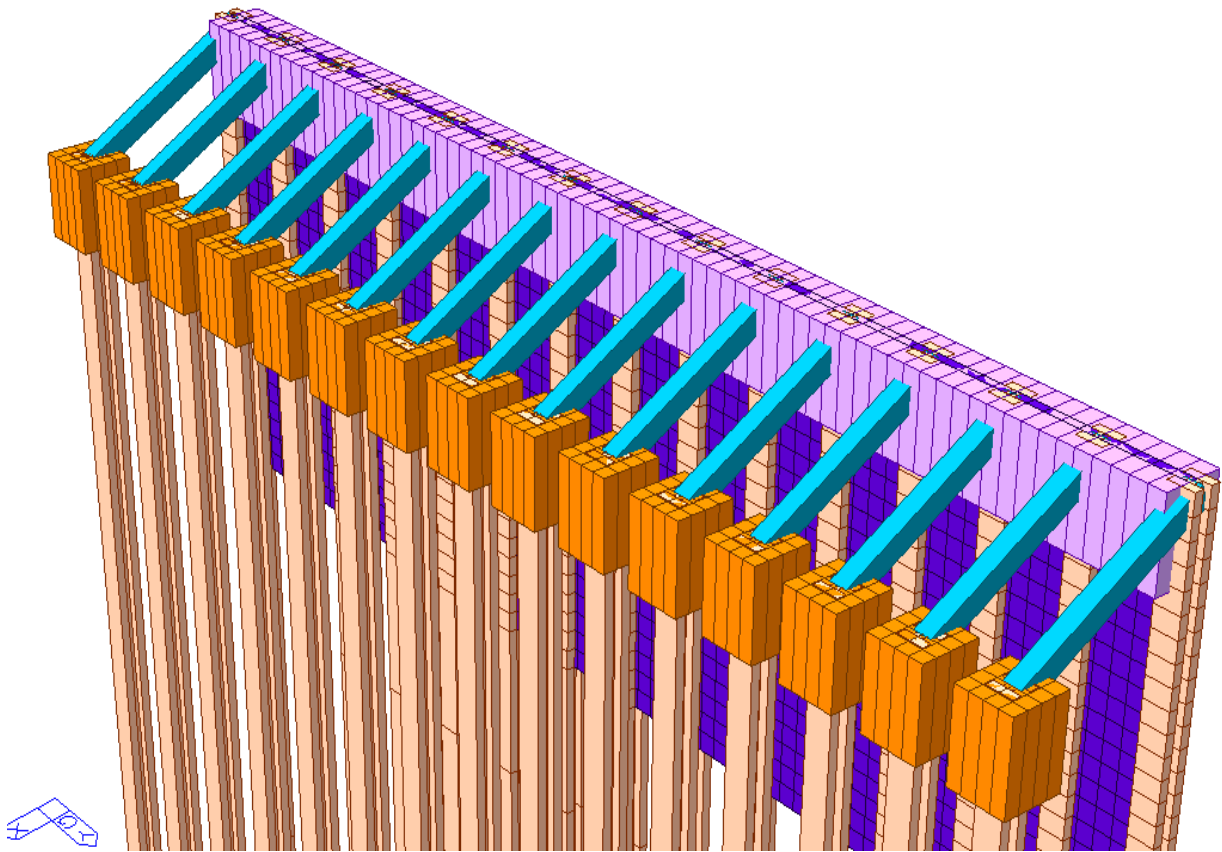


# รายการคำนวณ

เขื่อนกันดินพัง



จัดทำโดย

นาย ชาย แสงไสว ส.ย. 8611

## 1.ข้อกำหนดการออกแบบโครงสร้าง

ข้อกำหนดของการออกแบบโครงสร้างของเอกสารนี้ ใช้กับงานออกแบบเขื่อนกันดินพัง  
จังหวัดนนทบุรีเท่านั้น

## 2. Design Criteria

### 2.1 .มาตรฐานการตรวจสอบ

- มาตรฐาน ว.ส.ท .1008 38-: มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีกำลัง
- AISC/ASD 360- 2010 : Specification for Structural Steel Buildings
- ASCE 7-2010 : Minimum Design Loads For Buildings and Other Structures
- ACI 318-99 : มาตรฐานการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

### 2.2 น้ำหนักบรรทุก

#### น้ำหนักบรรทุกคงที่

- น้ำหนักคอนกรีตเสริมเหล็ก 2,400 กก./ลบ.ม.
- น้ำหนักเหล็กเสริม 7,850 กก./ลบ.ม.
- น้ำหนักเหล็กรูปพรรณ 7,850 กก./ลบ.ม.
- น้ำหนักดิน 1,800 กก./ลบ.ม.
- วัสดุตกแต่งพื้น 120 กก./ตร.ม.
- ฝ้าเพดานและงานระบบ 30 กก./ตร.ม.
- ผนังก่อครึ่งแผ่น 180 กก./ตร.ม.
- ผนังก่อเต็มแผ่น 360 กก./ตร.ม.

#### น้ำหนักบรรทุกจร

- ห้องสำนักงาน 250 กก./ตร.ม.
- บันได,ห้องโถงและทางเดิน 300 กก./ตร.ม.
- ห้องพักอาศัย 200 กก./ตร.ม.
- ห้องเก็บของ 500 กก./ตร.ม.
- ที่จอดรถ 400 กก./ตร.ม.



- ห้องสำนักงาน 250 กก./ตร.ม.
- หลังคาคอนกรีต 100 กก./ตร.ม.
- ห้องไฟฟ้า และ Pump Room 500 กก./ตร.ม.

### การรวมน้ำหนักบรรทุก

- ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 6) พ.ศ.2527 (ตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 ได้กำหนดการรวมน้ำหนักบรรทุกเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกต่างๆ ไว้ดังนี้

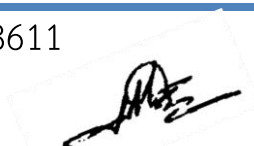
No	Name	Active	Type	Description
1	gLCB1	Activ	Add	(D)
2	gLCB2	Activ	Add	(D) + L
3	STL EN	Activ	Envelope	Steel Strength Envelope
4	gLCB3	Activ	Add	1.4D + 1.7(L)
5	gLCB4	Activ	Add	D + (L)
6	RC ENV	Activ	Envelope	Concrete Strength Envelope
7	RC ENV	Activ	Envelope	Concrete Serviceability Envelop

## 2.3 วัสดุ

### คอนกรีต

กำลังคอนกรีตจะขึ้นอยู่กับหรือยึดติดกับกำลังของตัวอย่างทดสอบลูกทรงกระบอก ชนิดคอนกรีตแบ่งตามการใช้งานทั่วไปของแต่ละประเภทตามต่อไปนี้

- ฐานราก เสา คาน และพื้น 173 กก/ชม2
- สำหรับคอนกรีตปรับระดับ และคอนกรีตหยาบ 150 กก/ชม2
- สำหรับคอนกรีตปรับระดับเพื่อรองรับโครงสร้างเหล็ก 173 กก/ชม2



- โครงสร้างอย่างอื่น

173 กก/ชม2

### เหล็กเสริม

เหล็กเส้นกลมต้องตรงตามมาตรฐาน มอก 24-2527 ชนิด SR 24 โดยมีกำลังครากต่ำสุดเท่ากับ 2,400 กก/ชม2

เหล็กเส้นข้ออ้อยสำหรับฐานราก เสาคาน และพื้นต้องตรงตามมาตรฐาน มอก 24-2527 ชนิด SD 40 โดยมีกำลังครากต่ำสุดเท่ากับ 4,000 กก/ชม2

### เหล็กรูปพรรณ

เหล็กรีดร้อนต้องตรงตามมาตรฐาน มอก 1227-2539 ชนิด SM 400 โดยมีกำลังครากต่ำสุดเท่ากับ 245 MPa (2,498 กก/ชม2)

## 2.4 ความหนา

ความหนาคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมน้อยสุดดังนี้

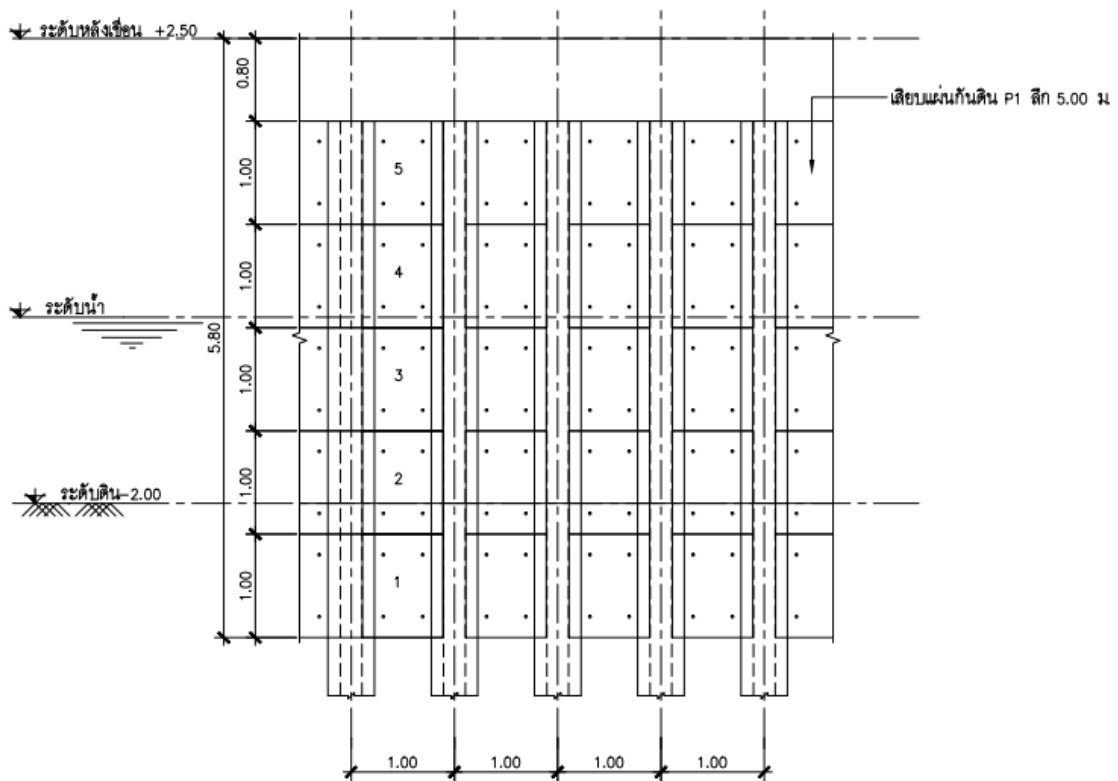
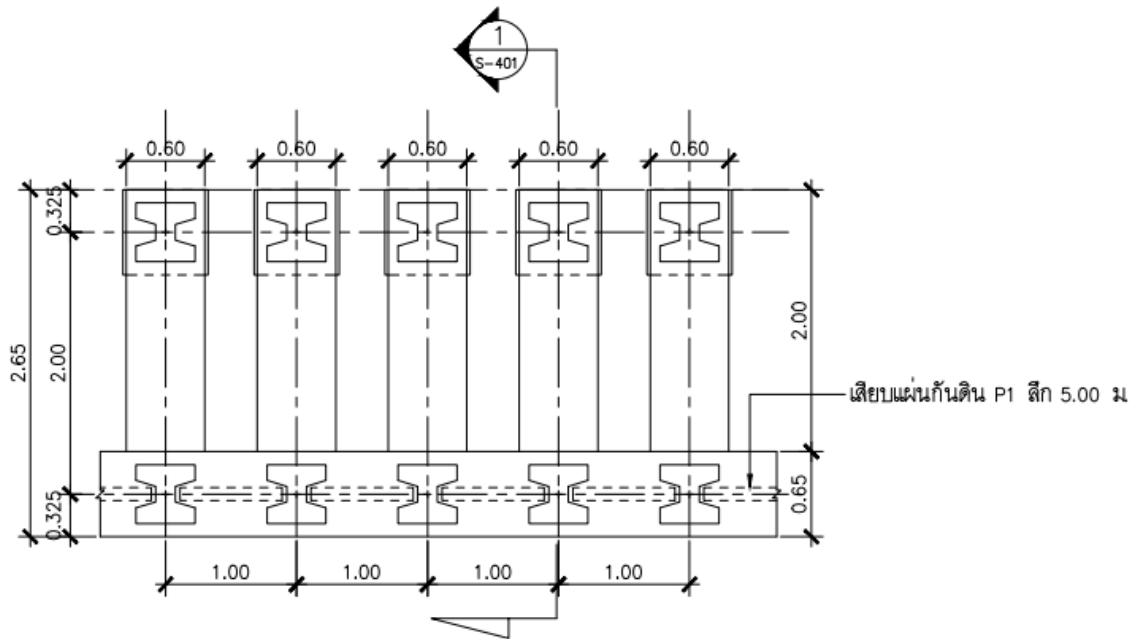
- เสาค้ำหล่อในที่	75 มม
- ฐานรากเหนือเสาค้ำ	75 มม
- โครงสร้างใต้ดิน	75 มม (หล่อติดดิน)
- โครงสร้างเหนือดิน	50 มม
- คาน	40 มม
- เสาคาน	40 มม
- พื้น	20 มม
- กำแพง	20 มม

