

การวัดความกลมโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดโดยใช้ลม

Roundness measuring device adapted from a pneumatic measuring instrument

วิวัฒน์ มณีกองกล้า ชัยยุทธ บุรณะสิงห์ และ เพ็ญศิริ ทองผดุงโรจน์*

ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถ.พิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

*E-mail: pensiri@kmitnb.ac.th

Wiwat Manegongka, Chaiyuth Buranasing and Pensiri Tongpadungrod*

Department of Production Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok

1518 Piboonsongkram Rd, Bangsue, Bangkok 10800

*E-mail : pensiri@kmitnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดขนาดโดยใช้ลมวัดความกลมของปลอกมอเตอร์ เครื่องมือวัดขนาดโดยใช้ลมมีความละเอียด 0.1 ไมครอนและเป็นการวัดแบบไม่สัมผัสการวัดความกลมของปลอกมอเตอร์ เครื่องมือดังกล่าวสามารถช่วยลดเวลาในการวัด อาศัยทักษะของผู้วัดน้อย และหลีกเลี่ยงการขีดข่วนผิวเครื่องมือวัดและชิ้นงาน รวมทั้งมีต้นทุนต่ำกว่าเมื่อเทียบกับเครื่องมือวัดแบบสัมผัสที่มีขายอยู่โดยทั่วไป แม้ว่าจะให้ความละเอียดต่ำกว่าแต่สามารถประยุกต์ใช้เพื่อวัดขนาดและสามารถนำมาคำนวณเป็นค่าความกลมของชิ้นงานจำนวนมากได้ในเวลาที่จำกัด เครื่องมือวัดที่ประยุกต์ขึ้นนี้อำนวยให้สามารถตรวจวัดความกลมของชิ้นงานโดยประมาณได้

สำหรับการวัดขนาดของชิ้นงานได้ออกแบบให้หัววัดหมุนรอบแกนปลอกมอเตอร์เพื่อวัดขนาด ขนาดที่วัดได้จะถูกนำมาคำนวณเป็นค่าความกลมแบบพีคทูพีค (Peak-to-peak) สำหรับค่าความกลมที่คำนวณได้จะนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากเครื่องมือวัดความกลมแบบสัมผัสซึ่งมีความละเอียด 0.01 ไมครอน โดยการวัดจะวัดทั้งหมด 4 ตำแหน่งของชิ้นงานแต่ละชิ้น ผลการศึกษาพบว่า ค่าความกลมจากการประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดโดยใช้ลมนั้นมีค่าใกล้เคียงกับเครื่องมือวัดความกลมแบบสัมผัสในกรณีที่ ชิ้นงานค่อนข้างกลม (ค่าความกลมน้อย) และมีค่าที่เบี่ยงเบนออกไปเมื่อชิ้นงานไม่กลม (ค่าความกลมมาก)

คำหลัก ความกลม ปลอกมอเตอร์ เครื่องมือวัดโดยใช้ลม

Abstract

This paper presents application of a pneumatic dimensional measuring instrument, a non-contact type measuring instrument, to be used as a roundness measuring device. The objective of using the pneumatic instrument is to in place of a

contact type device which requires more setup time, more operation time, a higher skilled operator and may cause scratches on workpieces' surface. Additionally, the adapted pneumatic instrument is less expensive considering both its own cost and the operation cost. Although the pneumatic device is of lower precision, it enables measurement of a larger number of workpieces in limited time. It is acceptable for approximation of workpieces' roundness for purposes of discrimination between workpieces that are within roundness specification and those that are not.

The device is designed in such a way that the sensory nozzle is rotated through a workpiece's axis. Diameter of the workpiece will be monitored as the nozzle is rotated and transformed into roundness. The roundness is determined according to the peak-to-peak value and will be compared with a commercial contact type roundness measuring instrument. The comparison shows good agreement when a workpiece is relatively round (small peak-to-peak value). However, higher deviations are obtained in the case that a workpiece is of other shapes (large peak-to-peak value).

Keywords: Roundness, Motor sleeve, Pneumatic measuring device

1. บทนำ

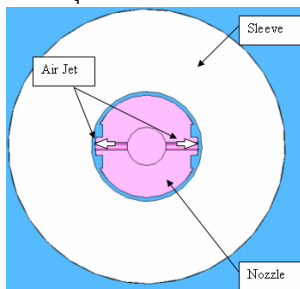
การผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นอุตสาหกรรมซึ่งมีมูลค่าสูงและนำรายได้มาสู่ประเทศไทยและจัดเป็นอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์หนึ่งที่ได้รับการส่งเสริมโดยรัฐบาล การผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์โดยทั่วไปมักเป็นการผลิตที่ต้องการความละเอียดสูง เช่นการผลิตปลอกมอเตอร์

เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ ในบางกรณีโรงงานต้องการทำการวัดขนาดทุกชิ้นงานที่ผลิตขึ้น เพื่อสร้างความมั่นใจว่า เมื่อนำไปใช้จะสามารถให้ประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของปลอกมอเตอร์ในกรณีนี้อาศัยเครื่องมือโดยใช้ลม ซึ่งใช้ทักษะและเวลาในการวัดน้อย ตัวอย่างอุปกรณ์การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยใช้ลม เช่น อุปกรณ์ซึ่งโดย NIDEC TOSOK Corporation ซึ่งให้ความละเอียด 0.1 ไมครอน และสามารถวัดขนาดได้ประมาณ 20 ชิ้นต่อนาที สามารถวัดชิ้นงานที่ผลิตได้ทุกชิ้น โดยใช้เวลาที่ผู้ผลิตยอมรับได้ นอกเหนือจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ต้องทำการตรวจสอบหลังการผลิตแล้ว ค่าความกลมเป็นข้อกำหนดหนึ่งที่ต้องทำการตรวจสอบด้วย เนื่องจากเครื่องวัดความกลมทั่วไปนั้น มีราคาแพง จะต้องใช้เวลาติดตั้งชิ้นงาน และใช้เวลาในการวัดสูง อีกทั้งต้องพึ่งทักษะของผู้วัด เพื่อให้ได้ค่าที่วัดได้ถูกต้อง จึงไม่สามารถวัดชิ้นงานทุกชิ้นที่ผลิต ต้องทำการสุ่มเพื่อทำการวัดชิ้นงานตัวอย่างจากการผลิตเท่านั้น จากข้อจำกัดข้างต้น จึงได้ข้อสมมติฐานว่า หากนำเครื่องมือวัดที่ใช้ลมมาประยุกต์ทำการวัดความกลมของรูเจาะ จะให้ค่าความกลมที่วัดได้ออกมามีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับเครื่องวัดความกลมที่ใช้ทั่วไป และสามารถใช้ทดแทนกันได้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการลดเวลาในการวัดความกลม และลดต้นทุนในการผลิต สามารถทำการวัดค่าความกลมได้ทุกชิ้น

2. หลักการทำงานของเครื่องมือวัดที่ใช้ลมและลักษณะการวัดความกลมแบบพิคทูพิก

2.1 หลักการทำงานของเครื่องมือวัดที่ใช้ลม

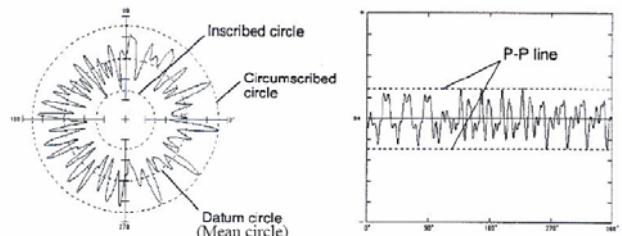
การใช้ลมในการวัดขนาดจะอาศัยลมเป็นตัวกลางในการสัมผัสผิวของชิ้นงานแล้วนำคุณสมบัติของลม 3 ประเภทได้แก่ อัตราการไหล ความเร็ว และความดัน [7] มาเปรียบเทียบกับชิ้นงานที่ทราบขนาดแน่ชัด (Master gage) แล้วคำนวณออกมาเป็นขนาดของชิ้นงานที่ต้องการวัด เครื่องมือวัดที่ใช้ลมในงานวิจัยนี้ใช้หลักการของการเปลี่ยนแปลงของความดันบริเวณที่ลมถูกฉีดออกไปกระทบกับผิวชิ้นงาน โดยหัววัดจะมีรูเพื่อฉีดลมออกมาสองด้านในทิศทางตรงกันข้ามดังแสดงในรูป 2.1 ก่อนทำการวัดจะต้องปรับตั้ง (calibration) เครื่องมือวัดขนาดโดยใช้ลมนี้ โดยใช้ชิ้นงานที่ทราบขนาดแน่ชัดจำนวน 2 ชิ้น ซึ่งมีขนาดโตและเล็กกว่าขนาดของชิ้นงานที่จะทำการวัด เครื่องมือจะแปลงความดันลมเป็นขนาดโดยเทียบค่ากับชิ้นงานที่ทราบขนาดนี้ที่วัดได้ออกมา เครื่องแปลงความดันลมนี้ จะให้ขนาดชิ้นงานที่ถูกต้องเมื่อขนาดชิ้นงานที่วัดได้นั้นอยู่ในช่วงของขนาดที่ได้ปรับตั้งไว้ ส่วนขนาดที่ใหญ่กว่าและเล็กกว่าขนาดที่ปรับตั้งไว้ เครื่องแปลงแรงดันลมจะให้ขนาดของชิ้นงานที่วัดเป็นขนาดใหญ่สุดและเล็กสุดของสเกลที่สามารถแสดงผลได้



