

การจำลองการตกกระแทกของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ Simulation on Impact Drop Test of Hard Disk Drive Packaging

เรืองฤทธิ์ สารางค์ และ กนต์ธร ชำนิประศาสน์
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทร 044-224410-1
อีเมล: ruangrit_s@hotmail.com, kontorn@ccs.sut.ac.th

Ruangrit Sarangkum, Kontorn Chamniprasart
School of Mechanical Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology
111 University Ave., Muang District, Nakhonratchasima, Thailand 30000
Tel: 044-224410-1, Email: ruangrit_s@hotmail.com, kontorn@ccs.sut.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษา การตกกระแทกของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ จากการตกกระแทกในทิศทาง และความสูงต่างๆ โดยการศึกษาได้มีการจำลองการตกกระแทกของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทาง ไฟไนต์อีลิเมนต์ COSMOSWork2007 ซึ่งการจำลองลักษณะของทิศทางของการตกกระแทกของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์นั้น ได้ทำการจำลอง 8 กรณี คือ ด้านล่าง ด้านข้าง ด้านหน้า ด้านบน มุม และขอบประกอบมุม 3 ขอบ ที่ระดับความสูง 60, 80 และ 90 ซม. โดยผลลัพธ์ที่ได้อยู่ในรูปของแรงเนื่องจากความเร่ง (G-Force) การเปลี่ยนแปลงความเร็ว (Velocity change) และค่าความเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นกับฮาร์ดดิสก์ในกล่องบรรจุภัณฑ์ จากนั้นนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับผลการทดสอบจริงเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการทางไฟไนต์อีลิเมนต์ เพื่อให้สามารถนำเอาวิธีการนี้ไปใช้ทำการทดสอบกับรูปแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่ๆ ในอนาคต โดยไม่จำเป็นต้องทำการทดสอบกับผลิตภัณฑ์จริงๆ นอกจากนี้ยังใช้เพื่อทำนายความเสียหายที่เกิดขึ้นกับฮาร์ดดิสก์ และเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับบรรจุภัณฑ์ประเภทอื่นต่อไป

คำหลัก

ฮาร์ดดิสก์, การตกกระแทก, บรรจุภัณฑ์

Abstract

This research wants to study the effect from the height in the impact drop of Hard Disk Drive (HDD) package under the configurations and directions of the impact drop. The education has impact drop of Hard Disk Drive package with a finite element analysis by COSMOSWorks2007. The configurations of impact

drop of HDD packaging are bottom, side, front, top, three edges assemble the vertex and corner drop from 60, 80 and 90 cm. heights. The result has that to be in a G-Force, velocity change and stress at happen with the Hard Disk Drive in package and compare result between simulate and experiment. In the future can lead take this way goes to use do the test for new package by don't have to the test from the products really.

Keyword

HDD, Impact drop, Packaging

1. บทนำ

ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์นั้นการเคลื่อนย้ายบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง รวมทั้งการขนส่งผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์จากบริษัทผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคนั้น อาจก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นได้ ดังนั้นจำเป็นต้องหาวิธีที่จะต้องระมัดระวังเรื่องของความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับฮาร์ดดิสก์ก่อนที่จะส่งถึงมือผู้บริโภค สาเหตุสำคัญของความเสียหายที่เกิดขึ้นกับฮาร์ดดิสก์นั้นเกิดขึ้นจากหลายปัจจัย การตกกระแทกของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์นั้นก่อให้เกิดแรงกระแทก (force of impact) กับบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ก็เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ก่อให้เกิดความเสียหายได้ โดยเรียกค่าแรงที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า ค่าแรงเนื่องจากความเร่ง (G-Force) ซึ่งเป็นค่าที่เกี่ยวข้องกับค่าการสูญเสียความหน่วง “deceleration” ของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นค่า G-Force จึงใช้เป็นค่าบ่งชี้ถึงความเปราะบางของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดสอบด้วยการตกกระแทก[9] ทั้งนี้ปริมาณของแรงกระแทกที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์นั้นจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ ทิศทางของการตกกระแทก และความสูงของการตกกระแทก ดังนั้นวิธีป้องกันความ

เสียหายที่จะเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์จึงจำเป็นต้องมีการใช้วัสดุกันกระแทก (Cushion) เช่น โฟม พลาสติก กระดาษ กระดาษลูกฟูก bubble รวมเข้าไปกับบรรจุภัณฑ์ด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นตัวช่วยลดแรงกระแทกที่เกิดขึ้น ทำให้มีค่า G-Force ที่เกิดขึ้นน้อยกว่าค่าที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหาย[9] ทำให้มีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุในการบรรจุและรองรับการกระแทกในรูปแบบต่างๆ จะต้องให้เหมาะสมกับรูปร่างของฮาร์ดดิสก์ มีราคาถูก และสามารถป้องกันความเสียหายที่จะก่อให้เกิดกับฮาร์ดดิสก์มากที่สุด

