บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การออกแบบโครงสร้างสาธารณูปโภคพื้นฐาน เช่น ทางหลวง สนามบิน และท่าเรือ เป็นต้น บนชั้นดินเหนียวอ่อนต้องคำนึงถึงปัจจัยสองส่วนที่สำคัญคือ กำลังรับแรงแบกทานและการทรุดตัว ดินเหนียวอ่อนมีกำลังรับแรงแบกทานที่ต่ำและการทรุดตัวที่สูงจึงจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมก่อนการก่อสร้าง เพื่อเพิ่มกำลังแบกทานและลดการทรุดตัว การปรับปรุงดินด้วยการเสริมเสาเข็มดินซีเมนต์เป็นเทคนิคที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน การเสียรูปและความดันน้ำส่วนเกินขณะรับน้ำหนักบรรทุกมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพิจารณาเฝ้าระวังโครงสร้างเพื่อป้องกันจากการพังทลายของดิน การทำนายสถานะความเครียด ความเค้น และค่าความดันน้ำในดินสามารถทำได้โดยวิธีเชิงตัวเลข เช่น วิธีไฟไนท์เอลิเมนต์ เป็นต้น ความแม่นยำของการคำนวณโดยวิธีไฟไนท์เอลิเมนต์ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้แบบจำลองพฤติกรรมของดิน (soil model) และการเลือกใช้ค่าพารามิเตอร์ (Potts and Zdrakovie, 2001) ซึ่งจะต้องมีการปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้เหมาะสม โดยการเปรียบเทียบแบบจำลองกับผลการสอบวัดที่ติดตั้งในสนาม แต่การติดตั้งเครื่องวัดในสนามนั้นมีค่าใช้จ่ายสูงและยุ่งยาก โครงสร้างแบบจำลองกายภาพจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถใช้ในการศึกษาพฤติกรรมการอัดตัวคายน้ำ

Yin and Fang (2006 และ 2007) ทำการศึกษาการอัดตัวคายน้ำของดินเหนียวอ่อนเสริมเสาเข็มดินซีเมนต์แบบ End Bearing โดยสร้างแบบจำลองกายภาพย่อส่วนแบบสมมาตรรอบแกน (axisymetric) เสาเข็มดินซีเมนต์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร สูง 200 มิลลิเมตร เครื่องมือตรวจวัดแรงดันน้ำถูกติดตั้งในจุดต่างๆ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการระบายความดันน้ำจะเกิดขึ้นเร็วตรงบริเวณจุดที่ใกล้เสาเข็มเสาเข็มดินซีเมนต์ และเสาเข็มทำหน้าที่เสมือนแผ่นระบายน้ำแนวดิ่ง ช่วยลดระยะเวลาการทรุดตัวของดินเหนียว

Chai et al. (2010) ทำการศึกษาการอัดตัวคายน้ำของดินเหนียวอ่อนเสริมเสาเข็มดินซีเมนต์แบบ Floating ที่เมืองฟูกูโอกะ ประเทศญี่ปุ่น ด้วยวิธีไฟไนท์เอลิเมนต์ (FEM) เปรียบเทียบกับวิธีของสถาบันวิศวกรรมโยธาแห่งประเทศญี่ปุ่น (JICE) โดยพิจารณาถึงอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ทั้งหมดต่อพื้นที่หน้าตัดเสาเข็ม (α) อัตราส่วนความลึกเสาเข็มต่อความลึกทั้งหมด (β) และความลึกของปลายเสาเข็มที่อยู่ในชั้นดินที่ไม่ได้ปรับปรุง (H_c) ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีไฟไนท์เอลิเมนต์สามารถประมาณค่าการทรุดตัวได้ใกล้เคียงกับผลตรวจวัดในสนาม

บทความนี้จะศึกษาพฤติกรรมการอัดตัวคายน้ำของชั้นดินเสริมเสาเข็มดินซีเมนต์แบบ end bearing ด้วยการสร้างแบบจำลองกายภาพย่อส่วนแบบสมมาตรรอบแกน และเปรียบเทียบผลทดสอบที่ได้กับผลการวิเคราะห์ทางไฟไนท์เอลิเมนต์

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 สร้างแบบจำลองกายภาพย่อส่วนแบบสมมาตรรอบแกน ที่เป็นต้นแบบสำหรับใช้จำลองพฤติกรรมโครงสร้างทางวิศวกรรมปฐพีในห้องทดสอบ

1.2.2 ศึกษาพฤติกรรมการอัดตัวคายน้ำของดินเหนียวอ่อนเสริมเสาเข็มดินซีเมนต์

1.2.3 ศึกษาสถานะความเค้น (stress) ความเครียด (strain) และความดันน้ำ (pore water pressure) ที่เกิดขึ้นในดินเหนียวอ่อนรอบเสาเข็มดินซีเมนต์

1.2.4 เปรียบเทียบผลทดสอบแบบจำลองกายภาพย่อส่วนในห้องปฏิบัติการกับผลวิเคราะห์เชิงตัวเลขแบบสมมาตรรอบแกน ด้วยโปรแกรม Plaxis 2D Version 8.2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ดินเหนียวที่ใช้ในการทดสอบเป็นดินเหนียวกรุงเทพ (Bangkok clay) เก็บจากบริเวณการไฟฟ้านครหลวงชิดลม กรุงเทพมหานคร ทำการปั้นใหม่ภายในห้องปฏิบัติการปฐพีวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี การทดสอบเป็นแบบสมมาตรรอบแกน แบบจำลองกายภาพย่อส่วนทำจากท่อเหล็ก ซึ่งมีความหนา 6 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 300 มิลลิเมตร และความสูง 450 มิลลิเมตร ผิวด้านในกลึงเรียบ พร้อมรูระบายน้ำด้านล่างชนิดมีวาล์วเปิด-ปิด และช่องสอดสายอุปกรณ์ตรวจวัด เครื่องมือตรวจวัดประกอบด้วยอุปกรณ์วัดความดันน้ำ (pore pressure transducers) อุปกรณ์วัดการเคลื่อนตัวในแนวดิ่ง (linear potentiometers) อุปกรณ์วัดความเค้นในดิน (earth pressure cells) และเปรียบเทียบผลทดสอบที่ได้กับผลการวิเคราะห์ทางไฟไนท์เอลิเมนต์ด้วยโปรแกรม Plaxis 2D Version 8.2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงพฤติกรรมการอัดตัวคายน้ำของดินเหนียวอ่อนที่ถูกปรับปรุงด้วยเสาเข็มดินซีเมนต์

1.4.2 ทราบถึงพฤติกรรมของสถานะความเค้น (stress) ความเครียด (strain) และความดันน้ำ (pore water pressure) ที่เกิดขึ้นในดินเหนียวอ่อนเสริมเสาเข็มดินซีเมนต์ เมื่อมีน้ำหนักบรรทุกกระทำ

1.4.3 เข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้วิธีทางไฟไนท์เอลิเมนต์ทำนายสถานะความเค้น ความเครียด และความดันน้ำ ที่เกิดขึ้นในชั้นดินเหนียวอ่อนเสริมเสาเข็มดินซีเมนต์