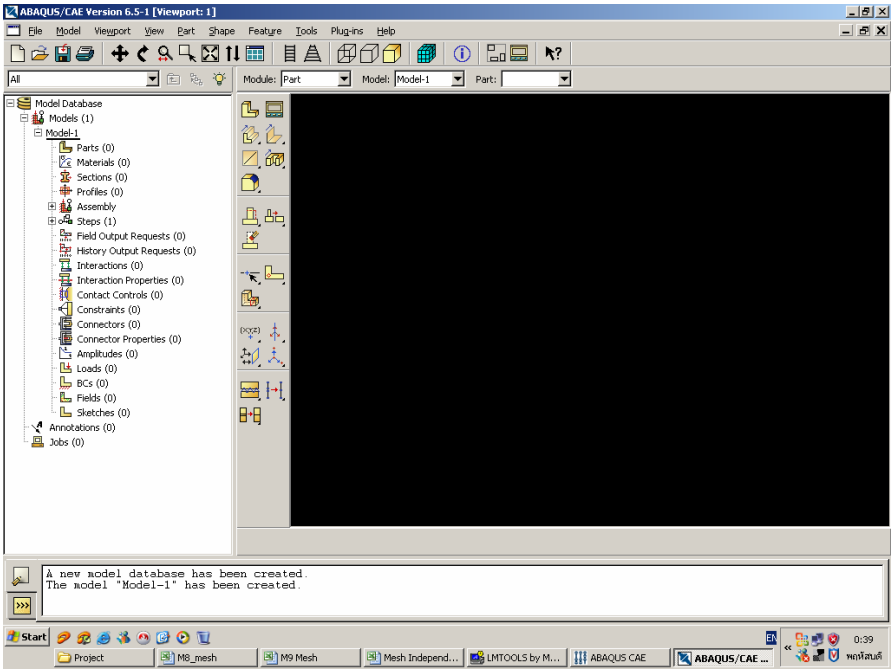
บทที่ 3
การคำนวณวิธีระเบียบวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์

ในการศึกษาการหาค่าการดูดซับพลังงานของท่อที่มีหน้าตัดหลากหลาย ได้แก่ สี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม แปดเหลี่ยมและวงกลมภายใต้แรงกดในแนวแกน แล้วนำผลที่ได้จากการคำนวณมาเปรียบเทียบกันว่าท่อที่มีหน้าตัดชนิดใดที่ให้การดูดซับพลังงานดีที่สุด ในการวิธีการคำนวณจะใช้วิธีระเบียบวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์โดยโปรแกรมที่เรียกว่า ABAQUS ซึ่งมีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

