บทที่ 3
การทดสอบการวิจัย

3.1 สถานที่ทดสอบ

งานวิจัยนี้ได้ทำการเลือกตำแหน่งทดสอบทั้งหมด 17 แห่ง ในระหว่างการก่อสร้างถนนสายบางนา-บางปะกง (ขนานกับถนนขาออกเดิม) ระหว่าง กม.15+670 ถึง กม.34+501 โดยมีความสูงในการถมคันทางประมาณ 1.8-2.1 เมตร รายละเอียดตำแหน่งทดสอบในงานวิจัยนี้ แสดงในตารางที่ 3.1

3.2 การก่อสร้างถนน

ข้อกำหนดของกรมทางหลวงในการก่อสร้างถนนสายบางนา-บางปะกง ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.1 โดยกรมทางหลวงได้แยกขั้นตอนการก่อสร้างออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ก) ขั้นตอนที่ 1 เป็นการก่อสร้างชั้นคันทางและ berm การถมทรายในชั้นคันทางจะถมสูงกว่าระดับคันทางประมาณ 30 ซม.เผื่อไว้สำหรับการทรุดตัวจากนั้นจะทิ้งทรายถมไว้ 5 เดือนเพื่อให้เกิดการอัดตัวคายน้ำ (consolidation) ในดินอ่อนใต้คันดิน

ข) ขั้นตอนที่ 2 เป็นการก่อสร้างต่อเนื่องจากขั้นตอนที่ 1 ประกอบด้วยการถมชั้นรองพื้นทางด้วยมวลรวมดิน (soil aggregate) ซึ่งมีค่า CBR ไม่น้อยกว่า 25% หนา 20 ซม., ชั้นพื้นทางด้วยหินคลุกซึ่งมีค่า CBR ไม่น้อยกว่า 80% หนา 20 ซม. และผิวทางแอสฟัลส์คอนกรีตหนา 10 ซม.

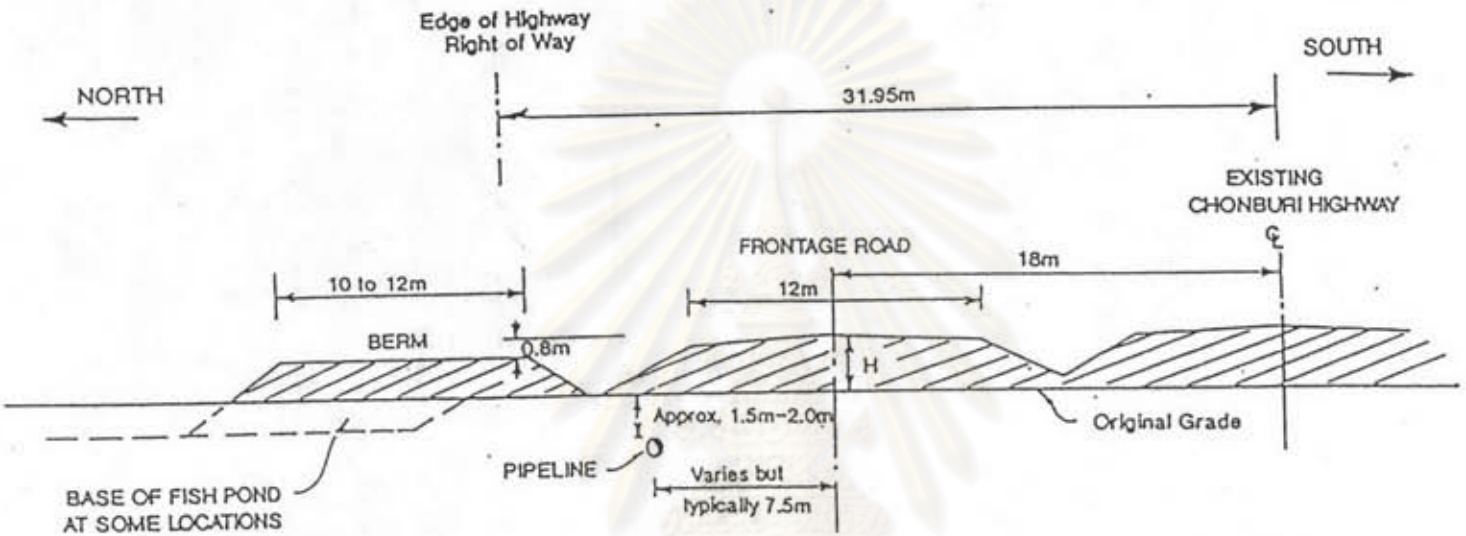
3.3 การทดสอบ

เครื่องมือทางปฐพีวิศวกรรม ที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย Inclinometers, Piezometers และ Branch Rod Settlement เพื่อใช้ในการตรวจสอบการตอบสนองของดินเนื่องจากน้ำหนักคันดินดังรายละเอียดการติดตั้งเครื่องมือทางปฐพีวิศวกรรมแสดงในรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 แสดงตำแหน่งทดสอบคันทางบนถนน บางนา - บางปะกง

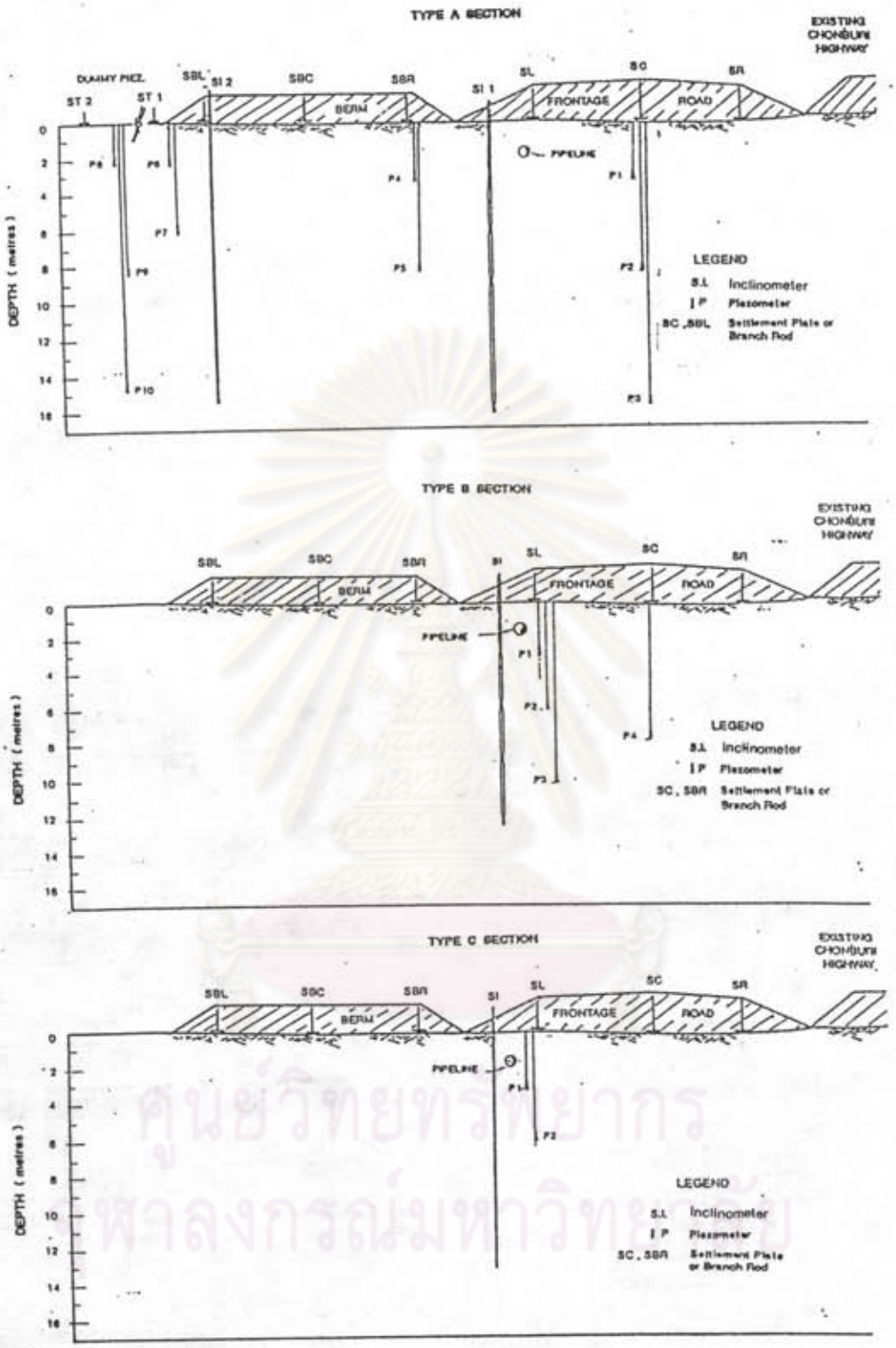
ลำดับที่	ตำแหน่งทดสอบ
1	15+670
2	24+390
3	26+815
4	27+408
5	27+650
6	27+920
7	28+020
8	28+160
9	28+350
10	29+340
11	29+550
12	30+121
13	30+270
14	30+600
15	31+280
16	33+370
17	34+501

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Item	Department of Highway Specifications
Embankment	1.8 m to 2.2 m heights 12 m wide frontage road
Berm	10 – 12 m wide berm
Stage 1 Elevation	30 cms above subgrade
Waiting Period	5 months

รูปที่ 3.1 ข้อกำหนดการก่อสร้างถนน (Frontage Road) สำหรับทางหลวง สายบางนา - บางปะกง



รูปที่ 3.2 การติดตั้งเครื่องมือปฐพีวิศวกรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.1 รายละเอียดเครื่องมือปฐพีวิศวกรรมที่ใช้ในการทดสอบ

รายละเอียดเครื่องมือปฐพีวิศวกรรมที่ใช้ในการทดสอบ มีดังนี้

3.3.1.1 Inclinometer

Inclinometer เป็นท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 75 มม. ทำการติดตั้งในแนวดิ่ง เพื่อวัดการเคลื่อนตัวด้านข้างของดินเนื่องจากน้ำหนักดินถม การวัดการเคลื่อนตัวด้านข้างของดินทำได้โดยการหย่อน probe ลงไปในท่อ แล้ววัดความลาดเอียงของท่อ ทุก ๆ 0.6 เมตร จนกระทั่งครอบคลุมความลึกทั้งหมดดังนั้นจะได้รูปร่างการเคลื่อนตัวของท่อตลอดความลึกของท่อที่ติดตั้ง การวัดในสนามจะกระทำเป็นช่วงเวลาขึ้นอยู่กับขั้นตอนการก่อสร้าง ดังนั้นจะได้ข้อมูลการเคลื่อนตัวที่เวลาใด ๆ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะนำมาเปรียบเทียบกับการวัดครั้งแรกเมื่อเริ่มติดตั้ง

วัตถุประสงค์ของการติดตั้ง Inclinometer เพื่อที่จะพิจารณาเสถียรภาพของคันดินในระหว่างการก่อสร้างและเป็นตัวชี้ให้เห็นถึงการเคลื่อนตัวด้านข้างของดินเหนียวใต้คันดิน

3.3.1.2 Piezometer

Piezometer ใช้ในการวัดความดันน้ำในโพรงดินที่จุดติดตั้ง สำหรับงานวิจัยนี้ Piezometer จะตอบสนองความต้องการ 2 ประการคือ

1) เพื่อเป็นตัวชี้เสถียรภาพของคันดิน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วทำให้เกิดการวิบัติของคันดิน ค่าความดันน้ำในโพรงดินจะมีค่ามากกว่าปรกติ

2) เพื่อใช้พิจารณาการอัดตัวคายน้ำ (consolidation) โดยตรวจสอบจากการลดลงของความดันน้ำในโพรงดินเพิ่ม (excess pore water pressure)

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการติดตั้ง Pneumatic Piezometers เป็นส่วนใหญ่และมีการติดตั้ง Stand Pipe Piezometers อยู่ 2 แห่ง จำนวน 6 ตัว เพื่อวัดแรงดันน้ำใต้ดินตามธรรมชาติ ซึ่งจะใช้เป็นตัวอ้างอิง (dummy) ตำแหน่งการติดตั้ง Stand Pipe Piezometers จะอยู่ห่างออกไปจากบริเวณการก่อสร้างคันดิน

3.3.1.3 Branch Rod Settlement

Branch Rod Settlement ทำมาจากแท่งโลหะ แล้วตอกลงไปในคันดินเพื่อใช้ประโยชน์ในการวัดการทรุดตัวที่เกิดขึ้น Brach Rod Settlement จะทำการติดตั้งในตำแหน่งที่มีเครื่องมือปฐพีวิศวกรรม การสำรวจในสนามจะได้ผลการทรุดตัวของถนนและ berm ตามแนวตัดขวาง

จุดประสงค์ของการติดตั้ง Branch Rod Settlement ก็เพื่อที่จะตรวจสอบเสถียรภาพของคันดินในระหว่างการก่อสร้าง และ วัดค่าการทรุดตัวที่เกิดขึ้น

รายละเอียดการติดตั้งเครื่องมือปฐพีวิศวกรรมในแต่ละแห่งได้รวบรวมแสดงไว้ในตารางที่ 3.2 โดยได้ทำการติดตั้ง Inclinometers 19 ตัว, Piezometers 50 ตัว และ Branch Rod Settlement 136 อัน

