

## 1. รายละเอียดครุภัณฑ์ชุดทดสอบกำลังวัสดุ

### 1.1 เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine 1 ชุด

#### 1.1.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องทดสอบกำลังวัสดุเอนกประสงค์ เช่น ทดสอบแรงดึง, แรงกด, แรงตัด ชนิดควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ (PC Control) อ่านค่าแรงและระยะยืดเป็นแบบดิจิทัล โดยสามารถแสดงผลออกมาในลักษณะกราฟ ชนิด Real time ได้ หรือดีกว่า

#### 1.1.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1. เป็นเครื่องทดสอบกำลังวัสดุเอนกประสงค์ขนาดพิกัด 100 ตัน (1,000 kN) หรือสูงกว่า
2. เครื่องทดสอบควบคุมระบบส่งกำลังด้วยไฮดรอลิกแบบ Servo Hydraulic System โดยกระบอกสูบ (Piston stroke) มีช่วงชักไม่น้อยกว่า 250 มิลลิเมตร หรือดีกว่า ตำแหน่งของกระบอกสูบจะอยู่ด้านล่างของตัวเครื่องทดสอบหรือดีกว่านี้ ทั้งนี้เพื่อสะดวกต่อการซ่อมบำรุงรักษา
3. สามารถปรับความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ (Testing Speed) ตั้งแต่ 0.1 - 150 มิลลิเมตร ต่อนาที หรือดีกว่านี้
4. โครงสร้างตัวเครื่องมี 6 เสา โดยมีเสา 4 เสาหลัก (4 – Columns) ทำจากเหล็กกล้า โดยมีช่องว่างระหว่างเสาไม่น้อยกว่า 558 มิลลิเมตร และอีก 2 เสาเป็นเกลียว (2 – Screws) สำหรับปรับระยะการเคลื่อนที่ของคานทดสอบ (Crosshead) หรืออื่นๆ เทียบเท่าหรือดีกว่านี้
5. สามารถปรับตั้งค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของคานทดสอบได้สูงสุด 345 มิลลิเมตรต่อ นาทีหรือมากกว่า
6. มีค่าความเที่ยงตรงในการวัดของโหลด (Load Measurement Accuracy)  $\pm 0.5\%$  ของค่าที่อ่านได้จนถึง 1/100 ของพิกัดน้ำหนักโหลดในระบบ หรือเทียบเท่าหรือดีกว่านี้โดยสามารถอ้างอิงได้ตามมาตรฐาน ISO 7500-1, EN 10002-2, ASTM E4 และ JIS B7721
7. มีค่าความเที่ยงตรงในการวัดของความเครียด (Strain Measurement Accuracy)  $\pm 0.5\%$  ของค่าที่อ่านได้จนถึง 1/50 of Full scale หรือดีกว่า
8. มีค่าความเที่ยงตรงในการวัดของตำแหน่ง (Position Measurement Accuracy)  $\pm 0.5\%$  ของค่าที่อ่านได้ หรือ 0.001 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
9. คานทดสอบด้านบนและด้านล่าง (Upper & Lower crosshead) มีลักษณะเป็นแบบเปิดด้านหน้าทั้งหมด (Fully open front) การจับชิ้นงานทดสอบทำงานด้วยระบบไฮดรอลิกส์ (Hydraulics grips) สำหรับใส่ชิ้นงานทดสอบทางด้านหน้า หรือเทียบเท่าหรือดีกว่าเพื่อให้สามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพในการทดสอบ
10. มีช่วงระยะห่างระหว่างปากจับชิ้นงานทดสอบ (Grips) ในการทดสอบแรงดึงสูงสุดไม่น้อยกว่า 745 มิลลิเมตรหรือดีกว่า
11. มีช่วงระยะห่างระหว่างแผ่นเพลท (Platens) ในการทดสอบแรงกดสูงสุดไม่น้อยกว่า 595 มิลลิเมตรหรือเทียบเท่าหรือดีกว่า

12. มีอุปกรณ์ควบคุมด้วยมือ (Handheld controller) เป็นแบบ Crosshead remote control สำหรับใช้เปิด – ปิด ปากจับชิ้นงานทดสอบทั้งส่วนบน (Upper grip), ส่วนล่าง (Lower grip) และการเคลื่อนที่ขึ้น – ลง ของคานทดสอบ (Crosshead up – down) หรือเทียบเท่าหรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

13. มีฐานที่ทำด้วยเหล็กกล้า (Cast Steel) คุณภาพสูง หรือวัสดุที่แข็งแรงกว่า

14. สามารถเลือกหน่วย (Unit) การทดสอบได้ดังนี้

14.1 หน่วยแรง (Force) คือ นิวตัน (N), กิโลกรัมแรง (kgf), กิโลนิวตัน (kN), ปอนด์ (lb), ออนซ์ (oz) หรือเทียบเท่าหรือวัดค่าหน่วยแรงได้มากกว่านี้

14.2 หน่วยความเค้น (Stress) คือ เมกะปาสคาล (MPa), นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ( $N/mm^2$ ), กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร ( $kg/mm^2$ ), นิวตันต่อมิลลิเมตร (N/mm), กิโลกรัมต่อเซนติเมตร ( $kg/cm$ ) และเคเอสไอ (KSi) เป็นต้น หรือเทียบเท่าหรือวัดค่าหน่วยความเค้นได้มากกว่านี้

14.3 หน่วยความยาว (Length) คือ มิลลิเมตร (mm), เซนติเมตร (cm) และนิ้ว (in) หรือวัดค่าหน่วยความยาวได้มากกว่านี้

15. มีโปรแกรมสำเร็จรูป ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานและประมวลผลการทดสอบที่สามารถทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Windows XP หรือเวอร์ชันใหม่กว่า โดยมีรายละเอียดต่างๆอย่างน้อยดังนี้

15.1 สามารถแสดงค่า Multi curve diagrams ของความสัมพันธ์ระหว่าง Stress – Strain, Force – Elongation, Force – Time, Force – Displacement และค่าอื่นๆ ในลักษณะแสดงผลแบบเวลาจริง (Display real – time) ได้ ขณะทำการทดสอบ ซึ่งต้องมีภาพประกอบแบบมาแสดงในวันยื่นซองเพื่อประกอบในการพิจารณาของคณะกรรมการ

15.2 สามารถเลือกชนิดของการควบคุม (Control Type) ในการทำงานได้ดังต่อไปนี้

- Pre – load
- Fixed direction move
- Fixed position move
- Hold control
- Cycle start
- Cycle end
- หรือมากกว่านี้

15.3 สามารถเลือกช่องของการควบคุม (Control Channel) ในการทำงานได้ดังต่อไปนี้

- Displacement
- Force
- Elongation
- Strain
- Stress

- Cycle times
- หรือมากกว่านี้

15.4 สามารถเรียกดูกระบวนการทดสอบ (Recall Test Process) เป็นวีดีโอคลิป (video clip) บนหน้าต่างทบทวน (Review window) เพื่อการสอนและวัตถุประสงค์ในการวิจัย

15.5 มีระบบการคำนวณอัตโนมัติ (Automatic Calculation) ของค่าพารามิเตอร์ทดสอบ เช่น  $F_m$  ( $F_b$ ),  $F_{eh}$ ,  $F_{el}$ ,  $F_p$ ,  $R_m$  ( $b$ ),  $ReH$  ( $su$ ),  $ReL$  ( $sl$ ,  $s$ ),  $R_{p0.2}$ ,  $R_{p0.1}$  ( $p_{0.2}$ ),  $R_{p0.05}$  ( $p_{0.05}$ ),  $R_{p0.5}$  ( $p_{0.5}$ ),  $E$ ,  $E_t$ ,  $E_c$ ,  $A$  ( ) และอื่นๆ เป็นต้นหรือดีกว่า

16. มีผลของรายงานการสอบเทียบมาตรฐาน (Calibration Report) ของตัวเครื่องที่สามารถอ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM E4

17. มีระบบป้องกันการเกิดอันตรายกับเครื่องทดสอบในขณะที่ทำการทดสอบ เช่น Limit Protection, Overload Protection หรือดีกว่า

18. เครื่องทดสอบจะหยุดการทำงานอย่างอัตโนมัติในทันทีหากขึ้นทดสอบขาดหรือเกิดความเสียหาย

19. มีชุดอุปกรณ์สำหรับวัดระยะยืดแบบหนีบ (Clip – on Extensometer) ที่มีค่าความเที่ยงตรง (Accuracy) Class 0.5 หรือดีกว่า โดยมี Gauge length ไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

20. มีกล่องควบคุมและประมวลผลข้อมูล (Control and Data Acquisition) ควบคุมด้วยระบบดิจิทัล โดยสามารถควบคุมค่าแรง (Force) และระยะทาง (Displacement) โดยมีระบบควบคุมทำงานแบบ Multitasking และ Multi – Channel และมีค่าอัตราความเร็วที่ใช้ในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์สูงถึง 575,000 baud rate หรือดีกว่า

21. มีชุดอุปกรณ์จับชิ้นงานทดสอบแรงดึง (Tension Grips) สำหรับทดสอบชิ้นงานแบบกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 – 40 มิลลิเมตร และ 40 – 60 มิลลิเมตร หรือดีกว่า จำนวนอย่างละ 1 ชุด

22. มีชุดอุปกรณ์จับชิ้นงานทดสอบแรงดึง (Tension Grips) สำหรับทดสอบชิ้นงานแบบแบน ขนาดความหนาตั้งแต่ 0 – 40 มิลลิเมตร โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

23. มีชุดอุปกรณ์จับชิ้นงานทดสอบแรงอัด (Compression Plate) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 175 มิลลิเมตร หรือดีกว่าจำนวน 1 ชุด

24. มีชุดอุปกรณ์จับชิ้นงานทดสอบแรงดัดโค้งของเหล็กเส้น (Bending Test) โดยสามารถปรับระยะช่วงความกว้างได้ จำนวน 1 ชุด

25. สามารถใช้ได้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ หรือระบบไฟฟ้าภายในประเทศ

### 1.1.3 อุปกรณ์ประกอบ

เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับการควบคุมและประมวลผลข้อมูล (PC) จำนวน 1 เครื่อง เครื่องพิมพ์ผลข้อมูล (Printer) จำนวน 1 เครื่อง

### 1.1.4 รายละเอียดอื่นๆ

- 4.1 ผู้ขายต้องรับประกันคุณภาพเครื่องทดสอบฯ เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี
- 4.2 บริษัทผู้ผลิตเครื่องทดสอบฯ จะต้องได้รับมาตรฐาน ANAB Accredited, International Accreditation Forum, CE และ ISO 9001 : 2008 พร้อมแนบเอกสารมาแสดงในวันยื่นซอง (ยกเว้นรายการอุปกรณ์ประกอบ)
- 4.3 ผู้เสนอราคาต้องเคยจำหน่ายเครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ขนาดไม่น้อยกว่า 100 ตัน แบบไฮดรอลิกส์ ให้กับสถาบันการศึกษาหรือหน่วยงานราชการในประเทศไทยมาแล้วจำนวนไม่น้อยกว่า 3 แห่ง พร้อมแสดงเอกสารหนังสือสัญญาซื้อขายหรือหลักฐานการซื้อขายอื่นๆ แนบมาในวันยื่นซอง เพื่อประโยชน์ในการบริการบำรุงรักษา ภายหลังการขาย (ยกเว้นรายการอุปกรณ์ประกอบ)
- 4.4 ผู้เสนอราคาเครื่องทดสอบฯ ต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิตสำหรับยี่ห้อที่นำเสนอ ซึ่งต้องมีเอกสารแนบมาแสดงในวันยื่นซอง เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและคำปรึกษาภายหลังการขาย (ยกเว้นรายการอุปกรณ์ประกอบ)
- 4.5 มีวิศวกรบริการหลังการขายเป็นผู้สาธิตการใช้เครื่องทดสอบจนสามารถตรวจสอบการทำงานและซ่อมบำรุงเบื้องต้นได้
- 4.6 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต โดยสามารถตรวจสอบได้จากทางเว็บไซต์ของผู้ผลิต เพื่อป้องกันการดัดแปลงแก้ไขเอกสารเพื่อการเฉพาะกิจ (ยกเว้นรายการอุปกรณ์ประกอบ)
- 4.7 ผู้เสนอราคาต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 : 2008 เพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและบริการอะไหล่
- 4.8 มีคู่มือการใช้งานเครื่องทดสอบ ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างละ 3 ชุด จำนวน 6 ชุด (ยกเว้นรายการอุปกรณ์ประกอบ)
- 4.9 ผู้เสนอราคาจะต้องทำฐานรองรับแบบมีเสาเข็มเพื่อรองรับเครื่องทดสอบ จำนวน 1 ฐาน โดยจะต้องติดตั้งให้เรียบร้อยก่อนวันส่งมอบ และต้องเสนอแบบแปลนฐานรากรองรับมาในวันยื่นซอง

## 1.2 เครื่องทดสอบแรงอัด 1 ชุด

### 1.2.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตแบบตั้งพื้น ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิกส์แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ จอแสดงผลเป็นแบบดิจิทัลชนิดหน้าจอสัมผัส (Touch screen) สามารถแสดงกราฟค่าการทดสอบในลักษณะเวลาจริง (Real time) ได้โดยไม่ต้องต่อผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์หรือดีกว่า

### 1.2.2 รายละเอียดทางเทคนิค

1. สามารถทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตได้สูงสุดถึง 3,000 กิโลนิวตัน หรือ 300 ตัน หรือสูงกว่า
2. ให้แรงอัดด้วยระบบไฮดรอลิกส์
3. โครงสร้างของเครื่องทดสอบเป็นแบบ Four column high stiffness welded หรือดีกว่า

4. มีช่วงทดสอบในแนวตั้งสำหรับใส่วัสดุทดสอบจะต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 300 มิลลิเมตรหรือสูงกว่า
5. มีช่วงทดสอบในแนวนอนสำหรับใส่วัสดุทดสอบจะต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 345 มิลลิเมตรหรือสูงกว่า
6. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผ่นกด (Compression platens) 290 มิลลิเมตร หรือ มากกว่า
7. กระจบอกลูกสูบมีช่วงชัก (Ram travel) 50 มิลลิเมตร หรือสูงกว่า
8. สามารถทดสอบชิ้นงานตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอก (Concrete Cylinder) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตสุดได้ถึง 160 x 320 มิลลิเมตร หรือดีกว่า และชิ้นงานตัวอย่างคอนกรีต รูปทรงลูกบาศก์ (Concrete cube) ที่มีขนาดโตสุดได้ถึง 150 x 150 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
9. ชุดควบคุมและแสดงผล มีหน้าจอแสดงผลเป็นแบบหน้าจอสัมผัสชนิด Large Touch Screen Graphic Display โดยมีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้
  - 9.1 สามารถควบคุมการทดสอบได้โดยอัตโนมัติ (Automatic test cycle) และสามารถควบคุมอัตราการให้แรงกระทำ (Load rate control) ได้
  - 9.2 มีค่าความละเอียดของหน้าจอ 240 x 128 พิกเซลล์ หรือดีกว่า
  - 9.3 มีหน่วยความจำภายในเครื่องไม่น้อยกว่า 120 เมกะไบต์ (MB) หรือดีกว่า
  - 9.4 สามารถควบคุมโครงเฟรมทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 2 เฟรมที่แตกต่างกันโดยเลือกควบคุมผ่านชุดควบคุมและแสดงผลที่ละเฟรมได้
  - 9.5 มีความละเอียดในการแปลงสัญญาณ (Resolution) เป็น 130,000 จุด หรือดีกว่า
  - 9.6 สามารถเลือกหน่วยของแรงอัดที่ใช้ในการอ่านค่าผลการทดสอบได้ โดยสามารถเลือกได้ไม่น้อยกว่า  $\text{kN}, \text{N}/\text{mm}^2, \text{MPa}, \text{lb}$  หรือดีกว่า
  - 9.7 ในขณะที่ทดสอบหน้าจอสามารถแสดงวัน/เดือน/ปี และเวลาที่ทำการทดสอบ พร้อมทั้งสามารถแสดงกราฟของแรงกระทำต่อเวลา (load/time Curve) และสัญลักษณ์แสดง Load rate (+, -, =) เปลี่ยนแปลงต่อเนื่องตลอดการทดสอบและ Failure load ที่ได้เมื่อจบการทดสอบ
  - 9.8 มีช่องสัญญาณแบบ Serial สำหรับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์
  - 9.9 ช่อง USB สำหรับใช้ร่วมกับเครื่องพิมพ์ A4 printer ได้
10. ชุดให้กำลังไฮดรอลิกส์เป็นปั๊มแบบ Dual stage
11. มีประตูด้านหน้าโครงเฟรม แบบใส เพื่อความปลอดภัย หรือดีกว่า
12. สามารถใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ 1 เฟส

### 1.2.3 อุปกรณ์ประกอบ

1. ชุดแผ่นรองเสริมเพื่อทดสอบแรงอัดของคอนกรีต จำนวน 1 ชุดประกอบด้วย
  - 1.1 แผ่นรองเสริม (Distance pieces) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร, ความหนาไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชุด
  - 1.2 แผ่นรองเสริม (Distance pieces) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร, ความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชุด
  - 1.3 แผ่นรองเสริม (Distance pieces) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า

200 มิลลิเมตร, ความหนาไม่น้อยกว่า 68 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชุด

#### 1.2.4 รายละเอียดอื่น ๆ

1. รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติ เป็นระยะเวลา 1 ปี
2. เป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 : 2008 โดยจะต้องแนบเอกสารมาในวันยื่นซอง เพื่อประโยชน์ในการบริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย(ยกเว้นอุปกรณ์ประกอบ)
3. ต้องมีเอกสารแต่งตั้งเป็นตัวแทนโดยตรงจากผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในการบริการอะไหล่และซ่อมบำรุง (ยกเว้นอุปกรณ์ประกอบ)
4. เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน โดยผู้ขายจะต้องมีแคตตาล็อกที่มาจากสิ่งตีพิมพ์เป็นรูปเล่ม มาแสดงเพื่อป้องกันการดัดแปลงแก้ไขเอกสารเพื่อการเฉพาะกิจ และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นตามสายการผลิตมาตรฐาน และมีเผยแพร่อยู่ในเว็บไซต์ของผู้ผลิตแล้ว (ยกเว้นอุปกรณ์ประกอบ)
5. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 : 2008 หรือมาตรฐานสากลใด ๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เพื่อประโยชน์ในการให้บริการและให้คำปรึกษาภายหลังการขาย
6. มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างละ 3 ชุด จำนวน 6 ชุด (ยกเว้นอุปกรณ์ประกอบ)
7. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากกลุ่มประเทศยุโรป หรือ สหรัฐอเมริกา หรือ ออสเตรเลียหรือ เอเชีย เพื่อประโยชน์ทางด้านคุณภาพของสินค้า

### 1.3 เครื่องทดสอบแรงบิด 1 ชุด

#### 1.3.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดสอบเพื่อหาค่าแรงบิดของวัสดุทางการก่อสร้างชนิดต่าง ๆ เช่น เหล็ก อลูมิเนียม เป็นต้น สามารถให้แรงบิดได้ไม่น้อยกว่า 200 นิวตันเมตร โดยสามารถอ่านค่าแรงบิด (Torque) และมุมบิดที่เปลี่ยนแปลง (Torsion angle) ของชิ้นงานทดสอบ (Test Specimen) ได้ตลอดช่วงการทดสอบจากชุดแสดงผลการทดสอบที่ติดตั้งอยู่กับชุดทดสอบ

#### 1.3.2 รายละเอียดทางเทคนิค

1. ชุดเครื่องทดสอบมีลักษณะการใช้งานเป็นแบบตั้งพื้นโต๊ะมีโครงสร้างเป็นโลหะ ขึ้นรูปคล้ายกล่องเชื่อมต่อเป็นชิ้นเดียวกันพนักสนิมอย่างดี
2. มีระบบการแสดงผลของการทดสอบแรงบิดเป็นตัวเลขดิจิทัล (Digital display)
3. ชุดเครื่องทดสอบสามารถให้ค่าแรงบิดได้สูงสุด (Max testing torsion) ไม่น้อยกว่า 200 นิวตันเมตรหรือสูงกว่า
4. สามารถแสดงค่ามุมการบิด (Full-Scale Reading of torsion Angle) ได้ไม่น้อยกว่า 9000 องศา โดยมีค่าความละเอียดในการวัด (Least Reading of torsion Angle) 0.1 หรือดีกว่า

5. มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการทดสอบ (Relative error of torsion indication) ไม่เกินกว่า หรือเท่ากับ  $\pm 1\%$
6. สามารถจับชิ้นงานทดสอบแบบกลมได้ที่เส้นผ่านศูนย์กลางโตสุดอย่างน้อย 10 มิลลิเมตร (Sample Diameter)
7. มีช่วงห่างระหว่างหัวจับชิ้นงานสูงสุด (Max axial experimental space) ไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตร โดยสามารถปรับเลื่อนระยะห่างได้
8. ใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮริทซ์ (Hz)

### 1.3.3 ข้อกำหนดอื่นๆ

1. ต้องมีอุปกรณ์ครบสมบูรณ์ เมื่อติดตั้งแล้วสามารถใช้งานได้ทันที
2. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
3. ผู้เสนอราคาต้องเสนอสินค้าที่ผลิตจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกันทั้งหมด (เครื่องทดสอบแรงบิด) เพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง และการให้บริการหลังการขาย
4. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 : 2008 พร้อมกับหนังสือแสดงการได้รับการรับรองมาตรฐาน
5. มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างละ 3 ชุด จำนวน 6 ชุด

## 1.4 เครื่องทดสอบแบบไม่ทำลายชุดทดสอบ Concrete Test hammer จำนวน 1 ชุด

### 1.4.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดสอบกำลังของคอนกรีตแบบไม่ทำลาย แสดงผลผ่านหน้าจอแบบดิจิทัล สามารถเก็บข้อมูลไว้ภายในแล้วส่งผ่านคอมพิวเตอร์ได้

### 1.4.2 รายละเอียดทางเทคนิค

1. เป็นอุปกรณ์ทดสอบเพื่อประเมินกำลังของคอนกรีตแบบไม่ทำลาย
2. สามารถสร้างแรงกระแทก (Impact energy) ได้ไม่ต่ำกว่า 2.207 นิวตันเมตรหรือดีกว่า
3. มีช่วงการวัดค่ากำลัง (Measurement range) ได้ในช่วง 10 ถึง 70 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร หรือดีกว่า
4. มีหน้าจอแสดงผล แบบ 2 x 16 ตัวอักษร สามารถจดจำค่าการทำสอบได้ไม่น้อยกว่า 300 ค่า
5. สามารถแปลงค่า Rebound index ให้เป็นค่ากำลังอัด (Equivalent Compression Strength) ได้โดยอัตโนมัติ โดยสามารถเลือกหน่วยแสดงค่าเป็น N/mm<sup>2</sup> หรือ kg/cm<sup>2</sup> หรือ p.s.i. ได้ หรือมากกว่า
6. มีช่องสัญญาณแบบ RS 232 หรือดีกว่า เพื่อใช้สำหรับต่อเชื่อมกับคอมพิวเตอร์
7. ในการใช้งานจะใช้ไฟจากแบตเตอรี่ภายในเครื่อง เพื่อให้สามารถใช้งานในภาคสนามได้

#### 1.4.3 อุปกรณ์ประกอบ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้

1. ที่ชาร์จไฟ (Battery charger) จำนวน 1 ชุด
2. สายสำหรับต่อเชื่อมกับคอมพิวเตอร์ (Serial cable) จำนวน 1 ชุด
3. กระจาพลาสติก สำหรับเก็บอุปกรณ์ จำนวน 1 ใบ
4. หินขัด (Abrasive Stone) จำนวน 1 ชุด

#### 1.4.4 รายละเอียดอื่น ๆ

1. ต้องมีอุปกรณ์ครบสมบูรณ์ เมื่อติดตั้งแล้วสามารถใช้งานได้ทันที
2. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
3. ผู้เสนอราคาต้องเสนอสินค้าที่ผลิตจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกันทั้งหมด (เครื่องทดสอบแบบไม่ทำลายชุดทดสอบ) เพื่อประโยชน์ในการการซ่อมบำรุง และการให้บริการหลังการขาย
4. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO9001 : 2008 พร้อมกับหนังสือแสดงการได้รับการรับรองมาตรฐาน
5. มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างละ 3 ชุด จำนวน 6 ชุด
7. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากกลุ่มประเทศยุโรป หรือ สหรัฐอเมริกา หรือ ออสเตรเลีย เพื่อประโยชน์ทางด้านคุณภาพของสินค้า

### 1.5 ชุดทดสอบความแข็ง Hardness Tester จำนวน 1 ชุด

#### 1.5.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องทดสอบหาค่าความแข็งของโลหะ โดยทำการทดสอบได้ในแบบหน่วย Rockwell, Brinell และ Vickers และดูผลการทดสอบได้จาก Gauge Scale วัดแบบเข็มที่ติดตั้งมาพร้อมกับเครื่องทดสอบ ซึ่งสามารถอ้างอิงการทดสอบได้ตามมาตรฐาน ASTM E18, ASTM E10 และ ASTM E92 หรือ ISO 6508-2, ISO 6507-2 และ ISO 6506-2 เป็นอย่างน้อย

#### 1.5.2 รายละเอียดทางเทคนิค ประกอบด้วยเครื่องมือดังนี้

ชุดทดสอบความแข็ง Hardness Tester จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. มีลักษณะการใช้งานเป็นแบบตั้งโต๊ะ
2. มีช่วงการวัดค่า (Measuring range) ได้ไม่น้อยกว่าดังนี้ 4-650 HBW, 20-88 HRA, 20-100 HRB, 20-70 HRC, 200-1000 HV
3. มีค่าแรงที่ใช้กดขณะทดสอบ (Test Force) มีอย่างน้อยดังนี้ 294.2, 306.5, 588.4, 612.9, 980.7, 1471, 1839 N หรือ (30, 31.25, 60, 62.5, 100, 150, 187.5 kgf
4. มีค่าแรงทดสอบในหน่วย Rockwell test force ได้ไม่น้อย 3 ค่า ดังนี้ 60, 100, 150 kgf



5. มีค่าแรงทดสอบในหน่วย Brinell test force ได้ไม่น้อยกว่า 4 ค่า ดังนี้  
31.25, 62.5, 187.5 kgf
6. มีค่าแรงทดสอบในหน่วย Vickers test force ได้ไม่น้อยกว่า 1 ค่า ดังนี้  
30 kgf
7. มีช่วงความสูงที่ใช้ทดสอบ (Max. Height of Test Piece) สูงสุดไม่น้อยกว่า  
195 มิลลิเมตร
8. มีช่วงความลึกที่ใช้ทดสอบ (Depth of Throat) ไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร
9. ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮริทซ์ 1 เฟส
10. มีขนาด dimensions โดยรวมไม่น้อยกว่า 460 x 240 x 750 มิลลิเมตร (mm)

### 1.5.3 รายละเอียดอื่น ๆ

1. ชุดทดสอบเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ไม่เคยถูกใช้งานมาก่อน
2. มีคู่มืออธิบายวิธีการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างละ 3 ชุด จำนวน 6 ชุด
3. ผู้เสนอจะต้องดำเนินการติดตั้ง และสาธิตแนะนำวิธีการใช้เครื่องมือทดสอบให้แก่ผู้ใช้งาน  
สามารถใช้งานได้ถูกต้อง ปลอดภัยและเกิดประโยชน์สูงสุด
4. การรับประกันคุณภาพตามการใช้งานเป็นระยะเวลา 1 ปี
5. ผู้เสนอต้องได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO 9001 : 2008 โดยส่งหนังสือแสดงการ  
ได้รับการรับรองมาแสดง

## 1.6 ชุดเครื่องทดสอบแรงกระแทก (Impact Test) จำนวน 1 ชุด

### 1.6.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดสอบเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการรับแรงตีกระแทกของวัสดุที่นำมาทดสอบประเภทพลาสติกหรือโลหะจนแตกหักซึ่งพลังงานที่ใช้ในการตีกระแทกวัสดุ สามารถอ่านได้จากแผ่นเพลทวงกลมที่มีสเกลพร้อมเข็มชี้ค่าแรงที่เกิดจากการทดสอบ สามารถทดสอบและอ้างอิงได้ตามมาตรฐาน ISO 148, ASTM E23, EN10045

### 1.6.2 รายละเอียดทางเทคนิค

1. ตัวเครื่องมีลักษณะการใช้งานเป็นแบบตั้งพื้นมีฐานและโครงเสาเป็นโลหะเชื่อมหรือยึดติดอย่างแน่นหนาพร้อมเคลือบหรือพ่นสีกันสนิมอย่างดี
2. ส่วนปลายของโครงเสาติดตั้งระบบล็อกและปล่อยค้อนตีกระแทกหรือดีกว่า
3. สามารถให้ค่าพลังงานในการตีกระแทกสูงสุดไม่น้อยกว่า 300 จูล (J)
4. มีมุมการยกของค้อนตีกระแทก (Raising Angle) สูงสุดไม่น้อยกว่า 140 องศา
5. สามารถทดสอบกับชิ้นงานประเภททองเหลืองหรือโลหะที่มีขนาดความโตสุด  
ไม่น้อยกว่า 10 x 10 mm.

6. ตัวเครื่องทดสอบมีโครงโลหะล้อมรอบพื้นที่ทดสอบเป็นลักษณะป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ในขณะทำการทดสอบ
7. ใช้ไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮริทซ์ (Hz) หรือระบบไฟฟ้าภายในประเทศ

### 1.6.3 ข้อกำหนดอื่น ๆ

1. ต้องมีอุปกรณ์ครบสมบูรณ์ เมื่อติดตั้งแล้วสามารถใช้งานได้ทันที
2. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
3. ผู้เสนอราคาต้องเสนอสินค้าที่ผลิตจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกันทั้งหมด (ชุดเครื่องทดสอบแรงกระแทก) เพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง และการให้บริการหลังการขาย
4. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO9001 : 2008 พร้อมกับหนังสือแสดงการได้รับการรับรองมาตรฐาน
5. มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างละ 3 ชุด จำนวน 6 ชุด