

การออกแบบและสร้างรถพ่วงเก็บขยะโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ กรณีวิเคราะห์ความแตกหักของเสื้อลูกปืน

Design and Construction of Beach Cleaning Trailer by Finite Element Method: An Analysis of Bearing Housing Failure

กุศล ประกอบการ

ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121

บทคัดย่อ

หาดทรายชายหาดหลายแห่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ แต่นักท่องเที่ยวทิ้งขยะกันมาก เจ้าหน้าที่ท้องถิ่นต้องกวาดเก็บขยะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง รายงานการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์แสดงผลการออกแบบและสร้างรถพ่วงเก็บขยะชายหาดที่สร้างขึ้นเองในประเทศ โดยใช้วัสดุภายในประเทศภายในประเทศมีความยาว 3700 มิลลิเมตร ความกว้างเท่ากับ 1600 มิลลิเมตร การวิเคราะห์ค่าความเค้นที่เกิดขึ้นในเสื้อลูกปืนโดยใช้วิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์

จากผลการทดลองพบว่ารถพ่วงเก็บขยะชายหาดที่ออกแบบและสร้างขึ้นใช้งานมีความเร็วประมาณ 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สามารถเก็บและลำเลียงขยะได้ต่อเนื่อง 120 กิโลกรัมต่อชั่วโมงและอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 9.52 ลิตรต่อชั่วโมงที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1600 รอบต่อนาที ค่าความเค้นVon Mises ที่เกิดขึ้นสูงสุดเท่ากับ 248 MPa

คำสำคัญ : ความแตกหักของ เสื้อลูกปืน รถพ่วงเก็บขยะชายหาด ไฟไนต์เอลิเมนต์

Abstract

Many beaches in Thailand are tourist attraction. Large number of tourists visited these beaches but they also deposited a large amount of garbage that local officers must collect and transport them to garbage dumping area at a very high cost. The purpose of the research project is to design and construct a beach cleaning trailer that can be constructed. In order to really meet the objective, the design and material selection were stressed on the use of local materials and local production. The beach cleaning trailer was 3700 x 1600 square millimeter. A finite element method was employed to analyze the distribution of stresses in the bearing housing.

The result from the field test showed that, the beach cleaning trailer can operate at a maximum speed about 6 kilometer per hour and the collecting capacity is 120 kilogram per hour continuous operation The engine speed is about 1600 rpm and the corresponding fuel consumption is 9.52 liters per hour .The maximum Von Mises stress was 248 MPa.

Keywords: failure, bearing housing, beach cleaning trailer, finite element method

1. บทนำ

หาดบางแสนจังหวัดชลบุรีมีชายฝั่งทะเลยาว 5 กิโลเมตร [1] ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคมของทุกปีจะพบปัญหาหมีขยะบนพื้นทรายประมาณ 10 ลูกบาศก์เมตรต่อเมตรซึ่งเป็นถุงพลาสติกและลูกสะเม เป็นต้น ในช่วงฤดูฝนจะมีลมพัดแรงและมีมรสุมพัดเข้าหาฝั่งทำให้หมีขยะที่มากับน้ำ ซึ่งไหลมาจากแม่น้ำบางปะกงลอยมาติดชายฝั่งจำนวนมาก เทศบาลแสนสุขได้ดำเนินการแก้ไขโดยการติดตั้งทุ่นดักขยะในทะเลห่างจากชายฝั่งออกไปประมาณ 5 กิโลเมตร สามารถป้องกันไม่ให้ขยะเข้าสู่ชายหาดบางแสนได้จำนวนหนึ่ง แต่ในปัจจุบันทุ่นดักขยะกลางทะเลซึ่งใช้งานมานานเกิดชำรุด เทศบาลเมืองแสนสุขจังหวัดชลบุรี ได้ส่งนำเข้ารถเทรลเลอร์เก็บขยะริมชายหาดแต่ปัจจุบันไม่สามารถนำมาใช้งานได้ต่อเพราะขาดอะไหล่ที่จำเป็นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศสาเหตุใหญ่เกิดจากระบบสายพานลำเลียงไปอยู่กับด้านข้างเนื่องจากสภาพพื้นที่ชายหาดบางแสนไม่ราบเรียบมีความลาดเท เทศบาลเมืองแสนสุขต้องจัดเจ้าหน้าที่และใช้รถดักและรถแทรกเตอร์ติดคราดออกเก็บขยะริมชายฝั่งทะเลและทำความสะอาดในช่วงเช้า [1] (www.saensukcity.com/10 กรกฎาคม 2552) เพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ผู้วิจัยจึงพัฒนาและออกแบบรถพ่วงเก็บขยะชายหาดที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศริมชายหาดของประเทศไทยโดยเลือกใช้วัสดุที่ผลิตใน

