

## โครงการก่อสร้าง“ตึกสยามินทร์ (อนุสรณ์ 100 ปี ศิริราช)

- วิธีการก่อสร้างฐานรากและห้องใต้ดิน ✓
- รายการคำนวณออกแบบ Sheetpiling

ประสงค์ ธาราไชย วย. 672

สุรพล กัมพลพันธ์ วย. 1105

พิบูล บุญส่ง สย. 3591

มกราคม 2530

ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างฐานรากและพื้นชั้นนำค้ำดิน (เพิ่มเติม)

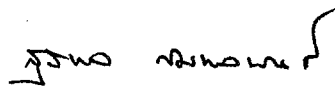
โครงการก่อสร้างศึกษามินทร์ (อนุสรณ์ 100 ปี ศิริราช)

เพื่อความปลอดภัยต่ออาคารข้างเคียง

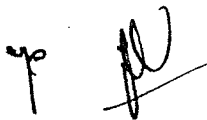
วิศวกรที่ปรึกษา

นายประสงค์ ชาราไชย ว.ย. 672

จัดทำโดย



นายสุรพล กิมพลพันธ์ ว.ย. 1105



นายคิบูล บุญสง ส.ย. 3591

มกราคม 2530

สารบัญ

|  |                       |
|--|-----------------------|
| บทนำและวัตถุประสงค์  | 1                     |
| ขั้นตอนการก่อสร้างฐานรากและพื้นห้องใต้ดิน                      | 2                     |
| วิธีการก่อสร้างฐานรากและพื้นห้องใต้ดิน                         | 2                     |
| Foundation Plan  | 5                     |
| รูปงานผูกค้ำ Braced Sheet Piles                                | 6                     |
| รูปงานขุดภายในแบบ Open Excavation                              | 8                     |
| รูปงานขุดฐานราก Line(A) Sheet Pile ค้ำเดี่ยว                   | 8                     |
| Structural & Stability Calculation of Braced Sheet Piles       | 10                    |
| Method of Calculation  | 11-22                 |
| Table 1 : Structural Calculation of Braced Sheet Piles         | 16                    |
| Table 2 : Stability Against Bottom Heaving                     | 16                    |
| Table 3 : Structural Calculation of Wales                      | 17                    |
| Table 4 : Structural Calculation of Struts                     | 17                    |
| ข้อมูลการสำรวจดิน  | 23-26                 |
| แบบ Detail of Braced Sheet Piles                               | Sheet No. 1/7 ถึง 6/7 |
| แบบ Detail of Welded Connection                                | Sheet No. 7/7         |
| ภาคผนวก : Comments จากบริษัทปรึกษา ไทยกรุ๊ป จำกัด และข้อชี้แจง |                       |

บทนำและวัตถุประสงค์

เนื่องจากงานก่อสร้างตึก สยามินทร์ (อนุสรณ์ 100 ปี ศิริราช) เป็นงานก่อสร้างอาคารสูง 15 ชั้น อยู่ใจกลางบริเวณโรงพยาบาลศิริราช รอบบริเวณที่จะก่อสร้างมีอาคารเก่า, ทางเดิน คสล. หรือถนน คสล. อยู่โดยรอบ ดังนั้นการขุดดินเพื่อทำฐานรากและพื้นชั้นใต้ดินซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าพื้นดินเดิม จึงจำเป็นต้องป้องกันอันตราย ที่อาจจะเกิดต่ออาคารข้างเคียงตลอดจนถึงชีวิตและทรัพย์สิน

ในการขุดดิน เพื่อก่อสร้างฐานรากและพื้นชั้นใต้ดินนั้น ก็ได้พิจารณาออกแบบ Steel Sheet Piling , Strut , Wales และ Excavation slope โดยรอบบริเวณก่อสร้าง ให้มีลักษณะที่มั่นคงแข็งแรงกันมิให้มีการเคลื่อนตัวของดินพร้อมกับกำหนดขั้นตอนการขุดดิน, การก่อสร้างฐานราก และพื้นชั้นใต้ดินด้วย

ขั้นตอนการก่อสร้างฐานรากและค้ำยันใต้ดิน

ขั้นตอนการก่อสร้างจะดำเนินการตามลำดับ ดังนี้ (โปรดดู Foundation Plan ประกอบ)

- 1) ฐานรากของ Shear Core Block (I) , Block (II) และฐานราก Line (K) งานผูกค้ำยัน Braced Sheet Piling
- 2) ฐานราก Line (1),(2)&(11), Sump Block (IV) และ Shear Core Block (III) งานผูกค้ำยัน Braced Sheet Piling
- 3) ฐานรากภายนอกจาก Line (J) ถึง Line (B) และจาก Line (3) ถึง Line (10) และ Sump Block(V), งานผูกค้ำยันแบบ Open Excavation ยกเว้นที่ Sump Block(V) ใช้ Braced Sheet Piling (บางส่วนอาจจะทำค้ำยันร่วมกับขั้นตอนที่ 2)
- 4) ฐานราก Line (A) , งานผูกค้ำยัน Braced Sheet Piling ค้ำยันนอกค้ำยันเดี่ยว ใช้ค้ำยัน Struts ค้ำยันกับ Basement Slab

วิธีการก่อสร้างฐานรากและค้ำยันใต้ดิน

วิธีการก่อสร้างจะดำเนินการ ดังนี้ (โปรดดูรูปประกอบ)

- ก) งานผูกค้ำยัน Braced Sheet Piling แบบเป็นกล่องค้ำยันภายนอกซึ่งกันและกัน

ใช้กันที่ Block I, II, III, IV & V และ Line (K) , (1)(2)&(11)

- 1) ขุดเปิดหน้าดินเอาพวกดินโคลน เศษขยะเศษปูนต่างๆ ที่เกิดจากงานทำเข็มเจาะ ออกให้หมดจนถึงระดับพื้นดินเดิม EL. -1.80
- 2) ตอก Sheet Pile ตามตำแหน่งและความยาวที่แสดงไว้ในแบบ
- 3) ขุดดินภายนอกจนถึงระดับ Bracing ซึ่งในแต่ละ Block ระดับนี้จะแตกต่างกันดูได้จากแบบ (ประมาณ 0.50 ถึง 1.20 ม.)
- 4) ติดตั้ง Bracing (Wales & Struts)
- 5) ขุดดินต่อไปจนถึงระดับใต้ Basement Slab EL. -3.60 สำหรับ Sump Blocks ให้ขุดถึงระดับ Bracing ขึ้นล่าง แล้วติดตั้ง Wales & Struts

- 6) ขุดค้ำฐานรากตามตำแหน่งเป็นหลุม เฉพาะที่ Combined Footings และ Shear Core Block I, II & III และ Sump Block V ว่าเป็นค้ำขุดค้ำภายในออกอากาศหมด
- 7) เท Lean Concrete ค้ำที่ค้ำ Sheet Piles ให้เทียบถึง Sheet Piles ค้ำ Lean Concrete หนา 15 ซม. ยกเว้น Combine Footing หนา 20 ซม. (จะค้ำองเท้นทีหลังจากขุดเสร็จ)
- 8) คัดแต่งหัวเสาเข็มแล้วเทคอนกรีตฐานรากและเสาหรือ Shear Wall ถึงระดับ Basement Floor
- 9) ถมดินกลบกลับบริเวณฐานราก
- 10) ขุดค้ำด้านนอก Sheet Piles ออก คัด Slope ให้มีความมั่นคงเพียงพอ (Cut Slope ประมาณ 1:0.5) โดยที่ Toe Slope อยู่ที่ระดับใต้ Basement Slab
- 11) รั้ว Bracing System ถม Sheet Piles ใต้อัน Block ขึ้นค้ำ
- 12) เทคอนกรีต Basement Slab & Wall (อาจจะเทคอนกรีต Basement Slab ก่อนลำดับที่ 10 ก็ได้)

ข) งานขุดภายในแบบ Open Excavation

- 1) ขุดเปิดหน้าดินจนถึงระดับใต้ Basement Slab (EL. -3.60) โดยให้มี Cut Slope ประมาณ 1:0.5 ค้ำที่ค้ำกับส่วนที่ขุดไว้ก่อนแล้วให้เปิดออกทั้งหมด
- 2) ขุดค้ำฐานรากตามตำแหน่งเป็นหลุม ข ขุดให้มี Cut Slope ประมาณ 1:0.6
- 3) คัดแต่งหัวเสาเข็ม ถมทรายหยาบรองพื้น
- 4) เท Lean Concrete , ฐานรากและเสาถึงระดับ Basement Floor
- 5) ถมดินกลบกลับบริเวณฐานรากแล้วเทคอนกรีต Basement Slab

ค) งานขุดที่ใช้ Braced Sheet Piling ค้ำเดี่ยว ค้ำยันกับ Basement Slab (Line A)

จะเป็นค้ำองท่าหลังจากที่ได้เทคอนกรีต Basement Slab ภายในแล้วเสร็จถึงระยะ 6.30 ม. ห่างจากแนว Sheet Pile หรือ 4.10 ม. จาก Line (A)

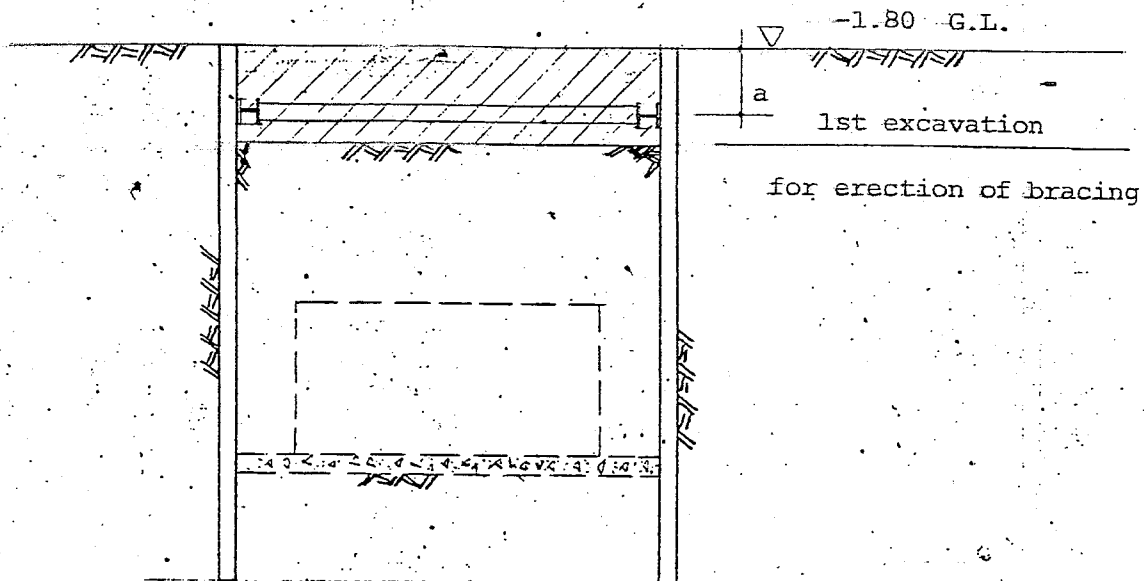
- 1) ถม Sheet Piles ยาว 14 ม.
- 2) ขุดค้ำออกจนถึงระดับ Bracing (ลึกประมาณ 1.70 ม.)

- 3) คิดตั้ง Wales & Struts ให้ยึดกับ Basement Slab
- 4) ชุดค้ำลงมาถึงระดับใต้ Basement Slab (อาจทำพร้อมทับลาคับ 2' ก็ได้)
- 5) ชุดค้ำฐานรากความหนาแน่นเป็นหลุม ๗ Cut Slope ประมาณ 1:0.6 (อาจจะทำก่อนหรือพร้อมทับลาคับที่ 4 ก็ได้)
- 6) เท Lean Concrete หนา 15 ซม. ค้ำานที่ติดกับ Sheet Piles ให้เหยียบไปถึง Sheet Pile (จะต้องทำทันทีหลังจากชุดเสร็จ)
- 7) ตัดแต่งหัวเสาเข็ม , เเทคอนกรีตฐานรากและเสาถึงระดับ Basement Floor
- 8) ถมดินกลบกลับบริเวณฐานราก
- 9) รื้อ Bracing System ออก บดผยให้ Sheet Pile รับแรงแบบ Cantilever
- 10) เท Basement Slab & Wall

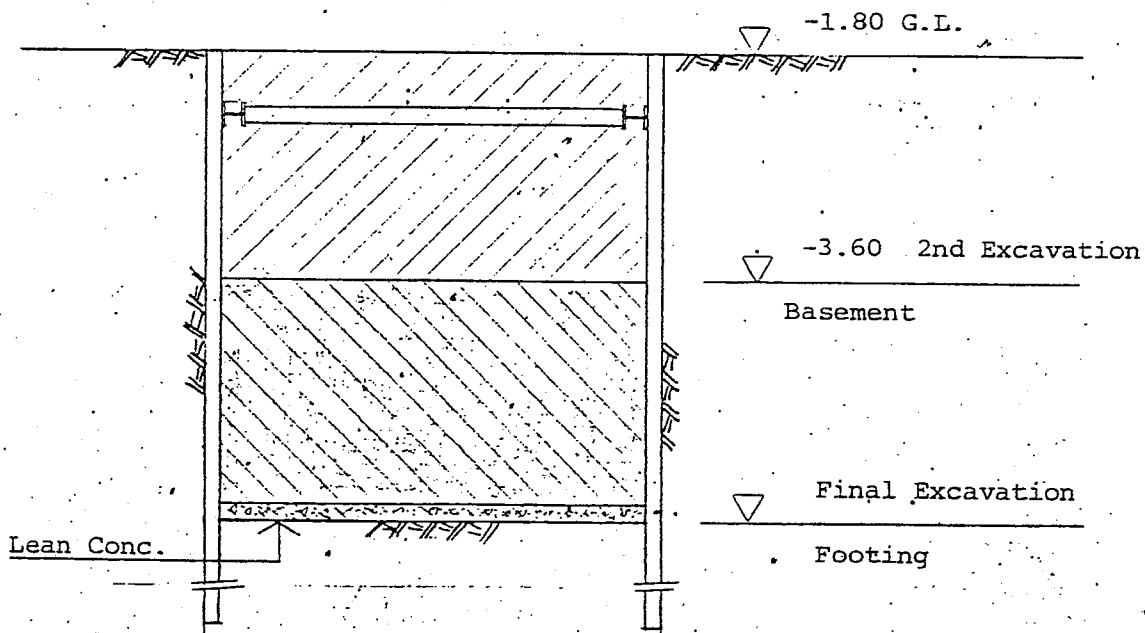




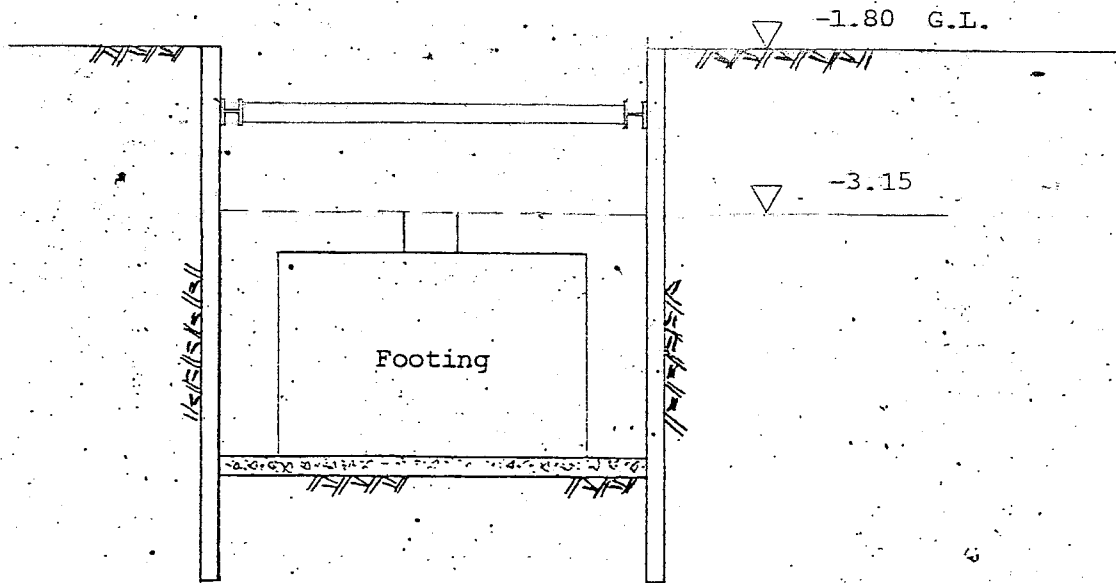
ก) งานขุดที่ใช้ Braced sheet piles, (Block I, II, III, IV, V, Line K, 1, 2 & 11)



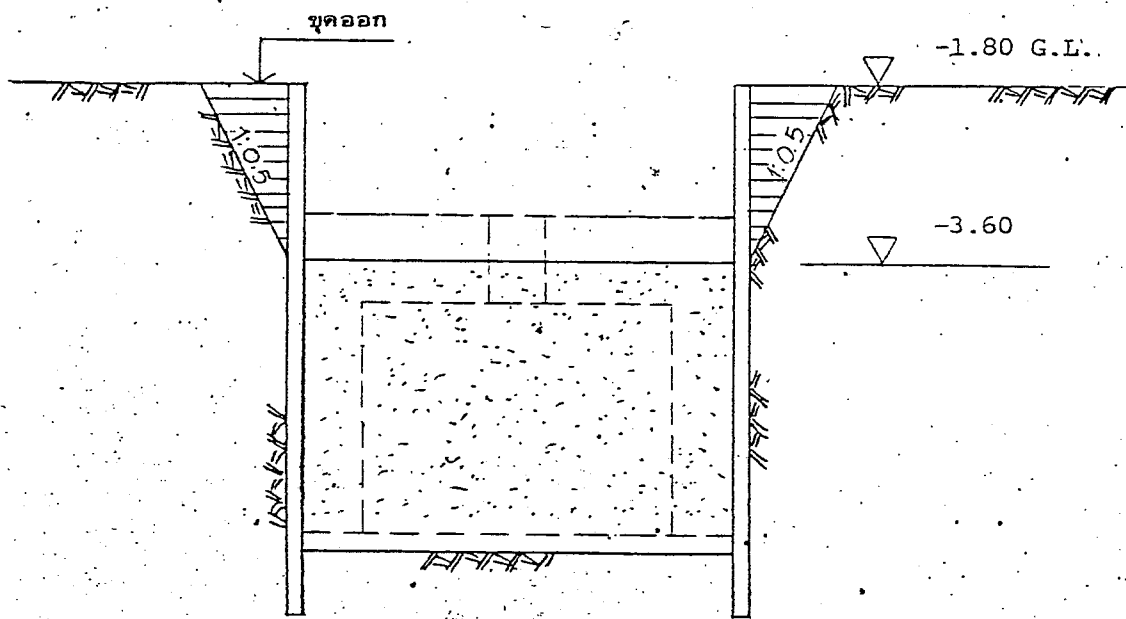
(1) ขุดดินถึงระดับได้ Bracings แล้วติดตั้ง Wales & Struts



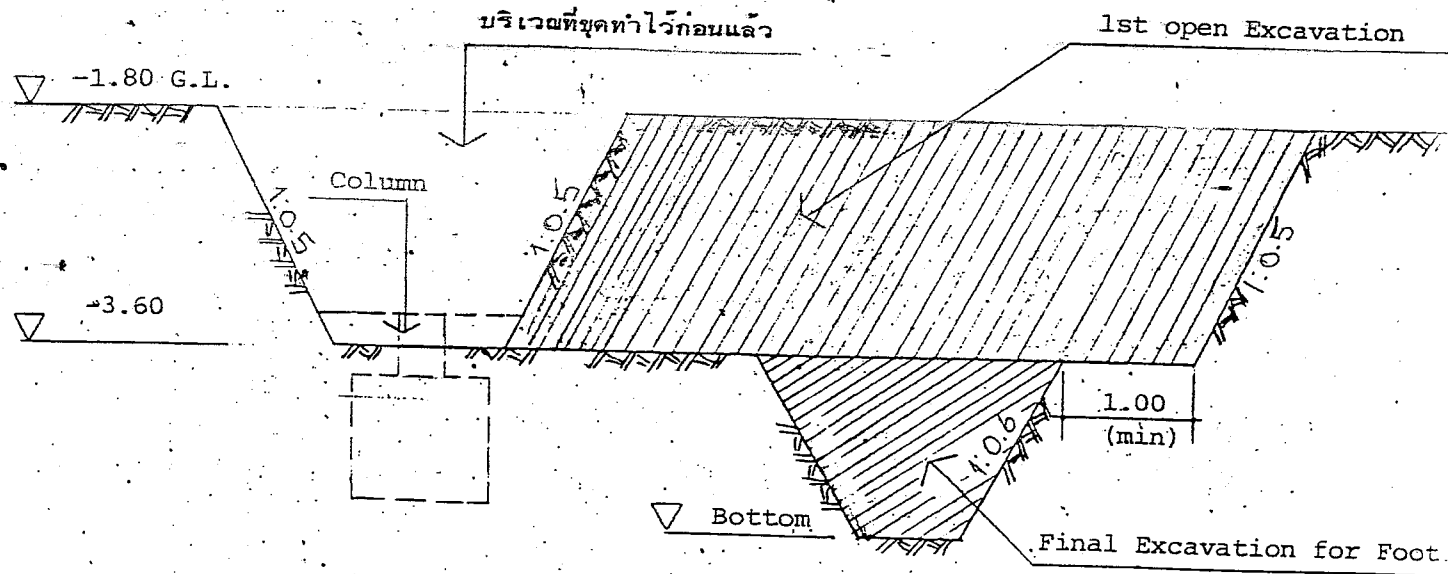
(2) ขุดดินต่อไปถึงระดับได้ Basement แล้วขุดฐานรากเป็นหลุมๆ ตามตำแหน่ง หลังจากขุดเสร็จให้เท Lean concrete ทันที



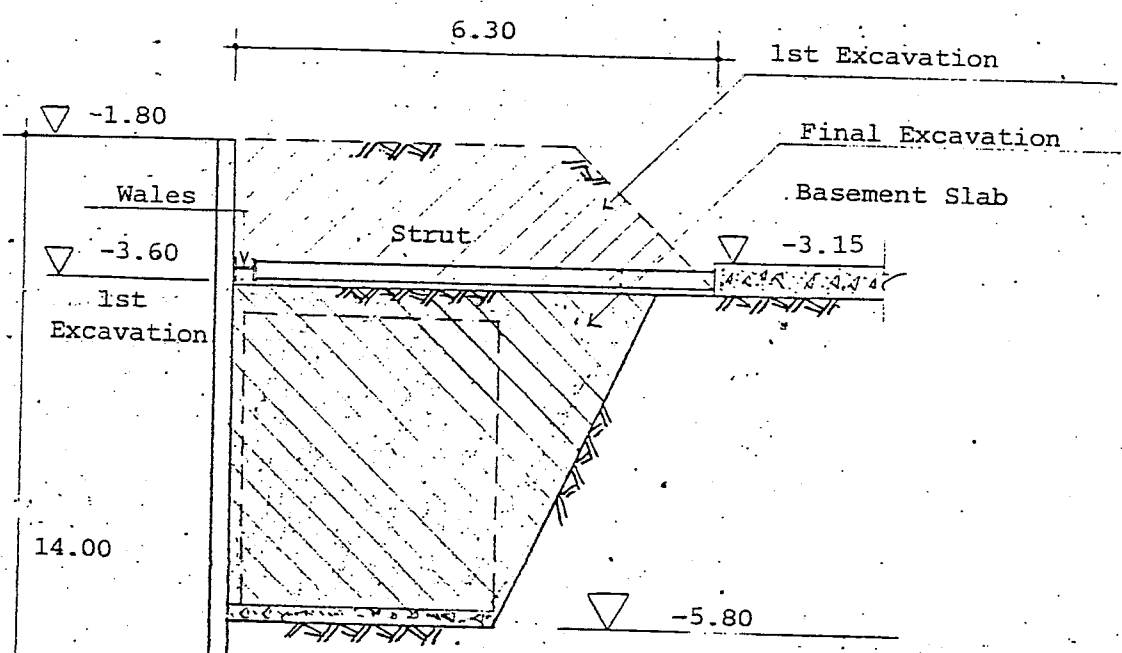
- (3) เเทคอนกรีตฐานรากและเสาหรือ shear wall ถึงระดับ Basement floor EL.-3.15 แล้วถมกลบกลับฐานราก



- (4) ขุดดินด้านนอก sheet piles ทั้งสองด้าน แล้วหรือ bracing system และถม sheet piles (อาจจะเทคอนกรีต Basement Slab ก่อนก็ได้)

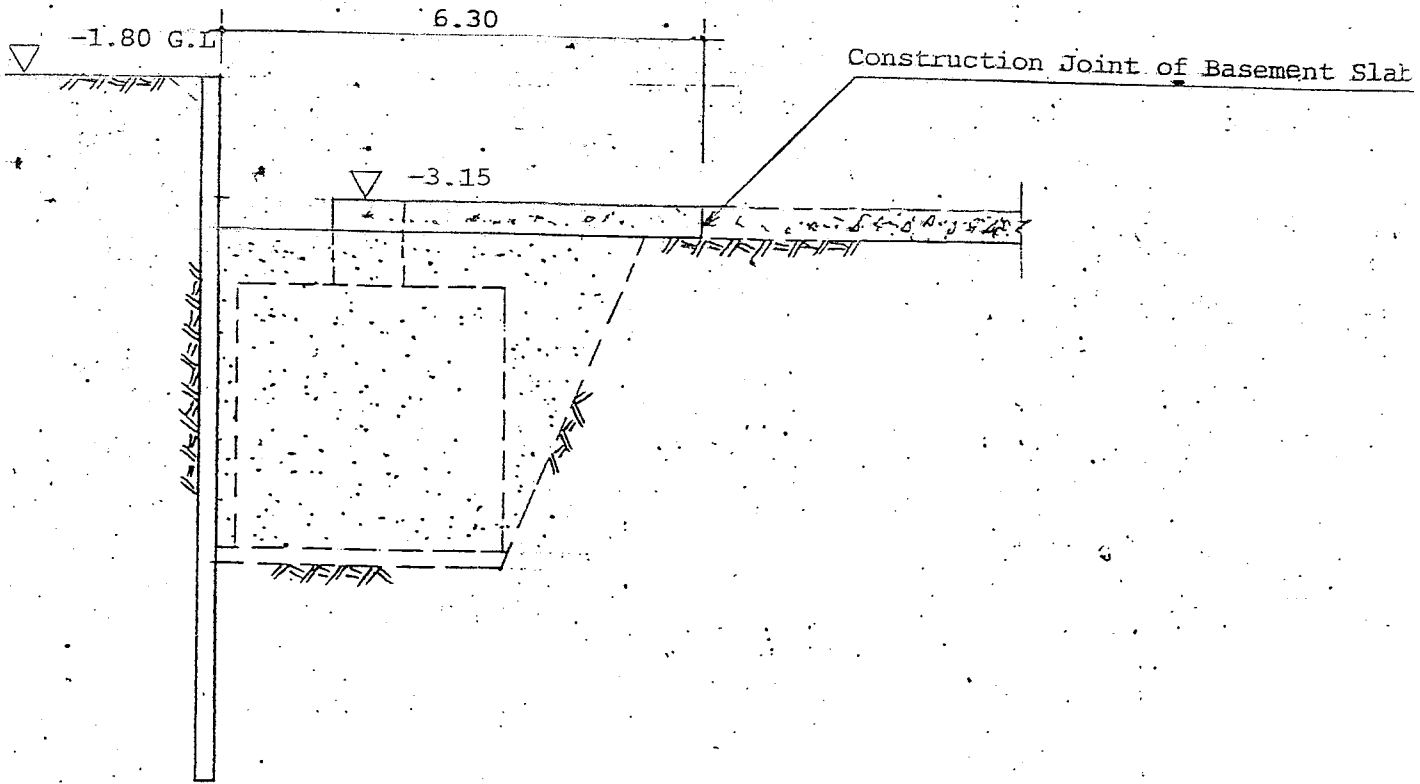


ข) งานขุดภายในแบบ Open Excavation



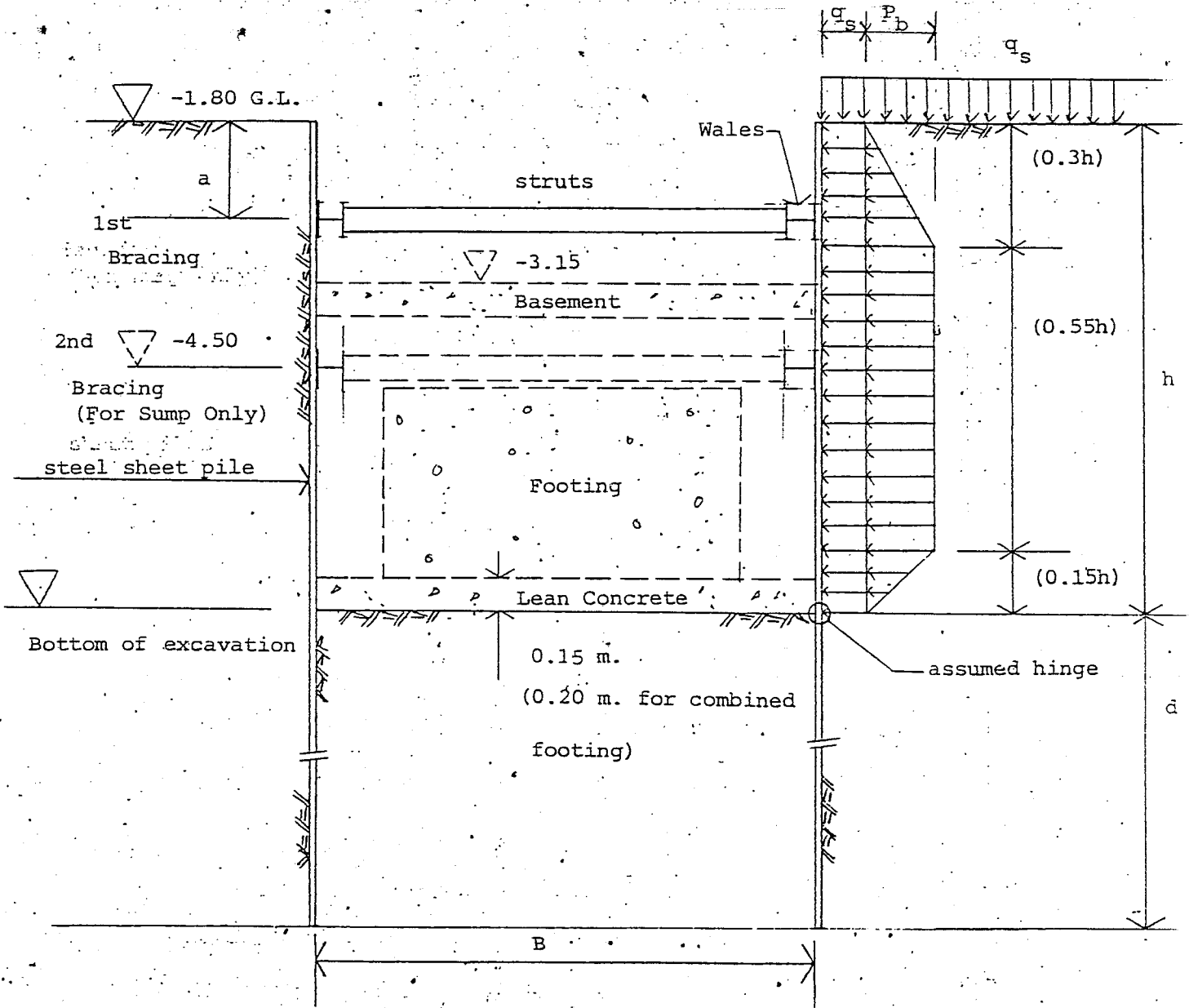
ค) งานขุดรื้อ Line (A) sheet pile ด้านเดียว

- (1) ขุดดินถึงระดับ EL. -3.60
- (2) ติดตั้ง Bracing (Wales & Struts)
- (3) ขุดรื้อเป็นหลุมๆ ตามตำแหน่ง แล้วเท Lean Concrete ทันที



- (4) เทคอนกรีตฐานรากและเสาอิงระดับ Basement Floor
- (5) วมกลมกลับฐานราก หรือ Bracing
- (6) เทคอนกรีต Basement slab & Wall

STRUCTURAL & STABILITY CALCULATION OF BRACED SHEET PILES



From Soil Test Result ,  $\gamma = 1.62 \text{ t/m}^3$  ,  $q_u = 2.00 \text{ t/m}^2$

(Soft Clay)

$$c = q_u/2 = 1.00 \text{ t/m}^2$$

$q_s = \text{Recommend surcharge load} = 1 \text{ t/m}^2$

Method of calculation

1) Find Earth Pressure on Braced Sheet Piles

by Terzaghi & Peck,  $P_b = \gamma h - 2q_u$  (t/m<sup>2</sup>)

2) Check Stability Against Bottom Heaving

by Bjerrum & Eide, F.S. =  $N_c (c + c_u + W_1) / (\gamma h + q_u)$

Whereas,  $N_c$  = Bearing capacity factor (from chart)

$c_u$  = Wall cohesion =  $(1.25^2 - 1)C_u$  (t/m<sup>2</sup>)

$W_1$  = Weight of Lean concrete (t/m<sup>2</sup>)

3) Find Load on Wales (W<sub>w</sub>, single bracing only)

by taking moment about hinge

$$W_{w1} = \frac{1}{(h-a)} \left[ \frac{(1.0xh)^2}{2} + \frac{(1xP_b \times 0.3hx0.8h)}{2} + 0.55hP_b (0.425h) + \frac{(1xP_b \times (0.15h)^2 \times 2)}{3} \right]$$

$$= \frac{h^2}{(h-a)} (0.5 + 0.36P_b) \quad \text{t/m}$$

4) Find Max Moment on Sheet File (single bracing only)

Let uniform load  $(q_u + P_b)$  distributed along entire height  $(h)$

$$M_{max+} = (q_u + P_b) (h-a)^2 / 8 - (q_u + P_b) a^2 / 4 \quad \text{(t-m)}$$

$$M_{max-} = (q_u + P_b) a^2 / 2 \quad \text{(t-m)}$$

5) Find Required Section of Sheet File

$$Z_{req.} = M_{max} / F_b \quad \text{(cm}^3\text{)} \quad (F_b = 0.6 F_y)$$

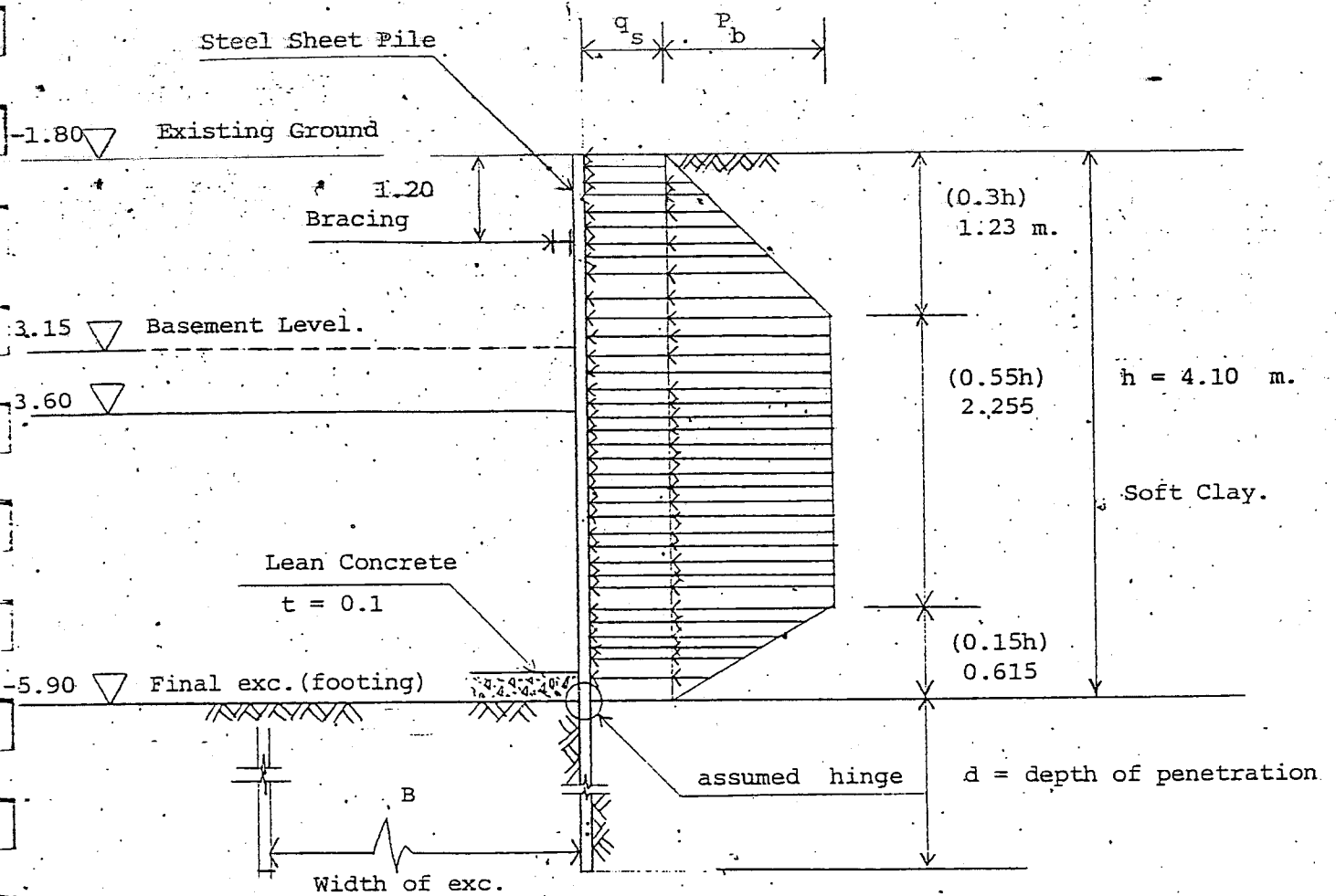
Select  $Z > Z_{req.}$

6) Design Wales and Struts

$$\text{Wales, } Z_{req.} = M_{max} / F_b$$

select  $Z > Z_{req.}$

$$\text{Struts, } F_c = \frac{1,260}{1 + (L/r)^2} > P/A$$
  
$$\frac{1,260}{18,000}$$



Calculation for Block 4.50x18.00x4.10 m. (BxLxh) at Line K

by Terzaghi & Peck,  $P_b = \gamma h - 2q_u$

$$= 1.62 (4.10) - 2 \times 2$$

$$= 2.64 \text{ t/m}^2/\text{m. long}$$

Find load on Wales ( $W_w$ ):

$$\begin{aligned} \sum M_{inco} = 0, W_w &= \frac{1}{2.90} \left[ \frac{(1.0 \times 4.10 \times 4.10)}{2} + (2.642 \times 2.255 \times 1.7425) \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2} (2.642 \times 0.615^2 \times 2) + \frac{1}{3} \left\{ 2.642 \times 1.23 \times (1.23 + 2.255 + 0.615) \right\} \right] \\ &= \frac{1}{2.90} (8.405 + 10.381 + 0.333 + 5.329) \\ &= 8.41 \text{ t/m. long} \end{aligned}$$

Find  $M_{max}$  on sheet pile:

Let uniform load ( $q_u + P_u$ ) distributed along entire height ( $h$ )

$$M_{max}^+ = \frac{3.642(2.90)^2}{8} - \frac{3.642(1.20)^2}{2 \times 2} = 2.52 \text{ t-m}$$

$$Z_{req}^+ = \frac{2.52 \times 1,000 \times 100}{1,440} = 175 \text{ cm}^3$$

$$M_{max}^- = \frac{3.64(1.20)^2}{2} = 2.62 \text{ t-m}$$

$$Z_{req}^- = \frac{2.62 \times 1,000 \times 100}{1,440} = 182 \text{ cm}^3$$

Select  $Z_r > Z_{req}^+, Z_{req}^-$

\*Other blocks see computer results, table 1\*



Check stability against bottom heaving

By Bjerrum & Eide

$$F.S = N_c (c + c_u + W_1) / (\gamma h + q_u)$$

$$N_c = \text{Bearing capacity factor} = (0.84 + 0.16B/L) N_c (s_u)$$

$$B = 4.50 \text{ m.}, L = 18, B/L = 0.25$$

$$N_c (s_u) = 7.5 \text{ (From chart)}$$

$$N_c = (0.84 + (0.16 \times 0.25)) 7.5 = 6.60$$

$$C = q_u / 2 = 1.00 \text{ t/m}^2$$

$$C_u = \text{Wall cohesion} = (1.25^2 - 1) C = 0.5625 \text{ t/m}^2$$

$$q_u = \text{Surcharge load } 1 \text{ t/m}^2$$

$$W_1 = \text{Weight of lean conc.} = (0.15 \times 2.4) = 0.36 \text{ t/m}^2$$

$$F.S = \frac{6.60(1 + 0.5625 + 0.36)}{1.62(4.10) + 1}$$

$$= \frac{12.6885}{7.642} = 1.66 \text{ O.K.}$$

Use sheet pile 6 m., depth of penetration = 1.90 m.

