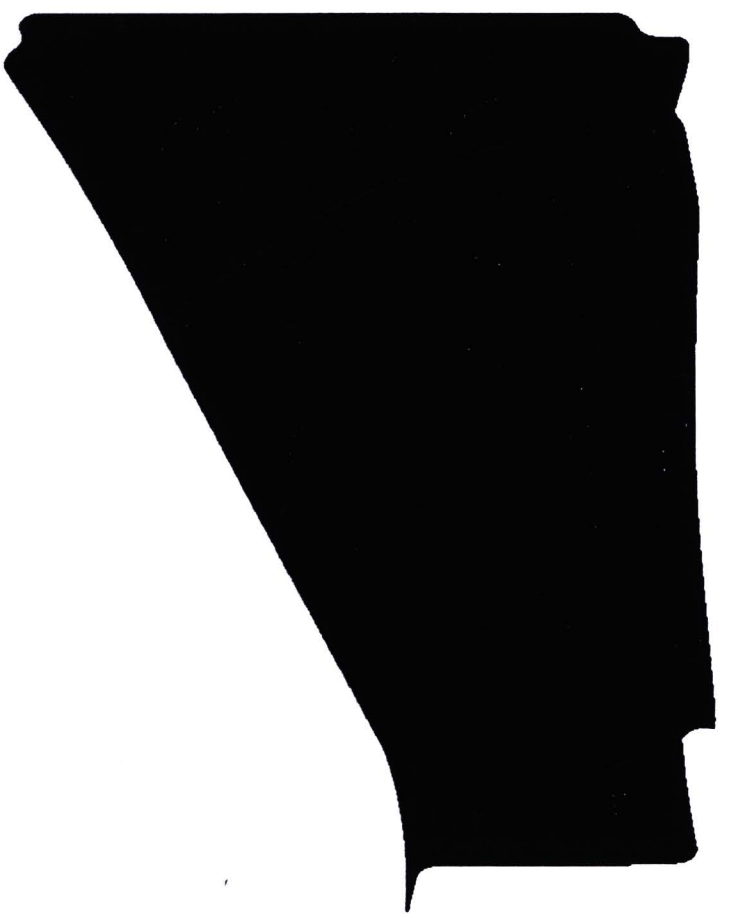
บทที่ 3 วิธีการทดลอง

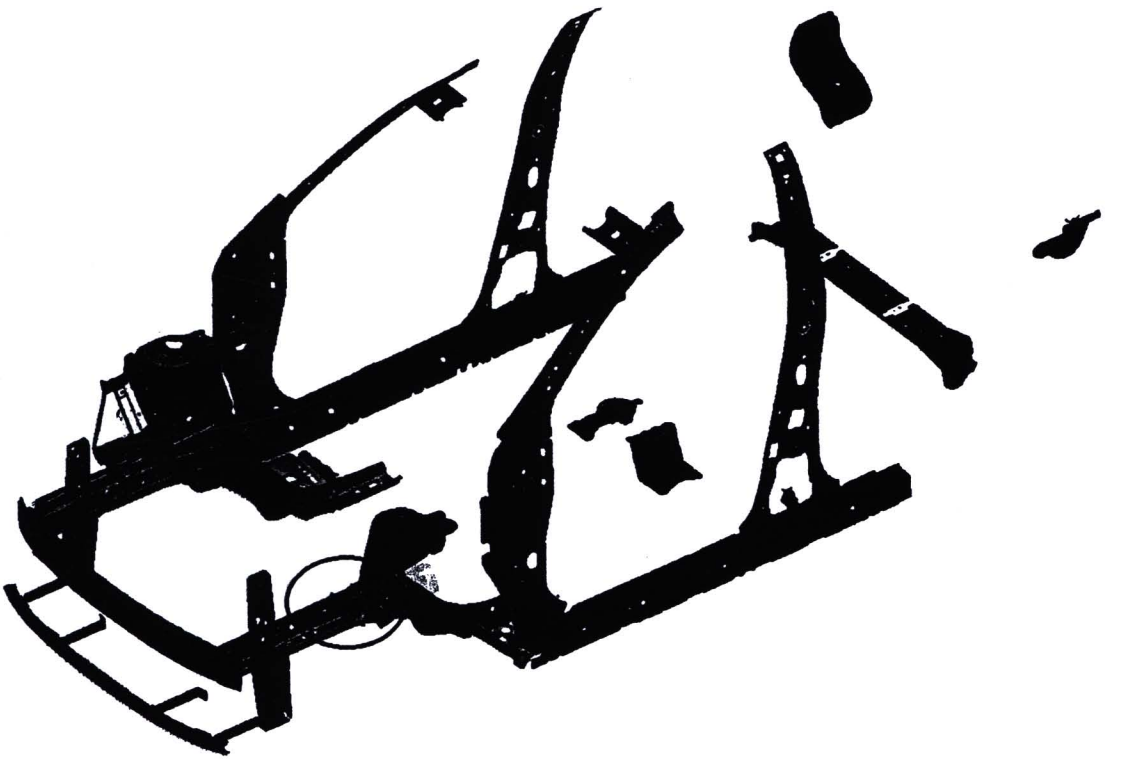
การจำลอง และ การวิเคราะห์การขึ้นรูปโลหะด้วยการใช้วิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์ด้วยโปรแกรมนั้น ทำให้เห็นถึงการขึ้นรูปของชิ้นงานและความแม่นยำของผลเฉลยซึ่งขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาใช้เป็นสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลสมบัติทางกลของวัสดุโลหะแผ่นทั้งในช่วงอิลาสติกและพลาสติก และข้อมูลของเครื่องเพลสที่ใช้

ซึ่งชิ้นงานที่เลือกมาวิเคราะห์คือ Hoodledge ของรถยนต์ ความหนาทั้งชิ้นงานคือ 1.4 มิลลิเมตร น้ำหนัก 466 กรัม ซึ่งมีขนาดไม่ใหญ่มาก ลักษณะดังรูปที่3.1



รูปที่ 3.1 รูปแบบของชิ้นงาน Hoodledge

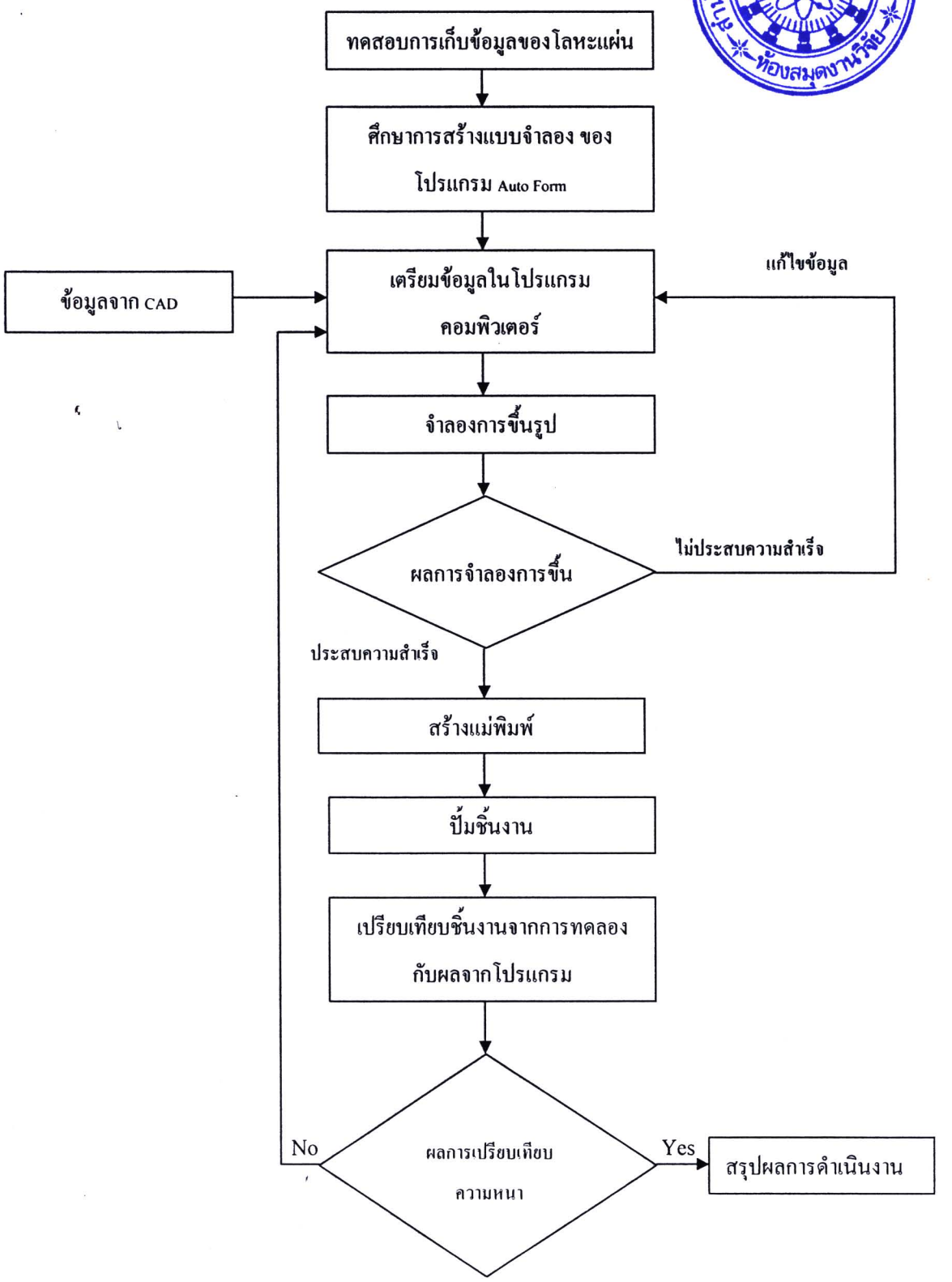
ตำแหน่งชิ้นงานHoodledgeในรถยนต์



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งHoodledgeในรถยนต์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ซึ่งวิธีการดำเนินงานสามารถทำได้ตามแผนผังดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.3 แผนผังการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการทดสอบและเก็บข้อมูลของวัสดุ

3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่อง Instron Testing Machine 1 เครื่อง
2. แผ่นเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง SPFC440 หนา 1.2 มม. 3 แผ่น
3. แผ่นเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง SPFC440 หนา 1.4มม. 3 แผ่น
4. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ความละเอียด 0.02 มม.

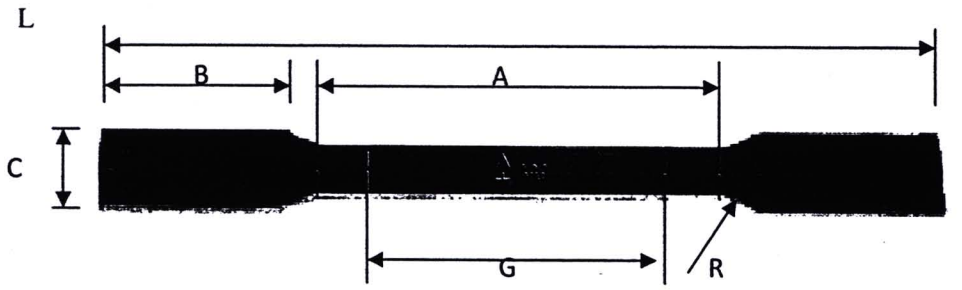
ตารางที่3.1 ส่วนประกอบทางเคมีของวัสดุSPFC440 หนา1.2 มม. และ SPFC440หนา1.4 มม.

ส่วนประกอบของ	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)
SPFC440 หนา 1.2 mm.	10	2	45	82	4
SPFC440 หนา 1.4 mm.	16	4	112	117	98

3.1.2 การเตรียมชิ้นงานทดสอบ

1. นำแผ่นเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง SPFC440 หนา 1.2 มม. และ 1.4มม.มาตัดให้ได้ตามข้อกำหนดดังตาราง 3.1 ในแนว 0 องศา , 45องศา และ90องศากับแนวการรีด อย่างละ3ชิ้น

2. ในการเตรียมแผ่นเชื่อมพ่วงนั้น จะต้องนำวัสดุเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง SPFC440 หนา 1.2 มม. และ 1.4มม. มาเชื่อมต่อชนกันด้วยการเชื่อมแบบเลเซอร์แล้วนำไปตัดให้ได้ตามข้อกำหนดของชิ้นงานมาตรฐาน ASTM E8 โดยที่แนวการเชื่อมกระทำ0 องศา, 45องศา และ90องศากับแนวการรีด อย่างละ4ชิ้น ดังรูปที่ 3.3