รูปที่ 2.1 หัวฉีดลมเพื่อวัดขนาดชิ้นงาน

2.2 ลักษณะของการวัดความกลม

การวัดค่าความกลมของชิ้นงานนั้น สามารถทำได้ 2 วิธี ได้แก่ การหมุนหัววัดความกลมรอบชิ้นงานที่ต้องการวัด และการหมุนชิ้นงานรอบหัววัด การวัดความกลมแต่ละวิธีนั้นในเครื่องวัดค่าความกลมทั่วไปจะต้องใช้การหมุนชิ้นงานหรือหัววัดงานทั้งหมด 3 รอบด้วยกัน [1,2] โดยการหมุนรอบแรก จะเป็นการหมุนเพื่อหาจุดศูนย์กลางของชิ้นงาน การหมุนรอบที่สอง จะเป็นการหมุนเพื่อหาขนาดรัศมีเฉลี่ยของชิ้นงาน และรอบสุดท้ายจะเป็นการหมุนเพื่อหาค่าความกลมรวมไปถึงรูปร่างของตัวชิ้นงานด้วย ค่าความกลมที่นิยมโดยทั่วไปจะถูกแสดง 2 รูปแบบได้แก่ การวัดค่าความกลมแบบเฉลี่ย (average roundness) เป็นการวัดค่าความกลมโดยนำค่าความสูงต่ำที่วัดได้มาทำการเฉลี่ยกันโดยเปรียบเทียบกับค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย และการวัดค่าความกลมแบบพิคทูพิก [4] เป็นการวัดค่าความกลมโดยพิจารณาความต่างระหว่างที่ขนาดสูงสุดและต่ำสุดของชิ้นงานที่วัดได้ ดังรูปที่ 2.2 งานวิจัยนี้จะพิจารณาการวัดค่าความกลมแบบพิคทูพิก เนื่องจากรูเจาะที่ทำการศึกษาเป็นชิ้นงานที่จะต้องนำไปประกอบกับชิ้นงานอื่น หากใช้ค่าความกลมแบบเฉลี่ยอาจทำให้ไม่สามารถประกอบได้



รูปที่ 2.2 ลักษณะการวัดความกลมแบบพิคทูพิก

3. การออกแบบเครื่องมือวัดความกลม

ในการออกแบบเครื่องมือวัดความกลมนั้น จะต้องออกแบบให้เครื่องมือวัดหมุนหัวฉีดลมรอบแกนหมุนของปลอกมอเตอร์ และเคลื่อนที่ขึ้นลง เพื่อให้หัววัดได้ตามตำแหน่งความสูงที่แบบการผลิตต้องการตรวจสอบได้

3.1 การออกแบบโต๊ะหมุนหัววัด

จากหลักการของเครื่องมือวัดขนาดโดยใช้ลม จะออกแบบให้มีระยะห่างระหว่างชิ้นและหัววัดขนาด 5 ไมครอน การออกแบบโต๊ะหมุนหัววัด จึงจำเป็นต้องมีค่าผิดพลาดจากการรอบแกน (run out) [5] ที่น้อยมาก โต๊ะหมุนหัววัดถูกออกแบบให้ใช้ Angular contact ball bearing [3,6] ซึ่งมีความเที่ยงสูง สามารถปรับแรงกดโดยใช้สกรูกดผ่านแหวนคลื่น (wave washer) ลงบนแปรง โดยแปรงสองตัวหันหลังประกบกัน (back to back) จะทำให้แปรงทั้งสองตัวพยายามปรับศูนย์กลางของเพลานำมาสมให้มีความผิดพลาดจากการหมุนรอบแกนนั้นมีค่าลดลงด้วย การออกแบบตัวจับยึดหัววัด ต้องออกแบบให้มีรูทะลุผ่านตลอด เป็นช่องทางให้สายลมซึ่งจะส่งลมไปยังหัววัด ใช้เซอร์โวมอเตอร์เป็นต้นกำลังการหมุนของโต๊ะหมุนหัววัด

3.2 การออกแบบชุดยกชิ้นงาน

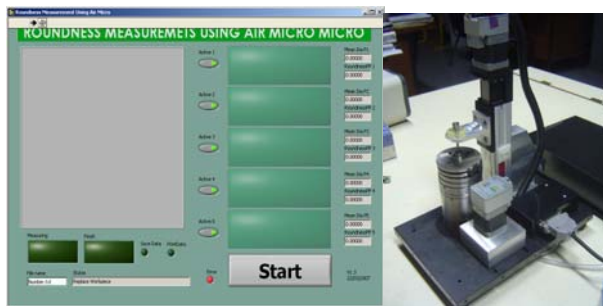
จากแบบการผลิตที่ต้องการวัดค่าความกลมที่ตำแหน่งความสูงต่างๆ ของชิ้นงาน ทั้งหมด 4 ตำแหน่งนั้น เครื่องมือช่วยวัดความกลม

จึงมีชุดยกชิ้นงานขึ้นลง เพื่อให้หัววัด สามารถวัดความกลมที่ตำแหน่ง ความสูงที่ต้องการ จึงออกแบบโดยใช้คอลัมน์ มีลักษณะรางเลื่อน (bearing slide way) เป็นตัวยึดเข้ากับชุดยกชิ้นงานในแนวดิ่ง โดยใช้ เซอร์โวมอเตอร์ส่งกำลังผ่านเกลียวส่งกำลัง (ball screw) ไปขับเคลื่อนชุดยก ชิ้นงาน

3.3 โปรแกรมวัดความกลม

โปรแกรมวัดความกลมถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ทั้งสองตัว รับค่าเส้นผ่านศูนย์กลางจากเครื่องมือวัดขนาดโดยใช้ลิสม์ เพื่อนำมาประมวลผลแล้วแสดงออกเป็นกราฟโพลาไรซ์และค่าความกลมของชิ้นงาน การติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น มอเตอร์ ตัวแปลงแรงดันลม ติดต่อผ่านทาง RS-232 อีกทั้งโปรแกรมวัดความกลมนี้ ยังเก็บข้อมูลดิบที่ทำการวัดได้แต่ละครั้งเพื่อย้อนกลับมาหาค่าความกลมได้อีกด้วย

จากรูปที่ 3.1 ทางด้านขวาแสดงเครื่องมือช่วยวัดความกลมและ ทางด้านซ้ายแสดงหน้าต่างโปรแกรมที่ใช้แสดงผลการวัดความกลม

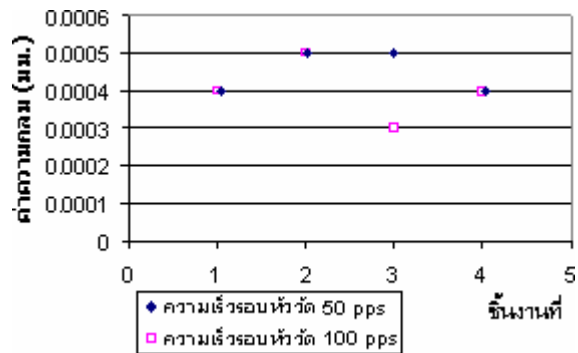


รูปที่ 3.1 โปรแกรมและเครื่องมือวัดความกลม

4. การทดลองเพื่อความเร็วและจำนวนรอบของโต๊ะหมุนที่เหมาะสม

4.1 ความเร็ว

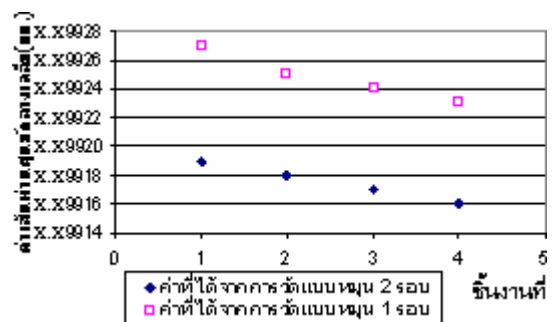
ในการศึกษาขั้นแรกนี้มี สมมติฐานมาจาก ความต้องการข้อมูลที่ถูกต้องที่ได้จากการวัด ค่าความกลมที่ต้องการได้จากเครื่องวัดนั้น เป็น ค่าความกลมแบบพีคทูพีค ข้อมูลที่วัดได้จากการวัดทั้งหมดจะนำมาหาค่ามากที่สุดและน้อย หากหมุนหัววัดด้วยความเร็วสูงเกินไปจะทำให้ได้ ข้อมูลน้อย ความถี่ในการวัดอาจจะกระโดดข้ามข้อมูลสำคัญไป จึง จำเป็นต้องมีการทดสอบผลของความเร็วในการหมุนหัววัดต่อขนาด ชิ้นงาน โดยการทดสอบจะใช้ชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบความกลม และ ชิ้นงานที่ไม่ผ่านการทดสอบความกลมอย่างละชิ้น แต่ละชิ้น จะทำการวัดทั้งหมด 4 ครั้ง โดยใช้ความเร็วรอบของหัววัดที่ 50 pulse per second (pps) และ 100 pps (เซอร์โวมอเตอร์มีความละเอียด 25,000 p/rev) จากรูปที่ 3.2 เป็นตัวอย่างการเปรียบเทียบจากการวัดชิ้นงาน ทั้งหมด 4 ชิ้นแต่ละชิ้นวัดซ้ำ 4 ครั้งแล้วเฉลี่ยค่าที่วัดได้ แสดงให้เห็นว่า การหมุนหัววัดเพื่อทำการวัด ที่ความเร็วต่างกัน ผลของการวัดมีค่าใกล้เคียงกัน ต่างกันแต่เพียงการวัดชิ้นที่ 3 เท่านั้น สรุปได้ว่า ควรจะ หมุนหัววัดด้วยความเร็ว 50 pps โดยในความเป็นจริงแล้ว การหมุน หัววัดควรจะใช้ความเร็วรอบที่ช้าที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ถ้าหากหมุนช้า ไปกว่า 50 pps แล้ว จะใช้เวลาในการทดสอบความกลมแต่ละชิ้นนั้นสูง มาก



รูปที่ 4.1 ค่าความกลมเฉลี่ย เมื่อใช้ความเร็วในการหมุนโต๊ะหัววัด ที่ความเร็ว 50 pps และ 100 pps

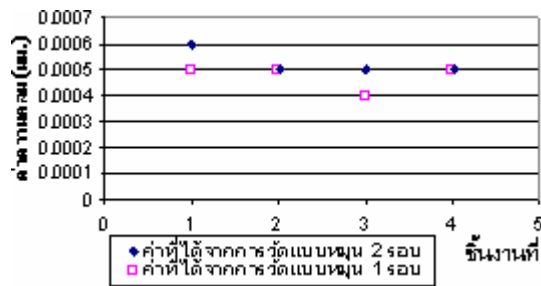
4.2 จำนวนรอบ

เนื่องจาก เครื่องวัดความกลมโดยใช้ลิสม์ นั้นไม่สามารถที่จะหา ศูนย์กลางของชิ้นงานได้ การหมุนรอบแรกจึงไม่จำเป็นต่อการวัดค่า ความกลมแต่เป็นการหมุนเพื่อหาคาร์ทีเซียนเฉลี่ยและรูปร่างของชิ้นงาน เมื่อพิจารณาถึง เวลาที่ใช้ในการวัดจะสูงมาก เนื่องจากความเร็วรอบในการ หมุนหัววัดค่อนข้างต่ำ จึงได้ออกแบบการทดสอบเพื่อนำค่าที่ได้ จากการหมุนแบบ 1 รอบและแบบ 2 รอบมาเปรียบเทียบกัน เพื่อหา ข้อสรุปในการเลือกใช้จำนวนรอบการหมุนที่เหมาะสมกับเครื่องวัด ความกลมโดยใช้ลิสม์ จากรูปที่ 4.2 แสดงการหมุนเพื่อเปรียบเทียบผลที่ วัดได้จากจำนวนรอบหัววัดที่แตกต่างกัน ในส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลาง เฉลี่ย รูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า ค่าที่ได้แตกต่างกันในหลักทศนิยมที่ ตำแหน่งที่ 5 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าความละเอียดของเครื่องแปลงแรงดัน ลม ที่มีความละเอียดที่ทศนิยม 4 ตำแหน่ง ซึ่งในตำแหน่งความ ละเอียดที่เท่ากันกับความละเอียดของเครื่องแปลงแรงดันลมนั้น ต่างกัน เพียง 0.1 ไมครอน สาเหตุที่ค่านั้นมีความแตกต่างกันในหลักที่มากกว่า ความละเอียดของเครื่องแปลงแรงดันลมนั้น เป็นเพราะค่าที่ได้ เป็นค่า จากการคำนวณ ซึ่งอาจจะถูกปัดขึ้นมาเพื่อให้แสดงผลอยู่ที่ ทศนิยม 5 ตำแหน่งนั่นเอง



รูปที่ 4.2 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย เมื่อการหมุนโต๊ะหัววัด จำนวน 1 และ 2 รอบ

จากรูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าความกลมที่วัดได้จาก จำนวนรอบหัววัดที่แตกต่างกัน ในส่วนของค่าวัดความกลม ค่าความ กลมที่ได้นั้นเป็นแบบพีคทูพีค ซึ่งเป็นข้อมูลที่วัดจากเครื่องมือวัดโดยตรง ค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้น อยู่ในหลักทศนิยมหลักที่ 5 ซึ่งอาจจะเกิด จากความผิดพลาดในการวัดของเครื่องมือวัดที่ใช้ลิสม์ จากการทดลองจะ เห็นว่า ค่าที่ได้นั้น มีค่าแตกต่างกันน้อยมากเช่นเดียวกัน



รูปที่ 4.3 ค่าความกลมที่คำนวณได้ เมื่อการหมุนโต๊ะหัววัด

จำนวน 1 และ 2 รอบ

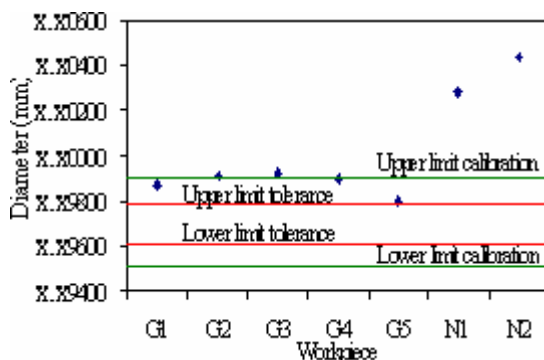
จากการทดลองทั้งสองแสดงให้เห็นว่า สามารถที่จะหมุนหัววัดเพียงรอบเดียวที่ความเร็ว 50 pps ได้ โดยที่ค่าจากการวัดจะเปลี่ยนแปลงไปน้อยมาก และไม่มีผลต่อการนำมาหาค่าความกลม

สำหรับความเร็วที่เลือกใช้สามารถทำการวัดความกลมที่แต่ละตำแหน่งความสูงได้ในเวลาประมาณ 1.3 นาที

5. การเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าจากเครื่องวัดแบบสัมผัส

5.1 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย

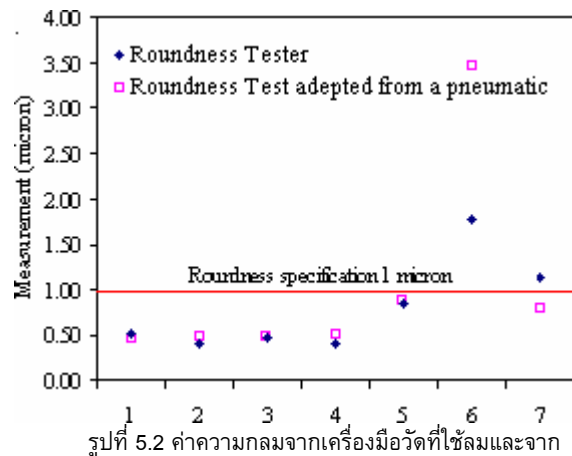
ในการทดลองได้เลือกชิ้นงานจากการผลิต ที่ได้รับการทดสอบความกลมจากเครื่องวัดความกลมแบบสัมผัส ทั้งหมด 7 ชิ้น เป็นชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบความกลม 5 ชิ้น (G1-G5) และ ไม่ผ่านการทดสอบความกลม 2 ชิ้น (N1-N2) โดยแต่ละชิ้นจะวัดซ้ำทั้งหมด 4 ครั้งแล้วนำมาเฉลี่ยได้ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.1 เป็นการทดสอบค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบขนาดของชิ้นงานกับขนาดที่ได้ที่ได้อุปกรณ์เครื่องแปลงแรงดันลม จากรูปจะเห็นว่าขนาดของชิ้นงานนั้น G1-G5 และ N1-N2 นั้น มีขนาดใหญ่กว่าค่าพิสัยความเผื่อของแบบการผลิตชิ้นงาน และ ชิ้นงาน N1-N2 นั้นมีขนาดโตกว่าขนาดที่ได้กำหนดในเครื่องแปลงแรงดันลม แสดงว่าผลที่ได้จากการวัดอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ในกรณีที่ชิ้นงานมีขนาดโตกว่าที่ได้กำหนดไว้ในเครื่องแปลงแรงดันลม



รูปที่ 5.1 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย

5.2 ผลการวัดความกลม

ผลการวัดความกลมจากกระป๋องที่ใช้เครื่องมือวัดที่ใช้ลม โดยการวัดชิ้นงานในลักษณะเดียวกันกับหัวข้อที่ 5.1 แล้วนำค่าความกลมที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ดังแสดงในรูปที่ 5.2



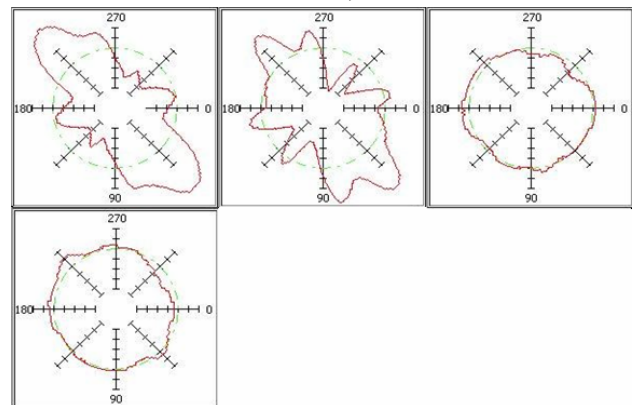
รูปที่ 5.2 ค่าความกลมจากเครื่องมือวัดที่ใช้ลมและจาก

เครื่องมือวัดความกลมแบบสัมผัส

จากรูปที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่า ชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบความกลม นั้น ผลการวัดความกลมที่ได้จากเครื่องมือวัดความกลมโดยใช้ลม มีค่าใกล้เคียงกับเครื่องมือวัดความกลมแบบสัมผัส โดยมีช่วงความแตกต่างมากที่สุดอยู่ในช่วง 0.4 - 0.85 ไมครอน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง 9.7% ของค่าซึ่งได้จากเครื่องมือวัดความกลมแบบสัมผัส ส่วนชิ้นงานที่ไม่ผ่านการทดสอบความกลมนั้น ผลการวัดความกลมที่ได้จากเครื่องมือวัดความกลมโดยใช้ลมนั้นให้ค่าออกมาไม่ใกล้เคียงกับค่าความกลมที่วัดได้จากเครื่องมือวัดความกลมแบบสัมผัส มีความแตกต่างสูงสุดอยู่ในช่วง 1.13 - 1.18 ไมครอน

5.3 การแสดงผลการวัดความกลมในลักษณะรูปร่างของชิ้นงาน

ผลที่ได้จากการวัดความกลมจะถูกแสดงเป็นกราฟความกลมในลักษณะโพลาไรกราฟ ดังรูปที่ 5.3 โดยการสร้างกราฟเริ่มจากตำแหน่ง 0 องศาตามเข็มนาฬิกาจนครบ 360 องศา จะได้เส้นที่แสดงถึงลักษณะของผิวชิ้นงานในตำแหน่งต่างๆที่ทำการวัด

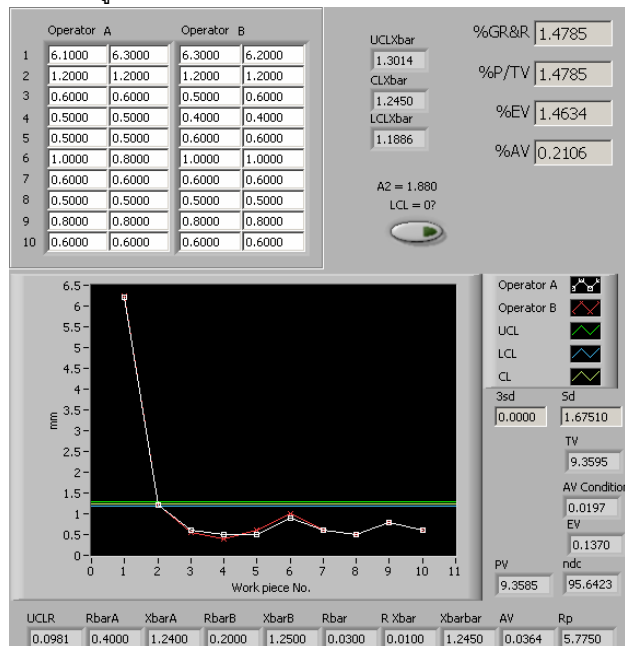


รูปที่ 5.3 การแสดงผลการวัดความกลมตำแหน่งต่างๆของชิ้นงาน

5.4 การทดสอบค่าทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ระบบเครื่องมือวัด

เนื่องจากการประยุกต์นี้เกี่ยวข้องกับระบบการวัด เพื่อยืนยันความถูกต้องของเครื่องมือวัด จำเป็นต้องมีการทดสอบทางสถิติ โดยในการทดสอบนี้จะใช้ Gauge repeatability and reproducibility (GR&R) [5] เป็นการทดสอบเพื่อหาความแม่นยำและแม่นยำตรงของเครื่องมือวัด ซึ่งมีเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ GR&R ต้องมีค่าน้อยกว่า 10% หรือ ค่าเปอร์เซ็นต์ Precision to total variability (P/TV) ต้องมีค่าน้อย

กว่า 10% จึงสามารถยอมรับเครื่องมือวัดนั้นได้ การทดสอบนี้ใช้ผู้วัดจำนวน 2 คน วัดชิ้นงาน 2 ชิ้น วัดซ้ำทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วนำผลการวัดความกลมทั้งหมด 40 ค่าไปทำการทดสอบ GR&R ได้ตัวอย่างของการทดสอบดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 ตัวอย่างผลการทดสอบ GR&R

จากรูปที่ 5.4 จะได้ผลการทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์ GR&R และเปอร์เซ็นต์ P/TV นั้นมีค่าน้อยกว่า 10% ผลการคำนวณนี้แสดงว่า การคำนวณค่าทางสถิติสามารถยอมรับระบบเครื่องมือวัดความกลมโดยใช้เครื่องมือนี้ได้

6.สรุปผลการทดลอง

บทความนี้ได้ทำการศึกษา ออกแบบเครื่องมือช่วยวัด ออกแบบโปรแกรมคำนวณค่าความกลม เพื่อนำเครื่องมือวัดขนาดโดยใช้ลม มาประยุกต์ใช้วัดความกลมของชิ้นงาน จากผลการศึกษาพบว่า ค่าความกลมจากการประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดโดยใช้ลมนั้นมีค่าใกล้เคียงกับเครื่องมือวัดความกลมแบบสัมผัสในกรณีที่ชิ้นงานค่อนข้างกลม (ค่าความกลมน้อย) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง 9.7% ของค่าซึ่งวัดได้จากเครื่องมือวัดความกลมแบบสัมผัส และมีค่าที่เบี่ยงเบนออกไปเมื่อชิ้นงานไม่กลม (ค่าความกลมมาก) และเมื่อได้ทำการทดสอบในส่วนของเวลาที่ทำการวัด เครื่องวัดความกลมโดยใช้ลมใช้เวลาวัดประมาณ 8 นาทีต่อชิ้น น้อยกว่าเครื่องมือวัดความกลมแบบสัมผัสซึ่งใช้เวลาสูงถึงประมาณ 20 นาทีต่อชิ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก บริษัท นิเดค พรินซ์ (ประเทศไทย) จำกัด

Reference

[1] Charles P. Reeve, The Calibration of a Roundness Standard, National Engineering Laboratory, 1979, National Bureau of Standards, Washington, D.C. 20234

[2] C. James Li and S. Y. Li, 1994, Improve Workpiece Roundness in Precision Diamond Turning by In-situ Measurement and Repetitive Control, Changsha Institute of Technology Changsha, Hunan, PRC

[3] O. Horikawa, N. Maruyama, M. Shimada, A low cost, high accuracy roundness measuring system, Precision Engineering Journal of the International Societies for Precision Engineering and Nanotechnology, 25 (2001) 200–205

[4] Roundness Measurement Theory, Engineering Statistics Handbook, <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/index.htm> (accessed on June 2006)

[5] NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods, <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>, (accessed on September 2006)

[6] ณรงค์ชัย เลิศสุโกวณิษฐ์ และ ประยูร ศรีสุวรรณ, การออกแบบสร้างเครื่องทดสอบความกลม, ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สจพ. 2533

[7] ชูพงษ์ วิรุฒนะ, เอกสารประกอบการสอนวิชา Engineering Metrology, ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สจพ. 2547