

การวิเคราะห์แรงกระทำต่อผนังอุโมงค์ระบายน้ำในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง

ANALYSIS OF FORCES ACTINGS ON THE WALLS OF THE
TUNNEL DRAINAGE ON LOWER CHAO PRAYABASIN



– โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANALYSIS OF FORCES ACTINGS ON THE WALLS OF THE
TUNNEL DRAINAGE ON LOWER CHAO PRAYABASIN

MR. PINIT TANACHAICHOKSIRIKUN
MR.MONTREE TANGTRONGPAIROJ
MR. MANMANAT HOMCHAMOD

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE TECHNOLOGY LADKRABANG

2012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ การวิเคราะห์แรงกระทำต่อผนังอุโมงค์ระบายน้ำในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง


นักศึกษา นายพิณช ธนชัยโชคศิริกุล 52010809
นายมนตรี ตั้งตรงไพโรจน์ 52010937
นายแมนมนัส หอมขมด 52010959

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สกุล ห่อวโนทยาน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.อุมา สีนุญเรือง	
รศ.ดร.สกุล ห่อวโนทยาน	สกุล ห่อวโนทยาน
อ.ปรีชานันท์ ศรีแก้ว	ช.อ.อ.

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 19 มีนาคม 2556 เวลา 10.00 – 10.30น.
สถานที่สอบ ณ อาคาร วิศวกรรมโยธาชั้น 2 (ห้อง CV – 203)

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุพจน์ ศรีนิต)

ประธานสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ การวิเคราะห์แรงกระทำต่อผนังอุโมงค์ระบายน้ำในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง

คณະนักศึกษา นายพิณช ธนชัยโชคศิริกุล 52010831
นายมนตรี ตั้งตรงไพโรจน์ 52010937
นายแมนมนัส หอมชมด 52010959

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สกฤต ห่อวโนทยาน

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2555

บทคัดย่อ

เหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ในพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงปี พ.ศ. 2554 เป็นอุทกภัยครั้งใหญ่ของประเทศไทย นี้ ส่งผลต่อความเป็นอยู่ของประชาชน สาเหตุหลักของการเกิดน้ำท่วมในครั้งนี้ คือการเกิดฝนตกหนัก และการระบายเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ทั้งทั้งลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ทำให้หลายฝ่ายเริ่มให้ความสำคัญกับอุโมงค์เพื่อใช้ในการระบายน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ กอปรกับความจริงที่ว่า ในอนาคตการก่อสร้างอุโมงค์เพื่อการใช้งานด้านต่างๆจะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์แรงกระทำที่ผนังอุโมงค์สำหรับใช้ในการออกแบบอุโมงค์ใต้ดินขนาดใหญ่ในถนนวงแหวนรอบนอก ซึ่งเป็นอุโมงค์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ม. โดยขุดเจาะที่ความลึก 12.5 ถึง 13 ม. จากผิวดินถึงเส้นผ่านศูนย์กลางอุโมงค์ ซึ่งการวิเคราะห์แรงกระทำภายนอกต่ออุโมงค์ใต้ดินด้วยทฤษฎีของ Terzaghi, Einstein และ Muir Wood การวิเคราะห์ทั้งหมดเป็นแบบ 2 มิติ (Plain Strain)

จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ แรงในแนวแกนและแรงเฉือน กับตำแหน่งต่างๆบนหน้าตัดของอุโมงค์ โดยใช้ 3 ทฤษฎี คือ JSCE 1996, Einstein 1979 และ Muir Wood 1975 พบว่าค่าแรงดันของดินในแนวตั้งแรงดันของดินในแนวราบ ขนาดของอุโมงค์และความลึกของอุโมงค์เป็น

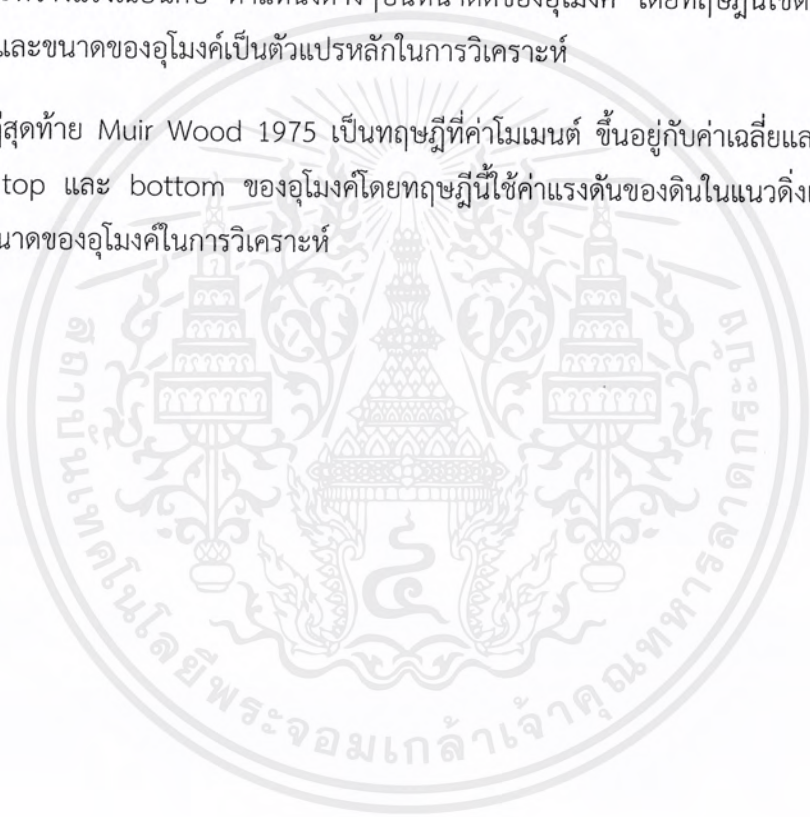
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรที่มีผลกระทบต่อค่าโมเมนต์ของอูโมงค์ ซึ่งค่าโมเมนต์จะเพิ่มขึ้นตามค่าของตัวแปรตั้งที่กล่าวมา เป็นความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง

JSCE 1996 เป็นทฤษฎีที่ใช้ค่าของแรงดันดินในแนวราบแรงดันของดินในแนวดิ่งและความลึกของอูโมงค์เป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลกระทบต่อค่าโมเมนต์ เมื่อค่าของตัวแปรเหล่านี้มีค่ามากโมเมนต์จะมีค่ามากตามไปด้วยและความสัมพันธ์นี้สามารถแสดงออกมาในรูปแบบของกราฟที่มี ลักษณะ เหมือน cosine wave

Einstein 1979 เป็นทฤษฎีที่ใช้วิเคราะห์ค่าโมเมนต์ของอูโมงค์ในดินเหนียว จึงไม่มีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนกับ ตำแหน่งต่างๆบนหน้าตัดของอูโมงค์ โดยทฤษฎีนี้ใช้ตัวแปรแรงดันของดินในแนวราบและขนาดของอูโมงค์เป็นตัวแปรหลักในการวิเคราะห์

ทฤษฎีสุดท้าย Muir Wood 1975 เป็นทฤษฎีที่ค่าโมเมนต์ ขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยและผลต่างระหว่างความดันที่จุด top และ bottom ของอูโมงค์โดยทฤษฎีนี้ใช้ค่าแรงดันของดินในแนวดิ่งแรงดันของดินในแนวราบและขนาดของอูโมงค์ในการวิเคราะห์



Title	ANALYSIS OF FORCES ACTINGS ON THE WALLS OF THE TUNNEL DRAINAGE ON LOWER CHAO PRAYABASIN	
Student	Mr.Pinit Tanachaichoksirikun	52010831
	Mr.Montree Tangtrongpairoj	52010937
	Mr.Manmanat Homchamod	52010959
Advisor	ASSOCIATE PROFESSOR DR. SAKUL HOVANOTAYAN	
Degree	BACHELOR OF ENGINEERING	
Program	CIVIL ENGINEERING	
Year	2012	

ABSTRACT

Two years ago, 2012, Thailand faced with the very big disaster which gave huge effects to everyone in the country that disaster was big flood. And after the analyzing process, we found that the main problems of flood are heavy raining at that time together with the low efficiency of the water draining system in the Chao Phraya river. When the problems are found, so many concerned people and organization come to give the priority to the high efficiency water tunnel system. Moreover, in the nearly future, tunnels will be the one of major thing in many fields of work.

In this research, the main objectives are about to learn and analyze the power pressure which put on to the tunnel's wall for building the big tunnel at the Outer Ring Road. This tunnel has 15 metres diameters and locates 12.5-13 metres depth under the ground. After analyzing the external pressure by using the method of Terzaghi, Einstein and Muir Wood, we found that the analyzing method refers to the 2 dimensions model (Plain Strain).

The analysis of the relationship between moment, axial force and shear force to each point of tunnel's cross section by using 3 theories, JSCE 1996, Einstein 1979 and Muir Wood 1975 show that some parameters are related which are vertical soil pressure, horizontal soil pressure, tunnel size, the depth of tunnel from the surface and all of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมหนังสือหรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

those theories analyze in the same way that the relationship between moment and each point of tunnel's cross section is direct variation.

JSCE 1996 shows that vertical soil pressure, horizontal soil pressure and depth of tunnel from surface are affected to moment value and if these parameter values increase, the moment will increase which can be shown in the graph that looks like cosine wave.

In addition, Einstein 1979 uses horizontal soil pressure and tunnel size to analyze and the result shows that if the parameters value is large, the moment value will be large too. However, Einstein 1979 theory is the theory which is used to analyze clay soil so the relationship between shear force to each point of tunnel's cross section will not be analyzed.

Finally, Muir Wood 1975 analyzes the relationship by using vertical soil pressure, horizontal soil pressure and tunnel size. And with Muir Wood 1975, the result moment is depended on the average and differentiate pressure between the pressure at the top and bottom point of the tunnel.

กิตติกรรมประกาศ

ไม่มีคำกล่าวใดที่จะบ่งบอกถึงความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.สกุล ท่อวโนทยาน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษนี้ ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาของโครงการศึกษานี้ท่านได้ให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาต่างๆ สอนถึงความเป็นวิศวกรที่ดีทำงานอย่างละเอียดรอบคอบ รวมถึงการประพฤติตนให้รู้เห็นถึงความสำคัญของโครงการพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์ หัวหน้าศูนย์วิจัยปฐพีศาสตร์และฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เกี่ยวกับข้อมูลหลุมเจาะในพื้นที่ทำการศึกษาและยังให้คำแนะนำต่างๆ ที่สามารถทำให้งานดำเนินได้อย่างสะดวก

ขอขอบพระคุณ คุณเชิดพันธ์ อมรกุล Geotechnical Engineering จากบริษัท เอส ที เอส อินสตรูเมนต์ จำกัดในความกรุณาที่ให้ความอนุเคราะห์เกี่ยวกับข้อมูลหลุมเจาะในพื้นที่ทำการศึกษา

ขอขอบพระคุณ บริษัท GFE ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการรวบรวมข้อมูล และอนุญาตให้ใช้ข้อมูลเพื่อการศึกษาได้

ขอขอบคุณเพื่อนภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกคนที่เป็นกำลังใจให้กับกลุ่มของข้าพเจ้า รวมถึงเพื่อนๆที่สละเวลามาช่วยในโอกาส ต่างๆ ด้วย

และขอกล่าวคำขอบคุณทุกสิ่งทุกอย่างที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่มอบให้โดยเฉพาะอย่างยิ่งโอกาสในการศึกษาตลอดหลักสูตรวิศวกรรมบัณฑิตอันถือเป็นเกียรติสูงสุดสำหรับผู้ประพันธ์

ท้ายที่สุดนี้ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่มอบความรักความห่วงใย อันเป็นกำลังใจที่ดีที่สุดสำหรับผู้ประพันธ์ จนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายแมนมนัส หอมขมด

นายมนตรี ตั้งตรงไพโรจน์

นายพิณช ธนชัยโชคศิริกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ ผู้ประพันธ์ ыชนด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาแล้งต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	บทคัดย่อภาษาไทย	ก
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
	กิตติกรรมประกาศ	จ
	สารบัญ	ฉ
	สารบัญตาราง	ญ
	สารบัญรูป	ฎ
1	บทนำ	1
	1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ	2
	1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ	2
	1.4 พื้นที่การออกแบบ	3
	1.5 ขั้นตอนการทำงาน	4
	1.6 การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
	1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา	5
2	วรรณกรรมปริทัศน์และโครงการที่เกี่ยวข้อง	6
	2.1 ผนังอุโมงค์	6
	2.1.1. หน้าที่ของผนังอุโมงค์	6
	2.1.2. ลักษณะของผนังอุโมงค์มีดังต่อไปนี้	6
	2.1.3. การเลือกโครงสร้างและประเภทของผนังอุโมงค์	7
	2.1.4 พื้นฐานของการออกแบบ	8
	2.1.5 ขั้นตอนการออกแบบ	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
2.2	การแบ่งประเภทของผนังอุโมงค์	9
2.2.1	Unlined Rock	9
2.2.2	Rock reinforcement systems	9
2.2.3	Shotcrete	11
2.2.4	Pre-excavation stabilization	12
2.2.5	Ribbed systems	12
2.2.6	Segmental lining	14
2.2.7	Poured concrete	15
2.3	การพิจารณาการออกแบบอุโมงค์	15
2.3.1	Water	15
2.3.2	Constructability	15
2.3.3	ระบบShield (Shield systems)	16
2.3.4	ขนาดของ Lining	16
2.4	แนวทางการขุดเจาะอุโมงค์	17
2.4.1	กล่าวนำ	17
2.4.2	การก่อสร้างอุโมงค์แบบต่างๆ	17
2.5	โครงการที่เกี่ยวข้อง	20
2.5.1	โครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล	20
2.5.2	อุโมงค์ระบายน้ำคลองแสนแสบและคลองลาดพร้าว	21
2.5.2.1	ประวัติอุโมงค์	21
2.5.2.2	งานด้านวิศวกรรม	21
2.5.2.3	ขนาดของอุโมงค์	22
2.5.2.4	รัศมีความโค้งแนวท่อ	22
2.5.2.5	ขั้นตอนการเจาะอุโมงค์	23
2.5.3	พัฒนาการการก่อสร้างอุโมงค์	24

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	2.5.3.1 EURO TUNNEL	24
	2.5.3.2 อุโมงค์รถไฟขุนตาน	29
	2.6 ทบทวนวรรณกรรม	33
3	สภาพพื้นที่ศึกษา	35
	3.1 สภาพพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	35
	3.1.1 สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำเจ้าพระยา	35
	3.1.2 สภาพภูมิประเทศ	35
	3.2 สภาพแนวเส้นทางวางอุโมงค์	38
	3.2.1 แนวอุโมงค์	38
	3.2.2 ลักษณะข้อมูลหลุมเจาะ	39
	3.2.2.1 ตำแหน่งข้อมูลหลุมเจาะ	39
	3.2.2.2 ตัวอย่างข้อมูลหลุมเจาะ	42
	3.2.2.3 ลักษณะการวางอุโมงค์ในชั้นดิน	47
4	ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	63
	4.1 ทฤษฎีแรงกระทำของ JSCE (1996) หรือทฤษฎีของ Terzaghi	63
	4.1.1 น้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในการออกแบบ	63
	4.1.2 ความดันในแนวตั้งและแนวราบ	64
	4.1.3 แรงดันดินในแนวตั้ง	64
	4.1.4 ความดันดินในแนวราบ	65
	4.1.5 ความดันน้ำ	66
	4.1.6 น้ำหนักบรรทุกคงที่	66
	4.1.7 น้ำหนักกดทับ	67
	4.1.8 แรงต้านทาน	67
	4.1.9 น้ำหนักภายในอุโมงค์	67
	4.1.10 น้ำหนักที่เกิดขึ้นในขณะก่อสร้าง	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	4.1.11 ผลกระทบของแรงแผ่นดินไหว	67
	4.1.12 น้ำหนักกระทำอื่นๆ	68
	4.2. การวิเคราะห์แรงกระทำภายนอกของ Einstein Method	68
	4.3 การคำนวณองค์ประกอบแรงของ JSCE	69
	4.4 ทฤษฎีแรงกระทำของ Einstein (1979)	73
	4.5 ทฤษฎีแรงกระทำภายในของ Muir Wood (1975)	75
5	หลักการและแนวทางการศึกษา	77
	5.1 แนวทางการศึกษา	77
	5.1.1 การรวบรวมข้อมูลจากเอกสารรายงานต่างๆ	77
	5.1.2 การวางแผนวโมงค์บนแผนที่	77
	5.1.3 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล	77
	5.2 ภาพรวมขั้นตอนการศึกษา	78
	5.3 หาเส้นทางศูนย์กลางอุโมงค์ด้วยวิธี Trial and error	79
	5.4 รายละเอียดการออกแบบสำหรับชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์	79
	5.4.1 โครงสร้างจุดต่อ	79
	5.4.2 การจัดวางสลักเกลียว	81
	5.4.3 Vertical rib	81
	5.4.4 การป้องกันการรั่วซึมของน้ำ	81
	5.4.5 รูสำหรับอัดฉีดน้ำปูน	82
	5.5 ระดับของอุโมงค์ (Grade of tunnel)	82

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
6	การวิเคราะห์แรงกระทำต่อผนังอุโมงค์	83
	6.1 กล่าวนำ	83
	6.2 การออกแบบชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์	83
	6.2.1 ชิ้นส่วนคอนกรีต	83
	6.2.2 คุณสมบัติของวัสดุ	84
	6.2.3 หาแรงกระทำภายในโดยวิธีของ JSCE 1996	85
	6.2.4 หาแรงกระทำภายในโดยวิธีของ Einstein	92
	6.2.5 หาแรงกระทำภายในโดยวิธีของ Muir Wood	94
7	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	100
	7.1. กล่าวนำ	100
	7.2. บทสรุปโครงการพิเศษ	100
	7.3 ข้อเสนอแนะ	114
	หนังสืออ้างอิง	115
	ภาคผนวก ก ข้อมูลหลุมเจาะ	ผก1
	ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์	ผข1

สารบัญตาราง

ตารางที่	คำอธิบาย	หน้า
4.1	แสดงประเภทของน้ำที่กระทำ	63
4.2	แสดงค่าสัมประสิทธิ์แรงดันดินด้านข้าง (K_0)	65
4.3	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ k แปรผันตามชนิดของดิน	72
4.4	แสดงค่าโมดูลัสยืดหยุ่นและบัวของเรโซ	74
5.1	ชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์เหล็กและแบบแผ่นเรียบ	80
5.2	Box segment of concrete (without sheaths)	80
6.1	แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของ	87
6.2	แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์	87
6.3	แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์	88
6.4	แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์	89
6.5	แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์	90
6.6	แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์	90
6.7	แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์	93
6.8	แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์	96
6.9	แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์	96
7.1	ตารางเปรียบเทียบแรงกระทำภายในของอุโมงค์ฝั่งตะวันตกของแต่ละทฤษฎี	100
7.2	ตารางเปรียบเทียบแรงกระทำภายในของอุโมงค์ฝั่งตะวันออกของแต่ละทฤษฎี	103

สารบัญรูป

รูปที่	คำอธิบาย	หน้า
1.1	แสดงแนวเส้นทางที่จะออกแบบอุโมงค์	3
2.1	อุโมงค์ Wawona highway	9
2.2	Peachtree center station, MARTA, Atlanta – reinforced rock	10
2.3	Rock bolts with wire mesh	10
2.4	Shotcrete	11
2.5	Shotcrete finish lining	11
2.6	อุโมงค์ Berkeley hill	13
2.7	Los angeles metro – โครงสร้างพร้อมกับ Barrel stave lining	13
2.8	ผนังอุโมงค์ Los angeles metro มีระบบ Stabilization ที่ใช้ชั้นส่วนผนังอุโมงค์ที่หล่อสำเร็จ	14
2.9	แผนที่แสดงแนวเส้นทางโครงการรถไฟฟ้า สายเฉลิมรัชมงคล	20
2.10	รูปหัวเจาะแบบ Earth pressure balance (EPBS)	22
2.11	แผนที่เส้นทางอุโมงค์	25
2.12	อุโมงค์ช่องแคบแสดงพิพิธภัณฑิรรถไฟแห่งชาติใน York อังกฤษ	26
2.13	Tunnel boring machine	28
2.14	ตัวอย่างส่วนตัดขวางอุโมงค์ ที่มีอุโมงค์สำหรับขนถ่ายวัสดุในระหว่างอุโมงค์รางคู่	28
2.15	Channel tunnel	29
2.16	TBM	29
2.17	อุโมงค์ขุนตาน	30
2.18	ภาพสถานีขุนตาล	31
2.19	profile การขุดเจาะอุโมงค์	32
3.1	ระดับพื้นดินที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	37
3.2	ภาพแสดงตำแหน่งข้อมูลหลุมเจาะทั้งหมด	39
3.3	แสดงตำแหน่งที่ได้จากกรมโยธาธิการ สำนักควบคุมการก่อสร้าง	40
3.4	แสดงข้อมูลหลุมเจาะจากบริษัท เอส ที เอส อินสตรูเมนท์ จำกัด	41
3.5	แสดงข้อมูลจากศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	42
3.6(ก)	แสดงข้อมูลศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	43
3.6(ข)	แสดงข้อมูลศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	44
3.6(ค)	แสดงข้อมูลศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	45
3.6(ง)	แสดงข้อมูลศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	46
3.7	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนน แหวนรอบนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 0+00 ถึง 12+00	48

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	คำอธิบาย	หน้า
3.8	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 12+000 ถึง 24+000	49
3.9	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 24+000 ถึง 36+000	50
3.10	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 36+000 ถึง 48+000	51
3.11	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 48+000 ถึง 60+00	52
3.12	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 60+000 ถึง 72+000	53
3.13	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 72+000 ถึง 84+000	54
3.14	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 84+000 ถึง 96+000	55
3.15	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันตกที่ระยะ 0+000 ถึง 12+000	56
3.16	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันตกที่ระยะ 12+000 ถึง 24+000	57
3.17	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันตกที่ระยะ 24+000 ถึง 36+000	58
3.18	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันตกที่ระยะ 36+000 ถึง 48+000	59
3.19	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันตกที่ระยะ 48+000 ถึง 60+000	60
3.20	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันตกที่ระยะ 60+000 ถึง 72+000	61
3.21	แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันตกที่ระยะ 72+000 ถึง 76+000	62
4.1	แสดงลักษณะแรงกระทำภายนอก JSCE (1996)	69
4.2	แสดงการจำลองโมเดลเป็นแบบเนื้อเดียวกัน Einstein (1979)	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและนำอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	คำอธิบาย	หน้า
5.1	ผังขั้นตอนการศึกษา	
6.1	แสดงหน้าตัดของอุโมงค์	78
6.2	แสดงตำแหน่งของ Θ	84
6.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Total Moment ที่ตำแหน่งต่างๆจากทฤษฎี JSCE 1996	85
6.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Total Axial Force ที่ตำแหน่งต่างๆจากทฤษฎี JSCE 1996	91
6.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Total Shear Force ที่ตำแหน่งต่างๆจากทฤษฎี JSCE 1996	91
6.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Total Bending Moment ที่ตำแหน่งต่างๆจากทฤษฎี Einstein	92
6.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Total Axial Force ที่ตำแหน่งต่างๆ จากทฤษฎี Einstein	93
6.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Total Bending Moment กับ Θ จากทฤษฎี Muirwood	94
6.9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Force กับ Θ จากทฤษฎี Muirwood	97
6.10	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Shear Force กับ Θ จากทฤษฎี Muirwood	97
6.11(ก)	เปรียบเทียบ โมเมนต์ กับ Θ ในทฤษฎีต่างๆ	98
6.11(ข)	เปรียบเทียบ เปรียบเทียบ Axial Force กับ Θ ในทฤษฎีต่างๆ	98
6.11(ค)	เปรียบเทียบ แรงเฉือน กับ Θ ในทฤษฎีต่างๆ	99
7.1(ก)	เปรียบเทียบระหว่าง Total Bending Moment กับ Θ ในทฤษฎีต่างๆ	99
7.1(ข)	เปรียบเทียบแรงในแนวแกนที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎี	107
7.1(ค)	เปรียบเทียบแรงเฉือนที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎี	107
7.2(ก)	เปรียบเทียบโมเมนต์ที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎีกับระยะทางฝั่งตะวันตก	108
7.2(ข)	เปรียบเทียบแรงในแนวแกนที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎีกับระยะทางฝั่งตะวันตก	108
7.2(ค)	เปรียบเทียบแรงเฉือนที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎีกับระยะทางฝั่งตะวันตก	109
7.2(ง)	เปรียบเทียบโมเมนต์ที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎีกับระยะทางฝั่งตะวันออก	109
7.2(จ)	เปรียบเทียบแรงในแนวแกนที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎีกับระยะทางฝั่งตะวันออก	110
7.2(ฉ)	เปรียบเทียบแรงเฉือนที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎีกับระยะทางฝั่งตะวันออก	110
		111

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ในพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงปี พ.ศ. 2554 เป็นอุทกภัยครั้งใหญ่ของประเทศไทย ทำให้ประชาชนในประเทศสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินอย่างมากกับเหตุการณ์ในครั้งนี้ สาเหตุหลักของการเกิดน้ำท่วมในครั้งนี้ คือการเกิดฝนตกหนัก และการระบายเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ทว่าทั้งลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาดังนั้นการศึกษาหนทางในการระบายน้ำโดยวิธีการอื่นนอกจากคลองผันน้ำ หรือท่อระบายน้ำจึงจำเป็นอย่างยิ่ง

นอกจากนี้อุโมงค์ใต้ดินที่ก่อสร้างที่เมืองไทยที่ผ่านมา ที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก ได้แก่ อุโมงค์รถไฟพ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล เป็นอุโมงค์เพื่อการคมนาคมขนส่งสายแรกในประเทศไทย ซึ่งเป็นอุโมงค์ใต้ดินตลอดสาย และอุโมงค์ส่งน้ำของการประปานครหลวง ทำให้ทราบได้ว่าเทคโนโลยีการก่อสร้างอุโมงค์ในไทยยังเป็นเรื่องใหม่และหลายฝ่ายให้ความสนใจอย่างมาก อีกทั้งยังเป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจ ในการแก้ปัญหาการระบายน้ำและการขนส่ง ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่วิศวกรไทยควรให้ความสนใจและศึกษาถึงการออกแบบและก่อสร้างอุโมงค์ส่งน้ำเพื่อการใช้งาน

จากเหตุผลข้างต้น เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการบรรเทาปัญหาโครงการนี้จะมุ่งไปยังการออกแบบอุโมงค์ โดยใช้ถนนวงแหวนรอบนอกตะวันตกเริ่มจาก จังหวัดปทุมธานี ไปจนถึง อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ และระบายน้ำลงแม่น้ำเจ้าพระยาอีกครั้ง

ถนนวงแหวนรอบนอก (ถนนกาญจนาภิเษก) เป็นถนนที่อยู่ในแนวเหนือ-ใต้ และเป็นวงล้อมรอบกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีจุดตัดกับแม่น้ำเจ้าพระยา 2 จุด คือ ด้านเหนือที่บริเวณอำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และด้านใต้ที่บริเวณอำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ แนวถนนนี้มีขนาด 6-8 ช่องจราจรและบางช่วงใหญ่กว่านี้ นอกจากนี้ยังมีเส้นทางเหลืออีกพอสมควร ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะก่อสร้างอุโมงค์ระบายน้ำไว้ใต้ถนนวงแหวนรอบนอกเพื่อระบายน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาตั้งแต่บริเวณอำเภอบางปะอินมาออกที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยาหรือออกทะเลโดยตรง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

- 1) นำวิชาการทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ต่างๆมาทำการวิเคราะห์ผนังอุโมงค์
- 2) ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานของงานอุโมงค์ และการคำนวณด้านการออกแบบผนังอุโมงค์ในชั้นดินต่างๆ ของกรุงเทพฯ
- 3) เสนอการวิเคราะห์แรงกระทำต่อผนังอุโมงค์ใต้ดิน เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ศึกษาหรือออกแบบอุโมงค์ต่อไป

1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

- 1) ศึกษาการก่อสร้างผนังอุโมงค์
- 2) นำข้อมูลดินและค่าแพคเตอร์ในดินมาวิเคราะห์หาค่าแรงกระทำต่าง ๆ ที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ ทั้งค่า แรงในแนวแกน แรงเฉือน และค่าโมเมนต์ จากทฤษฎีของ (Terzaghi, Einstein, Muir Wood) แนวถนนวงแหวนรอบนอก แล้วนำแรงปฏิกิริยาทั้งหมดมาเปรียบเทียบกัน
- 3) แสดงวิธีการวิเคราะห์แรงกระทำต่อผนังอุโมงค์เพื่อเป็นกรณีศึกษา

1.4 พื้นที่การศึกษา

พื้นที่ที่จะทำการวางแผนอุโมงค์คือ ถนนกาญจนาภิเษก หรือ ถนนวงแหวนรอบนอกแบ่งช่วงการคำนวณเป็นถนนวงแหวนตะวันตกและวงแหวนตะวันออกที่ อำเภอบางไทร และ อำเภอพระประแดงโดยใช้สีในการแบ่งช่วงคือสีฟ้าแสดงถนนวงแหวนตะวันตก และสีแดงแสดงถนนวงแหวนออกดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงแนวเส้นทางอุโมงค์

1.5 ขั้นตอนการทำงาน

- 1) ศึกษาโครงการที่เกี่ยวข้อง
- 2) รวบรวมข้อมูลจาก ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, เว็บไซต์ของกรมโยธาธิการ และบริษัท เอส ที เอส อินสตรูमेंท์ จำกัด
- 3) นำข้อมูลที่ได้มาใช้วิเคราะห์โดยทฤษฎี ต่างๆ
- 4) ออกแบบความลึกที่เหมาะสมของระดับท่ออุโมงค์และวิเคราะห์กราฟ Maximum Bending Moment, Maximum Shear Force

1.6 การทบทวน เอกสารที่เกี่ยวข้อง(Literature Review)

- 1) นายเลอพงศ์ อ่ำสุริยา และ นายอำนาจ ฤทธิรงค์ (Thailand) 2543

การออกแบบระบบระบายน้ำฝน พื้นที่ฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(DESIGN OF STORM DRAINAGE SYSTEM FOR THE NORTH-WEST AREA OF KING MONGKUTT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG)

- 2) นายชัชว ไซวงศ์เหล็ก และคณะ (Thailand) 2548

การศึกษาการออกแบบและก่อสร้างผนังอุโมงค์ส่งน้ำขนาดใหญ่ในกรุงเทพฯ(STUDY OF TUNNEL LINING DESIGN AND CONSTRUCTION OF WATER MAIN TUNNEL IN BANGKOK)

- 3) นายธีระภัทร์ เหล่าสุวรรณรัตน์ และคณะ (Thailand) 2541

การศึกษาแนวทางการลดความเสี่ยงในงานอุโมงค์ในชั้นหิน กรณีศึกษาโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ (REDUCING RISK FOR ROCK TUNNELING: A CASE STUDY OF LAM TA KHONG PUMPED STORAGE PROJECT)

- 4) นายภวินท์ วัฒนเพ็ญไพบุลย์ และคณะ (Thailand) 2554

การศึกษาเบื้องต้นด้านวิศวกรรมชลศาสตร์ สำหรับอุโมงค์เพื่อบรรเทาอุทกภัยบนพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง(PRELIMINARY STUDY IN THE FIELD OF HYDRAULIC ENGINEERING FOR FLOOD MITIGATION TUNNELLING ON LOWER CHAO PRAYA BASIN)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 4 อ้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) นายพิสุทธิ์ โชติดีติก และ นายสมเกียรติ เพชรโสม (Thailand) 2547

การศึกษาการออกแบบและการก่อสร้างผนังอุโมงค์ใต้ดิน (STUDY OF TUNNEL LINING DESIGN AND CONSTRUCTION)

6) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชัชวีร์ สุวรรณสวัสดิ์ (Thailand) 2551

เทคโนโลยีการก่อสร้างอุโมงค์ (TUNNELING TECHNOLOGY)

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

- 1) คาดว่าการวิเคราะห์ผนังอุโมงค์นี้จะเกิดประโยชน์ต่อผู้ที่ศึกษาหรือออกแบบอุโมงค์ในอนาคตได้
- 2) ช่วยให้ทางคณะผู้จัดทำได้ความรู้และประสบการณ์รวมถึงได้ทราบผลกระทบและความเสี่ยงต่างๆ จากการวิเคราะห์ผนังอุโมงค์ในครั้งนี้ คณะผู้จัดทำสามารถนำความรู้นี้ไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นได้
- 3) เป็นการประยุกต์ วิชาสาขาต่างๆ เพื่อใช้ในการศึกษาวิชา โครงการพิเศษ วิชา Soil mechanic

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์และโครงการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผนังอุโมงค์

2.1.1 หน้าที่ของผนังอุโมงค์

ผนังอุโมงค์ (Lining) ต้องมีความปลอดภัย และสามารถต้านทานแรงจากดินโดยรอบและแรงดันจากน้ำ รวมถึงน้ำหนักบรรทุกต่าง ๆ ตลอดการใช้งาน ให้เหมาะสมสำหรับจุดประสงค์การนำไปใช้งานของอุโมงค์ และเงื่อนไขในการก่อสร้าง

หน้าที่หลักของผนังอุโมงค์ (Lining) มี 3 ข้อ คือ

- 1) ต้องสามารถต้านทานต่อน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่ออุโมงค์อย่างเพียงพอและปลอดภัยตลอดอายุการใช้งาน
- 2) ต้องตอบสนองการใช้งานที่ต้องการได้
- 3) ต้องเหมาะสมกับวิธีการก่อสร้าง

ลักษณะเฉพาะที่สำคัญของอุโมงค์ประเภทหัวเจาะ (Shield-driver tunnel) มีความเกี่ยวข้องกับข้อ 3 ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ผนังอุโมงค์ (Lining) แบ่งประเภทเป็นผนังอุโมงค์หลัก (Primary lining) และผนังอุโมงค์ชั้นใน (Secondary lining) ซึ่งผนังอุโมงค์หลัก (Primary lining) โดยทั่วไปจะเป็นโครงสร้างที่ถูกสร้างไว้ก่อน ขณะที่ผนังอุโมงค์ชั้นใน (Secondary lining) อาจเป็นแบบคอนกรีตหล่อในที่หรือเป็นโครงสร้างสำเร็จรูป เช่น ท่อเหล็กกล้าโดยจะติดตั้งไว้ด้านในของผนังอุโมงค์หลัก (Primary lining)

2.1.2 ลักษณะของผนังอุโมงค์มีดังต่อไปนี้

ผนังอุโมงค์หลัก (Primary lining) ทำหน้าที่สำหรับค้ำยันน้ำหนักบรรทุก ที่มีต่ออุโมงค์ โดยสมมติว่าน้ำหนักบรรทุกแบ่งแรงกระทำระหว่างผนังอุโมงค์หลัก (Primary lining) และผนังอุโมงค์ชั้นใน (Secondary lining)

ผนังอุโมงค์ ต้องไม่เป็นอุปสรรคต่อการบำรุงรักษาเมื่อเปิดใช้งาน อีกทั้งยังต้องสามารถป้องกันการไหลเข้าของน้ำใต้ดิน และมีอายุการใช้งานตามที่ออกแบบไว้

หน้าที่ของผนังอุโมงค์ ต้องสามารถรับแรงผลัก (Thrust force) จากการขับเคลื่อนของหัวเจาะอุโมงค์ขณะทำการก่อสร้างได้ และสามารถต้านทานแรงดันย้อนกลับจากการฉีดอัดคอนกรีตหลังหัวเจาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาแล 6 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Tail void grouting) อีกทั้งผนังอุโมงค์ต้องทำหน้าที่อย่างสมบูรณ์ หลังจากที่หัวเจาะอุโมงค์ขับเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ในปัจจุบันยังมีวิธีการหล่อคอนกรีตในที่ เพื่อทดแทนการใช้ผนังอุโมงค์แบบชิ้นส่วนประกอบ โดยหัวเจาะอุโมงค์มีอุปกรณ์สำหรับฉีดคอนกรีตและไม้แบบเพื่อหล่อเป็นผนังคอนกรีตขณะขับเคลื่อนหัวเจาะ อย่างไรก็ตามยังคงไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากมีความซับซ้อนกว่าการใช้ผนังอุโมงค์แบบเดิม และการควบคุมคุณภาพทำได้ยาก แม้ว่าผนังอุโมงค์หลัก (Primary lining) และผนังอุโมงค์ชั้นใน (Secondary lining) จะแบ่งรับแรงกระทำ อย่างไรก็ตามในระยะยาวอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ ซึ่งยากที่จะประเมินการรับน้ำหนักบรรทุกที่กระทำระหว่างผนังอุโมงค์หลัก (Primary lining) และผนังอุโมงค์ชั้นใน (Secondary lining) ได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นผนังอุโมงค์หลัก (primary lining) ควรถูกออกแบบให้รับน้ำหนักบรรทุกทั้งหมดที่กระทำต่ออุโมงค์ ซึ่งหน้าที่ของผนังอุโมงค์ชั้นใน (Secondary lining) คือป้องกันผนังอุโมงค์หลัก (Primary lining) จากการสึกกร่อน ป้องกันการไหลเข้าของน้ำใต้ดิน และช่วยเสริมกำลังของผนังอุโมงค์หลัก (Primary lining) อีกทั้งผนังอุโมงค์ชั้นใน (Secondary lining) ยังช่วยในการปรับวางแนวเส้นทางที่เบี่ยงเบนมากไปในการก่อสร้างอุโมงค์

ผนังอุโมงค์ชั้นใน (Secondary lining) อาจไม่มีความจำเป็นหากการป้องกันการไหลเข้าของน้ำผ่านชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ และการป้องกันการสึกกร่อนได้รับการพิจารณาโดยสมบูรณ์ เมื่อผนังอุโมงค์ชั้นใน (Secondary lining) ได้รับการออกแบบโดยส่วนหนึ่งของโครงสร้างหลักความแข็งแรงของอุโมงค์จะเพิ่มขึ้นแต่พฤติกรรมของโครงสร้างลักษณะเฉพาะนี้ถูกใช้ในโครงสร้างอุโมงค์มาตรฐานสำหรับการท่อดูแลไม่เท่ากัน และแผ่นดินไหวควรจัดให้มีพื้นที่สำหรับพื้นดินที่เปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างอย่างทันทีทันใดและบริเวณที่เชื่อมต่อกับปล่องแนวตั้ง (Shaft) หรือโครงสร้างสถานีในกรณีอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน เมื่อทำการออกแบบผนังอุโมงค์ (Lining) สำหรับอุโมงค์ที่มีหัวเจาะอุโมงค์ในชั้นดินอ่อนเช่นในชั้นดินเหนียวอ่อน (Soft clay) เป็นต้น

2.1.3 การเลือกโครงสร้างและประเภทของผนังอุโมงค์

การเลือกโครงสร้างและประเภทของผนังอุโมงค์ควรเลือกให้เหมาะสมกับจุดประสงค์ของการใช้อุโมงค์ สภาพชั้นดินและวิธีการก่อสร้าง โดยในหลายกรณีผนังอุโมงค์ ประกอบด้วยผนังอุโมงค์หลัก (Primary lining) และผนังอุโมงค์ชั้นใน (Secondary lining) ต้องคำนึงถึงการบำรุงรักษาภายในและการปฏิบัติงานที่จำเป็นสำหรับการก่อสร้างอุโมงค์

ผนังอุโมงค์หลัก (Primary lining) รูปแบบโดยทั่วไปใช้ชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ประเภทคานกล่อง (Box type segment) หรือชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ประเภทแผ่นเรียบ (Flat type segment) ยึดติดด้วยสลักเกลียว (Bolt) ชิ้นส่วนสามารถแยกประกอบโดยวัสดุที่ใช้ผลิต การเลือกประเภทของชิ้นส่วนควรใช้ความเหมาะสมของการใช้ประโยชน์จากอุโมงค์ สภาพชั้นดินและวิธีการก่อสร้าง ปัจจุบันชิ้นส่วนคอนกรีตหรือเหล็กมีมาตรฐาน เช่น เส้นผ่านศูนย์กลาง ความหนา และความกว้างที่ใช้ สำหรับอุโมงค์ขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง เช่น งานส่งน้ำ ระบายน้ำ ส่วนขนาดใหญ่ เช่น รถไฟฟ้าใต้ดินโดยใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตเป็น

แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลัก ชั้นส่วนเหล็กหล่อใช้ในงานอุโมงค์ที่มีขนาดใหญ่ ในกรณีที่ไม่คำนึงถึงสภาพชั้นดินชั้นส่วนคอนกรีตของ Box type หรือ Flat type จะถูกนำมาเป็นพื้นฐานในการประยุกต์ใช้ ขณะที่ชั้นส่วนเหล็กหล่อหรือเหล็กกล้าใช้ในที่ที่พิจารณาแรงกระทำเป็นพิเศษ หรือ ชั้นส่วนที่ต้องการทำช่องเปิด เมื่อคำนวณแรงกระทำต่อผนังอุโมงค์ การหาค่าที่แน่นอนของคุณสมบัติของโครงสร้างอุโมงค์เป็นสิ่งสำคัญเพราะฉะนั้นการเลือกโครงการสร้างผนังอุโมงค์ ค่อนข้างที่สำคัญต่อการตัดสินใจถึงความสำคัญที่จะออกแบบผนังที่ต้องการ

ผนังอุโมงค์ชั้นใน (Secondary lining) เป็นโครงสร้างภายในผนังอุโมงค์หลัก (Primary lining) ที่สร้างขึ้นโดยใช้คอนกรีตที่หล่อในที่ ปัจจุบันมีการประยุกต์ผนังอุโมงค์ชั้นใน (Secondary lining) โดยใช้ในการใส่ท่อ (ท่อเหล็ก ท่อเหล็กหล่อ ฯลฯ) ซึ่งเมื่อผนังอุโมงค์หลัก (Primary lining) ถือว่าเป็นโครงสร้างถาวรขณะที่ผนังอุโมงค์ชั้นใน (Secondary lining) จะใช้เพื่อจุดประสงค์ดังนี้

- 1) ป้องกันการกัดกร่อน
- 2) เพิ่มความแข็งแรง
- 3) ปรับการเรียงตัวของอุโมงค์
- 4) กันน้ำซึมเข้า

ซึ่งยกตัวอย่างเช่น อุโมงค์ทางรถไฟซึ่งก่อสร้างผนังอุโมงค์ชั้นในเพื่อลดเสียงและการสั่นที่จะเกิดขึ้นหลังอุโมงค์เสร็จ

2.1.4 พื้นฐานของการออกแบบ

การออกแบบผนังอุโมงค์ควรอยู่บนพื้นฐานของความปลอดภัยที่ยอมรับได้ กับจุดประสงค์คือการใช้อุโมงค์ และควรขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบ จากความเค้นที่ยอมให้บนเงื่อนไขที่เพียงพอและเหมาะสมกับการก่อสร้าง การก่อสร้างจะต้องทำโดยใช้วัสดุที่มีคุณภาพ แรงที่ใช้ออกแบบและการเลือกโครงสร้างควรอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์ และสามารถวัดผลได้ อย่างไรก็ตามพฤติกรรมของแรงที่กระทำต่ออุโมงค์นั้นซับซ้อน อย่างน้อยที่สุดความปลอดภัยของโครงสร้าง เป็นพื้นฐานของการออกแบบ เมื่อเกิดปัญหาความไม่แน่นอนเพียงเล็กน้อย การออกแบบผนังอุโมงค์นั้นความปลอดภัยเป็นสิ่งสำคัญไม่เฉพาะหลังจาก การก่อสร้างเสร็จแล้วเท่านั้นแต่ขณะก่อสร้างก็ต้องมีความปลอดภัย

2.1.5 ขั้นตอนการออกแบบ

มีความจำเป็นที่ต้องอธิบายให้ชัดเจนถึงสภาพ ความคิด ข้อสมมุติฐาน และขั้นตอนการคำนวณการคำนวณออกแบบควรจะชัดเจนทุกขั้นตอน ดังนี้

- 1) แรงที่ใช้ออกแบบ
- 2) ความเค้นที่ยอมให้และอัตราส่วนปลอดภัย

3) ประเภทและคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้

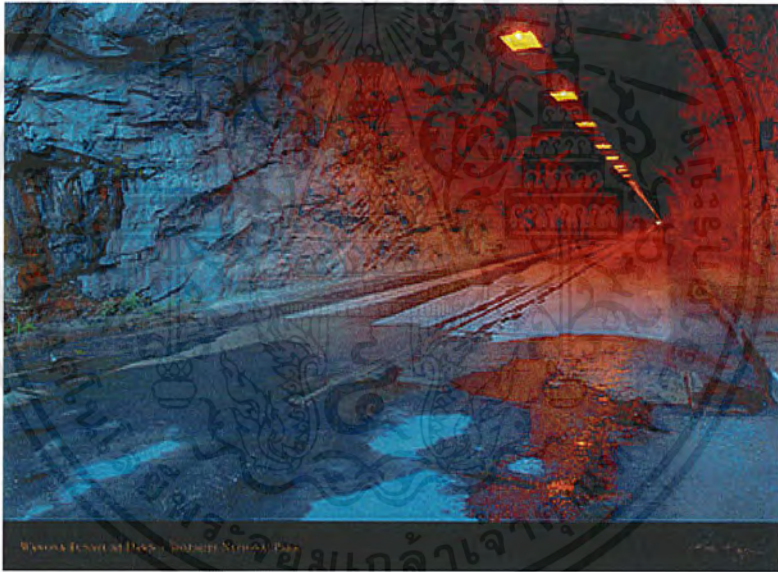
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 8 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) สภาพชั้นดินและระดับน้ำใต้ดิน
- 5) เงื่อนไขการก่อสร้าง

2.2 การแบ่งประเภทของผนังอุโมงค์

2.2.1 Unlined Rock

อุโมงค์รถไฟในภูเขาจำนวนมาก มีการใช้งานมาหลายปีโดยไม่มี Lining หรือที่มี Lining จำกัดที่ Portals และบริเวณหินที่อ่อน อุโมงค์ Wawona highway ดังรูปที่ 2.1 ที่ทางเข้าไปที่ Yosemite National Park มีการใช้งานมากกว่า 60 ปีที่มี unlined rock เป็นส่วนใหญ่ ระบบนี้โดยทั่วไปจำกัดขนาด ความแข็งแรงของหิน



รูปที่ 2.1 อุโมงค์ Wawona highway

2.2.2 Rock reinforcement systems

หินโดยทั่วไป รวมถึง ข้อบกพร่องในรอยต่อ (Primarily rock joints) อาจทำให้มั่นคงด้วยการใช้ Rock reinforcement ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อประสานมวลหินเข้าด้วยกัน การรัดโลหะ และ Mine ties ยึดด้วย Bolts สั้น ๆ อาจเพียงพอเพื่อเชื่อมพื้นผิว และความบกพร่อง รอยเชื่อมที่ลึกกว่าอาจเสริมด้วยเหล็ก เตื่อยที่ไม่มีแรงดึง หรือ Bolts เหล็กที่มีแรงดึง (Fiberglass bolts) มีการใช้สำหรับความมั่นคงชั่วคราวของผิวหินของการขุดพื้นผิวบางส่วนที่มีการนำออกมาในขั้นตอนการก่อสร้าง) เตื่อยหรือ Bolts อาจให้ความมั่นคงชั่วคราว จนกระทั่งติดตั้ง Lining ถาวร หรืออาจถูกออกแบบเพื่อรองรับบางส่วนหรือทั้งหมดของการ

รับภาระในระยะยาว (พร้อมกับการป้องกันการกัดกร่อนในระยะยาว ตัวอย่างเช่น Peachtree Center Station ของ MARTA transit system ใน Atlanta ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 Peachtree center station, MARTA, Atlanta – reinforced rock

ในการป้องกันพื้นผิวแตก และเป็นสะเก็ดของหินระหว่างเดือยหรือ Bolts อาจทำการเตรียมพื้นผิวขึ้นอยู่กับการใช้โมเมนต์ สิ่งนี้อาจเริ่มจากใช้เหล็กตาข่าย (Chain link mesh) เชื่อมผ่าน Shotcrete เพื่อการเท Concrete lining ดังเช่นรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 Rock bolts with wire mesh

2.2.3 Shotcrete

Shotcrete มีการใช้กันอย่างกว้างขวาง สำหรับความมั่นคงของอุโมงค์หิน ที่ขุดโดยวิธีการเจาะและระเบิด หรือเครื่องขุด ความน่าสนใจคือ สามารถให้การรองรับในการก่อสร้างในหินที่มีเวลาจำกัด ดังรูปที่ 2.5 เป็นการยากในการใช้ Shotcrete กับเครื่องเจาะอุโมงค์ที่มีผิวหน้าเป็นทรงกลม เพราะว่าเครื่องและหัวเจาะกินเนื้อที่มาก ทำให้ยากในการใช้ Shotcrete และสะท้อน Shotcrete จากผนังอุโมงค์ทำให้อุปกรณ์เปราะเปื้อน

บางครั้ง Shotcrete ใช้เป็น Lining ถาวร ดังรูปที่ 2.5 โดยทั่วไปทำเป็นชั้น แต่ละชั้นอาจประกอบด้วยตาข่ายลวด (Wire mesh) เพื่อความคงทนในระยะยาว Shotcrete เสริมแรงประกอบด้วยเหล็ก หรือ ไฟเบอร์สังเคราะห์ที่อาจใช้เพื่อความเหนียวและความคงทน



รูปที่ 2.4 Shotcrete



รูปที่ 2.5 Shotcrete finish lining

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 Pre-excavation stabilization

บางครั้ง เป็นสิ่งที่ดีในการทำงานเกี่ยวกับพื้นที่ล่งหน้าก่อนการขุดเพื่อปรับปรุงความมั่นคง การสร้างเขื่อนในบริเวณที่หินมีความอ่อนหรือดินร่วนถูกใช้เพื่อปรับเวลาและลดความจำเป็น สำหรับการรองรับเริ่มแรก เช่นเดียวกับการลดการไหลเข้าของน้ำใต้ดินเข้าไปในบริเวณที่ขุด สิ่งนี้อาจจะทำจากพื้นผิวในการขุดอุโมงค์ล่งหน้า หรือจากผิวของอุโมงค์ การทำพื้นดินให้แข็งอาจใช้สำหรับจุดประสงค์เดียวกัน

การตอกเข็ม (เดือยหินที่เจาะเข้าไปเหนือพื้นผิวในการเจาะ โดยทั่วไปค่อย ๆ ขึ้นด้านบนเข้าไปในพื้นดินเหนือหลังคาอุโมงค์) อาจทำการสร้างหินเสริมแรง (Reinforce rock umbrella) เหนือรอบการขุดต่อไป ในพื้นที่ดินที่สภาพไม่ดี การล็อกเสาเหล็กเข้าด้วยกันใช้เพื่อทำให้เกิดเป็นที่ครอบต่อเนื่องกันเหนือส่วนบนของอุโมงค์ก่อนถึงพื้นผิวที่ขุด หินเสริมแรงอาจสร้างโดยการเทคอนกรีตหรือทำให้แข็งในพื้นที่ที่เหมาะสม

ในห้องใต้ดิน (Underground chambers) หรืออุโมงค์ของส่วนตัดขวางขนาดใหญ่ บ่อยครั้งแนะนำให้ขุดด้วยหัวขุดที่เล็กกว่า หรือการเจาะในส่วนตัดขวางที่พื้นที่จำกัด หัวเจาะเริ่มต้น ซึ่งอาจจะทำการสำรวจอุโมงค์ไว้ล่งหน้า หรือการเจาะเริ่มแรกด้วยเครื่องเจาะ (Miltidrift) สามารถใช้เพื่อเข้าสู่พื้นที่สำหรับปฏิบัติงานกับพื้นดินล่งหน้าตลอดและรอบ ๆ ส่วนที่เหลือของส่วนตัดขวางอุโมงค์ โดยวิธีการที่กำหนดไว้ล่งหน้า

2.2.5 Ribbed systems

การรองรับแบบเดิมสำหรับการเจาะและระเบิดอุโมงค์ในหิน เป็นระบบ Two-pass ซึ่ง Stabilization ถูกเตรียมโดยโครงค้ำยัน (อดีตเป็นท่อนไม้ ต่อมาเป็น H-sections ปัจจุบันเป็นคอนกรีตที่หล่อไว้ล่งหน้า) และ Second-stage lining ของการเทคอนกรีตถูกเติมเข้าไป ระบบมีความแตกต่างเป็นพิเศษ ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ แต่มีการพิจารณาโดยอาศัยวิธีปฏิบัติของผู้ก่อสร้างอุโมงค์ โดยเฉพาะในสภาพชั้นหินที่มีความแข็งแรงน้อย ดังรูปที่ 2.6 แสดงอุโมงค์ Berkeley hills ของระบบ BART ซึ่งการขุดประสบความสำเร็จผ่านพื้นดินในการขุดอุโมงค์ (ทำการวัดฝุ่นของหินหลายร้อยฟุตใน Hayward ที่มีความบกพร่องจากแผ่นดินไหว) โดยการขุดระเบิด การใช้โครงเหล็ก และการเท Concrete lining

โดย Shotcrete ที่ใช้ในดินอ่อนสำหรับช่องเปิดใหญ่ขึ้น บางครั้ง มีการเสริมด้วยค้ำยันที่ขึ้นรูปด้วย Bar cages เสริมแรง รู้จักกันทั่วไป Lattice girder สิ่งเหล่านี้อาจรวมเข้าไปในผนังอุโมงค์ถาวรโดยหุ้มไว้ด้วยชั้นของ Shotcrete

ระบบ Ribbed อาจใช้สำหรับอุโมงค์ในชั้นดินอ่อนที่มีพื้นดินระหว่างค้ำยันที่เสริมโดย “Barrel stave” wood lagging หรือโดยการใช้แผ่นเหล็กกดไว้ ดังรูปที่ 2.7 แสดง Barrel stave lining ที่ Los angeles metro



รูปที่ 2.6 อุโมงค์ Berkeley hill



รูปที่ 2.7 Los angeles metro – โครงสร้างพร้อมกับ Barrel stave lining

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 13 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 Segmental lining

Segmental lining โดยทั่วไปประกอบอยู่ในอุโมงค์ดินอ่อน และ Segmental lining ถูกยกขึ้นภายในเพื่อป้องกัน Tail Shield ทรงกระบอก ในสถานะเหล่านี้ Segment lining สามารถใช้ระบบ One-pass ทำให้เกิดความมั่นคงของช่องเปิดอุโมงค์ ระหว่างการก่อสร้างและ Service lining ถาวร ส่วนเหล่านี้ผลิตและติดตั้งใกล้กันพอประมาณ

ผนังอุโมงค์อาจใช้ระบบ Two-pass ที่มีส่วนที่หล่อหยาบ ๆ เพื่อให้ความมั่นคงในการก่อสร้างและ Second-pass ในการเทพื้นคอนกรีตเพิ่มเติม สำหรับการใช้งานในระยะความคลาดเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นในการผลิตและติดตั้งและรายละเอียดที่ง่ายทำให้การก่อสร้างเร็วขึ้นซึ่งให้ความคุ้มทุนกับต้นทุนของการเทพื้นด้านใน รูปที่ 2.8 แสดงอุโมงค์ของ Los angeles metro system ที่มีระบบ Stabilization ที่ใช้คอนกรีตที่หล่อไว้ล่วงหน้า ทำให้ผนังอุโมงค์ดูเรียบร้อยสวยงาม

โดยทั่วไป ผนังอุโมงค์มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าอุโมงค์ที่ขุด เพราะว่าผนังอุโมงค์ต้องถูกยกขึ้นภายในที่ครอบทรงกระบอกที่เป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์การขุด โดยทั่วไปช่องว่างวงกลมถูกเติมด้วยการเทพื้นคอนกรีต ในพื้นดินที่เปียกส่วนของผนังอุโมงค์ยึดด้วย Bolts เพื่อกดประกับกับซิลให้แนบกันเพื่อกันน้ำรั่วซึม ในพื้นดินที่แห้ง ส่วนของผนังอุโมงค์อาจใช้การยึดด้วย Bolts สิ่งเหล่านี้เป็นกลไกโครงสร้างที่ทำให้เกิดความมั่นคงจากการรองรับที่เตรียมโดยพื้นดินโดยรอบ



รูปที่ 2.8 ผนังอุโมงค์ Los angeles metro มีระบบ Stabilization ที่ใช้ชั้นส่วนผนังอุโมงค์ที่หล่อสำเร็จ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 14 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 Poured concrete

นอกจากส่วนของผนังอุโมงค์ระบบ One-pass เป็นเรื่องปกติในการทำให้เกิดความมั่นคงตั้งแต่เริ่มด้วยการเทคอนกรีตแทนที่ Second-stage lining ไม่ว่าจะแบบเรียบหรือแบบเสริมแรง ในพื้นที่ที่เปียก โดยเฉพาะที่สิ้นสุดการใช้งาน อาจต้านทานการรั่วของน้ำได้ แนะนำให้ติดตั้งชั้น Membrane กันน้ำระหว่างระบบ Stabilization เริ่มแรก และภายในผนังอุโมงค์ สำหรับ Los angeles metro มีความกังวลเกี่ยวกับการซึมผ่านของแก๊สผ่านชั้นดิน ทำให้ต้องใช้ Membrane กันแก๊สชนิดพิเศษระหว่างสอง Stage

2.3 การพิจารณาการออกแบบอุโมงค์

ในการออกแบบผนังอุโมงค์จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลายๆอย่าง เช่น น้ำ Constructability ระบบ-Shield และขนาดของผนังอุโมงค์ซึ่งจะกล่าวดังต่อไปนี้

2.3.1 น้ำ

ขนาดและรายละเอียดของอุโมงค์ บางครั้งถูกควบคุมโดยการพิจารณาความเค้น สิ่งแรกที่พิจารณาคือ น้ำ ถ้าผนังต้องทนต่อความดันของน้ำ(ภายในหรือภายนอก)ความน่าจะเป็นนี้ครอบคลุมการออกแบบ อย่างไรก็ตาม สิ่งเกตว่าความดันน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลงในผนังทรงกลมที่มีการรองรับอย่างเต็มที่ การจัดช่องว่างด้านหลังผนังมีความสำคัญมากกว่าการเพิ่มความแข็งแรงของผนัง

ความดันน้ำใต้ดินถาวรในอุโมงค์ที่พื้นดินมีความอ่อนตัว สามารถจัดการได้ 2 แนวทางคือ

- 1) ระบบแรกคือ ผนังแบบ One-pass ขึ้นรูปด้วยวงแหวนเป็นส่วนๆพร้อมกับข้อต่อประเก็นป้องกันน้ำ
- 2) ระบบที่สองคือ ผนังแบบ Two-pass พร้อมกับการรองรับการก่อสร้างเริ่มแรก รองด้วย Membrane กันน้ำ และผนังคอนกรีตภายใน

2.3.2 Constructability

การพิจารณาในการออกแบบประการที่สองในการออกแบบผนังคือ Constructability วิธีการก่อสร้างที่มีสภาพพื้นดินตามที่คาดหมาย ซึ่งควบคุมโดยคุณภาพของพื้นดิน โดยทั่วไปถูกตรวจสอบโดย Stand-up time พื้นดินที่ไม่มีความมั่นคงที่ต้องการการรองรับทันทีจะจำเป็นต้องใช้การก่อสร้างอุโมงค์แบบ Shield ซึ่งแตกต่างจาก Shells ทรงกระบอกเปิดหน้าที่ยอมให้เข้าถึงผิวหน้าของอุโมงค์ ผ่านเครื่องขุดอุโมงค์แบบง่ายพร้อมกับเครื่องขุดกลไก (ชนิดหมุน หรือ Privoted boom) ตามด้วยด้วยเครื่องเจาะอุโมงค์แบบ Pressurized-face ทั้งหมดทำให้เกิดช่องว่างที่มีการป้องกันภายใน ซึ่งอาจจะใช้ ผนังอุโมงค์ทรงกลมที่มีการประกอบไว้ล่วงหน้า

การเลือกชนิดของผนังอุโมงค์ขึ้นอยู่กับ Stand-up time ของพื้นดิน ถ้าพื้นดินอ่อนนุ่มและเปียกมาก การรองรับต้องทำทันทีภายหลัง Shield และการรองรับนี้ต้องกันน้ำซึมผ่านได้ โดยทั่วไปใช้ผนังอุโมงค์แบบ One-pass ที่มีประเก็นเป็นส่วนๆ

ถ้าพื้นดินมี Stand-up time เพียงพอมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ผนังอุโมงค์ชนิดอื่นๆ การสร้างผนังอุโมงค์รูปแบบเดิมเป็นการใช้โครงเหล็กที่มีฉนวนเป็นท่อนไม้ เมื่อเร็วๆ นี้มีการใช้คอนกรีตเป็นส่วนที่ไม่มีประเก็น โดยทั่วไปคุณภาพของพื้นผิว และการวางแนวเชื่อมในชั้นส่วนเหล่านี้ไม่เพียงพอในการใช้งานถาวร และการเพิ่มผนังคอนกรีตแบบ Second-pass ภายใน ถ้าพื้นดินแห้ง หรืออุโมงค์อยู่ภายใต้การไหลซึมของน้ำใต้ดินที่จำกัด ก็ไม่จำเป็นต้องใช้ แต่ถ้าระดับน้ำใต้ดินถาวรสูงกว่าด้านล่างอุโมงค์โดยทั่วไปใช้ Membrane ด้านในผนังอุโมงค์ต้องออกแบบให้ทนต่อความดันนี้

2.3.3 ระบบShield (Shield systems)

ในระบบการขุดเจาะอุโมงค์แบบ Shield เส้นผ่านศูนย์กลางของ Shield ใหญ่กว่าผนังอุโมงค์ที่มีการทำไว้ล่วงหน้า เนื่องจากแผ่นเปลือกของ Shield ต้องเชื่อมกับผนังอุโมงค์เพื่อประกอบวงแหวนผนังของอุโมงค์ ต้องมีช่องว่าง ระหว่างด้านนอกของผนังอุโมงค์ และภายในของแผ่นท้ายเพื่อยอมให้หมุน Shield ไปรอบส่วนโค้งและแก้ไขการวางแนวผิดพลาด

ลักษณะการสร้างวงแหวน ที่มีช่องว่างตรงปลาย รอบด้านนอกของผนังอุโมงค์เมื่อ Shield ถูกสวมด้านหน้าถ้าพื้นดินไม่มีการเติมช่องว่างนี้ อาจเติมโดยการพ่นคอนกรีตผ่านช่องที่เตรียมไว้ในแต่ละส่วน

ถ้าพื้นดินมี Stand-up time ที่ดี อาจขยายโครงหรือวงแหวนในชั้นแรก ภายหลังผ่านพ้น Shield มา สิ่งนี้ทำให้หมดข้อสงสัยในการต่อเชื่อมตามยาวระหว่างวงแหวน

2.3.4 ขนาดของ Lining

การพิจารณา Constructability เพื่อกำหนดขนาดของผนังอุโมงค์ ความยาวและความกว้างของคอนกรีตที่หล่อไว้ล่วงหน้าหรือส่วนของโลหะซึ่งถูกควบคุมโดยการขนส่ง และข้อจำกัดในการยกขึ้น เช่นเดียวกับการออกแบบของ Shield ในการขุดอุโมงค์ ความหนาของผนังอุโมงค์แต่ละส่วน โดยทั่วไปเริ่มจาก 6 ถึง 12 นิ้ว และบ่อยครั้งถูกกำหนดโดยคุณสมบัติในการต่อเชื่อม น้ำหนักในการสวม Shield และจัดการกับความเค้น Shotcrete lining อาจสร้างให้มีความหนาประมาณ 4 นิ้วโดยทั่วไปจะเพิ่มขึ้นทวีคูณของชั้นความหนา 2 นิ้ว ซึ่งหนาเท่าที่สามารถทำได้เพื่อยึดตลอดผิวหน้า “Poured” concrete lining ใช้ปัมผ่านท่อ “Slick line” ที่ติดตั้งอยู่ด้านบน ความหนาของผนังอุโมงค์ จำเป็นต้องให้ต่ำที่สุดเพื่อยอมให้คอนกรีตไหลผ่านจาก Slick line ลงไปที่ส่วนโค้งและขึ้นรูปเป็นผนังโดยไม่มีการสะสมมากเกินไป ช่องว่างเท่ากับ 8 นิ้วระหว่างภายในของผนังอุโมงค์(โครงหรือแหวนLiner) และด้านในการเสริมเหล็กเป็นหลักเกณฑ์ที่ใช้ปกติ ลักษณะนี้อาจจะเป็น

การเพิ่มที่ด้านบนโดยการทำให้เกิดจุด หรือหลุมเพื่อเพื่อความคลาดเคลื่อนในการวาง Slick line (เส้นผ่าน ศูนย์กลาง 6 ถึง 8 นิ้ว)

2.4 แนวทางการขุดเจาะอุโมงค์

2.4.1 กล่าวนำ

ตั้งแต่อดีตมานุษยวิได้มีแนวคิดในการก่อสร้างโครงสร้างใต้ดิน ทั้งเพื่อปกป้องสุสานของตนเองของ ชาวอียิปต์ หรือการสร้างอุโมงค์ระบายน้ำของชาวโรมัน แนวความคิดและความต้องการเหล่านี้นำไปสู่ วิธีการก่อสร้างอุโมงค์แบบต่างๆ และแต่ละวิธีการต่างก็มีข้อผิดพลาดในตัวของมัน ทำให้เกิดการพัฒนา แก้ไขจนได้วิธีใหม่ๆ รวมไปถึงการประยุกต์ใช้เพื่อจุดมุ่งหมายอื่นๆ จนได้วิธีการทั้งหมดดังต่อไปนี้

2.4.2 การก่อสร้างอุโมงค์แบบต่างๆ

1) Hand Excavation: เป็นวิธีการขุดเจาะอุโมงค์โดยใช้แรงงานคน โดยดูตัวอย่างได้จาก ยุค Roman's tunnel ซึ่งเป็นยุคของการก่อสร้างอุโมงค์ในสมัยโรมัน การดำเนินการก่อสร้างจะเริ่มจากการเจาะช่องลงมาก่อนโดยใช้แรงงานคน แล้วจากนั้นจะใช้น้ำเดือดและน้ำเย็นเป็นตัวช่วยที่ทำให้ดินเกิดการแตกออกจากกัน และหลังจากนั้นก็ใช้แรงงานมนุษย์ในการเจาะอุโมงค์ต่อไป แต่วิธีนี้จะใช้จำนวน มนุษย์หรือแรงงานคนค่อนข้างมากกว่าจะขุดเจาะอุโมงค์ได้สำเร็จ

2) Head & Bench เป็นยุคที่ถัดจาก Roman's tunnel ซึ่งเริ่มมีการคิดใช้เครื่องมือเข้ามา ช่วยในการขุดเจาะมากขึ้นโดยการเจาะแบบเป็นชั้นๆ เริ่มจากการขุดจากด้านบนก่อน และขุดไล่ตามมาอีก ชั้นหนึ่งไปเรื่อยๆ ซึ่งวิธีนี้จะใช้ระยะเวลาานาน แต่ในยุคปัจจุบันก็ยังคงมีวิธีก่อสร้างแบบนี้อยู่แต่ใช้อุปกรณ์ ทันสมัยมากขึ้นเช่นกัน โดยมีการนำเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการขุดเจาะเช่น back hoe วิธีนี้เป็นวิธีที่ ประหยัดที่สุดสำหรับการขุดเจาะอุโมงค์ที่ยาวไม่มาก เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 15 ฟุต และเหมาะสมกับ ดินที่สามารถคงรูปได้เองเช่น ดินเหนียวแข็ง ทราย และกรวดที่อยู่ในสภาพแน่นแล้ว แต่ในกรณีที่ดินคงรูป ได้น้อย อาจใช้วิธีอัดอากาศหรือใช้สารละลายที่มีความหนาแน่นสูงช่วย

3) Shield Tunneling: เป็นวิธีการขุดเจาะอุโมงค์โดยใช้หัวเจาะ ซึ่งทำให้อุโมงค์มีลักษณะ เป็นทรงกลม สามารถขุดเจาะอุโมงค์ได้ในระยะทางไกลๆ ได้ และมีวิวัฒนาการมาตั้งแต่ยุคสมัยโบราณ ยุคของการสร้างอุโมงค์ที่มีการนำ Shield tunneling มาใช้ในการขุดเจาะอุโมงค์

3.1) Slurry shield method: วิธี Slurry shield method ใช้สารช่วยยับยั้งการ พังทลายของหน้าดินบริเวณ face วิธีนี้ใช้ได้กับดินเหนียวอ่อนจนถึง gravels ที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน ข้อดีของวิธีนี้ คือ ความต้องการกำลังบิดน้อยกว่า EPBS ซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ shield จะถูก จำกัดโดยความสามารถรับแรงบิดของ shield

3.2) Slime shield method: วิธี Slime shield method เหมาะใช้กับการขุดเจาะอุโมงค์ที่มีสภาพดินที่มีความพรุนและอุ้มน้ำไว้ซึ่งใช้วิธี Slime shield method และ EPBS ทำงานยาก โดยในระหว่างการขุดเจาะดินที่ขุดออกมาสะสมอยู่ใน pressure chamber มีลักษณะการไหลแบบ plastic โดยผสมกับ Slime ที่ฉีดเข้าไป เพื่อให้สามารถดันน้ำใต้ดินไม่ให้ไหลเข้าไปในหัวเจาะได้

3.3) Earth Pressure Balance Shield, EPBS เป็นการขุดเจาะแบบปรับแรงดันสมดุล และเป็นชื่อของเครื่องขุดเจาะเหมาะสำหรับสภาพดินที่เป็นดินอ่อนและดินที่มีพฤติกรรมแบบ running อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน ได้เริ่มมีการนำเข้ามาใช้ในการขุดเจาะอุโมงค์ในกรุงเทพฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 และได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือขุดเจาะที่เหมาะสมกับสภาพชั้นดินของกรุงเทพฯ ลักษณะของการขุดเจาะโดยวิธี Earth Pressure Balance จะใช้แรงดันจากการขุดเจาะเป็นตัวเพิ่มเสถียรภาพของดินบริเวณด้านหน้าหัวเจาะ ไม่ให้เกิดการพังทลาย โดยการควบคุมแรงดันดินใน Soil Chamber หรือที่เรียกว่า Face Pressure ซึ่งพิจารณาจาก Pressure Sensor ที่ติดตั้งใน Soil Chamber ให้มีค่าใกล้เคียงกับแรงดันธรรมชาติ เพื่อให้เกิดความสมดุลของแรงดันดินภายในหัวเจาะและด้านหน้าหัวเจาะ ทำให้การทรุดตัวของชั้นดินด้านหน้าหัวเจาะขณะทำการขุดอุโมงค์เกิดขึ้นน้อย โดยการปรับค่าความเร็วของการลำเลียงดินใน Screw Conveyor แรงดันของหัวเจาะจาก Thrust Jacks และความเร็วในการขับเคลื่อนหัวเจาะให้สัมพันธ์กัน ดังนั้น เครื่องขุดเจาะ EPBS จึงเป็นที่นิยมใช้ในงานขุดเจาะอุโมงค์ในสภาพดินอ่อน

3.4) Conventional Method (Mining or NATM) : เป็นวิธีการขุดที่มีลักษณะคล้ายกับการขุดเหมืองแร่โดยการขุดจากข้างในทีละส่วน จากนั้นจะทำการเกรท (Grouting) และเสริมเหล็กตามรูปแบบขั้นตอนการก่อสร้างอุโมงค์ ซึ่งรูปร่างของอุโมงค์จะมีลักษณะเป็นรูปเกือกม้า(horse-shoe shape) เหมาะสำหรับการทำสถานีใต้ดินเป็นส่วนใหญ่ โดยวิธีนี้เป็นวิธีการที่ไม่ต้องใช้หัวเจาะในการขุดอุโมงค์

4) Immersed Tunnel: เป็นวิธีการทำอุโมงค์กรณีที่มีการขุดผ่านแม่น้ำ โดยใช้การหล่อคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีลักษณะเป็นบล็อก และมีการกักกั้นน้ำเพื่อให้มีพื้นที่ก่อสร้างซึ่งนิยมใช้วิธีนี้กันมาก โดยยกตัวอย่างจากการขุดอุโมงค์ลอดใต้แม่น้ำของโครงการ Tokyo Port - Daiichikouro Tunnel ,JAPAN

5) Cut and Cover (การขุดและถมกลับ): วิธีการก่อสร้างอุโมงค์ในที่ดินโดยวิธีการขุดแล้วถมกลับ จึงต้องมีระบบการป้องกันที่มีประสิทธิภาพ เพื่อป้องกันการพังถล่มของดินเหนืออุโมงค์ รูปแบบของขุดอุโมงค์ Cut and cover เบื้องต้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี

5.1) Bottom-up

วิธี Bottom-up ผิวดินถูกเจาะจากด้านล่างขึ้นมาสู่ด้านบน โดยการดูแลในส่วนของผิวดินจำเป็นต้องมีการทรุดตัวหรือพังทลายของหน้าดินอุโมงค์ถูกทำให้เป็นรูปร่างโดยการที่นำชั้นส่วนของโค้งเอกสารเป็นเอกสารที่ลงวันไว้สำหรับการเข็นเพื่อการค้ำยันให้มั่นคงและอยู่เหนือบ่อขุดซึ่งมีน้ำอยู่ข้างใน ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 18 อย่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กกล้าสำเร็จรูปมาประกอบเข้าด้วยกัน พื้นดินที่ถูกขุดจะถูกถมกลับในตอนหลัง โดยในการถมดินกลับนั้น จะต้องระมัดระวังในเรื่องของการบดอัดต้องทำให้ดินที่ถมกลับและผิวดินสมดุลกัน

5.2) Top-down

วิธีนี้เป็นการประยุกต์นำ Diaphragm wall หรือ Sheet pile wall มาใช้กับเทคนิคการก่อสร้างที่มีการเทคอนกรีตของโครงสร้างที่อยู่ใกล้ผิวดินก่อน แล้วค่อยเทคอนกรีตส่วนที่อยู่ลึกลงไปภายในภายหลังและในเวลาเดียวกันก็สามารถทำการก่อสร้างส่วนที่อยู่เหนือดินขึ้นไปได้ ทำให้ต้องเสียเวลา



2.5 โครงการที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 โครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล



รูปที่ 2.9 แผนที่แสดงแนวเส้นทางโครงการรถไฟฟ้า สายเฉลิมรัชมงคล

โครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคลเป็นรถไฟฟ้าใต้ดินสายแรกของประเทศไทย มีระยะทางทั้งสิ้น 20 กิโลเมตร เริ่มต้นที่สถานีรถไฟหัวลำโพง ผ่านถนนพระรามที่ 4 เลี้ยวเข้าถนนรัชดาภิเษก ผ่านศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ ถนนอโศก สี่แยกพระราม 9 สี่แยกสุทธิสาร เลี้ยวเข้าถนนลาดพร้าวที่แยกรัชดา - ลาดพร้าว ผ่านสวนจตุจักรเข้าถนนกำแพงเพชร สิ้นสุดที่สถานีรถไฟบางซื่อ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 20 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมทั้งสิ้น 18 สถานี ใช้หัวขุดเจาะอุโมงค์ประเภทสมดุลความดันดิน (Earth Pressure Balance Shield) (E.P.B.) ซึ่งเป็นหัวขุดเจาะที่เหมาะสมสำหรับการขุดเจาะในทุกสภาพของชั้นดินในกรุงเทพฯ

2.5.2 อุโมงค์ระบายน้ำคลองแสนแสบและคลองลาดพร้าว

2.5.2.1 ประวัติอุโมงค์

อุโมงค์ระบายน้ำคลองแสนแสบและคลองลาดพร้าว เป็นโครงการที่เพิ่มประสิทธิภาพของการระบายน้ำในคลองทั้งสอง และเพื่อลดระดับน้ำที่ผ่านคลองระบายน้ำในปัจจุบันซึ่งมีขีดจำกัดในการระบายน้ำ ด้วยการระบายน้ำผ่านอุโมงค์ใต้ดินลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาโดยตรง อุโมงค์ดังกล่าวมีความลึกจากพื้นดินประมาณ 27 เมตร ลอดใต้คลองแสนแสบ คลองตัน ขอยสุขุมวิท 71 ถนนสุขุมวิท คลองพระโขนง ไปสิ้นสุดที่สถานีสูบน้ำพระโขนง ความยาวอุโมงค์ประมาณ 5,300 เมตร ตอนปลายอุโมงค์ก่อสร้างสถานีสูบน้ำขนาด 60 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เพื่อสูบระบายน้ำลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ช่วยในการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่เขตชุมชนหนาแน่นของเขตบางกะปิ วังทองหลาง ห้วยขวาง ดินแดง พญาไท สะพานสูง ลาดพร้าว บึงกุ่ม คันนายาว ลาดกระบัง และ มีนบุรี ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 150 ตารางกิโลเมตร

2.5.2.2 งานด้านวิศวกรรม

1) ระดับของอุโมงค์

กำหนดให้อุโมงค์ ต้องลอดผ่านระบบสาธารณูปโภคต่างๆ และเสาเข็มสะพานได้ และอยู่ในชั้นดินเหนียว จากข้อมูลดินที่อยู่ใกล้เคียงตามแนวเส้นทางของอุโมงค์ ระดับและความหนาของชั้น Soft clay และ Stiff clay จะมีค่าไม่แน่นอน แต่ระดับชั้นทรายค่อนข้างใกล้เคียงกันตลอดแนว โดยมีระดับความลึกจากผิวดินประมาณ 25 เมตร

จากข้อมูลดังกล่าวจึงได้กำหนดระดับอุโมงค์ให้มีระดับ Flow line 6.5 เมตร (BMA) ที่อุโมงค์ด้านโรงสูบน้ำ และ 7.0 เมตร (BMA) ที่อุโมงค์ด้านรับน้ำ ซึ่งทำให้ตัวอุโมงค์วางอยู่ในชั้นทรายตลอดแนวของอุโมงค์ และสามารถลอดเสาเข็มสะพานข้ามคลองตันได้

2) ตำแหน่งของ Construction shafts

จากการสำรวจเบื้องต้นตามสภาพพื้นที่ก่อสร้าง ได้ทำการปรับย้ายตำแหน่งจากเดิม กำหนดไว้ในแบบของกรุงเทพมหานคร เพื่อให้เข้ากับสภาพพื้นที่จริงและโครงสร้างโดยรวมทั้งหมด ดังปรากฏในแบบแปลนของแนวอุโมงค์



รูปที่ 2.10 รูปหัวเจาะแบบ Earth pressure balance (EPBS)

2.5.2.3 ขนาดของอุโมงค์

เป็นอุโมงค์เดียวที่สามารถรับน้ำได้ไม่น้อยกว่า 60 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และความเร็วการไหลในท่อไม่เกิน 3.05 เมตรต่อวินาที ในการพิจารณาการออกแบบได้กำหนดให้มีอุโมงค์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 5.00 เมตร ในส่วนการป้องกันการสึกกร่อน มีคอนกรีตชั้นในหนา 2.5 เซนติเมตร ทำหน้าที่เป็นชั้นป้องกันการสึกกร่อน (Sacrificial) ความหนาของผนังอุโมงค์รวมชั้นป้องกันการสึกกร่อนเท่ากับ 27.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกอุโมงค์เท่ากับ 5.55 เมตร ในการคำนวณความหนาของคอนกรีตโครงสร้างของผนังอุโมงค์จะคิดความหนาเพียง 25.0 เซนติเมตร

ผนังอุโมงค์ออกแบบเป็นคอนกรีต Segment จำนวน 6 ชั้นต่อวง โดยในการหล่อ จะทำการหล่อส่วนที่เป็นชั้น Sacrificial และส่วนคอนกรีตโครงสร้างไปพร้อมกันเป็นเนื้อเดียว ชั้นส่วนแต่ละชั้นจะถูกยึดติดกันด้วย Curve bolts และมีการป้องกันการรั่วซึมที่รอยต่อโดย Sealing strip

2.5.2.4 รัศมีความโค้งแนวท่อ

ตามสภาพพื้นที่แนวก่อสร้างอุโมงค์ มีข้อกำหนดในการออกแบบรัศมีความโค้งหลายจุด ทำให้แนวอุโมงค์ต้องมีรัศมีความโค้งแคบกว่าปกติมาก ตามแบบร่างเดิมของกรุงเทพมหานคร มีรัศมีแคบสุดเพียง 30 เมตร ซึ่งรัศมีความโค้งขนาดนี้ หัวเจาะต้องออกแบบเป็นพิเศษโดยหัวเจาะต้องมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 22 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Articulating joint สองจุดเพื่อลดการ Over cut ของการขุดดินในบริเวณโค้ง อย่างไรก็ตาม ในการ ออกแบบแนวเส้นทางใหม่นี้ กำหนดรัศมีความโค้งใหม่ โดยรัศมีความโค้งต่ำสุดคือ 50 เมตร และหัวเจาะได้ ออกแบบให้สามารถเลี้ยวโค้งโดยมี Articulating joint จุดเดียว

2.5.2.5 ขั้นตอนการเจาะอุโมงค์

1) เริ่มให้หัวเจาะหมุนหัว (Cutting wheel) ซึ่งมีฟันสามารถกัดคอนกรีตได้ เพื่อ กัดคอนกรีตผนังบ่อ (Tunnel eye) ออกพร้อมใช้กระบอก Hydraulic ด้านหลังหัวเจาะยันกับ Segment concrete ที่วางไว้ด้านหลังเพื่อถีบตัวออกไป พร้อมกับเริ่มหมุนหัวเจาะขุดดินด้านหน้า

2) เมื่อหัวเจาะท่อนแรกขยับตัวออกไปได้ระยะแล้ว ทำการย้าย Segment concrete บางส่วนด้านหลังออก เพื่อยกท่อนหางของหัวเจาะ (Trail shield) ลงไปประกบกับหัวเจาะ ท่อนแรกและทำการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบ Segment concrete

3) ทำการติดตั้ง Grout car เพื่อใช้ในการ Grout cement เข้าไประหว่าง ภายนอกของ Segment concrete กับดินภายนอกอุโมงค์เพื่อป้องกันการทรุดตัวของดิน

4) เมื่อเจาะอุโมงค์ไปได้ประมาณ 20 เมตร จะทำการติดตั้งระบบขนถ่ายลำเลียง ดิน (conveyer), รถบรรทุก Segment concrete (Segment concrete car), รถขนถ่ายดิน (Muck car), ระบบรางรถไฟ และรถไฟไฟฟ้า (Battery power locomotive) เพื่อลากขบวนอุปกรณ์ต่างๆเข้าออก ระหว่างหัวเจาะกับกันบ่อ

5) เมื่อเจาะอุโมงค์ไปได้ 50 เมตรจะทำการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบลม ระบายอากาศ ระบบโทรศัพท์

6) เมื่อเจาะอุโมงค์ไปได้ประมาณ 100 เมตร เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆครบ หมดแล้ว จะทำการติดตั้งระบบรางรถไฟแบบรางคู่ที่ระยะประมาณ 50 เมตร จากปากอุโมงค์ และทำการ ติดตั้งขบวนอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการเจาะอุโมงค์อีก 1 ชุด (รถไฟไฟฟ้า Locomotive car, รถขนถ่ายดิน, รถขน Grout car, รถขน Segment car) ซึ่งจะใช้สลับกัน โดยจะทำให้ใช้เวลาในการเจาะแต่ละครั้ง เร็วขึ้น คือ เมื่อรถขบวนแรกขนดินจากการเจาะอุโมงค์ออกมา โดยจะให้รถอีกขบวนที่เตรียมของไว้แล้ว วิ่งสวนเข้าไปในช่วงที่ระบบรางรถไฟเป็นรางคู่ (California switch)

7) เมื่อทำการเจาะไปเรื่อยๆ และทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆไว้ตามระยะทางที่ได้ ออกแบบไว้ คือ ระบบลมระบายอากาศ ระบบไฟฟ้า Supply การเจาะอุโมงค์ ระบบฟ้าและแสงสว่าง ระบบน้ำ ระบบโทรศัพท์ ระบบสัญญาณเตือนภัย ระบบวัดปริมาณอากาศและระบบป้องกันอัคคีภัย

8) โดยในระหว่างการเจาะอุโมงค์เสร็จแต่ละวง จะทำการ Grout cement ด้วยรถ Grout car เข้าไประหว่างภายนอกของ Segment concrete กันดินเพื่อป้องกันการทรุดตัวของดิน และทำการตรวจสอบแนวระดับในการเจาะอุโมงค์เป็นช่วงๆ เพื่อให้การขุดเจาะอุโมงค์ถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้

9) โดยในระหว่างการเจาะอุโมงค์บางช่วงที่แนวอุโมงค์ผ่านใกล้กับแนวโครงสร้างต่างๆ ก่อนที่จะเจาะอุโมงค์ผ่านจะต้องทำการป้องกันไม่ให้เกิดการเจาะอุโมงค์มีปัญหาเกี่ยวกับแนวโครงสร้างต่างๆ โดยการ Jet grout cement เพื่อปรับปรุงสภาพดินก่อนทุกครั้งแต่ในการออกแบบพยายามจะไม่ให้แนวอุโมงค์เข้าใกล้โครงสร้างต่างๆ น้อยกว่าระยะที่กำหนดอยู่แล้ว นอกจากนี้มีความจำเป็นจริงๆ

10) การเจาะอุโมงค์ในโครงการนี้ ระยะในการเจาะอุโมงค์ค่อนข้างไกล โดยในระหว่างการเจาะที่ระยะประมาณ 3,100 เมตร ก็จะหยุดการเจาะอุโมงค์และทำการ Jet grout cement เพื่อปรับปรุงสภาพดินหน้าหัวเจาะ โดยทำการตรวจเช็คและซ่อมหัวเจาะซึ่งจะทำให้การเจาะอุโมงค์ที่เหลืออยู่ไม่มีปัญหา

ขั้นตอนการเก็บความเรียบร้อยของผิวอุโมงค์ (Tunnel surface finishing stage)

1) ทำความสะอาดอุโมงค์ให้เรียบร้อย

2) เนื่องจากการออกแบบความหนาของอุโมงค์ไว้ตามข้อกำหนดต่างๆ แล้ว ซึ่งการออกแบบได้กำหนดความหนาของอุโมงค์เอาไว้แล้ว โดยงานเก็บความเรียบร้อยของอุโมงค์ก็จะทำการอุดช่องของ Pocket bolt เก็บความเรียบร้อยของรอยต่อของ Segment concrete แต่ละวง และซ่อมแซมผิวของอุโมงค์ให้เรียบร้อย ด้วยวัสดุที่มีความคงทนแข็งแรงและป้องกันน้ำรั่วซึมได้

2.5.3 พัฒนาการการก่อสร้างอุโมงค์

การพัฒนาของอุโมงค์ในอดีต ได้แก่

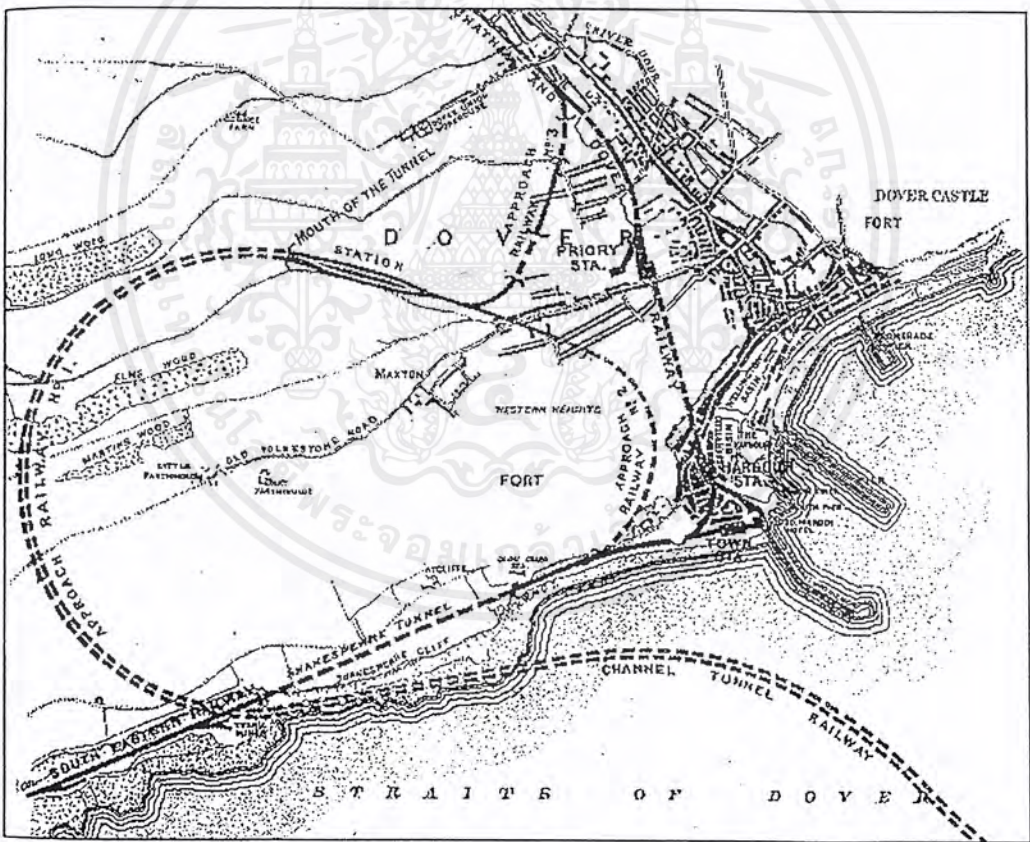
2.5.3.1 EURO TUNNEL

The chanel tunnel (French: Le tunnel sous la manche) หรือที่รู้จักกันในชื่อ Chanel หรือ Euro Tunnel มีความยาว 50.5 กิโลเมตร (31.4 ไมล์) เป็นทางรถไฟใต้ทะเลเชื่อมระหว่าง สหราชอาณาจักรและฝรั่งเศส วิ่งใต้ทะเลผ่านช่องแคบอังกฤษที่ Strait of dover อุโมงค์ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่าง Folk stone kent ในประเทศอังกฤษ กับ Coquilles ซึ่งอยู่ใกล้กับ Calais ทางตอนเหนือของฝรั่งเศส อุโมงค์นี้เป็นอุโมงค์รถไฟที่ยาวเป็นอันดับที่ 2 ของโลก รองจากอุโมงค์ Seikan ในประเทศญี่ปุ่น

สำหรับความคิดริเริ่มในการก่อสร้างอุโมงค์เกิดขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ.1802 และก่อสร้างโดย บริษัท Eurotunnel เมื่อปี ค.ศ.1988 และในปี ค.ศ.1994 อุโมงค์ได้สร้างสำเร็จพร้อมผู้โดยสารได้เดินทางผ่านไป

มา เชื่อมโยง London – Paris และ Brussels ในปี ค.ศ.1994 นั้นอุโมงค์ได้ถูกไฟไหม้ ทำให้อุโมงค์ต้องปิดทำการ ส่งผลให้ผู้อพยพ และผู้ที่ลี้ภัยการเมืองได้ใช้อุโมงค์นี้หลบหนีเข้าสู่ประเทศอังกฤษ การอพยพเหล่านี้เองทำให้เกิดการสร้างค่ายผู้อพยพขึ้นโดยการทูตของทั้งสองประเทศ ซึ่งในที่สุดค่ายนี้ได้ปิดตัวลงในปี ค.ศ.2002

ในการขุดเจาะอุโมงค์ที่มีการใช้เครื่อง TBM ทั้งหมด 11 เครื่อง ขุดอุโมงค์และวางรางรถไฟทั้งสองทางไปพร้อม ๆ กัน นั่นก็คือ จากสหราชอาณาจักรและฝรั่งเศส รูปแบบของอุโมงค์และ Euro star passenger trains มีต้นแบบมาจาก Fra.TGV และ Vehicle shuttle wagon และถึงแม้ว่า Euro train มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกก็ตามแต่ แต่อุโมงค์นี้ก็ยังสามารที่จะสร้างสถานีเก็บรถไฟในตัวของมันเองได้ โดยสถานีปลายทางนั้นตั้งอยู่ที่ Chariton และ Conquilles และเชื่อมโยงระหว่างมอเตอร์เวย์ ของอังกฤษและฝรั่งเศส



รูปที่ 2.11 แผนที่เส้นทางอุโมงค์

ในการสำรวจ 20 ปีก่อนที่จะทำการก่อสร้างอุโมงค์ทำให้ทราบว่า เส้นทางกำลังจะก่อสร้างอุโมงค์สามารถเจาะผ่านชั้นหิน Chalk marl ได้ ซึ่งหิน Chalk marl นั้นเหมาะสมในการขุดเจาะและมีความเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาแล 25 อย่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แข็งแรงมากพอที่จะรองรับน้ำหนักของอุโมงค์ ทั้งทางด้านฝั่งอังกฤษและฝรั่งเศสนั้นหิน Chalk marl วิ่งไปตามความยาวของอุโมงค์ ด้วยความยาว 5 กิโลเมตร (3 ไมล์) ซึ่งด้วยความยาวขนาดนี้ทำให้มีสภาพธรณีวิทยาที่แตกต่างกัน และเป็นความยุ่งยากในการขุดเจาะอีกด้วย แต่อย่างไรก็ดีการขุดเจาะได้ดำเนินการไปตามที่ได้วางแผนไว้

อุโมงค์ข้ามช่องแคบประกอบด้วยอุโมงค์ทั้งหมด 3 ช่อง(ดังรูปที่ 2.14 และ รูปที่ 2.15) มีสองช่องที่เป็นอุโมงค์รถไฟ อุโมงค์รถไฟนั้นมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.6 เมตร (25 ฟุต) และ 30 เมตร (98 ฟุต) ความยาว 50 กิโลเมตร (31 ไมล์) ส่วนอีกหนึ่งอุโมงค์ที่เหลือคือ อุโมงค์สำหรับขนถ่ายวัสดุ อุโมงค์สำหรับขนถ่ายวัสดุนี้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.8 เมตร (16 ฟุต) และอยู่ตรงกลางระหว่างอุโมงค์รถไฟสองอุโมงค์ที่ขุดเจาะอยู่ อุโมงค์ทั้งสามนั้นมีเส้นทางเชื่อมและ Piston relief ducts สำหรับอุโมงค์ขนถ่ายวัสดุนั้นถูกใช้เป็นอุโมงค์นำร่องหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า อุโมงค์บริการ ซึ่งขุดเจาะนำหน้าอุโมงค์หลักเพื่อหาสภาวะต่าง ๆ ก่อนที่จะทำการขุดเจาะอุโมงค์รถไฟ

ด้านฝรั่งเศสใช้เครื่อง TBM ในการขุดเจาะอุโมงค์ 5 เครื่อง ส่วนด้านอังกฤษใช้ 6 เครื่อง โดยที่อุโมงค์สำหรับขนถ่ายวัสดุนั้นใช้ระบบ Service tunnel transport system (STTS) และ Light service tunnel vehicles (LADOGS)



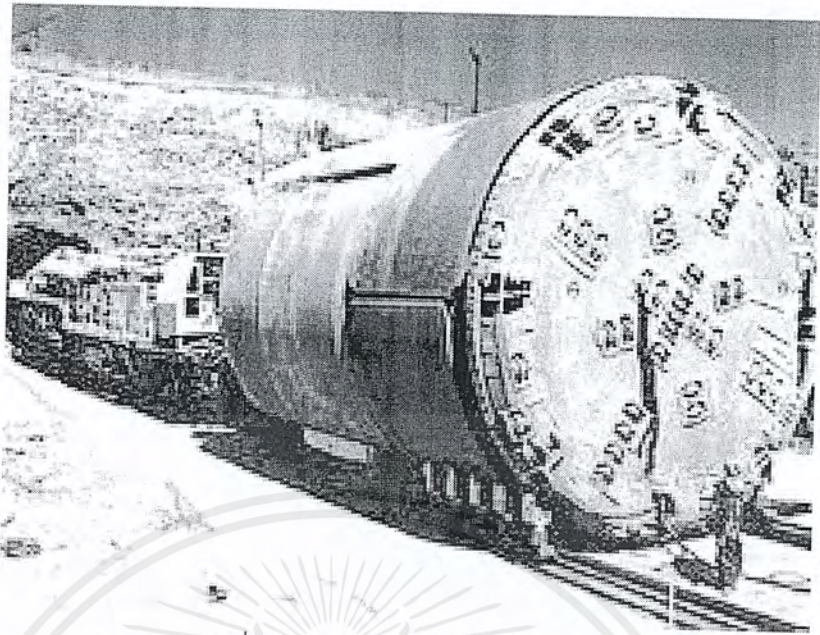
รูปที่ 2.12 อุโมงค์ช่องแคบแสดงพิพิธภัณฑ์รถไฟแห่งชาติใน York อังกฤษ

ระหว่างช่องทางที่ Beussingue และ Castle Hill อุโมงค์มีความยาวทั้งสิ้น 50.5 กิโลเมตร (31 ไมล์) แบ่งออกเป็นส่วนที่อยู่ติดใต้ดินทางด้านฝรั่งเศส 3.3 กิโลเมตร (2 ไมล์) ทางด้านอังกฤษมีส่วนที่อยู่ใต้ดินเป็นระยะทาง 9.3 กิโลเมตร (6 ไมล์) และส่วนใต้ทะเล 37.9 กิโลเมตร (24 ไมล์) ทำให้อุโมงค์แห่งนี้เป็นอุโมงค์รถไฟที่ยาวที่สุดเป็นอันดับที่ 2 ของโลกที่มีความลึกเท่ากับ 45 เมตร (148 ฟุต) ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 26 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในด้านอังกฤษ จำนวนดินที่ขุดมีปริมาณทั้งหมดถึง 5 ล้านลูกบาศก์เมตร ประมาณ 1 ล้านลูกบาศก์เมตรใช้ถมสำหรับสร้างสถานีรถไฟ และส่วนที่เหลือนั้นได้ขนไปที่ Lower Shakespeare cliff เพื่อใช้ทำเป็นกำแพงกันคลื่น อีกทั้งยังมีการเวนคืนที่ดินกว่า 74 เอเคอร์ (30 Ha) ที่ดินนี้ใช้สร้าง Samphire hoe country park ในงานด้านการประเมิณผลกระทบสิ่งแวดล้อมไม่มีการระบุความเสี่ยงหรืออันตรายใด ๆ สำหรับโครงการ และการศึกษาเพิ่มเติมในด้านความปลอดภัย เสียง และมลภาวะอากาศ โดยรวมเป็นบวก อย่างไรก็ตาม การคัดค้านทางด้านผลเสียที่มีต่อสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นตลอดการก่อสร้างอุโมงค์รถไฟแห่งนี้

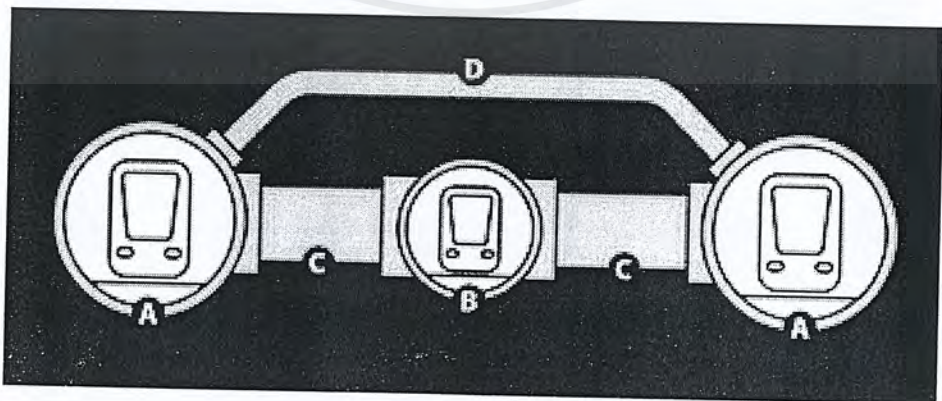
การขุดอุโมงค์ระหว่างอังกฤษและฝรั่งเศสเป็นความท้าทายทางวิศวกรรมอย่างสูง ตั้งแต่ มีการขุดอุโมงค์ใต้ทะเล Seikan ในญี่ปุ่น ความเสี่ยงของการขุดอุโมงค์ใต้น้ำ คือการไหลเข้าของน้ำเนื่องจากความดันน้ำจากทะเลสูงกว่าภายในอุโมงค์ อีกทั้งอุโมงค์ข้ามช่องแคบมีความท้าทายในเรื่องของเวลาและเงินทุน

ในการสร้างอุโมงค์ทางรถไฟเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.6 เมตร (25 ฟุต) ความยาว 50 กิโลเมตร (31 ไมล์) อุโมงค์สำหรับขนถ่ายวัสดุเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.8 เมตร (16 ฟุต) ระหว่างอุโมงค์หลักสองคูกับอุโมงค์รถไฟเชื่อมทางข้ามเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.3 เมตร (11 ฟุต) ไปที่อุโมงค์สำหรับขนถ่ายวัสดุที่มีความยาว 375 เมตร (1,230 ฟุต) Piston relief ducts 2 เมตร (7 ฟุต) ต่อเชื่อมอุโมงค์รถไฟที่จุด 250 เมตร (820 ฟุต) อุโมงค์สำหรับขนถ่ายวัสดุนำหน้าอุโมงค์หลักอย่างน้อย 1 กิโลเมตร (0.6 ไมล์) เสมอเพื่อตรวจสอบสภาพพื้นดิน ความรู้เกี่ยวกับการขุดอุโมงค์ผ่านหิน Chalk เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ อุโมงค์ข้ามใต้ทะเลมีปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน อุโมงค์ฝรั่งเศสใช้หลักเกณฑ์ของอุโมงค์ Mount baker ridge freeway ในสหรัฐฯ ส่วนฝั่งอุโมงค์อังกฤษ ขุดจากอุโมงค์สำหรับขนถ่ายวัสดุนำหน้าอุโมงค์หลักเพื่อหลีกเลี่ยงความล่าช้า จึงใช้การหล่อล่วงหน้าเป็นชั้นใน Main TBM แต่มีการแก้ปัญหาแตกต่างกันในทั้ง 2 ประเทศ ประเทศฝรั่งเศสใช้ยางเทียมและกาวซีล Bolted linings ทำจากเหล็กหล่อหรือ คอนกรีตเสริมแรงความแข็งแรงสูง ส่วนประเทศอังกฤษต้องการความเร็วเป็นหลัก การใส่ Bolts ของ Cast iron lining segments ทำในบริเวณที่มีธรณีวิทยาไม่ดี ในอุโมงค์รถไฟประเทศอังกฤษใช้ Lining segments 8 ชุดบวก Key segment ในอุโมงค์รถไฟประเทศฝรั่งเศสใช้ 5 Segments บวก Key segment และ Deep grout-curtained shaft เส้นผ่านศูนย์กลาง 55 เมตร (180 ฟุต) ความยาว 75 เมตร (246 ฟุต) ที่ Sangatte สำหรับ การเข้าถึง ประเทศอังกฤษ บริเวณ marshaling อยู่ที่ 140 เมตร (459 ฟุต) ใต้ด้านบนของ Shakespeare cliff วิธีการขุดอุโมงค์แบบ Austrian ใหม่ (NATM) ถูกใช้ครั้งแรกใน Chalk marl ที่ประเทศอังกฤษ อุโมงค์พื้นดินไม่ได้ขับเคลื่อนจาก Folestone แต่จากสถานที่เดียวกันตามอุโมงค์ใต้น้ำ Shakespeare cliff platform ที่ฐานของหน้าผาใหญ่เพียงพอสำหรับการขับเคลื่อนทั้งหมดและถึงแม้ว่าดินจากการขุดอุโมงค์ถูกวางไว้ด้านหลังผนังคอนกรีตเสริมแรงที่ Shakespeare cliff ภายใต้สภาวะของการวาง Chalk ในทะเลสาบ เพื่อหลีกเลี่ยงการกระจายตัวของ Chalk ในวงกว้าง เนื่องจากมีพื้นที่จำกัด

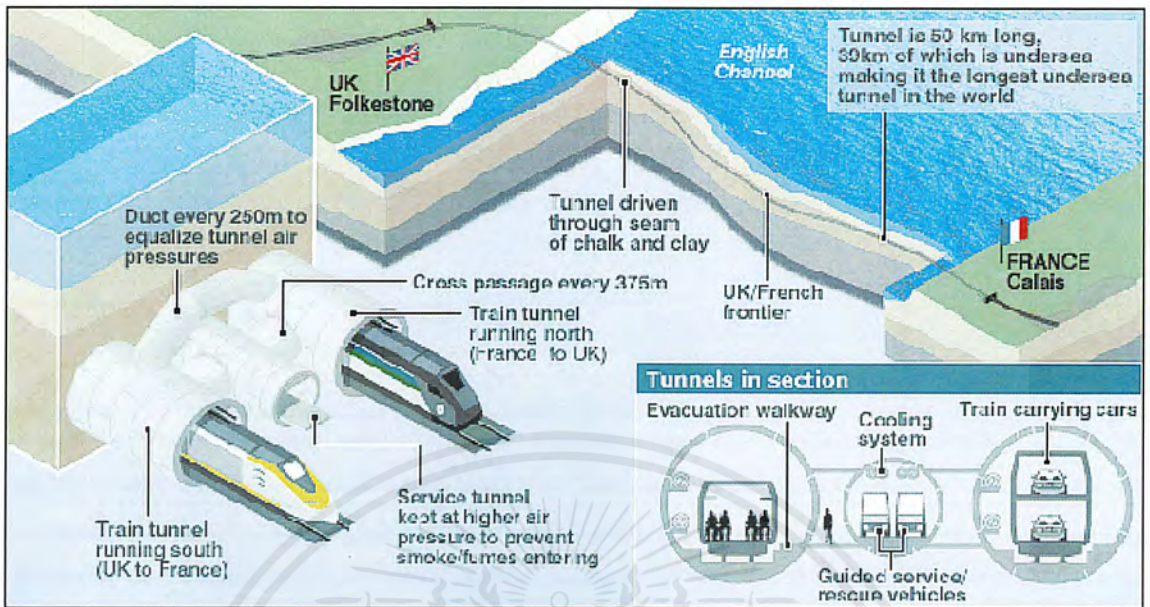


รูปที่ 2.13 Tunnel boring machine

ในประเทศฝรั่งเศส เนื่องจากความดันน้ำซึมผ่านได้มากกว่า เพื่อความสมดุลมีการใช้ TBM ที่มี โหมดเปิดและปิด TBM จะอยู่ในโหมดปิดระหว่าง 5 กิโลเมตร (3 ไมล์) แรก และเปลี่ยนเป็นโหมดเปิด เมื่อเจาะผ่านชั้นหิน Chalk marl สิ่งนี้ส่งผลกระทบต่อพื้นดินและทำให้ทนต่อความดันน้ำสูง การใช้ โหมดเปิด-ปิดนี้ ช่วยลดความจำเป็นในการเทปูนนำหน้าอุโมงค์ ฝรั่งเศสจำเป็นต้องใช้ 5 TBM เครื่องขุด อุโมงค์ใต้น้ำ 2 เครื่อง เครื่องขุดอุโมงค์ชั้นดิน 1 เครื่อง (TBM ขุดชั้นดิน 3 กิโลเมตรก่อน แล้วเปลี่ยน ทิศทาง และขุดส่วนอื่น ๆ) และเครื่องขุดอุโมงค์สำหรับขนถ่ายวัสดุ 2 เครื่อง ในอังกฤษ ทางธรณีวิทยาอม ให้เปิดได้เร็วกว่าใช้ TBM 6 เครื่อง การเริ่มต้นขุดทั้งหมดจาก Shakespeare cliff อุโมงค์ใต้ทะเล 3 ช่อง และอุโมงค์ชั้นดิน 3 ช่อง มุ่งสู่การขับเคลื่อนใต้ทะเล UK TBM ถูกขับเคลื่อนลงด้านล่าง และเปิดอุโมงค์ ให้ชัดเจน French TBM ขุดอุโมงค์เสร็จ และถอดออก Gauge railway 900 mm ใช้ในอังกฤษ ระหว่าง การก่อสร้าง



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างส่วนตัดขวางของอุโมงค์ ที่มีอุโมงค์สำหรับขนถ่ายวัสดุในระหว่างอุโมงค์รางคู่



รูปที่ 2.15 Channel tunnel



รูปที่ 2.16 TBM

2.5.3.2 อุโมงค์รถไฟขุด

เทือกเขาขุนตานเป็นแนวสันปันน้ำขนาดใหญ่ มียอดดอยสูงสุดชื่อว่า "ดอยงาช้าง" สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ประมาณ 1,340 เมตร เทือกเขานี้เป็นที่รู้จักกันมาตั้งแต่ครั้งโบราณมาแล้ว เป็นเสมือนกำแพงธรรมชาติ มีสันเขาเป็นเส้นกั้นเขตแดนระหว่างอำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน และอำเภอห้วยฉัตร จังหวัดลำปาง ได้ตั้งขวางทางรถไฟสายเหนือ ทำให้ต้องเจาะขุดอุโมงค์คลองสันเขา ชาวลำพูนนิยมเรียกกันว่า "ถ้ำขุนตาน" ถ้ำขุนตานไม่ได้เป็นถ้ำที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ แต่เกิดขึ้นโดยมนุษย์เพื่อใช้ในการรถไฟ ถ้ำขุนตาน หมู่ที่ 8 ตำบลทาปลาดุก อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน ห่างจากจังหวัดลำพูนประมาณ 40 กิโลเมตร การเจาะอุโมงค์จึงเลือกตรงส่วนแคบของเขากันเขา ซึ่งมีความหนาประมาณ 1,400 เมตร

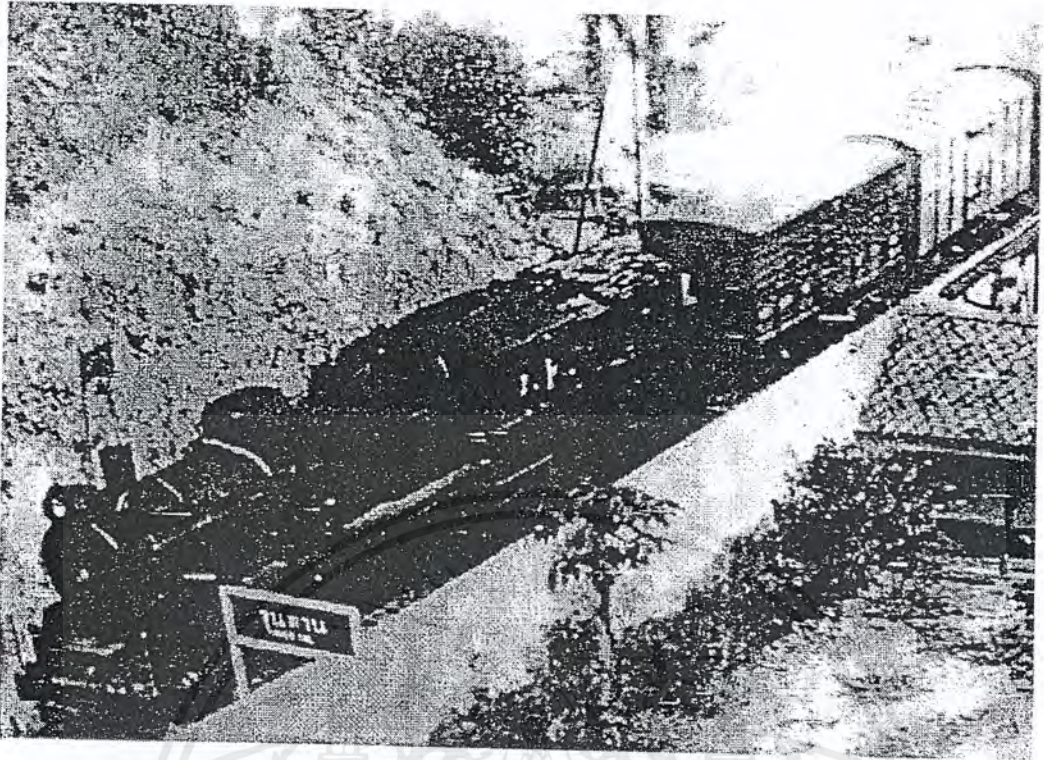
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 29 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 อุโมงค์ขุนตาน

การเจาะอุโมงค์ขุนตานเริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2450 ในตอนแรก ทางรัฐบาลไทยได้ว่าจ้างวิศวกรรถไฟชาวเยอรมัน ชื่อ นายเอมิล ไอเซน ไฮเฟอร์ ซึ่งอยู่ในวัยหนุ่มเพิ่งสำเร็จการศึกษาจากมิวนิค แต่การก่อสร้างขุดเจาะยังไม่ทันเสร็จเกิดสงครามโลกครั้งที่ 1 ขึ้นโดยไทยเป็นฝ่ายสัมพันธมิตรจึงจำเป็นต้องคุมตัว นายเอมิล ไอเซน ไฮเฟอร์ และทิ้งงานไว้เบื้องหลัง และให้ออกจากประเทศไทยไปต่อมา ปี พ.ศ. 2460 กรมพระกำแพงเพชรอัครโยธินพระบิดาแห่งการรถไฟได้เสด็จมาเป็นผู้อำนวยการขุดเจาะจนแล้วเสร็จ แต่หลังจากที่สงครามจบลง นายเอมิลไอเซน ไฮเฟอร์ ก็ได้เดินทางกลับเข้ามาในเมืองไทยอีกครั้ง เขาได้กล่าวไว้ว่า "หากเมื่อใดเขาถึงแก่กรรมลงให้นำอัฐิของเขามาบรรจุไว้ที่อุโมงค์ขุนตาน" และเมื่อ นายเอมิล ไอเซน ไฮเฟอร์ ถึงแก่กรรมลง อัฐิของเขาถูกนำมาบรรจุเก็บไว้ที่หน้าอุโมงค์ทางด้านจังหวัดลำพูน จนถึงทุกวันนี้

การก่อสร้างรถไฟสายเหนือเริ่มจากสถานีชุมทางบ้านภาชี ถึงสถานีนครเชียงใหม่ ระยะทาง 661 กิโลเมตร ค่าก่อสร้าง รวมทั้งสิ้น 46,817,392 บาท โดยเปิดใช้อย่างเป็นทางการแล้ว



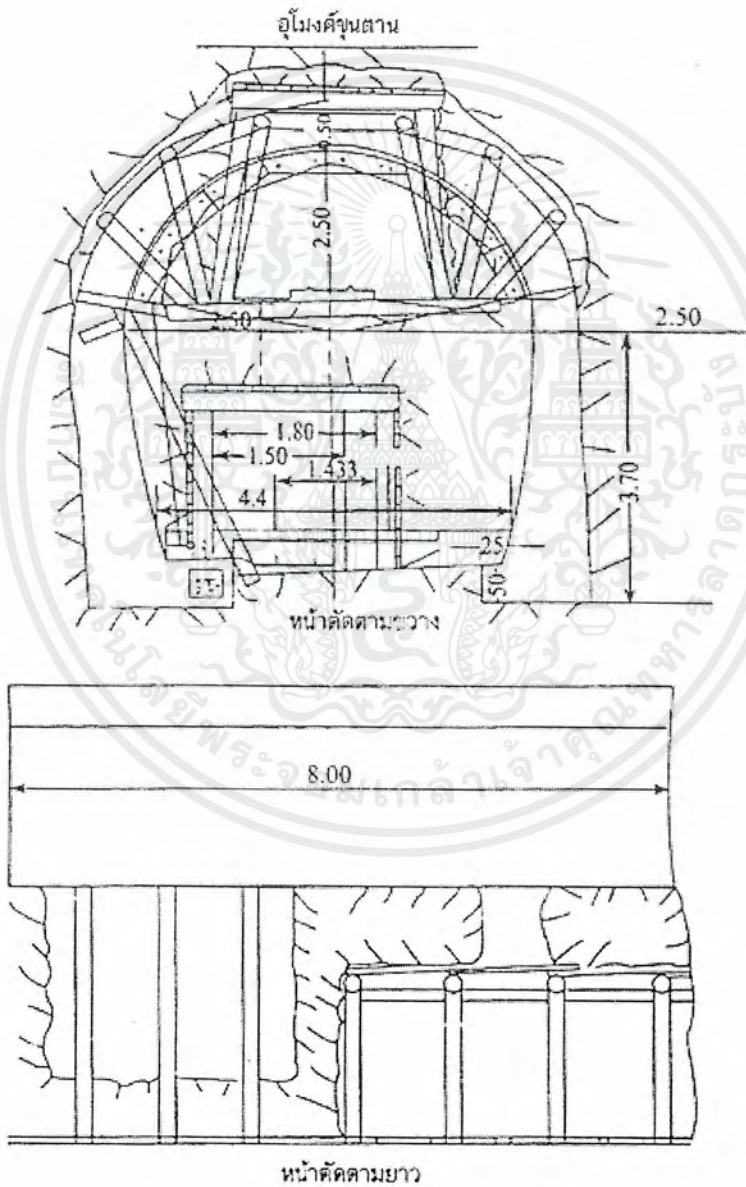
รูปที่ 2.18 ภาพสถานีขุนตาล

การขุดเจาะอุโมงค์ขุนตานแต่เดิมได้กระทำโดยใช้เครื่องอัดอากาศ สำหรับเจาะ เมื่อเครื่องอัดอากาศเสียหรือ ใช้ไม่ได้ ก็ใช้เหล็กสกัดขนาดยาวและค้อนขนาดใหญ่ตอกลงบนหินบริเวณที่ต้องการให้เป็นรูเพื่อฝังดินระเบิด ตอนใดเป็นหินร่วนก็ใช้ขวานจิกทะลุหลายหินออกมา การเจาะห่างจากแนวที่ต้องการเข้ามาประมาณ 50 ซม. โดยรอบบริเวณ ที่ประสงค์จะเจาะ ให้ปลายรูชนเข้าหากันทุกรู เว้นระยะห่างกันประมาณรูละ 1 เมตรแล้วเอาดินระเบิดโดนาไมต์ฝังเข้าไปในรูนั้น แล้วจึงสอดใส่แก๊ปเข้าไปให้ทำหน้าที่จุดระเบิด แก๊ปนี้มีสายขนวน ต่อยาวออกไปเพื่อความปลอดภัยของคนจุดขนวนระเบิดการต่อแก๊ปเข้ากับสายขนวน ใช้วิธีเอาคีมบีบให้ติดกันซึ่งมักมีปัญหาบ่อยๆ เพราะ ความมั่งง่ายของคนงานคือแทนที่จะเสียเวลารอคีมที่มีอยู่จำนวนจำกัดเพื่อให้หนีบสายขนวนให้ติดกับแก๊ป คนงานมักจะนิยมใช้คีมธรรมดาคือฟันในปากแทนคีมแก๊ปที่จะระเบิดโป่งป้างขึ้นในปากเป็นประจำ แม้ว่าอาจจะทำให้คนงานถึงกับล้มตายเพียงไม่กี่ราย แต่ต่างกันว่าเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้คนงานสร้างอุโมงค์ขุนตานจำนวนไม่น้อยฟันหลอหมดทั้งปาก

ขนวนตอนใดจะจุดก่อนก็จะฝังไว้ให้ยาว ตอนใดจะจุดที่หลังก็ฝังไว้ให้สั้น โดยประสงค์ให้เกิดการระเบิดขึ้นพร้อมกันในคราวเดียว จะได้หินมากเพื่อสะดวกและป้องกันอุบัติเหตุที่จะให้เกิดขึ้น จากการใช้จัดคนงานไว้เป็นเวรยาม เวรละ 8 ชั่วโมง ที่ใดไม่ระเบิดเพราะด้านที่เว้นไว้ไม่เจาะไหม้ใกล้ที่นั้น เมื่อตกลึงกลางคืนก็แจกโคไฟให้กรรมกร 2 คน ต่อโคม 1 ดวง โคมที่ใช้เรียกว่าโคมเปิดเพราะมีรูปร่างคล้ายเปิดเชื้อเพลิงที่ใช้ก็เป็นน้ำมันก๊าดผสมน้ำมันมะพร้าว และเมื่อเจาะลึกเข้าไปมากการขนเศษหิน เศษดินไม่สะดวก ในตอนนี้ได้ต่อรางเหล็กและใช้รถเข้างลำเสียงแทน เมื่อกรรมกรอยู่ในปากอุโมงค์เป็นจำนวนมาก การใช้โคมก็มากตามไปด้วยทำให้อากาศมีน้อย มีการตั้งเครื่องเป่าอากาศที่ปากอุโมงค์ ถ้าหากตอนใดที่อุโมงค์ไม่หนักก็จะเจาะปล่องทะลุขึ้นไปบนหลังเขา เมื่อเจาะเข้าไปข้างในก็จะใช้เสาขนาด

25-30 เซนติเมตร ค้ำยันไว้ และมีกระดานหนากรุนหันด้านบนขณะทำการระเบิดและยังทำหน้าที่เป็นที่กำบังสะเก็ดระเบิด การขุดเจาะ ดำเนิน ตลอด 24 ชั่วโมง ทุกวันทุกเดือน

ในครั้งนั้น การขุดเจาะอุโมงค์ขุนตานใช้วิธีทันสมัย เช่นการเจาะอุโมงค์ใหญ่ๆ ในปัจจุบันก็ยังใช้อยู่ กล่าวคือ แต่ละด้านเจาะเป็น 2 ช่องคือ ช่องบน และช่องล่างเริ่มต้นเจาะช่องบนก่อน เมื่อช่องบนถูกเจาะลึกเข้าไปได้ประมาณ 15 เมตรแล้ว จึงลงมือเจาะช่องล่างตามเข้าไปด้วยวิธีเดียวกัน ส่วนหินตอนกลาง เว้นไว้ให้เหลือหนา ประมาณ 1.00-1.50 เมตร เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ปฏิบัติ เช่น การขุดดินและหินออกจากอุโมงค์ และระบายอากาศโดยทำการขุดจากปลายอุโมงค์ทั้งสองข้างเข้าไปบรรจบกันตรงกลาง ซึ่งต้องมีการคำนวณอย่างแม่นยำเพื่อให้บรรจบกันพอดี



รูปที่ 2.19 profile การขุดเจาะอุโมงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาแล32ข้ออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับหินที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ไม่สะดวก ในการระเบิดให้แตกเป็นก้อนเล็กๆ ก็ใช้วิธีเอาไฟสุ่ม ใ้ก้อนหินร้อนจัดแล้วราดน้ำลงไป ตามรอยที่ต้องการหินนั้นก็แตกแยกเป็นเสี่ยงๆเมื่อชุด เจาะลึกๆ เข้า ไปไม่มีอากาศหายใจเพียงพอ ก็มีการสูบอากาศจากภายนอกเข้าไปช่วย ในการหายใจภายในอุโมงค์ การขุด ดินและหินที่ขุดเจาะออกมากนอกอุโมงค์ ส่วนใหญ่ใช้แรงคนขนออกมา เพราะเป็นอุโมงค์ที่มีความลึก ไม่มากนัก แต่ก็เป็นการอันหนักมีใช้น้อย การขุดเจาะอุโมงค์ขุนตานต้องใช้เวลากว่า 8 ปี จึงทะลุถึงกันได้ ในปี พ.ศ.2458 ภายในอุโมงค์ที่ผนังถ้ำต่างๆ ระยะ 100 เมตร ทำเป็นช่องที่ผนังถ้ำ 1 ห้องขนาดกว้าง 1.5 เมตร สูง 2 เมตร และลึก 2 เมตร ใช้ประโยชน์สำหรับคานงานด้านซ่อมบำรุงหลอดไฟที่แล่นผ่าน ปากอุโมงค์ ในฤดูฝนมีปริมาณหินที่ขุดเจาะ ขนออกมาทั้งสิ้นกว่า 60,000 ลูกบาศก์เมตร นำออกมาถม ลำห้วยบริเวณปากถ้ำจนกลายเป็นที่ตั้งของตัวสถานีรถไฟขุนตาน ที่ราบเรียบในปัจจุบัน

ในระหว่างนั้นพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พระปิยมหาราช ผู้พระราชทานกำเนิด รถไฟไทยได้เสด็จสวรรคต เมื่อวันที่ 23 ต.ค. 2453 ผู้ที่ได้รับมอบภาระในการสร้างกิจการรถไฟให้ก้าวหน้า ตามพระราชปณิธานคือสมเด็จพระเจ้าลูกยาเธอพระองค์เจ้าบุรฉัตร กรมหมื่นกำแพงเพชรอัครโยธิน พระบิดาแห่งการรถไฟไทยได้เสด็จมาทรงเป็นผู้บัญชาการก่อสร้างจนแล้วเสร็จในเวลาต่อมา เมื่อเสด็จ การขุดเจาะแล้วงานก่อสร้างต่อจากนั้นเป็นการผูกเหล็กและเทคอนกรีตทำผนังหลังคา เพื่อความแข็งแรง และป้องกันน้ำรั่วซึม ซึ่งต้องใช้เวลากว่า 3 ปี จนถึง วันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2461 เมื่อเสร็จงานคอนกรีตแล้ว จึงมีพิธีขักรอกตัวครุฑหล่อด้วยคอนกรีตขึ้นประดิษฐานเหนือปากอุโมงค์ทั้งสองด้าน การเจาะอุโมงค์ ทำทั้ง กลางวันและกลางคืน ค่าใช้จ่ายในการเจาะอุโมงค์เฉลี่ยประมาณเมตรละ 1000 บาท

นอกจากนี้อุโมงค์ในเส้นทางรถไฟสายเหนือ ตั้งแต่เขตจังหวัดอุดรดิตถ์ จนถึง จังหวัดลำพูน นอกจากอุโมงค์ขุนตานแล้วยังมีอยู่ด้วยกันอีก 3 อุโมงค์ คือ

- 1) อุโมงค์ปางตู ที่ กม.513 จังหวัดอุดรดิตถ์ ยาว 50.23 เมตร
- 2) อุโมงค์เขาลึง ที่ กม.516 จังหวัดอุดรดิตถ์ ต่อเขตจังหวัดแพร่ ยาว 362.44 เมตร
- 3) อุโมงค์ผาคอ และห้วยแม่ลาน (2 อุโมงค์อยู่ชิดกันมาก) ที่ กม.575 จังหวัดลำปาง

ยาว 130.20 เมตร

2.6 ทบทวนวรรณกรรม

กรยุทธ คงแก่นวงษ์ , กลิน พรหมคลัง และ ธนา ตั้งธนะวัฒน์ (สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2553) ได้เสนอการศึกษาและการออกแบบ อุโมงค์ระบายน้ำเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในเขตกรุงเทพฯ ไว้ในปี พ.ศ.2553 โดยวิเคราะห์แรงกระทำ ภายใตจากทฤษฎี JSCE, Einstein, Erdmann, Muir Wood, Beam Spring model และแสดงการ ออกแบบเหล็กเสริมโดยออกแบบทั้งจากทฤษฎีการออกแบบคาน และการออกแบบเสา กำหนดขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลางของอุโมงค์อยู่ที่ 5เมตร และความลึกถึงจุดศูนย์กลางอยู่ที่ -21 เมตร จากระดับผิวดิน เหตุที่ กำหนดเช่นนี้เพราะในช่วงปี พ.ศ.2553 นั้น ยังไม่เกิดปัญหาอุทกภัยที่รุนแรงอย่างในช่วงปี พ.ศ. 2554

ชัชว ไขยวงค์เหล็ก , วิรัช ประนัดเต และ ศิริพงษ์ นาคทอง (สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546) ได้เสนอการศึกษาการออกแบบและก่อสร้างผนังอุโมงค์ส่งน้ำขนาดใหญ่ในกรุงเทพฯ โดยศึกษาการก่อสร้างผนังอุโมงค์ โดยเน้นไปที่อุโมงค์ดินอ่อนในชั้นดินกรุงเทพฯ โดยที่มุ่งเน้นถึงข้อคำนึงในการออกแบบแรงกระทำต่ออุโมงค์ใต้ดิน แรงที่สำคัญคือ แรงดันดิน แรงดันน้ำ น้ำหนักบรรทุกคงที่ น้ำหนักภายในตัวอุโมงค์ และอื่น ๆ การทรุดตัวของดินเนื่องจากการขุดเจาะอุโมงค์ โดยใช้ทฤษฎีแรงกระทำภายนอกของ Terzaghi, Einstein, Erdmann Muir Wood, Beam Spring model และ Peck et al's แล้วทำค่า Moment มาแสดงการออกแบบอุโมงค์ส่งน้ำที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 เมตร ใต้คลองพระยาราชมณเตรี และใช้เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.66 เมตร ใต้ถนนพระราม 2 อุโมงค์ทั้งสอง อยู่ที่ความลึก 21 เมตร โดยวิเคราะห์จากโปรแกรมคำนวณที่ตนเองเขียนขึ้น

ภวิน วัฒนเพ็ญไพบูลย์, ยุทธนา ศรีสมศักดิ์ และ ศุภวัฒน์ ใจตุ้ย (สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2554) ได้เสนอการศึกษาเบื้องต้นด้านวิศวกรรมชลศาสตร์สำหรับอุโมงค์เพื่อบรรเทาอุทกภัยบนพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยศึกษาการออกแบบอุโมงค์ทางด้านวิศวกรรมชลศาสตร์จากอัตราการไหลสูงในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยวิเคราะห์จากการไหลแบบเต็มท่อที่มีความดัน มีการวัดค่า Head น้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ หาก Head ไม่สูงพอก็ให้มีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำมาช่วยในการระบายน้ำ โดยวิเคราะห์ที่ได้อุโมงค์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 15 เมตร วางแนวอุโมงค์ตามแนวถนนกาญจนาภิเษกทั้งสองฝั่ง ที่ความลึกของธรณีอุโมงค์ 21 เมตร

พิสุทธิ์ โชติติติก และ สมเกียรติ เพชรโสม (สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2547) ได้เสนอการศึกษาการออกแบบและก่อสร้างผนังอุโมงค์ใต้ดิน โดยศึกษาการออกแบบผนังอุโมงค์ระบายน้ำของเขตพื้นที่พระโขนง โดยใช้ทฤษฎี JSCE 1996, Einstein 1979, Muir Woo 1975 และ Beam spring model โดยแบ่งกรณีการออกแบบเป็น 2 กรณี กรณีที่ 1 ให้อุโมงค์วางตัวในชั้นทรายแน่น กรณีที่ 2 อุโมงค์วางตัวอยู่บนชั้นดินเหนียวแข็ง กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 4.9 เมตร มีศูนย์กลางอุโมงค์อยู่ที่ความลึก 23.525 เมตรจากผิวดินแล้วนำค่า Maximum Moment มาออกแบบเหล็กเสริม มีการออกแบบทั้งในทฤษฎีการออกแบบคาน และทฤษฎีการออกแบบเสา

บทที่ 3

สภาพพื้นที่ศึกษา

3.1 สภาพพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

3.1.1 สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำเจ้าพระยา

แม่น้ำเจ้าพระยา มีต้นกำเนิดที่จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นที่รวมของแม่น้ำหลักทางตอนเหนือของประเทศ 4 สายคือ แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน แม่น้ำเจ้าพระยาทั้งหมด (รวม ปิง วัง ยม และน่าน) มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 114,240 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 27,280 ล้าน ลูกบาศก์เมตร/ปี ในแม่น้ำปิงและแม่น้ำน่าน มีเขื่อนเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ คือ เขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนทั้งสองเป็นเขื่อนเอนกประสงค์เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า การชลประทาน การเดินเรือ การผลิตน้ำประปา ผลักดันน้ำเค็ม และเพื่อการบรรเทาปัญหาน้ำท่วม ในแม่น้ำวังมีเขื่อนกัวลมใช้ประโยชน์เพื่อการชลประทานเป็นหลัก ท้ายน้ำจากจังหวัดนครสวรรค์ใกล้กับจังหวัดอุทัยธานี ประมาณ 60 กิโลเมตรจะมีสาขาของแม่น้ำเจ้าพระยาอีกสาขาหนึ่งคือ แม่น้ำสะแกกรัง ถัดจากนั้นลงมาด้านท้ายน้ำบริเวณจังหวัดชัยนาท ในแม่น้ำเจ้าพระยามีเขื่อนเจ้าพระยาทำหน้าที่กั้นน้ำเข้าสู่ระบบชลประทานของกลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างทั้งหมด

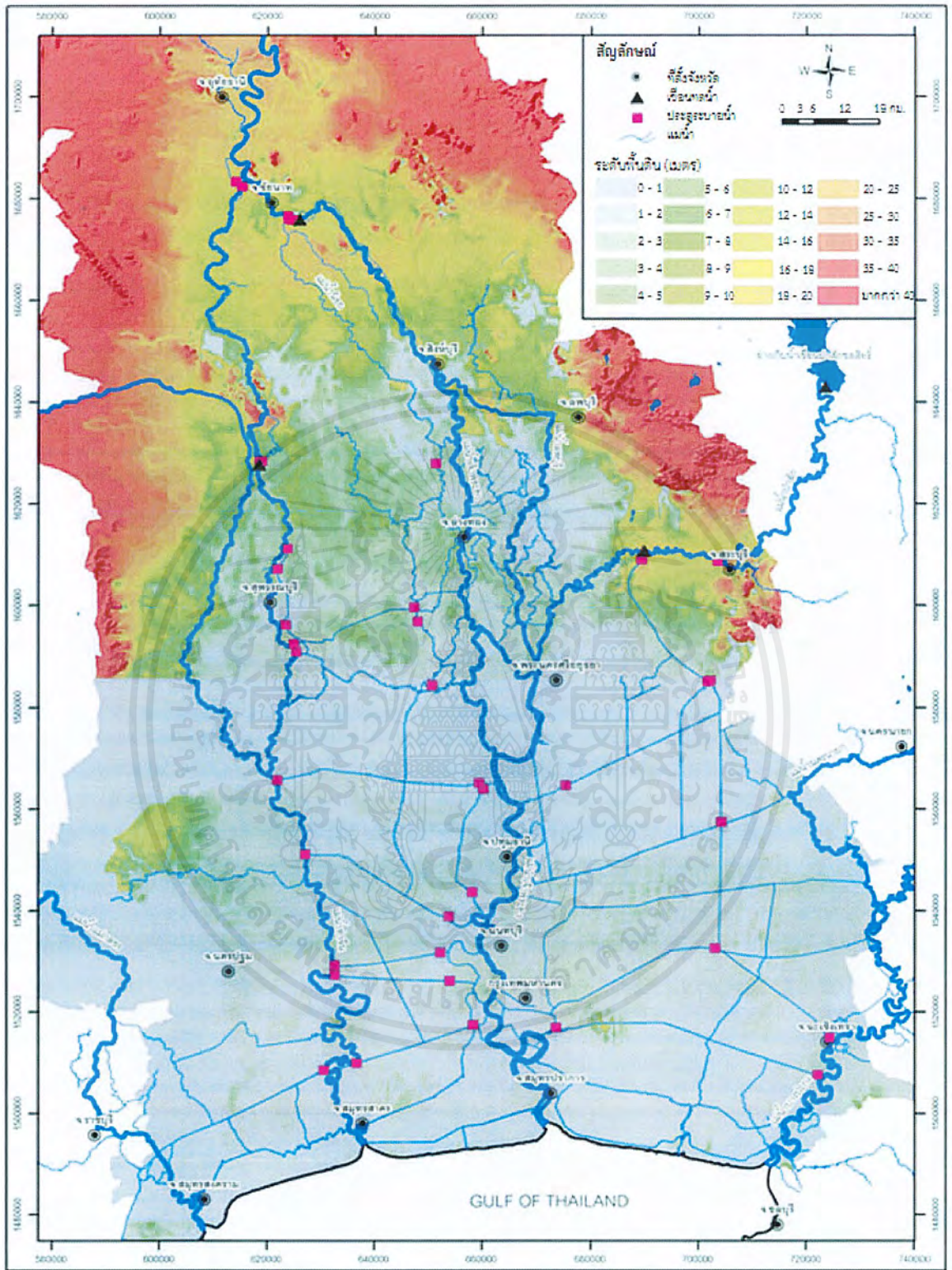
ในช่วงที่มีน้ำหลากระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำจำนวนมากจะถูกควบคุมไว้เหนือเขื่อนเจ้าพระยา โดยจะทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการระบายน้ำลงมาทางด้านท้ายน้ำ ปริมาณน้ำทั้งหมดเมื่อไหลผ่านจังหวัดสิงห์บุรีจะแยกออกเป็น 2 สาย สายหนึ่งไหลผ่านแม่น้ำเจ้าพระยาเดิม อีกสายหนึ่งไหลไปทางทิศตะวันออกเข้าสู่แม่น้ำลพบุรี ซึ่งแม่น้ำลพบุรีจะหักลงทางทิศใต้ไปบรรจบกับแม่น้ำป่าสัก ใกล้กับจังหวัดพระนครศรีอยุธยา แล้วมารวมกับแม่น้ำเจ้าพระยาอีกครั้ง ปริมาณน้ำที่ไหลในแม่น้ำลพบุรี บางครั้งจะล้นตลิ่งเข้าไปสู่ที่ราบน้ำท่วมสองข้างแม่น้ำ สำหรับแม่น้ำเจ้าพระยาช่วงที่ไหลผ่านจังหวัดอ่างทอง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และอำเภอบางไทร จะมีลักษณะคดเคี้ยวและมีขนาดแม่น้ำแคบทำให้ปริมาณน้ำหลากล้นตลิ่งและไหลเข้าสู่ที่ราบน้ำท่วมในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว แม่น้ำเจ้าพระยาช่วงตั้งแต่อำเภอบางไทรลงมาจนถึงปากแม่น้ำ มีลักษณะคดเคี้ยวมาก พื้นที่ทั้งสองข้างเป็นพื้นที่ราบลุ่มที่มีระดับพื้นดินสูงจากระดับน้ำทะเลไม่มากนัก ดังนั้นเมื่อน้ำหลากลงมาจะมาปะทะกับน้ำทะเล ทำให้น้ำหลากระบายออกสู่ทะเลได้ยากเกิดเป็นน้ำล้นตลิ่งเข้าสู่ที่ราบลุ่มสองข้างของแม่น้ำ

3.1.2 สภาพภูมิประเทศ

บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยามีระดับพื้นที่ดินแปรเปลี่ยนบริเวณปากแม่น้ำใกล้ทะเลจนมาถึงกรุงเทพมหานคร ระดับพื้นดินมีค่า 0 ถึง +1.0 เมตร ระดับน้ำทะเลปานกลาง และเหนือขึ้นไประดับพื้นดินจะค่อยๆ เพิ่มมากขึ้น บริเวณจังหวัดปทุมธานี ระดับพื้นดินประมาณ +1.0 ถึง +1.5 เมตร ระดับน้ำทะเลปานกลาง และที่บริเวณอำเภอบางไทร ระดับพื้นดินประมาณ +2.0 เมตร ระดับน้ำทะเลปานกลาง บริเวณจังหวัดอยุธยา อ่างทอง สิงห์บุรี และชัยนาท ระดับพื้นดินประมาณ +2.0, +4.5, +10.0 และ +15.0 เมตร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาแล 35 อย่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับน้ำทะเลปานกลาง ตามลำดับ ความลาดเอียงของพื้นดินในแนวทิศเหนือถึงทิศใต้ จากบริเวณจังหวัด ชัยนาทลงมาถึงจังหวัดอุษายา ประมาณ 15 เซนติเมตร/กิโลเมตร และเมื่อเลยจากจังหวัดอุษายาลงมา ทางทิศใต้ ระดับพื้นดินจะค่อนข้างราบเรียบ ความลาดเอียงน้อยมาก (รูปที่ 3.1)





รูปที่ 3.1 ระดับพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 37 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 สภาพแนวเส้นทางวางอุโมงค์

3.2.1 แนวอุโมงค์

แนวอุโมงค์จะใช้แนวถนนวงแหวนรอบนอก (ถนนกาญจนาภิเษก) เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากเป็นแนวถนนที่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้มีความต่อเนื่องและมีขนาดความกว้างเหมาะสม รายละเอียดของถนนกาญจนาภิเษกมีดังนี้

1) ถนนกาญจนาภิเษกด้านตะวันตก

ถนนตลิ่งชัน-สุพรรณบุรี (ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 340) สร้างแล้วเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2521 ต่อมาได้บูรรวมกับถนนพระราม 2 - ตลิ่งชัน เป็นทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 37 หรือถนนกาญจนาภิเษกด้านตะวันตก (บางปะอิน-บางบัวทอง-บางขุนเทียน) ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2538 และปี พ.ศ. 2543 (บางช่วง) เป็นทางขนาด 10-12 ช่องทางจราจร มีระยะทาง 68 กิโลเมตร อยู่ในการดูแลของสำนักงานทางหลวงที่ 11 (กรุงเทพฯ) กรมทางหลวง

ถนนกาญจนาภิเษกด้านตะวันตก เริ่มตั้งแต่ทางแยกต่างระดับบางขุนเทียน เขตบางขุนเทียน ในเขตกรุงเทพมหานคร ตัดขึ้นเหนือเข้าสู่เขตบางแคและเขตตลิ่งชัน จากนั้นจะเข้าสู่เขตจังหวัดนนทบุรี ผ่านอำเภอบางกรวย อำเภอบางใหญ่ อำเภอบางบัวทอง และอำเภอบางเกร็ด จากนั้นเข้าสู่เขตจังหวัดปทุมธานี ผ่านอำเภอลาดหลุมแก้ว อำเภอเมืองปทุมธานี และอำเภอสสามโคก สุดท้ายจะเข้าสู่เขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่อำเภอบางไทร ผ่านอำเภอบางปะอิน ไปบรรจบกับถนนพหลโยธิน กิโลเมตรที่ 52-53

ถนนกาญจนาภิเษกด้านตะวันตกเป็นถนนที่สร้างขึ้นก่อนด้านอื่นๆ ในอดีตคือ ถนนตลิ่งชัน-สุพรรณบุรี(เดิม) และส่วนต่อขยายจากบางบัวทองไปบรรจบกับถนนพหลโยธิน บริเวณแยกทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 32 (สายเอเชีย)

2) ถนนกาญจนาภิเษกด้านตะวันออก

ถนนกาญจนาภิเษกด้านตะวันออก (บางปะอิน-บางพลี) เป็นทางขนาด 4-8 ช่องจราจร ระยะทาง 63 กิโลเมตร ก่อสร้างเสร็จในปี พ.ศ. 2541 อยู่ในการดูแลของกองทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง (สำนักงานทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองเดิม)

ถนนกาญจนาภิเษกด้านตะวันออก เริ่มต้นจากถนนพหลโยธินกิโลเมตรที่ 55 อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ตัดลงทิศใต้เข้าสู่เขตจังหวัดปทุมธานีผ่านอำเภอธัญบุรีและอำเภอลำลูกกา เข้าสู่เขตกรุงเทพมหานครผ่านเขตคลองสามวา เขตสายไหม เขตบางเขน เขตคันนายาว และเขตประเวศ จากนั้นจะเข้าสู่เขตจังหวัดสมุทรปราการผ่านอำเภอบางพลี และสิ้นสุดที่ถนนบางนา-บางปะกง (สาย 34)

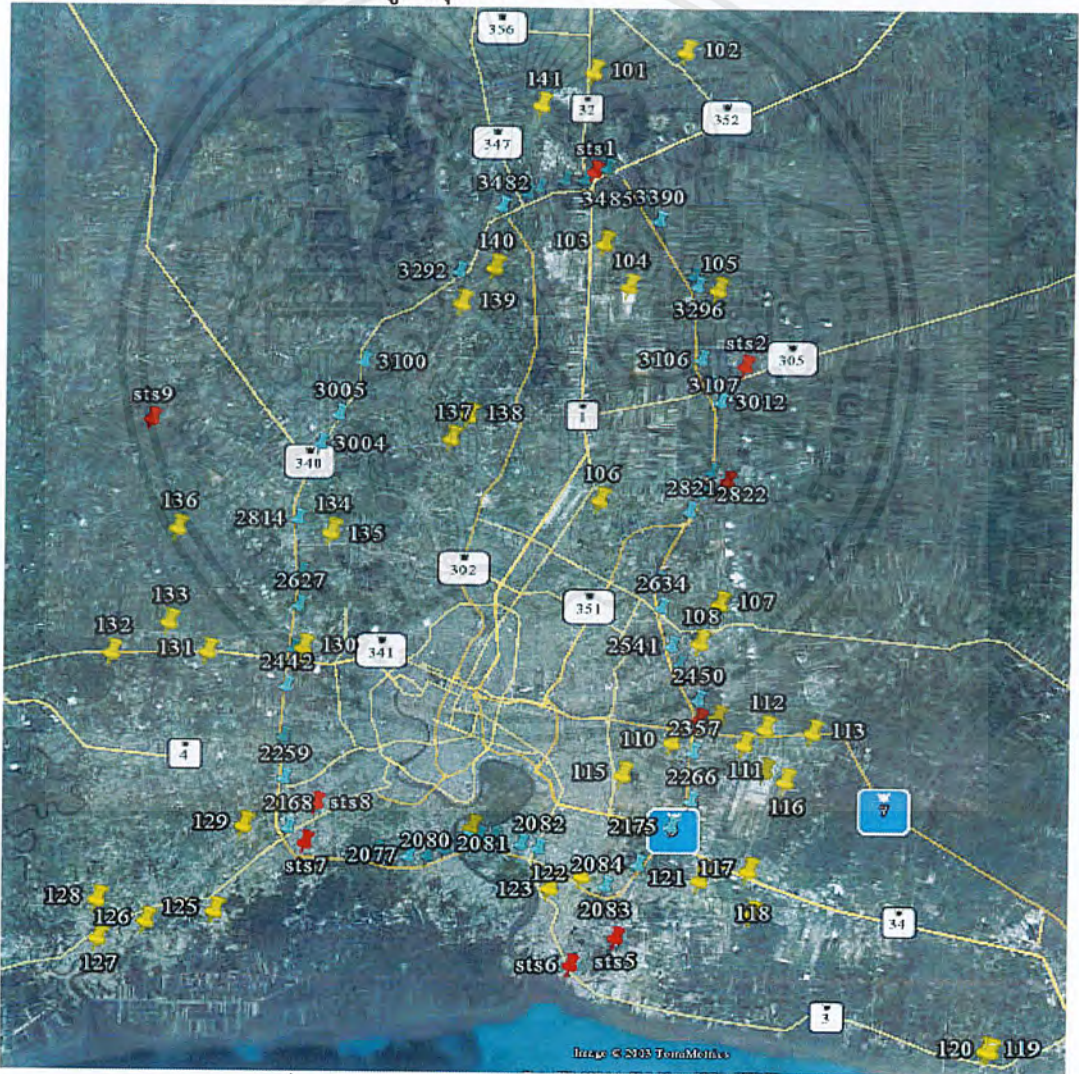
จากการที่ถนนกาญจนาภิเษกด้านทิศตะวันออก เป็นเส้นทางคมนาคมสายหลักไปสู่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ กรมทางหลวงจึงทำการก่อสร้างโครงการส่วนต่อขยายตั้งแต่ทางต่างระดับ วัดสลุดจนถึงทางต่างระดับบางปะอิน โดยขยายช่องจราจรจากเดิม 4 ช่องจราจรเป็น 6-8 ช่องจราจร โดยเริ่มก่อสร้างตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ก่อสร้างแล้วเสร็จเมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553

3) ถนนกาญจนาภิเษกด้านใต้

ถนนกาญจนาภิเษกด้านใต้ (บางพลี-บางขุนเทียน) ได้เปิดให้ใช้งานเมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ทำให้ถนนวงแหวนรอบนอกสามารถใช้งานได้ครบทุกด้าน โดยก่อสร้างเป็นทางยกระดับขนาด 6-8 ช่องจราจร ระยะทาง 34 กิโลเมตร แบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงบางขุนเทียน-สุขสวัสดิ์ และช่วงสุขสวัสดิ์-บางพลี ซึ่งช่วงที่สองนี้เป็นส่วนของทางพิเศษ สายบางพลี-สุขสวัสดิ์ โดยมีการก่อสร้างสะพานแขวนข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาเพิ่มเติมอีก 1 แห่ง ที่ตำบลบางจาก อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ

3.2.2 ลักษณะข้อมูลหลุมเจาะ

3.2.2.1 ตำแหน่งข้อมูลหลุมเจาะ



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงตำแหน่งข้อมูลหลุมเจาะทั้งหมด

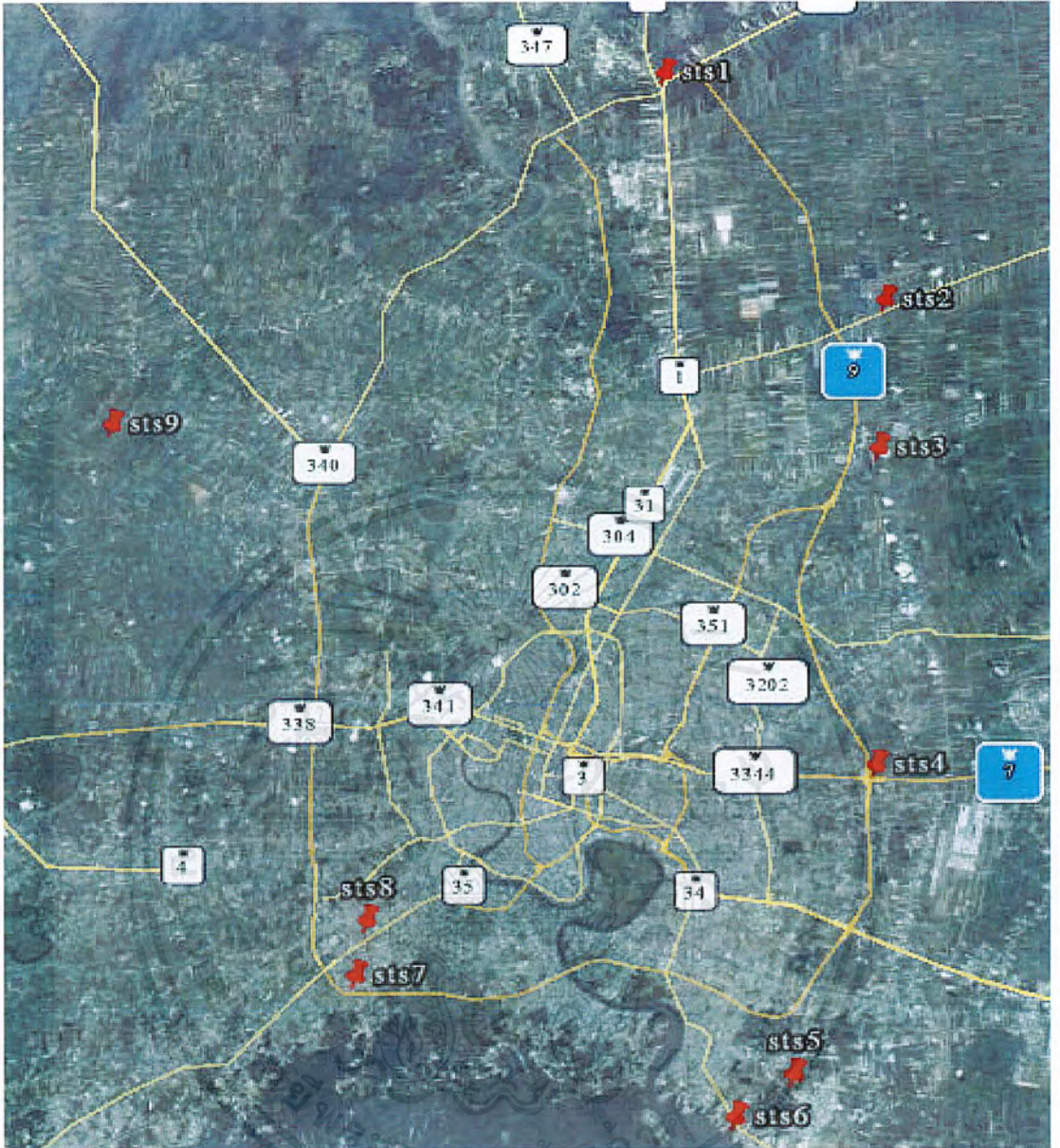
การสืบค้นข้อมูลดินในแนวอุโมงค์ที่ได้วางไว้ตามแนวถนนกาญจนาภิเษก นั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากหลายหน่วยงานเนื่องจากถนนกาญจนาภิเษกเป็นถนนที่มีความยาวมากในเขตตัวเมืองที่มีการก่อสร้างอาคาร, ถนนหรือสะพาน จะมีการเจาะสำรวจข้อมูลดินไว้มากในขณะที่บางพื้นที่ที่ถนนตัดผ่านนั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นพื้นที่ทำการเกษตรซึ่งมีการเจาะสำรวจข้อมูลดินไว้น้อย อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับหน่วยงานที่ทำการขุดเจาะ เก็บข้อมูลว่ามีขอบเขตในการขุดเจาะเท่าไร ตรงจุดใดบ้าง และมีจุดประสงค์อะไร จึงทำให้การขอข้อมูล ไม่สามารถขอจากเพียงหน่วยงานเดียวได้ โดยในโครงการพิเศษนี้ได้ขอข้อมูลจาก ศูนย์วิจัยและพัฒนา วิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, เว็บไซต์ของกรมโยธาธิการ สำนักควบคุมการ ก่อสร้างและบริษัท เอส ที เอส อินสตรูमेंท์ จำกัด และรูปที่ 3.3 คือรูปแสดงตำแหน่งข้อมูลหลุมเจาะ ทั้งหมดที่รวบรวมได้จากหน่วยงานต่างๆข้างต้น



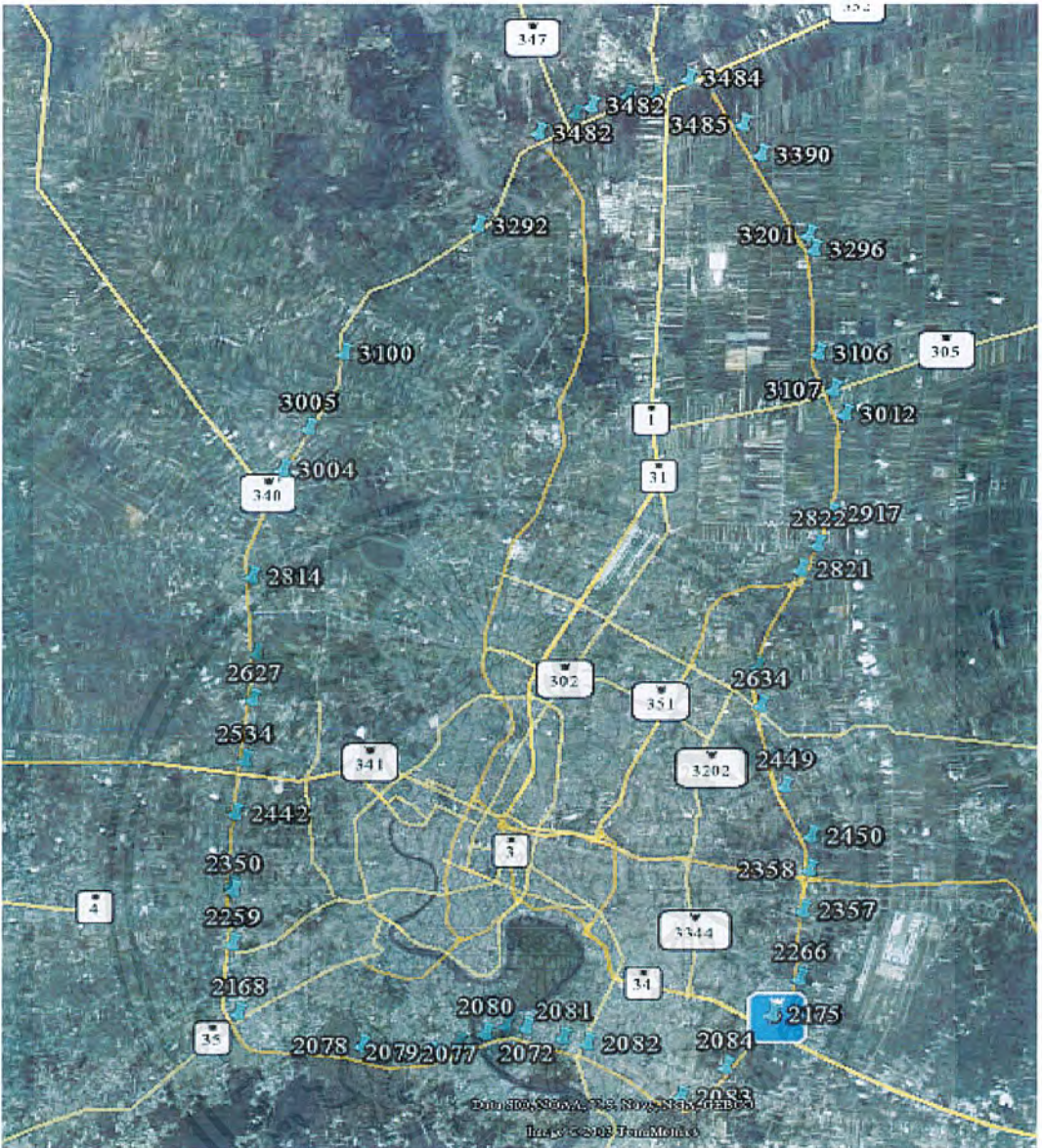
รูปที่ 3.3 แสดงตำแหน่งที่ได้จากกรมโยธาธิการ สำนักควบคุมการก่อสร้าง

จากรูปที่ 3.3 คือข้อมูลหลุมเจาะที่ได้จากเว็บไซต์ของกรมโยธาธิการ สำนักควบคุมการก่อสร้าง ซึ่งได้ทำการรวบรวมข้อมูลหลุมเจาะจากอดีตถึงปัจจุบัน เพื่อให้ประชาชนทั่วไปสามารถสืบค้นข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ ตรวจสอบ และหาแนวทางการแก้ไขเพื่องานในทางโครงสร้างฐานราก ของโครงสร้างต่างๆ ในโครงการพิเศษนี้ได้กำหนดรหัสของตำแหน่งข้อมูลหลุมเจาะ ไว้คือ 101 ถึง 141 มี จำนวนทั้งสิ้น 41 หลุมเจาะ



รูปที่ 3.4 แสดงข้อมูลหลุมเจาะจากบริษัท เอส ที เอส อินสตรูमेंท์ จำกัด

ทางบริษัท เอส ที เอส อินสตรูमेंท์ จำกัด ได้มอบข้อมูลหลุมเจาะที่ทางทางบริษัทได้ทำการเจาะสำรวจในอดีตเพื่อใช้ในการศึกษาการวิเคราะห์แรงกระทำต่อผนังอุโมงค์ในโครงการพิเศษนี้ โดยได้กำหนดชื่อรหัสข้อมูลหลุมเจาะคือ sts1 ถึง sts9 มีจำนวนทั้งสิ้น 9 หลุมเจาะ ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.5 แสดงข้อมูลจากศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทางศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รวบรวมข้อมูลดินในบริเวณกรุงเทพฯ และปริมณฑลจากบริษัทที่เกี่ยวข้องกับงานโยธา เพื่อเผยแพร่ข้อมูลดังกล่าวในรูปค่าเฉลี่ยเป็นตารางกริด และด้วยความช่วยเหลือจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สุทธิศักดิ์ ศรีสัมพันธ์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัย ได้ช่วยเพิ่มรายละเอียดในข้อมูล จากรูปที่ 3.5 แสดงตำแหน่งของข้อมูลหลุมเจาะดังกล่าวเป็นชื่อรหัสตามหมายเลขกริดที่กำกับ มีจำนวนทั้งสิ้น 49 หลุมเจาะและได้แสดงข้อมูลทั้งหมดไว้ในภาคผนวก ก

3.2.2.2 ตัวอย่างข้อมูลหลุมเจาะ

ข้อมูลหลุมเจาะที่รวบรวมมาจะมีลักษณะเป็นตารางดังรูปที่ 3.6 (ก) ถึง 3.6 (ง) โดยข้อมูลดังกล่าวคือข้อมูลเพียงหนึ่งหลุมเจาะจาก 49 หลุมเจาะจากศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กริดที่ 3482 ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นตำแหน่งจุด 0+000 ถึง 5+000 ฝั่งตะวันออก และจะถูกนำไปใช้ในการคำนวณในตัวอย่างการคำนวณในบทที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area บางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา		Page 1/2								
Grid ID	3482	Number of Borehole	7							
Ground Elev.(m)		G.W.L.(m)								
Data Source		Date 27 ก.ย. 55								
Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)		γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.							
-1.00	20.81	72.79	25.74	47.04	1.92		7 : 0	(4)/(7)	Stiff Clay	
-2.00	24.20	61.26	24.87	36.39	1.91		7 : 0	(5)/(7)	Medium Stiff Clay	
-3.00	33.12	66.57	25.17	41.40	1.85		7 : 0	(4)/(7)	Medium Stiff Clay	
-4.00	50.31	71.42	25.63	45.78	1.72		7 : 0	(6)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	58.13	73.60	26.22	47.38	1.67		7 : 0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	59.98	75.90	27.28	48.62	1.66		7 : 0	(6)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	57.32	71.00	26.00	45.00	1.69		7 : 0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-8.00	62.28	71.00	26.00	45.00	1.66		6 : 1	(6)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	67.12				1.61		6 : 1	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	63.96				1.62		7 : 0	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-11.00	63.25	61.40	26.43	34.97	1.63		7 : 0	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-12.00	62.85	61.40	26.43	34.97	1.63		7 : 0	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-13.00	59.89	56.45	24.81	31.64	1.67		7 : 0	(5)/(7)	Medium Stiff Clay	
-14.00	43.70	52.80	23.92	28.87	1.81		7 : 0	(3)/(7)	Very Stiff Clay	
-15.00	28.45	49.25	23.03	26.22	1.94		7 : 0	(4)/(7)	Very Stiff Clay	
-16.00	27.55	52.83	22.11	30.72	1.94		4 : 3	(3)/(7)	Stiff Clay	
-17.00	21.95	53.03	21.53	31.50	1.96		2 : 5	(4)/(7)	Medium Dense Sand	
-18.00	16.78	59.05	22.80	36.25	1.96		2 : 5	(4)/(7)	Medium Dense Sand	
-19.00	17.28				1.92		0 : 7	(4)/(7)	Medium Dense Sand	
-20.00	16.50				1.91		0 : 7	(4)/(7)	Medium Dense Sand	
-21.00	15.86				1.93		0 : 7	(4)/(7)	Medium Dense Sand	
-22.00	15.72	41.00	19.00	22.00	1.93		0 : 6	(5)/(6)	Medium Dense Sand	
-23.00	18.90	46.67	21.33	25.33	1.93		2 : 4	(2)/(6)	Medium Dense Sand	

หมายเหตุ ข้อมูลที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand จำนวนข้อมูลเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นที่ทับถมกันที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นทั้งหมดในชั้นความลึก)

รูปที่ 3.6(ก) แสดงข้อมูลคุณสมบัติและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและสถานะราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Depth (m.) from to		W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
			LL.	PL.	PI.							
-24.00	-25.00	21.61	46.68	21.30	25.38	1.98	13.98	2 : 4	(2)/(6)	Medium Dense Sand		
-25.00	-26.00	23.13	49.58	22.29	27.29	2.07	15.43	4 : 1	(4)/(5)	Very Stiff Clay		
-26.00	-27.00	23.21	41.20	18.50	22.70	2.06	17.02	2 : 3	(2)/(5)	Medium Dense Sand		
-27.00	-28.00	22.17	41.20	18.50	22.70	2.01	17.35	2 : 2	(2)/(4)	Medium Dense Sand		
-28.00	-29.00	18.50	52.00	24.00	28.00	1.93	13.47	1 : 3	(2)/(4)	Medium Dense Sand		
-29.00	-30.00	18.59	52.00	24.00	28.00	1.92	9.00	2 : 2	(1)/(4)	Stiff Clay		
-30.00	-31.00	19.59	52.00	24.00	28.00	1.92	9.00	2 : 2	(1)/(4)	Stiff Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลที่มีขีดเส้นสีแดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่ต่างกันมากที่สุดในความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในความลึก)

ฟอเนนาโต สุเมธีรัตน์และพื่อนภาศกรบรรณวิทย์และฐานราก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รูปที่ 3.6(ข) แสดงข้อมูลชั้นวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

BORING LOG

Grid ID	3482	Number of BH	7	Page	1/2
Grid Area	บางโพธิ์ บางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา	Ground Elev.(m)		G.W.L.(m)	
		Total Depth (m)	-33.00		

Depth (m)	Clay No.	Sand No.	Soil ID	(Layer)/(All BH) No.	SOIL DESCRIPTION	Symbol	Natural Water Content		Total Unit Weight	Su (Qu/2)	
							△ Wn (%)	Atterberg Limits (%)		○ γ _t (kN/m ³)	□ SPT-N (Blows/ft)
							20 40 60 80 100	10 15 20 25	20 40 60 80	20 40 60 80	
0					Ground Surface						
1	7	0	3	(4)/(7)	Stiff Clay					12	
2	7	0	2	(5)/(7)	Medium Stiff Clay					12	
3	7	0	2	(4)/(7)						12	
4	7	0	1	(6)/(7)						12	
5	7	0	1	(7)/(7)						12	
6	7	0	1	(6)/(7)						12	
7	7	0	1	(7)/(7)						13	
8	6	1	1	(6)/(7)	Very Soft to Soft Clay					13	
9	6	1	1	(5)/(7)						13	
10	7	0	1	(5)/(7)						13	
11	7	0	1	(5)/(7)						13	
12	7	0	1	(5)/(7)						13	
13	7	0	2	(5)/(7)	Medium Stiff Clay					13	
14	7	0	4	(3)/(7)	Very Stiff Clay					13	
15	7	0	4	(4)/(7)						13	
16	4	3	3	(3)/(7)	Stiff Clay					14	
17	2	5	8	(4)/(7)						14	
18	2	5	8	(4)/(7)						14	
19	0	7	8	(4)/(7)						14	
20	0	7	8	(4)/(7)	Medium Dense Sand					14	
21	0	7	8	(4)/(7)						14	
22	0	6	8	(5)/(6)						14	
23	2	4	8	(2)/(6)						14	
24	2	4	8	(2)/(6)						14	
25	4	1	4	(4)/(5)	Very Stiff Clay					14	
26	2	3	8	(2)/(5)						14	
27	2	2	8	(2)/(4)	Medium Dense Sand					15	
28	1	3	8	(2)/(4)						15	
29	2	2	3	(1)/(4)	Stiff Clay					15	
30											

Clay No. คือ จำนวนข้อมูลชั้นเหนียวในช่วงความลึก. Sand No. คือ จำนวนข้อมูลชั้นทรายในช่วงความลึก. Soil ID คือ เลขแทนลักษณะชั้นดิน (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

Date 27 ก.ย. 55
Data Source

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลหลุมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในบริเวณ
พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปที่ 3.6(ค) แสดงข้อมูลศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

BORING LOG

Grid ID 3482 Number of BH 7 Page 2/2
 Grid Area บางโพธิ์ บางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา Ground Elev.(m) _____ G.W.L.(m) _____
 Total Depth (m) -33.00

Depth (m)	Clay No.	Sand No.	Soil ID	(Layer)/(All BH) No.	SOIL DESCRIPTION	Symbol	Natural Water Content Δ Wn (%)				Total Unit Weight γ _t (kN/m ³)				▲ Su (Qu/2) (kN/m ²)				
							20	40	60	80	10	15	20	25	20	40	60	80	
30					Ground Surface														
31	2	2	3	(1)/(4)	Stiff Clay													12	
32	2	2	3	(1)/(4)															12
33	2	2	3	(1)/(4)															12
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			
39																			
40																			
41																			
42																			
43																			
44																			
45																			
46																			
47																			
48																			
49																			
50																			
51																			
52																			
53																			
54																			
55																			
56																			
57																			
58																			
59																			
60																			

Clay No. คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียวที่ช่วงความลึก. Sand No. คือ จำนวนข้อมูลดินทรายที่ช่วงความลึก. Soil ID คือ เลขแทนลักษณะชั้นดิน (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 Date 27 ก.ย. 55
 Data Source _____

หมายเหตุ ข้อมูลจุดแสมบัตินดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลหลุมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

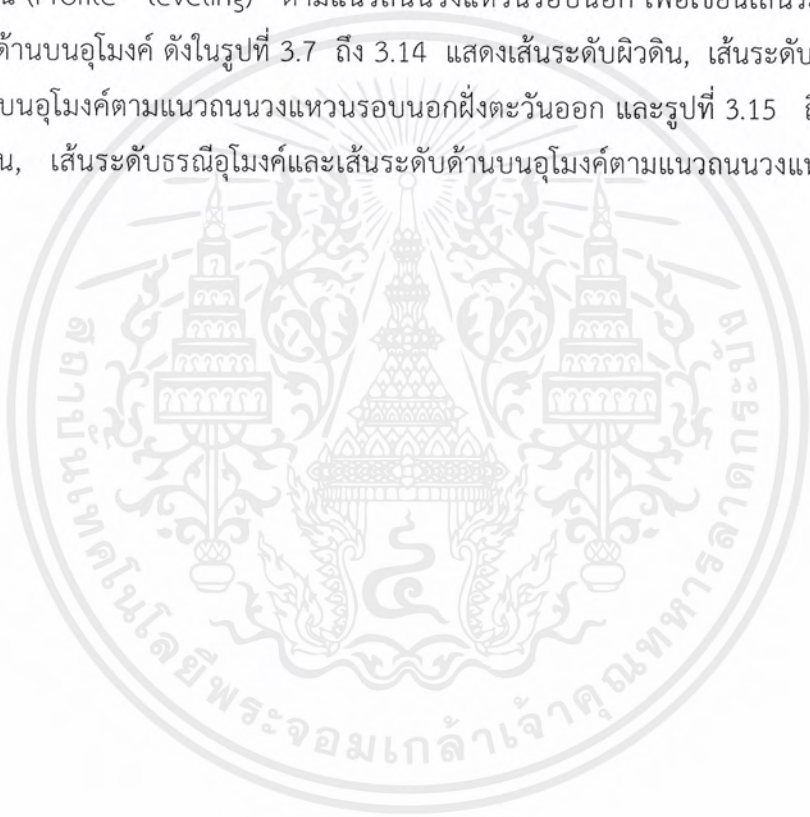
รูปที่ 3.6(ง) แสดงข้อมูลศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

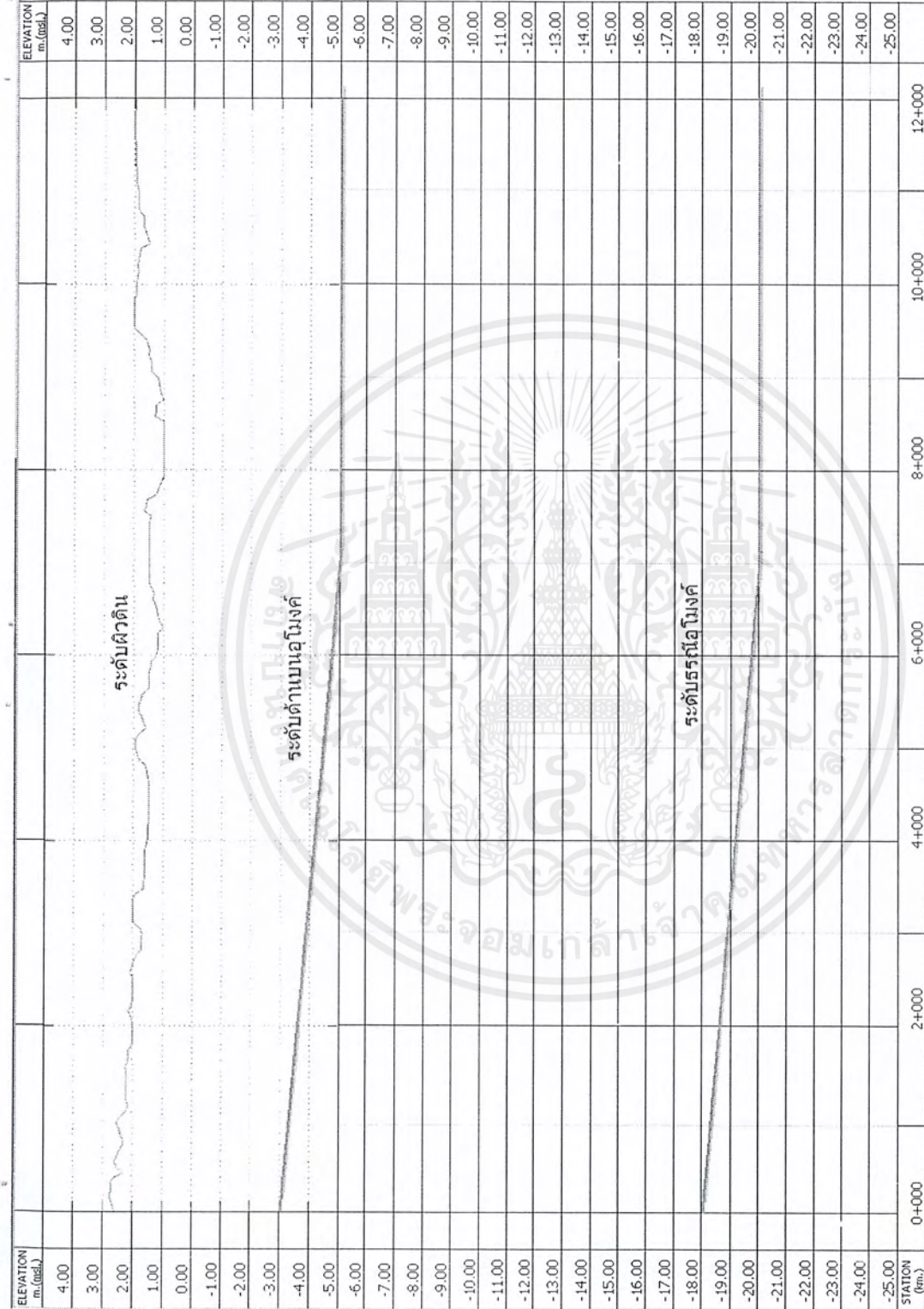
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.3 ลักษณะการวางอุโมงค์ในชั้นดิน

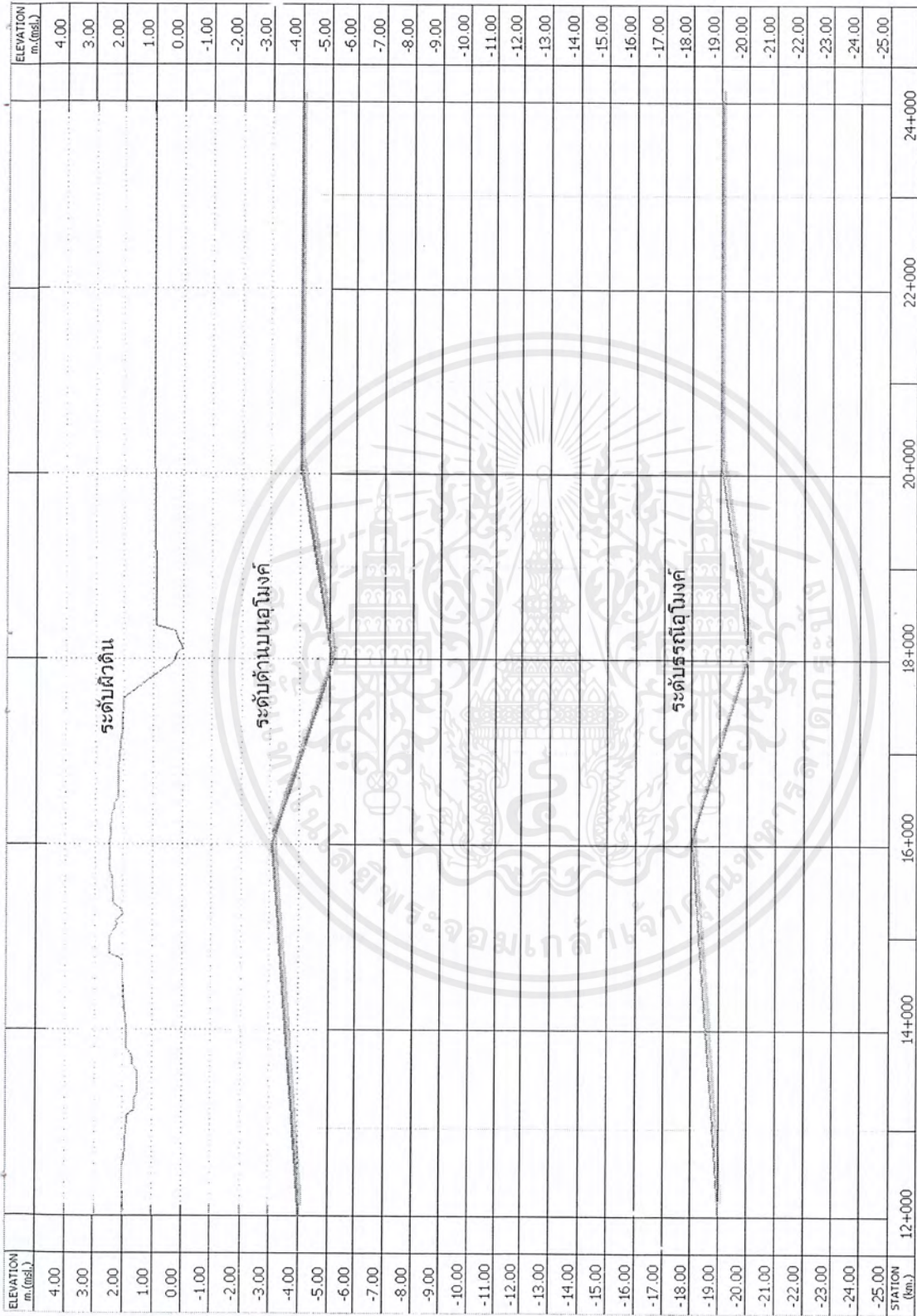
จากการศึกษาการวางอุโมงค์จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ทำให้ได้พบว่ามีผู้ที่เคยได้ทำการศึกษาและวางแนวอุโมงค์ในเส้นทางนี้มาก่อนแล้ว แต่ยังไม่ได้ทำการวิเคราะห์แรงกระทำต่างๆ ที่กระทำต่อผนังอุโมงค์แต่อย่างใด อีกทั้งแนวอุโมงค์ที่วางไว้ก็สามารถระบายน้ำได้จริงดังที่มีผู้ศึกษาไว้แล้ว ดังนั้นจึงได้นำเอาการวางแนวอุโมงค์ดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์แรงกระทำต่อผนังอุโมงค์ดังตัวอย่างการคำนวณในบทที่ 6

ในการศึกษาครั้งนั้นได้ศึกษาลักษณะภูมิประเทศจากข้อมูลระดับความสูงของพื้นที่ (Digital Elevation Model: DEM) ซึ่งเป็นข้อมูลแบบจำลองระดับค่าความสูงภูมิประเทศและนำข้อมูลมาจัดทำเส้นระดับผิวดิน (Profile leveling) ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอก เพื่อเขียนเส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ ดังในรูปที่ 3.7 ถึง 3.14 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออก และรูปที่ 3.15 ถึง 3.21 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันตก

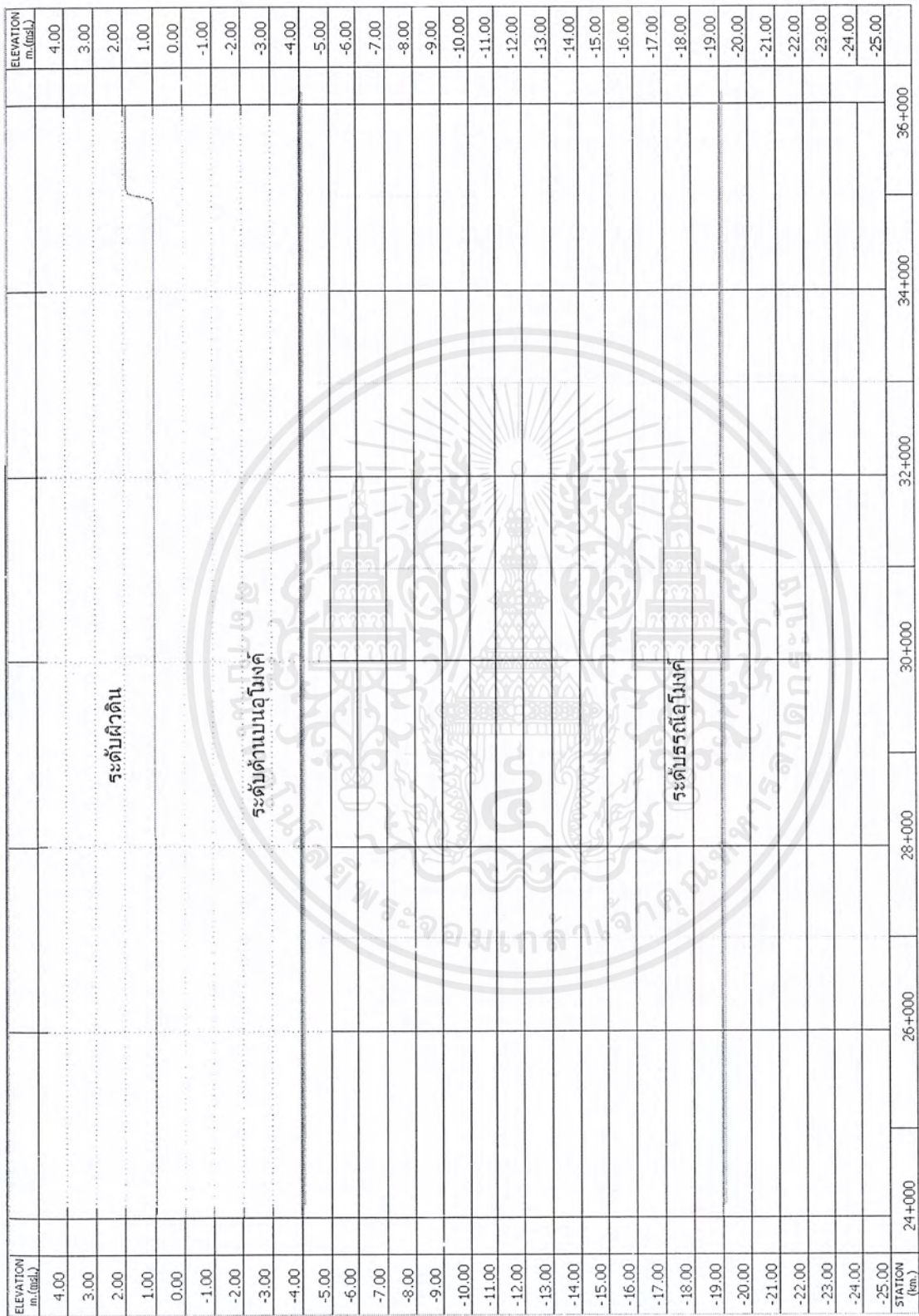




รูปที่ 3.7 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 0+000 ถึง 12+000

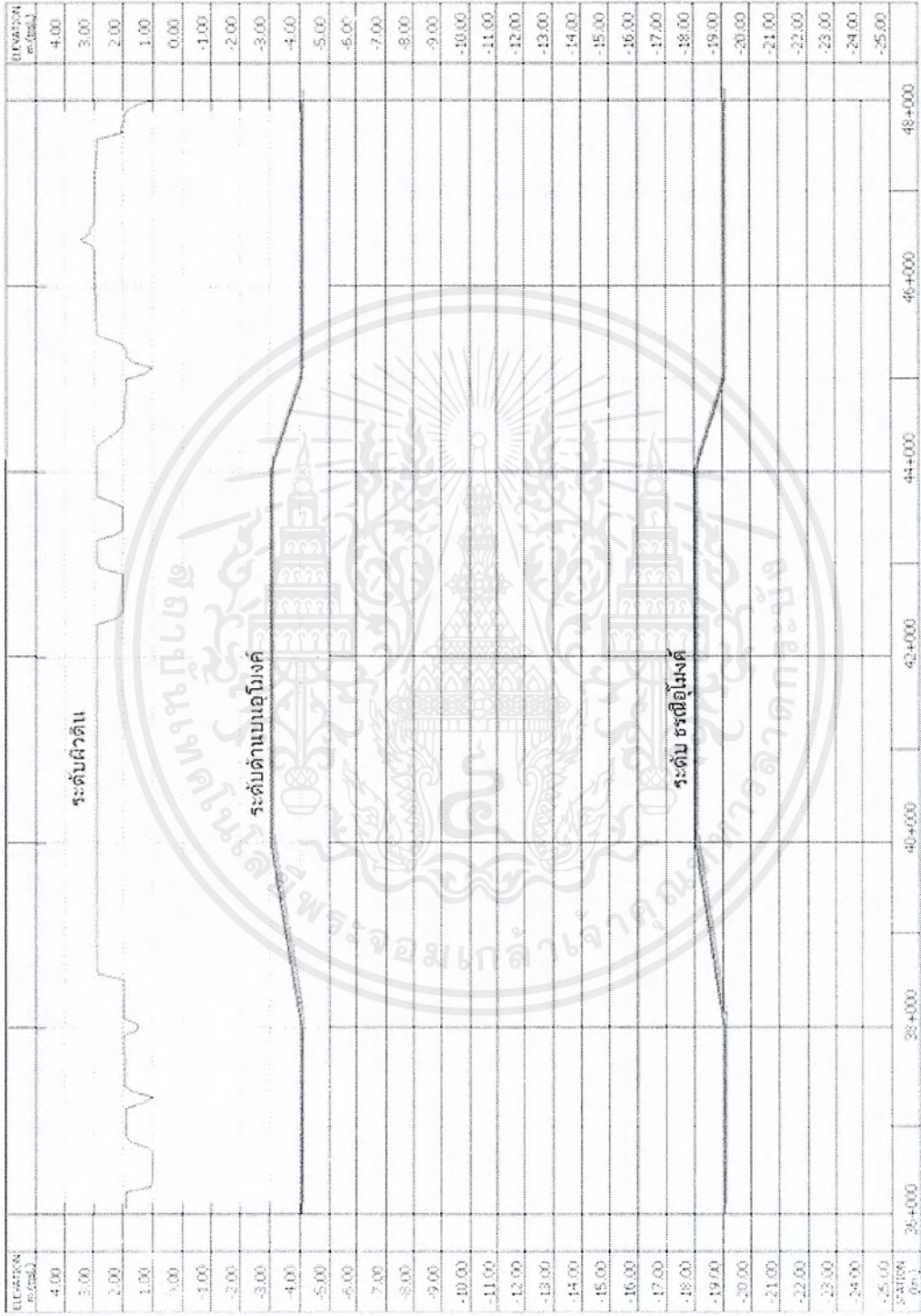


รูปที่ 3.8 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับเบรคและเส้นรถวิ่งตามแนวนองวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 12+000 ถึง 24+000



รูปที่ 3.9 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีโหมงค์และเส้นระดับด้านเบรคโหมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 24+000 ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอัปเดต 50 ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



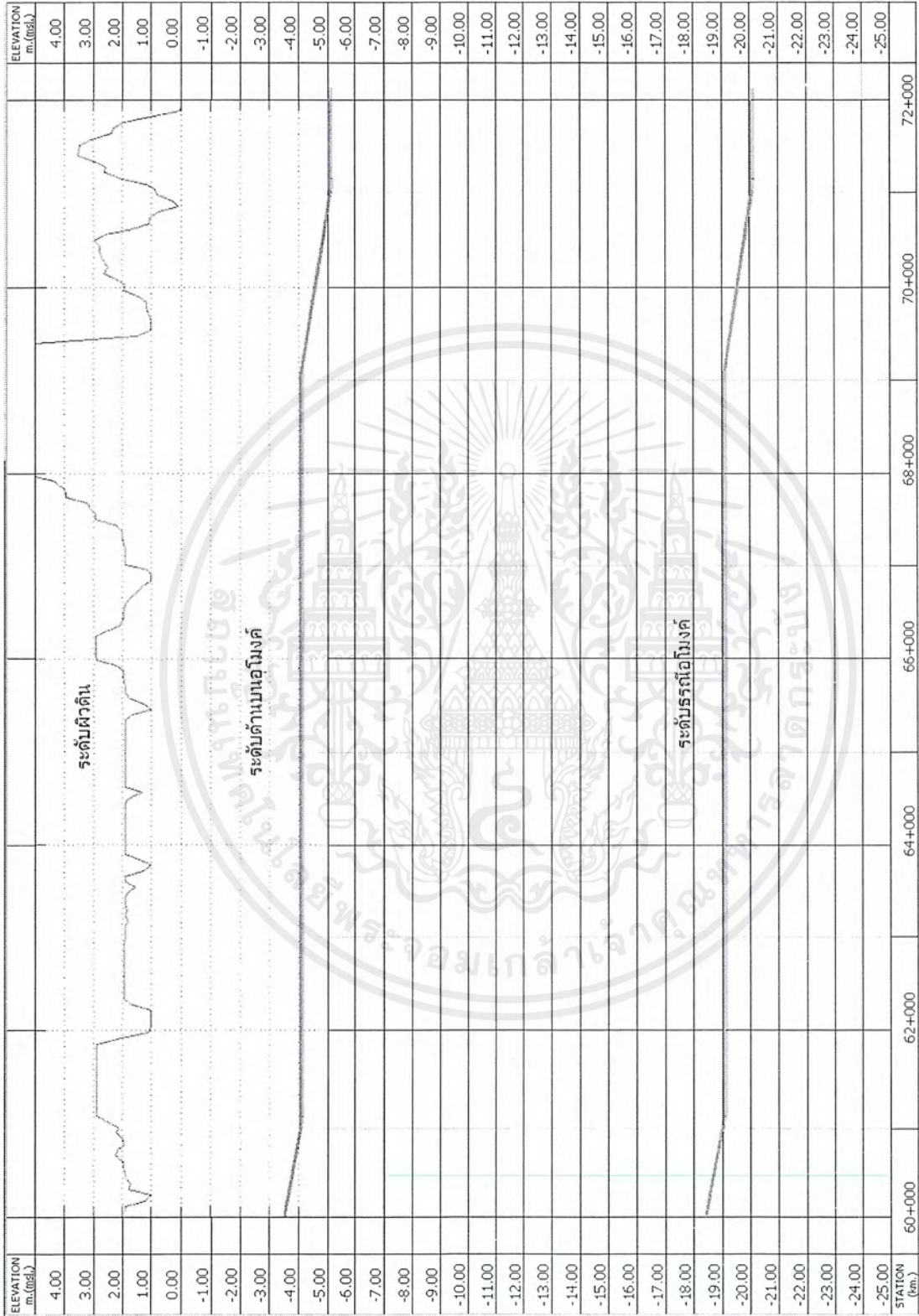
รูปที่ 3.10 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับชั้นผิวจราจรและเส้นระดับด้านบ่อฝังท่อตามแนวถนนทางรอบนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 36+000 ถึง 48+000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและตี 51อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

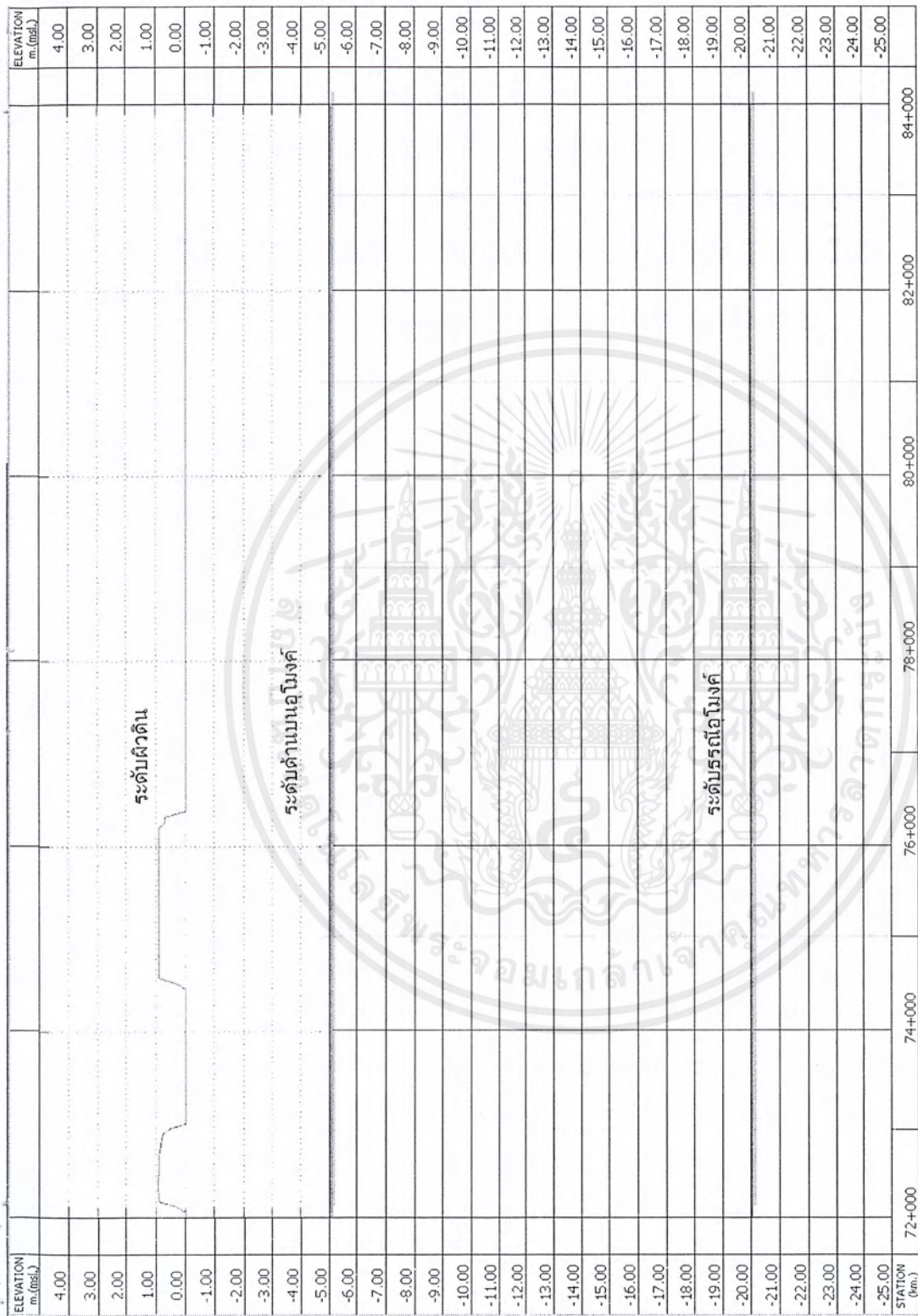


รูปที่ 3.11 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีไวมังค์และเส้นระดับตำบลบ่ออุ้มังค์ตามแนวนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 48+000 ถึง

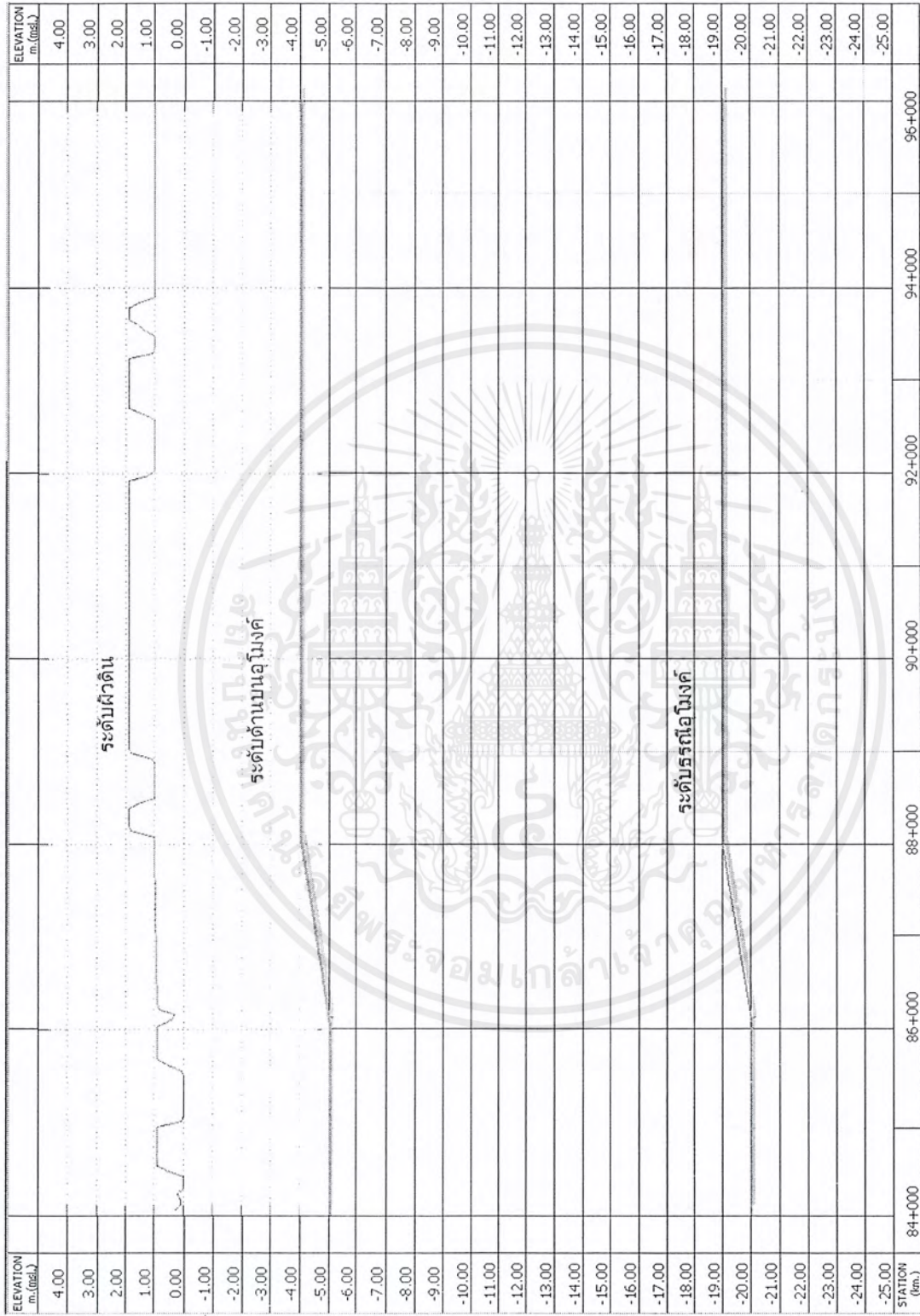
60+000



รูปที่ 3.12 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีไวมิ่งค์และเส้นระดับด้านบรูมิ่งค์ตามแนวถนนวงแหวนนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 60+000 ถึง 72+000

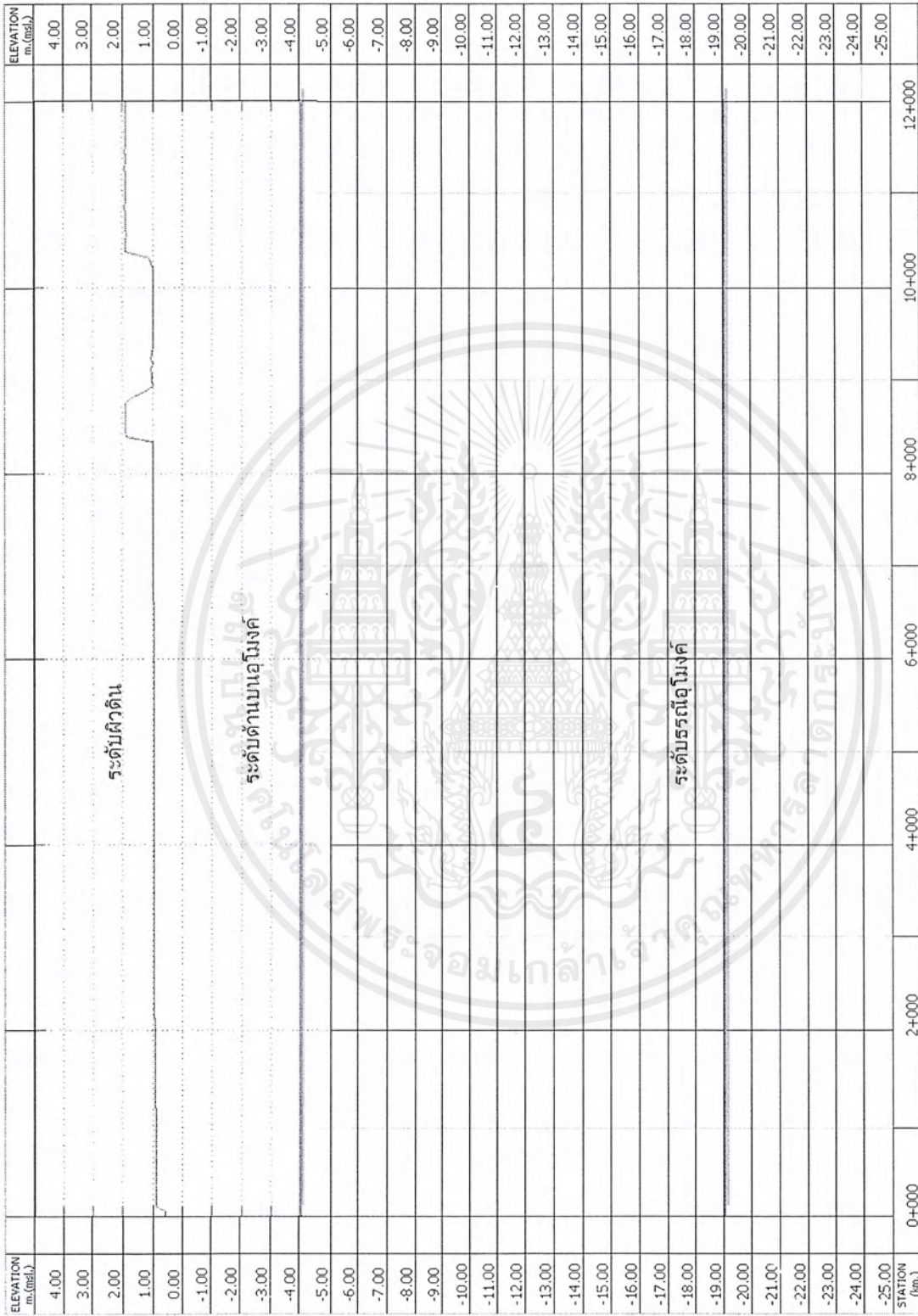


รูปที่ 3.13 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีโม่งค์และเส้นระดับด้านเบี่ยงค์ตามแนวถนนอุโมงค์ตั้งแต่สถานีที่ 72+000 ถึง 84+000



รูปที่ 3.14 แสดงเส้นระดับผิวตัด, เส้นระดับธรณีวิทยาและเส้นระดับด้านบ่อน้ำมันตามแนวถนนแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออกที่ระยะ 84+000 ถึง

96+000



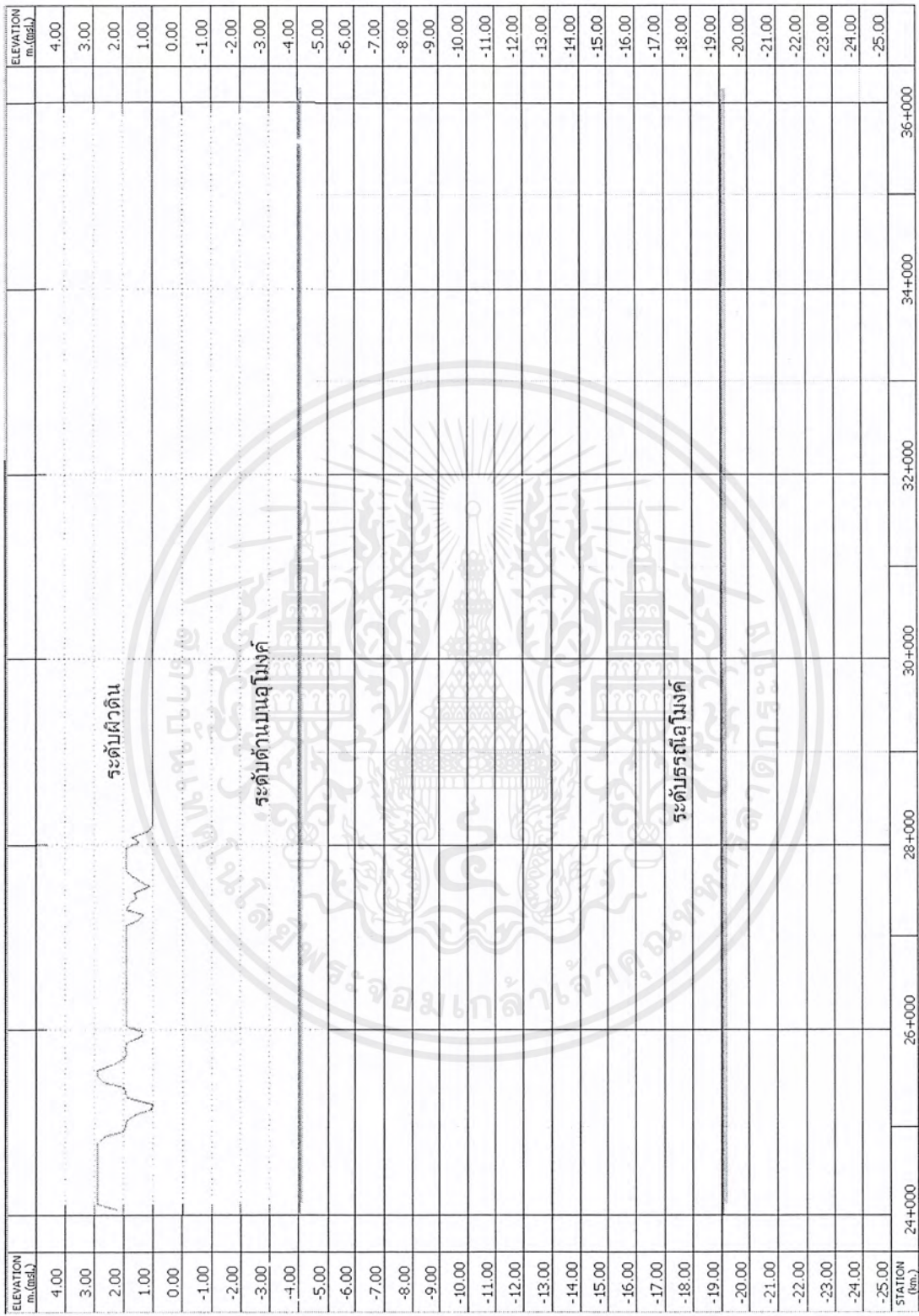
รูปที่ 3.15 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันตกที่ระยะ 0+000 ถึง

12+000



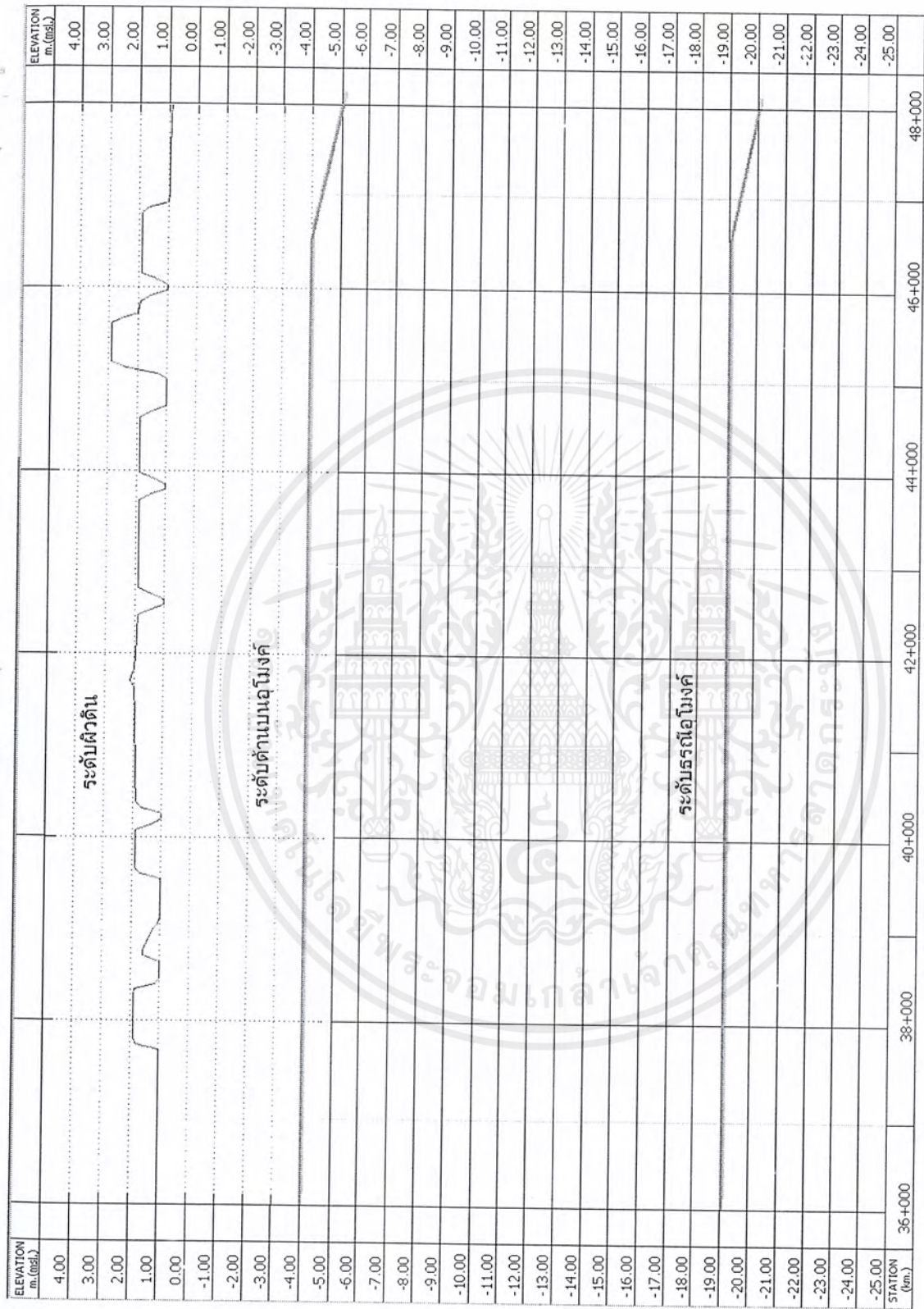
รูปที่ 3.16 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับด้านบนอุโมงค์ตามแผนงานวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันตกที่ระยะ 12+000 ถึง 24+000

24+000

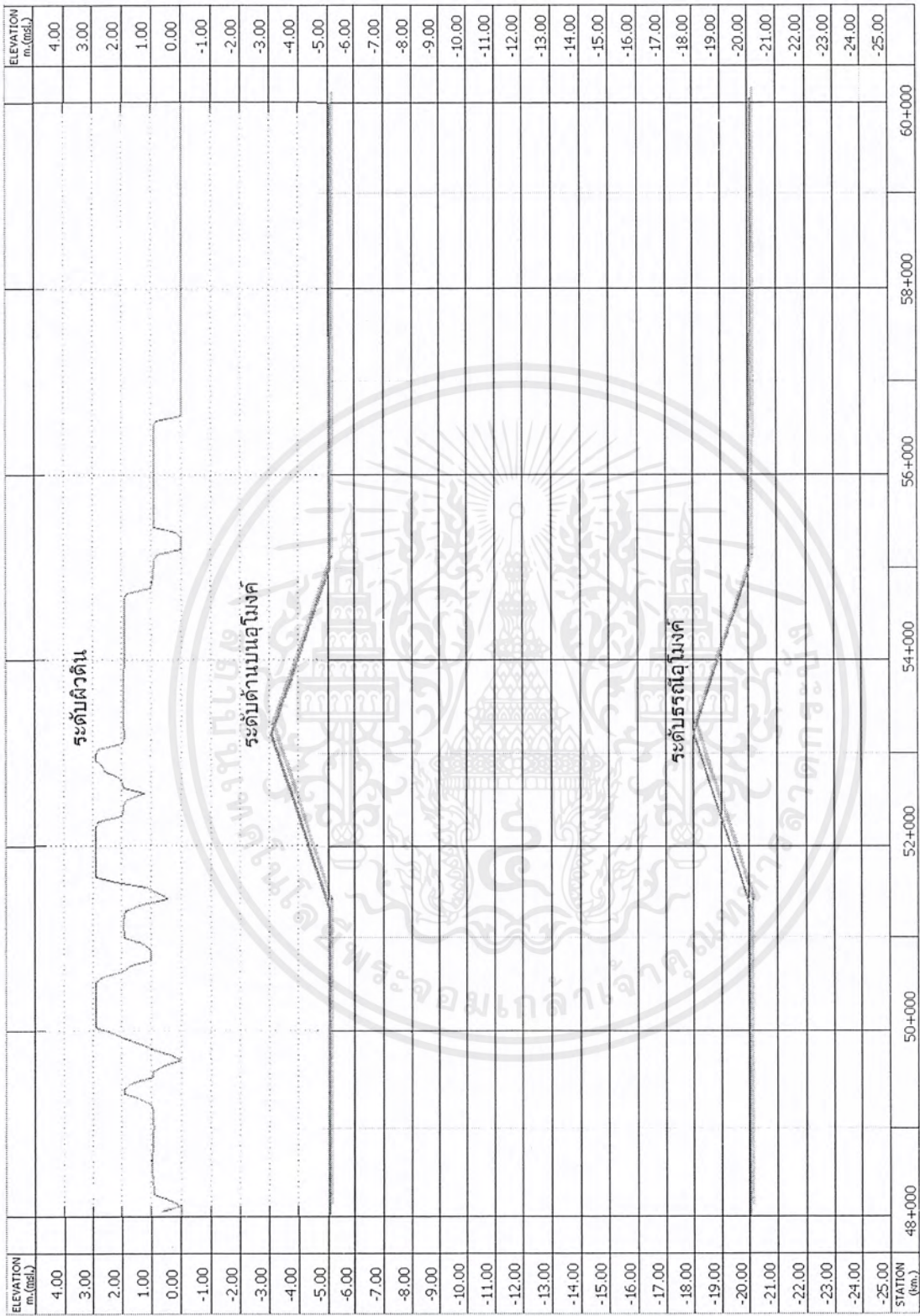


รูป 3.17 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีอุโมงค์และเส้นระดับที่ฐานบนอุโมงค์ตามแนวนอนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันตกที่ระยะ 24+000 ถึง

36+000



รูปที่ 3.18 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีไอบงค้และเส้นระดับด้านบ่อไม่ค้ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันตกที่ระยะ 36+000 ถึง 48+000



รูปที่ 3.19 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีโมงคและเส้นระดับด้านเบสิคตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันตกที่ระยะ 48+000 ถึง 60+000



รูปที่ 3.20 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีไวมงค้และเส้นระดับด้านเอียงค้ตามแนวนอนออกฝั่งตะวันตกที่ระยะ 60+000 ถึง

72+000



รูปที่ 3.21 แสดงเส้นระดับผิวดิน, เส้นระดับธรณีภูมิและเส้นระดับด้านบนเอียงค้ตามแนวถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันตกที่ระยะ 72+000 ถึง 76+000

บทที่ 4

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่ใช้ในการหาแรงกระทำต่อผนังอุโมงค์ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบค่าแรงกระทำต่อผนังอุโมงค์ที่ได้จากแต่ละทฤษฎีแล้วนำค่าที่ได้ไปใช้ในการออกแบบชิ้นส่วนของผนังอุโมงค์ต่อไป โดยมีทฤษฎีที่จะนำมาเปรียบเทียบ ได้แก่ ทฤษฎีของ JSCE (1996), Einstein (1979), Muir Wood (1975) กรณีศึกษาเพียง 3 ทฤษฎีนี้

4.1 ทฤษฎีแรงกระทำของ JSCE (1996) หรือทฤษฎีของ Terzaghi

4.1.1 น้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในการออกแบบ

ผนังอุโมงค์ (Lining) ต้องได้รับการออกแบบเพื่อความปลอดภัยของอุโมงค์และการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะหลังที่ดำเนินการเปิดใช้แล้ว แต่ต้องมีความปลอดภัยในระหว่างทำการก่อสร้างด้วย แรงที่จะนำมาประกอบการพิจารณาการออกแบบจะสามารถแบ่งแยกได้ 3 ประเภทดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงประเภทของน้ำหนักที่กระทำ

น้ำหนักกระทำหลัก(Primary loads)	1. ความดันดินในแนวตั้งและในแนวราบ 2. ความดันน้ำ 3. น้ำหนักบรรทุกคงที่ 4. น้ำหนักบรรทุกบนผิวดิน 5. แรงต้านทานของดิน
น้ำหนักกระทำรอง(Secondary loads)	6. น้ำหนักภายใน 7. น้ำหนักจากการก่อสร้าง 8. ผลกระทบจากแผ่นดินไหว
น้ำหนักกระทำพิเศษ(Special loads)	9. ผลกระทบจากอุโมงค์ใกล้เคียง 10. ผลกระทบจากการทำงานบริเวณใกล้เคียง 11. ผลกระทบจากการทรุดตัวของชั้นดิน 12. อื่นๆ

น้ำหนักกระทำหลัก(Primary loads) เป็นแรงกระทำพื้นฐานที่จะนำมาพิจารณาเสมอในการออกแบบ น้ำหนักกระทำรอง (Secondary loads) จะเกิดขึ้นระหว่างทำการก่อสร้างหรือหลังจากก่อสร้างอุโมงค์เสร็จแล้ว ซึ่งจะถูกนำมาพิจารณาตามวัตถุประสงค์ของอุโมงค์, สภาพการก่อสร้างและตำแหน่งของ

อุโมงค์ ในขณะที่น้ำหนักกระทำพิเศษ (Special loads) จะถูกนำมาพิจารณาโดยเฉพาะตามสภาพชั้นดิน และการใช้ประโยชน์จากอุโมงค์

น้ำหนักบรรทุกทุกเหล่านี้ที่นำมาพิจารณาเป็นน้ำหนักบรรทุกคงที่ แต่การวิเคราะห์ผลจากน้ำหนักบรรทุกไม่คงที่ที่จะถูกนำมาใช้เมื่อแผ่นดินไหวมีผลกระทบต่ออุโมงค์ การออกแบบผนังอุโมงค์โดยการวิเคราะห์แรงเช่นนี้เป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

4.1.2 ความดันในแนวตั้งและแนวนอน (Vertical and Horizontal Earth Pressure)

ขึ้นอยู่กับสภาพชั้นดิน แรงดันน้ำในดิน สามารถแบ่งได้ 2 วิธี ในการหาค่าความดันดิน

- 1) ความดันน้ำใต้ดินกระทำแยกจากแรงดันดิน (แรงดันประสิทธิผล)
- 2) ความดันน้ำใต้ดินกระทำร่วมกับความดันดิน (ความดันรวม)

ความดันในแนวตั้งจะเป็นน้ำหนักแผ่กระจายสม่ำเสมอ (Uniform load) กระทำต่ออุโมงค์ที่ส่วนบน (Crown) ของอุโมงค์ ขนาดของความจะพิจารณาจากความหนาของดินเหนืออุโมงค์ รูปร่างหน้าตัดและเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของผนังอุโมงค์และสภาพชั้นดิน

ความดันดินในแนวนอนควรจะเป็นแบบแผ่กระจายสม่ำเสมอ และจะแปรผันตามหน่วยน้ำหนักของดินและความลึก โดยจะกระทำที่จุดศูนย์กลางของอุโมงค์ที่ส่วนบน (Crown) และส่วนล่าง (Bottom) ของอุโมงค์ ขนาดของแรงคำนวณจากการคูณความดันดินในแนวตั้งกับสัมประสิทธิ์ความดันดินด้านข้าง

แรงที่กระทำบนผนังอุโมงค์เป็นแรงที่ซับซ้อนพอสมควรและยากต่อการหาค่าที่แน่นอนตามที่กล่าวมาข้างต้นเป็นวิธีที่ใช้หาค่าความดันดินโดยทั่วไป ความดันดินที่กระทำต่อผนังอุโมงค์อธิบายถึงการหาค่าความดันดินโดยไม่คำนึงถึงการผิดรูปของอุโมงค์ และความดันดินที่กระทำต่อส่วนล่างของอุโมงค์ (Bottom) ที่พิจารณาคือแรงต้านทานของดิน

การคำนวณหาค่าความดันดินมี 2 วิธี หนึ่งคือแยกความดันน้ำออกจากความดันดิน (ความดันประสิทธิผล) และอีกวิธีคือรวมความดันดินและความดันน้ำเข้าด้วยกัน (ความดันรวม) โดยวิธีแรกจะนำมาประยุกต์ใช้กับดินทรายและวิธีหลังใช้กับดินที่มีแรงยึดเหนี่ยว ทว่าวิธีแรกก็อาจนำมาใช้กับดินที่มีแรงยึดเหนี่ยวแต่มีเสถียรภาพสูงอย่างพวกดินเหนียวแข็ง (Stiff clay)

4.1.3 ความดันดินในแนวตั้ง (Vertical Earth Pressure)

การคำนวณความดันดินในแนวตั้งจะกระทำต่อผนังอุโมงค์ในระยะยาว ไม่ควรนำพฤติกรรม Arching Effect หรือการคิดแรงเฉือนต้านทานในดินมาใช้โดยเฉพาะในกรณีที่อุโมงค์อยู่ระดับไม่ลึกมาก เมื่อเทียบกับขนาดของอุโมงค์ เพราะฉะนั้นการใช้ Loosening pressure ในการออกแบบ โดยอาจจะเกิด

ปัญหาในดินทรายแต่ไม่มีผลต่อดินที่มีแรงยึดเหนี่ยว ยิ่งกว่านั้นก็ต้องดูสภาพของชั้นดินเพราะความดันดินในบางครั้งมีแนวโน้มจะแสดงให้เห็นถึงความดันที่กระทำบนท่อที่ฝังดินอยู่ ทว่าหากดินเหนียวอูมีค่ามากเมื่อเทียบกับขนาดของอูมีค่าแล้ว อาจเป็นไปได้ที่จะใช้สูตร *Loosening pressure* ในการหาค่าแรงดันดินในแนวดิ่ง โดยในดินทรายถ้าความหนาของดินอูมีค่าหนา 1 ถึง 2 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก ของอูมีค่าหรือมากกว่าในดินเหนียวแข็ง (*Stiff clay* $N \geq 8$) จะใช้สูตรคำนวณ *Loosening pressure* ในขณะที่ดินเหนียวปานกลาง (*Medium stiff clay* $4 \leq N < 8$) หรือ ดินเหนียวอ่อน (*Soft clay* $2 \leq N < 4$) จะใช้การหาค่าตามปกติ

4.1.4 ความดันดินในแนวนอน (Horizontal Earth Pressure)

คล้ายกับความดันดินในแนวดิ่ง โดยยังคงเป็นเรื่องยากที่จะประมาณความดันดินในแนวนอนให้ถูกต้อง อย่างไรก็ตามการคำนวณค่าความดันดินในแนวนอน ควรอยู่บนพื้นฐานที่สร้างความปลอดภัยต่อโครงสร้างอูมีค่า อีกทั้งการหาค่า โดยหาได้จากการคูณกันระหว่างความดันดินในแนวดิ่งกับสัมประสิทธิ์ความดันดินด้านข้าง (K_0) หรืออาจจะสมมติให้ความดันดินในแนวดิ่งที่หาได้นั้นเป็นน้ำหนักที่กระทำที่อยู่ส่วนบน (*Crown*) ซึ่งน้ำหนักบรรทุกทุกนี้จะเพิ่มอัตราส่วนของน้ำหนักดินต่อความลึกของชั้นดิน วัดจากส่วนบน (*Crown*) สามารถนำมาใช้หาค่าความดันดินในแนวนอนได้

สัมประสิทธิ์ความดันดินด้านข้าง ควรหาจากการทดลองในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมอย่างดีเพราะความเกี่ยวข้องกับวิธีคำนวณออกแบบและวิธีก่อสร้างไม่ใช่ธรรมชาติของดิน อย่างไรก็ตามเป็นสิ่งที่ยากที่จะหาค่าสัมประสิทธิ์ได้อย่างถูกต้อง การเปลี่ยนแปลงของแรงภายในที่กระทำต่อผนังอูมีค่านั้นขึ้นอยู่กับความดันดินในแนวดิ่งและแนวนอนค่อนข้างมาก ดังนั้นควรระมัดระวังในการหาค่าหลังจากพิจารณาถึงสภาพชั้นดินและการใช้ประโยชน์จากอูมีค่า

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แรงดันดินด้านข้าง (K_0)

วิธีออกแบบ	ชนิดของดิน	K_0
ความดันประสิทธิผล Effective stress Method	ดินทรายแน่นมาก	0.30 – 0.45
	ดินทรายแน่น	0.45 – 0.55
	ดินทรายหลวม	0.50 – 0.60
	ดินเหนียวแข็งมาก	0.35 – 0.45
	ดินเหนียวแข็ง	0.45 – 0.55
	ดินเหนียวปานกลาง	0.45 – 0.55
ความดันรวม Total stress method	ดินเหนียวปานกลาง	0.55 – 0.65
	ดินเหนียวอ่อน	0.65 – 0.75
	ดินเหนียวอ่อนมาก	0.75 – 0.85

4.1.5 ความดันน้ำ (Water pressure)

ระดับน้ำใต้ดินควรจะถูกกำหนดโดยการออกแบบในด้านความปลอดภัย ความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินในขณะก่อสร้างและหลังก่อสร้าง ความดันน้ำในแนวตั้งควรจะกระจายเท่าๆ กัน และขนาดของความดันควรจะเป็นแบบความดันน้ำแบบสถิต (Hydrostatic pressure) กระทำบนจุดสูงสุดของอุโมงค์ และจุดต่ำสุดของอุโมงค์ ความดันน้ำในแนวราบควรจะกระจายอย่างสม่ำเสมอ และขนาดของความดันจะเป็นแบบความดันน้ำแบบสถิต (Hydrostatic pressure)

ความดันน้ำกระทำบนผนังอุโมงค์ หลังจากก่อสร้างเสร็จและใช้งานไปแล้ว จะแตกต่างกับกรณีที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้าง และค่อนข้างยากที่จะคาดเดาความดันน้ำที่เกิดขึ้นจริง ระดับน้ำใต้ดินในระยะยาวมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติหรือไม่แน่นอน หากตั้งสมมุติฐานการออกแบบให้อุโมงค์อยู่ในระดับน้ำใต้ดินที่สูง อาจไม่ช่วยให้มีความปลอดภัยเพิ่มขึ้นได้เสมอไป ถ้าอยู่ในระดับน้ำใต้ดินต่ำในทางกลับกัน อาจจะทำให้ค่าความปลอดภัยในการออกแบบมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงมีความสำคัญมากที่จะต้องหาระดับน้ำใต้ดินให้ถี่ถ้วนเพื่อจะคำนวณความดันน้ำที่กระทำต่ออุโมงค์

ถ้าหน่วยน้ำหนักจมน้ำ คือ หน่วยน้ำหนักที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน ความดันน้ำแบบสถิต (Hydrostatic pressure) นั้นก็เหมาะสมที่จะเป็นความดันน้ำที่ใช้ออกแบบ อย่างไรก็ตามการกระจายและขนาดของความดันน้ำที่สามารถหาได้อย่างง่ายโดยทำตามข้อกำหนดของความดันดิน

ผลของความดันน้ำที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ เป็นความดันลอยตัวถ้าผลของความดันดินในแนวตั้งมากกว่าแรงลอยตัวจะทำให้เกิดความดันต้านทานของดินในแนวตั้งใต้อุโมงค์ (Subgrade reaction) ถ้าความดันลอยตัวมีค่ามากกว่าความดันดินในแนวตั้งและน้ำหนักบรรทุกที่จะทำให้อุโมงค์ลอย อาจทำให้เกิดความเสียหาย จึงต้องมีการเพิ่มน้ำหนักให้อุโมงค์โดยการติดตั้งผนังอุโมงค์ชั้นใน (Secondary lining) หรือเพิ่มน้ำหนักบนผิวดินด้วยตุ้มน้ำหนัก

4.1.6 น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead loads)

น้ำหนักบรรทุกคงที่ในแนวตั้งกระทำจุดศูนย์กลางของอุโมงค์ตลอดทั้งแนว โดยอุโมงค์ที่มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลมและสี่เหลี่ยม ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ 4.1 และ 4.2

$$P_g = \frac{W}{2\pi R_c} \quad (4.1)$$

$$P_g = \gamma_c \cdot t \quad (4.2)$$

เมื่อ P_g = แรงปฏิกิริยาจากน้ำหนักของผนังอุโมงค์ (kN)

γ_c = หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต (kN/m³)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 น้ำหนักกดทับ (Surcharge load)

น้ำหนักกดทับจะทำให้ความดันดินที่กระทำกับอุโมงค์มีค่าเพิ่มขึ้น โดยความดันที่เกิดขึ้นเป็นความดันที่เกิดจากน้ำหนักต่างๆ เช่น น้ำหนักการจราจรบนถนนและน้ำหนักของอาคาร

4.1.8 แรงต้านทาน (Subgrade Reaction)

Subgrade Reaction แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกแรงดันด้านข้าง (P_R) (Spring line) จะเป็นสัดส่วนกับค่าการเคลื่อนตัวของดิน และค่าแฟคเตอร์ของสัดส่วนดังกล่าวจะถูกกำหนด เป็น ค่าสัมประสิทธิ์ของ Subgrade reaction ซึ่งค่าแฟคเตอร์นี้ขึ้นอยู่กับ Ground Stiffness และขนาดของอุโมงค์ (รัศมีของอุโมงค์) ค่าความแข็งแกร่ง (Rigidity) ของชั้นส่วนผนังอุโมงค์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความแข็งแกร่งของตัวชั้นส่วนจำนวนต่อจุด และชนิดของจุดต่อ ส่วนที่สองแรงดันด้านล่าง (Q_{e2}) (Bottom) เป็นแรงต้านเนื่องจากน้ำหนักของผนังอุโมงค์ ความดันน้ำ และอุปกรณ์อื่นๆ

4.1.9 น้ำหนักภายในอุโมงค์

น้ำหนักกระทำเป็นผลมาจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในอุโมงค์ หรือความดันน้ำภายในอุโมงค์ควรพิจารณาด้วย ดังสมการ 4.3 ถึง 4.4

$$2rP_{e2} + \pi r^2 \gamma_w = 2rP_{e1} + 2\pi r P_g \quad (4.3)$$

$$P_{e2} = P_{e1} + \pi P_g - \pi \gamma_w / 2 \quad (4.4)$$

เมื่อ P_{e2} = ความดันดินในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Bottom ของอุโมงค์ (kN)

4.1.10 น้ำหนักที่เกิดขึ้นในขณะก่อสร้าง

แรงผลึกจากการดันผนัง เมื่อทำการผลิตขึ้นส่วน กำลังของชั้นส่วนที่ต้านแรงผลึกจากการดันผนัง ควรจะถูกทดสอบก่อนจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์หือหิผลของแรงที่เกิดขึ้นจากการดันผนัง ผู้ออกแบบควรที่จะตรวจสอบแรงเฉือนและแรงดัด ซึ่งเป็นผลมาจากการเยื้องศูนย์รวมทั้งการตรวจสอบค่าเคลื่อนตัวที่ยอมให้น้ำหนักระหว่างการขนส่งและติดตั้งขึ้นส่วน แรงดันของการ Backfill Grouting, น้ำหนักอันเนื่องมาจากกิจกรรมก่อสร้างและน้ำหนักอื่นๆ เช่น น้ำหนักบรรทุกคงที่ของ Backup Carriage แรงดันของการ Jack ขึ้นส่วน แรงบิดของการ Cutter Head

4.1.11 ผลกระทบของแรงแผ่นดินไหว

การวิเคราะห์แรงแผ่นดินไหวจะใช้การวิเคราะห์แบบสถิติ เช่น วิธี Seismic Deformation วิธี Seismic Coefficient หรือการวิเคราะห์แบบพลศาสตร์

4.1.12 น้ำหนักกระทำอื่นๆ

ผลกระทบการปรับแก้ผนังอุโมงค์หรือผลจากการทรุดตัวจะถูกนำมาพิจารณาถ้าจำเป็น จากการศึกษาพิจารณาผลของแรงกระทำในระยะสั้น (Short Term) จะเป็นแรงที่เกิดขึ้นขณะกระทำ การก่อสร้าง ประกอบขึ้นส่วนของผนังอุโมงค์ (Segment) การถีบ Thrust Jack เพื่อผลักดันหัวเจาะให้เคลื่อนไปข้างหน้าและการ Backfill Grouting เพื่อลด Tail void ซึ่งดินยังอยู่ในสภาพ Undrained และไม่เกิดการ Consolidation จึงถือเป็นแรงกระทำระยะสั้น

เมื่อประกอบขึ้นส่วนของผนังอุโมงค์ (Segment) และการ Backfill Grouting เพื่อลด Tail void ซึ่งดินยังอยู่ในสภาพ Undrained และไม่เกิดการ Consolidation ผนังอุโมงค์ก็จะทำหน้าที่รับแรงดันดินทั้งหมด ได้แก่ แรงดันเหนืออุโมงค์ทั้งหมด แรงดันด้านข้างและแรงดันน้ำ

4.2 การวิเคราะห์แรงกระทำภายนอกของ Einstein Method

วิธีนี้จะใช้หลักการของทฤษฎีอีลาสติค ในการวิเคราะห์จะสามารถหาค่า การเสียรูปและแรงที่เกิดขึ้นภายในอุโมงค์ได้ โดยมีสมมุติฐานให้ดินรอบผนังอุโมงค์มีขอบเขตไม่จำกัดเป็นอีลาสติคเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) และมีคุณสมบัติเท่ากันทุกทิศทาง (Isotropic) สามารถพิจารณาค่าแรงกระทำภายนอกที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ ได้เป็นสองส่วน คือ แรงกระทำแนวตั้ง (Top, Bottom) ความลึกที่ใช้ในการคำนวณจะพิจารณาจากผิวดินถึงศูนย์กลางอุโมงค์ และอันที่สองแรงกระทำในแนวนอน (Crown, Invert, Spring, Line)

แรงกระทำภายนอกในแนวตั้งจะอยู่ในภาวะสมดุล คือ แรงที่ Top ของอุโมงค์ และแรงที่ Bottom ของอุโมงค์ ซึ่งมีค่าเท่ากันตลอด หาได้จากสมการที่ 4.5

$$\sigma_v = \gamma \cdot H \quad (4.5)$$

เมื่อ H = ความลึกจากผิวดินถึงศูนย์กลางอุโมงค์ (m)

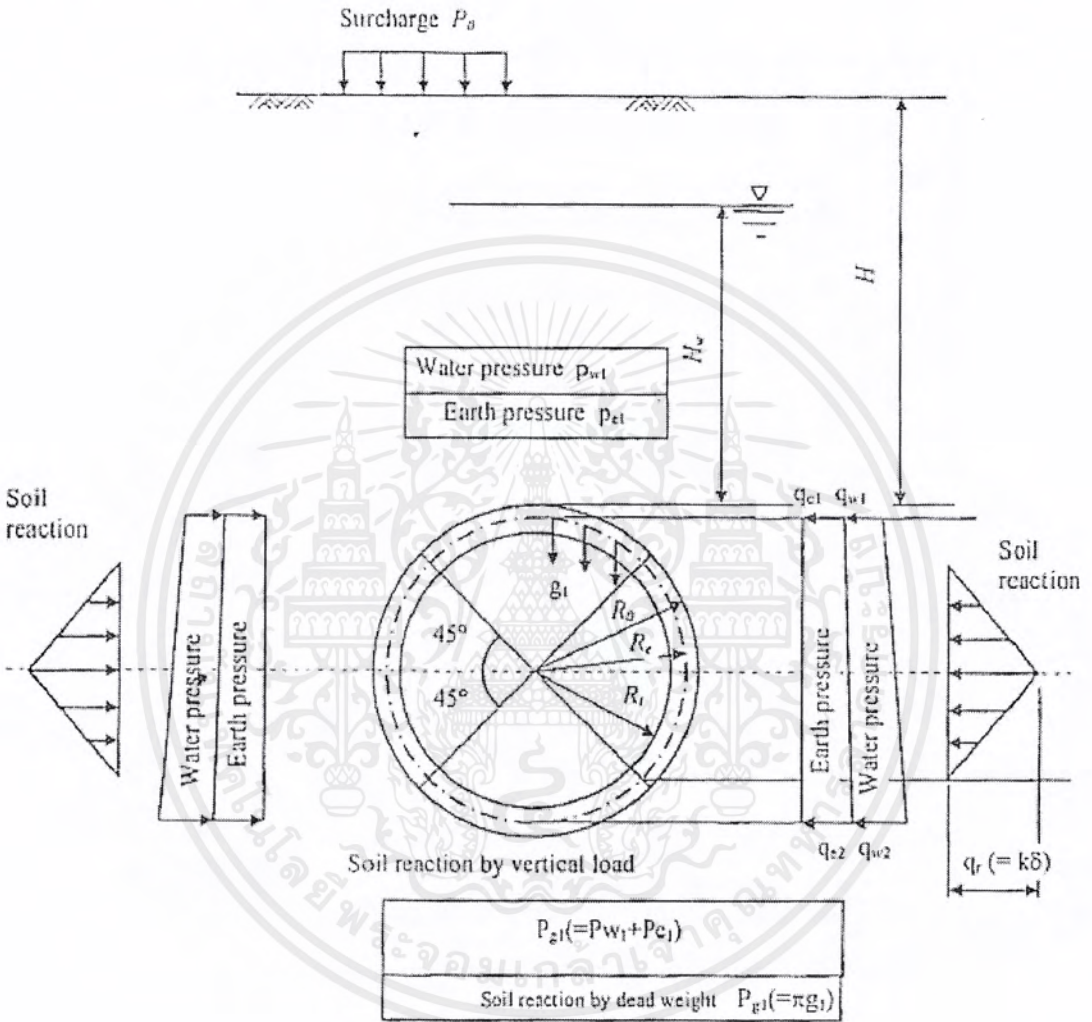
แรงกระทำภายนอกในแนวนอนเท่ากันตลอดเป็นแบบ Uniform load จะอยู่ในภาวะสมดุล คือ แรงที่ Crown, Invert, Spring Line ของอุโมงค์

$$\sigma_h = K_0 \sigma_v \quad (4.6)$$

เมื่อ K_0 = ค่าสัมประสิทธิ์แรงดันด้านข้างแบบสถิต

4.3 การคำนวณองค์ประกอบแรงของ JSCE

รูปที่ 4.1 จะแสดงหน่วยแรงภายนอกที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ข้างต้น ซึ่งจะทำให้การคำนวณแยกเป็นส่วนต่างๆ แล้วนำแรงกระทำภายนอกทั้งหมดมาคำนวณ ซึ่งแรงภายนอกทั้งหมดแบ่งได้ดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะแรงกระทำภายนอก JSCE (1996)

แรงภายในเกิดจากแรงภายนอกในแนวตั้ง ($P = P_{e1} + P_{w1}$)

$$M_1 = \frac{1}{4} (1 - 2\sin^2\theta) P \cdot R_c^2 \quad (4.7)$$

$$N_1 = \sin^2\theta \cdot P \cdot R_c \quad (4.8)$$

$$Q_1 = -P \cdot R_c \cdot \sin\theta\cos\theta \quad (4.9)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $M_1 =$ โมเมนต์ดัดที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวตั้ง (kN – m)

$N_1 =$ แรงภายในแนวแกนที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวตั้ง (kN)

$Q_1 =$ แรงเฉือนที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวตั้ง (kN)

แรงภายในที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวนอน ($Q = q_{e1} + q_{w1}$)

$$M_2 = \frac{1}{4}(1 - 2\cos^2\theta)Q \cdot R_c^2 \quad (4.10)$$

$$N_2 = \cos^2\theta \cdot Q \cdot R \quad (4.11)$$

$$Q_2 = Q \cdot R_c \cdot \sin\theta\cos\theta \quad (4.12)$$

เมื่อ $M_2 =$ โมเมนต์ดัดที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวนอน (kN – m)

$N_2 =$ แรงภายในแนวแกนที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวนอน (kN)

$Q_2 =$ แรงเฉือนที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวนอน (kN)

แรงภายในที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวนอนแบบสามเหลี่ยม ($Q' = q_{e2} + q_{w2}$)

$$M_3 = \frac{1}{48}(6 - 3\cos\theta - 12\cos^2\theta + 4\cos^3\theta)(Q - Q')R_c^2 \quad (4.13)$$

$$N_2 = \frac{1}{16}(\cos\theta + 8\cos^2\theta - 4\cos^3\theta)(Q - Q')R_c \quad (4.14)$$

$$Q_3 = \frac{1}{16}(\sin\theta + 8\sin\theta\cos\theta - 4\sin\theta\cos^2\theta)(Q - Q') \cdot R_c \quad (4.15)$$

เมื่อ $M_3 =$ โมเมนต์ดัดที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวนอน (kN – m)

$N_2 =$ แรงภายในแนวแกนที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวนอน (kN)

$Q_3 =$ แรงเฉือนที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวนอน (kN)

แรงภายในที่เกิดจากแรงต้านทานในแนวนอน($k\delta$)

$$0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{4}$$

$$M_4 = (0.2346 - 0.3536\cos\theta)(k\delta)R_c^2 \quad (4.16)$$

$$N_4 = (0.3536\cos\theta)(k\delta)R_c \quad (4.17)$$

$$Q_4 = 0.3536\sin\theta \cdot (k\delta)R_c \quad (4.18)$$

$$\frac{\pi}{4} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$$

$$M_4 = (-0.3487 + 0.5\sin^2\theta + 0.2357\cos^2\theta)(k\delta)R_c^2 \quad (4.19)$$

$$N_4 = (-0.7071\cos\theta + \cos^2\theta + 0.7071\sin^2\theta\cos\theta)(k\delta)R_c \quad (4.20)$$

$$Q_4 = (\sin\theta\cos\theta - 0.7071\cos^2\theta\sin\theta)(k\delta)R_c \quad (4.21)$$

เมื่อ M_4 = โมเมนต์ดัดที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวนอน (kN – m)

N_4 = แรงภายในที่เกิดจากแรงต้านทานในแนวนอน (kN)

Q_4 = แรงเฉือนที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวนอน (kN)

$$\delta = \frac{(2P-Q-Q')R_c^2}{24(\eta E_c I + 0.045kR_c^4)} \quad (4.22)$$

เมื่อ δ = การเสียรูปทางด้านข้างจากความดันดินและน้ำ (m)

η = สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนรูปของอุโมงค์ $\eta = 1$

E_c = โมดูลัสความยืดหยุ่นของคอนกรีต ($\frac{kN}{m^2}$)

I = โมเมนต์เฉื่อยของคอนกรีต (m^4)

K = Subgrade reaction factor ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ k แปรผันตามชนิดของดิน

ชนิดของดิน	K (kg/cm ³ /cm)
ดินทรายแน่นมาก, ดินเหนียวแข็งมาก	3.0 - 5.0
ดินทรายแน่น, ดินเหนียวแข็ง	1.0 - 3.0
ดินเหนียวปานกลาง	0.5 - 1.0
ดินทรายหลวม	0.0 - 1.0
ดินเหนียวอ่อน	0.0 - 0.5
ดินเหนียวอ่อนมาก	0

แรงภายในที่เกิดจากน้ำหนักของผนังอุโมงค์ ($g = \gamma_c \cdot t$)

$$0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$$

$$M_5 = \left(\frac{3}{8}\pi - \theta \sin\theta - \frac{5}{6}\cos\theta \right) g \cdot R_c^2 \quad (4.23)$$

$$N_5 = \left(\theta \sin\theta - \frac{1}{6}\cos\theta \right) g \cdot R_c \quad (4.24)$$

$$Q_5 = - \left(\theta \cos\theta + \frac{1}{6}\sin\theta \right) g \cdot R_c \quad (4.25)$$

$$\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \pi$$

$$M_5 = \left(-\frac{\pi}{8} + (\pi - \theta)\sin\theta - \frac{5}{6}\cos\theta - \frac{1}{2}\pi\sin^2\theta \right) g \cdot R_c^2 \quad (4.26)$$

$$N_5 = \left(-\pi\sin\theta + \theta\sin\theta + \pi\sin^2\theta - \frac{1}{6}\cos\theta \right) g \cdot R_c \quad (4.27)$$

$$Q_5 = \left((\pi - \theta)\cos\theta - \pi\sin\theta\cos\theta - \frac{1}{6}\sin\theta \right) g \cdot R_c \quad (4.28)$$

เมื่อ $M_5 =$ โมเมนต์ที่เกิดจากน้ำหนักของผนังอุโมงค์ (kN - m)

$N_5 =$ แรงภายในที่เกิดจากน้ำหนักของอุโมงค์ (kN)

$Q_5 =$ แรงเฉือนที่เกิดจากน้ำหนักของผนังอุโมงค์ (kN)

ดังนั้นแรงกระทำทั้งหมดสามารถหาได้จากผลรวมของแรงดังนี้

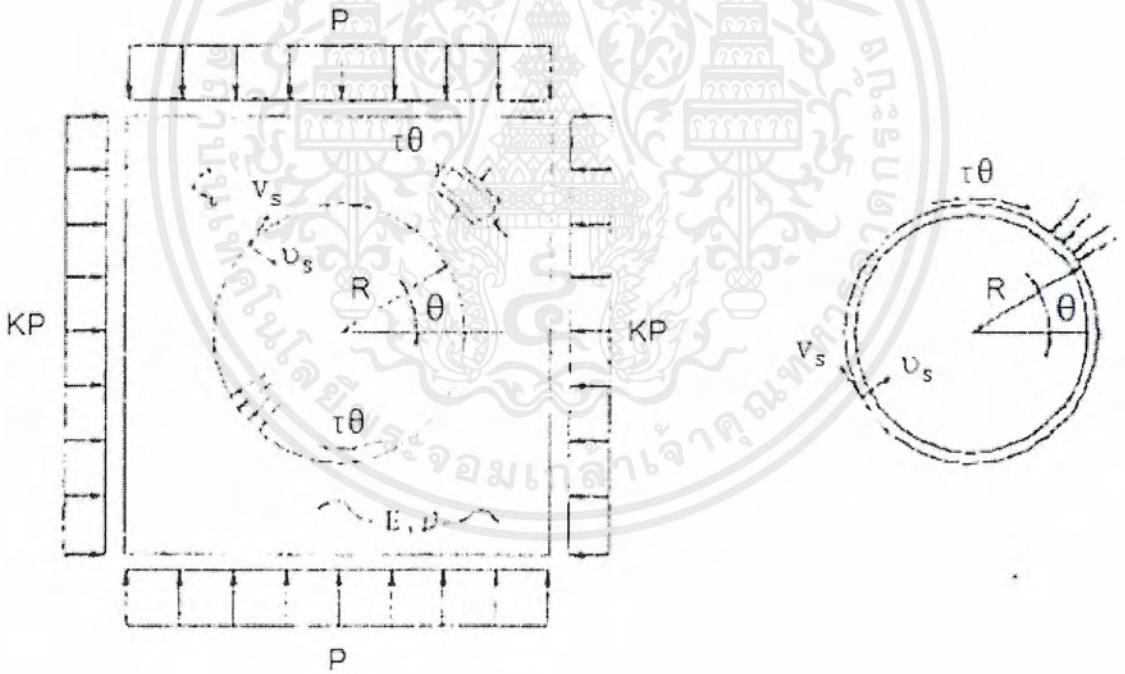
$$\text{แรงในแนวแกนทั้งหมด(Total axial force)} = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 \quad (4.29)$$

$$\text{แรงโมเมนต์ดัดทั้งหมด(Total moment)} = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 \quad (4.30)$$

$$\text{แรงเฉือนทั้งหมด(Total shear forces)} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \quad (4.31)$$

4.4 ทฤษฎีแรงกระทำของ Einstein (1979)

วิธีนี้จะใช้หลักการของทฤษฎีอีลาสติก ในการวิเคราะห์ จะสามารถหาค่าการเสียรูปและแรงที่เกิดขึ้นภายในผนังอุโมงค์โดยมีสมมติฐานให้ดินรอบผนังอุโมงค์มีขอบเขตไม่จำกัดและเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) มีคุณสมบัติเท่ากันทุกทิศทาง (Isotropic) ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ ได้สูตรนำมาใช้เพื่อหาค่าแรงกระทำภายในและโมเมนต์ที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ดังสมการที่ (4.33) และ (4.34)



รูปที่ 4.2 แสดงการจำลองโมเดลเป็นแบบเนื้อเดียวกัน Einstein (1979)

Compressibility ratio (C^0) เป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stiffness ของดินและอุโมงค์ภายใต้แรงกระทำแบบสมมาตรและสม่ำเสมอ หาค่าได้ดังต่อไปนี้

$$C^0 = \frac{ER(1-\nu_s^2)}{E_s A_s(1-\nu^2)} \quad (4.32)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flexibility ratio (F^0) เป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stiffness ของดินและอุโมงค์ภายใต้แรงกระทำแบบไม่สมมาตร หาค่าได้ดังนี้

$$F^0 = \frac{ER^3(1-\nu_s^2)}{E_s I_s (1-\nu^2)} \quad (4.33)$$

$$a_0^* = \frac{C^* F^* (1-\nu)}{C^* + F^* + C^* F^* (1-\nu)} \quad (4.34)$$

$$a_2^* = \frac{(F^* + 6)(1-\nu)}{2F^*(1-\nu) + 6(5-6\nu)} \quad (4.35)$$

เมื่อ a_0^* และ a_2^* เท่ากับค่าคงที่ได้จากความสัมพันธ์ Stress-displacement

การหาแรงกระทำภายใน

$$\frac{T}{PR} = \frac{1}{2} (1 + K)(1 - a_0^*) + \frac{1}{2} (1 - K)(1 - 2a_2^*) \cos 2\theta \quad (4.36)$$

$$\frac{M}{PR^2} = \frac{1}{2} (1 - K)(1 - 2a_2^*) \cos 2\theta \quad (4.37)$$

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าโมดูลัสยืดหยุ่นและปัวซองเรโซ

ประเภทของดิน	โมดูลัสยืดหยุ่น(E)		ปัวซองเรโซ(ν)
	กิโลนิวตัน ต่อ ตร.เมตร	ปอนด์ต่อ ตร.นิ้ว	
ทรายหลวม	10500-24000	1500-3500	0.20-0.40
ทรายแน่นปานกลาง	17250-27600	2500-4000	0.25-0.40
ทรายแน่น	34500-55200	5000-8000	0.30-0.45
ทรายปนตะกอนทราย	10350-17250	1500-2500	0.20-0.40
ทรายและกรวด	69000-172500	10000-25000	0.15-0.35
ดินเหนียวอ่อน	4100-20700	600-3000	
ดินเหนียวปานกลาง	20700-41400	3000-6000	0.20-0.50
ดินเหนียวแน่น	41400-96600	6000-14000	

4.5 ทฤษฎีแรงกระทำภายในของ Muir Wood (1975)

วิธีนี้มีพื้นฐานอยู่บนข้อสมมติฐานว่าผนังอุโมงค์รูปวงกลมจะเกิดการเสียรูปเป็นรูปวงรีใน Elastic ground และไม่คิดค่าความเค้นเฉือนระหว่างผนังอุโมงค์กับดิน โดยที่สมมติให้อุโมงค์ถูกล้อมรอบด้วย Elastic ground แบบสมบูรณ์ โดยค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดในผนังอุโมงค์จะเป็นดังนี้

$$P_V = P_{e1} + P_{w1} \quad (4.38)$$

$$P_H = K_0(P_{e1} + \gamma D) + P_{w2} \quad (4.39)$$

$$P_0 = P_V - P_H \quad (4.40)$$

$$P_{BAR} = 0.5 \times (P_V + P_H) \quad (4.41)$$

$$Q_2 = \frac{E \times R_0^3}{E_c(1+\nu) \cdot 12 \cdot I} \quad (4.42)$$

$$S_T = \frac{P_0 \times (1+2Q_2)}{2 \times (1 + \frac{Q_2 \cdot (3-2\nu)}{3-4\nu})} \quad (4.43)$$

$$S_{N1} = 3 \times (3 - 4\nu) \times \frac{P_0}{2} - (2 \cdot Q_2 + (4 - 6\nu)) \times S_T \quad (4.44)$$

$$S_{N2} = 4 \cdot Q_2 + 5 - 6\nu \quad (4.45)$$

$$S_N = \frac{S_{N1}}{S_{N2}} \quad (4.46)$$

$$Q = \frac{E_c \times R_0}{E(1+\nu) \cdot (R_0 - R_I)} \quad (4.47)$$

$$\Delta P = \frac{P_{BAR}}{1+Q} \quad (4.48)$$

แรงภายในที่เกิดจากแรง P_0

$$M_1 = \frac{R_0^2}{6} (2S_N + S_T) \cos 2\theta \quad (4.49)$$

$$N_1 = -\frac{R_0}{3} (S_N + 2S_T) \cos 2\theta \quad (4.50)$$

$$S_1 = -\frac{R_0}{3} (2S_N + S_T) \sin 2\theta \quad (4.51)$$

แรงภายในที่เกิดจากแรง P_{BAR}

$$N_2 = \Delta P \times R_0 \quad (4.52)$$

แรงโมเมนต์ดัดทั้งหมด(Total Moment) = M_1

แรงในแนวแกนทั้งหมด(Total axial forces) = $N_1 + N_2$

แรงเฉือนทั้งหมด(Total shear forces) = S_1

ซึ่ง K_0 = สัมประสิทธิ์แรงดันดินด้านข้าง

R_0 = รัศมีถึงผิวด้านนอกของอุโมงค์ (m)

R_1 = รัศมีถึงแนวแกนกลางของอุโมงค์ (m)

E_c = Young's modulus ของอุโมงค์ (kN/m^2)

E = Young's modulus ของดินหรือหิน (kN/m^2)

I = Moment of inertia ของอุโมงค์ต่อหน่วยความยาวของอุโมงค์ (m^4/m)

ν = Poisson's ratio สำหรับดิน

บทที่ 5

หลักการและแนวทางการศึกษา

5.1 แนวทางการศึกษา

5.1.1 การรวบรวมข้อมูลจากเอกสารรายงานต่างๆและจากหน่วยงาน

- 1) นำข้อมูลดินโดยเฉลี่ยจากเว็บไซต์ของกรมโยธาธิการ
- 2) ติดต่อขอข้อมูลดินโดยละเอียดและลักษณะกริดจาก ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) ติดต่อและขอข้อมูลดินจากบริษัท เอส ที เอส อินสตรูमेंท์ จำกัด

5.1.2 การวางแผนขุดเจาะและวางแนวขุดเจาะ

วางแผนขุดเจาะแบบที่มาตราส่วน 1 : 50,000 โดยพิจารณาจากแนวนนวงแหวนรอบนอก (ถนนกาญจนาภิเษก)

5.1.3 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

1) ศึกษาข้อมูลหลุมเจาะแบบ Gird ดังรูปที่ 3.6(ก) ถึง 3.6(ง) โดยใช้โปรแกรม Google Earth บอกตำแหน่งของหลุมเจาะ และใช้โปรแกรม Microsoft Excel บอกข้อมูลทางด้านปฐพีกลศาสตร์ บริเวณถนนกาญจนาภิเษกทั้งฝั่งตะวันออก และถนนกาญจนาภิเษกฝั่งตะวันตก

2) ศึกษาข้อมูลการขุดเจาะขุดเจาะและวางแนวขุดเจาะที่ได้ดินในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ดังรูปที่ 3.7 ถึง 3.21 จากผู้มีความรู้และประสบการณ์ด้านการศึกษาและออกแบบขุดเจาะขุดเจาะและจากข้อมูลการขุดเจาะในกรุงเทพมหานคร

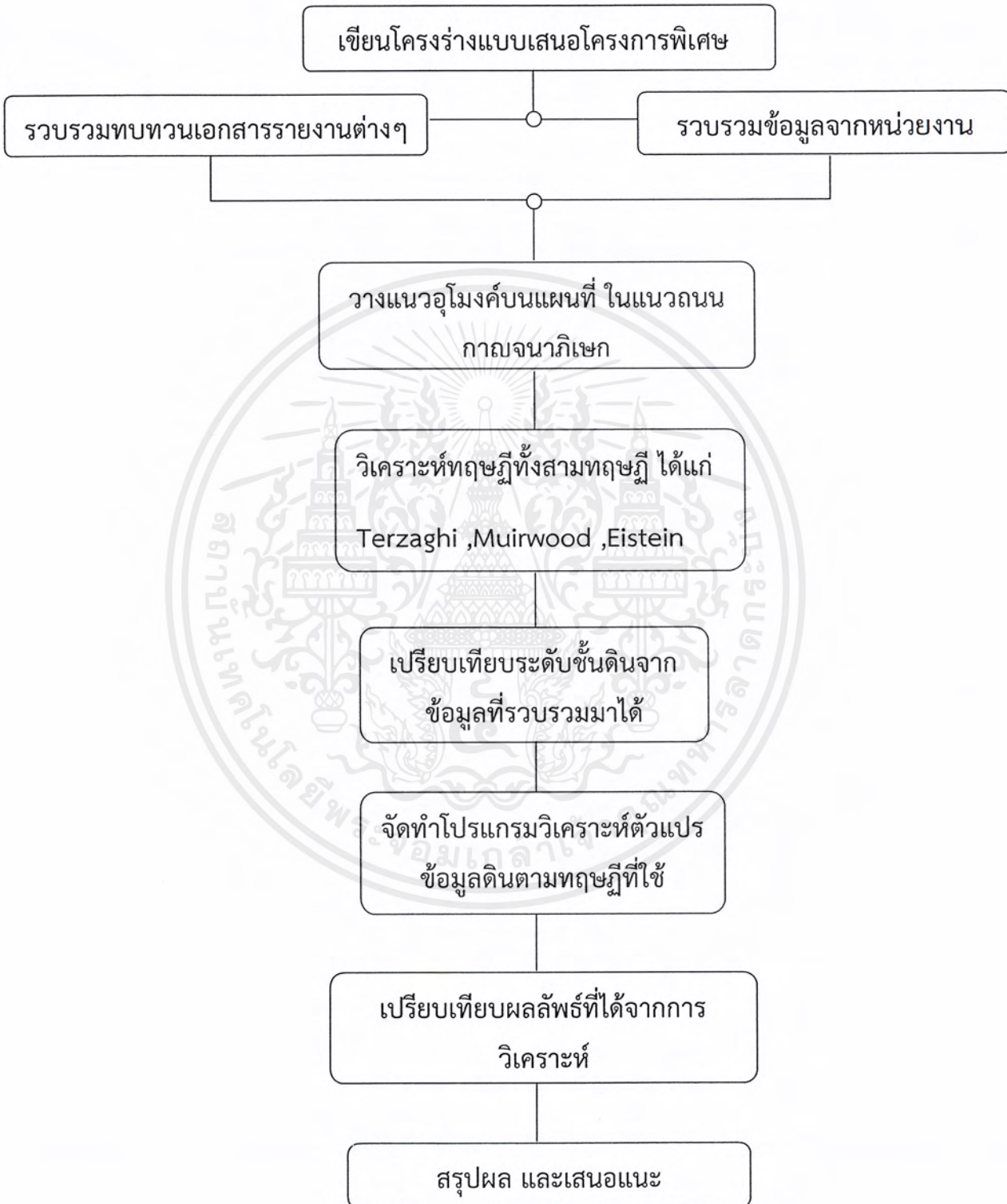
3) ศึกษาทฤษฎีความดันดินและพฤติกรรมการวิบัติ ของทั้ง 3 ทฤษฎีจากหนังสือต่าง ๆ และจากการศึกษาการออกแบบขุดเจาะที่ใกล้เคียงจากการศึกษาที่ผ่านมา

4) นำทฤษฎีที่ได้ศึกษามาช่วยในการวิเคราะห์หาความดันดินในตำแหน่งต่าง ๆ ของขุดเจาะ โดยใช้ โปรแกรม Microsoft Excel ในการช่วยคำนวณ ทั้ง Bending moment, Axial Force, และ Shear Force

5) นำค่าความดันดินในตำแหน่งต่าง ๆ จากทั้ง 3 ทฤษฎี มาเปรียบเทียบกันโดยใช้ กราฟ แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความดันดิน และ ค่าตำแหน่งต่าง ๆ ที่หน้าตัดของขุดเจาะ

6) นำค่าสูงสุดของแต่ละทฤษฎีในระยะทางต่าง ๆ ที่ได้วิเคราะห์ ไปเปรียบเทียบ ค่าสูงสุดต่ำสุดของแต่ละระยะทาง

5.2 ภาพรวมขั้นตอนการศึกษา



รูปที่ 5.1 ผังขั้นตอนการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 หาเส้นผ่านศูนย์กลางอุโมงค์ด้วยวิธี Trial and error

โดยมีเงื่อนไขการคำนวณคือ

1) ค่า Q ใช้ผลต่างของอัตราการไหลสูงสุดปี 2554 ที่สถานีบางไทรกับอัตราการไหลสูงสุดปี 2553 ที่สถานีบางไทร ซึ่งเป็นที่ที่น้ำไม่ท่วม

2) เส้นลาดพลังงาน ต้องมีความลาดเทไม่น้อยกว่า h_f เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการไหลสูงสุด ดังนั้นต้องการหา D เมื่อทราบ h_L, Q, L และ e มีขั้นตอนการ Trial and error ดังนี้

- สมมติ D
- คำนวณ $N_R = \frac{VD}{\nu}$ และ $\frac{e}{D}$
- หา f จากแผนภูมิ
- คำนวณ v จาก $h_L = \frac{0.5v^2}{2g} + f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$
- คำนวณ Q จาก $Q = VA$ ตรวจสอบ Q ว่ามีเพียงพอกับที่ต้องการหรือไม่
- หาก Q ไม่พอ คำนวณหา D ใหม่จาก $Q = \frac{V\pi D^2}{4}$ โดยใช้ Q ที่ต้องการและ V ที่ได้จากการคำนวณ

5.4 รายละเอียดการออกแบบสำหรับชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์

5.4.1 โครงสร้างจุดต่อ (Joint structure)

โครงสร้างจุดต่อของชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ควรออกแบบโดยพิจารณา ถึงความแข็งแรง การติดตั้ง, คุณภาพและการป้องกันการซึมน้ำระบบการติดตั้งและต่อเชื่อมของชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ สามารถแยกได้เป็นจุดต่อระหว่างชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ในแนวรัศมี จุดต่อระหว่างวงแหวนตามแนวอุโมงค์ การต่อเชื่อมชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ก็แบ่งประเภทของจุดต่อออกได้ดังนี้

1) จุดต่อแบบสลักเกลียวและน็อต (Bolt and nut joint) นี้เป็นจุดต่อที่นิยมกันมากที่สุด สำหรับการต่อเชื่อมชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์และวงแหวน แผ่นประกบ จะถูกบีบอัดโดยสลักเกลียว และยึดชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์

ในกรณีที่ ขนาดของสลักเกลียวและรูสลักมีค่าต่างกัน จะทำให้เกิดช่องว่างชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ควรพิจารณาถึงถึงผลกระทบของแรงจากการก่อสร้างที่อาจเพิ่มด้วย ซึ่งขนาดรูสลักเกลียวมาตรฐาน นั้น ตารางที่ 5.1 จะเป็นตารางสำหรับสลักเกลียวสั้น ของชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์เหล็กและแบบแผ่นเรียบ (Flat type) และในตารางที่ 5.2 นั้นจะเป็นตารางสำหรับสลักเกลียวยาวซึ่งใช้สำหรับชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ประเภทคานคอนกรีต (Ribbed typed RC)

2) จุดต่อแบบบานพับ (Hinge coupler joint) จุดต่อไปนี้จะถูกใช้เป็นจุดต่อของชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ประเภทหลายบานพับ จุดต่อที่นิยมสุดสำหรับแบบบานพับนี้คือจุดต่อแบบข้อต่อรูป

ห่วงใส่สลัก ซึ่งนิยมใช้ในประเทศสหราชอาณาจักรและรัสเซีย ซึ่งมีสภาพดินที่ค่อนข้างดีระบบนี้จะช่วยลดโมเมนต์คด ทว่าจุดต่อชนิดนี้ไม่นิยมในญี่ปุ่นซึ่งสภาพดินไม่ค่อยดีและมีระดับน้ำใต้ดินสูง

3) จุดต่อแบบหมุด (Pin coupler joint) ส่วนมากจะใช้เชื่อมต่อระหว่างวงแหวนแต่อาจใช้เชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ในบางครั้งหน้าที่หลักของจุดต่อวงแหวนคือทำให้ไม่เกิดผลกระทบจากการเสียดของวงแหวนซึ่งยอมให้แรงเฉือนถูกป้องกัน โดยชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ข้างเคียง จุดต่อวงแหวนนั้นต้องทำให้ยึดแน่นเพื่อให้มั่นใจในความต่อเนื่องของแนวอุโมงค์และช่วยป้องกันอุโมงค์จากการรั่วซึมของน้ำ จุดต่อชนิดนี้เหมาะกับระบบติดตั้งแบบอัดโน้มิตซ์ช่องว่างระหว่างหมุดและรูหมุด

4) จุดต่อแบบลิ้ม (Wedge joint) จุดต่อชนิดนี้ใช้ทั้งเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์และเชื่อมระหว่างวงแหวน โดยการใส่ลิ้มเชื่อมต่อชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ 2 ชิ้นเข้าด้วยกัน ซึ่งจุดต่อไปนี้ ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์แบบเรียบ (Flat type)

5) จุดต่อแบบสลักและร่อง (Tongue and groove joint) จุดต่อชนิดนี้นิยมใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่างวงแหวน ทว่าบางครั้งก็อาจใช้เชื่อมชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ข้างเคียงโดยจุดต่อชนิดนี้ การประกอบจุดต่อไปนี้ให้แน่นยานั้นค่อนข้างดี อย่างไรก็ตาม ก็ต้องดูแลและระวังขณะทำการประกอบติดตั้ง โดยปกติจุดต่อไปนี้จะดีชิ้นหากมีจุดต่อแบบอื่นมาช่วยเสริมซึ่งช่วยในการบีบอัดเพื่อรักษาความต่อเนื่องของแนวอุโมงค์และป้องกันการรั่วซึมของน้ำจุดต่อไปนี้เป็นจุดที่อันตรายสำหรับการรับแรงที่สูงที่สุด ซึ่งควรต้องทดสอบคุณสมบัติหลายอย่างโดยเฉพาะทั้งคุณภาพ ในกรณีใช้จุดต่อนอกเหนือจากที่ระบุไว้ใน การวางแผน จะต้องตรวจสอบความแข็งแรงและการติดตั้งก่อนที่จะออกแบบ

ตารางที่ 5.1 ชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์เหล็กและแบบแผ่นเรียบ

Diameter of bolt(mm)	16	18	20	22	24	27	30	33	36
Diameter of bolt hole(mm)	19	21-23	23-25	25-27	27-29	30-32	33-36	36-39	39-41

ตารางที่ 5.2 Box segment of concrete (without sheaths)

Diameter of bolt(mm)	27	30	33
Diameter of bolt hole(mm)	32-33	35-38	38-41

5.4.2 การจัดวางสลักเกลียว

เมื่อเป็นชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ แบบแผ่นเรียบ การจัดวางสลักเกลียวสำหรับจุดต่อความกว้างของชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ควรออกแบบโดยพิจารณาการถ่ายความเค้นผ่านจุดต่อด้วยการบังคับจัดวางเหล็กเส้นประสิทธิภาพของการผลิตชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์แบบเรียบและสมดุลของหน้าตัดที่พร้อมไป ในกรณีของชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์แบบคานคอนกรีตซึ่งมีขนาดบาง สลักเกลียว 3 ตัวสำหรับชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ควรจัดวางเป็นระนาบเดียว สำหรับชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ที่หนา สลักเกลียวควรจัดวางเป็นระนาบคู่สำหรับจุดต่อ โดยมีสลัก เกลียว 2 ตัววางอยู่ในระนาบด้านนอก และสลักเกลียว 3 ตัวจัดวางในระนาบด้านในเพื่อเตรียมรับมือการเหลื่อม สำหรับชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์แบบกล่องคอนกรีตซึ่งมีความหนากว่าแบบปกติควรจะมีสลักเกลียวที่จุดต่อเพื่อทำให้มีความแข็งแรงเพียงพอต่อที่จุดต่อ

สลักเกลียวสำหรับจุดต่อวงแหวนควรจัดวางเป็นระนาบเดียวที่ $\frac{1}{4}$ ถึง $\frac{1}{2}$ ของความสูงชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์จากด้านใน โดยไม่เกี่ยวข้องกับชนิดและความหนา ของชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ สำหรับชิ้นส่วนผนังอุโมงค์แบบแผ่นเรียบ การเว้นระยะสลักเกลียวขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่ผ่านมา ในการพิจารณาความแข็งแรง หน้าตัดพร้อมที่น้อยที่สุด และการจัดเรียงเหล็กสมอของชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์และจุดต่อวงแหวน ในกรณีชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์แบบกล่องคอนกรีต สลักเกลียว 2 ตัวควรจัดวางในแต่ละกล่อง สำหรับประเภทอื่น การจัดวางสลักเกลียวควรจัดวางช่องว่างโดยพิจารณาการเตรียมรับมือการเหลื่อม และชิ้นส่วนผนังอุโมงค์แบบเรียบสำหรับความโค้งของอุโมงค์ และเมื่อใช้จุดต่อแบบหมุน การจัดวางหมุนจะเหมือนกับการจัดวางสลักเกลียว

5.4.3 Vertical rib

เมื่อออกแบบชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์เหล็ก Vertical rib ก็ควรจัดวางให้มีระยะห่างเช่นกัน และอย่างน้อยควรมี Vertical rib 2 ตัวสำหรับต้านแรงกดเพื่อรองรับและถ่ายแรงจากแรงผลึกของแม่แรงหัวเจาะ แผ่นกระบอกจะจัดว่าเป็น Vertical rib ตัวหนึ่งถ้าจำนวนของ Vertical rib น้อยกว่าที่ต้องการแรงผลึกของแม่แรงหัวเจาะอาจไม่สามารถถ่ายแรงไปได้ ซึ่งจะทำให้เกิดค่าความเค้นที่คาดไม่ถึงขึ้นบน Main grider

5.4.4 การป้องกันการรั่วซึมของน้ำ (Waterproofing)

การป้องกันน้ำรั่วซึมเข้าสู่อุโมงค์นั้นเป็นสิ่งสำคัญ เพราะจะส่งผลถึงความสามารถในการขุดเจาะอุโมงค์ รวมถึงผลกระทบจากดินและผิวหน้าเนื่องจากการสูญเสียน้ำของน้ำใต้ดินและการใช้หลังเสริมการก่อสร้าง การรั่วซึมของน้ำเป็นสาเหตุให้อุโมงค์มีสภาพเสื่อมลงและลดอายุการใช้งานของอุโมงค์อีกด้วย การปิด และการอุดรอยรั่วน้ำตามจุดต่อนั้นจำเป็นสำหรับการป้องกันการรั่วซึม โดยปกติวัสดุที่ใช้ปิดจะถูกลง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

ไว้ที่ร่องตามแนวผิวหน้า สำหรับวัสดุที่ใช้อุดรอบรูรั่วควรอุดในร่องอื่นตามผิวหน้าของจุดต่อหลังประกอบ ชั้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์การป้องกันอื่นก็อาจทำที่รูสลักเกลียวและรูสำหรับอัดฉีดน้ำปูนหลังชั้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ ซึ่งอาจถูกขุดถ้าจำเป็นสำหรับชั้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์เหล็กนั้นไม่จำเป็น อย่างไรก็ตามต้องมีร่องสำหรับการอุดรอยรั่ว

5.4.5 รูสำหรับอัดฉีดน้ำปูน (Grouting hole)

ในหลายๆ กรณี จะมีรูอัดฉีดน้ำปูน 1 รู ต่อชั้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์ 1 ชั้นเพื่อใช้สำหรับอัดฉีดน้ำปูน จำนวนของรูอัดฉีดน้ำปูนที่ใช้ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะลดลงเพื่อป้องกันปัญหาจากการรั่วซึมของน้ำ เข้ามายังรูอัดฉีดน้ำปูน

เส้นผ่านศูนย์กลางของรูอัดฉีดน้ำปูนควรออกแบบโดยพิจารณาถึงวัสดุที่จะอัดฉีดเข้าไป โดยปกติเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของรูอัดฉีดน้ำปูนควรมีค่าประมาณ 50 มิลลิเมตร วัสดุรูปร่างขนาดและตำแหน่งของรูอัดฉีดน้ำปูนควรออกแบบโดยพิจารณาถึงความปลอดภัย ความสามารถในการทำงาน และกรณีรูอัดฉีดน้ำปูนถูกใช้เป็นที่เกี่ยวสำหรับยกชั้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์

5.5 ระดับของอุโมงค์ (Grade of tunnel)

ระดับของอุโมงค์ จะถูกกำหนดโดยการ พิจารณา ถึงวัตถุประสงค์ของการใช้งาน การบำรุงรักษา และการจัดการเป็นหลัก ระดับของอุโมงค์จะกำหนดโดยการพิจารณาวัตถุประสงค์ของการใช้งานโดยทั่วไป อย่างไรก็ตามการถูกจำกัดหลายอย่างก็จะมีอยู่เนื่องจากการมีอยู่ของแม่น้ำงานใต้ดินที่มีอยู่, ระบบสาธารณูปโภคที่อยู่ใต้ดินและอุปสรรคอื่นๆ

เมื่อระดับของอุโมงค์เกิน 2% จะทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานต่ำลงและผลกระทบจากผลที่ตามมาก็ต้องพิจารณา จึงมีความจำเป็นที่จะต้องจัดให้มีมาตรการด้านความปลอดภัย ระดับของอุโมงค์ใต้ดินหลังจากเสร็จจะได้รับการออกแบบตามปกติให้เล็กน้อยแต่ ควรจะเพียงพอสำหรับการระบายตามธรรมชาติ (ประมาณ 0.2% น้อยที่สุด) ในอุโมงค์ที่ใช้สำหรับถนน ทางรถไฟ กำลังไฟฟ้า การโทรคมนาคม

บทที่ 6

การวิเคราะห์แรงกระทำต่อผนังอุโมงค์

6.1 กล่าวนำ

ในบทนี้ จะแสดงตัวอย่างคำนวณจากทฤษฎีต่างๆ โดยใช้โครงการอุโมงค์ระบายน้ำของพื้นที่เขต พระโขนง กรุงเทพมหานคร เป็นกรณีศึกษา ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถึงขอบนอก 16.5 เมตร ความหนาของอุโมงค์ 0.75 เมตร โดยศูนย์กลางของอุโมงค์อยู่ที่ความลึก 11.5 เมตรจากผิวดินและใช้ข้อมูลหลุมเจาะที่ตำแหน่ง 0+000 ถึง 5+000 ฝั่งตะวันออก ผลการวิเคราะห์นอกเหนือจากนี้แสดงในภาคผนวก ข

6.2 การออกแบบชิ้นส่วนประกอบผนังอุโมงค์

ตัวอย่างการวิเคราะห์ พิจารณาที่ จุด 0+000 ถึง 5+000 ฝั่งตะวันออก (จากรูปที่ 3.6(ก) ถึง 3.6(ง))

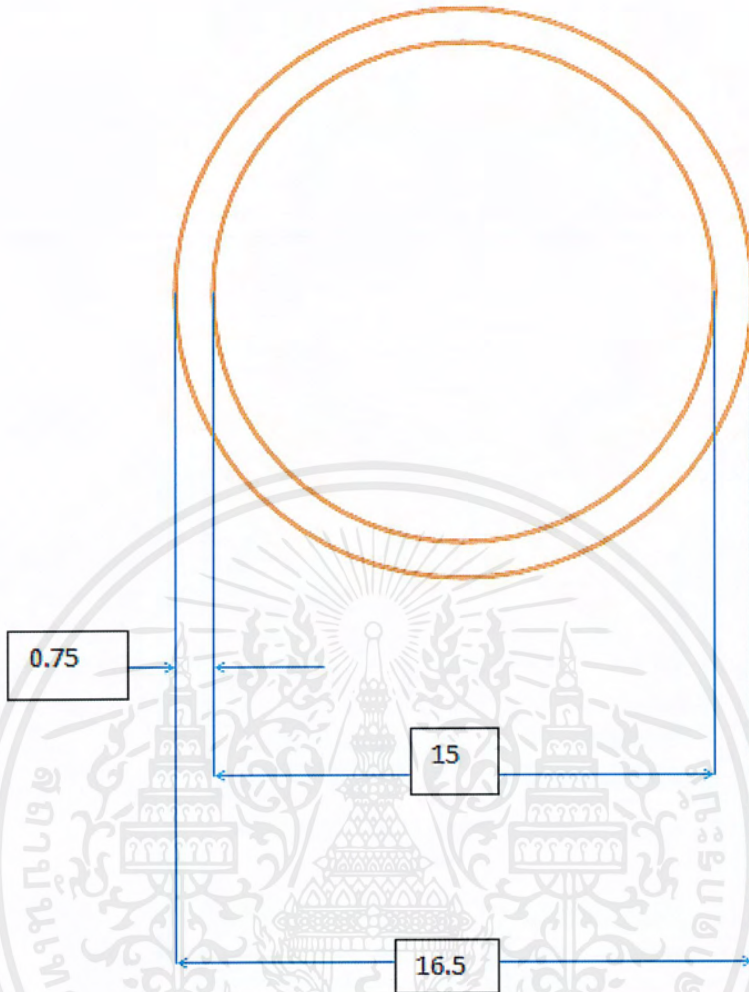
- 1) นำค่า γ_t จากภาพมาแทนในพารามิเตอร์ γ ของสมการในแต่ละทฤษฎีเพื่อหาความดันดิน
- 2) นำความลึกที่ตรงตามที่กำหนดตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์ มาใช้ในการคำนวณความดันที่ตำแหน่งนั้นๆ
- 3) เลือกค่าสัมประสิทธิ์แรงดันดินด้านข้าง (K_0) ที่แปรผันตามชนิดของดินโดยเทียบจากตารางที่ 4.2
- 4) เลือกค่าสัมประสิทธิ์ K ที่แปรผันตามชนิดของดินโดยเทียบจากตารางที่ 4.3
- 5) เลือกค่า Young's Modulus (E) จากชนิดของดินโดยเทียบจากตารางที่ 4.4

6.2.1 ชิ้นส่วนคอนกรีต

กำหนดรายละเอียดของชิ้นส่วนคอนกรีตดังรูปที่ 6.1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถึงขอบนอกของอุโมงค์	$D_0 = 16.5$ เมตร
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถึงขอบในของอุโมงค์	$D_i = 15$ เมตร
ความหนาของผนัง	$t = 0.75$ เมตร
ความกว้างของชิ้นส่วน	$b = 2$ เมตร

จำนวนชิ้นส่วนใน 1 วง 6 ชิ้น
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาแล 83 ข้ออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.1 แสดงหน้าตัดของอุโมงค์

6.2.2 คุณสมบัติของวัสดุ

คอนกรีต

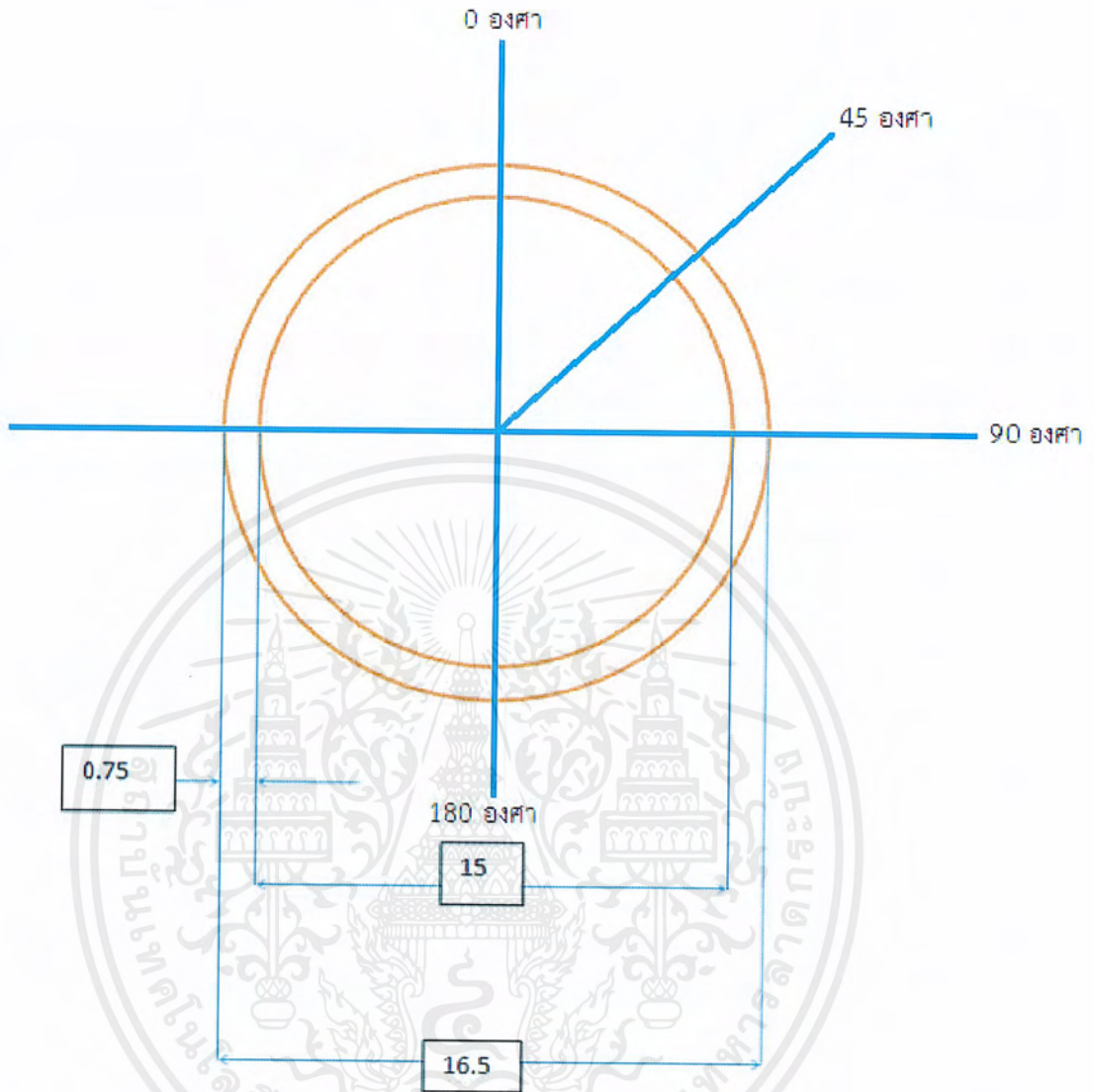
; $f'_c = 400 \text{ kg/cm}^2$

$E_c = 30 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$

เหล็กเสริม

; SD 40 ; $f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$

SR 24 ; $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$



รูปที่ 6.2 แสดงตำแหน่งของ Θ

6.2.3 หาแรงกระทำภายในโดยวิธีของ JSCE 1996

ความดันดินในแนวตั้งที่ตำแหน่ง top

$$P_{e1} = \gamma h = (18.66 \times 5) = 93.3 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{w1} = \gamma_w h \times 10 \times (0) = 0 \text{ kN/m}^2$$

ความดันดินในแนวตั้งที่ตำแหน่ง bottom

$$P_{e2} = \gamma h = (17.854 \times 20) - (10 \times 14) = 217.0783 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{w2} = \gamma_w h = 10 \times 14 = 140 \text{ kN/m}^2$$

ความดันดินในแนวราบที่ตำแหน่ง Crown

$$q_{e1} = k_0 P_{e1} = 0.5 \times 93.3 = 46.65 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{w1} = K_w \gamma_w h = 0 \text{ kN/m}^2$$

ความดันดินในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert

$$q_{e2} = K_0 P_{e2} = 0.49 \times 217.0783 = 106.7899 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{w2} = K_w \gamma_w h = 10 \times 14 = 140 \text{ kN/m}^2$$

ความดันรวม

$$P = P_{e1} + P_{w1} = 93.3 + 0 = 93.3 \text{ kN/m}^2$$

$$Q = q_{e1} + q_{w1} = 46.65 + 0 = 46.65 \text{ kN/m}^2$$

$$Q' = q_{e1} + q_{w2} = 106.7899 + 140 = 246.7899 \text{ kN/m}^2$$

แรงต้านทานในแนวอน

$$\delta = \frac{(2P - Q - Q')R_c^4}{24(\eta E_c I + 0.0454 k R_c^4)}$$

$$\delta = \frac{(2 \times 93.3 - 46.65 - 246.7899) \times 7.875^4}{24 \times (1 \times 30 \times 10^6 \times 0.03516 + 0.0454 \times 20000 \times 7.875^4)}$$

$$= -3.77 \times 10^{-3}$$

$$k\delta = 20000 \times (-3.77 \times 10^{-3}) = -75.4 \text{ kN/m}^2$$

แรงเนื่องจากน้ำหนักตัวอุโมงค์ (P_g)

$$W = \frac{\pi (D_0^2 - D_i^2) \gamma_c}{4} = \frac{\pi (16.5^2 - 15^2) \times 26}{4} = 964.862 \text{ kN/m}^2$$

$$g = \frac{W}{2\pi R_c} = \frac{964.862}{2\pi \times 7.875} = 19.500 \text{ kN/m}^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P_g = \pi x g = \pi x 19.500 = 61.261 \text{ kN/m}^2$$

หาแรงกระทำภายใน

แรงภายในเกิดจากแรงภายนอกในแนวตั้ง ($P = P_{e1} + P_{w1}$)

$$M_1 = \frac{1}{4} (1 - 2\sin^2\theta)P \cdot R_c^2$$

$$N_1 = \sin^2\theta \cdot P \cdot R_c$$

$$Q_1 = -P \cdot R_c \cdot \sin\theta\cos\theta$$

ตารางที่ 6.1 แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของ

θ	0	45	90	135	180
M_1 (KN-m/m)	1446.514	0	-1446.514	0	1446.514
N_1 (KN/m)	0	367.369	734.378	367.369	0
Q_1 (KN/m)	0	-367.369	0	367.369	0

แรงภายในที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวนอน ($Q = q_{e1} + q_{w1}$)

$$M_2 = \frac{1}{4}(1 - 2\cos^2\theta)Q \cdot R_c^2$$

$$N_2 = \cos^2\theta \cdot Q \cdot R$$

$$Q_2 = Q \cdot R_c \cdot \sin\theta\cos\theta$$

ตารางที่ 6.2 แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์

θ	0	45	90	135	180
M_2 (KN-m/m)	-723.257	0	723.257	0	-723.257
N_2 (KN/m)	367.369	183.684	0	183.684	367.369
Q_2 (KN/m)	0	183.684	0	-183.684	0

แรงภายในที่เกิดจากแรงภายนอกในแนวนอนแบบสามเหลี่ยม ($Q' = q_{e2} + q_{w2}$)

$$M_3 = \frac{1}{48} (6 - 3\cos\theta - 12\cos^2\theta + 4\cos^3\theta)(Q - Q_c)R_c^2$$

$$N_2 = \frac{1}{16} (\cos\theta + 8\cos^2\theta - 4\cos^3\theta)(Q - Q_c)R_c$$

$$Q_3 = \frac{1}{16} (\sin\theta + 8\sin\theta\cos\theta - 4\sin\theta\cos^2\theta)(Q - Q_c) \cdot R_c$$

ตารางที่ 6.3 แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์

θ	0	45	90	135	180
M_3 (KN-m/m)	-1292.9	-182.843	1551.476	182.843	-1810.06
N_3 (KN/m)	492.532	324.371	0	463.68	1083.57
Q_3 (KN/m)	0	324.371	98.506	-463.68	0

แรงภายในที่เกิดจากแรงต้านทานในแนวนอน($k\delta$)

$$0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{4}$$

$$M_4 = (0.2346 - 0.3536\cos\theta)(k\delta)R_c^2$$

$$N_4 = (0.3536\cos\theta)(k\delta)R_c$$

$$Q_4 = 0.3536\sin\theta \cdot (k\delta)R_c$$

$$\frac{\pi}{4} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$$

$$M_4 = (-0.3487 + 0.5\sin^2\theta + 0.2357\cos^2\theta)(k\delta)R_c^2$$

$$N_4 = (-0.7071\cos\theta + \cos^2\theta + 0.7071\sin^2\theta\cos\theta)(k\delta)R_c$$

$$Q_4 = (\sin\theta\cos\theta - 0.7071\cos^2\theta\sin\theta)(k\delta)R_c$$

ตารางที่ 6.4 แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์

θ	0	45	90	135	180
M_d (KN-m/m)	556.441	71.858	-707.475	71.858	556.441
N_d (KN/m)	-209.959	-148.445	0	-148.445	-209.959
Q_d (KN/m)	0	-148.445	0	148.445	0

แรงภายในที่เกิดจากน้ำหนักของผนังอุโมงค์ ($g = \gamma_c \cdot t$)

$$0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$$

$$M_5 = \left(\frac{3}{8}\pi - \theta \sin\theta - \frac{5}{6}\cos\theta \right) g \cdot R_c^2$$

$$N_5 = \left(\theta \sin\theta - \frac{1}{6}\cos\theta \right) g \cdot R_c$$

$$Q_5 = - \left(\theta \cos\theta + \frac{1}{6}\sin\theta \right) g \cdot R_c$$

$$\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \pi$$

$$M_5 = \left(-\frac{\pi}{8} + (\pi - \theta)\sin\theta - \frac{5}{6}\cos\theta - \frac{1}{2}\pi\sin^2\theta \right) g \cdot R_c^2$$

$$N_5 = \left(-\pi\sin\theta + \theta\sin\theta + \pi\sin^2\theta - \frac{1}{6}\cos\theta \right) g \cdot R_c$$

$$Q_5 = \left((\pi - \theta)\cos\theta - \pi\sin\theta\cos\theta - \frac{1}{6}\sin\theta \right) g \cdot R_c$$

ตารางที่ 6.5 แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์

Θ	0	45	90	135	180
M_5 (KN-m/m)	416.925	40.489	-474.893	-40.489	532.861
N_5 (KN/m)	-25.594	67.185	241.215	174.03	25.594
Q_5 (KN/m)	0	-103.38	-25.594	137.835	0

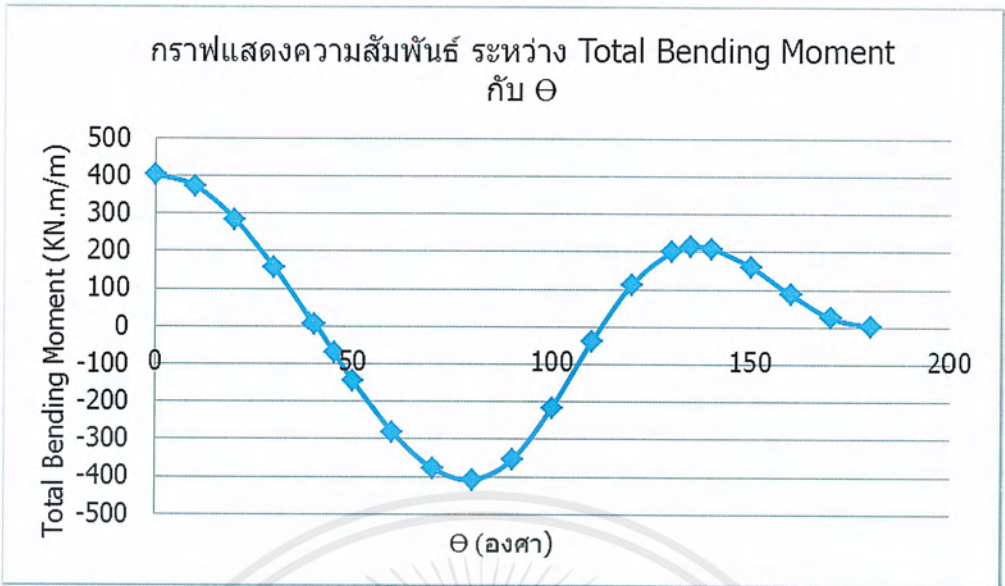
แรงโมเมนต์ดัดทั้งหมด(Total Bending moment) $M_T = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5$

แรงในแนวแกนทั้งหมด(Total axial force) $N_T = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5$

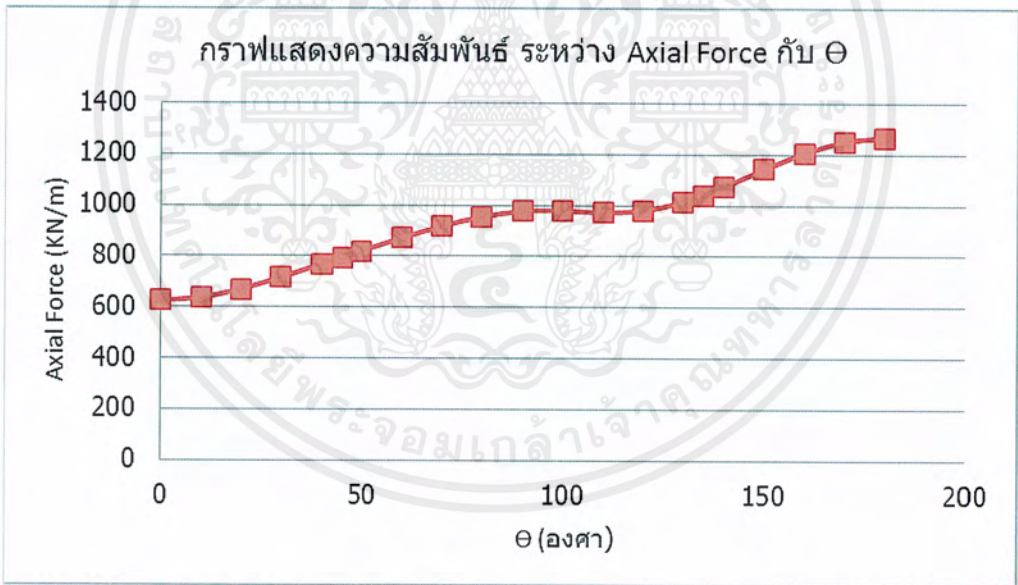
แรงเฉือนทั้งหมด(Total shear forces) $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$

ตารางที่ 6.6 แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์

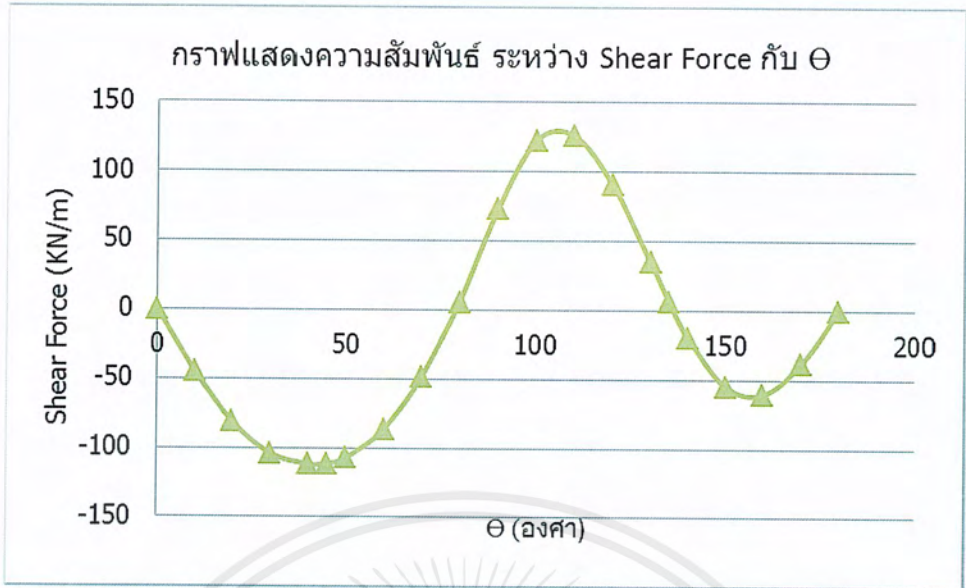
Θ	0	45	90	135	180
M_T (KN-m/m)	403.726	-70.496	-354.149	214.212	2.504
N_T (KN/m)	624.348	794.164	975.953	1040.318	1266.574
Q_T (KN/m)	0	-111.139	72.912	6.285	0



รูปที่ 6.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Total Bending Moment ที่ตำแหน่งต่างๆ จากทฤษฎี JSCE1996



รูปที่ 6.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Total Axial Force ที่ตำแหน่งต่างๆ จากทฤษฎี JSCE 1996



รูปที่ 6.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Shear Force ที่ตำแหน่งต่างๆ จากทฤษฎี JSCE 1996

6.2.4 หาแรงกระทำภายในโดยวิธีของ Einstein

$$C'' = \frac{ER(1 - v_s^2)}{E_s A_s(1 - v^2)}$$

$$C'' = \frac{22000 \times 8.25(1 - 0.25^2)}{30 \times 10^6 \times 0.75 \times (1 - 0.34^2)} = 0.009$$

$$F'' = \frac{ER^3(1 - v_s^2)}{E_s I_s(1 - v^2)}$$

$$F'' = \frac{22000 \times 8.25^3(1 - 0.25^2)}{30 \times 10^6 \times 0.03516(1 - 0.34^2)} = 12.415$$

$$a_0^* = \frac{C^* F^* (1 - v)}{C^* + F^* + C^* F^* (1 - v)}$$

$$a_0^* = \frac{0.009 \times 12.415(1 - 0.34)}{0.009 + 12.415 + 0.009 \times 12.415(1 - 0.34)} = 0.006$$

$$a_2^* = \frac{(F^* + 6)(1 - v)}{2F^*(1 - v) + 6(5 - 6v)}$$

$$a_2^* = \frac{(12.415+6)(1-0.34)}{2 \times 12.415(1-0.34)+6(5-6 \times 0.34)} = 0.356$$

$$A_s = 0.75 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\gamma_{\text{ave}} = 18.5 \text{ kN/m}^3$$

$$P = \gamma D_{\text{center}} = (18.5 \times 11.5) = 212.75 \text{ kN/m}^2$$

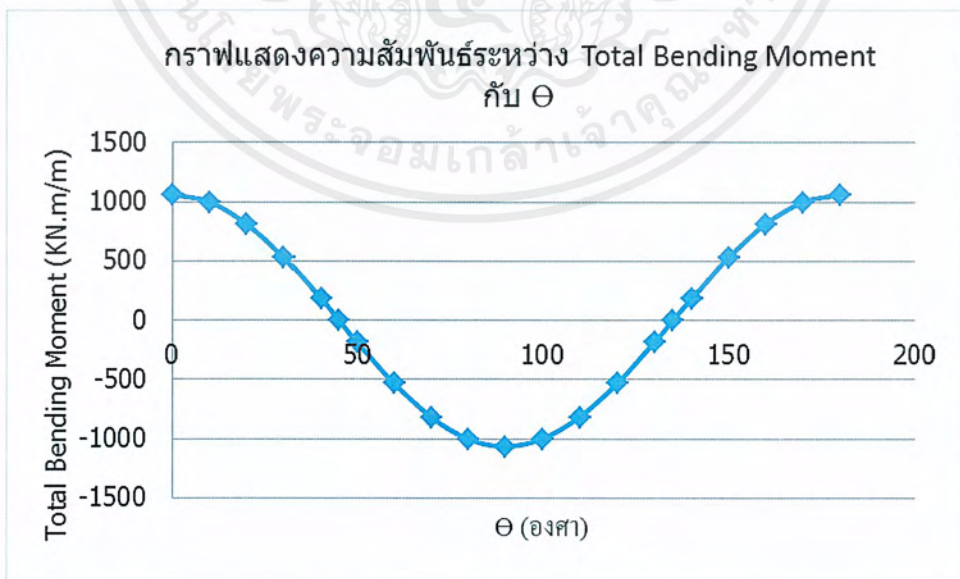
การหาแรงกระทำภายใน

$$\frac{T}{PR} = \frac{1}{2}(1+K)(1-a_0^*) + \frac{1}{2}(1-K)(1-2a_2^*)\cos 2\theta$$

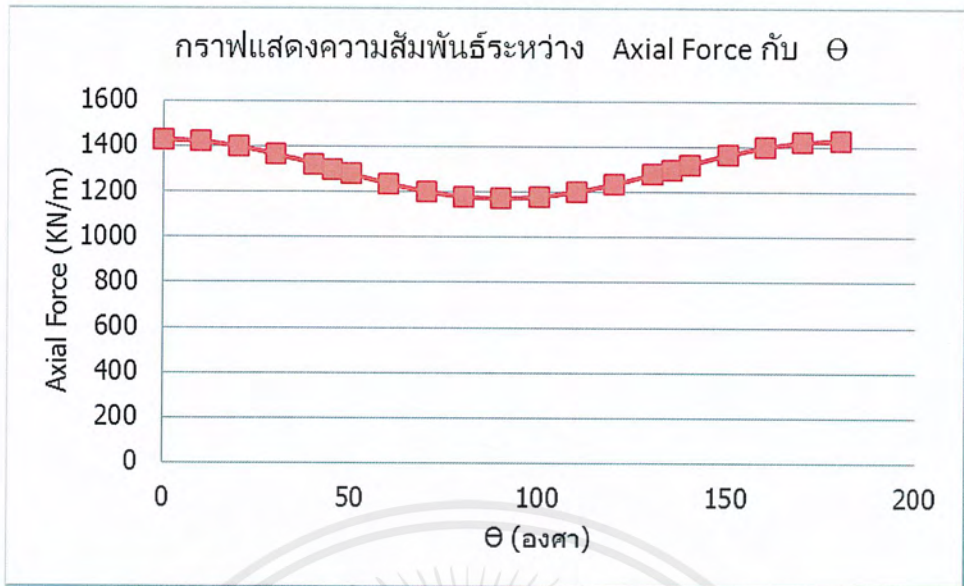
$$\frac{M}{PR^2} = \frac{1}{2}(1-K)(1-2a_2^*)\cos 2\theta$$

ตารางที่ 6.7 แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์

Θ	0	45	90	135	180
MT (KN-m/m)	1063.433	0	-1063.43	0	1063.433
NT (KN/m)	1428.67	1299.769	1170.868	1299.769	1428.67



รูปที่ 6.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Total Bending Moment ที่ตำแหน่งต่างๆจากทฤษฎี Einstein



รูปที่ 6.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Total Axial Force ที่ตำแหน่งต่างๆ จากทฤษฎี Einstein

6.2.5 หาแรงกระทำภายในโดยวิธีของ Muir Wood

$$P_v = P_{e1} + P_{w1} = 93.3 + 0 = 93.3 \text{ kN/m}^2$$

(จากทฤษฎี ของ JSCE 1996)

$$P_H = K_0 P_{e2} + P_{w2} = 0.49 (217.0783) + 14 \times 10$$

$$= 246.79 \text{ kN/m}^2$$

(จากทฤษฎี ของ JSCE 1996)

เนื่องจากการคิดทิศทางของพารามิเตอร์ในทฤษฎีของ Muir Wood คิดสลับกับของทฤษฎีของ JSCE 1996 ดังนั้นจึงมีการคิดเครื่องหมายที่ตรงกันข้าม

$$P_0 = P_v - P_H$$

$$P_0 = (-93.3) - (-246.79) = 153.49 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{BAR}} = 0.5 \times (P_v + P_H)$$

$$P_{\text{BAR}} = 0.5 \times (93.3 + 246.79) = 170.045 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_2 = \frac{E \times R_0^3}{E_c (1 + \nu) \cdot 12 \cdot I}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q_2 = \frac{22000 \times 8.25^3}{30 \times 10^6 \times (1 + 0.34) \times 12 \times 0.03516} = 0.72833$$

$$S_T = \frac{P_0 \times (1 + 2Q_2)}{2 \times \left(1 + \frac{Q_2 \cdot (3 - 2\nu)}{3 - 4\nu}\right)}$$

$$S_T = \frac{-153.49 \times (1 + 2 \times 0.72833)}{2 \times \left(1 + \frac{0.72833 \times (3 - 2 \times 0.34)}{3 - (4 \times 0.34)}\right)} = -92.8604$$

$$S_{N1} = 3 \times (3 - 4\nu) \times \frac{P_0}{2} - (2 \cdot Q_2 + (4 - 6\nu)) \times S_T$$

$$S_{N1} = 3 \times (3 - 4 \times 0.34) \times \left(\frac{-153.49}{2}\right) - (2 \cdot 0.72833 + (4 - 6 \times 0.34)) \times (-92.8604) = -60.3129$$

$$S_{N2} = 4 \cdot Q_2 + 5 - 6\nu$$

$$S_{N2} = 4 \cdot 0.72833 + 5 - (6 \times 0.34) = 5.87332$$

$$S_N = \frac{S_{N1}}{S_{N2}}$$

$$S_N = \frac{-60.3129}{5.873321} = -10.269$$

$$Q = \frac{E_c \times R_0}{E(1 + \nu) \cdot (R_0 - R_I)}$$

$$Q = \frac{30 \times 10^6 \times 8.25}{22000 \times (1 + 0.34) \times (8.25 - 7.5)} = 11194.03$$

$$\Delta P = \frac{P_{BAR}}{1 + Q}$$

$$\Delta P = \frac{170.045}{1 + 11194.03} = 0.0152 \text{ kN/m}^2$$

$$N_B = \Delta P \times R_0$$

$$N_B = 0.0152 \times 8.25 = 0.125 \text{ kN/m}^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงภายในที่เกิดจากแรง P_0

$$M_1 = \frac{R_0^2}{6} (2S_N + S_T) \cos 2\theta$$

$$N_1 = -\frac{R_0}{3} (S_N + 2S_T) \cos 2\theta$$

$$S_1 = -\frac{R_0}{3} (2S_N + S_T) \sin 2\theta$$

ตารางที่ 6.8 แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์

?	0	45	90	135	180
M_1 (KN-m/m)	1286.36	0	-1286.362	0	1286.36
N_1 (KN/m)	-538.972	0	506.468	0	-538.972
S_1 (KN/m)	0	-538.972	0	538.972	0

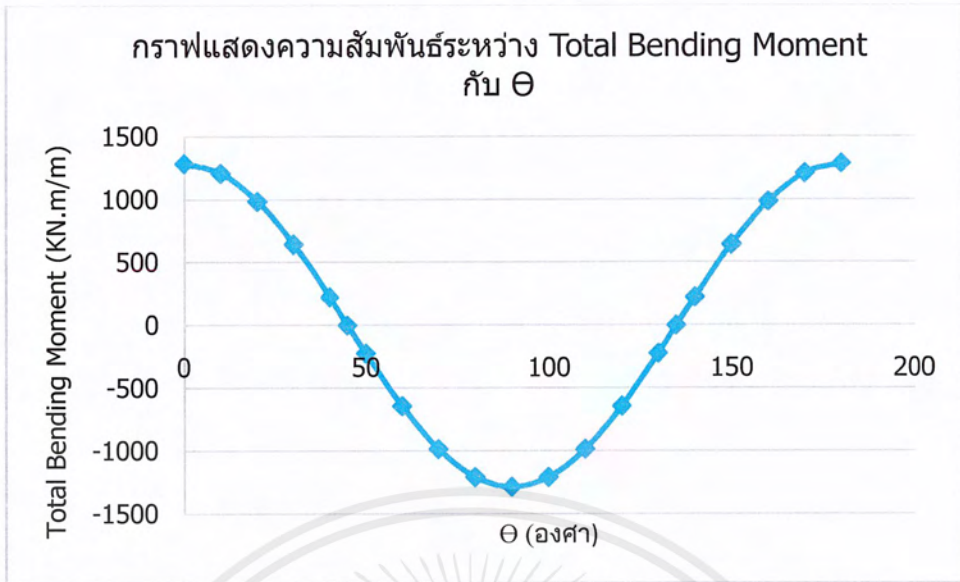
แรงโมเมนต์ดัดทั้งหมด(Total Moment) $M_T = M_1$

แรงในแนวแกนทั้งหมด(Total axial forces) $N_T = N_1 + N_2$

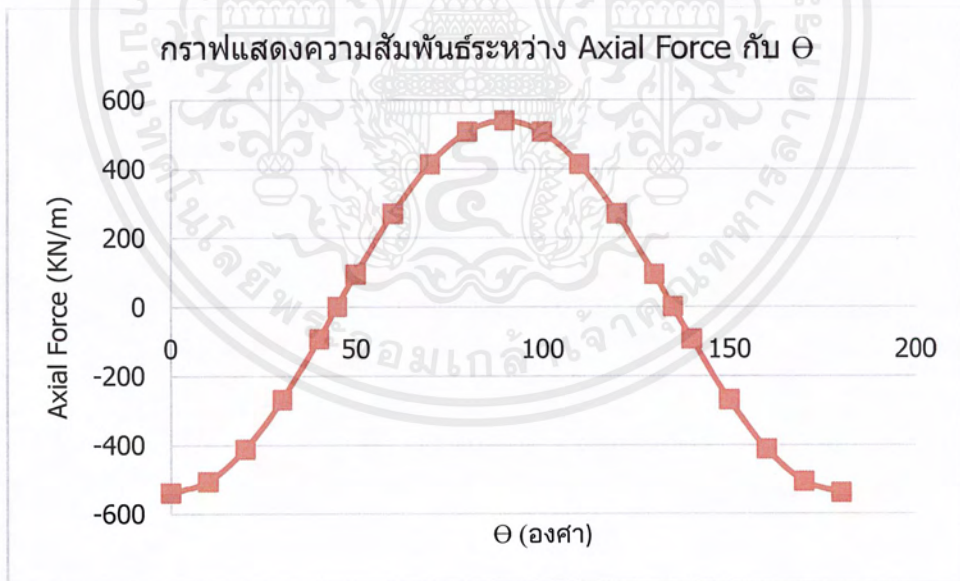
แรงเฉือนทั้งหมด(Total shear forces) $S_T = S_1$

ตารางที่ 6.9 แสดงผลลัพธ์ตามตำแหน่งต่างๆของอุโมงค์

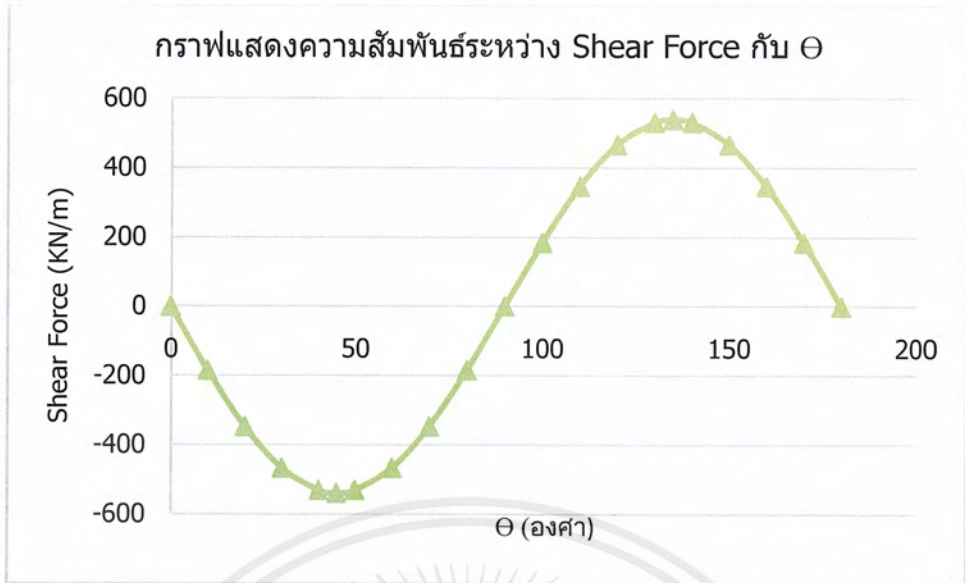
?	0	45	90	135	180
MT (KN-m/m)	1286.36	0	-1286.362	0	1286.36
NT (KN/m)	-539.097	-0.125	538.847	-0.125	-539.097
ST (KN/m)	0	-538.972	0	538.972	0



รูปที่ 6.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Total Bending Moment กับ θ จากทฤษฎี Muirwood



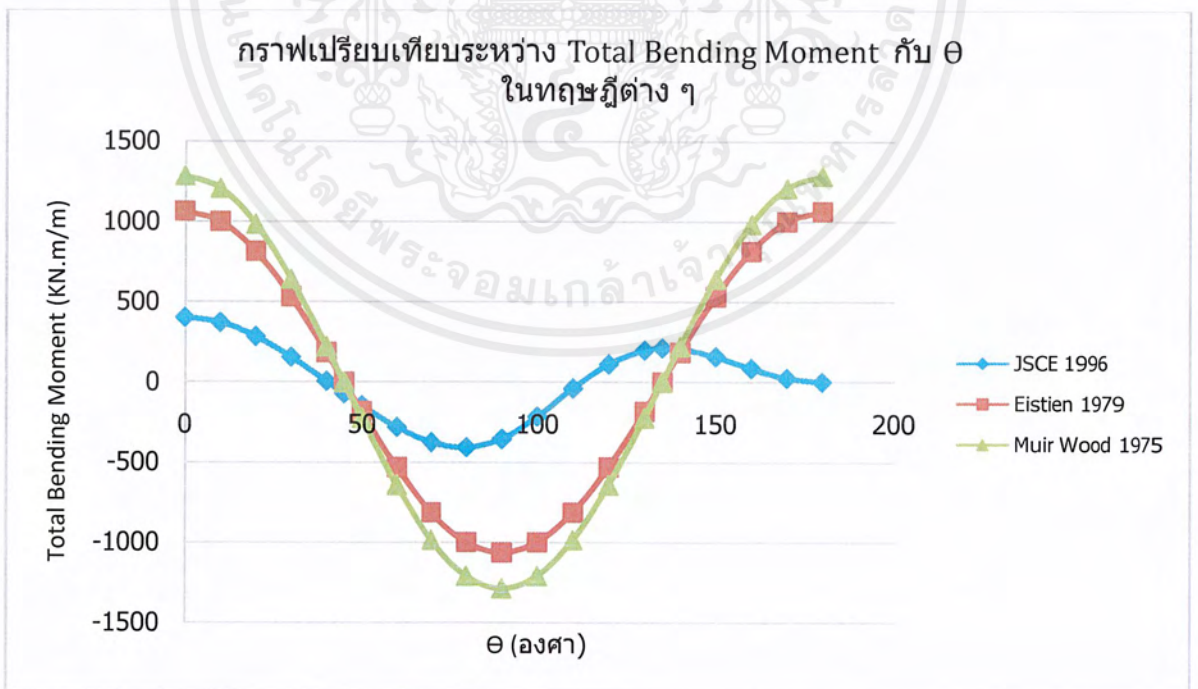
รูปที่ 6.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Force กับ θ จากทฤษฎี Muirwood



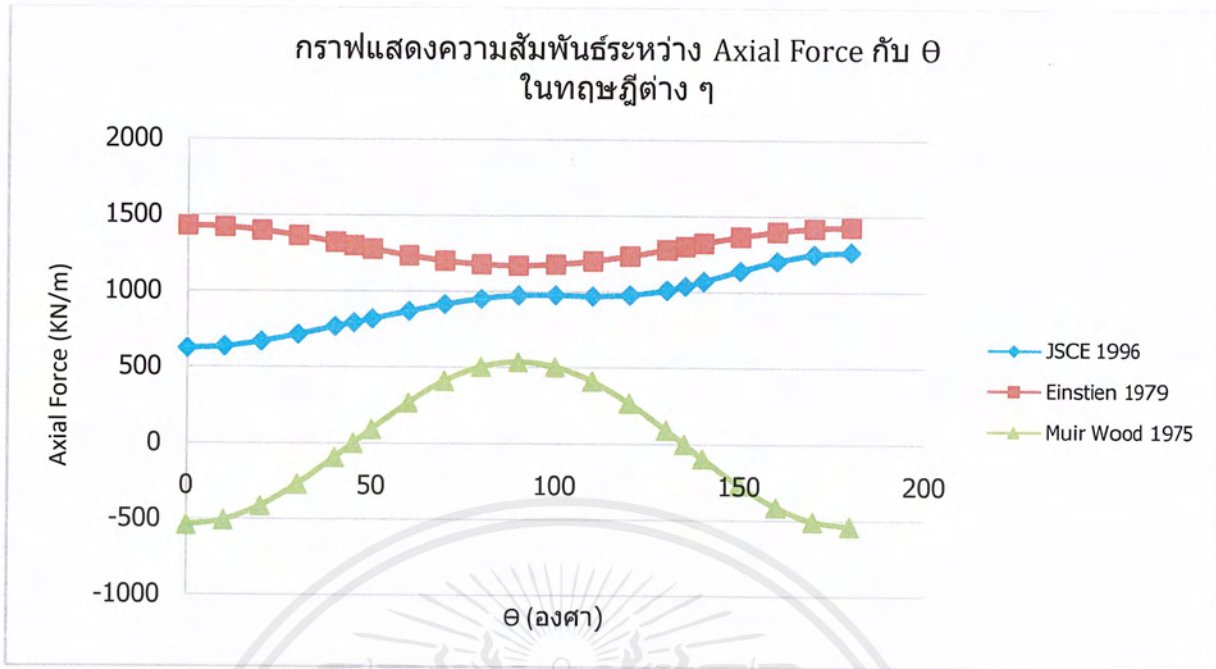
รูปที่ 6.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Shear Force กับ Θ จากทฤษฎี Muirwood

เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณข้างต้นมาเปรียบเทียบกับกันจะทำให้ได้กราฟดังรูปที่ 6.11(ก) ถึง

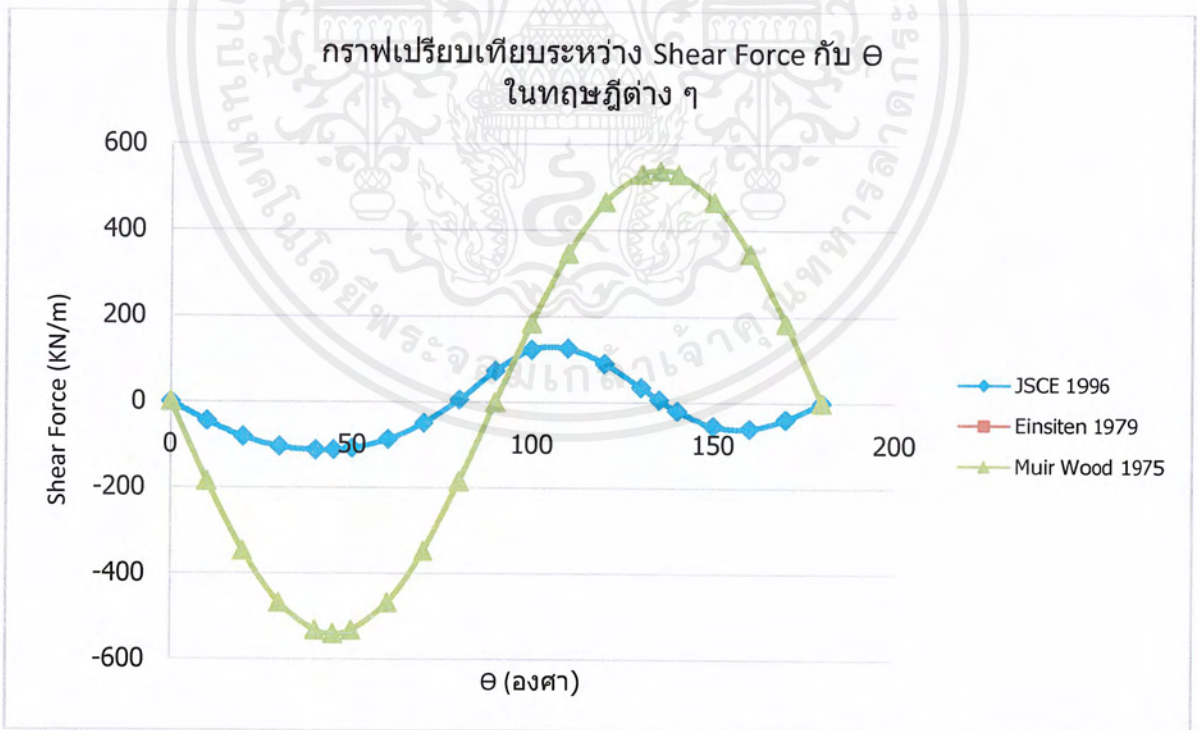
6.11(ค)



รูปที่ 6.11(ก) เปรียบเทียบ Total Bending Moment กับ Θ ในทฤษฎีต่างๆ



รูปที่ 6.11(ข) เปรียบเทียบ Axial Force กับ θ ในทฤษฎีต่างๆ



รูปที่ 6.11(ค) เปรียบเทียบ Shear Force กับ θ ในทฤษฎีต่างๆ

บทที่ 7

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

7.1. กล่าวนำ

การวิเคราะห์แรงกระทำต่อผนังอุโมงค์ตามบทที่ 6 ซึ่งผลการคำนวณทั้งหมดได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข ทำให้ได้บทสรุปและข้อเสนอแนะตามที่ได้ศึกษาโครงการพิเศษนี้ดังแสดงในบทนี้

7.2. บทสรุปโครงการพิเศษ

ตารางที่ 7.1 ตารางเปรียบเทียบแรงกระทำภายในของอุโมงค์ฝั่งตะวันตกของแต่ละทฤษฎี

ระยะทาง	Terzaghi			Einstein			Muir Wood		
	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m
0+00 ถึง 10+00	489.773	1233.121	148.106	654.459	1416.438	N.A.	717.342	519.672	519.331
10+00 ถึง 15+50	395.65	1245.106	127.54	764.897	1356.68	N.A.	859.913	510.284	510.024
15+50 ถึง 16+00	479.89	1092.155	150.728	606.289	1225.211	N.A.	764.09	513.025	512.737
16+00 ถึง 18+50	473.66	1033.933	145.326	553.862	1199.193	N.A.	685.748	491.895	491.602
18+50 ถึง 20+00	483.192	1145.876	144.841	609.92	1311.237	N.A.	682.266	490.382	490.06
20+00 ถึง 30+00	383.635	1140.919	126.3	740.869	1277.313	N.A.	860.88	512.595	512.358

ระยะทาง	Terzaghi			Einstein			Muir Wood		
	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m
30+00 ถึง 35+00	387.738	1173.857	125.936	727.908	1381.252	N.A.	847.624	502.551	502.305
35+00 ถึง 37+50	396.624	1207.804	125.721	645.846	1353.155	N.A.	688.705	494.293	493.961
37+50 ถึง 40+00	389.502	1160.779	125.377	599.277	1255.585	N.A.	694.482	499.640	499.323
40+00 ถึง 45+00	397.675	1199.928	124.358	708.785	1398.54	N.A.	812.585	418.176	480.925
45+00 ถึง 46+50	387.743	1175.575	126.62	734.044	1277.412	N.A.	944.917	530.382	530.168
46+50 ถึง 48+00	404.56	1288.96	126.6	743.118	1379.245	N.A.	854.983	513.799	513.536
48+00 ถึง 50+00	404.143	1305.789	127.657	812.671	1511.95	N.A.	873.348	526.4616	526.196
50+00 ถึง 51+50	404.847	1293.151	127.259	992.462	1454.93	N.A.	1126.032	546.304	546.131
51+50 ถึง 52+20	377.609	1065.12	123.847	819.432	1247.941	N.A.	1107.763	537.414	537.271

ระยะทาง	Terzaghi			Einstein			Muir Wood		
	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m
52+20 ถึง 60+00	415.229	1303.855	125.644	826.041	1464.769	N.A.	907.709	513.874	513.641
60+00 ถึง 65+00	235.936	1288.572	96.239	1044.819	1501.242	N.A.	1082.678	522.922	522.756
65+00 ถึง 70+00	292.431	1452.153	104.91	1567.249	1519.843	N.A.	1739.803	562.511	562.451
70+00 ถึง 71+50	489.808	1226.199	147.133	699.089	1491.529	N.A.	709.373	514.666	514.327
71+50 ถึง 73+00	486.666	1160.091	142.56	672.57	1347.099	N.A.	652.367	465.740	465.412
73+00 ถึง 74+00	404.884	1289.736	126.447	878.474	1549.807	N.A.	915.201	510.738	510.502

ตารางที่ 7.2 ตารางเปรียบเทียบแรงกระทำภายในของอุโมงค์ฝั่งตะวันออกของแต่ละทฤษฎี

ระยะทาง	Terzaghi			Einstein			Muir Wood		
	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m
0+00 ถึง 5+00	406.938	1266.574	125.564	1063.433	1428.67	N.A.	1286.36	539.097	538.972
5+00 ถึง 7+00	386.738	1170.372	126.486	533.613	1325.533	N.A.	578.476	514.580	514.161
7+00 ถึง 10+00	438.258	1386.49	126.137	1475.479	1457.945	N.A.	1268.545	531.643	531.507
10+00 ถึง 12+00	490.145	1231.779	145.518	667.006	1388.425	N.A.	734.17	499.253	498.939
12+00 ถึง 15+00	386.955	1148.367	125.099	703.447	1290.676	N.A.	853.315	512.318	512.082
15+00 ถึง 16+00	371.334	1040.116	124.736	666.93	1219.062	N.A.	864.513	518.560	518.346
16+00 ถึง 18+00	371.334	1040.116	124.736	642.314	1179.625	N.A.	864.513	518.560	518.346
18+00 ถึง 20+00	408.717	1279.725	125.179	844.153	1449.628	N.A.	904.278	510.398	510.168
20+00 ถึง 25+00	388.464	1200.575	127.221	802.393	1336.936	N.A.	965.007	546.279	546.064

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและตัว 103 ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทาง	Terzaghi			Einstein			Muir Wood		
	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m
25+00 ถึง 27+50	377.707	1194.127	130.967	886.189	1435.23	N.A.	1022.379	577.753	577.537
27+50 ถึง 30+00	480.527	1137.318	150.628	704.023	1430.505	N.A.	738.49	533.112	532.793
30+00 ถึง 35+00	481.137	1134.895	147.406	605.378	1339.284	N.A.	717.39	522.276	521.963
40+00 ถึง 44+00	366.897	1024.398	125.301	704.91	1226.712	N.A.	949.333	531.717	531.529
44+00 ถึง 45+00	478.843	1094.65	147.742	618.365	1285.376	N.A.	720.246	525.397	525.095
45+00 ถึง 47+50	383.754	1149.718	125.902	796.786	1323.811	N.A.	949.561	536.380	536.173
47+50 ถึง 50+00	481.16	1135.124	145.441	757.27	1337.577	N.A.	922.7	519.665	519.455
50+00 ถึง 54+00	275.344	1280.832	107.313	1315.926	1479.904	N.A.	1488.98	561.959	561.867
54+00 ถึง 56+00	376.855	1073.995	125.057	770.772	1291.745	N.A.	931.901	521.965	521.769
56+00 ถึง 59+00	473.703	1033.914	147.084	517.222	1175.775	N.A.	690.871	491.290	490.992

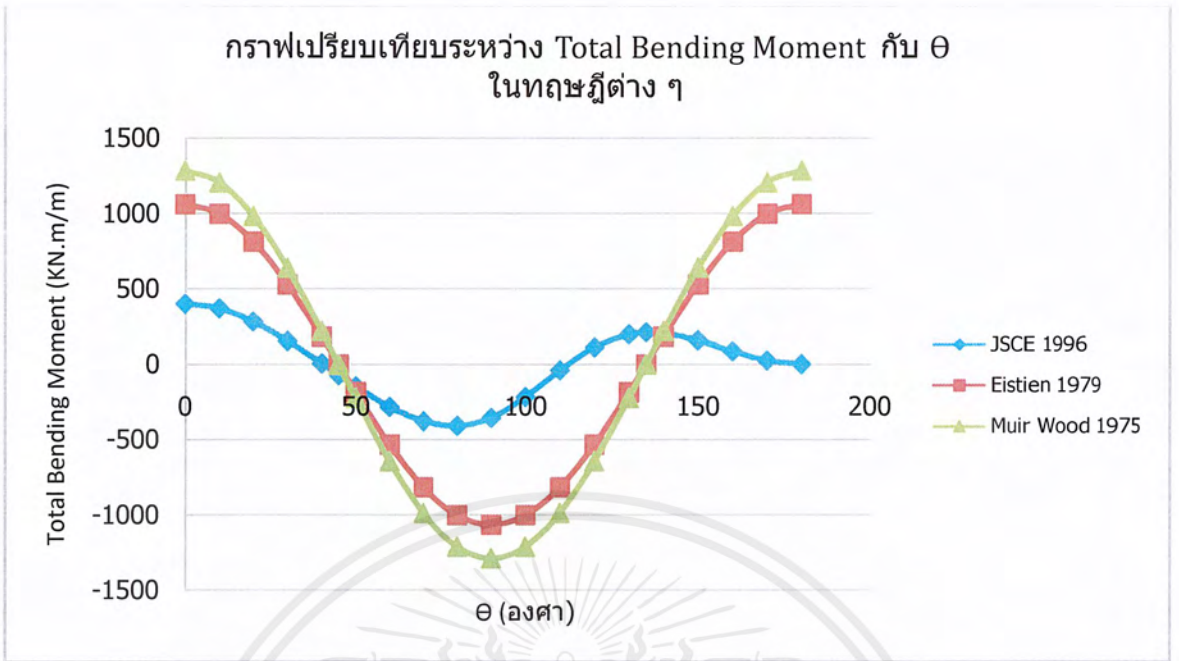
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 104 อย่างไม่แจ้งเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทาง	Terzaghi			Einstein			Muir Wood		
	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m
59+00 ถึง 60+00	374.765	1087.95	126.125	723.848	1245.327	N.A.	959.653	540.915	540.718
60+00 ถึง 61+00	389.866	1206.621	126.885	792.786	1363.93	N.A.	953.968	537.732	537.515
61+00 ถึง 65+00	400.02	1280.209	128.54	1407.485	1396.121	N.A.	1812.807	586.434	586.384
65+00 ถึง 66+50	383.553	1101.93	124.503	1134.279	1355.678	N.A.	1281.31	530.570	530.457
66+00 ถึง 69+00	480.848	1090.804	146.921	651.569	1329.493	N.A.	702.362	508.286	507.981
69+00 ถึง 70+00	481.407	1097.958	145.148	630.128	1332.597	N.A.	679.317	487.301	486.991
70+00 ถึง 71+00	487.02	1210.629	144.029	684.922	1448.475	N.A.	675.915	484.891	484.552
71+00 ถึง 75+00	404.641	1276.733	126.103	1198.37	1499.876	N.A.	1301.045	543.887	543.76
75+00 ถึง 80+00	490.951	1236.653	145.724	656.71	1495.369	N.A.	686.542	492.517	492.17

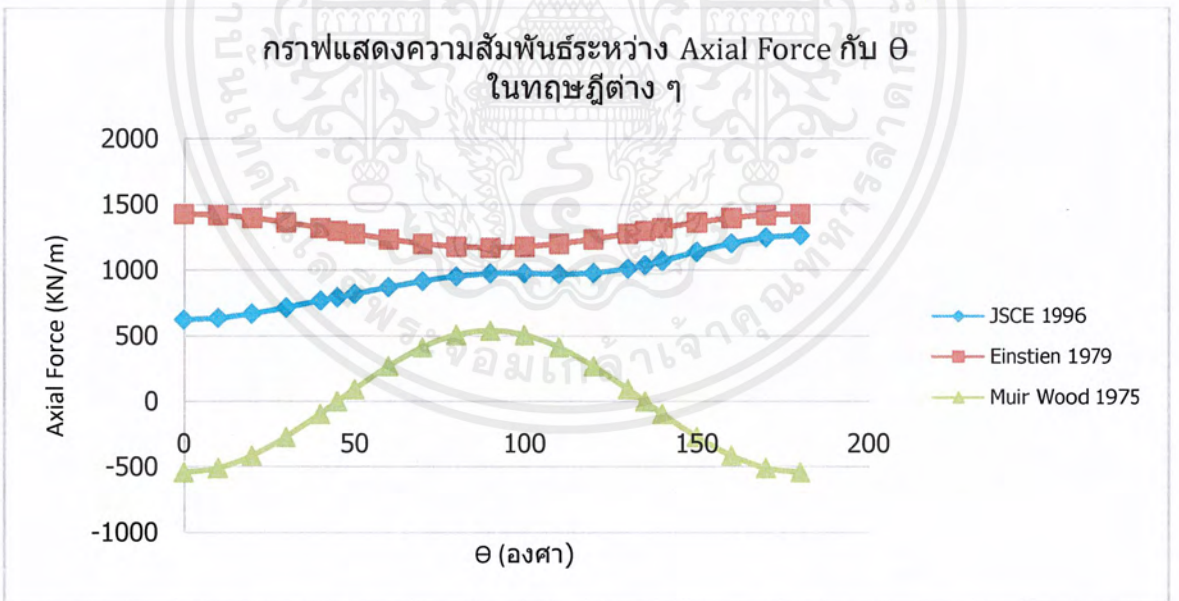
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 105 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทาง	Terzaghi			Einstein			Muir Wood		
	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m	<i>M</i> KN.m/m	<i>N</i> KN/m	<i>V</i> KN/m
80+00 ถึง 85+00	491.719	1259.642	143.125	699.405	1478.124	N.A.	674.854	488.433	488.086
85+00 ถึง 88+00	492.824	1253.767	142.783	694.31	1502.687	N.A.	699.086	484.260	483.915
88+00 ถึง 90+00	483.745	1165.672	145.228	641.021	1384.176	N.A.	691.873	499.731	499.406
90+00 ถึง 92+50	495.907	1205.259	140.346	631.339	1382.936	N.A.	645.214	465.145	464.811
92+50 ถึง 95+00	483.893	1151.969	146.145	664.233	1390.612	N.A.	700.781	508.165	507.845
95+00 ถึง 96+00	523.71	1203.609	141.782	649.992	1368.199	N.A.	593.968	427.178	426.845

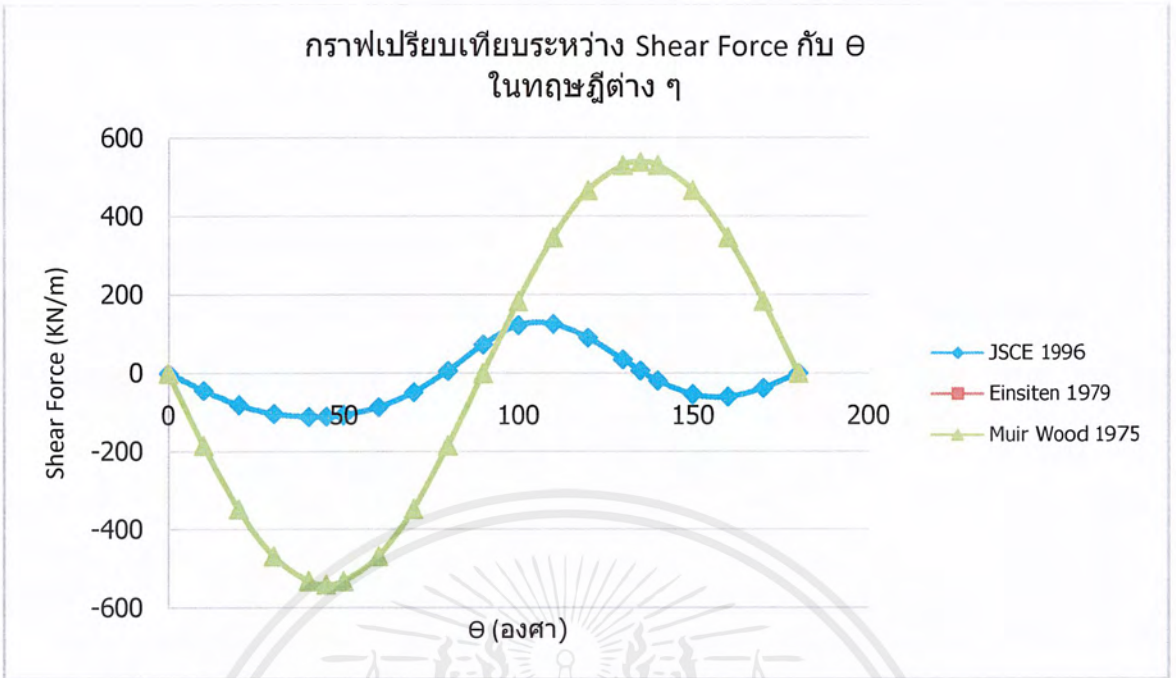
จากตารางที่ 7.1 และ 7.2 เมื่อนำผลลัพธ์ทั้งหมดที่ได้นำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับพารามิเตอร์ที่กระทำที่ผนังอุโมงค์ดังรูปที่ 7.1(ก) ถึง 7.1(ค) และจะได้ผลการเปรียบเทียบทั้งถนนวงแหวนฝั่งตะวันตกและถนนวงแหวนฝั่งตะวันออกดังรูปที่ 7.2(ก) ถึง 7.2(ฉ) ซึ่งเปรียบเทียบแรงกระทำ (โมเมนต์, แรงแนวแกน, แรงเฉือน) ในแต่ละทฤษฎี (Terzaghi, Einstein, Muir Wood) ต่อระยะทาง



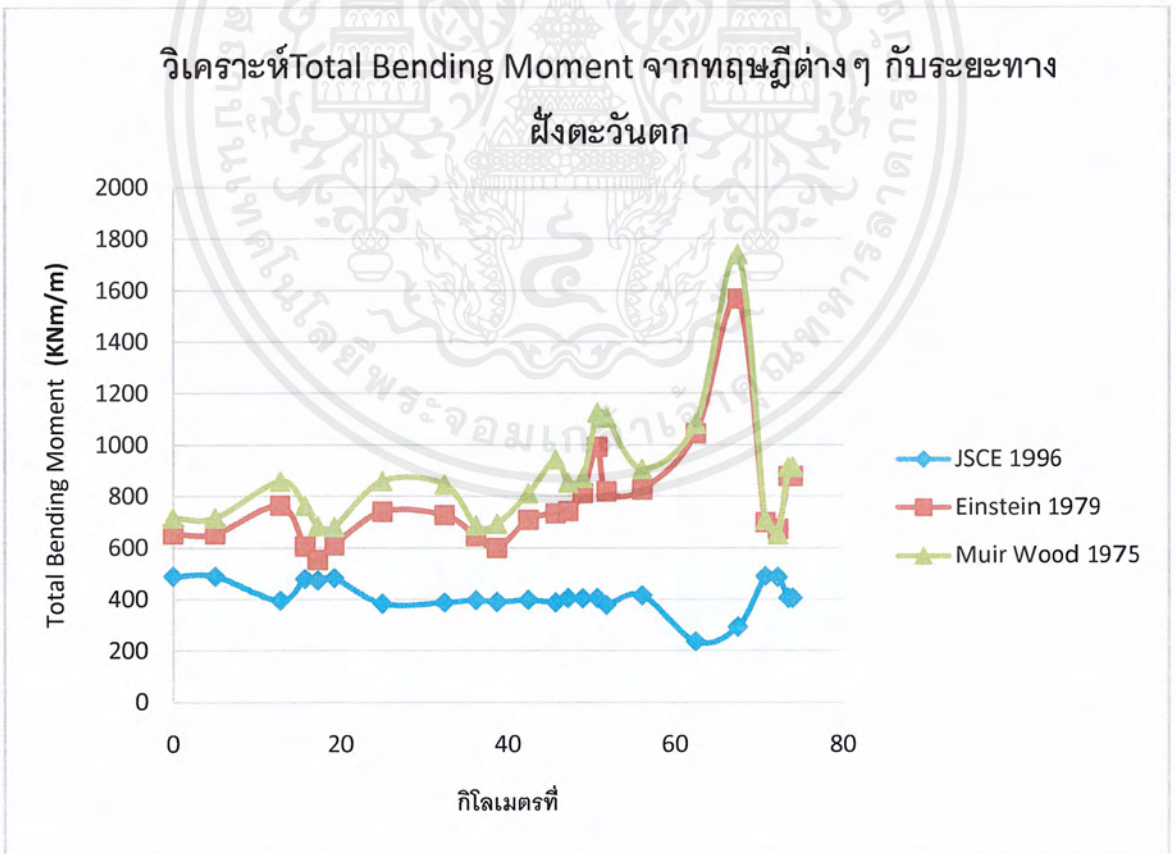
รูปที่ 7.1(ก) เปรียบเทียบระหว่าง Total Bending Moment กับ θ ในทฤษฎีต่าง ๆ



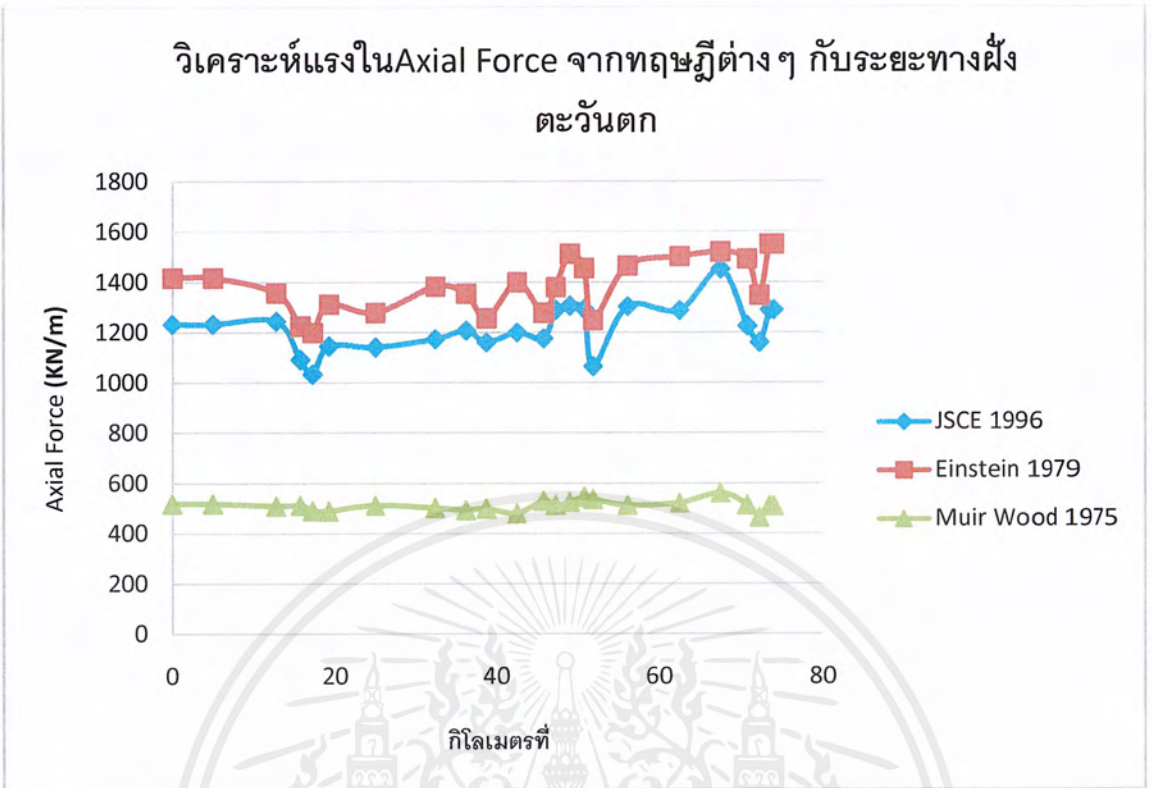
รูปที่ 7.1 (ข) เปรียบเทียบ Axial Force ที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎี



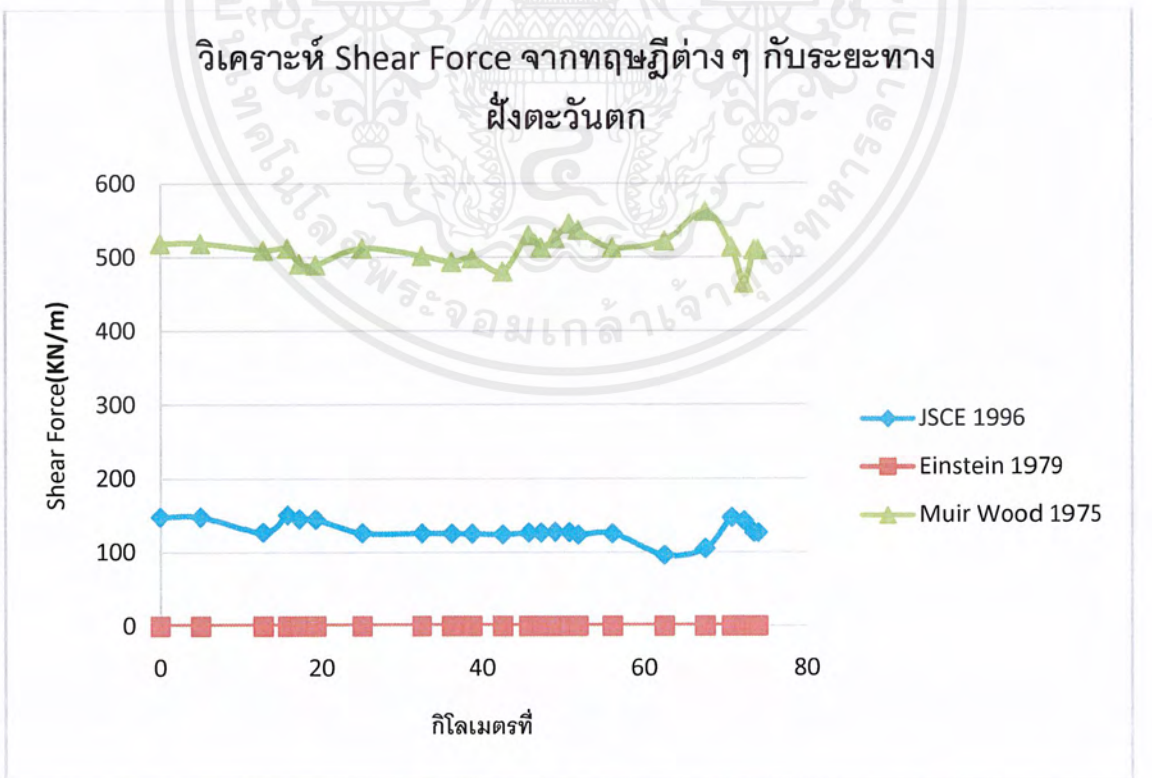
รูปที่ 7.1 (ค) เปรียบเทียบ Shear Force ที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎี



รูปที่ 7.2(ก) เปรียบเทียบ Total Bending Moment ที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎีกับระยะทางฝั่งตะวันตก

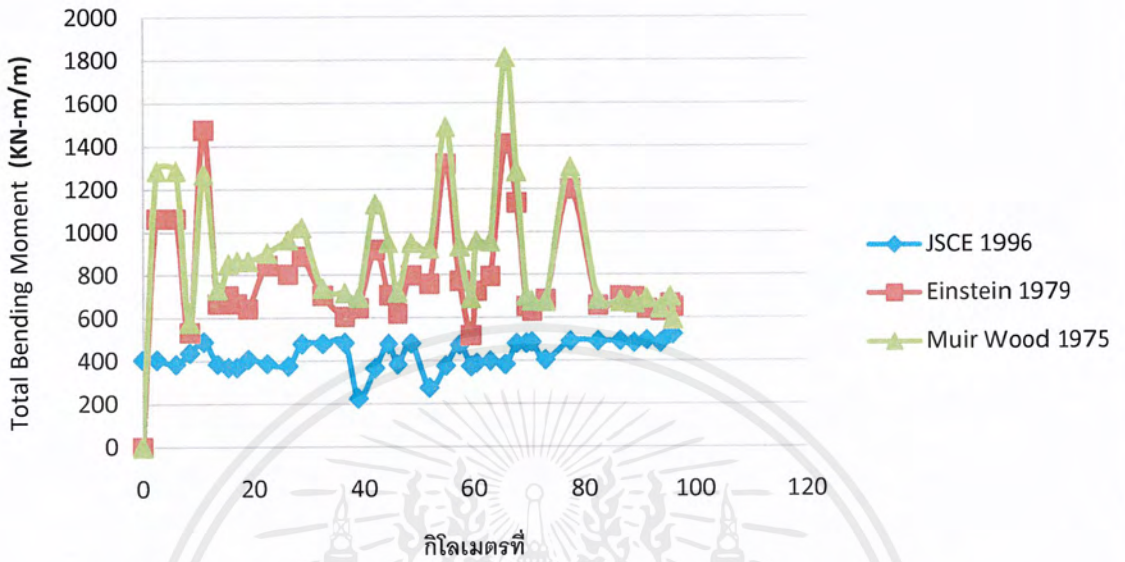


รูปที่ 7.2 (ข) เปรียบเทียบ Axial Force ที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎีกับระยะทางฝั่งตะวันตก



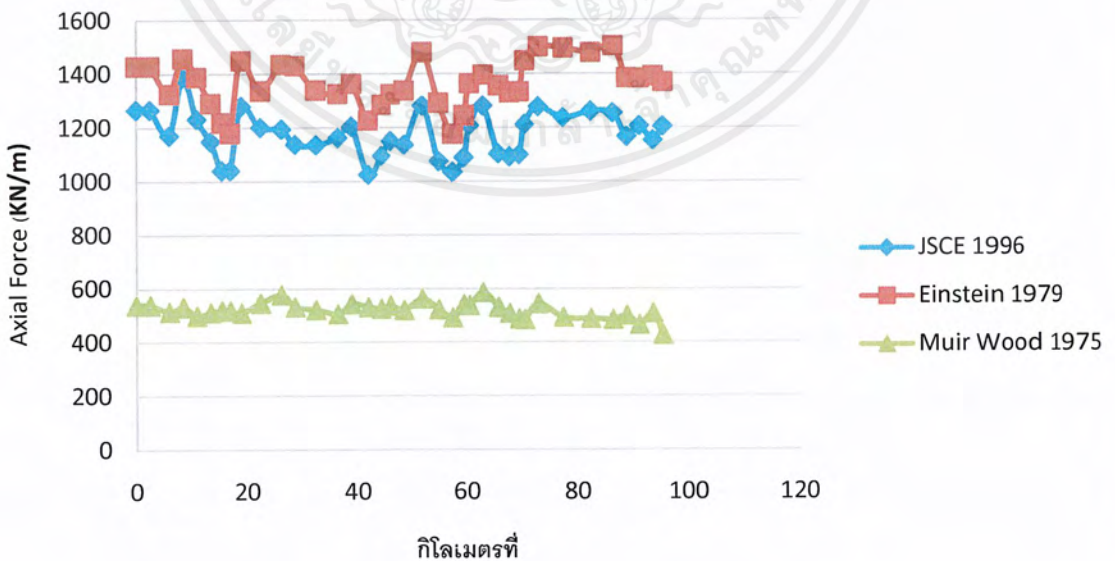
รูปที่ 7.2 (ค) เปรียบเทียบ Shear Force ที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎีกับระยะทางฝั่งตะวันตก

วิเคราะห์ Total Bending Moment จากทฤษฎีต่างๆ กับระยะทาง ฝั่งตะวันออก



รูปที่ 7.2 (ง) เปรียบเทียบ Total Bending Moment ที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎีกับระยะทางฝั่งตะวันออก

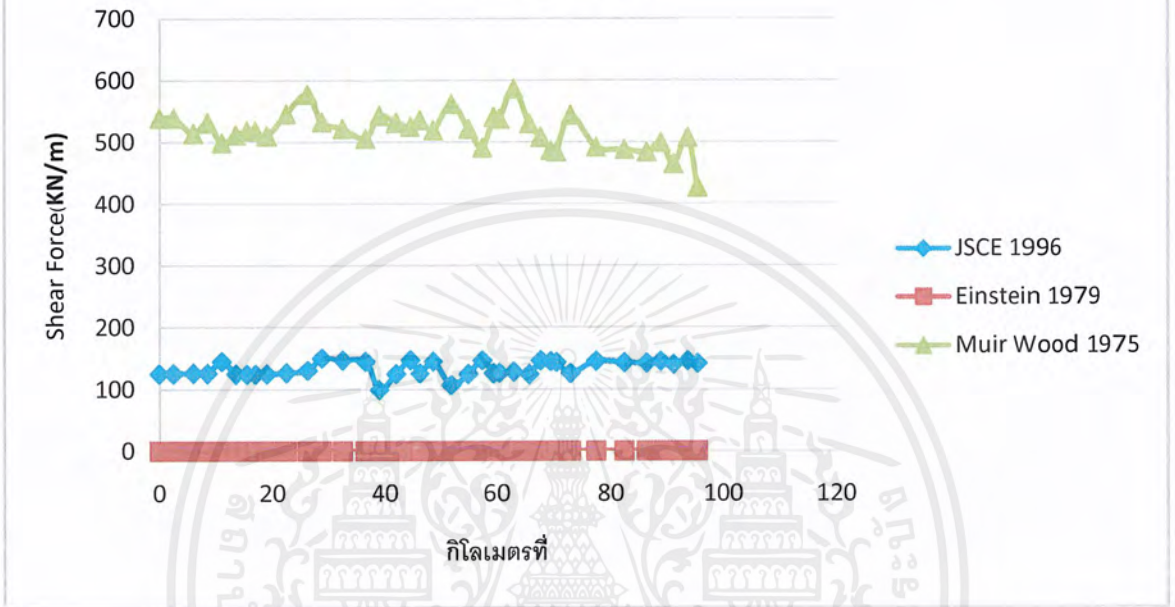
วิเคราะห์แรงใน Axial Force จากทฤษฎีต่างๆ กับระยะทางฝั่ง ตะวันออก



รูปที่ 7.2 (จ) เปรียบเทียบ Axial Force ที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎีกับระยะทางฝั่งตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ Shear Force จากทฤษฎีต่างๆ กับระยะทาง ฝั่งตะวันออก



รูปที่ 7.2 (จ) เปรียบเทียบ Shear Force ที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ในแต่ละทฤษฎีกับระยะทางฝั่งตะวันออก

จากการคำนวณโดยใช้อุโมงค์เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 15 เมตร โดยทฤษฎีของ JSCE 1996 พบว่าอุโมงค์ฝั่งตะวันออกมีค่า Maximum Bending Moment ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 95+000 ถึง 96+000 เท่ากับ 523.71 KN-m/m มีค่า Maximum Axial Force ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 7+000 ถึง 10+000 เท่ากับ 1386.47 KN/m มีค่า Maximum Shear Force ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 27+500 ถึง 30+000 เท่ากับ 150.628 KN/m

ทฤษฎีของ Einstein 1979 พบว่าอุโมงค์ฝั่งตะวันออกมีค่า Maximum Bending Moment ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 7+000 ถึง 10+000 เท่ากับ 1475.479 KN-m/m มีค่า Maximum Axial Force ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 85+000 ถึง 88+000 เท่ากับ 1502.687 KN/m

ทฤษฎีของ Muir Wood 1975 พบว่าอุโมงค์ฝั่งตะวันออกมีค่า Maximum Bending Moment ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 61+000 ถึง 65+000 เท่ากับ 1812.807 KN-m/m มีค่า Maximum Axial Force ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 61+000 ถึง 65+000 เท่ากับ 586.443 KN/m มีค่า Maximum Shear Force ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 61+000 ถึง 65+000 เท่ากับ 586.384 KN/m

และทฤษฎีของ JSCE 1996 พบว่าอุโมงค์ฝังตะวันตกมีค่า Maximum Bending Moment ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 70+000 ถึง 71+500 เท่ากับ 489.808 KN-m/m มีค่า Maximum Axial Force ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 65+000 ถึง 70+000 เท่ากับ 1452.153 KN/m มีค่า Maximum Shear Force ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 15+500 ถึง 16+000 เท่ากับ 150.728 KN/m

ทฤษฎีของ Einstein 1979 พบว่าอุโมงค์ฝังตะวันตกมีค่า Maximum Bending Moment ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 65+000 ถึง 70+000 เท่ากับ 1567.249 KN-m/m มีค่า Maximum Axial Force ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 73+000 ถึง 74+000 เท่ากับ 1549.807 KN/m

ทฤษฎีของ Muir Wood 1975 พบว่าอุโมงค์ฝังตะวันออกมีค่า Maximum Bending Moment ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 65+000 ถึง 70+000 เท่ากับ 1739.803 KN-m/m มีค่า Maximum Axial Force ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 65+000 ถึง 70+000 เท่ากับ 562.510 KN/m มีค่า Maximum Shear Force ที่ตำแหน่งกิโลเมตรที่ 65+000 ถึง 70+000 เท่ากับ 562.451 KN/m

จากการวิเคราะห์พบว่า ทฤษฎีของ Einstein 1979 ให้ค่า Maximum Bending Moment มากที่สุดทำให้ในการออกแบบมีความปลอดภัยสูงเพราะใช้ค่า Bending Moment ในการวิเคราะห์ แต่ผลที่ตามมาคือ การก่อสร้างจะมีราคาแพง เนื่องจากต้องใช้โครงสร้างที่มีความแข็งแรงสูงตามไปด้วย ปัจจุบันเนื่องจากมีเทคโนโลยีที่ทันสมัย และคุณสมบัติของดินในระดับที่จะก่อสร้าง ส่วนมากจะเป็นดินเหนียวแข็ง (Stiff Clay) ซึ่งสามารถขุดเจาะได้อย่างปลอดภัย สภาพการทรุดตัวไม่มีผลในการก่อสร้างเนื่องจากอุโมงค์ก่อสร้างที่ความลึก 20 ถึง 21 เมตร จากผิวดิน การทรุดตัวจะลดต่ำลงเรื่อย ๆ และใกล้ถึงจุดสุดท้ายของการทรุดตัว จึงไม่เกิดการกระทบกระเทือน

นอกจากนี้พบว่าทั้ง 3 ทฤษฎีที่ใช้วิเคราะห์ (Terzaghi, Einstein, Muir Wood) แรงกระทำภายนอกในแนวตั้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรผันตามความลึกและหน่วยน้ำหนักของดิน ส่วนแรงกระทำในแนวนอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรผันตามค่าสัมประสิทธิ์แรงดันด้านข้างแบบสถิต โดยแรงกระทำภายนอกที่คำนวณได้จะนำไปใช้หาแรงกระทำภายในเพื่อใช้ในการออกแบบผนังอุโมงค์ต่อไป

จากการวิเคราะห์แล้วได้ค่าค่อนข้างแตกต่างกันเพราะการวิเคราะห์แรงกระทำต่อผนังอุโมงค์นั้น อาจสามารถแบ่งสมมติฐานของการออกแบบได้เป็น 3 ประเภท คือ วิธีอีลาสติก (Elastic method) วิธีแบบประมาณ (Approximate method) และวิธีวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numerical method or Finite element method)

วิธีอีลาสติก (Elastic method) เป็นวิธีที่ออกแบบโดยอาศัยทฤษฎีอีลาสติก (Elastic theory) อันได้แก่ ทฤษฎีของ Muir Wood method (1975) และ Einstein method (1979) ซึ่งนิยมใช้ในการออกแบบอุโมงค์ในหิน และในชั้นดินเหนียว โดยอาศัยสมมติฐานให้ดินโดยรอบผนังอุโมงค์เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) แต่ในความเป็นจริงแล้วสภาพของชั้นดินมีสภาพไม่เป็นเนื้อเดียวกัน อาจมีความ

แตกต่างกันในการออกแบบอีกทั้งไม่เหมาะสมสำหรับการออกแบบอุโมงค์ที่วางตัวอยู่ในดินหลายชั้น การคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีแบบประมาณ (Approximate method) เป็นวิธีประมาณแรงกระทำต่อผนังอุโมงค์โดยแยกเป็นแรงกระทำแนวตั้งและแรงกระทำแนวราบ แล้วนำแรงต่าง ๆ ที่คำนวณได้มารวมกันเป็นแรงทั้งหมดอันได้แก่ ทฤษฎีของ JSCE (1996) วิธีนี้มีข้อจำกัดคือ ไม่ได้คำนึงถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างดินกับผนังอุโมงค์และไม่สามารถจำลองอุโมงค์ที่มีโครงสร้างข้างเคียงอื่น ๆ ประกอบได้ เช่น หากมีโครงสร้างระบบอุโมงค์ส่งน้ำก่อสร้างอยู่ก่อนที่โครงสร้างระบบระบายน้ำพาดผ่าน

วิธีวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numerical method) เป็นวิธีการจำลองอุโมงค์และโครงสร้างข้างเคียงให้เสมือนจริง แล้วทำการวิเคราะห์ในเชิงตัวเลขในการหาคำตอบ วิธีนี้สามารถวิเคราะห์อุโมงค์ที่วางตัวอยู่ในชั้นดินผสมหลายชั้นได้ สามารถจำลองกระบวนการขุดเจาะอุโมงค์และพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างดินกับโครงสร้าง อีกทั้งยังสามารถดูขอบเขตผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างอุโมงค์ได้ แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่ทฤษฎีของไฟไนต์อีลิเมนต์ต้องคำนึงในเรื่องแบบจำลองของดิน (Soil) คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินที่ป้อนเข้าสู่การคำนวณ พฤติกรรมการสูญเสียมวลดิน และ Soil aching effect



7.3 ข้อเสนอแนะ

1) การศึกษาแรงกระทำในที่นี้ เป็นการศึกษาเบื้องต้น ซึ่งข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์นั้น เป็นลักษณะของ Zone หรือ Grid เป็นข้อมูลที่น่าค่าเฉลี่ยของทุกหลุมที่ใกล้เคียงกันในบริเวณนั้นมาพิจารณาซึ่งหากจะทำการก่อสร้างจริง โครงการพิเศษนี้เหมาะสำหรับเป็นแบบอย่างในการคำนวณ วิเคราะห์ปัจจัยต่างๆที่กระทำต่อผนังอุโมงค์ เนื่องจากข้อมูลดินในบางพื้นที่นั้นเป็นข้อมูลเฉลี่ยเพราะไม่มีหน่วยงานใดได้ทำการสำรวจไว้ ทำให้ต้องทำการลงสำรวจ หรือขุดหลุมเจาะใหม่เพื่อให้ได้ข้อมูลดินที่แม่นยำมากขึ้น เนื่องจากเป็นโครงการที่ใหญ่ มีอุโมงค์ระบายน้ำ 2 เส้นทาง มีความยาวประมาณ 120 กม. และ รัศมี 7.5 เมตร ทำให้ต้องทำงานอย่างละเอียดและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2) การศึกษานี้เปรียบเทียบ ทฤษฎีของทั้ง 3 ทฤษฎี คือ Terzaghi , Einstein, Muir wood ซึ่ง แต่ละทฤษฎีมีข้อดีแตกต่างกันไปเช่น ทฤษฎีของ Terzaghi เป็นทฤษฎีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ออกแบบอุโมงค์ในดินทราย และ ทฤษฎีของ Einstein เหมาะสมที่จะนำมาใช้ออกแบบอุโมงค์ที่อยู่ในดินเหนียว ทฤษฎีของ Muir wood นั้นเหมาะสมที่จะนำมาใช้เมื่อคำนึงถึงด้านความประหยัดเนื่องจากใช้ค่าเฉลี่ยของความดันของด้านบนอุโมงค์และด้านล่างของอุโมงค์มาใช้ในการคำนวณ อย่างไรก็ตามค่า Maximum Shear Force และ Maximum Bending Moment ที่ได้จะที่ค่าใกล้เคียงกันอยู่ที่ ผู้ออกแบบจะเลือกใช้ทฤษฎีไหนเป็นทฤษฎีหลักที่เหมาะสมกับงานอุโมงค์ของตน

3) การออกแบบนี้ สามารถนำค่า Maximum Shear Force และ Maximum Bending Moment ไปคำนวณเหล็กเสริมของท่ออุโมงค์ต่อได้ซึ่ง ค่า Maximum Shear Force และ Maximum Bending Moment ที่จะนำไปออกแบบก็แล้วแต่ผู้ที่จะนำโครงการพิเศษไปทำการศึกษาต่อว่าจะดำเนินงานในลักษณะไหน ในโครงการนี้ พิจารณาว่าดินกรุงเทพเป็นดินเหนียวอ่อน ซึ่งเหมาะสม ที่ใช้ค่าของ Einstein + Safety Factor ในการวิเคราะห์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความปลอดภัยของผู้ออกแบบและงบประมาณ

หนังสืออิง (References)

ชัชว ไซยวงศ์เหล็ก, วิรัช ประนัดเตง, และ ศิริพงษ์ นาคทอง., 2546. การศึกษาการออกแบบและก่อสร้างผนังอุโมงค์ส่งน้ำขนาดใหญ่ในกรุงเทพฯ.

บุญเทพ นานะรังสรรค์., 2538. FOUNDATION ENGINEERING AND TUNNELLING. พิมพ์ครั้งที่ 4.

บุญเทพ นานะรังสรรค์., 2552. วิศวกรรมฐานรากและการก่อสร้างอุโมงค์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ท้อป.

ภวินท์ วัฒนเพ็ญไพบุลย์, ยุทธนา ศรีสมศักดิ์, และ ศุภวัฒน์ ใจด้อย., 2554. การศึกษาเบื้องต้นด้านวิศวกรรมชลศาสตร์ สำหรับอุโมงค์เพื่อบรรเทาอุทกภัยบนพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง.

เลอพงศ์ อ่ำสุริยา, และ อำนาจ ฤทธิรงค์. 2543 การออกแบบระบบระบายน้ำฝน พื้นที่ฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วันชัย เทพรักษ์ และ ณรงค์ ทศนิพันธ์., 2549. การออกแบบและก่อสร้างชั้นใต้ดินลึกในดินเหนียวอ่อน. กรุงเทพฯ ;วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.

สุชัชวีร์ สุวรรณสวัสดิ์. (2551). เทคโนโลยีการก่อสร้างอุโมงค์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :จินตากล

ภาคผนวก ก

ข้อมูลหลุมเจาะ





กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Page 1/2

Grid Area บางโพธิ์ บางเขิน จ.พระนครศรีอยุธยา

Date 27 ก.ย. 55

Grid ID 3482

Ground Elev.(m) 7

G.W.L.(m)

Data Source

Depth (m.) from to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _s (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
-1.00	20.81	72.79	25.74	47.04	1.92	9.69	7 : 0	(4)/(7)	Stiff Clay		
-2.00	24.20	61.26	24.87	36.39	1.91	7.29	7 : 0	(5)/(7)	Medium Stiff Clay		
-3.00	33.12	66.57	25.17	41.40	1.85	5.52	7 : 0	(4)/(7)	Medium Stiff Clay		
-4.00	50.31	71.42	25.63	45.78	1.72	2.88	7 : 0	(6)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	58.13	73.60	26.22	47.38	1.67	2.00	7 : 0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	59.98	75.90	27.28	48.62	1.66	1.76	7 : 0	(6)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	57.32	71.00	26.00	45.00	1.69	1.38	7 : 0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	62.28	71.00	26.00	45.00	1.66	1.43	6 : 1	(6)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	67.12				1.61	1.68	6 : 1	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	63.96				1.62	1.93	7 : 0	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	63.25	61.40	26.43	34.97	1.63	2.01	7 : 0	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	62.85	61.40	26.43	34.97	1.63	2.13	7 : 0	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	59.89	56.45	24.81	31.64	1.67	2.67	7 : 0	(5)/(7)	Medium Stiff Clay		
-14.00	43.70	52.80	23.92	28.87	1.81	6.66	7 : 0	(3)/(7)	Very Stiff Clay		
-15.00	28.45	49.25	23.03	26.22	1.94	10.16	7 : 0	(4)/(7)	Very Stiff Clay		
-16.00	27.55	52.83	22.11	30.72	1.94	9.33	4 : 3	(3)/(7)	Stiff Clay		
-17.00	21.95	53.03	21.53	31.50	1.96	9.38	2 : 5	(4)/(7)	Medium Dense Sand		
-18.00	16.78	59.05	22.80	36.25	1.96	9.74	2 : 5	(4)/(7)	Medium Dense Sand		
-19.00	17.28				1.92	11.00	0 : 7	(4)/(7)	Medium Dense Sand		
-20.00	16.50				1.91	11.00	0 : 7	(4)/(7)	Medium Dense Sand		
-21.00	15.86				1.93		0 : 7	(4)/(7)	Medium Dense Sand		
-22.00	15.72	41.00	19.00	22.00	1.93	12.75	0 : 6	(5)/(6)	Medium Dense Sand		
-23.00	18.90	46.67	21.33	25.33	1.93	13.50	2 : 4	(2)/(6)	Medium Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลระดับดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจุดเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในจุด

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรธรณีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่มากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area บางโพธิ์ บางปะอิน อ. พระนครศรีอยุธยา

Grid ID 3482 Number of Borehole 7

Ground Elev. (m)

G.W.L. (m)

Data Source

Page 2/2

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from -24.00	21.61	46.68	21.30	25.38	1.98	13.98	2 : 4	(2)/(6)	Medium Dense Sand		
to -25.00	23.13	49.58	22.29	27.29	2.07	15.43	4 : 1	(4)/(5)	Very Stiff Clay		
-26.00	23.21	41.20	18.50	22.70	2.06	17.02	2 : 3	(2)/(5)	Medium Dense Sand		
-27.00	22.17	41.20	18.50	22.70	2.01	17.35	2 : 2	(2)/(4)	Medium Dense Sand		
-28.00	18.50	52.00	24.00	28.00	1.93	13.47	1 : 3	(2)/(4)	Medium Dense Sand		
-29.00	18.59	52.00	24.00	28.00	1.92	9.00	2 : 2	(1)/(4)	Stiff Clay		
-30.00	19.59	52.00	24.00	28.00	1.92	9.00	2 : 2	(1)/(4)	Stiff Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Page 1/1

Grid Area บางปะอิน บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา

Date 27 ก.ย. 55

Grid ID 3483

Ground Elev. (m) 1

Data Source

G.W.L. (m)

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	from	to	LL.	PL.	PI.							
-2.00	-3.00	60.33							1 : 0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-3.00	-4.00	62.28					0.74		1 : 0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	-5.00	61.21							1 : 0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	-6.00	49.08	81.50	32.28	49.22	1.55			1 : 0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	-7.00	43.73	69.78	32.17	37.61	1.66			1 : 0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	-8.00	41.73	60.10	32.08	28.02	1.75			1 : 0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay	
-8.00	-9.00	40.61	60.10	32.08	28.02	1.75			1 : 0	(1)/(1)	Stiff Clay	
-9.00	-10.00	40.23	60.10	32.08	28.02	1.75			1 : 0	(1)/(1)	Stiff Clay	
-10.00	-11.00	40.51	60.10	32.08	28.02	1.75			1 : 0	(1)/(1)	Stiff Clay	
-11.00	-12.00	41.57							1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay	
-12.00	-13.00	40.29	55.56	28.06	27.50	1.92			1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay	
-13.00	-14.00	38.57	55.56	28.06	27.50	1.92			1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay	
-14.00	-15.00	37.70	55.56	28.06	27.50	1.92			1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay	
-15.00	-16.00	33.81							1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay	
-16.00	-17.00	29.11							1 : 0	(1)/(1)	Hard Clay	
-17.00	-18.00	25.19							1 : 0	(1)/(1)	Hard Clay	
-18.00	-19.00	21.90							1 : 0	(1)/(1)	Hard Clay	
										0/0		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

^a Clay : Sand คือ จำนวนของเม็ดเหนียว ต่อ จำนวนของเม็ดทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่มากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF ANALYSIS (STATISTIC)-1

Grid Area บางปะอิน บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา

Grid ID 3483 Number of Borehole 1 Ground Elev. (m) G.W.L.(m) Data Source

Page 1/1

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)				LL (%)				PL (%)				PI (%)					
	from	to	No. of BH	SD	Max	Min	No. of BH	SD	Max	Min	No. of BH	SD	Max	Min	No. of BH	SD	Max	Min
	-1.00	-2.00	1	0.00	59.59	59.59	1	0.00	81.50	81.50	1	0.00	32.28	32.28	1	0.00	49.22	49.22
	-2.00	-3.00	1	0.00	60.33	60.33	1	0.00	69.78	69.78	1	0.00	32.17	32.17	1	0.00	37.61	37.61
	-3.00	-4.00	1	0.00	62.28	62.28	1	0.00	60.10	60.10	1	0.00	32.08	32.08	1	0.00	28.02	28.02
	-4.00	-5.00	1	0.00	61.21	61.21	1	0.00	60.10	60.10	1	0.00	32.08	32.08	1	0.00	28.02	28.02
	-5.00	-6.00	1	0.00	49.08	49.08	1	0.00	60.10	60.10	1	0.00	32.08	32.08	1	0.00	28.02	28.02
	-6.00	-7.00	1	0.00	43.73	43.73	1	0.00	60.10	60.10	1	0.00	32.08	32.08	1	0.00	28.02	28.02
	-7.00	-8.00	1	0.00	41.73	41.73	1	0.00	60.10	60.10	1	0.00	32.08	32.08	1	0.00	28.02	28.02
	-8.00	-9.00	1	0.00	40.61	40.61	1	0.00	60.10	60.10	1	0.00	32.08	32.08	1	0.00	28.02	28.02
	-9.00	-10.00	1	0.00	40.23	40.23	1	0.00	60.10	60.10	1	0.00	32.08	32.08	1	0.00	28.02	28.02
	-10.00	-11.00	1	0.00	40.51	40.51	1	0.00	60.10	60.10	1	0.00	32.08	32.08	1	0.00	28.02	28.02
	-11.00	-12.00	1	0.00	41.57	41.57	1	0.00	55.56	55.56	1	0.00	28.06	28.06	1	0.00	27.50	27.50
	-12.00	-13.00	1	0.00	40.29	40.29	1	0.00	55.56	55.56	1	0.00	28.06	28.06	1	0.00	27.50	27.50
	-13.00	-14.00	1	0.00	38.57	38.57	1	0.00	55.56	55.56	1	0.00	28.06	28.06	1	0.00	27.50	27.50
	-14.00	-15.00	1	0.00	37.70	37.70	1	0.00	55.56	55.56	1	0.00	28.06	28.06	1	0.00	27.50	27.50
	-15.00	-16.00	1	0.00	33.81	33.81	1	0.00										
	-16.00	-17.00	1	0.00	29.11	29.11	1	0.00										
	-17.00	-18.00	1	0.00	25.19	25.19	1	0.00										
	-18.00	-19.00	1	0.00	21.90	21.90	1	0.00										

หมายเหตุ ข้อมูลทางด้านสถิติของคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในเกร็ด พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area บางปะอิน วังน้อย จ.พระนครศรีอยุธยา, คลองหลวง จ.ปทุมธานี

Date 27 ก.ย. 55

Grid ID 3484 Number of Borehole 2 Ground Elev.(m) G.W.L.(m) Data Source

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	from	to	LL.	PL.	PI.							
-1.00	-2.00	62.40	59.18	25.66	33.51	1.51	1.10	2 : 0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	-3.00	57.95	59.83	26.63	33.21	1.57	1.39	2 : 0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	-4.00	75.07	61.24	29.11	32.13	1.51	0.96	2 : 0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	-5.00	87.33	63.07	31.01	32.06	1.52	0.73	2 : 0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	-6.00	88.06	62.57	26.43	36.14	1.54	0.95	2 : 0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	-7.00	84.27	60.01	24.51	35.51	1.56	1.26	2 : 0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	-8.00	78.96	57.60	25.79	31.81	1.58	1.58	2 : 0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	-9.00	73.75	57.19	31.56	25.63	1.61	1.78	2 : 0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	-10.00	65.10	50.49	29.03	21.45	1.65	1.65	2 : 0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	-11.00	54.30	44.60	23.97	20.63	1.66	1.46	2 : 0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	-12.00	41.87	46.73	21.31	25.42	1.56	1.45	1 : 1	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	-13.00	33.11	46.72	18.74	27.98	1.61	1.45	0 : 2	(1)/(2)	Loose Sand		
-13.00	-14.00	26.94	46.13	17.21	28.92	1.73		0 : 2	(1)/(2)	Loose Sand		
-14.00	-15.00	23.55	25.24	15.53	9.71	1.87	5.45	0 : 2	(2)/(2)	Medium Dense Sand		
-15.00	-16.00	23.07	25.91	16.55	9.36	1.96	5.45	0 : 2	(2)/(2)	Medium Dense Sand		
-16.00	-17.00	22.99	26.55	17.52	9.03	1.96	5.45	0 : 2	(1)/(2)	Medium Dense Sand		
-17.00	-18.00	21.48	26.57	17.56	9.01	1.82	5.45	0 : 2	(2)/(2)	Dense Sand		
-18.00	-19.00	21.02	26.58	17.56	9.01	1.82	5.45	0 : 2	(2)/(2)	Dense Sand		
-19.00	-20.00	20.37				1.84		0 : 2	(2)/(2)	Dense Sand		
-20.00	-21.00	18.39				1.77		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand		
-21.00	-22.00	17.84				1.83		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand		
-22.00	-23.00	17.74				1.86		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand		
-23.00	-24.00	17.65	50.65	24.59	26.06	1.76	13.55	0 : 2	(2)/(2)	Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

^a Clay : Sand คือ จำนวนขอมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนขอมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ามากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนขอมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area บางปะอิน วังน้อย จ.พระนครศรีอยุธยา, คลองหลวง จ.ปทุมธานี

Page 2/2

Grid ID 3484 Number of Borehole 2 G.W.L.(m) _____ Date 27 ก.ย. 55

Ground Elev.(m) _____ Data Source _____

Depth (m.)	Wn (%)		Atterberg Limits (%)			γ_t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark	
	from	to	LL	PL	PI								
-24.00	-25.00	22.24	44.18	24.17	20.01	1.93	13.55		0 : 2	(2)/(2)	Dense Sand		
-25.00	-26.00	26.16	44.16	24.64	19.52	2.14	12.58		1 : 1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-26.00	-27.00	24.82	44.57	25.99	18.59	2.16	9.59		2 : 0	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-27.00	-28.00	26.83	52.56	24.17	28.39	2.09	8.12		2 : 0	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-28.00	-29.00	28.51	58.86	23.06	35.80	2.01	8.38		2 : 0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-29.00	-30.00	26.66	55.18	26.01	29.18	1.98	10.88		2 : 0	(2)/(2)	Hard Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลหลุมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด
a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของมูลดินทราย
b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงแก้ไขเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area รังน้อย จ.พระนครศรีอยุธยา, คลองหลวง จ.ปทุมธานี

Grid ID 3485 Number of Borehole 1

Ground Elev.(m)

G.W.L.(m)

Data Source

Page 1/2

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qui/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from											
-1.00	42.90	61.10	26.30	34.80	1.70	3.10	1:0	(1)/(1)	Stiff Clay		
-2.00	55.72	62.32	26.88	35.44	1.66	2.80	1:0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay		
-3.00	90.17	63.98	28.07	35.92	1.51	1.21	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	101.05	63.09	27.78	35.31	1.46	0.72	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	109.17	69.59	29.35	40.24	1.52	1.60	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	105.38	69.08	30.02	39.06	1.53	1.63	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	105.22	69.11	30.19	38.92	1.52	1.54	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	101.42	70.11	30.87	39.24	1.50	1.14	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	98.32	67.97	29.58	38.39	1.48	0.97	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	99.97	68.89	29.18	39.72	1.52	1.66	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	96.87	69.76	29.18	40.58	1.53	1.66	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	94.43	70.18	28.91	41.27	1.59	2.51	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	85.37	66.88	29.21	37.67	1.64	2.91	1:0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay		
-14.00	68.40	57.02	27.15	29.87	1.68	3.02	1:0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay		
-15.00	38.35	28.62	20.74	7.88	1.75		0:1	(1)/(1)	Medium Dense Sand		
-16.00	22.12	36.18	21.90	14.28	1.83		0:1	(1)/(1)	Medium Dense Sand		
-17.00	21.26	52.34	25.69	26.64	1.91		0:1	(1)/(1)	Medium Dense Sand		
-18.00	26.62	66.57	29.38	37.19	1.94		1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-19.00	26.79	46.30	23.41	22.89	1.90		0:1	(1)/(1)	Medium Dense Sand		
-20.00	28.38	33.58	20.92	12.66	1.89		1:0	(1)/(1)	Stiff Clay		
-21.00	17.06	28.29	19.35	8.94	1.94		0:1	(1)/(1)	Medium Dense Sand		
-22.00	18.46	45.43	23.31	22.12	2.00		0:1	(1)/(1)	Medium Dense Sand		
-23.00	26.84	67.18	29.57	37.61	2.03		1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลความลึกในแต่ละความลึกภายในกรณี

^a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่ขุดทั้งหมดที่สังเกตในบริเวณความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในบริเวณความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area วัลย์น้อย อ.พระนครศรีอยุธยา, คลองหลวง จ.ปทุมธานี

Page 2/2

Grid ID 3485 Number of Borehole 1

Data Source

Date 27 ก.ย. 55

Ground Elev.(m)

G.W.L.(m)

Depth (m.)	to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ_s (kN/m ³)	Su (Qui/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
			LL	PL	PI							
-24.00	-25.00	27.55	63.47	29.14	34.33	2.04		1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-25.00	-26.00	25.59	54.68	26.00	28.67	2.13		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-26.00	-27.00	20.40	34.94	21.25	13.69	2.16		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-27.00	-28.00	20.61	23.78	18.58	5.20			1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-28.00	-29.00	22.52	22.95	17.78	5.17			1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-29.00	-30.00	20.85	23.03	17.61	5.42			0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-30.00	-31.00	23.29	23.09	17.51	5.58			1:0	(1)/(1)	Hard Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในเกอริต พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

^a Clay - Sand คือ จำนวนข้อมุลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมุลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่ขุดกับความลึก)/(จำนวนข้อมุลชั้นดินทั้งหมดในขบวนการ)



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area คลองหลวง จ.ปทุมธานี

Grid ID 3390

Number of Borehole 2

Ground Elev. (m)

G.W.L.(m)

Data Source

Page 1/2

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from											
-1.00	51.24	56.10	28.36	27.74	1.60	1.10	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	54.48	57.66	29.26	28.40	1.61	0.96	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	63.19	62.60	31.57	31.03	1.65	2.80	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	75.84	64.88	32.20	32.68	1.62	2.44	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	80.65	63.45	31.86	31.60	1.53	1.47	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	82.76	65.66	32.15	33.51	1.47	1.38	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	76.10	64.80	32.59	32.21	1.54	2.54	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	60.91	60.13	31.54	28.58	1.61	7.24	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	53.60	56.74	29.17	27.57	1.68	6.65	1:0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay		
-10.00	41.34	52.62	26.93	25.69	1.83	6.65	2:0	(1)/(2)	Medium Stiff Clay		
-11.00	29.07	45.96	23.36	22.61	1.95	6.65	2:0	(1)/(2)	Medium Stiff Clay		
-12.00	23.73	39.64	21.02	18.61	1.92	6.65	1:1	(1)/(2)	Stiff Clay		
-13.00	23.82	38.51	20.90	17.61	1.88	6.65	0:2	(1)/(2)	Medium Dense Sand		
-14.00	24.76	34.70	20.91	13.79	1.85		1:1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-15.00	25.47	45.17	23.64	21.54	1.85		1:1	(1)/(2)	Stiff Clay		
-16.00	26.89	55.48	25.72	29.76	1.87		1:1	(1)/(2)	Stiff Clay		
-17.00	23.32	46.00	23.75	22.25	1.87		1:1	(1)/(2)	Stiff Clay		
-18.00	19.21	39.19	20.47	18.71	1.88	7.70	1:1	(1)/(2)	Medium Stiff Clay		
-19.00	18.06	34.98	19.19	15.79	1.93	7.70	1:1	(1)/(2)	Stiff Clay		
-20.00	22.67	33.26	19.06	14.20	1.94	7.70	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-21.00	21.70	25.05	17.67	7.38	1.95		2:0	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-22.00	19.57	24.90	17.60	7.30	1.91		0:2	(2)/(2)	Dense Sand		
-23.00	17.95	63.36	27.47	35.89	1.90		0:2	(2)/(2)	Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่ต่างกันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area คลองหลวง จ.ปทุมธานี Page 2/2
 Grid ID 3390 Number of Borehole 2 Ground Elev. (m) Data Source Date 27 ก.ย. 55
 G.W.L.(m)

Depth (m.)	from	to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
				LL.	PL.	PI.							

หมายเหตุ ข้อมูลแอมบิติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลหยาบจะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด
^a Clay : Sand คือ จำนวนขโมลดินเหนียว ต่อ จำนวนขอมลดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนขอมลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 พัฒนาระบบ ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area คลองหลวง อ.ปทุมธานี Page 1/3
 Grid ID 3296 Number of Borehole 7 Ground Elev.(m) _____ Data Source _____ Date 27 ก.ย. 55
 G.W.L.(m) _____

Depth (m.) from to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
-1.00	-2.00	71.34	29.39	23.59	1.50	1.15	7 : 0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	-3.00	72.39	30.42	22.41	1.50	1.02	7 : 0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	-4.00	72.47	27.57	27.53	1.49	1.42	7 : 0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	-5.00	72.65	27.72	27.34	1.50	1.44	7 : 0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	-6.00	72.51	27.33	27.68	1.50	1.48	7 : 0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	-7.00	69.18	27.09	27.19	1.53	1.81	7 : 0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	-8.00	61.39	26.80	26.73	1.62	2.30	7 : 0	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	-9.00	48.76	26.68	26.62	1.75	3.88	7 : 0	(4)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	-10.00	36.41	25.54	25.33	1.86	5.40	7 : 0	(5)/(7)	Stiff Clay		
-10.00	-11.00	27.37	24.17	23.18	1.91	5.67	7 : 0	(3)/(7)	Stiff Clay		
-11.00	-12.00	21.57	23.77	22.03	1.95	12.50	7 : 0	(3)/(7)	Very Stiff Clay		
-12.00	-13.00	18.28	23.58	22.18	1.98	13.85	7 : 0	(3)/(7)	Very Stiff Clay		
-13.00	-14.00	18.21	23.88	23.45	2.02	13.35	7 : 0	(6)/(7)	Very Stiff Clay		
-14.00	-15.00	18.04	24.54	24.76	2.04	9.81	7 : 0	(4)/(7)	Very Stiff Clay		
-15.00	-16.00	17.58	25.00	25.03	2.06	10.40	7 : 0	(4)/(7)	Very Stiff Clay		
-16.00	-17.00	17.04	25.00	24.54	2.07	11.93	7 : 0	(4)/(7)	Very Stiff Clay		
-17.00	-18.00	16.90	24.89	24.14	2.07	12.00	6 : 1	(4)/(7)	Very Stiff Clay		
-18.00	-19.00	16.93	24.82	23.90	2.10	12.00	6 : 1	(4)/(7)	Very Stiff Clay		
-19.00	-20.00	16.84	25.06	24.59	2.12	40	6 : 1	(3)/(7)	Very Stiff Clay		
-20.00	-21.00	17.48	24.68	23.59	2.12	38	5 : 2	(4)/(7)	Very Stiff Clay		
-21.00	-22.00	17.53	24.16	22.01	2.13	36	5 : 2	(4)/(7)	Very Stiff Clay		
-22.00	-23.00	17.01	24.03	21.05	2.13	35	5 : 2	(3)/(7)	Very Stiff Clay		
-23.00	-24.00	17.12	23.61	19.66	2.13	38	4 : 3	(2)/(7)	Hard Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลวิเคราะห์ทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี
 a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
 b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนข้อมูลดินชั้นที่มากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area คลองหลวง จ.ปทุมธานี

Page 2/3

Grid ID 3296 Number of Borehole 7 Ground Elev. (m) _____

Data Source _____ Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _r (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from	to										
-24.00	-25.00	41.50	22.58	18.92	2.14	41	4 : 3	(2)/(7)	Hard Clay		
-25.00	-26.00	39.39	21.98	17.41	2.14	45	2 : 5	(3)/(7)	Medium Dense Sand		
-26.00	-27.00	38.30	21.65	16.66	2.14	50	2 : 5	(2)/(7)	Hard Clay		
-27.00	-28.00	39.58	21.87	17.71	2.13	51	2 : 5	(2)/(7)	Hard Clay		
-28.00	-29.00	42.99	22.70	20.30	2.13	49	4 : 3	(3)/(7)	Dense Sand		
-29.00	-30.00	47.59	24.25	23.34	2.14	48	6 : 1	(3)/(7)	Hard Clay		
-30.00	-31.00	51.73	25.73	25.99	2.16	44	6 : 1	(3)/(7)	Hard Clay		
-31.00	-32.00	52.06	25.89	26.17	2.16	42	7 : 0	(4)/(7)	Hard Clay		
-32.00	-33.00	50.13	25.37	24.76	2.16	44	6 : 1	(5)/(7)	Hard Clay		
-33.00	-34.00	47.77	24.74	23.02	2.16	46	5 : 1	(4)/(6)	Hard Clay		
-34.00	-35.00	46.51	24.33	22.19	2.17	44	5 : 1	(3)/(6)	Hard Clay		
-35.00	-36.00	46.33	24.38	21.94	2.16	44	6 : 0	(4)/(6)	Very Stiff Clay		
-36.00	-37.00	47.20	24.69	22.51	2.17	49	6 : 0	(4)/(6)	Very Stiff Clay		
-37.00	-38.00	48.48	24.97	23.51	2.17	55	5 : 1	(5)/(6)	Hard Clay		
-38.00	-39.00	49.47	25.09	24.39	2.17	58	4 : 2	(4)/(6)	Hard Clay		
-39.00	-40.00	47.78	24.65	23.13	2.17	63	4 : 2	(4)/(6)	Hard Clay		
-40.00	-41.00	51.01	25.49	25.53	2.17	65	4 : 2	(4)/(6)	Hard Clay		
-41.00	-42.00	49.45	24.80	24.65	2.17	61	4 : 2	(4)/(6)	Hard Clay		
-42.00	-43.00	48.27	24.27	24.00	2.17	62	5 : 1	(5)/(6)	Hard Clay		
-43.00	-44.00	47.72	24.06	23.67	2.16	65	3 : 0	(3)/(3)	Hard Clay		
-44.00	-45.00	48.50	24.48	24.02	2.17	66	3 : 0	(2)/(3)	Hard Clay		
-45.00	-46.00	47.19	23.90	23.29	2.18	74	3 : 0	(2)/(3)	Hard Clay		
-46.00	-47.00					84	0 : 3	(2)/(3)	Very Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่ก้ำกวมที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสังเกตล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area คลองหลวง จ.ปทุมธานี

Grid ID 3201

Number of Borehole 3

Ground Elev. (m) _____

G.W.L. (m) _____

Data Source _____

Page 1/2

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from	to										
-1.00	-2.00	96.40	20.30	29.00	1.45	0.39	1	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-2.00	-3.00	90.84	28.00	40.90	1.48	0.44	1	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-3.00	-4.00	70.50	25.40	31.65	1.54	1.04	1	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	-5.00	56.73	24.09	29.63	1.61	1.46	1	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	-6.00	49.44	24.89	31.00	1.67	2.42	1	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	-7.00	49.39	25.77	32.52	1.66	2.26	2	3:0	(2)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	-8.00	50.54	26.93	33.87	1.64	1.96	3	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-8.00	-9.00	48.77	28.73	34.63	1.69	1.75	9	3:0	(2)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	-10.00	45.20	28.67	33.54	1.81	2.79	13	3:0	(2)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	-11.00	36.15	27.92	31.81	1.91	1.81	17	3:0	(3)/(3)	Stiff Clay	
-11.00	-12.00	28.60	26.62	27.99	1.96		22	3:0	(2)/(3)	Stiff Clay	
-12.00	-13.00	23.15	25.27	25.81	2.02		28	3:0	(2)/(3)	Stiff Clay	
-13.00	-14.00	21.26	24.35	26.42	2.06		33	3:0	(2)/(3)	Very Stiff Clay	
-14.00	-15.00	19.72	23.63	26.98	2.03		22	2:1	(1)/(3)	Very Stiff Clay	
-15.00	-16.00	20.14	23.50	26.78	2.02		22	2:1	(1)/(3)	Very Stiff Clay	
-16.00	-17.00	21.56	22.47	22.44	2.01		24	1:1	(1)/(2)	Very Stiff Clay	
-17.00	-18.00	20.99	22.56	21.98	2.05		23	1:1	(1)/(2)	Stiff Clay	
-18.00	-19.00	21.90	23.25	22.37	2.04		22	1:1	(1)/(2)	Stiff Clay	
-19.00	-20.00	22.75	24.52	23.74	2.03		25	2:0	(1)/(2)	Stiff Clay	
-20.00	-21.00	22.75	24.76	23.50	2.02		25	1:1	(1)/(2)	Stiff Clay	
-21.00	-22.00	22.75	24.05	23.16	1.95		25	1:1	(1)/(2)	Very Stiff Clay	
-22.00	-23.00	21.90	23.47	23.70	1.94		25	1:1	(1)/(2)	Very Stiff Clay	
-23.00	-24.00	20.70	23.75	24.67	2.04		33	2:0	(1)/(2)	Very Stiff Clay	

หมายเหตุ ข้อมูลสมบัตินี้แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นที่เข้ามากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area คลองหลวง จ.ปทุมธานี

Grid ID 3201

Number of Borehole 3

Ground Elev.(m)

G.W.L.(m)

Data Source

Page 2/2

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.) from to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
-24.00	19.56	49.97	24.26	25.72	2.08	42	2:0	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-25.00	18.40	50.51	24.20	26.31	2.08	46	1:1	(1)/(2)	Hard Clay		
-26.00	18.49	54.84	25.00	29.83	2.10	40	1:1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-27.00	19.67	58.13	25.82	32.31	2.08	32	1:1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-28.00	21.59	58.95	26.17	32.78	2.06	29	2:0	(1)/(2)	Stiff Clay		
-29.00	22.31	59.75	26.49	33.26	2.07	31	2:0	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-30.00	17.38	52.30	26.00	26.30	2.16	37	2:0	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-31.00	13.85	52.30	26.00	26.30	2.16	47	1:1	(1)/(2)	Hard Clay		
-32.00	12.23	39.72	22.83	16.90	2.16	55	1:1	(1)/(2)	Hard Clay		
-33.00	12.58	31.30	20.70	10.60	2.16	51	0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-34.00	15.54	31.62	20.77	10.85	2.16	33	0:1	(1)/(1)	Medium Dense Sand		
-35.00	15.93	36.98	21.99	14.99	2.16	30	1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-36.00	15.88	41.71	23.12	18.60	2.16	31	1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-37.00	16.96	40.61	23.04	17.57	2.16	28	1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-38.00	16.89	39.37	23.00	16.37	2.15	32	1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-39.00	16.59	37.47	22.54	14.93	2.16	38	1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-40.00	16.82	34.31	21.18	13.13	2.17	45	0:1	(1)/(1)	Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่ขี้ก้นมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area รัษฎมรี คลองหลวง จ.ปทุมธานี
 Grid ID 3106 Number of Borehole 5 Ground Elev. (m) _____ G.W.L.(m) _____ Data Source _____ Page 1/2
 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	from	to	LL	PL	PI							
-1.00	-2.00	78.97	98.10	32.00	66.10	1.54	1.50		4 : 0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-2.00	-3.00	80.02	105.85	32.83	73.02	1.53	1.43		5 : 0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-3.00	-4.00	79.63	95.57	33.18	62.40	1.54	1.26		5 : 0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	-5.00	82.02	95.19	33.19	62.00	1.57	1.22		5 : 0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	-6.00	86.51	94.00	33.63	60.37	1.57	1.50		5 : 0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	-7.00	83.95	92.02	34.06	57.96	1.57	1.62		5 : 0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	-8.00	79.20	90.95	33.45	57.50	1.55	1.73		5 : 0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-8.00	-9.00	75.58	88.60	32.44	56.16	1.56	2.07		5 : 0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	-10.00	70.49	88.31	32.21	56.09	1.58	2.42		5 : 0	(3)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	-11.00	65.55	87.91	31.34	56.56	1.62	3.01		5 : 0	(3)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-11.00	-12.00	60.24	81.05	29.54	51.51	1.62	3.01		5 : 0	(3)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-12.00	-13.00	54.90	74.42	26.94	47.48	1.68	3.62		5 : 0	(2)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-13.00	-14.00	44.05	70.82	26.94	43.88	1.79	4.84		5 : 0	(2)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-14.00	-15.00	37.70	67.41	26.02	41.38	1.86	1.93		5 : 0	(2)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-15.00	-16.00	35.68	64.72	24.89	39.83	1.89	2.33		5 : 0	(3)/(5)	Stiff Clay	
-16.00	-17.00	35.36	63.26	24.26	39.00	1.87	3.27		5 : 0	(2)/(5)	Stiff Clay	
-17.00	-18.00	31.85	64.61	24.19	40.42	1.92	8.00		5 : 0	(2)/(5)	Medium Stiff Clay	
-18.00	-19.00	25.49	60.78	23.15	37.63	1.98	12.19		5 : 0	(3)/(5)	Very Stiff Clay	
-19.00	-20.00	22.67	58.44	22.73	35.71	2.00			3 : 2	(3)/(5)	Very Stiff Clay	
-20.00	-21.00	20.18	52.35	22.30	30.05				2 : 3	(2)/(5)	Very Stiff Clay	
-21.00	-22.00	18.09	51.40	22.00	29.40				2 : 3	(2)/(5)	Very Stiff Clay	
-22.00	-23.00	18.16	48.55	21.07	27.48				1 : 4	(3)/(5)	Very Dense Sand	
-23.00	-24.00	19.98	60.41	23.77	36.64	2.07			1 : 4	(2)/(5)	Medium Dense Sand	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลวิเคราะห์ทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกบฏ
 a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
 b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area ขัณบุรี คลองหลวง จ.ปทุมธานี Number of Borehole 5 Ground Elev.(m) G.W.L.(m) Page 2/2

Grid ID 3106 Data Source Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from to											
-24.00	22.39	61.80	23.86	37.94	2.07		1 : 4	(2)/(5)	Medium Dense Sand		
-25.00	23.78	63.18	24.03	39.14	2.05		3 : 2	(2)/(5)	Very Stiff Clay		
-26.00	21.54	57.57	22.90	34.66	1.98		2 : 3	(2)/(5)	Very Dense Sand		
-27.00	23.64	52.62	21.55	31.06	2.01		2 : 2	(2)/(4)	Very Dense Sand		
-28.00	25.99	44.96	20.66	24.30	2.07		3 : 1	(2)/(4)	Stiff Clay		
-29.00	25.21	43.43	20.50	22.93	2.09		3 : 1	(2)/(4)	Very Stiff Clay		
-30.00	26.96	37.78	20.40	17.38			3 : 1	(2)/(4)	Very Stiff Clay		
-31.00	27.58	42.56	21.41	21.14			3 : 1	(2)/(4)	Very Stiff Clay		
-32.00	31.17	42.40	23.18	19.22			3 : 1	(2)/(4)	Very Stiff Clay		
-33.00	32.00	40.33	25.21	15.13			1 : 1	(1)/(2)	Stiff Clay		
-34.00	31.83	44.00	21.60	22.40			0 : 2	(2)/(2)	Medium Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลเมล็ดดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราน
 (Layer)(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่สามารถทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area ชัยบุรี คลองหลวง ลำลูกกา จ.ปทุมธานี Page 1/2

Grid ID 3107 Number of Borehole 6 Ground Elev.(m) _____ Data Source _____ Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from											
-1.00	51.22	50.80	18.19	32.60	1.67	1.83	6:0	(5)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	50.03	58.18	26.34	31.84	1.68	2.08	6:0	(5)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	63.71	66.57	27.89	38.69	1.63	1.59	6:0	(6)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	70.00	63.20	27.48	35.72	1.61	1.49	6:0	(6)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	77.23	62.75	28.01	34.74	1.60	1.42	6:0	(6)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	78.28	62.97	28.34	34.63	1.59	1.46	5:0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	75.63	61.92	28.20	33.72	1.56	1.65	5:0	(4)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	75.68	57.88	27.02	30.86	1.52	1.61	5:0	(4)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	74.24	53.01	25.22	27.79	1.53	1.40	5:0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	71.75	47.68	23.38	24.30	1.55	1.44	6:0	(6)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	67.49	44.66	22.63	22.04	1.58	1.70	6:0	(5)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	57.61	45.46	23.23	22.22	1.66	3.15	5:0	(4)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	42.13	47.80	23.98	23.82	1.80	3.41	6:0	(3)/(6)	Medium Stiff Clay		
-14.00	29.44	47.88	23.56	24.32	1.93	4.68	6:0	(3)/(6)	Very Stiff Clay		
-15.00	24.71	49.91	23.75	26.16	2.01	7.70	6:0	(3)/(6)	Very Stiff Clay		
-16.00	23.05	51.31	23.78	27.53	2.05	10.18	6:0	(3)/(6)	Very Stiff Clay		
-17.00	22.10	48.87	22.92	25.95	2.04	9.47	4:1	(3)/(5)	Very Stiff Clay		
-18.00	21.95	47.82	22.77	25.05	2.05	11.08	4:1	(3)/(5)	Very Stiff Clay		
-19.00	21.64	47.22	23.05	24.16	2.05	12.93	5:0	(3)/(5)	Very Stiff Clay		
-20.00	20.79	46.57	23.61	22.96	2.06	13.18	3:2	(3)/(5)	Very Stiff Clay		
-21.00	21.31	46.61	23.49	23.12	2.01	11.06	3:2	(3)/(5)	Very Stiff Clay		
-22.00	21.18	46.37	22.15	24.22	1.92	9.95	3:2	(2)/(5)	Very Stiff Clay		
-23.00	20.10	50.59	22.47	28.12	2.05	12.96	3:2	(3)/(5)	Very Stiff Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี
^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ามามากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area ข้อมูลบริเวณ หลวง สาธุภคา จ.ปทุมธานี Page 2/2
 Grid ID 3107 Number of Borehole 6 Ground Elev.(m) G.W.L.(m) Data Source Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	from	to	Wn (%)	Atterberg Limits (%)			γ_t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
				LL	PL	PI							
	-24.00	-25.00	20.71	51.32	23.65	27.67	2.08	14.34	3 : 2	(3)/(5)	Very Stiff Clay		
	-25.00	-26.00	21.35	51.33	24.52	26.81	2.09	13.86	5 : 0	(3)/(5)	Very Stiff Clay		
	-26.00	-27.00	21.21	49.25	22.72	26.53	2.09	10.88	5 : 0	(2)/(5)	Stiff Clay		
	-27.00	-28.00	24.16	44.55	21.87	22.69	2.02	10.61	5 : 0	(2)/(5)	Stiff Clay		
	-28.00	-29.00	23.77	49.91	23.86	26.05	2.00	11.48	5 : 0	(3)/(5)	Hard Clay		
	-29.00	-30.00	24.48	61.80	26.14	35.66	1.98	15.60	5 : 0	(3)/(5)	Hard Clay		
	-30.00	-31.00	24.43	63.45	26.12	37.33	1.99	12.29	3 : 0	(2)/(3)	Very Stiff Clay		
	-31.00	-32.00	19.95	61.50	24.76	36.74	2.04	8.89	2 : 0	(2)/(2)	Hard Clay		
	-32.00	-33.00	20.29				1.94		1 : 1	(1)/(2)	Hard Clay		
	-33.00	-34.00	19.12				1.87		0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand		
	-34.00	-35.00	17.97				1.84		0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด
 a. Clay : Sand คือ จำนวนข้อมุลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมุลดินทราย
 b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมุลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสังแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area ลำลูกกา ชัยภูมิ จ. ปทุมธานี

Grid ID 3012 Number of Borehole 3 Ground Elev. (m) G.W.L. (m) Data Source Interpret Soil Layer Page 1/3 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Remark
		LL	PL	PI						
-1.00	121.90	98.20	39.40	58.80	1.44	0.26	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-2.00	121.09	102.46	39.58	62.88	1.45	0.44	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-3.00	113.20	100.26	41.59	58.68	1.46	0.65	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	100.50	105.44	43.85	61.59	1.49	1.19	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	102.82	99.86	42.86	57.01	1.48	1.09	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	105.22	97.57	41.55	56.02	1.47	1.16	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	102.82	93.27	39.67	53.60	1.47	1.31	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-8.00	86.41	86.71	37.24	49.47	1.52	1.58	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	73.17	81.07	35.14	45.93	1.60	1.92	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	65.68	77.91	33.65	44.26	1.65	2.33	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-11.00	67.94	74.91	31.56	43.35	1.63	2.84	3:0	(2)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-12.00	58.78	70.67	28.94	41.72	1.72	3.96	3:0	(2)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-13.00	45.20	65.81	26.20	39.61	1.82	4.95	3:0	(2)/(3)	Medium Stiff Clay	
-14.00	39.90	66.42	26.41	40.00	1.83	3.35	3:0	(2)/(3)	Medium Stiff Clay	
-15.00	38.90	59.65	26.16	33.49	1.86	3.34	3:0	(1)/(3)	Medium Stiff Clay	
-16.00	38.73	51.40	25.50	25.91	1.89	3.07	3:0	(2)/(3)	Stiff Clay	
-17.00	39.11	48.48	25.16	23.32	1.88	2.82	3:0	(1)/(3)	Medium Stiff Clay	
-18.00	36.92	46.92	24.33	22.58	1.80	3.18	3:0	(2)/(3)	Stiff Clay	
-19.00	33.50	51.14	25.25	25.89	1.83	3.73	2:1	(1)/(3)	Stiff Clay	
-20.00	29.54	49.39	24.39	25.00	1.78	4.15	1:2	(1)/(3)	Medium Stiff Clay	
-21.00	27.38	47.63	23.54	24.09	1.85	4.74	1:2	(1)/(3)	Medium Stiff Clay	
-22.00	25.23	63.79	28.04	35.75	1.89	5.19	1:2	(2)/(3)	Medium Stiff Clay	
-23.00	21.22						1:2	(1)/(3)	Medium Dense Sand	
-24.00									Stiff Clay	

หมายเหตุ ข้อมูลสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด
 a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
 b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่มีค่ามากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรธรณีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area ลำลูกกา ฝั่งบุรี จ.ปทุมธานี

Grid ID 3012 Number of Borehole 3 Ground Elev. (m) G.W.L.(m) Page 2/3

Depth (m.)	from	to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
				LL.	PL.	PI.							
-24.00	-25.00		18.79						0 : 3	(1)/(3)	Medium Dense Sand		
-25.00	-26.00		17.75						0 : 3	(1)/(3)	Medium Dense Sand		
-26.00	-27.00		17.82						0 : 3	(2)/(3)	Medium Dense Sand		
-27.00	-28.00		17.71						0 : 3	(2)/(3)	Medium Dense Sand		
-28.00	-29.00		17.66						0 : 3	(2)/(3)	Medium Dense Sand		
-29.00	-30.00		17.92						0 : 3	(1)/(3)	Dense Sand		
-30.00	-31.00		15.70						0 : 3	(1)/(3)	Medium Dense Sand		
-31.00	-32.00		16.12						0 : 3	(1)/(3)	Medium Dense Sand		
-32.00	-33.00		17.38						0 : 3	(1)/(3)	Medium Dense Sand		
-33.00	-34.00		16.77						0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand		
-34.00	-35.00		15.99						0 : 1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-35.00	-36.00		16.46						0 : 1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-36.00	-37.00		16.55						0 : 1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-37.00	-38.00		16.54						0 : 1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-38.00	-39.00		16.58						0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand		
-39.00	-40.00		14.99						0 : 1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-40.00	-41.00		13.56						0 : 1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-41.00	-42.00		13.83						0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand		
-42.00	-43.00		14.31	68.20	29.40	38.80	1.95		0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand		
-43.00	-44.00		17.75	68.20	29.40	38.80	1.95		0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand		
-44.00	-45.00		27.18	68.20	29.40	38.80	1.95		0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand		
-45.00	-46.00		27.05	68.20	29.40	38.80	1.94		1 : 0	(1)/(1)	Hard Clay		
-46.00	-47.00		23.28	68.20	29.40	38.80	1.98		1 : 0	(1)/(1)	Hard Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่ทับถมมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area ล้างถูกกา สัมบุรี จ.ปทุมธานี

Grid ID 3012 Number of Borehole 3 Ground Elev.(m) _____ G.W.L.(m) _____ Page 3/3
 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)		W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay - Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
from	to		LL.	PL.	PI.							
-47.00	-48.00	19.69	43.20	18.20	25.00	2.10		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-48.00	-49.00	18.95	43.20	18.20	25.00	2.11		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-49.00	-50.00	19.17	43.20	18.20	25.00	2.09		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะชั้นดินในแต่ละความลึกภายในกบดิน
 Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
 (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้พิมพ์ไปใช้ประโยชน์ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area สาลูดก้า จ.ปทุมธานี

Page 1/2

Grid ID 2917

Number of Borehole 2

Ground Elev. (m)

G.W.L. (m)

Data Source

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from											
-4.00	85.33	54.31	29.37	24.95	1.44		1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	91.26	58.04	30.20	27.83	1.43		1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	89.31	60.85	30.65	30.20	1.45	0.65	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	83.76	61.68	30.42	31.26	1.44	0.60	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	80.54	61.70	30.81	30.89	1.47	0.73	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	74.46	58.95	29.70	29.25	1.52	1.09	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	58.70	50.18	24.32	25.86	1.63	2.08	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	39.07	41.89	20.33	21.56	1.86	3.90	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	25.44	42.05	20.29	21.77	2.02	5.39	2:0	(2)/(2)	Stiff Clay		
-13.00	29.80	61.51	28.09	33.42	1.94	5.51	2:0	(1)/(2)	Stiff Clay		
-14.00	32.40	70.43	32.07	38.36	1.90	5.15	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-15.00	36.36	68.31	31.92	36.39	1.88	5.72	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-16.00	44.57	51.74	26.21	25.53	1.83	8.73	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-17.00	34.98	47.14	24.24	22.90	1.94	11.83	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-18.00	24.76	47.56	23.58	23.98	2.03	12.89	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-19.00	28.08	48.71	22.58	26.13	1.96	9.47	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-20.00	27.38	51.08	22.78	28.30	2.01	7.47	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-21.00	25.34	52.77	23.26	29.51	2.08	6.49	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-22.00	24.13	51.97	23.33	28.65	2.10	6.47	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-23.00	23.98	52.19	23.92	28.27	2.02	6.33	2:0	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-24.00	24.17	52.28	24.30	27.98	1.96	6.04	2:0	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-25.00	25.27	45.09	19.78	25.31	2.02	5.33	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-26.00	24.38	44.88	19.57	25.32	2.06	7.12	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลผลสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกิริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่มีค่ามากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พจนานุกรม ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรธรณีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตเมืองใหม่ อ.กรงเทพมหานคร. สาธุสภา จ.ปทุมธานี
 Grid ID 2822 Number of Borehole 1 Ground Elev.(m) G.W.L.(m) Data Source Page 1/2
 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from to											
-3.00	93.70	81.80	30.50	51.30	1.50	1.22	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	95.34	83.74	31.59	52.14	1.50	1.33	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	92.10	81.90	30.65	51.25	1.50	1.10	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	91.45	83.21	31.47	51.75	1.50	1.04	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	93.88	87.29	33.74	53.55	1.51	1.27	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	84.65	88.70	34.65	54.05	1.58	1.57	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	75.70	89.49	34.96	54.53	1.64	1.69	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	78.87	91.36	35.15	56.22	1.64	1.34	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	73.90	88.85	33.40	55.45	1.63	0.97	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	74.50	85.10	31.32	53.78	1.62	0.75	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	95.82	82.85	30.37	52.48	1.61	0.98	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-14.00	83.05	82.40	30.25	52.15	1.67	2.08	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-15.00	56.31	76.57	28.84	47.74	1.76	3.04	1:0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay		
-16.00	31.65	57.53	23.82	33.71	1.88		1:0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay		
-17.00	26.66	57.72	23.24	34.49	2.00		1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-18.00	22.61	39.58	19.72	19.85	2.07		1:0	(1)/(1)	Stiff Clay		
-19.00	22.76	31.75	17.02	14.73			1:0	(1)/(1)	Stiff Clay		
-20.00	20.68						1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-21.00	18.20						1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-22.00	17.04						1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-23.00	18.82						1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-24.00	20.87						1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-25.00	21.06						0:1	(1)/(1)	Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลผลรวมที่ติดกันที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกัณฑ์

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตมีนบุรี จ.กรุงเทพมหานคร, ล่าลูกกา จ.ปทุมธานี

Grid ID 2822 Number of Borehole 1 Ground Elev.(m) G.W.L.(m) Data Source Date 27 ก.ย. 55 Page 2/2

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from											
to											

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาส่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตบางเขน เขตมีนบุรี จ.กรุงเทพมหานคร, ลำลูกกา จ.ปทุมธานี

Grid ID 282:1

Number of Borehole 9

Ground Elev.(m)

G.W.L.(m)

Data Source

Page 1/2

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from											
-1.00	71.60	90.90	33.10	57.80	1.60	1.32	8 : 0	(8)/(8)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	70.31	84.07	34.24	49.84	1.61	1.39	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	85.59	92.78	36.11	56.67	1.54	0.98	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	87.46	90.48	34.03	56.46	1.53	1.03	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	85.04	91.15	35.13	56.03	1.52	1.15	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	80.46	90.31	34.95	55.36	1.54	1.37	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	74.06	87.85	34.20	53.66	1.57	1.48	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	73.02	85.96	33.71	52.25	1.57	1.59	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	74.21	84.26	33.26	51.00	1.57	1.63	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	72.04	82.37	32.84	49.53	1.57	1.63	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	68.95	80.86	32.46	48.40	1.61	1.93	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	59.40	79.25	32.10	47.16	1.68	2.43	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	47.23	78.48	32.06	46.42	1.74	3.17	9 : 0	(7)/(9)	Medium Stiff Clay		
-14.00	42.12	78.09	31.85	46.25	1.78	3.40	9 : 0	(5)/(9)	Stiff Clay		
-15.00	38.73	73.39	30.26	43.13	1.82	4.38	9 : 0	(8)/(9)	Stiff Clay		
-16.00	34.86	64.41	27.30	37.11	1.85		9 : 0	(8)/(9)	Stiff Clay		
-17.00	31.89	56.07	24.52	31.55	1.91		9 : 0	(6)/(9)	Very Stiff Clay		
-18.00	29.46	52.51	23.03	29.47	1.92		9 : 0	(6)/(9)	Very Stiff Clay		
-19.00	26.79	49.36	22.19	27.18	1.98		8 : 1	(4)/(9)	Stiff Clay		
-20.00	24.05	47.29	20.82	26.47	2.04		7 : 2	(4)/(9)	Very Stiff Clay		
-21.00	21.78	45.06	20.19	24.87	2.07		7 : 2	(4)/(9)	Very Stiff Clay		
-22.00	20.49	44.23	20.32	23.91	2.13		4 : 5	(4)/(9)	Dense Sand		
-23.00	20.50	42.05	21.40	20.65	2.13		3 : 6	(4)/(9)	Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลผลสัมบูรณ์ที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

a. Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรรมิวิทยาลัยเทคโนโลยีพระยาภิรมย์

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตบางเขน เขตมีนบุรี จ.กรุงเทพมหานคร. ลำลูกกา จ.ปทุมธานี
 Grid ID 2821 Number of Borehole 9 Ground Elev.(m) _____ G.W.L.(m) _____ Data Source _____ Date 27 ก.ย. 55 Page 2/2

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from											
-24.00	20.30	43.53	22.92	20.61	1.93	64	2 : 7	(4)/(9)	Very Dense Sand		
-25.00	20.63	43.57	22.67	20.90	1.93	72	1 : 8	(6)/(9)	Very Dense Sand		
-26.00	20.83	60.24	24.91	35.33	1.93	78	1 : 8	(7)/(9)	Very Dense Sand		
-27.00	19.02	55.34	21.99	33.36	1.96	72	1 : 8	(7)/(9)	Very Dense Sand		
-28.00	18.17	54.83	21.61	33.21	2.01	65	2 : 6	(4)/(8)	Very Dense Sand		
-29.00	17.96	51.63	19.65	31.97	2.03	65	2 : 6	(4)/(8)	Very Dense Sand		
-30.00	19.36	58.39	22.08	36.31	2.03	49	2 : 5	(3)/(7)	Very Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด
^a Clay : Sand คือ จำนวนของชั้นดินเหนียว ต่อ จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในบริเวณความลึก
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้าก๊อมนักที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระยาภิรมย์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตบางเขน เขตมีนบุรี จ.กรุงเทพมหานคร

Grid ID 2727 Number of Borehole 1 Ground Elev. (m) _____ G.W.L.(m) _____ Data Source _____ Page 1/2 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
from	to										
-1.00	-2.00	67.00	26.00	41.00	1.74	4.31	1:0	(1)/(1)	Stiff Clay		
-2.00	-3.00	58.75	23.75	35.00	1.55	1.61	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	-4.00	66.60	25.89	40.71	1.54	1.35	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	-5.00	67.00	26.00	41.00	1.49	1.52	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	-6.00	68.00	25.00	43.00	1.49	1.86	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	-7.00	69.00	24.00	45.00	1.51	2.16	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	-8.00	69.00	24.00	45.00	1.56	2.24	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	-9.00	69.00	24.00	45.00	1.57	2.28	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	-10.00	69.00	24.00	45.00	1.55	2.31	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	-11.00				1.54	2.36	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	-12.00				1.57	2.98	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	-13.00	78.00	29.00	49.00	1.63	4.20	1:0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay		
-13.00	-14.00	78.00	29.00	49.00	1.76	3.62	1:0	(1)/(1)	Stiff Clay		
-14.00	-15.00	78.00	29.00	49.00	1.94		1:0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay		
-15.00	-16.00	78.00	29.00	49.00	1.92		1:0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay		
-16.00	-17.00	78.00	29.00	49.00	1.96		1:0	(1)/(1)	Stiff Clay		
-17.00	-18.00	32.00	18.00	14.00	1.93		1:0	(1)/(1)	Stiff Clay		
-18.00	-19.00	32.00	18.00	14.00	1.88		1:0	(1)/(1)	Stiff Clay		
-19.00	-20.00	32.26	18.06	14.20	1.86		0:1	(1)/(1)	Loose Sand		
-20.00	-21.00	36.65	19.03	17.62	1.97		0:1	(1)/(1)	Medium Dense Sand		
-21.00	-22.00	42.65	20.37	22.28	2.08		0:1	(1)/(1)	Medium Dense Sand		
-22.00	-23.00	48.39	21.64	26.75	2.06		1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-23.00	-24.00	50.00	22.00	28.00	2.06		0:1	(1)/(1)	Medium Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลหลุมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนขุมดินเหนียว ต่อ จำนวนขุมดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุด ในวงความลึก)/(จำนวนขุมชั้นดินทั้งหมดในวงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารทงสวนเวลาหรับการใชงนเพื่อการศึกษาและใชงนในวงจรงานเฉพาะกิจ หากมีการนำไปใช้โดยไม่ขออนุญาตจากกรมทรัพยากรธรณี อาจก่อให้เกิดความเสียหายได้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตบางเขน เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร G.W.L.(m) _____ Page 2/2

Grid ID 2727 Number of Borehole 1 Ground Elev.(m) _____ Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	from	to	LL.	PL.	PI.							
-24.00	-25.00	20.05	50.00	22.00	28.00	2.05		49	0 : 1	(1)/(1)	Medium Dense Sand	
-25.00	-26.00	19.70				2.03		89	0 : 1	(1)/(1)	Very Dense Sand	
-26.00	-27.00	16.68				2.01		70	0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand	
-27.00	-28.00	14.29				2.00		44	0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand	
-28.00	-29.00	14.98	41.00	20.00	21.00	2.02		39	0 : 1	(1)/(1)	Medium Dense Sand	
-29.00	-30.00	18.10	41.00	20.00	21.00	2.04		35	1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay	
-30.00	-31.00	20.70	41.00	20.00	21.00	2.06		34	1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay	
-31.00	-32.00	20.00				2.08		39	1 : 0	(1)/(1)	Hard Clay	
-32.00	-33.00	16.38				2.19		42	1 : 0	(1)/(1)	Hard Clay	
-33.00	-34.00	14.92				2.27		48	1 : 0	(1)/(1)	Hard Clay	
-34.00	-35.00	20.34				2.22		62	0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand	
-35.00	-36.00	20.37						59	0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand	
-36.00	-37.00	18.34						52	0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand	
-37.00	-38.00	16.49						47	0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand	
-38.00	-39.00	15.69						46	0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand	
-39.00	-40.00	15.29						48	0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand	
-40.00	-41.00	15.03						49	0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนของลิ่มเหนียว คือ จำนวนของลิ่มเหนียว (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของลิ่มเหนียวที่มากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของลิ่มเหนียวทั้งหมดในช่วงความลึก)

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของลิ่มเหนียวที่มากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของลิ่มเหนียวทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area 2634 Number of Borehole 24 Ground Elev. (m) _____ G.W.L. (m) _____ Data Source _____ Page 1/3

Grid ID _____ Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	from	to	LL.	PL.	PI.							
0.00	-1.00	32.42				1.71			14 : 0	(8)/(14)	Very Soft to Soft Clay	
-1.00	-2.00	63.11	42.20	24.02	19.29	1.59	1.08		19 : 0	(12)/(19)	Very Soft to Soft Clay	
-2.00	-3.00	63.46	41.89	23.98	19.12	1.61	1.30		22 : 0	(15)/(22)	Very Soft to Soft Clay	
-3.00	-4.00	77.98	70.76	29.86	41.30	1.55	1.18		22 : 0	(17)/(22)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	-5.00	83.34	69.68	29.60	40.50	1.53	1.32		24 : 0	(23)/(24)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	-6.00	91.39	71.86	30.69	41.89	1.50	1.30		24 : 0	(23)/(24)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	-7.00	87.55	70.65	30.41	40.39	1.53	1.30		24 : 0	(21)/(24)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	-8.00	81.45	70.00	30.51	39.64	1.55	1.33		24 : 0	(23)/(24)	Very Soft to Soft Clay	
-8.00	-9.00	76.28	70.54	29.84	40.83	1.56	1.52		24 : 0	(24)/(24)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	-10.00	71.33	67.99	28.22	39.59	1.57	1.83		20 : 0	(20)/(20)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	-11.00	66.84	65.90	28.12	38.32	1.60	1.96		23 : 0	(19)/(23)	Very Soft to Soft Clay	
-11.00	-12.00	62.22	63.84	27.55	36.66	1.63	2.21		23 : 0	(18)/(23)	Very Soft to Soft Clay	
-12.00	-13.00	54.64	61.22	26.35	35.02	1.68	2.88	11	23 : 0	(13)/(23)	Very Soft to Soft Clay	
-13.00	-14.00	46.30	59.33	25.50	34.65	1.75	3.69	13	24 : 0	(11)/(24)	Very Soft to Soft Clay	
-14.00	-15.00	36.16	53.65	22.62	30.56	1.87	5.22	20	23 : 1	(10)/(24)	Stiff Clay	
-15.00	-16.00	26.58	49.47	21.77	27.73	1.99	7.22	18	23 : 1	(12)/(24)	Stiff Clay	
-16.00	-17.00	23.89	46.35	21.43	25.45	2.02	9.23	22	24 : 0	(11)/(24)	Very Stiff Clay	
-17.00	-18.00	22.52	45.40	21.54	23.61	2.04	10.87	24	22 : 2	(15)/(24)	Very Stiff Clay	
-18.00	-19.00	21.64	43.81	21.40	22.14	2.03	12.48	27	21 : 3	(14)/(24)	Very Stiff Clay	
-19.00	-20.00	20.36	42.08	21.72	20.60	2.00	11.93	28	14 : 10	(8)/(24)	Very Stiff Clay	
-20.00	-21.00	19.89	40.61	21.01	19.55	1.93	12.96	34	9 : 15	(8)/(24)	Dense Sand	
-21.00	-22.00	18.91	37.15	21.00	16.15	1.89	11.25	39	8 : 16	(7)/(24)	Dense Sand	
-22.00	-23.00	17.04	33.45	18.75	14.70	1.90		43	2 : 18	(10)/(20)	Dense Sand	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรด
 a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
 b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area 2634 Number of Borehole 24 Ground Elev. (m) G.W.L. (m) Data Source Interpret Soil Layer Remark

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	to	from	LL	PL	PI							
-23.00	-24.00	16.23	42.41	22.45	19.95	1.90		47	1 : 19	(11)/(20)	Dense Sand	
-24.00	-25.00	15.99	35.69	22.59	13.09	1.91		52	1 : 19	(11)/(20)	Dense Sand	
-25.00	-26.00	16.95	35.40	22.60	12.80	1.92		57	0 : 18	(12)/(18)	Dense Sand	
-26.00	-27.00	16.15	34.78	20.28	14.50	1.92	18.75	59	0 : 18	(12)/(18)	Dense Sand	
-27.00	-28.00	16.18	34.15	17.96	16.19	1.91	18.75	62	0 : 14	(9)/(14)	Dense Sand	
-28.00	-29.00	16.67	37.91	16.76	21.15	1.90	18.75	66	1 : 13	(9)/(14)	Dense Sand	
-29.00	-30.00	17.24	37.72	15.84	21.88	1.91		66	0 : 14	(7)/(14)	Very Dense Sand	
-30.00	-31.00	18.90	41.80	16.20	25.60	1.90		62	0 : 14	(7)/(14)	Very Dense Sand	
-31.00	-32.00	20.81				1.90		57	0 : 14	(6)/(14)	Very Dense Sand	
-32.00	-33.00	20.50				1.85		64	0 : 14	(8)/(14)	Very Dense Sand	
-33.00	-34.00	20.05				1.85		67	0 : 7	(4)/(7)	Dense Sand	
-34.00	-35.00	15.78				1.88		65	0 : 7	(4)/(7)	Dense Sand	
-35.00	-36.00	20.29				1.79		68	0 : 7	(5)/(7)	Dense Sand	
-36.00	-37.00	20.32	48.37	22.18	26.19	1.77		74	0 : 7	(5)/(7)	Dense Sand	
-37.00	-38.00	20.69	48.37	22.18	26.19	1.75		82	0 : 4	(3)/(4)	Very Dense Sand	
-38.00	-39.00	21.83	47.57	22.08	25.48	1.82		79	1 : 3	(3)/(4)	Very Dense Sand	
-39.00	-40.00	20.63	34.07	20.45	13.62	1.85		74	1 : 3	(3)/(4)	Very Dense Sand	
-40.00	-41.00	19.36	26.13	20.63	5.51	1.84		75	1 : 3	(3)/(4)	Very Dense Sand	
-41.00	-42.00	20.01	40.31	25.67	14.64	1.87		65	1 : 3	(3)/(4)	Very Dense Sand	
-42.00	-43.00	18.61				1.90		83	1 : 3	(3)/(4)	Very Dense Sand	
-43.00	-44.00	18.19				1.93		99	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
-44.00	-45.00	21.62				1.84		100	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
-45.00	-46.00	20.36				1.80		100	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของผลคูณหารจะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว คือ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำเอกสารได้ใช้เอกสารฉบับนี้ไปแล้ว กรุณาแจ้งให้ทราบเพื่อปรับปรุงเอกสารฉบับต่อไปให้มีความถูกต้อง
 ไม่ว่าการผิดใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area _____ Page 3/3
 Grid ID 2634 Number of Borehole 24 Ground Elev. (m) _____ G.W.L. (m) _____ Data Source _____ Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ_t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
			LL.	PL.	PI.							
-46.00	-47.00	18.19				1.81		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand		
-47.00	-48.00	18.05				1.77		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand		
-48.00	-49.00	18.36				1.71		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand		
-49.00	-50.00	19.20				1.73		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand		
-50.00	-51.00	20.87				1.71		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand		
-51.00	-52.00	21.86				1.68		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand		
-52.00	-53.00	22.46				1.65		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand		
-53.00	-54.00	22.58				1.65		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand		
-54.00	-55.00	19.53				1.67		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรด
^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่มากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตเมืองใหม่ เขตมีนบุรี จ. กรุงเทพมหานคร

Grid ID 2541 Number of Borehole 5 Ground Elev.(m)

Data Source

Page 1/2

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	V _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _r (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
-1.00	36.00				1.81	3.59	5:0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	42.19				1.77	3.16	5:0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	90.86	113.90	38.80	75.10	1.51	1.60	5:0	(4)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	94.83	91.29	35.06	56.23	1.49	1.43	5:0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	99.03	94.58	36.57	58.01	1.47	1.42	5:0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	95.38	102.37	38.13	64.24	1.48	1.48	5:0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	83.32	95.05	34.11	60.94	1.52	1.68	5:0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	82.30	86.82	31.89	54.92	1.55	1.63	5:0	(4)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	80.67	81.15	30.17	50.98	1.57	1.70	5:0	(4)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	75.12	82.09	29.93	52.16	1.58	2.02	5:0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	66.30	80.76	29.18	51.59	1.61	2.45	5:0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	58.70	75.33	27.53	47.79	1.67	3.00	5:0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	47.96	60.72	24.79	35.93	1.78	3.47	5:0	(4)/(5)	Medium Stiff Clay		
-14.00	38.19	59.10	24.36	34.74	1.85	5.16	4:1	(3)/(5)	Medium Stiff Clay		
-15.00	32.02	59.60	23.84	35.76	1.94	5.94	5:0	(2)/(5)	Stiff Clay		
-16.00	28.17	58.83	23.89	34.94	1.97	7.02	5:0	(2)/(5)	Medium Stiff Clay		
-17.00	27.62	56.68	23.69	33.00	1.93	25	5:0	(2)/(5)	Stiff Clay		
-18.00	26.74	54.40	22.67	31.73	1.98	25	5:0	(3)/(5)	Stiff Clay		
-19.00	24.42	54.57	21.62	32.95	2.05	26	5:0	(3)/(5)	Stiff Clay		
-20.00	22.70	51.63	21.68	29.95	2.07	26	4:1	(2)/(5)	Stiff Clay		
-21.00	21.58	46.60	20.10	26.49	2.04	33	3:2	(1)/(5)	Stiff Clay		
-22.00	19.76			2.00	2.00	47	3:2	(1)/(5)	Stiff Clay		
-23.00	17.73			2.00	2.00	56	1:4	(3)/(5)	Dense Sand		
-24.00						62	0:5	(3)/(5)	Very Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในก๊อ

a. Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตบึงกุ่ม เขตมีนบุรี อ. กรุงเทพมหานคร

Page 2/2
Date 27 ก.ย. 55

Grid ID 2541 Number of Borehole 5 Ground Elev. (m) _____ G.W.L. (m) _____ Data Source _____

Depth (m.)		W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
from	to		LL.	PL.	PI.							
-24.00	-25.00	17.44			2.01		72	0 : 5	(3)/(5)	Very Dense Sand		
-25.00	-26.00	18.75			2.02		70	0 : 5	(3)/(5)	Dense Sand		
-26.00	-27.00	18.32	29.00	16.00	2.05		72	0 : 5	(3)/(5)	Dense Sand		
-27.00	-28.00	17.87	29.00	16.00	2.09		66	0 : 3	(2)/(3)	Dense Sand		
-28.00	-29.00	18.17	29.00	16.00	2.10		52	1 : 2	(2)/(3)	Dense Sand		
-29.00	-30.00	17.67			2.09		47	1 : 2	(2)/(3)	Dense Sand		
-30.00	-31.00	16.36					46	1 : 2	(2)/(3)	Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผสมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่ซ้ำกันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตบึงกุ่ม เขตบางกะปิ เขตประเวศ จ.กรุงเทพมหานคร

Grid ID 2449 Number of Borehole 5

Ground Elev.(m)

G.W.L.(m)

Page 1/2

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu _{uz}) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
from	to										
-1.00	-2.00	108.67			1.48	1.21	2	4 : 0	(2)/(4)		
-2.00	-3.00	90.35	53.50	26.00	1.56	2.78	2	5 : 0	(3)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-3.00	-4.00	99.87	69.17	31.90	1.50	1.98	4	5 : 0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	-5.00	99.52	109.97	46.24	1.49	1.54	5	5 : 0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	-6.00	98.70	99.26	40.22	1.49	1.57	6	5 : 0	(4)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	-7.00	100.21	97.15	37.24	1.50	1.63	7	5 : 0	(4)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	-8.00	99.51	95.07	36.05	1.50	1.70	7	5 : 0	(4)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-8.00	-9.00	88.87	90.01	34.24	1.52	1.87	9	5 : 0	(4)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	-10.00	77.27	85.58	32.68	1.58	2.00	13	5 : 0	(3)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	-11.00	68.55	82.93	32.74	1.62	2.20	16	5 : 0	(3)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-11.00	-12.00	67.13	78.11	31.89	1.63	2.61	10	5 : 0	(3)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-12.00	-13.00	61.40	79.24	31.60	1.66	3.26	19	5 : 0	(2)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-13.00	-14.00	53.92	76.95	30.06	1.70	3.99	31	5 : 0	(2)/(5)	Very Soft to Soft Clay	
-14.00	-15.00	50.19	73.54	28.82	1.72	4.15	27	5 : 0	(2)/(5)	Medium Stiff Clay	
-15.00	-16.00	49.83	64.57	27.94	1.73	2.81	31	5 : 0	(2)/(5)	Stiff Clay	
-16.00	-17.00	49.18	57.89	26.91	1.75	2.59	17	5 : 0	(2)/(5)	Stiff Clay	
-17.00	-18.00	47.09	56.81	26.71	1.76	2.38	18	5 : 0	(1)/(5)	Stiff Clay	
-18.00	-19.00	44.78	57.18	26.57	1.74	2.40	22	4 : 0	(1)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-19.00	-20.00	42.14	64.99	28.51	1.80	2.65	31	3 : 1	(1)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-20.00	-21.00	38.84	54.84	25.94	1.81	2.76	36	3 : 1	(1)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-21.00	-22.00	35.24	50.72	24.73	1.87	4.74	37	3 : 1	(1)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-22.00	-23.00	30.08	49.93	24.35	1.95	5.19	36	3 : 1	(1)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-23.00	-24.00	21.90	46.00	24.00	2.00		42	2 : 2	(2)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
หมายเหตุ	ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี										

^a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area _____

Grid ID 2450

Number of Borehole 9

Ground Elev. (m) _____

G.W.L. (m) _____

Page 1/3

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	from	to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
				LL	PL	PI							
-1.00	-2.00	-3.00	110.57	59.08	35.52	23.56	1.38	0.58	5	8 : 0	(7)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-2.00	-3.00	-4.00	97.84	57.27	34.16	23.12	1.42	1.02	5	8 : 0	(7)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-3.00	-4.00	-5.00	107.93	59.46	35.99	23.47	1.45	0.68	6	8 : 0	(8)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	-5.00	-6.00	105.00	59.19	36.54	22.65	1.44	1.00	7	8 : 0	(7)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	-6.00	-7.00	103.54	58.22	36.60	21.62	1.48	1.06	8	8 : 0	(7)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	-7.00	-8.00	102.22	59.54	37.16	22.38	1.50	1.35	9	3 : 0	(2)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	-8.00	-9.00	100.91	58.62	36.99	21.64	1.43	1.43	10	3 : 0	(2)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-8.00	-9.00	-10.00	80.25	79.10	35.76	43.34	1.61	1.51	12	3 : 0	(2)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	-10.00	-11.00	95.18	59.56	37.77	21.80	1.41	2.11	15	2 : 0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	-11.00	-12.00	93.82	58.57	37.27	21.30	1.40	1.78	20	3 : 0	(1)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-11.00	-12.00	-13.00	91.72	54.67	35.48	19.19	1.42	2.24	21	3 : 0	(1)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-12.00	-13.00	-14.00	78.19	50.48	31.82	18.66	1.50	4.30	22	3 : 0	(1)/(3)	Very Soft to Soft Clay	
-13.00	-14.00	-15.00	61.02	48.31	28.22	20.10	1.63	5.50	23	4 : 0	(2)/(4)	Stiff Clay	
-14.00	-15.00	-16.00	36.62	55.37	25.65	29.72	1.77	4.11	22	5 : 0	(2)/(5)	Stiff Clay	
-15.00	-16.00	-17.00	29.94	51.20	25.77	25.43	1.85	5.06	26	5 : 0	(3)/(5)	Stiff Clay	
-16.00	-17.00	-18.00	28.15	46.72	24.98	21.74	1.92	7.75	27	6 : 0	(3)/(6)	Very Stiff Clay	
-17.00	-18.00	-19.00	26.04	49.31	26.40	22.91	1.97	8.79	27	4 : 2	(2)/(6)	Very Stiff Clay	
-18.00	-19.00	-20.00	26.22	53.52	28.44	25.08	1.94	11.10	18	4 : 2	(2)/(6)	Very Stiff Clay	
-19.00	-20.00	-21.00	27.11	50.83	27.87	22.96	1.89		25	3 : 3	(3)/(6)	Medium Dense Sand	
-20.00	-21.00	-22.00	23.47	47.64	27.96	19.68	1.84		31	1 : 5	(3)/(6)	Dense Sand	
-21.00	-22.00	-23.00	23.30	47.03	27.82	19.20	1.86		34	1 : 5	(3)/(6)	Dense Sand	
-22.00	-23.00	-24.00	24.23	56.33	32.30	24.03	1.85		38	2 : 5	(3)/(7)	Medium Dense Sand	
-23.00	-24.00		24.51	58.55	33.71	24.84	1.81		38	1 : 7	(5)/(8)	Dense Sand	

พัฒนาโดย ศูนย์รับและทดสอบวิศวกรรมปฐพีและธรณีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หมายเหตุ ข้อมูลเริ่มต้นที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมของแต่ละความลึกภายในกรณี

a. Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินหยาบมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area

Grid ID 2450

Number of Borehole 9

Ground Elev. (m)

G.W.L. (m)

Data Source

Page 2/3

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand		Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI				No. ^a	No. ^b		
-24.00	23.23	58.97	33.27	25.70	1.85	40	1:7	(5)/(8)	Dense Sand		
-25.00	21.44	58.94	33.61	25.33	1.88	44	1:7	(6)/(8)	Dense Sand		
-26.00	19.75	57.59	34.58	23.01	1.84	45	1:7	(4)/(8)	Dense Sand		
-27.00	17.70	57.20	34.86	22.34	1.87	45	1:7	(4)/(8)	Dense Sand		
-28.00	15.91	57.20	34.86	22.34	1.91	48	0:8	(6)/(8)	Dense Sand		
-29.00	15.09				1.92	49	0:8	(6)/(8)	Dense Sand		
-30.00	16.02	20.40	16.40	4.00	1.88	44	0:8	(6)/(8)	Dense Sand		
-31.00	16.19	20.40	16.40	4.00	1.87	41	0:8	(6)/(8)	Dense Sand		
-32.00	17.37	20.40	16.40	4.00	2.03	50	0:8	(7)/(8)	Dense Sand		
-33.00	16.77					59	0:2	(2)/(2)	Dense Sand		
-34.00	15.99					82	0:2	(1)/(2)	Dense Sand		
-35.00	16.46					87	0:2	(1)/(2)	Dense Sand		
-36.00	16.55					80	0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-37.00	16.54					56	0:1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-38.00	16.58					66	0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-39.00	14.99					78	0:1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-40.00	13.56					66	0:1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-41.00	13.83					58	0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-42.00	14.31	29.40	38.80	1.95		55	0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-43.00	17.75	29.40	38.80	1.95		59	0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-44.00	27.18	29.40	38.80	1.95		56	1:0	(1)/(1)	Dense Sand		
-45.00	27.05	29.40	38.80	1.94		54	1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-46.00	23.28	29.40	38.80	1.98		57	1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-47.00	23.28	29.40	38.80	1.98		57	1:0	(1)/(1)	Hard Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลหลุมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

a. Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area _____ Page 3/3
 Grid ID 2450 Number of Borehole 9 Ground Elev.(m) _____ Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	S _u (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Data Source	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI								
from -47.00 to -48.00	19.69	43.20	18.20	25.00	2.10	56	1:0	(1)/(1)				
-48.00 to -49.00	18.95	43.20	18.20	25.00	2.11	56	1:0	(1)/(1)			Hard Clay	
-49.00 to -50.00	19.17	43.20	18.20	25.00	2.09	55	1:0	(1)/(1)			Hard Clay	
											Hard Clay	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี
^a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตลาดกระบัง เขตประเวศ จ.กรุงเทพมหานคร บางพลี จ.สมุทรปราการ
 Grid ID 2358 Number of Borehole 4 Ground Elev. (m) _____ G.W.L. (m) _____ Data Source _____ Page 1/3
 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	from	to	LL	PL	PI							
-1.00	-2.00	111.60				1.42	1.38		4:0	(2)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-2.00	-3.00	95.74	85.00	28.67	56.33	1.51	2.33		4:0	(2)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-3.00	-4.00	103.78	82.86	33.97	48.89	1.46	2.09		4:0	(2)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	-5.00	107.39	89.83	34.19	55.63	1.44	1.91		4:0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	-6.00	105.30	90.20	35.93	54.27	1.45	1.86		4:0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	-7.00	97.98	88.94	36.64	52.30	1.47	2.01		4:0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	-8.00	89.14	85.52	35.08	50.43	1.50	2.33		4:0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-8.00	-9.00	82.44	72.03	31.55	40.47	1.54	2.59		4:0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	-10.00	74.44	70.61	30.71	39.90	1.56	2.58		4:0	(2)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	-11.00	65.30	70.73	30.54	40.19	1.58	2.53		4:0	(3)/(4)	Medium Stiff Clay	
-11.00	-12.00	60.58	71.77	30.46	41.32	1.61	2.83		4:0	(2)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-12.00	-13.00	59.16	74.00	30.67	43.33	1.62	3.12		4:0	(2)/(4)	Very Soft to Soft Clay	
-13.00	-14.00	56.88	74.20	32.70	41.50	1.64	3.90		4:0	(3)/(4)	Medium Stiff Clay	
-14.00	-15.00	48.59	77.82	35.35	42.47	1.71	5.75		4:0	(4)/(4)	Medium Stiff Clay	
-15.00	-16.00	34.16	81.09	35.86	45.23	1.87	6.59	19	4:0	(3)/(4)	Medium Stiff Clay	
-16.00	-17.00	32.30	86.92	35.05	51.87	1.87	7.60	27	4:0	(2)/(4)	Medium Stiff Clay	
-17.00	-18.00	32.02	85.88	34.15	51.73	1.86		31	4:0	(3)/(4)	Stiff Clay	
-18.00	-19.00	30.19	82.08	33.21	48.88	1.89		29	3:0	(1)/(4)	Medium Stiff Clay	
-19.00	-20.00	28.13	77.43	33.35	44.08	1.94		29	3:0	(2)/(3)	Very Stiff Clay	
-20.00	-21.00	24.09	57.46	26.53	30.92	2.00		25	3:0	(2)/(3)	Very Stiff Clay	
-21.00	-22.00	21.93	52.28	24.54	27.74	1.98		24	3:0	(2)/(3)	Stiff Clay	
-22.00	-23.00	21.94	47.98	22.89	25.09	1.96		26	3:0	(2)/(3)	Stiff Clay	
-23.00	-24.00	21.01	44.97	22.29	22.68	2.00		34	2:1	(3)/(3)	Very Stiff Clay	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกัก
 a. Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
 b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ามากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรธรณีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตลาดกระบัง เขตประเวศ จ.กรุงเทพมหานคร, บางพลี จ.สมุทรปราการ
 Grid ID 2358 Number of Borehole 4 Ground Elev. (m) _____ G.W.L.(m) _____ Data Source _____ Page 2/3
 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	Wh (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
from to											
-24.00	18.80	42.73	21.98	20.75	2.03		2:1	(1)/(3)	Very Stiff Clay		
-25.00	18.25	50.95	24.95	26.00	2.02		0:3	(2)/(3)	Dense Sand		
-26.00	19.57	43.85	22.85	21.00	1.99		0:3	(2)/(3)	Dense Sand		
-27.00	20.05	57.10	26.05	31.05	1.97		0:3	(2)/(3)	Dense Sand		
-28.00	19.21	57.10	26.05	31.05	1.99		1:2	(2)/(3)	Dense Sand		
-29.00	18.28	53.55	25.88	27.68	1.98		2:1	(1)/(3)	Very Stiff Clay		
-30.00	18.10	54.44	26.34	28.10	1.90		2:1	(1)/(3)	Very Stiff Clay		
-31.00	19.97	55.57	26.91	28.67	1.92		3:0	(2)/(3)	Very Stiff Clay		
-32.00	22.14	55.30	26.37	28.93	1.94		3:0	(2)/(3)	Very Stiff Clay		
-33.00	23.00	53.66	24.97	28.69	1.99		2:0	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-34.00	21.71	51.78	23.47	28.31	2.06		2:0	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-35.00	18.03	29.00	14.20	14.80	1.98		1:1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-36.00	18.11	29.00	14.20	14.80	1.92		1:1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-37.00	21.85				1.96		2:0	(2)/(2)	Hard Clay		
-38.00	23.40				1.97		2:0	(2)/(2)	Hard Clay		
-39.00	22.44				1.98		1:1	(1)/(2)	Hard Clay		
-40.00	20.80				1.99		0:2	(1)/(2)	Medium Dense Sand		
-41.00	18.42				1.96		0:2	(1)/(2)	Medium Dense Sand		
-42.00	18.30				1.91		0:2	(1)/(2)	Medium Dense Sand		
-43.00	20.88				1.90		1:1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-44.00	20.92	47.80	19.60	28.20	1.95		1:1	(1)/(2)	Hard Clay		
-45.00	19.18	47.80	19.60	28.20	2.00		1:1	(1)/(2)	Hard Clay		
-46.00	17.42	47.30	19.65	27.66	2.04		2:0	(2)/(2)	Hard Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี
 a. Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
 b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 หมายเหตุ ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร

Grid ID 2357

Number of Borehole 11

Ground Elev.(m)

G.W.L.(m)

Data Source

Page 1/3

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	Wh (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from	to										
-1.00	-2.00	94.20	39.85	72.20	1.46	0.58	5 : 1	(4)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	-3.00	75.09	34.37	63.86	1.58	0.81	9 : 0	(8)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	-4.00	95.34	107.24	38.43	1.50	0.94	9 : 0	(8)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	-5.00	98.62	106.26	37.51	1.50	1.44	9 : 0	(8)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	-6.00	100.92	108.92	38.20	1.47	1.21	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	-7.00	102.97	108.99	38.54	1.46	1.19	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	-8.00	101.86	106.62	38.02	1.47	1.29	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	-9.00	95.90	101.73	36.69	1.49	1.45	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	-10.00	85.20	95.29	34.89	1.53	1.67	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	-11.00	74.19	83.23	31.75	1.59	2.05	8 : 0	(4)/(8)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	-12.00	65.78	79.87	30.14	1.64	2.49	9 : 0	(5)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	-13.00	61.69	77.44	29.08	1.67	2.98	9 : 0	(5)/(9)	Medium Stiff Clay		
-13.00	-14.00	58.45	76.64	28.74	1.68	3.47	9 : 0	(5)/(9)	Medium Stiff Clay		
-14.00	-15.00	49.75	72.16	27.60	1.74	4.22	5	(5)/(9)	Medium Stiff Clay		
-15.00	-16.00	39.52	69.08	26.98	1.80	5.31	5	(5)/(9)	Medium Stiff Clay		
-16.00	-17.00	34.58	69.97	27.74	1.80	5.31	15	(5)/(9)	Medium Stiff Clay		
-17.00	-18.00	33.15	67.61	27.11	1.78	4.57	17	(6)/(11)	Medium Stiff Clay		
-18.00	-19.00	29.77	58.33	26.06	1.77	3.47	24	(6)/(11)	Stiff Clay		
-19.00	-20.00	25.53	49.35	22.84	1.80	5.50	8 : 3	(6)/(11)	Very Stiff Clay		
-20.00	-21.00	22.20	45.63	22.07	1.91	6.92	9 : 2	(7)/(11)	Very Stiff Clay		
-21.00	-22.00	20.48	41.89	22.21	1.99	6.05	10 : 1	(7)/(11)	Very Stiff Clay		
-22.00	-23.00	19.51	41.84	21.35	2.00	6.26	9 : 2	(8)/(11)	Very Stiff Clay		
-23.00	-24.00	18.51	39.00	19.20	2.00	9.65	8 : 3	(8)/(11)	Very Stiff Clay		
หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะเจาะจงในแต่ละชั้นดินในแง่ความลึกภายในกรณี					2.01	66	1 : 10	(5)/(11)	Medium Dense Sand		
					19.80			(7)/(11)	Very Dense Sand		

^a Clay : Sand คือ จำนวนของชั้นดินเหนียว คือ จำนวนของชั้นดินเหนียว
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตประเวศ เขตบางกะปิ จ.กรุงเทพมหานคร		Number of Borehole 11		Ground Elev. (m)		G.W.L.(m)		Data Source		Page 2/3	
Grid ID 2357										Date 27 ก.ย. 55	
Depth (m.) from to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
-24.00	17.78	31.80	18.18	13.63	1.98	73	1 : 10	(8)/(11)	Very Dense Sand		
-25.00	17.40	41.04	23.73	17.31	1.94	68	1 : 10	(9)/(11)	Very Dense Sand		
-26.00	16.71	41.63	23.33	18.30	1.96	69	1 : 10	(6)/(11)	Very Dense Sand		
-27.00	16.91	42.16	22.97	19.19	1.96	66	1 : 10	(6)/(11)	Very Dense Sand		
-28.00	18.55	51.85	20.85	31.00	1.98	54	2 : 8	(4)/(10)	Dense Sand		
-29.00	17.09	51.67	19.93	31.73	2.03	53	2 : 8	(3)/(10)	Dense Sand		
-30.00	18.61	51.67	19.93	31.73	2.00	60	2 : 7	(3)/(9)	Dense Sand		
-31.00	20.08	51.30	18.10	33.20	1.97	48	3 : 5	(3)/(8)	Hard Clay		
-32.00	19.03	51.30	18.10	33.20	1.97	69	2 : 6	(3)/(8)	Dense Sand		
-33.00	16.69	51.30	18.10	33.20	1.97	68	0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand		
-34.00	15.44					63	0 : 1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-35.00	15.20					65	0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand		
-36.00	14.88					69	0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand		
-37.00	13.56					71	0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand		
-38.00	12.99	64.00	21.50	42.50	2.05	70	0 : 1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-39.00	15.05	64.00	21.50	42.50	2.05	53	0 : 1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-40.00	22.04	64.00	21.50	42.50	2.05	39	1 : 0	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-41.00	24.00	64.00	21.50	42.50	2.00	39	1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-42.00	23.54	61.30	19.34	41.96	1.96	45	1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-43.00	21.99	59.50	17.90	41.60	1.97	50	1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-44.00	19.43	59.13	17.88	41.25	2.01	52	1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-45.00	17.71	52.91	17.56	35.35	2.05	46	1 : 0	(1)/(1)	Hard Clay		
-46.00	18.69	44.41	17.13	27.28	2.10	43	1 : 0	(1)/(1)	Hard Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลผสมดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว คือ จำนวนข้อมูลดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตประเวศ เขตบางกะปิ จ. กรุงเทพมหานคร

Grid ID 2357

Number of Borehole 11

Ground Elev. (m)

G.W.L. (m)

Data Source

Page 3/3

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
from to											
-47.00	18.79	36.43	16.72	19.70	2.11		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-48.00	19.17	37.98	16.81	21.17	2.11		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-49.00	20.76	43.11	17.07	26.04	2.10		0:1	(1)/(1)	Hard Clay		
-50.00	18.25	48.02	17.33	30.70	2.10		1:0	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-51.00	17.61	49.40	17.40	32.00	2.10		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-52.00	24.26	49.40	17.40	32.00	2.10		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-53.00	23.97	41.00	17.00	24.00	2.09		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-54.00	20.97	41.00	17.00	24.00	2.08		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-55.00	18.08	39.28	18.28	21.00	2.08		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-56.00	17.20	34.28	21.98	12.30	2.13		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-57.00	15.72				2.17		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-58.00	11.42						1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-59.00	10.36						0:1	(1)/(1)	Hard Clay		
-60.00	10.49						0:1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
							0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
									Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากับความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสังกัณศกรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตประเวศ จ. กรุงเทพมหานคร		Grid ID 2266		Number of Borehole 18		Ground Elev.(m)		G.W.L.(m)		Data Source		Page 1/2
Depth (m.)	to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
			LL	PL	PI							
0.00	-1.00	41.24	77.40	24.00	53.40				9 : 0	(7)/(9)	Very Soft to Soft Clay	
-1.00	-2.00	79.27	104.10	31.34	72.75	1.64	1.33	6	18 : 0	(15)/(18)	Very Soft to Soft Clay	
-2.00	-3.00	87.91	100.80	35.73	65.06	1.62	1.91	5	18 : 0	(15)/(18)	Very Soft to Soft Clay	
-3.00	-4.00	102.43	108.38	37.08	70.31	1.51	1.31	4	18 : 0	(16)/(18)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	-5.00	104.66	112.21	38.12	72.26	1.48	1.23	4	18 : 0	(18)/(18)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	-6.00	104.17	111.72	37.85	72.43	1.47	1.22		18 : 0	(19)/(18)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	-7.00	102.94	111.88	38.57	72.49	1.47	1.24		18 : 0	(18)/(18)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	-8.00	99.61	108.90	38.28	69.38	1.47	1.45		18 : 0	(18)/(18)	Very Soft to Soft Clay	
-8.00	-9.00	89.85	104.36	37.30	66.38	1.50	1.81		18 : 0	(18)/(18)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	-10.00	80.29	96.95	35.66	62.38	1.54	2.04		18 : 0	(15)/(18)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	-11.00	72.01	91.53	33.88	58.90	1.58	2.24		18 : 0	(13)/(18)	Very Soft to Soft Clay	
-11.00	-12.00	66.13	88.41	32.82	56.24	1.61	2.80		18 : 0	(12)/(18)	Very Soft to Soft Clay	
-12.00	-13.00	60.75	84.61	31.83	52.88	1.65	3.51		18 : 0	(14)/(18)	Medium Stiff Clay	
-13.00	-14.00	54.80	79.74	30.27	49.03	1.70	4.35	11	18 : 0	(17)/(18)	Medium Stiff Clay	
-14.00	-15.00	45.84	77.35	29.24	48.05	1.78	5.09	15	18 : 0	(15)/(18)	Medium Stiff Clay	
-15.00	-16.00	37.90	77.03	29.25	47.86	1.84	6.72	18	18 : 0	(12)/(18)	Stiff Clay	
-16.00	-17.00	36.99	79.09	29.75	48.89	1.85	5.81	19	18 : 0	(12)/(18)	Stiff Clay	
-17.00	-18.00	33.26	71.04	27.49	43.19	1.85		20	18 : 0	(9)/(18)	Stiff Clay	
-18.00	-19.00	27.26	56.06	22.86	33.07	1.89		21	17 : 1	(8)/(18)	Stiff Clay	
-19.00	-20.00	22.92	43.16	19.59	24.66	1.96		23	14 : 4	(10)/(18)	Very Stiff Clay	
-20.00	-21.00	20.63	35.91	17.84	19.59	2.01		28	7 : 11	(9)/(18)	Medium Dense Sand	
-21.00	-22.00	18.95	34.44	16.87	18.41	2.09		30	7 : 11	(9)/(18)	Medium Dense Sand	
-22.00	-23.00	17.80	34.09	15.99	18.27	2.08		35	9 : 9	(7)/(18)	Medium Dense Sand	

^a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตประเวศ จ.กรุงเทพมหานคร

Grid ID 2266

Number of Borehole 18

Ground Elev. (m)

G.W.L. (m)

Page 2/2

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	Wh (%)	Atterberg Limits (%)			γ_s (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Data Source	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI								
from to												
-23.00	16.97	36.57	16.72	19.85	2.09		5 : 13	(6)/(18)				
-24.00	16.28	35.37	16.11	19.26	2.06		3 : 15	(7)/(18)				
-25.00	15.41	34.96	17.87	17.09			0 : 18	(11)/(18)				
-26.00	15.05	38.23	19.11	19.13			1 : 17	(8)/(18)				
-27.00	14.76	46.05	20.60	25.45			1 : 17	(8)/(18)				
-28.00	14.65	48.46	21.81	26.64	1.79		0 : 18	(9)/(18)				
-29.00	15.46	47.95	21.24	26.71	2.01		5 : 13	(5)/(18)				
-30.00	17.24	48.27	21.55	26.72	2.01		6 : 11	(5)/(17)				
-31.00	19.86	46.05	19.49	26.57	2.15		8 : 8	(5)/(16)				
-32.00	20.57	44.19	18.33	25.86	2.11		8 : 8	(5)/(16)				
-33.00	20.24	50.80	20.14	30.66	2.07		3 : 0	(3)/(3)				

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผสมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่ซ้ำกันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area บางพลี อ.สมุทรปราการ, เขตประเวศ อ.กรุงเทพมหานคร

Grid ID 2175 Number of Borehole 21 Ground Elev.(m) G.W.L.(m) Data Source Interpret Soil Layer Page 1/3 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m)	from	to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Remark
				LL	PL	PI						
-1.00	-2.00	94.67	92.80	36.80	56.00	1.51	1.23		17 : 0	(15)/(17)	Very Soft to Soft Clay	
-2.00	-3.00	86.28	80.42	31.16	49.26	1.56	1.56		21 : 0	(18)/(21)	Very Soft to Soft Clay	
-3.00	-4.00	87.66	94.82	35.29	59.53	1.54	1.40		21 : 0	(19)/(21)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	-5.00	84.80	98.18	35.77	61.69	1.55	1.37		21 : 0	(20)/(21)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	-6.00	88.22	99.82	35.68	64.10	1.54	1.35		21 : 0	(20)/(21)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	-7.00	89.24	102.96	36.98	65.39	1.53	1.48		21 : 0	(21)/(21)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	-8.00	91.25	104.51	37.02	65.59	1.53	1.66		21 : 0	(21)/(21)	Very Soft to Soft Clay	
-8.00	-9.00	89.34	103.70	36.65	64.50	1.52	1.82		21 : 0	(21)/(21)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	-10.00	86.28	101.80	36.20	63.39	1.53	2.15		21 : 0	(17)/(21)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	-11.00	80.76	98.14	35.32	60.80	1.56	2.58		21 : 0	(11)/(21)	Medium Stiff Clay	
-11.00	-12.00	69.87	93.53	34.03	58.39	1.60	2.98		21 : 0	(12)/(21)	Medium Stiff Clay	
-12.00	-13.00	62.14	88.37	32.71	55.53	1.64	3.46		21 : 0	(17)/(21)	Medium Stiff Clay	
-13.00	-14.00	55.47	84.42	31.72	52.40	1.69	4.19		21 : 0	(18)/(21)	Medium Stiff Clay	
-14.00	-15.00	45.07	79.62	30.75	49.15	1.79	4.17	15	21 : 0	(19)/(21)	Medium Stiff Clay	
-15.00	-16.00	37.41	79.37	30.19	48.74	1.85	5.06	17	21 : 0	(11)/(21)	Stiff Clay	
-16.00	-17.00	35.99	81.21	30.17	49.90	1.86	5.11	18	21 : 0	(14)/(21)	Stiff Clay	
-17.00	-18.00	34.65	79.61	29.30	49.27	1.85	3.59	20	20 : 1	(12)/(21)	Stiff Clay	
-18.00	-19.00	29.85	68.37	26.28	41.86	1.85		22	20 : 1	(11)/(21)	Stiff Clay	
-19.00	-20.00	25.05	57.91	23.37	34.54	1.90		24	17 : 4	(9)/(21)	Very Stiff Clay	
-20.00	-21.00	23.45	48.69	20.81	27.89	2.03		27	17 : 4	(11)/(21)	Very Stiff Clay	
-21.00	-22.00	22.57	42.39	19.06	23.33	2.03		30	16 : 5	(13)/(21)	Very Stiff Clay	
-22.00	-23.00	22.08	47.13	19.73	27.40	2.05		33	16 : 5	(12)/(21)	Very Stiff Clay	
-23.00	-24.00	21.35	49.71	20.12	29.60	2.03		35	14 : 7	(12)/(21)	Very Stiff Clay	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area บางพลี จ.สมุทรปราการ, เขตประเวศ จ.กรุงเทพมหานคร

Grid ID 2175

Number of Borehole 21

Ground Elev. (m)

G.W.L. (m)

Page 2/3

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Data Source	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI								
from to												
-24.00	20.48	49.07	19.76	29.31	2.02	40	15 : 6	(13)/(21)				
-25.00	19.67	50.18	19.77	30.41	2.02	46	10 : 11	(8)/(21)			Very Stiff Clay	
-26.00	19.29	50.22	19.77	30.45	1.99	51	7 : 14	(8)/(21)			Very Stiff Clay	
-27.00	19.27	49.94	19.87	30.06	1.99	52	6 : 15	(9)/(21)			Very Dense Sand	
-28.00	18.21	68.77	26.10	42.66	1.88	50	4 : 17	(10)/(21)			Very Dense Sand	
-29.00	16.96	60.59	24.80	35.79	2.02	51	4 : 17	(9)/(21)			Dense Sand	
-30.00	16.57	53.94	22.66	31.28	2.03	53	5 : 16	(9)/(21)			Dense Sand	
-31.00	17.18	50.30	21.68	28.62	2.02	53	5 : 16	(9)/(21)			Dense Sand	
-32.00	17.80	50.33	21.70	28.63	2.06	53	7 : 14	(6)/(21)			Dense Sand	
-33.00	17.70	47.28	21.18	26.10	2.06	59	7 : 14	(6)/(21)			Very Dense Sand	
-34.00	16.81	37.94	19.13	18.80	2.07	65	4 : 17	(8)/(21)			Very Dense Sand	
-35.00	19.18	37.80	18.80	19.00	2.09	80	5 : 16	(9)/(21)			Dense Sand	
-36.00	18.63	38.29	18.84	19.46	2.09	80	5 : 15	(9)/(21)			Very Dense Sand	
-37.00	17.37	39.86	18.95	20.91	2.09	82	0 : 6	(5)/(6)			Very Dense Sand	
-38.00	16.77	40.01	19.43	20.58	2.09	75	1 : 5	(3)/(6)			Very Dense Sand	
-39.00	17.26	38.55	19.19	19.36	2.09	73	1 : 5	(3)/(6)			Very Dense Sand	
-40.00	18.15	38.55	19.80	18.75	2.09	74	2 : 4	(4)/(6)			Very Dense Sand	
-41.00	18.89					82	1 : 5	(4)/(6)			Very Dense Sand	
-42.00	17.50					79	1 : 5	(4)/(6)			Very Dense Sand	
-43.00	16.36	41.10	21.00	20.10	2.15	77	0 : 4	(3)/(4)			Very Dense Sand	
-44.00	16.54	41.10	21.00	20.10	2.15	82	1 : 3	(3)/(4)			Very Dense Sand	
-45.00	16.62	42.09	21.11	20.98	2.10	82	1 : 3	(3)/(4)			Very Dense Sand	
-46.00	17.68	45.27	21.47	23.80	2.07	84	1 : 3	(3)/(4)			Very Dense Sand	
-47.00											Very Dense Sand	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area บานพลู จ.สท.ช.ปร.ภ.การ. เขตบ.ร.เว.ศ จ.ภ.ร.จ.ท.ภ.ท.ห.น.ค.
Grid ID 2175 Number of Borehole 21

Ground Elev. (m) G.W.L. (m) Data Source Page 3/3
Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	from	to	LL.	PL.	PI.							
	-47.00	-48.00	48.53	21.83	26.70	2.08		87	1 : 3	(3)/(4)		
	-48.00	-49.00	49.07	21.63	27.45			86	1 : 3	(3)/(4)	Very Dense Sand	
	-49.00	-50.00	50.90	22.10	28.80			85	1 : 3	(3)/(4)	Very Dense Sand	
											Very Dense Sand	
											Very Dense Sand	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด
 a Clay : Sand คือ จำนวนของชั้นดินเหนียว ต่อ จำนวนของชั้นดินทราย
 b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินเหนียวมากที่สุด/จำนวนของชั้นดินเหนียวทั้งหมดในช่วงความลึก)



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area บางพลี เรือสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ

Grid ID 2084 Number of Borehole 8

G.W.L.(m) _____ Page 1/3

Ground Elev.(m) _____ Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay - Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Data Source	Remark
	from	to	LL.	PL.	PI.							
-1.00	-2.00	57.60	64.00	39.81	24.19	1.60	1.78		7 : 0	(9)/(7)	Interpret Soil Layer	
-2.00	-3.00	54.81	70.22	31.76	38.46	1.64	1.91		8 : 0	(7)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-3.00	-4.00	70.22	81.95	34.33	47.63	1.64	1.40		8 : 0	(7)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	-5.00	76.89	83.03	34.18	48.85	1.61	1.19		8 : 0	(8)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	-6.00	78.75	82.99	33.72	49.28	1.60	1.15		8 : 0	(8)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	-7.00	78.93	89.89	35.98	53.91	1.60	1.09		8 : 0	(8)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	-8.00	80.25	93.24	36.49	56.75	1.54	1.16		8 : 0	(8)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-8.00	-9.00	81.89	93.55	35.73	57.81	1.53	1.21		8 : 0	(8)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	-10.00	82.71	93.14	34.72	58.42	1.52	1.56		8 : 0	(8)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	-11.00	80.05	91.29	34.23	57.06	1.54	1.95		8 : 0	(8)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-11.00	-12.00	74.49	88.42	34.33	54.09	1.58	2.16		8 : 0	(8)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-12.00	-13.00	66.08	83.73	33.51	50.22	1.62	2.52		8 : 0	(8)/(8)	Very Soft to Soft Clay	
-13.00	-14.00	57.54	77.58	31.84	45.74	1.66	2.93		7 : 0	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-14.00	-15.00	50.57	71.42	29.65	41.77	1.72	3.11		7 : 0	(4)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-15.00	-16.00	45.36	72.50	30.11	42.39	1.76	3.66	16	7 : 0	(4)/(7)	Medium Stiff Clay	
-16.00	-17.00	42.81	77.81	31.78	46.03	1.78	2.83	16	7 : 0	(4)/(7)	Medium Stiff Clay	
-17.00	-18.00	40.33	76.39	31.07	45.32	1.82	2.98	17	8 : 0	(5)/(8)	Medium Stiff Clay	
-18.00	-19.00	35.64	73.93	29.77	44.16	1.84	3.19	24	7 : 1	(4)/(8)	Stiff Clay	
-19.00	-20.00	29.25	64.68	26.49	38.19	1.87	2.98	25	7 : 1	(5)/(8)	Stiff Clay	
-20.00	-21.00	25.75	51.92	21.96	29.96	1.93		25	6 : 2	(2)/(6)	Very Stiff Clay	
-21.00	-22.00	24.78	53.43	21.24	32.19	1.94		27	6 : 2	(4)/(8)	Very Stiff Clay	
-22.00	-23.00	25.36	61.04	23.26	37.78	1.94		32	7 : 1	(5)/(8)	Very Stiff Clay	
-23.00	-24.00	26.93	68.06	25.24	42.82	1.94		34	7 : 1	(7)/(8)	Very Stiff Clay	
หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด												
a Clay - Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย												
b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)												

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area บางพลี เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ

Grid ID 2084

Number of Borehole 8

Ground Elev.(m)

G.W.L.(m)

Data Source

Page 2/3

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	from	to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
				LL.	PL.	PI.							
-24.00	-25.00	-25.67	25.67	62.90	24.01	38.88	1.95		37	7 : 1	(7)/(8)		
-25.00	-26.00	23.01	23.01	54.33	21.67	32.65	1.96		39	5 : 3	(5)/(8)	Very Stiff Clay	
-26.00	-27.00	22.26	22.26	60.90	24.04	36.85	1.96		46	4 : 4	(4)/(8)	Very Stiff Clay	
-27.00	-28.00	22.17	22.17	58.61	22.78	35.83	1.98		50	4 : 4	(4)/(8)	Very Stiff Clay	
-28.00	-29.00	22.01	22.01	56.55	22.00	34.54	1.99		52	4 : 4	(4)/(8)	Very Stiff Clay	
-29.00	-30.00	20.62	20.62	54.08	21.30	32.78	2.02		59	4 : 4	(3)/(8)	Very Stiff Clay	
-30.00	-31.00	19.52	19.52	49.58	20.85	28.73	2.09		58	4 : 4	(3)/(8)	Hard Clay	
-31.00	-32.00	18.82	18.82	50.21	20.94	29.27	2.10		58	4 : 4	(4)/(8)	Hard Clay	
-32.00	-33.00	16.97	16.97	47.98	19.79	28.19	2.11		65	4 : 4	(4)/(8)	Hard Clay	
-33.00	-34.00	16.87	16.87	45.22	19.22	26.00	2.12		63	4 : 2	(4)/(8)	Hard Clay	
-34.00	-35.00	17.75	17.75	43.90	19.45	24.45	2.13		59	4 : 2	(4)/(6)	Hard Clay	
-35.00	-36.00	18.56	18.56	43.78	19.81	23.96	2.12		43	3 : 3	(4)/(6)	Hard Clay	
-36.00	-37.00	19.51	19.51	41.07	19.76	21.32	2.09		44	3 : 2	(2)/(6)	Very Stiff Clay	
-37.00	-38.00	20.47	20.47	38.80	19.56	19.25	2.05		49	3 : 1	(2)/(5)	Very Stiff Clay	
-38.00	-39.00	21.09	21.09	45.40	22.60	22.80	2.05		54	2 : 2	(2)/(4)	Hard Clay	
-39.00	-40.00	21.56	21.56	45.15	22.50	22.65	2.04		60	2 : 2	(1)/(4)	Very Stiff Clay	
-40.00	-41.00	21.36	21.36	45.15	22.34	22.81	2.00		64	1 : 3	(1)/(4)	Very Stiff Clay	
-41.00	-42.00	19.90	19.90	46.00	23.97	22.03	2.09		64	0 : 4	(2)/(4)	Very Dense Sand	
-42.00	-43.00	18.07	18.07	46.00	23.44	22.56	2.11		65	0 : 4	(2)/(4)	Dense Sand	
-43.00	-44.00	16.47	16.47	43.21	21.82	21.39	2.12		69	2 : 2	(2)/(4)	Dense Sand	
-44.00	-45.00	17.22	17.22	34.86	18.12	16.75	2.11		82	1 : 3	(3)/(4)	Hard Clay	
-45.00	-46.00	18.35	18.35	34.72	17.86	16.86	2.12		90	1 : 3	(3)/(4)	Very Dense Sand	
-46.00	-47.00	17.12	17.12	31.47	16.82	14.65	2.12		93	1 : 3	(3)/(4)	Very Dense Sand	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทุกเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของเม็ดทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากับความลึกสุดในข่วงความลึก)/(จำนวนขุดชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

หน้า ๒๕๔ จาก ๒๕๕ หน้า

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area บางพลี เนื่องจากสมทปรการ จ.สมุทรปราการ

Date 27 ก.ย. 55

Grid ID 2084 Number of Borehole 8

Ground Elev. (m)

G.W.L.(m)

Data Source

Depth (m.)	to	from	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Quilz) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
				LL.	PL.	PI.							
	47.00	-48.00	15.35					93	0 : 4	(4)/(4)	Very Dense Sand		
	48.00	-49.00	15.19					94	0 : 4	(4)/(4)	Very Dense Sand		
	49.00	-50.00	15.01					94	0 : 4	(4)/(4)	Very Dense Sand		
หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทดสอบเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในGRID													

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

a - Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

b - (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เมืองสมุทรปราการ บางพลี จ.สมุทรปราการ

Grid ID 2083

Ground Elev. (m) 13

Number of Borehole 13

G.W.L.(m)

Data Source

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _r (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	from	to	LL.	PL.	PI.							
-3.00	-4.00	63.39	57.50	29.30	28.20	1.63	0.86		13 : 0	(13)/(13)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	-5.00	62.84	77.30	31.27	46.03	1.60	0.89		13 : 0	(13)/(13)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	-6.00	61.51	74.02	30.34	43.68	1.64	0.97		13 : 0	(13)/(13)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	-7.00	63.71	79.55	32.30	47.25	1.64	1.23		13 : 0	(13)/(13)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	-8.00	69.91	78.91	32.73	48.96	1.61	1.53		13 : 0	(13)/(13)	Very Soft to Soft Clay	
-8.00	-9.00	76.31	85.51	34.95	53.24	1.57	1.76		13 : 0	(13)/(13)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	-10.00	79.77	93.35	36.45	56.55	1.56	1.98		13 : 0	(13)/(13)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	-11.00	77.58	96.00	37.02	57.43	1.57	2.17		13 : 0	(12)/(13)	Very Soft to Soft Clay	
-11.00	-12.00	74.55	91.73	36.05	53.72	1.59	2.41		13 : 0	(12)/(13)	Very Soft to Soft Clay	
-12.00	-13.00	69.21	84.62	33.93	47.23	1.62	2.63		13 : 0	(8)/(13)	Medium Stiff Clay	
-13.00	-14.00	61.30	77.16	32.39	43.63	1.67	2.81		13 : 0	(10)/(13)	Medium Stiff Clay	
-14.00	-15.00	56.45	72.95	31.48	41.15	1.70	3.08		13 : 0	(10)/(13)	Medium Stiff Clay	
-15.00	-16.00	48.87	69.98	30.68	39.68	1.75	3.38	12	13 : 0	(11)/(13)	Medium Stiff Clay	
-16.00	-17.00	41.32	69.63	29.83	39.81	1.82	3.86	13	13 : 0	(9)/(13)	Stiff Clay	
-17.00	-18.00	34.91	68.11	28.28	39.83	1.87	5.25	17	13 : 0	(10)/(13)	Stiff Clay	
-18.00	-19.00	28.26	62.75	26.17	35.90	1.92	7.60	19	13 : 0	(11)/(13)	Stiff Clay	
-19.00	-20.00	24.06	59.74	24.76	32.06	1.96		21	12 : 1	(7)/(13)	Very Stiff Clay	
-20.00	-21.00	23.10	56.93	23.02	30.17	1.99		24	10 : 3	(8)/(13)	Very Stiff Clay	
-21.00	-22.00	22.66	59.41	23.29	32.71	2.00		26	10 : 3	(8)/(13)	Very Stiff Clay	
-22.00	-23.00	22.57	54.34	21.66	32.01	2.04		27	10 : 3	(9)/(13)	Very Stiff Clay	
-23.00	-24.00	22.32	55.24	21.80	33.74	2.03		30	11 : 2	(10)/(13)	Very Stiff Clay	
-24.00	-25.00	22.35	54.53	21.55	34.01	2.03		35	11 : 2	(10)/(13)	Very Stiff Clay	
-25.00	-26.00	21.64	52.80	21.61	32.50	2.05		35	10 : 3	(7)/(13)	Very Stiff Clay	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลหุลุมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

^a Clay : Sand คือ จำนวนของชั้นดินเหนียว ต่อ จำนวนของชั้นดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid ID 2083 Number of Borehole 13 Ground Elev. (m) G.W.L.(m) Data Source Page 2/3

Grid Area เมืองสมุทรปราการ บางพลี จ.สมุทรปราการ Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	from	to	LL.	PL.	PI.							
-26.00	-27.00	21.86	53.76	21.70	32.26	2.05		32	13:0	(11)/(13)	Very Stiff Clay	
-27.00	-28.00	22.74	54.33	21.93	32.59	2.05		33	13:0	(11)/(13)	Very Stiff Clay	
-28.00	-29.00	23.49	56.20	22.31	32.68	2.04		33	13:0	(8)/(13)	Very Stiff Clay	
-29.00	-30.00	24.47	59.03	22.57	35.01	2.05		36	12:1	(8)/(13)	Very Stiff Clay	
-30.00	-31.00	24.21	60.99	22.51	36.87	2.06		37	11:1	(8)/(12)	Very Stiff Clay	
-31.00	-32.00	22.22	56.31	21.45	34.18	2.08		38	12:0	(7)/(12)	Very Stiff Clay	
-32.00	-33.00	20.95	52.76	20.18	31.68	2.10		42	12:0	(8)/(12)	Hard Clay	
-33.00	-34.00	20.53	49.94	19.72	29.73	2.11		43	12:0	(8)/(12)	Hard Clay	
-34.00	-35.00	21.14	51.19	20.24	30.81	2.11		44	11:1	(6)/(12)	Very Stiff Clay	
-35.00	-36.00	21.25	49.24	20.56	28.68	2.11		55	8:4	(4)/(12)	Very Stiff Clay	
-36.00	-37.00	20.72	48.15	20.66	27.49	2.10		65	8:4	(4)/(12)	Very Stiff Clay	
-37.00	-38.00	19.83	44.21	20.31	23.90	2.11		67	7:5	(5)/(12)	Hard Clay	
-38.00	-39.00	19.16	44.74	20.34	24.40	2.10		75	1:11	(8)/(12)	Very Dense Sand	
-39.00	-40.00	18.85	45.71	20.85	24.86	2.11		85	1:11	(8)/(12)	Very Dense Sand	
-40.00	-41.00	18.34	30.85	18.19	12.66	2.11		85	1:11	(10)/(12)	Very Dense Sand	
-41.00	-42.00	17.40	38.53	17.90	20.63	2.02		77	1:11	(7)/(12)	Very Dense Sand	
-42.00	-43.00	16.61	38.45	17.83	20.63	2.02		73	2:10	(6)/(12)	Very Dense Sand	
-43.00	-44.00	16.73	38.90	18.32	20.58	2.07		75	3:9	(6)/(12)	Very Dense Sand	
-44.00	-45.00	16.65	37.53	18.80	18.73	2.13		75	2:10	(6)/(12)	Very Dense Sand	
-45.00	-46.00	16.53	40.97	19.59	21.38	2.13		77	3:9	(5)/(12)	Very Dense Sand	
-46.00	-47.00	16.37	43.08	20.73	22.35	2.11		77	4:8	(4)/(12)	Hard Clay	
-47.00	-48.00	17.68	44.69	21.25	23.44	2.11		74	4:8	(7)/(12)	Very Dense Sand	
-48.00	-49.00	18.61	43.77	21.21	22.57	2.12		78	4:8	(7)/(12)	Very Dense Sand	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลหาค่าความเหนียวและค่าความต้านทานในดินแต่ละความลึกภายในกรณีพัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรธรณีและธรณีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

^a Clay - Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid ID 2082 Number of Borehole 22 Ground Elev.(m) G.W.L.(m) Data Source Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
from											
-1.00	61.47	56.63	26.35	31.15	1.66	0.94	18 : 0	(18)/(18)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	55.43	61.62	26.58	35.35	1.65	0.93	22 : 0	(22)/(22)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	60.11	60.61	27.13	34.43	1.65	1.08	22 : 0	(22)/(22)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	61.14	64.60	27.61	38.52	1.66	1.18	22 : 0	(22)/(22)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	58.61	64.51	28.19	36.89	1.67	1.20	22 : 0	(22)/(22)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	57.69	66.72	29.02	37.89	1.68	1.33	22 : 0	(22)/(22)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	59.75	69.98	30.10	39.92	1.67	1.51	21 : 0	(21)/(21)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	66.89	78.61	32.09	45.08	1.63	1.64	22 : 0	(22)/(22)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	73.62	83.06	33.97	48.87	1.58	1.83	22 : 0	(22)/(22)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	77.58	85.74	34.88	51.04	1.56	2.10	22 : 0	(19)/(22)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	75.49	86.42	34.43	52.41	1.57	2.35	22 : 0	(19)/(22)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	70.07	84.19	34.09	50.78	1.61	2.70	22 : 0	(11)/(22)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	61.41	79.02	32.80	48.22	1.65	3.24	22 : 0	(16)/(22)	Medium Stiff Clay		
-14.00	55.62	69.45	29.83	41.76	1.69	3.85	22 : 0	(15)/(22)	Medium Stiff Clay		
-15.00	46.72	65.65	28.14	38.09	1.75	4.71	22 : 0	(13)/(22)	Medium Stiff Clay		
-16.00	37.94	66.45	27.79	38.48	1.84	5.37	22 : 0	(12)/(22)	Stiff Clay		
-17.00	35.40	70.77	29.10	41.56	1.88	6.35	22 : 0	(13)/(22)	Stiff Clay		
-18.00	31.99	69.66	27.56	40.84	1.89	7.94	22 : 0	(13)/(22)	Stiff Clay		
-19.00	28.16	66.38	25.72	38.92	1.90	8.02	19 : 3	(12)/(22)	Very Stiff Clay		
-20.00	25.11	59.99	23.29	34.46	1.96	9.39	19 : 3	(14)/(22)	Very Stiff Clay		
-21.00	22.59	57.03	22.89	32.54	2.01	11.92	19 : 3	(14)/(22)	Very Stiff Clay		
-22.00	21.77	55.43	22.85	30.34	2.02	16.46	20 : 2	(12)/(22)	Hard Clay		
-23.00	21.67	56.16	23.40	30.62	2.02	19.12	16 : 6	(9)/(22)	Very Stiff Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลหยาบละเอียดทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี

^a Clay : Sand จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เบื่องสมทบปรการ พระสมุทเรตย์ พระประแดง จ.สมุทรปรการ Page 2/3
 Grid ID 2082 Number of Borehole 22 Ground Elev.(m) _____ Data Source _____ Date 27 ก.ย. 55
 G.W.L.(m) _____

Depth (m.) from to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark	
		LL.	PL.	PI.								
-24.00	-25.00	22.33	54.67	22.25	30.88	2.03	18.87	40	16 : 6	(9)/(22)	Very Stiff Clay	
-25.00	-26.00	23.01	55.85	22.31	31.95	2.02	18.20	39	20 : 2	(15)/(22)	Very Stiff Clay	
-26.00	-27.00	22.84	58.19	21.62	35.26	2.02	15.45	37	21 : 1	(16)/(22)	Very Stiff Clay	
-27.00	-28.00	22.75	55.66	21.18	34.07	2.02	17.62	38	21 : 1	(16)/(22)	Very Stiff Clay	
-28.00	-29.00	22.42	53.20	21.14	32.12	2.02	19.98	40	18 : 3	(13)/(21)	Very Stiff Clay	
-29.00	-30.00	22.88	54.75	22.84	32.76	2.02	20.33	39	20 : 1	(13)/(21)	Very Stiff Clay	
-30.00	-31.00	23.36	55.04	22.37	32.95	2.03		35	21 : 0	(13)/(21)	Very Stiff Clay	
-31.00	-32.00	24.29	55.49	22.34	33.45	2.01		35	21 : 0	(14)/(21)	Very Stiff Clay	
-32.00	-33.00	23.82	56.67	21.94	35.00	2.00		39	21 : 0	(11)/(21)	Very Stiff Clay	
-33.00	-34.00	23.35	56.04	21.60	34.52	2.02		41	18 : 0	(11)/(18)	Very Stiff Clay	
-34.00	-35.00	22.94	52.58	20.44	32.15	2.06		42	18 : 0	(11)/(18)	Hard Clay	
-35.00	-36.00	21.14	48.10	19.72	28.38	2.08		44	18 : 0	(12)/(18)	Hard Clay	
-36.00	-37.00	19.91	45.69	19.47	26.22	2.09		46	18 : 0	(12)/(18)	Hard Clay	
-37.00	-38.00	19.13	42.56	19.03	23.60	2.11		48	16 : 2	(8)/(18)	Very Stiff Clay	
-38.00	-39.00	18.93	38.01	18.49	19.64	2.12		55	12 : 6	(10)/(18)	Hard Clay	
-39.00	-40.00	18.96	36.34	17.51	18.07	2.13		67	12 : 6	(10)/(18)	Hard Clay	
-40.00	-41.00	19.03	33.71	17.49	16.21	2.10		77	7 : 11	(9)/(16)	Very Dense Sand	
-41.00	-42.00	19.06	37.00	17.76	19.24	2.07		80	5 : 13	(11)/(18)	Very Dense Sand	
-42.00	-43.00	18.86	38.83	18.06	20.77	2.07		80	5 : 13	(11)/(18)	Very Dense Sand	
-43.00	-44.00	18.45	38.83	18.06	20.77	2.09		81	5 : 13	(10)/(18)	Very Dense Sand	
-44.00	-45.00	18.14	43.58	19.00	24.58	2.12		84	3 : 15	(12)/(18)	Very Dense Sand	
-45.00	-46.00	18.17	43.62	21.11	22.51	2.06		83	3 : 15	(12)/(18)	Very Dense Sand	
-46.00	-47.00	18.16	44.99	22.57	22.42	2.03		79	2 : 16	(12)/(18)	Very Dense Sand	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลหามาทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี
 a. Clay : Sand คือ จำนวนของลูดินเหนียว ต่อ จำนวนของลูดินทราย
 b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินเข้ากับความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสังกัดกรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เมืองสมุทรปราการ พระสมุทรเจดีย์ พระประแดง อ.สมุทรปราการ

Grid ID 2082

Number of Borehole 22

Ground Elev. (m)

G.W.L. (m)

Data Source

Page 3/3

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from to											
-47.00	19.06	45.37	22.68	22.68	2.02	76	10 : 8	(10)/(18)	Hard Clay		
-48.00	19.87	47.80	23.10	24.69	2.02	75	10 : 8	(10)/(18)	Hard Clay		
-49.00	20.31	46.41	22.09	24.32	2.03	77	8 : 10	(8)/(18)	Hard Clay		
-50.00	19.99	44.06	21.58	22.49	2.04	84	6 : 12	(11)/(18)	Very Dense Sand		
-51.00	18.63	43.72	21.29	22.44	2.04	87	4 : 13	(12)/(17)	Very Dense Sand		
-52.00	17.61	41.88	20.06	21.82	2.09	81	2 : 7	(6)/(9)	Very Dense Sand		
-53.00	16.46	42.54	19.88	22.66		79	1 : 8	(7)/(9)	Very Dense Sand		
-54.00	15.48	50.44	24.12	26.33	1.88	82	1 : 8	(7)/(9)	Very Dense Sand		
-55.00	15.61	58.18	26.40	31.77	1.95	84	1 : 8	(5)/(9)	Very Dense Sand		
-56.00	18.11	53.15	23.90	29.25	1.99	82	3 : 6	(4)/(9)	Very Dense Sand		
-57.00	19.96	50.30	22.35	27.94	2.04	80	6 : 3	(6)/(9)	Hard Clay		
-58.00	20.21	50.01	21.48	28.53	2.05	80	7 : 2	(7)/(9)	Hard Clay		
-59.00	19.99	50.61	20.28	30.33	2.05	79	8 : 1	(6)/(9)	Hard Clay		
-60.00	21.73	48.67	18.31	30.36	1.97	77	8 : 1	(8)/(9)	Hard Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลผลแลมบีดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เมืองสมุทรปราการ พระสมุทรเจดีย์ พระประแดง จ.สมุทรปราการ

Grid ID 2081

Number of Borehole 17

Ground Elev. (m)

G.W.L. (m)

Data Source

Page 1/3

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
from	to										
-1.00	-2.00	69.60	27.70	41.90	1.63	0.83	14 : 0	(14)/(14)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	-3.00	67.97	27.58	40.38	1.63	0.83	16 : 0	(16)/(16)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	-4.00	68.47	27.42	41.06	1.68	0.98	16 : 0	(16)/(16)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	-5.00	74.47	29.65	45.25	1.67	1.00	17 : 0	(17)/(17)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	-6.00	71.09	28.24	41.84	1.67	1.18	17 : 0	(17)/(17)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	-7.00	68.39	28.39	40.92	1.66	1.27	17 : 0	(17)/(17)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	-8.00	72.39	29.36	44.38	1.65	1.35	17 : 0	(17)/(17)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	-9.00	75.33	30.43	47.86	1.62	1.58	17 : 0	(17)/(17)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	-10.00	83.11	32.75	52.90	1.59	1.86	17 : 0	(17)/(17)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	-11.00	93.77	34.49	59.49	1.58	2.12	17 : 0	(15)/(17)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	-12.00	94.44	34.53	59.35	1.60	2.30	17 : 0	(15)/(17)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	-13.00	91.41	33.38	55.26	1.62	2.51	17 : 0	(12)/(17)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	-14.00	80.81	31.14	49.50	1.67	2.77	17 : 0	(11)/(17)	Medium Stiff Clay		
-14.00	-15.00	71.96	28.70	43.84	1.73	2.83	17 : 0	(12)/(17)	Medium Stiff Clay		
-15.00	-16.00	64.54	26.83	39.31	1.81	3.22	17 : 0	(13)/(17)	Medium Stiff Clay		
-16.00	-17.00	64.74	26.52	38.81	1.86	3.85	17 : 0	(9)/(17)	Stiff Clay		
-17.00	-18.00	67.85	27.09	40.37	1.85	3.90	17 : 0	(7)/(17)	Stiff Clay		
-18.00	-19.00	33.14	27.45	43.29	1.86	5.59	17 : 0	(9)/(17)	Very Stiff Clay		
-19.00	-20.00	28.19	26.68	42.98	1.89	6.48	15 : 2	(8)/(17)	Very Stiff Clay		
-20.00	-21.00	24.42	22.33	33.60	1.94	12.78	12 : 5	(8)/(17)	Very Stiff Clay		
-21.00	-22.00	22.17	18.93	26.92	1.96	18.05	12 : 5	(9)/(17)	Very Stiff Clay		
-22.00	-23.00	22.50	19.67	30.41	1.96	31	13 : 4	(10)/(17)	Very Stiff Clay		
-23.00	-24.00	22.60	21.36	34.48	1.94	32	13 : 4	(11)/(17)	Very Stiff Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะชั้นดินในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เมืองสมุทรปราการ พระสมุทรเจดีย์ พระประแดง จ.สมุทรปราการ

Grid ID 2081

Number of Borehole 17

Ground Elev. (m)

G.W.L. (m)

Page 2/3

Date 27 ก.ย. 55

Data Source

Interpret Soil Layer

Remark

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu _z) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from	to										
-24.00	-25.00	58.78	22.10	37.12	1.93		13 : 4	(11)/(17)	Very Stiff Clay		
-25.00	-26.00	63.70	23.38	40.32	1.94		12 : 5	(9)/(17)	Very Stiff Clay		
-26.00	-27.00	63.21	23.63	38.53	1.95		15 : 2	(12)/(17)	Very Stiff Clay		
-27.00	-28.00	61.85	23.68	37.24	1.97		15 : 2	(12)/(17)	Very Stiff Clay		
-28.00	-29.00	58.68	23.50	35.88	1.98		14 : 3	(10)/(17)	Very Stiff Clay		
-29.00	-30.00	57.75	23.03	35.41	1.98		15 : 2	(13)/(17)	Very Stiff Clay		
-30.00	-31.00	56.64	22.34	34.98	1.98		15 : 2	(13)/(17)	Very Stiff Clay		
-31.00	-32.00	53.21	20.09	33.13	1.99		15 : 2	(13)/(17)	Very Stiff Clay		
-32.00	-33.00	50.85	19.15	31.71	2.02		15 : 2	(13)/(17)	Very Stiff Clay		
-33.00	-34.00	48.49	19.38	31.34	2.00		15 : 2	(10)/(17)	Very Stiff Clay		
-34.00	-35.00	50.53	20.14	31.82	1.97		12 : 2	(7)/(14)	Very Stiff Clay		
-35.00	-36.00	53.60	21.06	33.67	1.98		12 : 2	(9)/(14)	Very Stiff Clay		
-36.00	-37.00	54.63	21.22	34.05	2.00		14 : 0	(7)/(14)	Hard Clay		
-37.00	-38.00	51.19	20.53	31.35	2.02		14 : 0	(7)/(14)	Hard Clay		
-38.00	-39.00	47.86	20.36	28.47	2.04		14 : 0	(9)/(14)	Hard Clay		
-39.00	-40.00	45.26	20.13	24.93	2.04		14 : 0	(7)/(14)	Hard Clay		
-40.00	-41.00	43.58	19.62	23.81	2.04		14 : 0	(7)/(14)	Hard Clay		
-41.00	-42.00	45.18	19.46	25.56	2.03		12 : 2	(8)/(14)	Hard Clay		
-42.00	-43.00	44.15	19.22	24.93	2.00		6 : 8	(6)/(14)	Hard Clay		
-43.00	-44.00	47.85	19.19	28.66	1.97		4 : 10	(8)/(14)	Very Dense Sand		
-44.00	-45.00	48.72	19.91	28.80	1.97		5 : 9	(9)/(14)	Very Dense Sand		
-45.00	-46.00	49.03	20.26	28.77	1.99		3 : 11	(8)/(14)	Very Dense Sand		
-46.00	-47.00	54.99	22.05	32.94	1.96		3 : 11	(9)/(14)	Very Dense Sand		
-47.00	-48.00	54.99	22.05	32.94	1.96		2 : 12	(9)/(14)	Very Dense Sand		

หมายเหตุ หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้าข่ายมากที่สุด/จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรธรณีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เมืองสมุทรปราการ พระสมุทรเจดีย์ พระประแดง จ.สมุทรปราการ

Grid ID 2081 Number of Borehole 17 Ground Elev. (m)

Page 3/3

Date 27 ก.ย. 55

Data Source

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu ₂) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from to											
-47.00	19.04	55.51	23.91	31.60	2.09	76	4 : 10	(9)/(14)	Very Dense Sand		
-48.00	19.66	52.49	23.34	29.15	2.09	71	6 : 8	(7)/(14)	Very Dense Sand		
-49.00	19.83	47.46	22.67	24.80	2.10	69	7 : 7	(5)/(14)	Hard Clay		
-50.00	19.87	44.66	22.55	22.10	2.09	75	6 : 8	(6)/(14)	Very Dense Sand		
-51.00	20.07	45.08	22.76	22.32	2.07	81	5 : 8	(6)/(13)	Very Dense Sand		
-52.00	20.39	40.13	18.54	21.59	2.09	87	3 : 4	(4)/(7)	Very Dense Sand		
-53.00	19.26	39.55	19.14	20.42	2.13	85	2 : 5	(4)/(7)	Very Dense Sand		
-54.00	17.70	39.18	18.53	20.66	2.14	86	1 : 6	(5)/(7)	Very Dense Sand		
-55.00	16.80	42.88	19.18	23.70	2.12	84	2 : 5	(4)/(7)	Very Dense Sand		
-56.00	17.58	43.01	20.60	22.41	2.08	84	2 : 5	(5)/(7)	Very Dense Sand		
-57.00	18.25	41.50	20.31	21.19	2.12	89	3 : 4	(4)/(7)	Very Dense Sand		
-58.00	18.62	41.47	20.12	21.35	2.13	89	3 : 4	(4)/(7)	Very Dense Sand		
-59.00	19.68	44.27	20.19	24.08	2.11	86	3 : 4	(4)/(7)	Very Dense Sand		
-60.00	18.69	48.86	21.31	27.55	2.01	88	3 : 4	(4)/(7)	Very Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนของเม็ดดินเหนียว ต่อ จำนวนของเม็ดดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากับความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area พระประแดง จ.สมุทรปราการ, เขตพระโขนง จ.กรุงเทพมหานคร, เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ
 Grid ID 2172 Number of Borehole 6 Ground Elev. (m) G.W.L. (m) Data Source Page 1/3
 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from to											
-1.00	74.50	83.40	33.00	50.40	1.64	1.03	3:0	(2)/(3)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	74.28	76.57	32.42	44.16	1.63	0.99	3:0	(2)/(3)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	80.02	75.93	29.78	46.14	1.59	1.17	3:0	(2)/(3)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	78.41	77.64	31.47	46.18	1.58	1.28	5:0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	78.66	78.98	30.40	48.58	1.58	1.30	5:0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	68.00	80.87	29.94	50.93	1.61	1.17	5:0	(5)/(5)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	65.49	78.16	30.78	47.38	1.62	1.15	6:0	(6)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	66.39	75.86	31.49	44.37	1.62	1.40	6:0	(6)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	67.10	73.32	31.68	41.64	1.61	1.67	6:0	(6)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	66.17	74.09	32.52	41.57	1.62	1.75	6:0	(6)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	62.63	73.56	32.18	41.38	1.63	1.77	6:0	(5)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	59.91	72.64	31.70	40.94	1.64	1.78	6:0	(5)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	60.01	72.00	31.51	40.49	1.65	1.95	6:0	(5)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-14.00	54.39	67.67	30.29	37.38	1.75	2.31	6:0	(5)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-15.00	46.79	62.87	28.77	34.10	1.82	3.14	6:0	(5)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-16.00	39.80	61.60	27.75	33.85	1.84	3.73	6:0	(4)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-17.00	32.74	62.86	27.47	35.39	1.89	3.79	6:0	(3)/(6)	Medium Stiff Clay		
-18.00	33.70	61.72	26.92	34.79	1.85		6:0	(3)/(6)	Stiff Clay		
-19.00	33.93	49.51	23.36	26.15	1.86		6:0	(3)/(6)	Stiff Clay		
-20.00	29.91	45.80	22.10	23.70	1.92		6:0	(5)/(6)	Very Stiff Clay		
-21.00	25.58	44.70	21.67	23.03	1.94		6:0	(5)/(6)	Very Stiff Clay		
-22.00	22.92	40.39	20.42	19.96	1.95		3:3	(5)/(6)	Very Stiff Clay		
-23.00	22.11	39.25	19.88	19.37	1.94		3:3	(3)/(6)	Medium Dense Sand		
-24.00								(2)/(6)	Hard Clay		

^a Clay : Sand คือ จำนวนของชั้นดินเหนียว ต่อ จำนวนของชั้นดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่มากที่สุด) / (จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในบริเวณ)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area พระประแดง จ.สมุทรปราการ, เขตพระโขนง จ.กรุงเทพมหานคร, เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ
 Grid ID 2172 Number of Borehole 6 Ground Elev.(m) G.W.L.(m) Page 2/3

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _r (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Data Source	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.								
-24.00	22.23	37.48	18.77	18.70	1.97		46	3 : 3	(2)/(6)		Hard Clay	
-25.00	22.47	41.42	19.31	22.11	1.99		39	4 : 2	(4)/(6)		Very Stiff Clay	
-26.00	22.84	43.15	19.64	23.51	1.99		38	4 : 2	(4)/(6)		Very Stiff Clay	
-27.00	23.15	45.00	20.20	24.80	1.94		40	4 : 2	(4)/(6)		Very Stiff Clay	
-28.00	22.85	45.74	20.54	25.20	1.95		40	4 : 2	(2)/(6)		Very Stiff Clay	
-29.00	24.78	46.75	20.95	25.81	1.96		38	5 : 1	(4)/(6)		Very Stiff Clay	
-30.00	26.47	49.45	21.87	27.59	1.97		39	5 : 1	(4)/(6)		Very Stiff Clay	
-31.00	26.58	53.57	23.34	30.22	1.97		39	4 : 2	(3)/(6)		Very Stiff Clay	
-32.00	25.06	52.23	23.13	29.10	1.96		43	4 : 2	(4)/(6)		Very Stiff Clay	
-33.00	23.75	53.10	23.57	29.53	1.91		48	4 : 2	(4)/(6)		Very Stiff Clay	
-34.00	23.64	51.17	22.45	28.72	1.99		48	4 : 2	(3)/(6)		Very Stiff Clay	
-35.00	22.72	57.62	22.76	34.86	1.99		51	5 : 1	(3)/(6)		Hard Clay	
-36.00	21.70	56.51	22.28	34.23	2.02		47	5 : 1	(3)/(6)		Hard Clay	
-37.00	21.10	52.86	21.46	31.40	2.06		47	3 : 1	(2)/(4)		Very Stiff Clay	
-38.00	20.61	49.97	21.32	28.65	2.06		52	3 : 1	(2)/(4)		Hard Clay	
-39.00	20.83	49.00	21.70	27.30	2.05		57	3 : 1	(2)/(4)		Hard Clay	
-40.00	22.97	61.86	24.15	37.71	2.01		63	2 : 2	(2)/(4)		Hard Clay	
-41.00	25.62	60.67	22.20	38.47	2.03		46	2 : 2	(2)/(4)		Very Stiff Clay	
-42.00	27.10	59.40	20.14	39.25	2.03		56	2 : 2	(2)/(4)		Very Stiff Clay	
-43.00	28.55	58.05	19.76	38.28	2.02		62	1 : 2	(2)/(3)		Very Dense Sand	
-44.00	27.87	52.12	20.85	31.28	2.21		46	2 : 1	(1)/(3)		Stiff Clay	
-45.00	28.91	51.26	23.05	28.21	2.03		49	2 : 1	(1)/(3)		Stiff Clay	
-46.00	29.02	62.49	27.00	35.49	1.92		56	2 : 1	(1)/(3)		Stiff Clay	
-47.00												

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด
^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและธรณีวิทยา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area พระประแดง จ.สมุทรปราการ, เขตพระโขนง จ.กรุงเทพมหานคร, เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ

Grid ID 2172 Number of Borehole 6 Ground Elev.(m) _____ G.W.L.(m) _____ Data Source _____ Page 3/3
 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from to											
-47.00	26.30	62.66	26.52	36.14	2.10		2:1	(1)/(3)			
-48.00	24.56	57.68	24.70	32.98	2.10		2:1	(1)/(3)	Stiff Clay		
-49.00	22.56	55.56	23.64	31.93	2.06		1:2	(1)/(3)	Stiff Clay		
-50.00	14.15	43.20	17.70	25.50	2.17		2:1	(2)/(3)	Hard Clay		
-51.00	15.31	42.84	17.54	25.30	2.17		2:1	(2)/(3)	Hard Clay		
-52.00	14.29	41.72	17.04	24.68	2.17		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-53.00	13.74	41.40	16.90	24.50	2.17		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-54.00	13.41	41.40	16.90	24.50	2.17		0:1	(1)/(1)	Hard Clay		
-55.00	13.18					100	0:1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-56.00	14.81	40.80	12.80	28.00	2.31	92	0:1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-57.00	16.92	40.80	12.80	28.00	2.31	66	0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-58.00	18.41	40.82	13.09	27.73	2.30	62	0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-59.00	18.90	40.80	12.80	28.00	2.31	68	1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-60.00						73	1:0	(1)/(1)	Hard Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด
 a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
 b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่ซ้ำกันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area พระประแดง จ.สมุทรปราการ, เขตราชบุรีระยะ จ.กรุงเทพมหานคร, เขตยานนาวา จ.กรุงเทพมหานคร
 Grid ID 2171 Number of Borehole 20 Ground Elev. (m) G.W.L.(m) Data Source Interpret Soil Layer
 Page 1/3 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
0.00	61.12	40.74	26.47	14.27	1.52		3 : 0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay		
-1.00	53.96	45.51	29.48	16.03	1.51	0.47	9 : 0	(9)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	59.83	44.99	28.73	16.26	1.54	0.55	13 : 0	(13)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	65.95	40.56	27.21	13.89	1.55	1.02	13 : 0	(13)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	64.13	43.49	26.50	17.04	1.57	1.03	15 : 0	(15)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	63.12	46.24	27.16	19.29	1.58	1.11	17 : 0	(17)/(17)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	61.52	41.95	26.66	15.48	1.59	1.24	15 : 0	(15)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	61.28	42.80	25.20	15.17	1.58	1.17	18 : 0	(16)/(18)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	59.44	43.81	25.12	16.54	1.60	1.24	18 : 0	(15)/(18)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	58.50	44.50	25.50	19.22	1.59	1.36	17 : 0	(15)/(17)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	59.11	47.87	26.74	19.25	1.58	1.50	15 : 1	(12)/(16)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	55.26	51.45	27.58	22.03	1.60	1.77	16 : 2	(13)/(18)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	46.89	48.44	27.29	20.26	1.62	2.10	11 : 3	(7)/(14)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	40.73	45.78	26.57	19.78	1.64	2.48	12 : 4	(6)/(16)	Very Soft to Soft Clay		
-14.00	38.95	47.93	27.10	21.68	1.68	5.19	16 : 2	(7)/(18)	Very Soft to Soft Clay		
-15.00	37.15	50.08	27.85	23.02	1.72	8.44	16 : 2	(5)/(18)	Very Soft to Soft Clay		
-16.00	36.80	51.72	28.36	24.63	1.78	9.80	18 : 1	(9)/(19)	Very Soft to Soft Clay		
-17.00	32.94	55.75	28.88	26.21	1.86	11.32	18 : 1	(12)/(19)	Very Stiff Clay		
-18.00	30.56	59.89	29.07	29.53	1.91	11.37	18 : 1	(12)/(19)	Very Stiff Clay		
-19.00	30.32	63.81	29.41	31.91	1.92	11.69	19 : 1	(14)/(20)	Very Stiff Clay		
-20.00	28.60	56.30	26.94	28.16	1.91	12.14	19 : 1	(14)/(20)	Very Stiff Clay		
-21.00	26.01	50.67	25.17	24.81	1.94	11.63	19 : 1	(14)/(20)	Very Stiff Clay		
-22.00	22.38	46.57	23.94	22.23	2.00	11.88	15 : 5	(9)/(20)	Very Stiff Clay		
-23.00											

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะชั้นดินในแต่ละความลึกภายในกริด
 a Clay : Sand คือ จำนวนของชั้นดินเหนียว ต่อ จำนวนของชั้นดินทราย
 b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรธรณีและธรณีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมหนังสือไปใช้ประโยชน์ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area พระประแดง จ.สมุทรปราการ, เขตราชบุรีรังระจ. กรุงเทพมหานคร, เขตยานนาวา จ.กรุงเทพมหานคร
 Grid ID 2171 Number of Borehole 20 Ground Elev. (m) _____ G.W.L.(m) _____ Data Source _____ Page 2/3
 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	from	to	LL.	PL.	PI.							
-23.00	-24.00	20.99	46.87	23.68	22.19	2.01	14.26	35	17 : 3	(9)/(20)	Very Stiff Clay	
-24.00	-25.00	20.61	44.79	22.28	21.55	2.02	15.54	38	17 : 3	(9)/(20)	Very Stiff Clay	
-25.00	-26.00	20.07	45.23	22.55	22.62	2.02	16.82	41	14 : 6	(7)/(20)	Very Stiff Clay	
-26.00	-27.00	19.92	48.26	24.16	24.74	2.02	15.86	43	12 : 8	(6)/(20)	Very Stiff Clay	
-27.00	-28.00	20.51	49.46	24.28	26.73	2.01	15.76	43	12 : 8	(6)/(20)	Very Stiff Clay	
-28.00	-29.00	21.69	57.92	28.05	29.87	1.97	14.78	45	13 : 7	(9)/(20)	Very Stiff Clay	
-29.00	-30.00	20.67	55.44	27.56	27.88	1.95	10.61	46	11 : 9	(7)/(20)	Very Stiff Clay	
-30.00	-31.00	20.01	51.29	24.64	26.65	1.97	14.65	46	7 : 8	(5)/(15)	Very Stiff Clay	
-31.00	-32.00	20.43	50.18	20.29	29.89	2.00		43	5 : 8	(8)/(13)	Dense Sand	
-32.00	-33.00	19.74	57.19	21.38	35.81	2.03		45	5 : 7	(5)/(12)	Dense Sand	
-33.00	-34.00	19.89	58.72	22.20	36.52	1.99		45	2 : 4	(2)/(6)	Dense Sand	
-34.00	-35.00	20.39	60.01	22.95	37.07	2.06		41	2 : 4	(3)/(6)	Dense Sand	
-35.00	-36.00	18.38	54.95	23.65	31.30	2.09		41	2 : 4	(3)/(6)	Dense Sand	
-36.00	-37.00	19.00	52.02	22.98	29.04	2.10		44	2 : 3	(2)/(5)	Very Stiff Clay	
-37.00	-38.00	19.84	48.31	22.12	26.19	2.12		48	3 : 2	(2)/(5)	Hard Clay	
-38.00	-39.00	19.02	39.96	18.44	21.52	2.12		46	3 : 2	(2)/(5)	Very Stiff Clay	
-39.00	-40.00	19.23	33.84	17.00	16.83	2.11		56	3 : 2	(2)/(5)	Very Stiff Clay	
-40.00	-41.00	19.57	31.02	16.33	14.69	2.10		66	2 : 3	(2)/(5)	Very Stiff Clay	
-41.00	-42.00	18.93	32.50	15.70	16.80			80	1 : 4	(3)/(5)	Very Dense Sand	
-42.00	-43.00	17.69						75	1 : 4	(3)/(5)	Very Dense Sand	
-43.00	-44.00	16.32	56.70	21.50	35.20			74	0 : 3	(2)/(3)	Dense Sand	
-44.00	-45.00	17.00	56.70	21.50	35.20	2.15		87	1 : 2	(1)/(3)	Hard Clay	
-45.00	-46.00	17.51	56.99	21.38	35.62	2.15		91	1 : 2	(2)/(3)	Very Dense Sand	

หมายเหตุ ข้อมูลสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด
 a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
 b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area พระประแดง จ.สมุทรปราการ, เขตราชบุรีรังษะ จ.กรุงเทพมหานคร, เขตยานนาวา จ.กรุงเทพมหานคร

Grid ID 2171 Number of Borehole 20 Ground Elev. (m) _____ G.W.L. (m) _____

Depth (m.)		Atterberg Limits (%)			γ_s (kN/m ³)	Su (Qu _{u2}) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Data Source	Remark
		LL.	PL.	Pl.							
from	to	W _n (%)									
-46.00	-47.00	16.24	57.93	20.99	2.15	85	1:2	(2)/(3)	Interpret Soil Layer		
-47.00	-48.00	17.39	58.90	20.59	2.14	67	1:2	(1)/(3)	Very Dense Sand		
-48.00	-49.00	17.69	57.42	20.29	2.13	72	1:2	(1)/(3)	Hard Clay		
-49.00	-50.00	17.79	50.46	20.21	2.13	80	1:2	(1)/(3)	Hard Clay		
-50.00	-51.00	19.40	43.30	20.15	2.13	77	2:1	(1)/(3)	Hard Clay		
-51.00	-52.00	19.80	41.01	20.50	2.16	83	2:1	(1)/(3)	Very Stiff Clay		
-52.00	-53.00	17.52	40.90	20.50	2.16	89	0:3	(1)/(3)	Very Stiff Clay		
-53.00	-54.00	16.99	38.77	19.21	2.16	86	1:2	(3)/(3)	Very Dense Sand		
-54.00	-55.00	17.17	31.00	15.80		84	2:1	(2)/(3)	Very Dense Sand		
-55.00	-56.00	17.49	31.16	15.85		86	1:2	(2)/(3)	Hard Clay		
-56.00	-57.00	18.07	33.87	16.65	2.10	96	0:3	(1)/(3)	Hard Clay		
-57.00	-58.00	18.09	37.57	17.75	2.10	89	0:3	(3)/(3)	Very Dense Sand		
-58.00	-59.00	17.72	41.06	18.84	2.10	79	1:2	(3)/(3)	Very Dense Sand		
-59.00	-60.00	18.17	40.70	19.62	2.09	80	1:2	(2)/(3)	Very Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลสมบัตินี้ที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลหลุมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

a. Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area พระประแดง จ.สมุทรปราการ, เขตราชบุรีและ จ.กรุงเทพมหานคร, พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ

Grid ID 2080 Number of Borehole 7 Ground Elev.(m) G.W.L.(m) Data Source Page 1/3 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from											
-3.00	72.68	82.80	32.34	50.46	1.58	0.96	1	7:0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	74.16	80.46	32.70	47.76	1.58	1.00	1	7:0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	74.75	82.39	31.80	50.59	1.58	0.98	1	7:0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	77.01	81.48	32.03	49.44	1.59	1.06	1	7:0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	78.02	84.06	33.13	50.93	1.59	1.23	2	7:0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-8.00	78.98	88.71	34.12	54.59	1.58	1.36	3	7:0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	79.24	92.33	34.52	57.81	1.56	1.51	4	7:0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	73.31	90.92	34.40	56.52	1.58	2.10	5	7:0	(6)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-11.00	69.50	88.18	33.90	54.28	1.61	2.53	6	7:0	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-12.00	65.80	79.11	31.80	47.31	1.66	3.15	10	7:0	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay	
-13.00	64.20	71.85	29.95	41.90	1.73	4.07	14	7:0	(5)/(7)	Medium Stiff Clay	
-14.00	53.48	67.64	28.35	39.29	1.79	4.66	22	7:0	(3)/(7)	Medium Stiff Clay	
-15.00	41.75	66.24	27.25	38.99	1.85	5.77	28	7:0	(3)/(7)	Medium Stiff Clay	
-16.00	33.65	71.09	28.26	42.82	1.92	2.82	18	7:0	(3)/(7)	Medium Stiff Clay	
-17.00	31.99	71.79	28.20	43.59	1.91	2.82	22	7:0	(3)/(7)	Stiff Clay	
-18.00	32.29	68.15	26.80	41.35	1.92	2.82	23	6:0	(3)/(6)	Very Stiff Clay	
-19.00	29.32	59.40	24.54	34.86	1.87	5:1	23	5:1	(3)/(6)	Stiff Clay	
-20.00	31.47	63.27	25.73	37.54	1.87	5:1	25	5:1	(3)/(6)	Stiff Clay	
-21.00	33.99	63.51	24.82	38.69	1.87	5:1	25	5:1	(3)/(6)	Stiff Clay	
-22.00	32.93	63.60	24.60	39.01	1.88	5:1	27	5:1	(2)/(6)	Stiff Clay	
-23.00	31.76	61.18	24.67	36.51	1.87	3:3	30	3:3	(2)/(6)	Stiff Clay	
-24.00	28.95	58.47	23.96	34.51	1.91	3:3	26	3:3	(2)/(6)	Stiff Clay	
-25.00	22.64	59.41	25.27	34.14	1.90	1:5	24	1:5	(4)/(6)	Stiff Clay	

หมายเหตุ ข้อมูลผลสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย

b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรธรณี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area พระประแดง จ.สมุทรปราการ, เขตราชบุรีบูรณะ จ.กรุงเทพมหานคร, พระสมุทเรตย์ จ.สมุทรปราการ

Grid ID 2080

Number of Borehole 7

Ground Elev. (m) _____

G.W.L. (m) _____

Page 2/3

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu _{1/2}) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from -26.00 to -27.00	21.03	40.71	17.85	22.86	1.91	25	2 : 4	(4)/(6)	Medium Dense Sand		
-27.00 to -28.00	20.13	33.04	15.68	17.36	2.04	38	2 : 4	(3)/(6)	Medium Dense Sand		
-28.00 to -29.00	16.93	31.97	15.41	16.56	2.04	60	0 : 6	(4)/(6)	Very Dense Sand		
-29.00 to -30.00	17.61	30.98	15.20	15.77	2.04	65	0 : 6	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-30.00 to -31.00	18.56	30.12	16.08	14.04		62	0 : 6	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-31.00 to -32.00	16.93	28.01	15.66	12.35		55	1 : 5	(4)/(6)	Dense Sand		
-32.00 to -33.00	17.80	27.90	15.69	12.21		53	1 : 5	(4)/(6)	Dense Sand		
-33.00 to -34.00	19.08	27.87	15.74	12.14		54	1 : 5	(4)/(6)	Dense Sand		
-34.00 to -35.00	18.98	27.85	15.77	12.08		60	1 : 5	(3)/(6)	Dense Sand		
-35.00 to -36.00	17.54	39.28	18.39	20.89		74	0 : 6	(4)/(6)	Very Dense Sand		
-36.00 to -37.00	17.11	39.28	18.39	20.89		73	0 : 6	(4)/(6)	Very Dense Sand		
-37.00 to -38.00	19.82	50.52	20.94	29.58		64	1 : 5	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-38.00 to -39.00	18.87	52.88	23.91	28.98	2.09	71	0 : 6	(4)/(6)	Very Dense Sand		
-39.00 to -40.00	17.79	51.53	23.48	28.04	2.09	74	0 : 6	(4)/(6)	Very Dense Sand		
-40.00 to -41.00	19.51	49.37	22.69	26.68	2.10	71	3 : 3	(3)/(6)	Hard Clay		
-41.00 to -42.00	19.18	44.80	20.32	24.48	2.13	67	3 : 3	(3)/(6)	Hard Clay		
-42.00 to -43.00	17.78	43.77	18.82	24.95	2.15	61	2 : 4	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-43.00 to -44.00	15.91	44.50	19.20	25.30	2.10	60	1 : 5	(3)/(6)	Dense Sand		
-44.00 to -45.00	16.75	41.18	17.85	23.33	2.10	64	2 : 4	(2)/(6)	Dense Sand		
-45.00 to -46.00	18.15	40.16	17.87	22.29		69	2 : 4	(2)/(6)	Dense Sand		
-46.00 to -47.00	18.54	38.76	17.90	20.86	2.08	77	1 : 5	(4)/(6)	Very Dense Sand		
-47.00 to -48.00	18.90	37.36	17.90	19.45	2.08	75	1 : 5	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-48.00 to -49.00	19.25	36.93	17.84	19.09	2.08	76	1 : 5	(3)/(6)	Very Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area พระประแดง จ.สมุทรปราการ, เขตราชบุรีระณะ จ.กรุงเทพมหานคร, พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ
 Grid ID 2080 Number of Borehole 7 Ground Elev. (m) _____ G.W.L.(m) _____ Data Source _____ Page 3/3
 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	from	to	LL.	PL.	PI.							
-49.00	-50.00	19.50	39.44	17.87	21.57	2.08	85	1:5	(3)/(6)	Dense Sand		
-50.00	-51.00	18.70	39.95	17.64	22.31	2.09	97	2:4	(3)/(6)	Dense Sand		
-51.00	-52.00	18.18	42.62	18.22	24.40	2.10	94	3:3	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-52.00	-53.00	19.12	44.51	18.79	25.72	2.10	85	3:3	(3)/(6)	Hard Clay		
-53.00	-54.00	19.00	47.00	19.95	27.05	2.13	72	2:4	(3)/(6)	Hard Clay		
-54.00	-55.00	18.56	46.98	20.37	26.61	2.13	67	2:4	(3)/(6)	Dense Sand		
-55.00	-56.00	18.38	45.60	20.35	25.26	2.11	74	3:3	(3)/(6)	Dense Sand		
-56.00	-57.00	18.58	41.66	19.89	21.77	2.06	83	3:3	(3)/(6)	Hard Clay		
-57.00	-58.00	19.20	46.69	21.83	24.87	2.02	84	3:3	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-58.00	-59.00	20.38	48.30	22.71	25.59	1.96	85	1:5	(5)/(6)	Very Dense Sand		
-59.00	-60.00	21.78	44.35	21.35	23.00	2.11	82	2:4	(4)/(6)	Very Dense Sand		
-60.00	-61.00	24.31				2.11	78	2:4	(4)/(6)	Very Dense Sand		
									(0)/(0)			
									(0)/(0)			

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

a. Clay : Sand คือ จำนวนของชั้นดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากับความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมด(ในช่วงความลึก))

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area สามโคก จ.ปทุมธานี

Grid ID 3292

Number of Borehole 2

Ground Elev.(m)

G.W.L.(m)

Page 1/2

Data Source _____ Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _r (kN/m ³)	Su (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
0.00	25.91	58.36	19.09	39.27	1.84	4	1:0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay		
-1.00	25.14	58.09	18.54	39.55	1.88	6	2:0	(1)/(2)	Medium Stiff Clay		
-2.00	27.34	59.88	21.40	38.48	1.86	4	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	53.90	80.94	29.93	51.01	1.70	4	2:0	(1)/(2)	Stiff Clay		
-4.00	54.79	78.20	28.22	49.99	1.68	4	2:0	(2)/(2)	Stiff Clay		
-5.00	62.72	75.46	27.50	47.96	1.62	4	2:0	(2)/(2)	Medium Stiff Clay		
-6.00	64.15	69.19	26.01	43.17	1.61	4	2:0	(2)/(2)	Medium Stiff Clay		
-7.00	61.89	73.70	27.59	46.11	1.58	4	2:0	(1)/(2)	Medium Stiff Clay		
-8.00	59.50	72.72	27.69	45.03	1.61	4	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	52.18	69.01	26.80	42.21	1.69	4	2:0	(2)/(2)	Medium Stiff Clay		
-10.00	33.42	64.74	25.16	39.57	1.85	16	2:0	(2)/(2)	Medium Stiff Clay		
-11.00	28.54	62.26	24.41	37.85	1.93	16	2:0	(1)/(2)	Medium Stiff Clay		
-12.00	28.67	59.70	23.51	36.19	1.98	17	2:0	(1)/(2)	Medium Stiff Clay		
-13.00	26.85	55.42	21.51	33.91	2.04	22	2:0	(1)/(2)	Stiff Clay		
-14.00	25.51	52.93	19.85	33.09	2.06	28	2:0	(1)/(2)	Stiff Clay		
-15.00	23.85	50.05	17.85	32.20	2.06	31	2:0	(2)/(2)	Stiff Clay		
-16.00	23.03	49.69	17.04	32.65	2.06	28	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-17.00	23.11	50.09	17.04	33.04	2.03	28	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-18.00	22.24	52.56	20.72	31.84	2.00	30	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-19.00	19.23	38.33	18.65	19.68	2.00	31	1:1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-20.00	18.24	39.37	19.03	20.34	2.03	33	1:1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-21.00	18.91	45.29	20.63	24.66	2.06	32	1:1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-22.00	21.44	48.56	22.62	25.95	2.08	29	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		
-23.00	21.44	48.56	22.62	25.95	2.08	29	2:0	(2)/(2)	Very Stiff Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลแอมบัตินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในจุด

a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย
 b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่ต่างกันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรธรณีและฐานราก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area ลาดหลุมแก้ว เมืองปทุมธานี จ.ปทุมธานี

Page 1/2

Data Source _____ Date 27 ก.ย. 55

G.W.L.(m) _____

Ground Elev. (m) _____

Number of Borehole 1

3100

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _r (kN/m ³)	Su (Qu ₂) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from to											
-3.00	54.30	48.40	22.70	25.70	1.74	1.30	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	51.95	50.10	22.76	27.33	1.74	1.40	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	46.45	38.75	19.30	19.45	1.75	0.93	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	38.29	35.50	17.50	18.00	1.77	0.73	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	35.95	55.05	22.19	32.85	1.79	1.21	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	37.95	59.80	22.65	37.15	1.76	1.47	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	38.64	52.48	19.99	32.49	1.79	2.17	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	32.21	31.80	14.42	17.38	1.73	1.58	1:0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay		
-11.00	26.82	21.30	12.38	8.92			1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-12.00	19.60						1:0	(1)/(1)	Stiff Clay		
-13.00	17.38						0:1	(1)/(1)	Medium Dense Sand		
-14.00	17.26						0:1	(1)/(1)	Medium Dense Sand		
-15.00	17.86						0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-16.00	18.40						0:1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-17.00	17.77						0:1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-18.00	16.57						0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-19.00	15.04						0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-20.00	13.41						0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-21.00	12.48						0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-22.00	13.22						0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-23.00	14.02						0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-24.00	14.12						0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-25.00	12.78						0:1	(1)/(1)	Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลผลสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผสมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเชิงพาณิชย์ หากมีการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี, ปากเกร็ด จ.นนทบุรี, เมืองปทุมธานี จ.ปทุมธานี Page 1/2
 Grid ID 3005 Number of Borehole 1 Ground Elev. (m) _____ Data Source _____ Date 27 ก.ย. 55
 G.W.L. (m) _____

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
from	to										
-1.00	-2.00	45.20	24.40	20.80	1.69		1:0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay		
-2.00	-3.00	43.74	23.55	20.18	1.66		1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	-4.00	41.07	21.91	19.16	1.55	0.52	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	-5.00	40.07	22.15	17.92	1.50	0.94	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	-6.00	31.58	20.33	11.25	1.54	1.74	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	-7.00	33.65	19.76	13.89	1.53	1.68	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	-8.00	55.01	26.04	28.97	1.52	1.58	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	-9.00	56.01	26.42	29.58	1.50	1.22	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	-10.00	59.69	26.58	33.11	1.47	0.83	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	-11.00	60.48	27.41	33.07	1.54	1.59	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	-12.00	61.14	29.07	34.06	1.56	2.05	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	-13.00	64.53	29.28	35.25	1.64	2.34	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	-14.00	66.52	28.61	37.91	1.82		1:0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay		
-14.00	-15.00	61.02	27.97	33.06	1.85		1:0	(1)/(1)	Medium Stiff Clay		
-15.00	-16.00	56.11	27.13	28.98	1.94		1:0	(1)/(1)	Stiff Clay		
-16.00	-17.00	51.63	25.29	26.34	1.96		1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-17.00	-18.00	47.46	23.68	23.77	1.97		1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-18.00	-19.00	43.11	23.20	19.91	1.96		1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-19.00	-20.00	36.63	21.39	15.24	1.94		1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-20.00	-21.00	31.50	20.30	11.19	1.98		1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-21.00	-22.00	24.18	19.41	9.76	2.03		1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-22.00	-23.00						0:1	(1)/(1)	Medium Dense Sand		
-23.00	-24.00						0:1	(1)/(1)	Medium Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผสมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนขุมดินเหนียว ต่อ จำนวนขุมดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนขุมดินทั้งหมดในขุมความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area ปากเกร็ด จ.นนทบุรี, ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี, บางบัวทอง จ.นนทบุรี

Grid ID 3004 Number of Borehole 2 Ground Elev.(m) G.W.L.(m)

Page 1/1
Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _r (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	from	to	LL	PL	PI							
-2.00	-3.00	51.58	50.00	28.81	21.19	1.48			1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-3.00	-4.00	57.19	50.30	30.23	20.07	1.48			1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	-5.00	62.80	50.60	31.65	18.95	1.46			1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	-6.00	62.80	50.60	31.65	18.95	1.46			1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	-7.00	62.80	50.60	31.65	18.95	1.46			1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	-8.00	62.80	50.60	31.65	18.95	1.46			1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	-10.00	55.48	50.60	30.10	18.95	1.54			1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	-11.00	55.48	50.60	30.10	20.50	1.61			2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-11.00	-12.00	54.89	50.60	30.19	20.41	1.80			2:0	(1)/(2)	Stiff Clay	
-12.00	-13.00	43.36	50.60	31.95	18.65	1.85	11.20		2:0	(1)/(2)	Stiff Clay	
-13.00	-14.00	30.14	50.28	32.21	18.07	1.94	8.62		2:0	(1)/(2)	Stiff Clay	
-14.00	-15.00	23.79	49.05	27.61	21.44	2.05	10.12		2:0	(1)/(2)	Stiff Clay	
-15.00	-16.00	22.40	44.30	24.34	19.96	2.09	11.09		2:0	(1)/(2)	Very Stiff Clay	
-16.00	-17.00	21.86	38.03	20.90	17.13	2.05			1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay	
-17.00	-18.00	19.46	31.91	16.25	15.66	1.98			0:1	(1)/(1)	Hard Clay	
-18.00	-19.00	20.86				1.98			0:1	(1)/(1)	Dense Sand	
-19.00	-20.00	22.42				2.00			0:1	(1)/(1)	Dense Sand	
-20.00	-21.00	21.07				2.00			0:1	(1)/(1)	Dense Sand	
-21.00	-22.00	20.01				1.93			0:1	(1)/(1)	Dense Sand	
-22.00	-23.00	19.41				1.88			0:1	(1)/(1)	Dense Sand	
									:	(0)	Dense Sand	
									:	(0)	Dense Sand	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลเจาะซึ่งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area บางบัวทอง จ.นนทบุรี

Page 1/2

Grid ID 2814 Number of Borehole 13

Data Source

Ground Elev.(m)

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu _{1/2}) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from to											
-1.00	61.72	63.76	33.72	27.96	1.55	1.72	13:0	(11)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	58.43	62.71	33.00	28.58	1.61	1.86	13:0	(11)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	61.71	60.45	32.14	26.17	1.57	1.62	13:0	(12)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	62.24	59.66	31.85	25.71	1.58	1.63	13:0	(10)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	61.23	56.15	29.60	25.70	1.54	1.33	12:1	(9)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	58.88	54.22	29.47	24.19	1.50	1.20	12:1	(10)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	58.00	52.04	28.74	21.77	1.47	1.22	10:3	(8)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	52.55	49.95	27.75	20.75	1.51	1.45	8:5	(7)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	47.67	49.09	28.07	19.22	1.52	1.71	7:6	(6)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	42.29	50.78	30.70	20.08	1.55	2.14	6:7	(6)/(13)	Medium Dense Sand		
-11.00	33.65	45.43	24.17	21.26	1.79	3.93	6:7	(5)/(13)	Medium Dense Sand		
-12.00	28.14	41.91	21.97	19.94	1.90	6.56	4:9	(7)/(13)	Medium Dense Sand		
-13.00	25.38	42.71	21.55	21.16	1.91	8.20	3:10	(10)/(13)	Medium Dense Sand		
-14.00	24.11	44.36	20.82	23.54	1.89	7.57	3:10	(10)/(13)	Medium Dense Sand		
-15.00	24.22	41.88	21.52	20.37	1.87	7.21	3:10	(10)/(13)	Medium Dense Sand		
-16.00	23.07	43.17	22.57	20.60	1.86	1.28	4:9	(7)/(13)	Medium Dense Sand		
-17.00	23.59	40.65	22.15	18.50	1.86	1.32	4:9	(4)/(13)	Medium Dense Sand		
-18.00	21.96	45.17	22.96	22.21	1.87	1.60	4:9	(4)/(13)	Medium Dense Sand		
-19.00	20.50	47.00	23.21	23.80	1.89	2.29	3:10	(7)/(13)	Dense Sand		
-20.00	19.01	46.29	22.96	23.33	1.95	3.02	1:12	(6)/(13)	Medium Dense Sand		
-21.00	18.66			18.70	2.04		1:12	(6)/(13)	Medium Dense Sand		
-22.00	19.09	34.20	15.50	18.70	2.10		1:12	(5)/(13)	Medium Dense Sand		
-23.00	19.38	34.20	15.50	18.70	2.07		2:11	(5)/(13)	Medium Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลเลขมิติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลหลุมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area บางบัวทอง บางใหญ่ จ.นนทบุรี

Page 1/3

Grid ID 2720 Number of Borehole 6

Ground Elev.(m)

Data Source

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _r (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
from to											
-1.00	35.06	41.76	29.01	12.76	1.73	4.42	6:0	(6)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	34.21	42.23	28.87	13.36	1.73	3.53	6:0	(6)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	54.82	70.43	29.40	41.03	1.66	2.44	6:0	(5)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	60.72	64.48	27.88	36.60	1.60	2.18	6:0	(5)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	68.67	71.45	28.74	42.71	1.56	1.87	6:0	(5)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	70.47	75.18	30.04	45.14	1.55	1.90	6:0	(5)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	72.64	74.99	31.66	43.33	1.54	2.16	6:0	(4)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	64.55	72.67	31.68	40.99	1.55	2.24	6:0	(4)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	61.20	71.14	30.93	40.21	1.56	2.34	6:0	(5)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	65.44	72.67	31.07	41.60	1.54	2.64	6:0	(4)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	65.33	71.04	30.59	40.45	1.55	6.10	6:0	(3)/(6)	Medium Stiff Clay		
-12.00	48.93	61.79	28.18	33.61	1.70	6.05	5:0	(2)/(5)	Medium Stiff Clay		
-13.00	27.77	49.80	24.27	25.53	1.91	6.36	5:1	(2)/(6)	Medium Stiff Clay		
-14.00	22.57	46.09	22.53	23.56	1.95	7.70	6:0	(2)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-15.00	21.82	40.18	21.20	18.98	1.95	19	5:1	(2)/(6)	Very Soft to Soft Clay		
-16.00	20.71	37.30	20.74	16.56	1.98	26	4:2	(2)/(6)	Stiff Clay		
-17.00	18.51	34.69	19.12	15.58	2.00	33	2:4	(2)/(6)	Dense Sand		
-18.00	18.68	38.39	21.99	16.41	2.02	40	2:4	(2)/(6)	Very Stiff Clay		
-19.00	18.75				2.02	38	2:4	(2)/(6)	Very Stiff Clay		
-20.00	18.89	35.10	17.40	17.70	1.99	33	3:3	(2)/(6)	Very Stiff Clay		
-21.00	18.61	35.10	17.40	17.70	2.03	38	3:3	(2)/(6)	Very Stiff Clay		
-22.00	16.98	35.10	17.40	17.70	2.06	49	3:3	(2)/(6)	Very Stiff Clay		
-23.00	16.87	35.10	17.40	17.70	2.04	53	3:3	(2)/(6)	Hard Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากับความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area บางบัวทอง บางใหญ่ จ.นนทบุรี

Page 2/3

Grid ID 2720

Number of Borehole 6

Ground Elev. (m)

G.W.L. (m)

Data Source

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
from											
-24.00	17.14	35.10	17.40	17.70	2.01		2 : 3	(2)/(5)	Dense Sand		
-25.00	16.98				1.94		2 : 3	(1)/(5)	Very Stiff Clay		
-26.00	16.32	48.76	21.59	27.17	1.94		1 : 4	(2)/(5)	Medium Dense Sand		
-27.00	17.39	48.76	21.59	27.17	1.98		1 : 4	(2)/(5)	Medium Dense Sand		
-28.00	21.48	54.55	23.39	31.16	2.01		1 : 4	(2)/(5)	Medium Dense Sand		
-29.00	23.63	61.20	26.13	35.08	2.01		3 : 2	(2)/(5)	Very Stiff Clay		
-30.00	25.54	66.66	26.24	40.43	2.00		3 : 2	(2)/(5)	Very Stiff Clay		
-31.00	25.36	66.96	25.16	41.79	2.01		3 : 2	(2)/(5)	Very Dense Sand		
-32.00	29.79	65.64	24.39	41.25	1.95		3 : 2	(2)/(5)	Very Dense Sand		
-33.00	28.56	65.49	24.14	41.35	1.97		2 : 2	(2)/(4)	Very Dense Sand		
-34.00	25.58	65.13	24.01	41.12	2.07		1 : 1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-35.00	21.77	59.46	22.89	36.57	2.08		1 : 1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-36.00	18.55	38.56	17.59	20.97	2.09		1 : 1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-37.00	17.22	38.10	17.50	20.60	2.09		0 : 2	(2)/(2)	Dense Sand		
-38.00	14.71	38.10	17.50	20.60	2.09		0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand		
-39.00	13.64						0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand		
-40.00	16.74						0 : 2	(2)/(2)	Dense Sand		
-41.00	17.69						0 : 2	(2)/(2)	Dense Sand		
-42.00	17.77						0 : 2	(2)/(2)	Dense Sand		
-43.00	17.78						0 : 2	(2)/(2)	Dense Sand		
-44.00	16.79	42.40	21.10	21.30			0 : 2	(1)/(2)	Medium Dense Sand		
-45.00	16.31	42.40	21.10	21.30			0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand		
-46.00	17.74	51.70	21.75	29.95	2.08		1 : 1	(1)/(2)	Dense Sand		
-47.00									Hard Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลสมมติที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมจากทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี

^a Clay : Sand คือ จำนวนร้อยละเหนียว คือ จำนวนร้อยละ

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้าเกณฑ์ค่ามากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area บางใหญ่ บางกรวย เมืองนนทบุรี จ.นนทบุรี

Grid ID 2627

Number of Borehole 20

Ground Elev. (m)

G.W.L.(m)

Data Source

Page 1/2

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _r (kN/m ³)	Su (Quiz) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from											
-1.00 to -2.00	70.84	79.43	35.75	45.10	1.55	2.19	19:0	(12)/(19)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00 to -3.00	69.88	77.35	33.66	43.68	1.57	3.62	19:0	(12)/(19)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00 to -4.00	71.42	78.36	33.88	45.67	1.55	2.38	19:0	(13)/(19)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00 to -5.00	73.29	75.96	33.86	43.53	1.55	1.84	20:0	(14)/(20)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00 to -6.00	71.53	74.01	32.95	42.15	1.55	1.69	20:0	(14)/(20)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00 to -7.00	70.40	75.33	32.18	43.75	1.55	1.83	19:0	(14)/(19)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00 to -8.00	71.04	72.50	31.65	40.81	1.55	1.95	20:0	(14)/(20)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00 to -9.00	70.99	72.17	31.60	40.64	1.55	2.09	20:0	(15)/(20)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00 to -10.00	68.64	71.26	31.22	40.22	1.57	2.61	20:0	(14)/(20)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00 to -11.00	63.93	67.68	29.90	38.04	1.62	3.08	20:0	(11)/(20)	Medium Stiff Clay		
-11.00 to -12.00	55.35	64.19	28.46	36.05	1.68	3.81	20:0	(12)/(20)	Medium Stiff Clay		
-12.00 to -13.00	46.31	60.01	26.92	33.40	1.74	4.57	20:0	(8)/(20)	Stiff Clay		
-13.00 to -14.00	42.83	58.44	26.36	32.32	1.78	3.64	19:1	(6)/(20)	Stiff Clay		
-14.00 to -15.00	38.46	55.71	25.63	30.43	1.84	4.33	19:1	(8)/(20)	Stiff Clay		
-15.00 to -16.00	34.56	54.53	24.77	29.54	1.85	3.88	20:0	(8)/(20)	Stiff Clay		
-16.00 to -17.00	30.31	54.52	24.74	29.19	1.86	4.23	18:2	(7)/(20)	Very Stiff Clay		
-17.00 to -18.00	26.20	54.75	25.07	29.56	1.87	2.97	17:3	(11)/(20)	Very Stiff Clay		
-18.00 to -19.00	24.55	55.99	25.53	30.43	1.90	2.86	17:3	(11)/(20)	Very Stiff Clay		
-19.00 to -20.00	23.87	53.78	25.11	28.68	1.98	2.54	17:3	(8)/(20)	Very Stiff Clay		
-20.00 to -21.00	22.07	52.33	24.83	26.80	2.03	2.23	17:3	(12)/(20)	Very Stiff Clay		
-21.00 to -22.00	20.53	53.13	24.86	27.41	2.05	2.44	17:3	(12)/(20)	Very Stiff Clay		
-22.00 to -23.00	20.67	52.09	24.48	26.73	2.03	2.78	14:6	(7)/(20)	Very Stiff Clay		
-23.00 to -24.00	19.90	48.32	23.66	24.43	2.00	3.34	10:10	(6)/(20)	Very Stiff Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลจุดเริ่มต้นที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกิริ

a. Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย

b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสังกัดกรมการธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตคลังขี้ จ. กรุงเทพมหานคร, บางกรวย จ. นนทบุรี Page 1/4
 Grid ID 2534 Number of Borehole 15 Ground Elev. (m) Data Source Date 27 ก.ย. 55
 G.W.L.(m)

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
0.00	32.66				1.89		9 : 0	(6)/(9)	Very Soft to Soft Clay		
-1.00	42.13	49.70	27.43	22.27	1.70	2.02	12 : 0	(8)/(12)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	50.49	50.82	27.44	23.39	1.68	2.02	12 : 0	(8)/(12)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	57.96	55.89	27.77	28.12	1.61	1.86	12 : 0	(8)/(12)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	60.24	56.65	27.71	28.94	1.59	1.82	13 : 0	(8)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	61.58	58.32	28.42	29.92	1.56	1.54	13 : 0	(9)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	61.30	57.30	28.58	29.13	1.55	1.50	11 : 0	(9)/(11)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	59.88	59.18	30.75	29.03	1.57	1.54	13 : 0	(10)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	60.13	58.59	31.35	28.19	1.58	1.60	13 : 0	(10)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	60.02	55.64	28.88	26.38	1.60	2.42	13 : 0	(10)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	59.52	54.67	26.67	29.17	1.61	2.48	13 : 0	(10)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	58.64	56.73	26.34	30.72	1.62	2.88	15 : 0	(11)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	57.62	54.86	25.82	28.98	1.62	3.51	15 : 0	(10)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	57.70	53.00	24.57	28.07	1.63	3.65	15 : 0	(8)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-14.00	49.88	51.16	25.07	25.45	1.77	3.60	14 : 1	(7)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-15.00	42.50	51.72	27.21	24.63	1.84	4.13	13 : 2	(6)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-16.00	37.25	52.89	27.72	25.33	1.82	5.19	10 : 5	(4)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-17.00	27.08	57.88	28.56	29.36	1.91	7.37	9 : 6	(4)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-18.00	23.44	56.20	27.62	28.58	1.96	8.25	6 : 9	(5)/(15)	Dense Sand		
-19.00	20.30	53.40	26.25	27.15	2.02	9.94	6 : 8	(6)/(14)	Dense Sand		
-20.00	19.08	52.77	26.90	25.87	2.02	8.80	6 : 8	(6)/(14)	Dense Sand		
-21.00	17.95	49.30	26.48	23.42	2.00	8.33	5 : 9	(7)/(14)	Dense Sand		
-22.00	16.93	59.47	29.13	30.47	1.96	8.11	5 : 9	(6)/(14)	Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด
^a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 หมายเหตุ สมบัติและข้อมูลการปริมาตรและปริมาณของดินเหนียวและทรายจาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตคลังขันธ์ จ.กรุงเทพมหานคร บางทราย จ.นนทบุรี

Grid ID 2534

Number of Borehole 15

Ground Elev. (m)

G.W.L.(m)

Page 2/4

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Data Source	Remark
			LL	PL	PI							
-23.00	-24.00	17.14	62.90	30.83	31.40	1.97	7.95	54	(5)/(14)	Interpret Soil Layer		
-24.00	-25.00	17.13	51.57	27.50	24.07	1.97	8.96	60	(5)/(14)	Dense Sand		
-25.00	-26.00	13.66	44.70	24.80	19.90	1.94	10.12	64	(7)/(14)	Very Dense Sand		
-26.00	-27.00	14.55	49.20	25.50	23.70	1.97	14.90	65	(8)/(14)	Very Dense Sand		
-27.00	-28.00	14.62	49.20	25.50	23.70	2.01	15.02	66	(7)/(14)	Very Dense Sand		
-28.00	-29.00	14.38	49.20	25.50	23.70	1.96	15.02	67	(9)/(14)	Very Dense Sand		
-29.00	-30.00	15.93	50.00	30.90	19.10	1.94		73	(9)/(14)	Very Dense Sand		
-30.00	-31.00	16.28	52.40	29.50	22.90	1.94		77	(8)/(14)	Very Dense Sand		
-31.00	-32.00	17.44	43.30	24.25	19.05	2.14		70	(9)/(14)	Very Dense Sand		
-32.00	-33.00	18.39	40.17	22.87	17.30	2.14		69	(9)/(14)	Very Dense Sand		
-33.00	-34.00	18.73	40.17	22.87	17.30	2.14		68	(5)/(8)	Very Dense Sand		
-34.00	-35.00	18.92	44.35	24.10	20.25	2.15		70	(4)/(8)	Very Dense Sand		
-35.00	-36.00	18.13	36.40	21.30	15.10	2.15	15.65	69	(5)/(8)	Dense Sand		
-36.00	-37.00	17.69	36.40	21.30	15.10	2.16	15.65	70	(4)/(6)	Dense Sand		
-37.00	-38.00	17.67	38.78	22.47	16.32	2.16	15.58	72	(3)/(8)	Very Dense Sand		
-38.00	-39.00	17.56	36.57	21.80	14.77	2.15	15.65	72	(4)/(8)	Dense Sand		
-39.00	-40.00	17.68	35.86	21.59	14.26	2.15		71	(3)/(8)	Very Dense Sand		
-40.00	-41.00	17.27	42.10	23.20	18.90	2.15		73	(4)/(8)	Dense Sand		
-41.00	-42.00	16.06	38.60	22.60	16.00	2.14	15.05	74	(5)/(8)	Very Dense Sand		
-42.00	-43.00	16.68	38.60	22.60	16.00	2.14	15.05	78	(6)/(8)	Very Dense Sand		
-43.00	-44.00	15.96	44.24	23.24	20.99	2.17	15.51	81	(6)/(8)	Very Dense Sand		
-44.00	-45.00	15.17	44.85	24.82	20.04	2.16	15.52	81	(5)/(8)	Very Dense Sand		
-45.00	-46.00	16.02	42.60	25.35	17.25	2.17	15.79	82	(5)/(8)	Very Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลหุงเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่ทำกันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้
 ใ้โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่าการันใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตดงสำโรง จ. กรุงเทพมหานคร, บางกอกยว จ. นนทบุรี

Grid ID 2534 Number of Borehole 15

Ground Elev. (m)

Data Source

Page 3/4

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)		γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(L-layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL							
from to										
-46.00	16.01	47.40	28.50	2.18	15.75	84	2 : 6	(5)/(8)	Very Dense Sand	
-47.00	15.19			2.15		84	2 : 6	(5)/(8)	Very Dense Sand	
-48.00	14.38					84	0 : 8	(6)/(8)	Very Dense Sand	
-49.00	13.43					87	0 : 8	(8)/(8)	Very Dense Sand	
-50.00	16.64					89	0 : 8	(8)/(8)	Very Dense Sand	
-51.00	20.19					72	0 : 8	(8)/(8)	Very Dense Sand	
-52.00	20.04					72	0 : 8	(8)/(8)	Very Dense Sand	
-53.00	19.92					71	0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand	
-54.00	20.14					72	0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand	
-55.00	21.14					70	0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand	
-56.00	22.25					67	0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand	
-57.00	22.58					71	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
-58.00	20.97					71	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
-59.00	20.02					71	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
-60.00	20.07					75	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
-61.00	21.67					73	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
-62.00	21.38					71	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
-63.00	20.46					74	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
-64.00	20.02					72	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
-65.00	19.98					69	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
-66.00	20.90					71	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
-67.00	20.46					74	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
-68.00	19.99					77	0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลวิเคราะห์ทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว คือ จำนวนข้อมูลดินทราย

^b (L-layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากับความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีใดๆ



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตคลังขันธ์ จ.กรุงเทพมหานคร 2442 Number of Borehole 7 Ground Elev. (m) _____ G.W.L.(m) _____ Data Source _____ Page 1/2
 Grid ID _____ Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay - Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	to	from	LL.	PL.	PI.							
-1.00	-2.00	73.36	71.10	35.16	35.94	1.56	1.45	7 : 0	(4)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	-3.00	69.79	65.64	31.72	33.92	1.61	1.67	7 : 0	(4)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	-4.00	73.12	62.51	30.02	32.50	1.54	1.33	7 : 0	(6)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	-5.00	69.04	61.18	27.21	33.96	1.55	1.30	7 : 0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	-6.00	60.80	58.77	25.51	33.26	1.63	1.55	7 : 0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	-7.00	58.65	57.55	26.14	31.41	1.63	1.78	7 : 0	(6)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	-8.00	60.13	61.08	27.41	33.67	1.61	1.91	7 : 0	(6)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	-9.00	64.41	67.38	27.52	39.86	1.60	1.91	7 : 0	(6)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	-10.00	68.49	67.85	27.39	40.46	1.57	2.27	7 : 0	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	-11.00	69.31	64.58	27.04	37.55	1.57	2.64	7 : 0	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	-12.00	60.49	64.66	26.07	38.60	1.61	1.94	7 : 0	(6)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	-13.00	54.59	58.42	24.63	33.79	1.64	2.05	7 : 0	(4)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	-14.00	50.54	51.67	23.51	28.16	1.69	2.38	7 : 0	(3)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-14.00	-15.00	41.03	49.43	21.47	27.96	1.76	4.61	7 : 0	(4)/(7)	Medium Stiff Clay		
-15.00	-16.00	29.86	48.28	21.51	26.76	1.88	6.35	7 : 0	(4)/(7)	Medium Stiff Clay		
-16.00	-17.00	21.34	48.52	22.05	26.47	2.00	9.20	5 : 2	(3)/(7)	Stiff Clay		
-17.00	-18.00	19.80	44.86	20.43	24.43	2.05	12.43	5 : 2	(3)/(7)	Very Stiff Clay		
-18.00	-19.00	18.72	42.53	20.13	22.41	2.07	10.87	5 : 2	(4)/(7)	Very Stiff Clay		
-19.00	-20.00	18.94	41.23	19.89	21.35	2.03	8.12	4 : 3	(2)/(7)	Stiff Clay		
-20.00	-21.00	18.69				1.86		0 : 7	(4)/(7)	Dense Sand		
-21.00	-22.00	19.72				1.75		0 : 7	(4)/(7)	Dense Sand		
-22.00	-23.00	20.47				1.74		0 : 7	(3)/(7)	Dense Sand		
-23.00	-24.00	20.68				1.78		0 : 6	(4)/(6)	Very Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลผสมมีดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด
 a. Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย
 b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุด)ในวงความลึก/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในวงความลึก)
พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตดงขี้เหล็ก จ.กรุงเทพมหานคร
Grid ID 2442 Number of Borehole 7 Ground Elev. (m) _____ Page 2/2
Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)		Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu _u 2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		W _n (%)	LL	PL							
from	to										
-24.00	-25.00	21.42			1.82		77	0 : 6	(4)/(6)		
-25.00	-26.00	21.51			1.85		70	0 : 6	(3)/(6)	Very Dense Sand	
-26.00	-27.00	19.99			1.84		63	0 : 6	(3)/(6)	Very Dense Sand	
-27.00	-28.00	17.02			1.81		64	0 : 5	(3)/(5)	Dense Sand	
-28.00	-29.00	16.47			1.80		73	0 : 4	(3)/(4)	Dense Sand	
-29.00	-30.00	17.58			1.77		90	0 : 4	(3)/(4)	Very Dense Sand	
-30.00	-31.00	21.19			1.59		98	0 : 3	(3)/(3)	Very Dense Sand	

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด
 a. Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลชั้นเหนียว คือ จำนวนข้อมูลดินทราย
 b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุด/จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตภาษีเจริญ เขตคลองสาน จ. กรุงเทพมหานคร

Grid ID 2350 Number of Borehole 5

Ground Elev. (m)

Data Source

Page 1/2

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _r (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
from	to										
-1.00	-2.00	64.70	26.58	38.12	1.66	1.78	3:0	(2)/(3)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	-3.00	66.08	27.11	38.97	1.67	1.85	4:0	(3)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	-4.00	65.13	27.61	37.52	1.59	1.55	4:0	(3)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	-5.00	75.56	30.19	45.37	1.51	1.26	4:0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	-6.00	83.66	29.86	53.80	1.49	1.35	4:0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	-7.00	79.74	29.65	50.09	1.53	1.49	4:0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	-8.00	74.27	27.87	46.40	1.55	1.61	3:0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	-9.00	73.38	29.62	43.76	1.58	1.80	4:0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	-10.00	67.86	29.47	38.40	1.60	2.04	4:0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	-11.00	67.66	29.47	38.19	1.61	2.35	4:0	(3)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	-12.00	67.31	29.44	37.87	1.62	2.73	4:0	(2)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	-13.00	66.14	29.02	37.12	1.64	2.86	4:0	(3)/(4)	Medium Stiff Clay		
-13.00	-14.00	58.47	25.98	32.20	1.65	2.97	4:0	(3)/(4)	Medium Stiff Clay		
-14.00	-15.00	55.23	26.29	32.61	1.66	3.26	4:0	(3)/(4)	Medium Stiff Clay		
-15.00	-16.00	52.00	25.77	31.08	1.69	3.34	4:0	(3)/(4)	Medium Stiff Clay		
-16.00	-17.00	44.25	22.84	24.58	1.79	3.95	5:0	(4)/(4)	Medium Stiff Clay		
-17.00	-18.00	30.96	22.28	24.16	1.95	4.46	5:0	(4)/(5)	Medium Stiff Clay		
-18.00	-19.00	25.87	21.67	24.95	1.96	10.57	5:0	(3)/(5)	Medium Stiff Clay		
-19.00	-20.00	22.87	21.24	26.37	1.98	12.03	5:0	(3)/(5)	Very Stiff Clay		
-20.00	-21.00	21.77	20.01	22.28	2.02	10.80	5:0	(2)/(5)	Stiff Clay		
-21.00	-22.00	21.75	18.81	18.04	2.02	9.47	2:3	(1)/(5)	Medium Stiff Clay		
-22.00	-23.00	22.50	37.29	19.09	1.97	8.60	2:3	(1)/(5)	Medium Stiff Clay		
-23.00	-24.00	23.86	37.19	20.27	2.03	44	2:3	(2)/(5)	Dense Sand		
หมายเหตุ ข้อมูลสมบัตินี้ที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด											
a. Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว ต่อ จำนวนของดินทราย											
b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)											

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตภาษีเจริญ เขตหนองแขม เขตตลิ่งชัน จ.กรุงเทพมหานคร

Grid ID 2349 Number of Borehole 2 Ground Elev.(m)

G.W.L.(m)

Data Source

Page 1/2

Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
-1.00 to -2.00	31.00				1.63	4.33	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00 to -3.00	31.94	51.00	21.00	30.00	1.63	4.04	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00 to -4.00	58.00	51.00	21.00	30.00	1.55	3.26	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00 to -5.00	75.81				1.51	2.37	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00 to -6.00	50.88	70.00	26.00	44.00	1.62	2.75	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00 to -7.00	61.50	70.00	26.00	44.00	1.56	2.55	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00 to -8.00	80.00	70.00	26.00	44.00	1.50	2.11	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00 to -9.00	79.88	70.00	26.00	44.00	1.58	1.75	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00 to -10.00	72.50	70.00	26.00	44.00	1.58	2.06	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00 to -11.00	64.75				1.57	2.61	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00 to -12.00	62.42	69.00	24.00	45.00	1.66	3.09	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00 to -13.00	58.50	69.00	24.00	45.00	1.79	3.51	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00 to -14.00	40.43	69.00	24.00	45.00	1.92	3.77	2:0	(1)/(2)	Medium Stiff Clay		
-14.00 to -15.00	28.77	69.00	24.00	45.00	2.00		2:0	(1)/(2)	Medium Stiff Clay		
-15.00 to -16.00	26.38	49.29	20.71	28.57	2.04		1:1	(1)/(2)	Stiff Clay		
-16.00 to -17.00	23.72	33.00	18.00	15.00	2.06		1:1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-17.00 to -18.00	25.25	32.96	17.96	15.00	2.00		1:1	(1)/(2)	Very Stiff Clay		
-18.00 to -19.00	21.35	32.23	17.23	15.00	2.08		1:1	(1)/(2)	Stiff Clay		
-19.00 to -20.00	16.15	31.23	16.23	15.00	2.12		1:0	(1)/(1)	Hard Clay		
-20.00 to -21.00	12.88	30.27	15.27	15.00	2.01		0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-21.00 to -22.00	12.00	30.00	15.00	15.00	2.03		0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-22.00 to -23.00	14.00	30.00	15.00	15.00	2.06		0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-23.00 to -24.00	20.20	32.00	16.00	16.00	2.03		1:0	(1)/(1)	Medium Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี

^a Clay - Sand คือ จำนวนของดินเหนียว คือ จำนวนของดินทราย

^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area				Number of Borehole		Ground Elev. (m)		G.W.L.(m)		Data Source		Page	Date
2259				2								1/2	27 ก.ย. 55
Depth (m.)	from	to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu)/(2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
				LL.	PL.	PI.							
	-16.00	-17.00	57.44	55.42	25.15	30.27	1.64			1 : 0	(1)/(1)		
	-17.00	-18.00	46.59	47.63	22.04	25.59	1.68			2 : 0	(1)/(2)	Medium Stiff Clay	
	-18.00	-19.00	38.00	41.98	19.57	22.40	1.69	14		2 : 0	(1)/(2)	Medium Stiff Clay	
	-19.00	-20.00	35.17	45.97	20.91	25.07	1.87	15		2 : 0	(2)/(2)	Medium Stiff Clay	
	-20.00	-21.00	28.43	50.11	22.31	27.80	2.03	23		2 : 0	(1)/(2)	Stiff Clay	
	-21.00	-22.00	23.26	49.00	21.90	27.10	2.03	39		2 : 0	(1)/(2)	Stiff Clay	
	-22.00	-23.00	22.21	41.08	19.26	21.82	2.01	45		2 : 0	(2)/(2)	Stiff Clay	
	-23.00	-24.00	22.31	31.92	15.98	15.94		43		1 : 1	(1)/(2)	Hard Clay	
	-24.00	-25.00	22.42					53		1 : 1	(1)/(2)	Hard Clay	
	-25.00	-26.00	21.72					66		0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand	
	-26.00	-27.00	22.05					70		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
	-27.00	-28.00	22.17					75		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
	-28.00	-29.00	21.88					76		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
	-29.00	-30.00	20.98					77		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
	-30.00	-31.00	19.62					67		0 : 2	(2)/(2)	Very Dense Sand	
											0/0		
											0/0		
											0/0		
											0/0		
											0/0		
											0/0		
											0/0		
											0/0		
											0/0		
											0/0		
											0/0		
											0/0		
หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลสุ่มเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี													

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

^a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับบริการเท่านั้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตบางขุนเทียน เขตหนองแขม เขตภาษีเจริญ จ.กรุงเทพมหานคร
 Grid ID 2168 Number of Borehole 16 Ground Elev.(m) _____ G.W.L.(m) _____ Data Source _____ Page 1/3
 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	to	from	LL.	PL.	PI.							
-1.00	-2.00	83.70	69.23	31.93	37.30	1.46	1.01	13 : 0	(12)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00	-3.00	76.20	67.13	30.63	36.51	1.47	1.37	15 : 0	(14)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	-4.00	86.30	78.12	34.98	43.35	1.48	0.97	15 : 0	(15)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	-5.00	93.03	87.68	36.72	51.32	1.49	0.84	16 : 0	(16)/(16)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	-6.00	91.05	86.74	36.90	50.65	1.49	0.85	16 : 0	(16)/(16)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	-7.00	89.63	82.82	36.43	47.00	1.49	0.79	15 : 0	(15)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	-8.00	88.31	80.37	35.74	45.00	1.49	0.84	16 : 0	(16)/(16)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	-9.00	84.61	76.16	33.98	42.31	1.50	1.08	16 : 0	(16)/(16)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	-10.00	78.91	72.48	32.07	39.74	1.53	1.35	13 : 0	(13)/(13)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	-11.00	72.83	65.96	30.42	35.15	1.58	1.54	15 : 0	(15)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	-12.00	65.64	63.21	29.14	34.18	1.60	1.69	15 : 0	(15)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	-13.00	60.60	61.12	29.14	32.57	1.62	1.84	14 : 0	(14)/(14)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	-14.00	61.06	61.71	29.30	32.30	1.60	2.52	15 : 0	(11)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-14.00	-15.00	59.11	63.35	29.25	33.42	1.63	2.80	15 : 0	(8)/(15)	Very Soft to Soft Clay		
-15.00	-16.00	53.69	62.89	28.04	33.92	1.66	3.23	14 : 0	(9)/(14)	Medium Stiff Clay		
-16.00	-17.00	47.68	59.94	26.51	32.91	1.72	3.20	14 : 0	(8)/(14)	Medium Stiff Clay		
-17.00	-18.00	43.51	56.74	25.00	31.39	1.77	3.88	14 : 0	(5)/(14)	Very Soft to Soft Clay		
-18.00	-19.00	37.35	55.75	24.53	30.19	1.79	5.18	12 : 1	(4)/(13)	Medium Stiff Clay		
-19.00	-20.00	34.36	53.80	24.50	28.89	1.82	6.37	13 : 3	(5)/(16)	Very Stiff Clay		
-20.00	-21.00	32.43	51.21	24.83	26.12	1.86	4.95	12 : 4	(4)/(16)	Medium Stiff Clay		
-21.00	-22.00	30.11	49.43	24.36	24.90	1.86	4.70	12 : 4	(4)/(16)	Medium Stiff Clay		
-22.00	-23.00	27.94	49.53	23.55	25.48	1.90	5.63	12 : 4	(7)/(16)	Medium Stiff Clay		
-23.00	-24.00	25.51	44.89	21.61	22.53	1.93	12.46	8 : 8	(5)/(16)	Medium Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลสมบัติที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกิริติ

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการบรรเทาภัยพิบัติและภัยธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

a. Clay : Sand คือ จำนวนขั้วมุดดินเหนียว ต่อ จำนวนขั้วมุดดินทราย
 b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนขั้วมุดชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตบางขุนเทียน เขตหนองแขม เขตภาษีเจริญ จ.กรุงเทพมหานคร
 Grid ID 2168 Number of Borehole 16 Ground Elev.(m) _____ G.W.L.(m) _____ Data Source _____ Page 2/3
 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	Wh (%)	Atterberg Limits (%)			γ_r (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
from											
-24.00	24.13	43.13	21.14	21.61	1.95	17.57	7 : 9	(5)/(16)	Medium Dense Sand		
-25.00	22.85	40.63	20.66	19.97	1.96	17.57	9 : 7	(4)/(16)	Hard Clay		
-26.00	21.44	41.90	20.96	20.94	1.93	39	6 : 10	(6)/(16)	Medium Dense Sand		
-27.00	20.92	39.32	20.24	19.09	1.95	42	6 : 10	(6)/(16)	Medium Dense Sand		
-28.00	21.42	37.05	19.54	17.52	1.99	44	6 : 8	(4)/(14)	Very Stiff Clay		
-29.00	20.40	36.86	19.56	17.30	1.93	44	6 : 8	(4)/(14)	Hard Clay		
-30.00	21.50	37.28	19.80	17.48	1.91	42	6 : 8	(4)/(14)	Hard Clay		
-31.00	23.44	38.06	20.57	17.49	1.86	35	9 : 5	(5)/(14)	Hard Clay		
-32.00	22.75	42.33	19.63	22.71	1.85	39	7 : 7	(4)/(14)	Hard Clay		
-33.00	18.83	54.70	20.50	34.20	2.01	63	3 : 2	(2)/(5)	Stiff Clay		
-34.00	14.39				2.15	81	0 : 4	(4)/(4)	Very Dense Sand		
-35.00	15.35				2.10	73	0 : 4	(3)/(4)	Very Dense Sand		
-36.00	17.33					45	0 : 4	(2)/(4)	Very Dense Sand		
-37.00	22.32					41	0 : 4	(2)/(4)	Very Dense Sand		
-38.00	19.13					66	0 : 4	(3)/(4)	Very Dense Sand		
-39.00	21.46					59	0 : 1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-40.00	23.33					50	0 : 1	(1)/(1)	Dense Sand		
-41.00	19.61	59.60	21.70	37.90	2.00	63	0 : 1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-42.00	20.52	59.60	21.70	37.90	2.00	52	0 : 1	(1)/(1)	Very Dense Sand		
-43.00	22.13	59.94	21.82	38.12	2.00	44	1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-44.00	21.49	65.65	23.90	41.75	2.00	59	1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-45.00	25.70	73.45	26.73	46.72	1.94	46	1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-46.00	28.28	80.91	29.44	51.47	1.89	37	1 : 0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกัณฑ์
 a. Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
 b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุด ในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตราชบุรีประยะ เขตจอมทอง จ. กรุงเทพมหานคร, พระสมุทระเจดีย์ จ. สมุทรปราการ

Grid ID 2079 Number of Borehole 1 Ground Elev. (m) G.W.L.(m) Data Source Date 27 ก.ย. 55 Page 1/2

Depth (m.) from to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu _i /2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
-1.00 -2.00	107.26	52.00	37.95	14.05	1.39		1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-2.00 -3.00	95.89	52.13	37.64	14.49	1.46	2.20	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00 -4.00	106.53	51.85	37.45	14.40	1.42	2.20	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay		
-16.00 -17.00	53.84	49.96	27.11	22.85	1.68	14.00	1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-17.00 -18.00	28.04	48.95	22.50	26.45	1.82	13.99	1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-18.00 -19.00	20.99	48.21	21.11	27.10	1.87	13.75	1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-19.00 -20.00	21.44	47.82	20.86	26.95	1.90	13.44	1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-20.00 -21.00	22.79	47.95	20.54	27.41	1.96	13.15	1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-21.00 -22.00	22.12				1.99		1:0	(1)/(1)	Very Stiff Clay		
-22.00 -23.00	21.14				1.99		0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-23.00 -24.00	21.32				1.99		0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-24.00 -25.00	23.19				1.97		0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-25.00 -26.00	24.65				1.95		0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-26.00 -27.00	23.77				1.92		0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-27.00 -28.00	21.86				2.02		0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-28.00 -29.00	19.98				2.12		0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
-29.00 -30.00	19.03				2.13		0:1	(1)/(1)	Dense Sand		
								0/0			
								0/0			
								0/0			
								0/0			
								0/0			
								0/0			
								0/0			
								0/0			
								0/0			
								0/0			
								0/0			
								0/0			

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

a Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area _____ Page 1/1
 Grid ID 2078 Number of Borehole 2 Ground Elev.(m) _____ G.W.L.(m) _____ Data Source _____ Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)		Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
	from	to	LL.	PL.	PI.							
-3.00	-4.00	41.45	51.51	30.60	20.91	1.72	1.28	1	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-4.00	-5.00	40.22	56.93	28.03	28.90	1.75	1.54	1	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-5.00	-6.00	40.92	53.83	29.50	24.33	1.74	1.39	1	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-6.00	-7.00	41.28	50.52	30.30	20.22	1.71	1.29	1	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-7.00	-8.00	40.80	46.68	29.46	17.22	1.69	1.30	1	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-8.00	-9.00	40.29	42.83	28.55	14.27	1.67	1.32	1	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-9.00	-10.00	41.00	40.87	27.06	13.81	1.66	1.38	2	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-10.00	-11.00	44.38	43.32	24.43	18.89	1.68	1.52	2	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-11.00	-12.00	40.73	41.04	28.19	12.84	1.74	1.64	2	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-12.00	-13.00	37.79	37.90	30.16	7.74	1.80	1.76	2	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-13.00	-14.00	43.56	38.20	21.72	16.48	1.76	1.89	2	2:0	(2)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-14.00	-15.00	45.62	51.20	23.25	27.95	1.69	1.67	16	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-15.00	-16.00	47.93	58.64	26.29	32.35	1.64	1.45	32	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-16.00	-17.00	54.56	40.60	22.69	17.91	1.69	1.62	35	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-17.00	-18.00	52.45	36.05	21.58	14.47	1.69	1.72	2	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-18.00	-19.00	48.26	35.42	20.11	15.31	1.65	1.72	2	2:0	(1)/(2)	Very Soft to Soft Clay	
-19.00	-20.00	47.66	29.86	15.23	14.63	1.59	1.55	2	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-20.00	-21.00	41.33	27.10	15.78	11.32	1.67	1.52	2	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-21.00	-22.00	34.47	27.28	17.99	9.30	1.80	1.49	2	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
-22.00	-23.00	34.78	31.49	18.48	13.01	1.78	1.56	2	1:0	(1)/(1)	Very Soft to Soft Clay	
									:	0/0		
									:	0/0		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะที่หาค่าในแต่ละความลึกภายในกรณี
^a Clay : Sand คือ จำนวนของชั้นดินที่เข้ากับความลึก / (จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
^b (Layer)/(All BH) คือ จำนวนของชั้นดินที่เข้ากับความลึก / (จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area พระประแดง จ.สมุทรปราการ, เขตราชบุรีธรรมะ จ.กรุงเทพมหานคร, พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ

Grid ID 2080 Number of Borehole 7 Ground Elev.(m) G.W.L.(m) Data Source Page 1/3 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
from											
-3.00	72.68	82.80	32.34	50.46	1.58	0.96	7:0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	74.16	80.46	32.70	47.76	1.58	1.00	7:0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	74.75	82.39	31.80	50.59	1.58	0.98	7:0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	77.01	81.48	32.03	49.44	1.59	1.06	7:0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	78.02	84.06	33.13	50.93	1.59	1.23	7:0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	78.98	88.71	34.12	54.59	1.58	1.36	7:0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	79.24	92.33	34.52	57.81	1.56	1.51	7:0	(7)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	73.31	90.92	34.40	56.52	1.58	2.10	7:0	(6)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	69.50	88.18	33.90	54.28	1.61	2.53	7:0	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	65.80	79.11	31.80	47.31	1.66	3.15	7:0	(5)/(7)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	64.20	71.85	29.95	41.90	1.73	4.07	7:0	(5)/(7)	Medium Stiff Clay		
-14.00	53.48	67.64	28.35	39.29	1.79	4.66	7:0	(3)/(7)	Medium Stiff Clay		
-15.00	41.75	66.24	27.25	38.99	1.85	5.77	7:0	(3)/(7)	Medium Stiff Clay		
-16.00	33.65	71.09	28.26	42.82	1.92	2.82	7:0	(3)/(7)	Medium Stiff Clay		
-17.00	31.99	71.79	28.20	43.59	1.91	2.82	7:0	(3)/(7)	Stiff Clay		
-18.00	32.29	68.15	26.80	41.35	1.92	2.82	6:0	(3)/(6)	Very Stiff Clay		
-19.00	29.32	59.40	24.54	34.86	1.87	2.82	5:1	(3)/(6)	Stiff Clay		
-20.00	31.47	63.27	25.73	37.54	1.87	2.82	5:1	(3)/(6)	Stiff Clay		
-21.00	33.99	63.51	24.82	38.69	1.87	2.82	5:1	(3)/(6)	Stiff Clay		
-22.00	32.93	63.60	24.60	39.01	1.88	2.82	5:1	(2)/(6)	Stiff Clay		
-23.00	31.76	61.18	24.67	36.51	1.87	2.82	3:3	(2)/(6)	Stiff Clay		
-24.00	28.95	58.47	23.96	34.51	1.91	2.82	3:3	(2)/(6)	Stiff Clay		
-25.00	22.64	59.41	25.27	34.14	1.90	2.82	1:5	(4)/(6)	Stiff Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด

Clay : Sand %/ (All BH) คือ จำนวนของชั้นดินเหนียว ต่อ จำนวนของชั้นดินทราย

(Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้าเกณฑ์ค่าสูงสุดในช่วงความลึก)/(จำนวนของชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสืบเสาะ กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area พระประแดง จ.สมุทรปราการ, เขตราชพฤกษ์และจ.กรุงเทพมหานคร, พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ

Grid ID 2080 Number of Borehole 7 Ground Elev. (m) G.W.L.(m) Data Source Date 27 ก.ย. 55 Page 2/3

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _r (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL.	PL.	PI.							
-26.00	21.03	40.71	17.85	22.86	1.91	25	2 : 4	(4)/(6)	Medium Dense Sand		
-27.00	20.13	33.04	15.68	17.36	2.04	38	2 : 4	(3)/(6)	Medium Dense Sand		
-28.00	16.93	31.97	15.41	16.56	2.04	60	0 : 6	(4)/(6)	Very Dense Sand		
-29.00	17.61	30.98	15.20	15.77	2.04	65	0 : 6	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-30.00	18.56	30.12	16.08	14.04	2.04	62	0 : 6	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-31.00	16.93	28.01	15.66	12.35	2.08	55	1 : 5	(4)/(6)	Dense Sand		
-32.00	17.80	27.90	15.69	12.21	2.08	53	1 : 5	(4)/(6)	Dense Sand		
-33.00	19.08	27.87	15.74	12.14	2.08	54	1 : 5	(4)/(6)	Dense Sand		
-34.00	18.98	27.85	15.77	12.08	2.08	60	1 : 5	(3)/(6)	Dense Sand		
-35.00	17.54	39.28	18.39	20.89	2.08	74	0 : 6	(4)/(6)	Very Dense Sand		
-36.00	17.11	39.28	18.39	20.89	2.08	73	0 : 6	(4)/(6)	Very Dense Sand		
-37.00	19.82	50.52	20.94	29.58	2.09	64	1 : 5	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-38.00	18.87	52.88	23.91	28.98	2.09	71	0 : 6	(4)/(6)	Very Dense Sand		
-39.00	17.79	51.53	23.48	28.04	2.10	74	0 : 6	(4)/(6)	Very Dense Sand		
-40.00	19.51	49.37	22.69	26.68	2.10	71	3 : 3	(3)/(6)	Hard Clay		
-41.00	19.18	44.80	20.32	24.48	2.13	67	3 : 3	(3)/(6)	Hard Clay		
-42.00	17.78	43.77	18.82	24.95	2.15	61	2 : 4	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-43.00	15.91	44.50	19.20	25.30	2.10	60	1 : 5	(3)/(6)	Dense Sand		
-44.00	16.75	41.18	17.85	23.33	2.10	64	2 : 4	(2)/(6)	Dense Sand		
-45.00	18.15	40.16	17.87	22.29	2.08	69	2 : 4	(2)/(6)	Dense Sand		
-46.00	18.54	38.76	17.90	20.86	2.08	77	1 : 5	(4)/(6)	Very Dense Sand		
-47.00	18.90	37.36	17.90	19.45	2.08	75	1 : 5	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-48.00	19.25	36.93	17.84	19.09	2.08	76	1 : 5	(3)/(6)	Very Dense Sand		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวมเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกัณฑ์

a. Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area พระประแดง จ.สมุทรปราการ, เขตราชบุรีรังษะ จ.กรุงเทพมหานคร, พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ
 Grid ID 2080 Number of Borehole 7 Ground Elev. (m) G.W.L.(m) Data Source Interpret Soil Layer

Page 3/3
 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.) from to	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _i (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay - Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
-49.00	19.50	39.44	17.87	21.57	2.08	85	1:5	(3)/(6)	Dense Sand		
-50.00	18.70	39.95	17.64	22.31	2.09	97	2:4	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-51.00	18.18	42.62	18.22	24.40	2.10	94	3:3	(3)/(6)	Hard Clay		
-52.00	19.12	44.51	18.79	25.72	2.10	85	3:3	(3)/(6)	Hard Clay		
-53.00	19.00	47.00	19.95	27.05	2.13	72	2:4	(3)/(6)	Dense Sand		
-54.00	18.56	46.98	20.37	26.61	2.13	67	2:4	(3)/(6)	Dense Sand		
-55.00	18.38	45.60	20.35	25.26	2.11	74	3:3	(3)/(6)	Hard Clay		
-56.00	18.58	41.66	19.89	21.77	2.06	83	3:3	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-57.00	19.20	46.69	21.83	24.87	2.02	84	3:3	(3)/(6)	Very Dense Sand		
-58.00	20.38	48.30	22.71	25.59	1.96	85	1:5	(5)/(6)	Very Dense Sand		
-59.00	21.78	44.35	21.35	23.00	2.11	82	2:4	(4)/(6)	Very Dense Sand		
-60.00	24.31				2.11	78	2:4	(4)/(6)	Very Dense Sand		
								0/0			
								0/0			

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติดินที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด
^a Clay : Sand คือ จำนวนของดินเหนียว คือ จำนวนข้อมูลดินทราย
^b (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตบางขุนเทียน จ.กรุงเทพมหานคร
 Grid ID 2077 Number of Borehole 4 Ground Elev.(m) _____ G.W.L.(m) _____ Data Source _____ Page 1/2
 Date 27 ก.ย. 55

Depth (m.)	W _n (%)	Atterberg Limits (%)			γ _t (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark
		LL	PL	PI							
from											
-1.00	82.00	73.50	32.10	41.40	1.48	1.40	1 : 2	(1)/(3)	Stiff Clay		
-2.00	45.41	74.52	32.28	42.24	1.56	4.06	1 : 2	(1)/(3)	Very Soft to Soft Clay		
-3.00	80.69	89.05	35.50	53.55	1.47	2.54	3 : 0	(3)/(3)	Very Soft to Soft Clay		
-4.00	107.11	115.43	41.21	74.22	1.50	1.17	4 : 0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-5.00	105.23	118.65	41.46	77.19	1.46	1.01	4 : 0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-6.00	92.30	111.39	38.94	72.45	1.51	1.16	4 : 0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-7.00	80.52	102.82	37.31	65.50	1.53	1.33	4 : 0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-8.00	81.38	100.85	35.67	66.18	1.54	1.53	4 : 0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-9.00	73.17	92.97	33.84	59.12	1.57	1.75	4 : 0	(4)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-10.00	64.38	86.07	32.42	53.65	1.60	1.93	4 : 0	(3)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-11.00	63.55	82.24	31.81	50.43	1.61	1.97	4 : 0	(3)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-12.00	57.06	74.17	30.02	44.16	1.65	2.12	4 : 0	(3)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-13.00	49.78	63.61	27.37	36.24	1.69	2.17	4 : 0	(2)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-14.00	46.63	63.37	27.12	36.25	1.72	2.32	4 : 0	(2)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-15.00	45.17	65.01	27.62	37.40	1.75	2.94	4 : 0	(3)/(4)	Very Soft to Soft Clay		
-16.00	41.15	62.78	26.83	35.95	1.78	4.00	4 : 0	(2)/(4)	Medium Stiff Clay		
-17.00	29.66	54.74	24.44	30.30	1.89	7.38	4 : 0	(2)/(4)	Medium Stiff Clay		
-18.00	25.18	50.60	22.54	28.06	1.95	9.33	3 : 1	(2)/(4)	Medium Stiff Clay		
-19.00	24.01	52.01	22.41	29.60	2.04	10.57	3 : 1	(2)/(4)	Stiff Clay		
-20.00	23.54	58.92	24.27	34.65	2.03	11.70	3 : 1	(2)/(4)	Stiff Clay		
-21.00	23.21	69.77	26.03	43.73	2.05	13.77	3 : 1	(2)/(4)	Very Stiff Clay		
-22.00	22.44	68.34	25.61	42.73	2.07	16.07	2 : 2	(1)/(4)	Very Stiff Clay		
-23.00	20.69	64.52	25.69	38.83	2.07	18.13	1 : 3	(1)/(4)	Very Stiff Clay		

หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทดสอบเจาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกรณี
 a. Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย
 b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่ขุดเข้ามาทุกชั้นในวงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในวงความลึก)
 พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี

SUMMARY OF TEST RESULTS

Grid Area เขตบางขุนเทียน จ. กรุงเทพมหานคร		Grid ID 2077		Number of Borehole 4		Ground Elev. (m)		G.W.L. (m)		Data Source		Page 2/2
Depth (m.)		Atterberg Limits (%)		γ_s (kN/m ³)	Su (Qu/2) (kN/m ²)	SPT-N (Blows/ft)	Clay : Sand No. ^a	(Layer) / (All BH) No. ^b	Interpret Soil Layer	Remark		
from	to	LL.	PL.								PI.	
-24.00	-25.00	60.55	25.26	35.29	16.99	46	1 : 3	(1)/(4)	Very Stiff Clay			
-25.00	-26.00	57.19	24.45	32.73	15.30	42	2 : 2	(2)/(4)	Very Stiff Clay			
-26.00	-27.00	44.19	19.11	25.08	2.04	42	2 : 2	(1)/(4)	Stiff Clay			
-27.00	-28.00	39.56	16.61	22.95	2.06	41	2 : 2	(1)/(4)	Stiff Clay			
-28.00	-29.00	36.55	14.99	21.56	2.08	56	1 : 1	(1)/(2)	Very Stiff Clay			
-29.00	-30.00	24.44			2.11	59	1 : 1	(1)/(2)	Stiff Clay			
-30.00	-31.00	24.24			2.17	55	1 : 1	(1)/(2)	Stiff Clay			
-31.00	-32.00	22.15			2.21	48	1 : 1	(1)/(2)	Very Stiff Clay			
-32.00	-33.00	16.32			2.21	60	0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand			
-33.00	-34.00	16.10			2.21	64	0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand			
-34.00	-35.00	17.46			2.21	63	0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand			
-35.00	-36.00	17.53				62	0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand			
-36.00	-37.00	17.24				59	0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand			
-37.00	-38.00	17.08				57	0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand			
-38.00	-39.00	17.52			2.13	50	0 : 2	(1)/(2)	Dense Sand			
-39.00	-40.00	19.00			2.13	46	0 : 2	(1)/(2)	Medium Dense Sand			
-40.00	-41.00	20.21			2.13	48	1 : 1	(1)/(2)	Medium Dense Sand			
									Very Stiff Clay			
หมายเหตุ ข้อมูลคุณสมบัติที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเฉพาะทั้งหมดในแต่ละความลึกภายในกริด												
a. Clay : Sand คือ จำนวนข้อมูลดินเหนียว ต่อ จำนวนข้อมูลดินทราย												
b. (Layer)/(All BH) คือ (จำนวนของชั้นดินที่เข้ากันมากที่สุดในช่วงความลึก)/(จำนวนข้อมูลชั้นดินทั้งหมดในช่วงความลึก)												

พัฒนาโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์

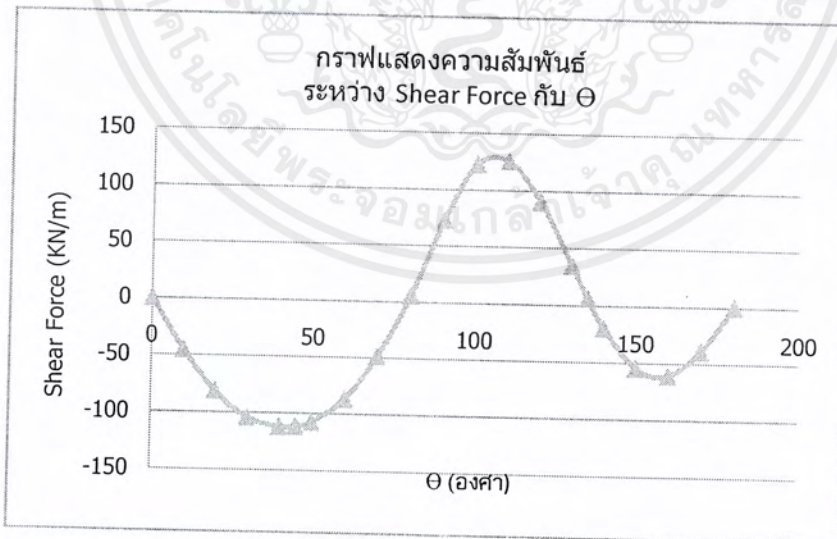
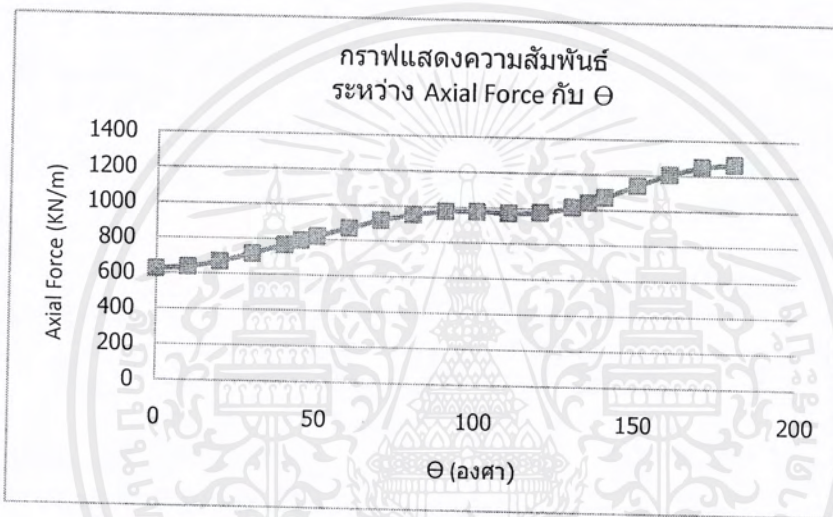
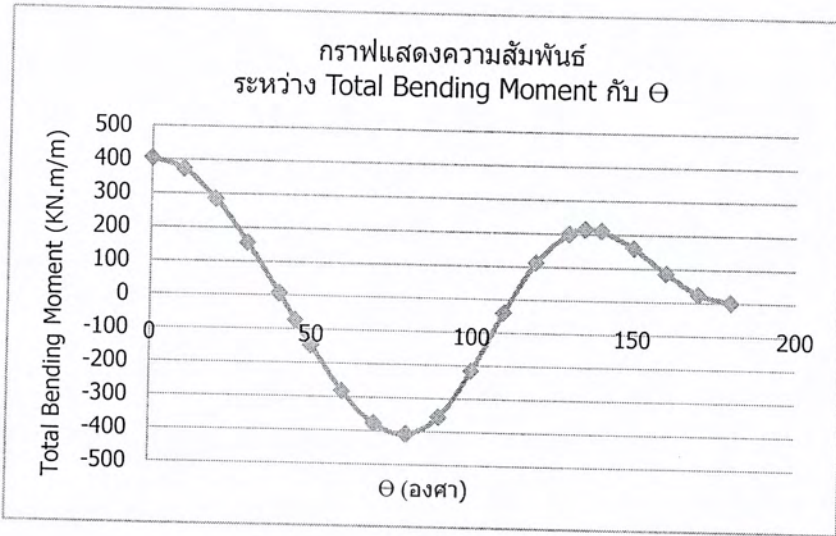


หมายเหตุ : เนื่องจากผลการวิเคราะห์ มีจำนวนหน้ามากเกินไปกว่าจะจัดพิมพ์ลงในภาคผนวก ข ได้
ทั้งหมดทาง คณะผู้จัดทำจึงขออนุญาตแสดงผลการวิเคราะห์เพียง 7 กริตเท่านั้นและใส่ผลการวิเคราะห์
ทั้งหมดลงในแผ่นซีดีรอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ^๓อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด			3482
กิโลเมตรที่	0+000	ถึง	5+000 ผั่งตะวันออก
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์			
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงกึ่งกลางของอุโมงค์			15.75 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์			0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน			2 เมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์			6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต			
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต			400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต			30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต			26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ตำแหน่งอุโมงค์			
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน			11.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน ณ ตำแหน่งที่วางอุโมงค์			
Subgrade Reaction Factor			2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์			
แรงดันในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Top			
แรงดันดิน Pe1			93.3 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ Pw1			0 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Bottom			
แรงดันดิน Pe2			217.078 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ Pw2			140 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Crown			
แรงดันดิน qe1			46.65 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ qw1			0 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert			
แรงดันดิน qe2			106.79 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ qw2			140 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
การเสียรูปทางด้านข้างจากแรงดันดินและน้ำ			-0.00377 เมตร
แรงต้านทานในแนวนอน			-75.4 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
น้ำหนักของอุโมงค์			964.862 กิโลนิวตัน/เมตร
แรงเนื่องจากน้ำหนักของตัวอุโมงค์			61.261 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Maximum Bending Moment			406.938 กิโลนิวตัน.เมตร/เมตร
Maximum Axial Force			1266.574 กิโลนิวตัน/เมตร
Maximum Shear Force			125.564 กิโลนิวตัน/เมตร

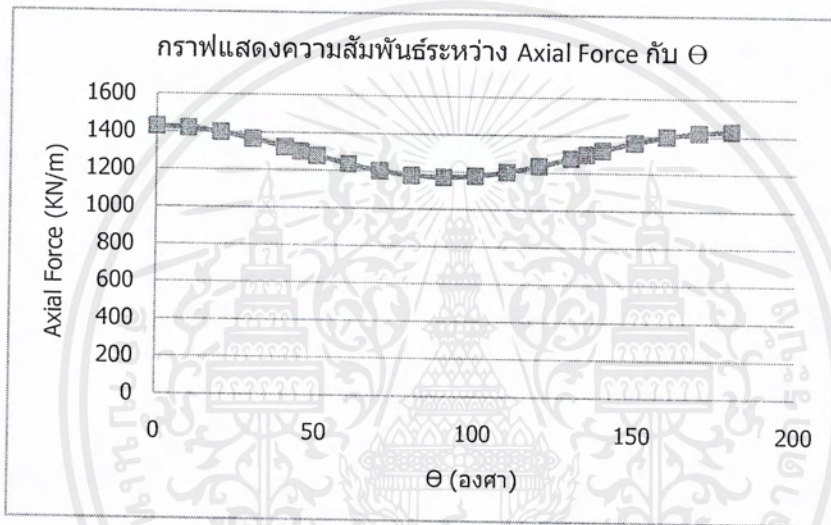
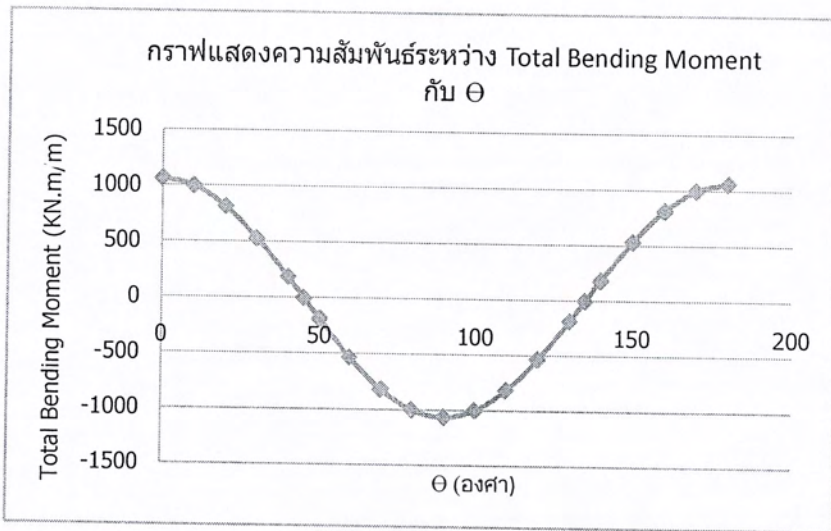
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด		3482
กิโลเมตรที่	0+000 ถึง	5+000 ฝั่งตะวันออก
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์		
รัศมีจากจุดศูนย์กลางถึงขอบนอกของผนังอุโมงค์		8.25 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์		0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน		2 เมตร
พื้นที่หน้าตัดของผนังอุโมงค์		0.75 ตารางเมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์		6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต		
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต		400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต	30,000,000	กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต		26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
อัตราส่วนบิวของของผนังอุโมงค์		0.25
ตำแหน่งอุโมงค์		
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน		11.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน		
หน่วยน้ำหนักเฉลี่ยของดิน		18.5 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของดินที่วางอุโมงค์		22000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
อัตราส่วนบิวของเฉลี่ยของดิน		0.34
สัมประสิทธิ์แรงกระทำด้านข้างเฉลี่ยของดิน		0.49
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์		
Compressibility Ratio	C"	0.009
Flexibility Ratio	F"	12.415
	a0"	0.006
	a2"	0.356
แรงกระทำในแนวตั้ง		212.75 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Maximum Bending Moment		1063.433 กิโลนิวตัน.เมตร/เมตร
Maximum Axial Force		1428.67 กิโลนิวตัน/เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

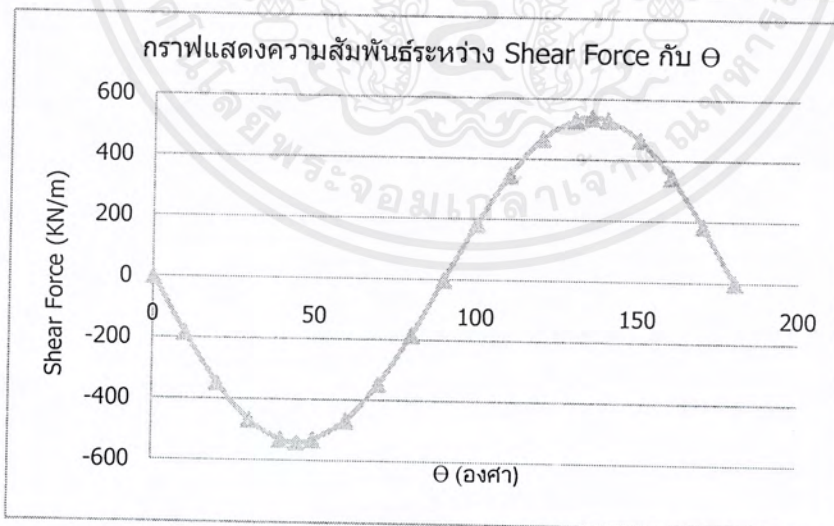
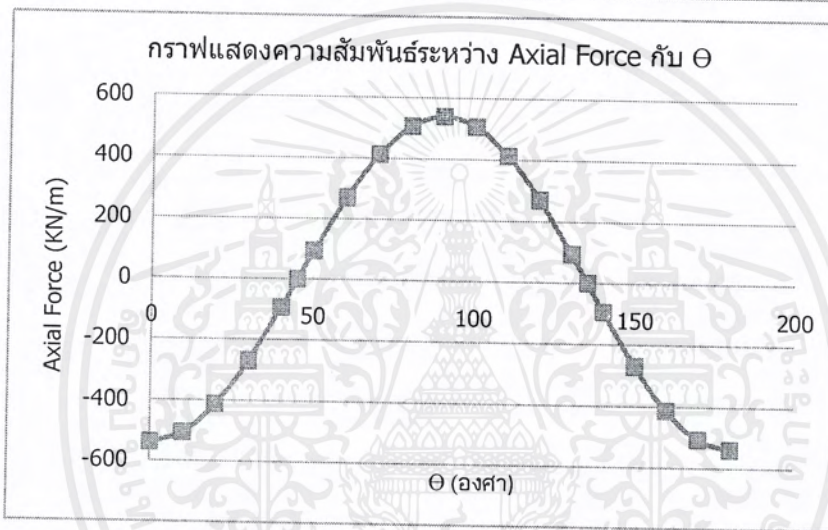
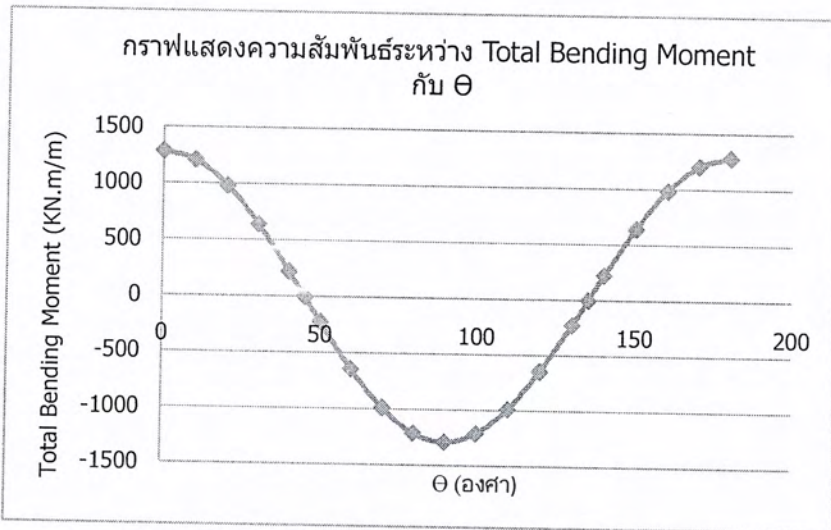


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

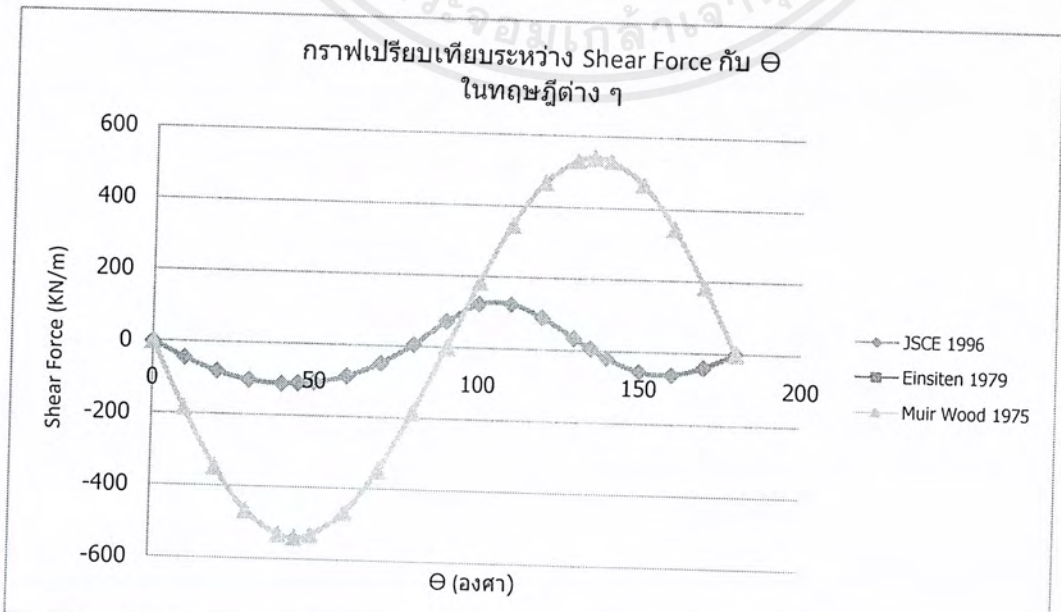
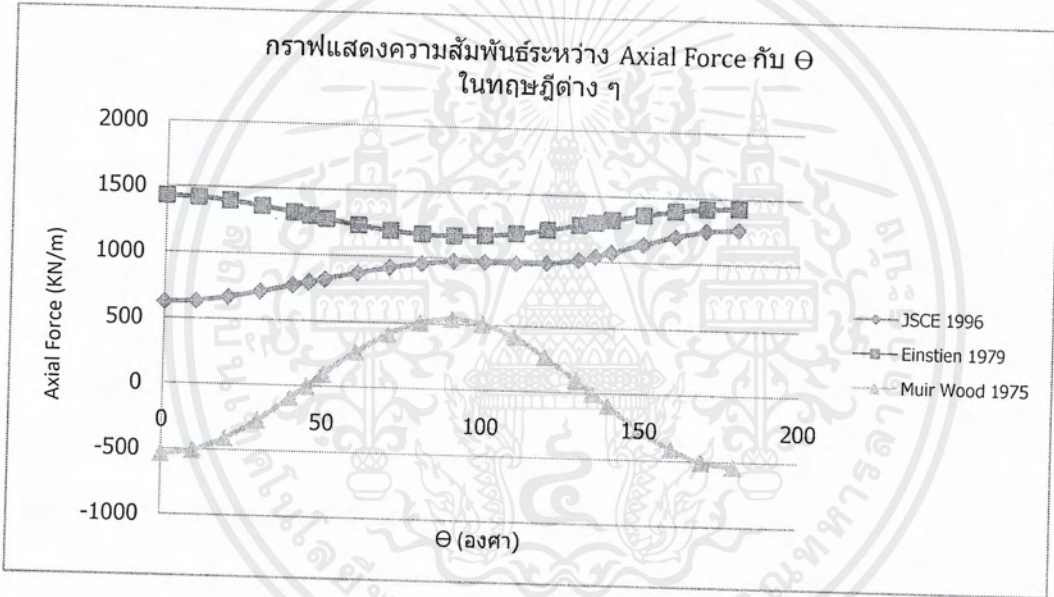
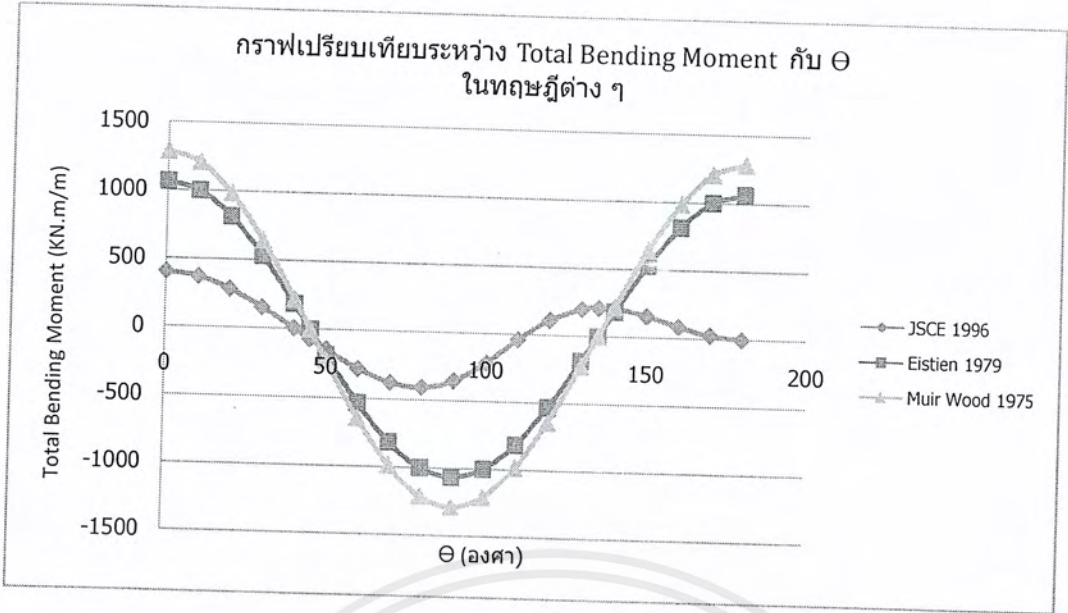
สรุปการวิเคราะห์จากทฤษฎี Muir Wood 1975

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกริด			3482
กิโลเมตรที่	0+000	ถึง	5+000 ฝั่งตะวันออก
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์			
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงกึ่งกลางของอุโมงค์			15.75 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์			0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน			2 เมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์			6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต			
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต			400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต			30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต			26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ตำแหน่งอุโมงค์			
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน			11.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน ณ ตำแหน่งที่วางอุโมงค์			
Subgrade Reaction Factor			2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
อัตราส่วนบิวของเฉลี่ยของดิน			0.34
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์			
แรงดันดินในแนวตั้งตำแหน่ง Top Pv			-93.300 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันดินในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert Ph			-246.790 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Pv-Ph			153.490 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
ค่าเฉลี่ยของแรงดันดิน			-170.045 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ของ Muir Wood 1975			
Q2			0.728
ST			92.860
SN1			60.313
SN2			5.873
SN			10.269
Q			11194.030
ΔP			-0.015 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
NB			-0.125 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
รัศมีอุโมงค์จากจุดศูนย์กลางถึงขอบนอกของอุโมงค์			8.250 เมตร
Maximum Bending Moment	1286.362		KN.m/m
Maximum Axial Force	539.0972		KN/m
Maximum Shear Force	538.972		KN/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



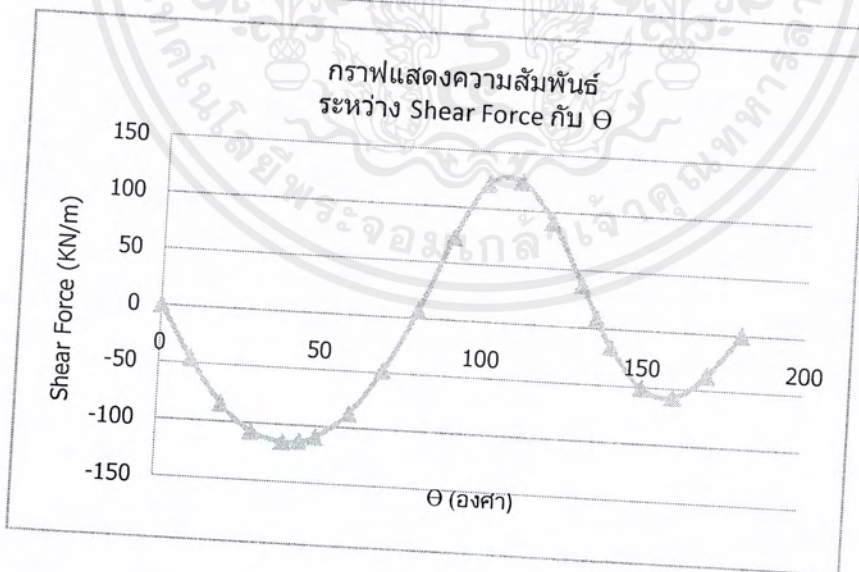
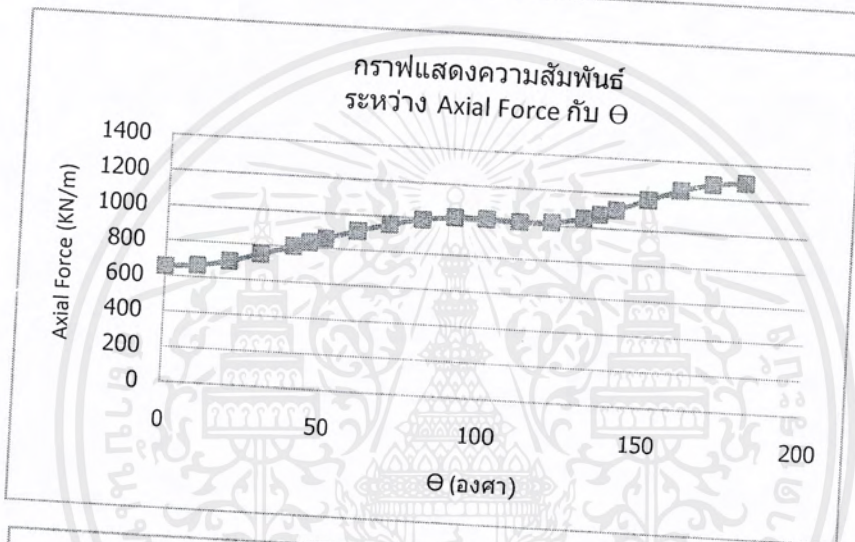
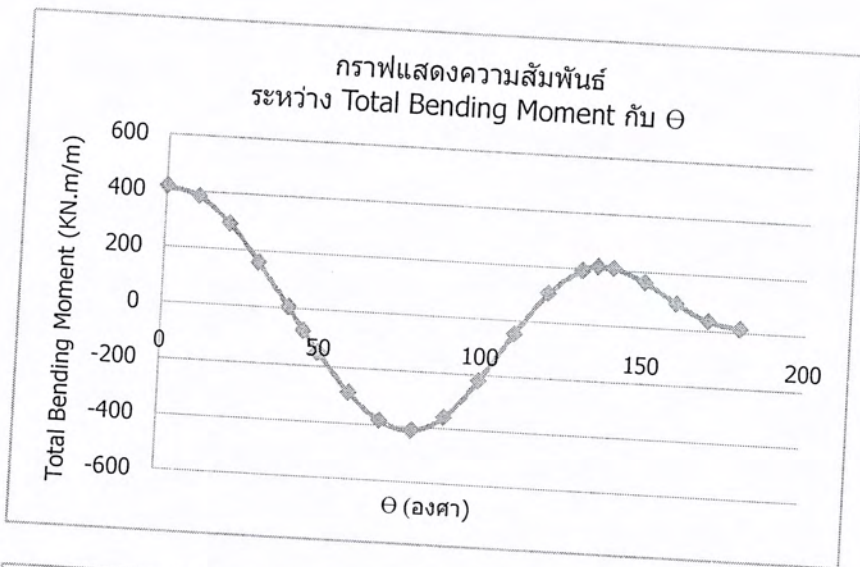
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกริด			
กิโลเมตรที่	0+000	ถึง	3482
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์			5+000 ผังตะวันออก
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงกึ่งกลางของอุโมงค์			15.75 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์			0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน			2 เมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์			6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต			
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต			400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต			30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต			26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ตำแหน่งอุโมงค์			
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน			12 เมตร
คุณสมบัติของดิน ณ ตำแหน่งที่วางอุโมงค์			
Subgrade Reaction Factor			2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์			
แรงดันในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Top			
แรงดันดิน Pe1			98.3 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ Pw1			0 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Bottom			
แรงดันดิน Pe2			222.078 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ Pw2			140 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Crown			
แรงดันดิน qe1			49.151 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ qw1			0 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert			
แรงดันดิน qe2			109.289 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ qw2			140 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
การเสียดทานทางด้านข้างจากแรงดันดินและน้ำ			-0.00359 เมตร
แรงต้านทานในแนวนอน			-71.8 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
น้ำหนักของอุโมงค์			964.862 กิโลนิวตัน/เมตร
แรงเนื่องจากน้ำหนักของตัวอุโมงค์			61.261 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Maximum Bending Moment			415.917 กิโลนิวตัน.เมตร/เมตร
Maximum Axial Force			1296.284 กิโลนิวตัน/เมตร
Maximum Shear Force			124.983 กิโลนิวตัน/เมตร

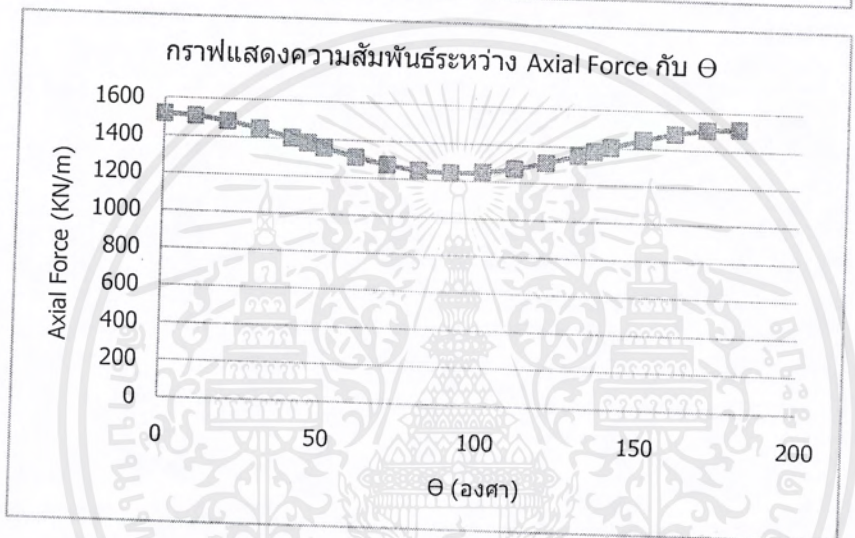
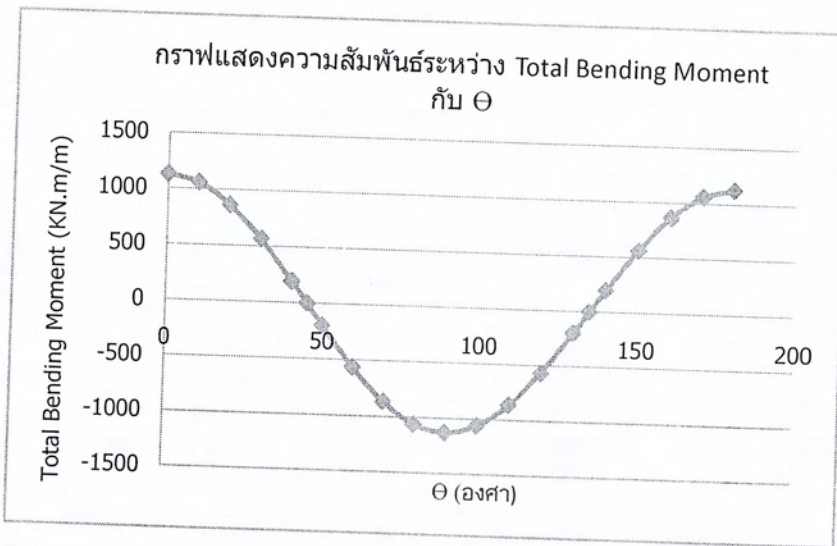
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด			
กิโลเมตรที่	0+000	ถึง	3482 5+000 ฝั่งตะวันออก
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์			
รัศมีจากจุดศูนย์กลางถึงขอบนอกของผนังอุโมงค์			8.25 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์			0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน			2 เมตร
พื้นที่หน้าตัดของผนังอุโมงค์			0.75 ตารางเมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์			6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต			
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต			400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต			30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต			26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
อัตราส่วนปัวซองของผนังอุโมงค์			0.25
ตำแหน่งอุโมงค์			
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน			12 เมตร
คุณสมบัติของดิน			
หน่วยน้ำหนักเฉลี่ยของดิน			18.8 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของดินที่วางอุโมงค์			22000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
อัตราส่วนปัวซองของเฉลี่ยของดิน			0.34
สัมประสิทธิ์แรงกระทำด้านข้างเฉลี่ยของดิน			0.49
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์			
Compressibility Ratio	C"		0.009
Flexibility Ratio	F"		12.415
	a0"		0.006
	a2"		0.356
แรงกระทำในแนวตั้ง			225.6 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Maximum Bending Moment			1127.664 กิโลนิวตัน.เมตร/เมตร
Maximum Axial Force			1514.961 กิโลนิวตัน/เมตร

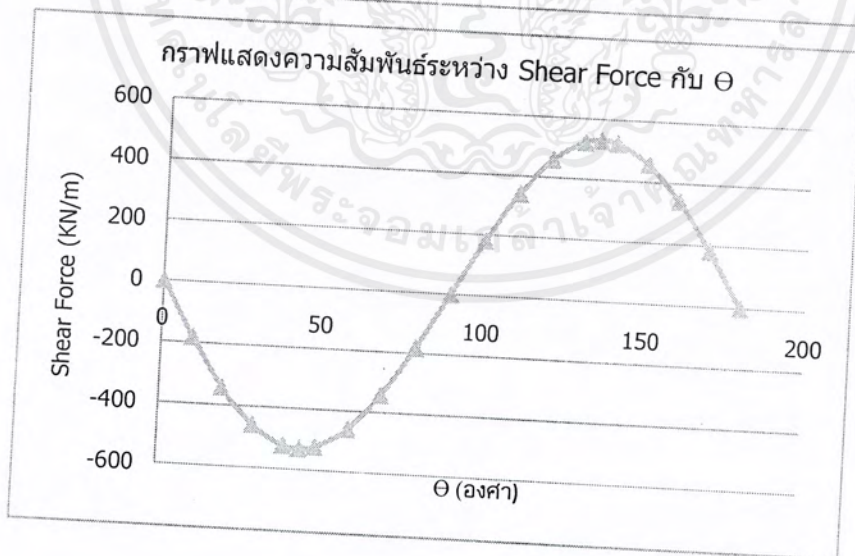
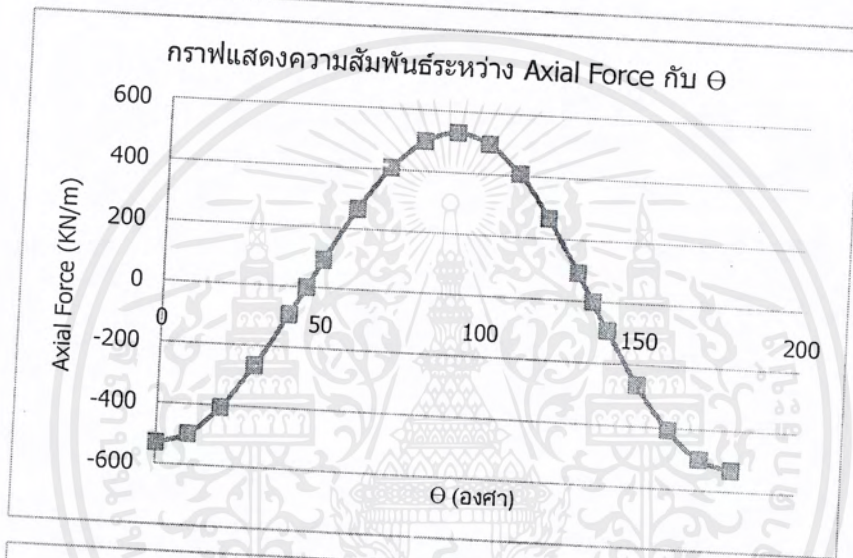
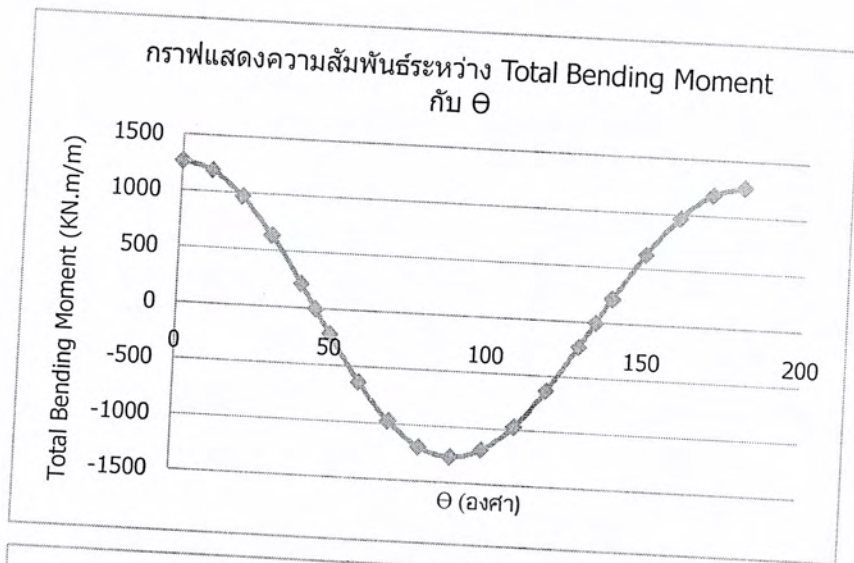
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



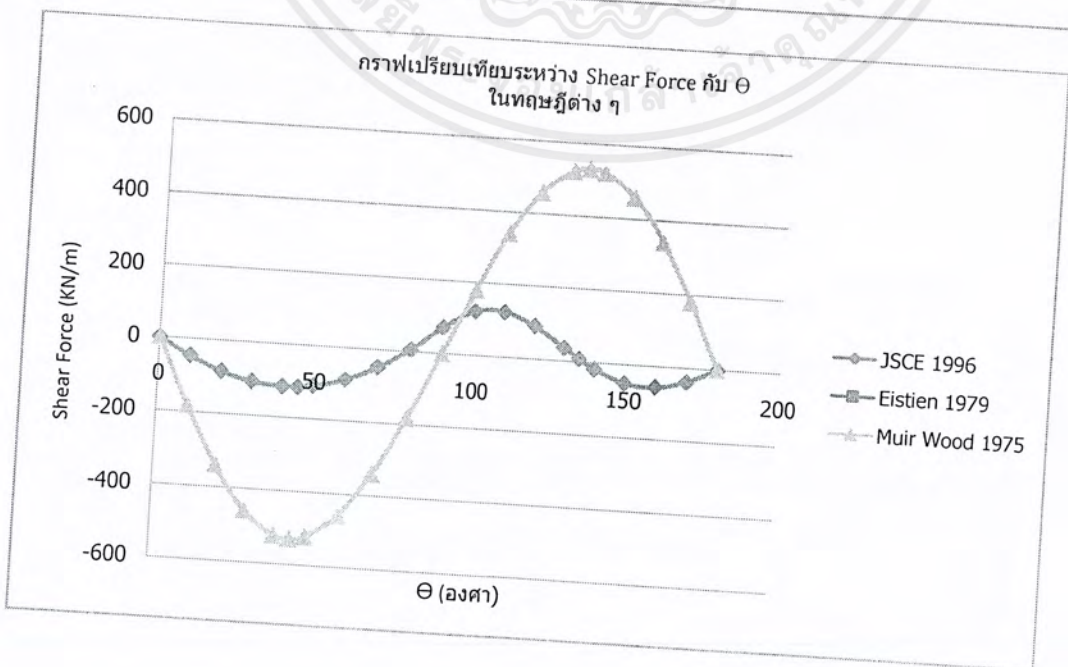
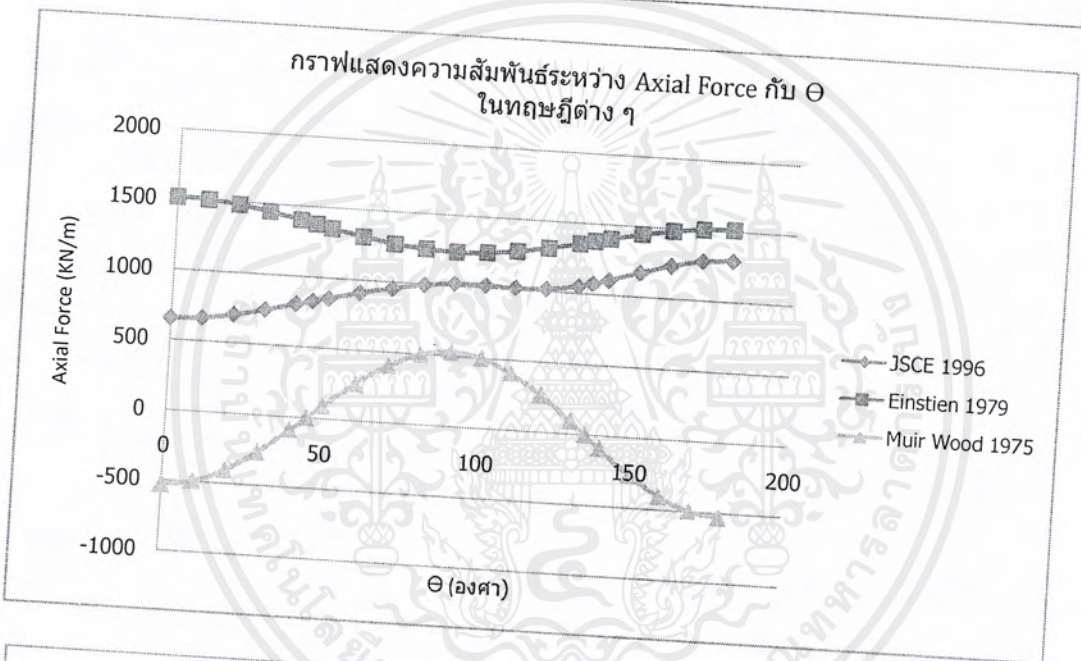
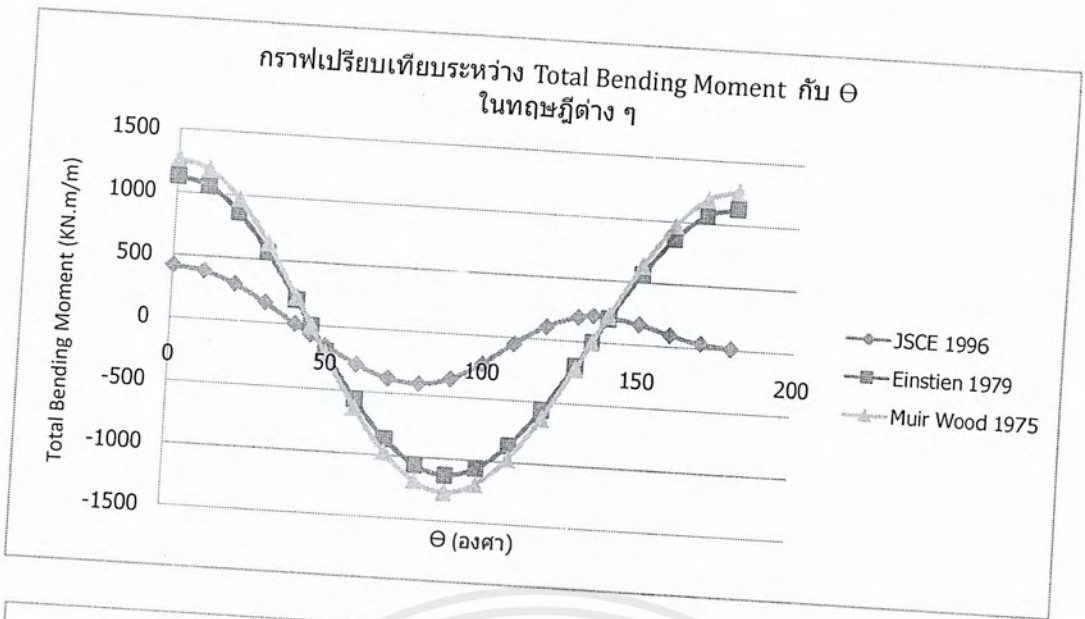
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด			
กิโลเมตรที่	0+000	ถึง	3482
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์			5+000 ผึ่งตะวันออก
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงกึ่งกลางของอุโมงค์			15.75 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์			0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน			2 เมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์			6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต			
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต			400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต			30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต			26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ตำแหน่งอุโมงค์			
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน			12 เมตร
คุณสมบัติของดิน ณ ตำแหน่งที่วางอุโมงค์			
Subgrade Reaction Factor			2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
อัตราส่วนปัวซองของเฉลี่ยของดิน			0.34
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์			
แรงดันดินในแนวตั้งตำแหน่ง Top Pv			-98.300 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert Ph			-249.289 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Pv-Ph			150.989 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
ค่าเฉลี่ยของแรงดันดิน			-173.795 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ของ Muir Wood 1975			
Q2			0.728
ST			91.347
SN1			59.330
SN2			5.873
SN			10.102
Q			11194.030
ΔP			-0.016 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
NB			-0.128 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
รัศมีอุโมงค์จากจุดศูนย์กลางถึงขอบนอกของอุโมงค์			8.250 เมตร
Maximum Bending Moment	1265.402		KN.m/m
Maximum Axial Force	530.3178		KN/m
Maximum Shear Force	530.19		KN/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



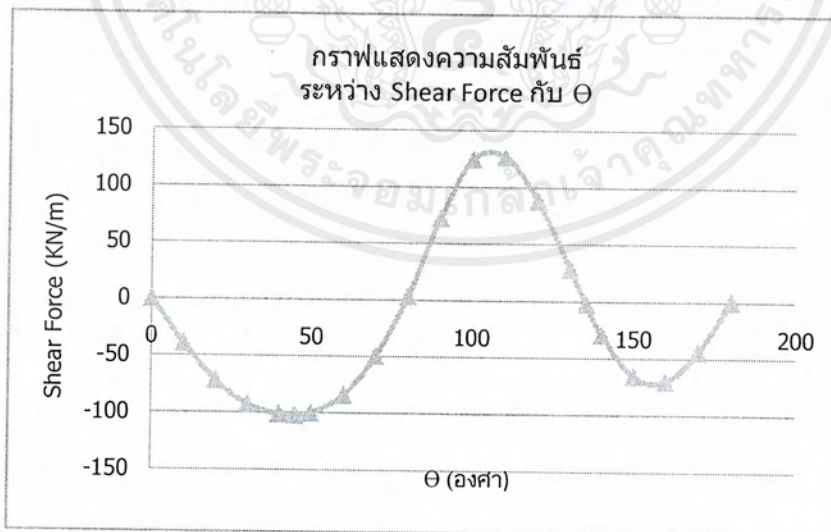
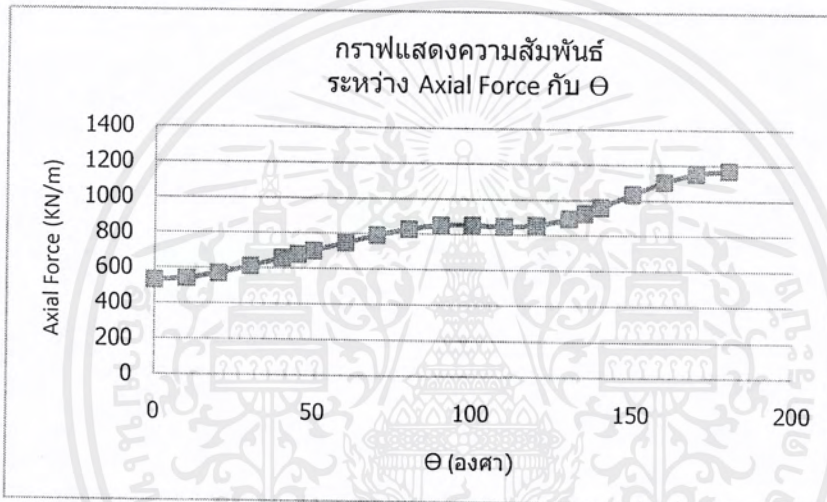
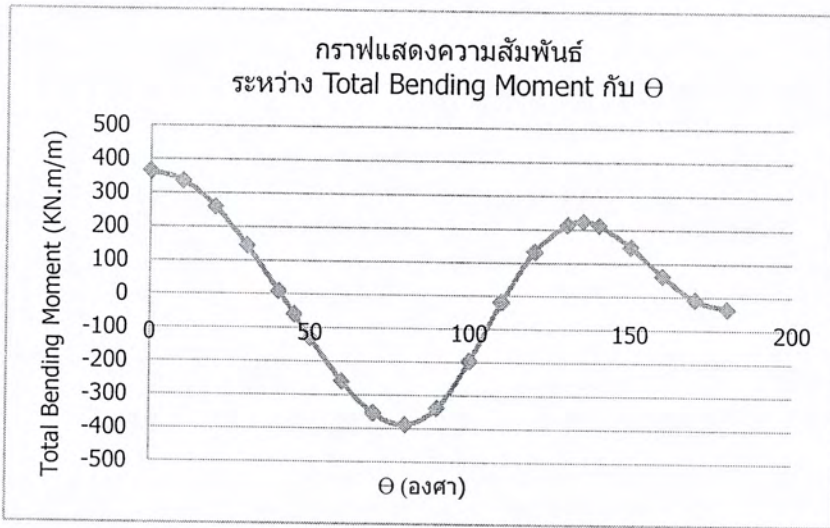
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

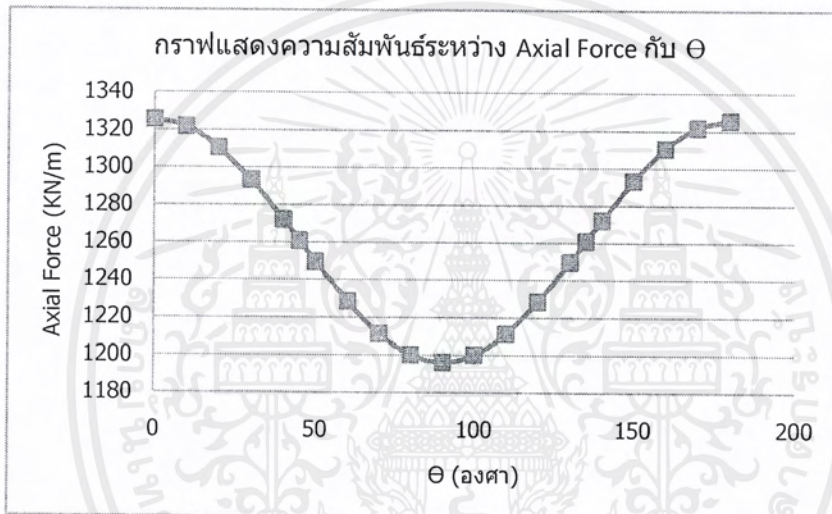
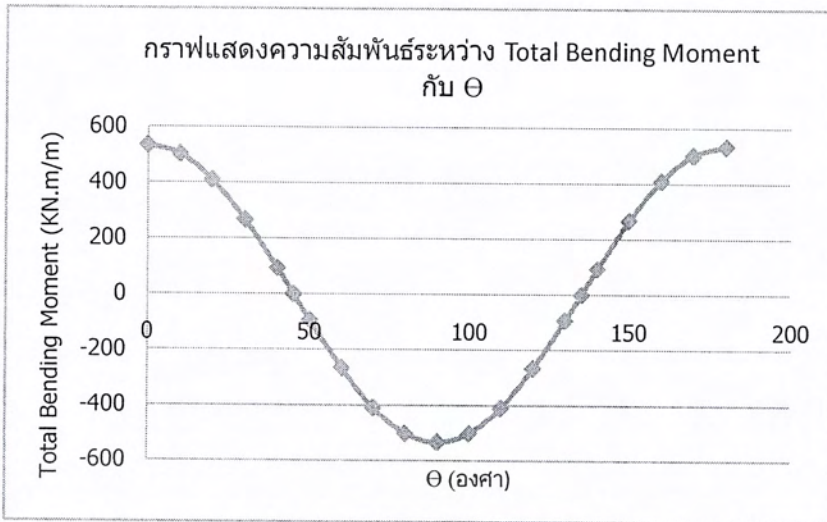
วิเคราะห์จากข้อมูลดินกริด			3483
กิโลเมตรที่	5+000	ถึง	7+000 ฝั่งตะวันออก
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์			
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงกึ่งกลางของอุโมงค์			15.75 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์			0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน			2 เมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์			6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต			
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต			400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต			30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต			26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ตำแหน่งอุโมงค์			
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน			12 เมตร
คุณสมบัติของดิน ณ ตำแหน่งที่วางอุโมงค์			
Subgrade Reaction Factor			2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์			
แรงดันในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Top			
แรงดันดิน Pe1			77.5 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ Pw1			0 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Bottom			
แรงดันดิน Pe2			212.44 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ Pw2			140 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Crown			
แรงดันดิน qe1			38.75 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ qw1			0 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert			
แรงดันดิน qe2			97.95 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ qw2			140 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
การเสียรูปทางด้านข้างจากแรงดันดินและน้ำ			-0.00429 เมตร
แรงต้านทานในแนวนอน			-85.8 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
น้ำหนักของอุโมงค์			964.862 กิโลนิวตัน/เมตร
แรงเนื่องจากน้ำหนักของตัวอุโมงค์			61.261 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Maximum Bending Moment			386.738 กิโลนิวตัน.เมตร/เมตร
Maximum Axial Force			1170.312 กิโลนิวตัน/เมตร
Maximum Shear Force			126.486 กิโลนิวตัน/เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด			3483
กิโลเมตรที่	5+000	ถึง	7+000 ผึ่งตะวันออก
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์			
รัศมีจากจุดศูนย์กลางถึงขอบนอกของผนังอุโมงค์			8.25 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์			0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน			2 เมตร
พื้นที่หน้าตัดของผนังอุโมงค์			0.75 ตารางเมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์			6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต			
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต			400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต			30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต			26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
อัตราส่วนปัวซองของผนังอุโมงค์			0.25
ตำแหน่งอุโมงค์			
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน			12 เมตร
คุณสมบัติของดิน			
หน่วยน้ำหนักเฉลี่ยของดิน			18.1 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของดินที่วางอุโมงค์			80000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
อัตราส่วนปัวซองเฉลี่ยของดิน			0.331
สัมประสิทธิ์แรงกระทำด้านข้างเฉลี่ยของดิน			0.436
หาแรงดิน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์			
Compressibility Ratio	C"		0.031
Flexibility Ratio	F"		44.838
	a0"		0.02
	a2"		0.436
แรงกระทำในแนวตั้ง			217.2 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Maximum Bending Moment			533.613 กิโลนิวตัน.เมตร/เมตร
Maximum Axial Force			1325.533 กิโลนิวตัน/เมตร

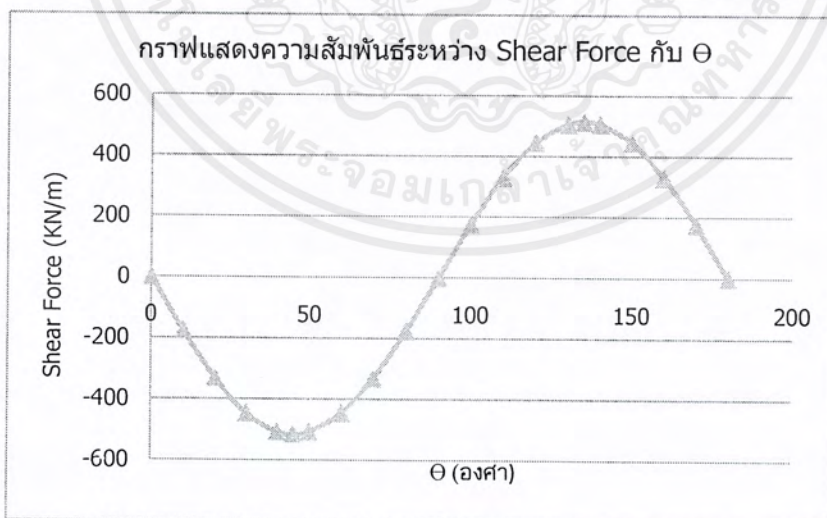
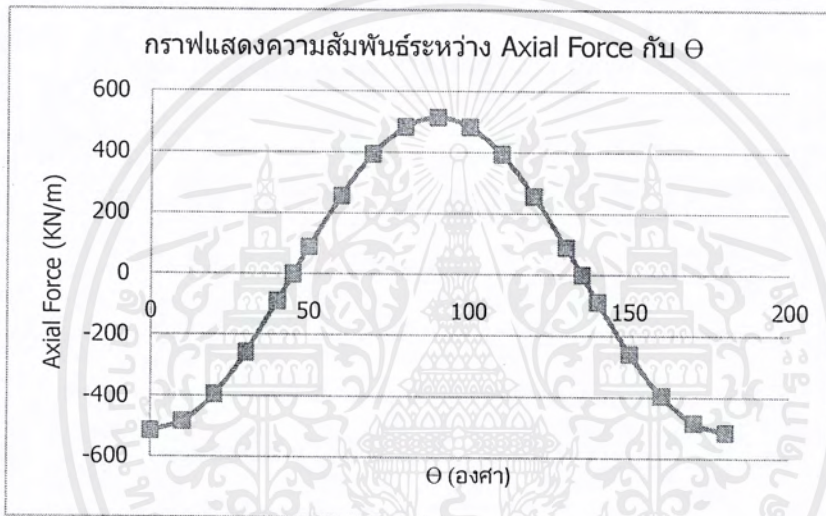
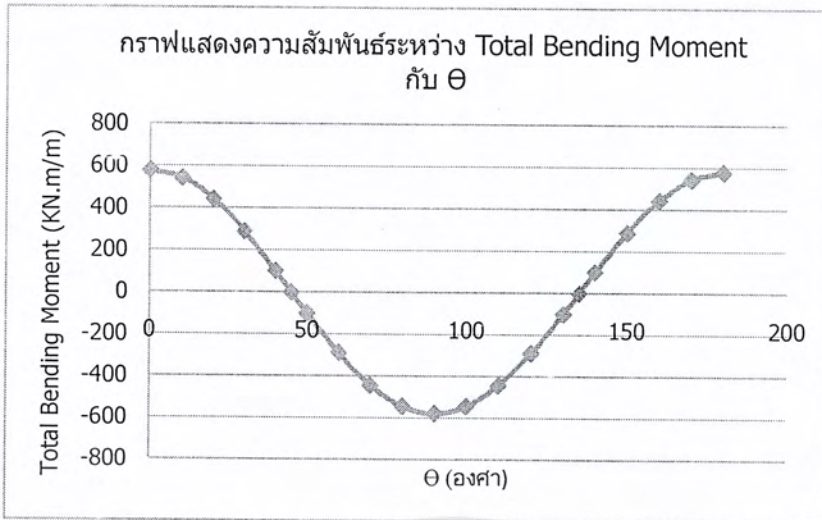


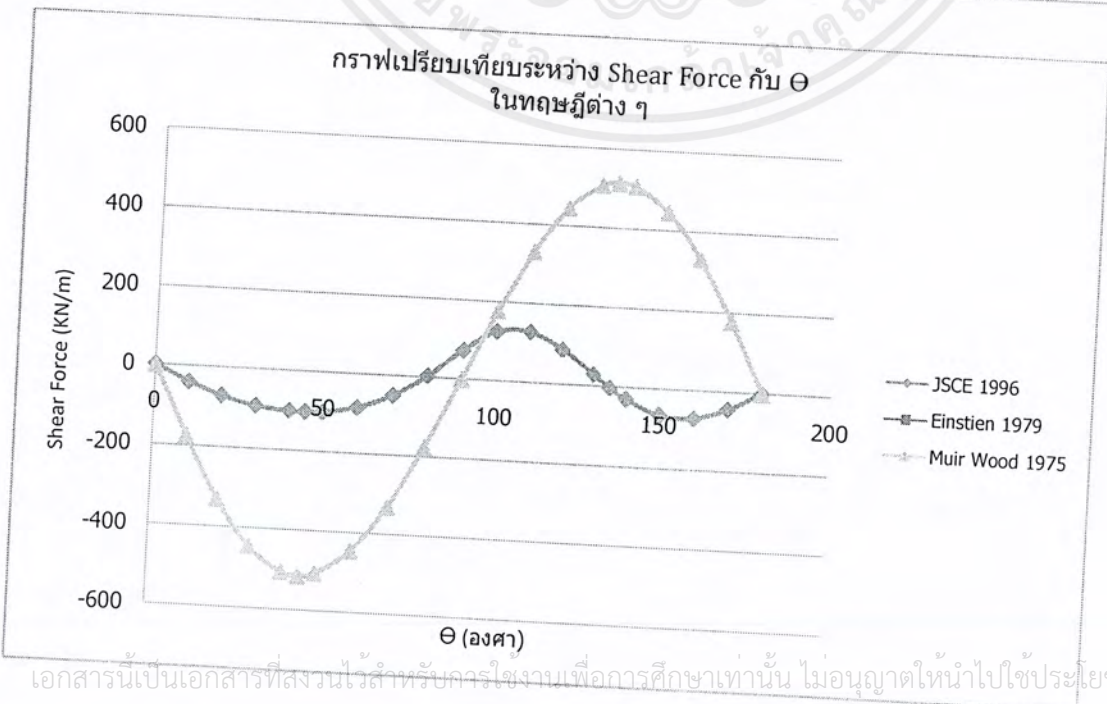
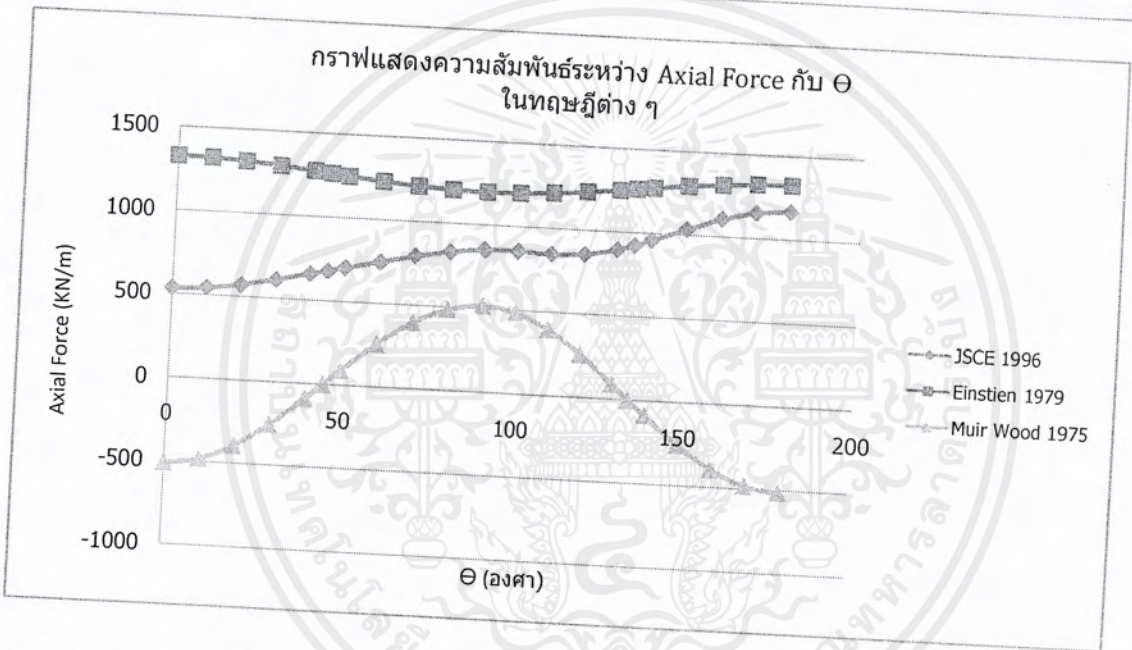
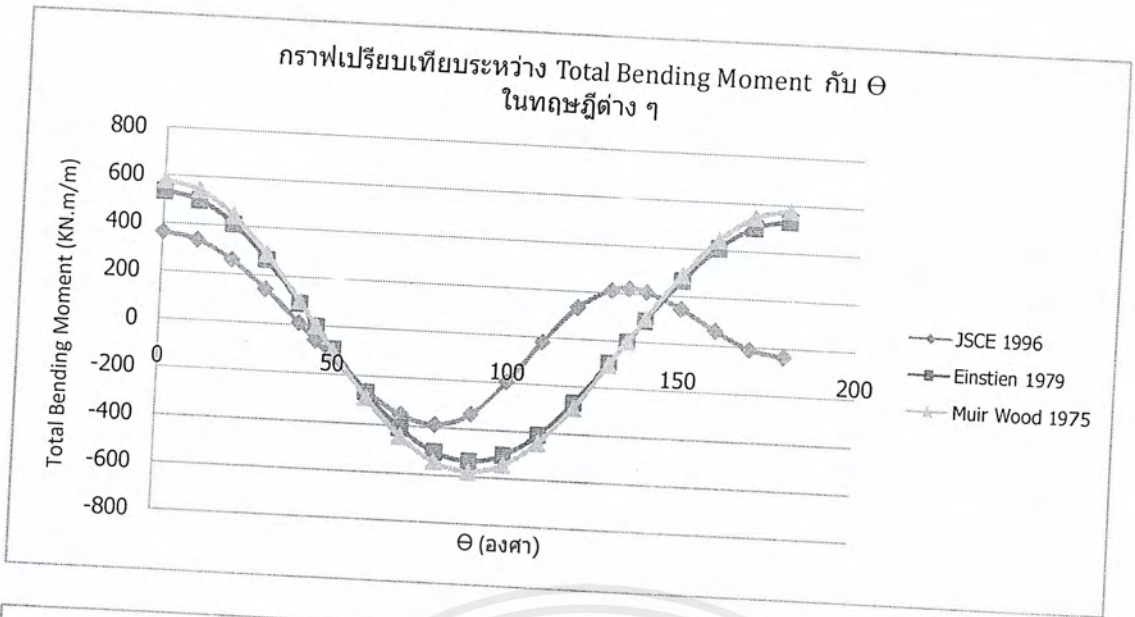
สรุปการวิเคราะห์จากทฤษฎี Muir Wood 1975

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด		3483
กิโลเมตรที่	5+000 ถึง	7+000 ผั่งตะวันออก
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์		
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงกึ่งกลางของอุโมงค์		15.75 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์		0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน		2 เมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์		6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต		
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต		400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต		30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต		26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ตำแหน่งอุโมงค์		
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน		12 เมตร
คุณสมบัติของดิน ณ ตำแหน่งที่วางอุโมงค์		
Subgrade Reaction Factor		2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
อัตราส่วนปัวซองของเฉลี่ยของดิน		0.331
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์		
แรงดันดินในแนวตั้งตำแหน่ง Top Pv		-77.500 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันดินในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert Ph		-237.950 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Pv-Ph		160.450 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
ค่าเฉลี่ยของแรงดันดิน		-157.725 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ของ Muir Wood 1975		
Q2		2.666
ST		107.647
SN1		-387.483
SN2		13.680
SN		-28.326
Q		3099.174
ΔP		-0.051 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
NB		-0.420 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
รัศมีอุโมงค์จากจุดศูนย์กลางถึงขอบนอกของอุโมงค์		8.250 เมตร

Maximum Bending Moment	578.476	KN.m/m
Maximum Axial Force	514.5804	KN/m
Maximum Shear Force	514.161	KN/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

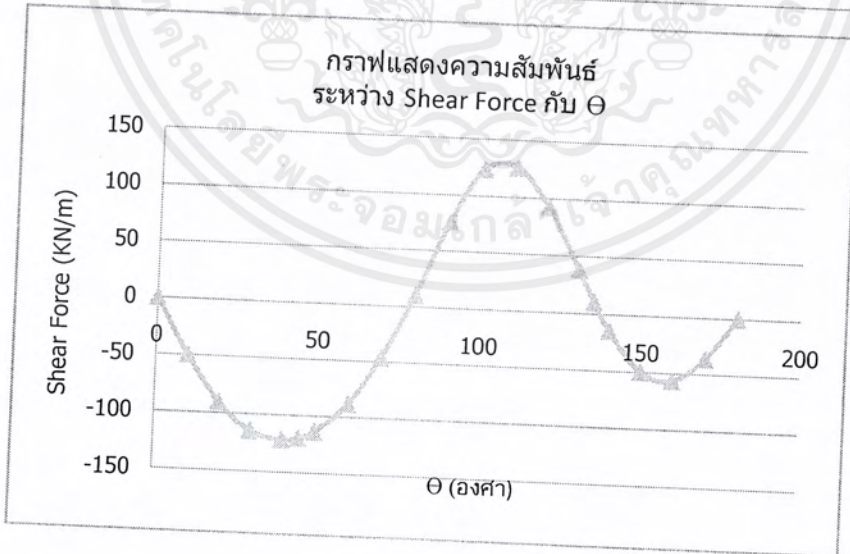
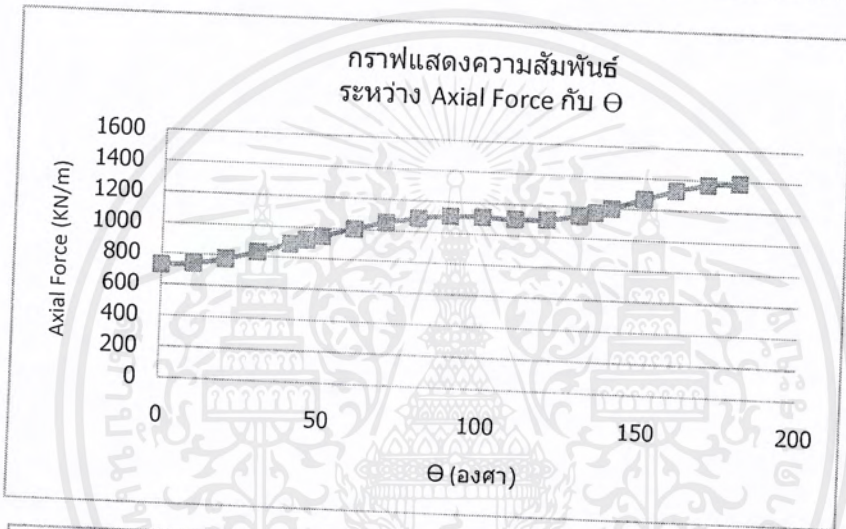
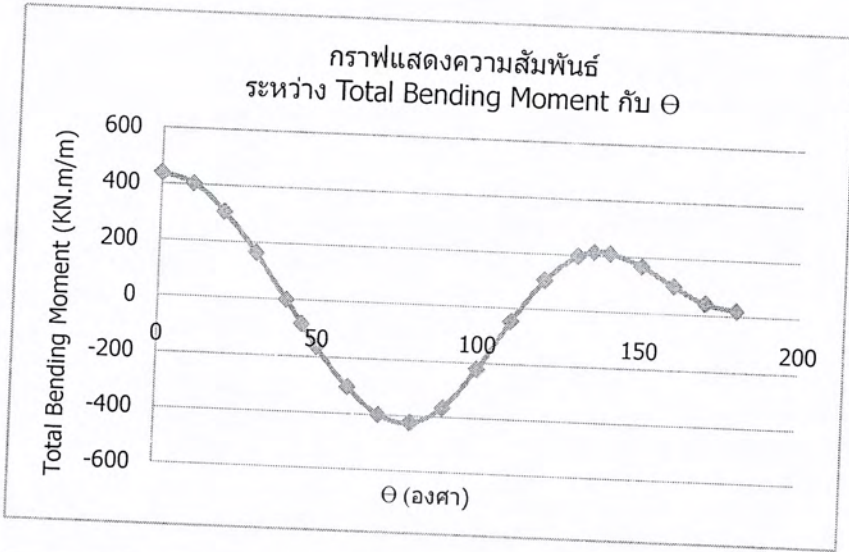




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกริด			3482
กิโลเมตรที่	7+000	ถึง	10+000 ฝั่งตะวันออก
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์			
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงกึ่งกลางของอุโมงค์			15.75 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์			0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน			2 เมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์			6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต			
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต			400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต			30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต			26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ตำแหน่งอุโมงค์			
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน			12.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน ณ ตำแหน่งที่วางอุโมงค์			
Subgrade Reaction Factor			2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์			
แรงดันในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Top			
แรงดันดิน Pe1			109.978 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ Pw1			0 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Bottom			
แรงดันดิน Pe2			226.184 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ Pw2			150 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Crown			
แรงดันดิน qe1			54.99 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ qw1			0 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert			
แรงดันดิน qe2			111.342 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ qw2			150 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
การเสียรูปทางด้านข้างจากแรงดันดินและน้ำ			-0.0034 เมตร
แรงต้านทานในแนวนอน			-68 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
น้ำหนักของอุโมงค์			964.862 กิโลนิวตัน/เมตร
แรงเนื่องจากน้ำหนักของตัวอุโมงค์			61.261 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Maximum Bending Moment			438.258 กิโลนิวตัน.เมตร/เมตร
Maximum Axial Force			1386.49 กิโลนิวตัน/เมตร
Maximum Shear Force			126.137 กิโลนิวตัน/เมตร

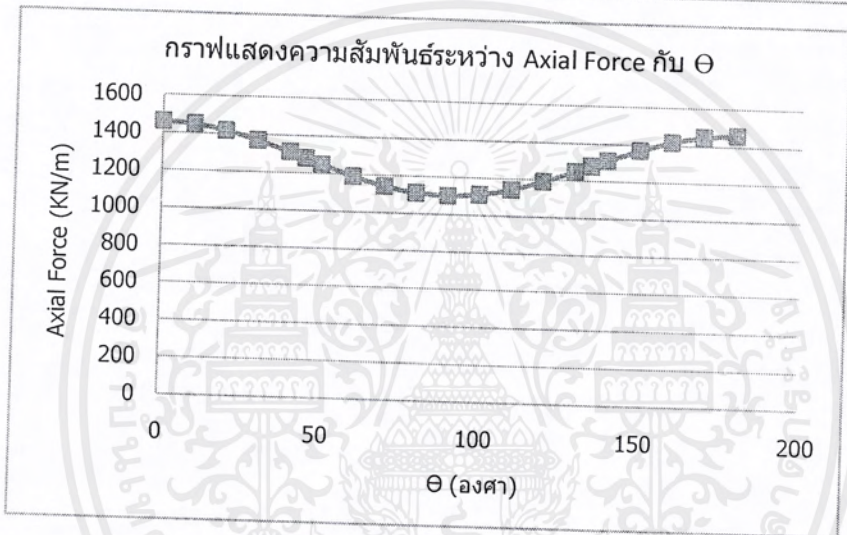
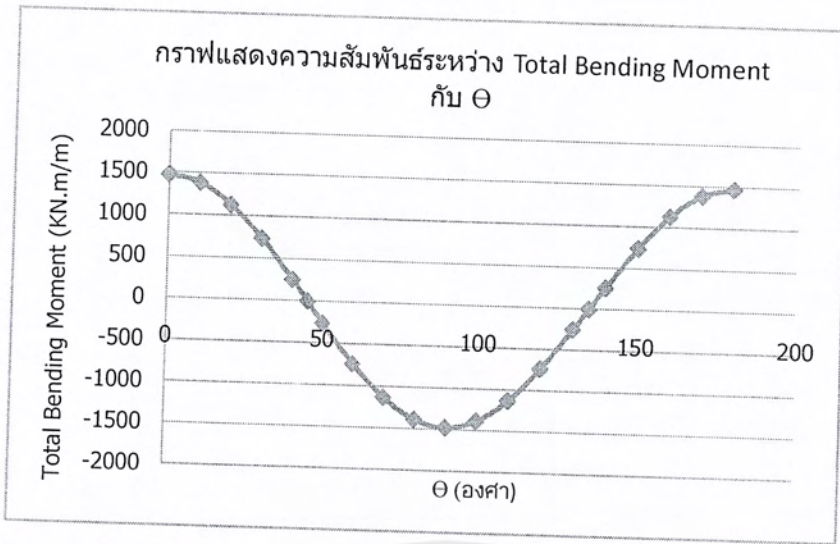
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด กิโลเมตรที่	7+000	ถึง	3482 10+000 ฝั่งตะวันออก
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์			
รัศมีจากจุดศูนย์กลางถึงขอบนอกของผนังอุโมงค์			8.25 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์			0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน			2 เมตร
พื้นที่หน้าตัดของผนังอุโมงค์			0.75 ตารางเมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์			6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต			
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต			400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต			30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต			26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
อัตราส่วนปัวซองของผนังอุโมงค์			0.25
ตำแหน่งอุโมงค์			
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน			12.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน			
หน่วยน้ำหนักเฉลี่ยของดิน			18.5 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของดินที่วางอุโมงค์			22000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
อัตราส่วนปัวซองเฉลี่ยของดิน			0.34
สัมประสิทธิ์แรงกระทำด้านข้างเฉลี่ยของดิน			0.349
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์			
Compressibility Ratio	C"		0.009
Flexibility Ratio	F"		12.415
	a0"		0.006
	a2"		0.356
แรงกระทำในแนวตั้ง			231.25 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Maximum Bending Moment			1475.479 กิโลนิวตัน.เมตร/เมตร
Maximum Axial Force			1457.945 กิโลนิวตัน/เมตร

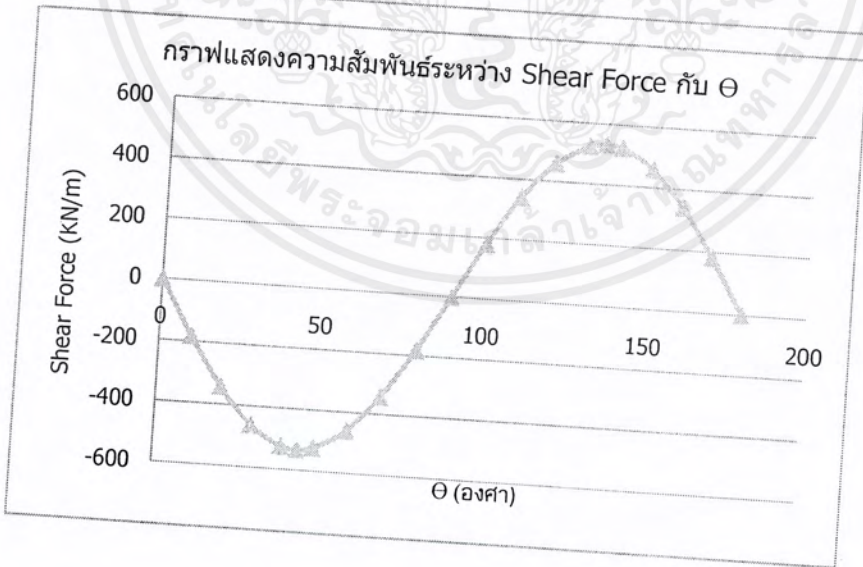
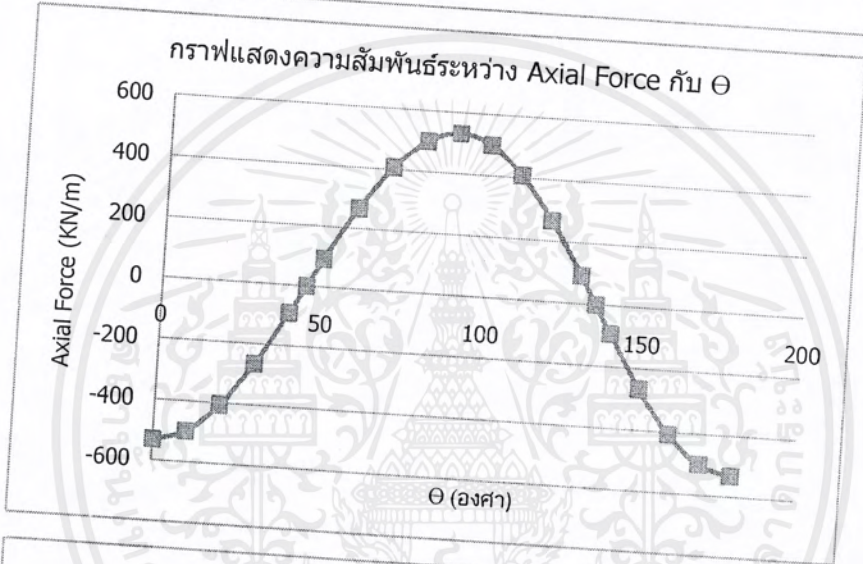
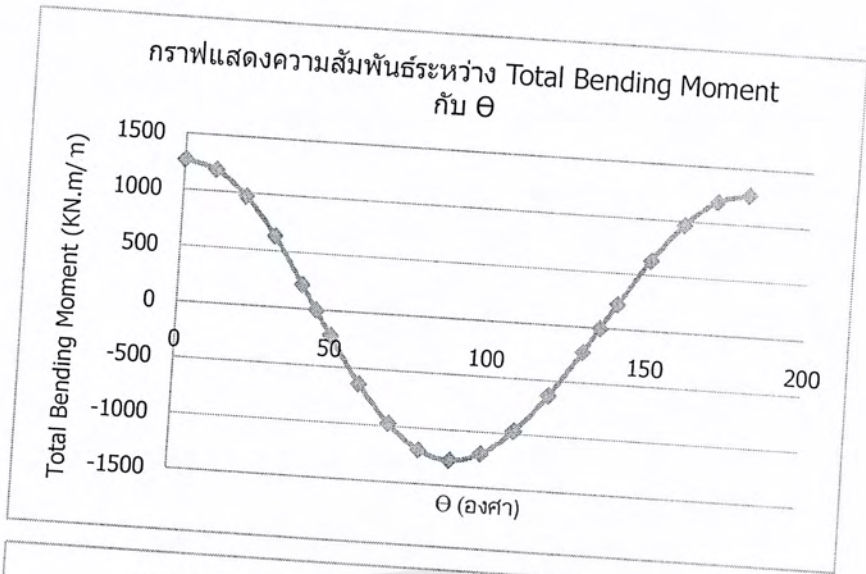
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

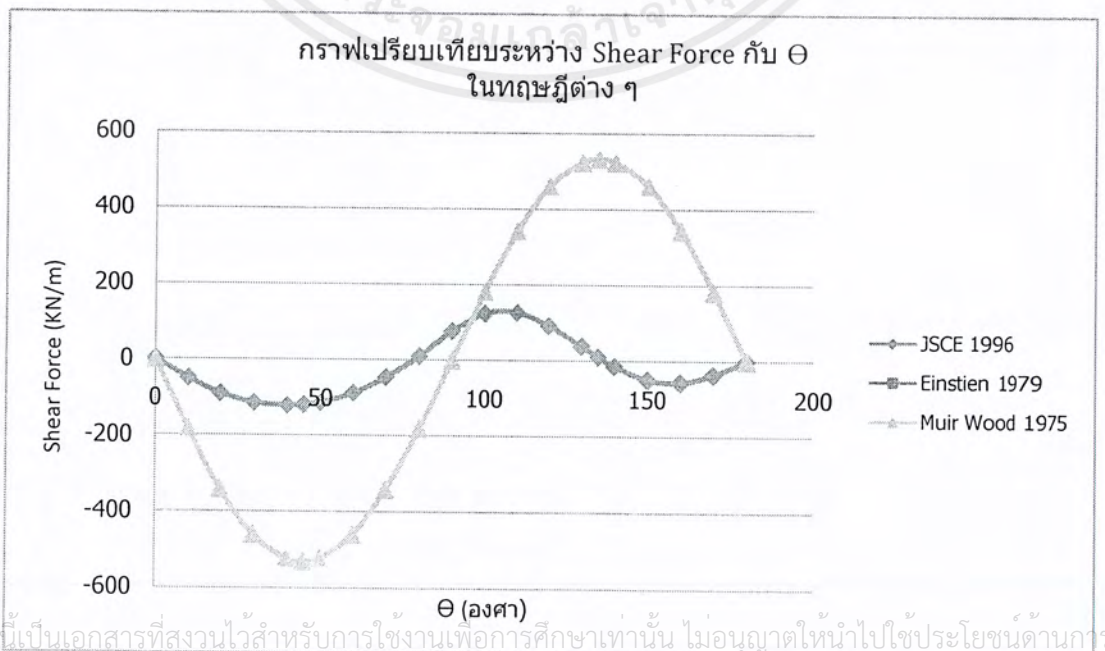
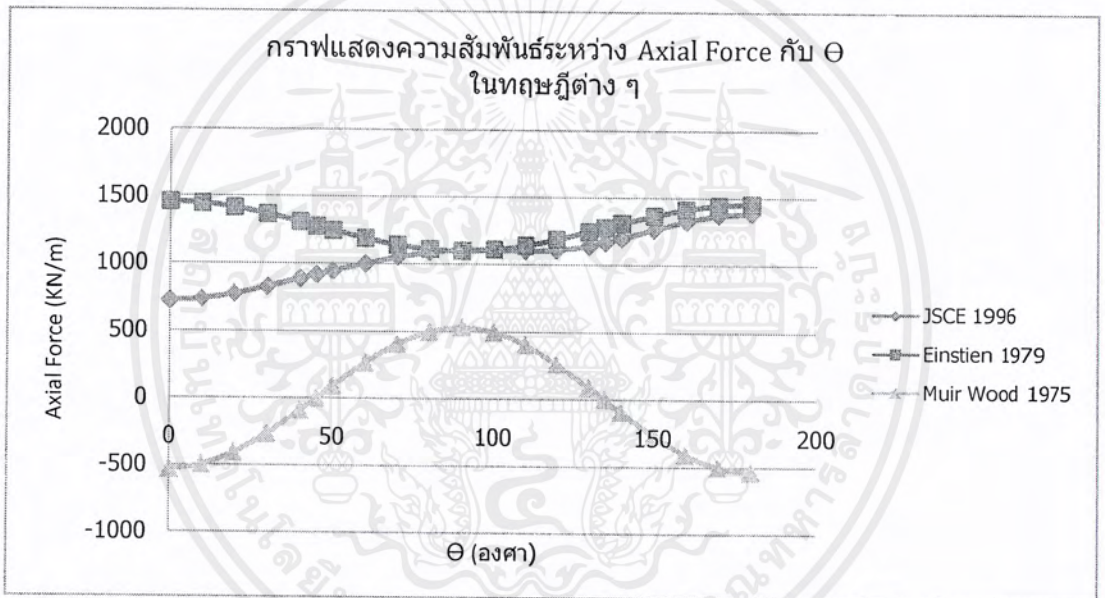
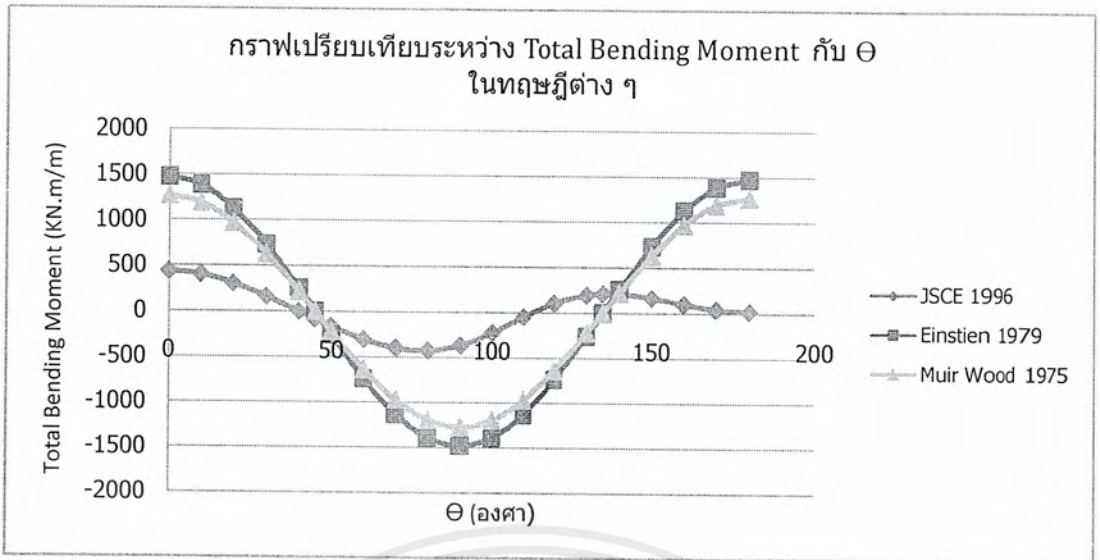
วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด		3482
กิโลเมตรที่	7+000	ถึง
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์		10+000 ผังตะวันออก
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงกึ่งกลางของอุโมงค์		15.75 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์		0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน		2 เมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์		6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต		
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต		400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต		30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต		26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ตำแหน่งอุโมงค์		
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน		12.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน ณ ตำแหน่งที่วางอุโมงค์		
Subgrade Reaction Factor		2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
อัตราส่วนปัวของเฉลี่ยของดิน		0.34
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์		
แรงดันดินในแนวตั้งตำแหน่ง Top Pv		-109.978 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert Ph		-261.342 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Pv-Ph		151.364 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
ค่าเฉลี่ยของแรงดันดิน		-185.660 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ของ Muir Wood 1975		
Q2		0.728
ST		91.574
SN1		59.478
SN2		5.873
SN		10.127
Q		11194.030
ΔP		-0.017 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
NB		-0.137 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
รัศมีอุโมงค์จากจุดศูนย์กลางถึงขอบนอกของอุโมงค์		8.250 เมตร
Maximum Bending Moment	1268.545	KN.m/m
Maximum Axial Force	531.6434	KN/m
Maximum Shear Force	531.507	KN/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



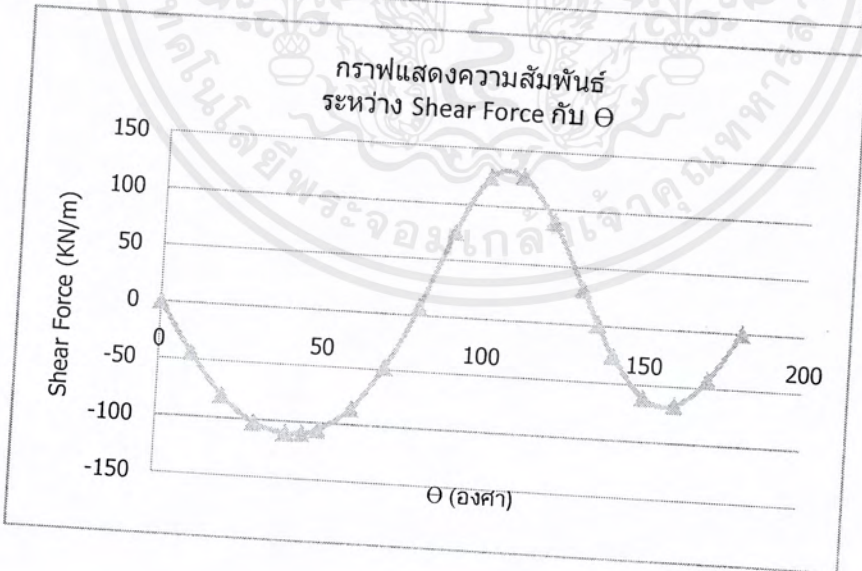
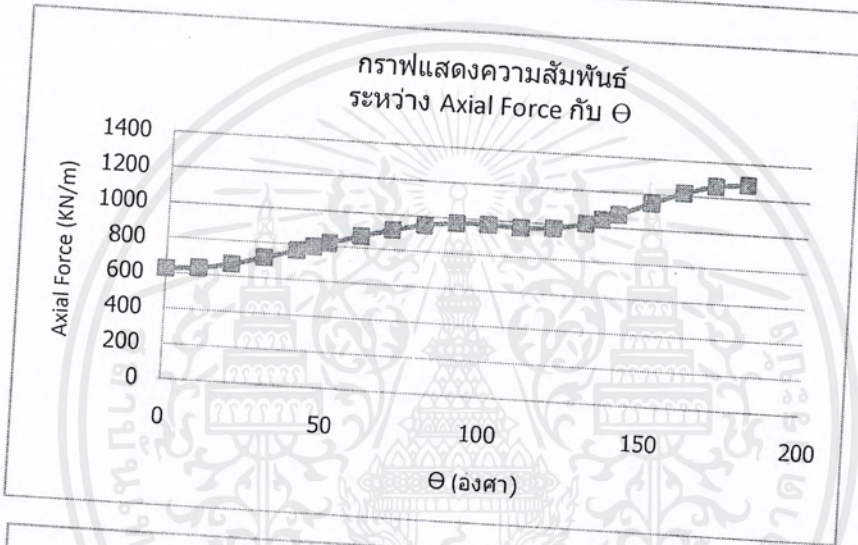
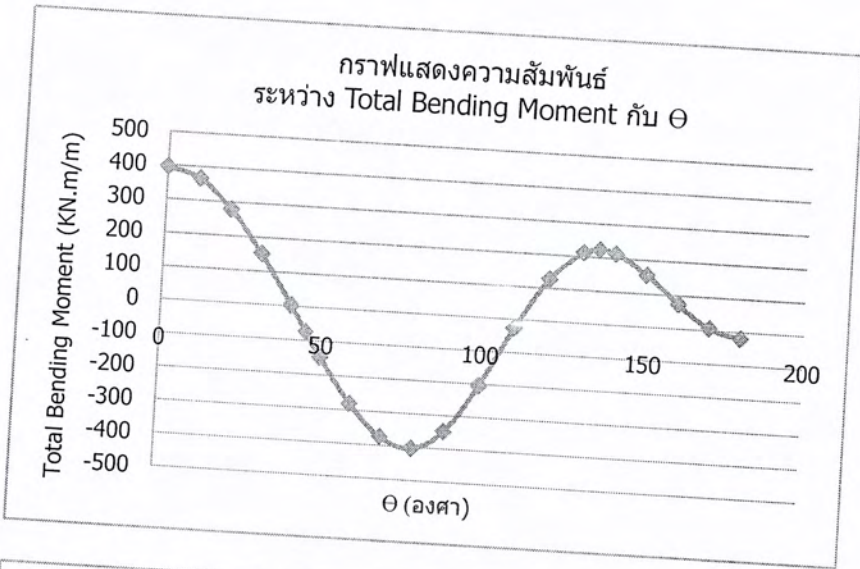
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทาง 7+000 ถึง 10+000
ฝั่งตะวันออก



วิเคราะห์จากข้อมูลดินกริด			
กิโลเมตรที่	7+000	ถึง	3483
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์			10+000 ฝั่งตะวันออก
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงกึ่งกลางของอุโมงค์			15.75 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์			0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน			2 เมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์			6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต			
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต			400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต			30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต			26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ตำแหน่งอุโมงค์			
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน			12.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน ณ ตำแหน่งที่วางอุโมงค์			
Subgrade Reaction Factor			2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์			
แรงดันในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Top			
แรงดันดิน Pe1			93 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ Pw1			0 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Bottom			
แรงดันดิน Pe2			221.63 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ Pw2			150 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Crown			
แรงดันดิน qe1			46.5 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ qw1			0 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert			
แรงดันดิน qe2			101.62 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ qw2			150 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
การเสีรูปทางด้านข้างจากแรงดันดินและน้ำ			-0.00395 เมตร
แรงต้านทานในแนวนอน			-79 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
น้ำหนักของอุโมงค์			964.862 กิโลนิวตัน/เมตร
แรงเนื่องจากน้ำหนักของตัวอุโมงค์			61.261 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Maximum Bending Moment			402.382 กิโลนิวตัน.เมตร/เมตร
Maximum Axial Force			1282.332 กิโลนิวตัน/เมตร
Maximum Shear Force			127.017 กิโลนิวตัน/เมตร

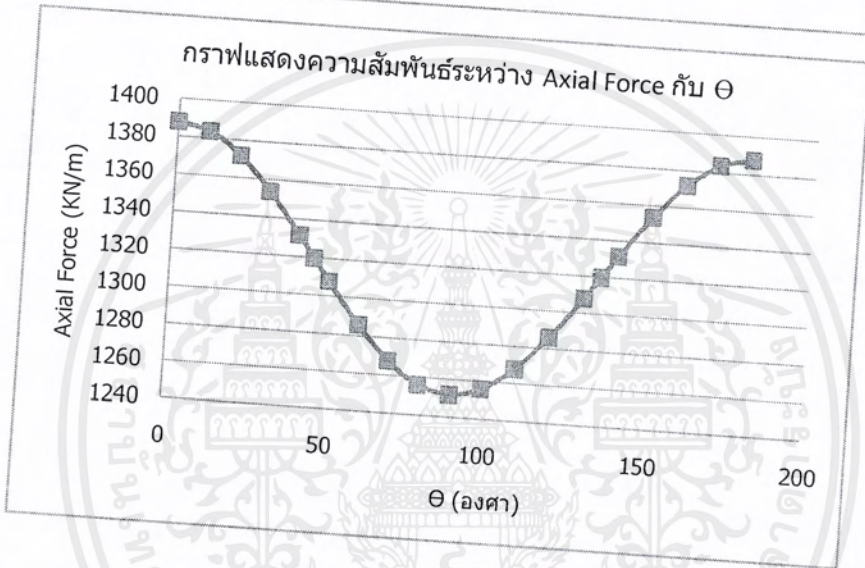
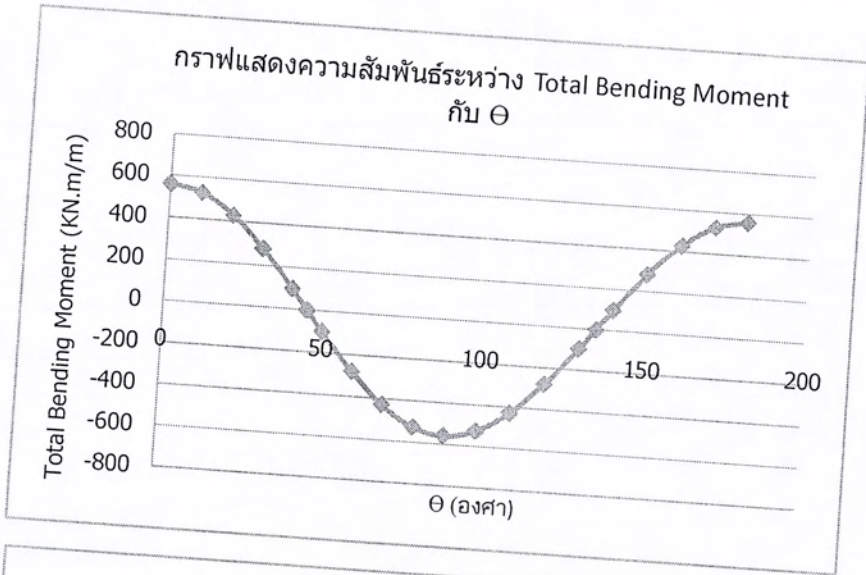
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด กิโลเมตรที่	7+000	ถึง	3483 10+000 ฝั่งตะวันออก
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์			
รัศมีจากจุดศูนย์กลางถึงขอบนอกของผนังอุโมงค์			8.25 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์			0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน			2 เมตร
พื้นที่หน้าตัดของผนังอุโมงค์			0.75 ตารางเมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์			6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต			
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต			400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต			30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต			26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
อัตราส่วนปัวซองของผนังอุโมงค์			0.25
ตำแหน่งอุโมงค์			
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน			12.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน			
หน่วยน้ำหนักเฉลี่ยของดิน			18.2 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของดินที่วางอุโมงค์			80000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
อัตราส่วนปัวซองเฉลี่ยของดิน			0.332
สัมประสิทธิ์แรงกระทำด้านข้างเฉลี่ยของดิน			0.435
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์			
Compressibility Ratio	C"		0.031
Flexibility Ratio	F"		44.872
	a0"		0.02
	a2"		0.436
แรงกระทำในแนวตั้ง			227.5 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Maximum Bending Moment			559.909 กิโลนิวตัน.เมตร/เมตร
Maximum Axial Force			1387.592 กิโลนิวตัน/เมตร

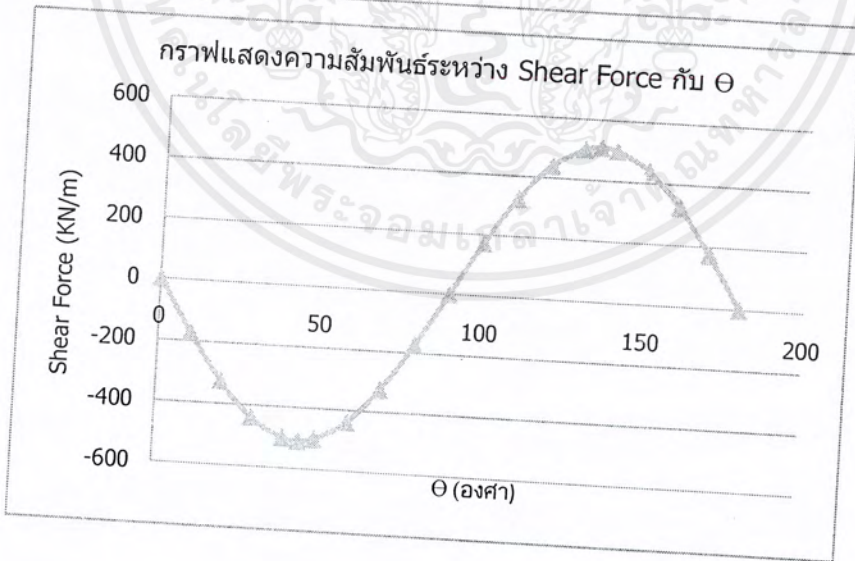
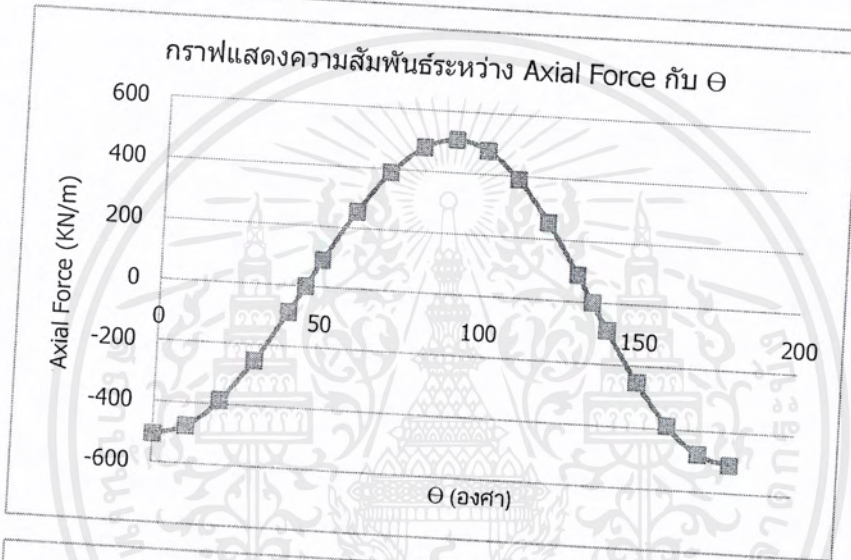
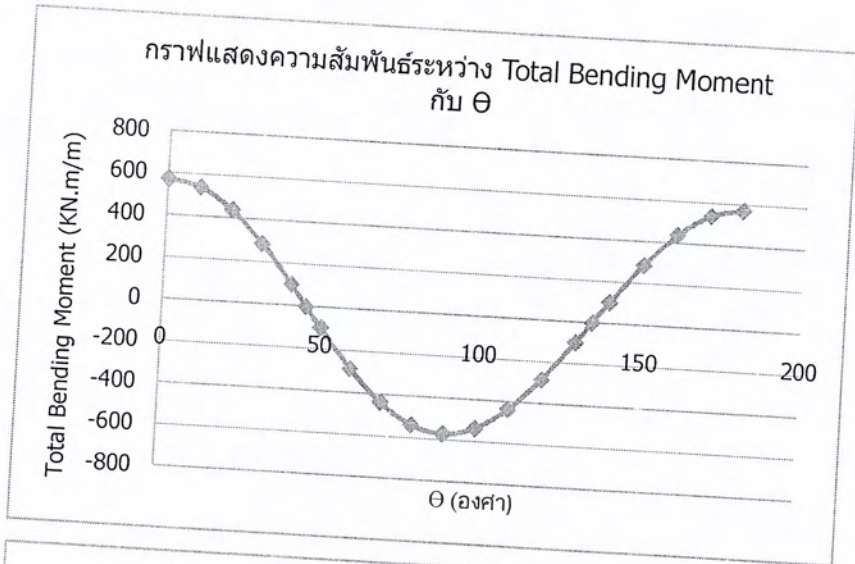
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



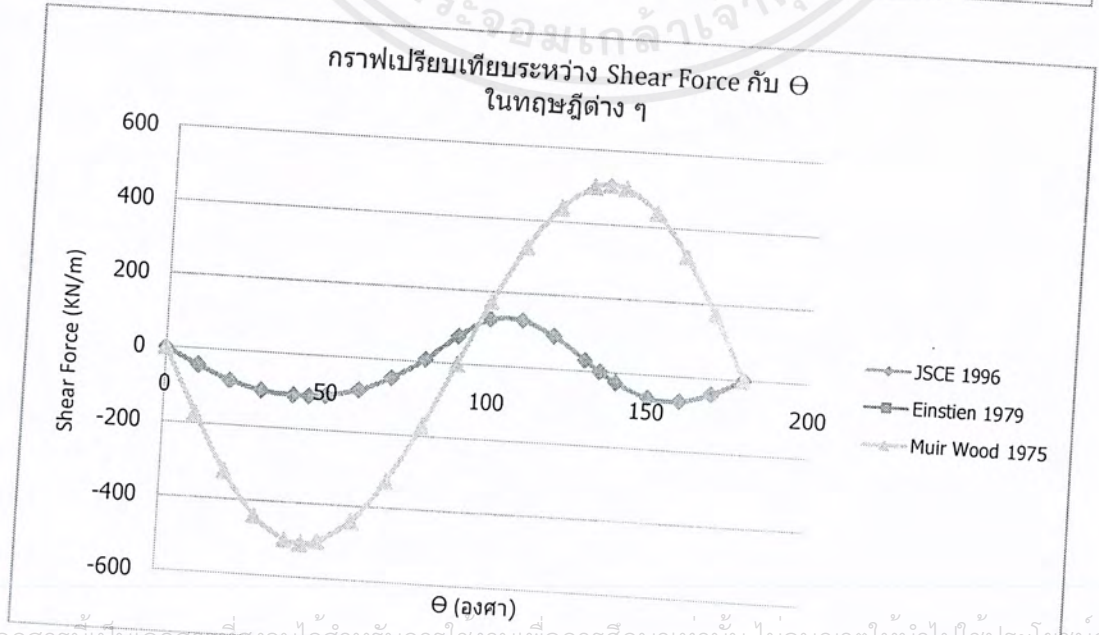
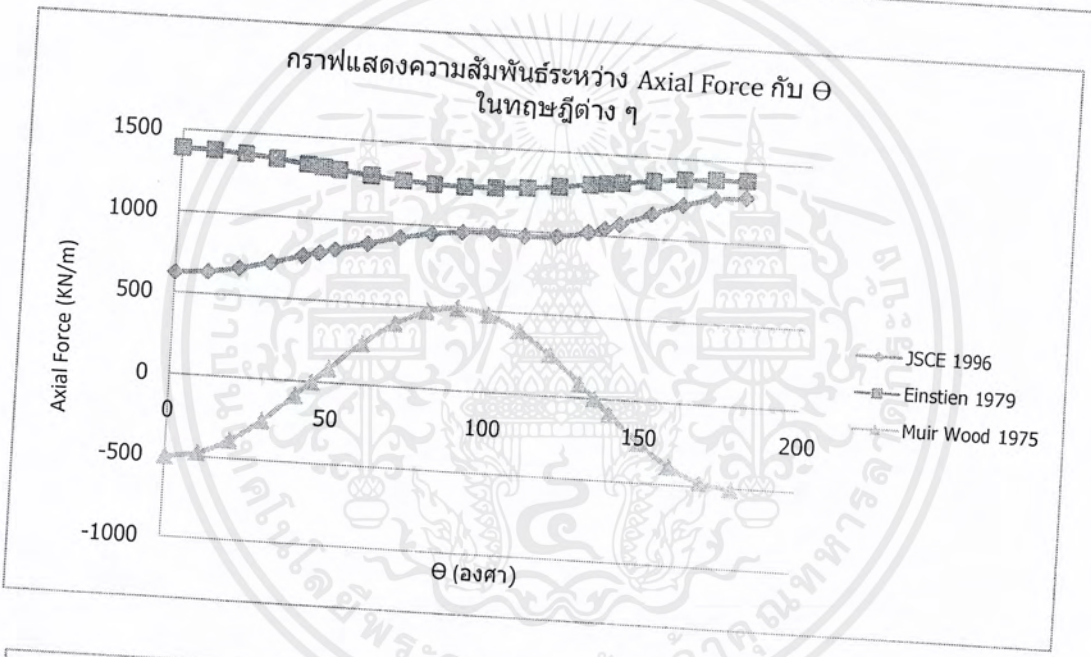
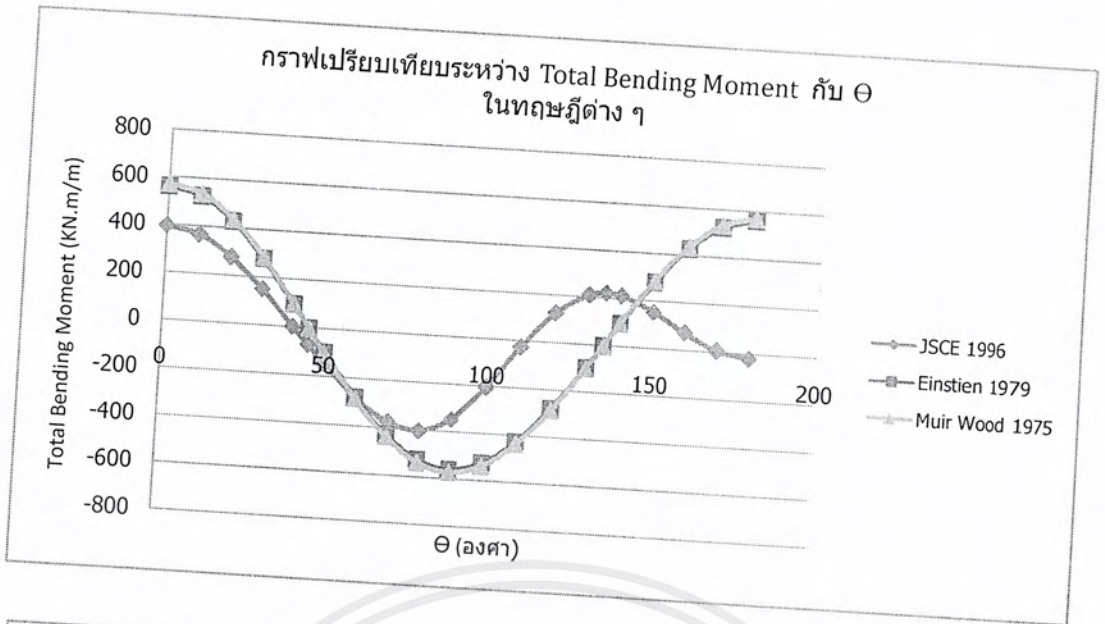
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด			
กิโลเมตรที่	7+000	ถึง	3483
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์			10+000 ผังตะวันออก
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงกึ่งกลางของอุโมงค์			15.75 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์			0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน			2 เมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์			6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต			
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต			400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต			30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต			26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ตำแหน่งอุโมงค์			
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน			12.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน ณ ตำแหน่งที่วางอุโมงค์			
Subgrade Reaction Factor			2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
อัตราส่วนปัวของเฉลี่ยของดิน			0.332
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์			
แรงดันดินในแนวตั้งตำแหน่ง Top Pv			-93.000 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันดินในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert Ph			-251.620 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Pv-Ph			158.620 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
ค่าเฉลี่ยของแรงดันดิน			-172.310 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ของ Muir Wood 1975			
Q2			2.664
ST			106.286
SN1			-381.976
SN2			13.666
SN			-27.952
Q			3096.847
ΔP			-0.056 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
NB			-0.459 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
รัศมีอุโมงค์จากจุดศูนย์กลางถึงขอบนอกของอุโมงค์			8.250 เมตร
Maximum Bending Moment	571.525		KN.m/m
Maximum Axial Force	508.1645		KN/m
Maximum Shear Force	507.706		KN/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



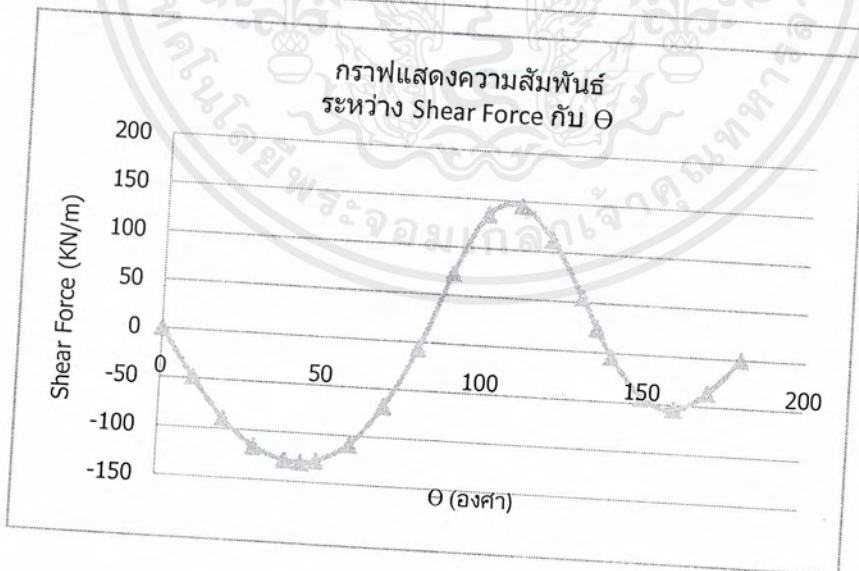
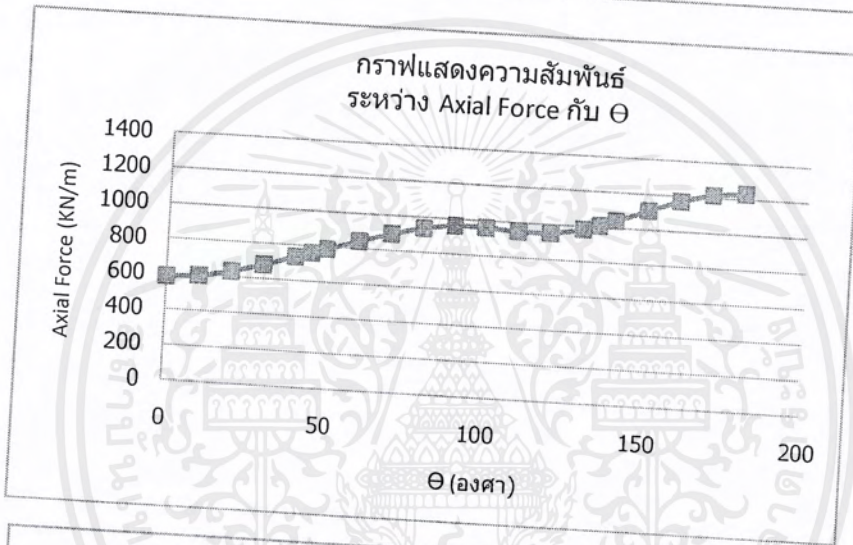
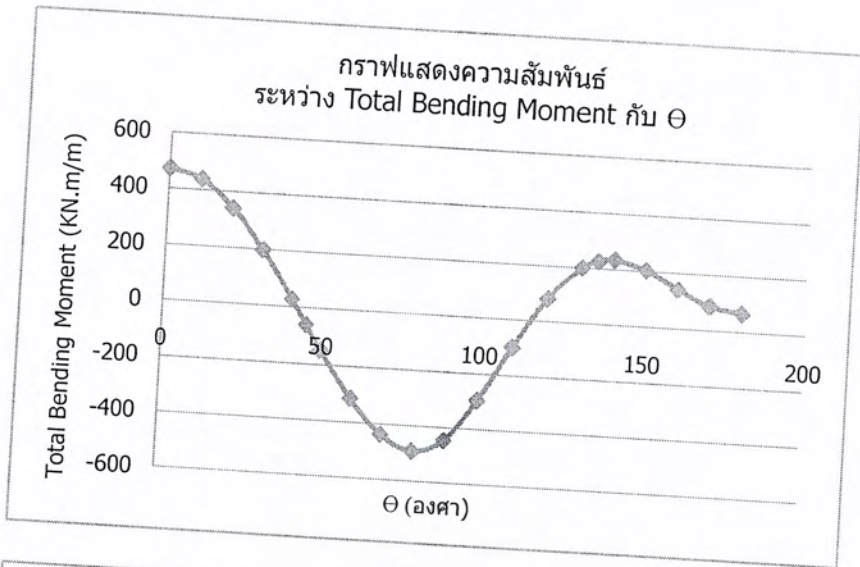
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด		3484
กิโลเมตรที่	10+000	ถึง
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์		12+000
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงกึ่งกลางของอุโมงค์		ฝั่งตะวันออก
ความหนาของผนังอุโมงค์		15.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน		0.75 เมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์		2 เมตร
คุณสมบัติของคอนกรีต		6 ชั้น
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต		400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต		30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต		26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ตำแหน่งอุโมงค์		
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน		12.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน ณ ตำแหน่งที่วางอุโมงค์		
Subgrade Reaction Factor		4 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์		
แรงดันในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Top		
แรงดันดิน Pe1		91.5 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ Pw1		0 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Bottom		
แรงดันดิน Pe2		201.518 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ Pw2		150 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Crown		
แรงดันดิน qe1		45.75 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ qw1		0 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert		
แรงดันดิน qe2		97.047 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ qw2		150 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
การเสียรูปทางด้านข้างจากแรงดันดินและน้ำ		-0.00219 เมตร
แรงต้านทานในแนวนอน		-87.6 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
น้ำหนักของอุโมงค์		964.862 กิโลนิวตัน/เมตร
แรงเนื่องจากน้ำหนักของตัวอุโมงค์		61.261 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Maximum Bending Moment		490.145 กิโลนิวตัน.เมตร/เมตร
Maximum Axial Force		1231.779 กิโลนิวตัน/เมตร
Maximum Shear Force		145.518 กิโลนิวตัน/เมตร

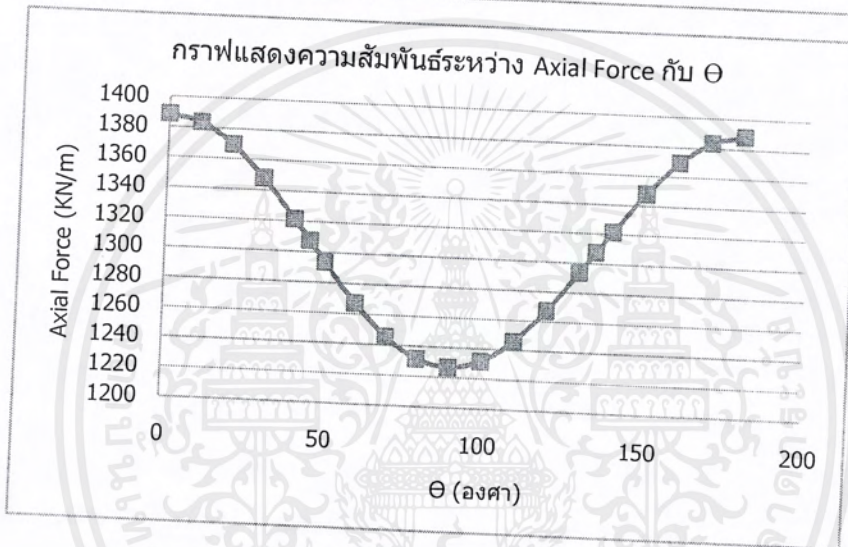
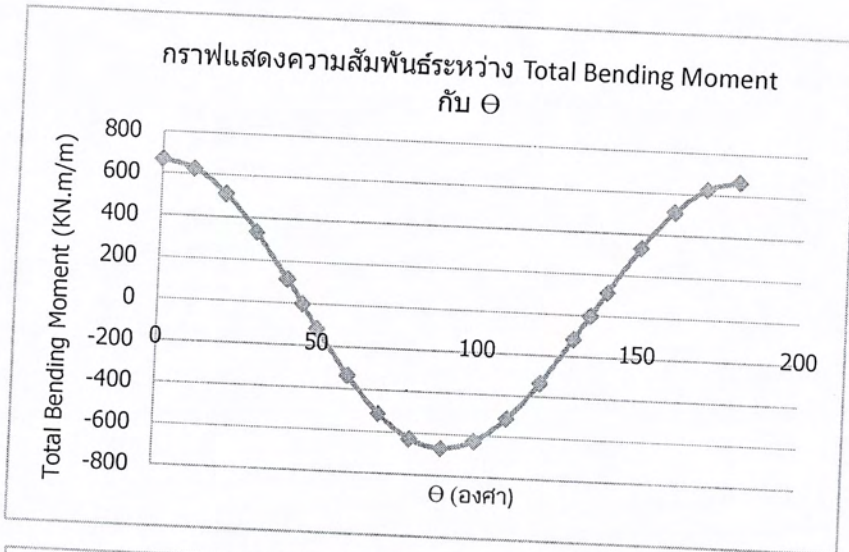
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด กิโลเมตรที่	10+000 ถึง	3484 12+000 ฝั่งตะวันออก
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์		
รัศมีจากจุดศูนย์กลางถึงขอบนอกของผนังอุโมงค์		8.25 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์		0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน		2 เมตร
พื้นที่หน้าตัดของผนังอุโมงค์		0.75 ตารางเมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์		6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต		
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต		400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต		30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต		26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
อัตราส่วนปัวซองของผนังอุโมงค์		0.25
ตำแหน่งอุโมงค์		
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน		12.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน		
หน่วยน้ำหนักเฉลี่ยของดิน		17.64 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของดินที่วางอุโมงค์		55000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
อัตราส่วนปัวซองเฉลี่ยของดิน		0.353
สัมประสิทธิ์แรงกระทำด้านข้างเฉลี่ยของดิน		0.458
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์		
Compressibility Ratio	C"	0.022
Flexibility Ratio	F"	31.356
	a0"	0.014
	a2"	0.418
แรงกระทำในแนวตั้ง		220.5 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Maximum Bending Moment		667.006 กิโลนิวตัน.เมตร/เมตร
Maximum Axial Force		1388.425 กิโลนิวตัน/เมตร

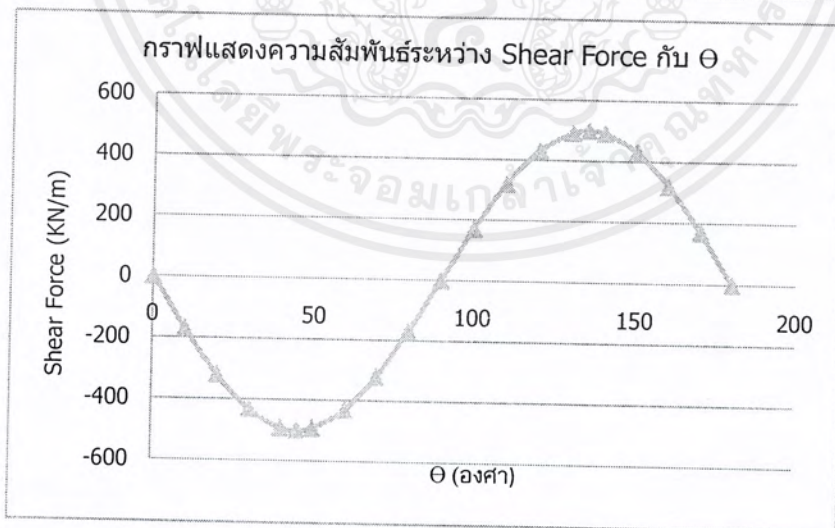
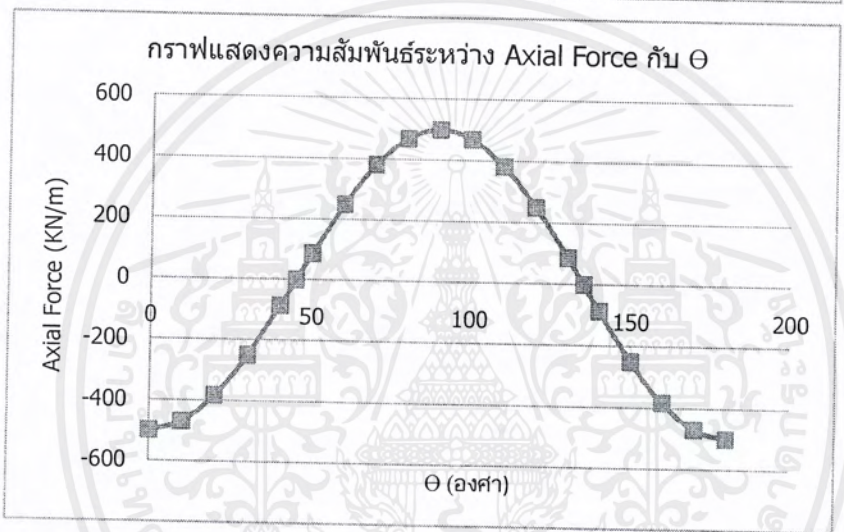
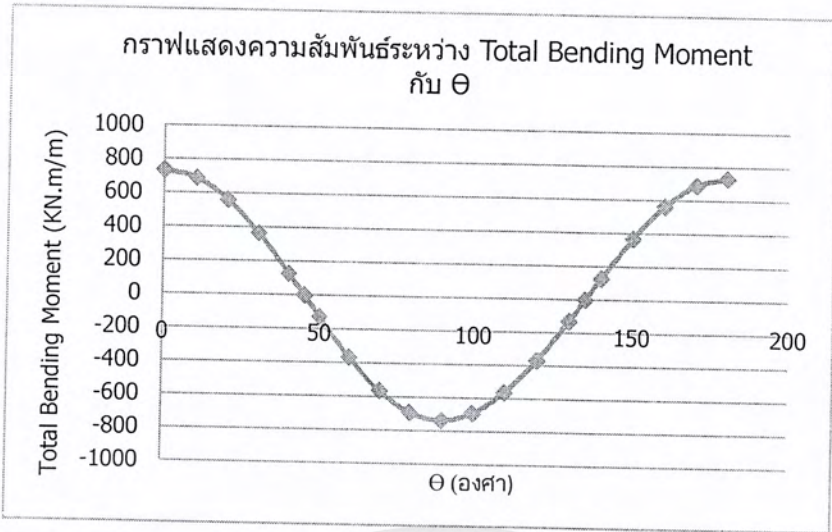
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



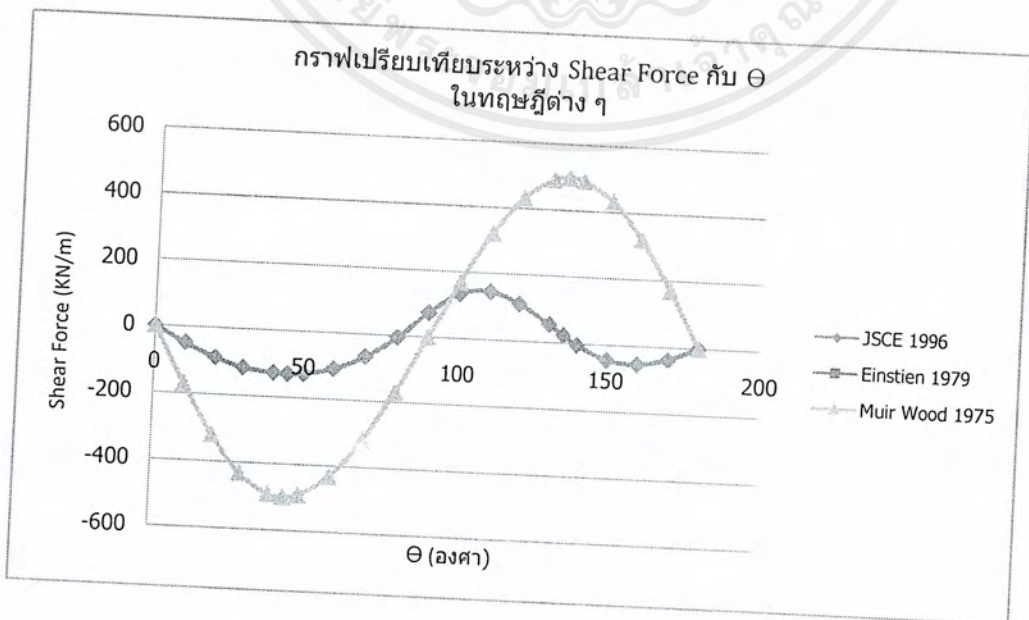
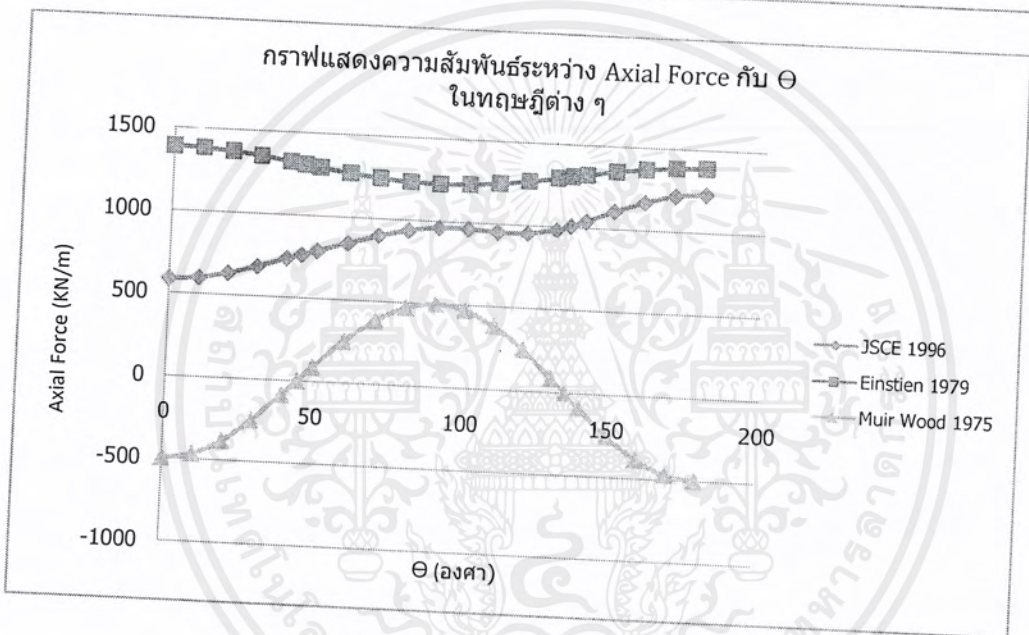
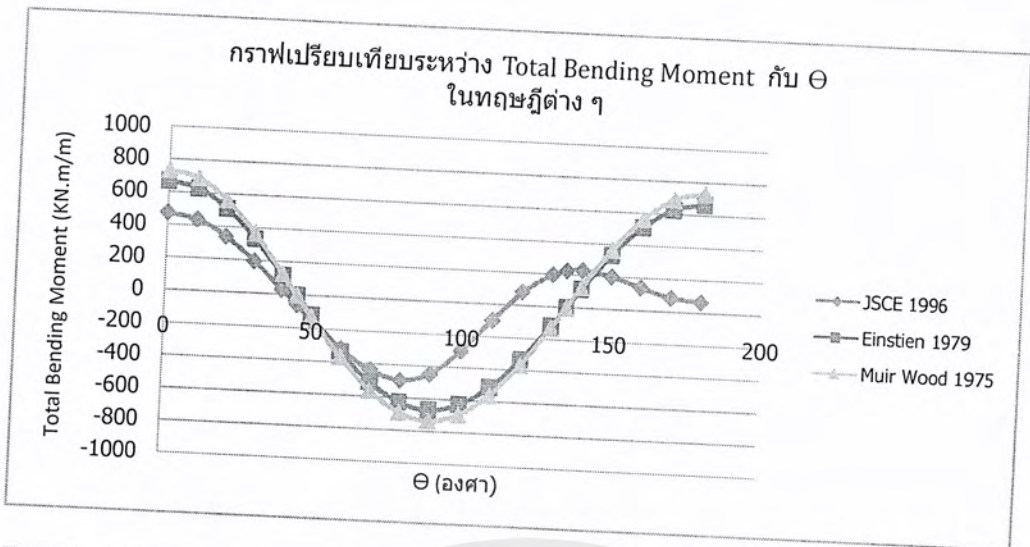
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด			
กิโลเมตรที่	10+000	ถึง	3484
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์			12+000 ผึ่งตะวันออก
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงกึ่งกลางของอุโมงค์			15.75 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์			0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน			2 เมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์			6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต			
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต			400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต			30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต			26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ตำแหน่งอุโมงค์			
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน			12.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน ณ ตำแหน่งที่วางอุโมงค์			
Subgrade Reaction Factor			4 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
อัตราส่วนปัวซองของเฉลี่ยของดิน			0.353
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์			
แรงดันดินในแนวตั้งตำแหน่ง Top Pv			-91.500 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันดินในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert Ph			-247.047 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Pv-Ph			155.547 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
ค่าเฉลี่ยของแรงดันดิน			-169.274 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ของ Muir Wood 1975			
Q2			1.803
ST			99.381
SN1			-174.958
SN2			10.095
SN			-17.331
Q			4434.590
ΔP			-0.038 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
NB			-0.315 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
รัศมีอุโมงค์จากจุดศูนย์กลางถึงขอบนอกของอุโมงค์			8.250 เมตร
Maximum Bending Moment	734.17		KN.m/m
Maximum Axial Force	499.2533		KN/m
Maximum Shear Force	498.939		KN/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



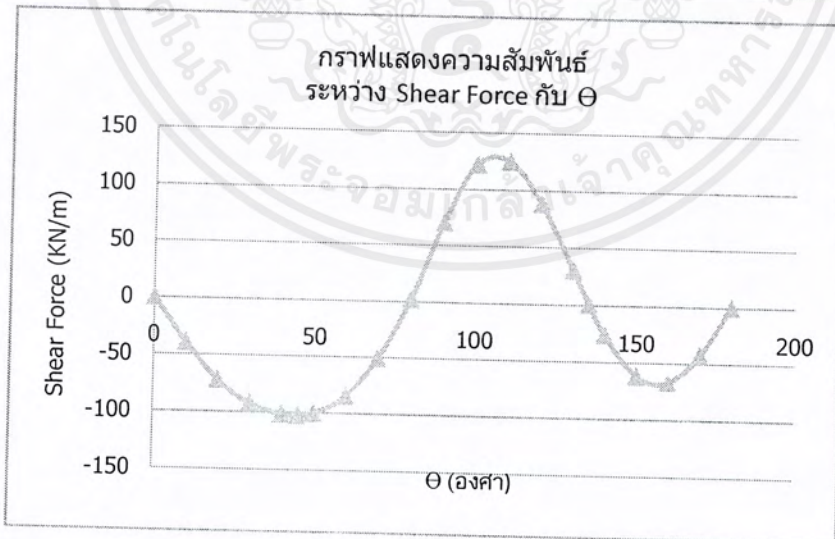
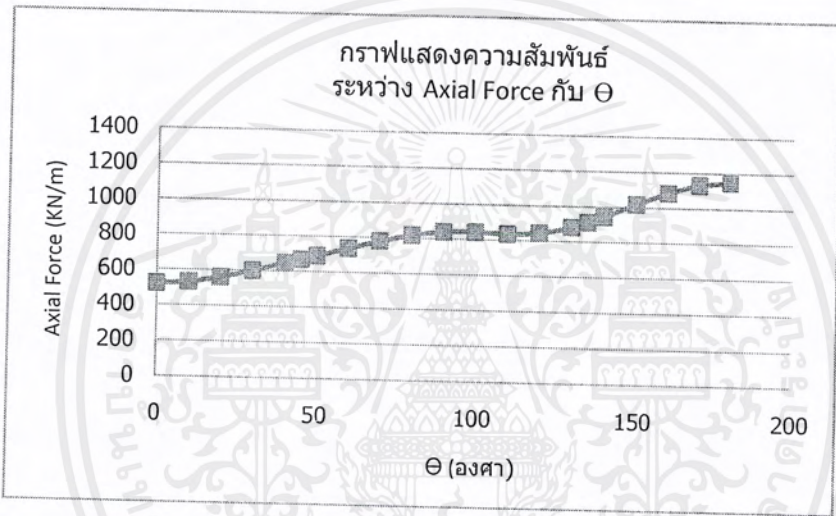
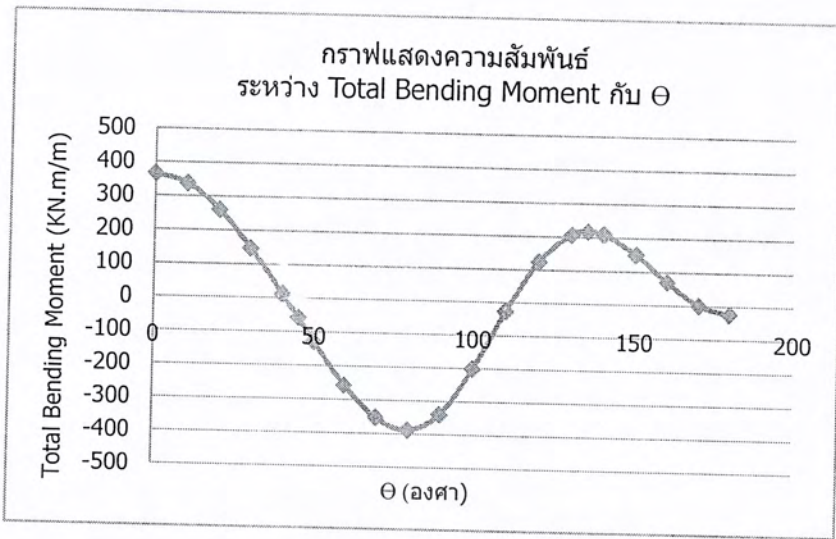
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

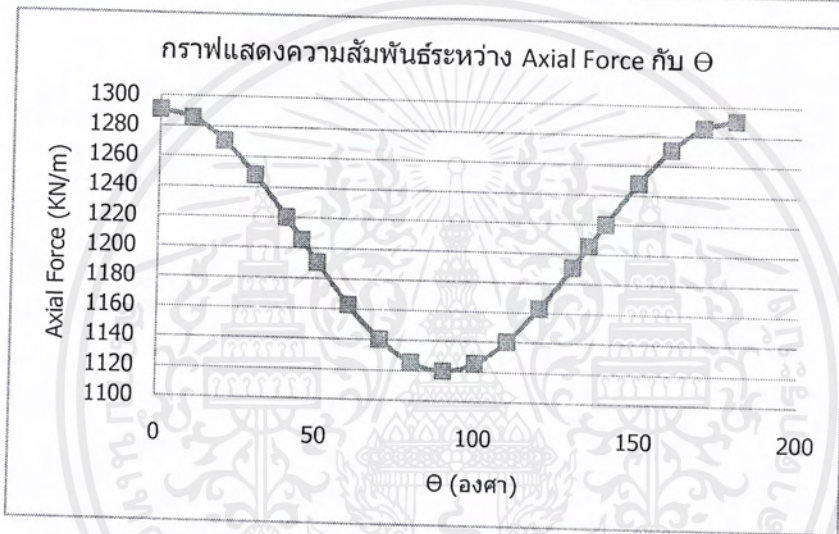
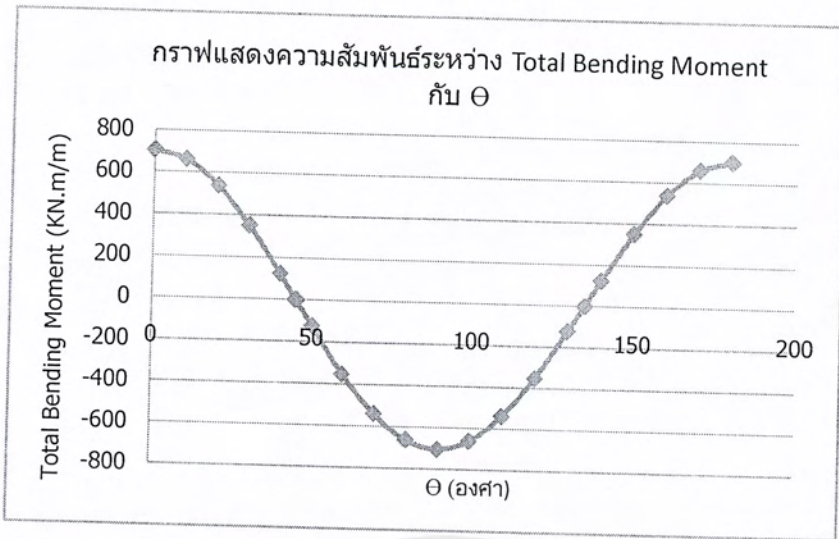
วิเคราะห์จากข้อมูลดินกริด		3484
กิโลเมตรที่	12+000 ถึง	15+000 ฝั่งตะวันออก
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์		
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงกึ่งกลางของอุโมงค์		15.75 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์		0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน		2 เมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์		6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต		
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต		400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต		30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต		26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ตำแหน่งอุโมงค์		
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน		11.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน ณ ตำแหน่งที่วางอุโมงค์		
Subgrade Reaction Factor		2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์		
แรงดันในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Top		
แรงดันดิน Pe1		76.14 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ Pw1		0 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวตั้งที่ตำแหน่ง Bottom		
แรงดันดิน Pe2		193.78 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ Pw2		140 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Crown		
แรงดันดิน qe1		38.07 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ qw1		0 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert		
แรงดันดิน qe2		93.177 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันน้ำ qw2		140 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
การเสียรูปทางด้านข้างจากแรงดันดินและน้ำ		-0.00419 เมตร
แรงต้านทานในแนวนอน		-83.8 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
น้ำหนักของอุโมงค์		964.862 กิโลนิวตัน/เมตร
แรงเนื่องจากน้ำหนักของตัวอุโมงค์		61.261 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Maximum Bending Moment		386.955 กิโลนิวตัน.เมตร/เมตร
Maximum Axial Force		1148.367 กิโลนิวตัน/เมตร
Maximum Shear Force		125.099 กิโลนิวตัน/เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

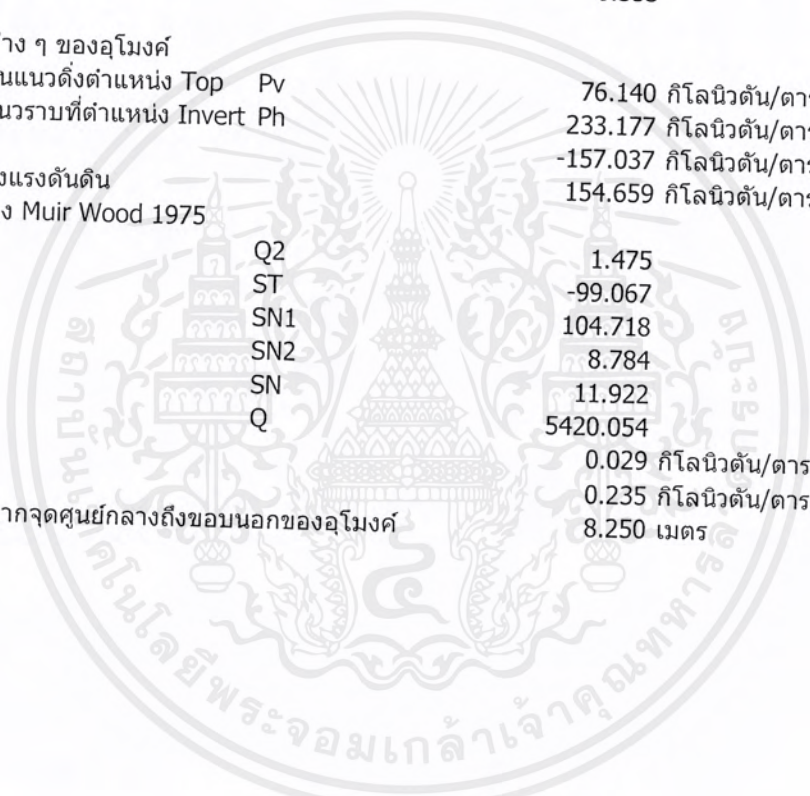
วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด			3484
กิโลเมตรที่	12+000	ถึง	15+000 ฝั่งตะวันออก
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์			
รัศมีจากจุดศูนย์กลางถึงขอบนอกของผนังอุโมงค์			8.25 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์			0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน			2 เมตร
พื้นที่หน้าตัดของผนังอุโมงค์			0.75 ตารางเมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์			6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต			
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต			400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต			30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต			26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
อัตราส่วนปัวซองของผนังอุโมงค์			0.25
ตำแหน่งอุโมงค์			
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน			11.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน			
หน่วยน้ำหนักเฉลี่ยของดิน			17.64 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของดินที่วางอุโมงค์			45000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
อัตราส่วนปัวซองเฉลี่ยของดิน			0.353
สัมประสิทธิ์แรงกระทำด้านข้างเฉลี่ยของดิน			0.458
หาแรงดิน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์			
Compressibility Ratio	C"		0.018
Flexibility Ratio	F"		25.655
	a0"		0.012
	a2"		0.406
แรงกระทำในแนวตั้ง			202.86 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Maximum Bending Moment			703.447 กิโลนิวตัน.เมตร/เมตร
Maximum Axial Force			1290.676 กิโลนิวตัน/เมตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

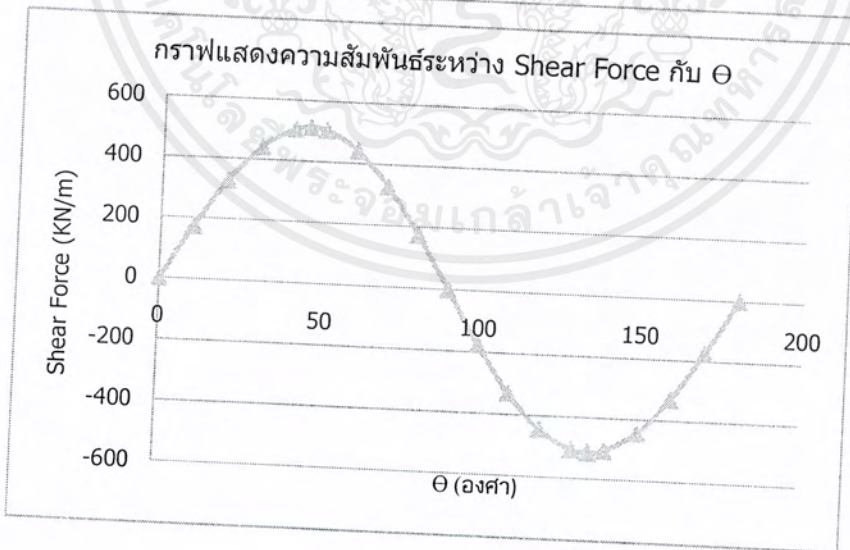
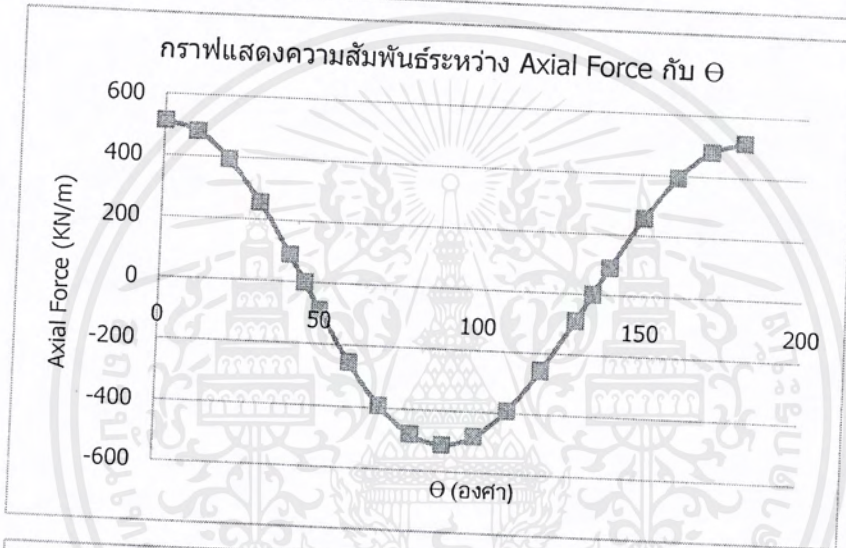
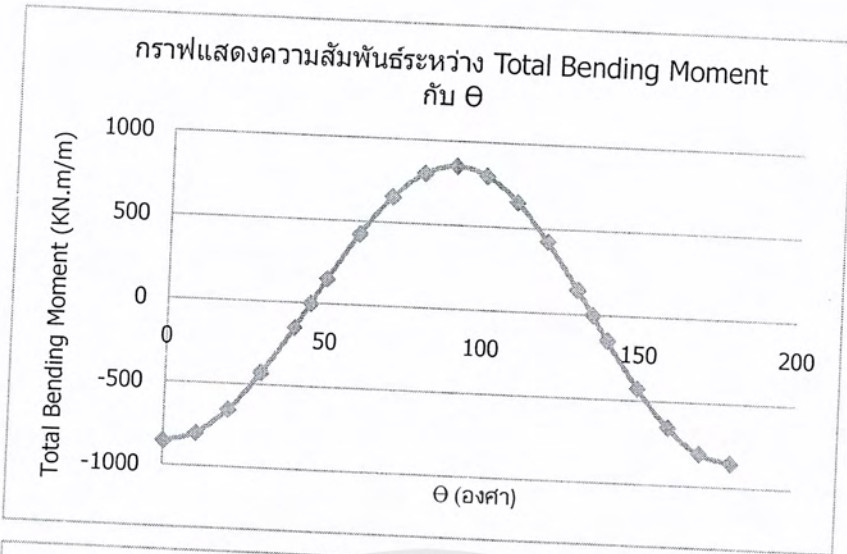
สรุปการวิเคราะห์จากทฤษฎี Muir Wood 1975

วิเคราะห์จากข้อมูลดินกรัด		3484
กิโลเมตรที่	12+000 ถึง	15+000 ฝั่งตะวันออก
กำหนดหน้าตัดของอุโมงค์		
เส้นผ่านศูนย์กลางถึงกึ่งกลางของอุโมงค์		15.75 เมตร
ความหนาของผนังอุโมงค์		0.75 เมตร
ความกว้างของแต่ละชั้นส่วน		2 เมตร
จำนวนชั้นส่วนของอุโมงค์		6 ชั้น
คุณสมบัติของคอนกรีต		
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต		400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต		30,000,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต		26 กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร
ตำแหน่งอุโมงค์		
ตำแหน่งของศูนย์กลางอุโมงค์จากระดับผิวดิน		11.5 เมตร
คุณสมบัติของดิน ณ ตำแหน่งที่วางอุโมงค์		
Subgrade Reaction Factor		2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
อัตราส่วนปัวซองของเฉลี่ยของดิน		0.353
หาแรงดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของอุโมงค์		
แรงดันดินในแนวตั้งตำแหน่ง Top Pv		76.140 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
แรงดันดินในแนวราบที่ตำแหน่ง Invert Ph		233.177 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
Pv-Ph		-157.037 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
ค่าเฉลี่ยของแรงดันดิน		154.659 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ของ Muir Wood 1975		
Q2		1.475
ST		-99.067
SN1		104.718
SN2		8.784
SN		11.922
Q		5420.054
ΔP		0.029 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
NB		0.235 กิโลนิวตัน/ตารางเมตร
รัศมีอุโมงค์จากจุดศูนย์กลางถึงขอบนอกของอุโมงค์		8.250 เมตร



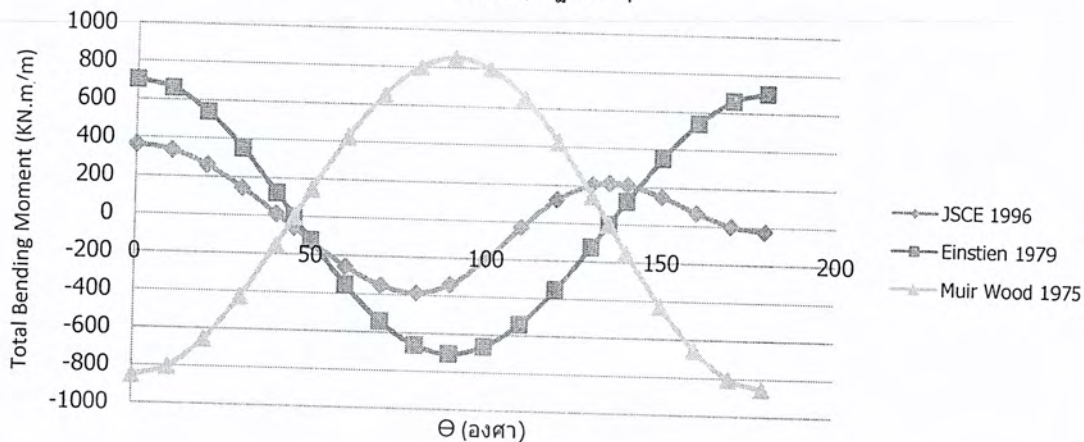
Maximum Bending Moment	853.315	KN.m/m
Maximum Axial Force	512.3177	KN/m
Maximum Shear Force	512.082	KN/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

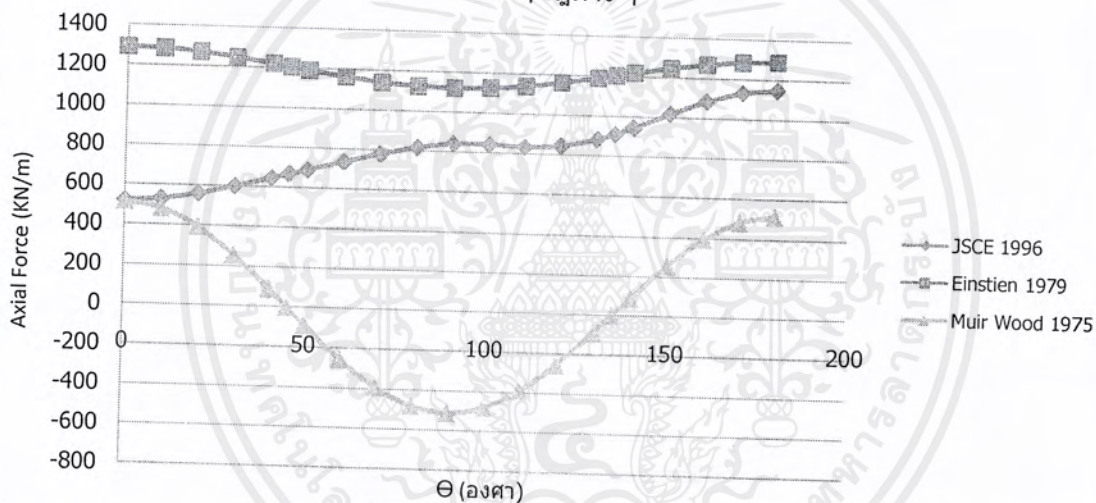


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

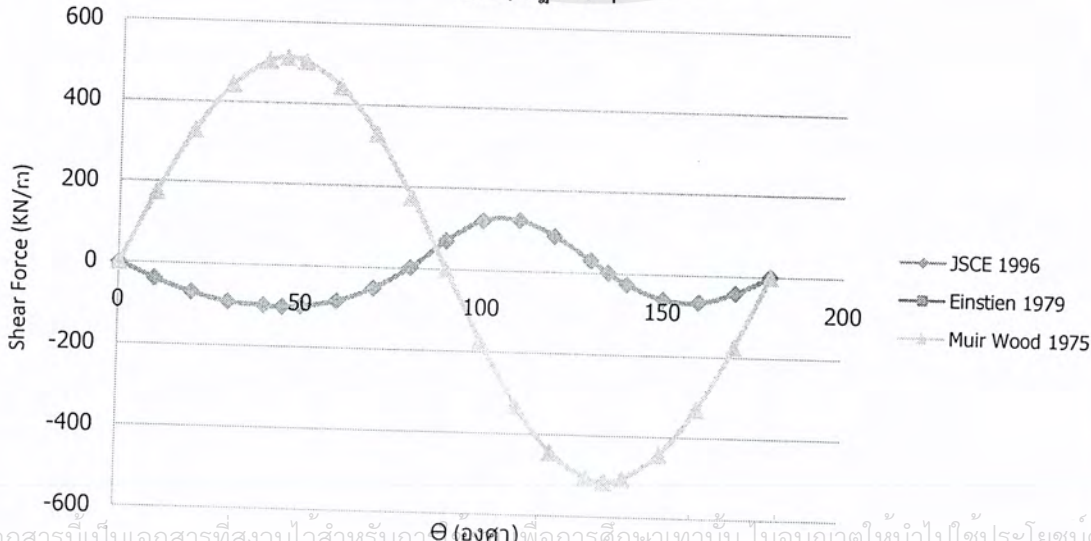
กราฟเปรียบเทียบระหว่าง Total Bending Moment กับ Θ
ในทฤษฎีต่าง ๆ



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Axial Force กับ Θ
ในทฤษฎีต่าง ๆ



กราฟเปรียบเทียบระหว่าง Shear Force กับ Θ
ในทฤษฎีต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้