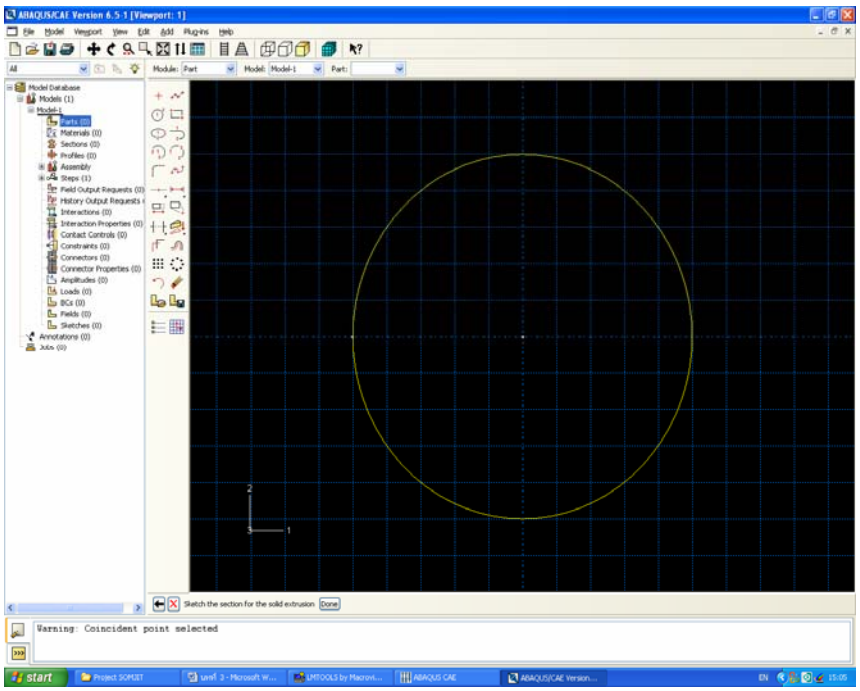


รูปที่ 3.1 ตัวอย่างโปรแกรม ABAQUS

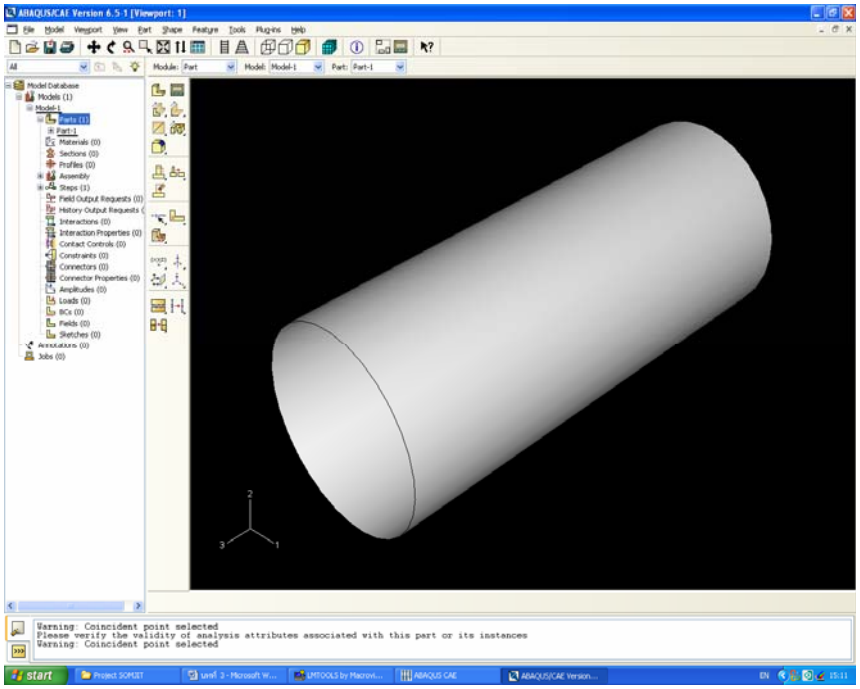
3.1 การสร้างชิ้นงานทดสอบและกำหนดค่าคุณสมบัติต่างๆในการทดสอบลงในโปรแกรม

ในการทดสอบนี้เราได้กำหนดค่าต่างๆในการทดสอบดังนี้

3.1.1 การสร้างชิ้นงาน(Part) การสร้างชิ้นงานเริ่มจากการ วาดหน้าตัดของชิ้นงานขึ้นมาก่อนดังรูปที่ 3.2 จากนั้นกำหนดความยาวของชิ้นงานที่จะยืดออกไปดังรูป ที่ 3.3



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการสร้างหน้าตัดชิ้นงานทดสอบ



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างลักษณะของชิ้นงานที่ได้จากการยืด

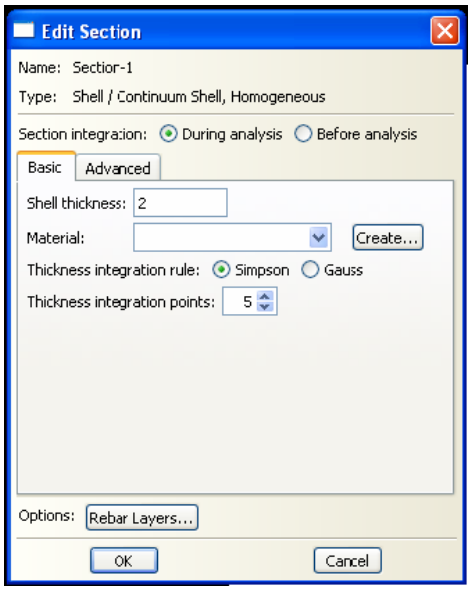
รูปที่ 3.3 เป็นตัวอย่างของชิ้นที่ใช้ทดสอบชิ้นหนึ่งที่มีหน้าตัดทรงกลม จากนั้นสร้างวัตถุที่ใช้รองรับ และใช้กดชิ้นงานขึ้น โดยมีคุณสมบัติเป็นวัตถุแข็งเกร็ง เพื่อที่จะไม่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานให้วัตถุรองรับ วัตถุรองรับจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่หน้าตัดของชิ้นงาน เพื่อที่ว่าเมื่อมีการทดสอบแล้วจะไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดหลุดออกจากพื้นที่รองรับ

3.1.2 การกำหนดคุณสมบัติของชิ้นงานทดสอบ(Section Command) การกำหนดคุณสมบัติเป็นการกำหนดค่าคุณสมบัติต่างๆของชิ้นงานรวมถึงความหนา และคุณสมบัติเฉพาะของชิ้นงานที่ใช้ทดสอบ ได้แก่

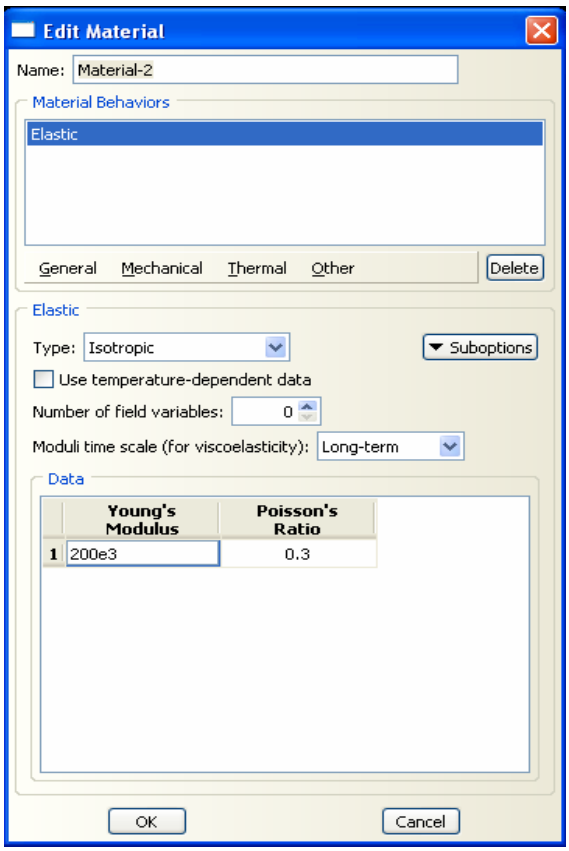
- ความหนาแน่นของวัสดุ (Density)
- ค่าโมดูลัสของยัง (Young' Modulus)
- อัตราส่วนปัวซอง (Poisson's Ratio)
- ค่าความเค้นคราก (Yield' Stress)

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้คุณสมบัติเฉพาะของเหล็กเหนียวเป็นค่าที่ใช้ในการทดสอบโดยมีค่าคุณสมบัติต่างๆดังนี้

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

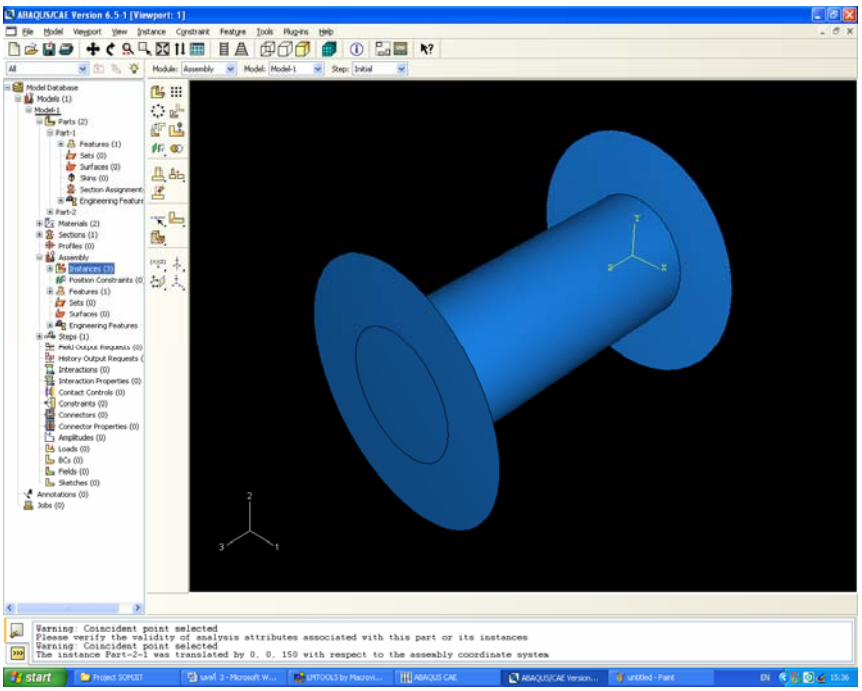


รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการกำหนดความหนาของชิ้นงานทดสอบ



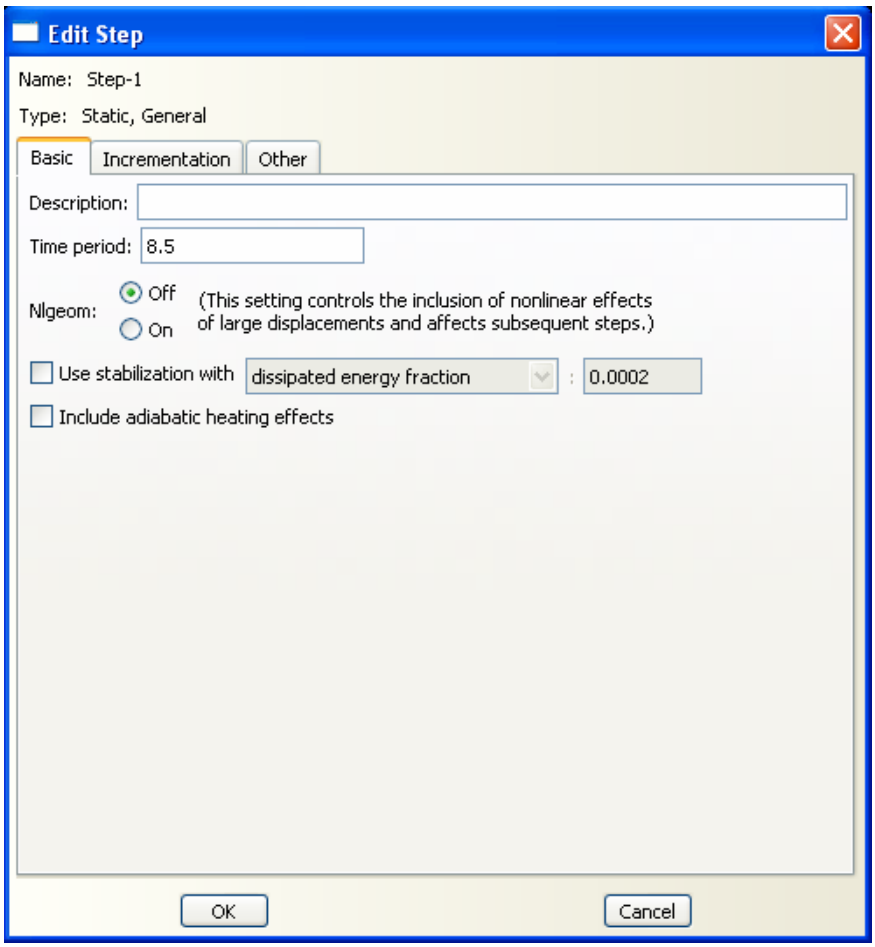
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการกำหนดค่าคุณสมบัติเฉพาะของชิ้นงานทดสอบ

3.1.3 การประกอบชิ้นงานทดสอบในโปรแกรม (Assembly Command) ถ้าชิ้นงานที่จะใช้ทดสอบมีมากกว่าหนึ่งส่วนต้องนำชิ้นงานนั้นมาประกอบเข้าด้วยกันก่อน โดยในงานวิจัยนี้ มีส่วนประกอบของชิ้นงานสองส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่จะทดสอบ ส่วนรองรับ และส่วนกดชิ้นงาน (สร้างชิ้นเดียวแต่สามารถใช้ได้ทั้งสองกรณี) และเมื่อนำมาประกอบกันแล้วจะได้ลักษณะดังรูปที่ 3.6



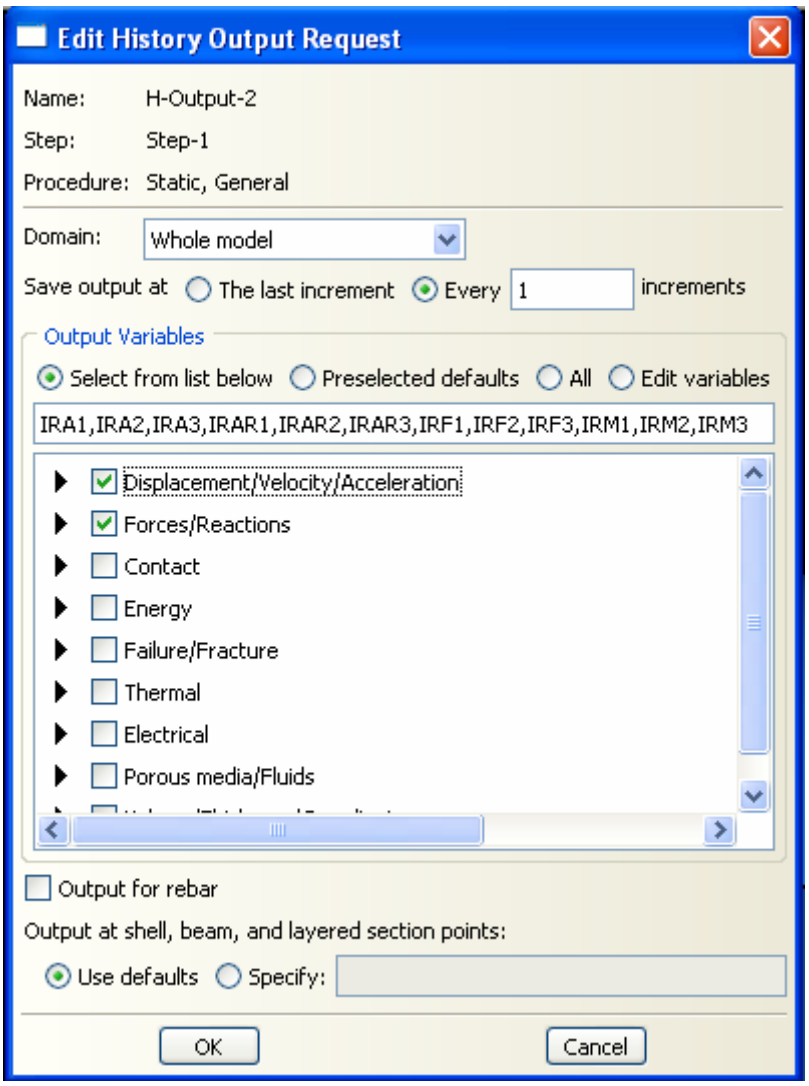
รูปที่ 3.6 ตัวอย่างชิ้นงานที่ทำการประกอบเสร็จแล้ว

3.1.4 การกำหนดเวลาในการทดสอบชิ้นงาน (Step Command) เป็นการกำหนดระยะเวลาที่ใช้เคราะห์ชิ้นงาน ในงานวิจัยนี้เวลาที่ใช้ในการทดสอบ เป็นการบอกระยะในการกดชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.7 ระยะเวลาที่ใช้คือ 8.5 ซึ่งถ้าความเร็วในการทดสอบกดชิ้นงาน เป็น 10 มิลลิเมตรต่อวินาที จะมีระยะการกดเป็น 850 มิลลิเมตร นั่นเอง



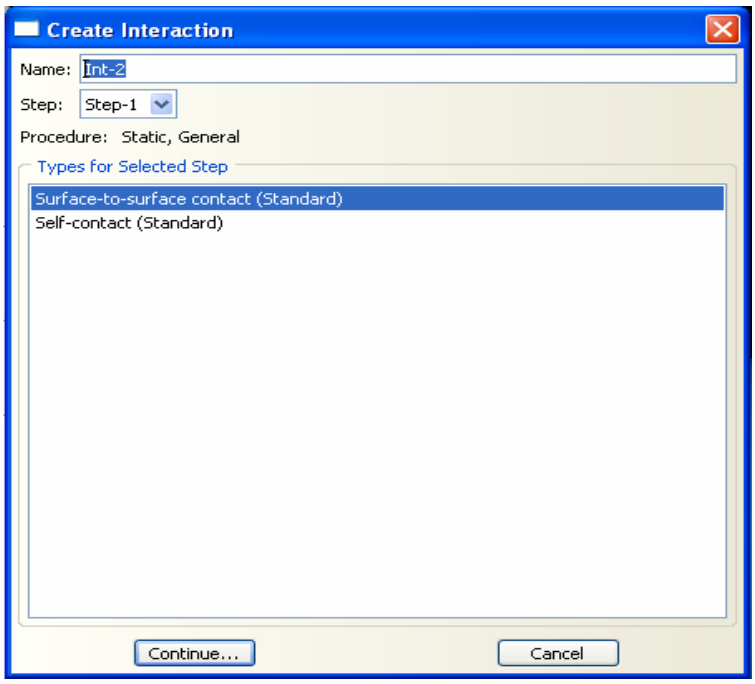
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการกำหนดระยะเวลาในการทดสอบ

3.1.5 การกำหนดข้อมูลที่ได้จากการทดสอบชิ้นงาน (Field output requests and History output requests Command) เป็นกำหนดผลการทดสอบชิ้นงานที่ต้องการ ว่าเราต้องการข้อมูลการทดสอบใดบ้าง ดังรูปที่ 3.8 มีการกำหนดข้อมูลที่ต้องการสองข้อมูลคือ แรง(Force/Reaction) และระยะในการกด(Displacement/Velosity/Acceletion)) เป็นต้น และข้อมูลที่ได้ก็จะมาทำการวิเคราะห์ต่อไป

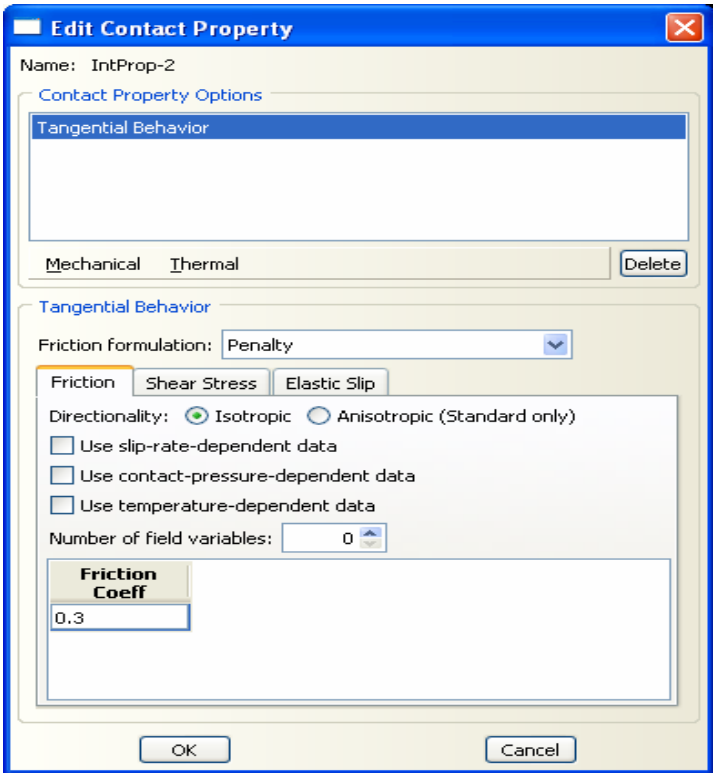


รูปที่ 3.8 ตัวอย่างการกำหนดข้อมูลที่ต้องการ ได้แก่แรง(Force/Reaction) และระยะในการกด (Displacement/Velosity/Acceletion)

3.1.6 การกำหนดการสัมผัสกันของชิ้นส่วนทดสอบ (Interaction Command) เป็นการบอกให้โปรแกรมทราบว่าเมื่อมีการทดสอบชิ้นงาน ชิ้นส่วนทดสอบใดบ้างที่มีโอกาสสัมผัสกัน รวมทั้งการสัมผัสกันเองของชิ้นส่วนด้วย ดังรูปที่ 3.9 เป็นการกำหนดการสัมผัสกันระหว่างชิ้นส่วนต่อชิ้นส่วน ในส่วนนี้ยังเป็นการกำหนดค่าความเสียดทานจากการสัมผัสกันของชิ้นส่วนด้วย ดังรูปที่ 3.10 เป็นการกำหนดค่าความเสียดทานที่เกิดจากการสัมผัสกันเองของชิ้นส่วน โดย ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเป็น 0.1 และการสัมผัสกันของชิ้นส่วนต่อชิ้นส่วนเป็น 0.3

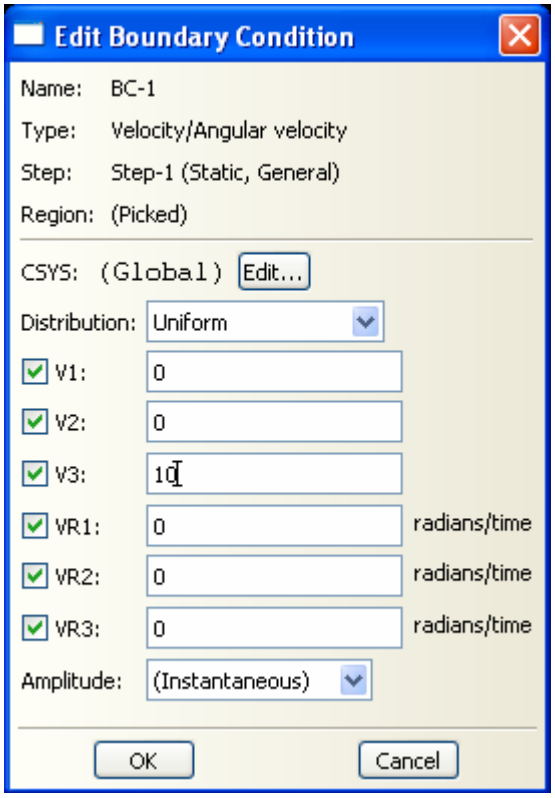


รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการกำหนดการสัมผัสกันระหว่างชิ้นส่วนต่อชิ้นส่วน



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานการสัมผัสกันของชิ้นส่วน

3.1.7 การกำหนดขอบเขตต่างๆของชิ้นงานทดสอบ (BCs Command) เป็นการกำหนดว่าจะยึดชิ้นส่วนใดไว้ จะให้ชิ้นสวนใดเคลื่อนที่ เคลื่อนที่ไปในทิศทางใด และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าใด ดังรูปที่ 3.11 เป็นตัวอย่างการกำหนดความเร็วให้ วัตถุเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นงานด้วยความเร็ว 10 มิลลิเมตรต่อวินาที

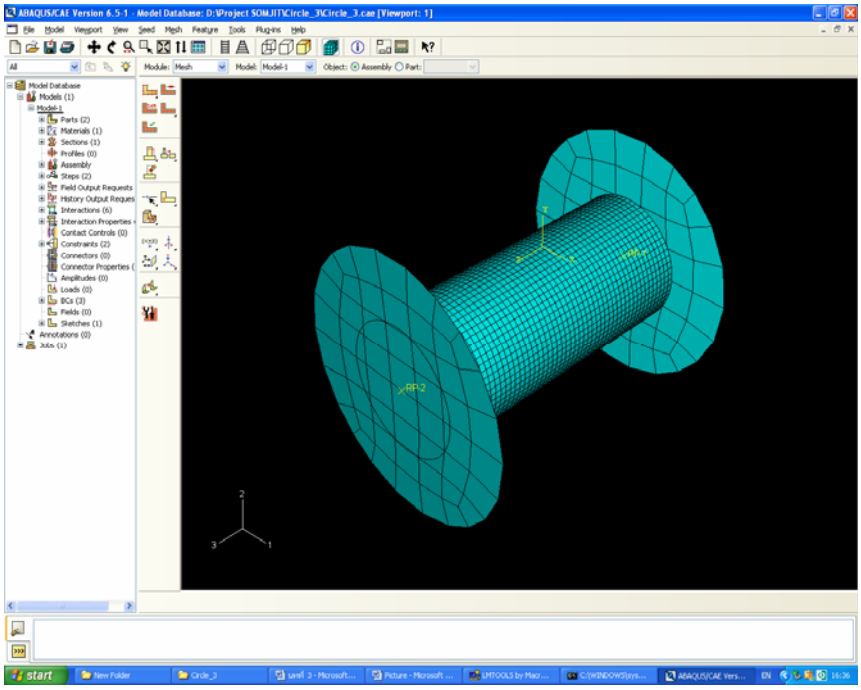


รูปที่ 3.11 ตัวอย่างการกำหนดขอบเขตความเร็วของชิ้นส่วนที่ใช้กดชิ้นงานในการทดสอบ

3.1.8 การกำหนดชื่อไฟล์ที่สร้างขึ้นเพื่อทำการทดสอบ (Jobs Command) เป็นการสร้างชื่อไฟล์ที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบไว้ ซึ่งเมื่อมีการสร้างชิ้นงานการทดสอบ ก็จะมีการสร้างไฟล์ต่างเก็บไว้ที่ TEMP เพื่อสำรองข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์เก็บไว้

3.1.9 การสร้างเอเลเมนต์ในชิ้นงาน (Mesh Command) เป็นการกำหนดจำนวนเอเลเมนต์ในการทดสอบซึ่งกำหนดโดยการใส่ค่าที่เรียกว่า Mesh เมื่อมีการเพิ่มจำนวนเอเลเมนต์โดยการลดค่า Mesh ลง ค่าที่ได้ออกมาจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากขึ้นและเมื่อผลได้ออกมาเป็นค่าที่ถูกต้องผลที่ได้จะมีค่าเท่ากันไม่ว่าจะเพิ่มจำนวนเอเลเมนต์ขึ้นอีกเท่าใดก็ตามและเรียกการทำเช่นนี้ว่าการ

วิเคราะห์ Mesh Independent ซึ่งจะกล่าวในการวิเคราะห์การทดลอง เมื่อมีการสร้างเอเลเมนต์เสร็จต่อไปก็เข้าสู่การทดสอบโปรแกรมได้

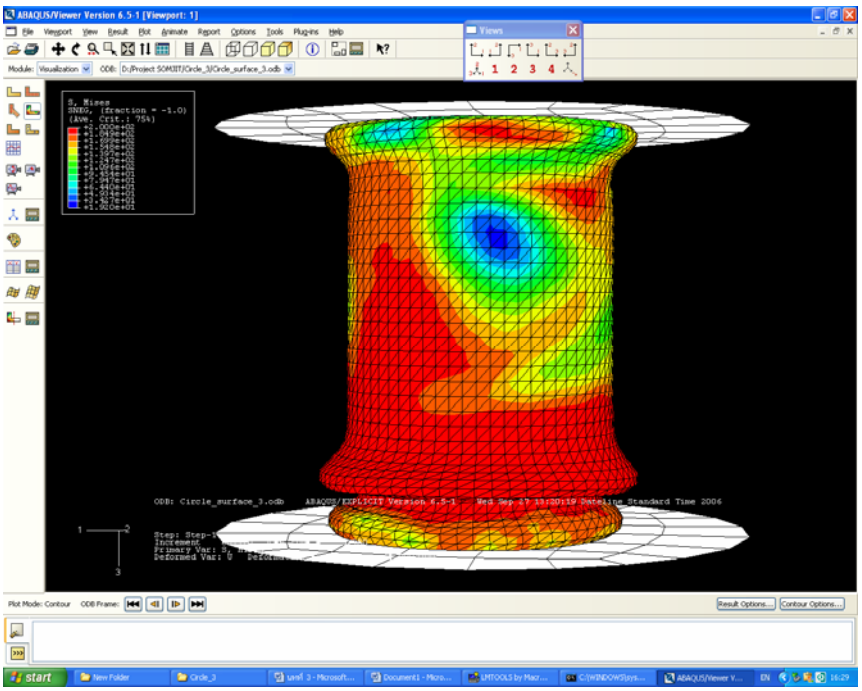


รูปที่ 3.12 ชิ้นงานที่สร้างเอเลเมนต์เรียบร้อยแล้ว

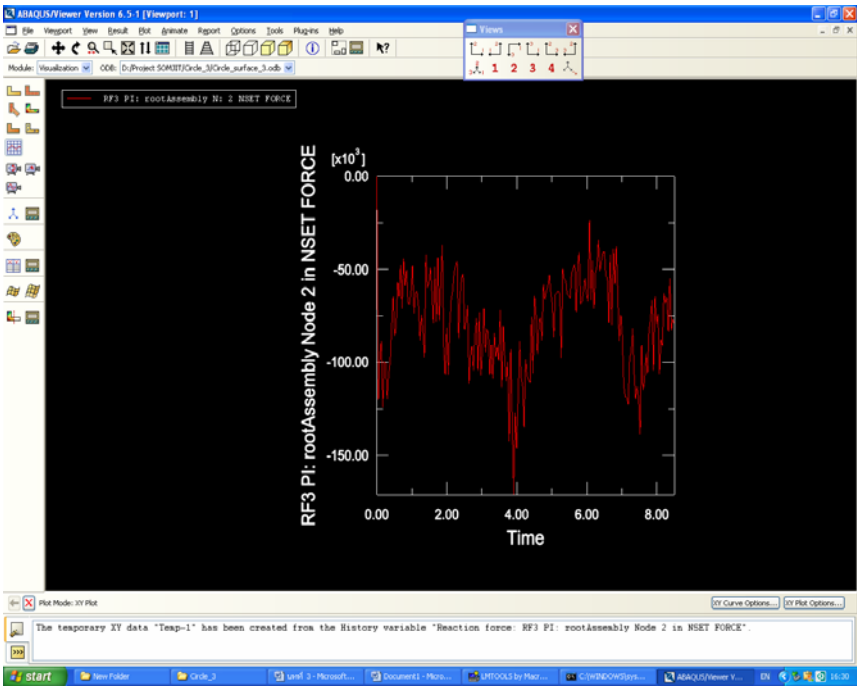
3.2 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรม อบาคัส(ABAQUS)

จากหัวข้อที่ 3.1.5 เมื่อเรามีการกำหนดค่าผลที่เราต้องการออกมาแล้วรูปแบบของผลที่ตัวโปรแกรมจะแสดงผลออกมาในรูปแบบที่ต่างกันสองรูปแบบคือแสดงผลออกทางจอแสดงผล (Monitor) และแสดงออกมาในรูปของชุดข้อมูล (File) เพื่อที่จะใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

3.2.1 การแสดงผลออกทางจอแสดงผล (Monitor) การแสดงผลออกทางจอแสดงผลจะแสดงได้หลากหลายรูปแบบกว่าการแสดงผลออกมาในรูปชุดข้อมูลแต่ก็ไม่นำมาวิเคราะห์หาค่าเพิ่มเติม หรือนำมาคำนวณได้เนื่องจากเป็นการแสดงผลที่ตายตัวเช่น การแสดงผลออกมาในรูปของภาพเคลื่อนไหว(Animation) และกราฟแต่ก็สามารถนำมาประกอบการวิเคราะห์ได้



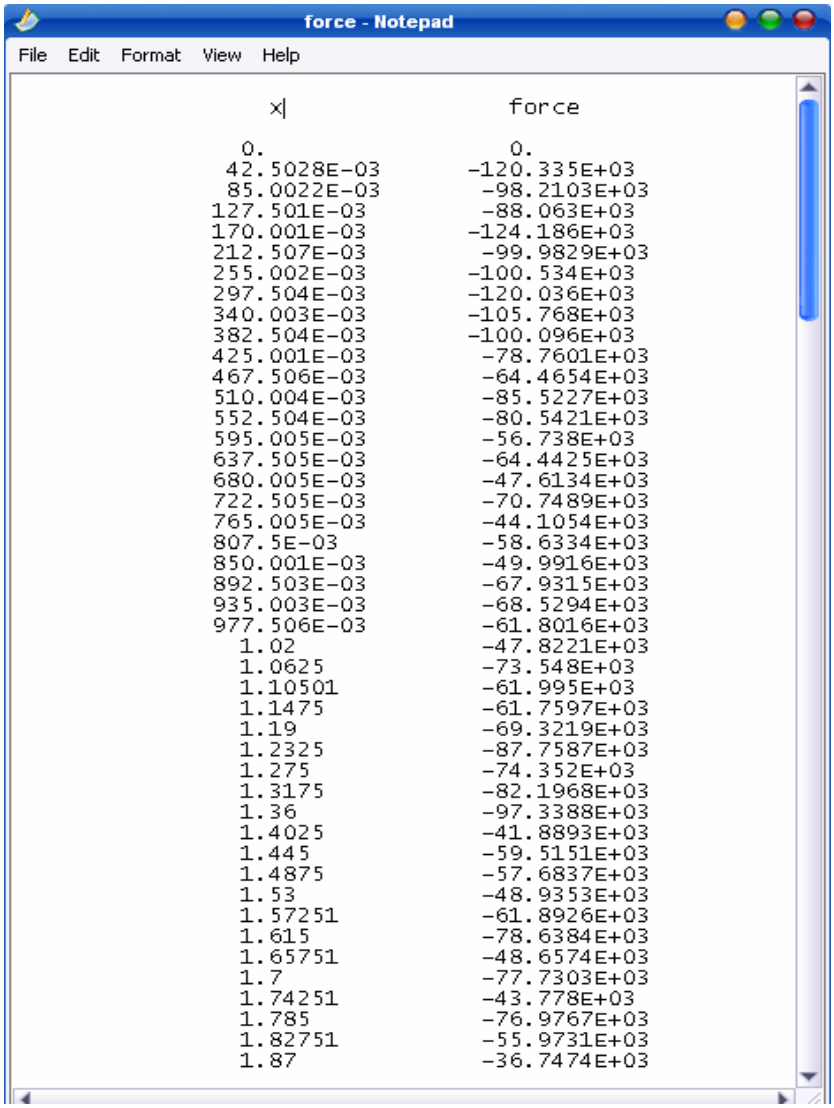
รูปที่ 3.13 ตัวอย่างของผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรมอบาคัส เป็นแบบภาพเคลื่อนไหว



รูปที่ 3.14 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์แบบกราฟโดยในรูปเป็นการความสัมพันธ์แรงกับเวลา

นอกจากนี้ยังมีผลที่ได้จากจอแสดงผลอีกหลายรูปแบบ เช่น ทิศทางของแรงที่กระจายตัวในช่วงที่มีการเกิดความเสียหาย ซึ่งในรูปแบบอื่นๆจะไม่ขอกล่าวถึงในงานวิจัยฉบับนี้

3.2.2 การแสดงผลออกมาในรูปของชุดข้อมูล(File) เป็นการแสดงผลออกมาในรูปแบบของเอกสารที่มีรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องการ มีการวิเคราะห์โดยการคำนวณออกมาเป็นช่วงโดยมากจะมีการคำนวณออกมาตามช่วงเวลาต่างๆโดยในงานวิจัยนี้จะมีการนำข้อมูลส่วนนี้มาทำการวิเคราะห์หาค่าพลังงานการดูดซับของหน้าตัดรูปแบบต่างๆเพื่อนำมาเปรียบเทียบกันโดยให้พื้นที่หน้าตัดที่มีขนาดเท่ากันเพื่อหาว่ารูปแบใดจะให้ค่าการดูดซับพลังงานดีที่สุด



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างชุดข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรม ABAQUS โดยหัวขอ X คือเวลา และ force คือแรง