

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์งบประมาณรายจ่ายประจำปี พ.ศ. 2562

(ชื่อรายการ) เครื่องทดสอบความล้าของหมอนรางรถไฟ จำนวน 1 ชุด

(หน่วยงาน) ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมระบบขนส่งทางราง คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาเขตขอนแก่น

รายการ	จำนวน/ หน่วย	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม
ครุภัณฑ์ เครื่องทดสอบความล้าของหมอนรางรถไฟ	1 ชุด		
ประกอบด้วย			
1 เครื่องทดสอบความล้าของหมอนรางรถไฟ	1 ชุด	25,000,000	25,000,000
รวมทั้งสิ้น			25,000,000

คุณลักษณะทั่วไป (ถ้ามี)

ผู้ชนะการประกวดราคาซื้อด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ จะต้อง

- ดำเนินการขนส่ง เคลื่อนย้ายและติดตั้งเครื่องทดสอบจนสามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ
- ดำเนินการติดตั้งฐานรองรับเครื่องทดสอบ ณ พื้นที่ติดตั้งเครื่องทดสอบโดยให้แยกอิสระจากอาคารให้มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการทดสอบที่ภาระกรรมสูงสุดได้ ทั้งนี้หากต้องมีการปรับเปลี่ยนบางส่วนในพื้นที่ติดตั้งเครื่องทดสอบ ต้องดำเนินการซ่อมแซมให้สามารถใช้งานได้เหมือนเดิมก่อนการส่งมอบ
- ดำเนินการปรับปรุงบริเวณพื้นที่ติดตั้งเครื่องควบคุมการทดสอบให้เป็นสัดส่วน โดยดำเนินการจัดทำระบบควบคุมสถานะการทดสอบประกอบด้วยอุณหภูมิและความชื้น-สัมพัทธ์ที่เหมาะสมแก่การทำงานและการจัดฝึกอบรม/สัมมนาแก่ภาคอุตสาหกรรม
- ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับยก/เคลื่อนย้าย/ประกอบเครื่องทดสอบและโครงเหล็กจับยึด actuator ในขณะที่ทำการติดตั้งและขณะใช้งานได้อย่างปลอดภัย โดยไม่กีดขวางการปฏิบัติงานและการสัญจรภายในพื้นที่อาคาร
- ดำเนินการเดินระบบไฟฟ้าเชื่อมต่อจากแหล่งจ่ายไฟหลัก ไปยังเครื่องทดสอบโดยแยกแผงควบคุมไฟฟ้าให้เป็นแยกอิสระและได้ตามมาตรฐานทางไฟฟ้า
- ดำเนินการติดตั้งหอผิวน้ำบนฐานรองรับที่แข็งแรงนอกอาคารพร้อมระบบท่อน้ำระบายความร้อนและอุปกรณ์ท่อทาง (fitting) และระบบไฟฟ้าควบคุมหอผิวน้ำให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ดำเนินการสาธิตทดสอบเพื่อยืนยันความสามารถของเครื่องทดสอบให้ครอบคลุมข้อกำหนด คุณลักษณะทั่วไป และคุณลักษณะเฉพาะภายหลังการติดตั้งเครื่องทดสอบแล้วเสร็จโดยจัดเตรียมอุปกรณ์และชิ้นวัสดุที่จะใช้ทดสอบ
- มีการรับประกันสินค้า การซ่อมแซมหลังการขาย ณ จุดใช้งานโดยไม่คิดค่าบริการและค่าอะไหล่เป็นระยะเวลา 2 ปีนับจากวันที่ตรวจรับ

(ดร.ณรงค์ สี่หาจ่อง)

ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผศ.ดร.ศักดิ์ระวี ระวังกุล)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

