SOIL REPORT

รายงานผลการเจาะสำรวจชั้นดิน

โครงการปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้ คลองภาษีเจริญ ถึงคลองดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเขื่อน ค.ส.ล. คลองรางโพธิ์)

เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

STS ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

1. บทนำ

การเจาะสำรวจดินสำหรับ**โครงการปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ 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 ติดระบบ 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 ϕ 2½" x 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 กระทำโดยการตอกกระบอกผ่าซีกมาตรฐานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 34.9 มม. (1⅜ 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

นอกจากนั้นได้หากำลังรับแรงเฉือนของดินเหนียวในสนามโดยใช้ 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) ทดสอบหากำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรน (Undrained) โดยการทำ 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	ดินเหนียวปนซิลท์และดินลูกรัง (ดินถม)	-

ความลึก, เมตร			ชนิดของดิน	ค่า SPT N Value, ครั้ง/ฟุต
BH-1	BH-2	BH-3		
1.5 – 2.5	-	-	กรวดปนทรายปนดินเหนียวหลวมมาก (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	ดินเหนียวปนซิลท์แข็งถึงดานแข็งมาก 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-ทรายปนซิลท์ แน่นปานกลางถึงแน่นมาก พบดินเหนียวปนซิลท์แข็งมากแทรกที่ระดับ 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 โดยพิจารณาให้ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลท์แข็งมากถึงดานแข็งมาก (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 ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลท์ดานแข็งมาก (Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน และแนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสั่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ

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 โดยวิศวกรที่มีประสบการณ์เท่านั้นและควรจะบดอัดดินเดิมก่อนที่จะมีการเทฐานรากบนชั้นดินนั้นเพื่อให้ความแน่นของชั้นดินที่รองรับฐานรากเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

ถ้ากำลังแบกทาน (Bearing Capacity) ของชั้นดินเพื่อรับฐานรากแผ่ไม่มากพอและจำเป็นต้องใช้ฐานรากขนาดใหญ่มากเพื่อรับน้ำหนักเสา ขนาดของฐานรากควรจะได้มีการทดสอบว่าจะใหญ่จนไปชิดกับฐานรากตัวถัดไปที่อยู่ข้างเคียงหรือไม่ โดยทั่วไปถ้าพื้นที่ของฐานรากรวมกันแล้วมากกว่าครึ่งของพื้นที่ที่จะก่อสร้างทั้งหมดแล้ว ฐานรากรวม (mat foundation) ควรจะออกแบบเพื่อใช้รับน้ำหนักของอาคารทั้งหมดแทนฐานรากเดี่ยว (isolate footing)

สภาพดินและคำแนะนำดังกล่าว ยึดถือจากข้อมูลที่ได้จากการเจาะสำรวจที่บริเวณสภาพดินระหว่างหลุมเจาะอาจมีความแตกต่างไป ฉะนั้น ควรมีวิศวกรผู้เชี่ยวชาญทางปฐพีกลศาสตร์ของดินคอยตรวจสอบประจำระหว่างที่ลงมือทำฐานราก เพื่อให้ผู้รับเหมาสามารถปฏิบัติให้เป็นไปตามคำแนะนำที่ให้ไว้ และหากข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับไม่ถูกต้องทางผู้ออกแบบหรือผู้ว่าจ้างควรจะแจ้งให้ทางบริษัทฯ ทราบทันที เพื่อจะได้แก้ไขให้ถูกต้องตามความเหมาะสมต่อไป

รายงานฉบับนี้ทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับวิศวกร ผู้คำนวณงานฐานรากของอาคารและโครงสร้างเท่านั้น งานออกแบบระบบฐานรากยังคงเป็นดุลยพินิจของผู้ออกแบบหรือวิศวกรผู้รับผิดชอบตามจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ

ตารางที่ 1 แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของเสาเข็ม เมตร	ระดับความลึกปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรงเสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียดทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้านทานปลายเข็ม ตัน/ม^2	แรงต้านทานปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม 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. ใช้ค่าพิกัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)

2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน

3. แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test

4. เนื่องจากพบชั้นทรายปนดินเหนียวที่ระดับ 22.0 - 23.6, 26.7 - 28.0 และ 29.5 - 30.45 เมตร ทำให้คาดว่าน้ำใต้ดินจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านทางชั้นดินดังกล่าว และจะทำให้ผนังหลุมเจาะถล่มได้ ฉะนั้น การก่อสร้างเสาเข็มเจาะระบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าใกล้ชั้นดินข้างต้นจะต้องให้ความระมัดระวังผลกระทบดังกล่าวด้วย

ตารางที่ 1 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของเสาเข็ม เมตร	ระดับความลึกปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรงเสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียดทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้านทานปลายเข็ม ตัน/ม^2	แรงต้านทานปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม 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 เมตรต่ำจากผิวดิน

3. แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test

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

ตารางที่ 1 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของเสาเข็ม เมตร	ระดับความลึกปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรงเสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียดทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้านทานปลายเข็ม ตัน/ม^2	แรงต้านทานปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม 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. ใช้ค่าพิกัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)

2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน

3. แนะนำให้ทำ Pile Integrity Test

4. เนื่องจากพบชั้นทรายปนซิลท์ที่ระดับ 28.0 - 30.45 เมตร ทำให้คาดว่าน้ำใต้ดินจะไหลเข้าสู่หลุมเจาะผ่านทางชั้นดินดังกล่าว และจะทำให้ผนังหลุมเจาะถล่มได้ ฉะนั้น การก่อสร้างเสาเข็มเจาะระบบแห้งเมื่อปลายเสาเข็มเข้าใกล้ชั้นดินข้างต้นจะต้องให้ความระมัดระวังผลกระทบดังกล่าวด้วย

ตารางที่ 2 แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของเสาเข็ม เมตร	ระดับความลึกปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรงเสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียดทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้านทานปลายเข็ม ตัน/ม^2	แรงต้านทานปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม 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

1. ใช้ค่าพิกัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน
3. Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มคาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลท์ดานแข็งมาก (Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
4. แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสั่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของเสาเข็ม เมตร	ระดับความลึกปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรงเสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียดทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้านทานปลายเข็ม ตัน/ม^2	แรงต้านทานปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม 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

1. ใช้ค่าพิกัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน
3. Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มคาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลท์ดานแข็งมาก (Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
4. แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสั่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของเสาเข็ม เมตร	ระดับความลึกปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรงเสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียดทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้านทานปลายเข็ม ตัน/ม^2	แรงต้านทานปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม 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

1. ใช้ค่าพิกัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน
3. Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มคาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลท์ดานแข็งมาก (Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
4. แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสั่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของเสาเข็ม เมตร	ระดับความลึกปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรงเสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียดทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้านทานปลายเข็ม ตัน/ม^2	แรงต้านทานปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม 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

1. ใช้ค่าพิกัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน
3. Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มคาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนซิลท์ดานแข็งมาก (Hard Silty Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
4. แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสั่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของเสาเข็ม เมตร	ระดับความลึกปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรงเสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียดทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้านทานปลายเข็ม ตัน/ม^2	แรงต้านทานปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม 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

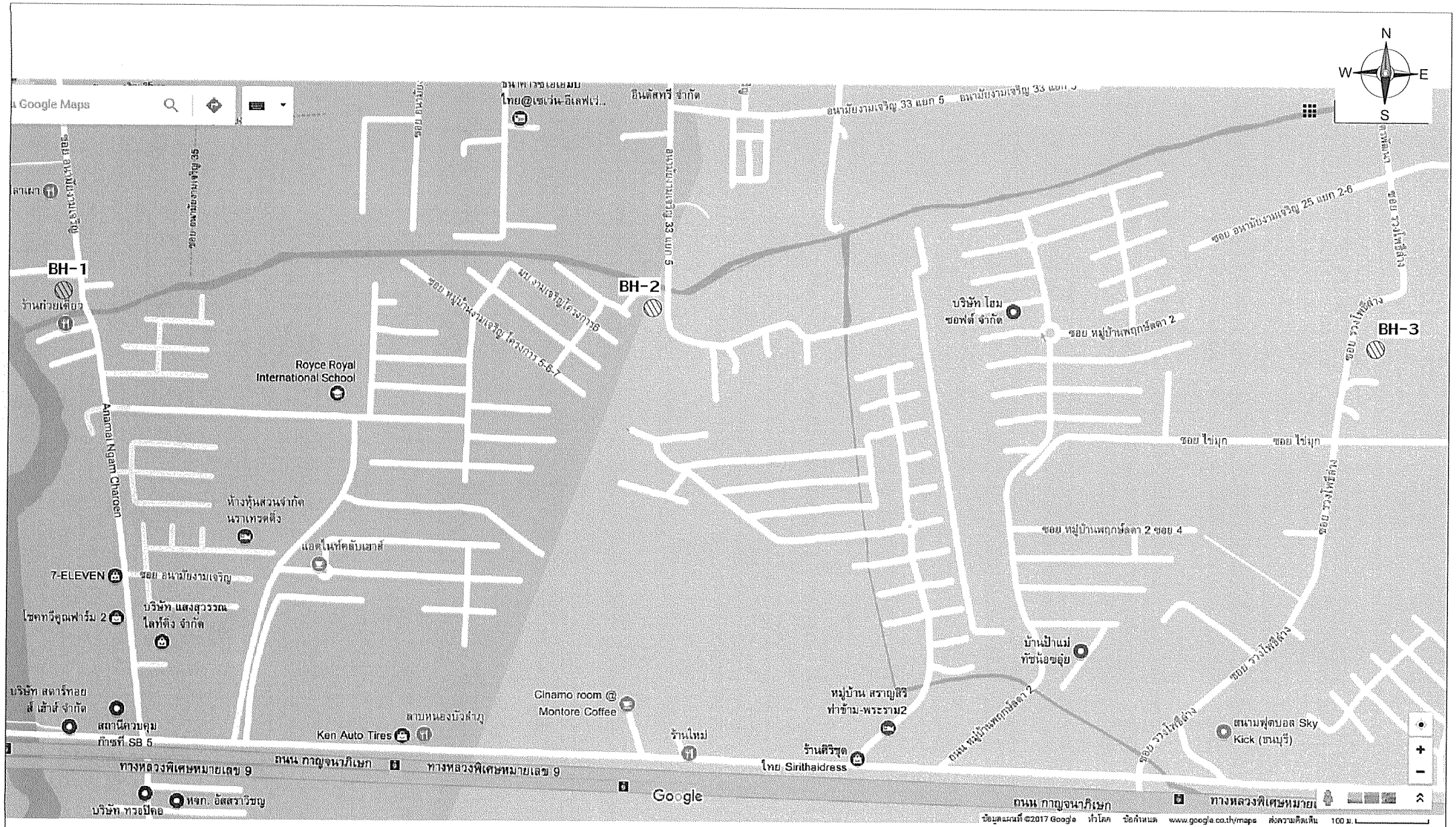
1. ใช้ค่าพิกัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน
3. Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มคาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนทรายดานแข็งมาก (Hard Sandy Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
4. แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสั่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แนะนำตัวอย่างกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มคอนกรีตสำหรับตอก (Driven Pile)

หลุมเจาะ	ขนาดของเสาเข็ม เมตร	ระดับความลึกปลายเข็ม เมตร	หน่วยแรงเสียดทานผิว ตัน/เมตร	แรงเสียดทานผิว ตัน	หน่วยแรงต้านทานปลายเข็ม ตัน/ม^2	แรงต้านทานปลายเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม ตัน	กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม 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

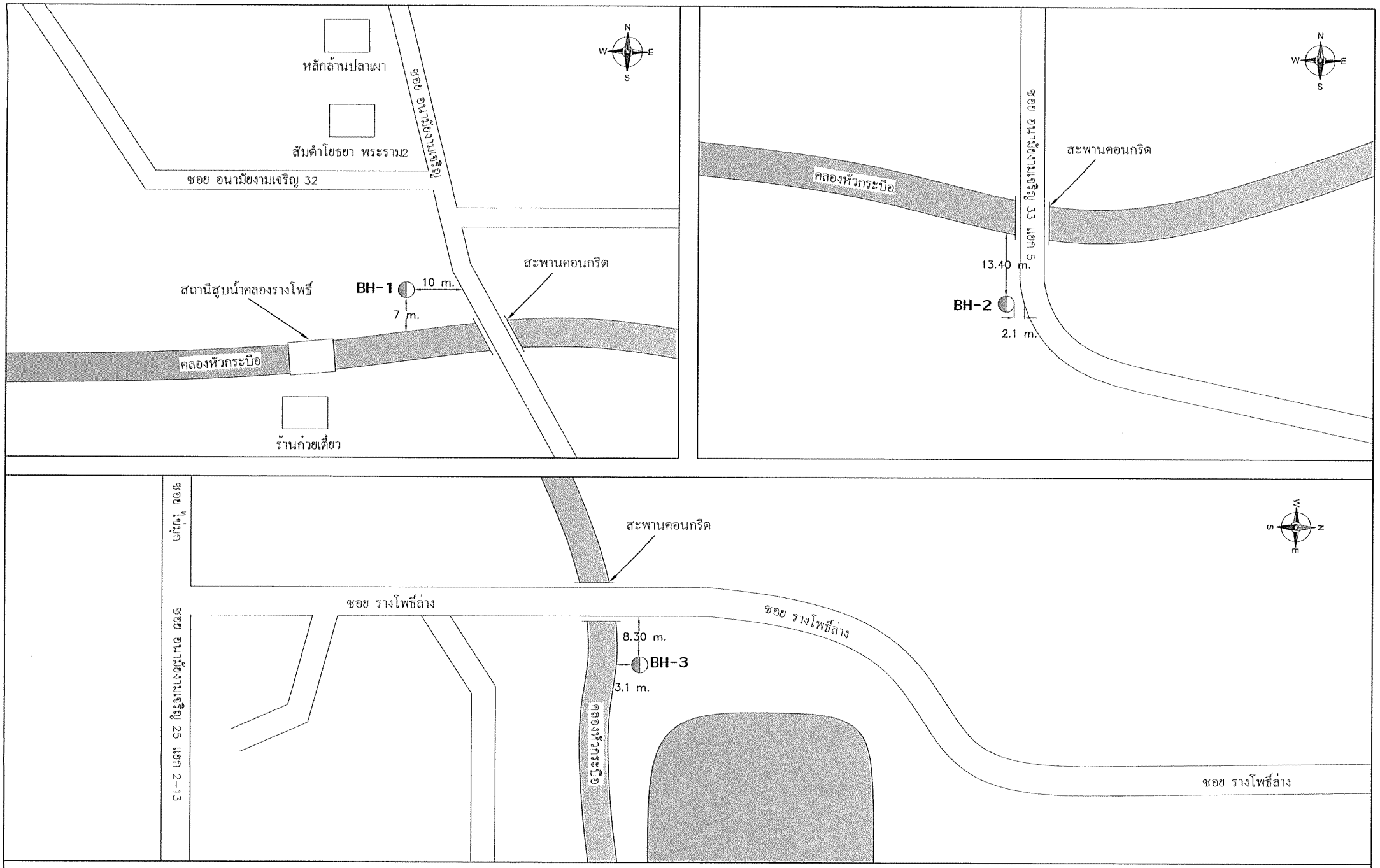
หมายเหตุ

1. ใช้ค่าพิกัดความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 โดยที่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบของหน่วยแรงเสียดทานผิวลบ (Negative Skin Friction)
2. ระดับความลึกปลายเข็มเทียบกับผิวดินปากหลุมเจาะขณะทำการเจาะสำรวจ, ในการคำนวณกำหนดให้หัวเข็มอยู่ที่ 1 เมตรต่ำจากผิวดิน
3. Blow Count ระหว่างการตอกเสาเข็มคาดว่าจะมีค่าไม่สูงนัก ยกเว้นกรณีที่ปลายเสาเข็มฝังจมอยู่ในชั้นดินเหนียวปนทรายดานแข็งมาก (Hard Sandy Clay) หรือชั้นทรายแน่น (Dense Sand) ซึ่งควรได้รับการยืนยัน
4. แนะนำให้ตอกเสาเข็มนำร่อง (Pilot Pile) เพื่อหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสมก่อนสั่งเสาเข็มทั้งโครงการฯ



รูปที่ 1: แผนผังแสดงตำแหน่งที่ตั้งโครงการปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ ถึงคลองดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเขื่อน ค.ส.ล. คลองรางโพธิ์) กรุงเทพมหานคร

Job./No.60003.14/NY/PT/2560



รูปที่ 2: แผนผังแสดงตำแหน่งหลุมเจาะโครงการปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ ถึงคลองดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเขื่อน ค.ส.ล. คลองรางโพธิ์) กรุงเทพมหานคร

Job./No.60003.14/NY/PT/2560

STS ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

SUMMARY OF TEST RESULTS

PROJECT	ปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ ถึงคลองดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเขื่อน ค.ส.ล. คลองรางโพธิ์)	**LOCATION**	เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร
DATE	06/07/60	**BORING No.**	BH-3
JOB No.	60003.14	**BY**	NC
OBSERVED W.L.	-0.52 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)	
														UNCONFINED SHEAR		FIELD VANE SHEAR		UU TEST	POCKET PENETRATION		
	FROM	TO		LL.	PL.	PI.		No. 3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200		Qu/2	Qu'/2	Qv	Qv'	Su	1/2 Qp		
ST-01	1.50	2.00	70.1				1.60						CH	1.50							
ST-02	3.00	3.50	101.6				1.46						CH	0.58							
ST-03	4.50	5.00	62.4	64.2	26.7	37.5	1.63						CH	0.94							
ST-04	6.00	6.50	84.8				1.51						CH	0.89							
ST-05	7.50	8.00	82.2				1.47						CH	0.81							
ST-06	9.00	9.50	78.9	91.5	37.1	54.4	1.51						CH	1.69							
ST-07	10.50	11.00	66.2				1.59			100	99	95	CH	1.80							
ST-08	12.00	12.50	53.2				1.68						CH	3.11					0.5		
ST-09	13.50	14.00	53.2	57.0	28.7	28.3	1.66						CH	3.18					1.3		
ST-10	15.00	15.50	52.1				1.68				100	99	CH	4.45							
SS-11	16.50	16.95	25.2	61.3	25.6	35.7	1.99						CH						6.3	9	
SS-12	18.00	18.45	30.1				1.89					100	CH	9.83					12.5	14	
SS-13	19.50	19.95	23.2				1.98	100	97	95	93	91	CH						15.0	18	
SS-14	21.00	21.45	19.2	53.2	26.1	27.1	2.07						CH						21.3	30	
SS-15	22.50	22.95	12.0				2.23						CH						22.5+	44	
SS-16	24.00	24.45	17.6				2.13						CH						22.5	26	
SS-17	25.50	25.95	21.1	51.6	24.9	26.7	1.99						CH	11.87					20.0	28	
SS-18	27.00	27.45	23.8										CH						16.3	21	
SS-19	28.50	28.95	16.6					100	99	97	88	21	SM							56	
SS-20	30.00	30.45	15.6						100	99	78	27	SM							48	

LOG OF BORING No. BH-3

PROJECT : ปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ ถึงคลอง ดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเขื่อน ค.ส.ล. คลองรางโพธิ์)

LOCATION : เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

DEPTH, m.	SAMPLE No.	TYPE OF SAMPLE	SAMPLE DIST.	RECOVERY	DESCRIPTION OF MATERIAL
0					Silty clay, trace fine sand, brownish grey. (CH, Fill)
					1.5 m.
	01	ST			Clay, trace fine sand, greenish grey and dark grey, very soft to medium. (CH)
	02	ST			
5	03	ST			
	04	ST			
	05	ST			
	06	ST			
10					
	07	ST			
	08	ST			
	09	ST			
15					
	10	ST			
					15.5 m.
	11	SS			Silty clay, trace fine sand, li-greenish grey, stiff. (CH)
	12	SS			
					19.0 m.
20	13	SS			Silty clay, trace fine sand, greyish brown, brownish grey at SS-13, very stiff to hard. (CH)
	14	SS			
	15	SS			
	16	SS			
25					
	17	SS			

GRAPHIC LOG

○ *Natural Water Content*
× *Plastic Limit*
△ *Liquid Limit*
(%)
20 40 60 80 100

○ Su (UC) ● Su' (UC)
△ Su (FV) ▲ Su' (FV)
× Qp/2
▽ Su (UU)
(t/m^2)
2.5 5 7.5

□ SPT , N (Blow/ft)
20 40 60

9
14
18
30
44
26

STS ENGINEERING CONSULTANTS

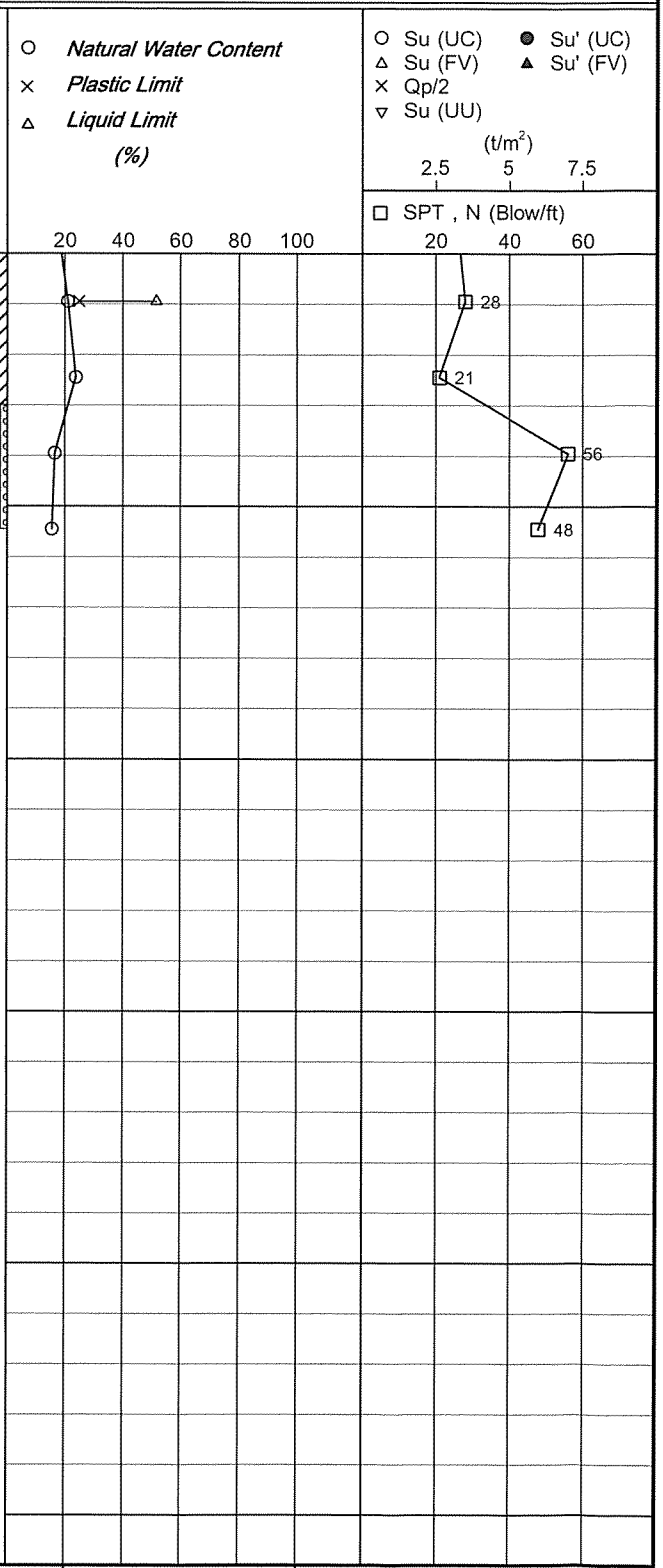
BORING STARTED : 06/07/60	*RIG.* ROTARY	*WL.* -0.52 M. *24 Hrs. After Boring*
BORING FINISHED : 06/07/60	*FOREMAN :* RC.	*JOB No. :* 60003.14

LOG OF BORING No. BH-3

PROJECT : ปรับปรุงระบบระบายน้ำด้านใต้คลองภาษีเจริญ ถึงคลอง ดาวคะนอง (ก่อสร้างสถานีสูบน้ำและเขื่อน ค.ส.ล. คลองรางโพธิ์)

LOCATION : เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

DEPTH, m.	SAMPLE No.	TYPE OF SAMPLE	SAMPLE DIST.	RECOVERY	DESCRIPTION OF MATERIAL	GRAPHIC LOG
25	17	SS			Silty clay, trace fine sand, greyish brown, brownish grey at SS-13, very stiff to hard. (CH)	
	18	SS				
					28.0 m.	
	19	SS			Silty fine to medium sand, li-brownish grey, dense to very dense. (SM)	
30	20	SS			30.45 m.	
					END OF BORING	
35						



STS ENGINEERING CONSULTANTS	*BORING STARTED :* 06/07/60	*RIG.* ROTARY	*WL.* -0.52 M. *24 Hrs. After Boring*
	BORING FINISHED : 06/07/60	*FOREMAN :* RC.	*JOB No. :* 60003.14