บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะหาวิธีการประเมินค่าตัวประกอบกำลังรับแรงต้านปลายเสาเข็มเจาะ Nq ของชั้นทรายชั้นที่ 2 ของชั้นดินกรุงเทพฯ และค่า pile - soil modulus Es ของเสาเข็มตอกและเจาะที่มีปลายอยู่ในชั้นทรายชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 โดยอาศัยค่าการทดสอบการทะลุทะลวงมาตรฐาน N(SPT) เป็นตัวประเมิน เนื่องจากชั้นดินที่พิจารณาอยู่ที่ระดับลึก (ชั้นทรายชั้นที่ 2) จึงเป็นการยากที่จะเก็บตัวอย่างแบบคงสภาพมาทดสอบเพื่อหาค่ากำลังรับแรงเฉือนในห้องปฏิบัติการ

เมื่อการทดสอบ SPT ในทางปฏิบัติเป็นที่นิยมใช้เพราะการทดสอบ SPT มีโอกาสให้มีการเก็บตัวอย่างดินแบบถูกรบกวนด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างแบบกระบอกหนา (split barrel) โดยในขณะเดียวกันก็ทำการทดสอบการทะลุทะลวงมาตรฐานไปพร้อมกันด้วย การวิจัยจึงเลือกเอาค่า SPT เป็นตัวแปรในการหาค่า Nq

องค์ประกอบที่มีผลต่อค่า Es ไม่ใช่คุณสมบัติของดินอย่างเดียว ขนาดและวัสดุทำเสาเข็มก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญด้วย งานวิจัยนี้ก็เลือกจะใช้ค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งานของเสาเข็ม P เป็นตัวแปรในการประเมินค่า pile - soil modulus Es เนื่องจากทั้ง P และ Es ต่างมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันคือเมื่อเสาเข็มมีขนาดใหญ่ขึ้นและดินมีคุณสมบัติทางวิศวกรรม (กำลัง,ความหนาแน่น) ดีขึ้นแล้วค่า P และ Es จะมีค่าสูงขึ้นอีกทั้งค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งานของเสาเข็มก็สามารถทราบได้โดยง่ายจากผลการเจาะสำรวจชั้นดินและขนาดรูปร่างของเสาเข็ม

โดยอาศัยผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มพร้อมผลการเจาะสำรวจชั้นดินในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จึงทำการศึกษาวิเคราะห์

- หาความสัมพันธ์แบบ empirical ระหว่างค่า N(SPT) ชนิดที่ไม่มีการปรับแก้และมีการปรับแก้จะขนของหน่วยแรงประสิทธิผลในแนวดิ่ง กับ Nq สำหรับเสาเข็มเจาะในชั้นดินทรายชั้นที่ 2 ของชั้นดินกรุงเทพมหานคร เพื่อเอาไปใช้ในการคำนวณกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มตามวิธีสถิตยศาสตร์ โดยอาศัยผลการเจาะสำรวจชั้นดินประกอบกับผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มตลอดจนใช้วิธีการวิเคราะห์แรงเสียดทานของดินชั้นบนจากงานวิจัยในอดีต (สุวรรณ,2531; Pimpasugdi,1989) ที่ได้ผลมาแล้ว

- หาความสัมพันธ์แบบ empirical ระหว่างค่า Es กับ P เพื่อเอาไปใช้ในการคำนวณค่าการทรุดตัวของเสาเข็มแบบอีลาสติก ตามวิธีซึ่งเสนอโดย Poulos & Davis(1980) โดยอาศัยผลการทดสอบบรรทุกเสาเข็มประกอบกับผลการเจาะสำรวจชั้นดิน โดยแยกความสัมพันธ์เป็น 3 กรณี คือ 1) เสาเข็มตอกในชั้นทรายชั้นที่ 1 2) เสาเข็มเจาะในชั้นทรายชั้นที่ 1 และ 3) เสาเข็มเจาะในชั้นทรายชั้นที่ 2

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

ผลจากการวิจัยสรุปได้ดังต่อไปนี้

(1) สูตร empirical สำหรับใช้คำนวณค่าหน่วยแรงต้านปลายเสาเข็มเจาะในระดับชั้นทรายชั้นที่ 2 ของชั้นดินกรุงเทพมหานครจากค่า N(SPT) ที่วิเคราะห์หามาได้จากผลการทดสอบเสาเข็มในสนามประกอบกับผลการเจาะสำรวจชั้นดินมีต่อไปนี้

$$q_b = 5.14\exp(0.00563Nb)6'_{vb} \quad \text{.....(5.1)}$$

$$q_b = 5.25\exp(0.0130N'b)6'_{vb} \quad \text{.....(5.2)}$$

เมื่อ q_b คือ กำลังรับแรงต้านทานของปลายเสาเข็ม หน่วยเป็น ตันต่อตารางเมตร

Nb และ N´b คือ ค่าเฉลี่ยของ N(SPT) value ชนิดที่ไม่มีและมีการปรับแก้ของชั้นดินโดย ระยะทางการเฉลี่ยอยู่ระหว่าง +d ถึง -2d จากระดับปลายเสาเข็ม หน่วยเป็นครั้งต่อฟุต (d คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็ม)

σ'_{vb} คือ ค่าความเค้นประสิทธิผลในแนวดิ่งของดินที่ระดับปลายเสาเข็ม หน่วยเป็น ตันต่อตารางเมตร

หมายเหตุ

i) ค่าความเค้นประสิทธิผลในแนวดิ่งของดินที่ระดับปลายเสาเข็ม σ'_{vb} อาศัยความสัมพันธ์ซึ่งเสนอโดย Kurdsuwan(1984)

ii) ค่า Nb ที่ใช้ในความสัมพันธ์มีค่าตั้งแต่ 51.0 ถึง 109.9 ครั้งต่อฟุต ในระดับความลึกตั้งแต่ 42.00 ถึง 67.90 เมตร

iii) ความสัมพันธ์ (5.1) ใช้สำหรับเสาเข็มเจาะในชั้นทรายชั้นที่ 2 ของชั้นดินกรุงเทพมหานครเท่านั้น โดยเมื่อจะคำนวณกำลังรับน้ำหนักวิบัติของเสาเข็มทั้งหมด จะทำได้โดยคำนวณค่าแรงเสียดทานของเสาเข็มในส่วนบนโดยใช้วิธีการของ สุวรรณ(2531)

การทดสอบความน่าเชื่อถือของความสัมพันธ์ 5.1 และ 5.2 ทำได้โดยการเอาความสัมพันธ์ดังกล่าวไปใช้คำนวณกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม Ppred แล้วเปรียบเทียบกับค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกวิบัติจากการทดสอบในสนาม

P_{mea} (จำนวน 14 ต้น) พบว่าค่าทั้ง 2 มีความสัมพันธ์ดังนี้ $P_{pred} = 0.922Pmea$ และ $P_{pred} = 0.985Pmea$ ตามลำดับ โดยมีความผิดพลาดเกิดขึ้นโดยประมาณ $\pm$ 7 และ $\pm$ 10 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ และค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกออกแบบ ผู้เขียนแนะนำให้ใช้ค่าพิกัดความปลอดภัย 2.0 ถึง 2.5 เท่า

2) สูตร empirical สำหรับใช้คำนวณค่า Es ในชั้นดินกรุงเทพมหานคร(เพื่อคาดคะเนค่าการทรุดตัวของเสาเข็มแบบอีลาสติกโดยวิธีของ Poulos & Davis (1980))จากค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งานมีดังนี้

Es = 1157 exp(0.0147P) : เสาเข็มตอกในทรายชั้นที่ 1 .....(5.2ก)

Es = 2753 exp(0.00223P) : เสาเข็มเจาะในทรายชั้นที่ 1 .....(5.2ข)

Es = 3124 exp(0.00112P) : เสาเข็มเจาะในทรายชั้นที่ 2 .....(5.2ค)

เมื่อ P คือ น้ำหนักบรรทุกใช้งาน

Es คือ ค่า pile - soil modulus of elastic หน่วยเป็นตันต่อตารางเมตร

d คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็ม หน่วยเป็นเมตร

<u>หมายเหตุ</u>

i) ความสัมพันธ์ 5.2(ก) ใช้สำหรับเสาเข็มตอกในทรายชั้นแรก โดยมีขนาดหน้าตัดตั้งแต่ 0.35 เมตร ถึง 0.525 เมตร และความยาวตั้งแต่ 22.00 ถึง 27.00 ม. ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกใช้งานตั้งแต่ 50 ถึง 120 ตัน

ii) ความสัมพันธ์ 5.2(ข) ใช้สำหรับเสาเข็มเจาะในทรายชั้นแรก โดยมีขนาดหน้าตัดตั้งแต่ ϕ0.60 ถึง ϕ1.00 เมตร และความยาวตั้งแต่ 23.00 ถึง 32.00 ม. ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกใช้งานตั้งแต่ 150 ตัน ถึง 500 ตัน

iii) ความสัมพันธ์ 5.2(ค) ใช้สำหรับเสาเข็มเจาะในทรายชั้นที่ 2 โดยมีขนาดหน้าตัดตั้งแต่ ϕ0.80 ถึง ϕ1.50 เมตร และความยาวตั้งแต่ 42.0 เมตร ถึง 67.9 เมตร ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกใช้งานตั้งแต่ 300 ตัน ถึง 1060 ตัน

จากการทดสอบความน่าเชื่อถือของความสัมพันธ์ 5.2 ด้วยการเอาไปใช้คำนวณค่าการทรุดตัวของเสาเข็ม ρ_{pred} เปรียบเทียบกับค่าการทรุดตัวจากการทดสอบในสนาม ρ_{mea} พบค่าทั้ง 2 มีสัมพันธ์ดังนี้คือ

$\rho_{pred} = 0.98\ \rho_{mea}$ สำหรับกรณีความสัมพันธ์ 5.2ก

$= 0.97\ \rho_{mea}$ สำหรับกรณีความสัมพันธ์ 5.2ข

$= 1.02\ \rho_{mea}$ สำหรับกรณีความสัมพันธ์ 5.2ค

โดยมีความผิดพลาดเกิดขึ้นโดยประมาณ $\pm$ 17, $\pm$ 21 และ $\pm$ 25 เปอร์เซนต์ สำหรับกรณี 5.2ก , 5.2ข และ 5.2ค ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาเพิ่มเติม

งานวิจัยฉบับนี้วิเคราะห์ค่า Nq สำหรับเสาเข็มเจาะในชั้นทรายชั้นที่ 2 ของชั้นดินกรุงเทพฯ โดยมีสมมุติฐานว่าแรงที่ถ่ายสู่ปลายเสาเข็มมีค่าเท่ากับน้ำหนักบรรทุกที่หัวเสาเข็มลบด้วยค่าแรงเสียดทานด้านข้างเสาเข็มตามวิธีที่ถูกเสนอในอดีต (สุวรรณ(2531), Pimpasugdi(1985)) เพื่อศึกษาสมมุติฐานนี้จึงควรจะศึกษาการ transfer load ในเสาเข็มโดยการติดตั้ง strain gauge ในเสาเข็มระหว่าง

การก่อสร้าง แล้วบันทึกค่าการ transfer load ในเสาเข็มที่ระดับความลึกต่างๆ ในระหว่างที่มีการทดสอบน้ำหนักบรรทุกเสาเข็ม