

เอกสารอ้างอิง

1. เดช พุทธเจริญทอง, 1998, การวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์, ศูนย์สื่อส่งเสริมกรุงเทพ, หน้า 2-49.
2. จุลศิริ ศรีงามผ่อง, 2541, วิศวกรรมแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่นเบื้องต้น, กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 7.8-7.13.
3. วารุณี เปรมานนท์, 2545, เอกสารประกอบการสอนวิชา Metal Forming I, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
4. วารุณี เปรมานนท์ และพงศ์พันธ์ แก้วดาทิพย์, 2551, งานขึ้นรูปโลหะ เล่ม 1 แม่พิมพ์โลหะแผ่น, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น).
5. Dowling, N.E., 1999, **Mechanical Behavior of Materials**, Prentice Hall, New Jersey, pp. 127-156.
6. พรชัย คงวัฒนาชัย, 2546, การใช้ไฟไนต์เอลิเมนต์วิเคราะห์การขึ้นรูปโลหะแผ่น Cover Fuel Filler, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการขึ้นรูปโลหะ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
7. เดช พุทธเจริญทอง, 2548, ทฤษฎีพลาสติกซ์และการเปลี่ยนรูปถาวร, ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
8. Lubahn, J.D. and Felgar, R.P., 1961, **Plastic and Creep of Metals**, John Wiley & Sons, Inc., pp.25-156.
9. Rowe, G.W., 1991, **Finite-element plasticity and metal forming analysis**, Cambridge University., pp.25-134.
10. Kobayashi, S., Oh, S., And Altan, T., 1989, **Metal Forming and the finite Element Method**, Newyork, Oxford University Press, pp-109.

11. Schwart, M.M., **Metal Joining Manual**, McGraw-Hill, Inc, USA, pp. 2-1 - 2-10.
12. Brad Kinsey, Viswanathan, V., Cao, J., 2001, "Forming of Aluminum Tailor Welded Blank", **Journal of Materials and Manufacturing**, Vol. 110, pp.673-679.
13. Abdullah, K., Wild, P.M., Jeswiet, J.J., Ghasemipoor, A., 2001, "Tensile testing for weld deformation properties in similar gage Tailor-Welded blanks using the rule texture", **Journal of Materials Processing Technology**, Vol. 112, pp.91-97.
14. Sadok Gaied, Jean-Marc Roelandt, Fabrice Pinard, Francis Schmit, Mikhael Balabane, 2008, "Experiment and numerical assessment of Tailor-Welded blanks formability", **Journal of Materials Processing Technology**.
15. Zhao K.M., Chun B.K., Lee J.K., 2001 "Finite element analysis of Tailor-Welded Method blanks", **Journal of Finite Element in Analysis and Design**, Vol.37, pp.117-130.
16. Chan, S.M., Chan, L.C., Lee, T.C., 2003, "Tailor-Welded Blanks of Different Thickness Ratios Effect on Forming Limit Diagram", **Journal of Materials Processing Technology**, Vol.132, pp.95-101.
17. ASTM E8, **Standard Test Method for Tension Testing of Metallic Materials**, pp.56-76.
18. ASTM E517, **Standard Test Method for Plastic Strain Ratio r for Sheet Metal**, pp.482-488.
19. ไพบุลย์ หาญมนต์, 2549, การศึกษารัศมีคานที่มีผลต่อการลากขึ้นรูปชิ้นงานด้วยกลมมีปีกของแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็น, ภาควิชาอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล.

20. คณะอนุกรรมการวิศวกรรมโยธาแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์, การอบรมเรื่องไฟไนต์
เอลิเมนต์ในงานวิศวกรรม, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, กรุงเทพฯ, 2542, หน้า 83 –
91.
21. Melbourne, S.H., 1995, **Tailor Welded Blank Design and Construction Manual** [Online],
Available : <http://www.a-sp.org/database/custom/twbmanual/> [2005 August 22]

ภาคผนวก ก

การทดสอบการดึงเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง SPFC 440
และเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง SPFC 440 ชนิดเชื่อมพ่วง

ผลการทดสอบการดึงของเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง SPFC440 ความหนา 1.2 มิลลิเมตร และ 1.4 มิลลิเมตร ที่แนวการดึงทำมุม 0 องศา กับทิศทางการรีด

ตารางที่ ก.1 ผลการทดสอบการดึงเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง SPFC440 ความหนา 1.2 มิลลิเมตร

ผลเฉลี่ย	Yield Strength (N/mm ²)	Ultimate Tensile Strength(N/mm ²)	% Elongation	n	K
0 องศา	329.454	438.754	36.594	0.182	719.87
45 องศา	340.992	443.031	30.686	0.179	723.36
90 องศา	331.950	433.802	30.938	0.183	713.28

ตารางที่ ก.2 ผลการทดสอบการดึงเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง SPFC440 ความหนา 1.4 มิลลิเมตร

ผลเฉลี่ย	Yield Strength (N/mm ²)	Ultimate Tensile Strength(N/mm ²)	% Elongation	n	K
0 องศา	296.69	410.79	37.408	0.156	632.95
45 องศา	311.82	429.331	26.263	0.159	665.48
90 องศา	298.33	416.757	34.36	0.164	650.59

ผลการทดสอบการดึงของเหล็กความแข็งแรงสูง SPFC 440 ชนิดเชื่อมพ่วง
(ระหว่างความหนา 1.2มิลลิเมตร และ 1.4มิลลิเมตร) โดยที่แรงดึงทำมุม 0, 45, 90 องศา ตามลำดับ กับแนวเชื่อม

ตารางที่ ก.3 ผลการทดสอบการดึงของเหล็กความแข็งแรงสูง SPFC 440 ชนิดเชื่อมพ่วง (ระหว่างความหนา 1.2มิลลิเมตร และ 1.4มิลลิเมตร) โดยที่แรงดึงทำมุม 0 องศา ตามลำดับ กับแนวเชื่อม

ชิ้นที่	Yield Strength (N/mm ²)	Ultimate Tensile Strength(N/mm ²)	% Elongation	n	K
1	360.845	521.155	23.267	0.154	810.18
2	342.123	502.496	20.118	0.156	783.20
3	362.303	521.258	20.880	0.148	803.48
4	367.826	529.032	24.073	0.149	813.47

ตารางที่ ก.4 ผลการทดสอบการดึงของเหล็กความแข็งแรงสูง SPFC 440 ชนิดเชื่อมพ่วง (ระหว่างความหนา 1.2มิลลิเมตร และ 1.4มิลลิเมตร) โดยที่แรงดึงทำมุม 45 องศา ตามลำดับ กับแนวเชื่อม

ชั้นที่	Yield Strength (N/mm ²)	Ultimate Tensile Strength(N/mm ²)	% Elongation	n	K
1	342.196	444.725	14.001	0.157	710.15
2	331.901	435.97	19.774	0.162	704.02
3	333.186	441.403	18.720	0.157	703.20
4	325.18	436.787	18.602	0.150	685.36

ตารางที่ ก.5 ผลการทดสอบการดึงของเหล็กความแข็งแรงสูง SPFC 440 ชนิดเชื่อมพ่วง (ระหว่างความหนา 1.2มิลลิเมตร และ 1.4มิลลิเมตร) โดยที่แรงดึงทำมุม 90 องศา ตามลำดับ กับแนวเชื่อม

ชั้นที่	Yield Strength (N/mm ²)	Ultimate Tensile Strength(N/mm ²)	% Elongation	n	K
1	278.195	411.940	21.767	0.180	690.00
2	302.263	435.470	21.492	0.174	712.27
3	309.973	431.390	20.764	0.164	695.67
4	317.843	441.084	21.492	0.170	721.90