"other blocks see computer results, table 2"

Design of Bracing (Wales & Struts)

$h = 4.10 \text{ m.}, B = 4.50 \text{ m.}, a = 1.20 \text{ m.}$

$W_{w1} = 8.41 \text{ t/m.}$

struts @ 4.50 m. (continuous span)

$M_{max} \text{ on Wales} = 0.107(8.41)(4.50)^2 \text{ t-m}$   
 $= 18.22 \text{ t-m}$

$Z_{req} = (18.22 \times 10,000) / (0.6 \times 2,400)$   
 $= 1,265 \text{ cm}^3$

Wales use H 300x300x10x15,  $Z' = 1,360 \text{ cm}^3 > Z_{req}$

Axial force in strut,  $P = 1.1(8.41)(4.50) \text{ t}$   
 $= 41.63 \text{ t}$

Strut use H 250x250x9x14,  $A = 92.18 \text{ cm}^2$

$r_y = 6.29 \text{ cm (min)}, L = 450 \text{ cm.}$

$P/A = (41.63 \times 1,000) / 92.18 = 451.6 \text{ KSC.}$

Allowable,  $F_a = \frac{1,260}{1 + \frac{(450/6.29)^2}{18,000}} = 981 \text{ KSC.} > P/A \text{ O.K.}$

"For other location see computer result table 3"

PROJECT : SIAMINT BUILDING , SIRIRAJ HOSPITAL

TABLE 1 : STRUCTURAL CALCULATION OF BRACED SHEET PILING

| EL.bottom:<br>(msl.) | h<br>(m) | a<br>(m) | Pb<br>(t/m <sup>2</sup> ) | Ww1<br>(t/m) | Mmax+<br>(t-m) | Mmax-<br>(t-m) | Zreq+<br>(cm <sup>3</sup> ) | Zreq-<br>(cm <sup>3</sup> ) | Location |
|----------------------|----------|----------|---------------------------|--------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|
| -6.25                | 4.45     | 0.50     | 3.21                      | 8.30         | 7.95           | 0.53           | 552                         | 37                          | block I  |
| -5.90                | 4.10     | 1.20     | 2.64                      | 8.41         | 2.52           | 2.62           | 175                         | 182                         | 2,11& K  |
| -5.80                | 4.00     | 1.55     | 2.48                      | 9.10         | 0.52           | 4.18           | 36                          | 290                         | A        |
| -5.35                | 3.55     | 1.00     | 1.75                      | 5.59         | 1.55           | 1.38           | 108                         | 96                          | blockIII |
| -4.90                | 3.10     | 1.00     | 1.02                      | 3.97         | 0.61           | 1.01           | 42                          | 70                          | K        |
| -4.75                | 2.95     | 0.50     | 0.78                      | 2.77         | 1.22           | 0.22           | 85                          | 15                          | blockII  |
| -7.05                | 5.25     | *        | 4.51                      | *            | 2.72           | 3.79           | 189                         | 263                         | sump     |

Calculation is based on 1 m. long of sheet piling.

$$Pb = \gamma h - 2qu$$

$$Ww1 = h^2(0.5 + 0.36Pb) / (h - a)$$

$$Mmax+ = (1 + Pb)(h - a)^2 / 8 - (1 + Pb)a^2 / 4$$

$$Mmax- = a^2(1 + Pb) / 2$$

$$* = Ww1 = 7.41, Ww2 = 15.89 \text{ t/m.}$$

Double bracings, calculation see page 18 & 19

TABLE 2 : STABILITY AGAINST BOTTOM HEAVING

| EL.bottom:<br>(msl.) | h<br>(m) | B/L  | $\gamma h$<br>(t/m <sup>2</sup> ) | Nsq. | Nc   | F.S  | Select<br>Length | Pene.<br>depth | Result |
|----------------------|----------|------|-----------------------------------|------|------|------|------------------|----------------|--------|
| -7.05                | 5.25     | 1.00 | 8.51                              | 7.10 | 7.10 | 1.44 | 8.00             | 2.75           | OK.    |
| -7.05                | 5.25     | 0.67 | 8.51                              | 7.10 | 6.73 | 1.36 | 8.00             | 2.75           | OK.    |
| -6.25                | 4.45     | 0.60 | 7.21                              | 6.80 | 6.36 | 1.49 | 8.00             | 3.55           | OK.    |
| -5.90                | 4.10     | 0.19 | 6.64                              | 7.50 | 6.53 | 1.64 | 6.00             | 1.90           | OK.    |
| -5.90                | 4.10     | 0.25 | 6.64                              | 7.50 | 6.60 | 1.66 | 6.00             | 1.90           | OK.    |
| -5.90                | 4.10     | 0.20 | 6.64                              | 7.90 | 6.89 | 1.73 | 6.00             | 1.90           | OK.    |
| -5.90                | 4.10     | 0.50 | 6.64                              | 7.90 | 7.27 | 1.83 | 6.00             | 1.90           | OK.    |
| -5.90                | 4.10     | 0.08 | 6.64                              | 8.20 | 6.99 | 1.76 | 6.00             | 1.90           | OK.    |
| -5.80                | 4.00     | 0.10 | 6.48                              | 8.00 | 6.85 | 1.76 | 6.00             | 2.00           | OK.    |
| -5.35                | 3.55     | 0.44 | 5.75                              | 7.00 | 6.37 | 1.81 | 6.00             | 2.45           | OK.    |
| -4.90                | 3.10     | 0.25 | 5.02                              | 7.60 | 6.69 | 2.14 | 6.00             | 2.90           | OK.    |
| -4.75                | 2.95     | 0.67 | 4.78                              | 6.50 | 6.16 | 2.05 | 6.00             | 3.05           | OK.    |

$$F.S = Nc(C + Ca + W1) / \gamma h + qs$$

Whereas,

$$Nc = (0.84 + 0.16B/L)Nsq$$

$$Nsq = \text{From chart}$$

$$W1 = 0.15 * 2.4 = 0.36 \text{ t/m}^2$$

$$C = qu / 2 = 1 \text{ t/m}^2$$

$$Ca = (1.25^2 - 1)C$$

$$= 0.5625 \text{ t/m}^2$$

TABLE 3 : STRUCTURAL CALCULATION OF WALES

| Location  | Span<br>(m) | Ww<br>(t/m) | Mmax<br>(t-m) | Zreq<br>(cm <sup>3</sup> ) | Select material | Z<br>(cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|-------------|-------------|---------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|
| block I   | 4.60        | 8.30        | 18.79         | 1305                       | H300x300x10x15  | 1360                    |
| block II  | 8.00        | 2.77        | 18.97         | 1317                       | H300x300x10x15  | 1360                    |
| block III | 5.10        | 5.59        | 15.56         | 1080                       | H300x300x10x15  | 1360                    |
| block IV  | 4.07        | 7.41        | 13.13         | 912                        | H300x300x10x15  | 1360                    |
|           | 4.07        | 15.89       | 28.16         | 1956                       | 2H300x300x10x15 | 2720                    |
| block V   | 3.54        | 7.41        | 9.94          | 690                        | H300x300x10x15  | 1360                    |
|           | 3.54        | 15.89       | 21.31         | 1480                       | 2H300x300x10x15 | 2720                    |
| 2,11 & K  | 4.50        | 8.41        | 18.22         | 1265                       | H300x300x10x15  | 1360                    |
| A         | 4.50        | 9.10        | 19.53         | 1356                       | H300x300x10x15  | 1360                    |

$$M_{max} = 0.107W_w(S)^2$$

(S = span length)

TABLE 4 : STRUCTURAL CALCULATION OF STRUTS

| Location  | P<br>(t) | L<br>(cm) | E/A<br>(ksc) | L/r | Select material | Fa<br>(ksc) |
|-----------|----------|-----------|--------------|-----|-----------------|-------------|
| block I   | 69       | 600       | 744          | 95  | H250x250x9x14   | 837         |
| block II  | 28       | 600       | 304          | 95  | H250x250x9x14   | 837         |
| block III | 32       | 500       | 347          | 79  | H250x250x9x14   | 933         |
| block IV  | 38       | 400       | 412          | 64  | H250x250x9x14   | 1029        |
|           | 75       | 400       | 407          | 64  | 2H250x250x9x14  | 1029        |
| block V   | 41       | 500       | 445          | 79  | H250x250x9x14   | 933         |
|           | 88       | 500       | 477          | 79  | 2H250x250x9x14  | 933         |
| 2,11 & K  | 42       | 450       | 456          | 72  | H250x250x9x14   | 981         |
| A         | 45       | 600       | 488          | 95  | H250x250x9x14   | 837         |

Axial force in diagonal strut,  $P = 1.1W_wS/\cos \theta$   
 ( $\theta$  = angle between strut and wale)

STRUCTURAL CALCULATION OF DOUBLE BRACED SHEET PILES

BLOCK IV & V

MICROFEAP-I I

DATE: 12-23-1986

<DATA> P.1

PROJECT : SIAMINT BLDG.

FILENAME: sump

AUTHORITY: PIBOON BOONSONG

ENGINEER: PB.

\*\*\*\*\*  
 \*  
 \* STRUCTURE DATA \*  
 \*  
 \*\*\*\*\*

COORDINATE DATA (CM)\*\*      \*\*BOUNDARY DATA\*\*

| LINE | 1-COOR | 2-COOR | 1-B. | 2-B | 3-B |
|------|--------|--------|------|-----|-----|
| 1    | 0.00   | 0.00   | L    | L   | F   |
| 2    | 255.00 | 0.00   | L    | L   | F   |
| 3    | 475.00 | 0.00   | L    | L   | F   |
| 4    | 525.00 | 0.00   |      |     |     |

ELEMENT DATA\*\*

| LINE | 1-NODE | 2-NODE | HINGE | MATERIAL |
|------|--------|--------|-------|----------|
| 1    | 1      | 2      |       | 1        |
| 2    | 2      | 3      |       | 1        |
| 3    | 3      | 4      |       | 1        |

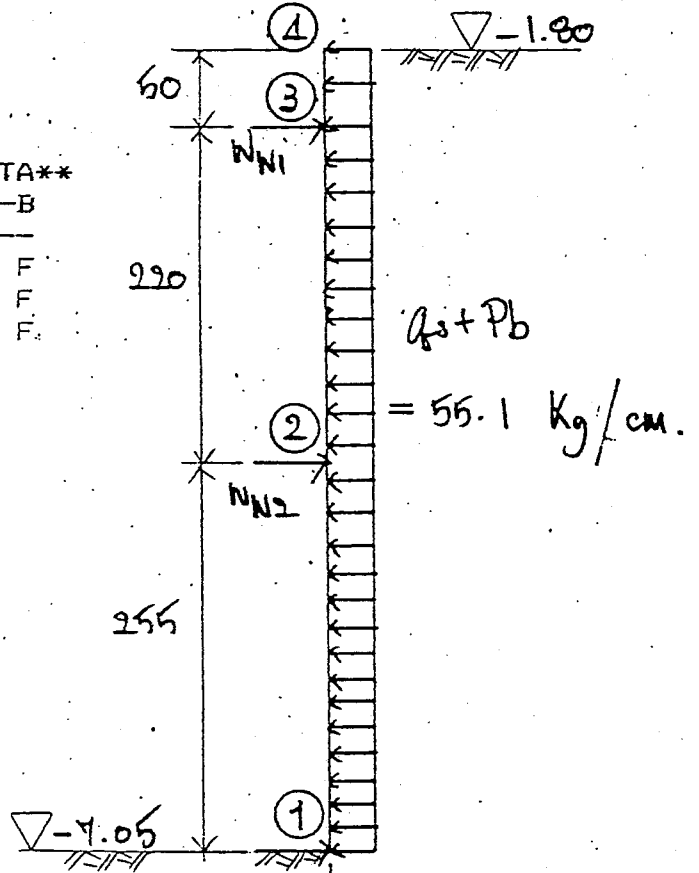
MATERIAL DATA\*\*

| LINE | E-MODULUS (KG/CM^2) | AXIAL-AREA (CM^2) | INERTIA (CM^4) |
|------|---------------------|-------------------|----------------|
| 1    | 2.100D+06           | 1.162D+02         | 3.820D+03      |

LOAD CASE #1 : EARTH PRESSURE

UNIFORM LOAD DATA\*\*

| LINE | 1-UNIFORM (KG/CM) | 2-UNIFORM (KG/CM) |
|------|-------------------|-------------------|
| 1    | 0.000D+00         | -5.510D+01        |



$M_{max} + = 2.72 \times 10^5 \text{ Kg.-cm.}$

$M_{max} - = 3.79 \times 10^5 \text{ Kg.-cm.}$

$W_{w1} = 4.65 + 2.76 = 7.41 \text{ t/m.long}$

$W_{w2} = 8.51 + 7.41 = 15.98 \text{ t/m.long}$

MICROFEAP-II

DATE: 12-23-1986

<COMB> P.1

PROJECT : SIAMINT BLDG.

FILENAME: sump

AUTHORITY: PIBOON BOONSONG

ENGINEER: PB.

\*\*\*\*\*  
 \*  
 \* COMBINATION \*  
 \*  
 \*\*\*\*\*

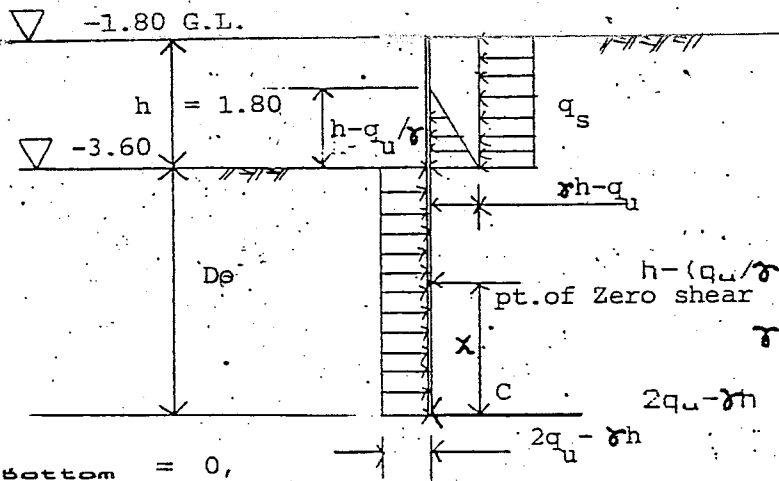
STRESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

| MEM | MA HINGE | SECTION (CM) | AXIAL F. (KG) | SHEAR (KG)  | MOMENT (KG-CM) |
|-----|----------|--------------|---------------|-------------|----------------|
| 1   | 1        | 0.00         | 0.0000D+00    | 5.5395D+03  | 0.0000D+00     |
|     |          | 42.50        | 0.0000D+00    | 3.1977D+03  | 1.8566D+05     |
|     |          | 85.00        | 0.0000D+00    | 8.5596D+02  | 2.7181D+05     |
|     |          | 127.50       | 0.0000D+00    | -1.4858D+03 | 2.5842D+05     |
|     |          | 170.00       | 0.0000D+00    | -3.8275D+03 | 1.4551D+05     |
|     |          | 212.50       | 0.0000D+00    | -6.1693D+03 | -6.6919D+04    |
|     |          | 255.00       | 0.0000D+00    | -8.5110D+03 | -3.7888D+05    |
| 2   | 1        | 0.00         | 0.0000D+00    | 7.4701D+03  | -3.7888D+05    |
|     |          | 36.67        | 0.0000D+00    | 5.4498D+03  | -1.4201D+05    |
|     |          | 73.33        | 0.0000D+00    | 3.4294D+03  | 2.0773D+04     |
|     |          | 110.00       | 0.0000D+00    | 1.4091D+03  | 1.0948D+05     |
|     |          | 146.67       | 0.0000D+00    | -6.1124D+02 | 1.2411D+05     |
|     |          | 183.33       | 0.0000D+00    | -2.6316D+03 | 6.4655D+04     |
|     |          | 220.00       | 0.0000D+00    | -4.6519D+03 | -6.8875D+04    |
| 3   | 1        | 0.00         | 0.0000D+00    | 2.7550D+03  | -6.8875D+04    |
|     |          | 8.33         | 0.0000D+00    | 2.2958D+03  | -4.7830D+04    |
|     |          | 16.67        | 0.0000D+00    | 1.8367D+03  | -3.0611D+04    |
|     |          | 25.00        | 0.0000D+00    | 1.3775D+03  | -1.7219D+04    |
|     |          | 33.33        | 0.0000D+00    | 9.1833D+02  | -7.6528D+03    |
|     |          | 41.67        | 0.0000D+00    | 4.5917D+02  | -1.9132D+03    |
|     |          | 50.00        | 0.0000D+00    | 9.7656D-04  | -1.0742D-02    |

Check Cantilever Condition of Sheet Piling Line (A)

(Prior to erection of bracing & after removal of bracing)



Case I No ground Water

$q_u = 1 \text{ t/m}^2$

$q_u = 2 \text{ t/m}^2$

$\gamma = 1.62 \text{ t/m}^3$

$h - (q_u/\gamma) = 1.80 - 2/1.62 = 0.565 \text{ m}$

$\gamma h - q_u = 2.916 - 2 = 0.916 \text{ t/m}^2$

$2q_u - \gamma h = (2 \times 2.0) - 2.916 = 1.084 \text{ t/m}^2$

$\sum M_{\text{bottom}} = 0,$

$$\frac{D_p^2 (1.084)}{2} = (1 \times 1.80) \frac{(1.80 + D_p)}{2} + 0.565 \frac{(0.565 + D_p)}{3} \times 0.961$$

$0.542 D_p^2 - 2.06 D_p - 1.668 = 0$

$D_p = \frac{+2.06 + \sqrt{2.06^2 + (4 \times 0.542 \times 1.668)}}{2 \times 0.542} = 4.50$

Therefore,  $C = (4.50 \times 1.084) - (1 \times 1.80) - 1(0.565 \times 0.916) / 2$   
 $= 2.82 \text{ t}$

Find X,  $X = 2.82 / 1.084 = 2.60$

$M_x = \frac{(2.82 \times 2.60) - 2.60^2 (1.084)}{2} = 3.668 \text{ t-m}$

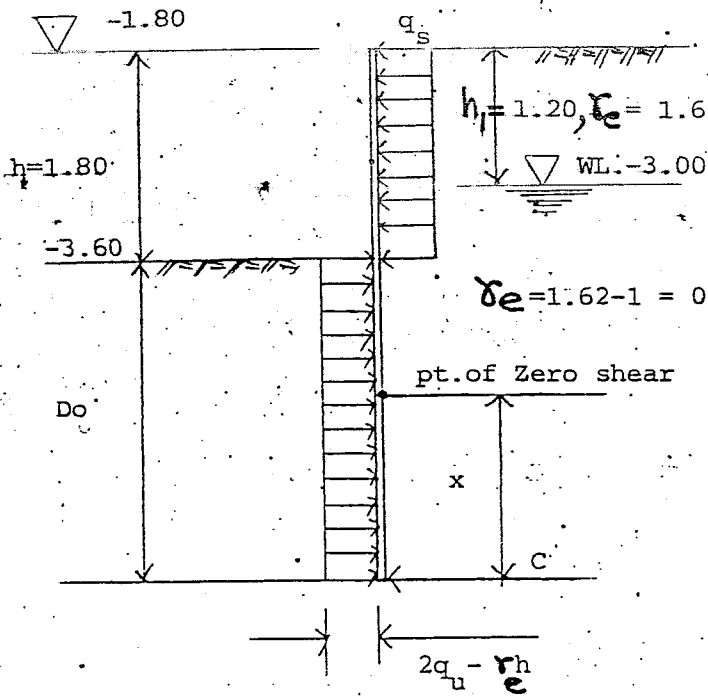
$Z_{req} = \frac{3.668 \times 1,000 \times 100}{1,440} = 255 \text{ cm}^3$

Use sheet pile 14 m., depth of penetration = 12.20 m.

Check Stability Number by Rowe's Formular

$S = 1.25c/\gamma h$

$= (1.25 \times 1.0) / (1.62 \times 1.80) = 0.429 > 0.3 \text{ D.K}$



Case II ground water at EL. -3.0  
 $\frac{q_u}{\gamma_e} > h$  ; active earth pressure above dredge line is tension, not

consider  
 $\gamma_e = 1.62 - 1 = 0.62 \text{ t/m}^3$

$$2q_u - \gamma_e h = 2q_u - (1.62 \times 1.20 + 0.60 \times 0.62)$$

$$= 1.684 \text{ t/m}^2$$

$$\sum M_{\text{bottom}} = 0;$$

$$1.684 \frac{D_o^2}{2} = (1.80 \times 1.0) (0.90 + D_o)$$

$$0.842 D_o^2 - 1.80 D_o - 1.62 = 0$$

$$D_o = \frac{1.80 + \sqrt{1.80^2 + (4 \times 0.842 \times 1.62)}}{2 \times 0.842}$$

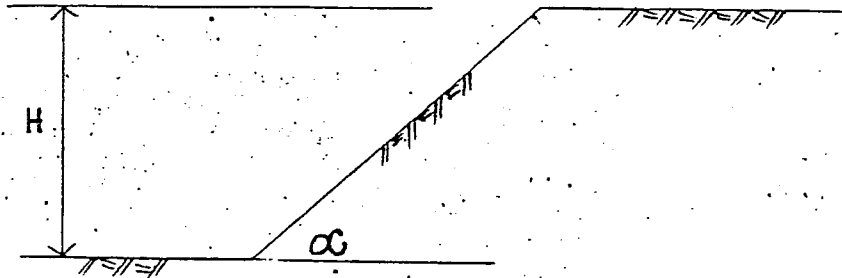
$$= 2.82 \text{ m.}$$

Use sheet pile 14 m.

stability number,  $S = (1.25 \times 1.0) / (1.62 \times 1.20) + 0.60 \times 0.62$   
 $= 0.54 > 0.3 \quad \text{O.K}$



Check stability of excavation slope



Taylor's stability number

$$c / (F.S) \gamma h = N, \alpha = 60, \phi = 0, C = 1.0 \text{ t/m}^2$$

$$N = \text{from chart} = 0.191$$

$$H_{max} = 1.0 / (1.5 \times 1.62 \times 0.191) = 2.15 \text{ m.}$$

For open excavation,  $H = 1.80 \text{ m.}$

Use cut slope 1:0.5

$$\alpha = 63^\circ$$

For footing excavation,  $H = 2.30 \text{ m.}$

Use cut slope 1:0.6

$$\alpha = 59^\circ$$

$$H < 2.00 \text{ m.}$$

Use cut slope 1:0.5

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

| PROJECT    |           | 100 Year Building |                   | BORING No. B-1 |                     | LOCATION       |       | 314 B           |        | 314 B Hospital, Bangkok |      | OBSERVED W.L.    |      | - 3.75 m         |    |                    |  |                          |    |
|------------|-----------|-------------------|-------------------|----------------|---------------------|----------------|-------|-----------------|--------|-------------------------|------|------------------|------|------------------|----|--------------------|--|--------------------------|----|
| DATE       |           | 5/8/85            |                   | JOB No.        |                     | SIEVE ANALYSIS |       | % FINER         |        | CLASSIFICATION          |      | UNCONFINED SHEAR |      | FIELD VANE SHEAR |    | POCKET PENETRATION |  | STANDARD PENETRATION (N) |    |
| SAMPLE No. | DEPTH (M) |                   | WATER CONTENT (%) |                | ATTERBERG LIMIT (%) |                |       | WET UNIT WEIGHT |        | CLASSIFICATION          |      | UNCONFINED SHEAR |      | FIELD VANE SHEAR |    | POCKET PENETRATION |  | STANDARD PENETRATION (N) |    |
|            | FROM      | TO                | LL                | PL             | PI                  | No. 3/8"       | No. 4 | No. 10          | No. 40 | No. 200                 | CH   | Qu/2             | Qu/2 | Qv               | Qv | 1/2 Qp             |  |                          |    |
| ST-1       | 1.50      | 2.00              | 55.0              | 22.7           | 32.3                |                |       |                 |        |                         | CH   | 6.6              |      |                  |    | 6.5                |  |                          |    |
| ST-2       | 3.00      | 3.50              | 47.7              | 22.5           | 25.2                |                |       |                 |        |                         | CL   | 3.6              |      |                  |    |                    |  |                          |    |
| ST-3       | 4.50      | 5.00              |                   |                |                     |                |       |                 |        |                         | CH   | 1.8              |      |                  |    |                    |  |                          |    |
| ST-4       | 6.00      | 6.50              |                   |                |                     |                |       |                 |        |                         | CH   | 1.4              | 1.2  |                  |    | 1.2                |  |                          |    |
| ST-5       | 7.50      | 8.00              | 51.3              | 26.9           | 24.4                |                |       |                 | 100    | 93                      | CH   | 2.3              |      |                  |    | 1.2                |  |                          |    |
| ST-6       | 9.00      | 9.50              |                   |                |                     |                |       |                 |        |                         | CH   | 2.9              |      |                  |    | 1.2                |  |                          |    |
| ST-7       | 10.50     | 11.00             |                   |                |                     |                |       |                 |        |                         | CH   | 3.1              |      |                  |    | 1.2                |  |                          |    |
| ST-8       | 12.00     | 12.50             | 63.5              | 24.4           | 39.1                |                |       |                 |        |                         | CH   | 2.4              |      |                  |    | 2.5*               |  |                          |    |
| ST-9       | 13.50     | 13.90             |                   |                |                     |                |       |                 |        |                         | CH   | 3.3              |      |                  |    | 12.5               |  |                          |    |
| SS-10      | 15.00     | 15.45             |                   |                |                     |                |       |                 |        |                         | CH   | 13.0             |      |                  |    | 15.0               |  |                          |    |
| ST-11      | 16.50     | 16.90             | 68.0              | 26.2           | 41.7                |                |       |                 | 100    | 96                      | CH   | 17.3             |      |                  |    | 14.0               |  |                          |    |
| SS-12      | 16.90     | 17.35             |                   |                |                     |                |       |                 |        |                         | CH   | 18.0             |      |                  |    | 17.5               |  |                          |    |
| SS-13      | 18.00     | 18.45             | 75.9              | 28.3           | 47.1                |                |       |                 |        |                         | CH   |                  |      |                  |    |                    |  |                          |    |
| SS-14      | 19.50     | 19.95             |                   |                |                     |                |       |                 |        |                         | CH   |                  |      |                  |    |                    |  |                          |    |
| ST-15      | 21.00     | 21.40             |                   |                |                     |                |       |                 |        |                         | CH   | 15.1             |      |                  |    | 15.0               |  |                          |    |
| SS-16      | 21.40     | 21.85             | 48.0              | 19.4           | 28.6                |                |       |                 |        |                         | CL   | 28.7             |      |                  |    | 22.5*              |  |                          |    |
| SS-17      | 22.50     | 22.95             | 41.2              | 15.2           | 26.0                |                |       |                 |        |                         | CL   | 14.6             |      |                  |    | 11.2               |  |                          |    |
| SS-18      | 24.00     | 24.45             | 31.2              | 12.3           | 18.9                |                |       |                 |        | 100                     | 81   | CL               |      |                  |    | 17.5               |  |                          |    |
| ST-19      | 25.50     | 25.90             |                   |                |                     |                |       |                 |        |                         | CL   |                  |      |                  |    | 11.2               |  |                          |    |
| SS-20      | 26.00     | 26.45             |                   |                |                     |                |       |                 |        |                         | (CL) |                  |      |                  |    |                    |  |                          |    |
| SS-21      | 27.00     | 27.45             |                   |                |                     |                |       |                 | 100    | 99                      | CL   | 13.8             |      |                  |    |                    |  |                          |    |
|            |           |                   | 28.6              | 17.1           | 11.5                |                |       |                 | 100    | 76                      | CL   | 7.1              |      |                  |    |                    |  |                          |    |
|            |           |                   | 20.6              |                |                     |                |       |                 |        |                         |      |                  |      |                  |    |                    |  |                          | 25 |

No Recovery

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

| PROJECT    |           | 100 Year Building |                     | LOCATION |                                      | Sri Lanka Hospice, BARRACK |          |       |                |   |        |         |                  |                          |                 |                   |
|------------|-----------|-------------------|---------------------|----------|--------------------------------------|----------------------------|----------|-------|----------------|---|--------|---------|------------------|--------------------------|-----------------|-------------------|
| DATE       | 27/7/85   | BORING No.        | B-2                 | JOB No.  | 914 E                                | BY                         | CR       |       |                |   |        |         |                  |                          |                 |                   |
| SAMPLE No. | DEPTH (M) |                   | ATTERBERG LIMIT (%) |          | WET UNIT WEIGHT (kN/m <sup>3</sup> ) | SIEVE ANALYSIS (% FINER)   |          |       | CLASSIFICATION | UNDRAINED SHEAR STRENGTH (kN/m <sup>2</sup> ) |        |         | PENETRATION (mm) | STANDARD PENETRATION (N) |                 |                   |
|            | FROM      | TO                | LL                  | PL       |                                      | PL                         | No. 3/8" | No. 4 |                | No. 10  | No. 40 | No. 200 |                  |                          | QU <sub>2</sub> | QU <sub>1/2</sub> |
| ST-1       | 1.50      | 2.00              | 46.2                | 21.8     | 24.4                                 | 2.01                       |          |       |                |   | CL     | 3.9     |                  |                          | 3.7             |                   |
| ST-2       | 3.00      | 3.50              | -No. Recovery -     |          |                                      |                            |          |       |                |   | CH     |         |                  |                          |                 |                   |
| ST-3       | 4.50      | 5.00              |                     |          |                                      | 1.64                       |          |       |                |   | CH     | 2.2     |                  |                          | 1.0             |                   |
| ST-4       | 6.00      | 6.50              | 50.2                | 21.6     | 28.6                                 | 1.63                       |          |       |                |   | CH     | 3.1     |                  |                          | 1.0             |                   |
| ST-5       | 7.50      | 8.00              |                     |          |                                      | 1.78                       |          |       |                |   | CH     | 3.6     |                  |                          | 1.0             |                   |
| ST-6       | 9.00      | 9.50              |                     |          |                                      | 1.68                       |          |       |                |   | CH     | 3.2     |                  |                          | 1.0             |                   |
| ST-7       | 10.50     | 11.00             | 47.0                | 20.4     | 26.6                                 | 1.64                       |          |       |                |   | CL     | 3.5     |                  |                          | 1.2             |                   |
| ST-8       | 12.00     | 12.50             |                     |          |                                      | 1.83                       |          |       |                |   | CH     | 2.9     |                  |                          | 2.5             |                   |
| ST-9       | 13.50     | 14.00             |                     |          |                                      | 1.97                       |          |       |                |   | CH     | 7.6     |                  |                          | 12.5            |                   |
| SS-10      | 15.00     | 15.45             | 60.3                | 27.7     | 32.6                                 | 1.99                       |          |       |                |   | CH     | 11.4    |                  |                          | 12.5            | 22                |
| ST-11      | 16.50     | 16.80             | 70.7                | 27.2     | 43.5                                 | 1.96                       |          |       |                |   | CH     | 16.1    |                  |                          | 16.2            | -                 |
| SS-12      | 16.80     | 17.25             |                     |          |                                      | 1.86                       |          |       |                |   | CH     | 23.6    |                  |                          | 22.5            | 30                |
| SS-13      | 18.00     | 18.45             | 69.0                | 22.5     | 46.5                                 | 1.85                       |          |       |                |   | CH     | 10.0    |                  |                          | 12.5            | 24                |
| SS-14      | 19.50     | 19.95             |                     |          |                                      | 2.11                       |          |       |                |   | CH     |         |                  |                          | 22.5            | 33                |
| ST-15      | 21.00     | 21.30             | 38.1                | 15.9     | 22.2                                 | 2.10                       |          |       | 100            | 93  | CL     | 10.6    |                  |                          | 7.5             | -                 |
| SS-16      | 21.30     | 21.75             |                     |          |                                      | 2.10                       |          |       |                |   | CH     | 12.0    |                  |                          | 18.7            | 23                |
| SS-17      | 22.50     | 22.95             |                     |          |                                      | 1.99                       |          |       |                |   | CH     | 11.4    |                  |                          | 16.2            | 25                |
| SS-18      | 24.00     | 24.45             | 30.8                | 13.6     | 17.2                                 |                            |          |       | 100            | 60  | CL     |         |                  |                          |                 | 15                |
| ST-19      | 25.50     | 25.70             | 53.8                | 18.1     | 35.7                                 |                            |          |       | 100            | 96  | CH     |         |                  |                          |                 | -                 |
| SS-20      | 25.70     | 26.15             | 28.6                | 17.5     | 11.1                                 |                            |          |       | 100            | 99  | CL     |         |                  |                          |                 | 19                |
| SS-21      | 27.00     | 27.45             |                     |          |                                      |                            |          |       |                |   | SM     |         |                  |                          |                 | 47                |

200  
1000  
10000  
100000  
1000000  
10000000

LOG OF BORING No. B-1

PROJECT NAME: 100-Year Building

LOCATION: Siriraj Hospital, Bangkok

OWNER:

| DEPTH, M<br>ELEVATION, M | SAMPLE NO. | TYPE OF SAMPLE | SAMPLE DIST. RECOVERY | DESCRIPTION OF MATERIAL  | Natural Water Content (%) |   |   |  | SPT, N (Blow/ft) |  |  |  |  |  |
|--------------------------|------------|----------------|-----------------------|--|---------------------------|---|---|--|------------------|--|--|--|--|--|
|                          |            |                |                       |  | ○                         | x | △ |  | □                |  |  |  |  |  |
| 1.50                     |            |                |                       | CLAY some broken bit, fine sand, grey. (FILL)                              |                           |   |   |  |                  |  |  |  |  |  |
| 3.00                     |            |                |                       | Silty CLAY tr. sand and decomposed rock li-brown, (Top Soil)               |                           |   |   |  |                  |  |  |  |  |  |
| 13.50                    |            |                |                       | CLAY tr. fine sand, grey, soft. (CH)                                       |                           |   |   |  |                  |  |  |  |  |  |
| 21.00                    |            |                |                       | Silty CLAY tr. fine sand and iron oxide cement, li-brown, very stiff. (CH) |                           |   |   |  |                  |  |  |  |  |  |
| 24.60                    |            |                |                       | Silty CLAY some fine sand, li-brown, very stiff. (CL)                      |                           |   |   |  |                  |  |  |  |  |  |

WATER LEVEL OBSERVATIONS  
 W.S. OR W.D.  
 B.C.R. | A.C.R.  
 24 HRS AFTER  
 B.C.R.G.

STS.  
 Engineering Consultants Co., Ltd.  
 BANGKOK.

BORING STARTED: 27/7/85  
 BORING COMPLETED: 3/8/85  
 RIG: Joy-12 B FOREMAN: BT  
 DRAWN: SRY APPROVED: CK  
 JOB No. 914. B SHEET: 1/3

LOG OF BORING No. B-2

PROJECT NAME: 100 Year Building      LOCATION: Siriraj Hospital, Bangkok

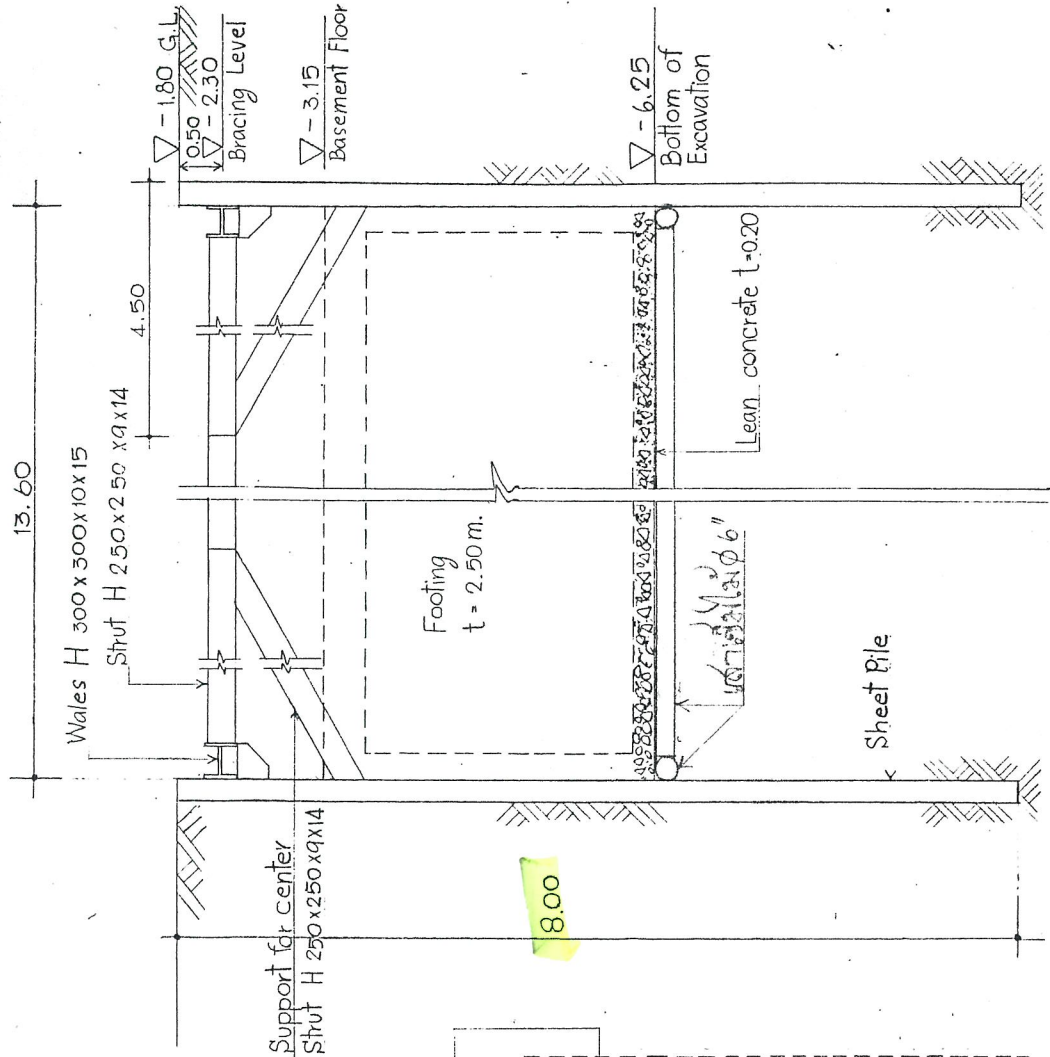
| ELEVATION (M) | SAMPLE NO. | TYPE OF SAMPLE | SAMPLE DIST. RECOVERY | DESCRIPTION OF MATERIAL                                    | Natural Water Content (%) |    |    |    | Plastic Limit (%) |    |    |    | Liquid Limit (%) |    |    |    | SPT, N (Blow/ft) |    |    |    |
|---------------|------------|----------------|-----------------------|--|---------------------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|------------------|----|----|----|------------------|----|----|----|
|               |            |                |                       |  | ○                         | ●  | △  | ×  | ○                 | ●  | △  | ×  | ○                | ●  | △  | ×  | ○                | ●  | △  | ×  |
| 00            |            |                |                       | CLAY tr. fine sand, organic gravel and root, grey, (FILL)  |                           |    |    |    |                   |    |    |    |                  |    |    |    |                  |    |    |    |
| 01            | 1          | ST             |                       | Silty CLAY tr. to some fine sand, grey, medium. (Top Soil) | 45                        | 48 | 42 | 40 | 45                | 48 | 42 | 40 | 25               | 28 | 22 | 20 | 25               | 28 | 22 | 20 |
| 02            | 2          | ST             |                       | 3.00 m.  |                           |    |    |    |                   |    |    |    |                  |    |    |    |                  |    |    |    |
| 03            | 3          | ST             |                       | CLAY tr. fine sand, grey, soft to medium.                  | 48                        | 52 | 45 | 42 | 48                | 52 | 45 | 42 | 28               | 32 | 25 | 22 | 28               | 32 | 25 | 22 |
| 04            | 4          | ST             |                       | (CH)   |                           |    |    |    |                   |    |    |    |                  |    |    |    |                  |    |    |    |
| 05            | 5          | ST             |                       |  | 42                        | 45 | 38 | 35 | 42                | 45 | 38 | 35 | 22               | 25 | 18 | 15 | 22               | 25 | 18 | 15 |
| 06            | 6          | ST             |                       |  |                           |    |    |    |                   |    |    |    |                  |    |    |    |                  |    |    |    |
| 07            | 7          | ST             |                       |  | 45                        | 48 | 40 | 38 | 45                | 48 | 40 | 38 | 25               | 28 | 20 | 18 | 25               | 28 | 20 | 18 |
| 08            | 8          | ST             |                       |  |                           |    |    |    |                   |    |    |    |                  |    |    |    |                  |    |    |    |
| 09            | 9          | ST             |                       |  | 42                        | 45 | 35 | 32 | 42                | 45 | 35 | 32 | 22               | 25 | 18 | 15 | 22               | 25 | 18 | 15 |
| 10            | 10         | ST             |                       |  |                           |    |    |    |                   |    |    |    |                  |    |    |    |                  |    |    |    |
| 11            | 11         | SS             |                       | Silty CLAY tr. fine sand, li-grey, very stiff.             | 48                        | 52 | 45 | 42 | 48                | 52 | 45 | 42 | 30               | 35 | 25 | 22 | 30               | 35 | 25 | 22 |
| 12            | 12         | SS             |                       |  |                           |    |    |    |                   |    |    |    |                  |    |    |    |                  |    |    |    |
| 13            | 13         | SS             |                       |  | 45                        | 48 | 40 | 38 | 45                | 48 | 40 | 38 | 25               | 28 | 20 | 18 | 25               | 28 | 20 | 18 |
| 14            | 14         | SS             |                       | (CH)   |                           |    |    |    |                   |    |    |    |                  |    |    |    |                  |    |    |    |
| 15            | 15         | SS             |                       |  | 42                        | 45 | 35 | 32 | 42                | 45 | 35 | 32 | 22               | 25 | 18 | 15 | 22               | 25 | 18 | 15 |
| 16            | 16         | SS             |                       |  |                           |    |    |    |                   |    |    |    |                  |    |    |    |                  |    |    |    |
| 17            | 17         | SS             |                       |  | 45                        | 48 | 40 | 38 | 45                | 48 | 40 | 38 | 25               | 28 | 20 | 18 | 25               | 28 | 20 | 18 |
| 18            | 18         | SS             |                       |  |                           |    |    |    |                   |    |    |    |                  |    |    |    |                  |    |    |    |
| 19            | 19         | SS             |                       | Fine sandy CLAY, brown and li-grey, stiff. (CL)            | 48                        | 52 | 45 | 42 | 48                | 52 | 45 | 42 | 30               | 35 | 25 | 22 | 30               | 35 | 25 | 22 |
| 20            | 20         | SS             |                       | 24.00 m.   |                           |    |    |    |                   |    |    |    |                  |    |    |    |                  |    |    |    |
| 21            | 21         | SS             |                       | 25.50 m.   |                           |    |    |    |                   |    |    |    |                  |    |    |    |                  |    |    |    |

WATER LEVEL OBSERVATIONS  
 W.S. OR W.D.  
 B.C.R.      A.C.R.  
 1.70 m. 24 HRS. AFTER  
 BORING

STS.  
 Engineering Consultants Co., Ltd.  
 BANGKOK.

BORING STARTED: 18/7/85  
 BORING COMPLETED: 25/7/85  
 RIG: Joy-12B      FOREMAN: PS  
 DRAWN: SRY      APPROVED: CK  
 JOB No. 914 B      SHEET: -1/3

Fig 1

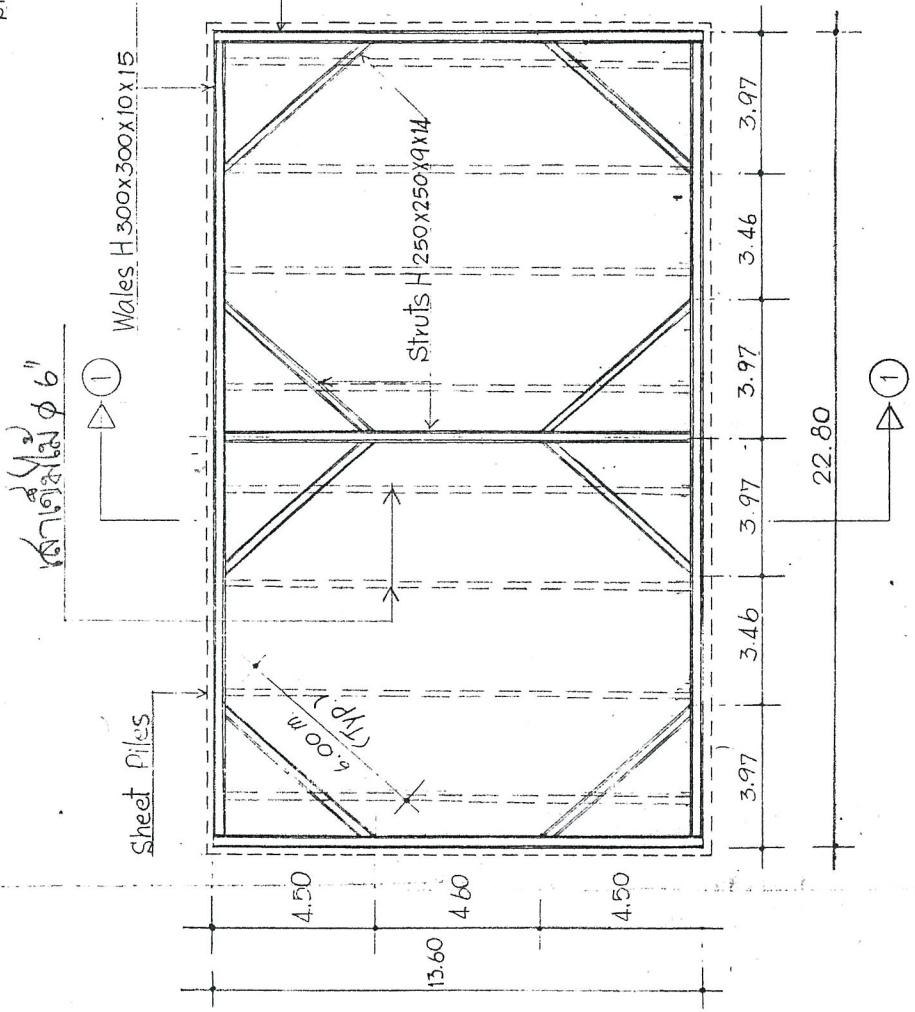


SECTION ①-①

PLAN OF BRACE SHEET PILES

BLOCK I (Shear Core)

(Detail of welded connection see sheet No. 7/7)

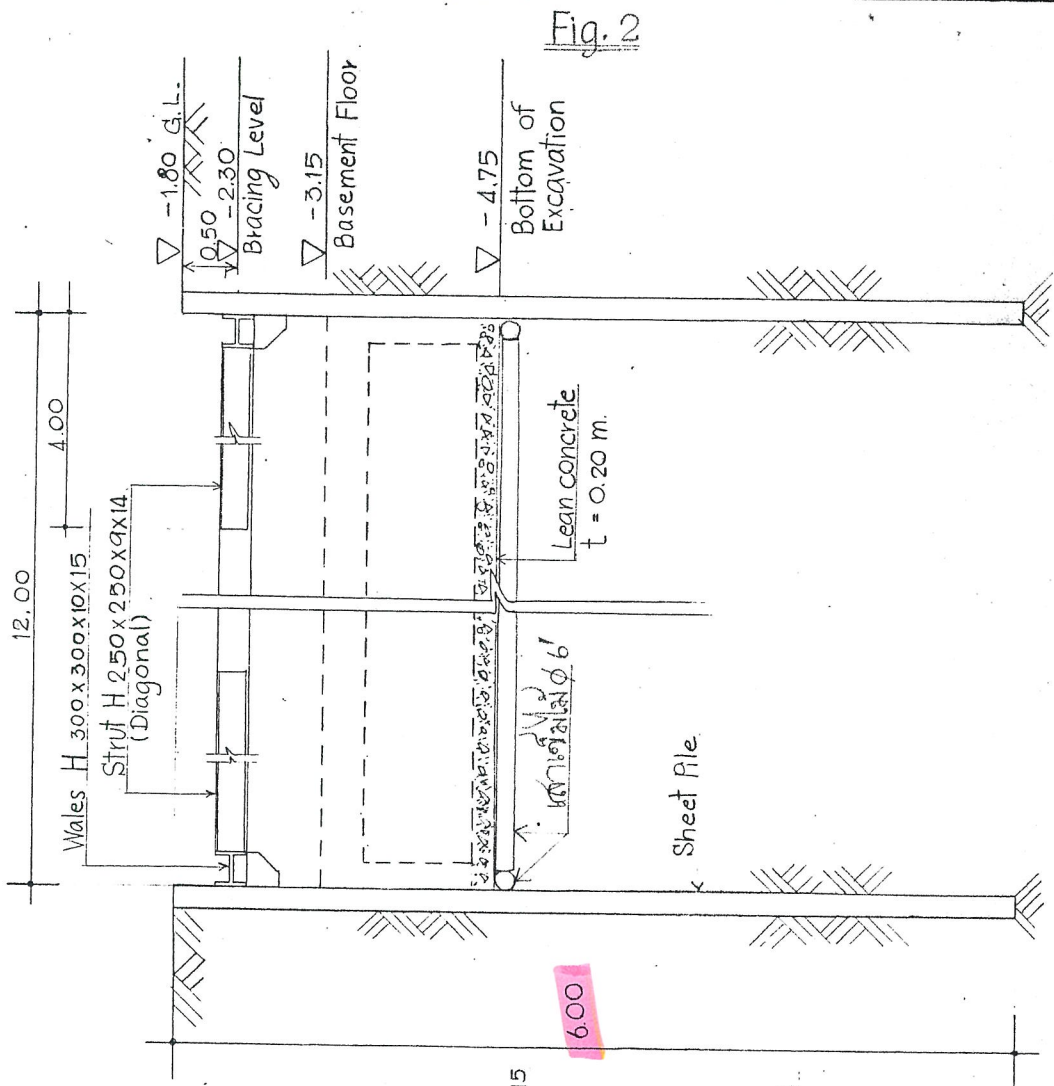
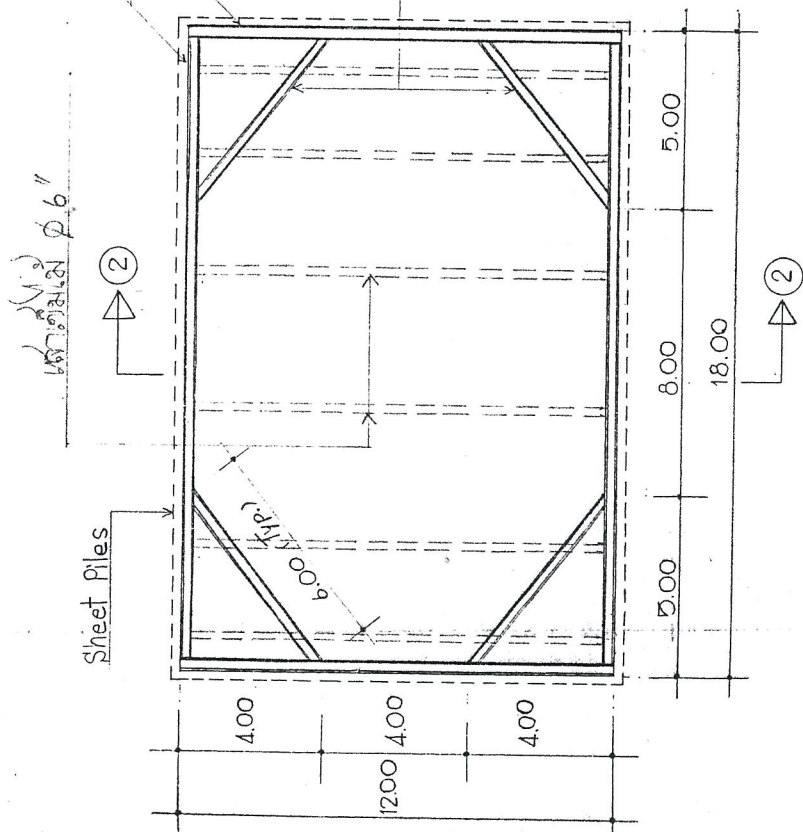


DETAIL OF BRACED SHEET PILES BLOCK I

PLAN OF BRACED SHEET PILES

BLOCK II (Shear Core)

( Detail of welded connection see sheet No. 7/7 )



SECTION ②-②

DETAIL OF BRACED SHEET PILES BLOCK II

Fig. 2

**PLAN OF BRACED SHEET PILES**

**BLOCK III (Shear Core)**

(Detail of welded connection See Sheet No. 7/7)

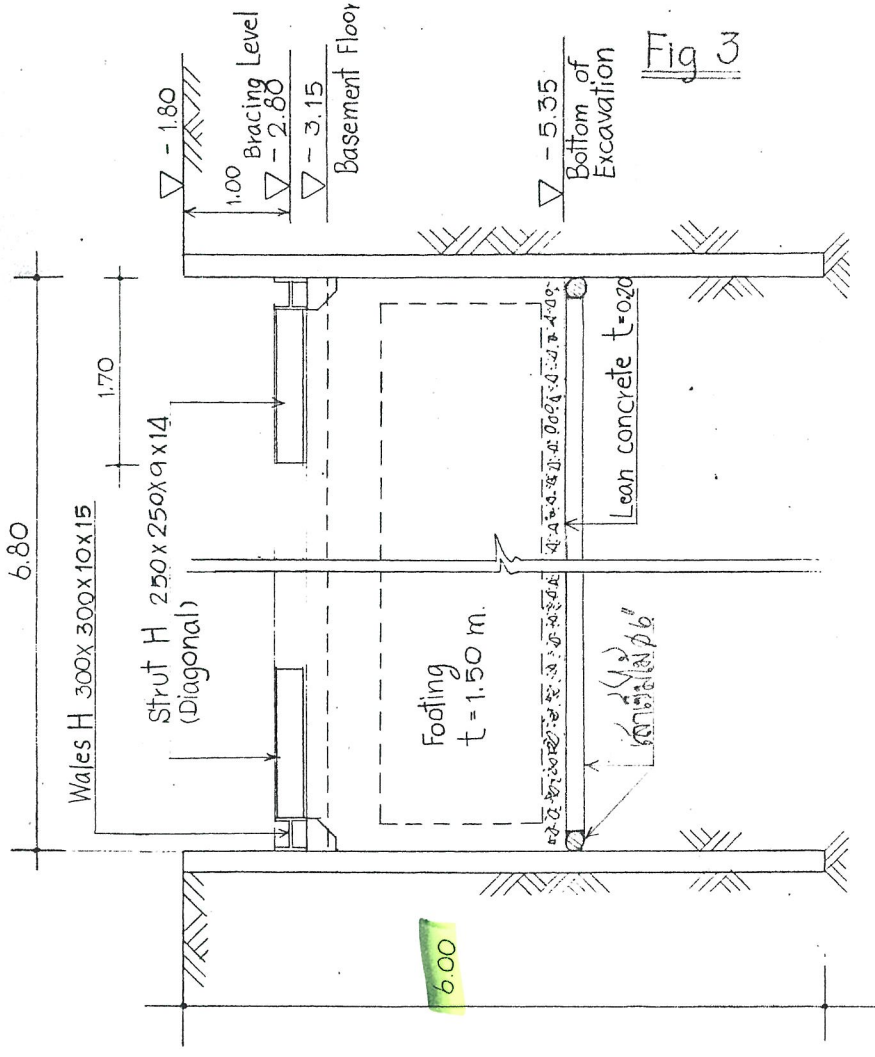
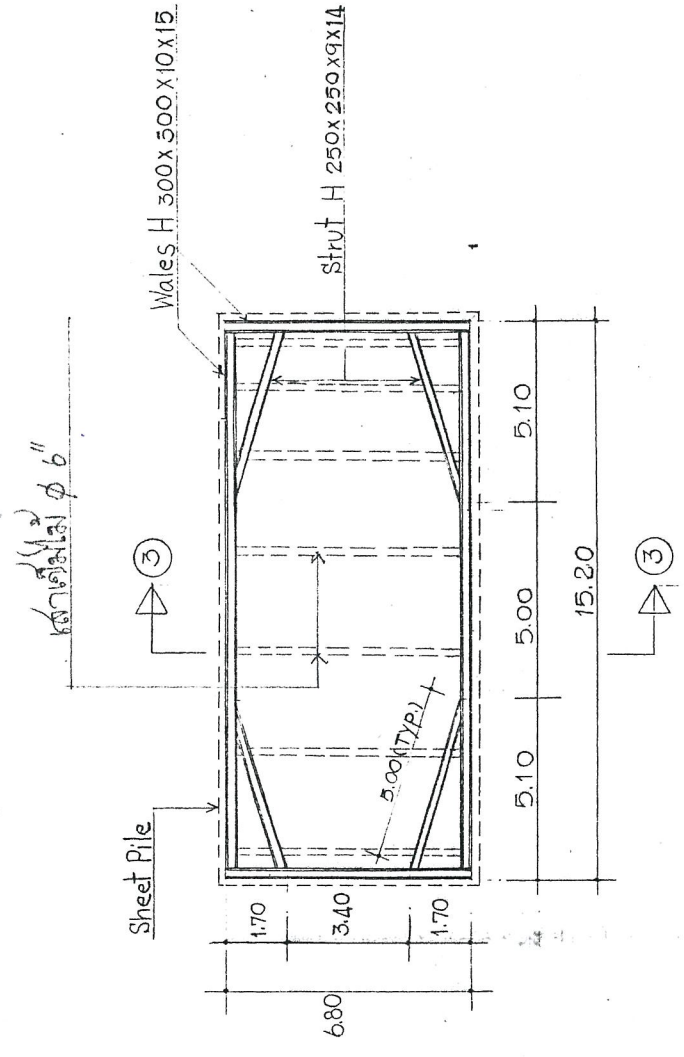
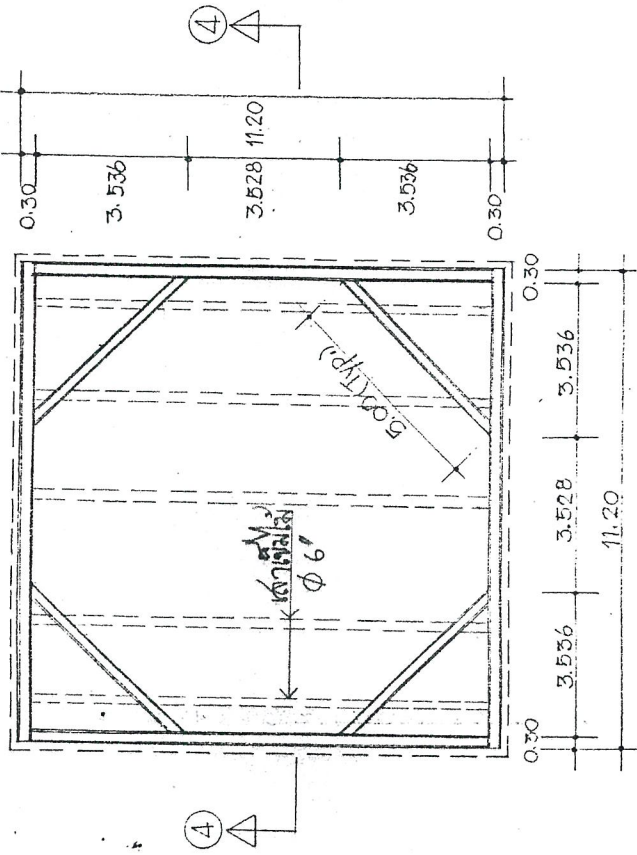


Fig 3

SECTION 3-3

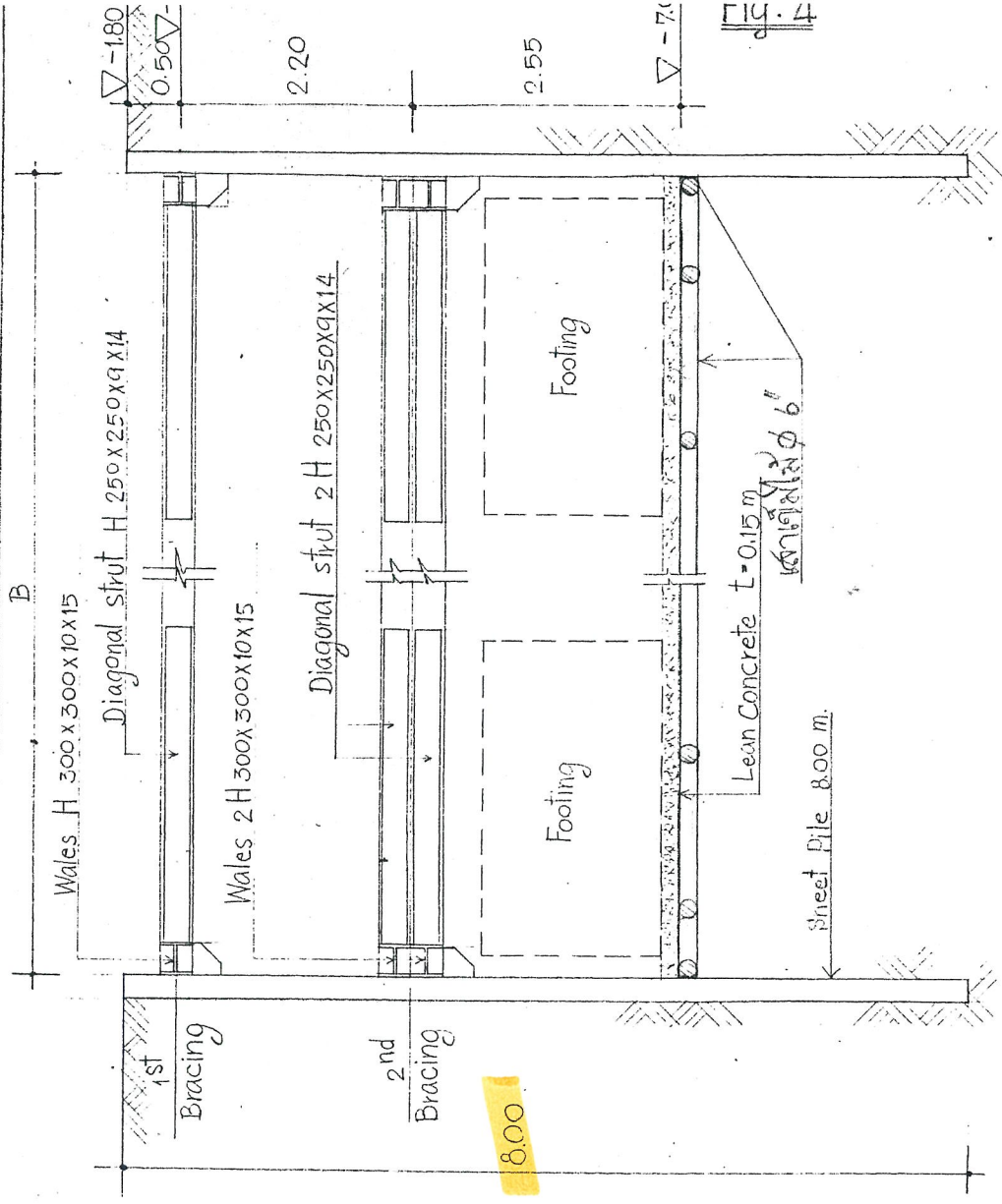
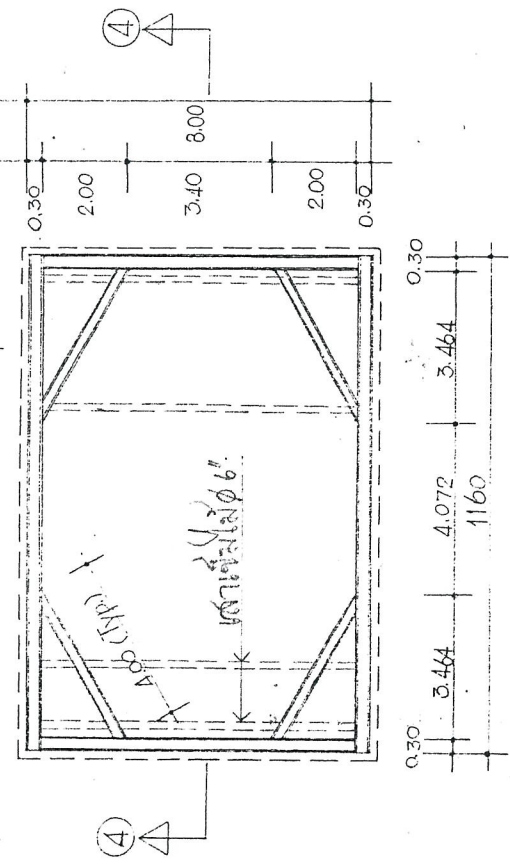


BLOCK V (Sump.)



PLAN OF BRACED SHEET PILE

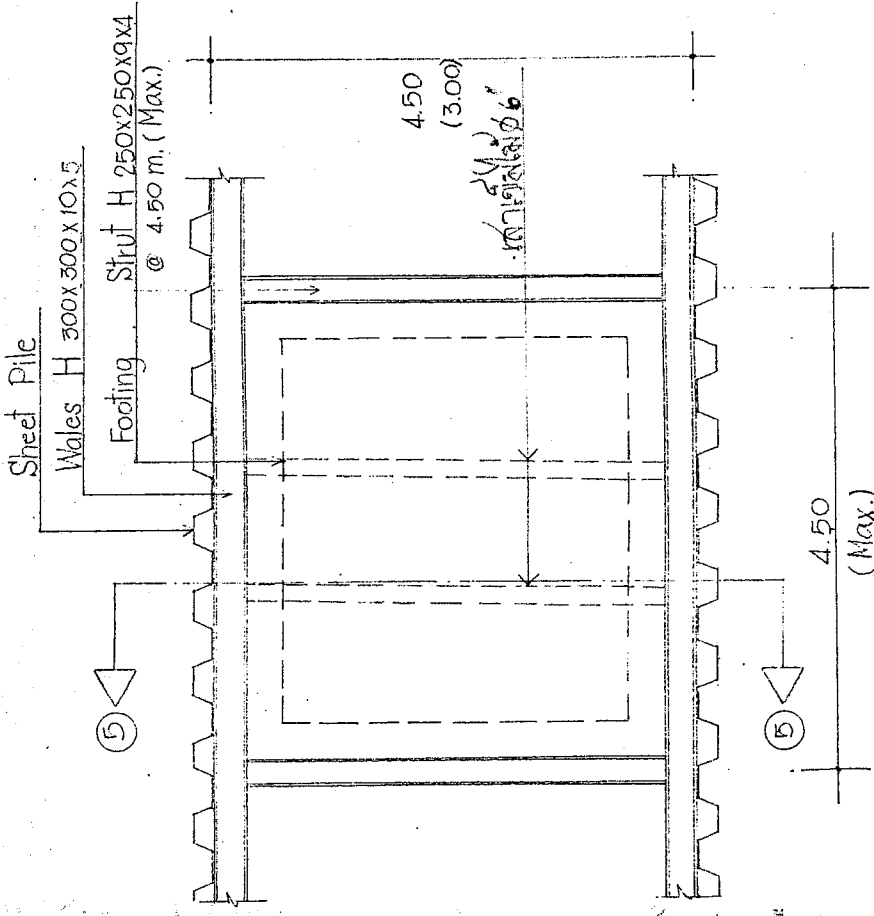
BLOCK IV (Sump.)



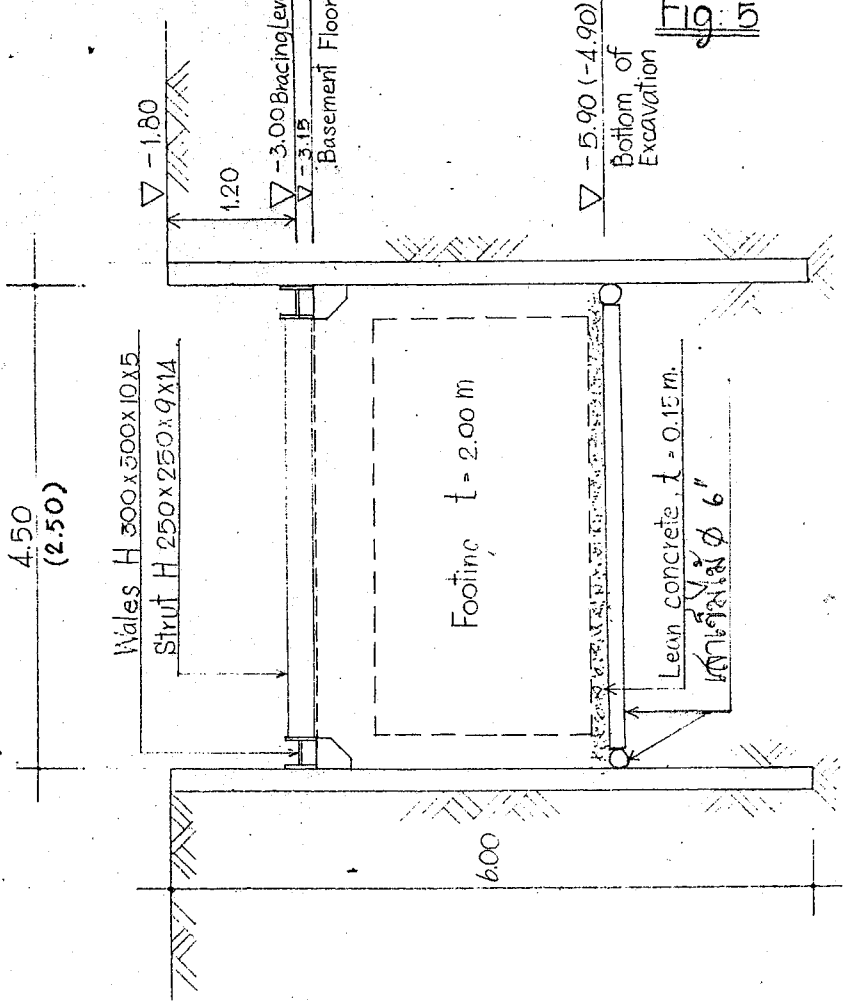
SECTION 4-4

TYPICAL PLAN OF BRACED SHEET PILES

LINE (K), (1), (2) & (11)



PLAN



SECTION (5-5)

DETAIL OF BRACED SHEET PILES  
LINE (K), (1), (2) & (11)

ภาคผนวก

Our Ref: ทก. 016-27/83  
Subject: ผลการพิจารณาการขออนุมัติขั้นตอน  
และวิธีการก่อสร้างฐานรากและพื้นชั้นใต้ดิน  
เรียน กรรมการผู้จัดการ  
ทางหุ้นส่วนจำกัด ชัยชนานุกิจ-ไชน่า  
อ้างอิง หนังสือ หจก. ชัยชนานุกิจ-ไชน่า  
เลขที่ C-C/S/037/29 ลว. 26 ธันวาคม 2529

ตามที่ทางทางหุ้นส่วนจำกัด ชัยชนานุกิจ-ไชน่า ได้จัดทำขั้นตอนวิธีก่อสร้างฐานราก และพื้นชั้นใต้ดินมาให้บริษัท ที่ปรึกษาไทยกรุ๊ป พิจารณานั้น ทางบริษัท พิจารณาแล้วพบว่ามีความจำเป็นต้องพิจารณาแก้ไข ดังนี้คือ.-

1. การออกแบบ SHEET PILE โดยใช้วิธี BRACED SHEET PILES นั้น ควรจะตรวจสอบกรณีที่ไม่ใช่ LEAN CONCRETE เป็น SUPPORT และต้องคิดเผื่อน้ำหนักของรถขุดดินและกองดินที่อยู่ปากหลุมด้วย ดังนั้นขอให้กำหนด CRITERIA ในการทำงาน โดยเปรียบเทียบกับข้อกำหนด SURCHARGE LOAD ด้วย

จากสภาพสถานที่ก่อสร้างในปัจจุบันพบว่า เครื่องมือที่ใช้ในการทำเสา เข็ม เจาะ ตลอดจนถึงเมนไอนท์ และสถานที่กองเหล็กเสริมที่ใช้กับเสา เข็ม ไซพื้นที่ถึง 50-60% ของพื้นที่ปัจจุบัน ดังนั้นถ้าในกรณีที่ จะมีการทำเสา เข็ม เจาะ ใกล้กับแนวบริเวณที่จะขุดดิน จะต้องคิด SURCHARGE ไม่น้อยกว่า  $7.5 \text{ T/m}^2$  แต่ถ้าจะไม่ต้องคิด SURCHARGE หมายความว่า จะต้องกำหนดระยะห่างจาก เครื่องมือที่ใช้ในการทำเสา เข็ม เจาะ กับแนวขุดดินด้วย

- การออกแบบวิธีการก่อสร้างฐานราก และพื้นชั้นใต้ดิน ควรคำนึงถึงวงจางานด้วย มิฉะนั้นอาจเกิดปัญหา เกี่ยวกับการส่งงานตามสัญญา

2. การขุดดินบริเวณ OPEN EXCAVATION ตามที่เสนอในหน้า 22 พบว่าการทำงานจริงจะไม่เป็นไปตาม CRITERIA ที่ออกแบบคือ.-

ในการทำงานจะต้องมีเครื่องจักรกล เช่น รถขุดดินและกองดินอยู่บริเวณปากหลุม ดังนั้นในการคำนวณ SLOPE ของดินจะต้องคิด SURCHARGE ด้วย และในกรณีที่ไม่ต้องคิด SURCHARGE จะต้องคำนวณ ระยะห่างของเครื่องจักรกลดังกล่าวจากปากหลุมด้วย

...../2

✓ คำ c ที่ใช้ในการคำนวณจะต้องลดให้น้อยลง เพราะเป็นไปไม่ได้ ที่ดินจะไม่ถูก DISTURBED และเนื่องจากหน่วยงานนี้มีระดับน้ำใต้ดินสูงมาก เพราะอยู่ใกล้แม่น้ำเจ้าพระยา และเมื่อระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาสูงขึ้น บางครั้งอาจมีน้ำท่วมหน่วยงานได้

จากหน้า 8 พบว่าระยะห่างจากด้านล่างสุดของความลาดส่วนบนกับส่วนบนสุดของความลาดส่วนล่าง มีระยะเพียง 1.00 เมตร ซึ่งควรจะมีการคำนวณระยะนี้ด้วย เพราะดินส่วนบนจะเป็น SURCHARGE ของดินส่วนล่างด้วย และจะต้องคำนวณด้วยว่าถ้าดินส่วนบนมี SURCHARGE จะไม่มีผลต่อดินส่วนล่างด้วย เมื่อ SURCHARGE ห่างจากความลาดส่วนบนไม่น้อยกว่าระยะเท่าไร และหากมีผลกระทบจะทำให้ความลาดของดินทั้งส่วนล่างและส่วนบนเป็นเท่าไร SURCHARGE ที่จะต้องพิจารณาประกอบด้วย เครื่องจักรกล เช่น รถขุดดิน กองดิน อุปกรณ์การทำเสาเข็มเจาะ ในกรณีที่จะทำเสาเข็มใกล้กับแนวขุดดินฐานราก

3. การออกแบบ SHEET PILE ในหน้า 20 จะต้องมีถึงรอบรรทุกคอนกรีตสำเร็จรูปที่จะแล่นผ่านด้วย และระดับน้ำใต้ดินสำหรับหน่วยงานนี้อยู่สูงมาก ดังกล่าวแล้วในข้อ 2
4. ควรตรวจสอบคุณสมบัติของ SHEET PILE ด้วย ถ้า SHEET PILE ไม่แข็งแรง อาจทำให้เกิดการโก่งตัวมาก และดินอาจเคลื่อนตัวได้ ซึ่งจะมีผลทำให้ดินมี ACTIVE PRESSURE สูงขึ้นด้วย ฉะนั้นในระหว่างการทำงานจะต้องตรวจสอบการโก่งตัว และการเคลื่อนตัวของ SHEET PILE ด้วย
5. จากแปลนที่แสดงแนวการตอก SHEET PILE บริเวณแนว 10-11 ตัดกับแนว A ควรใช้ SHEET PILE ยาวกว่านี้ เพราะบริเวณนี้เป็นถนน เข้า-ออก ซึ่งจะต้องมีรถบรรทุกขนาดใหญ่วิ่งเข้า-ออก จะมีผลทำให้ SHEET PILE ที่ยาว 6.00 เมตรเกิดการเคลื่อนตัวได้

จึงเรียนมาเพื่อทราบและพิจารณาแก้ไข

ขอแสดงความนับถือ

บริษัท ที่ปรึกษาไทยกรุป จำกัด

**GThai Group**

บริษัท ที่ปรึกษาไทยกรุป จำกัด  
THAI GROUP CONSULTANTS CO.,LTD.

เยี่ยม วงษ์วานิช  
ผู้จัดการโครงการ

สำเนาเรียน - ประธานกรรมการตรวจการจ้าง

Comment จากบริษัทที่ปรึกษาไทยกรุ๊ป จำกัด

การออกแบบ SHEET PILE โดยใช้วิธี BRACED SHEET PILES นั้น ควรจะตรวจสอบกรณีที่ไม่ใช่ LEAN CONCRETE เป็น SUPPORT และต้องคิดเมื่อน้ำหนักของรถขุดดินและกองดินที่อยู่ปากหลุมด้วย ทั้งนี้ขอให้กำหนด CRITERIA ในการทำงาน โดยเปรียบเทียบกับกำหนด SURCHARGE LOAD ด้วย

ข้อเสนอแนะและชี้แจงเพิ่มเติม

ในกรณีที่ใช้ Lean Concrete เป็นตัวค้ำยันไม่สะดวกหรือไม่เหมาะสม ให้ใช้เสาเข็มมาเป็นตัวค้ำยันแล้วเท Lean Concrete ทับเสาเข็มได้ ดู Fig. 1-5

Criteria ในการขุดดินเพื่อเทคอนกรีตฐานราก (2nd Excavation) จะขุดเฉพาะบริเวณตำแหน่งของฐานรากนั้น และจะขุดฐานเว้นฐาน รถขุดดินจะให้ตั้งอยู่บนแพเสาเข็มเพื่อให้น้ำหนักรถขุดแผ่กระจายถ่ายลงดินอย่างสม่ำเสมอ ( $1 \text{ t/m}^2$ ) และจะให้ห่างจากแนวขุด ดู Fig. 6

Comment จากบริษัทที่ปรึกษาไทยกรุ๊ป จำกัด

จากสภาพสถานที่ก่อสร้างในปัจจุบันพบว่า เครื่องมือที่ใช้ในการทำเสาเข็มเจาะ ตลอดจนถึงเมนไทม์ และสถานที่กองเหล็กเสริมที่ใช้กับเสาเข็ม ใช้พื้นที่ถึง 50-60% ของพื้นที่ปัจจุบัน ดังนั้นถ้าในกรณีที่ จะมีการทำเสาเข็มเจาะใกล้กับแนวบริเวณที่จะขุดดิน จะต้องคิด SURCHARGE ไม่น้อยกว่า  $7.5 \text{ T/m}^2$  แต่ถ้าจะไม่ต้องการคิด SURCHARGE นี้ขนาดนี้ก็จะต้องกำหนดระยะห่างจากเครื่องมือที่ใช้ในการทำเสาเข็มเจาะกับแนวขุดดินด้วย

ข้อเสนอแนะและชี้แจงเพิ่มเติม

ให้ควบคุมการทำงานของเครื่องมือและการกองวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ทำเสาเข็มเจาะให้ห่างจากตำแหน่ง Sheet Pile อย่างน้อย 10 ม. ยกเว้นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา มาก ดู Cal.1

Comment จากบริษัทที่ปรึกษาไทยกรุ๊ป จำกัด

การขุดดินบริเวณ OPEN EXCAVATION ตามที่เสนอในหน้า 22 พบว่าการทำงานจริงจะไม่เป็นไปตาม CRITERIA ที่ออกแบบคือ.-

ในการทำงานจะต้องมีเครื่องจักรกล เช่น รถขุดดินและกองดินอยู่บริเวณปากหลุม ดังนั้นในการคำนวณ SLOPE ของดินจะต้องคิด SURCHARGE ด้วย และในกรณีที่ไม่ต้องการคิด SURCHARGE จะต้องคำนวณ ระยะห่างของเครื่องจักรกลตั้งกล่าวจากปากหลุมด้วย

ข้อเสนอแนะและชี้แจงเพิ่มเติม

การขุดดินบริเวณ Open Excavation จะเริ่มดำเนินการเมื่อทำเสาเข็ม เจาะเสร็จแล้วจึงคิด Surcharge  $1 \text{ t/m}^2$  และให้รถขุดดินตั้งอยู่บนแพเสาเข็มไม้เพื่อ กระจายน้ำหนัก สำหรับดินที่ขุดได้จะขนย้ายไปที่พื้นที่ หากจาเป็นต้องกองดินไว้ก่อน จะ กองให้ดินกระจายในระดับต่ำ

Comment จากบริษัทที่ปรึกษาไทยกรุ๊ป จำกัด

ค่า c ที่ใช้ในการคำนวณจะต้องลดให้น้อยลง เพราะเป็นไปไม่ได้ ที่ดินจะไม่ถูก DISTURBED และเนื่องจากหน่วยงานนี้มีระดับน้ำใต้ดินสูงมาก เพราะอยู่ใกล้แม่น้ำเจ้าพระยา และเมื่อระดับน้ำ ในแม่น้ำเจ้าพระยาสูงขึ้น บางครั้งอาจมีน้ำท่วมหน่วยงานได้

ในการคำนวณได้ใช้ค่า C ที่ต่ำสุดแล้ว และวิธีการขุดดินจะใช้ เครื่องจักรกลขุด เฉพาะให้ใช้ระดับใกล้เคียงเท่านั้น ต่อจากนั้นจะใช้คนงานขุดปรับแต่งจนได้ระดับตามที่อง- การ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดดินถล่มมาก

Comment จากบริษัทที่ปรึกษาไทยกรู๊ป จำกัด

จากหน้า 8 พบว่าระยะห่างจากด้านล่างสุดของความลาดส่วนบนกับส่วนบนสุดของความลาดส่วนล่าง มีระยะเพียง 1.00 เมตร ซึ่งควรจะมีการคำนวณระยะนี้ด้วย เพราะดินส่วนบนจะเป็น SURCHARGE ของดินส่วนล่างด้วย และจะต้องคำนวณด้วยว่าถ้าดินส่วนบนมี SURCHARGE จะไม่มีผลต่อดินส่วนล่างด้วย เมื่อ SURCHARGE ห่างจากความลาดส่วนบนไม่น้อยกว่าระยะเท่าไร และหากมีผลกระทบจะทำให้ ความลาดของดินทั้งส่วนล่างและส่วนบนเป็นเท่าไร SURCHARGE ที่จะต้องพิจารณาประกอบด้วย เครื่องจักรกล เช่น รถขุดดิน กองดิน อุปกรณ์การทำเสาเข็มเจาะ ในกรณีที่จะทำเสาเข็มใกล้กับ แนวขุดดินฐานราก

ข้อเสนอแนะและชี้แจงเพิ่มเติม

แก้ไขระยะ 1.00 (min.) ในรูปงานขุดภายในแบบ Open Excavation หน้า 8 (ในรายงานชั้นคอนและวิธีการก่อสร้างฐานรากและพื้นชั้นใต้ดิน) เป็นระยะ 2.50 (min.) ดู Fig.7 , ดู Cal.2

Comment จากบริษัทที่ปรึกษาไทยกรู๊ป จำกัด

การออกแบบ SHEET PILE ในหน้า 20 จะต้องคำนึงถึงรถบรรทุกคอนกรีตสำเร็จรูปที่จะแล่นผ่านด้วย และระดับน้ำใต้ดินสำหรับหน่วยงานนี้อยู่สูงมาก ดังกล่าวแล้วในข้อ 2

ข้อเสนอแนะและชี้แจงเพิ่มเติม

ควบคุมการทำงานให้เป็นไปตาม Criteria การคำนวณที่แนบ (Surcharge ไม่เกิน  $3 \text{ t/m}^2$ ) ดู Cal.3



Comment จากบริษัทที่ปรึกษาไทยกรุ๊ป จำกัด

ควรตรวจสอบคุณสมบัติของ SHEET PILE ด้วย ถ้า SHEET PILE ไม่แข็งแรง อาจทำให้เกิด การโก่งตัวมาก และดินอาจเคลื่อนตัวได้ ซึ่งจะมีผลทำให้ดินมี ACTIVE PRESSURE สูงขึ้นด้วย ฉะนั้นในระหว่างการทำงานจะต้องตรวจสอบการโก่งตัว และการเคลื่อนตัวของ SHEET PILE ด้วย

ข้อเสนอแนะและชี้แจงเพิ่มเติม

ทำให้ Sheet Pile ที่มีคุณสมบัติตามรายการคำนวณและในระหว่างการทา งานจะต้องตรวจสอบการโก่งตัวและการเคลื่อนตัวของ Sheet Pile ด้วย

Comment จากบริษัทที่ปรึกษาไทยกรุ๊ป จำกัด

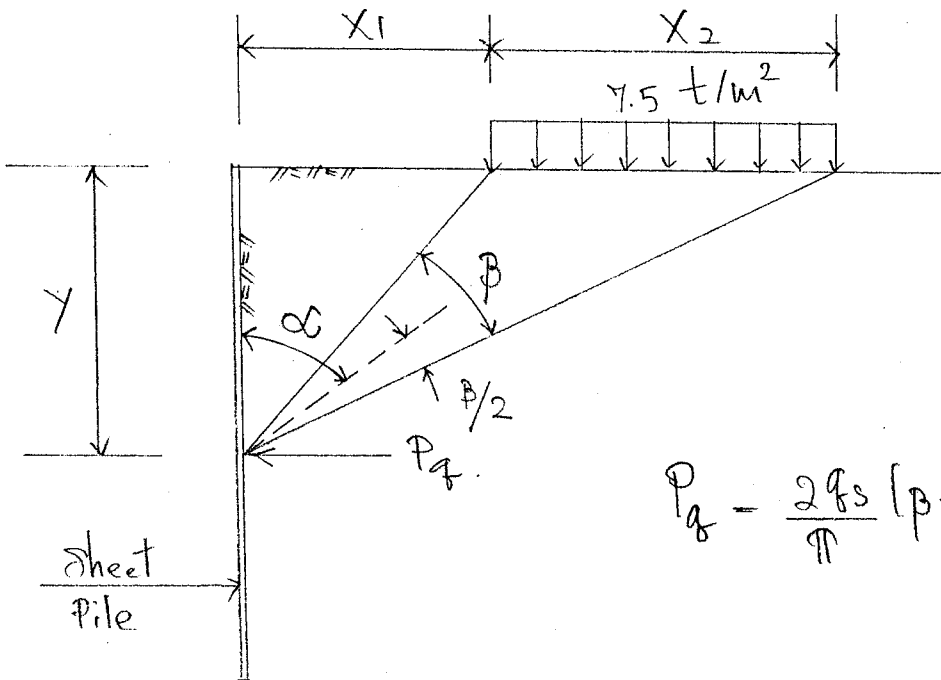
จากแปลนที่แสดงแนวการตอก SHEET PILE บริเวณแนว 10-11 ตัดกับแนว A ควรใช้ SHEET PILE ยาวกว่านี้เพราะบริเวณนี้เป็นถนนเข้า-ออก ซึ่งจะต้องมีรถบรรทุกขนาดใหญ่วิ่งเข้า-ออก จะมีผลทำให้ SHEET PILE ที่ยาว 6.00 เมตรเกิดการเคลื่อนตัวได้

ข้อเสนอแนะและชี้แจงเพิ่มเติม

ทำให้ Sheet Pile บริเวณแนว 10-11 ตัดกับแนว A ยาว 14.0 ม. เหมือนกับ Sheet Pile ที่ใช้แนว A

SURCHARGE ANALYSIS

| X1  | X2  | Y   | a    | b    | tan B/2 | Beta   | alpha  | Pq                  |
|-----|-----|-----|------|------|---------|--------|--------|---------------------|
| (m) | (m) | (m) |      |      |         | (rad.) | (rad.) | (t/m <sup>2</sup> ) |
| 10  | 10  | 2.2 | 9.09 | 4.54 | 0.0535  | 0.1069 | 1.4077 | 0.99384             |
| 12  | 10  | 2.5 | 8.73 | 4.76 | 0.0465  | 0.0929 | 1.4102 | 0.86426             |



$$a = \frac{X_1 + X_2}{Y}$$

$$b = \frac{X_1}{Y}$$

$$P_q = \frac{2fs}{\pi} (\beta + \sin \beta) \sin^2 \alpha + \frac{2fs}{\pi} (\beta - \sin \beta) \cos^2 \alpha$$

Design Criteria,  $P_q \leq 1 \text{ t/m}^2$

Result for sump excavation (Block IV & V),  $X_1 = 12 \text{ m}$ .  
 other  $X_1 = 10 \text{ m}$ .

tential lines at various points. At point  $j$ , for example, it intersects equipotential line 2, hence the pressure

$$P_w = \frac{2}{9} \gamma_w$$

With the pressure at the various intersections known, as shown on the right hand side of Fig. 4-13(a), the total pressure  $P_w$ , acting at right angle to the sliding surface  $ab$ , can be computed.

In computing the earth pressure during a rain storm, the wedge theory (Sec. 4-4) is used. The computation should include the total hydraulic pressure  $P_w$  (pore pressure) acting on the sliding surface; the saturated weight of soil should be used. These forces are shown in Fig. 4-13(d) and the force polygon is shown in Fig. 4-13(e). If the back of wall is vertical, the wall is built on top of a relatively impervious layer, and an adequate drain layer is provided against the back of the wall, the value of total pressure  $P_w$  acting on any trial sliding surface can be obtained directly from Fig. 4-13(f).

With the aid of flow net, the hydraulic uplift against the base of the wall can be determined at intersections of equipotential lines.

### 4-9 Surcharge Load

The lateral pressure introduced on a retaining structure may be classified into four types for convenience of computation.

**A. Uniform load.** When the ground surface is subjected to a uniformly distributed load, the earth pressure computation is often made by substituting the load by an equivalent surcharge layer. The thickness of this surcharge layer is equal to the distributed load divided by the unit weight of the underlying soil.

The computation of lateral pressure due to a uniform surcharge is relatively simple. In the case where the wedge theory is used, the surcharge load can be readily included in the computation of the weight of wedges. In the case where Rankine theory is applicable, the pressure caused by a uniform surcharge  $q$  is a constant pressure and is equal to

$$P_q = qK_a, \quad P_q = qK_0, \quad \text{or} \quad P_q = qK_p \quad (4-6)$$

where the earth pressure coefficient  $K_a$ ,  $K_0$ , or  $K_p$  is a constant within any soil stratum having a constant  $\varphi$  value, Fig. 4-14.

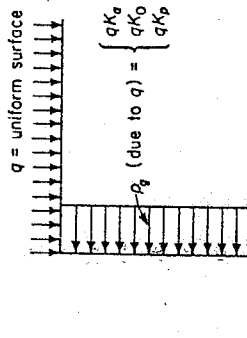


Fig. 4-14. Lateral pressure due to uniform surcharge.

Contrary to the uniform surcharge, the lateral pressure due to a surcharge applied on a limited area of the ground surface is difficult to determine. The effect of a strip load or a line load parallel to a retaining wall may be included in the trial wedge method. In other cases, the theory of elasticity has been widely used. However, the validity of the elastic theory has not been proved in all cases. The results of a limited number of tests (Terzaghi, 1954) have proved that the measured horizontal unit pressure against a vertical rigid wall are about twice as high as those calculated by the elastic theory.

**B. Strip load.** Highways, railroads and continuous wall footings are strip loads when they are parallel to the retaining structure. Refer to Fig. 4-15 and let:

- $P_q$  = horizontal pressure at point  $a$ ;
- $\beta$  = angle of visibility at point  $a$ , in radian;
- $\alpha$  = angle between vertical and the bisector of  $\beta$ ;
- $q$  = strip load, psf.

The actual lateral pressure against a rigid wall is twice the value determined by theory of elasticity:

$$P_q = \frac{2q}{\pi} (\beta + \sin \beta) \sin^2 \alpha + \frac{2q}{\pi} (\beta - \sin \alpha) \cos^2 \alpha \quad (4-7)$$

as shown in Fig. 4-15, the value of  $P_q$  varies with depth.

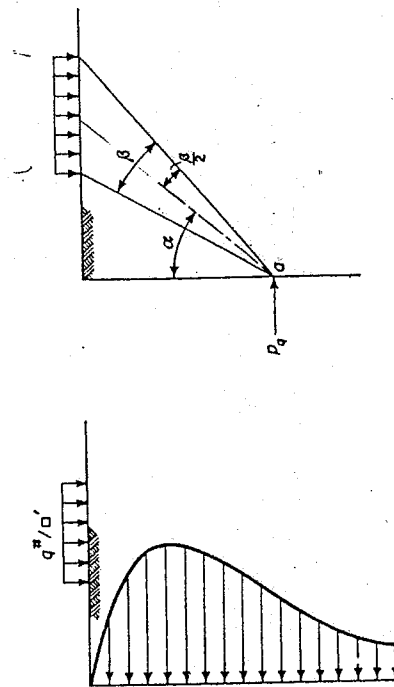
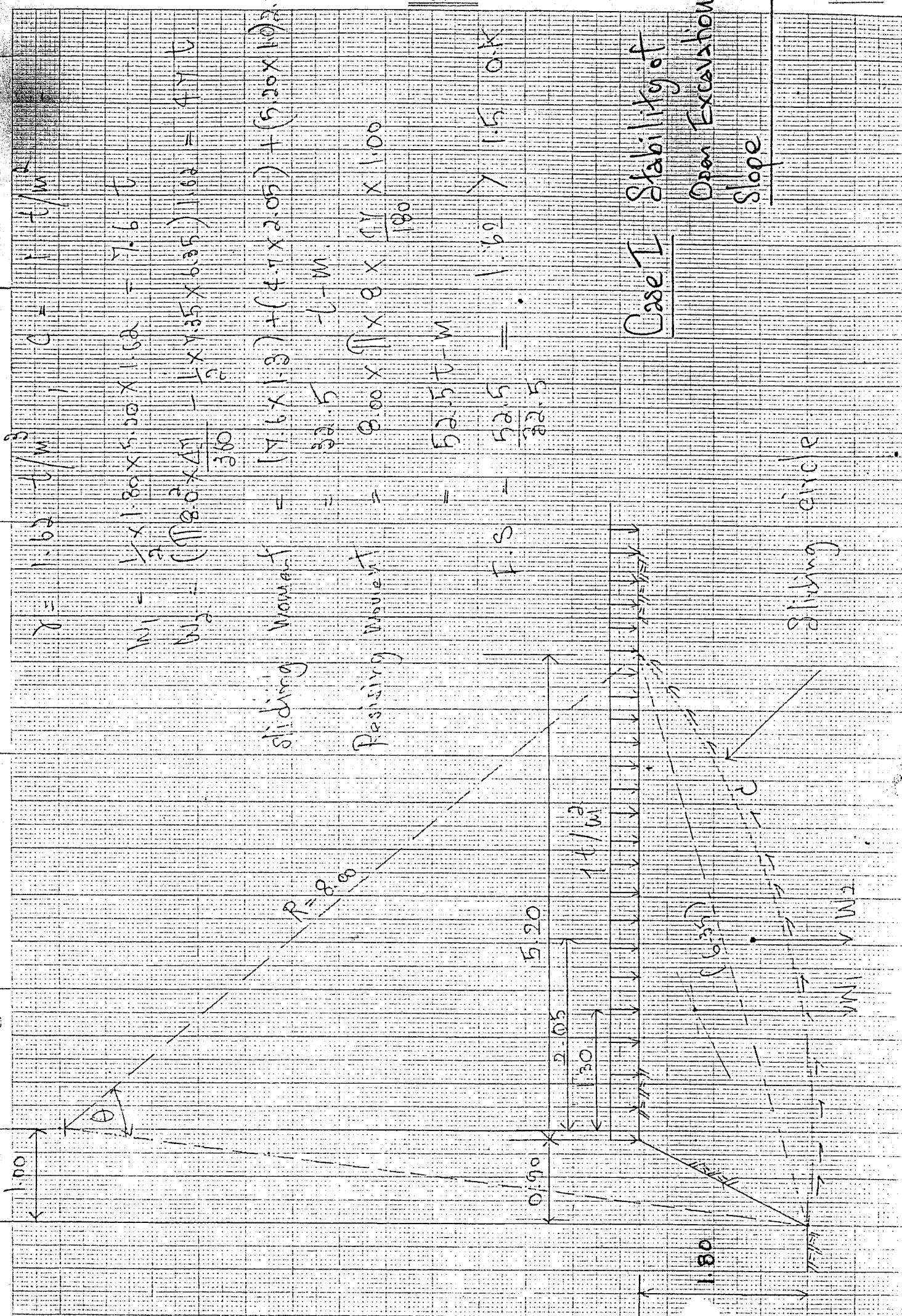


Fig. 4-15 Lateral pressure due to strip load.

**C. Line load.** A continuous wall footing of narrow width may be taken as a line load when located parallel to the retaining structure. Similar to the case of strip load, the lateral pressure increases from zero at the ground surface to a maximum value at a certain depth and gradually diminishes to

Cal. 2



$$\gamma = 1.62 \frac{t}{m^3}$$

$$W_1 = \frac{1}{2} \times 1.80 \times 5.20 \times 1.62 = 7.6 \text{ t}$$

$$W_2 = \frac{(\pi \times 6.35^2 \times 4.1) - \frac{1}{2} \times 1.35 \times 6.35)}{360} \times 1.62 = 4.7 \text{ t}$$

Sliding Moment =  $(7.6 \times 1.3) + (4.7 \times 2.05) + (5.20 \times 1.80) \times 2.50$

$$= 32.5 \text{ t-m}$$

Resisting Moment =  $8.00 \times \pi \times 8 \times \frac{1.1 \times 1.00}{180}$

$$= 52.5 \text{ t-m}$$

$$F.S. = \frac{52.5}{32.5} = 1.62 > 1.5 \text{ O.K.}$$

Case I

Stability of

Open Excavation Slope

Case III Overall stability

$$W_1 \times 1 = \frac{1}{2} \times 2.00 \times 2.10 \times 1.62 \times 1.00 = 3.4 \text{ t-m.}$$

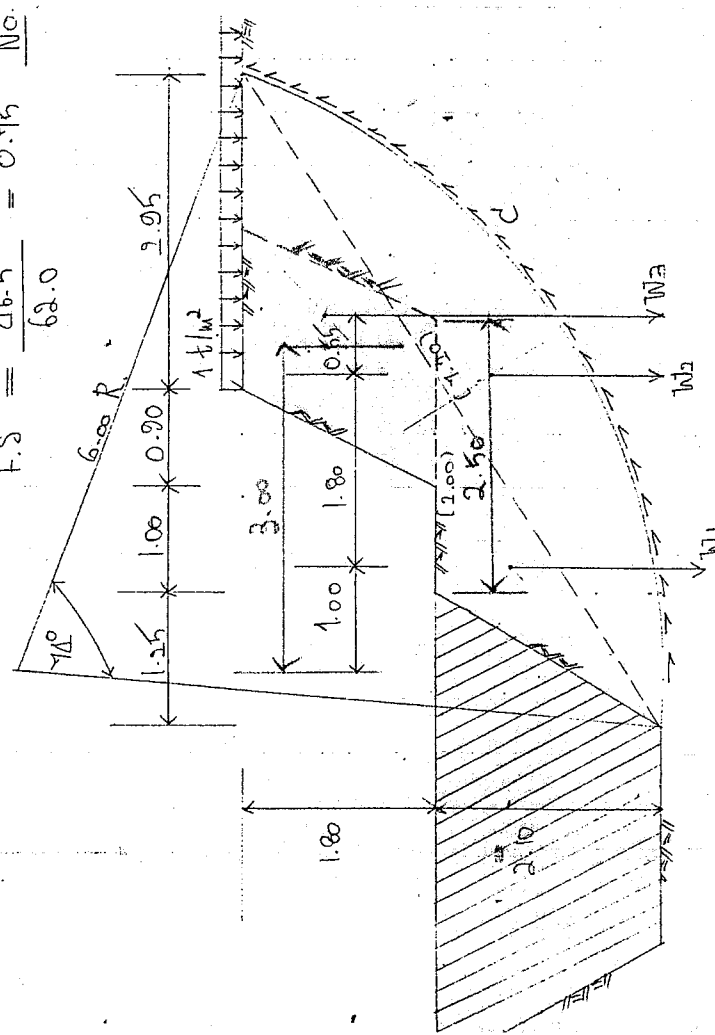
$$W_2 \times 2 = \frac{(\pi \cdot 6.0^2 \cdot \gamma_d - \frac{1}{2} \times 7.20 \times 4.80)}{360} \cdot 1.62 \times 2.80 = 27.2 \text{ t-m.}$$

$$W_3 \times 3 = \frac{1}{2} (1.00 + 2.95) \cdot 1.80 \times 1.62 \times 3.35 = 19.3 \text{ t-m.}$$

$$\sum W_i X_i = 49.9 \text{ t-m.}$$

$$\text{Sliding moment} = \sum W_i X_i + (2.95 \times 1.00) \times 4.125 = 62.0 \text{ t-m.}$$

$$\begin{aligned} \text{Resisting moment} &= \pi(6.0)(\gamma_d) \times 6.00 \times 1.00 \\ &= 46.5 \text{ t-m.} \\ \text{F.S.} &= \frac{46.5}{62.0} = 0.75 \text{ No.} \end{aligned}$$



Increase berm width to 3.50 m.

$$\text{Sliding moment} = 62.0 - (1.50 \times 1.80 \times 3.00 \times 1.62) = 43.8 \text{ t-m.}$$

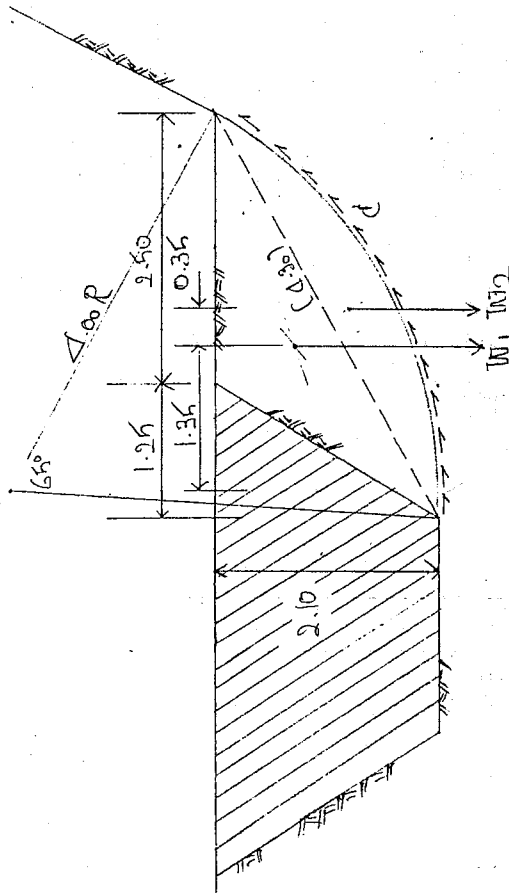
$$= 43.8 \text{ t-m.}$$

$$\text{F.S.} = \frac{46.5}{43.8} = 1.1 \text{ O.K.}$$

Case II Stability of 2nd excavation slope

Cal. 2

2 OF 2



$$W_1 \times 1 = \frac{1}{2} \times 2.50 \times 2.10 \times 1.62 \times 1.35 = 5.7 \text{ t-m.}$$

$$W_2 \times 2 = \frac{(\pi \cdot 4.0^2 \cdot \gamma_d - \frac{1}{2} \times 4.30 \times 3.35)}{360} \cdot 1.62 \times 1.70 = 5.2 \text{ t-m.}$$

$$\text{Sliding moment } \sum W_i X_i = 10.9 \text{ t-m.}$$

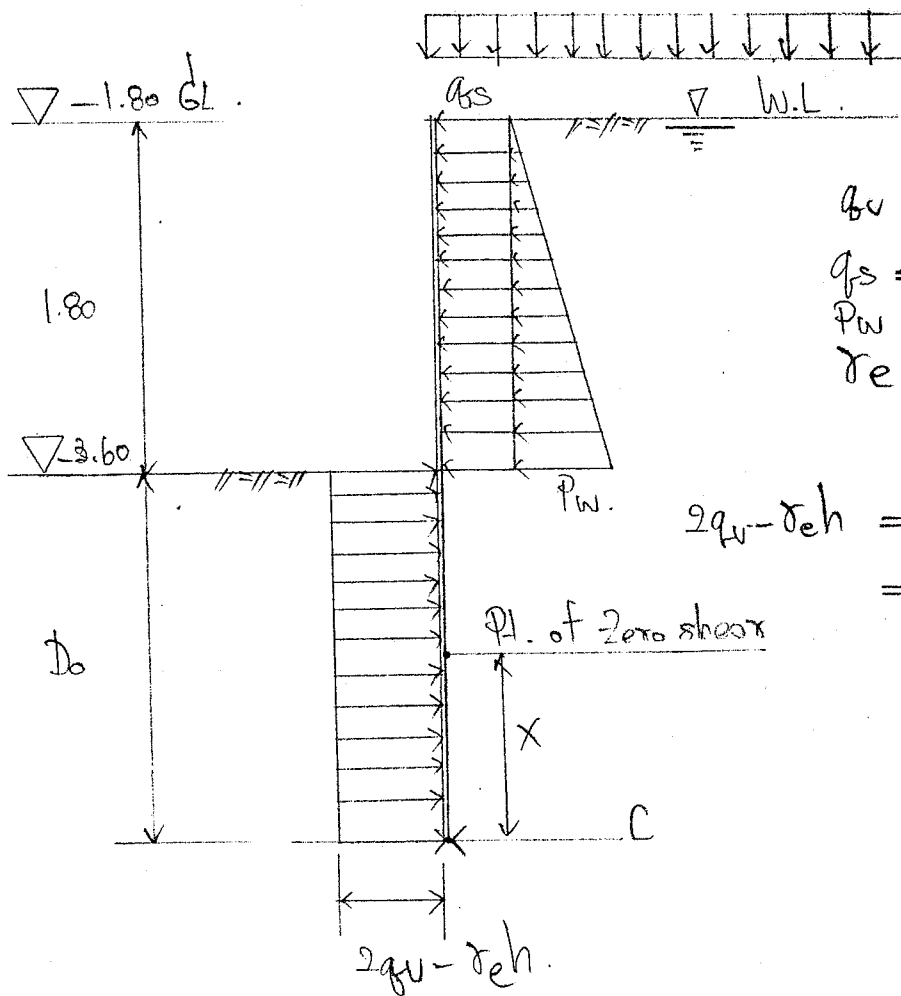
$$\text{Resisting moment} = \pi(4)(65) \times 4.0 \times 1 = 18.2 \text{ t-m.}$$

$$\text{F.S.} = \frac{18.2}{10.9} = 1.7 \text{ O.K.}$$

Cal. 3

$$q_s = 3 \text{ t/m}^2$$

1 OF 2



$$q_u = 2 \text{ t/m}^2$$

$$q_s = 3 \text{ t/m}^2$$

$$P_w = 1.80 \times 1.0 = 1.80 \text{ t/m}$$

$$\gamma_e = 1.62 - 1 = 0.62 \text{ t/m}$$

$$2q_u - \gamma_e h = (2 \times 2.0) - (0.62 \times 1.80) = 2.884 \text{ t/m}^2$$

$$\sum M = 0, \quad 2.884 \frac{D_0^2}{2} = (3 \times 1.8)(0.90 + D_0) + \frac{(1.80 + D_0)}{3} \left( \frac{1}{2} \times 1.80 \times 1.80 \right)$$

$$= 4.86 + 5.4 D_0 + 0.972 + 1.62 D_0$$

$$1.442 D_0^2 - 7.02 D_0 - 5.832 = 0$$

$$D_0 = \frac{7.02 \pm \sqrt{7.02^2 + (4 \times 1.442 \times 5.832)}}{2 \times 1.442}$$

$$D_0 = 5.60 \text{ m.}$$

Use sheet pile 14 m., depth of penetration = 12.20 > D\_0.

O.K.

Cal. 3

2 OF 2

$$C = (5.60 \times 2.884) - (3 \times 1.80) - \frac{1}{2}(1.80 \times 1.80)$$
$$= 9.13 \text{ t.}$$

$$X = \frac{9.13}{2.886} = 3.16 \text{ m.}$$

$$\text{Max } M_x = (9.13 \times 3.16) - \frac{2.886(3.16)^2}{2}$$
$$= 14.44 \text{ t-m.}$$

$$Z_{\text{req}} = \frac{14.44 \times 1000 \times 100}{1440} = 1003 \text{ cm}^3$$

Fig 6.

ตัวอย่าง ตำแหน่งของรากจติน และการแบ่งกระดานหน้าหน้ากที่ตามองพื้นดิน

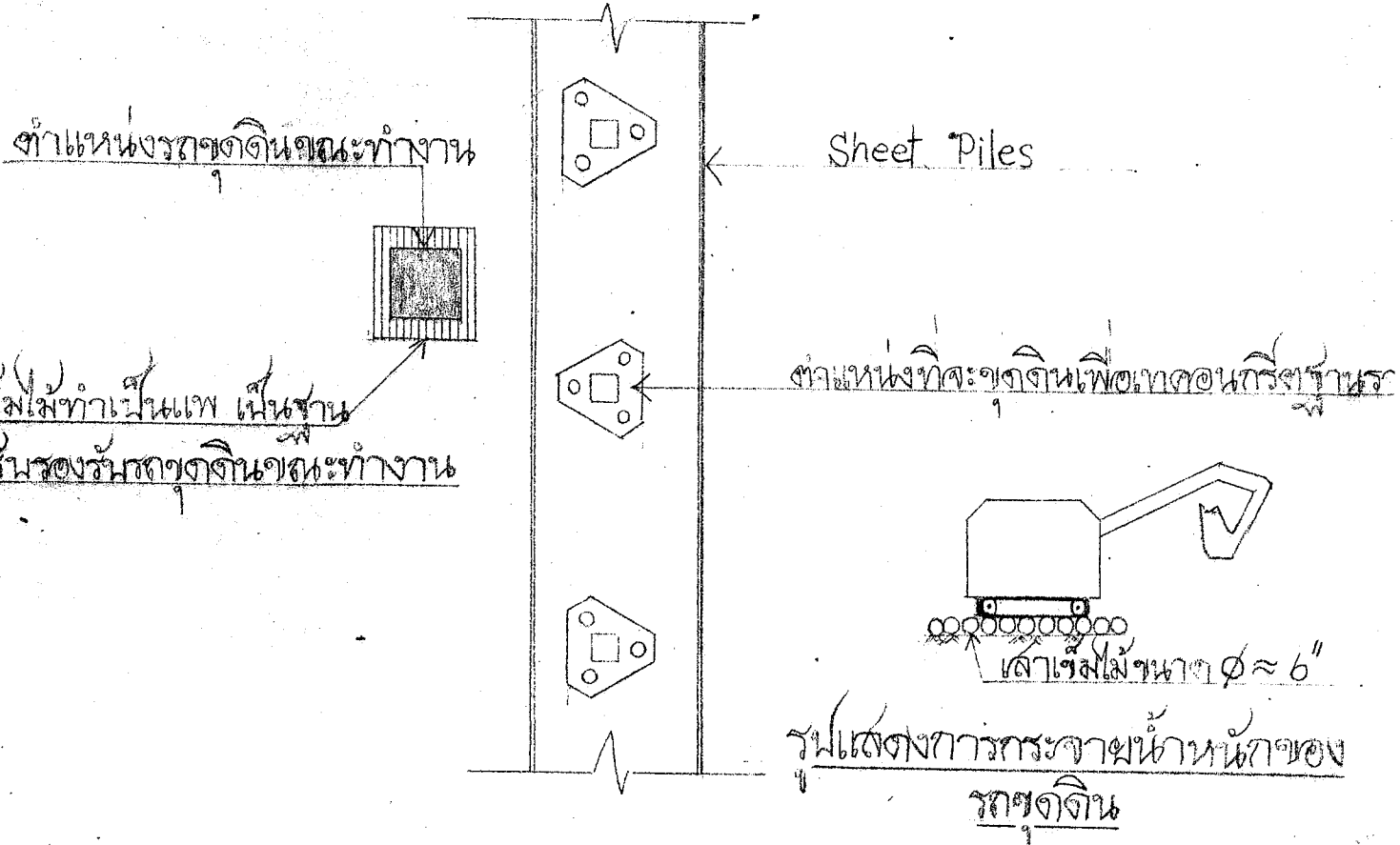


Fig 7

รูป Open Excavation

บริเวณที่ขุดไว้ก่อนแล้ว

1st open Excavation

