

รายการคำนวณค่าน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม

วิศวกร.....

(นายสถาพร ภูวิจิตรจารุ)

สย. 1599

1. ค่าน้ำหนักบรรทุกประลัยของเสาเข็ม

$$Q_u = Q_s + Q_b$$

$$Q_s = p \sum \alpha S_u \Delta L \text{ (สำหรับดินเหนียว)} + p \sum (0.21N\Delta L) \text{ (สำหรับทราย)}$$

Q_s = ค่าน้ำหนักบรรทุกแรงเสียดทาน, ตัน

$$Q_b = 9S_u A_p \leq 400A_p = \text{ค่าแรงแบกทานปลายเสาเข็มกรณีดินเหนียว, ตัน}$$

$$Q_b = 30NA_p \leq 1000A_p = \text{ค่าแรงแบกทานปลายเสาเข็มกรณีทราย, ตัน}$$

ค่าน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย

$$Q_a = \frac{Q_u}{FS} = \frac{Q_u}{2.5}$$

เสาเข็มเจาะ คิดผลกระทบการเจาะ 50 % สำหรับ Q_b กรณีเป็นชั้นทราย

ค่าน้ำหนักเสาเข็มได้คิดไว้ในสูตรของการคำนวณ Q_b แล้ว

อาคารเรียนรวม 7 ชั้น 1 หลัง ข้อกำหนดตามแบบฐานรากระบุว่า ใช้เสาเข็มกลมแรงเหวี่ยง (spun pile) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 เมตร ความยาว 23.00 เมตร ส่องหัวเสาเข็ม 2.0 เมตร จากผิวดิน รับค่าน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยตันละไม่น้อยกว่า 80 ตัน ใช้ส่วนปลอดภัยเท่ากับ 2.5

ในการก่อสร้างจริงจะใช้เสาเข็มกลมแรงเหวี่ยง (spun pile) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 เมตร ความยาว 23.00 เมตร ส่องหัวเสาเข็ม 2.0 เมตร จากผิวดินเดิม (ไม่มีดินถม) มีสมบัติดังนี้

$$\text{เนื้อที่หน้าตัดเสาเข็ม} \quad A_p = \frac{\pi}{4} \times 0.60^2 = 0.282 \text{ m}^2$$

$$\text{เส้นรอบรูป} \quad p = \pi \times 0.60 = 1.88 \text{ m}$$

หลุมเจาะ BH-1

ระดับปากหลุมเจาะ ที่ผิวดินเดิม

ความลึกปลายเสาเข็ม 25.00 เมตร จากผิวดินเดิม ส่องหัวเสาเข็มลึก 2.00 เมตร

$$Q_s = \left[\sum \alpha S_u \Delta L + \sum 0.21N\Delta L \right] p = 85.82 \times 1.88 = 161.3416 \text{ ตัน}$$

$$Q_b = 9S_u A_p = 228 \times 0.282 = 64.296 \text{ ตัน}$$

$$Q_u = Q_s + Q_b = 161.3416 + 64.296 = 225.6376 \text{ ตัน}$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{FS} = \frac{225.6376}{2.5} = 90.25 \text{ ตัน} > 80 \text{ ตัน ใช้ได้}$$

SPT GEOTECH CO., LTD. SOIL BORING LOG

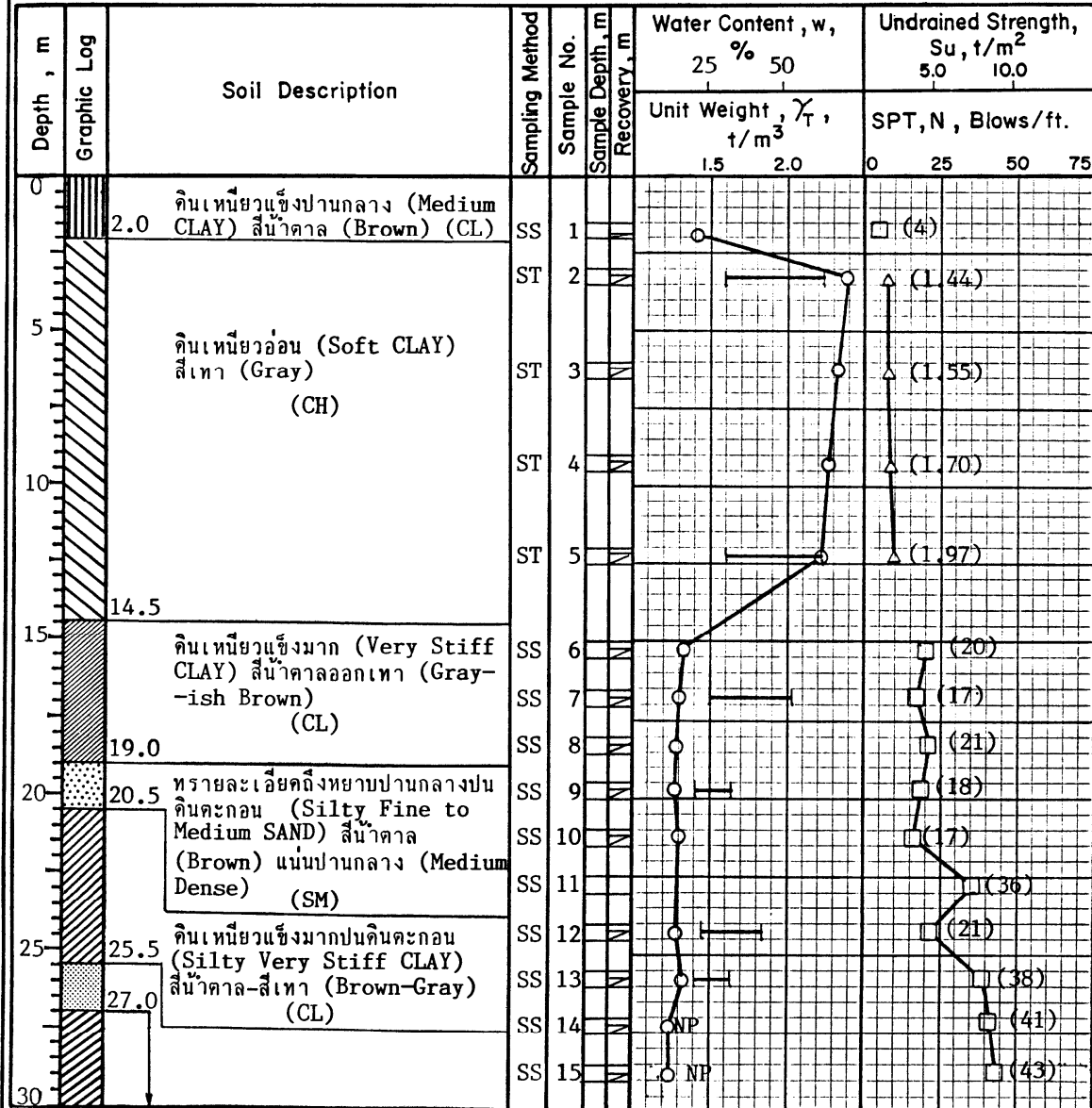
Borehole No. BH-1

Project ก่อสร้างอาคารเรียนรวม 7 ชั้น

Location สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตปทุมธานี

Elevation of Ground ผิวดินเดิม m

Date Commenced 30/11/41 Finished 1/12/41



Remarks

SS = Split Spoon

ST = Shelby Tube

NP = Non Plastic

┆ w_p = Plastic Limit

○ w_N = Natural Water Content

┆ w_L = Liquid Limit

┆ PI = Plasticity Index

□ = SPT, N

▲ = Pocket Penetrometer

△ = Unconfined Compression Test

▽ = Total Unit Weight

รูปที่ 2

Sheet 1 of 2

รูปที่ 29 ผลการเจาะสำรวจดินอาคารเรียนรวม ราชวมงคลปทุมธานี

SOIL BORING LOG (Continued)

Project อาคารเรียนรวม 7 ชั้น สถาบันเทคโนโลยีวิทยาเขตพิตรพิมุข กทม

Borehole No. BH-1

Depth, m	Graphic Log	Soil Description	Sampling Method	Sample No.	Sample Depth, m	Recovery, m	Water Content, w, %		Undrained Strength, S_u , t/m ²					
							25	50	5.0 10.0					
							Unit Weight, γ_T , t/m ³		SPT, N, Blows/ft.					
							1.5	2.0	0	25	50	75		
30		ทรายละเอียดถึงหยาบปานกลางปนดินตะกอน (Silty Fine to Medium SAND) สีน้ำตาล (Brown) แน่นถึงแน่นมาก (Dense to Very Dense) (SM)	SS	16									(31)	
			SS	17										(39)
			SS	18										(51)
35		ดินเหนียวแข็งปานดินตะกอน (Silty Hard CLAY) สีเทา (Gray) (CL)	SS	19										(53)
			SS	20										(40)
			SS	21										(35)
38.5		ทรายละเอียดถึงหยาบปานกลางปนดินตะกอน (Silty Fine to Medium SAND) สีน้ำตาล (Brown) แน่นมาก (Very Dense) (SM)	SS	22									(92)	
40														
45		สิ้นสุดหลุมเจาะ 39.45 เมตร												
50														
55														
60														
65														
70														

