

## รายละเอียดครุภัณฑ์การทดสอบปฐพีกลศาสตร์

รายการที่ 1 ชุดทดสอบความถ่วงจำเพาะของดิน จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด

มีรายละเอียดของครุภัณฑ์ไม่น้อยกว่าที่กำหนด หรือดีกว่า ดังนี้

### 1.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน (Specific Gravity of Soil) โดยวิธีให้ความร้อน (Heat Method) และสูญญากาศ (Vacuum Method) ตามมาตรฐาน ASTM D-854, AASHTO T-100

### 1.2 รายละเอียดทางเทคนิค

1.2.1 ปัมสูญญากาศ (Vacuum Pump) ขับเคลื่อนการทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดกำลังไม่น้อยกว่า ¼ แรงม้า ใช้ไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ 1 เฟส จำนวน 2 เครื่อง

1.2.2 ขวดแก้ว (Volumetric Flask) ขนาดความจุ 250 มิลลิลิตร จำนวน 6 ใบ

1.2.3 แผ่นทำความร้อน (Hot Plate) มีขนาดแผ่นทำความร้อนเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว กำลังไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 1,500 วัตต์ ใช้ไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ 1 เฟส จำนวน 6 เครื่อง

1.2.4 ขวดแก้วความถ่วงจำเพาะ (Glass Specific Gravity Bottles) ตามมาตรฐาน ASTM D-854 ลักษณะเป็นรูปทรงวงรีกันขวดแบบ มีขนาดความจุ 25, 50, 100 มิลลิลิตร จำนวนอย่างละ 6 ใบ

1.2.5 กระบอแก้วตวง (Measuring Cylinder) ขนาดความจุ 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000, 2000 มิลลิลิตรจำนวนอย่างละ 6 ใบ

1.2.6 เทอร์โมมิเตอร์ขนาดช่วงวัดอุณหภูมิ 0-100 องศาเซลเซียส จำนวน 6 อัน

1.2.7 หม้อต้ม (Melting Pot) ทำด้วย Stainless Steel มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 190 มิลลิเมตร สูงไม่น้อยกว่า 145 มิลลิเมตร จำนวน 2 ใบ

1.2.8 เครื่องกวนผสมตัวอย่างดิน โครงเครื่องและถ้วยผสมทำด้วยโลหะไร้สนิม มีใบกวนทำด้วยสแตนเลส สามารถหมุนกวนด้วยอัตราความเร็วไม่น้อยกว่า 9,900 รอบต่อนาที ระบุตามมาตรฐาน ASTM D-422 จำนวน 2 เครื่อง

1.2.9 ถ้วยแก้ว Vacuum desiccators ขนาดไม่น้อยกว่า 250 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชุด

### 1.3 รายละเอียดอื่นๆ

1.3.1 รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติเป็นระยะเวลา 1 ปี

1.3.5 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 หรือมาตรฐานสากลใดๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

1.3.6 มีคู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด มอบวันส่งมอบสินค้า

1.3.7 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

รายการที่ 2 ชุดทดสอบหาขนาดของเม็ดดินด้วยไฮโดรมิเตอร์ จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด

มีรายละเอียดของครุภัณฑ์ไม่น้อยกว่าที่กำหนด หรือดีกว่า ดังนี้

## 2.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดสอบเพื่อหาปริมาณของดินที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอน โดยวิธี Hydrometer ตามมาตรฐาน ASTM D-422 ; AASHTO T-88

## 2.2 รายละเอียดทางเทคนิค

2.2.1 ไฮโดรมิเตอร์วัดอ่านค่าเป็นกรัมต่อปริมาตรลิตร มีค่าในช่วง 5 ถึง 60 กรัมต่อลิตร หรือดีกว่า ระบุตามมาตรฐาน ASTM / AASHTO จำนวน 12 อัน

2.2.2 ไฮโดรมิเตอร์วัดอ่านค่าในช่วง 0.995 ถึง 1.038 กรัมต่อมิลลิลิตร หรือดีกว่า ระบุตามมาตรฐาน ASTM จำนวน 12 อัน

2.2.3 จุกยางของกระบอกไฮโดรมิเตอร์ ขนาดความจุ 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 24 อัน

2.2.4 กระบอกฉีดน้ำ (Wash Bottle) ขนาดความจุ 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 12 ใบ

2.2.5 ถ้วยแก้วตวง (Beaker) ขนาดความจุ 100,250,600,1000,2000 มิลลิลิตร จำนวนอย่างละ 6 ใบ

2.2.6 เทอร์โมมิเตอร์ขนาดช่วงการวัดอุณหภูมิ -10 ถึง 50 องศาเซลเซียส อ่านค่าละเอียด 0.5 องศาเซลเซียส จำนวน 6 อัน

2.2.7 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Hydrometer Jar Bath) สามารถใช้กับกระบอกไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer Jar) ได้พร้อมกันครั้งละ 6 ใบ อ่างควบคุมอุณหภูมินี้ถูกออกแบบมาเพื่อให้ควบคุมหรือรักษาอุณหภูมิได้ตามมาตรฐาน ASTM D-422 ใช้ไฟฟ้าขนาด 220-240 โวลท์ 50-60 เฮิร์ตซ์ 1 เฟส จำนวน 2 ชุด

2.2.8 ผู้เสนอราคาต้องจัดหา สารละลาย Sodium Hexameta phosphate ขนาดบรรจุ 500 กรัม จำนวน 2 ชุด

## 2.3 รายละเอียดอื่นๆ

2.3.1 รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติเป็นระยะเวลา 1 ปี

2.3.2 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 หรือมาตรฐานสากลใดๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

2.3.3 มีคู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด มอบวันส่งมอบสินค้า

2.3.4 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

## รายการที่ 3 ชุดเจาะสำรวจและเก็บตัวอย่างดินแบบ Hand Auger

จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด

แต่ละชุดมีรายละเอียดของครุภัณฑ์ไม่น้อยกว่าที่กำหนด หรือดีกว่า ดังนี้

### 3.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องมือเจาะและเก็บตัวอย่างดินแบบใช้มือหมุน สามารถเปลี่ยนหัวเจาะได้หลายแบบเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพดินแบบต่างๆ

### 3.2 รายละเอียดทางเทคนิค

3.2.1 อุปกรณ์ก้านเจาะทำจากท่อเหล็กเหนียว (Steel Tubing) ส่วนหัวเจาะแบบต่างๆ ขึ้นรูปจากเหล็กแผ่นชนิดแข็งอย่างดี (Heavy Duty Steel) มีเกลียวสำหรับต่อประกอบใช้งานได้อย่างสะดวก

3.2.2 หัวเจาะดิน (Soil Auger Head) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร และ 150 มิลลิเมตร จำนวนอย่างละ 2 หัว

3.2.3 หัวเจาะสำหรับเจาะกรวด (Gravel Auger Head) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร จำนวน 2 หัว

3.2.4 หัวเจาะดินสำหรับเจาะดินละเอียด (Ducth Soil Auger Head) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตรจำนวน 2 หัว

3.2.5 ก้านเจาะ (Extension Rod) ยาวท่อนละ 1 เมตรพร้อมข้อต่อ สามารถต่อเจาะลึกไม่น้อยกว่า 6 เมตร จำนวน 3 ชุด

3.2.6 ครอบกบเก็บตัวอย่างดินเป็นท่อโลหะเคลือบป้องกันสนิม สามารถเก็บตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 38 มิลลิเมตร ยาว 230 มิลลิเมตร จำนวน 10 อันพร้อมข้อต่อ จำนวน 1 อัน

3.2.7 ค้อนกระแทก (Jarring Link) สำหรับขับกระแทกครอบกบตัวอย่าง จำนวน 1 อัน

3.2.8 ประแจจับท่อ แบบปรับขนาดได้ จำนวน 2 อัน

3.2.9 ชุดเครื่องดันตัวอย่างดิน (Sample Extruder) ออกจากครอบกบเก็บขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 38 มิลลิเมตร ทำงานด้วยระบบมือหมุน ดันตัวอย่างออกในแนวตั้ง จำนวน 1 ชุด

### 3.3 รายละเอียดอื่นๆ

3.3.1 รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติเป็นระยะเวลา 1 ปี

3.3.2 เป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 โดยจะต้องแนบเอกสารมาในวันยื่นซอง เพื่อประโยชน์ในการบริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

3.3.3 ต้องมีเอกสารแต่งตั้งเป็นตัวแทนโดยตรงจากผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในการบริการอะไหล่และซ่อมบำรุง

3.3.4 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 หรือมาตรฐานสากลใดๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

3.3.5 มีคู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด มอบวันส่งมอบสินค้า

3.3.6 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

### รายการที่ 4 ชุดทดสอบพิกต์แอดเทอร์เบิร์ก จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด

มีรายละเอียดของครุภัณฑ์ไม่น้อยกว่าที่กำหนด หรือดีกว่า ดังนี้

#### 4.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดสอบเพื่อหาจุดเปลี่ยนสภาพของมวลดิน เมื่อปริมาตรแปรเปลี่ยนประกอบการทดสอบหาขีดจำกัดเหลวของดิน, ขีดจำกัดพลาสติกของดิน และขีดการหดตัวของดินตามมาตรฐาน ASTM D-4318, D427 ; AASHTO T-90, T-92

#### 4.2 รายละเอียดทางเทคนิค

4.2.1 ชุดทดสอบขีดจำกัดเหลวของดิน (Liquid Limit Test) ประกอบด้วย

4.2.1.1 Liquid Limit Device ประกอบด้วยถ้วยทองเหลืองแบบถอดประกอบได้แทนร่องเครื่องทำด้วยยางแข็ง (Hard Rubber) มือจับเป็นโลหะ สามารถปรับระยะความสูงของการตกกระแทกได้พร้อมชุดนับจำนวนครั้งการตกกระทบ จำนวน 6 เครื่อง

4.2.1.2 เครื่องมือทำร่อง (Grooving Tool) ตามแบบ ASTM หรือ AASHTO จำนวน 6 ชุด

4.2.1.3 ถ้วยกระเบื้อง Porcelain สำหรับผสมดิน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 110 มิลลิเมตร จำนวน 12 ใบ

4.2.1.4 ที่ปาดดินแบบอ่อน (Spatula) ด้ามเป็นไม้ ใบปาดเป็นโลหะปลอดสนิมมีความยาว 100 มิลลิเมตร จำนวน 24 อัน

4.2.2 ชุดทดสอบขีดจำกัดพลาสติกของดิน (Plastic Limit Test) ประกอบด้วย

4.2.2.1 แผ่นพิกัดพลาสติก (Plastic Limit Plate) เป็นแผ่นแก้วขัดเรียบด้านหนึ่งมีขนาด 300×300 มิลลิเมตร จำนวน 6 แผ่น

4.2.2.2 ครอบอลูมิเนียมบรรจุตัวอย่างดิน ขนาดประมาณ 75×30 มิลลิเมตร พร้อมฝาที่สามารถปิดได้พอดี จำนวน 200 ใบ

4.2.3 ชุดทดสอบหาขีดจำกัดการหดตัวของดิน (Shrinkage Limit Test) บรรจุกล่องพลาสติกจำนวน 6 ชุด ประกอบด้วย

4.2.3.1 แบบใส่ตัวอย่างดิน (Shrinkage Dish) ทำจากโลหะปลอดสนิมอย่างดีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร สูง 12.7 มิลลิเมตร จำนวน 1 ใบ

4.2.3.2 อุปกรณ์ใส่ตัวอย่างดิน (Crystallizing Dish) ทำจากแก้วใสพร้อมฝาปิดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 57 มิลลิเมตร สูง 30 มิลลิเมตร จำนวน 1 ใบ

4.2.3.3 Shrinkage Prong Plate ทำจากแผ่นพลาสติกใสหรือกระจกใสรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสติดตั้งหมุด 3 จุด จำนวน 1 อัน

4.2.4 ผู้เสนอราคาจะต้องจัดหาปรอท (Mercury) จำนวน 1 กิโลกรัมต่อ 1 ชุด จำนวน 6 ชุด

### 4.3 รายละเอียดอื่นๆ

4.3.1 รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติเป็นระยะเวลา 1 ปี

4.3.2 เป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 โดยจะต้องแนบเอกสารมาในวันยื่นซอง เพื่อประโยชน์ในการบริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

1.3.3 ต้องมีเอกสารแต่งตั้งเป็นตัวแทนโดยตรงจากผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในการบริการอะไหล่และซ่อมบำรุง

1.3.4 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 หรือมาตรฐานสากลใดๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

1.3.5 มีคู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด มอบวันส่งมอบสินค้า

1.3.6 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

**รายการที่ 5 ชุดการทดสอบหาขนาดของเม็ดดินด้วยตะแกรงร่อน**

**จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด**

มีรายละเอียดของครุภัณฑ์ไม่น้อยกว่าที่กำหนด หรือดีกว่า ดังนี้

#### 5.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดสอบเพื่อวิเคราะห์ขนาดเม็ดโดยวิธีการใช้ตะแกรงร่อน สามารถทดสอบได้ตามมาตรฐาน ASTM E11

#### 5.2 รายละเอียดทางเทคนิค

5.2.1 เครื่องเขย่าตะแกรง (Sieve Shaker) สามารถใช้กับตะแกรงร่อนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว สูง 2 นิ้ว ได้ไม่น้อยกว่า 6 ชั้น มีชุดขับเคลื่อนการสั่นสะเทือนแบบ Electromagnetic ฐานของเครื่องมีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีระบบการตั้งเวลาทำงานได้ ใช้ระบบไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ 1 เฟส จำนวน 2 เครื่อง

5.2.2 ชุดตะแกรงร่อนเป็นตะแกรงทองเหลืองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว มีแผ่นตะแกรงเป็นสแตนเลสขนาดของช่องรูตะแกรงและคุณภาพตรงตามมาตรฐาน ASTM E-11 โดยมีขนาดดังต่อไปนี้ 1/2 นิ้ว , 1 นิ้ว , 3/8 นิ้ว , 1/4 นิ้ว , 3/4 นิ้ว , 1 1/2 นิ้ว , 2 นิ้ว , 2 1/2 นิ้ว , 3 นิ้ว , 3 1/2 นิ้ว , เบอร์ 4, เบอร์ 10, เบอร์ 16, เบอร์ 20, เบอร์ 30, เบอร์ 40, เบอร์ 50, เบอร์ 60, เบอร์ 100, เบอร์ 200 พร้อมทั้งฝาปิดและภาตรอง จำนวน 1 ชุด

5.2.3 ตะแกรงร่อนล้างตัวอย่าง (Wet Washing Sieve) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว สูง 4 นิ้ว มีช่องผ่านขนาด 0.075 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชุด

### 5.3 รายละเอียดอื่นๆ

5.3.1 รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติเป็นระยะเวลา 1 ปี

5.3.2 เป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 โดยจะต้องแนบเอกสารมาในวันยื่นซอง เพื่อประโยชน์ในการบริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

5.3.3 ต้องมีเอกสารแต่งตั้งเป็นตัวแทนโดยตรงจากผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในการบริการอะไหล่และซ่อมบำรุง

5.3.4 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 หรือมาตรฐานสากลใดๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

5.3.5 มีคู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด มอบวันส่งมอบสินค้า

5.3.6 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

## รายการที่ 6 ชุดทดสอบหาค่าความซึมผ่านของน้ำในดิน จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด

มีรายละเอียดของครุภัณฑ์ไม่น้อยกว่าที่กำหนด หรือดีกว่า ดังนี้

### 6.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดสอบหาค่าการซึมผ่านของน้ำในดินแบบความแปรผัน (Falling Head) และแบบความดันคงที่ (Constant Head) สำหรับใช้ทดสอบกับดินเหนียว ดินเหนียวปนทราย หรือทราย สามารถทดสอบได้ตามมาตรฐาน BS-1377:5

### 6.2 รายละเอียดทางเทคนิค

6.2.1 ชุดทดสอบหาค่าการซึมผ่านของน้ำในดินแบบความดันแปรผัน (Falling Head) มีรายละเอียดอย่างน้อย ดังนี้

6.2.1.1 เซลล์สำหรับบรรจุตัวอย่างทดสอบแบบความดันแปรผัน (Falling Head Permeability Cell) ทำด้วยโลหะ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ประกบหัวท้ายกระบอกด้วยแผ่นโลหะ พร้อมทั้งระบายน้ำ ฝาเปิดพร้อมข้อต่อสายยางรับน้ำ ประกอบให้แน่นด้วยก้านสแตนเลสตีลพร้อมสกรูยึด 3 จุด จำนวน 1 ชุด

6.2.1.2 แผงติดตั้งหลอดวัดความดัน (Stand Panel) ประกอบด้วย ชุดท่อ Manometer ใช้วัดระดับน้ำ 4 ขนาด ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางรูในต่างกัน คือ 21.0, 12.0, 5.0 และ 3.50 มิลลิเมตร โดยติดตั้งอยู่แผงไม้ จำนวน 1 ชุด

6.2.1.3 ถังกักเก็บน้ำแบบไล่อากาศ (De-airing Tank) ทำด้วยพลาสติกใส เป็นแบบติดตั้งกับผนัง จำนวน 1 ชุด

6.2.1.4 ถังแช่ (Soaking Tank) ทำด้วยโลหะพร้อมท่อระบายน้ำล้น มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 230 มิลลิเมตร สูง 230 มิลลิเมตร สำหรับบรรจุเซลล์ทดสอบในระหว่างทำการทดสอบ จำนวน 1 ชุด

6.2.1.5 ชุดอุปกรณ์ water trap สำหรับใช้กับถังเก็บน้ำแบบใล่อากาศ จำนวน 1 ชุด

6.2.1.6 สายยางพร้อมแคล้มป์รัดสาย จำนวน 1 ชุด

6.2.2 ชุดทดสอบหาค่าการซึมผ่านของน้ำในดินแบบความดันคงที่ (Constant Head) มีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

6.2.2.1 เซลล์สำหรับบรรจุตัวอย่างทดสอบแบบความดันคงที่ (Constant Head Permeability Cell) มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกทำด้วยพลาสติก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 75 มิลลิเมตร ด้านข้างติดตั้งข้อต่อทำด้วยโลหะไร้สนิมสำหรับเป็นทางระบายน้ำเข้า-ออก จำนวน 3 ทาง ประกบหัวท้ายกระบอกด้วยแผ่นอลูมิเนียมหรือวัสดุที่ไม่เป็นสนิมภายในมีซีลยาง (O-Ring) เพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำและทำการยึดประกบให้แน่นด้วยก้าน พร้อมสกรูทำจากโลหะไร้สนิม สามารถทำการถอดประกอบด้วยมือได้อย่างสะดวก จำนวน 1 ชุด

6.2.2.2 โครงติดตั้งหลอดวัดความดัน (Manometer Tube and Stand) ประกอบด้วยหลอดแก้ว 3 หลอด และสเกลสำหรับวัดค่าแรงดันของน้ำในการทดสอบโดยติดตั้งอยู่บนแผง

6.2.2.3 ถังบรรจุน้ำทำด้วยพลาสติกใสรูปทรงกระบอก ด้านใต้มีข้อต่อสำหรับใช้ต่อกับสายยาง ซึ่งประกอบมากับชุดทดสอบ สำหรับทางน้ำเข้าถังบรรจุทางน้ำออกไปยังเซลล์ทดสอบ และท่อน้ำล้น ซึ่งตั้งอยู่ภายในถังบรรจุ น้ำ จำนวน 1 ชุด

### 6.3 รายละเอียดอื่นๆ

6.3.1 รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติเป็นระยะเวลา 1 ปี

6.3.2 เป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 โดยจะต้องแนบเอกสารมาในวันยื่นซอง เพื่อประโยชน์ในการบริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

6.3.3 ต้องมีเอกสารแต่งตั้งเป็นตัวแทนโดยตรงจากผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในการบริการอะไหล่และซ่อมบำรุง

6.3.4 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 หรือมาตรฐานสากลใดๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

6.3.5 มีคู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด มอบวันส่งมอบสินค้า

6.3.6 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

**รายการที่ 7 ชุดทดสอบการบดอัดดินแบบมาตรฐานและสูงกว่ามาตรฐาน จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด**

มีรายละเอียดของครุภัณฑ์ไม่น้อยกว่าที่กำหนด หรือดีกว่า ดังนี้

#### 7.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดสอบการบดอัดดิน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแห้ง และความชื้นของดินซึ่งบ่งชี้เปอร์เซ็นต์การบดอัดดิน ตามมาตรฐาน ASTM D-1557 ; AASHTO T-180

#### 7.2 รายละเอียดทางเทคนิค

7.2.1 แบบมาตรฐาน (Standard Proctor Mould) เป็นโลหะเหนียวรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 3.9 นิ้ว สูงไม่น้อยกว่า 4.4 นิ้ว พร้อมทั้งปลอกและแผ่นฐานโลหะ จำนวน 4 ชุด

7.2.2 ค้อนกระแทกมาตรฐาน (Standard Compaction Rammer) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1.9 นิ้วหนักไม่น้อยกว่า 2.4 กิโลกรัม มีระยะการกระแทกไม่น้อยกว่า 11 นิ้ว จำนวน 4 ชุด

7.2.3 แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Mould) เป็นโลหะเหนียวรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 5.5 นิ้ว สูงไม่น้อยกว่า 4.5 นิ้ว พร้อมทั้งปลอก และแผ่นฐานโลหะ จำนวน 4 ชุด

- 7.2.4 ค้อนกระแทกสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Rammer) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1.9 นิ้ว หนักไม่น้อยกว่า 4.4 กิโลกรัม มีระยะการกระแทกประมาณไม่น้อยกว่า 17 นิ้ว จำนวน 4 ชุด
- 7.2.5 ค้อนยาง (Rubber Mallet) มีด้ามทำด้วยไม้ จำนวน 8 อัน
- 7.2.6 มีดปาดดิน (Straight Edge) ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 250 มิลลิเมตร จำนวน 8 อัน
- 7.2.8 ภาดอลูมิเนียมใส่ตัวอย่างดินขนาดไม่น้อยกว่า 300×200×50 มิลลิเมตร จำนวน 3 อัน
- 7.2.9 ภาดผสมตัวอย่าง (Mixing tray) ขนาดไม่น้อยกว่า 450×450×50 มิลลิเมตร จำนวน 3 ใบ
- 7.2.10 อุปกรณ์ดันตัวอย่างดินออกจากแบบบดอัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว ได้ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิกแบบใช้มือโยก จำนวน 1 ชุด

### 7.3 รายละเอียดอื่นๆ

- 7.3.1 รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติเป็นระยะเวลา 1 ปี
- 7.3.2 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 หรือมาตรฐานสากลใดๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย
- 7.3.3 มีคู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด มอบวันส่งมอบสินค้า
- 7.3.4 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

## รายการที่ 8 ชุดทดสอบความหนาแน่นของดินในสนาม จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด

มีรายละเอียดของครุภัณฑ์ไม่น้อยกว่าที่กำหนด หรือดีกว่า ดังนี้

### 8.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่นของดินในสนาม ประกอบด้วย ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่นของดินในสนามแบบใช้กรวยทราย และชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่นของดินในสนามแบบบัลลูน

### 8.2 รายละเอียดทางเทคนิค

8.2.1 ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่นของดินในสนามแบบใช้กรวยทราย (Sand cone test) เป็นเครื่องมือสำหรับใช้ทดสอบหาค่าความแน่นดินในสนาม (IN-Place Density) โดยวิธีการใช้ทรายแทนที่ (Sand Displacement หรือ Sand Cone Method) ตามมาตรฐาน ASTM D-1556 ; AASHTO T-191 มี

รายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

8.2.1.1 กรวยทราย (Sand Density Cone) ทำด้วยสแตนเลส ปากกรวยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว ปลายอีกข้างหนึ่งมีเกลียวสำหรับต่อเข้ากับเกลียวปากขวดตรงกลางมีลิ้นสำหรับเปิดหรือปิดให้ทรายในขวดไหลผ่านได้อย่างอิสระ จำนวน 6 อัน

8.2.1.2 ขวด (Plastic Sand Jar) เป็นขวดพลาสติกปริมาตรความจุไม่น้อยกว่า 4 ลิตร ปากขวดมีเกลียวสำหรับต่อเข้ากับกรวยมาตรฐานได้พอดี จำนวน 6 ใบ

8.2.1.3 แผ่นฐาน (Base Plate) ทำด้วยโลหะ ตรงกลางมีรูกลมทำเป็นปากกว้างสำหรับใช้ปากกรวยวางได้แนบสนิทพอดี ด้านบนของแผ่นฐานยกขอบโดยรอบ ส่วนด้านล่างเรียบ จำนวน 6 แผ่น

8.2.1.4 สกัด (Chisel) เป็นสกัดเหล็กขนาดหน้ากว้างไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ยาว 300 เมตร จำนวน 6 อัน

8.2.1.5 ช้อน (Spoon) ใช้ตักดินขึ้นจากหลุมทดสอบ จำนวน 6 อัน

8.2.1.6 ซ้อนตักทราย (Sand Scoop) ทำด้วยอลูมิเนียมหล่อใช้ตักทรายทดสอบในสนามมีด้ามจับมีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 950 มิลลิลิตร จำนวน 6 อัน

8.2.2 ชุดทดสอบหาความหนาแน่นของดินในสนามแบบบอลลูน (Balloon density test) เป็นเครื่องมือที่ใช้หาความหนาแน่นของดินที่ผ่านการบดอัดมาหรือดินที่แข็งมากในสถานที่จริงโดยใช้เครื่องมือทดสอบแบบบอลลูน ทดสอบได้ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D-2167 ; AASHTO T-205 จำนวน 3 ชุด มี

รายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

8.2.2.1 ครอบวัดปริมาตรทำด้วยพลาสติกใสชนิดเหนียวมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกมีขีดอ่านค่าปริมาตรในหน่วยเมตริก โดยสามารถอ่านค่าปริมาตรได้ไม่น้อยกว่า 1,590 มิลลิลิตร

8.2.2.2 มีโครงป้องกันสวมครอบวัดปริมาตรทำจากอลูมิเนียม ด้ามข้างมีมือสำหรับจับหล่อเป็นชิ้นเดียวกัน โดยประกอบอยู่บนฐานทำด้วยโลหะเคลือบกันสนิม ที่ส่วนฐานมีทางเข้าพร้อมวาล์วและรูระบายสำหรับต่อลูกยางปีบอากาศเข้าหรือคายอากาศออก

8.2.2.3 มีแผ่นหาความหนาแน่น (Density Plate) มีรูเจาะที่กึ่งกลางแผ่นสำหรับวางเครื่องมือหาความหนาแน่นของดินแบบบอลลูน จำนวน 1 อัน

8.2.2.4 ถูยางทดสอบ จำนวน 12 ใบ

### 8.3 รายละเอียดอื่นๆ

8.3.1 รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติเป็นระยะเวลา 1 ปี

8.3.2 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 หรือมาตรฐานสากลใดๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

8.3.3 มีคู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด มอบวันส่งมอบสินค้า

8.3.4 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

## รายการที่ 9 ชุดทดสอบการทรุดตัวของดิน (Consolidation)

จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด

มีรายละเอียดของครุภัณฑ์ไม่น้อยกว่าที่กำหนด หรือดีกว่า ดังนี้

### 9.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องมือสำหรับทดสอบหาค่าการทรุดตัวของดินตัวอย่างแบบทิศทางเดียวสามารถทดสอบได้ตามมาตรฐาน ASTM D-2435, D-4546, AASHTO T-216

### 9.2 รายละเอียดทางเทคนิค

9.2.1 โครงเครื่องทดสอบ (Consolidation Frame) จำนวน 3 ชุด มีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

9.2.1.1 โครงเครื่องทำด้วยโลหะหล่อเป็นชิ้นเดียวกัน และให้แรงกดแก่ตัวอย่างทดสอบด้วยวิธีการให้น้ำหนักผ่านคานถ่วงน้ำหนัก สามารถให้แรงกดสูงสุดถึง 9,240 กิโลปาสคาล (kPa) หรือ 92.40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร บนตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50.47 มิลลิเมตรมีคานถ่วงน้ำหนักมีอัตราส่วนระหว่างระยะจุดหมุนของคานถึงจุดถ่วงน้ำหนัก กับระยะ จุดหมุนของคานถึงจุดที่แรงกระทำต่อตัวอย่างทดสอบด้วยอัตราส่วน 9:1, 10: 1 และ 11: 1



9.2.1.2 มีตุ้มถ่วงน้ำหนักทางด้านหัวเครื่อง สำหรับปรับให้คานถ่วงน้ำหนักอยู่ในสภาวะสมดุล ส่วนทางด้านท้ายเครื่องมือมีแกนเกลียวรองรับคานสามารถปรับระยะสูงต่ำพร้อมก้านถ่วงน้ำหนักและแป้นรองรับแผ่นน้ำหนัก ถ่วงพร้อมสกรูล็อคตามตำแหน่งอัตราส่วนคานถ่วงน้ำหนัก

9.2.2 มีแผ่นน้ำหนักถ่วง จำนวน 3 ชุด มีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

9.2.2.1 ขนาดน้ำหนัก 10 กิโลกรัม จำนวน 9 อัน

9.2.2.2 ขนาดน้ำหนัก 5 กิโลกรัม จำนวน 2 อัน

9.2.2.3 ขนาดน้ำหนัก 2 กิโลกรัม จำนวน 1 อัน

9.2.2.4 ขนาดน้ำหนัก 1 กิโลกรัม จำนวน 1 อัน

9.2.3 เซลล์สำหรับใส่ตัวอย่างทดสอบเพื่อหาค่าการทรุดตัวแบบ Fixed Ring ทำด้วยโลหะสำหรับใช้ทดสอบในสภาวะอิ่มตัวด้วยน้ำ ตามมาตรฐาน ASTM จำนวน 3 ชุด มีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

9.2.3.1 เซลล์สำหรับใส่ตัวอย่างมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดินตัวอย่าง 50.47 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชุด

9.2.3.2 เซลล์ทดสอบ นอกจากตัวเซลล์แล้ว แต่ละชุดจะต้องประกอบด้วย

- แผ่นพรุนซีเมนต์ จำนวน 2 แผ่น
- แผ่นกวดตัวอย่างดิน จำนวน 1 แผ่น
- วงแหวนตัดดิน จำนวน 1 แผ่น

9.2.4 เกจวัดค่าการทรุดตัวขนาดไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร และมีความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร จำนวน 3 ตัว

9.2.5 สามารถทำการทดสอบแยกกันได้ 3 ตัวอย่าง

9.2.6 ไต้อะสำหรับวางโครงเครื่องทดสอบทำด้วยโลหะ จำนวน 1 ตัว

### 9.3 รายละเอียดอื่นๆ

9.3.1 รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติเป็นระยะเวลา 1 ปี

9.3.2 เป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 โดยจะต้องแนบเอกสารมาในวันยื่นซอง เพื่อประโยชน์ในการบริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

9.3.3 ต้องมีเอกสารแต่งตั้งเป็นตัวแทนโดยตรงจากผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในการบริการอะไหล่และซ่อมบำรุง

9.3.4 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 หรือมาตรฐานสากลใดๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

9.3.5 มีคู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด มอบวันส่งมอบสินค้า

9.3.6 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

### รายการที่ 10 ชุดทดสอบหาค่ากำลังอัดของดินแบบ Triaxial Compression จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด

มีรายละเอียดของครุภัณฑ์ไม่น้อยกว่าที่กำหนด หรือดีกว่า ดังนี้

#### 10.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดสอบกำลังอัดของดินแบบใช้แรงอัด 3 ทิศทาง ใช้ทดสอบกับตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 mm. ประกอบด้วยเครื่องกดอัดขนาดกำลัง 50 kN สามารถทำการทดสอบได้ทั้งแบบ Quick Undrained (QU), Unconsolidated Undrained (UU), แบบ Consolidated Drained (CD) และแบบ Consolidated Undrained (CU)

## 10.2 รายละเอียดทางเทคนิค

10.2.1 เครื่องทดสอบกำลังอัดของดินขนาดกำลัง 50 kN สามารถทดสอบได้ตามมาตรฐาน BS 1377:8, ASTM D 2850 , D 4767 จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

10.2.1.1 เป็นเครื่องกดอัดแบบตั้งโต๊ะมีโครงสร้าง 2 เสา มีระยะห่างระหว่างเสา (Horizontal Clearance) ขนาด 364 mm. และระยะความสูงในแนวดิ่ง (Vertical Clearance) ขนาด 1000 mm.

10.2.1.2 ควบคุมการทำงานด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ มีจอแสดงผลชนิด LCD หรือดีกว่า สามารถแสดงผลได้แบบ 4 แถว 20 ตัวอักษร สามารถป้อนค่าตัวแปรต่างๆได้ด้วยปุ่มแบบสัมผัสที่แผงด้านหน้าของเครื่อง

10.2.1.3 สามารถปรับอัตราความเร็วในการทดสอบได้ตั้งแต่ 0.00001 ถึง 9.99999 mm./min

10.2.1.4 ปรับอัตราเร่งเพื่อปรับระยะก่อนการทดสอบในแบบ Rapid Approach Speedได้

10.2.1.5 มีระยะการเคลื่อนตัวในการทดสอบ (Platen travel) สูงสุด 100 mm.

10.2.1.6 มีช่องเสียบสัญญาณ RS 232 สำหรับต่อเข้ากับเครื่องประมวลผลคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ควบคุมและปรับตั้งความเร็วในการทดสอบ

10.2.1.7 มีชุดเกียร์ให้กำลังที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อลดการสั่นสะเทือน (Vibration) ที่จะส่งผลกระทบต่อตัวอย่างได้

10.2.1.8 ใช้ระบบไฟฟ้าขนาด 220 - 240 V, 50 Hz, 1 Ph

10.2.2 เซลล์ทดสอบกำลังอัดของดิน (Triaxial Cells) ขนาด 50 mm. สามารถใช้กับตัวอย่างทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 38-70 mm. ได้ จำนวน 3 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

10.2.2.1 ตัวผนังเซลล์ทำด้วยพลาสติกไนลอนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 3,000 kPa พร้อมแถบรัดป้องกันการขยายตัวของเซลล์เมื่อใช้แรงดันสูง ทำให้การวัดค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาตรน้ำ (Volume change) มีความแม่นยำ

10.2.2.2 เซลล์ทดสอบ จะสามารถถอดออกได้เป็น 2 ส่วน คือส่วนชุดครอบด้านบน และชุดฐานเซลล์ โดยชุดครอบด้านบนจะประกอบไปด้วยฝาบน, เสาแกนหลัก, ผนังเซลล์, และฝาล่างพร้อมชุดขันแน่น ประกอบอยู่รวมกันเพื่อป้องกันผนังเซลล์ไม่ให้เสียรูปเนื่องจากการขันฝาบนที่ไม่ถูกวิธี และสามารถถอดประกอบชุดครอบด้านบนได้อย่างรวดเร็วโดยไม่กระทบกับตัวอย่างทดสอบ

10.2.2.3 ที่ฐานมีช่องใส่วาล์ว อย่างน้อย 5 ช่อง แยกตามหน้าที่การใช้งานดังนี้คือ

\* 2 ช่อง สำหรับระบายน้ำภายในตัวอย่างจากด้านบนและให้ความดันภายในตัวอย่าง

(Back Pressure)

\* 2 ช่อง สำหรับระบายน้ำภายในตัวอย่างจากส่วนล่างของตัวอย่างและวัดความดันภายใน

ตัวอย่าง (Pore Pressure)

\* 1 ช่อง สำหรับรอบๆ ด้านข้างตัวอย่าง (Confining Pressure)

10.2.3 หัวปรับขนาดของฐานเซลล์ (Pedestal) สำหรับตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 mm. จำนวน 3 ชุด

10.2.4 แผ่นประกบหัวตัวอย่างทดสอบพร้อมท่อระบาย (Top cap with drainage leads) สำหรับตัวอย่างทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 mm. จำนวน 3 ชุด

10.2.5 ถุงยางสำหรับสวมตัวอย่าง (Rubber Membrane) สำหรับตัวอย่างทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 mm. บรรจุกล่องละ 10 อัน จำนวน 3 กล่อง

- 10.2.6 วงแหวนยาง (O Ring) สำหรับใช้กับตัวอย่างทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 mm. บรรจุกล่องละ 10 อัน จำนวน 3 กล่อง
- 10.2.7 แผ่นหินพรุน (Porous Disc) สำหรับตัวอย่างทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 mm. บรรจุ 2 ชั้น ใน 1 ชุด จำนวน 3 ชุด
- 10.2.8 แผ่นรองแผ่นประกบหัว (Base disc) สำหรับตัวอย่างทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 mm. บรรจุ 2 ชั้น ใน 1 ชุด จำนวน 3 ชุด
- 10.2.9 กระดาษกรองสำหรับระบายน้ำด้านข้างตัวอย่าง (Filter Paper Drain) สำหรับตัวอย่างทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 50 mm. บรรจุกล่องละ 50 แผ่น จำนวน 2 กล่อง
- 10.2.10 อุปกรณ์ถ่างแหวนยาง (O-Ring Placing Tool) สำหรับใช้กับตัวอย่างทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 mm. จำนวน 1 อัน
- 10.2.11 อุปกรณ์คูดึงยาง (Membrane stretcher) สำหรับตัวอย่างทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 mm. จำนวน 1 ชุด
- 10.2.12 แบบผ่าสองส่วน (Two part split former) สำหรับตัวอย่างทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 mm. จำนวน 1 ชุด
- 10.2.13 ชุดเตรียมตัวอย่าง (Hand sampler) สำหรับตัวอย่างทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 mm. จำนวน 1 ชุด
- 10.2.14 ชุดแผงวัดและควบคุมการจ่ายแรงดันน้ำแบบสามทาง แบบแผงติดผนัง จำนวน 2 แผง มีรายละเอียดดังนี้
- 10.2.14.1 เป็นแผงโลหะเคลือบอย่างดี ชนิดประกอบสำเร็จรูป สามารถปรับควบคุมและอ่านวัดค่าความดันได้ไม่น้อยกว่า 1,000 kPa
- 10.2.14.2 มีช่องทางให้น้ำเข้า ออกได้ไม่น้อยกว่า 6 ช่องทาง แต่ละทางติดตั้งวาล์วไม่เปลี่ยนแปลงปริมาตร (No Volume Change Valves)
- 10.2.14.3 มีช่องทางให้แรงดันลมเข้า-ออกได้ไม่น้อยกว่า 3 ช่องทาง แต่ละทางติดตั้งวาล์วไม่เปลี่ยนแปลงปริมาตร (No-Volume Change Valves) และชุดปรับแรงดัน (air regulators)
- 10.2.14.4 มีสัญลักษณ์หรือแสดงสี เพื่อป้องกันถึงเส้นทางของอากาศและน้ำ เพื่อให้สะดวกในการทำงาน
- 10.2.14.5 ติดตั้งเกจวัดค่าแรงดันแบบดิจิตอล สามารถวัดความดันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 1000 kPa
- 10.2.15 แผงควบคุมการจ่ายน้ำ (Valve panel) สามารถควบคุมการจ่ายน้ำจากถังน้ำและควบคุมแรงสุญญากาศเพื่อไล่ฟองอากาศในน้ำ จำนวน 1 แผง
- 10.2.16 ชุดอุปกรณ์ควบคุมความดันของน้ำและอากาศ (Bladder-Type Air/Water Pressure Assembly) สามารถรับแรงดันสูงสุดที่ 1,000 kPa ได้ จำนวน 6 ชุด
- 10.2.17 ชุดไล่อากาศในน้ำ (De-Aired Water) ประกอบไปด้วย
- 10.2.17.1 ถังน้ำขนาดความจุไม่น้อยกว่า 20 ลิตร พร้อมขารองยึดผนัง จำนวน 1 ใบ
- 10.2.17.2 ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump) ใช้ไฟฟ้า 220-240 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ์ 1 เฟส จำนวน 1 ชุด
- 10.2.17.3 ท่อสำหรับใช้ร่วมกับปั๊มสุญญากาศ จำนวน 1 เส้น
- 10.2.17.4 ชุดดักน้ำ (Water trap) จำนวน 1 ชุด

10.2.18 ท่อพลาสติก (Nylon Tubing) เส้นผ่าศูนย์กลางด้านนอกมีขนาด 8 มม. และเส้นผ่าศูนย์กลางภายในมีขนาด 6 มม. มีความยาว 10 เมตรต่อเส้น จำนวน 8 เส้น

10.2.19 เครื่องบันทึกผลแบบอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

10.2.19.1 มีช่องรับสัญญาณไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ

10.2.19.2 มีความละเอียดในการวัด (Real resolution) ไม่น้อยกว่า  $\pm 30,000$  จุด (division)

10.2.19.3 สามารถเชื่อมต่อกับชุดคอมพิวเตอร์ผ่านทางช่องสัญญาณ RS-232 และ USB ได้

10.2.19.4 สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์วัด (Sensor) ได้ไม่น้อยกว่าแบบ Potentiometric และแบบ Wheatstone bridge

10.2.19.5 สามารถเก็บข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำและส่งต่อไปยังชุดคอมพิวเตอร์ได้ในรูปแบบ Real time หรือดีกว่า โดยสามารถเก็บข้อมูลการทดสอบที่แตกต่างกันหลายๆ การทดสอบในเวลาเดียวกันได้

10.2.19.6 มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 8 เมกกะไบต์

10.2.19.7 อัตราการเก็บข้อมูล (Sampling rate) สามารถปรับได้สูงสุดถึง 10 ตัวอย่างต่อวินาทีต่อช่องสัญญาณ หรือดีกว่า

10.2.19.8 มีซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ร่วมกับเครื่องบันทึกผลแบบอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด

10.2.19.9 บนซอฟต์แวร์ ในการเก็บข้อมูล สามารถควบคุมได้ด้วยเวลาหรือ ในรูปแบบเส้นตรง (Linear) หรือแบบ Exponential หรือแบบ Polynomial ได้

10.2.19.10 การสอบเทียบในแต่ละช่องสัญญาณ กระทำผ่านซอฟต์แวร์ที่ให้มากับตัวเครื่อง โดยสามารถเลือกโหมดการสอบเทียบได้เป็นแบบเส้นตรง (Linear), แบบเส้นโค้ง (Polynomial) และแบบหลายค่าสัมประสิทธิ์ (Multi coefficient) ได้

10.2.19.11 ใช้ไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ 1 เฟส

10.2.20 อุปกรณ์วัดแรง ( Load Ring ) ขนาดรับแรงสูงสุด 10 กิโลนิวตัน จำนวน 1 ชุด

10.2.21 อุปกรณ์วัดระยะ โดยมีช่วงการวัด 50 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชุด

10.2.22 อุปกรณ์วัดค่าแรงดันแบบทรานสดิวเซอร์ (Pressure Transducer) สามารถวัดแรงดันได้ในช่วง 0 – 1000 kPa พร้อมติดตั้งชุดไล่อากาศ (De-airing Block) จำนวน 3 ชุด

10.2.23 อุปกรณ์วัดค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาตรน้ำแบบทรานสดิวเซอร์ (Volum Change Transducer) สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงได้ถึง 100 มิลลิลิตร มีความละเอียด 0.1 มิลลิลิตรจำนวน 3 ชุด

10.2.24 โปรแกรมสำหรับทดสอบ จำนวน 1ชุด มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้

10.2.24.1 โปรแกรมสำหรับสื่อสารระหว่างเครื่องบันทึกผลแบบอัตโนมัติกับชุดคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด

10.2.24.2 ชุดโปรแกรมสำหรับการคำนวณบน MS Excel สำหรับการทดสอบแบบ Undrained (UU) ตามมาตรฐาน ASTM D2850 จำนวน 1 ชุด

10.2.24.3 ชุดโปรแกรมสำหรับการคำนวณบน MS Excel สำหรับการทดสอบแบบ Effective Stress (CU-CD) ตามมาตรฐาน ASTM D4767 จำนวน 1 ชุด

10.2.24.4 ชุดโปรแกรมสำหรับการคำนวณบน MS Excel สำหรับการทดสอบแบบ Undrained (UU) ตามมาตรฐาน BS 1377:7 จำนวน 1 ชุด

10.2.24.5 ชุดโปรแกรมสำหรับการคำนวณ MS Excel สำหรับการทดสอบแบบ Effective Stress (CU-CD) ตามมาตรฐาน BS 1377:8 จำนวน 1 ชุด

10.2.25 รายการที่ 10.2.1 ถึง 10.2.24 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกันทุกรายการ เพื่อให้การประกอบใช้งานได้อย่างเหมาะสมและสมบูรณ์ โดยโรงงานผู้ผลิตต้องได้รับการรับรองมาตรฐานในกลุ่ม ISO 9000 หรือมาตรฐานสากล

10.2.26 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ประมวลผลการทดสอบพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด

10.2.27 เครื่องควบคุมและสำรองไฟฟ้า (UPS) จำนวน 1 ชุด

10.2.8 โต๊ะสำหรับวางครุภัณฑ์ที่ใช้วางชุดทดสอบ จำนวน 1 ชุด

10.2.29 อุปกรณ์ประกอบเป็นเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้

10.2.29.1 เป็นเครื่องอัดอากาศแบบตั้งพื้นแนวนอนหรือแนวตั้ง มีถังบรรจุอากาศขนาด 50 ลิตร

10.2.29.2 มีอุปกรณ์ต่างๆ มาพร้อมเครื่องตั้งนี้ เกจวัดความดัน, วาล์วป้องกันและตัดไฟกรณีแรงดันลมเกินกว่าขีดจำกัด

10.2.29.3 ใช้ไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ 1 เฟส

### 10.3 รายละเอียดอื่นๆ

10.3.1 รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติเป็นระยะเวลา 1 ปี

10.3.2 เป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 โดยจะต้องแนบเอกสารมาในวันยื่นซอง เพื่อประโยชน์ในการบริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

10.3.3 ต้องมีเอกสารแต่งตั้งเป็นตัวแทนโดยตรงจากผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในการบริการอะไหล่และซ่อมบำรุง

10.3.4 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 หรือมาตรฐานสากลใดๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

10.3.5 มีคู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด มอบวันส่งมอบสินค้า

10.3.6 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

### รายการที่ 11 เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการทดสอบ จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด

มีรายละเอียดของครุภัณฑ์ไม่น้อยกว่าที่กำหนด หรือดีกว่า ดังนี้

#### 11.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการทดสอบที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

#### 11.2 รายละเอียดทางเทคนิค

เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการทดสอบที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย

11.2.1 ชุดอุปกรณ์วัดแรง (High Performance Load Cell) จำนวน 1ชุด ประกอบด้วย

11.2.1.1 อุปกรณ์วัดแรง (Load Cell) ขนาดรับแรงสูงสุดไม่น้อยกว่า 3000 กิโลนิวตัน จำนวน 1 เครื่อง

\* สามารถทดสอบได้ตามมาตรฐาน ASTM E74 Class AA

\* มีขนาดของตัวเครื่อง กว้าง 135 มิลลิเมตร สูง 200 มิลลิเมตร

\* ใช้ทดสอบวัดแรงได้ไม่น้อยกว่า 2,900 กิโลนิวตัน

11.2.1.2 เครื่องแสดงผลของตัววัดแรงแบบดิจิตอล จำนวน 1 เครื่อง

\* จอแสดงผลเป็นแบบ Large Graphic Display ที่มีค่าความละเอียดอย่างน้อย 235x125 พิกเซล ซึ่งสามารถแสดงค่าตัวอักษร, ตัวเส้นกราฟการทดสอบแบบเลข

\* ระบบการทำงานแบบไมโครโปรเซสเซอร์

\* มีช่องสัญญาณสำหรับต่อใช้ร่วมกับ Load cell หรือ Transducer ได้อย่างน้อย 1 ช่องสัญญาณได้

\* มีพอร์ต RS232 สำหรับต่อพ่วงเพื่อใช้งานกับ PC และ Printer ได้

11.2.1.3 เครื่องพิมพ์สำหรับต่อเชื่อมกับเครื่องแสดงผล จำนวน 1 เครื่อง

\* เป็นเครื่องพิมพ์แบบ Serial dot impact

\* สามารถต่อร่วมกับเครื่องแสดงผลในหัวข้อ 11.2.1.1-2 ได้

\* ใช้พิมพ์งานกับกระดาษขนาด 57.5 มิลลิเมตร

11.2.1.4 กระจาปสำหรับใส่เครื่อง ในหัวข้อ 11.2.1.1,11.2.1.2,11.2.1.3 โดยมีช่องเก็บตามขนาดได้อย่าง

เหมาะสม

11.2.2 เครื่อง Magnetic Stirrer ขนาดที่ใช้ทดสอบไม่ต่ำกว่า 1ลิตร จำนวน 1 เครื่อง

11.2.3 ชุด Soil Colour Chart จำนวน 1 ชุด

### 11.3 รายละเอียดอื่นๆ

11.3.1 รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติเป็นระยะเวลา 1 ปี

11.3.2 เป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 โดยจะต้องแนบเอกสารมาในวันยื่นซอง เพื่อประโยชน์ในการบริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

11.3.3 ต้องมีเอกสารแต่งตั้งเป็นตัวแทนโดยตรงจากผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในการบริการอะไหล่และซ่อมบำรุง

11.3.4 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 หรือมาตรฐานสากลใดๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย

11.3.5 มีคู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด มอบวันส่งมอบสินค้า

11.3.6 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน