บทที่ 3

การรวบรวมและข้อมูลในการวิจัย

3.1 บทนำ

ข้อมูลสำหรับการวิจัยนี้เป็นข้อมูลที่ได้มาจากโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าใต้ดินสายเฉลิมรัชมงคลเฉพาะในส่วนของการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน ซึ่งเป็นการก่อสร้างสำหรับงานขุดดินลึกโดยอาศัยระบบการก่อสร้างกำแพงกันดินชนิดไดอะแฟรมวอลล์มาใช้เป็นระบบป้องกันดินขณะทำการขุดดินและใช้เป็นโครงสร้างจริง (Permanent Structure) ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนั้นได้มาจากการเลือกการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเพียง 4 สถานี โดยแยกออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลจากการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินส่วนเหนือ 2 สถานี คือ สถานีเทียมร่วมมิตร, สถานีบางซื่อ และข้อมูลจากการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินส่วนใต้ 2 สถานี คือ สถานีหัวลำโพง, สถานีสามย่าน โดยรายละเอียดของข้อมูลแต่ละสถานีดังกล่าวข้างต้นได้นำเสนอในหัวข้อ 3.2, 3.3, 3.4, และ 3.5

3.2 รายละเอียดข้อมูลของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตร

3.2.1 ข้อมูลทั่วไป

การก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตรจะก่อสร้างอยู่บริเวณถนนรัชดาภิเษก ช่วงบริเวณใกล้กับแยกเทียมร่วมมิตรและโรบินสันรัชดาฯ โดยสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตรจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนสถานีหลัก (Main station) ซึ่งมีขนาดความกว้างประมาณ 29.2 เมตร ความยาว 340.2 เมตร ความลึก 22.55 เมตร และส่วนที่ใช้สำหรับติดตั้งหัวเจาะอุโมงค์ (Launch shaft section) ซึ่งมีขนาดความกว้าง 18.0 เมตร ความยาว 29.2 เมตร ความลึก 23.9 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.1

3.2.2 ลักษณะของชั้นดินและข้อมูลการเจาะสำรวจดิน

สภาพของชั้นดินบริเวณการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตรจะมีระดับของน้ำใต้ดิน (Water Table) อยู่ที่ความลึกประมาณ 2.2 เมตร จากผิวดิน โดยมีลักษณะของชั้นดินดังนี้

1 ชั้นดิน (Crust) มีลักษณะเป็นทรายปนกรวดที่มีความแน่นระดับปานกลาง โดยมีความหนาตั้งแต่ระดับผิวดินจนถึงที่ระดับความลึกประมาณ 2.5 เมตร

2 ชั้นดินเหนียวอ่อนถึงปานกลาง (Soft to medium clay) เป็นดินเหนียวสีเทาเข้มมีปริมาณของทราย,เปลือกหอย และรากไม้ปนอยู่เล็กน้อย โดยอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 2.5 ถึง 16.0 เมตร จากระดับผิวดิน

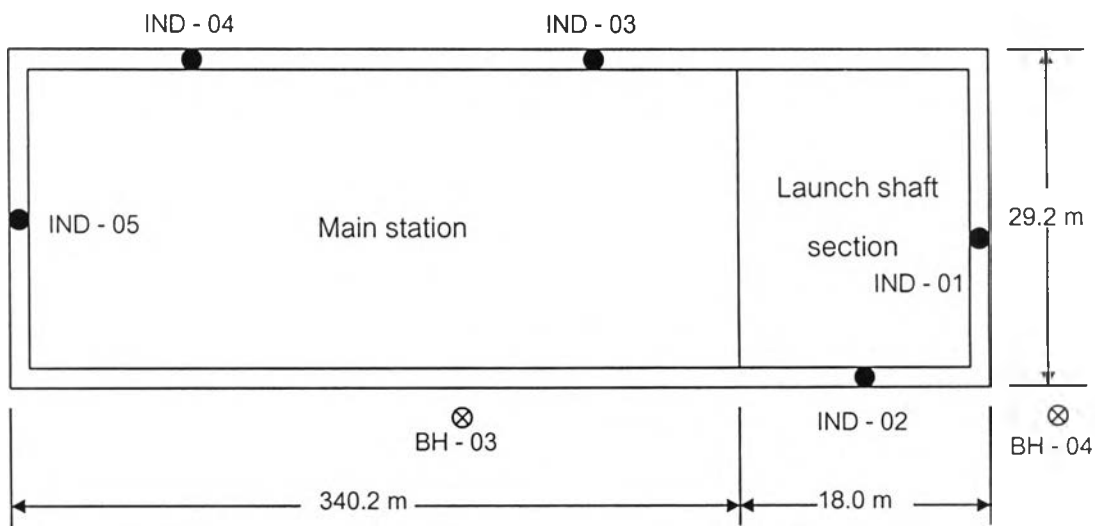
3 ชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff clay) เป็นดินเหนียวสีเทาปนเขียวและมีปริมาณทรายผสมอยู่เล็กน้อย มีค่า N เฉลี่ยประมาณ 13 ครั้งต่อฟุต โดยอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 16.0 ถึง 24.3 เมตร จากระดับผิวดิน

4 ชั้นทรายแน่นถึงแน่นมาก (Dense to very dense sand) เป็นทรายขนาดละเอียดสีน้ำตาลและเทา โดยมีค่า N เฉลี่ยประมาณ 35 ครั้งต่อฟุต ซึ่งพบที่ระดับความลึก 24.3 ถึง 40.0 เมตร

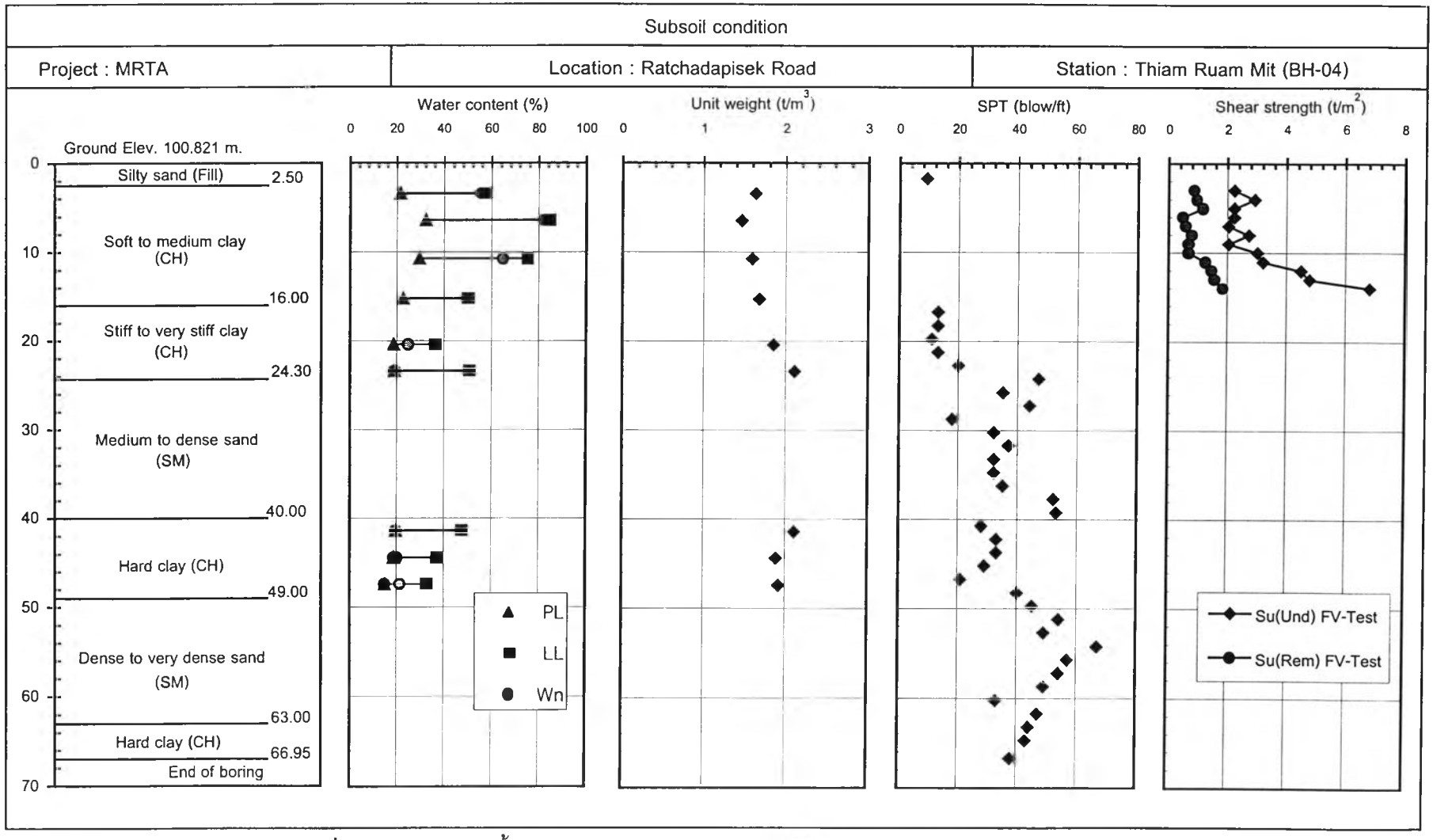
5 ชั้นดินเหนียวแข็งมาก (Very stiff clay) เป็นดินเหนียวสีเทาและสีน้ำตาลอ่อน โดยมีค่า N เฉลี่ยประมาณ 25 ครั้งต่อฟุต ซึ่งพบที่ระดับความลึก 40.0 ถึง 49.0 เมตร

6 ชั้นทรายแน่นมาก (Very dense sand) เป็นทรายสีน้ำตาลอ่อนที่มีขนาดค่อนข้างละเอียดมาก ซึ่งมีค่า N เฉลี่ยประมาณ 45 ครั้งต่อฟุต โดยอยู่ที่ระดับความลึก 49.0 ถึง 63.0 เมตร

โดยในการเจาะสำรวจดินพร้อมทั้งทำการทดสอบเพื่อหาค่าคุณสมบัติต่างๆ เช่น ค่าหน่วยน้ำหนักของดิน, ค่าปริมาณของน้ำในดิน, ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำของดิน, ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำในดินที่จำเป็นสำหรับใช้ในการออกแบบและก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตร ซึ่งสรุปได้ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 แผนผังของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตร



รูปที่ 3.2 ลักษณะของชั้นดินและค่าคุณสมบัติของดินในบริเวณสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตร

I 2003446

3.2.3 ข้อมูลขั้นตอนการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตร

ในการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตรจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การก่อสร้างในส่วนสถานีหลักและการก่อสร้างในส่วนที่ใช้ติดตั้งหัวเจาะอุโมงค์ ซึ่งจะแบ่งขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 และ 3.4

ขั้นตอนการก่อสร้างของส่วนสถานีหลัก

ขั้นตอนที่ 1 - ทำการวางแนวเพื่อใช้ในการก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์

- ก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์พร้อมติดตั้งเสารองรับ (King post) และแผ่นพื้นจราจรชั่วคราว (Temporary decking)

ขั้นตอนที่ 2 - ก่อสร้าง Barrette pile และเสารองรับพื้นชั้นต่างๆ ของสถานี (Stanchion)

ขั้นตอนที่ 3 - ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Roof slab

ขั้นตอนที่ 4 - ก่อสร้างชั้น Roof slab

- ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Concourse slab

- ทำการเคลื่อนย้าย King post ที่อยู่ในขั้นตอนการขุดดินขั้นนี้ออก

ขั้นตอนที่ 5 - ก่อสร้างชั้น Concourse slab

- ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Orange line slab

- เคลื่อนย้าย King post ที่กีดขวางการขุดดินในขั้นนี้ออก

ขั้นตอนที่ 6 - ก่อสร้างชั้น Orange line slab

- ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Base slab

ขั้นตอนที่ 7 - ก่อสร้างชั้น Base slab

- ใช้คอนกรีตหุ้มเสารองรับพื้นชั้นต่างๆ (Stanchion) ตามแบบการก่อสร้าง

ขั้นตอนที่ 8 - เคลื่อนย้ายแผ่นพื้นจราจรชั่วคราวออก

- ติดตั้งระบบป้องกันการซึมของน้ำเข้าสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน

- ถมดินที่ช่องว่างบนชั้น Roof slab จนถึงระดับผิวดินพร้อมทั้งปรับปรุงสภาพของผิวจราจรให้เรียบร้อย

<u>ขั้นตอนการก่อสร้างของส่วนติดตั้งหัวเจาะอุโมงค์</u>

ขั้นตอนที่ 1 - ทำการวางแนวเพื่อใช้ในการก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์

- ก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ตามแนวที่วางไว้

ขั้นตอนที่ 2 - ทำการขุดดินจนถึงระดับที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Roof slab

ขั้นตอนที่ 3 - ก่อสร้างชั้น Roof slab ชั่วคราว

- ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Concourse slab

ขั้นตอนที่ 4 - ก่อสร้างชั้น Concourse slab

- ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Orange line slab

ขั้นตอนที่ 5 - ก่อสร้างชั้น Orange line slab

- ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Base slab

- เนื่องจากการขุดดินที่ระดับของชั้น Base slab อยู่ที่ชั้นทรายชั้นแรกอาจจำเป็นต้องมีการสูบน้ำออกจากบริเวณที่ทำการขุดดิน

ขั้นตอนที่ 6 - ทำการวางโครงเหล็กเสริมสำหรับชั้น Base slab

ขั้นตอนที่ 7 - ติดตั้งหัวเจาะอุโมงค์เพื่อใช้ในการก่อสร้างอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินที่กำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ทางฝั่งด้านทิศเหนือ

ขั้นตอนที่ 8 - ก่อสร้างชั้น Base slab ซึ่งตำแหน่งของชั้น Base slab จะอยู่สูงกว่าระดับต่ำสุดของการขุดดินทำให้ต้องมีการเทคอนกรีตในช่องว่างที่อยู่ข้างล่างของชั้น Base

slab ให้เรียบร้อย

- ก่อสร้างชั้น Roof slab ถาวร

- ทำการรื้อชั้น Roof slab ชั่วคราว พร้อมทั้งติดตั้งระบบป้องกันการซึมของน้ำ

- ถมดินที่ด้านบนของชั้น Roof slab พร้อมทั้งปรับปรุงสภาพของผิวจราจร

3.2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างส่วนต่าง ๆ ของสถานีรถไฟฟ้าดินเทียมร่วมมิตร

รายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตรสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ โครงสร้างในส่วนสถานีหลักและโครงสร้างในส่วนที่ใช้ในการติดตั้งหัวเจาะอุโมงค์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ลักษณะโครงสร้างของส่วนสถานีหลัก

1 Diaphragm wall เป็นกำแพงกันดินที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นผนังของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน โดยในส่วนของสถานีหลักมีความหนา 1.0 เมตร ความยาว 32.0 เมตร และในส่วนของสถานีหลักทางด้านทิศใต้มีความหนา 1.2 เมตร ความยาว 35 เมตร

