## บทที่ 3 การคำนวณวิธีระเบียบวิธีไฟในต์เอเลเมนต์

ในการศึกษาการหาค่าการดูดซับพลังงานของท่อที่มีหน้าตัดหลากหลาย ได้แก่ สี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม แปดเหลี่ยมและวงกลมภายใต้แรงกดในแนวแกน แล้วนำผลที่ได้จากการคำนวณมา เปรียบเทียบกันว่าท่อที่มีหน้าตัดชนิดใดที่ให้การดูดซับพลังงานดีที่สุด ในการวิธีการคำนวณจะใช้ วิธีระเบียบวิธีไฟในต์เอเลเมนต์โดยโปรแกรมที่เรียกว่า ABAQUS ซึ่งมีขั้นตอนในการกำนวณดังนี้



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างโปรแกรม ABAQUS

## 3.1 การสร้างชิ้นงานทดสอบและกำหนดค่าคุณสมบัติต่างๆในการทดสอบลงในโปรแกรม ในการทดสอบนี้เราได้กำหนดค่าต่างๆในการทดสอบดังนี้

3.1.1 การสร้างชิ้นงาน(Part) การสร้างชิ้นงานเริ่มจากการ วาคหน้าตัดของชิ้นงานขึ้นมา
 ก่อนดังรูปที่ 3.2 จากนั้นกำหนดความยาวของชิ้นงานที่จะยืดออกไปดังรูป ที่ 3.3



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการสร้างหน้าตัดชิ้นงานทดสอบ



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างลักษณะของชิ้นงานที่ได้จากการยึด

รูปที่ 3.3 เป็นตัวอย่างของชิ้นที่ใช้ทคสอบชิ้นหนึ่งที่มีหน้าตัคทรงกลม จากนั้นสร้างวัตถุที่ ใช้รองรับ และใช้กคชิ้นงานขึ้น โคยมีคุณสมบัติเป็นวัตถุแข็งเกร็ง เพื่อที่จะไม่ทำให้เกิดการสูญเสีย พลังงานให้วัตถุรองรับ วัตถุรองรับจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่หน้าตัดของชิ้นงาน เพื่อที่ว่าเมื่อมี การทคสอบแล้วจะไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดหลุดออกจากพื้นที่รองรับ

3.1.2 การกำหนดคุณสมบัติของชิ้นงานทดสอบ(Section Command) การกำหนดคุณสมบัติ เป็นการกำหนดค่าคุณสมบัติต่างๆของชิ้นงานรวมถึงความหนา และคุณสมบัติเฉพาะของชิ้นงานที่ ใช้ทดสอบ ได้แก่

- ความหนาแน่นของวัสคุ (Density)

- ก่าโมดูลัสของยัง (Young' Modulus)

- อัตราส่วนปัวซอง (Poisson's Ratio)
- ก่าความเค้นครากตัว (Yield' Stress)

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้คุณสมบัติเฉพาะของเหล็กเหนียวเป็นก่าที่ใช้ในการทคสอบโดยมีก่าคุณสมบัติ ต่างๆดังนี้

- ความหนาแน่นของวัสคุ (Density)	= 7800	$\frac{kg}{m^3}$
- ค่า Young' Modulus	= 200	GPa.
- ค่า Poisson's Ratio	= 0.3	
- ก่าความเค้นครากตัว (Yield Stress)	= 200	MPa

Edit Section	X			
Name: Sectior-1				
Type: Shell / Continuum Shell, Homogeneous				
Section integration: 💿 During analysis 🔿 Before analysis				
Basic Advanced	_			
Shell thickness: 2				
Material: 🛛 🔽 Create				
Thickness integration rule: 💿 Simpson 🔘 Gauss				
Thickness integration points: 5 🝣				
Options: Rebar Layers				
OK Cancel				

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการกำหนดความหนาของชิ้นงานทดสอบ

🗖 Edit Material 🛛 🗙
Name: Material-2
Material Behaviors
Elastic
General Mechanical Thermal Other Delete
Elastic
Type: Isotropic   Suboptions
Use temperature-dependent data
Number of field variables: 0 🝧
Moduli time scale (for viscoelasticity): Long-term
Data
Young's Poisson's Modulus Ratio
1 200e3 0.3
OK

