

บทที่ 3

กระบวนการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบที่ใช้และรายละเอียดของชิ้นงานทดลอง

แผ่นอะลูมิเนียมวัตถุดิบหล่อด้วยกระบวนการทวิน โรลล์ดังรายละเอียดตามรูปที่ 3-1 ซึ่งส่วนผสมทางเคมีและรายละเอียดในการผลิต (Casting Condition) ดังแสดงในตารางที่ 3-1 โดยชิ้นงานทดลองจะมีความหนาเริ่มต้น 6.5 มม. ภายหลังจากหล่อ และชิ้นงานทดลองทั้งหมดจะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มชิ้นงานประเภทไม่ผ่านการอบไฮโมจิในเซชัน (as-cast) :

ชิ้นงานในกลุ่มนี้ไม่ถูกอบไฮโมจิในเซชัน ซึ่งภายหลังจากหล่อชิ้นงานทดลองจะถูกรีดเย็นด้วยอัตราการรีด ที่ 61, 71, 83, 92 และ 97 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจากการรีดเย็น จะแยกชิ้นงานในแต่ละอัตราการรีดเย็นเพื่อเข้าอบอ่อนที่ อุณหภูมิ 270 , 300 , 380 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 ชั่วโมง

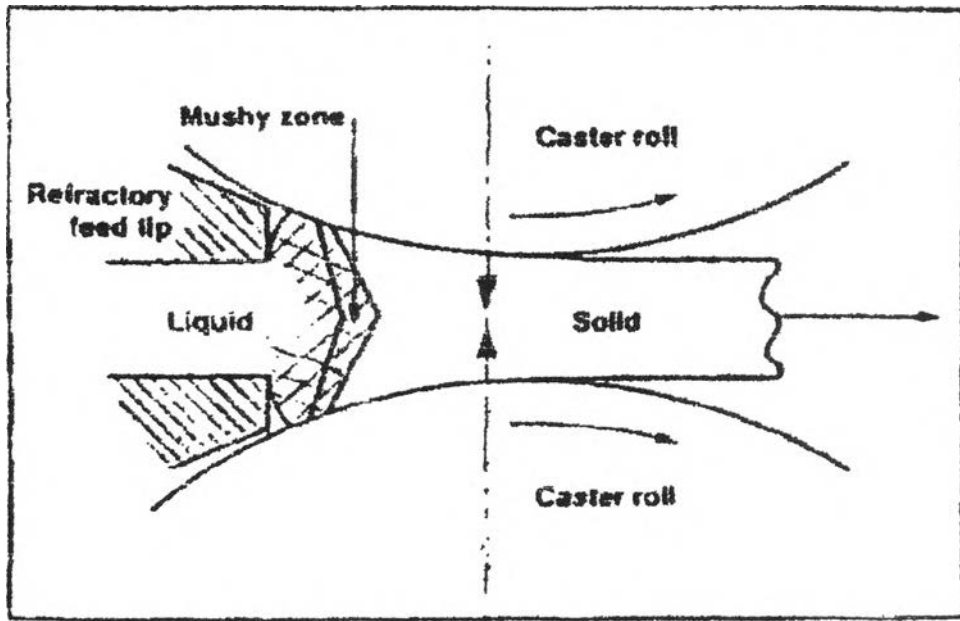
2. กลุ่มชิ้นงานประเภทผ่านการอบไฮโมจิในเซชันที่ 550 องศาเซลเซียส :

ชิ้นงานภายหลังจากหล่อถูกนำเข้าอบไฮโมจิในเซชันที่ 550 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 ชั่วโมงแล้วปล่อยให้เย็นในเตาอบ นำชิ้นงานที่ผ่านการอบแล้วเข้ารีดเย็นด้วยอัตราการรีด ที่ 61, 71, 83, 92 และ 97 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจากการรีดเย็นจะแยกชิ้นงานในแต่ละอัตราการรีดเย็นเข้าอบอ่อนที่ 270 , 300 , 380 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 ชั่วโมง

3. กลุ่มชิ้นงานประเภทผ่านการอบไฮโมจิในเซชันที่ 580 องศาเซลเซียส :

ชิ้นงานภายหลังจากหล่อถูกนำเข้าอบไฮโมจิในเซชัน ที่ 580 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 ชั่วโมงแล้วปล่อยให้เย็นในเตาอบ นำชิ้นงานที่ผ่านการอบแล้วเข้ารีดเย็นด้วยอัตราการรีด ที่ 61, 71, 83, 92 และ 97 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจากการรีดเย็น จะแยกชิ้นงานในแต่ละอัตราการรีดเย็นเข้าอบอ่อนที่ 270 , 300 , 380 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 ชั่วโมง

เพื่ออธิบายรายละเอียดของการทดลอง กระบวนการเชิงความร้อนและเชิงกลของชิ้นงานทดลอง (Thermo - mechanical processing) ถูกแสดงในแผนผังและ Thermal History ในรูปที่ 3-2 และ 3-3 ตามลำดับ ส่วนรายละเอียดของชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการเชิงความร้อนและเชิงกลที่แตกต่างกัน ได้ถูกแสดงในตารางที่ 3-2



รูปที่ 3-1 ภาพแสดงกระบวนการหล่อแบบทวิน โรล (twin roll casting process)

ตารางที่ 3-1 ส่วนประกอบทางเคมีและสภาวะควบคุมการหล่อ (Casting Condition) สำหรับอะลูมิเนียม AA8006

ส่วนผสมทางเคมี							CASTING CONDITION	
%Si	%Fe	%Cu	%Mn	%Mg	%Ti	%Al	Speed(Fpm.)	HB.-Temp.
							Roll	°C
0.131	1.34	0.037	0.378	0.0001	0.0334	98.07	34.0	686.7
0.131	1.36	0.037	0.38	0.0001	0.0326	98.05	34.0	691

ตารางที่ 3-2 รายละเอียดของชิ้นงานทดลอง

อัตราปริศย์น %	62			71			83			92			97		
ความหนา(มม)	2.53			1.9			1.1			0.55			0.2		
สภาวะการอบไฮโดรเจนในชิ้น (เจสเจียส)	a/c	550	580	a/c	550	580	a/c	550	580	a/c	550	580	a/c	550	580
อุณหภูมิอบอ่อน(เจสเจียส)	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380

a/c = ชิ้นงานประเภท as-cast

3.2 รายละเอียดขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานทดลอง

เนื่องจากขั้นตอนการทดลองทั้งหมดมีรายละเอียด ดังแผนผังในรูปที่ 3-2 และ 3-3 ดังนั้นในหัวข้อนี้จะขอกล่าวถึงรายละเอียดเฉพาะของแต่ละขั้นตอนในการทดลอง ดังนี้

3.2.1 การอบไฮโมจิในเซชัน

เนื่องจากชิ้นงานทดลองถูกแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังรายละเอียดในหัวข้อ 3.1 ซึ่งในการอบไฮโมจิในเซชันทำโดยนำชิ้นงานภายหลังการหล่อเข้าอบที่ 550 และ 580 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ด้วยเตา Muffle แล้วปล่อยให้เย็นในเตาอย่างช้าๆ ในการอบจำเป็นต้องคลุมชิ้นงานด้วยแผ่นอะลูมิเนียมบางเพื่อป้องกันการเกิดออกไซด์ที่ผิว

3.2.2 การรีดเย็น

ภายหลังขั้นตอนการอบไฮโมจิในเซชัน ชิ้นงานทั้ง 3 ประเภทจะถูกรีดเย็นด้วยเครื่องรีดแบบ Hand mill โดยในการรีดเย็นจะลดขนาดจากความหนาเริ่มต้น 6.5 มม. ไปสู่ความหนา 2.53 มม. (61% reduction), 1.9 มม. (71% reduction), 1.1 มม. (83% reduction), 0.55 มม. (92% reduction), 0.2 มม. (97% reduction) ตามลำดับ โดยเป็นการรีดลดขนาดทีละน้อยจนได้ความหนาชิ้นงานดังข้างต้นทั้ง 5 ระดับ

3.2.3 การอบอ่อน (Back Annealing)

ภายหลังการรีดเย็น ชิ้นงานทั้ง 3 ประเภทในแต่ละความหนาจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มเพื่ออบอ่อน (Back Annealing) ที่อุณหภูมิ 270, 300 และ 380 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นในเตาโดยกระบวนการอบอ่อนนี้จะกระทำในบรรยากาศ ไนโตรเจน เพื่อป้องกันการเกิดฟิล์มออกไซด์

3.3 เทคนิคการวิเคราะห์ชิ้นงานทดลองและการเตรียมชิ้นงานสำหรับการวิเคราะห์

3.3.1 การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคและการเตรียมชิ้นงานสำหรับการวิเคราะห์

การศึกษาโครงสร้างจุลภาค แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือการวิเคราะห์การกระจายตัวของอนุภาค และการวิเคราะห์ลักษณะเกรน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การวิเคราะห์การกระจายตัวของอนุภาค จะตรวจสอบชิ้นงานในระนาบ Transverse ดังรายละเอียดในรูปที่ 3-4 ชิ้นงานจะถูกเตรียมผิวโดยการขัดถึงกระดาษทรายขนาด 1200 Grit และ Polishing ด้วยผงเพชรขนาด 3, 1, และ 1/4 ไมครอน ตามลำดับ แล้วล้างด้วยน้ำและ อัลกอฮอล์ เป่าแห้ง จากนั้นกัดผิวชิ้นงานด้วย กรดไฮโดรฟลูออริก (HF) เข้มข้น 2% หรือ กรดไฮโดรฟลูออโรโบอริก เข้มข้น 4% แล้วตรวจโครงสร้างจุลภาคเพื่อศึกษาการกระจายตัวของอนุภาคที่กำลังขยาย 500 และ 1000 เท่า ด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง (Optical Microscope) โดยจะตรวจสอบภายหลังการอบไฮโมจิในเซชัน การรีดเย็นและ การอบอ่อน ส่วนการตรวจการกระจายตัวของอนุภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์

แบบกวาด(SEM) ซึ่งมีการเตรียมชิ้นงานในลักษณะเดียวกัน จะใช้ตรวจสอบเฉพาะช่วงหลังการอบไฮโมจิในเซชัน

2) การวิเคราะห์ลักษณะเกรน จะตรวจสอบชิ้นงานในระนาบTransverse และเตรียมผิวชิ้นงานเหมือนในการวิเคราะห์การกระจายตัวของอนุภาค แต่Polishing จนถึงผงเพชรขนาด 1 ไมครอนเท่านั้น จากนั้นกัดผิวด้วยสารประกอบของกรดไนตริก 33% กรดไฮโดรคลอริก 33% กรดไฮโดรฟลูออริก 1% และ น้ำกลั่น 33% โดยปริมาตร แล้วตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคในลักษณะเกรนด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง โดยใช้กำลังขยายต่ำและ แสงทางเดียว(Polarized light) สำหรับการวิเคราะห์ลักษณะเกรนจะตรวจสอบภายหลังการอบไฮโมจิในเซชัน การรีดเย็น และการอบอ่อน

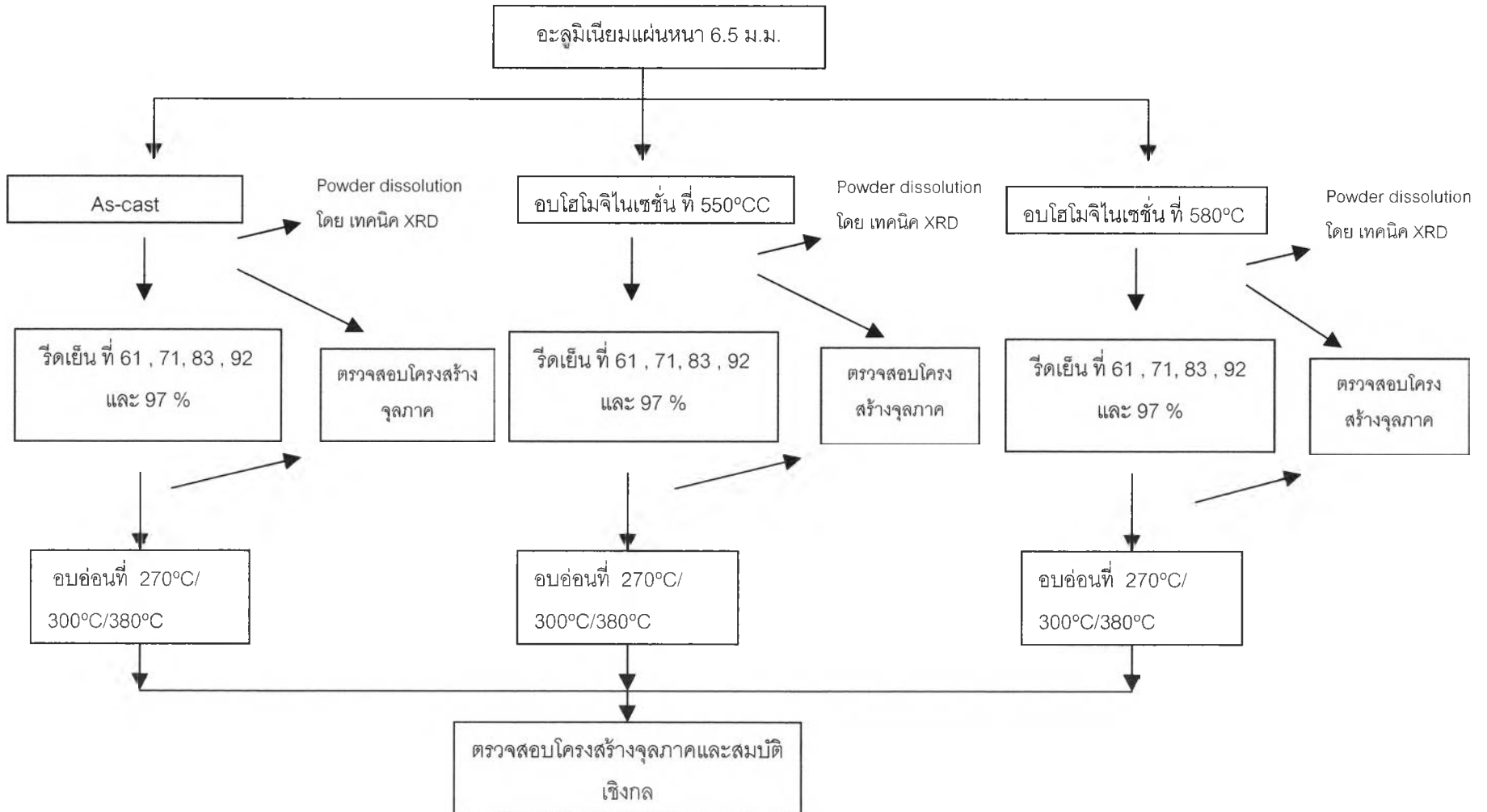
3.3.2 การทดสอบเชิงกล

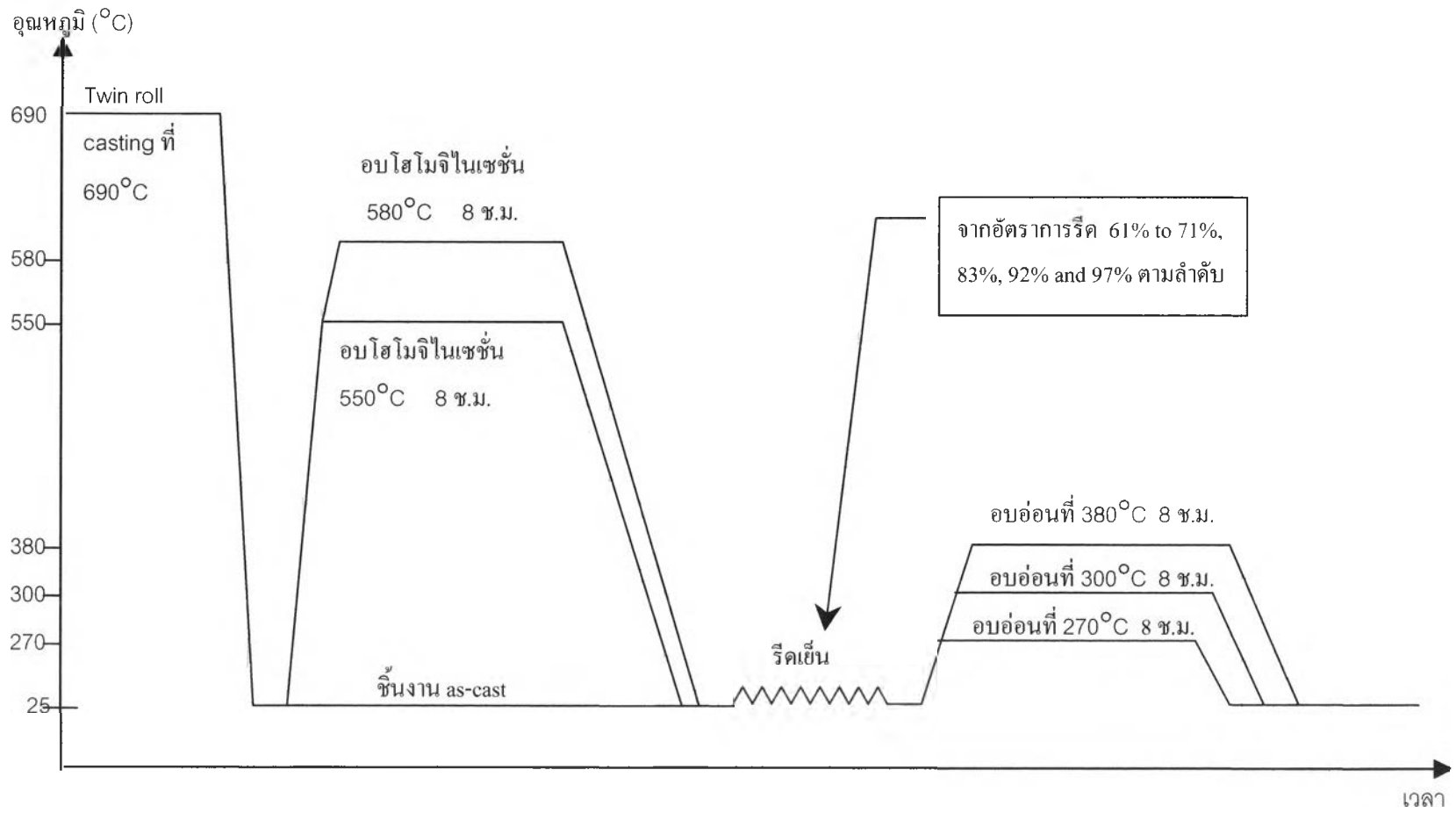
การทดสอบเชิงกลใช้สำหรับการวิเคราะห์งานเฉพาะหลังการอบอ่อน ซึ่งการทดสอบเชิงกลในงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การทดสอบแรงดึง ซึ่งจะนำแผ่นอะลูมิเนียมมาตัดให้ได้ขนาดตามรายละเอียดจากรูปที่ 3-5 และทดสอบแรงดึงด้วยเครื่อง Universal Tensile testing และ 2) การทดสอบความสามารถในการแปรรูปแบบ Ironing และ Deep Drowing ด้วย Olsen Ductility testing โดยจะตัดชิ้นงานเป็นแผ่นขนาด 9x9 ซม. แล้วเข้าเครื่องทดสอบซึ่ง มีรายละเอียดดังรูป ฅ-1

3.3.3 การวิเคราะห์ Powder Dissolution และเทคนิค เอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน(XRD)

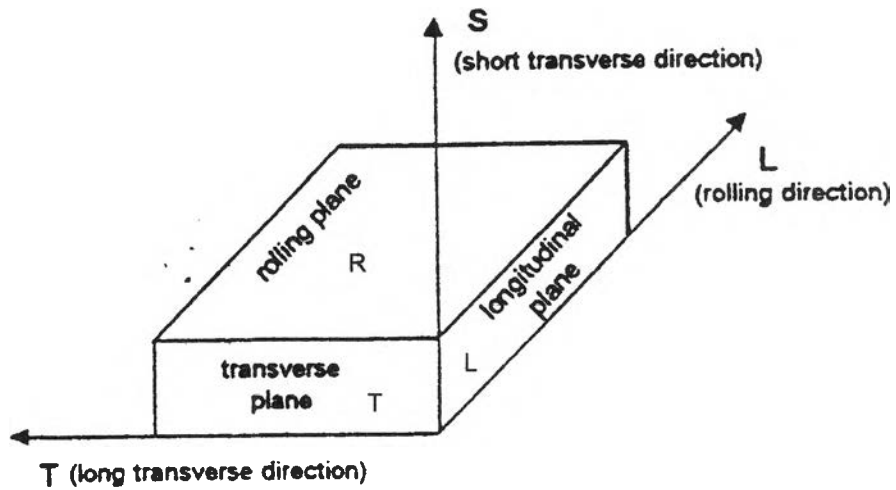
เพื่อศึกษาผลการตกผลึกของเฟสที่สองหลังการอบไฮโมจิในเซชัน และการหล่อทวินโรล การวิเคราะห์ Powder Dissolution ถูกใช้เพื่อละลายแผ่นอะลูมิเนียมทั้งประเภทผ่านการอบไฮโมจิในเซชันและ ประเภทไม่ผ่านการอบไฮโมจิในเซชัน โดยในการละลาย จะใช้ชิ้นงานหนัก 1.1 กรัม แซนสารละลาย โปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ประกอบด้วย โปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.5 กรัม และน้ำกลั่น 50 ลูกบาศก์ เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในสภาวะหมุนวนเป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้วนำผงอะลูมิเนียมที่ละลายได้ไปอบแห้งและ วิเคราะห์ด้วยเทคนิคเอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน(XRD)

รูปที่ 3-2 แผนผังแสดงขั้นตอนการทดลอง ในกระบวนการเชิงความร้อนและเชิงกล(Thermo-mechanical processing)ของชิ้นงานอะลูมิเนียมAA8006

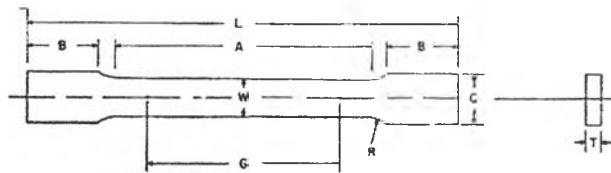




รูปที่ 3-3 แผนผังแสดง Thermal history ของชิ้นงานอะลูมิเนียม AA8006



รูปที่ 3-4 ภาพแสดงทิศทางและระนาบของชิ้นงานที่ผ่านการรีด



	Dimensions		
	Standard Specimens		Subsize Specimen
	Plate-Type, 1½-in. Wide	Sheet-Type, ½-in. Wide	¼-in. Wide
	in.	in.	in.
G—Gage length (Notes 1 and 2)	8.00 ± 0.01	2.000 ± 0.005	1.000 ± 0.003
W—Width (Notes 3 and 4)	1½ + ⅛, -¼	0.500 ± 0.010	0.250 ± 0.005
T—Thickness (Note 5)		thickness of material	
R—Radius of fillet, min (Note 6)	1	½	¼
L—Over-all length, min (Notes 2 and 7)	16	8	4
A—Length of reduced section, min	9	2¼	1¼
B—Length of grip section, min (Note 8)	3	2	1¼
C—Width of grip section, approximate (Notes 4 and 9)	2	¾	⅝

รูปที่ 3-5 รายละเอียดของชิ้นงานสำหรับการทดสอบแรงดึง⁽¹²⁾