ภาคผนวก ข

ตารางข้อมูลการเปรียบเทียบความหนาในแนวตัดขวาง

ตารางที่ ข.1 ผลการเปรียบเทียบความหนาในแนวตัดขวาง

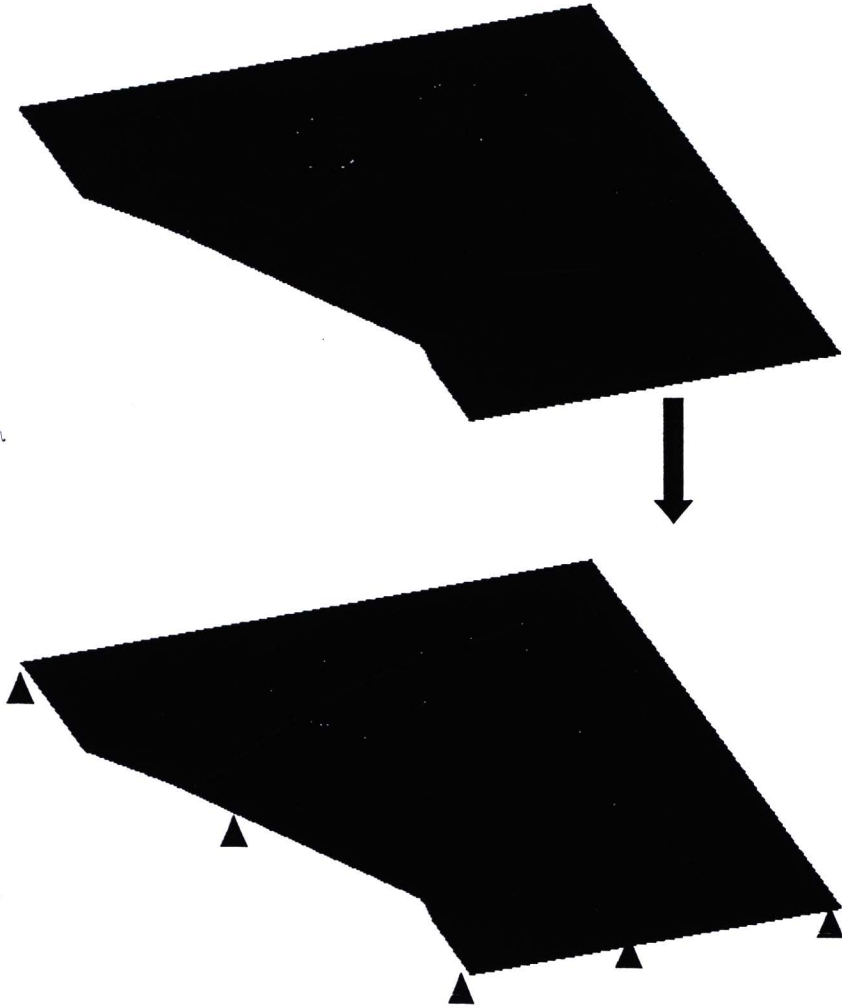
ตำแหน่ง จุดวัดที่	ความหนาจาก การทดลอง	ความหนาจาก โปรแกรม	เปอร์เซ็นต์ ความคลาด เคลื่อน	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงความ หนาจากการ ทดลอง	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงความ หนาจากโปรแกรม
1	1.186	1.2	-2.4	1.4	-1
2	1.185	1.19	-1.5	1.5	0
3	1.18	1.16	-2	2	0
4	1.162	1.06	0.2	3.8	4
5	1.107	1.06	4.7	9.3	14
6	1.124	1.09	2.4	7.6	10
7	1.137	1.06	5.7	6.3	12
8	1.122	1.1	2.2	7.8	10
9	1.096	1.18	-3.4	10.4	7
10	1.386	1.4	0.6	1.4	2
11	1.393	1.41	-0.7	0.7	0
12	1.356	1.39	-4.4	4.4	0
13	1.37	1.38	-1	3	2
14	1.4	1.4	0	0	0
15	1.36	1.4	-4	4	0

ตารางที่ ข.1(ต่อ) ผลการเปรียบเทียบความหนาในแนวตัดขวาง

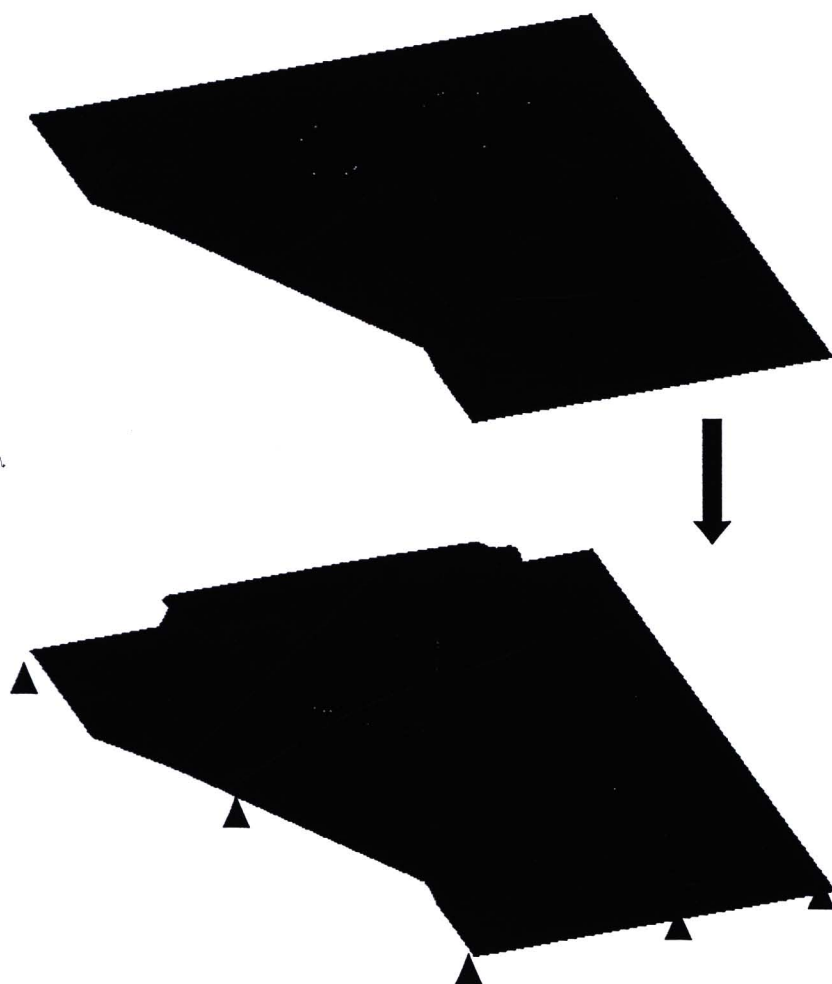
ตำแหน่ง จุดวัดที่	ความหนาจาก การทดลอง	ความหนาจาก โปรแกรม	เปอร์เซ็นต์ ความคลาด เคลื่อน	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงความ หนาจากการ ทดลอง	เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงความ หนาจากโปรแกรม
16	1.37	1.4	-3	3	0
17	1.376	1.4	-2.4	2.4	0
18 _๕	1.372	1.39	-2.8	2.8	0
19	1.362	1.36	1.2	3.8	5
20	1.364	1.4	-3.6	3.6	0
21	1.196	1.2	-0.4	0.4	0
22	1.18	1.2	-3	2	-1
23	1.181	1.2	-2.9	1.9	-1
24	1.184	1.2	-2.6	1.6	-1
25	1.189	1.2	-1.1	1.1	0
26	1.186	1.2	-0.4	1.4	1