9. มีคู่มือการใช้งาน software และเครื่องทดสอบครบถ้วนทั้งแบบรูปเล่มจำนวน 2 ชุดและไฟล์อิเล็กทรอนิกส์
10. ส่งมอบอะไหล่ที่สามารถใช้งานได้ 1 ปี ในการซ่อมบำรุงเครื่องทดสอบตามปกติ
11. มีเอกสารแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตเพื่อรับประกันการใช้งานและบริการหลังการขาย
12. แสดงผลงานและประสบการณ์ในการติดตั้งเครื่องทดสอบที่เสนอขายโดยละเอียด
13. ทำการฝึกอบรมการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องทดสอบให้พนักงานของสถาบันฯ อย่างน้อย 2 ครั้งๆละ 2 วัน และมีผู้เข้าร่วมอบรมอย่างน้อย 5 คน จนสามารถใช้งานและซ่อมบำรุงเครื่องทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยวิศวกรผู้ชำนาญการ
14. ให้บริการด้านเทคนิคและรับประกันการจัดหาอะไหล่ภายในระยะเวลา 1 ปี หลังการส่งมอบ

คุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

เครื่องทดสอบความล้าของหมอนรางรถไฟจะต้องเป็นเครื่องทดสอบภาระกรรมแบบพลวัต (Dynamic Load) กำลังสูง โดยจะมีส่วนประกอบหลักๆจำนวน 9 ส่วน คือ

1. ชุดควบคุมระบบไฮดรอลิก
2. ป้อนน้ำมันไฮดรอลิก (Hydraulic Power Unit)
3. ชุดจ่ายน้ำมันไฮดรอลิก (Hydraulic Service Manifold)
4. Hydraulic Actuator แบบพลวัตขนาดไม่น้อยกว่า 500 kN
5. Hydraulic actuator แบบพลวัตขนาดไม่น้อยกว่า 100 kN
6. ฐานคอนกรีตรองรับเครื่องทดสอบ
7. โครงเหล็กจับยึด Hydraulic Actuator
8. ชุดอุปกรณ์ประกอบ
9. ชุดโครงสร้างป้องกันอุณหภูมิของชุดอุปกรณ์

และส่วนประกอบหลักแต่ละส่วนจะมีรายละเอียดดังนี้

1.ชุดควบคุมระบบไฮดรอลิก

จำนวน 1 ชุด

เป็นชุดควบคุมการเปิด-ปิดป้อนน้ำมันไฮดรอลิกและ Hydraulic actuator สามารถป้อนคำสั่งในการทดสอบให้กระทำภาระพลวัตกับชิ้นส่วนที่ต้องการทดสอบแสดงผลและเก็บข้อมูลแบบ real time ควบคุมการทำงานด้วยชุดประมวลผลกลางความเร็วสูง โดยมีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

- 1.1 สามารถควบคุม Hydraulic actuator ป้อนน้ำมันไฮดรอลิกและชุดจ่ายน้ำมันไฮดรอลิกได้
- 1.2 ติดตั้งบนแร็คขนาดไม่เกิน 19 นิ้ว แข็งแรงทนทาน รูปแบบ FPGA technology
- 1.3 ควบคุม Hydraulic actuator ได้พร้อมกัน 4 Channel สามารถควบคุมลำดับการทำงาน (Phase) ของ hydraulic actuator ให้ทดสอบได้พร้อมกัน/ขึ้นต่อกันได้ทั้ง 4 Channel
- 1.4 มีการควบคุมแบบ PID สามารถปรับตั้งค่า PID ได้แบบ Manual tune หรือ Auto tune

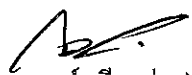
(ดร.ณรงค์ สีหาจ้อง)

ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผศ.ดร.ศักดิ์ระวี ระวีกุล)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

