บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดสอบสำหรับการวิจัย

บทนำเรื่อง

เครื่องมือทดสอบที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้สามารถแยกออกเป็น เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบภาคสนาม และในห้องปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบภาคสนาม

3.1.1 เครื่องมือพิซโซโพรบ (Piezo-Probe)

3.1.2 พิซโซมิเตอร์แบบไฮโดรลิกค์ (Hydraulics twin tube piezometer)

3.1.3 เครื่องมือวัดการทรุดตัวของดิน (Settlement plate)

3.1.4 เครื่องมือวัดการทรุดตัวตามชั้นดิน (Extensometer) ติดตั้งพร้อมกับเครื่องมืออินคลีโนมิเตอร์ (Inclinometer)

รายละเอียดส่วนประกอบเครื่องมือดังกล่าวได้แสดงไว้ในหัวข้อที่ ก.1 ภาคผนวก ก

3.2 สถานที่และตำแหน่งที่ทำการทดสอบ

สถานที่ทำการทดสอบตั้งอยู่ที่ อำเภอเมือง จ.สงขลา ห่างจากหัวเขาแดงไปทางอำเภอระโนด ประมาณ 1 กิโลเมตร โดยทำเป็นถนนยื่นในทะเลมีระยะประมาณ 500 เมตร สำหรับโครงการก่อสร้างระยะแรกนั้น บริเวณท่าเรือจะมีเนื้อที่ประมาณ 72 ไร่ ซึ่งแบ่งเป็น

พื้นที่ในทะเลที่เกิดจากถมทรายประมาณ 60 ไร่ และเป็นที่ดินบนชายฝั่งทะเลอีกประมาณ 12 ไร่

สำหรับการสร้างท่าเทียบเรือน้ำลึกลงขลาได้ถมทรายตั้งแต่ระดับ -2.50 เมตร จนถึงระดับ +3.00 เมตร เทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง บริเวณ Preload มีเนื้อที่กว้าง 70 เมตร ยาวตลอดแนวทางด้านยาว โดยมีน้ำหนักกดทับประมาณ 3 ตัน/ตร.เมตร ดังรูปที่ 3.1

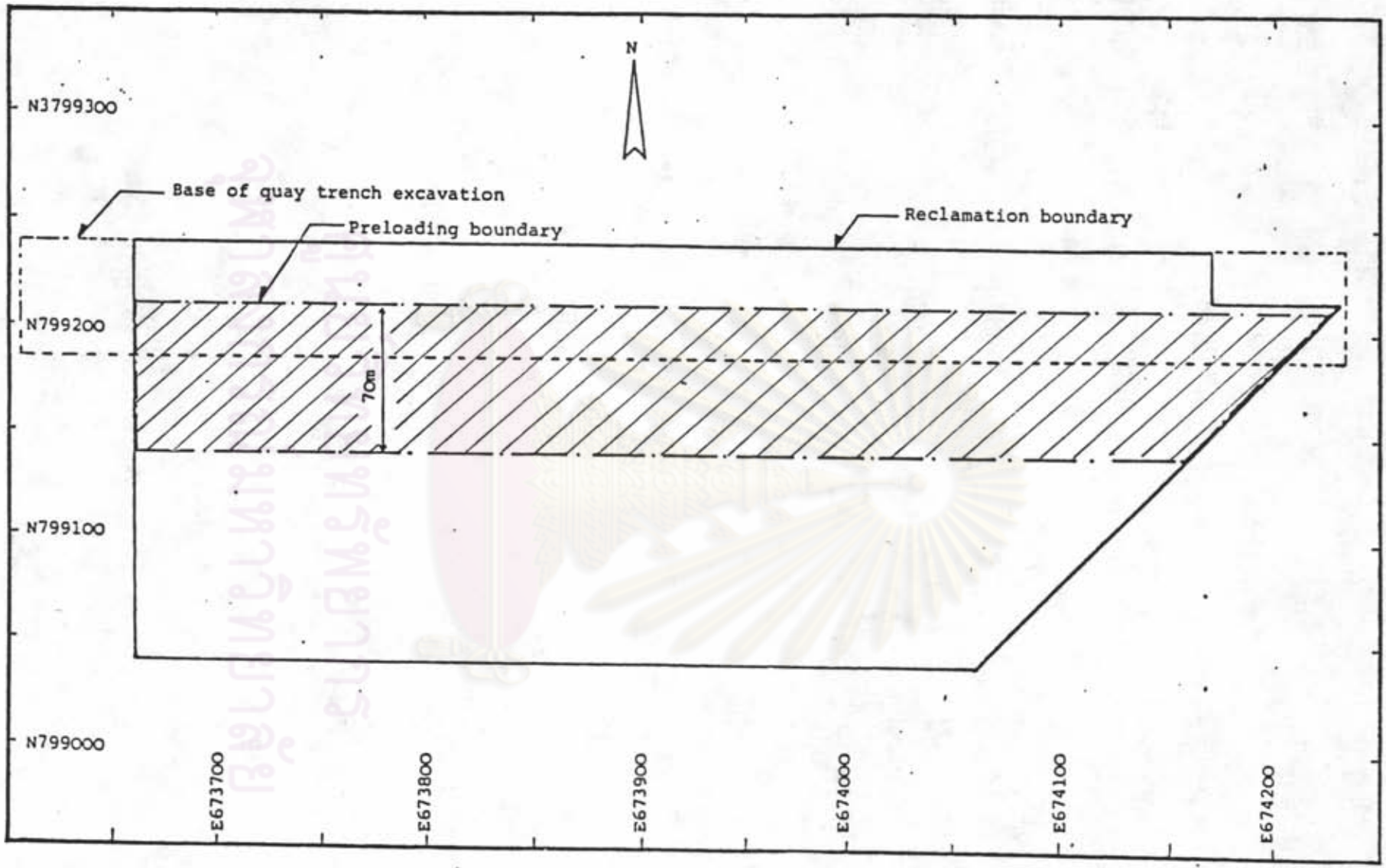
3.2.1 เครื่องมือพิซโซโพรบ (Piezo-Probe)

เครื่องมือพิซโซโพรบ ที่ใช้ทดสอบในบริเวณพื้นที่ปรับปรุงในการศึกษานี้มีทั้งสิ้นจำนวน 8 หลุม (PP-1 ถึง PP-8) ดังแสดงตามรูปที่ 3.2

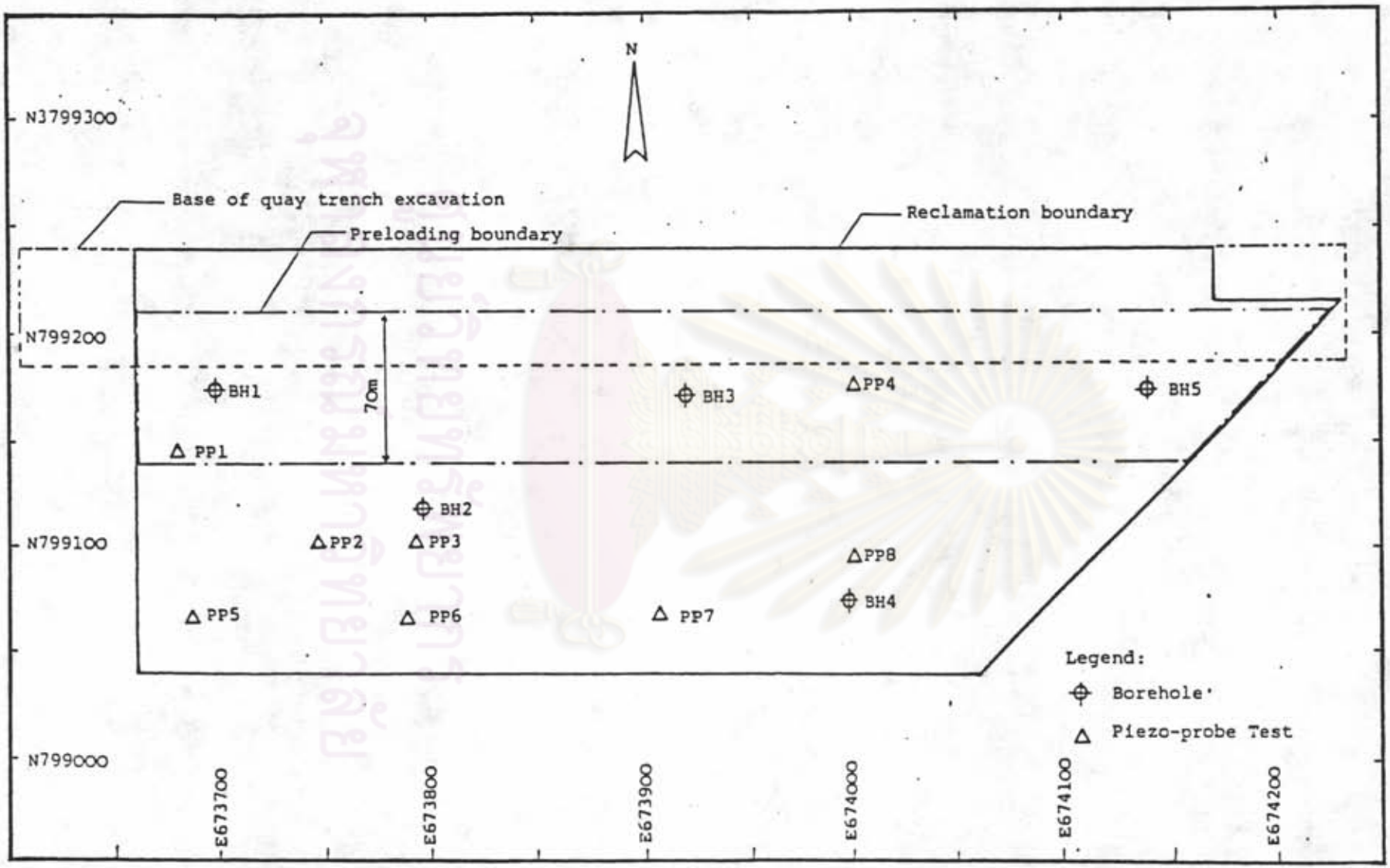
ตรงตำแหน่งที่จะทำการทดสอบจะใช้สว่านที่มีหัวฉีดน้ำที่ปลายก้านเจาะ ปั่นในหลุมเจาะพร้อมกับอัดน้ำเข้าไปในหลุม ให้เศษดินดันลอยสู่บนปากหลุมและล้นออกมา จนถึงระดับที่พร้อมจะติดตั้งเครื่องมือพิซโซโพรบ เครื่องมือพิซโซโพรบจะเริ่มวัดค่าในช่วงดินเหนียว ในที่นี้จะเริ่มประมาณระดับ -15.00 เมตร จนถึงระดับประมาณ -26.00 เมตร เทียบกับระดับน้ำทะเล

การเตรียมเครื่องมือพิซโซโพรบ โดยการติดตั้งแท่นกดหัวพิซโซโพรบซึ่งมีก้อนหินหนักก้อนละ 3 ตัน ด้านละก้อนกดทับแท่น ดังรูปที่ 3.3 ติดตั้งเครื่องมือวัดความลึกอัตโนมัติกับเครื่องมือกดหัวพิซโซโพรบ ติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อความอัตโนมัติ นำสายต่อจากเครื่องวัดความลึกอัตโนมัติต่อเข้ากับเครื่องบันทึกข้อความ สำหรับขั้นตอนการเตรียมหัวพิซโซโพรบทำโดยนำหัวพิซโซโพรบที่สะอาดหุ้มหัวพิซโซโพรบด้วยปลอกยางโดยรอบ จากนั้นใส่น้ำที่ไล่อากาศภายในน้ำออกแล้ว(Deair water) ทำการดูดไล่อากาศภายในหัวพิซโซโพรบจนไม่มีฟองอากาศ นำส่วน Pressure transducer มาเติมน้ำให้เต็มในส่วนที่จะต่อหัวพิซโซโพรบ ดังรูปที่ 3.4 จากนั้นนำทั้งสองส่วนต่อเข้าด้วยกันโดยมิให้เกิดฟองอากาศภายในป้องกันการเกิดฟองอากาศเข้าหัว-ของพิซโซโพรบโดยการใช้ปลอกยางสวมตลอดเวลา จากนั้นเตรียมท่อเหล็กต่อสำหรับใช้กดให้พร้อมตามความลึกที่กำหนด ร้อยสายถ่ายทอดสัญญาณที่ยึดติดกับหัวพิซโซโพรบเข้าภายในกระบอกเหล็กทุกกระบอกต่อเนื่องกันหมด จัดวางท่อกระบอกเหล็กเรียงลำดับให้เป็นระเบียบพร้อมจะใช้งาน ดังรูปที่ 3.5 ต่อสายส่งสัญญาณเข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูลให้เรียบร้อย ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือทุกระบบให้พร้อม ตรวจสอบระดับน้ำใต้ดินก่อนลงมือปฏิบัติการ ดังรูปที่ 3.6

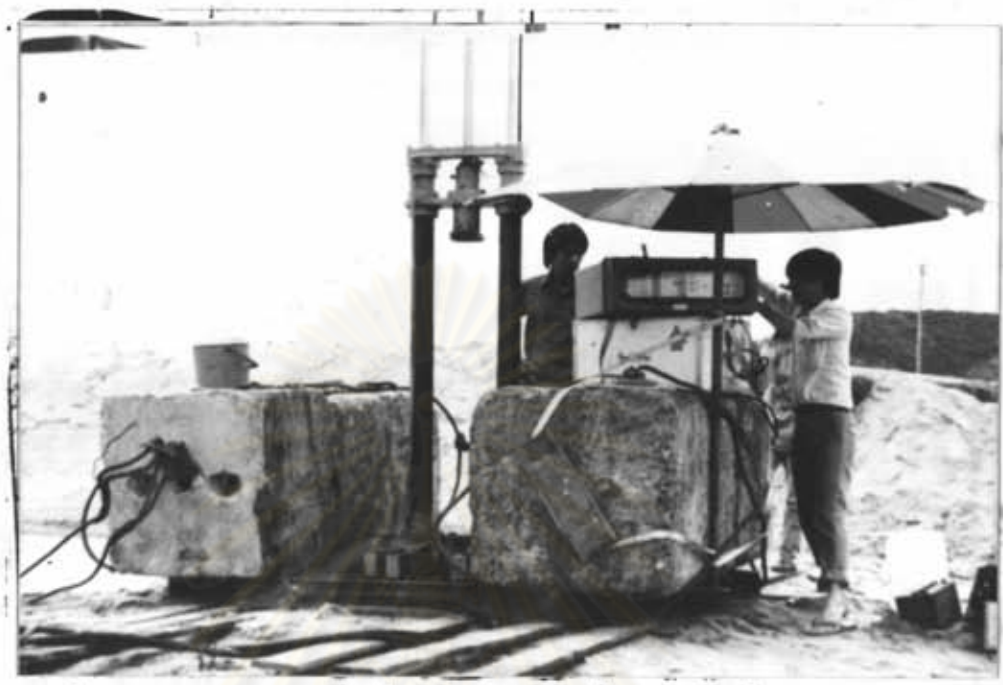
นำหัวพิซโซโพรบต่อเข้ากับท่อเหล็กต่อ ยึดท่อเหล็กต่อแต่ละท่อที่นำมาต่อกันให้แน่น



รูปที่ 3.1 แสดงบริเวณ Preload ของพื้นที่ปรับปรุง



รูปที่ 3.2 แสดงตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือและตำแหน่งหลุมเจาะ



รูปที่ a.a แสดงอุปกรณ์เครื่องมือฉีดโพรบทั้งหมดพร้อมน้ำหนักกดทับ

รูปที่ 3.4 แสดงการไล่อากาศในส่วนหัวฉีดโพรบ

รูปที่ 3.6 วัดระดับน้ำใต้ดินเมื่อเริ่มปั๊มระดับน้ำลงถึงก่อนปิดการ

รูปที่ 3.5 แสดงท่อเตรียมไว้สำหรับต่อเข้ากับท่อเหล็กของระบบท่อน้ำเสีย

กดท่อเหล็กลงไปช่วงละท่อ ทำซ้ำ ๆ จนปลายของหัวพิซโซโพรบหยั่งอยู่บนชั้นดินที่ต้องการวัดหาค่าความดันน้ำ ตรวจสอบความลึกของหลุมโดยเครื่องวัดความลึกอัตโนมัติ

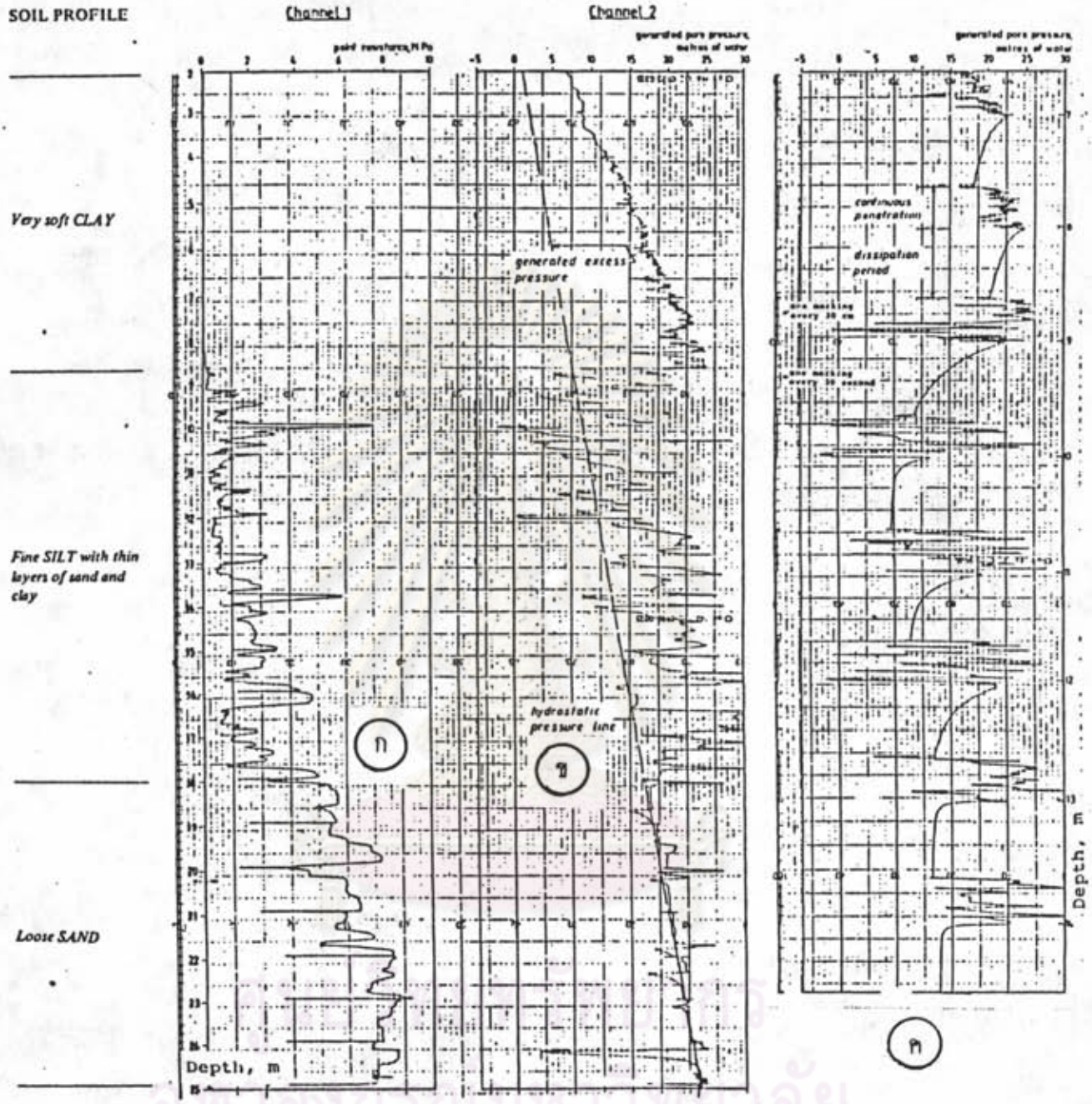
ขณะเริ่มทำการกดนั้นให้บันทึกค่าความดันน้ำในโพรงเพิ่มที่เกิดขึ้นที่หัวพิซโซโพรบเปรียบเทียบกับความลึกที่เปลี่ยนไป ทำการกดด้วยความเร็ว ประมาณ 2 เมตรต่อนาที จนหมดท่อเหล็กต่อ 1 ท่อน ค่าการเปลี่ยนแปลงแรงต้านทานของดินและความดันน้ำในโพรงเพิ่มที่เกิดขึ้นจะถูกบันทึกโดยเครื่องมือบันทึก ดังรูปที่ 3.7(ก) และ 3.7(ข) ตามลำดับ ขณะที่หยุดเครื่องกดเพื่อทำการเพิ่มท่อเหล็กต่อนั้น เป็นช่วงที่มีค่าความดันในโพรงเพิ่มมีค่าลดลงขึ้นกับเวลาซึ่งสามารถบันทึกค่า ดังรูปที่ 3.7(ค) นำค่าที่บันทึกมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การยุบอัดตัวซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป จากนั้นจะเพิ่มท่อเหล็กต่อและ ทำตามขั้นตอนดังที่กล่าวมาข้างต้น จนถึงระดับความลึกที่ต้องการ

เมื่อได้บันทึกค่าความดันน้ำในโพรงเพิ่มเสร็จเรียบร้อยแล้ว การเก็บเครื่องมือทำโดยการดึงท่อเหล็กขึ้นมาทีละช่วงตรงข้ามกับตอนกด เช็ดผิวของกระบอกให้สะอาดด้วยผ้าชุบน้ำจนถึงท่อนสุดท้าย ถอดหัวพิซโซโพรบด้วยความระมัดระวัง ล้างหัวพิซโซโพรบให้สะอาดและเก็บในชุดเครื่องมือ จนเป็นที่เรียบร้อย นำข้อมูลที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติมาวิเคราะห์หาชนิดของชั้นดินโดยศึกษาจากความดันน้ำในโพรงเพิ่มที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล พร้อมทั้งนำผลของการวัดค่าการกระจายของน้ำในโพรงเพิ่ม เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การยุบอัดตัวต่อไป

3.2.2 เครื่องมือพิซโซมิเตอร์ (Piezometer)

พิซโซมิเตอร์แบบไฮโดรลิกค์ (Hydraulics piezometer)ที่ติดตั้งในพื้นที่ศึกษานี้มีทั้งหมด 24 ตำแหน่ง โดยแยกเป็นทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่จำนวน 13 จุด และทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่จำนวน 11 จุด แสดงตามรูปที่ 3.8 และ 3.9 ตามลำดับ โดยติดตั้งอยู่ในระดับดินเหนียวชั้นที่สามจำนวน 14 ตัว เฉพาะการติดตั้งในดินเหนียวชั้นที่สาม ซึ่งจะได้นำผลของข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้แสดงรายละเอียดการติดตั้งไว้ในรูปที่ ข.1 ถึง ข.14 ภาคผนวก ข.1

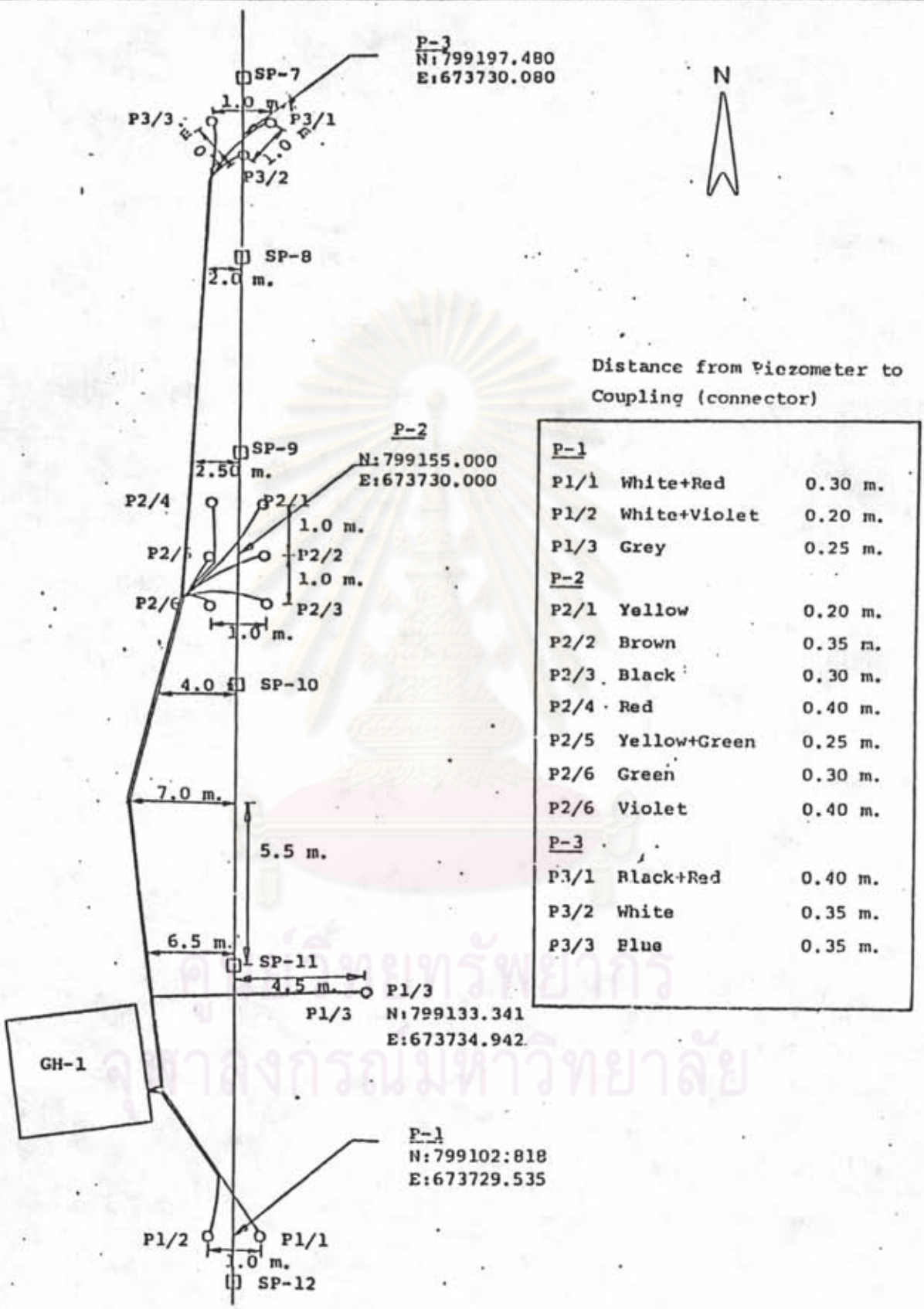
ที่ตำแหน่งดังกล่าว ได้ใช้เครื่องมือเจาะโดยให้จุดศูนย์กลางอยู่ตรงกับหลุมที่เตรียมไว้แล้วติดตั้งเครื่องกว้านและปั๊มน้ำ ก้านเจาะหัวต่อต่าง ๆ และหัวเจาะให้เรียบร้อย เริ่มปั๊มน้ำผ่านก้านเจาะลงไปฉีดที่ปลายหัวเจาะพร้อม ๆ กับใช้เครื่องกว้านยกหัวเจาะขึ้นลงไปเพื่อกระแทกดินที่ก้นหลุม จนเศษดินไหลตามน้ำขึ้นมาที่ปากหลุมแล้วปล่อยให้ไหลลงในบ่อดักตะกอน แล้วจึงสูบน้ำใสไปใช้ได้อีกครั้ง เมื่อก้นหลุมลึกพอสมควรต้องใส่ปลอกเหล็กกันดินพังลงไปเป็นท่อน ๆ มี



รูปที่ a.7 ก) แสดงผลการวัดแรงต้านทานของดิน

ข) แสดงผลการวัดค่าการกระจายน้ำในโพรงดิน วิเคราะห์ลักษณะชั้นดิน

ค) แสดงผลการวัดวัดค่าการกระจายน้ำในโพรงเพิ่มเทียบกับเวลาขณะหยุดการกดหัวนิชโซโพรบ

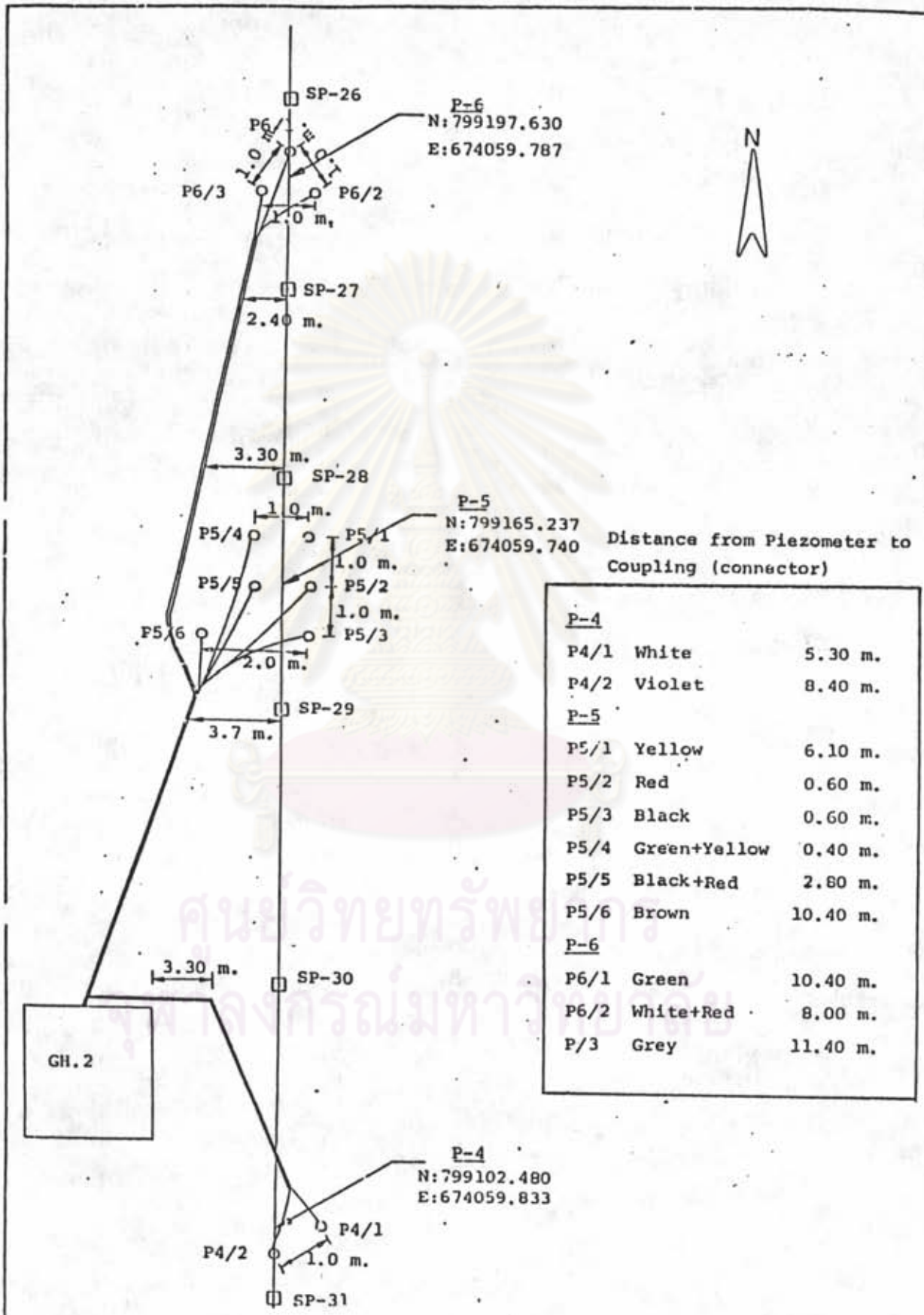


Distance from Piezometer to Coupling (connector)

P-1		
P1/1	White+Red	0.30 m.
P1/2	White+Violet	0.20 m.
P1/3	Grey	0.25 m.
P-2		
P2/1	Yellow	0.20 m.
P2/2	Brown	0.35 m.
P2/3	Black	0.30 m.
P2/4	Red	0.40 m.
P2/5	Yellow+Green	0.25 m.
P2/6	Green	0.30 m.
P2/6	Violet	0.40 m.
P-3		
P3/1	Black+Red	0.40 m.
P3/2	White	0.35 m.
P3/3	Blue	0.35 m.

รูปที่ ๓.๘ แสดงตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือพิซโซมิเตอร์ทางทิศตะวันตก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Distance from Piezometer to Coupling (connector)

P-4		
P4/1	White	5.30 m.
P4/2	Violet	8.40 m.
P-5		
P5/1	Yellow	6.10 m.
P5/2	Red	0.60 m.
P5/3	Black	0.60 m.
P5/4	Green+Yellow	0.40 m.
P5/5	Black+Red	2.80 m.
P5/6	Brown	10.40 m.
P-6		
P6/1	Green	10.40 m.
P6/2	White+Red	8.00 m.
P/3	Grey	11.40 m.

รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือพิซโซมิเตอร์ทางทิศตะวันออก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. เจาะดินจนถึงระดับความลึกที่ต้องการ จากนั้นทำความสะอาดก้นหลุมอีกครั้งหนึ่ง พร้อมที่จะติดตั้งหัวพิซโซมิเตอร์

เตรียมหัวพิซโซมิเตอร์แบบเจาะฝัง ซึ่งประกอบด้วยหัวพิซโซมิเตอร์ ท่อสำหรับต่อสายน้ำ 2 ท่อ พร้อมด้วยแกนยึดกับแกนกด โดยหัวนำกดส่วนปลายของพิซโซมิเตอร์จะเป็นรูปกรวยก่อนจะฝังพิซโซมิเตอร์ควรทำหัวพิซโซมิเตอร์ ให้อิ่มตัวด้วยน้ำ โดยการแช่หัวพิซโซมิเตอร์ในน้ำตลอดเวลาจนกว่าจะนำหย่อนลงในหลุมเจาะที่เตรียมไว้ กรณีที่ต้องการวัดที่ระดับชั้นดินเหนียวให้กดหัวพิซโซมิเตอร์ให้จมลงในดินเหนียวที่ต้องการวัดได้โดยตรง ในกรณีที่ต้องการติดตั้งหัวพิซโซมิเตอร์ในชั้นทรายจะต้องใช้ถุงผ้าโปร่งบรรจุทรายหยาบห่อหุ้มหัวพิซโซมิเตอร์ ที่ก้นหลุมกรุด้วยทรายหยาบจนกระทั่งทรายหนาประมาณ 30-40 ซม. จึงหย่อนหัวพิซโซมิเตอร์ที่อิ่มตัวด้วยน้ำลงไปแล้วจึงกรุหลุมเพิ่มเติมด้วยทรายหยาบจนกระทั่งหนาพ้นพิซโซมิเตอร์ประมาณ 20-40 ซม. จึงผนึกหลุม ตรวจวัดความลึกและความหนาของชั้นทรายจากการวัดปริมาตรต้องการแล้วเททรายตามปริมาตรที่คำนวณไว้เพื่อให้ได้ความหนาตามต้องการ

การผนึกหลุม กรณีที่กดลงในชั้นดินเหนียวอ่อนหรือแข็งปานกลาง หลังจากถอนหัวนำกดขึ้นแล้ว ผนังดินในหลุมจะเคลื่อนปิดหลุมตลอดความลึกที่ฝังหัวพิซโซมิเตอร์เองโดยอัตโนมัติกรณีที่ใช้วิธีเจาะฝังในชั้นทราย ต้องผนึกหลุมโดยใช้ก้อนดินเบนโทไนท์ที่ผสมน้ำที่ความชื้นพอหมาด ๆ โดยผสมน้ำจนเข้ากันดี หยอดลงเหนือตัวพิซโซมิเตอร์มีความหนาของชั้นประมาณ 30 ซม. สลับด้วยกรวดความหนาประมาณเท่ากัน หลังจากนั้นจึงใช้เบนโทไนท์ผสมซิเมนต์ อัตราส่วนระหว่างเบนโทไนท์ต่อซิเมนต์ต่อน้ำเท่ากับ 3:1:12 โดยประมาณกลบทับจนเต็มหลุมเจาะ การบดอัดชั้นผงดินเบนโทไนท์ ต่ำลงไปจากปลายท่อเหล็กกันดินเสมอ เพื่อป้องกันดินเบนโทไนท์อุดตันท่อเหล็กกันดิน อีกทั้งระหว่างการบดอัดด้วยตุ้มน้ำหนักต้องระมัดระวังที่จะบดทับสายพิซโซมิเตอร์

การไล่ฟองอากาศ จำเป็นมากในระบบการวัดพิซโซมิเตอร์เนื่องจากการมีฟองอากาศอยู่ในสายพิซโซมิเตอร์ เมื่อฟองอากาศนี้ถูกแรงดันน้ำจะยุบตัวลง และจะมีผลทำให้ความไวของการวัดลดลง หรืออาจมีผลให้การวัดไม่ได้ผลถูกต้องเท่าที่ควรหลังจากติดตั้งพิซโซมิเตอร์เสร็จแล้วจึงควรไล่ฟองอากาศออกให้หมด ควรไล่อากาศทุก ๆ ประมาณ 3-5 วันหรือเมื่อตรวจพบฟองอากาศภายในสาย และการไล่ฟองอากาศอย่าใช้ความดันเกินจำเป็นจะทำให้มีความดันค้างอยู่บริเวณหัวพิซโซมิเตอร์

การอ่านค่าพิซโซมิเตอร์ ให้อ่านระดับของมาโนมิเตอร์ปรอท ก่อนนำไปคำนวณก็จะได้แรงดันของน้ำเป็นค่าระดับความสูงของแท่งน้ำ เมื่อต้องการคิดความดันน้ำเป็นแรงดันน้ำใน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17355163

โพรงเพิ่ม (Excess pore pressure) ก็นำค่าระดับน้ำที่อ่านได้จาก ดัมมี่พิซโซมิเตอร์ที่ติดตั้งไว้ในบริเวณที่ความลึกเดียวกันไปลบออกจะได้ค่าความดันเป็นความสูงของแท่งน้ำ การคำนวณด้วยวิธีนี้จะมีความผิดพลาดน้อย และเข้าใจง่าย เมื่อต้องการแปลงหน่วยเป็นความดันของน้ำ ก็เพียงคิดค่าแท่งน้ำสูง 1 เมตร มีความดันเท่ากับ 1 ตันต่อตารางเมตร

3.2.3 แผ่นวัดการทรุดตัว (Settlement plate)

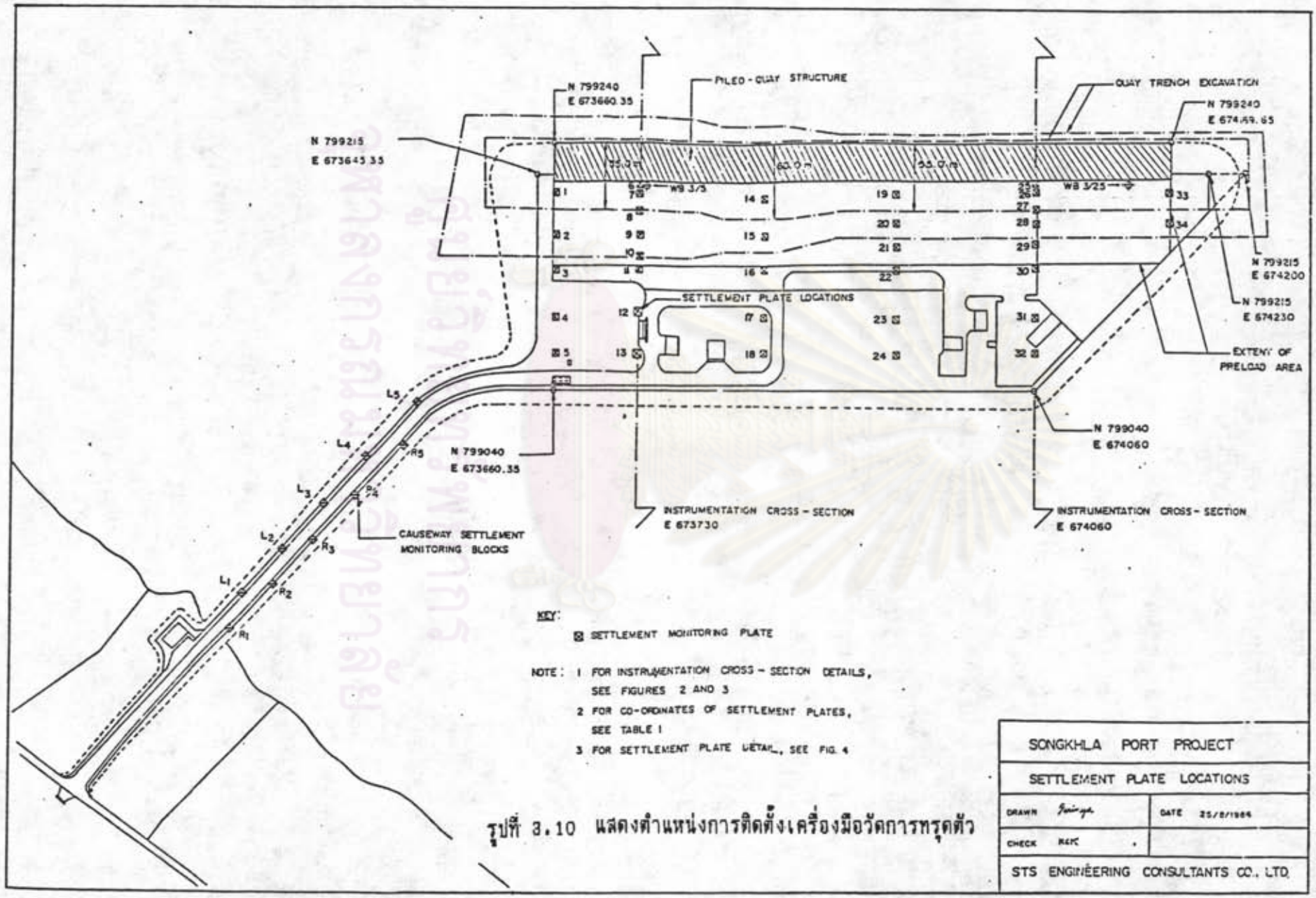
เครื่องมือวัดการทรุดตัวของดินที่ติดตั้งในการศึกษานี้มีทั้งหมด 44 จุด โดยแยกบริเวณพื้นที่ปรับปรุงจำนวน 34 จุด และบริเวณทางเข้าอีกจำนวน 10 จุด ดังรูปที่ 3.10

การติดตั้งเครื่องมือวัดการทรุดตัวโดยการกำหนดตำแหน่งที่จะติดตั้งแผ่นวัดการทรุดตัว จากนั้นขุดหลุมให้กว้างกว่าแผ่นวัดการทรุดตัว บดอัดพื้นที่ให้เรียบและแน่นจากนั้นปรับพื้นที่โดยใช้ทรายปรับพื้นความหนาประมาณ 10 เซนติเมตร นำแผ่นวัดการทรุดตัวซึ่งทำด้วยคอนกรีตวางลงบนพื้นทรายที่เตรียมไว้เรียบร้อย จัดแผ่นพื้นให้ระดับและอยู่ในลักษณะที่มั่นคงจากนั้นต่อท่อเหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร เข้ากับแผ่นวัดการทรุดตัวให้มีความสูงพอที่จะฝังผิวดินให้สามารถตั้งสตาฟ เพื่อตรวจสอบระดับการทรุดตัวได้โดยสะดวก เมื่อติดตั้งชุดเครื่องวัดเสร็จเรียบร้อยแล้วให้กลบด้วยดินถมจนเต็มเกือบได้ระดับพื้นดิน ผิวของหลุมที่ขุดใช้คอนกรีตเททับหน้าอีกครั้งหนึ่ง ตรวจสอบระดับหัวท่อเหล็กเพื่อบันทึกระดับก่อนมีการเปลี่ยนแปลงต่อไป

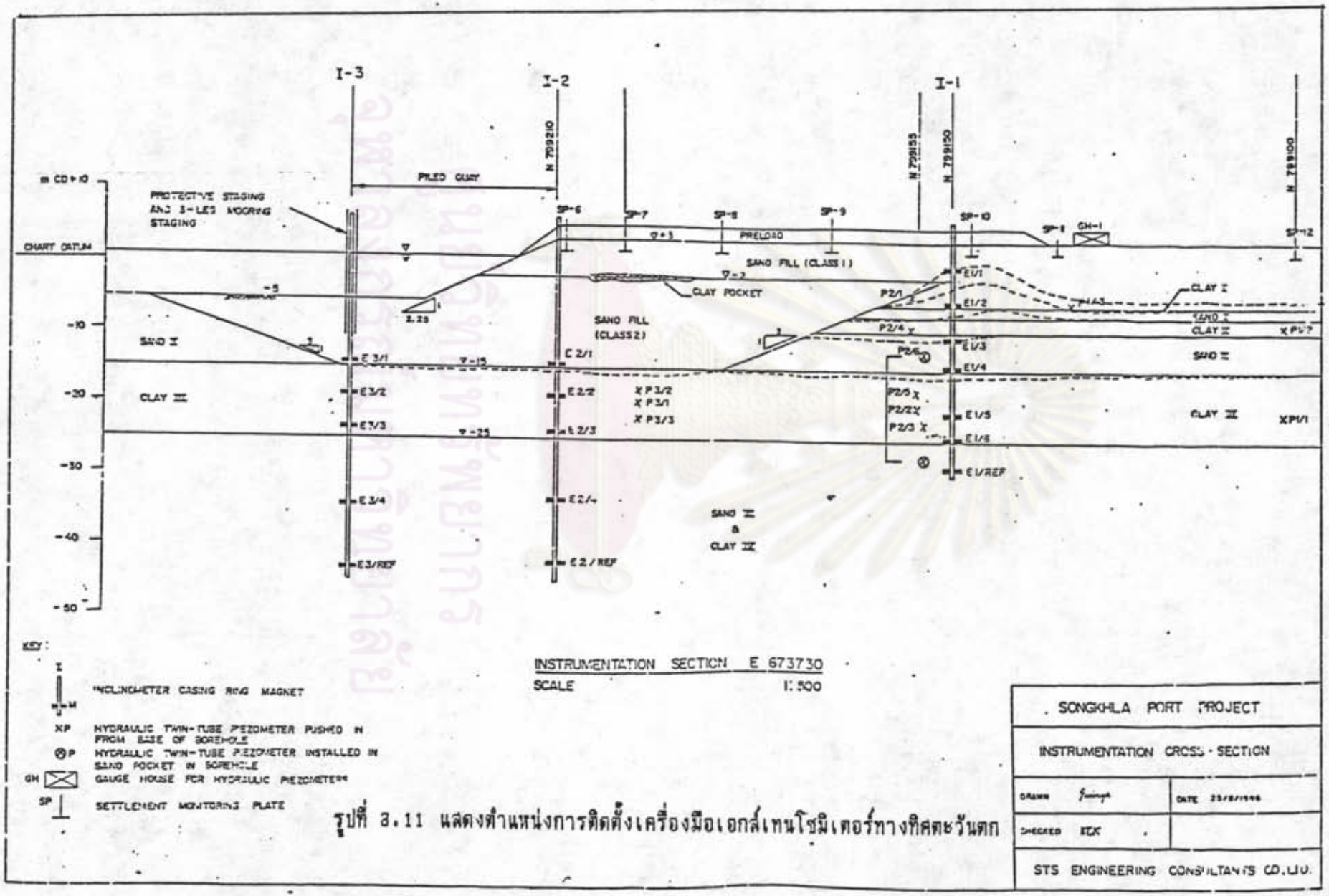
3.2.4 เครื่องมือวัดการทรุดตัวตามชั้นดิน (Extensometer)

ในการศึกษานี้ ได้ติดตั้งเครื่องมือวัดการทรุดตัวตามชั้นดินพร้อมกับเครื่องมืออินคลีโนมิเตอร์ในบริเวณพื้นที่ปรับปรุงทั้งหมด 6 ตำแหน่ง โดยแยกเป็นทางด้านทิศตะวันตก 3 จุด(I-1 ถึง I-3)และทางด้านทิศตะวันออก 3 จุด(I-4 ถึง I-6) ดังแสดงตามรูปที่ 3.11 และ 3.12 ตามลำดับ

การติดตั้งเอกส์เทนโซมิเตอร์ทำโดยการติดตั้ง Datum Ring Magnet และ Elevation Ring Magnet ควบคู่ไปกับ Aceess Tube ตามระดับที่ต้องการเรียงไว้ให้เป็นลำดับเพื่อสะดวกในการติดตั้ง แม่เหล็กวงแหวนชนิดขาแมงมุม จะถูกรัดขาไว้และต่อเข้ากับมีดที่ทำงานด้วยแรงลมดัน เมื่อติดตั้งอินคลีโนมิเตอร์ถึงตอนถอนปลอกออกหมดแล้ว ตรวจสอบระดับของเป้าแม่เหล็กทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงทำการตัดเชือกที่รัดขาของเป้าแม่เหล็กชนิดขาแมงมุม ขาจะไปเกาะกับดินภายนอกรูปแบบการติดตั้งแสดงไว้ในรูปที่ ก.7 และ ก.8 ภาคผนวก ก



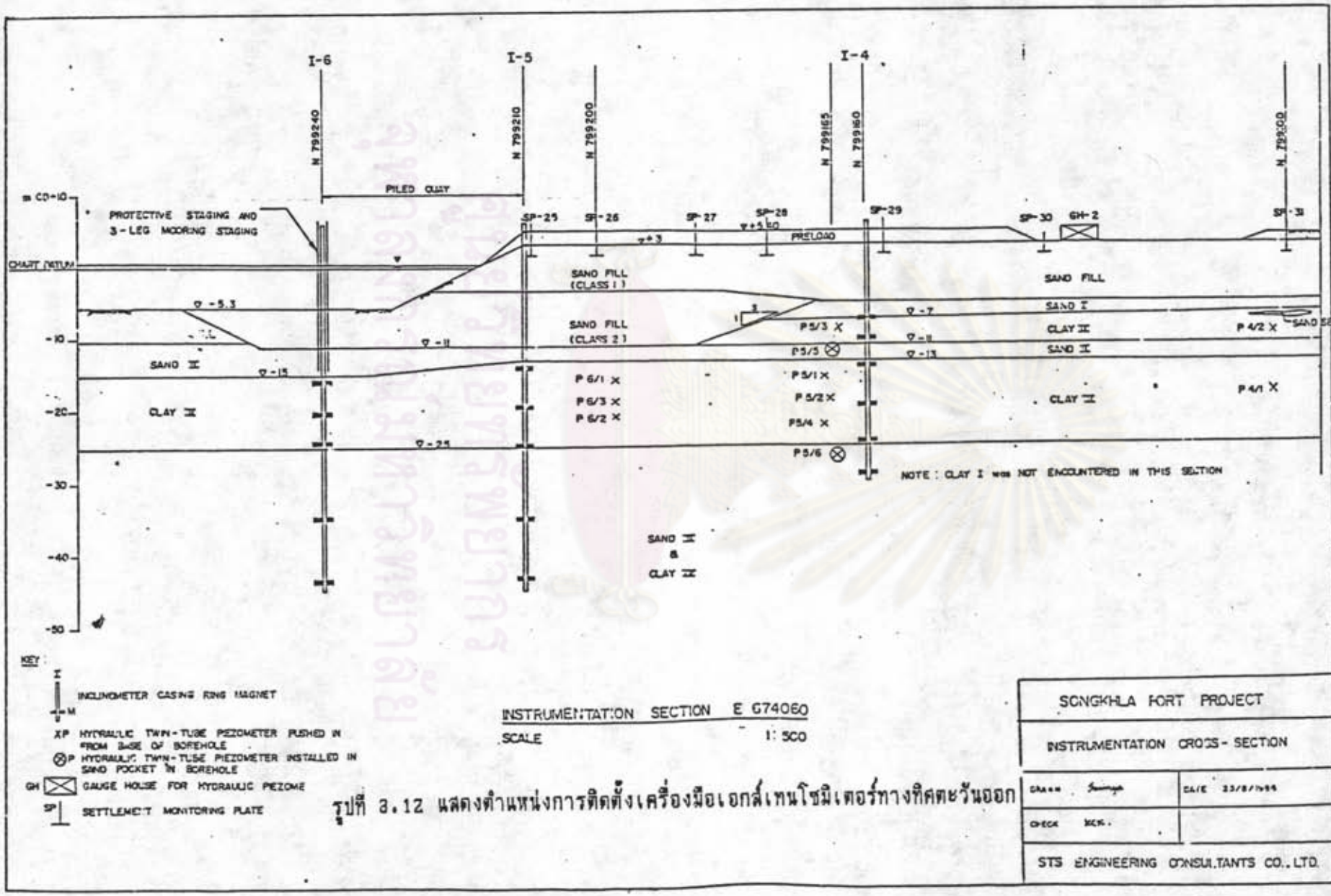
รูปที่ 3.10 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือวัดการทรุดตัว



INSTRUMENTATION SECTION E 673730
SCALE 1:500

SONGKHLA PORT PROJECT	
INSTRUMENTATION CROSS - SECTION	
DRAWN	DATE 25/8/1996
CHECKED	
STS ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.	

รูปที่ 3.11 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือเอกส์เทนโซมิเตอร์ทางทิศตะวันตก



INSTRUMENTATION SECTION E 074060

SCALE 1: 500

SONGKHLA PORT PROJECT	
INSTRUMENTATION CROSS-SECTION	
DRAWN	DATE 23/8/1994
CHECK	
STS ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.	

รูปที่ 3.12 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือเอกส์เทนโซมิเตอร์ทางทิศตะวันออก

3.3 การเก็บตัวอย่างดินในสนาม

การเก็บตัวอย่างดินในสนามโดยการเจาะเก็บตัวอย่างดินตลอดชั้นดินจนถึงชั้นทรายอัดแน่นชั้นที่สาม โดยใช้กระบอกบางมีลูกสูบ(Piston shelby tube) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 ซม. ยาว 1 เมตร โดยทำความสะอาดหลุมเจาะด้วยสว่านที่มีหัวฉีดน้ำที่ปลายก้านปั่นหมุนในหลุมเจาะพร้อมกับอัดน้ำเข้าไปในหลุมเศษดินจะลอยสู่ปากหลุมเจาะและล้นออกมา ก่อนเก็บตัวอย่างดินจะยึดแน่นลูกสูบกับกระบอกบางแล้วจึงดันพร้อมกันลงไปในดินประมาณ 30 - 50 เซนติเมตร จนถึงระดับที่ที่ต้องการเก็บตัวอย่างดิน คลายลูกสูบให้อยู่ในสภาพอิสระ ดันกระบอกบางลงไปในดินอย่างช้า ๆ เพื่อเก็บตัวอย่างลึกประมาณ 80 เซนติเมตร โดยลูกสูบจะหยุดนิ่งหมุนกระบอกเพื่อตัดดินให้ขาดแล้วค่อย ๆ ดึงกระบอกบางพร้อมตัวอย่างดินขึ้นจากหลุมเจาะทันที ปิดฉลากหมายเลขทุกกระบอก บอกความลึก วัน เดือน ปี สถานที่ และใช้ไขหลอมละลายปิดหัวท้ายกระบอกบาง หุ้มด้วยพลาสติก รัดแน่นด้วยเทปอีกครั้งหนึ่งเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงความชื้น เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปทดสอบในห้องปฏิบัติการต่อไป ในการศึกษานี้ ได้ทำการเจาะเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 5 หลุม(BH-1 ถึง BH-5) ดังแสดงตามรูปที่ 3.2

3.4 การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบตัวอย่างดิน ในห้องปฏิบัติการประกอบด้วย

3.4.1 การหาค่า Atterberg limits ได้กระทำตามมาตรฐาน ASTM 4318: Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils, ASTM D427 : Shrinkage Limit

3.4.2 การทดสอบเพื่อหาขนาดคละของเม็ดดิน ได้กระทำตามมาตรฐาน ASTM D 422: Particle-size analysis of soils

3.4.3 การทดสอบเพื่อหาความถ่วงจำเพาะของดิน ได้กระทำตามมาตรฐาน ASTM D 854: Specific Gravity of Soils

3.3.4 การทดสอบการยุบอัดตัวของดิน (Consolidation test) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การยุบอัดตัวในห้องปฏิบัติการ ได้กระทำตามมาตรฐาน ASTM D 2435: One-dimensional consolidation properties of soils

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

soils

รายละเอียดวิธีการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ได้สรุปไว้ในหัวข้อที่ ก.2 ภาคผนวก ก

3.5 ทฤษฎีที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลในภาคสนาม

ก) ข้อมูลการวัดค่าความดันน้ำในโพรงโดยเครื่องมือพิซโซโพรบ ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลจากข้อมูลสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ (B.A. TORSTENSSON)

$$Ch = 2.\ ro^2/t50 \qquad \text{.....(3.1)}$$

Ch : ค่าสัมประสิทธิ์การยุบอัดตัวในแนวราบ

ro : รัศมีของหัวพิซโซโพรบ (filter) ro = 0.75 ซ.ม.

$t50$: เวลาที่ค่าความดันน้ำในโพรงเพิ่มมีค่า 50 เปอร์เซนต์

ข) ข้อมูลจากเอกส์เทนโซมิเตอร์

ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ Asaoka's Graphical Method โดยพัฒนามาจากพื้นฐานของการยุบอัดตัวทางแนวดิ่งทำให้เกิดความเครียด 1 มิติ เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$Cv = -5/12.\ Hd^2 \cdot [\ln(\beta_1)/\Delta t] \qquad \text{.....(3.2)}$$

สมการนี้ใช้ได้ในกรณี $\left|\Delta t/C\right| < 1$ เป็นการยุบอัดตัวคายน้ำแบบ 1 มิติ

โดยที่ Cv : สัมประสิทธิ์การยุบอัดตัวคายน้ำ

Hd : ระยะทางระบายน้ำ

Δt : ช่วงเวลาที่แบ่งใด ๆ

β_1 : ค่าความลาดเอียงที่ทำกับเส้นตรง 45 องศา

ค) ข้อมูลแรงดันน้ำในโพรงเพิ่มจากเครื่องมือพิซโซมิเตอร์

ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ Terzaghi's Theory

$$C_v = T_v.H^2 / t \qquad \text{.....(3.3)}$$

โดยที่ C_v : ค่าสัมประสิทธิ์การยุบอัดตัว

T_v : แฟคเตอร์เวลามีค่าเท่ากับ 0.196

H : ระยะการระบายน้ำ (Drainage path)

t : เวลาใดๆ ที่ค่าการกระจายของน้ำลดลงเหลือ 50 เปอร์เซนต์โดยอาศัยสมมุติฐานลักษณะของดินตามทฤษฎีของ Terzaghi

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ

ก) การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ Consolidation test โดยวิธี log t ของ Casagrande's Method สมการที่ใช้คือ

$$C_v = T_{v50} (H50)^2/t50 \qquad \text{.....(3.4)}$$

โดยที่ T_{v50} : แฟคเตอร์เวลามีค่าเท่ากับ 0.197

H50 : ระยะทางระบายน้ำที่ความเครียด 50 เปอร์เซนต์

t50 : เวลาที่ค่าความเครียดมีค่า 50 เปอร์เซนต์

ข) การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ Consolidation test โดยวิธี $\sqrt{t}$ ของ Taylor's Method สมการที่ใช้คือ

$$C_v = T_{v90} (H90)^2/t90 \qquad \text{.....(3.5)}$$

โดยที่ T_{v90} : แฟคเตอร์เวลามีค่าเท่ากับ 0.848

H90 : ระยะทางระบายน้ำที่ความเครียด 50 เปอร์เซนต์

t90 : เวลาที่ค่าความเครียดมีค่า 90 เปอร์เซนต์