บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและปัญหา

ในการออกแบบระบบฐานรากเสาเข็ม โดยทั่วไป การประเมินความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มจะหาจาก วิธีการทางปฐพีกลศาสตร์ (Soil mechanics method) โดยใช้ข้อมูลดินจากการเจาะสำรวจ เพื่อใช้ในการกำหนดขนาดและความยาวของเสาเข็มเบื้องต้น และควบคุมการตอกเสาเข็มเพื่อให้ได้น้ำหนักบรรทุกตามต้องการ โดยการใช้สูตรการตอกเสาเข็ม (Pile Driving formular) ซึ่งมีอยู่หลายสูตรด้วยกัน เมื่อตอกด้วยระบบ drop hammer หรือโดยใช้ PDA (Pile Driving Analyzer) สำหรับเสาเข็มที่ตอกด้วยระบบอื่น ๆ ส่วนความสามารถในการรับน้ำหนักที่แท้จริงของเสาเข็มนั้น สามารถทำได้โดยการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มในสนาม (Static pile load test)

เนื่องจากความถูกต้องแม่นยำของสูตรการตอกเสาเข็มนั้น ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ และการทำการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม ด้วยวิธีสถิตศาสตร์ (Static pile load test) ค่อนข้างจะใช้เวลามาก และเสียค่าใช้จ่ายสูง ปัจจุบันจึงได้มีการใช้วิธีหาค่าความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มและควบคุมการตอกเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์(Dynamic Pile load test) เพื่อความสะดวกรวดเร็ว และในกรณีที่ต้องการทราบกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็ม จะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการทดสอบ จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากขึ้น

แต่เนื่องจากพบว่าในบางโครงการมีการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มที่เวลาขณะตอกเสาเข็มเสร็จ (initial test) เพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการทดสอบซ้ำที่เวลาหลังจากปล่อยเสาเข็มทิ้งไว้ระยะหนึ่ง (restrike test) เพื่อให้ผลเนื่องจากการรบกวนดิน (remold state) ที่เกิดจากการตอกเสาเข็ม เริ่มกลับสู่สภาพปกติ ทำให้ในกรณีนี้ ไม่สามารถรู้ค่าความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มที่ควรจะเป็น เพื่อนำไปใช้งานได้เลย นอกจากนี้ ในบางโครงการมีเพียงการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม ด้วยวิธีทางพลศาสตร์แต่เพียงอย่างเดียว โดยไม่มี

การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีทางสถิตศาสตร์ เพื่อยืนยันผลทดสอบที่ได้จากวิธีพลศาสตร์อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบผลการประเมินความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มตอกที่เวลาขณะทำการตอกเสาเข็มเสร็จ (initial test) และที่เวลาหลังจากทิ้งไว้ระยะหนึ่ง (restrike test) โดยวิธีการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีทางพลศาสตร์ ในชั้นดินกรุงเทพ และจังหวัดระยอง

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบการประเมินความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก ของเสาเข็มตอกเมื่อทดสอบด้วยวิธีสถิตศาสตร์ และพลศาสตร์ ในชั้นดินกรุงเทพ และจังหวัดระยอง

1.2.3 เพื่อรวบรวมการเลือกพารามิเตอร์ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีทางพลศาสตร์ ในชั้นดินกรุงเทพ และจังหวัดระยอง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มตอก จากข้อมูลทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีทางสถิตศาสตร์ (Static pile load test) ตามวิธีที่เสนอโดย Mazurkiewicz (1972) เปรียบเทียบกับข้อมูลจากการทดสอบด้วยวิธีทางพลศาสตร์ (Dynamic pile load test) โดยใช้จุดวิบัติที่เสนอโดย Mazurkiewicz (1972) ซึ่งใช้ PDA (Pile driving analyzer) บันทึกสัญญาณของแรงและความเร็วในสนาม ซึ่งจะสามารถประเมินค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มได้อย่างคร่าวๆ ในสนาม โดยใช้ Case method และสามารถหาความสมบูรณ์ของโครงสร้างเสาเข็ม รวมทั้งข้อมูลการตอกเสาเข็ม เช่น ประสิทธิภาพของปั้นจั่น ความเค้นที่เกิดขึ้นในเสาเข็มเนื่องจากการตอก เป็นต้น ก่อนที่จะนำค่าแรงและความเร็วที่วัดได้มาทำการวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CAPWAPC (CAse Pile Wave Analysis Program - Continuous version) เพื่อหาความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มดังกล่าว อันเป็นการตรวจสอบผลที่ได้จาก Case method ทั้งยังสามารถทราบถึง แรงเสียดทานที่ผิว (skin friction) แรงต้านที่ปลายเสาเข็ม (end bearing) และ load - settlement curve อีกด้วย