แนวเชื่อมทำมุม 0 องศากับแนวการดึง

แนวเชื่อมทำมุม 90 องศากับแนวการดึง

แนวเชื่อมทำมุม 45 องศากับแนวการดึง

รูปที่ 3.4 ชิ้นงานแผ่นเชื่อมพ่วงโดยแบ่งตามแนวการเชื่อม

ตารางที่3.2 ขนาดของชิ้นงานทดสอบตามข้อกำหนดเฉพาะของASTM E8

	ขนาดมาตรฐาน ASTM E8 (มม.)
G-Gage length	50.0±0.1
W-Width	12.5±0.2
R-Radius of fillet (minimum)	12.5
L-Overall length (minimum)	200
A-Length of reduced section (minimum)	57
B-Length of grip section (minimum)	50
C-Width of grid section (approximate)	20

3.1.3 วิธีการทดสอบ

ในการทดสอบการดึงเพื่อหาคุณสมบัติทางกลของวัสดุ เพื่อหา Yield Strength, Ultimate Tensile Strength, Percent Elongation, Strain Hardening Exponent(n) และ Strength Coefficient (K) จะเป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบ ASTME8 โดยใช้ความดันในการทดสอบเท่ากับ 20 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ที่อุณหภูมิห้อง ส่วนในการหาค่าอัตราส่วนพลาสติกสเตรน(Plastic Strain Ration,R-value) ของวัสดุเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง440 หนา 1.2 มม. และ 1.4มม.จะเป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM E8

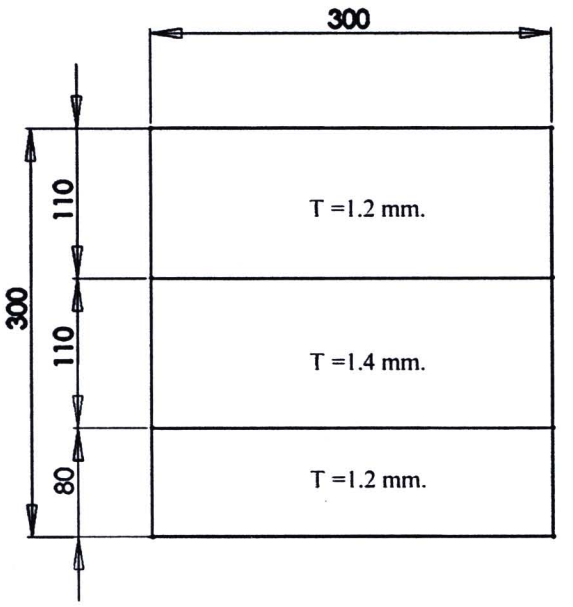
3.2 การศึกษาการสร้างแบบจำลองของโปรแกรม Auto Form

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูปไฟไนต์เอลิเมนต์ Auto Form 4.4 โดยโปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมประเภท Static Implicit (Special) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานจริงในภาคอุตสาหกรรมเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปัญหาเฉพาะทางด้านการลากขึ้นรูปโลหะแผ่น การวิเคราะห์ปัญหาโดยการใช้ไฟไนต์เอลิเมนต์เป็นการคำนวณเชิงตัวเลขซึ่งมีขีดจำกัดในการวิเคราะห์ โดยจำเป็นต้องตั้งเกณฑ์การวิเคราะห์ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการทดลองจริงมากที่สุด ทั้งสมบัติวัสดุ และชิ้นงาน

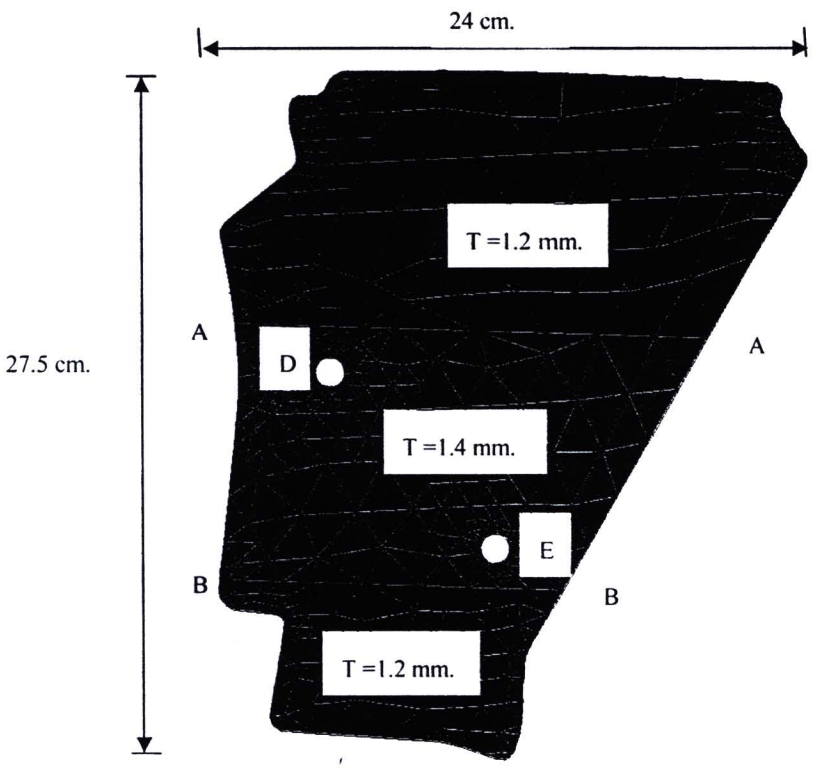
3.3 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลในคอมพิวเตอร์และจำลองการขึ้นรูป

3.3.1 กำหนดสมบัติของวัสดุโลหะแผ่นเปล่า

วัสดุโลหะแผ่นเปล่าที่ใช้คือ แผ่นเชื่อมพ่วง (Tailor Welded Blanks) ที่นำเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง SPFC440 ที่มีความหนา 1.2 และ 1.4 มิลิเมตร มาเชื่อมต่อเป็นแผ่นเดียวกัน ดังแสดงในรูป 3.5 โดยให้มีขนาดของแผ่นเปล่ากว้างคูณยาวเท่ากับ 300 และ 300 มิลลิเมตร ส่วนสมบัติทางกลในช่วงการเปลี่ยนแปลงรูปถาวรและค่าอัตราส่วนพลาสติกสเตรน (Plastic Strain Ratio, r) จะได้ทดสอบการดึงชิ้นงานตามมาตรฐานการทดสอบ



รูปที่ 3.5 ขนาดของชิ้นงานเริ่มต้น

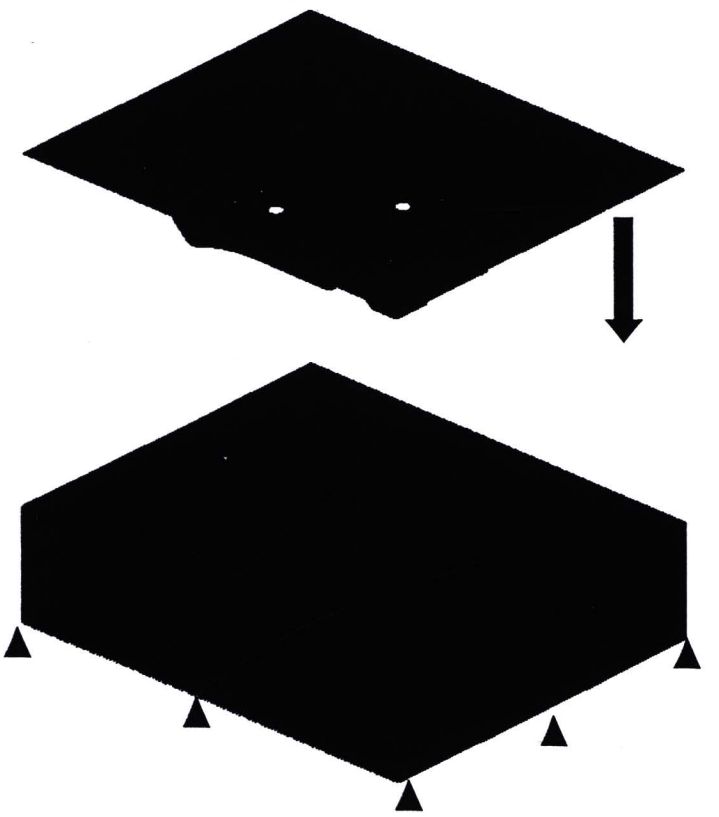


รูปที่ 3.6 ชิ้นงานที่ได้จากการ blank ก่อนจำลองการขึ้นรูปชิ้นงาน

จากรูปที่ 3.5 การกำหนดแนวเชื่อมเพื่อทำการเชื่อมนั้นกำหนดจาก การใช้งานของตัวhooledge ซึ่งต้องการให้แนวเชื่อมอยู่ในส่วนที่ขึ้นรูปน้อยที่สุดในชิ้นงาน และไม่ใกล้รูDและEที่จะใช้กำหนด

ตำแหน่งมากเกินไป จากรูปที่3.6 เมื่อทำการblank แผ่นชิ้นงาน จะได้แนวเชื่อม แนวเชื่อม A-A ยาว 19.3 เซนติเมตร และแนวเชื่อม B-B ยาว13.6เซนติเมตร

3.3.2 กำหนดลักษณะและตำแหน่งของแม่พิมพ์



รูปที่3.7 แม่พิมพ์จำลองในโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์

แม่พิมพ์ จะมีการวางชุดของดาย อยู่ตำแหน่งล่าง ส่วนพันช์อยู่ในตำแหน่งบน ซึ่งชุด ดาย จะไม่เคลื่อนที่ ในการทำงานชุด พันช์เคลื่อนที่ลงมากดกับดาย

3.3.3 กำหนดเงื่อนไขขอบ

ในกระบวนการลากขึ้นรูปโลหะแผ่น พันช์และดายจะเกิดการเปลี่ยนรูปในช่วงยืดหยุ่นซึ่งมีค่าน้อยมาก ดังนั้นในแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์จึงกำหนดเงื่อนไขขอบเขตของพันช์และดายให้มีรูปร่างคงที่ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นวัตถุแข็งเกร็ง (Rigid body)

3.3.4 การกำหนดจำนวนและขนาดของเอลิเมนต์

ในโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ Auto Form 4.4 ได้ใช้การแบ่งจำนวนและปรับขนาดเอลิเมนต์ให้มีขนาดเล็กลงอัตโนมัติในบริเวณที่มีลักษณะเป็นส่วนโค้งเว้า ของชิ้นงานหรือมีการเปลี่ยนรูปมาก

3.3.5 การคำนวณหาผลเฉลย

หลังจากการเตรียมข้อมูลและกำหนดเงื่อนไขต่างๆเสร็จสิ้นแล้ว ในขั้นตอนนี้จะทำการจำลองการขึ้นรูปเพื่อหาผลเฉลยในการขึ้นรูปว่าชิ้นงานสามารถขึ้นรูปได้สำเร็จหรือไม่ ซึ่งจะพิจารณาจากรูปร่างที่ได้ไม่เกิดการแตกเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา

3.3.6 การทดสอบความแม่นยำของโปรแกรมสำเร็จรูป

ขั้นตอนนี้จะทำการทดสอบความแม่นยำโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้คือ Auto Form 4.4 เพื่อใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาความน่าเชื่อถือของโปรแกรมโดยหลังจากที่ได้ทำการจำลองแม่พิมพ์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อขึ้นรูปชิ้นงานแล้ว ก็จะนำข้อมูลของผลเฉลยแม่พิมพ์ที่ได้ไปใช้สร้างแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปชิ้นงานจริงเพื่อเปรียบเทียบระหว่างผลที่เกิดขึ้นกับระหว่างผลที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานจริงและผลที่ได้จากการจำลองการขึ้นรูป

3.3.7 วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานและหาแนวทางแก้ไข

ภายหลังที่ทำการจำลองการขึ้นรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะทำการตรวจสอบผลเฉลยเพื่อดูว่าชิ้นงานที่ได้จากการจำลองสามารถขึ้นรูปได้ประสบความสำเร็จหรือไม่ ถ้าไม่ประสบความสำเร็จจะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดขึ้นเพื่อหาแนวทางการแก้ไข และทำการคำนวณซ้ำจนกว่าผลเฉลยที่ได้ประสบความสำเร็จในการขึ้นรูปชิ้นงาน

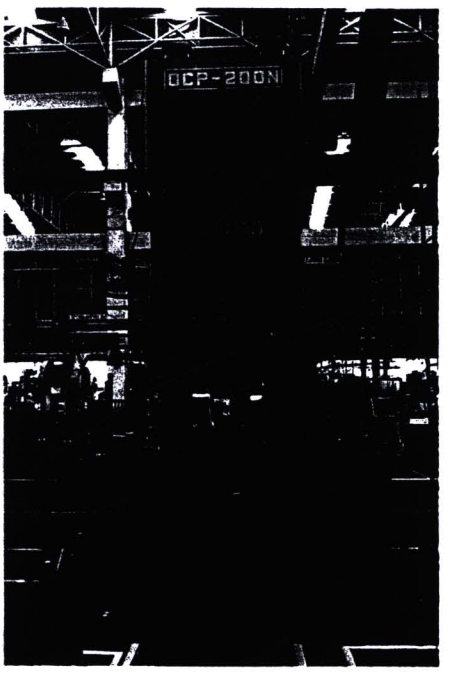
3.4 ขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นงานจริง

3.4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงาน

1. เครื่องปั้มขนาด 200ตัน ดังรูปที่ 3.5

2. แม่พิมพ์ลากขึ้นรูปที่ได้จัดทำหลังการจำลอง

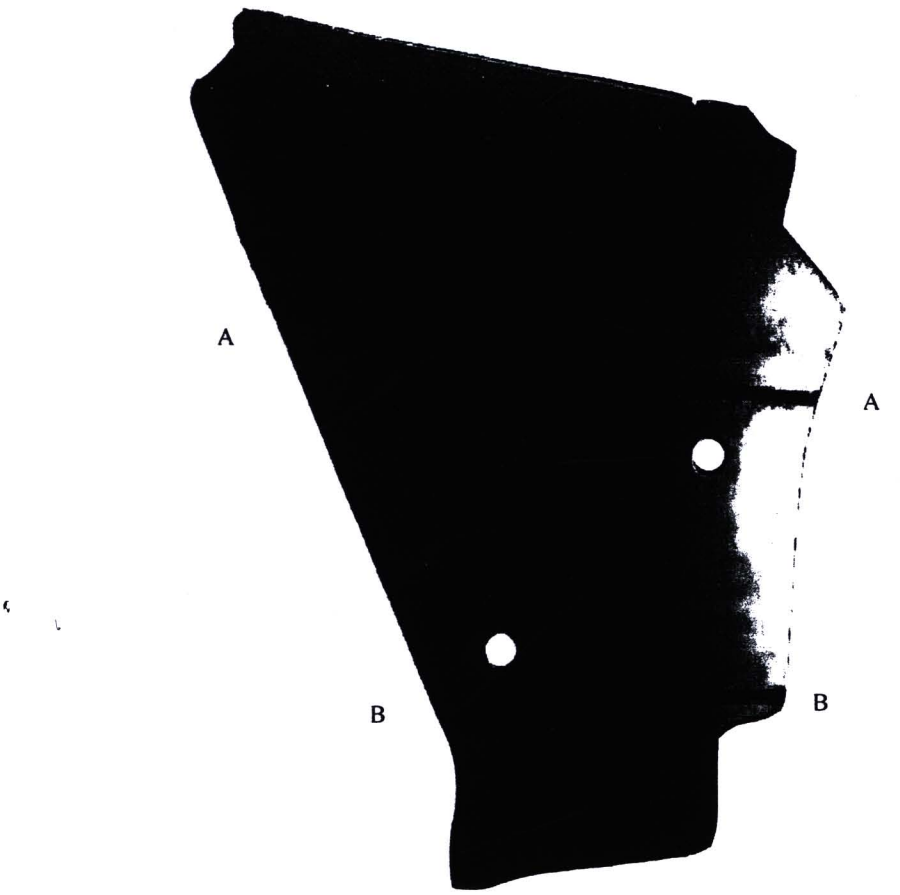
3. น้ำมันมะพร้าว



รูปที่ 3.8 เครื่องปั้มขนาด200ตัน

3.4.2 วิธีการดำเนินงาน

1. เตรียมแผ่นชิ้นงาน นำเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง SPFC440 ที่มีขนาดความหนา 1.2 และ 1.4 มิลลิเมตร มาเชื่อมต่อเป็นแผ่นเดียวกัน แล้วนำไปตัดเป็นแผ่นBlank ตามแบบชิ้นงานก่อนการขึ้นรูป



รูปที่ 3.9 ชิ้นงานก่อนทำการขึ้นรูป

2. เตรียมเครื่องปั๊มขนาด200ตัน

3. ทาสารหล่อลื่นที่ผิวชิ้นงานทั้งสองด้าน

4. วางชิ้นงานลงบนแผ่นแม่พิมพ์

5. ทำการขึ้นรูปชิ้นงาน

3.5 ขั้นตอนการเปรียบเทียบผลจำลองกับชิ้นงานสำเร็จ

จากผลเฉลยชิ้นงานจำลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นำข้อมูลที่เป็นองค์ประกอบในการจำลองไปทำแม่พิมพ์เพื่อทำการขึ้นรูปชิ้นงาน และทำการเปรียบเทียบลักษณะของชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูปจริงกับผลที่ได้จากการจำลองกระบวนการการลากขึ้นรูปในโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์