รูปที่ 2 (ต่อ)

Sheet 2 of 2

รูปที่ 30 ผลการเจาะสำรวจดินอาคารเรียนรวม ราชมงกลบพิตรพิมุข (ต่อ)

ตารางคำนวณกำลังของเสาเข็ม

หน่วยแรงเสียดทาน (shaft friction) หลุมเจาะ BH-1 (ดินเหนียว)

ชั้นดิน	ความลึก เมตร	$S_u = \frac{1}{2}q_u$ T/m ²	N ครั้ง/30 ชม	$S_u = \frac{N}{1.5}$ T/m ²	หน่วยแรงเสียดทาน (shaft friction) ดินเหนียว		
					α	$\alpha S_u \Delta L$ T/m	$\sum \alpha S_u \Delta L$ T/m
ดินเหนียว	1.50-1.95	-	-	-	-	-	-
	3.00-3.50	1.44	-	-	1.00	2.16	2.16
	6.00-6.50	1.55	-	-	1.00	4.65	6.81
	9.00-9.50	1.70	-	-	1.00	5.10	11.91
	12.00-12.50	1.97	-	-	1.00	5.91	17.82
	15.00-15.45	-	20	13.33	0.40	16.00	33.82
	16.50-16.95	-	17	11.33	0.40	6.80	40.62
	18.00-18.45	-	21	14.00	0.40	8.40	49.02
	19.50-19.95	-	18	12.00	0.40	7.20	56.22
	21.00-21.45	-	17	11.33	0.40	6.80	63.02
	22.50-22.95	-	36	24.00	0.40	14.40	77.42
	24.00-24.45	-	21	14.00	0.40	8.40	85.82
25.50-25.95	-	38	25.33	0.40	15.20	101.02	
ทราย	27.00-27.45	-	41	-	-	-	-
	28.50-28.95	-	43	-	-	-	-
	30.00-30.45	-	31	-	-	-	-
	31.50-31.95	-	39	-	-	-	-
	33.00-33.45	-	51	-	-	-	-
	34.50-34.95	-	53	-	-	-	-
	36.00-36.45	-	40	-	-	-	-
ดินเหนียว	37.50-37.95	-	35	23.33	0.40	14.00	115.02
ทราย	39.00-39.45	-	92	-	-	-	-

รูปที่ 31 ตารางคำนวณกำลังเสียดทานของเสาเข็ม สภาพดินเหนียว

ตารางคำนวณกำลังของเสาเข็ม
หน่วยแรงแบกทาน (end bearing) ดินเหนียว หลุมเจาะ BH-1

ชั้นดิน	ความลึก เมตร	N ครั้ง/30 ซม	หน่วยแรงแบกทาน (end bearing) ดินเหนียว $9S_u = 6N, T/m^2$
ดินเหนียว	1.50-1.95	-	-
	3.00-3.50	-	-
	6.00-6.50	-	-
	9.00-9.50	-	-
	12.00-12.50	-	-
	15.00-15.45	20	-
	16.50-16.95	17	-
	18.00-18.45	21	-
	19.50-19.95	18	-
	21.00-21.45	17	-
	22.50-22.95	36	-
	24.00-24.45	21	126
	25.50-25.95	38	228
ทราย	27.00-27.45	41	-
	28.50-28.95	43	-
	30.00-30.45	31	-
	31.50-31.95	39	-
	33.00-33.45	51	-
	34.50-34.95	53	-
	36.00-36.45	40	-
ดินเหนียว	37.50-37.95	35	-
ทราย	39.00-39.45	92	-

