



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การออกแบบสปริงแหนบเสริมรถกระบะ
เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก

**A Pickup Trucks Leaf Spring Design
to Enhance Weight Endurance**

โดย

รัชชัณนัท เหมทานนท์ 622310002

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

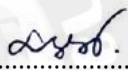
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม


ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2565

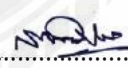
หัวข้อโครงการ : การออกแบบสปริงแหนบเสริมรถกระบะเพื่อเพิ่มความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก
: A Pickup Trucks Leaf Spring Design to Enhance Weight Endurance
รายชื่อผู้จัดทำ : รัชชัณนัท เหมทานนท์ 6223100002
ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา : 1/2565
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย


อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ประจำปีภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบโครงการงาน


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย)


.....พนักงานที่ปรึกษา
(จ.ส.อ รุ่งสว่าง เขมะกนก)


.....กรรมการกลาง
(อาจารย์สมบัติ หิรัญวรรณพงษ์)


.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผศ.ดร.มารุจ ลิมปะวัฒน์นะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

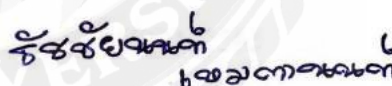
วันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ.2565

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

ตามที่ รัชชัชฌันท์ เหมทานนท์ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 22 สิงหาคม 2565 ถึง วันที่ 9 ธันวาคม 2565 ในตำแหน่ง นายสิบยุทธการและการฝึก ณ กองสรรพาวุธเบา กองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้ อากาศยาน และได้รับมอบหมายงานจากสายงานยุทธการและการฝึก ให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง “การออกแบบสปริงเหน็บเสริมรถกระบะเพื่อเพิ่มความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก” เพื่อเป็นแนวทางในการเสริมสปริงเหน็บ

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้ว ผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษา
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ



รัชชัชฌันท์ เหมทานนท์

รัชชัชฌันท์ เหมทานนท์

นักศึกษาสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ กองสรรพาวุธเบา กองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน ตั้งแต่วันที่ 22 สิงหาคม 2565 ถึงวันที่ 9 ธันวาคม 2565 ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และ ประสบการณ์ต่างๆที่มีค่ามากมายสำหรับรายงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

- | | | |
|-------------------|--------------|-------------------------|
| 1.ร.อ. บัลลังก์ | โศธรวงศ์ | นายทหารยุทธการและการฝึก |
| 2.จ.ส.อ. รุ่งสรวง | เขมะกนก | นายสิบยุทธการและการฝึก |
| 3.ดร.ชาญชัย | วิรุณฤทธิชัย | อาจารย์ที่ปรึกษา |

และบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริง ซึ่งผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

รัชชายนนท์ เหมทานนท์

9 ธันวาคม 2565

Project Name : A Pickup Trucks Leaf Spring Design to Enhance Weight Endurance
Author : Tatchainon Hemtanon 6223100002
Advisor : Dr. Chanchai Wiroonritichai
Educational level : Bachelor of Engineering
Major : Mechanical Engineering
Faculty : Faculty of Engineering
Semester/ Academic Year: 1/2022

abstract

The Ordnance Company, Air Defense Division, has ordnance equipment transport and other equipment such as tires, car batteries, and spare parts that might frequently lead to being overweight. This project was created to redesign the leaf spring's that can overcome the current performance by using Solid Works software to illustrate, simulate, and analyze the endurance limit and the maximum load of the original leaf spring and to redesign a better leaf spring. According to the research analysis, the performance of the spring limitation was 913.34 kg. The additional leaf spring has been design to be added to increase the limit to 2,144.74 kg. This report can be the guideline for any further additional pickup truck leaf springs that might be needed in the future.

Keywords: leaf spring, pickup truck, solid works

Approved By

.....

ชื่อโครงการ	: การออกแบบสปริงแหนบเสริมรถกระบะเพื่อเพิ่มความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก
	: A Pickup Trucks Leaf Spring Design to Enhance Weight Endurance
ผู้จัดทำ	: รัชชัชฌันท์ เหมทานนท์ 6223100002
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ดร. ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย
ระดับการศึกษา	: วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
คณะ	: วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา	: 1/2565

บทคัดย่อ

เนื่องจาก กองสรรพาวุธเบา กองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน มีการขนส่งสิ่งอุปกรณ์สายสรรพาวุธ และสิ่งอุปกรณ์ของกองทัพเป็นจำนวนมาก เช่น ยางรถยนต์ แบตเตอรี่รถยนต์ ชิ้นส่วนอะไหล่ในการซ่อมรถยนต์ ฯลฯ อาจมีการบรรทุกน้ำหนักเกินขีดจำกัดอยู่บ่อยครั้ง จึงได้จัดทำรายงานนี้ เพื่อออกแบบสปริงแหนบเสริมรถกระบะให้เพิ่มความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกได้มากกว่าเดิม โดยใช้ซอฟต์แวร์ Solid works ในการจำลองปัญหาและออกแบบ วิเคราะห์ขีดจำกัดความทนทาน และภาระสูงสุดที่สปริงแหนบเดิมรับได้ และออกแบบสปริงแหนบเสริมจากวิเคราะห์สปริงแหนบเดิมรับภาระได้ 913.34 kg จึงได้ออกแบบสปริงแหนบเสริมเพิ่มเข้าไปทำให้สปริงแหนบที่ได้ออกแบบรับภาระได้ 2,144.74 kg และเป็นแนวทางในการเสริมสปริงแหนบ

คำสำคัญ : สปริงแหนบ รถกระบะ Solid works

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการทำโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 แหนบ (leaf spring)	2
2.2 การติดตั้งแหนบและวัตถุประสงค์การทำให้เหล็กเป็นสปริง	2
2.3 หลักการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของความเค้นที่เกิดขึ้นบนแหนบ	5
2.4 หลักการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะยวบที่เกิดขึ้นบนแหนบ	6
2.5 ขั้นตอนในการหาขีดจำกัดความทนของชิ้นงานภายใต้ภาระการล้า	11
2.6 ทฤษฎีความเค้นสลับเปลี่ยนแปลงขึ้น-ลง	15
2.7 เส้นกู๊ดแมน (Goodman Line)	15
2.8 ทฤษฎีหาอายุการใช้งาน	16
2.9 ขั้นตอนในการหาภาระสูงสุดที่แรงกระทำกับสปริง	17
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานที่ปฏิบัติงาน	18
3.2 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน	20
3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร	20
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย	20
3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	20
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	20
3.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ	20
3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	21

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.9 ขั้นตอนดำเนินการ	22
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ	
4.1 การวิเคราะห์ สปริงเหนบเดิม โดยใช้โปรแกรม Solid works	32
4.2 การวิเคราะห์ สปริงเหนบเดิม โดยใช้ทฤษฎี	38
4.3 การออกแบบ สปริงเหนบเสริม โดยใช้โปรแกรม Solid works	41
4.4 การวิเคราะห์ สปริงเหนบเสริม โดยใช้ทฤษฎี	47
4.5 ผลจากการปฏิบัติงาน	50
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลโครงการ	52
5.2 ข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก	54
ภาคผนวก ก.	55
ภาคผนวก ข.	56
ภาคผนวก ค.	58
ประวัติผู้จัดทำ	60

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 Data Table for: Steel Grades : Carbon Steel : SAE 5160	4
2.2 องค์ประกอบทางเคมี SAE 5160	4
2.3 แสดงค่าคงที่ของผิวหน้าชิ้นงาน	11
2.4 แสดงค่า S_r และ S_{RT}	13
3.1 ฝั่งเวลาการทำงาน	21
4.1 ตารางเปรียบเทียบ สปริงเหน็บเดิมและสปริงเหน็บเสริม	50



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แหนบ (leaf spring)	2
2.2 การยึดแหนบเข้ากับโครงรถและเพลาล้อ	3
2.3 แสดงแบบจำลองของสปริงแหนบที่มีลักษณะคล้ายคานยึดแน่นที่ปลายด้านหนึ่ง	5
2.4 แสดงรูปแบบความกว้างของสปริงแหนบ	6
2.5 แสดงรูปแบบการยุบตัวของสปริงแหนบภายใต้โมเมนต์คด	6
2.6 แสดงรูปแบบการยุบตัวของชิ้นส่วนย่อยภายใต้โมเมนต์คด	7
2.7 แสดงส่วนโค้งที่เกิดขึ้นภายใต้โมเมนต์คด	8
2.8 แสดงตำแหน่งหน้าตัดเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์กระทำ ความยาว	9
2.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวประกอบของจำนวนชั้นและความหนาของสปริงแหนบ	10
2.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการหาค่า K_r	14
2.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการหาค่า q	14
2.12 แสดงผลของความเค้นสลับขึ้น-ลง	15
2.13 แสดงรูปแบบของเส้นกูดแมน	16
2.14 การใช้กฎของไมเนอร์เพื่อหาอายุการใช้งานของชิ้นงาน	16
3.1 แผนที่ตั้ง กองสรรพาวุธเบา กองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน	18
3.2 กองสรรพาวุธเบา กองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน	19
3.3 โรงซ่อม กองสรรพาวุธเบา กองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน	19
3.4 การจัดหน่วย อจย. 9 - 25 (15 ม.ค. 18)	20
3.5 Chevrolet Colorado รุ่น 2.5 TD (LS)	23
3.6 วัดระยะกึ่งกลางหูลงแหนบซ้าย ถึงขวา	24
3.7 แหนบแผ่นที่ 2	25
3.8 แหนบแผ่นที่ 3	25
3.9 แหนบแผ่นที่ 4	26
3.10 แหนบแผ่นที่ 5	26
3.11 วัดความลึกส่วนโค้งของแหนบ	27
3.12 วัดใบแหนบ ความกว้าง	28
3.13 วัดใบแหนบ ความหนา	29
3.14 วัดขนาดรูขงยางหูลงแหนบ	30
3.15 แสดงถึงขนาดต่างๆของชุดสปริงแหนบที่ถักนำวาดด้วย โปรแกรม Solid works	31

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 กำหนดขนาดความยาวสปริงแหนบ	32
4.2 กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบูชยางสปริงแหนบ	32
4.3 กำหนดขนาดความหนาสปริงแหนบ	33
4.4 กำหนดขนาดความกว้างสปริงแหนบ	33
4.5 กำหนด Material สปริงแหนบ SAE5160	34
4.6 กำหนดจุด Fixed Geometry สปริงแหนบ	34
4.7 กำหนดจุด Roller/Slider สปริงแหนบ	35
4.8 กำหนดแรงกระทำกับสปริงแหนบ 4905 N	35
4.9 ความเค้น	36
4.10 ระยะเปลี่ยนแปลง	36
4.11 ความเครียดสูงสุด	37
4.12 ค่าความปลอดภัย	37
4.13 กำหนดขนาดความยาวสปริงแหนบ	41
4.14 กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบูชยางสปริงแหนบ	41
4.15 กำหนดขนาดความหนาสปริงแหนบ	42
4.16 กำหนดขนาดความกว้างสปริงแหนบ	43
4.17 กำหนด Material สปริงแหนบ SAE5160	43
4.18 กำหนดจุด Fixed Geometry สปริงแหนบ	44
4.19 กำหนดจุด Roller/Slider สปริงแหนบ	44
4.20 กำหนดแรงกระทำกับสปริงแหนบ 4905 N	45
4.21 ความเค้น	45
4.22 ระยะเปลี่ยนแปลง	46
4.23 ความเครียดสูงสุด	46
4.24 ค่าความปลอดภัย	47
ก.1 เวอร์เนียคาลิเปอร์	55
ก.2 ตลับเมตร	55
ข.1 ภาพด้านหน้ารถ Chevrolet Colorado รุ่น 2.5 TD (LS)	56
ข.2 ภาพด้านหลังรถ Chevrolet Colorado รุ่น 2.5 TD (LS)	56

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.3 เนมเพลทรถ Chevrolet Colorado รุ่น 2.5 TD (LS)	57
ข.4 รถ Chevrolet Colorado รุ่น 2.5 TD (LS)	57
ค.1 นักศึกษาและพนักงานที่ปรึกษาประชุมออนไลน์กับอาจารย์ที่ปรึกษาผ่าน โปรแกรม Zoom	58
ค.2 นักศึกษาขณะปฏิบัติงาน	58
ค.3 นักศึกษาขณะปฏิบัติงาน	59
ค.4 นักศึกษาขณะปฏิบัติงาน	59



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากสถานที่ทำงานเป็นส่วนหนึ่งของหน่วยซ่อมบำรุงสนับสนุนโดยตรงของ กองทัพบก มีการขนส่งสิ่งอุปกรณ์สายสรรพาวุธ และสิ่งอุปกรณ์ของกองทัพบกเป็นจำนวนมาก เช่น ยางรถยนต์ แบตเตอรี่รถยนต์ ชิ้นส่วนอะไหล่ในการซ่อมรถยนต์ ฯลฯ อาจมีการบรรทุกน้ำหนักเกินขีดจำกัดอยู่บ่อยครั้ง จึงได้จัดทำรายงานนี้ เพื่อออกแบบสปริงแทนบเสริมของรถกระบะให้เพิ่มความสามารถในรับภาระได้มากกว่าเดิม และเป็นแนวทางในการเสริมสปริงแทนบ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อเพิ่มความสามารถของสปริงแทนบรถกระบะให้รับภาระได้ 2,000 kg

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ออกแบบสปริงแทนบเสริม Chevrolet Colorado รุ่น 2.5 TD (LS) ให้รับภาระได้เพิ่มจากเดิมเป็น 2,000 kg โดยใช้ซอฟต์แวร์ Solid works ในการจำลองและแก้ปัญหา

1.3.2 ไม่รวมระบบรับน้ำหนัก และระบบกันสะเทือนอื่นๆ

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 เพื่อเป็นแนวทางในการเสริมสปริงแทนบ

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 แหนบ (Leaf Spring)

แหนบ คือ สปริงประเภทหนึ่ง เป็นส่วนประกอบของรถ ติดตั้งอยู่ช่วงล่างรับภาระบรรทุกจากโครงรถแล้วถ่ายทอดลงสู่เพลาล้อ มีหน้าที่ในการลดการสั่นสะเทือนให้กับโครงรถโดยการรับและเก็บพลังงานที่เกิดขึ้นจากการสั่นสะเทือนเมื่อรถวิ่งแล้วจึงคายออกในเวลาต่อมาจึงเป็นการหน่วงแรงสั่นสะเทือน ทำให้โครงรถเคลื่อนที่ได้นุ่มนวลขึ้น ผู้ใช้รถจึงรู้สึกสบายไม่เกิดอาการสั่นไหวตามไปกับความขรุขระของผิวถนน



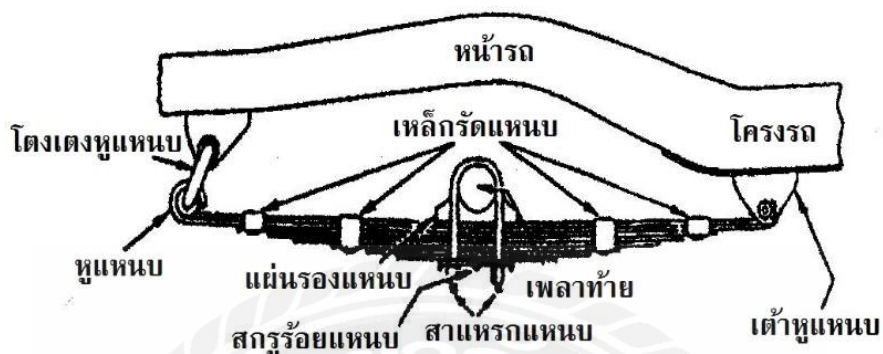
รูปที่ 2.1 แหนบ (Leaf Spring)

ลักษณะของแหนบโดยทั่วไปจะประกอบด้วยแผ่นแหนบหลายแผ่นที่มีความยาวแต่ละแผ่นแตกต่างกันตามลำดับวางซ้อนกัน โดยมีสลักเกลียวสอดผ่านรูกลางแหนบที่เรียกว่า รูสะดือ (Center Hole) เพื่อยึดแผ่นแหนบแต่ละแผ่นให้รวมกันเป็นแหนบดับ สลักเกลียวนี้เรียกว่า สะดือแหนบ (Center Bolt) แผ่นแหนบแต่ละแผ่นจะมีความโค้งก่อนประกอบแตกต่างกันเล็กน้อยเพื่อให้เกิดค่า NIP ตามที่กำหนดไว้ เมื่อประกอบกันเข้าเป็นดับแล้ว จึงมีความโค้งเดียวกัน แหนบส่วนใหญ่จะมีความโค้งแบบกึ่งวงรี (Semi-Elliptic Spring)

