บทที่ 2

การสำรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการหล่อโลหะชนิดแบบหล่อทราย

กระบวนการหล่อโลหะโดยทั่วๆไปจะใช้แบบหล่อทราย โดยที่กระบวนการหล่อโลหะได้เกิดขึ้นเป็นเวลานานแล้ว ถึงแม้ว่าในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาช่วยในการผลิตเพื่อให้ได้งานหล่อที่มีคุณภาพและสามารถผลิตได้ในปริมาณสูงก็ตาม แต่หลักการที่สำคัญในกระบวนการหล่อโลหะยังคงไม่เปลี่ยนแปลง และปฏิบัติกันอยู่ในแนวทางเดิมซึ่งเหมือนกับในอดีต

การผลิตแบบหล่อโลหะเริ่มจากการเตรียมแบบหล่อที่มีลักษณะเป็นโพรงให้น้ำโลหะแทรกเข้าไป ได้จากนั้นจะทำการหลอมโลหะให้กลายเป็นของเหลวและนำไปเทลงในแบบหล่อ ทิ้งไว้ระยะหนึ่ง น้ำโลหะในแบบหล่อจะแข็งตัวและเย็นตัวลง จึงทำการรื้อแบบออก จะได้ชิ้นงานโลหะที่มีรูปร่างตามที่ต้องการ

กระบวนการหล่อโลหะโดยใช้แบบทรายมีขั้นตอนและรายละเอียด สรุปเป็นแผนภูมิได้ดัง*รูปที่ 2.1*

การเขียนแบบพิมพ์เขียว (DRAWING)

กระบวนการหล่อโลหะจะเริ่มจากการเขียนแบบพิมพ์เขียว ในแบบพิมพ์เขียวจะบอกถึงรายละเอียดของขนาด รูปร่าง มาตราส่วน ชื่อชิ้นงาน น้ำหนักวัสดุ การกระทำหลังการผลิต นอกจากนั้นแบบพิมพ์เขียวจะเป็นเอกสาระสำคัญที่จะใช้ในการตรวจสอบชิ้นงาน

การทำกระสวน(PATTERN)

กระสวน(PATTERN) คือ ต้นแบบที่จะทำให้เกิดเป็นโพรง หรือช่องว่างขึ้นภายในแบบหล่อเพื่อให้ได้ชิ้นงานหล่อที่มีขนาดรูปร่างเหมือนตามแบบของกระสวน การทำกระสวนจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึง การเผื่อขนาดจากแบบพิมพ์เขียว (DRAWING) การชดเชยการหดตัวของโลหะ(SHRINKAGE) การตกแต่งผิว(MACHINE FINISH ALLOWANCE) การเผื่อความลาดเอียง (DRAFT ALLOWANCE)

วัสดุที่ใช้ในการทำกระสวนมีหลายประเภทได้แก่ ไม้ ซีเมนต์ โลหะ ปูนปลาสเตอร์ และพลาสติก เป็นต้น เกณฑ์ในการพิจารณาเลือกใช้วัสดุในการทำกระสวนจะพิจารณาจาก ขนาด รูปร่าง และจำนวนของงานหล่อกระสวนสำหรับงานหล่อขนาดเล็กที่ผลิตเป็นจำนวนมาก จะทำด้วยโลหะผสมอลูมิเนียม โลหะผสมทองแดงโลหะผสมพลาสติก เนื่องจากวัสดุเหล่านี้มีความทนทานสามารถใช้งานได้เป็นเวลานาน ส่วนวัสดุที่นิยมใช้ในการทำกระสวนมากที่สุดคือไม้ ไม้ที่ใช้ได้แก่ JAPANESE CEDAR, สน SHORT PINE ,มะฮอกกานี และไม้สัก กระสวนที่ทำจากปูนปลาสเตอร์จะมีความแข็งแรงทนต่อแรงกดได้ดี สามารถตกแต่งผิวให้เรียบได้ง่ายนิยมทำมาใช้กับงานที่ต้องการความละเอียดของผิวสูง

การทำแบบหล่อ(MOLDING)

แบบหล่อ(MOLD) เป็นแบบที่ใช้สำหรับหล่อโลหะให้ได้ชิ้นงานที่มีขนาด และรูปร่างตามต้องการ แบบหล่อจะมีลักษณะเป็นโพรงอยู่ภายในสำหรับเทโลหะเหลวลงไป เมื่อโลหะแข็งตัวจะได้ชิ้นงานหล่อตามแบบที่ทำไว้ แบบหล่อโดยทั่วไปจะทำจากทราย ทรายที่ใช้ในการทำแบบหล่อมีหลายประเภท สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภทหลักๆ คือ

1.ทรายหล่อจากธรรมชาติ ทรายหล่อจากธรรมชาติจะมีเม็ดทรายที่มี Silica หรือ SiO_2 ผสมอยู่ประมาณ74-85 % มีดินเหนียวผสมอยู่ระหว่าง 8-22 % ส่วนผสมทางเคมีในเม็ดทรายจากทรายหล่อธรรมชาติจะแสดงไว้ใน*ตารางที่ 2.1* ปริมาณของ MgO ,Na_2O,CaO, Fe_2O_3 ควรจะต้องมีอยู่ต่ำ เพื่อให้ทรายทนความร้อนได้ เพราะองค์ประกอบทางเคมีเหล่านี้จะทำให้เม็ดทรายทนความร้อนได้ต่ำ ขนาดของเม็ดทรายจะเป็นเม็ดทรายละเอียดมาก

