การศึกษาผลการทดสอบเสาเข็มในบริเวณกรุงเทพ

โดย

เกษม เพชรเกตุ

พินิต ตั้งบุญเติม

การประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2535
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ 26-29 พฤศจิกายน 2535

การศึกษาผลการทดสอบเสาเข็มในบริเวณกรุงเทพ
A STUDY OF PILE LOAD TEST IN THE BANGKOK AREA

เกษม เพชรเกตุ
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 กล่าวคือเป็นเสาเข็มหล่อ เสาเข็มเจาะระบบเปิดกมี base grout และเสาเข็มแบบลิ่ม (Raymond Tapered Pile) โดยทดสอบในพื้นที่บริเวณกรุงเทพ จำนวน 2 แห่ง แห่งแรกชั้นทรายชั้นที่หนึ่งอยู่ที่ความลึกประมาณ 18 เมตร ณะที่อีกแห่งชั้นทรายชั้นที่หนึ่งอยู่ที่ระดับประมาณ 26 เมตร ผลการทดสอบพบว่าเสาเข็มเจาะระบบเปิดกมี base grout อัตราส่วนระหว่างระยะการทรุดตัวที่น้ำหนักบรรทุกประลัยต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็มมีค่าน้อยที่สุด ณะที่เสาเข็มแบบลิ่ม 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 และเสาเข็มตอกแบบลิ่ม(Raymond Tapered Pile)

บริเวณที่ทำการศึกษา

บริเวณที่ทำการศึกษามีอยู่สองแห่งคือ บริเวณดอนเมือง และบริเวณสวนจตุจักร ในแต่ละบริเวณได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของเสาเข็มทั้งสามชนิด

ลักษณะชั้นดิน

ลักษณะของชั้นดินบริเวณดอนเมือง 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. เสาเข็มเจาะระบบเปียก เส้นผ่านศูนย์กลาง 1200 มม. ปลายเสาเข็มอยู่ที่ระดับ 28 ม. และ grout ที่ปลายเสาเข็ม
3. เสาเข็มตอกหล่อในที่แบบลิ่ม(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. เสาเข็มเจาะระบบเปียก เส้นผ่านศูนย์กลาง 1200 มม. ปลายเสาเข็มอยู่ที่ระดับ 33.30. ม. และ grout ที่ปลายเสาเข็ม
3. เสาเข็มตอกหล่อในที่แบบลิ่ม(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]" ซึ่งในแต่ละวิธีก็ได้น้ำหนักบรรทุกสูงสุดต่างกัน

วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสามารถสรุปและวิจารณ์ผลการทดสอบเสาเข็มทั้งสามชนิดได้ดังต่อไปนี้

1. ระยะการทรุดตัวที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุดต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็ม ของเสาเข็มแบบลิ่มมีอัตราส่วนค่อนข้างสูงกล่าวคือมีค่าประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ ไม่ว่าปลายเสาเข็มจะอยู่ในชั้นทรายหรือดินเหนียว

2. เสาเข็มเจาะหล่อในที่มี base grout ระยะการทรุดตัวที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุดต่อเส้นผ่านศูนย์กลางมีค่าน้อยประมาณ 1.1 - 1.5 เปอร์เซ็นต์

3. เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงเมื่อต้องการตอกให้ฝังในชั้นทรายลึกๆ จำเป็นต้องเข่นมาก อาจทำให้บริเวณหัวเสาเข็มเกิดล้า และไม่สามารถรับน้ำหนักได้ตามที่ต้องการ เช่น กรณีเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงที่ตอนเมือง

4. การหาค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุด ด้วยวิธีต่างๆนั้น วิธี AASHTO(1983) เป็นวิธีที่น่าสนใจวิธีหนึ่ง ที่น่าจะนำมาใช้พิจารณาหาน้ำหนักบรรทุกประลัยด้วย

5. การหาค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุด ตามวิธีของ AASHTO(1983)นั้นควรทำ Cyclic Load Test ที่น้ำหนักบรรทุกต่างๆ ไม่น้อยกว่า 3 ค่า ไม่เช่นนั้นจะทำให้เกิดการหาค่าที่แตกต่างกับวิธีอื่นๆ มากดังเช่นกรณีเสาเข็มเจาะที่ตอนเมือง

6. การหล่อ Pile Cap ก่อนทดสอบจำเป็นต้องคำนึงถึงการเสริมเหล็กให้เพียงพอ ไม่เช่นนั้นอาจเกิดปัญหา Pile Cap แตกร้าวที่น้ำหนักบรรทุกกระทำสูงๆ

เอกสารอ้างอิง

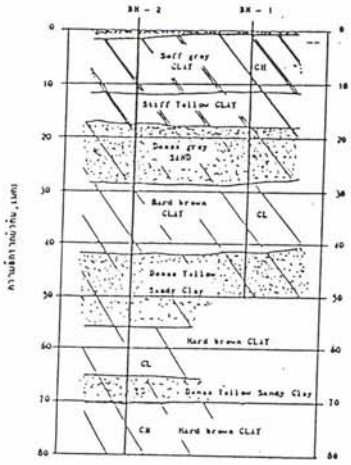
1. เกษม เพชรเกตุ, พินิต ตั้งบุญเติม และวิชัย สังวรปทานสกุล รายงานการเจาะสำรวจดิน โครงการโรงแรม 14 ชั้น สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. Report of Analysis of the Pile Load Test Result No.10, Pilas Wannasan Co., Ltd.
3. Standard Specification for Highway Bridges, 1983, The American Association of State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

ตารางที่ 1 น้ำหนักบรรทุกสูงสุดและการทรุดตัวของเสาเข็มชนิดต่างๆ ที่คอนเมืองตามวิธีของ Whitaker, T.(1970)

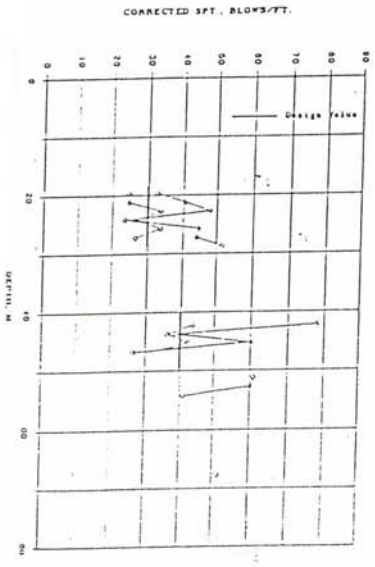
รายละเอียด	เสาเข็มตอก	เสาเข็มเจาะ	เสาเข็มแบบลิ่ม
น้ำหนักบรรทุกสูงสุด(ตัน)	315	1740	280
ระยะทรุดตัวที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุด(มม.)	11.00	17.50	255.33
ระยะการทรุดตัวที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุด ต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง(%)	1.83	1.46	6.09

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

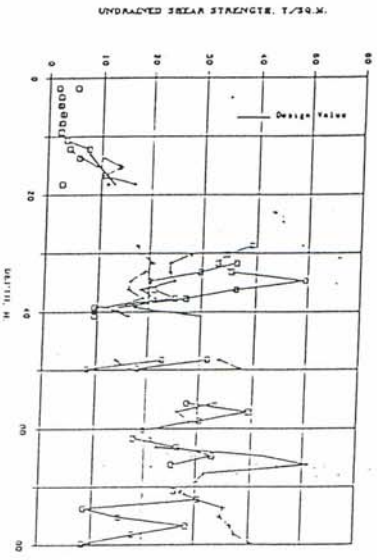
รายละเอียด	เสาเข็มตอก	เสาเข็มเจาะ	เสาเข็มแบบลิ่ม
น้ำหนักบรรทุกสูงสุด(ตัน)	645	1500	260
ระยะทรุดตัวที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุด(มม.)	20.58	13.31	24.53
ระยะการทรุดตัวที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุด ต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง(%)	3.43	1.11	5.90



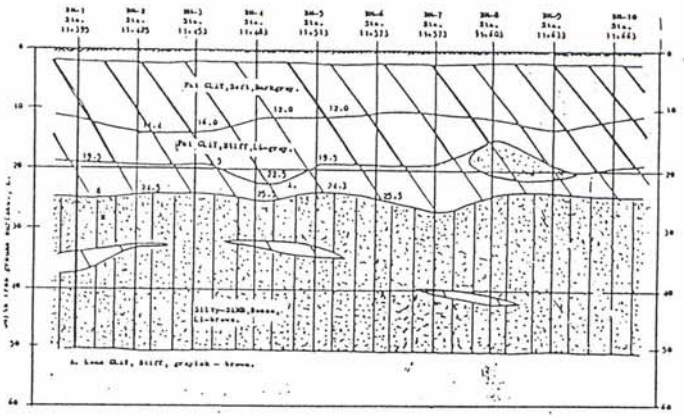
รูปที่ 1 Soil Profile บริเวณคลองเมือง



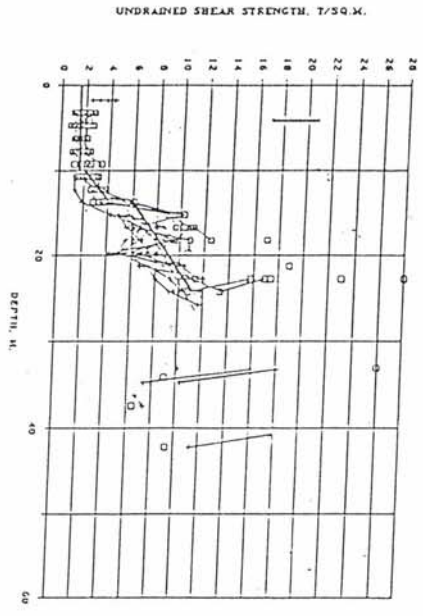
รูปที่ 2 ค่า Correct SPT. แปรตามความลึก บริเวณคลองเมือง



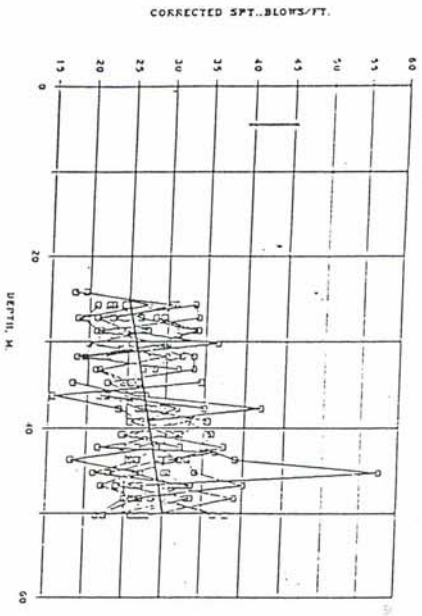
รูปที่ 3 ค่า Undrained Shear Strength แปรตามความลึกบริเวณคลองเมือง



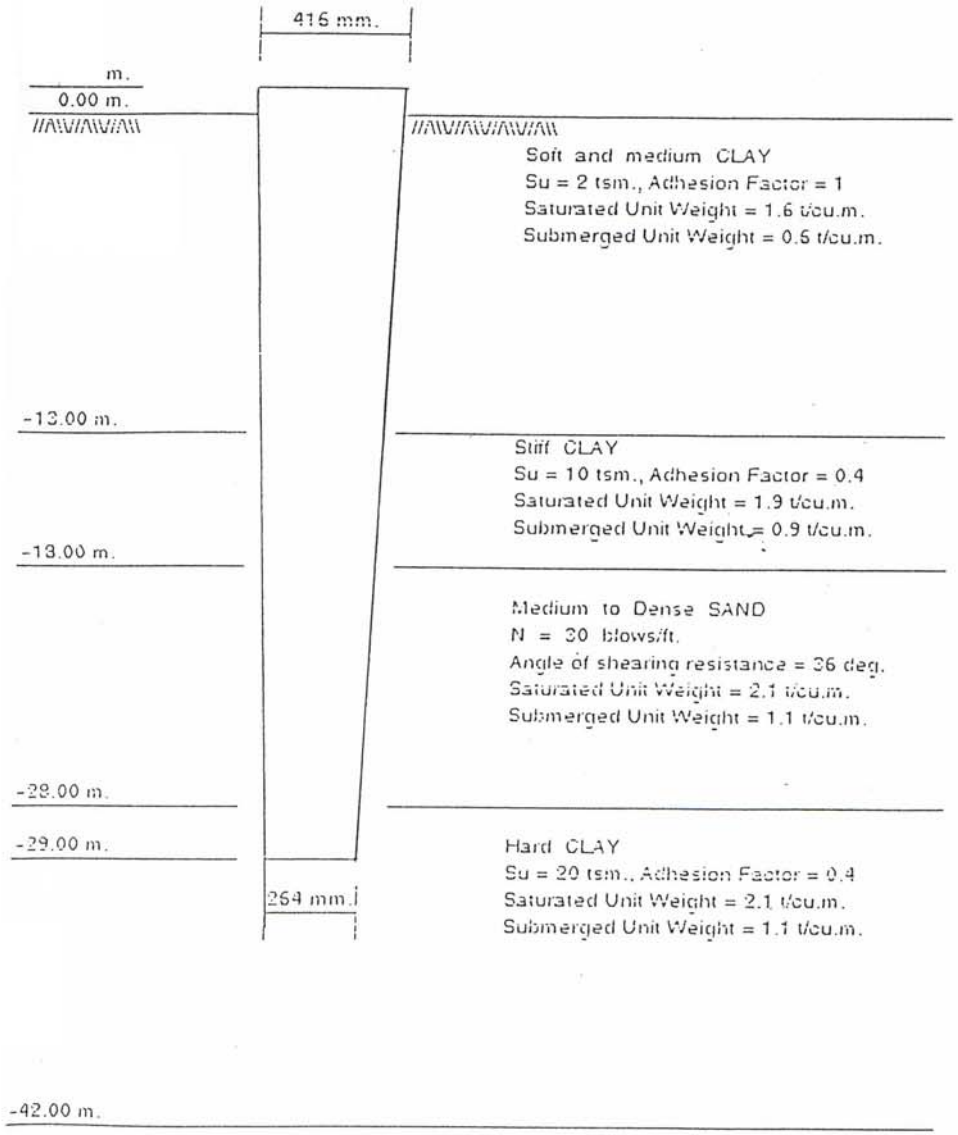
รูปที่ 4 Soil Profile บริเวณสวนจตุจักร



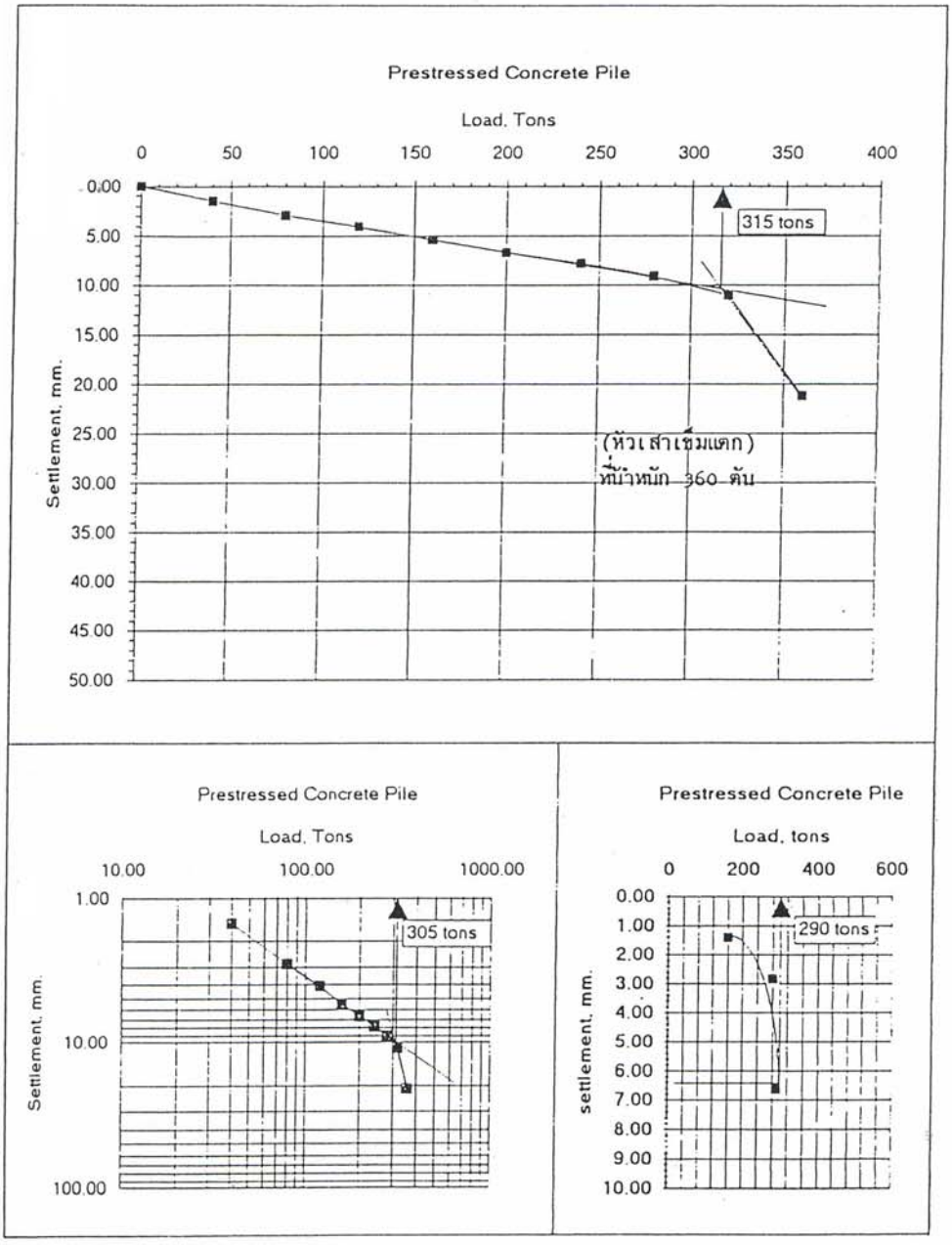
รูปที่ 5 ค่า Undrained Shear Strength แปรตามความลึกบริเวณสวนจตุจักร



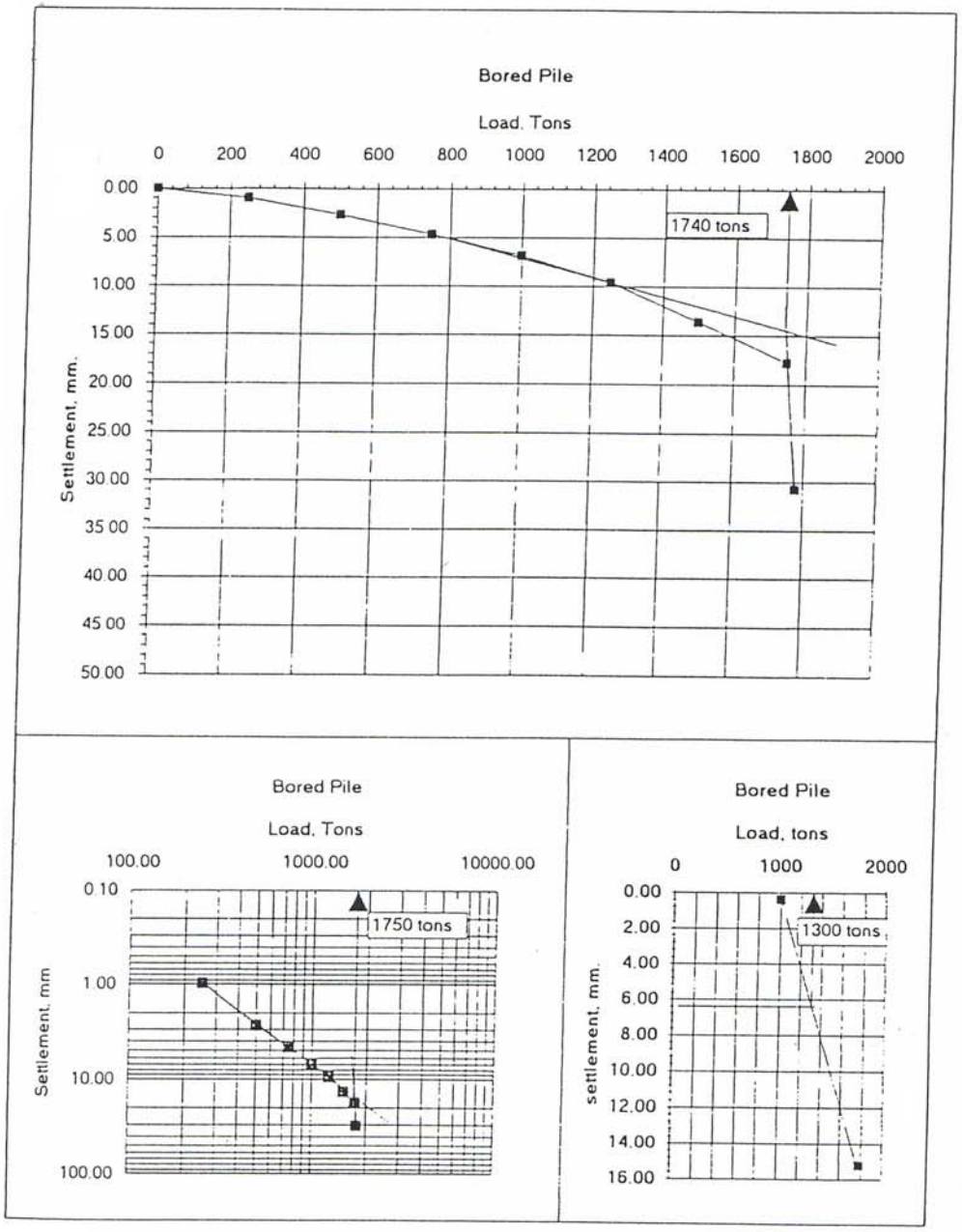
รูปที่ 6 ค่า Corrected SPT. แปรตามความลึกบริเวณสวนจตุจักร



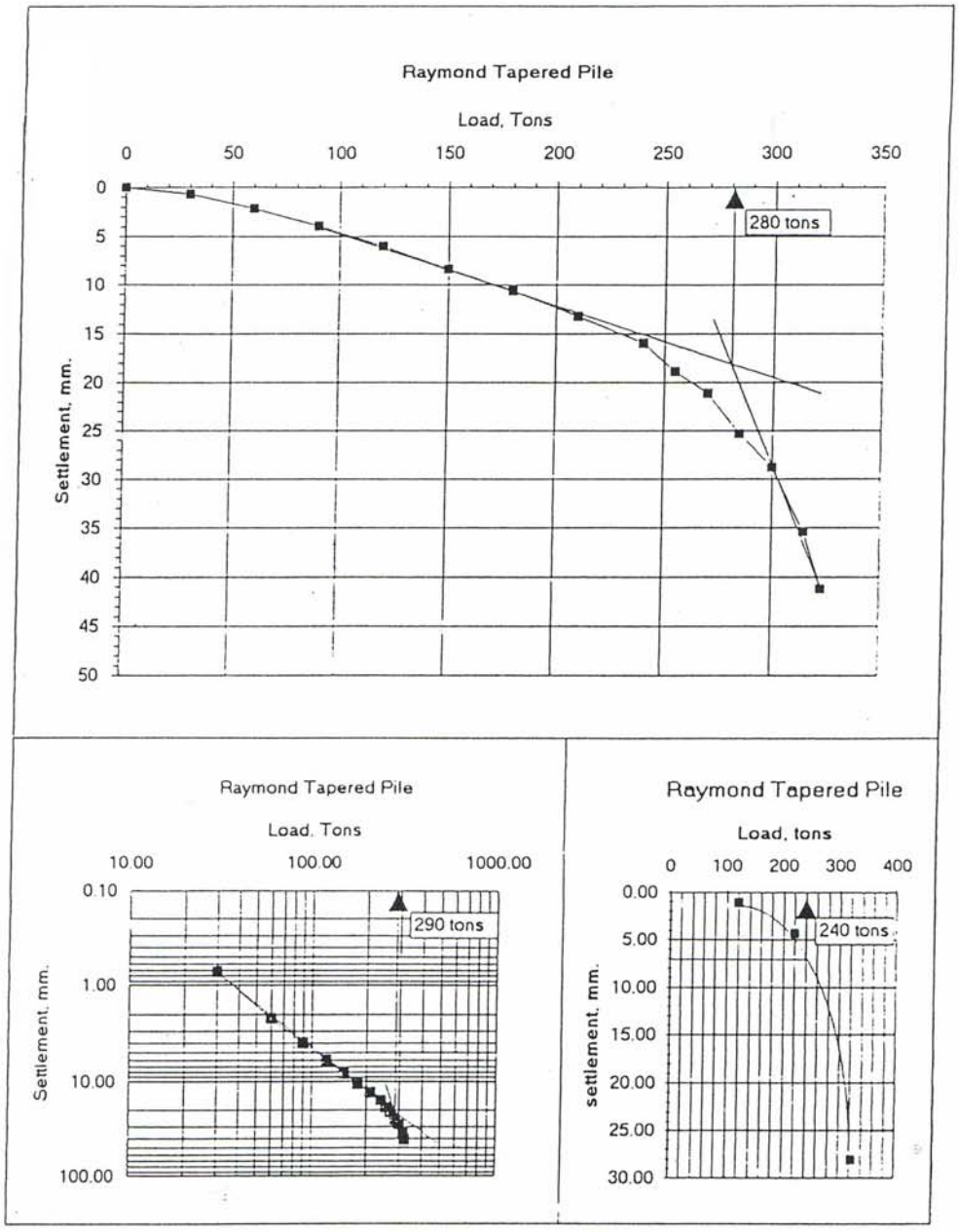
รูปที่ 7 ลักษณะ Tapered Pile ที่บริเวณดอนเมือง



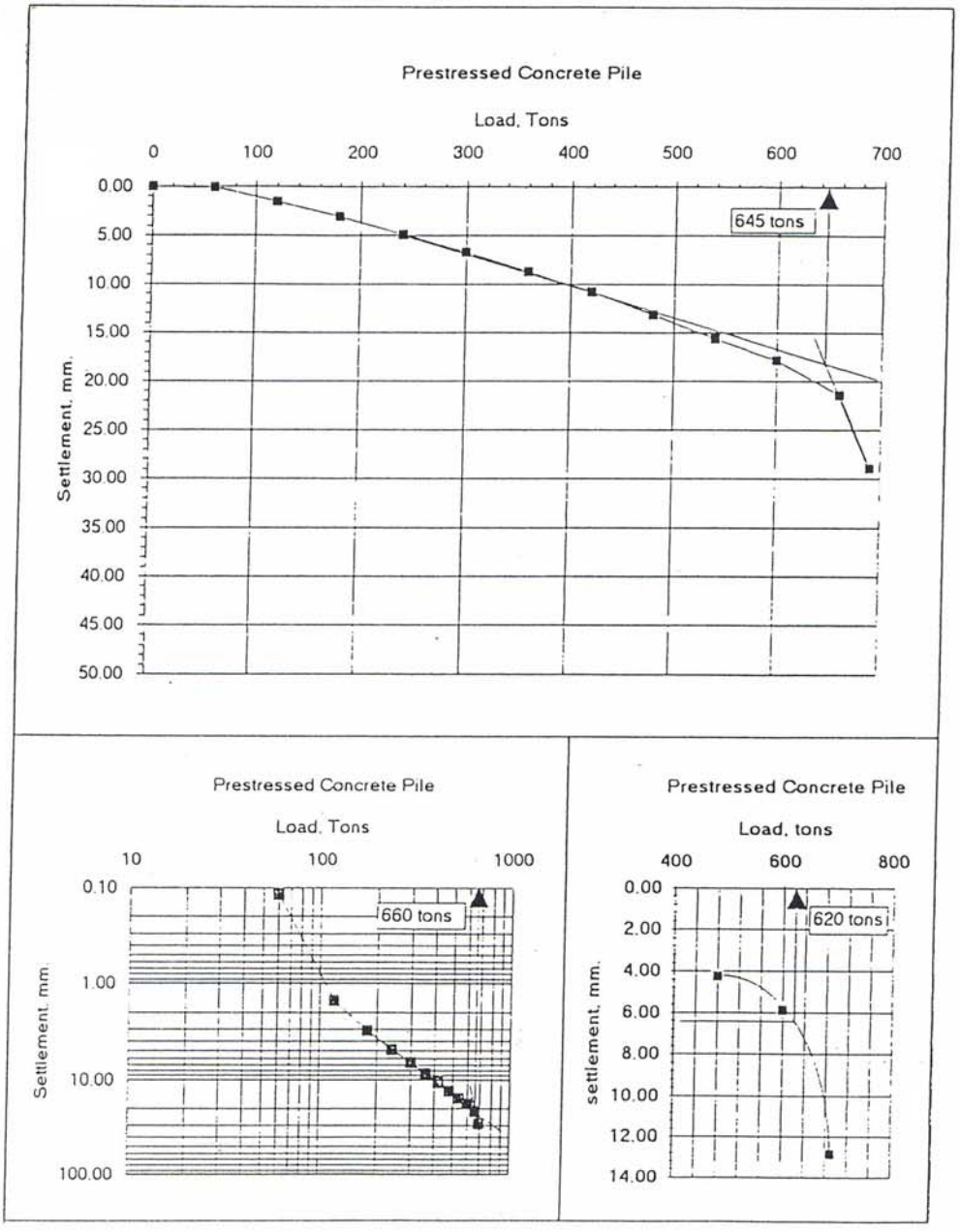
รูปที่ 8 ผลการทดสอบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงที่คลนเมือง



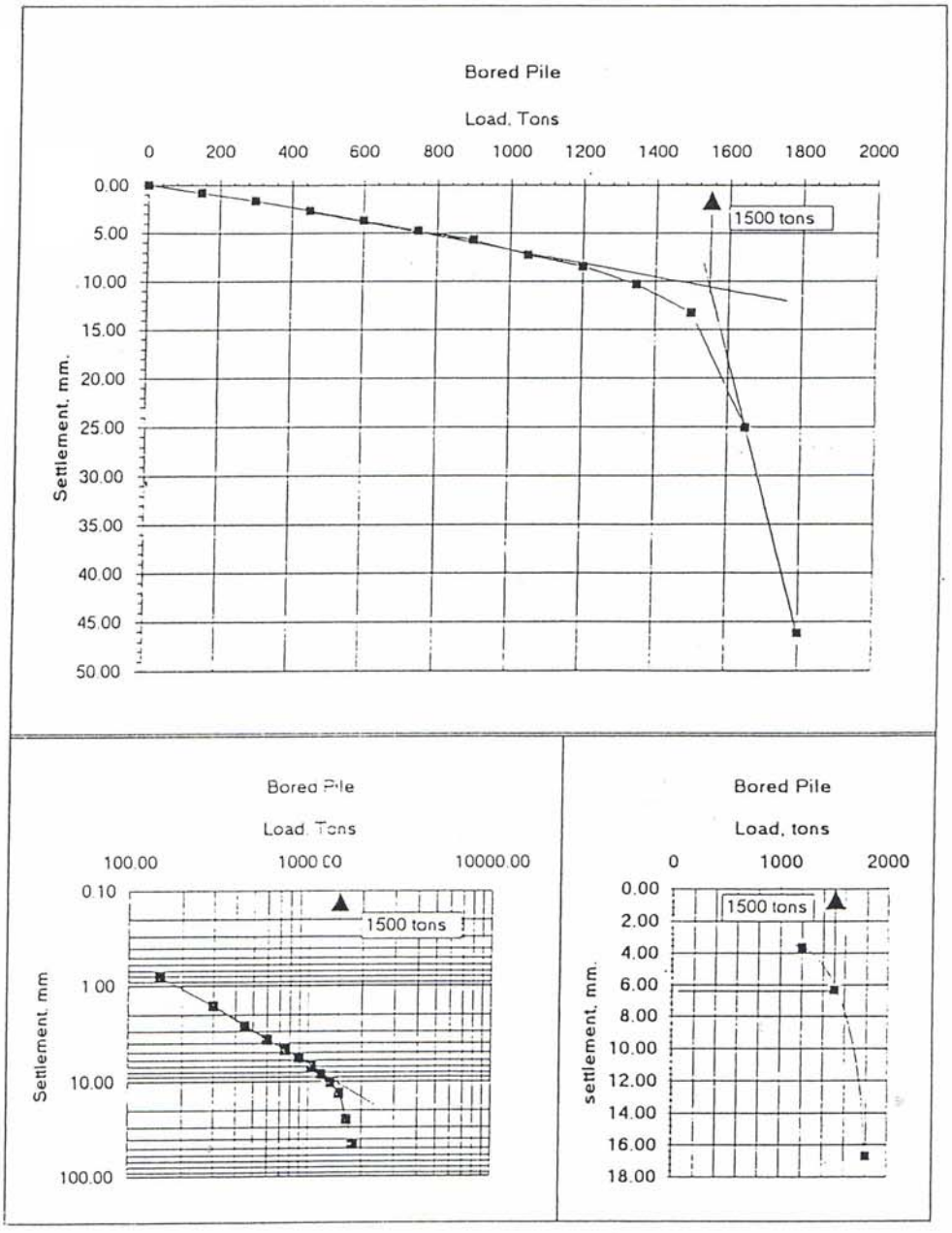
รูปที่ 9 ผลการทดสอบเสาเข็มเจาะมี base grout ที่ดอนเมือง



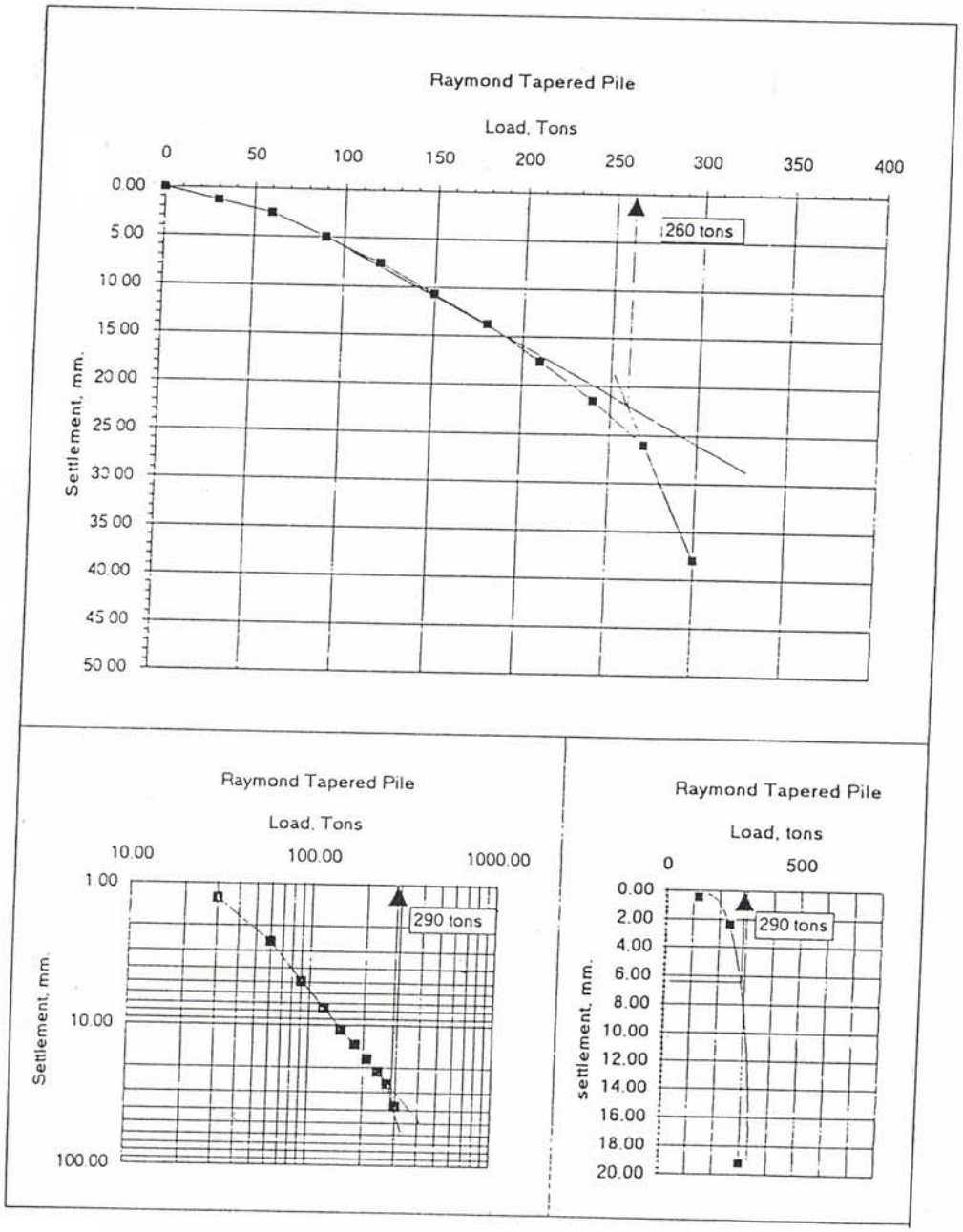
รูปที่ 10 ผลการทดสอบเสาเข็มแบบลิ่มที่ดินเมือง



รูปที่ 11 ผลการทดสอบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงที่ฮวนจตุจักร



รูปที่ 12 ผลการทดสอบเสาเข็มเจาะมี base grout ที่สวนจตุจักร



รูปที่ 13 ผลการทดสอบเสาเข็มแบบลิ่มที่สวนจตุจักร