

# การศึกษาผลการทดสอบเสาเข็มในบริเวณกรุงเทพ

โดย

เกษม

เพชรเกตุ

พนิต

ตั้งบุญเติม

การศึกษาผลการทดสอบเสาเข็มในบริเวณกรุงเทพ  
A STUDY OF PILE LOAD TEST IN THE BANGKOK AREA

เกษม เพชระเกต  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

KASEM PETCHGATE  
Assistant Professor  
KMIT THONBURI, BANGMOD.

พินิต ตั้งบุญเติม  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

PINIT TUNGBOONTERM  
Assistant Professor  
KMIT THONBURI, BANGMOD.

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงผลการทดสอบเสาเข็มชนิดต่างๆ จำนวน 3 ชนิด กล่าวคือเป็นเสาเข็มตอก เสาเข็มเจาะระบบเปียกมี base grout และเสาเข็มแบบลิ้ม (Raymond Tapered Pile) โดยทดสอบในพื้นที่บริเวณกรุงเทพ จำนวน 2 แห่ง แห่งแรกชั้นทรายชั้นที่หนึ่งอยู่ที่ความลึกประมาณ 18 เมตร ขณะที่อีกแห่งชั้นทรายชั้นที่หนึ่งอยู่ที่ระดับประมาณ 26 เมตร ผลการทดสอบพบว่าเสาเข็มเจาะระบบเปียกมี base grout อัตราส่วนระหว่างระยะการทรุดตัวที่น้ำหนักบรรทุกประลัยต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็มมีค่าน้อยที่สุด ขณะที่เสาเข็มแบบลิ้ม มีอัตราส่วนดังกล่าวสูงที่สุด

SUMMARY

This paper presents the research study on pile load tests for spun driven pile, bored pile, and Raymond tapered pile in the Bangkok area. Two test sites are selected, the first sand layer is found at the elevation of - 18 m. at the first site and - 26 m. at the other. Test results showed that the ratio between settlement at failure load and diameter of pile is minimum for bored pile with base grout and would be maximum for Raymond tapered pile.

## บทนำ

ในการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่มีเสาเข็มหลายชนิดให้เลือกใช้ในการรองรับฐานราก แต่ละชนิดก็มีพฤติกรรมในการรับน้ำหนักและการทรุดตัวต่างกันไป บทความนี้จะกล่าวถึงพฤติกรรมในการรับน้ำหนักและการทรุดตัวของเสาเข็มสามชนิดด้วยกันคือ เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง เสาเข็มคอนกรีตหล่อในที่พร้อมทำ base grout และเสาเข็มตอกแบบลิ้ม (Raymond Tapered Pile)

## บริเวณที่ทำการการศึกษา

บริเวณที่ทำการศึกษามีอยู่สองแห่งคือ บริเวณคอนเมือง และบริเวณสวนจตุจักร ในแต่ละบริเวณได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของเสาเข็มทั้งสามชนิด

## ลักษณะชั้นดิน

ลักษณะของชั้นดินบริเวณคอนเมือง ตามรายละเอียดในรูปที่ 1, 2 และ 3 "เอกสารอ้างอิง[1]" สรุปได้ดังนี้

- ชั้นดินเหนียวอ่อน สีเทาดำ	0 - 12 ม.
- ชั้นดินเหนียวแข็ง สีน้ำตาลปนเทา	12 - 18 ม.
- ชั้นทรายมีดินเหนียวปน สีน้ำตาลปนเทา แน่นถึงแน่นมาก	18 - 28 ม.
- ชั้นดินเหนียวแข็งมาก สีน้ำตาลปนเหลือง	28 - 42 ม.
- ชั้นทรายมีดินเหนียวปน สีน้ำตาลปนเทา แน่นมาก	42 - 55 ม.
- ชั้นดินเหนียวแข็งมาก สีน้ำตาลปนเหลือง	55 - 65 ม.
- ชั้นทรายมีดินเหนียวปน สีน้ำตาลปนเทา แน่นมาก	56 - 70 ม.
- ชั้นดินเหนียวแข็งมาก สีน้ำตาลปนเหลือง	70 - 80 ม.

ลักษณะของชั้นดินบริเวณสวนจตุจักร ตามรายละเอียดในรูปที่ 4, 5 และ 6 "เอกสารอ้างอิง[2]" สรุปได้ดังนี้

- ชั้นดินเหนียวอ่อนมาก สีเทาดำ	0 - 10 ม.
- ชั้นดินเหนียวอ่อน สีเทาดำ	10 - 14 ม.
- ชั้นดินเหนียวแข็งปานกลางถึงแข็ง สีน้ำตาลปนเขียว	14 - 26 ม.
- ชั้นทรายมีดินตะกอนปนแน่นปานกลางถึงแน่น สีน้ำตาลปนเทา	26 - 39 ม.
- ชั้นดินเหนียวแข็งมาก สีน้ำตาลปนเทา	39 - 45 ม.
- ชั้นทรายแน่นมีดินตะกอนปน สีน้ำตาลปนเทา	45 - 50 ม.

### ลักษณะเสาเข็มที่ทำการศึกษา

เสาเข็มที่ทำการศึกษาที่คอนเมืองมี 3 ชนิด ด้วยกันคือ

1. เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง Spun เส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มม. ปลายเสาเข็มอยู่ที่ระดับ 25.6 ม.
2. เสาเข็มเจาะระบบเปือก เส้นผ่านศูนย์กลาง 1200 มม. ปลายเสาเข็มอยู่ที่ระดับ 28 ม. และ grout ที่ปลายเสาเข็ม
3. เสาเข็มคอกหล่อในที่แบบลิ้ม (Raymond Tapered Pile) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบนสุด 416 มม. เส้นผ่านศูนย์กลางที่ปลายเข็ม 264 มม. ปลายเสาเข็มอยู่ที่ระดับ 29 ม. ลักษณะของเสาเข็มแสดงดังรูปที่ 7

เสาเข็มที่ทำการศึกษาที่สวนจตุจักรมี 3 ชนิด ด้วยกันคือ

1. เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง Spun เส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มม. ปลายเสาเข็มอยู่ที่ระดับ 27.8 ม.
2. เสาเข็มเจาะระบบเปือก เส้นผ่านศูนย์กลาง 1200 มม. ปลายเสาเข็มอยู่ที่ระดับ 33.30. ม. และ grout ที่ปลายเสาเข็ม
3. เสาเข็มคอกหล่อในที่แบบลิ้ม (Raymond Tapered Pile) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบนสุด 416 มม. เส้นผ่านศูนย์กลางที่ปลาย 254 มม. ปลายเสาเข็มอยู่ที่ระดับ 32 ม.

### ผลการทดสอบเสาเข็ม

จากการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก ของเสาเข็มแต่ละชนิดที่บริเวณคอนเมือง ได้แสดงไว้ในรูปที่ 8, 9, 10 และตารางที่ 1 สำหรับผลการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกที่บริเวณสวนจตุจักร ได้แสดงไว้ในรูปที่ 11, 12, 13 และตารางที่ 2 จากรูปที่ 8 ถึงรูปที่ 13 ในแต่ละรูปได้แสดงวิธีการหาน้ำหนักบรรทุกสูงสุดไว้ 3 วิธีด้วยกันคือ วิธีที่ 1 เป็นวิธีที่หาน้ำหนักบรรทุกสูงสุดจาก Load - Settlement Curve ตาม Whitaker, T. (1970) วิธีที่ 2 เป็นวิธีที่หาน้ำหนักบรรทุกสูงสุดจาก Log Load - Log Settlement Curve ตาม Fellinius, B.H. (1975) และวิธีที่ 3 เป็นวิธีที่หาน้ำหนักบรรทุกสูงสุดจาก Permanent Settlement ที่ 6.4 มม. ตาม AASHTO (1983) "เอกสารอ้างอิง[3]" ซึ่งในแต่ละวิธีก็ได้ให้น้ำหนักบรรทุกสูงสุดต่างกัน

### วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสามารถสรุปและวิจารณ์ผลการทดสอบเสาเข็มทั้งสามชนิดได้ดังต่อไปนี้

1. ระยะเวลาทรุดค้ำที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุดต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็ม ของเสาเข็มแบบลิ้มมีอัตราส่วนค่อนข้างสูงกล่าวคือมีค่าประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ ไม่ว่าปลายเสาเข็มจะอยู่ในชั้นทรายหรือดินเหนียว
2. เสาเข็มเจาะหล่อในที่ที่มี base grout ระยะเวลาทรุดค้ำที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุดต่อเส้นผ่านศูนย์กลางมีค่าน้อยประมาณ 1.1 - 1.5 เปอร์เซ็นต์

3. เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงเมื่อต้องการคอกให้ฝั่งในชั้นทรายลึกๆ จำเป็นต้องเข่นมาก อาจทำให้บริเวณหัวเสาเข็มเกิดล้า และไม่สามารถรับน้ำหนักได้ตามที่ต้องการ เช่น กรณีเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงที่คอนเมือง
4. การหาค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุด ด้วยวิธีต่างๆ นั้น วิธี AASHTO (1983) เป็นวิธีที่น่าสนใจวิธีหนึ่ง ที่น่าจะนำมาใช้พิจารณาหาน้ำหนักบรรทุกประลัยด้วย
5. การหาค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุด ตามวิธีของ AASHTO (1983) นั้นควรทำ Cyclic Load Test ที่น้ำหนักบรรทุกต่างๆ ไม่น้อยกว่า 3 ค่า ไม่เช่นนั้นจะทำให้เกิดการหาค่าที่แตกต่างกับวิธีอื่นๆ มากดังเช่นกรณีเสาเข็มเจาะที่คอนเมือง
6. การหล่อ Pile Cap ก่อนทดสอบจำเป็นต้องคำนึงถึงการเสริมเหล็กให้เพียงพอ ไม่เช่นนั้นอาจเกิดปัญหา Pile Cap แตกร้าวที่น้ำหนักบรรทุกกระทำสูงๆ

#### เอกสารอ้างอิง

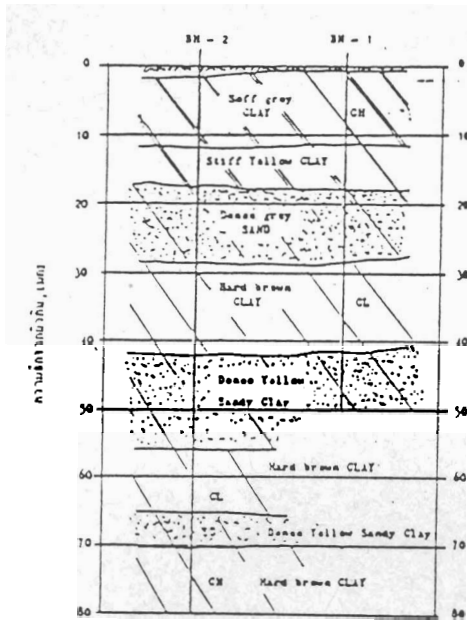
1. เกษม เพชรเกตุ, พินิต ตั้งบุญเดิม และวิชัย สิงวรบทานสกุล รายงานการเจาะสำรวจดิน โครงการโรงนม 14 ชั้น สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. Report of Analysis of the Pile Load Test Result No.10, Pilas Wannasan Co., Ltd.
3. Standard Specification for Highway Bridges, 1983, The American Association of State Highway and Transportation Office.

ตารางที่ 1 น้ำหนักบรรทุกสูงสุดและการทรุดตัวของเสาเข็มชนิดต่างๆ ที่คอนเมืองตามวิธีของ Whitaker, T. (1970)

รายละเอียด	เสาเข็มคอก	เสาเข็มเจาะ	เสาเข็มแบบลิ้ม
น้ำหนักบรรทุกสูงสุด (ตัน)	315	1740	280
ระยะทรุดตัวที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุด (มม.)	11.00	17.50	255.33
ระยะการทรุดตัวที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุด ต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง (%)	1.83	1.46	6.09

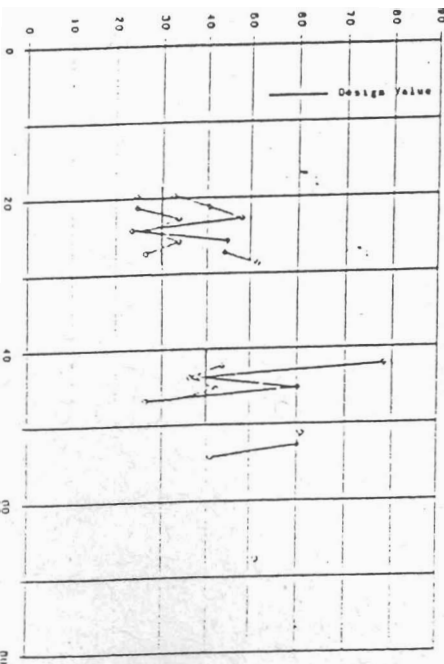
ตารางที่ 2 น้ำหนักบรรทุกสูงสุด และการทรุดตัวของเสาเข็มชนิดต่างๆ ที่สวนจตุจักร ตามวิธีของ Whitaker, T. (1970)

รายละเอียด	เสาเข็มคอก	เสาเข็มเจาะ	เสาเข็มแบบลิ้ม
น้ำหนักบรรทุกสูงสุด (ตัน)	645	1500	260
ระยะทรุดตัวที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุด (มม.)	20.58	13.31	24.53
ระยะการทรุดตัวที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุด ต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง (%)	3.43	1.11	5.90



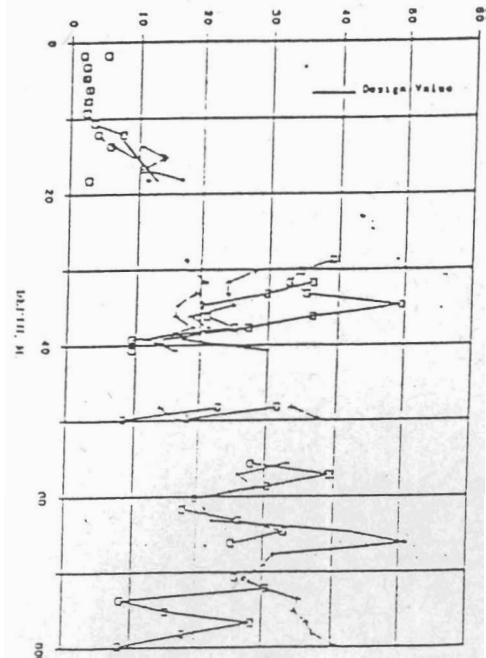
รูปที่ 1 Soil Profile บริเวณถนนเมือง

CORRECTED SPT. BLOWS/FT.

