะได้ว่าเกณฑ์กำหนดมีค่าเท่ากับ (8เมตร x 100ซม.)/300 =2.66 ซม. ซึ่งเมื่อประมาณระยะความต่างของแนวยอดพระเศียรขององค์พระประธานกับบริเวณกึ่งกลางฐานยอดฉัตร ยังมีค่าไม่เกิน 2.5 ซม. จึงสามารถประเมินได้ว่าการเอียงตัวขององค์พระยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ

3. ข้อแนะนำในการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดความเอียง (Tiltmeter)

เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการตรวจวัดความเอียงและติดตามพฤติกรรมการขยับตัวขององค์พระประธาน เมื่อกรมศิลปากรปรับปรุงบูรณะองค์พระแล้วเสร็จแนะนำให้ติดตั้งเครื่องมือทางวิศวกรรมที่ใช้วัดความเอียง (Tiltmeter) ดังรูปที่ 6 โดยทำการติดตั้งที่บริเวณด้านหลังองค์พระ ดังรูปที่ 7

รูปที่ 1 ลักษณะของพระประธาน

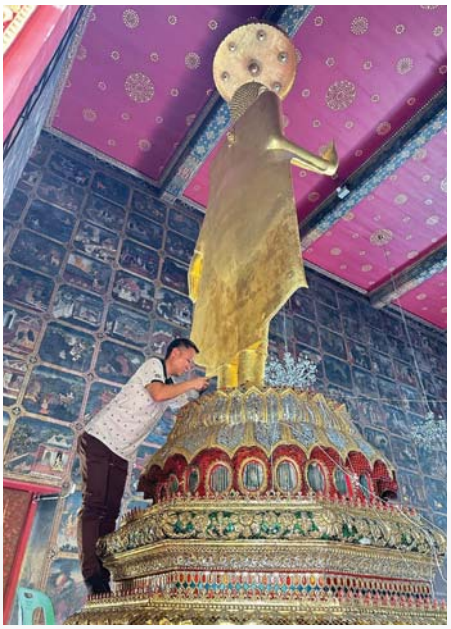
รูปที่ 2 ลักษณะความเสียหายบริเวณฐานพระบาท

รูปที่ 3 ลักษณะความเสียหายของวัสดุปิดผิวบริเวณฐานพระบาท

รูปที่ 4 การตรวจสอบการเอียงตัวขององค์พระประธานบริเวณด้านหน้า

รูปที่ 5 การตรวจสอบการเอียงตัวขององค์พระประธานบริเวณข้างขวาและซ้าย

รูปที่ 6 เครื่องมือสำหรับวัดความเอียง (Tiltmeter)



รูปที่ 7 ตำแหน่งสำหรับติดตั้ง Tiltmeter

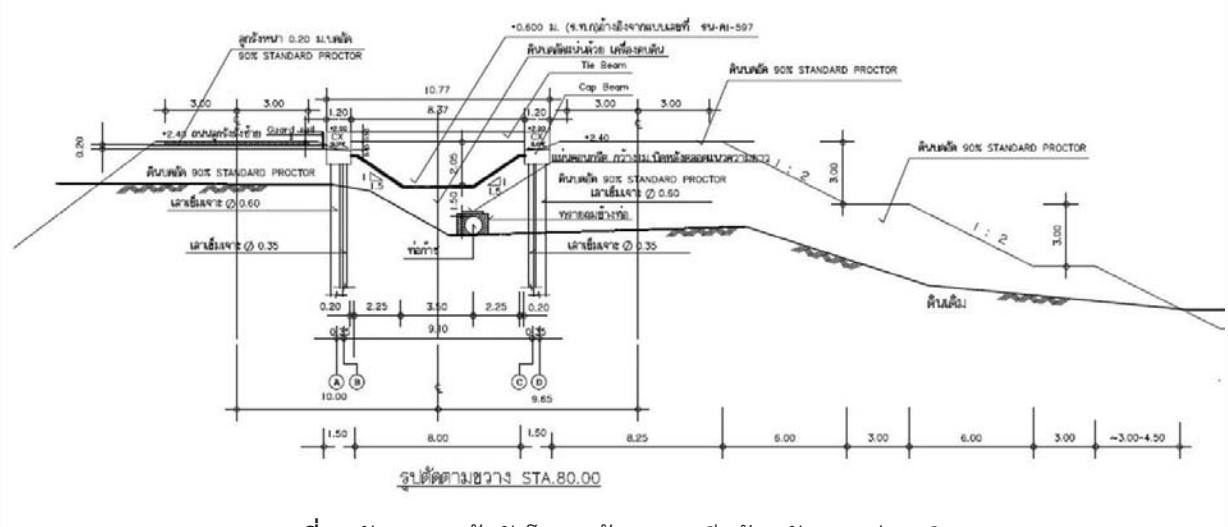
งานออกแบบเสริมความมั่นคงบริเวณพื้นที่บ่อดินตามแนวท่อก๊าซ

รัฐธรรม อิสโรหาร, วารุณี กะการดี และสุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์

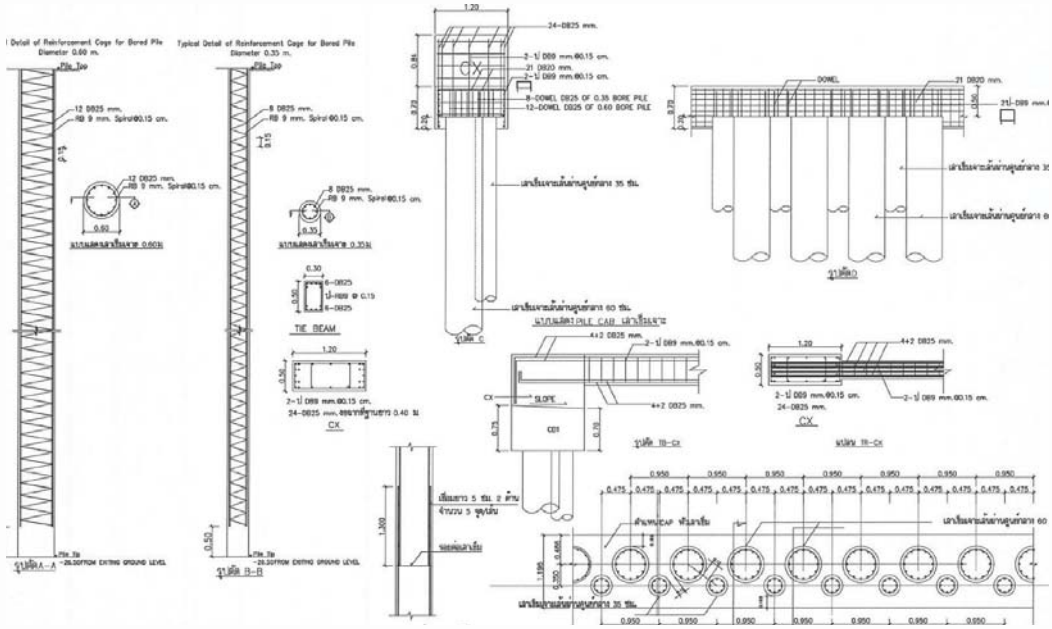
แนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติบริเวณ ต.บึงชำอ้อ อ.หนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ดังรูปที่ 1 วางอยู่ใต้คลองส่งน้ำชลประทาน เป็นแนวยาวขนานไปกับพื้นที่บ่อดินเดิมทั้ง 2 ฝั่ง ซึ่งปัจจุบันมีน้ำอยู่ในบ่อดินทั้ง 2 ฝั่ง ระยะทางประมาณ 350 เมตร บริเวณแนวก๊าซธรรมชาติในพื้นที่ที่ลาดบ่อดินมีโครงสร้างคอนกรีตเพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของดิน (Coffer dam) ระยะทางประมาณ 160 เมตร ปัจจุบันบ่อดินมีน้ำตามธรรมชาติเติมเข้าจนเต็มบ่อ บางช่วงเวลามีน้ำท่วมสูงเหนือลาดคันดินของโครงสร้างคอนกรีตป้องกันแนวท่อ ภายหลังการใช้งานตรวจพบความเสียหายของโครงสร้างดาดท้องคลอง รวมถึงการกัดเซาะของลาดคันดิน สภาพพื้นที่ปัจจุบันแสดงในรูปที่ 2 ตัวอย่างหน้าตัดลาดดินตามแนวท่อก๊าซและแบบโครงสร้างเดิมแสดงในรูปที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ในอนาคตหากเกิดกรณีน้ำในบ่อดินลดอย่างรวดเร็วร่วมกับมีการกัดเซาะเพิ่มเติม จะส่งผลต่อความมั่นคงของลาดขอบบ่อโดยตรง และอาจจะเกิดผลกระทบต่อท่อส่งก๊าซได้

รูปที่ 1 ตำแหน่งพื้นที่โครงการ

รูปที่ 2 สภาพพื้นที่ก่อนการเสริมความมั่นคง (11 พ.ค. 66)



รูปที่ 3 ลักษณะหน้าตัดโครงสร้างคอนกรีตป้องกันแนวท่อ (เดิม)



รูปที่ 4 แบบขยายโครงสร้างคอนกรีตป้องกันแนวท่อ (เดิม)

ด้านงานสำรวจและทดสอบ

1) สภาพภูมิประเทศปัจจุบัน

- บ่อเก็บน้ำทั้ง 2 ด้านของแนวท่อก๊าซ ลาดขอบบ่อมีความลาดชันในช่วง 10-15 องศา และ 20-25 องศา ตามลำดับ

- ระดับถนนข้างโครงสร้างอยู่ที่ระดับ +2.4 เมตร และท้องคลองชลประทานอยู่ที่ระดับ +0.6 เมตร

- ช่วงกลางโครงสร้าง ระยะทางประมาณ 65 เมตร ดินด้านหน้าตลิ่งที่ติดกับโครงสร้างถูกกัดเซาะอยู่ที่ระดับ + 0.0 ถึง - 0.5 เมตร

2) การตรวจสอบความเสียหายของโครงสร้างเดิมด้วยสายตา (Visual Inspection) ไม่พบการแตกร้าวหรือความเสียหายโดยประจักษ์ แต่เมื่อตรวจสอบค่าการเสียรูปเชิงมุมของโครงสร้าง พบว่ามีค่ามากกว่าเกณฑ์กำหนด ซึ่งเป็นไปได้ว่าการเสียรูปเชิงมุมอาจเกิดขึ้นตั้งแต่ขั้นตอนการก่อสร้าง

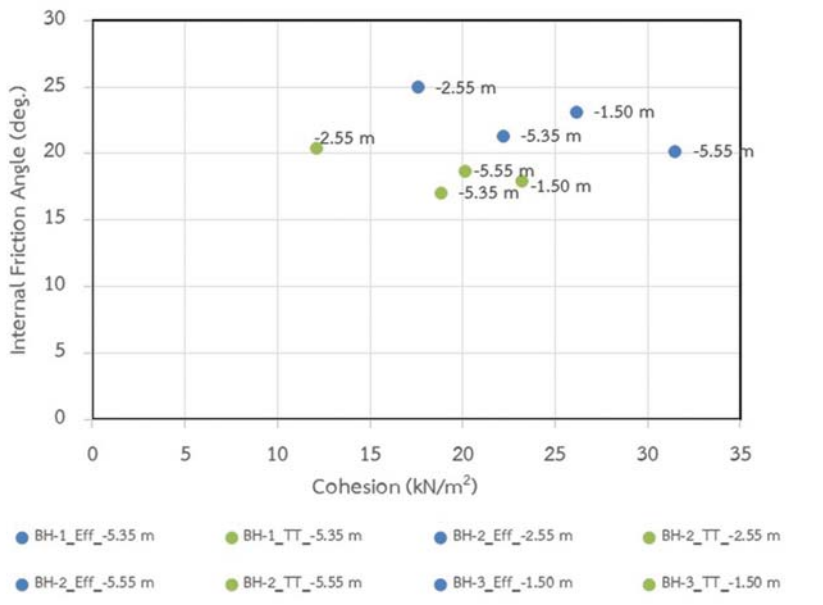
3) การประเมินค่ากำลังอัดของคอนกรีตด้วย Schmidt Hammer Test ซึ่งผลการประเมินค่าดัชนีสะท้อนกลับ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 32 ถึง 47 ค่าดังกล่าวสามารถกล่าวได้ว่าคุณภาพคอนกรีตอยู่ในช่วงดีถึงดีมาก

4) การตรวจสอบโพรงใต้คลองดาดคอนกรีตด้วยเครื่องมือ SDS จำนวน 21 ตำแหน่ง ตามแนวคอนกรีตดาดคลอง (ด้านใน) พบว่าความลึกผิวดินใต้ดาดคอนกรีตอยู่ที่ระดับ +1.55 ถึง + 0.56 ม.รทก. กล่าวคือดินด้านหลังเสาเข็ม Coffer Dam ถูกกัดเซาะไป 0.45 – 1.44 เมตร เมื่อเทียบกับระดับดินท้องคลอง จะเห็นว่าใต้ท้องคลองดินยังไม่ถูกกัดเซาะ และยังมีดินปิดท่อส่งก๊าซอยู่ตั้งแต่ 1.86 - 2.85 เมตร

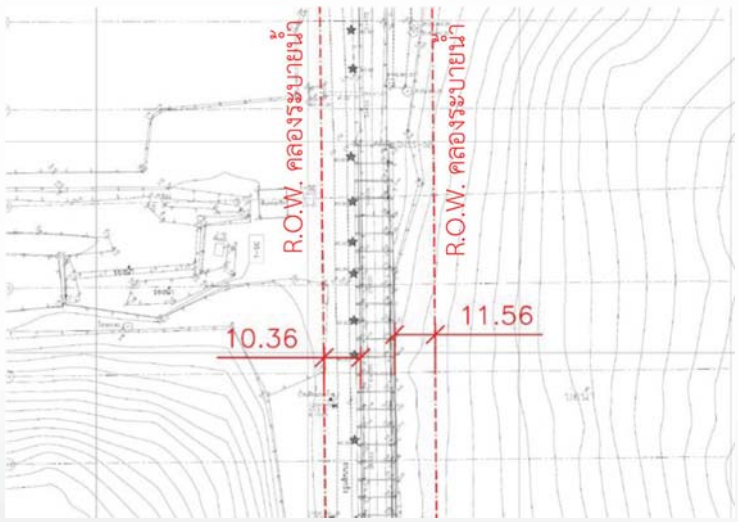
5) ผลการเจาะสำรวจดิน ความลึก 40 เมตร/หลุม จำนวน 3 หลุม พบว่าชั้นดินช่วง 7 เมตรบน เป็นชั้นดินเหนียวอ่อน (CH) จากนั้นจะเป็นชั้นดินเหนียวแข็ง (CH, CL) จนถึงความลึก 40 เมตร โดยพบชั้นทราย (SC) ในช่วงความลึก 32 - 35 เมตร

6) ทำการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของดินโดยวิธี Triaxial Test จำนวน 4 ตัวอย่าง และทดสอบคุณสมบัติด้านการยุบอัดตัวของดินจำนวน 3 ตัวอย่าง ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 5

7) ขอบเขตที่ดินของกรมชลประทานห่างจากแนวท่อก๊าซฝั่งบ่อน้ำเล็ก (ด้านซ้าย) ระยะประมาณ 10.36 เมตร ห่างจากบ่อน้ำใหญ่ (ด้านขวา) บริเวณพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างระยะประมาณ 11.56 เมตร ดังรูปที่ 6



รูปที่ 5 ผลทดสอบ Triaxial Test



รูปที่ 6 แนวขอบเขตที่ดินของ กรมชลประทาน ตามแนวท่อก๊าซ

งานวิเคราะห์ออกแบบ

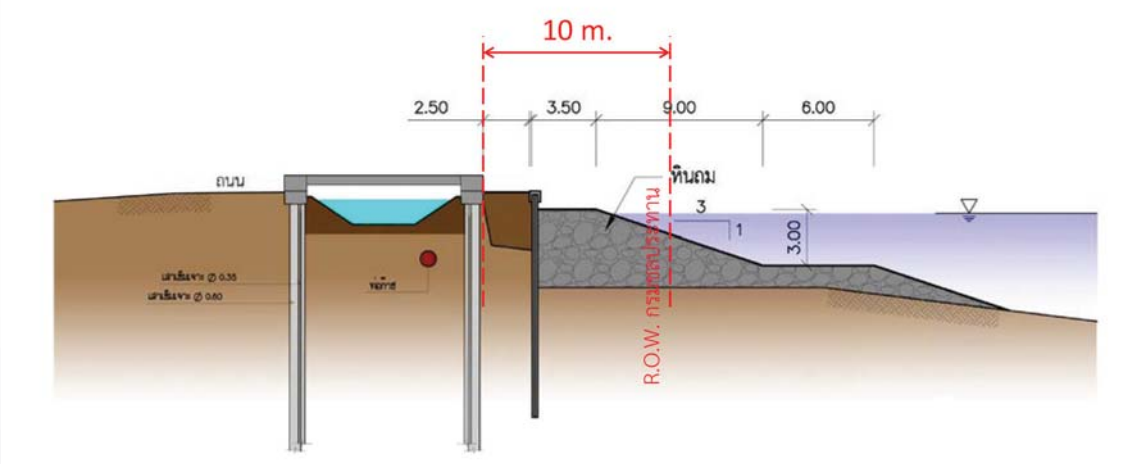
รูปแบบการป้องกันลาดดินริมบ่อเก็บน้ำตามแนวท่อก๊าซ เสนอวิธีการป้องกัน 3 รูปแบบ รูปแบบที่ 1 ป้องกันด้วยเสาเข็มปักพืด (Sheet Pile) 12 เมตร ร่วมกับหินถมป้องกันการกัดเซาะด้านหน้า (ดังรูปที่ 7) รูปแบบที่ 2 ป้องกันด้วยเสาเข็มปักพืด (Sheet Pile) 10 เมตร ร่วมกับเสาเข็ม ยาว 18 เมตร และหินถมป้องกันการกัดเซาะด้านหน้า (ดังรูปที่ 8) รูปแบบที่ 3 ป้องกันด้วยเสาเข็มปักพืด (Sheet Pile) 8 เมตร ร่วมกับเสาเข็มโต๊ะยาว 15 เมตร และหินถมป้องกันการกัดเซาะด้านหน้า (ดังรูปที่ 9) การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสีย วิธีการป้องกันการกัดเซาะทั้ง 2 รูปแบบ ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของทั้ง 3 รูปแบบ

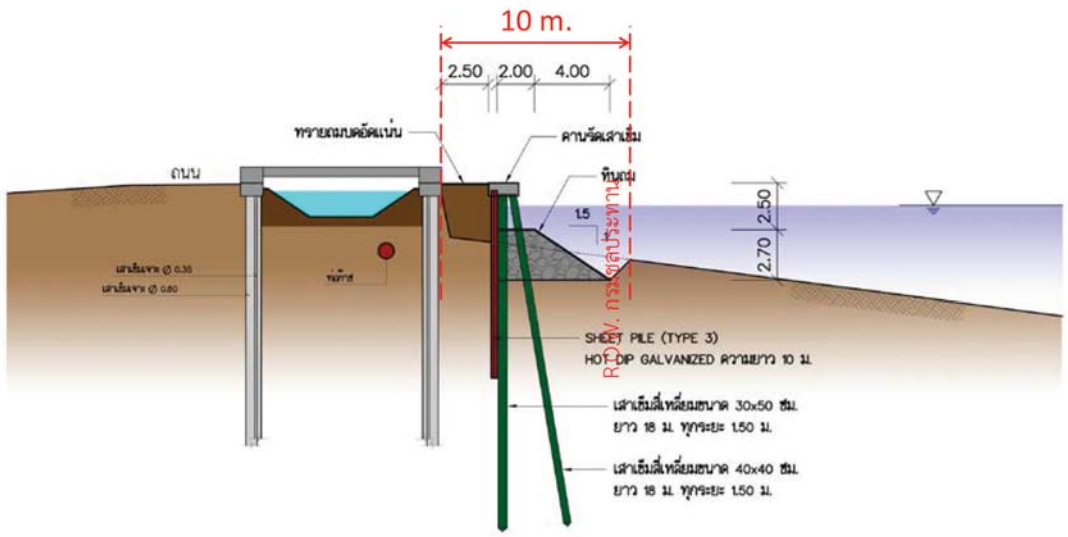
ข้อเปรียบเทียบ	รูปแบบที่ 1 (Sheet Pile +หินถม)	รูปแบบที่ 2 (Sheet Pile + เสาเข็ม+หินถม)	รูปแบบที่ 3 (Sheet Pile + เสาเข็มโต๊ะ+หินถม)
1. ความมั่นคงปลอดภัยของลาดชัน	ผ่านเกณฑ์	ผ่านเกณฑ์	ผ่านเกณฑ์
2. วิธีการก่อสร้าง	รูปแบบที่ 1 > รูปแบบที่ 3 > รูปแบบที่ 2		
3. การควบคุมงาน	รูปแบบที่ 1 >(รูปแบบที่ 3 = รูปแบบที่ 2)		
4. ความปลอดภัยต่อท่อก๊าซในระยะยาว	ไม่แตกต่างกัน		
5. ราคา	ไม่แตกต่างกัน		
6. ขอบเขตพื้นที่ก่อสร้าง	มาก	น้อย	น้อย

เมื่อทำการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย พบว่ารูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมกับการป้องกันลาดดินริมบ่อเก็บน้ำตามแนวท่อก๊าซ โดยมีเหตุผลในการพิจารณาความยาวเสาเข็มดังนี้

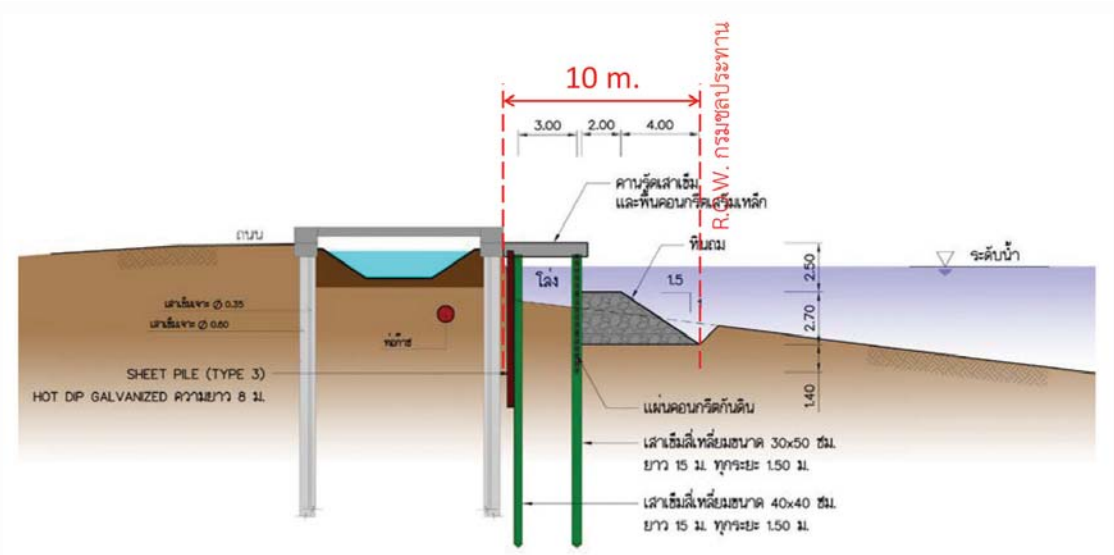
1. เสาเข็มปักพืด (Sheet Pile) ความยาว 8 เมตร
   - ความลึกมากกว่า 8 ม. SPT >= 20 ครั้ง/ฟุต (Stiff Clay) การกด Sheet pile ทำได้ยาก
   - หากใช้ Sheet pile สั้นกว่า 8 ม. จะไม่เพียงพอที่จะปิดระดับท่อก๊าซได้อย่างปลอดภัย
2. เสาเข็มเสริมความมั่นคงแบบโต๊ะ ความยาว 15 เมตร
   - ความลึกมากกว่า 15 ม. SPT อยู่ในช่วง 25-30 ครั้ง/ฟุต (Stiff Clay) เสาเข็มยาวกว่านี้อาจตอกได้ยากขึ้น นอกจากนั้นการวิเคราะห์แรงในเสาเข็มพบว่าเริ่มมีการดัดกลับของ B.M.D. และให้ความมั่นคงที่เพียงพอต่อการใช้งาน)



รูปที่ 7 โครงสร้างรูปแบบที่ 1 (Sheet Pile 12 ม. ร่วมกับหินถม)



รูปที่ 8 โครงสร้างรูปแบบที่ 2 (Sheet Pile 10 ม. ร่วมกับเสาเข็ม ยาว 18 ม.และหินถม)



รูปที่ 9 โครงสร้างรูปแบบที่ 3 (Sheet Pile 8 ม. ร่วมกับเสาเข็มโต๊ะ ยาว 15 ม.และหินถม)

วิเคราะห์ความมั่นคงโดยหลักการ Limit Equilibrium Method (LEM)

การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 8 หน้าตัด ทุกระยะ 25 เมตร ตามแนวโครงสร้างคอนกรีตป้องกันแนวท่อ (Coffer Dam) หน้าตัดที่วิเคราะห์ประกอบไปด้วย Line 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 และ 27 ตามรูปแบบแปลนในรูปที่ 10 ซึ่งทำการวิเคราะห์ประกอบด้วย

(1) กรณีการวิเคราะห์

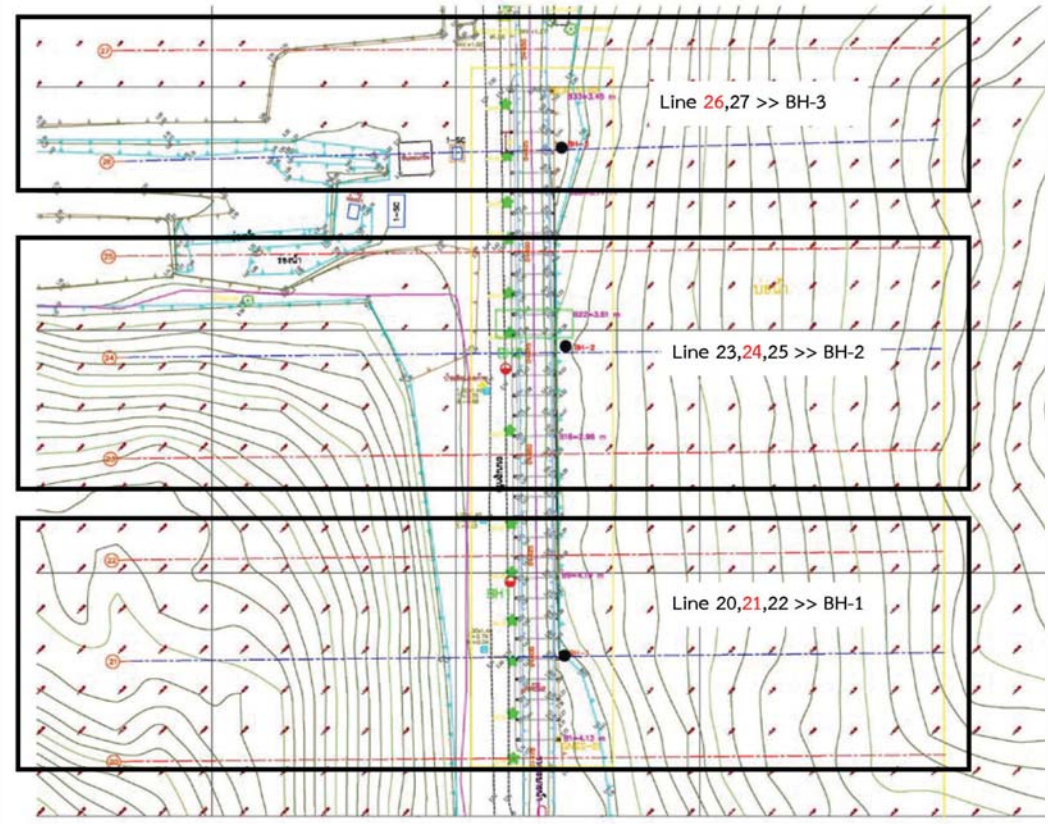
กรณีที่ 1 : สภาพปัจจุบัน

กรณีที่ 2 : กรณีน้ำในบ่อลดอย่างรวดเร็ว

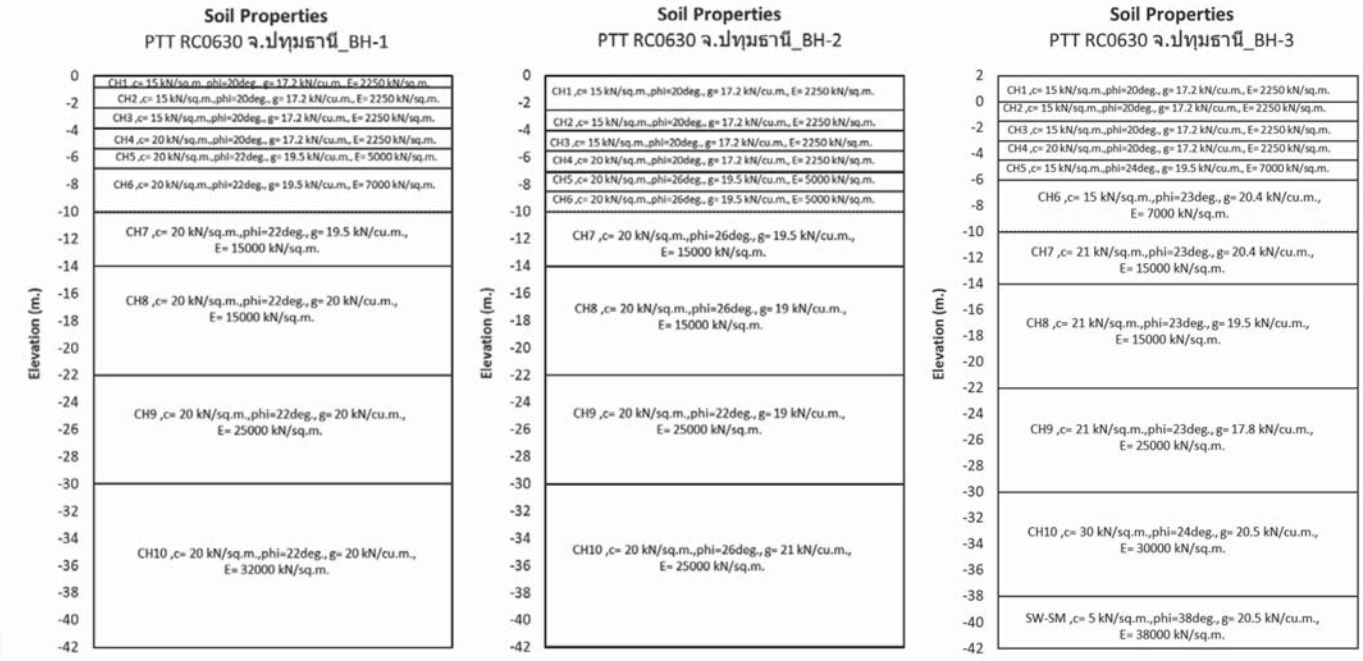
กรณีที่ 3 : กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะ

(2) วิเคราะห์ออกแบบเมื่อมีโครงสร้างป้องกัน เลือกโครงสร้างป้องกันรูปแบบที่ 3 คือ การปักเข็มพืด (Sheet Pile) 8 เมตร ร่วมกับเสาเข็มโต๊ะยาว 15 เมตร และหินถมป้องกันการกัดเซาะด้านหน้า

คุณสมบัติดินที่นำมาวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ซึ่งหน้าตัดที่วิเคราะห์ใกล้กับผลเจาะสำรวจดิน การแบ่งชั้นดินของแต่ละหน้าตัด แสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 10 แปลนหน้าตัดสำหรับการวิเคราะห์



รูปที่ 11 ลักษณะชั้นดินสำหรับการวิเคราะห์

เงื่อนไขการวิเคราะห์

1) ระดับอ้างอิง ระดับน้ำทะเลปานกลาง (รทก.)
2) แบบจำลองคุณสมบัติดินที่ใช้ในการวิเคราะห์ แบบจำลอง Mohr-Coulomb
3) หน้าตัดสำหรับการวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน 8 หน้าตัด บริเวณ Line 20-27
4) น้ำหนักจร (Live load) กรณีป้องกัน กำหนดให้รับน้ำหนักบรรทุก 1 ตัน/ตร.ม. บนถนน
5) รอยแตกบนผิวดิน (Tension crack) ไม่ได้จำลอง
6) แรงจากแผ่นดินไหว (Seismic load) ไม่ได้จำลอง
7) ระดับน้ำในบ่อน้ำ อยู่ที่ระดับ +1.87 ม.รทก.
8) ข้อมูลท่อส่งก๊าซขนาด 36” O.D.0.406” WT API 5LX65 Pipe : FBE 16 MILS
9) กรณีการวิเคราะห์ แสดงในตารางที่ 2

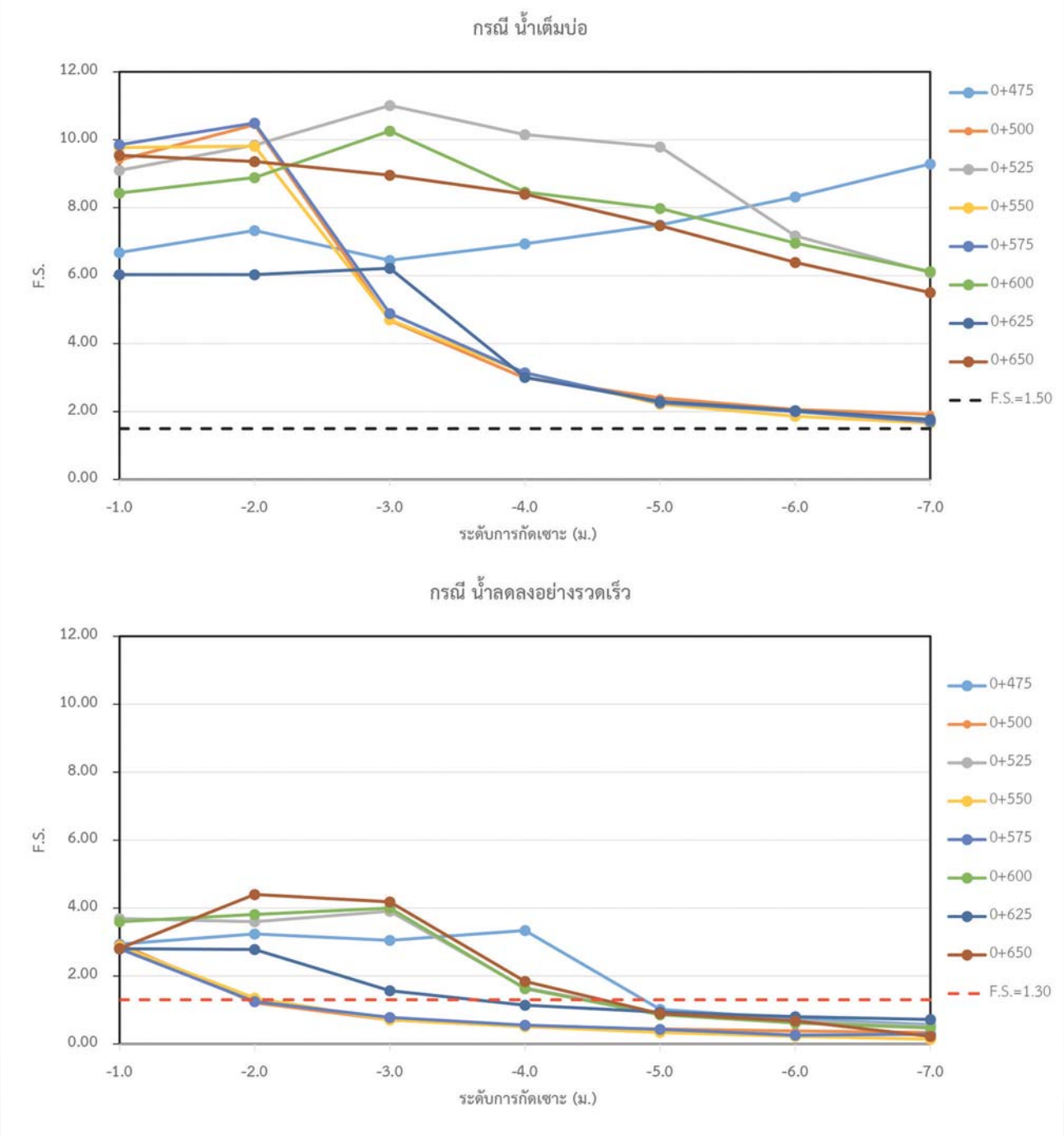
ตารางที่ 2 กรณีการวิเคราะห์

กรณีที่	รายละเอียด	ระดับน้ำในบ่อ (ม.)		Allowable F.S.
		บ่อใหญ่	บ่อเล็ก	
1	สภาพปัจจุบัน	น้ำเต็มบ่อ	น้ำเต็มบ่อ	1.50
2	กรณีน้ำในบ่อลดอย่างรวดเร็ว (Rapid Drawdown)	น้ำลดระดับอย่างรวดเร็ว	น้ำเต็มบ่อ	1.30
3	กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะ (จนถึงชั้นดินอ่อน)	น้ำเต็มบ่อ	น้ำเต็มบ่อ	1.50
4	กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะ (จนถึงชั้นดินอ่อน)	น้ำลดระดับอย่างรวดเร็ว	น้ำเต็มบ่อ	1.30
5	กรณีออกแบบป้องกัน			
5.1	ป้องกันด้วย SP ร่วมกับเสาเข็มโต๊ะและหินถมด้านหน้า กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะ ระดับ – 2.00 ม.	น้ำเต็มบ่อ	น้ำเต็มบ่อ	1.50
5.2	ป้องกันด้วย SP ร่วมกับเสาเข็มโต๊ะและหินถมด้านหน้า กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะ ระดับ – 7.00 ม.	น้ำเต็มบ่อ	น้ำเต็มบ่อ	1.50
5.3	ป้องกันด้วย SP ร่วมกับเสาเข็มโต๊ะและหินถมด้านหน้า กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะ ระดับ – 2.00 ม.	น้ำลดระดับอย่างรวดเร็ว	น้ำเต็มบ่อ	1.30
5.4	ป้องกันด้วย SP ร่วมกับเสาเข็มโต๊ะและหินถมด้านหน้า กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะ ระดับ – 7.00 ม.	น้ำลดระดับอย่างรวดเร็ว	น้ำเต็มบ่อ	1.30

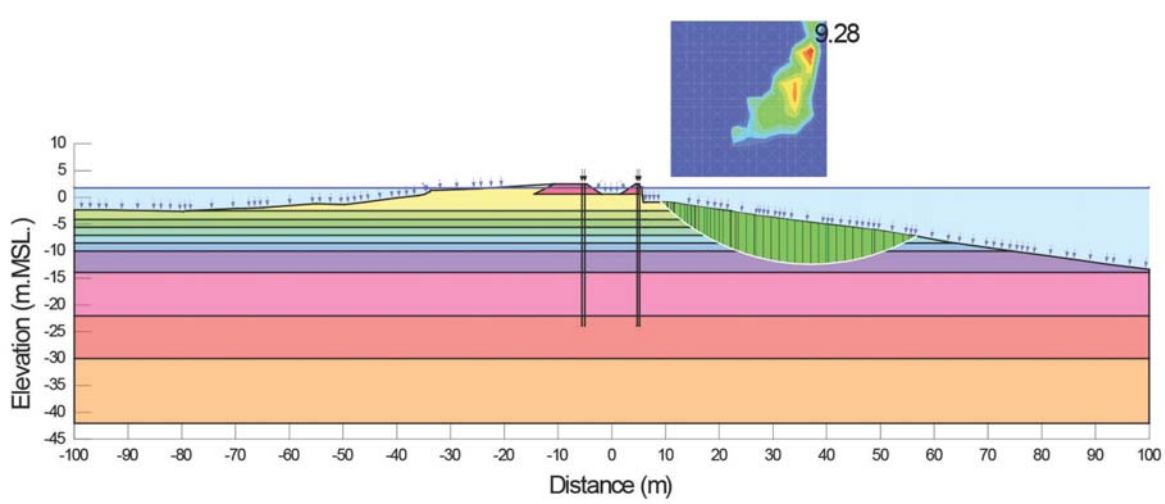
ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน

1) กรณีสภาพปัจจุบันและกรณีน้ำในบ่อลดอย่างรวดเร็ว (Rapid Drawdown) ค่าอัตราส่วนความปลอดภัย (F.S.) ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับกรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะ หน้าตัดที่ 23 และ 24 สามารถกัดเซาะได้ถึงระดับ -2.00 เมตร หน้าตัดที่ 26 สามารถกัดเซาะได้ถึงระดับ -4.00 เมตร หน้าตัดที่ 21,22 และ 25 สามารถกัดเซาะได้ถึงระดับ -4.00 เมตร เมื่อสภาวะน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว แสดงผลการวิเคราะห์ในรูปที่ 12 ตัวอย่างลักษณะการพิบัติแสดงดังรูปที่ 13

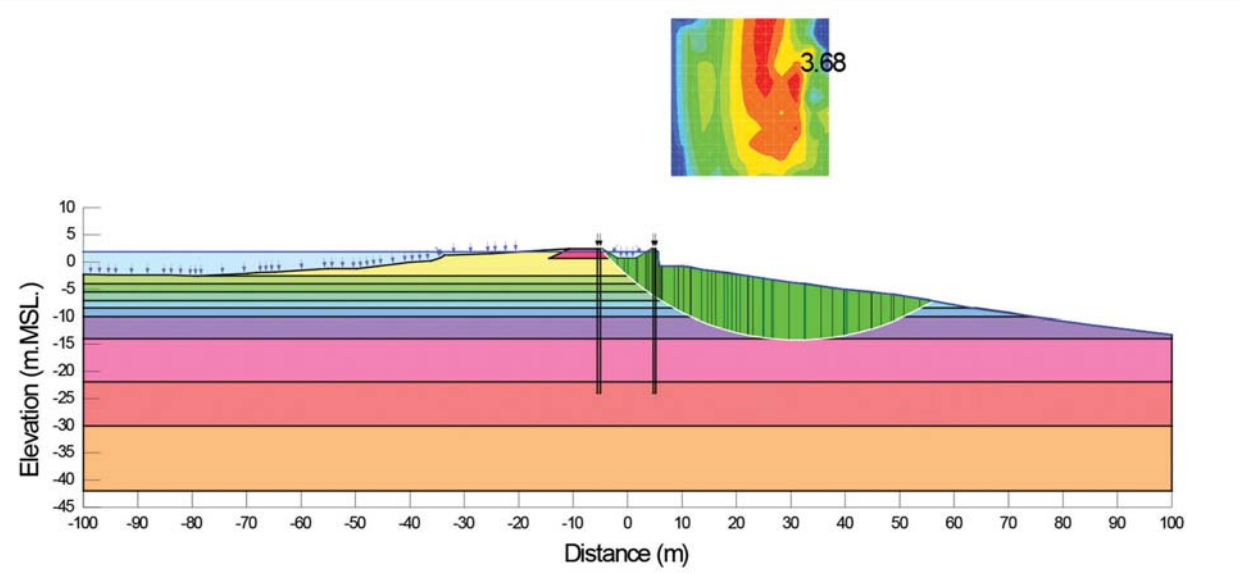
2) วิเคราะห์ออกแบบเมื่อมีโครงสร้างป้องกัน (รูปแบบที่ 3) ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนความปลอดภัย (F.S.) ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทุกกรณีดังรูปที่ 14 ตัวอย่างลักษณะการพิบัติแสดงดังรูปที่ 15



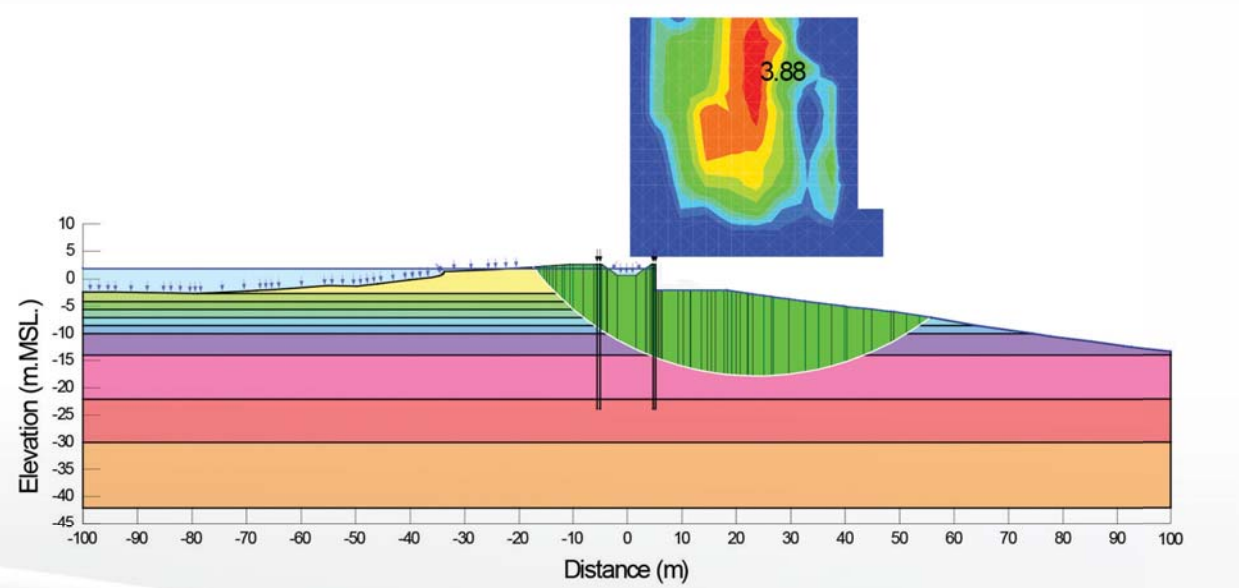
รูปที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงสภาพหน้าตัดปัจจุบัน กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะ



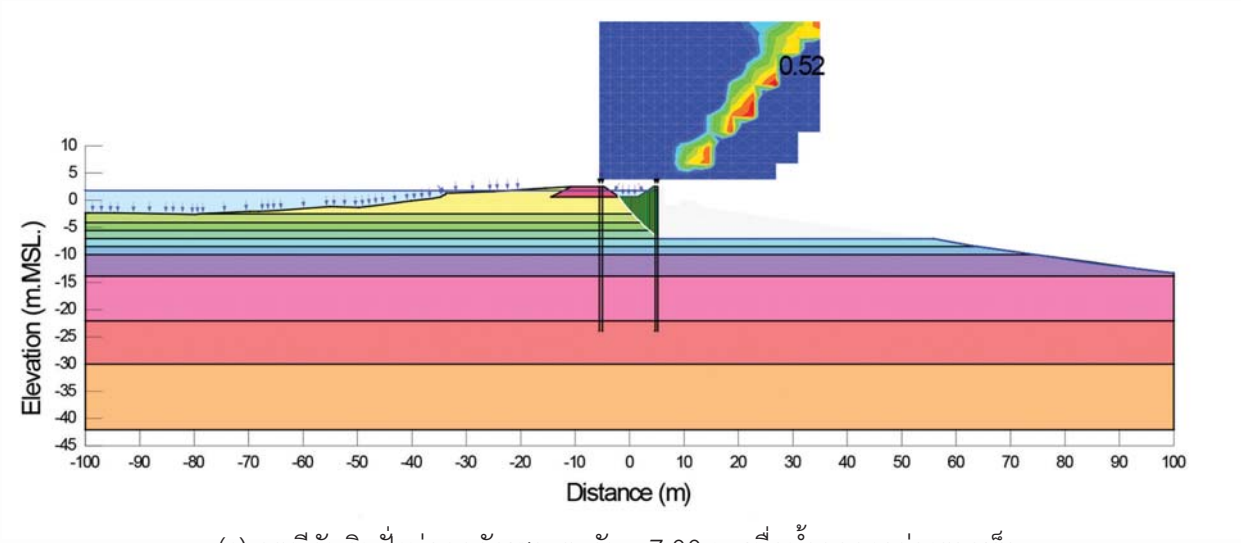
(ก) กรณีสภาพปัจจุบัน



(ข) กรณีน้ำในบ่อลดอย่างรวดเร็ว

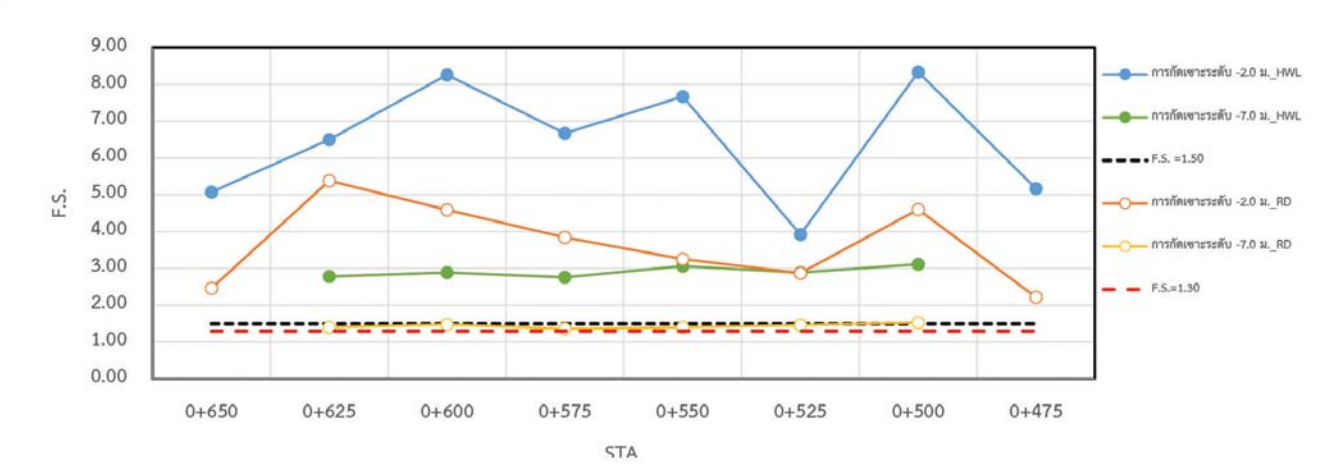


(ค) กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะระดับ –2.00 ม. เมื่อน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว

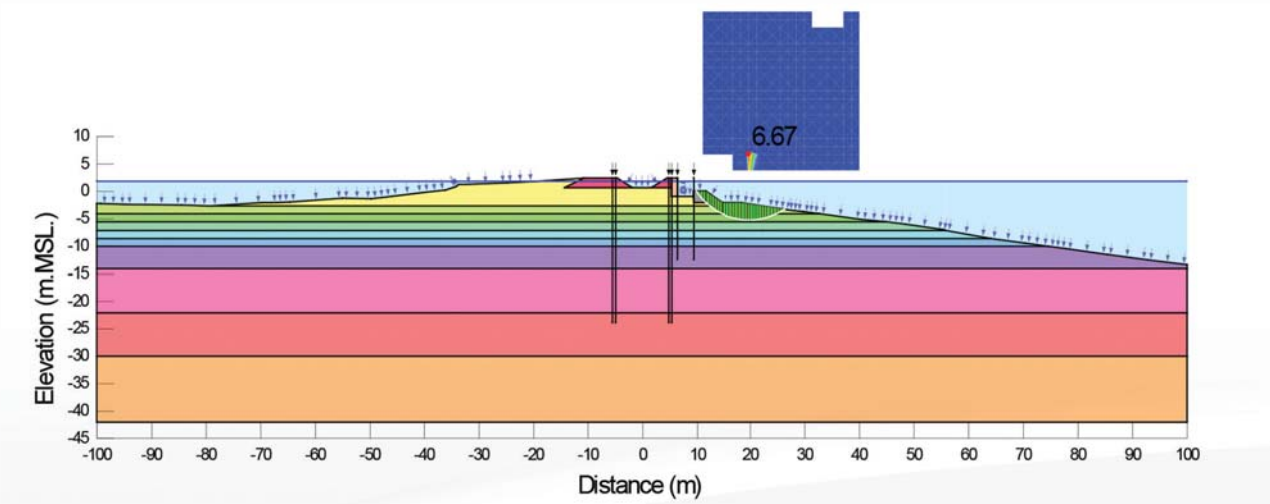


(ง) กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะระดับ –7.00 ม. เมื่อน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว

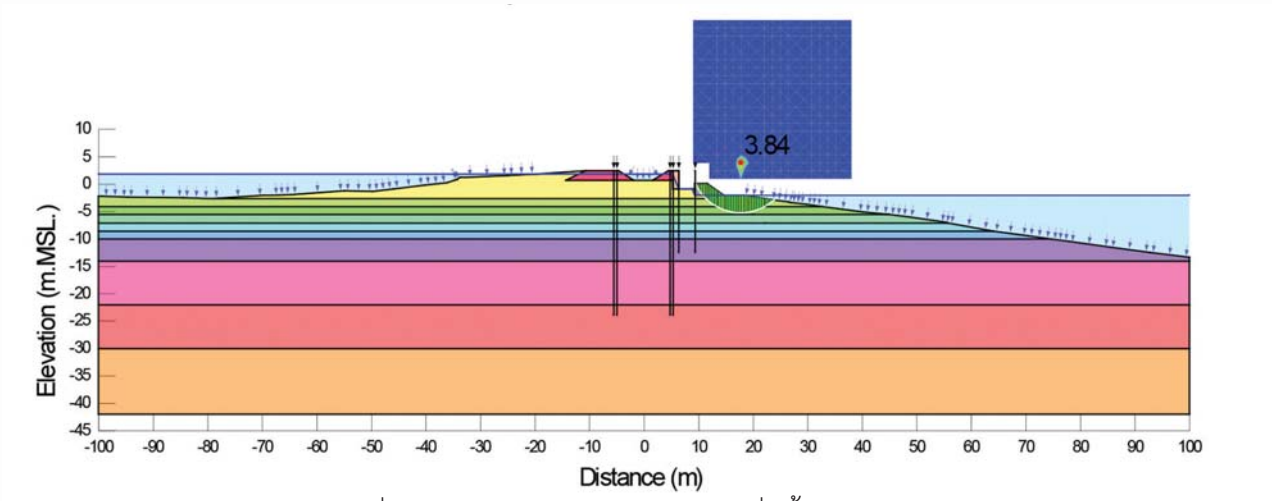
รูปที่ 13 ลักษณะการพิบัติบริเวณหน้าตัด Line 24 (STA.0+475)



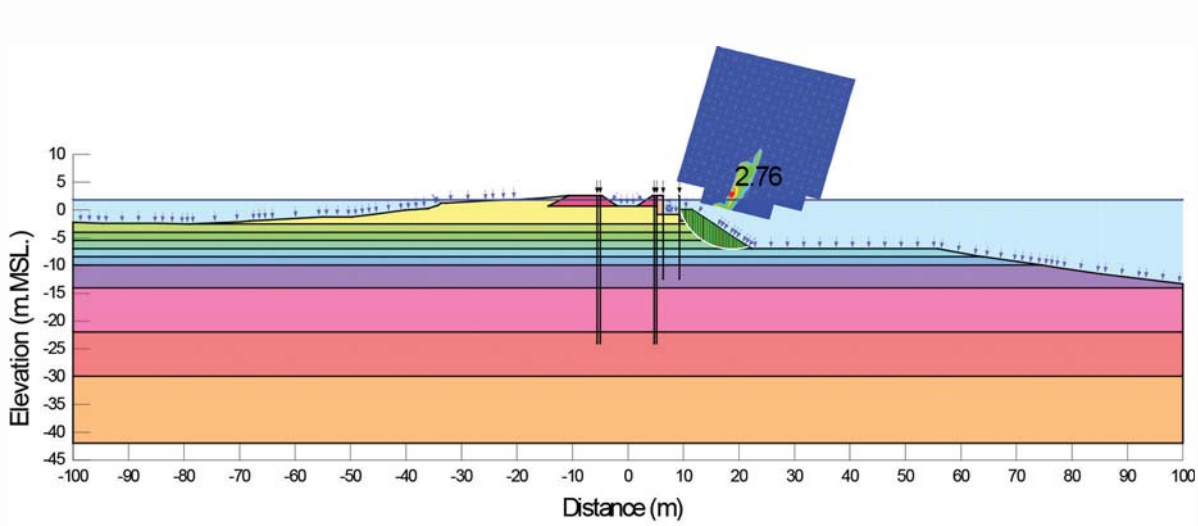
รูปที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงเมื่อทำการออกแบบป้องกันการกัดเซาะ



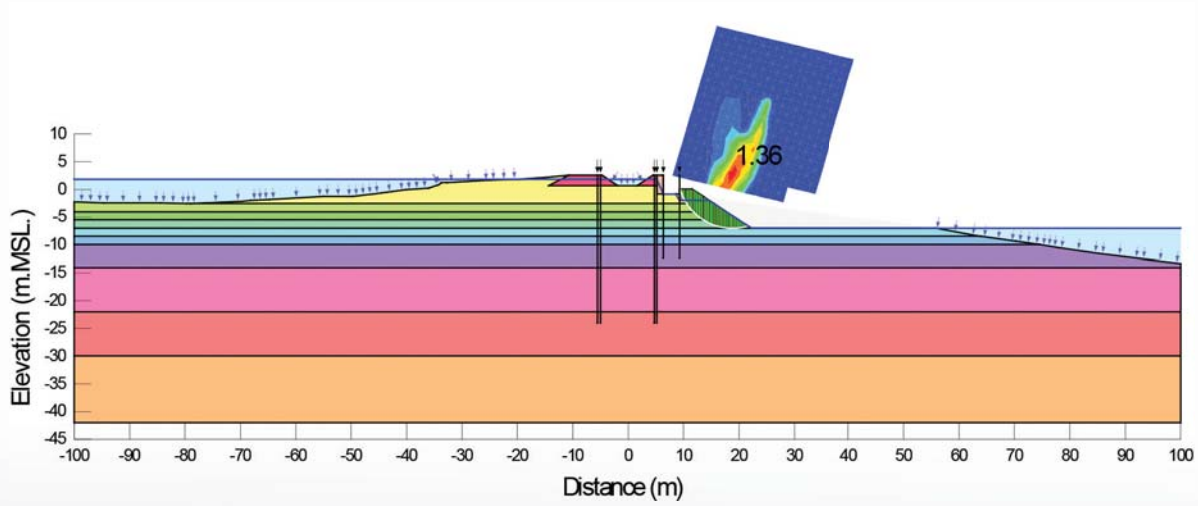
(ก) กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะระดับ –2.00 ม. เมื่อน้ำเต็มบ่อ



(ข) กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะระดับ –2.00 ม. เมื่อน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว



(ค) กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะระดับ –7.00 ม. เมื่อน้ำเต็มบ่อ



(ง) กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะระดับ –7.00 ม. เมื่อน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว

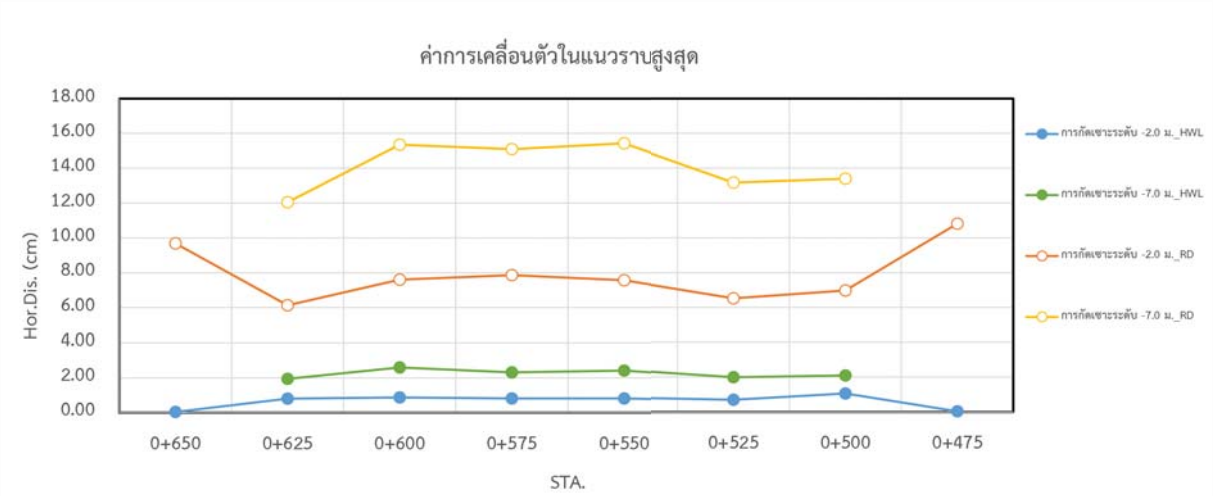
รูปที่ 15 ลักษณะการพิบัติเมื่อมีโครงสร้างป้องกัน บริเวณหน้าตัด Line 24 (STA.0+475)

วิเคราะห์การเคลื่อนตัวของลาดดิน และหน่วยแรงในโครงสร้าง

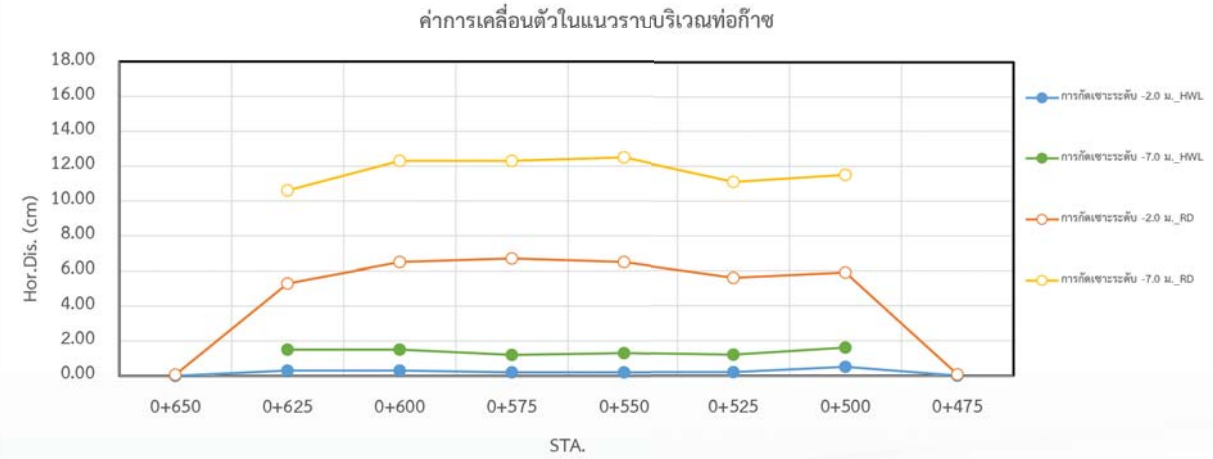
การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวบริเวณท่อก๊าซใช้หลักการ Finite Element Method (FEM) ได้ผลแต่ละกรณีมีดังนี้

- กรณีออกแบบป้องกัน กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะ ระดับ –2.00 ม. น้ำเต็มบ่อ การเคลื่อนตัวในแนวราบมีค่า 0.20-0.50 ซม.
- กรณีออกแบบป้องกัน กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะ ระดับ –7.00 ม. น้ำเต็มบ่อ การเคลื่อนตัวในแนวราบมีค่า 1.20-1.60 ซม.
- กรณีออกแบบป้องกัน กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะ ระดับ –2.00 ม. น้ำลดลงอย่างรวดเร็ว การเคลื่อนตัวในแนวราบมีค่า 5.30-6.70 ซม.
- กรณีออกแบบป้องกัน กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะ ระดับ –7.00 ม. น้ำลดลงอย่างรวดเร็ว การเคลื่อนตัวในแนวราบมีค่า 10.60-12.50 ซม.

แสดงผลการวิเคราะห์ในรูปที่ 16 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัว และหน่วยแรงที่เกิดขึ้นในเสาเข็ม แสดงในรูปที่ 17 ถึง 19

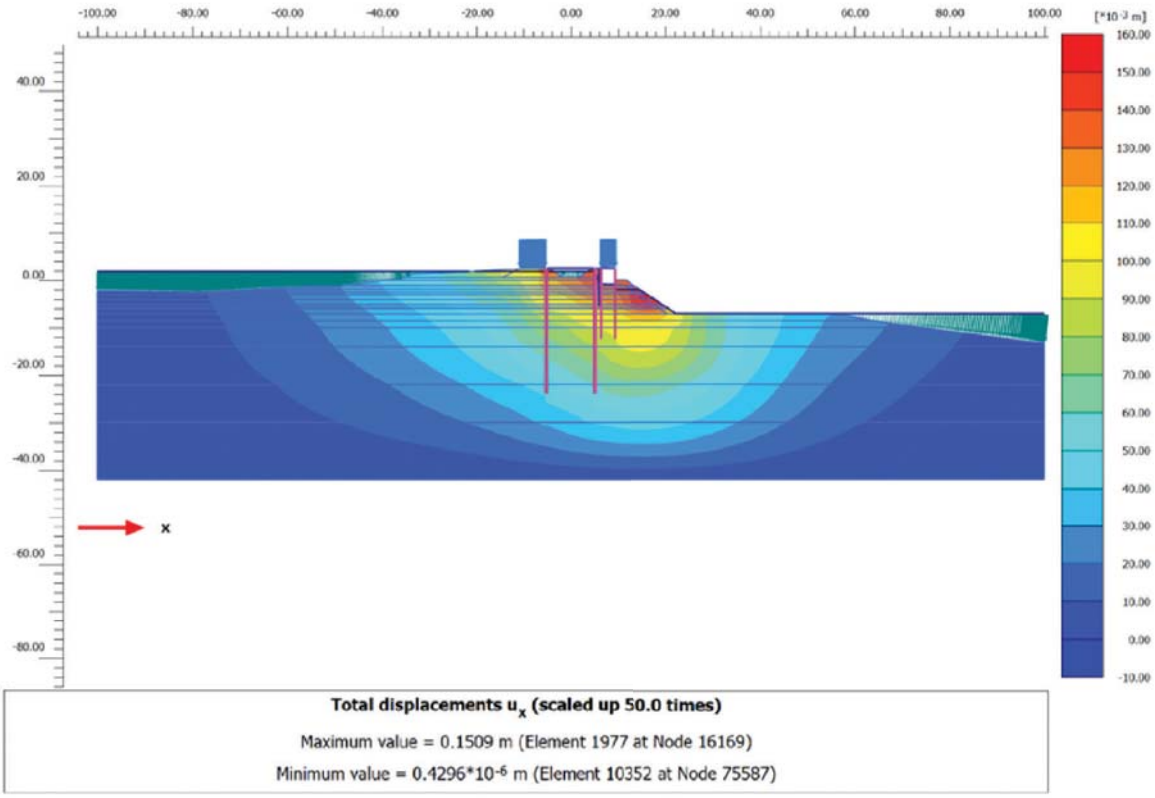


(ก) ค่าการเคลื่อนตัวในแนวราบสูงสุด

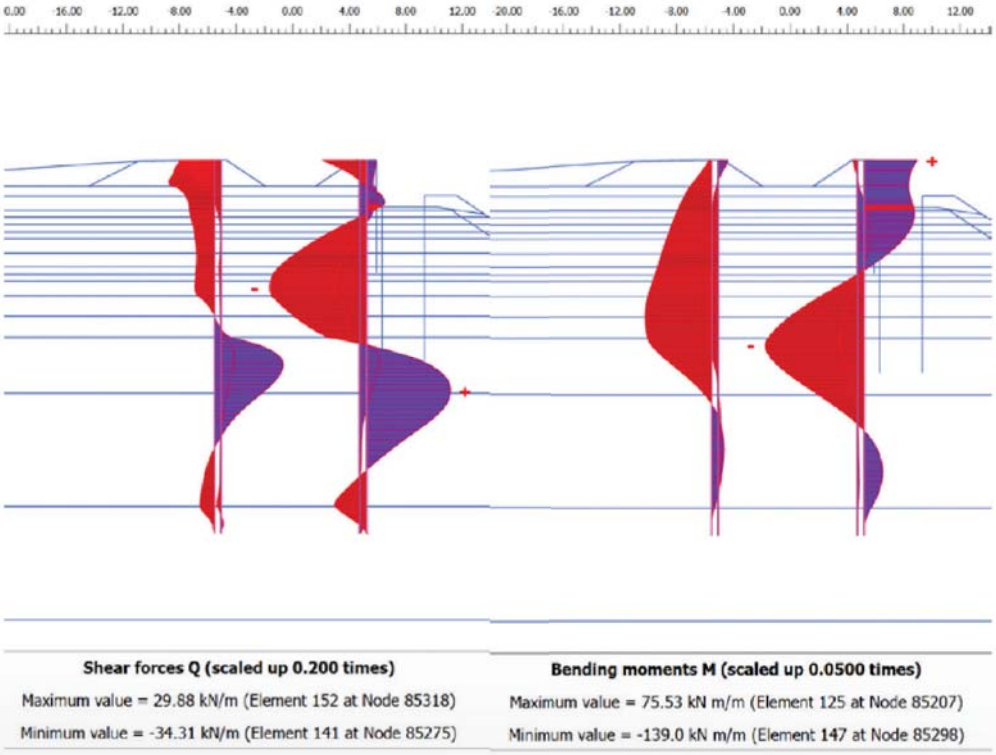


(ข) ค่าการเคลื่อนตัวในแนวราบบริเวณท่อก๊าซ

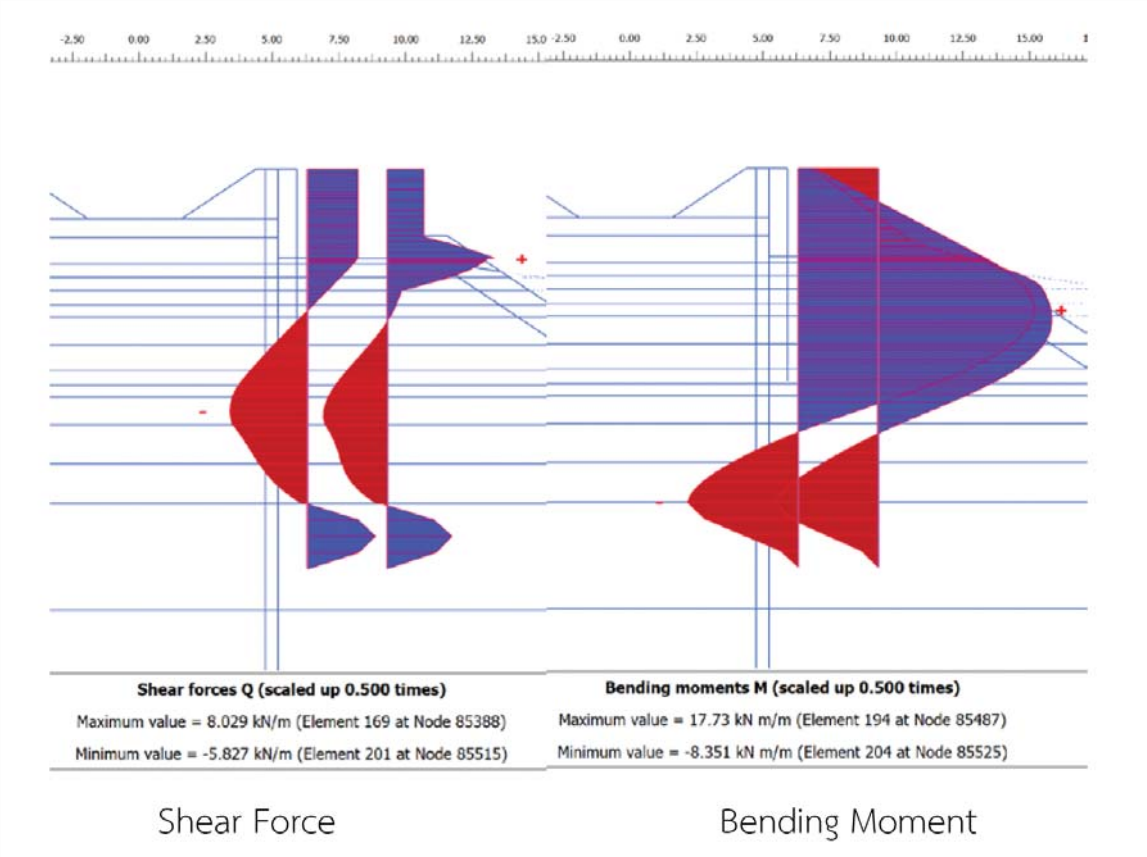
รูปที่ 16 ผลวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของดินและท่อก๊าซ



รูปที่ 17 ตัวอย่าง Horizontal Displacement กรณีมีโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะ



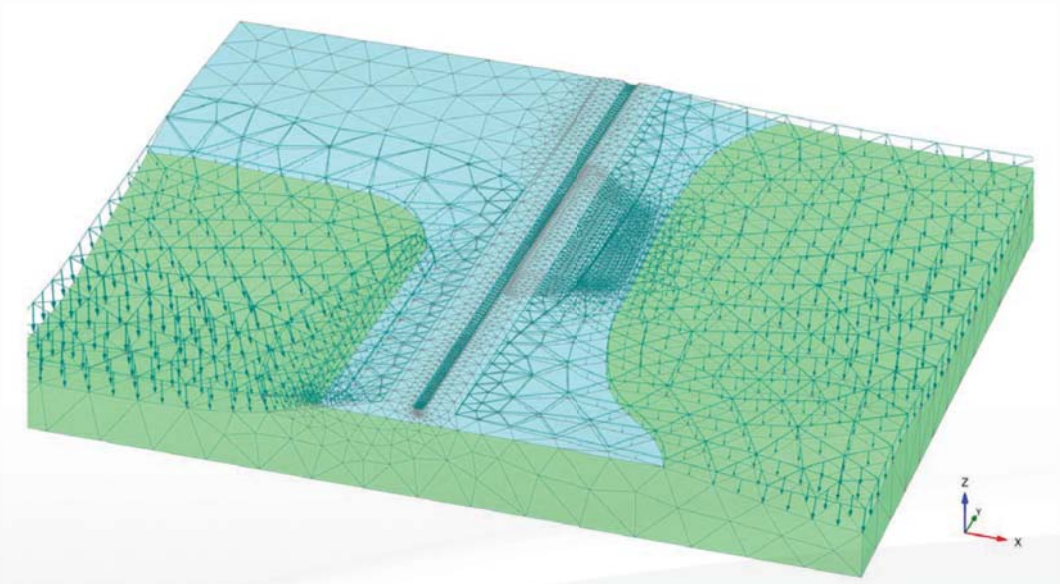
รูปที่ 18 แรงในเสาเข็มโครงสร้างเดิม



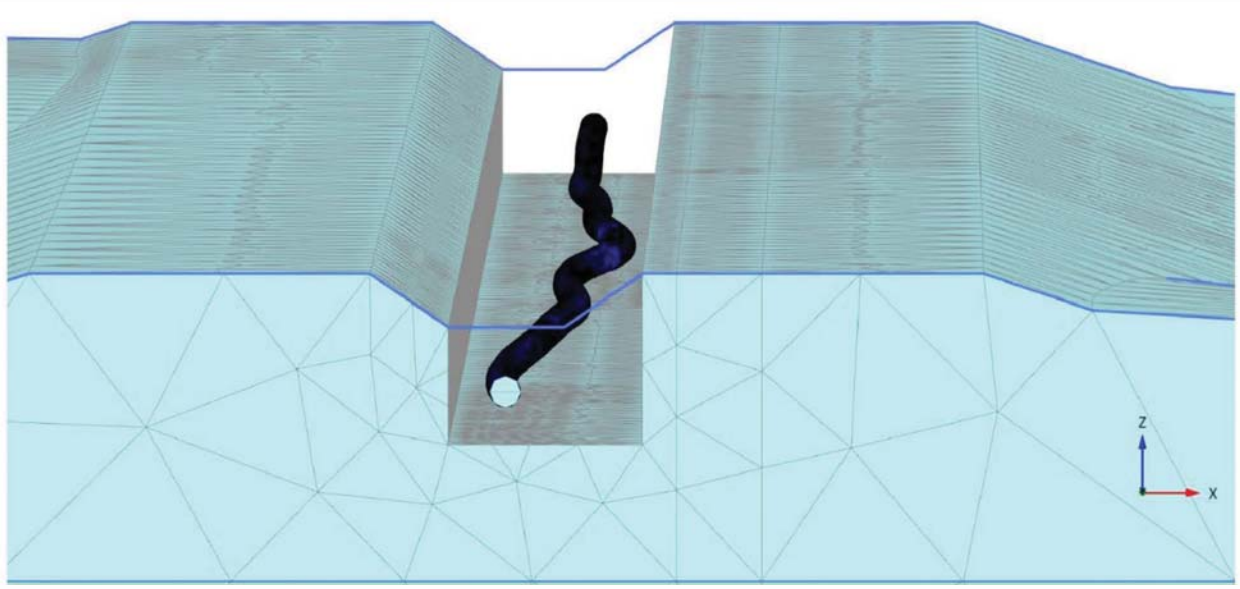
รูปที่ 19 แรงในเสาเข็มโครงสร้างใหม่

วิเคราะห์ Finite Element Method ในแบบ 3 มิติ

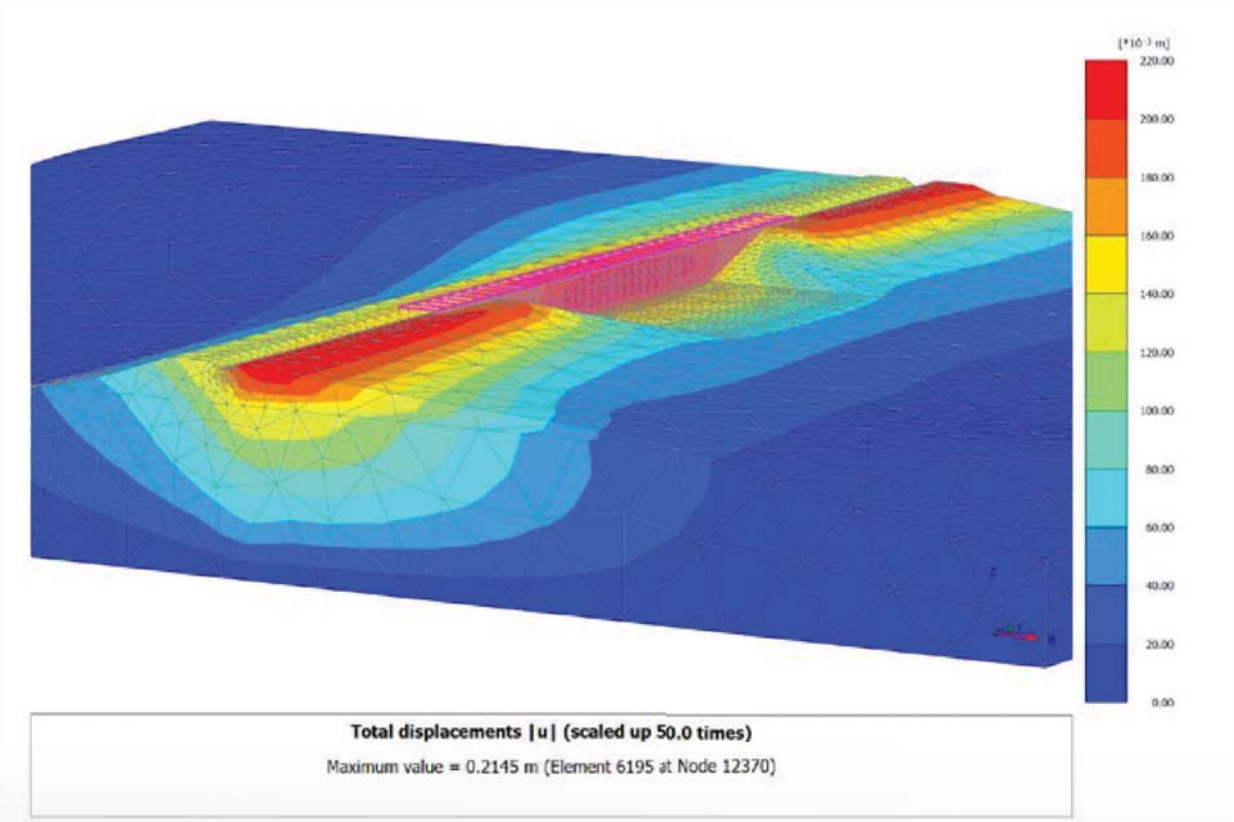
การวิเคราะห์ทำโดยนำผลสำรวจภูมิประเทศมาจำลองเพื่อทำการวิเคราะห์ภาพรวมของพื้นที่ศึกษา ดังรูปที่ 20 และ 21 ผลวิเคราะห์กรณีคันดินถูกกัดเซาะที่ระดับ -7.0 เมตร และน้ำในบ่อลดอย่างรวดเร็ว มีค่า 2.80, 21.16 และ 9.10 ซม. ตามลำดับตัวอย่างผลการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 22 และ 23



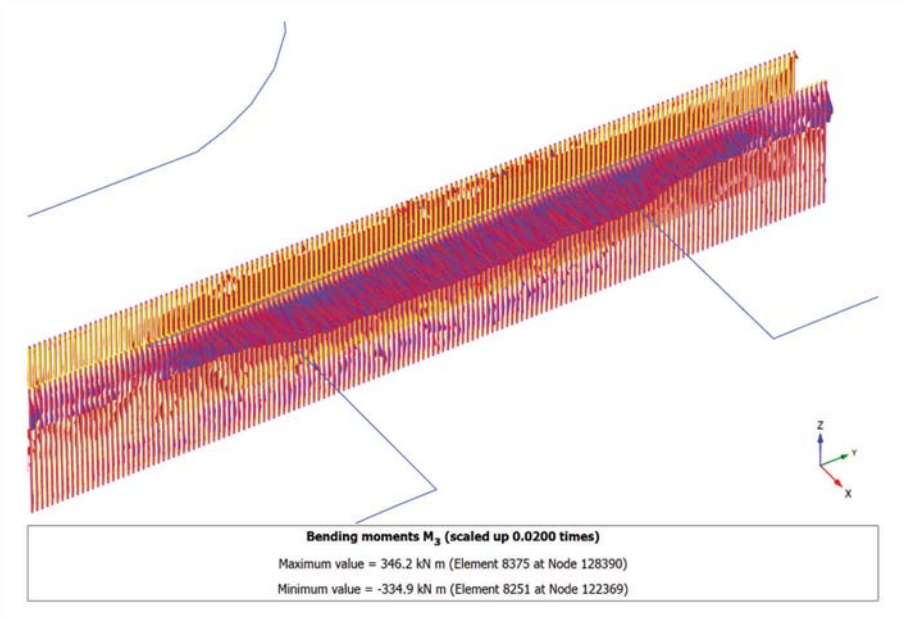
รูปที่ 20 ภาพรวมการวิเคราะห์ในแบบจำลอง 3 มิติ (ลักษณะ Mesh)



รูปที่ 21 ภาพรวมการวิเคราะห์ ในแบบจำลอง 3 มิติ (แนวท่อส่งก๊าซ)



รูปที่ 22 Total Displacement กรณีคันดินฝั่งบ่อถูกกัดเซาะระดับ -7.00 ม. เมื่อน้ำลดระดับอย่างรวดเร็ว



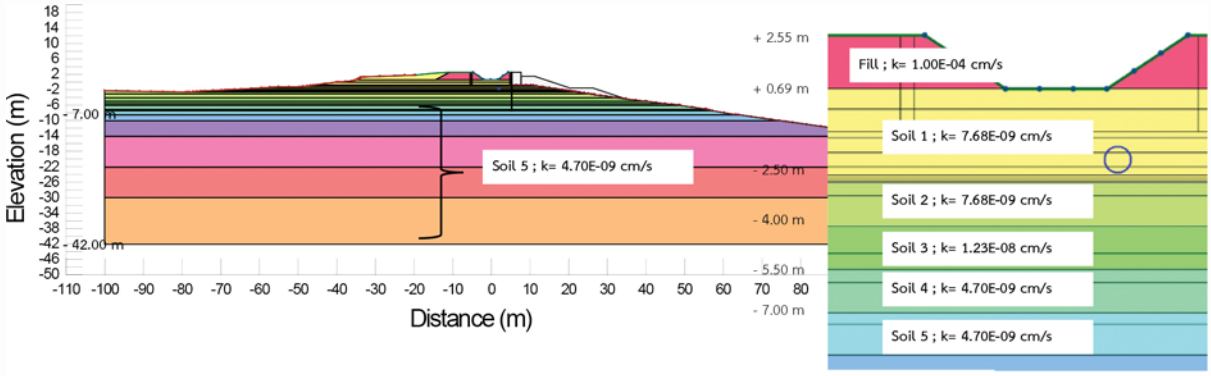
รูปที่ 23 ผลวิเคราะห์แรงในเสาเข็ม

วิเคราะห์การไหลซึมของน้ำ (Water Seepage Analysis)

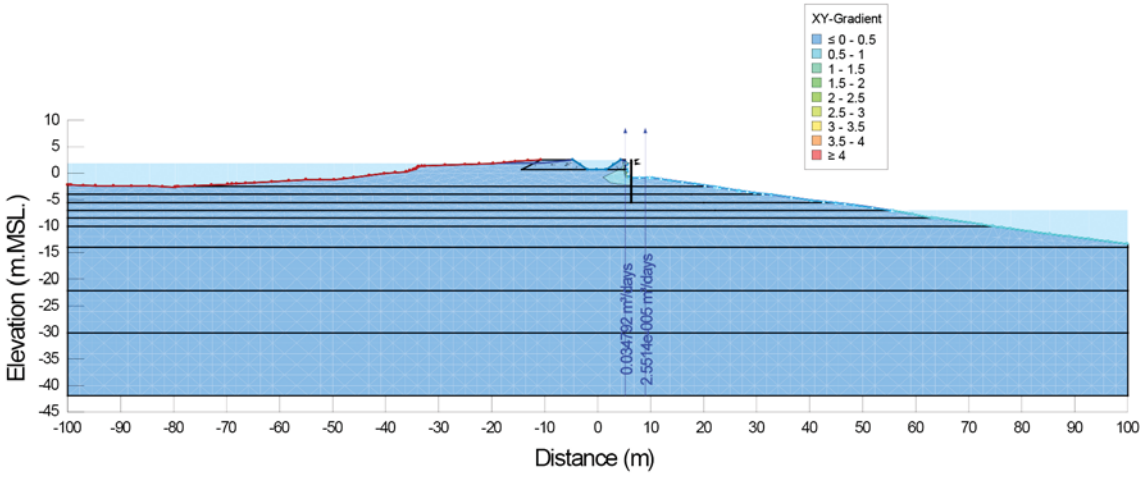
การวิเคราะห์การไหลซึม กรณีสภาพปัจจุบันระดับน้ำในบ่อ น้ำเต็มบ่อ, ระดับน้ำในบ่ออยู่ที่ระดับ +0.50 ม. และระดับน้ำในบ่ออยู่ที่ระดับ -7.00 ม. ซึ่งทำการวิเคราะห์ทั้งกรณีที่ยังไม่ได้ก่อสร้างเสาเข็มพืด (Sheet Pile) และกรณีเมื่อทำการออกแบบก่อสร้างเสาเข็มพืด (Sheet Pile Type III) ยาว 8 เมตร เพื่อป้องกันการไหล ค่าสัมประสิทธ์การซึมผ่านของน้ำในดินสำหรับการวิเคราะห์และตัวอย่างหน้าตัดชั้นดินแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 24 ผลการวิเคราะห์พบว่าเมื่อไม่มี Sheet pile หน้าตัด 0+475, 0+500, 0+625 และ 0+650 ค่า iมีค่าน้อยกว่า 1 ซึ่งโอกาสเกิดการกัดเซาะบริเวณท้ายตีน (toe) ลาดชันได้ยาก (หน้าตัด 0+475 และ 0+650 เป็นพื้นที่บริเวณไม่มีโครงสร้างป้องกัน) สำหรับหน้าตัดอื่นมีค่า i มากกว่า 1 มีโอกาสเกิดการกัดเซาะได้ง่าย และเมื่อทำการปัก Sheet pile พบว่าในทุกกรณี ของแต่ละหน้าตัด ค่า i มีค่าน้อยกว่า 1.0 ซึ่งสามารถป้องกันการกัดเซาะบริเวณท้ายตีน (toe) ลาดชันได้ ตัวอย่างผลการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 25 และ 26

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำในดินสำหรับการวิเคราะห์

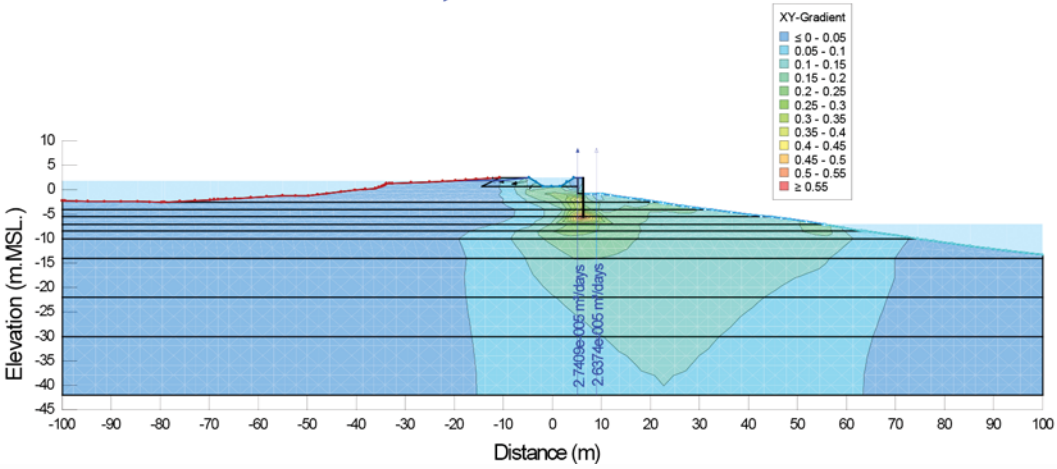
Soil	Design Elevation (m.MSL.)		Permeability, k (cm/s)
	From	To	
Fill Material	+2.55	+0.69	1.00E-04
Soil 1	+0.69	-2.50	7.68E-09
Soil 2	-2.50	-4.00	7.68E-09
Soil 3	-4.00	-5.50	1.23E-08
Soil 4	-5.50	-7.00	4.70E-09
Soil 5	-7.00	-42.00	4.70E-09



รูปที่ 24 ตัวอย่างรูปหน้าตัดและชั้นดินสำหรับวิเคราะห์การไหลซึม

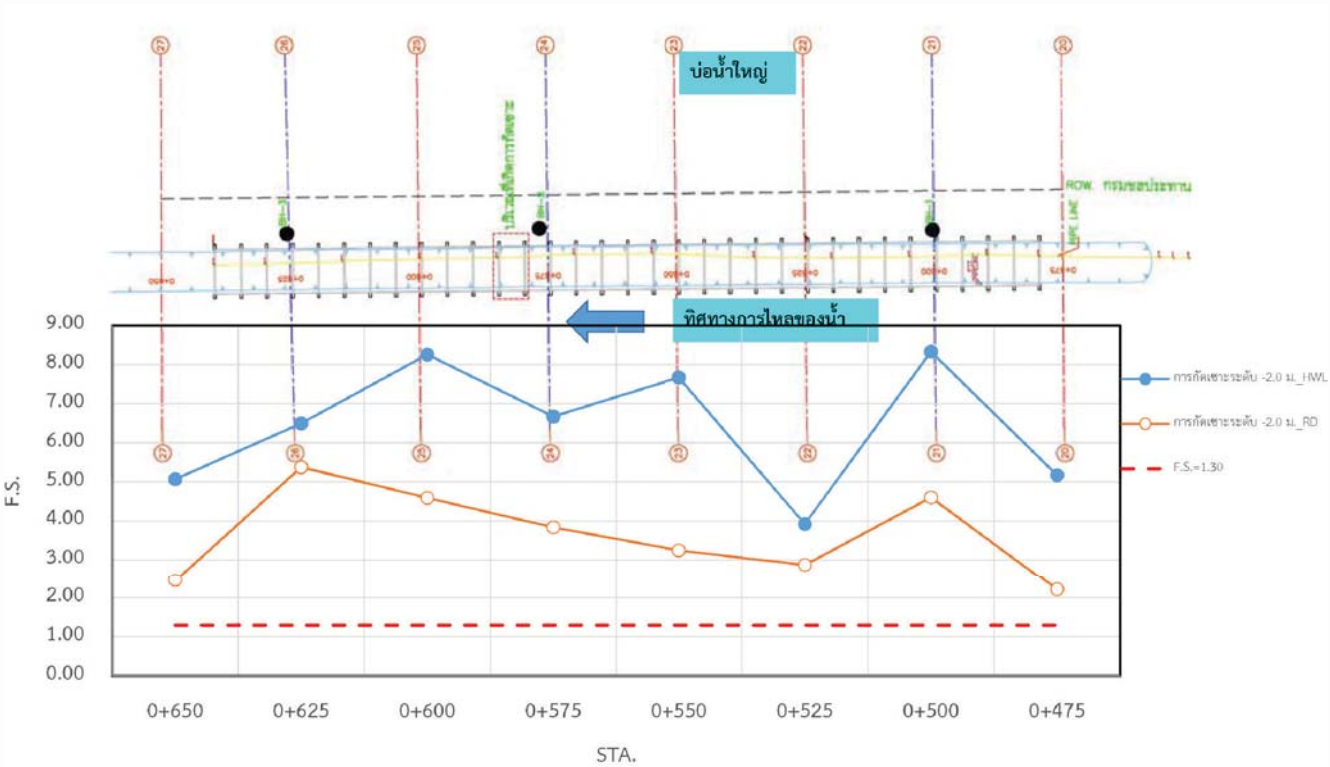


รูปที่ 25 ผลการวิเคราะห์ค่า i (max) กรณีระดับน้ำบ่อใหญ่ -7.00 ม. ไม่มี SPLine 24

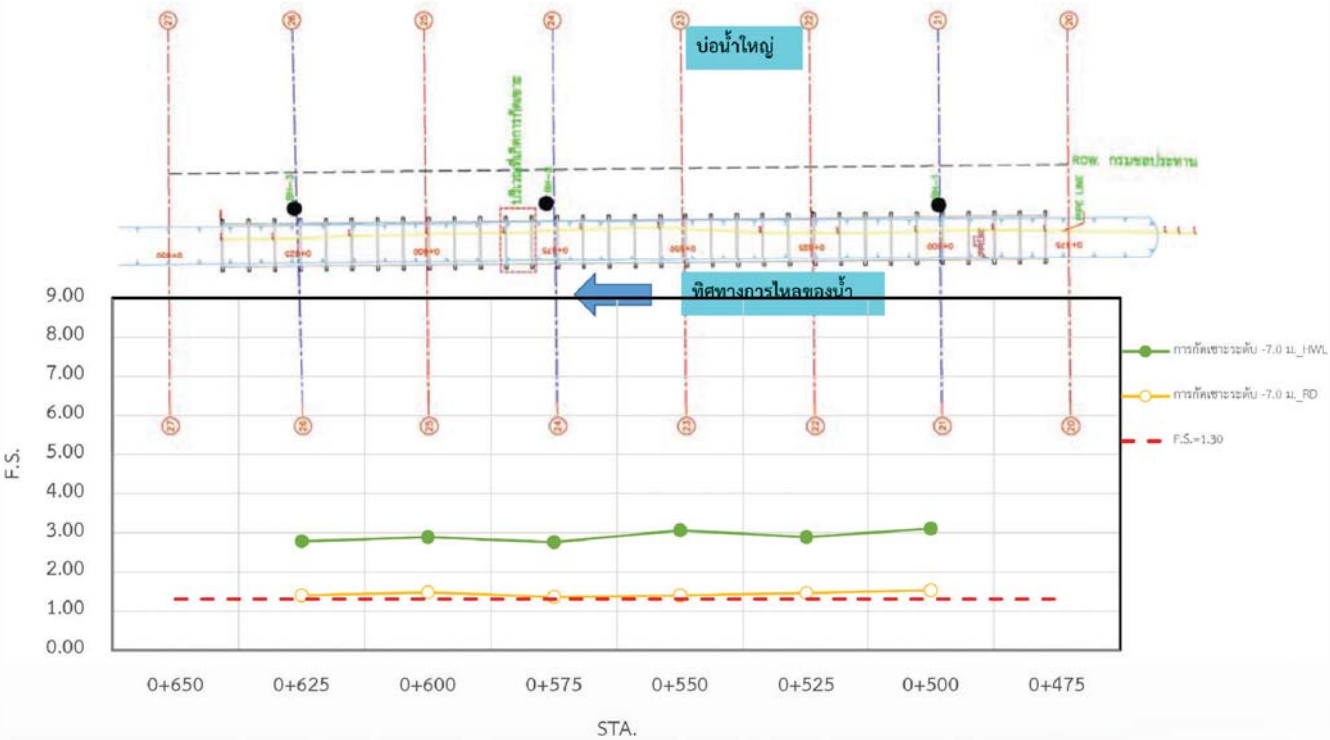


รูปที่ 26 ผลการวิเคราะห์ค่า i (toe) กรณีระดับน้ำบ่อใหญ่ -7.00 ม. SP III Line 24

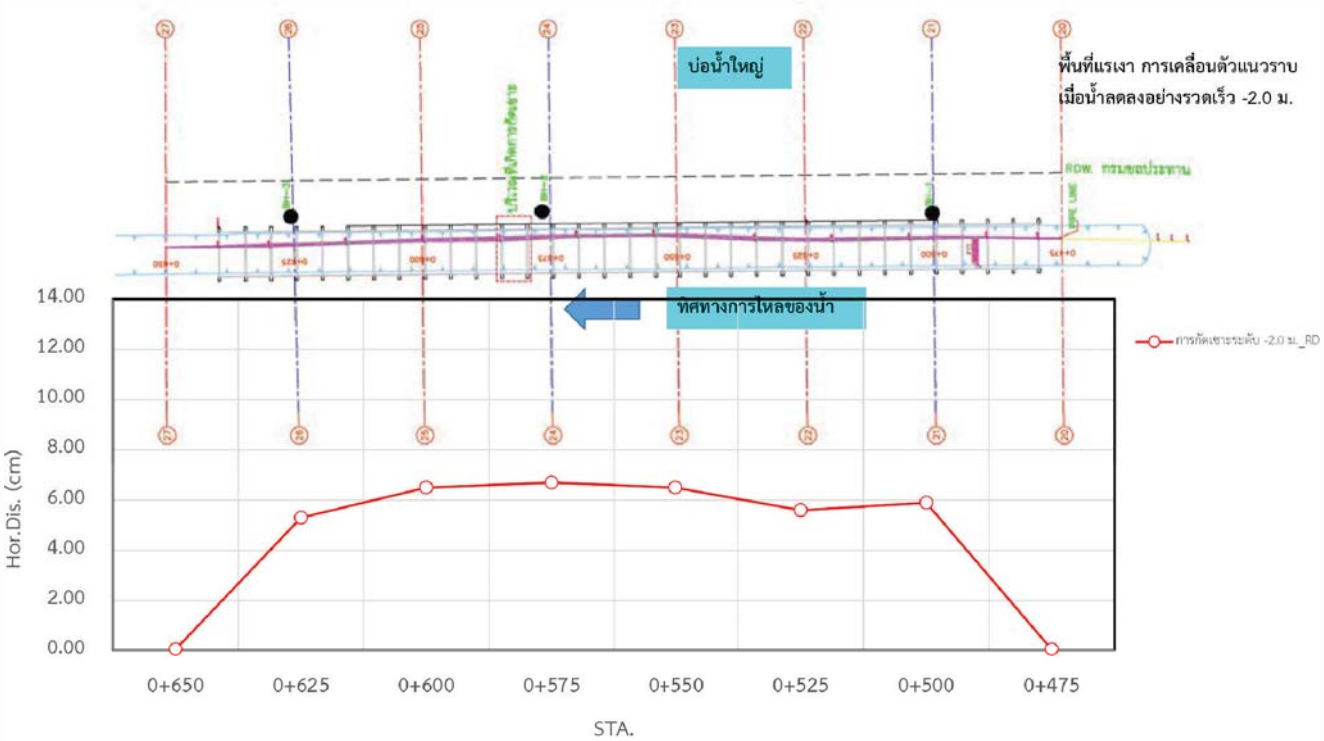
เมื่อนำผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดชัน การเคลื่อนตัวและการไหลซึม มาพิจารณาตามระยะของแนวท่อ แสดงได้ดังรูปที่ 27 ถึง 32 ซึ่งพบว่าบริเวณ หน้าตัด Line 23 (STA.0+550) และ Line 24 (STA.0+575) ผลการวิเคราะห์มีความสอดคล้องกับสภาพปัจจุบันที่เกิดการกัดเซาะ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความอ่อนไหวที่จะเกิดความเสี่ยงในการพิบัติมากกว่าบริเวณพื้นที่อื่น ๆ



รูปที่ 27 ค่าอัตราส่วนความปลอดภัย (F.S.) เมื่อกัดเซาะที่ระดับ -2.0 ม. ตามแนวท่อ

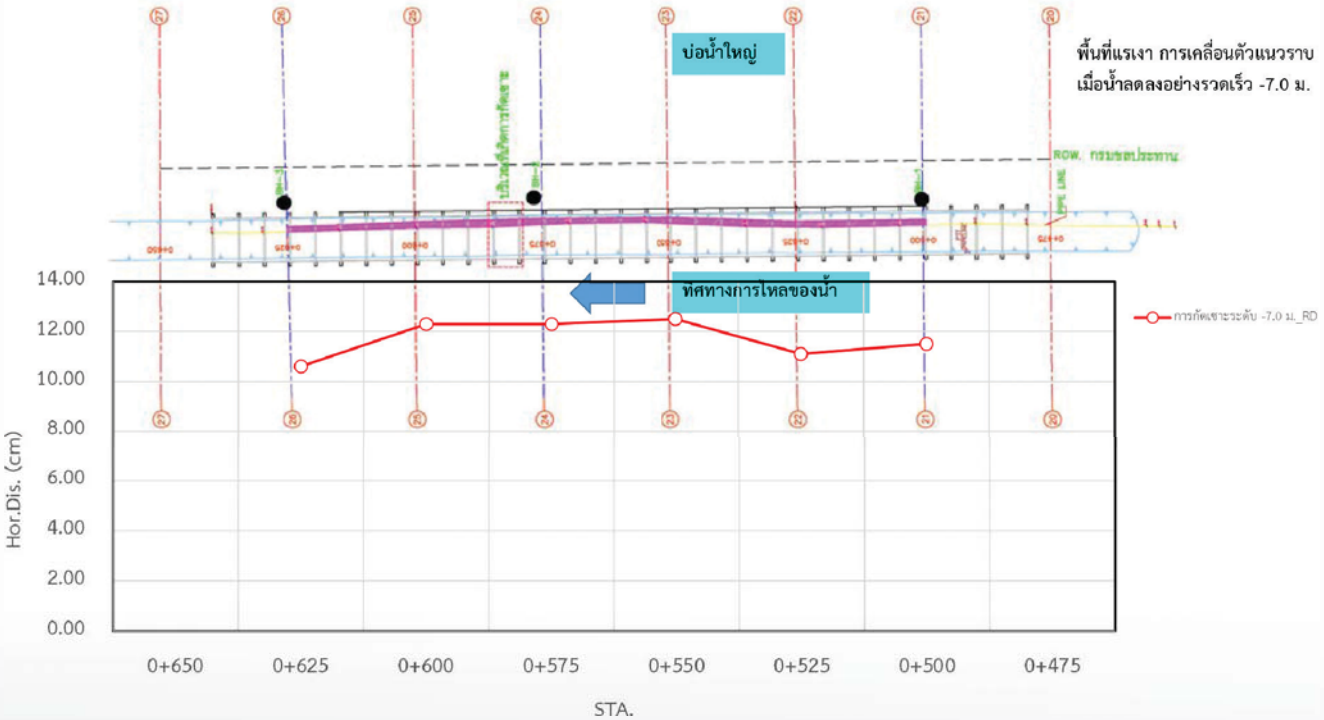


รูปที่ 28 ค่าอัตราส่วนความปลอดภัย (F.S.) เมื่อกัดเซาะที่ระดับ -7.0 ม. ตามแนวท่อ

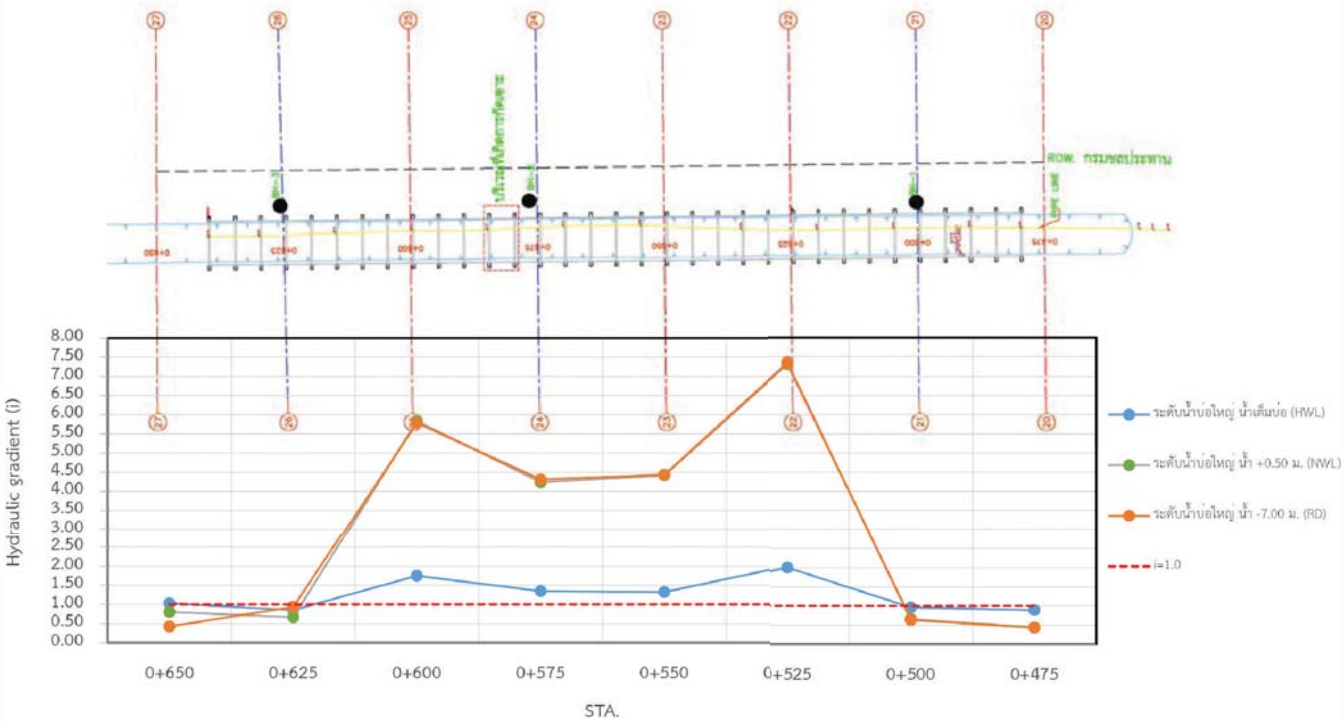


รูปที่ 29 ค่าการเคลื่อนตัวในแนวราบ เมื่อกัดเซาะที่ระดับ -2.0 ม. น้ำลดลงอย่างรวดเร็ว ตามแนวท่อ

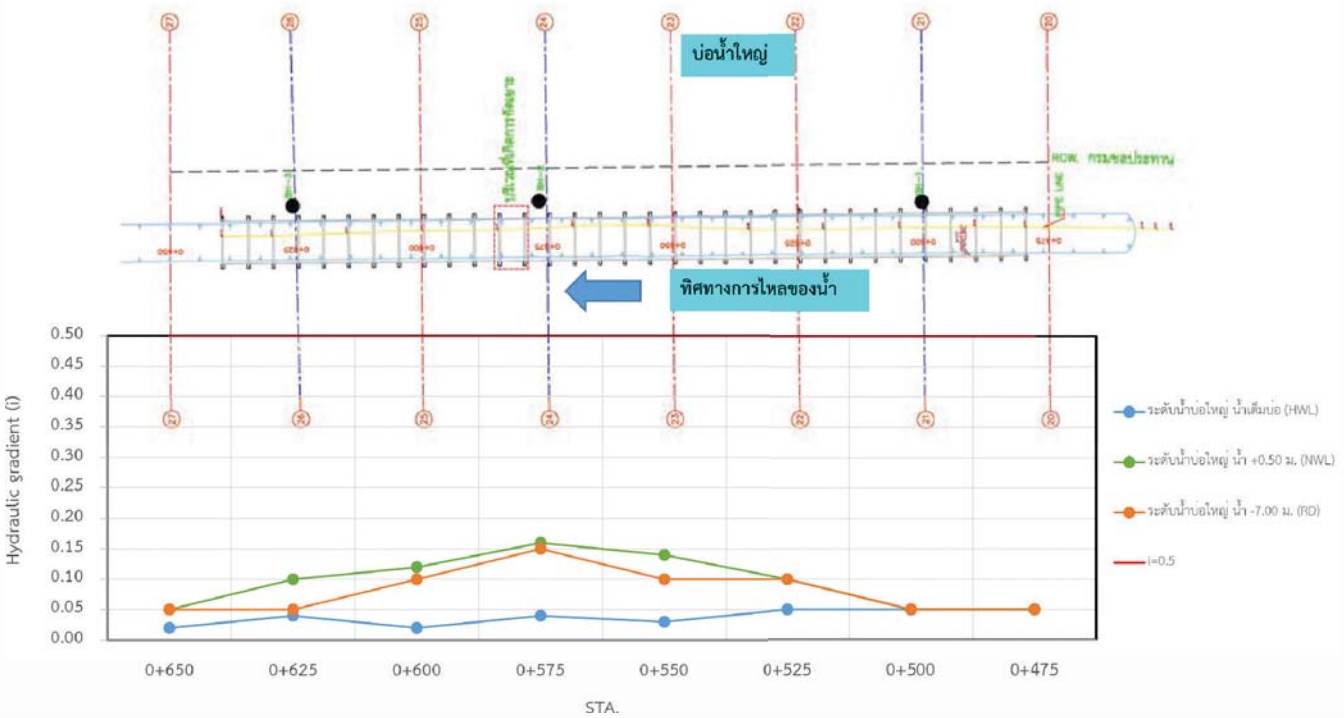
รูปที่ 29 ค่าการเคลื่อนตัวในแนวราบ เมื่อกัดเซาะที่ระดับ -2.0 ม. น้ำลดลงอย่างรวดเร็ว ตามแนวท่อ



รูปที่ 30 ค่าการเคลื่อนตัวในแนวราบ เมื่อกัดเซาะที่ระดับ -7.0 ม. น้ำลดลงอย่างรวดเร็ว ตามแนวท่อ



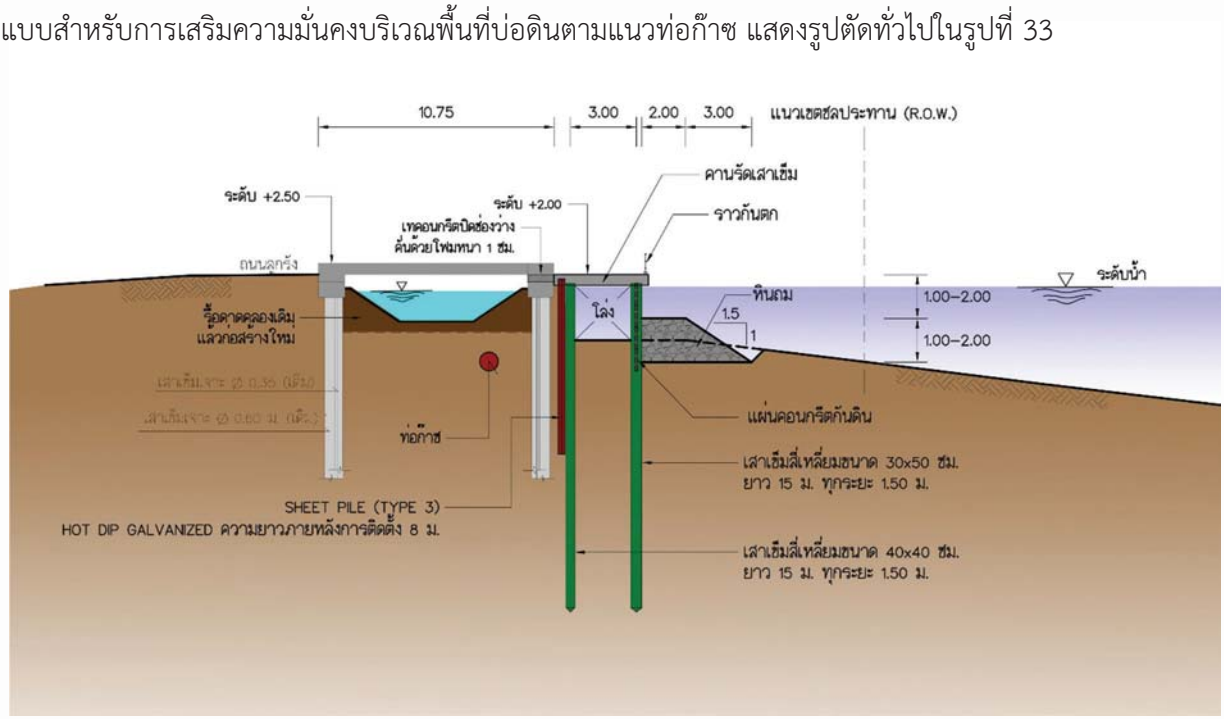
รูปที่ 31 ค่า Hydraulic gradient (i) บริเวณ toe ตามแนวท่อ ไม่มี Sheet Pile



รูปที่ 32 ค่า Hydraulic gradient (i) บริเวณ toe ตามแนวท่อ ปัก Sheet Pile

แบบก่อสร้าง

แบบสำหรับการเสริมความมั่นคงบริเวณพื้นที่บ่อดินตามแนวท่อก๊าซ แสดงรูปตัดทั่วไปในรูปที่ 33



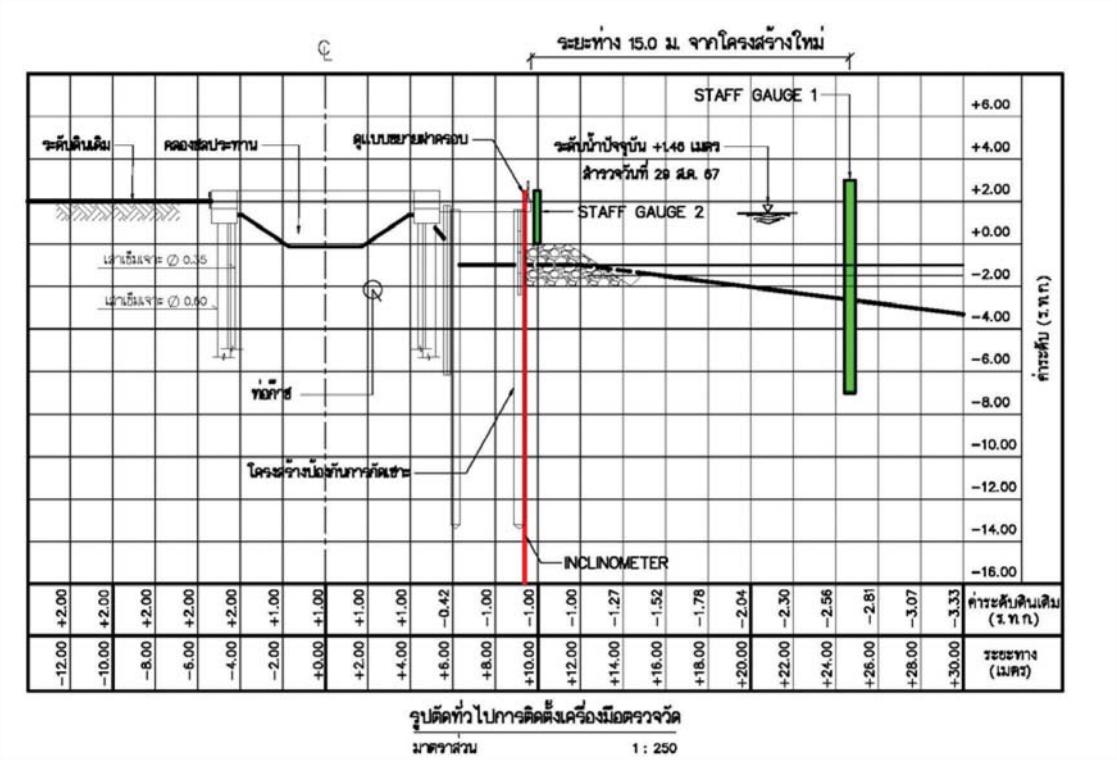
รูปที่ 33 รูปตัดทั่วไปสำหรับการเสริมความมั่นคงบริเวณพื้นที่บ่อดินตามแนวท่อก๊าซ

การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดพฤติกรรม

กำหนดให้มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดพฤติกรรม 2 ชนิด คือ เครื่องมือตรวจวัดการเคลื่อนตัวดินระดับลึก (Inclinometer) ความลึก 30.0 เมตร และมาตรวัดระดับน้ำแนวตั้ง (Vertical Staff Gauge) ติดตั้งบนเสา ขนาด 15x15 ซม. ยาว 10 เมตร โดยติดตั้งให้ค่าระดับสอดคล้องกับระดับน้ำทะเลปานกลาง ดังรูปที่ 34 ซึ่งเกณฑ์เฝ้าระวังจากระดับน้ำ และการเคลื่อนตัวที่ได้จากการวัดค่าจาก Inclinometer แสดงในตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 เกณฑ์เฝ้าระวังจากระดับน้ำ

เกณฑ์การเฝ้าระวังจากระดับน้ำ		
ระดับที่	การปฏิบัติ	ระดับน้ำ
1	เฝ้าระวัง	-1.0 ม.รทก.
2	เตือนภัย	-1.5 ม.รทก.
3	เสริมความแข็งแรงโครงสร้าง	-2.0 ม.รทก.



รูปที่ 34 รูปตัดทั่วไปการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัด

ตารางที่ 5 เกณฑ์เฝ้าระวัง และมาตรการดำเนินการ

Trigger Level	Lateral Movement (cm.)	มาตรการดำเนินการ
Alarm Level 80% ของค่าออกแบบ	12.78	แจ้งผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายให้ทราบ
Alert Level 90% ของค่าออกแบบ	14.37	1. ตรวจสอบสาเหตุที่ทำให้โครงสร้างเกิดการเคลื่อนตัว 2. ตรวจสอบความเสียหายของโครงสร้าง Coffer Dam
Action Level 100% ของค่าออกแบบ	15.97	1. เสริมความแข็งแรงให้กับโครงสร้าง 2. ตรวจสอบความเสียหายของ โครงสร้าง Coffer Dam อย่างละเอียด 3. ตรวจสอบการเคลื่อนตัวของท่อก๊าซ

ผลการดำเนินงานก่อสร้าง

ขั้นตอนการก่อสร้างแสดงดังรูปที่ 35 และ 36 ตามลำดับ

ก) การตอก Sheet pile โดย Silent piler

(ข) การตั้งนั่งร้านเพื่อตอกเสาเข็ม

(ค) การตอกเสาเข็ม

(ง) การถมดินและหิน

(จ) การก่อสร้างคานรัดเสาเข็ม

รูปที่ 35 ขั้นตอนการก่อสร้าง

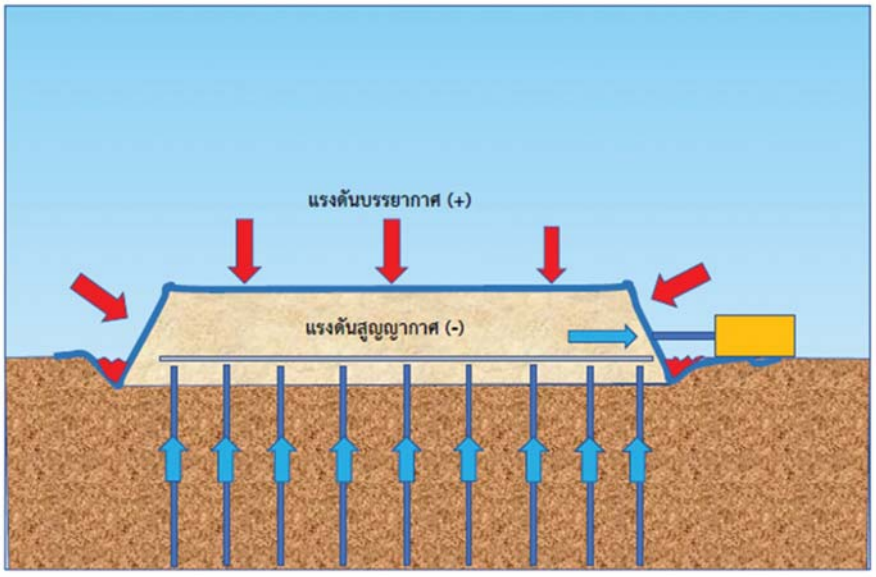
รูปที่ 36 โครงสร้างเสริมความมั่นคงบริเวณพื้นที่บ่อดินตามแนวท่อก๊าซ (23 ก.ย. 68)

การปรับปรุงคุณภาพดินโดยวิธี Vacuum Consolidation Method (VCM) โครงการพัฒนาภูมิทัศน์พื้นที่แก้มลิงทุ่งหิน ต.ยี่สาร อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม

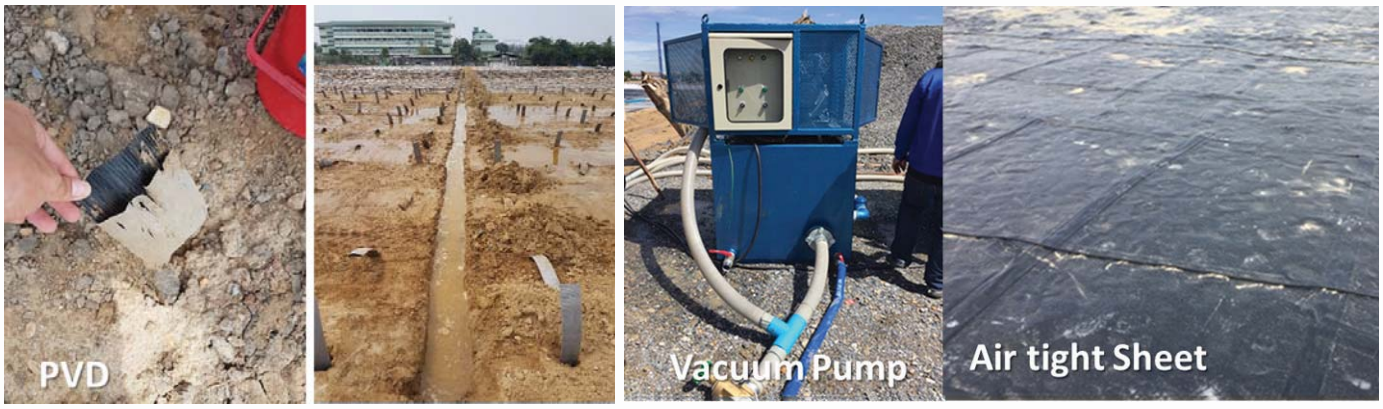
รัฐธรรม อิสโรหาร, Nishkarsha Koirala และสุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์

1. หลักการปรับคุณภาพดินโดยวิธี VCM

วิธีการที่ใช้ Preloading ร่วมกับ PVD ยังมีความล่าช้าในการในการปรับปรุงคุณภาพของดินเหนียวอ่อน จึงเกิดการคิดค้นวิธีการใช้แรงดันสุญญากาศ (Vacuum Pressure) รวมกับ PVD ซึ่งจะช่วยเร่งการทรุดตัวของดินเหนียวอ่อนและการสลายตัวของแรงดันน้ำในช่องว่าง (Bergado et al.,1998), (Indraratna et al., 2005) ระบบ Vacuum Consolidation Method คือ ระบบที่ใช้แรงดันสุญญากาศมาทดแทนการใช้ดินถมมาเป็นน้ำหนักกดทับล่วงหน้า วิธีการคือการใช้ปั๊มสุญญากาศดูดอากาศ และน้ำออกจากชั้นดินเหนียวอ่อนผ่านทางแผ่น PVD โดยจะทำการการปูแผ่น Geomembrane คือ Airtight Membrane ปิดทับชั้นดินที่ต้องการปรับปรุง แล้วต่อท่อเข้าปั๊มสุญญากาศ โดยแผ่น Airtight Membrane จะต้องมีการ Seal ขอบโดยการขุดร่องเพื่อฝังชายแผ่นลงไปในดิน เพื่อไม่ให้มีการรั่วของระบบสุญญากาศ เมื่อระบบได้ทำการติดตั้งอย่างสมบูรณ์ใต้แผ่น Airtight Membrane จะมีแรงดันที่ต่ำกว่าแรงดันบรรยากาศ ทำให้แรงดันบรรยากาศจะกดทับเหนือแผ่น Airtight Membrane ยิ่งแรงดันสุญญากาศยิ่งมาก (ติดลบมาก) แรงกดทับจากแรงดันบรรยากาศก็จะยิ่งมากตาม ทั้งนี้ก่อนที่จะติดตั้งแผ่น PVD จะต้องมีการสร้างชั้น Platform โดยการปูแผ่น Geotextile เหนือพื้นดินธรรมชาติที่ได้ทำการปรับเกลี่ยแล้ว จากนั้นจึงถมด้วยทรายที่ระบายน้ำได้ดีให้หนาประมาณ 0.5 เมตร เพื่อให้เครื่องจักรที่ติดตั้ง PVD สามารถที่จะขึ้นไปทำงานได้อย่างปลอดภัย และชั้นทรายนี้ก็ใช้เป็นชั้นที่จะระบายน้ำที่ออกมาจากแผ่น PVD เพื่อระบายออกไปยังปั๊มสุญญากาศ นอกจากนั้นเพื่อเร่งการทรุดตัวให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เราอาจจะเพิ่มแรงกดทับโดยการถมดินเหนือแผ่น Airtight Membrane และสามารถจะใช้ชั้นดินดังกล่าวเป็นชั้นดินถมใช้งานได้ การใช้วิธี VCM เปรียบเสมือนการเพิ่มน้ำหนักกดทับเพื่อระบายน้ำออกจากดิน เพียงแต่ไม่ต้องใช้ดินมาถมข้างบน Airtight membrane แต่เป็นการใช้แรงสุญญากาศกดลงไป (รูปที่ 1) ลดความเสี่ยงต่อการถล่มของดินที่ถมด้านบน ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง และลดผลกระทบการไหลออกไปกระทบพื้นที่ข้างเคียง รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวอ่อนด้วยวิธี Vacuum Consolidation Method



รูปที่ 1 กลไกลการทำงานของวิธีการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยวิธี Vacuum Consolidation Method
ที่มา : สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ (2561)



รูปที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวอ่อนด้วยวิธี Vacuum Consolidation Method
ที่มา : ศาสตร์ศิลป์ (2562)

การทรุดตัวของดินเนื่องจากการอัดตัวคายน้ำสามารถคำนวณได้ตามหลักกการของ Terzaghi (1925) ดังสมการที่ (1) ถึงสมการที่ (3)

Normally consolidated clays :

$$S_c = (CR)(H)log\frac{\sigma'_{vo}+\Delta\sigma'_v}{\sigma'_{vo}} \quad (1)$$

Over-consolidated clays :

$\sigma'_{vo} + \Delta\sigma'_v \leq \sigma'_c$:

$$S_c = (RR)(H)log\frac{\sigma'_{vo}+\Delta\sigma'_v}{\sigma'_{vo}} \quad (2)$$

$\sigma'_{vo} + \Delta\sigma'_v > \sigma'_c$:

$$S_c = (RR)(H)log\frac{\sigma'_c}{\sigma'_{vo}} + (CR)(H)log\frac{\sigma'_{vo}+\Delta\sigma'_v}{\sigma'_c} \quad (3)$$

เมื่อ CR คือ อัตราส่วนการยุบอัดตัว (Compression Ratio)

RR คือ อัตราส่วนการคืนตัว (Re-compression Ratio)

σ'_{vo} คือ ความดันกดทับ (Overburden Pressure)

$\Delta\sigma'_v$ คือ หน่วยแรงกระทำในแนวดิ่งที่เพิ่มขึ้น (Vertical Pressure) จากแรงภายนอก

σ'_c คือ หน่วยแรงกระทำสูงสุดในอดีต (Maximum Past Pressure)

H คือ ความหนาชั้นดินที่คำนวณการทรุดตัว

การคำนวณระดับขั้นการยุบอัดตัวของดิน (Degree of Consolidation, U) เป็นไปตามสมการที่ (4) ถึงสมการที่ (16)

σ_c' คือ หน่วยแรงกระทำสูงสุดในอดีต (Maximum Past Pressure)

H คือ ความหนาชั้นดินที่คำนวณการทรุดตัว

การคำนวณระดับขั้นการยุบอัดตัวของดิน (Degree of Consolidation, U) เป็นไปตามสมการที่ (4) ถึงสมการที่ (16)

$$U = 1 - (1 - U_h)(1 - U_v) \quad (4)$$

$$T_v = \frac{C_v.t}{H^2} \quad \text{สำหรับ U = 0 ถึง 60\%} \quad (5)$$

$$T_v = \frac{\pi}{4}\left(\frac{U\%}{100}\right)^2 \quad \text{สำหรับ U > 60\%} \quad (6)$$

$$T_v = 1.781 - 0.933.\log(100 - U\%) \quad (7)$$

เมื่อ U คือ ระดับขั้นการยุบอัดตัวของดิน (Degree of Consolidation)

U_v คือ ระดับขั้นการยุบอัดตัวของดินในแนวดิ่ง

U_h คือ ระดับขั้นการยุบอัดตัวของดินในแนวราบ (แนวรัศมี)

C_v คือ สัมประสิทธิ์การอัดตัวคายน้ำในแนวดิ่ง (Vertical coefficient of consolidation)

t คือ ระยะเวลาที่พิจารณาการทรุดตัวของดิน

การระบายน้ำในดินโดยใช้ PVD. ไม่ต้องพิจารณาการระบายน้ำในแนวดิ่ง เนื่องจากมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับการระบายน้ำในแนวราบ (แนวรัศมี)

$$U_h = 1 - \exp\left(-\frac{8T_h}{F}\right) \quad (8)$$

$$T_h = \frac{C_h\, t}{D_e^2} \quad (9)$$

$$F = Fn + Fs + Fr \quad (10)$$

$$Fn = ln\left(\frac{D_e}{d_w}\right) - \frac{3}{4} \quad (11)$$

$$Fs = \left(\frac{k_h}{k_s} - 1\right) ln\left(\frac{d_s}{d_w}\right) \quad (12)$$

$$d_s = 2.75\ x\ d_m \quad (13)$$

$$d_w = \frac{2}{\pi}(a + b) \quad (14)$$

$$d_m = \sqrt{\frac{4\,(wl)}{\pi}} \quad (15)$$

$$Fr = \pi z(2L - z)\ \frac{k_h}{q_w} \quad (16)$$

เมื่อ C_h คือ สัมประสิทธิ์การอัดตัวคายน้ำในแนวราบ (Radial coefficient of consolidation)

D_e คือ Equivalent Diameter สำหรับ PVD.

= 1.06 x ระยะห่างการวาง PVD. ในรูปแบบสามเหลี่ยม (Triangular Pattern)

F คือ ตัวคูณลดค่าประสิทธิภาพการระบายน้ำในแนวราบ ประกอบด้วย F_n, F_s และ F_r

F_n คือ Additive effect due to the spacing of the PVDs

d_w คือ Equivalent diameter of PVD.

a, b คือ Thickness and width of PVD

F_s คือ ผลกระทบจากการติดตั้งแผ่น PVD. (Smear Effect)

k_h คือ Horizontal permeability in undisturbed zone

k_s คือ Horizontal permeability of soft soil in smear zone

d_s คือ Smear zone diameter due to PVD installation

ซึ่งคำนวณจากค่า d_m

w คือ Width of the mandrel

l คือ Thickness of the mandrel

F_r คือ ผลกระทบจาก Well-resistance

q_w คือ In-situ discharge capacity of the PVD.

L คือ Length PVD for one way drainage and is half of PVD.

length for drainage boundary at both ends of PVD.

z คือ Distance from the drainage end of the drain.

ในกรณีที่ k_h/q_w มีค่าน้อยกว่า 0. ซึ่งจะเกิดเมื่ออัตราการระบายน้ำของ 0001PVD. มากกว่า 50 m^3/yr. จะทำให้ค่า F_r จะมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับค่า F_n และ F_s จึงไม่จำเป็นต้องนำค่า F_r มาใช้ในการคำนวณ

PVD.

Spacing	=	800	mm.
D_e	=	848	mm.
Width	=	100	mm.
Thickness	=	3.5	mm.
d_w	=	65.89	mm.

Mandrel

w	=	120	mm.
l	=	60	mm.
d_m	=	95.75	mm.

Smear

d_s	=	263.3	mm.

Calculation

k_h / k_s	=	3
F_n	=	1.80
F_s	=	2.77
F_r	=	0.00
F	=	4.58

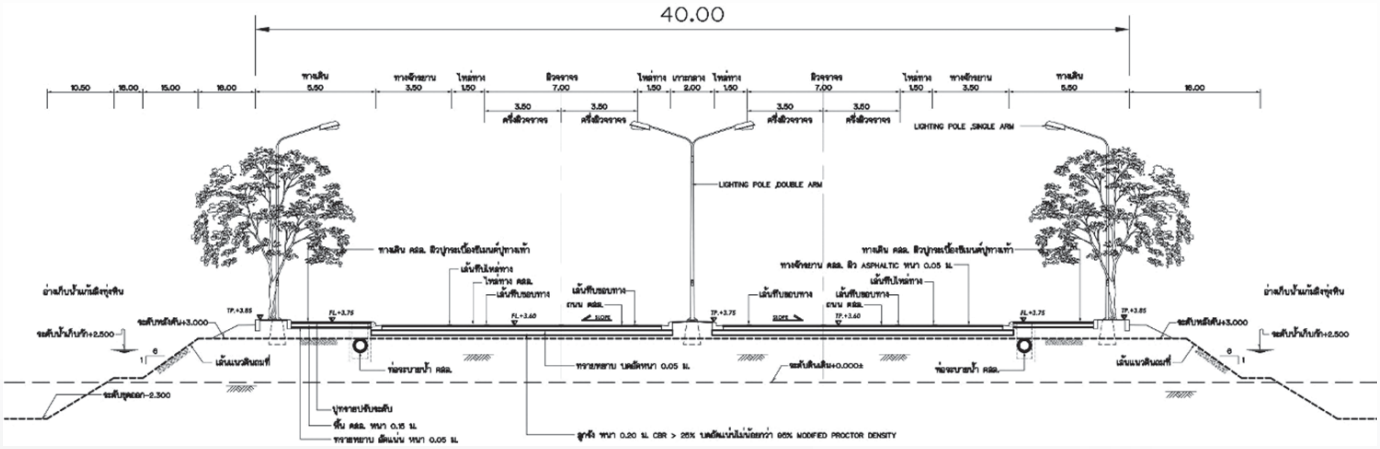
2. เงื่อนไขการออกแบบ (Design Criteria)

โครงการพัฒนาภูมิทัศน์พื้นที่แก้มลิงทุ่งหินต. ยี่สาร อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม ระยะที่ 1 จะมีการถมดินสูง 3.6 เมตร และขุดดินลึก 2.3 เมตร มีความกว้างคันดินถมในช่วง 40-60 เมตร แสดงลักษณะรูปตัดทั่วไปดังรูปที่ 3 การปรับปรุงคุณภาพดินฐานรากด้วยวิธี VCM จะเป็นการเร่งการทรุดตัวของดินให้เกือบสิ้นสุดการอัดตัวคายน้ำ ทำให้หลังจากการถมดินและใช้งานพื้นที่จะเกิดการทรุดตัวของดินเดิมให้น้อยที่สุด การออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้

(1) ใช้เกณฑ์การออกแบบตาม มยผ. 1918 - 62 มาตรฐานการถมดินและการบดอัด (Standard of Fill and Compaction)

(2) การปรับปรุงคุณภาพดินฐานรากด้วยวิธี VCM จะต้องทำจนกระทั่งอัตราการอัดตัวคายน้ำของดิน (Degree of Consolidation, U) มากกว่า 90%

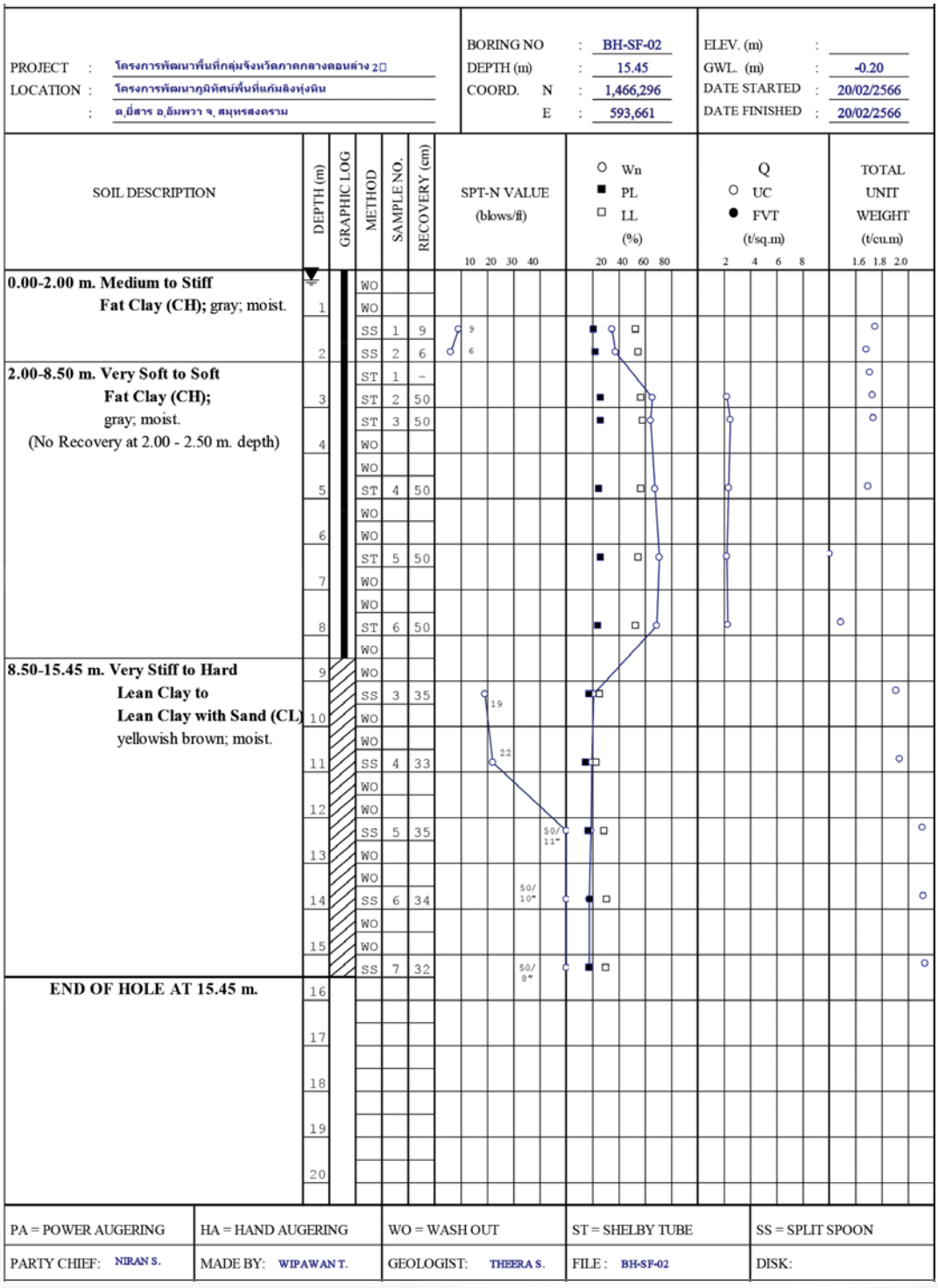
(3) ค่าการทรุดตัวของดินฐานราก ภายหลังการปรับปรุงคุณภาพดิน ต้องมีค่าไม่เกิน 30 เซนติเมตร ภายในระยะเวลา 5 ปี



รูปที่ 3 รูปตัดทั่วไปการถมดินในพื้นที่โครงการ

3. คุณสมบัติดินสำหรับการวิเคราะห์

จากผลการเจาะสำรวจชั้นดินบริเวณพื้นที่โครงการ เลือกข้อมูลการเจาะสำรวจหลุมลึกมาใช้ในการออกแบบดังรูปที่ 4 ส่วนผลการทดสอบคุณสมบัติการอัดตัวคายน้ำของดินแสดงในรูปที่ 5 สามารถประเมินคุณสมบัติสำหรับการออกแบบได้ดังตารางที่ 1



รูปที่ 4 ผลการเจาะสำรวจชั้นดินบริเวณพื้นที่โครงการ

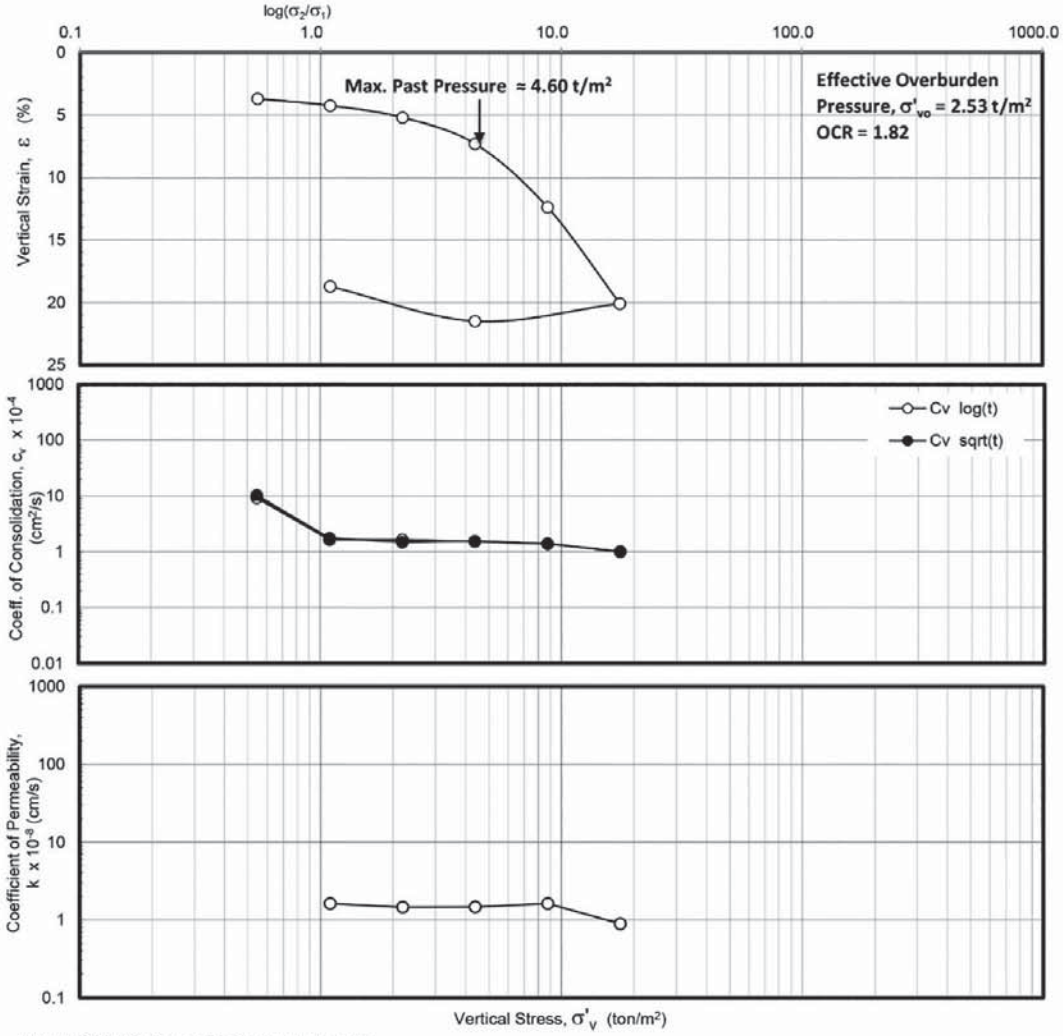
CONSOLIDATION TEST

Project: โครงการพัฒนาพื้นที่กลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนล่าง 2 โครงการพัฒนาภูมิทัศน์พื้นที่แก้มลิงทุ่งหิน
Location: ต.ยี่สาร อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม Boring No. BH-SF-02 Depth (m): 4.50-5.00 Tested by:

Soil Description:					
Water Content, w_n	60.8	%	Sample Description	CH	
Initial Void Ratio, e_0	2.29		Type of Sample	Undisturbed Soil	
Total Unit Weight, γ_t	1.49	ton/m^3	Water Level	-0.20	m
Specific Gravity, G_s	2.70	(Assumed)	Preconsolidation Pressure, σ_c' ≈	4.6	ton/m^2

Vertical Stress ton/m^2	Vertical Strain ε_{100} (%)	Vertical Strain ε_f (%)	Void ratio e_{100}	Void ratio e_f	Time t_{90} (min.)	Time t_{50} (min.)	Coefficient of Consolidation c_v x 10^{-4} (cm^2/sec) sqrt(t)	log(t)	Average	Permea. k x10^{-8} (cm/sec)	Compres. Ratio CR
0.5	3.70	4.07	2.168	2.155	13.1	3.4	10.35	9.30	9.83		
1.1	4.24	4.85	2.150	2.130	73.3	18.4	1.76	1.65	1.70	1.62	0.018
2.2	5.21	5.69	2.118	2.102	85.0	18.1	1.49	1.65	1.57	1.46	0.032
4.4	7.30	8.11	2.049	2.022	78.8	18.8	1.55	1.53	1.54	1.47	0.070
8.8	12.38	12.97	1.882	1.863	81.5	19.1	1.39	1.40	1.39	1.62	0.169
17.5	20.08	22.85	1.629	1.538	94.6	22.8	1.01	1.01	1.01	0.89	0.256
4.4	23.53	21.50	1.515	1.582							
1.1	22.89	18.71	1.536	1.674							

Note: Compression Ratio = $\frac{\Delta\varepsilon}{\log(\sigma_2/\sigma_1)}$ Compressibility Index, Cc = 0.531 Swelling Index ,Cs = 0.049



Remark 1) Certification applies to test samples only.
2) Information under "For", "Project", are supplied by client. These are not certified.
3) This certificate is invalid without appropriate signature and seal.

รูปที่ 5 ผลการทดสอบคุณสมบัติการอัดตัวคายน้ำของดิน

ตารางที่ 1 คุณสมบัติดินเดิมสำหรับการออกแบบปรับปรุงคุณภาพดิน

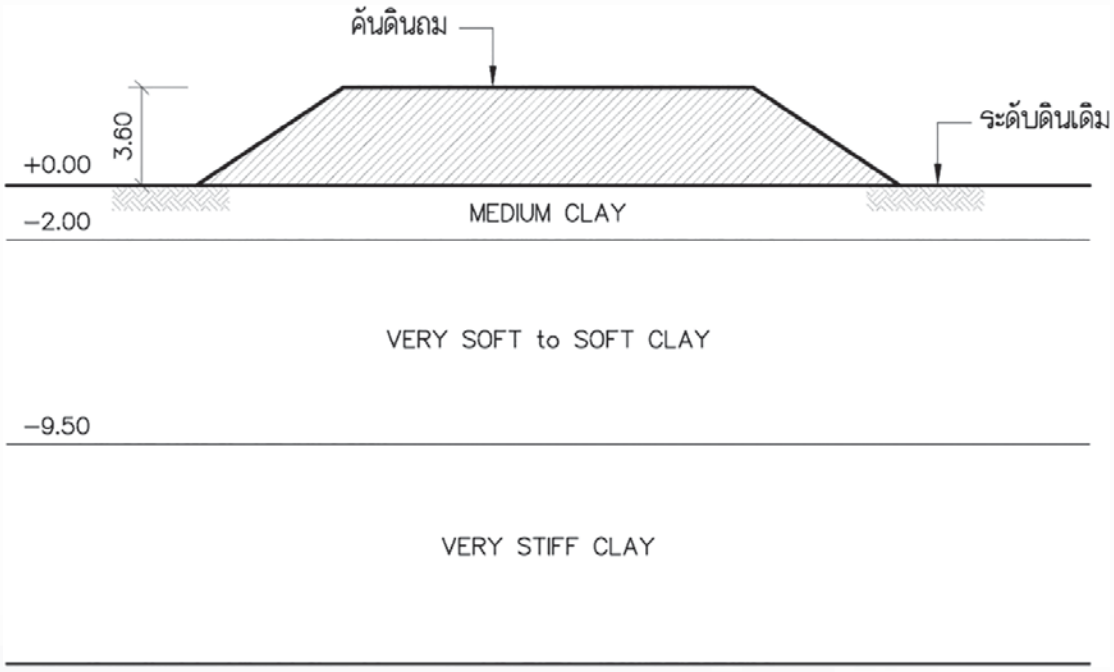
Depth (m.)		Unit Weight (kN/m^3)	Void Ratio (e)	OCR	Cr	Cc
From	To					
Fill Material		20.0	-	-	-	-
0.0	2.0	17.4	1.10	1.51	0.073	0.882
2.0	9.0	14.7	2.29	1.82	0.049	0.531
9.0	15.0	16.6	0.55	1.82	0.049	0.531

4. การออกแบบเพื่อปรับคุณภาพดินโดยวิธี VCM

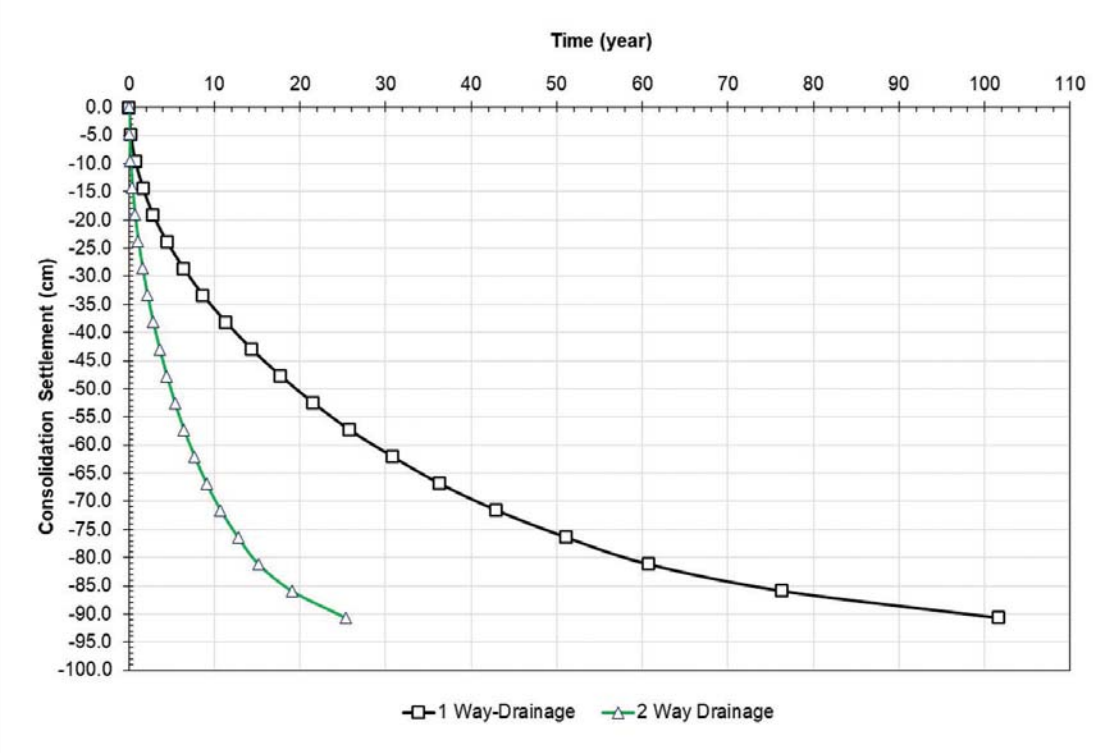
การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีถมดินสูง 3.6 เมตร โดยไม่มีการปรับปรุงคุณภาพดินฐานราก และกรณีปรับปรุงคุณภาพดินฐานรากโดยใช้ VCM

4.1 กรณีถมดินสูง 3.6 เมตร โดยไม่มีการปรับปรุงคุณภาพดินฐานราก

การถมดินสูง 3.6 เมตร บนพื้นที่ดินเหนียวอ่อนโดยไม่มีการปรับปรุงคุณภาพดินฐานราก ดังแสดงแบบแนวคิดในรูปที่ 6 จะส่งผลให้ดินเกิดการทรุดตัวสูงและใช้เวลานาน ซึ่งจะมีผลกระทบโดยตรงต่อโครงสร้างหรือระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ บนคันดินถม ดังนั้นเพื่อเป็นการเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างจึงได้ทำการวิเคราะห์กรณีนี้ด้วยผลการวิเคราะห์พบว่าเมื่อ Degree of Consolidation เท่ากับ 90% จะเกิดการทรุดตัวสูงสุด 95 เซนติเมตร ที่ระยะเวลาทรุดตัวมากกว่า 20 ปี (การระบายน้ำแบบ 2 ทาง) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2 และรูปที่ 7



รูปที่ 6 แบบแนวคิดการถมดินสูง 3.6 เมตร โดยไม่มีการปรับปรุงคุณภาพดินฐานราก



รูปที่ 7 อัตราการทรุดตัวของดินกรณีไม่มีการปรับปรุงคุณภาพดินฐานราก

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์การทรุดตัวกรณีไม่มีการปรับปรุงคุณภาพดินฐานราก

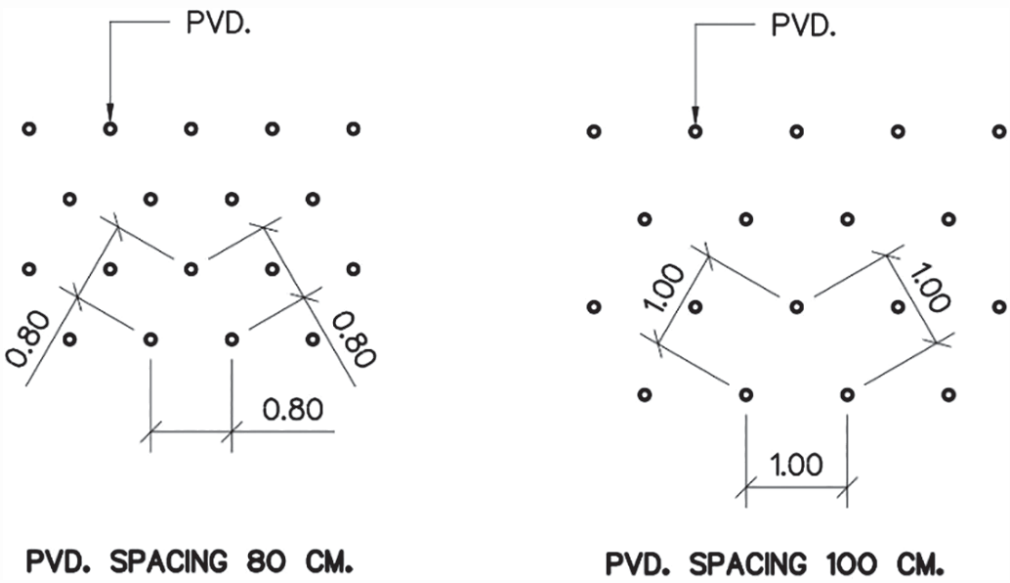
From	To	Avg. Depth (m.)	Unit weight (t/m^3)	Total Stress (kPa)	Water Pressure (kPa)	Eff stress (kPa)	Fill Load (kPa)	Surcharge (kPa)	Final Eff. Stress (kPa)	Void Ratio	OCR	Max Past Pressure (kPa)	RR	CR	Settlement (m)
1.00	1.45	1.2	1.74	21.3	10.3	11.1	72.0	14.7	83.1	1.10	1.51	16.68	0.01	0.39	0.25
1.50	1.95	1.7	1.74	29.8	15.3	14.6	72.0	14.7	86.6	1.10	1.51	22.01	0.01	0.39	0.21
2.00	2.50	2.3	1.47	37.6	20.1	17.5	72.0	14.7	89.5	2.29	1.82	31.77	0.01	0.16	0.08
2.50	3.00	2.8	1.47	44.9	25.0	19.9	72.0	14.7	91.9	2.29	1.82	36.22	0.01	0.16	0.07
3.00	3.50	3.3	1.47	52.3	29.9	22.3	72.0	14.7	94.3	2.29	1.82	40.67	0.01	0.16	0.06
4.50	5.00	4.8	1.47	74.3	44.6	29.7	72.0	14.7	101.7	2.29	1.82	54.02	0.01	0.16	0.05
5.00	6.00	5.5	1.47	85.3	52.0	33.3	72.0	14.7	105.3	2.29	1.82	60.70	0.01	0.16	0.09
6.00	6.50	6.3	1.47	96.4	59.4	37.0	72.0	14.7	109.0	2.29	1.82	67.37	0.01	0.16	0.04
7.50	8.00	7.8	1.47	118.4	74.1	44.4	72.0	14.7	116.4	2.29	1.82	80.72	0.01	0.16	0.03
9.00	9.45	9.2	1.47	140.1	88.5	51.6	72.0	14.7	123.6	2.29	1.82	93.85	0.01	0.16	0.02
10.50	10.95	10.7	1.67	165.1	103.3	61.9	72.0	14.7	133.9	0.55	1.82	112.66	0.03	0.34	0.03
12.00	12.45	12.2	1.67	190.2	118.0	72.2	72.0	14.7	144.2	0.55	1.82	131.47	0.03	0.34	0.02
13.50	13.95	13.7	1.67	215.2	132.7	82.6	72.0	14.7	154.6	0.55	1.82	150.28	0.03	0.34	0.01
15.00	15.45	15.2	1.67	240.3	147.4	92.9	72.0	14.7	164.9	0.55	1.82	169.09	0.03	0.34	0.01
														Total	**0.95**

4.2 กรณีปรับปรุงคุณภาพดินฐานรากโดยใช้ VCM

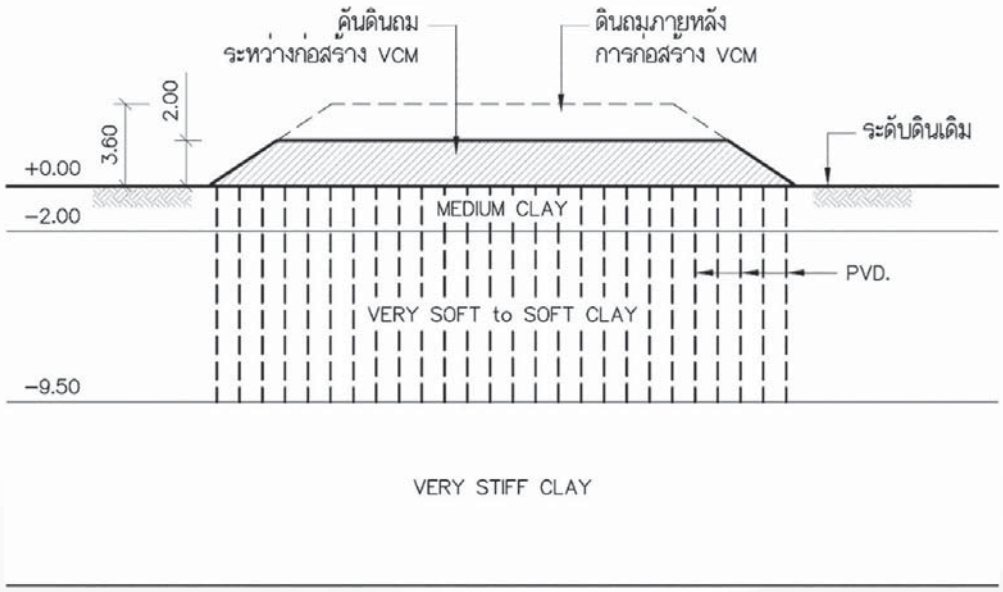
จากลักษณะชั้นดินในพื้นที่โครงการตามผลเจาะสำรวจในเบื้องต้น พบว่าช่วงตั้งแต่ผิวดินถึงความลึกประมาณ 9.5 เมตร เป็นชั้นดินเหนียวอ่อนถึงอ่อนมาก (Soft to Very Soft Clay)ประเภท CH มีค่าความชื้นในมวลดินสูงอยู่ในช่วง 40-75% เป็นชั้นที่จะเกิดการทรุดตัวสูงเมื่อทำการถมดิน ส่วนที่ระดับลึกกว่า 9.5 เมตร เป็นชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff Clay) ประเภท CL ดังนั้นจึงออกแบบความยาวแผ่นระบายน้ำในแนวดิ่ง Prefabricated Vertical Drain (PVD.) ให้มีความลึก

9.5 เมตร จากระดับผิวดินเดิม ทั้งนี้เนื่องจากโครงการมีพื้นที่การปรับปรุงคุณภาพที่กว้างมาก ข้อมูลการเจาะสำรวจในขั้นตอนการออกแบบอาจจะไม่เป็นตัวแทนของชั้นดินในพื้นที่ได้ทั้งหมด ดังนั้นในขั้นตอนก่อสร้างจริงผู้รับจ้างต้องดำเนินการเจาะสำรวจและทดสอบดินเพิ่มเติมให้เพียงพอต่อการปรับปรุงคุณภาพดิน

การปรับปรุงคุณภาพดินฐานรากโดยใช้ VCM จะทำการติดตั้งแผ่น PVD.เพื่อระบายน้ำออกจากมวลดินในแนวราบในลักษณะรูปสามเหลี่ยม (Triangular Pattern) ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ใน 2 ระยะห่าง คือ 80 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร ดังรูปที่ 8 เมื่อติดตั้งแผ่น PVD. เสร็จให้ถมดินสูงรวม 2 เมตร (ดินถมหนา 1 เมตร และทรายหนา 1 เมตร) ปิดทับด้วยแผ่น Geomembrane แล้วติดตั้งระบบ Vacuum Pump ที่มีแรงดูดไม่น้อยกว่า 80 kPa เทียบเท่ากับการถมดินที่มีความสูงรวมประมาณ 6 เมตร (จากดินถม 2 เมตร และจากปั๊มดูด 4 เมตร) ดังแสดงแบบแนวคิดของการใช้วิธี VCM ในรูปที่ 9



รูปที่ 8 การติดตั้งแผ่น PVD. ในลักษณะสามเหลี่ยม (Triangle Pattern)



รูปที่ 9 แบบแนวคิดการปรับปรุงคุณภาพดินฐานรากโดยใช้ VCM

ผลการวิเคราะห์พบว่า

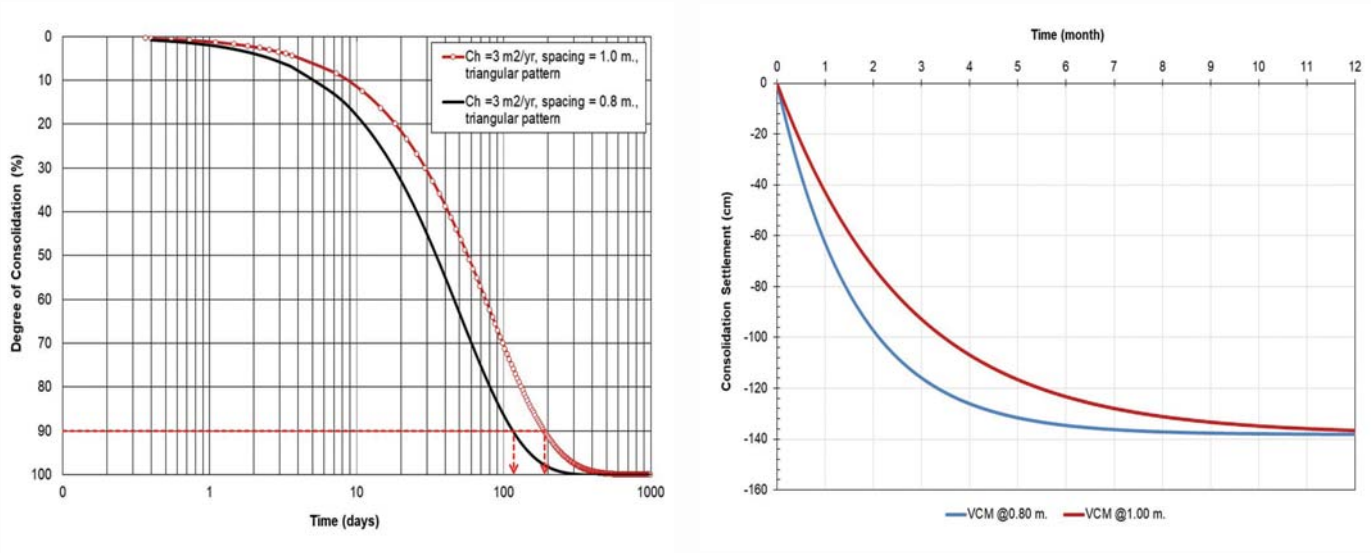
(1) ที่ Degree of Consolidation เท่ากับ 90% จะเกิดการทรุดตัวสูงสุด 138 เซนติเมตร

(2) ระยะเวลาการปรับปรุงดินโดยวิธี VCM.

กรณี PVD. ระยะห่าง 80 ซม. จะใช้ระยะเวลาปรับปรุงดิน 117 วัน หรือประมาณ 4 เดือน

กรณี PVD. ระยะห่าง 100 ซม. จะใช้ระยะเวลาปรับปรุงดิน 190 วัน หรือประมาณ 7 เดือน

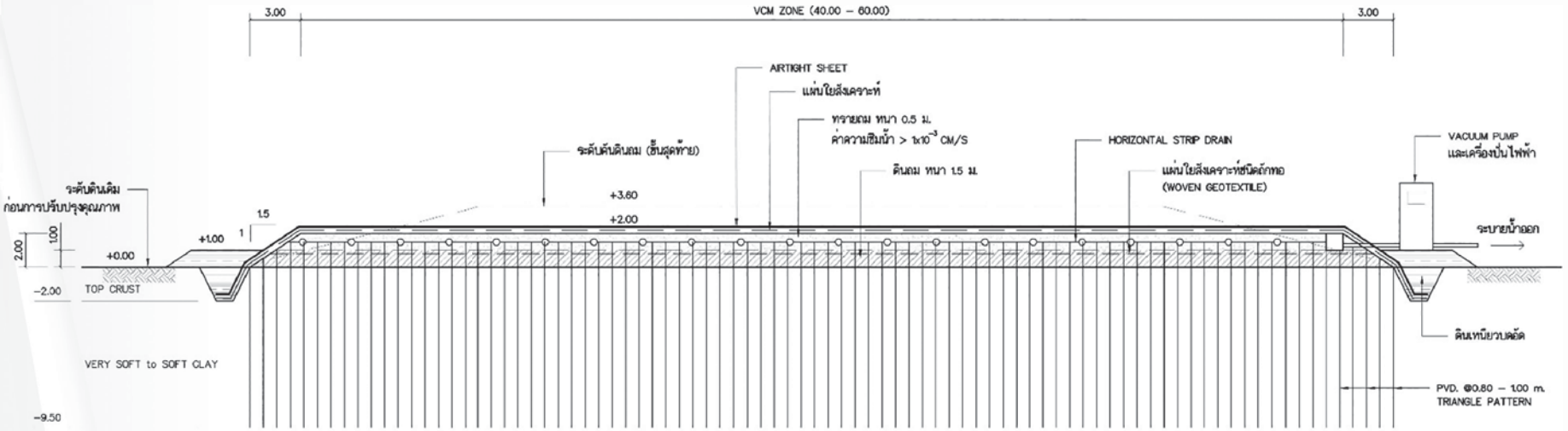
รายละเอียดการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3และรูปที่ 10จากนั้นเมื่อสิ้นสุดขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพดินฐานรากจะสามารถถมดินให้ได้ระดับที่ +3.6 เมตร โดยมีค่าการทรุดตัวไม่เกินข้อกำหนดในการออกแบบรูปตัดทั่วไปการปรับปรุงคุณภาพดินฐานรากโดยใช้วิธีVacuum Consolidation Method (VCM) แสดงในรูปที่ 11 มีขั้นตอนการถมดินหลังปรับปรุงคุณภาพในรูปที่ 12 และข้อแนะนำการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมระหว่างการก่อสร้างในรูปที่ 13



รูปที่ 10 อัตราการทรุดตัวของดินฐานรากเมื่อปรับปรุงโดยวิธี VCM

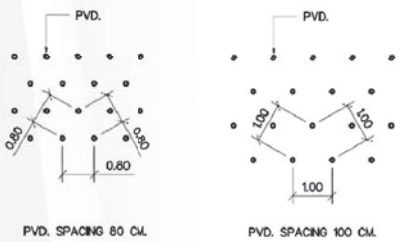
ตารางที่ 3 การวิเคราะห์การทรุดตัวของดินฐานรากโดยใช้วิธี VCM

From	To	Thickness (m.)	Avg. Depth (m.)	Unit Weight (t/m^3)	Total Stress (kPa)	Water Pressure (kPa)	Eff stress (kPa)	Fill Load (kPa)	Vacuum Pressure (kPa)	Final Eff. Stress (kPa)	Void ratio	OCR	Max Past Pressure (kPa)	Cr	Cc	RR	CR	Settlement (m)
0.00	2.00	2	1.0	17.4	17.4	7.8	9.5	40.0	80	129.5	1.10	1.51	14.35	0.073	0.882	0.01	0.39	0.75
2.00	9.00	7	5.5	14.7	80.9	52.0	28.9	40.0	80	148.9	2.29	1.82	45.13	0.049	0.531	0.01	0.16	0.61
9.00	15.00	6	12.0	16.7	200.1	115.8	84.4	40.0	0	124.4	0.55	1.82	153.55	0.049	0.531	0.03	0.34	0.03
																Settlement (m.)		1.38



รูปตัดทั่วไปการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยวิธี VCM

มาตราส่วน 1:200



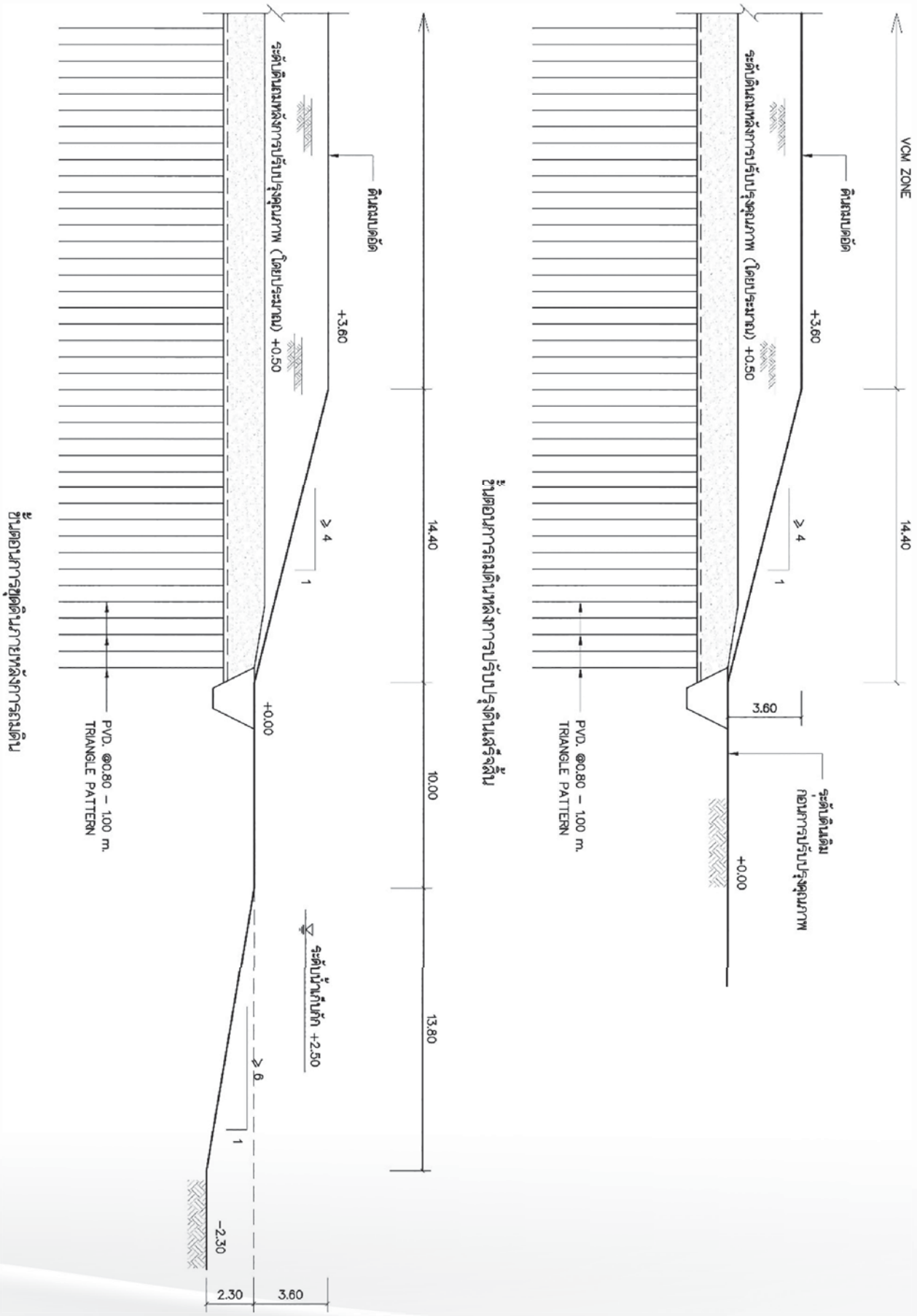
รูปแบบการวาง PVD แบบสามเหลี่ยม

มาตราส่วน 1:100

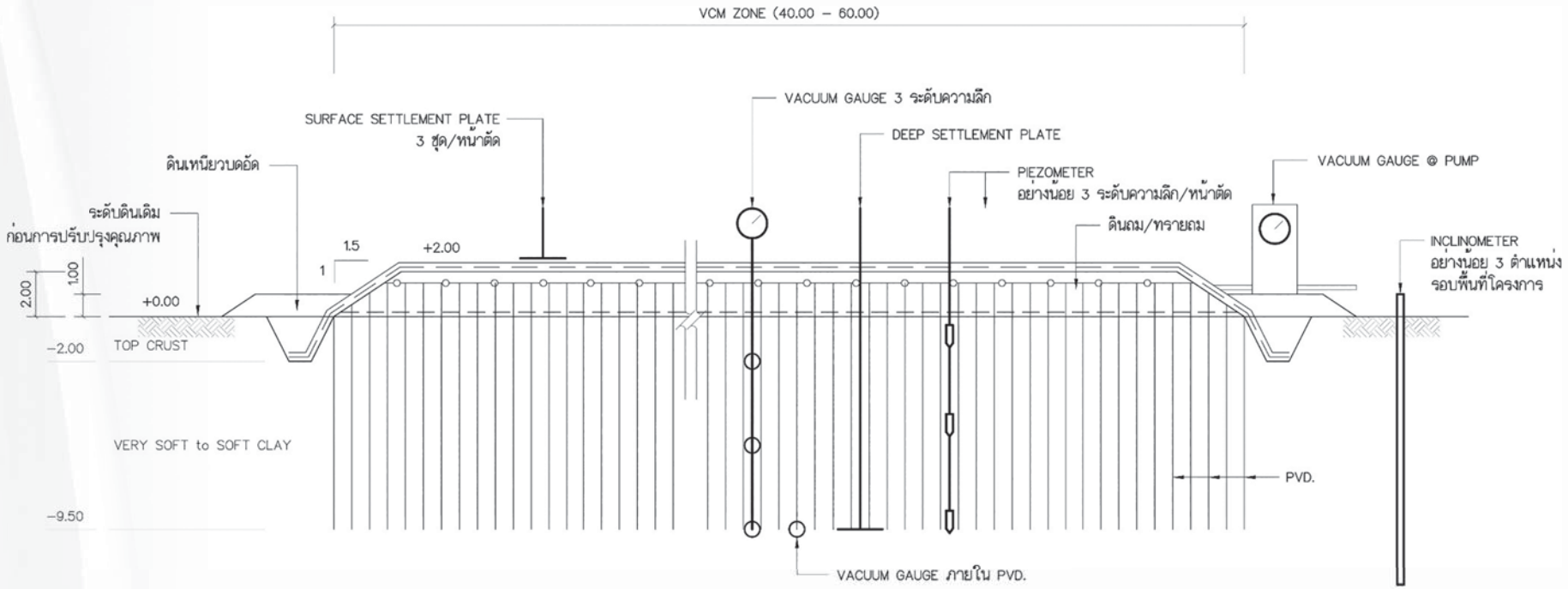
หมายเหตุ

1. ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเจาะสำรวจดิน และทดสอบคุณสมบัติการทรุดตัวของดิน (CONSOLIDATION TEST) เพิ่มเติม ทุกระยะห่าง 250 เมตร โดยเก็บตัวอย่างแบบต่อเนื่องเพื่อตรวจสอบชั้นทราย และเพื่อประเมินรูปแบบการปรับปรุงที่เหมาะสมกับพื้นที่โครงการ
2. ความยาวของแผ่น PVD. ที่กำหนดในแบบ สามารถปรับได้ตามความหนาของชั้นดินเหนียวอ่อนที่ได้จากการเจาะสำรวจดินตามข้อ (1) ทั้งนี้ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน
3. AIRTIGHT SHEET สามารถปรับความหนาและจำนวนชั้นได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน
4. ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพดินโดยวิธี VACUUM CONSOLIDATION METHOD (VCM)
   - 4.1 ระหว่างการก่อสร้างต้องมีแรงดูด (VACUUM PRESSURE) ไม่น้อยกว่า 80 kPa ใต้แผ่น AIRTIGHT SHEET (GEOMEMBRANE)
   - 4.2 เกณฑ์สำหรับหยุดปั๊ม เมื่ออัตราการอัดตัวคายน้ำ (DEGREE OF CONSOLIDATION, U) มากกว่า 90% โดยวิธี ASAOKA (1978). และกำลังรับแรงเฉือนของดินแบบไม่ระบายน้ำ (UNDRAINED SHEAR STRENGTH) หลังการปรับปรุงต้องไม่น้อยกว่า 2 เท่าของกำลังรับแรงเฉือนก่อนการปรับปรุงคุณภาพดิน
   - 4.3 ต้องมีการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดแรงดันน้ำ (PIEZOMETER) เครื่องมือวัดการทรุดตัวของดินที่ผิวดิน (SURFACE SETTLEMENT PLATE) เครื่องมือวัดการทรุดตัวของดินระดับลึก (DEEP SETTLEMENT PLATE) เครื่องวัดแรงดูด (VACUUM GAUGE) และเครื่องตรวจวัดการเคลื่อนตัวของดินระดับลึก (INCLINOMETER) ที่เพียงพอกับพื้นที่
5. การทรุดตัวของดินภายหลังการปรับปรุงคุณภาพดินต้องไม่เกิน 10 ซม. ในระยะเวลา 2 ปี

รูปที่ 11 รูปตัดทั่วไปการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยด้วยวิธี VCM



รูปที่ 12 ขั้นตอนการทำงานงานเสริมเสถียรภาพด้วยการปรับปรุงคุณภาพดิน



หมายเหตุ

1. การติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมระหว่างการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยวิธี VCM ดังแสดงในรูปเป็นเพียงข้อแนะนำเท่านั้น

รูปที่ 13 ข้อแนะนำการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมระหว่างการก่อสร้าง

เอกสารอ้างอิง

ศาสตร์ศิลป์ ภักดีเมฆ. (2562). การวิเคราะห์พฤติกรรมแรงดันน้ำส่วนเกินของดินถมบ่อที่ถูกปรับปรุงด้วยวิธี VCM. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา.

สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์. (2561). การแก้ไขปัญหาการทรุดตัวของงานถนน งานถมที่ และถมบ่อดินในพื้นที่ดินเหนียวอ่อนกรุงเทพ ด้วยการปรับปรุงคุณภาพดิน และเทคนิค VCM. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์.

Bergado, D. T., Chai, J.C., Miura, N., and Balasubramaniam, A.S. (1998). PVD improvement of soft Bangkok clay with combined vacuum and reduced sand embankment preloading. Geotechnical Engineering Journal, 29(1), 95-122.

Indraratna, B., Rujikiatkamjorn, C., Balasubramaniam, A. S., &Wijeyakulasuriya, V. (2005). Predictions and observations of soft clay foundations stabilized with geosynthetic drains and vacuum surcharge. Ground Improvement - Histories Book, vol 3. Elsevier, London, 3, 199-230.

การประเมินเสถียรภาพของเขาตาปู อุทยานแห่งชาติอ่าวพังงา ด้วยแบบจำลองไฟไนท์อิลิเมนต์ 3 มิติ

สิริดนย์ ภัคศรัณย์ธนาชาญ, พิราภรณ์ ไพรลิน,
สมฤดี ช่วยชู และสุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์

บทคัดย่อ

เขาตาปู หรือ James Bond Island เป็นแหล่งธรณีสัณฐานที่มีลักษณะโดดเด่น โดยมีองค์ประกอบหลักเป็นหินปูนเนื้อโดโลไมต์ เนื่องจากตำแหน่งของเขาตาปูที่ตั้งอยู่กลางทะเลจึงได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะของน้ำทะเลอย่างต่อเนื่อง การศึกษานี้ใช้แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์สามมิติ เพื่อประเมินเสถียรภาพและความมั่นคงของเขาตาปูในสภาวะปัจจุบันและสภาวะเสี่ยงต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในเขาตาปู เช่น สภาวะที่เกิดการเสื่อมสภาพของหิน สภาวะเกิดการกัดเซาะบริเวณคอคอดของเขาตาปู และสภาวะหินมีรอยแตกร้าวเพิ่มขึ้น ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเสื่อมสภาพของหินไม่ได้ส่งผลต่อหน่วยแรงโดยตรงแต่ส่งผลต่อเส้นโค้งการพิบัติ ในขณะที่ผลการศึกษาการเกิดการกัดเซาะบริเวณคอคอดของเขาตาปู พบว่าการกัดเซาะรอบเขาตาปูมีผลต่อหน่วยแรงที่เกิดขึ้น เมื่อพิจารณาผลการศึกษาควบคู่ระหว่างสภาวะที่เกิดการเสื่อมสภาพของหินและการกัดเซาะรอบเขาตาปู พบว่าหน่วยแรงส่งผลให้เกิดการพิบัติในบริเวณฐานของเขาตาปู และผลการศึกษาสภาวะที่หินมีรอยแตกร่วมด้วย พบว่าหน่วยแรงนี้ส่งผลให้เกิดการพิบัติในบริเวณฐานของเขาตาปูเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาเสถียรภาพของเขาตาปูในปัจจุบัน หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในแบบจำลองไม่ส่งผลให้เกิดการพิบัติ จึงสรุปได้ว่าในสภาวะปัจจุบันเขาตาปูมีเสถียรภาพมั่นคง

การศึกษานี้เพื่อหาแนวทางการป้องกันจากการถล่มของเขาตาปูในอนาคต รวมถึงแนวทางในการรักษาความมั่นคงของเขาตาปูในสภาวะเสี่ยงต่าง ๆ ต่อไป

บทนำ

เขาตาปู หรือที่รู้จักกันในชื่อ James Bond Island เป็นหนึ่งในแหล่งท่องเที่ยวที่โดดเด่นและมีชื่อเสียงระดับโลกของประเทศไทย ตั้งอยู่ในอุทยานแห่งชาติอ่าวพังงา จังหวัดพังงา ด้วยความงดงามและความโดดเด่นของลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นเอกลักษณ์ ทำให้เขาตาปูกลายเป็นจุดหมายปลายทางยอดนิยมของนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างชาติ เกาะเขาตาปูมีลักษณะเป็นหินโด่งสูงชะลูด มีความสูงประมาณ 35 เมตร และฐานกิ่วแคบกว่ายอด มีเส้นรอบวงที่ฐานขนาด 22.54 เมตร เขาตาปูมีองค์ประกอบเป็นหินปูนเนื้อโดโลไมต์ ยุคเพอร์เมียน อายุประมาณ 295-250 ล้านปี เนื่องจากตำแหน่งเขาตาปูตั้งอยู่กลางทะเลจึงพบว่ามีการกัดกร่อนจากน้ำทะเล ซึ่งทำให้เกิดการกัดเซาะบริเวณรอบตัวฐานเขาตาปู นอกจากนี้ยังพบโพรงและรอยแตกจำนวนมากซึ่งเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดมวลหินไถลหรือมวลหินร่วง และยังมีปัจจัยเสี่ยงในเรื่องของแรงสั่นสะเทือนเนื่องจากตัวเขาตาปูตั้งอยู่ในบริเวณรอยเลื่อนคลองมะรุ่ย

จากปัญหาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นล้วนส่งผลให้เกิดความกังวลต่อเสถียรภาพของเขาตาปู จึงทำการศึกษาและประเมินเสถียรภาพของเขาตาปูด้วยแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์เพื่อหาแนวทางในการป้องกันการถล่มที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินเสถียรภาพและความมั่นคงของเขาตาปูเนื่องจากน้ำหนักของวัตถุ โดยใช้แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์สามมิติ และประเมินเสถียรภาพและความมั่นคงของเขาตาปูในสภาวะเสี่ยงต่าง ๆ เช่น สภาวะที่เกิดการเสื่อมสภาพของหิน สภาวะหินมีรอยแตกร้าวเพิ่มขึ้น และสภาวะเกิดการกัดเซาะบริเวณคอคอดของเขาตาปู

ขอบเขตการศึกษา

- โครงงานนี้มีขอบเขตการศึกษา เฉพาะ Static Force หรือพิจารณาวัตถุในสภาพนิ่ง แรงสถิตที่ทำให้วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงในสภาวะสมดุล

- สร้างแบบจำลองในลักษณะ Homogeneous/ Rock Massive Material
- หลักการพิบัติ Hoek & Brown Failure Criterion
- 3D Analysis (Midas GTS NX)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถประเมินเสถียรภาพและความมั่นคงของเขาตาปูและนำไปหาแนวทางในการอนุรักษ์หรือซ่อมแซมในกรณีที่เขาตาปูเกิดสภาวะเสี่ยงต่าง ๆ ลำดับถัดไป

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Generalized Hoek & Brown Criterion เป็นการวิเคราะห์พฤติกรรมเส้นการพิบัติของหิน โดยมีการนำ Geological Strength Index (GSI) มาพิจารณาร่วมกับรอยแตกของหิน (S), ค่าความสมบูรณ์ของหิน (m) และระดับการรบกวนเนื่องจากการก่อสร้าง (D)

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_i \left(m_b \frac{\sigma_3'}{\sigma_i} + s \right)^a$$

เมื่อ

$m_b = m_i e^{\left(\frac{GSI-100}{28-14D}\right)}$

$s = e^{\left(\frac{GSI-100}{9-3D}\right)}$

$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}\left(e^{\frac{-GSI}{15}} + e^{\frac{-20}{3}}\right)$

Uniaxial Compression Test เป็นการทดสอบกำลังอัดสูงสุดของหินเมื่อไม่มีแรงดันด้านข้าง เป็นค่ากำลังที่ต่ำที่สุดที่นำไปออกแบบ ตามสมการ

$$q_u = \frac{P}{A}$$

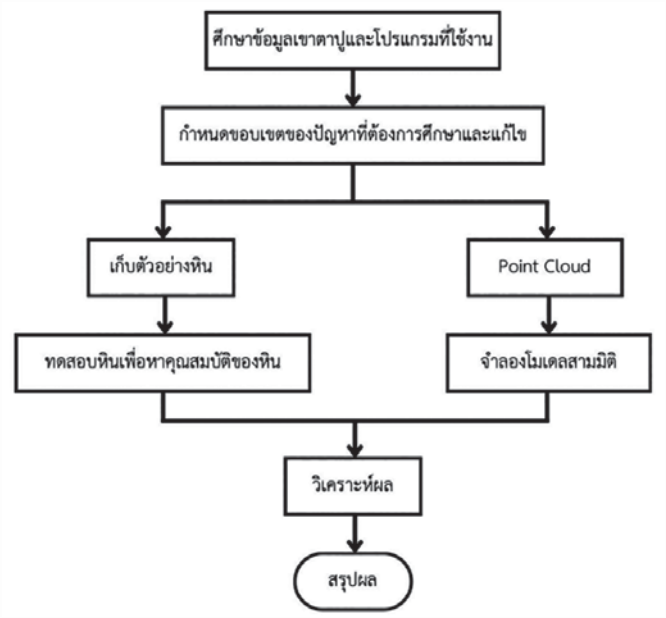
เมื่อ

q_u = กำลังอัดแกนเดียวของหิน

P = แรงกดสูงสุดที่ใช้

A = พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างหิน

วิธีการดำเนินงาน



- **ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างหิน**

1. พิจารณาตำแหน่งที่จะทำการเจาะ โดยพิจารณาถึงความคล้ายกันของแนวชั้นหินที่ระดับเดียวกันจึงทำการเจาะ
2. เจาะในบริเวณที่พิจารณา ใช้เครื่องเจาะหิน T-rex Coring เพื่อเก็บแท่งตัวอย่าง
3. บันทึกค่าความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่างหิน จากนั้นทำการใช้พลาสติกใสห่อตัวอย่างหินเพื่อรักษาความชื้นและรูปร่างของตัวอย่างหิน
4. นำหินไปทดสอบ Uniaxial Compressive Strength

- **ขั้นตอนการสร้างเส้นโค้งการพิบัติตามสมการ Hoek & Brown**

1. เก็บตัวอย่างหิน
2. ทดสอบ Uniaxial Compressive Strength ของหิน
3. วิเคราะห์ค่าคงที่และค่าความสมบูรณ์ของหิน
4. สร้างเส้นโค้งการวิบัติ ตามสมการ Generalized Hoek & Brown

- **ขั้นตอนการจำลองแบบจำลอง 3 มิติ**

1. สร้างแบบจำลองเขาตาปู
2. ระบุพารามิเตอร์เขาตาปู

3. Mesh โครงสร้างเขาตาปู
4. สร้าง Boundary condition เขาตาปู
5. วิเคราะห์ข้อมูลเขาตาปูในสภาวะปกติ
6. วิเคราะห์เขาตาปูในสภาวะอื่น ๆ

วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

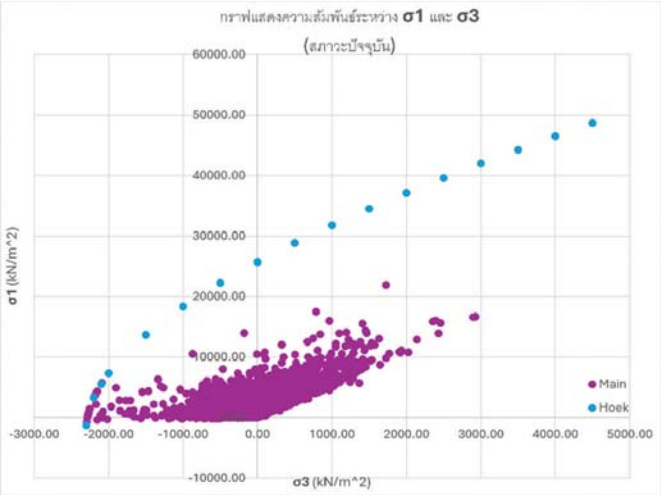
• ผลการทดสอบ Uniaxial Compressive Strength ของหินตามมาตรฐาน ASTM D 7012

ผลการทดสอบ Uniaxial Compressive Strength ของหิน		
เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง	6.78	cm
ความสูงของตัวอย่าง	13.74	cm
น้ำหนัก	1,329.46	g
หน่วยน้ำหนักของหิน	2.68	g/cm3
Uniaxial Compressive Strength(qu)	78.03	MPa
Tangent Young's Modulus @50%	59.39	GPa
Poisson Ratio	0.15	

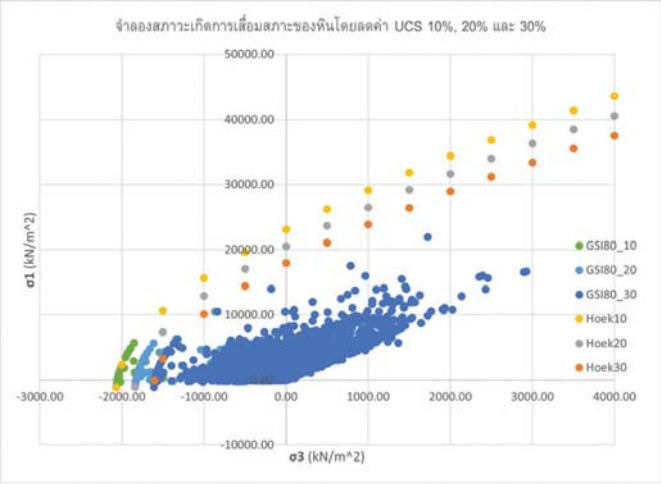
• ผลการประเมินค่า Geological Strength Index (GSI) , Disturbance factor (D) และ mi ของตัวอย่างหิน

ค่า GSI ของหิน เท่ากับ 80 ,"m" _"i" เท่ากับ 7.5 ,D เท่ากับ 0

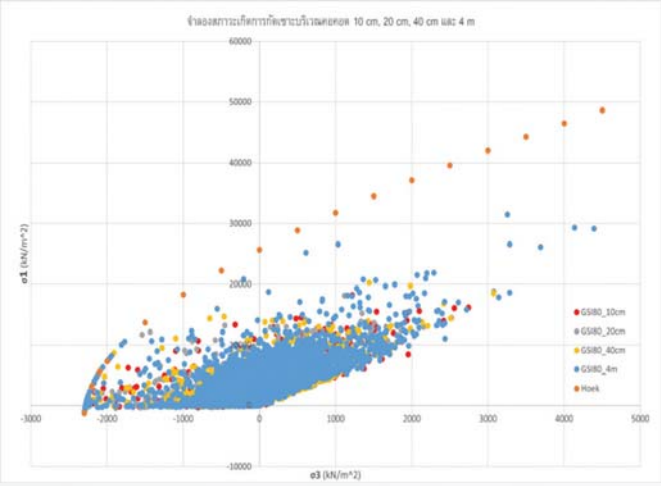
• ผลการวิเคราะห์ ในสภาวะปัจจุบัน



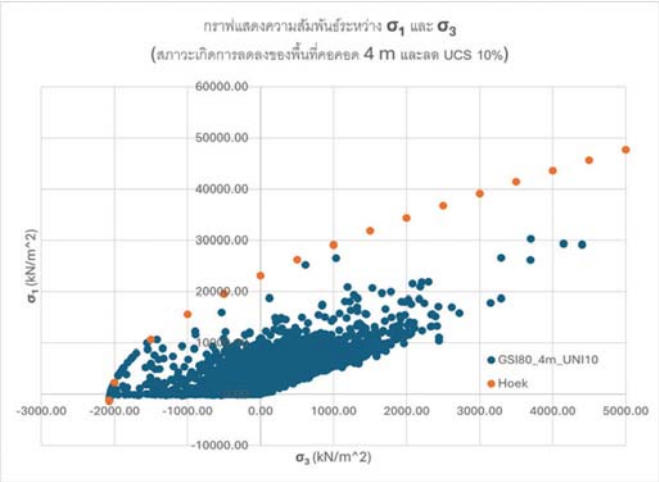
• ผลการวิเคราะห์ ในสภาวะที่เกิดการเสื่อมสภาพของหิน



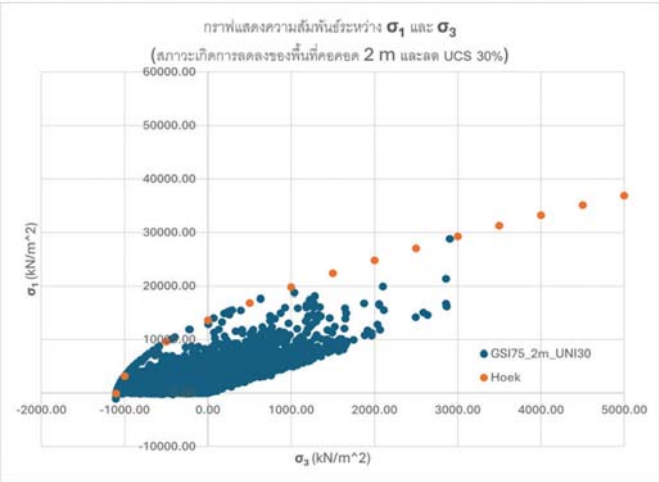
• ผลการวิเคราะห์ในสภาวะเกิดการกัดเซาะบริเวณคอคอดของเขาตาปู



• ผลการวิเคราะห์ในสภาวะเกิดการเสื่อมสภาพของหินร่วมกับการเกิดการกัดเซาะรอบเขาตาปู (GSI 80)



• ผลการวิเคราะห์ในสภาวะเกิดการเสื่อมสภาพของหินร่วมกับการเกิดการกัดเซาะรอบเขาตาปูและการเพิ่มขึ้นของรอยแตก (GSI 75)



สรุปผลการดำเนินงาน

สรุปผลการประเมินค่า Geological Strength Index (GSI), Disturbance factor (D) และ mi ของตัวอย่างหิน

เขาตาปูเป็นหินปูนเนื้อหินโดโลไมต์ มีองค์ประกอบหลักเป็นแร่ calcite เมื่อแร่ทำปฏิกิริยากับน้ำที่มีสภาวะเป็นกรด ทำให้รอยแตกในหินปูนเกิดการเชื่อมประสานกัน และจากการทดสอบ UCS Test หินมีการวิบัติแบบ Compression Failure กล่าวคือหินไม่ได้แตกตามรอยแตกที่ปรากฏบนผิวของหิน แต่พังตามแนวการพิบัติด้วยแรงอัด จึงสรุปได้ว่าแม้ที่ผิวหินจะปรากฏรอยแตกแต่ภายในเนื้อหินได้ทำการเชื่อมแน่นแล้วและหินไม่ได้ถูกรบกวนโดยการก่อสร้าง ดังนั้นค่า GSI ของหินเท่ากับ 80 ,"m" _"i" เท่ากับ 7.5 , D เท่ากับ 0

สรุปผลการวิเคราะห์หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในแบบจำลองของโปรแกรม Midas GTS NX

ผลการวิเคราะห์หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง พบว่าหน่วยแรงบริเวณผิวรอบ ๆ เขาตาปูมีค่าสูงกว่าปกติ เนื่องจากผิวรอบ ๆ ของเขาตาปูมีความชัน, ระยะยื่นที่มากเกินไปและขนาดของเอลิเมนต์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการพิจารณาหน่วยแรงที่มีผลต่อเสถียรภาพนั้นจะพิจารณาที่บริเวณหน้าตัด จากการวิเคราะห์ผลพบว่า บริเวณที่คาดว่าจะเกิดหน่วยแรงสูงสุดซึ่งส่งผลต่อเสถียรภาพของเขาตาปู พบว่ามี 2 บริเวณ คือ บริเวณที่เปลี่ยนแปลงหน้าตัดจากเล็กไปใหญ่และบริเวณฐานของแบบจำลอง

สรุปผลการวิเคราะห์ ในสภาวะปัจจุบัน

หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง พบว่าหน่วยแรงที่มีความเสี่ยงจะเกิดการพิบัติคือหน่วยแรงดึง เมื่อนำผลของหน่วยแรงไปตรวจสอบกับเส้นการพิบัติของ Hoek & Brown หน่วยแรงที่เกิดขึ้นไม่ได้ส่งผลต่อการพิบัติ จึงสรุปได้ว่าในสภาวะปัจจุบันเขาตาปูมีเสถียรภาพมั่นคง

สรุปผลการวิเคราะห์ ในสภาวะที่เกิดการเสื่อมสภาพของหิน

ผลการวิเคราะห์พบว่าหน่วยแรงที่ได้จากโปรแกรมเมื่อทำการลดค่า Uniaxial Compressive Strength ลง 10%, 20% และ 30% หน่วยแรงที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เส้นการพิบัติของ Hoek & Brown จะรับแรงดึงในแกนรองและแรงอัดในแกนหลักลดลง ทำให้เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดการพิบัติด้านแรงดึงมากขึ้น

สรุปผลการวิเคราะห์เสถียรภาพของเขาตาปู ในสภาวะที่เกิดการกัดเซาะรอบเขาตาปู

ในสภาวะที่เกิดการกัดเซาะรอบเขาตาปู มีผลทำให้หน่วยแรงจากโปรแกรม ในช่วง 10 - 20 cm ของการลดขนาดคอคอด มีแนวโน้มกระจายไปทางด้านแรงดึงมากขึ้น เมื่อพิจารณาการลดคอคอดในช่วง 40 cm – 2 m หน่วยแรงมีแนวโน้มกระจายไปทางด้านแรงอัดมากขึ้น และเมื่อลดขนาดคอคอดถึง 4 m หน่วยแรงมีแนวโน้มกระจายไปทั้งด้านแรงอัดและแรงดึง จึงสรุปได้ว่าการกัดเซาะรอบเขาตาปูมีผลต่อหน่วยแรงที่เกิดขึ้น

สรุปผลการวิเคราะห์เสถียรภาพของเขาตาปู ในสภาวะที่เกิดการเสื่อมสภาพของหินร่วมกับการเกิดการกัดเซาะรอบเขาตาปู (GSI 80)

ในสภาวะที่เกิดการเสื่อมสภาพของหินและเกิดการกัดเซาะรอบเขาตาปู เมื่อทำการจำลองโดยลดค่า Uniaxial Compressive Strength และลดขนาดของคอคอด เมื่อนำผลของหน่วยแรงไปตรวจสอบกับเส้นการพิบัติของ Hoek & Brown พบว่ามีหน่วยแรงที่เกิดการพิบัติในบริเวณฐานของเขาตาปู เมื่อทำการวิเคราะห์โดยอ้างอิงการเกิดการกัดเซาะบริเวณฐาน 5 มิลลิเมตรต่อปีจาก Hopewell Rock ประเทศแคนาดาที่ตั้งอยู่บริเวณชายหาดและมีสภาพแวดล้อมคล้ายเขาตาปู ซึ่ง Hopewell Rock เป็นเขาหินทราย จึงทำให้มีอัตราการกัดเซาะมากกว่าเขาตาปูที่เป็นเขาหินปูน จึงใช้ค่าการกัดเซาะเท่ากับ 5 มิลลิเมตรต่อปีสำหรับการวิเคราะห์ผล

จากการจำลองแบบจำลองโดยใช้ ค่า GSI เท่ากับ 80 ในสภาวะที่เกิดการเสื่อมสภาพของหินและเกิดการกัดเซาะรอบเขาตาปู พบว่า เมื่อทำการจำลองโดยลดค่า Uniaxial Compressive Strength ลง 10% และ ลดขนาดของคอคอด 4 m คาดการณ์ระยะเวลาที่จะเกิดการพิบัติที่ส่งผลให้เกิดการกัดเซาะ 4 m คือในอีก 800 ปี นับจาก พ.ศ. 2568

จากการจำลองแบบจำลองโดยใช้ ค่า GSI เท่ากับ 75 ในสภาวะที่เกิดการเสื่อมสภาพของหินและเกิดการกัดเซาะรอบเขาตาปู พบว่า เมื่อทำการจำลองโดยลดค่า Uniaxial Compressive Strength ลง 30% และ ลดขนาดของคอคอด 2 m คาดการณ์ระยะเวลาที่จะเกิดการพิบัติที่ส่งผลให้เกิดการกัดเซาะ 2 m คือในอีก 400 ปี นับจาก พ.ศ. 2568

แนวทางการอนุรักษ์เขาตาปู

การป้องกันการกัดเซาะบริเวณรอบเขาตาปูโดยใช้ Steel fiber Shotcrete เลือกใช้ชนิด Sulfate Resistant Cement เนื่องจากเขาตาปูตั้งอยู่กลางทะเล ซึ่งน้ำทะเลมีองค์ประกอบหลักเป็นสารซัลเฟต อาจทำให้เกิดการผุพังแก่ Shotcrete ได้ นอกจากนี้มีการผสมสารเร่งการแข็งตัวเพื่อช่วยในการทำงานที่มีระยะเวลาจำกัดในช่วงน้ำลง และผสม Steel fiber เพื่อป้องกันการแตกร้าว

เอกสารอ้างอิง

ทวีศักดิ์ ปิติคุณพงศ์สุข. กลศาสตร์ของหินและงานอุโมงค์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558.

ศักดา ขุนดี, เสาวภาพ อุทัยรัตน์, ธนวัตน์ รักเฮงกุล, นภัตสร ตัณฑ์สุระ. การประเมินรูปแบบการวิบัติบริเวณ ฐานเขาตาปู จังหวัดพังงา, ใน รายงานวิชาการ, 2565, ณ กรมทรัพยากรธรณี, หน้า 1-90.

ศักดา ขุนดี. การสำรวจวิศวกรรมธรณีของเขาตาปู จังหวัดพังงา, ใน รายงานความก้าวหน้า, 2564, ณ กรมทรัพยากรธรณี, หน้า 1-8.

สำราญ ประพัฒน์, ณัฏฐพันธ์ บางปา, พลอยไพลิน เอียดเสน, วิเชียร อินต๊ะเสน, การสำรวจธรณีวิทยาทางทะเลเพื่อการบริหารจัดการพื้นที่อันควรอนุรักษ์ทางธรณีวิทยาเขาตาปู จังหวัดพังงา, ใน รายงานการสำรวจ, 2564, ณ กรมทรัพยากรธรณี, หน้า 25-41.

Hyslop, A., Day, J.J., Kruse, S., Snair, K. 2022. Numerical failure prediction of the Sentinel Sea stack formation at Hopewell Rocks Provincial Park with input from UAV-based photogrammetry and erosion records. 75th Canadian Geotechnical Conference, Canadian Geotechnical Society. Calgary, Alberta, Canada. pp. 3-10.

Hoek, E., Carranza-Torres, C., Corkum, B. 2002. Hoek-Brown failure criterion – 2002 Edition. Proceedings of the 5th North American Rock Mechanics Symposium, Toronto, pp. 267-273.

Keran. 2024. Sarawak's Iconic 'Cobra Head' Sea Stack Lost To Sea. www.therakyatpost.com/news/2024/02/14/iconic-sea-stack-in-kuching-is-no-more/. 21 August 2024

Hardingham-Gill, T. 2021. Galapagos rock formation Darwin's Arch has collapsed., https://edition.cnn.com/travel/article/galapagos-darwins-arch-collapses/index.html. 25 August 2024

Tom. 2023. LiDAR ในโดรนสำรวจและวิธีการประมวลผล Point Cloud., https://aonic.com/th/lidar-point-cloud/. 25 August 2024

Webmaster. 2021. Finite Element Analysis. Retrieved 30 August 2024, from https://athucpham.com/fea/.

บทความพิเศษ จากผู้สนับสนุน

การควบคุมคุณภาพและการทดสอบที่จำเป็น สำหรับวิธีการปรับปรุงคุณภาพดินแบบ Vacuum Consolidation Methods (VCM) เพื่อการส่งมอบงานที่สมบูรณ์

ในปัจจุบันเจ้าของโครงการหลายบริษัทเริ่มมีการซื้อพื้นที่ดินที่เป็นบ่อน้ำเดิมเพื่อให้ได้ที่ดินในราคาที่แข่งขันได้แล้วค่อยทำการถมดินกลับลงไปเพื่อพัฒนาโครงการต่อไป ทำให้การควบคุมคุณภาพในงาน VCM เริ่มต้นตั้งแต่ก่อนที่เจ้าของโครงการส่งมอบพื้นที่ให้แก่ผู้รับเหมา โดยดินที่ทางเจ้าของโครงการนิยมนำมาใช้ถมส่วนใหญ่จะเป็นดินเหนียวเพราะราคาถูกและหาได้ง่าย แต่จากประสบการณ์ของจีโอฮาร์เบอร์ที่เคยพบเจอนั้นทางผู้รับเหมาถมดินไม่ได้นำดินเหนียวล้วน ๆ มาถมอย่างเดียวแต่มีการนำดินประเภทอื่น เช่น ดินที่เหลือจากการทำเสาเข็มเจาะ ดินทราย หรือแม้แต่ขยะและเศษวัสดุก่อสร้างอย่างเศษไม้ เศษปูน นำมาร่วมถมลงไปด้วย ซึ่งการปะปนของวัสดุแปลกปลอมเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการปรับปรุง VCM ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้ 1) ดินแปลกปลอมหรือเศษวัสดุเหล่านั้นเพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการรั่วไหลของแรงดูดสุญญากาศ 2) เศษวัสดุนั้นอาจขัดขวางการปักแผ่นระบายน้ำ (Prefabricated Vertical Drain; PVD) ทำให้อาจต้องใช้ Vibro Hammer ในการเจาะนำร่องก่อนการติดตั้ง PVD ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งเวลาและงบประมาณโดยไม่จำเป็น

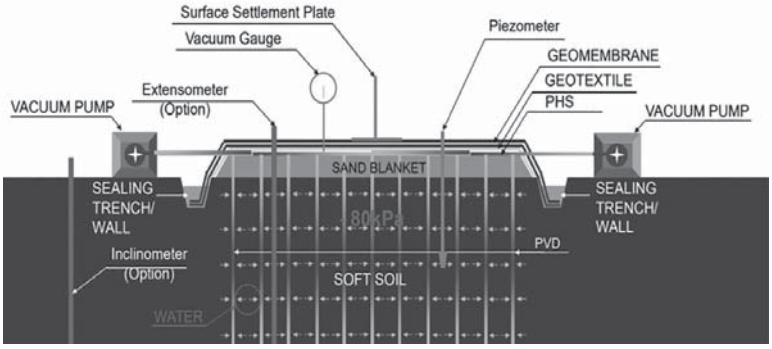
ทั้งนี้ก่อนเริ่มต้นการทำงานในระบบ VCM จำเป็นต้องทำการประเมินสภาพของดิน ณ พื้นที่จริงเพื่อทำการออกแบบการปรับปรุงคุณภาพดิน เนื่องจากดินที่เหมาะสมต่อวิธีการ VCM คือดินที่มีอนุภาคดินละเอียดปะปนอยู่สูงอย่างดินเหนียวอ่อน (Soft Clay) ที่มี %Finer ตะแกรง #200 >50% หรือเป็นดินที่มีปริมาณอนุภาคละเอียดสูงโดยที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของอนุภาคดินที่เล็กกว่า 0.075 มิลลิเมตร ผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 200 มากกว่า 50% ขึ้นไป จึงทำให้ตัวดินมีคุณสมบัติในการระบายน้ำไม่ดี (Low Permeability) มีน้ำและอากาศแทรกอยู่ระหว่างเนื้อดินในปริมาณสูง ส่งผลให้ตัวดินมีกำลังรับน้ำหนักต่ำ (Low Bearing Capacity) และมีอัตราการทรุดตัวสูง (High Settlement Rate) ตามไปด้วย

ซึ่งสามารถประเมินประเภทของดินอย่างละเอียดได้จากการเจาะสำรวจดิน (Borehole Test) และการเก็บตัวอย่างดินคงสภาพ (Undisturbed Sample) เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติดิน รวมไปถึงทดสอบกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Undrained Shear Strength Test) และการอัดตัวคายน้ำ (Consolidation Test) นอกจากนี้ในการออกแบบการปรับปรุงคุณภาพดินจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยอย่างน้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead load) และน้ำหนักบรรทุกสัญจร (Live Load) ที่กระทำบนดินในอนาคตร่วมด้วย เพราะดินในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันซึ่งล้วนส่งผลต่อความลึก (Depth) และระยะห่าง (Spacing) ในการปัก PVD รวมถึงระยะเวลาที่ต้องใช้ในการเปิดระบบปั๊ม ทั้งหมดนี้จึงเป็นปัจจัยที่ต้องควบคุมเพื่อให้การปรับปรุงคุณภาพดินสามารถไปถึงเกณฑ์อัตราการอัดตัวคายน้ำของดิน (Degree of Consolidation; DOC) ที่ต้องการได้

นอกจากนี้ในการเลือกใช้งานแผ่นทึบอากาศ (Geomembrane) เพื่อกักเก็บแรงดูดสุญญากาศจำเป็นต้องพิจารณาถึงวัสดุที่ใช้ ซึ่งควรมีคุณสมบัติค่าความทึบอากาศและทึบน้ำเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตามควรเปรียบเทียบในเรื่องของความสะดวก รวดเร็วในการติดตั้ง ร่วมด้วย เช่น ในกรณีของแผ่น HDPE ที่แม้จะมีค่าความทนทานสูง แต่ด้วยความหนาและน้ำหนักที่มากจึงทำให้ไม่สามารถผลิตแผ่นขนาดใหญ่ได้มาก ส่งผลให้ในการติดตั้งจึงต้องใช้กำลังคนที่มากและใช้เวลานานในการเชื่อมรอยต่อระหว่างแผ่นเข้าด้วยกัน รวมถึงเงื่อนไขในการเชื่อมต่อที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อแบบเฉพาะ ในทางกลับกัน แผ่น PVC มีข้อดีโดดเด่นในด้านความยืดหยุ่นและน้ำหนักเบา สามารถสั่งผลิตให้มีขนาดใกล้เคียงกับพื้นที่ใช้งานจริงได้ จึงทำให้ลดจำนวนรอยต่อเมื่อนำไปใช้งาน สามารถทำการลากและปูได้สะดวก รวดเร็ว รวมถึงในการเชื่อมต่อระหว่างแผ่นก็ทำได้ง่ายกว่าโดยใช้เพียงแค่กาวทาซึ่งทั้งเร็วและใช้กำลังคนทำงานที่น้อยกว่าจึงอีกหนึ่งทางเลือกที่เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ต้องการความคล่องตัวและความรวดเร็วในการติดตั้งเป็นพิเศษ

สำหรับการควบคุมคุณภาพระหว่างเปิดระบบปั๊มสุญญากาศ การติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดเพื่อติดตามและเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง เป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่ง เช่น 1) แผ่นวัดการทรุดตัว (Settlement Plate) ใช้สำหรับติดตามการทรุดตัวเพื่อประเมินอัตราการอัดตัวคายน้ำ (Consolidation Rate) และตรวจสอบผลสำเร็จของ VCM 2) เกจวัดแรงดันสุญญากาศ (Vacuum Gauge) ใช้สำหรับวัดแรงดูดสุญญากาศ ที่กระทำต่อดิน โดยทำการติดตั้งทั้งบริเวณปั๊มและบนแปลงดินที่ทำการปรับปรุง ซึ่งเกจที่ติดบนแปลง

ดินควรมีค่าแรงดันอยู่ที่ -80 kPa ขึ้นไป เนื่องจากแรงดินดังกล่าวจะเทียบเท่ากับการใช้ดินถมสูง 4 เมตร 3) เครื่องมือวัดแรงดันน้ำใต้ดิน (Piezometer) ใช้เพื่อประเมินผลแรงดันน้ำและประสิทธิภาพการระบายน้ำในชั้นดินเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของแรงดันน้ำส่วนเกินว่ามีการลดลงจนเกือบถึงจุดที่เป็นศูนย์หรือ มีค่าแรงดันน้ำส่วนเกินใกล้เคียงกับแรงดันน้ำส่วนเกินก่อนที่จะเริ่มการถมดินหรือเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่เดิม (ดินอัดตัวคายน้ำจนเสร็จสิ้น)



นอกจากอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้นยังมีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ควรติดตั้งเพิ่มเติม ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของโครงการ เช่น ในกรณีที่โครงการมีโครงสร้าง ข้างเคียงอยู่ใกล้ ๆ ควรติดตั้งเครื่องมือวัดการทรุดตัวด้านข้าง (Inclinometer) เพื่อเฝ้าระวังการ เคลื่อนตัวของดินในแนวราบที่จะส่งผลต่อโครงสร้างอาคารข้างเคียงได้เป็นต้น

ทั้งนี้ก่อนทำการปิดระบบสุญญากาศ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือตรวจวัดข้างต้นและผลจากการเจาะสำรวจดินหลังการปรับปรุงคุณภาพดินมาประกอบร่วมกันเพื่อใช้ในการประเมินจุดสิ้นสุดการปรับปรุงคุณภาพดินที่ต้องการ โดยวิธีประเมินที่ได้รับความนิยม ได้แก่ 1) การประเมินจากอัตราการทรุดตัวที่ลดลง (Diminishing Settlement Rate) เนื่องจากเมื่อทำ VCM ไปได้ระยะหนึ่ง อัตราการทรุดตัวของดินจะค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งคงที่หรืออยู่ในระดับต่ำมากโดยหากอัตราการทรุดตัวน้อยกว่า 0.5-2 มิลลิเมตร/วัน (ขึ้นอยู่กับเกณฑ์การออกแบบ) และมีความคงที่ต่อเนื่องอย่างน้อย 7 วัน ร่วมกับการที่ค่า Pore Water Pressure ลดลงใกล้ศูนย์หรือค่าคงที่ซึ่งแสดงว่าการระบายน้ำออกจากดินได้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และเกิดการอัดตัวคายน้ำจนเกือบสิ้นสุดแล้ว 2) หลักการของ ASAOKA Method ซึ่งเป็นการใช้การวิเคราะห์เชิงเส้น (Linear Regression) กับค่าการทรุดตัวสะสม (Cumulative Settlement) ที่เก็บได้จากการวัดในช่วงเวลาต่อเนื่อง เช่น ทุกวัน ทุกสัปดาห์เพื่อวิเคราะห์หาค่าทรุดตัวปลายสุด (Final Settlement) สามารถทำให้ประเมินว่า DOC ดำเนินไปถึงเกณฑ์แล้วหรือไม่ อย่างไรก็ตามวิธีการ ASAOKA ยังมีข้อควรระวังในส่วนของข้อมูล Settlement ที่นำมาใช้ประเมินนต้องมีความสเถียรและต่อเนื่อง ไม่ควรใช้ข้อมูลช่วงที่ค่า Settlement มีความแปรปรวนสูง เช่น ช่วงเริ่มต้นของการเปิดปั๊มหรือช่วงที่ปั๊มมีปัญหาทำให้ค่า Settlement ไม่คงที่เพราะจะทำให้ผล DOC ที่คำนวณออกมานั้นผิดเพี้ยนไปได้ส่งผลให้ทั้ง 2 วิธีที่กล่าวมาข้างต้น ควรถูกนำมาใช้ประเมินร่วมกับ วิธีที่ 3) ผลการเจาะสำรวจดิน (Borehole Test) พร้อม Consolidation Test หลังการก่อสร้าง เพราะเป็นวิธีการที่ประเมินการสิ้นสุดการปรับปรุงคุณภาพดินที่ทำให้ได้ผลการประเมินที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดเนื่องจากเป็นการสำรวจดินในพื้นที่สนามปฏิบัติการจริง ว่าผลที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเกณฑ์ DOC ที่แต่ละโครงการรับได้จะมีค่าไม่น้อยกว่า 90-95%

สรุปคือ VCM เป็นเทคโนโลยีทางเลือกที่มีความเหมาะสมในงานปรับปรุงคุณภาพดินอ่อน อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นนั้น มีองค์ประกอบและปัจจัยที่เราควรให้ความสำคัญและควบคุมให้ดีทั้งการวางแผน การควบคุมและการติดตามคุณภาพอย่างครอบคลุม ทั้งระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เครื่องมือตรวจวัดและการทดสอบที่จำเป็นอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการประเมินความเสี่ยงและการทรุดตัว ให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละโครงการ ซึ่งทั้งหมดนี้ล้วนส่งผลให้วิธีการ VCM สามารถทำงานจนสำเร็จลุล่วงได้ดี

บทความนี้เรียบเรียงโดย **บริษัท จีโอฮาร์เบอร์ คอนสตรัคชั่น จำกัด**

บริษัท จีโอฮาร์เบอร์ คอนสตรัคชั่น จำกัด
29 อาคารบางกอกบิสซิเนสเซ็นเตอร์ ห้องเลขที่ 1901 ชั้น 19
ซอยสุขุมวิท 63 (เอกมัย) แขวงคลองตันเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพ 10110
โทร: 061-396-3834 Email: bd-th@geoharbour.com

SPN SOIL ENGINEERING

SPN Soil Engineering Company Limited

การเจาะสำรวจชั้นดิน (Soil Investigation)

"วิศวกรรมธรณีและฐานราก,
ศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลังความแข็งแรงของทุกโครงสร้าง"

เมื่อพูดถึงการก่อสร้างอาคารสูงใหญ่ สะพาน หรือเขื่อนเก็บน้ำ สิ่งแรกที่หลายคนนึกถึงคือโครงสร้างที่อยู่บนดิน เช่น เสา คาน หรือผนัง แต่แท้จริงแล้วหัวใจสำคัญที่มองไม่เห็นคือ **"รากฐาน"** ที่อยู่ใต้พื้นดิน ศาสตร์และศิลป์ที่ว่าด้วยการสำรวจและทำความเข้าใจพฤติกรรมของดินและหินเรียกว่าการทดสอบทาง **วิศวกรรมธรณีและฐานราก (Geotechnical Engineering)** ซึ่งเป็นปัจจัยชี้ขาดว่าโครงสร้างนั้นจะมั่นคงและปลอดภัยในระยะยาวหรือไม่.

การเจาะสำรวจชั้นดิน
เป็นขั้นตอนสำคัญที่ขาดไม่ได้ในงานวิศวกรรมและการก่อสร้างทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นการก่อสร้างอาคารสูง โรงงานอุตสาหกรรม สะพานหรือถนน แม้จะเป็นส่วนที่มองไม่เห็นแต่ข้อมูลจากการเจาะสำรวจนี่แหละที่เป็นรากฐานสำคัญในการออกแบบโครงสร้างทั้งหมดและช่วยป้องกันความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

หากไม่เจาะสำรวจชั้นดินก่อนตอกเสาเข็มอาจทำให้เสาเข็มที่ตอกไม่เหมาะกับประเภทชั้นดิน

ทำไมต้องเจาะสำรวจชั้นดิน ?

"จากการสำรวจโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ทั้งงานอาคาร,งานทางหลวงและงานโครงสร้างพื้นฐาน พบว่า ต้นทุนการก่อสร้างโดยเฉลี่ยจะสูงขึ้นมากกว่างบก่อสร้าง ซึ่งครึ่งหนึ่งต้นทุนที่สูงขึ้นมักเกิดจากการวางแผนด้านการสำรวจดินที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอหรือจากการประมวลผลแปลค่าเพื่อนำผลลัพธ์ข้อมูลงานดินนี้ไปใช้ไม่ถูกต้อง"

วัตถุประสงค์หลักของการเจาะสำรวจคือการเก็บข้อมูลคุณสมบัติของดินและน้ำใต้ดินเพื่อให้วิศวกรออกแบบฐานราก (Foundation)ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัยที่สุด ซึ่งรวมถึง

กำหนดประเภทฐานราก :
การเจาะสำรวจช่วยให้วิศวกรทราบว่าควรใช้ฐานรากแบบไหนถึงจะเหมาะสมกับสภาพดิน เช่น ฐานรากแผ่สำหรับดินที่แข็งแรง หรือเสาเข็มสำหรับดินอ่อน

คำนวณกำลังรับน้ำหนักของดิน
ข้อมูลจากการทดสอบดินในห้องปฏิบัติการจะถูกนำไปใช้คำนวณว่าดินสามารถรองรับน้ำหนักของโครงสร้างได้เท่าไหร่ เพื่อป้องกันการทรุดตัวหรือการวิบัติของอาคาร

ระบุปัญหาที่อาจเกิดขึ้น:
การเจาะสำรวจช่วยให้สามารถคาดการณ์ปัญหาต่างๆ เช่น การทรุดตัวของอาคารในอนาคต,การมีน้ำใต้ดินในระดับสูง,หรือการมีชั้นดินที่อ่อนแอเพื่อหาแนวทางป้องกันที่เหมาะสม

ภาพการเจาะสำรวจชั้นดินด้วยเครื่องกระทุ้ง (3 ขา)

ขั้นตอนการเจาะสำรวจและเก็บตัวอย่าง

1.การเจาะสำรวจ (Boring): ใช้เครื่องจักรเจาะลงไปในชั้นดินและหินเพื่อเข้าถึงวัสดุใต้ผิวดิน โดยทั่วไปแล้วจะใช้ **การเจาะแบบหมุน (Rotary Drilling)** และ **การเจาะแบบกระทุ้ง (Percussion Drilling)** ในการทดสอบ SPT (Standard Penetration Test) เพื่อประเมินความแน่นของดิน

2.การเก็บตัวอย่างดินและหิน (Sampling) การเก็บตัวอย่างต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่สะท้อนสภาพจริงที่สุด ทั้งตัวอย่างดินแบบรบกวน (Distrubed Sample) และ ตัวอย่างดินแบบไม่รบกวน (Undisturbed Sample) และใช้หัวเจาะเพชรเพื่อเก็บตัวอย่างหินเพื่อประเมินคุณภาพหินด้วยดัชนี RQD (Rock Quality Designation)

3.การวิเคราะห์เชิงลึกในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Test)
เมื่อตัวอย่างดินและหินถูกส่งมาถึงห้องปฏิบัติการ จะมีการทดสอบอย่างละเอียดเพื่อหาคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่จำเป็นสำหรับการออกแบบ

การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน
- การหาปริมาณความชื้น (Moisture Content)
- การวิเคราะห์ขนาดเม็ดดิน (Sieve)
- การทดสอบแรงเฉือน (Shear Strength Test)
- การทดสอบการยุบตัว (Consolidation Test)

การวิเคราะห์ตัวอย่างหิน
- RQD (Rock Quality Designation)
- กำลังอัดแกนเดียว (Uniaxial Compressive Strength - UCS)
- การวิเคราะห์รอยแตก (Fracture Analysis)

"The best foundation isn't built with concrete, but with data from the soil."

การเจาะสำรวจและการวิเคราะห์ดินและหินอย่างละเอียดคือหัวใจสำคัญในการสร้างรากฐานที่แข็งแกร่งและปลอดภัย ข้อมูลที่ได้ช่วยให้วิศวกรสามารถเลือกใช้ฐานรากที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโครงการของคุณ ไม่ว่าจะเป็นฐานรากแผ่, ฐานรากเสาเข็ม หรือการปรับปรุงคุณภาพดิน

SPN Soil Engineering พร้อมให้บริการเจาะสำรวจและทดสอบดินและหินด้วยเครื่องมือที่ทันสมัยและทีมงานผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้มั่นใจว่าการลงทุนในโครงการของคุณจะอยู่บนพื้นฐานที่มั่นคงและยั่งยืน

บริษัท เอสพีเอ็น ซอยล์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
ที่อยู่ : 55/10 หมู่ที่ 3 ตำบลศีรษะจรเข้น้อย
อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ
Tel : 02-130-4987 , 098-850-4610
Website : www.spnsoiltest.com
Facebook : Spn Soil Engineering Co.,LTD
Line : @spnth

SPN SOIL ENGINEERING CO.,LTD.
บริษัท เอสพีเอ็น ซอยล์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

EXPERT

CONSTRUCTION SERVICES

"Ensure Your Project's Foundation with Reliable Data"

"สร้างฐานราก ให้มั่นคงด้วย ข้อมูลที่ เชื่อถือได้"

Our Services:

- Soil Investigaiton เจาะสำรวจชั้นดิน
- Plate Bearing Test ทดสอบกำลังแบกทานของดิน
- Field Density Test ทดสอบความหนาแน่นดิน
- Seismic Test ทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม
- Dynamic Load Test ทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม

LINE

Contact Us For Details

02 130 7987, 064 746 9601

www.spnsoiltest.com

spnsoiltest@gmail.com

@spnth

mango ERP
Grow your success

- ควมคุมต้นทุน
- บริหารโครงการ

ERP สำหรับ ธุรกิจก่อสร้าง อันดับ 1

MANGO ERP โปรแกรมเพื่อธุรกิจรับเหมาก่อสร้าง ฟังก์ชันครบ ตั้งแต่ประมูลโครงการ, ระบบบริหาร วางแผนงาน บริหารทรัพยากร ตรวจสอบทรัพย์สิน รายงานสถานะกำไรขาดทุน ปิดงบทางบัญชี ***บริหารงานโครงการอย่างมีประสิทธิภาพ***

MANGO PROJECT MANAGEMENT

"โปรแกรมวางแผนงาน บริหารโครงการทุกมิติ ***เชื่อมต่อระบบ ERP***"

วางแผน คุมงาน
อัปเดตแผนโครงการได้ทุกที
ผ่านแอปเดียวจบ

TIME

บริหารโครงการมืออาชีพ
ต้นทุนไม่บานปลาย
รายงานครบในคลิกเดียว

COST

ตรวจสอบคุณภาพ ด้วยระบบ
(QC) พร้อม Virtual Tour 360°
เห็นหน้างาน ไม่ต้องเดินทาง

QUALITY

» สนใจติดต่อ เพื่อรับโปรโมชันพิเศษ «

LINE@

063 565 4594, 086 914 6997, 098 828 5742

Mango-ERP

โปรแกรมก่อสร้าง โปรแกรมอสังหา MANGO ANYWHERE

WWW.MANGOCONSULTANT.COM

บริษัท เอเซี่ยนสติลโปรดักส์ จำกัด

ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2526 ด้วยความตั้งใจที่จะเป็นผู้นำในอุตสาหกรรมการผลิตท่อเหล็กขนาดใหญ่สำหรับการส่งน้ำ งานโครงสร้างเสาเข็ม และงานก่อสร้างทั้งบนบกและนอกชายฝั่ง บริษัทฯ เริ่มต้นด้วยความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและมาตรฐานคุณภาพให้เทียบเท่ากับระดับสากล

ตลอดระยะเวลากว่า 40 ปี บริษัทฯ ได้รับความไว้วางใจจากลูกค้าในหลายอุตสาหกรรม ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ด้วยการนำเสนอโซลูชันที่ตอบโจทย์ความต้องการเฉพาะด้านพร้อมทั้งยกระดับคุณภาพการผลิตอย่างต่อเนื่อง บริษัทฯ ยังได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9002 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 ซึ่งเป็นเครื่องยืนยันถึงความมุ่งมั่นในคุณภาพ

โรงงานผลิตตั้งอยู่ในจังหวัดระยองซึ่งเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศไทยทำให้บริษัทฯสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ด้วยทีมงานผู้เชี่ยวชาญและเทคโนโลยีที่ทันสมัยบริษัทฯยังคงมุ่งมั่นที่จะสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดและเป็นพันธมิตรที่เชื่อถือได้ในทุกภาคอุตสาหกรรม บริษัทฯ ยังได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9002 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 “เป็นที่แรกในประเทศไทย” ซึ่งเป็นเครื่องยืนยันถึงความมุ่งมั่นในคุณภาพ

บริษัท เอเซี่ยนสติลโปรดักส์ จำกัด

100 หมู่ 7 ถนนทางหลวงสาย 36 กม. 34 ตำบลมาบข่า
อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง 21180

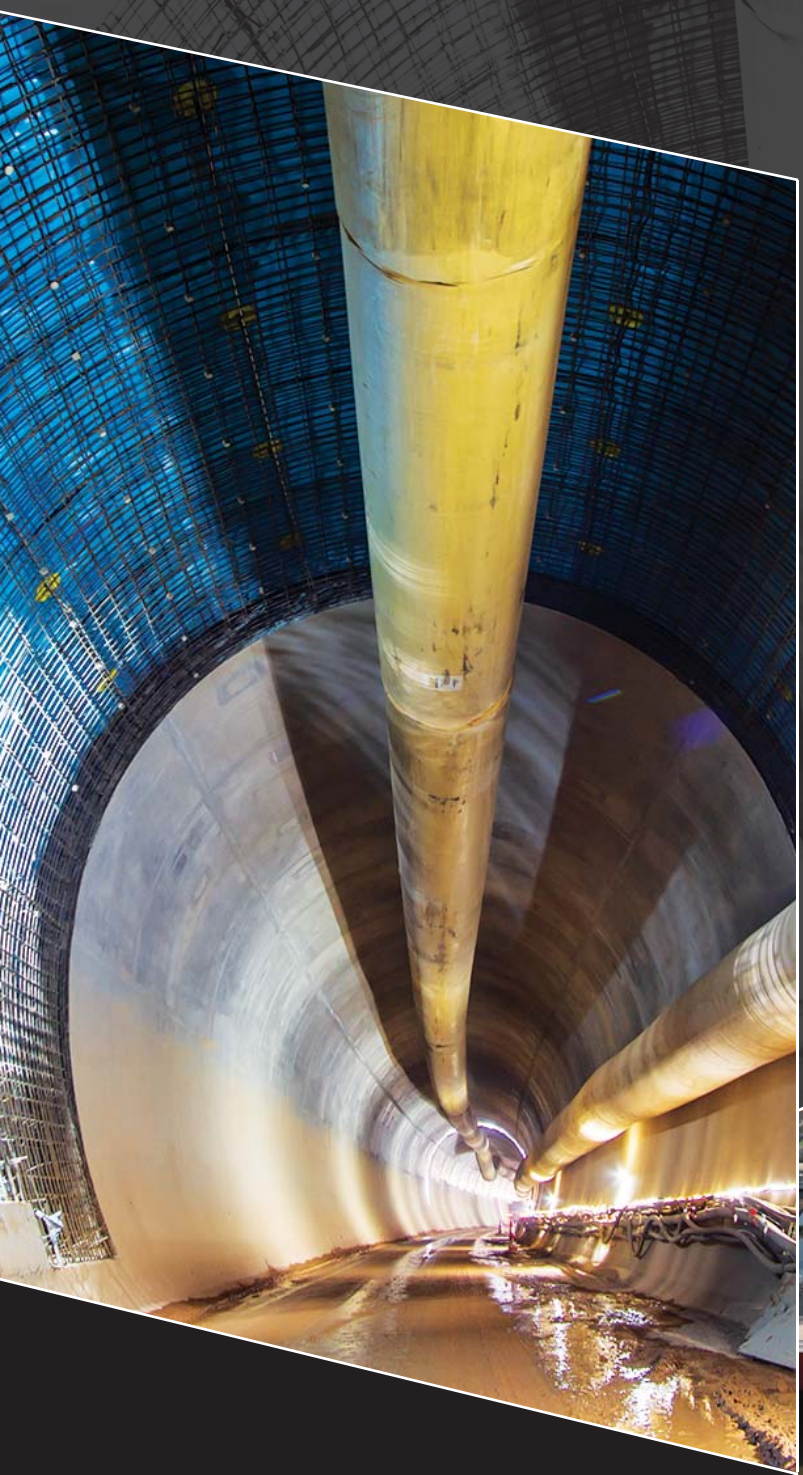
ติดต่อสอบถามได้ที่ 081-686-4846 aaarrt

RIGHT TUNNELLING

RIGHT TUNNELLING

- TUNNEL & SHAFT WORK
- DAM CONSTRUCTION & IRRIGATION SYSTEM
- HYDROPOWER PLANT
- PIPE JACKING & HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILLING
- OTHER WORKS

Right Tunnelling Public Company Limited
292 Moo 4 Bangna - Trad Rd. (km 26),
Bangbor, Bangbor, Samutprakan 10560 THAILAND



อิฐมวลเบา
ช่วยเรื่องแผ่นดินไหว อย่างไร

น้ำหนักเบา : ช่วยลดแรงกระทำจากแผ่นดินไหวด้วยน้ำหนักที่เบากว่าผนังก่อ-ฉาบ จากวัสดุทั่วไปจึงช่วยลดแรงเฉื่อยที่เกิดจากแรงสั่นสะเทือน และลดโอกาสที่ผนังจะหลุดร่อนหรือพังทลายลง

ผลกระทบต่อโครงสร้างหลัก : ด้วยน้ำหนักที่เบากว่า จึงช่วยลดแรงส่งผ่านจากผนังสู่โครงสร้างหลัก เพิ่มโอกาสที่โครงสร้างอาคารคงสภาพได้ดีกว่า

ดูดซับแรงสั่นสะเทือน : โครงสร้างของอิฐมวลเบามีฟองอากาศกระจายตัวอยู่ทั่วทั้งก้อนจึงช่วยดูดซับแรงสั่น และช่วยป้องกันการล้มตัวหรือพังถล่มของผนัง

สถาปนิก วิศวกร และ เจ้าของโครงการ มั่นใจ!!
เลือกใช้ **"SMART BLOCK G4"** แข็งแรง ทนทาน ทุกงานก่อสร้าง

ได้รับการรับรองจากหลายหน่วยงาน
ที่ยืนยันว่าเราใส่ใจโลก **"สู่การพัฒนาที่ยั่งยืน"**

Made in Thailand
Green Industry
ISO 14001 : 2015
ISO 9001 : 2015
มอก.1505-2541 G2-G6
AUTOCLAVED TECHNOLOGY
CERTIFIED BS 5234
FRIENDLY

SMART บล็อคเย็น สวย เบา แกร่ง เย็น

บริษัท สมาร์ทคอนกรีต จำกัด (มหาชน)
เลขที่ 11 หมู่ 9 ถ.บ้านบึง-แกลง ต.หนองอิรุณ
อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี 20220 โทร 038-442-500
@SmartBlockOfficial
marketing@smartblock.co.th
www.smartblock.co.th

SP&D

Suparerk Planning And Design Co.,Ltd.

SUPARERK

Planning and Design

บริษัท ศุภฤกษ์ แพลนนิ่ง แอนด์ ดีไซน์ จำกัด

ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2560 เป็นบริษัทที่ปรึกษา ซึ่งประกอบด้วยวิศวกร สถาปนิก นักผังเมือง และผู้เชี่ยวชาญสาขาต่างๆ พร้อมที่จะให้บริการที่ปรึกษาด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านพัฒนาแหล่งน้ำ ด้านไฟฟ้าพลังน้ำ ด้านการพัฒนาเมือง ด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ด้านระบบโครงสร้างพื้นฐานด้านวางและจัดทำผังเมือง แก่หน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน

สาขาความเชี่ยวชาญ

- ด้านไฟฟ้าพลังน้ำ การพัฒนาแหล่งน้ำ การเกษตรและการชลประทาน
- ด้านการบริหารและจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- ด้านการพัฒนาเมืองและภูมิภาค
- ด้านการพัฒนาการท่องเที่ยวและนันทนาการ

ขอบเขตของการให้บริการ

- งานศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม
- งานวางและจัดทำผังเมือง
- การศึกษาแผนแม่บท แผนยุทธศาสตร์และการศึกษาความเหมาะสม การออกแบบ จัดเตรียมเอกสารประกวดราคาและควบคุมงานก่อสร้าง

Our Location

เลขที่ 48/5 ซอยสุคนธสวัสดิ์ 38 แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร 10230

Contact Us

โทรศัพท์/ โทรสาร 02 039 8956

E-mail: suparerk@suparerk.co.th

WTC

บริษัท วัฒนารุ่งเรืองการโยธา จำกัด

Your partner in building the future

082-5149789,
063-5165214

Line id:
@wtcconcrete

www.wtcconcrete.com

WTC Concrete เสาเข็มคุณภาพ เพื่อความแข็งแรงของโครงสร้าง

มอก.396-2549

- เสาเข็มรูปตัวไอ
- เสาเข็มรูปตัวแอล
- เสาเข็มสี่เหลี่ยม
- บริการรับตอกเสาเข็ม

เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง เสาเข็มคุณภาพ สมุทรสาคร กรุงเทพและปริมณฑล

มอก.396-2549

99/19 หมู่3 ต.พันท้ายนรสิงห์ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000 | www.wtcconcrete.com info@wattanaconcrete.com

กรมทางหลวงชนบท
DEPARTMENT OF RURAL ROADS

วิสัยทัศน์

"สร้างถนนเชื่อมโยงโครงข่าย กระจายการเข้าถึงทุกมิติ ยกระดับคุณภาพชีวิตประชาชน บนการพัฒนาอย่างยั่งยืน"

พันธกิจ

1. พัฒนาและยกระดับมาตรฐานทางหลวงสายรอง เพื่อเชื่อมโยงการคมนาคมขนส่งการสัญจร การท่องเที่ยว การพัฒนาชายแดน การพัฒนาเมือง การแก้ไขปัญหาจราจร เป็นโครงข่ายการครอบคลุม การเดินทางของประชาชน
2. บำรุงรักษาให้โครงข่ายสายรองอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานสอดคล้องกับมาตรฐาน
3. ยกระดับความปลอดภัยโครงข่ายสายรองให้ได้รับมาตรฐานระดับสากล
4. ส่งเสริม และสนับสนุนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้มีระบบจัดการทางหลวงท้องถิ่นที่ได้มาตรฐาน
5. พัฒนาบุคลากร และยกระดับองค์กรสู่ความเป็นดิจิทัล มีอัตลักษณ์และพร้อมปรับตัวกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงได้

ขอบเขตอำนาจหน้าที่

1. ดำเนินการจัดทำมาตรฐานและข้อกำหนดทางหลวงชนบทและทางหลวงท้องถิ่นตลอดจนกำกับตรวจสอบและควบคุมทางวิชาการเพื่อให้มีการดำเนินการตามเกณฑ์มาตรฐานและข้อกำหนด
2. ดำเนินการฝึกอบรมและจัดทำคู่มือ ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับวิศวกรรมงานทาง
3. ส่งเสริมและสนับสนุนด้านวิชาการงานทางแก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
4. ดำเนินการตามกฎหมายว่าด้วยทางหลวง เฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับทางหลวงชนบท รวมทั้งกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง
5. วิจัยและพัฒนางานก่อสร้าง บูรณะ และบำรุงรักษาทางหลวงชนบท
6. ร่วมมือและประสานงานด้านงานทางกับองค์การและหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ
7. ปฏิบัติการอื่นใดตามที่กฎหมายกำหนดให้เป็นหน้าที่ของกรมหรือตามที่รัฐมนตรีหรือคณะรัฐมนตรีมอบหมาย

ช่องทางการติดต่อ

- **สายด่วนกรมทางหลวงชนบท 1146**
- กรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม
- เว็บไซต์กรมทางหลวงชนบท
- LineOfficial Account :@1146drr