ภาคผนวก ก
การจำลองการขึ้นรูปของแม่พิมพ์แต่ละแบบ

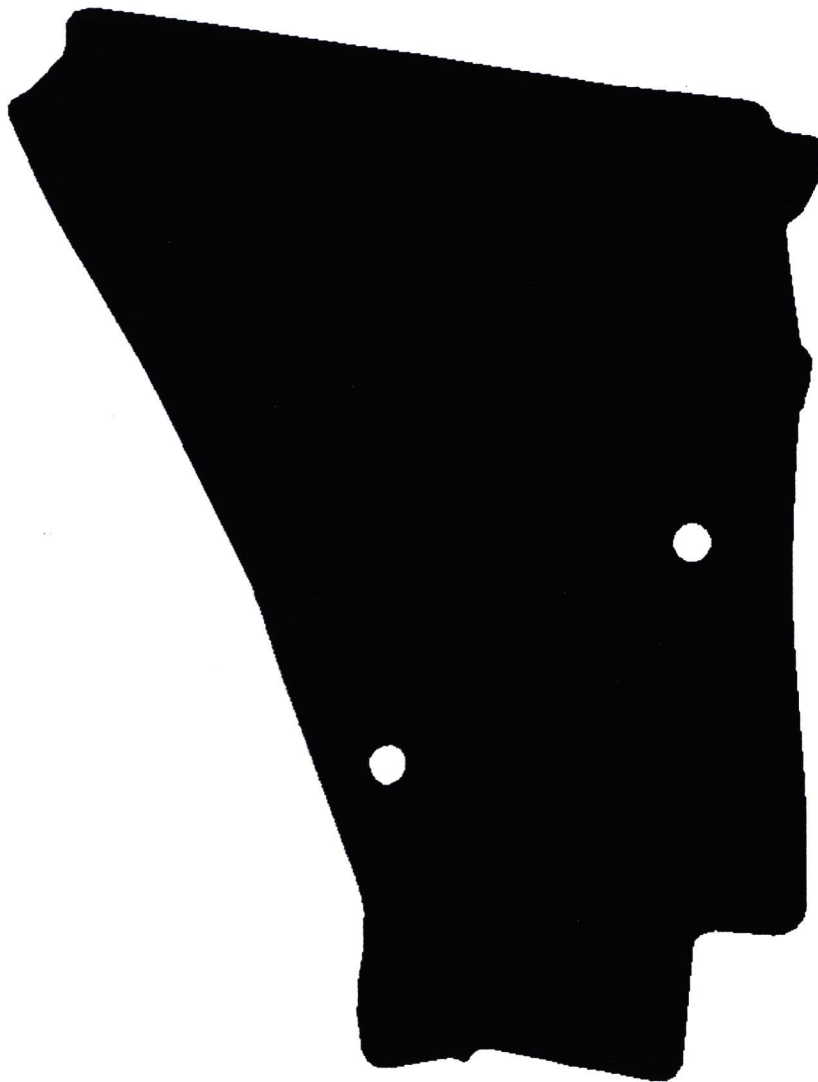
การจำลองการขึ้นรูปแม่พิมพ์แบบที่ 1



รูปที่ ค.1 แบบจำลองแม่พิมพ์แบบที่ 1



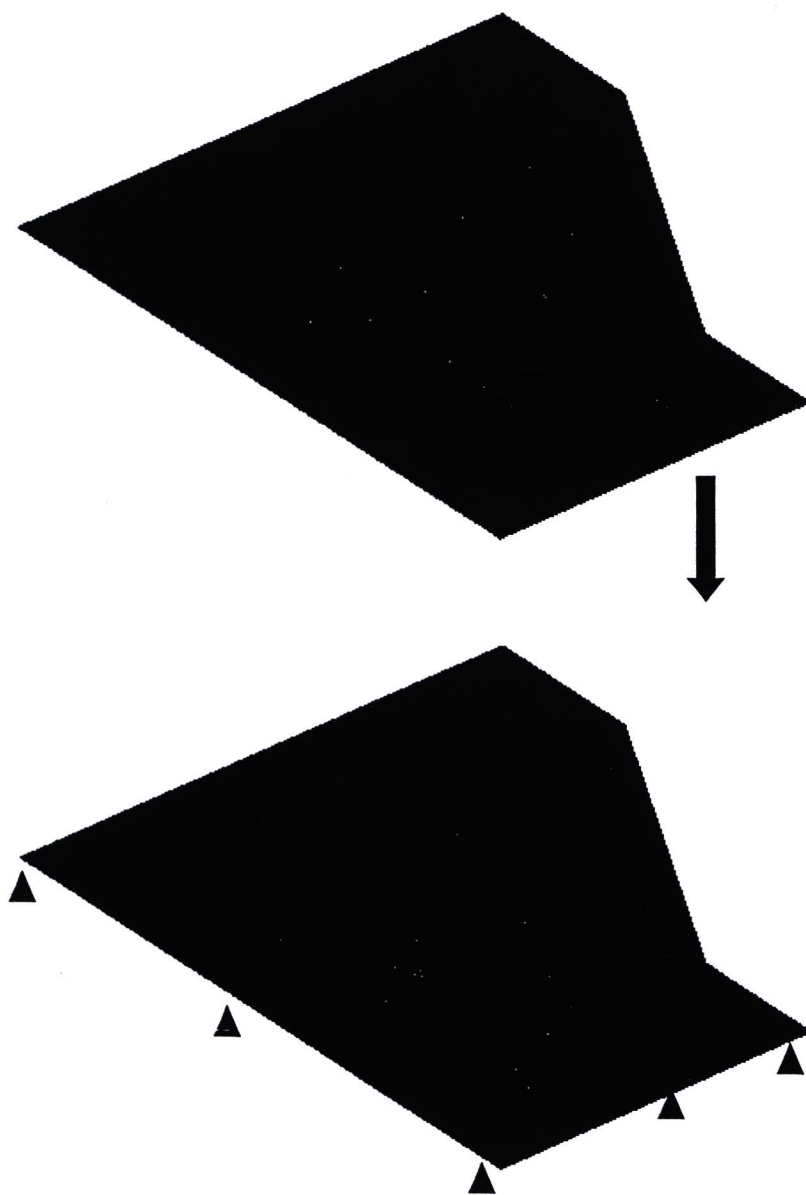
รูปที่ ค.2 แบบจำลองแม่พิมพ์แบบที่ 1 และชิ้นงาน



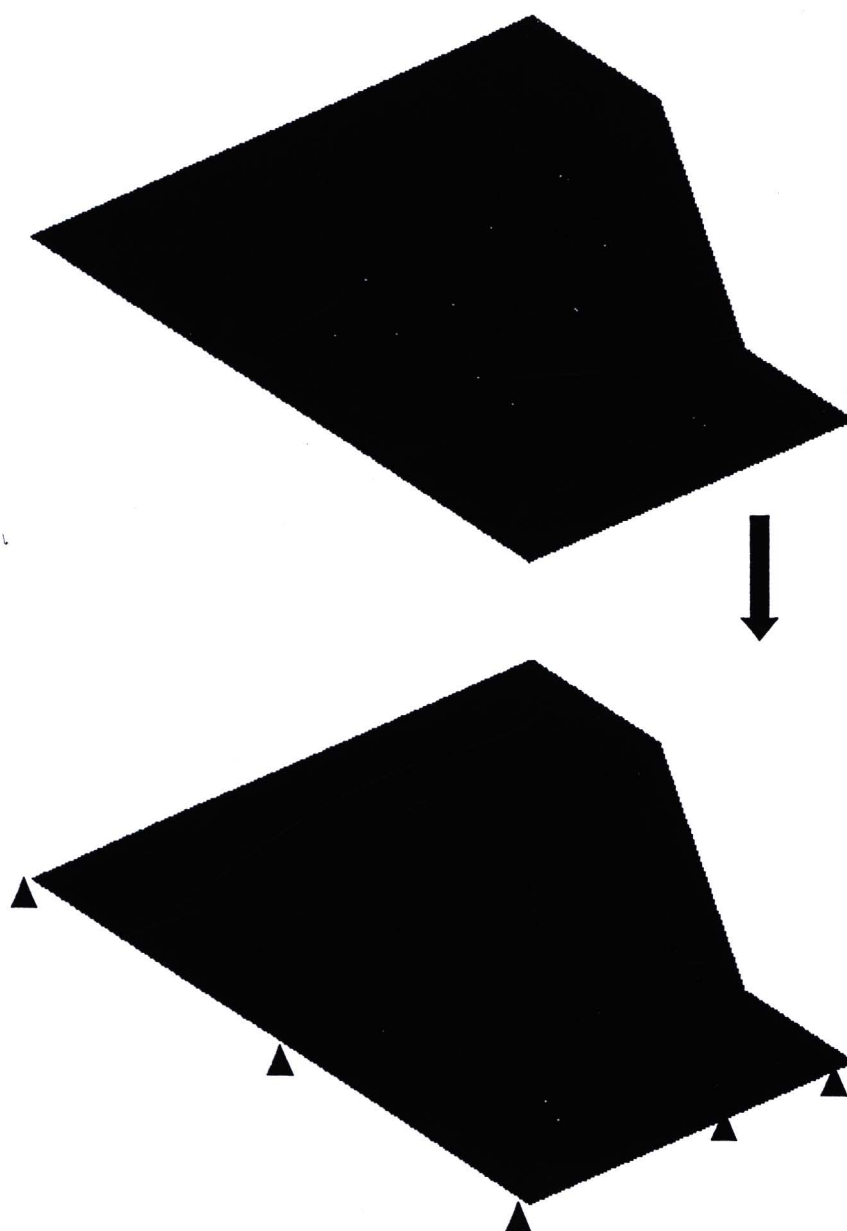
รูปที่ ค.3 ชิ้นงานที่ได้จากแม่พิมพ์จำลองแบบที่ 1

