บทที่ 3
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 การเตรียมแบบหล่อ

สร้างกระสวนรูป X และ L ขนาดความหนา 20 และ 30 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.1นำกระสวนไปติดบนแผ่นไม้ เพื่อทำเป็นกระสวนชุดแผ่นบนและแผ่นล่าง จากนั้นนำไปทำแบบหล่อทรายฟูรานขนาดหีบหล่อ 450 x 350 x 150 มิลลิเมตร ปล่อยให้ทรายแข็งตัวเองจึงถอดหีบหล่อทรายออกจากกระสวน โพรงแบบทรายหล่อถูกทาด้วยน้ำยาทาแบบหล่อ (Coating) แล้วเผาด้วยความร้อนจนผิวแบบหล่อแห้งสนิทก่อนปิดแบบหล่อเข้าด้วยกัน โดยแบบหล่อทรายฟูรานปล่อยทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงก่อนที่จะเทน้ำโลหะ

3.2 การหลอมและการเทเหล็กหล่อ

วัสดุหลอมที่นำมาใช้หลอมงานทดลองครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. เศษเหล็กเหนียว (Steel Scrap)
2. เหล็กพิก (Pig Iron)
3. เหล็กหล่อใช้ซ้ำ (Return Scrap)

อัตราส่วนวัสดุหลอมที่ใช้ในการหลอมต่อครั้ง แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนวัสดุหลอมต่อหนึ่งครั้ง (60 Kg / Charge) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

วัสดุหลอม	เศษเหล็กเหนียว	เหล็กพิก	เหล็กหล่อใช้ซ้ำ
ปริมาณ (%)	50	20	30

ขั้นตอนการหลอม

ลำดับขั้นตอนการหลอมเหล็กหล่อกราไฟท์กลม และเหล็กหล่อเทาดังนี้

(1) นำเศษวัสดุหลอมมาทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดงานหล่อ โดยการยิงด้วยเม็ดโลหะประมาณ 20 นาที จนผิววัสดุหลอมสะอาด ลำดับขั้นตอนการหลอมในการทดลอง แสดงในรูปที่ 3.2

(2) ชั่งน้ำหนักวัสดุหลอมให้ได้ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้

(3) คำนวณหาปริมาณของธาตุที่ต้องปรับเติม ปริมาณธาตุที่ผสมในเหล็กหล่อ

กราไฟท์กลมและเหล็กหล่อเทาแสดงได้ดังตารางที่ 3.2 และปริมาณวัสดุหลอมและธาตุผสมที่ใช้ในการหลอมแสดงได้ดังตารางที่ 3.3

(4) นำเศษเหล็กเหนียวบรรจุลงในเตาหลอมจนเต็ม

(5) เดินเครื่องโดยไม่ปรับกำลังไฟ ประมาณ 5 นาที

(6) เติมคาร์บอนผงลงในเตาหลอม

(7) ปรับกำลังไฟขึ้นที่ 30% ปล่อยทิ้งไว้ 5 นาที

(8) ปรับกำลังไฟขึ้นอีกเป็น 50% ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที

(9) ปรับกำลังไฟเพิ่มขึ้นเป็น 75% ให้เศษเหล็กเหนียวหลอม

(10) เมื่อเศษเหล็กเหนียวเริ่มหลอมจึงใส่เหล็กพิกและเศษเหล็กใช้ซ้ำลงในเตาหลอมจนหมด

(11) เมื่อเหล็กในเตาหลอมหมด ตรวจอุณหภูมิของน้ำโลหะในเตาให้ได้ 1400° C จึงเติม Fe-Mn และ Fe-Si ลงในน้ำโลหะ กวนให้ละลายเข้ากัน

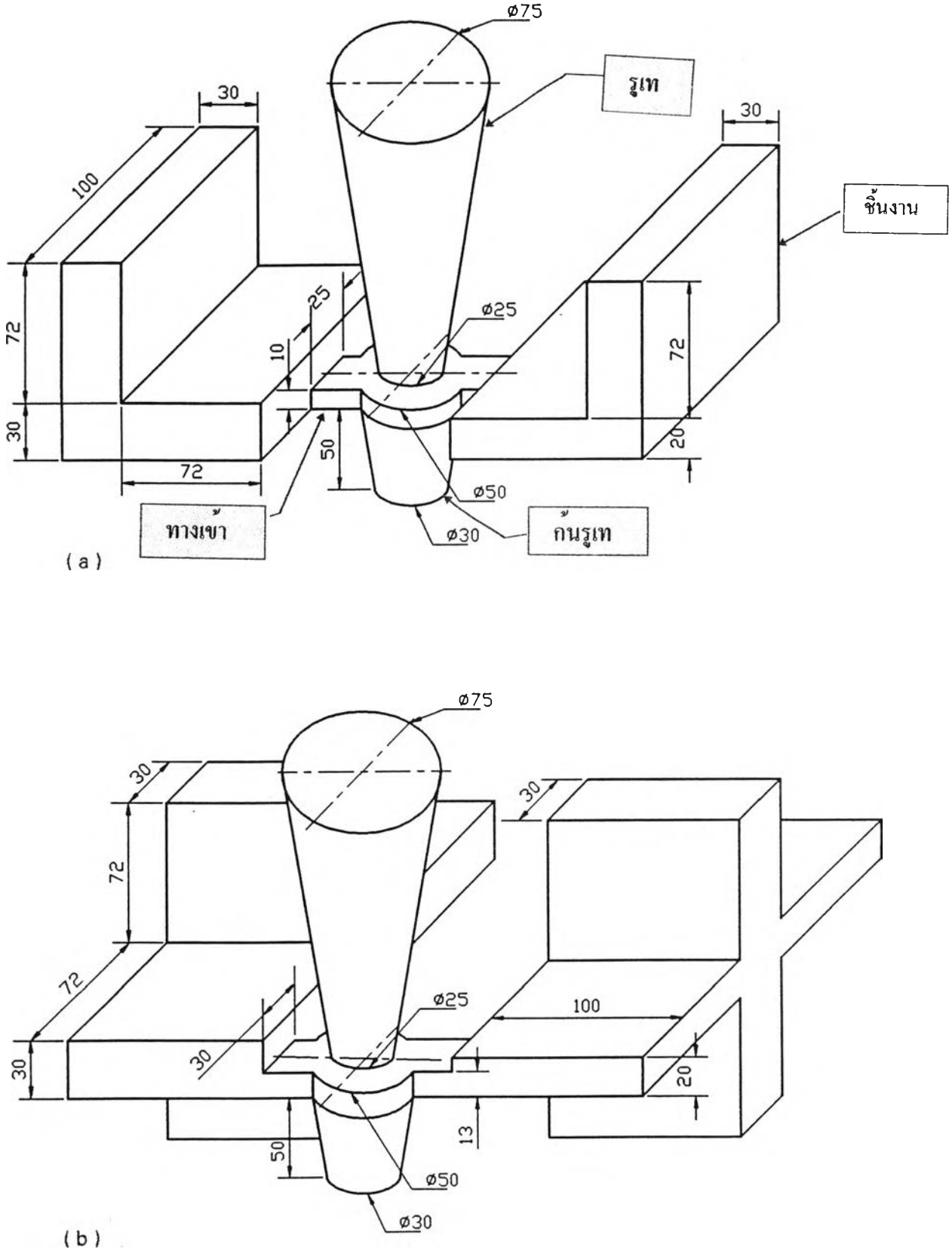
(12) ตักเศษสแลกที่ผิวหน้าออก ตรวจอุณหภูมิน้ำโลหะที่ 1500° C ก่อนเทลงในเบ้าเทที่เตรียมไว้

(13) ในเบ้าหลอมเหล็กหล่อกราไฟท์กลม ใส่ผง Fe-Si-Mg (5% Mg) ลงที่ก้นเบ้าแล้วจึงคลุมด้วยแผ่นเศษเหล็กเหนียวบาง ๆ ประมาณ 2% ของน้ำหนัก แล้วจึงทำอินน้อคคูแลนต์

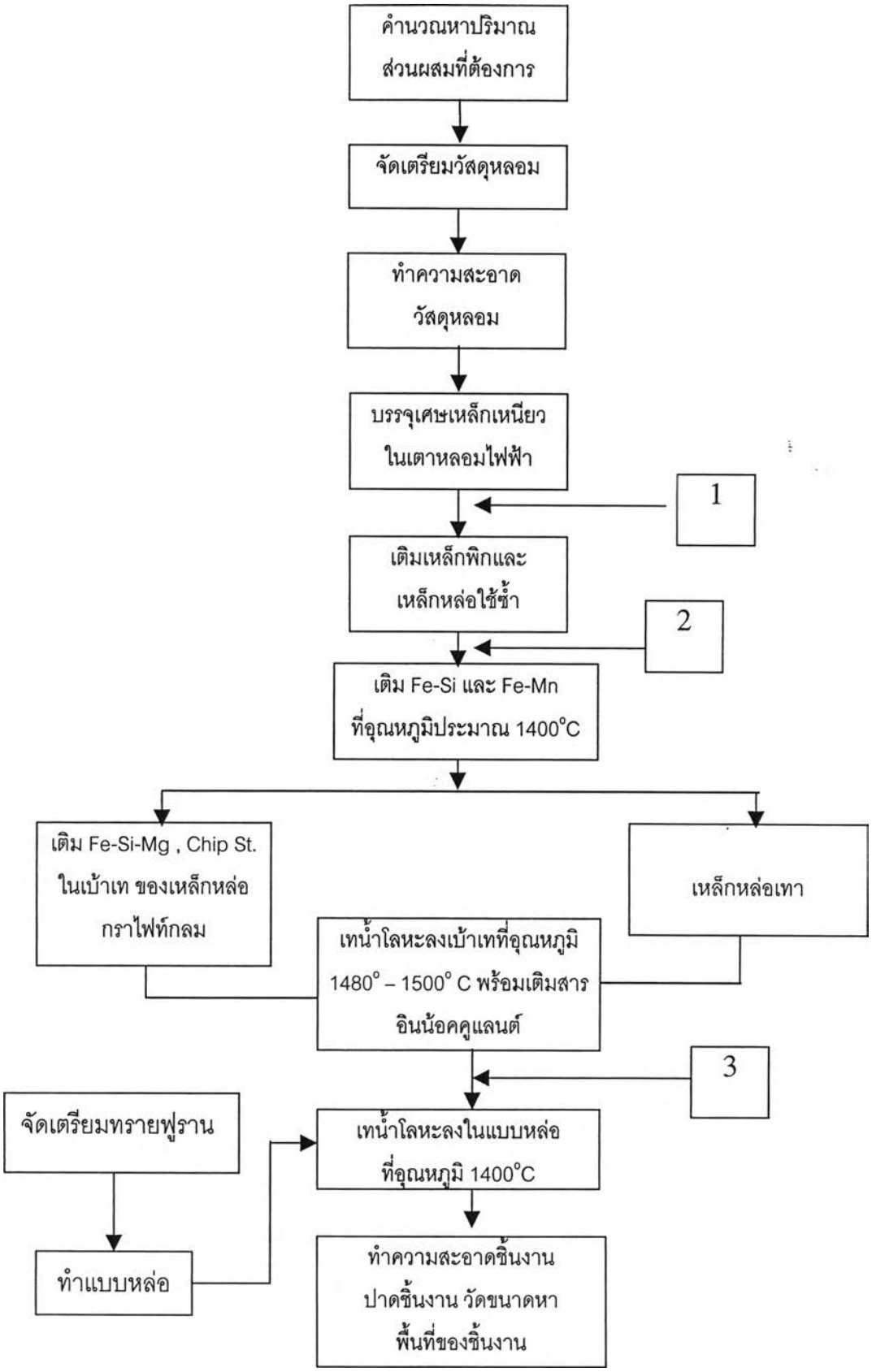
(14) นำน้ำโลหะไปเทลงในแบบหล่อโดยเร็วจนเต็มแบบ จับเวลาและอุณหภูมิเท

ตารางที่ 3.2 ปริมาณธาตุที่ผสมในเหล็กหล่อกราไฟท์กลมและเหล็กหล่อเทาในการทำการทดลอง

ส่วนผสมที่ต้องการ	ประเภทของเหล็กหล่อ	
	เหล็กหล่อกราไฟท์กลม	เหล็กหล่อเทา
%C	2.8, 3.1, 3.4	2.8, 3.1, 3.4
%Si	2.0-2.3	2.0-2.3
%Mn	<0.3	0.6
%Mg	0.03 ~0.05	-



รูปที่ 3.1 ขนาดและตำแหน่งการวางระบบทางน้ำโลหะของชิ้นงานรูปร่าง X และ L
(a) ชิ้นงานรูปร่าง L (b) ชิ้นงานรูปร่าง X



รูปที่ 3.2 แผนภูมิขั้นตอนการหล่อชิ้นงานในการทดลอง

หมายเหตุ 1. เติมคาร์บอนผงลงในเศษเหล็กเหนียว หลังจากเปิดเครื่องไป 5 นาที อุ่นเบ้าเทให้ร้อนแดงตลอดเวลาก่อนใช้งาน

2. ตักสแลกในน้ำโลหะออกให้สะอาด

3. ตักน้ำโลหะลงในแบบพิมพ์เหล็ก สำหรับตรวจวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของน้ำโลหะ

ตารางที่ 3.3 ปริมาณวัสดุหลอมและธาตุผสมที่ใช้ในการหลอมแต่ละครั้ง

Charge	Pig Iron		St. Scrap		Rt.Scrap		Fe-Si		Fe-Mn		Inoculant		Fe-Si-Mg	
No.	%	kg.	%	kg.	%	kg.	%	kg.	%	kg.	%	kg.	%	kg.
1	20	12	50	30	30	18	0.85	0.51	-	-	0.3	0.18	1.5	1.2
2	20	12	50	30	30	18	0.85	0.51	-	-	0.3	0.18	1.5	1.2
3	20	12	50	30	30	18	0.85	0.51	-	-	0.3	0.18	1.5	1.2
4	20	12	50	30	30	18	1.85	1.11	0.30	0.18	0.3	0.18	-	-
5	20	12	50	30	30	18	1.85	1.11	0.30	0.18	0.3	0.18	-	-
6	20	12	50	30	30	18	1.85	1.11	0.30	0.18	0.3	0.18	-	-

หมายเหตุ: St. Scrap = Steel Scrap, Rt. Scrap = Return Scrap

3.3 การทดสอบคุณสมบัติของน้ำโลหะ

ตักน้ำโลหะในเบ้าเทภายหลังจากการทำอินน้อคคูแลนต์แล้วใส่พิมพ์เหล็ก เพื่อให้ชิ้นทดสอบเป็น chill ก่อนนำไปวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีด้วยเครื่อง Spark Emission Spectrometer ของศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปริมาณของธาตุผสมในการหลอมเหล็กหล่อกราไฟท์กลมและเหล็กหล่อเทาดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ปริมาณของธาตุผสมในการหลอมเหล็กหล่อกราไฟท์กลมและเหล็กหล่อเทา

ประเภท	ธาตุผสม								
เหล็กหล่อ	ครั้งที่	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%Ni	%Mg
เหล็กหล่อ	1	2.75	2.37	0.425	0.019	0.016	0.030	0.025	0.044
กราไฟท์	2	3.10	2.14	0.182	1.014	0.015	0.024	0.020	0.045
กลม	3	3.34	2.31	0.370	0.017	0.017	0.028	0.024	0.052
เหล็กหล่อ	4	2.91	2.15	0.515	0.021	0.020	0.024	0.018	<0.001
เทา	5	3.11	2.00	0.590	0.024	0.025	0.026	0.020	<0.001
	6	3.40	2.05	0.614	0.023	0.023	0.025	0.019	<0.001

3.4 การหาปริมาตรการหดตัว

ขั้นตอนในการดำเนินงาน มีดังต่อไปนี้

(1) นำชิ้นงานทดลองที่หล่อแล้วมาทำความสะอาด ด้วยเครื่องทำความสะอาดงานหล่อโดยการยิงด้วยเม็ดโลหะ

(2) เจียรผิวงานส่วนที่ขรุขระออกจนเรียบ

(3) นำชิ้นงานทดลองมายึดกับปากกาจับชิ้นงานบนเครื่องกัด

(4) ปาดผิวชิ้นงานทดลองตามแนวความสูง (ระยะ 100 มม. ดังรูปที่ 3.1) ครั้งละ 2 มิลลิเมตร

(5) ถ่ายรูปพื้นที่ผิวงานทดลองทุกครั้งที่ปาดผิว

(6) หาพื้นที่ผิวชิ้นงานที่ถ่ายรูปไว้ ด้วยเครื่อง Image analysis ที่ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ ตัวอย่างพื้นที่หน้าตัดชิ้นงาน X แสดงดังรูปที่ 3.3

(7) การคำนวณหาปริมาตรการหดตัวของชิ้นงานทดลอง ดังสมการที่ 3.1

การคำนวณปริมาตรการหดตัว

7.1 คำนวณพื้นที่หน้าตัดของชิ้นงานเครื่อง Image (A_{ic})

7.2 คำนวณปริมาตรชิ้นงานหล่อโดยนำขนาดพื้นที่หน้าตัดของชิ้นงาน (A_{ic}) แต่ละระดับมารวมกันแล้วคูณด้วย 2

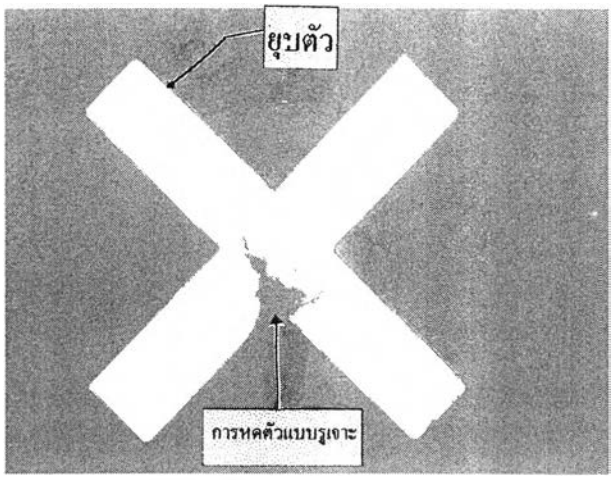
สูตรการหาปริมาตรการหดตัว

ปริมาตรการหดตัว = ปริมาตรชิ้นงานจริง - ปริมาตรชิ้นงานหล่อ

$$V_{Shrinkage} = V_{Real} - V_{casting}$$

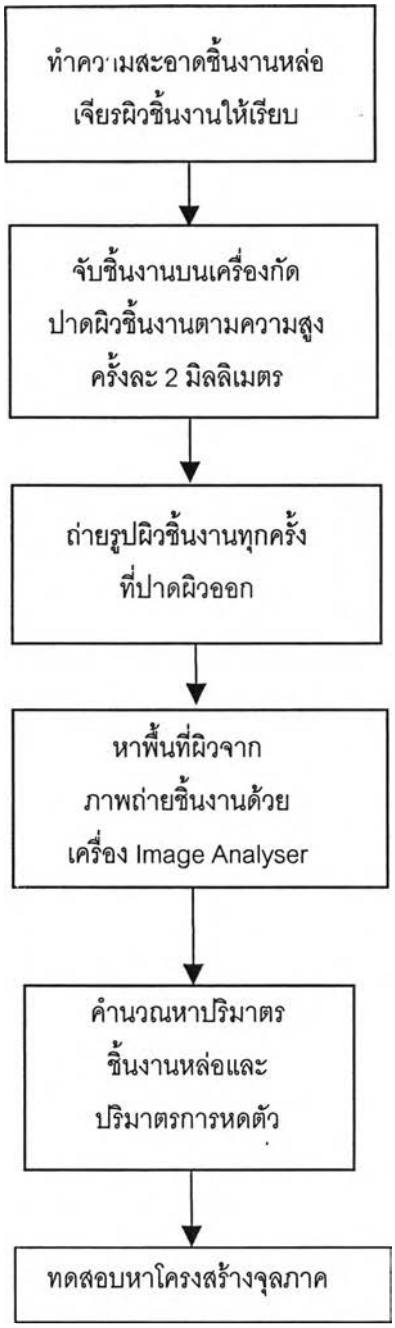
$$= \left[100 \times A_{Real}\right] - \left[2 \sum_{i=1}^{49} A_{ic}\right] \qquad (3.1)$$

(8) ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานทดลอง ลำดับขั้นตอนการหาปริมาตรการหดตัว ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 รูปหน้าตัดชิ้นงาน X เหล็กหล่อกราไฟท์กลมแสดงการหดตัวที่กึ่งกลางชิ้นงาน

จากรูปที่ 3.3 ของชิ้นงาน X หนา 30 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นบริเวณมุมชิ้นงานมีลักษณะการหดตัวแบบยุบตัว (Shrink) และรูเจาะ (Puncture) [18] ที่ผิวลึกลงไปในชิ้นงาน โดยสาเหตุการยุบตัวที่ผิวเกิดขึ้นจากน้ำโลหะที่ยังไม่แข็งตัวเกิดแรงดันขึ้นภายในจึงทำให้บริเวณนั้นเกิดการยุบตัวขึ้นที่ผิวชิ้นงาน ส่วนสาเหตุการเกิดรูเจาะที่มุมชิ้นงานเกิดขึ้นที่บริเวณรอยต่อของมุมชิ้นงานซึ่งเป็นบริเวณที่เย็นตัวช้าและมีจุดร้อนเกิดขึ้นทำให้แรงดันบรรยากาศดันเข้าไปที่ผิว



รูปที่ 3.4 แผนภูมิการหาปริมาตรการหดตัว

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย