บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อที่จะคาดคะเนกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มตอกในชั้นดินแข็งในกรุงเทพฯ โดยใช้ค่าจากการทดสอบแรงทะลุมาตรฐาน N(SPT) ความจำเป็นต้องใช้ค่า N value นั้น เนื่องมาจากว่าในชั้นดินเหนียวแข็งและดินทรายปนดินเหนียว การเก็บตัวอย่างดินคงสภาพเดิม (Undisturbed sample) ในงานเจาะสำรวจดินเพื่อเอามาทดลองหาค่าพารามิเตอร์กำลังเฉือน (Shear strength parameter) ของดินชนิดนี้กระทำได้ยากมากและล่าช้า และมาจากในภาคปฏิบัติกันอยู่ในปัจจุบันนี้ นิยมเก็บตัวอย่างดินแบบ disturbed sample ด้วย split barrel sampler พร้อมกับทดสอบ SPT ไปด้วยในตัวซึ่งได้ค่า SPT N value อยู่แล้วในสนาม

นอกจากนี้แล้วผลของการวิจัยยังให้ค่าตัวประกอบการยึดเกาะ (adhesion factor) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่า S_u จาก Unconfined compression test สำหรับเสาเข็มตอกชนิดคอนกรีตอัดแรง ค่า ϕ จาก SPT N value ใน Clayey sand และความสัมพันธ์ระหว่าง q_u กับ N ใน first Bangkok stiff clay layer

ในบริเวณกรุงเทพฯ ได้มีการเจาะสำรวจคุณสมบัติของดินทางด้านวิศวกรรมและทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเป็นจำนวนมาก ดังนั้นผู้เขียนจึงได้เก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าวมาศึกษาวิเคราะห์

1. หาความสัมพันธ์ระหว่างค่า N(SPT) กับค่าการทดสอบกำลังอัดของดินโดยไม่ถูกจำกัด (Unconfined compressive strength) ของดินเหนียวแข็ง เพื่อเอาไปใช้ในการคำนวณกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยสูตร Static pile formula

2. คำนวณหาค่าตัวประกอบการยึดเกาะ (Adhesion factor α) ของดินเหนียวแข็งที่มีความสัมพันธ์กับค่าแรงเฉือน (S_u) แบบ empirical โดยอาศัยผลการทดสอบเสาเข็มในสนาม

3. หาความสัมพันธ์แบบ empirical ระหว่างค่า N(SPT) กับค่าหน่วยแรงเสียดทาน และหน่วยแรงต้านทานที่ปลายเสาเข็มเฉพาะส่วนที่เป็นชั้นดินเหนียวแข็ง และชั้นดินทรายปนดินเหนียว โดยอาศัยผลจากการทดสอบเสาเข็มในสนาม

4. หาความสัมพันธ์ระหว่างค่า N กับค่า equivalent มุมเสียดทานประสิทธิ์ผลของดินทรายปนดินเหนียว โดยจะหาค่ามุม equivalent $\bar{\phi}$ ได้จากแรงต้านทานของเสาเข็มเฉพาะส่วนที่จมอยู่ในชั้นดินทรายปนดินเหนียวที่หามาได้จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบเสาเข็มและข้อมูลเจาะดิน เนื่องจากเป็นไปไม่ได้ที่จะหาทั้งค่า $\bar{\phi}$ และ $\bar{C}$ จาก N value จึงหาค่า equivalent $\bar{\phi}$ ซึ่งรวมถึง effect ของ $\bar{C}$ ด้วย (ตามปกติแล้วค่า $\bar{C}$ สำหรับดินทรายปนดินเหนียวมีค่าน้อยมาก)

