บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัย

การออกแบบโครงสร้างทางวิศวกรรมปฐพีในอดีตนั้นพิจารณาเสถียรภาพ (stability) ของโครงสร้างเป็นหลักโดยไม่ค่อยสนใจการเคลื่อนตัวของโครงสร้างภายใต้สภาวะใช้งาน โดยคุณสมบัติของดินที่ต้องการในการวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวคือค่ากำลังรับแรงเฉือนของดิน (shear strength of soils) แต่การออกแบบในปัจจุบันนั้นเริ่มสนใจการวิเคราะห์หาการเคลื่อนตัวของโครงสร้างที่สภาวะใช้งานแทน เพราะต้องการทราบผลกระทบของการเคลื่อนตัวของดินรอบๆ โครงสร้างที่ออกแบบต่อโครงสร้างข้างเคียง (เช่น งานขุดชั้นใต้ดินและอุโมงค์ในพื้นที่ชุมชนหนาแน่น) และยังต้องการรู้สภาวะที่เกิดขึ้นจริงต่อโครงสร้างที่ออกแบบด้วย จากผลการวิเคราะห์โดยใช้การพิจารณาการวิบัติแบบเก่า จะพบว่าการเคลื่อนตัวที่วิเคราะห์ได้มีค่าไม่ตรงกับค่าที่ได้จากการวัดในสนามโดยตรงจากโครงสร้างภายใต้สภาวะใช้งานจริง (เช่น Ng & Ling, 1995 (สำหรับงานขุดชั้นใต้ดิน) และ Gunn, 1993 (สำหรับงานอุโมงค์)) อีกทั้งยังพบว่าความเครียดของดินรอบๆ โครงสร้างทางวิศวกรรมปฐพีภายใต้สภาวะใช้งานนั้นมีค่าน้อยกว่าความเครียดที่จุดที่มีหน่วยแรงสูงสุดอย่างมาก และค่าโมดูลัสที่ได้จากการคำนวณย้อนกลับ (back-calculate) จากข้อมูลในสนามนั้น มีค่ามากกว่าค่าที่ใช้ในการออกแบบอย่างมาก (เช่น Burland, 1989) ซึ่งสาเหตุสำคัญของความแตกต่างกันนี้มาจากการพิจารณาพฤติกรรมของดินที่ใช้ในการออกแบบนั้นไม่ตรงกับสภาวะที่เกิดขึ้นจริง ฉะนั้นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (constitutive model) ของดินที่ใช้จะต้องมีความถูกต้องและซับซ้อนมากขึ้นเพื่อสะท้อนถึงพฤติกรรมจริงของดิน อีกทั้งค่าคุณสมบัติของดิน (soil parameters) ที่ต้องการก็ต้องมีจำนวนมากขึ้นและซับซ้อนขึ้น ในปัจจุบันเริ่มมีการพิจารณาพฤติกรรมต่างๆของดินที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้การวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างทางวิศวกรรมปฐพีมีความถูกต้องและเหมาะสม (ประหยัด) ยิ่งขึ้น โดยเฉพาะสำหรับโครงสร้างขนาดใหญ่ๆ เช่น งานอุโมงค์ และงานขุดชั้นใต้ดิน เป็นต้น

ในการออกแบบโครงสร้างทางวิศวกรรมปฐพีที่สมบูรณ์โดยเฉพาะสำหรับงานขุดชั้นใต้ดินและอุโมงค์จะต้องประกอบด้วย (i) การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของดินและโครงสร้าง (ii) การวิเคราะห์แรงที่ดินกระทำต่อโครงสร้าง (iii) การวิเคราะห์ความดันของน้ำใต้ดินที่เกิดขึ้น และ (iv) การวิเคราะห์ผลกระทบของการลดลงของความดันของน้ำใต้ดินที่เกิดขึ้นเพื่อทราบพฤติกรรมของโครงสร้างในระยะยาว (Negro & de Queiroz, 2000) จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าพฤติกรรมที่สำคัญของดินที่ต้องถูกรวมในแบบจำลองคณิตศาสตร์ของดิน เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้นมีความถูกต้องคือ (i) small-strain stiffness and its non-linearity, (ii) stiffness anisotropy, (iii) recent stress history, (iv) elastic-plastic behavior within the yield surface, (v) 3-D nature of soil deformation และ (vi) creep behavior การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อจำลองพฤติกรรมต่างๆของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯข้างต้นจำเป็นต้องมีผลการทดลองจากห้องปฏิบัติการชั้นสูงเป็นข้อมูล แต่ดังที่กล่าวไปแล้วว่าข้อมูลเหล่านี้แทบจะไม่มีสำหรับดินเหนียวอ่อน

กรุงเทพฯ ซึ่งเหตุผลอาจจะเป็นเพราะ (i) ลักษณะพฤติกรรมที่สนใจนั้นยังใหม่แม้กระทั่งนักวิจัยในต่างประเทศก็เพิ่งให้ความสนใจพฤติกรรมเหล่านี้ในระยะเวลาประมาณ 20 ปีที่ผ่านมา (ii) ขาดความรู้อย่างเป็นระบบและความชำนาญเฉพาะด้าน (iii) ขาดเงินทุนสนับสนุนการวิจัยด้านการพัฒนาอุปกรณ์ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยต้องได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการชั้นสูงเป็นหลัก ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น โครงการวิจัยนี้จึงจะถูกดำเนินการ โดยการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาพฤติกรรมที่สำคัญของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงของพฤติกรรมของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯที่ถูกต้องมากขึ้นในอนาคต และเพื่อทำให้การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของโครงสร้างทางวิศวกรรมปฐพีมีความแม่นยำยิ่งขึ้นและการออกแบบมีความประหยัดยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้คือการศึกษาถึงคุณสมบัติทางด้าน (i) small-strain stiffness, (ii) non-linearity, และ (iii) stiffness anisotropy ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ ซึ่งผลลัพธ์ของโครงการนี้จะได้ข้อมูลที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเข้าใจพฤติกรรมของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ อีกทั้งในอนาคตยังจะเป็นประโยชน์มากขึ้นหากได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และเพิ่มเข้าไปในระเบียบวิธีการคำนวณเชิงตัวเลข เช่น วิธีไฟไนต์อิลิเม้นต์ (finite element method) ซึ่งจะทำให้เราสามารถวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของโครงสร้างทางวิศวกรรมปฐพีได้ถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

โดยวัตถุประสงค์สำคัญของโครงการนี้สามารถจำแนกเป็นข้อๆดังนี้

- การพัฒนาระบบ triaxial apparatus ที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเพื่อใช้สำหรับการศึกษาพฤติกรรมของดินในช่วงความเครียดต่ำ โดยการเพิ่ม local strain measurement system เข้าไป
- การพัฒนาระบบ bender element เพื่อใช้สำหรับการศึกษาพฤติกรรมของดินในช่วงความเครียดต่ำด้วยการวัดความเร็วของคลื่นสั่นสะเทือนที่วิ่งผ่านดิน (ระบบนี้จะรวมกับระบบ triaxial apparatus)
- การศึกษาพฤติกรรม stiffness degradation curve, non-linearity, และ anisotropy ภายใต้การเฉือนแบบระบายน้ำ (drained shear) และไม่ระบายน้ำ (undrained shear) ของตัวอย่างดินที่ถูกเตรียมในแนวตั้งและแนวนอน ด้วย triaxial apparatus & bender element
- การศึกษาพฤติกรรมจากผลกระทบของ intermediate principal stress และ major principal stress direction ภายใต้การเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ ด้วย torsional shear hollow cylinder apparatus

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้สามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนคือ

- การพัฒนาเครื่องมือ
- การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

การวิจัยนี้จะสนใจศึกษาพฤติกรรม stiffness anisotropy ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯในช่วงความเครียดต่ำ โดยจะเป็นการทดสอบดินที่ isotropic in-situ confining stress และทำการเฉือนดินแบบไม่ระบายน้ำ (undrained) และแบบระบายน้ำ (drained) สำหรับตัวอย่างดิน vertically- and horizontally-cut (สำหรับ triaxial test) และแบบไม่ระบายน้ำสำหรับตัวอย่างดิน vertically-cut (สำหรับ torsional shear hollow cylinder test)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ของโครงการวิจัยนี้มีดังนี้

- เป็นการพัฒนาเครื่องมือ triaxial apparatus และ bender element ในห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพสำหรับการวิจัยขั้นสูงเพื่อศึกษาพฤติกรรมของดิน
- ข้อมูลที่จะได้จากโครงการวิจัยนี้จะเป็นองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับพฤติกรรม nonlinearity และ anisotropy ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯที่ความเครียดต่ำ จากการทดสอบ monotonic triaxial test with local strain measurement ซึ่งยังไม่เคยมีการทดลองมาก่อน
- ข้อมูลที่จะได้จากโครงการวิจัยนี้จะเป็นองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับผลกระทบของ major principal stress direction และ intermediate principal stress ต่อพฤติกรรมของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ จากการทดลอง torsional shear hollow cylinder ซึ่งยังไม่เคยมีการทดลองมาก่อน
- ข้อมูลที่จะได้จากโครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (constitutive model) ของพฤติกรรมของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯต่อไป