## 2.5 พิกัดการโค้งตัว

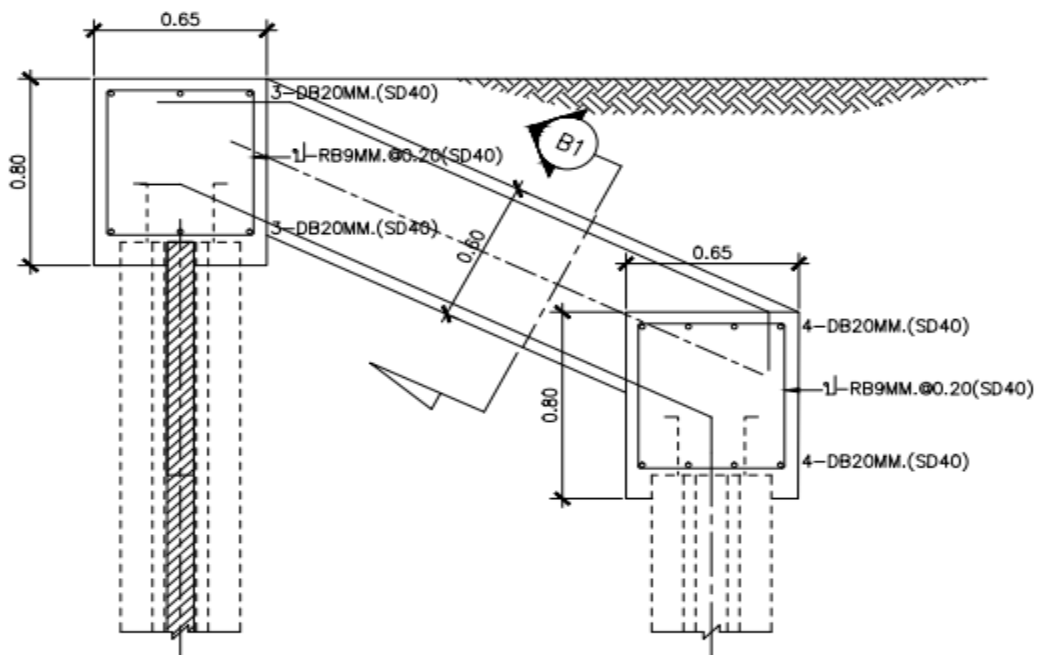
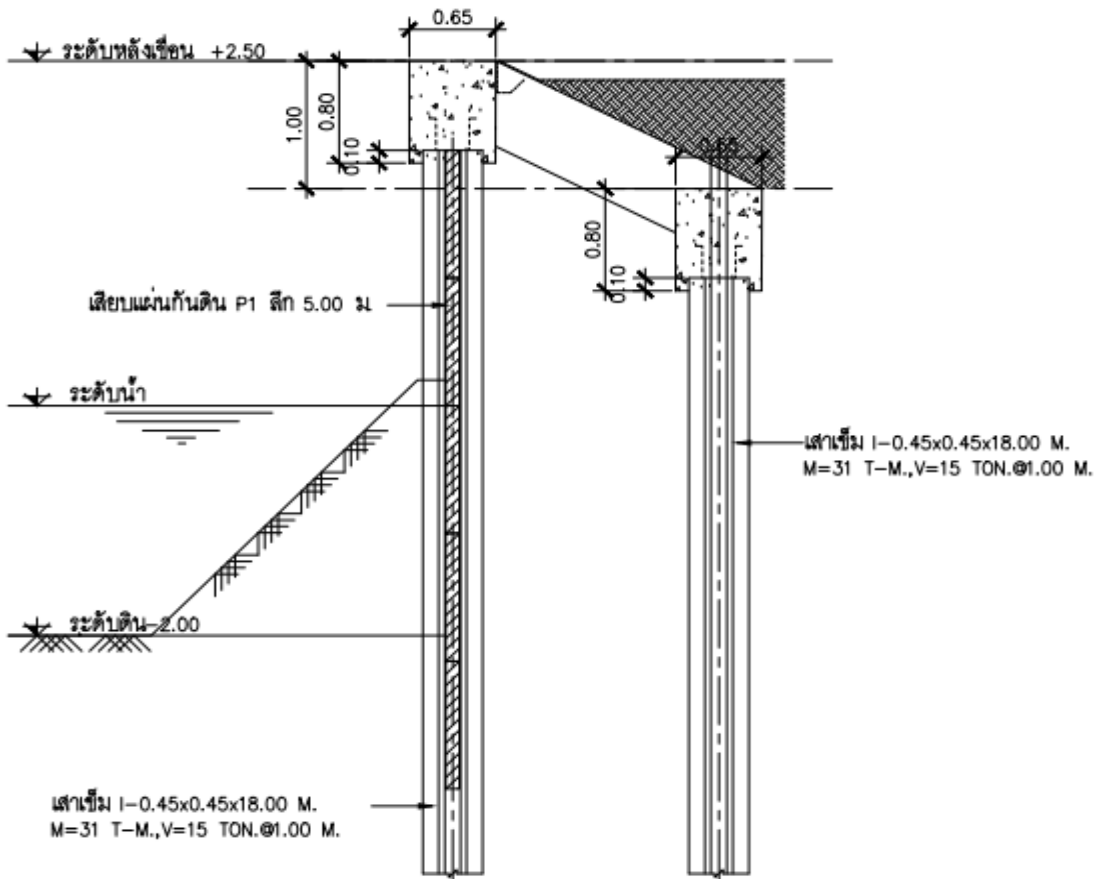
สำหรับพื้นคอนกรีตอัดแรง: การโค้งตัวอันเนื่องมาจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ถาวร จะคำนวณตามมาตรฐาน ACI 318-99 มาตรา 9.5.4.2 ระยะการโค้งตัวมากที่สุดจากการคำนวณที่ยอมรับได้จะต้องเป็นไปตาม ตาราง 9.5(b) ของมาตรา 9.5.2.6



## 2.6 ข้อมูลประกอบการออกแบบ



*[Handwritten signature]*



แบบขยายคานยึดระหว่างหัวเสาเข็ม

สำหรับการอธิบายความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density) ของดินที่เป็น Cohesionless Soil โดยใช้ค่า SPT เป็นตัวกำหนด แสดงได้ดังต่อไปนี้

SPT N. Blows	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ (%)	สภาพดิน	มุม Internal Friction (องศา)
0 - 4	0 - 20	หลวมมาก	$< 28^{\circ}$
4 - 10	20 - 40	หลวม	$28^{\circ} - 30^{\circ}$
10 - 30	40 - 60	ปานกลาง	$30^{\circ} - 36^{\circ}$
30 - 50	60 - 80	แน่น	$36^{\circ} - 41^{\circ}$
> 50	80 - 100	แน่นมาก	$> 41^{\circ}$

การจำแนกประเภทดินที่เป็น Cohesive Soil อาศัยขนาดของเม็ดดิน และค่า Plasticity ในการจำแนกประเภทของดิน สำหรับค่าของ Consistency ของดินที่เป็น Cohesive Soil สามารถใช้ค่า SPT และค่า Undrained Shear Strength หาคความสัมพัทธ์ให้ดังต่อไปนี้

SPT N. Blows	Su t / m <sup>2</sup>	สภาพดิน
< 2	< 1.5	อ่อนมาก
2 - 4	1.5 - 2.5	อ่อน
4 - 8	2.5 - 5.0	ปานกลาง
8 - 15	5.0 - 10.0	แข็ง
15 - 30	10.0 - 20.0	แข็งมาก
> 30	> 20.0	แข็งที่สุด



ค่าความต้านทานแรงเฉือนดินตัวอย่างซึ่งขึ้นอยู่กับสถานะภาพและปริมาณน้ำในมวลดิน หน่วยแรงเหนี่ยวหน้าของมวลดิน (Cohesion) และค่าแรงเฉือนของดิน (Undrained Shear Strength) หาความต้านทานได้จาก การทดสอบแรงอัดแกนเดียว โดยมีค่าประมาณครึ่งหนึ่งของหน่วยแรงอัดแกนเดียว (Unconfined Compressive Strength) ในดินสภาพอิ่มตัวและไม่มีน้ำไหลออกจากมวลดินขณะเฉือนดิน มุมเสียดทานภายในมวลดินจะมีค่าเท่ากับศูนย์ ดังนั้น

$$c = S_{uc} = \frac{q_u}{2}$$

เมื่อ  $c$  = หน่วยแรงเหนี่ยวหน้า (Cohesion)

$S_{uc}$  = ค่าแรงเฉือนของดินที่หาจาก Unconfined Compression Test

$q_u$  = หน่วยแรงอัดแกนเดียว (Unconfined Compressive Strength)

หน่วยแรงเหนี่ยวหน้าที่ได้นี้จะมีค่าเท่ากับค่าความต้านทานแรงเฉือนในสภาพที่ไม่มีน้ำไหลออกจากมวลดิน (Undrained Shear Strength,  $S_{uc}$ ) ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในกรณีมวลดินบรรจุทุกน้ำหนักในช่วงระยะเวลานั้น (Short Term) ของโครงสร้างขนาดเล็กบนชั้นดินเหนียว ซึ่งจะถูกพิจารณาว่าเป็นช่วงเวลาที่ดินมีความวิกฤตมากที่สุด





ลักษณะการเรียงลำดับชั้นดิน (Subsurface Stratigraphy)

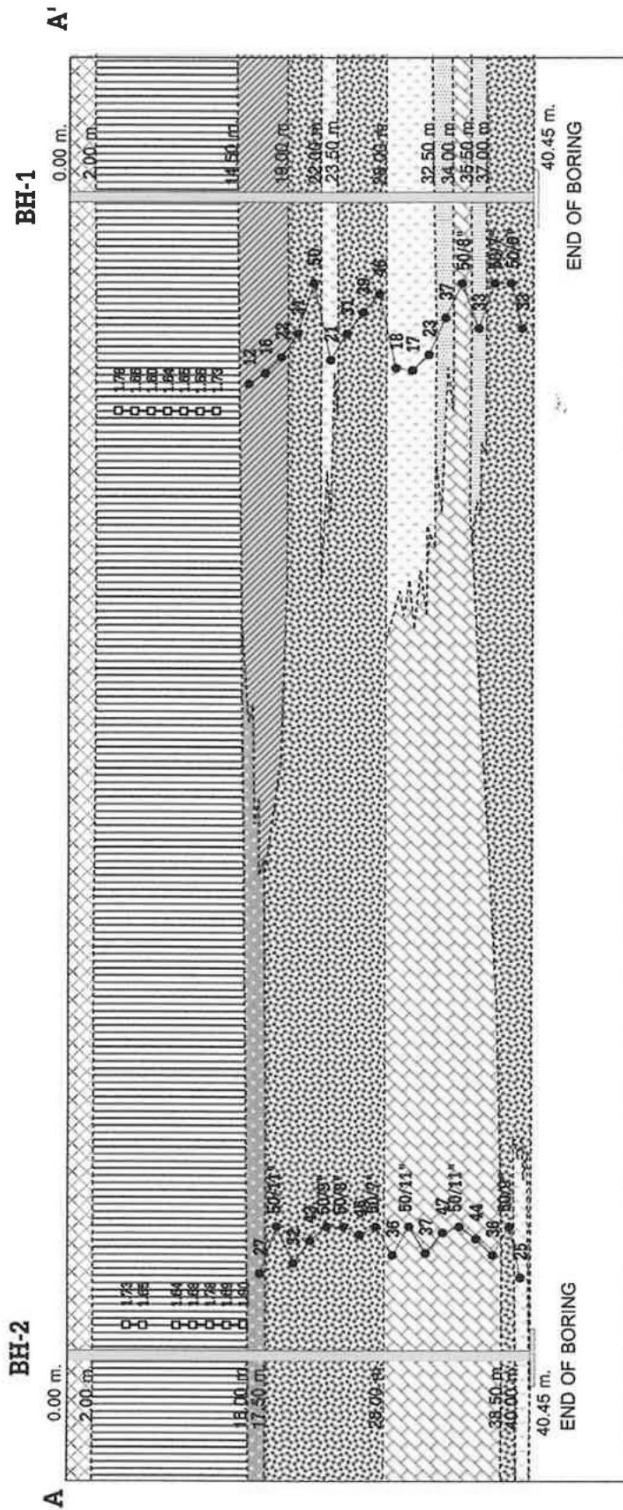
โครงการ : ก่อสร้างอาคารสถาบันน้ำ

สถานที่ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร









หลุมเจาะ ที่	ชั้น ที่	ความลึก (เมตร)		ลักษณะชั้นดิน	ค่ากำลังต้านทานของดิน	
		เริ่มต้น	สิ้นสุด		Su ตันต่อตร.ม.	(SPT-N Value) ครั้งต่อฟุต
BH-1	1	0.00	2.00	ชั้น Fill Material / Top Soil	-	-
	2	2.00	16.00	ชั้นดินเหนียวอ่อน (CH)	1.64-1.90	-
	3	16.00	17.50	ชั้นดินทรายปนดินเหนียวแน่นปานกลาง (SC)	-	27
	4	17.50	28.00	ชั้นดินทรายปนทรายแข็งแน่นและแน่นมาก (SM)	-	32 - > 50
	5	28.00	38.50	ชั้นดินเหนียวปนทรายแข็งและทรายแข็งที่สุด (CL)	-	> 30
	6	38.50	40.00	ชั้นดินทรายปนทรายแข็งแน่นมาก (SM)	-	> 50
	7	40.00	40.45	ชั้นดินทรายปนทรายแข็งแน่นปานกลาง (SM)	-	25
BH-2	1	0.00	2.00	ชั้น Fill Material / Top Soil	-	-
	2	2.00	14.50	ชั้นดินเหนียวอ่อน (CH)	1.56-1.78	-
	3	14.50	19.00	ชั้นดินเหนียวและปนทรายแข็งถึงแข็งมาก (CH, CL)	-	12 - 22
	4	19.00	22.00	ชั้นดินทรายปนทรายแข็งแน่น (SM)	-	31 - 50
	5	22.00	23.50	ชั้นดินทรายปนทรายแข็งแน่นปานกลาง (SM)	-	21
	6	23.50	28.00	ชั้นดินทรายปนทรายแข็งแน่น (SM)	-	31 - 46
	7	28.00	32.50	ชั้นดินทรายปนทรายแข็งแน่นปานกลาง (SM, SP-SM)	-	17 - 23
	8	32.50	34.00	ชั้นดินทรายปนดินเหนียวแน่น (SC)	-	37
	9	34.00	35.50	ชั้นดินเหนียวปนทรายแข็งที่สุด (CL)	-	> 30
	10	35.50	37.00	ชั้นดินทรายปนดินเหนียวแน่น (SC)	-	33
	11	37.00	40.45	ชั้นดินทรายปนทรายแข็งแน่นและแน่นมาก (SM)	-	33 - > 50



ภาพตัดขวางแสดงลักษณะชั้นดิน A-A'



DESCRIPTION

-  Fill Material / Top Soil
-  Soft CLAY, dark grey, high plasticity. (CH)
-  Stiff to Very stiff CLAY, silty CLAY, greyish brown and brown. (CH, CL)
-  Hard silty CLAY, fine sandy CLAY, li-greyish brown and brown.
-  Medium dense clayey fine SAND, brown. (SC)
-  Medium dense silty SAND, fine to medium sand, greyish brown and brown. (SM, SP-SM)
-  Dense clayey fine SAND, brown. (SC)
-  Dense and Very dense silty fine SAND, greyish brown and brown. (SM)

ภาพตัดขวางแสดงลักษณะชั้นดิน

โครงการ ก่อสร้างอาคารสถาบัน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ถนนงามวงศ์วาน  
แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

# BORING LOG

**Boring No. :** BH-1

**Project :** ก่อสร้างอาคารสถาบันน้ำ

**Depth[m]:** 40.45

**Location :** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว  
เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

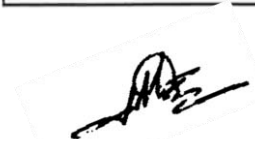
**GWL. [m]:** -1.50

**Job No.:** 580602

**Date Stared:** 29/06/58

**Date Finished:** 29/06/58

Sample	Symbol	Description	Depth[m]	Lab Tests				Field Tests			
				◆ Density [t/m <sup>3</sup> ]	△ Water Content [%]	□ Su [t/m <sup>2</sup> ]	● SPT-N [blows/ft.]				
WO		Fill Material / Top Soil (silty fine sand)	0.00								
ST-1			2.00 m								
ST-2		Soft <b>CLAY</b> , dark grey, high plasticity. (CH)	5.00	◆	△	□	●				
ST-3											
ST-4											
ST-5											
ST-6				10.00	◆	△	□	●			
ST-7											
ST-8											
ST-9											
ST-10				15.00	◆	△	□	●			
SS-1			Medium dense clayey fine <b>SAND</b> , brown. (SC)	16.00 m							
SS-2		Dense and Very dense silty fine <b>SAND</b> , greyish brown and brown. (SM)	17.50 m								
SS-3											
SS-4											
SS-5											
SS-6											
SS-7											
SS-8											
SS-9				20.00	▲						
SS-10					▲						
SS-11					▲						
SS-12				▲							
SS-13				▲							
SS-14				▲							
SS-15			25.00	▲							
SS-16				▲							
SS-17			28.00 m	▲							
		Hard <b>CLAY</b> , silty <b>CLAY</b> , greyish brown and brown. (CL)	30.00	◆	△	□	●				
				35.00	◆	△	□	●			
		Very dense silty fine <b>SAND</b> , brown. (SM)	38.50 m								
			40.00 m	▲							
		Medium dense silty fine <b>SAND</b> , brown. (SM)	40.45 m	▲							
					▲						
<b>End of Boring</b>											
<b>Remark</b> WO = Wash Out      HA = Hand Augering      SS = Split spoon PA = Power Augering      ST = Shelby Tube								<b>Atterberg limits</b> LL[%] ○ ——— ○ PL[%]			



# BORING LOG

**Boring No. :** BH-2

**Project :** ก่อสร้างอาคารสถาบันน้ำ

**Depth[m]:** 40.45

**Location :** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว  
เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

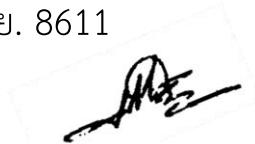
**GWL. [m]:** -1.50

**Job No.:** 580602

**Date Stared:** 28-29/06/58

**Date Finished:** 28-29/06/58

Sample	Symbol	Description	Depth[m]	Lab Tests			Field Tests		
				◆ Density [t/m <sup>3</sup> ] 1 10 100 1000	△ Water Content [%]	□ Su [t/m <sup>2</sup> ] 0 1 10 100	● SPT-N [blows/ft.]		
WO	☒	Fill Material / Top Soil (silty fine sand)	0.00						
ST-1	☒		2.00 m						
ST-2	▨	Soft <b>CLAY</b> , dark grey, high plasticity. ( <b>CH</b> )	5.00	◆	△	□	●	1.78	
ST-3	▨							1.66	
ST-4	▨							1.60	
ST-5	▨							1.64	
ST-6	▨			10.00				1.65	
ST-7	▨							1.56	
ST-8	▨							1.73	
ST-9	▨			14.50 m					
SS-1	▨		Stiff to Very stiff <b>CLAY</b> , silty <b>CLAY</b> , greyish brown and brown. ( <b>CH, CL</b> )	15.00	◆	△		●	12
SS-2	▨							16	
SS-3	▨			18.00 m				22	
SS-4	▨	Dense silty fine <b>SAND</b> , brown. ( <b>SM</b> )	20.00	▲	NP		●	31	
SS-5	▨			22.00 m				50	
SS-6	▨	Medium dense silty fine <b>SAND</b> , brown. ( <b>SM</b> )	25.00	▲	NP		●	21	
SS-7	▨			23.50 m				31	
SS-8	▨	Dense silty fine <b>SAND</b> , greyish brown and brown. ( <b>SM</b> )	25.00	▲	NP		●	39	
SS-9	▨			28.00 m				46	
SS-10	▨			30.00	▲	NP		18	
SS-11	▨	Medium dense silty <b>SAND</b> , fine to medium sand, greyish brown and brown. ( <b>SM, SP-SM</b> )	30.00	▲	NP		●	17	
SS-12	▨			32.50 m				23	
SS-13	▨	Dense clayey fine <b>SAND</b> , brown. ( <b>SC</b> )	34.00 m	●	NP		●	37	
SS-14	▨	Hard fine sandy <b>CLAY</b> , brown. ( <b>CL</b> )	35.50 m	●	NP		●	50/8"	
SS-15	▨	Dense clayey fine <b>SAND</b> , brown. ( <b>SC</b> )	37.00 m	●	NP		●	33	
SS-16	▨	Dense and Very dense silty fine <b>SAND</b> , greyish brown and brown. ( <b>SM</b> )	40.00	▲	NP		●	50/7"	
SS-17	▨				▲	NP		●	50/6"
SS-18	▨			40.45 m	▲	NP		●	33
<b>End of Boring</b>									
<b>Remark</b> WO = Wash Out      HA = Hand Augering      SS = Split spoon PA = Power Augering      ST = Shelby Tube						<b>Atterberg limits</b> LL[%] ○ ——— ○ PL[%]			





**SUMMARY OF TEST RESULTS**

PROJECT		FIELD WORKS :		MADE BY :														
ก่อสร้างอาคารสถานีหน้า		29/5/2558		MT														
LOCATION		LAB. TESTS :		CHECKED BY :														
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร		17/5/2558		TS														
HOLE NO.		OBSERVED WL :		DRILLER :														
BH-1		-1.50 m.		TO														
SAMPLE NO.	DEPTH (m.)	SOIL CLASS						SOIL CLASS	ATTEBERG LIMITS						SPT-N (blows/ft)			
		FROM	TO	LL	PL	PI	#4		#10	#40	#100	#200	Wn %	I <sub>t</sub> (t/m <sup>3</sup> )		PP	UP	
WO	0.00	1.50	1.50															
ST - 1	1.50	3.00	2.00															
ST - 2	3.00	4.50	3.50															
ST - 3	4.50	6.00	5.00	68.70	31.80	36.90	100	100	100	100	99	83.90	1.47		1.73			
ST - 4	6.00	7.50	6.50	77.80	34.00	43.80	100	100	100	100	99	85.70	1.45		1.65			
ST - 5	7.50	9.00	8.00															
ST - 6	9.00	10.50	9.50	78.10	34.30	43.80	100	100	100	100	99	85.80	1.45		1.64			
ST - 7	10.50	12.00	11.00															
ST - 8	12.00	13.50	12.50	79.50	34.60	44.90	100	100	100	100	99	83.50	1.48		1.78			
ST - 9	13.50	15.00	14.00															
ST - 10	15.00	16.50	15.50	68.70	31.80	36.90	100	100	100	99	98	78.50	1.47		1.69			
SS - 1	16.50	18.00	16.95	30.50	20.20	10.30	98	92	70	53	47	27.40			1.90			
SS - 2	18.00	19.50	18.45	NON PLASTICITY				97	86	52	32	17	12.40					27
SS - 3	19.50	21.00	19.95	NON PLASTICITY									11.50					50/11"
SS - 4	21.00	22.50	21.45	NON PLASTICITY				96	84	49	30	15	11.70					32
SS - 5	22.50	24.00	22.95	NON PLASTICITY									11.60					43
SS - 6	24.00	25.50	24.45	NON PLASTICITY									10.60					50/9"
SS - 7	25.50	27.00	25.95	NON PLASTICITY				95	82	48	27	13	11.80					50/8"
SS - 8	27.00	28.50	27.45	NON PLASTICITY				97	84	48	25	14	11.80					46
SS - 9	28.50	30.00	28.95	40.50	23.20	17.30	100	100	96	91	83	17.70	1.87					50/7"
SS - 10	30.00	31.50	30.45	38.30	22.40	15.90	99	89	70	65	60	25.60	1.91					36
SS - 11	31.50	33.00	31.95									22.30	1.88					50/11"
SS - 12	33.00	34.50	33.45	36.80	21.80	15.00	99	89	70	66	61	20.60	1.90					37
SS - 13	34.50	36.00	34.95									17.60						47
SS - 14	36.00	37.50	36.45	40.50	23.20	17.30	100	97	79	67	59	17.30	1.89					50/11"
SS - 15	37.50	39.00	37.95	33.60	20.70	12.90	100	100	91	83	78	16.50						44
SS - 16	39.00	40.50	39.45	NON PLASTICITY				97	85	49	26	13	12.40					36
SS - 17	40.00	41.50	40.45	NON PLASTICITY				97	85	49	27	14	12.70					50/9"
																		25

**SUMMARY OF TEST RESULTS**

PROJECT		LOCATION		FIELD WORKS		LAB. TESTS		OBSERVED WL		MADE BY		CHECKED BY		DRILLER				
ก่อสร้างอาคารสถาบัน		มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร		28-29/5/2558		17/5/2558		-1.50 m.		MT		TS		Saeb				
HOLE NO.	SAMPLE NO.	DEPTH (m.)		SOIL CLASS			ATTERBERG LIMITS			SEIVE ANALYSIS (% PASSING)					I <sub>c</sub> (v/m <sup>3</sup> )	Su (v/m <sup>2</sup> )		SPT-N (blows/ft)
		FROM	TO	CLASS	LL	PL	PI	#4	#10	#40	#100	#200	Wn %	PP		UP		
BH-2	WO	0.00	1.50															
	ST - 1	1.50	2.00															
	ST - 2	3.00	3.50	CH	77.60	33.40	44.20	100	100	100	100	99	82.90			1.78		
	ST - 3	4.50	5.00	CH									84.70			1.66		
	ST - 4	6.00	6.50	CH	78.80	34.50	44.30	100	100	100	100	99	85.80			1.60		
	ST - 5	7.50	8.00	CH									84.50			1.64		
	ST - 6	9.00	9.50	CH	77.30	33.80	43.50	100	100	100	100	99	84.70			1.65		
	ST - 7	10.50	11.00	CH									86.80			1.56		
	ST - 8	12.00	12.50	CH	77.60	33.60	44.00	100	100	100	100	99	83.80			1.73		
	ST - 9	13.50	14.00	CH														
	SS - 1	15.00	15.45	CH	78.40	34.20	44.20	100	100	98	95	91	67.30			1.82		12
	SS - 2	16.50	16.95	CL	41.40	23.20	18.20	100	99	96	89	84	34.60			1.84		16
	SS - 3	18.00	18.45	CL	39.70	22.80	16.90	100	97	92	85	80	29.30			1.85		22
	SS - 4	19.50	19.95	SM	NON PLASTICITY			97	85	49	38	21	13.40					31
	SS - 5	21.00	21.45	SM	NON PLASTICITY								12.80					50
	SS - 6	22.50	22.95	SM	NON PLASTICITY			96	84	49	27	16	12.60					21
	SS - 7	24.00	24.45	SM	NON PLASTICITY			97	84	49	27	13	11.50					31
	SS - 8	25.50	25.95	SM	NON PLASTICITY								11.60					39
SS - 9	27.00	27.45	SM	NON PLASTICITY			98	83	49	27	13	11.70					46	
SS - 10	28.50	28.95	SP-SM	NON PLASTICITY			89	70	41	20	10	8.70					18	
SS - 11	30.00	30.45	SP-SM	NON PLASTICITY			90	69	40	19	9	9.50					17	
SS - 12	31.50	31.95	SM	NON PLASTICITY			97	86	49	26	14	11.50					23	
SS - 13	33.00	33.45	SC	30.60	20.20	10.40	97	91	69	49	41	16.50					37	
SS - 14	34.50	34.95	CL	36.60	21.70	14.90	100	98	80	67	59	17.60			1.92		50/8*	
SS - 15	36.00	36.45	SC	30.50	20.20	10.30	97	91	66	49	41	16.60					33	
SS - 16	37.50	37.95	SM	NON PLASTICITY			97	84	49	26	15	11.50					50/7*	
SS - 17	39.00	39.45	SM	NON PLASTICITY								11.70					50/6*	
SS - 18	40.00	40.45	SM	NON PLASTICITY			97	86	48	27	13	12.50					33	



รื้อกันดินหรือเชื่อมกันดินริมคลอง ที่ใช้ปัจจุบันส่วนใหญ่ จะใช้วิธีตอกเข็มตัวโอ และใส่แผ่นพื้นสำเร็จ หรือหล่อแผ่นคอนกรีต ใส่ในช่องของเสาเข็ม เพดานทับหลัง ในกรณีดินถมสูงเกินกว่า 1.50 ม. ก็จะมีคานสเตย์ ช่วยยึดกันรื้อเอียงหรือล้ม ถ้ามีรื้อก่อนอิฐก็จะตั้งไว้บนคานทับหลังอีกที

คำนวณโดย วิธีของเบล (Bell's solution)

การเอียงของรื้อส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นได้ 2 ช่วง

ช่วงที่

1

ในช่วงงานก่อสร้าง

- เมื่อตอกเข็มเสร็จแล้ว ต้องขุดดินหน้ารื้อออก และใส่แผ่นคอนกรีต ช่วงนี้ยังไม่มีสเตย์ และบางครั้งใช้เครื่องจักรทำการขุดดิน น้ำหนักเครื่องจักร อาจดันดินให้เคลื่อนที่ และจะดันแนวเข็มให้เคลื่อนที่ตามไปด้วย วิธีการแก้ไขควรให้เครื่องจักรอยู่ห่างจากแนวเข็มอย่างน้อย 1.5 เท่าของความลึก และไม่ควรงอดดินที่ขุดไว้ข้างแนวขุดดิน ควรให้ห่างอย่างน้อย 5.00 ม. หรือนำออกไปกองภายนอก
- ช่วงที่กลบดินหลังรื้อ ถ้าเป็นไปได้ควรใช้ทรายกลบ เพื่อให้แรงดันช่วงที่กลบน้อยและระบายน้ำได้ดี แต่ถ้าต้องกลบด้วยดินเดิมที่ขุดออก ควรกลบทีละครึ่งของความสูง ระยะเวลาห่างกันประมาณ 1 อาทิตย์เพื่อให้ดินเดิมอยู่ตัว และไม่รับน้ำหนักครั้งเดียวมาก
- ห้ามนำเครื่องจักรมาบดอัดดินที่ถม เพราะน้ำหนักเครื่องจักรและ แรงสั่นสะเทือนจากการบดอัดจะทำให้ดินเคลื่อนตัวดันเข็มรื้อได้

ช่วงที่

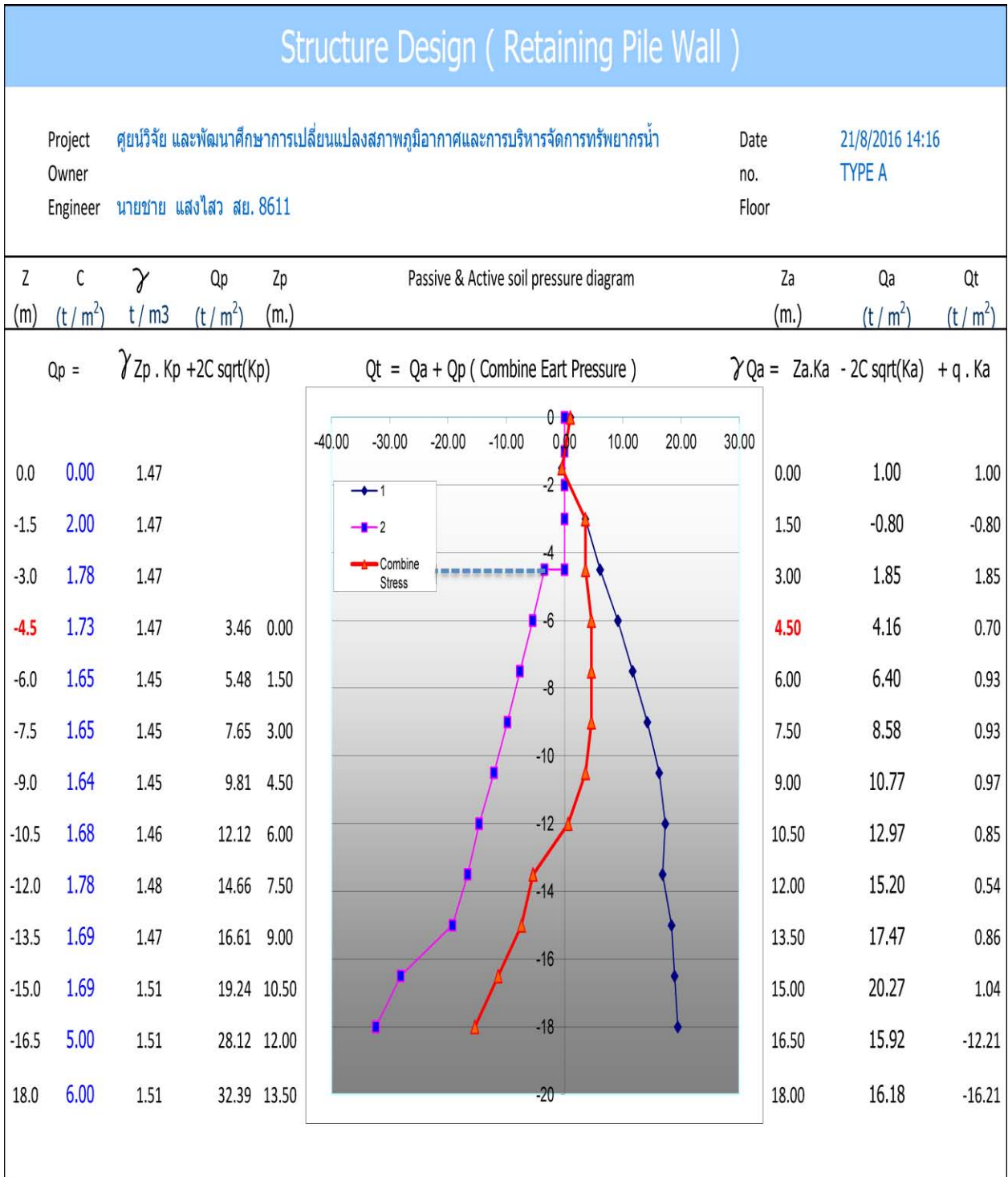
2

หลังก่อสร้างเสร็จแล้ว

- กรณีที่ 1 เมื่อมีฝนตกหนัก ทำให้น้ำฝนซึมเข้าในดินถมจะเพิ่มแรงดันน้ำเข้าที่รื้อ (คำนวณเผื่อไว้)
  - กรณีที่ 2 รื้อที่ติดคลอง เมื่อมีน้ำท่วมและน้ำลงอย่างรวดเร็ว น้ำระบายออกไม่ทัน
  - กรณีที่ 3 ถมดินเพิ่มบนดินหลังรื้อสูงมาก
- การแก้กรณีที่ 1 ,2 ต้องทำรูระบายน้ำให้มากพอต่อการระบายน้ำออก