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการกำหนดค่าคุณสมบัติเฉพาะของชิ้นงานทดสอบ

 3.1.3 การประกอบขึ้นงานทดสอบในโปรแกรม (Assembly Command) ถ้าขึ้นงานที่จะใช้ ทดสอบมีมากกว่าหนึ่งส่วนต้องนำชิ้นงานนั้นมาประกอบเข้าด้วยกันก่อน โดยในงานวิจัยนี้ มี ส่วนประกอบของชิ้นงานสองส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่จะทดสอบ ส่วนรองรับ และส่วนกดชิ้นงาน (สร้างชิ้นเดียวแต่สามารถใช้ได้ทั้งสองกรณี) และเมื่อนำมาประกอบกันแล้วจะได้ลักษณะดัง รูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างชิ้นงานที่ทำการประกอบเสร็จแล้ว

3.1.4 การกำหนดเวลาในการทดสอบชิ้นงาน (Step Command) เป็นการกำหนดระยะเวลาที่ ใช้เคราะห์ชิ้นงาน ในงานวิจัยนี้เวลาที่ใช้ในการทดสอบ เป็นการบอกระยะในการกดชิ้นงาน ดังรูป ที่ 3.7 ระยะเวลาที่ใช้คือ 8.5 ซึ่งถ้าความเร็วในการทดสอบกดชิ้นงาน เป็น 10 มิลลิเมตรต่อ วินาที จะมีระยะการกดเป็น 850 มิลลิเมตร นั่นเอง

Edit Step
Name: Step-1
Type: Static, General
Basic Incrementation Other
Description:
Time period: 8.5
Nigeom: Off (This setting controls the inclusion of nonlinear effects of large displacements and affects subsequent steps.)
Use stabilization with dissipated energy fraction V: 0.0002
Include adiabatic heating effects
OK Cancel

รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการกำหนดระยะเวลาในการทดสอบ

3.1.5 การกำหนดข้อมูลที่ได้จากการทดสอบชิ้นงาน (Field output requests and History output requests Command) เป็นกำหนดผลการทดสอบชิ้นงานที่ต้องการ ว่าเราต้องการข้อมูลการ ทดสอบใดบ้าง ดังรูปที่ 3.8 มีการกำหนดข้อมูลที่ต้องการสองข้อมูลกือ แรง(Force/Reaction) และ ระยะในการกด(Displacement/Velosity/Acceletion ) )เป็นต้น และข้อมูลที่ได้ก็จะมาทำการ วิเคราะห์ต่อไป

![](_page_6_Picture_0.jpeg)

รูปที่ 3.8 ตัวอย่างการกำหนดข้อมูลที่ต้องการ ได้แก่แรง(Force/Reaction) และระยะใน การกด (Displacement/Velosity/Acceletion )

3.1.6 การกำหนดการสัมผัสกันของชิ้นส่วนทดสอบ (Interaction Command) เป็นการบอก ให้โปรแกรมทราบว่าเมื่อมีการทดสอบชิ้นงาน ชิ้นส่วนทดสอบใดบ้างที่มีโอกาสสัมผัสกัน รวมทั้ง การสัมผัสกันเองของชิ้นส่วนด้วย ดังรูปที่ 3.9 เป็นการกำหนดการสัมผัสกันระหว่างชิ้นส่วนต่อ ชิ้นส่วน ในส่วนนี้ยังเป็นการกำหนดก่าความเสียดทานจากการสัมผัสกันของชิ้นส่วนด้วย ดัง รูปที่ 3.10 เป็นการกำหนดก่าความเสียดทานที่เกิดจากการสัมผัสกันเองของชิ้นส่วน โดย ก่า สัมประสิทธิ์กวามเสียดทานเป็น 0.1 และการสัมผัสกันของชิ้นส่วนเป็น 0.3

Create Interaction
Name: Int-2
Step: Step-1 💌
Procedure: Static, General
Types for Selected Step
Surface-to-surface contact (Standard) Self-contact (Standard)
Continue

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการกำหนดการสัมผัสกันระหว่างชิ้นส่วนต่อชิ้นส่วน

🗖 Edit Contact Property 🛛 🗙
Name: IntProp-2
Contact Property Options
Tangential Behavior
Mechanical Ihermal Delete
Tangential Behavior
Friction formulation: Penalty
Friction Shear Stress Elastic Slip
Directionality: 💿 Isotropic 🔘 Anisotropic (Standard only)
Use slip-rate-dependent data
Use contact-pressure-dependent data
Use temperature-dependent data
Number of field variables: 0 🝧
Friction
0.3
OK Cancel

รูปที่ 3.10 ตัวอย่างการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์กวามเสียดทานการสัมผัสกันของชิ้นส่วน

3.1.7 การกำหนดขอบเขตต่างๆของชิ้นงานทดสอบ (BCs Command) เป็นการกำหนดว่าจะ
 ยึดชิ้นส่วนใดไว้ จะให้ชิ้นสวนใดเคลื่อนที่ เคลื่อนที่ไปในทิศทางใด และเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว
 เท่าใด ดังรูปที่ 3.11 เป็นตัวอย่างการกำหนดความเร็วให้ วัตถุเกลื่อนที่เข้าหาชิ้นงานด้วยความเร็ว
 10 มิลลิเมตรต่อวินาที

🔲 Edit Bo	undary Condition	×			
Name: BC-	1				
Type: Velo	Type: Velocity/Angular velocity				
Step: Ste	p-1 (Static, General)				
Region: (Pic	ked)				
CSYS: (G1	obal) Edit				
Distribution:	Uniform 🔽				
V1:	0				
🗹 V2:	0				
🕑 V3:	10]				
🕑 VR1:	0	radians/time			
🗹 VR2:	0	radians/time			
VR3:	0	radians/time			
Amplitude: (Instantaneous) 💌					
OK Cancel					

รูปที่ 3.11 ตัวอย่างการกำหนดขอบเขตกวามเร็วของชิ้นส่วนที่ใช้กดชิ้นงานในการทดสอบ

3.1.8 การกำหนดชื่อไฟล์ที่สร้างขึ้นเพื่อทำการทดสอบ (Jobs Command) เป็นการสร้างชื่อ ไฟล์ที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบไว้ ซึ่งเมื่อมีการสร้างชิ้นงานการทดสอบ ก็จะมีการสร้างไฟล์ ต่างเก็บไว้ที่ TEMP เพื่อสำรองข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์เก็บไว้

3.1.9 การสร้างเอเลเมนต์ในชิ้นงาน (Mesh Command) เป็นการกำหนดจำนวนเอเลเมนต์ใน การทดสอบซึ่งกำหนด โดยการใส่ค่าที่เรียกว่า Mesh เมื่อมีการเพิ่มจำนวนเอเลเมนต์ โดยการลดค่า Mesh ลง ค่าที่ได้ออกมาจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากขึ้นและเมื่อผลได้ออกมาเป็นค่าที่ถูกต้องผลที่ ได้จะมีค่าเท่ากัน ไม่ว่าจะเพิ่มจำนวนเอเลเมนต์ขึ้นอีกเท่าใดก็ตามและเรียกการทำเช่นนี้ว่าการ วิเคราะห์ Mesh Independent ซึ่งจะกล่าวในการวิเคราะห์การทดลอง เมื่อมีการสร้างเอเลเมนต์เสร็จ ต่อไปก็เข้าสู่การทดสอบโปรแกรมได้

![](_page_9_Figure_1.jpeg)

รูปที่ 3.12 ชิ้นงานที่สร้างเอเลเมนต์เรียบร้อยแล้ว

## 3.2 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรม อบาคัส(ABAQUS)

จากหัวข้อที่ 3.1.5 เมื่อเรามีการกำหนดค่าผลที่เราต้องการออกมาแล้วรูปแบบของผลที่ตัว โปรแกรมจะแสดงผลออกมาในรูปแบบที่ต่างกันสองรูปแบบคือแสดงผลออกทางจอแสดงผล (Monitor) และแสดงออกมาในรูปของชุดข้อมูล (File) เพื่อที่จะใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

3.2.1 การแสดงผลออกทางจอแสดงผล (Monitor) การแสดงผลออกทางจอแสดงผลจะ แสดงได้หลากหลายรูปแบบกว่าการแสดงผลออกมาในรูปชุดข้อมูลแต่ก็ไม่นำมาวิเคราะห์หาก่า เพิ่มเติม หรือนำมากำนวณได้เนื่องจากเป็นการแสดงผลที่ตายตัวเช่น การแสดงผลออกมาในรูปของ ภาพเคลื่อนไหว(Animation) และกราฟแต่ก็สามารถนำมาประกอบการวิเคราะห์ได้

![](_page_10_Figure_0.jpeg)

รูปที่ 3.13 ตัวอย่างของผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรมอบาคัส เป็นแบบภาพเคลื่อนไหว

![](_page_10_Figure_2.jpeg)

รูปที่ 3.14 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์แบบกราฟโดยในรูปเป็นการความสัมพันธ์แรงกับเวลา

นอกจากนี้ยังมีผลที่ได้จากจอแสดงผลอีกหลายรูปแบบ เช่น ทิศทางของแรงที่กระจายตัวในช่วงที่มี การเกิดกวามเสียหาย ซึ่งในรูปแบบอื่นๆจะไม่ขอกล่าวถึงในงานวิจัยฉบับนี้

3.2.2 การแสดงผลออกมาในรูปของชุดข้อมูล(File) เป็นการแสดงผลออกมาใน รูปแบบของเอกสารที่มีรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องการ มีการวิเคราะห์ โดยการคำนวณออกมาเป็น ช่วงโดยมากจะมีการคำนวณออกมาตามช่วงเวลาต่างๆโดยในงานวิจัยนี้จะมีการนำข้อมูลส่วนนี้มา ทำการวิเคราะห์หาก่าพลังงานการดูดซับของหน้าตัดรูปแบบต่างๆเพื่อนำมาเปรียบเทียบกันโดยให้ พื้นที่หน้าตัดที่มีขนาดเท่ากันเพื่อหาว่ารูปแบใดจะให้ก่าการดูดซับพลังงานดีที่สุด

🤌 force - Notepad						
File	Edit	Format	View	Help		
File	Edit .	Format	View 42 827 1270 2122 2297 340 3825 4680 7205 595 6800 7205 8502 7605 88502 935 9771 11	force - N Help × 5028E-03 .0022E-03 .001E-03 .001E-03 .001E-03 .002E-03 .002E-03 .002E-03 .002E-03 .004E-03 .004E-03 .004E-03 .005E-03 .002 .005E-03 .005E-03 .005E-03 .002 .1475 .19	for ce 0. -120.335E+03 -98.2103E+03 -98.2103E+03 -88.063E+03 -124.186E+03 -124.186E+03 -100.534E+03 -100.534E+03 -100.096E+03 -105.768E+03 -105.768E+03 -64.4654E+03 -64.4654E+03 -64.4425E+03 -64.4425E+03 -64.4425E+03 -64.4425E+03 -64.4425E+03 -64.4425E+03 -64.4425E+03 -64.4425E+03 -64.4425E+03 -64.425E+03 -64.834E+03 -64.9916E+03 -61.951E+03 -61.951E+03 -61.951E+03 -61.7597E+03 -69.3219E+03	
					-73.548E+03 -61.995E+03 -69.3219E+03 -87.7587E+03 -74.352E+03 -82.1968E+03 -97.3388E+03 -41.8893E+03 -59.5151E+03 -57.6837E+03 -61.8926E+03 -78.6384E+03 -78.6384E+03 -78.6384E+03 -77.7303E+03 -43.778E+03 -76.9767E+03 -55.9731E+03 -55.9731E+03 -36.7474E+03	•

รูปที่ 3.15 ตัวอย่างชุดข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรม ABAQUS โดยหัวขอ X คือเวลา และ force คือแรง