ประกาศ สถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย (องค์การมหาชน)
เรื่อง ชี้แจงข้อสอบถาม การประกวดราคาจ้างก่อสร้างอาคารสถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย (องค์การมหาชน) ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding)

ตามที่ สถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย ได้ประกาศประกวดราคาจ้างก่อสร้างอาคารสถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย (องค์การมหาชน) ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding) โดยเปิดให้ผู้ประกอบการที่ประสงค์สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานที่หรือแบบรูปรายการละเอียด ภายในวันที่ ๓๑ กรกฎาคม ๒๕๖๑ และสถาบันฯ จะชี้แจงรายละเอียดดังกล่าวผ่านทางเว็บไซต์ www.tijthailand.org และ www.gprocurement.go.th ในวันที่ ๑๕ สิงหาคม ๒๕๖๑ นั้น สถาบันฯ ขอเรียนชี้แจงข้อสอบถาม ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

(ศาสตราจารย์พิเศษกิตติพงษ์ กิตยารักษ์)
ผู้อำนวยการสถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย

ชี้แจงข้อสอบถาม การประกวดราคาจ้างก่อสร้างอาคารสถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย (องค์การมหาชน) ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding)

ลำดับ	อ้างถึงแบบ / Spec.	รายละเอียดคำถาม	คำตอบ
งานโครงการ			
๑		ช่องทางหรือถนนที่จะใช้เป็นเส้นทางเข้า-ออกโครงการขณะก่อสร้าง คือช่องทางใดหรือถนนใด	โครงการติดถนนแจ้งวัฒนะ
๒		สามารถเชื่อมต่อกับสาธารณูปโภคเดิมได้หรือไม่ (ไฟฟ้าและน้ำ)	ไม่มีสาธารณูปโภคเดิม
๓		บ้านพักคนงานสามารถปลูกสร้างบริเวณก่อสร้าง ได้หรือไม่	ไม่ได้
๔		บริเวณใต้ดินของพื้นที่ มีสิ่งกีดขวางอันตรายหรือไม่ (เช่น ท่อไฟฟ้า ท่อแก๊ส)	ไม่มี
๕		วัสดุดินขุดเป็นของผู้ใด	เป็นของสถาบันฯ
๖		จุดทิ้งดินปลายทางอยู่ที่ใด	สถานที่ราชการในระยะทางประมาณ ๔๐ กม.
๗		ขอ Boring log งานดิน	ตามรายงานการสำรวจสภาพชั้นดินที่แนบการพร้อมนี้
๘		งานเข็มรวมในการเสนอราคาหรือไม่	งานเข็มรวมในการเสนอราคา
๙		ผู้รับจ้างสามารถใช้แหล็กเส้นที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. ๒๔-๒๕๔๘ (มีสัญญลักษณ์ตัวอักษร " T " ต่อท้าย) ได้หรือไม่	ไม่สามารถใช้ได้
๑๐		จุดอ้างอิงระดับพื้นที่ส่งมอบ ๐.๐๐ ของโครงการอยู่ ณ จุดใด	ขอให้ตรวจสอบจากแบบสถาปัตยกรรม
๑๑		ขอบเขตการปรับพื้นที่รวมในการเสนอราคานี้ด้วยหรือไม่	รวมในการเสนอราคา
๑๒	Spec หมวด ฌ งานโลหะ ข้อ ๘	ต้องทำสีกันไฟโครงเหล็กหรือไม่ หากทำใช้ระบบใด ใช้ความหนากี่ไมครอน	ต้องทำสีกันไฟโครงสร้างเหล็ก

รายงานการสำรวจสภาพชั้นดิน
โครงการสถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย
จังหวัดนนทบุรี

---

1. บทนำ

1.1 เกริ่นนำ

รายงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อรายงานผลการสำรวจสภาพชั้นดินโครงการสถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย จังหวัดนนทบุรี (รูปที่ 1.1) ตามที่ บริษัท แอ็ค คอนซัลแท้นส์ จำกัด ได้มอบหมายให้บริษัท จีโอ-เทคโนโลยี่ คอนซัลแต้นท์ จำกัด (GTC) เป็นผู้ดำเนินการสำรวจสภาพชั้นดินภายในโครงการฯ ซึ่งงานภาคสนาม ประกอบด้วย งานเจาะสำรวจสภาพชั้นดินความลึก 40.0 เมตร จำนวนทั้งหมด 2 หลุม พร้อมได้เก็บตัวอย่างดินตามความลึก จากนั้นนำส่งเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อทดสอบหาคุณสมบัติทางวิศวกรรมต่าง ๆ ของดิน

1.2 วัตถุประสงค์

สำรวจสภาพชั้นดินเพื่อแสดงการจัดเรียงตัวของชั้นดิน ศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมต่าง ๆ ของแต่ละชั้นดิน และวิเคราะห์หาความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มขนาดต่าง ๆ เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกโครงสร้างของโครงการได้อย่างปลอดภัย และถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

1.3 สภาพธรณีวิทยาบริเวณที่ตั้งโครงการ

โครงการฯ ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ซึ่งในแง่ธรณีวิทยาจัดแบ่งอยู่ใน Bangkok Subregion (AIT, 1978) ของพื้นที่ราบภาคกลาง ตะกอนที่สะสมอยู่ใน Bangkok Subregion นี้มีอาณาเขตครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ปากอ่าวไทย จังหวัดสมุทรปราการ กรุงเทพฯ นนทบุรี ปทุมธานี และบางส่วนของนครปฐม สมุทรสงคราม และฉะเชิงเทรา ลักษณะโดยทั่วไปของตะกอนในพื้นที่นี้จะมีการแทรกสลับกันเป็นชั้น ๆ ของชั้นทราย และชั้นดินเหนียว โดยมีความหนาของตะกอนมากกว่า 2,000 เมตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณจังหวัดอยุธยา และกรุงเทพฯ จากการศึกษาข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจมาก่อนพบว่า ตะกอนที่พบในเขตจังหวัดกรุงเทพฯ มีการเรียงลำดับชั้น (Stratigraphy) ที่ค่อนข้างแน่นอนดังนี้

ผิวดิน - ประมาณ 2 เมตร เป็นชั้น Weathered Crust ของดินเหนียวอ่อนซึ่งเกิดจากการแห้งตัว (Desiccation) ของชั้นดินเหนียวอ่อน ทำให้ดินชั้นนี้มีคุณสมบัติแบบ Overconsolidated Clay

ความลึก 2 เมตร - ประมาณ 15 เมตร เป็นชั้นดินเหนียวอ่อน (Soft Clay) สีเทาถึงเทาดำ มีค่าความต้านทานแรงเฉือนต่ำและการยุบตัวสูง ซึ่งดินเหนียวอ่อนนี้มีต้นกำเนิดมาจากตะกอนทะเล (Marine Deposit) ในลักษณะของการสะสมตัวบริเวณที่ราบน้ำขึ้นถึง (Tidal Flat) จึงทำให้ความหนาของชั้นดินเหนียวอ่อนค่อนข้างจะสม่ำเสมอ ดินเหนียวอ่อนเป็นดินชนิด Slightly Overconsolidated Clay ถึง Normally Consolidated Clay

ความลึก 15 เมตร - ประมาณ 20 เมตร เป็นชั้นดินเหนียวแข็งชั้นแรก สีของดินเหนียวแข็งชั้นแรกไม่แน่นอนส่วนใหญ่จะมีสีเหลืองปนน้ำตาลถึงน้ำตาลแดง เกิดจาก Subregion Process of Desiccation และปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidation) ซึ่งบ่งถึงสภาพแวดล้อมที่เปิดโล่งของพื้นที่ในอดีต ก่อนที่จะถูกทับถมโดยชั้นดินเหนียวอ่อนในเวลาต่อมา ค่าความต้านทานแรงเฉือนของชั้นดินเหนียวแข็งมีค่าสูงกว่าชั้นดินเหนียวอ่อนมาก ดินเหนียวแข็งชั้นแรกเป็นดินชนิด Overconsolidated Clay ซึ่งทำให้มีค่าการยุบตัวต่ำ

หลังจากความลึกประมาณ 20 เมตร เป็นต้นไป ความหนาของชั้นดินมีการเปลี่ยนแปลงสูงโดยที่ใต้ดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งจะรองรับด้วยชั้นทรายชั้นแรก โดยทรายชั้นแรกนี้จะเริ่มพบได้ที่ความลึกประมาณ 20-30 เมตร ในเขตกรุงเทพฯ และมักประกอบด้วยทรายและกรวดเป็นส่วนใหญ่ การคัดขนาดของทรายชั้นแรกค่อนข้างดี และต่อจากทรายชั้นแรกจะพบชั้นดินเหนียวแข็งมากสลับกับชั้นทรายไปเรื่อย ๆ

สภาพธรณีวิทยาตามแนวโครงการ และพื้นที่ใกล้เคียง แสดงไว้ในรูปที่ 1.2

รูปที่ 1.1 แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการ

รูปที่ 1.2 แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณที่ตั้งโครงการ และพื้นที่ใกล้เคียง

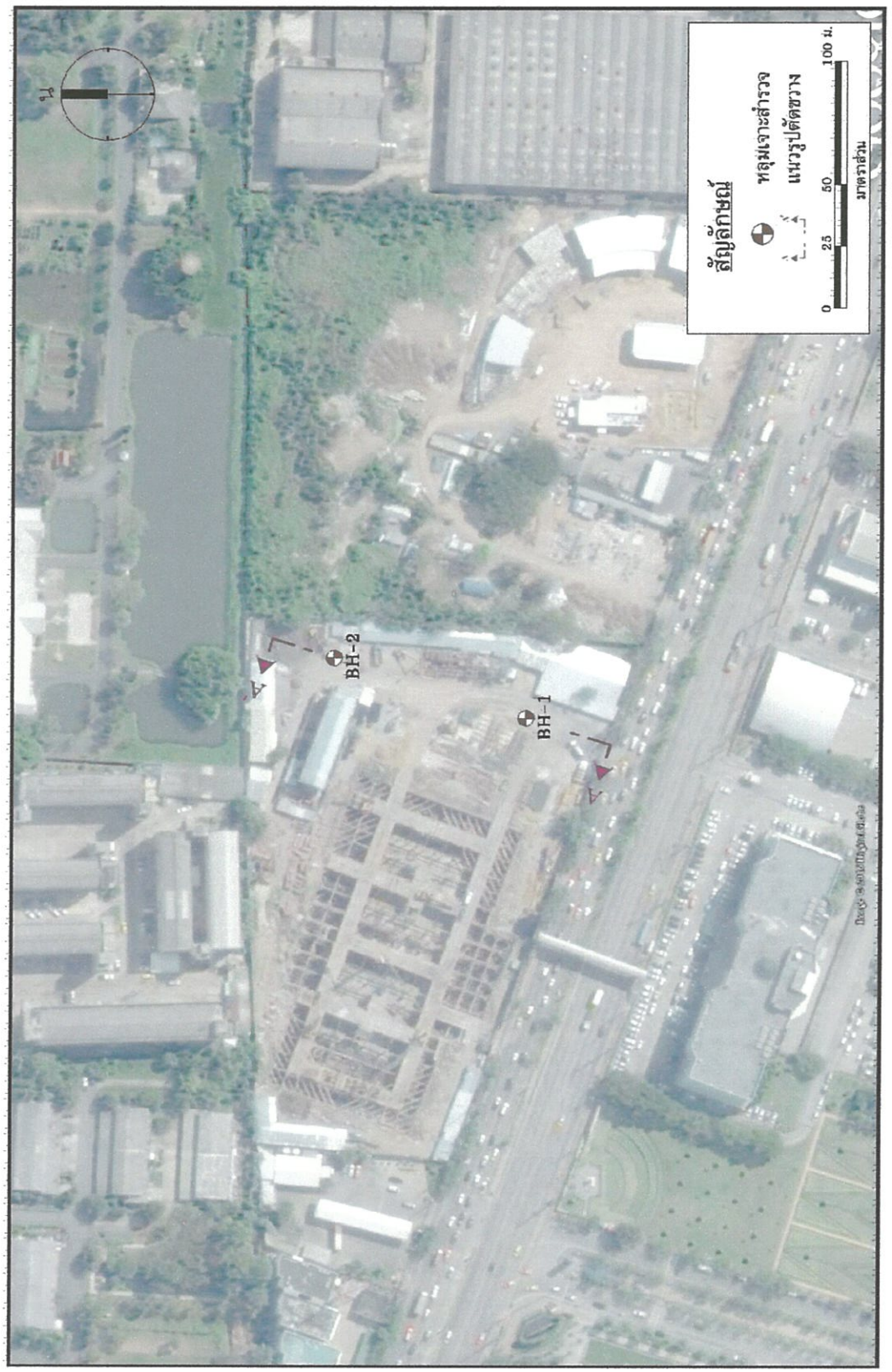
2. การสำรวจสภาพชั้นดิน

2.1 การเจาะสำรวจดิน

บริษัทฯ ได้ดำเนินการเจาะสำรวจดิน จำนวน 2 หลุม คือ BH-1 และ BH-2 มีความลึก 40.0 เมตร การเจาะสำรวจได้ใช้เครื่องเจาะโดยหัวเจาะมีขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) และเพื่อป้องกันการพังของหลุมเจาะได้ใส่ท่อกรุกันดินพัง (Steel Casing) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ในชั้นดินช่วงบนหรือในช่วงความลึกที่จำเป็นขณะเจาะสำรวจ สำหรับกระบวนการเจาะที่ใช้เป็นการเจาะแบบฉีดล้าง (Wash Boring) โดยแผนที่แสดงตำแหน่งหลุมเจาะสำรวจได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 ตามด้วยรูปถ่ายแสดงตำแหน่งหลุมเจาะและสภาพพื้นที่ใกล้เคียง

การเก็บตัวอย่างดินทั่วไปจะเก็บทุกระยะความลึก 1.5 เมตร เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องแน่นอน วิธีการในการเก็บตัวอย่างสำหรับโครงการนี้มีดังต่อไปนี้

- ชั้นดินเหนียวอ่อน (Soft Clay): เก็บตัวอย่างโดยใช้กระบอกบาง โดยทำการเก็บทุกระยะความลึก 1.5 เมตร
- ชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff Clay) และชั้นทราย (Sand): เก็บตัวอย่างโดยใช้กระบอกผ่า โดยทำการเก็บทุกระยะความลึก 1.5 เมตร



รูปที่ 2.1 แผนที่แสดงตำแหน่งหลุมเจาะสำรวจ

สำหรับการเก็บตัวอย่างดินใช้อุปกรณ์ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- **การเก็บด้วยกระบอกบาง (Shelby Tube Sampler)** ลักษณะของกระบอกบางเป็นกระบอกเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.1 ซม. ยาว 65 ซม. และหนาประมาณ 1.5 มม. กดลงในชั้นดินเหนียวที่มีค่า Consistency อยู่ในช่วง Very Soft to Stiff ด้วยระบบไฮโดรลิค ตัวอย่างดินลักษณะนี้เรียกว่า ตัวอย่างดินไม่ถูกรบกวน (Undisturbed Sample) หลังจากเก็บตัวอย่างดินได้แล้วต้องปิดหัวท้ายกระบอกด้วยเทียนไขเพื่อป้องกันความชื้นระเหย แล้วขนย้ายไปยังห้องปฏิบัติการด้วยความระมัดระวัง และเก็บรักษาไว้ในที่ควบคุมความชื้น เพื่อทดสอบหาค่าแรงเฉือน (Shear Strength) และคุณสมบัติอื่นๆ ของดิน การเก็บตัวอย่างนี้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D 1587

- **การเก็บด้วยกระบอกผ่า (Split Spoon Sampler)** ลักษณะกระบอกผ่าเป็นกระบอกเหล็กซึ่งผ่าออกเป็น 2 ซีก นำมาประกบกันไว้โดยมีเกลียวครอบหัวและท้ายกระบอก เมื่อเก็บตัวอย่างดินแล้วสามารถจะเปิดแยกเพื่อดูตัวอย่างดินได้ กระบอกผ่ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกและภายในเท่ากับ 5.0 ซม. และ 3.5 ซม. ตามลำดับ และยาว 69 ซม. การเก็บตัวอย่างดินแข็งหรือทรายจะทำหลังจากทำความสะอาดก้นหลุมเจาะเรียบร้อยแล้ว โดยตอกลงไปในดินด้วยลูกตุ้มเหล็กหนัก 63.5 กิโลกรัม ระยะยกลูกตุ้ม 76.2 ซม. ลูกตุ้มเหล็กกระแทกบนแป้นก้านนำส่ง จดบันทึกค่าการตอกทุกระยะจมลง 15 ซม. เป็นจำนวน 3 ระยะ ค่าการตอก 2 ระยะหลังรวมกันเรียกว่า ค่า Standard Penetration Number การทดสอบวิธีนี้เรียกว่า การตอกทดลอง (Standard Penetration Test-SPT) ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์หาความต้านทานของดิน (ตารางที่ 2.1) โดยการทดสอบนี้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D 1586

ตารางที่ 2.1 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPT-N กับ ∅ ของทราย และ S_{uc} ของดินเหนียว

ก. ทราย

SPT-N Blows (Blows/300 mm)	**Relative density**	**Angle of internal friction (∅), (deg.)**
0 - 4	Very Loose	< 28°
4 - 10	Loose	28° - 30°
10 - 30	Medium Dense	30° - 36°
30 - 50	Dense	36° - 41°
> 50	Very Dense	> 41°

ข. ดินเหนียว

SPT-N Blows (Blows/300 mm)	**Consistency**	**Undrained shear strength S_{uc} ,(kN/m^2)**
< 2	Very Soft	< 15
2 - 4	Soft	15 - 25
4 - 8	Medium	25 - 50
8 - 15	Stiff	50 - 100
15 - 30	Very Stiff	100 - 200
> 30	Hard	> 200

ที่มา: Peck, R.B., Hansen, W.E., and Thornburn, T.H. (1974), Foundation Engineering, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, USA.

2.2 การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการประกอบด้วย การทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ซึ่งจะกระทำกับตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทน (Representative Sample) ที่ได้จากขั้นตอนการเจาะสำรวจดิน ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการนี้ ใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM โดยการทดสอบต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.2

2.2.1 การทดสอบหาปริมาณน้ำในมวลดินตามธรรมชาติ และขีดพิกัดแอตเตอร์เบอร์ก

ปริมาณน้ำในมวลดินตามธรรมชาติและขีดพิกัดแอตเตอร์เบอร์ก เป็นคุณสมบัติขั้นพื้นฐานที่สำคัญของดิน คุณสมบัติดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายชนิด อาทิเช่น ส่วนประกอบทางเคมี ความข้นเหลว (Consistency) กำลังของดิน (Soil Strength) ประวัติความเค้น (Stress History) และลักษณะการยุบอัดตัวของมวลดิน เป็นต้น โดยเมื่อพิจารณาร่วมกับการกระจายขนาดของเม็ดดินแล้ว ค่าขีดพิกัดแอตเตอร์เบอร์กจะช่วยในการจำแนกดินชนิดมวลละเอียด และส่วนละเอียดของดินมวลหยาบ

ตารางที่ 2.2 การทดสอบ และมาตรฐานการทดสอบ

การทดสอบ	มาตรฐานการทดสอบ
การทดสอบหาปริมาณน้ำในมวลดินตามธรรมชาติ Natural Water Content	ASTM D 2216
การทดสอบหาขีดพิกัดแอตเตอร์เบอร์ก (ขีดเหลวและขีดพลาสติก) Atterberg Limits-Liquid Limit, Plastic Limit	ASTM D 4318
การทดสอบหาขนาดเม็ดดิน – ชนิดร่อนผ่านตะแกรง Sieve Analysis	ASTM D 422
การทดสอบหาหน่วยน้ำหนักของมวลดินรวม Total Unit Weight	Weight & Dimension Measurement
การทดสอบแรงอัดแกนเดียว Unconfined Compression Test	ASTM D 2166

2.2.2 การทดสอบหาขนาดเม็ดดิน

ขนาดของเม็ดดินมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีดินมวลหยาบ เม็ดดินนั้นมีขนาดแตกต่างกันนับตั้งแต่ขนาดใหญ่กว่า 300 มิลลิเมตร ไปจนถึงขนาดเล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตร สามารถจำแนกชนิดของดินตามขนาดของเม็ดดินได้ดังนี้

- กรวดมนใหญ่ (Boulder) ขนาดใหญ่กว่า 300 มิลลิเมตร
- กรวดมนเล็ก (Cobble) ขนาด 75 มิลลิเมตร - 300 มิลลิเมตร
- กรวด (Gravel) ขนาด 4.75 มิลลิเมตร - 75 มิลลิเมตร
- ทราย (Sand) ขนาด 0.074 มิลลิเมตร – 4.75 มิลลิเมตร
- ทรายแป้ง (Silt) ขนาด 0.002 มิลลิเมตร - 0.074 มิลลิเมตร
- ดินเหนียว (Clay) ขนาดเล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตร

มวลดินที่เม็ดขนาดใหญ่กว่า 0.074 มิลลิเมตร ขึ้นไป เป็นดินมวลหยาบ ซึ่งเสถียรภาพของมวลดินชนิดนี้จะขึ้นอยู่กับความเสียดทานของผิวเม็ดดิน เรียกดินมวลหยาบชนิดนี้ว่า ดินเสียดทาน โดยเป็นดินที่ไม่มีแรงเหนี่ยวนำระหว่างผิวของเม็ดดิน การหาขนาดของเม็ดดินชนิดนี้ทำได้โดยการร่อนผ่านตะแกรง (Sieving) เบอร์ต่าง ๆ ซึ่งเรียงลำดับความละเอียดโดยตะแกรงละเอียดที่สุดไว้ข้างล่าง และหยาบที่สุดไว้ข้างบน

จากผลการทดสอบขีดพิกัดแอตเตอร์เบอร์กและขนาดเม็ดดิน สามารถนำไปใช้ในการจำแนกชนิดดินได้ โดยการจำแนกในการศึกษาครั้งนี้อาศัยมาตรฐานของ Unified Soil Classification System (USCS) ดังตารางที่ 2.3 ซึ่งระบบการจำแนกดินนี้อาศัยปริมาณของขนาดเม็ดดินส่วนใหญ่ในการเรียกชื่อหลักของดิน (Principle Name) และอาศัยปริมาณของขนาดเม็ดดินส่วนน้อยในการเรียกชื่อประกอบ (Supplementary Name) ดังนี้

ชื่อหลัก : ดินขนาดใด ๆที่มีปริมาณ 50 - 100% ของปริมาณดินตัวอย่างทั้งหมด (Gravel, Sand, Silt, Clay)

ชื่อประกอบ : Trace คือ ดินขนาดใด ๆ ที่มีปริมาณน้อยกว่า 5% ของปริมาณดินตัวอย่างทั้งหมด
Few คือ ดินขนาดใด ๆ ที่มีปริมาณ 5 - 10% ของปริมาณดินตัวอย่างทั้งหมด
Little คือ ดินขนาดใด ๆ ที่มีปริมาณ 15 - 25% ของปริมาณดินตัวอย่างทั้งหมด
Some คือ ดินขนาดใด ๆ ที่มีปริมาณ 30 - 45% ของปริมาณดินตัวอย่างทั้งหมด

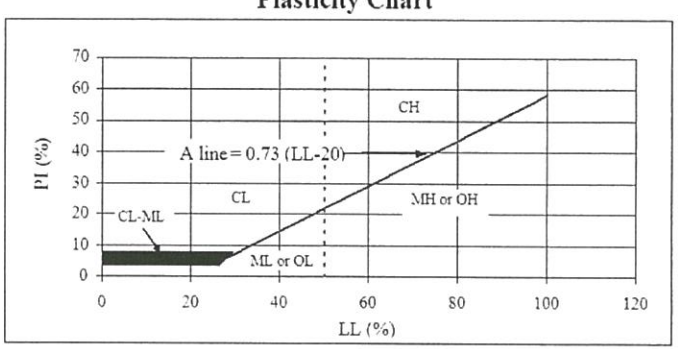
2.2.3 การทดสอบหาหน่วยน้ำหนักของมวลดินรวม

ตัวอย่างดินถูกนำไปศึกษาน้ำหนักของมวลดินรวม ซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานของดินโดยวิธีชั่งน้ำหนักและวัดขนาด โดยอาศัยหลักการ

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{มวล}}{\text{ปริมาตร}}$$

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานการจำแนกดินระบบ USCS

Major Divisions			Group Symbols	Typical Names	Laboratory Classification Criteria	
Coarse grained Soils (more than half of material is larger than No. 200 sieve size)	Gravels (more than half of coarse fraction is larger than No. 4 sieve size)	Clean gravels (little or no fines)	GW	Well graded gravels, gravel sand mixture, little or no fines	Determine % of sand and gravel from grain size curves Depending on % of fines (fraction smaller than No. 200 sieve) coarse grained soils are classified as follows: Less than 5% : GW,GP,SW,SP More than 12% : GM,GC,SM,SC 5 - 12 % Border line cases requiring dual symbols *	$C_u = D_{60} / D_{10} > 4$ and $1 < C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60}) < 3$
			GP	Poorly graded gravels, gravel sand mixture, little or no fines		Not meeting all gradation requirements for GW
		Gravels with fines (Appreciable amount of fines)	GM	Silty gravels, gravel-sand-silt mixtures	Atterberg limits below "A" line or PI < 4	Above "A" line with PI between 4 and 7 are border line cases requiring use of dual symbols
			GC	Clayey gravels, gravel-sand-clay mixtures	Atterberg limits above "A" line with PI > 7	
	Sands (more than half of coarse fraction is smaller than No. 4 sieve size)	Clean Sands (little or no fines)	SW	Well graded sands, gravelly sands, little or no fines	$C_u = D_{60} / D_{10} > 6$ and $1 < C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60}) < 3$	
			SP	Poorly graded sands, gravelly sands, little or no fines	Not meeting all gradation requirements for SW	
		Sands with fines (Appreciable amount of fines)	SM	Silty sands, sand-silt mixtures	Atterberg limits below "A" line or PI < 4	Above "A" line with PI between 4 and 7 are boder line cases requiring use of dual symbols
			SC	Clayey sands, sand-clay mixtures	Atterberg limits above "A" line with PI > 7	
Fine grained Soils (more than half of material is smaller than No. 200 sieve size)	Silts and clays (Liquid limit less than 50)		ML	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands, or clayey silts with slight plasticity	Plasticity Chart	
			CL	Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays		
			OL	Organic silts and organic silty clays of low plasticity		
	Silts and clays (Liquid limit greater than 50)		MH	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic soil		
			CH	Inorganic clays of high plasticity, fat clays		
			OH	Organic clays of medium to high plasticity, organic silts		
	Highly organic soils		Pt	Peat or other highly organic soils		



* Border line classifications used for soil possessing characteristics of two groups are designated by combinations of group symbols. For example: GW-GC implies well graded gravel - sand mixture with clay binder.

2.2.4 การทดสอบแรงอัดแกนเดียว

การหาความต้านทานแรงเฉือนโดยวิธีทดสอบแรงอัดแกนเดียว เป็นแบบหนึ่งของวิธีทดสอบแรงอัดสามแกน โดยไม่มีความดันที่กระทำต่อผิวมวลดินด้านข้าง (Confining Pressure) ดังนั้นความต้านทานแรงเฉือนของมวลดินจะเกิดขึ้นเนื่องจากหน่วยแรงในแกนดิ่ง (Axial Stress) เท่านั้น

วิธีการทดสอบตัวอย่างดินโดยไม่มีความดันกระทำต่อผิวมวลดินด้านข้างดังกล่าว ทำให้สภาพของดินตัวอย่างไม่เหมือนกับสภาพความเป็นจริงตามธรรมชาติของดิน ดังนั้น ผลการทดสอบความต้านทานแรงเฉือนของมวลดินจึงเป็นเพียงค่าประมาณเท่านั้น อย่างไรก็ตาม วิธีทดสอบแรงอัดแกนเดียวก็เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะตัวอย่างดินจำพวกดินเหนียว เพราะสามารถกระทำได้รวดเร็วและประหยัด ค่าความต้านทานแรงเฉือนดินตัวอย่างจึงขึ้นอยู่กับสถานภาพและปริมาณน้ำในมวลดิน หน่วยแรงเหนี่ยวนำของมวลดิน (Cohesion) และค่าแรงเฉือนของดิน (Undrained Shear Strength) หาความต้านทานได้จากการทดสอบแรงอัดแกนเดียว โดยมีค่าประมาณครึ่งหนึ่งของหน่วยแรงอัดแกนเดียว (Unconfined Compressive Strength) ในดินสภาพอิ่มตัวและไม่มีน้ำไหลออกจากมวลดินขณะเฉือนดิน มุมเสียดทานภายในมวลดินจะมีค่าเท่ากับศูนย์ ดังนั้น

$$c = S_{uc} = \frac{q_u}{2}$$

เมื่อ c = หน่วยแรงเหนี่ยวนำ (Cohesion)

S_{uc} = ค่าแรงเฉือนของดินที่หาจาก Unconfined Compression Test

q_u = หน่วยแรงอัดแกนเดียว (Unconfined Compressive Strength)

หน่วยแรงเหนี่ยวนำที่ได้นี้จะมีค่าเท่ากับความต้านทานแรงเฉือนในสภาพที่ไม่มีน้ำไหลออกจากมวลดิน (Undrained Shear Strength, S_{uc}) ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในกรณีมวลดินบรรทุกน้ำหนักในช่วงระยะเวลาสั้น (Short Term) ของโครงสร้างขนาดเล็กบนชั้นดินเหนียว ซึ่งจะถูกพิจารณาว่าเป็นช่วงเวลาที่ดินมีความวิกฤตมากที่สุด

สำหรับโครงการนี้ ตัวอย่างดินถูกนำไปทดสอบแรงอัดแกนเดียว โดยอาศัยมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 2166 โดยทดสอบเฉพาะกับดินเหนียวอ่อนถึงแข็งปานกลาง

3. ผลการสำรวจสภาพชั้นดิน

3.1 ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ข้อมูลผลการทดสอบดินแต่ละรายการทดสอบตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.2 ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อศึกษาถึงการกระจายขนาดของเม็ดดิน ปริมาณน้ำในมวลดินตามธรรมชาติ ขีดพิกัดแอตเตอร์เบอร์ก และหน่วยน้ำหนักของมวลดินรวม หลังจากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำผลการทดสอบที่ได้มาสรุปและนำเสนอในรูปตารางดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก. Summary of Test Results

3.2 ลักษณะการเรียงลำดับชั้นดิน (Subsurface Stratigraphy)

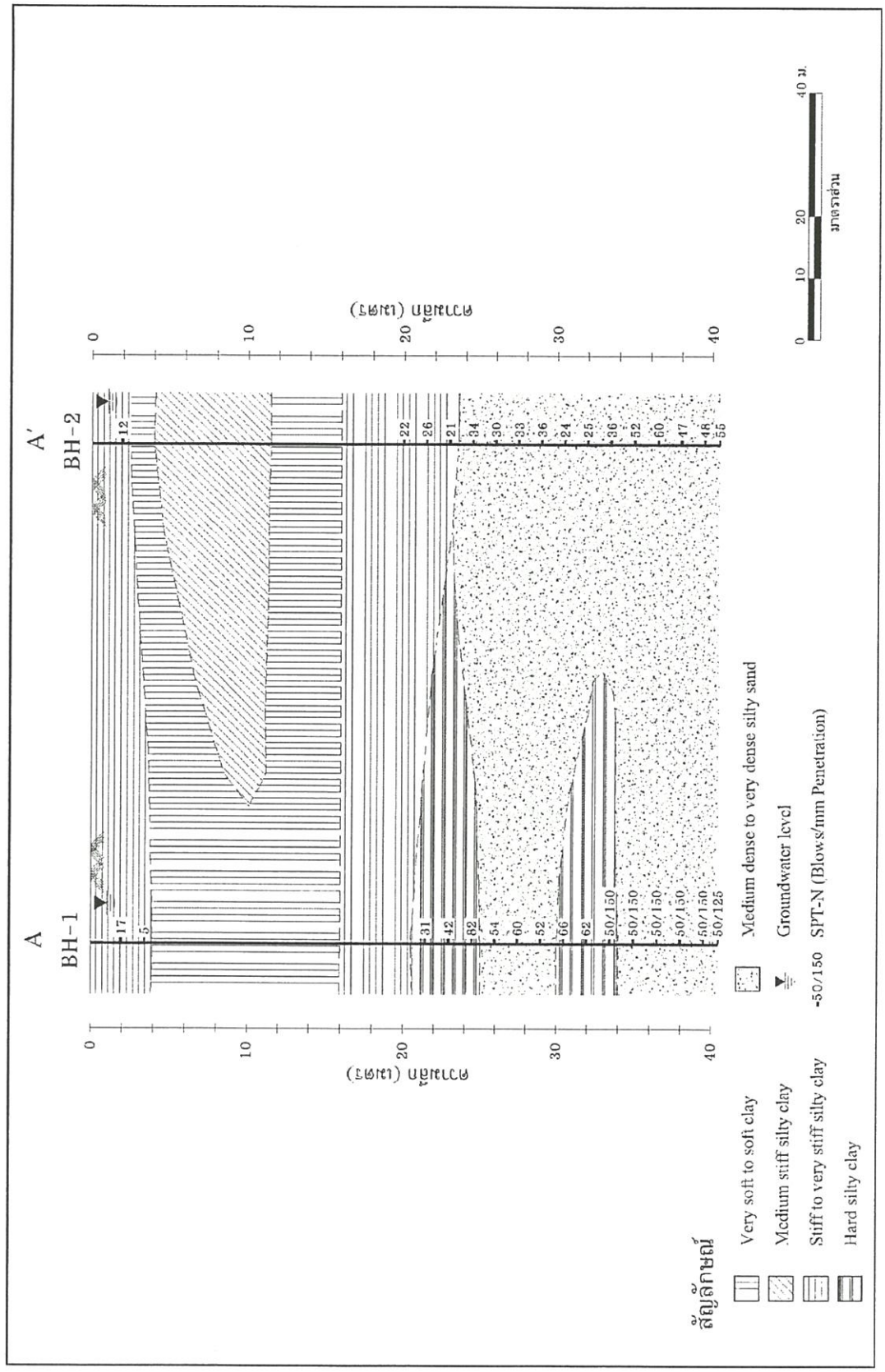
ข้อมูลลักษณะการจัดเรียงตัวและคุณสมบัติของดินแต่ละชั้นที่ได้จากการสำรวจ ถูกนำมารวบรวมเข้ากับผลการทดสอบต่างๆ จากห้องปฏิบัติการ และนำเสนอในรูปของ Borehole Logs and Basic Properties ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข. จากนั้นได้นำไปทำรูปตัดขวางชั้นดินตามแนว A-A′ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.1 พบว่าชั้นดินมีการจัดเรียงตัวจากบนลงล่าง ดังนี้

ความลึกเฉลี่ย (เมตร)	ชั้นดิน	ลักษณะที่พบ
0.0-3.0	ดินเหนียวแข็งปานกลางถึงแข็งมาก (Medium Stiff to Very Stiff Clay)	ดินเหนียวปนทรายแป้ง แข็งปานกลางถึงแข็งมาก สีเทาและสีน้ำตาล มีค่าพลาสติกซิตี้ต่ำ มีค่าความต้านทานแรงปานกลางถึงสูงมาก
3.0-5.0	ดินเหนียวอ่อนถึงอ่อนมาก (Very Soft to Soft Clay)	ดินเหนียวปนทรายแป้ง อ่อนถึงอ่อนมาก สีเทา มีค่าพลาสติกซิตี้สูงและต่ำ มีค่าความต้านทานแรงเฉือนต่ำถึงต่ำมาก
5.0-10.0	ดินเหนียวแข็งปานกลาง (Medium Stiff Clay)	ดินเหนียว แข็งปานกลาง สีเทา มีค่าพลาสติกซิตี้สูง มีค่าความต้านทานแรงเฉือนต่ำถึงต่ำมาก ซึ่ง BH-1 ไม่พบดินชนิดนี้
10.0-16.0	ดินเหนียวอ่อนถึงอ่อนมาก (Very Soft to Soft Clay)	ดินเหนียว อ่อนถึงอ่อนมาก สีเทา มีค่าพลาสติกซิตี้สูง มีค่าความต้านทานแรงเฉือนต่ำถึงต่ำมาก
16.0-20.0	ดินเหนียวแข็งถึงแข็งมาก (Stiff to Very Stiff Clay)	ดินเหนียวปนทรายแป้ง แข็งถึงแข็งมาก สีเทา มีค่าพลาสติกซิตี้สูงและต่ำ มีค่าความต้านทานแรงเฉือน และการตอกทดลอง (SPT-N) สูงถึงสูงมาก
20.0-25.0	ดินเหนียวแข็งมากที่สุด (Hard Clay)	ดินเหนียวปนทรายแป้ง แข็งมากที่สุด สีเทาและสีน้ำตาล มีค่าพลาสติกซิตี้ต่ำ มีค่า SPT-N สูงมากที่สุด ซึ่ง BH-2 ไม่พบดินชนิดนี้

ความลึกเฉลี่ย (เมตร)	ชั้นดิน	ลักษณะที่พบ
25.0-30.0	ทรายแน่นปานกลางถึงแน่นมาก (Medium Dense to Very Dense Sand)	ทรายปนทรายแป้งและดินเหนียว แน่นปานกลางถึงแน่นมาก สีเทาและสีน้ำตาล มีขนาดเม็ดทรายละเอียดถึงปานกลาง มีค่า SPT-N ปานกลางถึงสูงมาก
30.0-34.0	ดินเหนียวแข็งมากที่สุด (Hard Clay)	ดินเหนียวปนทรายและทรายแป้ง แข็งมากที่สุด สีเทาและสีน้ำตาล มีค่าพลาสติกซิตี้ต่ำ มีค่า SPT-N สูงมากที่สุด ซึ่ง BH-2 ไม่พบดินชนิดนี้
34.0-40.0	ทรายแน่นมาก (Very Dense Sand)	ทรายปนทรายแป้ง แน่นมาก สีเทาและสีน้ำตาล มีขนาดเม็ดทรายละเอียดปานกลาง มีค่า SPT-N สูงมาก พบชั้นดินนี้จนสิ้นสุดความลึกของหลุมเจาะ

3.3 คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน

คุณสมบัติทางวิศวกรรมของชั้นดินที่ทำการสำรวจและทดสอบ พบว่า ปริมาณน้ำในมวลดินตามธรรมชาติมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ส่วน SPT-N มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ดินที่พบในพื้นที่โครงการมี 2 ชนิดคือ ดินเหนียว และดินทราย ซึ่งสามารถจำแนกเป็น CL, CH, SC, SM และ SP-SM ตามมาตรฐาน USCS (ตารางที่ 2.3)



รูปที่ 3.1 รูปตัดขวางชั้นดินตามแนว A-A'

4. การคำนวณค่าการรับน้ำหนักของเสาเข็ม

กรณีที่ชั้นดินแข็งอยู่ที่ต่ำกว่าผิวดินมากจะเลือกใช้เสาเข็มเพื่อช่วยรับและถ่ายน้ำหนักของโครงสร้างลงไปยังชั้นดินแข็งด้านล่าง ซึ่งความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม คำนวณโดยใช้สูตรดังนี้ คือ

$$Q_{ult} = Q_f + Q_e - W_p \quad ...(4.1)$$

$$Q_{allow} = Q_{ult}/FS \quad ...(4.2)$$

เมื่อ Q_{ult} = น้ำหนักบรรทุกสูงสุดของเสาเข็ม (ตัน)

Q_{allow} = น้ำหนักบรรทุกสูงสุดโดยปลอดภัยของเสาเข็ม (ตัน)

Q_f = แรงเสียดทานสูงสุดของเสาเข็ม (ตัน)

Q_e = แรงต้านทานสูงสุดที่ปลายเสาเข็ม (ตัน)

W_p = น้ำหนักของเสาเข็ม (ตัน)

FS = อัตราส่วนความปลอดภัย = 2.5

หน่วยแรงเสียดทานสูงสุดที่ผิวเสาเข็มหาได้ดังต่อไปนี้

สำหรับเสาเข็มในดินทราย

$$f_s = K_s (p_o')_{av} \tan \delta \quad ...(4.3)$$

สำหรับเสาเข็มในดินเหนียว

$$f_s = \alpha \cdot S_u \quad ...(4.4)$$

เมื่อ K_s = ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงดันของดิน

$(p_o')_{av}$ = ค่าเฉลี่ยของ Effective Stress ต่อเสาเข็ม

δ = มุมของแรงเสียดทานระหว่างดินและเสาเข็ม

α = Adhesion Factor

S_u = ค่าแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ

น่วยแรงต้านทานสูงสุดที่ปลายเข็มหาได้ดังต่อไปนี้

สำหรับปลายเสาเข็มในดินทราย

$$q_e = p_o' \cdot N_q \quad ...(4.5)$$

สำหรับปลายเสาเข็มในดินเหนียว

$$q_e = N_c \cdot S_u \qquad ...(4.6)$$

เมื่อ p_o' = Effective Stress ที่ระดับปลายเข็ม

N_q, N_c = Bearing Capacity Factors

S_u = ค่าแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ

ผลการคำนวณค่าการรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเสาเข็มเจาะ ∅-0.60, ∅-1.00 และ ∅-1.20 เมตร โดยวางปลายเข็มไว้ที่ความลึกต่าง ๆ ซึ่งมีความเหมาะสม ณ ตำแหน่งหลุมเจาะแต่ละหลุม รายละเอียดการคำนวณ และกราฟแสดงความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มได้รวบรวมไว้ในภาคผนวก ค.

การใช้กราฟในการคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักเสาเข็มสามารถทำได้ตามตัวอย่างต่อไปนี้

สมมุติว่าเลือกใช้ เสาเข็มเจาะ ∅-0.60 เมตร จากตารางที่ ค.1 ที่ความลึก 30 เมตร บริเวณหลุมเจาะ BH-1

Ultimate Unit Skin Resistance = 172.8 t/m of pile perimeter

Ultimate Unit End Resistance = 400.0 t/m^2 of pile tip area

เส้นรอบรูปเสาเข็ม = 1.885 m

พื้นที่หน้าตัดเสาเข็ม = 0.2827 m^2

น้ำหนักเสาเข็ม = 2.4 x 0.2827 x 30 = 20.4 tons ...(4.7)

ดังนั้น Ultimate Skin Resistance = 172.8 x 1.885 = 325.8 tons ...(4.8)

Ultimate End Resistance = 400.0 x 0.2827 = 113.1 tons ...(4.9)

$Q_{u.1}$ = (4.8) + (4.9) - (4.7)

= 418.5 tons ...(4.10)

ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มจะขึ้นอยู่กับ 2 เงื่อนไข ดังต่อไปนี้

เงื่อนไขที่ 1 กำลังรับน้ำหนักของชั้นดิน

$$Q_{allow.1} = \left[\frac{(4.10)}{F.S.}\right]$$

$$= \left[\frac{418.5}{2.5}\right]$$

= 167.4 tons ...(4.11)

<u>เงื่อนไขที่ 2</u> กำลังของวัสดุที่ใช้ทำเสาเข็ม (Concrete Bearing Capacity)

$$Q_{allow.2} = 0.25\, f'_c \times \text{Area} \qquad ...(4.12)$$

$$= 0.25 \times 240 \times 0.2827 \times \left[\frac{(100)^2}{1{,}000}\right]$$

$$= 169.6 \text{ tons}$$

(กำหนดให้ f_c' ของเสาเข็มเจาะเท่ากับ 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

เมื่อพิจารณาค่า $Q_{allow.1}$ และ $Q_{allow.2}$ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ และเลือกใช้ค่าที่น้อยที่สุด ดังนั้นที่ตำแหน่งหลุมเจาะ BH-1 ถ้าใช้เสาเข็มเจาะ ∅-0.60 เมตร ความยาว 30 เมตร จะรับน้ำหนักปลอดภัยได้ต้นละ 167.4 ตัน

5. สรุปผลการสำรวจสภาพชั้นดิน

ก. สภาพชั้นดินในโครงการนี้ แบ่งชั้นดินเรียงจากบนลงล่าง ดังนี้

1. ดินเหนียวแข็งปานกลางถึงแข็งมากมาก มีความลึกประมาณ 0.0-3.0 เมตร
2. ดินเหนียวอ่อนถึงอ่อนมาก มีความลึกประมาณ 3.0-5.0 เมตร
3. ดินเหนียวแข็งปานกลาง มีความลึกประมาณ 5.0-10.0 เมตร
4. ดินเหนียวอ่อนถึงอ่อนมาก มีความลึกประมาณ 10.0-16.0 เมตร
5. ดินเหนียวแข็งถึงแข็งมาก มีความลึกประมาณ 16.0-20.0 เมตร
6. ดินเหนียวแข็งมากที่สุด มีความลึกประมาณ 20.0-25.0 เมตร
7. ทรายแน่นปานกลางถึงแน่นมาก มีความลึกประมาณ 25.0-30.0 เมตร
8. ดินเหนียวแข็งมากที่สุด มีความลึกประมาณ 30.0-34.0 เมตร
9. ทรายแน่นมาก พบชั้นดินนี้จนสิ้นสุดความลึกของหลุมเจาะ

ข. การคำนวณค่าการรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็ม ได้คำนวณจากสูตรที่ยอมรับกันโดยทั่วไปสำหรับเสาเข็ม โดยใช้ค่าอัตราส่วนความปลอดภัย (Factor of Safety - F.S.) เท่ากับ 2.5 ซึ่งผู้ออกแบบฐานรากสามารถพิจารณาค่าการรับน้ำหนักของเสาเข็มดังกล่าวได้ตามความเหมาะสม

ค. ค่าการรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็มที่แสดงไว้ในรายงานฉบับนี้ เป็นค่าที่ได้โดยการคำนวณจากคุณสมบัติของดินที่ได้ทำการเจาะสำรวจ เก็บตัวอย่าง แล้วนำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการเท่านั้น จึงควรมีการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มหลังการเจาะแล้วในบริเวณพื้นที่โครงการเพื่อพิสูจน์ค่าการรับน้ำหนักปลอดภัยที่แท้จริง ซึ่งระบบการให้น้ำหนักที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือการใช้แม่แรงไฮโดรลิคกับเสาเข็มสมอหรือการใช้น้ำหนักกดทับด้านบน ในส่วนของการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มด้วยวิธี Integrity Test วิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ Seismic Test (Low Strain Integrity Test)

ภาคผนวก ก

Summary of Test Results

Summary of Test Results (page 1 of 1)

สถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย

BH - 1

จังหวัดนนทบุรี

Sample No.	Depth (m)		W_n (%)	Atterberg Limits (%)			Sieve Analysis % Passing (US Standard Sieve)								USCS Group[a]	Soil Strength (kN/m^2)			Unit[d] Weight (kN/m^3)	SPT-N[e] (Blows/ 300 mm)
	From	To		LL	PL	PI	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#10	#40	#100	#200		P_{uc}[b]	Torvane	S_{uc}[c]		
SS- 1	1.50	1.95	27.0												(CL)					17
SS- 2	3.00	3.45	35.6	28.8	13.8	15.0						100	99	98	CL					5
ST- 1	4.50	5.00	90.4	87.2	36.1	51.1							100	99	CH	0.0	20.0	10.8	14.9	-
ST- 2	6.00	6.50	80.2												(CH)	0.0	20.0	17.2	15.3	-
ST- 3	7.50	8.00	-							No Recovery										-
ST- 4	9.00	9.50	-							No Recovery										-
ST- 5	10.50	11.00	65.7	79.6	33.5	46.1						100	99	98	CH	0.0	20.0	19.7	15.9	-
ST- 6	12.00	12.50	-							No Recovery						0.0	20.0	14.8	16.0	-
ST- 7	13.50	14.00	66.3	72.7	30.7	42.0							100	99	CH	0.0	15.0	13.6	15.1	-
ST- 8	15.00	15.50	-							No Recovery										-
ST- 9	16.50	17.00	69.8	80.9	36.0	44.9								100	CH	12.5	35.0	55.6	18.7	-
ST- 10	18.00	18.50	-							No Recovery										-
ST- 11	19.50	20.00	48.9	55.4	24.1	31.3						100	89	84	CH					-
SS- 3	21.00	21.45	24.0												(CL)					31
SS- 4	22.50	22.95	21.3	33.3	16.6	16.7					100	98	96	95	CL					42
SS- 5	24.00	24.45	16.2	Insufficient Sample							100	96	89	84	(CL)					82
SS- 6	25.50	25.95	15.9	Non Plastic						100	98	69	28	24	SM					54
SS- 7	27.00	27.45	17.1	Non Plastic							100	74	23	18	SM					60
SS- 8	28.50	28.95	17.7	Non Plastic						100	98	73	19	15	SM					52
SS- 9	30.00	30.45	17.2	Non Plastic						100	99	83	21	17	SM					66
SS- 10	31.50	31.95	-							No Recovery										62
SS- 11	33.00	33.45	20.9	18.3	13.8	4.5				100	98	97	66	56	CL					20, 50/150, -
SS- 12	34.50	34.95	16.7	Non Plastic						100	98	49	17	13	SM					50/150, -, -
SS- 13	36.00	36.45	15.6	Non Plastic						100	91	51	18	13	SM					27, 50/150, -
SS- 14	37.50	37.95	18.8	Non Plastic						100	97	55	16	12	SP-SM					22, 50/150, -
SS- 15	39.00	39.45	18.5	Non Plastic						100	97	59	19	15	SM					16, 50/150, -
SS- 16	40.50	40.95	16.3	Non Plastic						100	95	63	19	14	SM					33, 50/125, -

Notes:

[a] USCS groups provided in parenthesis are from visual classification

[b] P_{uc} = Pocket Penetrometer Resistance

[c] S_{uc} = $q_u/2$; where qu is Unconfined Compressive Strength from Unconfined Compression Test

[d] Unit Weight provided for split spoon samples (SS) are for disturbed samples from SPT tests.

[e] If the sampler is driven less than 450 mm, the number of blows per each complete and partial (less than or equal to 150 mm) increments were recorded.

Summary of Test Results (page 1 of 1)

สถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย

BH - 2

จังหวัดนนทบุรี

Sample No.	Depth (m)		W_n (%)	Atterberg Limits (%)			Sieve Analysis % Passing (US Standard Sieve)								USCS Group[a]	Soil Strength (kN/m^2)			Unit[d] Weight (kN/m^3)	SPT-N[e] (Blows/ 300 mm)
	From	To		LL	PL	PI	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#10	#40	#100	#200		P_{uc}[b]	Torvane	S_{uc}[c]		
SS- 1	1.50	1.95	30.4	32.9	18.9	14.0			100	95	93	90	88	87	CL					12
ST- 1	3.00	3.50	46.3												(CL)	0.0	10.0	8.6	15.5	-
ST- 2	4.50	5.00	49.1	48.8	23.3	25.5						100	95	86	CL	0.0	25.0	31.7	16.5	-
ST- 3	6.00	6.50								No Recovery										-
ST- 4	7.50	8.00								No Recovery										-
ST- 5	9.00	9.50	78.0	70.3	31.1	39.2							100	99	CH	0.0	25.0	28.3	16.0	-
ST- 6	10.50	11.00								No Recovery										-
ST- 7	12.00	12.50	70.5												(CH)	0.0	20.0	19.7	15.5	-
ST- 8	13.50	14.00	85.2	83.1	33.3	49.8							100	99	CH	0.0	25.0	16.2	14.9	-
ST- 9	15.00	15.50								No Recovery										-
ST- 10	16.50	17.00	35.6	53.4	26.0	27.4						100	99	98	CH	25.0	35.0	35.5	18.1	-
ST- 11	18.00	18.50								No Recovery										
SS- 2	19.50	19.95	24.7												(CH)					22
SS- 3	21.00	21.45	27.7	57.3	23.5	33.8					100	98	95	94	CH					26
SS- 4	22.50	22.95	22.7												(CL)					21
SS- 5	24.00	24.45	21.8	44.2	21.1	23.1					100	96	92	90	CL					34
SS- 6	25.50	25.95	14.6	36.4	20.2	16.2				100	99	84	36	30	SC					30
SS- 7	27.00	27.45	20.1	Non Plastic						100	99	72	17	12	SP-SM					33
SS- 8	28.50	28.95	18.4	Non Plastic							99	74	18	14	SM					36
SS- 9	30.00	30.45	15.8	Non Plastic						100	89	36	13	10	SP-SM					24
SS- 10	31.50	31.95	15.9	Non Plastic						100	90	31	13	10	SP-SM					25
SS- 11	33.00	33.45	15.4	Non Plastic						100	92	30	13	8	SP-SM					36
SS- 12	34.50	34.95	16.8	Non Plastic						100	95	46	17	10	SP-SM					52
SS- 13	36.00	36.45	15.1	Non Plastic						100	92	38	14	9	SP-SM					60
SS- 14	37.50	37.95	20.6	Non Plastic						100	98	67	18	12	SP-SM					47
SS- 15	39.00	39.45	21.0	Non Plastic						100	96	69	14	8	SP-SM					48
SS- 16	40.50	40.95	20.5	Non Plastic						100	95	68	17	9	SP-SM					55

Notes:

[a] USCS groups provided in parenthesis are from visual classification

[b] P_{uc} = Pocket Penetrometer Resistance

[c] S_{uc} = $q_u/2$; where qu is Unconfined Compressive Strength from Unconfined Compression Test

[d] Unit Weight provided for split spoon samples (SS) are for disturbed samples from SPT tests.

[e] If the sampler is driven less than 450 mm, the number of blows per each complete and partial (less than or equal to 150 mm) increments were recorded.

ภาคผนวก ข

Borehole Logs and Soil Properties

Project No : 16310

Borehole Number : BH-1

Project : สถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย

Site Location : จังหวัดนนทบุรี

Latitude (N) : 13.88983

Ground Elevation (m) :

Longitude (E) : 100.57149

G.W.L (m) : 1.00

Date Started : 24/11/2559

Total Depth (m) : 40.45

Date Finished : 25/11/2559

Depth	SAMPLE Symbol	SAMPLE Type	SAMPLE Number	SUBSURFACE PROFILE Description	Symbol	Atterberg Limits (%) 20 40 60 80 100	Unit Weight 5 15	Suc (kN/m^2) 20 40 60 80 / SPT-N (Blows/300mm) 20 40 60 80
0				Ground Surface				
0				Medium stiff to very stiff silty CLAY, greyish brown, low plasticity (CL)				
2		SS	1					17
3		SS	2					5
4				4.00				
5		ST	1	Very soft to soft CLAY, grey, high plasticity (CH)				10.8
6		ST	2					17.2
7		ST	3					
8		ST	4					
10		ST	5					19.7
12		ST	6					14.8
13		ST	7					13.6
15		ST	8					
16				16.00				
17		ST	9	Stiff silty CLAY, grey, high plasticity (CH)				55.6
18		ST	10					
20		ST	11					
20				20.50				
21		SS	3	Hard silty CLAY, grey and brown, low plasticity (CL)				31
22								

Thin wall tube
Split spoon
Rock core
Wash
Auger

Atterberg Limits : PL Wn LL

Suc : Undrained shear strength from UC test

Project No : 16310

Borehole Number : BH-1

Project : สถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย

Site Location : จังหวัดนนทบุรี

Latitude (N) : 13.88983

Ground Elevation (m) :

Longitude (E) : 100.57149

G.W.L (m) : 1.00

Date Started : 24/11/2559

Total Depth (m) : 40.45

Date Finished : 25/11/2559

Depth	SAMPLE Symbol	Type	Number	SUBSURFACE PROFILE Description	Symbol	Atterberg Limits (%) 20 40 60 80 100	Unit Weight 5 15	Suc (kN/m^2) 20 40 60 80 / SPT-N (Blows/300mm) 20 40 60 80
23		SS	4	Hard silty CLAY, grey and brown, low plasticity (CL)				42
24		SS	5					82
25								
26		SS	6	Very dense silty SAND, greyish brown, fine to medium grained (SM)				54
27		SS	7					60
28								
29		SS	8					52
30		SS	9	25.00 Hard silty/sandy CLAY, greyish brown, low plasticity (CL)				66
31								
32		SS	10					62
33		SS	11					50/150
34				34.00				
35		SS	12	Very dense silty SAND, greyish brown, fine to medium grained (SM, SP-SM)				50/150
36		SS	13					50/150
37								
38		SS	14					50/150
39		SS	15					50/150
40		SS	16					50/125
41				40.45 End of Borehole				
42								
43								
44								

Thin wall tube
Split spoon
Rock core
Wash
Auger

Atterberg Limits : PL Wn LL

Suc : Undrained shear strength from UC test

Project No : 16310

Borehole Number : BH-2

Project : สถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย

Site Location : จังหวัดนนทบุรี

Latitude (N) : 13.89053

Ground Elevation (m) :

Longitude (E) : 100.57171

G.W.L (m) : 1.00

Date Started : 24/11/2559

Total Depth (m) : 40.45

Date Finished : 25/11/2559

Depth	SAMPLE Symbol	SAMPLE Type	SAMPLE Number	SUBSURFACE PROFILE Description	Symbol	Atterberg Limits (%) 20 40 60 80 100	Unit Weight 5 15	Suc (kN/m^2) 20 40 60 80 / SPT-N (Blows/300mm) 20 40 60 80
0				Ground Surface				
				Stiff silty CLAY, grey and brown, low plasticity (CL) 0.00				
2		SS	1					12
3		ST	1	Very soft CLAY, grey and brown, low plasticity (CL) 2.50				8.6
5		ST	2	Medium stiff silty CLAY, grey, low and high plasticity (CH) 4.00				31.7
6		ST	3					
8		ST	4					
9		ST	5					28.3
11		ST	6					
12		ST	7	Soft CLAY, grey, high plasticity (CH) 11.50				19.7
14		ST	8					16.2
15		ST	9					
17		ST	10	Very stiff silty CLAY, grey, low and high plasticity (CL, CH) 16.00				35.5
18		ST	11					
20		SS	2					22
21		SS	3					26
22								

Thin wall tube
Split spoon
Rock core
Wash
Auger

Atterberg Limits : PL Wn LL

Suc : Undrained shear strength from UC test

Project No : 16310

Borehole Number : BH-2

Project : สถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย

Site Location : จังหวัดนนทบุรี

Latitude (N) : 13.89053

Ground Elevation (m) :

Longitude (E) : 100.57171

G.W.L (m) : 1.00

Date Started : 24/11/2559

Total Depth (m) : 40.45

Date Finished : 25/11/2559

Depth	SAMPLE Symbol	Type	Number	Description	Symbol	Atterberg Limits (%) 20 40 60 80 100	Unit Weight 5 15	Suc (kN/m^2) 20 40 60 80 / SPT-N (Blows/300mm) 20 40 60 80
23		SS	4					21
24		SS	5	Dense silty/clayey SAND, grey and brown, fine to medium grained (SM, SP-SM, SC)				34
25								
26		SS	6					30
27		SS	7					33
28								
29		SS	8					36
30		SS	9	Medium dense silty SAND, brown, fine to medium grained (SP-SM)				24
31								
32		SS	10					25
33		SS	11	Dense to very dense silty SAND, brown, fine to medium grained (SP-SM)				36
34								
35		SS	12					52
36		SS	13					60
37								
38		SS	14					47
39		SS	15					48
40		SS	16					55
41				End of Borehole				
42								
43								
44								

23.50 — 29.50 — 32.50 — 40.45

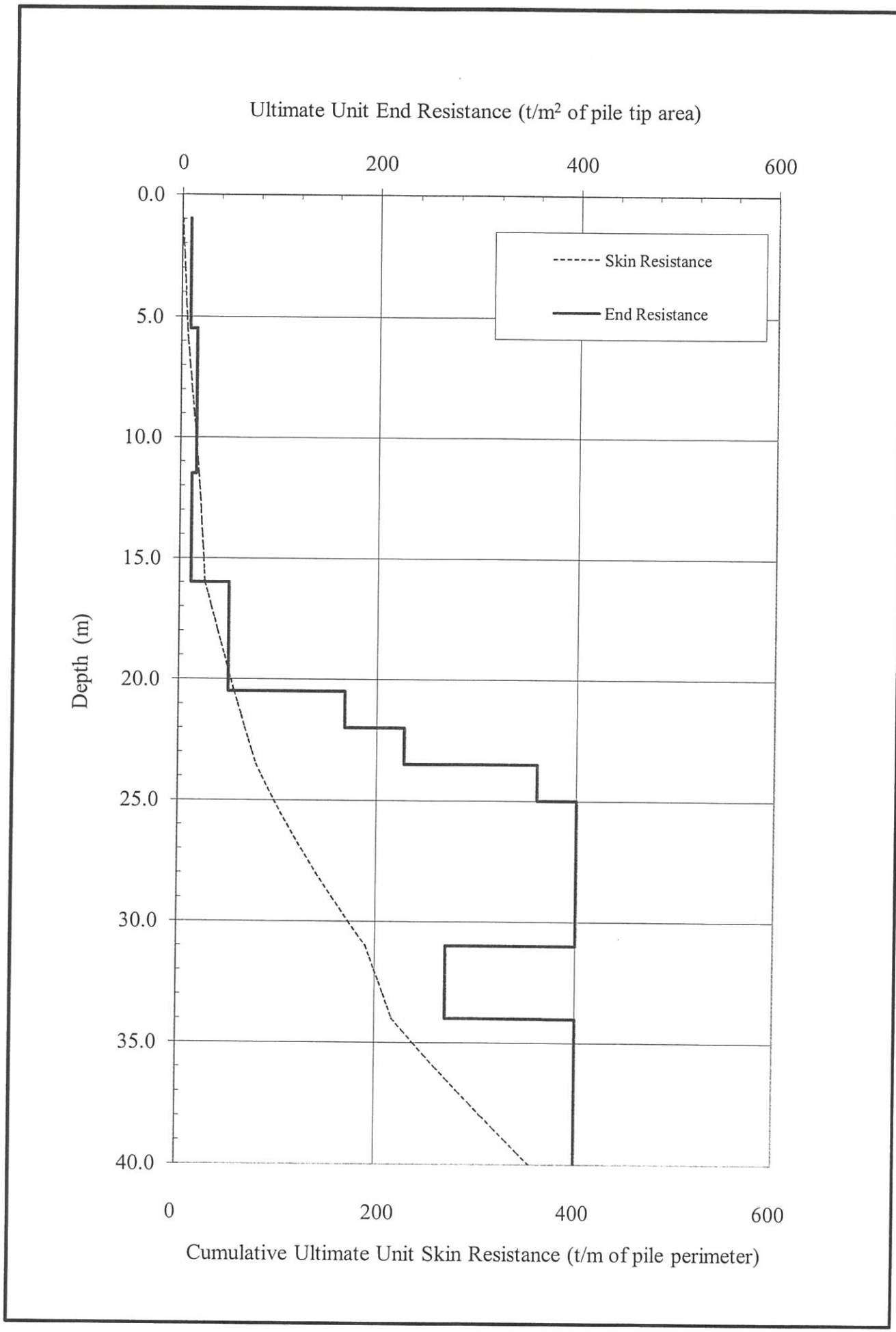
Thin wall tube
Split spoon
Rock core
Wash
Auger

Atterberg Limits : PL Wn LL

Suc : Undrained shear strength from UC test

ภาคผนวก ค

Summary of Bored Pile Calculation



รูปที่ ค.1 กราฟแสดงความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะบริเวณหลุมเจาะ BH-1

ตารางที่ ค.1

ผลการคำนวณค่าการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเจาะ บริเวณตำแหน่งหลุมเจาะ BH-1

Pile Type	Pile Tip (from existing ground) (m)	Ultimate Unit Skin Resistance[1] (t/m)	Ultimate Skin Resistance[2] (t)	Ultimate Unit End Resistance[3] (t/m^2)	Ultimate End Resistance[4] (t)	Weight of Pile[5] (t)	Ultimate Pile Resistance[6] (t)	Allowable Pile Load[7] (t)
Bored Pile ∅-0.60 m.	28	139.8	263.6	400.0	113.1	19.0	357.7	143.1
	29	155.9	293.9	400.0	113.1	19.7	387.3	154.9
	30	172.8	325.8	400.0	113.1	20.4	418.5	167.4
	31	190.5	359.1	270.0	76.3	21.0	414.4	165.8
	32	199.5	376.1	270.0	76.3	21.7	430.7	169.6
Bored Pile ∅-1.00 m.	36	260.1	817.2	400.0	314.2	67.9	1063.5	425.4
	37	282.6	887.9	400.0	314.2	69.7	1132.3	452.9
	38	305.9	961.1	400.0	314.2	71.6	1203.6	471.2
	39	330.0	1036.8	400.0	314.2	73.5	1277.4	471.2
	40	354.9	1115.0	400.0	314.2	75.4	1353.8	471.2
Bored Pile ∅-1.20 m.	36	260.1	980.6	400.0	452.4	97.7	1335.3	534.1
	37	282.6	1065.5	400.0	452.4	100.4	1417.4	567.0
	38	305.9	1153.3	400.0	452.4	103.1	1502.5	601.0
	39	330.0	1244.1	400.0	452.4	105.9	1590.7	636.3
	40	354.9	1338.0	400.0	452.4	108.6	1681.8	672.7

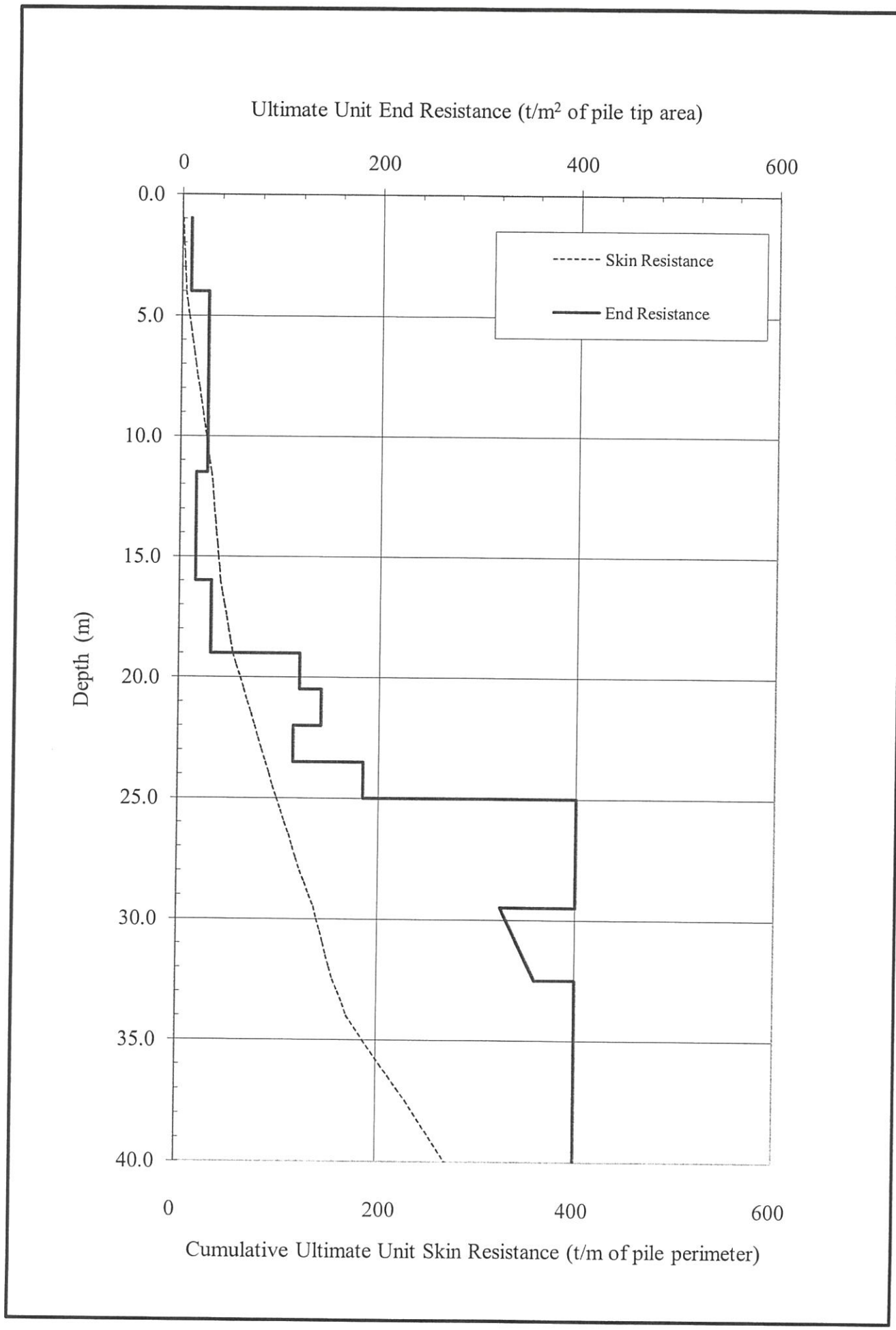
หมายเหตุ (1),(3) จากรูปที่ ค.1 (2) = (1) x เส้นรอบรูปเสาเข็ม (4) = (3) x Tip Area

(5) = (2) + (4) (6) = (2) + (4) - (5)

(7) เลือกใช้ค่าที่น้อยกว่าจากสมการ a) และ b)

a) Allowable Pile Load = (6)/F.S. ; เมื่อ F.S. = 2.5

b) $0.25f_c'$ x พื้นที่หน้าตัดเสาเข็ม ; f_c' เสาเข็มเจาะเท่ากับ 240 กก./ตร.ซม.



รูปที่ ค.2 กราฟแสดงความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะบริเวณหลุมเจาะ BH-2

ตารางที่ ค.2

ผลการคำนวณค่าการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเจาะ บริเวณตำแหน่งหลุมเจาะ BH-2

Pile Type	Pile Tip (from existing ground) (m)	Ultimate Unit Skin Resistance[1] (t/m)	Ultimate Skin Resistance[2] (t)	Ultimate Unit End Resistance[3] (t/m^2)	Ultimate End Resistance[4] (t)	Weight of Pile[5] (t)	Ultimate Pile Resistance[6] (t)	Allowable Pile Load[7] (t)
Bored Pile ∅-0.60 m.	31	145.0	273.4	341.9	96.7	21.0	349.0	139.6
	32	151.7	286.0	353.8	100.0	21.7	364.3	145.7
	33	160.6	302.8	400.0	113.1	22.4	393.5	157.4
	34	169.9	320.3	400.0	113.1	23.1	410.3	164.1
	35	186.5	351.5	400.0	113.1	23.8	440.8	169.6
Bored Pile ∅-1.00 m.	36	203.6	639.6	400.0	314.2	67.9	885.9	354.4
	37	221.3	695.3	400.0	314.2	69.7	939.7	375.9
	38	238.1	748.0	400.0	314.2	71.6	990.6	396.2
	39	253.9	797.6	400.0	314.2	73.5	1038.2	415.3
	40	270.2	848.7	400.0	314.2	75.4	1087.5	435.0
Bored Pile ∅-1.20 m.	36	203.6	767.5	400.0	452.4	97.7	1122.2	448.9
	37	221.3	834.3	400.0	452.4	100.4	1186.3	474.5
	38	238.1	897.6	400.0	452.4	103.1	1246.9	498.8
	39	253.9	957.1	400.0	452.4	105.9	1303.6	521.5
	40	270.2	1018.5	400.0	452.4	108.6	1362.3	544.9

หมายเหตุ (1),(3) จากรูปที่ ค.2 (2) = (1) x เส้นรอบรูปเสาเข็ม (4) = (3) x Tip Area

(5) = (2) + (4) (6) = (2) + (4) - (5)

(7) เลือกใช้ค่าที่น้อยกว่าจากสมการ a) และ b)

a) Allowable Pile Load = (6)/F.S. ; เมื่อ F.S. = 2.5

b) $0.25f_c'$ x พื้นที่หน้าตัดเสาเข็ม ; f_c' เสาเข็มเจาะเท่ากับ 240 กก./ตร.ซม.

ชี้แจงข้อสอบถาม การประกวดราคาจ้างก่อสร้างอาคารสถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย (องค์การมหาชน) ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding)

ลำดับ	อ้างถึงแบบ / Spec.	รายละเอียดคำถาม	คำตอบ
งานสถาปัตยกรรม			
๑	C-TIJO-IA-๒๑๐	จากเอกสารแนบ ๑ แปลนลวดลายพื้นชั้นที่๒ ระบุประตูเป็น D๒๐๔ แต่ในแบบขยายประตู-หน้าต่างของแบบสถาปัตยกรรมภายใน (C-TIJO-IA-๙๐๗) ระบุว่ายกเลิก อยากทราบว่าจะให้ใช้เป็นประตูอะไร	ให้ดูในรูปด้าน ๖ หน้า TA-๒๓๕
๒		ขอทราบความหนาของผนัง PRECAST	หนา ๑๒.๕ เซ็นติเมตร ทั้งนี้ให้นำเสนอรายงานคำนวณเพื่อพิจารณาก่อนติดตั้ง

ผังบริเวณ 1

ชี้แจงข้อสอบถาม การประกวดราคาจ้างก่อสร้างอาคารสถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย (องค์การมหาชน) ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding)

ลำดับ	อ้างถึงแบบ / Spec.	รายละเอียดคำถาม	คำตอบ
งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ			
๑		จากแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศไม่มี Line Condensate Drain ขอ Line ดังกล่าวเพิ่มเติมด้วย	ให้ทำตามที่ระบุไว้ใน Gengeral Notes ข้อ ๒ แบบ C-TIJO-AC-๐๐
๒		Return Air Chamber ใช้วัสดุยิปซั่มหนา ๙ .๐๐ มม. ไม่ต้องกรุฉนวนใช่หรือไม่	ผู้รับจ้างต้องดำเนินการกรุฉนวนด้วย
๓		ท่อลม Pressurized ไม่ต้องทาสารทนไฟและหุ้มฉนวนใดๆใช่หรือไม่	ให้ทาสารทนไฟและหุ้มฉนวนท่อในส่วนที่ไม่ได้อยู่ในช่อง Shaft
๔		ตำแหน่งติดตั้ง Central Control ของระบบ VRV ให้ติดตั้งที่ห้องใด เนื่องจากแบบไม่ได้ระบุ	ให้ผู้รับจ้างกำหนดตำแหน่งและส่งให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนดำเนินการ
๕		ตำแหน่งติดตั้งตู้ Remote FCU, AHU ให้ติดตั้งที่ห้องใดเนื่องจากแบบไม่ได้ระบุ	ให้ทำตามที่ระบุไว้ใน Gengeral Notes ข้อ ๔ แบบ C-TIJO-AC-๐๐
๖		Chiller Plant Manager รวมในการเสนอราคาหรือไม่ ถ้ารวม ขอ Point ด้วย	ให้รวมในการเสนอราคาด้วย
๗	สเปคลิฟท์	ลิฟท์บริการ No. SL๑ มีความลึกโถงลิฟท์ (๑๗๕๐ mm) มากกว่าขนาดลึกของช่อง ลิฟท์ (๑๕๐๐ mm.) เสนอราคาตามมาตราฐานผู้ผลิตได้หรือไม่	อนุญาตให้เสนอราคาตามมาตรฐานผู้ผลิตได้แต่มูลค่างานที่เปลี่ยนไปต้องไม่น้อยกว่าเดิม
๘	สเปคลิฟท์	ลิฟท์บริการ No. SL๑,๒ ควาลึกของบ่อลิฟท์ และความสูง Over head เสนอตามมาตราฐานผู้ผลิตได้หรือไม่	อนุญาตให้เสนอราคาตามมาตรฐานผู้ผลิตได้แต่มูลค่างานที่เปลี่ยนไปต้องไม่น้อยกว่าเดิม
๙		โครงการนี้ ไม่มี Pre-Insulate Pipe ใช่หรือไม่ เนื่องจากราคากลางไม่มี	ราคาหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นโครงการนี้ใช้วัสดุเป็น Pre-insulated pipe
๑๐	จากแบบ C-TIJo-AC-๑๓	ท่อ CDS.,CDR. Dia. ๑๒" ซึ่งขัดแย้งกับ ท่อ Riser ระบุ Dia. ๑๐" ยืนยันเป็น ๑๐" ใช่หรือไม่	ยืนยันให้ใช้ท่อขนาด ๑๐”
๑๑		โครงการนี้ ไม่มี Sound Prof ที่ Chiller Room, AHU. Room ใช่หรือไม่ เนื่องจากไม่มีในราคากลาง	ให้ผู้รับจ้างเสนอราคา Sound Prof ที่ Chiller Room, AHU. Room ด้วย

Point Schedule, of Chiller Plant Control

ITEM	EQUIPMENT TAG	POINT DESCRIPTION	FIELD DEVICE	TYPE OF BMS POINT	POINT SUMMATION AI	AO	DI	DO	
	AIR CONDITION SYSTEM								
1	CHILLER PLANT								
1.1	Chiller	Evaporator Leaving Water Temp.	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
	CH-01, CH-02, CH-03	Evaporator Entering Water Temp.	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Condenser Leaving Water Temp.	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Condenser Entering Water Temp.	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Condenser Water Flow Rate	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Chilled Water Flow Rate	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Percent RLA	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Evaporator Refrigerant Pressure	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Evaporator Refrigerant Temp.	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Condenser Refrigerant Pressure	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Condenser Refrigerant Temp.	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Oil Temp.	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Oil Pressure Differential	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Chiller Status	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Manual Reset Alarm	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Auto Reset Alarm	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Compressor Status	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		UCM Communication	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Chiller Enable/Disable	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Chiller Water Setpoint	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Demand Limit Setpoint	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Control Open/Close Motorize Valve							
		Chilled Water Side MVCH-01, MVCH-02 MVCH-03	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Condenser Water Side MVCD-01, MVCD-02 MVCD-03	Unit Control Panel	*	*	*	*	*	
		Open/Close Motorize Valve Status							
		Chilled Water Side MVCH-01, MVCH-02 MVCH-03	Auxiliary Contact	DI			3		
		Condenser Water Side MVCD-01, MVCD-02 MVCD-03	Auxiliary Contact	DI			3		
1.2	Chilled Water Pump CHP-01 TO CHP-03	Control Start/Stop	Coil Relay	DO				3	
		On/Off Status	Current Switch	DI			3		
		Trip Alarm	Auxiliary Contact	DI			3		
		Local/Remote Status	Auxiliary Contact	DI			3		
		Speed Control	VSD input	AO		3			
		Diff. Pressure Transmitter	Diff. Press. T.	AI	1				
1.3	Condenser Water Pump CDP-01 TO CDP-03	Control Start/Stop	Coil Relay	DO				3	
		On/Off Status	Current Switch	DI			3		
		Trip Alarm	Auxiliary Contact	DI			3		
		Local/Remote Status	Auxiliary Contact	DI			3		
1.4	Cooling Tower								
	CT-01, CT-02,CT-03	Control Start/Stop	Coil Relay	DO				3	
		On/Off Status	Current Switch	DI			3		
		Trip Alarm	Auxiliary Contact	DI			3		
		Local/Remote Status	Auxiliary Contact	DI			3		
	MVCT-01 to MVCT-06	Control Open/Close	Coil Relay	DO				6	
		Open/Close Status	Auxiliary Contact	DI			6		
1.5	Condenser Header	Tower Supply Water Temp.	Temp. Sensor	AI	1				
		Tower Return Water Temp.	Temp. Sensor	AI	1				
1.6	Chilled Header	System Supply Water Temp.	Temp. Sensor	AI	2				
		System Return Water Temp.	Temp. Sensor	AI	2				
1.7	Ambient	Outdoor Air Temp.	OA Temp. Sensor	AI	1				
2	Air Side Control								
2.1	Air Handling Unit AHU-101/1 TO AHU-408 (45 No.)	Control Start/Stop	Coil Relay	DO				45	
		On/Off Status	Auxiliary Contact	DI			45		
		Trip Alarm	Auxiliary Contact	DI			45		

ชี้แจงข้อสอบถาม การประกวดราคาจ้างก่อสร้างอาคารสถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทย (องค์การมหาชน) ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding)

ลำดับ	อ้างถึงแบบ / Spec.	รายละเอียดคำถาม	คำตอบ
งานสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย			
๑		ชุด Floor Control Assembly ให้เสนอเป็น Type ๑ ใช่หรือไม่	ใช่
๒		ขอ Capacity Grease Trap	ให้ใช้ขนาด ๕๐ ลิตร
๓		ขอขนาดเครื่องทำน้ำร้อนที่ติดตั้งในห้องน้ำ T-๑๔ (HT)	ให้ใช้ขนาดไม่น้อยกว่า ๖ KW.