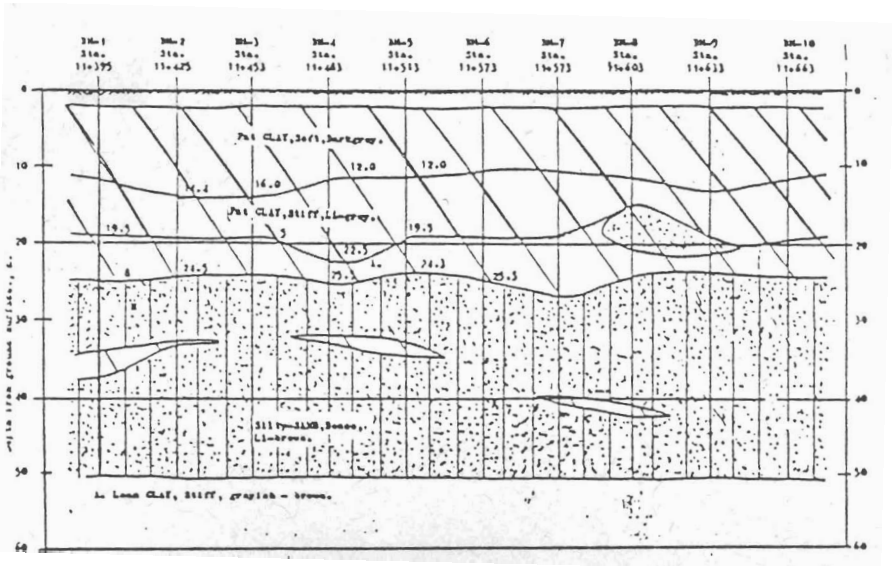


รูปที่ 2 ค่า Correct SPT. แปรตามความลึก บริเวณถนนเมือง

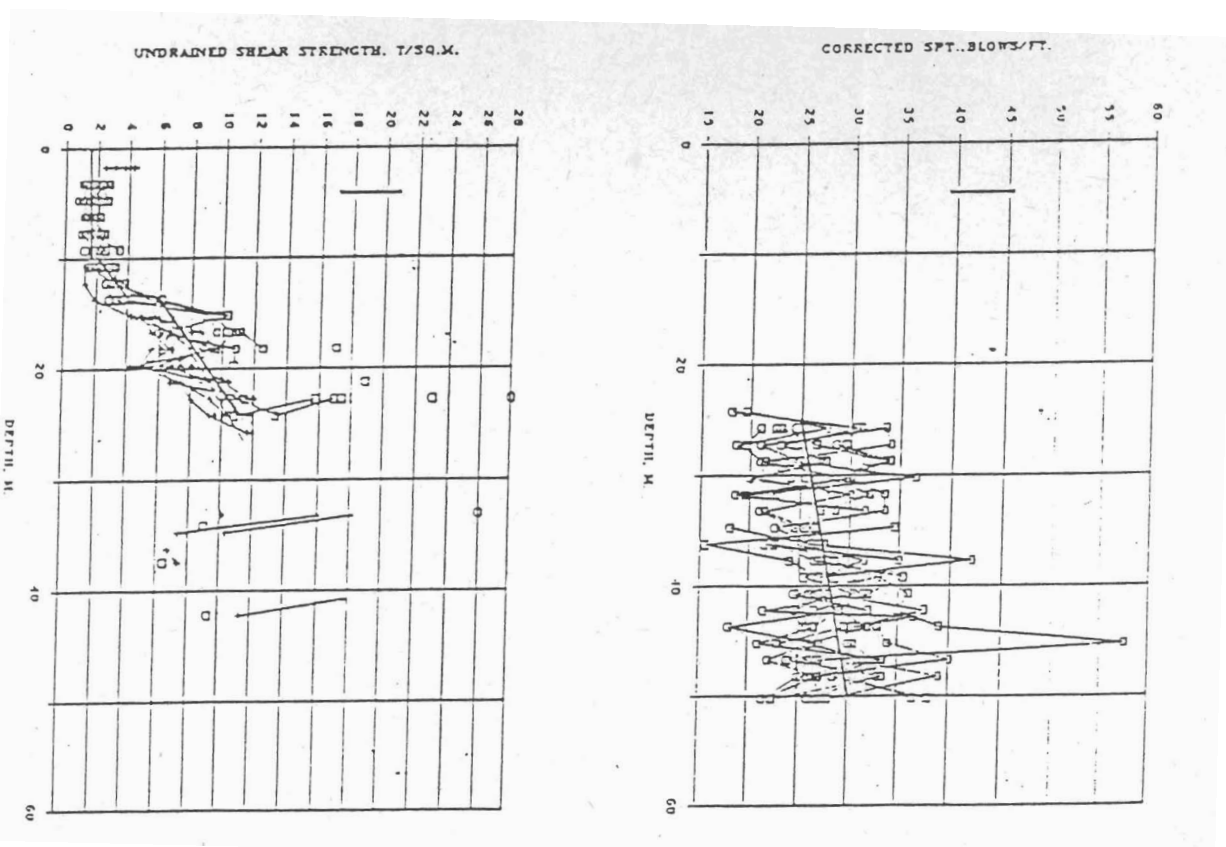
UNDRAINED SHEAR STRENGTH, T/30.M.



รูปที่ 3 ค่า Undrained Shear Strength แปรตามความลึกบริเวณถนนเมือง



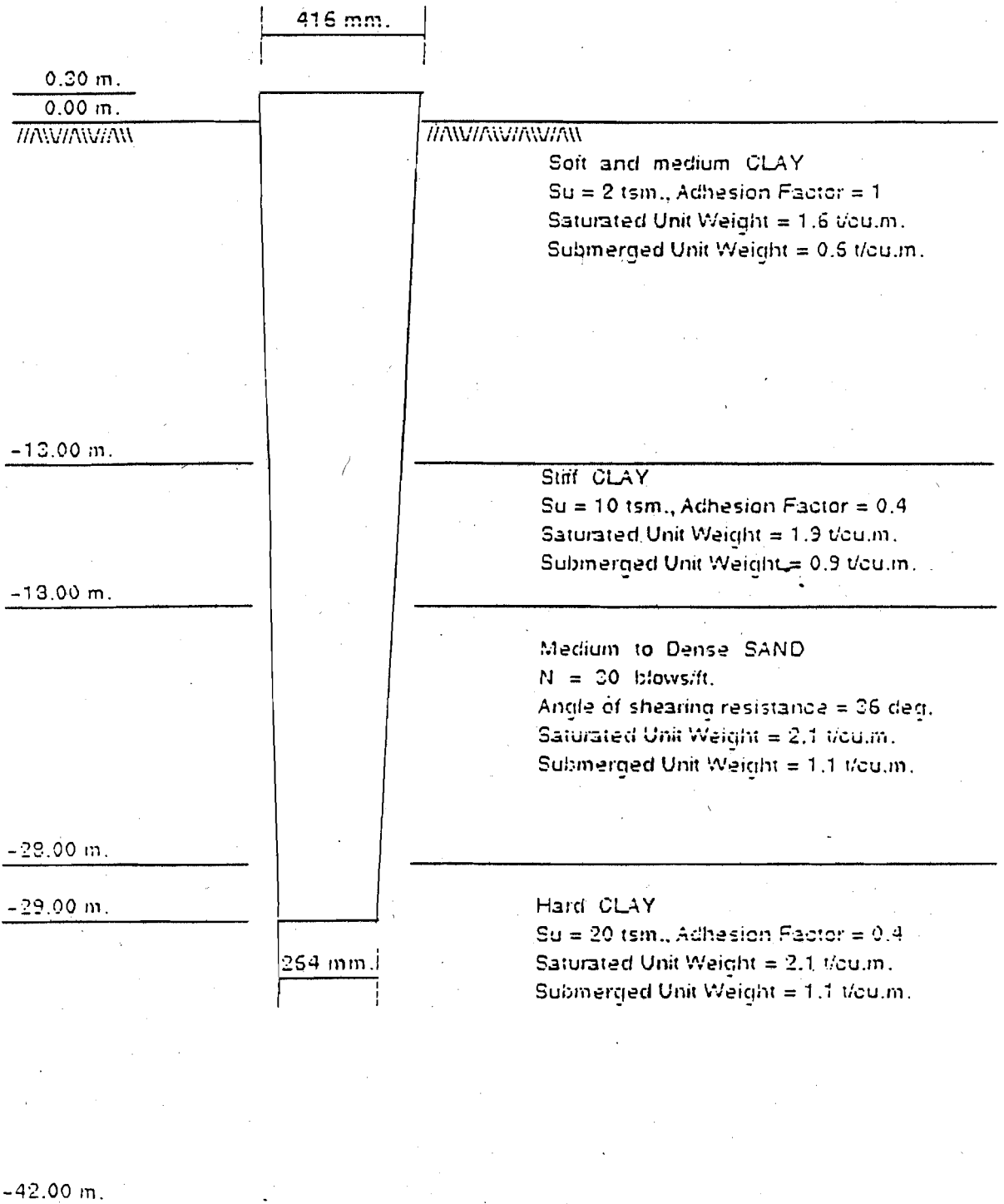
รูปที่ 4 Soil Profile บริเวณสวนจตุจักร



รูปที่ 5 ค่า Undrained Shear Strength แปรตามความลึกบริเวณสวนจตุจักร

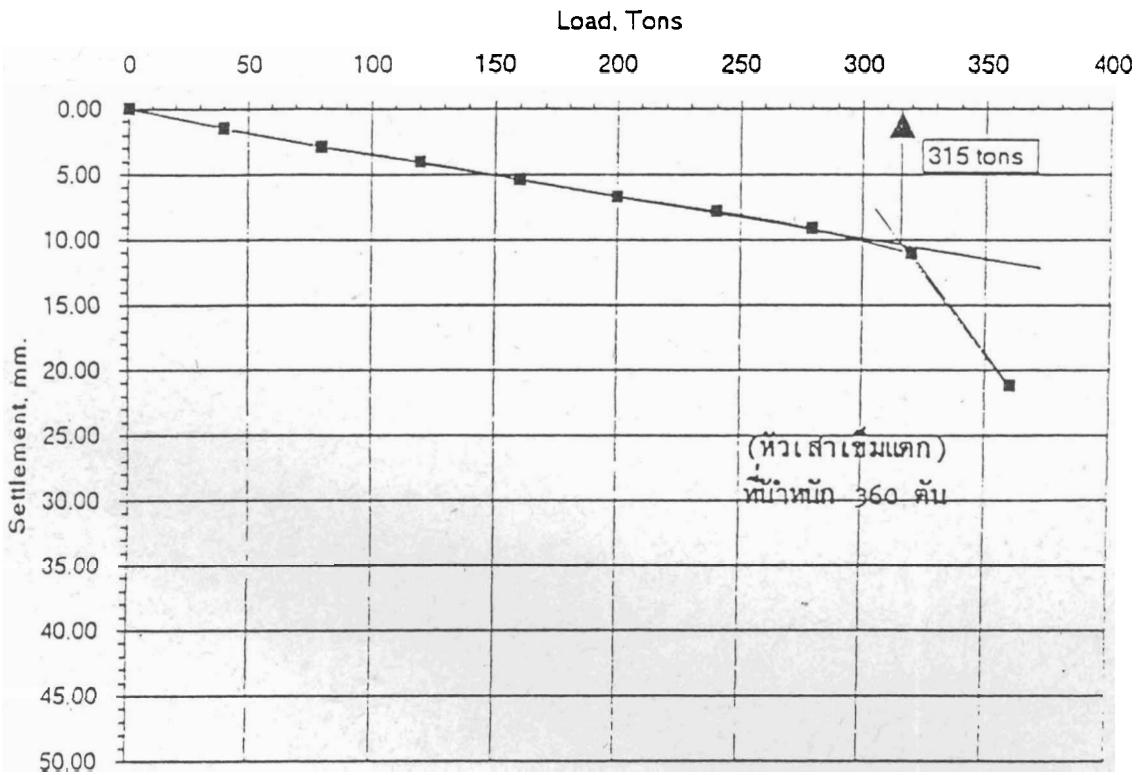
รูปที่ 6 ค่า Corrected SPT. แปรตามความลึกบริเวณสวนจตุจักร



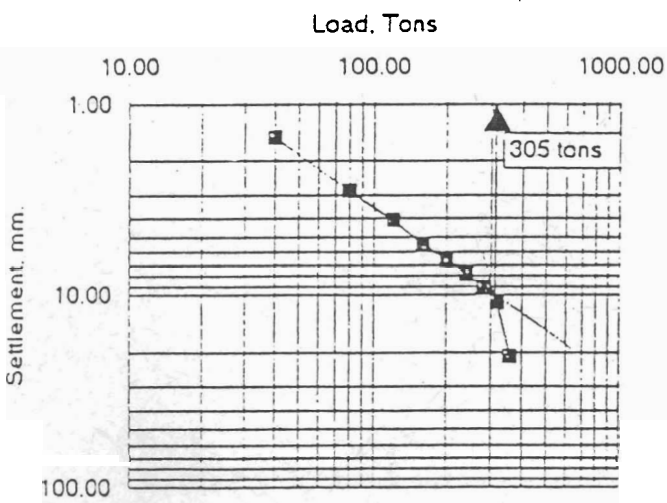


รูปที่ 7 ลักษณะ Tapered Pile ที่บริเวณตอนบน

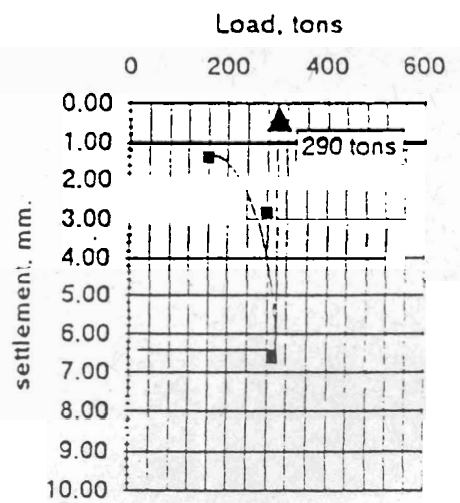
Prestressed Concrete Pile



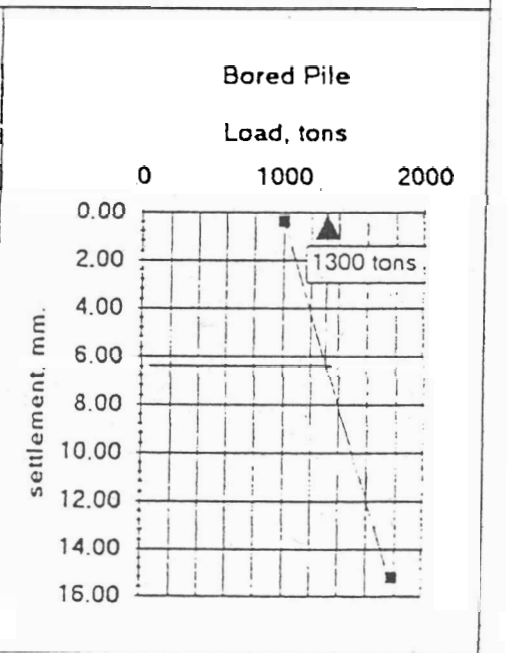
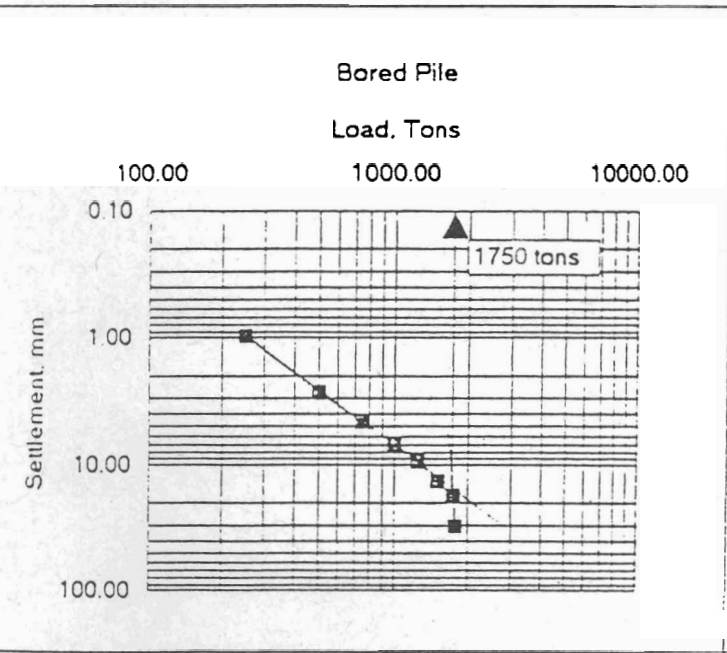
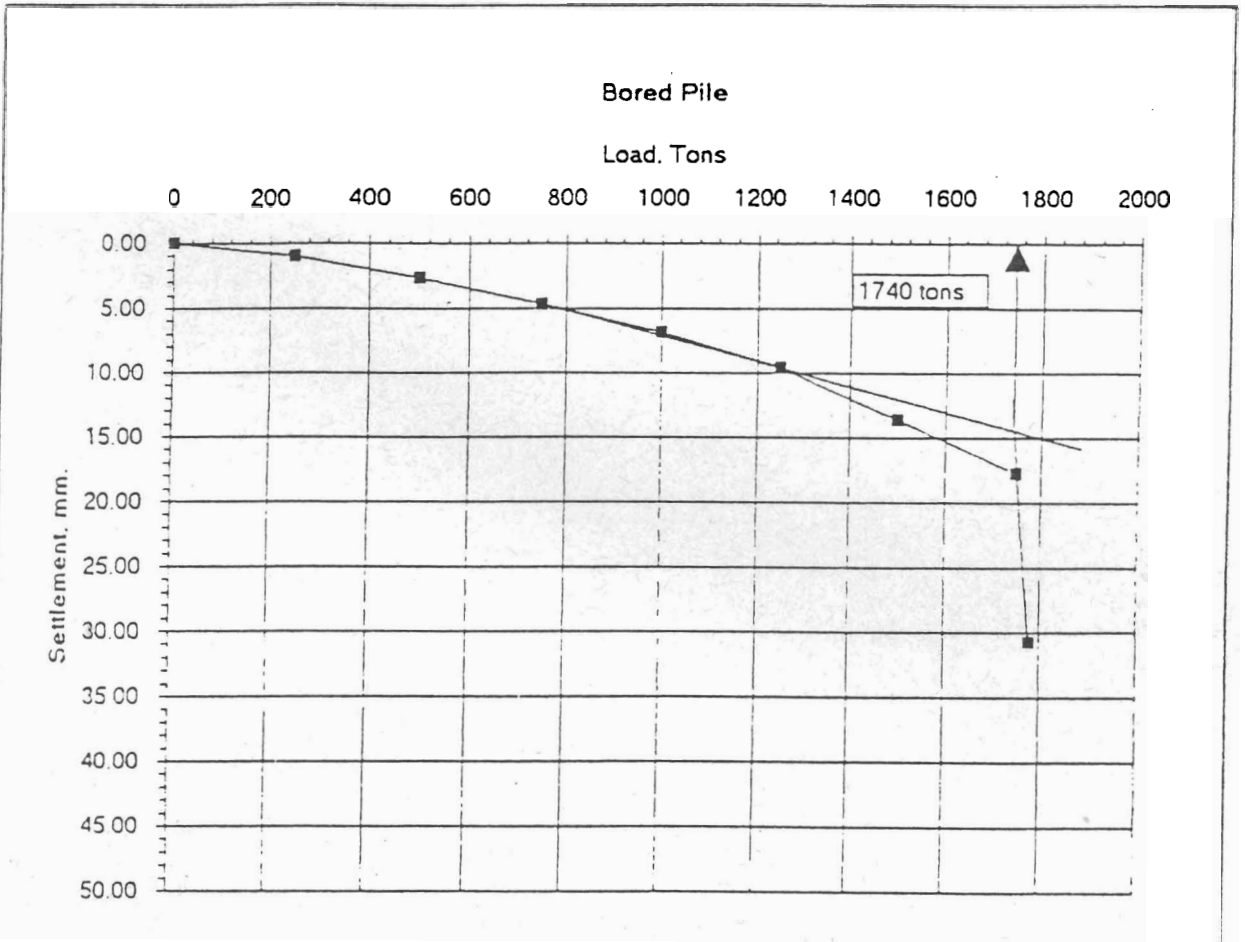
Prestressed Concrete Pile



Prestressed Concrete Pile

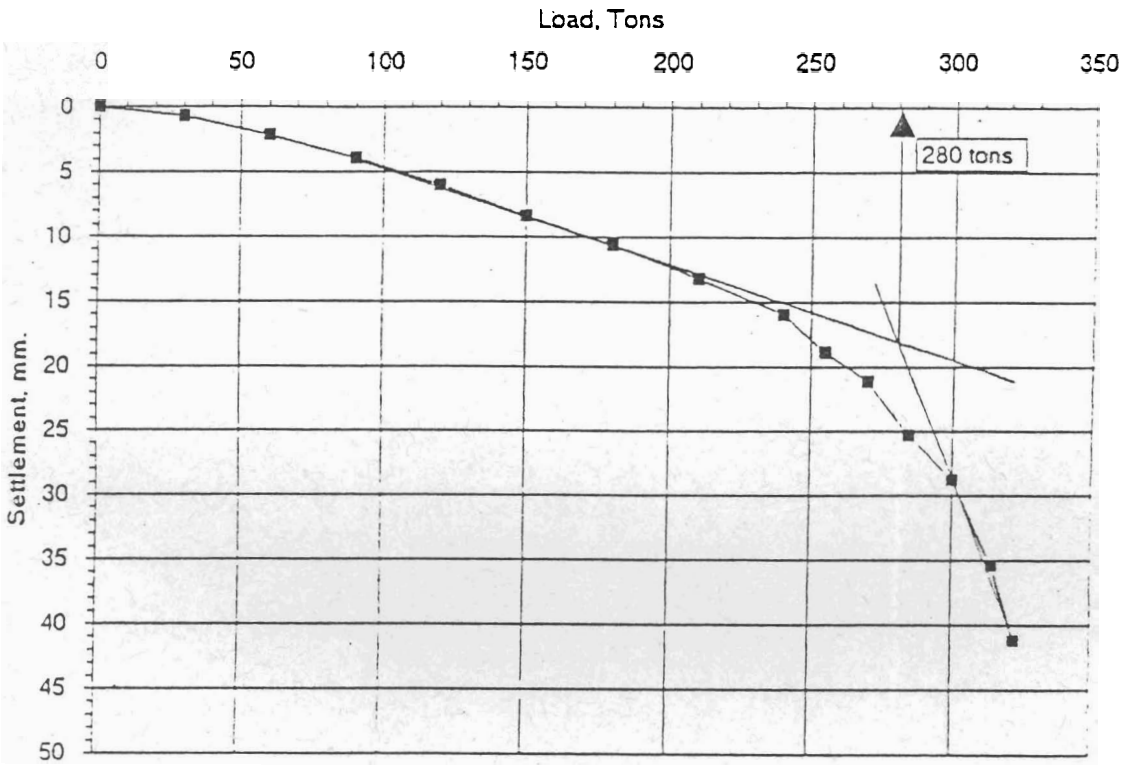


รูปที่ 8 ผลการทดสอบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงที่คอนกรีต

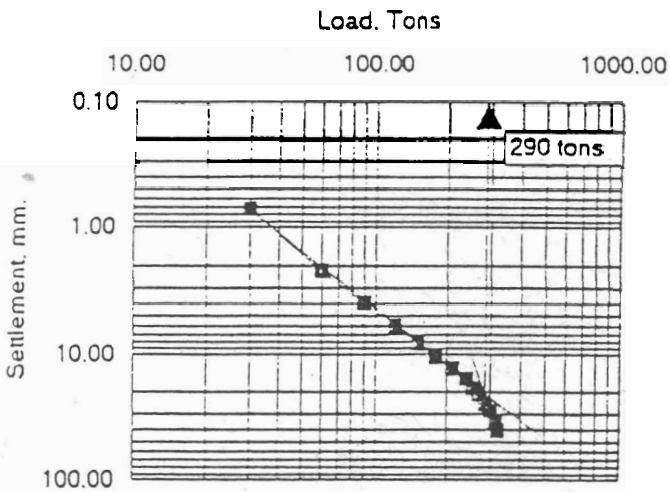


รูปที่ 9 ผลการทดสอบเสาเข็มเจาะที่มี base grout ที่ลอนเมือง

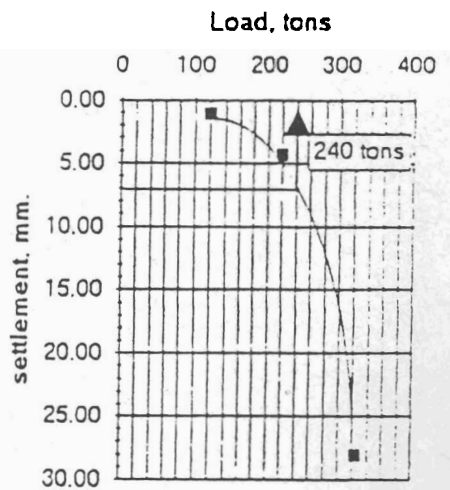
Raymond Tapered Pile



Raymond Tapered Pile

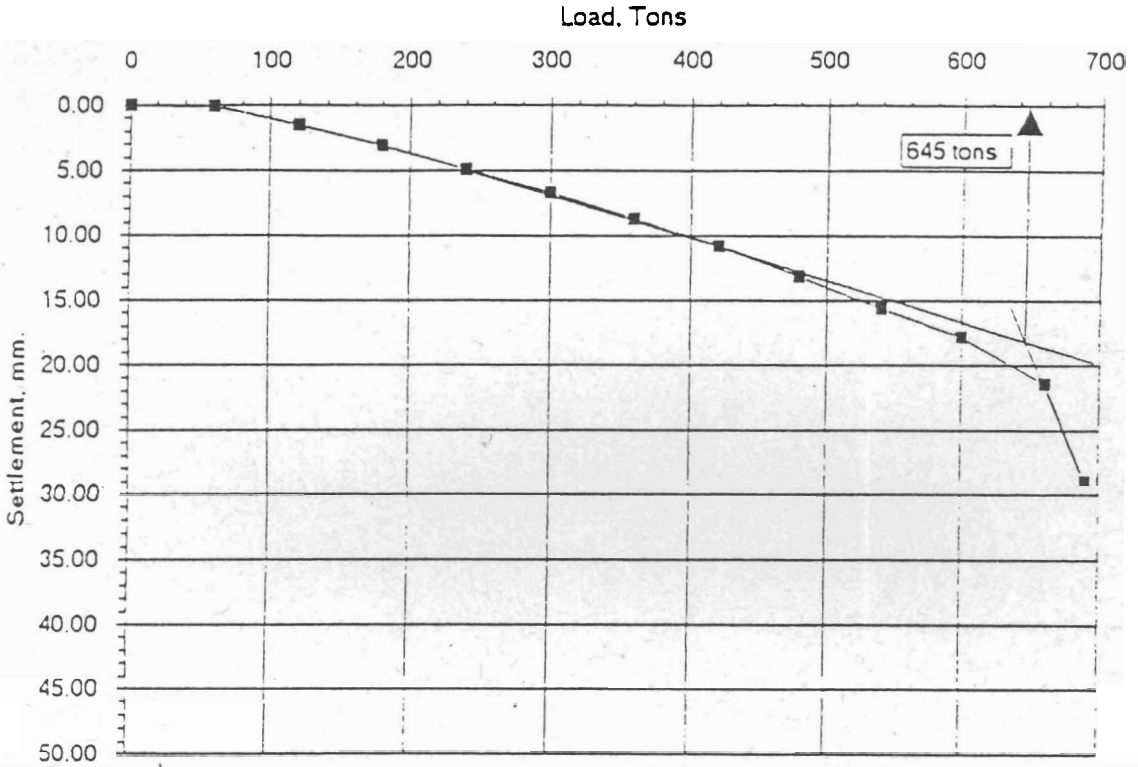


Raymond Tapered Pile

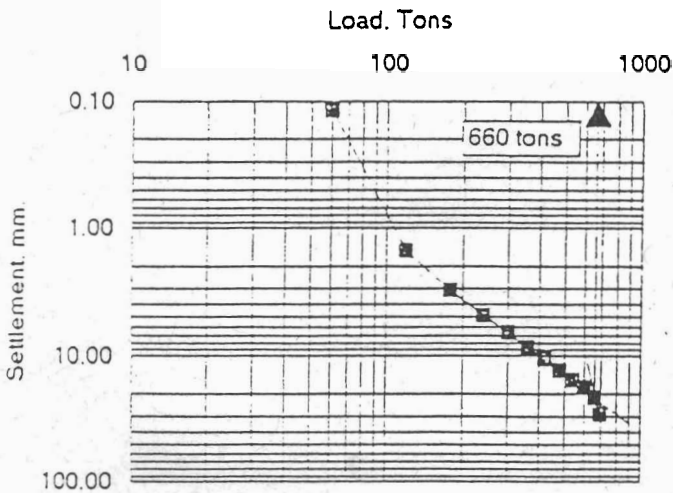


รูปที่ 10 ผลการทดสอบเสาเข็มแบบลิ่มที่ดอนเมือง

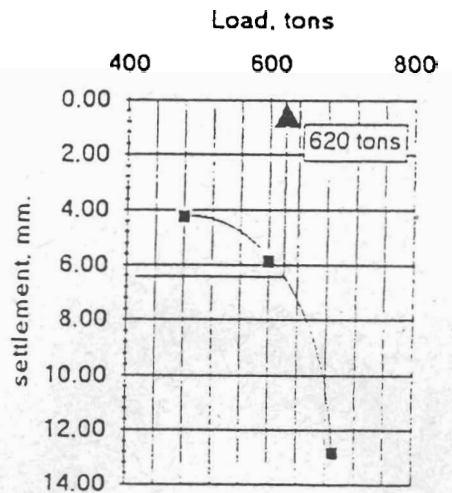
Prestressed Concrete Pile



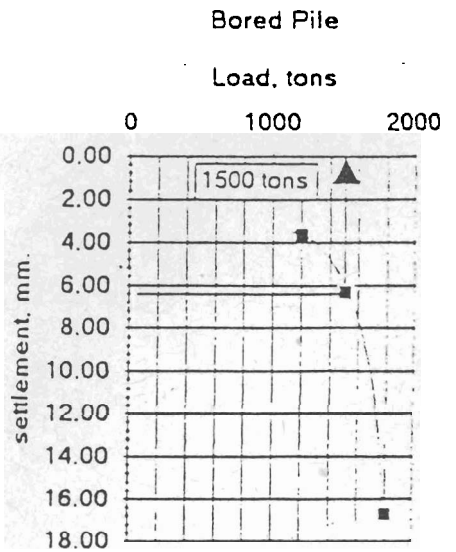
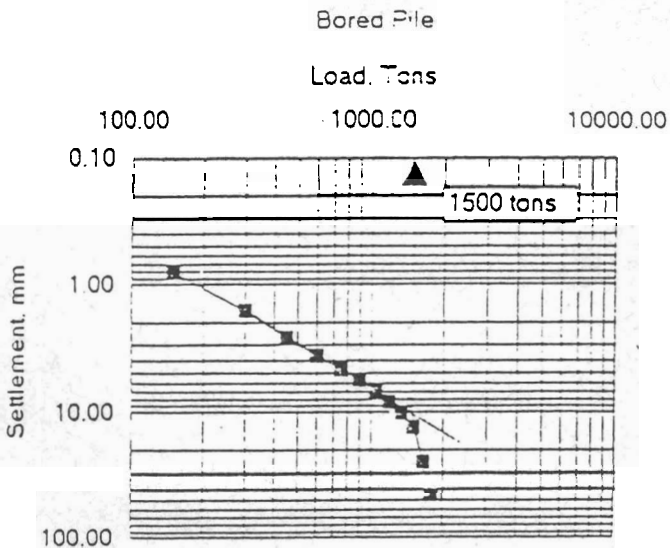
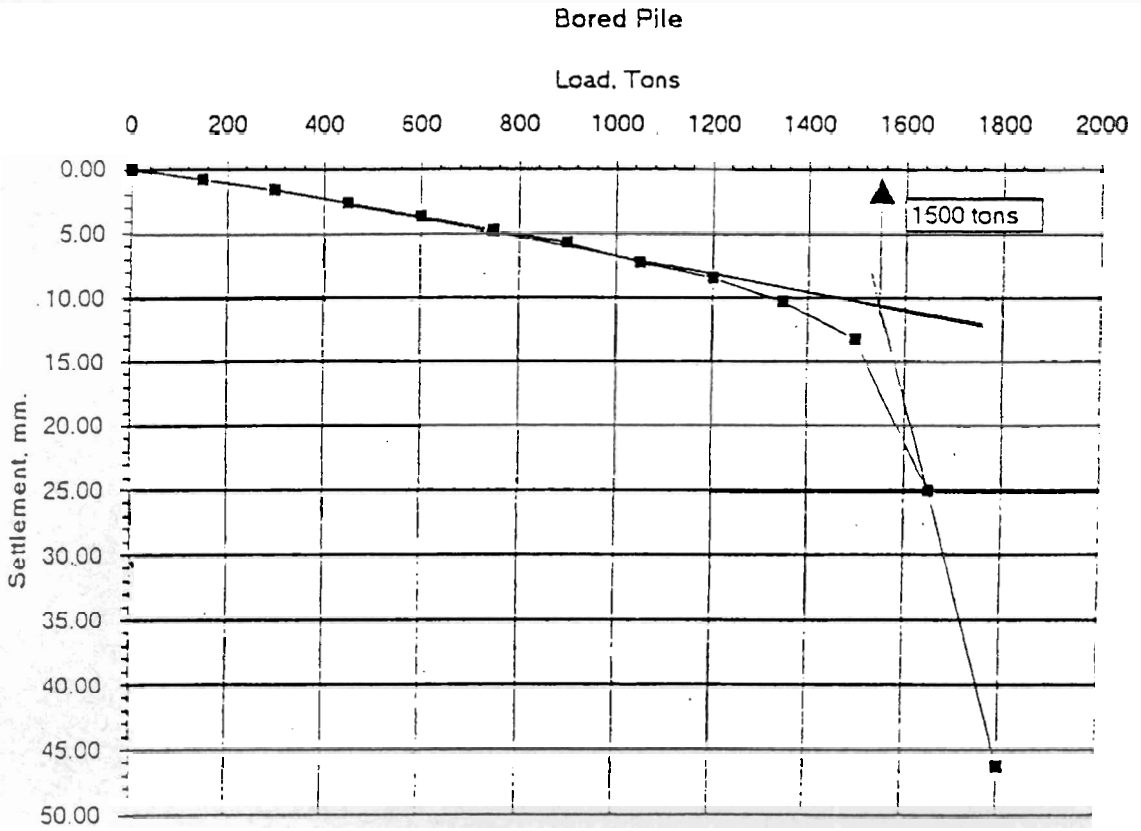
Prestressed Concrete Pile



Prestressed Concrete Pile

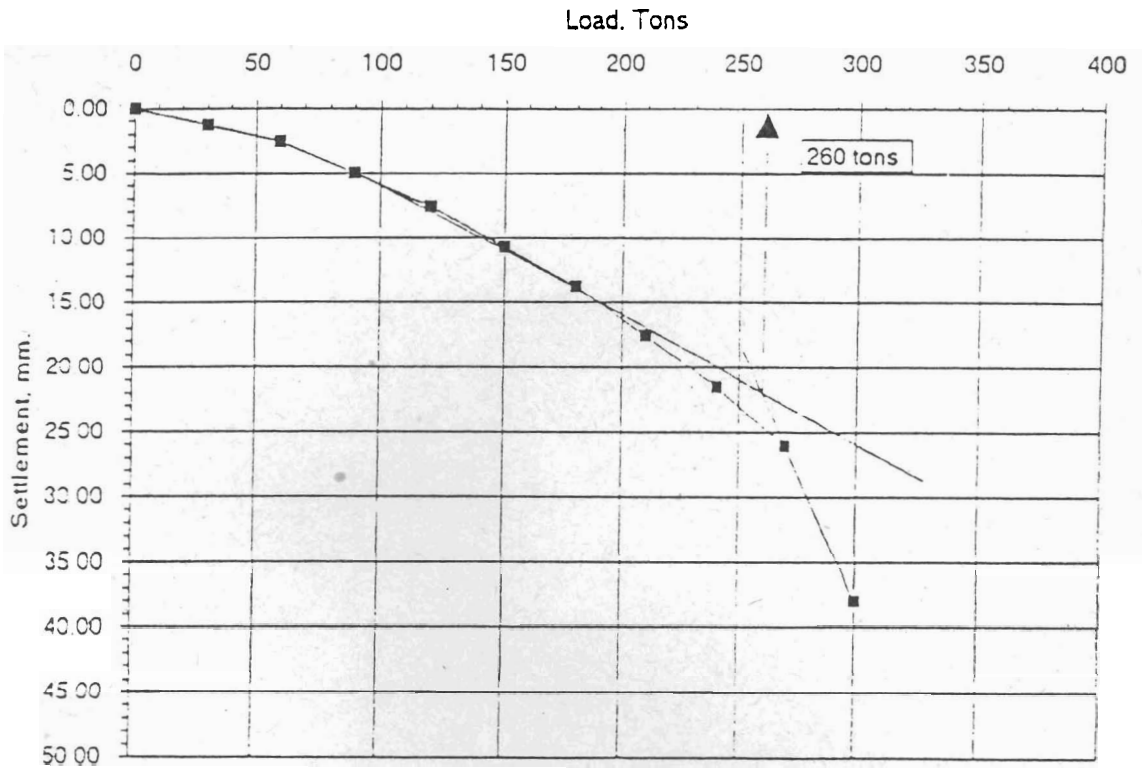


รูปที่ 11 ผลการทดสอบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงที่ส่วนจตุจักร

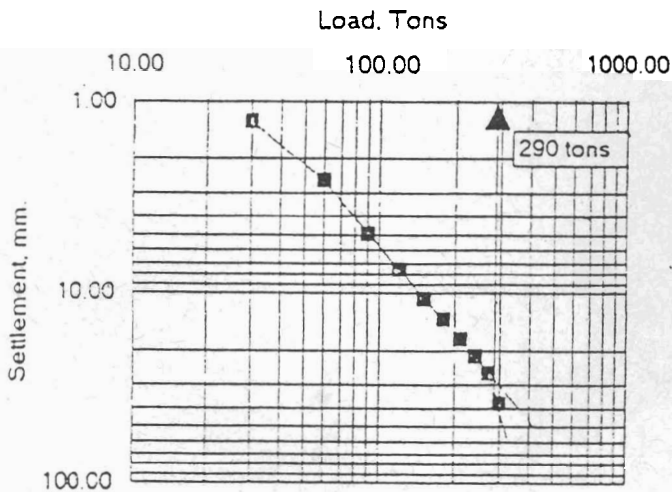


รูปที่ 12 ผลการทดสอบเสาเข็มเจาะมี base grout ที่ส่วนตัก

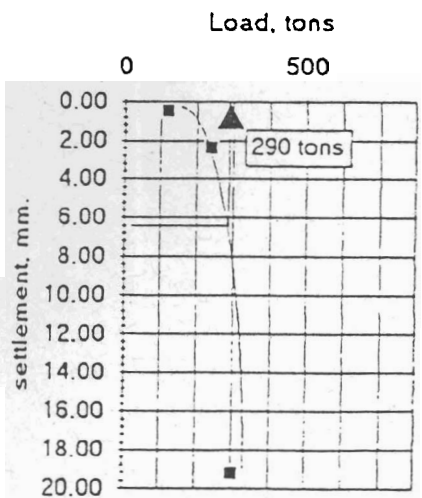
Raymond Tapered Pile



Raymond Tapered Pile



Raymond Tapered Pile



รูปที่ 13 ผลการทดสอบเสาเข็มแบบค้ำที่ผ่านจตุจักร