

SOIL REPORT

รายงานผลการเจาะสำรวจชั้นดิน
โครงการปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้
คลองภาษีเจริญ ถึงคลองดาวคะนอง (ก่อสร้าง
สถานีสูบน้ำและเขื่อน ค.ส.ล. คลองรางโพธิ์)
เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

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

1. บทนำ

การเจาะสำรวจดินสำหรับโครงการปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ ถึงคลองดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเขื่อน ค.ส.ล. คลองรางโพธิ์) เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ได้เสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยทำการเจาะสำรวจจำนวน 3 หลุม คือ หลุม BH-1 ถึง BH-3 ความลึก 30 เมตรจากระดับผิวดินขณะสำรวจ พื้นที่โครงการและตำแหน่งหลุมเจาะสามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตำแหน่งเจาะสำรวจมีทั้งพื้นที่ดินเดิมและดินถม หลุมเจาะแต่ละหลุมห่างกันประมาณ 800 – 1,000 เมตร ซึ่งจุดสำรวจนั้นถูกกำหนดโดยผู้ว่าจ้างในสนาม โดยมีค่าพิกัดปากหลุมเจาะที่อ่านค่าได้จาก Handheld GPS และค่าระดับปากหลุมเจาะ (กำหนดให้พื้นถนนบริเวณใกล้หลุมเจาะนั้นๆ ± 0.00 เมตร) มีค่าดังนี้

หลุมเจาะ	พิกัดหลุมเจาะ		ระดับปากหลุมเจาะ, เมตร
	E	N	
BH-1	656802	1507493	-0.02
BH-2	657618	1507500	-0.03
BH-3	658557	1507416	-0.03

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) โดยใช้กระบอกผ่าซีกมาตรฐานพร้อมกับทำการทดสอบ Standard Penetration Test (SPT)

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

การทดสอบ SPT กระทำโดยการตอกกระบอกผ่าซี่กมาตรฐานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 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) หาค่าความชื้นในมวลดินตามธรรมชาติ (Natural moisture content)
- 2) หาค่าความหนาแน่นเปียก (Wet density) ของตัวอย่างดินเหนียว
- 3) ทดสอบ Atterberg limits เฉพาะบางตัวอย่างดินเหนียว
- 4) ทดสอบ Sieve analysis เฉพาะบางตัวอย่างดินทราย
- 5) ทดสอบหาลำกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรอน (Undrained) โดยการทำให้ Unconfined Compression Test เฉพาะบางตัวอย่างดินเหนียว
- 6) ทดสอบ Consolidation Test (Method B) จำนวน 6 ตัวอย่าง

วิธีการทดสอบกระทำตามมาตรฐาน ASTM และผลที่ได้จากการทดสอบแสดงอยู่ในภาคผนวกของรายงานฉบับนี้

4. ลักษณะชั้นดิน

สรุปลักษณะชั้นดินจากการเจาะสำรวจ 3 หลุม ได้ดังต่อไปนี้

ความลึก, เมตร			ชนิดของดิน	ค่า SPT N Value, ครั้ง/ฟุต
BH-1	BH-2	BH-3		
0 – 1.5	0 – 1.5	0 – 1.5	ดินเหนียวปนซิลต์และดินลูกรัง (ดินถม)	-

ความลึก, เมตร			ชนิดของดิน	ค่า SPT N Value, ครั้ง/ฟุต
BH-1	BH-2	BH-3		
1.5 – 2.5	-	-	กรวดปนทรายปนดินเหนียวหวมมาก (ดินถม)	2
2.5 – 14.0	1.5 – 13.5	1.5 – 15.5	ดินเหนียวอ่อนมากถึงแข็งปานกลาง	($S_u = 0.6 - 4.4$ ตัน/ม ²)
14.0 – 26.7	13.5 – 23.5	15.5 – 28.0	ดินเหนียวปนซิลต์แข็งถึงดานแข็งมาก พบทรายปนดินเหนียวแน่นปานกลางแทรกที่ระดับ 22.0 – 23.6 และ 20.5 – 22.0 เมตรที่หลุม BH-1 และ BH-2 ตามลำดับ	9 – 44
26.7 – 30.45	23.5 – 30.45	28.0 – 30.45	ทรายปนดินเหนียว-ทรายปนซิลต์ แน่นปานกลางถึงแน่นมาก พบดินเหนียวปนซิลต์แข็งมากแทรกที่ระดับ 28.0 – 29.5 เมตรที่หลุม BH-1 และชั้นดินเหนียวปนทรายดานแข็งมากที่ระดับ 29.5 – 30.45 เมตรที่หลุม BH-2	18 - 56

สำหรับรายละเอียดของแต่ละชั้นดินสามารถพิจารณาได้จาก Log of Boring และ Summary of Test Result ภายในภาคผนวก

5. ระดับน้ำใต้ดิน

ระดับน้ำใต้ดินวัดในหลุมเจาะ 24 ชั่วโมง ภายหลังเสร็จสิ้นการเจาะมีค่าระหว่าง 0.5 – 0.7 เมตรต่ำกว่าระดับผิวดินปากหลุมเจาะ

อย่างไรก็ตาม ระดับน้ำใต้ดินจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละฤดูกาล

6. ข้อเสนอแนะ

แนะนำให้ใช้ฐานรากเสาเข็มคอนกรีตจะเหมาะสมกับโครงการฯ โดยพิจารณาให้ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลต์แข็งมากถึงดานแข็งมาก (Very Stiff to Hard Silty Clay) ซึ่งระดับความลึกปลายเสาเข็มจะขึ้นอยู่กับกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มต่อต้นที่ต้องการและปัญหาในการก่อสร้างเสาเข็ม

กรณีเสาเข็มเจาะ (Bored Pile) : แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test และเนื่องจากพบชั้นทรายที่ระดับ 22.0, 20.5 และ 28.0 เมตร ที่หลุม BH-1, BH-2 และ BH-3 ตามลำดับ ทำให้คาดว่าน้ำใต้ดินจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านทางชั้นดินดังกล่าว และจะทำให้ผนังหลุมเจาะถล่มได้ ฉะนั้นการก่อสร้างเสาเข็มเจาะระบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าใกล้ชั้นดินข้างต้นจะต้องให้ความระมัดระวังผลกระทบดังกล่าวด้วย

กรณีเสาเข็มตอก (Driven Pile) : Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็ม คาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลต์ดานแข็งมาก (Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน และแนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนลั่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ

ตารางที่ 1 : แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

ตารางที่ 2 : แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

รูปที่ 3 ถึง 5 : แสดงหน่วยแรงเฉียดทานผิวสะสมประลัยและหน่วยแรงต้านทานปลายเข็มประลัยพล็อตเทียบกับความลึกของเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

รูปที่ 6 ถึง 8 : แสดงหน่วยแรงเฉียดทานผิวสะสมประลัยและหน่วยแรงต้านทานปลายเข็มประลัยพล็อตเทียบกับความลึกของเสาเข็มตอก (Driven Pile)

รายการทั่วไป

ในอาคารเดียวกันปลายฐานรากควรจะอยู่ในสภาพชั้นดิน และคุณสมบัติของการทรุดตัวเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการทรุดตัวของอาคาร อันสืบเนื่องจากลักษณะการทรุดตัวของชั้นดินที่รองรับฐานรากแตกต่างกัน

ความลึกเสาเข็มที่แน่นอน จะต้องตรวจสอบด้วยค่า Blow Count ในขณะที่ตอกเทียบกับต้นที่ใกล้จุดเจาะสำรวจดินและจุดการทดสอบเสาเข็ม

สำหรับฐานรากแผ่ ความลึกแน่นอนจะต้องตรวจสอบกับสภาพชั้นดินขณะทำการขุด เพื่อที่จะวางฐานรากบริเวณตำแหน่งเฉพาะนั้นอย่างละเอียด โดยวิศวกรที่มีประสบการณ์เท่านั้นและควรจะบดอัดดินเดิมก่อนที่จะมีการเทฐานรากบนชั้นดินนั้นเพื่อให้ความแน่นของชั้นดินที่รองรับฐานรากเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

ถ้ากำลังแบกทาน (Bearing Capacity) ของชั้นดินเพื่อรับฐานรากแผ่ไม่มากพอและจำเป็นต้องใช้ฐานรากขนาดใหญ่มากเพื่อรับน้ำหนักเสา ขนาดของฐานรากควรจะได้มีการทดสอบว่าจะใหญ่จนไปติดกับฐานรากตัวถัดไปที่อยู่ข้างเคียงหรือไม่ 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	18	33	36	80	8	44	18
	φ - 0.50	18	33	52	80	16	68	27
	φ - 0.35	19	38	42	80	8	50	20
	φ - 0.50	19	38	60	80	16	76	30
	φ - 0.35	20	44	48	100	10	58	23
	φ - 0.50	20	44	69	100	20	89	36

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

2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะขุดะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน

3. แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test

4. เนื่องจากพบชั้นทรายปนดินเหนียวที่ระดับ 22.0 - 23.6, 26.7 - 28.0 และ 29.5 - 30.45 เมตร ทำให้คาดว่าจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านทางชั้นดินดังกล่าว และจะทำให้ผนังหลุมเจาะถล่มได้ ฉะนั้น การก่อสร้างเสาเข็มแบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าสู่ดินข้างต้นจะต้องให้ความสนใจระวังผลกระทบดังกล่าวด้วย

ตารางที่ 1 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงด้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-2	φ - 0.35	18	33	36	80	8	44	18
	φ - 0.50	18	33	52	80	16	68	27
	φ - 0.35	19	38	42	110	11	53	21
	φ - 0.50	19	38	60	110	22	82	33

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

2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน

3. แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test

4. เนื่องจากพบชั้นทรายปนดินเหนียวและชั้นทรายปนซิลท์ที่ระดับ 20.5 - 22.0 และ 23.5 - 29.5 เมตร ทำให้คาดว่าน้ำใต้ดินจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านทางชั้นดินดังกล่าว และจะทำให้ผนังหลุมเจาะถล่มได้ ฉะนั้น การก่อสร้างเสาเข็มจะระบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าไปใกล้ชั้นดินข้างต้นจะต้องให้ความระมัดระวังผลกระทบดังกล่าวด้วย

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-3	φ - 0.35	19	34	37	50	5	42	17
	φ - 0.50	19	34	53	50	10	63	25
	φ - 0.35	20	40	44	70	7	51	20
	φ - 0.50	20	40	63	70	14	77	31

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

2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะกระทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน

3. แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test

4. เนื่องจากพบชั้นทรายปนโคลนที่ระดับ 28.0 - 30.45 เมตร ทำให้คาดว่านำดินจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านทางชั้นดินดังกล่าว

และจะทำให้ผนังหลุมเจาะถล่มได้ ฉะนั้น การก่อสร้างเสาเข็มแบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าไปใกล้พื้นดินข้างต้นจะต้องให้ความระมัดระวังผลกระทบดังกล่าวด้วย

ตารางที่ 2 แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงด้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-1	□ - 0.30 x 0.30	19	44	53	90	8	61	24
	□ - 0.35 x 0.35	19	44	62	90	11	73	29
	□ - 0.40 x 0.40	19	44	70	90	14	84	34
	□ - 0.30 x 0.30	20	51	61	110	10	71	28
	□ - 0.35 x 0.35	20	51	71	110	13	84	34
	□ - 0.40 x 0.40	20	51	82	110	18	100	40
	□ - 0.30 x 0.30	21	58	70	130	12	82	33
	□ - 0.35 x 0.35	21	58	81	130	16	97	39
	□ - 0.40 x 0.40	21	58	93	130	21	114	46

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิถีพิถันความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะแตกต่างกันบ้าง, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มคาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลต์ดานแข็งมาก (Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสั่งเสาเข็มทั้งโครงการ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงด้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-1	I - 0.30 x 0.30	19	44	53	90	6	59	24
	I - 0.35 x 0.35	19	44	62	90	8	70	28
	I - 0.40 x 0.40	19	44	70	90	11	81	32
	I - 0.30 x 0.30	20	51	61	110	7	68	27
	I - 0.35 x 0.35	20	51	71	110	10	81	32
	I - 0.40 x 0.40	20	51	82	110	14	96	38
	I - 0.30 x 0.30	21	58	70	130	9	79	32
	I - 0.35 x 0.35	21	58	81	130	11	92	37
	I - 0.40 x 0.40	21	58	93	130	16	109	44

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิถีพิถันความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะแตกต่างกันบ้าง, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มคาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลต์ดานแข็งมาก (Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนตั่งเสาเข็มทั้งโครงการ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงด้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-2	□ - 0.30 x 0.30	18	38	46	90	8	54	22
	□ - 0.35 x 0.35	18	38	53	90	11	64	26
	□ - 0.40 x 0.40	18	38	61	90	14	75	30
	□ - 0.30 x 0.30	19	45	54	120	11	65	26
	□ - 0.35 x 0.35	19	45	63	120	15	78	31
	□ - 0.40 x 0.40	19	45	72	120	19	91	36
	□ - 0.30 x 0.30	20	55	66	160	14	80	32
	□ - 0.35 x 0.35	20	55	77	160	20	97	39
	□ - 0.40 x 0.40	20	55	88	160	26	114	46

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิถีพิถันความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะแตกต่างกันบ้าง, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มคาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลต์ดานแข็งมาก (Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
- 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	18	38	46	90	6	52	21
	I - 0.35 x 0.35	18	38	53	90	8	61	24
	I - 0.40 x 0.40	18	38	61	90	11	72	29
	I - 0.30 x 0.30	19	45	54	120	8	62	25
	I - 0.35 x 0.35	19	45	63	120	11	74	30
	I - 0.40 x 0.40	19	45	72	120	15	87	35
	I - 0.30 x 0.30	20	55	66	160	11	77	31
	I - 0.35 x 0.35	20	55	77	160	14	91	36
	I - 0.40 x 0.40	20	55	88	160	20	108	43

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิภักดีความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะขะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มคาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลต์ดานแข็งมาก (Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนตั่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงด้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-3	☐ - 0.30 x 0.30	19	41	49	60	5	54	22
	☐ - 0.35 x 0.35	19	41	57	60	7	64	26
	☐ - 0.40 x 0.40	19	41	66	60	10	76	30
	☐ - 0.30 x 0.30	20	47	56	80	7	63	25
	☐ - 0.35 x 0.35	20	47	66	80	10	76	30
	☐ - 0.40 x 0.40	20	47	75	80	13	88	35
	☐ - 0.30 x 0.30	21	54	65	120	11	76	30
	☐ - 0.35 x 0.35	21	54	76	120	15	91	36
	☐ - 0.40 x 0.40	21	54	86	120	19	105	42

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิถีความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มที่เทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะแตกต่างกันบ้างในกรณีการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มคาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนทรายดานแข็งมาก (Hard Sandy Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสั่งเสาเข็มทั้งโครงการ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หมายเลข	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงด้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-3	I - 0.30 x 0.30	19	41	49	60	4	53	21
	I - 0.35 x 0.35	19	41	57	60	5	62	25
	I - 0.40 x 0.40	19	41	66	60	7	73	29
	I - 0.30 x 0.30	20	47	56	80	5	61	24
	I - 0.35 x 0.35	20	47	66	80	7	73	29
	I - 0.40 x 0.40	20	47	75	80	10	85	34
	I - 0.30 x 0.30	21	54	65	120	8	73	29
	I - 0.35 x 0.35	21	54	76	120	11	87	35
	I - 0.40 x 0.40	21	54	86	120	15	101	40

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิภักต์ความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินเปากหลุมเจาะจะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มคาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนทรายดานแข็งมาก (Hard Sandy Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนตั่งเสาเข็มทั้งโครงการ

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

PROJECT			ปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ ถึงคลองดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเขื่อน ด.ส.ล. คลองรางโพง)				LOCATION เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร												
DATE	05/07/60		BORING No.		BH-1	JOB No.		60003.14	BY	NC	OBSERVED W.L.		-0.73 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.	PL.		No. 3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200		UNCONFINED SHEAR	FIELD VANE SHEAR		UU TEST	POCKET PENETRATION	
	Qu/2	Qv	Qv'	Su															
SS-01	1.50	1.95	25.7					72	61	54	46	35	GC						2
ST-02	3.00	3.50	92.3				1.51						CH	0.61					
ST-03	4.50	5.00	70.9	95.9	35.4	60.5	1.59						CH	0.69					
ST-04	6.00	6.50	89.9				1.46						CH	0.83					
ST-05	7.50	8.00	80.1				1.50						CH	0.99					
ST-06	9.00	9.50	78.3				1.52						CH	1.62					
ST-07	10.50	11.00	87.9 45.5 47.1	32.6 23.5	57.3 23.6	1.73							CH/CL	1.35					
ST-08	12.00	12.50	56.3				1.67				100	98	CH	2.23					
ST-09	13.50	13.75	52.0				1.64						CH	2.83					
ST-09/1	13.75	14.00	51.1				1.64						CH	2.89					
SS-10	15.00	15.45	24.2	41.6	18.6	23.0	2.03						CL				17.5	15	
SS-11	16.50	16.95	25.0				1.99						CH				17.5	17	
SS-12	18.00	18.45	22.5				2.00						CH	9.81			13.8	16	
SS-13	19.50	19.95	25.1										CH				12.5	22	
SS-14	21.00	21.45	21.2	53.2	25.5	27.7							CH				20.0	25	
SS-15	22.50	22.95	16.6					88	81	77	68	31	SC					25	
SS-16	24.00	24.45	19.7	52.6	24.7	27.9	2.03						CH	21.47			22.5+	33	
SS-17	25.50	25.95	19.9				2.11						CH				20.0	30	
SS-18	27.00	27.45	18.1								100	88	SC					33	
SS-19	28.50	28.95	20.7	30.1	17.6	12.5							CL				17.5	19	
SS-20	30.00	30.45	15.8					95	91	85	76	47	SC				22.5+	46	

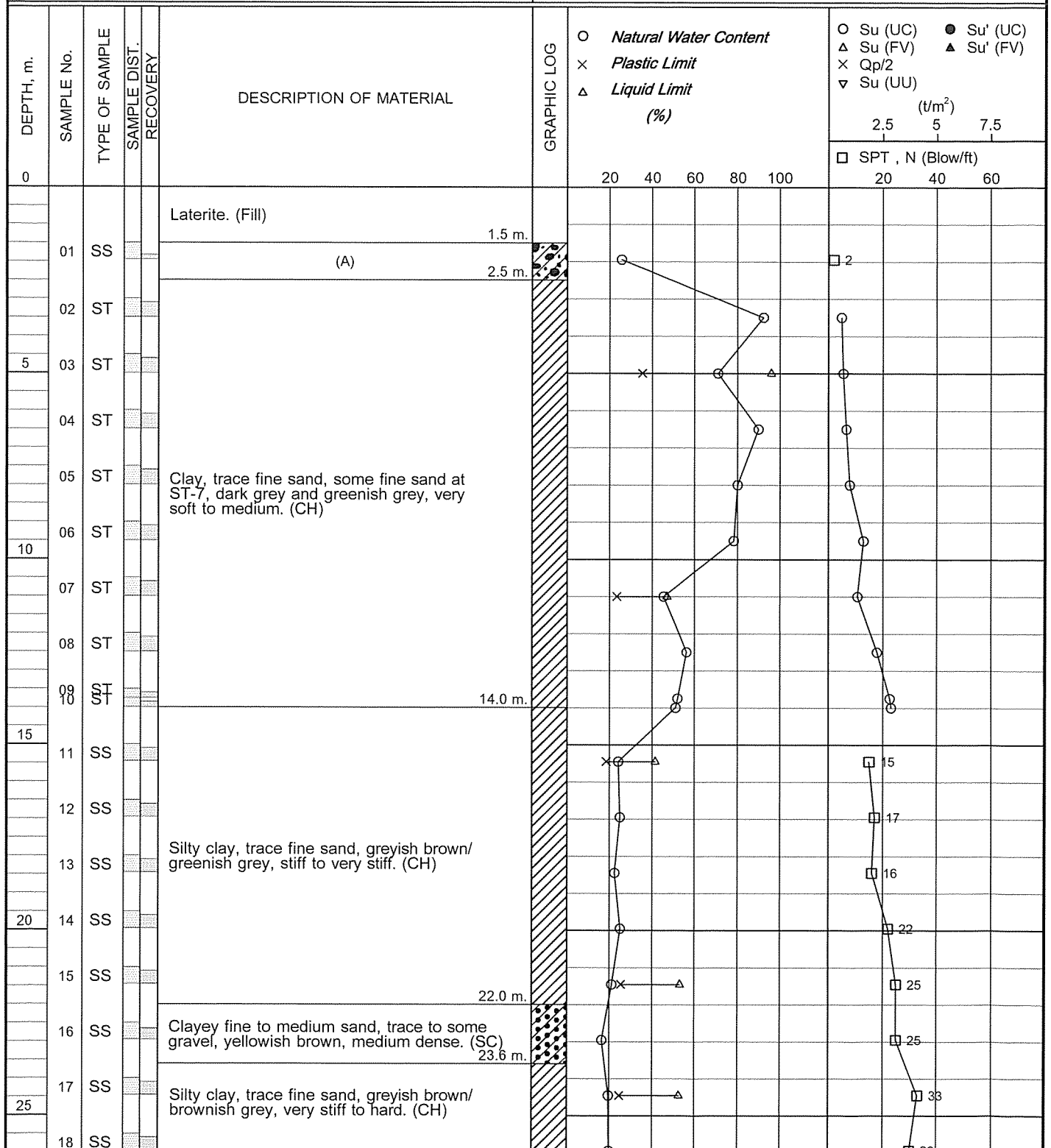
หมายเหตุ : ① ตัวอย่างดินด้านบน, ② ตัวอย่างดินด้านล่าง

LOG OF BORING No. BH-1

PROJECT : ปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ ถึงคลอง

LOCATION : เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

ดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเขื่อน ค.ส.ล. คลองรางโพลี)



BORING STARTED : 05/07/60

RIG. ROTARY

WL. -0.73 M.

24 Hrs.
After Boring

BORING FINISHED : 05/07/60

FOREMAN : RC.

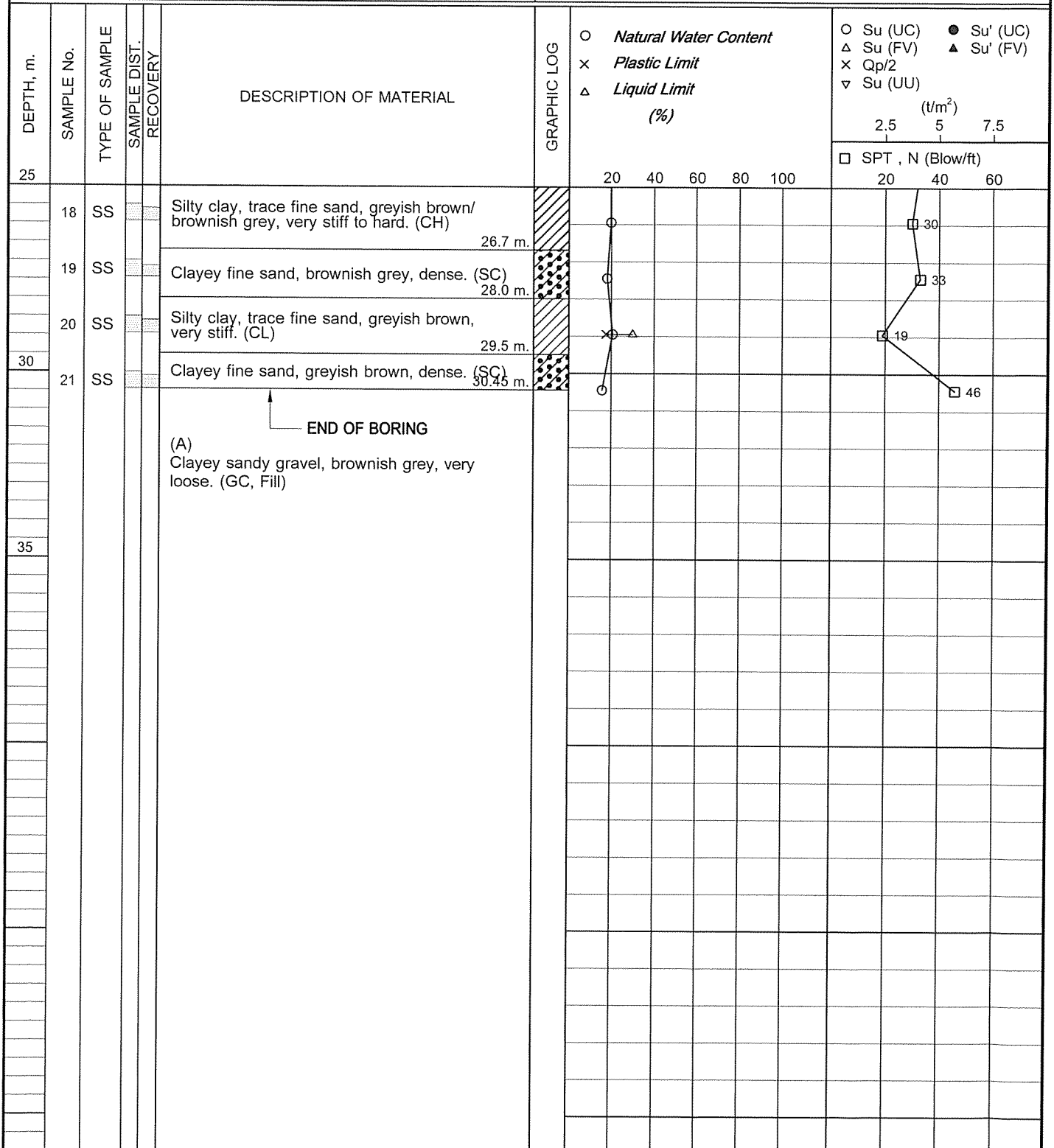
JOB No. : 60003.14

LOG OF BORING No. BH-1

PROJECT : ปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ ถึงคลอง

LOCATION : เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

ดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเขื่อน ค.ส.ล. คลองรางโหล)



BORING STARTED : 05/07/60

RIG. ROTARY

WL. -0.73 M.

24 Hrs.
After Boring

BORING FINISHED : 05/07/60

FOREMAN : RC.

JOB No. : 60003.14