

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการทดสอบการทะลุทะลวงมาตรฐาน (Standard Penetration Test), SPT (N) กับค่า ϕ' เพื่อใช้ในการหาค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม รายละเอียดของขนาด ของเสาเข็ม และ ตำแหน่งข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดิน (Boring Log) โดยรายละเอียด ของระดับความลึกและเครื่องมือที่ติดตั้งไว้ในเสาเข็ม แสดงในตารางที่ 3.1 และผังบริเวณแสดงตำแหน่งหลุมเจาะสำรวจดินแสดงไว้ใน รูปที่ 3.1, 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ และแสดงตำแหน่งเสาเข็มทดสอบแต่ละโครงการในรูปขยาย ส่วนตำแหน่งการเก็บตัวอย่างทดสอบแสดงไว้ในรูปที่ 3.4 และชนิดของการทดสอบตัวอย่างดิน แสดงไว้ในตารางที่ 3.2

3.1 ข้อมูลการทดสอบเสาเข็ม (Pile Load Test)

รายละเอียดของข้อมูล ประกอบไปด้วยชื่อโครงการ สถานที่ตั้งของโครงการ ขนาด รูปร่าง หน้าตัดของเสาเข็ม ความยาวของเสาเข็ม (ดูตารางที่ 3.1)

สถานที่ทำการวิจัย

สถานที่ทำการวิจัย อยู่ในจังหวัดระยอง โดยทำการทดสอบเสาเข็มในสามสถานที่คือ

1. บริเวณโครงการก่อสร้าง คอนโดมิเนียมพักอาศัย พยูน คอนโดมิเนียม บริเวณหาดพยูน อำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง ทำการตอกทดลอง เสาเข็ม Franki 3 ดัน เสาเข็มหมายเลข 3 เป็น Pilot Pile ตอกถึงระดับความลึก 12 เมตร จากผิวดิน ไม่ได้ทำการทดสอบเสาเข็ม ดันแรก และดันที่สอง ตอกถึงระดับ ความลึก 9 และ 6 เมตร ตามลำดับ (รูปขยายที่ 3.1.1)
2. บริเวณโครงการก่อสร้าง โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ระยอง ในหน่วยงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ตำบล มาบข่า (ติดกับ ตำบลมาบตาพุด) โดยทำการตอกทดลอง เสาเข็ม Franki 2 ดัน ตอกห่างกัน 4 เมตร ถึงระดับความลึก 12 และ 9 เมตร (รูปขยายที่ 3.2.1)
3. บริเวณนิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด โครงการก่อสร้างโรงงาน ของบริษัท ICI PTA จำกัด ติดกับโครงการก่อสร้าง โรงงานของ บริษัท ปุ๋ยแห่งชาติ โดยแยกเป็น สองบริเวณ ในบริเวณที่ 1 ใกล้กับหลุมเจาะสำรวจ B-1 และ B-2 จำนวน 2 ดัน โดยตอกถึงระดับความลึก 12

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดระดับความลึกและเครื่องมือที่ติดตั้งในเสาเข็ม

เสาเข็มทดสอบ ขนาดก่อนตอก ขยายฐาน ϕ 0.60 ม. พื้นที่หน้าตัด เสาเข็ม 0.283 ม ²	ระดับ ความลึก จากผิวดิน (ม.)	วิธีการทดสอบ (Method of Testing)	หลุมเจาะ , วิธีการทดสอบดิน และการเก็บตัวอย่าง	ติดเครื่องมือวัด (Instrumented Pile)
หน่วยงาน พูนคอนโดมิเนียม คันที่ 1 , No. 1 คันที่ 2 , No. 2	9 6	compression test compression test	ทดสอบ SPT เก็บตัวอย่างดินขณะทำ การขุดสังเกตฐานปลาย ของเสาเข็ม คันที่ 2 ,No.1	-no- -no-
หน่วยงาน โครงการ โรงไฟฟ้า พลังความร้อนร่วมฯ คันที่ 4 , No. 4 คันที่ 5 , No. 5	12 9	compression test compression test	ทดสอบ SPT เก็บตัวอย่างดินบริเวณ Trench ลึกประมาณ 4 เมตรจากผิวดิน ห่างจากเสาเข็มทดสอบ P-5 10 เมตร	tell-tale ที่ปลายของเหล็ก เสริม tell-tale ที่ระดับ 6 ม. และ ระดับ 8.5 ม. (วัดจากระดับ top of pile shaft)

ตารางที่ 3.1(ต่อ) แสดงรายละเอียดระดับความลึกและเครื่องมือที่ติดตั้งในเสาเข็ม

เสาเข็มทดสอบ ขนาดก่อนตอก ขยายฐาน ϕ 0.60 ม. พื้นที่หน้าตัด เสาเข็ม 0.283 ม ²	ระดับ ความลึก จากผิวดิน (ม.)	วิธีการทดสอบ (Method of Testing)	หลุมเจาะ , วิธีการทดสอบดิน และการเก็บตัวอย่าง	ติดเครื่องมือวัด (Instrumented Pile)
หน่วยงาน ICI PTA คันที่ 6 , No. 6	12	compression test	ทดสอบ SPT ไม่สามารถเก็บตัวอย่าง ดินที่ระดับความลึก ต่างๆได้	tell-tale ที่ปลายของเหล็ก เสริม
คันที่ 7 , No. 7	9	compression test		tell-tale ที่ปลายของเหล็ก เสริม
คันที่ 8 , No. 8	9	compression test		tell-tale ที่ปลายของเหล็ก เสริม
คันที่ 9 , No. 9	12	compression test		tell-tale ที่ปลายของเหล็ก เสริม

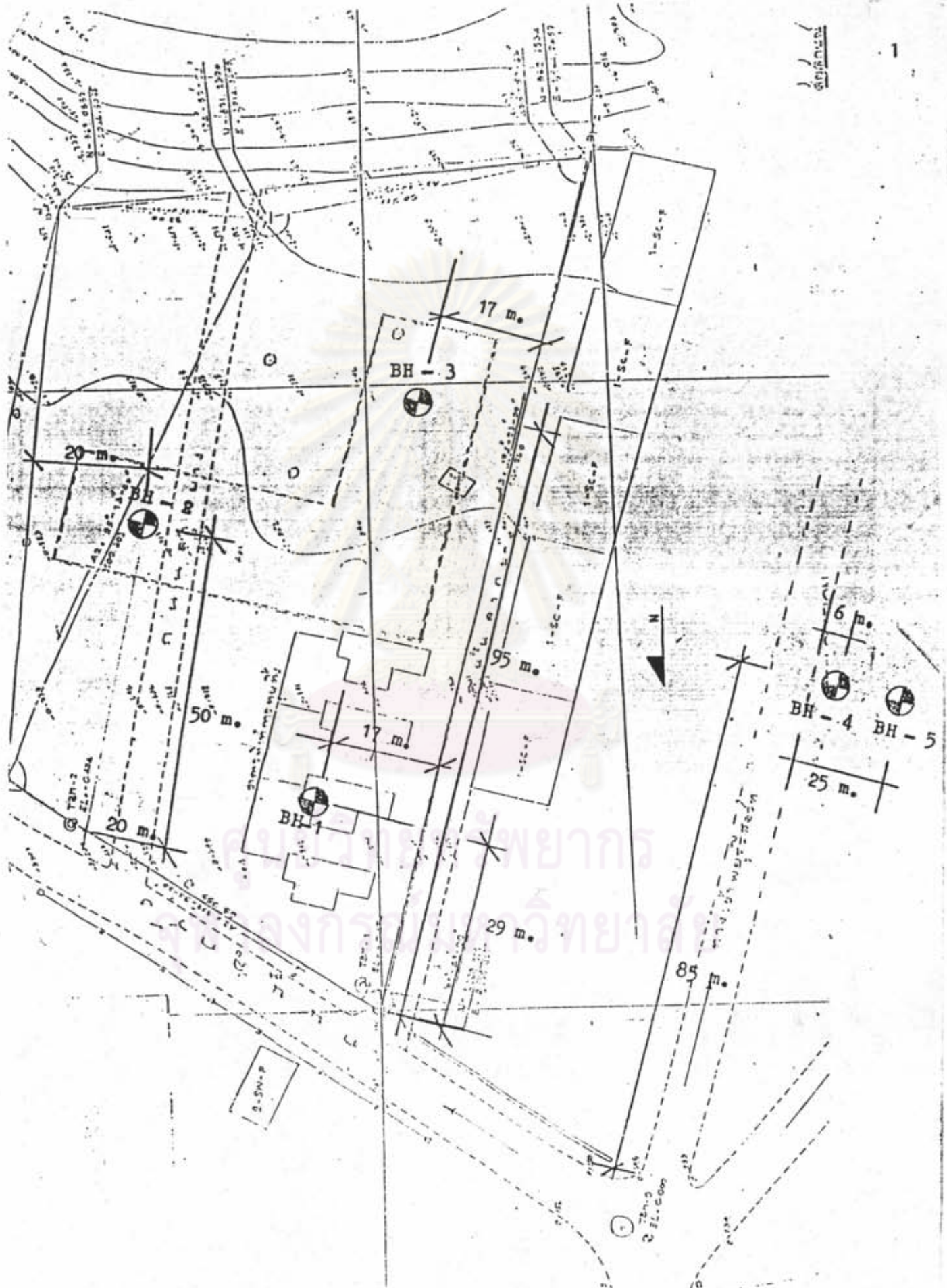
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

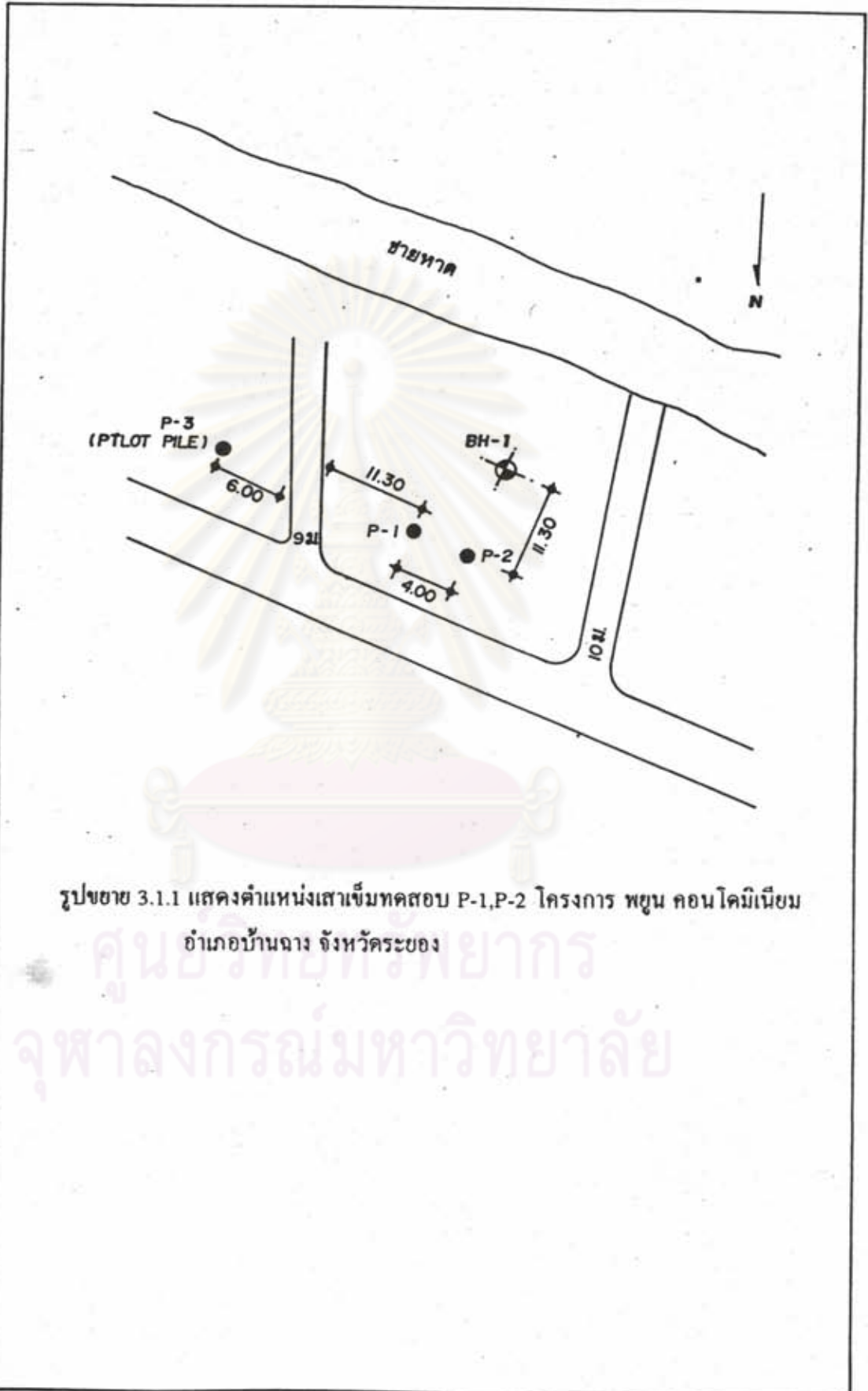
ตารางที่ 3.2 สรุปตำแหน่ง และชนิดของการทดสอบจากตัวอย่างที่เก็บจากโครงการ พูน
คอนโดมิเนียม และโครงการ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ระยอง

ตำแหน่งที่ทำการ ทดสอบ	ความลึก (ม.)	ชนิดของการทดสอบ	จำนวนตัวอย่างที่ ทำการทดสอบ
พูนคอนโดมิเนียม	2 ม., 4 ม., 6 ม.	หาค่าการกระจายของ เม็ดดิน	3
	2 ม., 4 ม., 6 ม.	ทดสอบหาความหนา แน่นสัมพัทธ์	4
	2 ม., 4 ม., 6 ม.	ทดสอบ Direct Shear	12
โรงไฟฟ้าพลังความ ร้อนร่วม	2 ม., 4 ม.	หาค่าการกระจายของ เม็ดดิน	3
	2 ม., 4 ม.	ทดสอบหาความหนา แน่นสัมพัทธ์	4
	2 ม., 4 ม.	ทดสอบ Direct Shear	12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.1 สังกบริเวณแสดงตำแหน่งหลุมเจาะสำรวจดิน โครงการ พูน คอนโดมิเนียม
อำเภอ บ้านฉาง จังหวัดระยอง



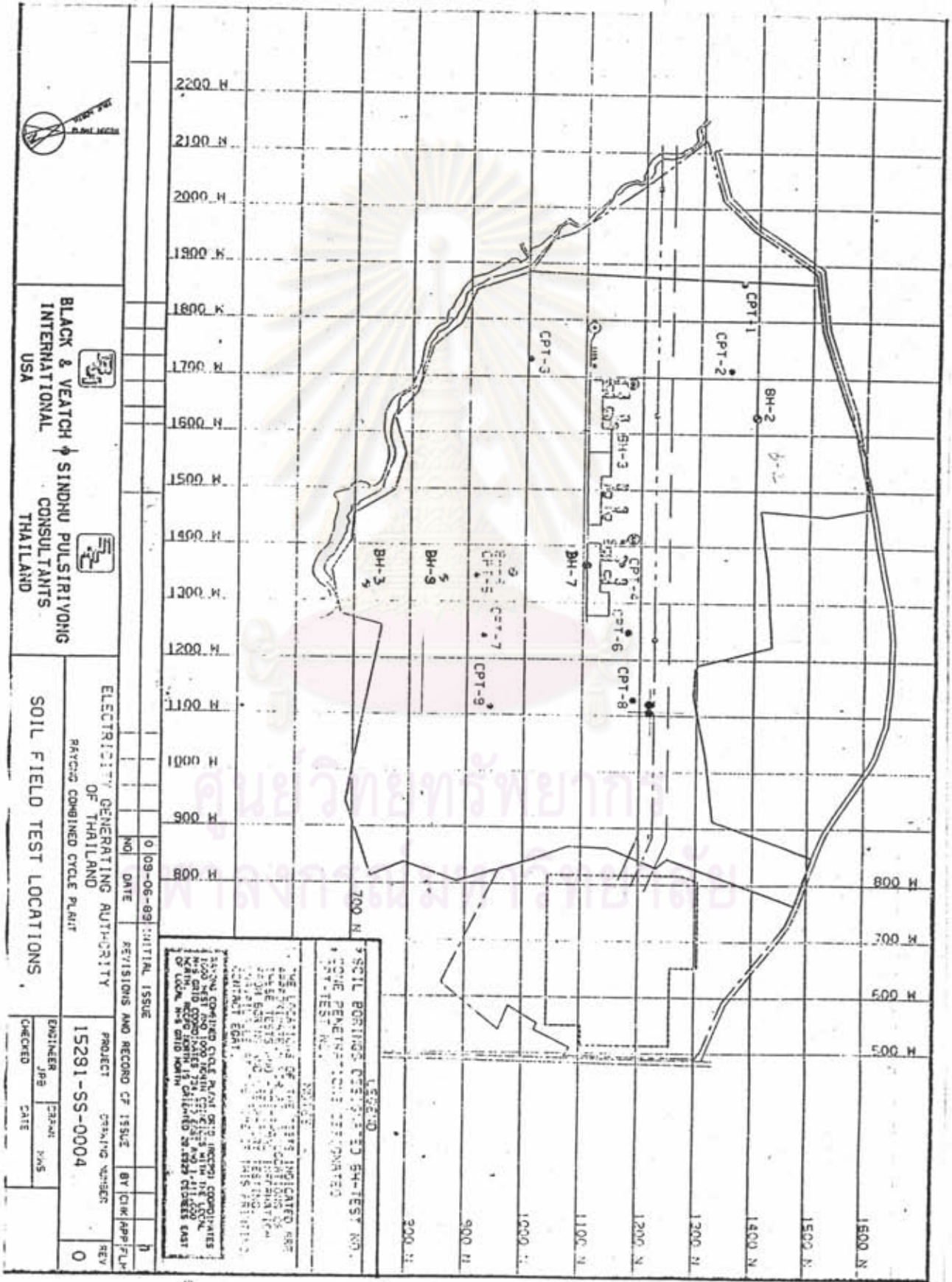


รูปขยาย 3.1.1 แสดงตำแหน่งเสาเข็มทดสอบ P-1,P-2 โครงการ พูน คอนโดมิเนียม

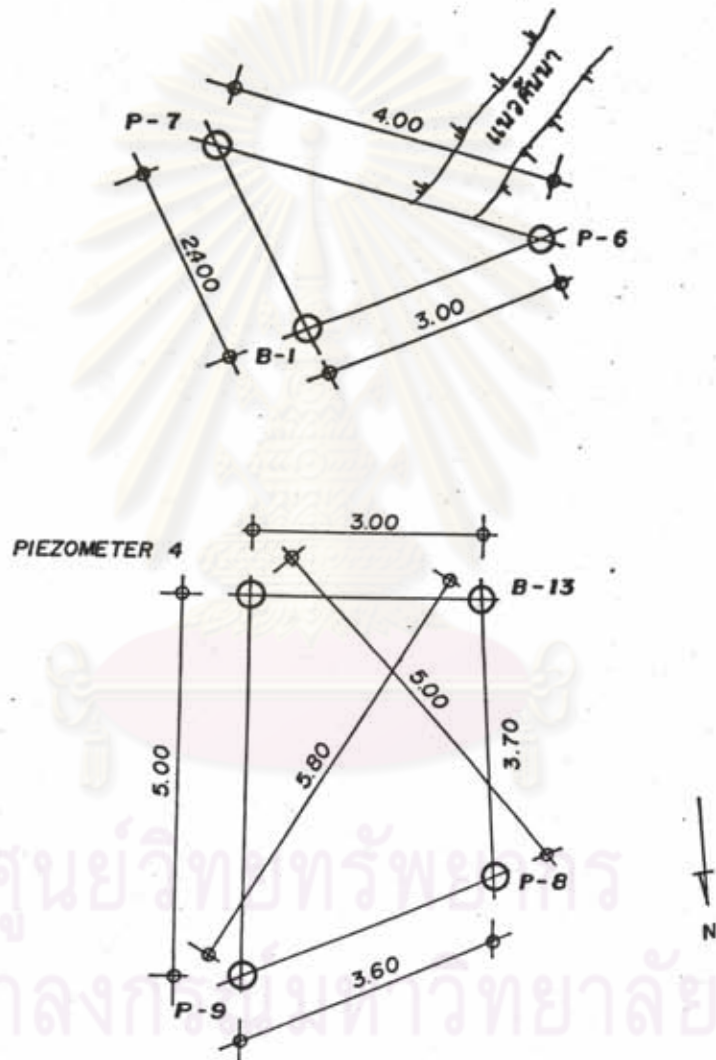
อำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

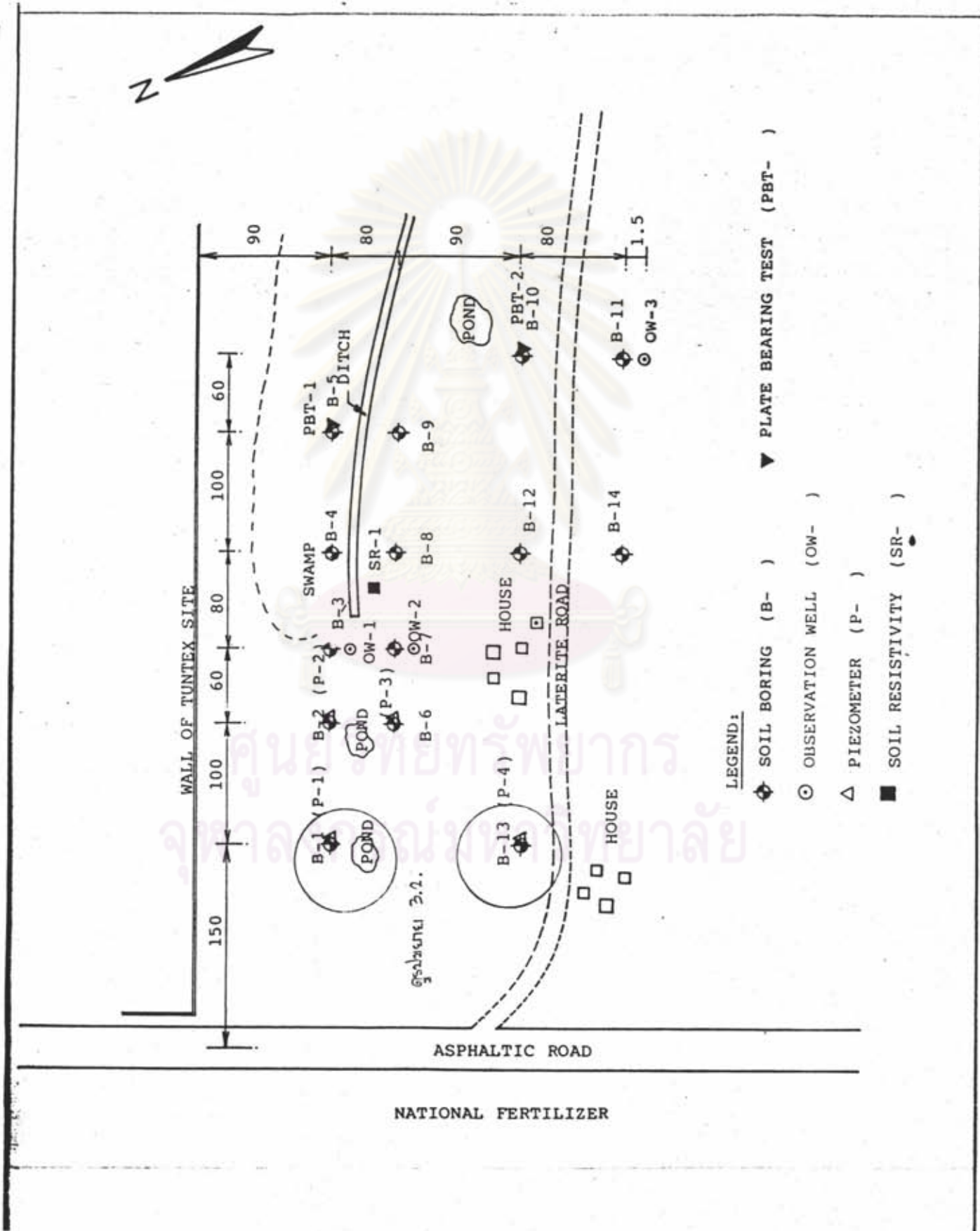
รูปที่ 3.2 ผังบริเวณแสดงตำแหน่งหลุมเจาะสำรวจดิน โครงการ โรงไฟฟ้า พลังความร้อนร่วม
ตำบลมาบข่า อำเภอเมือง จังหวัดระยอง



รูปขยาย 3.2.1 แสดงตำแหน่งเสาเข็มทดสอบ P-4,P-5 โครงการ โรงไฟฟ้า พลังความร้อนร่วม
อำเภอเมือง จังหวัดระยอง

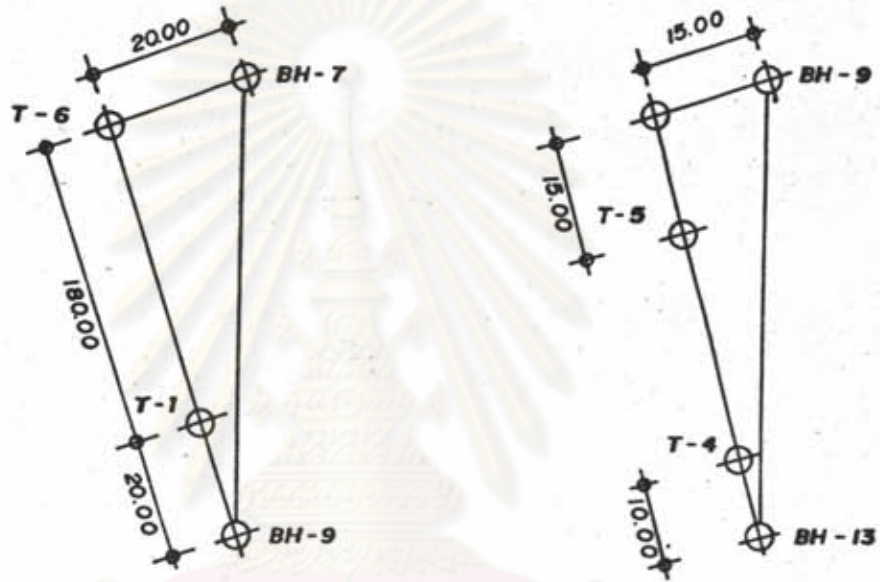


รูปที่ 3.3 ผังบริเวณแสดงตำแหน่งหลุมเจาะสำรวจดิน โครงการ ICI PTA Plant
นิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด อำเภอเมือง จังหวัด ระยอง

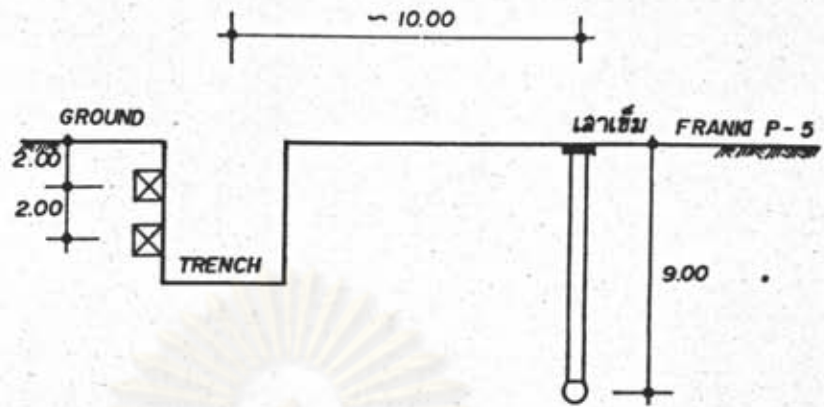


NATIONAL FERTILIZER

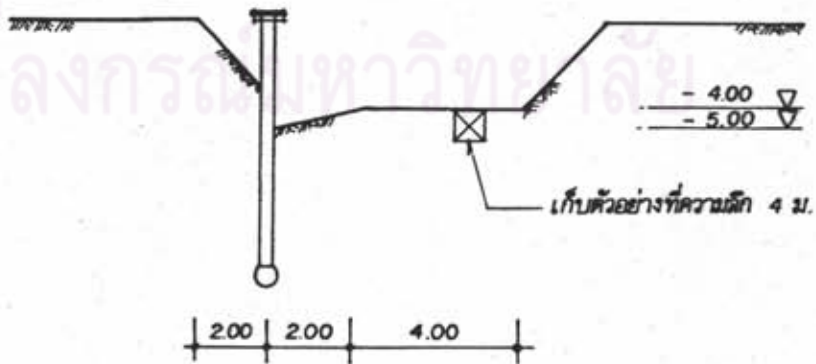
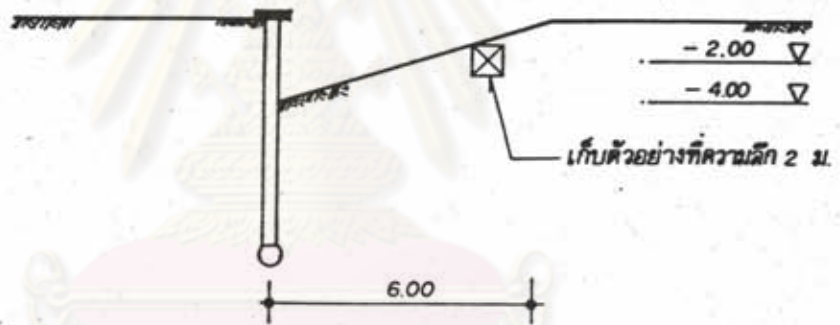
รูปขยาย 3.3.1 แสดงตำแหน่งเสาเข็มทดสอบ P-6,P-7 และ P-8,P-9 โครงการ ICI PTA-Plant
 นิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด อำเภอเมือง จังหวัดระยอง



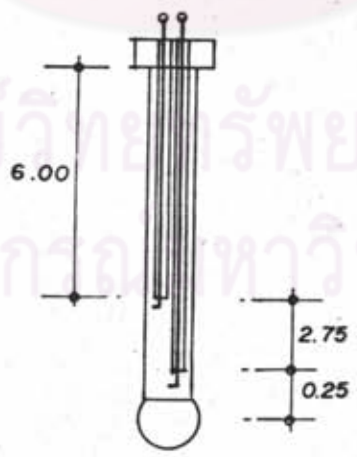
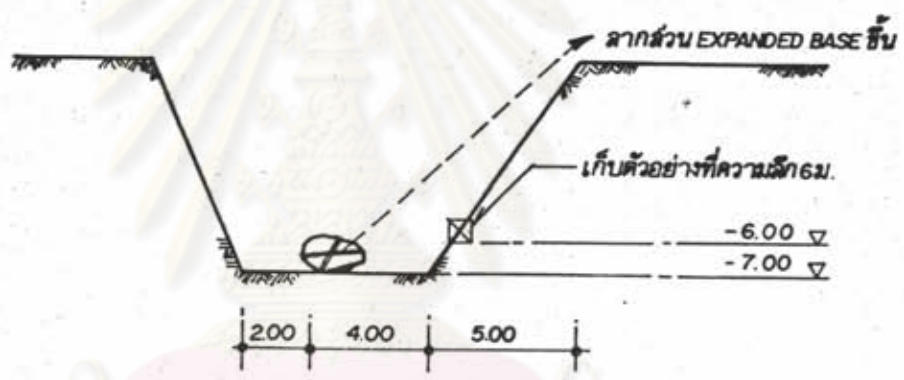
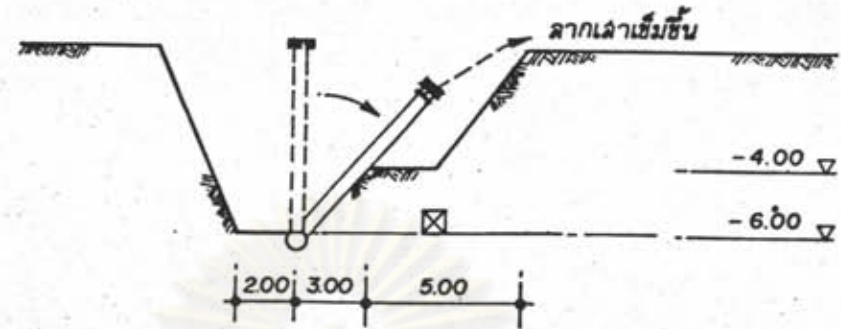
ตำแหน่งเข็ม FRANKI No. 4, 5
 (P-4, P-5)



แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างดินโครงการ โรงไฟฟ้าฯ ระยอง



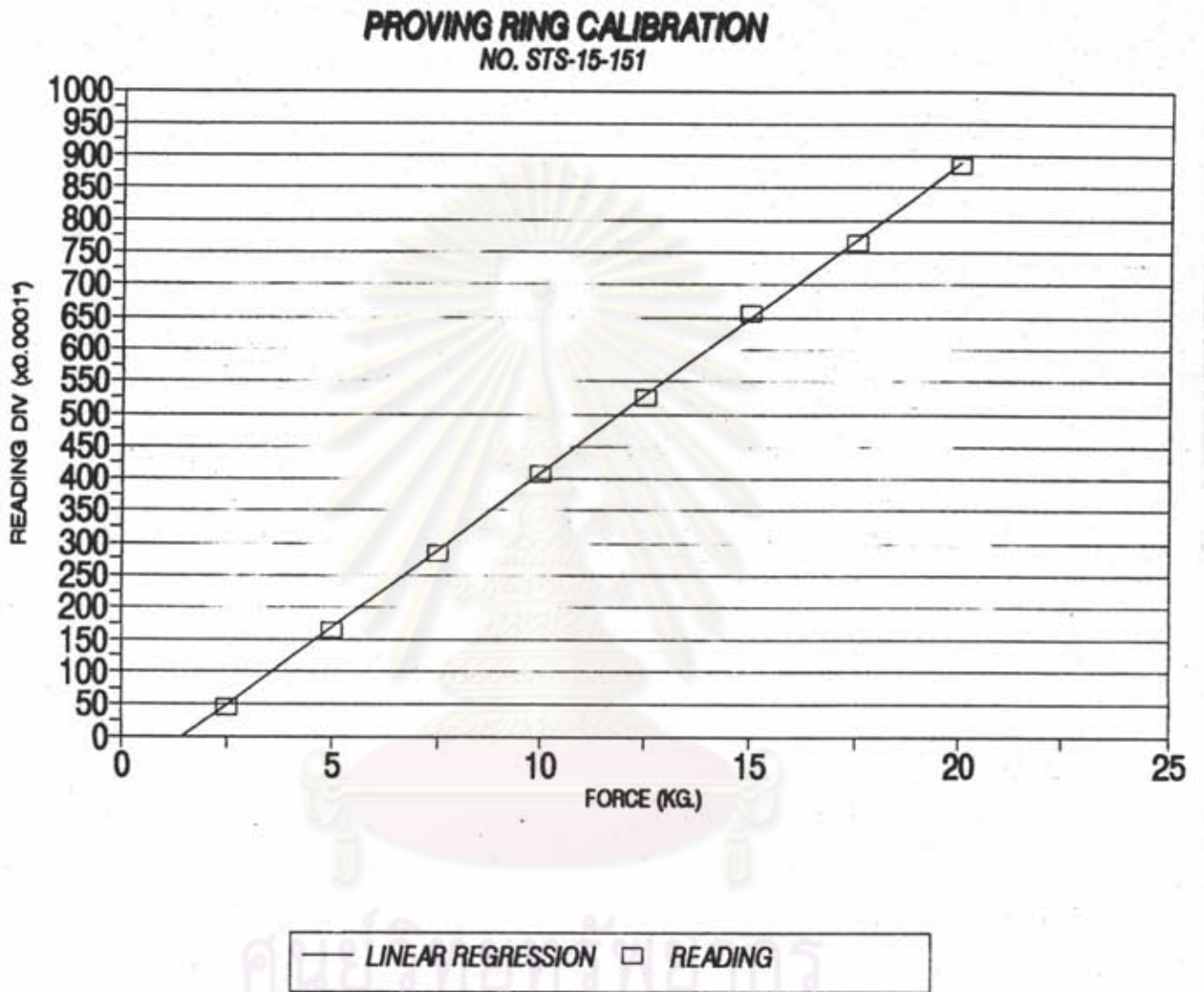
รูปที่ 3-4 ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างทดสอบ



เสาเข็ม P-5 ติด TELL-TALE 2 ระดับที่ -6.00 ม. และ -8.75 ม.

รูปที่ 3-4 (ต่อ) ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างทดสอบ

รูปที่ 3.5 ค่าปรับแก้ Proving Ring หมายเลข STS-15-151



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และ 9 เมตร บริเวณที่ 2 ใกล้กับหลุมเจาะสำรวจ B-13 จำนวน 2 คัน โดยตอกถึง ระดับความลึก 12 และ 9 เมตร เช่นเดียวกับบริเวณที่ 1 โดยทั้งสอง บริเวณ ทำการตอกเสาเข็ม ห่างกันเท่ากับ 4 เมตร หรือ ประมาณ 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็ม (รูปที่ 3.3.1)

รายละเอียดของตำแหน่งในการตอกแสดงไว้ในรูปขยายที่ 3.3.1 ถึง 3.3.3



สภาพดินในบริเวณที่ทำการศึกษา

1. บริเวณพูนคอนโดมิเนียม สภาพดินโดยทั่วไปผิวบนเป็น clayey sand มีค่าความหนาแน่น ปานกลาง ลึกประมาณ 5 เมตร และ ความหนาแน่นปานกลางถึงมาก ลึกประมาณ 12 เมตร หลังจากความลึก ประมาณ 12 เมตรไปแล้ว จะมีความหนาแน่นสูง , (SPT > 50) ระดับน้ำใต้ดินสังเกตที่หลุมเจาะ ที่ 2 (BH-2) อยู่ที่ -4.10 เมตร เมื่อทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ข้อมูลเจาะสำรวจโดย ภาควิชาปฐพีกลศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี

2. บริเวณโครงการ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ระยอง สภาพดินโดยทั่วไป ชั้นบน ประมาณ 2-3 เมตร เป็น clayey sand ความหนาแน่นปานกลาง ลึกลงไป ประมาณ 15 เมตร เป็น clayey silt ความหนาแน่นปานกลาง ถึง ค่อนข้างสูง และลึก จาก 15 เมตร ลงไป จะเป็น silty sand ความหนาแน่นสูง และจากข้อมูลเจาะสำรวจ cone penetration สภาพโดยทั่วไป พบว่าในชั้นตั้งแต่ผิวดินลงไป จนถึงความลึกประมาณ 15 เมตร ค่า q_c จะอยู่ประมาณ 450-650 ดัน/ตารางเมตร และที่ความลึกมากกว่า 15 เมตร ค่า q_c จะสูงกว่า 1,000 ดัน/ตารางเมตร ชนิดของ cone มีมุมที่ปลาย 60° และ projected area เท่ากับ 10 ตารางเซนติเมตร ข้อมูลเจาะสำรวจโดย ฝ่ายสำรวจ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

3. บริเวณโครงการ ICI PTA สภาพดินโดยทั่วไป ชั้นบนประมาณ 3 เมตร จากระดับผิวดิน เป็น clayey sand ความหนาแน่นต่ำ และ ประมาณ 14-15 เมตร จากผิวดินลงไป จะเป็น clayey sand ความหนาแน่นปานกลาง จนกระทั่งความลึก มากกว่า 17-18 เมตร จะเป็น clayey fine to coarse sand ค่าความหนาแน่นสูง ข้อมูลเจาะสำรวจโดย บริษัท STS

3.2 ข้อมูลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างทั้งแบบถูกรบกวนน้อยที่สุด (undisturbed) และ แบบถูกรบกวน (disturbed) ของ ดินที่หน่วยงาน โครงการ พูน คอนโดมิเนียม และ โครงการ โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม

จังหวัดระยอง ถูกเก็บ และนำมาทดสอบ การกระจายตัวของเม็ดดิน (grain size analysis) การหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) และกำลังรับแรงเฉือน ของดิน (soil shear strength) และคุณสมบัติต่างๆของดิน ในการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของดินใช้การทดสอบ direct shear ซึ่งการทดสอบทั้งหมดนี้ กระทำตามวิธีการที่ เสนอโดย Lambe,1951 และ Bowles,1970

3.2.1 การเก็บตัวอย่างดินในการดำเนินการวิจัย

ดินตัวอย่างที่เก็บเพื่อใช้ในการทดลอง เก็บโดยการขุดที่ตำแหน่งข้างผนัง ของการเปิดหน้าดิน โดยที่ โครงการ พูน คอนโดมิเนียม มีการขุดเสาเข็มที่ทำการทดสอบแล้ว (เสาเข็ม P-2) เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม และ ประเมินลักษณะ และขนาดของปลายเสาเข็ม (expanded base) จึงทำการเก็บดินตัวอย่างไปด้วยที่ ระดับความลึก 2.4 และ 6 เมตรส่วนที่โครงการโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ระยอง เก็บดินตัวอย่างที่ผนังของการขุดทำ trench ที่ระดับความลึก 2 และ 4 เมตร ห่างจากที่ทำการทดสอบเสาเข็ม P-5 ประมาณ 10 เมตร โดยดินตัวอย่างที่ขุดขึ้นมา นั้น มีขนาด ประมาณ 30x30x30 ซม. และใช้พาราฟินเคลือบผิวเอาไว้ ส่วนกล่องที่ใช้เก็บตัวอย่าง ใช้ไม้อัด หนา 10 มม. ตีปิดทั้งหมดทุกด้าน เก็บดินตัวอย่างได้ทั้งหมดจำนวน 6 กล่อง ส่วนที่โครงการ PTA Plant ยังไม่มีการก่อสร้าง การเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึกต่างๆจึงไม่สามารถเก็บได้ และจากเหตุผลของการเก็บตัวอย่างโดยการขุดที่ระดับความลึกต่างๆ ทำให้การหาความหนาแน่นทั้งหมดของดิน (total density) ในสนามโดย sand cone method หรือ balloon method ,Lambe (1967) ไม่สามารถกระทำได้ ดังนั้นการหาค่าความหนาแน่นทั้งหมดของดิน (total density) ในห้องปฏิบัติการจึงถูกนำมาใช้ โดยการหาปริมาตรกระทำโดย การผ่าดินตัวอย่างที่ยังคงสภาพแล้วใช้กระป๋องเก็บตัวอย่างขุดเป็นหลุมลงไป แล้วเก็บดินตัวอย่างที่ได้ไปชั่ง ส่วนปริมาตรหลุมที่ขุดหาโดย ใช้พลาสติกที่มีความเหนียวและบางมาก ปูทับหลุมนั้น จากนั้นจึงนำทรายที่ทราบค่าความหนาแน่นแล้ว (ทรายที่ร่อนผ่านตะแกรง #20 และก้างบนตะแกรง #30) มาโรยแล้วกด และปาดให้เรียบ และนำทรายที่ได้นี้ไปชั่งน้ำหนัก ด้วยวิธีการนี้อาจสามารถหาค่าความหนาแน่นทั้งหมดของดิน (total density) แทนวิธีการ sand cone ในสนามได้ ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Dr) จะหาได้หลังจากที่ทำการทดสอบค่า specific gravity

3.2.2 การทดสอบหาการกระจายของเม็ดดิน (Grain Size Analysis)

ตัวอย่างทดสอบจากหน่วยงานโครงการ พูน คอนโดมิเนียม และโครงการโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ระยอง โดยเก็บตัวอย่างที่ความลึกต่างๆตั้งแต่ 2 ถึง 4

เมตร(โครงการโรงไฟฟ้า)และความลึก ตั้งแต่ 2 ถึง 6 เมตร สำหรับโครงการ พยุห
คอนโดมิเนียม การทดสอบหาขนาดและ การกระจายของเม็ดดิน ไม่ได้ทดสอบในส่วนของ
hydrometer

3.2.3 การหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ค่าความหนาแน่นต่ำสุด และค่าความหนาแน่นมากที่สุด

ในการหาค่าความหนาแน่นต่ำสุด และค่าความหนาแน่นมากที่สุด ตัวอย่างดินจากการขุด
ก่อนตัวอย่าง ทั้งโครงการ พยุห คอนโดมิเนียม และ โรงไฟฟ้าฯ ระบุของ ถูกนำมาทดสอบโดย
อบตัวอย่างดินให้แห้งแล้วนำมาโรย ใน mold ที่ทราบปริมาตรให้ดินอยู่ในสภาพหลวมที่สุด
นั่นคือจะมีอัตราส่วนช่องว่างมากที่สุด ความหนาแน่นน้อยที่สุด หรือความหนาแน่นสัมพัทธ์ เป็น
ศูนย์ เสร็จแล้วนำดินตัวอย่างไปเขย่าด้วยเครื่องสั่นสะเทือน เพื่อให้ดินอยู่ในสภาพที่แน่นที่สุด
นั่นคือจะมีอัตราส่วนช่องว่างน้อยที่สุด ความหนาแน่นมากที่สุด หรือความหนาแน่นสัมพัทธ์
เท่ากับ 100 % ซึ่งทำได้ทั้งแบบแห้ง และแบบเปียก ดังนั้นสามารถหาค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุด
(อัตราส่วนช่องว่างน้อยที่สุด) และความหนาแน่นแห้งต่ำสุด (อัตราส่วนช่องว่างมากที่สุด)
ได้ในการทดลองนี้ ทำการทดสอบตัวอย่างละ 4 ถึง 5 ครั้งเพื่อทราบค่าดังกล่าว
และหาค่าที่มากที่สุด และค่าที่น้อยที่สุด (ไม่ใช่ค่าเฉลี่ย) รายละเอียดการหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์
แสดงไว้ในตารางที่ 4.2

3.2.4 การทดสอบ Direct Shear

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบเป็นเครื่องมือที่ผลิตโดย บริษัท S.T.S. ที่ มหาวิทยาลัย รังสิต
โดยมี shear box เป็นแบบ สี่เหลี่ยม กว้าง และยาว ด้านละ 5.25 ซม. และสูง 4.20 ซม.
การวัดแรงเฉือนใช้ proving ring หมายเลข STS 15-151 ซึ่งมีค่าคงที่ ของ proving ring และค่า
ปรับแก้แสดงไว้ในรูปที่ 3.5

การเตรียมตัวอย่าง และการทดสอบ

การเตรียมตัวอย่างทดสอบ โดยดูจากกราฟการกระจายของเม็ดดิน และจากการสังเกต
พบว่าดินค่อนข้างจะ uniform สำหรับโครงการที่เก็บตัวอย่างทั้ง 2 ตัวอย่างถูกนำมาทดสอบ

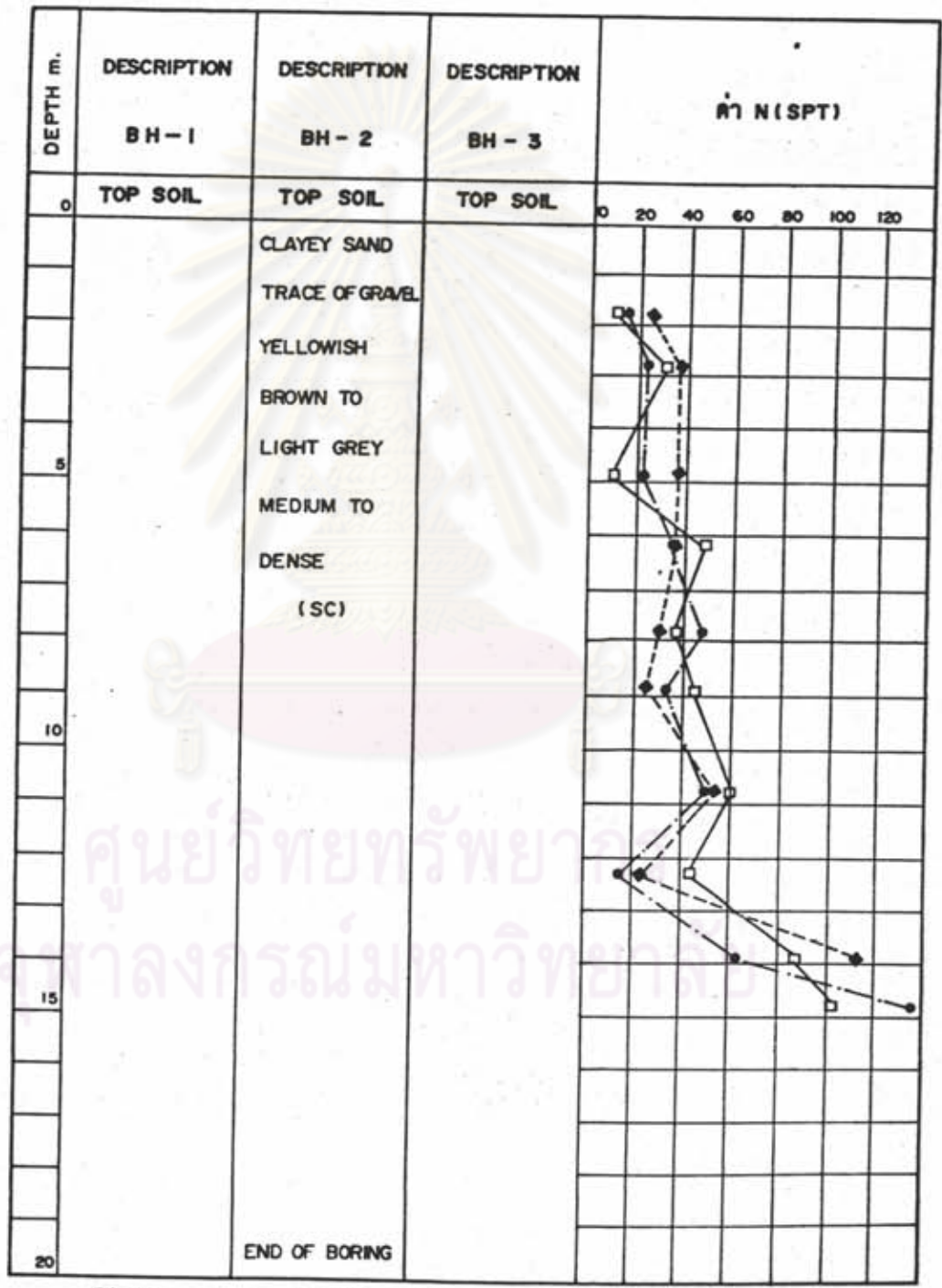
โดยในตอนแรก air dry และ ทำให้ตัวอย่างแตกออกเป็น ชิ้นย่อยๆ และบดอัดเข้าไปใน shear box ที่ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ที่ต้องการ อย่างไรก็ตามการวัดปริมาตรยังต้องกระทำหลังจากที่ ใส่ normal stress แล้ว (ก่อนทำการ shear ตัวอย่าง) ค่า normal stress ที่ใส่ให้กับดินตัวอย่าง แปรตามความลึกของการเก็บตัวอย่าง หลังจากนั้นจึงทำการ saturate ตัวอย่างโดยทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที และเริ่ม shear ตัวอย่างโดยเครื่องมือที่ทำการทดสอบ เป็นแบบใช้มือหมุน จึงต้องทำการ จับเวลาในการหมุน และควบคุมให้อยู่ในช่วงเวลาประมาณ 15 นาที ซึ่งจะทำได้ค่า strain ประมาณ 0.06 มม/นาที

3.3 ข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดิน (Soil Investigation)

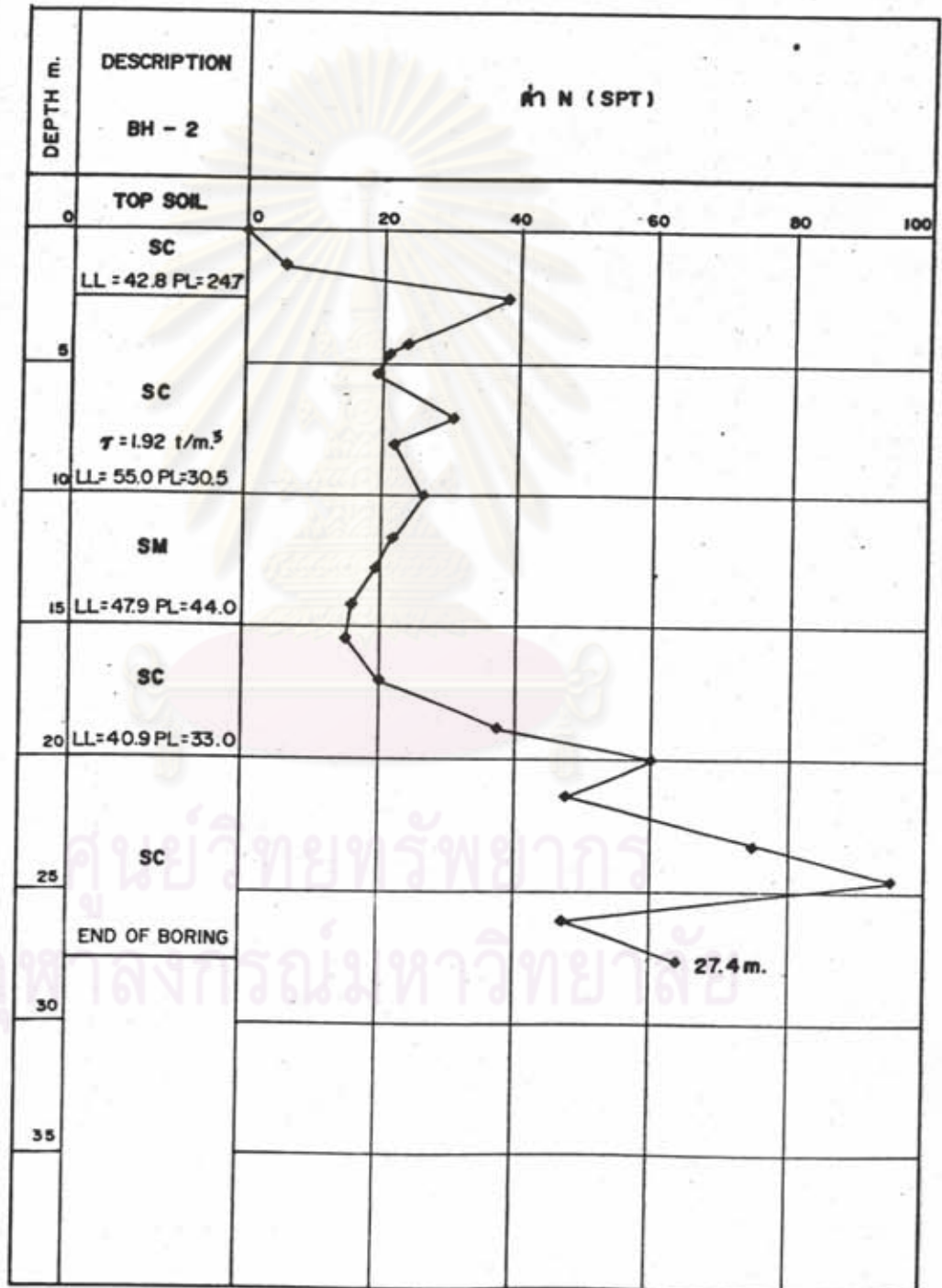
รายละเอียดของข้อมูลที่มีอยู่ โดยเป็นข้อมูลค่า N(SPT) สภาพดิน และ คุณสมบัติของดิน โดยรวบรวมไว้ในรูปที่ 3.6 ถึง 3.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.6 ผลการทดสอบการทะลุทะลวงมาตรฐาน(SPT), BH-1,BH-2,BH-3 โครงการ พูน
คอนโดมิเนียม

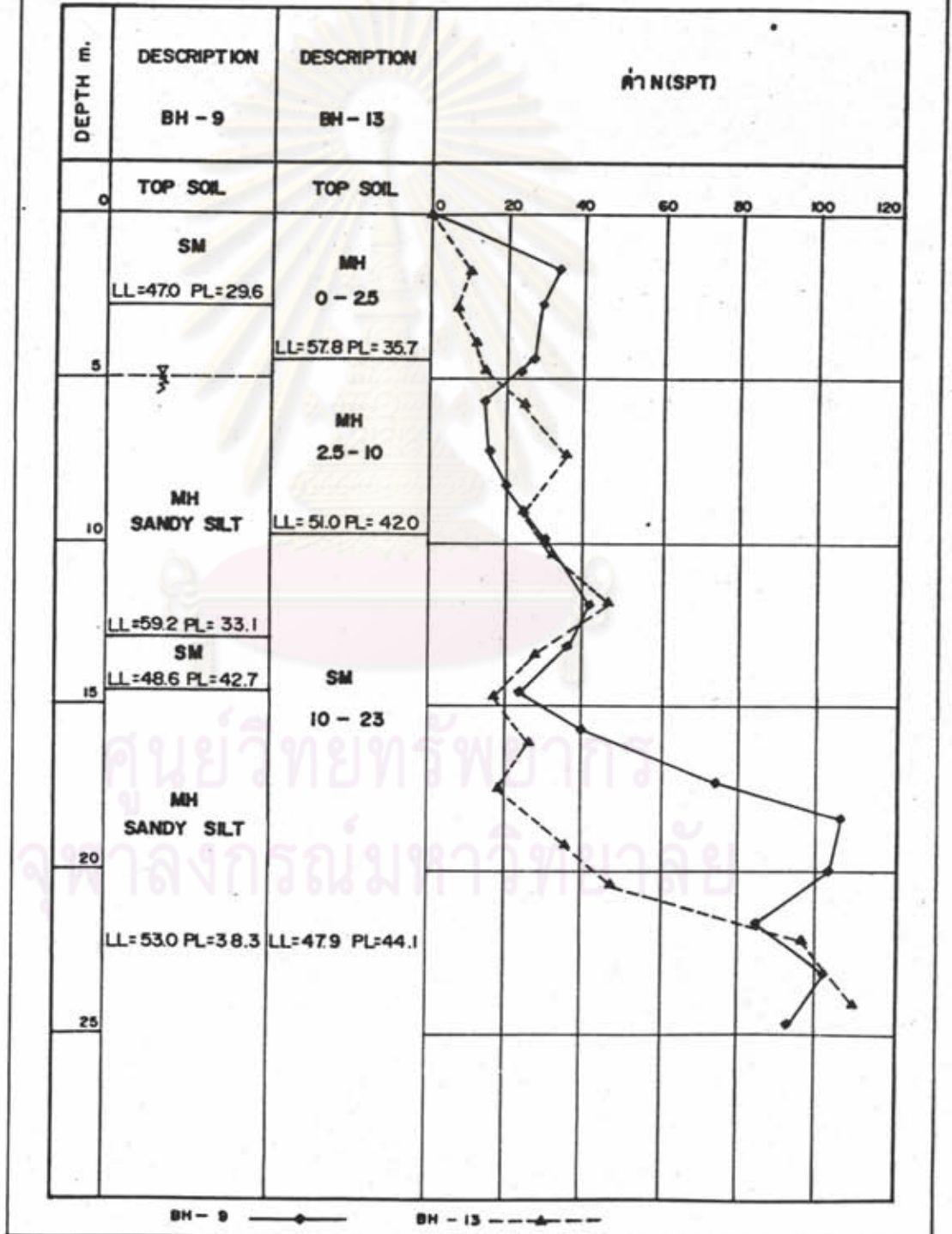


รูปที่ 3.7 ผลการทดสอบการทะลุทะลวงมาตรฐาน(SPT), BH-2, BH-3 โครงการ
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

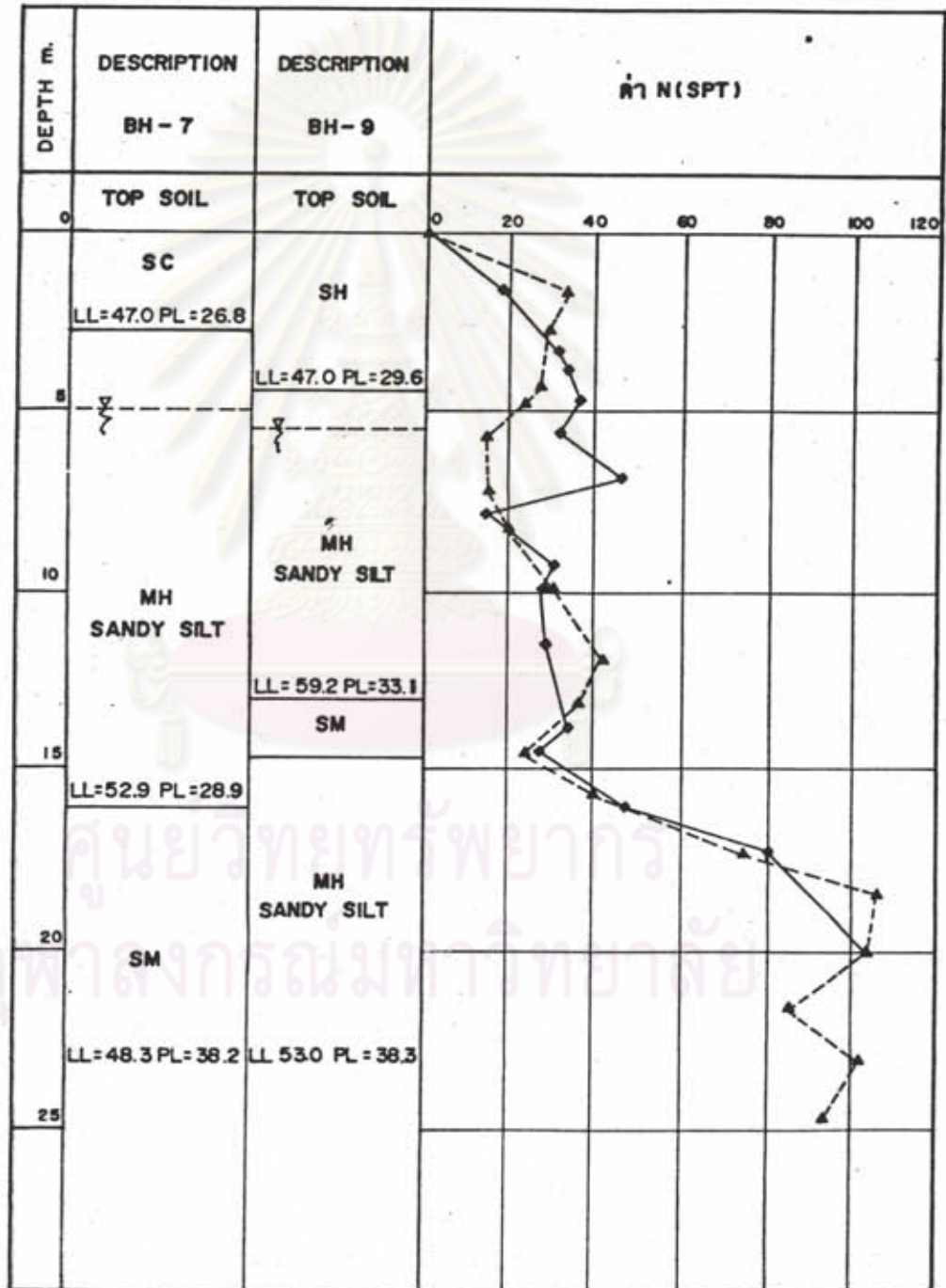


BH - 2 ————●—————

รูปที่ 3.8 ผลการทดสอบการทะลุทะลวงมาตรฐาน(SPT), BH-9,BH-13 โครงการ
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม



รูปที่ 3.9 ผลการทดสอบการทะลุทะลวงมาตรฐาน(SPT), BH-7,BH-9 โครงการ
โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม



รูปที่ 3.10 ผลการทดสอบการทะลุของมาตรฐาน(SPT), BH-1,BH-2,BH-13 โครงการ ICI PTA Plant

