การศึกษาสภาพการเสียรูปของ HGA หลังจากการจับยึด โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

The Study of HGA Deformations Post Clamping using Finite Element Analysis

ทศนพ กำเนิดทอง* สุรเชษฐ์ ชุติมา** และ จักรพันธ์ ปริรักษ์วิจิตร***
ศูนย์ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เพื่องานวิจัยทางวิศวกรรม (COCARE)
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140 โทร 0-2470-9337 โทรสาร 0-2470-9111
*อีเมล์ ithotong@kmutt.ac.th **อีเมล์ surachate.chu@kmutt.ac.th ***อีเมล์ ohm183@yahoo.com

Thoatsanope Kamnerdtong *, Surachate Chutima **, and Jukkraphan Prarirakwijitr ***
Center of Operation for Computer Aided Research Engineering (COCARE)
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi,
126 Prachauthit Road Bangmod Thung Kharu District Bangkok 10140, Thailand, Tel: 0-2470-3997, Fax: 0-2470-9111,
*E-mail: ithotong@kmutt.ac.th ** E-mail: surachate.chu@kmutt.ac.th ***E-mail: ohm183@yahoo.com

บทคัดย่อ

การจับยึด Head Gimbal Assembly (HGA) เพื่อการวัดค่า gram load และค่า static attitude เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ หลังจากผ่านการจับยึด HGA จะเสียรูปไปทำให้ค่า static attitude z-height และค่า gram load ของ HGA เปลี่ยนไปจากค่าที่วัดจนอาจเกินเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จึงไม่สามารถส่งชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการอื่นต่อไป หรืออาจส่งผลให้ประสิทธิภาพและความแม่นยำในการอ่านเขียนข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟลดลง ดังนั้นจึงมีการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเสียรูปของ HGA หลังจากการให้แรงจับยึดในลักษณะที่แตกต่างกัน และนำผลที่ได้มาปรับปรุงขนาดของแรงและลักษณะการจับยึดในกระบวนการ จากผลการศึกษาพบว่า กราฟแสดงลักษณะของการเสียรูปตามแนวขวางและตามแนวยาวของ HGA เนื่องจากการจับยึดโดยชุดจับยึดที่มีด้านบนเป็นแบบสี่เหลี่ยมและด้านล่างเป็นแบบไม่มีลบมุมจะมีผลต่อการเสียรูปของ HGA น้อยที่สุด และเกิดการเสียรูปตามขวางที่มีลักษณะสม่ำเสมอ

Abstract

Head Gimbal Assembly (HGA) clamping for gram load and static attitude measurement is an important part of hard disk drive assembly process. After clamping, HGA is deformed. The values of static attitude, z-height and gram load of HGA are affected and could exceed acceptable values. Consequently, considerable HGAs are rejected or these might decrease the performance and the read-write precision of hard disk drive. In this research, finite element analysis is performed to study the behaviors of HGA under various clamping force configurations for the process development. Results show that longitudinal and lateral deformations due to clamping unit having rectangular shape for upper part and without fillet at the lower part are less than the other configurations. Moreover, the lateral deformation shape is also uniformed.

Keywords: Head Gimbal Assembly (HGA), Finite Element Method, Static Attitude, Z-Height, Gram Load

1. บทนำ

ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเป็นส่วนประกอบหลักของคอมพิวเตอร์เพื่อใช้จัดเก็บข้อมูลโดยใช้หลักการทางแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสามารถแบ่งตามหน้าที่การทำงานออกเป็นได้ 4 ส่วนหลักคือ

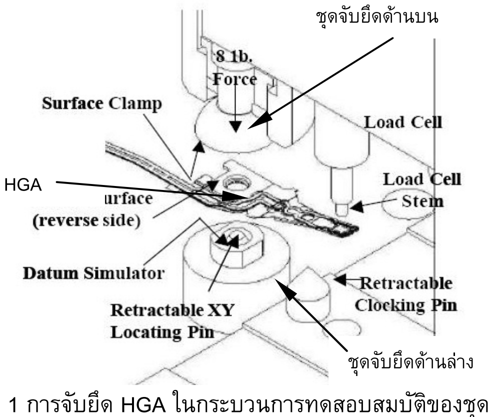
1. ส่วนอ่าน-เขียน (Read-write Part)
2. ส่วนจัดเก็บข้อมูล (Storage Part)
3. ส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ (Movement Controlling Part)
4. ส่วนเชื่อมต่อทางไฟฟ้า (Electrical Interconnection Part)

Head Gimbal Assembly (HGA) เป็นอุปกรณ์หลักอยู่ในส่วนอ่าน-เขียนข้อมูล โดยใช้สำหรับรองรับหัวอ่าน-เขียน ที่เรียกว่า สไลเดอร์ (Slider) เพื่อนำสไลเดอร์ไปยังตำแหน่งหรือบิตบนแผ่นบันทึกข้อมูลหรือแผ่นมีเดีย Platter ตามต้องการ โดย HGA หนึ่งชิ้นจะใช้อ่านข้อมูล

จากแผ่นบันทึกข้อมูลได้เพียง 1 ด้าน ซึ่งในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจะใช้ HGA หลายชิ้นประกอบเข้าด้วยกันเรียกว่า HSA จำนวน HGA ที่ใช้จึงขึ้นอยู่กับจำนวนของแผ่นบันทึกข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟนั้นๆ

ในกระบวนการผลิต จะต้องมีการทดสอบสมบัติต่างๆ ของหัวบันทึกเมื่ออยู่ในรูปแบบของ HGA ก่อนจะนำไปประกอบเป็น HSA การจับยึด (Clamping) เป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการทดสอบสมบัติของ HGA โดย HGA จะถูกวางอยู่บนฐานของชุดจับยึด แล้วหัวจับยึดด้านบนจะเคลื่อนลงมากดบนผิวของ HGA ด้วยแรงค่าหนึ่ง เมื่อจับยึด HGA แล้วจึงทำการวัดค่าสมบัติต่างๆ ของ HGA ซึ่งได้แก่ ค่า Gram Load Roll Static Attitude Pitch Static Attitude และ Z-Height ซึ่งค่าสมบัติต่างๆ เหล่านี้เป็นค่าที่มีความละเอียดและแม่นตรงสูง การจัดยึดที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ชุด HGA เสียรูป เมื่อนำออกจากชุดจับยึดจะทำให้ค่าสมบัติต่างๆ ที่วัดได้เปลี่ยนไป จึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นของ HGA หลังจากได้รับสภาวะการจัดยึดแบบต่างๆ เพื่อหลีกเลี่ยงการเสียรูปที่จะเกิดขึ้น การวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการนำมาศึกษาพฤติกรรมการเสียรูปของ HGA การทราบถึงพฤติกรรมการเสียรูปที่เกิดขึ้นจะทำให้สามารถพัฒนาและออกแบบชุดจับยึดได้อย่างเหมาะสมขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยลดต้นทุนในการพัฒนาและการผลิตที่ต้องสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบ อีกทั้งยังช่วยประหยัดเวลาในการพัฒนาด้วย จากการสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวกับส่วนประกอบในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟพบว่า การศึกษาเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมต่างๆ ของ HGA ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาในขณะที่หัวบันทึก HGA ทำการการอ่าน-เขียนข้อมูล โดยสำหรับการศึกษาเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมของ HGA ในกระบวนการผลิต[1]-[8]ยังไม่พบการศึกษาในเชิงลึก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการเสียรูปของ HGA ภายหลังจากที่ถูกจับยึด โดยพิจารณาผลกระทบจากการปรับเปลี่ยนภาระในการจับยึด และรูปร่างของชุดจับยึด เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาสภาวะกำหนดที่เหมาะสมสำหรับปรับปรุงการจับยึด HGA

2.ขั้นตอนการจับยึด



รูปที่ 1 การจับยึด HGA ในกระบวนการทดสอบสมบัติของชุด HGA

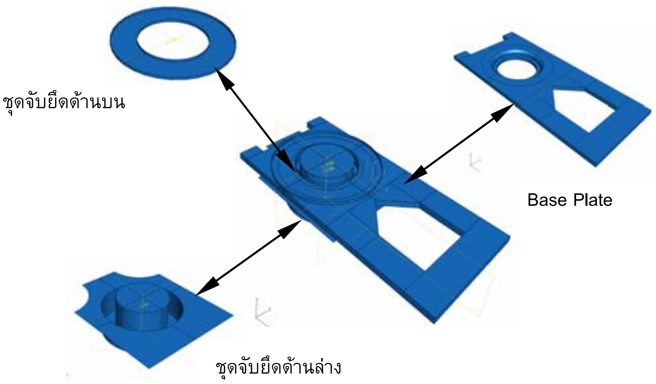
จากที่กล่าวมาแล้วว่าการจับยึดเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการทดสอบสมบัติของ HGA จากรูปที่ 1 เริ่มจากการที่ HGA ถูกนำมาวางไว้บนชุดจับยึดด้านล่าง (ฐานของชุดจับยึด) หลังจากนั้นชุดจับยึดด้านบนจะถูกกดลงมาด้วยแรงค่าหนึ่งเพื่อทำการจับยึด HGA ไว้ จากนั้นจะมี Load cell เคลื่อนที่ในแนวดิ่งลงมากดบริเวณปลายของหัวบันทึก HGA เป็นระยะที่เรียกว่า z-height แล้วจึงทำการวัดค่าสมบัติต่างๆ ซึ่ง HGA ที่ผ่านกระบวนการทดสอบสมบัติแล้วก็จะถูกส่งไปยังกระบวนการผลิตอื่นๆ ต่อไป

3.การวิเคราะห์ทางไฟไนต์เอลิเมนต์

เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่แสดงถึงพฤติกรรมการเสียรูปที่เกิดขึ้นของ HGA หลังจากได้รับภาระสถิตกระทำจึงใช้วิธีไฟไนต์อิเลเมนต์แบบสถิตสามมิติด้วยวิธี Stiffness-based Solution แบบ Contact ในการวิเคราะห์และศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมการเสียรูป โดยพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนภาระในการจับยึด และการปรับเปลี่ยนรูปร่างของชุดจับยึด โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์

สภาวะเงื่อนไขเริ่มต้นทางไฟไนต์เอลิเมนต์แบบสามมิติสำหรับวิเคราะห์การจับยึดประกอบด้วย 3 ชิ้นส่วนได้แก่ HGA ชุดจับยึดด้านบนและชุดจับยึดด้านล่าง สำหรับ HGA ในการทดลองนี้จะศึกษาเฉพาะในบริเวณที่เรียกว่า Base Plate ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ HGA โดย Base Plate จะเป็น Layer หนึ่งของ HGA และมีความหนาของ Layer มากเมื่อเทียบกับความหนาของส่วนประกอบอื่นๆ การจับยึดจะกระทำที่ Base Plate นี้ แบบจำลอง Base Plate ถูกกำหนดให้เป็นวัตถุ 3 มิติที่ยืดหยุ่นได้เนื่องจากเป็นชิ้นส่วนที่เกิดการเสียรูป ส่วนชุดจับยึดด้านบนและ ชุดจับยึดด้านล่างถูกกำหนดให้เป็นวัตถุเกร็ง โดยทั้ง 3 ชิ้นส่วนจะมีการประกอบเข้าด้วยกันตามตำแหน่งประกอบดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แบบจำลองชุดจับยึดและ Base Plate (HGA)

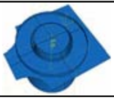
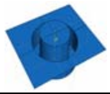
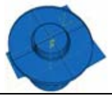
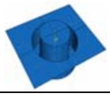
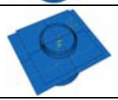
3.2 การกำหนดสภาวะเงื่อนไขเริ่มต้น

สภาวะเงื่อนไขเริ่มต้นสำหรับการวิเคราะห์ประกอบด้วยการกำหนดให้เป็นการสัมผัสกันระหว่างพื้นผิวของชิ้นส่วนโดยใช้ลักษณะของชุดจับยึด 4 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ลักษณะของชุดจับยึดแบบต่างๆ

ชุดจับยึด	ลักษณะชุดจับยึดด้านบน	ลักษณะชุดจับยึดด้านล่าง
แบบ 1	แบบวงกลม รัศมี 2.0 มม.	มีลบมุม
แบบ 2	แบบวงกลม รัศมี 2.0 มม.	ไม่มีลบมุม
แบบ 3	แบบวงกลม รัศมี 2.5 มม.	มีลบมุม
แบบ 4	แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 2×2 ม.ม.	ไม่มีลบมุม

ตารางที่ 2 ภาพลักษณะของชุดจับยึดแบบต่างๆ

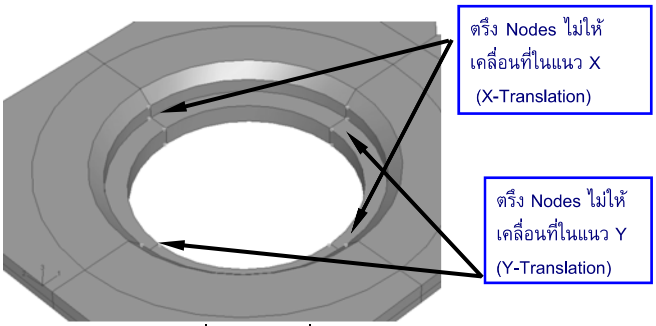
ชุดจับยึด	ชุดจับยึดด้านบน	ชุดจับยึดด้านล่าง	ลักษณะการจับยึด
แบบ 1			
แบบ 2			
แบบ 3			
แบบ 4			

3.3การกำหนดสภาวะเงื่อนไขขอบ

สภาวะเงื่อนไขขอบสำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองแสดงอยู่ในรูปที่ 3 ซึ่งประกอบไปด้วย

3.3.1 เงื่อนไขการจับยึด

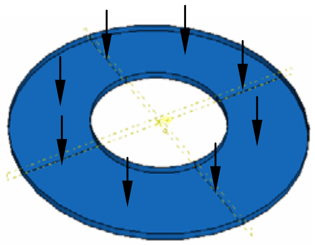
สำหรับชุดจับยึดด้านบนจะกำหนดเงื่อนไขให้สามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวดิ่งเท่านั้น ส่วนชุดจับยึดด้านล่างจะถูกกำหนดให้เป็นแบบตรึงที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในทุกทิศทาง ในขณะที่ Base Plate จะถูกกำหนดเงื่อนไขขอบเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกจะกำหนดไม่ให้ Node แนวขวางบริเวณขอบด้านในรูของ Base Plate เกิดการเคลื่อนที่ตามแนวยาว และส่วนที่สองคือ Node ตามแนวยาวบริเวณรูด้านในของ Base Plate จะไม่สามารถเคลื่อนที่ตามแนวขวางได้



รูปที่ 3 สภาวะเงื่อนไขขอบของแบบจำลอง

3.3.2 ภาระที่กระทำ

ภาระจะไม่ถูกกำหนดให้กระทำกับ Base Plate โดยตรง แต่จะให้กระทำผ่านชุดจับยึดด้านบน โดยกำหนดให้เป็นภาระของการกดด้วยความดันที่กระจายสม่ำเสมอบนพื้นผิวของชุดจับยึดด้านบน ดังแสดงรูปที่ 4 ซึ่งมีขนาดต่างๆ เพื่อศึกษาผลกระทบของการให้ภาระต่อการเสียรูป



รูปที่ 4 ลักษณะภาระที่ให้กระทำกับชุดจับยึดด้านบน

3.3.3 สมบัติของวัสดุ

ในการวิเคราะห์จะกำหนดสมบัติของวัสดุให้แก่ HGA เพียงชิ้นส่วนเดียว เนื่องชุดจับยึดเป็นวัตถุเกร็งจึงไม่จำเป็นต้องกำหนดคุณสมบัติของวัสดุ โดยวัสดุที่เป็น Base Plate ของ HGA คือ Stainless Steel 304 (SST-304) ซึ่งในช่วง Elastic จะมีค่ามอดูลัสยืดหยุ่น= 193 GPa และอัตราส่วนปัวซอง = 0.29 และมีความหนาแน่น=7290 kg/m^3 ส่วนในช่วง Plastic จะเป็นไปดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมบัติของ Stainless Steel-304 สำหรับ Base Plate

Yield Stress (MPa)	Plastic Strain
215	0
364	0.0148
414	0.05
483	0.15

3.3.4 การกำหนดสมบัติที่ผิวสัมผัสระหว่างแบบจำลองของชิ้นส่วน

เนื่องจากชิ้นส่วนแต่ละชิ้นมีการเชื่อมต่อกันแบบสัมผัส จึงมีการเชื่อมต่อกันอยู่ 2 ส่วนได้แก่ การเชื่อมต่อกันระหว่างผิวของฐานชุดจับยึดกับผิวด้านล่างของ Base Plate และการเชื่อมต่อกันระหว่างผิวของชุดจับยึดด้านบนกับผิวด้านบนของของ Base Plate โดยทั้งสองส่วนจะถูกกำหนดให้เป็นการเชื่อมต่อกันแบบ Node to Surface ซึ่งผิวของชุดจับยึดจะเป็น Master Surface และผิวบน-ล่างของ Base Plate เป็น Slave Surface โดยไม่มีความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส

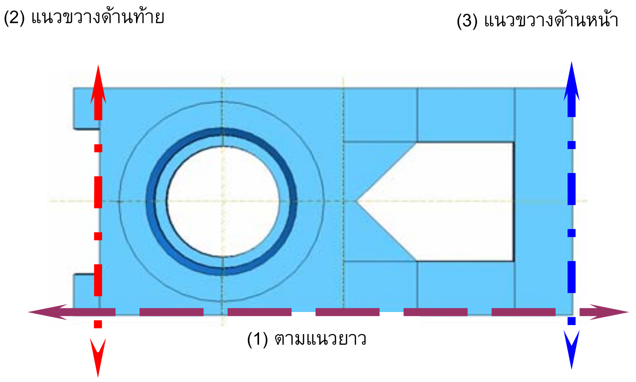
3.4 การแบ่งเอลิเมนต์

แบบจำลองถูกแบ่งให้เป็นเอลิเมนต์ย่อยๆ เพื่อทำการคำนวณด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ โดยใช้เอลิเมนต์สามมิติแบบสี่เหลี่ยมเชิงเส้นไม่มีโหนดตรงกลาง (8-node 3-D Bilinear Rigid Quadrilateral) สำหรับชุดจับยึดบนและล่าง ส่วนเอลิเมนต์ของชุด HGA เป็นเอลิเมนต์สามมิติแบบสี่เหลี่ยมไม่มีโหนดตรงกลาง (8 Node Linear Brick, Reduced

Integration with Hourglass Control) โดยแต่ละโหนดจะมี 3 องศาอิสระ (Degree of Freedom)

4. ผลการวิเคราะห์

การเสียรูปของ HGA โดยการปรับเปลี่ยนรูปร่างของชุดจับยึดด้านบนและด้านล่างในลักษณะต่างๆ ตามตารางที่ 1 และตารางที่ 2 พร้อมทั้งปรับเปลี่ยนภาระที่ให้จะแสดงสำหรับ 3 ตำแหน่งคือ การเสียรูปตามแนวยาว การเสียรูปตามแนวขวางด้านท้าย และการเสียรูปตามแนวขวางด้านหน้าของชุด HGA ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตำแหน่งใช้ที่พิจารณาการเสียรูป

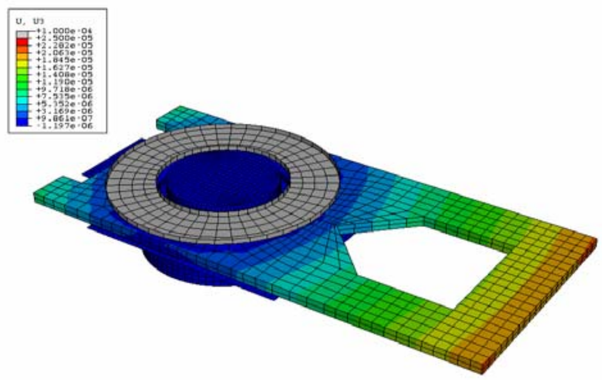
-การเสียรูปตามแนวยาว

จากผลการวิเคราะห์การเสียรูปตามแนวยาวของ HGA สำหรับชุดจับยึดทั้ง 4 แบบเมื่อให้ภาระในการจับยึดตั้งแต่ 100 MPa จนถึง 140 MPa พบว่าเมื่อปล่อยออกจากชุดจับยึด ตำแหน่งด้านท้ายของ Base Plate จะเกิดการโก่งมากกว่าตำแหน่งด้านหน้าที่อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางรูของ Base Plate เท่ากันเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 7 ถึงรูปที่ 10 โดยการเสียรูปสูงสุดเกิดขึ้นจากชุดจับยึดแบบที่ 1 ในลักษณะที่ไม่เป็นเชิงเส้นตามขั้นของภาระที่ให้ ส่วนชุดจับยึดแบบที่ 2 (รูปที่ 8) จะเกิดการเสียรูปคล้ายคลึงกัน ตำแหน่งที่อยู่ใกล้แนวเส้นผ่านศูนย์กลางรูซึ่งมีค่าการโก่งที่ติดลบแสดงถึงการเสียรูปที่ต่ำกว่าระดับเดิม เนื่องจากพื้นที่สัมผัสของชุดจับยึดด้านบนบริเวณนี้มีขนาดเล็ก จึงเกิดความเค้นสูงส่งผลให้เกิดการเสียรูปในลักษณะที่มีเนื้อวัสดุล้นออกด้านข้าง

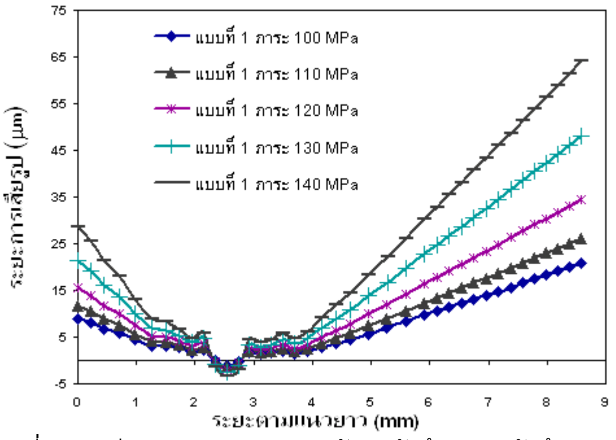
สำหรับการเสียรูปตามแนวยาวเมื่อใช้ชุดจับยึดแบบที่ 3 และแบบที่ 4 (รูปที่ 9 และรูปที่ 10) พบว่าเกิดขึ้นน้อยกว่าการใช้ชุดจับยึดแบบที่ 1 และแบบที่ 2 มากเมื่อให้ภาระในการจับยึดเท่ากัน โดยการเสียรูปของ Base Plate ที่ด้านท้ายเนื่องจากชุดจับยึดแบบที่ 3 จะมีค่าติดลบเมื่อใช้ภาระ 140 MPa เพราะด้านล่างของชุดจับยึดแบบที่ 3 มีการลบมุม เนื้อวัสดุจึงเกิดการล้นออกทางด้านท้ายได้ นอกจากนั้นจะเห็นได้ว่าการเสียรูปตามแนวยาวที่ด้านหน้าของ Base Plate อันเกิดจากชุดจับยึดแบบที่ 3 จะมีลักษณะคล้ายกันสำหรับทุกภาระ

การเสียรูปตามแนวยาวเมื่อใช้ชุดจับยึดแบบที่ 4 ดังแสดงในรูปที่ 10 จะมีลักษณะความโค้งที่สม่ำเสมอมากกว่าการจับยึดแบบอื่นๆ ในช่วงภาระระหว่าง 100 MPa ถึง 110 MPa จะเกิดการเสียรูปของ HGA ไม่มากนักแสดงว่าความเค้นที่เกิดขึ้นมีค่าใกล้กับขีดจำกัดยืดหยุ่น เมื่อเพิ่มภาระให้เป็น 120 MPa จะเกิดการเสียรูปเพิ่มขึ้นอย่างมาก และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเพิ่มภาระมากขึ้น เพราะความเค้นที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงพลาสติกที่ไม่เป็นเชิงเส้นตรง

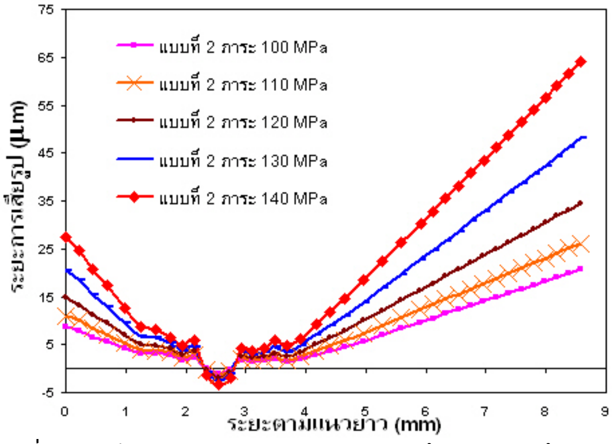
รูปที่ 11 เป็นการเปรียบเทียบการเสียรูปตามแนวยาวภายหลังการจับยึดของชุดจับยึดทั้ง 4 แบบ เมื่อให้ภาระ 100 MPa ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชุดจับยึดแบบที่ 4 จะทำให้เกิดการเสียรูปตามแนวยาวน้อยที่สุด



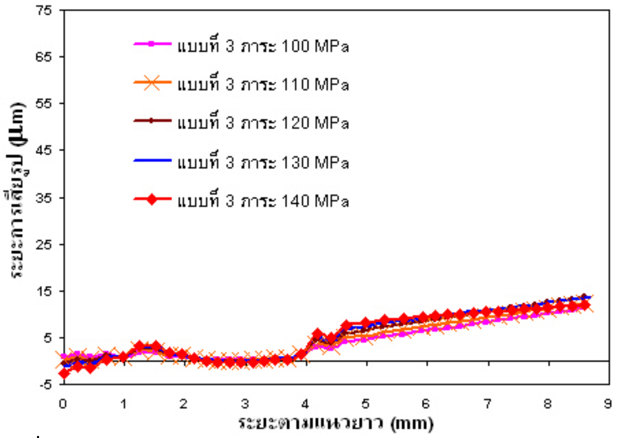
รูปที่ 6 การเสียรูปของ HGA ภายหลังถูกจับยึดของชุดจับยึดแบบที่ 1



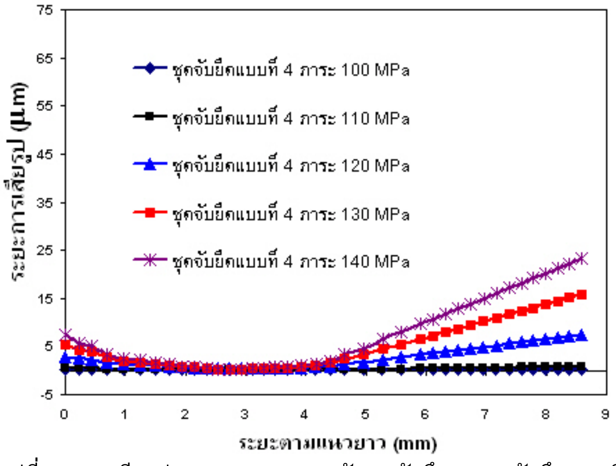
รูปที่ 7 การเสียรูปตามแนวยาวภายหลังการจับยึดของชุดจับยึดแบบที่ 1 ที่ภาระต่างๆ



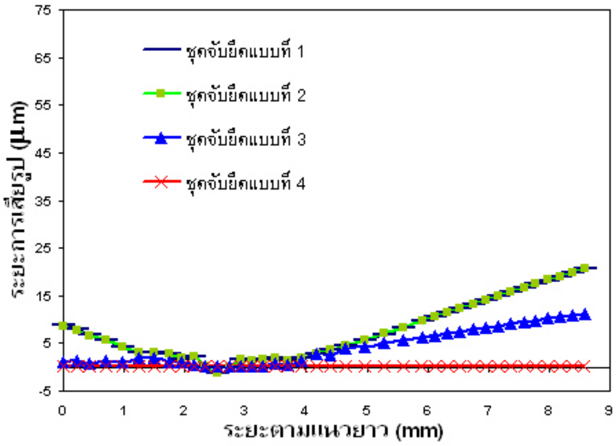
รูปที่ 8 การเสียรูปตามแนวยาวภายหลังการจับยึดของชุดจับยึดแบบที่ 2 ที่ภาระต่างๆ



รูปที่ 9 การเสียรูปตามแนวยาวภายหลังการจับยึดของชุดจับยึดแบบที่ 3 ที่ภาระต่างๆ



รูปที่ 10 การเสียรูปตามแนวยาวภายหลังการจับยึดของชุดจับยึดแบบที่ 4 ที่ภาระต่างๆ

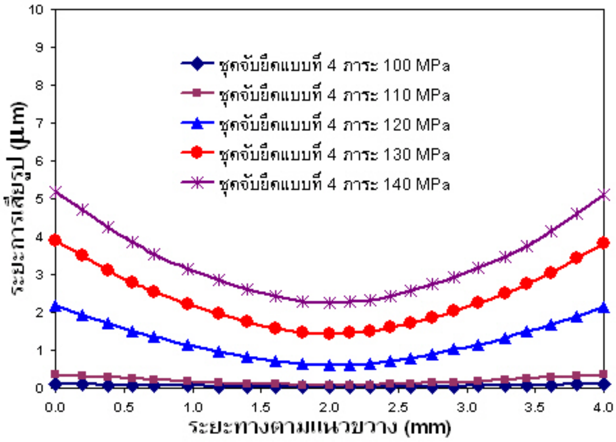


รูปที่ 11 เปรียบเทียบการเสียรูปตามแนวยาวภายหลังการจับยึดของชุดจับยึดทั้ง 4 แบบ เมื่อให้ภาระ 100 MPa

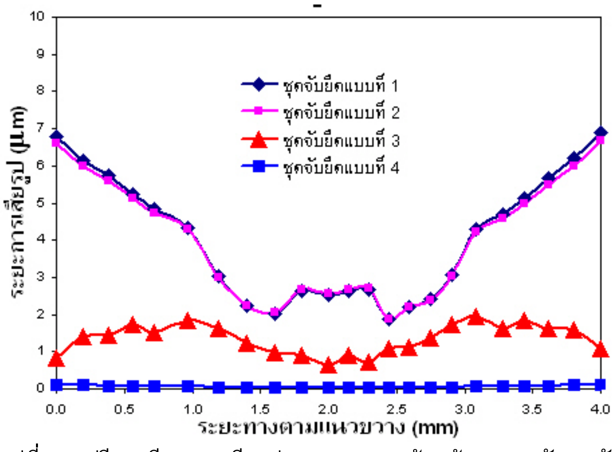
-การเสียรูปตามแนวขวางด้านท้าย

การเสียรูปตามแนวขวางด้านท้ายหลังการจับยึดของชุดจับยึดแบบที่ 4 เมื่อใช้ภาระต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 12 มีลักษณะการโก่งที่สม่ำเสมอ โดยการเสียรูปตามแนวขวางด้านท้ายในช่วงภาระระหว่าง 100 MPa ถึง 110 MPa จะเกิดขึ้นไม่มากนัก ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับการเสียรูปตามแนวยาวที่ได้อธิบายไปเบื้องต้น และเมื่อเพิ่มภาระให้กับชุดจับยึดก็จะมีพฤติกรรมการโก่งที่ไม่เป็นเชิงเส้นตรงเช่นกัน

รูปที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบการเสียรูปตามแนวขวางด้านท้ายจากชุดจับยึดทั้ง 4 ซึ่งพบว่าชุดจับยึดแบบที่ 1 และแบบที่ 2 จะทำให้เกิดการเสียรูปเป็นเส้นโค้งที่ไม่ราบเรียบ โดยจะเกิดการโก่งอย่างมากที่ขอบทั้ง 2 ข้าง เนื่องจากมีความเค้นสูงในตำแหน่งที่ใกล้กับเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมบน Base Plate ทำให้เนื้อวัสดุล้นออกมาทางด้านท้าย ส่วนชุดจับยึดแบบที่ 3 เกิดการเสียรูปน้อยกว่า โดยลักษณะการเสียรูปจะมีการโก่งลงที่ขอบทั้ง 2 ข้างเนื่องจากชุดจับยึดด้านบนมีพื้นที่สัมผัสกับบริเวณด้านท้าย Base Plate มากขึ้น สำหรับชุดจับยึดแบบที่ 4 จะทำให้เกิดการเสียรูปน้อยที่สุด และมีลักษณะเกือบจะเป็นเส้นตรงที่ราบเรียบเนื่องจากมีการกระจายของภาระที่สม่ำเสมอของชุดจับยึด



รูปที่ 12 การเสียรูปตามแนวขวางด้านท้ายหลังการจับยึดของชุดจับยึดแบบที่ 4 ที่ภาระต่างๆ

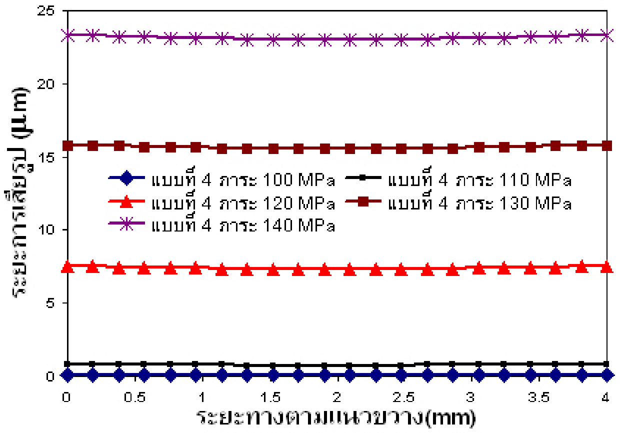


รูปที่ 13 เปรียบเทียบการเสียรูปตามแนวขวางด้านท้ายภายหลังการจับยึดของชุดจับยึดทั้ง 4 แบบ เมื่อให้ภาระ 100 MPa

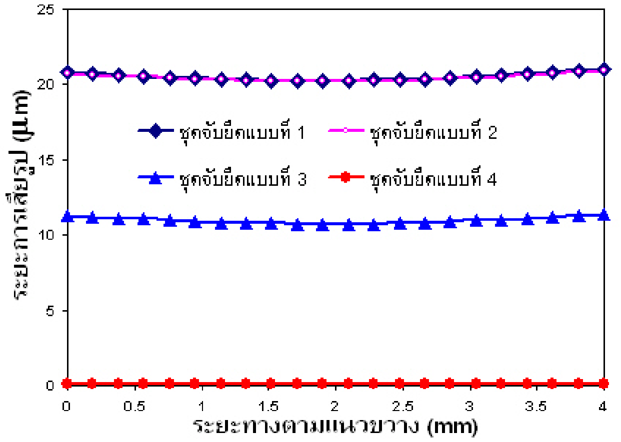
-การเสียรูปตามแนวขวางด้านหน้า

เมื่อศึกษาการเสียรูปตามแนวขวางด้านหน้าภายหลังการจับยึดของชุดจับยึดแบบที่ 4 ดังแสดงในรูปที่ 14 พบว่าค่าการเสียรูปที่เกิดขึ้นจะสูงกว่าการเสียรูปตามแนวขวางด้านท้าย (รูปที่ 12) เมื่อได้รับภาระเท่ากัน โดยการเสียรูปที่เกิดขึ้นนี้มีลักษณะเกือบจะเป็นเส้นตรง โดยค่าภาระที่ให้กับชุดจับยึดที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 110 MPa แทบจะไม่ทำให้เกิดการเสียรูปขึ้นในแนวนี้

การเปรียบเทียบการเสียรูปตามแนวขวางด้านหน้าจากชุดจับยึดทั้ง 4 แบบเมื่อได้รับภาระที่ 100 MPa เท่ากันจะแสดงอยู่ในรูปที่ 15 ซึ่งพบว่าชุดจับยึดแบบที่ 1 และแบบที่ 2 จะทำให้การเสียรูปเกิดขึ้นสูงสุด โดยลักษณะการเสียรูปจากชุดจับยึดทั้งสี่แบบที่มีลักษณะที่ค่อนข้างจะเป็นเส้นตรงเป็นเพราะตำแหน่งของแนวขวางด้านหน้ามีระยะห่างจากรูยึดบน Base Plate มากกว่าตำแหน่งของแนวขวางด้านท้าย จึงได้รับผลกระทบจากความเค้นน้อยกว่า



รูปที่ 14 การเสียรูปตามแนวขวางด้านหน้าหลังการจับยึดของชุดจับยึดแบบที่ 4 ที่ภาระต่างๆ



รูปที่ 15 เปรียบเทียบการเสียรูปตามแนวขวางด้านหน้าภายหลังการจับยึดของชุดจับยึดทั้ง 4 แบบ เมื่อให้ภาระ100 MPa

5. บทสรุป

ในการศึกษาสภาพของ HGA ภายหลังการจับยึดพบว่า ภาระที่ให้กับชุดจับยึดมีส่วนสำคัญต่อการเสียรูปของ HGA อย่างยิ่งเนื่องจากทำให้ความเค้นที่บางตำแหน่งของการจับยึดเกิดกว่าขีดจำกัดยืดหยุ่นของวัสดุ ส่งผลให้เกิดการดีดตัวกลับของ HGA จึงทำให้ค่าต่างๆ ที่วัดได้เปลี่ยนแปลงไป โดยค่าภาระที่เหมาะสมในการจับยึดคือ ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 110 MPa นอกจากนั้นลักษณะของชุดจับยึดก็ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเสียรูปของ HGA ด้วย โดยการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของชุดจับยึดด้านบนจะมีอิทธิพลต่อการเสียรูปของ HGA มากที่สุด การปรับเปลี่ยนลักษณะรูปร่างของชุดจับยึดด้านบนให้มีพื้นที่จับยึดมากขึ้นจะทำให้การเสียรูปของ HGA ลดลงมาก ส่วนการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างของชุดจับยึดด้านล่างจะมีผลต่อการการเสียรูปไม่มากนัก ลักษณะของชุดจับยึดแบบที่ 4 จึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้เพื่อจับยึด HGA ในกระบวนการผลิต

เอกสารอ้างอิง

[1] Yuming He, Bo Liu, Yaolong Zhu, 2001. Experimental Study on Head-Disk Interaction in Ramp Loading Process. IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, Vol. 37, No.4, pp.1809-1813.

[2] Gurinder P.Singh, Xiao Z. Wu, Byron R. Brown and William Kozlovsky, 2001. Lasar Gram Load Adjust for Improved Disk Drive Performance. IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, Vol. 37, No.2, pp.959-963.

[3] S.Kilian, U.Zander, F.F. Talke, 2003. Suspension Modeling and Optimization Using Finite Element Analysis. Tribology International 36, pp.317-324.

[4] Shigeo Nakamura, Kousaku Wakatsuki, Haruhide Takahashi, Shozo Saegusa,and Yoshiyiki Hirono, 2004. Flow-Induced Vibration of Head Gimbal Assembly. IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, Vol. 40, No.4, pp.3198-3200.

[5] กิตติพงษ์ เอกอินทุมาศ, ผลกระทบของตัวแปรในกระบวนการ Swaging ต่อการเปลี่ยนรูปของชิ้นงาน, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,หน้า 6-14.

[6] K. Ekintumas, T. Kamnerdtong, S. Chutima, 2005. Effect of Swaging Process Parameters on Specimen Deformation. The 8^{th} Asian Symposium on Visualization, No.50, pp.1-7.

[7] Sun Jun, Zhong Zhaowei, 2002. Finite Element Analysis of a IBM Suspension Integrated with a PZT Microactuator. Sensors and Actuators A 100, pp.257-263.

[8] M.Suk ORuiz, และ D.Gillis, 2004. Load/Unload Systems With Multiple Flying Height States. ASME Journal of Tribology, Vol.126, pp.367-371.

[9] อภิรัฐ ศิริธราธิวัตร, “ผลการคายประจุไฟฟ้าบนหัวบันทึก”, 2006, ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, กรุงเทพ , ประเทศไทย, หน้า 7-14.

[10] B.D. Boudreau, PhD,J.K. Buttress, 2002. Proposed Definitions of Suspension Gram Load Part1: The Measurand. A discussion of issues associated with ambiguous definitions of Suspension Gram Load and a proposal for an RDD Industry Definition, Hutchison Technology Inc., pp 1-15.