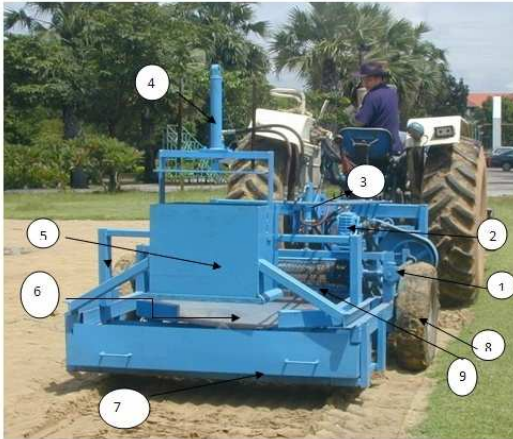
ประเทศและวิเคราะห์ความเค้นของเสื่อลูกรันที่ใช้กับรถพ่วงเก็บขยะชายหาดเพื่อมิให้เกิดการแตกเสียหาย

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของรถพ่วงเก็บขยะชายหาด

1. เครื่องยนต์กำลังใช้รถแทรกเตอร์ขนาดมากกว่า 60 แรงม้า
2. ระบบยกใช้ระบบไฮดรอลิก เพื่อให้ทำงานได้สะดวก
3. มี ระบบคัดแยกทรายออกจากขยะ เพื่อให้ทรายตกลงอยู่บนพื้นชายหาดและไม่ตกอยู่ในที่เก็บขยะด้านหลัง
4. ระบบลำเลียงสำหรับโครงสร้างของระบบลำเลียงเป็นโครงสร้างแบบดักมีขนาดกว้าง x ยาว 105 x 145 เซนติเมตร
5. ระบบถ่ายทอดกำลังใช้ที่โซ่สายพานและเพลลาอานวยกำลังการส่งถ่ายกำลังสำหรับเครื่องทุ่นแรงโดยทั่วไปจะใช้โซ่และสายพานเนื่องจากราคาไม่แพง เพลลาอานวยกำลังเป็นตัวเชื่อมในการเชื่อมต่อในการส่งกำลังของรถแทรกเตอร์ ข้อเสียการจับด้วยโซ่อยู่ที่โซ่จะหลุดได้ง่ายเนื่องจากการสึกหรอ ทำให้เสียหายได้
6. ระบบเคลื่อนย้ายใช้รถแทรกเตอร์ลาก

7. ระบบอัดใช้ระบบไฮดรอลิก ซึ่งสามารถอัดขยะประเภทกระป๋องและขวดพลาสติกได้ เพื่อให้ได้ปริมาตรที่เหมาะสมในการจัดเก็บหรือการขนส่งและรีไซเคิล



รูปที่ 1 รถพ่วงเก็บขยะชายหาด 1) ลูกเบี้ยวเขี่ยตะแกรง 2) ชุดเกียร์ทด 3) กระบอกไฮดรอลิกด้านหน้า 4) กระบอกไฮดรอลิกด้านหลัง 5) ชุดบีบอัด 6) ชุดเขี่ยทราย 7) ชุดถาดรองรับขยะ 8) ล้อ 9) ชุดลำเลียงขยะ

2.2 โมเดลอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการปฏิบัติงานเฉพาะ

โมเดลอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการปฏิบัติงานเฉพาะหาได้จากแรงม้าทั้งหมดของรถแทรกเตอร์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานและแรงม้าของเพลาลำนำยกำลังหารด้วย แรงม้าเฉลี่ยสูงสุด (rated maximum) จะได้เปอร์เซ็นต์ภาระของเครื่องยนต์ อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ณ ภาระใดตามมาตรฐาน ASAE0497 clause3[3]

$$F_{EC} = F_{spc} \frac{P_{Total}}$$

ในที่นี้

F_{EC} = ค่าประมาณอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในการปฏิบัติงานลิตรต่อชั่วโมง