รูปที่ 32 ตารางคำนวณกำลังแบกทานของเสาเข็ม สภาพดินเหนียว

ตารางคำนวณกำลังของเสาเข็ม

หลุมเจาะ BH-1

ชั้นดิน	ความลึก เมตร	N ครั้ง/30 ซม	Shaft friction, sand		End bearing, sand 30N ตัน/ม ²
			0.21NΔL ตัน/เมตร	$\sum 0.21N\Delta L$ ตัน/เมตร	
ดินเหนียว	1.50-1.95	-	-	-	-
	3.00-3.50	-	-	-	-
	6.00-6.50	-	-	-	-
	9.00-9.50	-	-	-	-
	12.00-12.50	-	-	-	-
	15.00-15.45	20	-	-	-
	16.50-16.95	17	-	-	-
	18.00-18.45	21	-	-	-
	19.50-19.95	18	-	-	-
	21.00-21.45	17	-	-	-
	22.50-22.95	36	-	-	-
	24.00-24.45	21	-	-	-
25.50-25.95	38	-	-	-	
ทราย	27.00-27.45	41	12.30	12.30	1000
	28.50-28.95	43	12.90	25.20	1000
	30.00-30.45	31	9.30	34.50	930
	31.50-31.95	39	11.70	46.20	1000
	33.00-33.45	51	15.00	61.20	1000
	34.50-34.95	53	15.00	76.20	1000
	36.00-36.45	40	12.00	88.20	1000
ดินเหนียว	37.50-37.95	35	-	-	-
ทราย	39.00-39.45	92	15.00	103.20	1000

รูปที่ 33 ตารางคำนวณกำลังของเสาเข็ม

รายละเอียดการคำนวณ

ช่วงความลึก 1.50-1.95 ไม่มีผลอะไร เนื่องจากหัวเสาเข็มส่งลงไปที่ระดับความลึก 2.00 เมตร จากผิวดิน ในรูปที่ 31 ถึง 33 ช่วงนี้ไม่มีข้อมูล

ช่วง 2-3.50 เมตร มี $\Delta L = 3.50 - 2 = 1.50$ m จากรูปที่ 29 ความลึกประมาณ 3.5 เมตร มีค่า $S_u = \frac{1}{2}q_u = 1.44$ T/m² จากรูปที่ 24 ขณะที่ $S_u < 2$ นั้นกราฟของ Holmberg ให้ค่า $\alpha \approx 1.00$ ดังนั้น $\alpha S_u \Delta L = 1.00 \times 1.44 \times 1.50 = 2.16$ T/m เหนือขึ้นไปยังไม่มีค่า ดังนั้น $\sum \alpha S_u \Delta L = 0 + 2.16 = 2.16$ T/m ดังรูปที่ 31

ช่วง 3.50-6.50 เมตร มี $\Delta L = 6.50 - 3.50 = 3.00$ m จากรูปที่ 29 ความลึกประมาณ 6.50 เมตร มีค่า $S_u = \frac{1}{2}q_u = 1.55$ T/m² จากรูปที่ 24 ขณะที่ $S_u < 2$ นั้นกราฟของ Holmberg ให้ค่า $\alpha \approx 1.00$ ดังนั้น $\alpha S_u \Delta L = 1.00 \times 1.55 \times 3.00 = 4.65$ T/m เหนือขึ้นไปมี $\sum \alpha S_u \Delta L = 2.16$ T/m อยู่แล้ว ดังนั้น $\sum \alpha S_u \Delta L = 2.16 + 4.65 = 6.81$ T/m ดังรูปที่ 31

ช่วง 6.50-9.50 เมตร มี $\Delta L = 9.50 - 6.50 = 3.00$ m จากรูปที่ 29 ความลึกประมาณ 9.50 เมตร มีค่า $S_u = \frac{1}{2}q_u = 1.70$ T/m² จากรูปที่ 24 ขณะที่ $S_u < 2$ นั้นกราฟของ Holmberg ให้ค่า $\alpha \approx 1.00$ ดังนั้น $\alpha S_u \Delta L = 1.00 \times 1.70 \times 3.00 = 5.10$ T/m เหนือขึ้นไปมี $\sum \alpha S_u \Delta L = 6.81$ T/m อยู่แล้ว ดังนั้น $\sum \alpha S_u \Delta L = 6.81 + 5.10 = 11.91$ T/m ดังรูปที่ 31

