

การดำเนินการทางภาพถ่ายเพื่อหาความเครียดของชิ้นงานทดสอบ

Image Processing for Specimen Strain Determination

รามิล เกศวรกุล^{1*}, ชมาพร เจียรบุตร² และ ภาสพิรุฬห์ ศรีสำโรง³

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

² สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องมือและแม่พิมพ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

*E-mail: ramil.k@me.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาถึงวิธีการนำระบบการประมวลผลภาพ (Image processing system) มาใช้ในการตรวจจับ และประมาณค่าความเครียดของชิ้นงานทดสอบการดึง ซึ่งเป็นการวัดค่าความเครียดแบบไม่สัมผัส อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วยระบบการประมวลผลภาพวีดีโอแบบสีที่มีความละเอียด 1920 x 1080 พิกเซล และประมวลผลแบบ Real Time ผ่านการดำเนินการทางภาพถ่าย เพื่อตรวจจับการเคลื่อนตัวของจุดอ้างอิงที่ชิ้นงาน ระยะการเคลื่อนตัวของชิ้นงานจะถูกเปรียบเทียบค่ากับขนาดชิ้นงานตามมาตรฐานเพื่อแปลงค่าของการเคลื่อนตัวของจุดอ้างอิงที่ชิ้นงานจากหน่วยพิกเซล เป็นมาตราเมตร จากนั้นความเครียดของชิ้นงานทดสอบจากการดำเนินการทางภาพถ่าย จะถูกเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการวัดผ่านเอ็กเทนโซมิเตอร์ (Extensometer) เพื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น จากผลการทดลองพบว่ากราฟค่าความเครียดที่ได้จากการดำเนินการทางภาพถ่าย มีผลสอดคล้องกับ ค่าความเครียดที่ได้จากเครื่องวัดการยืดแบบหนีบ (Clip-On Extensometers) โดยข้อมูลมีแนวโน้มลู่ออกจากค่าที่ได้จากเอ็กเทนโซมิเตอร์ โดยมีค่าคลาดเคลื่อนสะสมสูงสุด 0.012% ซึ่งเกิดจากการค่า Distortion ของเลนส์ที่ใช้

คำหลัก: การประมวลผลภาพ / การทดสอบการดึง / จุดคราก

Abstract

The aim of this research is to investigate a methodology of the image processing to detect the existence of the strain and measuring the tensile strain occurring in the test specimen. This work chooses the non-contact methodology to measure the strain. The testing equipment consists of a 1920x1080 pixels. This light box is used as an indirect lighting source to avoid the bright spot from the target if using a direct light technique. The test specimen is taken by the video camcorder, then this video is real time executed via the images getting from the video. The images is considered and compared the movement of a reference point with a standard point on the test specimen. This shifting distance of the point is converted from pixels units obtaining from the image to metric standard scale, this distance in metric scale is calculated the tensile strain. After that, the error of the image processing methodology is observed by comparing the calculated tensile strain results with the real tensile strain results. It found that the tensile strain results getting from the image processing system technique is comparable and corresponding to the tensile strain results testing by the clip-on extensometers. Additionally, it indicated that their Cumulative error is not over 0.012% which come about the lens distortion.

Keywords: Image processing system / Tensile Test / Yield Point

AMM-25

1. บทนำ

การทดสอบแรงดึงเป็นการทดสอบพื้นฐานอย่างหนึ่งที่ใช้ทดสอบคุณสมบัติของวัสดุต่างๆ โดยการทดสอบแรงดึงจะใช้ในการตรวจวัดพฤติกรรมเชิงกลของวัสดุภายใต้แรงดึงหรือการยืดในแนวแกน ข้อมูลและการคำนวณในการทดสอบแรงดึงโดยทั่วไปได้แก่ พิกัดยืดหยุ่น (Elastic limit) ร้อยละการยืด (Percent elongation) โมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) พิกัดสัดส่วน (Proportional limit) ความเค้นแรงดึง (Tensile strength) จุดคราก (Yield point) และความเค้นจุดคราก (Yield strength) เป็นต้น การทดสอบแรงดึง (Tensile testing) เป็นการดึงชิ้นงานทดสอบซึ่งทำให้ชิ้นงานทดสอบตกอยู่ภายใต้สภาวะการยืดและเป็นกระบวนการที่ทำให้ชิ้นงานทดสอบเกิดการเสียรูปโดยการเสียรูปเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของชิ้นงานทดสอบจากแรงที่กระทำ โดยกระบวนการนี้มีสองปัจจัยหลักที่ได้มาจากการทดสอบแกนเดียว กล่าวคือความเค้น (Stress) และความเครียด (Strain) [1]

ความเค้น (Stress) โดยทั่วไปจะคำนวณจากความสัมพันธ์ของแรงที่วัดได้จากโหลดเซลล์ที่ทำการสอบเทียบค่าแล้ว กับค่าที่วัดจากขนาดพื้นที่หน้าตัดของชิ้นงานทดสอบ ในสภาวะกระบวนการที่มีการจับยึดชิ้นงานอย่างมั่นคง และชิ้นงานทดสอบอยู่ในแนวเส้นตรงที่สมมาตรของชิ้นงาน เพื่อให้ได้มาซึ่งผลที่แน่ชัด

สำหรับวัสดุที่มีความแข็งเกร็ง (Rigid Materials) โดยทั่วไปแล้วค่าความเครียด (Strain) สามารถวัดได้จากเครื่องวัดการยืดแบบหนีบ (Clip-On Extensometers) หรือสเตรนเกจแบบฟอยล์ (Foil Strain Gauges) [2-8] ยึดติดกับชิ้นงาน อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ประเภทนี้ยังคงมีความไม่เหมาะสมกับชิ้นงานที่มีความบอบบาง เช่น ไบแกว, ฟิมล์ หรือพลาสติก เนื่องจากน้ำหนัก และโดยกระบวนการติดอุปกรณ์เหล่านี้สามารถส่งผลต่อผลการทดสอบ

ระบบการวัดแบบไม่สัมผัสต่างๆ เช่นการขับเคลื่อนกลไกติดตามแสง และ เลเซอร์ได้รับการพัฒนาในช่วงหลายปีที่ผ่านมา [9] แต่ระบบเหล่านี้มีข้อจำกัดในการวัดคุณสมบัติของวัสดุในระดับความเครียดต่ำ โดยทำการวัดบนเส้นวัดเดียว อีกทั้งยังมีราคาสูง

จากที่กล่าวมาข้างต้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาถึงวิธีการนำระบบการประมวลผลภาพ (Image

processing system) มาใช้ในการตรวจจับ และประมาณค่าความเครียดของชิ้นงานทดสอบการดึง ซึ่งเป็นการวัดค่าความเครียดแบบไม่สัมผัส อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วยระบบการประมวลผลภาพวีดิโอแบบสแตนด์บายความละเอียด 1920 x 1080 พิกเซล เลือกใช้การให้แสงแก่ชิ้นงานโดยอ้อม (Indirect lighting) เพื่อหลีกเลี่ยงแสงจ้าที่สะท้อนจากบางส่วนของชิ้นงานที่เกิดจากการให้แสงแก่ชิ้นงานโดยตรง (Direct lighting) ภาพวีดิโอจะถูกบันทึก และประมวลผลแบบ Real time ผ่านการดำเนินการทางภาพถ่าย เพื่อตรวจจับการเคลื่อนตัวของจุดอ้างอิงที่ชิ้นงาน ระยะการเคลื่อนตัวของชิ้นงานจะถูกเปรียบเทียบค่ากับขนาดชิ้นงานตามมาตรฐานเพื่อแปลงค่าของการเคลื่อนตัวของจุดอ้างอิงที่ชิ้นงานจากหน่วยพิกเซลเป็นมาตราเมตริก จากนั้นความเครียดของชิ้นงานทดสอบจากการดำเนินการทางภาพถ่ายจะถูกเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการวัดผ่าน Extensometer เพื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น

2. ระบบตรวจวัดด้วย Extensometer

เอ็กเทนโซมิเตอร์คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงความยาวของวัตถุ อุปกรณ์ชนิดนี้เป็นตัวช่วยในสำหรับกระบวนการวัดความเค้น ความเครียด หรือการทดสอบการดึง ในปัจจุบันนี้มีการพัฒนาเอ็กเทนโซมิเตอร์ไปอย่างหลากหลายรูปแบบเพื่อแก้ไขปัญหาข้อจำกัดของการวัดชิ้นงานที่มีข้อจำกัดทางวัสดุต่างกัน

2.1 เอ็กเทนโซมิเตอร์แบบสัมผัส

เอ็กเทนโซมิเตอร์แบบสัมผัสถูกใช้อย่างแพร่หลาย และยังมีการแบ่งออกเป็นสองประเภท ชนิดแรกของเอ็กเทนโซมิเตอร์แบบสัมผัส เรียกว่า เครื่องวัดการยืดแบบหนีบ (Clip-On Extensometers) อุปกรณ์เหล่านี้จะใช้สำหรับการใช้งานที่วัดค่าความเครียดความแม่นยำสูง ซึ่งสามารถวัดการเคลื่อนตัวของชิ้นงานขนาดเล็กมาก แต่อย่างไรก็ตามเอ็กเทนโซมิเตอร์ประเภทนี้ยังคงมีความไม่เหมาะสมกับชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก และมีความบอบบาง

เครื่องวัดการยืดแบบหนีบได้รับการแทนที่ด้วยระบบดิจิทัล ซึ่งใช้ระบบเซนเซอร์ (Digital sensor arm) อุปกรณ์เหล่านี้สามารถนำไปใช้กับชิ้นงานโดยอัตโนมัติ โดยระบบมอเตอร์ และสามารถใช้งานได้สะดวกกว่าเครื่องวัดการยืดแบบหนีบ แบบดั้งเดิม ผลที่ได้มีความเป็นเชิงเส้นที่ดีขึ้น มีการรบกวนของสัญญาณต่ำ และสามารถ

AMM-25

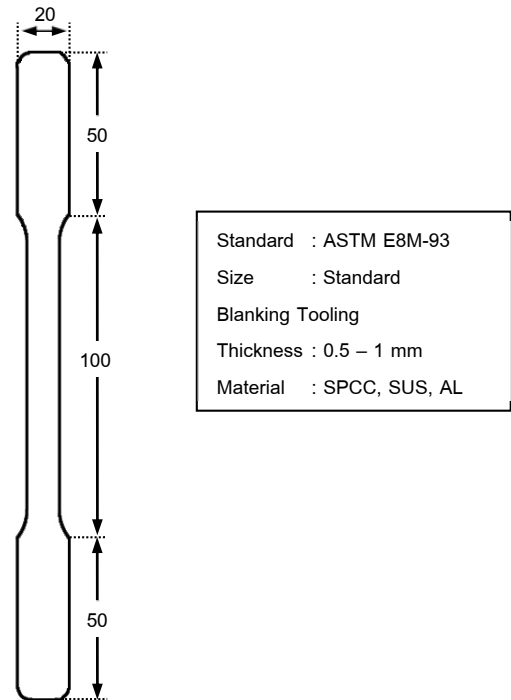
หาความสัมพันธ์ ระหว่างระยะ และแรงกระทำได้แม่นยำมากขึ้นเนื่องจากการลดความล้าช้าระหว่างการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิทัล ทำให้ข้อมูลที่ได้รับความนิยมเที่ยงตรงสูง นอกจากนี้อุปกรณ์เหล่านี้สามารถอยู่ในชิ้นงานจนเกิดการเสียหายของชิ้นงานทดสอบได้ และวัดส่วนขยายที่สูงถึง 1,000 มิลลิเมตร โดยไม่สูญเสียความถูกต้องใด ๆ อุปกรณ์เหล่านี้มักจะมีความละเอียดสูงกว่า 0.02 ไมครอนหรือสูงกว่านั้น และมีความแม่นยำในการวัดเพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการระดับที่ 1 และ 0.5 ของมาตรฐาน ISO 9513

2.2. เอ็กเท็นโซมิเตอร์แบบไร้การสัมผัส

เอ็กเท็นโซมิเตอร์แบบเลเซอร์เป็นเครื่องวัดการยืดที่สามารถการดำเนินการตรวจวัดความเครียดหรือการยืดตัวบนวัสดุโดยการติดตั้งที่ตัวเครื่องทดสอบแรงดึง แทนการติดตั้งที่ตัวชิ้นงานทดสอบ หลักการทำงานโดยการส่องสว่างพื้นผิวชิ้นงานด้วยเลเซอร์ แสงสะท้อนจากพื้นผิวชิ้นงานจะถูกจับโดยกล้อง CCD และประมวลผลโดยกลไกที่ซับซ้อน เมื่อมีการใช้เอ็กเท็นโซมิเตอร์แบบเลเซอร์จึงไม่จำเป็นที่จะแนบอุปกรณ์เข้ากับชิ้นงาน ทำให้ประหยัดเวลาในการทำงาน และสามารถดำเนินการได้ถึงจุดที่มีการเสียหายของชิ้นงานโดยไม่ต้องหยุดกระบวนการ นอกจากนี้ยังสามารถใช้สำหรับการทดสอบที่อุณหภูมิสูงหรือหรือต่ำกว่าศูนย์องศาเซลเซียสก็ตาม

เอ็กเท็นโซมิเตอร์แบบวิดีโอเป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการวัดความเครียดของวัสดุบางโดยจับภาพอย่างต่อเนื่องของชิ้นงานในระหว่างการทดสอบโดยใช้กล้องวิดีโอดิจิทัลที่ติดอยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ชิ้นงานทดสอบภายใต้การทดสอบมักจะติดในรูปร่างที่เฉพาะเจาะจง และมีการทำเครื่องหมายที่มีเครื่องหมายพิเศษ เช่นสติ๊กเกอร์ หรือกับปากกามาร์กเกอร์ที่แตกต่างจากสีของชิ้นงาน และสีพื้นที่ในภาพที่จับ ระยะทางพิกเซลเริ่มต้นระหว่างเครื่องหมายในภาพที่จับเหล่านี้ จะถูกติดตามอย่างต่อเนื่องในวิดีโอที่ถูกจับภายใต้การทดสอบระยะพิกเซลนี้สามารถวัดได้ในเวลาจริง และถูกทวนสอบกับมูลค่าการสอบเทียบเพื่อให้ได้การวัดความเครียด จากค่าการสอบเทียบที่เหมาะสม และขั้นตอนวิธีการประมวลผลภาพที่ดีที่ เอ็กเท็นโซมิเตอร์แบบวิดีโอจะมีความละเอียดน้อยกว่าหนึ่งไมครอน มูลค่าการสอบเทียบที่เหมาะสมยังขึ้นอยู่กับตัวอย่างเทียบ การปรับภาพที่ถูกจับ

ครั้งแรกกับตัวอย่างการสอบเทียบการทดสอบภายใต้เงื่อนไขเดียวกันที่จะใช้สำหรับชิ้นงานใหม่ได้ทันที แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแสงโดยรอบในระหว่างการทดสอบจะมีผลต่อผลการทดสอบถ้าระบบไม่ได้ใช้ฟิลเตอร์ที่เหมาะสม



รูปที่ 1 ชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E8M-93

3. ชิ้นงานทดสอบแรงดึงแกนเดียว

โดยปกติการทดสอบแรงดึงนั้นนิยมใช้ชิ้นงานทดสอบ (Specimen) ตามมาตรฐานสากล แต่ในขณะเดียวกันก็สามารถใช้ชิ้นทดสอบแบบอื่นที่ทราบค่าพื้นที่หน้าตัดและความยาวเริ่มต้นได้เหมือนกัน การทดสอบแรงดึงแกนเดียวเป็นการตรวจสอบพฤติกรรม ทางกลของวัสดุต่าง ๆ ภายใต้สภาวะการยึดตัวในทิศทางเดียวด้วยแรงแบบคงที่ (Static load) จนกระทั่งมีการเสียรูปแบบถาวรเกิดขึ้น (Plastic deformation) ด้วยเครื่องทดสอบยูนิเวอร์แซล (Universal tensile test) โดยทั่วไปค่าสมบัติทางกลที่ได้จากการทดสอบแรงดึงแกนเดียว ได้แก่ ขีดจำกัดการยืดหยุ่น (Elastic limit) ร้อยละการยืด (Percent elongation) โมดูลัสความยืดหยุ่น (modulus of Elasticity) ขีดจำกัดแบบสัดส่วน (Proportional limit) ร้อยละของพื้นที่หน้าตัดในการลดลง (Percent reduction in area) ความแข็งแรงดึง (Tensile strength) จุดเค้นคราก (Yield

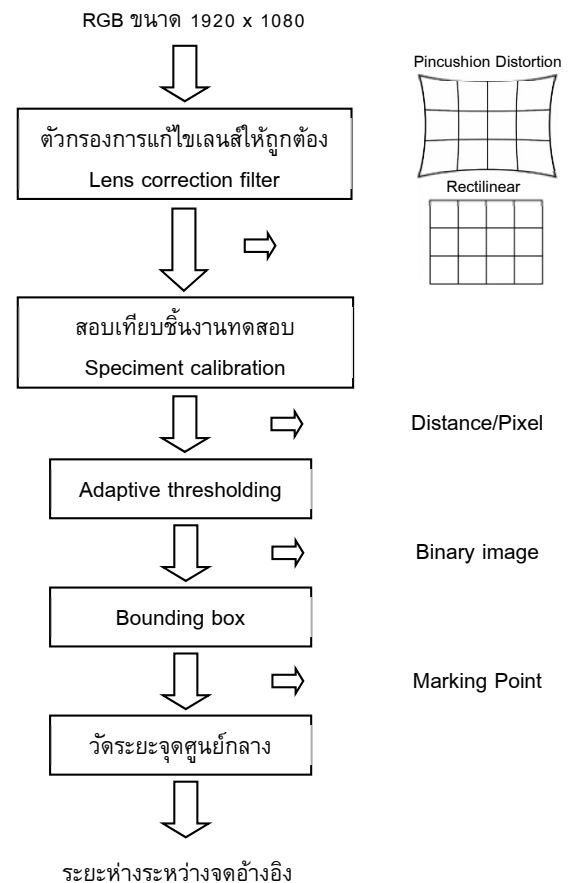
AMM-25

point) และความแข็งแรงเกินคราก (Yield strength) เป็นต้น

การทดสอบแรงดึงแกนเดียวตามมาตรฐาน ASTM E8M-93 เป็นการทดสอบชิ้นงานทดสอบจำนวน 5 ชิ้น ที่มีลักษณะและขนาดเป็นรูปทรงกระบอกหรือเป็นแผ่น โดยปลายทั้งสองข้างของชิ้นงานทดสอบต้องมีขนาดและพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการจับยึดกับเครื่องทดสอบ เพื่อเป็นการป้องกันการหลุดออกขณะทำการทดสอบชิ้นงาน ส่วนความยาวของเกจ (Gauge length; L_0) จะถูกกำหนดให้เป็นค่าตามมาตรฐานสากล ซึ่งจะแปรผันกับขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง (D_0) หรือพื้นที่หน้าตัดของชิ้นงาน (A_0) ดังแสดงในรูปที่ 1

4. การประมวลผลการดำเนินการทางภาพถ่าย

ในงานวิจัยนี้โปรแกรมการดำเนินการทางภาพถ่ายเพื่อหาความเครียดของชิ้นงานทดสอบถูกพัฒนาด้วย Visual studio C# ร่วมกับ Emgu OpenCV เพื่อทำการติดต่อกับกล้อง โดยมีการทำงานดังแสดงในรูปที่ 1 โปรแกรมเริ่มต้นจากการรับภาพเข้ามาเป็น RGB ขนาด 1920 x 1080 พิกเซล จากนั้นภาพจะผ่านตัวกรองการแก้ไขเลนส์ให้ถูกต้อง (Lens correction filter) เพื่อแก้ไขการบิดเบือนของเลนส์ (Lens distortion) แบบการบิดเบือนแบบปังกมุดกลาง (Barrel distortion) หรือการบิดเบือนแบบปังกมุด (Pincushion distortion) จากนั้นภาพที่ผ่านการแก้ไขการบิดเบือนของเลนส์จะถูกสอบเทียบกับชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E8M-93 เพื่อหาระยะห่างตามมาตราเมตรที่ต่อระยะห่างพิกเซล ภาพที่ถ่ายจะถูกแปลงให้เป็นภาพ Binary image โดยจะเป็นการพิจารณาค่าให้ค่าพิกเซลภาพ เป็น 0 และ 1 โดยแยกระหว่างวัตถุกับพื้นหลัง วิธีการที่ใช้ในการแปลงภาพเป็น Binary image คือ Adaptive thresholding โดยวิธีนี้จะหาค่ากลางที่ใช้ในการแบ่งว่าค่าพิกเซลเท่าใดจึงจะเป็นกำหนดให้วัตถุในภาพเป็นพื้นหน้าหรือพื้นหลังจะได้ภาพ Binary image ดังแสดงในรูปที่ 2 จากนั้นโปรแกรมจะทำการหา Bounding box หรือหาวัตถุที่เป็นจุดอ้างอิง เพื่อวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของ Bounding box ต่อไป



รูปที่ 2 แผนผังการประมวลผลการดำเนินการทางภาพถ่าย

5. การทดลอง และผลการทดลอง

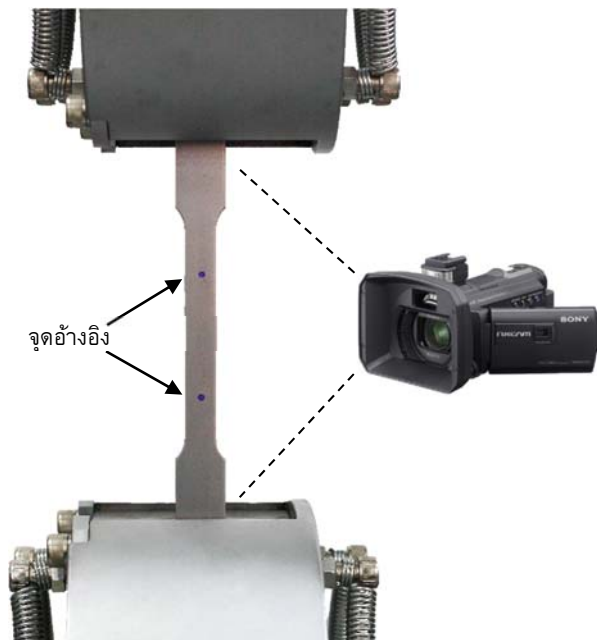
5.1 เครื่องจักรและอุปกรณ์

การทดลองนี้ได้ทำการทดสอบกับเครื่องทดสอบวัสดุยูนิเวอร์แซลเอนกประสงค์ ขนาด 100 กิโลนิวตัน ชิ้นงานทดสอบเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำรีดเย็นเกรด SPCC ที่ความหนา 1 มิลลิเมตร ถูกจับยึดเข้ากับเครื่องทดสอบ โดยทำเครื่องหมาย 2 จุดที่ระยะห่างกัน 25 มิลลิเมตร จากจุดกลางของชิ้นงาน กล้องวิดีโอถูกวางไว้หน้าชิ้นงานโดยมีมุมมองของภาพครอบคลุมทั้งชิ้นงานทดสอบ โดยหันหน้าตั้งฉากกับชิ้นงานทดสอบฝั่งที่ทำเครื่องหมายไว้ เพื่อผลที่ต้องการของการวัด กล้องจะถูกติดตั้งอยู่บนขาตั้งกล้องที่มีความมั่นคงเพื่อป้องกันการสั่นของภาพขณะทำการทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 3

เนื่องจากการทดลองนี้ต้องการค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดการยืดแบบหนีบเพื่อทำการทวนสอบผลการทดลองที่ได้จากเครื่องวัดการยืดแบบวิดีโอ (Video Extensometers) หากแต่การติดตั้ง เครื่องวัดการยืดแบบ

AMM-25

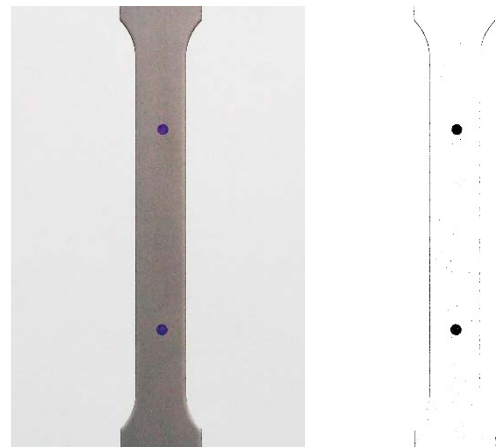
หนีบเข้าไปที่ชิ้นงานขณะบันทึกวิดีโอ จะทำให้มีปัญหาต่อการประมวลผลทางภาพถ่ายในการแปลงภาพเป็น Binary image โดยใช้ Adaptive thresholding ดังนั้นจึงจำเป็นในการแยกการทดลองออกเป็นสองชุด



รูปที่ 3 ชิ้นงานทดสอบที่ถูกติดตั้งเข้ากับเครื่องทดสอบวัสดุยูนิเวอร์แซลเอนกประสงค์

5.2 ผลการทดสอบ

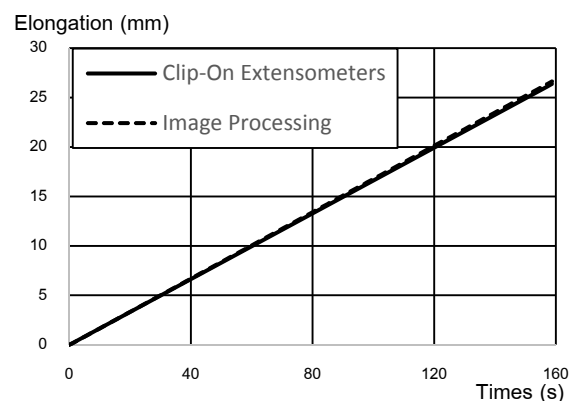
ได้ทำการทดสอบชิ้นงานจำนวน 5 ชิ้น เมื่อโปรแกรมเริ่มต้นจากการรับภาพเข้ามาเป็น RGB ขนาด 1920 x 1080 พิกเซล จากนั้นภาพจะผ่านตัวกรองการแก้ไขเลนส์ให้ถูกต้อง (Lens correction filter) เพื่อแก้ไขการบิดเบือนของเลนส์ (Lens distortion) และเริ่มต้นทำการสอบเทียบกับชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E8M-93 เพื่อหาระยะห่างตามมาตรามาตริกต่อระยะห่างพิกเซล ภาพที่ถ่ายจะถูกแปลงให้เป็นภาพ Binary image โดยใช้วิธี Adaptive thresholding จนได้ภาพดังแสดงในรูปที่ 4 จากนั้นโปรแกรมจะทำการหา Bounding box หรือหาวัตถุที่เป็นจุดอ้างอิง เพื่อวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของ Bounding box



รูปที่ 4 ภาพที่ถ่ายจะถูกแปลงให้เป็นภาพ Binary image โดยใช้วิธี Adaptive thresholding

จากผลการวัดค่าในการตรวจจับ และประมาณค่าความเครียดของชิ้นงานทดสอบการดึง ผ่านระบบการประมวลผลภาพ (Image processing system) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5 จากของการทดลองพบว่าผลที่ได้จากระบบวัดการยืดแบบวิดีโอ (Video extensometers) สอดคล้องกับผลที่ได้จากเครื่องวัดการยืดแบบหนีบโดยไม่สามารถพิจารณาได้อย่างชัดเจนจากรูปกราฟ

จากการพิจารณาความสัมพันธ์ของกราฟระยะยืดและเวลาพบว่า ผลที่ได้จากการวัดทั้งสองระบบมีความละเอียดแตกต่างกัน ค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดการยืดแบบหนีบมีความละเอียดของการสุ่มค่า (Sample rate) อยู่ที่ 0.1 วินาที ส่วนความละเอียดของการสุ่มค่าผ่านระบบการประมวลผลภาพ (Image processing system) อยู่ที่ 0.04 วินาที ที่ความละเอียดของระยะยืดที่ 0.052 มิลลิเมตร



รูปที่ 5 ผลจากการประมวลผลการดำเนินการทางภาพถ่าย

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะงานวิจัย

AMM-25

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาดังวิธีการนำระบบการประมวลผลภาพ (Image processing system) มาใช้ในการตรวจจับ และประมาณค่าความเครียดของชิ้นงานทดสอบการดึง ซึ่งเป็นการวัดค่าความเครียดแบบไม่สัมผัส การทดลองนี้ได้ทำการทดสอบกับเครื่องทดสอบวัสดุยูนิเวอร์แซลเอนกประสงค์ ขนาด 100 กิโลนิวตัน ชิ้นงานทดสอบเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำรีดเย็นเกรด SPCC ที่ความหนา 1 มิลลิเมตร ถูกจับยึดเข้ากับเครื่องทดสอบ โดยทำเครื่องหมาย 2 จุดที่ระยะห่างกัน 25 มิลลิเมตร จากจุดกลางของชิ้นงาน โดยระบบการประมวลผลภาพวีดีโอแบบสีที่มีความละเอียด 1920 x 1080 พิกเซล เลือกใช้การให้แสงแก่ชิ้นงานโดยอ้อม (Indirect lighting) เพื่อหลีกเลี่ยงแสงจ้าที่สะท้อนจากบางส่วนของชิ้นงานที่เกิดจากการให้แสงแก่ชิ้นงานโดยตรง (Direct lighting) ภาพวีดีโอจะถูกบันทึก และประมวลผลแบบ Real time ผ่านการดำเนินการทางภาพถ่าย เพื่อตรวจจับการเคลื่อนตัวของจุดอ้างอิงที่ชิ้นงาน ภาพจะผ่านตัวกรองการแก้ไขเลนส์ให้ถูกต้อง (Lens correction filter) เพื่อแก้ไขการบิดเบือนของเลนส์ (Lens distortion) เพื่อการตรวจวัดระยะที่ถูกต้อง จากนั้นภาพที่ผ่านการแก้ไขการบิดเบือนของเลนส์จะถูกสอบเทียบกับชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E8M-93 เพื่อหาระยะห่างตามมาตราเมตรที่ต่อระยะห่างพิกเซล ภาพที่ถ่ายจะถูกแปลงให้เป็นภาพ Binary image โดย Adaptive thresholding โดย จากนั้นโปรแกรมจะทำการหา Bounding box หรือหาวัตถุที่เป็นจุดอ้างอิง จากนั้นความเครียดของชิ้นงานทดสอบจากการดำเนินการทางภาพถ่าย จะถูกเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากการวัดผ่านเอ็กเทนโซมิเตอร์เพื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น

จากผลการทดลองพบว่ากราฟค่าความเครียดที่ได้จากการดำเนินการทางภาพถ่าย มีผลสอดคล้องกับ ค่าความเครียดที่ได้จากเครื่องวัดการยืดแบบหนีบ โดยข้อมูลมีแนวโน้มลู่ออกจากค่าที่ได้จากเอ็กเทนโซมิเตอร์ โดยมีค่าคลาดเคลื่อนสะสมสูงสุด 0.012% ซึ่งเกิดจากการค่า Distortion ของเลนส์ที่ใช้

อย่างไรก็ตามการดำเนินการทางภาพถ่ายเพื่อหาความเครียดของชิ้นงานทดสอบ อาจไม่ใช่วิธีการที่ใหม่แต่อย่างไร จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ ในเรื่องผลกระทบของความถี่การดึงตัวอย่างในกระบวนการบันทึกสัญญาณอะคูสติกต่อความถี่ตอบสนองของวัสดุในการทดสอบการดึง

แบบแกนเดียว ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ในการหาวิธีการทดแทนการวัดคุณสมบัติของโลหะในวิธีดั้งเดิม โดยใช้เสียง และภาพเพื่อเป็นตัวแทนของ แรง และระยะยืดตามลำดับ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] András, M. (2013). Effect of Gripping System on the Measured Upper Yield Strength Estimated by Tensile Tests, Measurement 46 (5) (2013), pp 1663–1670.
- [2] ISO 19819, Metallic materials, Tensile Testing in Liquid Helium, 2004.
- [3] Davis, J.R. (2004). Tensile Testing at Low Temperature, in: Tensile testing, second ed., ASM International, 2004, pp. 245–246.
- [4] Nyilas, A. (2006). Transducers for Sub-Micron Displacement Measurements at Cryogenic temperatures, Adv. Cryog. Eng. 52 (2006), pp 27–34.
- [5] Tobler, R.L. and Shepic, J.A. (1985). Design and Performance of a Ring-Shaped Clip Gage for Fracture Mechanics testing, J. Test. Eval. 13 (4) (1985), pp 209–225.
- [6] Reed, R.P. and Mikesell, R.P. (1967). Low-Temperature (295 to 4 K) Mechanical Properties of Selected Copper Alloys, J. Mater. 2 (2) (1967), pp 373–374.
- [7] Albright, J. (1995). Dynamic Strain Measurement, in: B.F. Dyson, M.S. Loveday, M.G. Gee (Eds.), Materials Metrology and Standards for Structural Performance, Chapman and Hall, 1995, pp. 115–133.
- [8] Tabin, J. and Práčík M. (2015). Methods for Identifying Dynamic Parameters of Clip-On Extensometer–Specimen Structure in Tensile Tests, Measurement 63 (2015), pp 176–186.
- [9] Klose, F.B., Ziegenbein, A., Weidenmüller, J., Neuhauser, H. and Hähner, P. (2010). Strain Determination of Polymeric Materials Using Digital Image Correlation, Polymer Testing 29. 2010, pp 407–416.