

ร่างขอบเขตของงาน
สำหรับการซื้อ ครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติการทดสอบคุณสมบัติวัสดุ ตำบลในเมือง
อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน ๑ ชุด

๑. ความเป็นมา

การที่จะพัฒนาประเทศให้มีความสามารถแข่งขันในตลาดโลก ซึ่งเศรษฐกิจในยุคปัจจุบันและอนาคตทุกประเทศมุ่งเน้นที่จะพัฒนากำลังคนให้มีขีดความสามารถในเชิงแข่งขันอย่างสูง ในเรื่องการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ พัฒนาการเรียนรู้ พัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของทุกภาคส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรม ดังนั้นการศึกษาในปัจจุบัน จึงต้องมีความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน และเน้นกระบวนการเรียนรู้ ไปสู่กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ มุ่งผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติ ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีที่พร้อมด้วยคุณธรรมและจริยธรรม เพื่อมาพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ตอบสนองความต้องการในภาคกำลังคนของทุกประเทศจึงทำให้สถาบันการศึกษาได้สร้างห้องปฏิบัติการต่างๆ รองรับการเรียนรู้ในลักษณะลงมือปฏิบัติได้จริง

นโยบายภาครัฐด้านการศึกษาของประเทศได้สนับสนุนและผลักดันในทิศทางที่สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน คือ เพิ่มขีดความสามารถในการเชิงวิชาการ ผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติ การที่สามารถปฏิบัติการได้อย่างมืออาชีพและสามารถแข่งขันได้ในประชาคมอาเซียน ยกย่องความรู้ความสามารถทักษะระดับสูง ส่งเสริมศูนย์เรียนรู้และปฏิบัติการนวัตกรรม สร้างสรรค์งานที่มีคุณภาพและมาตรฐาน เป็นที่ยอมรับ การบริการวิชาการเพื่อส่งเสริมความเข้มแข็งให้กับสังคมอย่างยั่งยืนแสวงหาแนวทางพัฒนาเทคโนโลยีพื้นบ้านและเทคโนโลยีสมัยใหม่ให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพของคนในท้องถิ่น รวมถึงการแสวงหาแนวทางเพื่อส่งเสริมให้เกิดการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน สอดคล้องกับนโยบายกรอบยุทธศาสตร์ชาติ ๖ ด้านโดยทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จะสอดคล้องทั้งหมด ๓ ด้านเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการสร้างความสามารถในการแข่งขัน การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคน และด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมให้กับประเทศ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย ๔.๐ โดยทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จะสอดคล้องทั้งหมด ๓ ประเด็น โดยประเด็นแรกคือ การพัฒนาองค์ความรู้ (Pure Science) เป็นการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาความรู้ในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านวิศวกรรมศาสตร์เพื่อเป็นรากฐานในการพัฒนานวัตกรรมต่อไป โดยมีกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสถาบันการศึกษาต่างๆ เป็นตัวกลางในการขับเคลื่อน ประเด็นที่สอง การสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรม (Technology & Innovation) ขึ้นถัดมาคือการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมเนื่องจากอุตสาหกรรมในอนาคตจะมีการแข่งขันกันในด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีมากขึ้นดังนั้นประเทศไทยจึงต้องเร่งพัฒนาเทคโนโลยีและสร้างสรรค์นวัตกรรมต่างๆ โดยมี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสถาบันการศึกษาต่าง ๆ เป็นหน่วยงานหลักในการขับเคลื่อนการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศ และประเด็นสุดท้าย การพัฒนาการผลิต (Engineering) เป็นการนำนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่พัฒนาคิดค้นมาได้มาสู่ขั้นตอนของการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์หรือบริการต่างๆ ซึ่งจะต้องมีการออกแบบและการวางแผนการผลิตอย่างเหมาะสมเพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรในการผลิตให้คุ้มค่าที่สุดรวมถึงการควบคุมต้นทุนในการผลิตให้เหมาะสม

ศาสตร์ทางด้านวัสดุ เป็นรากฐานของงานวิศวกรรม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องให้นักศึกษาในยุคปัจจุบันได้ทำการศึกษาและเข้าใจพฤติกรรมและคุณสมบัติของวัสดุ เพื่อเป็นการให้กับนักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติการและเป็นการพัฒนาองค์ความรู้ เพื่อรองรับการเรียนการสอนที่ทันสมัยในทุกๆระดับการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสายวิชาชีพ ระดับ ปริญญาตรี ในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับงานด้านอุตสาหกรรม รวมไปถึงด้านระบบรางและอากาศยาน จนทำให้เกิดทักษะเชี่ยวชาญนำไปสู่การแข่งขันนวัตกรรมในระดับชาติและนานาชาติต่อไป เป็นไปตามนโยบายของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน คือ ผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติที่มีความรู้ความสามารถ

ทักษะและความชำนาญที่จะสร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรม ออกสู่ตลาดอุตสาหกรรมเพื่อรองรับการแข่งขัน AEC ที่จะต้องเน้นผลงานสร้างสรรค์มากกว่าการได้ค่าจ้างแรงงาน

๒. วัตถุประสงค์

- ๒.๑ เพื่อเพิ่มการฝึกปฏิบัติทักษะแก่นักศึกษาแบบ Hand ON
- ๒.๒ เพื่อเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ เพื่อการเรียนการสอน
- ๒.๓ เพื่อให้ นักศึกษา อาจารย์ สามารถทำงานวิจัย บริการงานวิชาการแก่สังคมและภาคอุตสาหกรรม

๓. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

- ๓.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย
- ๓.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- ๓.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- ๓.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- ๓.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- ๓.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- ๓.๗ เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- ๓.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- ๓.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
- ๓.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement: e - GP) ของกรมบัญชีกลาง

๔. แบบรูปรายการ หรือคุณลักษณะเฉพาะ

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (ตามเอกสารแนบ)

๕. ระยะเวลาดำเนินการ

ภายใน ๑๒๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๖. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

ภายใน ๑๒๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๗. วงเงินในการจัดหา

เป็นจำนวนเงิน ๓,๔๓๐,๐๐๐ บาท (สามล้านสี่แสนสามหมื่นบาทถ้วน)

๘. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ

๑. นางวรรณมา	หอมจะบก	ประธานกรรมการ	
๒. นายประกาย	นาดี	กรรมการ	
๓. นายชัยวัฒน์	พีรทัตสุวรรณ	กรรมการและเลขานุการ	

ลงชื่อ  (ผู้อนุมัติ)
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ลิ้มไขแสง)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
สำหรับการซื้อ ครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติการทดสอบคุณสมบัติวัสดุ ตำบลในเมือง
อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

๑.๑ ชุดฝึกทดสอบแรงบิดขนาด ๓๐ นิวตันเมตร (Torsion Tester, ๓๐ Nm) จำนวน ๑ เครื่อง เป็นเครื่องทดสอบแรงบิดแบบตั้งโต๊ะ สามารถใช้ทดสอบการบิดตัวของวัสดุจำพวกโลหะและอโลหะ โดยมีลักษณะการทดสอบชิ้นงานในแนวนอน ควบคุมการทำงานแบบมือหมุนและแสดงผลการทดสอบด้วยจอแสดงผลแบบดิจิทัล (digital display)

๑.๑.๑ ตัวเครื่องทดสอบมีลักษณะการใช้งานเป็นแบบตั้งโต๊ะโดยมีชุดควบคุมการทำงานและชุดกำเนิดแรงบิดวัสดุอยู่บนโครงเครื่องเดียวกัน พร้อมฝาครอบแบบใสเพื่อป้องกันอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานขณะทำการทดสอบ

๑.๑.๒ ควบคุมการทำงานแบบมือหมุนด้วย worm gear มีอัตราส่วนการส่งผ่านแรงที่ทำการบิด ๑:๖๓

๑.๑.๓ มีอุปกรณ์ในการวัดค่า (amplifier) แบบอิเล็กทรอนิกส์ หน้าจอแสดงผลแบบสัมผัสสามารถแสดงค่ามุมของการทดสอบ (twisting angle) และค่าแรงบิด (twisting moment) ได้ ใช้ไฟฟ้าขนาด ๒๓๐V, ๕๐/๖๐ Hz, ๑ phase ได้

๑.๑.๔ สามารถวัดค่าแรงบิดสูงสุด(Max. twisting moment)ได้ไม่น้อยกว่า ๓๐ นิวตันเมตร (Nm)

๑.๑.๕ สามารถวัดมุมที่ทำการบิดได้สูงสุด (angle of twist) ไม่น้อยกว่า +/-๓๒๐๐ องศา

๑.๑.๖ สามารถวัดมุมที่ทำการบิดได้ต่ำสุด (angle of twist) ไม่น้อยกว่า ๐ องศา

๑.๑.๗ มีค่าความละเอียด (resolution) ของมุมที่ทำการบิดเท่ากับ ๐.๑ องศา

๑.๑.๘ ประกอบด้วยชิ้นงานทดสอบที่ไม่ต้องใช้หัวประกบจับยึดไม่น้อยกว่า ดังนี้

๑) ชิ้นงานทดสอบที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๖ มิลลิเมตร

๒) ชิ้นงานเหล็ก (steel) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า ๗๕ มิลลิเมตร จำนวน ๘ ชิ้น

๓) ชิ้นงานอะลูมิเนียม (aluminium) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า ๗๕ มิลลิเมตร

จำนวน ๘ ชิ้น

๔) ชิ้นงานทองเหลือง (brass) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า ๗๕ มิลลิเมตร จำนวน ๘ ชิ้น

๑.๑.๙ ประกอบด้วยชิ้นงานทดสอบที่ต้องใช้หัวประกบจับยึดไม่น้อยกว่า ดังนี้

๑) ชิ้นงานเหล็ก (steel) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๗๕ มิลลิเมตร จำนวน ๔ ชิ้น

๒) ชิ้นงานเหล็ก (steel) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า ๓๕๐ มิลลิเมตร จำนวน ๔ ชิ้น

๓) ชิ้นงานเหล็ก (steel) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า ๗๐๐ มิลลิเมตร จำนวน ๔ ชิ้น

๑.๑.๑๐ มีหัวข้อของการทดลองไม่น้อยกว่าดังนี้

๑) torsion tests with different materials and load until specimen fracture

๒) determine the twisting strength

๓) plot the diagram of twisting moment over twisting angle

๔) influence of

๔.๑) specimen material

๔.๒) specimen cross-section

๔.๓) specimen length

๑.๑.๑๑ มีซอฟต์แวร์สำหรับการประมวลผลชุดฝึกทดสอบแรงบิดขนาด ๓๐ นิวตันเมตร จากบริษัทผู้ผลิตเดียวกันกับตัวเครื่อง สำหรับการส่งถ่ายข้อมูลที่ทำการทดสอบไปยังหน่วยประมวลผลอื่นๆ ได้ด้วย USB อย่างน้อยจำนวน ๑ ชุด

๑.๑.๑๒ มีอุปกรณ์สำหรับวัดมุมที่เกิดการบิดของชิ้นงานทดสอบ สำหรับชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖ มิลลิเมตร สามารถวัดมุมการบิดได้ ๓๖๐ องศา มีค่าความละเอียด (resolution) ไม่น้อยกว่า ๐.๑ องศา หรือดีกว่า อย่างน้อยจำนวน ๑ ชุด

๑.๑.๑๓ ครุภัณฑ์ประกอบ มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้

๑) เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล จำนวน ๑ เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

๑.๑) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๖ แกนหลัก (๖ core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๓.๐ GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน ๑ หน่วย

๑.๒) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒ MB

๑.๓) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือดีกว่า ดังนี้

๑.๓.๑) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB หรือ

๑.๓.๒) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB หรือ

๑.๓.๓) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB

๑.๔) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๘ GB

๑.๕) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๒ TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๔๘๐ GB จำนวน ๑ หน่วย

๑.๖) มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน ๑ หน่วย

๑.๗) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ ๑๐/๑๐๐/๑๐๐๐ Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง

๑.๘) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB ๒.๐ หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า ๓ ช่อง

๑.๙) มีแป้นพิมพ์และเมาส์

๑.๑๐) มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า ๒๔ นิ้ว จำนวน ๑ หน่วย

๑.๑๑) ติดตั้งโปรแกรมพื้นฐานในการประมวลผลและแสดงผลการทดลองจากบริษัทผู้ผลิตเดียวกันกับตัวเครื่องทดสอบ

๑.๑๒) ติดตั้งโปรแกรมในการประมวลผลและแสดงผลการทดลองจากบริษัทผู้ผลิตเดียวกันกับตัวเครื่องทดสอบ

๒) มีโต๊ะสำหรับวางชุดฝึกทดสอบแรงบิดขนาด ๓๐ นิวตันเมตร มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้

๒.๑) ผลิตจากวัสดุที่มีความแข็งแรงจําพวกเหล็ก หรือไม้แบบปิดผิว หรือดีกว่า

๒.๒) สามารถรองรับน้ำหนักของชุดฝึกทดสอบแรงบิดได้

- ๒.๓) มีขนาดความยาวกว้างสูง ไม่น้อยกว่า ๑๘๐๐x๘๐๐x๗๕๐ มิลลิเมตร
๒.๔) ขาโต๊ะมีความคงทนแข็งแรง มีตัวเกลียวปรับระดับเพื่อตั้งสมดุลได้

๑.๒ ชุดฝึกทดสอบความล้าของวัสดุ (Fatigue Testing Machine) จำนวน ๑ เครื่อง
เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาเกี่ยวกับการหาค่าความล้าของวัสดุ โดยการให้โหลดกับชิ้นทดสอบและหมุนชิ้น
ทดสอบ (Rotating metal) ด้วยมอเตอร์ สามารถอ่านค่าผลการทดสอบได้โดยตรงจากจอแสดงผลแบบดิจิทัลบน
ตัวเครื่องทดสอบ

- ๑.๒.๑ สามารถให้ค่าโหลดที่ใช้ในการทดสอบ ได้ไม่น้อยกว่า ๓๐๐ นิวตัน
๑.๒.๒ เครื่องทดสอบความล้าประกอบเป็นชุดสำเร็จรูปติดตั้งอยู่บนโครงสร้างที่แข็งแรงพร้อมขา
ตั้ง เป็นชุดอุปกรณ์แบบตั้งโต๊ะ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
๑.๒.๓ เครื่องทดสอบความล้า ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญต่างๆ ที่ติดตั้งอยู่บนโครงทดสอบ
ไม่น้อยกว่าดังนี้

- ๑) ฝาครอบปิดเพื่อป้องกันอันตราย (protective cover)
- ๒) ชุดควบคุมและแสดงผล (switch box)
- ๓) เครื่องมือสำหรับการทดสอบ (tool)
- ๔) มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนเพลลา (electric motor)
- ๕) ชิ้นงานทดสอบ (specimens)
- ๖) แบริ่งสำหรับรองรับแกนเพลลา (bearing)
- ๗) อุปกรณ์จับชิ้นงานทดสอบชิ้นทดสอบ (clamped specimen)
- ๘) อุปกรณ์ให้โหลดแบบมือหมุน (load application device with spring balance
and hand wheel)

๑.๒.๔ ชุดควบคุมและแสดงผล ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ไม่น้อยกว่าดังนี้ คือ สวิตซ์
เปิด-ปิด, ปุ่มสวิตซ์ฉุกเฉิน และจอแสดงผลแบบดิจิทัลขนาดไม่น้อยกว่า ๘ หลัก

- ๑.๒.๕ มีค่าความเร็วรอบที่ใช้ในการทดสอบไม่น้อยกว่า ๒,๗๐๐ รอบต่อนาที หรือดีกว่า
๑.๒.๖ มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการกระเด็นเมื่อชิ้นทดสอบแตกหัก ขณะทำการทดสอบ
๑.๒.๗ สามารถหยุดการทำงานได้อัตโนมัติเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ
๑.๒.๘ เครื่องทดสอบความล้าของวัสดุ มีขนาดไม่น้อยกว่า ๘๐๐x๔๐๐x๕๕๐ มิลลิเมตร
๑.๒.๙ ใช้ไฟฟ้าขนาด ๒๓๐V, ๕๐/๖๐ Hz, ๑ phase หรือระบบไฟฟ้าภายในประเทศได้
๑.๒.๑๐ มีชิ้นงานทดสอบผลิตจากวัสดุประเภทเหล็ก ที่มีรูปแบบบ่าระหว่างจุดจับยึดชิ้นงานกับ
ปลายชิ้นงานทดสอบแตกต่างกันไม่น้อยกว่า ๓ แบบ อย่างน้อยจำนวน ๒ ชุด มีรายละเอียดไม่น้อยกว่า ดังนี้
- ๑) ผลิตจากเหล็กชนิด Ck๓๕ หรือดีกว่า
 - ๒) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๘ มิลลิเมตร
 - ๓) มีความยาวไม่น้อยกว่า ๑๔๖ มิลลิเมตร

๑.๒.๑๑) มีหัวข้อของการทดลองไม่น้อยกว่าดังนี้

- ๑) fatigue strength of bars under reverse bending stress
- ๒) influence of different fillet radii and surface qualities on

the fatigue strength

๓) Wohler diagram

๑.๒.๑๒) มีระบบประมวลผลและจัดเก็บข้อมูล (Data Acquisition System) พร้อมซอฟต์แวร์สำหรับชุดฝึกทดสอบความล้าของวัสดุจากบริษัทผู้ผลิตเดียวกันกับตัวเครื่อง สำหรับการส่งถ่ายข้อมูลที่ทำการทดสอบไปยังหน่วยประมวลผลอื่นๆ ได้ด้วย USB จำนวน ๑ ชุด

๑.๒.๑๓) ครุภัณฑ์ประกอบ มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้

๑) เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล จำนวน ๑ เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

๑.๑) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๖ แกนหลัก (๖ core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๓.๐ GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน ๑ หน่วย

๑.๒) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒ MB

๑.๓) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือดีกว่า ดังนี้

๑.๓.๑) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB หรือ

๑.๓.๒) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB หรือ

๑.๓.๓) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB

๑.๔) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๘ GB

๑.๕) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๒ TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๔๘๐ GB จำนวน ๑ หน่วย

๑.๖) มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน ๑ หน่วย

๑.๗) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ ๑๐/๑๐๐/๑๐๐๐ Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง

๑.๘) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB ๒.๐ หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า ๓ ช่อง

๑.๙) มีแป้นพิมพ์และเมาส์

๑.๑๐) มีจอแสดงผลภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒๔ นิ้ว จำนวน ๑ หน่วย

๑.๑๑) ติดตั้งโปรแกรมในการประมวลผลและแสดงผลการทดลองจากบริษัทผู้ผลิตเดียวกันกับตัวเครื่องทดสอบ

๒) มีโต๊ะสำหรับวางชุดฝึกทดสอบแรงบิดขนาด ๓๐ นิวตันเมตร มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้