ช่วง 9.50-12.50 เมตร มี $\Delta L = 12.50 - 9.50 = 3.00$ m จากรูปที่ 29 ความลึกประมาณ 12.50 เมตร มีค่า $S_u = \frac{1}{2}q_u = 1.97$ T/m² จากรูปที่ 24 ขณะที่ $S_u < 2$ นั้นกราฟของ Holmberg ให้ค่า $\alpha \approx 1.00$ ดังนั้น $\alpha S_u \Delta L = 1.00 \times 1.97 \times 3.00 = 5.91$ T/m เหนือขึ้นไปมี $\sum \alpha S_u \Delta L = 11.91$ T/m อยู่แล้ว ดังนั้น $\sum \alpha S_u \Delta L = 11.91 + 5.91 = 17.82$ T/m ดังรูปที่ 31

ช่วง 12.50-15.50 เมตร มี $\Delta L = 15.50 - 12.50 = 3.00$ m จากรูปที่ 29 ที่ความลึก 15.45 เมตร มีค่า SPT $N = 20$ ครั้ง/30 ซม ดังนั้น $S_u = \frac{N}{1.5} = \frac{20}{1.5} = 13.33$ T/m² จากรูปที่ 24 ขณะที่ $S_u = 13.33$ นั้นกราฟของ Holmberg ให้ค่า $\alpha \approx 0.40$ ดังนั้น $\alpha S_u \Delta L = 0.40 \times 13.33 \times 3.00 = 16.00$ T/m เหนือขึ้นไปมี $\sum \alpha S_u \Delta L = 17.82$ T/m อยู่แล้ว ดังนั้น $\sum \alpha S_u \Delta L = 17.82 + 16.00 = 33.82$ T/m ดังรูปที่ 31

ช่วง 15.50-17.00 เมตร มี $\Delta L = 17.00 - 15.50 = 1.50$ m จากรูปที่ 29 ที่ความลึก 16.95 เมตร มีค่า SPT $N = 17$ ครั้ง/30 ซม ดังนั้น $S_u = \frac{N}{1.5} = \frac{17}{1.5} = 11.33$ T/m² จากรูปที่ 24 ขณะที่ $S_u = 11.33$ นั้นกราฟของ Holmberg ให้ค่า $\alpha \approx 0.40$ ดังนั้น $\alpha S_u \Delta L = 0.40 \times 11.33 \times 1.50 = 6.798 \Rightarrow 6.80$ T/m เหนือขึ้นไปมี $\sum \alpha S_u \Delta L = 33.82$ T/m อยู่แล้ว ดังนั้น $\sum \alpha S_u \Delta L = 33.82 + 6.80 = 40.62$ T/m ดังรูปที่ 31

ช่วง 17.00-18.50 เมตร มี $\Delta L = 18.50 - 17.00 = 1.50$ m จากรูปที่ 29 ที่ความลึก 18.45 เมตร มีค่า SPT $N = 21$ ครั้ง/30 ซม ดังนั้น $S_u = \frac{N}{1.5} = \frac{21}{1.5} = 14.00$ T/m² จากรูปที่ 24 ขณะที่ $S_u = 14.00$ นั้น

กราฟของ Holmberg ให้ค่า $\alpha \approx 0.40$ ดังนั้น $\alpha S_u \Delta L = 0.40 \times 14.00 \times 1.50 = 8.40$ T/m เหนือขึ้นไป มี $\sum \alpha S_u \Delta L = 40.62$ T/m อยู่แล้ว ดังนั้น $\sum \alpha S_u \Delta L = 40.62 + 8.40 = 49.02$ T/m จากรูปที่ 31

ช่วง 18.50-20.00 เมตร มี $\Delta L = 20.00 - 18.50 = 1.50$ m จากรูปที่ 29 ที่ความลึก 19.95 เมตร มีค่า SPT $N = 18$ ครั้ง/30 ซม ดังนั้น $S_u = \frac{N}{1.5} = \frac{18}{1.5} = 12.00$ T/m² จากรูปที่ 24 ขณะที่ $S_u = 12.00$ นั้น

กราฟของ Holmberg ให้ค่า $\alpha \approx 0.40$ ดังนั้น $\alpha S_u \Delta L = 0.40 \times 12.00 \times 1.50 = 7.20$ T/m เหนือขึ้นไป มี $\sum \alpha S_u \Delta L = 49.02$ T/m อยู่แล้ว ดังนั้น $\sum \alpha S_u \Delta L = 49.02 + 7.20 = 56.22$ T/m จากรูปที่ 31

ช่วง 18.50-20.00 เมตร มี $\Delta L = 20.00 - 18.50 = 1.50$ m จากรูปที่ 29 ที่ความลึก 19.95 เมตร มีค่า SPT $N = 18$ ครั้ง/30 ซม ดังนั้น $S_u = \frac{N}{1.5} = \frac{18}{1.5} = 12.00$ T/m² จากรูปที่ 24 ขณะที่ $S_u = 12.00$ นั้น

