

กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเจาะแห้งในกรุงเทพฯ

CAPACITY OF DRY-PROCESS BORED PILES IN BANGKOK

ชัชวาลย์ พูลลาพานิช (Chatshawal Poonlappanish)¹

พลวิทย์ บัวศรี (Ponlawit Buasri)²

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม (cpoonlappanish@yahoo.com)

²อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม (pbuasri@yahoo.com)

บทคัดย่อ : บทความนี้นำเสนอการศึกษาแนวโน้มของกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะแห้งในเขตกรุงเทพฯ จากผล static pile load test พร้อมทั้งเปรียบเทียบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกใช้งานที่ได้กับที่ประเมินด้วยค่าแรงเสียดทานข้อบัญญัติ กทม. ในกรณีไม่มีผลทดสอบคุณสมบัติของดิน การประเมินค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของเสาเข็มวิเคราะห์โดยวิธีของ Mazurkiewicz จากข้อมูลการทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มเจาะแห้งเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.50 และ 0.60 เมตร จำนวน 42 ต้น จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับกำลังรับน้ำหนักบรรทุกใช้งานของเสาเข็มที่ประเมินจากค่าแรงเสียดทานข้อบัญญัติ กทม. ผลวิเคราะห์พบว่าวิธีประเมินกำลังรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มดังกล่าวให้อัตราความปลอดภัยเฉลี่ยเท่ากับ 2.26 ค่าอัตราความปลอดภัยต่ำสุดเท่ากับ 1.7 และมีจำนวนเสาเข็มที่อัตราส่วนความปลอดภัยต่ำกว่า 2 ร้อยละ 17 นอกจากนี้ได้เสนอค่าตัวคูณลดน้ำหนักบรรทุกเพื่อใช้ประเมินน้ำหนักบรรทุกใช้งานของเสาเข็มเจาะแห้งที่มีความยาวระหว่าง 19 -25 เมตรในเขตกรุงเทพฯ

ABSTRACT : This paper presents the comparison of dry-process bored pile capacities from static pile load test with the allowable pile capacities calculated from the friction resistance specified by Bangkok Building Codes. The study estimates the ultimate pile capacities using Mazurkiewicz's method based on 42 static pile load test data of bored piles 0.50 and 0.60 m. diameters which were constructed in central Bangkok area. The comparison indicates that the average factor of safety is 2.26 and the minimum factor of safety is 1.7. The percentage of piles which have factor of safety below 2.0 is 17. This paper also presents a reduction factor equation for estimating the allowable capacity of dry-process bored piles having 19-25 m. pile length.

KEYWORDS : Bored piles, Dry process, Foundation, Pile capacity, Pile foundation, Static pile load test

1. บทนำ

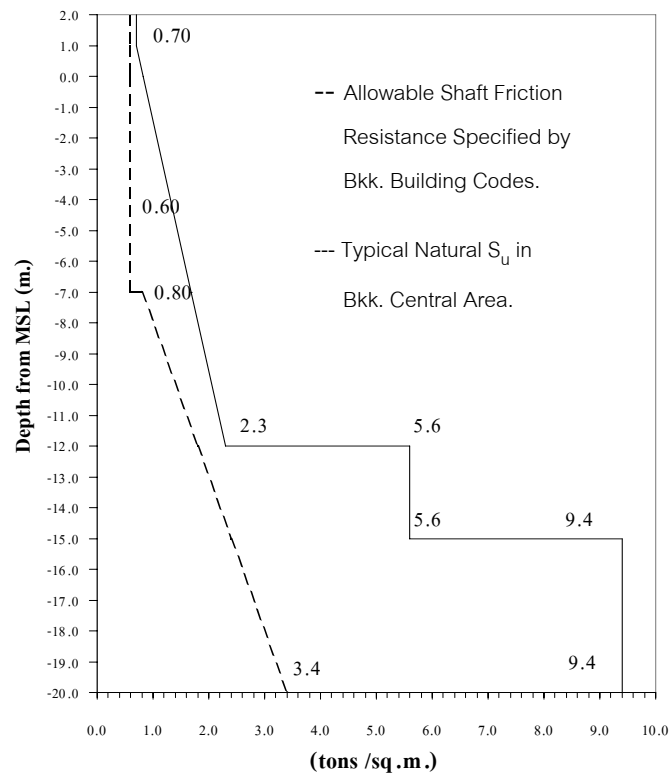
ปัจจุบันอาคารทั่วไปที่ออกแบบฐานรากเสาเข็มรับน้ำหนักบรรทุกไม่สูงนัก (ประมาณ 35-60 ตัน/ต้น) ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลนิยมใช้เสาเข็มเจาะระบบแห้งในการก่อสร้าง โดยเฉพาะการก่อสร้างในบริเวณที่มีสิ่งปลูกสร้างข้างเคียงอยู่ก่อน ซึ่งจะต้องหลีกเลี่ยงผลกระทบของการสั่นสะเทือนเมื่อใช้เสาเข็มตอก จำเป็นนี้ทำให้ปริมาณความต้องการใช้งานเสาเข็มระบบนี้เพิ่มขึ้น

