

ขอบเขตงาน (Terms of Reference: TOR)
การจัดซื้อครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการทดสอบโครงสร้าง
แขวงวงค์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 1 ชุด

1. ความเป็นมา

เนื่องจากครุภัณฑ์ในปัจจุบันของทางสาขาวิชาวิศวกรรมโยธามีไม่เพียงพอต่อความต้องการ เพราะความไม่เพียงพอต่อความต้องการ อีกทั้ง ความหลากหลายของครุภัณฑ์ในการศึกษาของนักศึกษายังมีน้อย ทางสาขาวิศวกรรมโยธา จึงมีความเห็นสมควร ในการเพิ่มเติมรายการครุภัณฑ์จากครุภัณฑ์เดิมที่ทางสาขามีอยู่ โดยในวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์จะเป็นการเรียนรู้เรื่องการทดสอบโครงสร้าง จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าครุภัณฑ์ในส่วนของวิชาพื้นฐานมีความจำเป็นต่อคณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักศึกษาให้สามารถออกสู่ตลาดแรงงานทั้งในและนอกประเทศได้อย่างมีอาชีพ

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อผลิตบัณฑิตวิศวกรรมศาสตร์ให้เป็นบัณฑิตนักปฏิบัติอย่างแท้จริง
- 2.2 เพื่อรองรับการขยายตัวของประเทศทางด้านอุตสาหกรรมในการก้าวเข้าสู่อาเซียน
- 2.3 เพื่อให้เป็นการพัฒนาองค์ความรู้นอกเหนือจากทฤษฎีที่ได้เรียนในห้องเรียนโดยมีการได้ลงมือปฏิบัติจริง
- 2.4 เพื่อสร้างองค์ความรู้ และพัฒนาต่อยอดงานวิจัย สำหรับอาจารย์และนักศึกษาต่อไปในอนาคต
- 2.5 เพื่อให้อาจารย์ และผู้ปฏิบัติการใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการดำเนินงานวิจัย

3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

ตามเอกสารประกวดราคาและประกาศประกวดราคา จากระบบการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ และรายละเอียดเพิ่มเติม ดังนี้

1. ผู้ประสงค์จะเสนอราคาต้องเป็นนิติบุคคล ที่ประกอบกิจการด้านการจำหน่ายชุดปฏิบัติการทดสอบโครงสร้าง กับหน่วยงานราชการไม่น้อยกว่า 1 สัญญา ย้อนหลังภายในระยะเวลา 5 ปี โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์

4. รายละเอียดและคุณลักษณะเฉพาะ

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นชุดปฏิบัติการทดสอบโครงสร้างแบบตั้งโต๊ะโดย สามารถทำสอบคุณสมบัติของโครงสร้าง แบบต่าง ๆ เช่น แรงที่กระทำต่อโครงสร้างต่างๆ สามารถวัดแรงที่กระทำโดย เครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล และแสดงผลผ่านทางคอมพิวเตอร์โดยผ่านชุด Interface พร้อม Software แสดงผลการทำงาน

คุณลักษณะทางเทคนิค

ชุดปฏิบัติการทดสอบโครงสร้าง ประกอบไปด้วย

1. โครงทดสอบ (Structures test frame) จำนวน 4 ชุด

เป็นโครงสำหรับประกอบชุดอุปกรณ์ทดลองเกี่ยวกับทฤษฎีโครงสร้าง มีลักษณะดังนี้

- 1.1 Frame ทำจาก rigid extruded anodized aluminium
- 1.2 ตัว Frame มีขนาดไม่น้อยกว่า 880 x 850 x 610 มม.
- 1.3 มีพื้นที่สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ชุดทดลองต่าง ๆ

๒๕๕

- 1.4 รับภาระในการทดสอบได้สูงสุดถึง 5 kN
- 1.5 มีอุปกรณ์ยึดชุดทดลองแบบ Self-positioning nuts 12 อัน
- 1.6 มีขาแบบปรับได้ 4 ขา สามารถปรับขึ้นลงได้
- 1.7 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์