กราฟของ Holmberg ให้ค่า $\alpha \approx 0.40$ ดังนั้น $\alpha S_u \Delta L = 0.40 \times 12.00 \times 1.50 = 7.20$ T/m เหนือขึ้นไป มี $\sum \alpha S_u \Delta L = 49.02$ T/m อยู่แล้ว ดังนั้น $\sum \alpha S_u \Delta L = 49.02 + 7.20 = 56.22$ T/m จากรูปที่ 31

ช่วง 20.00-21.50 เมตร มี $\Delta L = 21.50 - 20.00 = 1.50$ m จากรูปที่ 29 ที่ความลึก 21.45 เมตร มีค่า SPT $N = 17$ ครั้ง/30 ซม ดังนั้น $S_u = \frac{N}{1.5} = \frac{17}{1.5} = 11.33$ T/m² จากรูปที่ 24 ขณะที่ $S_u = 11.33$ นั้น

กราฟของ Holmberg ให้ค่า $\alpha \approx 0.40$ ดังนั้น $\alpha S_u \Delta L = 0.40 \times 11.33 \times 1.50 = 6.80$ T/m เหนือขึ้นไป มี $\sum \alpha S_u \Delta L = 56.22$ T/m อยู่แล้ว ดังนั้น $\sum \alpha S_u \Delta L = 56.22 + 6.80 = 63.02$ T/m จากรูปที่ 31

ช่วง 21.50-23.00 เมตร มี $\Delta L = 23.00 - 21.50 = 1.50$ m จากรูปที่ 29 ที่ความลึก 22.95 เมตร มีค่า SPT $N = 36$ ครั้ง/30 ซม ดังนั้น $S_u = \frac{N}{1.5} = \frac{36}{1.5} = 24.00$ T/m² จากรูปที่ 24 ขณะที่ $S_u = 24.00$

นั้นกราฟของ Holmberg ให้ค่า $\alpha \approx 0.40$ ดังนั้น $\alpha S_u \Delta L = 0.40 \times 24.00 \times 1.50 = 14.40$ T/m เหนือขึ้นไปมี $\sum \alpha S_u \Delta L = 63.02$ T/m อยู่แล้ว ดังนั้น $\sum \alpha S_u \Delta L = 63.02 + 14.40 = 77.42$ T/m จากรูปที่ 31

ช่วง 23.00-24.50 เมตร มี $\Delta L = 24.50 - 23.00 = 1.50$ m จากรูปที่ 29 ที่ความลึก 24.45 เมตร มีค่า SPT $N = 21$ ครั้ง/30 ซม ดังนั้น $S_u = \frac{N}{1.5} = \frac{21}{1.5} = 14.00$ T/m² จากรูปที่ 24 ขณะที่ $S_u = 14.00$ นั้น

กราฟของ Holmberg ให้ค่า $\alpha \approx 0.40$ ดังนั้น $\alpha S_u \Delta L = 0.40 \times 14.00 \times 1.50 = 8.40$ T/m เหนือขึ้นไป มี $\sum \alpha S_u \Delta L = 77.42$ T/m อยู่แล้ว ดังนั้น $\sum \alpha S_u \Delta L = 77.42 + 8.40 = 85.82$ T/m จากรูปที่ 31

ช่วง 24.50-26.00 เมตร มี $\Delta L = 26.00 - 24.50 = 1.50$ m จากรูปที่ 29 ที่ความลึก 25.95 เมตร มีค่า SPT $N = 38$ ครั้ง/30 ซม ดังนั้น $S_u = \frac{N}{1.5} = \frac{38}{1.5} = 25.33$ T/m² จากรูปที่ 24 ขณะที่ $S_u = 25.33$

นั้นกราฟของ Holmberg ให้ค่า $\alpha \approx 0.40$ ดังนั้น $\alpha S_u \Delta L = 0.40 \times 25.33 \times 1.50 = 15.20$ T/m เหนือ

ขึ้นไปมี $\sum \alpha S_u \Delta L = 85.82 \text{ T/m}$ อยู่แล้ว ดังนั้น $\sum \alpha S_u \Delta L = 85.82 + 15.20 = 101.02 \text{ T/m}$ ดังรูปที่ 31

ช่วง 26.00-27.50 เมตร มี $\Delta L = 27.50 - 26.00 = 1.50 \text{ m}$ จากรูปที่ 29 ที่ความลึก 27.45 เมตร มีค่า SPT $N = 41$ ครั้ง/30 ซม เป็นชั้นทราย ค่า $30N = 30 \times 41 = 1230 > 1000$ ใช้ $30N = 1000$ ดังนั้นแรงเสียดทานรอบเสาเข็ม $0.21N\Delta L = 0.21 \times 41 \times 1.50 = 12.915$ ลดค่าลงโดยหารด้วย 1.05 ได้ $\frac{12.915}{1.05} = 12.30 \text{ T/m}$ และก่อนหน้ามีค่า $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 0$ ดังนั้น $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 0 + 12.30 = 12.30 \text{ T/m}$ ดังรูปที่ 33

ช่วง 27.50-29.00 เมตร มี $\Delta L = 29.00 - 27.50 = 1.50 \text{ m}$ จากรูปที่ 29 ที่ความลึก 28.95 เมตร มีค่า SPT $N = 43$ ครั้ง/30 ซม เป็นชั้นทราย ค่า $30N = 30 \times 43 = 1290 > 1000$ ใช้ $30N = 1000$ ดังนั้นแรงเสียดทานรอบเสาเข็ม $0.21N\Delta L = 0.21 \times 43 \times 1.50 = 13.545$ ลดค่าลงโดยหารด้วย 1.05 ได้ $\frac{13.545}{1.05} = 12.90 \text{ T/m}$ และก่อนหน้ามีค่า $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 12.30$ ดังนั้น $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 12.30 + 12.90 = 25.20 \text{ T/m}$ ดังรูปที่ 33

ช่วง 29.00-30.50 เมตร มี $\Delta L = 30.50 - 29.00 = 1.50 \text{ m}$ จากรูปที่ 29 ที่ความลึก 30.45 เมตร มีค่า SPT $N = 31$ ครั้ง/30 ซม เป็นชั้นทราย ค่า $30N = 30 \times 31 = 930 < 1000$ ใช้ $30N = 930$ ดังนั้นแรงเสียดทานรอบเสาเข็ม $0.21N\Delta L = 0.21 \times 31 \times 1.50 = 9.765$ ลดค่าลงโดยหารด้วย 1.05 ได้ $\frac{9.765}{1.05} = 9.30 \text{ T/m}$ และก่อนหน้ามีค่า $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 25.20$ ดังนั้น $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 25.20 + 9.30 = 34.50 \text{ T/m}$ ดังรูปที่ 33

ช่วง 30.50-32.00 เมตร มี $\Delta L = 32.00 - 30.50 = 1.50 \text{ m}$ จากรูปที่ 30 ที่ความลึก 31.95 เมตร มีค่า SPT $N = 39$ ครั้ง/30 ซม เป็นชั้นทราย ค่า $30N = 30 \times 39 = 1170 > 1000$ ใช้ $30N = 1000$ ดังนั้นแรงเสียดทานรอบเสาเข็ม $0.21N\Delta L = 0.21 \times 39 \times 1.50 = 12.285$ ลดค่าลงโดยหารด้วย 1.05 ได้ $\frac{12.285}{1.05} = 11.70 \text{ T/m}$ และก่อนหน้ามีค่า $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 34.50$ ดังนั้น $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 34.50 + 11.70 = 46.20 \text{ T/m}$ ดังรูปที่ 33

ช่วง 32.00-33.50 เมตร มี $\Delta L = 33.50 - 32.00 = 1.50 \text{ m}$ จากรูปที่ 30 ที่ความลึก 33.45 เมตร มีค่า SPT $N = 51$ ครั้ง/30 ซม เป็นชั้นทราย ค่า $30N = 30 \times 51 = 1530 > 1000$ ใช้ $30N = 1000$ ต้องใช้ค่า N ไม่เกิน 50 ดังนั้นแรงเสียดทานรอบเสาเข็ม $0.21N\Delta L = 0.21 \times 50 \times 1.50 = 15.75$ ลดค่าลงโดยหารด้วย 1.05 ได้ $\frac{15.75}{1.05} = 15.00 \text{ T/m}$ และก่อนหน้ามีค่า $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 46.20$ ดังนั้น $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 46.20 + 15.00 = 61.20 \text{ T/m}$ ดังรูปที่ 33

ช่วง 33.50-35.00 เมตร มี $\Delta L = 35.00 - 33.50 = 1.50 \text{ m}$ จากรูปที่ 30 ที่ความลึก 34.95 เมตร มีค่า SPT $N = 53$ ครั้ง/30 ซม เป็นชั้นทราย ค่า $30N = 30 \times 53 = 1590 > 1000$ ใช้ $30N = 1000$ ต้องใช้ค่า

N ไม่เกิน 50 ดังนั้นแรงเสียดทานรอบเสาเข็ม $0.21N\Delta L = 0.21 \times 50 \times 1.50 = 15.75$ ลดค่าลงโดยหารด้วย 1.05 ได้ $\frac{15.75}{1.05} = 15.00$ T/m และก่อนหน้ามีค่า $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 61.20$ ดังนั้น $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 61.20 + 15.00 = 76.20$ T/m ดังรูปที่ 33

ช่วง 35.00-36.50 เมตร มี $\Delta L = 36.50 - 35.00 = 1.50$ m จากรูปที่ 30 ที่ความลึก 36.45 เมตร มีค่า SPT N = 40 ครั้ง/30 ซม เป็นชั้นทราย ค่า $30N = 30 \times 40 = 1200 > 1000$ ใช้ $30N = 1000$ ดังนั้นแรงเสียดทานรอบเสาเข็ม $0.21N\Delta L = 0.21 \times 40 \times 1.50 = 12.6$ ลดค่าลงโดยหารด้วย 1.05 ได้ $\frac{12.6}{1.05} = 12.00$ T/m และก่อนหน้ามีค่า $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 76.20$ ดังนั้น $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 76.20 + 12.00 = 88.20$ T/m ดังรูปที่ 33

ช่วง 36.50-38.00 เมตร มี $\Delta L = 38.00 - 36.50 = 1.50$ m จากรูปที่ 30 ที่ความลึก 25.95 เมตร มีค่า SPT N = 35 ครั้ง/30 ซม ดังนั้น $S_u = \frac{N}{1.5} = \frac{35}{1.5} = 23.33$ T/m² จากรูปที่ 24 ขณะที่ $S_u = 23.33$ นั้นกราฟของ Holmberg ให้ค่า $\alpha \approx 0.40$ ดังนั้น $\alpha S_u \Delta L = 0.40 \times 23.33 \times 1.50 = 14.00$ T/m เหนือขึ้นไปมี $\sum \alpha S_u \Delta L = 101.02$ T/m อยู่แล้ว ดังนั้น $\sum \alpha S_u \Delta L = 101.02 + 14.00 = 115.02$ T/m ดังรูปที่ 31

ช่วง 38.00-39.50 เมตร มี $\Delta L = 39.50 - 38.00 = 1.50$ m จากรูปที่ 30 ที่ความลึก 39.45 เมตร มีค่า SPT N = 92 ครั้ง/30 ซม เป็นชั้นทราย ค่า $30N = 30 \times 92 = 2760 > 1000$ ใช้ $30N = 1000$ ต้องใช้ N ไม่เกิน 50 ดังนั้นแรงเสียดทานรอบเสาเข็ม $0.21N\Delta L = 0.21 \times 50 \times 1.50 = 15.75$ ลดค่าลงโดยหารด้วย 1.05 ได้ $\frac{15.75}{1.05} = 15.00$ T/m และก่อนหน้ามีค่า $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 88.20$ ดังนั้น $\sum \frac{0.21N\Delta L}{1.05} = 88.20 + 15.00 = 103.20$ T/m ดังรูปที่ 33

แรงแบกทานที่ปลายเสาเข็มที่ระดับความลึก 25 เมตร พิจารณช่วง 24.00-24.50 เมตร มี N = 21 ครั้ง/30 ซม ได้ $S_u = \frac{N}{1.5} = \frac{21}{1.5} = 14$ T/m² แล้ว $q_b = 9S_u = 9 \times \frac{N}{1.5} = 6N = 6 \times 21 = 126$ T/m²

พิจารณาช่วง 24.50-26.00 เมตร มี N = 38 ครั้ง/30 ซม ได้ $S_u = \frac{N}{1.5} = \frac{38}{1.5} = 25.33$ T/m² แล้ว $q_b = 9S_u = 9 \times \frac{N}{1.5} = 6N = 6 \times 38 = 228$ T/m² ปลายเสาเข็มอยู่ในช่วงนี้

แรงแบกทานมีรายการคำนวณตามรูปที่ 32