P_{Total} = แรงม้าทั้งหมดของรถแทรกเตอร์ (เทียบเท่าแรงม้าเพลาลำนำยกำลัง) ในการปฏิบัติงาน kW(1 แรงม้า = 0.74 kW)

F_{spc} = อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะของรถแทรกเตอร์ตามมาตรฐาน ASAED497, clause3, ลิตรต่อกิโลวัตต์ หรือคำนวณหาอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุด = ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ x 3600/เวลา (วินาที)

2.3 การวิเคราะห์ความเค้นโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

ในการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ เริ่มจากการสร้างสมการอนุพันธ์เริ่มต้นที่เหมาะสมกับปัญหารวมถึงการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้น และเงื่อนไขขอบเขตของปัญหา(Boundary condition) แบ่งรูปร่างของปัญหาที่พิจารณาให้เป็นชิ้นส่วนเล็กๆ เรียกว่าเอลิเมนต์ (element) โดยที่แต่ละเอลิเมนต์จะเชื่อมต่อกันที่จุดต่อเรียกว่าโนด (node) โดยที่เอลิเมนต์แต่ละเอลิเมนต์จะถูกกำหนดด้วยสมการที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานที่ว่าสมการที่สร้างขึ้นมานั้นต้องสอดคล้องกับสมการของปัญหาที่ทำการพิจารณาจากนั้นจึงนำสมการของแต่ละเอลิเมนต์ที่ได้มาประกอบรวมกันทำให้เกิดระบบสมการชุดใหญ่ในรูปของเมตริกซ์และขนาดของเมตริกซ์ขึ้นอยู่กับวิธีการแบ่งเอลิเมนต์ของแบบจำลอง จากนั้นทำการแก้สมการใหญ่ออกมาเพื่อหาผลเฉลยโดยประมาณจากสมการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) [4]

ในการวิเคราะห์ความเค้นของเสื้อลูกป็นโดยใช้วิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์นี้กำหนดให้เงื่อนไขขอบเขตแบบสถิตย์และยังพบว่าทฤษฎีความเสียหายของ Von Mises สามารถทำนายผลการครากของชิ้นงานได้ดีทุกสภาวะของความเค้นทฤษฎีดังกล่าวจะมีรูปสมการดังนี้ [5]

$$\sigma_{VONMises} = \frac{1}{\sqrt{3}} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]^{\frac{1}{2}}$$

วิเคราะห์ความเค้นเสื่อลูกปืน

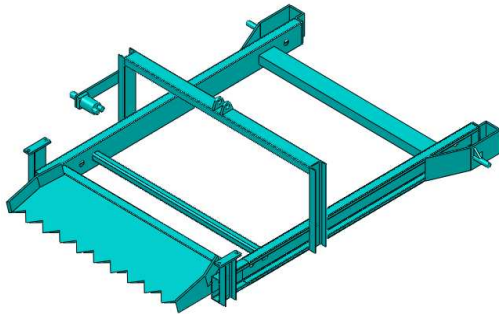
น้ำหนักชุดโครงสร้างลำเลียงที่กระทำต่อเสื่อลูกปืน

Unit weight (kN/m³) [5]

เหล็กกล้า (Carbon Steel): 76.5 kN/m³

เหล็กหล่อ (Cast Iron): 70.6 kN/m³ [6]

1. โครงสร้างลำเลียงขยะ

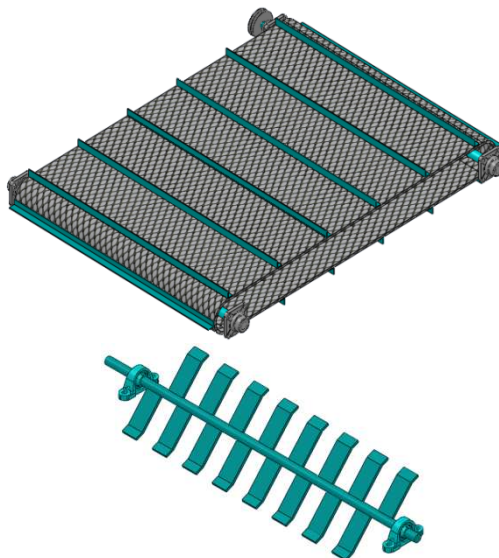


ปริมาตร = 17,607,848.45 mm³ = 0.018 m³

น้ำหนัก = 0.018 m³ (76.5kN/m³) = 1,377 N (1)

รูปที่ 2 โครงสร้างลำเลียงขยะ (ที่มา: กุศล, 2553) [8]

2. ชุดลำเลียงขยะ



รูปที่ 3 ชุดลำเลียงขยะ (ที่มา: กุศล, 2553) [8]

เหล็กฉากลำเลียง 1 เส้น ขนาด 30x30 mm

หนา 3 mm

เหล็กฉากลำเลียง 1 เส้น มีความยาว 1.05 m

เหล็กฉากที่ใช้ทั้งหมด 14 เส้น

Unit Weight ของเหล็กฉาก = 1.36 kg/m
(จากตารางเหล็ก)

มวลของเหล็กฉากลำเลียงทั้งหมด =

14(1.36 kg/m x 1.05 m) = 20 kg

ดังนั้น น้ำหนักของเหล็กฉากลำเลียง = 20

kg x 9.81 m/s² = 197 N (2)

ตะแกรงขนถ่าย + โซ่ขับเคลื่อนตะแกรงมีมวล

ประมาณ 20 kg ดังนั้น น้ำหนัก = 20 kg x 9.81 m/s² =

197 N (3)

เพลาลำเลียงมีปริมาตร = 1,144,285.85 mm³

= 0.0011 m³

น้ำหนักเพลาลำเลียง = 0.0011 m³ x 76.5 kN/m³ =

84 N

มีท่อน้ำพลาสติกทั้งหมดที่ติดอยู่กับเพลาลำเลียง

ทั้งหมด 4 ท่อน มวลประมาณ 5 kg

น้ำหนักท่อพลาสติก = 5 kg x 9.81 m/s² =

49.05 N

ใช้เพลาลำเลียงทั้งหมด 2 ชุด = 2(49.05 N +

84 N) = 266.1 N (4)

ตลับลูกปืนที่ติดกับแกนเพลาลำเลียงทั้ง 4

ตัว ปริมาตรตลับลูกปืน 1 ตัว = 172,460.61

mm³ = 0.0002 m³

น้ำหนักตลับลูกปืน 1 ตัว = 0.0002 m³ x

70.6 kN/m³ = 14.12 N

ดังนั้น น้ำหนักตลับลูกปืน 4 ตัว = 4 x 14.12

N = 56.48 N (5)

ปริมาตร Pulley ขับเพลาลำเลียง = 171,234.92 mm³

= 0.0002 m³

$$\text{ดังนั้น น้ำหนัก Pulley ขับเพลลา} = 0.0002 \text{ m}^3 \\ \times 70.6 \text{ kN/m}^3 = 14.12 \text{ N} \quad (6)$$

$$\text{ปริมาตรเพลลาควาซยะ} = 2,422,873.63 \\ \text{mm}^3 = 0.0024 \text{ m}^3$$

$$\text{ดังนั้น น้ำหนักเพลลาควาซยะ} = 0.0024 \text{ m}^3 \\ \times 76.5 \text{ kN/m}^3 = 183.6 \text{ N} \quad (7)$$

Pulley ที่ใช้ในการขับเคลื่อนเพลลาซยะ

$$\text{Pulley เล็ก } V = 52701.41 \text{ mm}^3 = 0.000053 \text{ m}^3 \\ W = 0.000053 \text{ m}^3 \times 70.6 \text{ kN/m}^3 = 3.74 \text{ N} \\ \text{Pulley ใหญ่ } V = 255,933.78 \text{ mm}^3 = \\ 0.00026 \text{ m}^3$$

$$W = 0.00026 \text{ m}^3 \times 70.6 \text{ kN/m}^3 = 18.36 \text{ N} \\ \text{ดังนั้น น้ำหนัก Pulley ทั้ง 2} = 3.74 \text{ N} + \\ 18.36 \text{ N} = 22.1 \text{ N} \quad (8)$$

ชุดรอบกลไกขับเคลื่อนเพลลาควาซยะ

$$V = 266,573.57 \text{ mm}^3 = 0.00027 \text{ m}^3 \\ W = 0.00027 \text{ m}^3 \times 76.5 \text{ kN/m}^3 = 20.7 \text{ N} \quad (9)$$

ตลับลูกปืนเพลลาควาซยะ

$$V = 139,493.28 \text{ mm}^3 = 0.00014 \text{ m}^3 \\ W = 0.00014 \text{ m}^3 \times 70.6 \text{ kN/m}^3 = 9.88 \text{ N} \text{ ใช้} \\ \text{ทั้งหมด 2 ตลับ} = 9.88 \text{ N} \times 2 = 19.76 \text{ N} \quad (10)$$

น้ำหนักรวมของระบบขนถ่ายทั้งหมด

$$(W_{\text{รวม}}) = (1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)+(7)+(8)+(9)+(10) \\ = 1,377 + 197 + 197 + 266.1 + 56.48 + 14.12 + \\ 183.6 + 22.1 + 20.7 + 19.76 = \mathbf{2,353.86 \text{ N}}$$

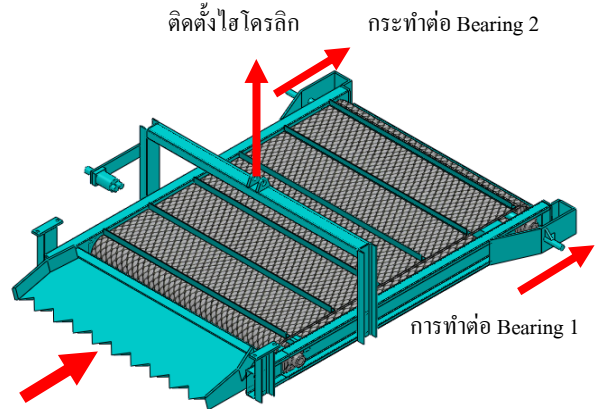
บริเวณที่รองรับน้ำหนักมีทั้งหมด 3 จุด ดังนี้ บริเวณที่ติดตั้งไฮดรอลิก และบริเวณตลับลูกปืนทั้ง 2 ด้าน โดย 3 บริเวณนี้รับน้ำหนักโดยเฉลี่ยที่เท่ากัน โดยแรงที่กระทำในแต่ละบริเวณ เท่ากับ $2,353.86 \text{ N} / 3 = \mathbf{784.62 \text{ N}}$

น้ำหนักรวมของระบบขนถ่ายทั้งหมด

$$(W_{\text{รวม}}) = \mathbf{2,353.86 \text{ N}}$$

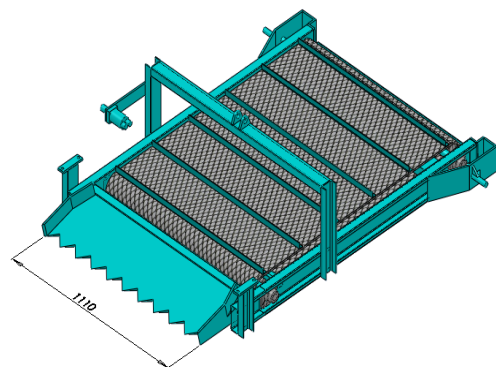
บริเวณที่รองรับน้ำหนักมีทั้งหมด 3 จุด ดังนี้ บริเวณที่ติดตั้งไฮดรอลิก และบริเวณตลับลูกปืนทั้ง 2 ด้าน โดย 3 บริเวณนี้รับน้ำหนักโดยเฉลี่ยที่เท่ากัน โดยแรงที่กระทำในแต่ละบริเวณ เท่ากับ $2,353.86 \text{ N} / 3 = \mathbf{784.62 \text{ N}}$

แรงต้านทรายที่กระทำต่อเสื่อลูกปืน



รูปที่ 4 แรงต้านทรายที่กระทำต่อเสื่อลูกปืน (ที่มา: กุศล, 2553) [8]

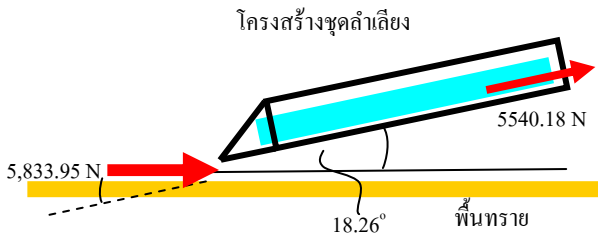
แรงต้านทรายที่กระทำต่อโครงสร้างลำเลียง ขยะโดยประมาณ เท่ากับ $30 \text{ lb/inch. width}$ หรือ $133.5 \text{ N/inch. width}$ ($1 \text{ lb} = 4.45 \text{ N}$)



รูปที่ 5 ความกว้างของโครงสร้างชุดลำเลียง (ที่มา: กุศล, 2553) [8]

ความกว้างของ โครงสร้างชุดลำเลียง
หน้าสัมผัสทราย = 1,110 มิลลิเมตร (mm) หรือ 43.70
นิ้ว (inch)

ดังนั้น แรงที่กระทำต่อชุดลำเลียง = 133.5
N/inch. width x 43.70 inch = 5,833.95 N



รูปที่ 6 แสดงค่าแรงด้านทรายที่กระทำต่อชุดลำเลียง
(ที่มา: กุศล, 2553) [8]

ชุดโครงสร้างลำเลียงเอียงทำมุม 18.26° กับ
พื้นราบ

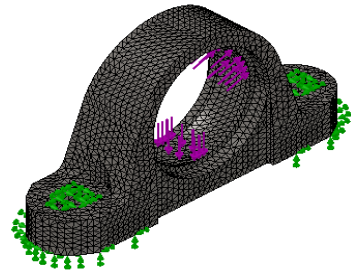
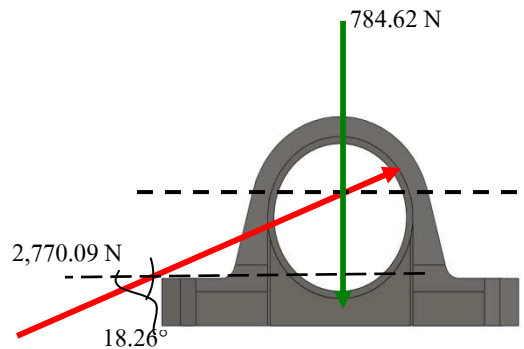
แรงที่กระทำ = 5,833.95 N (cos 18.26°) =
5540.18 N

บริเวณที่รองรับแรงที่มากระทำจากแรงด้าน
ทราย มีทั้งหมด 3 บริเวณดังนี้ บริเวณที่ติดตั้งกระบอกลูก
ไฮดรอลิก และตลับลูกปืนทั้ง 2 ด้าน โดยที่สมมุติให้
กระบอกลูกไฮดรอลิก จะรับภาระแรงในแนวแกนเพียง
อย่างเดียว ดังนั้นค่าของแรงกระทำในระนาบที่ขนาน
กับพื้น 18.26 องศา จะกระทำตรงจุดรองรับตลับลูกปืน
ทั้งสองบริเวณดังนี้

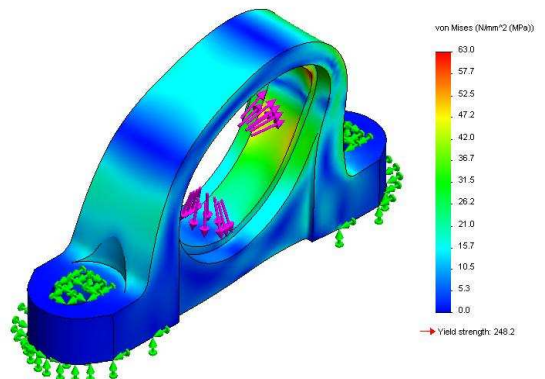
แรงที่กระทำต่อตลับลูกปืน ทั้งสองมีค่า
เท่ากับ $5,540.18 \text{ N} / 2 = 2,770.09 \text{ N}$

เมื่อพิจารณาแล้วแรงที่จะกระทำให้ ตลับ
ลูกปืน เกิดการพังทลายได้นั้น จะเป็นแรงอัน

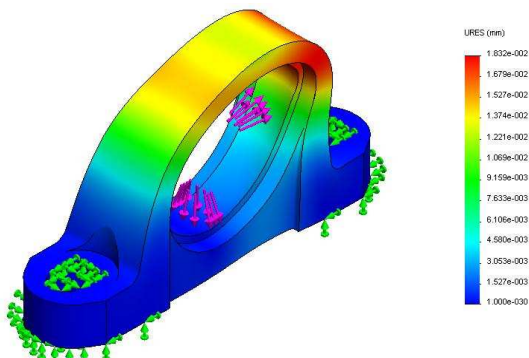
เนื่องมาจากแรงด้านทรายที่กระทำต่อ โครงสร้าง
ลำเลียง เพราะมีขนาดของแรงที่สูงกว่า แรงอัน
เนื่องจากรน้ำหนักของระบบขนถ่าย



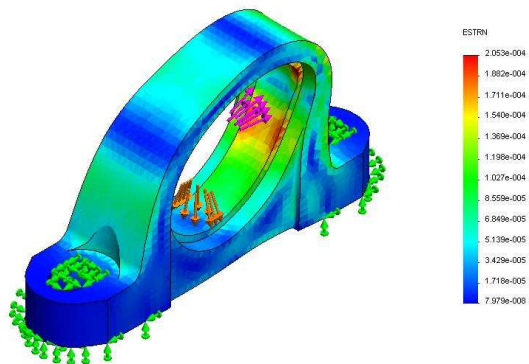
รูปที่ 7 แรงด้านทรายที่กระทำต่อตลับลูกปืน (ที่มา:
กุศล, 2553) [9]



รูปที่ 8 แถบสีแสดงค่าความเค้น Von Mises ที่เกิดขึ้น
สูงสุด 248 MPa (ที่มา: กุศล, 2553) [9]



รูปที่ 9 แถบสีแสดงค่าการขจัดที่เกิดขึ้นบนเสื้อลูกปืน
(ที่มา: กุศล, 2553) [9]



รูปที่ 10 แสดงการกระจายตัวของความเครียดและการกระจายค่าความปลอดภัยของเสื้อลูกปืน
(ที่มา: กุศล, 2553) [9]

Material Properties

No.	Study Name	Material	Mass	Volume
1	SYK_25_TF_housing_bearing_2	Cast Carbon Steel	0.678171 kg	8.69451e-005 m ³

Material name:		Cast Carbon Steel
Description:		
Material Sources:		
Material Model Type:		
Default Failure Criteria:		
Application Data:		

Property Name	Value	Units	Value Type
Elastic modulus	2e+011	N/m ²	Constant
Poisson's ratio	0.32	NA	Constant
Shear modulus	7.6e+010	N/m ²	Constant
Mass density	7850	kg/m ³	Constant
Tensile strength	4.825e+008	N/m ²	Constant
Yield strength	2.4817e+008	N/m ²	Constant
Thermal expansion coefficient	1.2e-005	Kelvin	Constant
Thermal conductivity	10	W/(m.K)	Constant
Specific heat	500	J/(kg.K)	Constant

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางกลของเสื้อลูกปืน SYK25TF [7]

Mesh Information

Mesh Type:	Solid Mesh
Mesh Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Smooth Surface:	On
Jacobian Check:	4 Points
Element Size:	2.5 mm
Tolerance:	0.125 mm
Quality:	High
Number of elements:	39560
Number of nodes:	60231
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:06
Computer name:	NH2G_XX

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ [9]

Study Results

Default Results

Name	Type	Min	Location	Max	Location
Stress1	VON: von Mises Stress	0.021973 N/mm ² (MPa) Node: 59479	(7.34764e-016 mm, -33.0714 mm, 61 mm)	283.972 N/mm ² (MPa) Node: 860	(-7.50132 mm, 11.3136 mm, -22.2601 mm)
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 47	(6 mm, -20.5 mm, -55 mm)	0.0793876 mm Node: 40729	(-12.6218 mm, 17.0154 mm, -25.0565 mm)
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	1.57846e-007 Element: 30091	(-0.8886 mm, -35.4684 mm, 61.5185 mm)	0.000917664 Element: 8962	(6.81894 mm, 14.2097 mm, -35.9047 mm)

ตารางที่ 3 สรุปผลการศึกษาการวิเคราะห์ความแตกหักของเสื้อลูกปืนของรถพ่วงเก็บขยะชายหาด (ที่มา: กุศล, 2553) [9]

3. ผลการศึกษา

อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุด 9.52 ลิตรต่อชั่วโมงที่ 1600 รอบต่อนาที สำหรับความสามารถของชุดลำเลียงส่วนหน้าสู่ชุดเขย่าทรายใช้เวลา 6.35 นาที สามารถลำเลียงขยะได้ประมาณ 13.43 กิโลกรัม การถ่ายทอดกำลังของมูลย์เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ซึ่งเป็นตัวขับเคลื่อนด้วยความเร็วเฉลี่ย 185.56 รอบต่อนาทีถ่ายทอดกำลังโดยใช้สายพานร่องวี จำนวน 2 เส้นขับเคลื่อนด้วยตัวตามมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้วมีค่าความเร็วเฉลี่ย 141.12 รอบต่อนาที ทำให้ลูกเบี้ยวเขย่าตะแกรง 47 ช่วงชักต่อนาที

จากผลการวิเคราะห์ความเค้นซึ่งแสดงโดยแถบสีต่าง ๆ พบว่าความเค้นสูงสุดเกิดขึ้น 248.2 MPa ที่ด้านในคานขาของเสื้อลูกปืนซึ่งมีค่าในเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งมีค่าเท่ากับ 215-790 MPa [10]แสดงว่าเสื้อลูกปืนสามารถใช้งานได้ปลอดภัย

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

อุปกรณ์หลักของรถพ่วงเก็บขยะชายหาดประกอบด้วยชุดสายพานลำเลียง ชุดเขย่าทราย ชุดถาดรองรับขยะ ชุดบีบอัดไฮดรอลิกและคันกำลัง ข้อเสนอแนะควรมีการพัฒนาการพ่วงเก็บขยะชายหาดแบบเคลื่อนที่ได้ด้วยตัวเองและเพลากวาดขยะควรเปลี่ยนเป็นแบบซี่และมีการประเมินตามหลักเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของรถพ่วงเก็บขยะชายหาด

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ กองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่ให้ทุนสนับสนุน

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] เทศบาลเมืองแสนสุข, ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข,2552.
- [2] เทศบาลเมืองแสนสุข ออนไลน์เข้าถึงได้จาก www.saensukcity.com [วันที่ 10 กรกฎาคม 2552] ASAE(American Society of Agricultural Engineers) Standards. Agricultural Machinery Management. 2000.
- [3] ASAE (American Society of Agricultural Engineers) Standards, Agricultural Machinery Management,2000.
- [4] ปราโมทย์ เดชะอำไพ, สุทธิศักดิ์ พงษ์ธนาพานิช, ไฟไนต์เอเลเมนต์อย่างง่ายพร้อมซอฟต์แวร์,สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.กรุงเทพฯ.433 น.2548.
- [5] อุดมศักดิ์ สุกกร, การวิเคราะห์การแตกหักของเฟืองขับโซ่โดยใช้วิธีไฟไนต์เอเลเมนต์, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(วิศวกรรมเครื่องกล) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 133 น., 2545.
- [6] Joseph E. Shigiey, Charies R. Mischke and Richard G. Budynas, 7th Edition Mechanical Engineering. Table A-5 p.963. 2004
- [7] บริษัท SKF . ออนไลน์เข้าถึงได้จาก www.skf.com [วันที่ 10 สิงหาคม 2553]
- [8] กุศล ประกอบการ,แบบรถพ่วงเก็บขยะโดยใช้โปรแกรม Solidwork.,2553.

- [9] กุศล ประกอบการ,การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์โดยโปรแกรม Cosmoswork, 2553. Elsevier Butterworth-Heinchemann, Italy, 603 p. 2005.
- [10] Michalel F. Ashby, 3thMaterials Selection inch Mechanical Design. TableC.7 p.524,