2.2 การติดตั้งแหนบและวัสดุประกอบการทำให้เหล็กเป็นสปริง

การติดตั้งแหนบแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทที่มีแหนบอยู่เหนือเพลลา (Overslung) และประเภทแหนบที่อยู่ใต้เพลลา (Underslung) ซึ่งทางบริษัทผลิตรถยนต์ได้ออกแบบการติดตั้ง และการรับน้ำหนักให้เหมาะสมกับการใช้งานอยู่แล้ว แหนบโดยทั่วไป ชั้นที่ 1 จะม้วนเป็นวงกลมที่ปลายแผ่นแหนบทั้งสองข้าง ซึ่งเรียกว่าหูแหนบ (Spring Eye) โดยหูแหนบทั้งสองข้างจะยึดติดกับโครงรถด้วยเด้าหูแหนบ และโคงเตง ด้านเด้าหูแหนบจะยึดติดแหนบให้คงที่ (Fixed

End) ส่วนค้ำโคงเตงจะสามารถโยกแกว่งไปมาได้ (Shackled end) เพื่อให้แหวนสามารถเหยียดตัวออกขณะรับน้ำหนัก ส่วนบริเวณกลางแหวนจะยึดติดกับเพลาล้อด้วยเสาแทรก (U-bolt) สำหรับแหวนรุ่นที่ไม่มีหูแหวน ก็จะมีตุ้กดึงรับปลายแหวนแทน เมื่อแหวนรับน้ำหนักก็จะสามารถเหยียดตัวเลื่อนออกไปได้ (Sliding End)



รูปที่ 2.2 การยึดแหวนเข้ากับโคงรถและเพลาล้อ

วัสดุที่ใช้ทำแหวนคือเหล็กสปริง (Spring Steel) ซึ่งปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีโรงงาน ผลิตเหล็กประเภทนี้จึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศโดยทั่วไปเป็นเหล็กประเภท SAE 5160 ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นมาสำหรับแหวนโดยเฉพาะ การทำเหล็กให้เป็นสปริงคือ การนำวัสดุที่ผ่านการเจาะรูหรือขึ้นรูปต่างๆที่ปลายแหวน (เช่น การม้วนหุ การตัดมุม หรือ การรีดปลาย) มาผ่านกระบวนการอบชุบด้วยความร้อน (Heat-treatment) โดยการเผาเหล็กให้ร้อนจนถึงอุณหภูมิที่เหมาะสม แล้วทำเหล็กที่ร้อน นั้นเย็นตัวลงทันทีทันใด (Quenching) ด้วยการใช้สารชุบแข็ง วิธีการนี้ทำให้เหล็กแข็งขึ้น เรียกว่า การชุบแข็ง (Hardening) จากนั้นจึงนำไปอบคลาย (Tempering) เพื่อให้เกิดความเหนียวขึ้นไม่แข็งเปราะ เหล็กที่ผ่านขั้นตอนเหล่านี้แล้วจึงถือได้ว่าเป็นสปริง

ตารางที่ 2.1 Data Table for: Steel Grades : Carbon Steel : SAE 5160

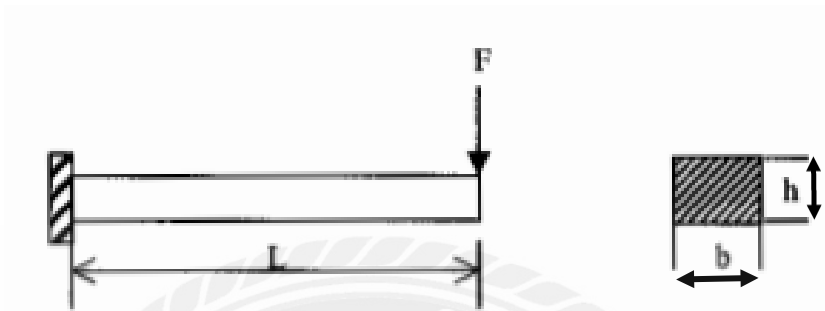
Mechanical Properties		
Quantity	Value	Unit
Young's modulus	200000 - 200000	MPa
Tensile strength	650 - 880	MPa
Elongation	8 - 25	%
Fatigue	275 - 275	MPa
Yield strength	350 - 550	MPa
Physical Properties		
Quantity	Value	Unit
Thermal expansion	10 - 10	e-6/K
Thermal conductivity	25 - 25	W/m.K
Specific heat	460 - 460	J/kg.K
Melting temperature	1450 - 1510	°C
Density	7700 - 7700	kg/m ³
Resistivity	0.55 - 0.55	Ohm.mm ² /m

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมี SAE 5160

ธาตุ	เนื้อหา (%)
เหล็ก Fe	97.085 - 97.84
แมงกานีส Mn	0.750 - 1
โครเมียม Cr	0.7 - 0.9
คาร์บอน C	0.560 - 0.640
ฟอสฟอรัส P	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0350
ซิลิคอน Si	0.150 - 0.3
กำมะถัน S	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.04

2.3 หลักการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของความเค้นที่เกิดขึ้นบนแหวน

เริ่มต้นพิจารณารูปแบบการใช้งานของสปริงแหวนในรูปแบบคานยึดแน่นที่ปลายด้านหนึ่ง โดยถ้าพิจารณาถึงรูปแบบของสปริงแหวนลักษณะที่สมมาตร ดังนั้นหลักการพิจารณาจึงมองรูปแบบแค่ครึ่งเดียว โดยส่วนยึดแน่นของปลายคานเปรียบเสมือนมีเนื้อวัสดุติดต่อกันอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 2.3 แสดงแบบจำลองของสปริงแหวนที่มีลักษณะคล้ายคานยึดแน่นที่ปลายด้านหนึ่ง จากสมการความเค้นดัดที่เกิดขึ้น

$$\sigma_B = \frac{Mc}{I}$$

โดยที่ M คือ โมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้น

c คือ ระยะจากแกนสะเทินถึงผิวด้านนอกของสปริงแหวน

I คือ ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัดสปริงแหวน

พิจารณารายละเอียดที่เกิดขึ้น

$$M = FL$$

โดยที่ F คือ แรงกระทำบนสปริงแหวน

L คือ ความยาวของสปริงแหวน

$$c = \frac{h}{2}$$

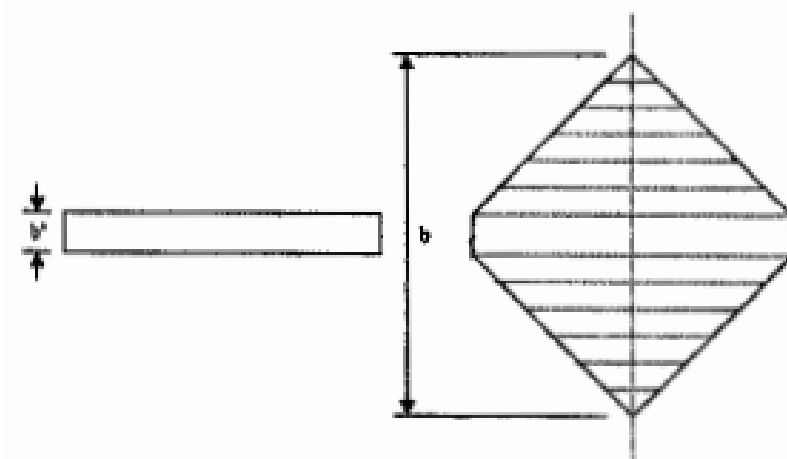
โดยที่ h คือ ความหนาสปริงแหวน

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

โดยที่ b คือ ความกว้างสปริงแหวน

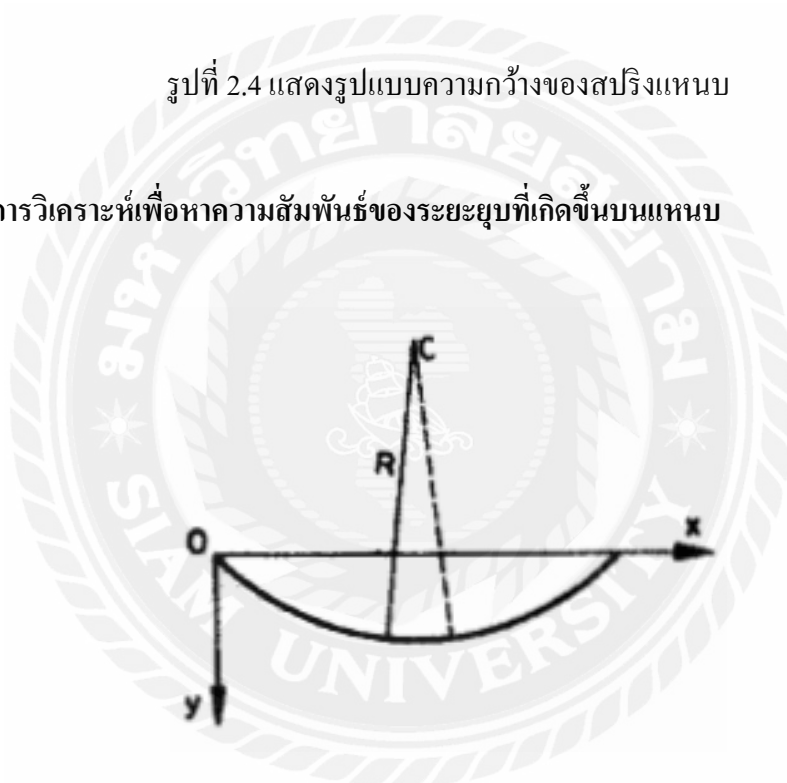
จากนั้นนำรายละเอียดดังกล่าวแทนลงในสมการ

$$\sigma_B = \frac{6FL}{bh^2}$$



รูปที่ 2.4 แสดงรูปแบบความกว้างของสปริงแหวน

2.4 หลักการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะยวบที่เกิดขึ้นบนแหวน



รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบการยวบตัวภายใต้โมเมนต์ดัด

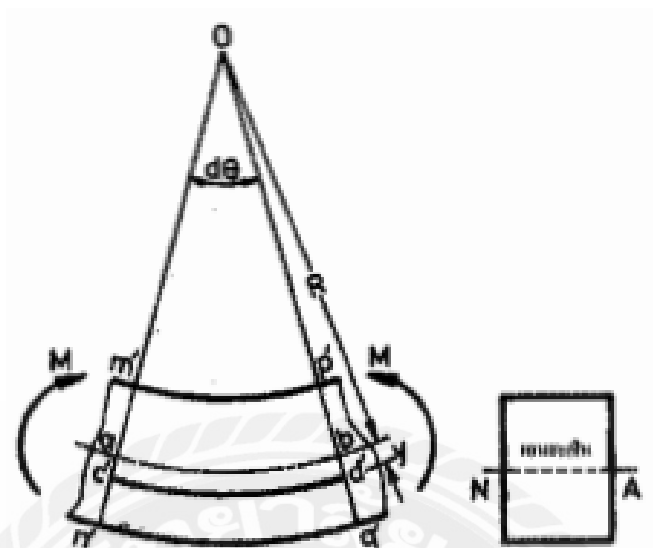
วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรัศมี R ที่เกิดมีค่าเท่ากับ

$$\frac{1}{R} = \frac{\frac{d^2y}{dx^2}}{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}$$

โดยที่ $\frac{dy}{dx}$ คือ ความชันที่เกิดขึ้น แต่เมื่อพิจารณาถึงความชันที่เกิดพบว่าค่าความชัน

ดังกล่าวมีค่าน้อยมาก $\frac{dy}{dx} \approx 0$ เมื่อเทียบกับความยาว ดังนั้น

$$\frac{1}{R} = \frac{d^2y}{dx^2}$$



รูปที่ 2.6 แสดงรูปแบบการขยับตัวของชิ้นส่วนย่อยภายใต้โมเมนต์ดัด

จากจากกฎของฮุกแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้น

$$\sigma = \epsilon E$$

โดยที่ E คือค่าคงที่ของความยืดหยุ่น

ดังนั้น

$$\sigma = \left(\frac{y}{R}\right)E$$

$$\frac{\sigma}{y} = \frac{E}{R}$$

เนื่องจาก $\sigma = \frac{My}{I}$ แทนค่าลงไปนสมการข้างต้นได้

$$\frac{\left(\frac{My}{I}\right)}{y} = \frac{E}{R}$$

$$\frac{M}{I} = \frac{E}{R}$$

จัดรูปสมการใหม่ได้

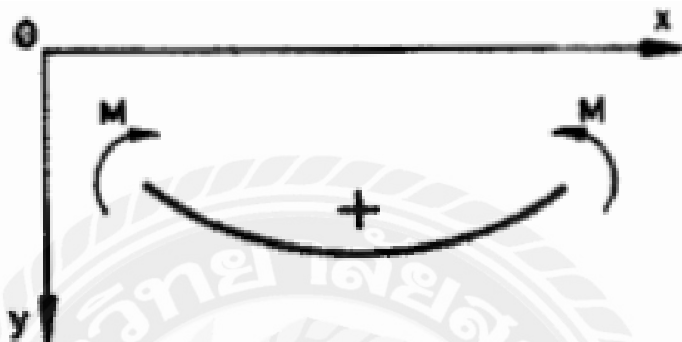
$$\frac{1}{R} = \frac{M}{EI}$$

แทนค่าลงไปในสมการข้างต้นได้

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M}{EI}$$

ดังนั้น

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = M$$



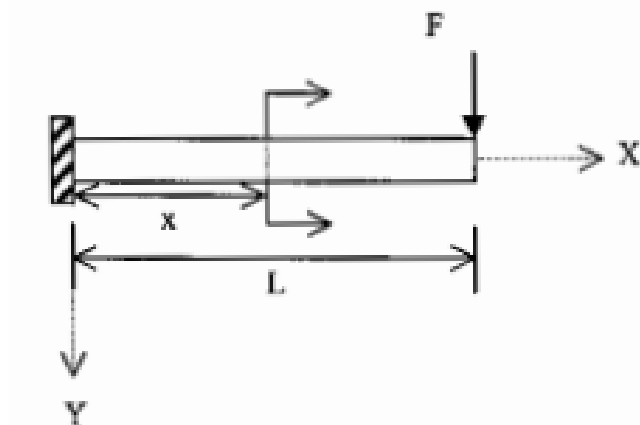
รูปที่ 2.7 แสดงส่วนโค้งที่เกิดขึ้นภายใต้โมเมนต์ดัด

ถ้าพิจารณาตามความเป็นจริงแรงกระทำกับสปริงเหินบจะเกิดขึ้นด้านล่างดังนั้นพบว่า ระยะเปลี่ยนแปลงในแนว x จะเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะส่งผลทำให้ความชันมีค่าลดลง
ดังนั้น

$$EI \left(-\frac{d^2y}{dx^2} \right) = M$$

หรือ

$$EI \left(\frac{d^2y}{dx^2} \right) = -M$$



รูปที่ 2.8 แสดงตำแหน่งหน้าตัดเพื่อหาของความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์กระทำ ความยาว

วิเคราะห์ความสัมพันธ์โมเมนต์กับความยาวที่ตำแหน่งใดๆ โดยพิจารณาหน้าทางด้านขวามือได้

$$M = -F(L - x)$$

จากสมการแทนลงในสมการได้

$$EI \left(\frac{d^2y}{dx^2} \right) = F(L - x)$$

จากนั้นทำการหาผลเฉลยโดยการหาปริพันธ์ครั้งที่ 1 ได้

$$EI \left(\frac{dy}{dx} \right) = F \left(Lx - \frac{x^2}{2} \right) + a$$

พิจารณาเงื่อนไขขอบเขต พบว่าที่ตำแหน่งปลายยึด ($x = 0$) มีค่าความชันเท่ากับศูนย์ ($\frac{dy}{dx} = 0$)

แทนค่าลงในสมการได้

$$a = 0$$

แทนค่า $a = 0$ ลงในสมการได้

$$EI \left(\frac{dy}{dx} \right) = F \left(Lx - \frac{x^2}{2} \right)$$

ในลักษณะเดียวกันหาปริพันธ์ครั้งที่ 2 ได้

$$EIy = F \left(\frac{Lx^2}{2} - \frac{x^3}{6} \right) + b$$

พิจารณาเงื่อนไขขอบเขตอีกครั้งพบว่าที่ตำแหน่งปลายยึดไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อวัสดุทั้งในแนว x และแนว y ($x=0, y=0$) แทนค่าลงในสมการได้

$$b = 0$$

แทนค่า $b = 0$ ลงในสมการได้

$$EIy = F \left(\frac{Lx^2}{2} - \frac{x^3}{6} \right)$$

สมการเป็นผลเฉลยที่เกิดขึ้นของระยะตัวสปริงเหินบ (y) กับความยาว (x) ที่ตำแหน่งใดๆ
จากการพิจารณาพบว่าค่าความชันสูงสุด กับระยะยุบตัวสูงสุดอยู่ที่ตำแหน่งปลายด้านขวามือสุด
(x=L) ดังนั้นแทนตำแหน่งดังกล่าว (x=L) ลงในสมการได้

$$y_{\max} = \frac{FL^3}{3EI}$$

จากสมการเป็นสมการที่ใช้ในการหาระยะยุบตัวสูงสุด

เนื่องจากสปริงเหินบชุดหนึ่งจะประกอบด้วยแผ่นสปริงหลายแผ่นวางซ้อนกัน ดังนั้นต้อง
คำนึงถึงตัวประกอบของจำนวนแผ่นและความหนาของสปริงเหินบเป็นสำคัญ

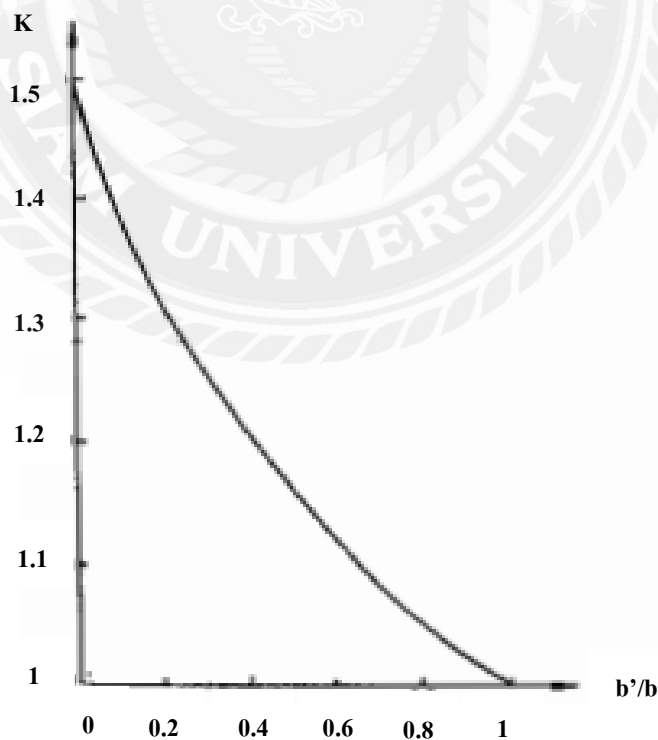
$$y_{\max} = K \frac{FL^3}{3EI}$$

โดย K คือ ค่าตัวประกอบจำนวนชั้นและความหนาของสปริงเหินบ

ในขณะเดียวรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงของเนื้อวัสดุก็มีส่วนสำคัญเช่นกัน ดังนั้น

$$y_{\max} = K(1 - \nu^2) \frac{FL^3}{3EI}$$

โดย ν คือ อัตราส่วนของพัวของส



รูปที่ 2.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวประกอบของจำนวนชั้นและความหนาของสปริงเหินบ

2.5 ขั้นตอนในการหาขีดจำกัดความทนของชิ้นงานภายใต้ภาระการล้า

ถ้าพิจารณาถึงการใช้งานของสปริงແหบพบว่รูปแบบการใ้ใช้งานมีการเคลื่อนไหวของเนื้อวัสดุตลอดเวลา ซึ่งผลดังกล่าวพบว่าสถานะของความเค้นที่เกิดขึ้นมีค่าไม่คงที่แปรผันตามเวลา ที่เปลี่ยนไป ทั้งตัวแปรที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ ค่าตัวประกอบต่างๆจากภายนอก ซึ่งค่าตัว ประกอบเหล่านี้มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของวัสดุโดยตรง ตามสมการ

$$S_e = K_a K_b K_c K_d K_e S'_e$$

โดยที่ S_e คือ ขีดจำกัดความทนทานของชิ้นงาน

S'_e คือ ขีดจำกัดความทนทานของชิ้นทดสอบ

K_a คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลของผิวหน้าชิ้นงาน

K_b คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลของขนาดและรูปแบบของหน้าตัดชิ้นงาน

K_c คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลของภาระที่กระทำกับชิ้นงาน

K_d คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลของอุณหภูมิในขณะที่ใช้งาน

K_e คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลขององค์ประกอบอื่นๆ

ค่าตัวประกอบอิทธิพลของผิวหน้าชิ้นงาน (K_a)

อิทธิพลของผิวหน้าชิ้นงานขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิตวัสดุเป็นสำคัญ โดยค่าตัวประกอบ ที่เกิดขึ้นเป็นไปตามความสัมพันธ์ดังนี้

$$K_a = a S_{ut}^b$$

โดยที่ S_{ut} คือ ค่าความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นภายใต้การทดสอบแรงดึง

a, b คือ ค่าคงที่ของผิวหน้าในรูปแบบต่างๆ สามารถหาได้จากตาราง

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าคงที่ของผิวหน้าชิ้นงาน

รูปแบบผิวหน้า ของชิ้นงาน	ค่าคงที่ a		ค่าคงที่ b
	Ksi	MPa	
เจียรนัย	1.34	1.58	-0.085
กลึงหรือการขึ้นรูปเย็น	2.70	4.51	-0.265
รีดร้อน	14.4	57.7	-0.718
ทุบขึ้นรูป	39.9	272	-0.995

ค่าตัวประกอบอิทธิพลของขนาดและรูปแบบของหน้าตัดชิ้นงาน (K_b)

อิทธิพลนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบและขนาดของหน้าตัดชิ้นงานเป็นสำคัญ โดยตัวประกอบที่เกิดขึ้นเป็นไปตามความสัมพันธ์ดังนี้

$$K_b = \left(\frac{d}{7.62} \right)^{-0.1133}$$

โดยที่ความสัมพันธ์ที่แสดงต่อไปนี้เป็นรูปแบบของหน้าตัดต้องอยู่ในรูปแบบกลมตันเท่านั้น และที่สำคัญคือขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางต้องมีค่าระหว่าง 2.79-51 mm ถ้าพิจารณาถึงรูปแบบหน้าตัดของสปริงແหนบซึ่งเป็นหน้าตัดสี่เหลี่ยม ดังนั้นจึงไม่สามารถแทนค่าลงไปตามความสัมพันธ์ดังกล่าวได้โดยตรง ต้องทำการแก้รูปแบบโดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$d_e = 0.808(hb)^{\frac{1}{2}}$$

โดยที่ h คือความหนาของหน้าตัดสปริงແหนบ และ b คือความกว้างของสปริงແหนบ หลังจากแทนค่าลงในความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ถึงจะแทนลงในความสัมพันธ์ในการหาค่า K_b ได้ ค่าตัวประกอบอิทธิพลของภาระที่กระทำกับชิ้นงาน (K_c)

$$\begin{aligned} K_c &= 0.923 \text{ ภาระตามแนวแกน, } S_{ut} < 220 \text{ ksi (1520 MPa)} \\ &= 1 \text{ ภาระตามแนวแกน, } S_{ut} < 220 \text{ ksi (1520 MPa)} \\ &= 1 \text{ ภาระดัด} \\ &= 0.577 \text{ ภาระบิดและภาระเฉือน} \end{aligned}$$

ค่าตัวประกอบอิทธิพลของอุณหภูมิในขณะใช้งาน (K_d)

อุณหภูมิถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญส่วนหนึ่งต่อความแข็งแรงของวัสดุ โดยค่าตัวประกอบอิทธิพลของอุณหภูมิสามารถหาได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$K_d = \frac{S_T}{S_{RT}}$$

โดยที่ค่า S_T และ S_{RT} หาได้จากตาราง

ตารางที่ 2.4 แสดงค่า S_T และ S_{RT}

อุณหภูมิ, °C	S_T/S_{RT}	อุณหภูมิ, °F	S_T/S_{RT}
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.927	700	0.927
400	0.922	800	0.872
450	0.840	900	0.797
500	0.766	1000	0.698
550	0.670	1100	0.567
600	0.546		

ค่าตัวประกอบอิทธิพลขององค์ประกอบอื่นๆ (K_e)

ในขณะที่ใช้งาน ถ้าพิจารณาองค์ประกอบอื่นๆรอบข้างก็ส่งผลถึงความแข็งแรงวัสดุเช่นกัน โดยที่องค์ประกอบอื่นๆ ประกอบด้วย การยิงเม็ดโลหะคู่ผิว (Shot Peening) คือการยิงเม็ดโลหะ ซึ่งเป็นเม็ดลูกปืนกลมลงบนผิว ด้วยความเร็วสูง ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะทำให้เกิดชั้นบางๆของความเค้นอัดที่ตกค้างเกิดขึ้น การรีดผิว (Surface Rolling) คือการรีดลงบนผิวพื้นที่เล็กๆของชิ้นงาน ซึ่งลักษณะดัง กล่าวทำให้เกิดความเค้นอัดตกค้างเช่นกัน การกัดกร่อน (Corrosion) คือการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นจากสารเคมี หรือสิ่งแวดล้อม ความเค้นหนาแน่น (Stress Concentration) คือความเค้นที่เกิดขึ้นหลังจากชิ้นงานเกิดการ สูญเสียเนื้อวัสดุออกไป อาจอยู่ในลักษณะการเจาะรู หรือตบ่า ตั้งแต่เริ่มต้น หรือเกิดการหลุดร่อน ของผิวชิ้นงานหลังจากการใช้งานไป ถ้าเปรียบเทียบอิทธิพลขององค์ประกอบอื่นๆ ที่กล่าวมา พบ ว่าองค์ประกอบของความเค้นหนาแน่นจะส่งผลกระทบมากที่สุดเมื่อเปรียบกับองค์ประกอบอื่น ดังนั้นจึงสามารถที่ตัดองค์ประกอบอื่นได้โดยคิดแต่อิทธิพลของความเค้นหนาแน่นเท่านั้น โดยอยู่ใน รูปความสัมพันธ์ดังนี้

$$K_e = \frac{1}{K_f}$$

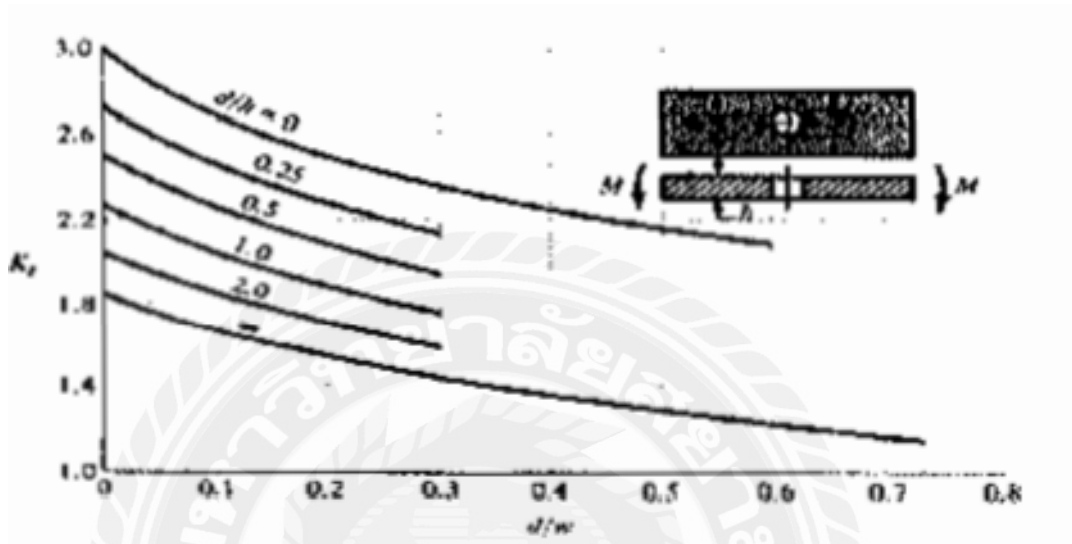
โดยที่ K_f คือ ค่าตัวประกอบความเค้นหนาแน่นของการล้า

โดยความสัมพันธ์ของ K_f กับ K_r เป็นดังต่อไปนี้

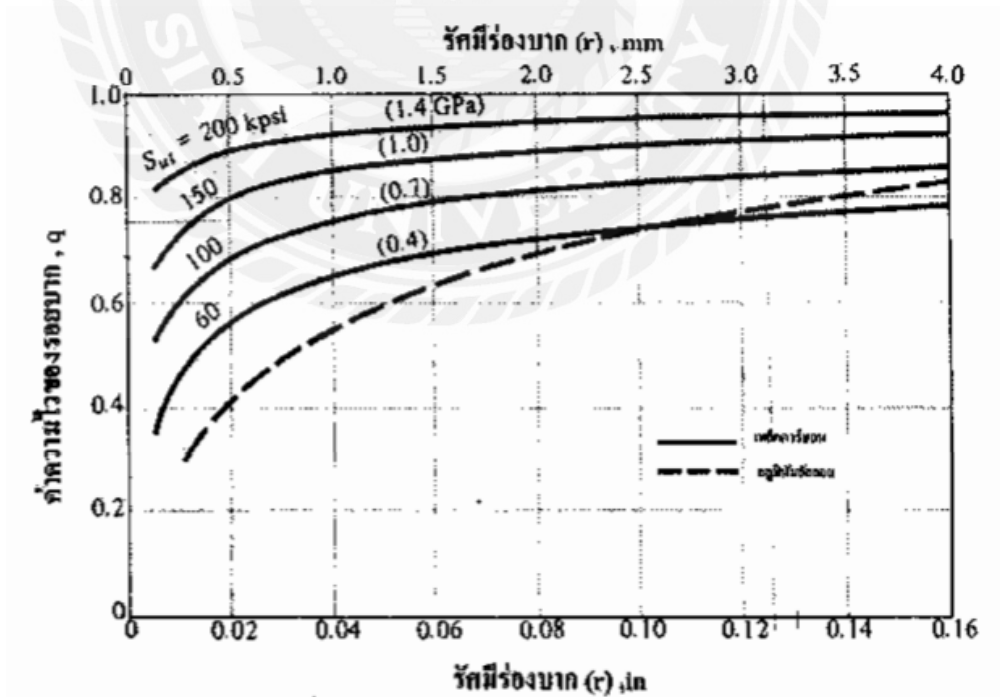
$$K_f = 1 + q(K_r - 1)$$

โดยที่ K_r คือ ค่าตัวประกอบความเค้นหนาแน่นทางทฤษฎี

q คือ ค่าความไวของรอยบาก



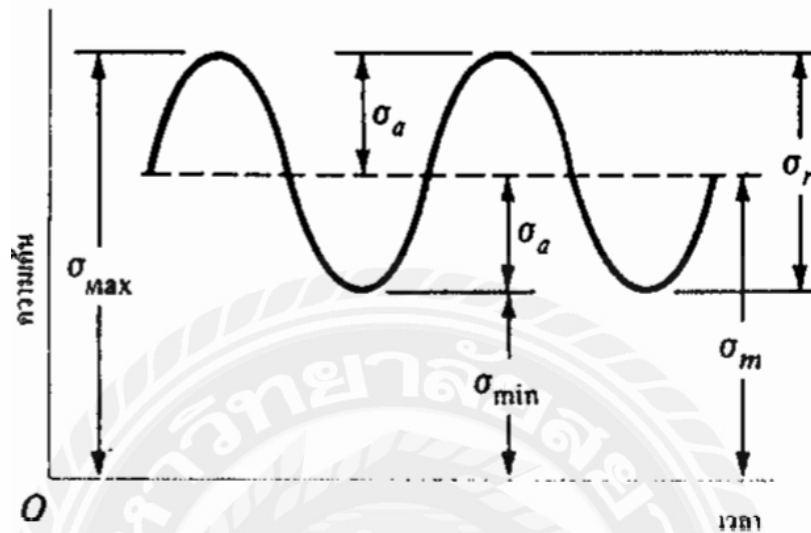
รูปที่ 2.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการหาค่า K_r



รูปที่ 2.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการหาค่า q

2.6 ทฤษฎีความเค้นสลับเปลี่ยนแปลงขึ้น-ลง

วัตถุประสงค์ของทฤษฎีเพื่อใช้ในการหาความต้านของชิ้นงานภายใต้ความเค้นสลับที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งถ้าพิจารณารูปแบบของความเค้นที่เกิดขึ้นในสปริงเห็บพบว่าจะอยู่ในรูปแบบนี้เช่นกัน



รูปที่ 2.12 แสดงผลของความเค้นสลับขึ้น-ลง

พบว่า

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}$$

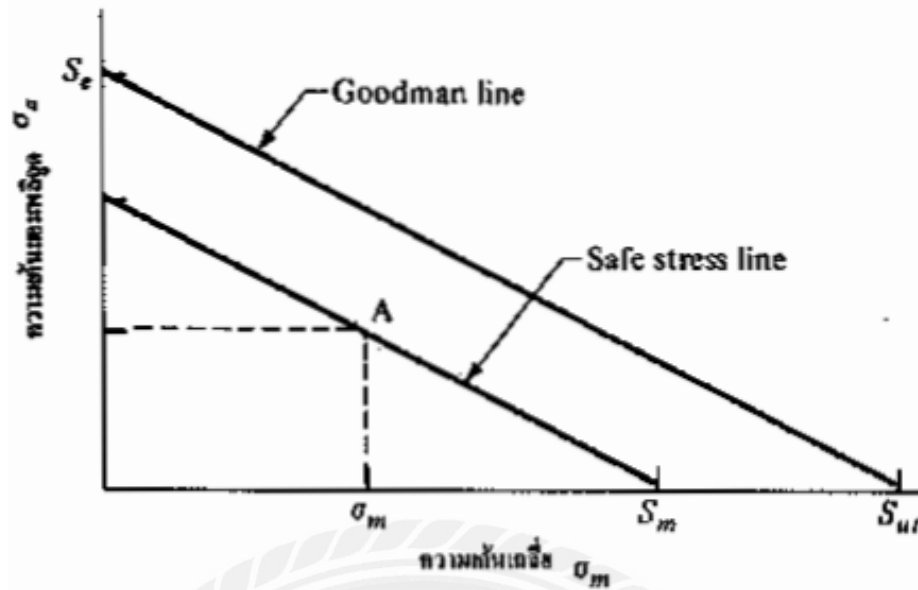
$$\sigma_a = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$$

โดยที่ σ_m คือ ความเค้นเฉลี่ย

σ_a คือ ความเค้นแอมพลิจูด

2.7 เส้นกูดแมน (Goodman Line)

เป็นเส้นตรงที่เชื่อมต่อระหว่างค่าขีดจำกัดความทนทานของวัสดุ S_e กับค่าความเค้นสูงสุดของวัสดุ S_u โดยถ้าพิจารณาถึงการออกแบบพบว่าเส้นกูดแมนเป็นเส้นที่เหมาะสมมาก สำหรับวัสดุที่รับภาระในรูปแบบของความเค้นเพราะมีค่าความปลอดภัยสูง เพราะรูปแบบของ เค้นที่เกิดขึ้นในสปริงเห็บเป็นรูปแบบของการเกิดความเค้นอัด



รูปที่ 2.13 แสดงรูปแบบของเส้น Goodman

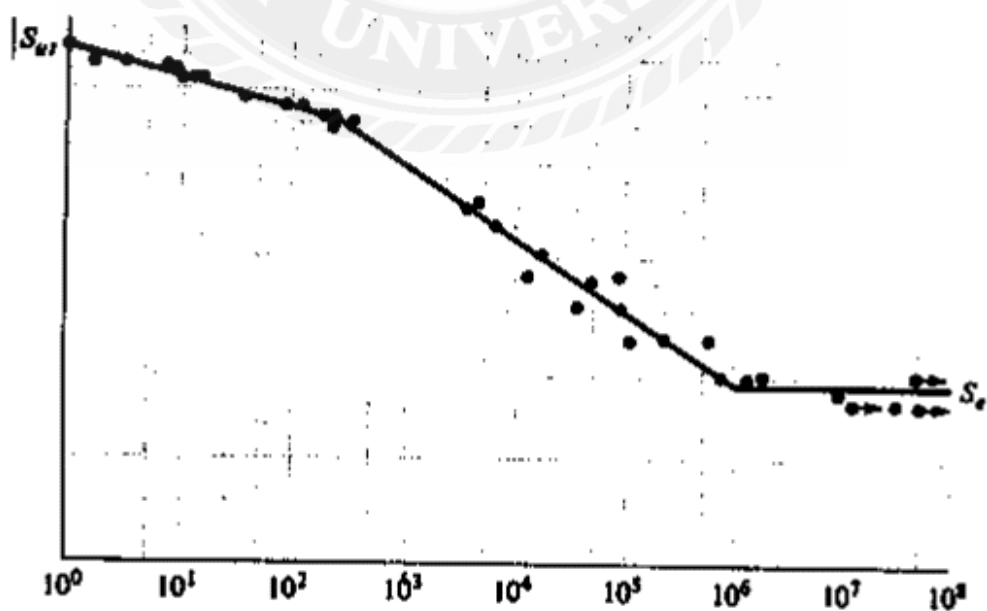
2.8 ทฤษฎีหาอายุการใช้งาน

ถ้ากล่าวถึงทฤษฎีที่นิยมในการแก้ปัญหาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาอายุการใช้งานของชิ้นงานภายใต้ภาระสลับคือ กฎของไมเนอร์ โดยรูปแบบของความสัมพันธ์เป็นดังนี้

$$\frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} + \dots + \frac{n_i}{N_i} = 1$$

โดยที่ n คือ จำนวนรอบของความเค้นที่กระทำกับชิ้นงาน

N คือ อายุการใช้งานเนื่องความเค้น



รูปที่ 2.14 การใช้กฎของไมเนอร์เพื่อหาอายุการใช้งานของชิ้นงาน

2.9 ขั้นตอนในการหาภาระสูงสุดที่แรงกระทำกับสปริง

$$P = \frac{\sigma n b h^2}{3l}$$

P คือ แรงที่กระทำกับสปริง

l คือ ความยาวของสปริง

n คือ จำนวนของแผ่นสปริง

b คือ ความกว้างของแผ่นสปริง

t คือ ความหนาของแผ่นสปริง

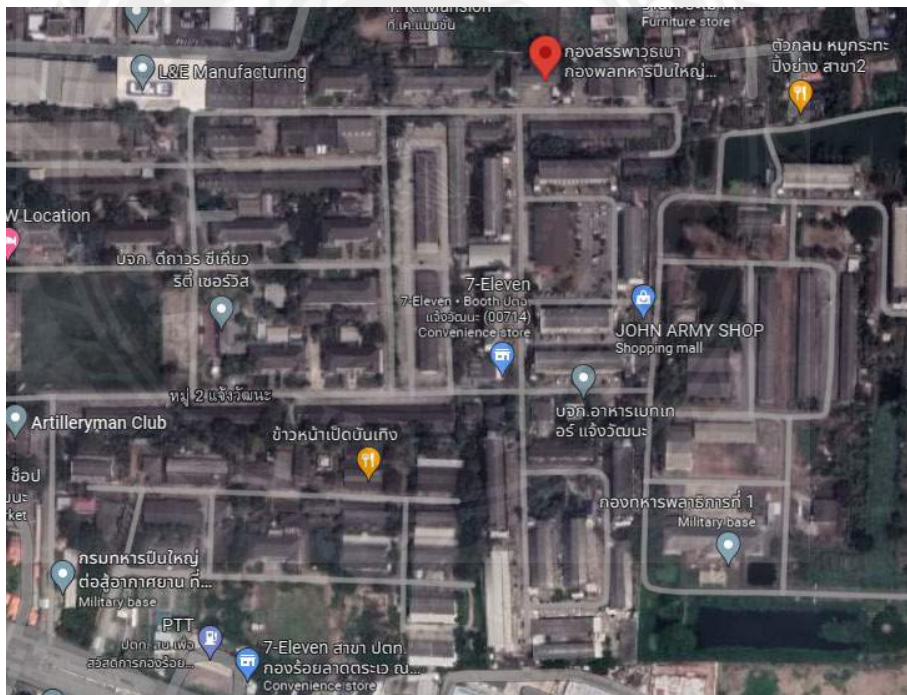


บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติการ

รายละเอียดของงานที่ปฏิบัติ จะกล่าวถึง ชื่อ - ที่ตั้ง ของสถานที่ปฏิบัติงาน ลักษณะโดยรวมของสถานที่ปฏิบัติงาน รูปแบบการบริหารองค์กร ตำแหน่งงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน โครงการสหกิจ

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานที่ปฏิบัติงาน

- ชื่อ : กองสรรพาวุธเบา กองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน
สถานที่ตั้ง : 230 ถนน แจ้งวัฒนะ แขวง ทูงสองห้อง เขต หลักสี่ กรุงเทพฯ 10210
โทรศัพท์ : 02-573-4492
E-mail : ORDNANCE230AAA@GMAIL.COM



รูปที่ 3.1 แผนที่ตั้ง กองสรรพาวุธเบา กองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน

3.2 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน



รูปที่ 3.2 กองสรรพาวุธเบา กองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน

กองสรรพาวุธเบา กองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน ได้จัดตั้งขึ้นเมื่อ วันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ. 2526 ตามคำสั่งกองทัพบก ที่ 385/2526 โดยใช้อัตราการจัด และยุทธโศปกรณ์ หมายเลข 9-25 (15 ม.ค. 18) เดิมมีที่ตั้งชั่วคราวอยู่ในบริเวณกองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน พื้นที่เกียกกาย ปัจจุบันได้ย้ายมาอยู่ที่ตั้งปกติถาวร ณ พื้นที่ กรมทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยานที่ 1 เลขที่ 230 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2528

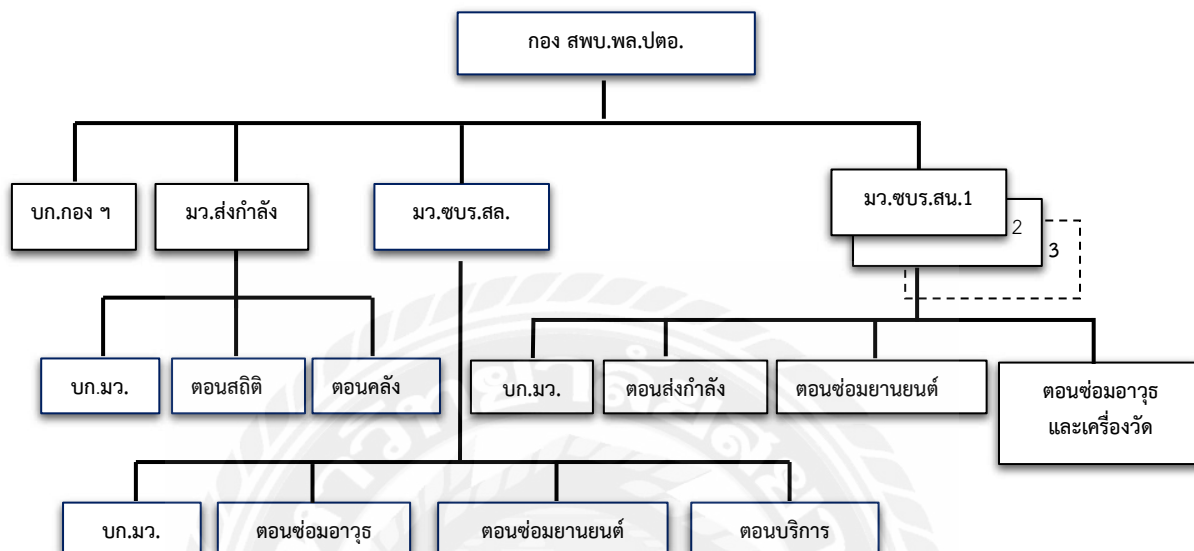


รูปที่ 3.3 โรงซ่อม กองสรรพาวุธเบา กองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน

3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร

กองสรรพาวุธเบา กองพลทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน

การจัดหน่วย อจย. 9 - 25 (15 ม.ค. 18)



รูปที่ 3.4 การจัดหน่วย อจย. 9 - 25 (15 ม.ค. 18)

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

- ตำแหน่งงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : นักศึกษาฝึกงานสายงานยุทธการและการฝึก
- ลักษณะงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : การออกแบบสปริงเหน็บเสริมรถกระบะเพื่อ
เพิ่มความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก

3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

- ชื่อพนักงานที่ปรึกษา : จ.ส.อ. รุ่งสรวง เขมะกนก
- ตำแหน่ง : นายสิบยุทธการและการฝึก
- แผนก : ยุทธการและการฝึก

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

- เริ่มปฏิบัติงาน : วันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2565
- สิ้นสุดการปฏิบัติงาน : วันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2565

3.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

ตารางที่ 3.1 ฝั่งเวลาการทำงาน

ลำดับ	หัวข้องาน	2565			
		ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	ปฏิบัติงานสหกิจภาคปฏิบัติ				
2	ค้นหาข้อมูล				
3	เรียบเรียงและตรวจสอบ				
4	จัดทำเอกสารประกอบ				

3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

รายละเอียดของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทำโครงการโดยใช้เครื่องฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์เช่น

ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

1. โน้ตบุ๊ก
2. ปริ้นเตอร์
3. โทรศัพท์

เครื่องมือ

1. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
2. ตลับเมตร

ซอฟต์แวร์ (Software)

1. โปรแกรม Microsoft Word
2. โปรแกรม Solid works
3. โปรแกรม Zoom

3.9 ขั้นตอนดำเนินการ

1. ขั้นตอนการวัดสปริงเหนบเดิม

1. วัดระยะกึ่งกลางหูเหนบซ้าย ถึงขวา และวัดแผ่นเหนบ
2. วัดความลึกส่วนโค้งท้องเหนบ
3. วัดใบเหนบ ความกว้าง และความหนา
4. วัดขนาดรูปชยางหูเหนบ

2. ขั้นตอนการเขียนแบบสปริงเหนบเดิม

1. ค่าที่ได้จากข้อมูลเริ่มต้นขนาดต่างๆของสปริงเหนบนำมาวาดด้วย โปรแกรม Solid works

3. ขั้นตอนการวิเคราะห์ สปริงเหนบเดิม โดยใช้โปรแกรม Solid works

1. ค่าที่ได้จากข้อมูลเริ่มต้นขนาดต่างๆของสปริงเหนบทำการแบบครึ่งและนำมา วาดด้วยโปรแกรม Solid works
2. ทำการ Simulation
3. กำหนด Material สปริงเหนบ SAE5160
4. กำหนดจุด Fixed Geometry สปริงเหนบ
5. กำหนดจุด Roller/Slider สปริงเหนบ
6. กำหนดแรงกระทำกับสปริงเหนบ 4905 N
7. หาคความเค้นสูงสุดและต่ำสุด
8. หาระยะเปลี่ยนแปลงสูงสุดและต่ำสุด
9. หาคความเครียดสูงสุดและต่ำสุด
10. หาคค่าความปลอดภัย

4. ขั้นตอนการวิเคราะห์ สปริงเหนบเดิม โดยใช้ทฤษฎี

1. หาค่าขีดจำกัดความทนทาน
2. หาการะสูงสุดที่รับได้

5. ขั้นตอนการออกแบบ สปริงเหนบเสริม โดยใช้โปรแกรม Solid works

1. ค่าที่ได้จากข้อมูลเริ่มต้นขนาดต่างๆของสปริงเหนบทำการแบบครึ่งและนำมา วาดด้วยโปรแกรม Solid works
2. ออกแบบเพิ่มสปริงเหนบ(เสริม) ขนาดความยาว 600 mm ความหนา 10 mm ความกว้าง 60 mm เพิ่มเข้าไป 1 แผ่นจากเดิม 5 แผ่น รวม 6 แผ่น เสริมเข้าไปใน ตำแหน่งแผ่นที่ 2
3. ทำการ Simulation

4. กำหนด Material สปริงแหนบ SAE5160
 5. กำหนดจุด Fixed Geometry สปริงแหนบ
 6. กำหนดจุด Roller/Slider สปริงแหนบ
 7. กำหนดแรงกระทำกับสปริงแหนบ 4905 N
 8. หาคความเค้นสูงสุดและต่ำสุด
 9. หาระยะเปลี่ยนแปลงสูงสุดและต่ำสุด
 10. หาคความเครียดสูงสุดและต่ำสุด
 11. หาคค่าความปลอดภัย
6. ขั้นตอนการวิเคราะห์ สปริงแหนบเสริม โดยใช้ทฤษฎี
1. หาค่าขีดจำกัดความทนทาน
 2. หากภาระสูงสุดที่รับได้
7. ขั้นตอนการสรุปผลจากการวิเคราะห์และออกแบบ
1. เปรียบเทียบ สปริงแหนบเดิมและสปริงแหนบเสริม



รูปที่ 3.5 Chevrolet Colorado รุ่น 2.5 TD (LS)



รูปที่ 3.6 วัดระยะกึ่งกลางหูลงบนซ้าย ถึงขวา



รูปที่ 3.7 แหนบแผ่นที่ 2



รูปที่ 3.8 แหนบแผ่นที่ 3



รูปที่ 3.9 แหนบแผ่นที่ 4



รูปที่ 3.10 แหนบแผ่นที่ 5



รูปที่ 3.11 วัดความลึกส่วนโค้งท่อนบน



รูปที่ 3.12 วัดใบแนบ ความกว้าง



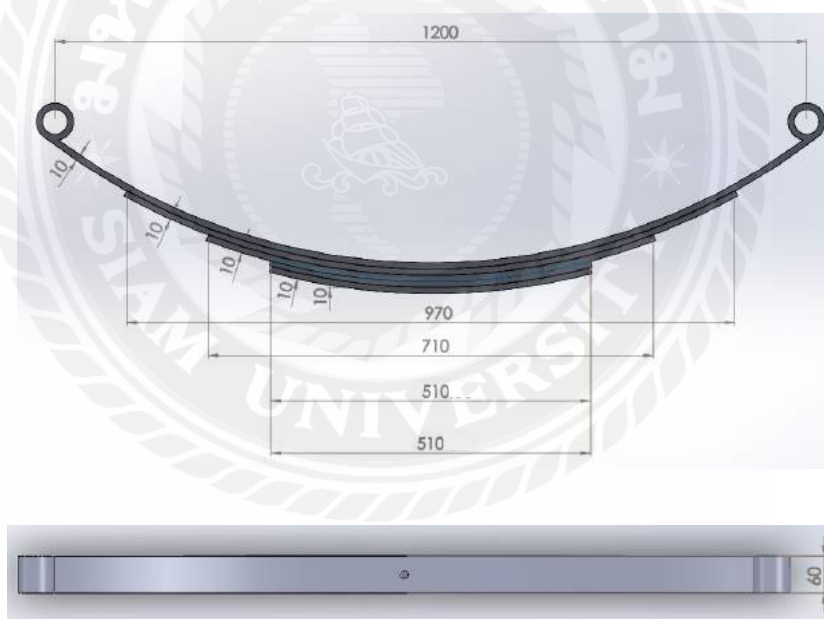
รูปที่ 3.13 วัดใบแทนบ ความหนา



รูปที่ 3.14 วัดขนาดรูขยงหูแหวน

โดยมีข้อมูลเริ่มต้นมีดังนี้

- ภาระสูงสุดที่กระทำกับแหนบจำนวน 1 ช่าง เท่ากับ 1000 kg
- วัดระยะกึ่งกลางหูแหนบซ้ายถึงขวา เท่ากับ 1200 mm
- แหนบแผ่นที่ 2 เท่ากับ 970 mm
- แหนบแผ่นที่ 3 เท่ากับ 710 mm
- แหนบแผ่นที่ 4 เท่ากับ 510 mm
- แหนบแผ่นที่ 5 เท่ากับ 510 mm
- วัดความลึกส่วนโค้งท้องแหนบ วัดจากกึ่งกลางหูแหนบ ถึงด้านบนของแหนบแผ่นบนสุด เท่ากับ 200 mm
- วัดไบแหนบ ความกว้าง เท่ากับ 60 mm และความหนา เท่ากับ 10 mm
- วัดขนาดรูปขงหูแหนบ เท่ากับ 40 mm
- เหล็กแหนบสปริง SAE 5160

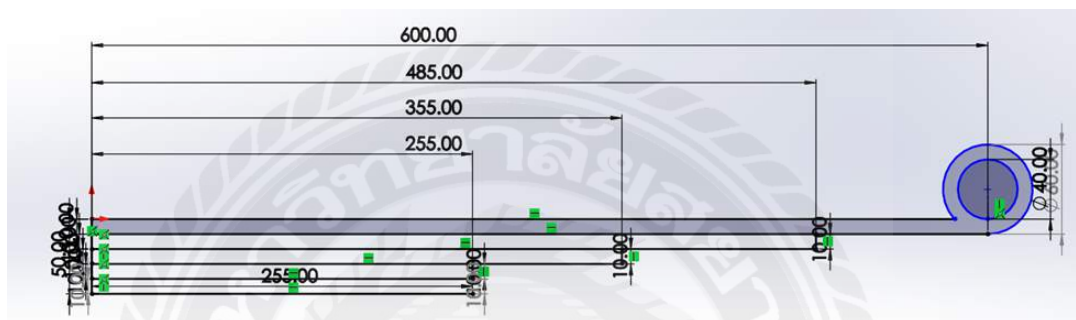


รูปที่ 3.15 แสดงถึงขนาดต่างๆของชุดสปริงแหนบที่ถูกนำวาดด้วย โปรแกรม Solid works

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

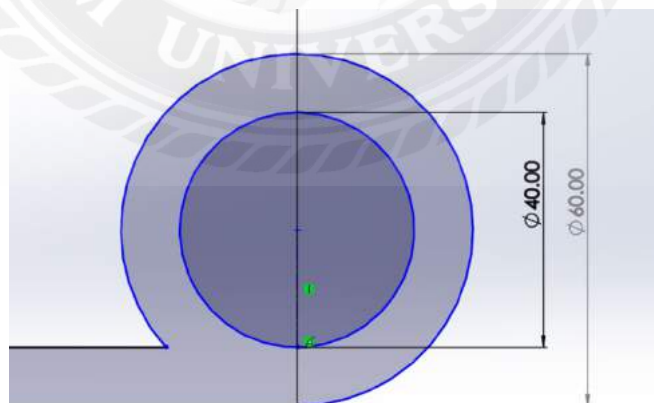
4.1 การวิเคราะห์ สปริงเหน็บเดิม โดยใช้โปรแกรม Solid works

- กำหนดขนาดความยาวสปริงเหน็บ แผ่นที่ 1 เท่ากับ 600 mm
- กำหนดขนาดความยาวสปริงเหน็บ แผ่นที่ 2 เท่ากับ 485 mm
- กำหนดขนาดความยาวสปริงเหน็บ แผ่นที่ 3 เท่ากับ 355 mm
- กำหนดขนาดความยาวสปริงเหน็บ แผ่นที่ 4 เท่ากับ 255 mm
- กำหนดขนาดความยาวสปริงเหน็บ แผ่นที่ 5 เท่ากับ 255 mm



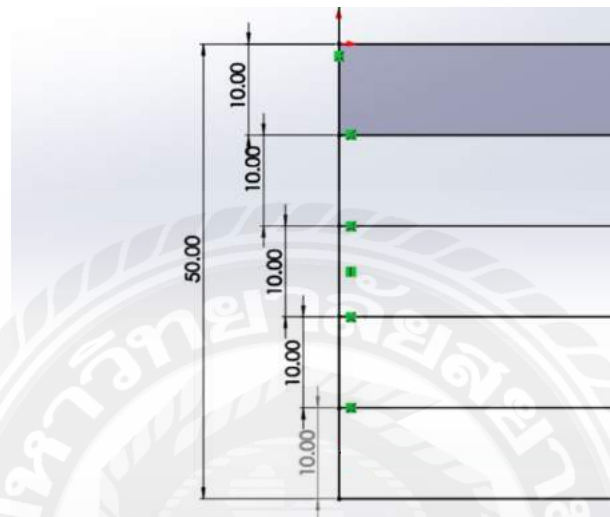
รูปที่ 4.1 กำหนดขนาดความยาวสปริงเหน็บ

- กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสปริงเหน็บวงในเท่ากับ 40 mm
- กำหนดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของสปริงเหน็บวงนอกเท่ากับ 60 mm



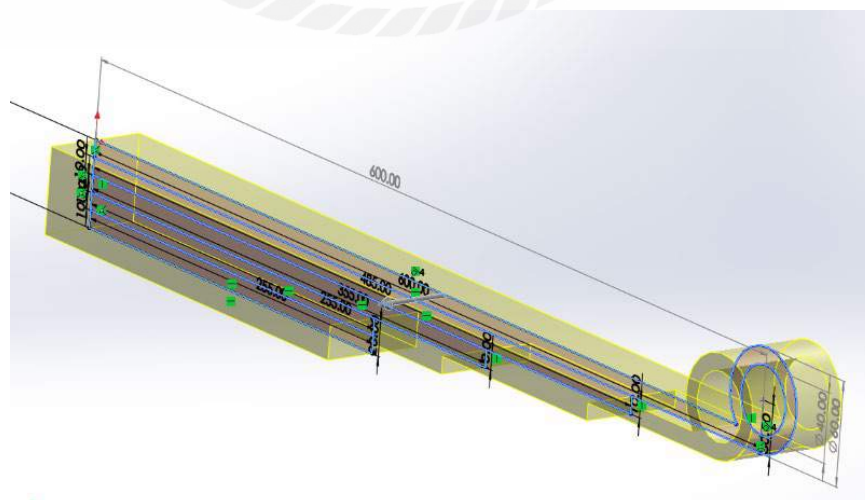
รูปที่ 4.2 กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสปริงเหน็บ

- กำหนดขนาดความหนาสปริงเหน็บ แผ่นที่ 1 เท่ากับ 10 mm
- กำหนดขนาดความหนาสปริงเหน็บ แผ่นที่ 2 เท่ากับ 10 mm
- กำหนดขนาดความหนาสปริงเหน็บ แผ่นที่ 3 เท่ากับ 10 mm
- กำหนดขนาดความหนาสปริงเหน็บ แผ่นที่ 4 เท่ากับ 10 mm
- กำหนดขนาดความหนาสปริงเหน็บ แผ่นที่ 5 เท่ากับ 10 mm



รูปที่ 4.3 กำหนดขนาดความหนาสปริงเหน็บ

- กำหนดขนาดความกว้างสปริงเหน็บ แผ่นที่ 1 เท่ากับ 60 mm
- กำหนดขนาดความกว้างสปริงเหน็บ แผ่นที่ 2 เท่ากับ 60 mm
- กำหนดขนาดความกว้างสปริงเหน็บ แผ่นที่ 3 เท่ากับ 60 mm
- กำหนดขนาดความกว้างสปริงเหน็บ แผ่นที่ 4 เท่ากับ 60 mm
- กำหนดขนาดความกว้างสปริงเหน็บ แผ่นที่ 5 เท่ากับ 60 mm



รูปที่ 4.4 กำหนดขนาดความกว้างสปริงเหน็บ

-กำหนด Material สปริงเหน็บ SAE5160

Properties Tables & Curves Appearance CrossHatch Custom Application Data

Material properties
Materials in the default library can not be edited. You must first copy the material to a custom library to edit it.

Model Type: Linear Elastic Isotropic Save model type in library

Units: SI - N/mm² (MPa)

Category: SAE5160

Name: SAE5160

Default failure criterion: Max von Mises Stress

Description:

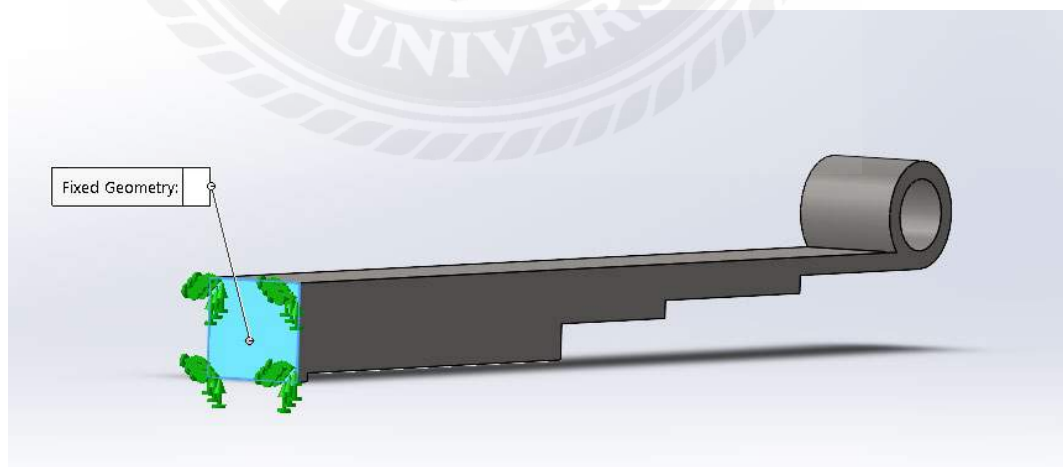
Source:

Sustainability: Plain Carbon Steel in SOLIDWORKS M:

Property	Value	Units
Elastic Modulus	200000	N/mm ²
Poisson's Ratio	0.28	N/A
Shear Modulus	11600	N/mm ²
Mass Density	7700	kg/m ³
Tensile Strength	765	N/mm ²
Compressive Strength		N/mm ²
Yield Strength	450	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient	1.3e-05	/K
Thermal Conductivity	25	W/(m·K)

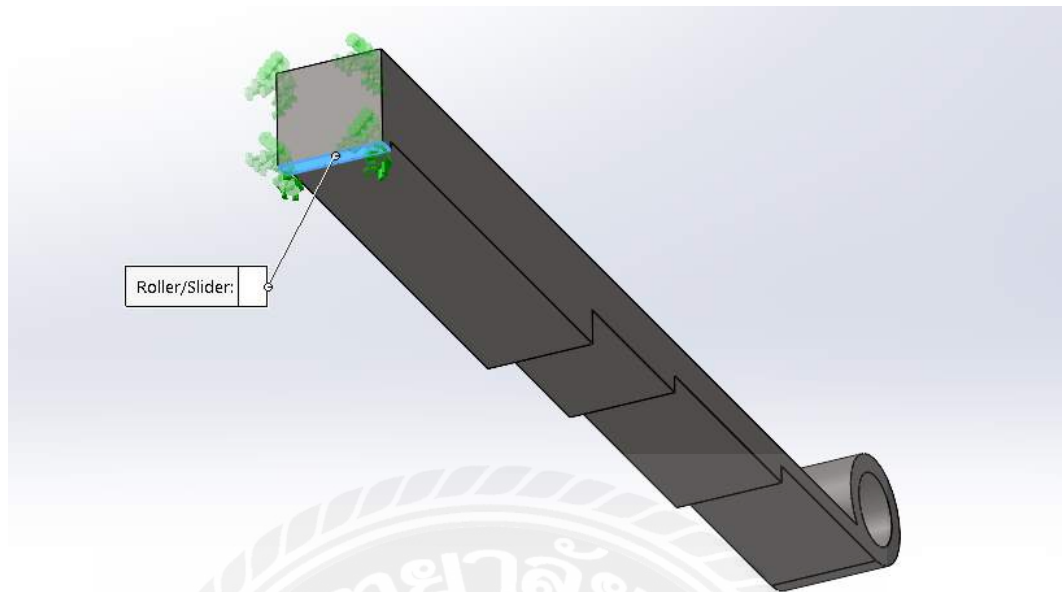
รูปที่ 4.5 กำหนด Material สปริงเหน็บ SAE5160

-กำหนดจุด Fixed Geometry สปริงเหน็บ



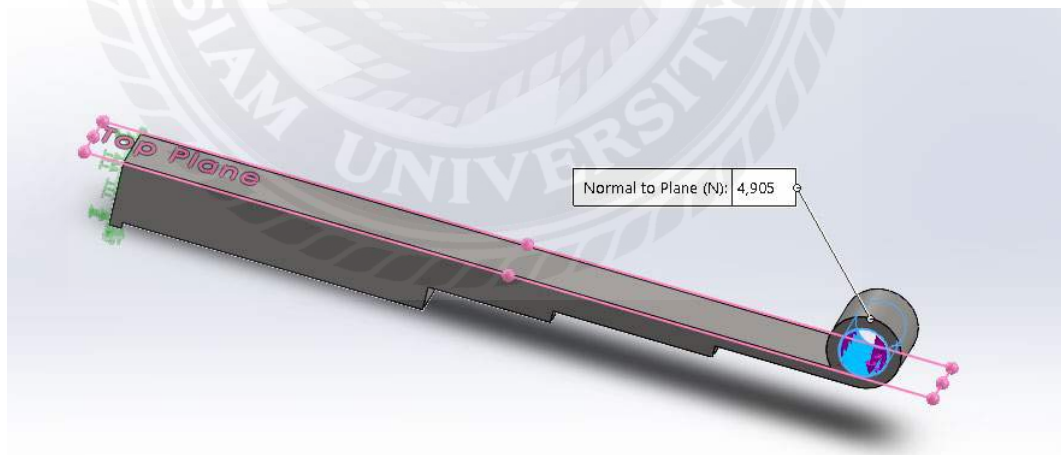
รูปที่ 4.6 กำหนดจุด Fixed Geometry สปริงเหน็บ

-กำหนดจุด Roller/Slider สปริงແหนบ



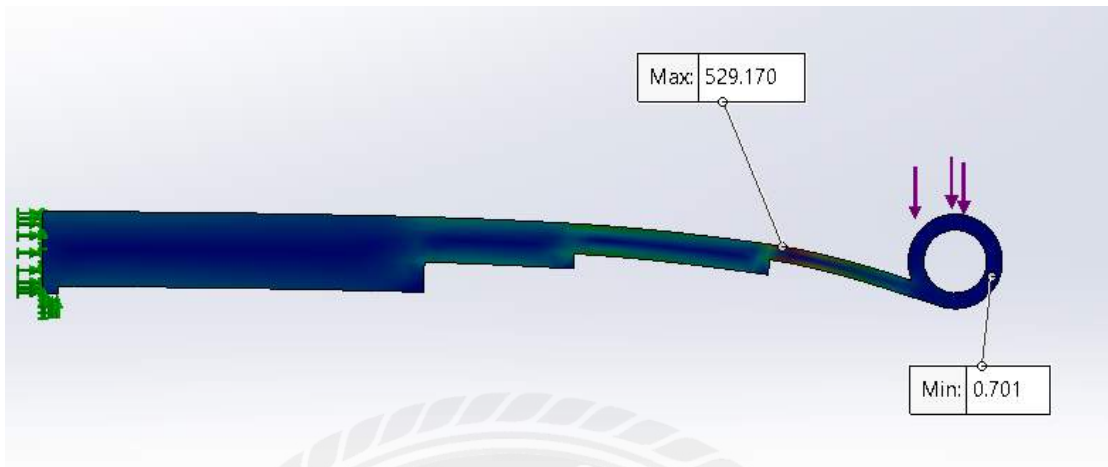
รูปที่ 4.7 กำหนดจุด Roller/Slider สปริงແหนบ

-กำหนดแรงกระทำกับสปริงແหนบ 4905 N



รูปที่ 4.8 กำหนดแรงกระทำกับสปริงແหนบ 4905 N

- ความเค้นสูงสุดเท่ากับ 529.170 MPa
- ความเค้นต่ำสุดเท่ากับ 0.701 MPa



รูปที่ 4.9 ความเค้น

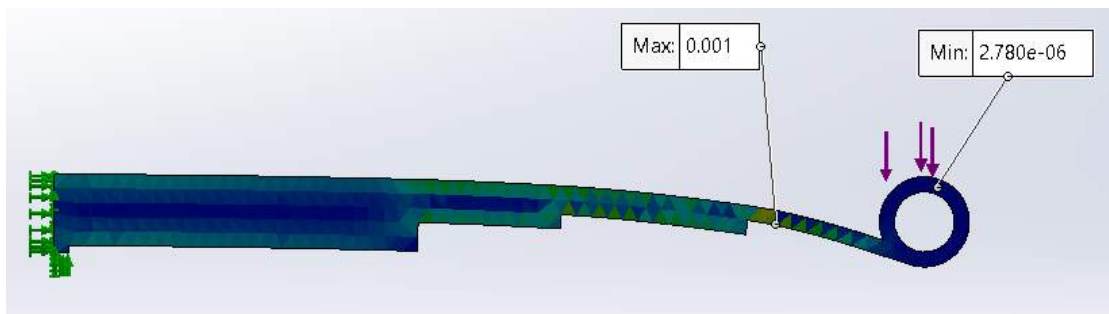
- ระยะเปลี่ยนแปลงสูงสุดเท่ากับ 11.430 mm
- ระยะเปลี่ยนแปลงต่ำสุดเท่ากับ 1.000e-30 mm



รูปที่ 4.10 ระยะเปลี่ยนแปลง

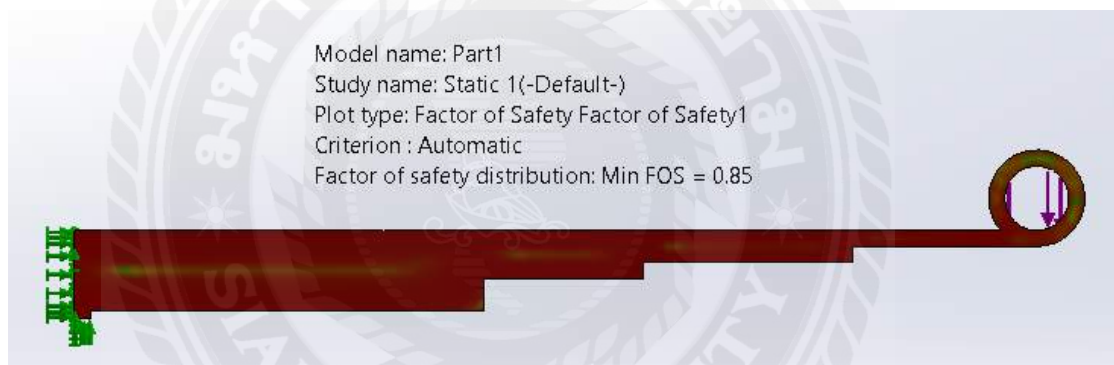
-ความเครียดสูงสุดเท่ากับ 0.001

-ความเครียดต่ำสุดเท่ากับ $2.780e-06$



รูปที่ 4.11 ความเครียดสูงสุด

-ค่าความปลอดภัยเท่ากับ 0.85



รูปที่ 4.12 ค่าความปลอดภัย

4.2 การวิเคราะห์ สปริงเหน็บเดิม โดยใช้ทฤษฎี

-ขั้นตอนในการหาขีดจำกัดความทนของชุดสปริงเหน็บ

$$S_e = K_a K_b K_c K_d K_e S'_e$$

โดยที่ S_e คือ ขีดจำกัดความทนทานของชิ้นงาน

S'_e คือ ขีดจำกัดความทนทานของชิ้นทดสอบ

K_a คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลของผิวหน้าชิ้นงาน

K_b คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลของขนาดและรูปแบบของหน้าตัดชิ้นงาน

K_c คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลของภาระที่กระทำกับชิ้นงาน

K_d คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลของอุณหภูมิในขณะที่ใช้งาน

K_e คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลขององค์ประกอบอื่นๆ

ค่าตัวประกอบอิทธิพลของผิวหน้าชิ้นงาน (K_a)

$$K_a = a S_{ut}^b$$

โดยที่ S_{ut} คือ ค่าความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นภายใต้การทดสอบแรงดึง

a, b คือ ค่าคงที่ของผิวหน้าในรูปแบบต่างๆ สามารถหาได้จากตาราง

$$a = 57.7$$

$b = -0.718$ เพราะผิวหน้าของชุดสปริงผ่านกรรมวิธีรีดร้อน

ดังนั้น

$$K_a = 57.7(529.170)^{-0.718}$$

$$K_a = 0.6391$$

ค่าตัวประกอบอิทธิพลของขนาดและรูปแบบของหน้าตัดชิ้นงาน (K_b)

$$K_b = \left(\frac{d}{7.62} \right)^{-0.1133}$$

โดยที่ $d = d_e$ เพราะรูปแบบของหน้าตัดสปริงเหน็บมีรูปแบบเป็นสี่เหลี่ยม

$$d_e = 0.808(hb)^{\frac{1}{2}}$$

โดยที่

$$d_e = 0.808(10 \times 60)^{\frac{1}{2}}$$

$$d_e = 19.79$$

$$K_b = \left(\frac{19.79}{7.62}\right)^{-0.1133}$$

$$K_b = 0.897$$

ค่าตัวประกอบอิทธิพลของภาระที่กระทำกับชิ้นงาน (K_c)

ดังนั้น

$$K_c = 1$$

เนื่องจากภาระที่กระทำอยู่ในรูปแบบภาระตัด

ค่าตัวประกอบอิทธิพลของอุณหภูมิในขณะใช้งาน (K_d)

ดังนั้น

$$K_d = 1$$

เนื่องจากทำการวิเคราะห์ที่อุณหภูมิปกติ

ค่าตัวประกอบอิทธิพลขององค์ประกอบอื่นๆ (K_e)

ดังนั้น

$$K_e = 1$$

เนื่องจากไม่มีตัวประกอบอิทธิพลขององค์ประกอบอื่นๆ

ค่าขีดจำกัดความทนทาน (S_e) ของวัสดุมีค่าเท่ากับ

$$S_e = (0.6391)(0.897)(1)(1)(1)(450)$$

$$S_e = 257.972 \text{ MPa}$$

ค่าภาระสูงสุดที่แรงกระทำกับสปริง

$$P = \frac{\sigma n b h^2}{3l}$$

โดยที่ n คือ จำนวนของแผ่นสปริงหนาบ

ดังนั้น

$$P = \frac{257.972 \times 10^3 \times 1 \times 0.060 \text{ m} \times 0.010^2 \text{ m}}{3 \times 0.115 \text{ m}} = 4.48 \text{ kN}$$

แปลงหน่วย

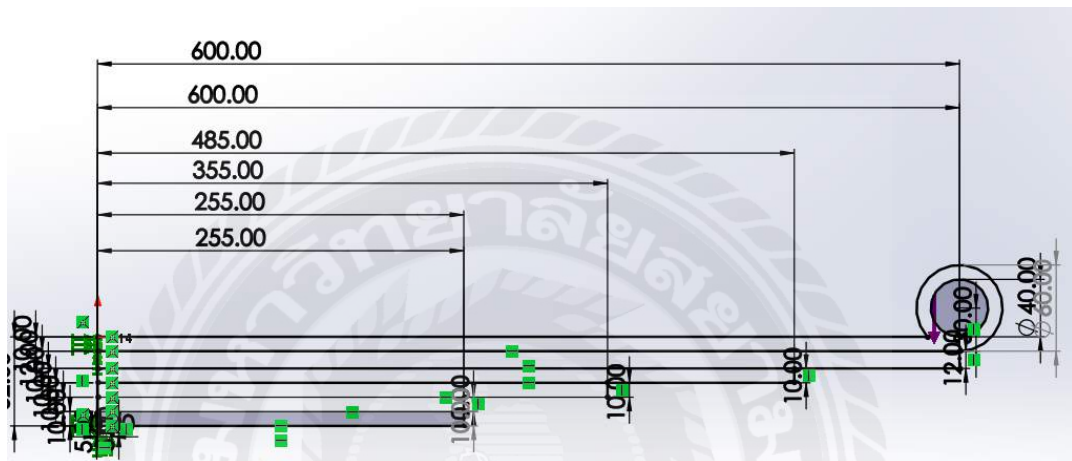
$$W = mg$$

ดังนั้น

$$W = \frac{4.48 \text{ kN} \times 1000 \text{ kg}}{9.81 \text{ kN}} = 456.67 \text{ kg}$$

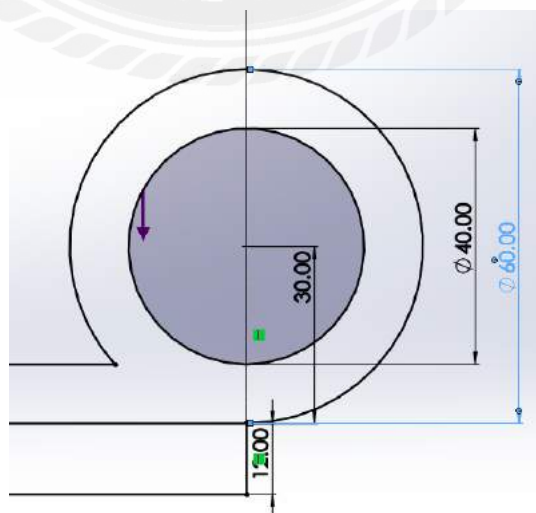
4.3 การออกแบบ สปริงเหน็บเสริม โดยใช้โปรแกรม Solid works

- กำหนดขนาดความยาวสปริงเหน็บ แผ่นที่ 1 เท่ากับ 600 mm
- กำหนดขนาดความยาวสปริงเหน็บ(เสริม) แผ่นที่ 2 เท่ากับ 600 mm
- กำหนดขนาดความยาวสปริงเหน็บ แผ่นที่ 3 เท่ากับ 485 mm
- กำหนดขนาดความยาวสปริงเหน็บ แผ่นที่ 4 เท่ากับ 355 mm
- กำหนดขนาดความยาวสปริงเหน็บ แผ่นที่ 5 เท่ากับ 255 mm
- กำหนดขนาดความยาวสปริงเหน็บ แผ่นที่ 6 เท่ากับ 255 mm



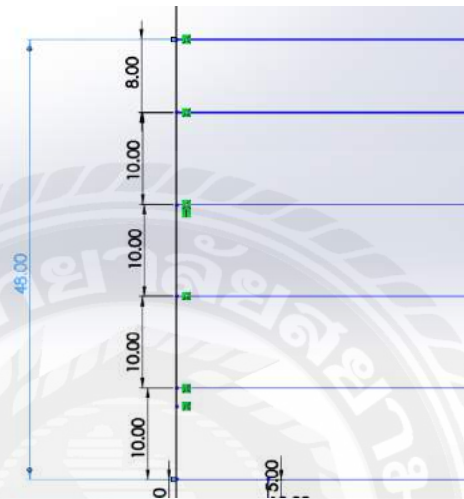
รูปที่ 4.13 กำหนดขนาดความยาวสปริงเหน็บ

- กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสปริงเหน็บวงในเท่ากับ 40 mm
- กำหนดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของสปริงเหน็บวงนอกเท่ากับ 60 mm



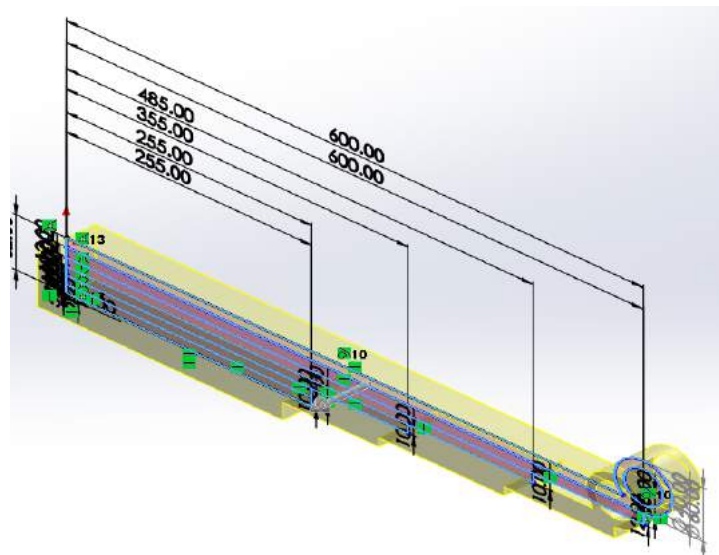
รูปที่ 4.14 กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสปริงเหน็บ

- กำหนดขนาดความหนาสปริงเหน็บ แผ่นที่ 1 เท่ากับ 10 mm
- กำหนดขนาดความหนาสปริงเหน็บ(เสริม) แผ่นที่ 2 เท่ากับ 10 mm
- กำหนดขนาดความหนาสปริงเหน็บ แผ่นที่ 3 เท่ากับ 10 mm
- กำหนดขนาดความหนาสปริงเหน็บ แผ่นที่ 4 เท่ากับ 10 mm
- กำหนดขนาดความหนาสปริงเหน็บ แผ่นที่ 5 เท่ากับ 10 mm
- กำหนดขนาดความหนาสปริงเหน็บ แผ่นที่ 6 เท่ากับ 10 mm



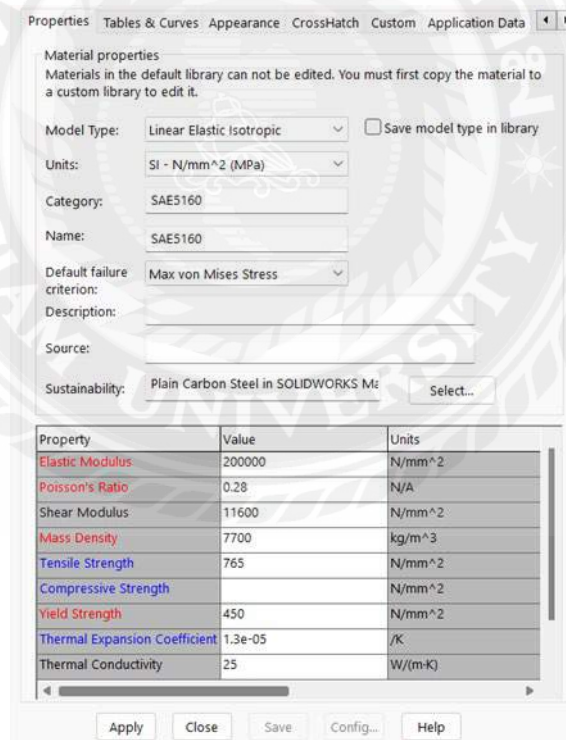
รูปที่ 4.15 กำหนดขนาดความหนาสปริงเหน็บ

- กำหนดขนาดความกว้างสปริงเหน็บ แผ่นที่ 1 เท่ากับ 60 mm
- กำหนดขนาดความกว้างสปริงเหน็บ(เสริม) แผ่นที่ 2 เท่ากับ 60 mm
- กำหนดขนาดความกว้างสปริงเหน็บ แผ่นที่ 3 เท่ากับ 60 mm
- กำหนดขนาดความกว้างสปริงเหน็บ แผ่นที่ 4 เท่ากับ 60 mm
- กำหนดขนาดความกว้างสปริงเหน็บ แผ่นที่ 5 เท่ากับ 60 mm
- กำหนดขนาดความกว้างสปริงเหน็บ แผ่นที่ 6 เท่ากับ 60 mm



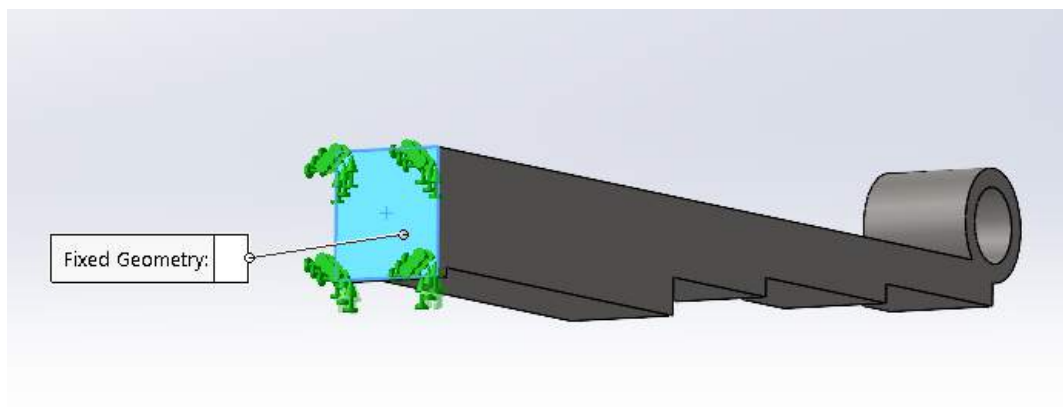
รูปที่ 4.16 กำหนดขนาดความกว้างสปริงเหินบ

-กำหนด Material สปริงเหินบ SAE5160



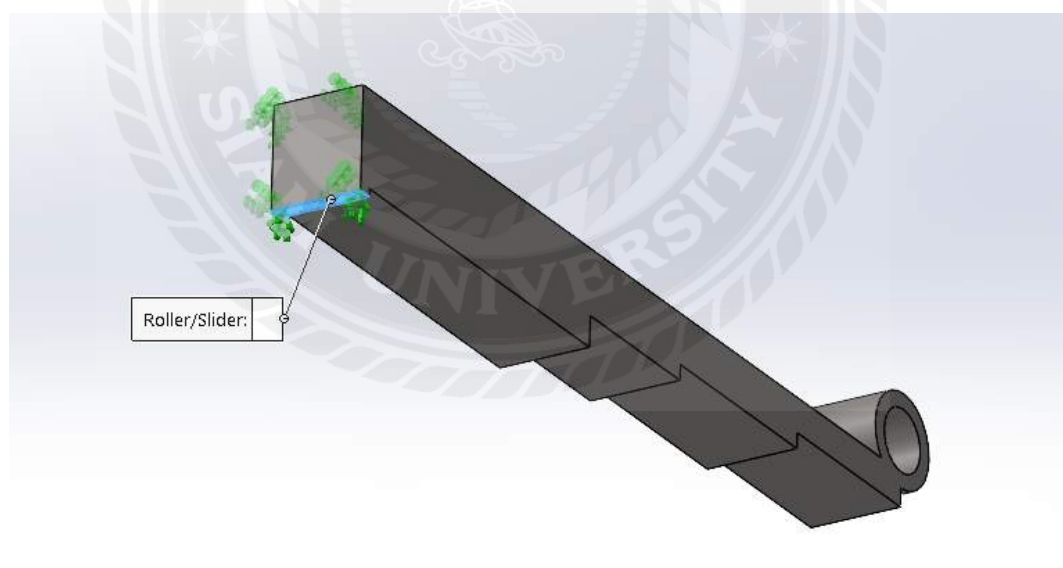
รูปที่ 4.17 กำหนด Material สปริงเหินบ SAE5160

-กำหนดจุด Fixed Geometry สปริงແໜບ



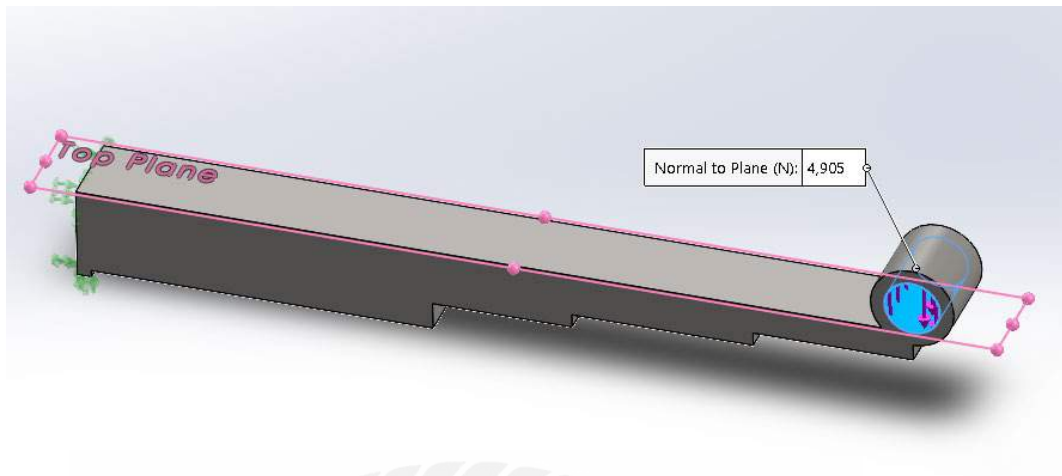
รูปที่ 4.18 กำหนดจุด Fixed Geometry สปริงແໜບ

-กำหนดจุด Roller/Slider สปริงແໜບ



รูปที่ 4.19 กำหนดจุด Roller/Slider สปริงແໜບ

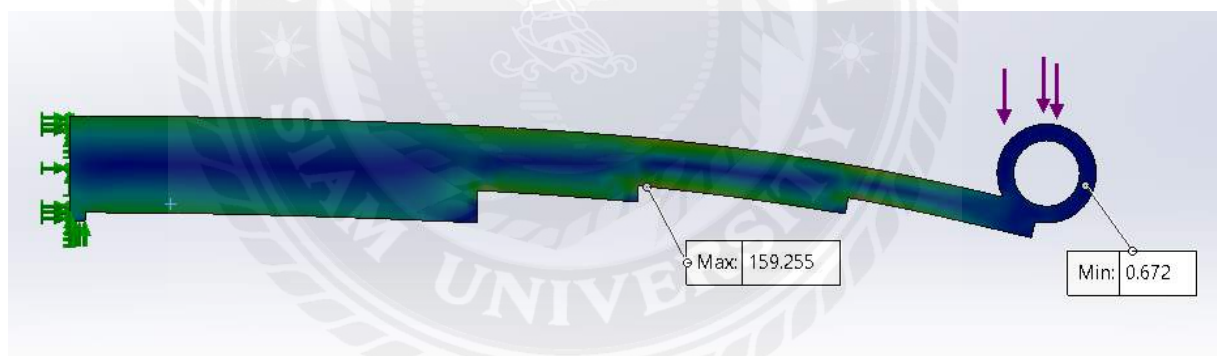
-กำหนดแรงกระทำกับสปริงแทน 4905 N



รูปที่ 4.20 กำหนดแรงกระทำกับสปริงแทน 4905 N

-ความเค้นสูงสุดเท่ากับ 159.255 MPa

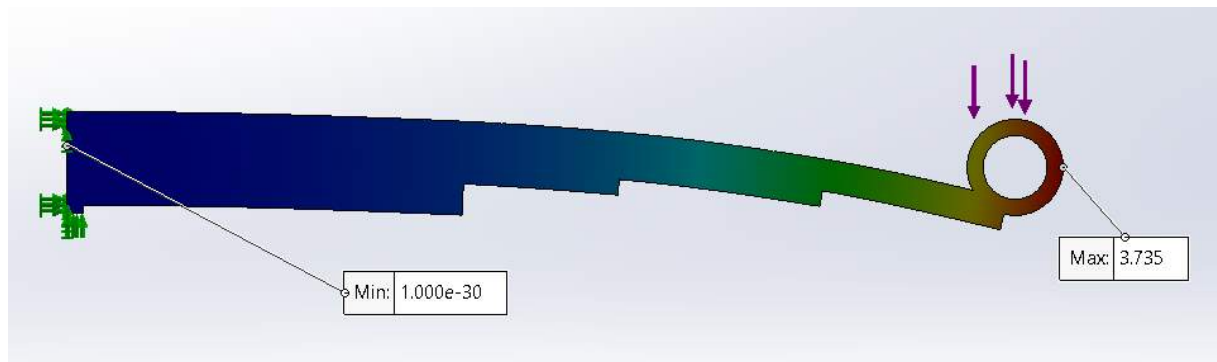
-ความเค้นต่ำสุดเท่ากับ 0.672 MPa



รูปที่ 4.21 ความเค้น

-ระยะเปลี่ยนแปลงสูงสุดเท่ากับ 3.735 mm

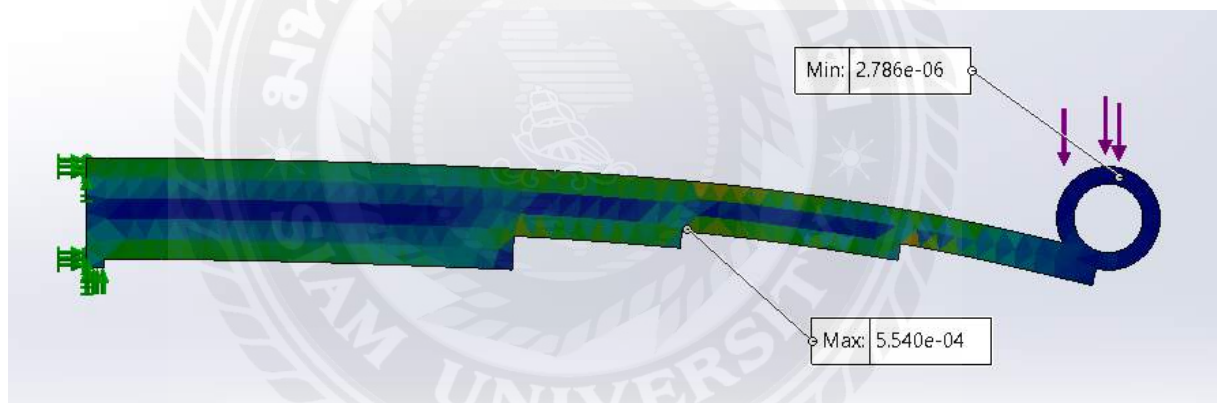
-ระยะเปลี่ยนแปลงต่ำสุดเท่ากับ 1.000e-30 mm



รูปที่ 4.22 ระยะเปลี่ยนแปลง

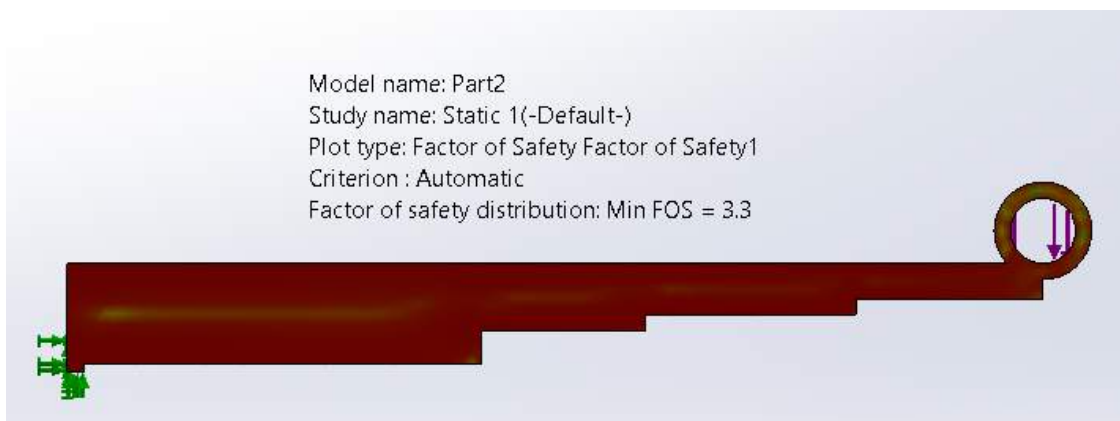
-ความเครียดสูงสุดเท่ากับ 5.540e-04

-ความเครียดต่ำสุดเท่ากับ 2.786e-06



รูปที่ 4.23 ความเครียดสูงสุด

-ค่าความปลอดภัยเท่ากับ 3.3



รูปที่ 4.24 ค่าความปลอดภัย

4.4 การวิเคราะห์ สปริงเหน็บเสริม โดยใช้ทฤษฎี

-ขั้นตอนในการหาขีดจำกัดความทนของชุดสปริงเหน็บ

$$S_e = K_a K_b K_c K_d K_e S'_e$$

โดยที่ S_e คือ ขีดจำกัดความทนทานของชิ้นงาน

S'_e คือ ขีดจำกัดความทนทานของชิ้นทดสอบ

K_a คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลของผิวหน้าชิ้นงาน

K_b คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลของขนาดและรูปแบบของหน้าตัดชิ้นงาน

K_c คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลของภาระที่กระทำกับชิ้นงาน

K_d คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลของอุณหภูมิในขณะใช้งาน

K_e คือ ค่าตัวประกอบอิทธิพลขององค์ประกอบอื่นๆ

ค่าตัวประกอบอิทธิพลของผิวหน้าชิ้นงาน (K_a)

$$K_a = a S_{ut}^b$$

โดยที่ S_{ut} คือ ค่าความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นภายใต้การทดสอบแรงดึง

a, b คือ ค่าคงที่ของผิวหน้าในรูปแบบต่างๆ สามารถหาได้จากตาราง

$$a = 57.7$$

$b = -0.718$ เพราะผิวหน้าของชุดสปริงผ่านกรรมวิธีรีดร้อน

ดังนั้น

$$K_a = 57.7(159.255)^{-0.718}$$

$$K_a = 1.5138$$

ค่าตัวประกอบอิทธิพลของขนาดและรูปแบบของหน้าตัดชิ้นงาน (K_b)

$$K_b = \left(\frac{d}{7.62}\right)^{-0.1133}$$

โดยที่ $d = d_e$ เพราะรูปแบบของหน้าตัดสปริงแทนมีรูปแบบเป็นสี่เหลี่ยม

$$d_e = 0.808(hb)^{\frac{1}{2}}$$

โดยที่

$$d_e = 0.808(10 \times 60)^{\frac{1}{2}}$$

$$d_e = 19.79$$

$$K_b = \left(\frac{19.79}{7.62}\right)^{-0.1133}$$

$$K_b = 0.897$$

ค่าตัวประกอบอิทธิพลของภาระที่กระทำกับชิ้นงาน (K_c)

ดังนั้น

$$K_c = 1$$

เนื่องจากภาระที่กระทำอยู่ในรูปแบบภาระตัด

ค่าตัวประกอบอิทธิพลของอุณหภูมิในขณะใช้งาน (K_d)

ดังนั้น

$$K_d = 1$$

เนื่องจากทำการวิเคราะห์ที่อุณหภูมิปกติ

ค่าตัวประกอบอิทธิพลขององค์ประกอบอื่นๆ (K_e)

ดังนั้น

$$K_e = 1$$

เนื่องจากไม่มีค่าตัวประกอบอิทธิพลขององค์ประกอบอื่นๆ

ค่าขีดจำกัดความทนทาน (S_e) ของวัสดุมีค่าเท่ากับ

$$S_e = (1.5138)(0.888)(1)(1)(1)(450)$$

$$S_e = 604.914 \text{ MPa}$$

ค่าภาระสูงสุดที่แรงกระทำกับสปริง

$$P = \frac{\sigma_n b h^2}{3l}$$

โดยที่ n คือ จำนวนของแผ่นสปริงหนาบ

ดังนั้น

$$P = \frac{604.914 \times 10^3 \times 1 \times 0.060 \text{ m} \times 0.010^2 \text{ m}}{3 \times 0.115 \text{ m}} = 10.52 \text{ kN}$$


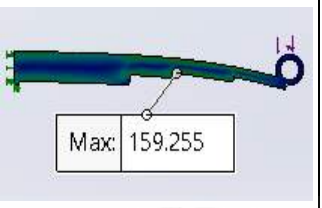
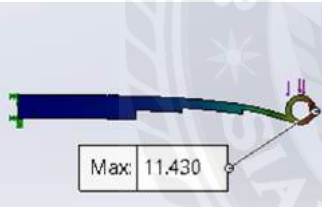
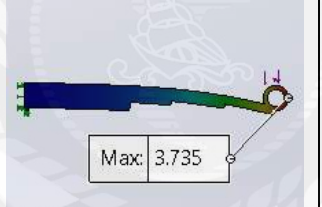


แปลงหน่วย


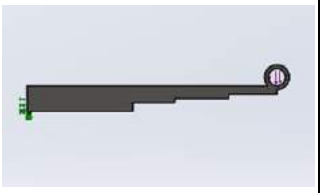
$$W = mg$$

ดังนั้น

$$W = \frac{10.52 \text{ kN} \times 1000 \text{ kg}}{9.81 \text{ kN}} = 1072.37 \text{ kg}$$

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบ สปริงแหวนเดิมและสปริงแหวนเสริม

สปริงแหวนเดิม	สปริงแหวนเสริม	หมายเหตุ
		<p>แรงกระทำกับสปริงแหวน 4905 N ความเค้น สูงสุดสปริงแหวนเดิม 529.170 MPa และความเค้นสูงสุดสปริงแหวนเสริม 159.255 MPa แตกต่างกัน เพราะได้เพิ่มแผ่นสปริงแหวนเสริม Material SAE5160 ยาว 600 mm หน้า 10 mm กว้าง 60 mm เข้าไปในตำแหน่งแผ่นที่ 2 จำนวน 1 แผ่น ทำให้ความเค้นสูงสุดแตกต่างกัน 369.915 MPa</p>
		<p>แรงกระทำกับสปริงแหวน 4905 N ระยะเปลี่ยนแปลงสูงสุดสปริงแหวนเดิม 11.430 mm และระยะเปลี่ยนแปลงสูงสุดสปริงแหวนเสริม 3.735 mm แตกต่างกันเพราะได้เพิ่มแผ่นสปริงแหวนเสริม Material SAE5160 ยาว 600 mm หน้า 10 mm กว้าง 60 mm เข้าไปในตำแหน่งแผ่นที่ 2 จำนวน 1 แผ่น ทำให้ระยะเปลี่ยนแปลงสูงสุดแตกต่างกัน 7.695 mm</p>
<p>Model name: original Study name: Static 2(-Default-) Plot type: Factor of Safety Factor of Safety1 Criterion : Automatic Factor of safety distribution: Min FOS = 0.85</p> 	<p>Model name: supplement Study name: Static 2(-Default-) Plot type: Factor of Safety Factor of Safety1 Criterion : Automatic Factor of safety distribution: Min FOS = 3.3</p> 	<p>แรงกระทำกับสปริงแหวน 4905 N ค่าความปลอดภัยสปริงแหวนเดิมได้ 0.85 และค่าความปลอดภัยสปริงแหวนเสริมได้ 3.3 แตกต่างกันเพราะได้เพิ่มแผ่นสปริงแหวนเสริม Material SAE5160 ยาว 600 mm หน้า 10 mm กว้าง 60 mm เข้าไปในตำแหน่งแผ่นที่ 2 จำนวน 1 แผ่นทำให้ปลอดภัยมากกว่า เพราะค่าความปลอดภัยต้องมากกว่า 3</p>

		<p>แรงกระทำกับสปริงเห็บ 4905 N ภาระสูงสุดที่สปริงเห็บเดิมรับได้ 456.67 kg และภาระสูงสุดที่สปริง เห็บเสริมรับได้ 1072.37 kg แตกต่าง กันเพราะได้เพิ่มแผ่นสปริงเห็บเสริม Material SAE5160 ยาว 600 mm หนา 10 mm กว้าง 60 mm เข้าไปในตำแหน่ง แผ่นที่ 2 จำนวน 1 แผ่นทำให้ภาระ สูงสุดรับได้แตกต่างกัน 615.7 kg</p>
---	---	---

4.5 ผลจากการปฏิบัติงาน

สรุปผลจากการวิเคราะห์และออกแบบ

วิเคราะห์ สปริงเห็บเดิมกำหนดขนาดความยาว 600 mm ความหนา 10 mm ความกว้าง 60 mm และกำหนด Material สปริงเห็บ SAE5160 กำหนดจุด Fixed Geometry และกำหนดจุด Roller/Slider โดยทำการแบ่งครึ่งสปริงเห็บเดิมเพื่อวิเคราะห์หาค่าภาระสูงสุดที่สปริงเห็บเดิมรับได้เท่ากับ 456.67 kg และค่าความปลอดภัยสปริงเห็บเดิมได้ 0.85 จึงได้ออกแบบเพิ่มสปริงเห็บ(เสริม) ขนาดความยาว 600 mm ความหนา 10 mm ความกว้าง 60 mm และกำหนด Material สปริงเห็บ SAE5160 กำหนดจุด Fixed Geometry และกำหนดจุด Roller/Slider เพิ่มเข้าไป 1 แผ่น จากเดิม 5 แผ่น รวม 6 แผ่น เสริมเข้าไปในตำแหน่งแผ่นที่ 2 ทำให้สปริงเห็บเดิมที่ได้มีการเพิ่มสปริงเห็บเสริมสามารถรับภาระเพิ่มขึ้นได้อีก 1,072.37 kg และค่าความปลอดภัยสปริงเห็บเสริมได้ 3.3 ปลอดภัยมากกว่าเพราะค่าความปลอดภัยต้องมากกว่า 3 เนื่องจากรถกระบะนั้นใช้เห็บสองข้างจึงคิดภาระสูงสุดที่สปริงเห็บเดิมที่ได้ออกแบบเพิ่มสปริงเห็บเสริมรับได้ 2,144.74 kg

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงการ

เนื่องจากสถานที่ปฏิบัติงานเป็นหน่วยซ่อมบำรุงสนับสนุนโดยตรงของกองทัพ มีการขนส่งสิ่งอุปกรณ์สายสรรพาวุธเป็นจำนวนมาก อาจมีการบรรทุกน้ำหนักเกินขีดจำกัดอยู่บ่อยครั้ง จึงได้จัดทำรายงานนี้ เพื่อออกแบบสปริงแหนบเสริมให้เพิ่มความสามารถในรับภาระได้มากกว่าเดิม และเป็นแนวทางในการเสริมสปริงแหนบ จึงได้นำมาพิจารณาในรายงานนี้ วิเคราะห์ สปริงแหนบเดิมกำหนดขนาดความยาว 600 mm ความหนา 10 mm ความกว้าง 60 mm และกำหนด Material สปริงแหนบ SAE5160 กำหนดจุด Fixed Geometry และกำหนดจุด Roller/Slider โดยทำการแบ่งครึ่งสปริงแหนบเดิมเพื่อวิเคราะห์หาค่าภาระสูงสุดที่สปริงแหนบเดิมรับได้เท่ากับ 456.67 kg และค่าความปลอดภัยสปริงแหนบเดิมได้ 0.85 จึงได้ออกแบบเพิ่มสปริงแหนบ(เสริม) ขนาดความยาว 600 mm ความหนา 10 mm ความกว้าง 60 mm และกำหนด Material สปริงแหนบ SAE5160 กำหนดจุด Fixed Geometry และกำหนดจุด Roller/Slider เพิ่มเข้าไป 1 แผ่นจากเดิม 5 แผ่น รวม 6 แผ่น เสริมเข้าไปในตำแหน่งแผ่นที่ 2 ทำให้สปริงแหนบเดิมที่ได้มีการเพิ่มสปริงแหนบเสริมสามารถรับภาระเพิ่มขึ้นได้อีก 1,072.37 kg และค่าความปลอดภัยสปริงแหนบเสริมได้ 3.3 ปลอดภัยมากกว่าเพราะค่าความปลอดภัยต้องมากกว่า 3 เนื่องจากรถกระบะนั้นใช้แหนบสองข้างจึงคิดภาระสูงสุดที่สปริงแหนบเดิมที่ได้ออกแบบเพิ่มสปริงแหนบเสริมรับได้ 2,144.74 kg ตามวัตถุประสงค์ภายใต้ขอบเขตของโครงการเพิ่มความสามารถของสปริงแหนบรถกระบะ Chevrolet Colorado รุ่น 2.5 TD (LS) ให้รับภาระได้เพิ่มจากเดิมเป็น 2,000 kg

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มเติมระบบรับน้ำหนัก และระบบกันสะเทือนด้านอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อสังเกต แนวโน้มของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อระบบ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรคำนวณลำดับชั้นแผ่นสปริงแหนบ ความยาว ความกว้าง ความหนา ขนาดอื่นๆ ด้วย เพื่อสังเกต แนวโน้มของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อระบบ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรหาค่าคาบิเบรท วัดและทำการเทียบ ปรับค่าให้ตรงเครื่องมือ วัด วัดค่าหลังทดสอบหลังเทียบ เพื่อสังเกต แนวโน้มของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อระบบ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

5160 SPRING STEEL. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก <http://th.marinesteels.com>

ความรู้เกี่ยวกับแหวนบรอนซ์. (2560). เข้าถึงได้จาก <http://www.sammitrauto.com>

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแหวนบ. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก <https://www.yongkee.com>

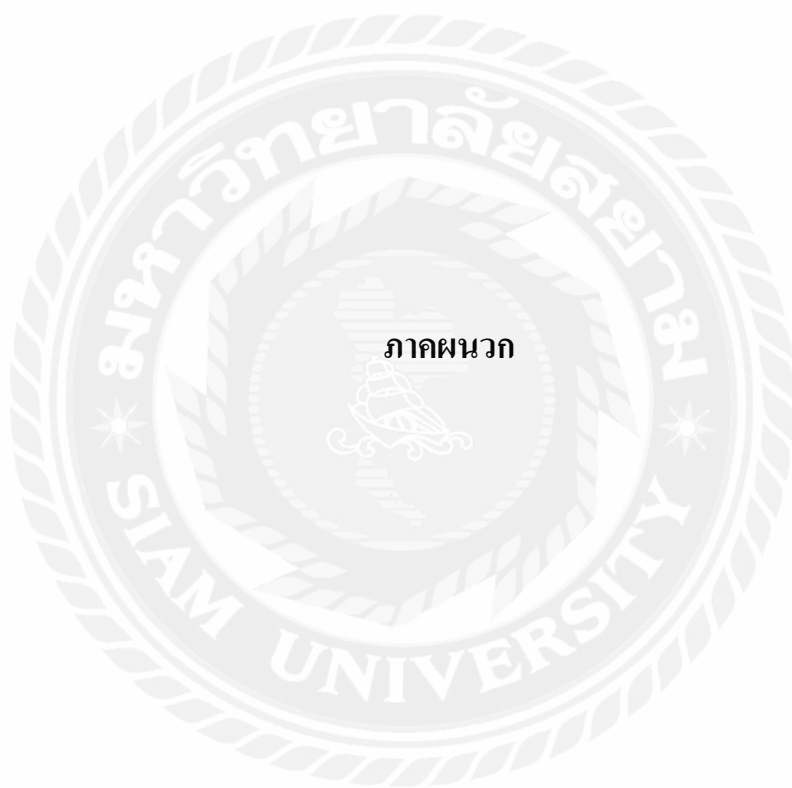
ฉัฐพล แสสนศิริและฉัฐพงศ์ ชัยณรงค์. (ม.ป.ป.). *MECHANICAL DESIGN*.

เข้าถึงได้จาก <https://prezi.com>

สุนิติ เกิดหนูวงศ์. (2542). การวิเคราะห์ความเสียหายของสปริงแหวนบโดยใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์.

กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.**เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด**

หมายเหตุ การตรวจวัดจะต้องทำงานร่วมกันทั้งหมด



รูปที่ ก.1 เวอร์เนียคาลิเปอร์



รูปที่ ก.2 ตลับเมตร

ภาคผนวก ข.

รถกระบะ Chevrolet Colorado รุ่น 2.5 TD (LS)



รูปที่ ข.1 ภาพด้านหน้ารถ Chevrolet Colorado รุ่น 2.5 TD (LS)



รูปที่ ข.2 ภาพด้านหลังรถ Chevrolet Colorado รุ่น 2.5 TD (LS)



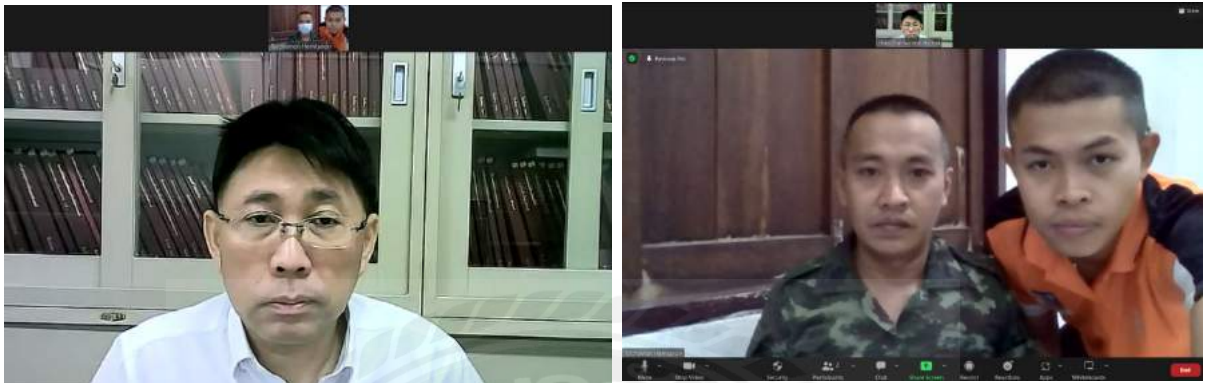
รูปที่ ข.3 เนมเพลทรถ Chevrolet Colorado รุ่น 2.5 TD (LS)



รูปที่ ข.4 รถ Chevrolet Colorado รุ่น 2.5 TD (LS)

ภาคผนวก ค.

ภาพประกอบการประกอบงาน



รูปที่ ค.1 นักศึกษาและพนักงานที่ปรึกษาประชุมออนไลน์กับอาจารย์ที่ปรึกษาผ่านโปรแกรม Zoom



รูปที่ ค.2 นักศึกษาขณะปฏิบัติงาน



รูปที่ ค.3 นักศึกษาขณะปฏิบัติงาน



รูปที่ ค.4 นักศึกษาขณะปฏิบัติงาน

ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา 6223100002
ชื่อ รัชชายนนท์ เหมทานนท์
อีเมล tatchainon.hem@siam.edu
คณะ วิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ที่อยู่ 16/462 ถนนสีริ-ศาลาया ศาลากลาง บางกรวย นนทบุรี 11130
ประวัติการศึกษา ประถมศึกษา โรงเรียนวัดรัชฎาธิฐาน (วัดเงิน)
มัธยมศึกษา โรงเรียนโพธิสารพิทยากร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม (สยามเทค)
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม (สยามเทค)
ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสยาม