บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

กรุงเทพมหานครและเขตเศรษฐกิจของหลายประเทศมักตั้งอยู่บริเวณลุ่มแม่น้ำหรือพื้นที่ปากอ่าว ทำให้มีสภาพชั้นดินเป็นชั้นดินเหนียวอ่อนหนามากกว่า 10 เมตร เช่นสภาพชั้นดินของกรุงเทพฯและปริมณฑล มีชั้นดินเหนียวอ่อนความหนาประมาณ 15 ถึง 30 เมตร ในขณะที่ระดับน้ำใต้ดินอยู่ที่ประมาณ 1 เมตรจากผิวดิน พื้นที่ดังกล่าวมีโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่จำนวนมาก การตรวจสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของชั้นดินเหนียวอ่อนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโครงการเหล่านี้ การทดสอบในสนามโดยการทดสอบทะลุทะลวงกรวย (Cone penetration test, CPT) กำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในประเทศพัฒนาแล้ว และคาดว่าจะถูกนำมาใช้มากขึ้นในประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากการทดสอบ CPT สามารถทำได้เร็วและได้ผลทดสอบที่ต่อเนื่องหากชั้นดินมีความแปรปรวนก็จะสามารถตรวจพบได้ทันที อย่างไรก็ตามคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินไม่สามารถวัดได้โดยตรงจากการทดสอบแบบนี้ แต่จะเป็นการแปลงค่าที่อ่านได้จากผลทดสอบ CPT ไปเป็นคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินที่ต้องการ เช่น กำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Undrained shear strength, S_u) สามารถหาได้จากสมการที่ (1)

$$S_u = \frac{q_c - \sigma}{N_k} \tag{1.1}$$

โดย S_u เป็นกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ q_c เป็นแรงต้านการทะลวงทะลวงของกรวย (Cone resistance) σ เป็นหน่วยแรงกดทับ (Overburden pressure) และ N_k เป็นค่าคงตัวของกรวย (Cone factor) ซึ่ง Lunne et al.(1976) ทำการทดสอบกับดินห้าโครงการในแถบสแกนดิเนเวีย พบว่า N_k มีค่าระหว่าง 15 - 19 สำหรับ Marine clay และ N_k มีค่าระหว่าง 11 -13 สำหรับ Soft clay ซึ่ง Lunne and Eide (1978) แนะนำให้สอบเทียบกรวยเพื่อค่า N_k สำหรับแต่ละพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับ Schmertmann (1975)

นอกจากนี้ยังสามารถใช้ผลทดสอบ CPT ในการหา ความไวตัวของดิน (Sensitivity, S) ค่าอัตราส่วนการอัดตัวคายน้ำเกินปกติ (Overconsolidation ratio, OCR) ค่าการยุบตัวได้เชิงปริมาตร (Volumetric compressibility, m_v) ฯลฯ และเช่นเดียวกับ S_u คุณสมบัติทางวิศวกรรมเหล่านี้จะไม่สามารถวัดได้โดยตรงจากผลทดสอบแบบ CPT แต่จะเป็นการแปลงค่าที่อ่านได้จากการทดสอบผ่านสมการคณิตศาสตร์ทั้งสมการคณิตศาสตร์เชิงทฤษฎี (Theoretical based equation) หรือสมการทางคณิตศาสตร์เชิงประสบ (Empirical based equation) โดยสมการเหล่านี้จะมีแฟกเตอร์ของวัสดุ (Material factor) โดยแฟกเตอร์เหล่านี้มักเป็นค่าคงตัวของดินหนึ่งๆ ดังนั้นจึงควรทำการสอบเทียบกรวยเพื่อหาแฟกเตอร์ของวัสดุสำหรับสถานที่ที่ทำการทดสอบจริง การใช้ค่าแฟกเตอร์จากดินแห่งหนึ่งมาใช้กับดินอีกแห่งหนึ่ง จะทำให้

เกิดความคลาดเคลื่อนในการประมาณคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่ต้องการทราบได้ เช่นใช้ค่า N_k ในช่วง 15 - 19 ตามผลทดสอบของ Lunne et al. (1976) มาใช้กับการทดสอบเพื่อหากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำของดินเหนียวกรุงเทพ (Bangkok clay) จะส่งผลทำให้กำลังรับแรงเฉือนที่แปลได้จากผลการทดสอบ CPT มีความไม่แน่นอนสูง หากต้องการความแม่นยำในการประมาณคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินในพื้นที่โครงการซึ่งเป็นพื้นที่ที่ยังไม่มีผลสอบเทียบกรวยรองรับ จำเป็นต้องทำการสอบเทียบอย่างไรก็ตามการสอบเทียบจะมีค่าใช้จ่ายสูงมากและกินเวลานาน หากสามารถลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการสอบเทียบกรวยเพื่อหาพารามิเตอร์ปรับแก้สำหรับคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่ต้องการได้ ก็จะช่วยให้วิศวกรมีข้อมูลที่ถูกต้องมากขึ้น ทำให้สามารถออกแบบและวิเคราะห์โครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพตามไปด้วย

นอกจากนี้ในการทดสอบ CPT ในสนามซึ่งดินมีความแปรปรวนมาก เช่นอาจมีการเรียงตัวของชั้นดินทรายบางๆสลับกับชั้นดินเหนียวอ่อน พฤติกรรมการเสียรูปและการรับแรงของดินจะมีความซับซ้อน การทดสอบ CPT ในสนามไม่สามารถมองเห็นพฤติกรรมการเสียรูปที่เกิดขึ้นได้ ทำให้ไม่สามารถเข้าใจพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริง ดังนั้นการประมาณคุณสมบัติทางวิศวกรรมอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งปัญหาในลักษณะดังกล่าวต้องการงานการทดสอบในเชิงวิจัย เพื่อพัฒนาความเข้าใจในพฤติกรรมร่วมระหว่างดินและกรวยในลักษณะ soil-structure interaction ขณะกดทดสอบ และการทดสอบเชิงวิจัยในลักษณะดังกล่าว หากต้องทำในสนาม จะมีค่าใช้จ่ายสูงมาก นอกจากนี้ยังไม่สามารถควบคุมความแปรปรวนของดินทดสอบได้ด้วย

จากที่ปัญหาต่างๆที่กล่าวถึงข้างต้นแสดงให้เห็นว่า หากสามารถดำเนินการทดสอบ CPT ได้โดยมีขนาดเล็กลง ซึ่งทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการทดสอบในแต่ละครั้ง และทำให้สามารถเตรียมตัวอย่างดินที่มีคุณสมบัติตามต้องการอย่างไม่ยุ่งยาก จะส่งเสริมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มขึ้นอย่างมาก และจะรองรับการใช้ทดสอบ CPT ที่มีแนวโน้มจะได้รับความนิยมในประเทศเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอชุดทดสอบการทะลุทะลวงกรวยขนาดเล็กซึ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการทดสอบน้อย และสามารถควบคุมคุณภาพของตัวอย่างดินที่จะทดสอบได้ดี

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

พัฒนาชุดทดสอบการทะลุทะลวงของกรวยขนาดเล็ก (miniature cone penetration test,mCPT) โดยใช้ร่วมกับชุดทดสอบแรงกดสามแกน (triaxial apparatus) ทำการทดสอบกับดินเหนียวในสภาพไม่มีการระบายน้ำ สภาพอัดตัวคายน้ำตามปกติ (normally consolidated clay)