## PASSIVE EARTH PRESSURE AND ACTIVE EARTH PRESSURE

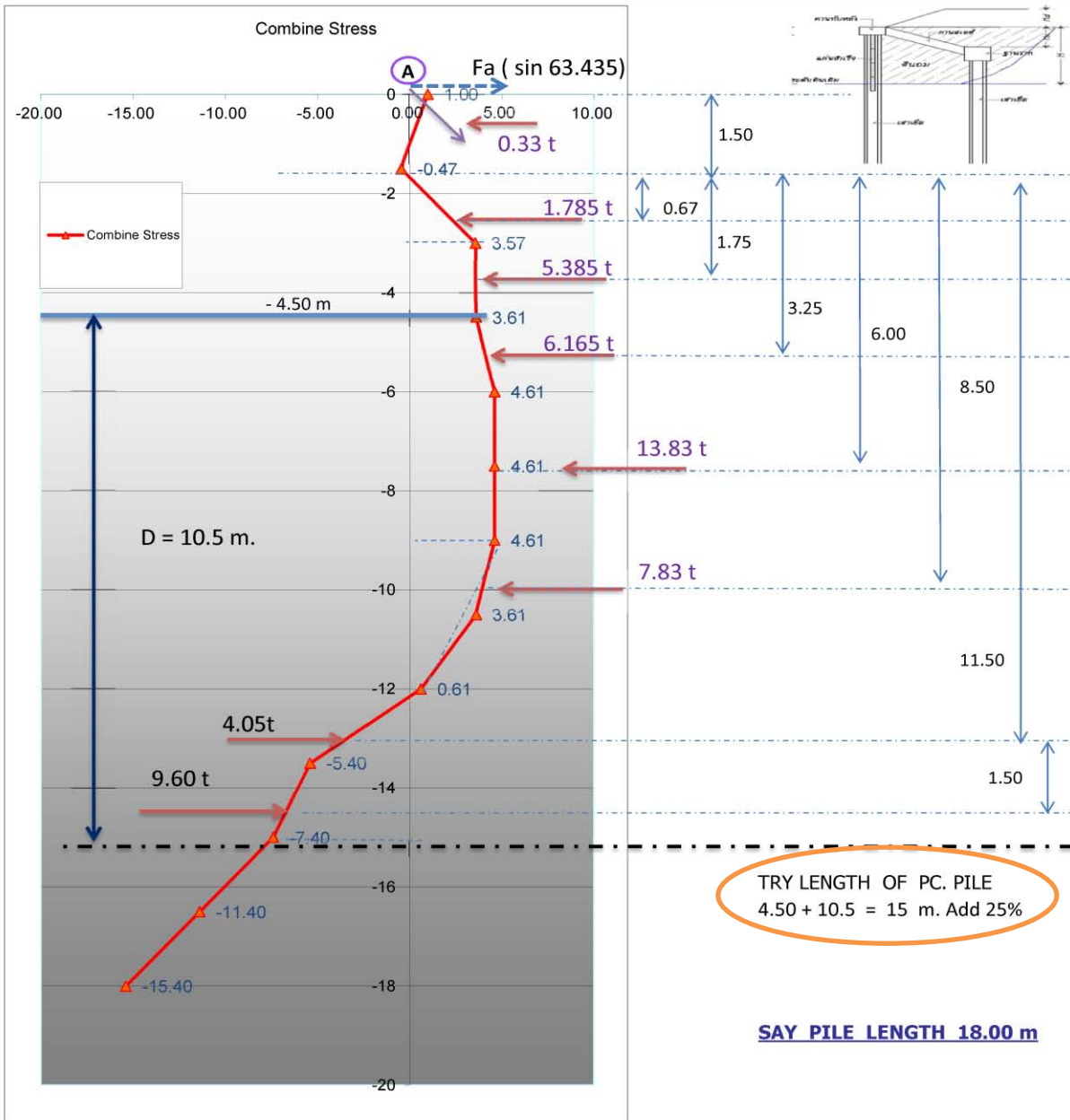




# Structure Design ( Retaining Pile Wall )

Project **ศูนย์วิจัย และพัฒนาศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ**  
 Owner  
 Engineer **นายชาย แสงไสว สย. 8611** Floor TYPE A

$Q_t = Q_a + Q_p$  ( Combine Eart Pressure )

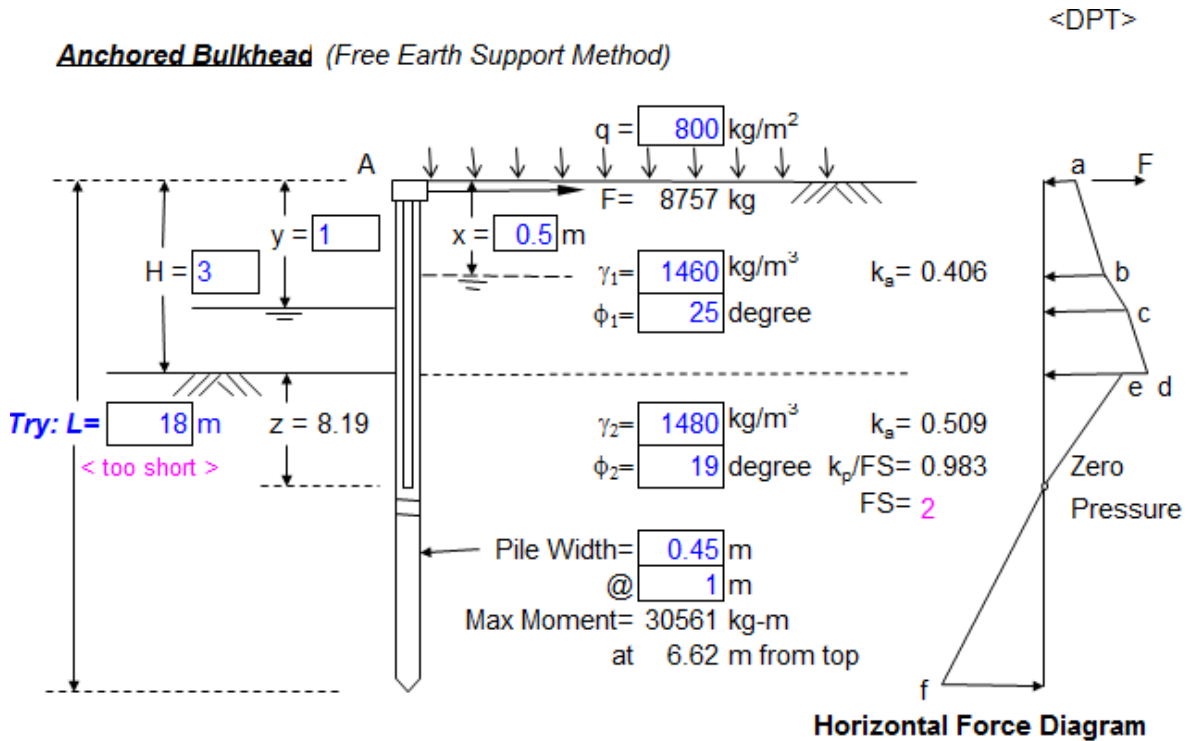


$\Sigma MA = 0$       $0.33(0.33) + 1.285(2.17) + 5.385(3.25) + 6.165(4.75) + 13.83(7.5) + 7.83(10) = 4.05(13) + 9.60(14.50)$

$231.707 = 191.85$      **เข้าใกล้ศูนย์ ใช้ความยาว PILE  $4.50 + 10.5(1.25) = 17.63$  m.**

TYPE A ; I – 0.45 x 0.45 x 18.00 m ( moment 31 t-m ,shear 15 t @ 1.00 m )

เสียบแผ่น PI ลึก 5.00 m with Stay Pile

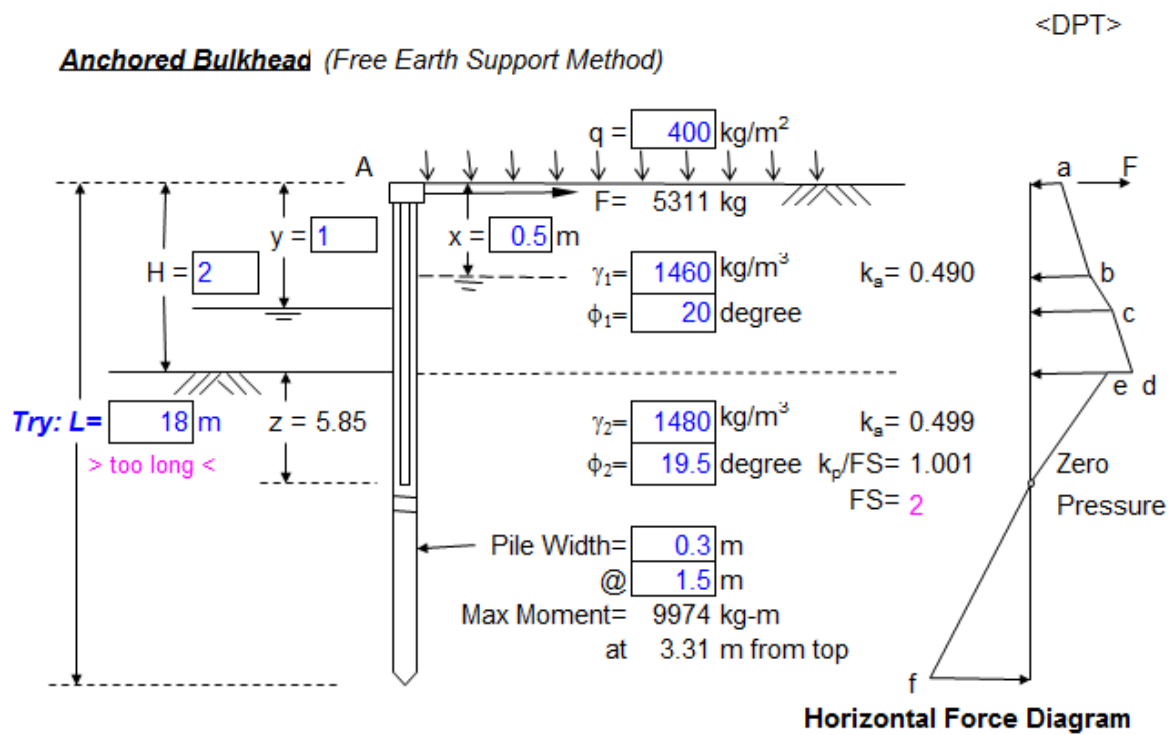


Note:

a =	325 kg/m
b =	621 kg/m
c =	1214 kg/m
d =	1588 kg/m
e =	1864 kg/m
f =	697 kg/m

TYPE B ; I – 0.30 x 0.30 x 18.00 m ( moment 10 t-m ,shear 7.5 t @ 1.50 m )

เสียบแผ่น PI ลึก 4.00 m with Stay Pile



Note:

a =	294 kg/m
b =	831 kg/m
c =	1750 kg/m
d =	2088 kg/m
e =	2114 kg/m
f =	733 kg/m

## DESIGN STAY @ 1.00 m

$$\Sigma MB = 0 ;$$

$$Fa ( \sin 63.435 ) (18) + 46.20 (2) - 7.83 (8) - 13.83 (10.50) - 6.165 (13.25) - 5.385 (14.75) - 1.785 (15.83) - 0.33 (17.67) = 0$$

