

บทที่ 1

บทนำ



## 1.1 ประวัติความเป็นมาและปัญหา

ปัจจุบันฐานรากอาคารในเขตกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่มักใช้เสาเข็มเจาะในโครงการขนาดใหญ่หรือ ในบริเวณที่มีพื้นที่จำกัด ดังนั้นการคำนวณกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มให้ใกล้เคียงกับความจริงจึงเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบ ลักษณะดินในเขตพื้นที่กรุงเทพฯ มีชั้นดินวางอยู่บนที่ลุ่มเจ้าพระยา สภาพดินค่อนข้างสม่ำเสมอประกอบด้วยชั้นดินเหนียวอ่อนมากหนา 10-14 เมตร มีค่ากำลังรับแรงเฉือนประมาณ 1-2 ตันต่อตารางเมตร วางอยู่บนชั้นดินเหนียวแข็งที่มีความหนาประมาณ 5-15 เมตร กำลังรับแรงเฉือนของดิน 5-15 ตันต่อตารางเมตร ส่วนชั้นทรายชั้นแรกถูกพบที่ความลึกประมาณ 20 เมตร หนา 8-16 เมตร อาคารส่วนใหญ่ในเขตกรุงเทพมหานครจะตั้งอยู่บนเสาเข็มซึ่งมีความลึกอยู่ในชั้นทรายชั้นแรก หรือ ชั้นทรายชั้นที่สองขึ้นอยู่กับขนาดของอาคาร การประมาณกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มโดยทั่วไปจะประเมินด้วยวิธีสถิตย์ โดยอิงจากผลการเจาะสำรวจดิน

การทดสอบ Cone penetration test เป็นวิธีการเจาะสำรวจชั้นดินที่ได้มาตรฐานและมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ 1934 ในเนเธอร์แลนด์ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น Mechanic Cone และ Electrical Cone (ตามมาตรฐาน ASTM D 3441) โดยเฉพาะ Electrical Cone จะให้ผลการทดสอบที่มีความแม่นยำสูง การทดสอบ Mechanical CPT จะไม่สามารถเจาะทะลุเจาะชั้นทรายกรุงเทพฯ ชั้นที่หนึ่งได้ เพราะเครื่องมือที่มีอยู่ยังไม่มีกำลังพอที่จะกดลงไปไนชั้นทรายกรุงเทพฯ ที่มีค่า Cone Resistance ,  $q_c$  มากกว่า 1500 ตันต่อตารางเมตร ได้ แต่การทดสอบ Electrical CPT สามารถเจาะทะลุชั้นทรายได้ ซึ่งเครื่องมือที่มีในปัจจุบัน สามารถเจาะได้ค่า  $q_c$  สูงสุดถึง 10,000 ตันต่อตารางเมตร เครื่องเจาะสำรวจจะติดตั้งบนรถบรรทุก สะดวกในการเคลื่อนย้าย และทำงานได้รวดเร็ว

โครงการก่อสร้างในประเทศไทยที่ได้นำ Electrical Cone มาใช้ในการประมาณค่าการรับน้ำหนักเสาเข็มในโครงการใหญ่ๆหลายโครงการ เช่น โครงการก่อสร้างทางด่วนบางนา-บางพลี-บางปะกง โครงการทางด่วนชั้นที่ 2 โครงการก่อสร้างทางด่วนบางปะอิน ปากเกร็ด และ โครงการก่อสร้างสะพานพระราม 8 เป็นต้น การศึกษาวิธีการประมาณกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มจาก

ผลค่าการทดสอบ CPT ในกรุงเทพฯ ยังไม่เคยมีผู้ทำวิจัยไว้เลย รวมถึงการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่สำคัญกับ ค่าการทดสอบ CPT ด้วย

ผลการทดสอบ Cone Penetration Test (CPT) โดยทั่วไปจะให้พารามิเตอร์ 2 ส่วน คือ หน่วยแรงต้านที่ปลายโคน (Cone Resistance ;  $q_c$ ) และ หน่วยแรงเสียดทานที่ค้นหาแรงเสียดทาน (Local Friction Sleeve ;  $f_{sl}$ ) ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มที่มีการทดสอบ Static Load Test และมีการติดตั้งเครื่องมือวัดกับผลการสำรวจดินโดยวิธี Electrical CPT เพื่อหาพารามิเตอร์ซึ่งประกอบหน่วยแรงความต้านที่ปลาย ( $q_c$ ) และ หน่วยแรงเสียดทานผิว ( $f_{sl}$ ) เพื่อวิเคราะห์คำนวณหา ค่าแรงต้านทานที่ปลายเสาเข็ม (End Bearing) และ ค่าแรงต้านทานที่ผิวเสาเข็ม (Skin Friction)

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อจำแนกชั้นดินจากผลการเจาะสำรวจโดยวิธี Electrical CPT ในรูปความสัมพันธ์ระหว่าง หน่วยแรงความต้านที่ปลาย (Cone Resistance ;  $q_c$ ) และ หน่วยแรงเสียดทานผิว (Local Friction Sleeve ;  $f_{sl}$ )
2. สร้างความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ที่สำคัญของชั้นดิน ได้แก่ ค่า SPT- N Value กำลังรับแรงเฉือนของดินแบบไม่ระบายน้ำ ( $S_u$ ) กับ CPT (Cone Penetration Test) และ มุมเสียดทานประสิทธิผลของดินทราย ( $\phi'$ ) กรุงเทพฯ
3. เพื่อประมาณค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเจาะ จากผลการทดสอบ CPT (Cone Penetration Test) ในรูปของ หน่วยแรงต้านที่ปลายโคน (Cone Resistance ;  $q_c$ ) และ หน่วยแรงเสียดทานที่ค้นหาแรงเสียดทาน (Local Friction Sleeve ;  $f_{sl}$ )

## 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

เนื่องจากการประมาณค่าแรงเสียดทานรอบๆผิว (Skin friction Capacity) และแรงต้านทานที่ปลายเสาเข็ม (End bearing resistance) จากข้อมูลการทดสอบเสาเข็มกระทำได้ยากมาก

เพราะมีทฤษฎีมากมาย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาฐานข้อมูล (Data base) จากเสาเข็มที่ติดตั้งเครื่องมือวัดครบถ้วน (fully instrumented piles)

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความสามารถที่รับน้ำหนักแบกทานของเสาเข็มเจาะ ที่มีการติดตั้งเครื่องมือ กับค่าที่ได้จากการทดสอบ CPT คือ Cone resistance และ Local friction Sleeve ซึ่งรวบรวมจากข้อมูลเสาเข็มที่อยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ที่ทดสอบ Static Pile Load Test และจากข้อมูลการเจาะสำรวจด้วยวิธี Electrical CPT ที่อยู่ในพื้นที่เดียวกันหรือใกล้เคียงกัน และนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์

การวิเคราะห์ผลการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเจาะที่มีการติดตั้งเครื่องมือวัดจมีนัยสำคัญดังนี้

- วิเคราะห์หาค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกทุกที่จุดวิบัติโดยใช้ทฤษฎีต่างๆที่รวบรวมโดย Fellenius (1981) โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ทฤษฎีของ Mazukiewicz (1972) และ ทฤษฎีของ Butler and Hoy (1977) ซึ่งจะมีความเหมาะสมสำหรับเสาเข็มในดินกรุงเทพฯ เพื่อใช้กับเสาเข็มเจาะที่ทดสอบไม่ถึงจุดวิบัติ
- เสาเข็มเจาะที่มีการติดตั้งเครื่องมือวัด จะทำการวิเคราะห์หาแรงเสียดทานรอบๆ ผิวที่เกิดขึ้นจริง (Real skin friction) และแรงต้านทานที่ปลายเสาเข็มที่เกิดขึ้นจริง (Real End Bearing Resistance)
- นำเสนอค่าการทดสอบ CPT ที่ใช้ในการคาดคะเนกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเจาะ แล้วเปรียบเทียบกันตามสภาวะปลายเสาเข็ม

นอกจากนี้การศึกษายังเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ระหว่าง  $q_c$  (Cone resistance) กับ  $f_{sl}$  (Local friction Sleeve) เพื่อให้แยกชั้นดินที่เคยเสนอโดย Schmerman(1967), Robertson and Campananella (1984)

การวิจัยนี้จะแสดงเฉพาะกรณีเสาเข็มเจาะเดี่ยว (Single Bore Pile) ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครเท่านั้น

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการศึกษาการจำแนกดิน การหาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์สำคัญของดิน และการส่งถ่ายน้ำหนักจากเสาเข็มเจาะ ที่มีการติดตั้งเครื่องวัดการถ่ายแรงภายในเสาเข็ม ในขณะที่น้ำหนักบรรทุกจากการทดสอบเสาเข็ม (Pile Load Test) ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์อยู่ในรูปของฟังก์ชัน  $f_{sl}$  และ  $q_c$  ของการทดสอบ CPT ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการประมาณค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเจาะดังนี้

1. ใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวในการออกแบบหาค่าแรงเสียดทานรอบๆผิว (Skin Friction) เสาเข็ม และแรงแบกทานที่ปลายของเสาเข็ม (End Bearing) ของเสาเข็มเจาะในโครงการก่อสร้างอื่นๆ ที่อยู่ในกรุงเทพมหานคร ได้อย่างเหมาะสมในอนาคต

2. เพื่อใช้ความสัมพันธ์ระหว่าง  $f_{sl}$  และ  $q_c$  ของการสำรวจโดยวิธี CPT ในการจำแนกชนิดของชั้นดิน เพื่อให้สามารถออกแบบเสาเข็มได้ถูกต้องมากขึ้นโดยไม่ต้องเจาะสำรวจเพื่อเก็บตัวอย่างดิน

3. การหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของชั้นดินกับค่าการทดสอบ CPT จะทำให้สามารถหาค่าการทดสอบทะลุทะลวงมาตรฐาน (SPT- N Value) กำลังรับแรงเฉือนของดินแบบไม่ระบายน้ำ ( $S_u$ ) กับ CPT (Cone Penetration Test) และ มุมต้านแรงเฉือนประสิทธิผลของดิน ( $\phi'$ ) ของชั้นดินนั้นได้ โดยไม่ต้องมีการเจาะสำรวจชั้นดิน (Boring) เพื่อเก็บตัวอย่างดินของดินในกรุงเทพมหานครได้