

## 2. ปัจจัยต่าง ๆ

การแปลผลจากข้อมูลการเจาะสำรวจดินและการเลือกใช้ฐานรากระบบเสาเข็มที่เหมาะสม

## การแปลผลจากข้อมูลการเจาะสำรวจดินและการเลือกใช้ฐานรากระบบเสาเข็มที่เหมาะสม

เมื่อเจาะสำรวจดินและทดสอบดินในห้องปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว ผู้เจาะสำรวจดินจะสรุปเป็นรายงานผลการสำรวจ ซึ่งโดยทั่วไปรายงานผลสำรวจดินจะประกอบด้วย

1. ตารางแสดงผลการทดสอบดินในห้องปฏิบัติการ ( Summary of Test Result )
2. ภาพตัดแสดงชั้นดินและค่าพารามิเตอร์ต่างๆเทียบกับความลึก ( Boring Log )
3. ตารางแสดงคำแนะนำสำหรับกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มหรือฐานรากแต่ละชนิด

ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลใน Summary of Test Result และ Boring Log จะทำให้สามารถพิจารณาสิ่งต่างๆที่เกี่ยวกับเสาเข็มได้เป็นอย่างดี เช่นการเลือกใช้ชนิดเสาเข็ม ระดับความลึกของปลายเสาเข็ม ที่เหมาะสม การวิเคราะห์ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นกับเสาเข็ม เป็นต้น

ในที่นี้จะอธิบายในรายละเอียดของ ตารางแสดงผลการทดสอบดินในห้องปฏิบัติการ ( Summary of Test Result ) และ ภาพตัดแสดงชั้นดินและค่าพารามิเตอร์ต่างๆเทียบกับความลึก ( Boring Log )

### ตารางแสดงผลการทดสอบดินในห้องปฏิบัติการ ( Summary of Test Result )

ผลการทดสอบที่ได้จากห้องปฏิบัติการจะถูกบันทึกในรูปของตารางซึ่งผู้เจาะสำรวจอาจนำเสนอรูปแบบการจัดข้อมูลในตารางที่แตกต่างกันไป แต่อย่างน้อยที่สุดจะมีข้อมูลสำคัญพื้นฐานที่เหมือนกัน ดังตัวอย่างในตาราง มีรายละเอียดดังนี้

**หมายเลข 1** ส่วนที่แสดง ชื่อโครงการ สถานที่ เจ้าของโครงการ หน่วยงานของผู้เจาะสำรวจ หมายเลขของหลุมเจาะ ความลึก ที่เจาะสำรวจ ระดับน้ำใต้ดิน วันที่ทำการเจาะสำรวจ ความหนาของระดับดินถม ( ถ้ามี )

**หมายเลข 2** บอกหมายเลขประจำตัวของดินตัวอย่างที่เก็บได้ พร้อมทั้งวิธีการเจาะ หากเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกบาง จะใช้ตัวย่อ ST ( Shelby Tube หรือ Thin - Wall Tube ) และตัวอย่างดินที่เก็บด้วยกระบอกผ่า จะใช้ตัวย่อว่า SS ( Split - Spoon Tube ) หากใช้วิธีการเจาะดินแบบสว่านเครื่องยนต์ จะใช้ตัวย่อว่า PA ( Power Auger ) และหากใช้วิธีการเจาะล้าง จะใช้ตัวย่อว่า WO ( Washout )

**หมายเลข 3** ช่องแสดงระดับความลึกที่เก็บตัวอย่างดิน

**หมายเลข 4** ความชื้นของดินตามธรรมชาติ ( Natural Water Content )

**หมายเลข 5** แสดงค่า Alterberg's Limit ผลการทดสอบหาขีดจำกัดพลาสติก ( P.L.)และขีดจำกัดเหลวของดิน ( L.L.) เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลในช่องหมายเลข 4 จะทำให้ทราบว่าดินอยู่ในสภาพเช่นใด ตัวอย่างเช่น กรณีที่ความชื้นของดินตามธรรมชาติ มีค่าใกล้เคียงกับขีดจำกัดเหลวของดิน แสดงว่า ดินตามธรรมชาติอยู่ในสภาพเคลื่อนไหลได้ง่าย และพร้อมจะเคลื่อนตัวพังทลายเมื่อมีการขุดดิน หากตำแหน่งรอยต่อของเสาเข็มอยู่ในดินสภาพนี้ การเคลื่อนตัวของดิน ที่เกิดจากการตอกเสาเข็ม ต้นใกล้เคียงจะดันให้รอยต่อของเสาเข็มที่ตอกเสร็จแล้วให้เคลื่อนที่ หรือหลุดออกจากกันได้ นอกจากนี้ ขีดจำกัดพลาสติก และขีดจำกัดเหลวของดิน จะใช้ในการจำแนกประเภทของดิน

**หมายเลข 6** ช่องแสดงหน่วยน้ำหนักของดิน ใช้ในการคำนวณการรับน้ำหนักของเสาเข็ม

**SUMMARY OF TEST RESULTS**

PROJECT. : โครงการบ้านเอื้ออาทร จ.สมุทรปราการ (บ้านคลองสวน)

พิเศษ

1

OWNER. บริษัท ไซน่า สเตทคอนสตรัคชั่น เอ็นจิเนียริง (ประเทศไทย)

JOB No. 1/2552

LOCATION. : จ.สมุทรปราการ บ้านคลองสวน

BORING NO. 1 ( Filled Top soil -1.50 m )

OBSERVED W.L. -1.00 m.

TEST BY. โครงการจัดตั้งวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

CASING DEPTH 7.50 m

DATE. 13-14/1/2552

SAMPLE N	DEPTH M.		WATER CONTENT, %	ATTERBERG LIMIT %			WET UNIT WEIGHT, t/m <sup>3</sup>	SIEVE ANALYSIS % FINER					CLASSIFICATION	UNDRAINED SHEAR STRENGTH, t/m <sup>2</sup>					STANDARD PENETRATION(N) (blows/ft)	Recovery Sample(cm)		
	FROM	TO		LL.	PL.	PI.		% FINER						UNCONFINED SHEAR		FIELD VANE SHEAR		UU TEST			POCKET PENETRATION	
								No. 3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200		Qu/2	Qu'/2	Qv	QV'					Su
PA	0.00	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ST-1	1.50	2.00	37.440	49.856	21.739	28.117	1.715	-	-	-	-	-	CL	2.340	-	-	-	-	-	-	-	50
PA	2.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ST- 02	3.00	3.50	96.570	57.041	43.243	13.798	1.469	-	-	-	-	-	CL	1.040	-	-	-	-	-	-	-	50
WO	3.50	4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ST- 03	4.50	5.00	98.660	54.182	37.713	16.469	1.435	-	-	-	-	-	CL	1.550	-	-	-	-	-	-	-	50
WO	5.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ST- 04	6.00	6.50	101.41	48.643	42.416	6.2267	1.458	-	-	-	-	-	CL	1.400	-	-	-	-	-	-	-	50
WO	6.50	7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ST- 05	7.50	8.00	104.69	56.415	45.794	10.621	1.415	-	-	-	-	-	CL	1.320	-	-	-	-	-	-	-	50
WO	8.00	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ST- 06	9.00	9.50	84.610	50.415	43.840	6.5751	1.385	-	-	-	-	-	CL	1.850	-	-	-	-	-	-	-	50
WO	9.50	10.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**หมายเลข 7** แสดงผลการทดสอบการร่อนตะแกรง ( Sieve Analysis ) ผลที่ได้จะนำไป ใช้ในการจำแนกประเภทของดินว่าเป็นดินชนิดใด เช่น ดินเหนียว ดินทราย หรือดินเหนียวปนทราย สิ่งที่ต้องสังเกตในช่องนี้ คือ ปริมาณของดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ซึ่งจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าดินตัวอย่างนั้น มี ปริมาณของดินเหนียวและดินตะกอนมากน้อยเพียงใด หากมีดินตะกอนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 เป็นปริมาณมาก แสดงว่าดินตัวอย่างมีดินเหนียวหรือดินตะกอนปนอยู่มาก

กรณีที่กำหนดให้ปลายเสาเข็มเจาะระบบแห้ง อยู่ในชั้นดินที่มีปริมาณของดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 น้อยกว่าร้อยละ 20 จะเกิดปัญหาน้ำใต้ดินไหลเข้าหลุมเจาะ ขณะขุดเจาะดิน เพราะดินดังกล่าวมีส่วนที่เป็นทรายมาก ชั้นทรายเป็นชั้นที่น้ำไหลสะดวก ดังนั้นการทำเสาเข็มเจาะระบบแห้งไม่ได้ หมายเหตุ ไม่ควรกำหนดให้ปลายเสาเข็มเจาะระบบขุดเจาะแห้ง อยู่ในชั้นดิน Silty Sand เพราะมักจะพบปัญหาเรื่องน้ำใต้ดิน

**หมายเลข 8** ช่องแสดงชื่อของดินในการจำแนกประเภทของดินในระบบ Unified ตัวอย่างเช่น

CH หมายถึง ดินเหนียวอินทรีย์ มีความเหนียวสูง ดินเหนียวมีความเหนียวสูง

CL หมายถึง ดินเหนียวอินทรีย์ มีความเหนียวต่ำ ถึงปานกลาง ดินเหนียวปนกรวด ดินเหนียวล้วน

SM หมายถึง ดินทรายมีตะกอนทรายปน ทราย – ตะกอนทราย ผสมกัน

**หมายเลข 9** ช่องแสดงกำลังรับแรงเฉือนของดินที่ได้จากการทดสอบ Unconfined Compression Test

**หมายเลข 10** ช่องแสดงค่าที่ทดสอบ Standard Penetration Test ( SPT ) ที่ได้จากการตอกกระบอกผ่าในสนาม สังเกตได้ว่าเมื่อใดที่สัญลักษณ์ ของดินตัวอย่างในช่องหมายเลข 2 เป็น SS จะมีค่า SPT ด้วยเสมอ เพราะการเก็บดินตัวอย่างโดยใช้กระบอกผ่า ต้องใช้ลูกตุ้มตอก พร้อมทั้งนับจำนวนครั้งในการตอกทำให้ได้ค่า SPT ด้วย

**หมายเลข 11** เป็นช่องบอกปริมาณความยาวของตัวอย่างที่เก็บได้จากกระบอกบางหรือกระบอกผ่า เช่น กระบอกผ่ายาว 45 ซม. เก็บตัวอย่างได้ 20 ซม. ทำให้ทราบว่าจะเก็บตัวอย่างได้ไม่เต็มความยาวของกระบอก เมื่อเก็บตัวอย่างได้ไม่เต็มกระบอก อาจสันนิษฐานได้ว่ามีชั้นดินทรายหรือดินเหนียวอ่อนมาคั่นอยู่ที่ระดับความลึกตรงนั้น และควรให้ความสนใจว่าอาจเป็นระดับความลึกที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพดิน

**ภาพตัดแสดงชั้นดินและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เทียบกับความลึก ( Boring Log )**

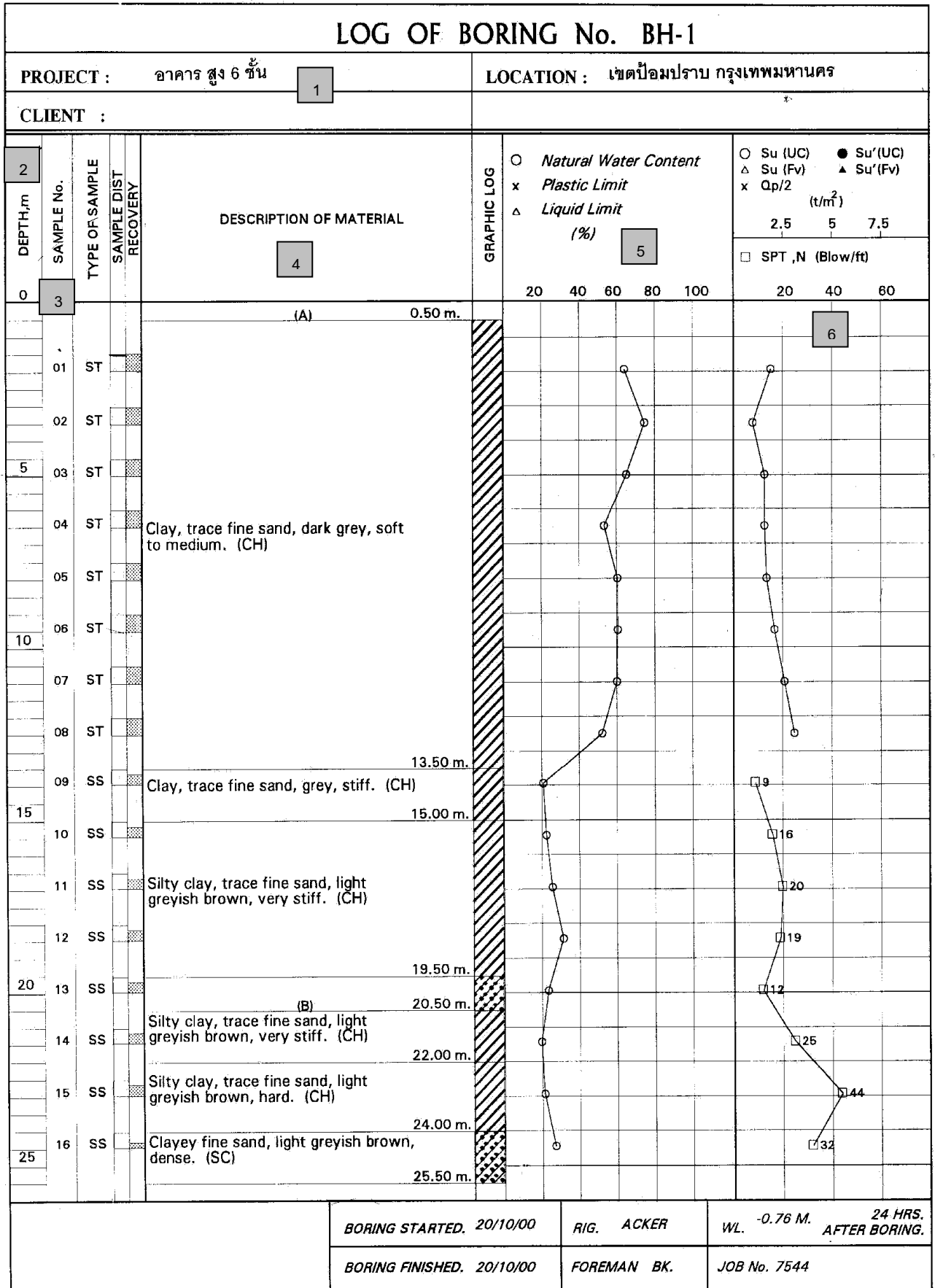
Boring Log แสดงลักษณะการเรียงตัวของชั้นดินและค่าพารามิเตอร์ ต่าง ๆ ของดิน เทียบกับความลึกซึ่งประกอบด้วย

**หมายเลข 1** ส่วนแสดง รายละเอียดเกี่ยวกับชื่อโครงการ สถานที่ หมายเลขหลุมเจาะ เจ้าของโครงการ ตลอดจนผู้ที่ทำการเจาะสำรวจ

**หมายเลข 2** แสดงระดับความลึกนับจากผิวดินที่เจาะสำรวจ

**หมายเลข 3** แสดงหมายเลขกำกับดินตัวอย่าง

**หมายเลข 4** ช่องแสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดินตามความลึก ชนิดของดิน สภาพสี สภาพความแน่นของชั้นดิน หรือ สภาพความแข็ง



**หมายเลข 5** ค่าความชื้นของดินตามธรรมชาติ ( Natural Water Content ) ค่า Alterberg's Limit ผลการทดสอบหาขีดจำกัดพลาสติก ( P.L.)และขีดจำกัดเหลวของดิน ( L.L.) ที่ระดับความลึกต่างๆ

**หมายเลข 6** แสดงค่ากำลังรับแรงเฉือนของดิน จากการทดสอบ Unconfined Compression Test หรือการทดสอบ Standard Penetration Test ( SPT ) ที่ระดับความลึกต่างๆ

### ข้อมูลดินกับการเลือกใช้เสาเข็ม

เมื่อได้ข้อมูลดินแล้วจะสามารถคำนวณกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มที่มีขนาดและความยาวต่างๆ กันได้ ไม่ว่าจะเสาเข็มจะเป็นคอนกรีต เหล็ก หรือไม้ การคำนวณหากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มแต่ละชนิดจะมีวิธีการที่เหมือนกัน จะต่างกันก็แต่ค่าสัมประสิทธิ์ ที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำเสาเข็ม โดยทั่วไปแล้วผู้เจาะสำรวจดินจะคำนวณกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มที่ระดับความลึกต่างๆ มาให้ แต่การจะเลือกใช้เสาเข็มชนิดใด มีความยาวเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจในการพิจารณาของวิศวกรที่รับผิดชอบ

#### ข้อพิจารณาชนิดของเสาเข็มว่าเป็นเสาเข็มตอกหรือเสาเข็มเจาะ

1 เส้นทางขนส่งเพื่อนำเสาเข็มตอกเข้าหน่วยงานก่อสร้างนั้นทำได้สะดวกหรือไม่ ถ้าไม่สะดวกก็ควรเลือกใช้เสาเข็มเจาะแทน

2 มีพื้นที่พอเพียงที่จะตั้งปั้นจั่นเพื่อตอกเสาเข็มหรือไม่ และการตอกเสาเข็มจะมีผลกระทบต่ออาคารข้างเคียงอย่างไร เช่น ความสั่นสะเทือนหรือการเคลื่อนตัวของดิน ถ้าพิจารณาว่ามีโอกาสเกิดผลกระทบต่อข้างเคียงมากก็ควรเปลี่ยนเป็นใช้เสาเข็มเจาะเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะเกิดขึ้น

3 กรณีใช้เสาเข็มตอกต้องพิจารณาว่าจะตอกเสาเข็มผ่านชั้นดินแข็งหรือชั้นทรายแน่นที่มีความหนามากๆ หรือไม่ เพราะสภาพดินเช่นนั้นอาจตอกเสาเข็มไม่ลง อาจมีความจำเป็นต้องใช้สว่านเจาะดินเพื่อนำร่องก่อน

4 กรณีใช้เสาเข็มตอกที่ต้องมีการต่อเสาเข็ม ควรพิจารณาว่ารอยต่ออยู่ในชั้นดินอ่อนที่มีค่าปริมาณความชื้นในดินใกล้เคียงกับขีดจำกัดเหลว ( LL ) หรือไม่ ควรหลีกเลี่ยงไม่ให้อยู่ในชั้นดินดังกล่าว เพราะสภาพดินเช่นนี้จะเคลื่อนไหลได้ง่าย การตอกเสาเข็มต้นใกล้เคียงอาจทำให้ดินเคลื่อนตัว ต้นรอยต่อของเสาเข็มต้นที่ตอกเสร็จแล้วให้เคลื่อนหรือหลุดออกจากกัน ทางแก้ที่ดีสำหรับกรณีนี้ คือ เปลี่ยนเป็นใช้เสาเข็มเจาะที่เสริมเหล็กต้านแรงดันด้านข้างหรือใช้เสาเข็มตอกที่ยาวท่อนเดียว

#### ข้อพิจารณาระดับของปลายเสาเข็มว่าควรอยู่ที่ระดับความลึกเท่าใด

1 กรณีเสาเข็มตอก มีข้อพิจารณาต่อไปนี้จะช่วยในการเลือกระดับปลายเสาเข็มในเบื้องต้นและข้อควรระมัดระวังเกี่ยวกับการใช้เสาเข็มตอก

1.1 ปลายเสาเข็มควรวางอยู่ในชั้นดินที่มีค่า SPT. สูงๆ และมีความหนาของดินชั้นนั้น ไม่น้อยกว่า 5 -6 เท่าของความกว้าง หรือเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็ม และควรพิจารณาด้วยว่าดินที่อยู่ต่ำกว่าระดับดินชั้นนั้นเป็นดินที่มีสภาพอ่อนมากหรือไม่ หากเป็นดินอ่อนมากไม่ควรวางปลายเสาเข็ม ที่ดินแข็งเหนือดินอ่อนนั้น ควรจอกเสาเข็มให้ทะลุชั้นดินอ่อนลงไปยังชั้นดินแข็ง ที่อยู่ถัดไป ( ดินเหนียวอ่อน หรือแข็ง ทรายหลวมหรือแน่น พิจารณาจาก Boring Log ในช่อง Description of Material และช่อง SPT )

1.2 พิจารณาด้วยว่า การตอกเสาเข็มผ่านชั้นทรายที่มีความหนามากกว่า 5 -6 เท่าของความกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็ม และทรายชั้นนั้นมีค่า SPT มากกว่า 30 ครั้งต่อฟุต จะทำได้ค่อนข้างยากเสาเข็มอาจหักและเสียหายได้ ควรแก้ไขด้วยการใช้สว่านเจาะดินนำร่องก่อนหรือเปลี่ยนเป็นใช้เสาเข็มเจาะแทน

1.3 ปลายเสาเข็มตอกที่วางในชั้นทราย กำลังต้านทานปลายเสาเข็มจะมีมาก เพราะยิ่งตอกชั้นทรายจะยิ่งแน่น

1.4 พยายามหลีกเลี่ยงไม่ให้อยู่ในชั้นดินเหนียวอ่อนที่มีค่าความชื้นใกล้เคียงขีดจำกัดความชื้นเหลว ( LL ) ควรหลีกเลี่ยงไม่ให้อยู่ในชั้นดินดังกล่าว เพราะสภาพดินเช่นนี้จะเคลื่อนไหลได้ง่าย การตอก

เสาเข็มต้นใกล้เคียงอาจทำให้ดินเคลื่อนตัว ดันรอยต่อของเสาเข็มต้นที่ตอกเสร็จแล้วให้เคลื่อนหรือหลุดออกจากกัน ดินเช่นนี้จะพบมากในบริเวณ ถนนบางนา – ตราด ถนนเทพารักษ์ บางบ่อ บางพลี และบางประกง

**2กรณีเสาเข็มเจาะ** มีข้อพิจารณาต่อไปนี้จะช่วยในการเลือกระดับปลายเสาเข็มในเบื้องต้นและข้อควรระมัดระวังเกี่ยวกับการใช้เสาเข็มเจาะ

2.1 ปลายเสาเข็มเจาะควรรอยู่ในชั้นดินที่มีค่า SPT มากๆ และมีความหนาไม่น้อยกว่า 5 - 6 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็ม และดินที่อยู่ระดับต่ำกว่าปลายเสาเข็มไม่ควรเป็นดินที่อ่อนกว่าดินที่ปลายเสาเข็ม

2.2 หากเลือกใช้เสาเข็มเจาะระบบแห้ง ( Dry – Process Bored Pile ) ไม่ควรกำหนดให้ปลายเสาเข็มอยู่ในชั้นทราย เพราะน้ำใต้ดินจะไหลดันเข้าหลุมเจาะผ่านชั้นทราย ทรายจะไม่แน่นตัว และทำให้คุณภาพของเสาเข็มไม่ดีเท่าที่ควร แรงต้านทานของดินที่ปลายเสาเข็มจะต่ำ หรือไม่มีแรงต้านทานที่ปลายเสาเข็มเลย ( หากต้องการทราบว่าดินปนทรายที่ปลายเสาเข็มจะมีน้ำไหลเข้ามาในหลุมเจาะขณะขุดเจาะดินหรือไม่ ให้พิจารณาจาก Boring Log และตารางผลทดสอบดิน ( Summary of Test Results ) ว่าดินที่ระดับนั้นมีปริมาณของดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 มากน้อยเพียงใด หากผ่านตะแกรงเบอร์ 200 น้อยกว่าร้อยละ 20 โดยประมาณ มีโอกาสที่น้ำใต้ดินจะไหลเข้าหลุมเจาะ ทั้งนี้เพราะมีปริมาณดินเหนียวที่ช่วยอุดช่องว่างของเม็ดทรายน้อยเกินไป กรณีที่เป็นดินทรายนดินตะกอน , Silty Sand ( SM ) มักจะพบปัญหาน้ำไหลเข้าหลุมเจาะเสมอ เพราะดินตะกอน , silt มีแรงยึดเหนี่ยวน้อยไม่สามารถอุดช่องว่างในชั้นทรายได้ ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงไม่ให้ปลายเสาเข็มเจาะระบบแห้งวางอยู่ในดินชั้นนี้ )

2.3 ในกรณีที่ต้องการให้ปลายเสาเข็มอยู่ในชั้นทราย ควรใช้เสาเข็มเจาะระบบเปียก ( Wet Process Bored Pile ) ที่ใช้สารละลายเบนโทไนท์ หรือสารละลายอื่นช่วยในการเจาะดิน สารละลายดังกล่าวมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ จึงเป็นตัวช่วยต้านทานแรงดันของน้ำและทำให้ทรายอยู่ในสภาพแน่นตัว

2.4 กรณีที่ต้องใช้เสาเข็มเจาะระบบแห้ง ควรวางปลายเสาเข็มในชั้นดินเหนียวแข็ง ที่มีความหนาของชั้นดินใต้ปลายเสาเข็มไม่น้อยกว่า 2.5 – 3 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็ม ทั้งนี้ เพื่อให้มีความหนาใต้ปลายเสาเข็มเพียงพอไม่เกิดการกดทะลุ ของเสาเข็มลงไปดินชั้นถัดไป ลักษณะเช่นนี้หากได้ชั้นดินเหนียวเป็นทรายแน่น ชั้นทรายจะยังคงมีสภาพความแน่นตัวตามเดิม แรงต้านทานที่ปลายเสาเข็มจะดีกว่าให้ปลายเสาเข็มไปอยู่ในชั้นทรายที่สูญเสียสภาพความแน่นตัวเพราะการขุดเจาะดิน

.....

