

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 ซึ่งจะทำการเก็บตัวอย่างดินทุกๆ 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) โดยที่ระดับความลึกปลายเสาเข็มและชนิดของเสาเข็มจะขึ้นอยู่กับกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มต่อต้านที่โครงการ 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) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสั่งเสาเข็มทั้งโครงการ

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**
- ใช้ค่าพิสัยความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
 - ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
 - แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test
 - 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. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะขะดำเนินการกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 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 การก่อสร้างเสาเข็มเจาะระบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าใกล้ชั้นดินข้างต้นจะต้องให้ความสนใจระดับที่จะวังผลกระทบบดังกล่าวด้วย

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. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะดำเนินการเจาะสำรวจ, 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)
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มร่อง (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)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มควรได้รับการยืนยันและมีค่าสูง กรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นทรายแน่น (Dense Sand)
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสั่งเสาเข็มทั้งโครงการ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หมวดหมู่	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 กรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลต์ด้านแข็งมาก (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 เสียดทานผิว 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

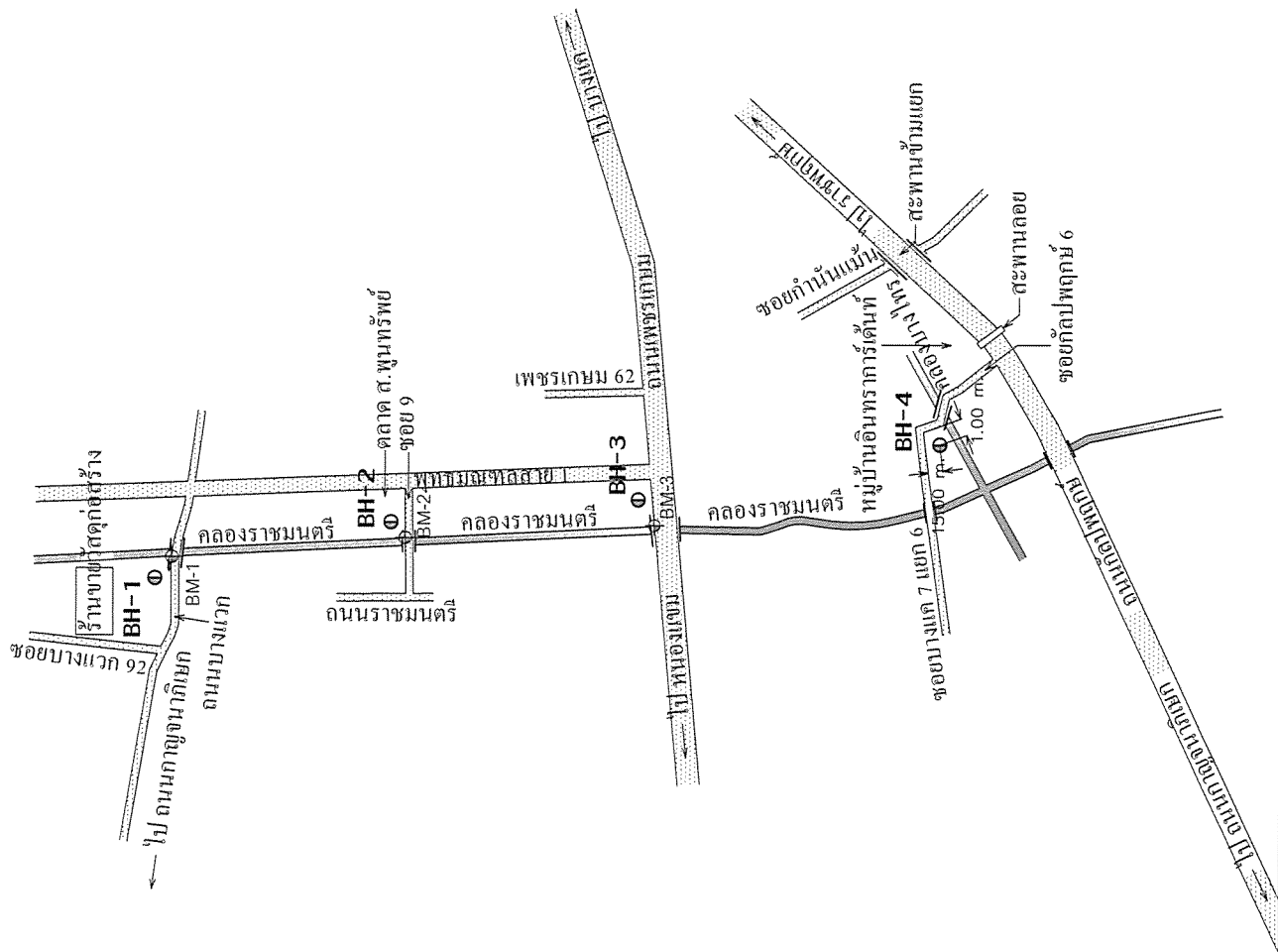
- ใช้ค่าพิถีพิถันความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มควรได้รับการยืนยันและมีค่าสูง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

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

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-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



กำหนดให้ BM-1, 2, 3 อยู่บนระนาบ = ± 0.00 ม. ของหลุม BH-1, 2, 3 ส่วนระดับบนมใกล้หลุมจะ = ± 0.00 ม. 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

ทำแพ่งหลุมเจาะที่แบ่งถูกกำหนดโดยผู้จ้างในสนาม

รูปที่ 2. แผนผังแสดงตำแหน่งหลุมเจาะโครงการก่อสร้างเขื่อน ค.ศ.ล. คลองพระยารามบุรี ช่วงคลองบางบอน ถึงคลองหนອງใหญ่ และช่วงคลองกายเจริญ ถึงคลองบางซือกหนึ่ง เขตบางแค กรุงเทพมหานคร

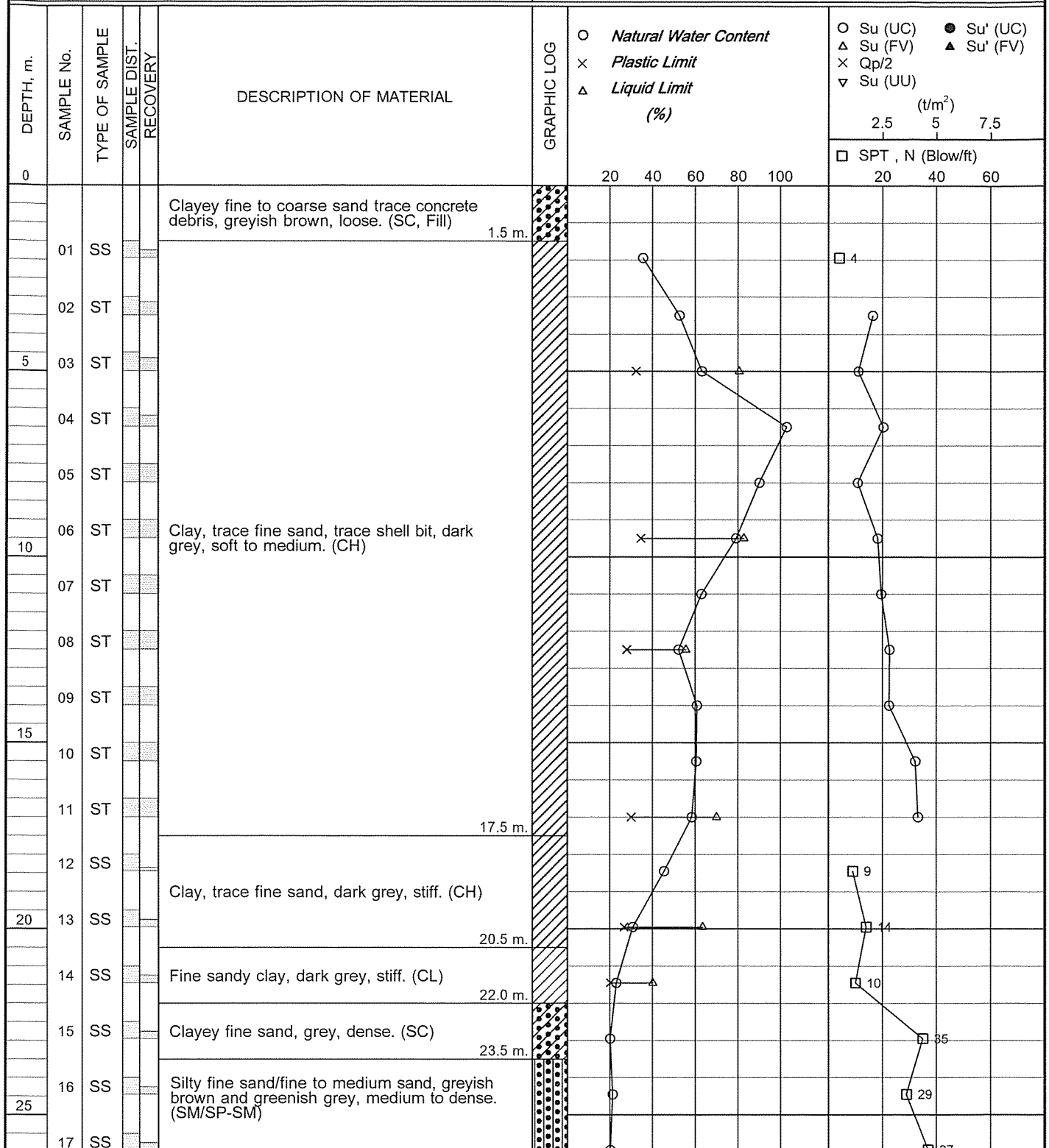
STS ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.																			
SUMMARY OF TEST RESULTS																			
PROJECT				LOCATION เขตบางแค กรุงเทพมหานคร กรุงเทพมหานคร															
DATE 23/07/60				BORING No. BH-2				JOB No. 60003.13				BY NC		OBSERVED W.L. -0.93 M.					
SAMPLE No.	DEPTH M.		WATER CONTENT %	ATTERBERG LIMIT %			WET UNIT WEIGHT $\frac{lb}{ft^3}$	SIEVE ANALYSIS % FINER					CLASSIFICATION	UNDRAINED SHEAR STRENGTH, t/m ²					STANDARD PENETRATION (N) (blow/ft)
	FROM	TO		LL.	PL.	PI.		% FINER						UNCONFINED SHEAR QU/2	FIELD VANE SHEAR		UU TEST Su	POCKET PENETRATION 1/2 Qp	
								No. 3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200			Qv	Qv'			
SS-01	1.50	1.95	35.6										SC						4
ST-02	3.00	3.50	52.7				1.69						CH	2.06				1.3	
ST-03	4.50	5.00	63.2	80.7	32.4	48.3	1.62						CH	1.39				5.0	
ST-04	6.00	6.50	103.0				1.48						CH	2.55				1.0	
ST-05	7.50	8.00	90.2				1.49						CH	1.36					
ST-06	9.00	9.50	79.2	82.9	34.6	48.3	1.54						CH	2.28					
ST-07	10.50	11.00	63.0				1.65						CH	2.45					
ST-08	12.00	12.50	52.3	55.7	28.1	27.6	1.71						CH	2.84				1.3	
ST-09	13.50	14.00	60.9				1.63						CH	2.82				1.0	
ST-10	15.00	15.50	60.6				1.66						CH	4.04				1.5	
ST-11	16.50	17.00	58.5	70.1	30.1	40.0	1.66						CH	4.16				1.5	
SS-12	18.00	18.45	45.5										CH					1.5	9
SS-13	19.50	19.95	30.9	63.5	26.8	36.7	1.91						CH					8.8	14
SS-14	21.00	21.45	23.1	40.2	20.3	19.9						100	63	CL					10
SS-15	22.50	22.95	20.2									100	28	SC					35
SS-16	24.00	24.45	21.4									100	16	SM					29
SS-17	25.50	25.95	20.3											SM					37
SS-18	27.00	27.45	17.5									100	99	92	41	9	SP-SM		15
SS-19	28.50	28.95	16.9										100	97	78	16	SM		51
SS-20	30.00	30.45	13.3									100	99	86	42	8	SP-SM		58

LOG OF BORING No. BH-2

PROJECT : ก่อสร้างเขื่อน ค.ส.ล. คลองพระยาราชมนตรี ช่วงคลองบางบอน

LOCATION : เขตบางแค กรุงเทพมหานคร

ถึงคลองหนองใหญ่ และช่วงคลองภาษีเจริญ ถึงคลองบางเชือกหนัง



BORING STARTED : 23/07/60

RIG. ROTARY

WL. -0.93 M.

24 Hrs. After Boring

BORING FINISHED : 24/07/60

FOREMAN : PN.

JOB No. : 60003.13

LOG OF BORING No. BH-2

PROJECT : ก่อสร้างเขื่อน ค.ส.ล. คลองพระยาราชมนตรี ช่วงคลองบางบอน

LOCATION : เขตบางแค กรุงเทพมหานคร

ถึงคลองหนองใหญ่ และช่วงคลองภาษีเจริญ ถึงคลองบางเขื่อนหนึ่ง

DEPTH, m.	SAMPLE No.	TYPE OF SAMPLE	SAMPLE DIST. RECOVERY	DESCRIPTION OF MATERIAL	GRAPHIC LOG	○ <i>Natural Water Content</i> × <i>Plastic Limit</i> △ <i>Liquid Limit (%)</i> ○ 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		Silty fine sand/fine to medium sand, greyish brown and greenish grey, medium to dense. (SM/SP-SM)		
	18	SS				
				28.0 m.		
	19	SS		Silty fine to medium sand/fine to medium sand, li-greenish grey, very dense. (SM/SP-SM)		
30						
	20	SS		30.45 m.		
				END OF BORING		
35						



BORING STARTED : 23/07/60

RIG. ROTARY

WL. -0.93 M.

24 Hrs.
After Boring

BORING FINISHED : 24/07/60

FOREMAN : PN.

JOB No. : 60003.13