การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 19
19-21 ตุลาคม 2548 จังหวัดสงขลา

การวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นบนแผ่นผนังด้านล่างของถังบรรจุน้ำมันสำหรับรถบรรทุกน้ำมัน

A Failure Analysis on the Bottom Sheet of Oil Trailer Tank

วุฒิพงษ์ อภิญญามโน[1] สรวิศ รุ่งศรีทอง[2] อธิปัตย์ หลิวอุดมสินชัย[3] ศุภสิทธิ์ รอดขวัญ[4]*
[1,2,3,4]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2942-8555 ต่อ 1803 *Email : fengssr@ku.ac.th

Wutthipong Apinyamano[1] Sorawit Rungsrithong[2] Athipat Lewudomsinchai[3] Supasit Rodkwan[4]*
[1,2,3,4]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University
50 Phaholyothin Road, Ladyaw, Jatujak, Bangkok, Thailand 10900
Tel. 0-2942-8555 Ext. 1803 *E-mail: fengssr@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันกระบวนการผลิตชิ้นงานมีการออกแบบและสร้างแบบสามมิติ (3D Modeling) ด้วยโปรแกรม CAD (Computer Aided Design) จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม CAE (Computer Aided Engineering) โดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method) แล้วจึงผลิตออกมาเป็นชิ้นงานจริง ในส่วนของโครงการวิจัยนี้เป็นการใช้เทคโนโลยีด้าน CAD และ CAE มาช่วยในการวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับแผ่นผนังด้านล่างของถังบรรจุน้ำมันสำหรับรถบรรทุกน้ำมัน เพื่อช่วยในการนำเสนอแนวทางแก้ไขการออกแบบถังบรรจุน้ำมันให้มีความปลอดภัยในการขนย้าย

จากผลการวิจัยในขั้นตอนแรกพบว่า เมื่อมีการบรรจุน้ำมันในห้องฝั่งด้านนูนของผนังกั้นห้องเพียงห้องเดียว จะทำให้เกิดความเค้นสูงที่สุดที่บริเวณผนังกั้นห้อง ดังนั้นจึงมีการวิเคราะห์ในบริเวณนี้ต่อไปโดยละเอียดในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งพบว่า แรงดันภายในจากน้ำมันจะเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเสียหายได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับแรงดันอันเนื่องมาจากน้ำหนักของน้ำมันและแรงกระทำจากภายนอกฐานรองถังน้ำมัน และจากการเปรียบเทียบผลการวิจัยในแต่ละกรณี พบว่าบริเวณที่มีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายคือบริเวณแผ่นค้ำยัน (Shoe) และบริเวณขอบฝาด้านบนของถังบรรจุน้ำมัน โดยรวมทั้งส่วนท้ายและบริเวณผนังกั้นห้องของถังบรรจุน้ำมัน

คำสำคัญ ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ คอมพิวเตอร์ช่วยในงานวิศวกรรม ถังบรรจุน้ำมันสำหรับรถบรรทุกน้ำมัน

Abstract

Currently, the product design for manufacturing process begin with the creation of 3D models using CAD (Computer Aided Design) and then utilizing CAE (Computer Aided Engineering) technique to analyze the various functions of the products using FEM (Finite Element Method); then, the final products are manufactured. In this paper, CAD and CAE are used to investigate the failure occurred on the bottom sheet of the oil tank trailer so that proper design for safety of the transportation can be done.

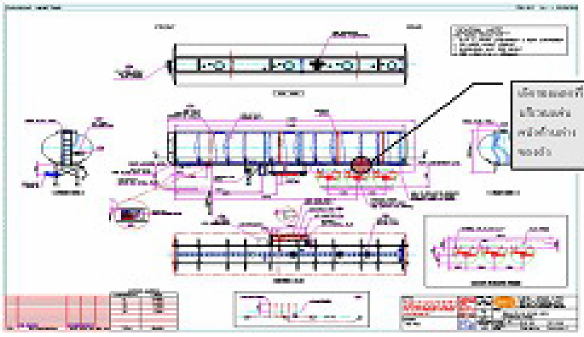
The results in the first stage show that when the oil are only filled in the convex side of the tank, the maximum stress would occur at the wall. Further analysis was performed in the second stage. It was found that the oil pressure is significant parameter to cause the damage compared with the oil weight and external force acting on the tank support. The shoe and the top rim of the tank are discovered to be critical areas to cause the failure.

