บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3

Proceedings of the 3rd RMUTP Conference on Engineering and Technology

เครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระ

Rotating Bending Fatigue Testing Machine

พิเชฐ จิรประเสริฐวงศ์[1] สุทธิพงษ์ จำรูญรัตน์ และภิรมย์ ตั้งจิตเพียรผล

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: pichet.j@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุแบบหมุนดัดปลายอิสระและหาประสิทธิภาพเครื่องที่สร้างขึ้น โดยเปรียบเทียบกับเครื่องที่ได้มาตรฐานจากต่างประเทศ เครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุแบบหมุนดัดปลายอิสระที่สร้างขึ้น เป็นเครื่องที่มีขนาดกะทัดรัดใช้ตุ้มน้ำหนักเป็นภาระแรงในการทดสอบ สามารถทดสอบแรงกระทำช่วง 50–300 นิวตัน (N) ใช้มอเตอร์เป็นตัวส่งกำลังขนาด 1 HP ความเร็วรอบ 2,800 รอบ/นาที โดยเริ่มจากการกดปุ่ม Start เพื่อปลดน้ำหนักที่ส่งกำลังให้ชิ้นงาน พร้อมทำการนับของ Sensor ในการตรวจจับรอบการขาดของวัสดุที่ทำการทดสอบ การหาประสิทธิภาพเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระที่สร้างขึ้นมาโดยใช้เพลาเหล็กกล้า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ตามมาตรฐานของเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระ จำนวน 10 ชิ้น และทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระที่ได้มาตรฐาน จำนวน 10 ชิ้น โดยใช้แรงกระทำ 150 N สำหรับการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Minitab ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าค่าที่ได้จากการทดลองเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุแบบหมุนดัดปลายอิสระที่ทำสร้างขึ้น ไม่มีความแตกต่างกับเครื่องที่ได้มาตรฐานจากต่างประเทศ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าทั้งหมดอยู่ในขอบเขตที่กำหนดไว้ สรุปได้ว่าเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุแบบหมุนดัดปลายอิสระที่ทำสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุแบบหมุนดัดปลายอิสระที่ได้มาตรฐานจากต่างประเทศ

คำสำคัญ: การทดสอบความล้า, การทดสอบสมมติฐาน

Abstract

The purpose of this research was to construct the rotating bending fatigue testing machine for metal material to find out the built-in machine performance and compare it with machines that meet international standards. The machine built into a compact machine using weight knob for a heavy load in testing. It can test the force range 50-300 Newton (N), the motor is a 1 HP transmitter with a speed of 2,800 rpm. Start by pressing the Start button to release the weight that sends power to the workpiece and attend a sensor counting is available to detect the lack of testing material. For the efficiency performance of the machine uses 10 piece steel shafts, diameter of 8 mm according to the standard of the material fatigue tester by independent end bend rotation. For testing to compare with the test international standard machine also uses 10 piece steel shafts, using force 150 N. For the analysis to test statistical hypothesis with the Minitab computer program at the significance level of 0.05, it was found that the values obtained from be made the rotating bending fatigue testing machine for metal material, there is no difference with standard machines from statistically significant. All values are within the set limits. In conclusion, the machine was created to be as effective as the international standard machine.

Keywords: fatigue testing, hypothesis testing

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมต่างๆ ทั้งในประเทศและนอกประเทศ ที่ผลิตชิ้นส่วนของหลายผลิตภัณฑ์ขึ้นมาหรือชิ้นส่วนทางอุตสาหกรรม ซึ่งใช้โลหะเป็นวัตถุดิบสำคัญ ดังนั้นคุณสมบัติหรือส่วนผสมในโลหะที่นำมาใช้ประกอบนั้นสำคัญมาก เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ตรงตามความต้องการ จึงจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีการทดสอบความแข็งแรงหรือความคงทนของชิ้นส่วนนั้นๆ ก่อนนำไปประกอบชิ้นส่วนทางอุตสาหกรรมต่างๆ ต่อไป ซึ่งในการทดสอบวัสดุของชิ้นส่วนมีหลายแบบหลายชนิด หนึ่งในการทดสอบวัสดุของชิ้นส่วนนั้นๆ คือ การทดสอบความล้าตัวของวัสดุ โดยจะใช้เครื่องทดสอบความล้าตัวแบบหมุนดัดปลายอิสระ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการผลิตใช้ขึ้นเองในประเทศ จำเป็นที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมด และมีราคาค่อนข้างสูง

ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงมีแนวความคิดที่จะทำการศึกษาและสร้างเครื่องทดสอบความล้าตัวแบบหมุนดัดปลายอิสระ โดยจะต้องให้ได้มาตรฐานและคุณภาพที่ทัดเทียมกับเครื่องที่ผลิตจากต่างประเทศ และเป็นที่ยอมรับตามมาตรฐานสากล

2. การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบความล้า

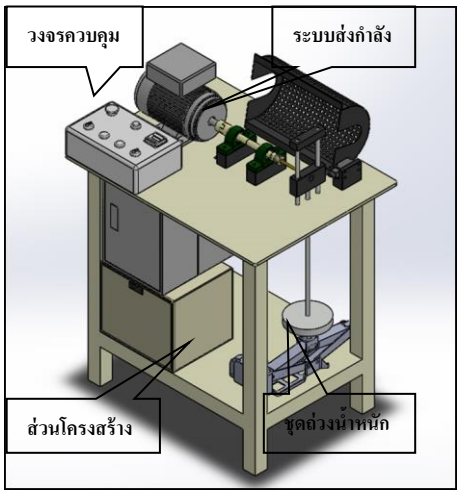
การสร้างเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระ มีขั้นตอนและรายละเอียดต่างๆ มากมาย อีกทั้งต้องคำนึงถึงความปลอดภัยตลอดการพัฒนาเครื่องรวมทั้งการใช้งานจริง จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการทำงานอย่างรอบคอบและรัดกุม โดยผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลของเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระ ที่ได้มาตรฐานจากต่างประเทศ ซึ่งใช้งานในสถานศึกษา นอกจากนั้นยังศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างเครื่อง

ในการออกแบบเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระสร้างขึ้นเพื่อใช้งานจริงในการทำการทดสอบความล้าตัวของวัสดุต่างๆ มีข้อที่พิจารณาดังนี้ 1. ชิ้นส่วนประกอบหลักของเครื่องประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้ คือ โครงสร้างเครื่อง , วงจรควบคุม, ระบบส่งกำลัง และชุดถ่วงน้ำหนัก 2. เป็นเครื่องที่ใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน 3. เครื่องทำงานเป็นระบบ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้งาน 4. สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบความล้าตัวของวัสดุในห้องทดลองของคณะวิศวกรรมศาสตร์สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

ตารางที่ 1 ตารางค่าแรงเค้นสลับ ค่า Torque และกำลังมอเตอร์

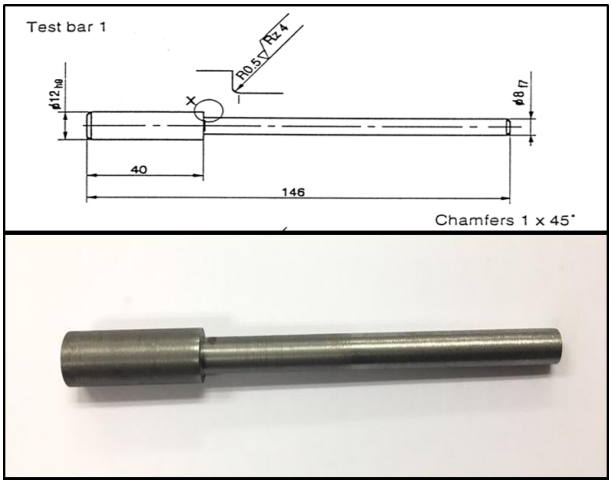
ค่าแรงเค้นดัดสลับที่กระทำกับชิ้นงานทดสอบ	ค่า Torque	คำนวณหากำลังมอเตอร์
199. 94 N/mm^2	1.2 Nm	351.86 W หรือ 0.351 kW

นำค่าที่ได้จากการคำนวณในตารางที่ 1 ไปเป็นข้อกำหนดในการออกแบบสร้างเครื่องทดสอบความล้า



รูปที่ 1 แนวทางโครงสร้างเครื่องทดสอบความล้าที่ออกแบบ

จากรูปที่ 1 เครื่องทดสอบความล้าประกอบไปด้วย 1.ขนาดของเครื่องทดสอบ 500x700x830 mm โดยใช้วัสดุเหล็กกล่องขนาด 2x2 นิ้ว เป็นขาเครื่องทดสอบและขนาดของพื้นโต๊ะทดสอบ 800x600x10 mm 2. มอเตอร์มีกำลังที่ 75 kW หรือ 1 แรงม้าและเพลาส่งกำลัง 3.Sensor นับรอบมอเตอร์ 4.ชุดถ่วงน้ำหนักพร้อมลิมิตสวิตซ์ 5.ตุ้มน้ำหนักที่สามารถใช้ในการทดสอบมีขนาด 100 N, 50 N, 20 N, 10 N, 5 N รวมทั้งสิ้นมีตุ้มน้ำหนักทั้งหมดจำนวน 8 ตัว 6.แม่แรงไฟฟ้า 7.ตู้ไฟฟ้า 8.ชุดกล่องควบคุมไฟฟ้า 9.กล่องเก็บอุปกรณ์ 10.ตะแกรงสำหรับครอบขณะทำการทดสอบการเตรียมชิ้นงานในการทดสอบ



