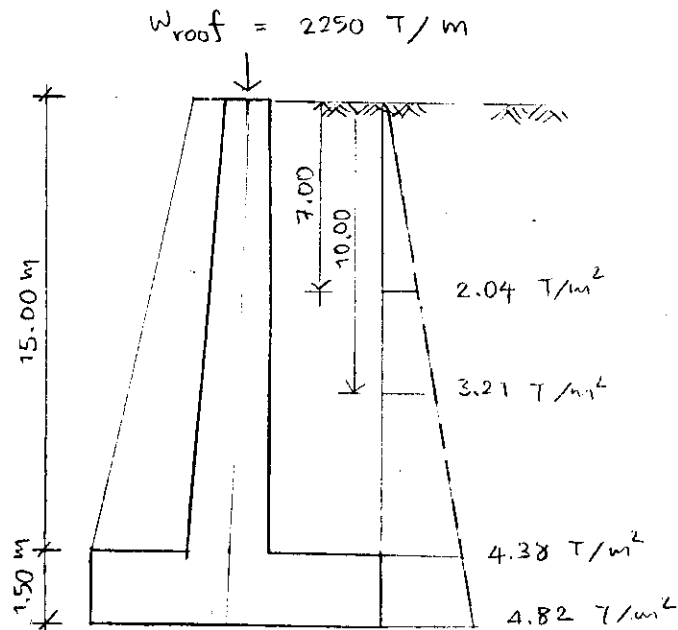


Fig- 27

(นาย แสงใส)
ผู้จัดการโครงการ

Design Wall (กำแพง Wall สูง 1 m.)

Assume ความยาวของ รั้ว = 10.50 m ความสูงของ Wall = 15 m.



Design Parameter :

wheat

$$\gamma = 0.85 \text{ T/m}^3$$

$$\phi = 25^\circ$$

$$K = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0.41$$

Concrete

$$f_c' = 210 \text{ ksc}$$

$$f_c = 0.375 (210) = 78 \text{ ksc}$$

$$f_s = 1700 \text{ ksc (DB 35)}$$

$$f_s = 1200 \text{ ksc (RB steel)}$$

$$n = 10$$

$$j = 0.889$$

$$R = 11 \text{ ksc}$$

(นาย แสงใส)
ผู้จัดการโครงการ

โมเมนต์ของแรงในแนวราบที่กระทำต่อเสาของงานถาวร

$$M = \frac{1}{2} \times 4.38 \times 15 \times 5 = 164.31 \text{ T-m}$$

$$Rbd^2 = 164.31$$

$$d^2 = \frac{164.3(1000)}{1.00 \times 11}$$

$$d = \sqrt{14,937.3} = 122.2 \text{ cm}$$

∴ ใช้ความหนาแน่น = 1.50 m, d = 1.45 เมตร

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} = \frac{165(1000)(100)}{1700 \times 0.889 \times 145}$$

$$= 75.30 \text{ cm}^2$$

Use Vertical DB-steel ϕ 28 mm @ 0.08 m.

พิจารณาที่จุด 7.00 m จากบนสุดของกำแพง

$$M = \frac{1}{2} \times 2.04 \times 7 \times \frac{7}{3} = 16.66 \text{ T-m}$$

$$d = \sqrt{\frac{16.66(1000)}{1.00 \times 11}} = 38.9 \text{ cm}$$

ใช้ความหนาแน่นกำแพง 40 cm

$$\therefore \text{ความหนาแน่นที่ 7.00 m. จากบนสุดของกำแพง} = 40 + 51$$

$$= 91 \text{ cm}$$

$$d_{Act} = 91 - 5 = 86 \text{ cm} > 39 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{16.66(1000)(100)}{1700(0.889)(86)} = 12.82 \text{ cm}^2$$

(ชาย แสงโต)
ผู้จัดการโครงการ

Used Vertical DB-Steel ϕ 25 mm @ 0.32 m.

