สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การหล่ออลูมิเนียมแบบสุญญากาศด้วยกระสวนโฟม

Lost Foam Casting

นายภัทรพงษ์ สุวรรณพรม

Mr. Phatthraphong Suwonnaphom

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่ 4987 1 b
เลขทะเบียน 1
วัน,เดือน,ปี 2 มิ.ย. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การหล่ออลูมิเนียมแบบสุญญากาศด้วยกระสวนโฟม Lost Foam Casting
นักศึกษา	นายภัทรพงษ์ สุวรรณพรม
รหัสนักศึกษา	42010586
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2545

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(อ.พลชัย โชติปรายนกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การหล่ออลูมิเนียมแบบสุญญากาศด้วยกระสวนโฟม Lost Foam Casting
นักศึกษา	นายภัทรพงษ์ สุวรรณพรม
รหัสนักศึกษา	42010586
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	อ.พลชัย โชติปรายนกุล

บทคัดย่อ

โครงงานที่จะนำเสนอเป็น การหล่อโลหะแบบโฟมหาย (Lost foam) ใช้แม่แบบ(pattern) เป็นโฟมโพลีสไตลีน มีอุปกรณ์หลัก คือ หีบหล่อโลหะและปั๊มสุญญากาศ โดยอาศัยหลักการแทนที่ของน้ำโลหะในโฟม ใช้แบบหล่อทรายที่อัดแน่นกันอยู่ด้วยแรงดูดจากปั๊มสุญญากาศ และช่วยในการดึงให้น้ำโลหะไหลเข้าสู่แบบหล่อได้โดยง่าย พร้อมกับดูดไอของโฟมและลดฟองอากาศในงานหล่อ

การทดลองหล่ออลูมิเนียมมีจุดประสงค์ เพื่อทำความเข้าใจในขั้นตอน วิธีการหล่อแบบสุญญากาศ สามารถสร้างความเข้าใจจากผลการทดลอง ลักษณะการวางชิ้นงานทดลองทั้งแนวระดับและแนวดิ่ง ชนิดของอลูมิเนียมที่ใช้ ขนาดของหีบหล่อ ความซับซ้อนของกระสวนโฟม มีส่วนสัมพันธ์กับความสมบูรณ์ของชิ้นงาน และความดันสุญญากาศเมื่อมีค่ามาก ส่งผลให้เมื่อทำการเทน้ำโลหะแบบหล่อ ทรายยังคงความแข็งได้นานตามความดันสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Lost Foam Casting
Student	Mr.Phatthraphong Suwonnaphom
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Techmology Ladkrabang
Academic Year	2002
Advisor	Mr.Phochai Chotiprayanakul

Abstract

The propose of this project is to build lost foam casting by vacuum and using knowledge of Manufacturing Process subject in the part of casting ,using knowledge of Machine Design subject in the part of design casting box which operates under the following principle. This project a casting box is invented firstly used with pattern were polystryline foam. This process used principle is instead of foam by metal fluid and dry sand casting, sand is packed by vacuum pump and it help better fluidity after that pour the melt Aluminums instead of foam. After experiment conclude are situation of pattern (horizontal or vertical), ingot or recycle aluminums, a complex of pattern and pressure had relation with successful specimen.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้อาจไม่สำเร็จ หากไม่ได้รับความเมตตา ความช่วยเหลือ
จากอาจารย์ทุกท่านในภาควิชา ที่ให้คำปรึกษา คำชี้แนะดีๆ ที่ทำให้ได้รับความรู้
ทักษะในการทำงาน การแบ่งเวลาการทำงาน

ขอบคุณ อ.พรศักดิ์ อรรถวานิช สำหรับความเอาใจใส่ ดูแล แนะนำและการติดต่อสำหรับอลูมิเนียมที่ใช้ในการทดลอง

ขอบคุณ พี่เต่า สำหรับกำลังสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน

ขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ สำหรับความรัก ความห่วงใยในการทำงาน

ขอบคุณ เพื่อน ๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือในทุกๆ เรื่อง

ขอบคุณ นัท จอม เอ จั้ม เบทส์ ที่ช่วยเหลือทุกอย่างทั้ง VDO ,กล้อง Digital และอื่น ๆ

และสุดท้าย ขอขอบคุณ อ.พลชัย โชติปรายนกุล อาจารย์ที่ปรึกษา และภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่มอบโอกาสที่ดีในชีวิตให้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อฉบับภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตวิทยานิพนธ์	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กรรมวิธีการทำแบบหล่อสุญญากาศ	3
2.1.1 กระสวน	3
2.1.2 หีบหล่อ	3
2.1.3 ทรายที่ใช้ทดลอง	6
2.1.4 แผ่นพลาสติก	8
2.1.5 การทำแบบ	8
2.1.6 การเทน้ำโลหะ	8
2.2 ลักษณะของน้ำโลหะ	9
ความหนืด	9
2.3 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	9
2.4 ข้อดีและข้อเสีย	11
2.4.1 ข้อดี	11
2.4.2 ข้อเสีย	11
บทที่ 3 การดำเนินงานการทดลอง	
3.1 อุปกรณ์การทดลอง	12
3.1.1 กระสวนหล่อ	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

3.1.2 หีบหล่อ 13

3.1.3 พลาสติกฟิล์ม 14

3.1.4 เครื่องทำสุญญากาศ 14

3.1.5 ตะแกรงร่อนทราย 15

3.1.6 เตาไฟฟ้า 16

3.2 การเตรียมการทดลอง 21

3.2.1 การวางกระสวน 21

3.2.2 การเติมทราย 22

3.2.3 การปิดแผ่นพลาสติกด้านบน 23

3.2.4 การเทน้ำโลหะ 23

3.2.5 การรื้อแบบหล่อ 24

3.2.6 ในการทดลองเกี่ยวกับการหล่อโลหะ 26

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองครั้งที่ 1 27

4.2 ผลการทดลองครั้งที่ 2 28

4.3 ผลการทดลองครั้งที่ 3 28

4.4 ผลการทดลองครั้งที่ 4 29

4.5 ผลการทดลองครั้งที่ 5 29

4.6 ผลการทดลองครั้งที่ 6 30

4.7 ผลการทดลองครั้งที่ 7 30

4.8 ผลการทดลองครั้งที่ 8 31

4.9 ผลการทดลองครั้งที่ 9 31

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล 32

5.1.1 การเทน้ำโลหะ 32

5.1.2 อลูมิเนียมที่นำมาใช้ในการทดลอง 32

5.1.3 พลาสติกฟิล์ม 33

5.1.4 ขนาดของหีบหล่อ 33

5.1.5 ขนาดของชิ้นงานที่ทำการหล่อ 33

5.1.6 ลักษณะของการนำน้ำหนักมากดทับบริเวณกระสวนโฟม 33

5.2 ข้อเสนอแนะ 33

เอกสารอ้างอิง 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	แสดงขนาดความหนาต่ำสุดของ อลูมิเนียมผสมหล่อที่ผลิตโดยกรรมวิธีต่างๆ	6
ตารางที่ 2.2	ตัวอย่างคุณสมบัติของทรายหล่อชื้น (Green Sand) จากญี่ปุ่น	8
ตารางที่ 2.3	แสดงสัมประสิทธิ์ของความหนืดและความตึงผิวของโลหะ	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 3.1 กระสวนโฟมพร้อมรูเท 12
รูปที่ 3.2 หีบหล่อขนาด 0.6*0.6*0.6 เมตร หนา 4 มิลลิเมตร 13
รูปที่ 3.3 หีบหล่อขนาด 0.36*0.36*0.36 เมตร หนา 4 มิลลิเมตร 13
รูปที่ 3.4 ปั๊มสุญญากาศ 14
รูปที่ 3.5 ตระแกรงร่อนทราย 15
รูปที่ 3.6 เตาไฟฟ้า 16
รูปที่ 3.7 หน้าจอหลัก (Operation) 16
รูปที่ 3.8 หน้าจอโปรแกรม (Programs) 17
รูปที่ 3.9 หน้าจอโปรแกรมทำงาน (Program Active) 17
รูปที่ 3.10 หน้าจอ การทำงานของโปรแกรม (Programer) 18
รูปที่ 3.11 หน้าจอการปรับค่าเริ่มต้น (Reset) 18
รูปที่ 3.12 หน้าจอเริ่มการทำงาน (Start) 19
รูปที่ 3.13 หน้าจอการทำงาน (Run) 19
รูปที่ 3.14 หน้าจอการควบคุม (Controller) 20
รูปที่ 3.15 หน้าจอแสดงอุณหภูมิ 20
รูปที่ 3.16 แสดงชุดควบคุม 21
รูปที่ 3.17 การวางกระสวน 21
รูปที่ 3.18 การเติมทราย 22
รูปที่ 3.19 การปิดแผ่นพลาสติก 23
รูปที่ 3.20 การเทน้ำโลหะ 24
รูปที่ 3.21 การเทน้ำโลหะสิ้นสุด 24
รูปที่ 3.22 การรื้อแบบหล่อ 25
รูปที่ 3.23 การรื้อแบบหล่อ 25
รูปที่ 4.1 ผลการทดลองครั้งที่ 1 27
รูปที่ 4.2 ผลการทดลองครั้งที่ 2 28
รูปที่ 4.3 ผลการทดลองครั้งที่ 3 28
รูปที่ 4.4 ผลการทดลองครั้งที่ 4 29
รูปที่ 4.5 ผลการทดลองครั้งที่ 5 ด้านหน้าและด้านล่าง 29
รูปที่ 4.6 ผลการทดลองครั้งที่ 6 ด้านบนและด้านล่าง 30
รูปที่ 4.7 ผลการทดลองครั้งที่ 7 30
รูปที่ 4.8 ผลการทดลองครั้งที่ 8 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.9 ผลการทดลองครั้งที่ 9 31

รูปที่ 5.1 อลูมิเนียมแบบแท่ง (Ingot) 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

กรรมวิธีการทำแบบหล่อวิธีสุญญากาศ (V-Process, Vacuum Scaled Molding Process) ได้ถูกแนะนำโดยโรงหล่อชื่อ คาบูชิกิ คาอิชา อคิตะ (อยู่ในเมืองนากาโน ประเทศญี่ปุ่น) ในปีค.ศ. 1971 ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ใหม่ต่อมาได้ถูกนำมาใช้ในประเทศเยอรมันตะวันตก ตามรายงานของ Prof. Ph. Schneider ในปี ค.ศ. 1973 กล่าวไว้หลังจากกลับไปเยี่ยมชมโรงงานที่ประเทศญี่ปุ่นแล้ว และได้นำเสนอรายงานให้แก่ผู้ประกอบการหล่อโลหะทั่วไปทราบในงาน GIFA ' 74 ที่เมืองดัซเซลดอฟ ต่อจากนั้นก็มีการนำการหล่อด้วยวิธีนี้ไปใช้ในโรงหล่อโลหะ เพื่อใช้ผลิตชิ้นงานกันมากขึ้น

กรรมวิธีการทำแบบหล่อด้วยสุญญากาศ "เป็นการที่นำทรายมาทำแบบหล่อโดยไม่ต้องใช้ตัวประสาน เมื่อใส่ทรายในหีบหล่อแล้วใช้สุญญากาศในการดูดและอัดทรายให้แน่นและผ่านการอัดขึ้นในรูปเพื่อทำแบบหล่อ ด้วยกระสวนโฟม ในขณะที่เทน้ำเหล็กเข้าไปในแบบดังกล่าว โดยใช้สุญญากาศดูดทรายด้านใต้แบบหล่ออีกเพื่อนำความร้อนและแก๊ซที่เกิดขึ้นให้ออกไปจากแบบหล่อนั่นเอง การหล่อโลหะด้วยวิธีนี้สามารถขึ้นรูปโลหะที่มีคุณภาพดี เช่น ชิ้นงานอลูมิเนียมคุณภาพสูง (High quality Aluminums parts), อ่างเหล็กหล่อเทา (gray iron bath), เหล็กกล้าอัลลอย (Alloy steel) เป็นต้น [1]

1.1 ความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจาก การหล่อโลหะเป็นพื้นฐานในวิชา กรรมวิธีการผลิต (Manufacturing Process) ซึ่งพบว่ามีนักศึกษาบางกลุ่มยังไม่เข้าใจ จึงมีแนวคิดที่จัดทำสื่อที่สามารถ อธิบาย วิธีการ ขั้นตอนการหล่อโลหะ โดยเลือกการหล่อแบบสุญญากาศเนื่องจากข้อจำกัด ทางด้าน สถานที่และ อุปกรณ์การหลอมโลหะและขนาดเบ้าหลอม

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนและอุปสรรคการดำเนินงานในการทำ และใช้ประโยชน์ได้
2. เพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้เรื่องการหล่อโลหะ
3. ทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์ค่า อุณหภูมิในการเท, ความดัน(Pressure) ที่เหมาะสม