Keywords: Finite Element Method, Computer Aided Engineering, Oil Trailer Tank

1.บทนำ

บริษัท ไฮล์ เอเซีย จำกัด เป็นบริษัทที่สร้างถังบรรจุผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นของเหลว เช่น น้ำมัน น้ำนม และของที่มีลักษณะเป็นผง เช่น ปูนซีเมนต์ น้ำตาลทราย ในลักษณะผลิตตามสั่ง (Tailor Made) โดยลูกค้าเป็นผู้กำหนดปริมาตรและขนาดที่จะนำไปติดตั้งกับรถบรรทุก ลูกค้าของมีบริษัทมีทั้งลูกค้าในประเทศ เช่น Esso, Shell, PTT รวมทั้งลูกค้าชาวต่างประเทศในหลายประเทศ โดยมีลูกค้ารายใหญ่คือ ญี่ปุ่น จีน มาเลเซีย และไต้หวัน อย่างไรก็ตามในขณะนี้ทางบริษัทได้ประสบปัญหาในเรื่องการเสียหายของแผ่นผนังด้านล่างของถังบรรจุน้ำมันที่ผลิตขึ้นที่ส่งให้กับลูกค้าประเทศจีน ดังแสดงในรูปที่ 1 ดังนั้นทางบริษัท

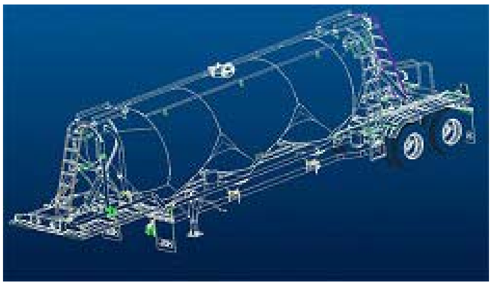
จึงมีความต้องการที่จะวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นรวมถึงแนวทางการนำเสนอวิธีการออกแบบที่เหมาะสมในอนาคต



รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งที่เกิดการเสียหายของถังบรรจุน้ำมันรุ่น 781-C1-09

ในปัจจุบันกระบวนการผลิตชิ้นงานมีการออกแบบและสร้างแบบสามมิติ (3D Modeling) ด้วยโปรแกรม CAD (Computer Aided Design) จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม CAE (Computer Aided Engineering) โดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method) แล้วจึงผลิตออกมาเป็นชิ้นงานจริง ซึ่งการทำแบบสามมิตินั้น มักจะถูกประยุกต์ใช้กับงานที่ซับซ้อนมากๆ เช่น พื้นผิวของยานพาหนะ โครงสร้างต่างๆ เป็นต้น ตัวอย่างถัง ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2 ส่วนรูปที่ 3 ได้แสดงแบบสามมิติที่ทางบริษัทแม่ของ บริษัท ไฮล์ เอเชีย จำกัด (ไฮล์ เทรลเลอร์ อินเตอร์เนชั่นแนล) ใช้ช่วยในการออกแบบ

รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างของถังบรรจุน้ำมัน



รูปที่ 3 ภาพแบบสามมิติที่ทาง ไฮล์ เทรลเลอร์ อินเตอร์เนชั่นแนลใช้ในการออกแบบ

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงเป็นการใช้เทคโนโลยีด้าน CAD และ CAE มาช่วยในการวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผนังด้านล่างของถังบรรจุน้ำมันสำหรับรถบรรทุกน้ำมันรุ่น 781-C1-09 เสนอแนวทางการออกแบบถังบรรจุน้ำมัน ให้มีความปลอดภัยในการขนย้าย และช่วยในการพัฒนาการผลิตตัวถังบรรจุน้ำมันที่ติดตั้งบนรถบรรทุกน้ำมันในประเทศไทยให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสากล อีกทั้งยังสามารถนำปัญหากรณีนี้เป็นแนวทางในการใช้ CAD และ CAE ในการทำวิจัยเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมด้านอื่นๆได้อีกด้วย

ทางบริษัทร่วมโครงงานได้ให้ข้อมูลว่ารถบรรทุกน้ำมันรุ่นนี้ได้ประสบอุบัติเหตุพลิกคว่ำและพบรอยแตกที่แผ่นผนังด้านล่างของถังบรรจุน้ำมันรุ่น 781-C1-09 และแผ่นผนังกั้นห้องบรรจุน้ำมันเกิดการหลุดจากแนวเชื่อมรอบแผ่นผนังของตัวถัง ดังนั้นทางบริษัทเข้าร่วมโครงจึงมีความต้องการที่จะศึกษาความเสียหายของตัวถังบรรทุกน้ำมันรุ่นดังกล่าว ดังนั้นในส่วนของโครงงานนี้จะมีการกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์โดยให้แรงที่กระทำกับตัวถังบรรจุน้ำมันมี 3 ประเภทคือ แรงดันภายในถังบรรจุน้ำมัน แรงดันสถิตย์จากน้ำหนักของน้ำมันและแรงกระทำจากภายนอกที่เกิดบริเวณฐานรองรับถังบรรจุน้ำมัน และวิเคราะห์หาบริเวณที่มีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายมากที่สุดบนตัวถังบรรจุน้ำมัน นอกจากนั้นยังวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ตัวถังบรรจุน้ำมันเกิดความเสียหายขึ้นอีกด้วย

ในส่วนสมมติฐานที่ใช้ในโครงงานนี้คือ ท่อและรูถ่ายเทน้ำมันต่างๆ ในถังบรรจุน้ำมันไม่มีผลต่อความแข็งแรงของตัวถัง และแรงกระทำทุกแรงที่กระทำกับถังบรรจุน้ำมันต่างๆ ถือว่าเป็นสภาวะรับภาระแบบสถิตย์ และสำหรับในการประกอบชิ้นงานสามมิตินั้น จะสมมติว่าชิ้นส่วนที่ยึดติดกันด้วยการเชื่อม เป็นการต่อที่สมบูรณ์หรือเป็นเนื้อเดียวกัน

2. อุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์คำนวณผล

2.1.1 หน่วยประมวลผล Pentium4 1.8 GHz หน่วยความจำ 256 MB

2.1.2 หน่วยประมวลผล Pentium4 1.6 GHz หน่วยความจำ 1 GB

2.1 โปรแกรมสร้างแบบจำลอง 3 มิติ Pro/Engineer

2.2 โปรแกรมวิเคราะห์ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ABAQUS

2.3 กล้องถ่ายรูป

2.4 สแกนเนอร์

3. วิธีการ

3.1 ศึกษาข้อมูลและปัญหาที่เกิดขึ้นของถังบรรจุน้ำมันรุ่นที่เกิดปัญหานี้

3.2 ศึกษามาตรฐานที่มีอยู่ในการออกแบบถังบรรจุน้ำมันรุ่นดังกล่าวเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบเชิงกลต่อไป

3.3 การศึกษาวิธีการออกแบบของถังบรรจุและการวิเคราะห์ความแข็งแรงในสภาวะรับภาระแบบสถิตย์ของถังบรรจุน้ำมัน โดยสร้างแบบจำลองสามมิติของถังบรรจุน้ำมัน โดยใช้โปรแกรม Pro/Engineer และใช้โปรแกรม ABAQUS ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (FEM) ในการวิเคราะห์ทางกลของถังบรรจุน้ำมัน เพื่อหาบริเวณที่จะเกิดความเค้นสูงสุดและมีโอกาสที่จะเกิดความเสียหายได้มากที่สุด โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ให้ถังบรรจุน้ำมันรับภาระความดันที่ 0.10 MPa (14.5 psi) โดยแบ่งเป็นกรณีต่าง ๆดังนี้

กรณีที่ 1 ความดันกระทำกับผนังด้านหัวและด้านท้ายของถังบรรจุน้ำมัน โดยจะแบ่งออกเป็น 2 กรณีย่อยคือ

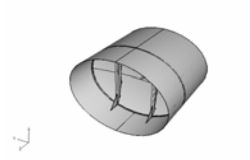
- กรณีที่ 1.1 วิเคราะห์ในช่วงความยาว 2 เมตร
- กรณีที่ 1.2 วิเคราะห์ในช่วงความยาว 1 เมตร

กรณีที่ 2 ความดันกระทำบริเวณผนังกั้นห้องของถังบรรจุน้ำมัน โดยจะแบ่งออกเป็น 3 กรณี

- กรณีที่ 2.1 เมื่อความดันกระทำทั้งสองด้านของผนังกั้นห้อง
- กรณีที่ 2.2 ความดันกระทำในห้องฝั่งด้านเว้าของผนังกั้นห้อง
- กรณีที่ 2.3 ความดันกระทำในห้องฝั่งด้านนูนของผนังกั้นห้อง

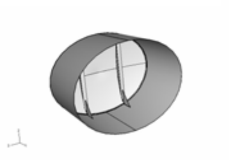
กรณีที่ 3 ความดันกระทำบริเวณผนังกันกระฉอกของถังบรรจุน้ำมัน