ดังนั้นการนำวัสดุกันกระแทกมาใช้ในบรรจุภัณฑ์นั้น จะต้องผ่านการทดสอบว่ามีความสามารถในการป้องกันแรงกระแทกที่จะก่อให้เกิดความเสียหายกับฮาร์ดดิสก์ในปริมาณเท่าใด ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการทดสอบนั้นปัจจุบันนิยมที่จะทำอยู่ด้วยกัน 2 วิธี[1-4] คือ การทดสอบกับเครื่องทดสอบการตกกระแทก (Drop Tester Machine) และการจำลองการตกกระแทกโดยโปรแกรมวิเคราะห์ทางไฟไนต์อีลิเมนต์ ทั้งนี้การทดสอบทั้งสองวิธีนี้นั้นส่วนใหญ่แล้วจะทำการส่งผลิตภัณฑ์ไปทำการทดสอบยังต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น สิงคโปร์ และอเมริกา ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูงในการทดสอบแต่ละครั้ง[9] ดังนั้นการศึกษผลของแรงเนื่องจากความเร่ง ที่เกิดขึ้นกับฮาร์ดดิสก์ในบรรจุภัณฑ์ จากการตกกระแทกโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางไฟไนต์อีลิเมนต์ จะเป็นแนวทางแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการคาดการณ์การเกิดขึ้นของค่าดังกล่าว ได้โดยไม่ต้องทำการทดสอบชิ้นงานจริงได้

2. รูปแบบของบรรจุภัณฑ์และฮาร์ดดิสก์

รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์จริง และแบบจำลองบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์

2.1 รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์จริง

ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์จริงนั้นจะประกอบด้วย กล่องกระดาษลูกฟูก ภายในบรรจุด้วยฮาร์ดดิสก์ขนาด 2.5 นิ้ว จำนวน 20 อัน และวัสดุกันกระแทก 2 ชั้น คือด้านล่าง และด้านบนซึ่งเป็นโพลีเอทิลีน ความหนาแน่นสูง (High-density Polyethylene: HDPE)



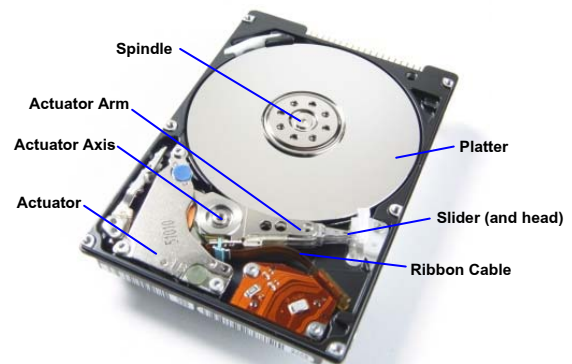
รูปที่ 1 กล่องกระดาษบรรจุภัณฑ์



รูปที่ 2 วัสดุกันกระแทกด้านบน



รูปที่ 3 วัสดุกันกระแทกด้านล่าง

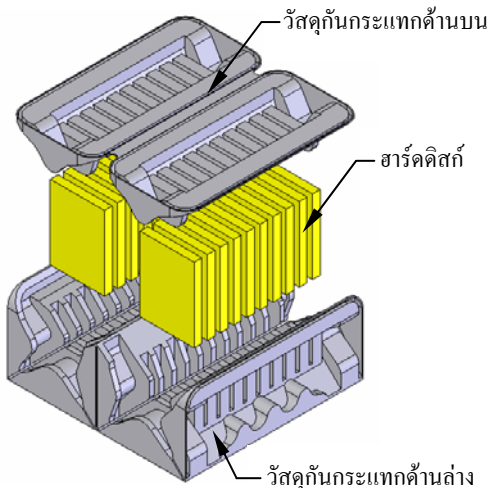


รูปที่ 4 ฮาร์ดดิสก์ขนาด 2.5 นิ้ว

2.2 รูปแบบการจำลองบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์

แบบจำลองของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย แบบจำลองฮาร์ดดิสก์ 20 อัน และวัสดุกันกระแทก ด้านล่างและด้านบนเท่านั้น โดยที่แบบจำลองทำการสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม SolidWorks2007 โดยพิจารณารูปร่างโดยรวม และขนาดจากชิ้นงานจริง ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการศึกษาค่าของแรงเนื่องจากความเร่ง ความเค้น ที่เกิดขึ้นกับฮาร์ดดิสก์เท่านั้น ดังนั้นแบบจำลองจึง