จากการใช้แม่พิมพ์จำลองแบบที่ 1 รูปที่ ค.1 ผลการจำลองชิ้นงานที่ได้มีลักษณะบิดเบี้ยวไปจากเดิม

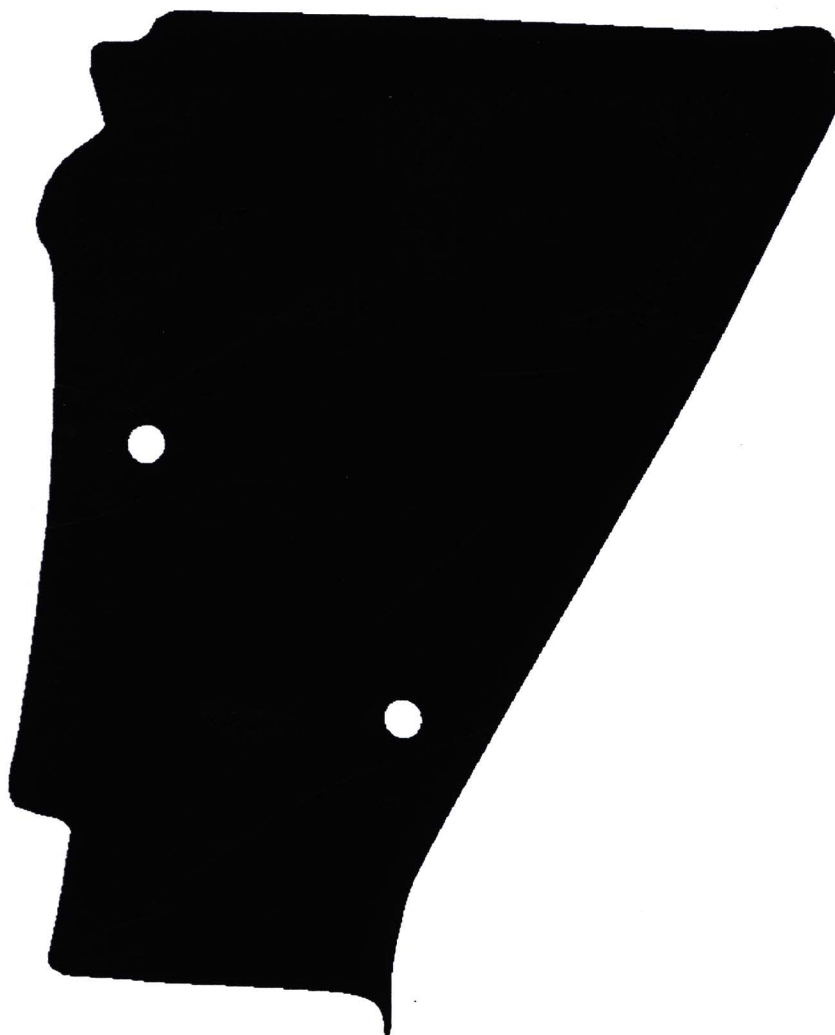
การจำลองการขึ้นรูปแม่พิมพ์แบบที่ 2



รูปที่ ค.4 แบบจำลองแม่พิมพ์แบบที่ 2



รูปที่ ค.5 แบบจำลองแม่พิมพ์แบบที่ 2 และชิ้นงาน



รูปที่ ค.6 ชิ้นงานที่ได้จากแม่พิมพ์จำลองแบบที่ 2

จากการใช้แม่พิมพ์จำลองแบบที่ 2 รูปที่ ค.3 ผลการจำลองชิ้นงานที่ได้มีลักษณะใกล้เคียงชิ้นงานจริงมากกว่าแม่พิมพ์ในแบบที่ 1 แต่บิดเบี้ยวไปจากชิ้นงานเดิม

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นางสาววลัยกร สมใส
วัน เดือน ปีเกิด	16 พฤษภาคม 2526
ประวัติการศึกษา	
ระดับมัธยมศึกษา	โรงเรียนเพชรพิทยาคม พ.ศ.2544
ระดับปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องมือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ.2548
ระดับปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการขึ้นรูปโลหะ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ.2553
ทุนการศึกษา หรือทุนวิจัย	ทุนอุดหนุนสนับสนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ทบวงมหาวิทยาลัย ปีงบประมาณ 2553
ประวัติการทำงาน	ผู้ช่วยสอน (TA) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ.2549
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	วลัยกร สมใส, จุลศิริ ศรีงามผ่อง และเสนีย์ สิริไชย, 2554, “การวิเคราะห์ความสามารถในการขึ้นรูปของวัสดุเชื่อมพ่วง ชนิดเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงด้วยวิธีไฟโนดอิเล็กเมนต์”, การ ประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ข้อตกลงว่าด้วยการโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

วันที่ 19 เดือน กรกฎาคม พ.ศ.2554

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) วลัยกร สมใส รหัสประจำตัว 49404203 เป็นนักศึกษาของ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ระดับ ☐ ประกาศนียบัตรบัณฑิต ☒ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก
หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีการขึ้นรูปโลหะ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
อยู่บ้านเลขที่ 179 หมู่ 15 ตำบล ท่าพล อำเภอ เมือง จังหวัด เพชรบูรณ์ รหัสไปรษณีย์ 67250