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> วิเคราะห์ถังบรรจุน้ำมันสองครั้งคือ มีการวิเคราะห์ถังบรรจุน้ำมันบริเวณผนังกั้นห้องของถังบรรจุน้ำมัน ดังแสดงในรูปที่ 4 และรูปที่ 5 และบริเวณส่วนท้ายของถังบรรจุน้ำมัน ดังแสดงในรูปที่ 6 และรูปที่ 7 โดยมีภาระที่กระทำกับถังบรรจุน้ำมันเป็นความดันภายในของถังบรรจุน้ำมัน ความดันอันเนื่องมาจากน้ำหนักของน้ำมันและแรงกระทำจากภายนอก แบ่งเป็นกรณีต่าง ๆดังนี้



รูปที่ 4 แบบจำลองสามมิติที่ผนังกั้นห้องของถัง

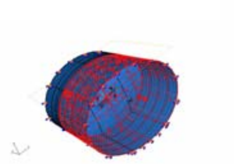
รูปที่ 5 เอลิเมนต์ บนแบบจำลองสามมิติ



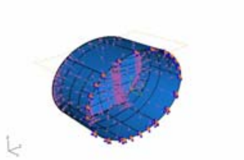
รูปที่ 6 แบบจำลองสามมิติที่ส่วนท้ายของถัง

รูปที่ 7 เอลิเมนต์ บนแบบจำลองสามมิติ

กรณีที่ 1 ความดันกระทำกับถังบรรจุน้ำมัน ดังแสดงในรูปที่ 8 และ 9 โดยแบ่งเป็นกรณีย่อยๆ ได้ 3 กรณีคือ



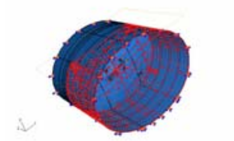
รูปที่ 8 บริเวณที่ความดันภายในกระทำกับผนังกั้นห้องของถัง



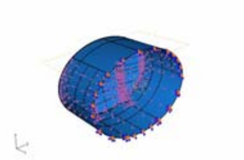
รูปที่ 9 บริเวณที่ความดันภายในกระทำกับส่วนท้ายถัง

- กรณีที่ 1.1 รับความดัน 0.02 MPa (3.5 psi)
- กรณีที่ 1.2 รับความดัน 0.03 MPa (5 psi)
- กรณีที่ 1.3 รับความดัน 0.10 Mpa (14.5 psi)

กรณีที่ 2 ถังบรรจุน้ำมันรับภาระอันเนื่องมาจากน้ำหนักของน้ำมัน ดังแสดงในรูปที่ 10 และ 11

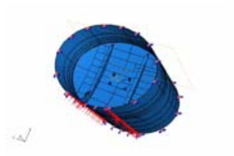


รูปที่ 10 แสดงบริเวณที่ภาระจากน้ำหนักของน้ำมันกระทำกับผนังกั้นห้องของถัง

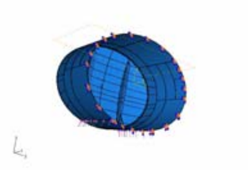


รูปที่ 11 แสดงบริเวณที่ภาระจากน้ำหนักของน้ำมันกระทำกับส่วนท้ายของถัง

กรณีที่ 3 ถังบรรจุน้ำมันรับภาระอันเนื่องมาจากแรงกระทำจากภายนอก ดังแสดงในรูปที่ 12 และ 13

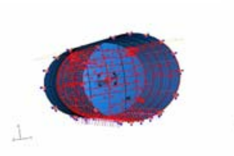


รูปที่ 12 แสดงบริเวณที่ภาระจากแรงกระทำจากภายนอกกระทำกับผนังกั้นห้องของถัง

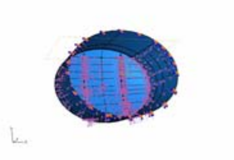


รูปที่ 13 แสดงบริเวณที่ภาระจากแรงกระทำจากภายนอกกระทำกับส่วนท้ายของถัง

กรณีที่ 4 ถังบรรจุน้ำมันรับภาระอันเนื่องมาจากแรงกระทำจากภายนอกรวมกับน้ำหนักของน้ำมัน ดังแสดงในรูปที่ 14 และ 15

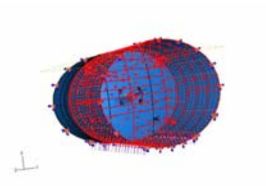


รูปที่ 14 แสดงบริเวณที่ภาระอันเนื่องมาจากแรงกระทำจากภายนอกรวมกับน้ำหนักของน้ำมันกระทำกับผนังกั้นห้องของถัง

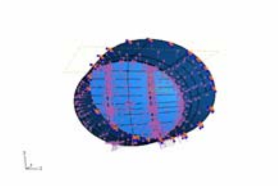


รูปที่ 15 แสดงบริเวณที่ภาระอันเนื่องมาจากแรงกระทำจากภายนอกรวมกับน้ำหนักของน้ำมันกระทำกับส่วนท้ายของถัง

กรณีที่ 5 ถังบรรจุน้ำมันรับภาระอันเนื่องมาจากแรงกระทำจากภายนอกรวมกับน้ำหนักของน้ำมันและมีความดันภายในถังบรรจุน้ำมัน ดังแสดงในรูปที่ 16 และ 17 แบ่งออกเป็น 3 กรณีดังนี้



รูปที่ 16 แสดงบริเวณที่ภาระอันเนื่องมาจากแรงกระทำจากภายนอกรวมกับน้ำหนักของน้ำมัน และเพิ่มความดันภายในถังในบริเวณผนังกั้นห้องของถัง



รูปที่ 17 แสดงบริเวณที่ภาระอันเนื่องมาจากแรงกระทำจากภายนอกรวมกับน้ำหนักของน้ำมัน และเพิ่มความดันภายในถังบริเวณส่วนท้ายของถัง

กรณีที่ 5.1 รับภาระอันเนื่องมาจากแรงกระทำจากภายนอกรวมกับน้ำหนักของน้ำมันและความดัน 0.02 MPa (3.5 psi)

กรณีที่ 5.2 รับภาระอันเนื่องมาจากแรงกระทำจากภายนอกรวมกับน้ำหนักของน้ำมันและความดัน 0.03 MPa (5 psi)

กรณีที่ 5.3 รับภาระอันเนื่องมาจากแรงกระทำจากภายนอกรวมกับน้ำหนักของน้ำมันและความดัน 0.10 MPa (14.5 psi)

4. ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ขั้นตอนที่ 1

เป็นการวิเคราะห์ถังบรรจุน้ำมันโดยมีภาระของถังบรรจุน้ำมันเป็นความดันภายในถังบรรจุน้ำมันขนาด 0.10 MPa ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

จากการวิเคราะห์ในกรณีที่ 1 พบว่าบริเวณที่มีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายเหมือนกันคือ บริเวณขอบด้านบนของฝาถังบรรจุน้ำมันและบริเวณแผ่นค้ำยัน (Shoe) ในตัวถังบรรจุน้ำมัน โดยถังที่วิเคราะห์ในช่วงความยาว 2 เมตรจะมีค่าความเค้นสูงสุดมากกว่า

จากการวิเคราะห์ในกรณีที่ 2 พบว่าในกรณีที่ 2.1 จะมีบริเวณที่มีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายต่างจากกรณี 2.2 และ 2.3 คือ บริเวณของด้านบนและด้านล่างของแผ่นผนังของถังบรรจุน้ำมันที่เป็นจุดยึดในการวิเคราะห์ และให้ค่าความเค้นสูงสุดที่น้อยที่สุดในขั้นตอนที่ 1 ส่วนกรณีที่ 2.2 และ 2.3 จะมีบริเวณเดียวกันคือบริเวณแผ่นค้ำยัน โดยกรณีที่ 2.3 จะมีค่าความเค้นสูงสุดมากกว่า กรณีที่ 2.2 และมีค่าสูงสุดในขั้นตอนที่ 1

จากการวิเคราะห์ในกรณีที่ 3 จะมีบริเวณความเสียหายที่เกิดขึ้นที่ด้านบนและด้านล่างของแผ่นผนังของถังบรรจุน้ำมันที่เป็นจุดยึดในการวิเคราะห์

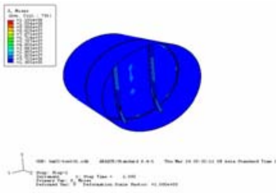
4.2 ขั้นตอนที่ 2

4.2.1 บริเวณผนังกั้นห้องของถังบรรจุน้ำมัน

ผลการวิเคราะห์ในส่วนบริเวณผนังกั้นห้องมีดังนี้

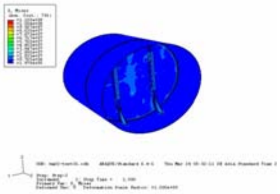
<u>กรณีที่ 1</u>

กรณีที่ 1.1 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 18



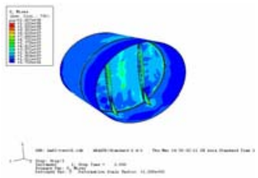
รูปที่ 18 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 1.1

กรณีที่ 1.2 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 19



รูปที่ 19 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 1.2

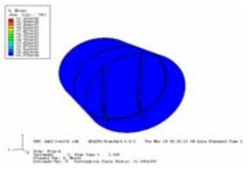
กรณีที่ 1.3 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 20



รูปที่ 20 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 1.3

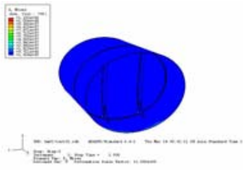
จากผลการวิเคราะห์ในกรณีที่ 1 พบว่า กรณีที่ 1.1 และ 1.2 ซึ่งความดันขนาด 0.02 MPa และ 0.03 MPa ตามลำดับ จะมีผลต่อตัวถังบรรจุน้ำมันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ต่างจากกรณีที่ 1.3 ซึ่งมีความดันขนาด 0.10 MPa จะมีผลต่อตัวถังน้ำมันอย่างมาก โดยความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นนั้นมีขนาดเกินความเค้นสูงสุดของวัสดุ

<u>กรณีที่ 2</u> ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 21



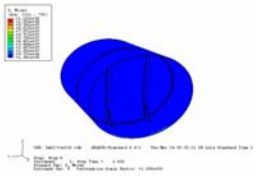
รูปที่ 21 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 2

<u>กรณีที่ 3</u> ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 22



รูปที่ 22 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 3

<u>กรณีที่ 4</u> ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 23

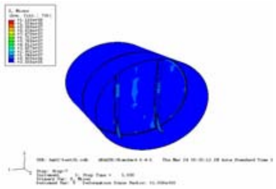


รูปที่ 23 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 4

จากการวิเคราะห์ในกรณีที่ 2,3 และ 4 พบว่า แรงในกรณีดังกล่าวแทบมีผลต่อตัวถังน้อยมาก

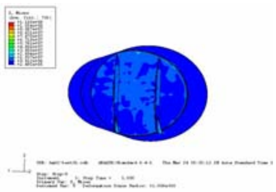
<u>กรณี ที่ 5</u>

กรณีที่ 5.1 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 24



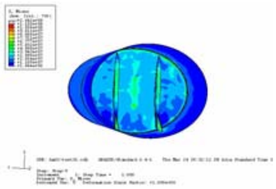
รูปที่ 24 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 5.1

กรณีที่ 5.2 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 25



รูปที่ 25 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 5.2

กรณีที่ 5.3 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 26



รูปที่ 26 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 5.3

จากผลการวิเคราะห์ในกรณีที่ 5 พบว่า กรณีที่ 5.1 และ 5.2 ซึ่งมีความดันขนาด 0.02 MPa และ 0.03 MPa ตามลำดับ จะมีผลต่อตัวถังบรรจุน้ำมันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ต่างจากกรณีที่ 5.3 ซึ่งมีความดันขนาด 0.10 MPa จะมีผลต่อตัวถังน้ำมันอย่างมาก โดยความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นนั้น มีขนาดเกินความเค้นสูงสุดของวัสดุ

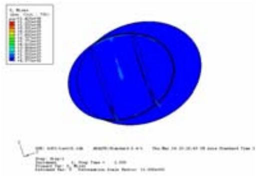
ในขั้นตอนที่ 2 จากผลการวิเคราะห์บริเวณผนังกั้นห้องของถังบรรจุน้ำมันพบว่า ในกรณีที่ 1.1, 1.2, 2, 3, 4, 5.1 และ 5.2 ไม่เกิดความเสียหายกับตัวถังบรรจุน้ำมัน แต่ในกรณีที่ 1.3 และ 5.3 ซึ่งมีภาระที่มีความดันภายใน 0.10 MPa เหมือนกัน มีค่าความเค้นสูงสุดเกินกว่าค่าความเค้นสูงสุดของวัสดุ จึงมีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายบริเวณผนังกั้นห้องได้ เมื่อมีความดัน ภายใน 0.10 MPa ขึ้นไปมากระทำ

4.2.2 บริเวณส่วนท้ายของถังบรรจุน้ำมัน

ผลการวิเคราะห์ในส่วนบริเวณส่วนท้ายของถังมีดังนี้

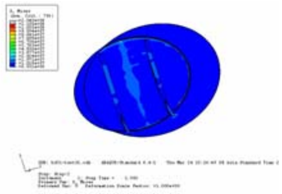
<u>กรณีที่ 1</u>

กรณีที่ 1.1 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 27



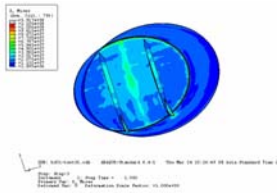
รูปที่ 27 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 1.1

กรณีที่ 1.2 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 28



รูปที่ 28 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 1.2

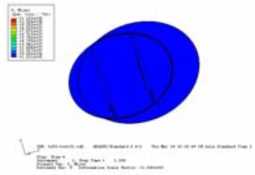
กรณีที่ 1.3 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 29



รูปที่ 29 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 1.3

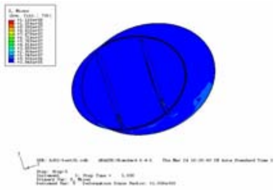
จากผลการวิเคราะห์ในกรณีที่ 1 ทุกกรณีมีผลต่อตัวถังน้ำมันอย่างมาก โดยความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นนั้น มีขนาดเกินความเค้นสูงสุดของวัสดุ

<u>กรณีที่ 2</u> ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 30



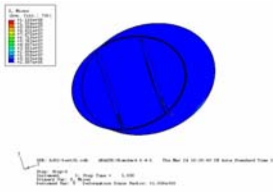
รูปที่ 30 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 2

กรณีที่ 3 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 31



รูปที่ 31 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 3

กรณีที่ 4 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 32

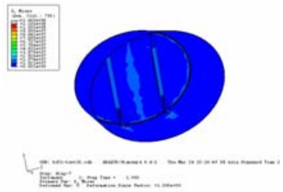


รูปที่ 32 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 4

จากการวิเคราะห์ในกรณีที่ 2,3 และ 4 พบว่า แรงในกรณีดังกล่าวแทบมีผลต่อตัวถังน้อยมาก

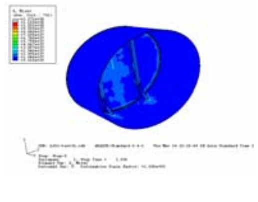
กรณีที่ 5

กรณีที่ 5.1 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 33



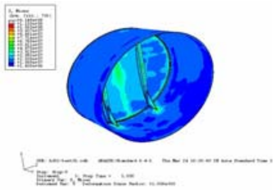
รูปที่ 33 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 5.1

กรณีที่ 5.2 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 34



รูปที่ 34 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 5.2

กรณีที่ 5.3 ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 35



รูปที่ 35 แสดงความเค้น (von Mises Stress) ในกรณีที่ 5.3

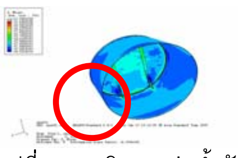
จากผลการวิเคราะห์ในกรณีที่ 5 พบว่าทุกกรณีมีผลต่อตัวถังน้ำมันอย่างมาก โดยความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นนั้น มีขนาดเกินความเค้นสูงสุดของวัสดุ

จากผลการวิเคราะห์บริเวณส่วนท้ายของถังบรรจุน้ำมันพบว่า ในกรณีที่ 2, 3 และ 4 ไม่เกิดความเสียหายกับตัวถังบรรจุน้ำมัน แต่ในกรณีที่ 1.1, 1.2, 1.3, 5.1, 5.2 และ 5.3 ซึ่งมีภาระที่มีความดันภายในในค่าต่างๆเหมือนกัน มีค่าความเค้นสูงสุดเกินกว่าค่าความเค้นสูงสุดของวัสดุ จึงมีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายบริเวณส่วนท้ายของถังบรรจุน้ำมันได้ เมื่อมีความดันภายในตั้งแต่ 0.02 MPa ขึ้นไปมากระทำ

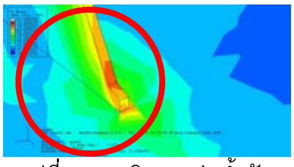
จากผลการวิจัยทั้ง 2 ขั้นตอนพบว่า โดยทั่วไปความเค้นวอนมิสที่เกิดขึ้นสูงสุด (Maximum von Mises Stress) จะเกิดที่บริเวณแนวรอยเชื่อมรอบฝาถังน้ำมันหรือผนังกั้นห้อง ซึ่งสอดคล้องกับสภาพจริงที่พบจากอุบัติเหตุที่เคยเกิดขึ้นที่ทำให้ผนังกั้นห้องภายในถังบรรจุน้ำมันหลุดออกตามแนวรอยเชื่อม

5. สรุป

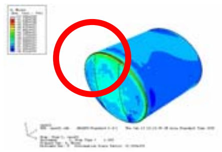
จากผลการทดลองและวิเคราะห์โดยการใช้โปรแกรม ABAQUS ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ มาช่วยในการวิเคราะห์โครงสร้างของถังบรรจุน้ำมันนั้นพบว่า ในขั้นตอนที่ 1 เมื่อมีแรงมากระทำกับส่วนต่างๆของถังบรรจุน้ำมันแล้ว จะเกิดความเค้นขึ้นที่บริเวณต่างๆ จะพบว่าจะเกิดบริเวณที่มีความเค้นสูงสุดอยู่ 2 บริเวณ ซึ่งพอสรุปได้ว่า บริเวณที่จะเกิดความเค้นสูงสุดในทุกกรณีจะเกิดขึ้นบริเวณแผ่นค้ำยัน (Shoe) ที่เป็นแผ่นเหล็กสามเหลี่ยมส่วนที่เสริมความแข็งแรงให้กับผนังกั้นห้องและผนังกันกระฉอก ซึ่งอยู่ระหว่างแผ่นเหล่านี้ กับแผ่นผนังด้านล่างของตัวถังน้ำมัน ดังรูปที่ 36 และ รูปที่ 37 (บริเวณภายในวงกลม) และบริเวณขอบฝาด้านบน ดังแสดงในรูปที่ 38 และ 39 (บริเวณภายในวงกลม)



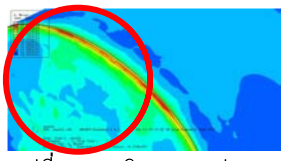
รูปที่ 36 บริเวณแผ่นค้ำยัน (Shoe)



รูปที่ 37 บริเวณแผ่นค้ำยัน (Shoe)



รูปที่ 38 บริเวณขอบฝาด้านบน



รูปที่ 39 บริเวณขอบฝาด้านบน

จากการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 พบว่าแรงที่เพิ่มเข้ามาจากขั้นตอนที่ 1 ซึ่งมีแรงดันอันเนื่องมากจากน้ำหนักของน้ำมันและแรงกระทำจากภายนอกนั้นมีผลต่อทุกบริเวณถังบรรจุน้ำมันน้อยมากจนไม่สามารถทำให้เกิดความเสียหายกับถังบรรจุน้ำมัน และสาเหตุที่ทำให้เกิดความ

เสียหายกับถังบรรจุน้ำมันคือ ความดันภายในถังบรรจุน้ำมัน ซึ่งสามารถทำให้ค่าความเค้นสูงสุดนั้นมีค่ามากกว่าความเค้นสูงสุดของวัสดุได้ โดย แนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของความดันภายในที่เพิ่มขึ้นด้วย โดยบริเวณที่มีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายคือบริเวณ แผ่นค้ำยัน (Shoe) และบริเวณขอบฝาด้านบนของถังบรรจุน้ำมัน โดยรวมทั้งส่วนท้ายและบริเวณผนังกั้นห้องของถังบรรจุน้ำมัน

จากการทำโครงงานในครั้งนี้ เราจะสามารถนำโครงงานนี้เป็นแนวทางในการทำการวิเคราะห์ในกรณีอื่นๆได้อีก เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ CAD และ CAE ในการทำวิจัยเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมด้านอื่นๆ ได้อีกด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้มีอุปการะคุณทุกท่านดังนี้

- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2547 สำหรับทุน IRPUS ในการสนับสนุนในการทำโครงงานวิจัยในครั้งนี้
- บริษัท ไฮล์ เอเชีย จำกัด (คุณสายรุ้ง ชาเคน) สำหรับข้อมูลและการสนับสนุนในการทำโครงงานวิจัยในครั้งนี้
- แผนกวิศวกรรม สถาบันค้นคว้าและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (RDiPT) สำหรับการสนับสนุนในการใช้โปรแกรม ABAQUS และ Pro/Engineer
- อ.ดร.พลฤทธิ์ อภิวัฒนลังการ สำหรับคำปรึกษาในการทำวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] เดช พุทธเจริญทอง “*การวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์*” บริษัท พิมพ์ดี จำกัด กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2541

[2] พลชัย โชติปรายนกุล “*Computer Aided Design*” เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2546

[3] ตระการ ก้าวกสิกรรม “*คู่มือถังรับแรงดัน*” สำนักพิมพ์เอ็มแอนด์อี กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2540

[4] Internet Resource : http://www.knover.com/

[5] Internet Resource : http://www.access.gpo.gov/