มีลักษณะอย่างง่าย กล่าวคือ พิจารณาให้ฮาร์ดดิสก์เป็นวัสดุเนื้อเดียว (Isometric material) ดังนั้นแบบจำลองฮาร์ดดิสก์จึงมีลักษณะเป็นแผ่น (plate) สี่เหลี่ยม ดังรูปที่ 4 ในส่วนของวัสดุกันกระแทก ทำให้เป็นรูปแบบอย่างง่าย โดยยังคงรูปร่างใกล้เคียงกับชิ้นงานจริงมากที่สุด เพื่อลดปัญหาในการจำลอง เช่น ปัญหาเรื่องเวลาในการประมวลผล ปัญหาการสร้างอีลิเมนต์ เป็นต้น



รูปที่ 5 แบบจำลองบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์

3. ขั้นตอนและรูปแบบการจำลองการตกกระแทก

ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการจำลองการตกกระแทกของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์แบบอิสระ (Free fall) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ไฟไนต์อีลิเมนต์ โดยใช้โปรแกรม COSMOSWorks2007 ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการจำลองการตกกระแทก

ในการจำลองการตกกระแทกของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ ในงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การสร้างแบบจำลองรูปร่างของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์จะใช้ SolidWorks2007 และการจำลองการตกกระแทกโดย COSMOSWorks2007 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างรูปร่างแบบจำลองฮาร์ดดิสก์ แบบจำลองวัสดุกันกระแทกด้านบนและล่าง บนสมมุติฐานที่ได้กำหนด โดยวัดขนาดของชิ้นงานจากขนาดจริง
2. ทำการประกอบ (Assembly) ชิ้นส่วนแบบจำลองโดยเริ่มจากนำแบบจำลองชิ้นส่วนวัสดุกันกระแทกด้านล่าง และแบบจำลองฮาร์ดดิสก์ 20 อัน มาประกอบตามตำแหน่งจริง แล้วนำชิ้นส่วนวัสดุกันกระแทกด้านบนมาประกอบ ดังรูปที่ 5
3. หลังประกอบชิ้นงานทั้งหมดเรียบร้อยแล้วทำการเลือกวิเคราะห์ปัญหาแบบตกกระแทกในส่วนงานของ COSMOSWorks2007 และกำหนดคุณสมบัติของวัสดุทั้งสาม ตามตารางที่ 1
4. กำหนดทิศทางการตกกระแทกและระดับความสูงของการตกกระแทก ดังตารางที่ 2
5. กำหนดคุณลักษณะของการสัมผัสระหว่างผิวของชิ้นส่วนประกอบทั้งหมด โดยมีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ผิวของ

แบบจำลองฮาร์ดดิสก์ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านผิวแบบจำลองวัสดุกันกระแทกที่สัมผัสกันในแต่ละอันได้ (No penetration) หลังจากตกกระแทก และให้ความสัมพันธ์ของจุดที่สัมผัสกับผิวแบบ จุดสู่ผิว (Node to Surface) กล่าวคือเมื่อวัตถุเกิดการตกกระแทกกับพื้นแล้ว ผิวสัมผัสสามารถเคลื่อนที่ออกจากกันได้ แต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ทะลุซึ่งกันและกันได้ โดยมีผิวสัมผัสกันทั้งหมด 204 ผิวสัมผัส จากนั้นจะต้องแบ่งชิ้นส่วนประกอบทั้งหมดออกเป็นอีลิเมนต์เล็ก

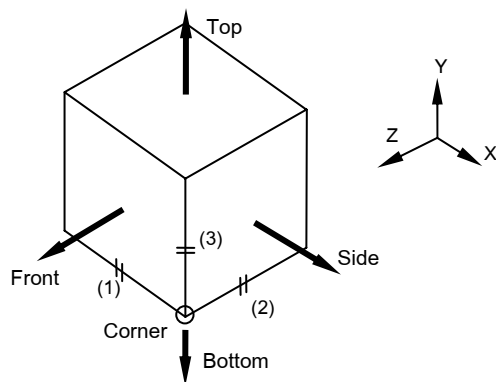
6. ทำการจำลองการตกกระแทกของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ในแต่ละรูปแบบที่ได้กำหนดไว้

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของวัสดุ

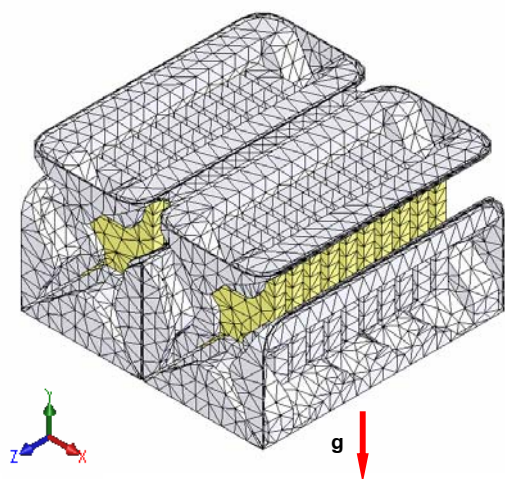
คุณสมบัติ	ฮาร์ดดิสก์	วัสดุกันกระแทก
Yong's Modulus	137.9 GPa	1.07 GPa
Poisson's Ratio	0.3	0.4101
Mass Density	1410 kg/m ³	952 kg/m ³