2 Barrette pile มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยมีความหนา 1.2 เมตร ความกว้าง 3.0 เมตร ความยาว 22.1 เมตร และมีระยะห่างของเสาแต่ละต้น 10.8 เมตร สำหรับการก่อสร้าง Barrette pile ต้องมีการติดตั้งเสารองรับพื้นชั้นต่างๆ (Stanchion) ต่อขึ้นไปจากด้านบนของหัว Barrette pile เพื่อใช้รองรับพื้นชั้นต่างๆ ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน

3 Stanchion เป็นเสาที่ใช้รองรับพื้นชั้นต่างๆ ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเพื่อไม่ให้พื้นชั้นต่างๆ เกิดการแอ่นตัวมากเกินไป โดยมีหน้าตัดเป็นรูปตัว H ขนาด 356x406x235 kg/m

4 Roof slab เป็นแผ่นพื้นที่ใช้เป็นโครงหลังคาของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน โดยมีความหนา 0.9 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 3.0 เมตร จากผิวดิน

5 Concourse slab เป็นพื้นที่มีความหนา 0.7 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 8.05 เมตร

6 Orange line slab เป็นพื้นที่มีความหนา 0.8 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 14.75 เมตร

7 Base slab เป็นพื้นที่อยู่ระดับต่ำสุดของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน มีความหนา 2.0 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 22.55 เมตร

ลักษณะโครงสร้างของส่วนที่ใช้ในการติดตั้งหัวเจาะอุโมงค์

1 Diaphragm wall เป็นกำแพงกันดินที่มีความหนา 1.0 เมตรความยาว 35 เมตร

2 Temporary slab เป็นแผ่นพื้นชั่วคราวที่สร้างขึ้นมาที่ระดับผิวดิน โดยมีความหนา 0.9 เมตร และจะถูกรื้อทิ้งภายหลังจากที่ก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเสร็จเพื่อสร้างพื้นชั้น Roof slab จริงขึ้นมาแทน

3 Roof slab เป็นพื้นชั้นหลังคาของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินมีความหนา 1.0 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 3.8 เมตร จากผิวดิน

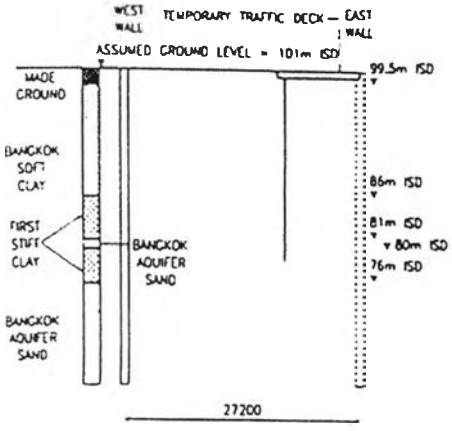
4 Concourse slab เป็นพื้นที่มีความหนา 0.7 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 8.05 เมตร

5 Orange line slab เป็นพื้นที่มีความหนา 0.8 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 14.38 เมตร

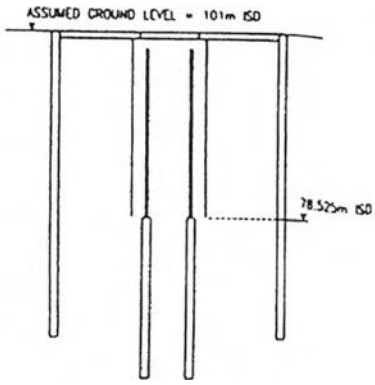
6 Base slab เป็นพื้นชั้นล่างสุดของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินมีความหนา 1.9 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 22.45 เมตร จากผิวดิน แต่มนการขุดดินเพื่อก่อสร้างส่วนที่ใช้ติดตั้งหัวเจาะอุโมงค์จำเป็นต้องขุดดินลึกมากกว่าในส่วนของสถานีหลักซึ่งจะทำการขุดดินจนถึงระดับความลึก 23.9 เมตร จากผิวดิน

3.2.5 ข้อมูลการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์

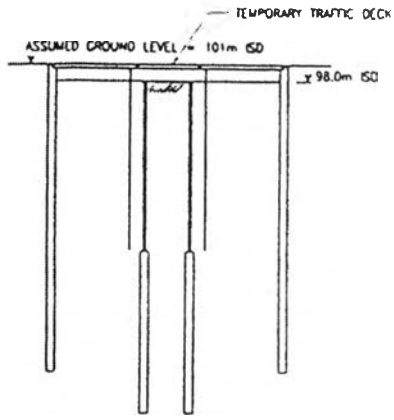
ในการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตรได้ติดตั้งเครื่องมือวัดการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ไว้จำนวน 5 จุด คือ การติดตั้งในส่วนที่ใช้ติดตั้งหัวเจาะอุโมงค์จำนวน 2 ตำแหน่ง (IND-01, IND-02) และการติดตั้งในส่วนสถานีหลักจำนวน 3 ตำแหน่ง (IND-03, IND-04, IND-05) โดยการวิเคราะห์เกี่ยวกับสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตรของวิทยานิพนธ์ได้เลือกเฉพาะข้อมูลการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ตำแหน่งที่ 3 (IND-03) ซึ่งมีลักษณะเป็น Plane Strain มากที่สุดมาใช้ในการวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 3.5



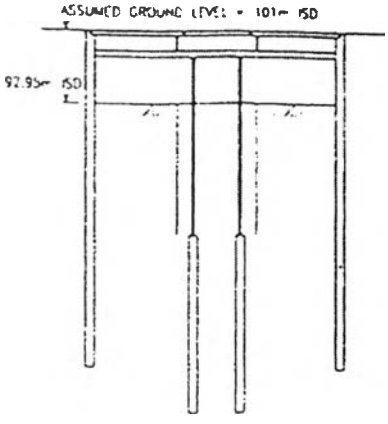
ขั้นตอนที่ 1



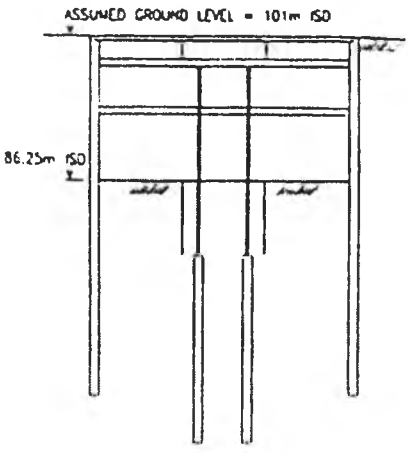
ขั้นตอนที่ 2



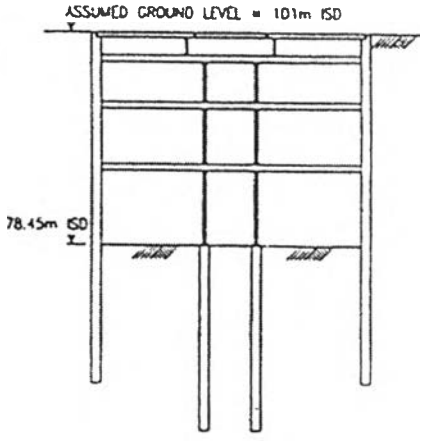
ขั้นตอนที่ 3



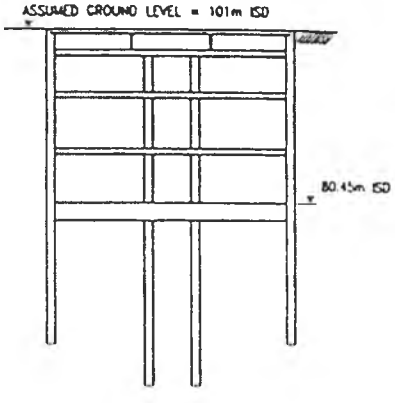
ขั้นตอนที่ 4



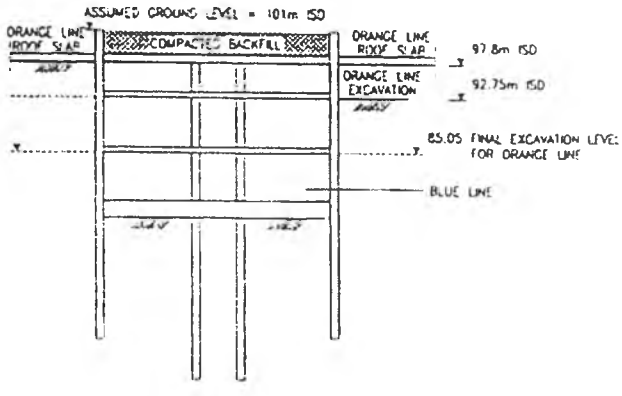
ขั้นตอนที่ 5



ขั้นตอนที่ 6

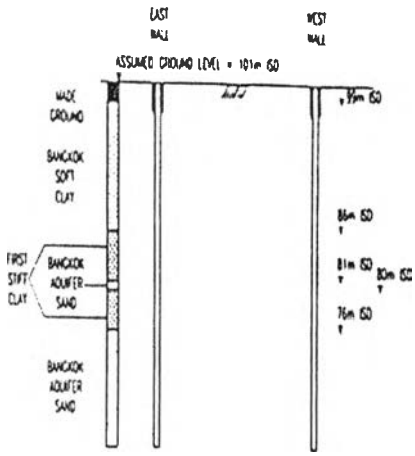


ขั้นตอนที่ 7

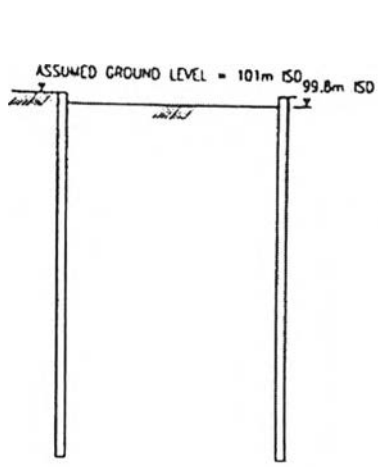


ขั้นตอนที่ 8

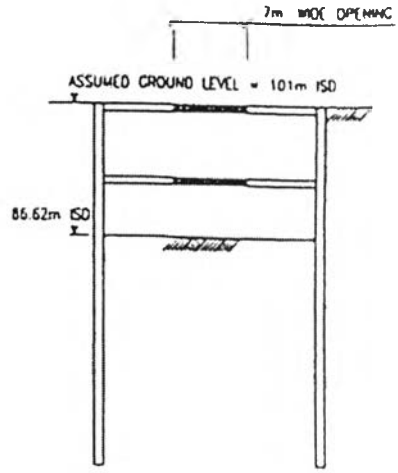
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตรส่วนตัวสถานีหลัก



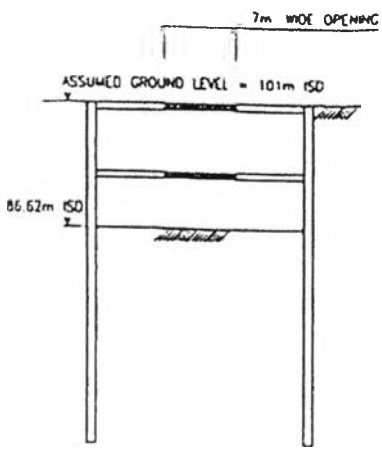
ขั้นตอนที่ 1



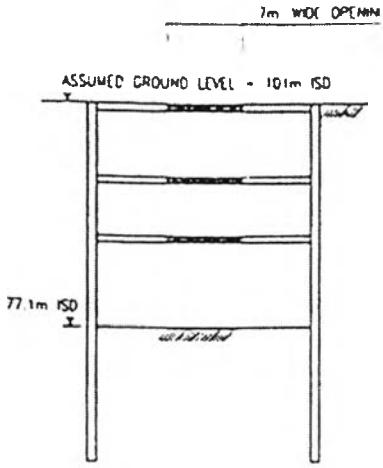
ขั้นตอนที่ 2



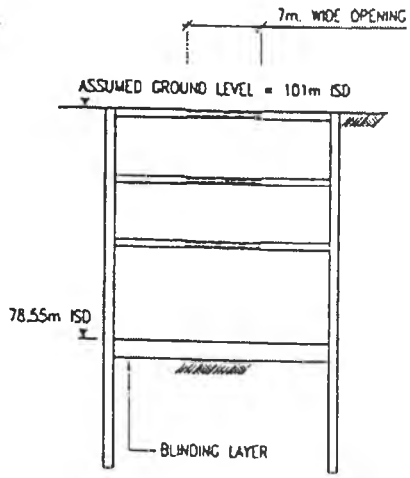
ขั้นตอนที่ 3



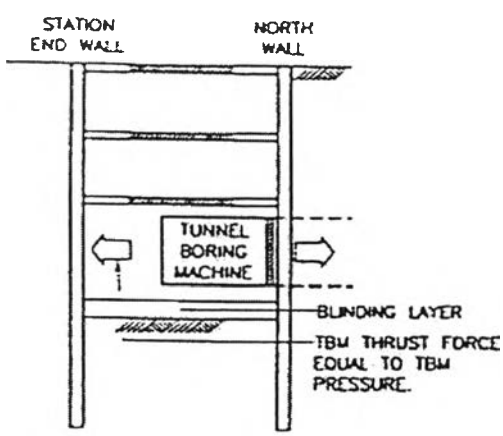
ขั้นตอนที่ 4



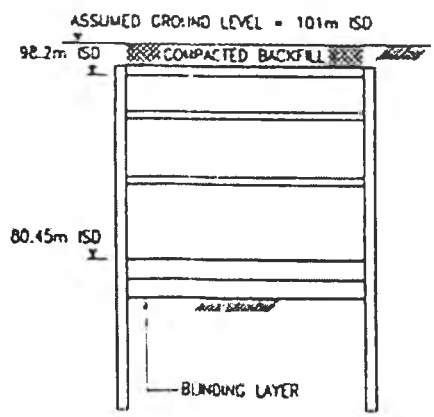
ขั้นตอนที่ 5



ขั้นตอนที่ 6



ขั้นตอนที่ 7

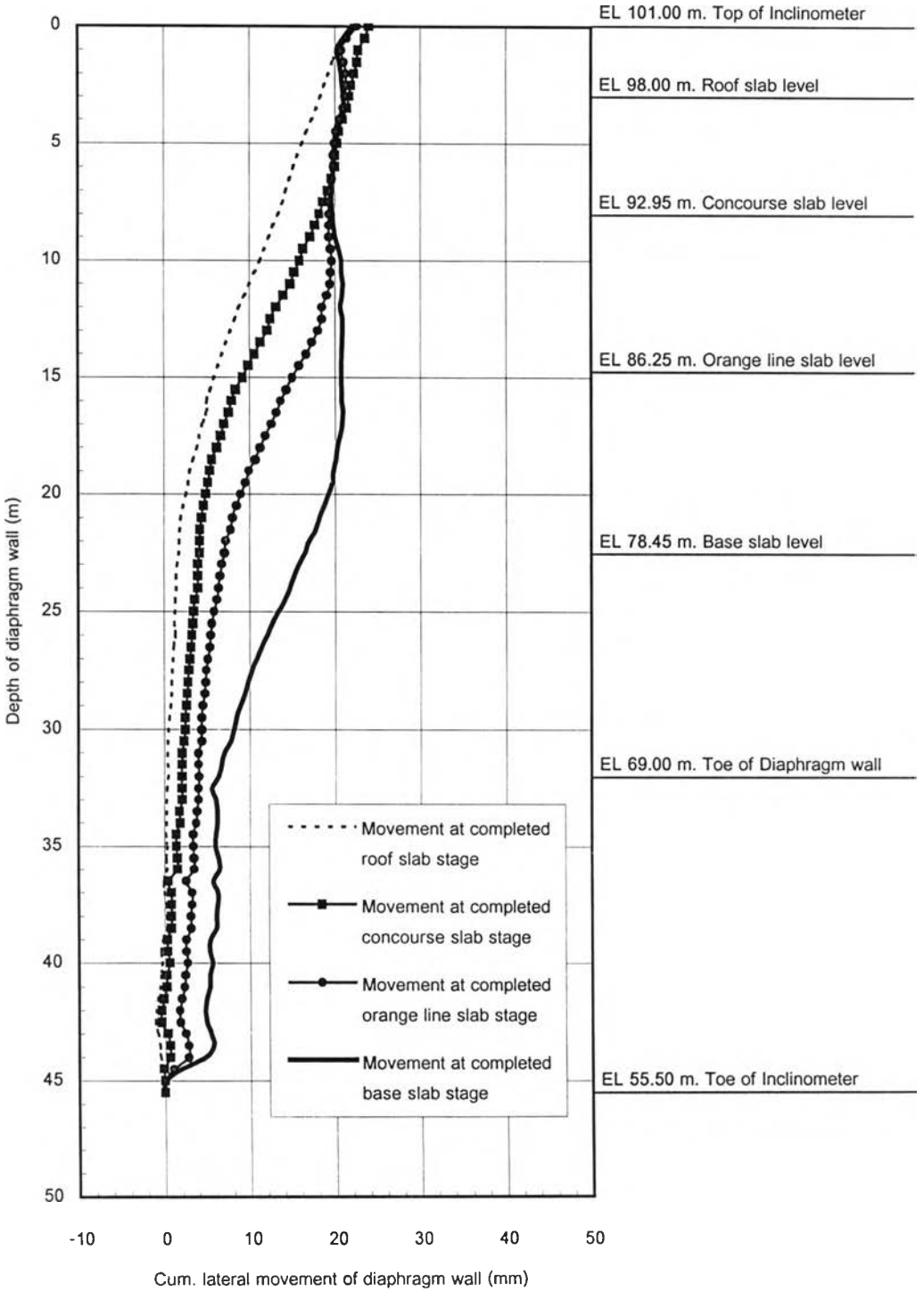


ขั้นตอนที่ 8

รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตรสวนที่ใช้ติดตั้งหัวเจาะอุโมงค์

โครงการ : รถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล ที่ตั้ง : ถนนรัชดาภิเษก

สถานที่ : สถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตร เครื่องมือวัด : Inclinometer No.03

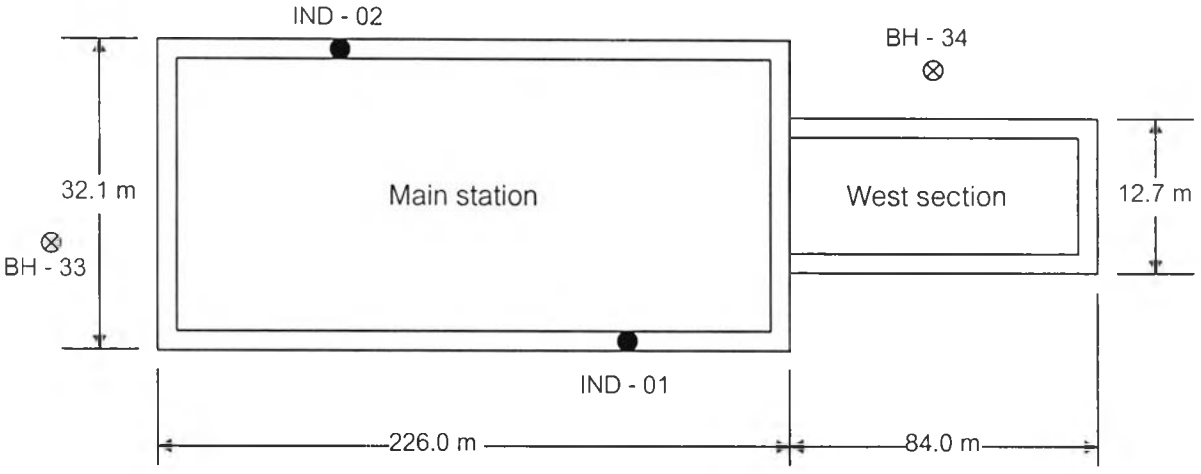


รูปที่ 3.5 ข้อมูลการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ (IND-03) ในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้างของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเทียมร่วมมิตร

3.3 รายละเอียดข้อมูลของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อ

3.3.1 ข้อมูลทั่วไป

การก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อจะก่อสร้างอยู่บริเวณสวนสาธารณะจตุจักรโดยเป็นสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินที่มีความลึกของสถานีประมาณ 15.7 เมตร สำหรับขนาดของสถานีนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนตัวสถานีหลัก (Main station) มีขนาดความกว้าง 32.1 เมตร ความยาว 226.0 เมตร และส่วนปลายของสถานี (West section) มีขนาดความกว้าง 12.7 เมตร ความยาว 84.0 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แผนผังของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อ

3.3.2 ลักษณะของชั้นดินและข้อมูลการเจาะสำรวจดิน

สภาพของชั้นดินบริเวณการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อจะมีระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 3.5 เมตร จากผิวดิน โดยมีลักษณะของชั้นดินดังนี้

1 ชั้นดินถม (Medium silty sand) มีลักษณะเป็นชั้นทรายที่มีความแน่นระดับปานกลาง โดยมีความหนาตั้งแต่ระดับผิวดินจนถึงที่ระดับความลึกประมาณ 4.0 เมตร

2 ชั้นดินเหนียวอ่อนถึงปานกลาง (Soft to medium clay) เป็นดินเหนียวสีเทาเข้มและมีทรายปนอยู่เล็กน้อย โดยอยู่ที่ระดับความลึกจากผิวดินประมาณ 4.0 ถึง 16.0 เมตร

3 ชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff clay) เป็นดินเหนียวสีเทาปนน้ำตาลและมีปริมาณทรายปนอยู่เล็กน้อย ซึ่งพบอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 16.0 ถึง 23.6 เมตร จากผิวดิน โดยมีค่า N เฉลี่ยประมาณ 16 ครั้งต่อฟุต

4 ชั้นทรายแน่นปานกลางถึงแน่นมาก (Medium to dense sand) เป็นทรายที่มีสีน้ำตาลและเทา โดยมีค่า N เฉลี่ยประมาณ 36 ครั้งต่อฟุต ซึ่งพบที่ระดับความลึก 23.6 ถึง 32.1 เมตร

5 ชั้นดินเหนียวแข็งมาก (Very stiff clay) เป็นดินเหนียวสีน้ำตาลและเทา โดยมีค่า N เฉลี่ยประมาณ 25 ครั้งต่อฟุต ซึ่งพบที่ระดับความลึก 32.1 ถึง 36.0 เมตร

6 ชั้นทรายแน่นมาก (Very dense sand) เป็นทรายสีน้ำตาลมีค่า N เฉลี่ยประมาณ 45 ครั้งต่อฟุต โดยอยู่ที่ระดับความลึก 36.0 ถึง 60.45 เมตร ซึ่งเป็นระดับความลึกเดียวกันกับความลึกของหลุมเจาะสำรวจดิน

โดยในการเจาะสำรวจดินในบริเวณที่ใช้ทำการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อได้มีการทดสอบเพื่อหาค่าคุณสมบัติต่างๆ ของดินเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและก่อสร้าง พร้อมทั้งทำการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบเวน (Field vane shear test) ซึ่งได้สรุปผลการทดสอบคุณสมบัติดินจากการเจาะสำรวจดินดังแสดงในรูปที่ 3.7

3.3.3 ข้อมูลขั้นตอนการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อ

ในการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อจะแบ่งการก่อสร้างออกเป็น 2 ส่วน คือ การก่อสร้างในส่วนสถานีหลักและการก่อสร้างในส่วนปลายสถานี ซึ่งจะแบ่งเป็นขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.8 และ 3.9

<u>ขั้นตอนการก่อสร้างของส่วนสถานีหลัก</u>

ขั้นตอนที่ 1 - ทำการวางแนวเพื่อใช้ในการก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์และ Barrette pile

- ตอกเสาเข็มในบริเวณ SRT tracks

ขั้นตอนที่ 2 - ก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์และ Barrette pile

- ติดตั้งพื้นชั่วคราวเฉพาะในบริเวณ SRT railway tracks

ขั้นตอนที่ 3 - เริ่มทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างของชั้น Roof slab

ขั้นตอนที่ 4 - ก่อสร้างพื้นชั้น Roof slab

- ทำการถอดพื้นชั่วคราวในบริเวณ SRT railway tracks ออกเพื่อปรับสภาพพื้นที่

- ถมดินในส่วนด้านบนของชั้น Roof slab

- ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างของชั้น Concourse slab

- ตัดเสาเข็มที่อยู่ภายในการขุดดินของขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 5 - ก่อสร้างพื้นชั้น Concourse slab

- ตัดเสาเข็มที่อยู่ภายในการขุดดินของขั้นตอนที่ 5

- ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างของชั้น Base slab

ขั้นตอนที่ 6 - ก่อสร้างชั้น Base slab

<u>ขั้นตอนการก่อสร้างของส่วนปลายสถานี</u>

ขั้นตอนที่ 1 - ทำการวางแนวเพื่อใช้ในการก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์

- ตอกเสาเข็มในบริเวณ SRT tracks

ขั้นตอนที่ 2 - ก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ในบริเวณพื้นที่ส่วนของ SRT railway tracks

- ติดตั้งพื้นชั่วคราวที่ด้านบนของพื้นที่ก่อสร้าง

ขั้นตอนที่ 3 - เริ่มทำการขุดดินเพื่อติดตั้งค้ำยันชั่วคราวที่ระดับความลึก 1.15 เมตร

ขั้นตอนที่ 4 - ติดตั้งค้ำยันชั่วคราวโดยใช้ค้ำยันชนิด MB 300x300 ระยะห่าง 6.0 เมตร

- ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างของชั้น Roof slab

ขั้นตอนที่ 5 - ก่อสร้างชั้น Roof slab

- ทำการถอดค้ำยันชั่วคราวที่ติดตั้งในขั้นตอนที่ 4

- ถมดินในส่วนด้านบนของชั้น Roof slab

- ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างของชั้น Concourse slab

ขั้นตอนที่ 6 - ตัดเสาเข็มที่อยู่ระหว่างขั้นตอนการขุดดินของชั้น Concourse slab

- ก่อสร้างชั้น Concourse slab

- ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างของชั้น Base slab

ขั้นตอนที่ 7 - ก่อสร้างชั้น Base slab

3.3.4 ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างส่วนต่าง ๆ ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อ

รายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ โครงสร้างในส่วนสถานีหลักและโครงสร้างในส่วนปลายสถานี โดยมีรายละเอียดดังนี้

ลักษณะโครงสร้างของส่วนสถานีหลัก

1 Diaphragm wall เป็นกำแพงกันดินที่ทำการก่อสร้างมีลักษณะหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าก้นเป็นตัวสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน โดยมีความหนา 1.0 เมตร และความยาว 29.5 เมตร

2 Barrette pile มีลักษณะหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยมีความหนา 1.0 เมตร ความกว้าง 3.0 เมตร ความยาว 45 เมตร และมีระห่างระหว่างต้น 10.8 เมตร ซึ่งจะก่อสร้างขึ้นมาเพื่อช่วยในการรองรับชั้นพื้นต่างๆ ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินไม่ให้เกิดการแอ่นตัวมากเกินไป พร้อมทั้งยังช่วยลดการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์

3 Roof slab เป็นแผ่นพื้นที่เสมือนหลังคาของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน โดยจะอยู่ที่ระดับความลึก 2.8 เมตร จากผิวดิน และมีความหนา 0.9 เมตร

4 Concourse slab เป็นพื้นของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินในส่วนระดับกลางของสถานี โดยมีความหนา 0.7 เมตร และอยู่ที่ระดับความลึก 8.0 เมตร

5 Base slab เป็นพื้นที่อยู่ที่ระดับล่างสุดของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน (15.7 เมตร จากผิวดิน) มีความหนา 1.75 เมตร

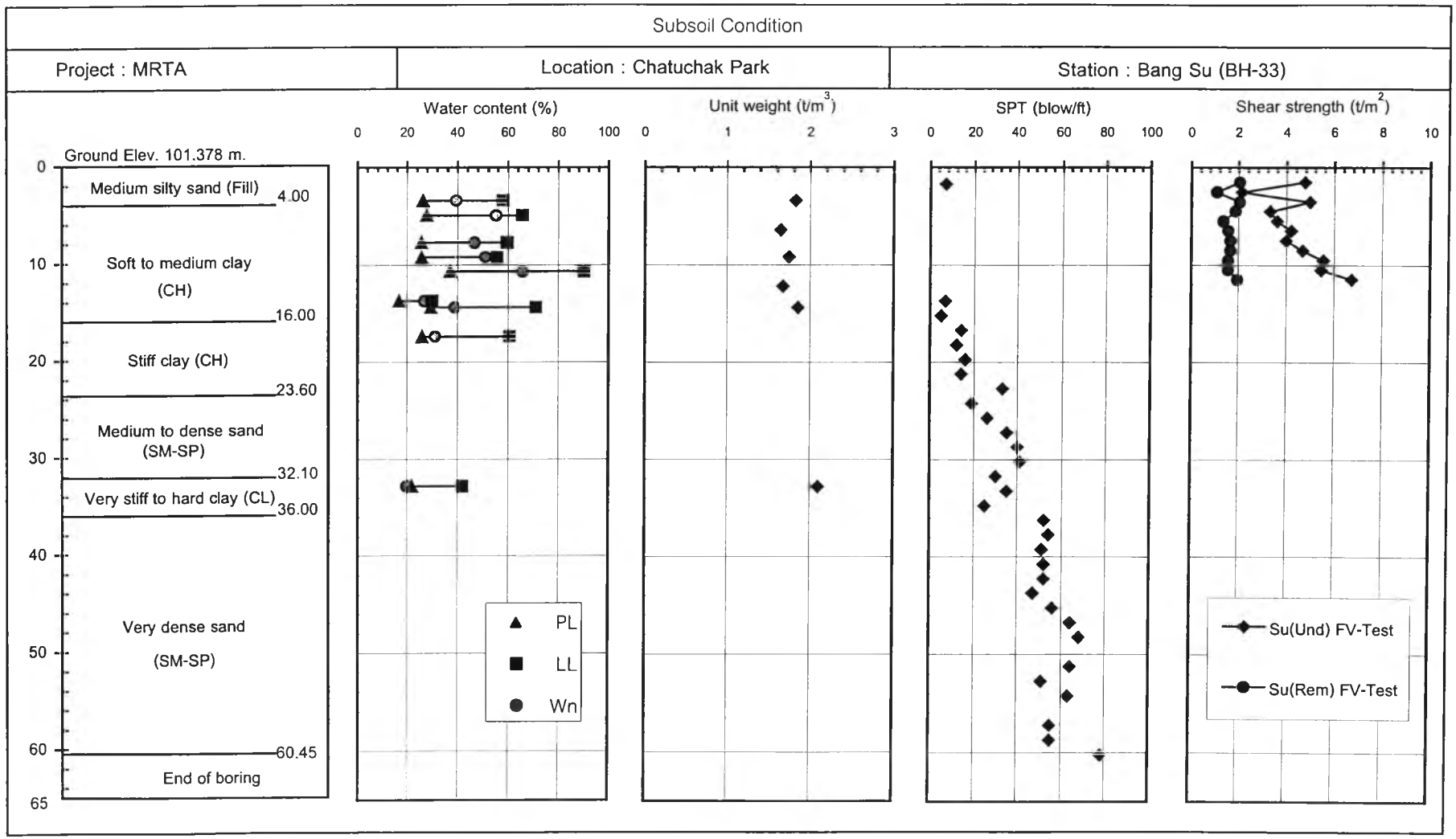
ลักษณะโครงสร้างของส่วนปลายสถานี

1 Diaphragm wall	มีความหนา 0.8 เมตร และมีความยาว 29.5 เมตร
2 Roof slab	มีความหนา0.8 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 3.3 เมตร จากผิวดิน
3 Concourse slab	มีความหนา 0.6 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 7.9 เมตร จากผิวดิน
4 Base slab	มีความหนา 1.2 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 15.7 เมตร จากผิวดิน

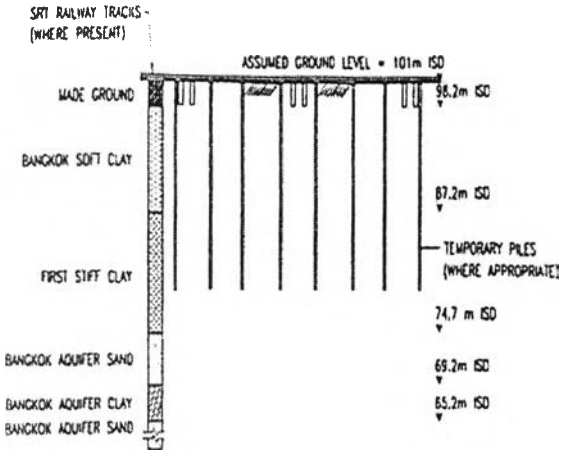
สำหรับในการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อจะเลือกใช้ Barrette pile ในการรองรับพื้นชั้นต่างๆ เพียงแนวเดียว (ที่แนวกึ่งกลางสถานี) โดยจะใช้รองรับเฉพาะในส่วนของตัวสถานีหลัก (Main section) ซึ่งในการก่อสร้าง Barrette pile จะก่อสร้างตั้งแต่ระดับผิวดินลงไปทำให้เวลาที่จะทำการเชื่อมต่อของ Barrette pile กับพื้นชั้นต่างๆ นั้นต้องมีการตัดด้านบนของ Barrette pile ที่ตำแหน่ง 2.725 เมตร จากระดับผิวดิน (ตรงตำแหน่งของพื้น Roof slab) ในส่วนของการเชื่อมต่อระหว่างพื้นของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินกับกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์จะเชื่อมต่อโดยใช้ Coupler ยกเว้นที่จุดเชื่อมต่อระหว่างชั้น Concourse slab กับไดอะแฟรมวอลล์ซึ่งจะใช้เหล็กขนิด RB 15-150 Bend out bar

3.3.5 ข้อมูลการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์

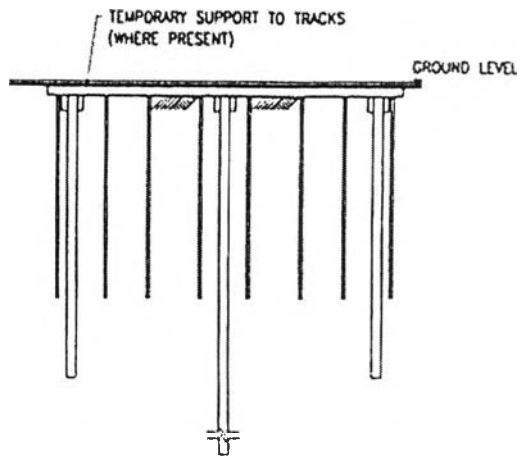
ในการวัดการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์จะใช้เครื่องมือวัด Inclinometer โดยมีการติดตั้งเครื่องมือนี้ในขณะที่ทำการก่อสร้างไดอะแฟรมวอลล์ซึ่งจะฝังเป็นท่อลงในตำแหน่งต่างๆ ของไดอะแฟรมวอลล์ ตามที่กำหนดไว้ในการตรวจสอบปริมาณการเคลื่อนตัวของไดอะแฟรมวอลล์ นอกจากนี้ความยาวของ Inclinometer จะมีความยาวมากกว่าความยาวของไดอะแฟรมวอลล์เพื่อใช้สำหรับช่วยในการพิจารณาดูว่าที่ระดับความลึกเท่าใดจึงจะทำให้การเคลื่อนตัวบริเวณปลายไม่มีการเคลื่อนที่ (มีค่าเท่ากับศูนย์) สำหรับข้อมูลการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดินที่สถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อจะมีอยู่ 2 ตำแหน่ง คือ IND-01, IND-02 โดยในการวิจัยนี้ได้เลือกข้อมูลเฉพาะในส่วนของการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของ IND-02 มาพิจารณาดังแสดงในรูปที่ 3.10



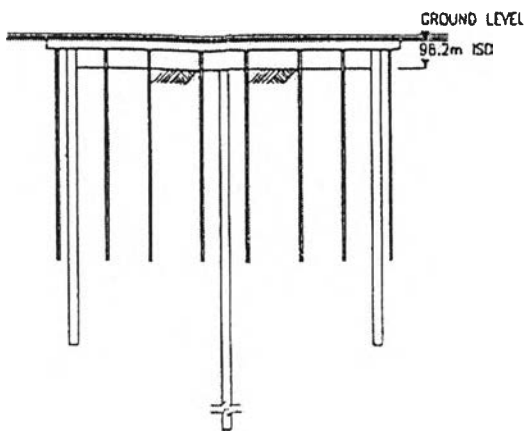
รูปที่ 3.7 ลักษณะของชั้นดินและค่าคุณสมบัติของดินในบริเวณสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อ



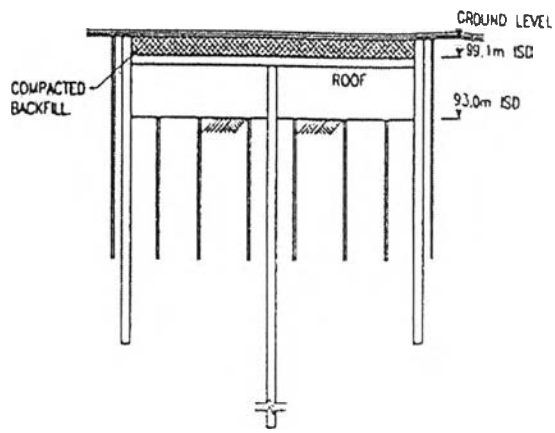
ขั้นตอนที่ 1



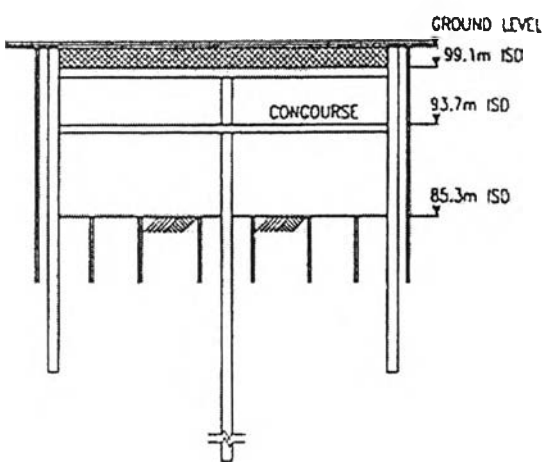
ขั้นตอนที่ 2



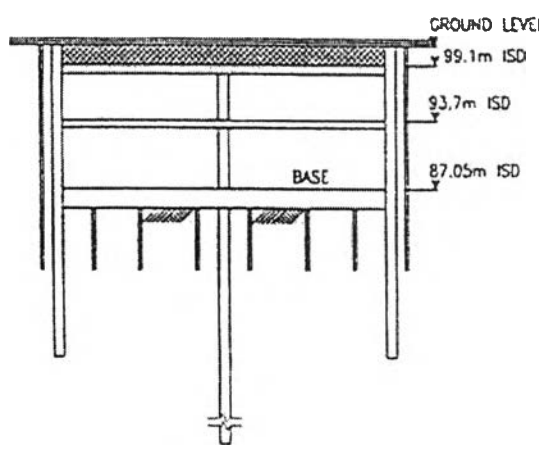
ขั้นตอนที่ 3



ขั้นตอนที่ 4

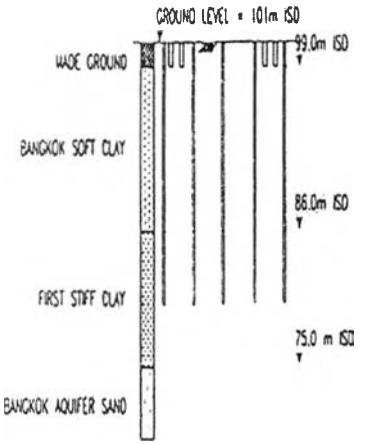


ขั้นตอนที่ 5

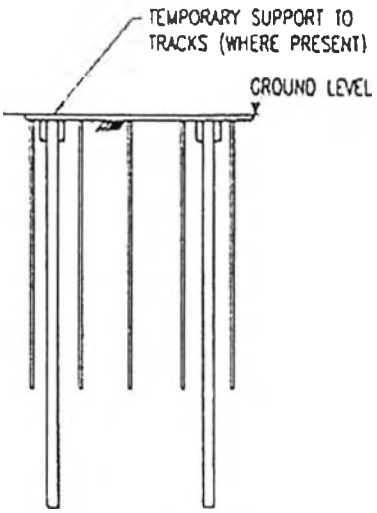


ขั้นตอนที่ 6

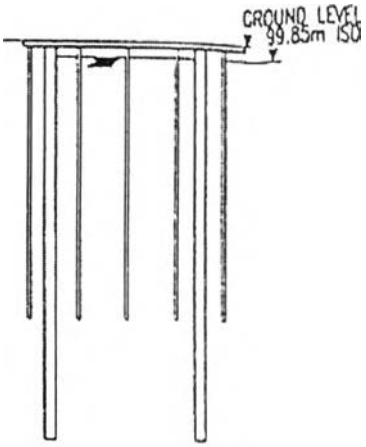
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อส่วนตัวสถานีหลัก



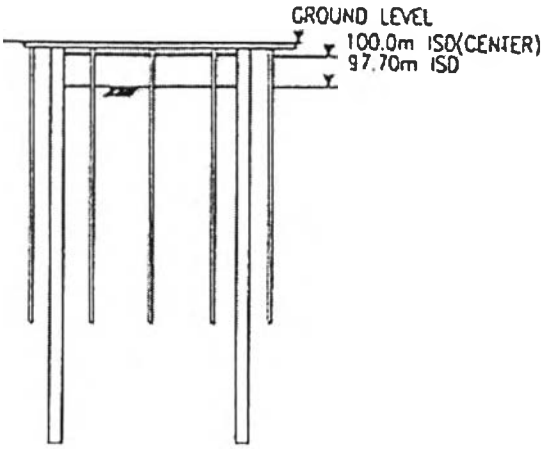
ขั้นตอนที่ 1



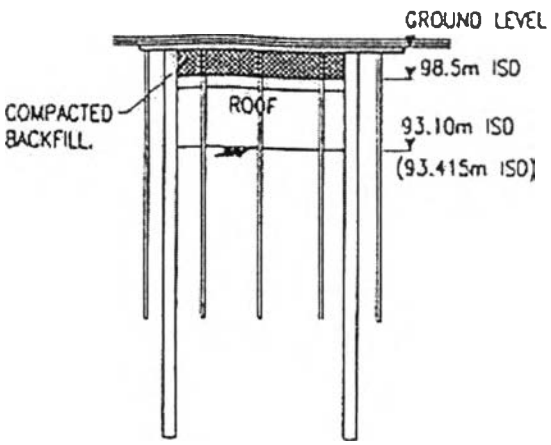
ขั้นตอนที่ 2



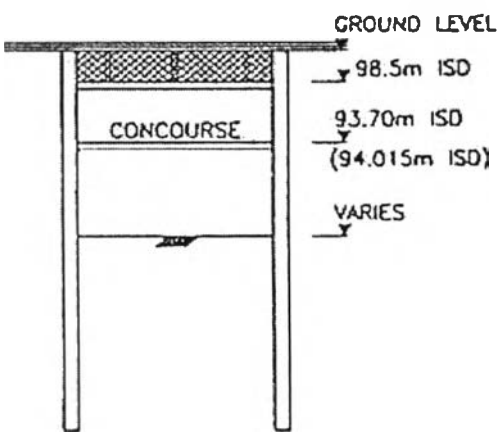
ขั้นตอนที่ 3



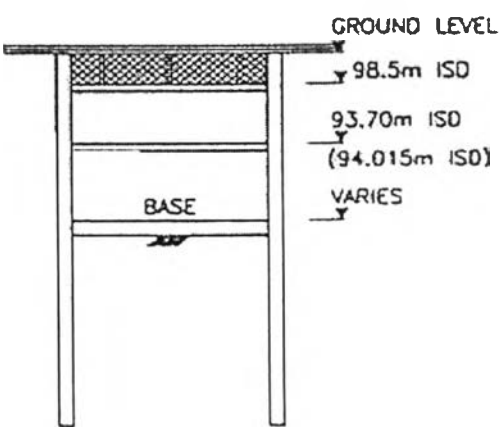
ขั้นตอนที่ 4



ขั้นตอนที่ 5



ขั้นตอนที่ 6

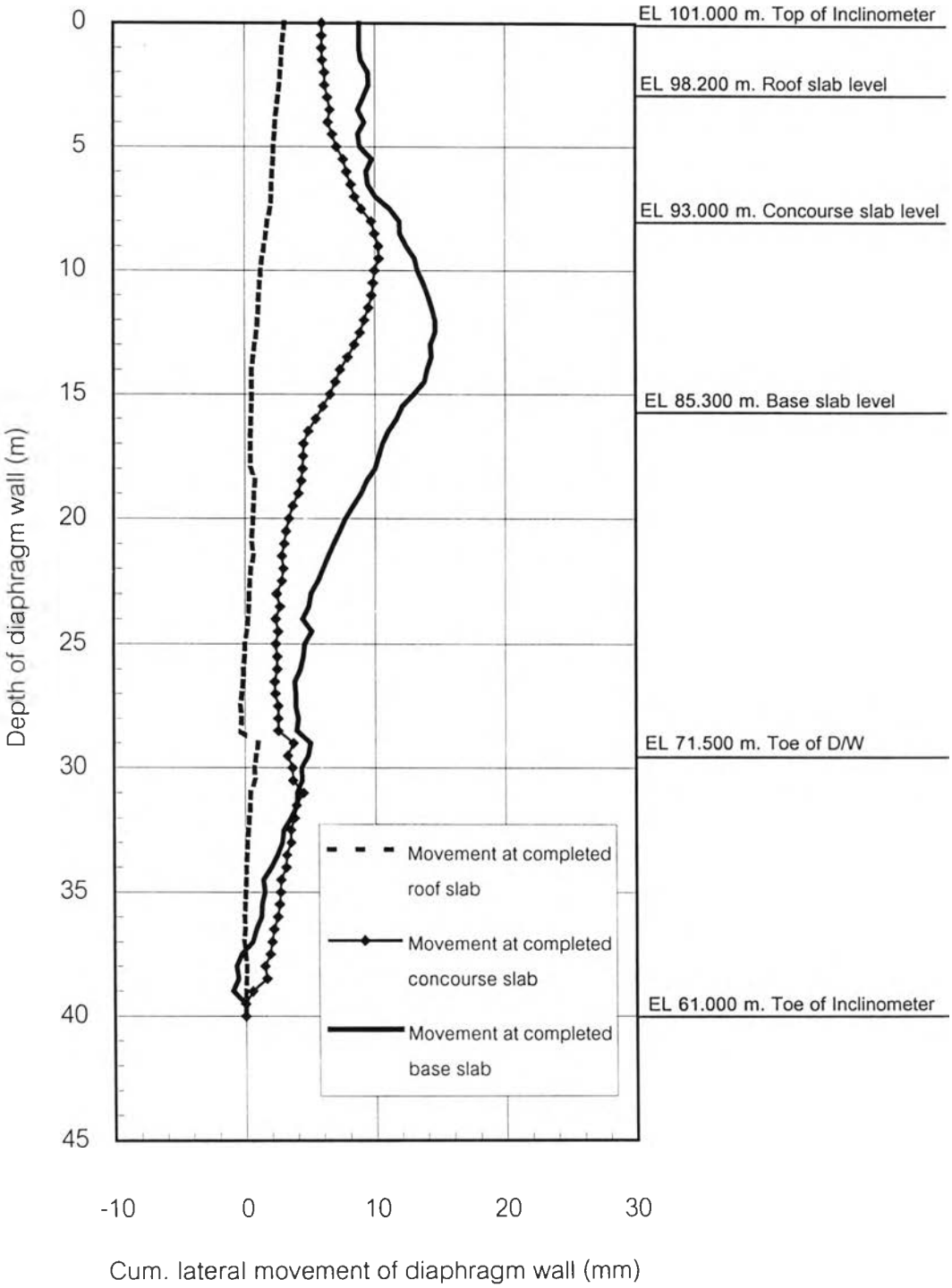


ขั้นตอนที่ 7

รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อส่วนปลายสถานี

โครงการ : รถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล ที่ตั้ง : สวนสาธารณะจตุจักร

สถานที่ : สถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อ เครื่องมือวัด : Inclinometer No.02

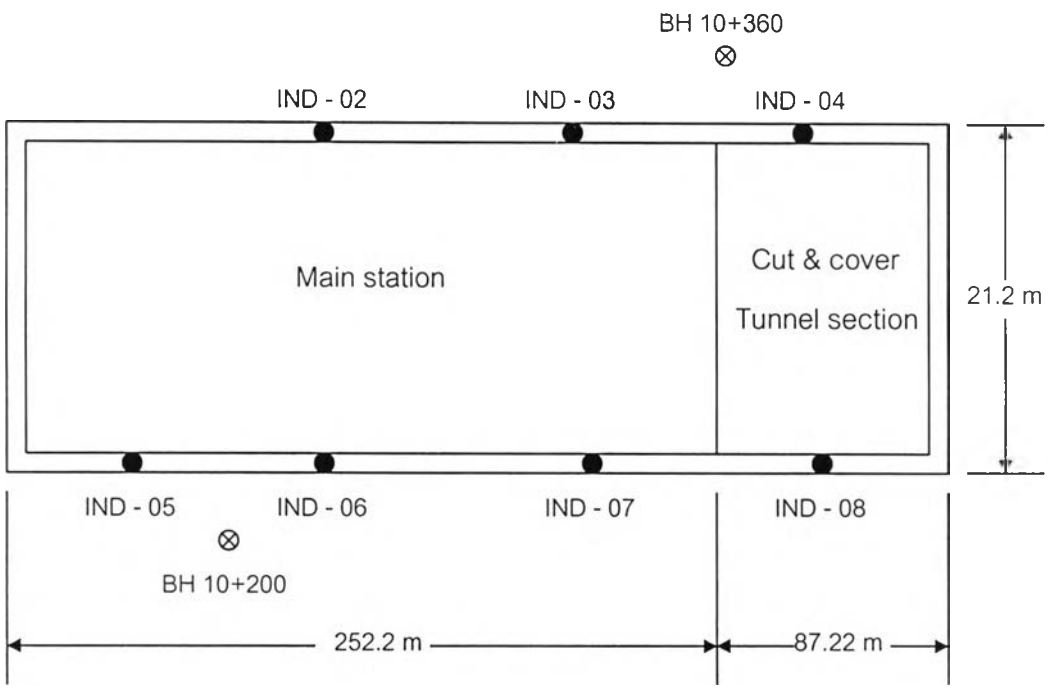


รูปที่ 3.10 ข้อมูลการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ (IND-02) ในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้างของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินบางซื่อ

3.4 รายละเอียดข้อมูลของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพง

3.4.1 ข้อมูลทั่วไป

การก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพงจะก่อสร้างที่ถนนพระราม 4 บริเวณสถานีรถไฟหัวลำโพง โดยเป็นสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินที่มีความลึกของสถานีประมาณ 15.15 เมตร ความกว้าง 21.2 เมตร และความยาว 292.42 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แผนผังของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพง

3.4.2 ลักษณะของชั้นดินและข้อมูลการเจาะสำรวจดิน

สภาพของชั้นดินบริเวณการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพงจะมีระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 3.5 เมตร จากผิวดิน โดยมีลักษณะของชั้นดินดังนี้

1 ชั้นดิน (Clayey sand) มีลักษณะเป็นทรายเม็ดหยาบที่มีปริมาณของดินเหนียวปนอยู่เล็กน้อยสีเทาเข้ม โดยมีความหนาจากระดับผิวดินจนถึงที่ระดับความลึกประมาณ 3.4 เมตร

2 ชั้นดินเหนียวอ่อนถึงปานกลาง (Soft to medium clay) เป็นดินเหนียวสีเทาเข้มและมีทรายเม็ดละเอียดปนอยู่เล็กน้อย โดยอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 3.4 ถึง 14.4 เมตร จากผิวดิน

3 ชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff clay) เป็นดินเหนียวสีน้ำตาลปนเทามีทรายเม็ดละเอียดอยู่เล็กน้อย โดยอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 14.4 ถึง 22.0 เมตรจากผิวดิน มีค่า N เฉลี่ยประมาณ 16 ครั้งต่อฟุต

4 ชั้นทรายแน่นปานกลาง (Medium sand) เป็นทรายเม็ดละเอียดสีเทาและสีน้ำตาลอ่อน โดยมีค่า N เฉลี่ยประมาณ 34 ครั้งต่อฟุต ซึ่งพบที่ระดับความลึกประมาณ 22.0 ถึง 37.0 เมตร

5 ชั้นดินเหนียวแข็งมาก (Very stiff clay) เป็นดินเหนียวสีเทาเข้มและสีน้ำตาล โดยมีค่า N เฉลี่ยประมาณ 22 ครั้งต่อฟุต ซึ่งพบที่ระดับความลึกประมาณ 37.0 ถึง 49.7 เมตร

6 ชั้นทรายแน่นมาก (Very dense sand) เป็นทรายเม็ดละเอียดสีน้ำตาลและสีเทาอ่อน โดยมีค่า N เฉลี่ยประมาณ 45 ครั้งต่อฟุต ซึ่งพบที่ระดับความลึกประมาณ 49.7 ถึง 52.0 เมตร

7 ชั้นดินเหนียวแข็งมาก (Hard clay) เป็นดินเหนียวสีน้ำตาลและสีเทามีปริมาณทรายปนอยู่เล็กน้อย โดยพบที่ระดับความลึกประมาณ 52.0 ถึง 55.95 เมตร

โดยในการเจาะสำรวจดินในการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพงได้มีการทดสอบเพื่อหาค่าคุณสมบัติต่างๆ ของดินเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบและก่อสร้าง ซึ่งได้สรุปผลการทดสอบคุณสมบัติดินจากการเจาะสำรวจดินดังแสดงในรูปที่ 3.12

3.4.3 ข้อมูลขั้นตอนการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพง

ในการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพงจะแบ่งการก่อสร้างออกเป็น 2 ส่วน คือ การก่อสร้างในส่วนสถานีหลักและการก่อสร้างในส่วนอุโมงค์ของสถานี ซึ่งจะแบ่งเป็นขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.13 และ 3.14

<u>ขั้นตอนการก่อสร้างของส่วนสถานีหลัก</u>

ขั้นตอนที่ 1 - ทำการวางแนวเพื่อใช้ในการก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ทางด้านทิศเหนือของสถานี

- ก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์
- ก่อสร้างเสาเข็มเจาะเพื่อใช้ในการรองรับพื้นชั้นต่างๆ ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน
- ติดตั้งเสาเหล็กที่ใช้รองรับพื้นชั้นต่างๆ ของสถานี โดยมีความยาวตั้งแต่ระดับ

ของชั้น Roof slab จนถึงระดับความลึกของชั้น Base slab

ขั้นตอนที่ 2 - ขุดดินจนถึงระดับที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Roof slab เฉพาะในส่วนทางด้านทิศเหนือของสถานี

- ก่อสร้างชั้น Roof slab พร้อมทั้งปรับปรุงสภาพของผิวจราจรด้านบนสถานี

ขั้นตอนที่ 3 - วางแนวเพื่อใช้ในการก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ทางด้านทิศใต้ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน

- ก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์และเสาเข็มเจาะที่ใช้ในการรองรับพื้นชั้นต่างๆ ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินในส่วนทางด้านทิศใต้

- ติดตั้งเสาเหล็กรองรับพื้นชั้นต่างๆ พร้อมขุดดินจนถึงระดับที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Roof slab ของส่วนทางด้านทิศใต้

ขั้นตอนที่ 4 - ก่อสร้างโครงของชั้น Roof slab ของส่วนทางด้านทิศใต้ พร้อมทั้งติดตั้งผิวจราจรชั่วคราวที่ด้านบนของสถานี

ขั้นตอนที่ 5 - ขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Concourse slab

- ก่อสร้างชั้น Concourse slab เฉพาะในส่วนที่เป็นโครงของพื้นเพื่อใช้เสมือนเป็นค้ำยันให้กับกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์

ขั้นตอนที่ 6 - ขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Base slab

- ก่อสร้างชั้น Base slab

ขั้นตอนที่ 7 - ก่อสร้างคอนกรีตหุ้มเสาเหล็กที่รองรับพื้นชั้นต่างๆ ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน

- ต่อเติมช่องเปิดในพื้นชั้นต่างๆ ที่เว้นเพื่อใช้ในการปฏิบัติงานให้เรียบร้อย

- เคลื่อนย้ายแผ่นพื้นจราจรชั่วคราวพร้อมทั้งปรับปรุงผิวจราจรด้านบนสถานี

รถไฟฟ้าใต้ดินให้เรียบร้อย

ขั้นตอนการก่อสร้างส่วนอุโมงค์ของสถานี

ขั้นตอนที่ 1 - วางแนวเพื่อใช้ในการกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์เฉพาะในส่วนทางด้านทิศเหนือของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน

- ก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์

- ก่อสร้างเสาเข็มเจาะที่ใช้รองรับพื้นชั้นต่างๆ ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินพร้อมทั้งติดตั้งเสาเหล็กลงในหลุมเจาะของเสาเข็มเจาะ

ขั้นตอนที่ 2 - ขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Roof slab เฉพาะในส่วนทางด้านทิศเหนือของสถานี

- ก่อสร้างชั้น Roof slab ในส่วนทางด้านทิศเหนือของสถานี

ขั้นตอนที่ 3 - ถมดินด้านบนชั้น Roof slab พร้อมทั้งปรับปรุงผิวจราจรด้านบนสถานี

- วางแนวเพื่อใช้ในการก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ในส่วนทางด้านทิศใต้ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน

- ก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์

ขั้นตอนที่ 4 - ขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Roof slab ในส่วนทางด้านทิศใต้ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน

- ก่อสร้างชั้น Roof slab พร้อมทั้งเว้นช่องว่างเพื่อใช้ในการปฏิบัติงานในขั้นตอนการก่อสร้างอื่นๆ ต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 - ขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Concourse slab

- ก่อสร้างชั้น Concourse slab

ขั้นตอนที่ 6 - ขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Base slab

- ก่อสร้างชั้น Base slab

ขั้นตอนที่ 7 - ก่อสร้างคอนกรีตหุ้มเสาเหล็กที่รองรับพื้นชั้นต่างๆ ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน

- เติมช่องว่างของพื้นชั้นต่างๆ ที่เว้นไว้ พร้อมทั้งปรับปรุงผิวจราจรด้านบนสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินให้เรียบร้อย

3.4.4 ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างส่วนต่าง ๆ ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพง

รายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพงของทั้งส่วนตัวสถานีหลักและส่วนอุโมงค์ของสถานีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1 Diaphragm wall เป็นกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ที่มีความหนา 1.0 เมตร ความยาว 19.1 เมตร โดยตำแหน่งบนสุดของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ (Top of diaphragm wall) จะอยู่ที่ระดับความลึก 1.4 เมตร จากผิวดิน

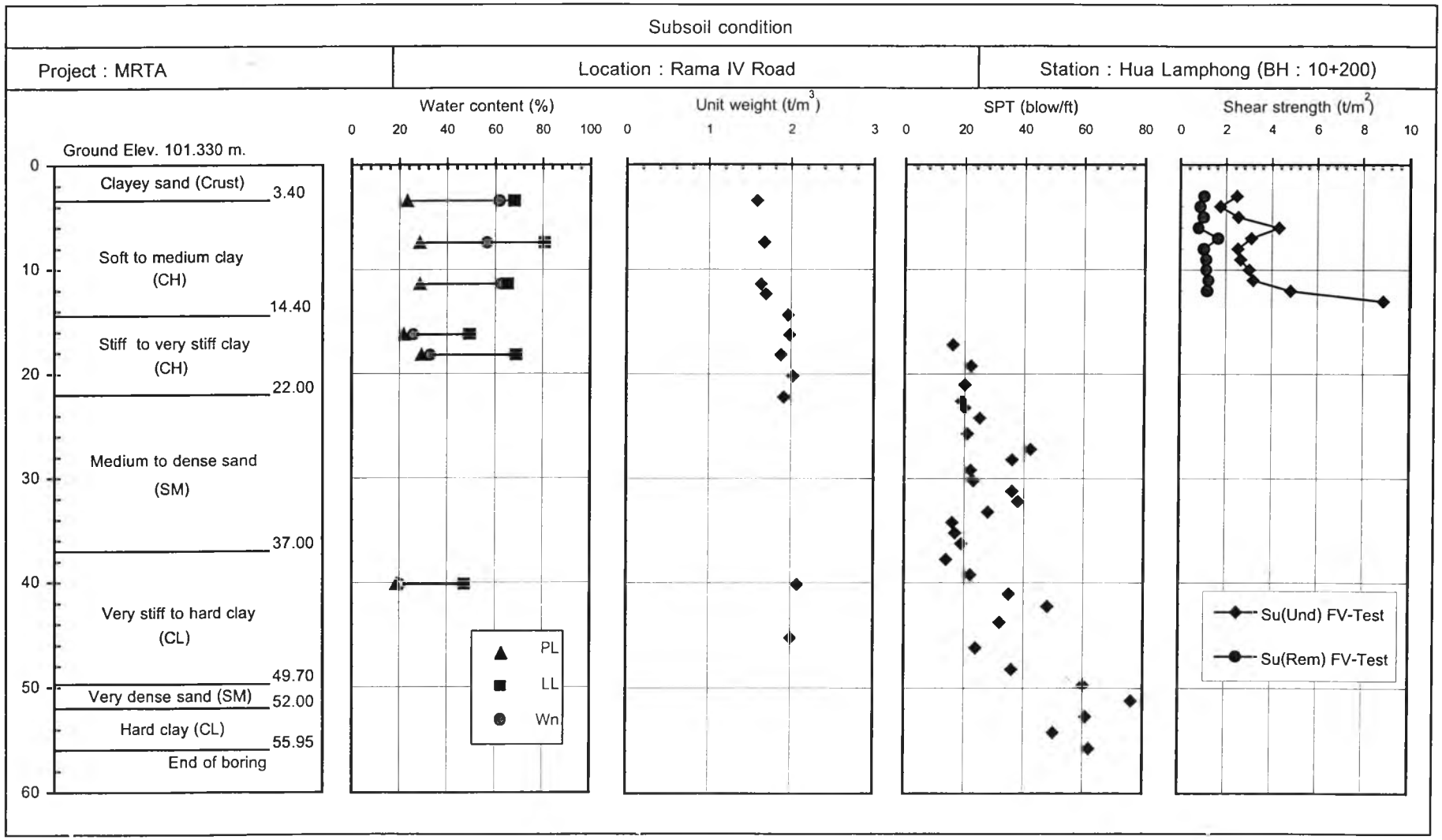
2 Bored pile เป็นเสาเข็มหน้าตัดรูปวงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เมตร มีระยะห่างระหว่างเสาเข็มแต่ละต้น 11.4 เมตร และมีความยาว 29.2 เมตร โดยตำแหน่งบนสุดของเสาเข็มจะอยู่ที่ระดับเดียวกับระดับของชั้น Base slab (15.15 เมตร)

3 Stanchion เป็นเสาเหล็กที่ใช้เพื่อรองรับพื้นชั้นต่างๆ ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินไม่ให้เกิดการแอ่นตัวมากเกินไป โดยใช้เหล็กหน้าตัดรูปตัว H ขนาด 438x417x349 kg/m ความยาว 15.3 เมตร

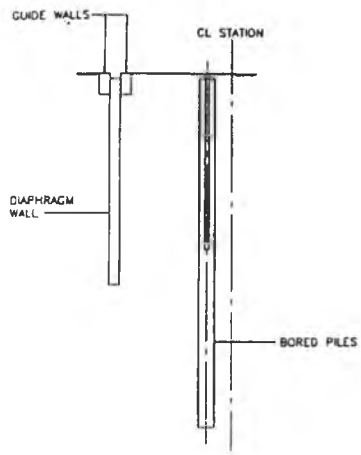
4 Roof slab เป็นพื้นชั้นบนสุดของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินมีความหนา 1.0 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 2.6 เมตร จากผิวดิน

5 Concourse slab เป็นพื้นชั้นที่สองของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินมีความหนา 1.0 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 7.8 เมตร จากผิวดิน

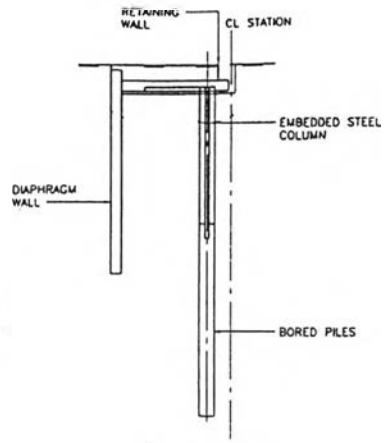
6 Base slab เป็นพื้นชั้นล่างสุดของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินมีความหนา 1.5 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 15.15 เมตร จากผิวดิน



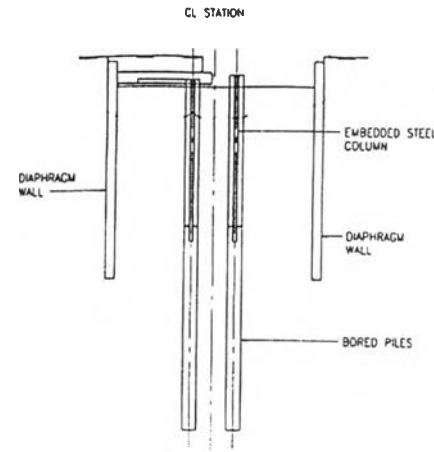
รูปที่ 3.12 ลักษณะของชั้นดินและค่าคุณสมบัติของดินในบริเวณสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพง



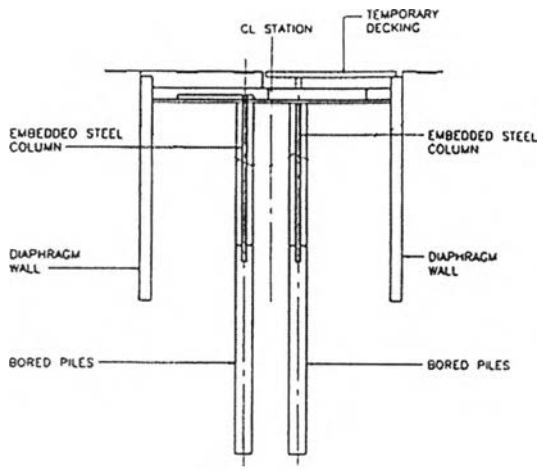
ขั้นตอนที่ 1



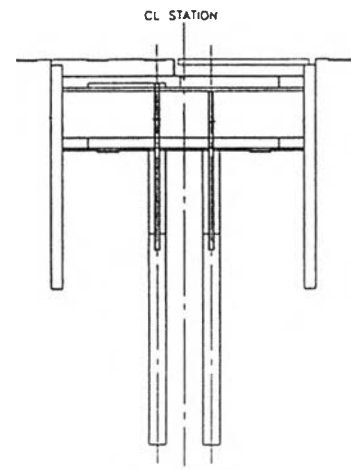
ขั้นตอนที่ 2



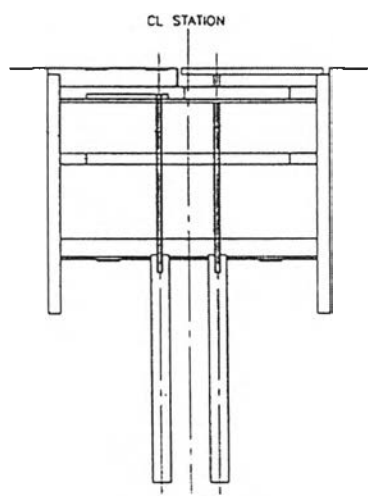
ขั้นตอนที่ 3



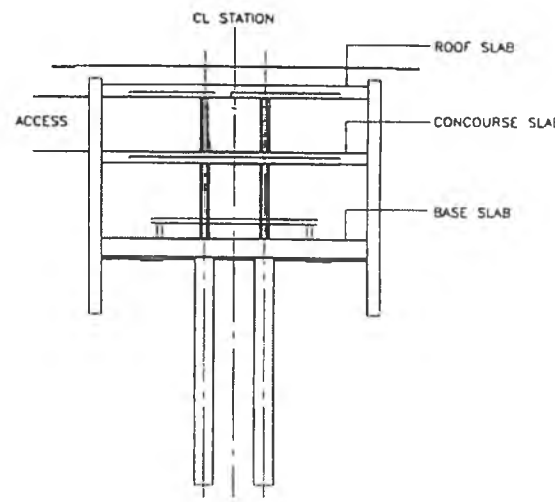
ขั้นตอนที่ 4



ขั้นตอนที่ 5

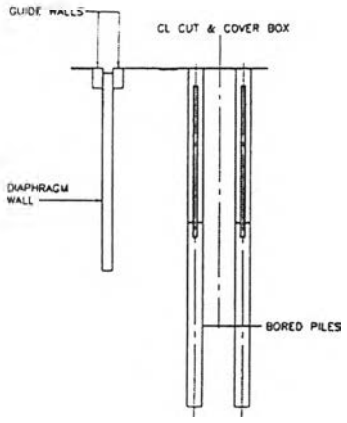


ขั้นตอนที่ 6

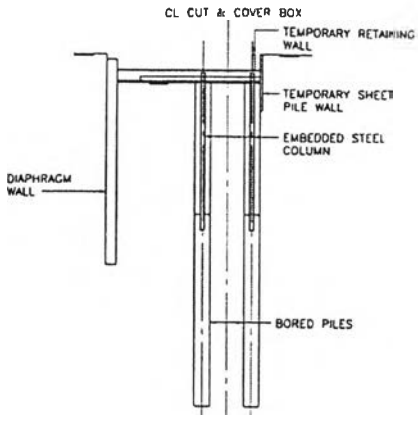


ขั้นตอนที่ 7

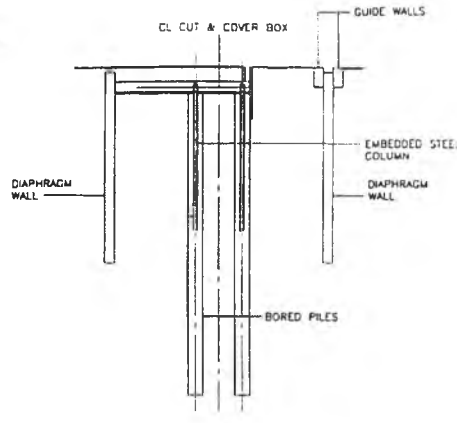
รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพงส่วนสถานีหลัก



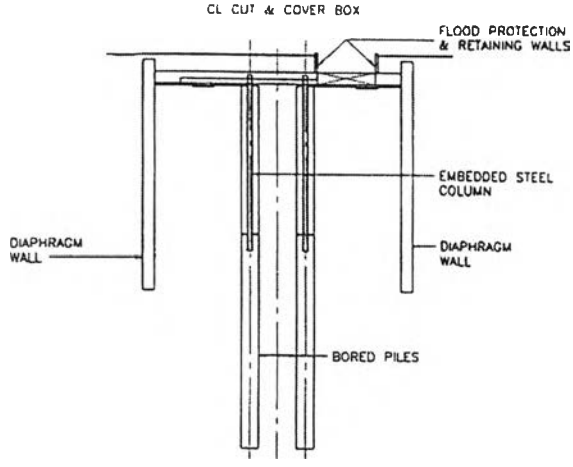
ขั้นตอนที่ 1



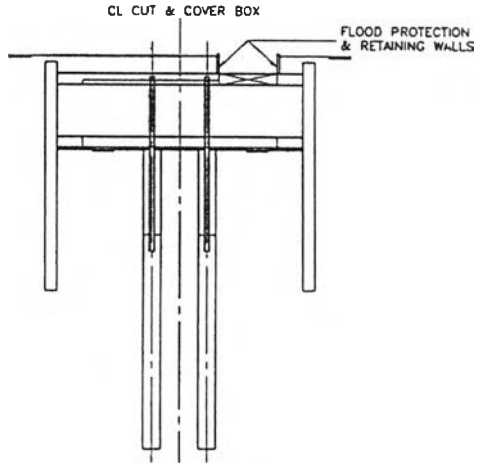
ขั้นตอนที่ 2



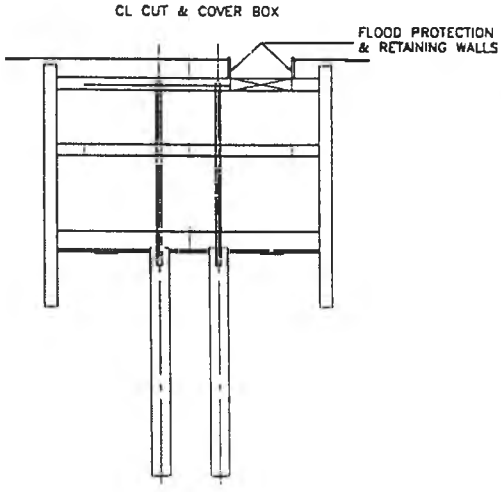
ขั้นตอนที่ 3



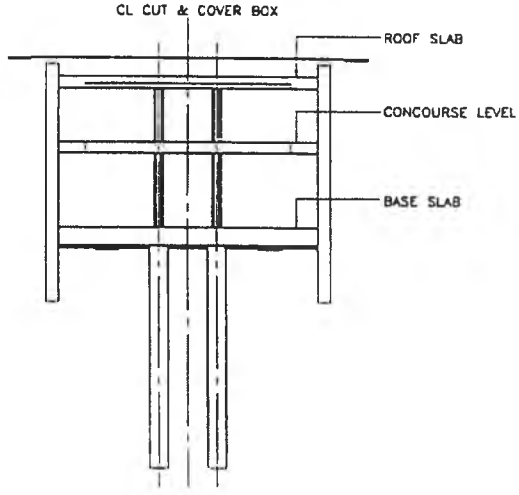
ขั้นตอนที่ 4



ขั้นตอนที่ 5



ขั้นตอนที่ 6



ขั้นตอนที่ 7

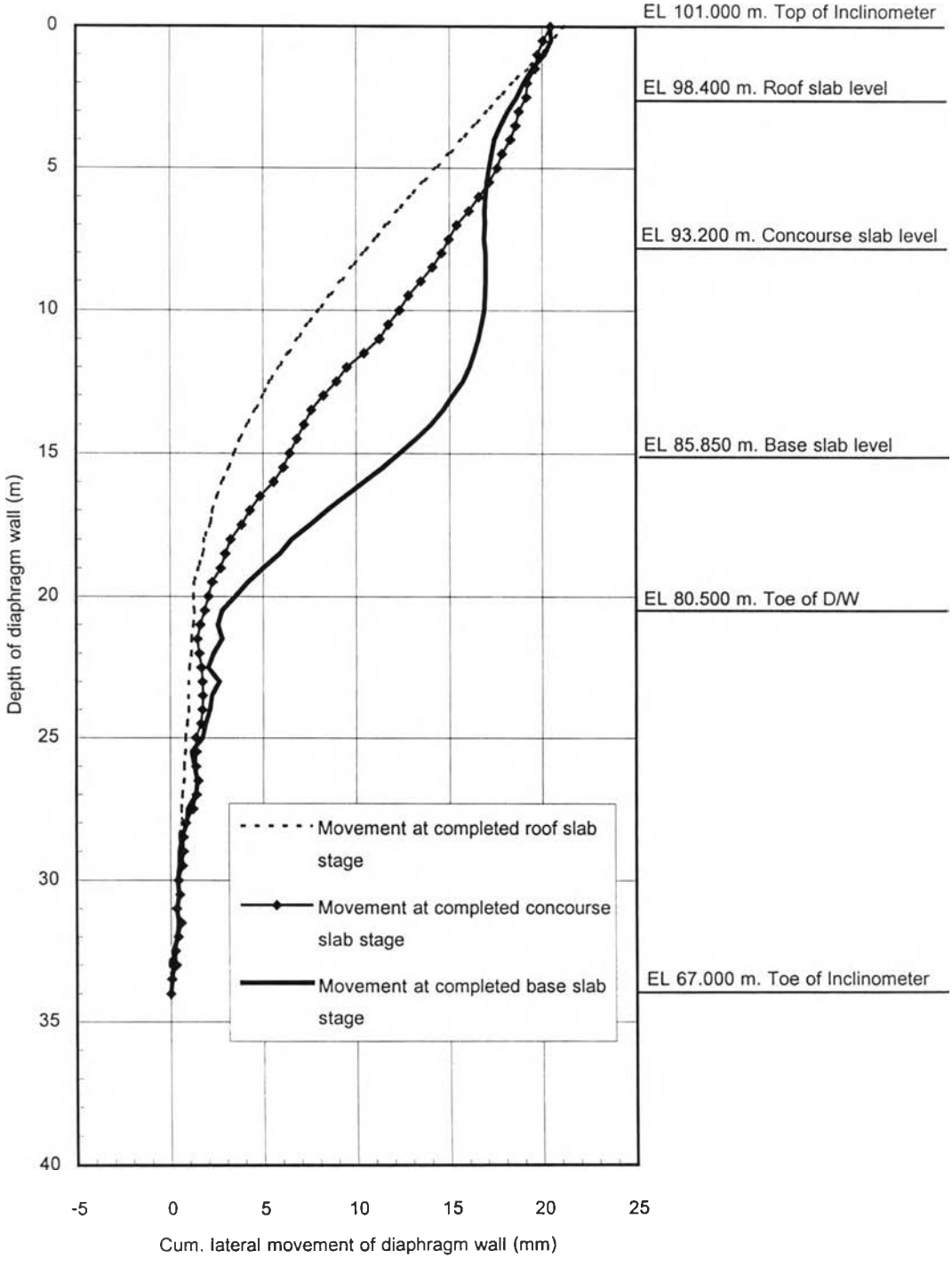
รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพงส่วนอุโมงค์ของสถานี

3.4.5 ข้อมูลการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์

ในการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพงได้ติดตั้งเครื่องมือวัดการเคลื่อนตัวทางด้านข้าง (Inclinometer) ของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์จำนวน 7 ตำแหน่ง โดยข้อมูลที่ได้นำมาใช้ในการวิจัยนี้ได้เลือกมาจำนวน 2 ตำแหน่ง คือ IND-03, IND-04 ซึ่งมีรายละเอียดของข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 3.15, 3.16

โครงการ : รถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล ที่ตั้ง : ถนนพระราม 4

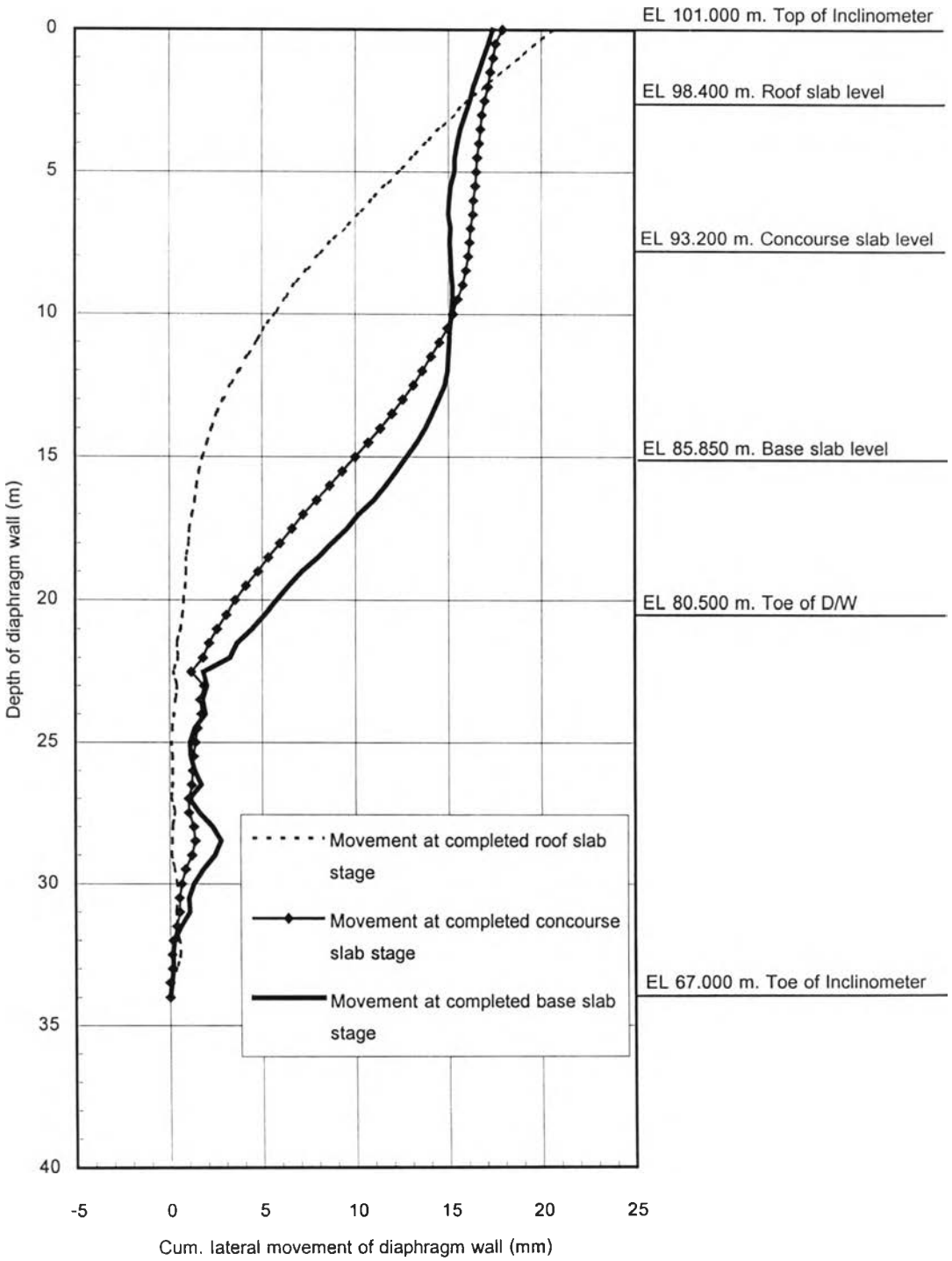
สถานที่ : สถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพง เครื่องมือวัด : Inclinometer No.03



รูปที่ 3.15 ข้อมูลการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ (IND-03) ในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้างของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพง

โครงการ : รถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล ที่ตั้ง : ถนนพระราม 4

สถานที่ : สถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพง เครื่องมือวัด : Inclinometer No.04

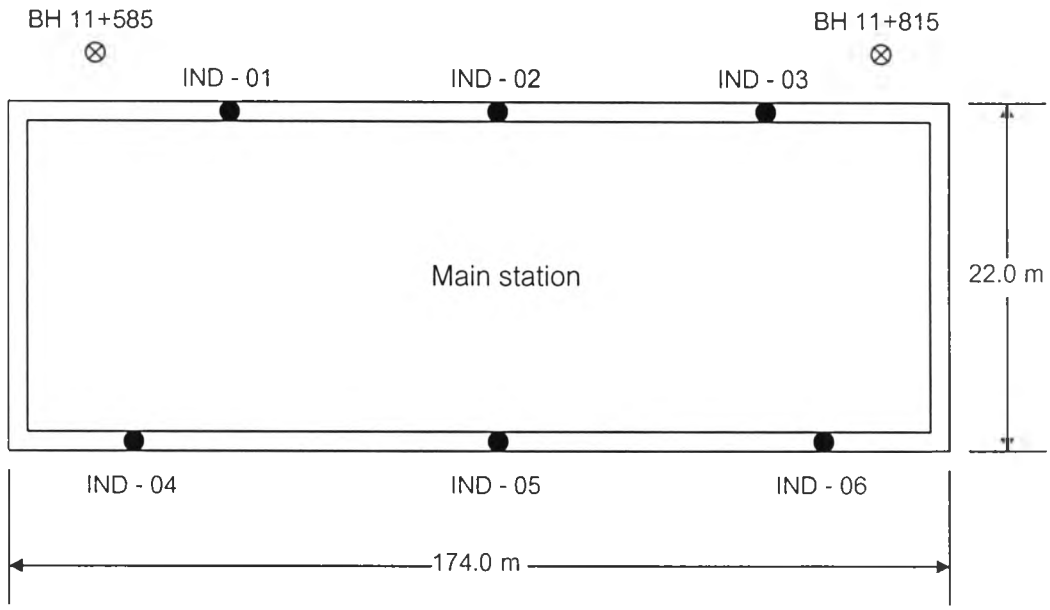


รูปที่ 3.16 ข้อมูลการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ (IND-04) ในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้างของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินหัวลำโพง

3.5 รายละเอียดข้อมูลของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่าน

3.5.1 ข้อมูลทั่วไป

การก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่านจะก่อสร้างที่ถนนพระรามที่ 4 บริเวณสามย่าน โดยเป็นสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินที่มีความลึกประมาณ 27.4 เมตร ความกว้าง 22.0 เมตร และความยาว 174.0 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แผนผังของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่าน

3.5.2 ลักษณะของชั้นดินและข้อมูลการเจาะสำรวจ

สภาพของชั้นดินบริเวณการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่านจะมีระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 3.8 เมตร จากผิวดิน โดยมีลักษณะของชั้นดินดังนี้

1 ชั้นดินถม (Clayey sand) มีลักษณะเป็นชั้นทรายละเอียดที่มีปริมาณของดินเหนียวปนอยู่เล็กน้อย โดยมีความแน่นอยู่ในระดับปานกลางซึ่งจะพบตั้งแต่ที่ระดับผิวดินจนถึงที่ระดับความลึกประมาณ 3.5 เมตร

2 ชั้นดินเหนียวอ่อนถึงปานกลาง (Soft to medium clay) เป็นดินเหนียวสีเทาเข้มมีปริมาณของทรายปนอยู่เล็กน้อย โดยมีค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำอยู่ระหว่าง 1.5 – 5.0 ตันต่อตารางเมตร และพบที่ระดับความลึกประมาณ 3.5 ถึง 12.4 เมตร จากผิวดิน

3 ชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff clay) มีลักษณะเป็นดินเหนียวสีน้ำตาลและสีเทาอ่อน โดยมีค่า N ประมาณ 12 – 25 ครั้งต่อฟุต ซึ่งพบที่ระดับความลึกประมาณ 12.4 ถึง 29.5 เมตร

4 ชั้นทรายแน่นปานกลางถึงแน่นมาก (Medium to dense sand) เป็นชั้นทรายที่มีสีเทาและสีน้ำตาลอ่อน โดยมีค่า N ประมาณ 25 – 45 ครั้งต่อฟุต ซึ่งพบที่ระดับความลึกประมาณ 29.5 ถึง 36.8 เมตร จากระดับผิวดิน

5 ชั้นดินเหนียวแข็งมาก (Very stiff clay) เป็นดินเหนียวสีน้ำตาลอ่อนและสีเทา มีปริมาณของทรายเม็ดละเอียดปนอยู่เล็กน้อย โดยมีค่า N เฉลี่ยประมาณ 22 ครั้งต่อฟุต ซึ่งพบที่ระดับความลึกประมาณ 36.8 ถึง 46.7 เมตร

6 ชั้นทรายแน่นมาก (Very dense sand) มีลักษณะเป็นทรายเม็ดละเอียดสีน้ำตาล โดยมีค่า N เฉลี่ยประมาณ 50 ครั้งต่อฟุต และพบที่ระดับความลึกประมาณ 46.7 ถึง 53.5 เมตร

7 ชั้นดินเหนียวแข็งมาก (Hard clay) เป็นดินเหนียวสีน้ำตาลและสีเทาอ่อน มีค่า N เฉลี่ยประมาณ 45 ครั้งต่อฟุต โดยพบที่ระดับความลึกประมาณ 53.5 ถึง 59.5 เมตร

8 ชั้นทรายแน่นมาก (Very dense sand) มีลักษณะเป็นทรายปนดินเหนียวสีเทาและสีน้ำตาลอ่อน โดยมีค่า N เฉลี่ยประมาณ 50 ครั้งต่อฟุต ซึ่งพบที่ระดับความลึก 59.5 ถึง 70.45 เมตร

โดยในการเจาะสำรวจดินพร้อมทั้งทำการทดสอบเพื่อหาค่าคุณสมบัติต่างๆ เช่น ค่าหน่วยน้ำหนักของดิน, ค่าปริมาณของน้ำในดิน, ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำของดิน, ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำในดิน ที่จำเป็นสำหรับใช้ในการออกแบบและก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่าน ซึ่งสรุปได้ดังแสดงในรูปที่ 3.18

3.5.3 ข้อมูลขั้นตอนการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่าน

ในการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่านจะดำเนินการก่อสร้างเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.19 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 - ทำการวางแนวเพื่อใช้ในการก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์บริเวณส่วนทางด้านทิศใต้ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน

- ก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ตามแนวที่วางไว้

- ทำการก่อสร้างเสาเข็มเจาะพร้อมทั้งติดตั้งเสาเหล็กที่ใช้รองรับพื้นชั้นต่างๆ

ขั้นตอนที่ 2 - ทำการวางแนวเพื่อใช้ในการก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์บริเวณส่วนทางด้านทิศเหนือของสถานี

- ก่อสร้างกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ตามแนวที่วางไว้

- ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Roof slab ในส่วนทางด้านทิศเหนือของสถานี

- ก่อสร้างโครงของพื้นชั้น Roof slab พร้อมทั้งใช้เสมือนเป็นค้ำยันให้กับกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ในส่วนทางด้านทิศเหนือของสถานี

- วางแผ่นพื้นจราจรชั่วคราวที่ด้านบนของส่วนทางด้านทิศเหนือของสถานี

ขั้นตอนที่ 3 - ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Roof slab ในส่วนทางด้านทิศใต้ของสถานี

- ก่อสร้างโครงของพื้นชั้น Roof slab

- วางแผ่นพื้นจราจรชั่วคราวที่ด้านบนของส่วนทางด้านทิศใต้ของสถานี

ขั้นตอนที่ 4 - ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Concourse slab

- ก่อสร้างโครงของพื้นชั้น Concourse slab

ขั้นตอนที่ 5 - ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Upper platform slab

- ก่อสร้างโครงของพื้นชั้น Upper platform slab

ขั้นตอนที่ 6 - ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Plant slab

- ก่อสร้างโครงของพื้นชั้น Plant slab

ขั้นตอนที่ 7 - ทำการขุดดินจนถึงระดับความลึกที่ใช้ในการก่อสร้างชั้น Base slab

- ก่อสร้างพื้นชั้น Base slab

ขั้นตอนที่ 8 - ทำการหล่อคอนกรีตหุ้มเสาเหล็กที่รองรับพื้นสถานีช่วงระหว่างชั้น Base slab กับชั้น Plant slab

- ก่อสร้างพื้นชั้น Plant slab ตามช่องเปิดที่เว้นไว้ให้เรียบร้อย

- ทำการหล่อคอนกรีตหุ้มเสาเหล็กที่รองรับพื้นสถานีช่วงระหว่างชั้น Plant slab กับชั้น Upper platform slab

- ก่อสร้างพื้นชั้น Upper platform slab ตามช่องเปิดที่เว้นไว้ให้เรียบร้อย

- ทำการหล่อคอนกรีตหุ้มเสาเหล็กที่รองรับพื้นสถานีช่วงระหว่างชั้น Upper platform slab กับชั้น Concourse slab

- ก่อสร้างพื้นชั้น Concourse slab ตามช่องเปิดที่เว้นไว้ให้เรียบร้อย

- ทำการหล่อคอนกรีตหุ้มเสาเหล็กที่รองรับพื้นสถานีช่วงระหว่างชั้น Concourse slab กับชั้น Roof slab

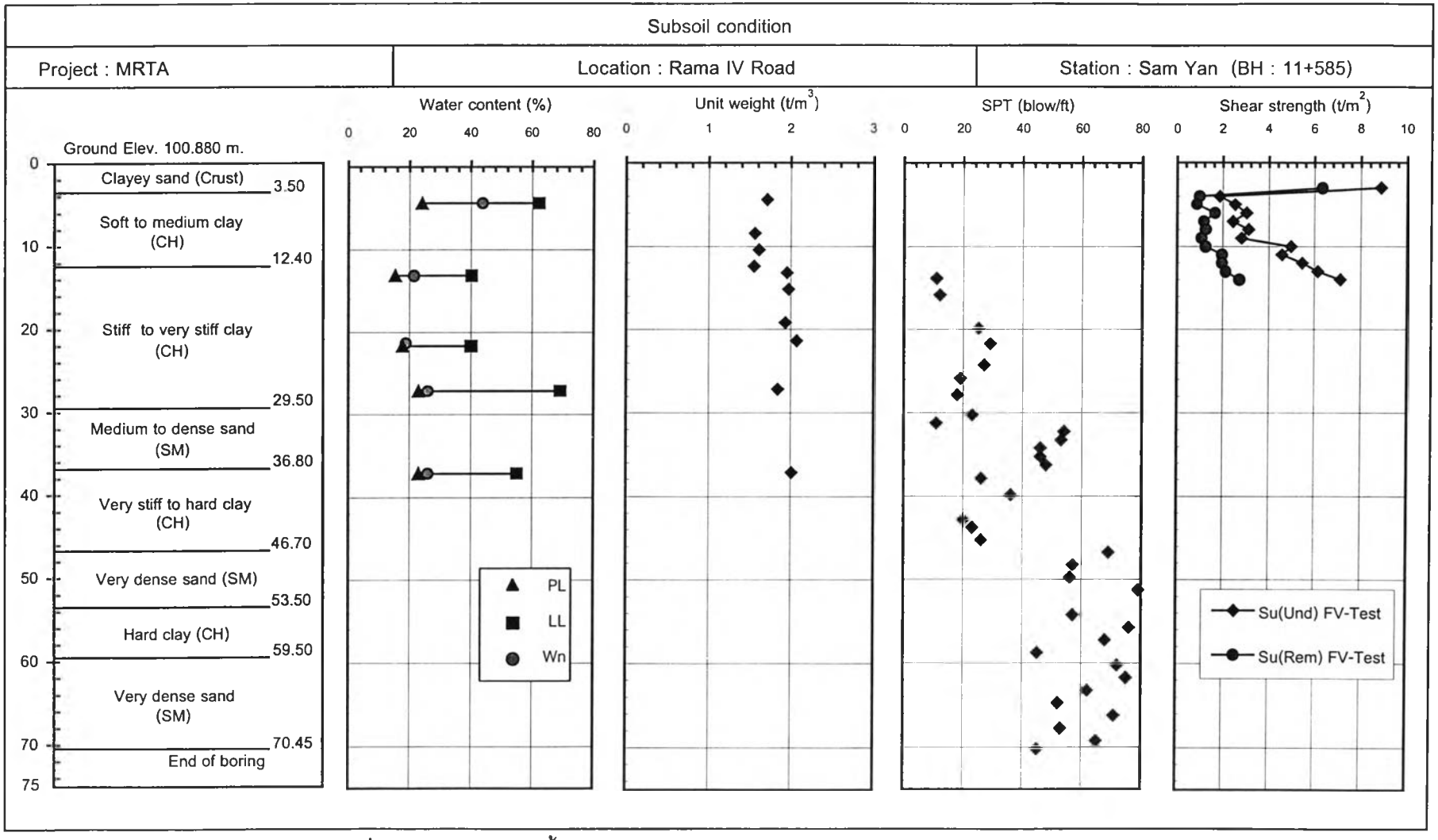
- ก่อสร้างพื้นชั้น Roof slab ตามช่องเปิดที่เว้นไว้ให้เรียบร้อย

ขั้นตอนที่ 9 - ทำการติดตั้งชานชลาของรถไฟฟ้าใต้ดินที่ชั้น Upper platform slab และชั้น Base slab

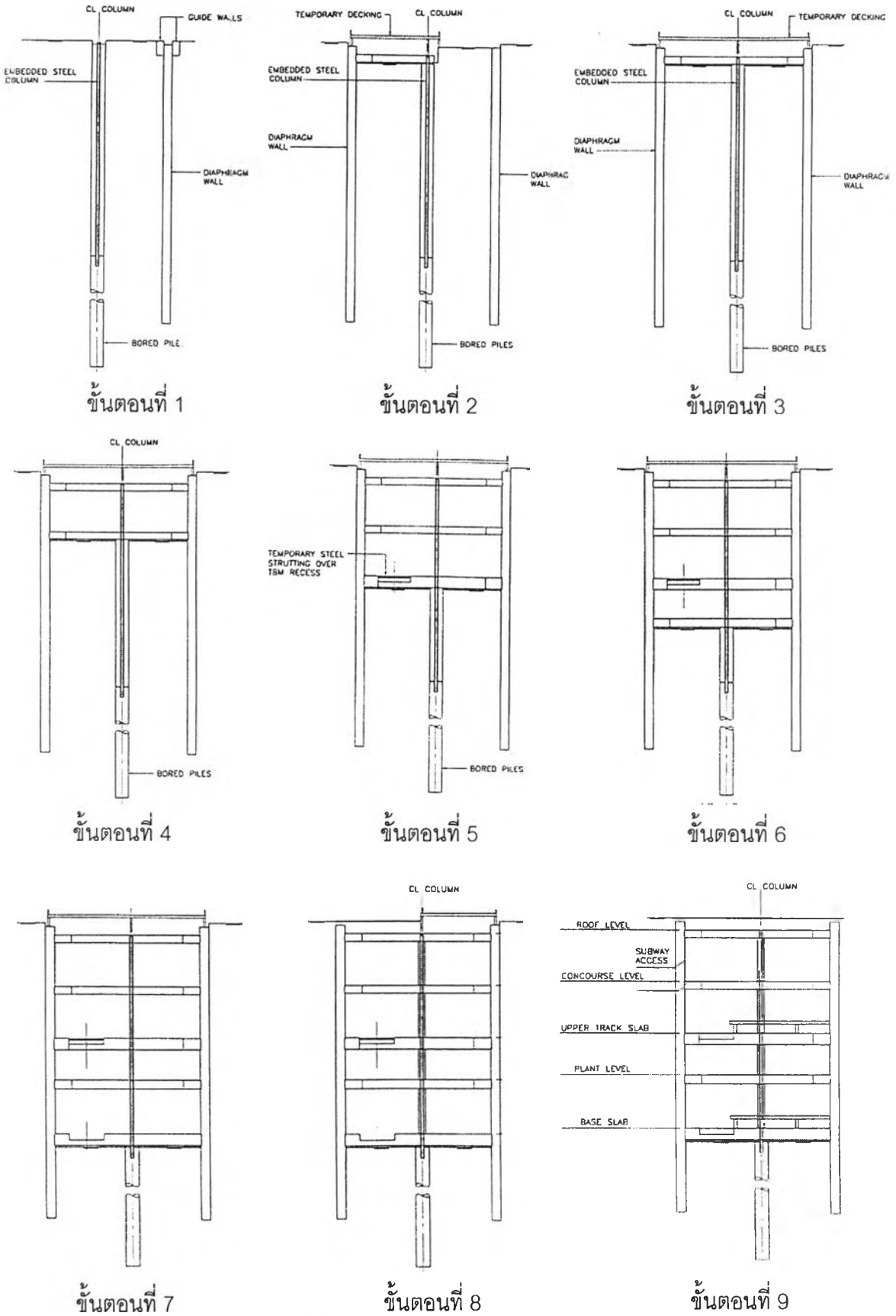
- ก่อสร้างทางขึ้นลงสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน

- เคลื่อนย้ายแผ่นพื้นจราจรชั่วคราวที่ด้านบนของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินออกพร้อมทั้งทำการถมดินในช่องว่างระหว่างชั้น Roof slab จนถึงระดับผิวจราจร

- ก่อสร้างผิวจราจรบริเวณที่ใช้ในการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินให้เรียบร้อย



รูปที่ 3.18 ลักษณะของชั้นดินและค่าคุณสมบัติของดินในบริเวณสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่าน



รูปที่ 3.19 ขั้นตอนการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่าน

3.5.4 ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างส่วนต่าง ๆ ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่าน

การก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่านมีรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1 Diaphragm wall เป็นกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ที่ก่อสร้างขึ้นมาเพื่อใช้เป็นผนังกำแพงสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน โดยมีความหนา 1.20 เมตร และความยาว 40.0 เมตร

2 Bored pile เป็นเสาเข็มเจาะที่มีหน้าตัดรูปวงกลมโดยมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.80 เมตร ความยาว 31.65 เมตร และมีระยะห่างระหว่างเสาเข็ม 11.4 เมตร ซึ่งในการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่านจะใช้เสาเข็มเจาะสำหรับรองรับน้ำหนักของสถานีรถไฟฟ้าเพียงแนวเดียวที่บริเวณแนวกึ่งกลางตามแนวความยาวของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน

3 Stanchion เป็นเสาโครงสร้างเหล็กรูปหน้าตัด H ขนาด 508x457x738 kg/m สำหรับใช้ในการรองรับพื้นชั้นต่างๆ ของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเพื่อไม่ให้เกิดการแอ่นตัวมากเกินไป และมีการหล่อคอนกรีตหุ้มจนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.80 เมตร

4 Roof slab เป็นแผ่นพื้นที่ใช้เสมือนเป็นชั้นหลังคาของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินโดยมีความหนา 1.0 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 2.2 เมตร จากระดับผิวดิน

5 Concourse slab เป็นพื้นที่มีความหนา 0.8 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 7.1 เมตร

6 Upper platform slab เป็นพื้นที่มีความหนา 1.5 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 14.45 เมตร

7 Plant slab เป็นพื้นที่มีความหนา 1.2 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 19.75 เมตร

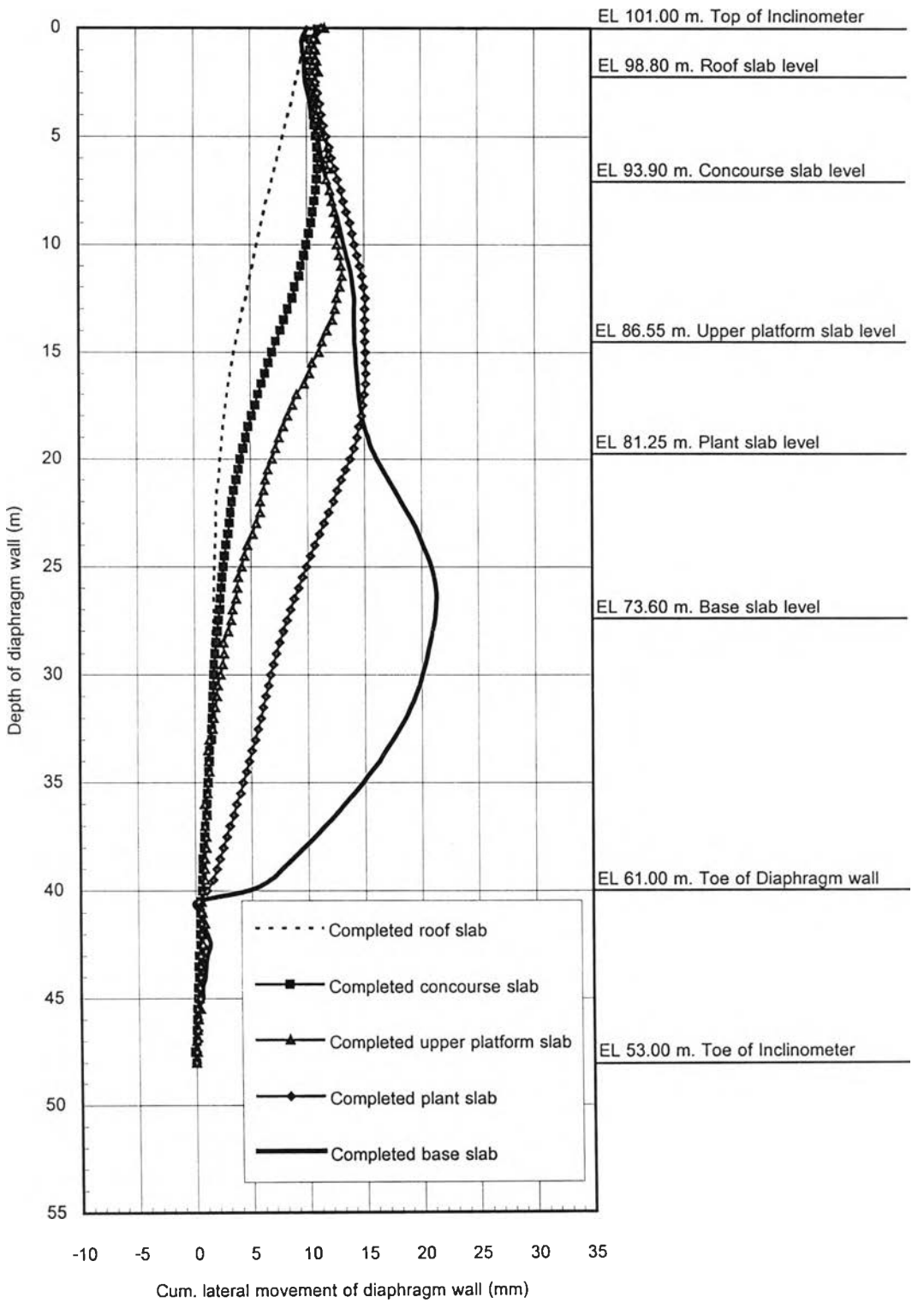
8 Base slab เป็นพื้นที่มีความหนา 1.8 เมตร อยู่ที่ระดับความลึก 27.40 เมตร

3.5.5 ข้อมูลการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์

ในการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่านทำการติดตั้งเครื่องมือวัดการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์จำนวน 6 ตำแหน่ง (IND No.01-06) โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้ได้เลือกมาจำนวน 1 ตำแหน่ง คือ IND-06 ซึ่งมีรายละเอียดของข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 3.20

โครงการ : รถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล ที่ตั้ง : ถนนพระรามที่4

สถานที่ : สถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่าน เครื่องมือวัด : Inclinometer No.06



รูปที่ 3.20 ข้อมูลการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดินไดอะแฟรมวอลล์ (IND-06) ในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้างของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินสามย่าน