บทที่ 1.

บทนำ

1.1 คำนำ

ในปัจจุบันงานก่อสร้างห้องใต้ดินลึกในกรุงเทพมหานครเป็นสิ่งจำเป็นและมีแนวโน้มที่จะใช้มากขึ้นโดยเฉพาะการก่อสร้างอาคารสูง เนื่องจากความจำเป็นในการใช้สอยพื้นที่ซึ่งมีราคาสูงให้ได้รับประโยชน์สูงสุด. ผลของการก่อสร้างห้องใต้ดินหากขาดความระมัดระวังในการควบคุมและวิธีการก่อสร้างที่ดีรวมถึงการเลือกระบบค้ำยันที่ไม่เหมาะสมแล้วอาจก่อให้เกิดอันตรายและความเสียหายต่ออาคารข้างเคียงและงานก่อสร้างของโครงการนั้น ๆ เองได้เช่น อาคารข้างเคียงแตกร้าว, ทรุดตัว, ความเสียหายต่อฐานรากเดิมเนื่องจากการเคลื่อนตัวของดินและการพังทลายของระบบโครงสร้างค้ำยันเข้ามาในพื้นที่ก่อสร้าง เป็นต้น. ในบรรดาความเสียหายดังกล่าวการเคลื่อนตัวของดินได้แก่การทรุดตัวและการเคลื่อนตัวด้านข้าง เป็นที่หลีกเลี่ยงไม่ได้แต่สามารถควบคุมปริมาณการเคลื่อนตัวได้โดยการเลือกระบบโครงสร้างค้ำยันที่เหมาะสม และวิธีการก่อสร้างที่ดีรวมถึงคุณภาพการทำงานของผู้ดำเนินการเองด้วย.

ดังนั้นในการก่อสร้างห้องใต้ดินลึก ต้องสามารถดำเนินการให้ได้ 2 ประการคือ (1)การเลือกวิธีการก่อสร้างและระบบโครงสร้างค้ำยันต้องเหมาะสมและมีเสถียรภาพ และ (2)การควบคุมปริมาณการเคลื่อนตัวของดินต้องได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิด การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อตรวจปริมาณการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดินและที่ผิวดินเช่นInclinometerและหมุดวัดการทรุดตัว(Settlement point)เป็นสิ่งจำเป็นโดยเฉพาะการก่อสร้างที่มีอาคารข้างเคียงอยู่โดยรอบ.

การเลือกวิธีการก่อสร้างและระบบโครงสร้างค้ำยันให้มีเสถียรภาพนั้นหมายถึง ต้องสามารถป้องกันการวิบัติได้ กล่าวคือ ต้องไม่เป็นอันตรายต่อพื้นที่ก่อสร้างและอาคารข้างเคียง. ดังนั้นผู้ออกแบบต้องสามารถเลือกใช้พารามิเตอร์ของดินและหน่วยแรงดันดินได้อย่างเหมาะสมรวมทั้งการตรวจสอบเสถียรภาพของบ่อขุด(Factor of safety against basal heave) และความปลอดภัยของความปลอดภัยของระบบโครงสร้างค้ำยันด้วย.

สำหรับการควบคุมปริมาณการเคลื่อนตัวของดินและกำแพงกันดินนั้น โดยทั่วไปปริมาณที่ยอมให้มักจะกำหนดขึ้นตามความสำคัญของอาคารข้างเคียงที่อาจจะได้รับผลกระทบจากงานก่อสร้างห้องใต้ดิน. ผู้ออกแบบจึงจำเป็นต้องประเมินปริมาณการเคลื่อนตัวของดินรอบ ๆ พื้นที่ก่อสร้างไม่ให้เกินปริมาณที่ยอมให้ พร้อมทั้งกำหนดขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง เช่นการกำหนดขั้นตอนและวิธีการขุดดิน, การติดตั้งระบบการสูบน้ำออกจากพื้นที่ก่อสร้าง(Dewatering) เป็นต้น.

อย่างไรก็ตาม ในการวิเคราะห์ปัญหาในงานขุดลึกแบบค้ำยัน(Braced excavation)นี้มีความยุ่งยากซับซ้อนเนื่องจากมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องจำนวนมากรวมทั้งพฤติกรรมที่สลับซับซ้อนระหว่างมวลดินกับระบบโครงสร้างค้ำยัน ตัวแปรเหล่านี้ได้แก่ (1)สภาพของดิน(Soil conditions)เช่นกำลังรับแรงเฉือนของดิน, โมดูลัสของดิน, อัตราส่วนปัวซองส์, สัมประสิทธิ์หน่วยแรงดันดินด้านข้างและแรงเสียดทานที่ผิวของกำแพงกันดินกับดินหลังกำแพง(Soil-to-wall-adhesion). ปัญหาหนึ่งของผู้ออกแบบคือการเลือกใช้พารามิเตอร์เหล่านี้ของดินโดยเฉพาะในดินเหนียวอ่อนซึ่งมีพฤติกรรมที่สลับซับซ้อน ค่าของพารามิเตอร์ของดินมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและขั้นตอนของการก่อสร้างคุณภาพของตัวอย่างดินที่ใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการยากที่จะยอมรับได้ และข้อมูลดินที่ได้จากการทดสอบในสนามมักจะให้ผลที่ไม่อาจจะแปลความหมายได้โดยง่าย. (2)ระบบโครงสร้างค้ำยัน(Structural support systems) เช่นสติฟเนสของกำแพงและค้ำยัน(Wall and strut stiffness), จำนวนชั้นของค้ำยัน(Number of strut levels), ระยะห่างในแนวดิ่งของค้ำยัน, สภาพการยึดปลายล่างของกำแพง(End support) และปริมาณการอัดแรงในค้ำยัน(Preloading of strut). (3)ขนาดของงานขุด(Geometric conditions) เช่นความลึกของการขุด, ความหนาของชั้นดินจากระดับขุดถึงชั้นดินแข็งและระยะฝังของปลายกำแพงใต้ระดับขุด(Depth of wall penetration below final excavation depth). (4)วิธีการก่อสร้าง(Method of constructions)เช่นช่วงความลึกที่ขุดเพิ่มในแต่ละขั้นตอน(Excavaction step size) และขนาดของการเว้นคันดิน(Berm -

width)นอกจากนั้นยังรวมถึงสภาพการก่อสร้างด้วย เช่นการเตรียมงานในสนาม(Site - preparation), การตรวจสอบและขุดหาสาธารณูปโภคใต้ดิน, การรื้อถอนฐานรากเดิม, การเจาะดินทำเข็มฐานราก, การสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร, ระบบการสูบน้ำออกจากพื้นที่ก่อสร้าง, สภาพ - การจราจรของยวดยาน และน้ำหนักบรรทุกที่ผิวดินหลังกำแพง รวมทั้งความรวดเร็วและคุณภาพของ - การก่อสร้างเป็นต้น. ตัวแปรทั้งหมดที่กล่าวมานี้ยากที่จะจำลอง(Medelling)เพื่อวิเคราะห์ได้ทั้งหมด.

1.2 <u>วัตถุประสงค์ของการวิจัย</u>

ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการทรงตัวของกำแพงกันดินในแบบเข็มพืดโดยใช้ค้ำยัน(Braced sheet pile wall)และการทรุดตัวที่ผิวดิน(Surface settlement)ของงานขุดลึกในดินเหนียว - อ่อนกรุงเทพในระหว่างการก่อสร้าง

2. เพื่อหาความสัมพันธ์ของการเคลื่อนตัวด้านข้างของเข็มพืดกับการทรุดตัวที่ผิวดินภายใต้อิทธิพลของพารามิเตอร์ต่าง ๆ

3. เพื่อหาแนวทางและวิธีการก่อสร้างห้องใต้ดินลึกในด้านดินเหนียวอ่อนกรุงเทพด้วยระบบกำแพงกันดินแบบเข็มพืดโดยใช้ค้ำยัน

1.3 <u>ขอบเขตของการวิจัย</u>

การวิจัยนี้ต้องการเน้นที่จะศึกษาเฉพาะพฤติกรรมการทรงตัว, การเคลื่อนตัวด้านข้างของเข็มพืด และการทรุดตัวที่ผิวดินหลังเข็มพืดในระหว่างการก่อสร้างโดยมีขอบเขตในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การทดสอบหาคุณสมบัติของดิน ได้ทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการโดยบริษัท STS Engineering consultants จำกัด และในสนามโดยห้องปฏิบัติการของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT) โดยคุณสมบัติขั้นพื้นฐานของดินได้ทำการทดสอบหาค่าหน่วยน้ำหนักรวม(Total unit weight,γ), ปริมาณความชื้น และขีดจำกัดของอัตเตอร์เบริก(Atter berg's limit)ในห้องปฏิบัติการ. กำลังรับแรงเฉือนของดิน(Undrained shear strength, Su)ได้จากการทดสอบ Field vane shear test ในสนาม. สำหรับค่าโมดูลัสการเสียรูป(Modulus of deformation, Eu)ได้จากการทดสอบPressuremeter testในสนาม. คุณสมบัติของดินที่ได้จากการทดสอบนี้จะได้แต่ค่าหน่วยน้ำหนักรวม, กำลังรับแรงเฉือนและโมดูลัสการเสียรูป จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของบ่อขุด และการคาดคะเนปริมาณการเคลื่อนตัวด้านข้างของเข็มพืด

2. การศึกษาพฤติกรรมและความสัมพันธ์ของปริมาณการเคลื่อนตัวด้านข้างของเข็มพืดกับการทรุดตัวที่ดินหลังเข็มพืด โดยการติดตั้ง(Inclinometer)ยึดติดกับเข็มพืดสำหรับวัดปริมาณการเคลื่อนตัวด้านข้าง และติดตั้งหมุดวัดการทรุดตัวที่ผิวดิน(Settlement point)สำหรับวัดการทรุดตัว โดยจะแสดงผลการทดสอบที่ได้ในรูปแบบของ พฤติกรรมและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ตามพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในระหว่างการก่อสร้างดังนี้

1.) พฤติกรรมและความสัมพันธ์ของการเคลื่อนตัวด้านข้างของเข็มพืดกับการทรุดตัวที่ผิวดินในรูปแบบของ

ก) พฤติกรรมการโก่งตัวของเข็มพืด

ข) พฤติกรรมการทรุดตัวที่ผิวดิน

ค) ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนตัวด้านข้างสูงสุดของเข็มพืด(δ_{Hmax})กับการทรุดตัวสูงสุดที่ผิวดิน(δ_{Hmax})เทียบกับเวลา

2.) ผลของระบบโครงสร้างค้ำยันที่มีต่อปริมาณการเคลื่อนตัวด้านข้างของเข็มพืดในรูปแบบของ

ก) การเปรียบเทียบปริมาณการเคลื่อนตัวด้านข้างสูงสุดของเข็มพืด(δ_{Hmax})จากจากผลของสติฟเนสของค้ำยัน(Strut stiffness, S)

ข) พฤติกรรมของ เข็มพืด จากผลของการอัดแรงในค้ำยัน(Prelodaing of strut)

3.) ผลของขนาดของงานขุด (Geometric conditions) ที่มีต่อปริมาณการ เคลื่อนตัวด้านข้างของ เข็มพืด ในรูปแบบของ

ก) การ เปรียบเทียบปริมาณการ เคลื่อนตัวด้านข้างสูงสุดของ เข็มพืด(δ_{Hmax})จากผลของความลึกของการขุด(Depth of excavation, H)

ข) การ เปรียบเทียบปริมาณการ เคลื่อนตัวด้านข้างสูงสุดของ เข็มพืด(δ_{Hmax})จากผลของความหนาของชั้นดินจากระดับขุดถึงชั้นดินแข็ง(Depth of wall penetration below final excavation depth, T)

4.) ผลของวิธีการก่อสร้าง (Method of constructions) ที่มีปริมาณการ เคลื่อนตัวด้านข้างของ เข็มพืด ในรูปแบบของ

ก) การ เปรียบเทียบปริมาณการ เคลื่อนตัวด้านข้างสูงสุดของ เข็มพืด(δ_{Hmax})จากผลของการ เว้นคันดิน(Berm width, w)

3. การวิเคราะห์เสถียรภาพของบ่อขุด โดยการตรวจสอบค่าอัตราส่วนความปลอดภัย (Factor of safety against basal heave, FS)โดยใช้ค่ากำลังรับแรง เฉือนของดินจากผลการทดสอบField vane shear testในสนาม. ซึ่งจะแสดงผลการทดสอบในรูปแบบของการ เปรียบเทียบปริมาณการ เคลื่อนตัวด้านข้างสูงสุดของ เข็มพืด(δ_{Hmax})จากผลของค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของบ่อขุด(FS)แล้วนำมา เปรียบเทียบกับผลการวิจัยในอดีตที่มีผู้ศึกษาไว้(Mana, 1981).

4. การคาดคะ เนปริมาณการ เคลื่อนตัวของด้านข้างสูงสุดของ เข็มพืด(δ_{Hmax})การ เลือกใช้ค่าพารามิเตอร์ของดินได้ใช้ค่ากำลังรับแรง เฉือนของดินจากการทดสอบField vane shear test และค่าโมดูลัสของดินจากการทดสอบPressuremeter test. โดยจะคาดคะ เนเฉพาะปริมาณการ เคลื่อนตัวด้านข้างสูงสุด(δ_{Hmax})ซึ่งใช้วิธีSimplified methodที่เสนอโดยWongและBroms (1989) แล้วนำผลที่ได้จากการคาดคะ เนมา เปรียบเทียบกับผลการทดสอบที่วัดได้จริงในสนาม.