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

ผลจากการวิจัยสรุปได้ดังต่อไปนี้

ในส่วนเฉพาะที่เป็นดินเหนียวแข็งที่มีค่า Plasticity index (PI) อยู่ระหว่าง 10 ถึง 50 เปอร์เซนต์ ค่าอัตราส่วนของน้ำหนักน้ำต่อน้ำหนักส่วนที่เป็นเม็ดดิน (Natural water content) อยู่ระหว่าง 20 ถึง 40 เปอร์เซนต์ และชั้นดินอยู่ที่ความลึก 14.0 ถึง 25.0 เมตรจากผิวดิน

(1) ความสัมพันธ์ระหว่างค่า N(SPT) กับ q_u ของดินเหนียวแข็งในชั้นดินกรุงเทพฯ จะพบว่าขึ้นอยู่กับ plasticity ของดินเช่นเดียวกับที่เสนอโดย Sowers (1961) และแฟคเตอร์ที่สำคัญอีกอันหนึ่งคือ ขั้นตอนและวิธีการวัดค่า N ในสนามถูกต้องตามมาตรฐานเพียงใด ผลจากการวิเคราะห์ N และ q_u ที่ทดสอบโดย 2 บริษัท (จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 232 จุด และ 194 จุด) ด้วยหลักการทางสถิติ โดยตั้งโมเดลคณิตศาสตร์ขึ้น 3 แบบคือ $q_u = a+bN$ $q_u = cN$ และ $q_u = dN/Z$ เมื่อค่า a, b, c และ d เป็นค่าคงที่ และ Z เป็นค่าระดับความลึกจากผิวดินที่วัดค่า N และ q_u พบว่าโมเดล $q_u = cN$ เหมาะสมกว่าอีกสองโมเดลในการใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่า N กับ q_u (วิเคราะห์ด้วยเส้นถดถอยแบบเส้นตรงและพิจารณาค่า Coefficient of determination R^2 มากกว่า 0.80 ขึ้นไป) และสูตรที่คำนวณหาได้นี้ ในดินประเภท CH ให้ค่าใกล้เคียงกับที่เสนอโดย

Terzaghi และ Peck (1948) ส่วนดินประเภท CL ให้ค่าใกล้เคียงกับที่เสนอโดย Sowers (1961) หลักการในการจำแนกประเภทดิน ใช้วิธีการจำแนกประเภทแบบ Unified Soils classification

ความสัมพันธ์ที่วิจัยได้คือ

ดินเหนียวประเภท CH ค่า $q_u = 0.1374N$ หน่วย เป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

(5.1)

โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) = ±0.826

และดินประเภท CL ค่า $q_u = 0.1035\ N$ หน่วย เป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

(5.2)

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) = ±0.878

(2) ค่าตัวประกอบการยึดเกาะ (Adhesion factor, α) ของเสาเข็มตอกคอนกรีตอัดแรงตอกในชั้นดินเหนียวแข็ง ที่คำนวณหามาได้จากผลการทดสอบเสาเข็มจำนวน 34 ต้น ได้ความสัมพันธ์ของค่า α กับค่าเฉลี่ย S_u (ค่า S_u ได้มาจากการวัดค่า q_u ในห้องทดลองและ/หรือประมาณการจากค่า N และค่า α ใช้กับในกรณีที่ค่าเฉลี่ย S_u มากกว่า 10.0 ตันต่อตารางเมตรขึ้นไป) ในรูปแบบของสมการเส้นตรง (Linear relation) และค่า α ที่หามาได้ใกล้เคียงกับที่เสนอโดย Peck (1958) และแนวโน้มของเส้น curve (α กับ Avg. S_u) สูงกว่า Holmberg (1970) และ Tomlinson (1957) เมื่อเทียบกับค่า α ที่เสนอโดย Tomlinson (1970) จะพบว่า เมื่อเสาเข็มมี PR มากกว่า 20 ค่า α ที่หามาได้จะน้อยกว่าของ Tomlinson และเมื่อ PR อยู่ระหว่าง 8 ถึง 20 ($8<PR<20$) ค่า α ที่หามาได้จะมีค่ามากกว่าของ Tomlinson (PR คืออัตราส่วนของความยาวเสาเข็มที่จมอยู่ในส่วนที่เป็นดินเหนียวแข็งต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็ม)

การคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัยของเสาเข็ม (รวมแรงเสียดทานในดินอ่อนและแข็งปานกลาง) โดยใช้ค่า α จากเส้น curve ความสัมพันธ์ของ α กับค่าเฉลี่ย S_u

ที่หามาได้ (รูปที่ 4.6) เมื่อเทียบกับค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัยจากการทดสอบในสนาม (จำนวนเสาเข็ม 34 ต้น) จะพบว่าการคำนวณจะมีค่าผิดพลาด (error) อยู่ในระหว่าง ±20 เปอร์เซนต์ของกำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัยจากการทดสอบในสนาม

(3) สูตร empirical สำหรับใช้คำนวณค่าแรงเสียดทานและแรงต้านทานที่ปลายเสาเข็มของเสาเข็มตอกในบริเวณกรุงเทพฯ จากค่า N(SPT) ที่วิเคราะห์หามาได้จากผลการทดสอบเสาเข็มในสนามมีดังต่อไปนี้

ก. สำหรับดินเหนียวแข็ง (ไม่ต้องแยกประเภทดินเป็น CH หรือ CL)

$$P_{u(stiff\ clay)} = 5.75\ N_p A_p + 0.28\ \bar{N}_s A_s \quad \text{หน่วยเป็นตัน} \quad (5.3)$$

เมื่อ A_p = พื้นที่หน้าตัดที่ปลายเสาเข็ม หน่วยเป็นตารางเมตร

A_s = พื้นที่ผิวประสิทธิผลของเสาเข็ม (สำหรับเสาเข็มรูปตัว I และ DH คิดจากเส้นรอบรูปรอบเสาเข็มที่สั้นที่สุด ไม่ได้คิดจากเส้นรอบรูปจริงของหน้าตัดเสาเข็ม) หน่วยเป็นตารางเมตร

N_p = ค่าเฉลี่ย N(SPT) ของดินแข็งในช่วง ± หนึ่งเท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเข็มจากระดับที่ปลายเสาเข็ม หน่วยเป็น blows per foot

$\bar{N}_s$ = ค่าเฉลี่ยของ N(SPT) ของชั้นดินแข็งตลอดความยาวของเสาเข็ม มีหน่วยเป็น blows per foot

(ค่า N(SPT) อยู่ระหว่าง 8 ถึง 44 blows per foot และความลึกของปลายเสาเข็มอยู่ระหว่าง 18.50 ถึง 29.00 เมตร

สูตร empirical (5.3) ใช้คำนวณค่าแรงเสียดทานและแรงต้านทานที่ปลายของเสาเข็มเฉพาะในส่วนที่เป็นดินเหนียวแข็งเท่านั้น เมื่อจะคำนวณกำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัยทั้งหมดของเสาเข็ม จะทำได้โดยคำนวณค่าแรงเสียดทานของเสาเข็มในส่วนที่เป็นดินแข็งปานกลางช่วงบน โดยคำนวณจากสูตร $Q_s = \alpha S_u A_s$ ซึ่งค่า α ของดินอ่อนและดินแข็งปานกลาง หาได้

จากเส้น curve ความสัมพันธ์ระหว่าง α กับ Avg. S_u ในรูปที่ 4.6 (ค่า Avg. S_u เป็นค่าเฉลี่ยของ S_u ตลอดความหนาของชั้นดินไม่ใช่แบ่งชั้นดินเป็นชั้นเล็ก ๆ แล้วหาค่า α) แล้วรวมเข้ากับค่าแรงเสียดทานและแรงต้านทานที่ปลายของเสาเข็มที่คำนวณจากค่า N(SPT) ด้วยสูตรดังกล่าว (สูตร 5.3) ผลจากการทดสอบสูตร empirical (สูตร 5.3) ว่าใช้งานได้ดีเพียงใด ด้วยการคำนวณกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเปรียบเทียบกับค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัยจากการทดสอบในสนาม (จำนวนเสาเข็ม 34 ต้น) จะพบว่ามีค่าผิดพลาดเกิดขึ้น (error) อยู่ระหว่าง ± 25 เปอร์เซนต์ ซึ่งคาดว่าค่าผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่จะยอมรับได้ในเมื่อกำลังรับน้ำหนักบรรทุกออกแบบ (design load) ใช้ค่าพิกัดความปลอดภัย (factor of safety) เท่ากับ 2.5 ถึง 3

ข. สำหรับดินทรายปนดินเหนียว (มีค่า PI อยู่ระหว่าง 10 ถึง 20 เปอร์เซนต์ และ Wn อยู่ระหว่าง 15 ถึง 25 เปอร์เซนต์)

1. สูตร empirical ระหว่าง SPT N value กับ P_u

$$P_u(sc) = 0.007\ \bar{q}_{vavg}\ \bar{N}_s A_s + 0.394\ \bar{q}_{vavg}\ N_p A_p \quad \text{หน่วยเป็นตัน} \quad (5.4)$$

เมื่อ $\bar{q}_{vavg}$ = ค่าเฉลี่ยของค่าความเค้นประสิทธิผลในแนวดิ่งของดิน ($\bar{\sigma}_{vo}$) จากจุดเริ่มเป็นดิน clayey sand ถึงระดับปลายเสาเข็ม หน่วยเป็นตันต่อตารางเมตร

$\bar{N}_s$ = ค่าเฉลี่ยของ SPT N value ตลอดความหนาของชั้นดิน Clayey sand ถึงระดับปลายเข็ม หน่วยเป็น blows per foot

N_p = ค่าเฉลี่ยของ SPT N value ของชั้นดินหนา ±B จากระดับปลายเสาเข็ม หน่วยเป็น blows per foot (B คือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเสาเข็ม)

A_p = พื้นที่หน้าตัดที่ปลายเสาเข็ม หน่วยเป็นตารางเมตร

A_s = พื้นที่ผิวประสิทธิผลของเสาเข็ม (สำหรับเสาเข็มรูปตัว I และ DH คิดจากเส้นรอบรูปเสาเข็มที่สั้นที่สุด ไม่ได้คิดจากเส้นรอบรูปจริงของหน้าตัดเสาเข็ม) หน่วยเป็นตารางเมตร

<u>หมายเหตุ</u> (i) ค่า N ที่ใช้ในสูตร 5.4 ใช้ค่าที่วัดได้ในสนามโดยไม่ต้องปรับแก้ใด ๆ ทั้งสิ้น

(ii) ค่าความเค้นประสิทธิผลของดินในแนวดิ่ง ($\bar{\sigma}_{vo}$) คิดจากความเค้นเนื่องจากน้ำหนักดินชั้นบนทั้งหมด ลบด้วยหน่วยแรงดันของน้ำในดิน ซึ่งค่าหน่วยแรงดันของน้ำประมาณค่าได้จากเส้น contour บอกค่าระดับน้ำในชั้นทรายบริเวณกรุงเทพฯ ที่เสนอโดย ดร. จิระศักดิ์ เปรมจิต (1979) และใช้สมมติฐานว่าไม่มี Head loss ในทรายเนื่องจากการสูบน้ำบาดาล

(iii) ค่า N(SPT) ที่วัดได้ในสนามมีค่าตั้งแต่ 20 ถึง 43 blow per foot และระดับปลายเข็มอยู่ระหว่าง 21.0 ถึง 27.5 เมตรจากผิวดิน

สูตร empirical 5.4 ใช้คำนวณค่าแรงเสียดทานและแรงต้านทานที่ปลายของเสาเข็มเฉพาะในส่วนที่เป็นดินทรายปนดินเหนียว (Clayey sand) เท่านั้น เมื่อจะคำนวณกำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัยทั้งหมดของเสาเข็ม จะทำได้โดยคำนวณค่าแรงเสียดทานของเสาเข็มในส่วนที่เป็นดินอ่อน ดินแข็งปานกลางช่วงบนและรวมทั้งแรงเสียดทานเนื่องมาจากดินแข็งชั้นแรก โดยคำนวณจากสูตร $Q_s = \alpha S_u A_s$ ซึ่งค่า α ของดินอ่อน ดินแข็งปานกลางและดินแข็งชั้นแรก หาได้จากเส้น curve ความสัมพันธ์ระหว่าง α กับ Avg. S_u ในรูปที่ 4.6 (ค่า Avg. S_u เป็นค่าเฉลี่ยของ S_u ตลอดความหนาของชั้นดิน ไม่ใช่แบ่งชั้นดินเป็นชั้นเล็ก ๆ แล้วหาค่า α) แล้วรวมเข้ากับค่าแรงเสียดทานและแรงต้านทานที่ปลายของเสาเข็มที่คำนวณจากค่า N(SPT) ด้วยสูตร empirical (สูตร 5.4) ผลจากการทดสอบสูตร 5.4 นี้ด้วยการเอาไปใช้คำนวณกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเปรียบเทียบกับค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัยจากการทดสอบในสนาม (จำนวนเสาเข็ม 9 ต้น) พบว่ามีค่าผิดพลาดเกิดขึ้นอยู่ระหว่าง ±10 เปอร์เซนต์ ซึ่งคาดว่าค่าผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่จะยอมรับได้ และค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกออกแบบ ผู้เขียนแนะนำให้ใช้ค่าพิกัดความปลอดภัย (Factor of safety) เท่ากับ 2.5 ถึง 3

ค่ามุม equivalent $\bar{\phi}$ ของดินทรายปนดินเหนียว (clayey sand) ซึ่งหาได้จากการคำนวณโดยใช้ผลจากการทดสอบเสาเข็ม จะพบว่าค่ามุม equivalent $\bar{\phi}$ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 18 ถึง 23 องศา ซึ่งเป็นค่ามุม equivalent $\bar{\phi}$ จาก yield load

2. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า N(SPT) กับค่ามุม equivalent $\bar{\phi}$ โดยค่ามุม equivalent $\bar{\phi}$ คำนวณมาจากผลการทดสอบเสาเข็ม โดยหักเอาแรงเสียดทานของดินช่วงบนออกเสียก่อน เพื่อให้ได้แรงเสียดทานและแรงต้านที่ปลายเสาเข็มเฉพาะในดินทรายปนดินเหนียว แล้วจึงใช้วิธีการคำนวณกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มในส่วนที่จมอยู่ในดินทรายปนดินเหนียว โดยใช้ค่าตัวประกอบวิสัยสามารถรับแรงทาน (End bearing factor N_q) และวิธีการคำนวณค่าแรงเสียดทานรวมทั้งแรงต้านทานที่ปลายเข็มที่เสนอโดย Meyerhof (1976) อนึ่งค่าความเค้นประสิทธิผลในแนวดิ่ง (effective overburden pressure) ที่ใช้ในการคำนวณ คิดมาจากแรงดันของน้ำในดิน (Pore water pressure) ที่ประมาณจากเส้น contour บอกค่าระดับแรงดันของน้ำในดินชั้นทรายในกรุงเทพฯ ที่เสนอโดย ดร. จิระศักดิ์ เปรมจิต (1979) ส่วนค่า N(SPT) ใช้ค่า N เฉลี่ยตลอดความยาวของเสาเข็มในชั้นดินทรายปนดินเหนียวถึงระดับลึกกว่าปลายเข็มหนึ่งเท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเสาเข็ม และใช้ค่า N ที่วัดได้ในสนามโดยไม่ต้องปรับแก้ใด ๆ ทั้งสิ้น

ความสัมพันธ์ที่ได้คือ

$$\text{equivalent } \bar{\phi} = 12.041\ N^{0.162} \quad \text{หน่วยเป็นองศา} \qquad (5.5)$$

$$\text{standard error, } S = \pm 1.06 \quad \text{องศา}$$

(ค่า N(SPT) ที่วัดได้ในสนามมีค่าอยู่ระหว่าง 20 ถึง 43 blows per foot และชั้นดินทรายปนดินเหนียวพบที่ความลึก 20.0 ถึง 29.0 เมตร)

วิธีการใช้คำนวณ $\bar{\phi}$ จากค่า N ไปหาค่า N_q เพื่อคำนวณค่า Pile capacity นี้ได้ผลไม่ดี เมื่อเปรียบเทียบกับการคำนวณโดยใช้ค่า N โดยตรง (สูตร 5.4)

5.2 ขีดจำกัดของผลการวิจัย

ขีดจำกัดของผลการวิจัยมีดังนี้

1. เนื่องจากผลที่ได้จากการวิจัยนี้ วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการสำรวจคุณสมบัติของดินทางด้านวิศวกรรม และผลการทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนของเข็มเดี่ยวชนิดเสาเข็มตอกในชั้นดินกรุงเทพฯ ผลที่ได้จึงอาจจะใช้คาดคะเนกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของ

เสาเข็มเฉพาะในบริเวณกรุงเทพฯ เท่านั้น

2. สูตร empirical ที่ใช้คาดคะเนกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม และค่าตัวประกอบการยึดเกาะ (Adhesion factor α) ที่สัมพันธ์กับค่าเฉลี่ยแรงเฉือน (Avg. S_u ของดินเหนียวแข็ง การนำไปใช้ออกแบบเสาเข็ม จะต้องอยู่ภายใต้ขอบเขตเงื่อนไขและวิธีการคำนวณที่เสนอในวิทยานิพนธ์นี้เท่านั้น

5.3 <u>ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป</u>

1. ควรหาข้อมูลการทดสอบเสาเข็มตอกที่มีปลายเข็มอยู่ในชั้นดินเหนียวแข็ง (ค่า S_u อยู่ระหว่าง 5.0 ถึง 10.0 ตันต่อตารางเมตร) และข้อมูลเจาะดินในบริเวณเดียวกันกับข้อมูลเสาเข็ม เพื่อทำการวิเคราะห์หาค่าตัวประกอบการยึดเกาะ (α) ของดินเหนียวที่มีค่า S_u อยู่ระหว่าง 5.0 ถึง 10.0 ตันต่อตารางเมตรแบบ empirical ในชั้นดินกรุงเทพฯ

2. ควรหาข้อมูลหลุมเจาะดินและการทดสอบเสาเข็มที่มีปลายเข็มอยู่ในชั้นดินทรายปนดินแข็งมาทำการวิเคราะห์เพิ่มเติม เนื่องจากข้อมูลเสาเข็มที่มีปลายเข็มจมอยู่ในชั้นดินทรายปนดินเหนียวในงานวิจัยนี้ มีจำนวนเพียง 9 ต้น สูตร empirical ที่หามาได้สำหรับใช้คำนวณแรงต้านของเสาเข็มในดินทรายปนดินเหนียวจากค่า N(SPT) อาจจะไม่สามารถครอบคลุมได้ทั่วบริเวณกรุงเทพฯ

3. ควรจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบเสาเข็มที่มีปลายเข็มจมอยู่ในชั้นทรายสะอาด และข้อมูลหลุมเจาะดินซึ่งส่วนใหญ่มีข้อมูลค่า N(SPT) เพื่อทำการคาดคะเนแรงต้านทานของเสาเข็มในส่วนที่เป็นดินทรายละเอียดสะอาด ซึ่งอาจจะเป็นในรูปของสูตร empirical หรือหาค่าพารามิเตอร์กำลังเฉือนของดินทรายประกอบกับวิธีการคำนวณกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มในส่วนที่เป็นดินทราย เพื่อที่จะคาดคะเนกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มตอกในชั้นดินทรายได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น