เป็น “ผู้โอน” ขอโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี
รศ.ดร.บุญเจริญ ศิริเนาวกุล ตำแหน่ง คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นตัวแทน “ผู้รับโอน” สิทธิในทรัพย์สินทาง
ปัญญาและมีข้อตกลงดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การวิเคราะห์การขึ้นรูปชิ้นงานจากวัสดุเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง ชนิดเชื่อมท่วงด้วยระบบใยไฟฟ้าในดัดเอลิเมนต์ ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ ศศ.ดร.สมัย ศิริไชย อาจารย์ที่ปรึกษา และ/หรือ ศศ. จุลศิริ ศรีงามส่อง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย
3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่าวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกครั้งที่มีการเผยแพร่
4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรือให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีก่อน
5. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ไปประดิษฐ์หรือพัฒนาต่อยอดเป็นสิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาประเภทอื่น ภายในระยะเวลาสิบ (10) ปีนับจากวันลงนามในข้อตกลงฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับชำระค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึงการจัดสรรผลประโยชน์อันพึงเกิดขึ้นจากส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ในอนาคต โดยให้เป็นไปตามระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วย การบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มีผลประโยชน์เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่นที่ข้าพเจ้าทำขึ้น โดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรรผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวตามที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

ลงชื่อ.....วรัณ สมโต.....ผู้โอนสิทธิ

(นางสาววรัณกร สมโต)

(นักศึกษา)

ลงชื่อ.....[Signature].....ผู้รับโอนสิทธิ

(รศ.ดร. ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทนคณบดี

ลงชื่อ.....[Signature].....พยาน

(ผศ. จุลศิริ ศรีงามผ่อง)

ลงชื่อ.....[Signature].....พยาน

(รศ.ดิลก ศรีประไพ)