๒.๑) ผลิตจากวัสดุที่มีความแข็งแรงจำพวกเหล็ก หรือไม้แบบปิดผิว หรือดีกว่า

๒.๒) สามารถรองรับน้ำหนักของชุดฝึกทดสอบความล้าของวัสดุได้

- ๒.๓) มีขนาดความยาวxกว้างxสูง ไม่น้อยกว่า ๑๘๐๐x๘๐๐x๗๕๐ มิลลิเมตร
๒.๔) ขาโต๊ะมีความคงทนแข็งแรง มีตัวเกลียวปรับระดับเพื่อกำหนดมุมได้

๑.๓ ชุดฝึกทดสอบวัสดุด้วยแรงกระแทก ขนาด ๒๕ นิวตันเมตร (Impact test ๒๕ Nm)

จำนวน ๑ เครื่อง

เป็นเครื่องทดสอบความทนแรงกระแทกแบบ Charpy notched-bar impact test และแบบ pendulum impact tester เป็นการทดสอบแบบทำลายเพื่อควบคุมคุณภาพและวิเคราะห์พฤติกรรมการแตกหักของวัสดุประเภทโลหะ สามารถทดสอบได้ตามมาตรฐานสากล DIN EN ISO ๑๔๘-๑ เป็นต้น

๑.๓.๑ สามารถทดสอบแรงกระแทกได้สูงสุดไม่น้อยกว่า ๑๕ นิวตันเมตร หรือ ๒๕ นิวตันเมตร (โดยเพิ่มน้ำหนักพิเศษ)

๑.๓.๒ ค้อนกระแทก (hammer) มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า ๒ กิโลกรัม และ ๓.๓ กิโลกรัม (โดยเพิ่มน้ำหนักพิเศษ)

๑.๓.๓ สามารถเพิ่มน้ำหนักพิเศษขนาดไม่น้อยกว่า ๐.๓ กิโลกรัมได้ จำนวน ๔ ชั้น

๑.๓.๔ ค้อนกระแทก (hammer) มีความเร็วไม่น้อยกว่า ๓.๘ เมตรต่อวินาที

๑.๓.๕ หัวค้อนกระแทก (head) มีขนาดไม่น้อยกว่า ๗๓๐ มิลลิเมตร

๑.๓.๖ มีชุดอุปกรณ์ยึดฐานสำหรับวางชิ้นงานทดสอบ (Supports for specimens) กว้างไม่น้อยกว่า ๓๕ เซนติเมตร

๑.๓.๗ ชิ้นงานทดสอบชนิดมีรอยบากสำหรับการทดสอบมีขนาด (LxW) ไม่น้อยกว่า ๑๐x๕ มิลลิเมตร และ ๑๐x๑๐ มิลลิเมตร

๑.๓.๘ สามารถทดสอบชิ้นงานชนิดต่างๆ ได้ไม่น้อยกว่าดังนี้

๑) เหล็กกล้าที่พัฒนาให้เหมาะสมกับการกลึง ใส หรือตัด (free cutting steel)

๒) เหล็กที่ผ่านการอบชุบด้วยความร้อน (heat treatable steel)

๓) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ (construction steel)

๔) ทองเหลือง (brass)

๑.๓.๙ ชุดทดสอบมีขนาดไม่น้อยกว่า (LxWxH) ๙๐๐x๒๐๐x๙๐๐ มิลลิเมตร

๑.๓.๑๐ ชุดฝึกทดสอบมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า ๕๐ กิโลกรัม เพื่อความมั่นคงแข็งแรง

๑.๓.๑๑ ใช้ไฟฟ้าขนาด ๒๓๐V, ๕๐/๖๐ Hz, ๑ phase หรือระบบไฟฟ้าภายในประเทศได้

๑.๓.๑๒ ประกอบด้วยชิ้นงานสำหรับการทดสอบ จำนวน ๒ ชุด ไม่น้อยกว่า ดังนี้

๑) ชุดชิ้นงานทดสอบ ๑๐ V specimens ๑๐x๕ ผลิตจากวัสดุชนิด construction steel

๒) ชุดชิ้นงานทดสอบ ๑๐ V specimens ๑๐x๕ ผลิตจากวัสดุชนิด CuZn

๓) ชุดชิ้นงานทดสอบ ๑๐ V specimens ๑๐x๑๐ ผลิตจากวัสดุชนิด CuZn

๑.๓.๑๓ ชุดชิ้นงานทดสอบ ๑๐ U specimens ๑๐x๕ ผลิตจากวัสดุชนิด free cutting steel

๑) ชุดชิ้นงานทดสอบ ๑๐ R๗ specimens ผลิตจากวัสดุชนิด free cutting steel

๒) ชุดชิ้นงานทดสอบ ๑๐ R๕ specimens ผลิตจากวัสดุชนิด free cutting steel

๓) ชุดชิ้นงานทดสอบ ๑๐ R๗ specimens ผลิตจากวัสดุชนิด heat treatable steel

๔) ชุดชิ้นงานทดสอบ ๑๐ R๗ specimens ผลิตจากวัสดุชนิด construction steel

๕) ชุดชิ้นงานทดสอบ ๑๐ V specimens ผลิตจากวัสดุชนิด construction steel

๑.๓.๑๔ มีหัวข้อของการทดลองไม่น้อยกว่าดังนี้

- ๑) determine the notched-bar impact work
- ๒) determine the notched-bar impact strength
- ๓) analyse the fracture surface characteristics
- ๔) plot a notched-bar impact work-temperature diagram
- ๕) influence of notch shape, material and specimen

temperature on the notched bar impact work

๑.๓.๑๕ มีระบบประมวลผลและจัดเก็บข้อมูล (Data Acquisition System) พร้อมซอฟต์แวร์สำหรับชุดฝึกทดสอบวัสดุด้วยแรงกระแทกจากบริษัทผู้ผลิตเดียวกันกับตัวเครื่อง สำหรับการส่งถ่ายข้อมูลที่ทำกรทดสอบไปยังหน่วยประมวลผลอื่นๆ ได้ด้วย USB จำนวน ๑ ชุด

๑.๓.๑๖ ครุภัณฑ์ประกอบ มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้

๑) เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล จำนวน ๑ เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

๑.๑) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๖ แกนหลัก (๖ core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๓.๐ GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน ๑ หน่วย

๑.๒) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒ MB

๑.๓) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือดีกว่า ดังนี้

๑.๓.๑) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB หรือ

๑.๓.๒) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB หรือ

๑.๓.๓) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB

๑.๔) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๘ GB

๑.๕) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๒ TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๔๘๐ GB จำนวน ๑ หน่วย

๑.๖) มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน ๑ หน่วย

๑.๗) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ ๑๐/๑๐๐/๑๐๐๐ Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง

๑.๘) มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB ๒.๐ หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า ๓ ช่อง

๑.๙) มีแป้นพิมพ์และเมาส์

๑.๑๐) มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า ๒๔ นิ้ว จำนวน ๑ หน่วย

๑.๑๑) ติดตั้งโปรแกรมในการประมวลผลและแสดงผลการทดลองจากบริษัทผู้ผลิตเดียวกันกับตัวเครื่องทดสอบ

๒) มีโต๊ะสำหรับวางชุดฝึกทดสอบแรงบิดขนาด ๓๐ นิวตันเมตร มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้

- ๒.๑) ผลิตจากวัสดุที่มีความแข็งแรงจำพวกเหล็ก หรือไม้แบบปิดผิว หรือดีกว่า
- ๒.๒) สามารถรองรับน้ำหนักของชุดฝึกทดสอบแรงกระแทกได้
- ๒.๓) มีขนาดความยาวxกว้างxสูง ไม่น้อยกว่า ๑๘๐๐x๘๐๐x๗๕๐ มิลลิเมตร
- ๒.๔) ขาโต๊ะมีความคงทนแข็งแรง มีตัวเก็ยปรับระดับเพื่อตั้งสมดุลได้

๑.๔ ชุดฝึกการเรียนรู้หลักการการทดสอบความคืบ (Creep rupture testing) จำนวน ๑ ชุด เป็นชุดทดลองที่ศึกษาและวิเคราะห์การหาค่าการการคืบ Creep testing โดยดูลักษณะการเปลี่ยนรูปของวัสดุเมื่อได้รับแรง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ศึกษาการทดลองมาประยุกต์ใช้ระกอบการตัดสินใจในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับงานทางวิศวกรรม

๑.๔.๑ ชุดทดลองมีลักษณะการใช้งานประกอบอยู่บนแท่นเดียวกันแบบสำเร็จรูปทำจากวัสดุจำพวกโลหะเพื่อความสะดวกในการทำการทดลอง

๑.๔.๒ ชุดฝึกดังกล่าวมีชุดอุปกรณ์อย่างน้อยประกอบด้วย

- ๑) thermometer for temperature-controlled box
- ๒) storage element for cooling the specimen
- ๓) clamped specimen
- ๔) specimens
- ๕) weight
- ๖) adjustable stop for the lever
- ๗) lever
- ๘) dial gauge

๑.๔.๓ มีชุดชิ้นงานทดสอบ (Specimens) ผลิตจากผู้ผลิตเดียวกันกับชุดทดสอบชุดฝึกการเรียนรู้หลักการการทดสอบความคืบ (Creep rupture testing) ประกอบด้วยรายการดังนี้

๑) ชิ้นงานทดสอบชนิดพลาสติก (PE) โดยมีขนาดชิ้นงาน (LxWxH) ไม่น้อยกว่า ๗๕x๑๕x๔ มิลลิเมตร และมีความยาวไม่น้อยกว่า ๒๐ มิลลิเมตร มีพื้นที่หน้าตัดในการวัดค่าไม่น้อยกว่า ๑๐ ตารางมิลลิเมตร อย่างน้อยจำนวน ๒๐ ชิ้น

๒) ชิ้นงานทดสอบชนิดตะกั่ว (Lead) โดยมีขนาดชิ้นงาน (LxWxH) ไม่น้อยกว่า ๗๕x๑๕x๑ มิลลิเมตร และมีความยาวไม่น้อยกว่า ๒๐ มิลลิเมตร มีพื้นที่หน้าตัดในการวัดค่าไม่น้อยกว่า ๑๐ ตารางมิลลิเมตร อย่างน้อยจำนวน ๒๐ ชิ้น

๑.๔.๔ มีตุ้มน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า ๕ ขนาด โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ๑) ๑ (N) นิวตัน (มีตะขอแขวน) อย่างน้อยจำนวน ๑ ชุด
- ๒) ๕ (N) นิวตัน อย่างน้อยจำนวน ๒ ชุด
- ๓) ๒ (N) นิวตัน อย่างน้อยจำนวน ๓ ชุด
- ๔) ๑ (N) นิวตัน อย่างน้อยจำนวน ๓ ชุด
- ๕) ๐.๕ (N) นิวตัน อย่างน้อยจำนวน ๒ ชุด

๑.๔.๕) ชุดทดลองมีความสามารถในการวัดค่าต่างๆ ได้ไม่น้อยกว่าดังนี้

๑) วัดค่า tension: ๕ - ๒๕N/mm^๒ หรือดีกว่า

๒) วัดค่า travel: ๐ - ๑๐ mm, graduation: ๐.๐๑ mm หรือดีกว่า

๓) วัดค่า temperature: -๕๐ ถึง ๓๐๐°C หรือดีกว่า

๑.๔.๖) สามารถทำการทดลองได้ตามหัวข้อต่างๆไม่น้อยกว่า ดังนี้

๑) creep in specimens of various materials

๒) record a strain-time diagram (creep curve)

๓) influence of temperature and load on the creep

๔) load and recovery in plastics

๑.๔.๗) ชุดทดสอบมีขนาดไม่น้อยกว่า (LxWxH) ๖๕๐x๓๐๐x๕๐๐ มิลลิเมตร

๑.๔.๘) ชุดฝึกทดสอบมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า ๒๐ กิโลกรัม เพื่อความมั่นคงแข็งแรง

๑.๔.๙) มีโต๊ะสำหรับวางชุดฝึกการเรียนรู้หลักการการทดสอบความคืบ มีรายละเอียดไม่น้อยกว่า

ดังนี้

๑) ผลิตจากวัสดุที่มีความแข็งแรงจำพวกเหล็ก หรือไม้แบบปิดผิว หรือดีกว่า

๒) สามารถรองรับน้ำหนักของเครื่องทดสอบได้

๓) มีขนาดความยาวxกว้างxสูง ไม่น้อยกว่า ๑๕๐๐x๘๐๐x๗๕๐ มิลลิเมตร

๔) ขาโต๊ะมีความคงทนแข็งแรง มีตัวเกลียวรับระดับเพื่อตั้งสมดุลได้

๕) สามารถรองรับน้ำหนักของชุดฝึกการเรียนรู้หลักการการทดสอบความคืบได้

๑.๕ เครื่องขัดชิ้นงานละเอียดคุณภาพสูง (Metallographic Grinding and Polishing Machine)
จำนวน ๕ เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้

เป็นเครื่องขัดชิ้นงานใช้สำหรับการเตรียมชิ้นงาน ภายหลังจากการหล่อชิ้นงานหรือตัดชิ้นงานเป็น
ที่เรียบร้อยแล้วเพื่อให้เกิดความเงาหรือเพื่อให้เห็นผิวโครงสร้างของชิ้นงานก่อนนำไปส่องกล้องตรวจวัดขนาด

๑.๕.๑ เป็นเครื่องมือสำหรับขัดพื้นผิวชิ้นงานประเภทโลหะได้

๑.๕.๒ มีจานขัดชิ้นงานสองจานขัด ตัวจานมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๘ นิ้ว

๑.๕.๓ สามารถปรับความเร็วรอบในการขัดได้ไม่น้อยกว่า ๒ ระดับ ตั้งแต่สูงสุดไม่น้อยกว่า ๓๐๐
รอบต่อนาที และ สูงสุดไม่น้อยกว่า ๖๐๐ รอบต่อนาที

๑.๕.๔ มีชุดมอเตอร์ในการขับเคลื่อนของการหมุนขนาดไม่น้อยกว่า ๓๐๐ วัตต์

๑.๕.๕ ตัวเครื่องสามารถรองรับระบบไฟฟ้าภายในประเทศ ซึ่งมีได้ดัดแปลงหรือแก้ไขได้ใดจาก

โรงงานผู้ผลิต

๑.๕.๖ เครื่องขัดชิ้นงานมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า ๔๐ กิโลกรัม เพื่อความมั่นคงแข็งแรง

๑.๕.๗ เครื่องขัดชิ้นงานมีขนาดไม่น้อยกว่า (LxWxH) ๗๐๐x๗๐๐x๓๐๐ มิลลิเมตร

๑.๕.๘ มีระบบน้ำ ผงขัด และ น้ำยาขัด สำหรับช่วยในการขัด

๑.๕.๙ ชุดกระดาษทราย ผ้าขัด ผงขัดอะลูมินา ผงขัดเพชร น้ำยาขัด ไม่น้อยกว่าจำนวน ๑ ชุด

- ๑.๕.๑๐ มีโต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่งน้ำหนักงานละเอียดคุณภาพสูง มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้
- ๑) ผลิตจากวัสดุที่มีความแข็งแรงจำพวกเหล็ก หรือไม้แบบปิดผิว หรือดีกว่า
 - ๒) สามารถรองรับน้ำหนักของเครื่องทดสอบได้
 - ๓) มีขนาดความยาวxกว้างxสูง ไม่น้อยกว่า ๑๕๐๐x๘๐๐x๗๕๐ มิลลิเมตร
 - ๔) ขาโต๊ะมีความคงทนแข็งแรง มีตัวเกลียวปรับระดับเพื่อกันสั่นไหวได้

๑.๖ ชุดฝึกตรวจวัดแรงดึงเครียดของวัสดุ (Strain Gauge Training System) จำนวน ๑ เครื่อง เป็นชุดฝึกสำหรับตรวจวัดแรงดึงเครียด (strain) ของวัสดุเบื้องต้น วัดค่าอิเล็กทรอนิกส์ของตัวแปรทางกล สามารถทดสอบแรงดึงเครียด (tension), แรงดัด (bending) และแรงบิด (torsion) ได้ด้วย ชุดฝึกเป็นแบบตั้งโต๊ะ

๑.๖.๑ สามารถวัดค่าต่างๆ ได้ด้วยการใช้เกจวัดจุดที่เกิดความเครียด (strain) ในวงจรร เช่น แรงดึงเครียด (tension), แรงดัด (bending) และแรงบิด (torsion)

๑.๖.๒ สามารถหาค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ของวัสดุต่างๆ ได้เช่น ทองเหลือง (brass), ทองแดง (copper) หรืออะลูมิเนียม (aluminum)

๑.๖.๓ โครงสร้างของชุดฝึกผลิตจากวัสดุประเภทเหล็ก (steel) ที่มีความแข็งแรง ทนทาน สามารถรับน้ำหนักได้ดี

๑.๖.๔ ประกอบด้วยชุดโหลดขนาดเล็กในการทดสอบด้วยการแขวน ขนาดน้ำหนัก ๐.๕ นิวตัน อย่างน้อยจำนวน ๑๐ ชิ้น และขนาดน้ำหนัก ๑ นิวตัน อย่างน้อยจำนวน ๑ ชิ้น

๑.๖.๕ ประกอบด้วยชุดโหลดขนาดใหญ่ในการทดสอบด้วยการแขวน ขนาดน้ำหนัก ๕ นิวตัน อย่างน้อยจำนวน ๑ ชิ้น, ขนาดน้ำหนัก ๑๐ นิวตัน อย่างน้อยจำนวน ๒ ชิ้น, ขนาดน้ำหนัก ๒๐ นิวตัน อย่างน้อยจำนวน ๑ ชิ้น และขนาดน้ำหนัก ๕ นิวตัน อย่างน้อยจำนวน ๑ ชิ้น

๑.๖.๖ ชุด Strain gauge มีค่าความต้านทานทางไฟฟ้าในการวัด ไม่น้อยกว่า ๓๐๐ โอห์ม

๑.๖.๗ ประกอบด้วยแท่งทดสอบในรูปแบบต่างๆ ไม่น้อยกว่าดังนี้

๑) แท่งสำหรับทดสอบแรงดึงเครียด (tension bar) จำนวน ๒ ชุด มีรายละเอียดไม่น้อยกว่า ดังนี้

๑.๑) มีความยาว (measuring length) ไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร

๑.๒) มีพื้นที่หน้าตัด (cross-section) ไม่น้อยกว่า $2 \times 10 \text{ mm}^2$

๑.๓) สามารถวัดค่า modulus of elasticity ได้ไม่น้อยกว่า 150000 N/mm^2

๑.๔) มีค่า Poisson's ratio ไม่น้อยกว่า ๐.๓๐๕

๒) แท่งสำหรับทดสอบแรงดัด (bending bar) จำนวน ๒ ชุด มีรายละเอียดไม่น้อยกว่า

ดังนี้

๒.๑) มีความยาว (length) ไม่น้อยกว่า ๓๗๐ มิลลิเมตร

๒.๒) มีพื้นที่หน้าตัด (cross-section) ไม่น้อยกว่า $5 \times 20 \text{ mm}^2$

๒.๓) สามารถวัดค่า modulus of elasticity ได้ไม่น้อยกว่า 200000 N/mm^2

๓) แท่งสำหรับทดสอบแรงบิด (torsion bar) จำนวน ๒ ชุด มีรายละเอียดไม่น้อยกว่า ดังนี้

๓.๑) มีความยาว (length) ไม่น้อยกว่า ๔๕๐ มิลลิเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๘ มิลลิเมตร

๓.๒) สามารถวัดค่า shear modulus ได้ไม่น้อยกว่า ๘๐๐๐๐ N/mm^๒

๑.๖.๘ ประกอบด้วยแอมพลิฟายเออร์ (amplifier) สำหรับวัดค่าการทดสอบ แสดงผลด้วยหน้าจอแบบดิจิทัล (digital display) ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ หลัก จำนวน ๑ เครื่อง มีรายละเอียดอื่นๆ ดังนี้

๑) มีช่วงในการวัด (measuring range) ไม่น้อยกว่า +/- ๒๔ mV

๒) มีค่าความละเอียด (resolution) ไม่น้อยกว่า ๑µV

๓) มีช่วงในการปรับตั้งศูนย์ถ่วง (zero balancing) ไม่น้อยกว่า +/- ๑mV

๔) มีแหล่งจ่ายแรงดัน (supply voltage) ไม่น้อยกว่า ๑๐ VDC

๑.๖.๙ ชุดฝึกมีขนาดของโครงสร้าง (frame) กว้าง x สูง ไม่น้อยกว่า ๔๕๐ x ๔๔๐ มิลลิเมตร

๑.๖.๑๐ ใช้ไฟฟ้าขนาด ๒๓๐V, ๕๐/๖๐ Hz, ๑ phase หรือระบบไฟฟ้าภายในประเทศได้

๑.๖.๑๑ ชุดอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าสำหรับป้องกันไฟกระชอกทางสายไฟฟ้า เพื่อรองรับและจ่ายไฟให้กับชุดฝึกตรวจวัดแรงดึงเครียดของวัสดุ (Strain Gauge Training System) ๑ ระบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

๑) เป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตราย อันเนื่องมาจากฟ้าผ่า ไฟกระชอก การเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ ซึ่งปนเข้ามา หรือเหนี่ยวนำเข้ามาทางสายไฟฟ้า AC Power Line ที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยทำให้เกิดความปลอดภัยต่อเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ที่อยู่ในบริเวณที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน

๒) ชิ้นส่วนภายในที่มีหน้าที่รับ Surge หรือไฟกระชอก เช่น Metal Oxide Varistor (MOV) จะต้องมี ๑ ตัวต่อ ๑ วงจร โดยห้ามนำ MOV ขนาดเล็กกว่าหลายๆ ตัวมาต่อขนานกัน ทั้งนี้ เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการรับไฟกระชอก

๓) ตัวฐาน (Base) ของอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางสายไฟฟ้า ต้องสามารถติดตั้งบนราง DIN rail ๓๕ mm. ได้และในส่วนของตัวป้องกันชุดฝึกตรวจวัดแรงดึงเครียดของวัสดุ (Strain Gauge Training System) ต้องเป็นแบบโมดูล (Module) ในกรณีอุปกรณ์ป้องกันชุดฝึกตรวจวัดแรงดึงเครียดของวัสดุ (Strain Gauge Training System) เสียหาย จะต้องสามารถเปลี่ยนใหม่ได้ โดยไม่ต้องถอดสายไฟ

๔) มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้

๔.๑) IEC /IEEE / วสท./ VDE	Class II/ Category B/ ว ส ท . ย ่ า น ๑/ Type C
๔.๒) Leakage Current	< ๕ mA at ๒๒๐ Volt , ๕๐ Hz (ไม่รวมกระแสส่วนแสดงผล)
๔.๓) Nominal Discharge Current	In ๑๕ kA (๘/๒๐ µSec)
๔.๔) Max. Discharge Current I _{max}	๔๐ kA (๘/๒๐ µSec) Single MOV
๔.๕) Residual Voltage	U _{res} < ๑.๕ kV at Category Bm/C๑

๔.๖) TOVs Surge Current	> ๑๐ A ๕๐ Hz ภายในเวลา ๐.๑ วินาที
๔.๗) Let Through Voltage (TOVs)	< ๒๗๐ Volt at TOVs Surge Current
๔.๘) Response Time	< ๒๕ nSec.
๔.๙) Standard According	IEC ๖๑๖๔๓-๑๑-๒๐๑๑, วสท EIT ๒๐๐๗- ๕๓ IEEE C๖๒.๔๑-๑๙๙๑ ,IEEE C๖๒.๔๑.๑- ๒๐๐๒

๑.๖.๑๒ มีโต๊ะสำหรับวางชุดฝึกตรวจวัดแรงดึงเครียดของวัสดุ มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้

- ๑) ผลิตจากวัสดุที่มีความแข็งแรงจำพวกเหล็ก หรือไม้แบบปิดผิว หรือดีกว่า
- ๒) สามารถรองรับน้ำหนักของเครื่องทดสอบได้
- ๓) มีขนาดความยาวกว้างสูง ไม่น้อยกว่า ๑๕๐๐x๘๐๐x๗๕๐ มิลลิเมตร
- ๔) ขาโต๊ะมีความคงทนแข็งแรง มีตัวเกลียวปรับระดับเพื่อตั้งสมดุลได้
- ๕) สามารถรองรับน้ำหนักชุดฝึกตรวจวัดแรงดึงเครียดของวัสดุได้

๑.๗ ชุดทดสอบแรงดัดโค้งของวัสดุ (Bending Test) จำนวน ๑ เครื่อง

เป็นชุดทดสอบเพื่อเรียนรู้แรงดัดโค้งของวัสดุ เพื่อให้ผู้ทดสอบกับวัสดุตัวอย่างของแต่ละขนาดสามารถนำค่าที่วัดทางกล ของแรงที่วัดได้นำมาคำนวณทางทฤษฎีได้

๑.๗.๑ เครื่องมีลักษณะโครงสร้างเสา มีคานบนและล่าง โครงสร้างทำจากวัสดุที่สามารถรองรับน้ำหนักได้ดีและมั่นคงแข็งแรง เพื่อติดตั้งอุปกรณ์ในการทดสอบ โครงที่ประกอบแล้วมีขนาด (LxWxH) ไม่น้อยกว่า ๑๓๐๐x๓๕๐x๑๑๐๐ มิลลิเมตร