- 1.5 สามารถแสดงผลสัญญาณจาก hydraulic actuator ทั้งขณะใดๆ และค่า Maximum /minimum ของแต่ละ Cycle
- 1.6 ควบคุมแบบ real time โดย loop cycle ไม่มากกว่า 0.1ms
- 1.7 ความเร็วในการประมวลผล (control loop executed) ไม่น้อยกว่า 10KHz
- 1.8 แต่ละ channel สามารถควบคุม hydraulic actuator ได้ทั้งแบบ displacement และ แบบ Force control
- 1.9 สามารถตั้งค่าความปลอดภัย warning, control limit channel limit ให้ hydraulic actuator หยุดทำงานอัตโนมัติในกรณีเกิดเช่น ไฟดับ ชี้นงานแตกหัก ทั้งใน displacement mode และ force mode
- 1.10 ผู้ใช้งานสามารถกำหนดขั้นตอนการทดสอบได้เองบนโปรแกรม
- 1.11 สามารถกำหนดรูปแบบได้หลายรูปแบบ เช่น Sine, square, triangle, trapezoidal, sawtooth.
- 1.12 มีโปรแกรมจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบ
- 1.13 มี analog output $\pm 10V$ ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- 1.14 เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์แบบ TCP/IP
- 1.15 มีไฟแสดงสถานะการทำงานและปุ่มหยุดฉุกเฉินอยู่บนตัวเครื่อง
- 1.16 มีสายควบคุม (control cable) สำหรับ load cell LVDT และ servo-valve ครบทั้ง 4 channel มีความยาวไม่น้อยกว่า 15 เมตร
- 1.17 มีระบบจัดเก็บข้อมูล (data acquisition) ที่สามารถจัดเก็บข้อมูลในการทดสอบได้และสามารถแสดงผลในรูปของกราฟได้ หรือสามารถใช้โปรแกรม spread sheet อื่นที่มีใช้ทั่วไปแสดงผลในรูปของกราฟได้
- 1.18 Data acquisition สามารถต่อสัญญาณ กับ อุปกรณ์วัดสัญญาณต่างๆเช่น LVDT, Extensiometric , Thermocouple ,IEPE/IP ได้ 8 ช่องสัญญาณ เป็นอย่างน้อย
- 1.19 Data acquisition มีความเร็วในการจัดการข้อมูล (data rate) สูงสุด 40KS/s
- 1.20 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) จานวน 1 หน่วย มีหน่วยความจำ แบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 6 MB มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.0 GHz จานวน 2 ชุด
- 1.21 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
 - 1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ


(ดร.อมรค์ สีหาจ่อง)
ผู้กำหนดรายละเอียด


(ผศ.ดร.ศักดิ์ระวี ระวีกุล)
ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

- 2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
- 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB จำนวน 2 ชุด
- 1.22 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB จำนวน 2 ชุด
- 1.23 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA หรือ ดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือชนิด Solid State Disk ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 120 GB จำนวน 1 หน่วย จำนวน 2 ชุด
- 1.24 มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย จำนวน 2 ชุด
- 1.25 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง จำนวน 2 ชุด
- 1.26 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง จำนวน 2 ชุด
- 1.27 มีแป้นพิมพ์และเมาส์ จำนวน 2 ชุด
- 1.28 มีจอภาพแบบ LED หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 600 : 1 และมีขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย จำนวน 2 ชุด
- 1.29 ใช้ระบบปฏิบัติการ Window 10 ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง จำนวน 2 ชุด
- 1.30 UPS สำหรับชุดคอมพิวเตอร์และชุดควบคุมมีกำลังไฟ 1KVA ใช้กับไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ และสามารถสำรองไฟได้ 15 นาที จำนวน 2 ชุด
- 1.31 คอมพิวเตอร์เป็นชุดสำเร็จรูปจากผู้ผลิตที่มีมาตรฐานในระดับสากล มีใบรับประกันเครื่อง และการบริการที่จุดใช้งาน 1 ปี
- 1.32 โต๊ะคอมพิวเตอร์พร้อมเก้าอี้อย่างดี เป็นชุดสำเร็จรูปจากผู้ผลิตที่มีมาตรฐาน จำนวน 2 ชุด

2. ปั๊มน้ำมันไฮดรอลิก

จำนวน 1 ชุด

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กำเนิดพลังงานจากน้ำมันไฮดรอลิกและจ่ายน้ำมันที่มีอัตราการไหลคงที่และสัมพันธ์กับความต้องการให้แก่ชุดจ่ายน้ำมันไฮดรอลิก และ hydraulic actuator โดยมีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