2.เม็ดทราย Silica เม็ดทราย Silica จะได้จากเม็ดทรายในแม่น้ำ ตามชายทะเล และจากการบด

หินควอทซ์ซึ่งจะพิจารณาคุณสมบัติของเม็ดทรายได้ดังนี้

2.1 เม็ดทรายแม่น้ำ เม็ดทรายเหล่านี้จะตกตะกอนในส่วนล่างของแม่น้ำโดยทั่วไปโดยมีส่วนผสมทางเคมีใน*ตารางที่ 2.1* มีความบริสุทธิ์ต่ำกว่า เพราะมี SiO_2 ระหว่าง 72-80 % เม็ดทรายจะมีรูปร่างและขนาดที่ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากเม็ดทรายทนความร้อนได้ไม่ค่อยดี จึงควรเติมดินทนไฟ 10-15 % เมื่อนำมาใช้ทำทรายหล่อ ไม่ควรนำเม็ดทรายแม่น้ำมาใช้งาน เพราะจะทำให้เกิดตำหนิงานหล่อประเภทน้ำโลหะแทรกในผิวแบบทราย รูโพรงอากาศ , เม็ดทรายฝังในชิ้นงาน และเกิดข้อบกพร่องอื่นๆ ได้ง่าย

2.2 เม็ดทรายชายทะเล คือเม็ดทรายที่กองรวมเป็นเนินทรายหลังจากถูกคลื่นซะล้างให้กลิ้งไปกลิ้งมาเม็ดทรายที่ได้จะมีรูปร่างค่อนข้างกลม ในประเทศญี่ปุ่นเม็ดทรายจะมี SiO_2 ค่อนข้างต่ำแม้ว่าจะมี85-96 % ก็ตามใน*ตารางที่ 2.1* แสดงถึงค่าส่วนผสมทางเคมีของเม็ดทรายที่ได้จากชายทะเล

2.3 เม็ดทรายบด เม็ดทรายชนิดนี้ได้จากการนำหินควอทซ์มาบดด้วเครื่องบดแบบใบพัดเพื่อให้ได้ขนาดเม็ดทรายที่พอเหมาะโดยแยกเป็น 2 ชนิดคือ

2.3.1 เม็ดทรายจากการบดหินควอทซ์ซึ่งจะให้ความบริสุทธิ์ของเม็ดทราย 96-99 %

2.3.2 เม็ดทรายที่ได้จากการล้างดินเหนียวเซรามิค จะมีเม็ดทรายสีขาวขุ่นผสมอยู่ด้วย แล้วนำมาขัดให้เม็ดทรายเปลี่ยนจากทรายเม็ดเหลี่ยม เป็นทรายเม็ดกลม เม็ดทรายที่ได้จะมีคุณภาพต่ำ

3. เม็ดทรายชนิดพิเศษ (SPECIAL SAND) นอกเหนือจากทรายหล่อธรรมชาติ และเม็ดทราย Silica ที่นำมาใช้ในงานหล่อแล้วยังมีเม็ดทรายอื่นๆที่พิเศษ ใช้งานเนื่องจากเม็ดทรายเหล่านี้มีคุณสมบัติเฉพาะบางด้านที่เหมาะสมกับน้ำโลหะ ซึ่งได้แก่

3.1 เม็ดทราย โอลีวีน เม็ดทรายชนิดนี้มีองค์ประกอบของ ฟอสเตอร์ไรท์($2MgO,SiO_2$)และฟายาไลท์ ($2FeO,SiO_2$) เม็ดทรายชนิดนี้จะมีคุณสมบัติที่ดีในด้านการนำความร้อน เมื่อเทียบกับเม็ดทราย Silica และมีความสามารถในการทนความร้อนได้ดีกว่า เหมาะที่จะนำมาใช้ในการทำแบบทรายหล่อเหล็กเหนียวชนิดที่มีแมงกานีสผสมในปริมาณมาก (*ตารางที่ 2.2*)

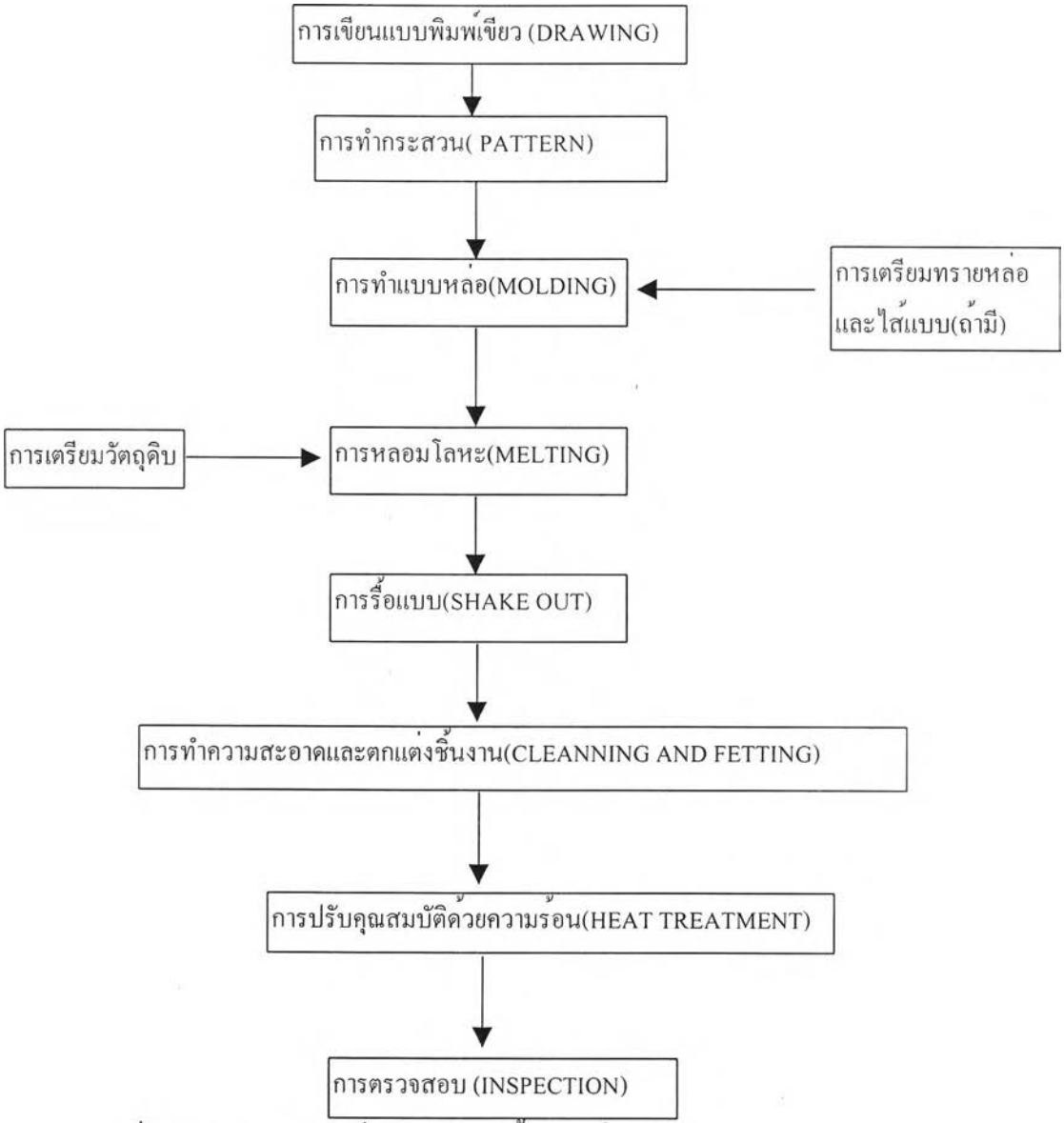
3.2 เม็ดทรายเซอร์คอน_ ในทางทฤษฎีแล้วเม็ดทรายชนิดนี้ควรจะมี ZrO_2 ในปริมาณ 62.7 % และมี SiO_2 32.8 % ส่วนประกอบทางเคมีของเม็ดทรายเซอร์คอนที่ได้จากชายทะเลตะวันออกของออสเตรเลียแสดงไว้ใน*ตารางที่ 2.3* เม็ดทรายเซอร์คอนมีคุณสมบัติในการนำความร้อนที่ดีมากคือสูงกว่าเม็ดทราย Silica ถึง 2 เท่า และมีความสามารถในการทนความร้อนได้ดีกว่าเม็ดทราย Silica นอกจากนี้ยังมีการขยายตัวน้อยกว่าเพียงหนึ่งในสามของเม็ดทราย Silica นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในด้านการป้องกันไม่ให้น้ำโลหะแทรกในผิวแบบทรายอีกด้วยเม็ดทรายนี้เหมาะที่จะนำมาใช้งานในส่วนที่หนา หรือส่วนที่เป็นมุมในแบบที่ใช้หล่อเหล็กเหนียวหรือเหล็กหล่อเม็ดทรายจะกลม และละเอียดมีขนาดระหว่าง 65-22 เมช ผงทรายเซอร์คอนเหมาะจะนำมาใช้ทาเคลือบผิวแบบทรายหล่อ

3.3 เม็ดทรายโครไมท์ ทางทฤษฎีเม็ดทรายควรจะมีปริมาณ Cr_2O_3 68 %*ตารางที่ 2.4* แสดงถึงส่วนผสมทางเคมีของเม็ดทรายโครไมท์ ประเทศญี่ปุ่นนำเข้าเม็ดทรายโครไมท์จากทวีปแอฟริกา เม็ดทรายโครไมท์ได้จากการแตกร้าวในธรรมชาติและตกตะกอนรวมกัน ขนาดของเม็ดทรายจึงละเอียดโดยมีขนาดระหว่าง 40-270เมช อย่างไรก็ตามมีเม็ดทรายโครไมท์ หลายประเภทที่มีขนาดความละเอียดแตกต่างกันไป รูปร่างของเม็ดทรายจะเป็นเหลี่ยมจนถึงมน เม็ดทรายนี้จะมีคุณสมบัติเหมือนทรายเซอร์คอนจึงนิยมใช้ทำไส้แบบหล่อและทำแบบทรายหล่อในส่วนที่ชิ้นงานมีความหนามากๆ

เม็ดทรายโครไมท์ไม่ควรใช้ผสมร่วมกับเม็ดทราย Silicaในขณะผสมทราย เพราะจะทำให้คุณสมบัติในการทนความร้อนของเม็ดทรายโครไมท์ต่ำลง แต่สามารถใช้แยกในแต่ละตำแหน่งเฉพาะส่วนที่ติดต่อกันได้ เมื่อมีเม็ดทรายโครไมท์ปะปนในทรายหล่อควรแยกเม็ดทรายโครไมท์ออก โดยวิธีการล้างทรายให้ตกตะกอนแยกกันหรือใช้แม่เหล็กดูดแยกออกได้

นอกจากประเภทของทรายหล่อแล้วมีชนิดของทรายหล่อ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีวัตถุประสงค์ในการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป

ชิ้นงานที่เทหล่อในแบบหล่อทรายจะมีคุณสมบัติทางกลและมีผิวชิ้นงานที่ด้อยกว่าชิ้นงานที่เทหล่อในแบบโลหะ แต่จุดเด่นของแบบทรายหล่อ คือ สามารถผลิตชิ้นงานหล่อที่มีรูปร่างซับซ้อนได้ ความหนาของชิ้นงานที่ทำจากแบบหล่อทรายจะขึ้นอยู่กับประเภทของโลหะที่หล่อ โดยทั่วไปความหนาจะประมาณ 3 mm ขึ้นไปแบบหล่อทรายมีด้วยกันหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีวัตถุประสงค์ในการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป แบบหล่อทรายสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิดต่างๆดังนี้



รูปที่ 2.1 กระบวนการหล่อโลหะโดยใช้แบบหล่อทราย

ที่มา :สำนักบริการวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, อุตสาหกรรมหล่อโลหะ,(2536), หน้า27

ตารางที่ 2.1 ส่วนผสมทางเคมีของเม็ดทราย (%)

ประเภททราย	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	IG-LOSS (%)
ทรายหลอธรรมชาติ	A	75.4	14.88	0.32	0.36	4.32
	B	79.5	8	0.41	0.2	3.3
ทรายแม่น้ำ	A	76.6	13.5	2.2	0.78	4.3
ทรายบด	A	98.25	0.9	0.15	0.09	0.03
	B	95.65	4.4	0.25	0.09	0.15
ทรายชายหาด	A	95.48	2.29	0.03	0.2	-

ตารางที่ 2.2 ส่วนผสมทางเคมีของเม็ดทรายโอลีวีน (%)

SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	MgO (%)	IG-LOSS (%)	ALKALI (%)
43.08	1.02	8.9	46	1.18	-

ตารางที่ 2.3 ส่วนผสมทางเคมีของเม็ดทรายเซอรคอน (%)

SiO_3 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	ZrO_3 (%)	TiO_2 (%)	P_2O_5 (%)	Cr_2O_3 (%)
33.6	0.25	0.05	65.8	0.26	0.01	0.001

ตารางที่ 2.4 ส่วนผสมทางเคมีของเม็ดทรายโครไมท (%)

SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	Zr_2O_3 (%)	MgO (%)	CaO (%)	MnO (%)	V_2O_5 (%)	$FiTiO_2$ (%)
1.6	14.7	25.1	45.3	10.1	0.13	0.26	0.37	0.61

ที่มา : ไอ ทากิ ,"ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเตรียมและการควบคุมทรายหล่อ(ภาคผนวก) เพื่อการเพิ่มคุณภาพและการเพิ่มผลผลิตชิ้นงานหล่อ ,"เอกสารในการสัมนาที่สนับสนุนโดยเจโทรที่ขอนแก่น,4-5 ตุลาคม 2533 แปลโดย สุภชัย ประเสริฐสกุล,หน้า 1

1.แบบหล่อทรายชื้น (GREENSAND MOLD) เป็นแบบหล่อที่ใช้ BENTONITE เป็นตัวประสาน และใช้น้ำเป็นตัวทำปฏิกิริยา เพื่อให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวกันระหว่างเม็ดทราย เป็นแบบหล่อที่นิยมใช้กันมากเพราะราคาถูก การเตรียมทรายไม่ยุ่งยาก แต่ความแข็งแรงของแบบหล่อไม่มากนักจึงเหมาะกับชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก ไม่ต้องการความเที่ยงตรงมากนัก สามารถทำแบบหล่อได้ด้วยมือ หรือเครื่องจักร

2.แบบหล่อทรายคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2 MOLD)เป็นแบบหล่อที่ใช้โวเดียมซิลิเกต เป็นตัวประสานเม็ดทรายและผ่านก๊าซ CO_2 เข้าไปเพื่อทำปฏิกิริยากับโซเดียมซิลิเกตให้แข็งตัวยึดเม็ดทรายให้ติดกัน แบบหล่อทราย CO_2 นี้มีความแข็งแรงมากกว่าแบบหล่อทรายชื้นมาก จึงเหมาะกับชิ้นงานขนาดใหญ่ และมีความเที่ยงตรงกว่าแบบหล่อทรายชื้น

3.แบบหล่อทรายเปลือก(SHELL CORE) เป็นแบบหล่อที่ใช้ยางสังเคราะห์เป็นตัวประสานซึ่งที่นิยมใช้คือ เฟโนลิคเรซิน(PHENOPRIC RESIN) วิธีการทำจะพ่นหรือเททรายหล่อที่มีตัวประสานเคลือบอยู่ให้สัมผัสกับกระสวนโลหะ(CORE BOX)ซึ่งถูกเผาจนร้อนเมื่อตัวประสานได้รับความร้อนก็จะหลอมยึดทรายแต่ละเม็ดให้ติดกัน เมื่อรอจนแบบหล่อมีความหนาตามต้องการแล้ว จึงเททรายที่เหลือกลับเข้าถังเก็บตามเดิม โดยทั่วไปแล้วแบบหล่อทรายเปลือกจะมีความหนาประมาณ 3-5 mm เหมาะกับชิ้นงานที่ต้องการผิวเรียบ และความเที่ยงตรงสูง ใช้ได้ทั้งเหล็กหล่อ,เหล็กเหนียวและโลหะเบา

4.แบบหล่อทรายฟูราน (FURAN RESIN MOLD) เป็นกระบวนการทำแบบหล่อโดยปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างตัวประสานฟูรานเรซินซึ่งเป็นยางสังเคราะห์เฟอร์ฟูริลแอลกอฮอล์(FURFURYL ALCOHOL) และกรดที่แรงมาก เช่น กรดฟอสฟอริก (PHOSPHORIC ACID) หรือกรดพาราโทลูอิน (PARATOLUENE ACID) เป็นตัวทำให้แข็งยึดเม็ดทรายให้ติดกัน แบบหล่อทรายฟูรานนี้มีความแข็งแรงและอัตราการระบายอากาศ ดีมาก จึงเหมาะกับชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมากๆ

การหลอมโลหะ(MELTING)

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการป้อนวัตถุดิบซึ่งได้แก่ เศษเหล็กหล่อ (RETUEN SCRAB) ,PIG IRONและสารเจือจางเหล็กต่างๆ(INOCULANT) ลงในเตาหลอม ซึ่งจะต้องมีการคำนวณอัตราส่วนของวัตถุดิบแต่ละชนิดให้เหมาะสมกับชิ้นงานหล่อ นอกจากนั้นในระหว่างการหลอมโลหะจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมส่วนผสมทางเคมีของน้ำโลหะ เพื่อให้ได้ตามมาตราฐานที่ต้องการ เตาหลอมโลหะที่นิยมใช้มี ดังนี้

1.เตาคิวโปล่า(CUPOLA) เป็นเตาสำหรับหลอมเหล็กหล่อโดยใช้ถ่านโค๊กเป็นเชื้อเพลิง รูปร่างของเตามีลักษณะเป็นทรงกระบอกกลวงตั้งประกอบขึ้นแผ่นเหล็กม้วนเป็นเปลือกเตา ผนังภายในเตากรุไว้ด้วยอิฐทนไฟมีข้อดีคือ สามารถหลอมติดต่อกันได้นานหลายชั่วโมงและต้นทุนในการหลอมต่ำ ส่วนข้อเสียคือ จะได้น้ำเหล็กที่มี SLAG เจือปนอยู่มาก และเป็นมลพิษทางอากาศ

2.เตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า (INDUCTION FURNACE) เป็นเตาที่ใช้ไฟฟ้าเหนี่ยวนำในการให้ความร้อนเพื่อหลอมโลหะ มีจุดเด่นคือ สามารถหลอมเหล็กกล้าได้ น้ำโลหะจะสะอาด สามารถควบคุมส่วนผสมได้ง่าย แต่มีข้อเสีย คือต้นทุนในการหลอมจะสูง

3.เตาอาร์คไฟฟ้า (ARC FURNACE) ความร้อนของเตาได้จากการอาร์คระหว่างอิเลคโตรดคาร์บอนกับโลหะที่จะทำการหลอม SLAG ที่เกิดขึ้นจะป้องกันไม่ให้ก๊าซในบรรยากาศเข้าไปละลายในน้ำเหล็กในระหว่างที่ทำการปรับส่วนผสมทางเคมีของน้ำโลหะ

การรื้อแบบ(SHAKE OUT)

หลังจากที่ชิ้นงานในแบบหล่อแข็งตัวและเย็นตัวลงแล้ว ก็จะถึงขั้นตอนในการแกะชิ้นงานหล่อจากแบบหล่อ ซึ่งวิธีในการแกะชิ้นงานออกจากแบบหล่อทราย มีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็ต้องการเครื่องมือที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

1.ใช้กำลังคนและอุปกรณ์พื้นฐาน เช่น เหล็กสกัด ชะแลง ซึ่งวิธีนี้เหมาะกับแบบหล่อทรายที่มีความแข็งแรงไม่มากนัก เช่นแบบหล่อทรายชื้น เป็นต้น

2.เครื่องเขย่า (SHAKE OUT MACHINE) เป็นเครื่องที่จะนำทรายออกจากชิ้นงานโดยการเขย่าแบบหล่อซึ่งวางอยู่บนตะแกรงของเครื่องเขย่าจะถูกเขย่าการสั่นสะเทือนจะผ่านหีบบน และหีบล่างไปถึงทรายและชิ้นงานหล่อทำให้ทรายแตกออกและตกผ่านตะแกรง จะมีสายพานลำเลียงไปรับทรายที่หล่นและขนถ่ายออกไป คงเหลือแต่ชิ้นงานอยู่บนตะแกรง

3.เครื่องทะลวงไส้แบบ(CORE KNOCK OUT MACHINE) เครื่องนี้จะใช้ในกรณีที่ไส้แบบมีน้ำมันเป็นตัวประสาน หรือแบบหล่อทำด้วยทรายชนิดแข็งเอง (SELF HARDENING) ซึ่งแบบหล่อจะแข็งและให้

แบบทรายแตกออกยาก เครื่องนี้จะทำงานโดยการนำชิ้นงานวางบนแท่นซึ่งมีท่อลมขนาบข้างอยู่ทั้งสองข้าง .เมื่อท่อลมทำงานทรายไส้แบบจะถูกเขย่า และทะลวงออกมา

4.การพ่นน้ำด้วยความดันสูง วิธีการนี้จะเป็นการทำความสะอาดชิ้นงานด้วยการพ่นน้ำที่มีความดันสูงราว 150 kg/cm 2 เข้าสู่ชิ้นงานโดยปืนพ่นน้ำ วิธีการนี้สามารถพ่นน้ำได้ทั้งภายในและภายนอกชิ้นงาน

5.วิธีการปล่อยให้ตกจากที่สูง วิธีนี้นิยมใช้ในสายการผลิตที่เป็นแบบต่อเนื่อง ซึ่งมักใช้กับงานหล่อที่ไม่ต้องใช้หีบในการหล่อ เช่น LINE DISAMATIC เป็นต้นโดยจะปล่อยให้ชิ้นงานเคลื่อนไปตามสายพานจนถึงช่วงต่างระดับแบบหล่อทรายจะตกลงโดยแรงโน้มถ่วงไปยังสายพานอีกเส้นที่อยู่ต่ำลงไปทำให้แบบทรายแยกตัวกับชิ้นงานหล่อ

การทำความสะอาดและตกแต่งชิ้นงาน(CLEANNING AND FETTING)

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการทำความสะอาดชิ้นงานโดยจะกำจัดเศษทรายที่ยังคงเหลือติดค้างอยู่ในชิ้นงานออกไป ด้วยการใช้เครื่องยิงเม็ดโลหะซึ่งมีหลายชนิดด้วยกันคือ แบบจานหมุน ,แบบสายพาน หรือแบบแขวนเป็นต้น จากนั้นจะนำชิ้นงานมาตัดระบบป้อนน้ำโลหะ(ทางวิ่ง ,ก้าน,RISER) ด้วยการตีหัก หรือตัดด้วยแก๊ส และสุดท้ายของขั้นตอนจะทำการตกแต่งรอยครีบต่างๆด้วยการเจียรนัย ในบางสายการผลิตอาจจะตัดระบบป้อนน้ำโลหะก่อนทำการขัดชิ้นงานก็ได้

การปรับคุณสมบัติด้วยความร้อน(HEAT TREATMENT)

การใช้งานชิ้นงานหล่อบางประเภทต้องการความแข็งแรง ความทนทานต่อการสึกกร่อนและคุณสมบัติทางกลที่ดีขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการปรับคุณสมบัติงานหล่อด้วยความร้อน โดยการให้อุณหภูมิที่เหมาะสมกับชิ้นงานหล่อชั่วระยะเวลาหนึ่งจากนั้นค่อยๆลดอุณหภูมิให้เย็นลงถึงระดับอุณหภูมิปานกลาง ซึ่งมีด้วยกันหลายวิธี เช่นการ ANNEALING ,การอบแบบ STRESS RELIEVING) เป็นต้น

การตรวจสอบ (INSPECTION)

การตรวจสอบชิ้นงานหล่อมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกชิ้นงานว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธว่าเป็นชิ้นงานเสีย โดยต้องมีเกณฑ์ในการพิจารณา การตรวจสอบมีทั้งแบบทำลาย (DESTRUCTIVE TEST) และแบบไม่ทำลาย(NON DESTRUCTIVE TEST) โดยแบ่งเป็นวิธีต่างๆดังนี้

1.การตรวจสอบด้วยสายตา_เป็นการตรวจสอบเพื่อหาจุดบกพร่องของชิ้นงานหล่อ

2.การวัดขนาด_โดยใช้อุปกรณ์วัดต่างๆ เช่นไม้บรรทัด เวอร์เนียคาลิเปอร์ ที่ได้รับการ CALIBRATE แล้ว

3.การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี_โดยใช้เครื่อง SPECTROMETER เป็นต้น

4.การตรวจสอบโครงสร้างของโลหะ

5.การตรวจสอบโดยวิธีการไม่ทำลาย เช่น

5.1 การ X-RAY TEST

5.2 การตรวจโดยใช้ ULTRASONIC TEST

5.3 การตรวจด้วยวิธีผงแม่เหล็ก (MAGNETIC PARTICLE TEST)

5.4 การตรวจโดยวิธีน้ำยาซึม (LIQUID PENETRANT)

5.5 การตรวจโดยวิธีกระแสไหลวน (EDDY CURRENT TEST)

6.การตรวจคุณสมบัติทางกล เช่น ค่า TENSILE , ค่า ELONGATION ,ค่า IMPACT เป็นต้น

การควบคุมคุณภาพทรายที่ทำแบบหล่อทราย

ทรายหล่อเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งต่อการทำแบบทรายหล่อ ทรายหล่อที่มีคุณภาพดี มีสภาพเหมาะสมในการทำแบบจะเป็นปัจจัยส่งเสริมให้ผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพ ลดข้อบกพร่องที่เกิดกับชิ้นงาน ทรายหล่อที่เหมาะในการนำมาใช้ทำแบบทรายหล่อ ควรมีคุณสมบัติดังนี้

1.ทนความร้อนได้สูง
2.ลามารถระบายอากาศได้ดีในขณะที่เทน้ำโลหะ
3.มีความแข็งแรงทนทานต่อแรงอัดของน้ำโลหะ
4.มีความแน่นและรักษาสภาพได้ดี
5.ทำลายหรือสลายตัวได้ง่ายหลังจากหล่อโลหะแล้วและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

การตรวจสอบค่าคุณสมบัติทรายหล่อสามารถทดสอบได้หลายวิธี ได้แก่

*1.การวัดปริมาณความชื้น(MOISTURE CONTENT TEST)*_วิธีนี้ทำโดยนำทรายที่ผสมแล้วปริมาณ 50กรัม ใส่ในเตาอบที่อุณหภูมิ 100-110 C เป็นเวลาหนึ่งถึงสองชั่วโมง ปล่อยทรายให้เย็นลงถึงอุณหภูมิห้องในเครื่องทำให้แห้ง (DESICCATOR) แล้วชั่งอีกครั้ง เพื่อหาว่าน้ำหนักลดลงเท่าไหร่ น้ำหนักที่ลดลงเป็นเปอร์เซนต์ของน้ำหนักเดิม หมายถึงปริมาณความชื้นอิสระ (FREE MOISTURE)

*2.การวัดอัตราลมผ่าน (PERMEABILITY TEST)*_การวัดนี้เป็นการทดสอบว่าช่องว่างระหว่างเม็ดทรายจะยอมให้ก๊าซผ่านออกได้สะดวกเพียงใด ทำโดยการใช้เครื่องตรวจสอบคำนวณเวลาที่ให้อากาศปริมาตร 2000cc ผ่านลงไปในชิ้นงานทรายตัวอย่าง (SPECIMEN)ที่มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm สูง 50 mm โดยทำการอัดด้วยความดันคงที่

*3.การทดสอบค่าความทนทานต่อการอัด(COMPRESSIVE STRENGTH)*ทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบความเค้นแรงอัดโดยเพิ่มน้ำหนักกดไปบน SPECIMEN จนกระทั่งแตกหัก

*4.การทดสอบการอัดตัวกันของแบบทราย (COMPACTABILITY)*ทำโดยใส่ทรายผ่านตะแกรงขนาด0.375 inch ที่ความสูงคงที่ลงไปยังกระบอกขนาด 2 inch Dia สูง 4.75 inch ทรายส่วนที่สูงกว่า

กระบอกจะถูกปาดออกและตอก 3 ครั้ง ระยะจากปากกระบอกถึงผิวหน้าทรายจะถูกคำนวณเป็นค่า COMPACTABILITY

การทดสอบนี้มีความสำคัญคือ เป็นการจำลองสภาพการปั้นแบบจากเครื่องปั้นแบบ

5.การทดสอบหาลักษณะการกระจายของขนาดเม็ดทราย(SAND DISTRIBUTION TEST) จะใช้เครื่องซึ่งจะมีตะแกรงร่อนเป็นตะแกรงมาตราฐานสำหรับขนาดการกระจายตัวของเม็ดทรายที่มีขนาดต่างๆกัน จำนวน13 ชั้น ใช้ MOTOR เป็นตัวเขย่าตะแกรง แต่ละชั้นจะเรียกเป็น นัมเบอร์เมช (MESH) ตะแกรงที่มีเมชน้อยจะโตกว่าที่มีเมชมาก หลังจากที่เขย่าแล้วจะมีทรายตกค้างอยู่ในตะแกรง จากนั้นนำทรายไปชั่งและหาเปอร์เซนต์ของทรายในแต่ละขนาด

นอกจากนี้ยังมีการทดสอบคุณสมบัติของทรายหล่ออื่นๆอีกเช่น การหาค่า คาร์บอนที่อยู่ในทราย ,การหาค่าปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ในทราย(LOSS OF IGNITION) เป็นต้น ซึ่งไม่ได้กล่าวถึง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Mr. Thanaporn Korad(1998) ได้ศึกษาผลกระทบของคุณสมบัติทราย ต่อการเกิดรอยตำหนิในงานหล่อ(EFFECT OF SAND PROPERTIES ON CASTING DEFECT) โดยจะเน้นที่ DEFECT รูเข็ม ,โพรงแก๊ส และโพรงที่เกิดจากการหดตัวของโลหะ เหล็กกล้าหล่อโลหะผสมต่ำ(CrMo40L) และได้วิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทราย ซึ่งได้แก่ ค่าความโปร่ง(PERMEABILITY) ,ค่าความแข็งแรงแบบทราย (GREENCOMPRESSIVE STRENGTH) และปริมาณสารที่ถูกเผาไหม้ได้ในทราย(LOSS OF IGNITION)เป็นคุณสมบัติทรายที่ต้องแปรค่าเพื่อเปรียบเทียบกับผลของการเกิดโพรงแก๊ส โดยที่คุณสมบัติดังกล่าวจะแปรค่าได้จากการแปรค่าตัวแปรในการผสมทรายแบบ ได้แก่ค่าความชื้น (MOISTURE) ,%ดินเหนียว ,%แป้งมันและความละเอียดเม็ดทราย(AFS NO)ร่วมด้วยการใช้อุณหภูมิเทที่ต่างกัน ผลที่ได้คือ ขนาดเม็ดทรายและ ความชื้นของทรายแบบมีอิทธิพลมากที่สุดต่อความสามารถในการระบายแก๊สของทรายแบบ ปริมาณดินเหนียวมีอิทธิพลมากที่สุดต่อค่าความแข็งแรงของทรายแบบ แป้งมันและความชื้นในทรายแบบมีอิทธิพลมากที่สุดต่อปริมาณแก๊สที่ระเหยจากแบบทราย ขณะเทแบบปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อการเกิดโพรงแก๊สคือ ขนาดเม็ดทราย 46 (AFS NO) ,ปริมาณดินเหนียว 4.5 % ,ปริมาณแป้งมัน 0.5%,ปริมาณความชื้น 2.5 % และอุณหภูมิเท 1620 C

*เฉลิมวุฒิ สงวนญาติ (2541)*ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำฝุ่นทรายแบบจากระบบดูดฝุ่นในบริเวณสายพานลำเลียงทรายหมุนเวียนและบริเวณสายพานลำเลียงทรายกับเครื่องผสมทราย เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่โดยได้ข้อสรุปคือ ผลกระทบจากการเติมฝุ่นทรายในแบบทรายจะมีผลมากที่สุด ต่อค่าความโปร่งทราย (PERMEABILITY) รองลงมาได้แก่ค่าGREEN TENSILE STRENGTH ,GREEN COMPRESSIVE STRENGTH ,GREENCOMPRESSIVE STRENGTH และ COMPACTABILITY ตามลำดับ

ธนนท์ ถาวรานันต์ (2540) ได้ศึกษาคุณสมบัติต่างๆของค่า ทรายแบบ ของ LINE (NAWALOHA BANGPAKONG FOUNDRY CO.,LTD) รวมทั้งวัตถุดิบต่างๆเช่น RETURN SAND ,Bentoniteและ SEACOAL โดยการทดสอบคุณสมบัติต่างๆใน SAND LAB. และชี้ให้เห็นจุดเด่น จุดด้อยของวัตถุดิบแต่ละตัว ในระบบทรายซึ่งใช้วัตถุดิบที่แตกต่างไปจากที่อยู่ใน START-UP RETURN SAND นอกจากนี้ผลจากการทดลองผสมทรายเพื่อให้ได้ทรายแบบ คุณภาพดีสำหรับการปั้นแบบพบ

ว่าทรายปั้นแบบที่คาดว่าจะใช้ที่ NFB นั้นจะดีกว่าที่ใช้ใน LINE ผลิตเดิม(M 5 ,M 9,M 10,M 11)เนื่องจากวัตถุดิบหลัก คือ NEW SAND และ RETURN SAND ที่เลือกมาใช้ในการเริ่มต้นและใช้งานต่อไปมีคุณภาพที่ดีกว่า

ธนนท์ ถาวรานันต์ (2540) ได้ศึกษาถึงพฤติกรรมและระยะเวลาที่ทราย ,ACTIVE CLAY และ DEADCLAY ของระบบทรายปั้นแบบ เข้าสู่สภาวะสมดุล(STEADY STATE) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องจักร และผลิตภัณฑ์ รวมทั้งได้กำหนดข้อสมมติฐานบางประการ หลังจากนั้นได้ทำการคำนวณ โดยการทำMATERIAL BALANCE ของวัตถุดิบทุกตัวในระบบที่ต้องถูกเติมเข้ามา, เสื่อมสภาพลงบางส่วน,สูญเสียออกไปจากระบบทรายและถูกเติมชดเชย ด้วยเหตุดังกล่าว จึงทำให้ทราบระยะเวลา(TRANSITION PERIOD)ที่ทราย,ACTIVE CLAY และ DEAD CLAY ของระบบทรายเข้าสู่สภาวะสมดุล

*สาโรช ฐิติเกียรติพงศ์ (2526)*ได้กล่าวถึงการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ และคุณภาพของเครื่องจักรในการผลิตทรายปั้นแบบ โดยที่การควบคุมจะเน้นไปที่

1.RAW MATERIAL CONTROL ควบคุมวัตถุดิบในการผสมทราย เช่น BENTONITE, SEACOAL เป็นต้น โดยเน้นควบคุมที่ค่าคุณสมบัติทางเคมี, ทาง PHYSICALลงใน SAND MIXER

2.SAND LABORATORY ควบคุมการ TEST ค่าคุณสมบัติทรายต่างๆให้ถูกต้องตามมาตราฐานหรือวิธีการที่กำหนดไว้

3.MULLING CONTROL (MIXING CONTROL) คือการควบคุมการผสมทรายให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งจะควบคุมที่ เวลาในการผสมทราย(MIXING TIME) ,ลักษณะการทำงานของใบกวาดทราย (ขึ้นกับการ MENTENANCE) และสภาพของเครื่อง SANDMIXER รวมไปถึงควบคุมสัดส่วนที่เหมาะสมในการเติมลงใน SAND MIXER

4.MCLD CONTROL ควบคุมค่า MOLD HARDNESS,MOLDABILITY INDEX เป็นต้นให้ได้ค่าคุณสมบัติตามที่ต้องการ