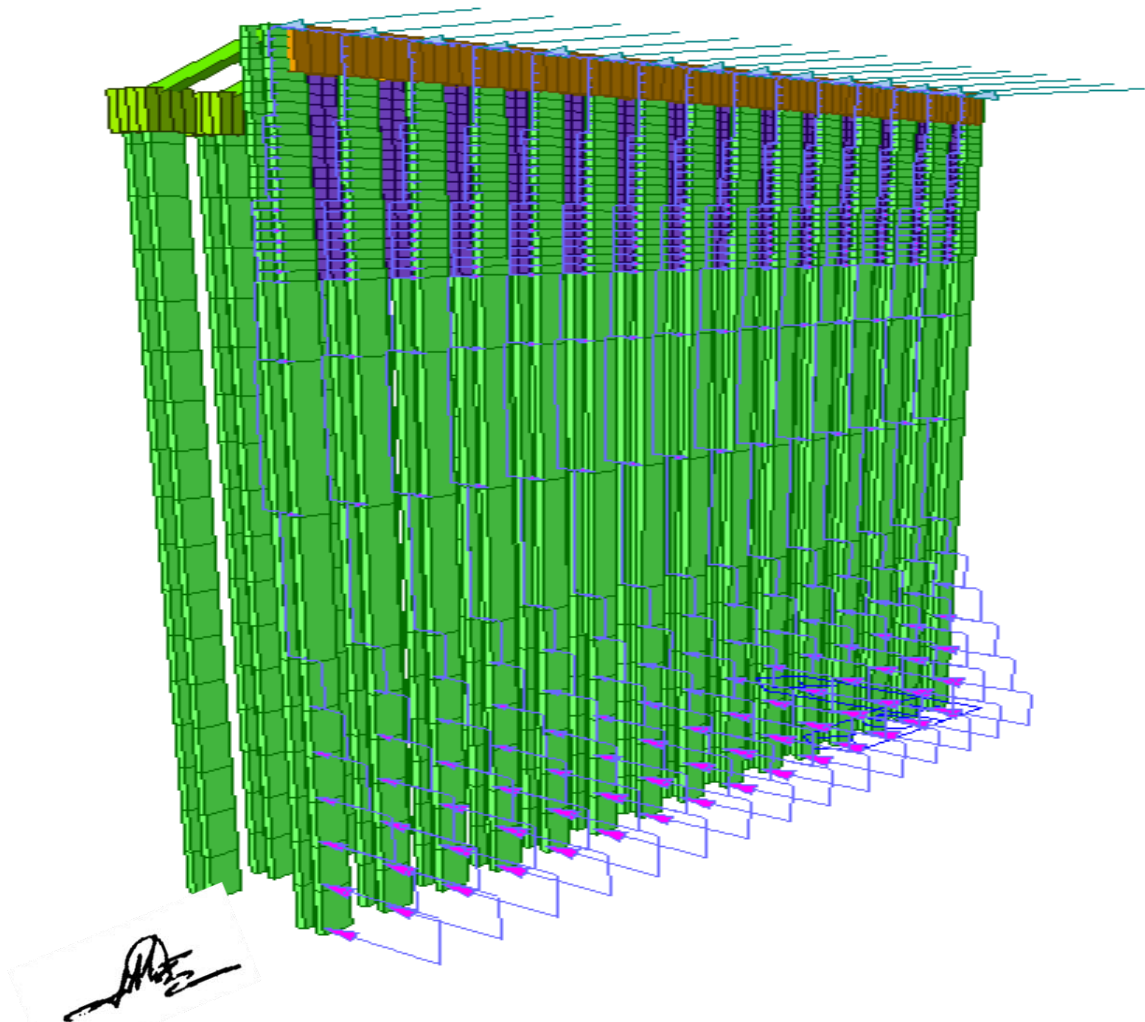
$$Fa ( \sin 63.435 ) = 310.675 / 18$$

$$Fa = 17.26 / \sin 63.435 = 19.30 \text{ Tons}$$

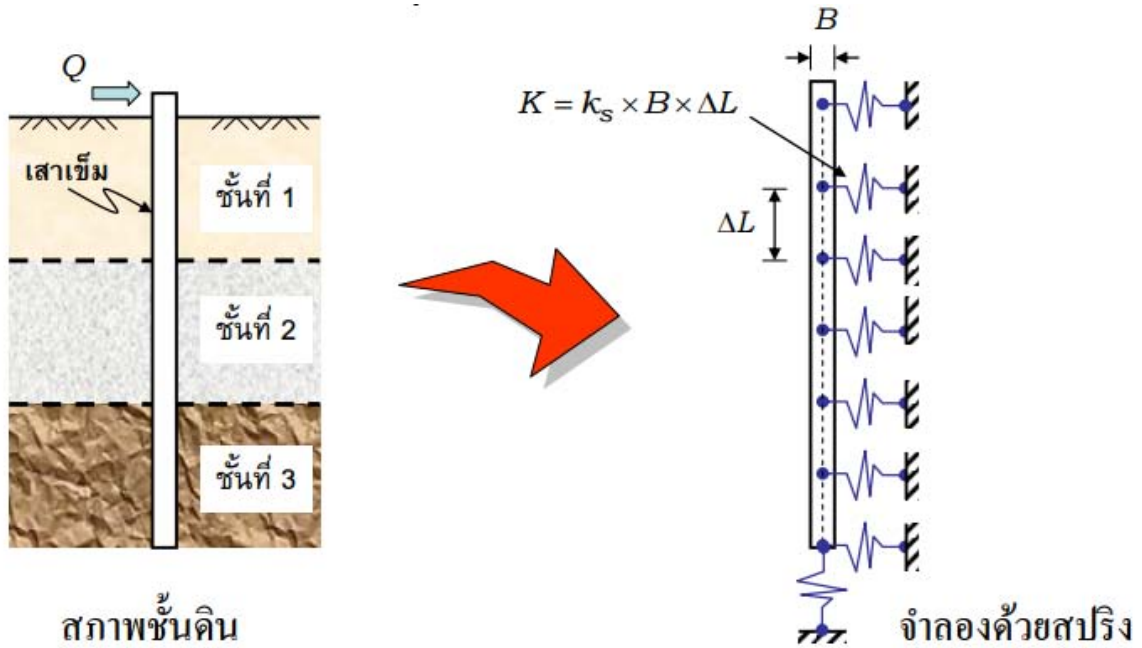
$$\text{Tension at Stay} = 19.30 \text{ Tons}$$

$$As = ( 19.30 \times 1000 ) / 1700 = 11.35 \text{ cm}^2$$

$$\text{Used } 4 - \text{DB } 20 ( 12.56 > 11.35 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots\text{OK} )$$



การกำหนด ค่าโมดูลัสต้านทานแรงแนวราบของดิน โดยใช้ค่า สติฟเนสของสปริง



พารามิเตอร์ที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์เสาเข็มในกรณีที่ต้องรับแรงในแนวราบคือค่า สติฟเนสของสปริงที่แทนดิน เรียกว่า ค่าโมดูลัสต้านทานแรงแนวราบของดิน (Modulus of horizontal subgrade reaction)  $k_s$  มีหน่วยเป็น แรง/ปริมาตร เช่น  $\text{ตัน/ม.}^3$

เมื่อทราบค่า  $k_s$  สามารถคำนวณสติฟเนสของสปริง (K) ของดินดังนี้

$$K = k_s \times B \times \Delta L$$

K คือ สติฟเนสของสปริง

$k_s$  คือ modulus of horizontal subgrade reaction

B คือ ความกว้างของเสาเข็ม

$\Delta L$  คือ ความยาวในพื้นที่รับผิวดูด

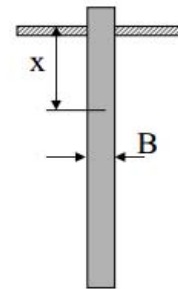
เมื่อคำนวณสติฟเนสของสปริง (K) แต่ละชั้นเรียบร้อยแล้ว จึงนำไปวิเคราะห์โมเมนต์คดุด ในเสาเข็มเพื่อออกแบบการเสริมเหล็กในเสาเข็มต่อไป

Terzaghi (1955) ได้เสนอสูตรการคำนวณ  $k_s$  สำหรับ **ดินทราย** ซึ่งมีค่า  $k_s$  แปรตามความลึกของชั้นดิน โดยนิยามค่าคงที่สำหรับต้านทานแรงกดแนวราบ (constant of horizontal subgrade reaction) หรือ  $n_h$  ซึ่งมีหน่วยเป็น “แรง/ปริมาตร” เช่น ตัน/ม.<sup>3</sup> ทำให้เขียนค่าโมดูลัสต้านทานแรงแนวราบของดิน ดังนี้

$$k_s = \frac{n_h x}{B}$$

$x$  คือ ความลึก ณ จุดที่พิจารณา

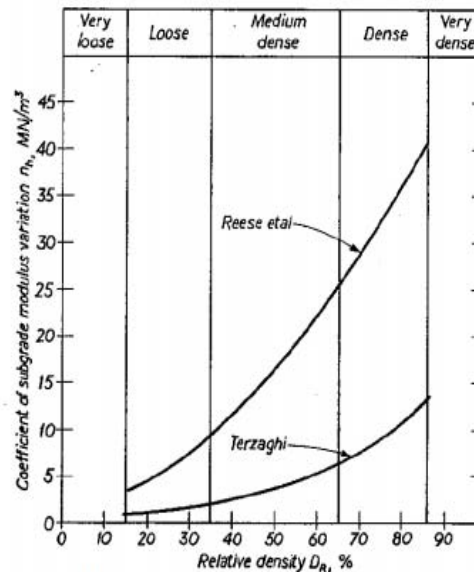
$B$  ความกว้างหรือเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็ม



ค่าที่แนะนำโดย Terzaghi และ Reese แสดงไว้ละเอียดขึ้นในรูปที่ 1 [Tomlinson, M. J., 1994] โดยค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ สามารถประมาณได้จากค่าดัมตอก (SPT-N value) ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง SPT-N กับ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของดิน

ค่า SPT-N (ครั้งตอ่ฟุต)	ความหนาแน่นสัมพัทธ์	สภาพดิน
0-4	0 - 0.2	หลวมมาก
4-10	0.2 - 0.4	หลวม
10-30	0.4 - 0.6	ปานกลาง
30-50	0.6 - 0.8	แน่น
> 50	0.8 - 1.0	แน่นมาก



รูปที่ 1 ค่าคงที่สำหรับต้านทานแรงกดแนวราบ



สำหรับ ดินเหนียว ค่า  $k_s$  จะคงที่ตลอดชั้นดิน โดย Davisson, M.T. (1970) เสนอสูตรการคำนวณไว้ดังนี้

$$k_s = 67 \frac{S_u}{B}$$

$S_u$  คือ กำลังต้านทานแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Undrained shear strength) มีหน่วยเป็น  $\text{ตัน/ม.}^2$   
 $B$  ความกว้างหรือเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็ม

- ในกรณีที่มีเสาเข็มมากกว่า 1 ต้น อยู่ในฐานเดียวกันหากเสาเข็มในฐานเรียงอยู่ชิดกันเกินไป กำลังของเสาเข็มแต่ละต้นที่คำนวณได้ จะมีกำลังที่ลดลง
- อย่างไรก็ตามจากการวิจัยพบว่าหากระยะเรียงของเสาเข็มแต่ละต้นมีค่ามากพอ เช่น ประมาณ 6 – 8 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง เสาเข็มก็จะรักษากำลังแบบเสาเดี่ยวไว้ได้



**ตารางที่ 4** ค่าตัวคูณลดกำลังสำหรับเสาเข็มกลุ่มในชั้นดินเหนียว [Prakash, S. & Sharma, H., 1990] เมื่อ S คือ ระยะเรียงของเสาเข็ม (ม.)  
B คือ เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของเสาเข็ม (ม.)

ระยะเรียงในทิศทางที่มีแรงกระทำ (S/B)	2 x 2	3 x 3	คำแนะนำ
3	0.42	0.39	0.40
3.5	0.50	0.42	0.45
4.0	0.57	0.44	0.50
4.5	0.61	0.47	0.55
5.0	0.63	0.48	0.55
6.0	-	-	0.65
8.0	-	-	1.00

10

**ตารางที่ 5** ค่าตัวคูณลดกำลังสำหรับเสาเข็มกลุ่มในชั้นดินทราย [Prakash, S. & Sharma, H., 1990]

ระยะเรียงในทิศทางที่มีแรงกระทำ (S/B)	ตัวคูณลดกำลัง
3	0.50
4	0.60
5	0.68
6	0.70



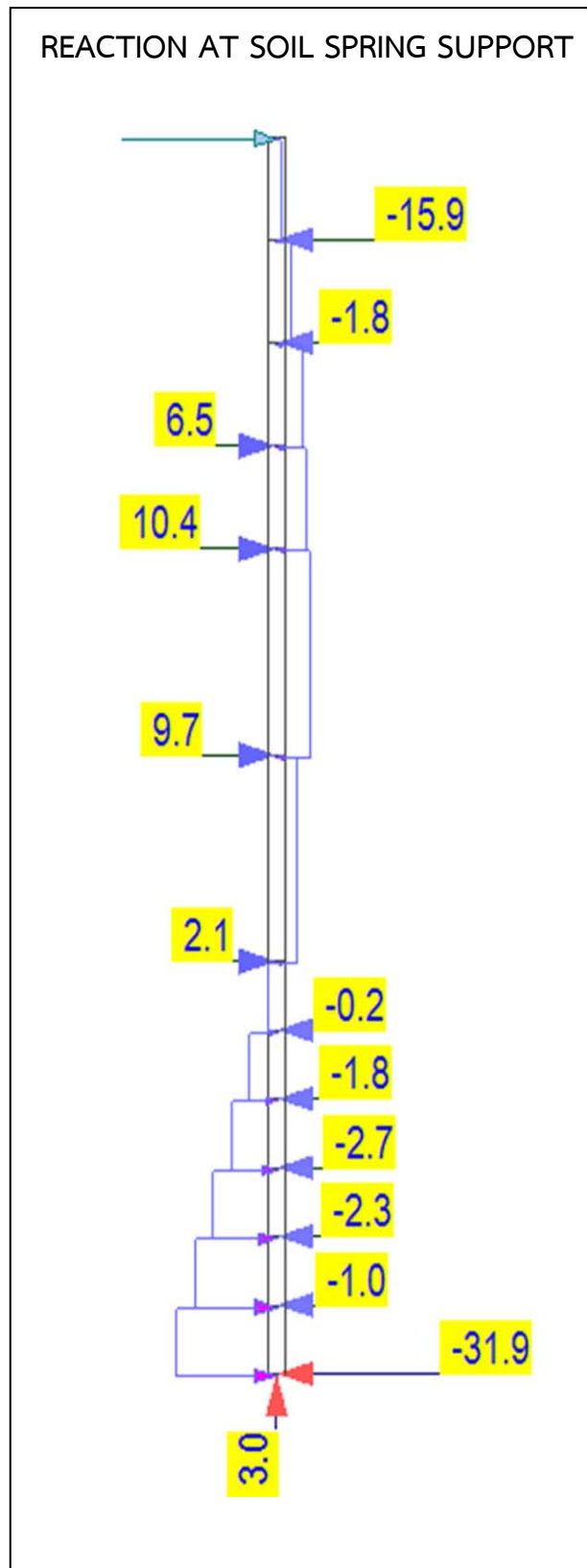
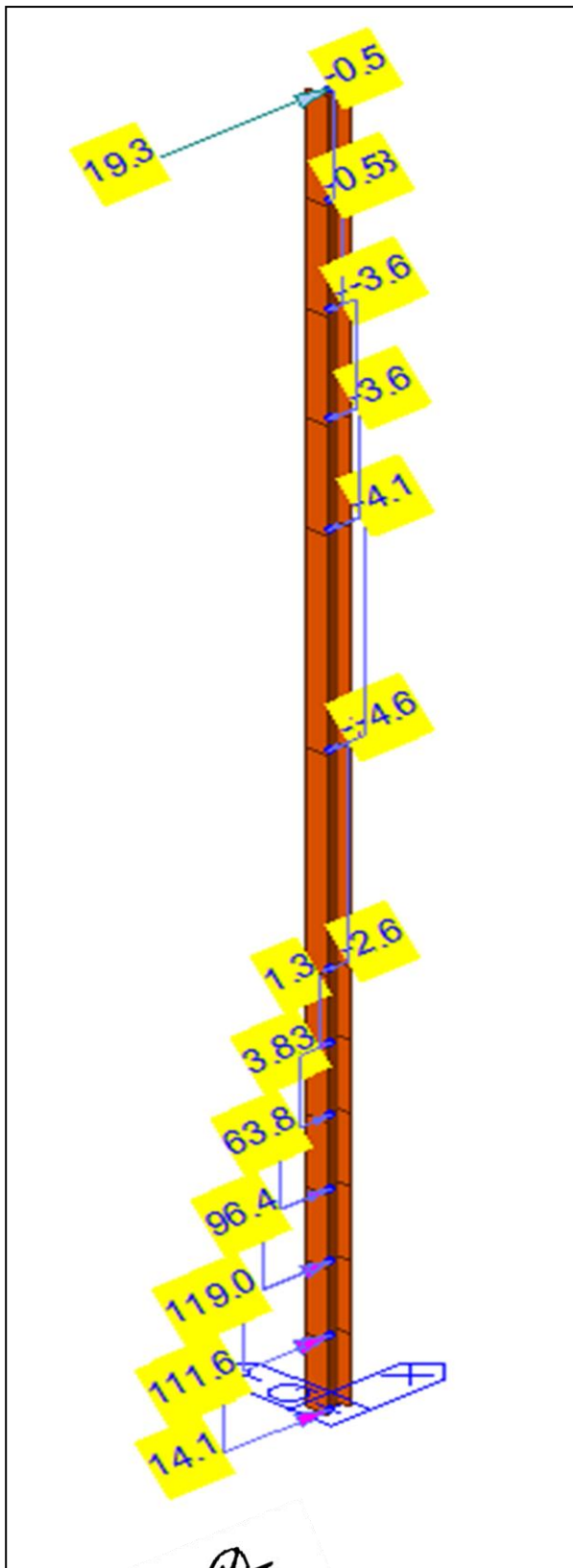


ตารางแสดงค่า PARAMETER เพื่อคำนวณหาค่า SOIL SPRING ; K

ขนาดเสาเข็ม 0.45 m

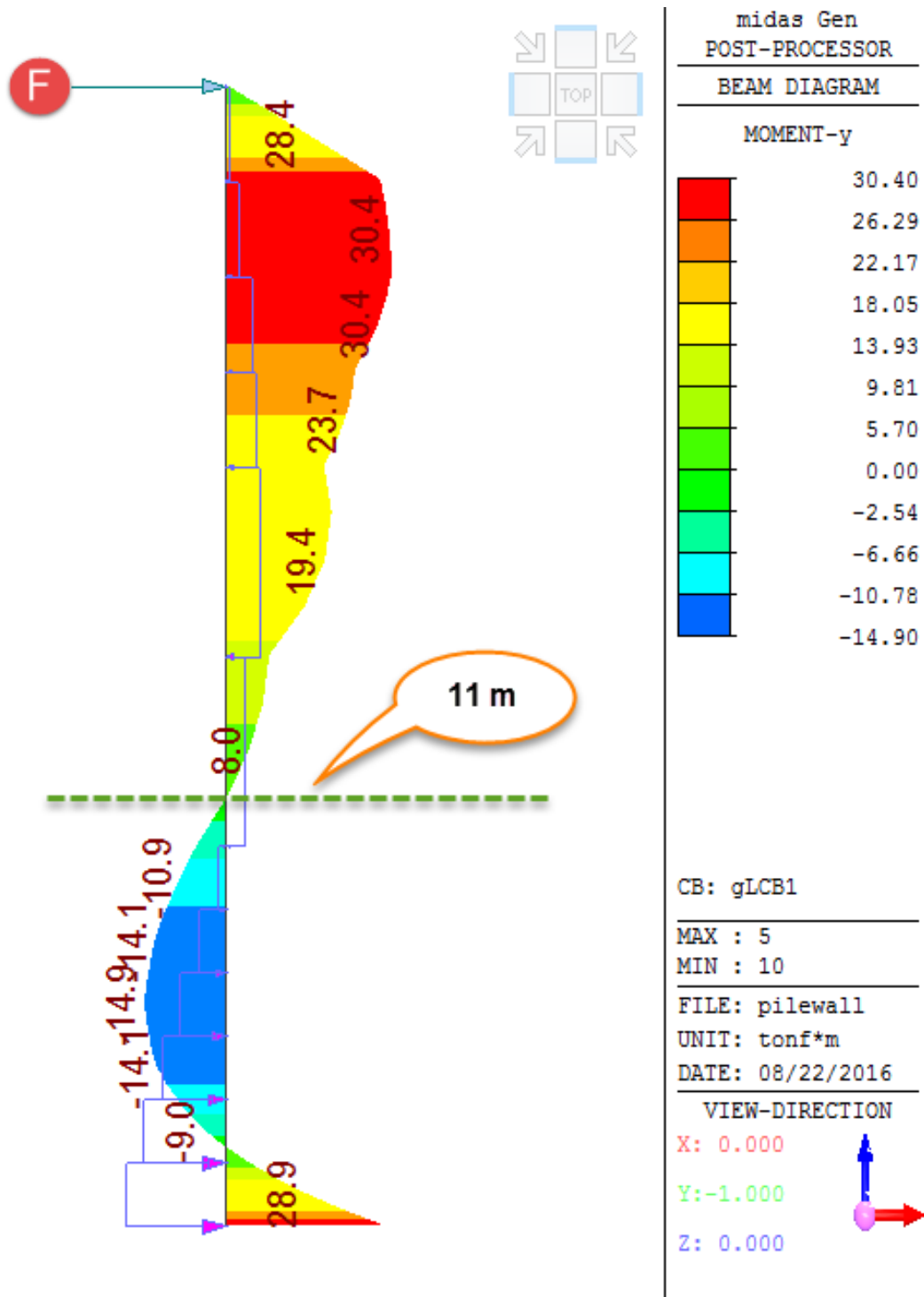
Layer	Depth ( m )		$\Delta L$ (m)	Soil Type	Consistency	SPT-N blows/ft	Su t/sq.m	Phi Degree	nh t/cu.m	Unit Weight t/cu.m	Ks	K ( t / cu.m )
	From	To										
1	TOP	1	0.5	CLAY	Soft Clay					1.48	0.00	0.00
	1	2	1	CH							0.00	0.00
	2	3	1				1.78			1.48	265.02	119.26
	3	4	1				1.66			1.45	247.16	111.22
	4	5	1				1.60			1.45	238.22	1.00
2	5	6	1	CLAY	Soft Clay		1.60			1.44	238.22	107.20
	6	7	1	CH			1.64			1.46	244.18	109.88
	7	8	1				1.64			1.46	244.18	109.88
3	8	9	1	CLAY	Soft Clay		1.65			1.45	245.67	110.55
	9	10	1	CH			1.56			1.45	232.27	104.52
	10	11	1				1.56			1.45	232.27	104.52
4	11	12	1	CLAY	Soft Clay		1.73			1.47	257.58	115.91
4	12	13	1	CH			1.69			1.47	251.62	113.23
	13	14	1				1.69			1.47	251.62	113.23
	14	15	1			12	1.90			1.82	282.89	127.30
5	15	16	1	SM	Medium	16	2.00			1.84	297.78	134.00
	16	17	1	SM	Dense Clayey	16	2.00			1.84	297.78	134.00
	17	18	1	SC	fine Sand	22	2.00			1.84	297.78	134.00

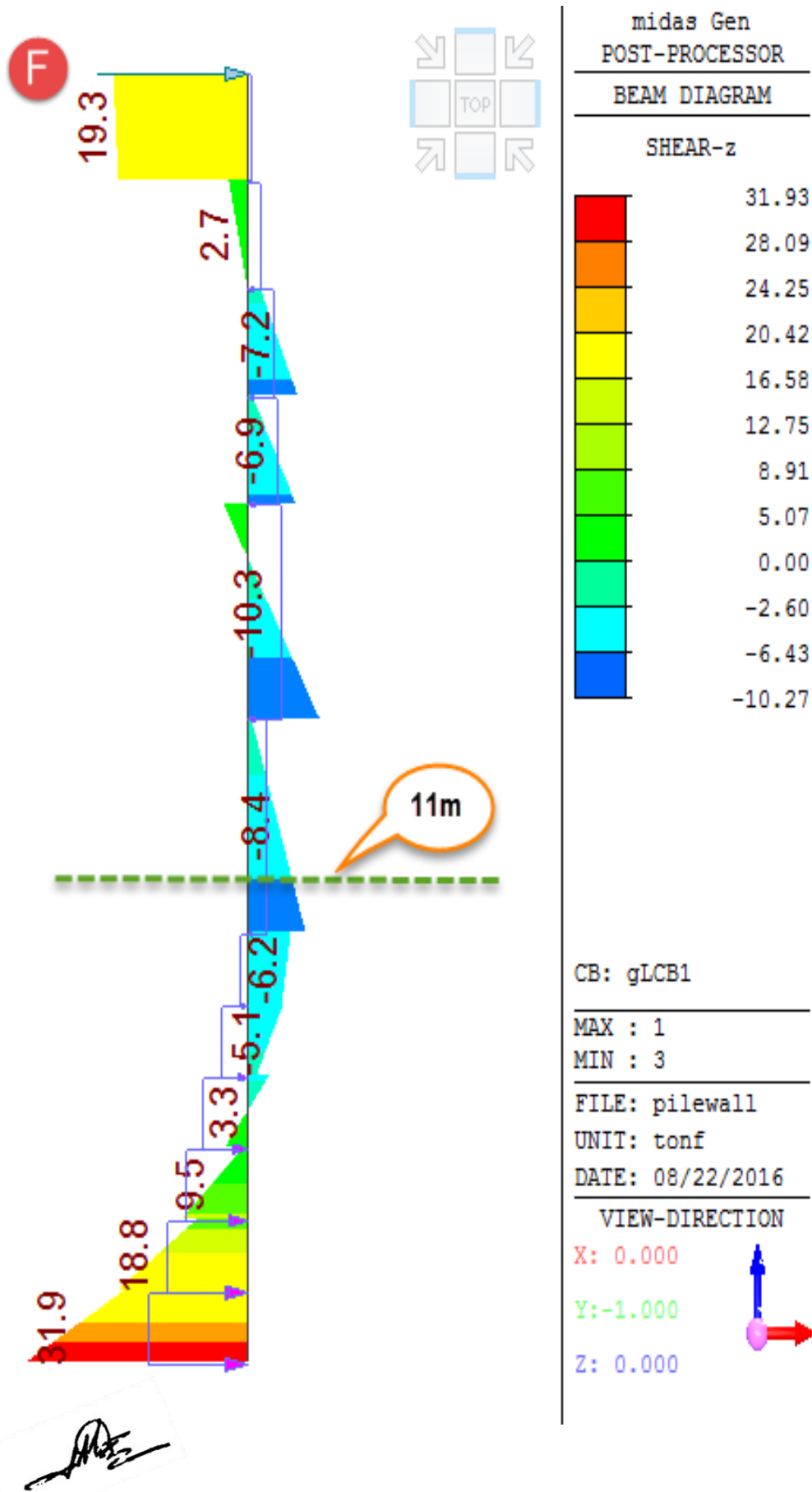
การจำลองโครงสร้างด้วยโปรแกรม MIDAS GEN



CASE A : พิจารณาที่เสาเข็มต้นแรก ยังไม่ติดตั้ง STAY ยึด ( TYPE A )

MOMENT MAX 30.40 T-m at Pile Length 4.00 m from Pile Top

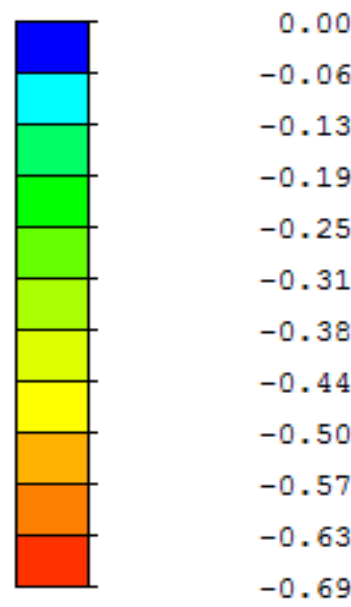






midas Gen  
POST-PROCESSOR  
BEAM STRESS

COMBINED



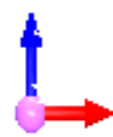
SCALEFACTOR=  
3.1266E+000

CB: gLCB1

MAX : 7  
MIN : 5

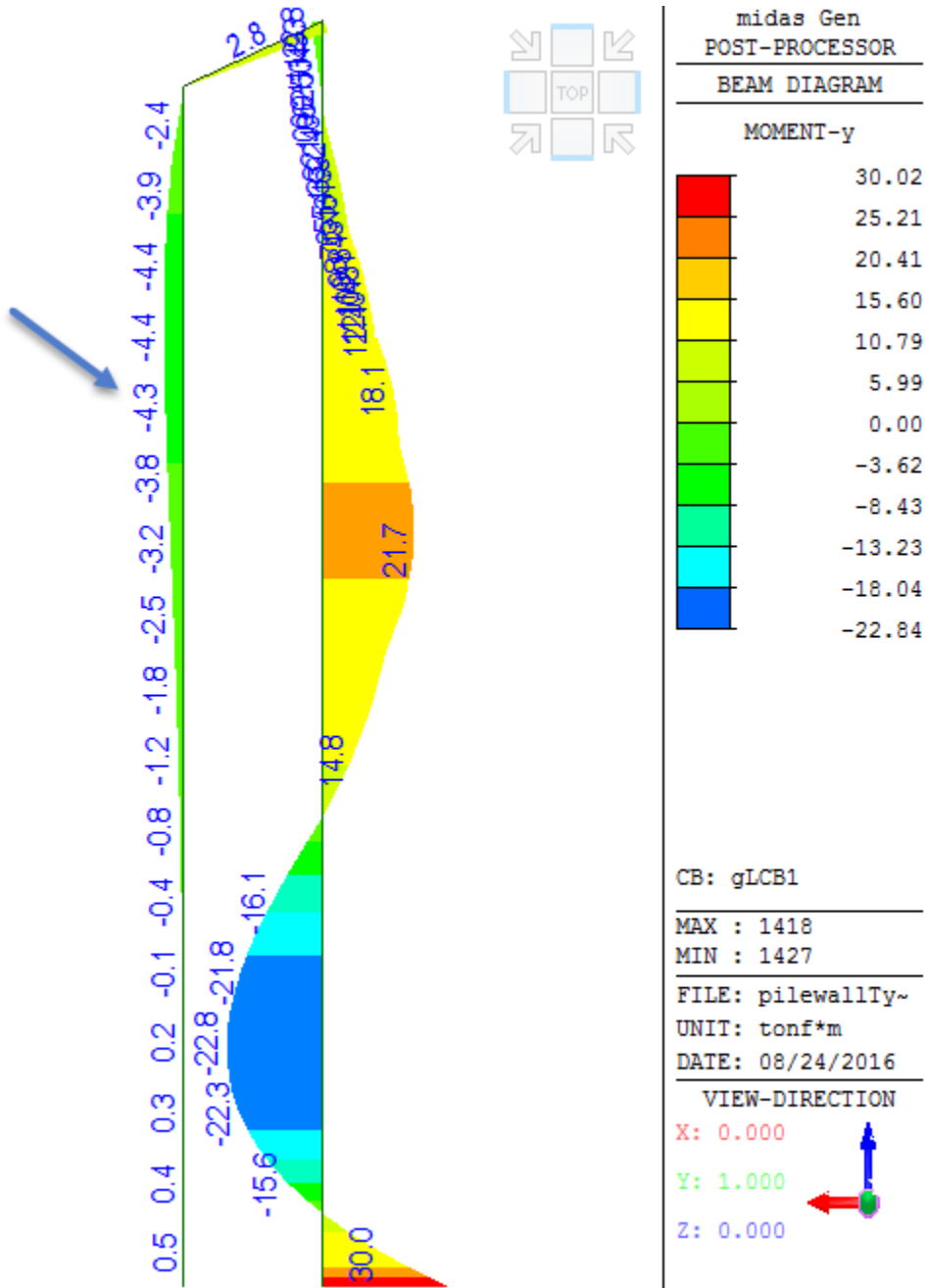
FILE: pilewall  
UNIT: tonf/cm<sup>2</sup>  
DATE: 08/22/2016

VIEW-DIRECTION  
X: 0.000  
Y: -1.000  
Z: 0.000



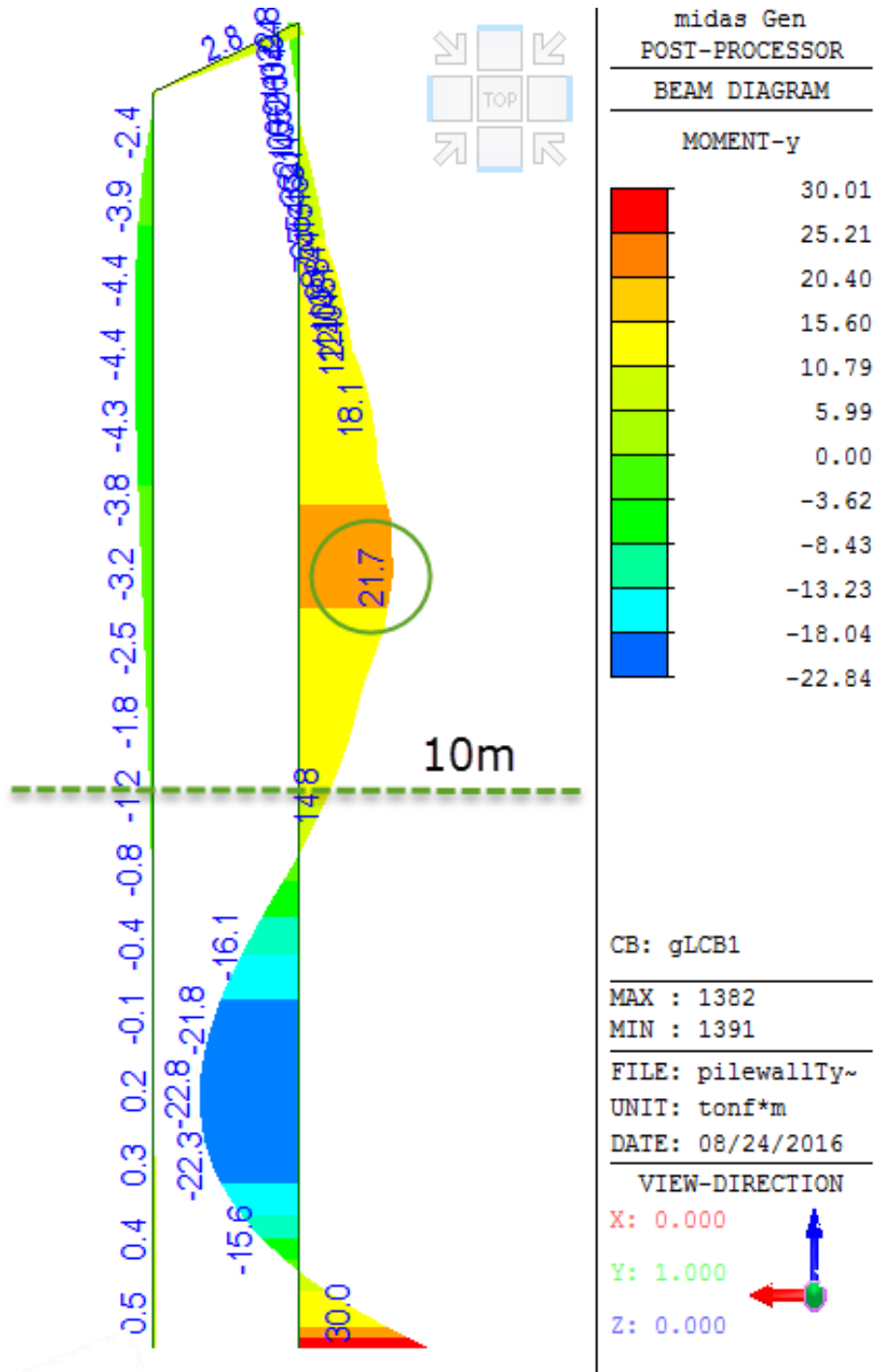
## CASE B : ติดตั้งเข็มที่คานยัด STAY

MOMENT 4.3 T-m at Pile Length 4.50m , โมเมนต์ที่คานยัด 2.80 T-m

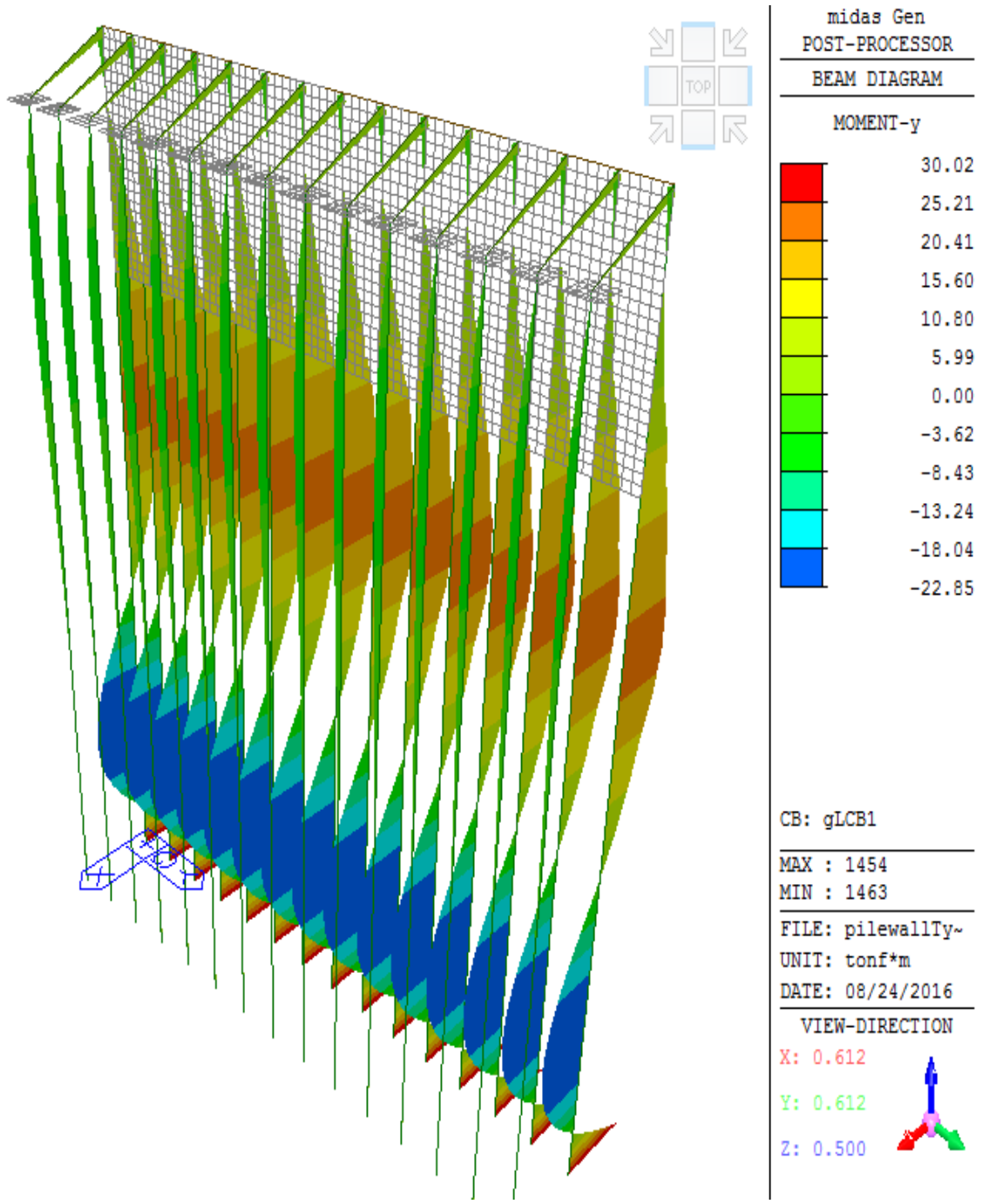


# พิจารณาที่ระบบ

MOMENT ที่เสาเข็มชุดแรกลดลงจาก 30.40 T-m เหลือ 21.70 T-m

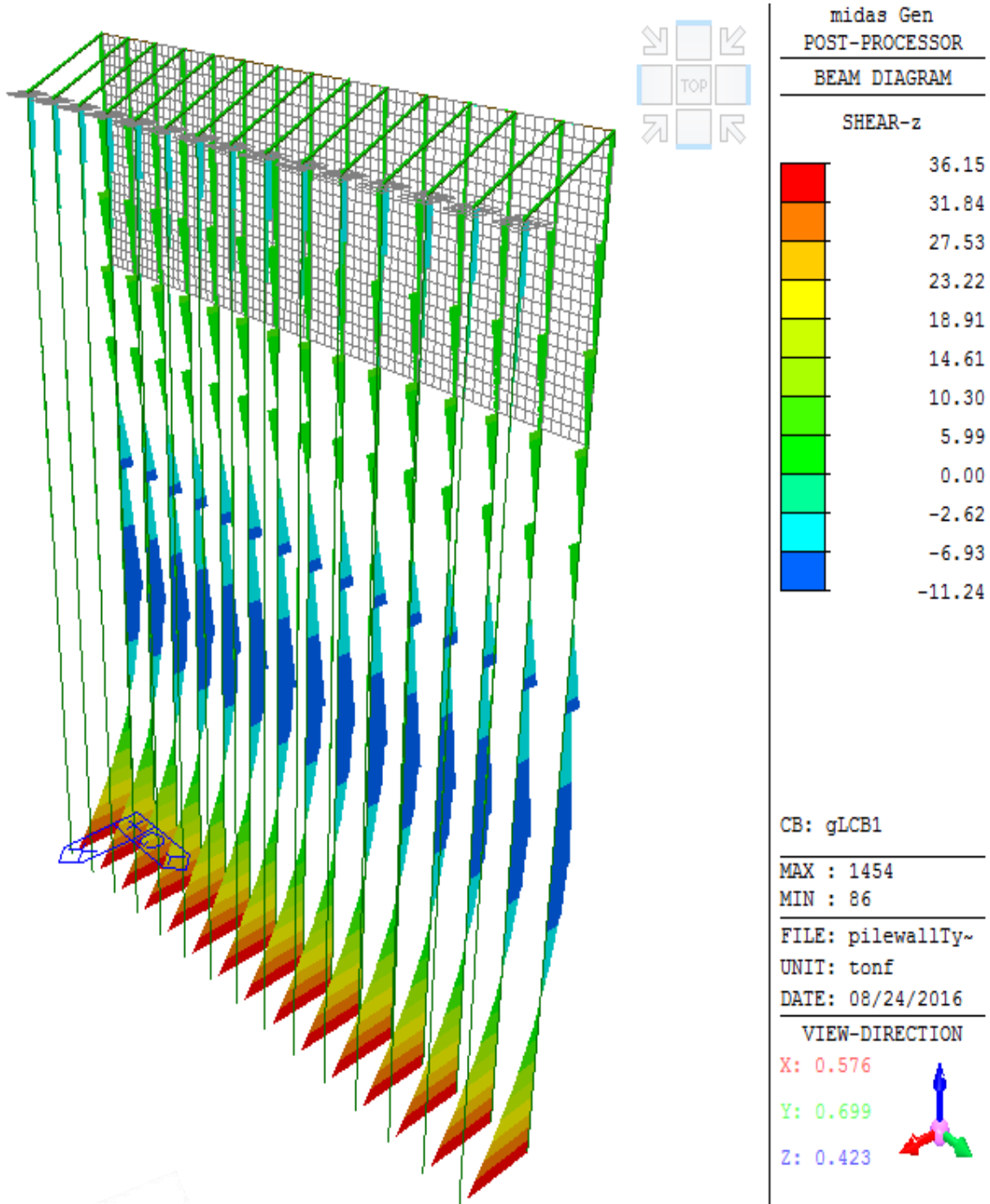


ค่า MOMENT at Pile length 10.00m = 1.0 T-m

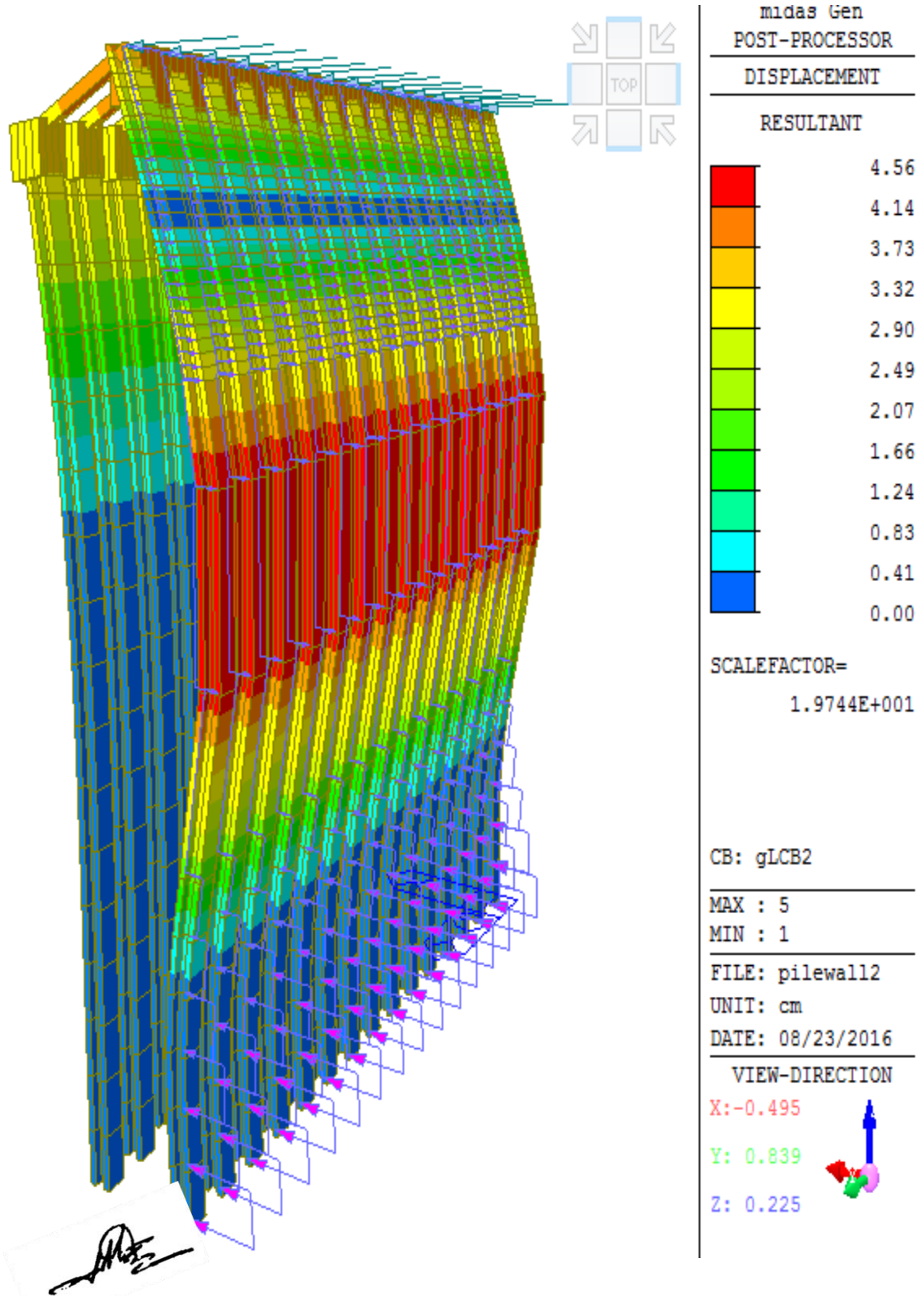




ค่า SHEAR at Pile length 10.00m = 11.20 Tons

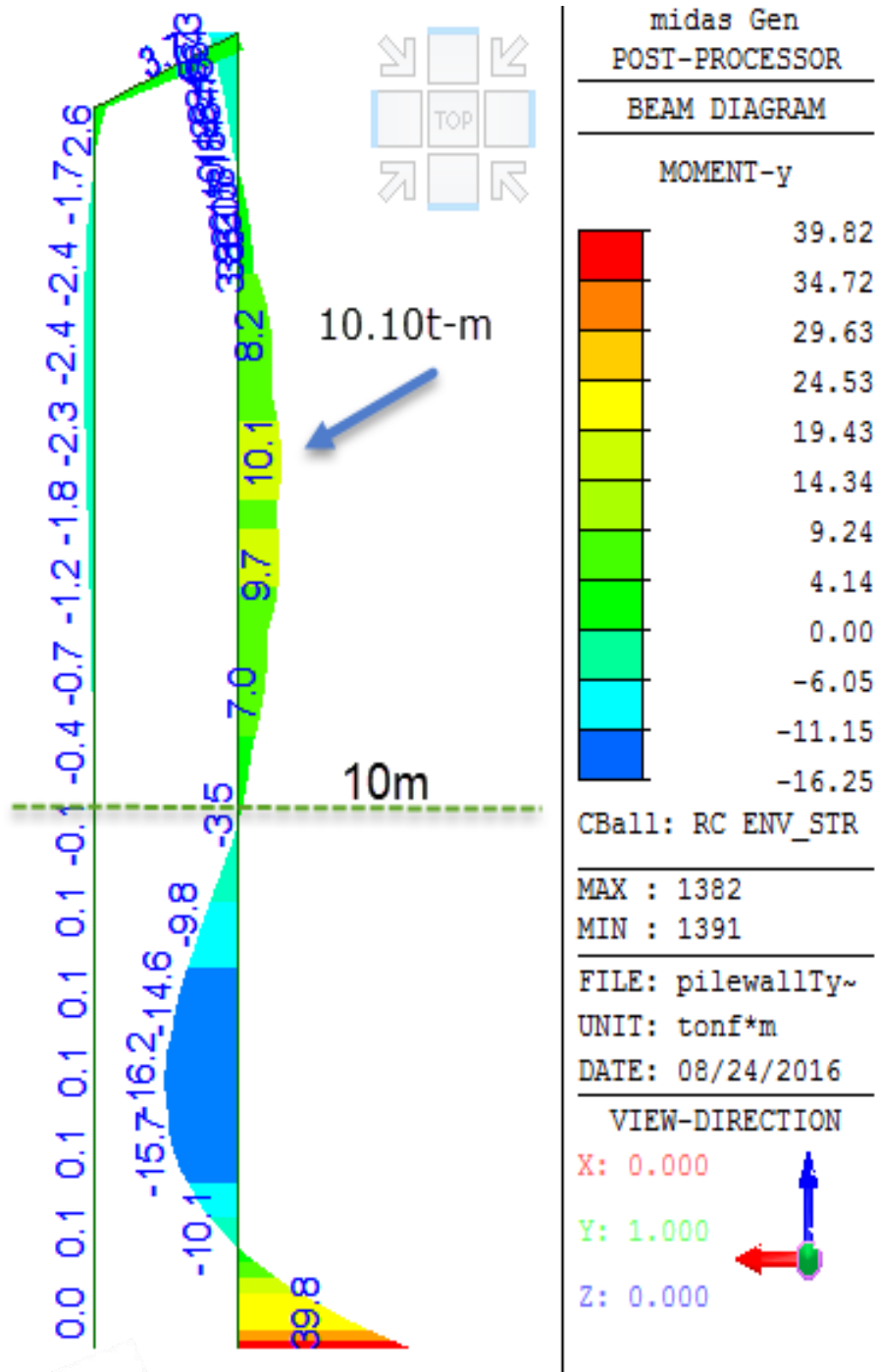


ค่าการเคลื่อนตัว MAX 4.56 cm

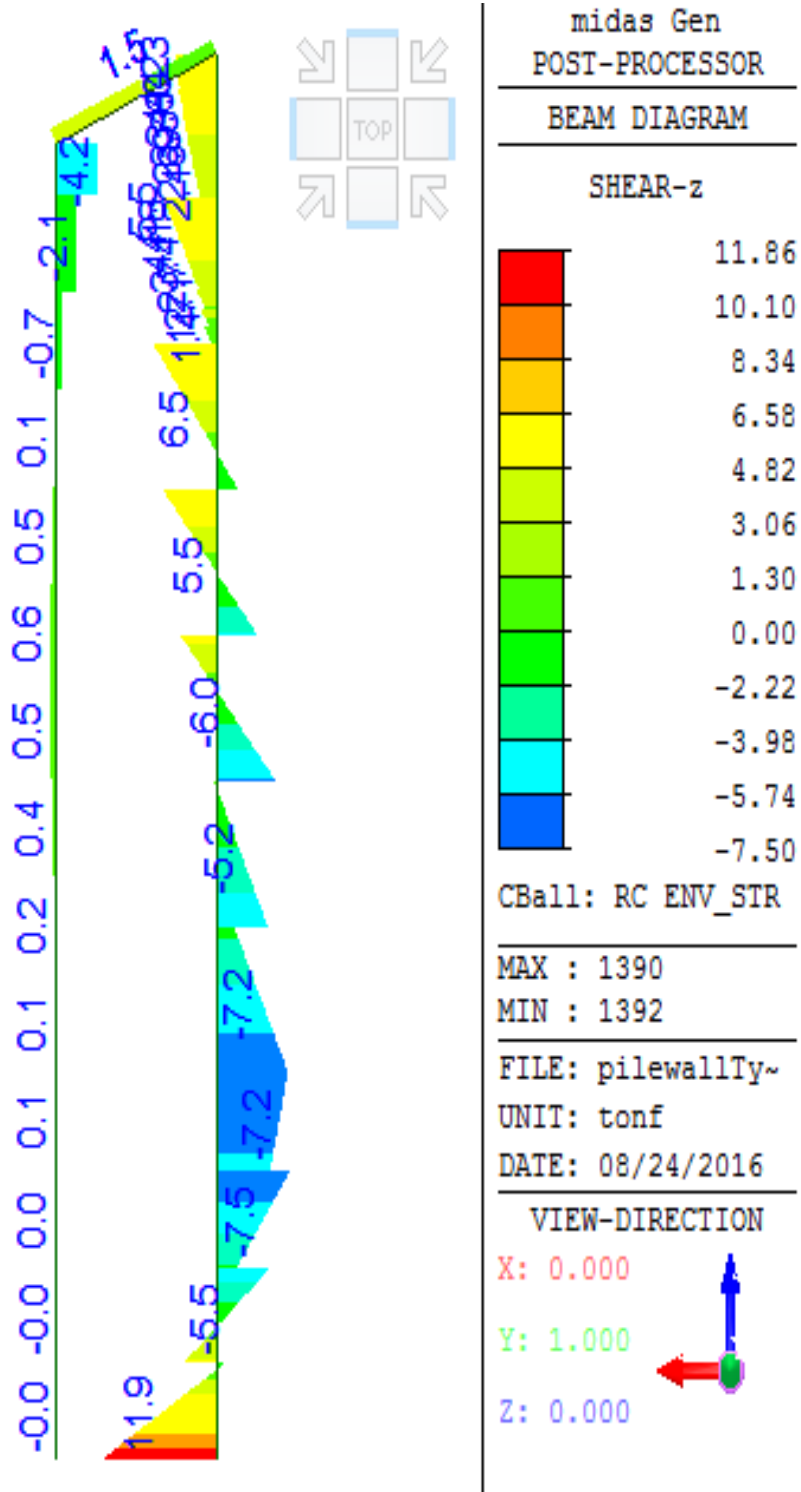


TYPE B I – 0.30 x 0.30 x 18.00 m

Moment 10.10 T-m at Pile length 5.00m



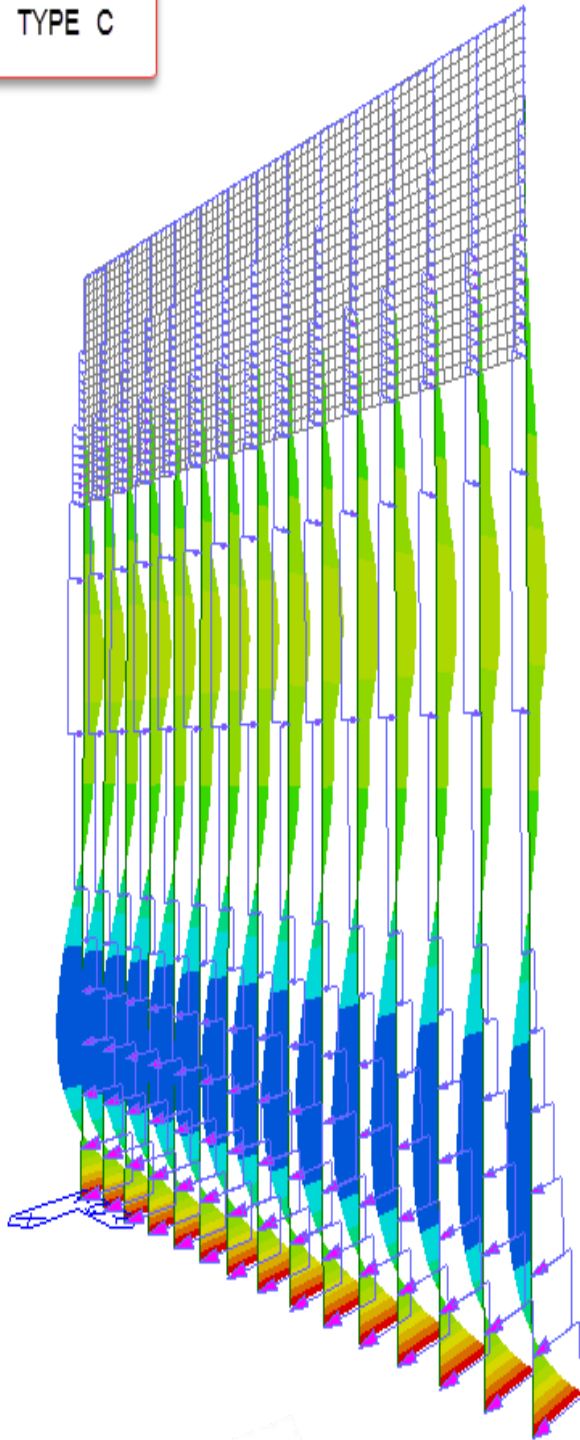
Shear max 11.86 Tons



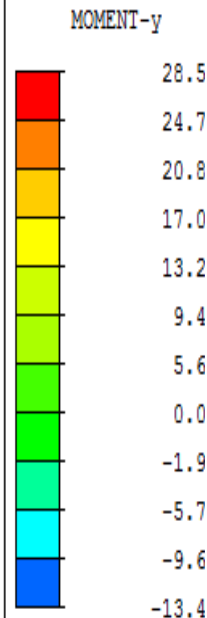
# TYPE C I - 0.30 x 0.30 x 18.00 m ไน้ Stay

Moment at L 10 m = 0

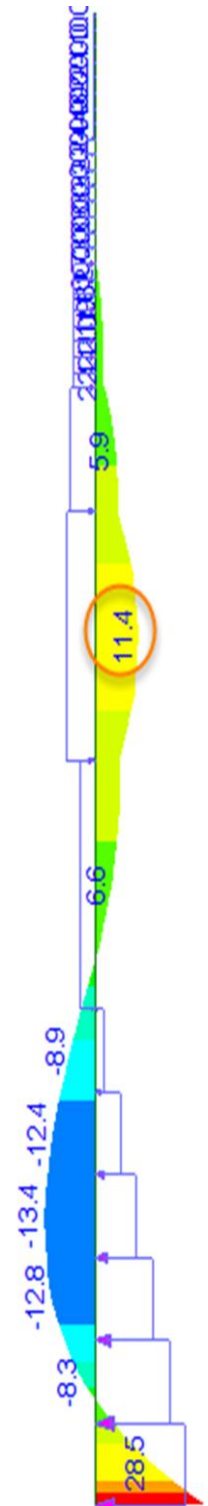
TYPE C



midas Gen  
POST-PROCESSOR  
BEAM DIAGRAM



CB: gLCB1  
MAX : 1  
MIN : 94  
FILE: pilewallTy~  
UNIT: tonf\*m  
DATE: 08/23/2016  
VIEW-DIRECTION  
X: 0.700  
Y: 0.713  
Z: -0.035



## สรุปผลการออกแบบ

พิจารณาการเสริมเหล็กรับโมเมนต์จาก MOMENT DIAGRAM ของเสาเข็มทั้ง 3 TYPE พบว่า POINT OF INFLECTION อยู่ที่ระดับ - 8.50 m จาก 0.00 m ซึ่งต้องทำการเสริมเหล็กจาก PILE TOP ถึงค่าระดับ - 8.50 m ส่วนค่าโมเมนต์ในเข็ม STAY มีค่าน้อยมาก แต่ต้องพิจารณาออกแบบ DOWEL รับแรงดึง ร่วมด้วยตามายละเอียดข้างล่างนี้

- 1) TYPE A เสาเข็มไอขนาด  $0.45 \times 0.45 \times 18.00$  ม. โมเมนต์ออกแบบใช้ค่า  $M = 30 \text{ t-m}$  ,  $V = 15 \text{ t}$  เสริมเหล็กรับโมเมนต์ยาวตลอดจากค่าระดับ +2.50 ถึงค่าระดับ - 8.50 m หรือที่ความยาวเสาเข็ม 10.00 เมตร นับจาก PILE TOP
- 2) TYPE B เสาเข็มไอขนาด  $0.30 \times 0.30 \times 18.00$  ม. โมเมนต์ออกแบบใช้ค่า  $M = 10 \text{ t-m}$  ,  $V = 7 \text{ t}$  เสริมเหล็กรับโมเมนต์ยาวตลอดจากค่าระดับ +1.25 ถึงค่าระดับ - 8.50 m หรือที่ตลอดความยาวเสาเข็ม 9.00 เมตร นับจาก PILE TOP
- 3) TYPE C เสาเข็มไอขนาด  $0.30 \times 0.30 \times 18.00$  ม. โมเมนต์ออกแบบใช้ค่า  $M = 10 \text{ t-m}$  ,  $V = 7 \text{ t}$  เสริมเหล็กรับโมเมนต์ยาวตลอดจากค่าระดับ +1.25 ถึงค่าระดับ - 8.50 m หรือที่ตลอดความยาวเสาเข็ม 9.00 เมตร นับจาก PILE TOP

ส่วนการคำนวณ TRY ค่าหาความยาวเสาเข็มที่เหมาะสม ( ผลรวมโมเมนต์เท่ากับ ศูนย์ ) ได้ความยาวเท่ากับ 15.00 m