- 2.1 สามารถผลิตความดันน้ำมันใช้งานไม่น้อยกว่า 3,000 ปอนด์/ตารางนิ้วหรือไม่น้อยกว่า 210 bar หรือไม่น้อยกว่า 21 MPa
- 2.2 สามารถเชื่อมต่อเป็นระบบจ่ายน้ำมันเสริมให้กับระบบเดิมที่มีใช้งานอยู่ได้
- 2.3 สามารถจ่ายน้ำมันไฮดรอลิกได้ไม่น้อยกว่า 100 ลิตร/นาที
- 2.4 สามารถเดินเครื่องได้ทั้งแบบ program control และแบบ manual ที่ตัวชุดจ่ายน้ำมันไฮดรอลิก

(ดร.ณรงค์ สีหาจ่อง)

ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผศ.ดร.ศักดิ์ระวี ระวีกุล)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

- 2.5 สามารถเชื่อมต่อและสั่งเปิด/ปิดเครื่องได้จากชุดควบคุมระบบไฮดรอลิก
- 2.6 มีระบบ Interlock ให้เครื่องสามารถหยุดได้อัตโนมัติในกรณี ไฟตก/ไฟไม่ครบเฟส/น้ำมันรั่ว/อุณหภูมิน้ำมันเกิน และกรณีใดๆ ที่อาจทำให้เครื่องเสียหายได้
- 2.7 มี indicator แสดงจำนวนชั่วโมงการใช้งานที่ตัวเครื่องหรือชุดควบคุม
- 2.8 มีไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
- 2.9 สามารถปรับปริมาณการจ่ายน้ำมันได้ตามปริมาณของ Load
- 2.10 มีท่อ drain สำหรับช่วยเก็บตัวอย่างน้ำมัน
- 2.11 มี indicator บอกอุณหภูมิและความดันของน้ำมันที่ตัวเครื่องหรือที่ชุดควบคุม
- 2.12 มีถังเก็บน้ำมัน
- 2.13 มีอุปกรณ์ดูดซับเสียงและแรงสั่นสะเทือนจากตัวอาคารและติดตั้งเป็นสัดส่วนในระยะที่ปลอดภัย โดยห่าง 2 เมตรจากพื้นที่ทดสอบ
- 2.14 สายน้ำมันเป็นแบบทนแรงดันแบบพลาวัตรมีความยาวของแต่ละเส้นไม่น้อยกว่า 15 เมตรพร้อมท่อหุ้มสายน้ำมัน
- 2.15 ข้อต่อสายน้ำมันเป็นแบบข้อต่อสวมเร็ว (quick coupling) สามารถทนทานต่อแรงดันน้ำมันแบบพลาวัตรได้และสามารถถอดและสวมได้อย่างรวดเร็วเมื่อทำการเปิดระบบน้ำมัน
- 2.16 มีระบบหล่อเย็นโดยใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) แบบหอผึ่งน้ำ (cooling tower) ระบายความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2.17 ใช้ไฟ 220 Volt หรือ 380 Volt/3 phase โดยมอเตอร์กินกำลังไฟขนาดไม่น้อยกว่า 55 kWatt

3 ชุดจ่ายน้ำมันไฮดรอลิก

จำนวน 1 ชุด

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้พักและสำรองจ่ายน้ำมันไฮดรอลิกที่จ่ายมาจาก hydraulic power unit ให้แก่ hydraulic actuator ผ่านท่อทางน้ำมันไฮดรอลิก โดยมีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

- 3.1 ความดันน้ำมันใช้งานไม่น้อยกว่า 3,000 ปอนด์/ตารางนิ้วหรือไม่น้อยกว่า 200 bar หรือไม่น้อยกว่า 20MPa และสามารถจ่ายน้ำมันไฮดรอลิกได้ไม่น้อยกว่า 100 ลิตร/นาที
- 3.2 สามารถจ่ายน้ำมันไฮดรอลิกให้แก่ hydraulic actuator ได้ 2 channel พร้อมอุปกรณ์สายควบคุมครบสำหรับทั้ง 2 channel มีความยาวไม่ต่ำกว่า 15 เมตร
- 3.3 สามารถเชื่อมต่อและสั่งเปิด/ปิดเครื่องได้จากชุดควบคุมระบบไฮดรอลิก
- 3.4 มี indicator แสดงสถานะความดันของน้ำมัน
- 3.5 มีกรองน้ำมันที่มีความละเอียด ที่ชุดจ่ายน้ำมันหรือที่ตำแหน่งอื่นในระบบน้ำมัน
- 3.6 จับยึดกับพื้นที่ทดสอบอย่างมั่นคงและมีวัสดุหรืออุปกรณ์ดูดซับแรงสั่นสะเทือนที่ฐานชุดจ่ายน้ำมันไฮดรอลิก

(นายณรงค์ สีหาจ่อง)

ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผศ.ดร.ศักดิ์ระวี ระวีกุล)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

4. Hydraulic actuator แบบพลวัตรขนาด ไม่น้อยกว่า 500 kN

จำนวน 1 ชุด

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กระทำการกระกรรมหรือระยะการขจัด (displacement) กับชิ้นงานทดสอบ

โดยมีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

- 4.1 เป็นแบบ double effect low friction polymeric bearing
- 4.2 สามารถกำเนิดภาระกรรมทางกลทั้งแบบดึงหรือกดที่ความแรงสูงสุดขนาดไม่เกิน 590 KN static ได้
- 4.3 สามารถเชื่อมต่อและสั่งการเปิด/ปิดเครื่องได้จากชุดควบคุมระบบไฮดรอลิก
- 4.4 สามารถใช้งานกับความดันน้ำมันไม่ต่ำกว่า 250 bar
- 4.5 ลูกปืนรับภาระความเร็วสูงสุดได้ 0.5 m/s
- 4.6 สามารถทำความเร็วสูงสุดตามกำลังของปั้มน้ำมัน ได้ไม่น้อยกว่า 0.12m/s
- 4.7 สามารถรับ side load ได้สูงและมีระยะชัก (stroke) ทั้งแบบ static และ dynamic 200 mm (+/-100) หรือมากกว่า
- 4.8 ผ่านการสอบเทียบภาระกรรมและระยะชักพร้อมเอกสารแสดงการสอบเทียบที่ระบุค่าความผิดพลาดไม่เกิน 1%
- 4.9 Load cell มีค่า non-linearity ไม่เกิน 0.1% และมีค่าเผื่อความปลอดภัยที่ 150%
- 4.10 มี accumulator ติดตั้งอยู่ที่ชุดจ่ายน้ำมันไฮดรอลิก
- 4.11 มีข้อต่อหมุน (swivel) ที่ปลายทั้งสองด้านของ actuator ซึ่งสามารถรับแรงกดและดึงขนาดสูงสุดได้และหมุนได้ 75 องศา มุมเอียง (tilt angle) 7 องศา
- 4.12 มี servo-valve ที่สามารถทำความเร็วในการทดสอบได้ 10 Hz หรือมากกว่า ความเร็วสูงสุด 0.12 m/s หรือมากกว่า และมีเอกสารแสดง performance curve ของ servo-valve

5. Hydraulic actuator แบบพลวัตรขนาด ไม่น้อยกว่า 100 kN

จำนวน 1 ชุด

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กระทำการกระกรรมหรือระยะการขจัด (displacement) กับชิ้นงานทดสอบ โดยมีคุณ

ลักษณะเฉพาะดังนี้

- 5.1 เป็นแบบ double effect low friction polymeric bearing
- 5.2 สามารถกำเนิดภาระกรรมทางกลทั้งแบบดึงหรือกดที่ความแรงสูงสุดขนาดไม่น้อยกว่า 88 KN dynamic และ 118 KN static ได้
- 5.3 สามารถเชื่อมต่อและสั่งการเปิด/ปิดเครื่องได้จากชุดควบคุมระบบไฮดรอลิก
- 5.4 สามารถใช้งานกับความดันน้ำมันไม่ต่ำกว่า 250 bar
- 5.5 ลูกปืนรับภาระความเร็วสูงสุดได้ 0.5 m/s
- 5.6 สามารถทำความเร็วสูงสุดตามกำลังของปั้มน้ำมัน ได้ไม่น้อยกว่า 0.32m/s

(ดร.ณรงค์ สีหาจ่อง)

ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผศ.ดร.ศักดิ์ระวี ระวีกุล)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

- 5.7 สามารถรับ side load ได้สูงและมีระยะชัก (stroke) ทั้งแบบ static และ dynamic 200 mm (+/-100) หรือมากกว่า
- 5.8 ผ่านการสอบเทียบภาระกรรมและระยะชักพร้อมเอกสารแสดงการสอบเทียบที่ระบุค่าความผิดพลาดไม่เกิน 1%
- 5.9 Load cell มีค่า non-linearity ไม่เกิน 0.1% และมีค่าเผื่อความปลอดภัยที่ 150%
- 5.10 มี accumulator ติดตั้งอยู่ที่ชุดจ่ายน้ำมันไฮดรอลิก
- 5.11 มีข้อต่อหมุน (swivel) ที่ปลายทั้งสองด้านของ actuator ซึ่งสามารถรับแรงกดและดึงขนาดสูงสุดได้

6.ฐานรองรับเครื่องทดสอบ

จำนวน 1 ชุด

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รองรับน้ำหนักของเครื่องทดสอบและชิ้นงานทดสอบ และยังสามารถจับยึดชิ้นงานทดสอบเข้ากับฐานรองรับได้อย่างมั่นคงแข็งแรงโดยไม่เกิดความเสียหาย กับชิ้นส่วนอุปกรณ์ใดๆ เมื่อรับภาระกรรมพลวัตรแบบดิ่งและกดด้วยกำลังสูงสุด โดยมีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

- 6.1 ประกอบจากแท่นเหล็กหรือแท่นคอนกรีตกำลังสูงมีขนาดไม่น้อยกว่า 6 เมตร x 12 เมตร และมีเสาเข็มเจาะกระจายรับน้ำหนักตายและน้ำหนักจรจากการทดสอบด้วยภาระกรรมแบบพลวัตรสูงสุดได้โดยไม่ทรุดตัว
- 6.2 มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.70 เมตร มีน้ำหนัก 100 ตัน
- 6.3 สามารถรองรับการสั่นสะเทือนด้วยความเร่งขนาด 20 m/s^2 และรองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 400 ตันได้โดยไม่เกิดการทรุดตัว
- 6.4 สามารถรองรับการสั่นสะเทือน ในการทดสอบ OMV ตามมาตรฐานการทดสอบ AASHTO และ NCHRP 467 ได้โดยไม่เกิดความเสียหาย
- 6.5 ฐานคอนกรีตแยกอิสระไม่เชื่อมต่อกับส่วนใดของอาคารเดิมและไม่มีช่องว่างระหว่างรองต่อกับอาคาร
- 6.6 ระดับผิวหน้าของฐานใกล้เคียงกับระดับของอาคารใกล้เคียงโดยมีความต่างระดับ 3 เซนติเมตร
- 6.7 ผิวหน้าทำจากวัสดุทนแรงกดสูงป้องกันการขีดสี มีความเรียบมีค่าความเบี่ยงเบนน้อยกว่า 2.5 มิลลิเมตรต่อพื้นที่ 4 ตารางเมตร
- 6.8 มีสลักเกลียวตัวเมียแบบฝัง (anchor) ขนาด M30 กระจายตัวห่างกัน 500 มิลลิเมตร พร้อมแผ่นปิดกันฝุ่น
- 6.9 สลักเกลียวตัวเมียแบบฝัง (anchor) ต้องสามารถรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 20 ตัน โดยไม่เกิดไม่เกิดความเสียหายใดๆ เช่นสลักเกลียวขาด การแตกหรือหลุดร่อนของคอนกรีต เป็นต้น
- 6.10 มีแบบรูปของฐานคอนกรีตรองรับเครื่องทดสอบซึ่งผ่านการรับรองโดยวิศวกรโยธา

(ดร.ณรงค์ สีหาม่วง)

ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผศ.ดร.ศักดิ์ระวี ระเบียบกุล)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

7. โครงสร้างจับยึด hydraulic actuator

จำนวน 1 ชุด

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการจับยึด hydraulic actuator ขนาดไม่น้อยกว่า 500 kN ได้พร้อมกันอย่างน้อย 1 ตัว เพื่อให้สามารถจัดตำแหน่งและทิศทางการให้ภาระกรรมแก่ชิ้นงานทดสอบได้ทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง โดยมีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

- 7.1 ผลิตจากเหล็กรูปพรรณหรือแผ่นเหล็กกล้าเกรด SS400 ที่มีความเค้นที่จุดครากและต้านแรงดึง SS400
- 7.2 ในกรณีที่เสาและคานเป็นเหล็กรูปพรรณมีความกว้างไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตรและมีความหนาตามขนาดระบุ ในกรณีที่เป็นแผ่นเหล็กกล้ามีความหนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
- 7.3 เสาและคานของโครงสร้างจับยึด hydraulic actuator สามารถถอดประกอบแยกเป็นชุดได้ โดยมีหูหิ้วสำหรับยกและมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 5 ตันต่อชิ้น
- 7.4 ผิวของโครงเหล็กต้องมีความเรียบและขนานโดยมีค่าความเบี่ยงเบน + 2 มิลลิเมตร หรือต่ำกว่า
- 7.5 ความสูงของเสาโครงเหล็กต้องไม่ต่ำกว่า 4.5 เมตร ความยาวของระยะระหว่างเสา 4 เมตร
- 7.6 สามารถจับยึด hydraulic actuator ในแนวตั้งได้ทั้งสองชุดพร้อมกันโดยมีความสูงวัดจากพื้นถึง hydraulic actuator ตรงตำแหน่งจับยึดกับชิ้นงาน 1 เมตร
- 7.7 สามารถจับยึด hydraulic actuator ในแนวนอนได้ทั้งสองชุดพร้อมกันโดยมีระยะความสูงวัดจากพื้นถึงแกน hydraulic actuator 1.0 เมตร
- 7.8 สามารถปรับระยะการจับยึด hydraulic actuator ทั้งแนวนอนและแนวตั้งได้ + 200 มิลลิเมตรได้ทั้งสองชุด
- 7.9 สามารถจับยึด hydraulic actuator ขนาดไม่น้อยกว่า 500 kN จำนวนอย่างน้อย 1 ตัว ได้อย่างมั่นคงและสามารถต้านทานแรงดึงหรือกดแบบพลวัตรขนาดไม่น้อยกว่า 500 kN ในแนวตั้งได้โดยไม่เกิดความเสียหายจากการเสื่อมสภาพและการล้า
- 7.10 สามารถจับยึด hydraulic actuator ขนาดไม่น้อยกว่า 500 kN จำนวน 2 ตัว ในแนวนอนได้อย่างมั่นคงและสามารถต้านทานแรงดึงหรือกดแบบพลวัตรขนาดไม่น้อยกว่า 100 kN ในแนวนอนที่ระยะความสูงจากพื้น 1.0 เมตรได้โดยไม่เกิดความเสียหายจากการเสื่อมสภาพและการล้า
- 7.11 สามารถจับยึด hydraulic actuator ขนาดไม่น้อยกว่า 500 kN หรือมากกว่า จำนวนอย่างน้อย 1 ตัว ในแนวเอียงเป็นมุม 20 องศาจากแนวตั้งได้อย่างมั่นคงและสามารถต้านทานแรงดึงหรือกดแบบพลวัตรขนาดไม่น้อยกว่า 100 kN ในแนวเอียงเป็นมุม 20 องศา จากแนวตั้งได้โดยไม่เกิดความเสียหายจากการเสื่อมสภาพและการล้า
- 7.12 กรณีการเชื่อมต่อทำโดยการเชื่อมต้องมีขนาดรอยเชื่อม 10 มิลลิเมตร
- 7.13 กรณีการเชื่อมต่อโดยการใส่สลักเกลียวต้องมีขนาดสลักเกลียว M16 เกรด 12.9

(ดร.ณรงค์ สีหาจ่อง)

ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผศ.ดร.ศักดิ์ระวี ระวังกุล)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

- 7.14 มีความแข็งแรง (rigid) เมื่อรับภาระกรรมไม่น้อยกว่า 500 kN แบบดึง-กดที่ ระยะห่างกัน 1.0 เมตรโดยมีระยะการแอ่นตัวแบบยืดหยุ่น 4 mm
- 7.15 เมื่อประกอบเป็นชุดมีน้ำหนักรวม 15 ตัน และผิวรองพื้นกันสนิมและผิวภายนอกพ่นสีเกรดอุตสาหกรรม
- 7.16 มีแบบรูปของโครงเหล็กจับยึด hydraulic actuator

8. ชุดอุปกรณ์ประกอบ

จำนวน 1 ชุด

ชุดอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดที่ใช้สำหรับการประกอบทดสอบมีดังนี้

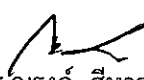
- 8.1 ชุดทดสอบความล้าของหมอนในแนวดิ่ง จำนวน 1 ชุด
- 8.2 ชุดจับยึดชิ้นงานสำหรับการทดสอบ ที่มุม 20 องศา จำนวน 1 ชุด
- 8.3 ชุดจับยึดชิ้นงานสำหรับการทดสอบ ที่มุม 30 องศา จำนวน 1 ชุด
- 8.4 ชุดทดสอบ สปริง โบกี้ รถไฟ จำนวน 1 ชุด
- 8.5 ชุดทดสอบ Fastener insert resistance จำนวน 1 ชุด
- 8.6 ชุดทดสอบ Fastening uplift test พร้อม LVDT จำนวน 1 ชุด
- 8.7 ชุดอุปกรณ์สำหรับยกหมอนรางรถไฟ จำนวน 1 ชุด
- 8.8 ชุดสายควบคุม (control cable) สำหรับ load cell LVDT และ servo valve ครบทั้ง 4 channel มีความยาวไม่น้อยกว่า 15 เมตร พร้อมท่อหุ้มสาย จำนวน 1 ชุด
- 8.9 ชุด Cooling Tower ขนาด 100 RT จำนวน 1 ชุด
- 8.10 ชุดติดตั้งครอบคลุมป้องกันแสงแดด ขนาดความกว้าง 6 เมตร,ขนาดความยาว 12 เมตรและขนาดความสูง 4 เมตร
- 8.11 ชุดอุปกรณ์จับยึดการทดสอบการรับแรงกระทำซ้ำตามมาตรฐาน มอก. 1737-2542 จำนวน 1 ชุด
- 8.12 ชุดหัวกดประกอบด้วยแผ่นกดด้านบนเป็นแบบ spherically seated สามารถรับแรงกดได้ไม่น้อยกว่า 500 kN และสามารถปรับความเอียงเพื่อให้รับกับชิ้นทดสอบได้ จำนวน 2 ชุดจำนวนสลักเกลียวตัวเมียแบบฝังบนฐานคอนกรีตรองรับเครื่องทดสอบ
- 8.13 ชุดเครื่องมือประจำเครื่องทดสอบจำนวน 1 ชุด

9. ชุดโครงสร้างป้องกันอุณหภูมิของชุดอุปกรณ์

จำนวน 1 ชุด

เป็นชุดโครงสร้างสำหรับควบคุมอุณหภูมิของชุดอุปกรณ์ทดสอบหมอนรางรถไฟและอุปกรณ์

อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการความแม่นยำสูง โดยมีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้


(ดร.ณรงค์ สิตาจ้อง)
ผู้กำหนดรายละเอียด


(ผศ.ดร.ศักดิ์ระวี ระวีกุล)
ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

- 9.1 โครงสร้างทำจากวัสดุที่สามารถป้องกันอุณหภูมิของชุดทดสอบไฮดรอลิกส์ สามารถควบคุมอุณหภูมิโดยผ่านระบบเครื่องปรับอากาศขนาด ไม่ต่ำกว่า 36,000 BTU เบอร์ 5 พร้อมติดตั้ง จำนวน 2 เครื่อง
- 9.2 ห้องควบคุมอุณหภูมิสำหรับอุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ผลการทดสอบ สามารถควบคุมอุณหภูมิโดยผ่านระบบเครื่องปรับอากาศขนาดไม่ต่ำกว่า 12,000 BTU เบอร์ 5 พร้อมติดตั้ง จำนวน 1 เครื่อง



(ดร.ณรงค์ สีหาจ่อง)

ผู้กำหนดรายละเอียด



(ผศ.ดร.ศักดิ์ระวี ระวีกุล)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียด