

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. รายการ ชุดปฏิบัติการสำรวจและทดสอบโครงสร้างทางวิศวกรรมโยธา
ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. งบประมาณ 7,966,000 บาท
4. ชุดปฏิบัติการสำรวจและทดสอบโครงสร้างทางวิศวกรรมโยธา ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล
จังหวัดนครปฐม จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 4.1 กล้องประมวลผลรวม (Total Station) จำนวน 2 ชุด วงเงิน 589,000 บาท
 - 4.2 ชุดเครื่องบดตัวอย่างละเอียดแบบ (Planetary Ball Mill) จำนวน 1 ชุด วงเงิน 1,695,000 บาท
ประกอบด้วย
 - 4.2.1 เครื่องบดตัวอย่างละเอียด จำนวน 1 ชุด ราคา 980,600 บาท
 - 4.2.2 เครื่องบดวัสดุขนาดเล็ก จำนวน 1 ชุด วงเงิน 10,900 บาท
 - 4.2.3 เครื่องตัดวัสดุเลื่อยสายพานขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว จำนวน 1 ชุด วงเงิน 21,000 บาท
 - 4.2.4 ชุดไสงานไม้ จำนวน 50 ชุด วงเงิน 140,000 บาท
 - 4.2.5 ชุดไสไม้ไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว จำนวน 2 ชุด วงเงิน 16,000 บาท
 - 4.2.6 ชุดตัดวัสดุขนาดเล็ก จำนวน 4 ชุด วงเงิน 10,200 บาท
 - 4.2.7 ชุดเครื่องปรับอากาศแบบแขวนพร้อมติดตั้ง ขนาดไม่น้อยกว่า 36,000 BTU จำนวน 4 ชุด
วงเงิน 216,800 บาท
 - 4.2.8 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก สำหรับงานประมวลผล จำนวน 2 ชุด วงเงิน 44,000 บาท
 - 4.2.9 เครื่องฉายมัลติมีเดียโปรเจกเตอร์ ระดับ XGA จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 33,600 บาท
 - 4.2.10 จอรับภาพชนิดมอเตอร์ ขนาดไม่น้อยกว่า 150 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 24,300 บาท
 - 4.2.11 เครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต แบบที่ 2 จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 20,000 บาท
 - 4.2.12 ตู้เหล็กเก็บเอกสาร บานกระจก+ทึบ จำนวน 24 ตู้ วงเงิน 177,600 บาท
 - 4.3 ชุดทดสอบแรงกด ขนาดไม่น้อยกว่า 10 ตัน (100 กิโลนิวตัน) จำนวน 1 ชุด วงเงิน 3,384,000 บาท
ประกอบด้วย
 - 4.3.1 เครื่องทดสอบการต้านทานกำลังอัด, ตัด, และดึง จำนวน 1 ชุด วงเงิน 1,700,730 บาท
 - 4.3.2 เครื่องมือสำรวจทางอากาศ จำนวน 2 ชุด วงเงิน 510,000 บาท
 - 4.3.3 ชุดทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์ จำนวน 1 ชุด วงเงิน 43,200 บาท
 - 4.3.4 ชุดทดสอบหาค่า Fineness Modulus ของทราย จำนวน 2 ชุด วงเงิน 78,500 บาท
 - 4.3.5 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ จำนวน 2 เครื่อง วงเงิน 40,000 บาท
 - 4.3.6 ชุดทดสอบการหลุดลอก จำนวน 1 ชุด วงเงิน 85,000 บาท
 - 4.3.7 ชุดคัดแยกขนาดวัสดุรวมหยาบ จำนวน 1 ชุด วงเงิน 45,000 บาท
 - 4.3.8 ชุดปฏิบัติการงานคอนกรีตเพื่อทดสอบ จำนวน 1 ชุด วงเงิน 295,000 บาท

- 4.3.9 ชุดโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้าง จำนวน 20 ชุด วงเงิน 400,000 บาท
- 4.3.10 แผ่นตัดเหล็ก จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 8,100 บาท
- 4.3.11 ปากกาจับชิ้นงานอเนกประสงค์ จำนวน 12 ชุด วงเงิน 67,800 บาท
- 4.3.12 แม่แรง แบบคานรูปตัวไอ (I-Beam) จำนวน 8 ชุด วงเงิน 18,400 บาท
- 4.3.13 เครื่องเจียรไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 5 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 7,700 บาท
- 4.3.14 เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง ขนาดไม่น้อยกว่า 130 บาร์ จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 18,450 บาท
- 4.3.15 เครื่องเลื่อยวงเดือน ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 4,120 บาท
- 4.3.16 ตู้อบลมร้อนขนาดไม่น้อยกว่า 115 ลิตร จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 62,000 บาท
- 4.4 ชุดทดสอบกำลังต้านทางแรงบิดขนาดไม่น้อยกว่า 300 N-m จำนวน 1 ชุด วงเงิน 1,206,000 บาท
 - 4.4.1 เครื่องทดสอบกำลังต้านทางแรงบิด จำนวน 1 ชุด วงเงิน 478,140 บาท
 - 4.4.2 ชุดเชื่อมโลหะระบบอินเวอร์เตอร์ จำนวน 6 ชุด วงเงิน 132,000 บาท
 - 4.4.3 เครื่องรีดไม้ ขนาดไม่น้อยกว่า 13 นิ้ว จำนวน 1 ชุด วงเงิน 21,500 บาท
 - 4.4.4 สว่านไฟฟ้าไร้สาย Professional จำนวน 2 ชุด วงเงิน 9,800 บาท
 - 4.4.5 เครื่องเจาะเดือยไม้ จำนวน 1 ชุด วงเงิน 35,600 บาท
 - 4.4.6 เอฟแคลมป์ (F) จำนวน 24 ชุด วงเงิน 43,680 บาท
 - 4.4.7 เครื่องซั่งน้ำหนักดิจิตอล ความละเอียดสูง จำนวน 6 เครื่อง วงเงิน 28,380 บาท
 - 4.4.8 ชุดหาค่ากำลังรับแรงอัดคอนกรีตแบบไม่ทำลาย จำนวน 2 ชุด วงเงิน 52,600 บาท
 - 4.4.9 ชุดตรวจสอบความสมบูรณ์เสาเข็มแบบไดนามิก จำนวน 1 ชุด วงเงิน 182,200 บาท
 - 4.4.10 Hand lift รับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 1 ตัน จำนวน 1 ตัว วงเงิน 32,000 บาท
 - 4.4.11 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก สำหรับงานประมวลผล จำนวน 3 ชุด วงเงิน 66,000 บาท
 - 4.4.12 เครื่องฉายมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ ระดับ XGA จำนวน 2 เครื่อง วงเงิน 67,200 บาท
 - 4.4.13 จอรับภาพชนิดมอเตอร์ ขนาดไม่น้อยกว่า 150 นิ้ว จำนวน 2 เครื่อง วงเงิน 48,600 บาท
 - 4.4.14 เลื่อยฉลุแท่น จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 8,300 บาท
- 4.5 ชุดทดสอบการซึมผ่านของคลอไรด์ในคอนกรีต พร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด วงเงิน 1,092,000 บาท
 - ประกอบด้วย
 - 4.5.1 ทดสอบการซึมผ่านของคลอไรด์ในคอนกรีต จำนวน 1 ชุด วงเงิน 491,700 บาท
 - 4.5.2 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก สำหรับงานประมวลผล จำนวน 2 ชุด วงเงิน 44,000 บาท
 - 4.5.3 เครื่องขีดกระดาษทรายแบบสัน จำนวน 2 เครื่อง วงเงิน 9,000 บาท
 - 4.5.4 เครื่องขีดกระดาษทรายแบบสายพราน จำนวน 2 เครื่อง วงเงิน 16,400 บาท
 - 4.5.5 เครื่องพิมพ์เอกสาร แบบมัลติฟังก์ชันเลเซอร์ จำนวน 4 เครื่อง วงเงิน 78,000 บาท
 - 4.5.6 เครื่องเขาระ่อง (เร้าเตอร์) ขนาดไม่น้อยกว่า ¼ นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 3,100 บาท
 - 4.5.7 สว่านไฟฟ้า 2 ระบบ จำนวน 2 เครื่อง วงเงิน 6,200 บาท
 - 4.5.8 สว่านไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 350 วัตต์ จำนวน 2 เครื่อง วงเงิน 3,600 บาท

4.5.9 เครื่องมือวัดและบันทึกสัญญาณ จำนวนไม่น้อยกว่า 50 ช่องสัญญาณ จำนวน 1 ชุด
วงเงิน 440,000 บาท

5. คุณสมบัติเฉพาะ (Specification) ชุดปฏิบัติการสำรวจและทดสอบโครงสร้างทางวิศวกรรมโยธา ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม จำนวน 1 ชุด

5.1 กล้องประมวลผลรวม (Total Station) จำนวน 2 ชุด

5.1.1 เป็นชุดฝึกเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาคุณสมบัติของวัสดุทางวิศวกรรมโยธา ก่อนนำไปใช้ในงานคำนวณออกแบบและก่อสร้างสิ่งก่อสร้างต่างๆ ทางด้านวิศวกรรมโยธา เช่น งานดิน งานแหล่งน้ำ งานสำรวจ งานอาคาร งานถนน งานโครงสร้างต่างๆ เป็นต้น รวมทั้งยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโครงสร้างทางวิศวกรรมโยธาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้อีกด้วย เพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาดังกล่าวทางด้านวิศวกรรมโยธา และให้เป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล

5.1.2 ระบบการวัดระยะทาง (Distance Measurement)

- วัดโดยใช้ปริซึมได้ 4 กม. [$\pm(1.5\text{mm}+2\text{ppm} \times D)\text{mm}$]
- วัดไม่ใช้ปริซึมได้ 500 ม. [$\pm(2\text{mm}+2\text{ppm} \times D)\text{mm}$]
- วัดแบบละเอียด Fine ได้ในเวลา 1.5 วินาที

5.1.3 ระบบการวัดมุม (Angle Measurement)

- ความละเอียดถูกต้องของค่ามุม (Accuracy) 5 พิลิปดา
- แสดงค่ามุมได้ละเอียด Minimum Reading 1 พิลิปดา
- ระบบอัตโนมัติทั้งสองแกน Dual-axis มีย่าน ± 6 ลิปดา

5.1.4 ระบบกล้องส่อง (Telescope)

- กำลังขยายภาพไม่น้อยกว่า 30 เท่า เลนส์ปากกล้องกว้าง 45 มม.
- กล้องส่องหมุดตั้งกำลังขยาย 3 เท่า เห็นใกล้สุด 0.5 ม.
- ความไวหลอดระดับน้ำฟองกลม 10 ลิปดาต่อ 2 มม.
- ความไวระดับน้ำกราฟิกแสดงผลบนหน้าจอ 6 ลิปดา
- ตัวกล้องป้องกันฝุ่นและน้ำในระดับมาตรฐาน IP66

5.1.5 ระบบการควบคุม, การแสดงผล, โอนถ่ายข้อมูล

- จอแสดงผลหนึ่งหน้าจอ แบบ Graphic LCD
- บันทึกข้อมูลภาคสนามลงในตัวเครื่องได้ไม่น้อยกว่า 50,000 จุด
- ช่องเสียบ USB แฟลชไดรฟ์บันทึกข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 32 GB
- ช่องเสียบต่อโอนถ่ายข้อมูลแบบ RS-232C
- แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ใช้ได้นาน 14 ชั่วโมง

5.1.6 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

- ปริซึมชนิดติดตั้งฐานกลิ้ง พร้อมขาตั้ง
- ปริซึมชนิดติดตั้งโพล พร้อมโพลสเกล
- ขาตั้งชนิดอลูมิเนียมสำหรับติดตั้งตัวกลิ้ง
- กล้องบรรจุทำด้วยพลาสติก พร้อมสายสะพาย
- แบตเตอรี่ พร้อมเครื่องชาร์จ
- USB แฟลชไดรฟ์ บันทึกข้อมูล 16 GB

5.2 ชุดเครื่องบดตัวอย่างละเอียดแบบ (Planetary Ball Mill) จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

5.2.1 เครื่องบดตัวอย่างละเอียด จำนวน 1 ชุด

- 5.2.1.1 เป็นเครื่องบดตัวอย่างละเอียดทั้งแบบแห้งและแบบเปียก โดยอาศัยการเคลื่อนที่ของจานหมุน (Sun wheel) สวน ทางกับโถบดตัวอย่าง (Grinding jar) ในอัตราส่วน 1:-2 ทำให้ลูกบอล (Grinding ball) ที่อยู่ในโถบดตัวอย่างเกิดการเคลื่อนที่แบบ Coriolis forces จึงเกิดแรงเสียดสี (Friction force) และแรงกระแทก (Impact force) ทำให้การบดลดขนาด ที่ได้มีประสิทธิภาพสูง
- 5.2.1.2 เป็นเครื่องตั้งโต๊ะประกอบด้วย 2 Grinding stations สามารถใช้กับโถบดตัวอย่างได้ ขนาดใหญ่สุดไม่น้อยกว่า 125 มล. (กรณีเลือกเป็นอุปกรณ์ประกอบ)
- 5.2.1.3 สามารถใส่ตัวอย่างใหญ่สุดก่อนบด (Feed size) ไม่เกิน 4 มม. และสามารถบดลดขนาด (Fineness size) สูงสุดละเอียดกว่า 1 ไมครอน ซึ่งขึ้นกับชนิดของตัวอย่าง ชนิดของวัสดุที่ใช้บด และการตั้งค่าการทำงานของเครื่อง
- 5.2.1.4 สามารถบดตัวอย่างได้ 2 ตัวอย่างพร้อมกัน ปริมาตรแต่ละตัวอย่างได้สูงสุดถึง 50 มล. (กรณีเลือกเป็นอุปกรณ์ ประกอบ)
- 5.2.1.5 ความเร็วของจานหมุน (Sun wheel speed) สามารถปรับได้ตั้งแต่ 100 -650 รอบต่อนาที และความเร็วของโถบด ตัวอย่างสูงสุดอยู่ที่ 1300 รอบต่อนาที
- 5.2.1.6 มีปุ่มเริ่มการทำงาน (Start) หยุดการทำงาน(Stop) และปุ่มเปิดฝาเครื่อง การตั้งค่าและเรียกค่าขึ้นมาเพื่อใช้ทำได้ สะดวกสบายโดยใช้เพียงปุ่มเดียว (1-Button operation) เช่น ความเร็ว เวลาในการบด ภาษา เป็นต้น จะแสดงบนหน้าจอกกราฟิก (Graphic display)
- 5.2.1.7 สามารถตั้งโปรแกรมในการทำงานได้ 10 โปรแกรม สามารถตั้งเวลาการทำงานได้ ถึง 99 ชั่วโมง 59 นาที 59 วินาที และสามารถตั้งเวลาการทำงานล่วงหน้าได้ถึง 99 ชั่วโมง จึงเหมาะสมกับการทำงานเป็นเวลานานหรือต่อเนื่อง
- 5.2.1.8 สามารถตั้งการทำงานแบบหน่วงเวลา (Interval) ได้ถึง 99 ชั่วโมง 59 นาที 59 วินาที และตั้งเวลาในการหยุดได้ถึง 99 ชั่วโมง 59 นาที 59 วินาที และหลังจากการหน่วงเวลา สามารถเลือกให้เครื่องหมุนในทิศทางเดิม หรือ ทิศตรงข้าม

- 5.2.1.9 ฝาเครื่อง (Housing cover) จะมีตัวเซนเซอร์อยู่ เมื่อปิดฝาเครื่องลงมาตัว cover closure จะทำงานและล็อกฝาเครื่องอัตโนมัติเพื่อป้องกันการทำงานโดยฝาเครื่องไม่ถูกปิดสนิท และเมื่อเครื่องสิ้นสุดการทำงานฝาเครื่องจะยกขึ้นอัตโนมัติซึ่งจะสามารถเปิดได้เมื่อเครื่องมอเตอร์หยุดการทำงานแล้วเท่านั้น
- 5.2.1.10 จานรองโอบดตัวอย่าง (Milling cup plate) จะมีปุ่ม (Pin) ที่ใช้ยึดกับรูของโอบดตัวอย่าง เพื่อป้องกันโอบด ตัวอย่างหมุนระหว่างการทำงาน และมีโอบดตัวอย่างทำด้วย Stainless steel ขนาดไม่น้อยกว่า 125 มม. จำนวน 2 ชุด
- 5.2.1.11 โอบดตัวอย่างมีที่จับ (Gripping edge) ทั้งที่ฝาปิด และตัวโอบดตัวอย่างเพื่อความปลอดภัยในการจับ โอบดถูก หุ้มภายนอกด้วยสแตนเลสสตีล มีระบุชนิดของวัสดุ และขนาดอย่างชัดเจนจึงง่ายในการจำแนก และมีลูกบอลทำด้วย Stainless steel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มม. จำนวน 36 ลูก
- 5.2.1.12 มี Quick-action clamping device ยึดโอบดตัวอย่างเข้ากับจานรองโอบดตัวอย่างได้ ง่าย ปลอดภัย ล็อกและ คลายล็อกโดยดันทวงสีแดง (Red sleeve) ขึ้นแล้วหมุนด้าม 3 แฉก (3-star handle) ไปทางขวาหรือซ้าย

5.2.2 เครื่องบดวัสดุขนาดเล็ก จำนวน 1 ชุด

- 5.2.2.1 เป็นเครื่องบดชิ้นงาน หิน แร่ และวัสดุอื่นๆ สามารถบดวัสดุก้อนใหญ่สุดได้ไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร และบดได้ละเอียดวัสดุได้ขนาดเล็กกว่าขนาดเดิม หรือดีกว่า
- 5.2.2.2 สามารถบดวัสดุได้ไม่น้อยกว่า 15 กิโลกรัม ต่อ ชั่วโมง
- 5.2.2.3 ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า $220 \pm 10\%$ โวลท์ 1 เฟส , 50 เฮิร์ต

5.2.3 เครื่องตัดวัสดุเลื่อยสายพานขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว จำนวน 1 ชุด

- 5.2.3.1 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ไม่น้อยกว่า 900 W มีระบบกำจัดฝุ่น
- 5.2.3.2 น้ำหนักไม่น้อยกว่า 81.2 KG(179.0 LBS) ตัดหนาได้ไม่น้อยกว่า 165 มม. ระยะการตัดไม่น้อยกว่า 305 มม. หรือ 12 นิ้ว
- 5.2.3.3 ขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 615 มม. ความสูงไม่น้อยกว่า 1,600 มม. มีไฟส่องสว่างในตัว

5.2.4 ชุดไสงานไม้ จำนวน 50 ชุด

- 5.2.4.1 กบไสไม้ (Wood Planes) ชนิดกบข้างกลาง ทำจากไม้ชิงชัน(ไม้เนื้อแข็ง) ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว หูกบและลิ้มทำจากไม้ชิงชัน (ไม้เนื้อแข็ง) ใบกบขนาดไม่น้อยกว่า $1 \frac{3}{4}$ นิ้ว พร้อมเหล็กประกบ คานรับใบกบทำจากเหล็กหรือสแตนเลสเป็นด้ามรับ รูท่อกบมีคานทองเหลือง หรือเหล็กรับด้านล่าง

5.2.5 ชุดใส่ไม้ไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว จำนวน 2 ชุด

5.2.5.1 ใช้ใส่ไม้ ให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ ใช้ลบลคมลบลเปลี่ยนไม้ ทำงานสะดวกและเคลื่อนย้ายง่าย Duple Insulation/ฉนวนสองชั้น Dust Collecting/พัดลมระบายอากาศ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ไม่น้อยกว่า 620 วัตต์ หน้ากว้างการใส่ไม้ ไม่น้อยกว่า 82 มม. หรือ (3-1/4") กบกินเนื้อไม้ลึกไม่น้อยกว่า 2.5 มม. ความเร็วรอบขณะเดินเครื่องเปล่า ไม่น้อยกว่า 17,000 รอบ/นาที ขนาด(ย*ก*ส) ไม่น้อยกว่า 285*158*158 มม. น้ำหนักไม่น้อยกว่า 2.6 กก. ความยาวสายไฟไม่น้อยกว่า 2.00 ม.

5.2.6 ชุดตัดวัสดุขนาดเล็ก จำนวน 4 ชุด

5.2.6.1 ขนาดใบตัดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว

5.2.6.2 สวิตช์อยู่ตรงกลาง สะดวก ใช้งานง่าย เหมาะสำหรับการใช้งานทั้งผู้ถนัดซ้ายและขวา ด้ามจับขนาดกะทัดรัด จับง่าย สะดวกมือ ฉนวน 2 ชั้น

5.2.6.3 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 840W ความเร็วรอบตัวเปล่าไม่น้อยกว่า (rpm) 11,000

5.2.6.4 น้ำหนักสุทธิไม่น้อยกว่า 2.0 กก.(4.3 ปอนด์)

5.2.7 ชุดเครื่องปรับอากาศแบบแขวนพร้อมติดตั้ง ขนาดไม่น้อยกว่า 36,000 BTU จำนวน 4 ชุด

5.2.7.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า 36,000 BTU

5.2.7.2 เป็นเครื่องปรับอากาศระบบ Inverter

5.2.7.3 ต้องได้รับการรับรองผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5

5.2.7.4 พร้อมติดตั้งในจุดที่คณะกรรมการฯ กำหนดให้สามารถใช้งานได้

5.2.8 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก สำหรับงานประมวลผล จำนวน 2 ชุด

5.2.8.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) จำนวน 1 หน่วย โดยมีคุณลักษณะ อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้

1) ในกรณีที่มีหน่วยความจำ แบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน

ขนาดไม่ น้อยกว่า 4 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า

2.3 GHz และมีหน่วย ประมวลผลด้านกราฟิก (Graphics Processing Unit)

ไม่น้อยกว่า 10 แกน หรือ

2) ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน

ขนาดไม่ น้อยกว่า 6 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า

1.8 GHz และมีเทคโนโลยี เพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถ

ในการประมวลผลสูง

5.2.8.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

5.2.8.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด

Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 GB จำนวน 1 หน่วย

5.2.8.4 มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,366 x 768 Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว

5.2.8.5 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

5.2.8.6 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.8.7 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน 1 ช่อง

5.2.8.8 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n, ac) และ Bluetooth

5.2.9 เครื่องฉายมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ ระดับ XGA จำนวน 1 เครื่อง

5.2.9.1 ระดับความละเอียดของภาพ XGA ไม่น้อยกว่า 4,000 ANSI LUMENS

5.2.9.2 เป็นเครื่องฉายภาพเลนส์เดี่ยวสามารถต่อกับอุปกรณ์เพื่อฉายภาพจากคอมพิวเตอร์และวีดีโอ

5.2.10 จอรับภาพชนิดมอดเตอร์ ขนาดไม่น้อยกว่า 150 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง

5.2.10.1 ขนาดเส้นทแยงมุมไม่น้อยกว่า 150 นิ้ว

5.2.10.2 จอม้วนเก็บในกล่องได บังคับจอ ขึ้น-ลง ด้วยสวิตช์ หรือรีโมทคอนโทรล ใช้ไฟ AC 220 V 50 เฮิร์ตซ์

5.2.10.3 พร้อมติดตั้งในจุดที่คณะกรรมการฯ กำหนดให้สามารถใช้งานได้

5.2.1.11 เครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต แบบที่ 2 จำนวน 1 เครื่อง

5.2.11.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) - มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

5.2.11.2 มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB - มีหน้าจอสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 9.7 นิ้ว และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 2,048 x 1,536 Pixel

5.2.11.3 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (802.11b, g, n, ac), Bluetooth และ GPS

5.2.11.4 มีอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบ 4G หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายในตัวเครื่อง (built-in)

5.2.11.5 มีอุปกรณ์การเขียนที่สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต

5.2.11.6 มีกล้องด้านหน้าความละเอียดไม่น้อยกว่า 1.2 Megapixel

5.2.11.7 มีกล้องด้านหลังความละเอียดไม่น้อยกว่า 8 Megapixel

5.2.1.12 ตู้เหล็กเก็บเอกสาร บานกระจก+ทึบ จำนวน 24 ตู้

5.2.12.1 ส่วนบนเป็นบานเปิดแบบกระจกใส บานด้านล่างเป็นลักษณะบานเปิดทึบ

ขนาดไม่น้อยกว่า ยาว 85 ซม. กว้าง 39 ซม. สูง 180 ซม. ชั้นวางปรับระดับได้ มีกุญแจล็อกบานประตูได้

5.3 ชุดทดสอบแรงกด ขนาดไม่น้อยกว่า 10 ตัน (100 กิโลนิวตัน) จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

5.3.1 เครื่องทดสอบการต้านทานกำลังอัด, ตัด, และดึง จำนวน 1 ชุด

- 5.3.1.1 เป็นเครื่องทดสอบแบบตั้งพื้นที่สามารถใช้ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุ เช่น ทดสอบแรงดึง (Tension), แรงอัด(Compression),แรงดัดโค้ง(Bending)โดยสามารถทดสอบแรงได้ไม่น้อยกว่า 100 กิโลนิวตัน (10 ตัน) โดยมี ช่วงการวัดแบบ Real Time ได้ตลอดช่วง จนถึงขนาด 100 กิโลนิวตัน
- 5.3.1.2 โครงสร้างของเครื่องเป็นแบบ 2 เสา โดยแต่ละด้านประกอบด้วย Ball Screw Column มีระบบการขับเคลื่อนที่ (Drive System) ชนิดเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)
- 5.3.1.3 มีระยะความกว้างระหว่างเสาน้อยกว่า 600 มิลลิเมตร และมีระยะการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตร (Crosshead Travel)
- 5.3.1.4 มีชุดควบคุมการเคลื่อนที่ ของ Crosshead แบบ Servo control พร้อมปุ่มควบคุมการเคลื่อนที่แบบ Jogging Speed ที่หน้ากล่องควบคุมช่วยให้การปรับตำแหน่ง Crosshead ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น
- 5.3.1.5 โปรแกรมใช้ในการควบคุมการทดสอบและคำนวณประมวลผล ใช้ร่วมกับโปรแกรม วินโดว์ 10 หรือดีกว่า
- 5.3.1.6 สามารถปรับตั้งความเร็วในการเคลื่อนที่ของคานทดสอบ (Crosshead) ได้ตั้งแต่ 10-150 มิลลิเมตร/นาที ที่ทุก ช่วงแรง
- 5.3.1.7 มีระบบ Specimen Protect ซึ่งผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าแรงสูงสุดที่จะกระทำต่อชิ้นทดสอบเพื่อป้องกันไม่ให้ ชิ้นทดสอบเสียหายในระหว่างเตรียมการทดสอบหรือก่อนที่จะเริ่มทำการทดสอบ
- 5.3.1.8 มีระบบ Over-stroke Limit เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่เกินค่าที่กำหนดไว้ และมีปุ่มหยุดฉุกเฉิน(Emergency stop switch) เพื่อสามารถหยุดการทำงานของเครื่องได้สะดวกและปลอดภัย
- 5.3.1.9 มีระบบป้องกันการเกิดอันตรายกับโหลดเซลล์ (Load Cell) และระบบคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องจะตัดการทำงาน อย่างอัตโนมัติ ด้วยระบบตัดการทำงานของเครื่องที่ได้มีการตั้งค่าความปลอดภัยไว้ (Over the Safety Capacity)
- 5.3.1.10 กล่องควบคุม (Control Box) มีช่องส่งสัญญาณออกแบบอะนาล็อก (Analog Output) เพื่อให้สามารถส่งสัญญาณของแรงและระยะยืดจากเครื่องทดสอบฯ ไปสู่ชุดบันทึกข้อมูล (Data Logger) ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกโดยเป็นการบันทึกแบบ Real Time ได้เพื่อประโยชน์ในการนำข้อมูลไปใช้ในงานวิเคราะห์วิจัยและพัฒนา โดยจะต้องมีภาพประกอบมาแสดง โดยยื่นเสนอมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

5.3.1.11 เครื่องทดสอบจะหยุดการทำงานอย่างอัตโนมัติในพื้นที่ หากขึ้นทดสอบขาดหรือเกิดความเสียหาย

5.3.1.12 ใช้ไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์, 50/60 เฮิรตซ์ หรือ 3 เฟส 380 โวลต์, 50/60 เฮิรตซ์

5.3.1.13 ชุดทดลองโครงสร้าง

- 1) ชุดโครงสร้างทดสอบ มีขนาดไม่น้อยกว่า ยาว 1,055 มม. x กว้าง 415 มม. x สูง 290 มม.
- 2) มีคานทดสอบแบบบอนด์คอนกรีตเสริมเหล็ก และมีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 95 x 45 มม.
- 3) ชุดโครงสร้างทดสอบสามารถปรับระดับได้ไม่น้อยกว่า 15 มม.
- 4) มีตัวยึดชุดทดลองแบบสปริงที่สามารถถอดหรือประกอบเข้ากับชุดทดลองได้สะดวก รวดเร็ว และมีตัวยึดชุดทดลองไม่น้อยกว่า 15 ตำแหน่ง
- 5) ชุดโครงสร้างทดสอบสามารถปรับระดับได้ไม่น้อยกว่า 15 มม
- 6) มีชุด USB Interface Hub ยึดติดกับชุดโครงสร้างทดสอบที่มีความแข็งแรงและสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยแสดงผลผ่านโปรแกรม Versatile Data Acquisition System (VDAS) ซึ่ง USB Interface Hub และซอฟต์แวร์ มีเครื่องหมายการค้า เดียวกันกับชุดทดลอง ชุด USB Interface Hub มีช่อง Digital Inputs ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง และ มีช่อง DTI ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และ มีช่อง USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง สามารถบันทึกค่าผลการทดลองในรูปแบบไฟล์ Comma Separated Values (CSV)

5.3.1.14 ชุดทดสอบโมเมนต์การดัดของคาน เป็นชุดทดสอบที่แสดงทฤษฎีพื้นฐานการทดสอบ ความโค้งที่คาน ติดตั้งบนชุดโครงสร้างทดสอบ และเชื่อมต่อกับหน่วยเก็บข้อมูลและซอฟต์แวร์ของชุดโครงสร้างทดสอบ ชุดทดสอบประกอบด้วยชุดโครงสร้างซึ่ง มีจุดตัด และมี Electronic load cell สำหรับวัดค่าที่กระทำ

- มีตำแหน่งสำหรับแขวนโหลดเซลล์ไม่น้อยกว่า 14 ตำแหน่ง ในช่วงระยะห่าง 50 มม.
- มีความยาวของ Moment Arm ไม่น้อยกว่า 750 มม. และมี span ไม่น้อยกว่า 450 มม.
- มีกลไกการหมุนที่ยึดติดกับตลับลูกปืนทำให้สามารถหมุนได้
- ค่าการวัดแรงขณะใช้โหลดเซลล์ มีค่า Range ไม่น้อยกว่า +/- 25 N มีค่า Rated capacity ไม่น้อยกว่า 3 kg. มีค่า Rated output ไม่น้อยกว่า 2.0 mV/V มีค่า Rate output tolerance ไม่น้อยกว่า +/- 0.2 mV/V มีค่า Zero return, 30min ไม่น้อยกว่า +/- 0.05 % of applied load มีค่า Total error ไม่น้อยกว่า +/- 0.03 % of rated output มีค่า IP66 rated

5.3.1.15 Load cell ขนาดไม่น้อยกว่า 100 กิโลนิวตัน สามารถวัดแรงได้ทั้งแรงดึงและแรงกด ในตัวเดียวกัน โคนสามารถทดสอบช่วงแรงได้ตั้งแต่ 10 kN-100 kN โดยมีความผิดพลาดไม่เกิน $\pm 0.5\%$ ของค่าที่อ่านได้ตลอดช่วงตามมาตรฐาน ISO 7500-1 หรือ ASTM E4

- 5.3.1.16 อุปกรณ์แรงดึงแบบ wedge Type Grip จับทดสอบแรงดึงสูงสุดได้ 100 กิโลนิวตัน ชุดปากจับชิ้นงานแบนที่มีความหนาตั้งแต่ 0-20 มิลลิเมตร ชุดปากจับชิ้นงานกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 4-20 มิลลิเมตร
- 5.3.1.17 อุปกรณ์ประกอบการทดสอบแรงกด (Compression Test) สามารถทดสอบแรงกดสูงสุดได้ 100 กิโลนิวตัน แผ่นกดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม.
- 5.3.1.18 อุปกรณ์ประกอบการทดสอบแรงกดแบบ Three Point Bending Test Jig สำหรับชิ้นงานโลหะ จำนวน 1 ชุด
- สามารถทดสอบแรงกดสูงสุดได้ 100 กิโลนิวตัน
- 5.3.1.19 เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานตัวเครื่อง พร้อมโปรแกรมควบคุมการทำงาน มีคุณสมบัติ ดังนี้
- มีหน่วยประมวลผลกลางทุกชนิด Intel Core I5 ความเร็ว 2.4 GHz หรือดีกว่า
 - มีฮาร์ดดิสก์ 1 TB
 - มี DVD-RW มีหน่วยความจำ RAM 8 GB
 - จอภาพชนิด LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 21 นิ้ว
 - มีโปรแกรม เพื่อใช้สำหรับการควบคุมการทดสอบ และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยจะต้องมีภาพประกอบมาแสดง โดยยื่นเสนอมาพร้อมกับกรีนข้อเสนอนที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เช่น สามารถควบคุมการทดสอบแบบแรงดึง, แรงกด, แรงดัดโค้ง ได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ สามารถแสดงผลในรูปแบบ ของกราฟ ได้ในขณะที่ทำการทดสอบโดยเลือกกำหนดค่าของแกน ได้ดังนี้คือ Stress-Strain, Load-Elongation, Load-Time, Stress-Time, Strain-Time, Elongation-Time หรือ มากกว่าตลอดช่วงการทดสอบแบบ (Real Time) สามารถนำข้อมูลที่ได้ออกบันทึกไว้ในเครื่องและประยุกต์ใช้ร่วมกับโปรแกรมบางประเภท ได้ เช่น Microsoft Word, Microsoft Excel เป็นต้น
- 5.3.1.20 เครื่องพิมพ์ผลจากคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานตัวเครื่อง แบบเลเซอร์ สี จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติ ดังนี้
- มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 600 x 600 dpi
 - มีความเร็วในการพิมพ์ขาวดำ ไม่น้อยกว่า 18 หน้าต่อนาที (ppm)
 - มีความเร็วในการพิมพ์สี ไม่น้อยกว่า 18 หน้าต่อนาที (ppm)
 - สามารถพิมพ์เอกสารกลับหน้าหลังอัตโนมัติได้
 - มีหน่วยความจำ (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 128 MB
 - มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่าจำนวน 1 ช่อง หรือสามารถใช้งานเครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi) ได้
- มีอัตราใส่กระดาษไม่น้อยกว่า 250 แผ่น

5.3.2 เครื่องมือสำรวจทางอากาศ จำนวน 2 ชุด

- 5.3.2.1 เป็นอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ชนิดหลายใบพัด
- 5.3.2.2 มีขนาดไม่รวมใบพัดไม่น้อยกว่า 605 มม.
- 5.3.2.3 มีน้ำหนักรวมแบตเตอรี่และใบพัดไม่มากกว่า 4,000 g
- 5.3.2.4 ระบบแบตเตอรี่เป็น แบบ LiPo 6S High voltage battery, 22.8V, 4280mAh จำนวน 4 ก้อน
- 5.3.2.5 มีเครื่องชาร์จแบบ 180W Flight Battery Charger รีโมทชาร์จไฟผ่านพอร์ต
- 5.3.2.6 มีความเร็วสูงสุดในการบินไม่น้อยกว่า 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- 5.3.2.7 ระบบรักษาตำแหน่ง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.3.2.7.1 มีระบบรักษาตำแหน่งภายนอกอาคารแบบ ระบุตำแหน่ง โดยใช้ GPS+GLONASS
 - 5.3.2.7.2 มีระบบรักษาตำแหน่งภายในอาคารแบบ ใช้อัลตราโซนิกและภาพจากกล้อง ในการระบุตำแหน่ง (ในกรณีที่ไม่ได้มีสัญญาณ GPS) มีความคลาดเคลื่อน ในการรักษาตำแหน่งในแนวตั้งไม่น้อยกว่า ± 0.1 ม. (เมื่อใช้ระบบ Vision Positioning) หรือไม่น้อยกว่า ± 0.5 ม., ในแนวราบไม่น้อยกว่า ± 1.5 ม.
- 5.3.2.8 ระบบกล้อง
 - 5.3.2.8.1 มีเซ็นเซอร์รับภาพแบบ CMOS ขนาด 4/3" Effective Pixels: 20.8MP หรือดีกว่า
 - 5.3.2.8.2 ความละเอียดของภาพวิดีโอไม่น้อยกว่า C4K:4096×2160,4K:3840×2160,2.7K: 2720×1530
 - 5.3.2.8.3 มีขนาดของภาพ ไม่น้อยกว่า 5280×3956 พิกเซล
 - 5.3.2.8.4 การเปลี่ยนฟิลเตอร์ สามารถทำได้โดยการถอดเปลี่ยน ND filter
- 5.3.2.9 ระบบรีโมทคอนโทรลและระบบส่งภาพ
 - 5.3.2.9.1 มีระยะทางควบคุมสูงสุด ไม่น้อยกว่า 7,000 เมตร (กลางแจ้งและไม่มีสิ่งกีดขวาง) มีระบบส่งภาพแบบ DJI Lightbridge
 - 5.3.2.9.2 มีขีดเรทสูงสุดในการส่งภาพไม่น้อยกว่า 100 Mbps
 - 5.3.2.9.3 มีปุ่มควบคุมการกลับตำแหน่ง โดยอัตโนมัติ (RTH), บันทึกภาพเคลื่อนไหว และภาพนิ่ง สามารถดูภาพย้อนหลังได้, ปรับมุมมองของกล้องได้, ตั้งค่าอิสระได้ 2 ปุ่ม
 - 5.3.2.9.4 มีโหมดการบินแบบ Follow Me, Point of Interest, Waypoints, CourseLo

5.3.3 ชุดทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์ จำนวน 1 ชุด

- 5.3.3.1 ขวดแก้วใสหาความถ่วงจำเพาะ (Le Chatelier Flask) มีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 มิลลิลิตร ภาชนะตัดขวางเป็นวงกลม คอขวดสูง คอขวดช่วงล่างเป็นกระเปาะ มีสเกลอ่านค่าบริเวณคอขวด ด้านล่าง อ่านได้ 0 ถึง 1 มิลลิลิตร และจากคอขวดด้านบน ตั้งแต่ 18 ถึง 24 มิลลิลิตร ขวดนี้จะมีค่าความละเอียด 0.1 มิลลิลิตร พร้อมจุกฝาขวด จำนวน 4 ใบ
- 5.3.3.2 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) ผนังภายนอกและภายในทำด้วยสแตนเลส มีฝาปิดด้านบน ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 26 ลิตร สามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำในอ่างจากอุณหภูมิปกติในห้องทดลองถึง 99 องศาเซลเซียส พร้อมเทอร์โมมิเตอร์แบบแสดงผลเป็นตัวเลขดิจิทัล เพื่อแสดงอุณหภูมิของน้ำในอ่าง ติดตั้งอย่างถาวรกับตัวอ่างน้ำ มีอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นเช่น สวิตช์เปิด-ปิด, ปุ่มตั้งอุณหภูมิและไฟสัญญาณแสดงการทำงานของเครื่อง ใช้กับไฟฟ้า 220 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ์ 1 เฟส จำนวน 1 เครื่อง
- 5.3.3.3 เครื่องชั่งแบบดิจิตอล ขนาดชั่งได้ไม่น้อยกว่า 3,000 กรัม อ่านละเอียด 0.1 กรัม จำนวน 1 เครื่อง
- 5.3.3.4 เหล็กปาดตัวอย่าง (Spatula) ใบปาดทำด้วยสแตนเลส มีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตร ด้ามจับทำด้วยไม้ จำนวน 4 อัน
- 5.3.3.5 ภาชนะตัวอย่างทำด้วยโลหะที่ไม่เป็นสนิม สำหรับใช้ประกอบกับอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ จำนวน 4 ใบ
- 5.3.3.6 กรวยแก้ว (Funnel) แบบก้านยาว ก้านสามารถหยั่งลงไปในขวดหาความถ่วงจำเพาะ เพื่อกรองตัวอย่างซีเมนต์ลงไปขวด และเทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้ว สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0 ถึง 100 องศาเซลเซียส จำนวน 4 อัน

5.3.4 ชุดทดสอบหาค่า Fineness Modulus ของทราย จำนวน 2 ชุด

- 5.3.4.1 เครื่องเขย่าตะแกรง Sieve (Shaker) จำนวน 1 เครื่อง สามารถใช้กับตะแกรงร่อนที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว สูงไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว ได้ไม่น้อยกว่า 7 ชั้น มีชุดขับเคลื่อนการสั่นสะเทือนเป็นชนิดมอเตอร์ขับเคลื่อนเพลายึดศูนย์กลางอยู่ในกล่องแท่นฐานของเครื่องอย่างมิดชิด สามารถตั้งเวลาทำงานได้ไม่น้อยกว่า 30 นาที แสดงค่าเวลาเป็นตัวเลขดิจิตอล ใช้กับไฟฟ้า 220-240 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ์ 1 เฟส
- 5.3.4.2 ชุดตะแกรงร่อนเป็นตะแกรงทองเหลืองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว ผืนตะแกรงทำด้วยเป็นสแตนเลส โดยขนาดของช่องรูตะแกรงและคุณภาพตรงตามมาตรฐาน ASTM E-11 โดยมีขนาดดังต่อไปนี้ เบอร์ 4, เบอร์ 8, เบอร์ 12, เบอร์ 16, เบอร์ 20, เบอร์ 30, เบอร์ 40, เบอร์ 50, เบอร์ 100, เบอร์ 200 และเบอร์ 325 พร้อมทั้งฝาปิดและภาชนะรอง จำนวนอย่างละ 1 อัน

5.3.5 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ จำนวน 2 เครื่อง

5.3.5.1 เป็นอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ โครงสร้างภายนอกและภายในตัวอ่างทำด้วยโลหะไร้สนิม ความจุไม่น้อยกว่า 22 ลิตร สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในตัวอ่างได้ตั้งแต่ 5°C เหนืออุณหภูมิห้องถึง 95°C ควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ แสดงค่าอุณหภูมิเป็นตัวเลขไฟฟ้า (LED) ใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์ 50 เฮิร์ต

5.3.6 ชุดทดสอบการหลุดลอก จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

5.3.6.1 ถาดสแตนเลสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร ขอบสูงประมาณ 1 เซนติเมตร จำนวน 2 ถาด

5.3.6.2 ตู้อบลมร้อนขนาดไม่น้อยกว่า 115 ลิตร จำนวน 1 เครื่อง ตัวตู้อบเป็นผนังสองชั้น แบบมีพัดลมภายใน ฉนวนกันความร้อนระหว่างผนัง ผนังภายนอกและบานประตู ทำด้วยเหล็กชุบหรือพ่นสีกันสนิมอย่างดี ผนังภายในทำด้วยโลหะไร้สนิม (Stainless Steel) ชั้นตะแกรงทำด้วยโลหะไร้สนิม (Stainless Steel) ลักษณะเป็นแผ่นที่มีการเสริมความมั่นคงแข็งแรงป้องกันการแอ่นตัวตรงกลางแบบลักษณะตกท้องช้าง จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชั้น ใช้ไฟฟ้า 220-240 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ์ 1 เฟส 1500 วัตต์

5.3.7 ชุดคัดแยกขนาดวัสดุมวลรวมหยาบ จำนวน 1 ชุด

5.3.7.1 โครงเครื่องเขย่าเป็นแบบตั้งพื้น ชุดตะแกรงร่อนสอดเป็นชั้นอยู่กับโครงมีแกล้มจับยึดชั้นตะแกรงให้แน่น สามารถล็อกและคลายได้ง่ายด้วยคันโยกด้าน บนเป็นฝาปิดทำด้วยแผ่นเหล็กติดบานพับ ปิด-เปิด

5.3.7.2 ขาดัง สามารถปรับแป้นหมุนให้ยันกับพื้นได้โดยการเหยียบที่แป้นกระดิ่งบริเวณฐานเครื่อง ตั้งระดับของเครื่องด้วยระดับฟองน้ำที่ติดตั้งมากับเครื่อง

5.3.7.3 ระบบให้การสั่นสะเทือน เป็นแบบมอเตอร์ขับเคลื่อนเพลลาเยื้องศูนย์กลางที่เชื่อมโยงกับแกนของชุดสั่นสะเทือน ประกอบติดตั้งอยู่ภายในกรอบเครื่องอย่างมิดชิด พร้อมอุปกรณ์ตั้งเวลาสามารถตั้งเวลาในการสั่นได้ไม่น้อยกว่า 60 นาที

5.3.7.4 ขนาดตะแกรง วัดภายนอก กว้าง x ยาว ไม่น้อยกว่า 14" x 14 1/2" ให้พื้นที่ช่องเปิดของรูตะแกรง ขนาดไม่น้อยกว่า 12" x 12"

5.3.7.5 มีตะแกรงไม่น้อยกว่า 7 ชั้น ขนาดช่องเปิดของรูตะแกรงขนาด 2", 1-1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" และ No.4 พร้อม ถาดรองฝุ่น จำนวนอย่างละ 1 อัน

5.3.8 ชุดปฏิบัติการงานคอนกรีตเพื่อทดสอบ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

5.3.8.1 ชุดอุปกรณ์สำหรับวัดการยุบตัว และขยายตัวของชิ้นงานทดสอบแบบ ทรงกระบอกตามมาตรฐาน ASTM C469 แสดงผลแบบตัวเลข สำหรับใช้ทดสอบกับชิ้นงานทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มม. สูง 300 มม. จำนวน 1 ชุด

5.3.8.2 ชุดอุปกรณ์สำหรับวัดระยะเวลาก่อตัวของคอนกรีต ตามมาตรฐาน ASTM C403 หรือเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM จำนวน 1 ชุด

- 5.3.8.3 ชุดอุปกรณ์สำหรับวัดระยะเวลาก่อตัวของปูนซีเมนต์ ตามมาตรฐาน ASTM จำนวน 1 ชุด
- 5.3.8.4 แบบหล่อคอนกรีตทำจากเหล็กหล่อทรงกระบอก ขนาดไม่น้อยกว่า (Concrete cylinder mold) 15 x 30 เซนติเมตร จำนวน 12 ชุด
- 5.3.8.5 แบบหล่อคอนกรีตทำจากเหล็กหล่อทรงสี่เหลี่ยม ขนาดไม่น้อยกว่า (Concrete cube mold) 15 x 15 x 15 เซนติเมตร จำนวน 12 ชุด
- 5.3.8.6 แบบหล่อซีเมนต์แบบ 3 หลุม (3 gang mold) ทำจากวัสดุเหล็ก ขนาดไม่น้อยกว่า 5 x 5 x 5 เซนติเมตร จำนวน 12 ชุด
- 5.3.8.7 เครื่องชั่งดิจิตอลขนาดไม่น้อยกว่า 30 กิโลกรัม จำนวน 4 เครื่อง
- 5.3.8.8 เครื่องผสมซีเมนต์แบบปรับความเร็วรอบได้ตามมาตรฐาน ASTM พร้อมอุปกรณ์สามารถผสมคอนกรีตได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 4.5 ลิตร จำนวน 1 เครื่อง
- 5.3.8.9 โต๊ะสั่นคอนกรีต มีขนาดโต๊ะสั่น ไม่น้อยกว่า 500 x 500 มิลลิเมตร รั้งน้ำหนักได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 100 กิโลกรัม ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 220 ± 10% โวลท์ 1 เฟส , 50 เฮิร์ต จำนวน 1 เครื่อง

5.3.9 ชุดโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้าง จำนวน 20 ชุด

- 5.3.9.1 สามารถออกแบบอาคารต้านแรงโน้มถ่วง / แรงลม / แผ่นดินไหว
- 5.3.9.2 สามารถนำผลคำนวณที่พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ไปเข้าเล่มเพื่อใช้เป็นรายการคำนวณประกอบแบบก่อสร้าง เพื่อขออนุญาตปลูกสร้างต่อทางราชการ เช่น กรุงเทพมหานคร เทศบาล ฯลฯ
- 5.3.9.3 มีรูปตัดแสดงรายละเอียดการเสริมเหล็กครบทุกโปรแกรม สามารถนำรูปตัด เหล่านั้นไป ตัดแปะทำเป็นต้นฉบับสำหรับถ่ายพิมพ์เขียวได้ ทำให้ไม่ต้องตรวจสอบต้นฉบับกระดาษไขว่าเขียนถูกต้องตามแบบร่างที่วิศวกรส่งให้ช่างเขียนหรือไม่
- 5.3.9.4 ประกอบด้วยโปรแกรมดังต่อไปนี้
- แผ่นพื้นทางเดียว, แผ่นพื้นสองทาง, แผ่นพื้นยื่น, แผ่นพื้นไร้คาน
 - บันไดทั่วไป, บันไดขานพักลอย, บันไดเวียน, บันไดยื่น
 - คาน (รับโมเมนต์บิดและโมเมนต์กระทำที่ Node ได้)
 - เสาศีเหลี่ยม รับโมเมนต์สองแกน (ทั้งเสาสั้นและเสายาว)
 - เสากลมปलอกเหลี่ยม รับโมเมนต์สองแกน (ทั้งเสาสั้นและเสายาว)
 - เสากลมปलอกเกลียว รับโมเมนต์สองแกน (ทั้งเสาสั้นและเสายาว)
 - ฐานรากเสาเข็ม รับโมเมนต์สองแกน
 - ฐานรากแผ่สี่เหลี่ยมจัตุรัส รับโมเมนต์สองแกน
 - ฐานรากแผ่สี่เหลี่ยมผืนผ้า รับโมเมนต์สองแกน

- วิเคราะห์โครงสร้างแบบ 2D-Frame (แรงโน้มถ่วง , แรงลม , แรงแผ่นดินไหว)
นำผลจากการวิเคราะห์ไปออกแบบ คาน, เสา และฐานราก การออกแบบเสาและ
ฐานรากในข้อ 4.10 นี้ โปรแกรมจะรวมน้ำหนักตามแนวแกนและโมเมนต์ทั้งสอง
แกนให้เอง

5.3.10 แท่นตัดเหล็ก จำนวน 1 เครื่อง

- 5.3.10.1 ใช้ได้กับใบตัดขนาดไม่น้อยกว่า 14 นิ้ว หรือ 355 มม. รูใบตัดขนาดไม่น้อยกว่า
25.4 มม. ความเร็วรอบขณะเดินเครื่องเปล่าไม่น้อยกว่า 3800 รอบ/นาที ขนาดการ
ตัดที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า 0° ไม่น้อยกว่า 100 x 196 มม. ขนาดการตัดที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส
0° ไม่น้อยกว่า 119 x 119 มม. ขนาดการตัดที่โปรไฟล์รูปตัว L 0° ไม่น้อยกว่า
130 x 130 มม. ขนาดการตัดที่สี่เหลี่ยมผืนผ้ามุมระนาบ 45° ไม่น้อยกว่า 107 x 115 มม.
ขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) ไม่น้อยกว่า 256 x 520 x 400 มม. พิกัดกำลังไฟไม่น้อยกว่า
2200 วัตต์ น้ำหนักรวมกล่องไม่น้อยกว่า 15 กก.

5.3.11 ปากกาจับชิ้นงานอเนกประสงค์ จำนวน 12 ชุด

- 5.3.11.1 ผลิตจากเหล็กหล่ออย่างดี สามารถใช้งานได้ 2 แบบ คือ จับชิ้นงานแผ่นเรียบต่างๆ ไป
กับจับท่อหรือวัสดุทรงกระบอกได้ถึง 3 นิ้วมาพร้อมฐานหมุนรอบ 360 องศา น้ำหนัก
ไม่น้อยกว่า 14.85 กก.ปากอ้าได้กว้างสูงสุดไม่เกิน 125 มม. คอเล็กไม่เกิน 70 มม.
ความยาวทั้งตัวเมื่อปากปิดสนิทไม่เกิน 425 มม.

5.3.12 แม่แรง แบบคานรูปตัวไอ (I-Beam) จำนวน 8 ชุด

- 5.3.12.1 ประกอบไปด้วยคานหน้าอัด 2 หน้า โดยปลายสุดของคานด้านหนึ่งจะมีสกรูสำหรับ
เลื่อนหน้าอัดหน้าหนึ่ง เข้าไปหาหน้าอัดอีกหน้าหนึ่ง ซึ่งสามารถเลื่อนไป-มา บนคาน
และล็อกด้วยสลักตามระยะที่ต้องการได้ ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 5 ฟุต

5.3.13 เครื่องเจียรไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 5 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง

- 5.3.13.1 พิกัดกำลังไฟ 1,900 W มีความเร็วรอบขณะเดินเครื่องเปล่า 2.800 – 11.500
รอบ/นาที กำลังไฟออก 1,220 W เกลียวที่แกนยึดแผ่นเจียร M 14 เส้นผ่าศูนย์กลาง
แผ่นเจียร 125 มม. แผ่นยางรอง, เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 125 มม.
เส้นผ่าศูนย์กลางของแปรงลวดรูปถ้วย 75 มม. ขนาดของเครื่องมือ (ยาว) 311 มม.
ขนาดของเครื่องมือ (สูง) 103 มม. น้ำหนัก 2.4 กก. สวิตช์ 2 ทาง

5.3.14 เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง ขนาดไม่น้อยกว่า 130 บาร์ จำนวน 1 เครื่อง

- 5.3.14.1 แรงดันสูงสุดไม่น้อยกว่า 130 บาร์ อัตราการไหลของน้ำสูงสุดไม่น้อยกว่า 520 ลิตร /
ชั่วโมง มีระบบตัดการทำงาน (Auto Stop) กำลังมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 2,200 วัตต์
มีระบบ Self-Priming ความยาวสายฉีดไม่น้อยกว่า 8 เมตร ขนาดรวมกล่องไม่น้อยกว่า
: 786x391x420 มม. น้ำหนักรวมกล่องไม่น้อยกว่า : 25 กก.

5.3.15 เครื่องเลื่อยวงเดือน ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง

- 5.3.15.1 พิกัดกำลังไฟ 1,100 W ความเร็วรอบขณะเดินเครื่องเปล่าไม่น้อยกว่า 5.200 รอบ/นาที น้ำหนักไม่น้อยกว่า 3.6 กก. เส้นผ่าศูนย์กลางของรูใบเลื่อยไม่น้อยกว่า 20 มม. เส้นผ่าศูนย์กลางใบเลื่อยไม่น้อยกว่า 184 มม. ความลึกของการเลื่อย ไม่น้อยกว่า (90°) 65 มม. ความลึกของการเลื่อยไม่น้อยกว่า (45°) 47 มม.

5.3.16 ตู้อบลมร้อน ขนาดไม่น้อยกว่า 115 ลิตร จำนวน 1 เครื่อง

ตัวตู้อบเป็นผนังสองชั้น แบบมีพัดลมภายใน ฉนวนกันความร้อนระหว่างผนัง ผนังภายนอกและบานประตู ทำด้วยเหล็กชุบหรือพ่นสีกันสนิมอย่างดี ผนังภายในทำด้วยโลหะไร้สนิม (Stainless Steel) ชั้นตะแกรงทำด้วยโลหะไร้สนิม (Stainless Steel) ลักษณะเป็นแผ่นที่มีการเสริม มีความมั่นคงแข็งแรงป้องกันการแอ่นตัวตรงกลางแบบ ลักษณะตกท้องช้าง จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชั้น ขนาดความจุภายในไม่น้อยกว่า 115 ลิตร ใช้ไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ 1 เฟส 1500 วัตต์

5.4 ชุดทดสอบกำลังต้านทางแรงบิดขนาดไม่น้อยกว่า 300 N-m จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

5.4.1 เครื่องทดสอบกำลังต้านทางแรงบิด จำนวน 1 ชุด

- 5.4.1.1 ตัวเครื่องทดสอบมีลักษณะการใช้งานเป็นแบบตั้งโต๊ะเหล็กที่มีการเคลือบสีกันสนิมอย่างดีและมีล้อสำหรับเคลื่อนย้ายได้สะดวกโดยมีชุดควบคุมการทำงานกับชุดกำเนิดแรงบิดวัสดุวางอยู่บนโครงเครื่องเดียวกัน
- 5.4.1.2 มีระบบการให้แรงบิดเป็นแบบเซอร์โวมอเตอร์พร้อมชุดควบคุมความเร็วรอบของแรงบิดได้จากคอมพิวเตอร์
- 5.4.1.3 ที่หน้าจอแสดงผลของคอมพิวเตอร์จะต้องสามารถแสดงค่ามุมของการทดสอบ
- 5.4.1.4 สามารถสร้างค่าแรงบิด (Torque) ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 300 นิวตัน-เมตร (Nm)
- 5.4.1.5 สามารถวัดค่าแรงบิด (Accurate torque measurement range) ตั้งแต่ 30 ถึง 300 นิวตัน-เมตร (Nm)
- 5.4.1.6 สามารถวัดมุมที่ทำการบิด (Max reading of torsion angle) ได้สูงสุด 9,999 องศา
- 5.4.1.7 สามารถวัดมุมที่ทำการบิด (Min reading of torsion angle) ได้ 1 องศา หรือดีกว่า
- 5.4.1.8 มีค่า Relative error ของการวัดค่าแรงบิดเท่ากับ $\pm 1.0\%$
- 5.4.1.9 สามารถทดสอบกับชิ้นงานทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ไม่น้อยกว่า 10 มม.
- 5.4.1.10 สามารถทดสอบกับชิ้นงานทดสอบขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 250 มม.
- 5.4.1.11 มีแท่นเหล็กพร้อมฝาตู้จำนวน 2 บานสำหรับวางเครื่องทดสอบและเก็บอุปกรณ์หรืออะไหล่ต่างๆในการทดสอบแรงบิดพร้อมล้อสำหรับการเคลื่อนย้าย
- 5.4.1.12 ชุดแสดงผลสามารถแสดงแบบ Automatic เพื่อใช้ในการทดลองแบบแตกหัก (Rod Breaks) โดยเครื่องทดสอบจะแสดงค่า Angle ที่ Maximum torque โดยอัตโนมัติ

- 5.4.1.13 หน้าจอชุดควบคุมแบบสัมผัส (Touch Screen) จะมีปุ่มกดเพื่อตั้งค่าเริ่มต้นและปุ่มสวิทช์ฉุกเฉิน, ปุ่มเลือกทิศทางการทดสอบ, ปุ่มปรับความเร็วการทดสอบ, ปุ่มสวิทช์เลือกทำงานแบบ Manual หรือ Computer แบบระบบ Touch Screen ซึ่งอยู่ในหน้าจอเดียวกัน
- 5.4.1.14 มีชุดโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์และการคำนวณหาค่าโมดูลัสแรงเฉือน (Shear Modulus) แบบอัตโนมัติและสามารถพิมพ์รายงานผลการทดสอบออกมาได้
- 5.4.1.15 ชุดทดสอบแรงบิด จำนวน 1 ชุด
- 1) ชุดทดลอง ประกอบด้วย Gearbox, Strain Head และ หัววัดแรงบิดติดตั้งอยู่บนฐาน Alloy ซึ่งสามารถปรับความสูงได้
 - 2) ชุด Gearbox มีค่าอัตราส่วน 60 : 1 โดยสามารถเคลื่อนที่ไปได้ตลอดแนวแกนและสามารถล็อคตำแหน่งได้
 - 3) ค่าแรงบิดสามารถปรับได้โดยใส่ตัวมือหมุนที่ Gearbox
 - 4) ชุดหัววัดแรงบิดประกอบด้วย Moment arm และเซ็นเซอร์วัดแรง
 - 5) มีชุดแปรงรองรับตัวเพลลาแรงบิด
 - 6) ตัว Load cell สามารถเชื่อมต่อบนระบบเก็บข้อมูลได้
 - 7) สามารถทดสอบแรงบิดได้สูงสุด 30 Nm
 - 8) สามารถวัดค่า Angular Strain โดยผ่าน Electronic Encoder และสามารถแสดงผลแบบดิจิตอล
 - 9) มีการ์ดป้องกันแบบโปร่งใสสำหรับป้องกันอันตราย
 - 10) ชุดทดลองมี Digital Load Meter ขนาด 12 VDC มีช่วงการวัด 30 Nm และมี Digital Angle Meter ขนาด 12 VDC โดยมีช่วงการวัด 10,000 องศา
 - 11) Digital Angle Meter สามารถวัดค่าได้ละเอียด 0.01 องศา แต่ถ้าใช้ร่วมกับ VDAS จะสามารถแสดงค่าได้ละเอียด 0.0001 เรเดียน วัสดุทดลองมีค่าความยาวสูงสุด 750 มม. มีชุดขับ 2 ชุด ขนาด 3/16" Whitworth และ 12 mm. AF hexagonal มีชุด Versatile Data Acquisition System (VDAS) สำหรับเก็บข้อมูลและแสดงผลแบบเวลาจริงผ่านทางคอมพิวเตอร์ โดยมี Software เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับชุดการทดลองสามารถบันทึกผลได้ทั้งแบบแมนนวลและอัตโนมัติ และมีช่อง Input ข้อมูลแบบ RJ45 ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง และแบบ SPC ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง ส่วนของอนาล็อกอินพุต มีค่า sample rate 25 kHz with 12 bit resolution และมีค่า Bandwidth/Filter cut-off 3 kHz
- ในส่วน อนาล็อกอินพุต มี Socket แบบ 6 pin DIN type สำหรับสัญญาณเข้า 0-10 V หรือ 4-20 mA

5.4.2 ชุดเชื่อมโลหะระบบอินเวอร์เตอร์ จำนวน 6 ชุด

5.4.2.1 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า Synergic Inverter ARC 250s เครื่องเชื่อมสามารถใช้ได้กับไฟ 110 โวลต์ กระแสไฟเชื่อม 20A/20.8V – 240A/29.6V ความสามารถในการทำงาน 60% ปลอดภัยยิ่งขึ้นด้วยการออกแบบ Safety 100%

5.4.2.2 แรงดันไฟฟ้า 1 ph 115-230v 50 Hz. กำลังไฟฟ้ามินимум 8.1 KVA แรงดันไฟฟ้าที่จ่าย ขณะไร้อะไร ไม่น้อยกว่า 70 V / 14V สัมประสิทธิ์ทางไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 0.99 ระดับความเป็นฉนวน F Protection Class of case IP 21S ขนาด (กxยxส) ไม่น้อยกว่า 37 x 15 x 26.50 cm. น้ำหนักรวม (Total weight) ไม่น้อยกว่า 8.00 kg.

5.4.3 เครื่องรีดไม้ ขนาดไม่น้อยกว่า 13 นิ้ว จำนวน 1 ชุด

5.4.3.1 คุณสมบัติ ใช้สำหรับไสไม้ ให้ได้ขนาดตามต้องการ ใช้ลอบคมไม้ ลบเหลี่ยมไม้ ข้อมูลทางเทคนิค เครื่องรีดไม้ ขนาดไม่น้อยกว่า 13 นิ้ว แรงดันไฟ (โวลท์) 220 V~/ 50 Hz กำลังไฟเข้า 500 วัตต์ ความเร็วรอบ ไม่น้อยกว่า 6500 r/min ความสามารถในการรีดไม้ กว้างสุด ไม่เกิน 330 มม. หรือไม่เกิน 13 นิ้ว

5.4.4 ส่วนไฟฟ้าไร้สาย Professional จำนวน 2 ชุด

5.4.4.1 สามารถเจาะได้ 2 ระบบ คือระบบกระแทก และระบบส่วนปกติ กำลังไฟฟ้า 12 V. / 1.5Ah ความเร็วรอบ ไม่น้อยกว่า 0-400 / 0-1500 rpm. ขนาดปากจับ ไม่น้อยกว่า 1.5 / 10 มม. อัตราการกระแทก ไม่น้อยกว่า 0-19,500 bpm.

5.4.5 เครื่องเจาะเตื่อยไม้ จำนวน 1 ชุด

5.4.5.1 สามารถใช้ได้กับไฟ 220V 50Hz กำลังมอเตอร์ 1 PH หรือ กำลังมอเตอร์ 750 W ใช้สำหรับงานเจาะรูเหลี่ยมโดยเฉพาะ เช่น งานทำรูร่องเตื่อย หรือทำเตื่อยตัวเครื่องมีปากกาจับขึ้นงานให้ในตัว สามารถโยกเลื่อนแทนจับขึ้นงานได้ช่วยให้สะดวกในการเจาะระยะความยาวของรูเพียงเลื่อนแทนไปทางขวา-ซ้ายสามารถตั้งระยะความลึกของการเจาะได้

5.4.6 เอฟแคลมป์ (F) จำนวน 24 ชุด

5.4.6.1 ขนาดไม่น้อยกว่า 16 นิ้ว หรือไม่น้อยกว่า 400 มม. คอเล็กไม่น้อยกว่า 120 มม. การออกแบบทางสรีรศาสตร์ด้วยอุปกรณ์ 3 ชั้น เพื่อเพิ่มแรงบิดไปสู่ชิ้นงาน เป็นเอกลักษณ์เฉพาะระบบ Floating lock ลดความเสี่ยงของ jaw ที่จะลื่นไหลจากบาร์ การออกแบบให้ตัวยึดสามารถยึดตั้งตัวได้

5.4.7 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ความละเอียดสูง จำนวน 6 เครื่อง

5.4.7.1 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ความละเอียดสูง พิกัดการชั่ง 0 - 1,000 กรัม ความละเอียด 0.02 กรัม

5.4.8 ชุดหาค่ากำลังรับแรงอัดคอนกรีตแบบไม่ทำลาย จำนวน 2 ชุด

5.4.8.1 เครื่องทดสอบการกระแทก (Test Hammer) มีลักษณะเป็นแท่งรูปทรงกระบอก กลวงภายในกระบอกมีกลไกสำหรับสร้างแรงกระแทก มีน้ำหนักเบาพกพาไปใช้งานได้ ส่วนภายนอกด้านข้างกระบอกของเครื่องทดสอบติดตั้งสเกลสำหรับอ่านค่าแรงกระแทก (Rebound Values) สามารถสร้างพลังงานในการกระแทก (Impact Energy) ได้ไม่น้อยกว่า 2.207 Nm และมีช่วงการวัดค่าความแข็งแรงของคอนกรีต ตั้งแต่ 10 ถึง 70 N/mm² สามารถแสดงผลเป็นตัวเลขระบบดิจิทัล สามารถแสดงผลค่า Impact angle, จำนวนค่าการเก็บข้อมูลและค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบ

5.4.9 ชุดตรวจสอบความสมบูรณ์เสาเข็มแบบไดนามิก จำนวน 1 ชุด

5.4.9.1 ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 5.7 นิ้ว, ความสว่างสูงหน้าจอ LCD การเก็บข้อมูล \geq 4GB

5.4.9.2 Sampling ช่วงเวลา 1 ~ 64000 (μ s) แรงดันไฟฟ้าระบบ (MV) Dynamic ช่วง (DB) ไม่น้อยกว่า 184 ช่วงความถี่ (Hz) 10 ~ 10K มีพอร์ต USB คู่ มีแบตเตอรี่ในตัว สามารถชาร์ตได้กับที่ชาร์ตโดยใช้กระแสไฟ 220VAC/DC

5.4.10 Hand lift รับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 1 ตัน จำนวน 1 ตัว

5.4.10.1 รถแฮนด์ลิฟท์ มีกระบอกปั๊มไฮดรอลิกชุดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าของตัว handlift เหมาะสำหรับพาเลทที่มีคานขวาง จึงสามารถวางซ้อนทับกันได้ง่าย รับน้ำหนักไม่น้อยกว่า 1,000 กก. ยกสูงไม่น้อยกว่า 1.60 เมตร ตัวข้อมงายาวไม่น้อยกว่า 800 มม. น้ำหนักเครื่องไม่น้อยกว่า 140 กก.

5.4.11 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก สำหรับงานประมวลผล จำนวน 3 ชุด

5.4.11.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) จำนวน 1 หน่วย โดยมีคุณลักษณะ อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้

- 1) ในกรณีที่มิหน่วยความจำ แบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 4 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.3 GHz และมีหน่วย ประมวลผลด้านกราฟิก (Graphics Processing Unit) ไม่น้อยกว่า 10 แกน หรือ
- 2) ในกรณีที่มิหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 6 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 1.8 GHz และมีเทคโนโลยี เพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถ ในการประมวลผลสูง

- มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 GB จำนวน 1 หน่วย
- มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,366 x 768 Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว
- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า 1ช่อง
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n, ac) และ Bluetooth

5.4.12 เครื่องฉายมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ ระดับ XGA จำนวน 2 เครื่อง

5.4.12.1 ระดับความละเอียดของภาพ XGA 4,000 ANSI LUMENS

5.4.12.2 เป็นเครื่องฉายภาพเลนส์เดี่ยวสามารถต่อกับอุปกรณ์เพื่อฉายภาพจากคอมพิวเตอร์และวิดีโอ

5.4.13 จอรับภาพชนิดมอเตอร์ ขนาดไม่น้อยกว่า 150 นิ้ว จำนวน 2 เครื่อง

5.4.13.1 ขนาดเส้นทแยงมุมไม่น้อยกว่า 150 นิ้ว

5.4.13.2 จอม้วนเก็บในกล่องได้ บังคับจอ ขึ้น-ลง ด้วยสวิตช์ หรือรีโมทคอนโทรล ใช้ไฟ AC 220 V 50 เฮิร์ตซ์

5.4.13.3 พร้อมติดตั้งในจุดที่คณะกรรมการฯ กำหนดให้สามารถใช้งานได้

5.4.14 เลื่อยฉลุแท่น จำนวน 1 เครื่อง

5.4.13.1 ขนาดเส้นทแยงมุมไม่น้อยกว่า 150 นิ้ว กำลังไฟฟ้าที่ใช้ไม่น้อยกว่า 50W ความยาวรวมไม่น้อยกว่า (L) 600 มม.(23-5/8") น้ำหนักสุทธิไม่น้อยกว่า 14.1 กก.(31 ปอนด์) ความสามารถ ความหนาในการตัดไม่น้อยกว่า : 50 มม.(2") ความสามารถ ช่องคอตัดไม่น้อยกว่า : 406 มม.(16") ความยาวช่วงชักไม่น้อยกว่า 18 มม.(11/16")

5.5 ชุดทดสอบการซึมผ่านของคลอไรด์ในคอนกรีต พร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

5.5.1 ทดสอบการซึมผ่านของคลอไรด์ในคอนกรีต จำนวน 1 ชุด

5.5.1.1 ชุดจ่ายไฟกระแสตรงขนาดไม่น้อยกว่า 60 Vdc จำนวน 1 เครื่อง มีหน้าจอแยกแสดงผลแบบ LCD จำนวนไม่น้อยกว่า 8 หน้าจอ โดยทำการจ่ายไฟขนาดไม่น้อยกว่า 60 Vdc จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง มีปุ่มปรับค่าแรงดันไฟฟ้า ได้ตามต้องการโดยมีช่วงการปรับแรงดันไฟฟ้า 0-60 Vdc จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง สามารถเลือกทำการทดสอบได้ โดยแยกช่องสัญญาณจ่ายไฟฟ้าได้ตามต้องการ มีช่องจ่ายสัญญาณไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ โครงสร้างชุดจ่ายไฟทำจากพลาสติกพิเศษไม่นำไฟฟ้า และมีน้ำหนักเบา

5.5.1.2 ชุดบันทึกข้อมูล โดยเป็นเครื่องมือบันทึกข้อมูลเพื่อมาแสดงผลเป็นตัวเลขบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถทำ การต่อเชื่อมสัญญาณไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ โดยสามารถทดสอบได้ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM C1202

- 1) สามารถวัดค่าการทางไฟฟ้าได้ในช่วง ± 200 mV แล้วแปลงค่าเป็นค่า Coulomb และมีช่องอ่านสัญญาณ แยกจากกันไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ
- 2) สามารถเก็บข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ได้ โดยผ่านช่องอ่านสัญญาณแบบ USB
- 3) สามารถทำงานในช่วงอุณหภูมิการทำงาน 0- 50 °C
- 4) มีค่า Maximum Sample throughput 160 kHz
- 5) มีชุด Software ทำงานแบบ Real Time โดยทำตามมาตรฐาน ASTM C1202 โดยสามารถอ่านค่า Volt , Current , Coulomb , Time โดยแยกช่องการวัดได้ทุกช่องสัญญาณ จำนวน 8 ช่องสัญญาณ โดยจะต้องมีภาพการใช้งานของโปรแกรม โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด
- 6) ชุดโครงสร้างทำจากวัสดุพลาสติก มีน้ำหนักเบา มีช่องสำหรับเสียบสัญญาณ ทั้งด้านหน้าและด้านหลังไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ

5.5.1.3 ตะแกรงทำจากวัสดุไร้สนิม จำนวน 16 ชั้น วงแหวนยางแบบมีความยืดหยุ่นสูง

จำนวน 16 วง เซลล์อะคริลิกขนาดตามมาตรฐาน ASTM C1202 จำนวน 16 ชั้น สายสัญญาณสำหรับเชื่อมต่อแบบครบวงจร ตามมาตรฐาน ASTM C1202 จำนวน 1 ชุด โดยยื่นเสนอภาพประกอบมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

5.5.1.4 ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) สามารถให้แรงในการดูดไม่น้อยกว่า 100 ลิตร/นาที จำนวน 1 เครื่อง เกจปรับวัดกำลังดูดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว (Vacuum regulator) ช่วงการวัด 0-760 mmHg (-1 bar) จำนวน 1 ตัว โถแก้วหรืออะคริลิกดูดความชื้นแบบสุญญากาศ (Vacuum Desiccators) จำนวน 1 ชุด

5.5.2 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก สำหรับงานประมวลผล จำนวน 2 ชุด

5.5.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) จำนวน 1 หน่วย โดยมีคุณลักษณะ อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้

- 1) โน้ตบุ๊กที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 4 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.3 GHz และมีหน่วย ประมวลผลด้านกราฟิก (Graphics Processing Unit) ไม่น้อยกว่า 10 แกน หรือ

- 2) ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 6 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 1.8 GHz และมีเทคโนโลยี เพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง
- มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
 - มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 GB จำนวน 1 หน่วย
 - มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,366 x 768 Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว
 - มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
 - มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n, ac) และ Bluetooth

5.5.3 เครื่องขัดกระดาษทรายแบบสัน จำนวน 2 เครื่อง

- 5.5.3.1 ขนาดกระดาษทรายไม่น้อยกว่า 93 X 228 มม.(3-5/8" X 9") ขนาดฐานรองกระดาษทรายไม่น้อยกว่า 92 X 185 มม.(3-5/8"X7-1/4") อุปกรณ์มาตรฐาน ฉนวน 2 ชั้น

5.5.4 เครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพราน จำนวน 2 เครื่อง

- 5.5.4.1 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ไม่น้อยกว่า 940 วัตต์ ขนาดกระดาษทรายไม่น้อยกว่า 100x610 มม. ความเร็วของกระดาษทรายไม่น้อยกว่า 380 ม./นาที

5.5.5 เครื่องพิมพ์เอกสาร แบบมัลติฟังก์ชันเลเซอร์ จำนวน 4 เครื่อง

- 5.5.5.1 มีมัลติฟังก์ชัน 3 in 1 (Print/Scan/Copy) ความละเอียดการพิมพ์สูงสุด 600 x 600 dpi ความเร็วการพิมพ์/สำเนาไม่น้อยกว่า 18 (ขาว-ดำ)/ 18 (สี) แผ่น/นาที(A4) ความละเอียดการทำสำเนาไม่น้อยกว่า 600 x 600 dpi ถาดใส่กระดาษบรรจุไม่น้อยกว่า 250 แผ่น การเชื่อมต่อ Wired LAN, USB 2.0 High-speed, Wi-Fi 802.11b/g/n

5.5.6 เครื่องเขาระ่อง (เร้าเตอร์) ขนาดไม่น้อยกว่า ¼ นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง

- 5.5.6.1 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ไม่น้อยกว่า 530 วัตต์ หัวจับดอกขนาดไม่น้อยกว่า 6 มม. ขนาดตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 82 x 90 x 199 mm.

5.5.7 ส่วนไฟฟ้า 2 ระบบ จำนวน 2 เครื่อง

5.5.7.1 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ไม่น้อยกว่า 750 วัตต์ สามารถใช้ได้ 2 ระบบ คือ ระบบกระแสตรง และระบบกระแสสลับ ขนาดหัวจับตอก 1.5 – 13 มม. บรรจุภายในกล่องพลาสติกแข็ง มีที่ล็อก

5.5.8 ส่วนไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 350 วัตต์ จำนวน 2 เครื่อง

5.5.8.1 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ไม่น้อยกว่า 350 วัตต์ ขนาดหัวจับตอก 1.5 – 10 มม. ปรับการเจาะได้ ทั้งซ้ายและขวา

5.5.9 เครื่องมือวัดและบันทึกสัญญาณจำนวนไม่น้อยกว่า 50 ช่องสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

5.5.9.1 เป็นเครื่องมือวัดและบันทึกข้อมูลจาก สเตรณเกจ, สเตรณเกจทรานสดิวเซอร์, แรงดันไฟฟ้า (Voltage), เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Thermocouples) และ เซนเซอร์ชนิด Potentiometer ได้โดยตรงโดยต่อคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงาน

5.5.9.2 สามารถรองรับช่องสัญญาณจำนวน 50 ช่องสัญญาณ และสามารถขยายได้ถึง 1,000 ช่องสัญญาณ

5.5.9.3 มีความเร็วในการอ่านค่าสัญญาณและบันทึกข้อมูลสูงสุด (Sampling rate) 50 Hz/1,000 channel แบบพร้อมกันทุกช่องสัญญาณในเวลาเดียวกันได้ เครื่องมือสามารถเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์โดยผ่านสาย LAN ได้ มีหน้าจอเป็น LCD สามารถทำงานที่อุณหภูมิ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส

5.5.9.4 มีช่องถ่ายโอนข้อมูลผ่านทางคอมพิวเตอร์ด้วย Ethernet (10 BaseT) และ 100 Base-TX ใช้ไฟฟ้า 100 - 240 VAC ได้

5.5.9.5 มีโปรแกรมควบคุมการทำงานระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องมือวัด

5.5.9.6 อินพุตการ์ดสำหรับวัดค่าสเตรณ และ สเตรณทรานสดิวเซอร์ จำนวน 1 ชิ้น

1) สามารถรับสัญญาณอินพุตจากสเตรณเกจหรือสเตรณเกจ ทรานสดิวเซอร์ประเภทต่าง ๆ ได้ โดยมีความละเอียดและความแม่นยำของสัญญาณ: ค่าความละเอียดเท่ากับ 1 ไมโครสเตรณ และมีค่าความแม่นยำเท่ากับ $\pm 0.05\%$ FS หรือดีกว่า

2) สามารถวัดค่าสเตรณได้สูงสุด 200,000 ไมโครสเตรณ หรือดีกว่า มีจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ช่องสัญญาณ มีไฟเลี้ยงวงจรบริดจ์ ที่ 2 VDC

5.5.9.7 อินพุตการ์ดสำหรับวัดค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltage) จำนวน 1 ชิ้น

1) สามารถรับสัญญาณอินพุตจากแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้สูงสุด 20 V มีจำนวนช่องสัญญาณไม่น้อยกว่า 10 ช่องสัญญาณ มีค่าความแม่นยำที่ $\pm 0.05\%$ FS

5.5.9.8 อินพุตการ์ดสำหรับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Thermocouples) จำนวน 1 ชิ้น

1) มีจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ช่องสัญญาณ สามารถวัดค่าจาก Thermocouple โดยมีความแม่นยำดังนี้

- ชนิด K เท่ากับ ± 0.8 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- ชนิด T เท่ากับ ± 0.7 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- ชนิด E เท่ากับ ± 0.5 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- ชนิด J เท่ากับ ± 0.6 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- ชนิด R เท่ากับ ± 2.2 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- ชนิด N เท่ากับ $\pm(0.4\% \text{ of reading} + 1.0 \text{ องศาเซลเซียส})$ หรือดีกว่า

6. อื่นๆ

- 6.1 เป็นครุภัณฑ์ใหม่ทั้งหมด ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 6.2 ต้องมีการรับประกันคุณภาพสินค้า เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีมติตรวจรับ
- 6.3 ส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 120 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย
- 6.4 สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
