บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันในการก่อสร้างฐานรากเสาเข็มได้มีการนำเทคโนโลยีทางด้านเสาเข็มเจาะมาใช้แทนเสาเข็มตอกมากขึ้น เนื่องด้วยเหตุผลหลายประการได้แก่ การติดตั้งทำได้ง่าย ไม่เกิดผลกระทบต่อบริเวณข้างเคียงมาก เช่น การสั่นสะเทือนไปยังอาคารข้างเคียงและเสียงดังรบกวนจากการติดตั้งเสาเข็มตอก,สามารถรับน้ำหนักบรรทุกสูงกว่า,ลดปัญหาการก่อสร้างฐานรากที่ลึกมากๆ ได้และสามารถดัดแปลง ปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพชั้นดินที่หลากหลายได้มากกว่า เป็นต้น

ในขั้นตอนการทดสอบเสาเข็มเพื่อหาค่าน้ำหนักบรรทุกที่ยอมรับได้ (Allowable Pile Capacity) นั้น ในประเทศไทยนิยมใช้วิธี Conventional Static Load Test ซึ่งเป็นการถ่ายแรงให้แก่เสาเข็มทดสอบในลักษณะของแรงกดจากหัวเสาเข็ม (Pile Top) โดยใช้ Overhead reaction system แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นประกอบด้วยแรงเสียดทานรอบๆ ผิวเสาเข็ม (Skin Friction) กับแรงต้านทานที่ปลายเสาเข็ม (End Bearing Resistance)

ในปัจจุบันได้มีการนำวิธีการทดสอบเพื่อหาค่าน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มโดยวิธี Bi-directional Static Load Test โดยติดตั้ง Hydraulic Jack ที่ปลายเสาเข็มและเพิ่มกำลังจะทำให้เกิดการดันขึ้นของเสาเข็ม (Tension) และแรงกดลงที่ End Bearing โดยไม่ต้องใช้ Overhead Reaction Frame การทดสอบเสาเข็มด้วยวิธี Bi-Directional Static Load Test นี้ได้มีการมาใช้เป็นครั้งแรกในประเทศไทยในโครงการก่อสร้างสนามบินสุวรรณภูมิ ซึ่งสามารถแยกค่าแรงเสียดทานรอบๆ ผิวเสาเข็ม (Skin Friction) กับแรงต้านทานที่ปลายเสาเข็ม (End Bearing Resistance) ออกจากกันได้

สำหรับการทดสอบเพื่อหาค่าน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มโดยวิธี Bi-Directional Static Load Test ในประเทศไทยยังไม่เคยมีการศึกษาหรือนำไปใช้ในทางปฏิบัติจริง แต่ในต่างประเทศได้มีผู้ทำการศึกษาพฤติกรรมของเสาเข็มที่ทำการติดตั้ง Hydraulic Jack เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกา การทดสอบเสาเข็มเจาะโดยวิธีนี้กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังได้มีการเผยแพร่ความรู้วิธีการทดสอบ ตลอดจนขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือและนำเสนอค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับการออกแบบที่เหมาะสม

ในกรณีของลักษณะชั้นดินกรุงเทพฯนั้นมีลักษณะและคุณสมบัติดินแตกต่างกับดินในต่างประเทศเป็นอย่างมาก ดังนั้นการศึกษาพฤติกรรมการส่งถ่ายน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มที่ทดสอบวิธี Bi-Directional Static Load Test โดยการติดตั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรมของเสาเข็มในทางเทคนิคธรณีจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับใช้ในการวิเคราะห์กลับ (Back Analysis) เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เหมาะสมสำหรับชั้นดินกรุงเทพฯ ตลอดจนใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์และออกแบบเสาเข็มที่ทำการทดสอบโดยวิธี Bi-Directional Static Load Test ในชั้นดินกรุงเทพฯต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้สำหรับคาดคะเนกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเจาะที่ทำการ ทดสอบโดยวิธี Conventional Static Load Test และเสาเข็มเจาะที่ทำการทดสอบโดยวิธี Bi-Directional Static Load Test
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้ของเสาเข็มเจาะที่ทำการทดสอบโดยวิธี Conventional Static Load Test และเสาเข็มเจาะที่ทำการทดสอบโดยวิธี Bi-Directional Static Load Test
3. เพื่อประมาณและเปรียบเทียบความสัมพันธ์ Stress-Strain ที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบ Conventional Static Load Test กับ Bi-Directional Static Load Test
4. เพื่อศึกษาข้อจำกัดในการประยุกต์การทดสอบ Bi-Directional Static Load Test กับการทดสอบเสาเข็มในดินกรุงเทพฯ

1.3 ขั้นตอนการศึกษา

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการศึกษาพฤติกรรมการส่งถ่ายน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเจาะที่ทำการก่อสร้างในชั้นดินกรุงเทพฯ โดยมีการติดตั้งเครื่องมือวัดภายในตัวเสาเข็ม เพื่อวัดหาค่าแรงตามแนวแกนที่เกิดขึ้นภายในตัวเสาเข็มในขณะที่มีน้ำหนักบรรทุกมากระทำ ซึ่งแบ่งประเภทการทดสอบเพื่อหาค่าน้ำหนักบรรทุกเป็น 2 วิธีคือ

1. Conventional Static Load Test เป็นวิธีที่นิยมใช้ในประเทศไทย ซึ่งมีทิศทางการถ่ายแรงให้แก่เสาเข็มจากหัวเสาเข็มลงสู่ด้านล่างโดยใช้ Overhead Reaction System แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นประกอบด้วยแรงเสียดทานรอบ ๆ ผิวเสาเข็ม (Skin Friction) และ (End Bearing) ซึ่งมีทิศทางเดียวกันคือ จากปลายเข็มขึ้นสู่หัวเสาเข็ม

2. Bi-Directional Static Load Test เป็นการถ่ายแรงให้แก่เสาเข็มโดยใช้ Hydraulic Jack ติดตั้งที่ปลายเสาเข็ม ในกรณีที่เสาเข็มมีความยาวมากจะมีผลจาก Capacity ของ Hydraulic Jack ดังนั้นจะทำการติดตั้ง Hydraulic Jack ภายในตัวเสาเข็มด้วย ซึ่งเป็นกรณีที่ทำการศึกษาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ทิศทางการส่งถ่ายแรงให้แก่เสาเข็มมี 2 ทิศทางคือ ทิศขึ้นสู่หัวเข็มและลงสู่ปลายเข็ม แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมี 2 ทิศทางเช่นเดียวกันซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากการทดสอบแบบ Conventional Static Load Test

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบเสาเข็มทั้ง 2 วิธีข้างต้น มีดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์หาค่าแรงตามแนวแกนได้จากค่าความเครียดที่เกิดขึ้นในตัวเสาเข็มที่ระดับความลึกที่มีการเปลี่ยนแปลงชั้นดินซึ่งวัดได้จาก Vibrating Wire Strain Gauges

2. วิเคราะห์หาค่าแรงเสียดทานรอบๆ ผิวและแรงต้านทานที่ปลายเข็มที่เกิดขึ้นจริงขณะทำการทดสอบ โดยที่ค่าการเคลื่อนตัวของเสาเข็มที่ทำการทดสอบโดยวิธี Conventional Static Load Test วัดจากหัวเสาเข็ม (Pile Head Movement) ส่วนค่าการเคลื่อนตัวของเสาเข็มที่ทำการทดสอบโดยวิธี Bi-Directional Static Load Test ได้จากค่าการยืด-หดตัวของ Extensometer (Telltale Rod) ที่ติดตั้งกับ Hydraulic Jack

3. แสดงพฤติกรรมการส่งถ่ายแรงจากเสาเข็มเจาะไปสู่ดินรอบๆ ในรูปของ σ-ε Curve ในแต่ละชั้นดิน

4. นำเสนอค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่วิเคราะห์ได้เพื่อใช้สำหรับการคาดคะเนกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเจาะ ซึ่งได้แก่ค่า Adhesion Factor (α), Friction Factor (β) และค่า Bearing Capacity Factor (N_c,N_q) แล้วทำการเปรียบเทียบในสภาวะชั้นดินเดียวกัน

5. ประมาณค่า Load-Deformation ของเสาเข็มเจาะที่ทำการทดสอบทั้ง 2 วิธี แล้วทำการหาค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกที่จุดวิบัติ (Q_{ult}) ของเสาเข็มโดยใช้ทฤษฎีต่างๆ

1.4 ขอบเขตการศึกษา

- ศึกษาข้อมูลการทดสอบเสาเข็มเจาะเฉพาะโครงการก่อสร้างอาคารที่พักผู้โดยสาร สนามบินสุวรรณภูมิ ซึ่งประกอบด้วยเสาเข็มที่ทดสอบด้วยวิธี Bi-Directional Static Load Test จำนวน 2 ต้น และทดสอบด้วยวิธี Conventional Static Load Test อีกจำนวน 5 ต้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถแยกการรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะที่ทำการทดสอบโดยวิธี Conventional Static Load Test และเสาเข็มเจาะที่ทำการทดสอบโดยวิธี Bi-Directional Static Load Test ได้เป็นแรงเสียดทานรอบๆ ผิวและแรงต้านทานที่ปลายเสาเข็มที่ค่าการทรุดตัวค่าใดค่าหนึ่ง ซึ่งทำให้สามารถเห็นและเปรียบเทียบพฤติกรรมได้ดียิ่งขึ้น

2. ทราบพฤติกรรมการส่งถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากเสาเข็มเจาะที่ทำการทดสอบโดยวิธี Conventional Static Load Test,เสาเข็มเจาะที่ทำการทดสอบโดยวิธี Bi-Directional Static Load Test ไปสู่ดินรอบๆ ข้างเพื่อช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบเสาเข็มในแต่ละกรณีต่อไปในอนาคตให้เหมาะสมกับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงในการส่งถ่ายน้ำหนักบรรทุก

3. สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการคำนวณและออกแบบระบบฐานรากเสาเข็มในแต่ละกรณีจากข้อมูลดินที่มีอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพฯและบริเวณใกล้เคียงได้

4. หาข้อจำกัดในการทดสอบวิธี Bi-Directional Static Load Test