

ประพันธ์ ชรรมนนทิกุล 2552: การออกแบบเพื่อความแข็งแรงสำหรับบรรจุภัณฑ์
พลาสติกที่ผลิตโดยวิธีขึ้นรูปรีดร้อน ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
(วิศวกรรมเครื่องกล) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์สัจจาทิพย์ ทศนียพันธุ์, M.S. 185 หน้า

บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ผลิตโดยวิธีขึ้นรูปรีดร้อนถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุอาหาร การลดต้นทุนการผลิตให้น้อยที่สุด ปัจจัยโดยตรงจากน้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ ดังนั้นความหนาผนังบรรจุภัณฑ์จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด บรรจุภัณฑ์ที่มีผนังบางมากเกินไปส่งผลให้เกิดการยุบตัว เมื่อมีภาระด้านบนมากกระทำ วิทยานิพนธ์นี้ได้ใช้การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite-Element Analysis หรือ FEA) เพื่อหาความหนาที่เหมาะสม โดยเริ่มต้นจากการศึกษาการยุบตัวเนื่องจากภาระด้านบนทั้งจากการทดสอบ และจาก FEA ของ ถาดพลาสติกที่ผลิตโดยวิธีขึ้นรูปรีดร้อน รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส (124.5 x 124.5 x 28.5 มม. ความหนาผนังเฉลี่ยเท่ากับ 0.2 มม.) ผลิตจากพลาสติกชนิด โพลีสไตรีน (PS) ผลการเปรียบเทียบจาก 9 แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ (FEMs) ซึ่งแต่ละแบบต่างกันที่การกำหนดเงื่อนไขขอบเขต (Constrain) และการกำหนดเงื่อนไขภาระแบบสถิตยศาสตร์ (Static loading) พบว่า แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ (FEM) ของถาดที่กำหนดเงื่อนไขขอบเขตแบบ fixed 4 มุม ที่ฐาน และกำหนดภาระเป็นแบบกระจาย ให้ผลการวิเคราะห์ที่แม่นยำที่สุด โดยค่าเฉลี่ยระยะยุบในช่วงภาระด้านบนระหว่าง 7.6 N ถึง 38.0 N มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน ($e_{\%}$) เท่ากับ 3.49% ในขณะที่ค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อน ($|e|_{\%}$) เท่ากับ 5.02% ดังนั้นการศึกษาเพิ่มเติมจึงใช้แบบจำลอง FEM ดังกล่าวเพื่อศึกษารูปทรง และขนาดต่างๆ ที่มีผลต่อความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์ภายใต้ภาระด้านบนรวม 77 รูปแบบ งานวิจัยนี้ได้เสนอเกณฑ์การเปรียบเทียบความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ i) อัตราส่วนระหว่าง แรงต่อน้ำหนัก (F/m) ii) แรงต่อปริมาตรความจุ (F/V_C) iii) ระยะยุบตามแกนความสูงต่อน้ำหนัก (δ_z/m) และ iv) ระยะยุบตามแกนความสูงต่อปริมาตรความจุ (δ_z/V_C) บรรจุภัณฑ์ที่แข็งแรงต้องมีค่า F/m และ F/V_C มาก และ δ_z/m และ δ_z/V_C น้อย ผลจากการศึกษาได้สรุปแนวทางการออกแบบเป็นตารางซึ่งสามารถช่วยให้นักออกแบบสามารถออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยวิธีขึ้นรูปรีดร้อนให้มีความแข็งแรงได้ดีมากขึ้น เช่น รูปทรงกระบอก จะมีความแข็งแรงดีที่สุด