นอกจากนี้ การวิจัยนี้ ยังได้หาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงการรับน้ำหนักของเสาเข็มกับเวลาที่ทำการทดสอบ ตลอดจนศึกษาถึงความน่าเชื่อถือของการประเมินค่าการรับน้ำหนักของเสาเข็มเมื่อทดสอบด้วยวิธีพลศาสตร์ โดยเปรียบเทียบกับวิธีสถิตศาสตร์ พร้อมทั้งรวบรวมการเลือกใส่ข้อมูลของชั้นดิน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ด้วย CAPWAPC

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย ข้อมูลการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์ และสถิตศาสตร์ของเสาเข็มตอก และข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดิน ของเสาเข็มที่ใช้ในงานก่อสร้างในชั้นดินกรุงเทพ และจังหวัดระยอง

1.3.1 ข้อมูลการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์ และสถิตศาสตร์ในเสาเข็มต้นเดียวกัน ข้อมูลนี้ประกอบด้วย

1.3.1.1 ในดินกรุงเทพ เป็นข้อมูลโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมวังน้อย อ.วังน้อย จ.พระนครศรีอยุธยา เป็นเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงหน้าตัดสี่เหลี่ยม ขนาด 0.35 - 0.45 ม. ความยาว 19.5 - 36.6 ม. และ โครงการก่อสร้างทางด่วยสายรามอินทรา - อาจณรงค์ เป็นเสาเข็มแรงเหวี่ยงเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.60 ม. ความยาว 20.0 - 30.0 ม. จำนวนเสาเข็มทั้งสิ้น 24 ต้น

1.3.1.2 ในดินจังหวัดระยอง ทุกโครงการตั้งอยู่ที่ มาบตาพุด อ.เมือง เป็นข้อมูลโครงการก่อสร้างโรงปุ๋ยแห่งชาติ ซึ่งเป็นเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงหน้าตัดสี่เหลี่ยมขนาด 0.30 - 0.45 ม. ความยาว 10.8 - 14.3 ม. โครงการ Thai Caprolactum เป็นข้อมูลเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงหน้าตัดสี่เหลี่ยม ขนาด 0.40 ม. ความยาว 17.4 ม. และโครงการ Thai Rayong Refinery vol.2/2 เป็นข้อมูลเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง หน้าตัดสี่เหลี่ยมขนาด 0.35 ม. ความยาว 15.1 - 17.0 ม. จำนวนเสาเข็มทั้งสิ้น 13 ต้น

1.3.2 ข้อมูลทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์ ที่เวลาขณะตอกเสาเข็มเสร็จ (initial test) กับหลังจากปล่อยเสาเข็มไว้ช่วงเวลาหนึ่งจึงทดสอบ (restrike test) ในเสาเข็มต้นเดียวกัน

1.3.2.1ในดินกรุงเทพ เป็นข้อมูลเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง หน้าตัดสี่เหลี่ยม โครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม อ.วังน้อย จ.พระนครศรีอยุธยา ขนาด 0.40-0.45 ม. ความยาว 19.5 - 36.6 ม. จำนวนเสาเข็ม 8 ต้น และเสาเข็มแรงเหวี่ยง โครงการก่อสร้างทางด่วน สายรามอินทรา - อาจณรงค์ กรุงเทพมหานคร ขนาด 0.60 ม. ความยาว 20.0 - 28.0 ม. จำนวน เสาเข็ม 12 ต้น

1.3.2.2 ในดินจังหวัดระยอง ที่ตั้งโครงการอยู่ที่ มาบตาพุด อ.เมือง โครงการ ก่อสร้าง Siam Styrene Monomer เป็นข้อมูลเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงหน้าตัดสี่เหลี่ยม ขนาด 0.40 ม. ความยาว 10.5 - 13.3 ม. จำนวนเสาเข็ม 14 ต้น และโครงการก่อสร้างโรงปุ๋ยแห่งชาติ เ ป็นข้อมูล เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงหน้าตัดสี่เหลี่ยม ขนาด 0.35 - 0.45 ม. ความยาว 10.8 - 14.3 ม. จำนวน เสาเข็มทั้งสิ้น 14 ต้น

1.4 วิธีดำเนินการวิจัยโดยย่อ

1.4.1 รวบรวมข้อมูลผลการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มตอก ในชั้นดินกรุงเทพฯ และจังหวัดระยอง ทั้งแบบสถิตศาสตร์ และพลศาสตร์

1.4.1.1 ผลทดสอบด้วยวิธีการสถิตศาสตร์ โดยการขึ้นน้ำหนักแบบคงน้ำหนัก (maintained load) ทดสอบถึงน้ำหนักพิบัติ หรือทดสอบที่น้ำหนักบรรทุกประมาณ 2-3 เท่าของ น้ำหนักบรรทุกที่ออกแบบไว้และคาดคะเนน้ำหนักบรรทุกสูงสุดด้วยวิธีของ Mazurkiewicz (1972)

1.4.1.2 ผลทดสอบด้วยวิธีทางพลศาสตร์ เก็บข้อมูลที่วัดได้จากการทดสอบ ตลอดจนบันทึกข้อมูลค่าเกี่ยวข้องต่อการวิเคราะห์ด้วย pile driving analyzer ใช้ Case method คำนวณในสนาม ระหว่างทำการตอกด้วย hammer จะได้ค่า pile mobilized ultimate static bearing capacity อย่างคร่าว ๆ แล้วจึงนำผลที่วัดจาก PDA (Pile driving analyzer) ไปทำการวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรม CAPWAPC (CAse Pile Wave Analysis Program - Continuous version) แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ กับวิธีทางสถิตศาสตร์ ซึ่งการวิเคราะห์แบบ พลศาสตร์ ผู้เขียนได้ทำการวิเคราะห์เองด้วย

1.4.2 หาความสัมพันธ์ของความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็ม จากการทดสอบการรับน้ำหนักของ เสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์ ที่เวลาระหว่างตอกเสาเข็มครั้งสุดท้าย (initial test) และหลังจากปล่อยทิ้งไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่งจึงทำการทดสอบ (restrike test) ในชั้นดินกรุงเทพ และหาความสัมพันธ์ข้างต้นในลักษณะเดียวกันในชั้นดินจังหวัดระยอง

1.4.3 จากข้อมูลการวิเคราะห์ทางพลศาสตร์ หาข้อสรุปการใส่ parameters ที่มีผลต่อการวิเคราะห์ โดยพิจารณาประกอบกับข้อมูลการเจาะสำรวจดิน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยนี้จะช่วยให้ผู้ออกแบบระบบฐานรากเสาเข็มตอกในชั้นดินกรุงเทพ และจังหวัดระยอง มีความเข้าใจในผลดี และผลเสีย ในผลที่ได้จากการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีทางพลศาสตร์มากขึ้น และเป็นแนวทาง ในการคาดคะเนการรับน้ำหนักของเสาเข็มที่แท้จริงเพื่อใช้งาน และยังใช้ข้อมูลเพื่อใช้ในการประเมินความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มแม้เมื่อมีผลทดสอบ ด้วยวิธีพลศาสตร์ที่เวลาระหว่างตอกครั้งสุดท้าย (initial test) เพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้การรวบรวมสรุปพารามิเตอร์ที่มีผลในการวิเคราะห์ โดย CAPWAPC (CAse Pile Wave Analysis Program - Continuous version) ของเสาเข็มในชั้นดินดังกล่าวนั้น จะช่วยทำให้การทำ trial and error ใน CAPWAPC นั้น มีความสะดวก รวดเร็ว และใกล้ความเป็นจริงมากขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย