

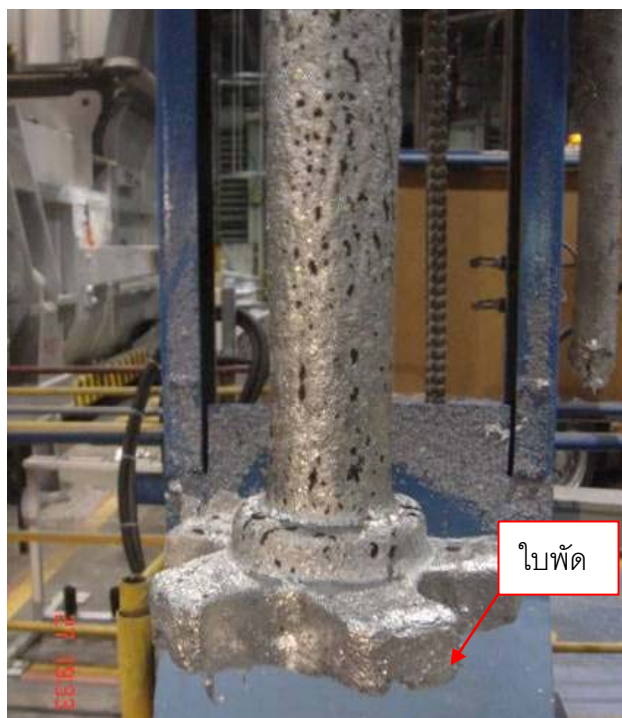
บทที่ 3

วิธีการวิจัย

จากข้อมูลจากงานเขียนและการวิเคราะห์กระบวนการไล่แก๊ส เราต้องการหาค่าตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการไล่แก๊ส โดยต้องการพิสูจน์ถึงกระบวนการไล่แก๊สที่ใช้ตัวโรเตอร์ที่มีตัวใบพัดสามารถไล่แก๊สในน้ำอัดลมในเบ้าขนถ่ายได้มากน้อยแค่ไหนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการไล่แก๊ส โดยที่อุณหภูมิจะถูกตรวจวัดค่าระหว่างกระบวนการไล่แก๊ส เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และดูความคงที่ของอุณหภูมิของอัดลมที่มาจากกระบวนการหลอม

3.1 วิธีการทดลองสำหรับหาปริมาณแก๊สที่เวลาการไล่แก๊สต่างๆ

1. ใช้ตัวโรเตอร์ที่มีใบพัดที่ปลายในการไล่แก๊สดังตัวอย่างในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1

ตัวโรเตอร์ที่มีใบพัด (Impeller) ที่ปลาย

2. ตั้งค่าอัตราการไหลของไนโตรเจนที่ใช้ในการไล่แก๊สอยู่ที่ 25 ลิตร/นาที่ โดยดูจากค่าที่แสดงที่ตัววัดค่าอัตราการไหลดังตัวอย่างในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2

Flow meter ที่ควบคุมปริมาณไนโตรเจน

3. เตรียมนาฬิกาที่ใช้ในการจับเวลาการไล่แก๊ส
4. เตรียมเครื่องมือที่เข้าวัดค่าอุณหภูมิของน้ำอลูมิเนียมระหว่างทำการไล่แก๊ส
5. เทน้ำอลูมิเนียมจากเตาหลอมเทใส่เบ้าที่ใช้ในการขนถ่าย จากนั้นทำการเคลื่อนย้ายเบ้าที่บรรจุน้ำอลูมิเนียมมายังเครื่องไล่แก๊ส ดังตัวอย่างในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3

กระบวนการขนถ่ายน้ำอลูมิเนียมจากเตาหลอมไปยังกระบวนการไล่แก๊ส

6. กดปุ่มเริ่มการไล่แก๊สที่เครื่องไล่แก๊ส ตัวโรเตอร์จะทำการเคลื่อนลงมาจุ่มในตัวเบ้าที่มีน้ำอลูมิเนียมบรรจุอยู่ และทำการไล่เครื่องมีอวัตุนหภูมิ น้ำอลูมิเนียมจุ่มในน้ำอลูมิเนียมดังตัวอย่างในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4