1.3 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

การทำการทดลองวิจัยในครั้งนี้ เป็นการทดลองที่จะหาหลักการหล่อที่ดีและสะดวก โดยเน้นลักษณะงานหล่อที่มีขนาดบาง, รายละเอียดมาก ซึ่งมักจะเป็นอุปสรรคของการหล่อโดยวิธีธรรมดาทั่วไป แต่การทำแบบหล่อโดยวิธีสุญญากาศสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้

1. สร้างแบบทดลองการหล่อโลหะแบบโฟมหาย (Lost Foam)
2. ทำการศึกษาโดยใช้ขนาดของสิ่งทดลองต่างๆ หลายขนาดในการทดลองค่า อุณหภูมิการเทความดัน (Pressure) ที่เหมาะสม
3. วัดผลของการศึกษา สามารถทำเป็น การทดลองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการทดลองใน Lab ของภาควิศวกรรมอุตสาหกรรมทำให้มีความรู้ เกี่ยวกับการหล่อโลหะพร้อมทั้งมีความเข้าใจมากขึ้น

2. วิเคราะห์พร้อมทั้งแก้ไข อุปสรรคที่เกิดขึ้นโดยอาศัยหลักการทางวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 กรรมวิธีการทำแบบหล่อสุญญากาศ

2.1.1 กระสวน

กระสวนที่จะนำมาใช้ในการทดลองนี้ ทำเป็นรูปแบบ ง่าย ๆ เช่น วงกลม หรือ สี่เหลี่ยม โดยทำมาจากโฟม โดยมีขนาดต่าง ๆ กัน โดยแปรผันตามขนาดน้ำหนักของน้ำโลหะอลูมิเนียมที่จะนำมาทำการเทดังจะกล่าวต่อไป

2.1.2 หีบหล่อ

นำหีบหล่อวางครอบลงบนกระสวนนี้จะมีท่อที่มีรูพรุนวางขวางตามแนวหีบอยู่ด้วยเพื่อทำให้เป็นสุญญากาศดีขึ้น ท่อ แสตนเลสมีรพรุน 1000 เมช ติดตะแกรงไว้ โดยกระสวนที่ทำจาก โฟมโพลีสไตรลีน ต้องมีวัสดุเคลือบผิว คือ ผงเซอร์คอน เพื่อทำให้ชิ้นงานอลูมิเนียมมีผลที่เรียบมากขึ้น

<u>การคำนวณความหนาแน่นของแผ่นเหล็กในการทำหีบหล่อ</u>

-จากการหาข้อมูลจะพบว่าอลูมิเนียม มีความหนาแน่นหลายค่าแต่ในการทำงานนี้ จะเลือกใช้ที่ = 2700 กรัมต่อลิตร

-ในการคำนวณใช้อลูมิเนียม ทดสอบที่มีขนาดใหญ่ที่สุด 3 กิโลกรัม แต่ต้อง เผื่อขนาด รูเท และทางวิ่งของอลูมิเนียม ในที่นี้ใช้ที่มีน้ำหนักมากที่สุด 5 กิโลกรัม

- ทรายที่ใช้ในการทำงาน กำหนดให้มีขนาด 120 A.F.S. number (120 เมช) และทรายที่ใช้ในการทำงานมีความถ่วงจำเพาะคือ 2.6

- จาก D = M/V จะได้ว่า น้ำหนักของ อลูมิเนียม ที่มากที่สุด ที่ใช้ในการทดลองคือ 3 กิโลกรัม

2700 g/lit = 300 g/V

V = 1.111 ลิตร

โดย D = ความหนาแน่น

M = มวล

V = ปริมาตร

กำหนดให้ชิ้นงานทดสอบเป็นแบบ วงกลม มีความหนาต่าง ๆ กัน

ถ้าหนา 1 เซนติเมตร จะได้ค่ารัศมีของวงกลม คือ 18.8 เซนติเมตร

2 เซนติเมตร จะได้ค่ารัศมีของวงกลม คือ 13.2 เซนติเมตร

3 เซนติเมตร จะได้ค่ารัศมีของวงกลม คือ 10.85 เซนติเมตร

ในการทดลองนี้เราจะใช้ การหล่อ บางๆ เนื่องจาก เป็นคุณสมบัติพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ ชิ้นงานทดสอบเป็นแบบ สี่เหลี่ยม มีความหนาต่าง ๆ กัน

ถ้าหนา 1 เซนติเมตร จะได้ค่ากว้างยาว คือ 33.3*33.3 เซนติเมตร

ถ้าหนา 2 เซนติเมตร จะได้ค่ากว้างยาว คือ 23.5*23.5 เซนติเมตร

ถ้าหนา 0.5 เซนติเมตร จะได้ค่ากว้างยาว คือ 47.1*47.1 เซนติเมตร

คิดแรงที่ฐานของหีบหล่อ

มาจาก น้ำหนัก อลูมิเนียม + น้ำหนัก ทราย +แรง ของ ปั๊ม

กำหนดให้ หีบหล่อมี ความ กว้าง* ยาว* สูง คือ 0.8*0.8*0.6 เมตร

กำหนดให้ น้ำหนัก pump มี แรงดูด อากาศออก มากที่สุด 250 ทอรร์

น้ำหนัก ทราย = 0.8*0.8*0.6 เมตร *2.6 กิโลกรัมต่อเมตร *9.81

= 9.794 กิโลนิวตัน

น้ำหนักอลูมิเนียม มากที่สุด = 5*9.81

= 49.05 กิโลนิวตัน

ความดัน ของ ปั๊ม = 250 ทอร์

P = F/A

F = PA

F = 34286.975*0.8*0.8

= 21943.66 นิวตัน

= 21.9 กิโลนิวตัน

โดย P = ความดัน

F = แรง

A = พื้นที่หน้าตัด

SI unit 1 Pascal = 1 newton/ m^2 1 บรรยากาศ = 1.01* 10^5 pascal

จาก 1 Kpa = 0.01 bar = 0.145 psi = 7.501 mmHg (Torr) = 0.00989 atm

จะได้ 1 mmHg (Torr) = 1.33322*10^{-3} Kpa = 1.3579*10^{-3} atm

ที่ 250 Torr = 0.3394 atm = 34286.975 pascal

รวมเป็นแรงที่กระทำที่ฐานทั้งหมด 80.78 กิโลนิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากทฤษฎี ภาชนะถังความดัน ความเครียด (Stress) ในถัง [2 : P.3-53 ,3-54]

ความเครียด(Stress) ในถัง

$$\sigma = P*a/t \quad \text{.....(2.1)}$$

เป็น ค่าความเค้นในแนวระดับ

$$\sigma = P*a/2t \quad \text{.....(2.2)}$$

เป็นค่าความเค้นในแนวดิ่ง

โดย t = ความหนาของผนัง

a= ความกว้างของด้าน

เลือกใช้ เหล็ก st37 รับแรง 370 นิวตันต่อ ตารางมิลลิเมตร

จาก (2.1) $\sigma = 80.78(0.8)/t$ จะได้ t = 1.74 มิลลิเมตร ในที่นี้ ใช้ 2 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดความหนาต่ำสุดของอลูมิเนียมผสมหล่อที่ผลิตโดยกรรมวิธีต่างๆ [3 :P 230]

ความหนาหน้าตัด : นิ้ว	ความยาว : นิ้ว
แบบหล่อทราย (Sand Castings)	
1/8	ต่ำกว่า 3 นิ้ว
5/32	3-6 นิ้ว
3/16	ยาวกว่า 6 นิ้ว
แบบหล่อถาวร (Permanent-mold Castings)	
0.100	ต่ำกว่า 3 นิ้ว
0.125	3-6 นิ้ว
0.160	ยาวกว่า 6 นิ้ว
แบบหล่อแม่พิมพ์ (Die Castings)	
0.050	ชิ้นเล็กๆ
0.080	ชิ้นใหญ่ๆ
แบบหล่อปูนพลาสเตอร์ (Plaster-moldCastings)	
1/16	2 นิ้วหรือต่ำกว่า
3/32	3-6 นิ้ว
1/8	ยาวกว่า 6 นิ้ว
แบบหล่อเปลือก (Shell mold Castings)	
1/16	ต่ำกว่า ½ นิ้ว
3/32	½ -3นิ้ว
1/8	3-6 นิ้ว

ความหนาหน้าตัด : นิ้ว	ความยาว : นิ้ว
แบบหล่อทรายละเอียดประณีต (Precision Sand Castings)	
0.080	ต่ำกว่า 3 นิ้ว
0.100	3-6 นิ้ว
0.125	ยาวกว่า 6 นิ้ว
แบบหล่อขี้ผึ้งหาย Investment Castings	
0.035	1 /4 นิ้ว
0.060	2 นิ้วหรือต่ำกว่า
0.090	2-4 นิ้ว
0.125	4-8 นิ้ว
0.150	ยาวกว่า 8 นิ้ว
หล่อเหวี่ยง ด้วยแบบหล่อถาวร (Centrifugal Permanent mold casting)	
0.070 นิ้วสำหรับพื้นที่งาน 4 ตารางนิ้วต่อชิ้น ,0.080 สำหรับพื้นที่ 5-10 ต.ร.นิ้ว , 0.090 สำหรับ 11-20 ต.ร.นิ้ว,0.100 สำหรับ 21-30 ต.ร.นิ้ว, 0.110 สำหรับ 31-70 ต.ร.นิ้ว, 0.120 สำหรับ 71-100 ต.ร.นิ้ว,และ 0.156 นิ้วสำหรับ พื้นที่งานมากกว่า 100 ต.ร.นิ้ว ต่อชิ้น	

2.1.3 ทรายที่ใช้ในการทดลอง [3 :P 13]

เราจะใช้ทรายแห้ง (Silica sand) ไม่มีตัวประสาน และเป็นทรายที่มีการคัดขนาดให้ได้ประมาณ 100 เมช (100 A.F.S. Number) อาจจะใช้พวก ตัวสั่นหรือตัวเขย่าเพื่อให้ทรายเรียงตัวดี และมีความหนาแน่นสม่ำเสมอ หากเลือกใช้ทรายสังเคราะห์หรือทรายวิทยาศาสตร์ (Synthetic green molding Sand) ทรายประเภทนี้เป็นทรายหล่อที่เรานำเอาทรายแก้ว (ทรายขาว Silica Sand or Sio_2- Sand) ซึ่งมีซิลิก้า (Sio_2) มากถึง 95% ขึ้นไป มาผสมกับตัวประสาน คือเบนโทไนท์ (Bentonite) ในอัตราส่วนที่พอเหมาะประมาณ 4-7% พร้อมทั้งตัวเติมช่วยเพิ่มคุณภาพอีกเล็กน้อยไม่เกิน 1% และน้ำ 4-5 % จะได้ความแข็งแรงสูงทนแรงอัดได้ 4-10 ปอนด์ต่อตารางนิ้วหรือ 0.4 –4.0 กิโลกรัม ต่อตารางซม. อัตราลมผ่านดีถึง 70-150 เหมาะกับงานหล่อเหล็กหล่อ ,เหล็กกล้า และโลหะบอกกลุ่มเหล็กทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแข็งแรง : (Hardness) [3 :P 16-19]

ความแข็งของผิวทรายหล่อชื้น (Green Sand) จะมีความแข็งเป็นไปตามมาตรฐานของสมาคมช่างหล่ออเมริกัน โดยใช้ลูกบอลเหล็กกล้ากดลงไปที่ผิวทรายหล่อที่กระทุ้งด้วยแรงมาตรฐานแล้ว (เช่นเดียวกับที่กระทุ้งตอนหาความแข็งแรงทางอัด หรือการหาอัตราลมผ่าน) ความแข็งจะปรากฏ บนหน้าปัทม์เครื่องหาความแข็งสำเร็จรูปได้ทันที ซึ่งมีขนาดความแข็งดังนี้

อ่อนมาก	20-40
อ่อนพอใช้	40-60
ปานกลาง	60-70
แข็ง	70-80
แข็งมาก	80-100

การวัดการปล่อยซึม (Permeability Test) เม็ดทรายหล่อที่ดีต้องมีช่องว่างระหว่างเม็ด เพื่อให้ก๊าซสามารถซึมออกได้ หาได้โดยการนำชิ้นทดสอบ (ทำมาจากทรายหล่อ) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร มาใส่เครื่องทดสอบ แล้วทำการวัดค่าความดัน และเวลาที่ต้องใช้ในการอัดอากาศขนาด 5,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้ไหลผ่านชิ้นทดสอบ และหาค่าการปล่อยซึมได้จากสูตร

$$P = Q.L/p.A.T \quad \text{.....(2.3)}$$

P = การปล่อยซึม

Q = ปริมาตรอากาศที่ไหลผ่านชิ้นทดสอบ

(5, ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้ L = ความชิ้นทดสอบ (5 เซนติเมตร)

A = พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ (19.625 ตารางเซนติเมตร)

P = ความดันของอากาศ (คิดเป็นเซนติเมตร ของน้ำ)

T = เวลาที่ต้องใช้ Q ผ่าน นาที (min)

ในขั้นตอนการทำนั้น ให้นำทราย 150 - 155 กรัม นำมาใส่ในอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2.2 ตัวอย่างคุณสมบัติของทรายหล่อชื้น (Green Sand) จากญี่ปุ่น

Natural Molding Sand

Sand use / Property	Small casting (less than 20 kg)		Small casting (10-50 kg)	
	Face sand	Back sand	Face sand	Back sand
Moisture %	6.5 – 7.5	6.5 – 8.0	7.0 – 8.0	7.0 – 8.5
Permeability	25 – 30	30 – 40	30 – 50	40 – 60
Comp strength	0.5 – 0.8	0.4 – 0.7	0.6 – 0.9	0.5 –0.8
Hardness	50 – 80	50 – 80	50 – 80	50 – 80
Fineness No	180 - 260	180 - 260	140 - 180	140 - 180

2.1.4 แผ่นพลาสติก

หลังจากที่เราเอามือแต่งทรายเพื่อทำเป็นแอ่งเทแล้วเราก็เอาแผ่นพลาสติกคลุมอีกครั้ง ซึ่งเป็นพลาสติกตอนนี้อาจจะเป็นชนิดธรรมดาก็ได้ หนา 0.5 มิลลิเมตร

2.1.5 การทำแบบ

ในการทดลองนั้นทำได้โดยให้แรงดันของอากาศไปในทางลบ (ทำให้เป็นสุญญากาศ) แก่หีบหล่อและทรายที่อยู่ระหว่างชั้นพลาสติก ทรายแข็งตัวเนื่องจากแรงดันของบรรยากาศ แต่สุญญากาศที่ในการทดลองนั้นในแบบหล่อจะประมาณ 300 ถึง 500 ทอร์ เท่านั้นเอง ซึ่งตอนนี้แบบหล่อแข็งตัวแล้วแต่งปากรูเทให้เรียบร้อย เพราะจะมีแผ่นพลาสติกคั่นอยู่

2.1.6 การเทน้ำโลหะ

การเทน้ำโลหะ ในการเทน้ำโลหะนั้นเรายังต้องเปิดวาล์วสุญญากาศอยู่เสมอ จนกว่าโลหะจะแข็งตัวหมด เพื่อ เป็นการดึงน้ำโลหะให้เต็มแบบ โฟม และดูดเอา โฟมที่ระเหย ช่วยในการลด ก๊าซที่จะทำให้เกิดรูพรุนในงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ลักษณะของน้ำโลหะ

ความหนืด (Viscosity) [4 : P11-12]

จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ คือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความหนืดจะมีค่าต่ำลง ความหนืดจะขึ้นกับชนิดของน้ำโลหะด้วยดังตารางที่ 2.3 แสดงค่าความหนืดของโลหะชนิดต่างๆ ที่จุดหลอมเหลวอย่างสมบูรณ์เมื่อเทียบกับความหนืดของน้ำ และยังแสดงให้เห็นว่าโลหะบางชนิดมีความหนืดเท่ากับหรือต่ำกว่าน้ำ เช่น อลูมิเนียม และดีบุก

ตารางที่ 2.3 แสดงสัมประสิทธิ์ของความหนืดและความตึงผิวของโลหะ

ชนิดของสาร	จุดหลอมละลาย (°C)	ความหนาแน่น (g/cm^3)	สัมประสิทธิ์ของความหนืด (g/ cm .sec)	ความตึงผิว (dyne /cm)
น้ำ	0	0.9982(20°C)	0.010046(20°C)	72(20°C)
ปรอท	-38.9	13.56(20)	0.01547(20)	465(20)
ดีบุก	232	5.52(232)	0.01100(250)	540(247)
ตะกั่ว	327	10.55(440)	0.016509(400)	450(330)
สังกะสี	420	6.21(420)	0.03160 (420)	750(500)
อลูมิเนียม	660	2.35(760)	0.0055(760)	520(750)
ทองแดง	1,083	7.84(1,200)	0.0310(1,200)	581(1,200)
เหล็ก	1,537	7.13(1,600)	0.0400(1,600)	970(1,600)
เหล็กหล่อ	1,170	6.9(1,300)	0.016(1,300)	1.15(1,300)

2.3 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ความคุ้มค่าของการใช้งานในระบบทำแบบหล่อด้วยสุญญากาศ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการคิดราคาต้นทุนการสร้างแบบหล่อภายในโรงงาน และการประเมินราคาในการผลิตของแต่ละสายการผลิต ซึ่งจากการวิเคราะห์ ระบบการหล่อด้วยสุญญากาศพบว่า สามารถลดต้นทุนการผลิตในปริมาณมากได้เป็นอย่างดี และนำมาทดแทนการใช้กรรมวิธีการหล่อแบบ CO_2 หรือแบบหล่อทรายชื้น (Green Sand) ในการทำแบบหล่อโลหะทั่วไปได้เป็นอย่างดี

อลูมิเนียมบริสุทธิ์นับว่าเป็นโลหะหล่อที่ใช้งานเกือบไม่ดี เพราะมีคุณภาพต่ำเกือบทุกกรณี ส่วนใหญ่มักจะใช้อลูมิเนียมผสมหล่อเป็นชิ้นงานต่าง ๆ เพราะอลูมิเนียมผสมมีสมบัติพิเศษหลายอย่างเหมาะกับจุดประสงค์ในงานหล่อ โดยเหตุที่อลูมิเนียมผสมหล่อจำนวนมากหาได้ง่าย มันมีคุณสมบัติเด่นเฉพาะ อย่างกว้างขวางต่างกันออกไปตามที่ผสมนั้น อลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีคุณสมบัติสองประการที่ต้องพิจารณา

ประการแรก : คุณสมบัติทางการหล่อลักษณะทั้งหมดของธาตุที่ผสมจะเป็นตัวกำหนดว่าหล่อได้หรืออยากที่จะหล่องานนั้นๆ ได้ดี

ประการที่สอง : สมบัติทางวิศวกรรม ผู้ใช้หรือนักออกแบบงานหล่อจะสนใจคุณสมบัติด้านนี้เป็นพิเศษ ช่างหล่อจึงจำเป็นต้องทราบคุณสมบัติขั้นพื้นฐานทั้งสองประการนี้ควบคู่กันไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อได้เปรียบของอลูมิเนียมผสมหล่อ : [5]

ข้อได้เปรียบจริงๆ ทางวิศวกรรมของอลูมิเนียมผสมหล่อก็คือน้ำหนักเบา (ต่อหน่วยปริมาตร) เบากว่าเหล็กประมาณ 3 เท่า จึงได้เปรียบกว่าเหล็กในเรื่องความแข็งแรง ต่อน้ำหนัก หมายความว่าถ้าใช้อลูมิเนียมผสมหนักเท่ากับเหล็ก ก็จะได้ความแข็งแรงเท่ากับเหล็ก แต่จะได้ความหนาเพิ่มขึ้น เช่นชิ้นส่วนอากาศยาน ถ้าใช้เหล็กจะได้ความหนาถึง 1/16 นิ้วหรือ 0.0625 นิ้ว สำหรับข้อได้เปรียบอื่นๆ เกี่ยวกับคุณสมบัติที่ต้องการมีหลายประการดังนี้

1. มีคุณสมบัติทางกลกว้างขวางกว่า : กล่าวคือ ความแข็งแรง , ความแข็ง , และคุณสมบัติทุกชนิดจะเปลี่ยนแปลงอย่างมากตามธาตุผสมและหรือการอบชุบ ถ้าเปรียบเทียบกับเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียวที่มีความแข็งแรงต่ำ อลูมิเนียมผสมจะได้เปรียบเรื่องน้ำหนักเบากว่ามีคุณค่าทางสถาปัตยกรรมและศิลปะตกแต่ง

2. มีคุณสมบัติด้านการผุกร่อน : เช่นทนการผุกร่อนต่อบรรยากาศธรรมดาหรือน้ำจืด

3. ไม่มีพิษ (no toxicity) จึงนิยมทำภาชนะต่างๆ และเครื่องครัวพวกหม้อหุงข้าวเป็นต้น

4. เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี จึงนิยมใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องไฟฟ้า

5. การตัดแต่งด้วยเครื่องมือกลกระทำได้ง่าย

6. มีคุณสมบัติทางการหล่อหลอมดี : เพราะมีอุณหภูมิหลอมละลายเพียง 550 องศา เทียบกับเหล็กหล่อ 1135 องศา และเหล็กเหนียว 1539 องศา นับได้ว่าอลูมิเนียมผสมใช้อุณหภูมิต่ำมาก จึงไม่มีปัญหาเรื่องวัสดุทนไฟของเตาหลอม และทรายหล่อ เพราะอุณหภูมิเทต่ำนอกจากนั้นในทางปฏิบัติยังนิยมใช้แบบหล่อถาวร และแบบหล่อแม่พิมพ์กันอย่างกว้างขวางอีกด้วย

7. ค่าขนส่งงานหล่ออลูมิเนียมต่อชิ้นถูกกว่าเหล็กเพราะน้ำหนักเบามากนั่นเอง

ข้อเสียเปรียบของอลูมิเนียมผสมหล่อ

1. ราคาแพงกว่าเหล็กหล่อและเหล็กเหนียวหรือเล็กกล้า แต่ถ้าพิจารณาการใช้คิดเป็นปริมาตรมาก แต่น้ำหนักน้อยส่วนเหล็กปริมาตรเท่ากันจะต้องมีน้ำหนักมาก (หนักกว่าอลูมิเนียม 2.90 เท่าหรือประมาณ 3 เท่า)

2. ไม่ทนต่อการขัดสี (abrasion) และการสึกหรอ (wear)

3. ไม่สามารถทำให้อลูมิเนียมผสมมีความแข็งแรงสูงความเหนียวสูง และความแข็งสูงพร้อมกันเหมือนกับเหล็กผสม

4. ทนการผุกร่อน (Corrosion) หลายอย่างสู้พวกทองแดงหรือนิเกิลผสม และเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) ไม่ได้

ธาตุผสมหลักของอลูมิเนียม

อลูมิเนียมผสมอาจมีคุณลักษณะทั่วไปทางโลหะวิทยาเป็นการรวมตัวในระบบยูเท็คติก (Eutectic) ประกอบด้วยสารประกอบโลหะ (Intermetallic Compound) หรือธาตุที่มีหลายสภาพ (Phase) เนื่องจากอลูมิเนียมสามารถละลายธาตุผสมได้ในอัตราต่ำ จึงทำให้เกิดธาตุผสมเชิงซ้อนขึ้นมากอลูมิเนียมผสมบางชนิดอาจมีสภาพทางโลหะ (Metallic Phases) หลายชนิดปนกัน ซึ่งมีส่วนผสมที่ซับซ้อนตามปกติสภาพเหล่านี้ (Phase) มักจะละลายได้ดีที่อุณหภูมิใกล้ๆ อุณหภูมิยูเท็คติก (Eutectic Temperature) มากที่อุณหภูมิห้อง อลูมิเนียมผสมบางตัวจึงทำการอบชุบให้ได้ (Solution and aging heat treatment) (ดูการอบชุบอลูมิเนียมผสมในหนังสือโลหะวิทยาทั่วไปประกอบด้วย)

ตามปกติคุณสมบัติต่างๆ ของอลูมิเนียมผสมมีอิทธิพลมาจากผลของธาตุต่างๆ ที่ผสมในอลูมิเนียมนั้น ธาตุเหล็กใช้ผสมในอลูมิเนียมผสมมีอยู่หลายตัว เช่นทองแดง ซิลิกอน แมกนีเซียม สังกะสี โครเมียม แมงกานีส ดีบุก ไทเทเนียม สำหรับเหล็กที่มีผสมอยู่ด้วยนั้น ส่วนมากเราว่าเป็นธาตุมลทิน (impurity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเข้าและรูล้นสำหรับอลูมิเนียมผสม [3 :P 232-233]

(Gating and Risering of Aluminiums)

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า องค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตชิ้นงานหล่อให้ได้ดีจริงๆนั้นจะต้องทำรูล้นและทางเข้าให้ถูกต้องการที่จะจัดระบบการป้อนน้ำโลหะและทางเข้าที่ดีทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์ถูกต้อง จะต้องคำนึงถึงคุณลักษณะของอลูมิเนียมผสมที่จะหล่อเป็นอย่างดี กล่าวคือ

1) แนวโน้มที่เกิดตระกรันง่าย
2) การดูดแก๊สเข้าได้ง่าย
3) การหดตัวจากการแข็งตัว
4) กำจัดคราบลำบาก
5) การนำความร้อนสูง

ขณะเทอลูมิเนียมเหลวลงแบบหล่อ อลูมิเนียมจะดูดซับก๊าซออกซิเจนและไฮโดรเจนไว้ทันที การเทน้ำโลหะให้เกิดการไหลวน และการไหลของน้ำโลหะไปตามทางเข้าก็จะช่วยให้นำโลหะทำปฏิกิริยากับก๊าซได้เป็นอย่างดี ขี้ตะกรันหรือกากโลหะจะเกิดตอนนี้ ก๊าซไฮโดรเจนละลายรวมกับน้ำโลหะเข้าแบบหล่อไป นอกจากนั้นฟองอากาศก็จะเกิดไหลเข้าไปทำให้งานหล่อเป็นโพรงได้

2.4 ข้อดีและข้อเสีย

2.4.1 ข้อดี

1. ได้ชิ้นงานที่มีผิวเรียบ และมีการตกแต่งน้อย
2. ไม่ทำลายสภาวะแวดล้อมมากนัก (เช่น เสียง , แก๊ส , ฝุ่นผงและอื่นๆ)
3. ไม่ต้องใช้ตัวประสาน , ปราศจากน้ำในแบบเหล็กหล่อ
4. ทรายสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก (สูญเสีย 1-2 %)
5. ขนาดที่ได้มีความเที่ยงตรงแน่นอนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการหล่อโดยวิธีธรรมดาทั่วไป
6. โลหะหลอมเหลวสามารถไหลได้ดีกว่าการหล่อแบบธรรมดา เนื่องจาก ปั๊มสูญญากาศ
7. กรรมวิธีในการเทน้ำโลหะทำได้สะดวกกว่า
8. จำนวนชิ้นงานเสียน้อยกว่า
9. ค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดและการคัดส่วนที่ไม่ใช่ชิ้นงานหล่อออกลดลง

2.4.2 ข้อเสีย

1. การลงทุนสูง
2. มีปัญหาผงฝุ่นมากตอนถอดชิ้นงานออกจากแบบหล่อ
3. พลาสติกเป็นส่วนผสมของ ไฮโดรคาร์บอน ซึ่งมีผลต่อเปอร์เซ็นคาร์บอนในเนื้อโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

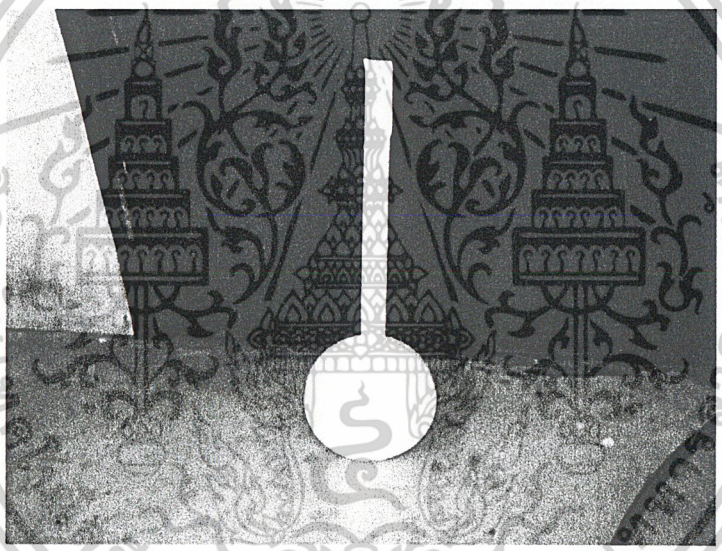
บทที่ 3

การดำเนินงานการทดลอง

3.1 อุปกรณ์การทดลอง

3.1.1 กระสวนหล่อ

กระสวนหล่อที่ทำขึ้นจะต้องมีผิวเรียบ ทำจากโฟม โพลีสไตรลีน เมื่อเทน้ำโลหะอลูมิเนียม จะเข้ามาแทนที่โฟม กลายเป็น รูปตามแบบโฟมที่ทำไว้

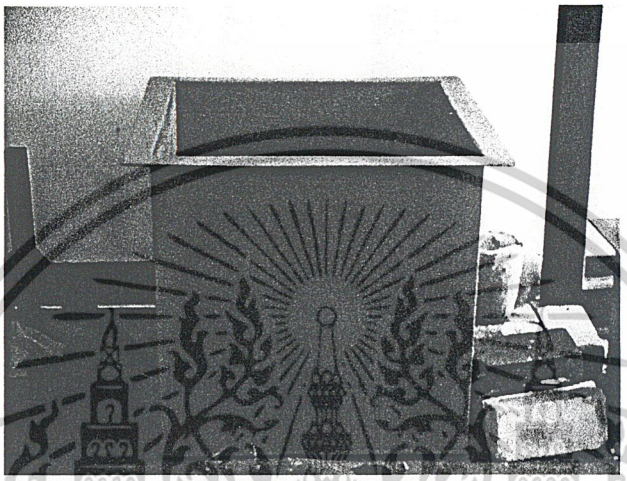


รูปที่ 3.1 ตัวอย่างกระสวนโฟม พร้อมรูเท

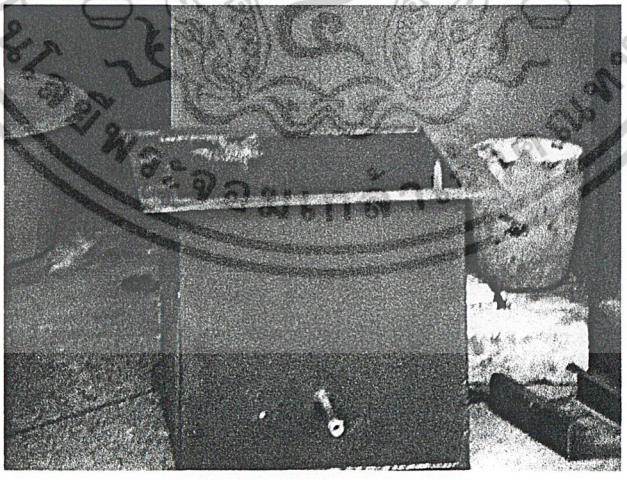
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 หีบหล่อ

หีบหล่อมีรูปทรงลูกเต๋าจัดทำขึ้น 2 ขนาด คือ 0.6*0.6*0.6 เมตร และ 0.36*0.36*0.36 เมตร และหนา 4 มิลลิเมตร หีบต้องปิดสนิท ภายในหีบต่อท่อดูดอากาศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร เจาะรูที่ท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 เซนติเมตร ห่างกัน 3 เซนติเมตร รอบท่อทั้งหมด แล้วก็พันรอบท่ออีกครั้งหนึ่งด้วยตะแกรงลวดขนาด 1,000 เมช



รูปที่ 3.2 หีบหล่อ ขนาด 0.6*0.6*0.6 เมตร หนา 4 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.3 หีบหล่อขนาด 0.36*0.36*0.36 เมตร หนา 4 มิลลิเมตร

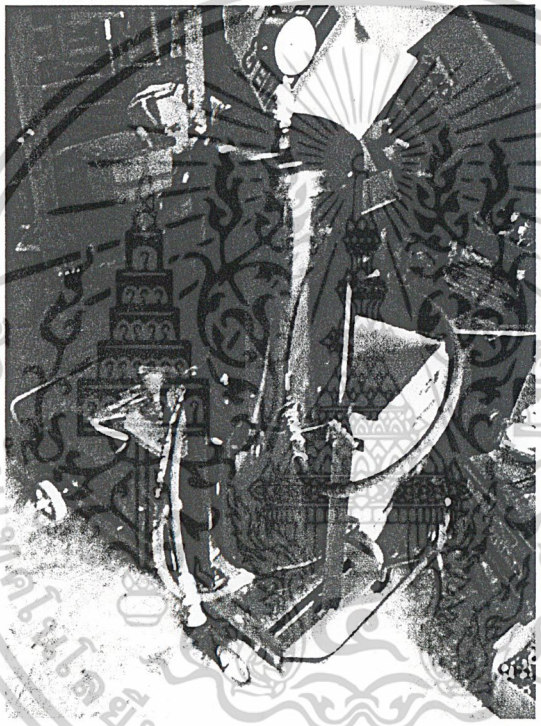
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 พลาสติกฟิล์ม

จากการทดลองเลือกใช้พลาสติกฟิล์มมีความหนาประมาณ 0.025 เซนติเมตร เป็นวัสดุประเภทอ่อนเมื่อได้รับความร้อน

3.1.4 เครื่องทำสุญญากาศ

โดยจะต้องสามารถทำให้เกิดสุญญากาศจากแรงดันบรรยากาศได้ ประมาณ 250 – 500 ทอร์โดย จะเท่ากับ 25-50 เซนติเมตรปรอท

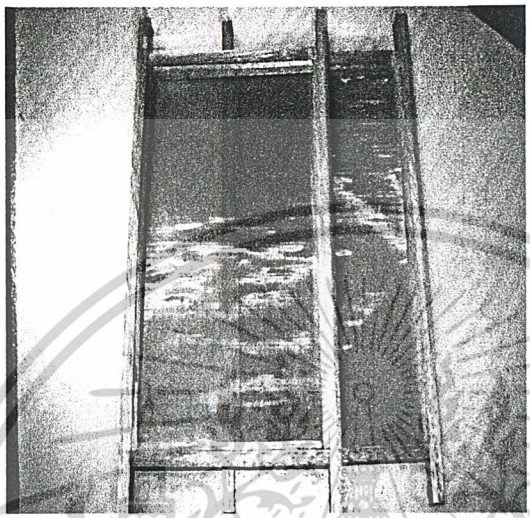


รูปที่ 3.4 ปั๊มสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 ตะแกรงร่อนทราย

มีขนาดของตะแกรง 100 เมช เพื่อใช้ในการทำงานหล่อ และทดสอบอัตราลมผ่าน(Permeability) ของทรายหล่อ

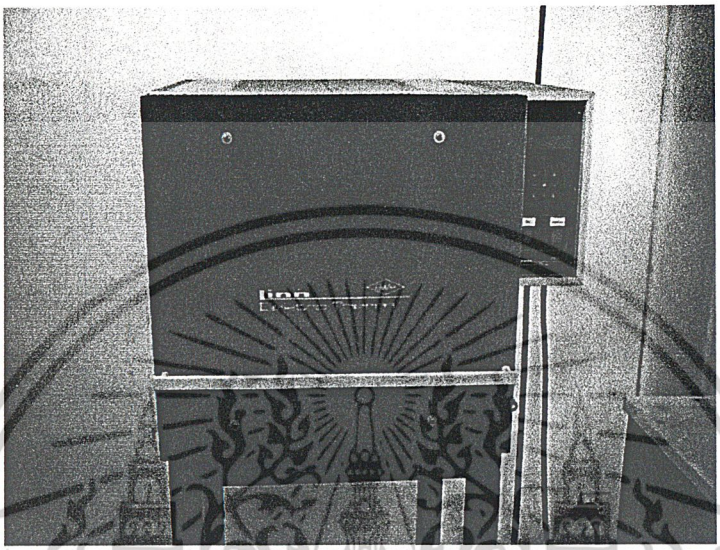


รูปที่ 3.5 ตะแกรงร่อน ทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 เตาไฟฟ้า

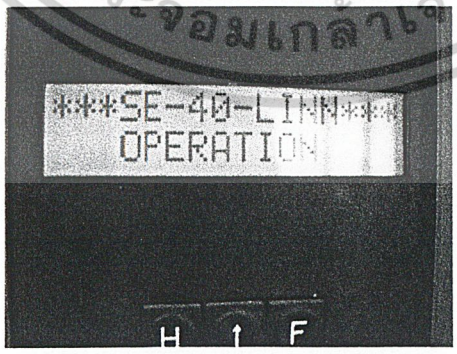
เป็นเตา ที่ใช้ไฟฟ้าในการให้กำเนิดความร้อน โดยสามารถกำหนด อุณหภูมิ และ เวลาในการทำงาน ได้อย่างแม่นยำด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.6 เตาไฟฟ้า

การทำงานของเตาไฟฟ้าและโปรแกรม

1. หน้าจอหลัก การทำงาน (operation)



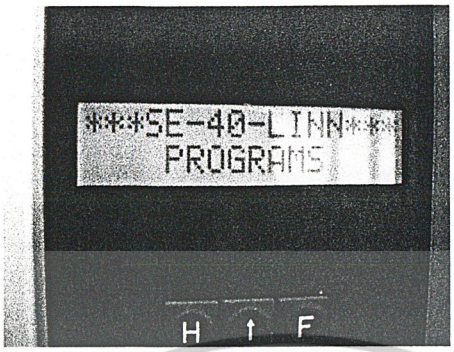
รูปที่ 3.7 หน้าจอหลัก (operation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2. หน้าจอ โปรแกรม (Programs)

กดลูกศรลง จะพบคำว่า โปรแกรม

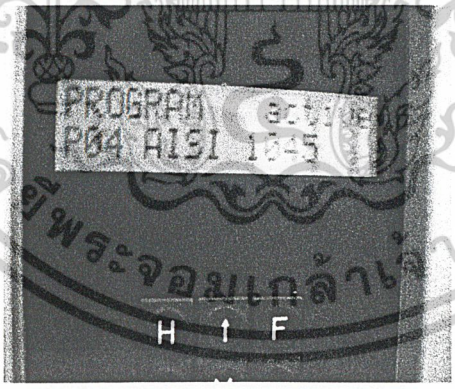


รูปที่ 3.8 หน้าจอ โปรแกรม (Programs)

3. หน้าจอ เลือกโปรแกรมทำงาน (Program Active)

กดตัวอักษร E และกดลูกศรลงจนพบ โปรแกรม ที่ 4

กดตัวอักษร F เพื่อเลือก



รูปที่ 3.9 หน้าจอ เลือกโปรแกรมทำงาน (Program Active)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
49871

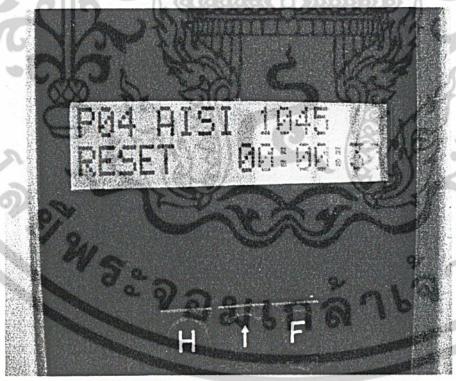
4. หน้าจอ การทำงานของโปรแกรม (Programmer)

กดตัวอักษร M จนพบคำว่า operation กดลูกศรลงจนพบคำว่า Programmer

รูปที่ 3.10 หน้าจอ การทำงานของโปรแกรม (Programmer)

5. หน้าจอ การปรับค่าเริ่มต้น (Reset)

กดตัวอักษร E จะพบคำว่า Reset เป็นการเตรียมเข้าสู่ Program



รูปที่ 3.11 หน้าจอการปรับค่าเริ่มต้น (Reset)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. หน้าจอ เริ่มการทำงาน (Start)

ก่อนการ Start เครื่องจะทำการ Reset 30 วินาที ก่อนทุกครั้ง โดยกดลูกศรลงจนพบคำว่า Start พร้อมทั้งกดอักษร E

รูปที่ 3.12 หน้าจอ เริ่มการทำงาน (Start)

7. หน้าจอ การทำงาน (Run)

เครื่องจะทำงานอย่างต่อเนื่อง

รูปที่ 3.13 หน้าจอการทำงาน (Run)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. หน้าจอการควบคุม (Controller)

กดอักษร M ให้กลับมาหน้าจอหลัก operation กดลูกศรลงจนพบหน้าจอ Controller กดอักษร E

รูปที่ 3.14 หน้าจอการควบคุม (Controller)

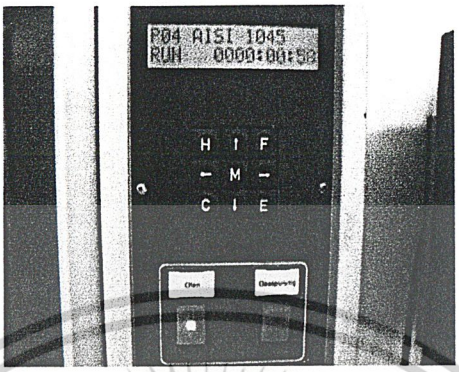
9. หน้าจอแสดงอุณหภูมิ

กดอักษรลงจะเป็นการแสดง อุณหภูมิภายในเตา

รูปที่ 3.15 หน้าจอ แสดงอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. หน้าจอ แสดงลักษณะชุดควบคุม

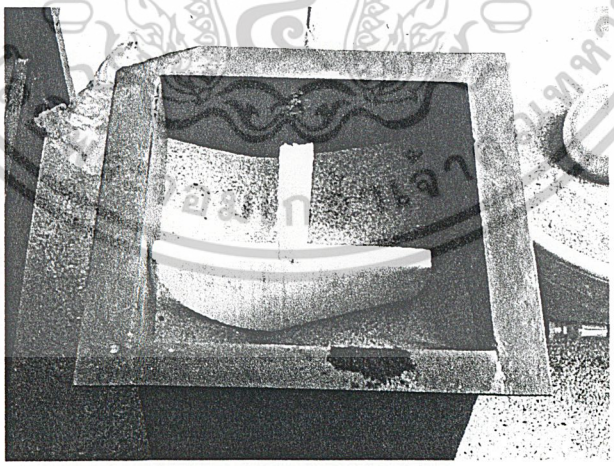


รูปที่ 3.16 รูป แสดง ชุดควบคุม

3.2 การเตรียมการทดลอง

3.2.1 การวางกระสวน

วางกระสวนโฟม ลงในหีบหล่อที่เตรียมไว้ โดย มีการทำรูเทท่อกับกระสวนทำจากโฟมด้วย ก่อนการวางกระสวนนั้น เปิดเครื่องปั๊ม สุญญากาศ ให้ทรายอัดตัวก่อน

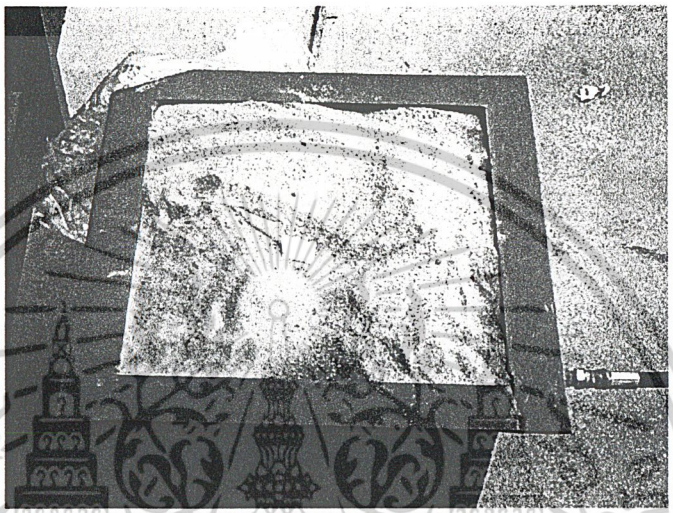


รูปที่ 3.17 การวางกระสวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การเติมทราย

เป็นขั้นตอนการนำทรายที่ไม่มีตัวประสานอะไรเลยเติมให้เต็มหีบหล่อและเขย่าหีบหล่อเพื่อให้ทรายเรียงตัวดีสม่ำเสมอ

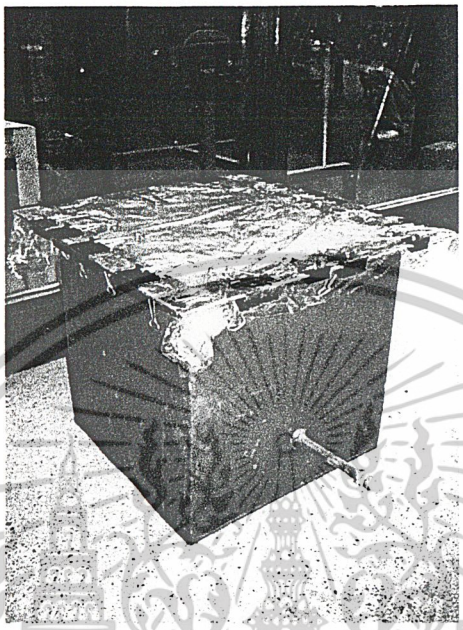


รูปที่ 3.18 การเติมทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การปิดแผ่นพลาสติกด้านบน

หลังจากเอาทรายใส่เต็มหีบหล่อแล้ว ตกแต่งให้เรียบ จากนั้นนำแผ่นพลาสติกคลุมอีกครั้งหนึ่ง

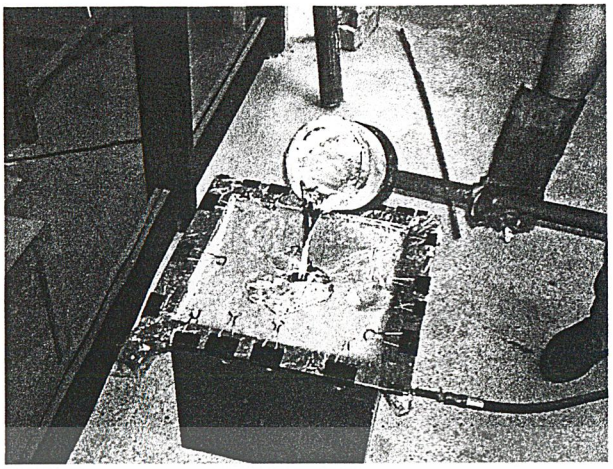


รูปที่ 3.19 การปิดแผ่นพลาสติก

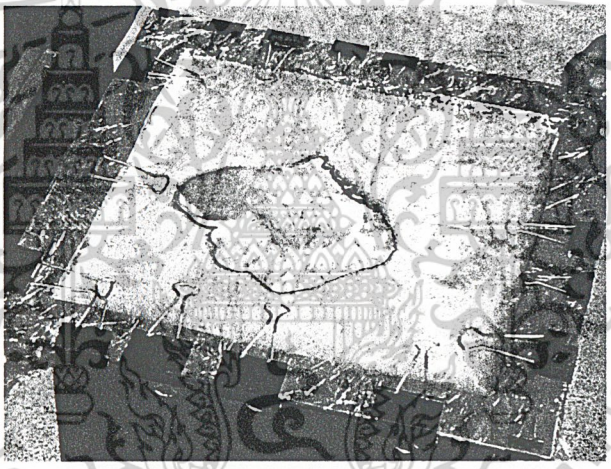
3.2.4 การเทน้ำโลหะ

หลังจากการปิดพลาสติกแล้ว ให้หาน้ำหนักมากดทับบนหีบหล่อพร้อมทั้ง สร้างจุดที่เป็นที่สังเกต ที่เป็นทางเข้าของน้ำโลหะ ให้ตรงกับรูเทแล้วเทน้ำโลหะที่มีอุณหภูมิเหมาะสม เทลงไปอย่างต่อเนื่อง และรวดเร็วในการเทน้ำโลหะนั้น ให้เปิดวาล์วสุญญากาศเสมอจนกว่าโลหะจะแข็งตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 การ เทน้ำโลหะ



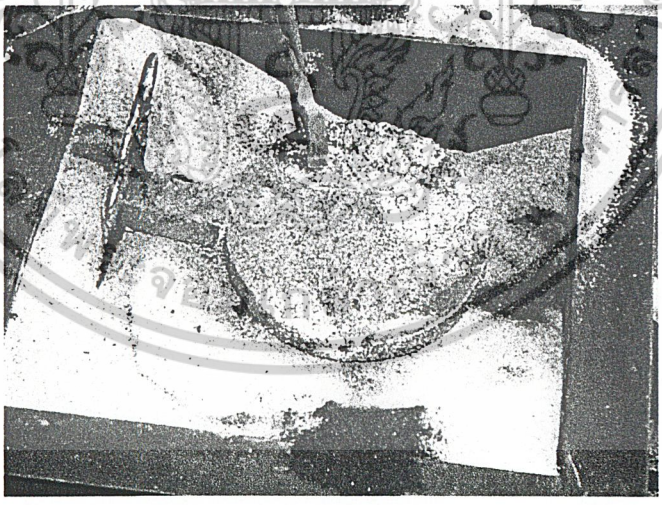
รูปที่ 3.21 การเทน้ำโลหะสิ้นสุด

3.2.5 การรื้อแบบหล่อ

หลังจากแข็งตัวหมดแล้ว ทำการรื้อแบบหล่อโดยการปิดวาล์วสุญญากาศให้อากาศในบรรยากาศเข้าไป เมื่อทรายเย็นตัว ก็สามารถนำไปใช้ได้ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.22 การรื้อแบบหล่อ



รูปที่ 3.23 การรื้อแบบหล่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 ในการทดลองเกี่ยวกับการหล่อโลหะ

ทำการทดลอง โดยใช้กระสวนขนาดต่างๆ กัน ให้มีน้ำหนักดังต่อไปนี้ คือ 1 กิโลกรัม, 2 กิโลกรัม, 3 กิโลกรัม และบันทึกค่าปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง เพื่อหาค่าที่เหมาะสม

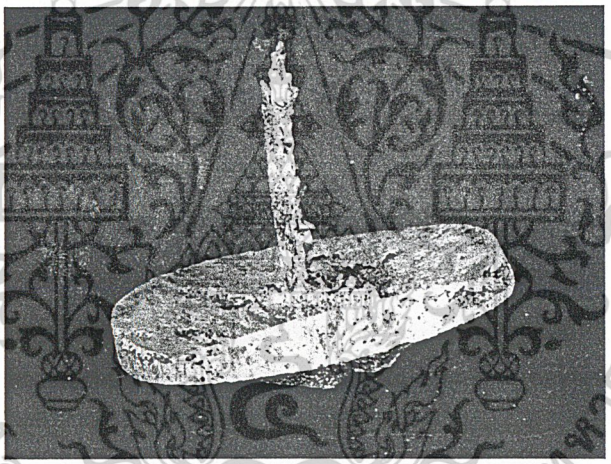
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการทดลองครั้งที่ 1

ควบคุมความดันที่ 22 เซนติเมตรปรอท ใช้หีบหล่อขนาดใหญ่ (0.6*0.6*0.6 เมตร) กระสวน โฟมวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว ชิ้นวานที่เกิดขึ้นมีลักษณะขอบน่าพอใจ ใช้ในการหล่อแท่งอลูมิเนียม (ingot)ไม่มีอิฐในการกดทับ แต่ลักษณะผิวด้านล่างของงานไม่เป็นรูปร่างเกิดจากการยุบตัวของทรายมีการบิดเบี้ยว

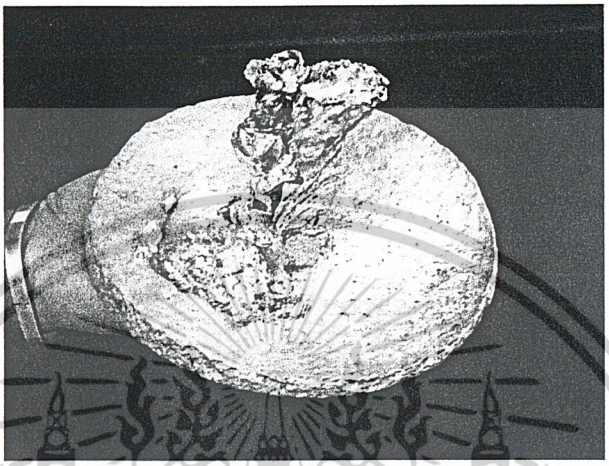


รูปที่ 4.1 ผลการทดลอง ครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองครั้งที่ 2

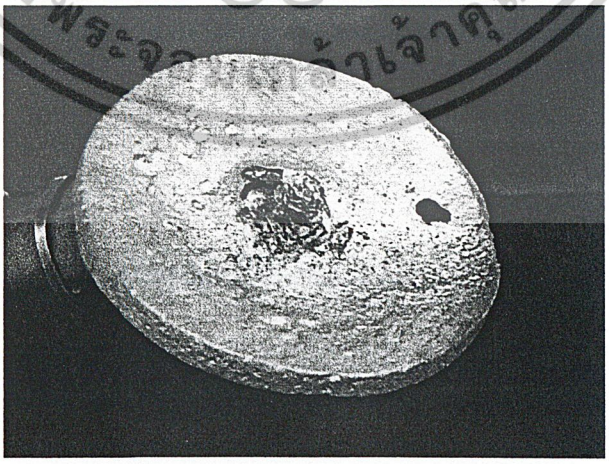
ควบคุมความดันไว้ที่ 25 เซนติเมตรปรอท ใช้หีบหล่อขนาดใหญ่ กระสวน โฟมวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว ใช้แท่งอลูมิเนียมผสมเศษอลูมิเนียมได้ ไม่มีอิฐในการกดทับ ขอบของชิ้นงานน่าพอใจ ลักษณะผิวด้านบน และด้านล่างชิ้นงานบิดเบี้ยวไม่ได้รูป



รูปที่ 4.2 ผลการทดลองครั้งที่ 2

ผลการทดลองครั้งที่ 3

ควบคุมความดันไว้ที่ 26 เซนติเมตรปรอท ใช้หีบหล่อขนาดใหญ่ กระสวนวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 นิ้ว ใช้แท่งอลูมิเนียม (ingot) ผสมเศษอลูมิเนียม ได้ชิ้นงานบิดเบี้ยว ไม่ได้รูป เป็นรอยบุดด้านล่างของชิ้นงาน และ น้ำโลหะจากเป้าเทไม่เพียงพอ ทำให้ได้ชิ้นงานไม่เต็ม ไม่มีอิฐในการกดทับ

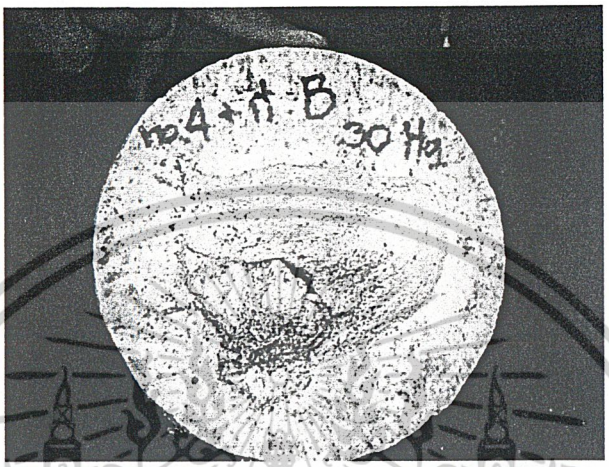


รูปที่ 4.3 ผลการทดลองครั้งที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองครั้งที่ 4

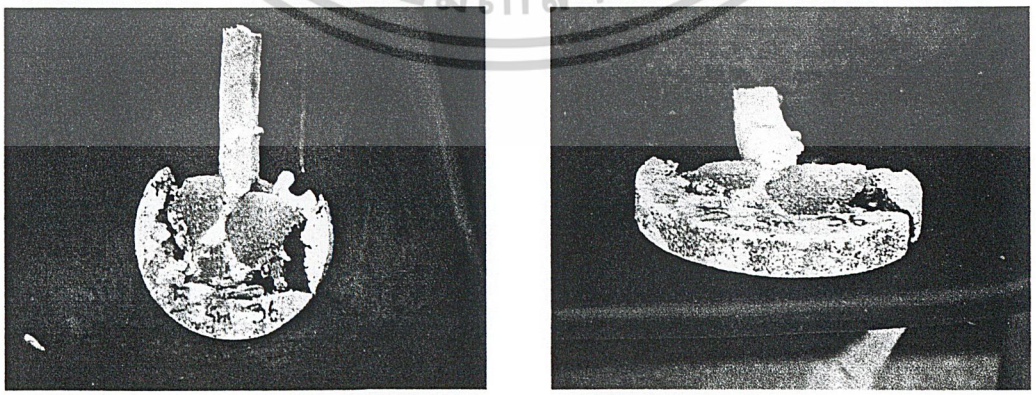
ควบคุมความดันไว้ที่ 30 เซนติเมตรปรอท ใช้หีบหล่อขนาดใหญ่ กระสวนวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว วางกระสวนโฟมในแนวระดับ ใช้แท่งอลูมิเนียม (ingot) และเศษอลูมิเนียมในการเท เกิดรอยปูดด้านล่างของชิ้นงาน เหมือนชิ้นก่อนๆ จึงตั้งสมมติฐานใหม่ว่า การเปลี่ยนรูปแบบการวางกระสวนทั้งแนวดิ่งและแนวระดับ จะมีผลต่อรูปร่างผิวของชิ้นงาน การทดลองครั้งนี้มีอิฐในการกดทับ



รูปที่ 4.4 ผลการทดลองครั้งที่ 4

ผลการทดลองครั้งที่ 5

ควบคุมความดันไว้ที่ 36 เซนติเมตรปรอท ใช้หีบหล่อขนาดใหญ่กระสวนวงกลมขนาด 7 นิ้ว ในแนวดิ่ง ใช้เศษอลูมิเนียมในการทดลองหล่อเท่านั้น (เนื่องจาก ingot หมด) จะเห็นว่าจะได้งานที่ไม่เต็มแบบ เพราะเกิด สแลค ที่บริเวณด้านล่างของเป้าเทจำนวนมาก แต่จะ พบว่า ผิวด้านล่างของชิ้นงานมีความเรียบน่าพอใจ มีอิฐในการกดทับในหีบหล่อขนาดใหญ่นี้ ด้วยเหตุผลทางพื้นที่หน้าตัด ที่มีผลต่อความดันของปั๊มสุญญากาศ ซึ่งมีค่าสูงสุดที่ทดลองได้เพียง 36 เซนติเมตรปรอท เท่านั้น จึงเปลี่ยนขนาดของหีบหล่อ

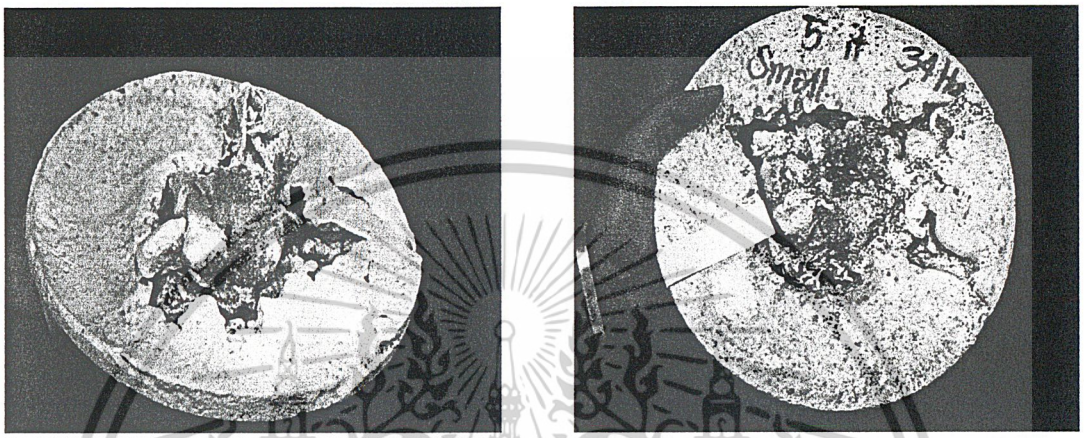


รูปที่ 4.5 ผลการทดลองครั้งที่ 5 ด้านหน้า และ ผลการทดลองครั้งที่ 5 ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองครั้งที่ 6

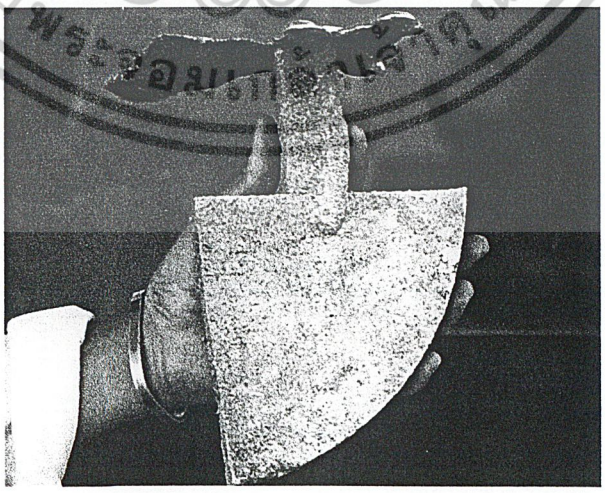
ควบคุมความดันไว้ที่ 34 เซนติเมตรปรอท ใช้หีบหล่อขนาดเล็ก (0.36*0.36*0.36 เมตร) โฟมกระสวนวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 นิ้ว ใช้เศษอลูมิเนียม รวมกับ การนำผลการทดลองครั้งก่อน ๆ มาทำการหล่อโฟม ยังคงวางกระสวนโฟมในแนวระดับ ไม่มีอิฐในการกดทับ จะพบว่าได้งาน ผิวไม่เรียบทั้งด้านบนและด้านล่าง



รูปที่ 4.6 ผลการทดลองครั้งที่ 6 ด้านบน และ ผลการทดลองครั้งที่ 6 ด้านล่าง

ผลการทดลองครั้งที่ 7

ควบคุมความดันไว้ที่ 45 เซนติเมตรปรอท ใช้หีบหล่อขนาดเล็ก กระสวนโฟมเป็นรูป 1 ใน 4 ส่วนของวงกลมขนาด 12 นิ้ว ใช้แท่งอลูมิเนียม (ingot) ในการทดลอง วางกระสวนโฟมในแนวดิ่งไม่มีอิฐในการกดทับ พบว่าประสบความสำเร็จในการทดลอง ได้งานมีผิวเรียบ สมบูรณ์

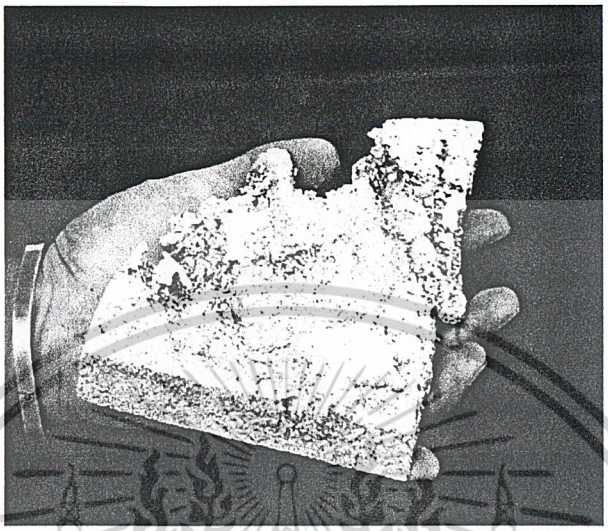


รูปที่ 4.7 ผลการทดลองครั้งที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองครั้งที่ 8

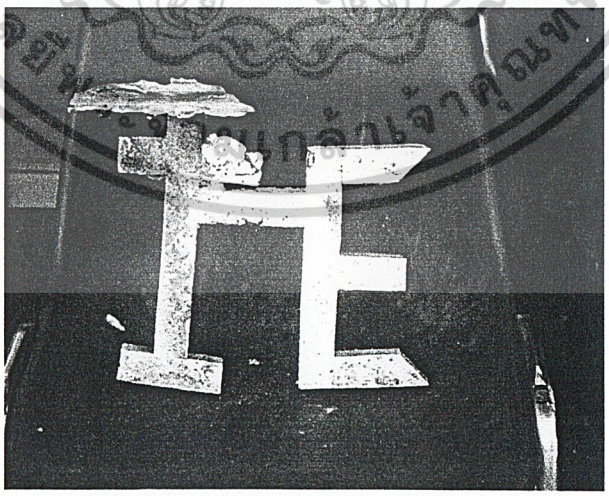
ควบคุมความดันไว้ที่ 45 เซนติเมตรปรอท ใช้หีบหล่อขนาดเล็ก กระสวน โฟมเป็นรูป 1 ใน 4 ส่วนของวงกลม ขนาด 12 นิ้ว ใช้แท่งอลูมิเนียม (ingot) วางกระสวนโฟมในแนวระดับ มีอิฐในการกดทับ พบว่ายังคงได้ผิวงานที่ผิวไม่เรียบ



รูปที่ 4.8 ผลการทดลองครั้งที่ 8

ผลการทดลองครั้งที่ 9

ควบคุมความดันไว้ที่ 54 เซนติเมตรปรอท ใช้หีบหล่อขนาดเล็ก กระสวน โฟมเป็นรูป IE ใช้แท่งอลูมิเนียม (ingot) ในการทดลอง วางกระสวนในแนวดิ่ง ไม่มีอิฐในการกดทับ พบว่า รูปร่างที่ซับซ้อนอาจทำการทดลองด้วยวิธีการหล่อแบบสุญญากาศ ได้ไม่ดีพอ หากซับซ้อนมากๆ เนื่องจากหากเวลาเทน้ำโลหะแล้ว ความแข็งของทรายสามารถคงไว้ ณ เวลาจำกัดเท่านั้น



รูปที่ 4.9 ผลการทดลองครั้งที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองและวิจัยการหล่อโดยวิธีสุญญากาศในครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดหลายประการ ดังจะสรุปผลและวิธีแก้ไขต่างๆดังนี้

5.1 สรุปผล

5.1.1 การเทน้ำโลหะ

จากการทดลองพบว่าวิธีการเทน้ำโลหะมีผลอย่างมากในการทำให้งานหล่อออกมาสมบูรณ์ คือน้ำโลหะจะต้องมีอุณหภูมิที่พอเหมาะแล้วก็เทน้ำโลหะอย่างรวดเร็วและอย่างต่อเนื่อง เพราะถ้าเทช้าหรือขาดตอน จะทำให้ทรายหล่อหลุดร่วงเข้าไปได้ ซึ่งจะให้เกิดความเสียหายแก่ชิ้นงานเทได้ไม่เต็มแบบ , ทรายร่วงฝังในชิ้นงาน

5.1.2 อลูมิเนียมที่นำมาใช้ในการทดลอง

ในการทดลองนี้ได้ใช้ อลูมิเนียมอยู่สองลักษณะ คือ อลูมิเนียมที่ผ่านการแปรรูปแล้วนำมาทำการหล่อ จะประสบปัญหาคือ เกิดตะกอนของทั้งอลูมิเนียมออกไซด์และออกไซด์ของโลหะชนิดอื่น ออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะแปรผันตรงกับ พื้นที่หน้าตัดของเศษอลูมิเนียมต้องใช้เศษอลูมิเนียมจำนวนมากกว่าจะได้ น้ำโลหะที่สามารถเทได้เต็มแบบ ซึ่งไม่สามารถรู้ได้โดยตาเปล่าเนื่องจากไม่รู้ระดับปริมาณของตะกอนที่นองก้นในเบ้าเทน้ำโลหะ อลูมิเนียมอีกชนิดหนึ่งคืออะลูมิเนียมที่ยังไม่ผ่านการแปรสภาพ ลักษณะเป็นแท่ง (ingot) จะมีความบริสุทธิ์มากกว่า ชนิดแรก อีกทั้งทำการหลอมแล้วจะได้ปริมาณน้ำโลหะมากกว่า ขจัดปัญหาตะกอนและสแลคที่เกิดขึ้นได้ ข้อเสนอแนะคือ ควรใช้อะลูมิเนียมทั้งสองชนิดผสมกัน เพื่อเป็นการ รีไซเคิลอะลูมิเนียมด้วย

รูปที่ 5.1 อลูมิเนียมแบบแท่ง (Ingot)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 พลาสติกฟิล์ม

เป็นส่วนปกคลุมทราย ด้านบนเป็นส่วนที่ปกปิดทำให้เกิดสูญญากาศพลาสติกที่ใช้เป็นแบบใช้ได้เพียงครั้งเดียวแล้วทิ้ง เนื่องจากการเทของน้ำอลูมิเนียม จึงเลือกชนิดที่มีราคาถูก อันอาจพบปัญหาคือ มีความบางทำให้เกิดการขาดได้ง่ายจากการดูดโดย ปั๊ม สุญญากาศ อันเป็นผลกระทบโดยตรงต่อ ความดันของปั๊ม ข้อเสนอแนะ คือ นำพลาสติกที่ใช้ก่อนหน้ามาซ้อนทับด้านบนของชิ้นใหม่ เป็นสองชิ้นป้องกันการรั่วของอากาศได้บางส่วน ทำให้ได้ความดันมากขึ้น

5.1.4 ขนาดของหีบหล่อ

ในการทดลองช่วงแรกนั้นได้ใช้หีบหล่อขนาด 0.6*0.6*0.6 เมตร อันเป็นผลมาจากการคำนวณแบะเผื่อขนาดตามขนาดของชิ้นงานที่จะทำการหล่อ ซึ่งจะพบปัญหาคือ ทรายไม่แข็งตัวเพียงพอที่จะทำการหล่อ ความดันที่ดูดได้จากปั๊มสุญญากาศคือ มากที่สุด 36 เซนติเมตรปรอท ลักษณะของงานหล่อที่ออกมาคือ ที่ฐานของงานหล่อเกิดการยุบตัวของอลูมิเนียม ไม่เรียบตามแบบโฟม จึงเปลี่ยนหีบหล่อใหม่มาเป็นขนาด 0.36*0.36*0.36 เมตร จากทฤษฎีว่าความดัน = แรง/พื้นที่ เมื่อพื้นที่ลดลง เพราะฉะนั้นจะได้ความดันมากขึ้น ปั๊มสุญญากาศจะดูดได้ความดันสูงสุดที่ 60 cmHg ในช่วงแรกของการทดลองด้วยถังขนาดเล็กลงนี้จะพบปัญหาเพียง อลูมิเนียมไม่เต็มแบบเท่านั้น แต่รูปร่างของงานหล่อมี ขนาด น่าพอใจ

5.1.5 ขนาดของชิ้นงานที่ทำการหล่อ

ในการทดลองตอนต้นที่กำหนด ขนาดชิ้นงานทดลองไว้ที่ 1 กิโลกรัม ,2 กิโลกรัม และ 3 กิโลกรัม นั้นจะเกิดข้อจำกัดในการปฏิบัติจริงที่เตาหลอมอลูมิเนียม ซึ่งมีขนาดเล็ก รวมถึงเบ้าที่นำเข้าเตาหลอมด้วย จึงไม่สามารถทำได้ถึงขนาด 3 กิโลกรัม. อีกทั้งขนาดของหีบหล่อมีขนาดเล็กลงเพื่อทำให้ได้ความดันสูงขึ้น จึงทำการทดลองหล่อที่ขนาดใหญ่ที่สุดเพียง 2 กิโลกรัม

5.1.6 ลักษณะของการนำน้ำหนักมากดทับบริเวณกระสวนโฟม

ใช้อิฐทนไฟ มากดทับบริเวณส่วนบน ของกระสวนโฟม เพื่อเปรียบเทียบกับ ไม่ใช้อิฐทนไฟในการกดทับกระสวนโฟม

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองวิจัยในครั้งนี้ เป็นเพียงการพัฒนาในขั้นต้นเท่านั้น แต่ก็สามารถนำไปใช้ในการทำงานจริงได้ ซึ่งก็ควรจะมีการทดลองถึงกรรมวิธีการหล่อให้กว้างขวางมากกว่านี้ เพื่อจะได้พัฒนารูปแบบการหล่อในเมืองไทยให้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. Davies, G.J. " Solidification And Casting " Applied Science Publishers Ltd. London 1970
2. การออกแบบเครื่องจักรกล โดย ผ.ศ.เสนีย์ ศิริชัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กันยายน 2531
3. การหล่อโลหะ ภาคผลิต สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
4. หล่อโลหะ โดย ดร. หริส สูตะบุตร และ เคนยิ จิยิอิวา
5. สมาคมช่างหล่อแห่งประเทศไทย " การพัฒนากรรมวิธีการทำแบบหล่อ " โดย ฉมาดล ชมเชิง แพทย์ พ.ศ. 2524

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

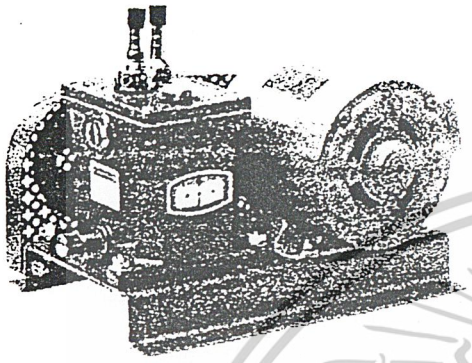
ภาคผนวก

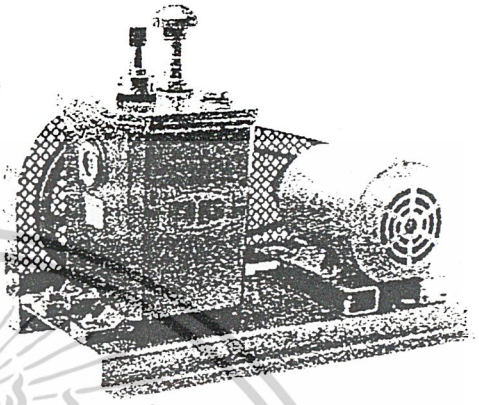
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VACUM PUMPS

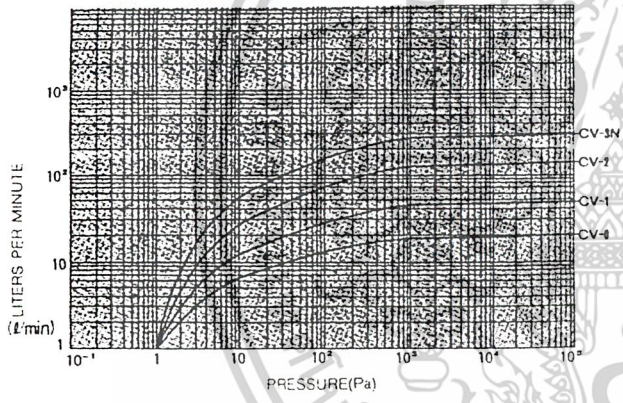
Japan

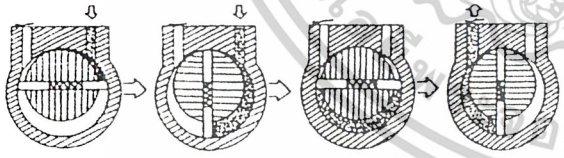
ปั๊มสูญญากาศ โอพี รุ่น ซีวี





Displacement curves for CV Type





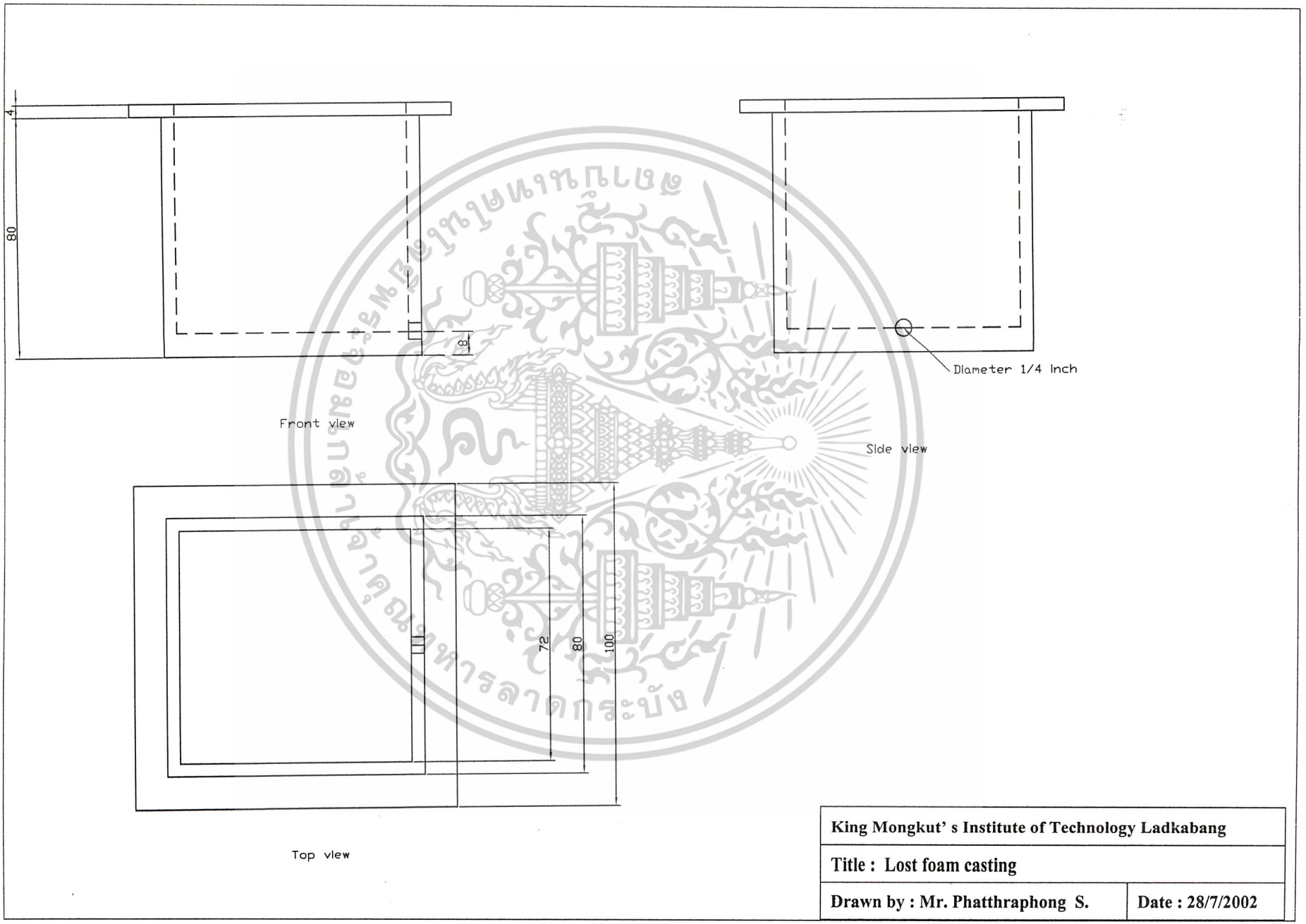
รุ่น	ราคา
CV-0	18,500.-
CV-1	25,000.-
CV-2	34,000.-
CV-3N	57,000.-

หมายเหตุ : ราคาดังกล่าวไม่รวมมอเตอร์และแท่น

SPECIFICATION :

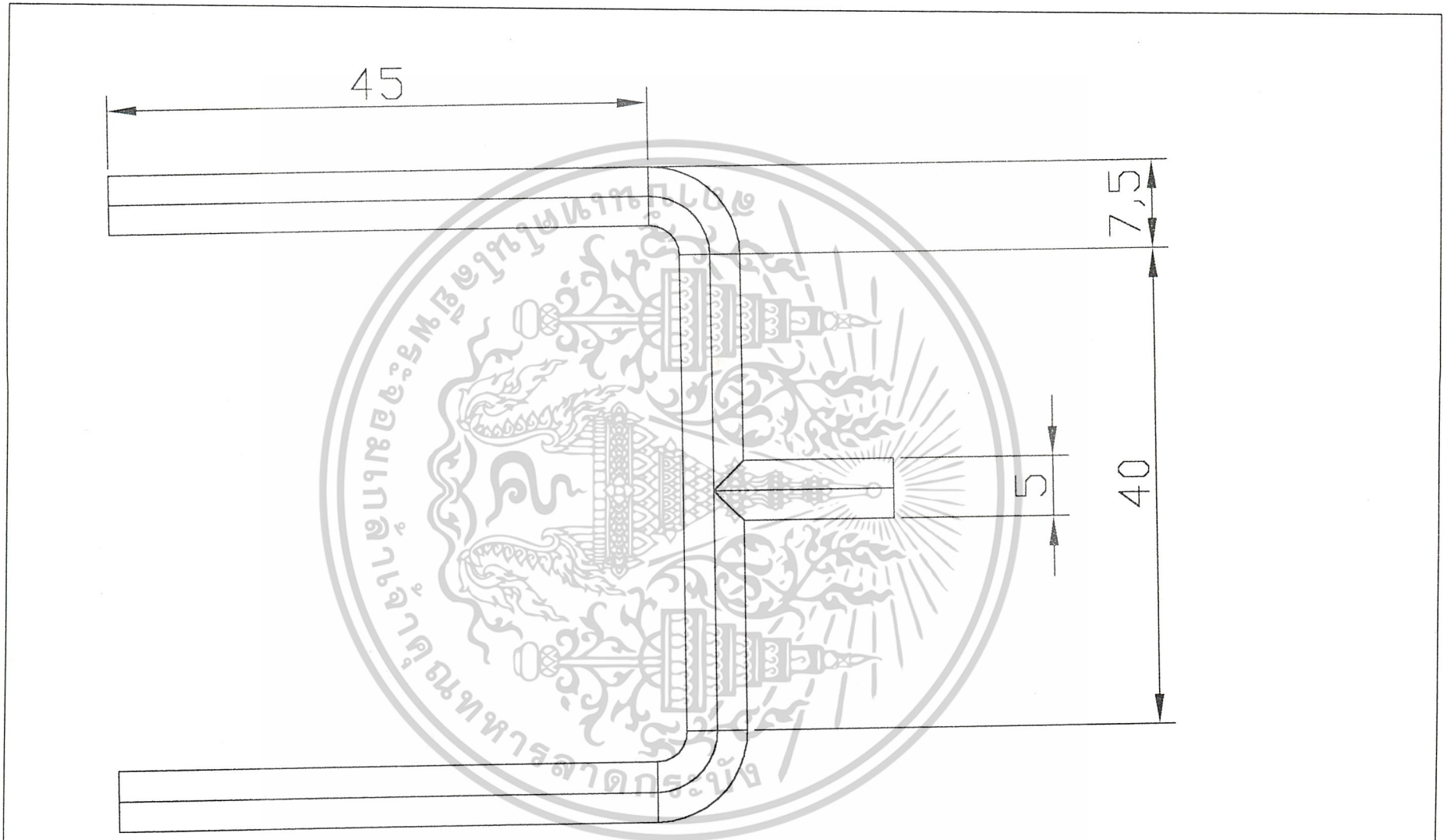
Model	CV-0	CV-1	CV-2	CV-3N
Free Air Displacment, l/m	25	60	150	350
Ultimate Pressure, Torr	8×10^{-3}	8×10^{-3}	8×10^{-3}	8×10^{-3}
Number of Stage	1	1	1	1
Pump Speed, rpm		770	750	600
Motor(4 poles), kW(HP)		0.2(1/4)	0.4(1/2)	0.75(1)
Oil Capacity, ltrs.	0.6	1.6	2.5	5.7
Intake Connection(nipple thread)	7 mm	11 mm	12 mm	24.5 mm
Exhaust Connection(thread)	7 mm			
Weight (pump only), kgs	4	9	15	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



King Mongkut' s Institute of Technology Ladkabang	
Title : Lost foam casting	
Drawn by : Mr. Phatthraphong S.	Date : 28/7/2002

ภาคผนวก ข
แบบหล่อโฟม



King Mongkut' s Institute of Technology Ladkabang	
Title : Lost foam casting	
Drawn by : Mr. Phatthraphong S.	Date : 28/7/2002

ใบงานนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นจะได้รับอนุญาตจากสถาบันเป็นลายลักษณ์อักษรเท่านั้น

King Mongkut' s Institute of Technology Ladkabang	
Title : Lost foam casting	
Drawn by : Mr. Phatthraphong S.	Date : 28/7/2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหล่อโลหะแบบ Lost Foam

Lost Foam Casting

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนและอุปสรรคการดำเนินงานในการทำ และใช้ประโยชน์ได้
2. เพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้เรื่องการหล่อโลหะ
3. ทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์ค่า อุณหภูมิในการเท, ความดัน(Pressure) ที่เหมาะสม

วัสดุอุปกรณ์

1. กระสวนหล่อ
2. หีบหล่อ
3. พลาสติกฟิล์ม
4. เครื่องทำสุญญากาศ
5. ตะแกรงร่อนทราย
6. เตาไฟฟ้า

ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมหลอมเหลวอลูมิเนียม

เตรียมน้ำโลหะโดยใช้การหลอมเหลวจากเตาไฟฟ้า

2. การวางกระสวน

วางกระสวนโฟม ลงในหีบหล่อที่เตรียมไว้ โดย มีการทำรูเทท่อกับกระสวนทำจากโฟมด้วย ก่อนการวางกระสวนนั้น เปิดเครื่องปั๊ม สุญญากาศ ให้ทรายอัดตัวก่อน

3. การเติมทราย

เป็นขั้นตอนการนำทรายที่ไม่มีตัวประสานอะไรเลยเติมให้เต็มหีบหล่อและเขย่าหีบหล่อเพื่อให้ทรายเรียงตัวดี สม่ำเสมอ

4. การปิดแผ่นพลาสติกด้านบน

หลังจากเอาทรายใส่เต็มหีบหล่อแล้ว ตกแต่งให้เรียบ จากนั้นนำแผ่นพลาสติกคลุมอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การเทน้ำโลหะ

หลังจากการปิดพลาสติกแล้ว ให้หาน้ำหนักมากดทับบนหีบหล่อพร้อมทั้ง สร้างจุดที่เป็นที่สังเกต ที่เป็นทางเข้าของน้ำโลหะ ให้ตรงกับรูเทแล้วเทน้ำโลหะที่มีอุณหภูมิเหมาะสม เทลงไปอย่างต่อเนื่อง และรวดเร็วในการเทน้ำโลหะนั้น ให้เปิดวาล์วสุญญากาศเสมอจนกว่าโลหะจะแข็งตัว

6. การรื้อแบบหล่อ

หลังจากแข็งตัวหมดแล้ว ทำการรื้อแบบหล่อโดยการปิดวาล์วสุญญากาศให้อากาศในบรรยากาศเข้าไป เมื่อทรายเย็นตัว ก็สามารถนำไปใช้ได้ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดลอง หล่ออลูมิเนียมแบบใช้สุญญากาศ

ความดัน / ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลม	25 เซนติเมตรปรอท	45 เซนติเมตรปรอท
7 นิ้ว วางแนวระดับ		
7 นิ้ว วางแนวดิ่ง		
เปลี่ยนรูปแบบกระสวนเป็นแบบต่าง ๆ	25 เซนติเมตรปรอท	45 เซนติเมตรปรอท
¼ ของวงกลม 12 นิ้ว		
รูปแบบตามที่นักศึกษาออกแบบ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอบคำถาม

1. นักศึกษามีความคิดเห็นว่า ความดันสุญญากาศมีผลอย่างไรกับการทดลองครั้งนี้

2. นอกจากความดันสุญญากาศ และขนาดของกระสวนโฟม นักศึกษาคิดว่ามีปัจจัยใดที่ส่งผลกระทบต่อการหล่อชนิดนี้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้