บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมของเสาเข็มเจาะที่มีการติดตั้งเครื่องมือวัดซึ่งทำการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกโดยวิธี Bi-Directional Static Load Test และ Conventional Static Load Test สำหรับการวิจัยนี้ได้รวบรวมข้อมูลจากเสาเข็มเจาะ 7 ต้น ที่มีการก่อสร้างในโครงการเดียวกันบริเวณพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งมีลักษณะชั้นดินใกล้เคียงกับชั้นดินกรุงเทพฯ

วัตถุประสงค์ที่สำคัญของการศึกษาก็เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับคาดคะเนกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเจาะจากการทดสอบทั้ง 2 วิธี โดยเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องและพฤติกรรมของ Stress – Strain ที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกตลอดจนศึกษาข้อจำกัดในการประยุกต์ใช้การทดสอบ Bi-Directional Static Load Test กับการทดสอบเสาเข็มในดินกรุงเทพฯ

สำหรับเสาเข็มที่ทำการศึกษาเป็นเสาเข็มเจาะที่ไม่มีการอัดฉีดน้ำปูนที่ปลายเสาเข็ม สารละลายที่ใช้รักษาเสถียรภาพหลุมเจาะมีทั้ง Bentonite และ Polymer ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1.1 พารามิเตอร์สำหรับการประมาณค่าแรงเสียดทานด้านข้างของเสาเข็ม

5.1.1.1 ค่า Adhesion Factor (α) ในชั้นดินเหนียว

ผลการวิจัยสรุปได้ว่าค่า α ที่ได้จากโครงการวิจัยนี้มีค่าใกล้เคียงกันเฉพาะในชั้นดินเหนียวแข็งเท่านั้น และมีค่าสูงกว่าผลการวิจัยของ Teparaksa (2001) และ ชาญชัย (2542) โดยบางค่าของ α มีค่ามากกว่า 1

5.1.1.2 ค่า Friction Factor (β,$K_s \tan\delta$) ในชั้นทราย

ผลการวิจัยสรุปได้ว่าค่า β ที่ได้จากการทดสอบ Bi-Directional Static Load Test มีแนวโน้มสูงกว่าผลการวิจัยของชาญชัย (2542) และสุวรรณ (2531) สำหรับค่า β จากการทดสอบ Conventional Static Load Test มีค่าใกล้เคียงกับผลการวิจัยของชาญชัย (2542) และสุวรรณ (2531) และเมื่อเปรียบเทียบจากวิธีการทดสอบพบว่าค่า β จาก Bi-Directional Static Load Test มีค่าสูงกว่า Conventional Static Load Test

5.1.2 พารามิเตอร์สำหรับการประมาณค่าแรงต้านทานที่ปลายเข็ม

ผลการวิจัยสำหรับเสาเข็มเจาะที่มีปลายอยู่ในชั้นทรายพบว่า ค่า Mobilized N_q จากการทดสอบ Bi-Directional Static Load Test มีแนวโน้มสูงกว่าค่า Mobilized N_q จากการทดสอบ Conventional Static Load Test ประมาณ 7 เท่า เนื่องจากลักษณะการถ่ายแรงให้แก่ปลายเข็มและสารละลายที่ใช้รักษาเสถียรภาพหลุมเจาะต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าค่า Mobilized N_q จาก Bi-Directional Static Load Test มีค่าใกล้เคียงกันแต่ค่า Mobilized N_q จาก Conventional Static Load Test มีค่าต่ำกว่า

สำหรับเสาเข็มเจาะที่มีปลายอยู่ในชั้นดินเหนียวแข็งชั้นที่ 2 มีเพียง 1 ต้น คือ TP-13/1 ผลการวิจัยพบว่าค่า Bearing Capacity N_c มีค่าเท่ากับ 1.18

5.2 ข้อจำกัดในการทดสอบเสาเข็มโดยวิธี Bi-Directional Static Load Test

การทดสอบเสาเข็มโดยวิธี Bi-Directional Static Load Test มีข้อจำกัดเมื่อเปรียบเทียบกับการทดสอบ Conventional Top Load ได้ดังนี้

1. ก่อนที่จะทำการหล่อเสาเข็มเจาะต้องทำการติดตั้ง Hydraulic Jack ก่อน ในขั้นตอนการติดตั้งกับโครงเหล็กเสริมจำเป็นต้องทำด้วยความระมัดระวังและการกำหนดตำแหน่งของ Hydraulic Jack ต้องมีการพิจารณาตำแหน่งในการทดสอบเป็นอย่างดี

2. การใช้ Hydraulic Jack อย่างมีประสิทธิภาพนั้น วิศวกรจำเป็นต้องประมาณค่า Side Shear และ End Bearing เพื่อกำหนด Capacity ของ Hydraulic Jack ที่ทำการติดตั้ง เนื่องจากไม่สามารถเพิ่ม Capacity ของ Hydraulic Jack ได้อีกในกรณีที่ Capacity ของ

เสาเข็มทดสอบมีค่ามากกว่า ปกติกำหนดใช้ค่า Capacity ของ Hydraulic Jack ประมาณสองเท่าของ Capacity ของเสาเข็มทดสอบ และในกรณีที่ Side Shear มีค่าสูงกว่า End Bearing มาก (เสาเข็มยาวมาก) จำเป็นต้องติดตั้ง Hydraulic Jack หลายระดับสำหรับหาค่า Side Shear แต่ละช่วง ซึ่งจะเป็นการลด Capacity ของ Hydraulic Jack

3. กราฟที่ได้จากการทดสอบเสาเข็มโดยวิธี Bi-Directional Static Load Test จะอยู่ในรูปของ Equivalent Top-Loaded Load Movement Curve ไม่ได้แสดงพฤติกรรมของเสาเข็มที่เกิดขึ้นขณะทดสอบจริงแต่ก็สามารถตรวจสอบได้ว่า Load – Settlement Curve มีค่าถูกต้องหรือไม่

4. หลังจากการก่อสร้างและทำการทดสอบเสาเข็มแล้วจะไม่สามารถนำ Hydraulic Jack กลับมาใช้ได้อีกจึงทำให้เป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างพอสมควร

5.3 ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาพฤติกรรมของเสาเข็มเจาะที่มีการติดตั้งเครื่องมือวัดในตัวเสาเข็มและทำการทดสอบโดยวิธี Bi-Directional Static Load Test ในงานวิจัยนี้ เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการประยุกต์ใช้การทดสอบในชั้นดินกรุงเทพฯ ต่อไปในอนาคต ข้อเสนอแนะมีดังนี้

1. ควรเก็บข้อมูลของเสาเข็มเจาะที่มีการทดสอบโดยวิธี Bi-Directional Static Load Test ที่มีการก่อสร้างต่อไปในอนาคตมาทำการศึกษาเพิ่มเติม เนื่องจากข้อมูลเสาเข็มที่รวบรวมได้ในงานวิจัยครั้งนี้มีเพียง 2 ต้นเท่านั้น เพราะเพิ่งมีการนำมาประยุกต์ใช้ในประเทศไทยเป็นครั้งแรก และด้วยปัญหาเกี่ยวกับงบประมาณในการก่อสร้างที่ค่อนข้างสูง มีเฉพาะในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่เท่านั้นจึงยังไม่เป็นที่นิยมเท่าที่ควร แต่เมื่อพิจารณาถึงข้อดีของวิธีการทดสอบนี้แล้วก็น่าจะมีการนำมาใช้ในอนาคตได้เป็นอย่างดี การเก็บข้อมูลมาศึกษาเพิ่มเติมจึงเป็นการเพิ่มความถูกต้องของค่าพารามิเตอร์ที่จะนำไปใช้ในการออกแบบมากขึ้น

2. สำหรับตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือวัด VWSG ในตัวเสาเข็มพบว่ามีความคลาดเคลื่อนพอสมควร ทำให้ผลการทดสอบเกิดความผิดพลาดไปจากความเป็นจริง ดังนั้นก่อนการติดตั้งเครื่องมือวัดควรพิจารณาข้อมูลการเจาะสำรวจลักษณะชั้นดินบริเวณก่อสร้างให้มีความใกล้เคียงกับสภาพชั้นดินจริงมากที่สุดเพื่อมิให้ตำแหน่งเครื่องมือวัดคลาดเคลื่อนไปจาก

ตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงชั้นดินมากนัก และในขั้นตอนการติดตั้งควรมีการตรวจสอบอย่างรอบคอบ จะทำให้ได้ผลการอ่านค่าจาก Straingauges มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3. การสร้างกราฟ Equivalent Top-Loaded Load Movement Curve ต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ และต้องพิจารณาว่าค่า Ultimate Pile Capacity ที่คำนวณได้จาก Curve นี้มีค่าสูงเกินกว่าที่เข็มจะรับได้จริงหรือไม่ การศึกษาพฤติกรรมของ σ-ε ที่เกิดขึ้นจริงควรดูจากความสัมพันธ์ระหว่าง Unit Skin Friction กับ Pile Movement ในแต่ละชั้นดิน จะทราบถึงพฤติกรรมได้ชัดเจนกว่าการพิจารณาจาก Equivalent Top-Loaded Load Movement Curve