รูปที่ 2 ขนาดชิ้นงานในการทดสอบ

3. ผลการวิจัย

ขั้นตอนการทดสอบและการวิเคราะห์เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพราะเป็นสิ่งที่จะสามารถยืนยันได้ถึงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระที่สร้างขึ้นว่าเป็นไปตามขอบเขตและวัตถุประสงค์ของการวิจัยหรือไม่ โดยข้อมูลต่างๆ นี้ได้จากการทดสอบปฏิบัติจริงตามขั้นตอนทุกประการ ซึ่งรายละเอียดตารางการทดสอบและผลการทดสอบจะแสดงดังหัวข้อต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเครื่องทดสอบความล้าที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับเครื่องทดสอบความล้าที่ได้มาตรฐาน แรงกระทำ 150 N

วัสดุ / ชิ้นที่	เครื่องทดสอบความล้าที่สร้างขึ้น (จำนวนรอบที่ขาด)	เครื่องทดความล้าที่ได้มาตรฐาน (จำนวนรอบที่ขาด)
1	29,099	29,378
2	29,818	29,556
3	29,166	28,879
4	29,753	29,654
5	28,986	28,566
6	29,356	28,875
7	28,882	29,640
8	29,564	28,842
9	28,891	29,426
10	29,405	28,988

3.1 ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องทดสอบความล้าของวัสดุแบบหมุนดัดปลายอิสระที่สร้างขึ้น

จากตารางที่ 2 นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบความล้าเพลาเหล็กกล้าของเครื่องทดสอบความล้าของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการทดสอบความล้าเพลาเหล็กกล้าของเครื่องทดสอบความล้าของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระที่ได้มาตรฐาน พบว่าข้อมูลต้องใช้การทดสอบทางสถิติประเภท 2 ประชากร ซึ่งข้อมูลนี้ไม่ทราบความแปรปรวนและ $n \leq 30$ ก่อนทำการวิเคราะห์ต้องเลือกประเภทของการทดสอบทางสถิติโดยต้องพิจารณาหาค่า σ_1^2, σ_2^2 เท่ากันหรือไม่ เพื่อเลือกใช้ประเภทของ t = test โดยการทดสอบแบบ F-test ผ่านโปรแกรม Minitab ดังต่อไปนี้

ตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบ F-test

$H_0 : \sigma_1^2 / \sigma_2^2 = 1$ ค่าความแปรปรวนของประชากรทั้งสองเท่ากัน

$H_1 : \sigma_1^2 / \sigma_2^2 \neq 1$ ค่าความแปรปรวนของประชากรทั้งสองไม่เท่ากัน

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบทางสถิติประเภท F-test

DF1	DF2	Test Statistic	P-value
9	9	0.76	0.689

คำนวณหาค่าความแปรปรวนโดยโปรแกรม Minitab ได้ผลดังตารางที่ 3

จากการคำนวณด้วยโปรแกรมไม่สามารถสรุปผลวิธีเดียวกับการคำนวณด้วยมือซึ่งโปรแกรมจะพิจารณาจากค่า P-value เมื่อ P-value > (α =0.05) แสดงว่าอยู่ในพื้นที่ยอมรับ (H_0)หรือ P-value < (α =0.05) จะอยู่ในพื้นที่ปฏิเสธ (H_1) ดังนั้นจากตารางที่ 3 ค่า P-value = 0.689 จะอยู่ในพื้นที่ยอม (H_0) แสดงว่าค่าความแปรปรวนของประชากรทั้ง 2 เท่ากัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จึงตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องทดสอบความล้าของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระ

ตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบ T-test ประเภท Pooled Variance

$H_0 : \mu =$ เครื่องทดสอบความล้าของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระที่สร้างขึ้นได้มาตรฐาน

$H_1 : \mu \neq$ เครื่องทดสอบความล้าของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระที่สร้างขึ้นไม่ได้มาตรฐาน

จากการคำนวณผ่านโปรแกรม Minitab ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางสถิติหาประสิทธิภาพของเครื่องที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับเครื่องทดสอบความล้าที่ได้มาตรฐาน

เครื่องทดสอบความล้า	n	$\overline{X}$	$S.D.$	t- test	P-value
เครื่องที่สร้างขึ้น	10	29,292	342	0.68	0.507
เครื่องที่ได้มาตรฐาน	10	29,180	393		

จากตารางที่ 4 โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองของเครื่องทดสอบความล้าทั้ง 2 เครื่อง มาวิเคราะห์สมมติฐานทางสถิติ จากตารางที่ 4 ค่า P-value = 0.507 จะตกอยู่ในพื้นที่ยอมรับสมมติฐานหลัก(H_0) แสดงว่าเครื่องทดสอบความล้าของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระที่สร้างขึ้นใช้งานได้จริง เหมือนกับเครื่องทดสอบความล้าของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระที่มีมาตรฐาน

จากผลการทดสอบชิ้นงานตามมาตรฐานของเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระที่ทำสร้างขึ้น จำนวน 10 ชิ้น และเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระที่ได้มาตรฐาน จำนวน 10 ชิ้น โดยใช้แรงกระทำ 150 N สำหรับการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Minitab ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าค่าที่ได้จากการทดลองเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุแบบหมุนดัดปลายอิสระที่ทำสร้างขึ้น ไม่มีความแตกต่างกับเครื่องที่ได้มาตรฐานจากต่างประเทศ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าทั้งหมดอยู่ในขอบเขตที่กำหนด

3. สรุปผลการวิจัย

จากการสร้างเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระ พร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของการทำงาน โดยใช้เพลาเหล็กกล้า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ตามมาตรฐานของเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระ ทำการทดสอบกับเครื่องทดสอบความล้าของวัสดุที่สร้างขึ้น จำนวน 10 ชิ้น และทดสอบเปรียบเทียบกับเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระที่ได้มาตรฐาน จำนวน 10 ชิ้น โดยใช้แรงกระทำ 150 N สำหรับการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Minitab ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าค่าที่ได้จากการทดลองเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุแบบหมุนดัดปลายอิสระที่ทำสร้างขึ้น ไม่มีความแตกต่างกับเครื่องที่ได้มาตรฐานจากต่างประเทศ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าทั้งหมดอยู่ในขอบเขตที่กำหนดไว้ โดยเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุแบบหมุนดัดปลายอิสระที่ทำสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระที่ได้มาตรฐานจากต่างประเทศ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ ทำให้สามารถลดงบประมาณค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุจากต่างประเทศ

4. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง เครื่องทดสอบความล้าตัวของวัสดุ แบบหมุนดัดปลายอิสระสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยการสนับสนุนและความช่วยเหลือจากหลายๆ ท่าน คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ. สุภัทรา โกไศยกานนท์ อธิการบดี ผศ.ดร.วิโรจน์ ฤทธิ์ทอง คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนการทำงานวิจัยของอาจารย์มาตั้งแต่เริ่มต้น และขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ให้การอนุเคราะห์สถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มอเตอร์. ค้นเมื่อ 25 มิถุนายน 2557, จาก http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor3.htm.

[2] กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สวิตช์. ค้นหาเมื่อ 2 กรกฎาคม 2557, จาก http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor9.htm

[3] เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. การศึกษางาน Work Study. กรุงเทพฯ: ประกอบเมไตร, 2504.

[4] ธิดาเดียว มยุรีสวรรค์. สถิติสำหรับวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.

[5] แบริ่งเซ็นเตอร์. (2553). ตลับลูกปืน. ค้นเมื่อ 24 มิถุนายน 2557, จาก http://www.xn--12c3bncg1db8gscr.net

[6] เพ็ญศรี รอดมา. ความไม่แน่นอนของการวัด. ค้นหาเมื่อ 2 กรกฎาคม 2557, จาก http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:hqPiOGtMBOUJ:hqPiOGtMBOUJ:dmsc2.dmsc.moph.go.th/webroot/suratthani/File/File_download/MU%2520clinical%2520pensri%25202008%25201.ppt+&cd=1&hl=th&ct=clnk&gl=th

[7] มานพ ตันตระบัณฑิตย์. เขียนแบบวิศวกรรม.(พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ:สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2549.

[8] มานพ ตันตระบัณฑิตย์.. วัสดุวิศวกรรม.(พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) , 2546.