๑.๗.๒ มีชุดจับยึดตัวอย่างในการทดสอบ สามารถปรับระยะได้ อย่างน้อยจำนวน ๑ ชุด

๑.๗.๓ มีชุดจับยึดอุปกรณ์การวัดค่าแรงของการดัดโค้งด้านบน อย่างน้อยจำนวน ๑ ชุด พร้อมตัวบิตล็อก อย่างน้อยจำนวน ๒ ชุด

๑.๗.๔ มีชุดจับยึดอุปกรณ์การวัดค่าแรงของการดัดโค้งด้านล่าง อย่างน้อยจำนวน ๑ ชุด พร้อมตัวบิตล็อก อย่างน้อยจำนวน ๑ ชุด

๑.๗.๕ มีชุดอุปกรณ์การวัดค่าแรงของการดัดโค้งติดตั้งที่คานด้านบน สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่า ± 5000 นิวตัน มีระยะการเคลื่อนที่สูงสุด (max. travel) ไม่น้อยกว่า ๙๐ มิลลิเมตร

๑.๗.๖ มีชุดอุปกรณ์การวัดระยะของการดัดโค้งติดตั้งที่คานด้านล่าง สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิเมตร

๑.๗.๗ มีชุดวัสดุเหล็กมาตรฐานขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐๐๐x๑๕x๓ มิลลิเมตร อย่างน้อยจำนวน ๒ ชุด

๑.๗.๘ มีชุดวัสดุอะลูมิเนียมมาตรฐานขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐๐๐x๑๕x๓ มิลลิเมตร อย่างน้อยจำนวน ๒ ชุด

๑.๗.๙ มีชุดวัสดุอะลูมิเนียมมาตรฐาน แบบ H-profile ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐๐๐x๑๕x๑๕x๒ มิลลิเมตร อย่างน้อยจำนวน ๒ ชุด

- ๑.๗.๑๐ มีโต๊ะสำหรับวางชุดทดสอบแรงดัดโค้งของวัสดุ มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้
- ๑) ผลิตจากวัสดุที่มีความแข็งแรงจำพวกเหล็ก หรือไม้แบบปิดผิว หรือดีกว่า
 - ๒) สามารถรองรับน้ำหนักของเครื่องทดสอบได้
 - ๓) มีขนาดความยาวxกว้างxสูง ไม่น้อยกว่า ๑๕๐๐x๘๐๐x๗๕๐ มิลลิเมตร
 - ๔) ขาโต๊ะมีความคงทนแข็งแรง มีตัวเกสียวปรับระดับเพื่อตั้งสมดุลได้
 - ๕) สามารถรองรับน้ำหนักชุดวัสดุอุทกสถิตแบบ H-profile ได้

๒. รายละเอียดอื่น ๆ

๒.๑ รับประกันคุณภาพสินค้าไม่น้อยกว่า ๑ ปี ในสภาวะการใช้งานปกติ

๒.๒ ผู้ผลิตจะต้องได้รับมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑:๒๐๑๕ หรือเทียบเท่า พร้อมแนบเอกสารมาแสดงในวันยื่นซอง (ยกเว้น ๑.ครุภัณฑ์ประกอบ, ๒.โต๊ะสำหรับวางชุดฝึกการเรียนรู้หลักการการทดสอบความคืบ, ๓.โต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่งขึ้นงานละเอียดคุณภาพสูง, ๔.โต๊ะสำหรับวางชุดฝึกตรวจวัดแรงดึงเครียดของวัสดุ, ๕.โต๊ะสำหรับวางชุดทดสอบแรงดัดโค้งของวัสดุ)

๒.๓ ผู้เสนอราคาต้องเสนอสินค้าที่ผลิตจากผู้ผลิตเดียวกันทั้งหมดเพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและการให้บริการหลังการขาย (ยกเว้น ๑.ครุภัณฑ์ประกอบ, ๒.โต๊ะสำหรับวางชุดฝึกการเรียนรู้หลักการการทดสอบความคืบ, ๓.โต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่งขึ้นงานละเอียดคุณภาพสูง, ๔.โต๊ะสำหรับวางชุดฝึกตรวจวัดแรงดึงเครียดของวัสดุ, ๕.โต๊ะสำหรับวางชุดทดสอบแรงดัดโค้งของวัสดุ)

๒.๔ ผู้เสนอราคาต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑:๒๐๑๕ ทางด้านผลิต, นำเข้า, จำหน่ายและบริการหลังการขายชุดฝึก ชุดทดลอง สำหรับการศึกษโดยเฉพาะ (ยกเว้น ๑.ครุภัณฑ์ประกอบ, ๒.โต๊ะสำหรับวางชุดฝึกการเรียนรู้หลักการการทดสอบความคืบ, ๓.โต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่งขึ้นงานละเอียดคุณภาพสูง, ๔.โต๊ะสำหรับวางชุดฝึกตรวจวัดแรงดึงเครียดของวัสดุ, ๕.โต๊ะสำหรับวางชุดทดสอบแรงดัดโค้งของวัสดุ)

๒.๕ ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา (ยกเว้น ๑.ครุภัณฑ์ประกอบ, ๒.โต๊ะสำหรับวางชุดฝึกการเรียนรู้หลักการการทดสอบความคืบ, ๓.โต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่งขึ้นงานละเอียดคุณภาพสูง, ๔.โต๊ะสำหรับวางชุดฝึกตรวจวัดแรงดึงเครียดของวัสดุ, ๕.โต๊ะสำหรับวางชุดทดสอบแรงดัดโค้งของวัสดุ)

๒.๖ มีคู่มือการทดสอบภาษาอังกฤษ ไม่น้อยกว่า ๒ ชุด และภาษาไทย ไม่น้อยกว่า ๒ ชุด

๒.๗ มีการสาธิตการใช้งานให้แก่อาจารย์ผู้สอน เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ และผู้ที่เกี่ยวข้อง


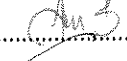
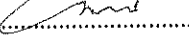
๓. กำหนดส่งมอบ

ภายใน ๑๒๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๔. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ

๑. นางวรรณภา	หอมจะบก	ประธานกรรมการ	
๒. นายประกาย	นาดี	กรรมการ	
๓. นายชัยวัฒน์	พีรทัตสุวรรณ	กรรมการและเลขานุการ	

ลงชื่อ (ผู้อนุมัติ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ลิ่มไชแสง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน