

SOIL REPORT

รายงานผลการเจาะสำรวจชั้นดิน

โครงการก่อสร้างเขื่อน ค.ส.ล.

คลองพระยาราชมนตรี ช่วงคลองบางบอน
ถึงคลองหนองใหญ่ และช่วงคลองภาษีเจริญ

ถึงคลองบางเชือกหนัง

เขตบางแค กรุงเทพมหานคร

**STS ENGINEERING
CONSULTANTS CO., LTD.**

1. บทนำ

การเจาะสำรวจดินสำหรับโครงการก่อสร้างเขื่อน ค.ส.ล. คลองพระยาราชมนตรี ช่วงคลองบางบอน ถึงคลองหนองใหญ่ และช่วงคลองภาษีเจริญ ถึงคลองบางเชือกหนัง เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ได้เสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยทำการเจาะสำรวจจำนวน 4 หลุม คือ หลุม BH-1 ถึง BH-4 ความลึก 30 เมตรจากระดับผิวดินขณะสำรวจ พื้นที่โครงการและตำแหน่งหลุมเจาะสามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตำแหน่งเจาะสำรวจถูกกำหนดโดยผู้ว่าจ้างในสนาม ซึ่งแต่ละจุดเจาะนั้นมีระยะทางห่างกันประมาณ 1,600 – 1,900 เมตร ค่าพิกัดปากหลุมเจาะที่อ่านค่าได้จาก Handheld GPS และค่าระดับปากหลุมเจาะมีค่าดังนี้

หลุมเจาะ	พิกัดหลุมเจาะ		ระดับปากหลุมเจาะ, เมตร
	E	N	
BH-1	653971	1519615	-1.96 (กำหนดให้ BM-1 บนสะพาน = ± 0.00 เมตร)
BH-2	654117	1518001	-1.26 (กำหนดให้ BM-2 บนสะพาน = ± 0.00 เมตร)
BH-3	654244	1516393	-1.36 (กำหนดให้ BM-3 บนสะพาน = ± 0.00 เมตร)
BH-4	654429	1514500	+0.18 (กำหนดให้ถนนใกล้หลุมเจาะ = ± 0.00 เมตร)

วัตถุประสงค์ของรายงานฉบับนี้ เพื่อแสดงลักษณะชั้นดินที่พบในหลุมเจาะและผลทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ข้อเสนอแนะในการออกแบบฐานรากอย่างประหยัดและปลอดภัย

2. การเจาะสำรวจและทดสอบในสนาม

การเจาะสำรวจได้กระทำโดยใช้เครื่องเจาะชนิด Rotary ดิกระบบ Hydraulic เพื่อใช้กดกระบอกตัวอย่างแบบคงสภาพ (Undisturbed Sample) วิธีการเจาะในช่วง 1 – 2 เมตรแรก ใช้วิธีการเจาะโดยใช้ Power Auger และที่ระดับลึกลงไปใช้วิธีเจาะแบบ Wash Boring จนกระทั่งสิ้นสุดการเจาะสำรวจ ขณะทำการเจาะได้ใช้ปลอกเหล็ก (Casing) และน้ำผสม Bentonite ใส่เพื่อป้องกันหลุมพัง

การเก็บตัวอย่างดิน ได้เก็บตัวอย่างแบบคงสภาพ (Undisturbed Sample) โดยใช้กระบอกบางขนาด $\phi 2\frac{1}{2}'' \times 50$ ซม. เก็บตัวอย่างในชั้นดินเหนียวอ่อนถึงแข็งปานกลาง (Soft to Medium Stiff Clay) จากนั้นจึงเปลี่ยนเป็นเก็บตัวอย่างเปลี่ยนสภาพ (Disturbed Sample) ในชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff Clay) และชั้นทราย (Sandy Soil) โดยใช้กระบอกผ่าสี่มาตรฐานพร้อมกับการทดสอบ Standard Penetration Test (SPT)

ขณะทำการเก็บตัวอย่างด้วย วิธีการเก็บตัวอย่างทั้ง 2 แบบ เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D 1587 และ D 1586 ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้การเก็บตัวอย่างดินทุกๆ ระดับความลึก 1.5 เมตร จนกระทั่งสิ้นสุดการเจาะสำรวจ

การทดสอบ SPT กระทำโดยการตอกกระบอกผ่าซึ่งมาตรฐานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 34.9 มม. (1 3/8 นิ้ว) ภายนอก 50.8 มม. (2 นิ้ว) เพื่อเก็บตัวอย่าง การตอกใช้ตุ้มหนัก 63.5 กก. ชนิด Safety Hammer ยกสูง 76 ซม. นับจำนวนครั้งที่ตอกซึ่งทำให้กระบอกผ่าจมลงไปในดินได้ 45 ซม. ถือจำนวนครั้งที่ตอกในระยะ 30 ซม. หลังเป็นค่า SPT N - VALUE มีหน่วยเป็นครั้ง/30 ซม. ซึ่งค่านี้จะบอกความแน่นหรือกำลังของดินได้อย่างคร่าวๆ

นอกจากนั้นได้หาลำกำลังรับแรงเฉือนของดินเหนียวในสนามโดยใช้ Pocket Penetrometer ด้วย

3. การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างดินที่ได้จากสนาม จะถูกนำมาทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติของดินต่อไป การทดสอบประกอบด้วย

- 1) หาความชื้นในมวลดินตามธรรมชาติ (Natural moisture content)
- 2) หาความหนาแน่นเปียก (Wet density) ของตัวอย่างดินเหนียว
- 3) ทดสอบ Atterberg limits เฉพาะบางตัวอย่างดินเหนียว
- 4) ทดสอบ Sieve analysis เฉพาะบางตัวอย่างดินทราย
- 5) ทดสอบหาลำกำลังรับแรงเฉือนแบบอั้นเดรน (Undrained) โดยการทำให้ Unconfined Compression Test เฉพาะบางตัวอย่างดินเหนียว
- 6) ทดสอบ Consolidation Test (Method B) จำนวน 8 ตัวอย่าง

วิธีการทดสอบกระทำตามมาตรฐาน ASTM และผลที่ได้จากการทดสอบแสดงอยู่ในภาคผนวกของรายงานฉบับนี้

4. ลักษณะชั้นดิน

สรุปลักษณะชั้นดินจากการเจาะสำรวจ 4 หลุม ได้ดังต่อไปนี้

ความลึก, เมตร				ชนิดของดิน	ค่า SPT N Value, ครั้ง/ฟุต
BH-1	BH-2	BH-3	BH-4		
-	-	0 - 0.03	-	Concrete block	-

ความลึก, เมตร				ชนิดของดิน	ค่า SPT N Value, ครั้ง/ฟุต
BH-1	BH-2	BH-3	BH-4		
0 – 3.5	0 – 1.5	0.03 – 1.5	0 – 2.5	ทรายหวมถึงแน่นปานกลางและดินเหนียวปนซิลต์แข็งปานกลาง (ดินถม)	3 - 12
3.5 – 17.5	1.5 – 17.5	1.5 – 17.5	2.5 – 17.0	ดินเหนียวอ่อนมากถึงแข็งปานกลาง พบชั้นทรายปนดินเหนียวหวมแทรกที่ระดับ 14.5 – 16.0 เมตร ที่หลุม BH-3	($S_u = 0.6 - 4.5$ ตัน/ม ²)
17.5 – 22.0	17.5 – 22.0	17.5 – 25.0	17.0 – 20.5	ดินเหนียว-ดินเหนียวปนซิลต์แข็งถึงดานแข็งมาก พบชั้นดินเหนียวปนทรายแข็งแทรกที่ระดับ 20.5 – 22.0 เมตร ที่หลุม BH-2	9 – 35
22.0 – 26.5	22.0 – 30.45	25.0 – 28.0	20.5 – 26.5	ทรายแน่นปานกลางถึงแน่นมาก	15 – 58
26.5 – 30.45	-	28.0 – 30.45	26.5 – 30.45	ดินเหนียว-ดินเหนียวปนซิลต์แข็งถึงแข็งมาก พบชั้นทรายแน่นปานกลางถึงแน่น แทรกที่ระดับ 29.5 – 30.3, 29.5 – 30.45 เมตร ที่หลุม BH-3, BH-4 ตามลำดับ และพบชั้นดินเหนียวปนทรายแข็งมากแทรกที่ระดับ 28.0 – 29.5 เมตร ที่หลุม BH-4	8 - 29

สำหรับรายละเอียดของแต่ละชั้นดินสามารถพิจารณาได้จาก Log of Boring และ Summary of Test Result ภายในภาคผนวก

5. ระดับน้ำใต้ดิน

ระดับน้ำใต้ดินวัดในหลุมเจาะ 24 ชั่วโมง ภายหลังเสร็จสิ้นการเจาะมีค่าระหว่าง 0.6 – 1.2 เมตรต่ำกว่าระดับผิวดินปากหลุมเจาะ

อย่างไรก็ตาม ระดับน้ำใต้ดินจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละฤดูกาล

6. ข้อเสนอแนะ

แนะนำให้ใช้ฐานรากเสาเข็มคอนกรีตจะเหมาะสมกับโครงการฯ โดยพิจารณาให้ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลต์แข็งมากถึงดานแข็งมาก (Very Stiff to Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่นปานกลางถึงแน่น (Medium to Dense Sand) โดยที่ระดับความลึกปลายเสาเข็มและชนิดของเสาเข็มจะขึ้นอยู่กับกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มต่อต้านที่โครงการฯ และปัญหาในการก่อสร้างเสาเข็ม

กรณีเสาเข็มเจาะ (Bored Pile) : แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test และเนื่องจากพบชั้นดินเหนียวปนทรายและชั้นทรายประมาณที่ระดับความลึก 20.5 เมตร ทำให้คาดว่าน้ำใต้ดินจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านทางชั้นดินดังกล่าว และจะทำให้ผนังหลุมเจาะถล่มได้ ฉะนั้นการก่อสร้างเสาเข็มเจาะระบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าใกล้ชั้นดินข้างต้นจะต้องให้ความระมัดระวังผลกระทบดังกล่าวด้วย

กรณีเสาเข็มตอก (Driven Pile) : Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็ม ควรได้รับการยืนยันและมีค่าสูงกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลต์ดานแข็งมาก (Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) และแนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสั่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ

ตารางที่ 1 : แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

ตารางที่ 2 : แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

รูปที่ 3 ถึง 6 : แสดงหน่วยแรงเสียดทานผิวสะสมประลัยและหน่วยแรงต้านทานปลายเข็มประลัยพล็อตเทียบกับความลึกของเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

รูปที่ 7 ถึง 10 : แสดงหน่วยแรงเสียดทานผิวสะสมประลัยและหน่วยแรงต้านทานปลายเข็มประลัยพล็อตเทียบกับความลึกของเสาเข็มตอก (Driven Pile)

รายการทั่วไป

ในอาคารเดียวกันปลายฐานรากควรจะอยู่ในสภาพชั้นดิน และคุณสมบัติของการทรุดตัวเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการทรุดตัวของอาคาร อันสืบเนื่องจากลักษณะการทรุดตัวของชั้นดินที่รองรับฐานรากแตกต่างกัน

ความลึกเสาเข็มที่แน่นอน จะต้องตรวจสอบด้วยค่า Blow Count ในขณะที่ตอกเทียบกับต้นที่ใกล้จุดเจาะสำรวจดินและจุดการทดสอบเสาเข็ม

สำหรับฐานรากแผ่ ความลึกแน่นอนจะต้องตรวจสอบกับสภาพชั้นดินขณะทำการขุด เพื่อที่จะวางฐานรากบริเวณตำแหน่งเฉพาะนั้นอย่างละเอียด โดยวิศวกรที่มีประสบการณ์เท่านั้นและควรจะบดอัดดินเดิมก่อนที่จะมีการเทฐานรากบนชั้นดินนั้นเพื่อให้ความแน่นของชั้นดินที่รองรับฐานรากเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

ถ้ากำลังแบกทาน (Bearing Capacity) ของชั้นดินเพื่อรับฐานรากแผ่ไม่มากพอและจำเป็นต้องใช้ฐานรากขนาดใหญ่มากเพื่อรับน้ำหนักเสา ขนาดของฐานรากควรจะได้มีการทดสอบว่าจะใหญ่จนไปชิดกับฐานรากตัวถัดไปที่อยู่ข้างเคียงหรือไม่ โดยทั่วไปถ้าพื้นที่ของฐานารวมกันแล้วมากกว่าครึ่งของพื้นที่ที่จะก่อสร้างทั้งหมดแล้ว ฐานารวม (mat foundation) ควรจะออกแบบเพื่อใช้รับน้ำหนักของอาคารทั้งหมดแทนฐานรากเดี่ยว (isolate footing)

สภาพดินและคำแนะนำดังกล่าว ยึดถือจากข้อมูลที่ได้จากการเจาะสำรวจที่บริเวณสภาพดินระหว่างหลุมเจาะอาจมีความแตกต่างไป ฉะนั้น ควรมีวิศวกรผู้เชี่ยวชาญทางปฐพีกลศาสตร์ของดินคอยตรวจสอบประจำระหว่างที่ลงมือทำฐานราก เพื่อให้ผู้รับเหมาสามารถปฏิบัติให้เป็นไปตามคำแนะนำที่ให้ไว้ และหากข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับไม่ถูกต้องทางผู้ออกแบบหรือผู้ว่าจ้างควรจะแจ้งให้ทางบริษัท ทราบทันที เพื่อจะได้แก้ไขให้ถูกต้องตามความเหมาะสมต่อไป

รายงานฉบับนี้ทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับวิศวกร ผู้คำนวณงานฐานรากของอาคารและโครงสร้างเท่านั้น งานออกแบบระบบฐานรากยังคงเป็นดุลยพินิจของผู้ออกแบบหรือวิศวกรผู้รับผิดชอบตามจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ

ตารางที่ 1 แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-1	φ - 0.35	19	31	34	130	13	47	19
	φ - 0.50	19	31	49	130	26	75	30
	φ - 0.35	20	37	41	130	13	54	22
	φ - 0.50	20	37	58	130	26	84	34

- หมายเหตุ 1. ใช้ค่าที่วัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
3. แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test
4. เนื่องจากพบชั้นทรายที่ระดับ 22.0 - 26.5 เมตร ทำให้คาดว่าน้ำใต้ดินจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านทางชั้นดินดังกล่าว และจะทำให้ผนังหลุมเจาะถล่มได้
ฉะนั้น การก่อสร้างเสาเข็มเจาะระบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าใกล้ชั้นดินข้างต้นจะต้องให้ความสนใจระวังผลกระทบดังกล่าวด้วย

ตารางที่ 1 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-2	φ - 0.35	18	32	35	30	3	38	15
	φ - 0.50	18	32	50	30	6	56	22
	φ - 0.35	19	36	40	40	4	44	18
	φ - 0.50	19	36	57	40	8	65	26
	φ - 0.35	20	40	44	40	4	48	19
	φ - 0.50	20	40	63	40	8	71	28

หมายเหตุ 1. ใช้ค่าพิภักต์ความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบทของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)

2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะขะดำเนินการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน

3. แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test

4. เนื่องจากพบชั้นดินเหนียวปนทรายที่ระดับ 20.5 - 22.0 เมตร และชั้นทรายที่ระดับ 22.0 - 30.45 เมตร ทำให้คาดว่าจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านทางชั้นดินดังกล่าว และจะทำให้ผนังหลุมเจาะถล่มได้ ฉะนั้น การก่อสร้างเสาเข็มจะระบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าใกล้ชั้นดินข้างต้นจะต้องให้วามระมัดระวังผลกระทบดังกล่าวด้วย

ตารางที่ 1 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงดัน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงดันทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-3	φ - 0.35	18	29	32	40	4	36	14
	φ - 0.50	18	29	46	40	8	54	22
	φ - 0.35	19	34	37	80	8	45	18
	φ - 0.50	19	34	53	80	16	69	28
	φ - 0.35	20	41	45	80	8	53	21
	φ - 0.50	20	41	64	80	16	80	32

หมายเหตุ 1. ใช้ค่าพิกัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)

2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน

3. แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test

4. เนื่องจากพบชั้นทรายที่ระดับ 14.5 - 16.0 และ 25.0 - 30.3 เมตร ทำให้คาดว่าน้ำใต้ดินจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านทางชั้นดินดังกล่าว และจะทำให้ผนังหลุมเจาะถล่มได้
ฉะนั้น การก่อสร้างเสาเข็มเจาะระบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าใกล้ชั้นดินข้างต้นจะต้องให้ความสนใจระดับที่จะวางผลภาระทบดังกล่าวด้วย

ตารางที่ 1 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-4	φ - 0.35	18	24	26	50	5	31	12
	φ - 0.50	18	24	38	50	10	48	19
	φ - 0.35	19	29	32	80	8	40	16
	φ - 0.50	19	29	46	80	16	62	25

หมายเหตุ 1. ใช้ค่าพิกัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)

2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน

3. แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test

4. เนื่องจากพบชั้นทรายที่ระดับ 20.5 - 30.45 เมตร ทำให้คาดว่าน้ำใต้ดินจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านทางชั้นดินดังกล่าว และจะทำให้ผนังหลุมเจาะถล่มได้
ฉะนั้น การก่อสร้างเสาเข็มระบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าใกล้ชั้นดินข้างต้นจะต้องให้ความสนใจระดับผลกระทบดังกล่าวด้วย

ตารางที่ 2 แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-1	☐ - 0.30 x 0.30	19	35	42	150	14	56	22
	☐ - 0.35 x 0.35	19	35	49	150	18	67	27
	☐ - 0.40 x 0.40	19	35	56	150	24	80	32
	☐ - 0.30 x 0.30	20	42	50	150	14	64	26
	☐ - 0.35 x 0.35	20	42	59	150	18	77	31
	☐ - 0.40 x 0.40	20	42	67	150	24	91	36
	☐ - 0.30 x 0.30	21	50	60	160	14	74	30
	☐ - 0.35 x 0.35	21	50	70	160	20	90	36
	☐ - 0.40 x 0.40	21	50	80	160	26	106	42

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิภักัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มควรได้รับการยืนยันและมีค่าสูง กรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นทรายแน่น (Dense Sand)
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนส่งเสาเข็มทั้งโครงการ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หมวดเจาะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประสิทธิภาพของเสาเข็ม	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม
BH-1	I - 0.30 x 0.30	19	35	42	150	10	52	21
	I - 0.35 x 0.35	19	35	49	150	13	62	25
	I - 0.40 x 0.40	19	35	56	150	19	75	30
	I - 0.30 x 0.30	20	42	50	150	10	60	24
	I - 0.35 x 0.35	20	42	59	150	13	72	29
	I - 0.40 x 0.40	20	42	67	150	19	86	34
	I - 0.30 x 0.30	21	50	60	160	11	71	28
	I - 0.35 x 0.35	21	50	70	160	14	84	34
	I - 0.40 x 0.40	21	50	80	160	20	100	40

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิภักัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มควรได้รับการยืนยันและมีค่าสูง กรณีที่ปลายเสาเข็มฝังงมอยู่ในชั้นทรายแน่น (Dense Sand)
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนส่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หมายเลข	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-2	☐ - 0.30 x 0.30	19	43	52	40	4	56	22
	☐ - 0.35 x 0.35	19	43	60	40	5	65	26
	☐ - 0.40 x 0.40	19	43	69	40	6	75	30
	☐ - 0.30 x 0.30	20	48	58	40	4	62	25
	☐ - 0.35 x 0.35	20	48	67	40	5	72	29
	☐ - 0.40 x 0.40	20	48	77	40	6	83	33
	☐ - 0.30 x 0.30	21	52	62	40	4	66	26
	☐ - 0.35 x 0.35	21	52	73	40	5	78	31
	☐ - 0.40 x 0.40	21	52	83	40	6	89	36

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิถีความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะขึ้นอยู่กับวิธีการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มควรได้รับการยืนยันและมีค่าสูง กรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นทรายแน่น (Dense Sand)
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสั่งเสาเข็มทั้งโครงการ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-2	I - 0.30 x 0.30	19	43	52	40	3	55	22
	I - 0.35 x 0.35	19	43	60	40	4	64	26
	I - 0.40 x 0.40	19	43	69	40	5	74	30
	I - 0.30 x 0.30	20	48	58	40	3	61	24
	I - 0.35 x 0.35	20	48	67	40	4	71	28
	I - 0.40 x 0.40	20	48	77	40	5	82	33
	I - 0.30 x 0.30	21	52	62	40	3	65	26
	I - 0.35 x 0.35	21	52	73	40	4	77	31
	I - 0.40 x 0.40	21	52	83	40	5	88	35

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิถีพิถันความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มควรได้รับการยืนยันและมีค่าสูง กรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นทรายแน่น (Dense Sand)
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนส่งเสาเข็มทั้งโครงการ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

กลุ่มเสา	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-3	□ - 0.30 x 0.30	18	33	40	50	5	45	18
	□ - 0.35 x 0.35	18	33	46	50	6	52	21
	□ - 0.40 x 0.40	18	33	53	50	8	61	24
	□ - 0.30 x 0.30	19	39	47	90	8	55	22
	□ - 0.35 x 0.35	19	39	55	90	11	66	26
	□ - 0.40 x 0.40	19	39	62	90	14	76	30
	□ - 0.30 x 0.30	20	48	58	90	8	66	26
	□ - 0.35 x 0.35	20	48	67	90	11	78	31
	□ - 0.40 x 0.40	20	48	77	90	14	91	36

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิภักัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มควรได้รับการยืนยันและมีค่าสูง กรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลต์ด้านข้างมาก (Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand)
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนลั่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

กลุ่มเจาะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-3	I - 0.30 x 0.30	18	33	40	50	3	43	17
	I - 0.35 x 0.35	18	33	46	50	4	50	20
	I - 0.40 x 0.40	18	33	53	50	6	59	24
	I - 0.30 x 0.30	19	39	47	90	6	53	21
	I - 0.35 x 0.35	19	39	55	90	8	63	25
	I - 0.40 x 0.40	19	39	62	90	11	73	29
	I - 0.30 x 0.30	20	48	58	90	6	64	26
	I - 0.35 x 0.35	20	48	67	90	8	75	30
	I - 0.40 x 0.40	20	48	77	90	11	88	35

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิภักดีความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มควรได้รับการยืนยันและมีค่าสูง กรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวเปราะมาก (Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand)
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนส่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียตพานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-4	☐- 0.30 x 0.30	19	33	40	90	8	48	19
	☐- 0.35 x 0.35	19	33	46	90	11	57	23
	☐- 0.40 x 0.40	19	33	53	90	14	67	27
	☐- 0.30 x 0.30	20	40	48	110	10	58	23
	☐- 0.35 x 0.35	20	40	56	110	13	69	28
	☐- 0.40 x 0.40	20	40	64	110	18	82	33
	☐- 0.30 x 0.30	21	46	55	180	16	71	28
	☐- 0.35 x 0.35	21	46	64	180	22	86	34
	☐- 0.40 x 0.40	21	46	74	180	29	103	41

หมายเหตุ

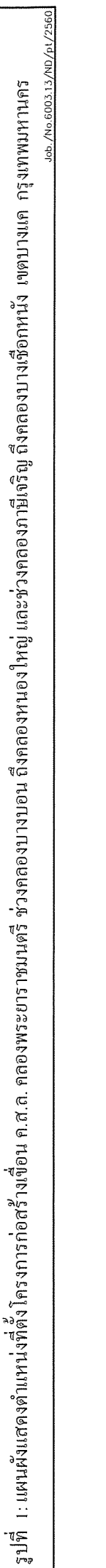
- ใช้ค่าพิถีพิถันความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มควรได้รับการยืนยันและมีค่าสูง กรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นทรายแน่น (Dense Sand)
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนส่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

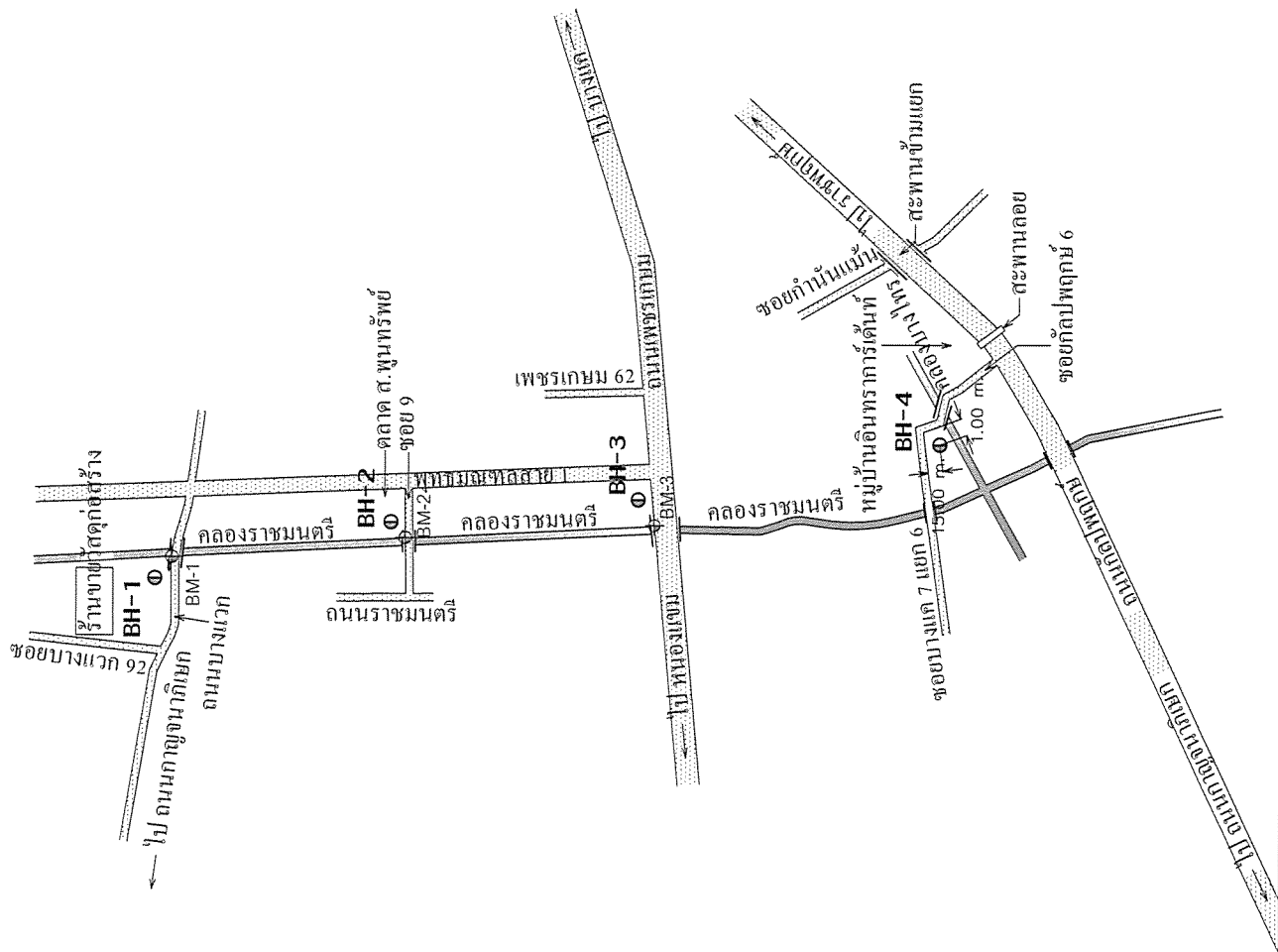
หมู่จะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-4	I - 0.30 x 0.30	19	33	40	90	6	46	18
	I - 0.35 x 0.35	19	33	46	90	8	54	22
	I - 0.40 x 0.40	19	33	53	90	11	64	26
	I - 0.30 x 0.30	20	40	48	110	7	55	22
	I - 0.35 x 0.35	20	40	56	110	10	66	26
	I - 0.40 x 0.40	20	40	64	110	14	78	31
	I - 0.30 x 0.30	21	46	55	180	12	67	27
	I - 0.35 x 0.35	21	46	64	180	16	80	32
	I - 0.40 x 0.40	21	46	74	180	22	96	38

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิภักัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มควรได้รับการยืนยันและมีค่าสูง กรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นทรายแน่น (Dense Sand)
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนลงเสาเข็มทั้งโครงการฯ



Job./No.6003.13/ND/pt/2560



กำหนดให้ BM-1, 2, 3 อยู่บนระนาบ $= \pm 0.00$ m. ของหลุม BH-1, 2, 3 ส่วนระดับบนมใกล้หลุมจะ $= \pm 0.00$ m. ของหลุม BH-4

หมายเลข	ค่าพิกัดจาก HANDHELD GPS		
	E	N	Elev. m.
BH-1	653971	1519615	-1.96
BH-2	654117	1518001	-1.26
BH-3	654244	1516393	-1.36
BH-4	654429	1514500	+0.18

ทำแพ่งหลุมเจาะที่แบ่งนกูก้าหนดโดยผู้จ้างในสนาม

รูปที่ 2. แผนผังแสดงตำแหน่งหลุมเจาะโครงการก่อสร้างเขื่อน ค.ส.ล. คลองพระยารามบุรี ช่วงคลองบางบอน ถึงคลองหนองใหญ่ และช่วงคลองภาษีเจริญ ถึงคลองบางซื่อหัก เขตบางแค กรุงเทพมหานคร

STS ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.
SUMMARY OF TEST RESULTS

PROJECT				ก่อสร้างเขื่อน ค.ส.ล. คลองพระยาธาราชนนตรี ช่วงคลองบางบอน ถึงคลองหนองใหญ่ และช่วงคลองภาษีเจริญ ถึงคลองบางเหี้ยอหอง				LOCATION เขตบางแค กรุงเทพมหานคร												
DATE		27/07/60		BORING No.		BH-4		JOB No.		60003.13		BY		NC		OBSERVED W.L.		-0.68 M.		
SAMPLE No.	DEPTH M.		WATER CONTENT %	ATTERBERG LIMIT %			WET UNIT WEIGHT t/m ³	SIEVE ANALYSIS % FINER					CLASSIFICATION	UNDRAINED SHEAR STRENGTH, t/m ²						STANDARD PENETRATION (N) (blow/ft)
	FROM	TO		LL.	PL.	PI.		No. 3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200		UNCONFINED SHEAR		FIELD VANE SHEAR		UU TEST	POCKET PENETRATION	
														Qu/2	Qu'/2	Qv	Qv'			
SS-01	1.50	1.95	70.1																4	
ST-02	3.00	3.50	113.5					1.42												
ST-03	4.50	5.00	112.9	113.0	40.1	72.9		1.43												
ST-04	6.00	6.50	109.9					1.45												
ST-05	7.50	8.00	92.0	98.7	38.2	60.5		1.51												
ST-06	9.00	9.50	82.6					1.58												
ST-07	10.50	11.00	62.9					1.65												
ST-08	12.00	12.50	67.7					1.62												
ST-09	13.50	14.00	67.8	64.5	26.8	37.7		1.62										1.3		
ST-10	15.00	15.50	56.5					1.70										2.5		
ST-11	16.50	17.00	40.2					1.79										2.0		
SS-12	18.00	18.45	24.0					2.08										10.0	16	
SS-13	19.50	19.95	19.0	39.0	17.1	21.9		2.18										22.5+	23	
SS-14	21.00	21.45	20.7									100	42						26	
SS-15	22.50	22.95	25.5									100	19						31	
SS-16	24.00	24.45	23.1					(E) 2.14	(B) 100	65	57	43	38	SM/GC					21	
SS-17	25.50	25.95	13.2	36.8	18.8	18.0				75	65	59	48	GC				22.5+	48	
SS-18	27.00	27.45	25.0	47.3	19.9	27.4				100	99	98	89	CL				7.5	17	
SS-19	28.50	28.95	27.1								100	99	53	CL					24	
SS-20	30.00	30.45	22.9									100	24	SM					43	

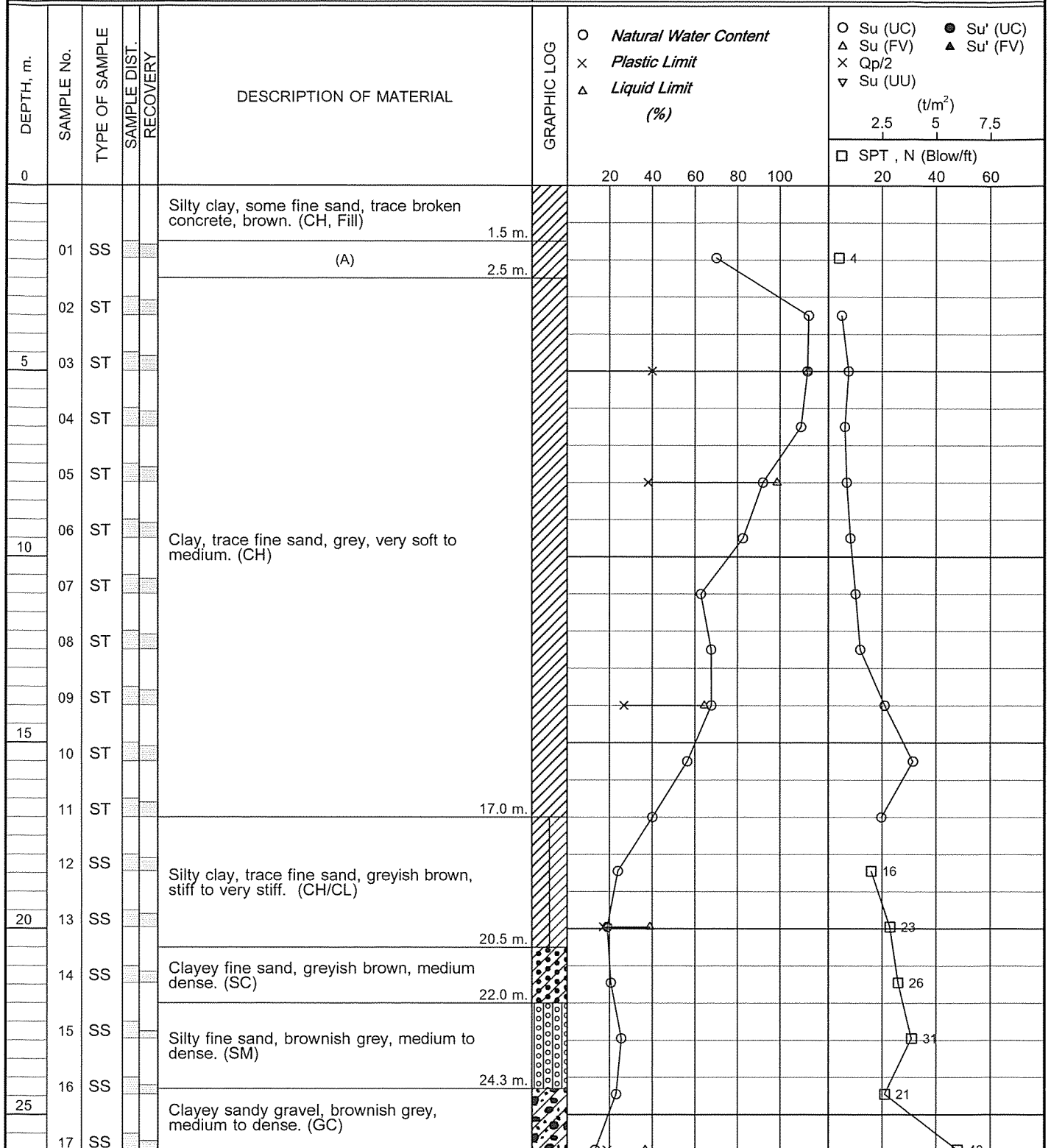
หมายเหตุ : ① ตัวอย่างดินด้านบน, ② ตัวอย่างดินด้านล่าง

LOG OF BORING No. BH-4

PROJECT : ก่อสร้างเขื่อน ค.ส.ล. คลองพระยาราชมนตรี ช่วงคลองบางบอน

LOCATION : เขตบางแค กรุงเทพมหานคร

ถึงคลองหนองใหญ่ และช่วงคลองภาษีเจริญ ถึงคลองบางเชือกหนัง



BORING STARTED : 27/07/60

RIG. ROTARY

WL. -0.68 M. **24 Hrs. After Boring**

BORING FINISHED : 28/07/60

FOREMAN : RC.

JOB No. : 60003.13

LOG OF BORING No. BH-4

PROJECT : ก่อสร้างเขื่อน ค.ส.ล. คลองพระยาธาราชนนตรี ช่วงคลองบางบอน

LOCATION : เขตบางแค กรุงเทพมหานคร

ถึงคลองหนองใหญ่ และช่วงคลองภาษีเจริญ ถึงคลองบางเขื่อนกั้น

DEPTH, m.	SAMPLE No.	TYPE OF SAMPLE	SAMPLE DIST. RECOVERY	DESCRIPTION OF MATERIAL	GRAPHIC LOG	○ Natural Water Content × Plastic Limit △ Liquid Limit (%) ○ Su (UC) ● Su' (UC) △ Su (FV) ▲ Su' (FV) × Qp/2 ▽ Su (UU) (t/m²) 2.5 5 7.5 □ SPT, N (Blow/ft) 20 40 60
25						
	17	SS		Clayey sandy gravel, brownish grey, medium to dense. (GC) 26.5 m.		○ 20 × 30 △ 40 □ 48
	18	SS		Silty clay, trace to some sand, li-greyish brown, very stiff. (CL) 28.0 m.		× 30 ○ 35 △ 40 □ 17
	19	SS		Fine sandy clay, brown, very stiff. (CL) 29.5 m.		○ 35 □ 24
30	20	SS		Silty fine sand, brownish grey, dense. (SM) 30.45 m.		○ 35 □ 43
				↑ END OF BORING (A) Silty clay, trace fine sand, trace broken concrete, brown, medium. (CH, Fill)		
35						



BORING STARTED : 27/07/60

RIG. ROTARY

WL. -0.68 M. 24 Hrs. After Boring

BORING FINISHED : 28/07/60

FOREMAN : RC.

JOB No. : 60003.13