2. เครื่องวัดแรงแบบดิจิทัล (Digital Force Display) จำนวน 4 ชุด

- 2.1 เป็นเครื่องมือสำหรับวัดค่าแรง สามารถต่อกับชุดทดลองต่าง ๆ ได้
- 2.2 แสดงผลแบบดิจิทัลบนจอแสดงผลแบบ LCD แสดงผลจากจุดวัดได้อย่างต่อเนื่องถึง 4 จุดวัด โดยมี สวิตช์เลือกตำแหน่ง จุดวัด
- 2.3 มีย่านการวัด 2 ย่าน ไม่น้อยกว่า 0.0 – 20.0 นิวตัน ความละเอียด 0.1 นิวตัน และ 0-500 นิวตัน ความละเอียด 1 นิวตัน
- 2.4 สามารถเปลี่ยนย่านการวัดได้โดยอัตโนมัติ
- 2.5 สามารถต่อเชื่อมสัญญาณเข้ากับชุดบันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ได้
- 2.6 ตัวเครื่องทำจากวัสดุแบบ tough resin case
- 2.7 มีขนาดไม่น้อยกว่า 150 X 140 X 80 มม.
- 2.8 ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 220 V, 50 Hz 1 เฟส
- 2.9 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์

3. ชุดบันทึกผลแบบอัตโนมัติ (Automatic Data Acquisition System) จำนวน 1 ชุด

- 3.1 เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับช่วยในการบันทึก และแสดงผลแบบอัตโนมัติผ่านทางคอมพิวเตอร์ ใช้งานร่วมกับชุดทดลองทฤษฎีโครงสร้าง
- 3.2 กล่องบันทึกสัญญาณมีขนาดไม่น้อยกว่า 230 x 220 x 40 มม.
- 3.3 มีซอฟต์แวร์สำหรับแสดงผลและจำลองการทดสอบบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ทำงานบน Windows Xp หรือดีกว่าได้
- 3.4 สามารถบันทึกค่า, แรง, strain, ค่ามุมและ deflection ได้
- 3.5 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 3.6 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

4. ชุดทดลองโมเมนต์เนื่องจากการดัดของคาน (Bending Moments in a Beam) จำนวน 1 ชุด

- 4.1 เป็นชุดทดลองศึกษาการวัดโมเมนต์เนื่องจากการดัดของคาน
- 4.2 มีคานทดสอบที่แบ่งเป็นสองส่วน ซึ่งมีจุดต่อที่ขยับได้อิสระ
- 4.3 ชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 660 มม. x 235 มม. x 90 มม.
- 4.4 มี Electronic Load cell พร้อมสายต่อเชื่อมกับเครื่องวัดแรงแบบดิจิทัล
- 4.5 มีที่แขวนตุ้มน้ำหนัก 5 อัน พร้อมตุ้มน้ำหนักขนาด 10 กรัม 150 ชิ้น
- 4.6 สามารถใช้ Load ได้ 24 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งห่างกัน 20 มม. ตามความยาวของคานทดสอบ
- 4.7 สามารถใช้งานร่วมกับโครงทดสอบและเครื่องวัดแรงแบบดิจิทัลได้
- 4.8 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้

๒๐๕



- 4.9 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 4.10 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

5. ชุดทดลองแรงเฉือนในคาน (SHEAR FORCE IN A BEAM) จำนวน 1 ชุด

- 5.1 เป็นชุดทดลองศึกษาแรงเฉือนในคานที่แบ่งเป็น 2 ส่วน มีจุดต่อที่สามารถเคลื่อนที่ได้ในลักษณะของการเฉือน
- 5.2 ชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 660 x 250 x 90 มม.
- 5.3 มี Electronic Load Cell พร้อมสายต่อเชื่อมกับเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 5.4 มีชุดตุ้มน้ำหนักขนาด 10 กรัม 150 ชิ้น พร้อมที่แขวน 5 อัน
- 5.5 สามารถให้ Load ได้ 23 ตำแหน่งตามความยาวของคานทดสอบ ห่างกัน 20 มม.
- 5.6 สามารถใช้งานร่วมกับโครงทดสอบและเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 5.7 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติได้ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 5.8 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 5.9 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

6. ชุดทดลองการโก่งงอของคาน (Deflection of Beam and Cantilevers) จำนวน 1 ชุด

- 6.1 เป็นชุดทดลองศึกษาการโก่งงอของ Beam และ Cantilever ในสภาวะของการรับภาระแบบต่างๆ และการยึด (fixing) เช่น Cantilever, propped corntilever, Encastre และ Simple supported beam
- 6.2 มีแผงยึดอุปกรณ์พร้อมสเกลบอกระยะความยาว และร่องสำหรับติดตั้งเครื่องมือวัด
- 6.3 มี Digital Deflection Indicator สำหรับวัดความโก่งงอของคาน 1 เครื่อง ติดตั้งอยู่ในร่อง สามารถเลื่อนไปยังตำแหน่งต่างๆ ตามความยาวของคานได้
- 6.4 มีคานทดสอบทำจากวัสดุต่างๆ ได้แก่ เหล็กกล้า, ทองเหลืองและอลูมิเนียม
- 6.5 มีตุ้มน้ำหนักขนาด 10 กรัม 150 ชิ้น พร้อมที่แขวน 10 อัน
- 6.6 ชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 880 x 180 x 120 มม.
- 6.7 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 6.8 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 6.9 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 6.10 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

7. ชุดทดลองความเคียดเนื่องจากแรงดัด (Bending Stress in Beam) จำนวน 1 ชุด

- 7.1 มี Electronic load cell ที่ให้ Load ได้สูงสุดถึง 500 นิวตัน
- 7.2 อุปกรณ์วัดค่า strain ไว้จำนวน 9 ตัว ติดตั้งบนคานทดสอบ
- 7.3 ชุดทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 880 x 210 x 100 มม.
- 7.4 มีเวอร์เนียร์ จำนวน 1 อัน
- 7.5 มีคานทดสอบแบบอลูมิเนียม หน้าตัดรูปตัว T
- 7.6 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล

๗๕๕

- 7.7 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ (Automayic Data Acquisition System) เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 7.8 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 7.9 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

8. ชุดทดลอง Torional Deflection of Circular Sections จำนวน 1 ชุด

- 8.1 อุปกรณ์ประกอบด้วยแผ่นยึดอุปกรณ์ที่ไม่เกิดการบิดเบี้ยวเมื่อรับแรงในการทดสอบพร้อมปากจับวัสดุ 2 อัน
- 8.2 ใช้ทดสอบแรงบิดและพฤติกรรมการบิดตัวของวัสดุต่างกัน ในช่วง Elastic
- 8.3 ปากจับวัสดุด้านหนึ่งต่ออยู่กับ Load cell เพื่อวัดแรงบิด
- 8.4 มีสเกลวัดมุมปิด 1 อัน
- 8.5 มีไม้บรรทัด และเวอร์เนียร์ อย่างละ 1 อัน
- 8.6 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 8.7 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 8.8 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 8.9 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

9. ชุดทดลองการโก่งงอแบบไม่สมมาตรและจุดศูนย์กลางแรงเฉือน (Unsymmetrical Bending and Shear Centre) จำนวน 1 ชุด

- 9.1 เป็นชุดทดลองที่สามารถแสดงให้เห็นการโก่งงอในแนวตั้ง และแนวนอนของคานที่มีหน้าตัดไม่สมมาตรที่สภาวะของโหลดต่างๆ กัน
- 9.2 ศึกษาการกำหนดจุดศูนย์กลางแรงเฉือนที่หน้าตัดใดๆ
- 9.3 สามารถปรับตำแหน่งของโหลดที่กระทำบนหน้าตัดในมุมต่างๆ ได้โดยการปรับ chuck
- 9.4 มี Digital Deflection Indicator สำหรับอ่านค่าความเบี่ยงเบน 2 เครื่อง
- 9.5 มีเวอร์เนียร์ และไม้บรรทัด อย่างละ 1 อัน
- 9.6 คานทดสอบที่มีหน้าตัดรูปตัว L, U และ flat beam อย่างละ 1 อัน
- 9.7 มีตุ้มน้ำหนักขนาด 10 กรัม 150 ชิ้น
- 9.8 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 9.9 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 9.10 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 9.11 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

10. ชุดทดลองแรงในโครงสร้างแบบ Pin - Jointed Frame works พร้อมโหลดเซลล์ จำนวน 1 ชุด

- 10.1 เป็นชุดทดลองสำหรับศึกษา Strains, stresses, forces และ Deflections ของโครงสร้าง Pin - Jointed แบบต่างๆ ได้แก่ Warren girder, roof truss เป็นต้น
- 10.2 มี reaction support 2 อัน ที่มีด้านหนึ่งเป็น pivoting action และอีกด้านหนึ่งเป็น pivoting action และ rolling

๒๐๕



- 10.3 มี members 14 ชิ้น แต่ละชิ้นถูกติดตั้งอุปกรณ์วัดค่า Strain แบบอิเล็กทรอนิกส์ไว้
- 10.4 ชุดข้อต่อแบบ Universal bosses 8 อัน สามารถประกอบโครงสร้างเป็นมุมประกอบ 30, 45 และ 60 องศา ได้
- 10.5 มีเครื่องวัด Strain และ Digital Strain bridge วัดได้ 16 จุด 1 เครื่อง
- 10.6 เครื่อง Electronic Load Cell สามารถให้ load ได้สูงสุดถึง 500 นิวตัน 1 เครื่อง
- 10.7 เครื่องวัดการโก่ง Digital Deflection Indicator 1 เครื่อง
- 10.8 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 10.9 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 10.10 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 10.11 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

11. ชุดทดลองโครงสร้างรูปโค้งแบบสามจุดต่อ (Three – tinned Arch) จำนวน 1 ชุด

- 11.1 เป็นชุดทดลองศึกษาคุณสมบัติของโครงสร้างรูปโค้งของสะพานที่มีจุดต่อ 3 จุด (Three – pinned arch) มีช่วง span 500 มม.
- 11.2 โครงสร้างมีจุดหมุน (pivoted) ที่ปลายด้านซ้ายและจุดกึ่งกลาง
- 11.3 ปลายด้านขวาสามารถเลื่อนในแนวนอนได้ และวางอยู่บน load cell
- 11.4 สามารถให้โหลดบนสะพานได้ ที่ตำแหน่งที่กำหนดมาให้ 9 จุด
- 11.5 วัดแรงผลัก (thrust reaction) โดย load cell แสดงผลบนเครื่องวัดแบบดิจิตอล
- 11.6 ชุดตุ้มน้ำหนักขนาด 100 กรัม 1 อัน, 200 กรัม 1 อันและ 300 กรัม 1 อัน
- 11.7 มีไม้บรรทัด 1 อัน
- 11.8 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 11.9 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 11.10 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 11.11 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

12. ชุดทดลองโครงสร้างรูปโค้งแบบ Two – Pinned Arch จำนวน 1 ชุด

- 12.1 เป็นชุดทดลองเพื่อการศึกษาคุณสมบัติของโครงสร้างรูปโค้งแบบ Two – pinned Arch
- 12.2 คานโค้งทำจาก Aluminium alloy มีช่วง Span ยาว 500 มม. และโค้งขึ้นในระยะไม่น้อยกว่า 100 มม.
- 12.3 ปลายคานด้านหนึ่งถูกปิดกับที่ แต่สามารถหมุนได้ (pivot) ส่วนปลายอีกด้านมีลูกกรอกเลื่อนไป มาบน load cell
- 12.4 สามารถให้ load ได้ที่ตำแหน่งต่างๆ 9 จุด
- 12.5 วัดแรง thrust reaction โดย load cell แบบอิเล็กทรอนิกส์
- 12.6 มีตุ้มน้ำหนักขนาด 10 กรัม จำนวน 150 อัน พร้อมทั้งแขวน 9 อัน
- 12.7 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 12.8 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้

๗๐๕



- 12.9 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวัน
เสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 12.10 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

13. ชุดทดลองโครงสร้างรูปโค้งแบบ Fixed – Arch จำนวน 1 ชุด

- 13.1 เป็นชุดทดลองสำหรับศึกษาคุณสมบัติของโครงสร้างรูปโค้งแบบ Fixed –Arch
- 13.2 คานโค้งทำจาก Aluminium alloy มีช่วง Span ยาว 500 มม. ส่วนโค้งสูงชันไม่น้อยกว่า
100 มม.
- 13.3 ปลายคานทั้งสองด้านถูกยึดกับที่ และปลายด้านซ้ายมี moment arm
ซึ่งวางอยู่บนโพลดเซล
- 13.4 สามารถให้โพลดได้ 9 ตำแหน่งบนคาน
- 13.5 สามารถวัด thrust และ moment reaction โดยใช้โพลดเซลอิเล็กทรอนิกส์
- 13.6 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 13.7 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 13.8 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวัน
เสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 13.9 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

14. ชุดทดลองศึกษาการโก่งของเสา (Buckling of struts) จำนวน 1 ชุด

- 14.1 เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับศึกษาลักษณะของการโก่งของเสารับแรงกด (Compressing
struts) และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเสา สภาพการยึดปลายเสา (endfixing
conditions) และภาระ (Buckling load)
- 14.2 มีคานขวางสำหรับสร้างภาระแก่เสา โดนกลไกแบบสกรู
- 14.3 มีโพลดเซลล์สำหรับวัดค่าโพลดหรือภาระที่กระทำต่อเสา
- 14.4 มีเสาทดสอบทำจากอลูมิเนียม 5 อัน
- 14.5 มีอุปกรณ์จับยึดปลายเสา
- 14.6 มีอุปกรณ์วัด ได้แก่ เวอร์เนีย, magnetic Deflection scale
- 14.7 อุปกรณ์เครื่องที่จำเป็นในการประกอบชุดทดลอง
- 14.8 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 14.9 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 14.10 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวัน
เสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 14.11 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

15. ชุดทดลองศึกษา continous และ Indeterminate Beam จำนวน 1 ชุด

- 15.1 ใช้ศึกษาระบบของคานจากระบบง่ายจนถึงระดับซับซ้อนสามารถจัดอุปกรณ์เพื่อศึกษาได้
หลายรูปแบบ
- 15.2 มีคานทดสอบ 2 ชนิด คือ แบบคานแข็ง (rigid beam) และคานแบบยืดหยุ่น
(flexible beam)

706



- 15.3 มีโพลดเซลล์ 3 อัน สำหรับใช้เป็นเสารองรับคาน และสามารถวัดแรงในแนวตั้งหรือ reaction ของคาน
- 15.4 มี Dial gauge แบบดิจิตอล สำหรับวัดการโค้งงอของคาน โดยปรับเลื่อนตำแหน่งไปได้ตาม ความยาวของคานทดสอบ
- 15.5 แผงยึดอุปกรณ์มีช่องสำหรับติดตั้ง Dial gauge พร้อมสเกลแสดงระยะความยาวและ มีกลไกสำหรับวัดค่า fixing moment ของ propped cantilver หรือ fixed beam
- 15.6 มีอุปกรณ์วัดความยาวได้แก่ ไม้มบรรทัดและเวอร์เนีย
- 15.7 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 15.8 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 15.9 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวัน เสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 15.10 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

16. ชุดทดลองศึกษาการโค้งของคานโค้ง curved bars and Davits จำนวน 1 ชุด

- 16.1 ใช้ศึกษาลักษณะการโค้งงอของโครงสร้างรูปส่วนโค้ง davit 4 แบบในแนวตั้ง และแนวนอนและเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎี
- 16.2 มีโครงสร้างรูปส่วน 4 แบบ ได้แก่ $\frac{1}{4}$ ของวงกลม, ครึ่งวงกลม curved davit และ angled davit
- 16.3 มี Load Hangers สำหรับให้ภาระกับโครงสร้าง
- 16.4 มี Dial gauge แบบดิจิตอล 2 อัน สำหรับวัดการโค้งของโครงสร้างในแนวนอน และแนวตั้ง โดยติดตั้งบน magnetic ที่เลื่อนตำแหน่งไปมาได้
- 16.5 มีอุปกรณ์วัดความยาวได้แก่ เวอร์เนีย
- 16.6 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 16.7 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 16.8 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวัน เสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 16.9 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

17. ชุดศึกษาการโค้งแบบพลาสติกของคาน พร้อมชุดคานทดสอบ (Plastic Bending of Beams) จำนวน 1 ชุด

- 17.1 ศึกษาเกี่ยวกับ plastic theory และ limit state design
- 17.2 ทดสอบการรับภาระของโครงสร้าง โดยให้ภาระแก่โครงสร้างจนอยู่ในสภาวะ plastic condition เปรียบเทียบกับ Yield stress theory
- 17.3 มีแผงสำหรับยึดอุปกรณ์ซึ่งมี chack ด้านหนึ่งเป็นแบบ fixed และอีกด้านเป็นแบบ เคลื่อนที่ได้
- 17.4 fixed chack และ moving chack สามารถปรับเปลี่ยนลักษณะการยึดได้
- 17.5 มีอุปกรณ์วัดการโค้งแบบดิจิตอล
- 17.6 มีอุปกรณ์สร้างภาระและวัดแรงแบบ electronic ring load cell
- 17.7 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล

๗๕ ๖



- 17.8 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 17.9 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 17.10 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

18.ชุดทดลองการโก่งงอแบบพลาสติกของโครงสร้าง พร้อมชุดตัวอย่างโครงสร้าง (Plastic bending of portals) จำนวน 1 ชุด

- 18.1 ศึกษาลักษณะการเปียงเบนของโครงสร้างสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Portal frame) ในการรับภาระแบบ single load และ combined load ภายใต้สภาวะพลาสติก และหาตำแหน่งของ Plastic hinges ขณะเกิดการเปียงเบนของโครงสร้าง
- 18.2 มีอุปกรณ์วัดการโก่งงอแบบดิจิตอล 2 อัน
- 18.3 โหลดเซลล์ขนาด 500 นิวตัน 2 อัน
- 18.4 มีคู่มือประกอบการสอน และคู่มือสำหรับผู้สอน
- 18.5 ชุดตัวอย่างโครงสร้าง (PORTAL FRAME SPECIMENS) ประกอบด้วย โครงเหล็กจำนวน 12 อัน
- 18.6 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 18.7 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 18.8 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 18.9 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

19.ชุดทดลองศึกษาโครงสร้างแบบ REDUNDANT TURSS จำนวน 1 ชุด

- 19.1 ชุดใช้ศึกษาโครงสร้างแบบไม่แน่นอน (indeterminate framed)
- 19.2 ประกอบด้วย Support 2 ชุด ชุดหนึ่งมีจุดยึดแบบหมุน (Pivot) และอีกชุดหนึ่งสามารถหมุน (Pivot) และเลื่อนได้ (rolling)
- 19.3 สามารถวัดค่า strains, stress, แรง และ deflection ของโครงสร้างแบบ determinate และ indeterminate ได้
- 19.4 ชิ้นส่วนที่ประกอบเป็นโครงสร้างทุกชิ้นทำจากสแตนเลสมี strain ติดตั้งอยู่ เพื่อวัดค่า strain
- 19.5 มี electronic load cell สำหรับสร้างภาระให้โครงสร้าง
- 19.6 มีอุปกรณ์วัดการโก่งของโครงสร้างแบบดิจิตอล
- 19.7 มีกล่องบรรจุอุปกรณ์ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
- 19.8 มีคู่มือประกอบการสอน และคู่มือสำหรับผู้สอน
- 19.9 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 19.10 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 19.11 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวันเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 19.12 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

20. ชุดทดลองศึกษาการโก่งของคานและปฏิกิริยา (FRAME DEFLECTIONS AND REACTIONS)
จำนวน 1 ชุด

- 20.1 ศึกษาและทดสอบปฏิกิริยาในแนวนอน, fixing moment และทิศทางการสับัดของโครง Portal frame 2 อัน ที่ได้รับการระในแนวตั้ง
- 20.2 มี load cell 2 อัน รองรับขาของเฟรม โดยด้านหนึ่งวัดค่าโมเมนต์ และอีกด้านวัดค่า horizontal reaction
- 20.3 มีอุปกรณ์วัดการโก่งของคานแบบดิจิตอล
- 20.4 มีโครง Portal 2 อัน ซึ่งมีขนาดเท่ากัน แต่ชุดหนึ่งมีค่า second moment of area คงที่ และอีก อันหนึ่งมีค่าที่มีค่า second moment of area ต่ำกว่า
- 20.5 มีคู่มือประกอบการสอนและคู่มือสำหรับผู้สอน
- 20.6 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 20.7 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 20.8 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวัน เสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 20.9 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

21. ชุดทดสอบสะพาน Simple Suspension Bridge จำนวน 1ชุด

- 21.1 สามารถทดสอบสาธิตในลักษณะของสะพานแขวนที่เรียบง่าย
- 21.2 ทดสอบการสังเกตความมั่นคงของโครงสร้าง
- 21.3 ตัวเครื่องมีขนาดไม่น้อยกว่า 700x310x70 มม.
- 21.4 มีที่แขวนน้ำหนัก 9 อัน และตุ้มน้ำหนัก ขนาด 10 กรัม
- 21.5 สามารถใช้ร่วมกับโครงทดสอบ และเครื่องวัดแรงแบบดิจิตอล
- 21.6 สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์บันทึกผลแบบอัตโนมัติ เพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้
- 21.7 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001 โดยแนบเอกสารหลักฐานในวัน เสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 21.8 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

22. ชุดเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด

- 22.1 มีหน่วยประมวลผลหลัก Intel Core i7 หรือสูงกว่า ประมวลผลไม่น้อยกว่า 2.0 GHz
- 22.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB DDR
- 22.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard drive) ความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
- 22.4 มีจอภาพ ไม่น้อยกว่า 14 นิ้ว

๗๕ ๕



คุณลักษณะอื่น ๆ

1. ผู้เสนอราคาต้องเสนอราคารวมอากรนำเข้าและภาษีมูลค่าเพิ่ม ตลอดจนค่าใช้จ่ายอื่นๆ
2. ผู้เสนอราคาต้องยื่น catalog พร้อมรูปภาพจริงของชุดทดลอง และต้องจัดทำรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะให้ตรงตามแคตตาล็อกที่แนบมา พร้อมทั้งระบุหมายเลข และทำเครื่องหมายสัญลักษณ์ให้ชัดเจน ในการยื่นข้อเสนอราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์
3. ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่าย พร้อมการยืนยันความสามารถในการซ่อมแซมและบริการอะไหล่หลังการขายโดยโรงงานผู้ผลิต ยกเว้นชุดเครื่องคอมพิวเตอร์
4. ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
5. ต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 ยกเว้นชุดเครื่องคอมพิวเตอร์
6. รับประกันการใช้งานปกติ 1 ปี

๕. ระยะเวลาดำเนินการประกวดราคา

๖. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน ภายใน 120 วัน นับจากวันที่ลงนามในสัญญา

๗. วงเงินในการจัดหา 4,763,000 บาท (สี่ล้านเจ็ดแสนหกหมื่นสามพันบาทถ้วน)

หมายเหตุ ประชาชนผู้ที่สนใจสามารถพิจารณาข้อคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะเกี่ยวกับร่างขอบเขตของงานนี้ (TERMS OF REFERENCE : TOR) เป็นลายลักษณ์อักษรที่ระบุชื่อ ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ ดังนี้

๑ ทางไปรษณีย์

ส่งถึง ผู้อำนวยการกองคลัง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เลขที่ ๓๔๙ หมู่ ๓ ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล

เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

๒ โทรศัพท์ ๐-๒๒๘๒-๔๐๐๙-๑๕

๓ โทรสาร ๐-๒๒๘๑-๐๐๗๕

๔ ทางเว็บไซต์ www.rmutp.ac.th

..... ประธานกรรมการ
(นายฤกษ์ เจ็ตวรณะ)

..... กรรมการ
(นายณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล)

..... กรรมการและเลขานุการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักรพันธ์ แสงสุวรรณ)

.....
.....