

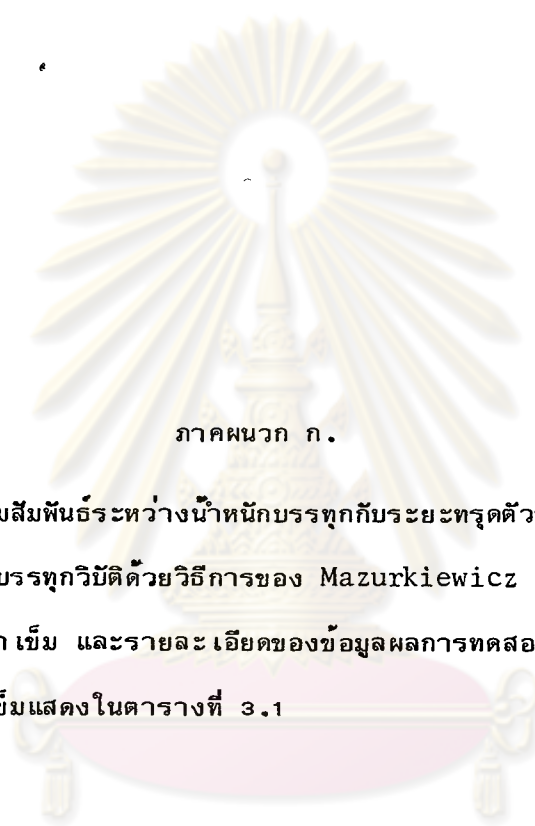


## เอกสารอ้างอิง

- ACI Committee 543, "Recommendations for Design, Manufacture, and Installation of Concrete Piles," American Concrete Institute, 1974
- Bullen, F.R. (1958), Phenomena Connected with the Settlement of Driven Piles, Geotechnique, Vol. 8, pp. 121-133.
- Feld, J. (1943), Discussion Timber Pile Foundation, Transactions ASCE, Vol. 108, pp. 143-144.
- Holmberg, S. (1970), Load Testing in Bangkok Region of Piles Embedded in Clay, Jour. S.E. Asian Soc. Soil Engg., Vol. 1, No. 2 pp. 61-78.
- Mazurkiewicz, B.K. (1972), Test Loading of Piles According to Polish Regulations, Commission of Pile Research, Royal Swedish Academy of Engineering Science, Primary Report No. 85, Stockholm, Sweden.
- Meyerhof, G.G., (1976), "Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundation, Journ. Geotechnical Div, Proc. ASCE, Vol. 102, No. GT3. pp. 197-228.
- Mutabhant, C. and Tengamuay, V. (1970), Pile Group in Bangkok Clay, Chulalongkorn University, Bangkok.
- Peck, R.B., Hanson, W.E., and Thornburn, T.H. "Foundation Engineering" 2nd. cd., John Wiley and Sons, Inc., 1974.
- Poulos H.G. and Davis E.H. "Pile Foundation Analysis and Design" 1st. cd., John Wiley and Sons, Inc., 1980. p. 32
- Sowers, G.F. et al. "The Bearing Capacity of friction Pile Groups in Homogeneous Clay from Model Studies". Proceeding the 5th International Conference on Soil Mechanics, Vol. 2, 1961.

- Terzaghi, K. (1943), "Theoretical Soil Mechanics", Wiley and Sons, Inc., New York.
- Terzaghi, K. & Peck, R.B. (1948), "Soil Mechanics in Eng. Practice" John Wiley & Sons, New York 1948, pp. 566
- Tomlinson, M.J. (1957), The Adhesion of Piles Driven in Clay Soils, Proc, 4th I.C.S.M F.E., London, England, Vol. 2, pp. 66-71.
- Tomlinson, M.J. "Foundation Design and Construction", 3rd. ed., London, Pitman, 1975.
- Whittle R.T. and & Beattie, D, "Standard Pile Caps", Concrete, Vol. 6, No. 2 February, 1972, pp. 29-31.
- มอก. 396-2524 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, เสา เข็มคอนกรีตอัดแรงหล่อสำเร็จ, กระทรวงอุตสาหกรรม.
- มอก. 398-2524 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, เสา เข็มคอนกรีต เสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จแบบแรงเหวี่ยง, กระทรวงอุตสาหกรรม.
- มอก. 95-2525 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ลวด เหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง, กระทรวงอุตสาหกรรม.
- บุญชู ปโกฏิประภา (1982) การออกแบบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง, "เสา เข็ม", ชมรมวิชาการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

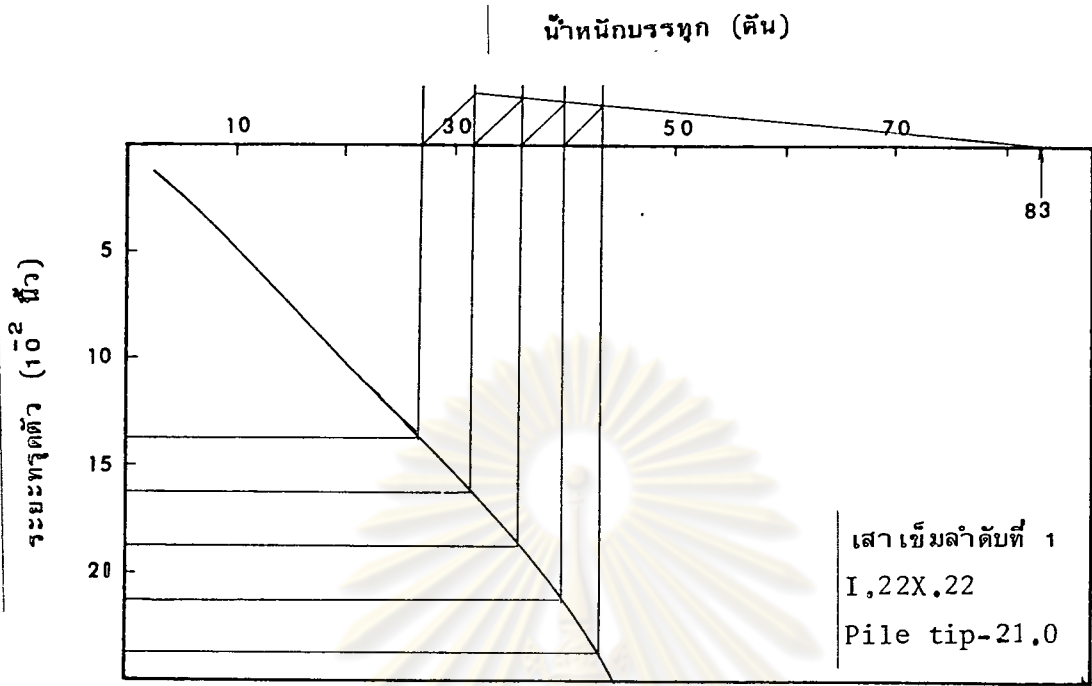


ภาคผนวก ก.

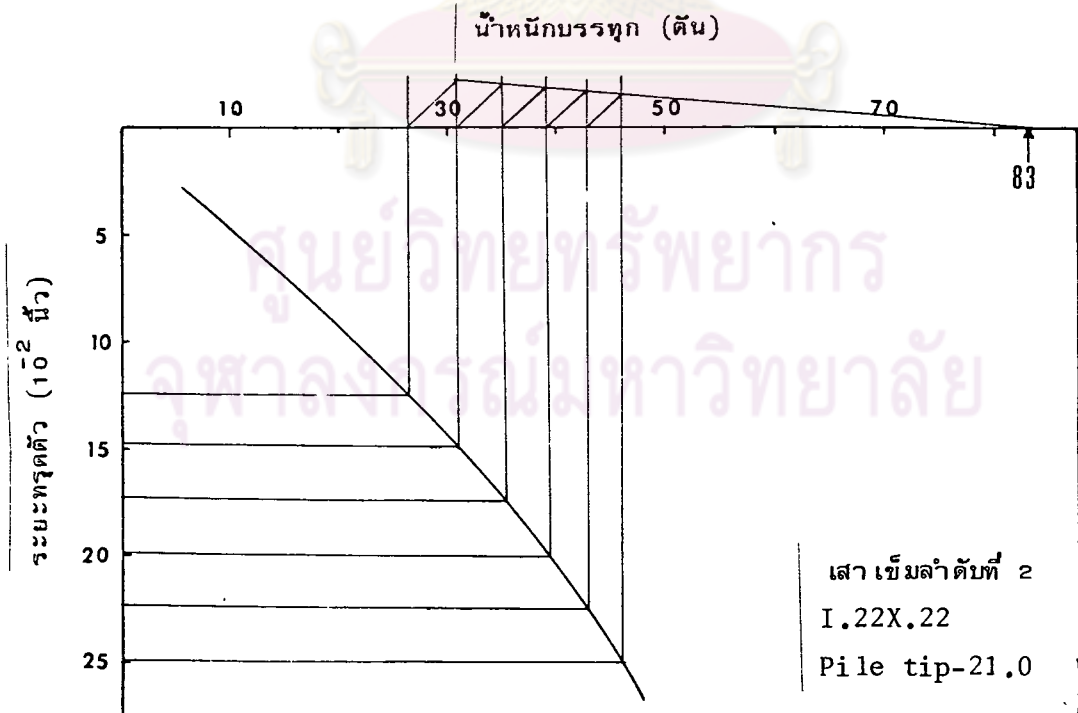
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะทรุดตัวของ เส้า เข็ม และการประมาณค่าน้ำหนักบรรทุกวิบัติด้วยวิธีการของ Mazurkiewicz (1972)

- ลำดับของ เส้า เข็ม และรายละเอียดของข้อมูลผลการทดสอบ น้ำหนักบรรทุกเส้า เข็มแสดงในตารางที่ 3.1

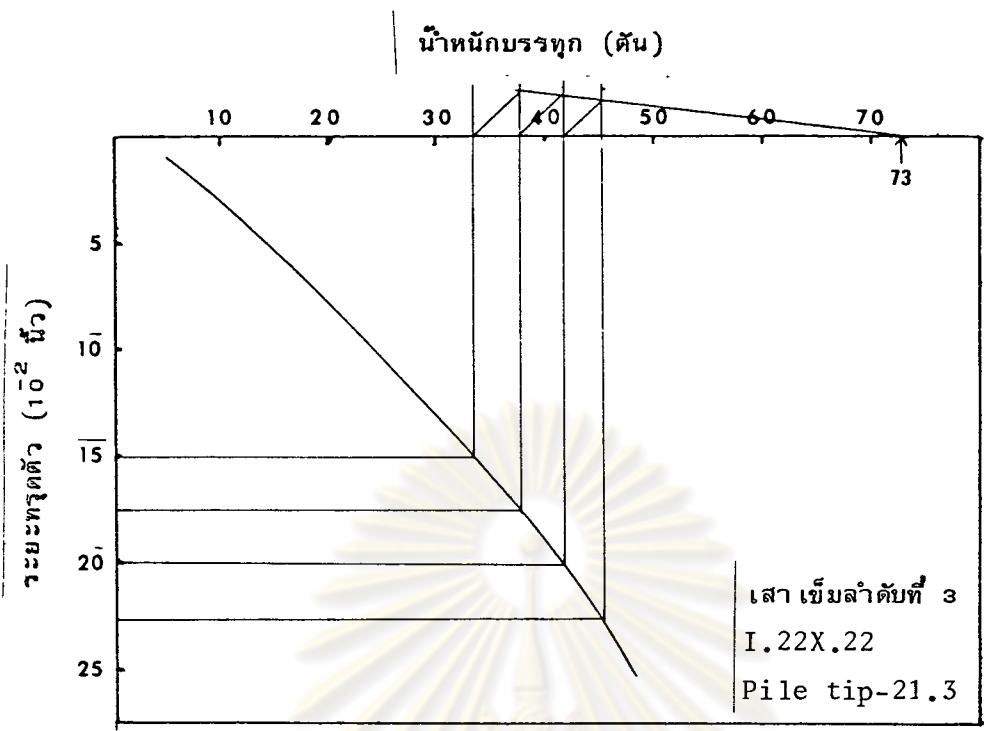
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



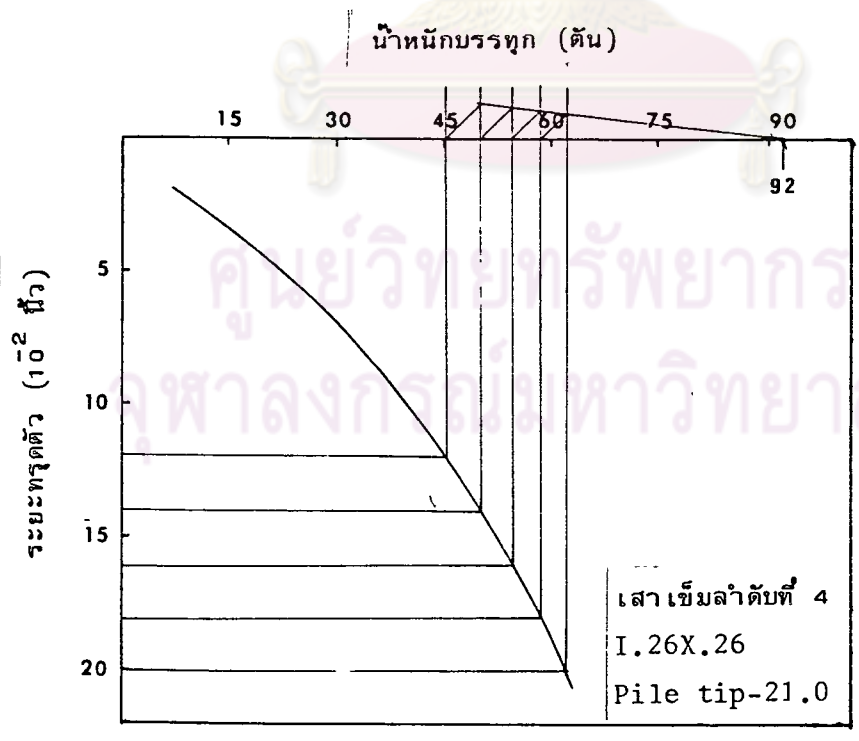
รูปที่ ก.1 โรงงานอุตสาหกรรมลาดกระบัง (โรงอาหาร)



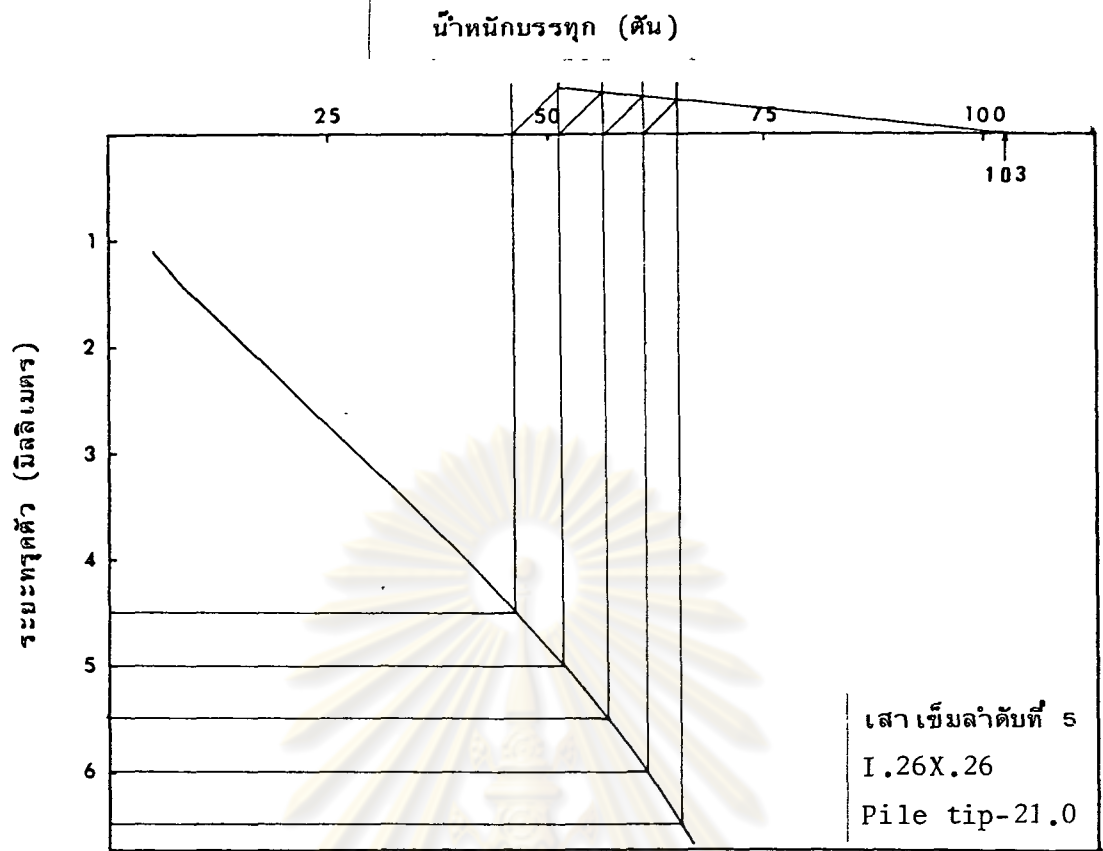
รูปที่ ก.2 โรงงานอุตสาหกรรม ลาดกระบัง (บ้านพัก)



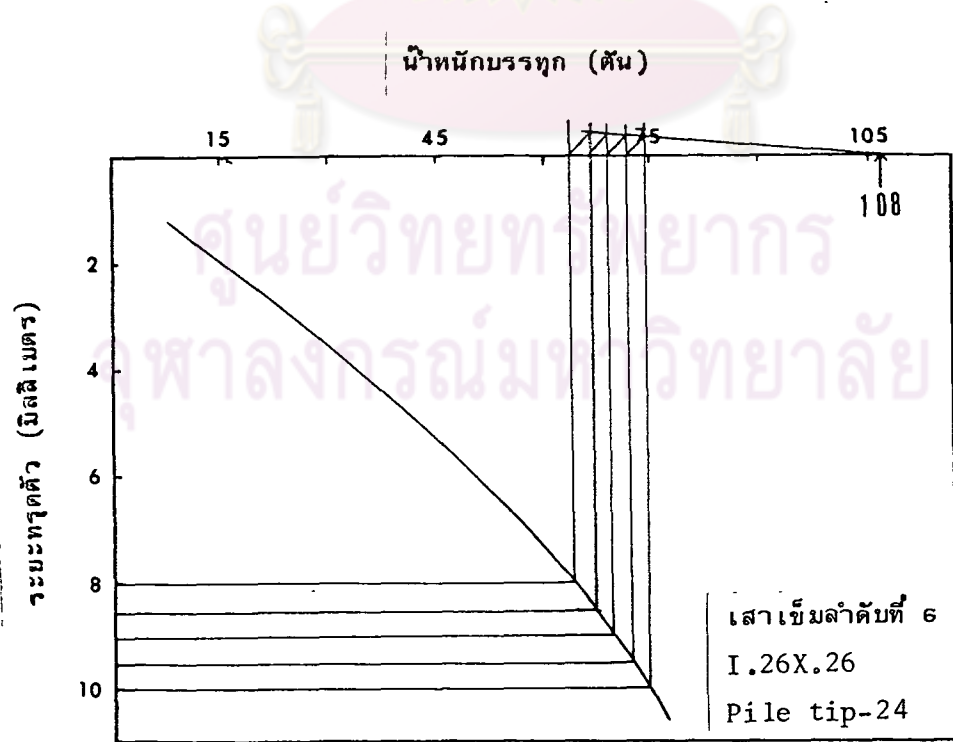
รูปที่ ก.3 โรงงานอุตสาหกรรม ลาดกระบัง (ตึกอำนวยการ)



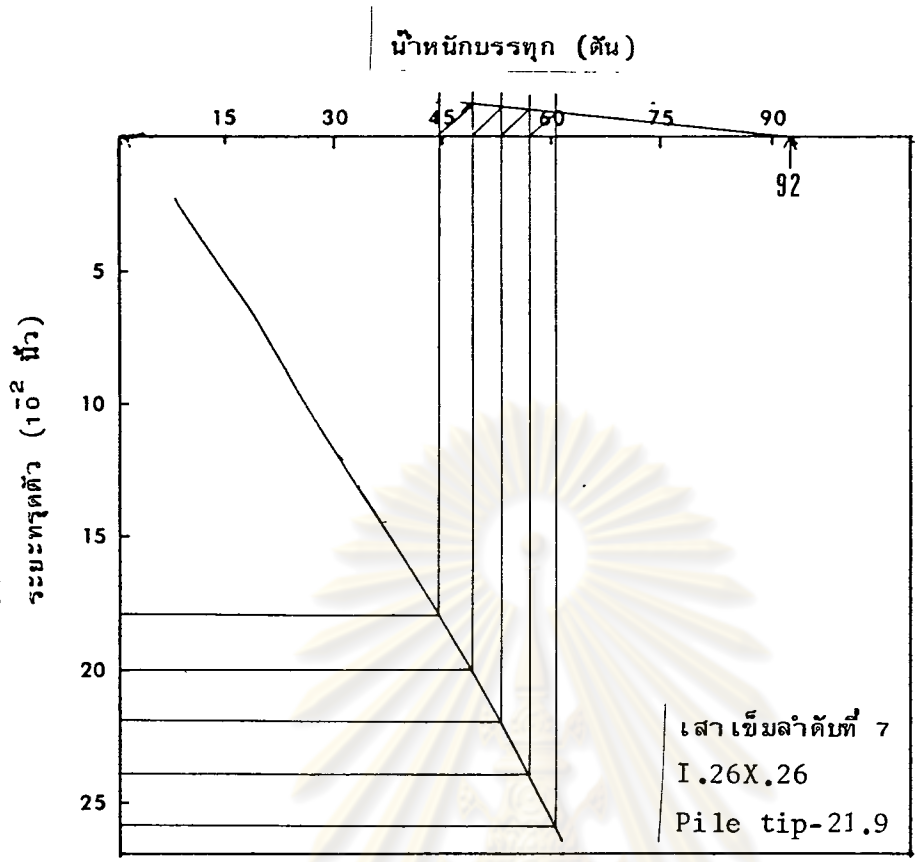
รูปที่ ก.4 แฟลตตำรวจหนองแขม



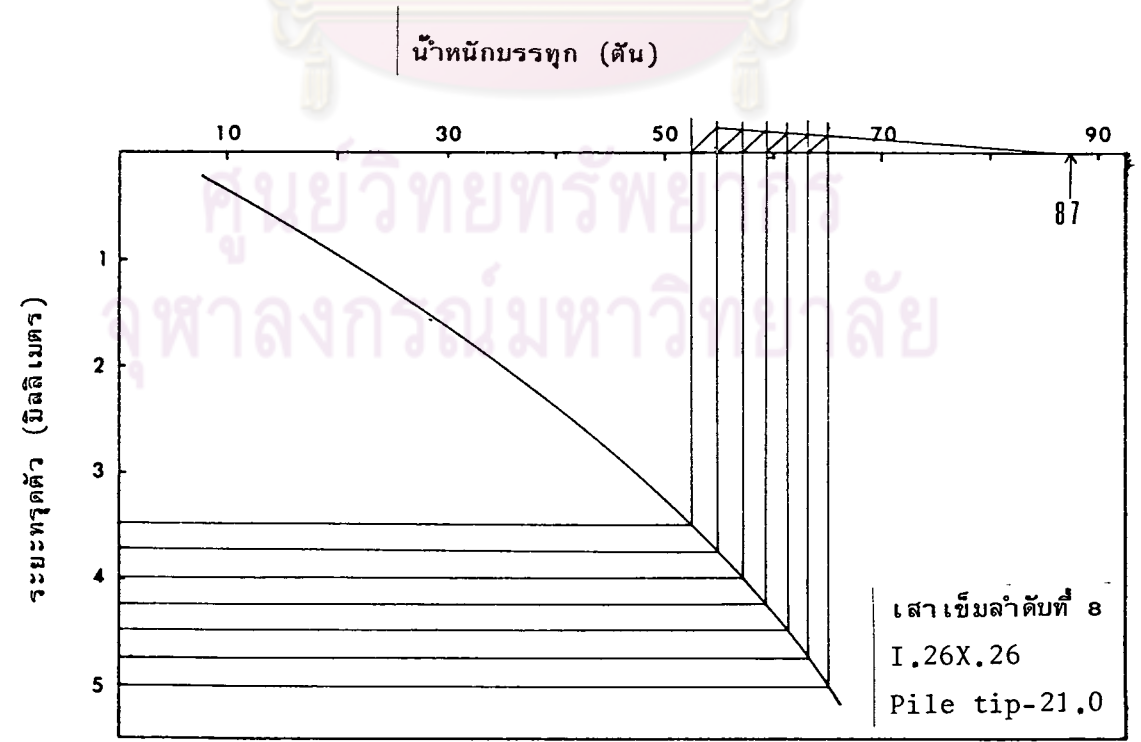
รูปที่ ก.5 ท่อพักหญิงธรรมศาสตร์ หุ่นมหาเมฆ



รูปที่ ก.6 บริษัทโกดัง จำกัด ถนนวิภาวดีรังสิต

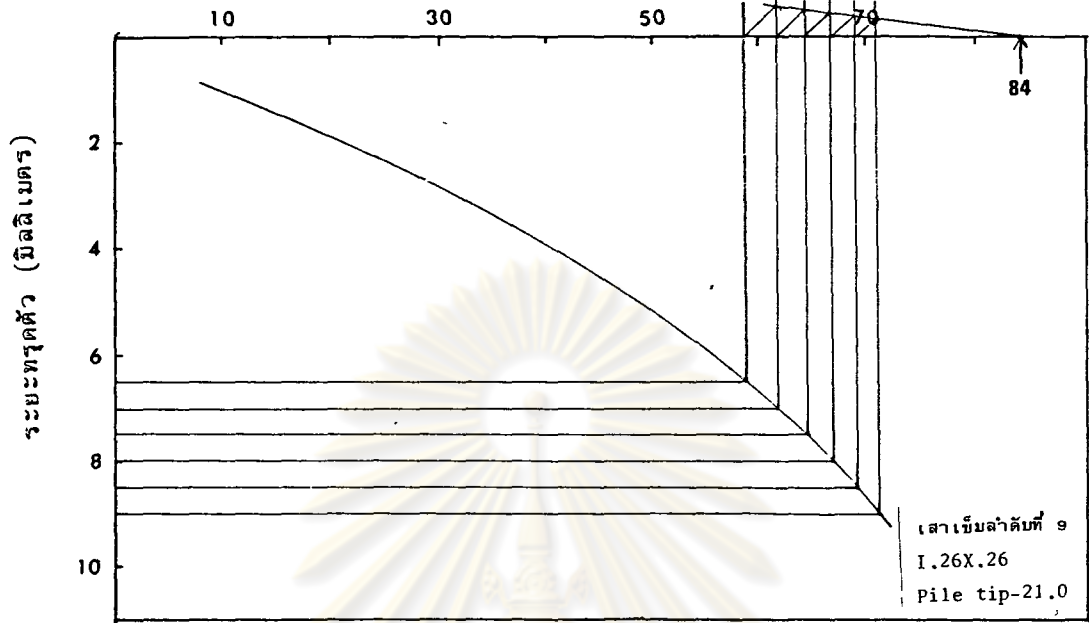


รูปที่ ก.7 สถานีตำรวจ ซอยสวนพุด



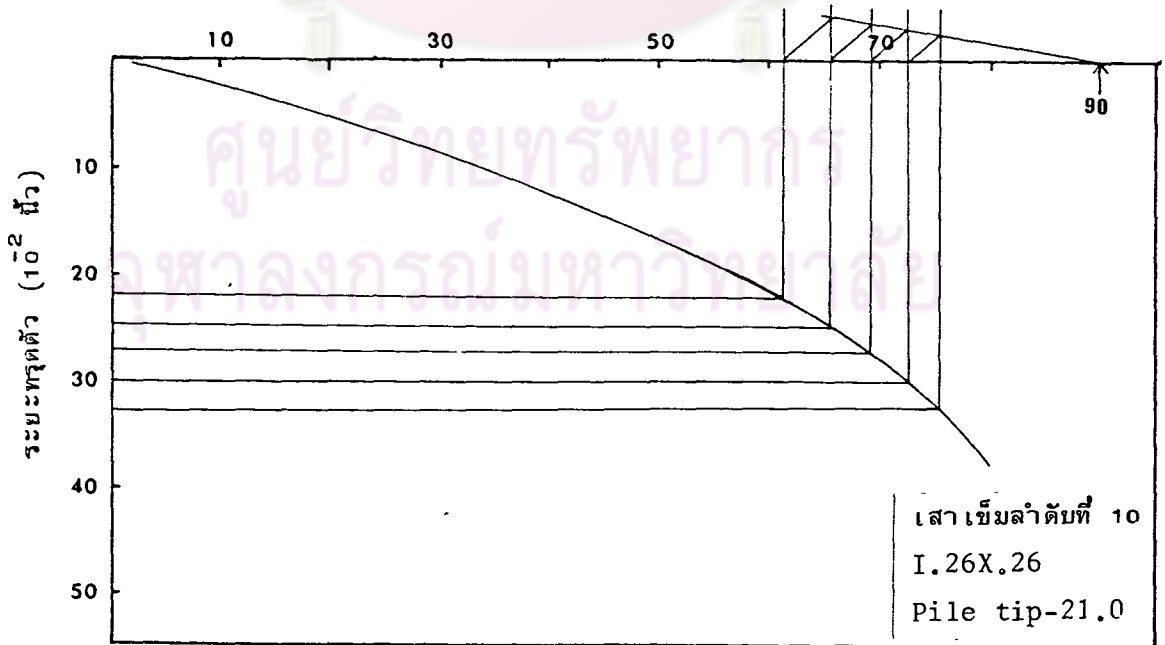
รูปที่ ก.8 สถานีตำรวจบางยี่ขัน

น้ำหนักบรรทุก (ตัน)



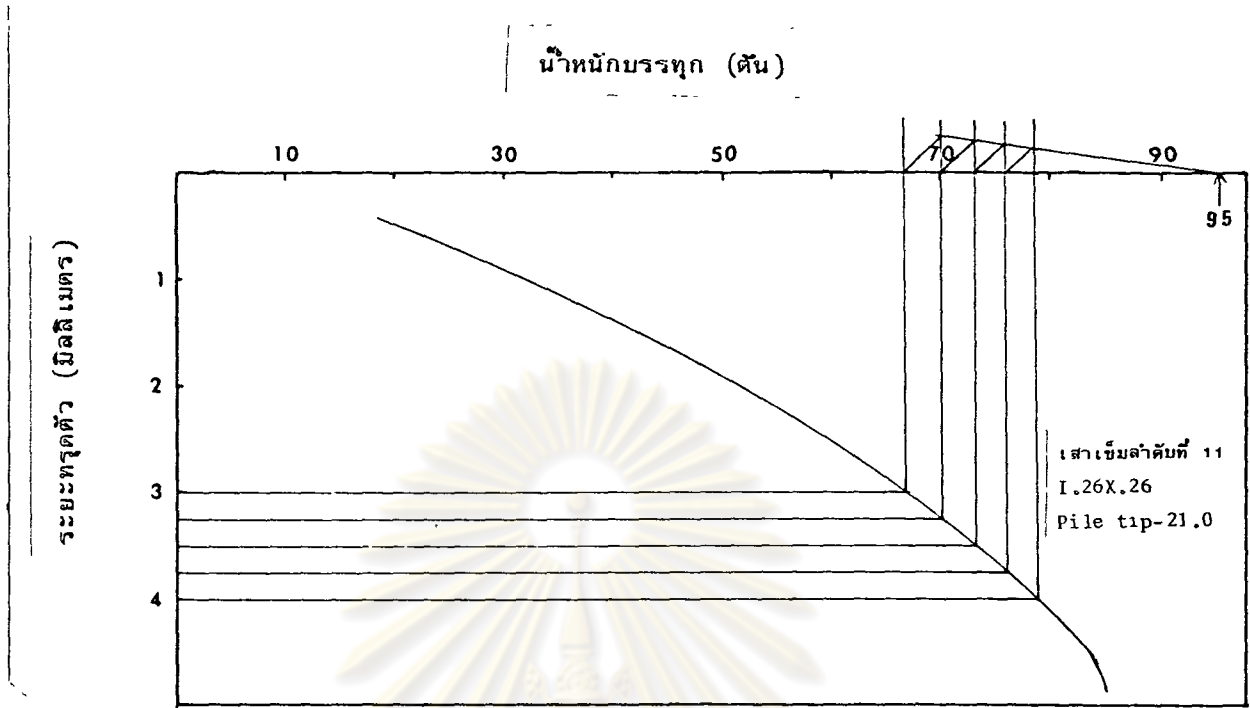
รูปที่ ก.9 บ้านพักนายทหาร กรมมหาดเล็กรักษาพระองค์ ถนนสุโขทัย

น้ำหนักบรรทุก (ตัน)

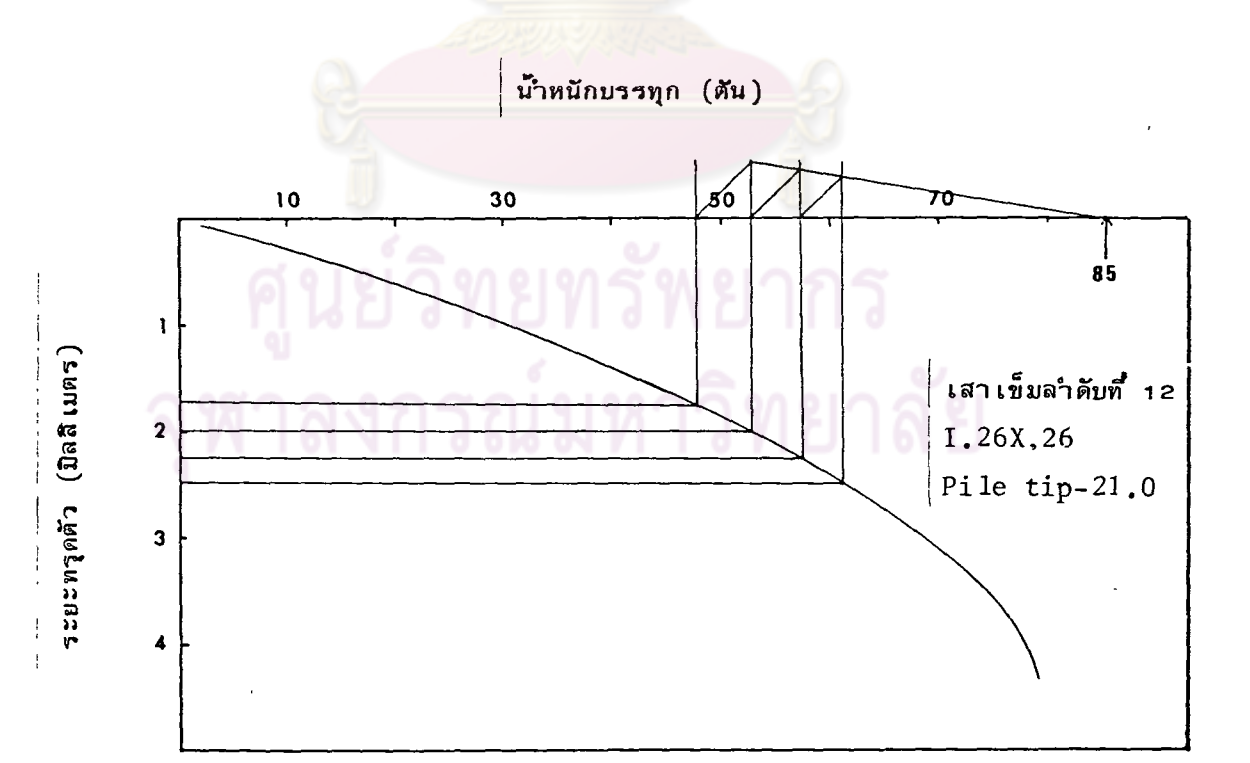


รูปที่ ก.10 ที่พักนิคมอุตสาหกรรมบางชัน

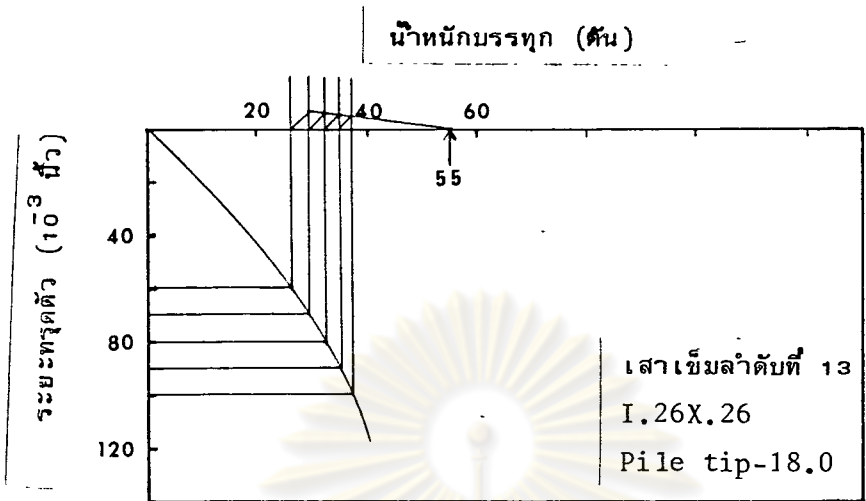




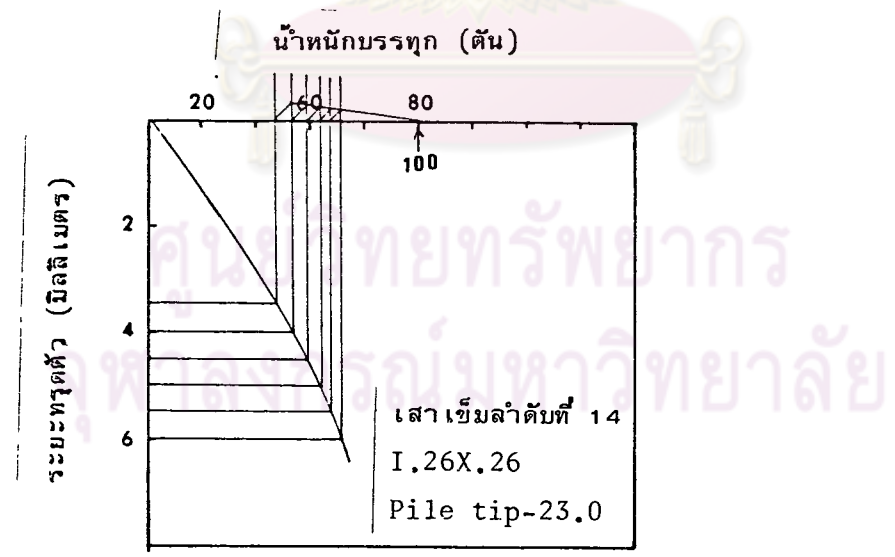
รูปที่ ก.11 ที่พักนิคมอุตสาหกรรมบางชัน



รูปที่ ก.12 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า บางมด



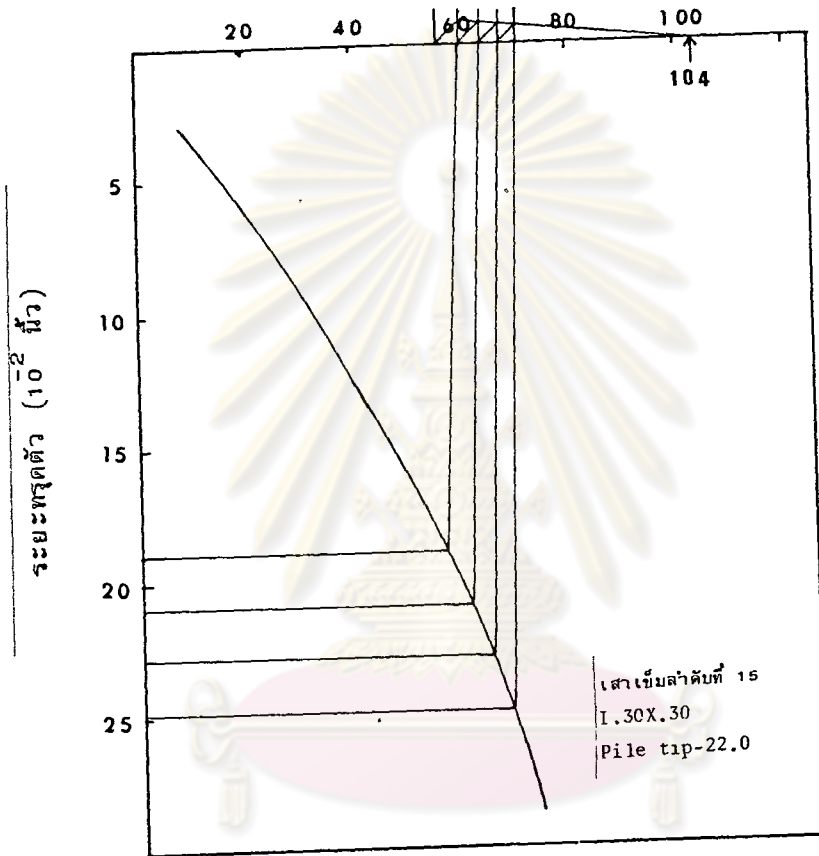
รูปที่ ก.13 การเคาะขุมชนทุ้งสองห้อง ตอนเมือง



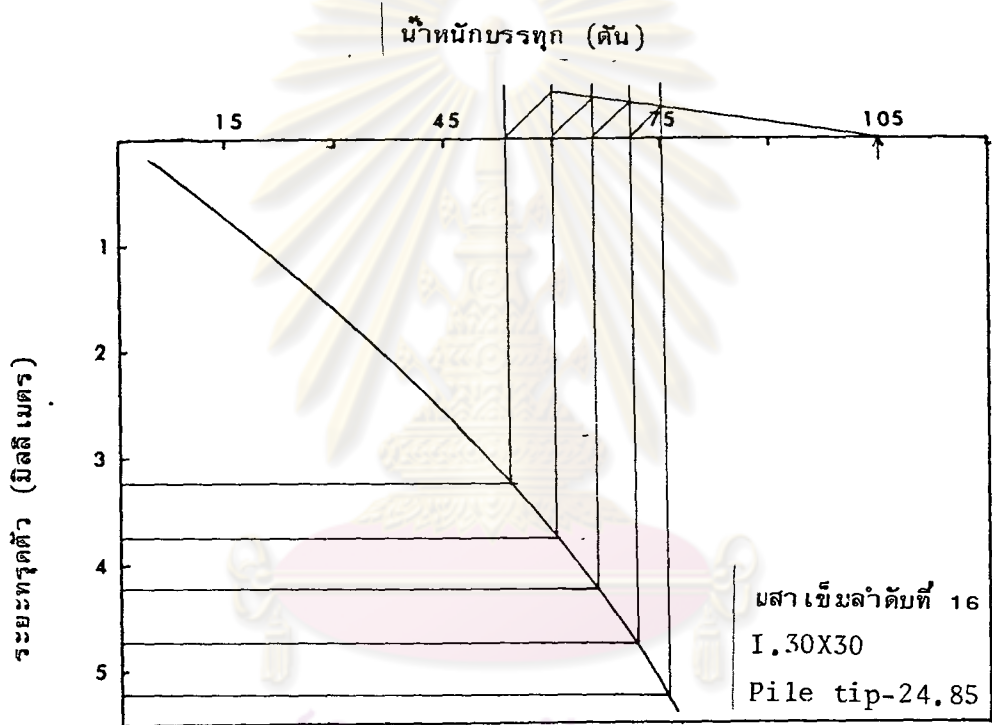
รูปที่ ก.14 แพลตนายทหารชั้นประทวน ม.ท.บ. 1 สายเสน



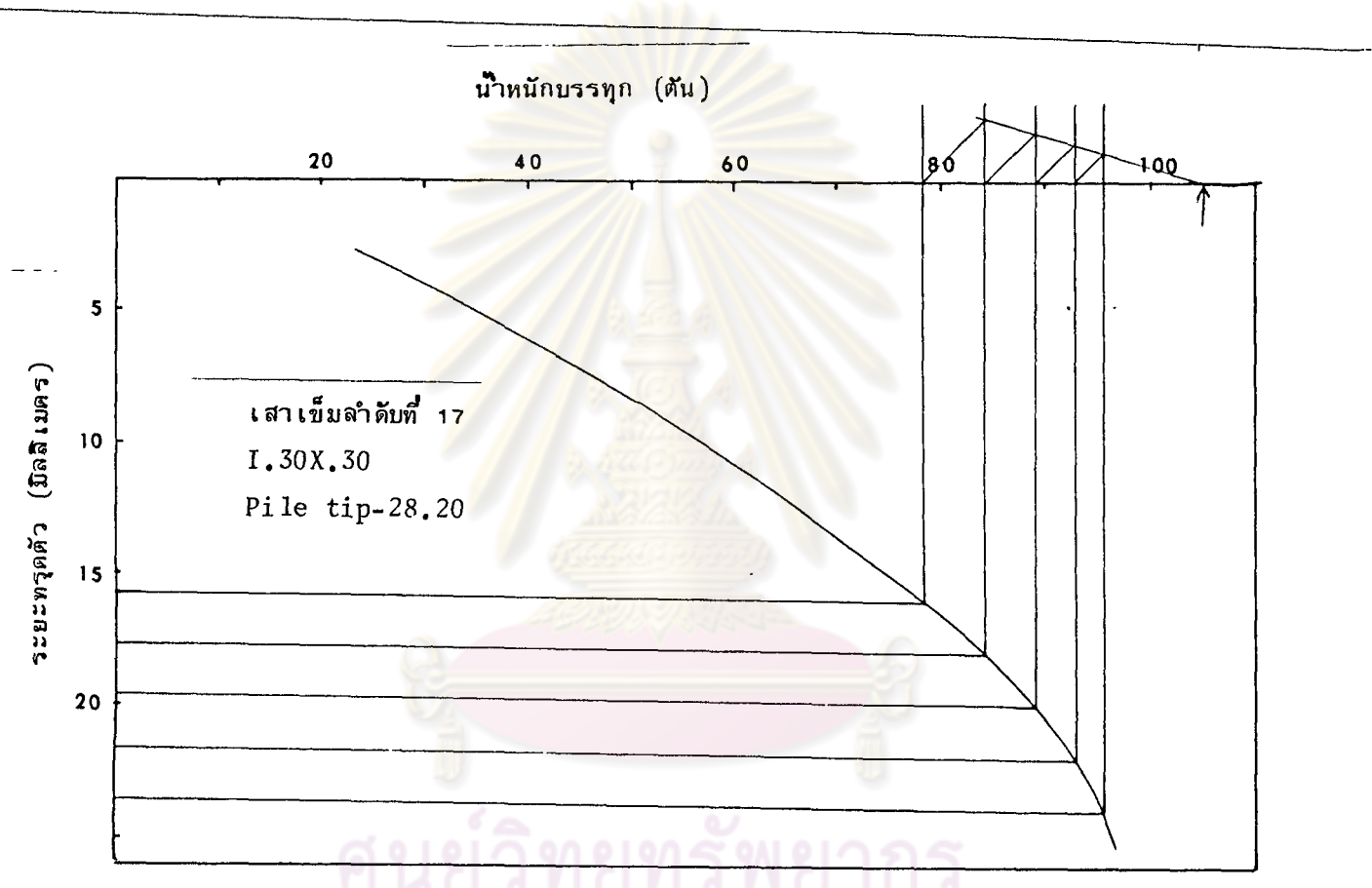
น้ำหนักบรรทุก (ตัน)



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
รูปที่ ก.15 โรงงานอุตสาหกรรมลาดกระบัง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



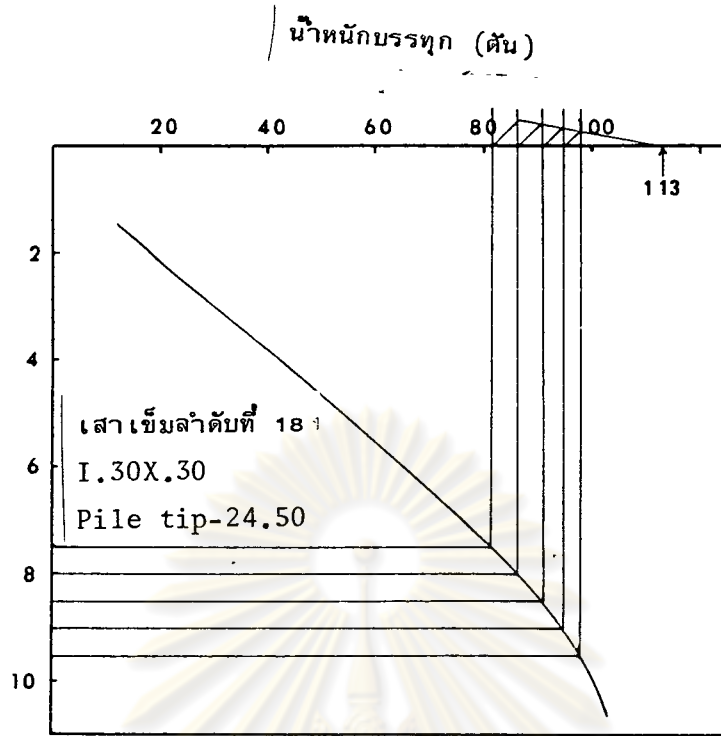
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
รูปที่ ก.16 อาคารสโมสรหญิง คอนโดมิเนียม ถนนเอกชัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.17 สำนักผัง เมือง ถนนอโศกดินแดง

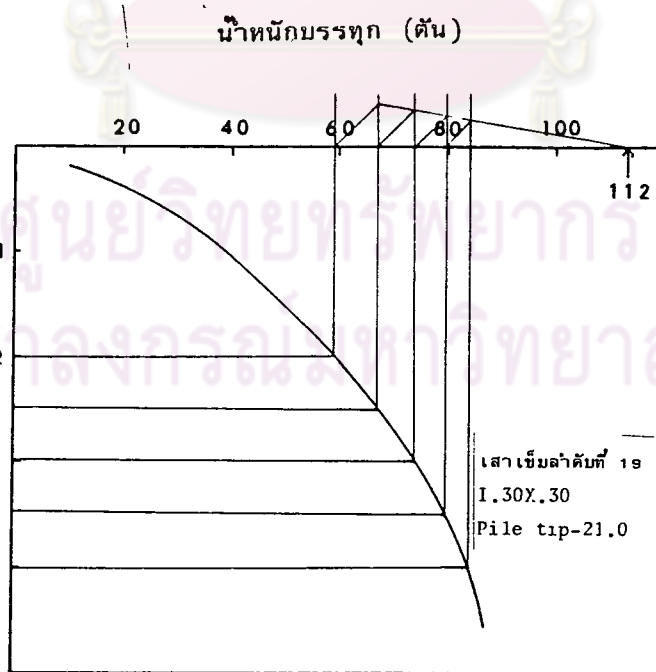
ศูนย์วิทยพัชกร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะทรุดตัว (มิลลิเมตร)

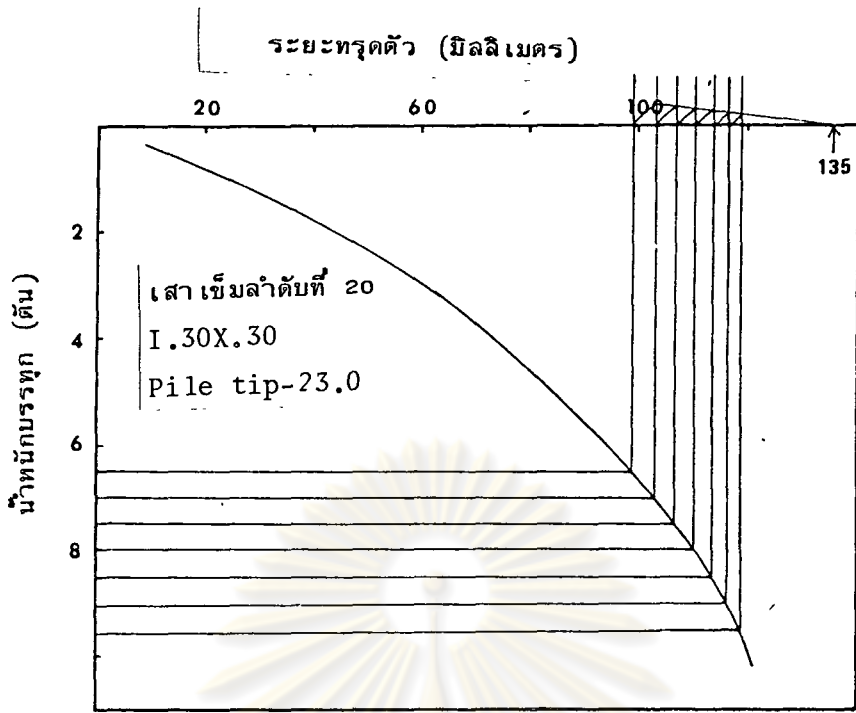


รูปที่ ก.18 บริษัทโกดิง จำกัด ถนนวิภาวดีรังสิต

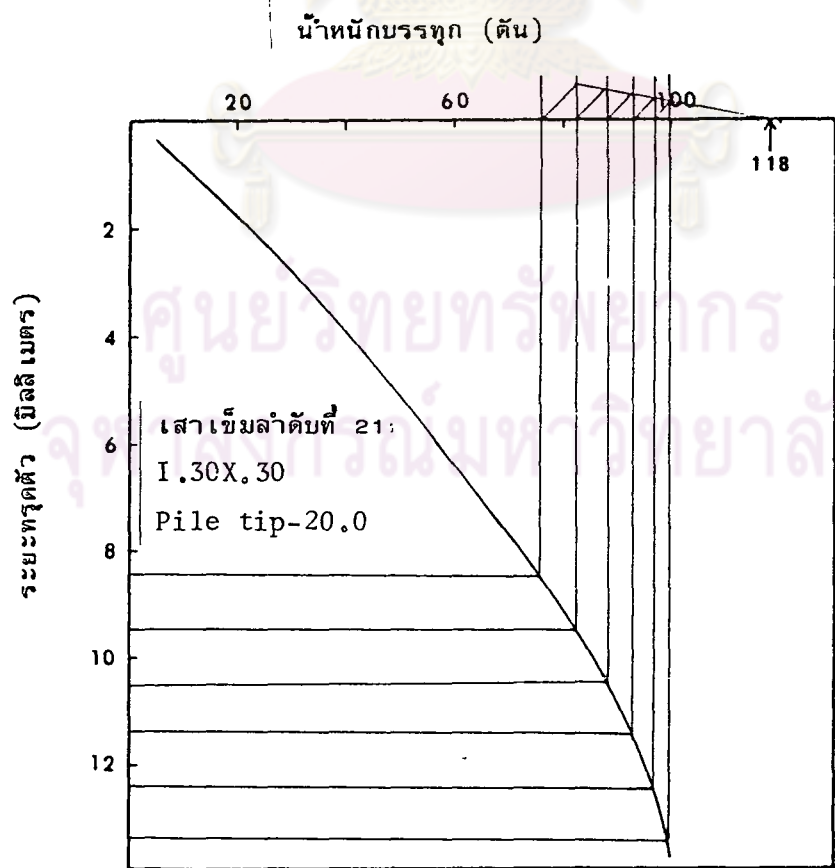
ระยะทรุดตัว (มิลลิเมตร)



รูปที่ ก.19 อาคารพาณิชย์ ห้วยขวางเคหะ

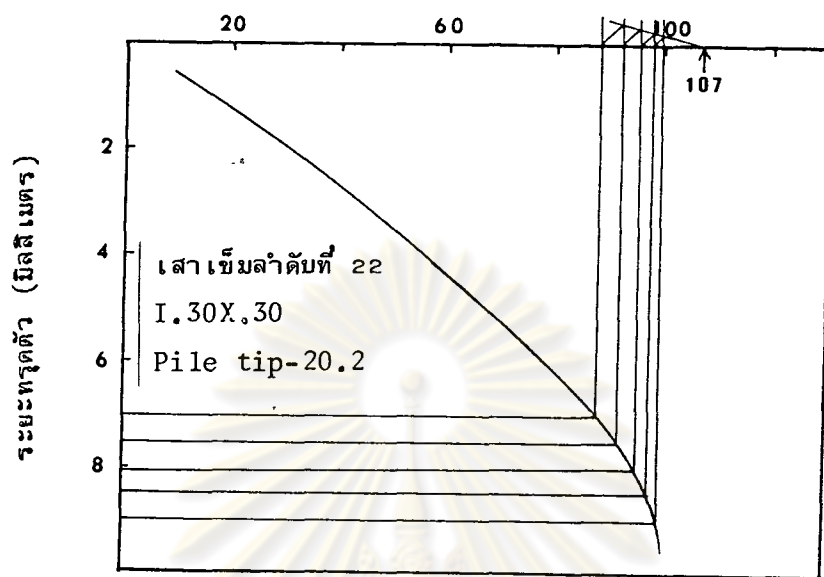


รูปที่ ก.20 ชุมสายโทรศัพท์ คลองเตย



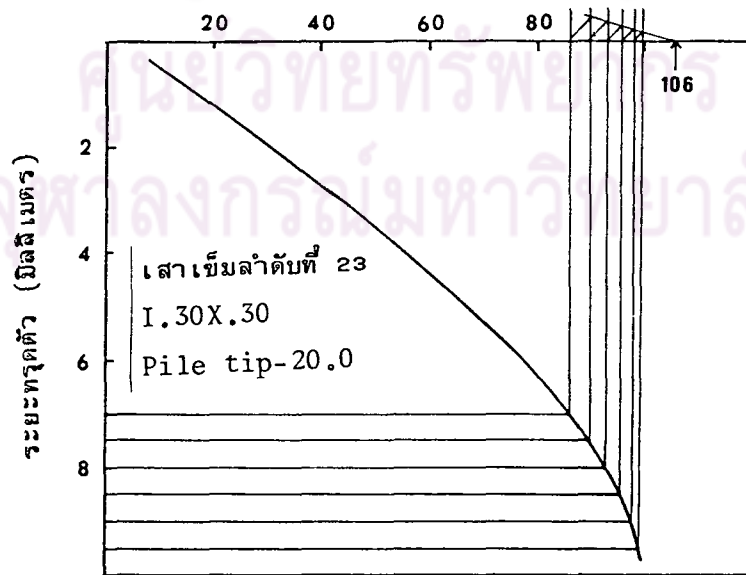
รูปที่ ก.21 โรงพยาบาลชานพระนคร มีนบุรี

น้ำหนักบรรทุก (ตัน)



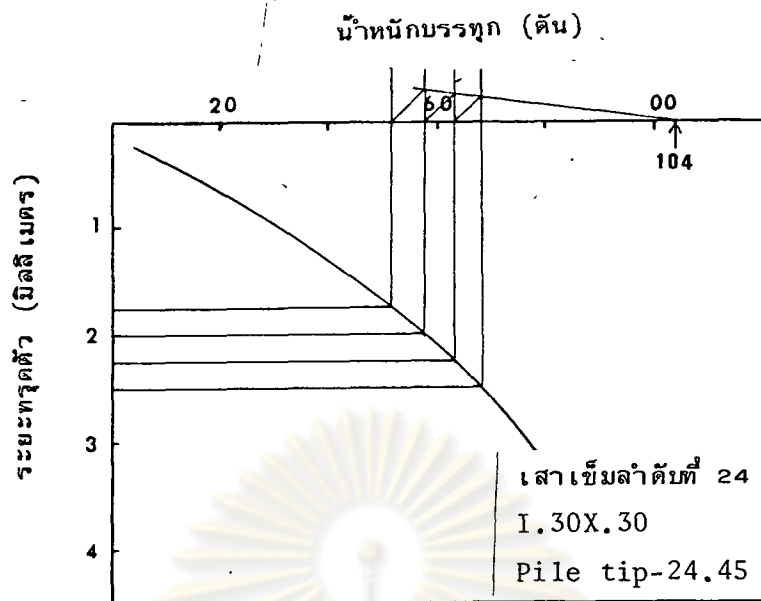
รูปที่ ก.22 โรงพยาบาลซานพระนคร มินบุรี

น้ำหนักบรรทุก (ตัน)

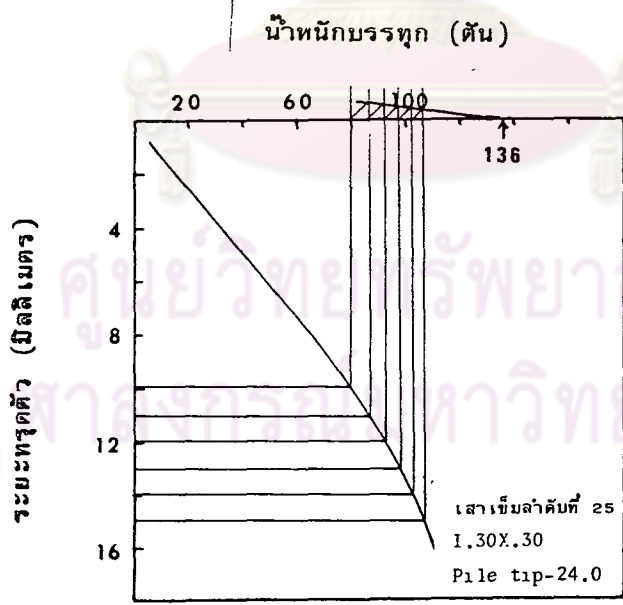


รูปที่ ก.23 โรงพยาบาลซานพระนคร มินบุรี



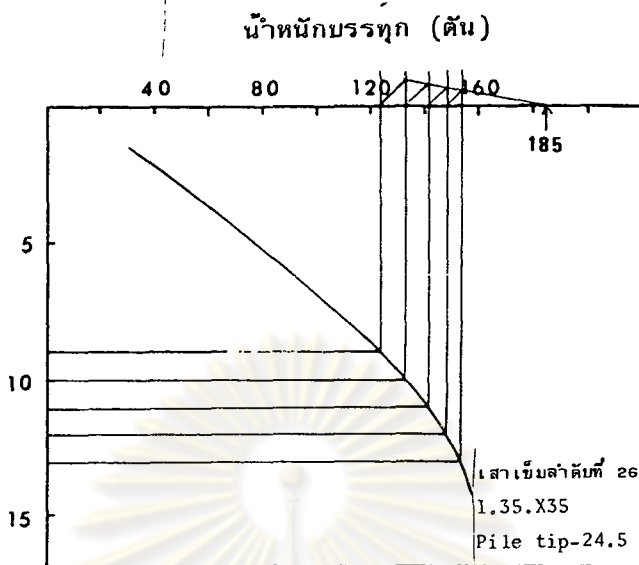


รูปที่ ก.24 โรงงาน Non Dairy Creamer บางโพ



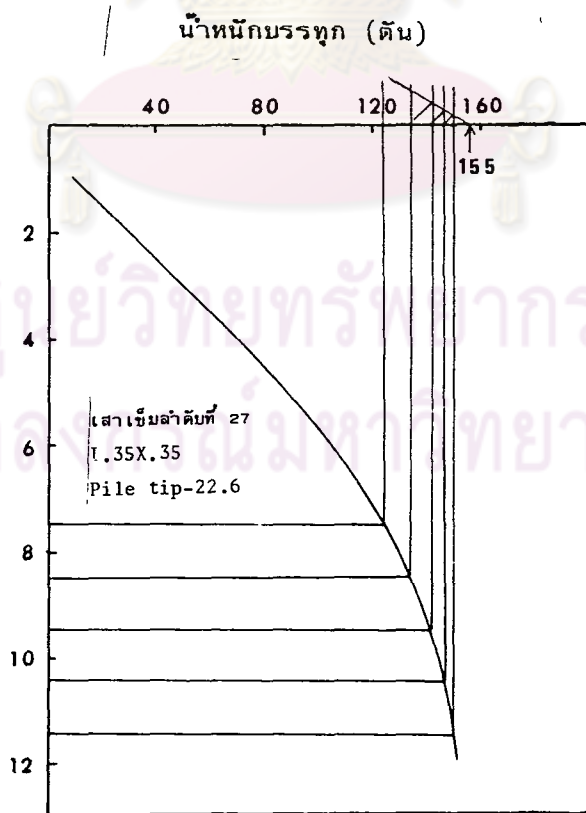
รูปที่ ก.25 Navy Flat ซอยงามคูพหลี ทุ่งมหาเมฆ

ระยะท่อดำ (มิลลิเมตร)



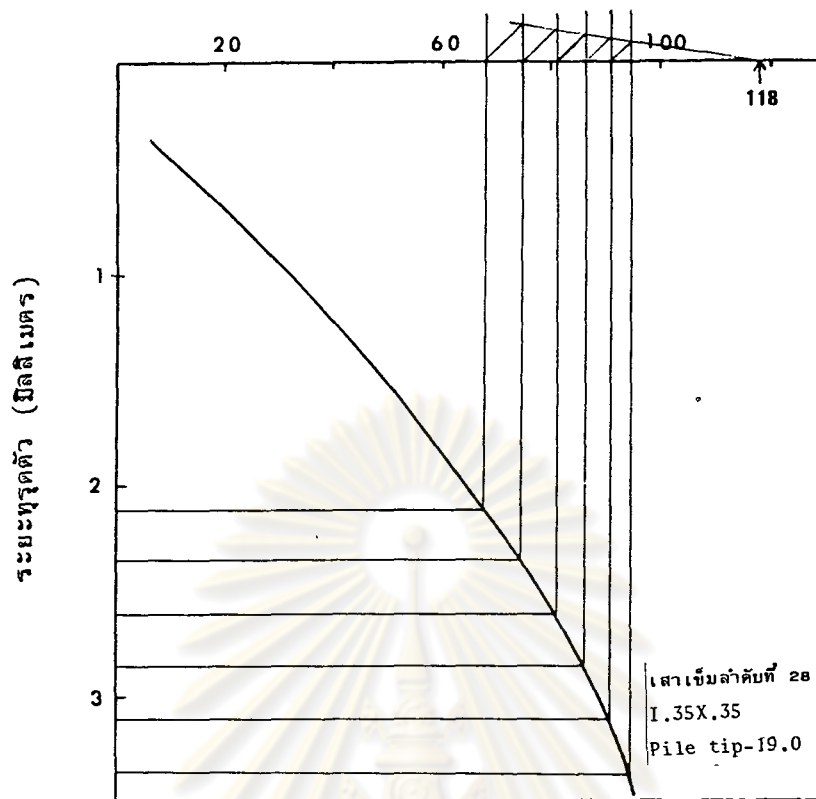
รูปที่ ก.26 บริษัท โกดัง จำกัด ถนนวิภาวดีรังสิต

ระยะท่อดำ (มิลลิเมตร)



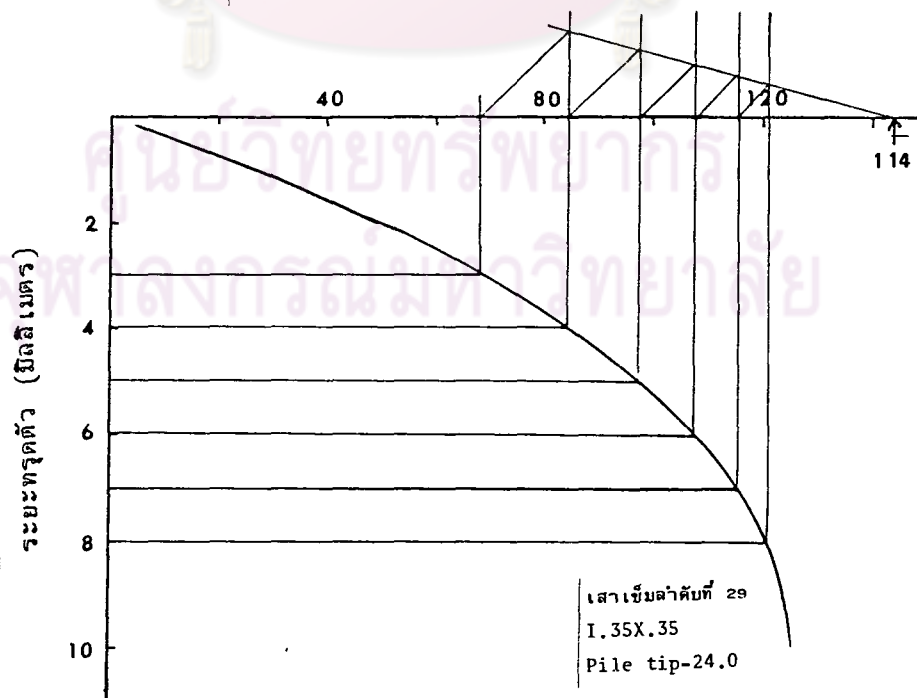
รูปที่ ก.27 Emerald Condominium ถนนวิฑู

น้ำหนักบรรทุก (ตัน)

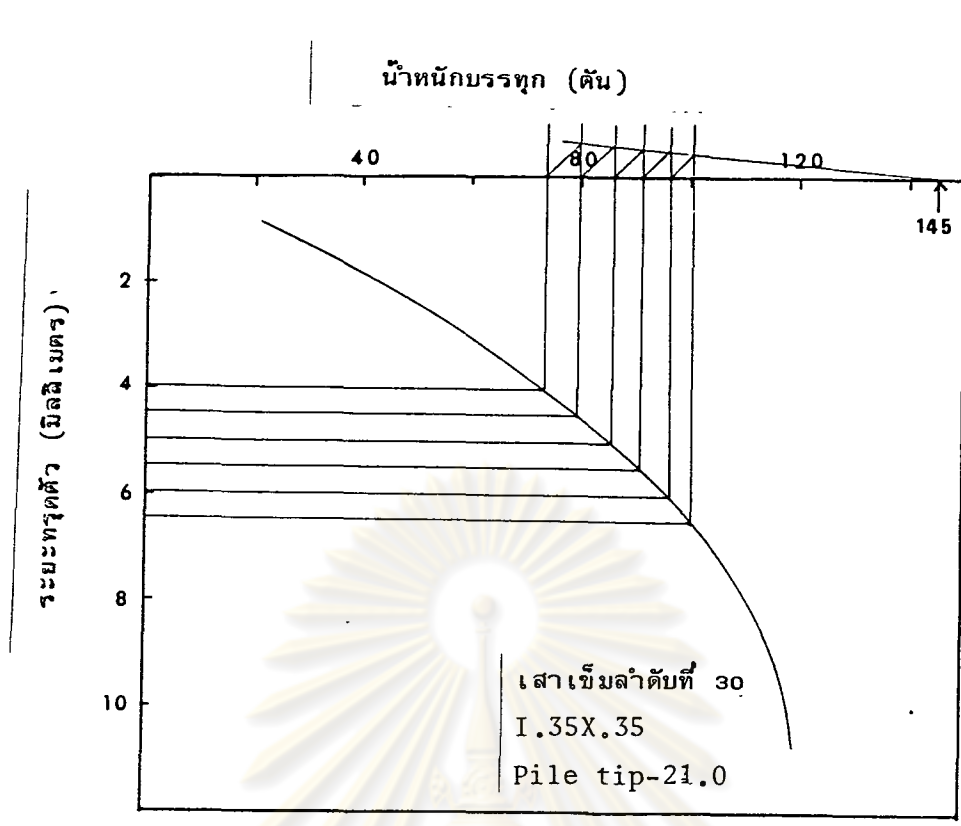


รูปที่ ก.28 เรือนจำหน่ายอาหารอากาศ ดอนเมือง

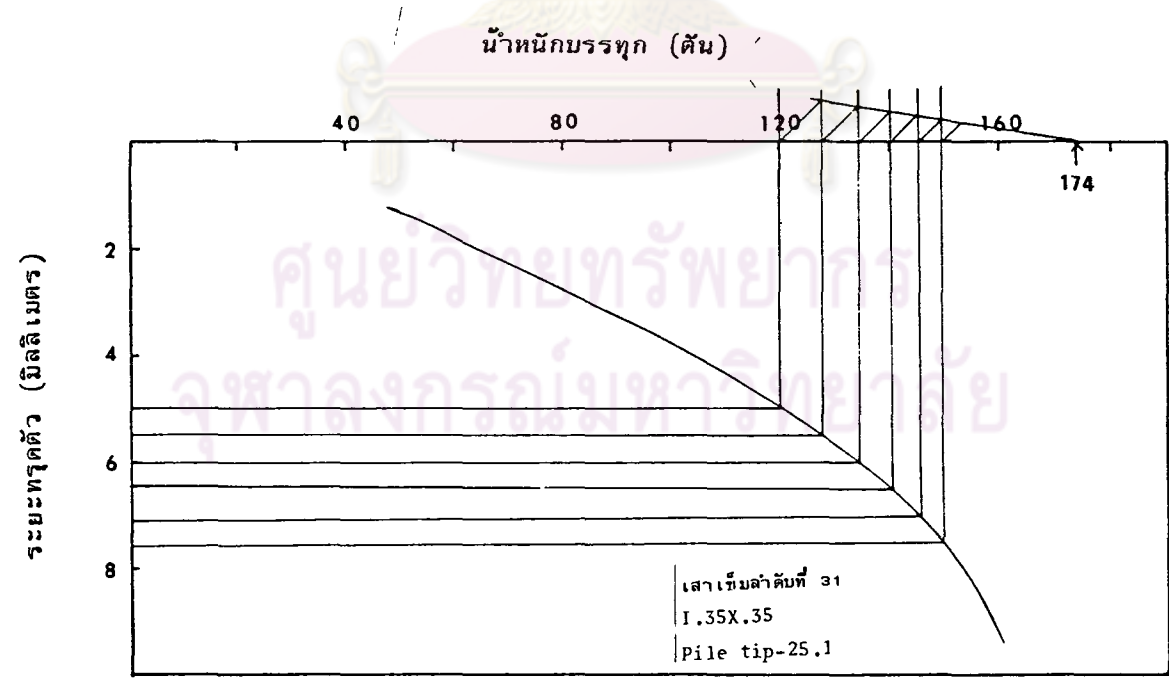
น้ำหนักบรรทุก (ตัน)



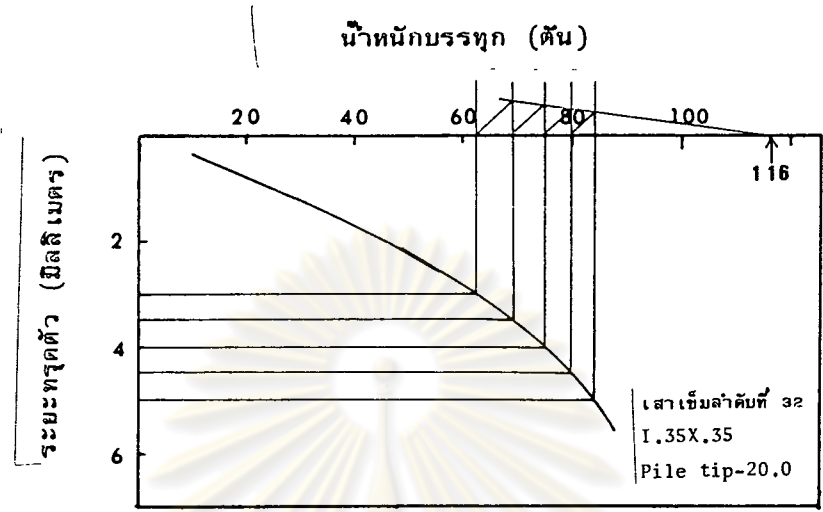
รูปที่ ก.29 ชุมสายโทรศัพท์ คลองเตย



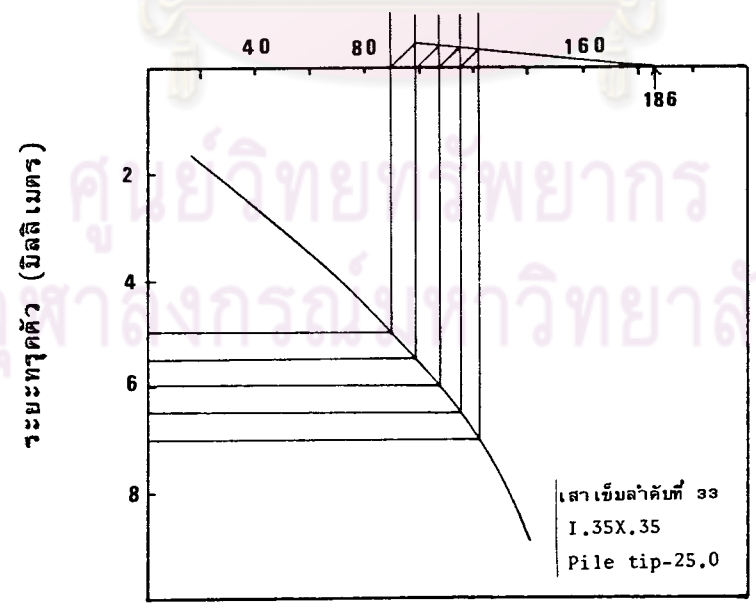
รูปที่ ก.30 ชุมสายโทรศัพท์ อ่อนนุช



รูปที่ ก.31 บริษัทเมืองไทยประกันชีวิต ถนนรัชดาภิเษก



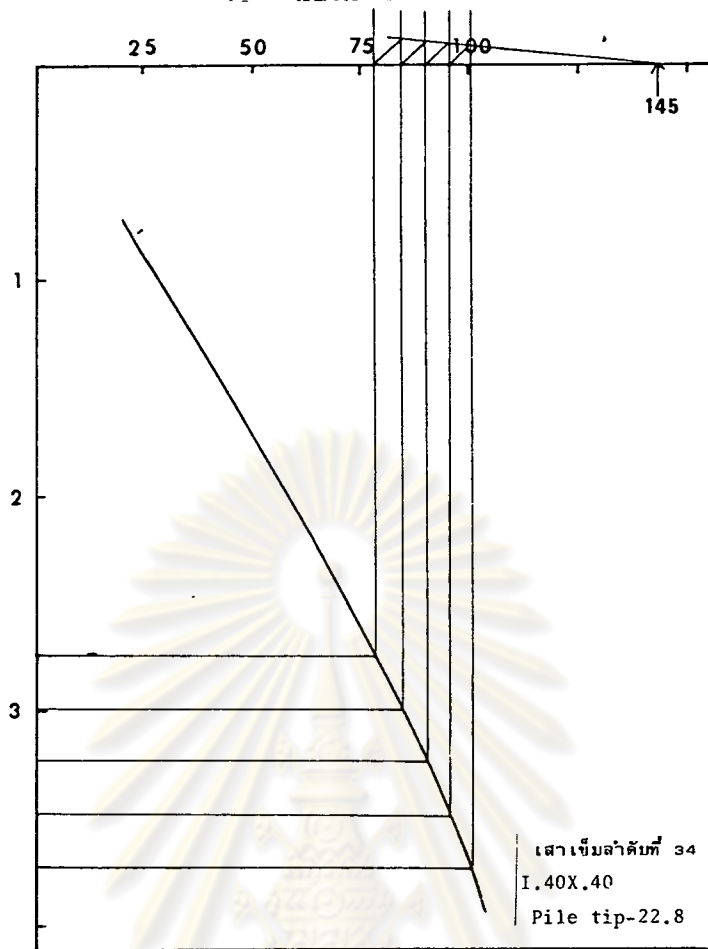
รูปที่ ก.32 กองบัญชาการกองทัพภาคที่ 1 ถนนราชดำเนิน



รูปที่ ก.33 อาคารสำนักงานฟิลิปส์ ถนนสรรพากร บางนา

น้ำหนักบรรทุก (ตัน)

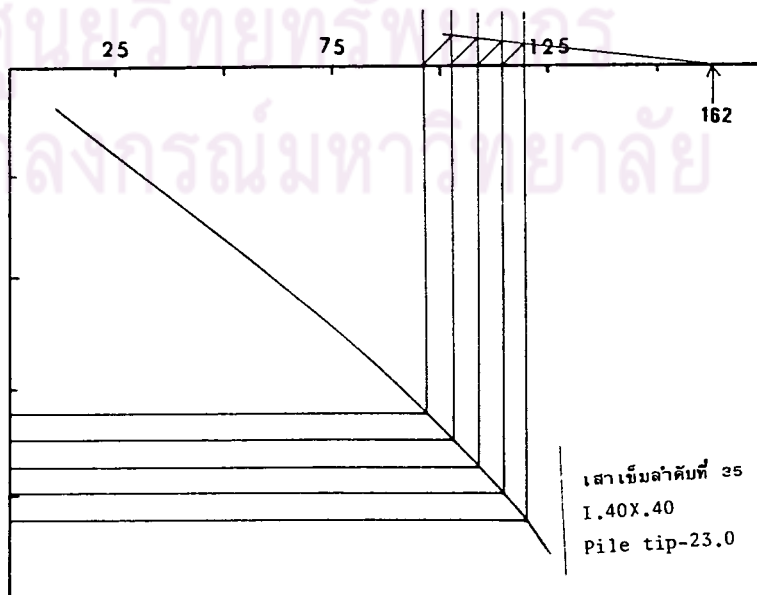
ระยะทรุดตัว (มิลลิเมตร)



รูปที่ ก.34 อาคารศาลแรงงาน ถนนพระราม 4

น้ำหนักบรรทุก (ตัน)

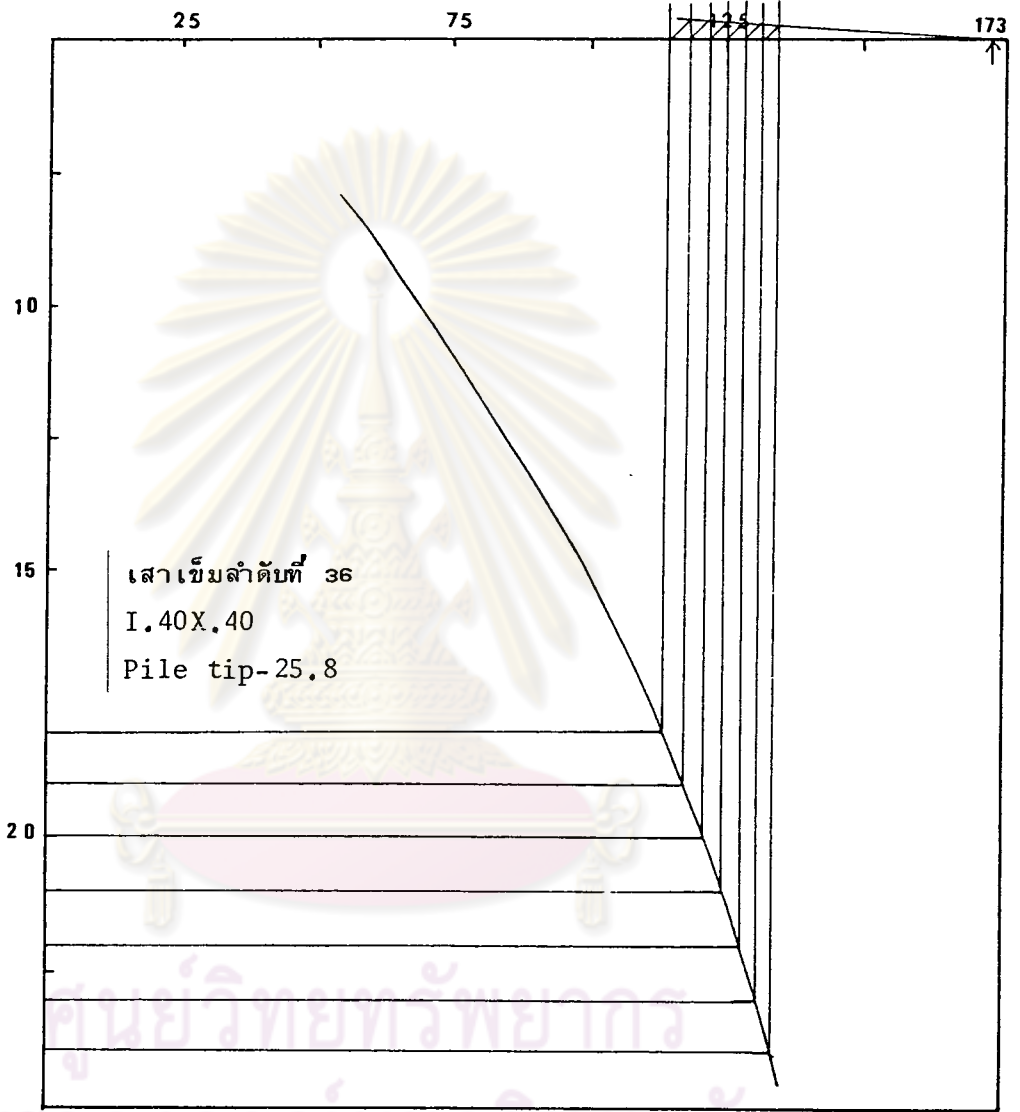
ระยะทรุดตัว (มิลลิเมตร)



รูปที่ ก.35 อาคารอิมูวังก์ โรงพยาบาลศิริราช พรานนก

น้ำหนักบรรทุก (ตัน)

ระยะทรุดตัว (มิลลิเมตร)

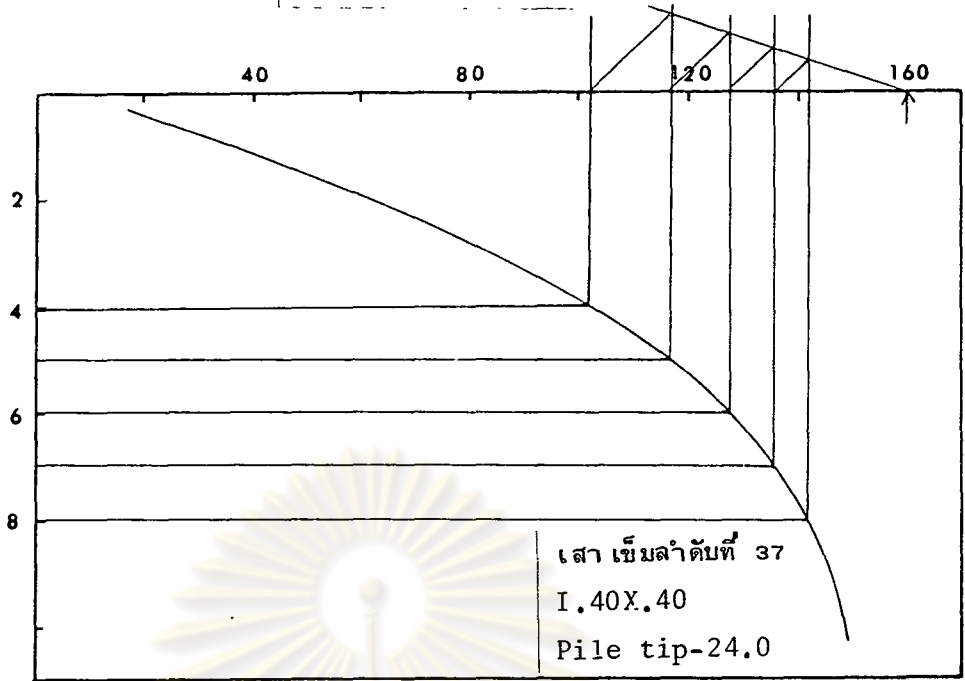


ศูนย์วิทยพัชยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.36 สำนักผังเมือง

น้ำหนักบรรทุก (ตัน)

ระยะทรุดตัว (มิลลิเมตร)



รูปที่ ก.37 New Chemical Plant สำโรงใต้

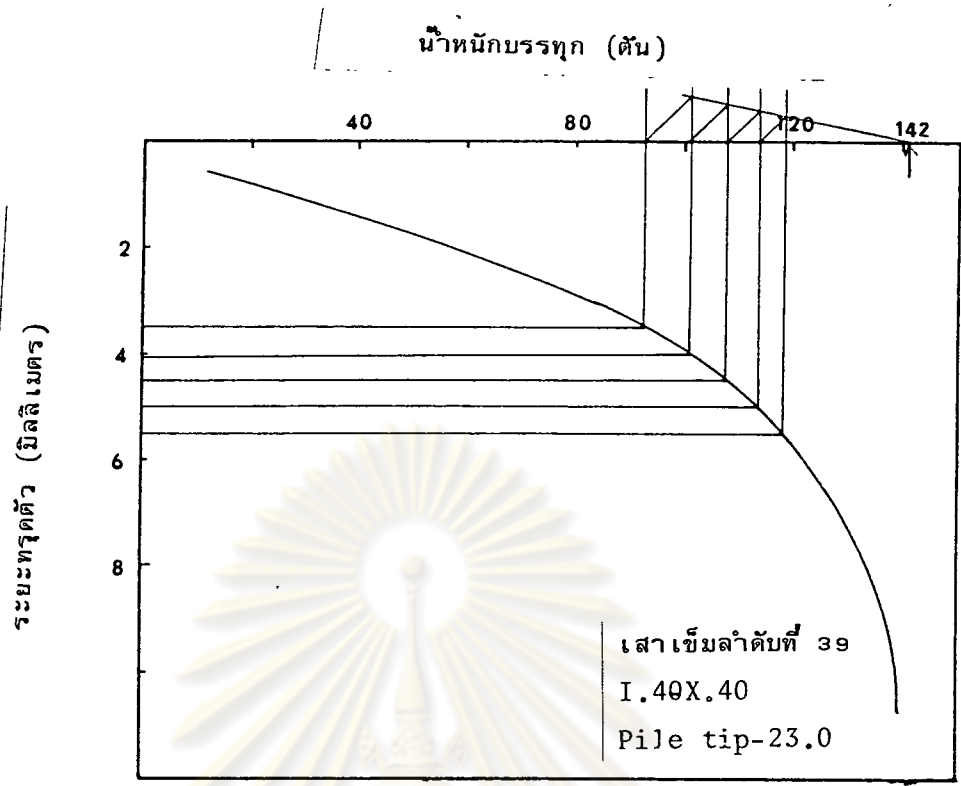
น้ำหนักบรรทุก (ตัน)

ระยะทรุดตัว (มิลลิเมตร)

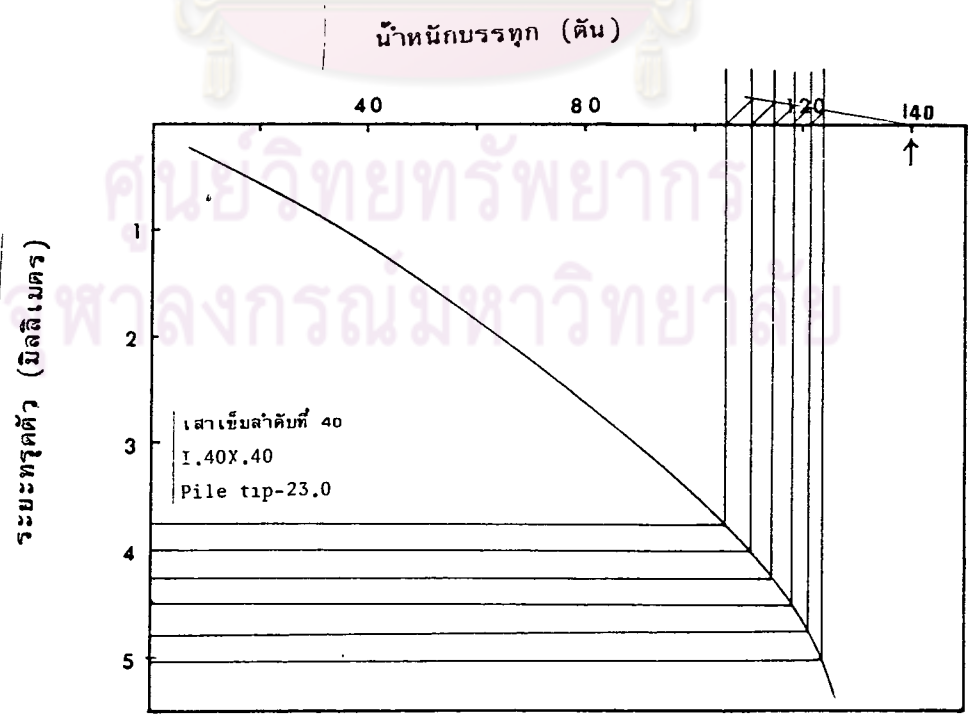


รูปที่ ก.38 S.K.Condominium ถนนอโศก

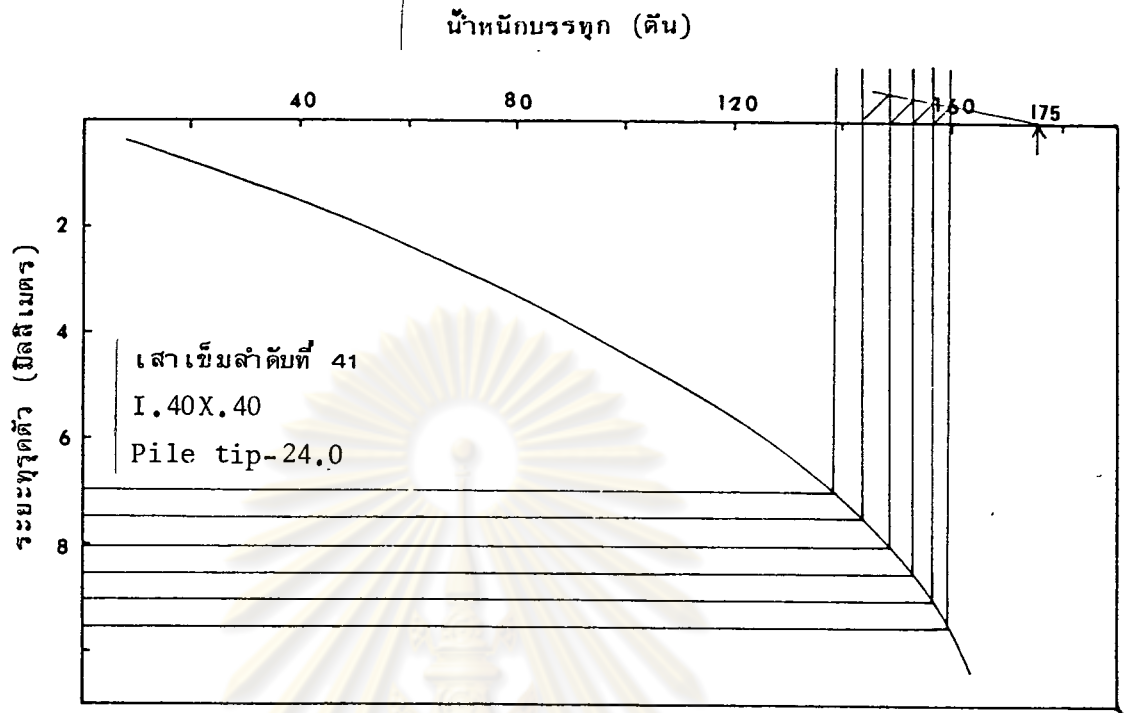




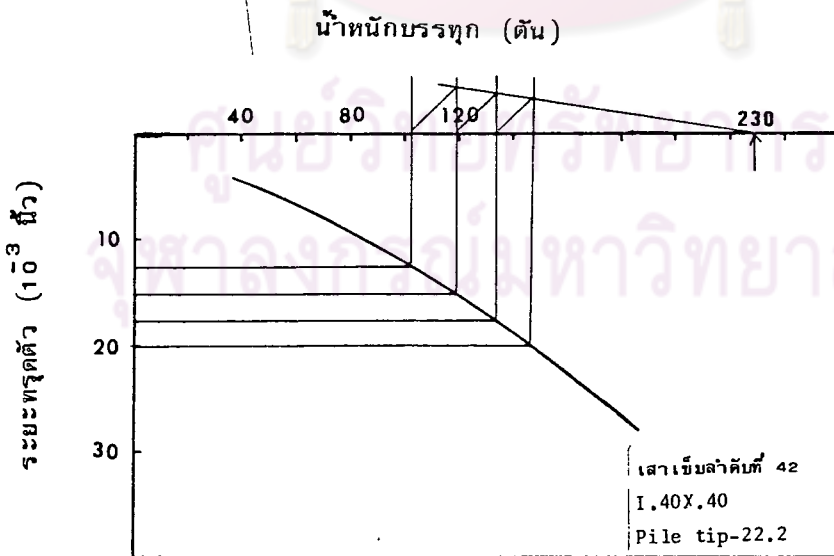
รูปที่ ก.39 มหาทุนพลาซ่า ถนนเพลินจิต



รูปที่ ก.40 บริษัท เซลล์แห่งประเทศไทย ถนนผ.ระนอง



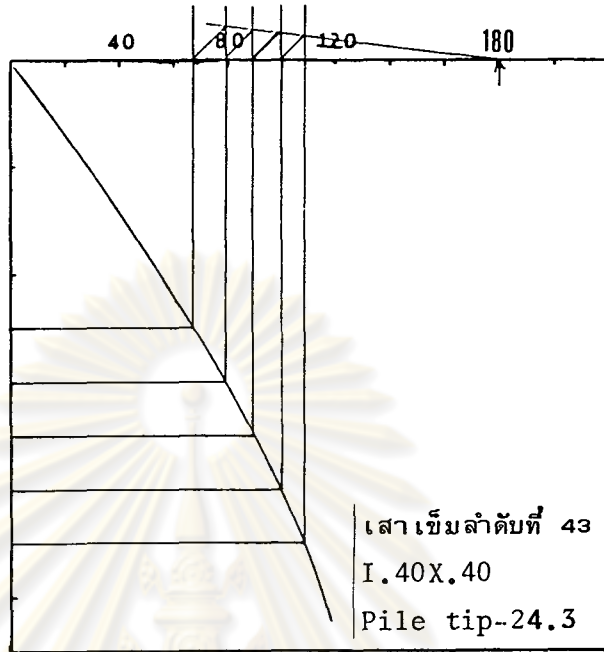
รูปที่ ก.41 บริษัทศรีวิกรม์อินเวลเมนต์



รูปที่ ก.42 แพลตสทกรณั โกลัสนานีรทไฟสทมเสน

น้ำหนักบรรทุกทุก (ตัน)

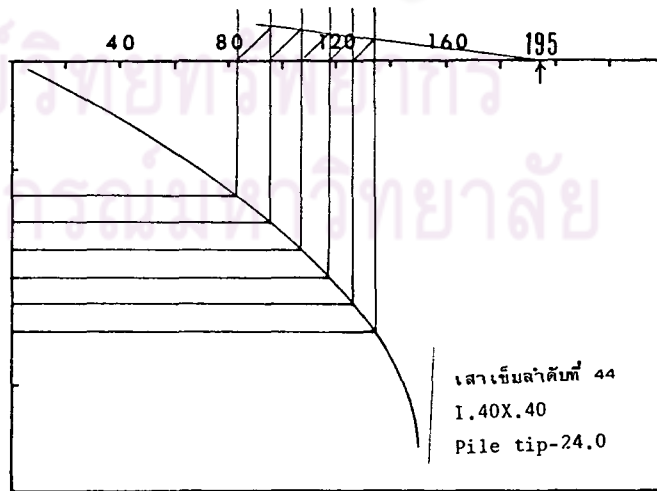
ระยะทรุดตัว (มิลลิเมตร)



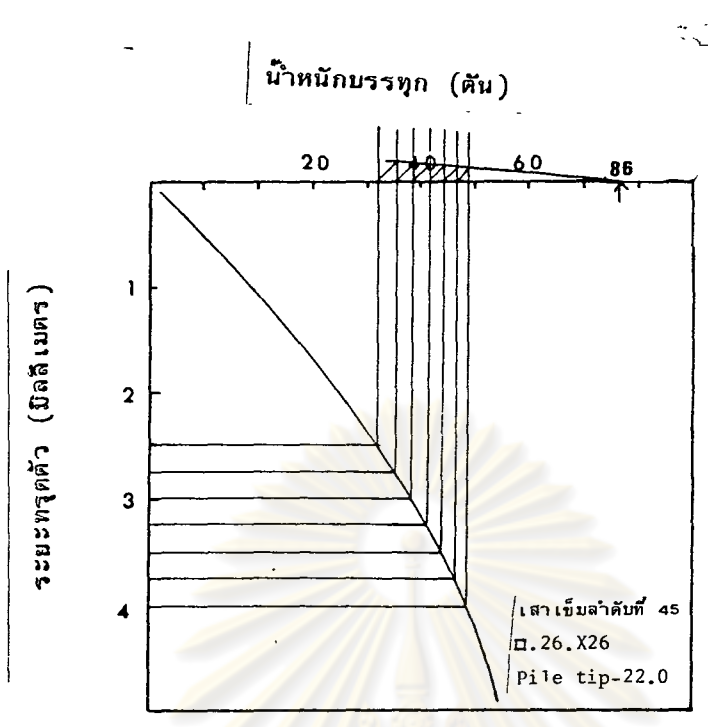
รูปที่ ก.43 ล้างจานคอร์ค สุขุมวิท 20

น้ำหนักบรรทุกทุก (ตัน)

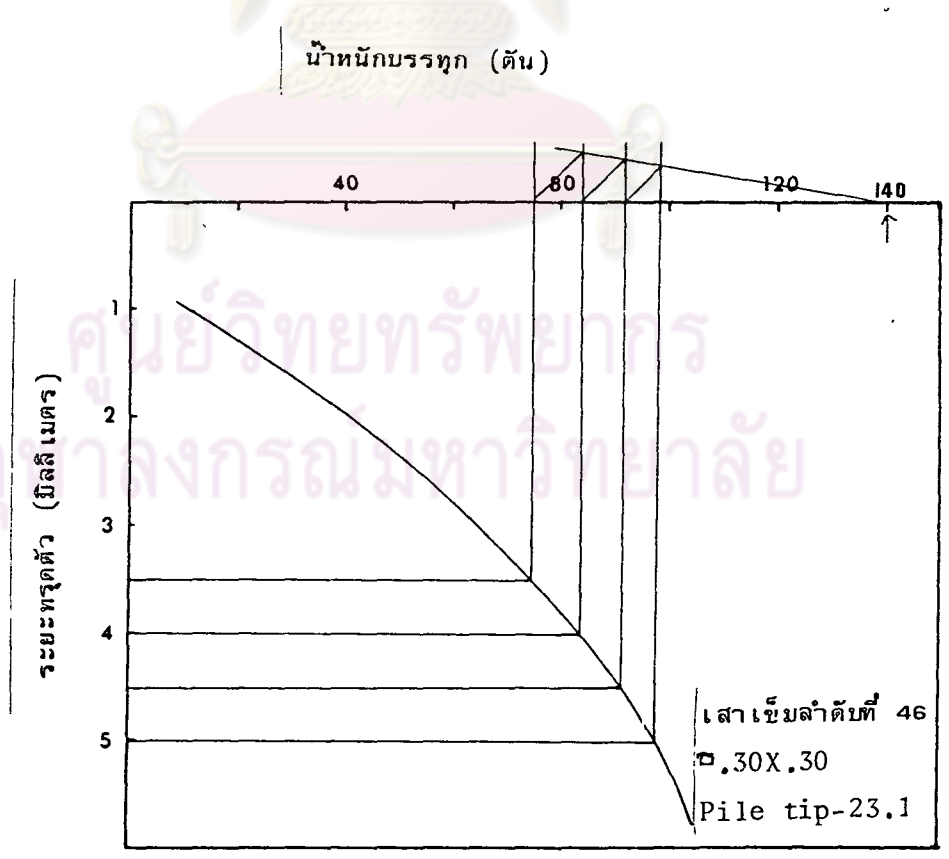
ระยะทรุดตัว (10<sup>-3</sup> นิ้ว)



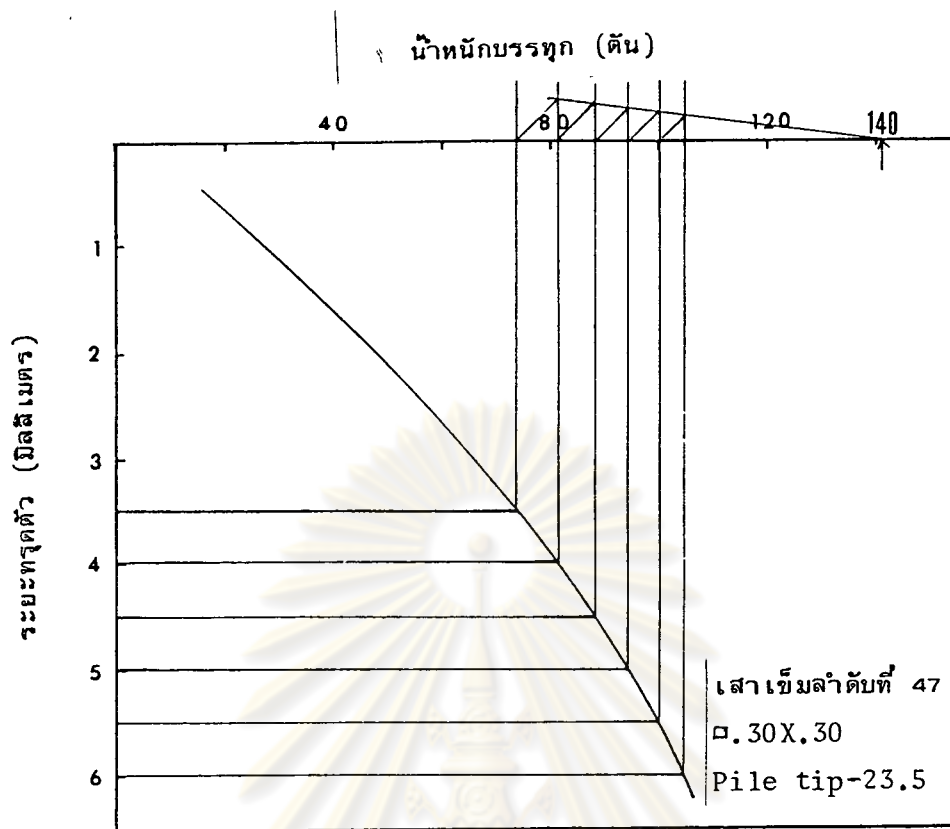
รูปที่ ก.44 คฤหสัณหา ทองทิพย์ สุขุมวิท 47



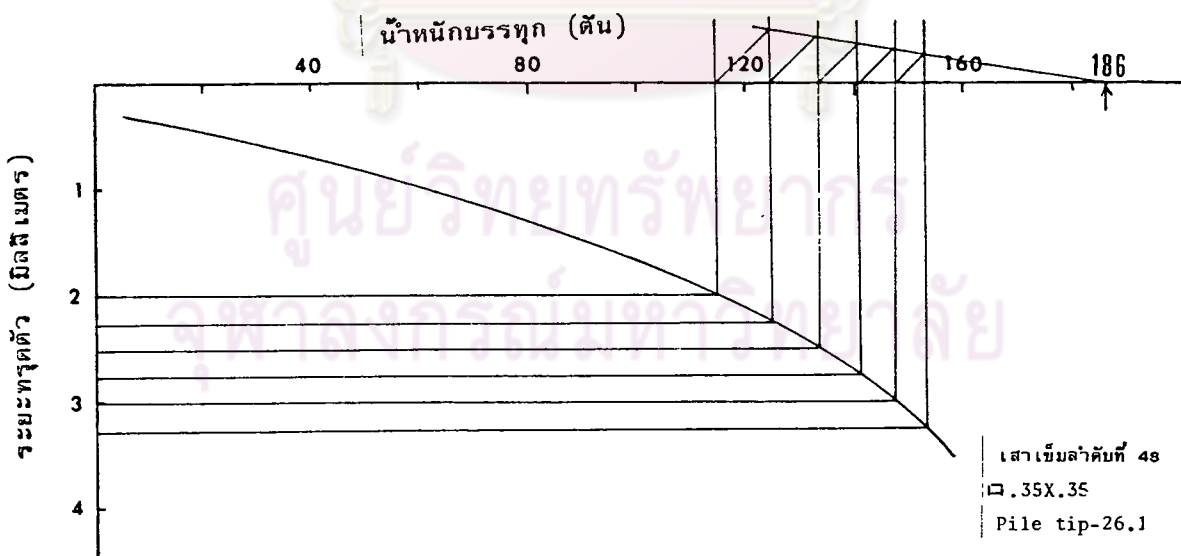
รูปที่ ก.45 Tall Surveillance ถนนเกษมราช



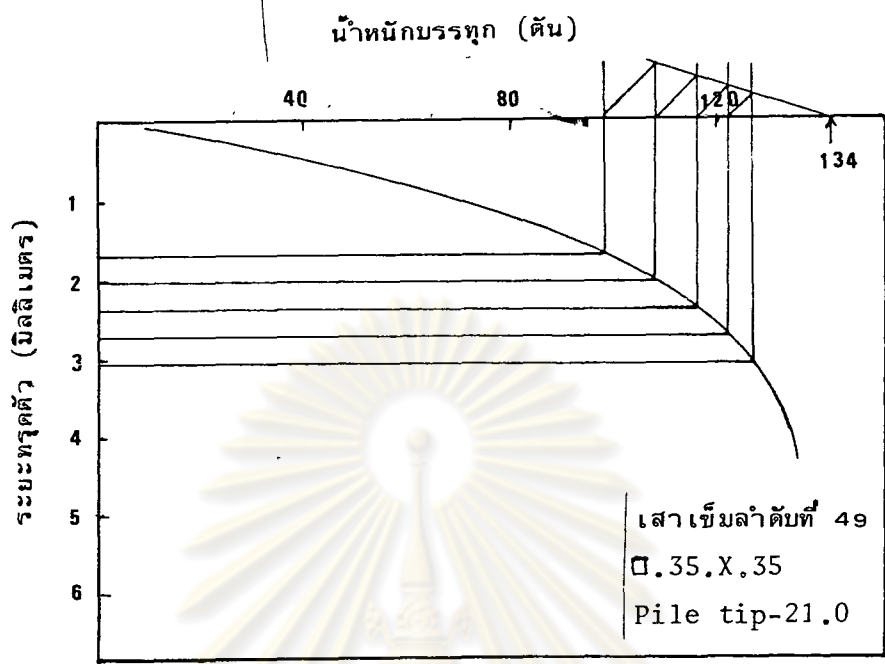
รูปที่ ก.46 หอพักนิสิตจุฬา ปทุมวัน



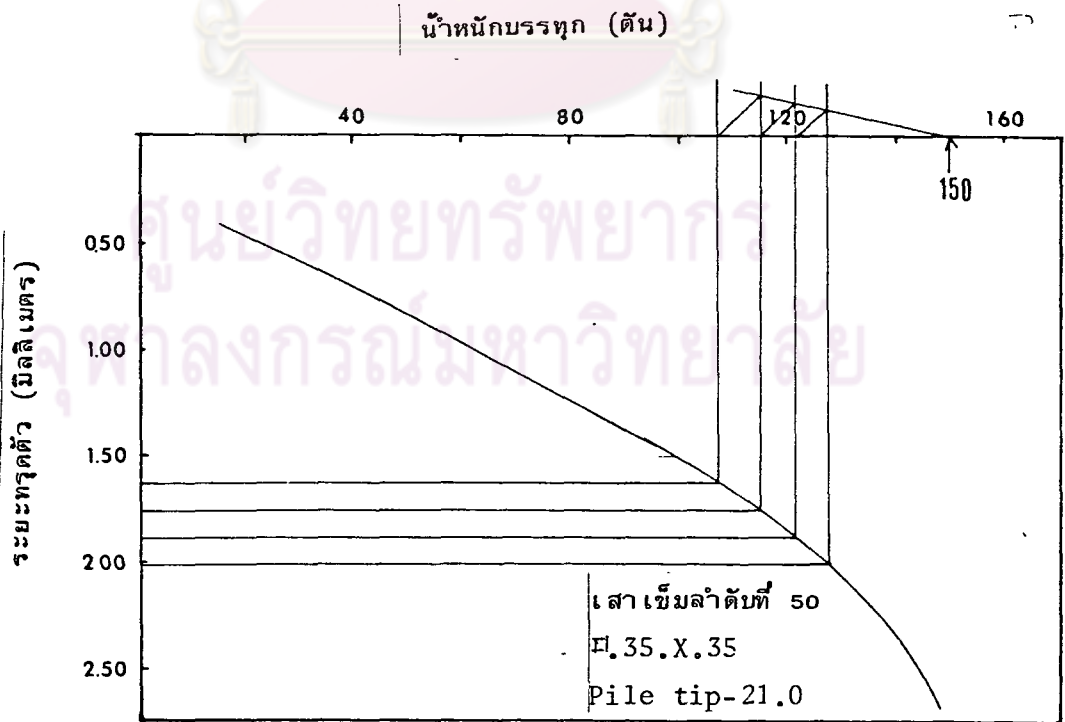
รูปที่ ก.47 แพลตเคหะดินแดง โครงการ 4 ระยะ 1



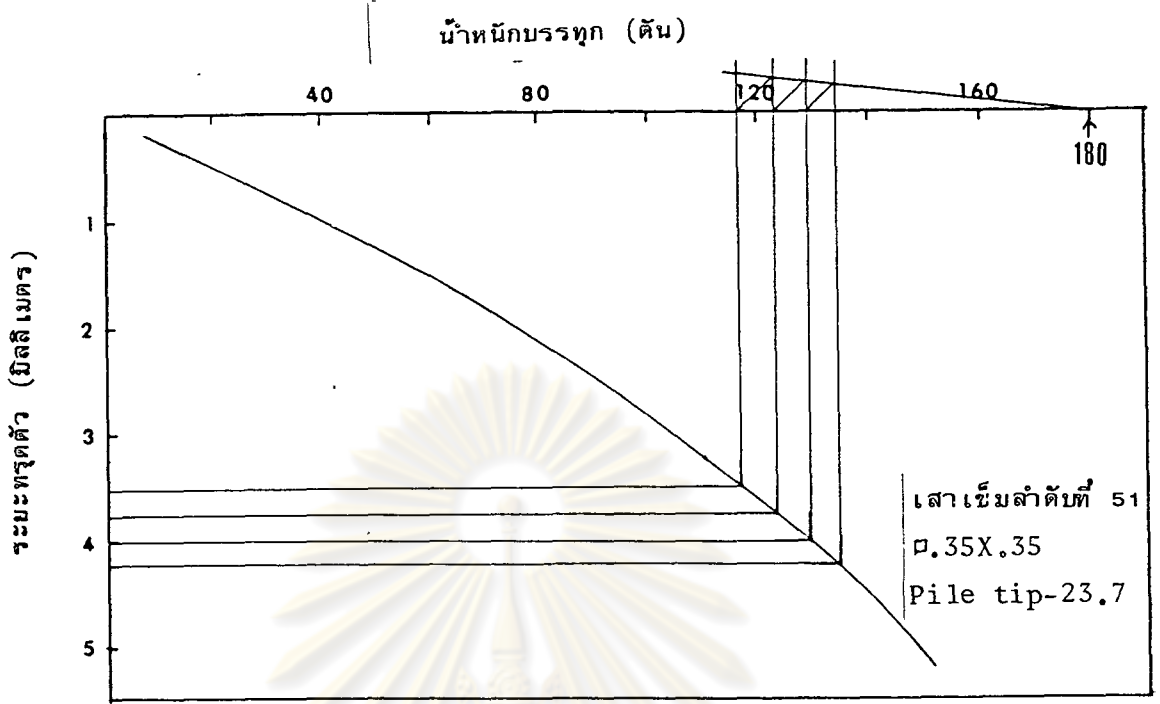
รูปที่ ก.48 การประปา บางเขน



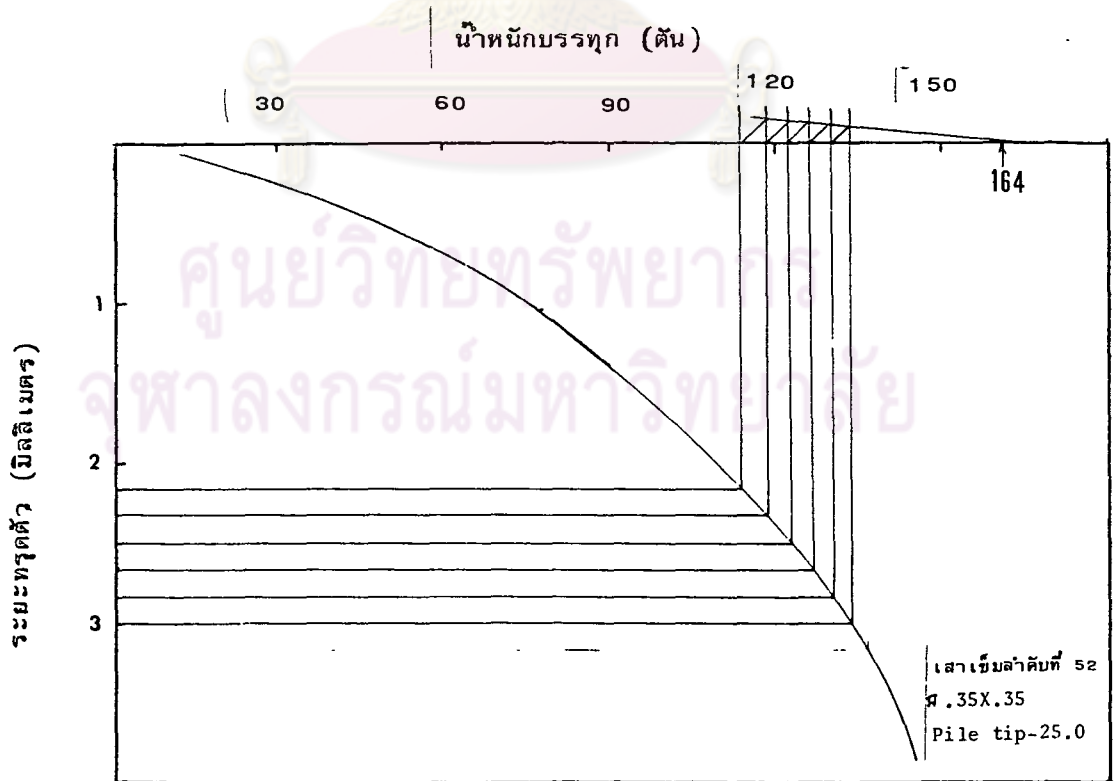
รูปที่ ก.49 โรงแรมเซาวลิต สุขุมวิท



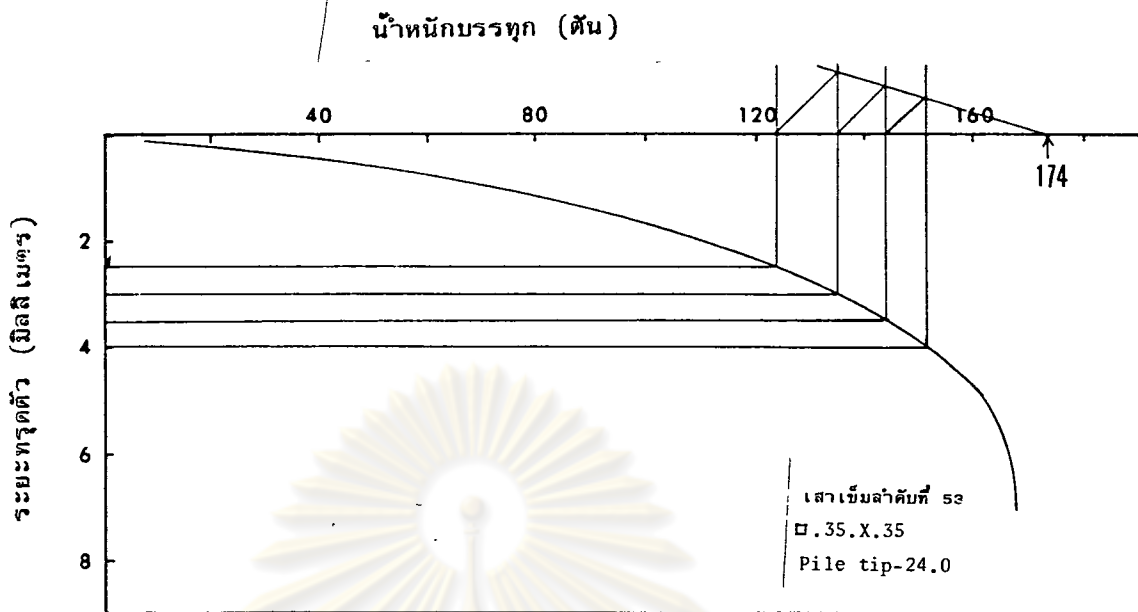
รูปที่ ก.50 อาคารโกมล สุขุมวิท



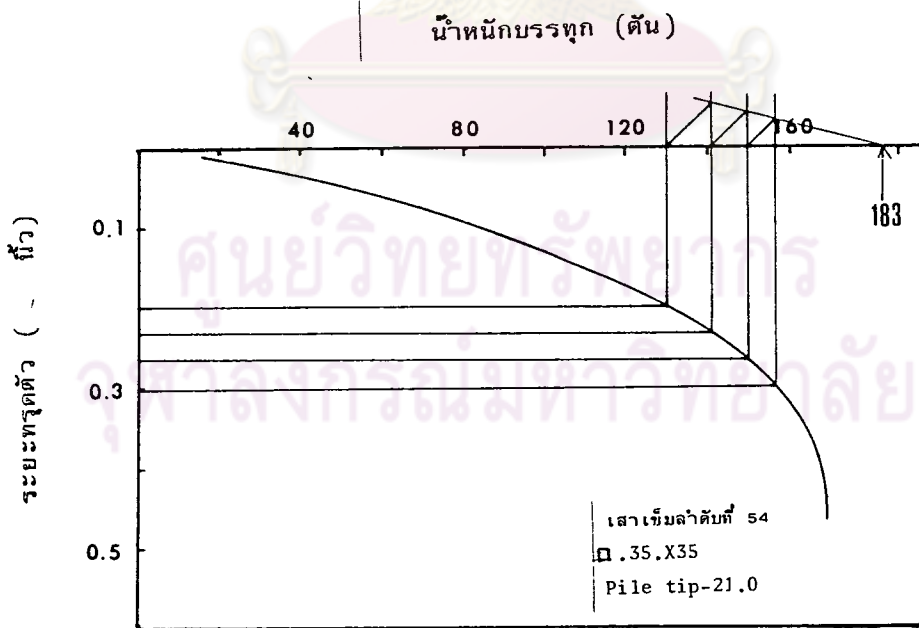
รูปที่ ก.51 สะพานลอยข้ามถนนเขื่อนเฟลิง



รูปที่ ก.52 ประปานครหลวง ท่าพระ

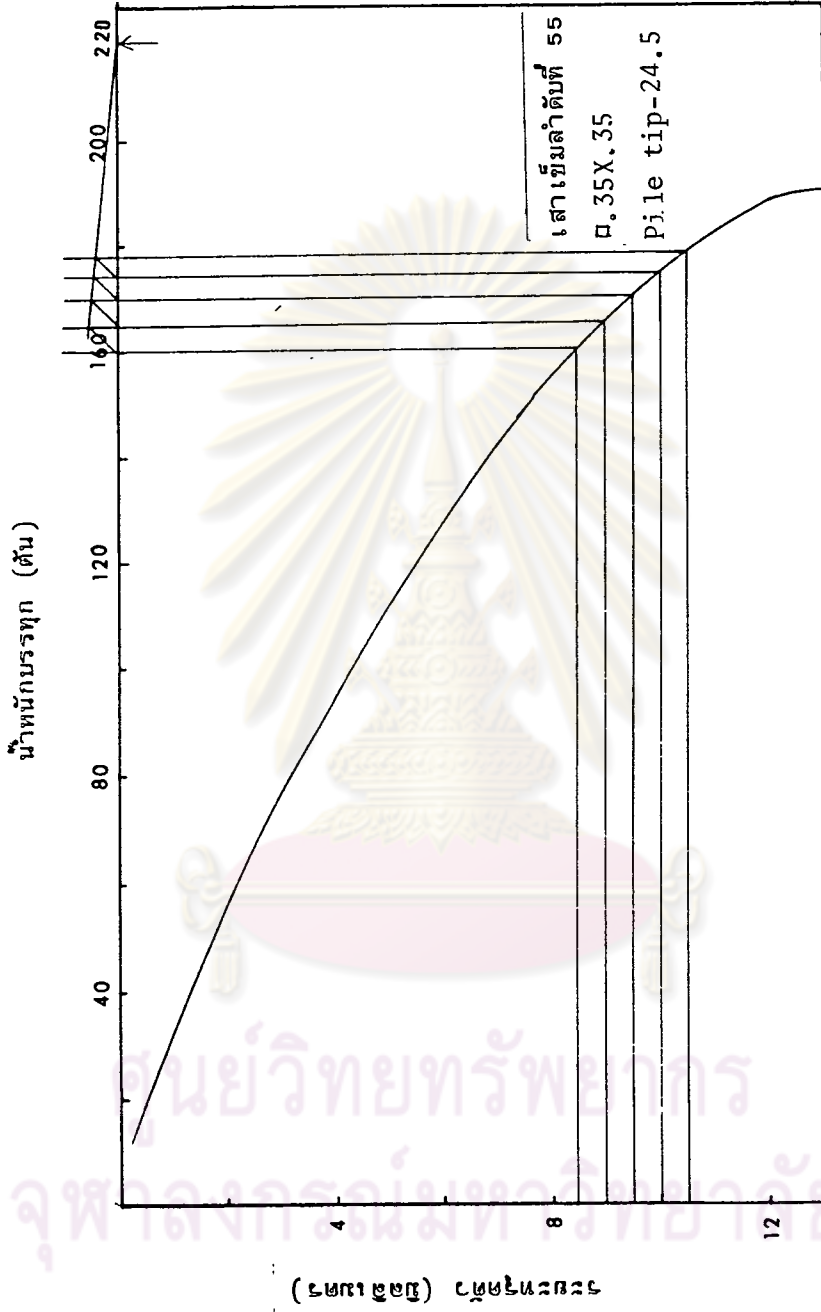


รูปที่ ก.53 T.T.P. (Ohbayashi Gumi Ltd)

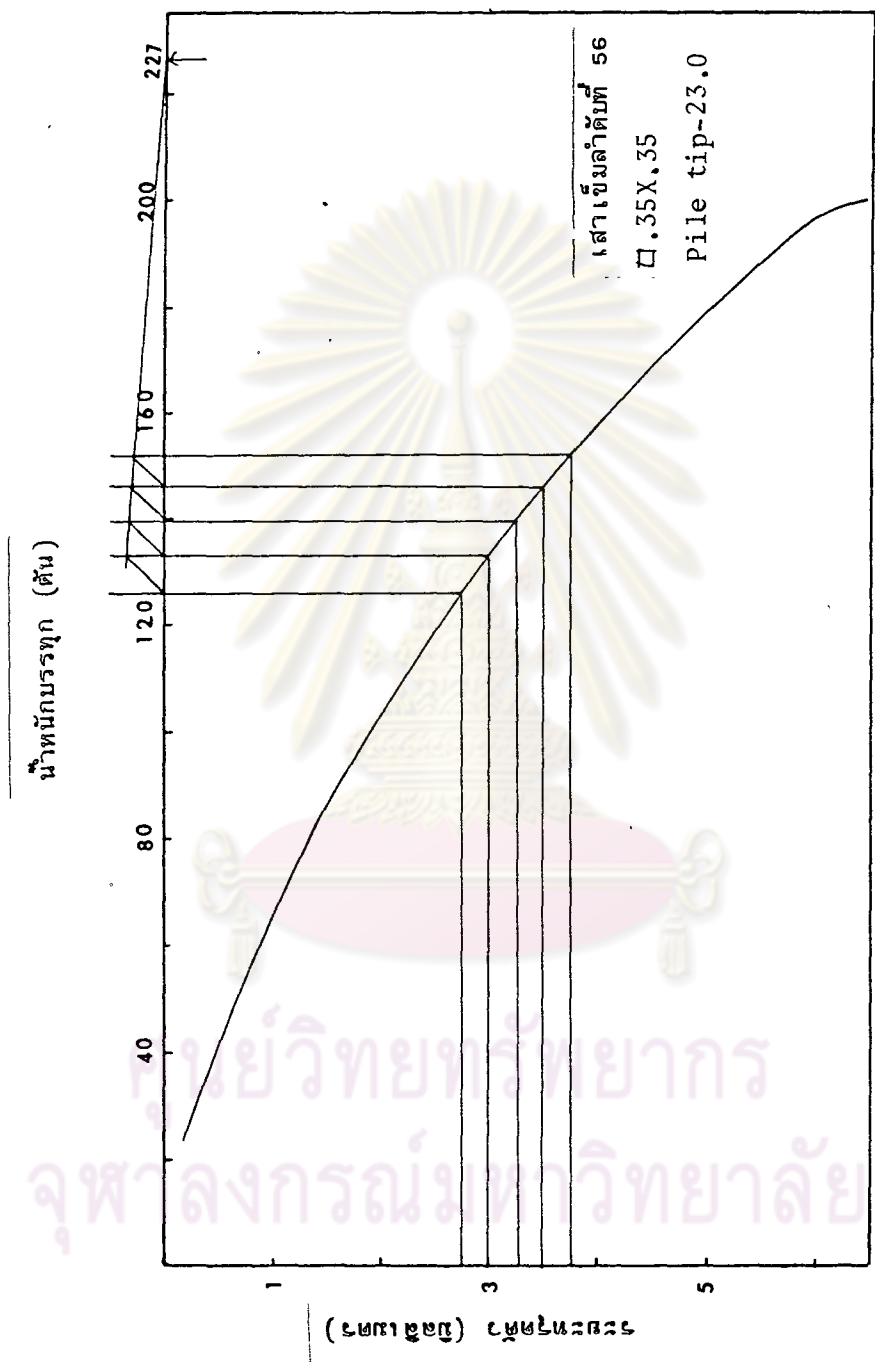


รูปที่ ก.54 ศูนย์การค้าราชดำริ



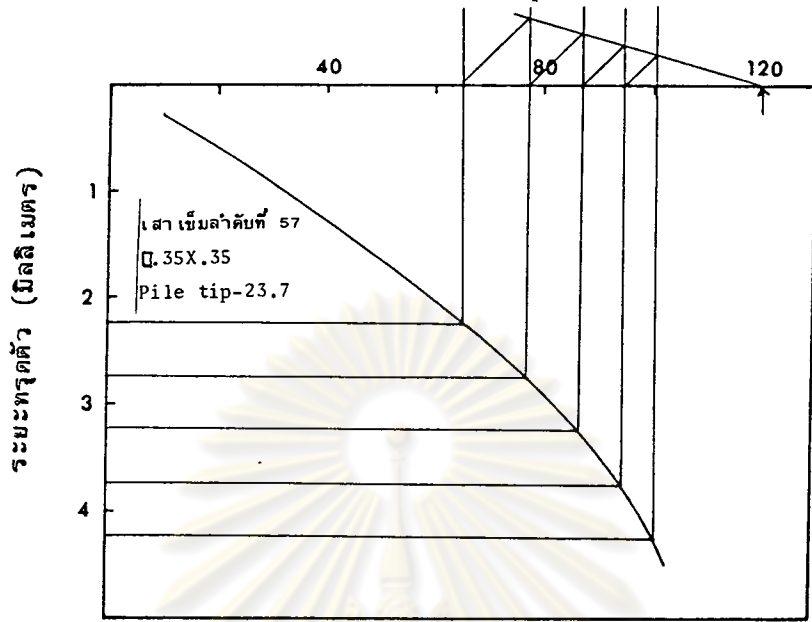


รูปที่ ก.55 สะพานลอยราช เทวี



รูปที่ ก.56 สะพานลอยราชเทวี

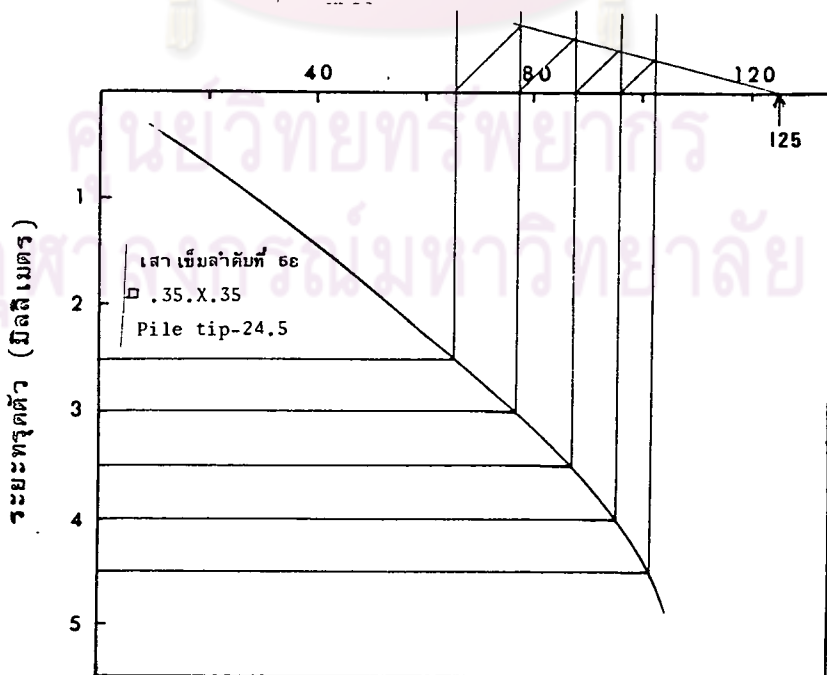
น้ำหนักบรรทุก (ตัน)



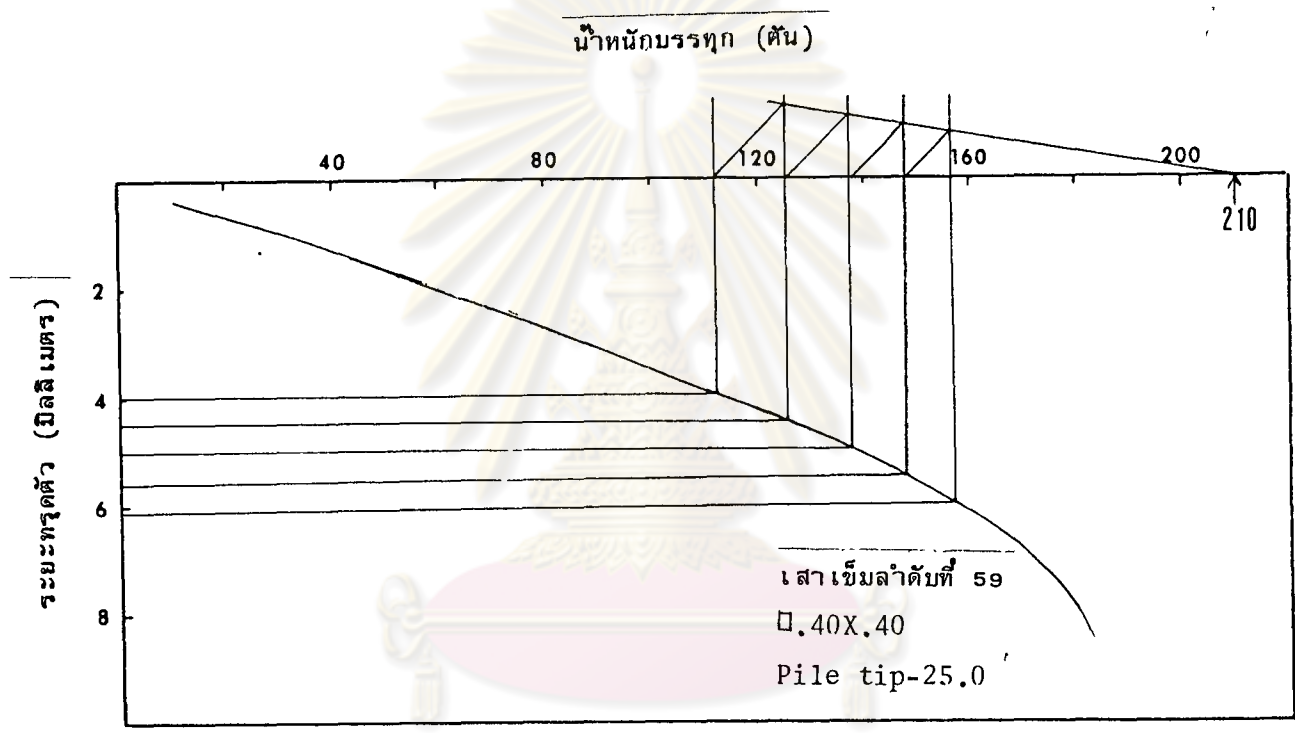
รูปที่ ก.57 บริษัทอาซาฮี พระประแดง



น้ำหนักบรรทุก (ตัน)



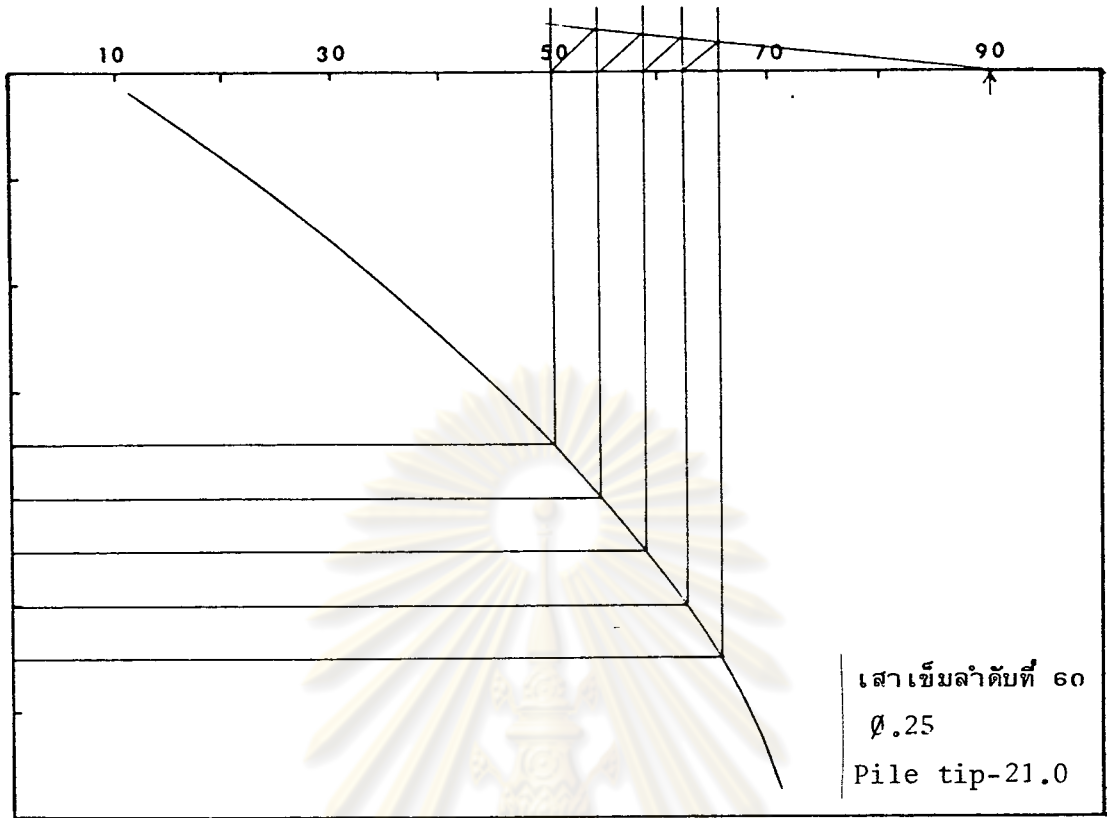
ก.58 บริษัทอาซาฮี พระประแดง



รูปที่ ก.59 ศูนย์วิทยพัชร์พยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

น้ำหนักบรรทุก (ตัน)

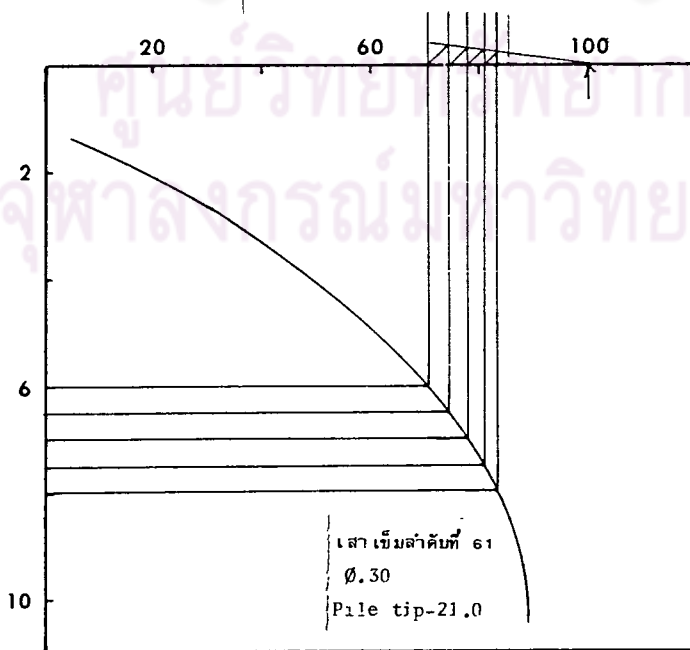
ระยะทรุดตัว (มิลลิเมตร)



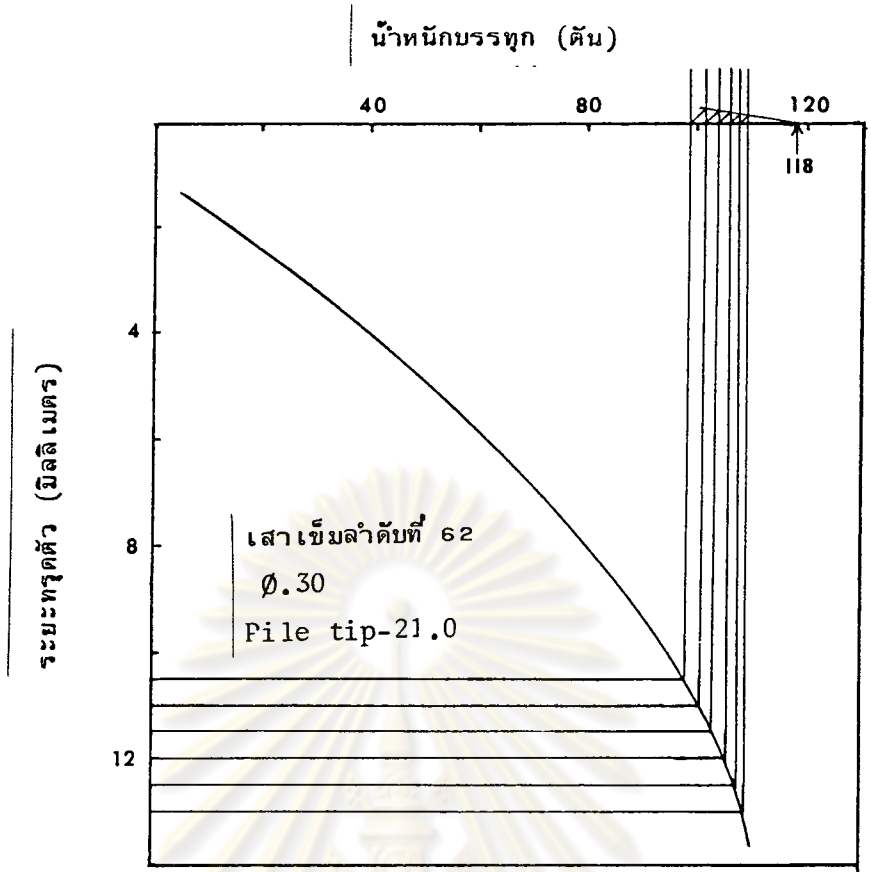
รูปที่ ก.60 อาคารแฟลตกรมสารวัตรทหารบก ดอนเมือง

น้ำหนักบรรทุก (ตัน)

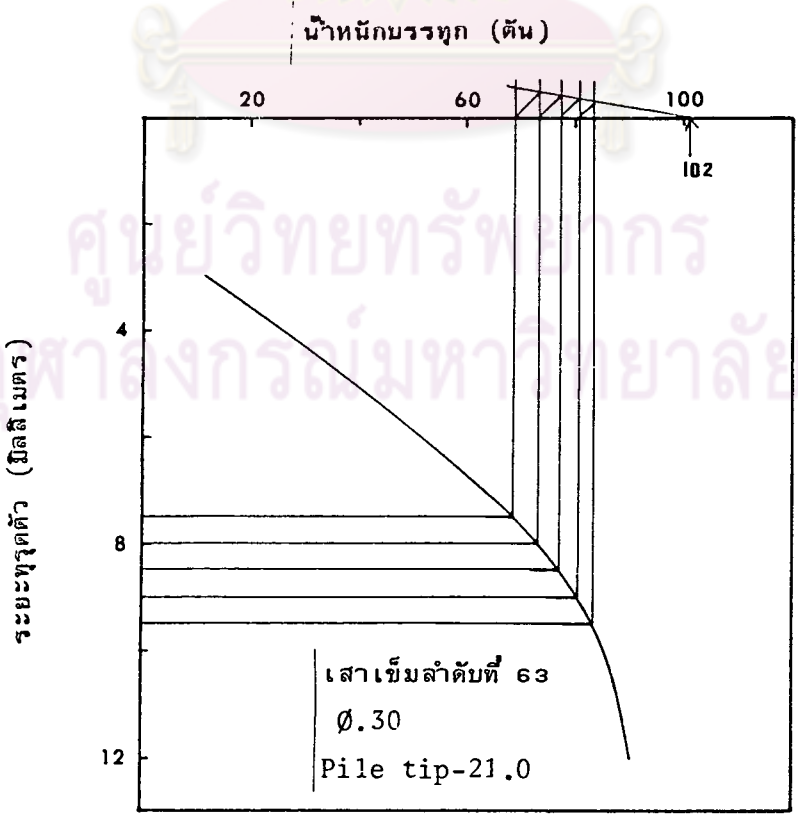
ระยะทรุดตัว (มิลลิเมตร)



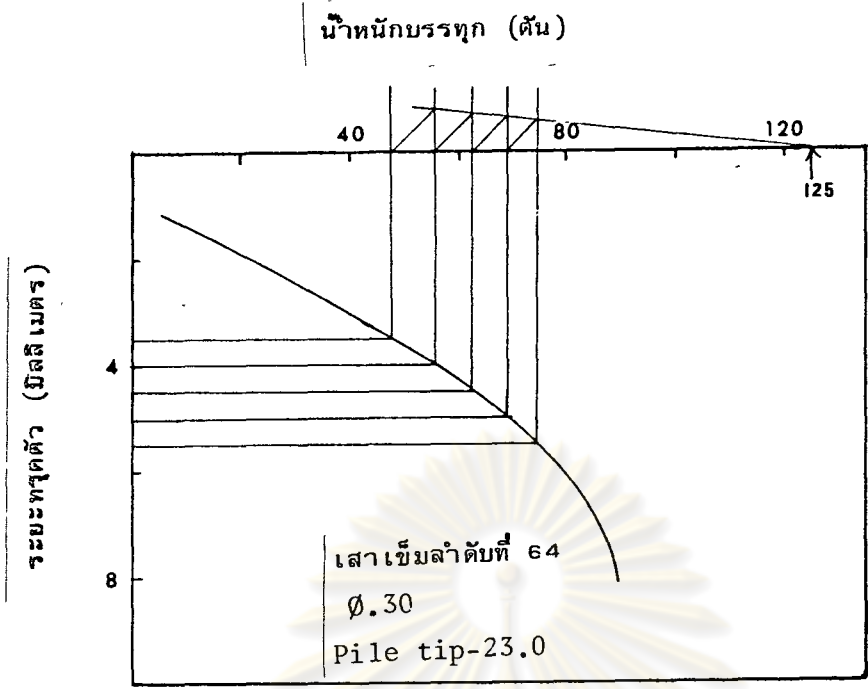
รูปที่ ก.61 กองพันทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยานที่ 5



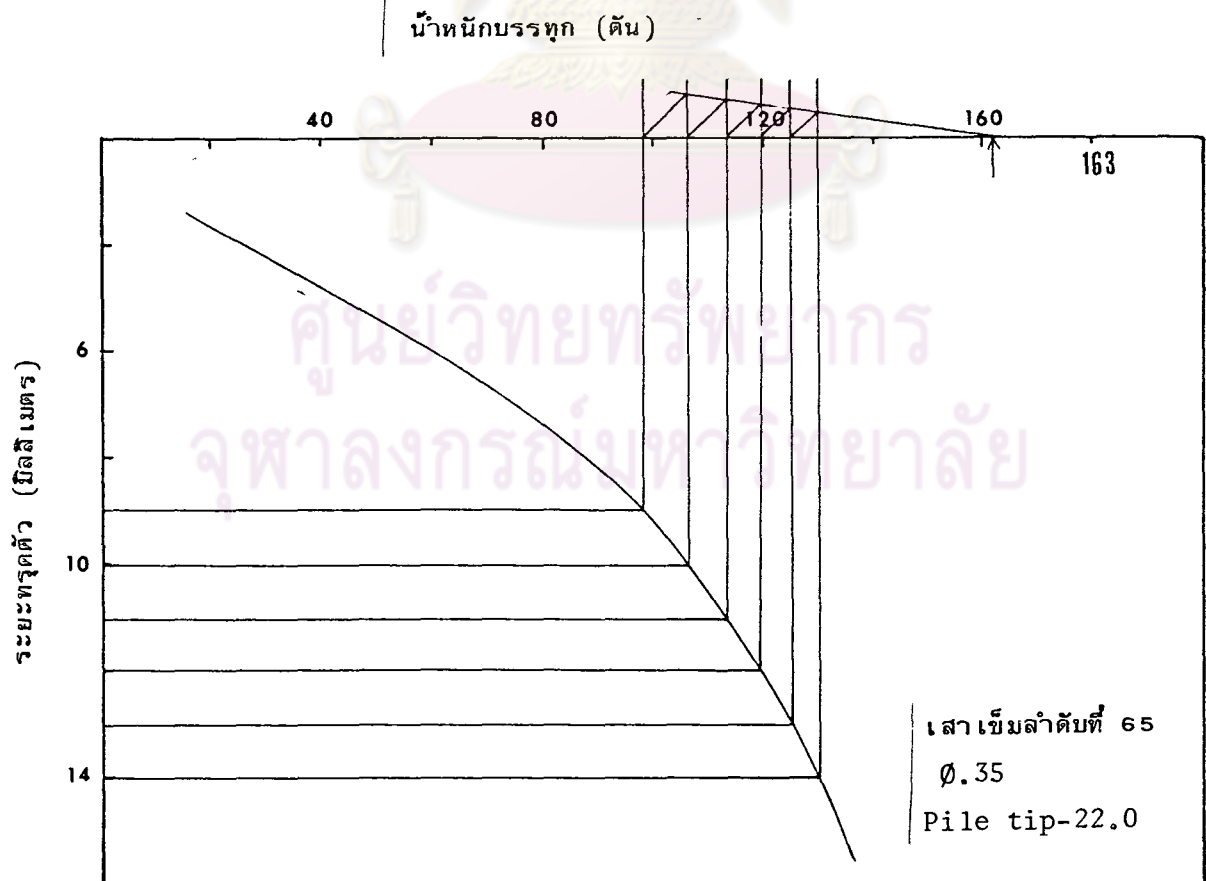
รูปที่ ก.62 โรงซ่อมบำรุงสนามบินดอนเมือง



รูปที่ ก.63 โรงซ่อมบำรุงสนามบินดอนเมือง



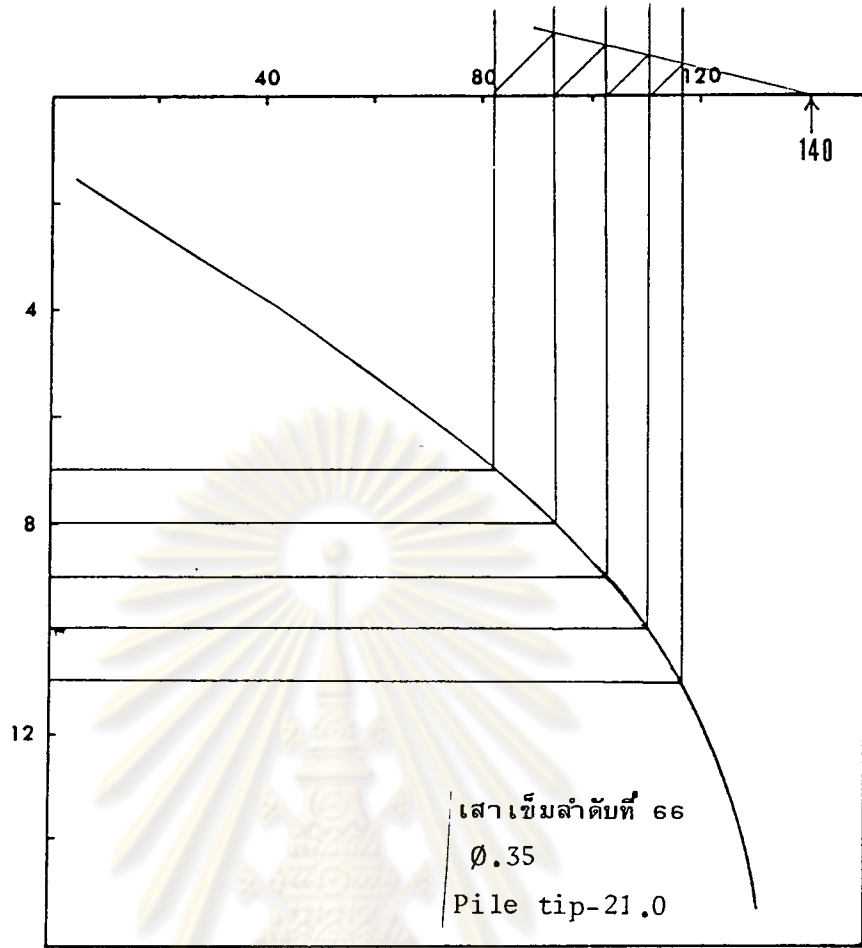
รูปที่ ก.64 อาคารที่พักนายทหาร กรมพลธิการทหารบก



รูปที่ ก.65 สำนักงานประปา นนทบุรี

น้ำหนักบรรทุก (ตัน)

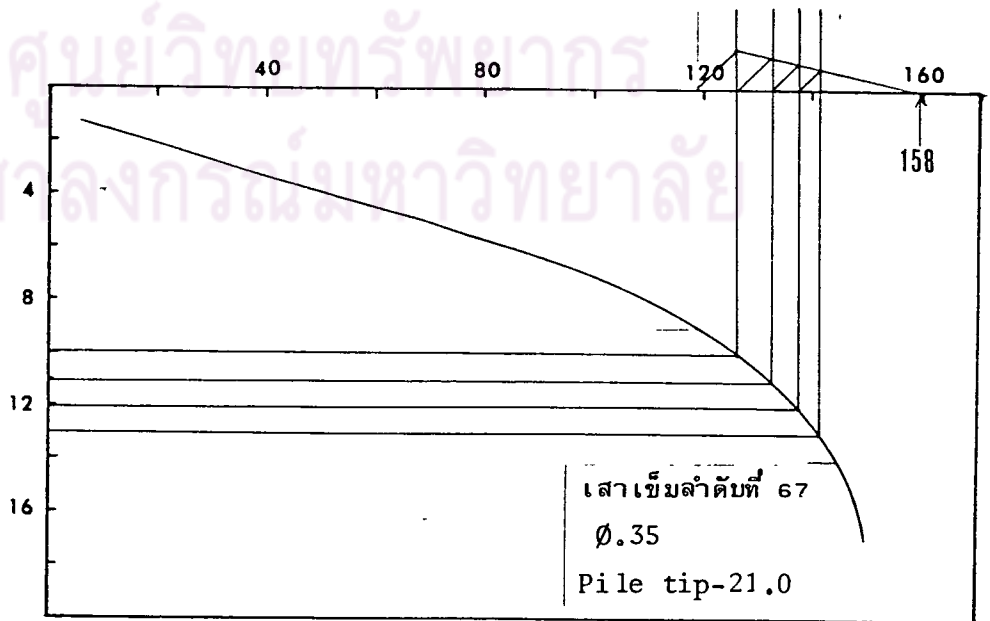
ระยะทุ่ดหัว (มิลลิเมตร)



รูปที่ ก.66 โรงซ่อมบำรุงสนามบินดอนเมือง

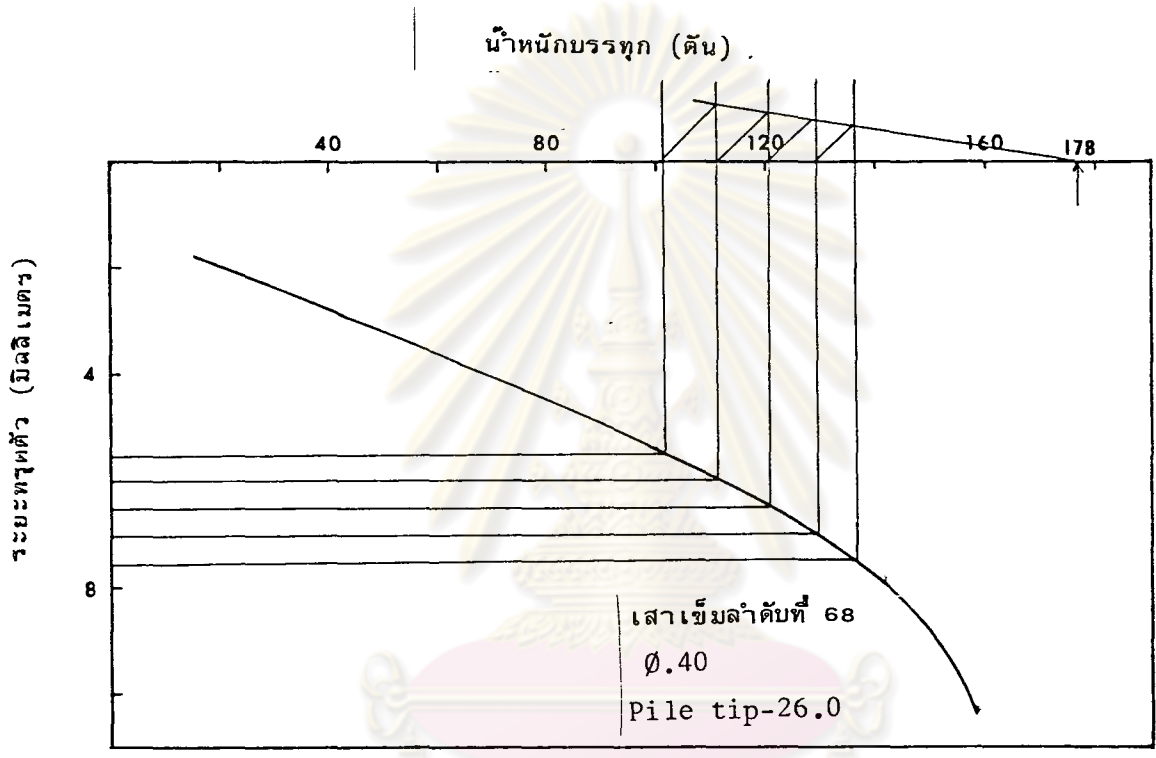
น้ำหนักบรรทุก (ตัน)

ระยะทุ่ดหัว (มิลลิเมตร)



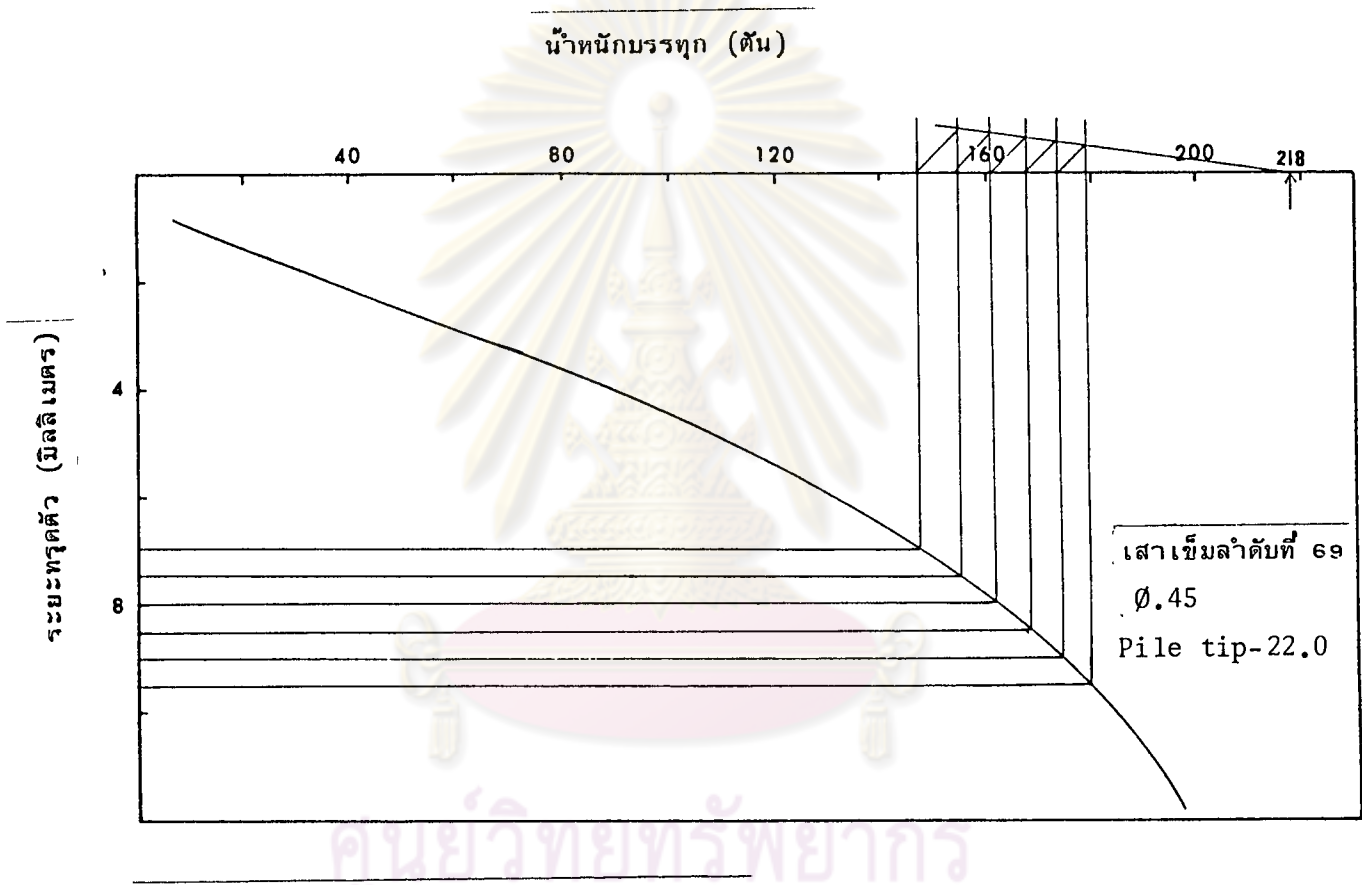
รูปที่ ก.67 โรงซ่อมบำรุงสนามบินดอนเมือง





รูปที่ ก.68 อาคารบริษัทเอเซียทรัพย์สิน ถนนสาทร

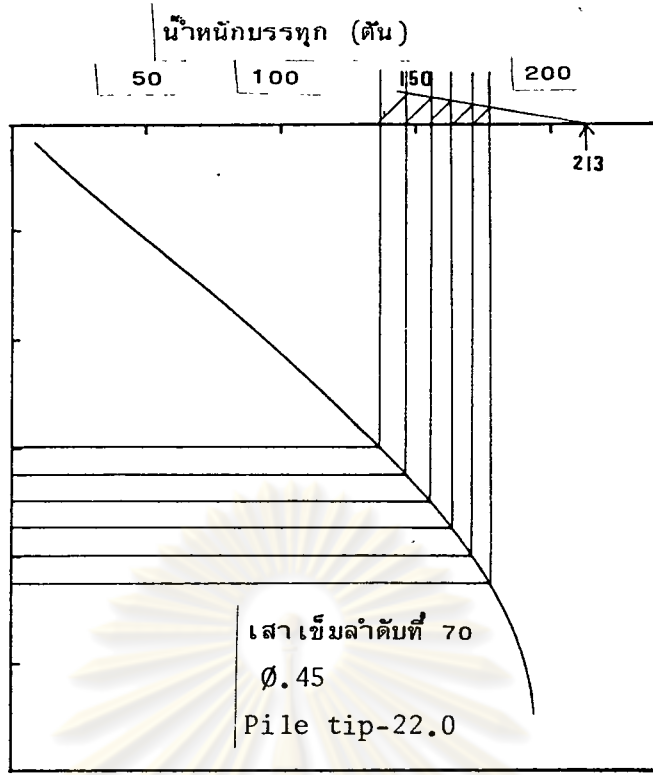
ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.69 โรงซ่อมบำรุงสนามบินดอนเมือง

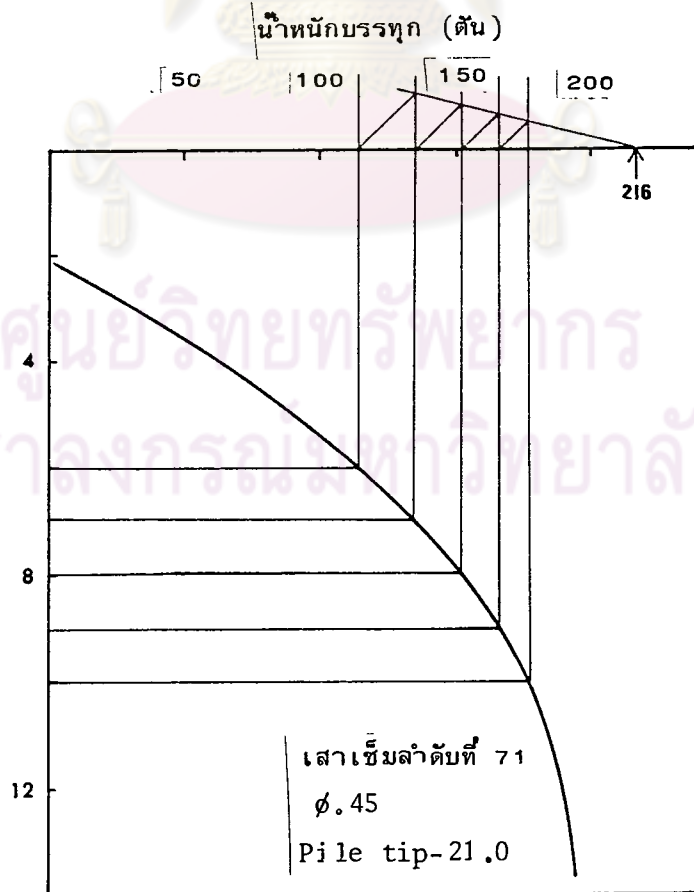
ศูนย์วิทยพัทยาการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะทรุดตัว (มิลลิเมตร)



รูปที่ ก.70 โรงซ่อมบำรุงสนามบินดอนเมือง

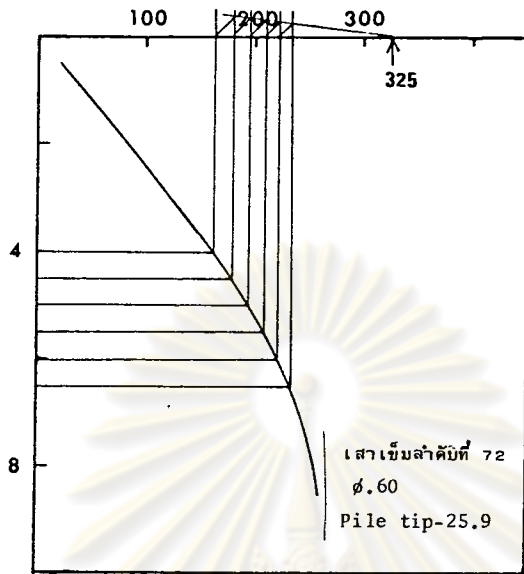
ระยะทรุดตัว (มิลลิเมตร)



รูปที่ ก.71 โรงซ่อมบำรุงสนามบินดอนเมือง

น้ำหนักบรรทุก (ตัน)

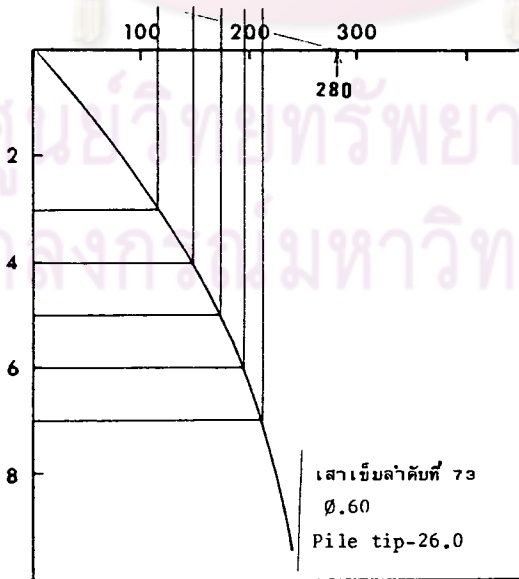
ระยะทรุดตัว (มิลลิเมตร)



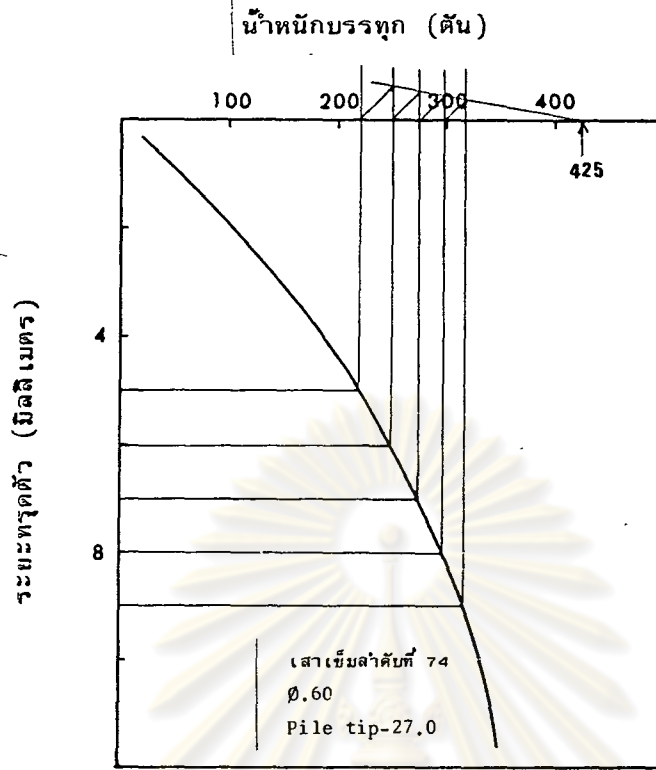
รูปที่ ก.72 ทางด่วน (ดินแดง-ท่าเรือ) เสาเข็ม No-5

น้ำหนักบรรทุก (ตัน)

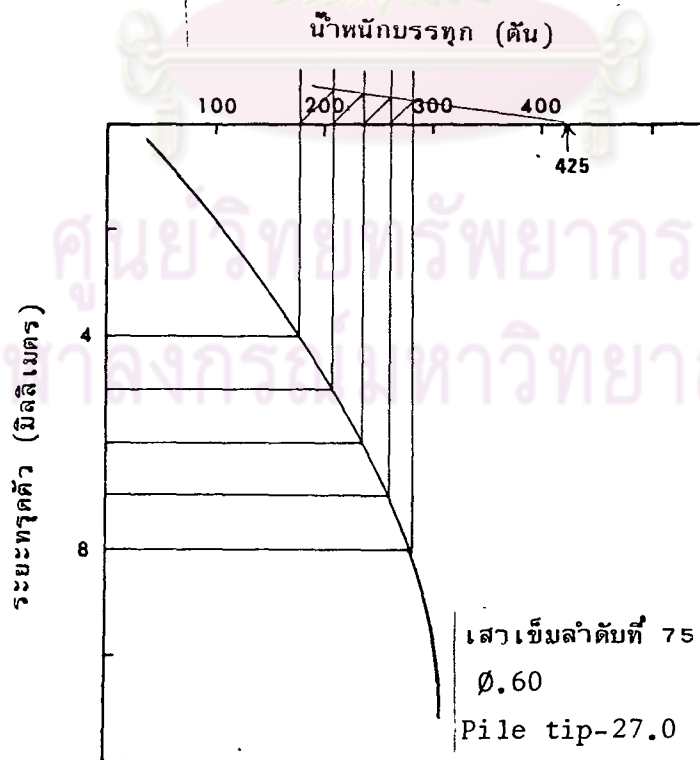
ระยะทรุดตัว (มิลลิเมตร)



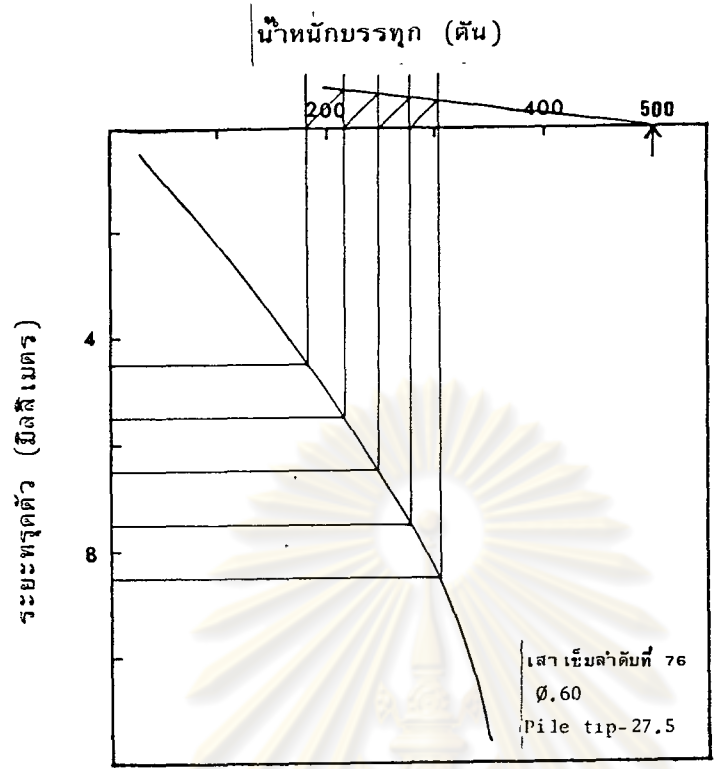
รูปที่ ก.73 ทางด่วน (ดินแดง-ท่าเรือ) เสาเข็ม No-17



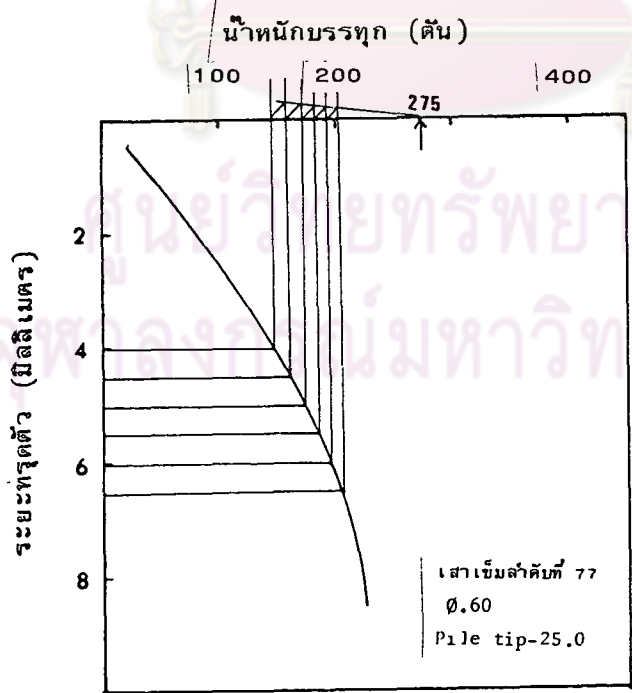
รูปที่ ก.74 ทางด่วน (ดินแดง-ท่าเรือ) Sta Rtn CH 2+255



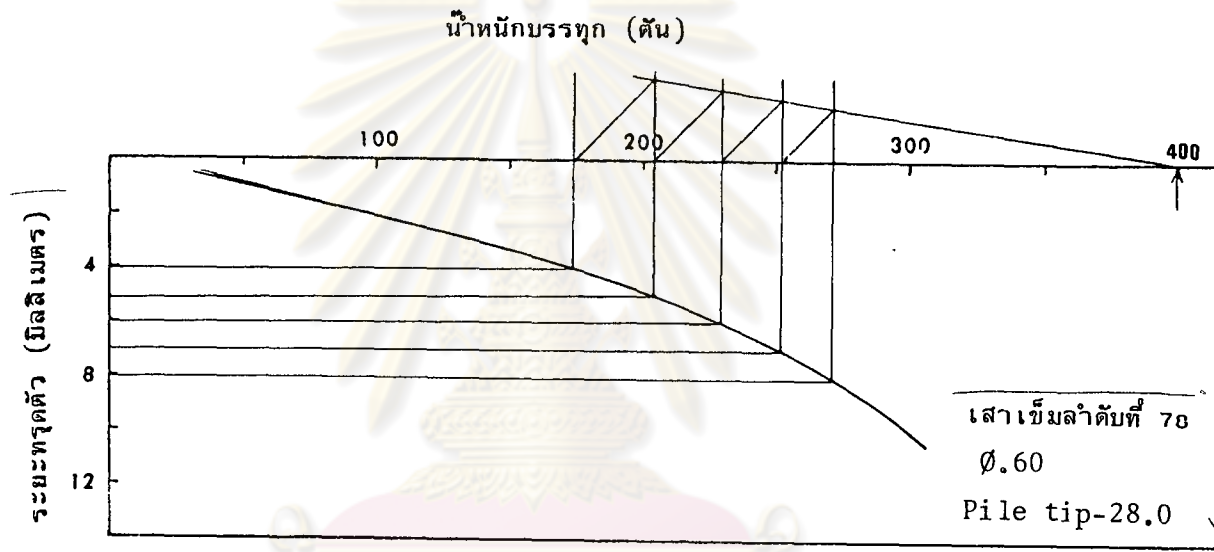
รูปที่ ก.75 ทางด่วน (ดินแดง-ท่าเรือ) Sta Rtn CH 2+050



รูปที่ ก.76 ทางด่วน (ดินแดง-ท่าเรือ) Sta Rtn CH 1+870



รูปที่ ก.77 ทางด่วน (ดินแดง-ท่าเรือ) เสาเข็ม No 16



รูปที่ ก.78 ปทุมวันเพลส คอนโดมิเนียม ปทุมวัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกวิบัติโดยใช้ Static Pile Formula  
และข้อมูลผลการเจาะสำรวจคุณสมบัติของดินทางด้านวิศวกรรม

- ข.1 ตัวอย่างแสดงการคำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกวิบัติของเสา เข็มที่มีปลาย เสา  
อยู่ในชั้นดินเหนียว
- ข.2 ตัวอย่างแสดงการคำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกวิบัติของ เสา เข็มที่มีปลาย เสา  
อยู่ในชั้นทราย
- ข.3 ข้อมูลผลการ เจาะสำรวจคุณสมบัติของดินทางด้านวิศวกรรม จำนวน 11  
หลุม เจาะ ที่ใช้สำหรับคำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกวิบัติของ เสา เข็ม  
จำนวน 19 ต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข.1 ตัวอย่างแสดงการคำนวณหาน้ำหนักบรรทุกวิกฤติของ เสา เข็มที่มีปลาย เสา อยู่ในชั้นดินเหนียว

เสา เข็มลำดับที่ 10 งานก่อสร้างนิคมอุตสาหกรรม บางชั้น

ขนาดเสา เข็ม            เสา เข็ม ค.ส.ล. I 0.26 x 0.26 x 21.0

ระดับปลาย เข็ม        -21.00 เมตรจากผิวดิน

ค่าน้ำหนักบรรทุกวิกฤติที่ทดสอบ 80 ตัน

คุณสมบัติของดิน (ดูรูปที่ 2 หัวข้อ ข.3 ประกอบ)

ชั้นดินเหนียวอ่อน (Soft Clay) ความลึกของชั้นดินจากผิวดินถึง -13.60 เมตร

ระดับลึกจากผิวดิน (เมตร)    2.0    4.8    6.0    8.0    10.0    12.0

Su (ตันต่อตารางเมตร)        2.0    1.7    1.3    1.6    2.0    2.5

ความลึก ln (เมตร)            3.4    2.0    1.6    2.0    2.0    2.6

$$S_u \text{ เฉลี่ย} = \frac{\sum_{n=1}^n S_u \ln}{\sum_{n=1}^n \ln} = \frac{2.0 \times 3.4 + 1.7 \times 2.0 + 1.3 \times 1.6 + 1.6 \times 2.0 + 2.0 \times 2.0 + 2.5 \times 2.6}{(3.4 + 2.0 + 1.6 + 2.0 + 2.0 + 2.6)}$$

$$= 1.91 \text{ ตัน/ม}^2$$

ชั้นดินเหนียวแข็งปานกลาง (Medium Stiff Clay) ความลึกของชั้นดินจาก 13.60 เมตร ถึง 16.60 เมตร

ระดับลึกจากผิวดิน (เมตร)    14.0    16.0

Su (ตันต่อตารางเมตร)        4.75    6.3

ความลึก ln (เมตร)            1.4    1.6

$$S_u \text{ เฉลี่ย} = \frac{4.75 \times 1.4 + 6.3 \times 1.6}{(1.4 + 1.6)} = 5.58 \text{ ตัน/ม}^2$$

ชั้นดินเหนียวแข็ง-แข็งมาก (Stiff Clay) ความลึกของชั้นดินจาก -16.60 ม. ถึง -25.0 ม.

ระดับลึกจากผิวดิน (เมตร)    18.0    20.0    22.0    24.0

N(SPT) blows per foot        20    24    35    31

ความลึก ln (เมตร)            2.4    2.0    2.0    2.0

$$N \text{ เฉลี่ย} = \frac{20 \times 2.4 + 24 \times 2.0 + 35 \times 2.0 + 31 \times 2.0}{(2.4 + 2.0 + 2.0 + 2.0)} = 27$$

คำนวณค่าน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม

แรงเสียดทานในชั้นดินอ่อน,  $S_u$  เฉลี่ย = 1.91

$$\alpha = 0.96 \text{ (Tomlinson, 1957)}$$

แรงเสียดทานที่ผิวเสาเข็ม  $Q_{s1}$  =  $\alpha S_u l_p$

$$= 0.96 \times 1.91 \times (13.6 \times 1.04)$$

$$= 25.93 \text{ ตัน}$$

แรงเสียดทานในชั้นดินแข็งปานกลาง,  $S_u$  เฉลี่ย = 5.58

$$\alpha = 0.72$$

แรงเสียดทานที่ผิวเสาเข็ม  $Q_{s2}$  =  $0.72 \times 5.58 \times (3.0 \times 1.04)$

$$= 12.53 \text{ ตัน}$$

แรงเสียดทานในชั้นดินเหนียวแข็ง,  $S_u$  เฉลี่ย = 27

$$S_u = 18 \text{ (Terzaghi \& Peck 1967)}$$

$$\alpha = 0.42$$

แรงเสียดทานที่ผิวเสาเข็ม  $Q_{s3}$  =  $0.42 \times 18 \times (4.40 \times 1.04)$

$$= 34.59 \text{ ตัน}$$

แรงเสียดทานที่ปลายเสาเข็ม  $Q_p$  =  $7.4 S_u A_p$

$$= 7.4 (18) (0.0464)$$

$$= 6.18 \text{ ตัน}$$

น้ำหนักบรรทุกกิววิตของเสาเข็ม =  $25.93 + 12.53 + 34.59 + 6.18$

$$= 79 \text{ ตัน}$$

ข.2 ตัวอย่าง แสดงการคำนวณน้ำหนักบรรทุกทุกวิถีของ เสา เข็มที่มีปลาย เสาอยู่ในชั้นทราย  
เสา เข็มลำดับที่ 62 งานก่อสร้างศูนย์ซ่อมบำรุงสนามบินดอนเมือง  
หลุม เจาะ เลขที่ BH 11

ขนาด เสา เข็ม  $\varnothing 0.30$

ระดับปลาย เสา เข็ม -21.0 เมตร

ค่าน้ำหนักบรรทุกทุกวิถีที่ทดสอบ 110 ตัน

คุณสมบัติของดิน (ดูรูปที่ 6 หัวข้อ ข.3 ประกอบ)

ชั้นดิน เหนียวอ่อน (Soft Clay) ความลึกของชั้นดินจากผิวดินถึง -12.0 เมตร

$$\begin{aligned} S_u \text{ เฉลี่ย} &= 2.20 \text{ ตัน/ม}^2, \gamma = 1.69 \text{ ตัน/ม}^3 \\ &= 0.92 \text{ (Holmberg, 1971)} \end{aligned}$$

ชั้นดิน เหนียวแข็งปานกลาง (Medium Stiff Clay) ความลึกของชั้นดินตั้งแต่  
-12.0 ม. ถึง -15.0 ม.

$$\begin{aligned} S_u \text{ เฉลี่ย} &= 8.8 \text{ ตัน/ม}^2, \gamma = 1.88 \text{ ตัน/ม}^3 \\ &= 0.40 \end{aligned}$$

ชั้นดิน เหนียวแข็ง (Stiff Clay) ความลึกของชั้นดินตั้งแต่ -15.0 ม. ถึง -20.5 ม.

$$\begin{aligned} N \text{ (S.P.T) เฉลี่ย} &= 27 \text{ ตัน/ม}^2, \gamma = 1.80 \text{ ตัน/ม}^3 \\ S_u &= 18.0 = 0.42 \text{ (Tomlinson 1957)} \end{aligned}$$

ชั้นดินทรายปนดินเหนียว (Clayey sand) ความลึกของชั้นดินตั้งแต่ -20.5 ถึง -22.5 ม.

$$\begin{aligned} N \text{ (S.P.T) เฉลี่ย} &= 50 \text{ ตัน/ม}^2, \gamma = 2.0 \text{ ตัน/ม}^3 \\ N' &= 15 - \frac{1}{2} (N - 15) = 32 \\ \phi &= 36^\circ \quad N_q = 40 \\ \delta &= \frac{2}{3} \phi = 24^\circ \end{aligned}$$

คำนวณแรงเสียดทานของเสาเข็มในส่วนที่จมอยู่ในดินเหนียว

ในชั้นดินอ่อน  $Q_{s1} = \alpha S_{ulp} = 0.92 \times 2.20 \times 12.0 \times 0.9425 = 22.89$  ตัน

ในชั้นดินแข็งปานกลาง  $Q_{s2} = \alpha S_{ulp} = 0.40 \times 8.80 \times 3.0 \times 0.9425 = 9.95$  ตัน

ในชั้นดินแข็ง-แข็งมาก  $Q_{s3} = \alpha S_{ulp} = 0.42 \times 18.00 \times 5.5 \times 0.9425 = 39.19$  ตัน

- การคำนวณค่าความเค้นประสิทธิผลของดินในชั้นดินทรายปนดินเหนียว

| ความลึก (เมตร) | หน่วยน้ำหนักของดิน ( $\gamma_t$ ) ตัน/ม <sup>3</sup> | ความเค้นทั้งหมดของดิน ( $\gamma t_1$ ) ตัน/ม <sup>3</sup> | ความเค้นประสิทธิผลของดินทรายปนดินเหนียว ( $\gamma t_1 - u$ ) ตัน/ม <sup>2</sup> |
|----------------|--|---|---|
| 0              |  |   |   |
| 12.0           | 1.69   | 20.28   | 10.28   |
| 15.0           | 1.88   | 25.92   | 12.64   |
| 20.5           | 1.80   | 35.82   | 17.04   |
| 21.0           | 2.00   | 36.82   | 17.54   |

คำนวณหาค่า  $\bar{\sigma}_v$

$$\bar{\sigma}_v = \frac{1}{2} (17.04 + 17.54) = 17.29$$

แรงเสียดทานของเสาเข็ม  $Q_s = K_0 \tan \delta \bar{\sigma}_v A_s$   
 $= (1 - \sin 24^\circ) \tan 24^\circ (17.29) (0.5 \times 0.9425)$   
 $= 2.16$  ตัน

แรงเสียดทานที่ปลายเสาเข็ม  $Q_p = \bar{\sigma}_{vb} N_q A_p$   
 $= 17.54 (40) (0.0480)$   
 $= 33.68$  ตัน

น้ำหนักบรรทุกวิกฤติของเสาเข็ม  $= 22.89 + 9.95 + 39.19 + 2.16 + 33.68$   
 $= 108$  ตัน

ตารางที่ ข.1 ผลการคำนวณน้ำหนักบรรทุกทุกชนิดของ เสา เข็มจำนวน 19 ต้น

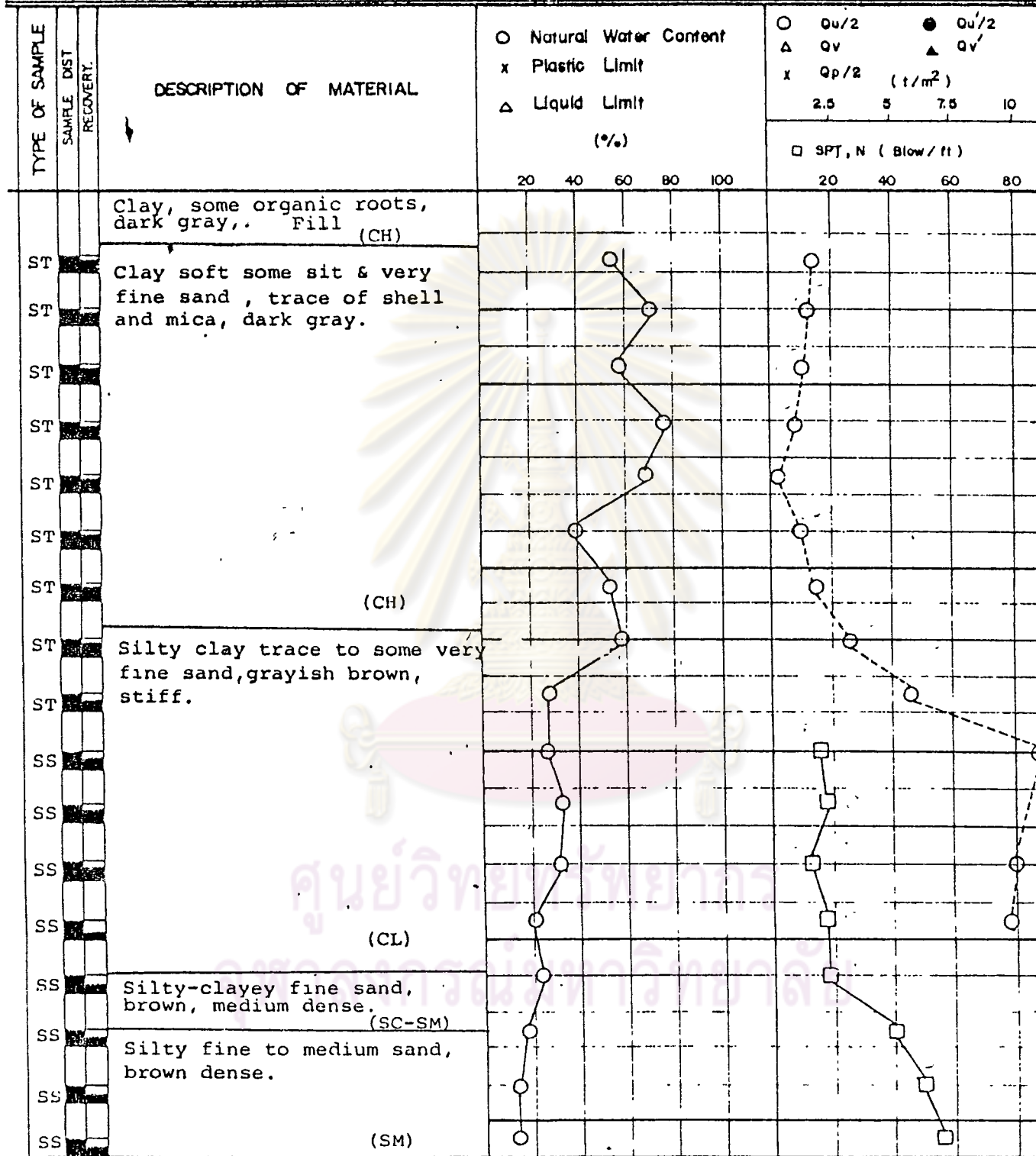
| เสา เข็ม เลขที่ | ความยาวปลายเสา เข็ม (เมตร) | พื้นที่หน้าตัด (เมตร) <sup>2</sup> | ความยาว เส้น รอบรูป (เมตร) | แรงเสียดทานที่ผิว เสา เข็ม        |      |                   |                     |                                   |     |                   |                     |                                   |     |                   |                     |                 |                |                   |                    |       | แรงค้ำที่ปลาย เสา เข็ม            |                       |        | น้ำหนักบรรทุกทุกชนิด (ตัน) |                     |
|-----------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|------|-------------------|---------------------|-----------------------------------|-----|-------------------|---------------------|-----------------------------------|-----|-------------------|---------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------------------|-------|-----------------------------------|-----------------------|--------|----------------------------|---------------------|
|                 |                            |                                    |                            | ดินเหนียวอ่อน                     |      |                   |                     | ดินแข็งปานกลาง                    |     |                   |                     | ดินแข็ง-แข็งมาก                   |     |                   |                     | ดินเหนียวปนทราย |                |                   |                    |       | S <sub>u</sub> ตัน/ม <sup>2</sup> | qp ตัน/ม <sup>2</sup> | Qp ตัน |                            |                     |
|                 |                            |                                    |                            | S <sub>u</sub> ตัน/ม <sup>2</sup> | α    | l <sub>1</sub> ม. | Q <sub>s1</sub> ตัน | S <sub>u</sub> ตัน/ม <sup>2</sup> | α   | l <sub>2</sub> ม. | Q <sub>s2</sub> ตัน | S <sub>u</sub> ตัน/ม <sup>2</sup> | α   | l <sub>3</sub> ม. | Q <sub>s3</sub> ตัน | N'              | K <sub>s</sub> | l <sub>4</sub> ม. | ตัน/ม <sup>2</sup> | tan δ |                                   |                       |        |                            | Q <sub>s4</sub> ตัน |
| 5               | 21.0                       | .046                               | 1.04                       | 1.36                              | 1.00 | 11.7              | 16.6                | 4.72                              | .78 | 2.5               | 9.8                 | 10.21                             | .48 | 6.7               | 34.4                | 30              | 0.8            | -                 | -                  | -     | -                                 | -                     | 544    | 25.2                       | 86                  |
| 10              | 21.0                       | .046                               | 1.04                       | 1.91                              | 1.96 | 13.6              | 25.9                | 5.58                              | .72 | 3.0               | 12.5                | 18.00                             | .42 | 4.4               | 34.6                | -               | -              | -                 | -                  | -     | -                                 | 18.0                  | -      | 6.18                       | 79                  |
| 11              | 21.0                       | .046                               | 1.04                       | 1.91                              | 0.96 | 13.6              | 25.9                | 5.58                              | .72 | 3.0               | 12.5                | 18.00                             | .42 | 4.4               | 34.6                | -               | -              | -                 | -                  | -     | -                                 | 18.0                  | -      | 6.18                       | 79                  |
| 38              | 23.0                       | .109                               | 1.60                       | 1.33                              | 1.00 | 12.0              | 25.5                | 8.00                              | .58 | 9.0               | 66.8                | 18.00                             | .42 | 2.0               | 24.2                | -               | -              | -                 | -                  | -     | -                                 | 18.0                  | -      | 14.5                       | 131                 |
| 40              | 22.0                       | .068                               | 1.04                       | 1.85                              | 0.98 | 12.0              | 22.6                | 2.27                              | .95 | 3.0               | 6.7                 | 16.00                             | .42 | 7.0               | 48.9                | -               | -              | -                 | -                  | -     | -                                 | 16.0                  | -      | 8.0                        | 86                  |
| 59              | 25.0                       | .160                               | 1.60                       | 1.07                              | 1.00 | 14.7              | 25.2                | 16.0                              | .42 | 6.3               | 67.7                | -                                 | -   | -                 | -                   | 30              | 0.8            | 4.0               | 5.12               | .41   | 10.7                              | -                     | 238    | 38.0                       | 142                 |
| 62              | 21.0                       | .048                               | 0.94                       | 2.20                              | 0.92 | 12.0              | 22.9                | 8.80                              | .40 | 3.0               | 10.0                | 18.00                             | .38 | 5.5               | 35.5                | 32              | 0.8            | 0.5               | 15.57              | .52   | 3.0                               | -                     | 648    | 31.0                       | 102                 |
| 63              | 21.0                       | .048                               | 0.94                       | 2.20                              | 0.92 | 12.0              | 22.9                | 8.80                              | .40 | 3.0               | 10.0                | 18.0                              | .38 | 5.5               | 35.5                | 32              | 0.8            | 0.5               | 15.57              | .52   | 3.0                               | -                     | 648    | 31.0                       | 102                 |
| 66              | 21.0                       | .062                               | 1.10                       | 2.20                              | 0.92 | 12.0              | 26.7                | 8.80                              | .40 | 3.0               | 11.6                | 18.00                             | .38 | 5.5               | 41.4                | 32              | 0.8            | 0.5               | 15.57              | .52   | 3.6                               | -                     | 648    | 39.9                       | 123                 |
| 69              | 22.0                       | .093                               | 1.41                       | 2.20                              | 0.92 | 12.0              | 34.3                | 8.80                              | .40 | 3.0               | 14.9                | 18.00                             | .38 | 5.5               | 53.2                | 32              | 0.8            | 1.5               | 16.07              | .52   | 14.2                              | -                     | 689    | 64.1                       | 180                 |
| 70              | 22.0                       | .093                               | 1.41                       | 2.20                              | 0.92 | 12.0              | 34.3                | 8.80                              | .40 | 3.0               | 14.9                | 18.00                             | .38 | 5.5               | 53.2                | 32              | 0.8            | 1.5               | 16.07              | .52   | 14.2                              | -                     | 689    | 64.1                       | 180                 |
| 71              | 21.0                       | .093                               | 1.41                       | 2.20                              | 0.92 | 12.0              | 34.3                | 8.80                              | .40 | 3.0               | 14.9                | 18.00                             | .38 | 5.5               | 53.2                | 32              | 0.8            | 0.5               | 15.57              | .57   | 4.8                               | -                     | 648    | 60.0                       | 167                 |
| 72              | 25.9                       | .157                               | 1.88                       | 1.75                              | 0.98 | 13.0              | 42.0                | 13.5                              | .42 | 7.0               | 74.8                | 20.00                             | .42 | 5.9               | 93.4                | -               | -              | -                 | -                  | -     | -                                 | 20.0                  | -      | 23.2                       | 233                 |
| 73              | 26.0                       | .157                               | 1.88                       | 1.69                              | 0.98 | 13.0              | 40.6                | 2.54                              | .92 | 3.0               | 13.2                | 20.00                             | .42 | 10.0              | 158.3               | -               | -              | -                 | -                  | -     | -                                 | 20.0                  | -      | 23.2                       | 235                 |
| 74              | 27.05                      | .157                               | 1.88                       | 2.00                              | 0.96 | 13.0              | 47.0                | 8.30                              | .56 | 6.0               | 52.6                | 15.60                             | .42 | 2.0               | 24.7                | 30              | 0.8            | 6.05              | 16.5               | .41   | 61.7                              | -                     | 722    | 113                        | 299                 |
| 75              | 26.95                      | .157                               | 1.88                       | 2.00                              | 0.96 | 13.0              | 47.0                | 8.30                              | .56 | 6.0               | 52.6                | 15.60                             | .42 | 2.0               | 24.7                | 30              | 0.8            | 5.95              | 16.6               | .41   | 61.0                              | -                     | 741    | 116                        | 301                 |
| 76              | 27.55                      | .157                               | 1.88                       | 2.04                              | 0.96 | 15.0              | 55.4                | 13.77                             | .44 | 7.0               | 79.9                | 20.00                             | .42 | 5.6               | 87.9                | -               | -              | -                 | -                  | -     | -                                 | 20.0                  | -      | 23.2                       | 246                 |
| 77              | 25.0                       | .157                               | 1.88                       | 1.69                              | 0.98 | 13.0              | 40.6                | 2.54                              | .92 | 3.0               | 13.2                | 20.00                             | .42 | 9.0               | 142.5               | -               | -              | -                 | -                  | -     | -                                 | 20.0                  | -      | 23.2                       | 219                 |
| 78              | 28.0                       | .157                               | 1.88                       | 1.39                              | 1.00 | 13.5              | 35.4                | 12.24                             | .42 | 6.5               | 63.0                | 27.00                             | .42 | 8.0               | 171.0               | -               | -              | -                 | -                  | -     | -                                 | 27.0                  | -      | 31.4                       | 300                 |

- ข.3 ข้อมูลผลการ เจาะสำรวจคุณสมบัติของดินทางด้านวิศวกรรม จำนวน  
11 หลุมเจาะ ที่ใช้สำหรับคำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกวิกฤติของ เสาค้ำ  
จำนวน 19 ต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LOG OF BORING No. B-1

|   |   |
|---|---|
| NAME หอพักนักศึกษาหญิงมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ | LOCATION. ซอยงามดูพลี, ทุ่งมหาเมฆ, กทม. |
| CONTRACTOR.                                 |   |



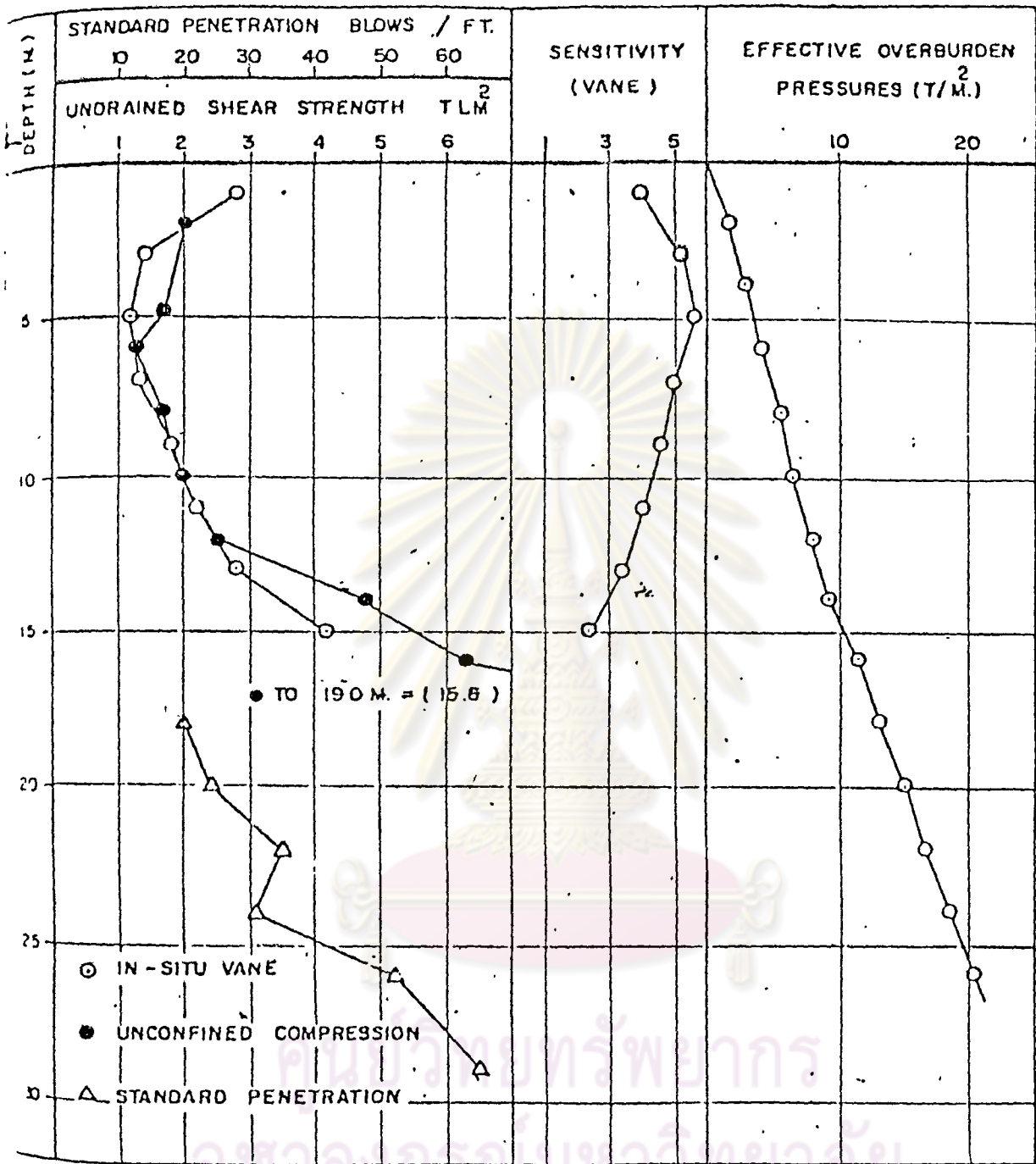
|                    |       |  |                          |               |
|--------------------|-------|--|--------------------------|---------------|
| LEVEL OBSERVATIONS |       | SOIL TESTING SIAM<br>CO., LTD.<br><br>BANGKOK. | BORING STARTED 12/3/81   |               |
| W.S OR W.D         |       |  | BORING COMPLETED 12/3/81 |               |
| BC.R.              | A.C.R |  | RIG. Acker               | FOREMAN. T'D. |
| 5 m. 24 HRS. AFTER |       |  | DRAWN. SS.               | APPROVED. VVN |
| RING               |       | JOB No 591                                     | SHEET. 1/2               |               |

รูปที่ 1. หอพักนักศึกษาหญิงมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ใช้คำนวณเสาเข็มลึ่กั้มที่ 5)



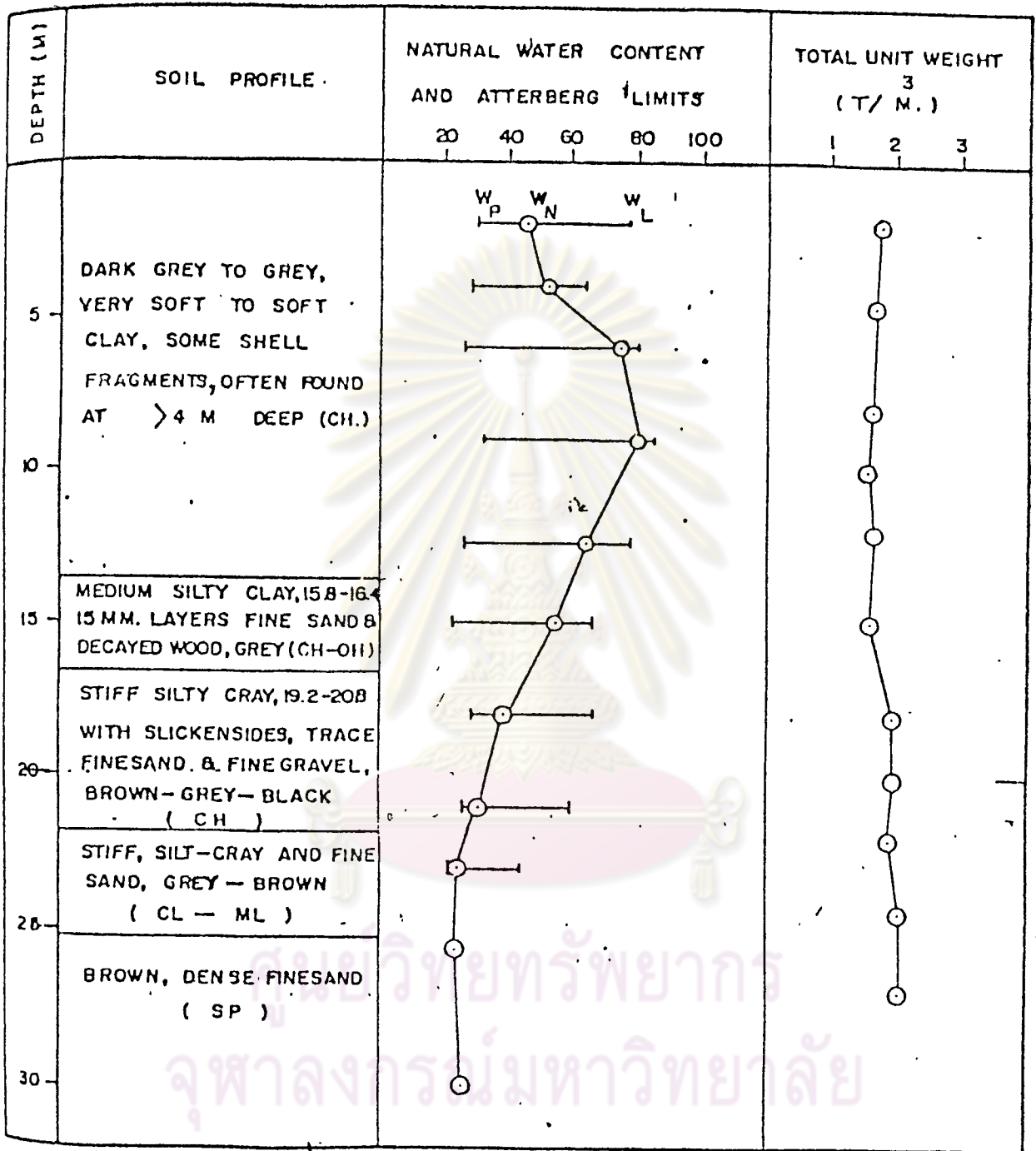






UNDRAINED SHEAR STRENGTH AND EFFECTIVE OVERBURDEN PRESSURES AT BANGCHAN

(ใช้ค่าตัวเลขเสริมลำดับที่ 10, 11)



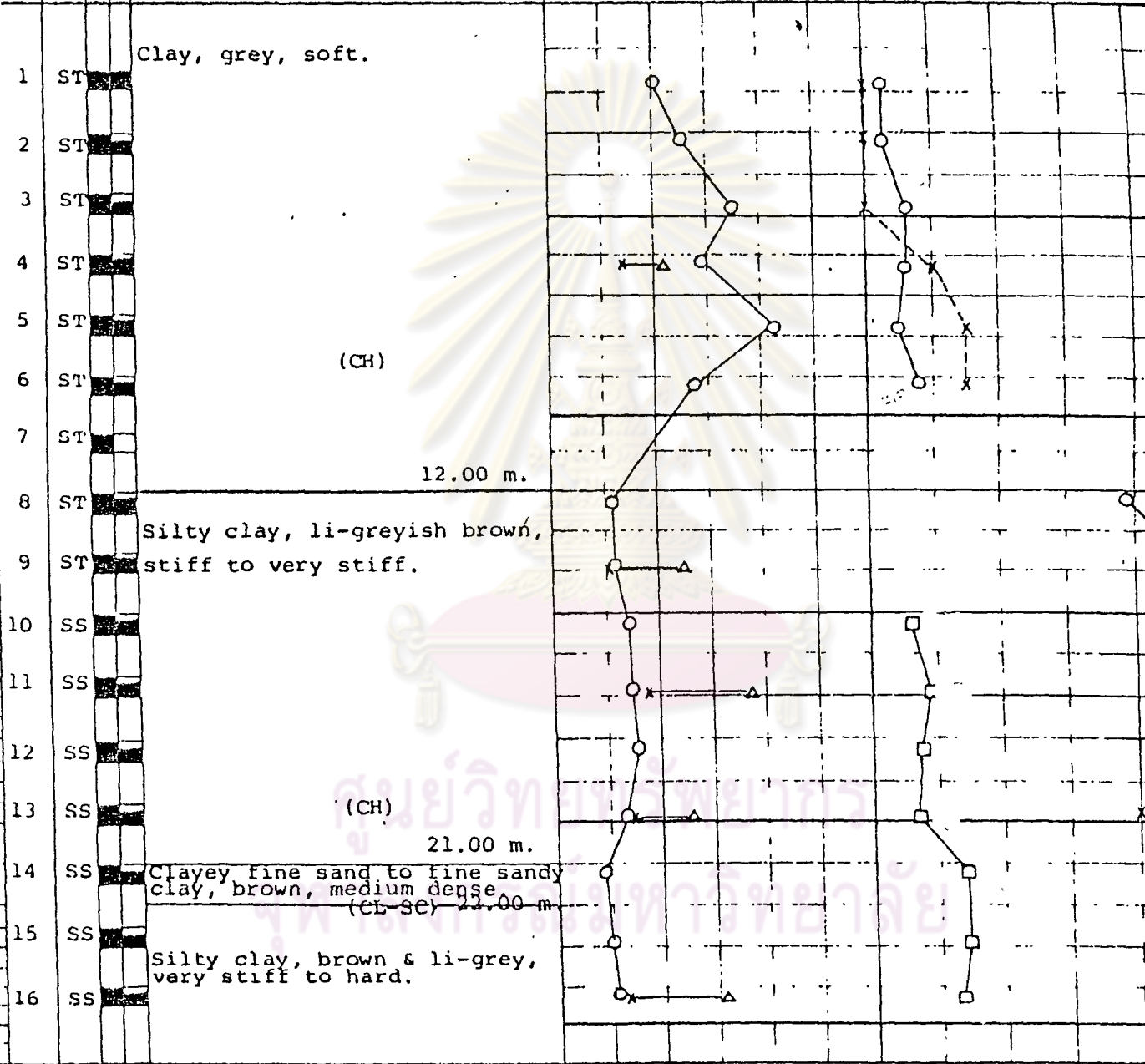
SOIL PROFILE AND GENERAL PROPERTIES OF SUBSOIL AT BANGCHAN

รูปที่ 2. นิคมอุตสาหกรรมบางชัน (ใช้คำนวณเสาเข็มลึกลับที่ 10, 11)

LOG OF BORING No. B-2

|         |                |             |                    |
|---------|----------------|-------------|--------------------|
| ST NAME | MAHATHUN PLAZA | LOCATION.   | PLEENCHIT BANGKOK. |
|         |                | CONTRACTOR. |                    |

| SAMPLE No. | TYPE OF SAMPLE | SAMPLE DST RECOVERY | DESCRIPTION OF MATERIAL | Natural Water Content |   | Plastic Limit |   | Liquid Limit |   | SPT, N (Blow/ft) |   |   |   |
|------------|----------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|---|---------------|---|--------------|---|------------------|---|---|---|
|            |                |                     |                         | ○                     | ● | x             | △ | ○            | △ | □                | ○ | ● | △ |



|                          |        |                                      |                  |             |
|--------------------------|--------|--------------------------------------|------------------|-------------|
| WATER LEVEL OBSERVATIONS |        | SOIL TESTING SIAM CO., LTD. BANGKOK. | BORING STARTED   | 4/9/82      |
| W.S. OR W.D.             |        |                                      | BORING COMPLETED | 5/9/82      |
| BC.R.                    | A.C.R. |                                      | RIG. Jov-7B      | FOREMAN. SM |
| -0.80 m. 24 HRS. AFTER   |        |                                      | DRAWN. TN        | APPROVED TN |
| BORING                   |        | JOB No. 641 E                        | SHEET. 1/2       |             |

บทที่ 3. มหาตุนพลาซ่า (ใช้คำนวณเสาเข็มลำดับที่ 39)

LOG OF BORING No. B-2

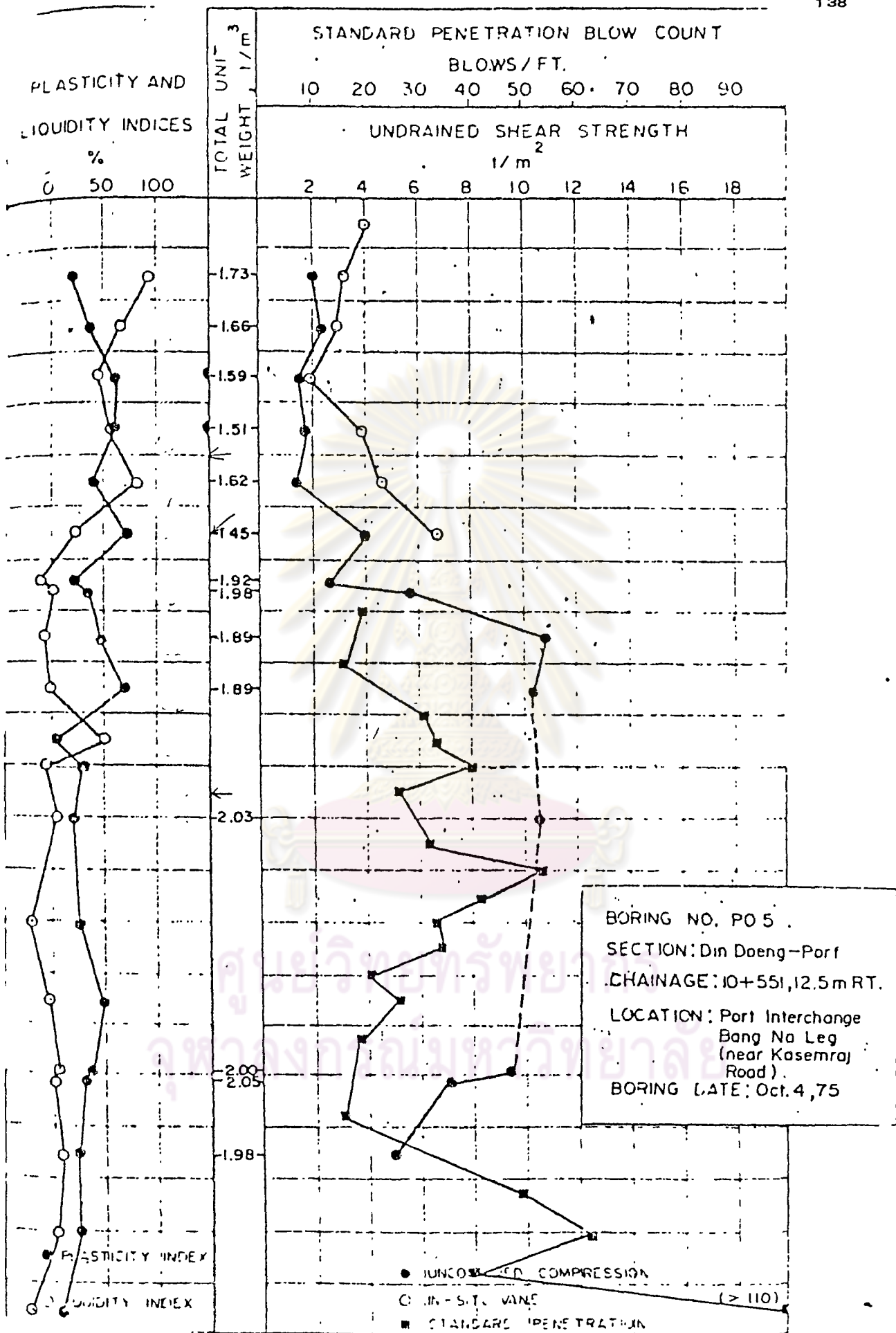
|                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| PROJECT NAME. MAHATHUN PLAZA | LOCATION. PLOENCHIT BAGNKOK. |
| OWNER                        | CONTRACTOR.                  |

| DEPTH, M<br>ELEVATION, M | SAMPLE No. | TYPE OF SAMPLE | SAMPLE DIST<br>RECOVERY | DESCRIPTION OF MATERIAL | Natural Water Content<br>x Plastic Limit<br>Δ Liquid Limit (%) |    |    |    |     | ○ Qu/2      ● Qu/2<br>Δ Qv        ▲ Qv<br>x Qp/2 (t/m <sup>2</sup> )<br>2.5    5    7.5    10<br>□ SPT, N (Blow / ft)<br>20    40    60    80 |    |    |    |
|--------------------------|------------|----------------|-------------------------|-------------------------|--|----|----|----|-----|---|----|----|----|
|                          |            |                |                         |                         | 20   | 40 | 60 | 80 | 100 | 20  | 40 | 60 | 80 |
| 17                       | SS         |                |                         | (CH)                    | ○  | x  | Δ  |    |     |   | □  | 32 |    |
| 18                       | SS         |                |                         |                         | ○  | x  | Δ  |    |     |   | □  | 28 |    |
| 19                       | SS         |                |                         |                         | ○  | x  | Δ  |    |     |   | □  | 32 |    |
| 20                       | SS         |                |                         |                         | ○  |    |    |    |     |   | □  | 86 |    |
|                          |            |                |                         | 30.45 m                 | END OF BORING.   |    |    |    |     |   |    |    |    |

ศูนย์วิทยุตำรวจ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

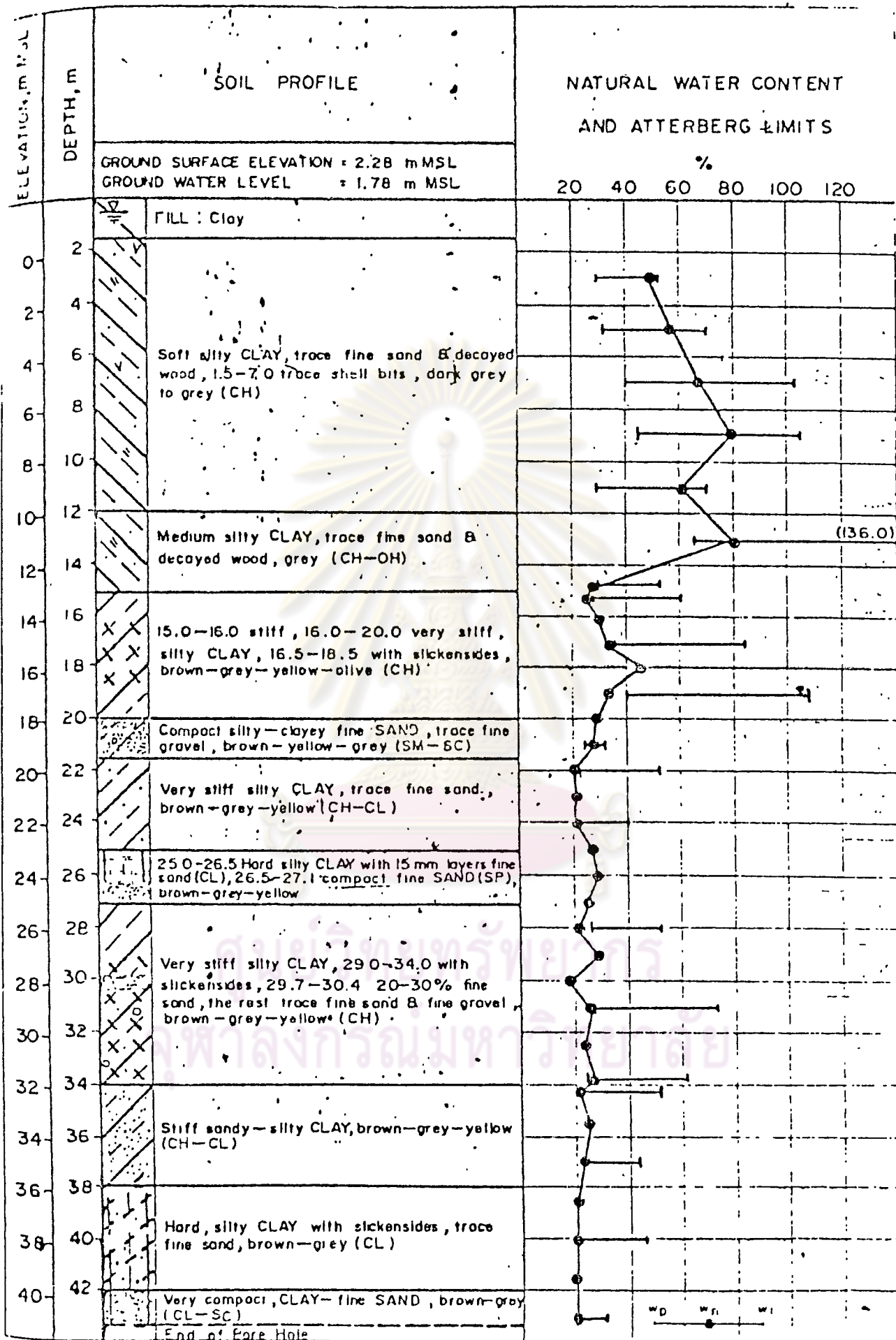
|                                  |       |  |                         |             |
|----------------------------------|-------|--|-------------------------|-------------|
| WATER LEVEL OBSERVATIONS         |       | SOIL TESTING SIAM<br>CO., LTD.<br>BANGKOK. | BORING STARTED 4/9/82   |             |
| W.S. OR W.D                      |       |  | BORING COMPLETED 5/9/82 |             |
| B.C.R.                           | A.C.R |  | RIG. Joy-7B             | FOREMAN SM  |
| -0.80 m. 24 HRS. AFTER<br>BORING |       |  | DRAWN. TN               | APPROVED TN |
|                                  |       | JOB No 641 E                               | SHEET 2/2               |             |

(ใช้คำนวณเสาเข็มลำดับที่ 39)



รูปที่ 4. ทางด่วน Tall Surveillance พุมเจาะดิน PO 5 CH 10+551  
 (ใช้ค่าหน่วยเสาเข็มค่าที่ 45)





(ให้คำนวณเสาเข็มลึกลับที่ 45)

LOG OF BORING NO. B-4

Siam City Bank Head

ARCHITECT-ENGINEER  
BIDA - SA

New Petchburi Road

PROJECT NAME New Siam City Bank Head  
Office Building

| SAMPLE NO.        | TYPE SAMPLE | SAMPLE DIST. | RECOVERY | DESCRIPTION OF MATERIAL  | UNIT DIST. WT. G/CC | UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH TONS/FT. <sup>2</sup> |    |    |    |    |  |
|-------------------|-------------|--------------|----------|--|---------------------|---|----|----|----|----|--|
|                   |             |              |          |  |                     | 1   | 2  | 3  | 4  | 5  |  |
|                   |             |              |          |  |                     | PLASTIC LIMIT %                                       |    |    |    |    |  |
|                   |             |              |          |  |                     | WATER CONTENT %                                       |    |    |    |    |  |
|                   |             |              |          |  |                     | LIQUID LIMIT %  |    |    |    |    |  |
|                   |             |              |          |  |                     | STANDARD "N" PENETRATION (BLOWS/FT.)                  |    |    |    |    |  |
|                   |             |              |          |  |                     | 10  | 20 | 30 | 40 | 50 |  |
| SURFACE ELEVATION |             |              |          |  |                     | (A)   |    |    |    |    |  |
|                   |             |              |          |  |                     | (B)   |    |    |    |    |  |
| 1                 | ST          |              |          | Clay, trace of shell and organic roots, dark grey, very soft to soft.          | 1.05                |   |    | X  |    |    |  |
| 2                 | ST          |              |          |  | 1.03                |   |    | X  |    |    |  |
| 3                 | ST          |              |          |  | 1.06                |   | X  |    |    |    |  |
| 4                 | ST          |              |          |  | 1.35                |   |    | X  |    |    |  |
| 5                 | ST          |              |          |  | 1.12                |   | X  |    |    |    |  |
| 6                 | SS          |              |          | Silty Clay, trace of fine sand light brown, very stiff.                        | 1.43                |   |    | X  |    |    |  |
| 7                 | SS          |              |          |  | 1.32                |   |    | X  |    |    |  |
| 8                 | SS          |              |          |  | 1.40                |   |    | X  |    |    |  |
| 9                 | SS          |              |          | Clayey fine sand, trace of silt and pocket of clay, yellowish brown dense      | 1.63                |   |    | X  |    |    |  |
| 10                | SS          |              |          |  | 1.62                |   |    | X  |    |    |  |
| 11                | SS          |              |          | Silty clay, trace of fine sand and gravel, yellowish brown & light grey, hard. | 1.69                |   |    | X  |    |    |  |
| 12                | SS          |              |          |  |                     |   |    | X  |    |    |  |

รูปที่ 5. ขนาดการนครหลวงไทย สำนักงานใหญ่ ประจวบฯ (ใช้คำนวณเสาเข็มลึกลับที่ 59)

L 3 OF BORING NO. B-4

|                    |  |
|--------------------|--|
| Siam City Bank     | ARCHITECT-ENGINEER<br>BIOA - SA                      |
| New Petchburi Road | PROJECT NAME New Siam City Bank Head Office Building |

| DEPTH (M) | TYPE SAMPLE | SAMPLE DIST | RECOVERY | DESCRIPTION OF MATERIAL   | UNIT DRY WT. (G) | UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH (TONS/FT.²) |   |   |   |   |   |   |   |  |
|-----------|-------------|-------------|----------|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|           |             |             |          |   |                  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 |   |   |   |  |
| 15        | SS          |             |          |   | 1.71             |   | X | 0 |   | △ |   |   |   |  |
| 16        | SS          | 32          |          | (CL)  | 1.65             |   |   | X | 0 |   |   | △ | ⊗ |  |
| 17        | SS          | 34          |          | Silty clay, trace of fine sand, and pocket of yellowish brown & light grey, hard. | 1.70             |   | X | 0 |   |   | △ |   | ⊗ |  |
| 18        | SS          | 36          |          |   | 1.55             |   |   | X | 0 |   |   |   | ⊗ |  |
| 19        | SS          | 38          |          |   | 1.43             |   |   | X | 0 |   |   |   | ⊗ |  |
| 20        | SS          |             |          |   | 1.52             |   | X | 0 |   |   |   | △ | ⊗ |  |
| 21        | SS          |             |          | (CL)  | 1.49             |   | X | 0 |   |   |   | △ | ⊗ |  |
| 22        | SS          |             |          |   |                  |   |   |   |   |   |   |   | ⊗ |  |

End of P...

(A) Fine to medium sand, and broken brick.  
(Fill)

(B) Clay, with some roots, and grass, blackish grey  
(Top Soil)

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| WATER LEVEL OBSERVATIONS |             |
| W.S. OR W.D.             |             |
| R.C.R.                   | A.C.R.      |
| 0.50                     | 24 hr. A.B. |

SOIL TESTING SIAM CO. LTD. PANGKOK

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| BORING STARTED Sept. 30, 77 |              |
| BORING COMPLETED Oct. 4, 77 |              |
| RIG Joy-12                  | FOREMAN M.T. |
| DRAWN KPN.                  | APPROVED SS. |
| JOB # 209                   | SHEET 1      |

(ใช้คำนวณเสาเข็มลึกลงที่ 59)



SOIL TESTING SERVICE COMPANY  
SUMMARY OF TEST RESULTS

Project: New Sun City Bank Office Building

Location: New Patchburg Road

Table No.

Boring No. B-4

Job No. 259

By: RPII.

Date: Oct. 5, 1977

| Depth<br>m. |       | Atterberg Limit<br>% |              |      |      | Unit Weight<br>g/cc   |                       | Moist<br>PI | Sensitivity | Ult. Comp. Bearing<br>Capacity<br>(t/m <sup>2</sup> ) | Ult. sec. Skin<br>Friction<br>(t/m) | Soil Classification | Soil Strength                                   |   |                                       |  | Rebound<br>Index | Sample No. |
|-------------|-------|----------------------|--------------|------|------|-----------------------|-----------------------|-------------|-------------|---|-------------------------------------|---------------------|---|---|---------------------------------------|--|------------------|------------|
| From        | to    | Wnat                 | LL           | PL   | PI   | Wet<br>γ <sub>t</sub> | Dry<br>γ <sub>d</sub> |             |             |   |                                     |                     | Unconfined<br>Compression<br>Q <sub>u</sub> ksc | Pocket<br>Penetration<br>C <sub>p</sub> ksc | Int. Vane Shear<br>C <sub>v</sub> ksc | Standard<br>Penetration<br>N <sub>60</sub> Blows/ft. |                  |            |
| 2.00        | 2.50  |                      | No. recovery |      |      | -                     | -                     |             | -           | -   | -                                   | CH                  | -   | -   | -                                     | -  | ST-1             |            |
| 4.00        | 4.50  | 67.0                 | 63.8         | 28.7 | 35.1 | 1.76                  | 1.05                  | 1.9         | 2.00        | -   | -                                   | CH                  | 0.22  | 0.35  | 0.14                                  | -  | 0.11             | ST-2       |
| 6.00        | 6.50  | 74.8                 | 66.4         | 27.2 | 39.2 | 1.79                  | 1.03                  | 1.9         | 1.67        | -   | -                                   | CH                  | 0.10  | 0.25  | 0.10                                  | -  | 0.06             | ST-3       |
| 8.00        | 8.50  | 85.6                 | 80.3         | 18.8 | 61.5 | -                     | -                     | 1.2         | -           | -   | -                                   | CH                  | -   | 0.20  | -                                     | -  | -                | ST-4       |
| 10.00       | 11.00 | 62.8                 | 67.1         | 23.5 | 43.6 | 1.73                  | 1.06                  | 1.4         | 1.67        | -   | -                                   | CH                  | 0.10  | 0.50  | 0.20                                  | -  | 0.06             | ST-5       |
| 12.00       | 12.50 | 40.6                 | 77.7         | 25.0 | 52.7 | 1.90                  | 1.35                  | 0.8         | 2.36        | -   | -                                   | CH                  | 0.26  | 0.75  | 0.20                                  | -  | 0.11             | ST-6       |
| 14.00       | 14.50 | 58.6                 | 65.1         | 18.4 | 47.2 | 1.77                  | 1.12                  | 1.2         | 2.70        | 30.9  | -                                   | CH                  | 0.54  | 0.63  | 0.30                                  | -  | 0.20             | ST-7       |
| 16.00       | 16.50 | 27.6                 | 56.7         | 29.5 | 27.2 | 1.88                  | 1.48                  | 1.0         | -           | 145.6   | 5.1                                 | CL                  | -   | 3.00  | -                                     | 24   | -                | SS-8       |
| 18.00       | 18.45 | 37.6                 | 68.0         | 29.7 | 38.3 | 1.82                  | 1.32                  | 0.9         | -           | 136.3   | 20.2                                | CL                  | -   | 3.00  | -                                     | 22   | -                | SS-9       |
| 20.00       | 20.45 | 32.2                 | 70.0         | 25.6 | 44.4 | 1.85                  | 1.40                  | 0.7         | -           | 160.1   | 34.2                                | CL                  | -   | 2.75  | -                                     | 26   | -                | SS-10      |
| 22.00       | 22.45 | 22.6                 | 30.0         | 18.4 | 11.6 | -                     | -                     | 1.9         | -           | 463.3   | 50.5                                | SC                  | -   | 3.50  | -                                     | 16   | -                | SS-11      |
| 24.00       | 24.45 | 24.0                 | 44.9         | 14.7 | 30.2 | 2.02                  | 1.63                  | 0.8         | -           | 347.4   | 72.4                                | SC                  | -   | 2.00  | -                                     | 20   | -                | SS-12      |
| 26.00       | 26.45 | 23.9                 | 59.8         | 18.0 | 41.8 | 2.01                  | 1.62                  | 0.6         | -           | 221.0   | 89.0                                | CL                  | -   | 2.75  | -                                     | 36   | -                | SS-13      |
| 28.00       | 28.45 | 21.4                 | 54.4         | 24.6 | 29.8 | 2.05                  | 1.69                  | 0.7         | -           | 345.2   | 111.7                               | CL                  | -   | 4.20  | -                                     | 58   | -                | SS-14      |
| 30.00       | 30.45 | 21.1                 | 39.1         | 16.9 | 22.2 | 2.07                  | 1.71                  | 1.0         | -           | 375.4   | 148.2                               | CL                  | -   | 4.50  | -                                     | 63   | -                | SS-15      |
| 32.00       | 32.45 | 23.7                 | 52.9         | 23.1 | 29.8 | 2.04                  | 1.65                  | 0.8         | -           | 333.1   | 187.9                               | CL                  | -   | 4.20  | -                                     | 55   | -                | SS-16      |
| 34.00       | 34.45 | 21.8                 | 47.3         | 15.8 | 31.5 | 2.07                  | 1.70                  | 0.7         | -           | 420.6   | 222.6                               | CL                  | -   | 4.50  | -                                     | 81   | -                | SS-17      |
| 36.00       | 36.45 | 27.7                 | 61.8         | 26.9 | 35.1 | 1.98                  | 1.55                  | 0.8         | -           | 448.3   | 273.7                               | CL                  | -   | 4.50  | -                                     | 75   | -                | SS-18      |
| 38.00       | 38.45 | 31.3                 | 73.6         | 24.8 | 48.8 | 1.95                  | 1.48                  | 0.6         | -           | 472.5   | 321.0                               | CL                  | -   | 4.50  | -                                     | 79   | -                | SS-19      |

65 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000

# REGIONAL ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.

## LOG BORING NO. BH-11

PROJECT : Maintenance Centre

DATE COMMENCED Nov. 10, 198

LOCATION : Don Muang Airport

DATE FINISHED Nov. 12, 198

| ABR. NOTATIONS<br>ST - UNDISTURBED SAMPLING<br>SP - STANDARD PENETRATION TEST<br>WO - WASH OUT<br>VS - FIELD VANE SHEAR TEST | GROUND ELEV. *<br>2.715 M.<br>WATER TABLE<br>1.715 M. | GRAPHIC LOG | M. | DEPTH | SAMPLING METHOD | UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH<br>t/m <sup>2</sup> | STANDARD PENETRATION TEST<br>BL/FT | FIELD VANE SHEAR STRENGTH<br>t/m <sup>2</sup> |
|--|---|-------------|----|-------|-----------------|---|------------------------------------|---|
| SOIL DISCRPTION  |   |             |    |       |                 | 50  | 100                                |   |
| SAND, clay and rock fragment.  |   | SAND        |    |       | WO              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | ST              |   |                                    |   |
| CLAY, soft, silty, some roots and organic, black to dark grey.   |   | CLAY        |    |       | VS              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | WO              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | ST              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | VS              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | WO              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | ST              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | VS              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | WO              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | ST              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | VS              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | WO              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | ST              |   |                                    |   |
| CLAY, stiff, silty, some rock fragment, grey.  |   | CLAY        |    |       | VS              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | WO              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | ST              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | VS              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | WO              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | ST              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | VS              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | WO              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | ST              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | VS              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | WO              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | ST              |   |                                    |   |
| CLAY, very stiff, silty and some rock fragment, mottled brown and grey.  |   | CLAY        |    |       | SP              |   |                                    | 22  |
|  |   |             |    |       | VS              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | WO              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | SP              |   |                                    | 29  |
| CLAY, very stiff, silty, some laterite, light greyish brown.   |   | CLAY        |    |       | VS              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | WO              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | SP              |   |                                    | 31  |
|  |   |             |    |       | VS              |   |                                    |   |
| SAND, dense, fine, silty, brown.   |   | SAND        |    |       | WO              |   |                                    |   |
|  |   |             |    |       | SP              |   |                                    |   |

รูปที่ 6. คุนขขอมบ้ำรุง สนามบ้นคอนเม้อง (ใช้ค่านวขเสอข้มล่ำคับท 62, 63, 66, 69, 70, 71)

# REGIONAL ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.

## LOG BORING NO. BH-11

PROJECT : Maintenance Centre DATE COMMENCED Nov. 10, 82

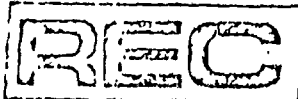
LOCATION : Don Muang Airport DATE FINISHED Nov. 12, 82

| ABBREVIATIONS  | GROUND ELEV. *                     | GRAPHIC LOG | DEPTH | SAMPLING METHOD | UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH | STANDARD PENETRATION TEST | FIELD VANE SHEAR STRENGTH |
|--|------------------------------------|-------------|-------|-----------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| SI - UNDISTURBED SAMPLING<br>SP - STANDARD PENETRATION TEST<br>WO - WASH OUT<br>VS - FIELD VANE SHEAR TEST | 2.715 M.<br>WATER TABLE<br>1.715 M |             |       |                 | $1/m^2$<br>$BL/FT$<br>$1/m^2$   |                           |                           |
| SOIL DESCRIPTION   |                                    |             |       |                 | 50                              | 100                       |                           |
| SAND, very dense, silty, brown.  |                                    | 1.1         | WO    | SP              | 44                              |                           |                           |
|  |                                    |             |       |                 |                                 |                           |                           |
| SAND, very dense, fine to medium, brown.   |                                    | 1.2         | SP    | 54              |                                 |                           |                           |
|  |                                    | 1.3         | WO    | 80              |                                 |                           |                           |
| SAND, very dense, medium, some gravel, brown.  |                                    | 1.4         | SP    |                 |                                 |                           | 69                        |
|  |                                    | 1.5         | WO    |                 |                                 |                           |                           |
| CLAY, hard, some sand seams, reddish grey.   |                                    | 1.6         | SP    | 91              |                                 |                           |                           |
|  |                                    | 1.7         | WO    | 57              |                                 |                           |                           |
| End of Boring  |                                    | 1.8         | SP    |                 |                                 |                           | 61                        |
|  |                                    | 1.9         | WO    |                 |                                 |                           |                           |

Recovered sample.

\* Elevation refer to AAT BM.

(ใช้ค่าความเสถียรค่าที่ 62, 63, 66, 69, 70, 71)



Project : Maintenance Centre

Location: Don Muang Airport

Date: NOV. 17, 1982

| Depth<br>of Sample<br>m | Water<br>Content<br>% | Liquid<br>Limit<br>% | Plastic<br>Limit<br>% | Unit<br>Weight<br>t/m <sup>3</sup> | Field Vane Shear Strength |       |                  |       |
|-------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------|-------|------------------|-------|
|                         |                       |                      |                       |                                    | Undisturbed Str.          |       | Disturbed Str.   |       |
|                         |                       |                      |                       |                                    | t/m <sup>2</sup>          | Deg.  | t/m <sup>2</sup> | Deg.  |
| 1.0 - 1.5               | 35.8                  |                      |                       | 1.98                               |                           |       |                  |       |
| 1.5 - 1.8               |                       |                      |                       |                                    | 2.70                      | 19.00 | 0.67             | 9.00  |
| 1.5 - 2.0               |                       |                      |                       |                                    | 4.21                      | 33.85 | 0.67             | 7.81  |
| 2.0 - 2.5               |                       |                      |                       |                                    | 3.32                      | 23.43 | 0.67             | 5.20  |
| 2.5 - 3.0               |                       |                      |                       |                                    | 3.32                      | 27.60 | 0.94             | 7.29  |
| 2.6 - 3.1               | 45.9                  |                      |                       | 1.77                               |                           |       |                  |       |
| 3.0 - 3.5               |                       |                      |                       |                                    | 1.76                      | 15.10 | 0.47             | 10.41 |
| 3.1 - 3.4               |                       |                      |                       |                                    | 2.70                      | 12.00 | 0.47             | 10.00 |
| 3.5 - 4.0               |                       |                      |                       |                                    | 0.88                      | 10.41 | 0.33             | 5.20  |
| 4.0 - 4.5               |                       |                      |                       |                                    | 0.94                      | 12.49 | 0.33             | 5.20  |
| 4.0 - 4.5               | 76.2                  | 85.4                 | 35.9                  | 1.66                               |                           |       |                  |       |
| 4.5 - 4.8               |                       |                      |                       |                                    | 2.70                      | 18.00 | 0.67             | 10.00 |
| 4.5 - 5.0               |                       |                      |                       |                                    | 1.35                      | 18.22 | 0.40             | 4.16  |
| 5.0 - 5.5               |                       |                      |                       |                                    | 1.42                      | 13.54 | 0.47             | 4.16  |
| 5.5 - 6.0               |                       |                      |                       |                                    | 0.81                      | 9.89  | 0.40             | 7.81  |
| 5.6 - 6.0               | 75.2                  |                      |                       | 1.65                               |                           |       |                  |       |
| 6.0 - 6.3               |                       |                      |                       |                                    | 1.35                      | 12.00 | 0.67             | 8.00  |
| 6.0 - 6.5               |                       |                      |                       |                                    | 1.83                      | 18.22 | 0.47             | 3.64  |
| 6.5 - 7.0               |                       |                      |                       |                                    | 1.76                      | 11.97 | 0.74             | 5.20  |
| 7.0 - 7.5               |                       |                      |                       |                                    | 1.56                      | 12.49 | 0.47             | 5.20  |
| 7.0 - 7.6               | 82.6                  | 87.6                 | 35.2                  | 1.58                               |                           |       |                  |       |
| 7.6 - 8.0               |                       |                      |                       |                                    | 1.15                      | 15.62 | 0.33             | 4.16  |
| 7.6 - 7.9               |                       |                      |                       |                                    | 3.37                      | 8.00  | 0.67             | 6.00  |
| 8.0 - 8.5               |                       |                      |                       |                                    | 1.69                      | 10.93 | 0.40             | 3.12  |
| 8.5 - 9.0               |                       |                      |                       |                                    | 1.83                      | 20.83 | 0.26             | 5.20  |
| 8.5 - 9.0               | 78.3                  |                      |                       | 1.58                               |                           |       |                  |       |
| 9.0 - 9.3               |                       |                      |                       |                                    | 4.72                      | 7.00  | 0.67             | 11.00 |
| 9.0 - 9.5               |                       |                      |                       |                                    | 1.56                      | 18.22 | 0.33             | 6.25  |

(ในตำแหน่งเสาเข็มลำดับที่ 62, 63, 66, 69, 70, 71)

Continued





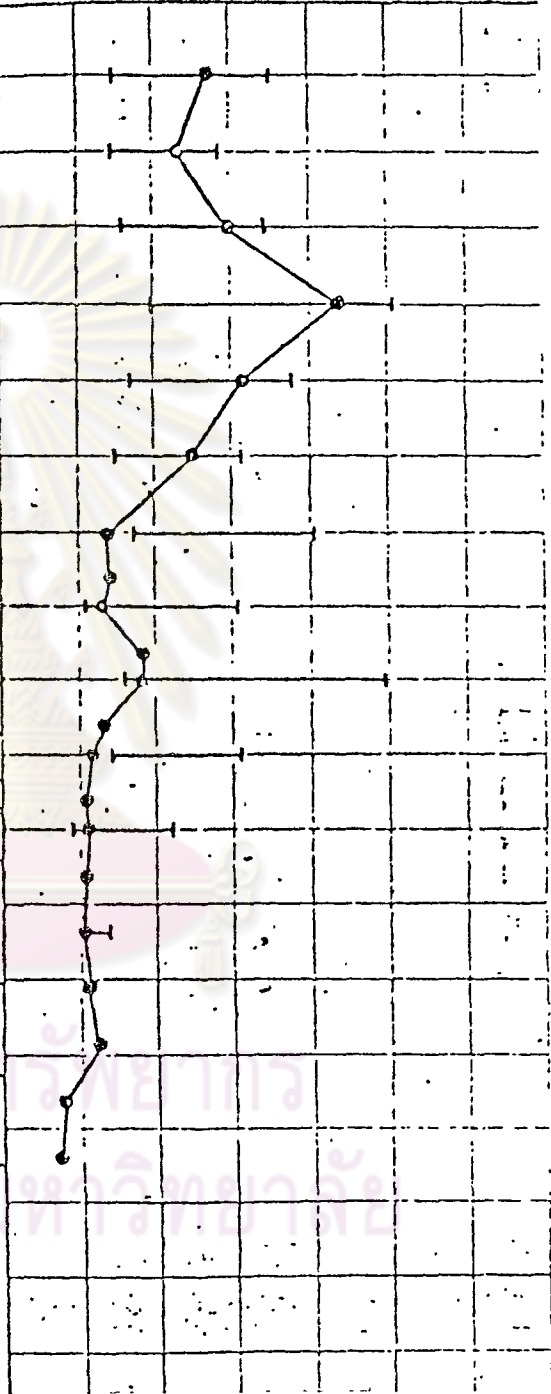
SOIL PROFILE

NATURAL WATER CONTENT AND ATTERBERG LIMITS

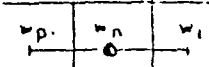
GROUND WATER LEVEL • 0.80 m depth

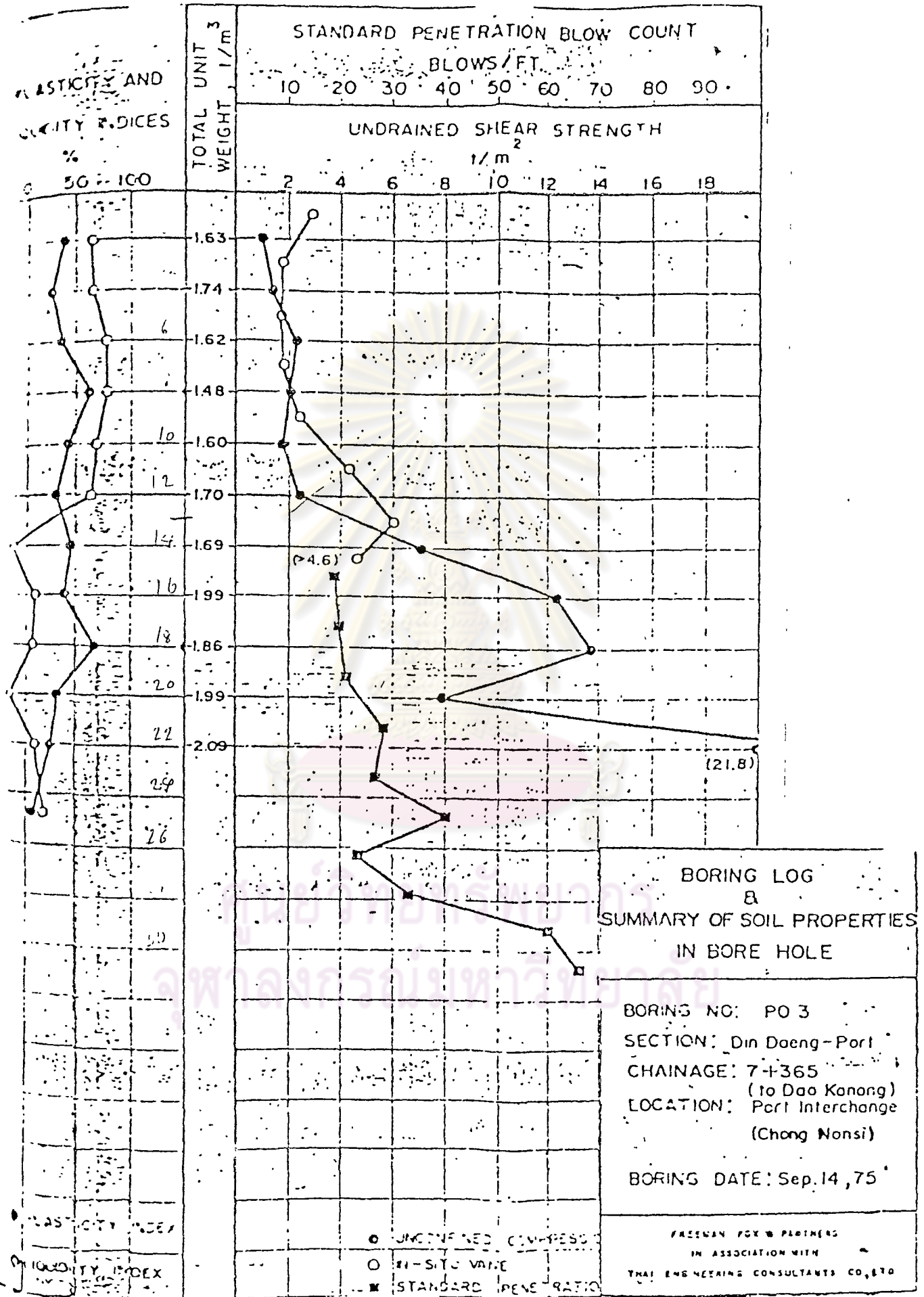
20 40 60 80 100 120 %

|           |  |
|-----------|--|
| 0-1.2     | FILL : Clay  |
| 1.2-2.0   | Medium to very soft silty CLAY, trace decayed wood, grey - brown (CH)                                |
| 2.0-4.0   | Soft silty CLAY, trace fine sand, decayed wood & shell bits, dark to greenish grey (CH)              |
| 4.0-6.0   | Stiff silty CLAY, trace calcareous & fine gravel, grey - brown - yellow - green (CH)                 |
| 6.0-8.0   | Very stiff, silty CLAY with slickensides, trace calcareous, brown grey - yellow - olive - black (CI) |
| 8.0-10.0  | Compact, clayey fine SAND, pieces decomposed rock, brown - grey (SP)                                 |
| 10.0-12.0 | Very stiff, silty CLAY with slickensides, trace fine gravel, brown - grey (CL)                       |
| 12.0-14.0 | Very stiff sandy - silty CLAY, brown - grey - yellow (CL)  |
| 14.0-16.0 | Very stiff silty CLAY, 10-20% fine sand, brown - grey - yellow (CL)                                  |
| 16.0-18.0 | Very compact, silty fine to medium SAND, brownish grey (SM)  |



รูปที่ 7. ทางด่วน (ดินแดง-ท่าเรือ) หลุมเจาะดิน PO 3 CH 7+365  
(ใช้คำนวณเสาเข็มลึกลับที่ 72)



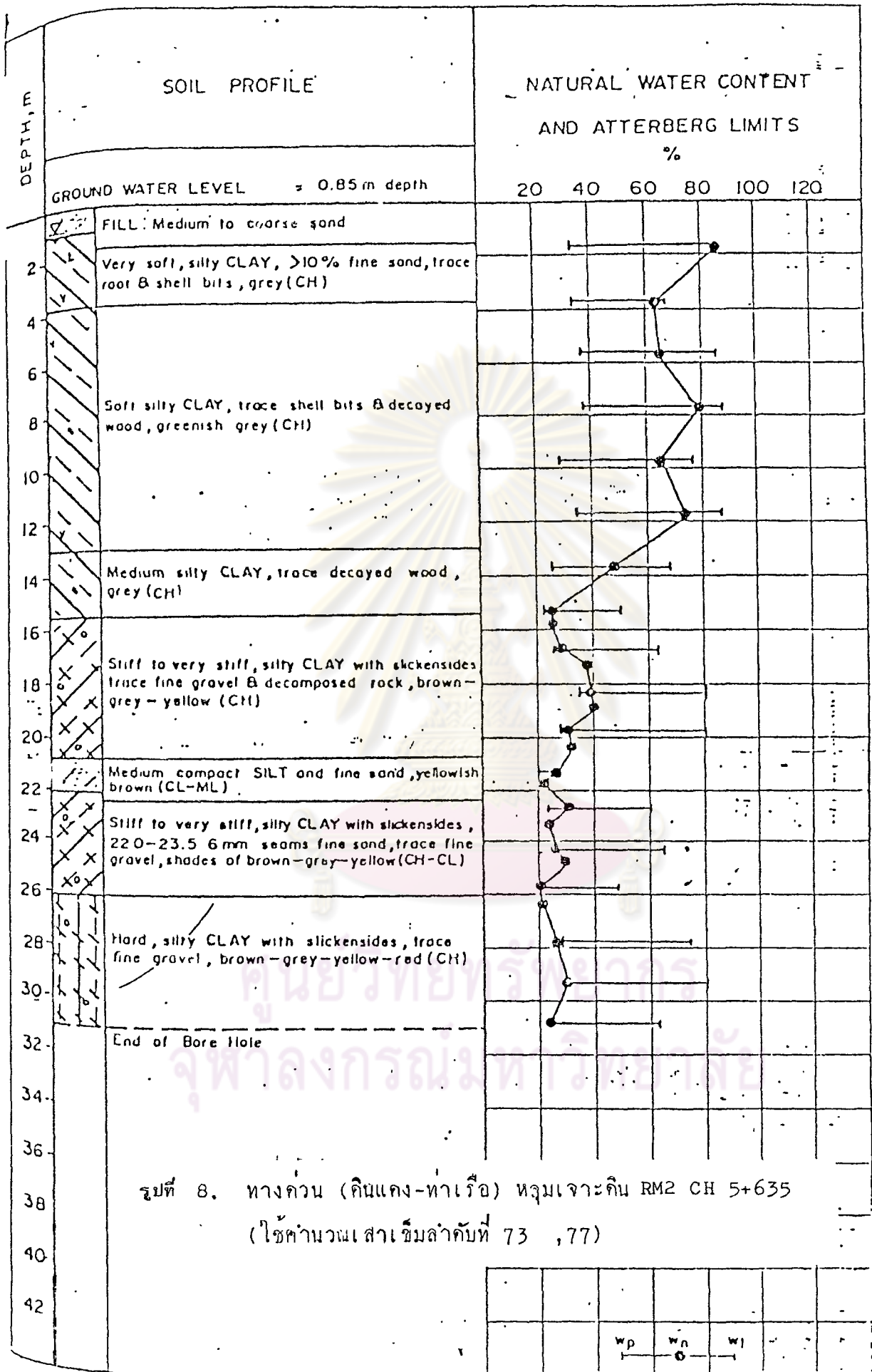


**BORING LOG & SUMMARY OF SOIL PROPERTIES IN BORE HOLE**

BORING NO: PO 3  
 SECTION: Din Daeng-Port  
 CHAINAGE: 7+365  
 LOCATION: Port Interchange (to Dao Kanong) (Chong Nonsi)  
 BORING DATE: Sep. 14, 75

FREEMAN FOX & PARTNERS  
 IN ASSOCIATION WITH  
 THAI ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

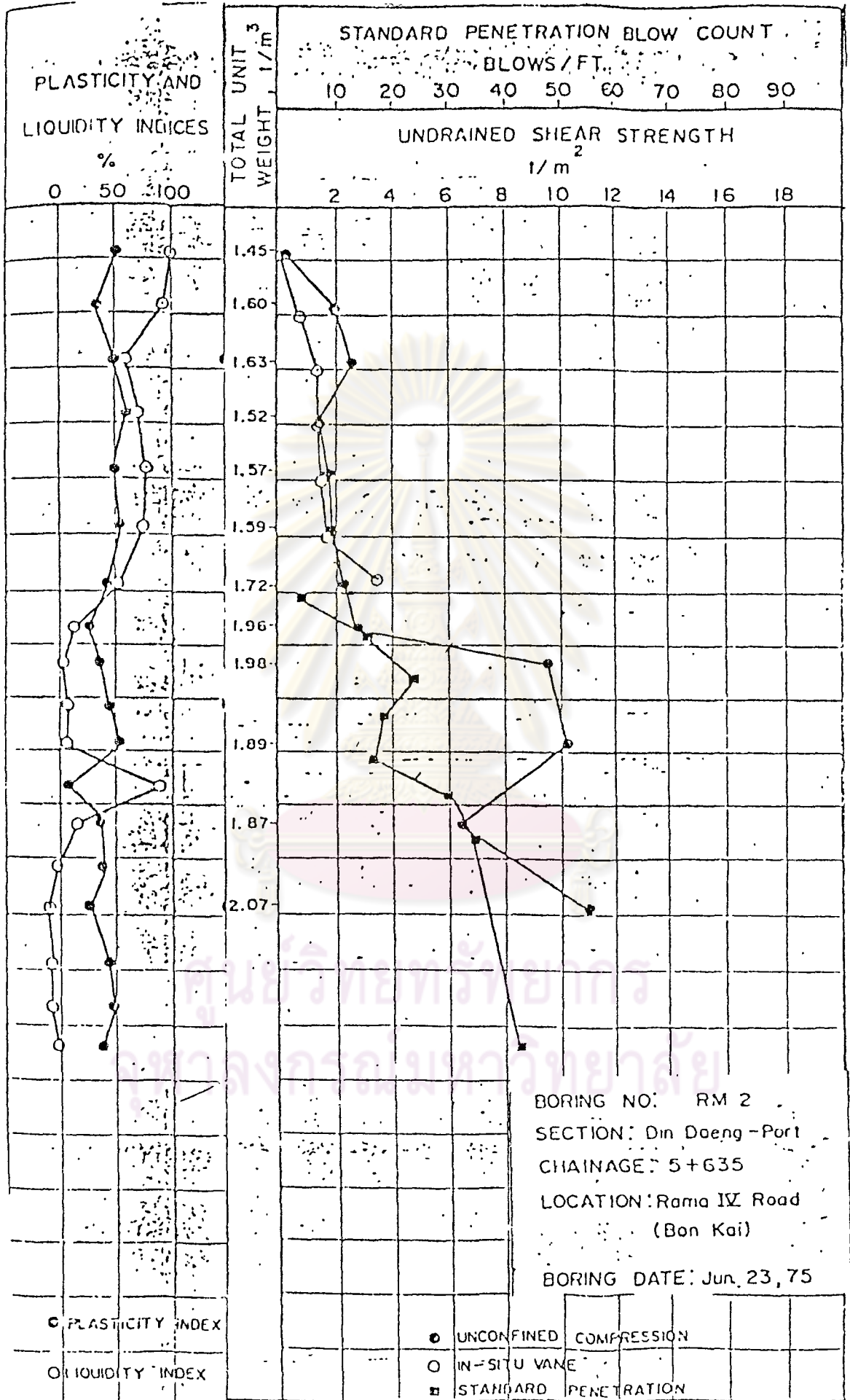
(ใช้คำนวณเสาเข็มลึกลับที่ 72)



รูปที่ 8. ทางคว้น (ดินแดง-ท่าเรือ) หลุมเจาะดิน RM2 CH 5+635  
(ใช้ค่าความเสาะเข็มลำดับที่ 73 , 77)

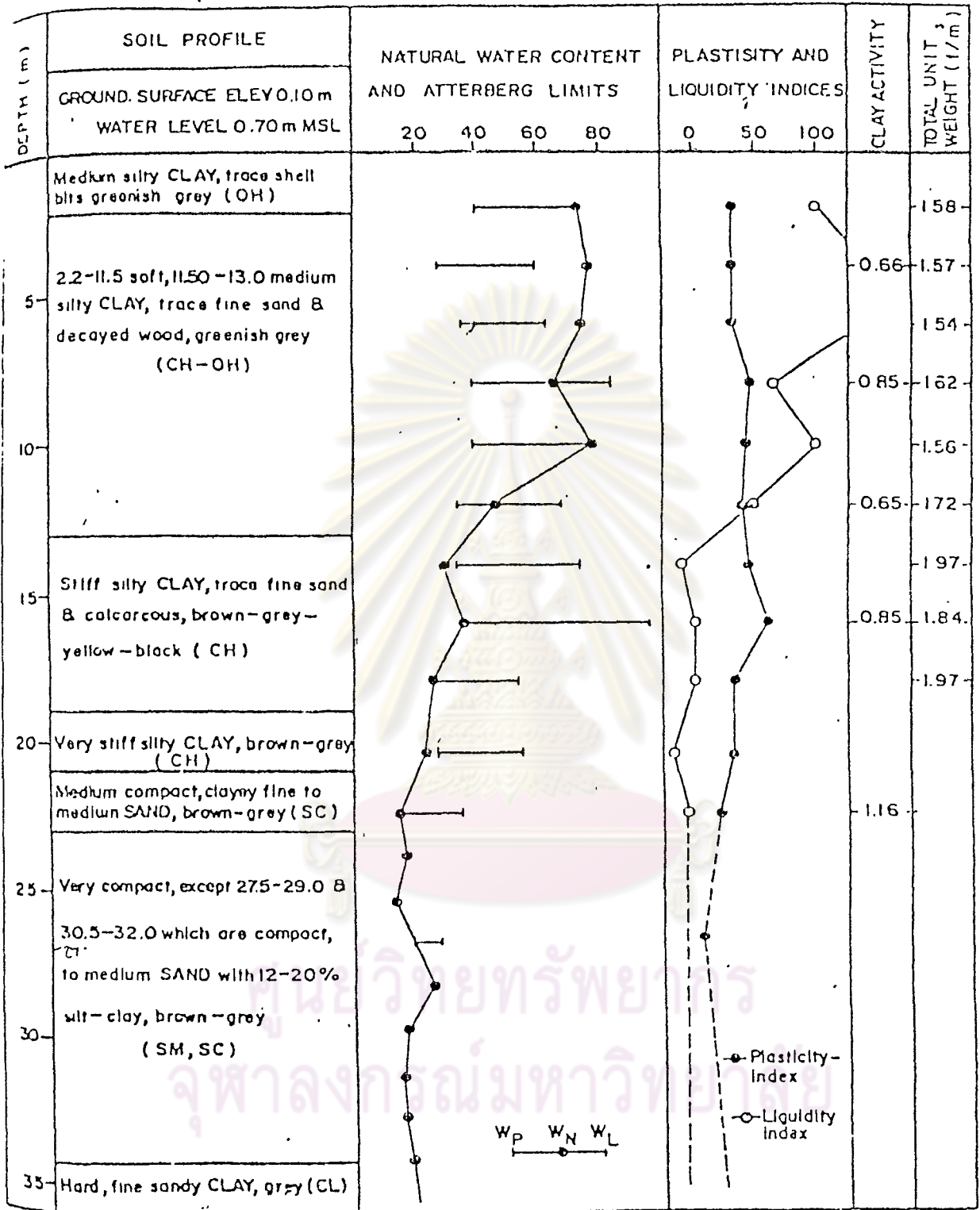
Wp Wn Wl





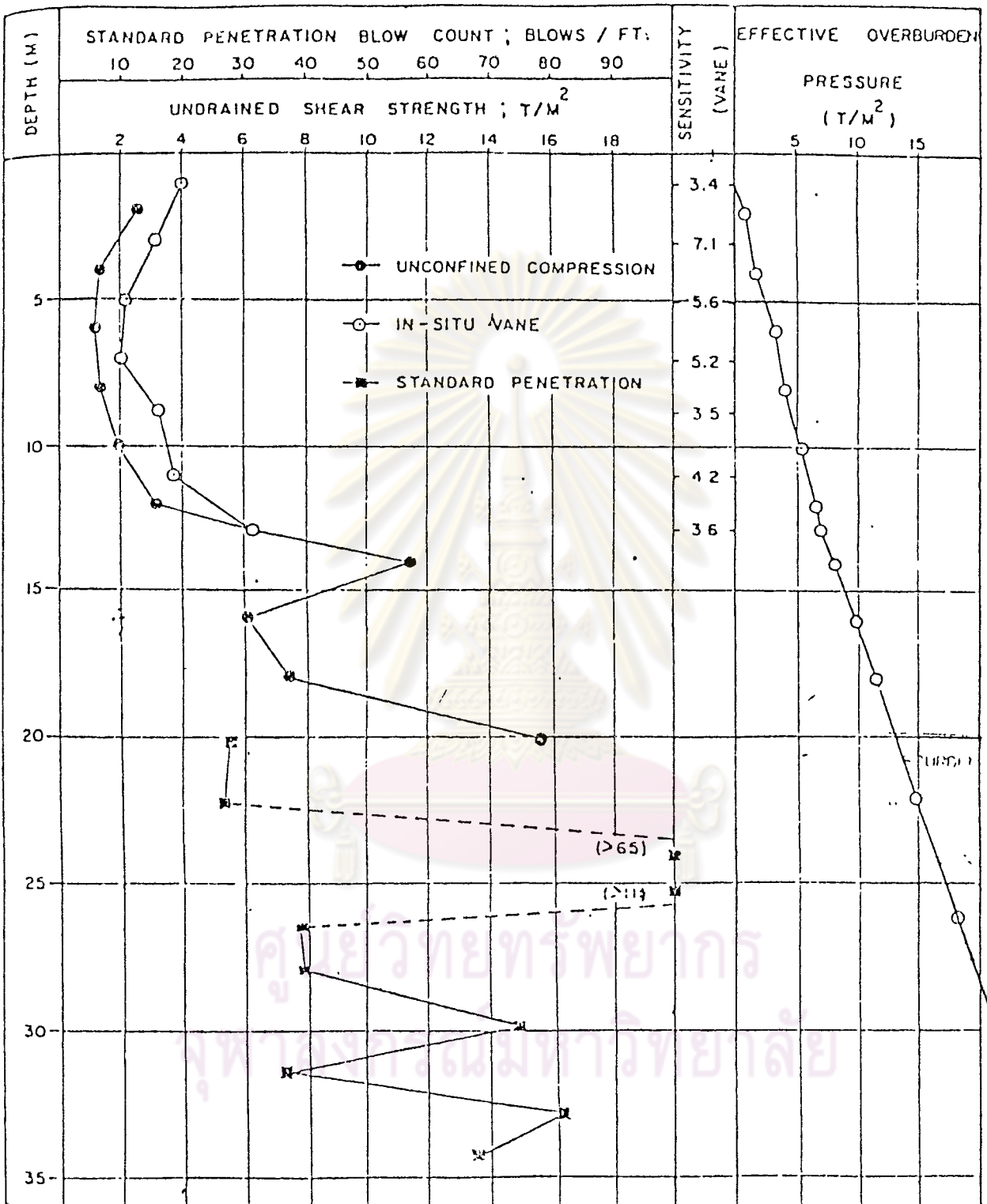
BORING NO: RM 2  
 SECTION: Din Daeng - Part  
 CHAINAGE: 5+635  
 LOCATION: Rama IV Road  
 (Bon Kai)  
 BORING DATE: Jun. 23, 75

(ใช้ค่าหน่วยเสาเข็มลำดับที่ 73, 77)



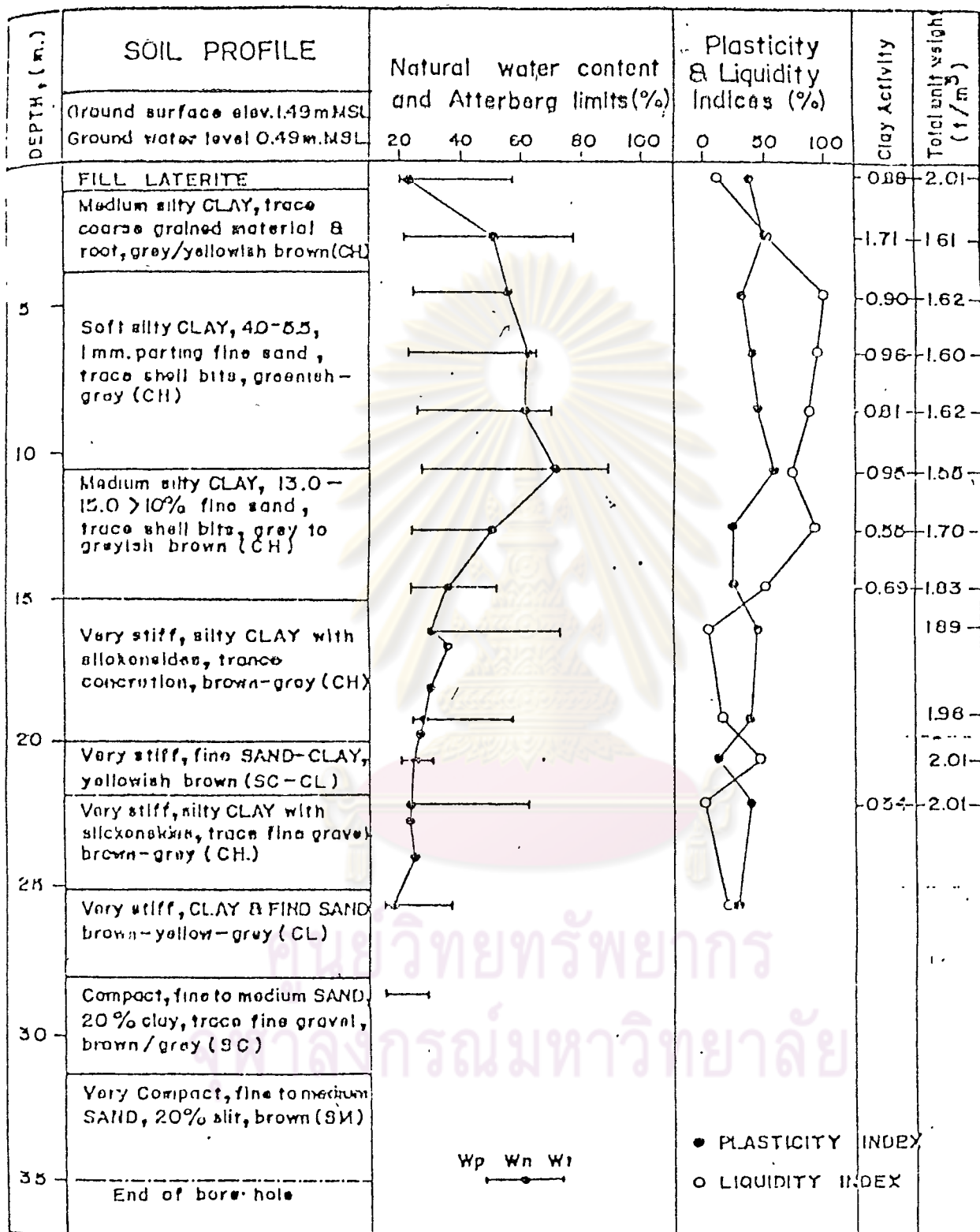
SOIL PROFILE AND GENERAL PROPERTIES OF SUBSOIL AT DINDAENG; CH 2+235, 60x 1M.

รูปที่ 9. ทางด่วน (กินแกง - ท่าเรือ) หลุมเจาะดิน CH 2+235 (ใช้คำนวณเสาเข็มลึกลงที่ 74, 75)



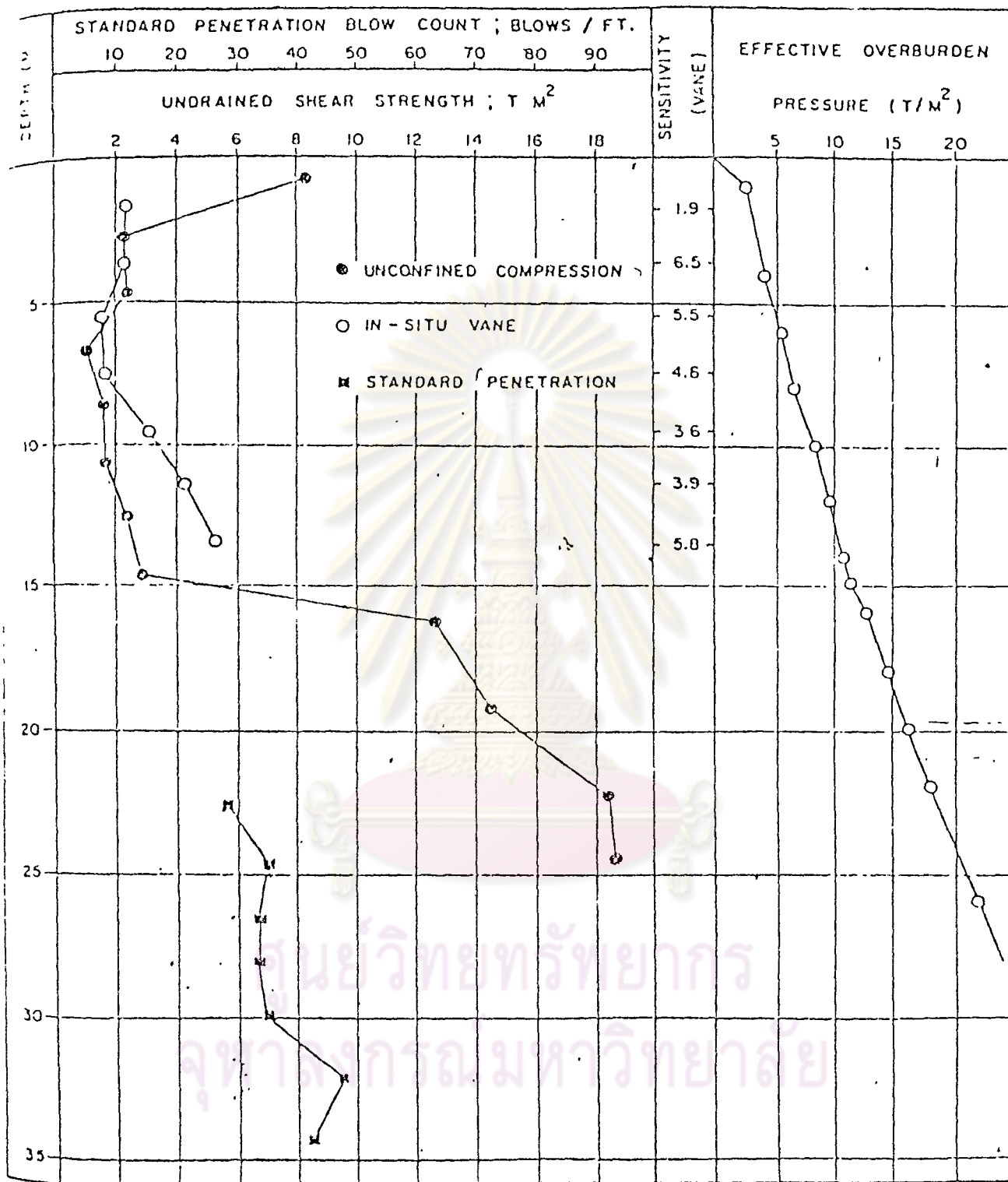
(CONTINUED), UNDRAINED SHEAR STRENGTH AND EFFECTIVE OVERBURDEN - PRESSURES OF SUBSOIL AT DINDAENG CH 2+235, 60th. LT.

(ใช้ค่านวณเสาเข็มลาคับที่ 74, 75)



SOIL PROFILE AND GENERAL PROPERTIES OF SUBSOIL AT DINDAENG, CH 1+800, 12.5m RT.

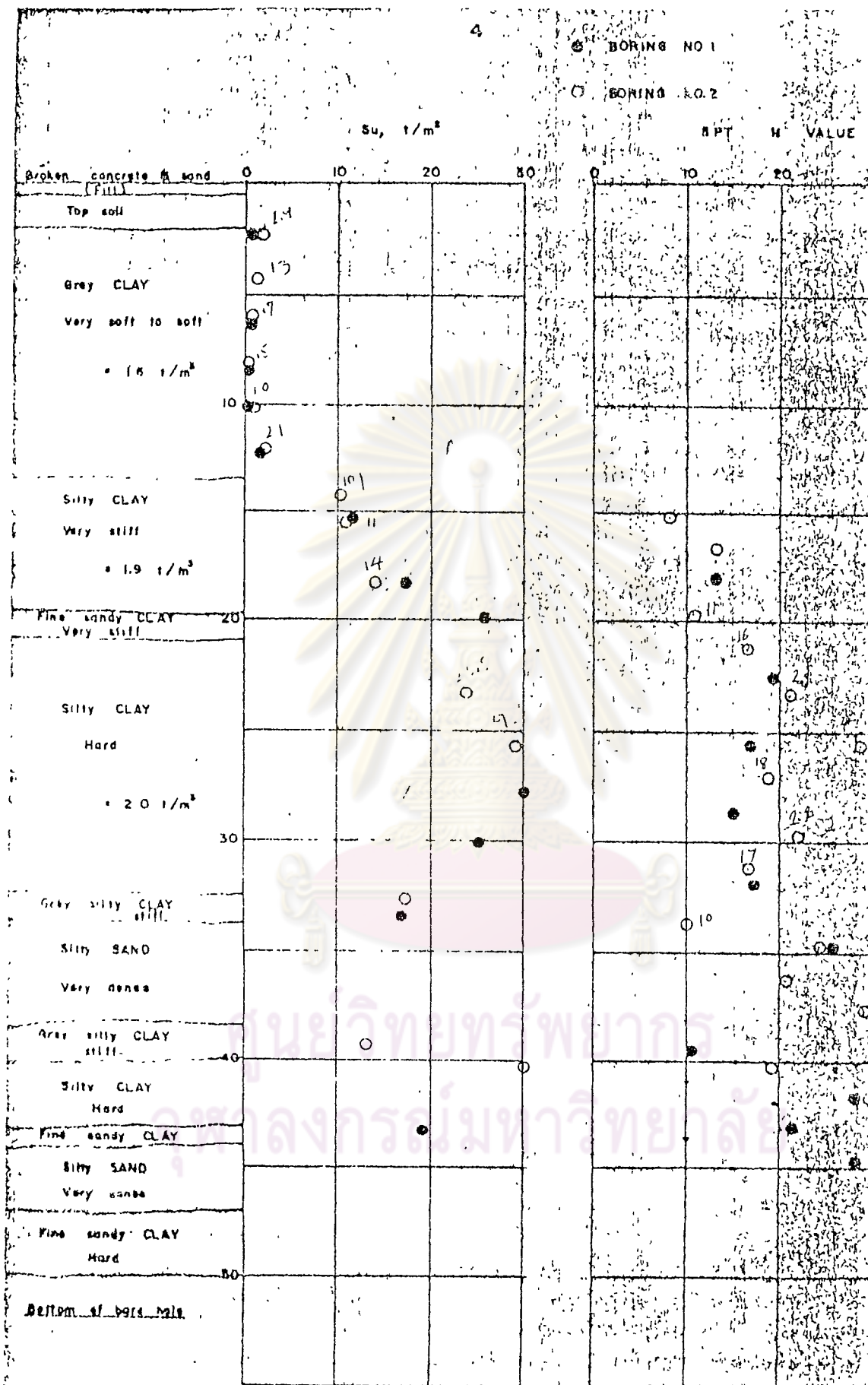
รูปที่ 10. ทางด่วน (คืนแดง - ท่าเรือ) หลุมเจาะดิน CH 1+800 (ใช้คำนวณเสาเข็มลึกลับที่ 76)



(CONTINUED), UNDRAINED SHEAR STRENGTH AND EFFECTIVE OVERBURDEN PRESSURES OF SUBSOIL AT DINDAENG CH 1+800, 12.5m PT.

(ใช้จำนวนเสาเข็มลำดับที่ 76)





รูปที่ 11. ปฐมวันเพลส คอนโคมิเนียม (ใช้คำนวณเสาเข็มลำดับที่ 78 )

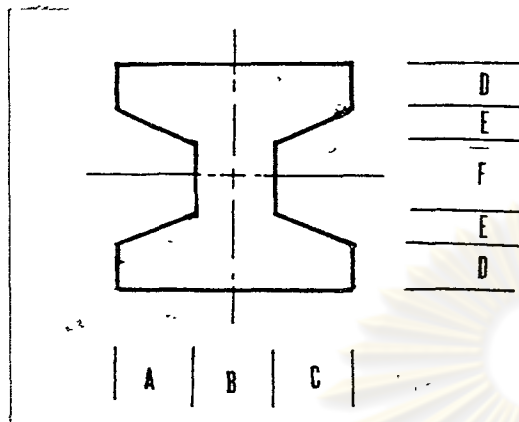
ภาคผนวก ค.

การออกแบบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง หน้าตัดรูปไอ สี่เหลี่ยมตัน และกลมกลวง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.22 เมตร จนถึง 0.60 เมตร ที่ความยาวเสาเข็มเท่ากับ 23.00 เมตร ยกเว้นเสาเข็มกลมกลวงมีความยาวเท่ากับ 11.50 เมตร (สองท่อนต่อเชื่อม)

- ค.1 มิติของหน้าตัดเสาเข็มรูปไอ
- ค.2 มิติของหน้าตัดเสาเข็มสี่เหลี่ยมตัน
- ค.3 มิติของเสาเข็มกลมกลวง
- ค.4 ตัวอย่างการออกแบบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง
- ค.5 ผลการออกแบบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

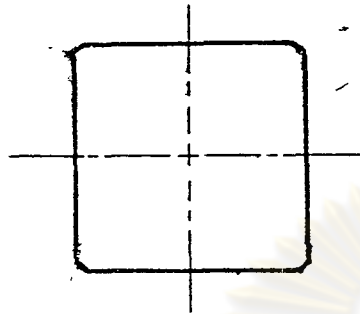
## ค.1 มิติของหน้าตัดเสาเข็มรูปไอ



| Section (cmxcm)   | Cross Section Area (cm <sup>2</sup> ) | Moment of Inertia (cm <sup>4</sup> ) | Section Modulus (cm <sup>3</sup> ) |
|---|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| I 22 x 22<br>A = 7    D = 4<br>B = 8    E = 3<br>C = 7    F = 8         | 330                                   | $I_x = 17853$<br>$I_y = 9495$        | $S_x = 1623$<br>$S_y = 863$        |
| I 26 x 26<br>A = 8.5    D = 5<br>B = 9    E = 3.5<br>C = 8.5    F = 9   | 464                                   | $I_x = 34084$<br>$I_y = 19535$       | $S_x = 2622$<br>$S_y = 1503$       |
| I 30 x 30<br>A = 10    D = 6<br>B = 10    E = 4<br>C = 10    F = 10     | 620                                   | $I_x = 61848$<br>$I_y = 34500$       | $S_x = 4123$<br>$S_y = 2300$       |
| I 35 x 35<br>A = 11.5    D = 7<br>B = 12    E = 5<br>C = 11.5    F = 11 | 857                                   | $I_x = 116434$<br>$I_y = 64165$      | $I_x = 6653$<br>$S_y = 3367$       |
| I 40 x 40<br>A = 13.5    D = 8<br>B = 13    E = 5<br>C = 13.5    F = 14 | 1087                                  | $I_x = 196831$<br>$I_y = 106907$     | $S_x = 9842$<br>$S_y = 5345$       |



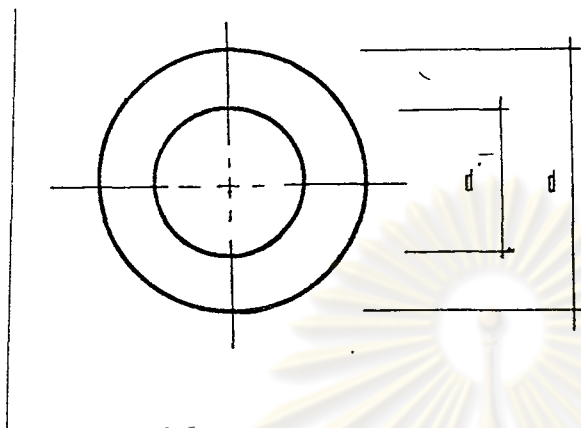
ค.2 มิตินของหน้าตัดเสาเข็มสี่เหลี่ยมตัน



| Section (cmxcm) | Cross Section Area (cm <sup>2</sup> ) | Moment of Inertia (cm <sup>4</sup> ) | Section Modulus (cm <sup>3</sup> ) |
|-----------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 22 X 22         | 484                                   | 19521                                | 1775                               |
| 26 X 26         | 676                                   | 38081                                | 2929                               |
| 30 X 30         | 900                                   | 67500                                | 4500                               |
| 35 X 35         | 1225                                  | 125052                               | 7146                               |
| 40 X 40         | 1600                                  | 213333                               | 10667                              |

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.3 มิติของหน้าตัดเสา เข็มกลมกลวง

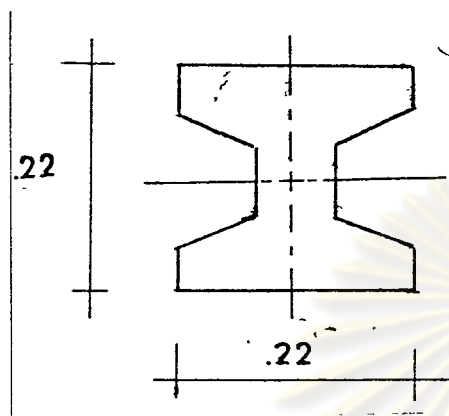


| d<br>(cm) | d'<br>(cm) | Cross Section<br>Area (cm <sup>2</sup> ) | Moment of<br>Inertia (cm <sup>4</sup> ) | Section Modulus<br>(cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|--|---|---------------------------------------|
| 25        | 14         | 337                                      | 17289                                   | 1383                                  |
| 30        | 17         | 480                                      | 35661                                   | 2377                                  |
| 35        | 21         | 616                                      | 64115                                   | 3664                                  |
| 40        | 25         | 765                                      | 106489                                  | 5324                                  |
| 45        | 29         | 930                                      | 166570                                  | 7403                                  |
| 60        | 40         | 1579                                     | 510509                                  | 17017                                 |

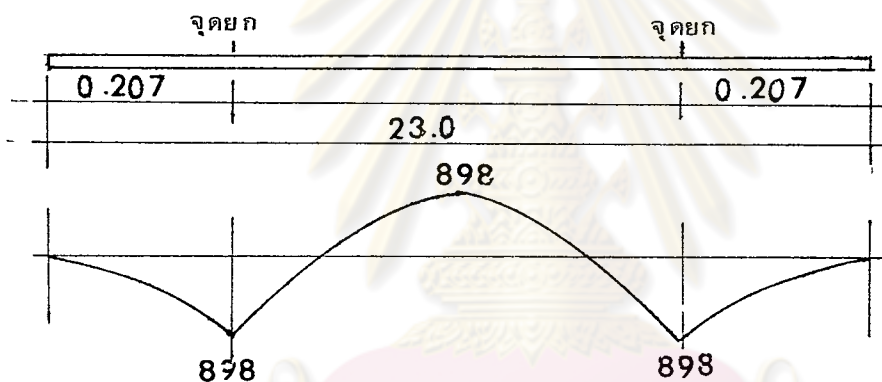
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.4 ตัวอย่างการออกแบบเสา เข็มคอนกรีตอัดแรง

ออกแบบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง I 0.22 X 0.22 ยาว 23.00 เมตร



|                             |           |                         |
|-----------------------------|-----------|-------------------------|
| พ.ท. หน้าตัด ( $A_p$ )      | =         | 330 ซม. <sup>2</sup>    |
| น้ำหนักเสาเข็ม ( $W_p$ )    | =         | 79.20 กก.               |
| Moment of Inertia ( $I_x$ ) | =         | 17853 ซม. <sup>4</sup>  |
|                             | ( $I_y$ ) | = 9495 ซม. <sup>4</sup> |
|                             | (C)       | = 11 ซม.                |



$$\text{โมเมนต์ที่เกิดจากน้ำหนักคงที่ } M = \frac{1}{2} (4.761) (79.2) = 898 \text{ กก/ม.}$$

$$\text{โมเมนต์ที่เกิดจากน้ำหนักคงที่ } +50\% \text{ ที่เกิดจากแรงกระแทก } (M') = 898 \times 1.5 = 1347 \text{ กก/ม.}$$

$$\text{แรงเค้นที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงกระแทกและการขนส่ง } (G = \frac{M'C'}{I})$$

$$\text{ความเค้นประสิทธิผลต่ำสุดในคอนกรีต} = 49 \text{ กก/ซม. (AASHO-PCI)}$$

$$\text{ความเค้นที่เกิดขึ้น} = \frac{1347 \times 100 \times 11}{17,853} = \pm 82.99 \text{ กก/ซม.}$$

การออกแบบ เหล็ก เสริมตามยาว

$$\begin{aligned} \text{ข้อกำหนด } f_c' &= 350 \text{ กก/ซม}^2 \\ f_{ci} &= 0.45 f_c' = 157.5 \text{ กก/ซม}^2 \\ f_{ta} &= 1.59 f_c' = 29.7 \text{ กก/ซม}^2 \\ f_s &= 17500 \text{ กก/ซม}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ลองใช้เหล็กเสริมตามยาวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มม. พื้นที่หน้าตัด} &= 0.1963 \text{ ซม}^2 \\ \text{แรงดึงเริ่มแรก (Initial Prestressed)} &= 0.7 \times 0.1963 \times 17500 = 2,405 \text{ กก/ซม}^2 \\ 0.7 f_s &= 0.7 \times 17500 = 12,250 \text{ กก/ซม}^2 \\ \text{แรงเค้นที่สูญเสีย (Stress Losses) 20\%} &= 0.2 \times 12,250 = 2,450 \text{ กก/ซม}^2 \\ \text{แรงเค้นที่ประสิทธิผล (Effective stresses)} &= 12,250 - 2,450 = 9,800 \text{ กก/ซม}^2 \\ \text{แรงเค้นประสิทธิผลต่อลวดเหล็ก 1 เส้น} &= 9,800 \times 0.1963 = 1,924 \text{ กก/ซม}^2 \\ \text{จำนวนเหล็กเสริมที่ต้องการ} &= \frac{49 \times 330}{1,924} = 9 \text{ เส้น} \end{aligned}$$

ใช้ 10-  $\varnothing$ 5 มม. PC-Wire

$$\text{แรงเค้นประสิทธิผลในคอนกรีต (} f_e \text{)} = \frac{10 \times 1,924}{330} = 58 \text{ กก/ซม.}$$

ตรวจสอบค่าความเค้นขณะใช้งาน

$$\text{ขณะชนล่งและตอก แรงอัดสูงสุด (} f_c \text{)} = 58 + 83 = 141 \text{ กก/ซม.}$$

$$\text{แรงดึงสูงสุด (} f_t \text{)} = 58 - 83 = -25 \text{ กก/ซม.}$$

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ค.5 ผลการออกแบบ เสา เข็มคอนกรีตอัดแรง

| ขนาด          | Ap   | Wp    | $I_{x-x}$       | C'   | M'   | $\frac{M' C'}{I}$  | จำนวน<br>เหล็ก<br>เสริม<br>เส้น/มม | $f_e$                  | $f_c$                  | $f_t$                  |
|---------------|------|-------|-----------------|------|------|--------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|               | ชม.  | กก/ม  | ชม <sup>4</sup> | ชม   | กก/ม | กก/ชม <sup>2</sup> |                                    | กก/<br>ชม <sup>2</sup> | กก/<br>ชม <sup>2</sup> | กก/<br>ชม <sup>2</sup> |
| I 0.22 X 0.22 | 330  | 79.2  | 17853           | 11.0 | 1346 | 82.9               | 10-Ø5                              | 58.3                   | 141.2                  | -24.6                  |
| I 0.26 X 0.26 | 464  | 111.4 | 34084           | 13.0 | 1894 | 72.2               | 12-Ø5                              | 49.8                   | 112.0                  | -22.4                  |
| I 0.30 X 0.30 | 620  | 148.8 | 61848           | 15.0 | 2530 | 61.4               | 16-Ø5                              | 49.6                   | 111.0                  | -11.8                  |
| I 0.35 X 0.35 | 857  | 205.7 | 116434          | 17.5 | 3497 | 52.6               | 14-Ø7                              | 56.3                   | 108.9                  | 3.7                    |
| I 0.40 X 0.40 | 1087 | 260.9 | 196831          | 20.0 | 4435 | 45.1               | 16-Ø7                              | 50.8                   | 95.9                   | 5.7                    |
| □ 0.22 X 0.22 | 484  | 116.2 | 19521           | 11.0 | 1975 | 111.3              | 14-Ø5                              | 55.6                   | 166.9                  | -55.7                  |
| □ 0.26 X 0.26 | 676  | 162.2 | 38081           | 13.0 | 2757 | 94.1               | 18-Ø5                              | 51.2                   | 145.3                  | -42.9                  |
| □ 0.30 X 0.30 | 900  | 216.0 | 67500           | 15.0 | 3672 | 81.6               | 24-Ø5                              | 51.3                   | 132.9                  | -30.3                  |
| □ 0.35 X 0.35 | 1225 | 294.0 | 125052          | 17.5 | 4998 | 69.9               | 18-Ø7                              | 50.7                   | 120.6                  | -19.2                  |
| □ 0.40 X 0.40 | 1600 | 384.0 | 213333          | 20.0 | 6528 | 61.2               | 24-Ø7                              | 51.7                   | 112.9                  | -9.5                   |
| ○ Ø 0.25      | 336  | 80.6  | 17289           | 12.5 | 342  | 24.7               | 9-Ø5                               | 51.5                   | 76.2                   | 26.8                   |
| ○ Ø 0.30      | 480  | 115.2 | 35661           | 15.0 | 490  | 20.6               | 13-Ø5                              | 52.1                   | 72.7                   | 31.5                   |
| ○ Ø 0.35      | 616  | 147.8 | 64115           | 17.5 | 628  | 17.1               | 9-Ø7                               | 50.4                   | 67.5                   | 33.3                   |
| ○ Ø 0.40      | 766  | 183.8 | 106489          | 20.2 | 781  | 14.7               | 11-Ø7                              | 49.5                   | 64.2                   | 34.8                   |
| ○ Ø 0.45      | 930  | 223.2 | 166570          | 22.5 | 949  | 12.8               | 14-Ø7                              | 51.9                   | 64.7                   | 39.1                   |
| ○ Ø 0.60      | 1571 | 377.0 | 510509          | 30.0 | 1602 | 9.4                | 23-Ø7                              | 50.5                   | 59.9                   | 41.1                   |

ภาคผนวก ง. น้ำหนักบรรทุกกิริบัติของเสา เข้ม เฉลี่ยที่ความยาว 23.0 เมตร

วิธีการวิเคราะห์ใช้สมการถดถอยแบบ เส้นตรงที่ผ่านจุดศูนย์ สมการทั่วไป คือ

$$Y = CX$$

เมื่อ Y คือ น้ำหนักบรรทุกกิริบัติของเสา เข้ม

X คือ ความยาวเสา เข้ม

$$C \text{ คือ ค่าคงที่} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i}{\sum_{i=1}^n X_i^2}$$

$$R^2 \text{ คือ คุณภาพของ เส้นถดถอย} \left( R^2 = \frac{(\sum XY)^2}{\sum X^2 \sum Y^2} \right)$$

ข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ เป็นน้ำหนักบรรทุกกิริบัติที่ประมาณการตามวิธีการของ Mazurkiewicz แล้วแก้ไขตามสมการ 3.1 ซึ่งได้รวบรวมไว้ในตารางที่ 3.1

ง.1 น้ำหนักบรรทุกกิริบัติของเสา เข้ม  $I_{0.22} \times 0.22$

|  |                                |      |      |
|--|--------------------------------|------|------|
| เสา เข้มลำดับที่                       | 1                              | 2    | 3    |
| ความยาวปลายเสา เข้ม ( เมตร ) X         | 21.0                           | 21.0 | 21.3 |
| น้ำหนักบรรทุกกิริบัติ เสา เข้ม (ตัน) Y | 74                             | 74   | 65   |
| ผลการวิเคราะห์                         | $Y = 3.36X \quad R^2 = 0.995$  |      |      |
| ที่ความยาว 23.0 เมตร                   | น้ำหนักบรรทุกกิริบัติ = 77 ตัน |      |      |

ง.2 น้ำหนักบรรทุกกิริบัติของเสา เข้ม  $I_{0.26} \times 0.26$

|  |                                |      |      |      |      |      |      |
|--|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| เสา เข้มลำดับที่                       | 4                              | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| ความยาวปลายเสา เข้ม ( เมตร ) X         | 21.0                           | 21.0 | 24.0 | 21.9 | 21.0 | 21.0 | 21.0 |
| น้ำหนักบรรทุกกิริบัติ เสา เข้ม (ตัน) Y | 82                             | 91   | 96   | 82   | 77   | 75   | 80   |
|  | 11                             | 12   | 13   | 14   |      |      |      |
|  | 21.0                           | 21.0 | 18.0 | 23.0 |      |      |      |
|  | 84                             | 75   | 49   | 89   |      |      |      |
| ผลการวิเคราะห์                         | $Y = 3.78X \quad R^2 = 0.992$  |      |      |      |      |      |      |
| ที่ความยาว 23.0 เมตร                   | น้ำหนักบรรทุกกิริบัติ = 87 ตัน |      |      |      |      |      |      |

ง.3      น้ำหนักบรรทุกกิริบัติของเสา เข็ม Io.30 x 0.30

|  |  |      |       |       |       |      |      |      |
|--|--|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| เสา เข็มลำดับที่                       |  | 15   | 16    | 17    | 18    | 19   | 20   | 21   |
| ความยาวปลายเสา เข็ม ( เมตร) X          |  | 22.0 | 24.85 | 28.20 | 24.50 | 21.0 | 23.0 | 20.0 |
| น้ำหนักบรรทุกกิริบัติ เสา เข็ม (ตัน) Y |  | 92   | 93    | 93    | 100   | 100  | 120  | 105  |
|  |  | 22   | 23    | 24    | 25    |      |      |      |
|  |  | 20.0 | 20.0  | 24.45 | 24.0  |      |      |      |
|  |  | 95   | 94    | 92    | 121   |      |      |      |

ผลการวิเคราะห์  $Y = 4.33X$        $R^2 = 0.978$   
 ที่ความยาว 23.0 เมตร น้ำหนักบรรทุกกิริบัติ = 99 ตัน

ง.4      น้ำหนักบรรทุกกิริบัติของเสา เข็ม Io.35 x 0.35

|                               |  |       |       |      |      |      |       |      |      |
|-------------------------------|--|-------|-------|------|------|------|-------|------|------|
| เสา เข็มลำดับที่              |  | 26    | 27    | 28   | 29   | 30   | 31    | 32   | 33   |
| ความยาวปลายเสา เข็ม ( เมตร) X |  | 24.50 | 22.62 | 19.0 | 24.0 | 21.0 | 25.14 | 20.0 | 25.0 |
| น้ำหนักบรรทุกกิริบัติ (ตัน) Y |  | 164   | 138   | 105  | 128  | 129  | 155   | 103  | 165  |

ผลการวิเคราะห์  $Y = 6.02X$        $R^2 = 0.992$   
 ที่มีความยาว 23.0 เมตร น้ำหนักบรรทุกกิริบัติ = 138 ตัน

ง.5      น้ำหนักบรรทุกกิริบัติของเสา เข็ม Io.40 x 0.40

|                               |  |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| เสา เข็มลำดับที่              |  | 34    | 35    | 36    | 37    | 38    | 39    | 40    |
| ความยาวปลายเสา เข็ม ( เมตร) X |  | 22.80 | 23.00 | 25.80 | 24.00 | 26.00 | 23.00 | 23.00 |
| น้ำหนักบรรทุกกิริบัติ (ตัน) Y |  | 129   | 144   | 154   | 142   | 169   | 126   | 124   |
|                               |  | 41    | 42    | 43    | 44    |       |       |       |
|                               |  | 24.00 | 22.20 | 24.35 | 24.00 |       |       |       |
|                               |  | 155   | 204   | 160   | 173   |       |       |       |

ผลการวิเคราะห์  $Y = 6.40 X$        $R^2 = 147$  ตัน

ง.6      น้ำหนักบรรทุกกิริบัติของเสา เข็ม 0.26 x 0.26

เสา เข็มลำดับที่ 45      ความยาวปลายเสา เข็ม 22.0 เมตร      น้ำหนักบรรทุกกิริบัติ 76 ตัน

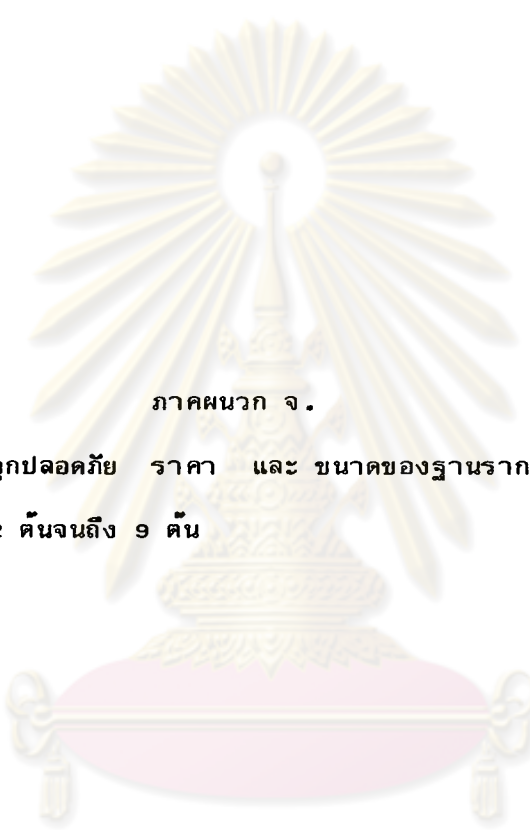
ที่ความยาว 23.0 เมตร น้ำหนักบรรทุกกิริบัติ = 79 ตัน







- ง.12 น้ำหนักบรรทุกทุกวิบัติของ เส้า เข็มกลมกลาง  $\emptyset$  0.35
- |                                |  |      |      |      |
|--------------------------------|--|------|------|------|
| เส้า เข็มลำดับที่              |  | 65   | 66   | 67   |
| ความยาวปลายเส้า เข็ม (เมตร) X  |  | 22.0 | 21.0 | 26.0 |
| น้ำหนักบรรทุกทุกวิบัติ (ตัน) Y |  | 145  | 124  | 140  |
- ผลการวิเคราะห์  $Y = 5.89X$   $R^2 = 0.993$
- ที่ความยาว 23.0 เมตร น้ำหนักบรรทุกทุกวิบัติ = 135 ตัน
- ง.13 น้ำหนักบรรทุกทุกวิบัติ เส้า เข็มกลมกลาง  $\emptyset$  0.40
- เส้า เข็มลำดับที่ 68 ความยาวปลายเส้า เข็ม 26.0 เมตร น้ำหนักบรรทุกทุกวิบัติ 158 ตัน
- ที่ความยาว 23.0 เมตร น้ำหนักบรรทุกทุกวิบัติ = 140 ตัน
- ง.14 น้ำหนักบรรทุกทุกวิบัติ เส้า เข็มกลมกลาง  $\emptyset$  0.45
- |                                |  |      |      |      |
|--------------------------------|--|------|------|------|
| เส้า เข็มลำดับที่              |  | 69   | 70   | 71   |
| ความยาวปลายเส้า เข็ม (เมตร) X  |  | 22.0 | 22.0 | 21.0 |
| น้ำหนักบรรทุกทุกวิบัติ (ตัน) Y |  | 194  | 189  | 192  |
- ผลการวิเคราะห์  $Y = 8.84X$   $R^2 = 0.999$
- ที่ความยาว 23.0 เมตร น้ำหนักบรรทุกทุกวิบัติ = 203 ตัน
- ง.15 น้ำหนักบรรทุกทุกวิบัติ เส้า เข็มกลมกลาง  $\emptyset$  0.60
- |                                |  |      |      |       |       |       |      |      |
|--------------------------------|--|------|------|-------|-------|-------|------|------|
| เส้า เข็มลำดับที่              |  | 72   | 73   | 74    | 75    | 76    | 77   | 78   |
| ความยาวปลายเส้า เข็ม (เมตร) X  |  | 25.9 | 26.0 | 27.05 | 26.95 | 27.55 | 25.0 | 28.0 |
| น้ำหนักบรรทุกทุกวิบัติ (ตัน) Y |  | 289  | 249  | 378   | 378   | 444   | 244  | 355  |
- ผลการวิเคราะห์  $Y = 12.60X$   $R^2 = 0.969$
- ที่ความยาว 23.0 เมตร น้ำหนักบรรทุกทุกวิบัติ = 290 ตัน

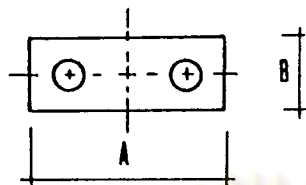


ภาคผนวก จ.

น้ำหนักบรรทุกปลอดภัย ราคา และ ขนาดของฐานรากเสา เข็มกลุ่มที่มี  
จำนวน เสา เข็มตั้งแต่ 2 ต้นจนถึง 9 ต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## จ.1 ฐานรากเสา เข็มกลุ่มจำนวน 2 ต้น



| ขนาด<br>(ม X ม) | A<br>(ม) | B<br>(ม) | D<br>(ม) | Vc<br>(ม <sup>3</sup> ) | Cc<br>พื้นที่บาท | Cp<br>พื้นที่บาท | Cf<br>พื้นที่บาท | Pa<br>ต้น | Pg<br>ต้น | Cf:Pg<br>บาท/ต้น |
|-----------------|----------|----------|----------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|
| I.26X.26        | 1.35     | 0.55     | 0.60     | 0.47                    | 1.12             | 7.76             | 8.88             | 35        | 66        | 134              |
| I.30X.30        | 1.50     | 0.60     | 0.70     | 0.63                    | 1.58             | 10.18            | 11.76            | 42        | 79        | 149              |
| I.35X.35        | 1.70     | 0.65     | 0.80     | 0.88                    | 2.21             | 13.20            | 15.41            | 50        | 94        | 164              |
| I.40X.40        | 1.90     | 0.70     | 0.90     | 1.20                    | 2.99             | 16.22            | 19.21            | 58        | 109       | 176              |
| □.26X.26        | 1.35     | 0.55     | 0.60     | 0.45                    | 1.12             | 11.18            | 12.30            | 34        | 64        | 192              |
| □.30X.30        | 1.50     | 0.60     | 0.70     | 0.63                    | 1.58             | 14.66            | 16.24            | 44        | 83        | 196              |
| □.35X.35        | 1.70     | 0.65     | 0.80     | 0.88                    | 2.21             | 19.00            | 21.21            | 56        | 105       | 202              |
| □.40X.40        | 1.90     | 0.70     | 0.90     | 1.20                    | 2.99             | 23.34            | 26.33            | 68        | 128       | 206              |
| ● Ø.25          | 1.30     | 0.55     | 0.60     | 0.43                    | 1.07             | 6.42             | 7.49             | 28        | 53        | 141              |
| ● Ø.30          | 1.50     | 0.60     | 0.70     | 0.63                    | 1.58             | 9.84             | 11.42            | 40        | 75        | 152              |
| ● Ø.35          | 1.70     | 0.65     | 0.80     | 0.88                    | 2.21             | 13.26            | 15.47            | 51        | 96        | 161              |
| ● Ø.40          | 1.90     | 0.70     | 0.90     | 1.20                    | 2.99             | 16.68            | 19.67            | 63        | 118       | 167              |
| ● Ø.45          | 2.10     | 0.75     | 1.00     | 1.58                    | 3.94             | 20.10            | 24.04            | 74        | 139       | 173              |

## หมายเหตุ

D ความลึกของหมวก เสา เข็ม

Vc ปริมาตรหมวก เสา เข็ม

Cc ราคาหมวก เสา เข็ม (คิดราคาคอนกรีต เสริม เหล็ก 2,500 บาท/ม<sup>3</sup>)

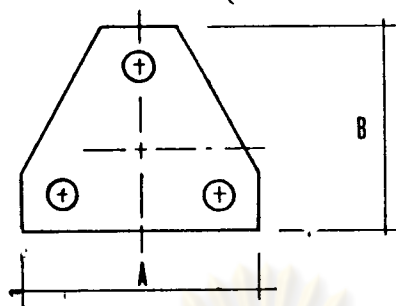
Cp ราคาเสา เข็ม (ราคาเสา เข็ม เชี่ยวจากตารางที่ 4.2)

Cf ราคารฐานรากเสา เข็ม (Cc + Cp)

Pa น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของ เสา เข็ม เดี่ยว (F.S. = 2.5)

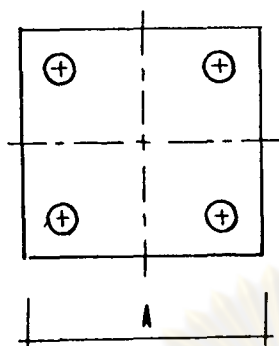
Pg น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของฐานราก เสา เข็มกลุ่ม (ไม่ได้หักน้ำหนักของหมวกเสา เข็ม)

## จ.2 ฐานรากเสา เข็มกลุ่มจำนวน 3 ต้น



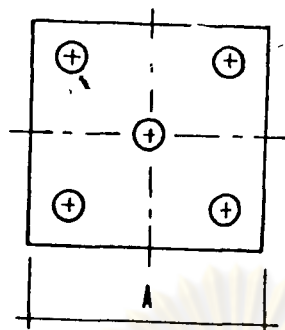
| ขนาด<br>(ม x ม) | A<br>(ม) | B<br>(ม) | D<br>(ม) | Vc<br>(ม <sup>3</sup> ) | Cc      | Cp      | Cf      | Pa  | Pg  | Cf:Pg   |
|-----------------|----------|----------|----------|-------------------------|---------|---------|---------|-----|-----|---------|
|                 |          |          |          |                         | พื้นที่ | พื้นที่ | พื้นที่ | ตัน | ตัน | บาท/ตัน |
| I.26X.26        | 1.35     | 1.25     | 0.60     | 0.83                    | 2.08    | 11.64   | 13.72   | 35  | 91  | 151     |
| I.30X.30        | 1.50     | 1.40     | 0.70     | 1.20                    | 3.00    | 15.27   | 18.27   | 42  | 110 | 166     |
| I.35X.35        | 1.70     | 1.55     | 0.80     | 1.71                    | 4.28    | 19.80   | 24.08   | 50  | 130 | 185     |
| I.40X.40        | 1.90     | 1.75     | 0.90     | 2.40                    | 6.00    | 24.33   | 30.33   | 58  | 151 | 201     |
| □.26X.26        | 1.35     | 1.25     | 0.60     | 0.83                    | 2.08    | 16.77   | 18.85   | 34  | 89  | 212     |
| □.30X.30        | 1.50     | 1.40     | 0.70     | 1.20                    | 3.00    | 21.99   | 24.99   | 44  | 115 | 217     |
| □.35X.35        | 1.70     | 1.55     | 0.80     | 1.71                    | 4.28    | 28.50   | 32.78   | 56  | 146 | 224     |
| □.40X.40        | 1.90     | 1.75     | 0.90     | 2.40                    | 6.00    | 35.01   | 41.01   | 68  | 177 | 232     |
| ● Ø.25          | 1.30     | 1.20     | 0.60     | 0.78                    | 1.96    | 9.63    | 11.59   | 28  | 73  | 159     |
| ● Ø.30          | 1.50     | 1.40     | 0.70     | 1.20                    | 3.00    | 14.76   | 17.76   | 40  | 104 | 171     |
| ● Ø.35          | 1.70     | 1.55     | 0.80     | 1.71                    | 4.28    | 19.89   | 24.17   | 51  | 133 | 182     |
| ● Ø.40          | 1.90     | 1.75     | 0.90     | 2.40                    | 6.00    | 25.02   | 31.02   | 63  | 164 | 189     |
| ● Ø.45          | 2.10     | 1.90     | 1.00     | 3.17                    | 7.94    | 30.15   | 38.09   | 74  | 193 | 197     |

## จ.3 ฐานรากเสาเข็มกลุ่มจำนวน 4 ต้น



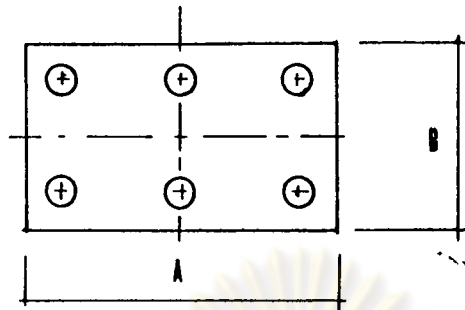
| ขนาด<br>(ม x ม) | A<br>(ม) | D<br>(ม) | Vc<br>(ม <sup>3</sup> ) | Cc<br>ตันบาท | Cp<br>ตันบาท | Cf<br>ตันบาท | Pa<br>ตัน | Pg<br>ตัน | Cf:Pg<br>บาท/ตัน |
|-----------------|----------|----------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-----------|------------------|
| I.26X.26        | 1.35     | 0.60     | 1.09                    | 2.73         | 15.52        | 18.25        | 35        | 113       | 162              |
| I.30X.30        | 1.50     | 0.70     | 1.58                    | 3.94         | 20.36        | 24.30        | 42        | 136       | 179              |
| I.35X.35        | 1.70     | 0.80     | 2.31                    | 5.78         | 26.40        | 32.18        | 50        | 162       | 199              |
| I.40X.40        | 1.90     | 0.90     | 3.25                    | 8.12         | 32.44        | 40.56        | 58        | 188       | 216              |
| □.26X.26        | 1.35     | 0.60     | 1.09                    | 2.73         | 22.36        | 25.09        | 34        | 110       | 228              |
| □.30X.30        | 1.50     | 0.70     | 1.58                    | 3.94         | 29.32        | 33.26        | 44        | 142       | 234              |
| □.35X.35        | 1.70     | 0.80     | 2.31                    | 5.78         | 38.00        | 43.78        | 56        | 181       | 242              |
| □.40X.40        | 1.90     | 0.90     | 3.25                    | 8.12         | 46.68        | 54.80        | 68        | 220       | 249              |
| ● ∅.25          | 1.30     | 0.60     | 1.01                    | 2.54         | 12.84        | 15.38        | 28        | 91        | 169              |
| ● ∅.30          | 1.50     | 0.70     | 1.58                    | 3.94         | 19.68        | 23.62        | 40        | 130       | 182              |
| ● ∅.35          | 1.70     | 0.80     | 2.31                    | 5.78         | 26.52        | 32.30        | 51        | 165       | 196              |
| ● ∅.40          | 1.90     | 0.90     | 3.25                    | 8.12         | 33.36        | 41.48        | 63        | 204       | 203              |
| ● ∅.45          | 2.10     | 1.00     | 4.41                    | 11.02        | 40.20        | 51.22        | 74        | 240       | 213              |

## จ.4 ฐานรากเสา เข็มกลุ่มจำนวน 5 ต้น



| ขนาด<br>(ม x ม) | A<br>(ม) | D<br>(ม) | Vc<br>(ม <sup>3</sup> ) | Cc<br>ตันบาท | Cp<br>ตันบาท | Cf<br>ตันบาท | Pa<br>ตัน | Pg<br>ตัน | Cf:Pg<br>บาท/ตัน |
|-----------------|----------|----------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-----------|------------------|
| I.26X.26        | 1.45     | 0.60     | 1.26                    | 3.15         | 19.40        | 22.55        | 35        | 140       | 161              |
| I.30X.30        | 1.65     | 0.70     | 1.90                    | 4.76         | 25.45        | 30.21        | 42        | 168       | 180              |
| I.35X.35        | 1.85     | 0.80     | 2.74                    | 6.84         | 33.00        | 39.84        | 50        | 200       | 199              |
| I.40X.40        | 2.10     | 0.90     | 3.97                    | 9.92         | 40.55        | 50.47        | 58        | 232       | 218              |
| □.26X.26        | 1.45     | 0.60     | 1.26                    | 3.15         | 27.95        | 31.10        | 34        | 136       | 229              |
| □.30X.30        | 1.65     | 0.70     | 1.90                    | 4.76         | 36.65        | 41.41        | 44        | 176       | 235              |
| □.35X.35        | 1.85     | 0.80     | 2.74                    | 6.84         | 47.50        | 54.34        | 56        | 224       | 242              |
| □.40X.40        | 2.10     | 0.90     | 3.97                    | 9.92         | 58.35        | 68.27        | 68        | 272       | 251              |
| ● ∅.25          | 1.40     | 0.60     | 1.18                    | 2.94         | 16.05        | 18.99        | 28        | 112       | 170              |
| ● ∅.30          | 1.65     | 0.70     | 1.90                    | 4.76         | 24.60        | 29.36        | 40        | 160       | 184              |
| ● ∅.35          | 1.85     | 0.80     | 2.74                    | 6.84         | 33.15        | 39.99        | 51        | 204       | 196              |
| ● ∅.40          | 2.10     | 0.90     | 3.97                    | 9.92         | 41.70        | 51.62        | 63        | 252       | 245              |
| ● ∅.45          | 2.30     | 1.00     | 5.29                    | 13.22        | 50.25        | 63.47        | 74        | 296       | 214              |

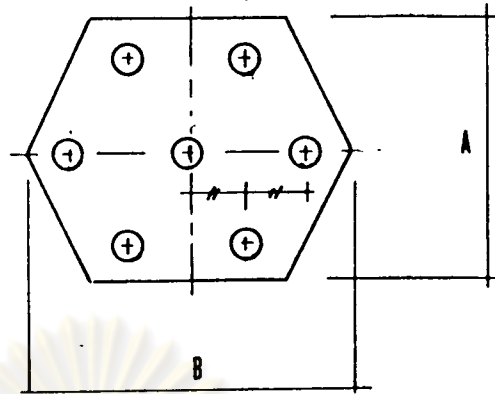
## จ.5 ฐานรากเสา เข็มกลุ่มจำนวน 6 ต้น



| ขนาด<br>(ม x ม) | A<br>(ม) | B<br>(ม) | D<br>(ม) | Vc<br>(ม <sup>3</sup> ) | Cc<br>พื้นที่บาท | Cp<br>พื้นที่บาท | Cf<br>พื้นที่บาท | Pa<br>ต้น | Pg<br>ต้น | Cf:Pg<br>บาท/ต้น |
|-----------------|----------|----------|----------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|
| I.26X.26        | 2.10     | 1.35     | 0.60     | 1.70                    | 4.25             | 23.28            | 27.53            | 35        | 162       | 170              |
| I.30X.30        | 2.40     | 1.50     | 0.70     | 2.52                    | 6.30             | 30.54            | 36.84            | 42        | 194       | 190              |
| I.35X.35        | 2.75     | 1.70     | 0.80     | 3.74                    | 9.35             | 39.60            | 48.95            | 50        | 231       | 212              |
| I.40X.40        | 3.10     | 1.90     | 0.90     | 5.30                    | 13.25            | 48.66            | 61.91            | 58        | 268       | 231              |
| □.26X.26        | 2.10     | 1.35     | 0.60     | 1.70                    | 4.25             | 33.54            | 37.79            | 34        | 157       | 241              |
| □.30X.30        | 2.40     | 1.50     | 0.70     | 2.52                    | 6.30             | 43.98            | 50.28            | 44        | 203       | 248              |
| □.35X.35        | 2.75     | 1.70     | 0.80     | 3.74                    | 9.35             | 57.00            | 66.35            | 56        | 259       | 256              |
| □.40X.40        | 3.10     | 1.90     | 0.90     | 5.30                    | 13.25            | 70.02            | 83.27            | 68        | 314       | 265              |
| ● Ø.25          | 2.05     | 1.30     | 0.60     | 1.60                    | 4.00             | 19.26            | 23.26            | 28        | 129       | 180              |
| ● Ø.30          | 2.40     | 1.50     | 0.70     | 2.52                    | 6.30             | 29.52            | 35.82            | 40        | 185       | 194              |
| ● Ø.35          | 2.75     | 1.70     | 0.80     | 3.74                    | 9.35             | 39.78            | 49.13            | 51        | 236       | 208              |
| ● Ø.40          | 3.10     | 1.90     | 0.90     | 5.30                    | 13.25            | 50.04            | 63.29            | 63        | 291       | 217              |
| ● Ø.45          | 3.45     | 2.10     | 1.00     | 7.24                    | 18.11            | 60.30            | 78.41            | 74        | 342       | 229              |

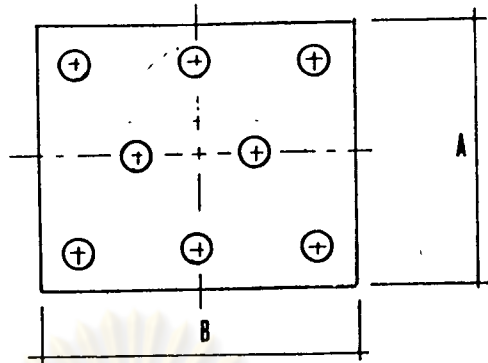


## จ.6 ฐานรากเสาเข็มกลุ่มจำนวน 7 ต้น



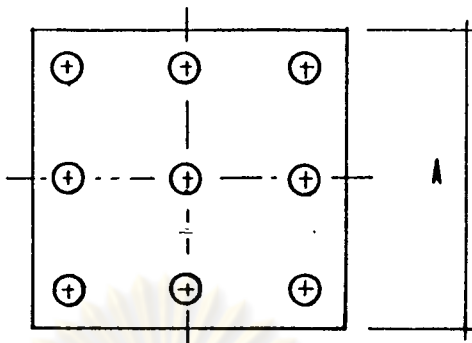
| ขนาด<br>(ม x ม) | A<br>(ม) | B<br>(ม) | D<br>(ม) | Vc<br>(ม <sup>3</sup> ) | Cc<br>พื้นที่ | Cp<br>พื้นที่ | Cf<br>พื้นที่ | Pa<br>ต้น | Pg<br>ต้น | Cf:Pg<br>บาท/ต้น |
|-----------------|----------|----------|----------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------|-----------|------------------|
| I.26X.26        | 1.10     | 1.90     | 0.60     | 1.88                    | 4.70          | 27.16         | 31.86         | 35        | 191       | 167              |
| I.30X.30        | 1.25     | 2.16     | 0.70     | 2.84                    | 7.09          | 35.63         | 42.72         | 42        | 229       | 186              |
| I.35X.35        | 1.40     | 2.46     | 0.80     | 4.13                    | 10.33         | 46.20         | 56.53         | 50        | 273       | 207              |
| I.40X.40        | 1.60     | 2.78     | 0.90     | 6.00                    | 15.01         | 56.77         | 71.78         | 58        | 317       | 226              |
| □.26X.26        | 1.10     | 1.90     | 0.60     | 1.88                    | 4.70          | 39.13         | 43.83         | 34        | 186       | 236              |
| □.30X.30        | 1.25     | 2.16     | 0.70     | 2.84                    | 7.09          | 51.31         | 58.40         | 44        | 240       | 243              |
| □.35X.35        | 1.40     | 2.46     | 0.80     | 4.13                    | 10.33         | 66.50         | 76.83         | 56        | 306       | 251              |
| □.40X.40        | 1.60     | 2.78     | 0.90     | 6.00                    | 15.01         | 81.69         | 96.70         | 68        | 371       | 261              |
| ● Ø.25          | 1.05     | 1.84     | 0.60     | 1.74                    | 4.35          | 22.47         | 26.82         | 28        | 153       | 175              |
| ● Ø.30          | 1.25     | 2.16     | 0.70     | 2.84                    | 7.09          | 34.44         | 42.53         | 40        | 218       | 190              |
| ● Ø.35          | 1.40     | 2.46     | 0.80     | 4.13                    | 10.33         | 46.41         | 56.74         | 51        | 278       | 204              |
| ● Ø.40          | 1.60     | 2.78     | 0.90     | 6.00                    | 15.01         | 58.38         | 73.39         | 63        | 344       | 213              |
| ● Ø.45          | 1.80     | 3.08     | 1.00     | 8.32                    | 20.79         | 70.35         | 91.14         | 74        | 404       | 226              |

## จ.7 ฐานรากเสา เข็มกลุ่มจำนวน 8 ต้น



| ขนาด<br>(ม x ม) | A<br>(ม) | B<br>(ม) | D<br>(ม) | Vc<br>(ม <sup>3</sup> ) | Cc<br>พื้นที่ | Cp<br>พื้นที่ | Cf<br>พื้นที่ | Pa<br>ต้น | Pg<br>ต้น | Cf:Pg<br>บาท/ต้น |
|-----------------|----------|----------|----------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------|-----------|------------------|
| I.26X.26        | 2.10     | 2.15     | 0.60     | 2.71                    | 6.77          | 31.04         | 37.81         | 35        | 210       | 180              |
| I.30X.30        | 2.40     | 2.40     | 0.70     | 4.03                    | 10.08         | 40.72         | 50.80         | 42        | 252       | 202              |
| I.35X.35        | 2.70     | 2.75     | 0.80     | 5.94                    | 14.85         | 52.80         | 67.65         | 50        | 300       | 226              |
| I.40X.40        | 3.10     | 3.10     | 0.90     | 8.65                    | 21.62         | 64.88         | 86.50         | 58        | 348       | 248              |
| □.26X.26        | 2.10     | 2.15     | 0.60     | 2.71                    | 6.77          | 44.72         | 51.49         | 34        | 204       | 252              |
| □.30X.30        | 2.40     | 2.40     | 0.70     | 4.03                    | 10.08         | 58.64         | 68.72         | 44        | 264       | 260              |
| □.35X.35        | 2.70     | 2.75     | 0.80     | 5.94                    | 14.85         | 76.00         | 90.85         | 56        | 336       | 270              |
| □.40X.40        | 3.10     | 3.10     | 0.90     | 8.65                    | 21.62         | 93.36         | 114.98        | 68        | 408       | 282              |
| ● Ø.25          | 2.05     | 2.05     | 0.60     | 2.52                    | 6.30          | 25.68         | 31.98         | 28        | 168       | 190              |
| ● Ø.30          | 2.40     | 2.40     | 0.70     | 4.03                    | 10.08         | 39.36         | 49.44         | 40        | 240       | 206              |
| ● Ø.35          | 2.70     | 2.75     | 0.80     | 5.94                    | 14.85         | 53.04         | 67.89         | 51        | 306       | 222              |
| ● Ø.40          | 3.10     | 3.10     | 0.90     | 8.65                    | 21.62         | 66.72         | 88.34         | 63        | 378       | 234              |
| ● Ø.45          | 3.40     | 3.45     | 1.00     | 11.73                   | 29.32         | 80.40         | 109.72        | 74        | 444       | 247              |

## จ.8 ฐานรากเสาเข็มกลุ่มจำนวน 9 ต้น



| ขนาด<br>(ม ม) | A<br>(ม) | D<br>(ม) | Vc<br>(ม <sup>3</sup> ) | Cc<br>ตันบาท | Cp<br>ตันบาท | Cf<br>ตันบาท | Pa<br>ตัน | Pg<br>ตัน | Cf:Pg<br>บาท/ตัน |
|---------------|----------|----------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-----------|------------------|
| I.26X.26      | 2.15     | 0.60     | 2.77                    | 6.93         | 34.92        | 41.85        | 35        | 227       | 184              |
| I.30X.30      | 2.40     | 0.70     | 4.03                    | 10.08        | 45.81        | 55.89        | 42        | 272       | 205              |
| I.35X.35      | 2.75     | 0.80     | 6.05                    | 15.12        | 59.40        | 74.52        | 50        | 324       | 230              |
| I.40X.40      | 3.10     | 0.90     | 8.65                    | 21.62        | 72.99        | 94.61        | 58        | 376       | 252              |
| □.26X.26      | 2.15     | 0.60     | 2.77                    | 6.93         | 50.31        | 57.24        | 34        | 220       | 260              |
| □.30X.30      | 2.40     | 0.70     | 4.03                    | 10.08        | 65.97        | 76.05        | 44        | 285       | 267              |
| □.35X.35      | 2.75     | 0.80     | 6.05                    | 15.12        | 85.50        | 100.62       | 56        | 363       | 277              |
| □.40X.40      | 3.10     | 0.90     | 8.65                    | 21.62        | 105.03       | 126.65       | 68        | 441       | 287              |
| ● Ø.25        | 2.05     | 0.60     | 2.52                    | 6.30         | 28.89        | 35.19        | 28        | 181       | 194              |
| ● Ø.30        | 2.40     | 0.70     | 4.03                    | 10.08        | 44.28        | 54.36        | 40        | 259       | 210              |
| ● Ø.35        | 2.75     | 0.80     | 6.05                    | 15.12        | 59.67        | 74.79        | 51        | 330       | 227              |
| ● Ø.40        | 3.10     | 0.90     | 8.65                    | 21.62        | 75.06        | 96.68        | 63        | 408       | 237              |
| ● Ø.45        | 3.45     | 1.00     | 11.90                   | 29.75        | 90.45        | 120.20       | 74        | 480       | 250              |

ประวัติผู้เขียน

นายกมล ไกรระวี เกิดวันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2500 ที่กรุงเทพมหานคร  
สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
ในปีการศึกษา 2523 และได้เข้าศึกษาต่อในภาควิชาวิศวกรรมโยธาบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2524



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย