

การศึกษานอกระบบของระยะทางระหว่างเข็มนาฬิกาเข็มไม้นาฬิกา



เรืออากาศโท อัครวิทย์ แสงมหาชัย

006480

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2519

INVESTIGATION OF GROUP EFFECTS OF SMALL  
DIAMETER BAMBOO PILES

Lt. Akkravit Sangmahachai

A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirement  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Civil Engineering  
Graduate School  
Chulalongkorn University

1976

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นหน่วยงานหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาโทบริหารธุรกิจ

*(Handwritten signature)*

(ศาสตราจารย์ ดร.วิศิษฐ์ ประจวบเหมาะ)

คณบดี

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

*(Handwritten signature)*

ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.นิวัติ คารานันท์)

*(Handwritten signature)* กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วิเชียร เต็งอำนวยการ)

*(Handwritten signature)* กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจักษ์ จิริโปภา)

*(Handwritten signature)* กรรมการ

(ดร. สุรพล จิวาลักษณ์)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจักษ์ จิริโปภา



อาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัย

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์เรื่อง การศึกษาผลของระยะห่างระหว่างเข็มตอกลุ่มเข็มไม้ไผ่ลำเล็ก ๆ  
โดย เรืออากาศโท อัครวิทย์ แสงมหาชัย  
แผนกวิชา วิศวกรรมโยธา

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาผลของระยะห่างระหว่างเข็มตอกกลุ่มเข็มไม้ไผ่ลำเล็ก ๆ  
ชื่อ เรืออากาศโท อัครวิทย์ แสงมหาชัย  
ปีการศึกษา 2519

บทคัดย่อ

ทำการทดลองตอกเข็มไม้ไผ่ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่โคนระหว่าง 3.20 ถึง 3.45 เซนติเมตร และที่ปลายประมาณ 2.60 ถึง 2.70 เซนติเมตร โดยตอกให้มุมในดินภายในบริเวณจุดห่างกรดมหาวิทยาลัยลึก 3.00 เมตร เป็นกลุ่ม ๆ กลุ่มละ 25 ต้น โดยมีระยะห่างระหว่างเข็มแต่ละต้นเป็น 2, 2.5, 3, 3.5, 4.5, 5.5 และ 6.5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางโดยประมาณของเข็ม และตอกเข็มเดี่ยวทดสอบอีก 5 ต้น การทดสอบกระทำโดยการกดน้ำหนักจนถึงจุดพินิจ ปรากฏผลว่า ค่าสัมประสิทธิ์การเกาะตัวของดินกับไม้ไผ่ของเข็มเดี่ยวมีค่าประมาณ 0.89 และ 0.59 เมื่อเปรียบเทียบกับแรงเฉือนแบบน้ำระบายออกไม่ทันของการทำ Unconfined Compression Test และ Field Vane Shear Test ตามลำดับ ประสิทธิภาพของเข็มกลุ่มมีค่าระหว่าง 65 ถึง 98 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างเข็มของกลุ่ม โดยถือการทดสอบเข็มกลุ่มจนพินิจ และพบว่าเข็มกลุ่มจะพินิจแบบบล็อก (Block Failure) เมื่อระยะห่างระหว่างเข็มในกลุ่มต่ำกว่า 2.5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเข็มโดยประมาณ

Thesis Title      Investigation of group effects of small diameter  
                         Bamboo piles

Name                Lt. Akravit Sangmahachai ; Department of Civil  
                         Engineering

Academic Year    1976

#### ABSTRACT

A number of small bamboos ( *Thyrsotachys siamensis* ) piles each having head diameter between 3.20 to 3.45 centrimeters and tip diameter between 2.60 to 2.70 centrimeters were driven in the ground of Chula campus. The length of piles embedded in the clay was 3.00 meters. They were arranged as five single piles, and seven square groups with the spacing between the piles in the groups of 2, 2.5, 3, 3.5, 4.5, 5.5 and 6.5 times the average diameter of piles. Loading tests were performed up to pile failure. The adhesion coefficients of the skin friction for single pile were found to be 0.89 and 0.59 as compared to unconfined compressive strength and field vane shear strength respectively. The efficiency of pile groups were found to be between 65 to 98 percentages depended on the spacing. The groups were failed as a block when the spacing of the piles in the groups of less than 2.5 time the average diameter of piles.

## กติกิรรมประกาศ

ผู้ทำวิทยานิพนธ์ขอขอบคุณท่านต่อไปที่ช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์สำเร็จเรียบร้อย  
ผศ. ประจักษ์ จิรปภา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำข้อบกพร่องและ  
ให้คำปรึกษาตั้งแต่ต้นจนเรียบร้อย

ศ.ดร. นวัตกรรมานันท์, รศ. วิเชียร เค็งอานวย และ ดร.สุพจน์ จิวาลักษณ์  
ที่ร่วมพิจารณาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

คุณ สมเกียรติ ศรีสุขะ แห่งทางกิมฮงเส็ง ที่กรุณาให้ยืมเหล็กโรงงานเพื่อใช้ในการทดลอง

คุณ สุวรรณี ชั่งทองคำ ที่กรุณาช่วยพิมพ์วิทยานิพนธ์จนเรียบร้อย และเพื่อน ๆ  
ทุกคนที่ช่วยเหลือในการทดลอง

สุดท้าย ผู้ทำวิทยานิพนธ์ขอขอบคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และบิดา มารดา  
ของผู้ทำวิทยานิพนธ์ที่ช่วยเหลือในด้านการเงิน.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๘
กิตติกรรมประกาศ	๙
รายการตารางประกอบ	๑๑
รายการรูปประกอบ	๑๒
สัญลักษณ์	๑๓
บทที่	
1   บทนำ	1
2   ทฤษฎีการรับน้ำหนักของเสาเข็ม	2
3   จรรยาบรรณวิศวกร	14
4   คุณสมบัติของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ และคุณสมบัติของไม้ไผ่	23
5   วิธีทำการทดลอง	28
6   ผลการทดลอง	31
7   การวิจารณ์ และสรุปผลการทดลอง	34
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	
ผนวก ก.	
ผนวก ข.	
ผนวก ค.	
ประวัติการศึกษา	



## รายการตารางประกอบ

- ตารางที่ 1 ขนาดเข็มเดี่ยว
- ตารางที่ 2 ขนาดเข็มกลุ่ม
- ตารางที่ 3 น้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัวของเข็มเดี่ยวทดสอบโดยกดน้ำหนักครั้งแรก
- ตารางที่ 4 น้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัวของเข็มเดี่ยวทดสอบโดยกดน้ำหนักซ้ำครั้งที่ 1
- ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การเกาะตัวของเข็ม
- ตารางที่ 6 น้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัวของเข็มกลุ่มจากการทดสอบครั้งแรก
- ตารางที่ 7 น้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัวของเข็มกลุ่มจากการทดสอบซ้ำครั้งที่ 1
- ตารางที่ 8 น้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัวของเข็มกลุ่มจากการทดสอบซ้ำครั้งที่ 2
- ตารางที่ 9 น้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัวของเข็มกลุ่มจากการทดสอบซ้ำครั้งที่ 3
- ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักบรรทุกพิกัดของเข็มแต่ละต้นในเข็มกลุ่มและประสิทธิภาพของเข็มกลุ่ม
- ตารางที่ 11 การทรุดตัวของเข็ม
- ตารางที่ 12 อัตราส่วนการทรุดตัวของเข็ม
- ตารางที่ 13 ประสิทธิภาพของเข็มกลุ่มจากแหล่งต่างๆ



รายการรูปประกอบ

- รูปที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านดินต่อการกด
- รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การเกาะตัวของเข็มกับค่า Cohesion ของดิน
- รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การเกาะตัวกับความยาวเข็ม
- รูปที่ 4 แสดงรอยพิมพ์ของ เข็มกลุม
- รูปที่ 5 ประสิทธิภาพของเข็มกลุมโดยวิธีการของ FIELD
- รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดและการทรุดตัวของเข็มแบบ Idealized
- รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดและการทรุดตัวของเข็มแบบ Normal
- รูปที่ 8 วิธีการของ HOUSEL
- รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน  $Lf/Cud^2$  และจำนวนเท้าของเส้นผ่าศูนย์กลางเข็ม
- รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพและจำนวนเท้าของเส้นผ่าศูนย์กลางเข็ม
- รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดและการทรุดตัวของเข็มกลุม (จาก MUKTABHANT et.al.,1970)
- รูปที่ 12 ประสิทธิภาพของเข็มกลุม (จาก BARDEN and MONCKTON,1970)
- รูปที่ 13 ประสิทธิภาพของเข็มกลุม (จาก NISHIDA,1960)
- รูปที่ 14 ประสิทธิภาพของเข็มกลุม (จาก SOWERS,et.al.,1961)
- รูปที่ 15 ประสิทธิภาพของเข็มกลุม (จาก TAECHATHUMMARAK,1970)
- รูปที่ 16 ส่วนต่างๆของการทดสอบ เข็มเดี่ยว
- รูปที่ 17 ส่วนต่างๆของการทดสอบ เข็มกลุม
- รูปที่ 18 แบบผังของ เข็มเดี่ยวและ เข็มกลุม
- รูปที่ 19 ขนาดของไม้ไผ่ที่ใช้ทดลอง
- รูปที่ 20 แสดงการคอกเข็ม
- รูปที่ 21 แสดงการรองโหลมกลุม เพลอบกรีดและไม้แบบรูดราก
- รูปที่ 22 แสดงเหล็กเสริมรูดราก
- รูปที่ 23 แสดงแทนสำหรับน้ำหนักบรรทุก
- รูปที่ 24 แสดงคานสำหรับติดตั้งเครื่องวัดการทรุดตัว
- รูปที่ 25 แสดงแรงและเครื่องวัดการทรุดตัว

- รูปที่ 26 การตรวจสอบมาตราวัดน้ำหนักของแม่แรง
- รูปที่ 27 คุณสมบัติของดินในบริเวณที่ทำการทดลอง
- รูปที่ 28 Plasticity Chart ของดินในบริเวณทำการทดลอง
- รูปที่ 29 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวของ เข็มเดี่ยว
- รูปที่ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวของ เข็มเดี่ยว
- รูปที่ 31 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวของ เข็มเดี่ยว
- รูปที่ 32 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวของ เข็มเดี่ยว
- รูปที่ 33 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวของ เข็มกลุ่ม
- รูปที่ 34 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวของ เข็มกลุ่ม
- รูปที่ 35 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวของ เข็มกลุ่ม
- รูปที่ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวของ เข็มกลุ่ม
- รูปที่ 37 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวของ เข็มกลุ่ม
- รูปที่ 38 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวของ เข็มกลุ่ม
- รูปที่ 39 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวของ เข็มกลุ่ม
- รูปที่ 40 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับการทรุดตัวของ เข็มกลุ่ม
- รูปที่ 41 ประสิทธิภาพของ เข็มกลุ่ม
- รูปที่ 42 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของ เข็มในกลุ่มกับอัตราส่วนการทรุดตัว
- รูปที่ 43 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดกับอัตราการทรุดตัวของ เข็มกลุ่ม
- รูปที่ 44 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกดกับอัตราการทรุดตัวของ เข็มกลุ่ม
- รูปที่ 45 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพกับระยะห่างระหว่าง เข็ม

สัญลักษณ์

- A = พื้นที่ปลายของเข็มกลุ่ม
- $A_p$  = พื้นที่ของปลายเข็ม
- $A_s$  = พื้นที่ผิวข้างของเข็มส่วนที่จมในดิน
- B = ความยาวของเข็มกลุ่ม
- C = Cohesion ของดินเหนียวที่ปลายเข็มกลุ่ม
- $\bar{C}$  = ค่าเฉลี่ยแรงเฉือนของดินเหนียวที่ไม่สูญเสียลักษณะ โครงสร้างเดิม
- $C_a$  = ค่าเฉลี่ยแรงเกาะตัวระหว่างดินกับผิวของเข็ม
- $C_p$  = ค่าแรงเฉือนของดินที่ระดับปลายเข็ม
- $C_u$  = Undrained shear strength ของดิน
- $C_l$  = Cohesion ของดินเหนียวรอบๆเข็มกลุ่ม
- d = เส้นผ่าศูนย์กลางของเข็ม
- E = ประสิทธิภาพของเข็มกลุ่ม
- L = ความยาวของเข็มส่วนที่จมในดิน
- $L_f$  = น้ำหนักบรรทุกที่จุดพิบัติ
- m = จำนวนแถว
- n = จำนวนเข็มในแถว
- N = จำนวนเข็มทั้งหมดในกลุ่ม
- $N_c$  = สัมประสิทธิ์แรงต้านดินที่ปลายเข็มต่อการกด
- $P_o$  = Effective overburden pressure
- $P_u$  = น้ำหนักบรรทุกทุกของเข็มกลุ่ม
- $q_p$  = แรงต้านดินที่ปลายเข็ม
- $q_s$  = แรงต้านดินผิวข้างของเข็ม
- $q_u$  = น้ำหนักบรรทุกทุกประลัยของเข็มเดี่ยว
- $q_{ult.}$  = แรงต้านที่ปลายเข็มเดี่ยวที่จุดพิบัติต่อหน่วยพื้นที่ปลายเข็ม
- R = เส้นรอบรูปของเข็มกลุ่ม

s = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของเข็ม

w = ความกว้างของเข็มกลม

$\alpha$  = มุมประสิทธิภาพการเกาะตัว

$\theta$  =  $\arctan \frac{d}{b}$  (องศา)