

การคาดคะเนการรับน้ำหนักของเส้าเข็มดอกในดินกรุงเทพฯ โดยใช้สมการของคลีน

นายสุพจน์ เจริญศรีสรังณี



วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

ISBN 974-576-043-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015294

117404550

PREDICTION OF PILE CAPACITY IN BANGKOK SOILS BY THE WAVE EQUATION

Mr. Supoj Jienjarasrunsi

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1989

ISBN 974-576-043-9

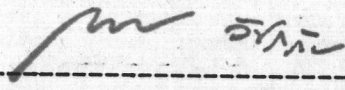
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การคาดคะเนการรับน้ำหนักของเสา เข็มคอกในดินกรุงเทพ โดยใช้
สมการของคลีน

โดย นายสุพจน์ เจียมจรัสรังษี

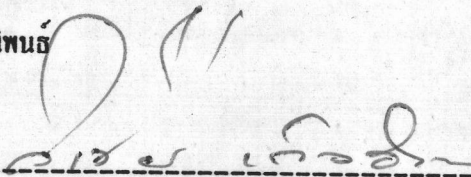
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

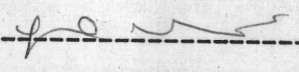
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล จิวาลักษณ์

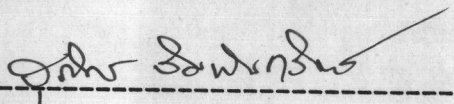
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

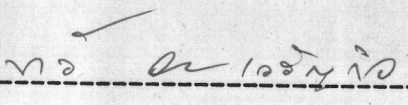

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ดAVOR วัชรากัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วิเชียร เต็งอานวย)


อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล จิวาลักษณ์)


กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรฉัตร สัมพันธ์รักษ์)


กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวี ธนะเจริญกิจ)



พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมเพียงแผ่นเดียว

ผู้พจนันต์ เจียมจรัสรังษี : การคาดคะเนการรับน้ำหนักของเสาเข็มตอกในดินกรุงเทพฯ โดยใช้สมการของคลื่น (PREDICTION OF PILE CAPACITY IN BANGKOK SOILS BY THE WAVE EQUATION) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุรพล จิวาลักษณ์, 212 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาวิธีการคาดคะเนการรับน้ำหนักของเสาเข็ม โดยใช้สมการของคลื่นในการศึกษานี้ได้เก็บรวบรวมเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงตอกในดินกรุงเทพฯ ที่มีข้อมูลการทดสอบกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มจนถึงน้ำหนักวิกฤติของมวลดิน ข้อมูลสภาพและคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน และข้อมูลการตอกเสาเข็มและอุปกรณ์ที่ใช้ขณะตอกเสาเข็มนั้น ครบทั้ง 3 รายการนี้ จำนวนทั้งสิ้น 48 ต้น เป็นเสาเข็มหน้าตัดรูป I, รูปกลมกลวง, รูปสี่เหลี่ยมตัน และรูปสี่เหลี่ยมกลวง ความยาวอยู่ในช่วง 20.00-30.00 เมตร ตอกโดยลูกตุ้มยกโดยยกวาน และเครื่องตอกคิเซล จากข้อมูลอุปกรณ์การตอกเสาเข็ม และข้อมูลสภาพดินได้คำนวณหาหน้าตัดบรรทุกของเสาเข็มนั้น โดยใช้สมการของคลื่น ซึ่งน้ำหนักที่คำนวณได้นี้เป็นน้ำหนักที่ได้รับขณะตอก ได้แปลงให้เป็นกำลังรับน้ำหนักในสภาพสถิตย์ โดยใช้ค่า SOIL SET UP FACTOR ของดินเหนียวอ่อนเท่ากับ 2.0 ดินเหนียวแข็ง เท่ากับ 1.3 และของทรายเท่ากับ 1.0 แล้วนำค่าน้ำหนักบรรทุกสภาพสถิตย์นี้ไปเปรียบเทียบกับกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มที่คำนวณโดยใช้สูตรสแตติก ผลปรากฏว่าน้ำหนักบรรทุกที่คำนวณได้ โดยใช้สมการของคลื่นมีค่าเท่ากับ 0.867 เท่าของน้ำหนักบรรทุกที่คำนวณได้จากสูตรสแตติก และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับน้ำหนักบรรทุกจากการทดสอบเสาเข็ม ปรากฏว่ามีค่าเท่ากับ 1.053 เท่าของน้ำหนักบรรทุกจากการทดสอบเสาเข็ม

เมื่อทดลองแปรเปลี่ยนลักษณะของแรงเสียดทานที่กระทำต่อเสาเข็มจากลักษณะที่ได้จากสูตรสแตติกไปเป็นลักษณะที่กระทำเฉลี่ยสม่ำเสมอเท่ากันตลอดความยาวเสาเข็ม กับอีกลักษณะหนึ่งเพิ่มขึ้นเมื่อความลึกเพิ่มขึ้น พร้อมทั้งได้แปรเปลี่ยนสัดส่วนแรงต้านทานที่ปลายเสาเข็ม 0,25 และ 50% แล้วคำนวณหาหน้าตัดบรรทุกโดยใช้สมการของคลื่น นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับน้ำหนักบรรทุกที่ได้ในกรณีที่ลักษณะแรงเสียดทาน และสัดส่วนของแรงต้านทานที่ปลายตามสภาพที่ได้จากสูตรสแตติก ผลปรากฏว่าเมื่อแรงเสียดทานกระทำเฉลี่ยสม่ำเสมอ ค่าน้ำหนักบรรทุกที่ได้จะอยู่ในช่วง 0.974-1.161 เท่าของน้ำหนักบรรทุกที่ลักษณะแรงเสียดทานและแรงต้านทานที่ปลายตามสภาพที่ได้จากสูตรสแตติก และเมื่อแรงเสียดทานที่กระทำเพิ่มขึ้นเมื่อความลึกเพิ่มขึ้น ค่าน้ำหนักบรรทุกที่ได้จะอยู่ในช่วง 0.961-1.127 เท่าของน้ำหนักบรรทุกที่ลักษณะแรงเสียดทานและต้านทานที่ปลายตามสภาพที่ได้จากสูตรสแตติก และจากการวิเคราะห์ทั่วไปพบว่า เมื่อใช้ค่าคงที่หน่วยที่ปลายเสาเข็มของดินเหนียว 0.01 วินาทีต่อฟุต ของทราย 0.15 วินาทีต่อฟุต และค่าคงที่หน่วยที่ด้านข้างของเสาเข็มของดินเหนียว 0.20 วินาทีต่อฟุต ของทราย 0.05 วินาทีต่อฟุตแล้ว ผลปรากฏว่าน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มที่คำนวณได้ให้ค่าใกล้เคียงกับค่าน้ำหนักบรรทุกจากการทดสอบเสาเข็มและจากสูตรสแตติก

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา ปรุพีวิศวกรรม
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

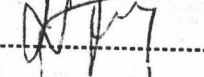
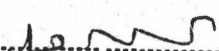
SUPOJ JIEMJARASRUNGSI : PREDICTION OF PILE CAPACITY IN BANGKOK SOILS BY THE WAVE EQUATION. THESIS ADVISOR : ASSIST.PROF.SURAPHOL CHIVALAK, Ph.D. 212 PP.

This thesis is to make use of the wave equation in order to predict the ultimate bearing capacities of piles. The scope of work was limited to the driving prestressed concrete piles in Bangkok soils. In the analysis, 48 piles with load test data were studied. The piles were different shapes, such as solid square, hollow square, round and I section with the length 20.00 to 30.00 metres. Method in placing piles were used the drop and diesel hammer.

In Bangkok soils, the soil resistances at the time of driving were normally less than the long term capacities. The dynamic soil resistances were calculated by using the wave equation with the aid of the soil profiles and pile driving records. The method of calculation were chosen the soil set up factor equaled to 2.0, 1.3 and 1.0 for soft clay, stiff clay and sand respectively, the wave equation would give the capacities 1.053 time the pile load test and 0.867 time the static formula.

The side friction which being calculated from the soil profile were varied to be the uniform, the triangular pattern and the percentages of end bearing were varied to 0, 25 and 50%. The result showed that the ultimate capacities of the uniform and the triangular were 0.974-1.161 and 0.961-1.127 time the capacities of the side friction which being calculated from the soil profile. The point and side damping constant of clay equaled to 0.01, 0.20 sec/ft and sand equaled to 0.15, 0.50 sec/ft respectively.

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา ปรุพีวิศวกรรม
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิสิต 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

กิตติกรรมประกาศ

ในการทําวิทยานิพนธ์เรื่อง การคาดคะเนการรับน้ำหนักของเสาเข็มตอกในดินกรุงเทพฯ โดยใช้สมการของคลีนีย์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพล จิวาลักษณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้กรุณาสอน, ให้คำปรึกษา และ สนับสนุนการวิจัยมาด้วยดียิ่งตลอด และผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณท่านรองศาสตราจารย์วิเชียร เต็งอานวย, ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรฉัตร สัมพันธ์ารักษ์ และท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวี ณะเจริญกิจ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ยิ่งเพิ่มเติมในงานที่ผู้เขียนวิจัยมา

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ท่านศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ สัมสุวรรณ ซึ่งท่านได้กรุณาต่อผู้เขียนเป็นอันมาก และผู้เขียนขอกราบขอบคุณ บริษัท แพลน อาคิเต็ค จำกัด โดยเฉพาะคุณศิริพร ผลชีวิน, คุณจรี อัสวเมธพร และคุณชาญชัย ฉัตรศิริเวช ที่เป็นผู้ทําให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จขึ้นมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	1
1.4 วิธีการทำวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	2
บทที่ 2 พื้นฐานและภูมิหลังการวิจัย	
2.1 เสาเข็มคอนกรีตชนิดคอก.....	7
2.2 เครื่องมือคอกเสาเข็มและอุปกรณ์.....	8
2.3 พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการคอกเสาเข็ม.....	17
2.3.1 พฤติกรรมที่เกิดขึ้นที่ตัวเสาเข็มและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ระหว่างการคอกเสาเข็ม.....	17
2.3.2 พฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับดินที่เสาเข็มนั้นตกลงไป.....	30
2.3.2.1 ดินบริเวณรอบ ๆ เสาเข็ม.....	30
2.3.2.2 ความดันน้ำโพรงเพิ่ม (PORE WATER PRESSURE).....	40
2.3.2.3 การอืดของดิน (GROUND HEAVE).....	41
2.3.2.4 กำลังของดิน (SHEAR STRENGTH).....	41

	<u>หน้า</u>
2.4	กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสา เข็มตอกเดี่ยว..... 43
2.4.1	การคาดคะเนกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสา เข็มตอก โดยวิธีสแตติก..... 43
2.4.2	การคาดคะเนกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสา เข็มตอก โดยวิธีสูตรการตอกเสาเข็ม..... 60
2.4.3	การหาค่ารับน้ำหนักบรรทุกประลัย จากการทดสอบการรับ น้ำหนักของเสาเข็ม..... 60
บทที่ 3	การหาค่ากำลังรับน้ำหนักของเสา เข็มตอกโดยสมการคลื่น..... 78
บทที่ 4	น้ำหนักบรรทุกของเสา เข็ม..... 95
4.1	น้ำหนักบรรทุกของเสา เข็มโดยสูตรสแตติก..... 95
4.2	น้ำหนักบรรทุกของเสา เข็มจากการทดสอบ การรับน้ำหนักในสนาม..... 95
4.3	น้ำหนักบรรทุกของเสา เข็มจากสมการคลื่น..... 96
บทที่ 5	วิเคราะห์ผล..... 119
5.1	การเปรียบเทียบค่า SOIL SET UP FACTOR..... 120
5.2	การเปรียบเทียบค่า DAMPING CONSTANT 122
5.3	ศึกษาผลของการแปร เปลี่ยนค่าคงที่หน่วง (DAMPING CONSTANT)..... 123
5.4	ศึกษาผลของการแปร เปลี่ยนค่าคงที่สปริง (SPRING CONSTANT)..... 124
5.5	ศึกษาผลของการแปร เปลี่ยน เฟอร์ เซนต์และลักษณะ แรงต้านทาน..... 124
บทที่ 6	สรุป..... 149
	เอกสารอ้างอิง..... 151

ภาพผนวก ก	154
ข	158
ค	160
ง	161
จ	186
ประวัติผู้เขียน	212