

SOIL REPORT

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

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

1. บทนำ

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

ตำแหน่งเจาะสำรวจถูกกำหนดโดยผู้ว่าจ้างในสนาม ซึ่งจุดเจาะทั้ง 3 หลุม จะอยู่บนขอบถนนและมีระยะห่างแต่ละหลุม 700 – 1,200 เมตร ซึ่งค่าพิกัดปากหลุมเจาะที่อ่านค่าได้จาก Handheld GPS และค่าระดับปากหลุมเจาะ (กำหนดให้เส้นสีขาวบนขอบถนนใกล้หลุมเจาะนั้นๆ = ± 0.00 เมตร) มีค่าดังนี้

หลุมเจาะ	พิกัดหลุมเจาะ		ระดับปากหลุมเจาะ, เมตร
	E	N	
BH-1	657175	1505443	-0.05
BH-2	658410	1505589	0.00
BH-3	658783	1506125	-0.04

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) โดยใช้กระบอกผ่าซีกมาตรฐานพร้อมกับการทดสอบ Standard Penetration Test (SPT)

ขณะทำการเก็บตัวอย่างด้วย วิธีการเก็บตัวอย่างทั้ง 2 แบบ เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D 1587 และ D 1586 ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้การเก็บตัวอย่างดินทุกๆ 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. นับจำนวนครั้งที่ตอกซึ่งทำให้กระบอกผ่าจมลงไปดินได้ 45 ซม. ถือจำนวนครั้งที่ตอกในระยะ 30 ซม. หลังเป็นค่า SPT N - VALUE มีหน่วยเป็นครั้ง/30 ซม. ซึ่งค่านี้จะบอกความแน่นหรือกำลังของดินได้อย่างคร่าวๆ

นอกจากนั้นได้หาลำดับรับแรงเฉือนของดินเหนียวในสนามโดยใช้ 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) ทดสอบหาลำดับรับแรงเฉือนแบบอันเดรน (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 – 0.08	-	Asphalt pavement	-

ความลึก, เมตร			ชนิดของดิน	ค่า SPT N Value, ครั้ง/ฟุต
BH-1	BH-2	BH-3		
0 – 1.5	0.08 – 1.5	0 – 1.5	ดินเหนียวปนซิลต์ (ดินถม)	-
1.5 – 16.0	1.5 – 15.0	1.5 – 18.0	ดินเหนียวอ่อนมากถึงแข็งปานกลาง	($S_u = 0.5 - 3.3$ ตัน/ม ²)
16.0 – 17.5	15.0 – 22.0	18.0 – 20.5	ดินเหนียวปนซิลต์แข็งถึงแข็งมาก พบดินเหนียวปนทรายดานแข็งมากที่ระดับ 20.5 – 22.0 เมตร ที่หลุม BH-2	12 – 24
17.5 – 30.45	22.0 – 30.45	20.5 – 30.45	ทรายปนดินเหนียว-ทรายปนซิลต์แน่นปานกลางถึงแน่นมาก พบดินเหนียวปนซิลต์แข็งมากแทรกที่ระดับ 28.0 – 29.7 เมตร ที่หลุม BH-3	11 – 81

สำหรับรายละเอียดของแต่ละชั้นดินสามารถพิจารณาได้จาก Log of Boring และ Summary of Test Result ภายในภาคผนวก

5. ระดับน้ำใต้ดิน

ระดับน้ำใต้ดินวัดในหลุมเจาะ 24 ชั่วโมง ภายหลังเสร็จสิ้นการเจาะมีค่าระหว่าง 0.2 – 0.3 เมตรต่ำกว่าระดับผิวดินปากหลุมเจาะ

อย่างไรก็ตาม ระดับน้ำใต้ดินจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละฤดูกาล

6. ข้อเสนอแนะ

แนะนำให้ใช้ฐานรากเสาเข็มคอนกรีตจะเหมาะสมกับโครงการฯ โดยพิจารณาให้ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลต์แข็งถึงแข็งมาก (Stiff to Very Stiff Silty Clay) หรือชั้นทรายปนซิลต์-ทรายปนดินเหนียวแน่นปานกลางถึงแน่น (Medium to Dense Clayey Sand or Silty Sand) ซึ่งระดับความลึกปลายเสาเข็มจะขึ้นอยู่กับกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มต่อต้านที่ตอม่อและปัญหาในการก่อสร้างเสาเข็ม

กรณีเสาเข็มเจาะ (Bored Pile) : แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test และเนื่องจากพบชั้นทรายที่ระดับ 17.5, 22.0 และ 20.5 เมตร ที่หลุม BH-1, BH-2 และ BH-3 ตามลำดับ ทำให้คาดว่าน้ำใต้ดินจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านทางชั้นดินดังกล่าว และจะทำให้ผนังหลุมเจาะถล่มได้ ฉะนั้นการก่อสร้างเสาเข็มเจาะระบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าใกล้ชั้นดินข้างต้นจะต้องให้ความระมัดระวังผลกระทบดังกล่าวด้วย

กรณีเสาเข็มตอก (Driven Pile) : Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็ม คาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้น กรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลต์ดานแข็งมาก (Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน และแนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสั่งเสาเข็มทั้งโครงการ

ตารางที่ 1 : แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

ตารางที่ 2 : แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

รูปที่ 3 ถึง 5 : แสดงหน่วยแรงเสียดทานผิวสะสมประลัยและหน่วยแรงต้านทานปลายเข็มประลัยพล็อตเทียบกับความลึกของเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

รูปที่ 6 ถึง 8 : แสดงหน่วยแรงเสียดทานผิวสะสมประลัยและหน่วยแรงต้านทานปลายเข็มประลัยพล็อตเทียบกับความลึกของเสาเข็มตอก (Driven Pile)

รายการทั่วไป

ในอาคารเดียวกันปลายฐานรากควรจะอยู่ในสภาพชั้นดิน และคุณสมบัติของการทรุดตัวเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการทรุดตัวของอาคาร อันสืบเนื่องจากลักษณะการทรุดตัวของชั้นดินที่รองรับฐานรากแตกต่างกัน

ความลึกเสาเข็มที่แน่นอน จะต้องตรวจสอบด้วยค่า Blow Count ในขณะที่ตอกเทียบกับต้นที่ใกล้จุดเจาะสำรวจดินและจุดการทดสอบเสาเข็ม

สำหรับฐานรากแผ่ ความลึกแน่นอนจะต้องตรวจสอบกับสภาพชั้นดินขณะทำการขุด เพื่อที่จะวางฐานรากบริเวณตำแหน่งเฉพาะนั้นอย่างละเอียด โดยวิศวกรที่มีประสบการณ์เท่านั้นและควรจะต้องติดดินเดิมก่อนที่จะมีการเทฐานรากบนชั้นดินนั้นเพื่อให้ความแน่นของชั้นดินที่รองรับฐานรากเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

ถ้ากำลังแบกทาน (Bearing Capacity) ของชั้นดินเพื่อรับฐานรากแผ่ไม่มากพอและจำเป็นต้องใช้ฐานรากขนาดใหญ่มากเพื่อรับน้ำหนักเสา ขนาดของฐานรากควรจะได้มีการทดสอบว่าจะใหญ่จนไปชิดกับฐานรากตัวถัดไปที่อยู่ข้างเคียงหรือไม่ โดยทั่วไปถ้าพื้นที่ของฐานรากรวมกันแล้วมากกว่าครึ่งของพื้นที่ที่จะก่อสร้างทั้งหมดแล้ว ฐานรากรวม (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	ระดับความลึก ปลายเข็ม	หน่วยแรง เสียดทานผิว	แรงเสียด	หน่วยแรงต้าน	แรงต้านทาน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม
	เมตร	เมตร	ตัน/เมตร	ตัน	ตัน ²	ตัน	ตัน	ตัน
BH-1	φ - 0.35	16	17	19	20	2	21	8
	φ - 0.50	16	17	27	20	4	31	12
	φ - 0.35	17	22	24	60	6	30	12
	φ - 0.50	17	22	35	60	12	47	19

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

- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test
- เนื่องจากพบชั้นทรายที่ระดับ 17.5 - 30.45 เมตร ทำให้คาดว่าจะนำได้ดินจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านทางชั้นดินดังกล่าว และจะทำให้ผนังหลุมเจาะถล่มได้
- ฉะนั้น การก่อสร้างเสาเข็มเจาะระบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าไปใกล้ชั้นดินข้างต้นจะต้องให้คณะกรรมการรังวัดลงกระแทบดังกล่าวด้วย

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	29	32	80	8	40	16
	φ - 0.50	18	29	46	80	16	62	25
	φ - 0.35	19	34	37	80	8	45	18
	φ - 0.50	19	34	53	80	16	69	28
	φ - 0.35	20	40	44	100	10	54	22
	φ - 0.50	20	40	63	100	20	83	33

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

2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน

3. แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test

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

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-3	φ - 0.35	18	18	20	20	2	22	9
	φ - 0.50	18	18	28	20	4	32	13
	φ - 0.35	19	22	24	60	6	30	12
	φ - 0.50	19	22	35	60	12	47	19

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

2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน

3. แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test

4. เนื่องจากพบชั้นทรายที่ระดับ 20.5 - 28.0 และ 29.7 - 30.45 เมตร ทำให้คาดว่าจะนำได้ดินจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านทางชั้นดินดังกล่าว และจะทำให้ผนังหลุมเจาะถล่มได้ ฉะนั้น การก่อสร้างเสาเข็มแบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าไปใกล้ชั้นดินข้างต้นจะต้องให้ความระมัดระวังผลกระทบดังกล่าวด้วย

ตารางที่ 2 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-1	□- 0.30 x 0.30	20	40	48	80	7	55	22
	□- 0.35 x 0.35	20	40	56	80	10	66	26
	□- 0.40 x 0.40	20	40	64	80	13	77	31
	□- 0.30 x 0.30	21	45	54	130	12	66	26
	□- 0.35 x 0.35	21	45	63	130	16	79	32
	□- 0.40 x 0.40	21	45	72	130	21	93	37
	□- 0.30 x 0.30	22	51	61	240	22	83	33
	□- 0.35 x 0.35	22	51	71	240	29	100	40
	□- 0.40 x 0.40	22	51	82	240	38	120	48

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิคัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มควรมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสังเสาเข็มทั้งโครงการฯ

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-1	I - 0.30 x 0.30	20	40	48	80	5	53	21
	I - 0.35 x 0.35	20	40	56	80	7	63	25
	I - 0.40 x 0.40	20	40	64	80	10	74	30
	I - 0.30 x 0.30	21	45	54	130	9	63	25
	I - 0.35 x 0.35	21	45	63	130	11	74	30
	I - 0.40 x 0.40	21	45	72	130	16	88	35
	I - 0.30 x 0.30	22	51	61	240	16	77	31
	I - 0.35 x 0.35	22	51	71	240	21	92	37
	I - 0.40 x 0.40	22	51	82	240	30	112	45

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิคัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะดำเนินการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มควรมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
- 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	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	46	55	120	11	66	26
	☐ - 0.35 x 0.35	20	46	64	120	15	79	32
	☐ - 0.40 x 0.40	20	46	74	120	19	93	37
	☐ - 0.30 x 0.30	21	54	65	150	14	79	32
	☐ - 0.35 x 0.35	21	54	76	150	18	94	38
	☐ - 0.40 x 0.40	21	54	86	150	24	110	44

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิคัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มควรมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนทรายดานแข็งมาก (Hard Sandy Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสังเสาเข็มทั้งโครงการฯ

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	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	46	55	120	8	63	25
	I - 0.35 x 0.35	20	46	64	120	11	75	30
	I - 0.40 x 0.40	20	46	74	120	15	89	36
	I - 0.30 x 0.30	21	54	65	150	10	75	30
	I - 0.35 x 0.35	21	54	76	150	13	89	36
	I - 0.40 x 0.40	21	54	86	150	19	105	42

หมายเหตุ

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

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-3	☐ - 0.30 x 0.30	20	33	40	100	9	49	20
	☐ - 0.35 x 0.35	20	33	46	100	12	58	23
	☐ - 0.40 x 0.40	20	33	53	100	16	69	28
	☐ - 0.30 x 0.30	21	39	47	240	22	69	28
	☐ - 0.35 x 0.35	21	39	55	240	29	84	34
	☐ - 0.40 x 0.40	21	39	62	240	38	100	40
	☐ - 0.30 x 0.30	22	46	55	500	45	100	40
	☐ - 0.35 x 0.35	22	46	64	500	61	125	50
	☐ - 0.40 x 0.40	22	46	74	500	80	154	62

หมายเหตุ

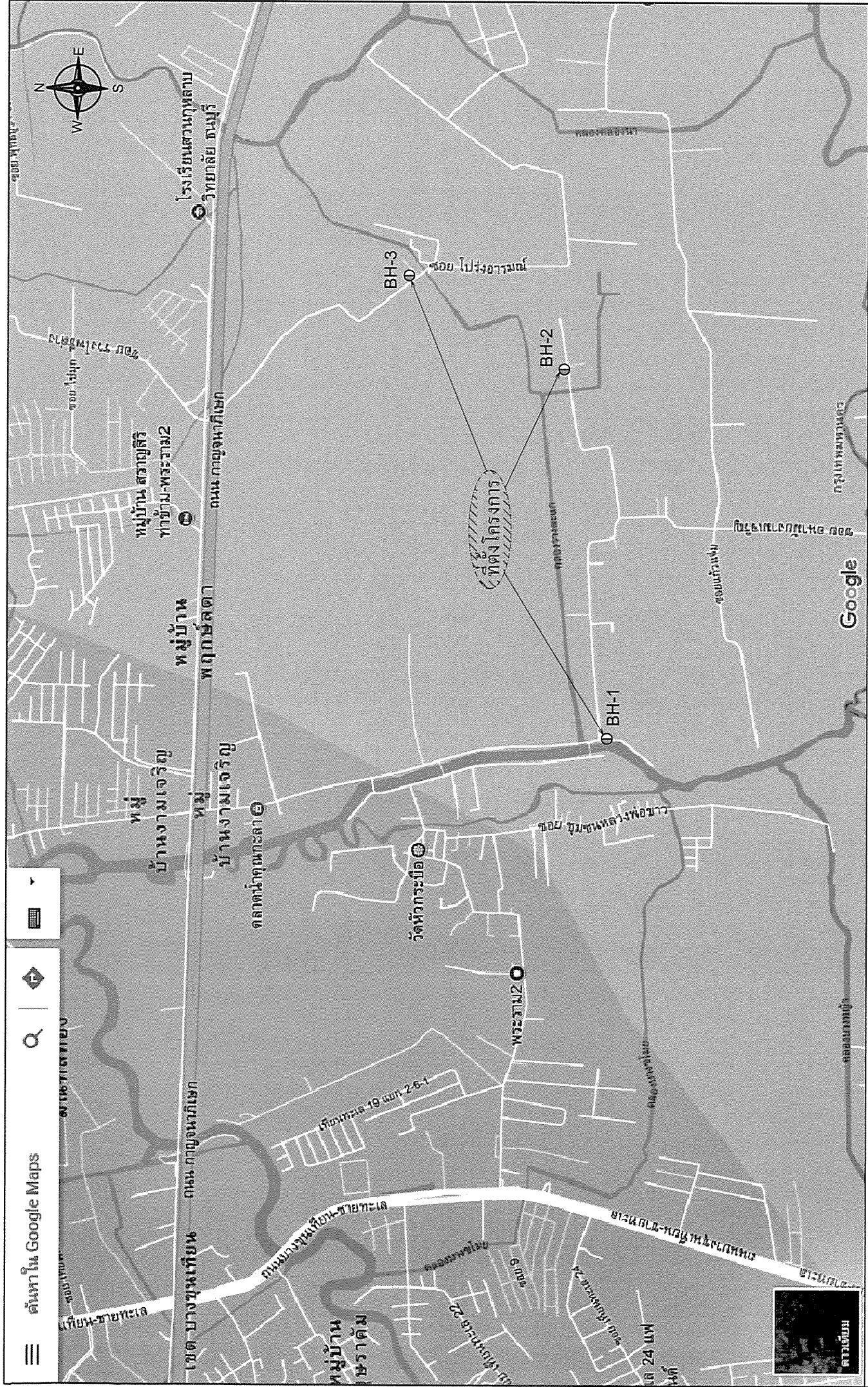
- ใช้ค่าพิถีพิถันความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มคาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนส่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

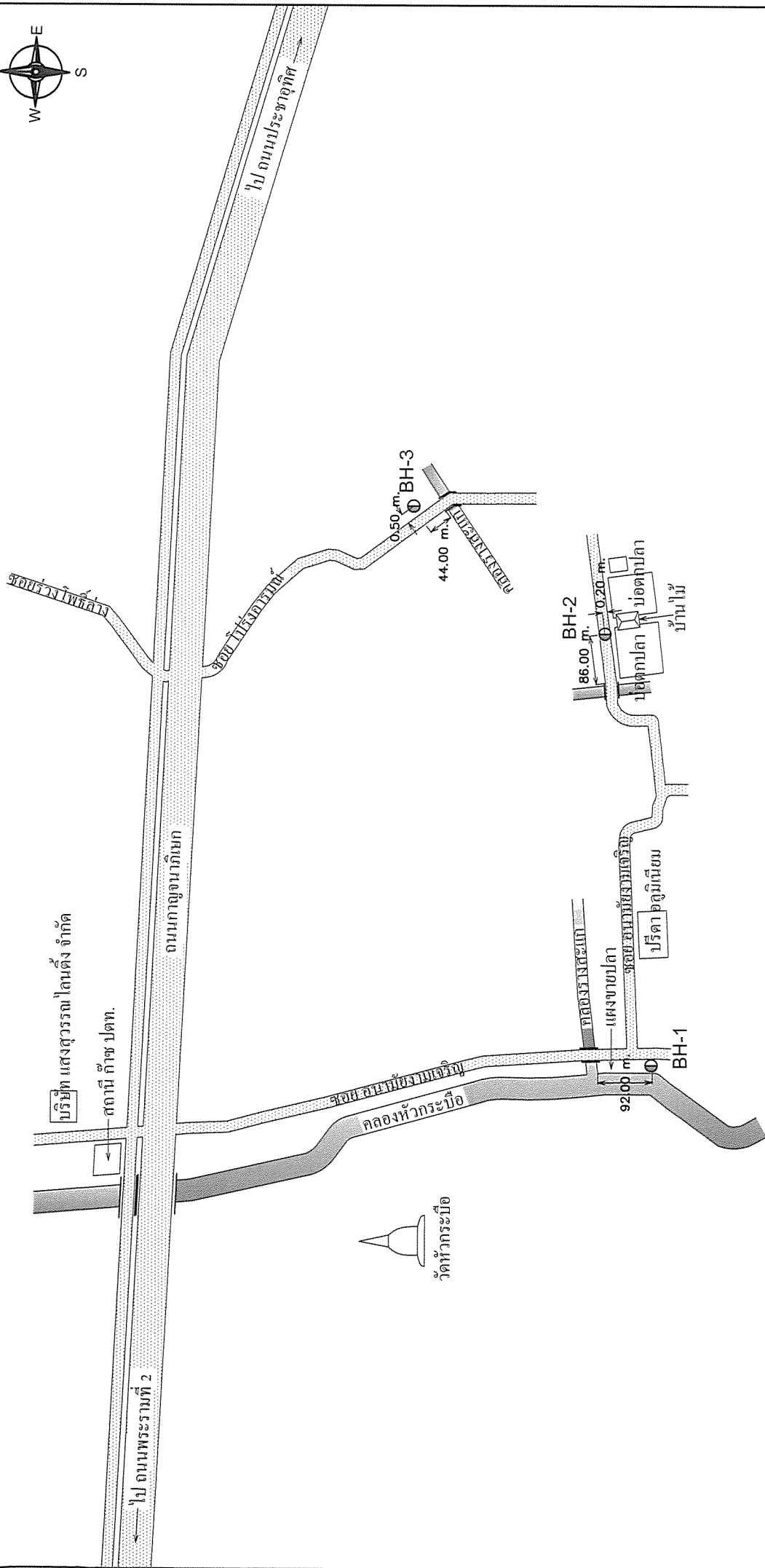
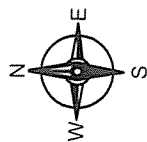
หมายเลข	ขนาดของ เสาเข็ม เมตร	ระดับความลึก ปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรง เสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียด ทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้าน ทานปลายเข็ม ตัน/ม ²	แรงต้านทาน ปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนัก ปลอดภัยของเสาเข็ม ตัน
BH-3	I - 0.30 x 0.30	20	33	40	100	7	47	19
	I - 0.35 x 0.35	20	33	46	100	9	55	22
	I - 0.40 x 0.40	20	33	53	100	12	65	26
	I - 0.30 x 0.30	21	39	47	240	16	63	25
	I - 0.35 x 0.35	21	39	55	240	21	76	30
	I - 0.40 x 0.40	21	39	62	240	30	92	37
	I - 0.30 x 0.30	22	46	55	500	33	88	35
	I - 0.35 x 0.35	22	46	64	500	44	108	43
	I - 0.40 x 0.40	22	46	74	500	62	136	54

หมายเหตุ

- ใช้ค่าพิสัยความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
- ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะจะแตกต่างกันไปตามลักษณะการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำกว่าผิวดิน
- Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มคาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
- แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนตั่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ



รูปที่ 1: แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งโครงการปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ ถึงคลองดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเขื่อน ค.ส.อ. คลองรางสะแก) บางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร



NOT TO SCALE

หลุมเจาะ	ค่าที่จัดจาก HANDHELD GPS		
	E	N	Elev. m.
BH-1	657175	1505443	-0.05
BH-2	658410	1505589	0.00
BH-3	658783	1506125	-0.04

ตำแหน่งหลุมเจาะที่แน่นอนถูกกำหนดโดยผู้สำรวจในสนาม

หมายเหตุ : กำหนดให้พื้นถนนเส้นสีเทาใกล้หลุมเจาะเป็นระดับปากหลุม ± 0.00 m.

รูปที่ 2: แผนผังแสดงตำแหน่งหลุมเจาะโครงการปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ ถึงคลองดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเตือน ค.ส.ถ. คลองรางสะแก) บางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

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

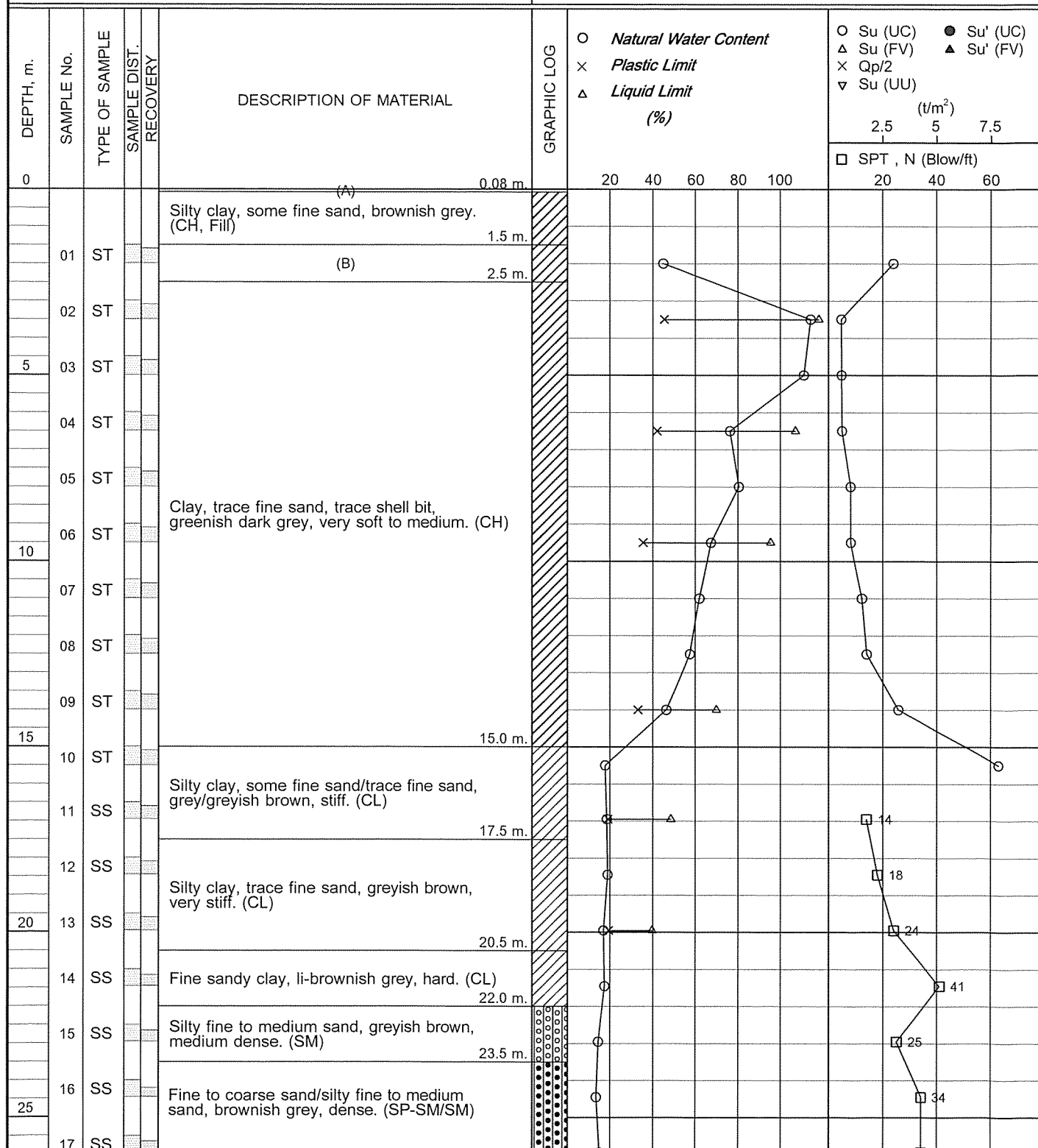
PROJECT		ปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ ถึงคลองดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเขื่อน ค.ส.ล. คลองรางสะแบก)					LOCATION เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร												
DATE	09/07/60	BORING No. BH-2		JOB No. 60003.15			BY	NC	OBSERVED W.L. - 0.25 M.										
SAMPLE No.	DEPTH M.		WATER CONTENT %	ATTERBERG 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 Qu'2	FIELD VANE SHEAR		UU TEST Su	POCKET PENETRATION 1/2 Qp	
	ST-01	1.50	2.00	45.0				1.76					CH		3.00				
ST-02	3.00	3.50	114.3	118.2	45.5	72.7	1.42					CH	0.60						
ST-03	4.50	5.00	111.1				1.39					CH	0.61						
ST-04	6.00	6.50	76.2	107.2	42.1	65.1	1.52					CH	0.63						
ST-05	7.50	8.00	80.4				1.52					CH	1.04						
ST-06	9.00	9.50	67.3	95.5	35.5	60.0	1.58					CH	1.05						
ST-07	10.50	11.00	61.9				1.58					CH	1.56			1.3			
ST-08	12.00	12.50	57.5				1.66					CH	1.77			1.5			
ST-09	13.50	14.00	46.4	69.8	33.1	36.7	1.68					CH	3.22			3.8			
ST-10	15.00	15.50	17.8				2.07					CL	7.89						
SS-11	16.50	16.95	18.6	48.5	19.2	29.3	2.12					CL				13.0	14		
SS-12	18.00	18.45	19.0				2.06					CL	10.07			13.8	18		
SS-13	19.50	19.95	17.0	39.7	19.5	20.2	2.15					CL				16.5	24		
SS-14	21.00	21.45	17.5							100	95	CL				8.8	41		
SS-15	22.50	22.95	14.5							100	94	SM					25		
SS-16	24.00	24.45	13.5							100	98	SP-SM					34		
SS-17	25.50	25.95	14.9									SP-SM					34		
SS-18	27.00	27.45	11.4							100	98	SM					40		
SS-19	28.50	28.95	17.8									SM					35		
SS-20	30.00	30.45	12.1							100	92	SM					50		

LOG OF BORING No. BH-2

PROJECT : ปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ ถึงคลอง

LOCATION : เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

ดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเขื่อน ค.ส.ล. คลองรางสะแก)



ENGINEERING CONSULTANTS

BORING STARTED : 09/07/60

RIG. ROTARY

WL. -0.25 M.

24 Hrs. After Boring

BORING FINISHED : 09/07/60

FOREMAN : RC.

JOB No. : 60003.15

LOG OF BORING No. BH-2						
PROJECT : ปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ ถึงคลองดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเขื่อน ค.ส.ล. คลองรางสะแก)				LOCATION : เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร		
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) □ SPT , N (Blow/ft)
25						2.5 5 7.5 (t/m²) □ SPT , N (Blow/ft) 20 40 60
17	SS			Fine to coarse sand/silty fine to medium sand, brownish grey, dense. (SP-SM/SM)		34 40 35 50
30				30.45 m.		
20	SS			(A) Asphalt pavement. (B) Silty clay, trace fine sand, brownish grey, medium. (CH)		
35						