

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1.1 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ได้แก่ ทฤษฎีทางการยัดหย่น และทฤษฎีทางค่านไฟไนต์เอลิเมนต์

3.1.2 ศึกษาการใช้, โครงสร้าง และการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ช่วยในการคำนวณและหาค่าความเค้น

3.1.3 วิเคราะห์หาค่าความเค้นที่เกิดขึ้นในแผ่นกว้างมีรูกลม และมีแผ่นรูปวงแหวนติดอยู่ในรูกลมโดยเป็นวัสดุต่างชนิดกัน ซึ่งรับแรงดึงสม่ำเสมอสองด้านตรงข้ามกัน ด้วยวิธีหาค่าความเค้นจากฟังก์ชันความเค้น

3.1.4 วิเคราะห์หาค่าความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นของแผ่นกว้างมีรูกลม และมีแผ่นรูปวงแหวนติดอยู่ในรูกลมโดยเป็นวัสดุต่างชนิดกัน ซึ่งรับแรงดึงสม่ำเสมอสองด้านตรงข้ามกัน ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.1.5 ทำการเปรียบเทียบค่าความเค้นและความเครียดที่ได้จากฟังก์ชันความเค้น กับค่าที่ได้จากวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

3.2 การวิเคราะห์หาค่าความเค้นจากฟังก์ชันความเค้น

3.2.1 การวิเคราะห์หาค่าความเค้น

การวิเคราะห์หาค่าความเค้นของ แผ่นระนาบกว้างมีรูกลม โดยมีแหวนรัศมีภายใน a รัศมีภายนอก b ติดอยู่ในรูกลม รับแรงดึงสม่ำเสมอ มีขั้นตอนคือ

ก. ทำการแยกคิดเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แหวนกลมรัศมีภายใน a และรัศมีภายนอก b และ ส่วนที่ 2 แผ่นระนาบกว้างมีรูกลม รัศมี b

ข. ทั้ง 2 ส่วน ทำการหาค่าความเค้น โดยสมมุติค่าความเค้นที่ขอบรอยต่อเท่ากับค่าความเค้นที่ได้จาก แผ่นระนาบกว้างมีรูกลมวัสดุเดียว พจน์แรกคูณด้วย A และพจน์ที่สองคูณด้วย

B ในการเลือกค่า A และ B 2 ค่า เพราะในการแก้สมการเพื่อหาค่า A และ B นั้นมีเงื่อนไขที่ต้องสอดคล้อง 2 เงื่อนไข คือเงื่อนไขการต่อเนื่องของการเคลื่อนตัวในแนวรัศมีและแนวตั้งฉากกับรัศมีที่ขอบรอยต่อ ค่า A และ B ที่เลือกใช้นี้ ค่า A จะใช้คูณกับส่วนของค่าที่เป็นค่าคงที่ และค่า B จะคูณกับส่วนที่เป็นฟังก์ชันของ $\sin 2\theta$ และ $\cos 2\theta$

ค. ทำการหาค่าการเคลื่อนตัวของทั้ง 2 ส่วน และหาค่าการเคลื่อนตัวที่ขอบ

ง. ค่าการเคลื่อนตัวที่ขอบนอกของวงแหวน เท่ากับ ค่าการเคลื่อนตัวที่ขอบในของแผ่นระนาบกว้างมีรูปกลมรัศมี b เพราะกำหนดให้ที่จุดต่อระหว่างวัสดุเคลื่อนตัวไปด้วยกัน

จ. ทำการแก้สมการ ได้ค่า A และ B ซึ่งค่าที่ได้นี้จะมียู่ในค่าความเค้นที่ได้ของทั้ง 2 ส่วน

ใน 5 ขั้นตอนดังกล่าว แบ่งการวิเคราะห์ได้เป็น 3 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 การหาค่าการเคลื่อนตัวของวงแหวน และทำการหาค่าการเคลื่อนตัวที่ขอบนอกของวงแหวน ส่วนที่ 2 การหาค่าการเคลื่อนตัวของแผ่นระนาบกว้างมีรูปกลมรัศมี b และทำการหาค่าการเคลื่อนตัวที่ขอบในของแผ่นกว้างมีรูปกลมรัศมี b และ ส่วนที่ 3 การหาค่า A และ B

3.2.2 การตรวจสอบสมการความเค้น

ตรวจสอบสมการค่าความเค้นที่ได้จากการวิเคราะห์ โดยแทนค่า $E_1 = E_2$ และ $\nu_1 = \nu_2$ ถ้าฟังก์ชันความเค้นที่เหมาะสม ค่าความเค้นที่เกิดขึ้นจะเท่ากับค่าความเค้นจากสมการของ Kirsh

3.2.3 การวิเคราะห์หาค่าความเครียด

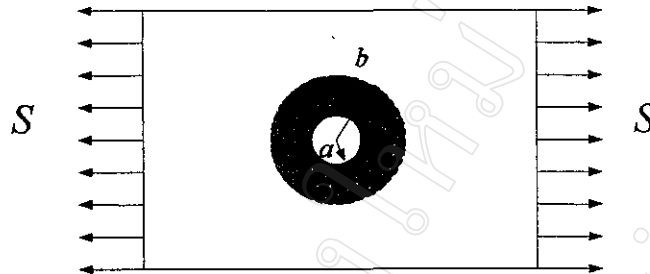
หาค่าความเครียด โดยใช้กฎของฮุคส์ แทนค่าความเค้นที่วิเคราะห์ได้แทนค่าลงในสมการ (2.38), (2.39) และ (2.40)

3.3 การวิเคราะห์หาค่าความเค้นโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

3.3.1 ศึกษาการใช้งานโปรแกรม FEMAP และ โปรแกรม ABAQUS

3.3.2 ทำการวิเคราะห์โดยเลือกใช้ค่าวัสดุ 4 ชนิด และปัญหา 10 ขนาด เพื่อใช้เปรียบเทียบกับค่าจากการวิเคราะห์

ปัญหาที่นำมาวิเคราะห์คือ



รูป 3.1 แผ่นระนาบกว้างมีรูกลมและมีแผ่นวัสดุอื่นรูปวงแหวนติดอยู่ในรูกลม

ตาราง 3.1 วัสดุที่เลือกใช้ในการวิจัย

วัสดุ	E (GPa)	ν
เหล็ก	200	0.3
อลูมิเนียม	70	0.33
สังกะสี	340	0.2
ไททานเนียม	110	0.33

ตาราง 3.2 ปัญหาที่ใช้ในการวิจัย

a (m)	b (m)	$k = \frac{a}{b}$
1	1.1	0.91
1	1.25	0.80
1	1.5	0.67
1	1.75	0.57
1	2	0.50
1	2.5	0.40
1	3	0.33
1	4	0.25
1	5	0.20
1	10	0.10

ความเค้นดึง (S) ที่กระทำที่ขอบ ใช้เท่ากันทุกปัญหาที่นำมาวิจัย คือ $1,000,000 \text{ N/m}^2$

3.3.3 ทำการเขียนรูปแบบปัญหา โดยใช้โปรแกรม FEMAP โดยมีขั้นตอน คือ

3.3.3.1 กำหนดวัสดุ และคุณสมบัติของวัสดุ ที่จะใช้ในการวิเคราะห์

3.3.3.2 กำหนดชนิดของปัญหาที่ทำการวิเคราะห์เป็นแบบความเค้นระนาบ

3.3.3.3 วาดรูปของปัญหา คือรูปวงแหวน และรูปแผ่นระนาบ โดยทำการวาดรูป โดยวาดรูปของปัญหาเพียงหนึ่งส่วนสี่ เพราะเป็นปัญหาที่มีรูปแบบสมมาตร

3.3.3.4 แบ่งเอลิเมนต์ของวงแหวน และแผ่นระนาบกว้าง

3.3.3.5 เชื่อมต่อเอลิเมนต์ที่ขอบนอกของวงแหวนเข้ากับขอบในของแผ่นระนาบกว้าง เพื่อให้ได้ตามเงื่อนไขของปัญหา คือ การเคลื่อนตัวที่ขอบรอยต่อระหว่างแผ่นระนาบกว้างกับแผ่นรูปวงแหวน จะเคลื่อนตัวไปด้วยกัน

3.3.3.6 ยึดขอบด้านที่ตัดออกของปัญหา ให้เคลื่อนตัวได้ตามทิศทางตามที่สอดคล้องกับปัญหา คือ ด้านแกน y ให้เคลื่อนตัวได้ตามแนวแกน y และด้านแกน x ให้เคลื่อนตัวได้ตามแนวแกน x

3.3.4 ทำการวิเคราะห์หาค่าความเค้น โดย โปรแกรม ABAQUS โดยวิเคราะห์จากไฟล์ที่วาดรูปปัญหาใน โปรแกรม FE MAP

3.3.5 ทำการบันทึกผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

3.3.6 ทำการตรวจสอบค่าของปัญหาแผ่นระนาบกว้างมีรูปกลมที่มีแหวนอยู่ภายใน รับแรงค้ำสมำเสมอที่ขอบ ที่วิเคราะห์โดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ โดยทำการวิเคราะห์โดยใช้ค่าของวัสดุทั้งสองส่วนเป็นค่าวัสดุเดียวกัน ถ้าค่าถูกต้องจะต้องมีค่าเท่ากับค่าที่วิเคราะห์จากปัญหาแผ่นระนาบกว้างมีรูปกลมวัสดุเดียวรับแรงค้ำที่ขอบ

3.3.7 ทำการตรวจสอบค่าที่วิเคราะห์ได้ของปัญหาแผ่นระนาบกว้างมีรูปกลมที่มีแหวนอยู่ภายใน รับแรงค้ำสมำเสมอที่ขอบ โดยใช้อัตราส่วน $\frac{a}{b}$ เท่ากับในตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ แต่เปลี่ยนแปลงขนาดของ a และตรวจสอบค่าที่วิเคราะห์ได้