อย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกันข้อมูลเพื่อสนับสนุนการนำเสาเข็มระบบเจาะแห้งไปใช้งานได้อย่างประหยัดและปลอดภัยยังมีจำนวนน้อย เพื่อเป็นการเพิ่มเติมข้อมูลการใช้งานเสาเข็มเจาะระบบแห้งให้มากยิ่งขึ้น บทความนี้จึงเสนอผลศึกษาแนวโน้มของกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะแห้งในเขตกรุงเทพฯ ที่รวบรวมได้จากผลทดสอบน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มแบบสถิต (static pile load test)

พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกใช้งานที่ได้กับที่ประเมินด้วยค่าแรงเสียดตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร [1]

2. คุณสมบัติด้านกำลังของชั้นดินเหนียวกรุงเทพฯ

วิชาญ ภูพัฒน์[2] นำเสนอข้อมูลคุณสมบัติด้านกำลังของชั้นดินเหนียวกรุงเทพฯ ที่ความลึกไม่เกินชั้นทรายชั้นแรกคือลึกประมาณ 20-25 ม. ซึ่งเป็นชั้นดินที่มีติดตั้งเสาเข็มเจาะระบบแห้งโดยส่วนใหญ่ จากการรวบรวมข้อมูลลักษณะชั้นดินตามแนวสายทางสำคัญของกรุงเทพฯ (ซึ่งคาดว่าจะมีงานก่อสร้างในบริเวณใกล้เคียงอยู่หนาแน่น) พบว่าชั้นดินเหนียวดังกล่าวมีการจัดเรียงตัวค่อนข้างสม่ำเสมอและมีความหนาแต่ละชั้นใกล้เคียงกัน (ยกเว้นบางส่วนในเขตกลางพื้นที่กรุงเทพฯ ที่มีชั้นดินเหนียวแข็งอยู่ลึกลงไปเป็นหย่อมขนาดใหญ่ เช่นบริเวณคลองเตย มักกะสัน จุฬาฯ เป็นต้น) และสามารถกำหนดเป็นค่ากำลังเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (undrained shear strength) ของดินมาตรฐานที่ใช้ทั่วไปภายในเขตกรุงเทพฯ ดังในภาพที่ 1 ซึ่งแสดงกำลังของดินจนถึงระดับลึก 20 เมตร โดยแบ่งชั้นดินออกเป็น 3 ส่วนคือ (1) ส่วนบนสุดเป็นชั้นดินอ่อนหนาเฉลี่ย 12 เมตร มีกำลังเฉลี่ย 0.7-2.3 ตัน/ม²



ภาพที่ 1 ค่ากำลังมาตรฐานของชั้นดินที่ใช้ทั่วไปภายในเขตกรุงเทพฯ [2] และค่าหน่วยแรงเสียดเสาเข็มตามข้อบัญญัติกทม.[1]