3.3.2 การติดตั้งเครื่องมือทดสอบ

การติดตั้งเครื่องมือทดสอบ เพื่อวัดการตอบสนองทางปฐพีวิศวกรรมของดินเนื่องจากน้ำหนักดินถมให้สมบูรณ์แบบ จำเป็นต้องสอดคล้องกับการก่อสร้างถนนของกรมทางหลวง โดยติดตั้งเครื่องมือทดสอบก่อนที่กรมทางหลวงทำการถมดิน

การเจาะหลุมติดตั้ง Inclinometer ในงานวิจัยนี้ ดำเนินการโดย บริษัท Thai Engineering Consultants (TEC) ภายใต้การแนะนำของ บริษัท Canuck Asia การเจาะหลุมติดตั้ง Inclinometer ได้เริ่มดำเนินการเมื่อวันที่ 29 กันยายน พ.ศ. 2533 และแล้วเสร็จการติดตั้งเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2533 ในระยะแรกใช้รถเจาะในการ

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดการติดตั้งเครื่องมือปฐพีวิศวกรรม

ตำแหน่งทดสอบ	ชนิด	จำนวนเครื่องมือ		
		Inclinometers	Piezometers	Settlement Branch Rods
15+670	C	1	1	8
24+390	C	1	0	8
26+815	C	1	0	8
27+408	A	2	9	8
27+650	B	1	4	8
27+920	C	1	0	8
28+020	B	1	4	8
28+160	A	2	9	8
28+350	C	1	2	8
29+340	C	1	2	8
29+550	C	1	2	8
30+121	C	1	2	8
30+270	C	1	3	8
30+600	C	1	2	8
31+280	B	1	5	8
33+370	C	1	0	8
34+501	C	1	0	8
รวมทั้งหมด		19	50	136

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เจาะติดตั้งแต่เนื่องจากสภาพปัญหาการเข้าไปเจาะในตำแหน่งติดตั้งลำบาก จึงเปลี่ยนมาใช้ tripod rig ซึ่งมีขนาดเบาและเคลื่อนย้ายง่าย

การเจาะหลุมติดตั้ง Inclinometer กระทำได้โดยใช้ท่อ casing ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มม. ตันลงไปในดินชั้นบนลึกประมาณ 3-5 เมตร เพื่อป้องกันการพังทลายของผนังหลุมเจาะในขณะทำการเจาะ จากนั้นก็ใช้หัวเจาะซึ่งพ่นน้ำด้วยแรงดันสูงตัดมวลดินเจาะไปถึงความลึกที่ต้องการ ในการติดตั้งท่อ Inclinometers สามารถทำโดยดันท่อ Inclinometer ลงไปในหลุมเจาะและถมดินเหนียวกลับในช่องว่างระหว่างท่อ Inclinometer กับขอบหลุมเจาะ

การติดตั้ง Piezometer ใช้วิธีการตัน Piezometer ทะลุลงไปในชั้นดินที่ความลึกที่ต้องการ ซึ่งจะมีปัญหาในส่วนดินชั้นบน จำเป็นที่จะต้องเจาะดินโดยใช้ Auger นำผ่านชั้นดินแข็งไปก่อน

3.3.3 <u>การเก็บข้อมูล</u>

การเก็บข้อมูลการทรุดตัวจาก Branch Rod Settlement, ค่าแรงดันน้ำในโพรงดินจาก Piezometer และ การเคลื่อนตัวด้านข้างของดินจาก Inclinometer จะกระทำในเวลาเดียวกันของแต่ละครั้งการเก็บข้อมูลโดยสอดคล้องกับการก่อสร้างถนน การเก็บข้อมูลได้เริ่มทำการเก็บเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ.2533 และรวบรวมข้อมูลเป็นเวลา 16 เดือน โดยสิ้นสุดการเก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2535

ข้อมูลจาก กม.27+408 ถึง กม.34+501 เป็นข้อมูลการตอบสนองของดินใต้คันทางที่สมบูรณ์ทั้งนี้เนื่องจากได้มีการติดตั้งเครื่องมือปฐพีวิศวกรรม ก่อนการก่อสร้างของกรมทางหลวง ในขณะที่ กม.15+670 ถึง กม.26+815 การติดตั้งเครื่องมือปฐพีวิศวกรรมได้ดำเนินการหลังจากกรมทางหลวงได้ถมทรายไปแล้ว 3-4 เดือน ดังนั้น การเสียรูปในสภาพอันเดรน และการอัดตัวคายน้ำ (consolidation) ได้เกิดขึ้นไปก่อนหน้าที่จะติดตั้งเรียบร้อยแล้ว