กระบวนการไล่แก๊สไฮโดรเจน

7. ทำการกดนาฬิกาเริ่มจับเวลาการไล่แก๊สทำการตักน้ำอลูมิเนียมใส่ในถ้วยที่ใช้เตรียมชิ้นงานสำหรับการตรวจปริมาณแก๊สไฮโดรเจนในน้ำอลูมิเนียมดังตัวอย่างในภาพที่ 3.5 โดยจะตักน้ำอลูมิเนียมและอ่านค่าของอุณหภูมิของน้ำอลูมิเนียมที่เวลาการไล่แก๊ส 0, 4 และ 6 นาที



ภาพที่ 3.5

วิธีการเตรียม sample สำหรับการตรวจสอบปริมาณไฮโดรเจน

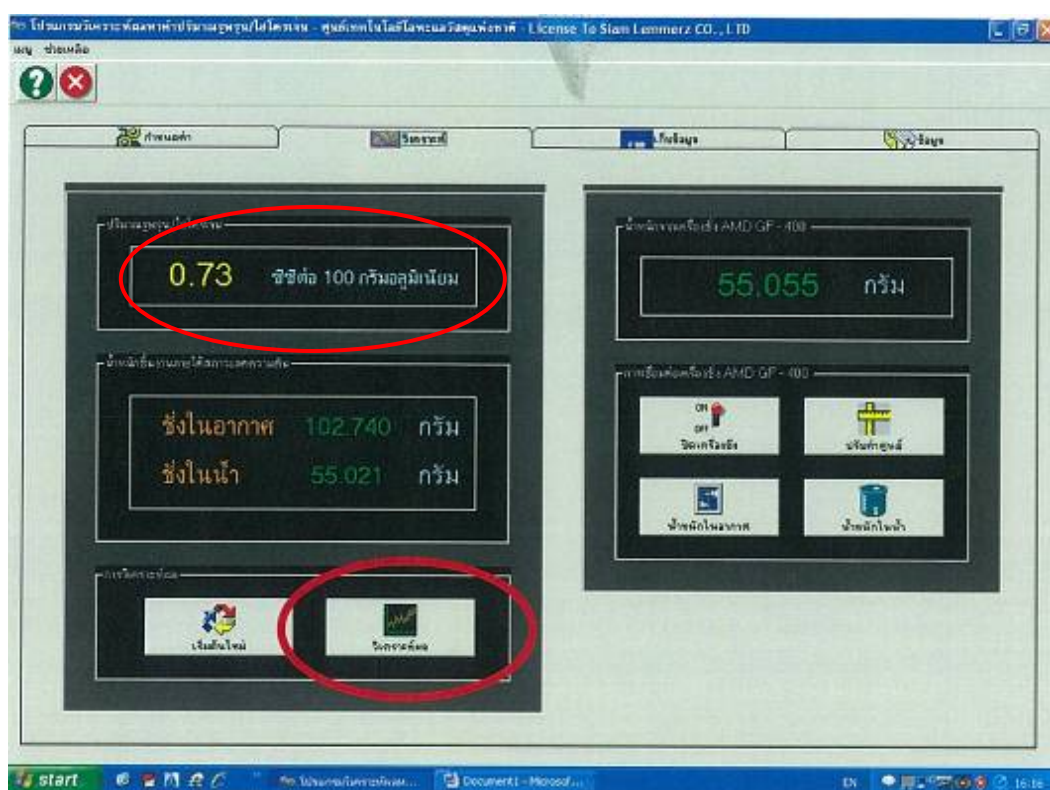
8. นำตัวชิ้นงานที่ได้จากการเตรียมที่เวลาการไล่แก๊ส 0, 4 และ 6 นาที มาทำการวัดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนโดยการชั่งชิ้นงานในอากาศดังตัวอย่างในภาพที่ 3.6 และในน้ำดังตัวอย่างในภาพที่ 3.7 และคำนวณค่าวัดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนด้วยโปรแกรมการวัดปริมาณแก๊สไฮโดรเจน ดังตัวอย่างในภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.6
การชั่งน้ำหนักชิ้นงานในอากาศ



ภาพที่ 3.7
การชั่งน้ำหนักชิ้นงานในน้ำ



ภาพที่ 3.8
ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณแก๊สไฮโดรเจนจากโปรแกรม

หลักการของการหาปริมาณไฮโดรเจนจะใช้หลักการของอะคิมิดิส โดยหาเป็นความหนาแน่นของชิ้นงานจากการชั่งน้ำหนักของชิ้นงานในอากาศและน้ำหนักชิ้นงานที่ทำการชั่งในน้ำ โดยเครื่องชั่ง โดยค่าความหนาแน่นของชิ้นงานที่ได้จะนำไปทำการเปรียบเทียบกับความหนาแน่นของชิ้นงานทฤษฎีของอลูมิเนียมเกรด A356 ชนิด AISi7 Mg ภายใต้เงื่อนไขของส่วนผสม, อุณหภูมิ และค่าคุณสมบัติทางกลดังต่อไปนี้

ส่วนผสมที่เป็นองค์ประกอบ

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| 1. Si 6.5 - 7.5 % | 2. Fe 0.6 % max. |
| 3. Fe 0.6 % max. | 4. Cu 0.25 % max |
| 5. Mn 0.35 % max. | 6. Mg 0.20 – 0.45 % max. |
| 7. Zn 0.35 % max. | 8. Ti 0.25 % max. |

คุณสมบัติทางความร้อน

1. อุณหภูมิการหลอมที่ (Liquidus temperature) 615 องศาเซลเซียส (1135 องศาฟาเรนไฮท์)
2. อุณหภูมิการแข็งตัวที่ (Solidus temperature) 555 องศาเซลเซียส (1035 องศาฟาเรนไฮท์)
3. Thermal conductivity 389 kJ/Kg ที่ 25 องศาเซลเซียส

คุณสมบัติทางน้ำหนัก ก็คือ ค่าความหนาแน่น 2.685 g/cm³

คุณสมบัติทางกล

- Tensile strength 230 MPa
- Yield strength 185 MPa
- %Elongation 5 %

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณไฮโดรเจนหรือปริมาณรูพรุน

$$\text{cc}/100 \text{ g Al} = P2/P1 \times T2/T1 \times 100 \times (1/Ds - 1/Dt)$$

โดยที่ P2 = แรงดันของการแข็งตัวที่ 75 mm. Hg

P1 = แรงดันบรรยากาศที่ 760 mm. Hg

T2 = อุณหภูมิการแข็งตัวของอลูมิเนียมหน่วยเป็นเคลวิน (K)

T1 = อุณหภูมิที่ 273 เคลวิน (K)

Ds = ความหนาแน่นของชิ้นงานตัวอย่าง

Dt = ความหนาแน่นของชิ้นงานตามทฤษฎี

หลังจากการควบคุมค่าแก๊สไฮโดรเจนในน้ำอลูมิเนียมในบ้ำสำหรับการขนย้ายในกระบวนการไล่แก๊สแล้ว น้ำอลูมิเนียมจากบ้ำขนถ่ายจะถูกนำมาเติมลงในเตาหล่อซึ่งค่าปริมาณไฮโดรเจนจะถูกเปลี่ยนแปลงไป โดยส่วนใหญ่จะมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากระบบงานหล่อที่ใช้แรงดันต่ำจำเป็นต้องมีการอัดลมเพื่อดันน้ำอลูมิเนียมในเตาหล่อไหลเข้าสู่แม่พิมพ์ โดยลมที่ใช้อัดจะมีความชื้นปนอยู่ส่งผลให้ปริมาณไฮโดรเจนจะค่อยเพิ่มขึ้นหลังจากมีการหล่อขึ้นงานแต่ละชิ้น และจะลดลงอีกทีหลังจากมีการเติมอลูมิเนียมจากกระบวนการไล่แก๊สใหม่อีกครั้ง

ในกระบวนการหล่อสิ่งที่มีผลต่อปริมาณไฮโดรเจนในชิ้นงานนอกจากปริมาณไฮโดรเจนในน้ำอลูมิเนียมในเตาหล่อแล้ว แรงดันลมที่ใช้ในการระบายความร้อนก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ส่งผลกระทบโดยตรง เนื่องจากแรงดันลมจะมีความสัมพันธ์กับอัตราการระบายความร้อน โดยจากงานเขียนจะพบว่าอัตราการระบายความร้อนที่สูงขึ้นทำให้สัดส่วนของปริมาณไฮโดรเจนในชิ้นงานลดลงดังที่กล่าวไว้ข้างต้นในบทที่ 2 ฉะนั้นสิ่งต้องพิสูจน์และทำการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ของปริมาณไฮโดรเจนในน้ำอลูมิเนียมในเตาหล่อและแรงดันลม ต่อปริมาณไฮโดรเจนในชิ้นงาน ซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อค่าทนแรงดึงและส่งผลต่อไปยังอายุของการทนความล้าจากแรงที่มากระทำ

3.2 วิธีการทดลองสำหรับเตรียมชิ้นงานสำหรับทดสอบแรงดึงและการทดสอบแรงดึง

1. การทดลองจะใช้กระบวนการไล่แก๊สโดยใช้โรเตอร์แบบมีใบพัดที่ปลาย ใช้ปริมาณของอัตราการไหลของไฮโดรเจนที่ 25 ลิตรต่อนาที เวลาในการไล่แก๊สอยู่ที่ 6 นาที
2. เตรียมแม่พิมพ์และทำการติดตั้งที่เครื่องหล่อแบบแรงดันต่ำ
3. ทำการตั้งค่าตัวแปรสำหรับความคุมการระบายความร้อนที่แม่พิมพ์โดยที่เราปรับค่าแรงดันลมเป็น 2 ระดับ คือที่แรงดันลมที่ 3 บาร์และที่แรงดันลมที่ 4 บาร์ โดยจะเริ่มทดลองที่ใช้แรงดันที่ 3 บาร์ก่อน
4. ทำการอุ่นแม่พิมพ์ดังตัวอย่างในภาพที่ 3.9 จนกระทั่งค่าของอุณหภูมิได้ตามค่าที่กำหนดไว้ในค่าตัวแปรที่ใช้ควบคุม



ภาพที่ 3.9

การอุ่นแม่พิมพ์ก่อนการเริ่มผลิตงานหล่อ

5. วัดปริมาณเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมของธาตุต่างๆ และทำการควบคุมตามข้อกำหนดในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

ตารางข้อกำหนดของส่วนผสมที่ต้องควบคุม

% Composition by weight				
Si	Fe	Sr	Mg	Ti
6.5-7.5	max 0.30	0.010-0.040	0.20-0.40	max 0.20

6. วัดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนในน้ำอลูมิเนียมในเตาหล่อก่อนที่จะเริ่มการหล่อ
7. ทำการเริ่มการหล่อจนได้ชิ้นงานที่ดีจากกระบวนการหล่อดังตัวอย่างในภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10

การกระบวนการผลิตชิ้นงานหล่อ

8. นำชิ้นงานดีจากกระบวนการหล่อมาทำการตรวจสอบการหดตัวด้วยเครื่องรังสี
9. ทำการวัดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนในน้ำอลูมิเนียมในเตาหลอมดังตัวอย่างในภาพที่ 3.11 และขณะเดียวกันก็เก็บชิ้นงานหล่อซึ่งเป็นตัวแทนของระดับแก๊สไฮโดรเจนที่วัดมาได้



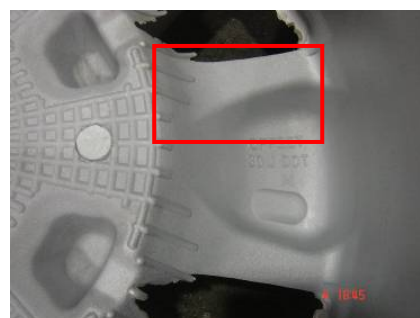
ภาพที่ 3.11

น้ำอลูมิเนียมในเตาหลอมที่ใช้วัดปริมาณไฮโดรเจน

10. ทำตามขั้นตอนที่ 8 อีกครั้ง เพื่อหาปริมาณแก๊สไฮโดรเจนในน้ำอลูมิเนียมที่ระดับที่แตกต่างกันและเก็บชิ้นงานเพื่อเตรียมไว้สำหรับการตัดเตรียมชิ้นงานสำหรับการทดสอบแรงดึงดังตัวอย่างในภาพที่ 3.12



(ก) ด้านหน้า



(ข) ด้านหลัง

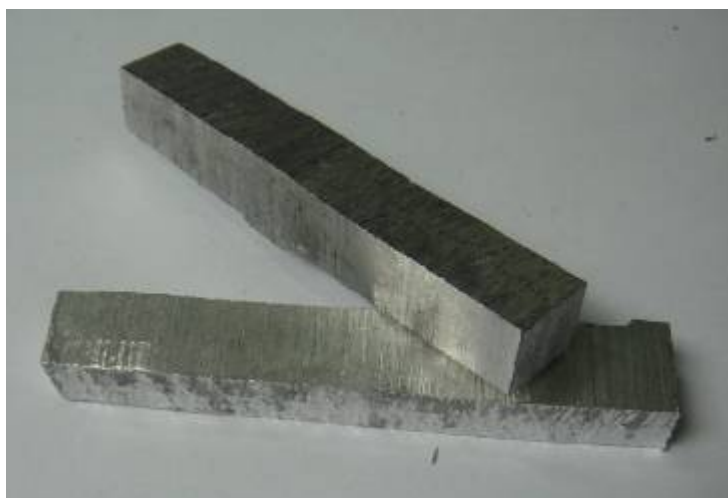
ภาพที่ 3.12

ชิ้นงานที่เตรียมไว้สำหรับการตัดเตรียมชิ้นงานสำหรับการทดสอบแรงดึง

11. ทำตามขั้นตอนที่ 3 -9 อีกครั้งแต่ปรับค่าแรงดันลมการระบายความร้อนเป็น 4 บาร์ เพื่อศึกษาผลกระทบของแรงดันต่อการเกิดรูพุนในชิ้นงาน
12. นำชิ้นงานที่ได้จากการหล่อมาทำการตัดออกให้เป็นชิ้นเพื่อเตรียมไว้สำหรับการกลึงชิ้นงานที่ใช้สำหรับทดสอบแรงดึงดังภาพที่ 3.13 โดยชิ้นงานตัวอย่างหลังการตัดดังตัวอย่างในภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.13
การตัดชิ้นงานเพื่อเตรียมไว้สำหรับการกลึง



ภาพที่ 3.14
ชิ้นงานหลังจากการตัด

13. นำชิ้นงานที่ได้จากการตัดมาทำการกลึงตามแบบของชิ้นงานที่ใช้สำหรับทดสอบแรงดึงดังตัวอย่างในภาพที่ 3.15 โดยชิ้นงานตัวอย่างที่ใช้ทดสอบแรงดึงดังภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.15
การกลึงชิ้นงานสำหรับทดสอบแรงดึง



ภาพที่ 3.16
ชิ้นงานสำหรับทดสอบแรงดึง

14. นำชิ้นงานที่ได้จากการกลึงตามแบบของชิ้นงานที่ใช้สำหรับทดสอบแรงดึงมาทำการขีด gauge length ดังตัวอย่างในภาพที่ 3.17



ภาพที่ 3.17
วิธีการขีดgauge length

15. นำชิ้นงานไปเข้าเครื่องเพื่อยึดจับกับตัวยึดของเครื่องทดสอบแรงดึงดังตัวอย่างในภาพที่ 3.18



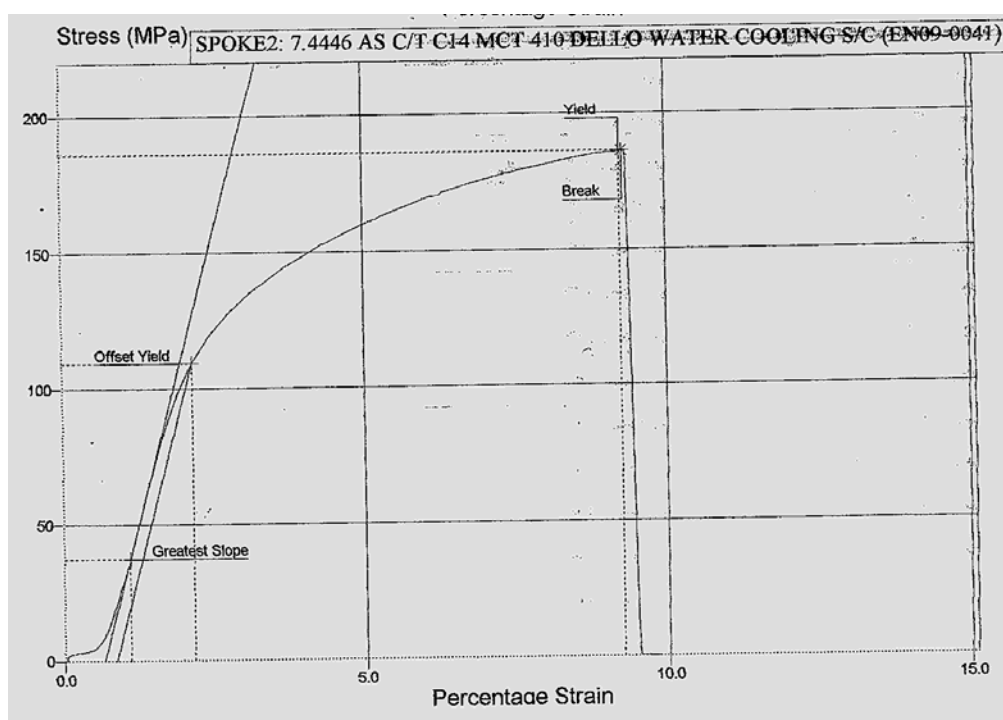
ภาพที่ 3.18
การจับยึดชิ้นงานกับเครื่องทดสอบแรงดึง

16. ทำการเริ่มทดสอบแรงดึงจนกระทั่งชิ้นงานขาดออกจากกันดังตัวอย่างในภาพที่ 3.19 และแสดงผลออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ดังตัวอย่างในภาพที่ 3.20



ภาพที่ 3.19

ชิ้นงานที่ขาดหลังจากการทดสอบแรงดึง



ภาพที่ 3.20

หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงผลหลังการทดสอบแรงดึง

นำชิ้นงานที่ได้จากการทดสอบแรงดึงมาตรวจสอบรูปพรรณในชิ้นงานโดยใช้วิธีเดียวกับการ
การหาค่าปริมาณไฮโดรเจนในน้ำอลูมิเนียม โดยทำการชั่งชิ้นงานในอากาศหลังจากนั้นทำการชั่ง

ขึ้นงานในน้ำและทำการทดค่าผลวิเคราะห์จากโปรแกรม ค่าที่ได้จะเป็นค่าของรูปพรรณที่เกิดขึ้นใน
ขึ้นงานที่นำมาทดสอบแรงดึงซึ่งจะนำมาหาความสัมพันธ์กับค่าแรงดึงที่ได้จากการทดสอบ



ภาพที่ 3.21
การชั่งน้ำหนักขึ้นงานในอากาศ



ภาพที่ 3.22
การชั่งน้ำหนักขึ้นงานในน้ำ



ภาพที่ 3.23
ผลของการวิเคราะห์ค่าปริมาณรูปพรรณ

หลังจากได้ผลของเงื่อนไขที่ดีที่สุดของปริมาณไฮโดรเจนในน้ำอลูมิเนียมที่ให้อายุของค่าแรงดึงสูงสุด เราก็จะทำการเตรียมชิ้นงานสำหรับการทดสอบความล้าโดยลักษณะชิ้นงานที่ใช้ทดสอบ ดังภาพที่ 3.24 หลังจากนั้นนำชิ้นงานที่เตรียมสำหรับการทดสอบความล้ามาทำการหารูพูนในชิ้นงานโดยใช้วิธีเดียวกับการหารูพูนในชิ้นงานหลังการทดสอบแรงดึง หลังจากนั้นทำการทดสอบความล้าด้วยเครื่องทดสอบความล้าดังตัวอย่างในภาพที่ 3.25 โดยทำการเปลี่ยนค่าแรงกระทำที่ระดับต่างๆกันเพื่ออายุความล้าในรูปของ S-N curve ดังตัวอย่างในภาพที่ 3.26



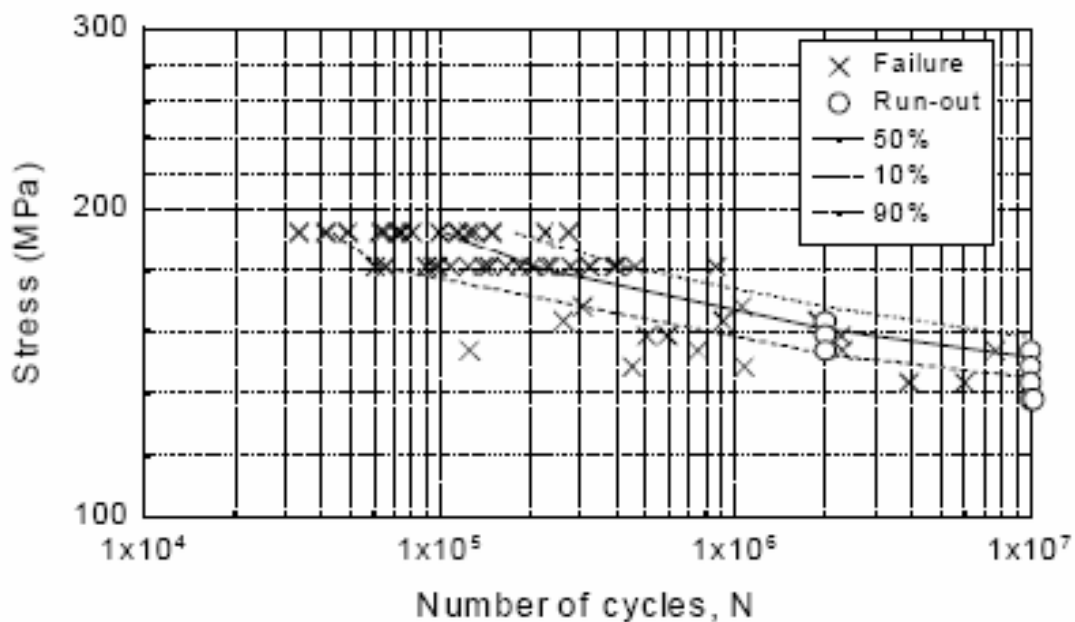
ภาพที่ 3.24

ตัวอย่างชิ้นงานสำหรับทดสอบความล้า



ภาพที่ 3.25

เครื่องทดสอบความล้า



ภาพที่ 3.26

กราฟตัวอย่างแสดง S-N curve

โดย S-N curve ที่ได้ จะเป็นของชิ้นงานหล่อที่ได้มาจากเงื่อนไขที่ดีที่สุดของปริมาณไฮโดรเจนในน้ำอลูมิเนียมที่ให้ค่าทนแรงดึงสูงสุด ซึ่ง S-N curve นี้จะเป็นตัวแทนของวัสดุที่ได้จากงานหล่อที่ระดับค่าทนแรงดึงค่าๆ หนึ่ง เมื่อมีการปรับปรุงของค่าทนแรงดึง S-N curve ที่ได้ก็จะเปลี่ยนไป

หลังจากนั้นนำล้อยาลอยของ งานหล่อของเงื่อนไขที่ดีที่สุดของปริมาณไฮโดรเจนในน้ำอลูมิเนียมที่ให้ค่าของค่าแรงดึงสูงสุด เข้ากระบวนการอบชุบ, กระบวนการกลึง และกระบวนการพ่นสี แล้วนำมาทำการเตรียมชิ้นงานสำหรับการทดสอบ Tensile strength เพื่อนำผลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกับค่าก่อนการปรับปรุง