รูปแบบการจำลองการตกกระแทก

ในการทดสอบการตกกระแทกแบบอิสระนั้น (Free fall) ตามมาตรฐานการทดสอบแล้วจะทำการทดสอบ 10 กรณี นั้นคือการตกกระแทกด้านล่าง ด้านบน ด้านหน้า ด้านหลัง ด้านซ้าย ด้านขวา มุม และ ขอบประกอบมุมทั้ง 3 ขอบ ในส่วนของการจำลองการตกกระแทกด้วย COSMOSWorks2007 ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะทำการจำลองด้วยกัน 8 กรณี กล่าวคือการจำลองการตกกระแทกจากด้านล่าง ด้านบน ด้านหน้า ด้านขวา มุม และขอบประกอบมุมทั้ง 3 ขอบ ทั้งนี้ในแบบจำลองที่ใช้มีลักษณะที่เหมือนกัน 2 ทิศทาง คือ ด้านหน้าจะเหมือนกับด้านหลัง และด้านขวาจะเหมือนกับด้านซ้าย ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงพิจารณาตัดส่วนการพิจารณาการตกกระแทกด้านหลังและด้านซ้ายออกไป ดังนั้นรูปแบบการจำลองการตกกระแทกจะเป็นไปตาม ตารางที่ 2



รูปที่ 6 การกำหนดทิศทางการตกกระแทก



รูปที่ 7 ตัวอย่างรูปแบบการตกกระแทกด้านล่าง (Bottom)

ตารางที่ 2 รูปแบบและความสูงของการตกกระแทก

Directions	Height (cm)
Bottom	60, 80 ,90
Front	60, 80 ,90
Side	60, 80 ,90
Top	60, 80 ,90
Front Edge (1)	60, 80 ,90
Side Edge (2)	60, 80 ,90
Vertical Edge (3)	60, 80 ,90
Corner	60, 80 ,90

4. การตรวจสอบผลการจำลอง

ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ปัญหาทางด้านไฟไนต์อีลิเมนต์คือ ความถูกต้องและที่น่าเชื่อถือของผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมนั้นๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องและน่าเชื่อถือของผลการคำนวณ โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบโดยเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำลองการตกกระแทกด้วยโปรแกรมกับผลที่ได้จากการทดสอบของทางบริษัท อิตาลีโกลบอล สโตเรจ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด โดยทำการทดสอบที่ระดับความสูง 90 เซนติเมตร ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การตรวจสอบผลการจำลองกับการทดสอบ

Directions	Acceleration (G)		Error (%)
	Simulations	Experiment	
Bottom	142.33	131.38	8.33
Front	75.72	63.28	19.66
Side	53.08	48.00	10.58
Top	118.38	105.58	12.12
Front Edge	71.44	67.48	5.87

ตารางที่ 3 (ต่อ) การตรวจสอบผลการจำลองกับการทดสอบ

Directions	Acceleration (G)		Error (%)
	Simulations	Experiment	
Side Edge	95.76	89.45	7.05
Vertical Edge	55.37	43.78	26.47
Corner	58.67	46.02	27.49

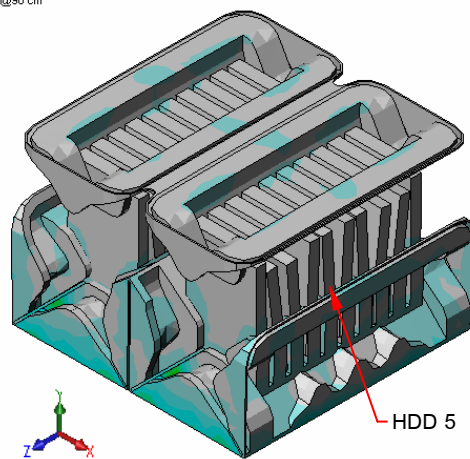
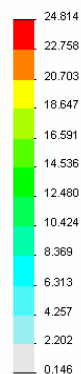
จากการเปรียบเทียบผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือของผลการจำลองการตกกระแทกของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ไฟไนต์อีลิเมนต์ COSMOSWorks2007 และนอกจากการเปรียบเทียบผลการจำลองกับผลการทดสอบแล้ว การที่เป็นโปรแกรมทางการค้าและได้รับความนิยมในหลายบริษัทก็เป็นอีกเหตุผลที่แสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือของผลที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม COSMOSWorks2007

5. ผลการจำลองและการวิเคราะห์

จากผลการจำลองด้วยโปรแกรม COSMOSWorks2007 จะทำการพิจารณาที่ฮาร์ดดิสก์ตัวที่ 5 ซึ่งเป็นฮาร์ดดิสก์ตัวที่อยู่ตรงกลางดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งเป็นการแสดงตัวอย่างของความเค้น ที่ได้จากการจำลองการตกกระแทกด้านล่าง (Bottom) จาระดับความสูง 90 เซนติเมตร

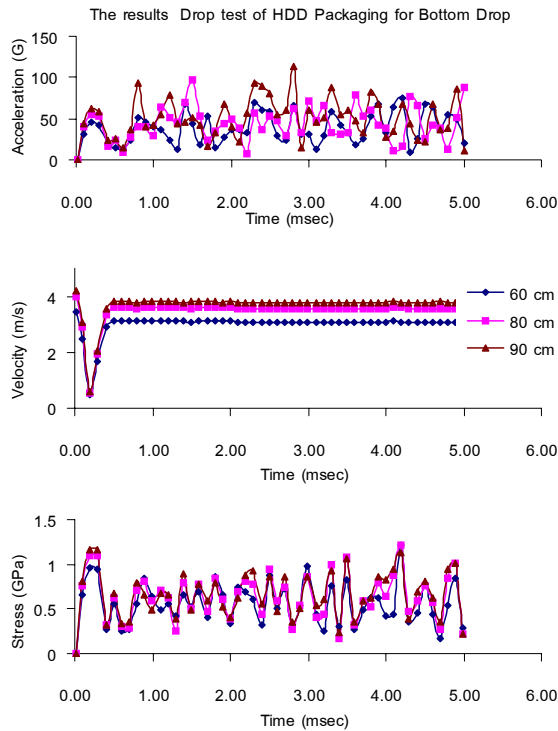
Model name: Full HDD Packaging
Study name: Bottom Drop @90 cm
Plot type: Stress1
Envelop Plot Max
Deformation scale: 1

Stress (MPa)

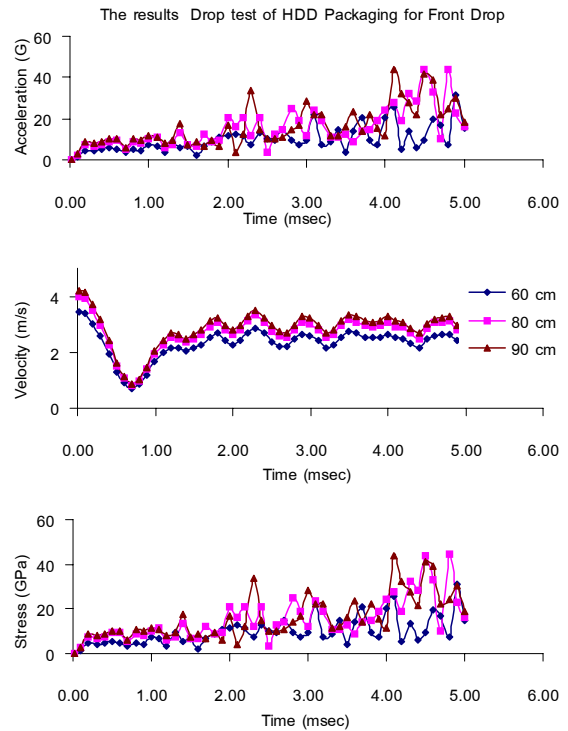


รูปที่ 8 แสดงผลความเค้นของการตกกระแทกด้านล่าง (Bottom) จากความสูง 90 เซนติเมตร

จากตัวอย่างของผลที่ได้จากการจำลองการตกกระแทกด้านล่าง ซึ่งพิจารณา แรงเนื่องจากความเร่ง การเปลี่ยนแปลงความเร็ว และค่าความเค้น ที่เกิดขึ้นกับฮาร์ดดิสก์ตัวที่ 5 ในบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ และเมื่อนำมาเปรียบที่ระดับความสูงแตกต่างกัน จะพบว่าลักษณะของค่าที่เราพิจารณาเป็นไปดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แสดงผลของแรงเนื่องจากความเร่ง การเปลี่ยนแปลงความเร็ว และความเค้น จากการตกกระแทกด้านล่าง

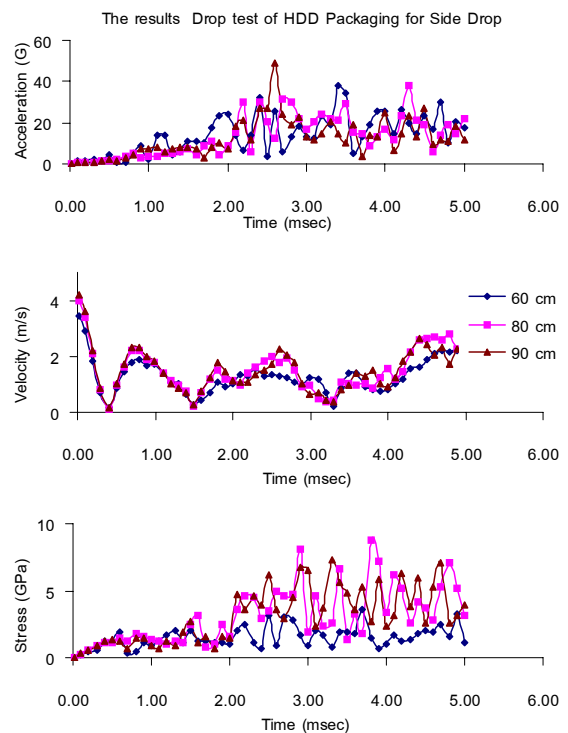


รูปที่ 10 แสดงผลของแรงเนื่องจากความเร่ง การเปลี่ยนแปลงความเร็ว และความเค้น จากการตกกระแทกด้านหน้า

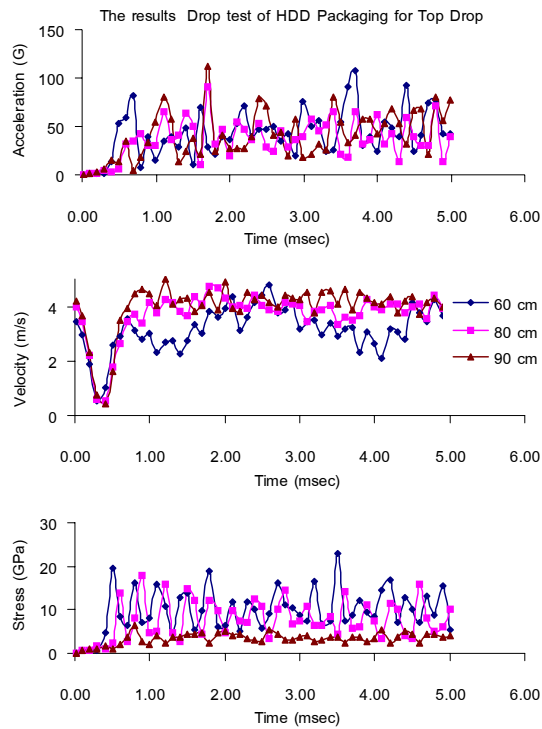
ตารางที่ 4 ผลการจำลองการตกกระแทกของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์

Directions	Acceleration (G)		
	60 cm	80 cm	90 cm
Bottom	116.25	130.26	142.33
Front	48.96	51.74	75.72
Side	45.54	51.61	53.08
Top	107.67	111.14	118.38
Front Edge (1)	43.90	50.89	71.44
Side Edge (2)	87.87	92.47	95.76
Vertical Edge (3)	40.71	42.66	55.37
Corner	45.82	50.49	58.67

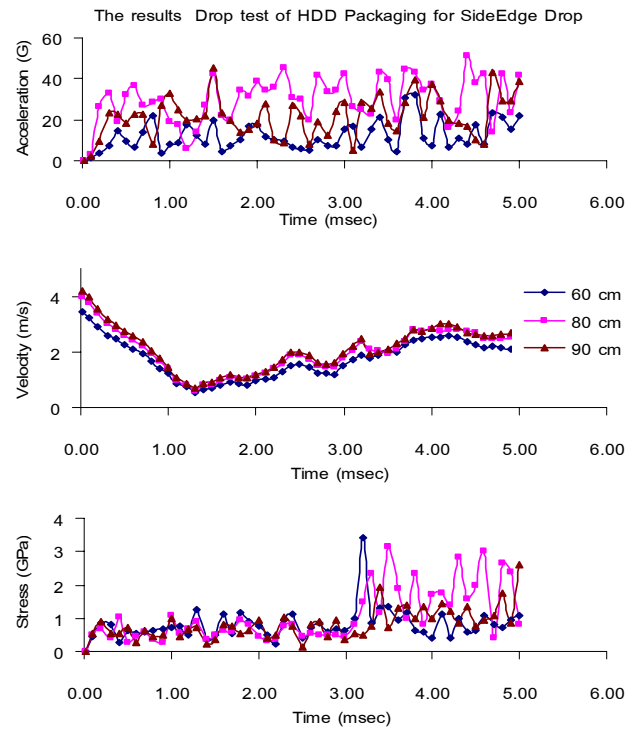
ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการพิจารณาในรูปแบบการตกกระแทกในรูปแบบต่างๆ ดังตารางที่ 2 ซึ่งผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4 เป็นค่าของแรงเนื่องจากความเร่ง ที่เกิดขึ้นกับฮาร์ดดิสก์ตัวที่ 5 ของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ โดยลักษณะของค่าที่ได้แสดงให้เห็นว่าที่ระดับความสูงมากขึ้นค่าของแรงเนื่องจากความเร่งก็จะมีค่ามากตามไปด้วย และเมื่อนำค่าของแรงเนื่องจากความเร่งไปแสดงเทียบกับเวลาจะได้ดังรูปที่ 9 ถึง 16



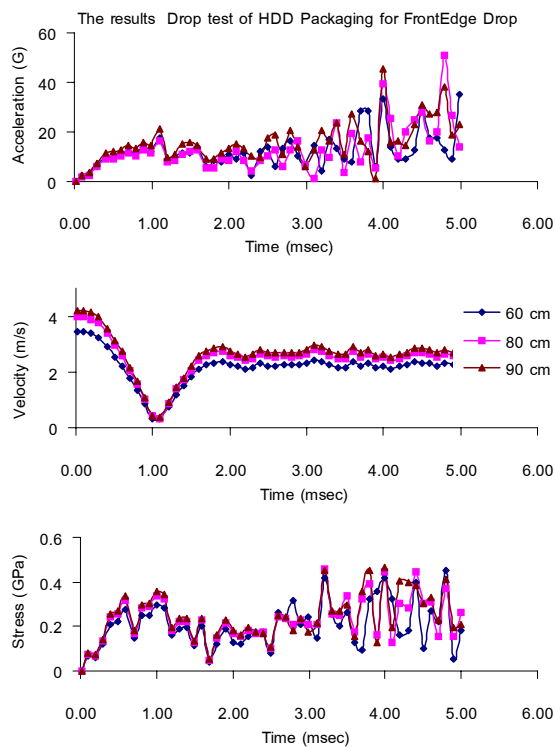
รูปที่ 11 แสดงผลของแรงเนื่องจากความเร่ง การเปลี่ยนแปลงความเร็ว และความเค้น จากการตกกระแทกด้านข้าง



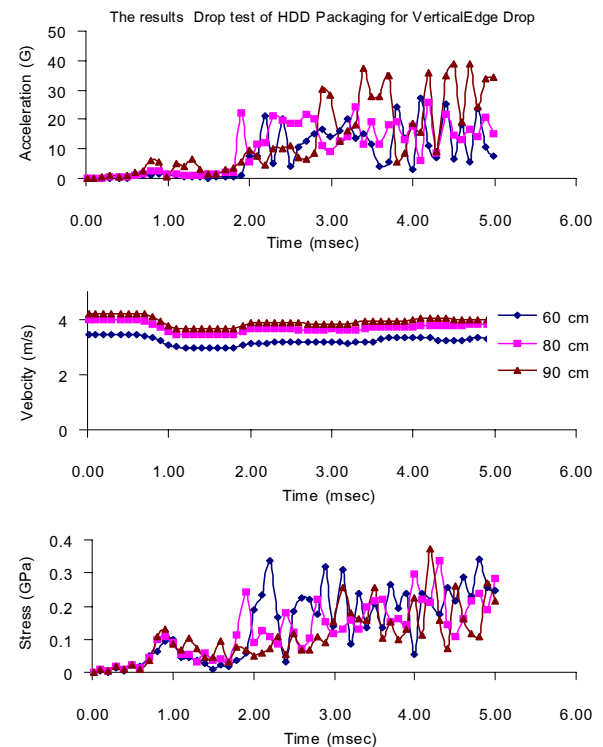
รูปที่ 12 แสดงผลของแรงเนื่องจากความเร่ง การเปลี่ยนแปลงความเร็ว และความเค้น จากการตกกระแทกด้านบน



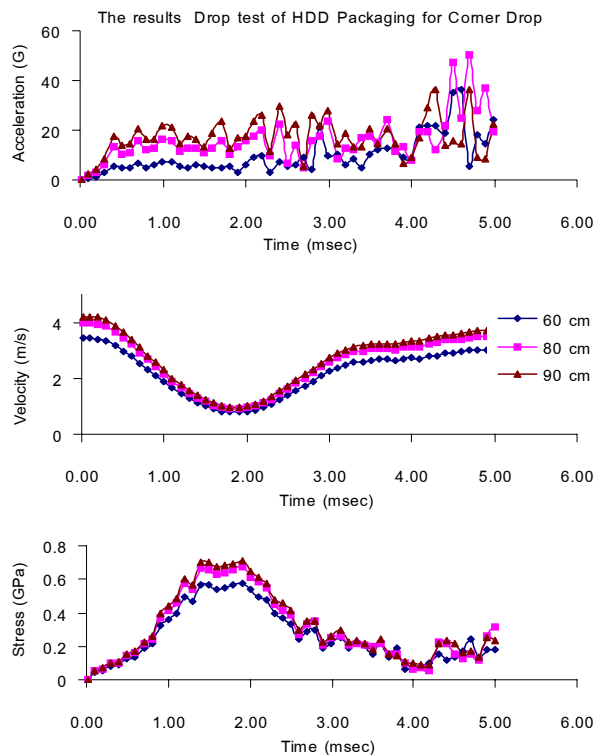
รูปที่ 14 แสดงผลของแรงเนื่องจากความเร่ง การเปลี่ยนแปลงความเร็ว และความเค้น จากการตกกระแทกขอบด้านข้าง



รูปที่ 13 แสดงผลของแรงเนื่องจากความเร่ง การเปลี่ยนแปลงความเร็ว และความเค้น จากการตกกระแทกขอบด้านหน้า



รูปที่ 15 แสดงผลของแรงเนื่องจากความเร่ง การเปลี่ยนแปลงความเร็ว และความเค้น จากการตกกระแทกขอบแนวตั้ง



รูปที่ 16 แสดงผลของแรงเนื่องจากความเร่ง การเปลี่ยนแปลงความเร็ว และความเค้น จากตกกระแทกมุม

นอกจากผลของระดับความสูงที่มากขึ้นจะทำให้ค่าความเค้น แรงเนื่องจากความเร่ง และการเปลี่ยนแปลงความเร็ว มากขึ้นตามไปด้วยแล้ว ถ้าหากพิจารณาที่ระดับความสูงเดียวกันจากงานวิจัยนี้พบว่าค่าที่ทำการพิจารณาจะมีค่ามากที่สุดในรูปแบบการตกกระแทกจาก ด้านล่าง ด้านบน และขอบด้านข้าง ตามลำดับ ในทุกระดับความสูง แต่เมื่อพิจารณารูปแบบการตกกระแทกจากด้านหน้า มุม และขอบแนวตั้ง แล้วพบว่าค่าที่เราพิจารณามีการสลับลำดับการมาก-น้อย แตกต่างกันไปในแต่ละระดับความสูง แต่ค่าที่ได้จากระดับความสูงเดียวกันจะใกล้เคียงกันแม้จะเกิดขึ้นในรูปแบบการตกกระแทกที่แตกต่างกัน

6. สรุป

จากผลที่ได้จากการจำลองการตกกระแทกของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ด้วยโปรแกรม COSMOSWorks2007 นั้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดสอบบรรจุภัณฑ์จริง แสดงให้เห็นพฤติกรรมของความเค้น แรงเนื่องจากความเร่ง และการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ที่เกิดขึ้นกับตัวของฮาร์ดดิสก์ เป็นไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้ลักษณะของแรงเนื่องจากความเร่ง จะเกิดขึ้นมากกับรูปแบบการตกกระแทกที่พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัสดุกันกระแทกและฮาร์ดดิสก์ตั้งฉากกับแรงกระทำน้อยที่สุด ดังจะเห็นได้จากลักษณะการตกกระแทกจากทางด้านล่างและด้านบน ซึ่งมีค่าของแรงเนื่องจากความเร่งมากที่สุดตามลำดับ ดังนั้นจากผลการวิจัยที่ได้แสดงว่าในการทดสอบการตกกระแทกของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ไฟไนต์อีลิเมนต์ COSMOSWorks2007 นั้นสามารถนำไปจำลองการตกกระแทก

ของบรรจุภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์และบรรจุภัณฑ์อื่น ๆ ได้ และมีความถูกต้องเป็นที่ยอมรับได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก โครงการพัฒนาทรัพยากรบุคคลในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDD Cluster) โดยงานคลังเตอร์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)

เอกสารอ้างอิง

- [1] K.H.Low, Aiqiang Yang, K.H. Hoon, Xinwie Zhang, Judy K.T. Lim, K.L. Lim, Initial study on the drop-impact behavior of mini Hi-Fi audio products. Advance in Engineering Software, 2001, 32: 683-693
- [2] K.H. Low, Yuqi Wang, K.H. Hoon, W.K. Wai, A virtual boundary model for a quick drop-impact analysis of electronic components in TV model. Advance in Engineering Software, 2004, 35: 537-551
- [3] Y.Y. Wang, C. Lu, J. Li, X.M. Tan Y.C. Tse, Simulation of drop/impact reliability for electronic devices. Finite Elements in Analysis and Design, 2005, 41: 667-680
- [4] K.H. Low, Yuqi Wang, K.H. Hoon, N. Vahdati, Initial global-local analysis for drop-impact effect study of TV products. Advance in Engineering Software, 2004, 35: 179-190
- [5] Tong Yan Tee, Hun Shen Ng, Chwee Teck Lim, Eric Pek, Zhaowei Zhong, Impact life prediction modeling of TFBGA packages under board level drop test. Microelectronics Reliability, 2004, 44: 1131-1142
- [6] Yuqi Wang, K.H. Low, H.L.J. Pang, K.H. Hoon, F.X. Che, Y.S. Yong, Modeling and simulation for a drop-impact analysis of multi-layered printed circuit boards. Microelectronics Reliability, 2006, 46: 558-573
- [7] พรชัย ราชตะนพันธ์. 2550. พลศาสตร์การบรรจุ. ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 175 น.