(2) ถัดลงมาเป็นชั้นดินปานกลางหนาเฉลี่ย 3 เมตร กำลังเฉลี่ย 5.6 ตัน/ม² และ (3) ชั้นล่างสุด ชั้นดินแข็งหนาเฉลี่ย 5 เมตร กำลังเฉลี่ย 9.4 ตัน/ม² เมื่อต้องการนำค่ากำลังเฉลี่ยของดินไปใช้งานควรจะต้องดูความลึกของชั้นดินต่างๆ ประกอบ แล้วปรับเปลี่ยนค่ากำลังของดินให้สอดคล้องกับความหนาของชั้นดินในแต่ละพื้นที่

3. ข้อบัญญัติกทม.ที่เกี่ยวกับกำลังรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็ม

ข้อ 67 กรณีไม่มีเอกสารแสดงผลทดสอบคุณสมบัติของดินหรือผลทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุด ให้ประเมินค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งานเสาเข็มโดยใช้ค่าหน่วยแรงเสียดไม่เกิน 600 กก./ม² ในชั้นดินลึกไม่เกิน 7 เมตรได้ระดับน้ำทะเลปานกลางสำหรับส่วนที่ลึกเกินกว่า 7 เมตร ใช้ค่าหน่วยแรงเสียดตามสมการ หน่วยแรงเสียด = $800 + 200y$. (หน่วย : กก./ม²) โดย y คือความยาวของเสาเข็มเป็นเมตร เฉพาะส่วนที่ลึกเกินกว่า 7 เมตรได้ระดับน้ำทะเลปานกลาง รูปแบบการกระจายของหน่วยแรงเสียดแสดงไว้ในภาพที่ 1

ข้อ 68 กรณีที่มีเอกสารแสดงผลทดสอบคุณสมบัติของดินหรือผลทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุด ให้ประเมินค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งานเสาเข็มในอัตราไม่เกิน 40% (F.S.=2.5) ของน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มที่คำนวณจากการทดสอบคุณสมบัติดินหรือใช้สูตรการตอกเสาเข็ม และไม่เกิน 50% (F.S.=2) ของผลทดสอบน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของเสาเข็ม นอกจากนี้ยังได้กำหนดเกณฑ์ของค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดเสาเข็มไว้คือ มีค่าการทรุดตัวไม่เกิน 0.25 มม.ต่อน้ำหนักบรรทุก 1 ตัน และหลังจากถอนน้ำ-น้ำหนักบรรทุกออกหมดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง การทรุดตัวที่ปรากฏ (ค่า Net Settlement) ต้องไม่เกิน 6 มม.

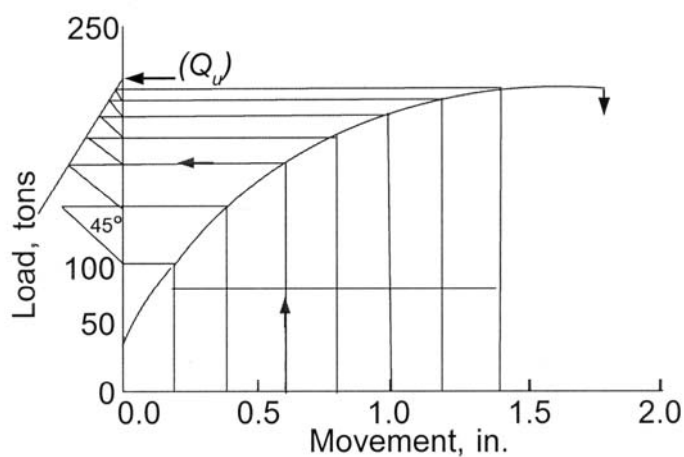
4. ข้อมูลที่ใช้ศึกษา

ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มของงานศึกษานี้ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักบรรทุก-การทรุดตัว (load-settlement data) ของการทดสอบน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มแบบสถิต (static pile load test) ตัวอย่างเสาเข็มเจาะแห้งจำนวน 42 ต้น [3] ส่วนใหญ่ก่อสร้างในเขตกลางพื้นที่กรุงเทพฯ เช่น บางรัก พญาไท คลองเตย ดินแดง พระนคร ยานนาวา พระโขนง ที่เหลือส่วนน้อยเป็นข้อมูลเสาเข็มในเขตบางยี่ขัน และ อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ ข้อมูลดังกล่าวจำแนกได้เป็นเสาเข็มเจาะแห้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

0.50 เมตร จำนวน 30 ชุด และเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.60 เมตร จำนวน 12 ชุด มีความยาวตั้งแต่ 19.0-28.5 เมตร วางระดับปลายเสาเข็มในชั้นดินเหนียวแข็งชั้นที่ 1 เนื่องจากที่มาของข้อมูลน้ำหนักบรรทุก-การทรุดตัวที่ใช้ศึกษาทั้งหมดได้จากผลทดสอบเพื่อพิสูจน์กำลังรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็ม (Proof load test) ที่จำกัดค่าน้ำหนักบรรทุกทดสอบสูงสุดไว้เพียง 2 เท่าของน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มที่ออกแบบไว้ ไม่ผ่านจุดค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่กำหนดไว้ตามข้อบัญญัติ กทม.ข้อ 68 จึงเลือกใช้วิธีของ Mazurkiewicz ที่สามารถระบุค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของเสาเข็มที่แนวโน้มของข้อมูลทดสอบไม่ถึงค่าสูงสุดได้

5. การประมาณค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มโดยวิธีของ Mazurkiewicz

วิธีนี้มีสมมุติฐานว่าแนวโน้มของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและค่าการทรุดตัวของเสาเข็มหลังช่วงอีลาสติกไปแล้วเป็นโค้งพาราโบลาโดยประมาณ ค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดได้จากวิธีกราฟิกที่กระทำบนกราฟความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยเริ่มจากแบ่งระยะบนแกนค่าการทรุดตัวออกเป็นส่วนเท่าๆกัน ลากเส้นตั้งฉากกับแกนค่าการทรุดตัวที่จุดแบ่งระยะไปชนเส้นกราฟความสัมพันธ์ ลากเส้นแนวราบจากตำแหน่งชนบนกราฟตัดแบ่งแกนน้ำหนักบรรทุกออกเป็นส่วนๆ ดังในภาพที่ 2 ณแต่ละจุดแบ่งบนแกนน้ำหนักบรรทุก ให้ลากเส้นเฉียง 45° ไปตัดเส้นที่แบ่งน้ำหนักบรรทุกเส้นถัดไป จะได้ชุดของจุดตัดที่มีแนวโน้มเข้าสู่ค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุด (Q_u) บนแกนน้ำหนักบรรทุก



ภาพที่ 2 วิธีประเมินค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของเสาเข็มของ Mazurkiewicz [4]

6. ผลวิเคราะห์ค่าน้ำหนักบรรทุกและค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของเสาเข็มเจาะแห้ง

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลผลวิเคราะห์ค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของเสาเข็มเจาะแห้ง (Q_u) ทั้ง 42 ต้น ควบคู่กับค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งาน (Q_a) ที่ประเมินด้วยค่าหน่วยแรงฝืดสูงสุดตามข้อบัญญัติ กทม. รวมทั้งแสดงผลคำนวณค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่ได้จากผลหารของข้อมูลทั้งสองชุดดังกล่าว ($F.S.=Q_u/Q_a$) เมื่อนำข้อมูลค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของเสาเข็ม (Q_u) พล็อตร่วมกับค่าความยาวของเสาเข็ม (L) ได้กราฟความสัมพันธ์ในภาพที่ 3 แนวโน้มของกราฟชี้ว่าค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของเสาเข็มเจาะแห้งทั้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.50 และ 0.60 เมตรในภาพโดยรวมมีค่าเพิ่มขึ้นแปรตามความยาว ถึงแม้ว่าจะก่อสร้างในเขตพื้นที่แตกต่างกัน นอกจากนี้เมื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของเสาเข็มเจาะต่างขนาดด้วยการหารค่าความยาวเส้นรอบรูปเสาเข็มแต่ละต้น (Q_u/p) นำมาพล็อตกับข้อมูลความยาวเสาเข็ม ได้กราฟความสัมพันธ์ในภาพที่ 4 จุดข้อมูลความสัมพันธ์ของเสาเข็มทั้งสองขนาดที่แสดงบนกราฟมีลักษณะกระจายตัวกลมกลืนกัน วิเคราะห์ได้ว่าผลกระทบของการเจาะหลุมเพื่อก่อสร้างเสาเข็มขนาด 0.50 และ 0.60 เมตร มีผลรบกวนต่อกำลังของดินและค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มโดยรวมในระดับใกล้เคียงกัน

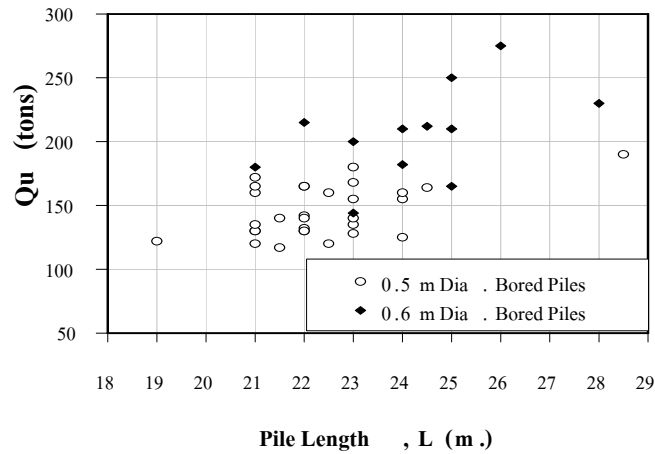
ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุด ค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งาน และค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของข้อมูลเสาเข็มเจาะแห้งที่ศึกษา

Pile Size (m.)	L (m.)	Q_u Mazurkiewicz (tons)	Q_a Bkk. Codes (tons)	F.S. Range
0.5 0	19	122	44.30	2.75
	21	120, 130, 130, 135, 135, 165, 72	54.98	2.02 - 2.42
	21.5	117, 140	57.84	2.02 - 2.42
	22	142, 165, 130, 140, 132, 130, 165	60.79	2.33 - 2.71
	22.5	120, 160	63.81	1.88 - 2.51
	23	128, 135, 140, 155, 168, 180	66.92	1.91 - 2.69

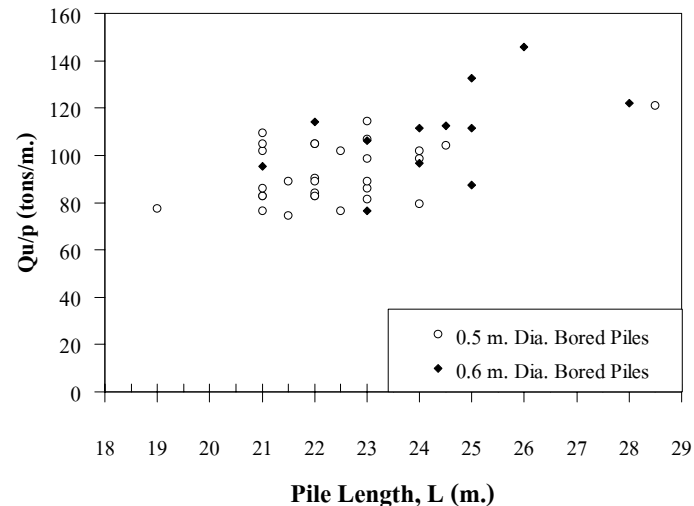
	24	125, 155, 160	73.36	1.70 - 2.18
	24.5	164	76.69	2.14
	28.5	190	106.23	1.79

ตารางที่ 1 (ต่อ) ผลวิเคราะห์ค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุด ค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งาน และค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของข้อมูลเสาเข็มเจาะแห่งที่ศึกษา

Pile Size (m.)	L (m.)	Q_u Mazurkiewicz (tons)	Q_a Bkk. Codes (tons)	F.S. Range
0.60	22	215	72.95	2.95
	23	144, 200	80.30	1.79 - 2.49
	24	182, 210	88.03	2.07 - 2.39
	24.5	212	92.03	2.30
	25	165, 210, 250	96.13	1.72 - 2.60
	26	275	104.62	2.63
	28	230	109.00	2.11



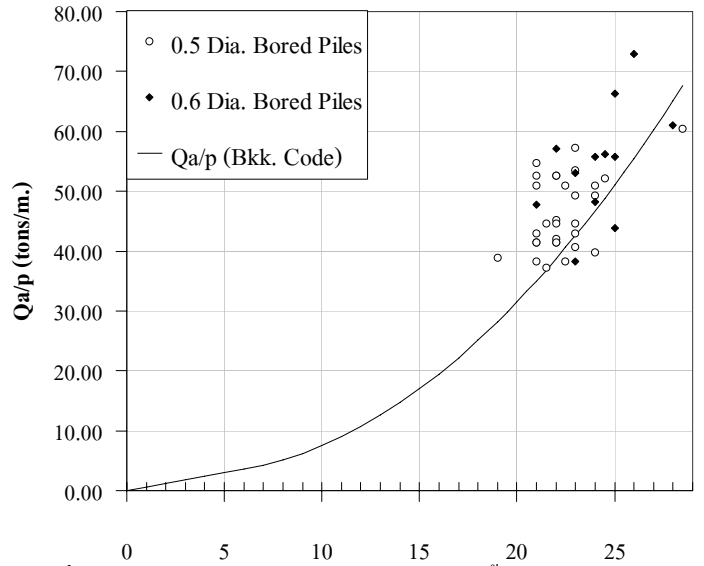
ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของเสาเข็มเจาะแห่งที่ศึกษากับความยาวเสาเข็ม



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มสูงสุดต่อหน่วยความยาวเส้นรอบรูปกับค่าความยาวของเสาเข็ม

7. ความเหมาะสมของการประเมินกำลังรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มเจาะแห่งที่ศึกษาด้วยค่าหน่วยแรงฝืดตามข้อบัญญัติ กทม.

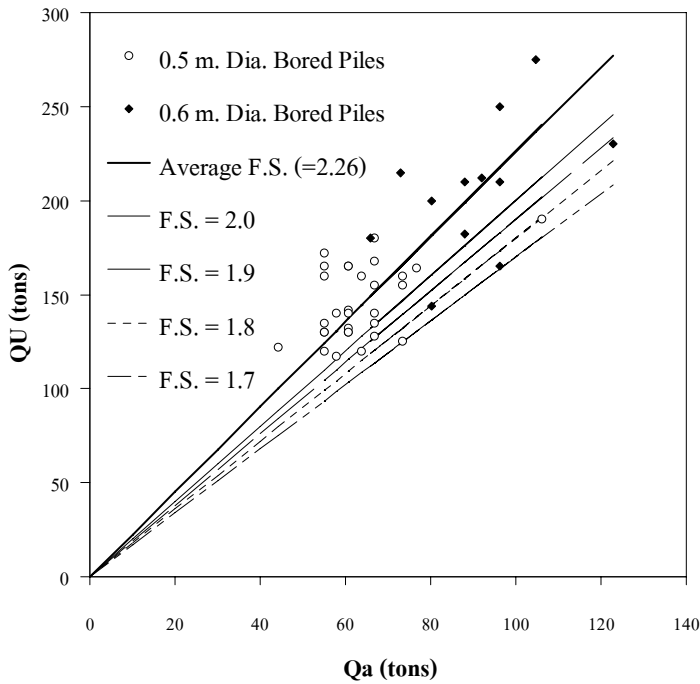
ภาพที่ 5 เป็นกราฟพล็อตเปรียบเทียบระหว่างจุดข้อมูลค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งานเสาเข็มเจาะแห่งที่ศึกษาจาก 50% ของค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดหารด้วยความยาวเส้นรอบรูป ($0.50Q_u/p$) กับเส้นแนวโน้มค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งานเสาเข็มต่อหน่วยความยาวเส้นรอบรูปที่ประเมินจากค่าหน่วยแรงฝืดตามข้อบัญญัติ กทม.[1] (Q_a/p) เห็นได้ว่าผลค่าน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มจากหน่วยแรงฝืดดังกล่าวให้เส้นแนวโน้มที่สอดคล้องดีพอควรกับรูปแบบการกระจายจุดข้อมูลผลทดสอบ โดยจุดข้อมูลส่วนที่อยู่ใต้เส้นคือเสาเข็มที่รับน้ำหนักได้ไม่ผ่านเกณฑ์



ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลของค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดและค่าน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มที่ประเมินจากหน่วยค่าแรงฝืดตามข้อบัญญัติ กทม. ต่อหน่วยความยาวเส้นรอบรูป

ภาพที่ 6 แสดงผลวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปลอดภัยของข้อมูลเสาเข็มเจาะแห่งที่ศึกษาทั้งหมด 42 ต้น แกนตั้งของกราฟคือค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุด (Q_u) แกนนอนคือค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งานของเสาเข็มที่ประเมินด้วยแรงฝืดตามข้อบัญญัติ กทม. (Q_a) เส้นตรงที่มีค่าความชันต่างๆซึ่งลากจากจุดกำเนิดของกราฟแสดงค่าอัตราส่วนปลอดภัย 2.0, 1.9, 1.8 และ 1.7 ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ได้ค่าอัตราส่วนปลอดภัยเฉลี่ยของข้อมูลเสาเข็มทั้งหมดเท่ากับ 2.26 และมีข้อมูลเสาเข็มที่มีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยต่ำกว่า 2.0 จำนวน 17 เปอร์เซ็นต์ ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยต่ำสุดเท่ากับ

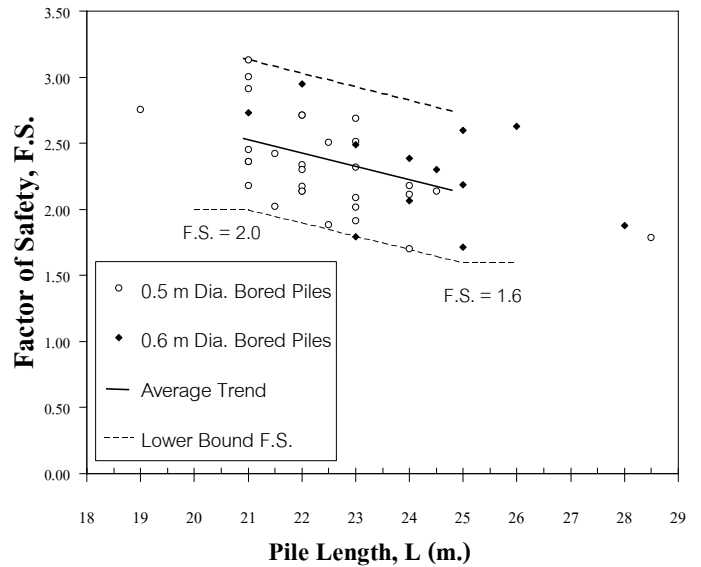
1.7 แสดงว่าการประเมินน้ำหนักบรรทุกทุกใช้งานเสาเข็มเจาะแห้ง ด้วยค่าหน่วยแรงฝืดตามข้อบัญญัติกทท.ของไม่สามารถให้ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยเกิน 2 ตามเกณฑ์ครอบคลุมทุกกรณี



ภาพที่ 6 ค่าอัตราส่วนปลอดภัยของข้อมูลน้ำหนักบรรทุกทุกเสาเข็มเจาะแห้งที่นำมาศึกษา

ภาพที่ 7 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของเสาเข็มเจาะแห้ง ($F.S. = Q_u/Q_a$) กับค่าความยาวของเสาเข็ม (L) จุดข้อมูลในกราฟแสดงแนวโน้มค่าอัตราส่วนความปลอดภัยลดลงแปรตรงข้ามกับความยาวเสาเข็มที่เพิ่มขึ้น ปรากฏการณ์นี้มีสาเหตุจากการกำหนดสมการค่าหน่วยแรงฝืดตามข้อบัญญัติที่ให้ผลค่าน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้นในอัตราที่ไม่สอดคล้องกับอัตราเพิ่มของค่าน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มจากผลทดสอบ

มีข้อสังเกตว่าเสาเข็มที่มีความยาวระหว่าง 19 ถึง 21 เมตร ค่าหน่วยแรงฝืดที่กำหนดไว้ในข้อบัญญัติยังให้ผลค่าน้ำหนักบรรทุกที่ปลอดภัยตามเกณฑ์ ($F.S. \geq 2$) และจะเริ่มปรากฏข้อมูลเสาเข็มบางส่วนที่ไม่ผ่านเกณฑ์เมื่อความยาวเสาเข็มเกิน 21 เมตร เมื่อลากเส้นขอบเขตต่ำสุดของจุดข้อมูลจะได้แนวโน้มค่าอัตราส่วนปลอดภัยลดลงจากค่า 2.0 ไปยัง 1.6 ระหว่างความยาวเสาเข็ม 21 ถึง 25 เมตร ส่วนข้อมูลเสาเข็มที่มีความยาวเกิน 25 เมตร ไม่สามารถบ่งชี้แนวโน้มค่าอัตราส่วนปลอดภัยอย่างชัดเจนเนื่องจากมีจำนวนข้อมูลน้อยเกินไป แต่คาดการณ์ว่าจะมีค่าลดลงไปอีก



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนปลอดภัยกับความยาวของเสาเข็มเจาะแห้ง

8. สรุปผลศึกษาและข้อเสนอแนะ

ผลศึกษากำลังรับน้ำหนักบรรทุกใช้งานเสาเข็มเจาะแห้งที่คำนวณโดยค่าหน่วยแรงฝืดตามข้อบัญญัติ กทท. พบว่ามีแนวโน้มที่สอดคล้องดีพอควรกับข้อมูลค่าน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มจากการทดสอบ แต่วิธีดังกล่าวไม่สามารถประกันได้ว่าจะให้ผลค่าน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มที่มีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยเกิน 2 ตามที่ระบุในข้อบัญญัติ กทท.ได้ครอบคลุมทุกกรณี ดังนั้น เพื่อให้ผลค่าน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มเจาะแห้งในเขตกรุงเทพมหานครมีความปลอดภัย ผู้ศึกษาขอเสนอแนวทางการประเมินน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเจาะแห้งกรณีไม่มีผลทดสอบดินหรือผลทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มดังต่อไปนี้

1) ในเขตกลางพื้นที่กรุงเทพฯ สำหรับเสาเข็มเจาะแห้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.50 และ 0.60 เมตรที่มีความยาวระหว่าง 19-21 เมตร ค่าหน่วยแรงฝืดเสาเข็มตามข้อบัญญัติ กทท.ให้ผลค่าน้ำหนักบรรทุกที่มีความปลอดภัย ($F.S. \geq 2$)

2) สำหรับพื้นที่บางส่วนของเขตกลางพื้นที่กรุงเทพฯ ที่มีชั้นดินเหนียวแข็งอยู่ลึกลงไป ซึ่งก่อสร้างเสาเข็มเจาะแห้งได้ยาวเกิน 21 เมตร ควรค่าน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.50 และ 0.60 เมตร ด้วยค่าหน่วยแรงฝืดตาม

ข้อบัญญัติ กทม. แล้วคูณด้วยตัวประกอบปรับลดค่าน้ำหนัก
บรรทุก ที่มีค่าลดลงแบบเชิงเส้นจาก 1 ไปยัง 0.8 ซึ่งสามารถเขียน
เป็นสมการดังนี้

$$R_F = 2.05 - 0.05L \quad (1)$$

R_F ตัวประกอบปรับลดค่าน้ำหนักบรรทุก
 L ความยาวเสาเข็ม (หน่วย : เมตร มีค่าระหว่าง
21-25 เมตร)

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อ. ธเนศ วีระศิริ เป็นอย่างสูงที่กรุณาเอื้อเฟื้อ
ข้อมูลน้ำหนักบรรทุก-การทรุดตัวของเสาเข็มเจาะแห้งเพื่อใช้ใน
การศึกษาวิเคราะห์

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคารก่อสร้าง พ.ศ. 2522
- [2] วิชาญ ภูพัฒน์, 2536. การออกแบบฐานรากบนดินอ่อน เอกสารคำสอน
วิชา203556. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [3] ธเนศ วีระศิริ, 2531. สัมประสิทธิ์การยึดเกาะของเสาเข็มเจาะระบบแห้ง
ที่มีต่อดินกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- [4] Prakash, S. and Sharma, H. D., 1990. Pile Foundations in
Engineering Practice. New York. John Wiley & sons