พิจารณาที่ 3a 10.00 m จากบนสุดของคาน

$$M = 53.55 \text{ T-m}$$

$$d = \sqrt{\frac{53.55(1000)}{1.00(11)}} = 70 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{ความหนาเหล็ก 10.00 m จากบนสุดของคาน} &= 40 + 73 \\ &= 113 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$d_{act} = 113 - 5 = 108 \text{ cm} > 70 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{53.55(1000)(100)}{1700(0.88)(108)} = 32.67 \text{ cm}^2$$

Used Vertical DB-Steel ϕ 28 mm @ 0.16 m

Design Footing

stabilizing Moment (vertical Force)

FORCE	MAGNITUDE (T)	LEVER ARM (m)	MOMENT (T-m)
W_1	$0.40(15)(1)(2.40) = 14.40$	3.30	47.52
W_2	$\frac{1}{2}(1.70)(15)(1)(2.40) = 19.80$	2.73	54.05
W_3	$4.0(15)(1)(0.85) = 51.0$	5.50	280.50
W_4	$1.50(7.50)(1)(2.40) = 27.0$	3.75	101.25
W_5	$1(2.0)(2)(1) = 2.0$	1.0	2.0

(ชาย แสงใส)
ผู้จัดการโครงการ

คำนวณโมเมนต์เสถียรจากน้ำหนัก Retaining wall และน้ำหนัก wheat น้
Retaining Wall สูง 5

$$M_s = 14.40(3.30) + 19.80(2.73) + 51.0(5.50) + 27(3.75) + 2(1.0) \\ = 485.32 \text{ T-m}$$

คำนวณโมเมนต์กลับจากน้ำหนักของดินข้าง (Overturning Moments)

$$M_o = \frac{1}{2}(4.82)(16.5)(1.00)(16.5/3) = 218.71 \text{ T-m}$$

Factor of Safety against Overturning

$$F.S. = \frac{\text{stabilizing moment}}{\text{Overturning moment}} = \frac{485.32}{218.71} \\ = 2.22 > 2.0 \text{ (O.K.)}$$


Factor of Safety against sliding

total frictional force ; $F = \mu'(\Sigma W)$

เมื่อ μ' = coefficient of friction between the concrete and wheat = 0.444

ΣW = Summation of vertical force

$$F = 0.444 (14.4 + 19.8 + 51.0 + 27 + 2) \\ = 50.70 \text{ T}$$


(นาย แสงดน
ผู้จัดการโครงการ

The factor of Safety against sliding = $\frac{\text{Resisting force } F}{\text{Actual Horizontal force}}$

$$= \frac{50.70}{39.76} = 1.275$$

จ.เห็นว่า F.S. = 1.27 เป็นค่าที่ต่ำในกรณีที่ต่อมาระเบียง F.S. อาจกระทำ
โดยใช้ shear key หรือเพิ่มขนาดของ Retaining Wall ในกรณีที่จำเป็น
หรือออกแบบโดยใช้ Batter Pile ฐานของ และอาจใช้ R.C. Flat Slab เป็น
ตัวรับน้ำหนักในกรณีที่การเคลื่อนที่ได้อีกทางโดยออกแบบรูปดังต่อไปนี้
ซึ่งจะปลอดภัยกว่าอีกในขณะนั้น. ค่า F.S. ที่เกิดขึ้นจึงมีค่ามากกว่า 1.27
ซึ่งค่าดังกล่าวจึงถือว่าปลอดภัย (ค่าที่คำนวณได้) = $\frac{\text{Actual Horizontal force}}{\text{Actual Vertical force}}$

$$\phi_{Act} = \frac{39.76}{114.20} = 0.35 < \mu'$$

ขนาดของฐาน Retaining Wall 1.50 m , d = 1.45 m

$$M_c = 11 \times 100 \times (145)^2 = 231.275 \text{ T-m}$$

Moment due to ΣH at bottom of footing = 0

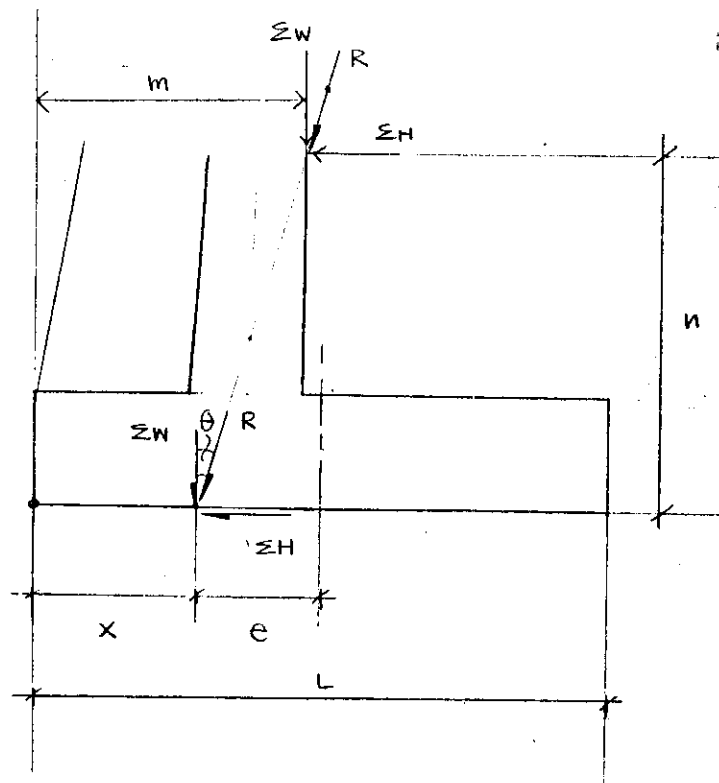
$$\therefore \Sigma W(x) = \Sigma W_m - \Sigma H_u$$

$$x = \frac{\text{stabilizing } M_s - \text{Overturning } M_o}{\Sigma W}$$

$$x = \frac{485.32 - 218.71}{114.20} = 2.33 \text{ m}$$

$$e = 3.75 - 2.33 = 1.42$$

(นาย แสงใส)
ผู้จัดการโครงการ



พิจารณาหา m

$$m = \frac{\text{stabilizing } M}{\Sigma W} = \frac{485.32}{114.2}$$

$$= 4.25 \text{ m จาก Toe}$$

$$R = \sqrt{(\Sigma W)^2 + (\Sigma H)^2} = 120.92 \text{ T}$$

$$90 - \theta = \tan^{-1} \frac{\Sigma W}{\Sigma H} = 70.80 \text{ นำมาวัดกับ } x\text{-axis}$$

$$n = H / 3 = 16.5 / 3 = 5.50 \text{ m.}$$

กรณีคิดแรงในหน้าตัวที่หนึ่งของ Column - Buttress จ. ซึ่งแรงกระทำจากน้ำ
นั้นก็นำมาคิดรวมด้วยในกรอบแบบฐานรากต่อเนื่อง ซึ่งมีค่าแรงที่หน้า
เท่ากับ $2.25 (6.00) = 13.50 \text{ T}$ นำมาหาที่ฐานราก (ซ้าย แสงใส)
ผู้จัดการโครงการ

พิจารณาแนว P (roof) จะกำหนดในแนวศูนย์กลางของ Column - Buttress
 นั่นคือ ระยะเท่ากับ $3.50 - 0.40 = 3.10$ m จาก Toe เพราะฉะนั้น
 ถ้าพิจารณาออกแบบฐานรากที่แห่งนี้ จ.ตัดทำการหาแรงลัพธ์และตำแหน่งโมเมนต์
 ดังนี้

$$m = \frac{485.32 + 13.50(3.10)}{127.70} = 4.13 \text{ m จาก Toe}$$

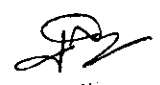
$$n = \text{ระยะเท่าเดิม} = 5.50 \text{ m.}$$

$$x = \frac{485.32 - 218.71}{127.20} = 2.09 \text{ m. จาก Toe}$$

$$e = 3.75 - 2.09 = 1.66 \text{ m.}$$

$$R = \sqrt{(127.70)^2 + (39.76)^2} = 133.74 \text{ T}$$

$$\theta = 90 - \tan^{-1} \frac{127.70}{39.76} = 17.29^\circ$$


 (ชาย แสงโต)
 ผู้จัดการโครงการ

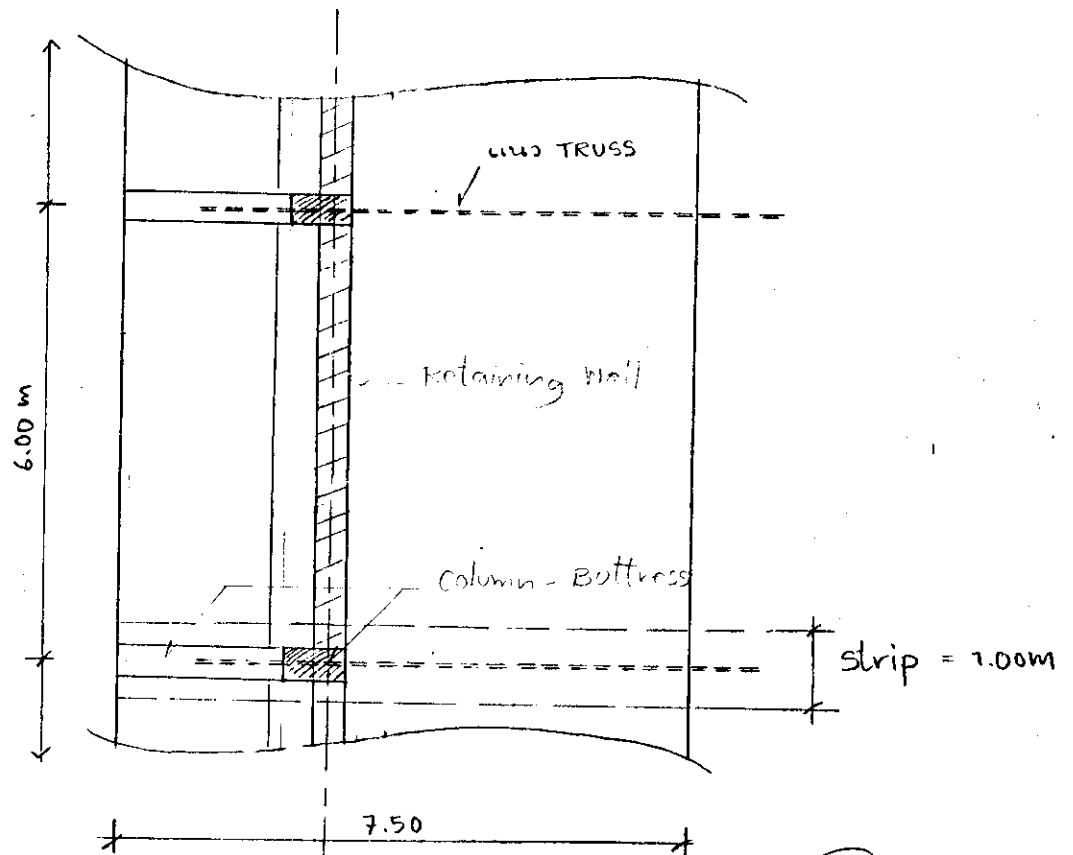
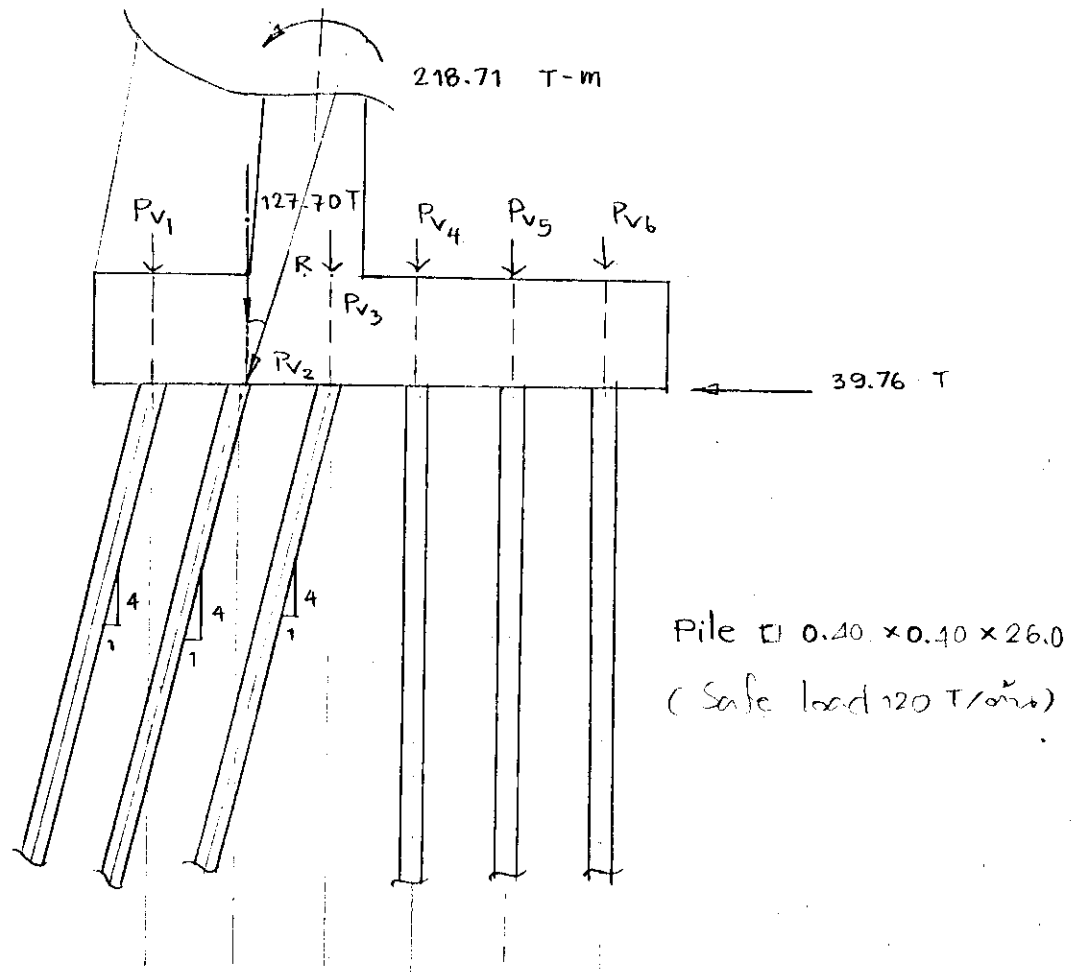


Fig - 28

(ชบ) แต่ง
ผู้จัดการโครงการ

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ Polygon

1. จัดเรียงปริมณัณขึ้นต้น โดยระบุตามเอียง และระนาบในข้อต้น
2. เขียนเวกเตอร์ R , เวกเตอร์ในแนวนอน V และแรงในแนวราบ H .
3. คำนวณหาแรงกดในแนวนอนที่รับน้ำหนักทุกต้น จากสมการ

$$P_h = \frac{V}{n} \pm \frac{V l_x n}{\sum(x^2)}$$

เมื่อ n = จำนวนของเสาเข็ม

l_x = ระยะระหว่างแรงในแนวนอน V กับศูนย์กลางของกลุ่มเสาเข็ม

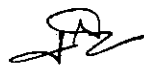
n = ระยะจากเสาเข็มไปยังจุดศูนย์กลางของกลุ่มเสาเข็ม

- 4) คำนวณหาค่าแรงกด R จากสมการ $R_h = P_h / \cos \theta$

เมื่อ θ = มุมระหว่างเสาเข็มกับแนวนอน

- 5) เขียน Force Polygon ของแรงในเสาเข็มแต่ละต้น

- 6) เขียนแนวเอียงของเสาเข็ม หรือความยาวของเสาเข็ม จากสมการ ค่า $H' = 0$
ค่า H' ควรจะน้อยกว่า 2,202 T/pile จากระดับดิน


 (นาย แสงใส)
 ผู้จัดการโครงการ

Solⁿพิ้งงานที่จุด $x = 2.09$ จาก Toeจุดศูนย์กลางของกลุ่มเสาเข็ม \bar{x} วัดจากแนวแรก V มาจากกรณีข้อ 2
วิธีกราฟิก $\bar{x} = 1.45$ m

$$\begin{aligned}\Sigma(\alpha^2) &= (2.89)^2 + (1.59)^2 + (0.29)^2 + (3.31)^2 + (1.51)^2 \\ &= 24.20 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$M = 218.71 + 127.70(1.45) = 403.875 \text{ T-m}$$


$$P_u = \frac{V}{n} \pm \frac{V\bar{x} \cdot u}{\Sigma(\alpha^2)}$$

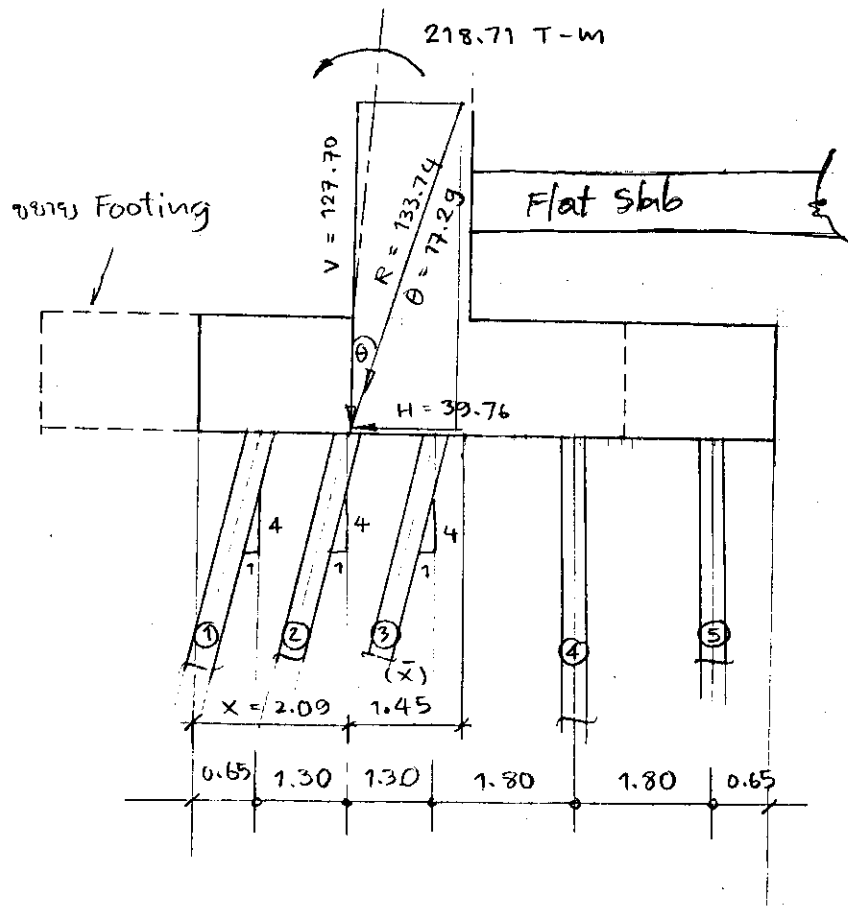
$$= \frac{127.70}{5} \pm \frac{403.875 \cdot u}{24.20} = 25.54 \pm 16.689 u$$

u_1	$= 2.89 \text{ m}$;	P_{V1}	$= 73.77 \text{ T}$, $R_1 = 76.04 \text{ T}$
u_2	$= 1.59 \text{ m}$;	P_{V2}	$= 52.07 \text{ T}$, $R_2 = 53.67 \text{ T}$
u_3	$= 0.29 \text{ m}$;	P_{V3}	$= 30.38 \text{ T}$, $R_3 = 31.31 \text{ T}$
u_4	$= -1.51 \text{ m}$;	P_{V4}	$= 0.34 \text{ T}$, $R_4 = 0.34 \text{ T}$
u_5	$= -3.31 \text{ m}$;	P_{V5}	$= -29.70 \text{ T}$, $R_5 = -29.7 \text{ T}$

$$P_{H1} \approx P_{H2} \approx P_{H3} = \frac{30.76}{3} = 13.25 \text{ T}$$

เมื่อพิจารณาจุดที่ เสาต้นที่ 4 และ 5 จะรับแรงกระทำน้อยมากในต้นที่ 5 มีพฤติกรรมเป็น Tension pile ซึ่งไม่เหมาะสม ควรแก้ไขโดยการขยาย Toe width ออกไปก่อนแล้ว คัดเลือกเสาใหม่ ทำนี้ซ้ำด้วย ลดตามยาวของฐานทางต้น Heel width ด้วย


 (ชาย แสงโต,
 ผู้จัดการโครงการ



FORCE SCALE

1 CM : 20 T

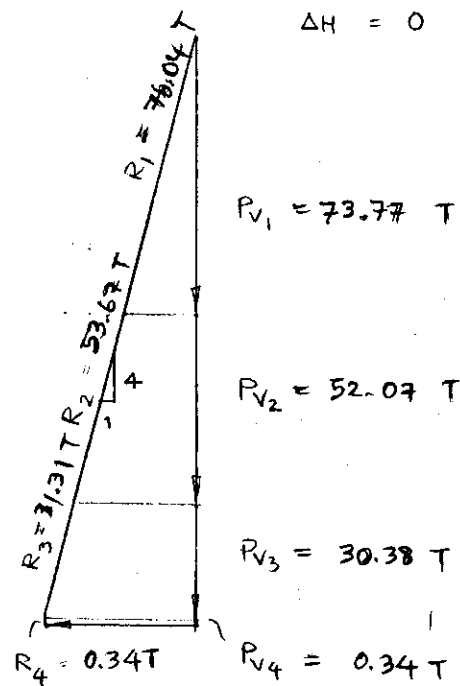
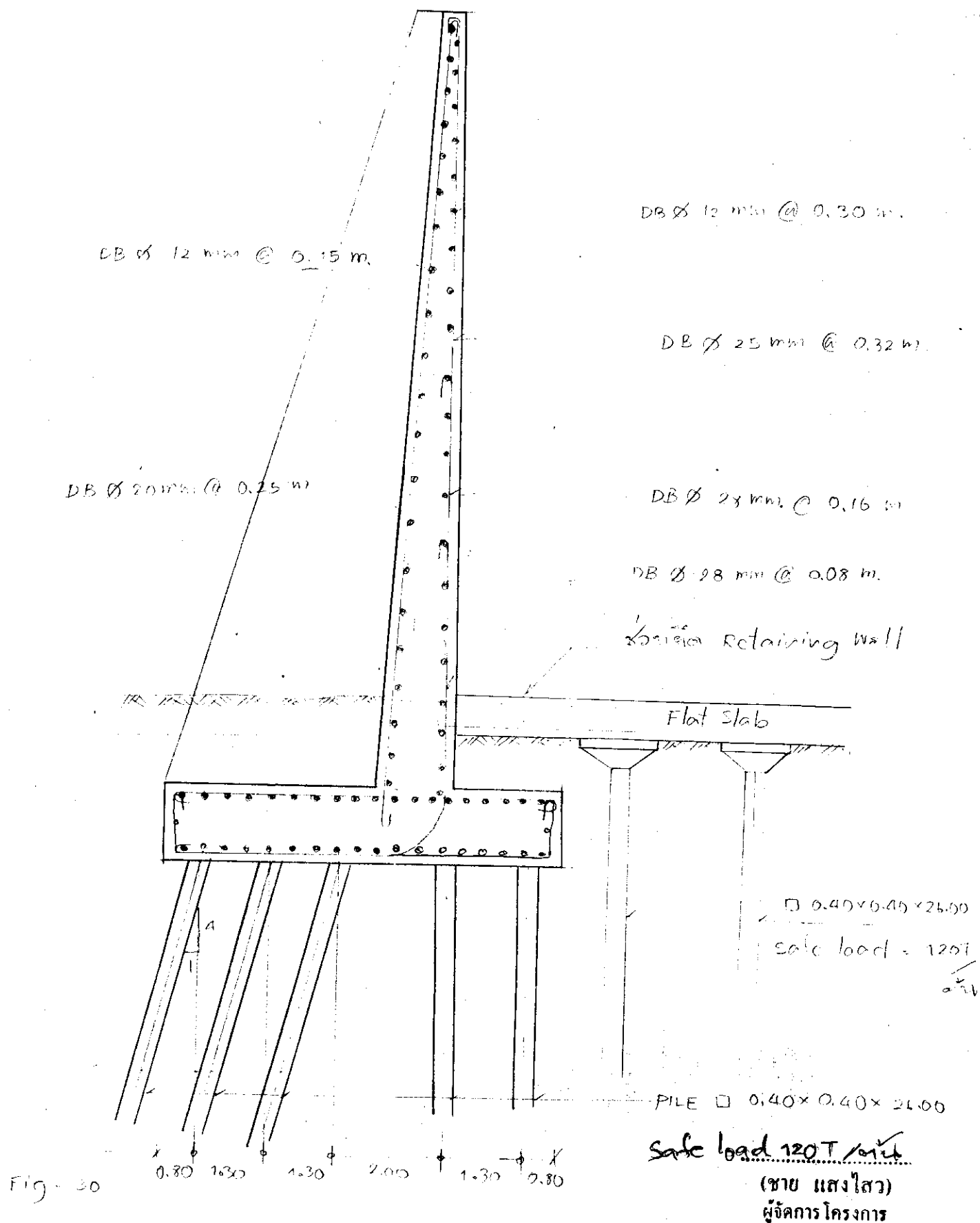


Fig- 29 Force Polygon

H = 39.76 T

(ชาย แสงใสว)
ผู้จัดการโครงการ

รูปแบบการแก้ไขจากการออกแบบที่ไม่เหมาะสมสำหรับ REDESIGN



สรุปลักษณะออกแบบ

- ออกแบบฐานรองรับ Silo ขนาด กว้าง x ยาว = 30×30 ม.
สูง 15 เมตร ใช้เก็บข้าวสาลี (wheat) และ Silo ออกแบบ
เป็น RC-Retaining Wall ดังรูปที่ 30 p. 128 พื้นออกแบบ
เป็นพื้น Flat slab
- ขนาดของ Retaining Wall ดังรูปที่ 30
 - 1) Footing width : 7.50 ม.
 - 2) Footing thickness : 1.50 ม.
 - 3) Bottom of Stem : 1.50 ม.
 - 4) Toe width : 4.00 ม.
 - 5) Heel width : 2.00 ม.
 - 6) Top of stem : 0.40 ม.
- เติมน้ำใต้ดินฐานรองรับ Retaining wall ใช้ batter pile ขนาด
 $\square 0.40 \times 0.40 \times 26.00$ ม (safe load 120 T/อัน) จำนวน 3 อัน
ต่อความยาว Retaining 1.00 เมตร และใช้ vertical pile ขนาด
เดียวกัน จำนวน 2 อัน ระยะห่างดังรูปที่ 30.
- เติมน้ำใต้ดิน Flat slab ใช้ $\square 0.40 \times 0.40 \times 26.00$ ม (safe load
120 T/อัน) ระยะห่าง @ 3.00 ม.
- ขนาดของเหล็กเสริมของ Retaining wall & Flat slab
แสดงดังรูปที่ 30 และ 26



(นาย แสงใส)
ผู้จัดการโครงการ