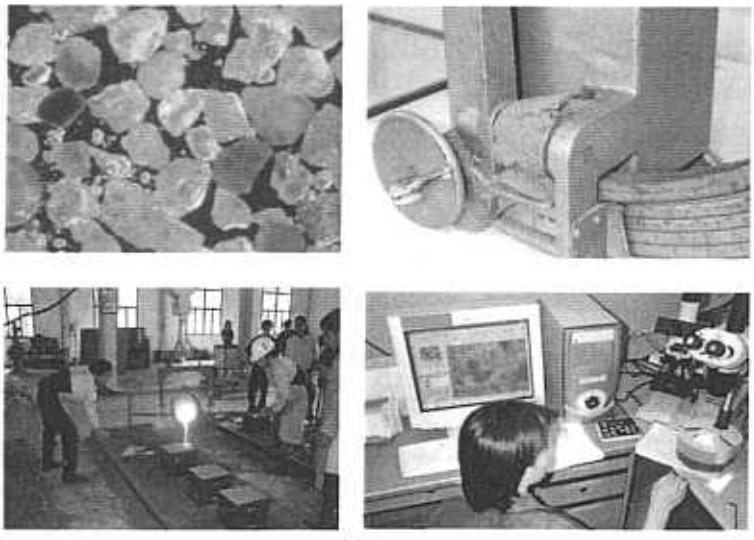
Ubon Rajathanee University

รายงานการวิจัย

คุณสมบัติของทรายแม่น้ำมูลสำหรับใช้ทำแบบหล่อทรายชื้น

Properties of the sand from the Mun River used for Green Sand Mold



คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ : นายสุริยา โชคสวัสดิ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ผู้ร่วมวิจัย : นายอภิชาติ อาจนาเสียว คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
หมวดเงินอุดหนุนทั่วไป ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2545

ISBN : 974-609-216-2

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

A Research Report

Properties of the sand from the Mun River used for Green Sand Mold

Researchers

Head of Project

Suriya Choksavusdi

Faculty of Engineering Ubonratchathani University

Co-researchers

Apichart Atnasaew

Faculty of Engineering Ubonratchathani University

This Research was Financially Supported from The National Research Council of Thailand

In Fiscal Year, 2545

ISBN : 974-609-216-2

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

รายงานการวิจัยเรื่อง	คุณสมบัติของทรายแม่น้ำมูลสำหรับใช้ทำแบบหล่อทรายชื้น
หัวหน้าโครงการวิจัย	นายสุริยา โชคสวัสดิ์
ผู้ร่วมโครงการวิจัย	นายอภิชาติ อาจนาเสียว
คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีงบประมาณ	2545
งบประมาณที่ได้รับ	183,300.- บาท
คำสำคัญ	คุณสมบัติของทรายแม่น้ำมูล/แบบหล่อทรายชื้น

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย เพื่อศึกษาโครงสร้างและคุณสมบัติของทรายแม่น้ำมูลในเขตพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อนำมาใช้ทำแบบหล่อทรายชื้น(Green sand mold) โดยศึกษาเปรียบเทียบกับทรายที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน คือทรายทะเลจากจังหวัดระยอง โดยใช้วิธีการอิงตามมาตรฐาน A.F.S.(American Foundrymen's and Society) โครงการวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบและวิเคราะห์คุณสมบัติของทรายตัวอย่างโดยวิธีการวิเคราะห์โครงสร้างผลึก โดยวิธี X-Ray Diffraction, การวิเคราะห์หาส่วนผสมทางเคมีโดยวิธี X-Ray Fluorescence, การหาขนาดรูปร่างของเม็ดทราย,การหาเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวในทราย,การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น และการหาขนาดและการกระจายตัวของเม็ดทราย ผลที่ได้จากการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับทรายระยอง พบว่าโครงสร้างผลึกเป็นแบบเดียวกัน คือ Hexagonal ส่วนปริมาณของ Si ทรายแม่น้ำมูลมีมากกว่าทรายระยอง ส่วน FeO ทรายแม่น้ำมูล มีมากกว่าทรายจากระยองตามลำดับ ขนาดของทรายทดสอบตามมาตรฐาน A.F.S.ได้ดังนี้ ทรายแม่น้ำมูลมีค่า A.F.S.No 36 สำหรับทรายระยองมีค่า A.F.S.No เท่ากับ 81 ผลที่ได้จากการวิจัยทั้งหมดนี้ยังสามารถนำไปเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในประเด็นต่างๆต่อได้อีกซึ่งเป็นโครงการต่อเนื่องที่อยู่ระหว่างการศึกษาวิจัย

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

A Research Report : Properties of the sand from the mun river used for green sand mold

Head of Project : Suriya Choksavusdi

faculty of Engineering Ubonratchathani University

Co-researchers : Apichart Atnaseaw

Faculty of Engineering Ubonratchathani University

In Finance Year : 2545 for 183,300 Bath

Keyword : Properties of Green Sand Mold/Mun River Sand

Abstract

This work presents a study of structure and properties of sand from Mun River were compared to Sea sand from Rayong province on the basis of structure, chemical composition, shape, size, and distribution of sand in order to construct Green sand mold. Tested by X-Ray diffraction, sand from river and from sea were similar to same Hexagonal crystal structure. Sand from Mun River, investigated by X-Ray fluorescence, has higher amount of Si and FeO in composition than sand from Rayong. Size of Mun River sand as well as Rayong Sea were A.F.S. No.38 and A.F.S.81 respecitively, refereed by A.F.S. standard.

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติที่ให้ความเห็นชอบในการอนุมัติโครงการ และจัดสรรเงินงบประมาณของแผ่นดินให้แก่ข้าพเจ้าและคณะได้มีโอกาสทำงานวิจัยชิ้นนี้ และงานวิจัยจะสำเร็จลงได้ต้องขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้ใช้สถานที่ในการปฏิบัติการทดลองเกือบทั้งหมดและอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ ภาควิชาฟิสิกส์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือทดลองบางส่วน และขอขอบคุณนักศึกษาผู้ช่วยวิจัย ที่ช่วยในการดำเนินงานทดลอง คุณอภิชาติ แสนชัย คุณเกรียงศักดิ์ บุญส่ง ครูประจำห้องปฏิบัติการหล่อโลหะ ที่ช่วยเหลืองานวิจัยตั้งแต่เริ่มโครงการ จนสิ้นสุด และ นายสิริพงศ์ ศรีวงษ์วรรณะ นายพิรัฐ ชื่นชม นายอานุภาพ ปัญญา นายอนุชา พรมมา และนายภราดร ภัสดี นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ผู้ช่วยวิจัย และทุกๆท่านที่มีส่วนในการทำให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

11 พฤษภาคม 2547

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ชนิดและคุณลักษณะของทรายทำแบบหล่อ	3
2.2 ชนิดของทรายหล่อ	5
2.3 ทรายทำแบบหล่อ	6
2.4 คุณสมบัติของทรายทำแบบหล่อ	11
2.5 สารเสริมคุณสมบัติ	12
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	15
3.1 การทดสอบทรายหล่อ	
3.1.1 การทดสอบหาปริมาณดินเหนียว	16
3.1.2 การทดสอบหาขนาดความละเอียดของทราย	20
3.1.3 การทดสอบหาความแข็งแรงอัดของทรายหล่อ	25
3.1.4 การทดสอบการรับแรงเฉือน	26
3.1.5 การทดสอบความแข็งที่ผิวของแบบหล่อ	26
3.1.6 การทดสอบหาอัตราลมผ่าน	28
3.1.7 การทดลองทำแบบหล่อเพื่อเทงานหล่อด้วยเหล็กหล่อและอลูมิเนียม	29
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	37
บทที่ 4 ผลการวิจัย	40
4.1 ผลการทดสอบความแข็งแรงอัด	40
4.2 ผลการทดสอบความแข็งแรงเฉือน	41
4.3 ผลการทดสอบหาความแข็งที่ผิว	41
4.4 ผลการทดสอบหาอัตราลมผ่าน	42
4.5 การวิเคราะห์โครงสร้างผลึก	42
4.6 รูปร่างลักษณะของเม็ดทราย	42

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

(ต่อ)

4.7 ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี 48
4.8 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณดินเหนียว 48
4.9 ผลการวิเคราะห์หาขนาดและการกระจายตัวของเม็ดทราย 48
4.10 การทดลองหล่องานอลูมิเนียม 49
4.11 การทดลองหล่อเหล็กหล่อ 50
บทที่ 5 วิจารณ์และสรุปผล 53
5.1 วิจารณ์ผลการวิจัย 53
5.2 การทดลองทำเป็นแบบหล่อเทหล่องานจริง 54
5.3 สรุปผลการวิจัย 56
บรรณานุกรม 58
ภาคผนวก 59
ประวัตินักวิจัย 61

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบทางเคมีของทรายซิลิกา 4
ตารางที่ 3.1 แสดงค่าความแข็งผิวของแบบทรายหล่อทั่วไป 29
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบ Compressive strength 41
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบ Shear strength 41
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบ Surface hardness Dry sand 41
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบ Surface hardness Green sand 42
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบ Permeability Green sand 42
ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์หาธาตุต่างๆในทรายแม่น้ำ 48
ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบหาขนาดความละเอียดของเม็ดทราย 49
ตารางที่ 4.8 ผลการหล่ออลูมิเนียมโดยใช้ทรายระยอง 50
ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการเสื่อมสภาพของทรายแม่น้ำมูลเมื่อหล่อด้วยอลูมิเนียม 50
ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบการเสื่อมสภาพของทรายระยองเมื่อหล่อด้วยเหล็ก 50
ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการเสื่อมสภาพของทรายแม่น้ำมูลเมื่อหล่อด้วยเหล็ก 51
ตารางที่ 5.1 ข้อมูลการวัดสภาพการใช้งานจริง 55

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 รูปร่างลักษณะของเม็ดทราย 9
รูปที่ 3.1 อุปกรณ์ชุด Specimen tube 16
รูปที่ 3.2 เครื่อง Standard sand rammer 16
รูปที่ 3.3 ตู้อบไล่ความชื้นของทรายหล่อ 16
รูปที่ 3.4 เครื่องล้างและกวนปั่นเพื่อหาปริมาณ%ดินเหนียว 17
รูปที่ 3.5 เครื่อง X-Ray วิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี 17
รูปที่ 3.6 เครื่องทดสอบความแข็งแรงอเนกประสงค์ 17
รูปที่ 3.7 เครื่องทดสอบหาอัตราซึมผ่านหรือความโปร่ง 18
รูปที่ 3.8 เครื่องศึกษาวิเคราะห์ลักษณะรูปร่าง Image Analysis 18
รูปที่ 3.9 เครื่องRapid sand washer machine 19-20
รูปที่ 3.10 A.F.S. Clay washer machine 21
รูปที่ 3.11 เครื่อง Vibratory sieve shaker 24
รูปที่ 3.12 ตาชั่งดิจิตอลพร้อมภาชนะตวงทรายสำหรับชั่ง 24
รูปที่ 3.13 แผงควบคุมและปรับตั้งการทำงานของเครื่อง Sieve shaker 25
รูปที่ 3.14 การร่อนทรายเพื่อคัดแยกสิ่งสนเปื้อน 33
รูปที่ 3.15 การผสมทรายทำแบบหล่อด้วยเครื่อง 33
รูปที่ 3.16 การตำแบบทรายหล่อในหีบหล่อ 34
รูปที่ 3.17 การเตรียมแบบหล่อเพื่อรอการทดลองเทหล่อ 35
รูปที่ 3.18 ทดลองเทหล่องานหล่อเหล็ก 35
รูปที่ 3.19 ทดลองเทหล่องานหล่อด้วยอลูมิเนียม 36
รูปที่ 3.20 แบบหล่อที่เทแล้วยังไม่แกะแบบ 36
รูปที่ 3.21 แบบหล่อที่เทหล่อแล้วและแกะแบบออกจากกัน 36
รูปที่ 3.22 ชิ้นงานหล่อที่ได้จากการทดลอง 37
รูปที่ 3.23 การวัดระยะการเผาไหม้ของทราย 37
รูปที่ 3.24 ปริมาณของทรายส่วนที่เผาและเสื่อมสภาพ 38
รูปที่ 3.25 ท่าทรายบริเวณหาดคูเดือสายรอบเมืองอุบลฯแหล่งทรายที่นำมาทดลอง 38
รูปที่ 3.26 ทรายแม่น้ำที่นำมาใช้ทำแบบในสถานประกอบการจริง 39
รูปที่ 3.27 กองทรายตัวอย่างที่นำมาศึกษา 39
รูปที่ 3.28 แท่งทรายตัวอย่างตามมาตรฐาน A.F.S. 39

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

รูปที่ 4.1 การดูลักษณะของทรายผ่านกล้องจุลทรรศน์และวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ 43
รูปที่ 4.2 ทรายขนาดเบอร์ 20 ที่ตกค้างบนตะแกรงเบอร์ 30 43
รูปที่ 4.3 ทรายขนาดเบอร์ 30 ที่ตกค้างบนตะแกรงเบอร์ 40 44
รูปที่ 4.4 ทรายขนาดเบอร์ 40 ที่ตกค้างบนตะแกรงเบอร์ 50 44
รูปที่ 4.5 ทรายขนาดเบอร์ 50 ที่ตกค้างบนตะแกรงเบอร์ 70 45
รูปที่ 4.6 ทรายขนาดเบอร์ 70 ที่ตกค้างบนตะแกรงเบอร์ 100 45
รูปที่ 4.7 ทรายขนาดเบอร์ 100 ที่ตกค้างบนตะแกรงเบอร์ 140 46
รูปที่ 4.9 ทรายขนาดเบอร์ 200 ที่ตกค้างถาดรอง 47
รูปที่ 4.10 หีบหล่อที่เทด้วยอลูมิเนียม และ เหล็ก 51
รูปที่ 4.11 ชิ้นงานหล่อที่แกะออกจากแบบแล้ว 51
รูปที่ 4.12 ทรายที่ติดผิวชิ้นงาน 52
รูปที่ 4.13 ทรายติดชิ้นงานและลักษณะการเปลี่ยนสภาพของทราย 52
รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบรูปร่างลักษณะของทรายแม่น้ำมูลและทรายระยอง 54
รูปที่ 5.2 กราฟเปรียบเทียบการทดลองใช้งานระหว่างทรายแม่น้ำมูลกับทรายระยอง 56

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ทรายทำแบบหล่อเป็นวัตถุดิบหลักที่จำเป็น ที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตงานหล่อโลหะ โดยทั่วไปแล้วทรายที่นำมาใช้ทำแบบหล่อมี 2 ชนิด คือ ทรายธรรมชาติ และ ทรายสังเคราะห์ หรือทรายวิทยาศาสตร์ โดยปกติแล้ว ส่วนประกอบของทรายทำแบบหล่อประกอบด้วย เม็ดทรายที่สามารถทนอุณหภูมิได้สูงมีอยู่หลายชนิด เช่น ซิลิกอนไดอ๊อกไซด์ อลูมิเนียมอ๊อกไซด์ เป็นต้น ส่วนประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ ดินเหนียวที่ทำหน้าที่เป็นตัวประสานให้อนุภาคของทรายยึดเกาะติดกัน สามารถขึ้นรูปเป็นแบบหล่อได้ โดยทั่วไปดินเหนียวจะมีขนาดอนุภาคเล็กละเอียดกว่าเม็ดทราย แต่ทรายและดินเหนียวจะยึดติดกันได้จะต้องมีน้ำเป็นส่วนผสม นอกจากนี้อาจจะผสมสารเพิ่มพิเศษอื่นเข้าไปในทรายหล่อเพื่อเพื่อเพิ่มคุณสมบัติที่ดีต่อทรายทำแบบหล่อ

ทรายสังเคราะห์ ได้จากการใช้เม็ดทรายตามธรรมชาติผสมกับตัวประสานที่เป็นสารเคมีเพื่อช่วยทำให้ทรายหล่อมีคุณสมบัติด้านต่างๆดีและเหมาะสมยิ่งขึ้น สามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์งานหล่อได้ดีกว่าทรายธรรมชาติ

ปัจจุบันทรายหล่อที่นิยมใช้กันในอุตสาหกรรมหล่อโลหะในประเทศไทย มีทั้ง 2 ประเภทที่ที่ใช้กันมาก คือทรายทะเลจากจังหวัดระยอง จึงเรียกว่าทรายระยองเป็นทรายที่มีปริมาณของซิลิกาสูง สามารถควบคุมคุณภาพได้ง่าย และนอกจากนี้ถ้าเป็นทรายที่มีคุณภาพสูงผู้ประกอบการจะนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น ทรายโครไมด์ นำเข้าจากประเทศอัฟริกาใต้ ทรายเซอร์คอน นำเข้าจากประเทศออสเตรเลีย และทรายโอลีวิน นำเข้าจากประเทศนอร์เวย์เป็นต้น ทรายจากแหล่งต่างๆจะมีคุณสมบัติที่ดีแตกต่างกันไป คุณสมบัติที่สำคัญ เช่น จุดหลอมเหลวสูง ขนาดและรูปร่าง และการทำปฏิกิริยาทางเคมีกับโลหะที่หลอมเหลว เป็นต้น

ในประเทศไทยนอกจากแหล่งของทรายที่ได้จากทะเลโดยเฉพาะที่จังหวัดระยองแล้วผู้ประกอบการยังใช้ทรายแม่น้ำที่สามารถหาได้ตามแหล่งต่างๆที่มีอยู่ทั่วไปในพื้นที่ในภูมิภาค โดยเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลจากทะเล ซึ่งสามารถนำมาใช้ทดแทนทรายทะเลจากระยองและทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศได้ ซึ่งเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิตอีกทางหนึ่ง และเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับทรายที่หาได้ในท้องถิ่น เพราะส่วนมากจะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างเท่านั้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่นเน้นเลือกศึกษาวิจัยทรายที่หาได้ในท้องถิ่นซึ่งมีปริมาณมากพอที่จะส่งเสริมให้มีการนำมาใช้งานได้ โดยเลือกเอาทรายจากลำน้ำมูลซึ่งลำน้ำที่ใหญ่และไหลผ่านพื้นที่หลายจังหวัดในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งถ้าผลการศึกษามีความเป็นไปได้ จะเป็นทางเลือกให้แก่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมหล่อโลหะที่อยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบสามารถนำมาใช้ทดแทนทรายหล่อที่นำเข้าจากต่างประเทศหรือทรายทะเลที่นำมาจากจังหวัดระยองที่มีต้นทุนจากการขนส่งที่สูงกว่าได้ในอนาคต

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาโครงสร้างและคุณสมบัติของทรายหล่อจากแม่น้ำมูลในเขตพื้นที่ไหลผ่านจังหวัดอุบลราชธานี

1.2.2 ศึกษาทดลองการนำไปใช้งานจริงในเชิงอุตสาหกรรม เพื่อนำไปสู่การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบที่มีอยู่ตามธรรมชาติที่หาได้ในท้องถิ่น

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทำให้ทราบข้อมูลคุณสมบัติต่างๆของทรายแม่น้ำมูล โดยเฉพาะคุณสมบัติด้านการนำมาทำแบบหล่อ สามารถนำไปเผยแพร่ให้แก่ผู้ประกอบการและผู้สนใจทั่วไปนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจพิจารณานำมาใช้งาน โดยกลุ่มที่ได้รับผลกระทบโดยตรง คือ ธุรกิจท่าดูดทราย และ ผู้ประกอบการโรงงานหล่อโลหะที่อยู่ในเขตพื้นที่แถบลุ่มน้ำมูล

1.3.2 เป็นแนวทางในการนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยในประเด็นอื่นๆที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานทั่วไป

1.4.2 ทดสอบคุณสมบัติของทรายหล่อตัวอย่างตามมาตรฐาน A.F.S. หรือ JIS

1.4.3 วิเคราะห์ข้อมูล

1.4.4 ทดลองความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ทำแบบหล่อและเทงานหล่อจริงในห้องปฏิบัติการหรือโรงงานในเขตพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

บทที่2
ทฤษฎีและการทำวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชนิด และ คุณลักษณะของทรายทำแบบหล่อ

2.1.1 ลักษณะของทรายทำแบบหล่อ

วัสดุที่จะนำมาใช้ทำแบบหล่อทรายจะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. เมื่อนำมาทำแบบหล่อแล้วจะต้องมีความแข็งแรง ทนทานต่อแรงอัดของน้ำโลหะและต้องสามารถระบายไอได้ดีด้วย
2. จะต้องทนทานต่อความร้อนสูง ขณะเทน้ำโลหะ
3. จะต้องมีคุณสมบัติทนต่อความร้อนที่จะเกิดขึ้นและรักษารูปทรงขณะเทน้ำโลหะได้ดี
4. เวลาเอาชิ้นงานออกจากแบบทราย หลังจากเทน้ำโลหะแล้ว แบบทรายจะต้องมีกรแตกตัวที่ดี
5. แบบทรายจะต้องไม่ทำให้ชิ้นงานเสียหาย
6. ตะต้องมีราคาถูกและนำกลับไปใช้ได้อีก
7. จะต้องไม่เกิดผลร้ายแรงหรือเป็นอันตรายในเวลาปฏิบัติงานและยังต้องไม่เป็นบ่อเกิดของมลภาวะ

องค์ประกอบสำคัญที่ขาดไม่ได้เกี่ยวกับทรายทำแบบ ทรายที่จะนำมาทำแบบหล่อ จะต้องมีความบริสุทธิ์ประมาณ 85-99% หมายความว่าทรายจะต้องมีเปอร์เซ็นต์ ซิลิก้าอยู่สูงจึงจะสามารถทนความร้อนได้สูง ในทางปฏิบัติมีสิ่งที่จำเป็นจะต้องคำนึงถึงเกี่ยวกับทรายทำแบบดังต่อไปนี้

1. ขนาดของเม็ดทรายจะเป็นผลเกี่ยวกับคุณภาพของแบบหล่อ เช่น จะทำให้แบบทรายมีความแข็งแรงและมีการระบายไอได้ดี จะขึ้นอยู่กับความถูกต้องของขนาดและรูปร่างของเม็ดทรายที่กระจายอยู่ทั่วไปในแบบหล่อ ขนาดของเม็ดทรายที่เหมาะจะนำมาทำแบบหล่อจะแยกโดยตะแกรงมาตรฐาน อยู่ระหว่างตะแกรงที่ 3-4 และในทำนองเดียวกัน รูปร่างของเม็ดทรายก็จะต้องมีลักษณะมนกลม หรือเป็นสี่เหลี่ยม
2. ขนาดของเม็ดทรายจะทำให้แบบหล่อมีคุณลักษณะทนต่อความร้อนที่เกิดขึ้น ดังนั้นเม็ดทรายจึงต้องมีสภาพทนต่อความร้อนในตัวเอง และ จะต้องไม่เกิดปฏิกิริยาระหว่างเม็ดทรายด้วยกันเองและน้ำโลหะขณะเทลงแบบ

ปัจจุบัน ทรายที่นำมาทำแบบหล่อโดยมากจะใช้ทรายทะเลสีขาว แต่ทรายเซอร์คอน , ทรายโอริฟวิน (2MGO,SIO2),ทรายโคโมท์ และอื่น ๆ ก็จำเป็นต้องนำมาใช้ ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับน้ำโลหะที่จะนำมาเทลงแบบทราย

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

3. คุณสมบัติโดยธรรมชาติของเม็ดทราย จะมีผลกับแบบทราย ทรายจะมีคุณสมบัติโดยธรรมชาติของตัวเอง เป็นที่แน่นอนว่าสิ่งที่เราไม่พึงปราถนาที่จะให้เกิดกับผิวของชิ้นงาน แต่ก็อาจเกิดขึ้นได้ เช่น การเกิดจุดบกพร่องแบบหางหนู และการเกิดสะเก็ดเป็นต้น ขึ้นบนผิวของชิ้นงานแต่ในทางปฏิบัติเราจำเป็นจะต้องให้ทรายซิลิกาเป็นส่วนมากเพราะเป็นทั้งฟองก๊าซธรรมชาติ ซึ่งหาได้ง่ายและมีคุณสมบัติทนความร้อนได้ดีพอสมควร แล้วยังราคาไม่แพงอีกด้วย เมื่อเทียบกับทรายชนิดอื่น ๆ การทน้ำโลหะลงแบบทราย น้ำโลหะจะต้องแข็งตัวและเย็นตัวลงตามอัตราการเย็นตัวอันสมควร ในขบวนการเย็นตัวอันนี้ ทรายจะต้องเป็นตัวระบายความร้อนออกไปเพื่อที่จะให้น้ำโลหะเย็นตัวได้ดี
4. ในการทำแบบทรายตัวประสานชนิดต่าง ๆ (ซึ่งจะทำให้แบบทรายเกิดความแข็ง) และตัวปรับคุณสมบัติเมื่อนำมาผสมกับทรายทำแบบแล้ว จะไม่เป็นผลกระทบต่อความแข็งแรงของแบบทราย และตัวปรับคุณภาพเหล่านั้นจะต้องไม่แสดงผลต่อแบบทรายเมื่อได้รับอุณหภูมิสูง
5. ในระหว่างกรทำแบบหล่อหรือการเอาชิ้นงานออกจากแบบทรายอาจถูกทำลายได้โดยการใช้แรงกลหรือความร้อนจากน้ำโลหะในบริเวณใกล้ๆ แบบ จากเหตุผลอันนี้ทรายจะต้องมีคุณสมบัติที่ดี และถ้าปรากฏการณ์เกล่านี้เกิดขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้แบบทรายก็จะมีความแข็งแรงน้อยลงทำให้แบบทรายทีมีคุณสมบัติที่ไม่ดีอาจจะแตกร้าวได้ และลดอัตราการขยายตัวของแบบให้ลดน้อยลงไปอีก
6. ทรายทำแบบเมื่อใช้ไปนาน ๆ ในจำนวนมาก ๆ บางส่วนก็จะหายไปหรือลดน้อยลงไปจากการหลอมแต่ละครั้ง แต่ก็ยังควรจะใช้เพราะว่าทรายเหล่านี้มีราคาไม่แพง

ส่วนประกอบทางเคมีของทรายซิลิกา โดยทั่วไปให้ส่วนประกอบทางเคมีไว้ดังนี้

ตารางที่ 2 .1 ส่วนประกอบทางเคมีของทรายซิลิกา(%)

ชนิดของทราย	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	สูญเพลิง
ทรายทะเล	80-96	2.5-12.4	0.2-2.6	0.2-3.1	0.2-2.0	0.7-1.2
ทรายซิลิกาจากธรรมชาติ	91.9-97.2	1.5-4.7	0.09-0.2	0.08	0.03	0.5
ทรายซิลิกาจากการบด	96-99	0.2-1.4	0.2-1.0	-	-	0.2-0.8

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

2.2 ชนิดของทรายหล่อ

ในการที่จะทำให้ชิ้นงานหล่อมีคุณภาพดี เราสามารถกล่าวได้หลายกรณีคือถ้าจะได้แบบหล่อที่ดีที่จำเป็นจะต้องใช้วัสดุที่ดีด้วย สำหรับการผลิตชิ้นงานหล่อให้ดี แบบหล่อก็จะต้องมีคุณภาพที่ดี และราคาถูกด้วย แต่ถ้าจะเลือกแบบทรายชนิดอื่น ๆ มาทำแบบก็สามารถทำได้ อย่างไรก็ตามแบบทรายที่มีราคาถูกกว่าก็จะเป็นชนิดที่นิยมใช้กันทั่วไป

ในทางปฏิบัติอาจแบ่งทรายทำแบบออกเป็นดังนี้คือ

1. แบบทรายที่ใช้อนินทรีย์สารเป็นตัวประสาน
2. แบบทรายที่ใช้อินทรีย์สารเป็นตัวประสาน
3. แบบทรายที่ใช้อินทรีย์เคมีและอนินทรีย์เคมีเป็นตัวประสาน

แบบหล่อที่ใช้อนินทรีย์เป็นตัวประสาน

ในวัสดุที่เป็นตัวประสานแบบอนินทรีย์จะมาจากสารที่ไม่ใช่มาจากพืชและสัตว์ เช่น ดินเหนียว,ซีเมนต์ โดยใช้กันอยู่โดยทั่วไป ทรายอีกชนิดหนึ่งคือตัวประสานประกอบด้วยน้ำ แก้ว จะแข็งตัวเมื่อใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป่าลงไปในแบบทรายและแบบทรายชนิดนี้เรียกว่า ก๊าซโมล์ด หรือ คาร์บอนไดออกไซด์โมล

ซีเมนต์โมล จะแข็งตัวเองโดยธรรมชาติ โดยทิ้งแบบไว้ให้แข็งตัวเองเป็นระยะเวลาหนึ่ง หรือ จะให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 200°c โดยรอบของแบบหล่อ แบบหล่อชนิดนี้จะมีความแข็งแรงมาก และมีข้อดีของแบบซีเมนต์คือ เมื่อหลังจากเทน้ำโลหะแล้วกรเอาชิ้นงานออกจากแบบจะกระทำได้โดยง่าย เพราะแบบทรายจะแตกตัวได้ดี

แบบหล่อที่ใช้อินทรีย์เป็นตัวประสาน

แบบหล่อที่ใช้อินทรีย์เป็นตัวประสานนี้จะประกอบไปด้วยสารที่มาจากพืชและสัตว์ ในการช่วยให้แข็งตัว สารเหล่านั้นจะช่วยให้แบบแข็งตัวเองในอากาศ เช่น พวกน้ำมันลินซีด หรือ น้ำมันตั้งอิ้ว (น้ำมันมะเยา) เป็นต้น ทรายทำแบบที่ผสมน้ำมันเหล่านี้ จะแข็งตัวโดยให้ความร้อนที่ 200°c รอบ ๆ ตัวแบบ และแบบทรายชนิดนี้จะมีความแข็งมากขึ้นเมื่อเติมแป้งที่ผ่านความร้อนแล้วอีก 1-2% ปัจจุบันตัวประสานแบบอนินทรีย์เคมีโดยใช้เคมีเป็นตัวทำปฏิกิริยา เช่น ฟีโนลิก เรซิน และ ฟูรานเรซิน จะเป็นที่นิยมกันมากเพราะแบบหล่อจะมีความแข็งแรงดีมาก และในทำนองเดียวกันก็สามารถที่จะทำลายได้ง่ายมากอีกด้วย

ทรายทำแบบที่ใช้อนินทรีเคมีและอินทรีย์เคมีเป็นตัวประสาน

ตัวประสานอนินทรีย์เคมี ทรายจะประกอบด้วยดินเหนียวซึ่งทรายชนิดนี้เมื่อนำไปหล่อชิ้นงานก็ย่อมจะเกิดจุดบกพร่องบนผิวงานค่อนข้างแร่ เช่น การเกิดสะเก็ดบนผิวชิ้นงาน ในการแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นเมื่อใช้ทรายที่ใช้ดินเกนียวเป็นตัวประสานก็จะเติมอินทรีย์เคมีบางอย่าง เช่น แป้งที่ผ่านความร้อนแล้ว และผงถ่านเป็นต้น

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

2..3 ทรายทำแบบหล่อ

ทรายที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานหล่อมีความสำคัญมากเพราะชิ้นงานหล่อที่ดีจะได้จากแบบหล่อที่ดี ส่วนประกอบของทรายแบบหล่อที่สำคัญ ๆ แยกออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. ทราย (Sand)
2. ตัวประสาน (Binder)

2.3.1 ทราย (Sand)

ทรายที่ใช้ในงานหล่อโลหะจะต้องเป็นทรายที่มีจุดหลอมตัวสูง ซึ่งมีหลายชนิด ประกอบไปด้วย

ทรายแก้ว (Silica Sand)

เป็นทรายที่พบตามแหล่งต่าง ๆ โดยธรรมชาติ มีส่วนผสมที่สำคัญ ได้แก่ ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ถ้ามีความบริสุทธิ์สูงถึง 90 % ขึ้นไป จะมีอุณหภูมิหลอมเหลวถึง 1700 ^{o}C ลักษณะของทรายจะมีสีขาว มีความละเอียดประมาณ 50 –100 mesh มีความถ่วงจำเพาะ 2.5 – 2.8 ในบางแหล่งที่พบจะมีสารเจือปนที่สำคัญ ได้แก่ เหล็กออกไซด์ ไลม์ อาลคาลไลด์ ซึ่งมีส่วนที่ทำให้อุณหภูมิหลอมเหลวของทรายต่ำลง ทรายแก้วที่ใช้กันส่วนใหญ่ได้มาจากทรายที่จังหวัดระยองและอีกแห่งหนึ่งที่จังหวัดสงขลา ทรายแก้วทั้งสองแห่งเป็นทรายที่มีคุณภาพเหมาะในการทำแบบหล่อ ถึงแม้ว่าจะมีขนาดเม็ดเล็กไปบ้างก็ตาม

ทรายแก้วมีคุณสมบัติที่ไม่ดีอยู่ประการหนึ่ง คือ จะมีการขยายตัวมากในช่วงอุณภูมิระหว่าง 500 – 600 ^{o}C เป็นช่วงที่ทรายแก้วจะเปลี่ยนสถานะจากแอลฟาไปเป็นเบต้า การเปลี่ยนสถานะในช่วงอุณหภูมินี้จะมีอัตราการขยายตัวสูงดังกราฟที่ 2.1 ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อแบบหล่อ ถ้าไม่หาทางลดการขยายตัวของทรายแบบอาจจะทำให้แบบพังตามบริเวณผิวแบบที่ได้รับความร้อนในช่วงอุณหภูมิ 500 – 600 ^{o}C

ตัวอย่างส่วนผสมของทรายแก้วที่ใช้ในงานหล่อโลหะทั่ว ๆ ไปประกอบด้วยส่วนผสมโดยประมาณดังนี้

ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2)	89.40 %
อลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3)	4.07 %
เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3)	2.04 %
ไทเทเนียมออกไซด์ (TiO_2)	0.19 %
แคลเซียมออกไซด์ (CaO)	0.75 %
แมกเนเซียมออกไซด์ (MgO)	0.55 %
โซเดียมออกไซด์ (Na_2O)	0.28 %
โปตัสเซียมออกไซด์ (K_2O)	1.10 %
สิ่งที่สูญเสียเนื่องจากการเผาไหม้	1.62 %

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ทรายโครไมต์ (Chromite Sand)

เป็นทรายที่มีสีดำมี สูตรทางเคมีว่า $FeO\text{-}Cr_2O_3$ มีสภาพเป็นด่าง ความถ่วงจำเพาะ 4.3-4.6 ความแข็ง 5.5-7 สเกลมอร์ อัตราการขยายตัว 0.005 อัตราการถ่ายเทความร้อนค่อนข้างสูง จุดหลอมเหลว 1760-1980 C° ทรายโครไมต์มีทั้งที่พบตามธรรมชาติและที่ได้มาจาก Slagของการถลุงเฟอร์โรโครเมียม ที่พบตามแหล่งธรรมชาติส่วนมากมักจะมีเหล็กปนอยู่มาก ทำให้จุดหลอมเหลวต่ำ และพบในลักษณะที่เป็นสายแร่ไม่ใช่สภาพที่เป็นเม็ดทรายอย่างที่พบแหล่ง ทรายแก้ว ดังนั้นจึงต้องนำมาย่อย ล้างทำความสะอาด และคัดขนาดด้วยตะแกรง เพื่อให้ได้ขนาดของเม็ดทรายที่พอเหมาะสำหรับใช้ในงานหล่อ ทำให้มีราคาสูง ปัจจุบันโรงงานหล่อในประเทศสั่งทรายโครไมต์มาจากอัฟริกาใต้

ตัวอย่างส่วนผสมทางเคมีของทรายโครไมต์จากอัฟริกาใต้

โครเมียมออกไซด์ (Cr2O3)	45.80 %
อลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3)	21.34 %
เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3)	19.50 %
แมกเนเซียมออกไซด์ (MgO)	8.75 %
ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2)	1.34 %
แคลเซียมออกไซด์ (CaO)	0.94 %
ไทเทเนียมออกไซด์ (TiO_2)	0.03 %

ทรายเซอร์คอน (Zircon Sand)

เป็นทรายที่มีสีขาวจนถึงสีน้ำตาล มีสูตรทางเคมีคือ $ZrSiO_4$ สีสภาพเป็นกรด ความถ่วงจำเพาะ 4.4-4.7 ความแข็ง 7-7.5 สเกลมอร์ อัตราการขยายตัว 0.003 อัตราการถ่ายเทความร้อนสูง จุดหลอมเหลว 2038-2200 $^{\circ}C$ ทรายเซอร์คอนพบตามแหล่งธรรมชาติปะปนอยู่กับ แร่ต่างๆ โดยเฉพาะแร่ดีบุก ในประเทศไทยจะได้ทรายเซอร์คอนในสภาพที่มาจากหางแร่ดีบุก จึงมีขนาดเม็ดเล็กละเอียด และมีราคาค่อนข้างแพงจึงทำให้ไม่เป็นที่นิยมใช้ทรายเซอร์คอนกันมากนัก ส่วนใหญ่จะใช้เฉพาะผิวทรายแบบสำหรับงานหล่อโลหะบางชนิดเท่านั้น

ตัวอย่างส่วนผสมทางเคมีของทรายเซอร์คอนจากออสเตรเลีย

เซอร์โคเนียมออกไซด์ (ZrO_2)	66.50 %
ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2)	33.01 %
เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3)	0.02 %
ไทเทเนียมออกไซด์ (TiO_2)	0.14 %

ทรายโอลิวีน (Olivine Sand)

ทรายโอลิวีนมีสูตรทางเคมีคือ $(Mg,Fe)_2SiO_2$ เป็นทรายที่มีสีเขียวปนเทามีสภาพเป็นด่าง ความถ่วงจำเพาะ 3.2-3.6 ความแข็ง 6.5-7 สเกลมอร์ อัตราการขยายตัว 0.0083 อัตราการถ่ายเทความ

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ร้อยค่อนข้างต่ำ อุณหภูมิหลอมเหลว 1538-1760 °C เป็นทรายที่พบตามแหล่งธรรมชาติ ที่พบมากที่สุดคือประเทศนอร์เวย์ ในประเทศไทยไม่ปรากฏทรายโอลิวีนที่ใด อาจจะเป็นเพราะทรายโอลิวีนมีราคาแพง จึงไม่มีโรงงานหล่อในประเทศใช้ในงานหล่อ

ตัวอย่างส่วนผสมทางเคมีของทรายโอลิวีนจากประเทศนอร์เวย์

แมกเนเซียมออกไซด์ (MgO)	49.4 %
ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2)	41.2 %
อลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3)	1.8 %
เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3)	7.1 %
แคลเซียมออกไซด์ (CaO)	0.2 %

ทรายอลูมิเนียมซิลิเกต (Aluminium Silicate)

ทรายชนิดนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "ซิลิมาไนต์" (Silimanite) ทายที่มีสีน้ำตาลอ่อนมีสูตรทางเคมีคือ $Al_2O_3.SiO_2$ มีสภาพเป็นกลาง ความถ่วงจำเพาะ 3.5 ความแข็ง 6 อัตราการขยายตัว 0.007 (สูงกว่าทรายโครไมต์) อัตราการทนความร้อนสูง อุณหภูมิหลอมเหลว 1846 °Cเป็นทรายที่พบตามแหล่งธรรมชาติ โดยในอเมริกาพบมากในรัฐฟลอริดา ไม่ปรากฏ ว่าพบในประเทศไทย เช่นเดียวกับทรายโอลิวีน

ส่วนผสมทางเคมีของทรายอลูมิเนียมซิลิเกตจากฟลอลิดา

อลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3)	50.0 %
ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2)	43.0 %
เซอร์โคเนียมออกไซด์ (ZrO_2)	5.0 %
เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3)	1.0 %
ไทเทเนียมออกไซด์ (TiO_2)	1.0 %

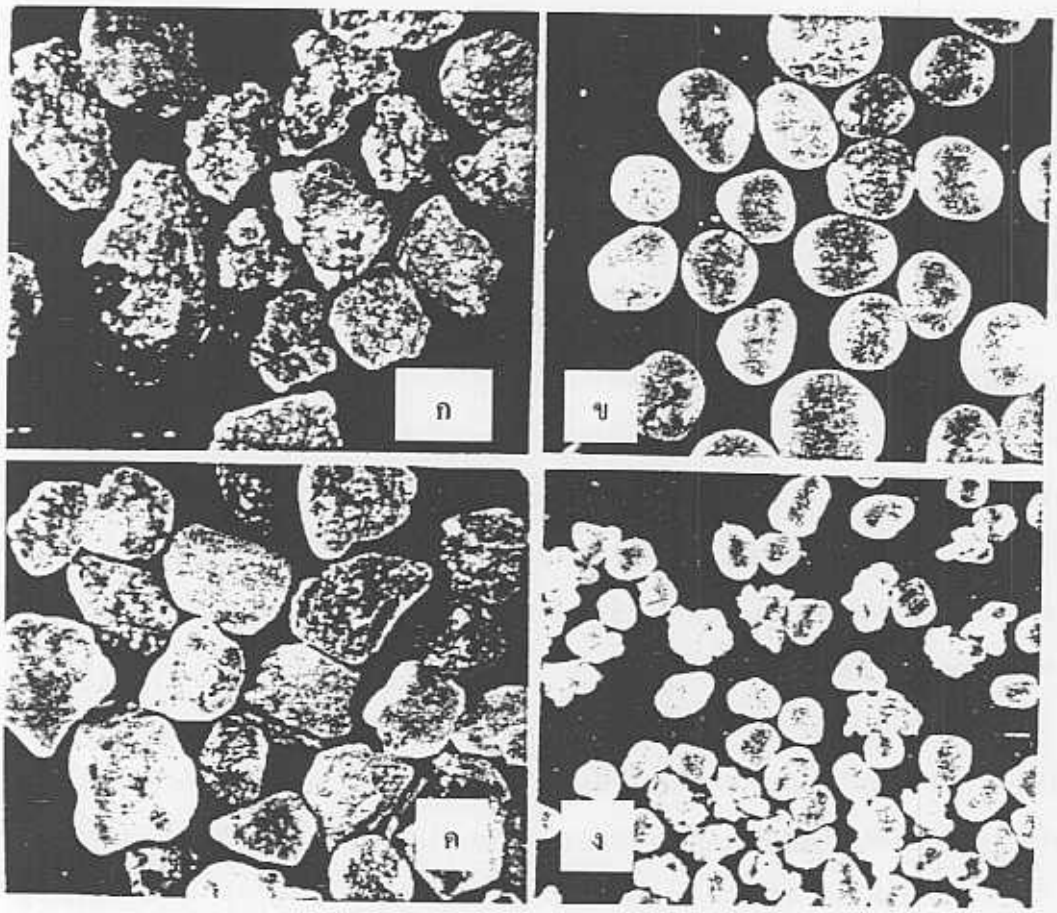
รูปร่างของเม็ดทราย

รูปร่างของเม็ดทรายเกิดขึ้นจากหินที่ถูกลมขัดกร่อนแตกออกมาและดูกลบมนโดยกระแสน้ำในแม่น้ำส่วนใหญ่แล้วเม็ดทายจะมีรูปร่างกลม แต่เนื่องจากมีเงื่อนไขที่แตกต่างกันในการทำให้เกิดเม็ดทราย ซึ่งสามารถแยกเดทรายออกได้เป็น 4 ชนิด ดังนี้ คือ

1. ทรายเม็ดกลม (Rounded Grain)
2. ทรายเม็ดมน (Subangular)
3. ทรายเม็ดเหลี่ยม (Angula Grain)
4. ทรายเม็ดผลึกผสม (Compound Grain)

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University



รูปที่ 2.1 แสดงรูปร่างและลักษณะของเม็ดทรายชนิดต่างๆ (ก) ลักษณะเป็นมุมแหลม (ข) ลักษณะเป็นเม็ดกลม (ค) ลักษณะเป็นมุมมน และ (ง) ลักษณะเป็นแบบผสม

รูปร่างและขนาดของเม็ดทรายจะมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงต่อคุณสมบัติทางด้านความพรุนหรือความโปรงอากาศ ของทรายซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของทรายแบบหล่อที่จะยอมให้อากาศหรือแกสผ่านเม็ดทรายออกไปได้สะดวกในขณะเทน้ำโลหะลงไปในแบบหล่อ

ทรายมีขนาดเม็ดโตสม่ำเสมอ จะมีคุณสมบัติความโปร่งอากาศสูง และคุณสมบัตินี้จะลดลงเมื่อทรายมีขนาดเม็ดเล็กลงโดยลำดับ และเมื่อทรายมีขนาดเม็ดปนกันทั้เล็กและโตคุณสมบัติความโปร่งอากาศก็จะลดลงอีก

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

2.3.2 ตัวประสาน (Binders)

เป็นส่วนผสมที่สำคัญของทรายแบบหล่อเพราะทรายเพียงอย่างเดียวไม่สามารถปั้นแบบหล่อได้ เนื่องจากขาดความแข็งแรง ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็นตัวประสานที่ใช่หล่อโลหะทั่วไป ซึ่งมีดังต่อไปนี้

ดินเหนียว (Clay)

ทรายแบบหล่อที่ใช้ดินเหนียวเป็นตัวประสานทำให้เกิดความแข็งแรง จะใช้ดินเหนียวประมาณ 2-50 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับลักษณะของแบบหล่อและชนิดของดินเหนียว โดยธรรมชาติแล้วดินเหนียวส่วนใหญ่จะประกิบไปด้วยไฮเดรทซิลิเกตอลูมินาที่สำคัญแยกออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

-ดินเหนียว Kealinite หรือไซน่าเคลย์ เป็นดินสีขาว มีสูตรทางเคมี $Al_2O_3.2SiO_2$ เป็นดินเหนียวที่มีคุณสมบัติทางด้านทนความร้อนสูง แต่ความเหนียวจะมีน้อย ในงานปั้นแบบหล่อใช้ดินเหนียวประเภทนี้น้อยมาก

-ดินเหนียว Ball Clay มีลักษณะคล้ายไซน่าเคลย์ แต่จะมีความละเอียดมากกว่าและให้ความเหนียวมากกว่าดินเหนียวประเภทแรก ใช้ผสมทรายแบบ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางด้านความแข็งแรงในสภาพแห้ง (Dry Strength) และความแข็งแรงในสภาพร้อน (Hot Strength)

-ดินเหนียว Bentonite Clay หรือ Montmorillonite กล่าวกันว่า เป็นดินเหนียวที่ได้มาจากการสลายตัวของเถ้าภูเขาไป มีสูตรทางเคมี $Al_2O_3.4SiO_2$ เป็นดินเหนียวที่ดูดซึมน้ำและขยายตัว (Swelling) ได้มาก ทำให้มีความเหนียวสูงมาก เหมาะสำหรับผสมทรายปั้นแบบ ดินเหนียวเบนโตไนต์ มีอยู่ 2 ประเภท คือ

-ประเภทที่มีโซเดียมเป็นส่วนประกอบ (Sodium Base)

-ประเภทที่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบ (Calcium Base)

ประเภทโซเดียมเบนโตไนท์เป็นประเภทที่ให้คุณสมบัติทางด้านความเหนียวมากกว่าประเภทหลัง เพราะให้คุณสมบัติขยายตัวเมื่อผสมน้ำได้สูงกว่าประเภทแคลเซียม แหล่งที่พบดินเหนียวเบนโตไนท์ประเภทโซเดียมมีอยู่เพียงแห่งเดียว คือที่ Wyoming สหรัฐอเมริกา ซึ่งจะเรียกว่าชื่อว่า Western หรือ Wyoming Bentonite ส่วนประเภทแคลเซียมเบนโตไนท์ มีแหล่งที่พบมากทั้งในยุโรปและอัฟริกา ในประเทศไทยก็ปรากฏพบแคลเซียมเบนโตไนท์จังหวัดลพบุรี ทรายแบบหล่อที่ใช้ดินเหนียว โดยเฉพาะดินเหนียว โดยเฉพาะดินเหนียวประเภทเบนโตไนท์ จะมีชื่อเรียกว่า Green Sand ซึ่งมีความหมายถึงทรายแบบที่มีน้ำหรือความชื้นอยู่ในทรายด้วยเพราะคำว่า Green นั้นไม่ได้แปลว่าสีเขียวอย่างเดียว แต่จะมีความหมายรวมไปถึงทุกสิ่งที่มีความสดมีความชื้นอยู่ด้วย ดังนั้นทรายแบบชนิด Green Sand จึงมีความหมายถึงทรายผสมดินเหนียวและผสมน้ำ ซึ่งน้ำเป็นส่วนช่วยให้ดินเหนียวเกิดแรงดึงดูดระหว่างดินเหนียว และเม็ดทราย (Sand Paticle) แต่ปริมาณของ

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

น้ำต้องอยู่ในขอบเขตที่พอเหมาะ คืออยู่ระหว่าง 4-8 % จะเป็นปริมาณที่ทำให้ดินเหนียวยึดเหนี่ยวกับทรายทำให้เกิดความแข็งแรงดี ถ้าน้ำน้อยกว่า 4 % จะทำให้ดินเหนียวผสมกับน้ำไม่ทั่วถึงขาดความแข็งแรง แต่ถ้าผสมน้ำมากเกินกว่า 8 % จะทำให้ทรายอ่อนตัวเกินไป สูญเสียความแข็งแรง และยังมีส่วนทำให้ทราบแบบมีความแน่นมากแกสและไอน้ำที่เกิดขึ้นในขณะสัมผัสกับโลหะหลอมเหลว หนีออกภายนอกโดยผ่านเม็ดทรายได้ยาก เป็นเหตุให้สูญเสียคุณสมบัติทางด้านความโปร่งอากาศ (Permeability) ดังกราฟที่2.2 และ กราฟที่2.3

2.4 คุณสมบัติของทรายแบบหล่อ (Molding Sand Properties)

ทรายทำแบบหล่อที่ใช้ในโรงงานหล่อโลหะมีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวประสาน และลักษณะของโลหะที่จะนำมาเทลงแบบหล่อ ตลอดจนกรรมวิธีของการทำแบบหล่อ แต่ทรายแบบหล่อจะเป็นชนิดใดก็ตาม ย่อมจะต้องมีคุณสมบัติที่จำเป็นต้องทำให้เกิดขึ้นในทรายแบบหล่อหลายประการ ดังนี้คือ

2.4.1 ความโปร่งอากาศ (Permeability)

เป็นคุณสมบัติที่ทรายแบบจะยอมให้แก๊สหรือไอน้ำที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำโลหะหลอมเหลวสัมผัสกับทรายแบบ มีทางหนีออกไปได้สะดวก เพราะถ้าแก๊สหรือไอน้ำที่เกิดขึ้นไม่สามารถที่จะหนีออกไปได้ จะทำให้เกิดความดันและจะดันกลับเข้าไปแทรกอยู่กับโลหะ ซึ่งขณะที่เกิดแก๊สโลหะยังไม่แข็งตัว จะทำให้ชิ้นงานหล่อที่ได้เกิดรูพรุนตามบริเวณผิว โดยเฉพาะทางด้านบน

2.4.2 ความแข็งแรงในสภาพมีความชื้น (Green Strength)

ทรายแบบที่ดีจะต้องมีความแข็งแรงในสภาพที่ยังไม่แห้ง และจะต้องแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของตัวเองได้ในขณะที่ถอดแบบไม้ออกแล้ว และสามารถเคลื่อนย้ายได้โดยไม่พังหรือบิดเบี้ยวจนเสียรูปทรง

2.4.3 ความแข็งแรงในสภาพแห้ง (Dry Strength)

เป็นคุณสมบัติที่ทรายแบบจะต้องมีความแข็งแรงในขณะที่แห้งหรือเมื่อทำการย่าง (Baking) ไล่ความชื้นไปหมดแล้ว ความแข็งแรงที่ต้องการนี้เพื่อที่จะสามารถรับแรงที่เกิดจากการเทน้ำโลหะลงไปในแบบหล่อ ซึ่งต้องรับทั้งน้ำหนักและการเซาะ (Erosion) ซึ่งเกิดจากการไหลผ่านของน้ำโลหะ แบบหล่อจะต้องไม่บิดตัวเสียรูปทรง (Deformation) ความแข็งแรงในสภาพแห้งนี้กำหนดอุณหภูมิของทรายไว้ไม่เกิน 120 $^{\circ}C$

2.4.4 ความแข็งแรงในสภาพความร้อน (Hot Strength)

เมื่อทรายแบบมีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 120 $^{\circ}C$ ความแข็งแรงในช่วงนี้มีความสำคัญเช่นเดียวกัน เพราะทรายแบบอาจจะมีการขยายตัว เม็ดทราย และตัวประสานอาจจะอ่อนตัว อาจเป็นสาเหตุให้แบบหล่อเกิดการเปลี่ยนรูปทรงในขณะที่โลหะยังไม่แข็งตัว ทรายแบบที่ดีจะต้องมีความแข็งแรงรับน้ำหนักของโลหะอยู่ได้จนถึงจุดที่โลหะแข็งตัวหมดแล้ว

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

2.4.5 คุณสมบัติยุบตัวเอง (Collapsibility)

เป็นคุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของทรายแบบ ในขณะที่โลหะแข็งตัวคงรูปร่างแล้ว ทรายแบบที่ดีจะต้องไม่คงสภาพความแข็งแรงไว้จะต้องยุบตัวเอง หรืออยู่ในสภาพกรอบขาดความแข็งแรง ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะได้ง่ายต่อการรื้อแบบเอาชิ้นงานหล่อออกจากแบบหล่อออกมาได้สะดวก และอีกประการหนึ่งซึ่งสำคัญ คือ ทรายแบบจะต้องไม่ไปด้านการหดตัวของโลหะในขณะที่เย็นตัวในแบบหล่อ มิฉะนั้นอาจจะทำให้ชิ้นงานหล่อเกิดตำหนิ (Defect) ขึ้นได้

2.4.6 คุณสมบัติคงรูปในสภาพร้อน (Thermal Stability)

ความร้อนจากน้ำโลหะหลอมเหลวเมื่อสัมผัสกับผนังแบบหล่อ จะทำให้เกิดการขยายตัวของเม็ดทรายที่ได้รับความร้อน ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหากับแบบหล่อมาก ดังเช่น อาจทำให้แบบทรายเกิดรอยแยก ผิวแอ่นโค้งงอ หรืออาจจะทำให้ทรายส่วนบนแตกหลุดตกลงมาในขณะเทน้ำโลหะหลอมเหลวยังไม่เต็มแบบหล่อซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมาเป็นสาเหตุให้ชิ้นงานหล่อที่ได้รับโดยเฉพาะบริเวณผิวไม่ดี ดังนั้นทรายแบบที่ดีควรจะต้องมีการขยายตัวน้อยที่สุดเมื่อได้รับความร้อน

2.4.7 คุณสมบัติคงทนต่อความร้อน (Refractoriness)

ทรายแบบที่ดีจะต้องทนอุณหภูมิสูงได้โดยไม่ละลาย โดยเฉพาะงานหล่อโลหะที่มีจุดหลอมเหลวสูง ๆ เช่น เหล็กกล้า (Cast Steel) หรือเหล็กผสมสูง (High Alloy Steel) ซึ่งมีจุดหลอมเหลวสูงตั้งแต่ 1300 –1650 120 $^{\circ}$C ถ้าทรายแบบหล่อไม่ทนต่อความร้อนถึงระดับนี้ได้ทรายจะละลายและประสานติดแน่นกับโลหะ เป็นการยากที่จะเอาทรายออกทำให้สินเปลืองค่าใช้จ่ายสูงหรือไม่ก็ต้องทิ้งชิ้นงานหล่อและนำกลับไปหลอมใหม่

2.4.8 คุณสมบัติการเคลื่อนตัวง่าย (Flowability)

คำว่าการเคลื่อนตัวนั้น หมายถึงทรายแบบเมื่อนำมาปั้นแบบโดยถูกแรงอัดหรือแรงกระแทกทรายแบบจะต้องเคลื่อนตัวไปตามจุดต่าง ๆ ภายในหีบแบบหล่อได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องใช้แรงอัดมาก คุณสมบัตินี้จะมีผลถึงความยากง่ายต่อการปั้นแบบ แบบหล่อที่ได้มีความสมบูรณ์มากน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการเคลื่อนตัวของทรายแบบ

นอกจากคุณสมบัติของทรายแบบดังที่กล่าวมาแล้วยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ อีก แต่นับว่ามีความสำคัญน้อยกว่า เช่น ทรายแบบที่ดีจะต้องให้ผิวงานหล่อเรียบ (Surface Finish) ทรายแบบที่ดีจะต้องนำกลับมาใช้ใหม่ได้หลาย ๆ ครั้ง มีความง่ายต่อการผสม (Mixing) และที่สำคัญควรมีราคาถูก

2.5 สารเสริมคุณสมบัติ (Special Additives)

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วถึงส่วนผสมที่สำคัญของทรายแบบมีอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ทราย และตัวประสาน ที่ใช้ในโรงงานหล่อโลหะมีมากมายหลายชนิด ในทางปฏิบัติพบว่าส่วนผสมของทรายเพียงเท่านี้อาจให้คุณสมบัติไม่ครบถ้วนที่จะใช้เป็นทรายแบบหล่อที่ดีได้ เพราะคุณสมบัติที่สำคัญ

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ของทรายแบบหล่อมีหลายประการดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นจึงต้องผสมสารอื่น ๆ ลงไปอีก เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของทรายแบบที่ขาดไปให้มีขึ้น สารที่ผสมลงไปเพื่อเสริมคุณสมบัตินี้จะจัดไว้ในประเภทตัวประสานพิเศษ (Special Additives) ซึ่งมีอยู่หลายชนิดคือ

2.5.1 ผงซีเรียลส์ (Cereals)

ได้แก่พวกแป้งที่ทำจากข้าวโพด (Corn Flour) หรือผงกาวที่ทำมาจากกระดูกสัตว์ ผสมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางด้านความแข็งแรงในสภาพชื้นและแห้ง และเพิ่มคุณสมบัติการยุบตัวเอง จะผสมประมาณไม่เกิน 2 %

2.5.2 ผงกราวด์พิชช์ (Ground Pitch)

เป็นสารที่ได้จากการเผาถ่านหินทำถ่านโค๊ก ซึ่งแยกตัวออกมาจากถ่านหิน เมื่อถูกเผาที่อุณหภูมิ 180 $^{\circ}C$ ผสมเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติด้านความแข็งแรงในสภาพรอนและเพิ่มความเรียบของผิวงานหล่อ ผสมในทรายแบบไม่เกิน 2 %

2.5.3 ผงซีโคล (Sea Coal)

เป็นสารที่ได้จากเหมืองถ่านหิน คือ ผงถ่านหินที่มีความละเอียดมาก ๆ บางครั้งอาจจะใช้ถ่านโค๊กบดให้ละเอียดก็ใช้ได้ หรืออาจใช้กิลโซไนท์ซึ่งเป็นแร่ประเภทถ่านหินชนิดหนึ่ง (Asphaitic Mineral) บดให้ละเอียดเช่นเดียวกัน ส่วนใหญ่จะใช้ผสมทรายแบบหล่อที่ใช้กับงานหล่อเหล็กเหนียวหล่อและเหล็กหล่อทั่ว ๆ ไป ผสมเพื่อช่วยปรับปรุงผิวงานหล่อให้ดีขึ้น ใช้ผสมประมาณ 2 – 8 %

2.5.4 ผงขี้เลื่อย (Wood Flour)

ผงขี้เลื่อยที่ละเอียดของไม้ทุกประเภทสามารถช่วยเพิ่มคุณสมบัติคงรูปในสภาพร้อน ผงขี้เลื่อยเมื่อผสมในทรายแบบจะทำหน้าที่คล้ายกับชนให้กับเม็ดทรายในขณะเกิดการขยายตัวของเม็ดทราย และจะช่วยให้เกิดคุณสมบัติยุบตัวเอง เมื่อผงขี้เลื่อยถูกความร้อนจากโลหะเกิดการเผาไหม้หมดไป ใช้ผสมในทรายแบบที่ทำจากทรายซิลิกา โดยผสมประมาณ 0.5 – 2 %

2.5.5 ผงทรายซิลิกา (Silica Flour)

ใช้ผงทรายซิลิกาที่มีความละเอียดมาก ๆ ขนาด 200 เมช เพื่อเพิ่มคุณสมบัติความแข็งแรงในสภาพความร้อน และป้องกันการแทรกตัวของโลหะหลอมเหลวบริเวณผิวทรายแบบ ผสมมากได้ไม่เกิน 35 %

2.5.6 ผงเหล็กออกไซด์ ได้แก่ผงสนิมเหล็ก (Fe_2O_3)

ใช้ผสมในทรายแบบเพื่อเพิ่มคุณสมบัติความแข็งแรงในสภาพความร้อน ผสมในทรายแบบไม่เกิน 1 %

2.5.7 ผงเพอร์ไลท์

ผงเพอร์ไลท์ คือ ผงแร่อลูมิเนียมซิลิเกต เป็นหินคล้าย ๆ แก้ว ผสมในทรายแบบมีส่วนเพิ่มคุณสมบัติคงรูปในสภาพร้อน ผสมในทรายไม่เกิน 1.5 %

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

2.5.8 โมลาส

โมลาส เป็นผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาล มีคุณสมบัติช่วยเพิ่มความแข็งแรงในสภาพแห้งให้กับทรายแบบ ใช้ผสมไม่เกิน 2 % ภายหลังจากการอบแบบหล่อให้แห้งแล้ว จะต้องรีบเทน้ำโลหะหลอมเหลวทันที ถ้าทิ้งแบบไว้นานโมลาสจะดูดความชื้น อาจจะทำให้เกิดผลเสียขึ้นกับงานหล่อ กล่าวคือ งานหล่อจะมีรูพรุนตามบริเวณผิว

2.5.9 ผงเด็คทริน

ได้แก่กาวที่สกัดจากแป้ง มีส่วนเพิ่มคุณสมบัติความแข็งแรงในสภาพแห้ง และคุณสมบัติยุบตัวเองให้กับทรายแบบ

2.5.10 น้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Oil)

ได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิงหนัก (Heavy Oil) อาจจะใช้ผสมเล็กน้อยเพื่อใช้แทนน้ำ ทั้งนี้ก็เพื่อลดปริมาณน้ำหรือไอที่จะเกิดขึ้นในขณะเทน้ำโลหะหลอมเหลว[1]

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การทดสอบทรายหล่อ(Molding sand testing)

การทดสอบคุณสมบัติของทรายหล่อแบ่งออกได้หลายวิธี เพื่อทดสอบหาคุณสมบัติต่างๆ ของทรายทำแบบให้ได้คุณภาพดี ตามที่เราต้องการ นั่นหมายถึงชิ้นงานสำเร็จที่ได้จากการหล่อด้วยทรายที่มีคุณภาพ และคุณสมบัติที่ได้ทำการทดสอบเพื่อที่จะหาค่าความเหมาะสมเหล่านั้น

การทดสอบที่จะได้อธิบาย และปฏิบัติต่อไปนี้ อาศัยการทดสอบตามมาตรฐานของสมาคม A.F.A. หรือ A.F.S. (American foundrymen association) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลาย

การเตรียมตัวอย่างทรายแบบ (Sample prepartion) ก่อนที่จะนำไปเข้าเครื่องทดสอบจะต้องมีการเตรียมทรายตัวอย่างก่อน เพื่อผลที่ได้จากการทดสอบจะได้สม่ำเสมอ และสามารถใช้เป็นตัวแทนที่ดีของทรายทั้งหมดได้ การผสมทรายแบบจะต้องมีการตวงส่วนผสมให้ได้อัตราส่วนที่ต้องการ แล้วนำมาผสมกัน

แท่งรายตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ (A.F.S. : Standard cylindrical specimen) ความแข็งแรงของทรายทำแบบจะขึ้นอยู่กับการกระทุ้งให้แน่น (Ramming) เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการทำแท่งทรายมาตรฐานขึ้นเพื่อใช้ทดลอง จะต้องมีการควบคุมการกระทุ้งทรายนี้ เครื่องที่ใช้เตรียมแท่งตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ เรียกว่า Standard sand rammer and specimen-tube โดยนำทรายตัวอย่างใส่ลงไปใน specimen-tube และหมุน hand wheel 3 รอบ เพื่อยกให้ตุ้มน้ำหนัก 14 ปอนด์ตกลงมากระทุ้งทรายใน specimen-tube หลังจากการ กระทุ้งแล้วทรายใน จะมีความสูงประมาณ 2 นิ้ว (±1/32) โดยมีสเกลสำหรับวัดความสูงติดอยู่ตรงตอนบนของก้านกระทุ้ง จากนั้นก็นำทรายออกจาก tube เพื่อใช้ Tipping post ในการที่จะได้แท่งทรายมาตรฐานให้ได้ความสูง 2 ±1/32 นิ้ว จะต้องชั่งน้ำหนักของทรายให้พอดี ซึ่งอาจจะต้องทำหลายครั้ง เพื่อที่จะให้ได้น้ำหนักพอดี เมื่อปล่อยน้ำหนัก 14-16 ปอนด์ มากระทุ้ง ปริมาณทรายที่ใส่ลงไปจะหนักประมาณ 145-175 กรัม (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของทรายนั้นด้วย

ในการศึกษานี้จะแบ่งแท่งทรายตัวอย่างไปอบด้วยเพื่อทดสอบคุณสมบัติของ Dry Sand เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางกล โดยจะมีการทดสอบอยู่ 4 อย่างคือ

1 การทดสอบความแข็งแรงอัดของทรายหล่อ (Compressive Strength)

2 การทดสอบการรับแรงเฉือน (Shear strenght)

3 การทดสอบความแข็งแรงที่ผิวแบบหล่อ (Surface Mold Hardness)

4 การทดสอบอัตราลมผ่าน (Permeability)

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

3.1.1 การทดสอบหาปริมาณดินเหนียว (A.F.S. Clay Tester)

ในงานหล่อโลหะ ดินเหนียวที่ปนในทรายทำแบบหล่อ A.F.S. (American Foundrymen's Society) ได้กำหนดจากขนาดของอนุภาค โดย Clay คือ อนุภาคที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 20 ไมครอน (0.02 mm.) จัดเป็นจำพวกดินเหนียว ทรายที่เสื่อมสภาพ โคลน หรือ ตะกอน และสิ่งเจือปนอื่นๆ

ส่วนผสมของทรายหล่อโดยทั่วไป ประกอบด้วย ทราย ตัวประสาน น้ำ และ สารเพิ่มพิเศษ สำหรับแบบหล่อทรายชื้น ส่วนมากจะใช้ดินเหนียวเป็นตัวประสาน ซึ่งอนุภาคของดินเหนียวจะมีขนาดเล็กกว่าเม็ดทราย วิธีการคัดแยกเอาอนุภาคเล็กๆที่ไม่ใช่ทรายออก โดย ใช้น้ำเป็นตัวช่วยชะล้างนำพาออกไป โดยใช้เครื่องกวน ที่ใส่ทรายผสมน้ำลงในถ้วยแก้ว ตั้งเวลาในการกวน หลังจากนั้นก็หยุดกวนปล่อยทิ้งไว้ให้อนุภาคที่โตกว่า 20 ไมครอน ตกลงสู่ก้นถ้วยแก้ว

ในการปฏิบัติการทดสอบตามวิธีของ A.F.S. ทำการล้าง 2 ขั้นตอน คือ การทำ Rapid Sand Washer และขั้นตอน A.F.S Clay Washer โดย ใช้เวลา 5 นาที สำหรับ การทำ Rapid Sand Washer และ 10 นาทีสำหรับขั้นตอน A.F.S Clay Washer

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เข้าใจถึงกรรมวิธีการตรวจสอบปริมาณเปอร์เซ็นต์ดินเหนียว ตามมาตรฐาน A.F.S.
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะและประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง
3. ทำให้ทราบถึงผลของส่วนผสมของทราย ต่อ คุณสมบัติต่างๆ และ มองเห็นความสำคัญของการควบคุมคุณภาพของทรายหล่อ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตงานหล่อโลหะ

เครื่องมือและอุปกรณ์

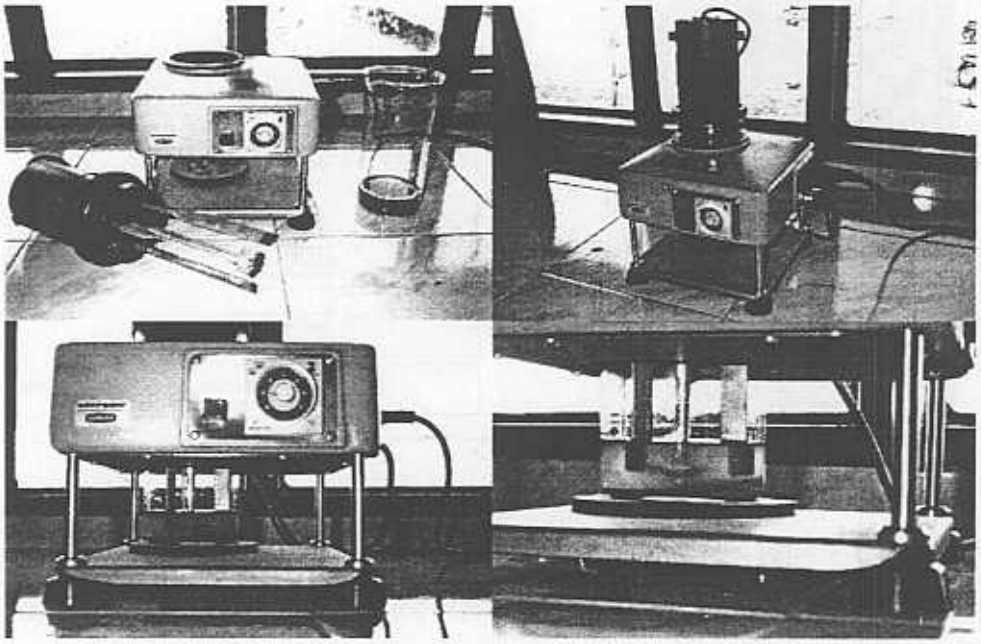
1. ชุดเครื่องมือแบ่งสุ่มตัวอย่าง
2. ตาชั่งดิจิตอล จุดทศนิยม 2-3 ตำแหน่งเป็นอย่างน้อย
3. เตาอบ อุณหภูมิต่ำ (200 องศา C)
4. ชุดปั่นล้างความเร็วสูง (Rapid Sand Washer
5. เครื่องล้าง Clay washer
6. โซดาไฟ 2 % sodium pyrophosphate กับน้ำ ($Na_4P_2O_7 \bullet 10H_2O$).
7. ทรายตัวอย่าง (ทรายแม่น้ำมูล)

Rapid Sand Washer

การทำ Rapid Sand Washer เป็นขั้นตอนการเตรียมทรายตัวอย่าง สำหรับ ทำ A.F.S.Tester ในขั้นตอนต่อไป โดยการทำงานของเครื่องทำหน้าที่ปั่นด้วยความเร็วสูง ซึ่งจะช่วยทำให้อนุภาคขัดสีกันเองจนทำให้อนุภาคของดินเหนียวแยกตัวออกจากเม็ดทราย ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องประกอบด้วยมอเตอร์ปั่นด้วยความเร็วรอบสูง ตัวตั้งเวลา และชุดขาตั้ง

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University



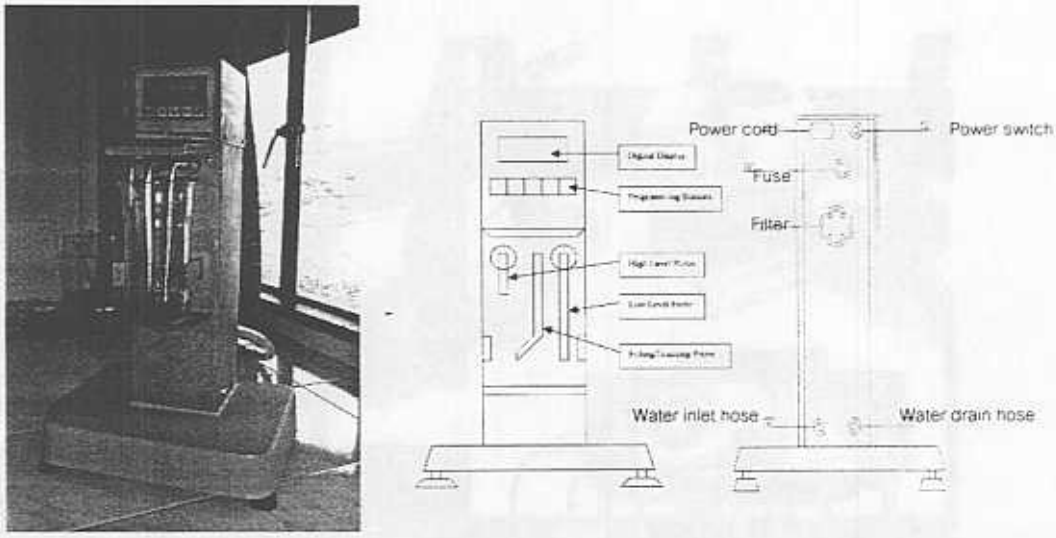
รูปที่ 3.1 Rapid Sand Washer machine

ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมทรายตัวอย่าง โดย วิธีการสุ่มเอาทรายที่จะนำมาทดสอบโดยใช้ประมาณ 100 กรัม
2. นำทรายไปอบให้แห้ง ที่อุณหภูมิประมาณ 105°C ใช้เวลา 1 ชั่วโมง หรือ จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ และต้องแน่ใจว่าน้ำกลายเป็นไอระเหยออกหมดแล้วหรือยัง
3. หลังจากที่น้ำหนังทรายคงที่แล้วนำออกมาใส่ไว้ใน desiccator ซึ่งจะช่วยในการดูดความชื้น และ ปล่อยให้เย็นตัวจนถึงอุณหภูมิห้อง
4. เมื่อตัวอย่างเย็นตัวถึงอุณหภูมิห้องแล้ว แบ่งชั่งเอาตัวอย่างมา 50 กรัม
5. เททรายตัวอย่าง 50 กรัม ลงใน beaker ขนาด 1,000 มิลลิลิตร โดย ขั้นตอนนี้จะต้องทำอย่างระมัดระวัง ให้น้ำหนักทรายหายไปในขั้นตอนนี้น้อยที่สุด เติมน้ำลงไป 450 มิลลิลิตร และผสมสารละลาย 2 % sodium pyrophosphate กับน้ำ($Na_4P_2O_7 \bullet 10H_2O$). จำนวน 50 มิลลิลิตร (ปริมาณน้ำรวม 500 มิลลิลิตร)
6. นำ beaker ที่เตรียมไว้ ตามข้อ 5 มาสวมใส่เครื่อง Rapid Sand Washer ดังแสดงในรูปที่ 1 และใช้ชุดมอเตอร์ไฟฟ้ากวนตัวอย่าง จุ่มลงใน beaker ใช้เวลาในการกวน 5 นาที
7. ถอดมอเตอร์กวน ออกจาก beaker อย่างระมัดระวัง และ ล้างทรายที่ติดมากับเครื่องกวนลงไปใน beaker ให้หมด เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของทรายในขั้นตอนนี้

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University



รูปที่ 3.2 A.F.S. Clay Washer Machine

8. นำ beaker ซึ่งมีทรายและน้ำที่นำมาจากขั้นตอนที่ 7 มาใส่ในเครื่อง Clay Washer ในตำแหน่งที่จะทำการล้างในขั้นตอนต่อไป เครื่อง Clay Washer ดังเสดงในรูปที่ 2 และ เปิด power switch ซึ่งอยู่ด้านหลังของเครื่องทดสอบ และเปิด main vale ของน้ำ ซึ่ง การตั้งแรงดัน หรือ อัตราการไหลของน้ำ เพื่อให้น้ำกวนทรายให้แตกกระจาย แต่ ต้องไม่ให้น้ำเกิดการไหลในลักษณะหมุนวนเป็นเกลียว หรือ แตกกระเซนกระจายออกนอก beaker

9. การตั้งโปรแกรมการทำงานของเครื่อง A.F.S. Clay Washer Machine

9.1 กดปุ่ม MENU/CLEAR หน้าจอจะขึ้น สองแถว; แถวบน Programming แถวล่าง MODE : AFS

9.2 กดปุ่ม UP-DWN เพื่อเลือก mode ที่ต้องการในเครื่องทอลองนี้จะมีให้เลือก 2 ระบบ คือ AFS และS/G, AFS เป็นมาตรฐาน ของ American Foundrymen's Society และ S/G เป็น มาตรฐานของ Simpson/Gerosa (ในที่นี้แนะนำให้เลือก AFS) จากนั้นกด ENTER

9.3 หน้าจอจะขึ้น Programming / SAND : เพื่อเลือกชนิดของทรายหล่อที่ต้องการทดสอบ โดยใช้ปุ่มUP-DWN โดยในเครื่องทดสอบที่ใช้ในห้องปฏิบัติการนี้ จะมีทราย 4 ชนิดให้เลือก คือ ทราย SIRICA, OLIVINE,ZIRCONIA และ ทราย CHROMITE สำหรับอุดสาหกรรมหล่อโลหะในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะนิยมใช้ ทราย silica ซึ่งเป็นทรายทะเล หรือ ทั่วไปจะรู้จักกันในนาม ทรายระยอง จึงแนะนำให้เลือก SILICA เมื่อเลือกแล้ว กด ENTER

9.4 ต่อมาหน้าจอจะขึ้น Programming / Preset : 9999 CYC ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดจำนวนครั้งของการล้างทราย ให้กด MENU/CLEAR ลบตัวเลข 9999 (ขึ้นครั้งแรกของการเริ่มโปรแกรม) ตัวเลขจะเริ่มที่ 0 และ กด UP-DWN เพื่อ ตั้งค่าจำนวนครั้งที่ต้องการ โดย ให้สังเกตจากความขุ่น-ใส

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ของน้ำเมื่อผ่านการล้างในรอบต่างๆ ขอแนะนำให้ทดลองตั้งค่า 3-5 ครั้งก่อน ถ้าหากยังไม่มั่นใจในความสะอาดก็สามารถแก้ไขโปรแกรมให้เครื่องทำงานซ้ำได้อีกในภายหลัง เมื่อตั้งค่าได้แล้ว ให้กด ENTER

9.5 ต่อมาหน้าจอจะขึ้น READY TO START / SETLNG : 10.00 MIN ในขั้นตอนนี้เป็นการตั้งเวลาที่กำหนดให้ เพื่อเปิดโอกาสให้เม็ดทราย (อนุภาคที่ใดกว่า 20 ไมครอน)ที่ลอยอยู่ในน้ำในถ้วยแก้ว ให้หล่นลงมาสู่ด้านล่างคือก้นถ้วย สำหรับอนุภาคที่เล็กๆ เล็กกว่า 20 ไมครอน จะยังลอยรวมอยู่ในน้ำระดับเหนือผิวก้นถ้วยแก้ว ตามมาตรฐานกำหนดให้ใช้เวลา 10.00 นาทีดังนั้นในขั้นตอนนี้ กดปุ่ม START/STOP เพื่อให้เครื่องเริ่มทำงาน (ถ้ายังไม่กดปุ่ม START/STOP โดยกด ENTER อีกครั้ง หน้าจอจะแสดงค่าต่างๆที่ได้ตั้งไว้ตามลำดับ คือ mode AFS, PRESET : 3 CYC, CYCLE : 1, TEMP : 25 ^{o}C โดย อุณหภูมิจะแสดงค่าของน้ำที่อยู่ในถ้วยแก้วขณะนั้น และสุดท้ายหน้าจอจะแสดง READY TO START/SETLNG : 10.00 MIN เมื่อต้องการเริ่มทดสอบกดปุ่ม START/STOP

9.6 เมื่อกดปุ่ม START/STOP เครื่องจะเริ่มปล่อยน้ำเติมเข้าไปในถ้วยแก้ว จนเต็มถึงระดับพิกัดควบคุมสูงสุด (High level Probe) น้ำก็จะหยุดเติมโดยอัตโนมัติ จำไว้เสมอว่าปริมาณน้ำที่ต้องการเติมเข้าไปในการทดลอง คือ 1000 ml ถ้าหากเครื่องหยุดเติมน้ำแต่ปริมาณน้ำไม่ถึง 1000 ml หน้าจอจะฟ้อง error ด้วยข้อความ SYSTEM ERROR LOW WATER PRESS แก้ไขโดย กด MENU/CLEAR และกลับไปสู่ READY TO START อีกครั้ง เครื่องจะทำงานโดยจะเติมน้ำให้อีก จนกว่าจะหยุดที่ระดับสูงสุดที่ตั้งไว้ และ 10 นาทีแรกของการล้างที่ตั้งไว้จะเริ่มขึ้น โดยหน้าจอจะแสดงการนับถอยหลัง จนหมดเวลา และเครื่องจะปล่อยน้ำทิ้งออกจนถึงระดับต่ำสุดที่ตั้งไว้ จากนั้น เครื่องจะเริ่มปล่อยน้ำเข้าไปใหม่ และ ปล่อยทิ้ง อีกครั้งโดยอัตโนมัติ จนสิ้นสุด 10 นาทีครั้งที่สองที่ตั้งไว้

9.7 เมื่อการล้างเสร็จสิ้นตามจำนวนครั้งที่กำหนด นำ beaker ออกจากเครื่อง (ที่หน้าจะขึ้นข้อความ SYSTEM ERROR / MISSING BEAKER ถ้ากดปุ่ม MENU/CLEAR จะกลับไปเป็น READY TO START) นำไปเข้าตู้อบแห้ง ที่อุณหภูมิ ประมาณ 105^{o}C จนกว่าทรายจะแห้งไม่มีน้ำเหลืออยู่ สามารถตรวจสอบได้โดย การชั่งน้ำหนักทรายตัวอย่าง ถ้าน้ำหนักคงที่จึงถือว่าใช้ได้

9.8 คำนวณหาเปอร์เซนต์ดินเหนียว ;

$$\text{AFS Clay \%} = \frac{\text{(Starting Weight)} - \text{(Weight of Washed and Dried Sa}}{\text{Starting Weight}} \times 100$$

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

3.1.2 การทดสอบหาขนาดความละเอียดของทราย (Fineness Test)

ในงานหล่อโลหะทรายทำแบบหล่อ ได้มีการแบ่งแยกตามขนาดของอนุภาค โดย A.F.S. (American Foundrymen's Society) และหลักวิชาการทางธรณีวิทยา ได้กำหนดขนาดไว้ดังนี้ Clay คือ อนุภาคที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 20 ไมครอน (0.02 มม.) จัดเป็นจำพวกดินเหนียว ทรายที่เสื่อมสภาพ โคลน หรือ ตะกอน และ สิ่งเจือปนอื่นๆแต่ถ้า 20 ไมครอน (0.02 มม.) ถึง 2000 ไมครอน (2 มม.) เป็นจำพวกทราย ถ้า มากกว่า 2 มม. ถึง 7.5 ซม. จะเป็นจำพวก กรวด (gravel) ถ้ามากกว่า 7.5 ซม. ถึง 25 ซม. จัดเป็นจำพวก ก้อนหิน (stone) และถ้าขนาดโตกว่า 25 ซม.เป็นหินก้อนโต ส่วนผสมของทรายหล่อโดยทั่วไป ประกอบด้วย ทราย ตัวประสาน น้ำ และ สารเพิ่มพิเศษ สำหรับแบบหล่อทรายชื้น ส่วนมากจะใช้ดินเหนียวเป็นตัวประสาน ขนาดของเม็ดทรายจะเป็นข้อมูลในการนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดปริมาณส่วนผสมของตัวประสาน และน้ำสำหรับแบบหล่อทรายชื้น และจะมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติต่างๆของแบบหล่อ เช่น ความโปร่ง ความแข็งแรง เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทดสอบหาขนาดของทรายที่จะนำมาทำแบบหล่อ

ในการปฏิบัติการทดสอบอิงตามมาตรฐานA.F.S.ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เข้าใจถึงกรรมวิธีการตรวจสอบหาขนาดความละเอียดตามมาตรฐาน A.F.S.
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะและประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง
3. ทำให้ทราบถึงผลของขนาดของทรายทำแบบ ต่อ ส่วนผสมของทราย ต่อ คุณสมบัติต่างๆ และ มองเห็นความสำคัญของการควบคุมคุณภาพของทรายหล่อ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตงานหล่อโลหะ

เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1 ชุดเครื่องมือแบ่งสุ่มตัวอย่าง

3.2 ตาชั่งดิจิตอล จุดทศนิยม 2-3 ตำแหน่งเป็นอย่างน้อย

3.3 เตาอบ อุณหภูมิต่ำ (200 องศา C)

3.4 เครื่องตระแกรง คัดขนาดแบบใช้แรงสั่นสะเทือน (Vibratory Sieve Shaker) ยี่ห้อ FRITSCH รุ่น

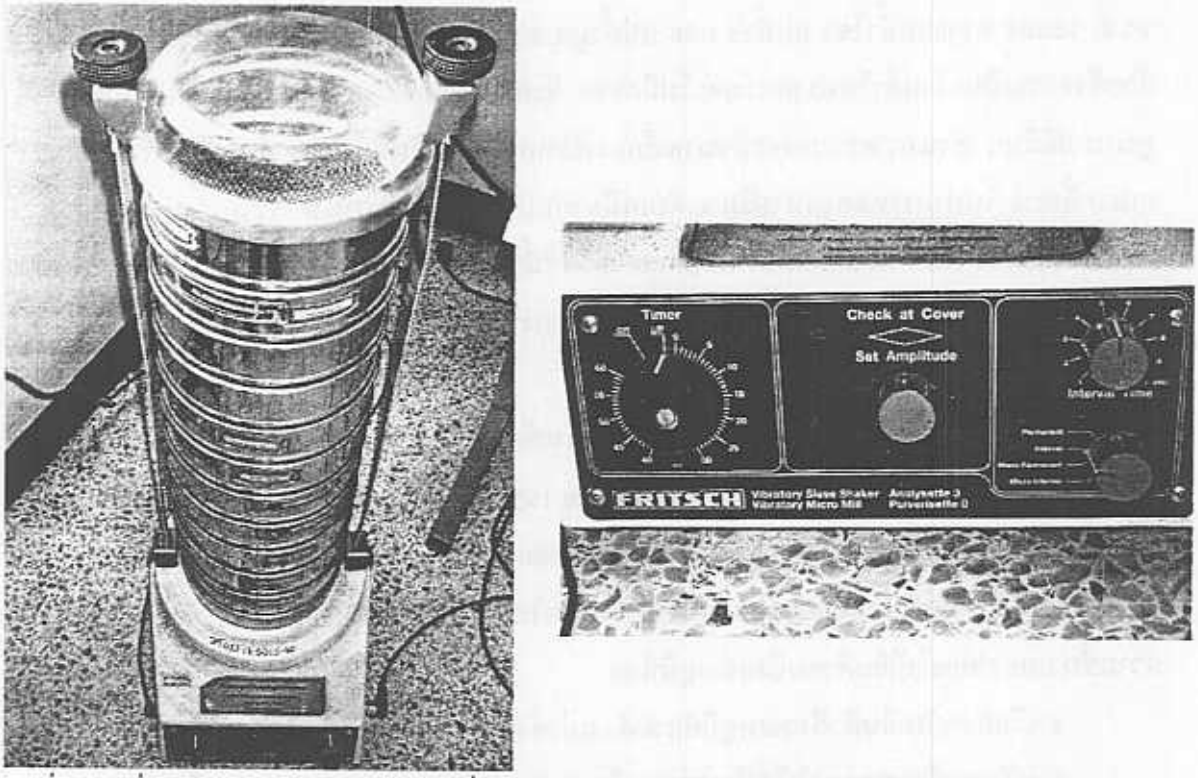
Vibratory Sieve Shaker Analysette 3

3.5 ภาชนะและอุปกรณ์สำหรับตวง และใส่ทรายตัวอย่าง

3.7 ทรายตัวอย่าง (ทรายแม่น้ำมูล)

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University



รูปที่ 3.3 เครื่อง Vibratory Sieve Shaker ยี่ห้อ FRITSCH รุ่น Vibratory Sieve Shaker Analysette

รูปที่ 3.4 ตาชั่งดิจิตอล พร้อมภาชนะใส่ทรายตัวอย่าง สำหรับชั่งน้ำหนัก

การทดสอบหาขนาดความละเอียด และดูการกระจายตัวของเม็ดทราย โดยทั่วไป ถ้าต้องการดูเฉพาะขนาดของเม็ดทราย จะต้องนำทรายตัวอย่างที่ผ่านขั้นตอนการทดลองหาเปอร์เซ็นต์ดินเหนียว ซึ่งเป็นการกวนแยกเอาดินเหนียว หรืออนุภาคที่เล็กกว่า 0.02 ม.ม. ออกไปจะเหลือเฉพาะเม็ดทราย แต่ถ้าเป็นทรายใหม่ที่ต้องการนำมาหาขนาดของส่วนประกอบทั้งหมดที่ปนรวมกันมา ซึ่งอาจจะมีทั้งขนาด ที่อยู่ในช่วงที่เล็กกว่าทราย และขนาดที่เป็นหินและกรวดสามารถนำมาใช้เครื่องมือนี้เพื่อการทดสอบได้เช่นกัน สำหรับในห้องปฏิบัติการ ผู้สอนจะเตรียมทรายไว้ 4 ชนิด คือ

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ทราย ระยอง ทรายแม่น้ำโขง แม่น้ำชี และ แม่น้ำมูล ทรายจากแม่น้ำโขง-ชีและมูลจะมีกรวดปนมาด้วยซึ่งความเป็นจริงแล้วในทรายหล่อจะไม่มีกรวด จึงควรคัดออกก่อน ก่อนที่จะนำไปทดสอบหาคุณสมบัติอื่นๆ ส่วนทรายระยองจะมีขนาดเล็กละเอียดสม่ำเสมอกันดีมีกรวด ปนอยู่ในปริมาณน้อยเหมาะที่จะนำไปทำการทดลองหาปริมาณดินเหนียวก่อน แล้วจึงนำมาทำการทดลองหาขนาดและการกระจายตัวของเม็ดทรายต่อเนื่องกันไปเลย(วิธีนี้ใช้น้ำหนักทรายตัวอย่าง 50 กรัม หลังจากแยกดินเหนียวออกแล้วนำไปอบให้แห้ง แล้วจึงนำไปทดลองวิเคราะห์หาขนาดต่อได้เลย)

ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมทรายตัวอย่าง โดย วิธีการสุ่มเอาทรายที่จะนำมาทดสอบโดยใช้ประมาณ 100 กรัม

2. นำทรายไปอบให้แห้ง ที่อุณหภูมิประมาณ 105°C ใช้เวลา 1 ชั่วโมง หรือ จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ และต้องแน่ใจว่าน้ำกลายเป็นไอระเหยออกหมดแล้วหรือยัง

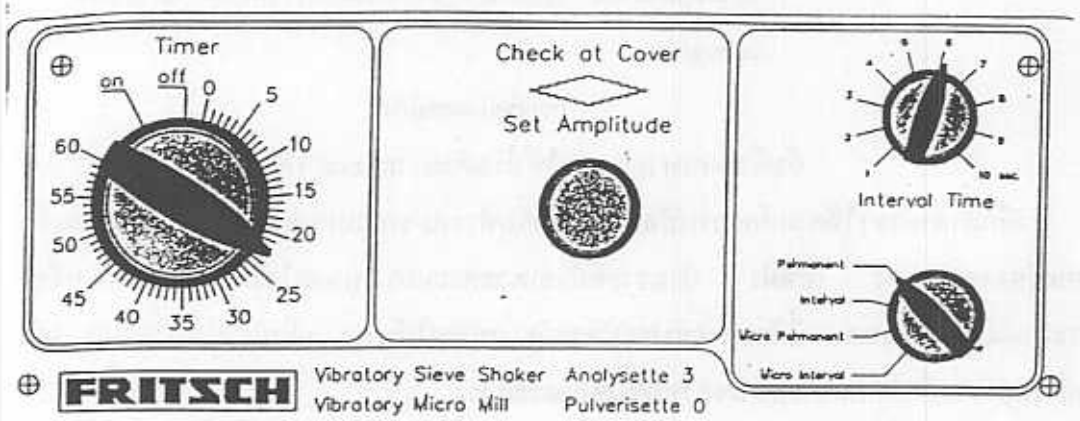
3. หลังจากที่น้ำหนังทรายคงที่แล้วนำออกมาใส่ไว้ใน desiccator ซึ่งจะช่วยในการดูดความชื้น และ ปล่อยให้เย็นตัวจนถึงอุณหภูมิห้อง

4. เมื่อตัวอย่างเย็นตัวถึงอุณหภูมิห้องแล้ว แบ่งชั่งเอาตัวอย่างมา 50 กรัม

5. เตรียมเครื่องทดลองให้อยู่ในสภาพพร้อมทดสอบ โดย ตรวจสอบความถูกต้องของตระแกรง และเรียงตามลำดับหมายเลข ให้ถาดรอง (Pan) อยู่ล่างสุดและวางซ้อนกันด้วยเบอร์ 200, 140, 100, 70, 50, 40, 30, 20, 12,และ เบอร์ 6 เมื่อเรียบร้อยแล้วให้เททรายตัวอย่างลงที่ถาดบนสุดก่อนที่จะปิดฝา และ ล็อกให้แน่นพอตรึงมือ ข้อควรระวังอย่าให้สายรัดดึงหย่อนเกินไป เพราะเมื่อเครื่องเริ่มทำงานแรงสั่นสะเทือนอาจจะทำให้ฝาครอบ และ ตะแกรงหลุดหล่นลงมาได้ ดูรูปที่ 1 ประกอบ

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University



รูปที่ 3.5 แผงควบคุมและปรับตั้งการทำงานของเครื่อง Sieve Shaker

6. ปรับตั้งค่าการทำงานของเครื่องสั่น ซึ่งที่แผงควบคุม (รูปที่ 3) มีปุ่มให้เลือกในการปรับตั้ง 4 อย่าง คือ

6.1 Timer : position " off " = off

position " on" = continuous operation

position "0-60" = sieving time 0 to 60 minutes

กำหนดให้ใช้เวลา 15 นาที ตามมาตรฐาน ของ A.F.S.

6.2 Set Amplitude : ความรุนแรงของการสั่นสะเทือนในแนวดิ่ง สามารถเลือกได้ระยะความสูง ตั้งแต่ 0.5 ถึง 3 m.m. เริ่มต้นจาก 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 m.m. ปกติแล้วจะเลือกใช้ 2.0 m.m.

6.3 Interval Time : ช่วงห่างของเวลาของการสั่ง สามารถเลือกปรับได้ตั้งแต่ 1 ถึง 10 วินาที

6.4 Function switch : ลักษณะการสั่นมีให้เลือก 4 แบบ ดังนี้

- Permanent approx. 3000 vibrations / minute, amplitude variable,
  no interval control
- Interval approx. 3000 vibrations / minute, amplitude variable,
  interval control variable
- Micro Permanent approx. 4500 vibrations / minute, amplitude constant,
  no interval.

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

- Micro Interval approx. 4500 vibrations / minute, amplitude constant,

interval variable.

ถ้าเลือกแบบ Interval ให้ปรับตั้งค่า Interval Time ตามที่ต้องการ

7. เมื่อตั้งค่าต่างๆได้ตามต้องการเปิดเครื่องให้เริ่มทำงาน รอจนกว่าครบเวลา 15 นาทีตามที่กำหนดเครื่องจะหยุดเอง เปิดฝา นำทรายที่ค้างแต่ละตระแกรงเทออกใส่ภาชนะรอง หรือแผ่นกระดาษแข็ง ในขั้นตอนนี้ต้องทำอย่างระมัดระวัง เทออกให้หมด แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก จดบันทึกค่าในตารางบันทึกผล ทำเช่นนี้ของทุกชั้นของตระแกรง

8. นำค่าที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณหาค่า A.F.S. Grain Fineness Number

ตัวอย่างการหาค่า Fineness Number

เบอร์ตะแกรง mesh number	ปริมาณทรายที่ตกค้าง percent retained	ค่าคงที่ multiplier	ผลคูณ product
6	0	3	0
12	0	5	0
20	0	10	0
30	2.0	20	40
40	2.5	30	75
50	3.0	40	120
70	6.0	50	300
100	20.0	70	1400
140	32.0	100	3200
200	12.0	140	1680
270	9.0	200	1800
Pan	4.0	300	1200
ผลรวม	90.5	-	9815

ค่าความละเอียด A.F.S. = $\frac{\text{ผลรวมทั้งหมดของผลคูณ}}{\text{ผลรวมของ \% Retained}}$

$= \frac{9815}{90.5} = 104$

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

หมายเหตุ ค่าคงที่ (Multiplier) ของตะแกรงแต่ละชั้นคือค่าเมชนัมเบอร์ของตะแกรงที่อยู่ในชั้นบน ดังเช่นค่าคงที่ของตะแกรงเบอร์ 12 ควรจะมีค่าเท่ากับ 6 และค่าคงที่ของตะแกรงเบอร์ 20 ควรจะมีค่าคงที่เท่ากับ 12 แต่ในทางปฏิบัติใช้ 5 กับ10 เพื่อให้เป็นผลคูณเป็นเลข 10 ลงตัว และเช่นเดียวกัน ค่าคงที่ของถาดรองรับ (Pan) แทนที่จะใช้ 270 จะใช้ 300 แทน

3.1.3 การทดสอบความแข็งแรงอัดของทรายหล่อ (Compressive Strength)

การทดสอบการรับแรงอัดของทรายชื้นก็เพื่อหาค่า Compressive Strength ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือเป็น ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยใช้เครื่องมือทดสอบที่เรียกว่า Universal sand strengh machine ประกอบด้วย Pendulum weight และ มี Pusherarm ซึ่งจะหมุนให้ Pendulum weight เคลื่อนที่ขึ้นสูงจากแนวดิ่งด้วยมือหมุน ทางตอนล่างของ Pendulum weight จะมีที่วางตัวอย่างแบบทราย ซึ่งได้เตรียมตามมาตรฐานของ A.F.S. ซึ่งแท่งตัวอย่างจะถูกอัดด้วยแรงจาก Pendulum weight จนทรายแตกและอ่านค่าของแรงหรือค่าความแข็งแรงอัดจากสเกลได้โดยอาศัยแท่งแม่เหล็กที่ติดอยู่บนสเกลเป็นตัวชี้บอก

ความแข็งแรงอัดของทรายหล่อชื้น (Green sand) นี้สำคัญมาก สำหรับการทำแบบหล่อ เพราะนอกจากจะทำให้ช่างทำแบบหล่อทรายทำแบบได้ง่าย เคลื่อนย้ายได้สะดวก แล้วยังทำให้งานหล่อที่ได้สมบูรณ์ดีด้วย

สำหรับการวัดค่า Dry-Strength จะต้องเอาทรายที่ทำเป็นตัวอย่างมาตรฐานไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เวลานาน 2 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาทดสอบที่เครื่องทดสอบความแข็งแรง

วิธีการทดลอง

1.ผสมทรายตามอัตราส่วนผสมที่ต้องการทดลอง

2.เตรียมชิ้นงานทดสอบโดยเครื่อง Standard rammer and specimen tube

3.นำแท่งทดสอบที่เตรียมได้ จับยึดบน Comperssion plates

4.วางแท่งแม่เหล็กที่ใช้สำหรับชี้บอกค่าบนสเกลโดยเริ่มที่ค่าสเกลต่ำสุด(0)

5.หมุนมือหมุนที่ยกน้ำหนักแพนดูลั่มขึ้นสูงจากแนวดิ่ง จนกว่าแท่งตัวอย่างจะถูกแรงกดจนทรายแตก

6.อ่านค่าตรงตำแหน่งที่แท่งแม่เหล็กชี้ขอกบนสเกล และบันทึกในตารา

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

3.1.4 การทดสอบการรับแรงเฉือน (Shear strenght)

ในแบบทรายหล่อสภาวะที่รับแรงเฉือนเกิดขึ้นได้ ในขบวนการผลิต ซึ่งเกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆ กันเช่น ขณะที่ยกแบบทรายชื้น เคลื่อนย้ายเกิดขึ้นขณะที่เทน้ำโลหะเหลวเข้าไปในโพรงแบบและโลหะเหลว เมื่อเต็มโพรงแบบ และถ้ายังไม่แข็งตัวก็จะมีแรงยกตัวของหีบหล่อ และสภาวะอื่นๆ อีก ซึ่งในการเตรียมทรายหล่อจะต้องทนต่อสภาพของแรงเฉือนนั้นได้ ซึ่งมีความแข็งแรงเฉือนของทรายหล่อก็ขึ้นกับองค์ประกอบที่สำคัญตามสารประกอบในทรายหล่อ เช่น ปริมาณน้ำ ปริมาณดินเหนียว และอาจจะรวมถึงน้ำหนักในการทำแบบทราย และเวลาในการผสมทราย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบใช้แบบเดียวกับที่ทดสอบความแข็งแรงทางอัดคือเป็นแบบเอนกประสงค์ (Universal sand strengh machine) แค่เปลี่ยนหัวทดสอบจาก Comperssion plates มาเป็น Shear plates ตุ้มน้ำหนักจะส่งกำลังมายังแผ่นเฉือน เมื่อเพื่อน้ำหนักขึ้นไปเรื่อยๆ แท่งทรายตัวอย่างจะถูกเฉือนให้ขาดออกจากกันประมาณ 15-70 ปอนด์/ตารางนิ้ว

วิธีการทดสอบ

1.ผสมทรายตามอัตราส่วนผสมที่ต้องการทดลอง

2.เตรียมชิ้นงานทดสอบโดยเครื่อง Standard rammer and specimen tube

3.นำแท่งทดสอบที่เตรียมได้ จับยึดบน Shear plates

4.วางแท่งแม่เหล็กที่ใช้สำหรับชี้บอกค่าบนสเกลโดยเริ่มที่ค่าสเกลต่ำสุด(0)

5.หมุนมือหมุนที่ยกน้ำหนักขึ้นไปทางขวามือ และสังเกตที่แท่งแม่เหล็กจะเคลื่อนที่ตามไปด้วย

6.เมื่อแท่งทรายตัวอย่างถูกแรงเฉือนจนแตกให้หยุดหมุนทันที และปล่อยให้แขนน้ำหนักเคลื่อนที่กลับที่เดิม

7.อ่านค่าที่ตำแหน่งแท่งแม่เหล็กติดอยู่ และบันทึกค่าในตาราง

3.1.5 การทดสอบความแข็งที่ผิวแบบหล่อ (Surface Mold Hardness)

ความหมายของความแข็งของผิวแบบหล่อ หรือค่าความแข็งนี้ได้มาจากผลการทดสอบ กำหนดให้เป็นค่าความต้านทานผิวของแบบทรายชื้นที่ได้จากการให้กัวทดสอบด้วยแรงจากการกระทุ้งแบบทรายหล่อ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าความแข็งผิวของแบบทรายชื้น ในการทดสอบนี้ใช้วิธีการเดียวกับการทดสอบแบบ Brinell

โดยใช้หัวทดสอบเป็นลักษณะลูกบอลทรงกลมเป็น Stell หรือ Tungsten Carbide หัวกดในเครื่องมือวัด จะกดลงไปเป็นจุด โดยแบ่งส่วนบนหน้า ปัทม์นาฬิกาวัดแต่ละขีดสั้นจะห่างกันเป็นระยะทรง 0.001 นิ้ว (1/1000 นิ้ว) และค่าสูงสุดที่สามารถอ่านได้คือ 100 ซึ่งค่าความแข็ง 100 นี้ถือว่าเป็นค่าความแข็งอนันต์ ค่าความแข็งที่ใช้งานทั่วไปของแบบทรายหล่อชื้นดังแสดงในตาราง

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

Type of mold	Hardness
Very soft rammed mold	20-40
soft rammed mold	40-50
Medium rammed mold	50-70
Hard rammed mold	70-85
Very Hard rammed mold	85-100

ตาราง 3.1แสดงค่าความแข็งที่ผิวของแบบทรายหล่อ ทั่วๆไป

ในการใช้วิธีการทดสอบความแข็งของแบบหล่อ ในทางปฏิบัติอาศัยหลักความจริงโดยการสร้างกลไกในการทดสอบชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถยึดเป็นองศามาตรฐาน ในการใช้แรงกระทุ้งคือสร้างชุดทดลองมาตรฐานโดยความแข็งกำหนดจากค่าแรงที่ใช้ในการกระทุ้งแบบ สารารถที่จะบันทึกเป็นตารางผลการทดสอบให้เลือกใช้ได้ หรือ ที่ เครื่องทำแบบทรายอาจจะสามารถปรับแต่ง ระดับของแรงกระทุ้งแบบทรายได้ นั่นหมายถึง ความแข็งอาจขึ้นกับการปรับแต่งที่เครื่องผลิตแบบทราย และอาจจะขึ้นกับขบวนการผลิตแบบทรายได้

ค่าความแข็งสูงสุด ในการที่จะใช้กำหนดแรงกระทุ้งแบบ สามารถที่จะกำหนดได้จากการทดสอบจากแบบงานจริงที่จะทำแล้วนำเป็นตัวกำหนดใช้ ซึ่งค่าความแข็งนี้ อาจจะเปลี่ยนแปลงไปได้ตามความแตกต่างของชิ้นส่วนของงานหล่อ ในการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งนี้มีการแบ่งไปตามคุณสมบัติของทรายหล่อ

ความแข็งของแบบทรายที่มากเกินไป อาจจะเป็นสาเหตุของการแตกร้าว การเกิด แผล ตำหนิ การพองและการเกิดโพรงว่าง (Pinhold) ความแข็งของแบบทรายชื้น สามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของทราย ชนิดของงาน และเงื่อนไขข้อกำหนดต่างๆ จากวัสดุที่ใช้เทห่อหรือวัสดุหลอมหล่อ

วิธีการทดลอง

1.เตรียมทรายทดสอบขนาดของแท่งทดสอบ ตามแท่งตัวอย่างมาตรฐาน A.F.S.

2.นำแท่งทดสอบที่เตรียมได้นำไปกดด้วยหัวกดทดสอบ โดยออกแรงกดในแนวดิ่งตั้งฉากกับผิวแท่งทดสอบ ทำการทดสอบประมาณ 3จุด เป็นอย่างต่ำ

3.นำมาหาค่าเฉลี่ย และบันทึกผลในตาราง

4.นำแท่งทดสอบแท่งเดียวกันนี้นำไปอบให้แห้งด้วยเตาอบประมาณ 110-200 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

5.นำมาทดสอบความแข็ง ซึ่งจะเป็นค่าความแข็งขณะแห้ง (Dry Hardness)

6.นำมาหาค่าเฉลี่ย และบันทึกผลในตาราง

3.1.6 การทดสอบหาอัตราลมผ่าน (Permeability)

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

การเรียงตัวของเม็ดทรายที่ผสมเสร็จแล้ว และขึ้นรูปเป็น โพรงแบบทรายหล่อ ปกติจะมีช่องว่างเกิดขึ้นเพื่อที่จะให้แก๊สที่เกิดขึ้นจากความชื้น ในทรายที่ถูกเผาด้วยอุณหภูมิของโลหะเหลวที่เทลงในแบบหล่อ ซึมผ่านหนีออกไปได้ การวัดอัตราลมผ่านหรือการปล่อยซึมก็เป็นการตรวจดูว่า แก๊สจะซึมผ่านออกได้สะดวกมากน้อยเพียงใด ความโปร่งของแบบทรายขึ้นอยู่กับ องค์ประกอบหลายอย่าง เช่น รูปร่าง และขนาดของเม็ดทราย ความละเอียด ปริมาณดินเหนียว หรือสารผสมอื่นๆ ที่มีอยู่ในแบบทรายหล่อ และความอัดแน่นของแบบทราย

ดังนั้น การวัดค่าความโปร่งของแบบทรายจึงจำเป็นที่จะต้องทำให้ตัวแปรค่าต่างๆนี้หมดไป โดยการสร้างชิ้นทดสอบความโปร่งขึ้นมา ให้เป็นตัวอย่างมาตนฐาน โดยอาศัยหลักการของสมาคม A.F.S. ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กัน

โดยอัตราลมผ่านเกิดจากปริมาณอากาศที่ผ่านทรายเป็นมิลลิลิตรต่อนาที ภายใต้ความดันมาตรฐานที่กำหนดไว้ (10 กรัมต่อตารางเซนติเมตร) ค่าอัตราลมผ่านมาตรฐานหาได้โดย จับเวลาที่อากาศจำนวน 2000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึมผ่านแท่งทรายตัวอย่าง จนหมดภายใต้ความดัน 10 กรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยปกติค่าอัตราลมผ่านได้จากปริมาณอากาศมิลลิลิตรต่อนาที ซึ่งผ่านปริมาตรของทรายที่มีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตรและ สูง 1 เซนติเมตร ภายใต้ความกดดัน 10 กรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งสามารถคำนวณหาจากสูตร

$$P = \frac{V * H}{P * A * T}$$

V = Value of air = 2000 cm^3

H = height of sand specimen in cm = 2.0*2.54 cm/in = 5.08 cm

P = pressure of the air in grams per cm^2 = 10 g/ cm^2

A = Cross-sectional area of sand specimen in cm^2 = in^2 * 2.54 cm^2/ in^2

= 20.268 cm^2

T = Time in sec for 2000 cm^3 air to pass through specimen.

The permeability number pis reduced to 3000

= 7.2 / Tsec.

แต่ในปฏิบัติการนี้เราสามารถใช้ทดสอบกับเครื่องที่สามารถ อ่านค่าบนสเกลได้เลยโดยไม่ต้องจับเวลาและใช้สูตรนี้ สามารถที่จะตรวจสอบความผิดพลาดได้โดยจับเวลานำมาใช้วิธีคำนวณหาผลลัพธ์และเปรียบเทียบกับค่าที่อ่านได้บนสเกลของเครื่อง permeability-measuring device ที่ใช้ทดสอบ หรือ permeability apparatus หลักการทำงานของเครื่องทดสอบ permeability apparatus หรือเรียกว่า permmeter ก็คือการไล่อากาศที่บรรจุอยู่ใน Airdrum ให้ซึมผ่าน specimen ออกมาภายใต้ความกดดันคงที่ Airdrum จะค่อย ๆ ลดลงเรื่อย ๆ ขณะเดียวกัน Airdrum ก็จะพา Triger rod หรือเรียกว่า cut-out เลื่อนตามลงมาด้วย

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

จนถึงขีดที่กำหนดจะทำให้ automatic clock ตรงหน้าปัทม์เริ่มทำงาน เข็มชี้ที่หน้าปัทม์จะหมุนทวนเข็มนาฬิกาลงมาเรื่อย ๆ เมื่อ automatic clock หยุดทำงานก็อ่านค่าตัวเลขบนสเกลของหน้าปัทม์ได้

ในการอ่านค่าบนสเกลนี้ต้องการให้ตรงที่ตั้งไว้บน Triger rod เพราะที่ Triger rod นี้สามารถจะตั้ง permeability range ได้ 3 ช่วง คือ 500 , 250 และ 25 มิลลิลิตร เพื่อให้เครื่องมีช่วงการทำงานได้กว้างขึ้น

จะสังเกตุได้ว่า ถ้า Specimen มีความโปร่งมาก็ยอมให้อากาศผ่านไปได้เร็วขณะที่อากาศผ่าน specimen เข็มที่หน้าปัทม์จะค่อย ๆ หมุนย้อนจากตัวเลขมากไปยังตัวเลขน้อย ในการที่จะให้อากาศ 2000 ลบ.ซม. ผ่านหมด เมื่อใช้เวลาน้อย ตัวเลขที่เข็มสเกลก็ย่อมมากนั้นคือค่าความโปร่งหรืออัตราลมผ่านมาก

แต่ถ้า Specimen ยอมให้อากาศผ่านยาก คือมีความโปร่งน้อยก็จะทำให้ใช้เวลาในการซึมผ่านมากขึ้นในปริมาณอากาศ 2000 ลบ.ซม เข็มที่ชี้บนสเกลก็จะให้เวลาในการหมุนไปยังค่าตัวเลขที่น้อยค่าความโปร่งก็จะน้อย ซึ่งค่าความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับอัตราลมผ่านของ Small orifice กับ Large orifice

วิธีการทดลอง

1.เตรียมทรายตัวอย่างที่ผสมส่วนผสมตามจำนวนที่ต้องการทดสอบ ใส่ในกระบองเพื่อสร้างแท่งตัวอย่างตามขนาดมาตรฐาน A.F.S โดยคงให้แท่งทรายตัวอย่างอยู่ในกระบอกอัด

2.นำเอาทรายที่ผ่านการกระทุ้งแล้วซึ่งอยู่ในกระบอกทดลองไปเข้าเครื่องวัดอัตราการปล่อยซึมล

3.ปรับดูระดับของ Scale ปริมาตรอากาศ Air drum ให้ตรงระดับที่เส้นตามองเครื่อง

4.เลือกช่วงการทดสอบ คือ 500,250 และ25 มิลลิลิตร

5.เปิดสวิทซ์เครื่อง และโยกคันโยกเปิดช่องทางให้อากาศผ่านแท่งทดสอบ

6.สังเกตุเข็มเคลื่อนที่ และจะอ่านค่าเมื่อเข็มหยุดเคลื่อนที่ และอ่านค่าครงตามช่วงที่เหลือไว้สำหรับค่า 0-500 อ่านที่สเกลวงนอก และถ้าเลือก 0-25 หรือ 0-250 อ่านค่าที่สเกลกันหอย

7.นำค่าที่ได้บันทึกผลในตาราง

3.1.7 การทดลองทำแบบหล่อเพื่อการเทงานหล่อ ด้วยเหล็กหล่อ และ อลูมิเนียม เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพ

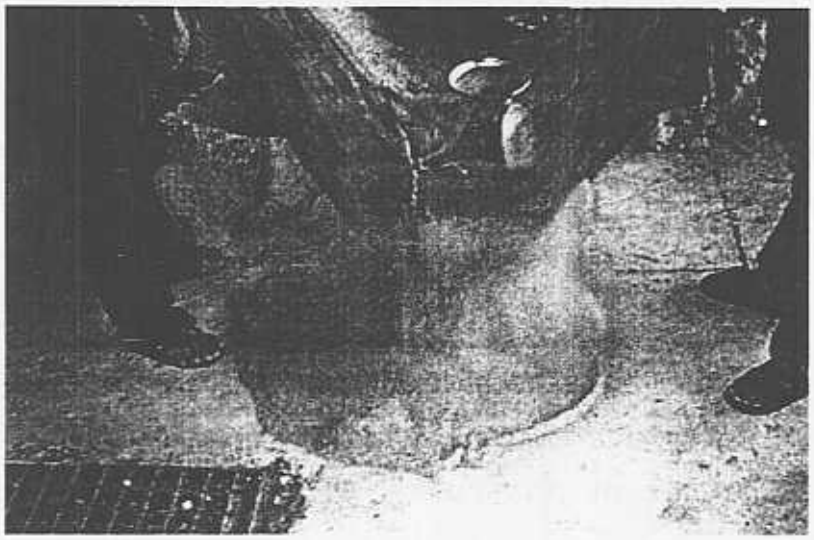
3.7.1 ขั้นตอนการทำแบบหล่อทราย

เตรียมทรายทำแบบหล่อ

1. ร่อนทรายเพื่อปรับปรุงขนาดของเม็ดทรายและขจัดสิ่งสกปรก

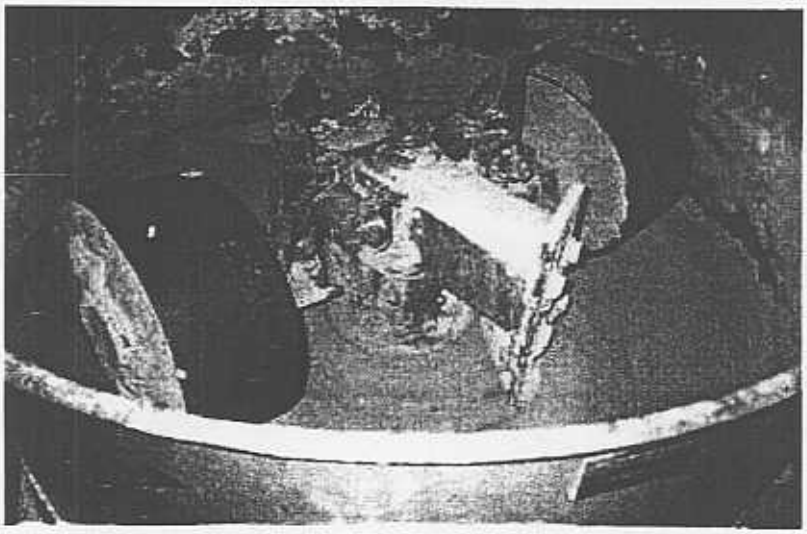
Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University



รูปที่ 3.6 แสดงการร่อนทรายเพื่อคัดแยกสิ่งปนเปื้อน

2. ผสมทรายในเครื่องผสมทรายโดยใช้อัตราส่วน ทราย:ดินเหนียว:น้ำ เป็น 85:10:5



รูปที่ 3.7 แสดงการผสมทรายทำแบบหล่อด้วยเครื่องผสม

3. การทำแบบหล่อ มีขั้นตอนดังนี้

1. วางส่วนหน้าราบของกระสวนลงบนแผ่นรองแบบแล้ววางหีบล่างครอบลงบนแผ่นรองแบบโปรยทรายละเอียดให้ทั่วๆแบบเพื่อไม่ให้ทรายแบบหล่อติดกระสวนและแผ่นรองแบบ

2. ใช้ตระแกรงร่อนทรายลงหีบให้หนาประมาณ 2-3 cm แล้วใช้มือกดรอบๆกระสวนให้แน่นพอสมควร

3. เททรายที่เหลืออยู่ในตระแกรงลงไปให้ล้นแล้วใช้ไม้กระทุ้งทรายในขณะที่กระทุ้งระวังอย่าให้ถูกขอบหีบหรือกระสวน

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

รูปที่ 3.8 แสดงการอัดทรายในหีบหล่อ

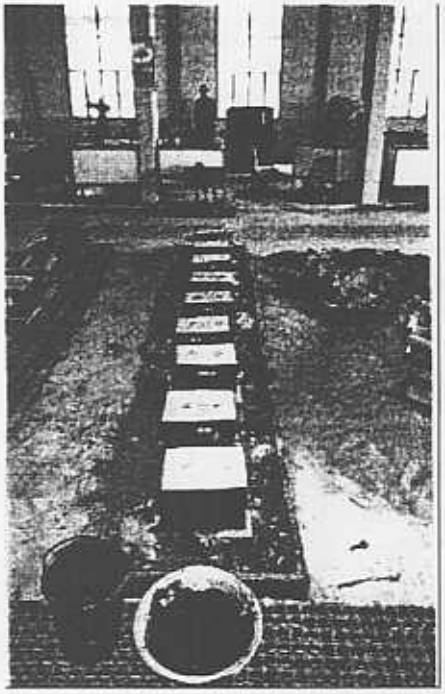
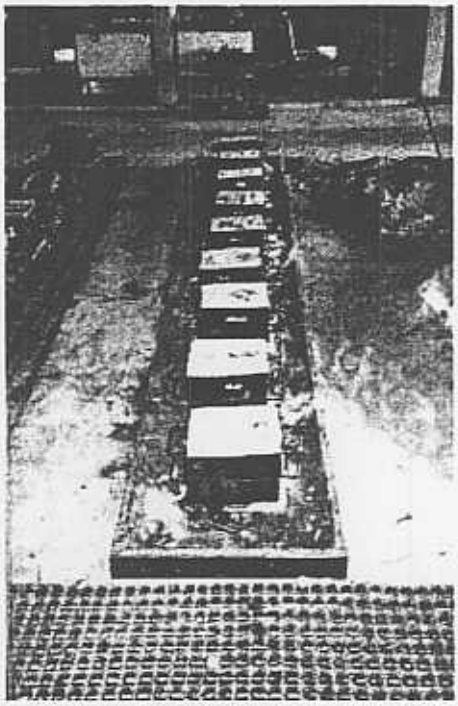
4. ใช้ไม้ปาดหน้าทรายที่ล้นออกมาให้ได้ระดับหีบโดยใช้สันปาด
5. หงายหีบล่างขึ้นแล้วโรยทรายละเอียดทั่วแบบแล้วจึงนำหีบบนมาประกบ
6. ใส่สลักรูเทและรูล้นเพื่อทำรูเทและรูล้นโดยห่างจากกระสวนประมาณ 2-3 cm เป็นอย่างน้อย
7. ทำตามข้อ 2.3-2.4 อีกครั้งหนึ่ง
8. ใช้ช้อนทำแอ่งรูเทและแอ่งรูล้น
9. ใช้ลวดเหล็กแทงลงหีบทรายหล่อเพื่อทำรูไอ
10. ยกหีบบนออกระวังอย่าให้แบบหล่อทรายพังทลาย
11. นำกระสวนออกจากแบบโดยใช้ไม้กระทุ้งที่กระสวนเบาๆก่อนดึงแบบออก
12. ทำรูไอทั่วหีบล่างก่อนนำหีบบนมาประกบเพื่อไปรอรับน้ำโลหะ

การเตรียมเทน้ำโลหะ

1. เรียงหีบหล่อให้เป็นแถวให้มีระยะห่างกันประมาณ 30 cm

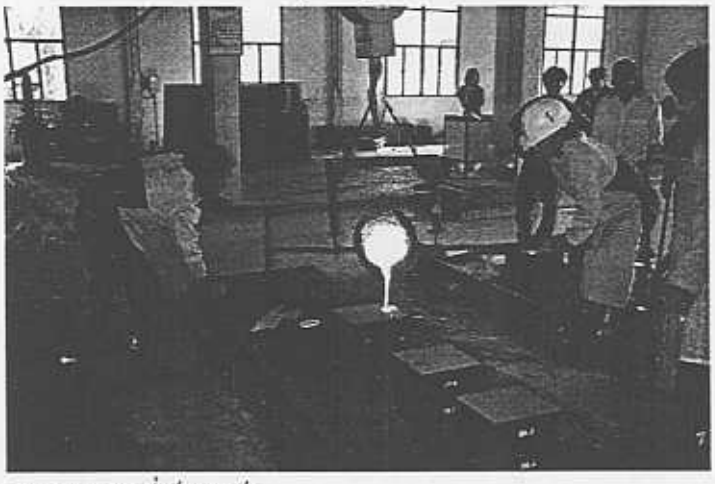
Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

รูปที่ 3.9 แสดงการวางหีบหล่อก่อนเทและหลังเทหล่อ

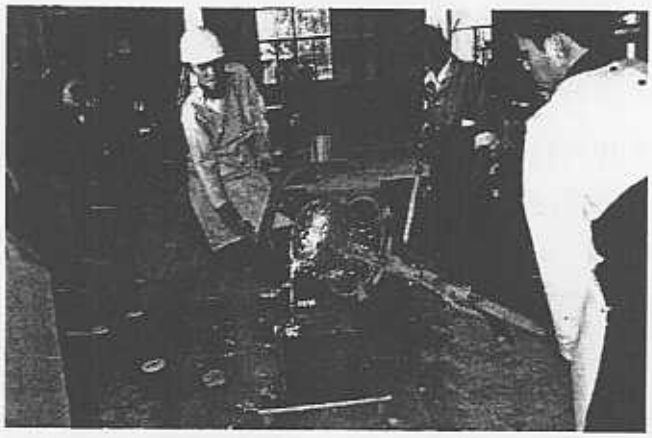
2. รับน้ำโลหะจากเตาหลอมไปเทลงแบบที่เตรียมไว้โดยเทอย่างต่อเนื่องอย่าให้น้ำโลหะขาดตอน โดยทำอย่างรวดเร็วเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิและป้องกันแสลก



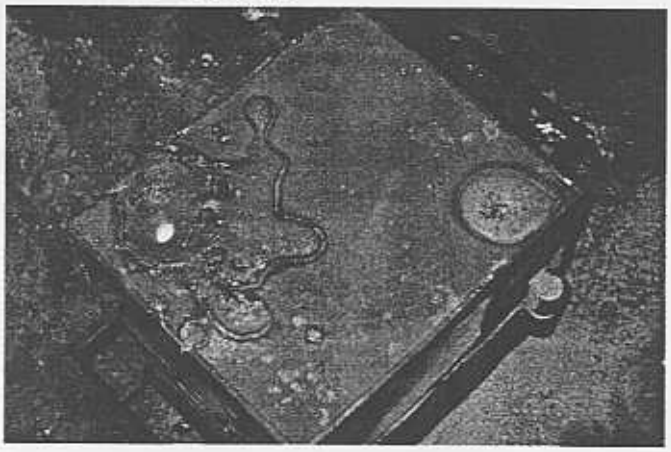
รูปที่ 3.10 ทดลองเทหล่องานหล่อที่เป็นเหล็ก

Ubon Rajathanee University

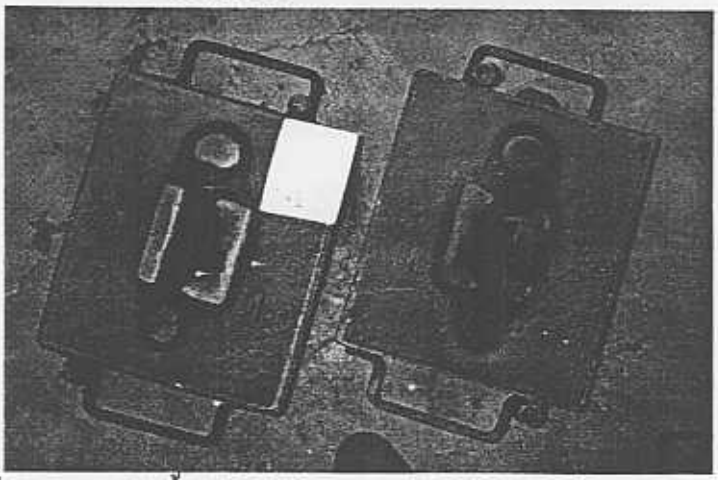
Ubon Rajathanee University



รูปที่ 3.11 ทดลองเทหล่องานหล่อที่เป็นอลูมิเนียม



รูปที่ 3.12 แบบหล่อที่เทหล่อแล้วยังไม่ลื้อแบบ



รูปที่ 3.13 แบบหล่อที่เทหล่อแล้วยังลื้อแบบแล้ว

การตรวจสภาพการเสื่อมสภาพของทราย

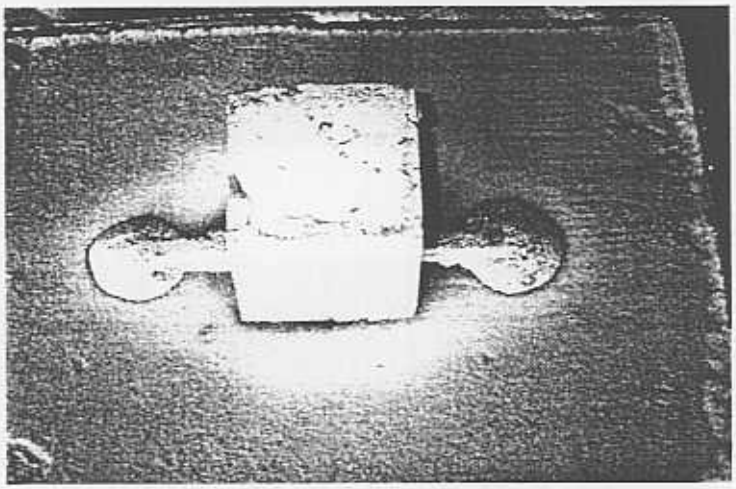
ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาใช้งานทำแบบหล่อ โดยวิธีการสังเกต ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับทรายทำแบบหลังจากที่เทหล่อแล้ว โดย พิจารณาบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากความ

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ร้อน บอกเป็นระยะทางการซึมลึก ของทรายที่ถูกเผาไหม้ เริ่มต้นจากผิวสัมผัสห่างออกมาเป็นระยะทางมุ่งสู่ขอบหีบ และหาปริมาณทรายที่เกิดการเผาไหม้ และทรายที่ติดชิ้นงาน ซึ่งวิธีการนี้ยังไม่มีมาตรฐานใดกำหนดมาใช้เพื่อศึกษาหารอบอายุของการใช้งานของทรายหล่อ มีขั้นตอนการทำดังนี้

1. ยกหีบบนออกเพื่อสังเกตความเรียบผิวด้วยตาเปล่า



รูปที่ 3.14 แสดงชิ้นงานหล่อตัวอย่าง

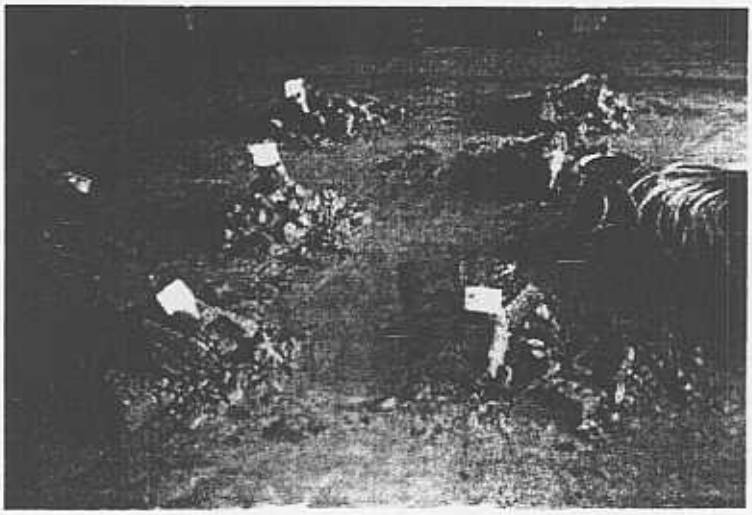
2. วัดระยะการเผาไหม้แล้วบันทึกผลการทดลอง

รูปที่ 3.15 แสดงการวัดระยะการเผาไหม้

3.แกะแบบออกจากทรายหล่อแล้วนำไปชั่งตาชั่งจากนั้นนำไปล้างน้ำก่อนนำไปชั่งใหม่อีกครั้งเพื่อหาน้ำหนักทรายติดแบบและบันทึกค่าที่ได้

4. ขูดบริเวณรอยเผาไหม้เพื่อไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณการเผาไหม้และบันทึกค่าที่ได้

Ubon Rajathanee University



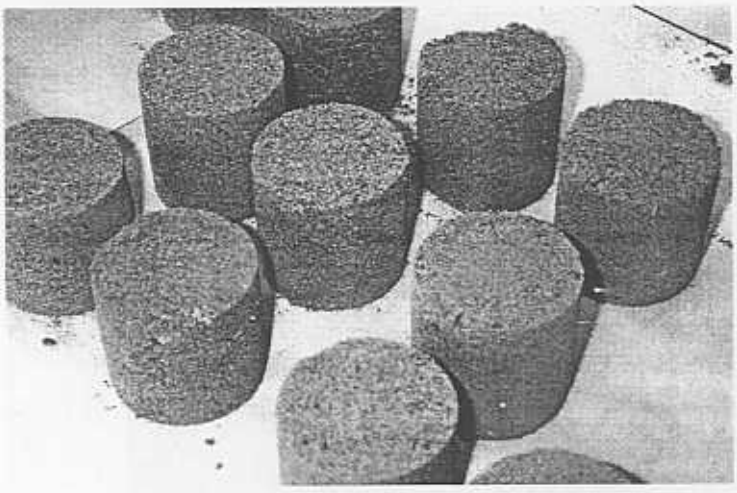
รูปที่ 3.16 แสดงการรวบรวมปริมาณการเผาไหม้ของแต่ละหีบ

รูปที่ 3.17 แหล่งทรายตัวอย่างจากท่าทรายหาดคูเดื่อบริเวณถนนสายรอบเมือง จ.อุบลราชธานี

รูปที่ 3.18 ทรายที่นำมาใช้ในการทำแบบหล่อในสถานประกอบการ

Ubon Rajathanee University

รูปที่ 3.19 กองทรายตัวอย่างที่นำมาเก็บเตรียมไว้เพื่อการศึกษา

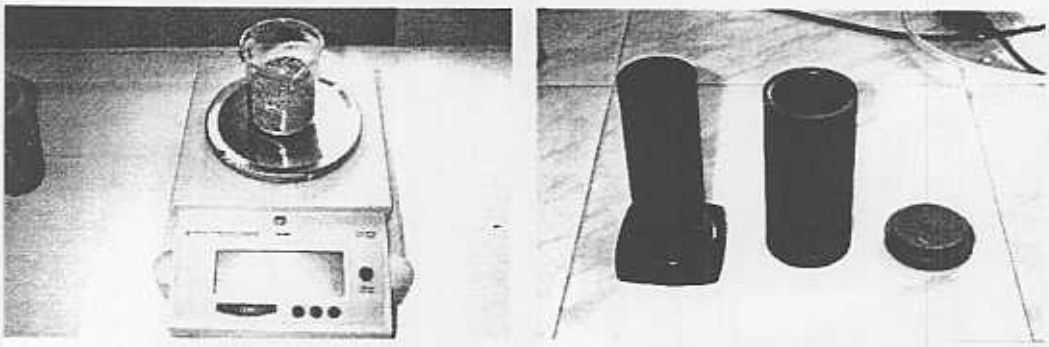


รูปที่ 3.20 แท่งทรายตัวอย่างที่อัดขึ้นรูปเพื่อนำไปทดสอบความแข็งแรง ตามมาตรฐาน A.F.S.

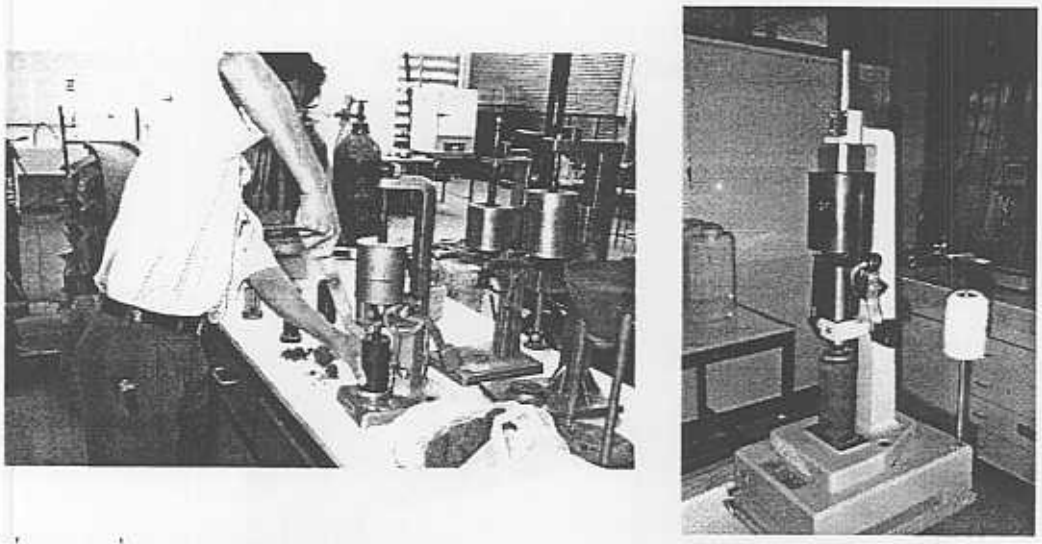
Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

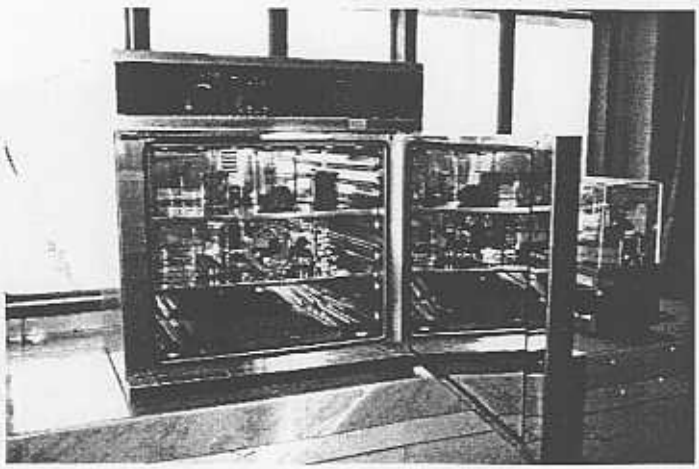
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการทดลอง ที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดดังแสดงในรูปที่ 3.1-3.12



รูปที่ 3.21 อุปกรณ์ชุด specimen-tube และตาชั่งดิจิตอล



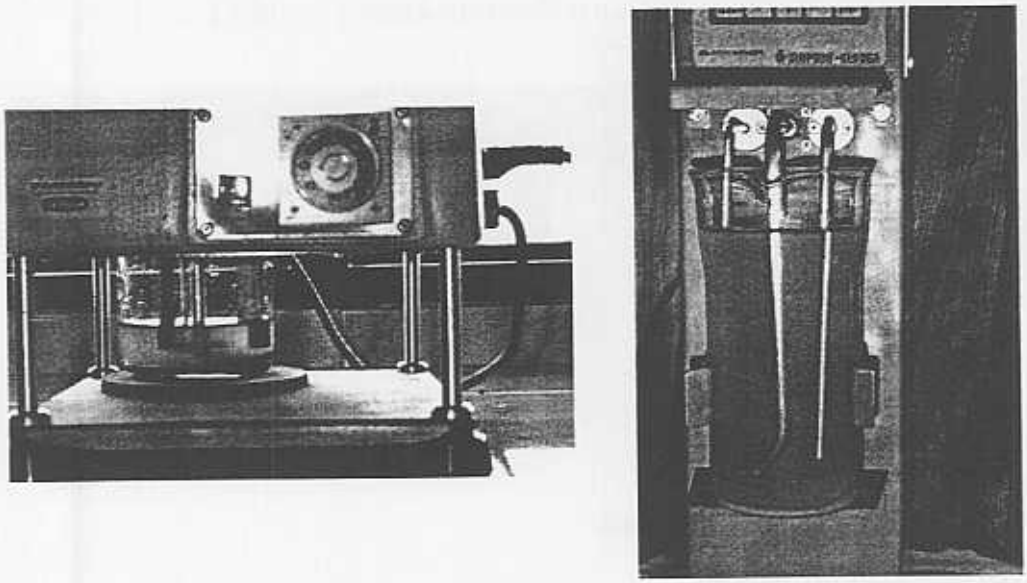
รูปที่ 3.22 เครื่อง Standard sand rammer



รูปที่ 3.23 ตู้อบไล่ความชื้นของทรายหล่อ

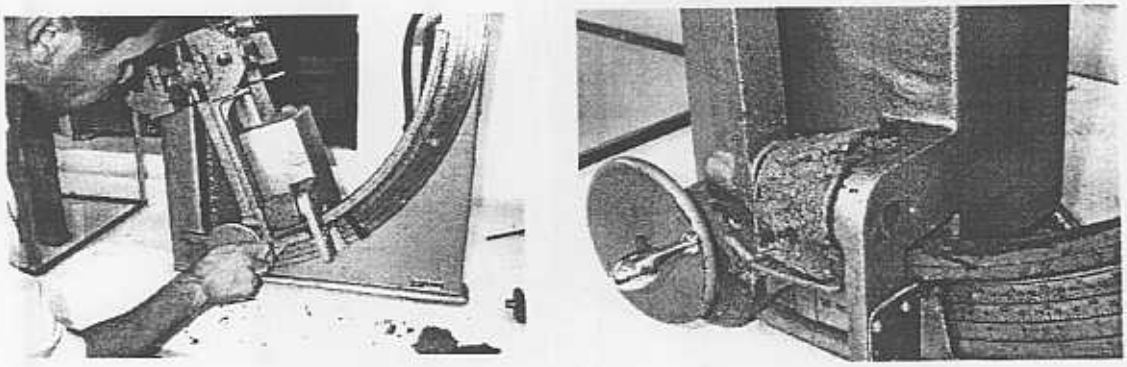
Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University



รูปที่ 3.24 เครื่องล้างและกวนปั่นเพื่อหาปริมาณเปอร์เซ็นต์ของดินเหนียว

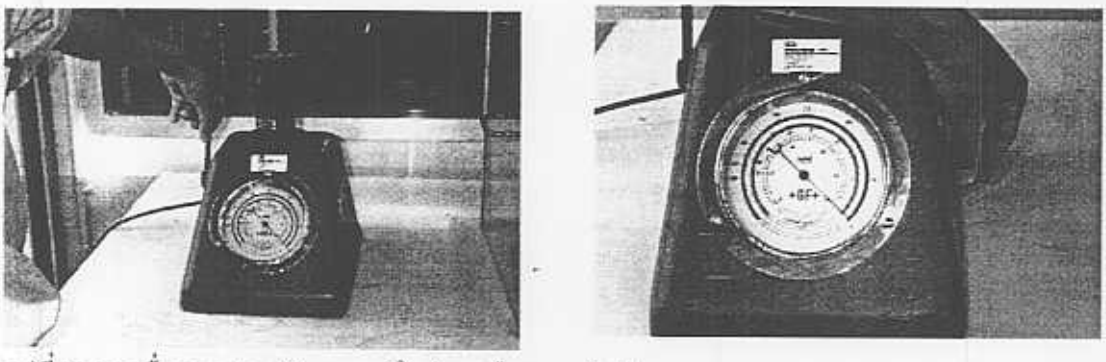
รูปที่ 3.25 เครื่อง XRF วิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี



รูปที่ 3.26 เครื่องทดสอบความแข็งแรงอเนกประสงค์

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University



รูปที่ 3.27 เครื่องทอสอบอัตราการซึมผ่านหรือความโปร่ง

รูปที่ 3.28 เครื่องศึกษาวิเคราะห์ลักษณะรูปร่าง Image analysis

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในการทดสอบหาค่าต่างๆ ตามมาตรฐานอเมริกัน หรือ A.F.S. นั้น ได้ทำการทดสอบทั้งหมด 4 การทดสอบ ซึ่งทั้ง 4 การทดสอบนี้เป็นการทดสอบที่เป็นมาตรฐานสากลที่นิยมใช้กัน โดยแบ่งการทดสอบออกเป็นดังนี้คือ

1 การทดสอบความแข็งแรงอัดของทรายหล่อ (Compressive Strength)

2 การทดสอบการรับแรงเฉือน (Shear strenght)

3 การทดสอบความแข็งแรงที่ผิวแบบหล่อ (Surface Mold Hardness)

4 การทดสอบความอัตราลมผ่าน (Permeability)

ผลจากการทดสอบในแต่ละส่วนนั้น เป็นการทดสอบที่ใช้ทรายจาก แม่น้ำมูล ที่ไหลผ่านเขตอำเภอเมืองจังหวัดอุบลราชธานี

4.1 ผลการทดสอบหาความแข็งแรงอัด(Compressive Strength)

อัตราส่วนผสมที่ใช้สำหรับทำ Specimen เพื่อทำการทดสอบ คือ ทราย(82%), เบ็นโทไนท์(12%) และน้ำ(6%)

ในการทดสอบความแข็งแรงอัด (Compressive Strength) ต้องใช้ Specimen จำนวน 10 ตัวอย่าง เพื่อทำการทดสอบ และหาค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงอัด ของ Green Sand และ Dry Sand อย่างและ 5 ตัวอย่าง

ปริมาณสัดส่วนทรายทำแบบ มีอัตราส่วนผสมที่ใช้ผสมทรายเพื่อทำการทดสอบจริง คือ

ทราย	4510	กรัม
เบ็นโทไนท์	660	กรัม
น้ำ	330	กรัม
รวมเป็น	5500	กรัม

จากนั้นนำมาทำเตรียมเป็นแท่งทดสอบตามมาตรฐาน A.F.S.และได้ผลการทดลองแสดงในตารางดังต่อไปนี้

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบหาความแข็งแรงอัด(Compressive Strength)

Specimen	ค่าความแข็งแรงอัด lb/ in^2	
	Green Sand	Dry Sand
1	7.7	43
2	7.5	36
3	6.8	34
4	7.0	39.5
5	7.6	40.5
ค่าเฉลี่ย	7.32	38.6

4. 2 ผลการทดสอบหาความแข็งแรงเฉือน (Shear strenght)

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบหาความแข็งแรงเฉือน (Shear strenght)

Specimen	ค่าความแข็งแรงเฉือน lb/ in^2	
	Green Sand	Dry Sand
1	2	8.5
2	2	9
3	1.9	9
4	2	10
5	2.1	9.5
ค่าเฉลี่ย	2.0	9.2

4.3 ผลการทดสอบหาความแข็งที่ผิว (Surface Hardness)

ตารางที่ 4.3. แสดงผลการทดสอบหาความแข็งที่ผิว Dry Sand

Specimen No.	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	76	76	75	75.7
2	72	73	74	73.0
3	70	71	75	72.0
4	71	73	75	73.0
5	73	73	74	73.3

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบหาความแข็งที่ผิว Green Sand

Specimen No.	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	20	16	13	13.3
2	19	21	17	19.0
3	16	22	17	18.3
4	17	19	19	18.3
5	20	16	17	17.7
ค่าเฉลี่ย				17.3

4.4 ผลการทดสอบหาอัตราลมผ่าน (Permeability)

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบหาอัตราลมผ่าน (Permeability)

Specimen No.	ค่าอัตราลมผ่าน
1	102
2	115
3	120
4	120
5	115
เฉลี่ย	114.4

4.5 การวิเคราะห์โครงสร้างผลึก

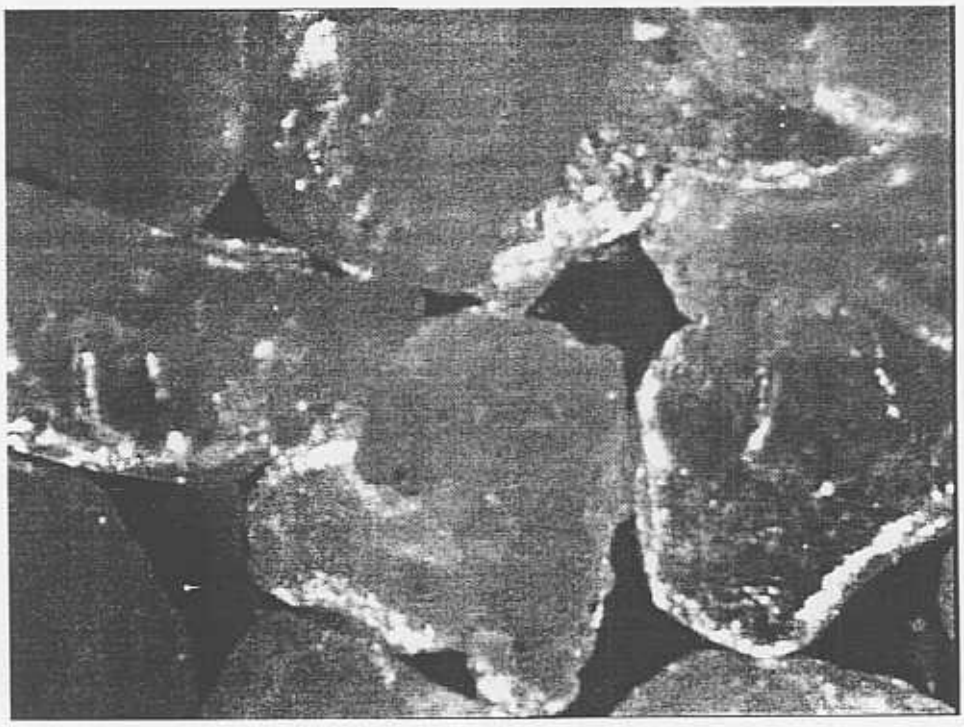
ผลที่ได้ของทรายตัวอย่าง เป็นสารประกอบ SiO_2 อยู่ในรูปของ Quartz และมีการจัดเรียงตัวแบบ Hexagonal (HCP)

4.6 รูปร่างลักษณะของเม็ดทราย ดังแสดงในรูปที่ 4.1-4.9

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

รูปที่ 4.1 การดูลักษณะผ่านกล้องจุลทรรศน์ และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

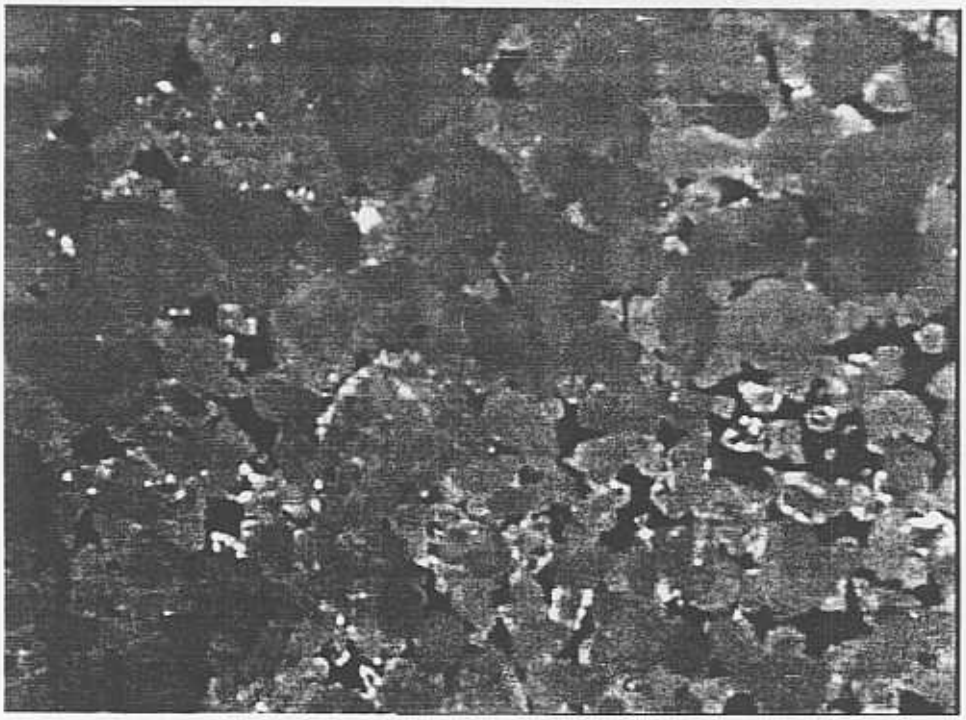


รูปที่ 4.2 ทรายขนาดเบอร์20 ที่ตกค้างบนเบอร์30ดูผ่านกล้องเสตอริโอไมโครสโคป กำลังขยาย 60 เท่า

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

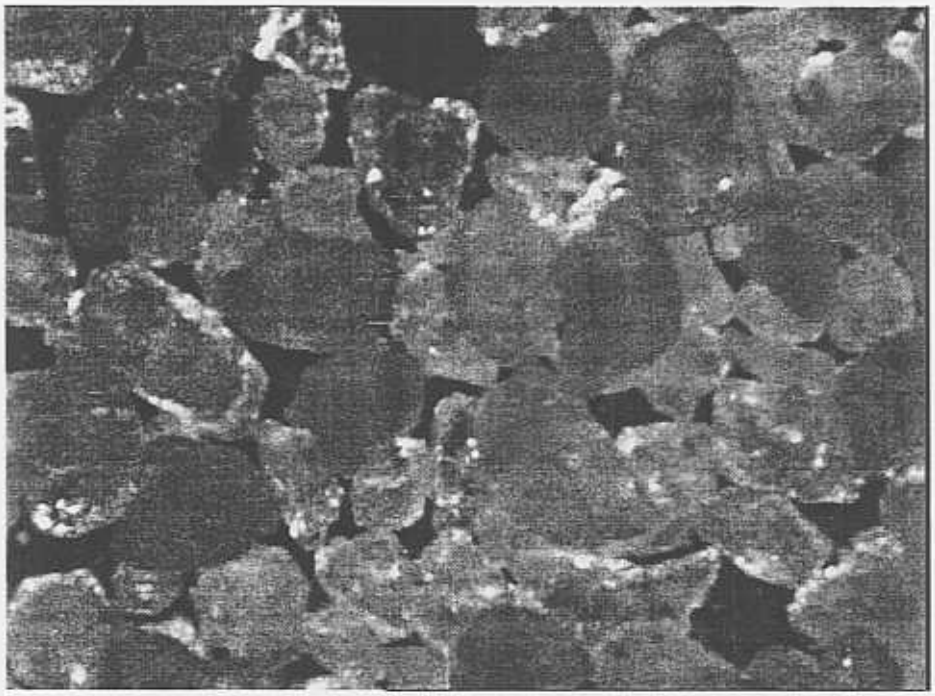
รูปที่ 4.3 ทรายขนาดเบอร์30 ที่ตกค้างบนเบอร์40ดูผ่านกล้องเสตอริโอไมโครสโคป กำลังขยาย 60 เท่า



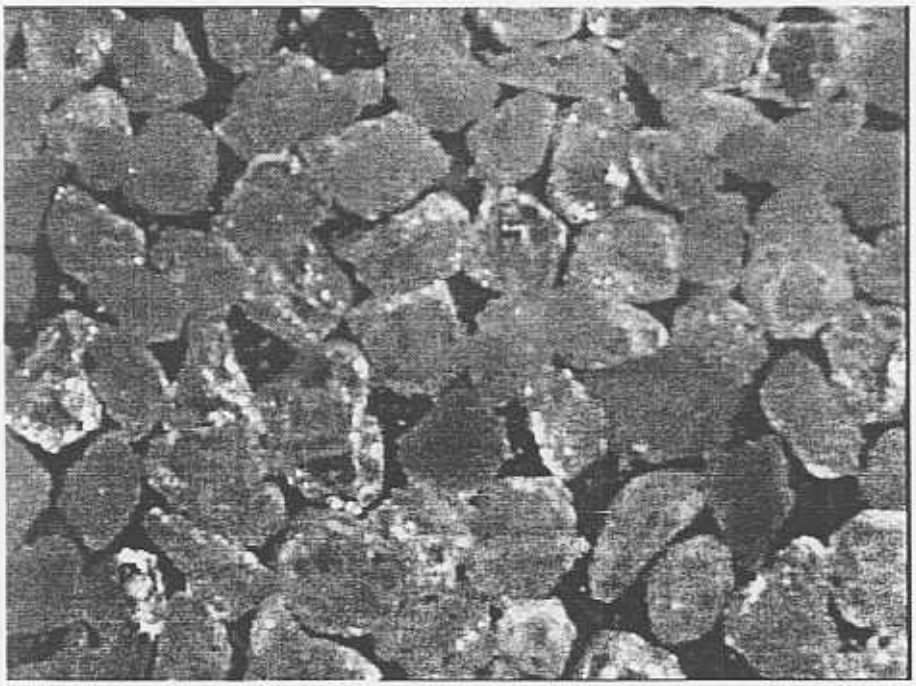
รูปที่ 4.4 ทรายขนาดเบอร์40 ที่ตกค้างบนเบอร์50ดูผ่านกล้องเสตอริโอไมโครสโคป กำลังขยาย 60 เท่า

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University



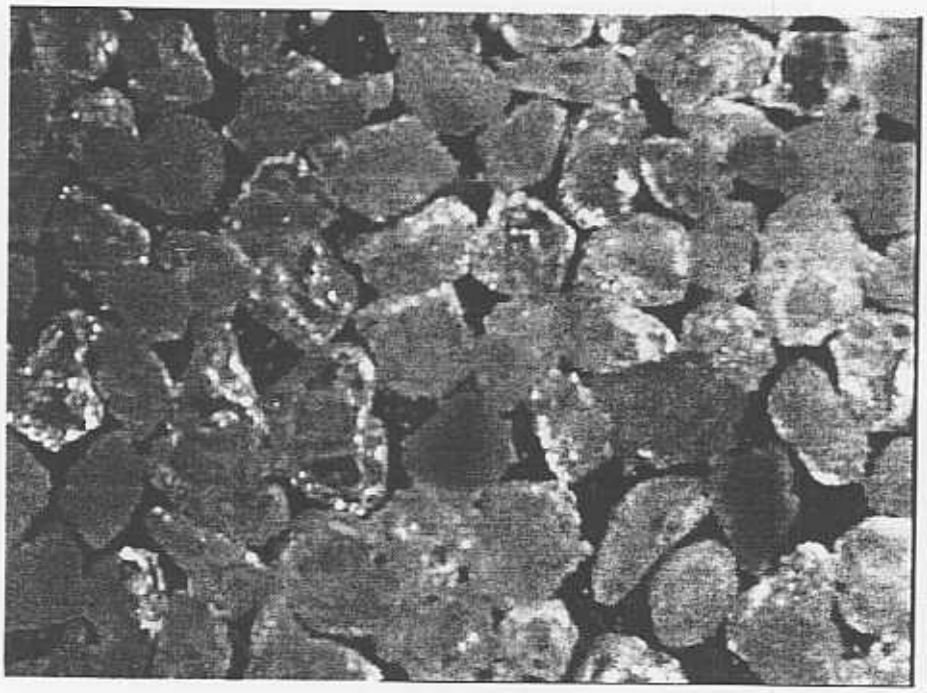
รูปที่ 4.5 ทรายขนาดเบอร์50 ที่ตกค้างบนเบอร์70ดูผ่านกล้องเสตอริโอไมโครสโคป กำลังขยาย 60 เท่า



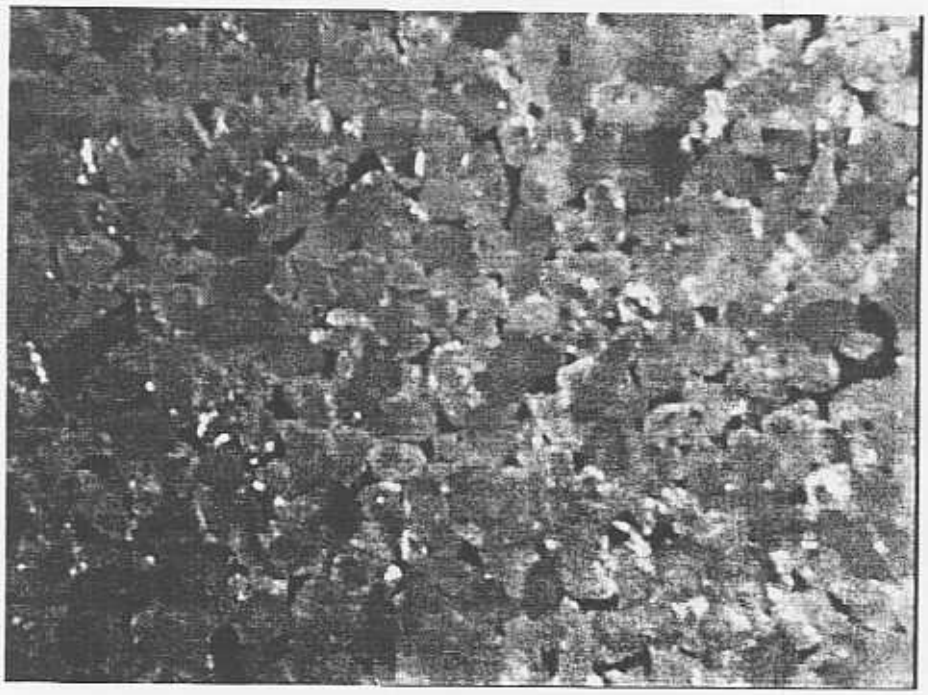
รูปที่ 4.6 ทรายขนาดเบอร์70 ที่ตกค้างบนเบอร์100ดูผ่านกล้องเสตอริโอไมโครสโคป กำลังขยาย 60 เท่า

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University



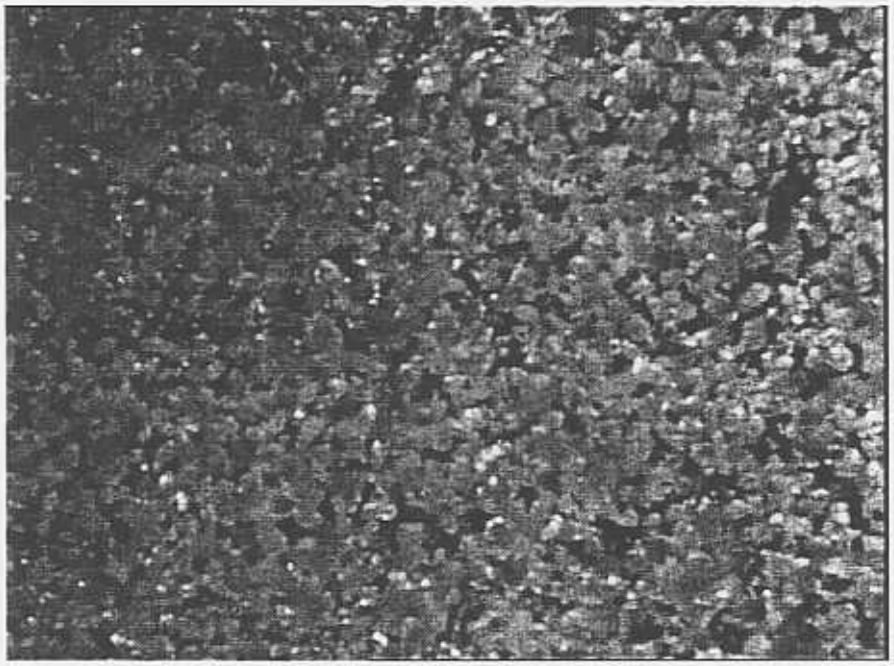
รูปที่ 4.7 ทรายขนาดเบอร์100 ที่ตกค้างบนเบอร์140ดูผ่านกล้องเสตอริโอไมโครสโคป กำลังขยาย 60 เท่า



รูปที่ 4.8 ทรายขนาดเบอร์140 ที่ตกค้างบนเบอร์200ดูผ่านกล้องเสตอริโอไมโครสโคป กำลังขยาย 60 เท่า

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University



รูปที่ 4.9 ทรายขนาดเบอร์200 ที่ตกค้างบนถาดรอง ชั้นสุดท้ายดูผ่านกล้องเสตอริโอไมโครสโคป กำลังขยาย 60 เท่า

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

4.6 ผลการวิเคราะห์หาส่วนผสมทางเคมี ดังแสดงในตารางที่ 4.6 เป็นการเปรียบเทียบทรายแม่น้ำมูลเทียบกับทรายระยอง

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์หาธาตุต่างๆในทรายแม่น้ำ

ธาตุ	ทรายตัวอย่าง	
	แม่น้ำมูล	ทรายระยอง
ซิลิกอน (Si)	98.99 Wt.%	99.27 Wt.%
เหล็ก (Fe)	0.85 Wt.%	0.35 Wt.%
โปตัสเซียม (K)	-	-
แคลเซียม (Ca)	-	-
ทองแดง (Cu)	49.87 ppm.	85.21 ppm.
แมงกานีส (Mn)	-	631.90 ppm.
สังกะสี (Zn)	441.60 ppm.	540.74 ppm.
ไทเทเนียม (Ti)	572.19 ppm.	0.19 Wt.%
โครเมียม (Cr)	433.77 ppm.	505.35 ppm.
แกลเลียม (Ga)	-	-
นิกเกิล (Ni)	75.03 ppm	134.70 ppm.
วาเนเดียม (V)	-	-

4.7 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณดินเหนียว พบว่าปริมาณอนุภาคของดินเหนียวที่ปนมากับทรายแม่น้ำมูล 1.628%

4.8 การวิเคราะห์หาขนาดและการกระจายตัวของเม็ดทราย ผลที่ได้ คือ มีค่า A.F.S. Grain fineness number เท่ากับ 38.297 ลักษณะการกระจายตัวของทรายที่ตกบนตะแกรงเบอร์ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 4.7

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ตาราง 4.7 ปริมาณของทรายที่ค้างบนตะแกรง

เบอร์ตะแกรง mesh number	ปริมาณทรายที่ตกค้าง percent retained	ค่าคงที่ multiplier	ผลคูณ product
6	0	3	0
12	0.191	5	0.955
20	10.986	10	109.86
30	14.5	20	290
40	21.267	30	638.01
50	26.273	40	1050.92
70	19.518	50	975.9
100	4.152	70	290.64
140	0.965	100	96.5
200	0.256	140	35.84
270	0.113	200	22.6
Pan	0.142	300	42.6
ผลรวม	98.363	-	3553.825

ค่าความละเอียด A.F.S. = $\frac{\text{ผลรวมทั้งหมดของผลคูณ}}{\text{ผลรวมของ \% Retained}}$

= 3553.825/98.363

$\therefore$ A.F.S number = 36.13

4.9 การทดลองหล่องาน อลูมิเนียม(Al 99%)

ในการทดลองนำมาใช้งาน ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบกับทรายระยอง โดย ได้ออกแบบการทดลองขึ้นมาเอง มีค่าที่ต้องบันทึกอยู่ 3 ค่า คือ การเสื่อมสภาพของทราย คือ 1) ปริมาณของทรายที่เปลี่ยนเนื่องจากระดับอุณหภูมิของน้ำโลหะและน้ำโลหะที่สัมผัสกับผิวของแบบทราย 2) ปริมาณของทรายที่ติดชิ้นงานหล่อ 3) และระยะซึมลึกของการเผาไหม้ ในขั้นตอนการทดลองเทหล่อ ได้ทดลองเปรียบเทียบทราย 2 ชนิด คือ ทรายแม่น้ำมูล กับ ทรายระยอง ดังแสดงผลการทดลองในตารางแสดงผลดังต่อไปนี้

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

4.9.1 แบบหล่อทรายระยอง

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการหล่ออลูมิเนียมโดยใช้ทรายระยอง

หีบหล่อ ตัวอย่างที่	การเสื่อมของทราย (%)	ปริมาณทรายติดชิ้นงาน g	ระยะซึมลึกการเผาไหม้ mm
1	3.03	40	12
2	3.00	20	15
3	2.95	60	16
ค่าเฉลี่ย	3.00	40	14.33

4.9.2 แบบหล่อทรายแม่น้ำมูล

ตารางที่ 4.9แสดงผลการเสื่อมสภาพของทรายเมื่อเทหล่ออลูมิเนียมโดยใช้ทรายแม่น้ำมูล

หีบหล่อ ตัวอย่างที่	การเสื่อมสภาพของทราย (%)	ปริมาณทรายติดชิ้นงาน g	ระยะซึมลึกการเผาไหม้ mm
1	3.40	10	10
2	3.13	25	15
3	2.65	40	10
ค่าเฉลี่ย	3.12	25	11.67

4.10 การทดลองหล่อเหล็กหล่อ(Fe)

4.10.1 แบบหล่อทรายระยอง

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการเสื่อมสภาพของทรายเมื่อเทหล่อเหล็กโดยใช้ทรายระยอง

หีบหล่อ ตัวอย่างที่	การเสื่อมสภาพของทราย (%)	ปริมาณทรายติดชิ้นงาน g	ระยะซึมลึกการเผาไหม้ mm
1	6.36	50	20
2	6.06	100	30
3	5.78	50	25
ค่าเฉลี่ย	6.07	66.67	25

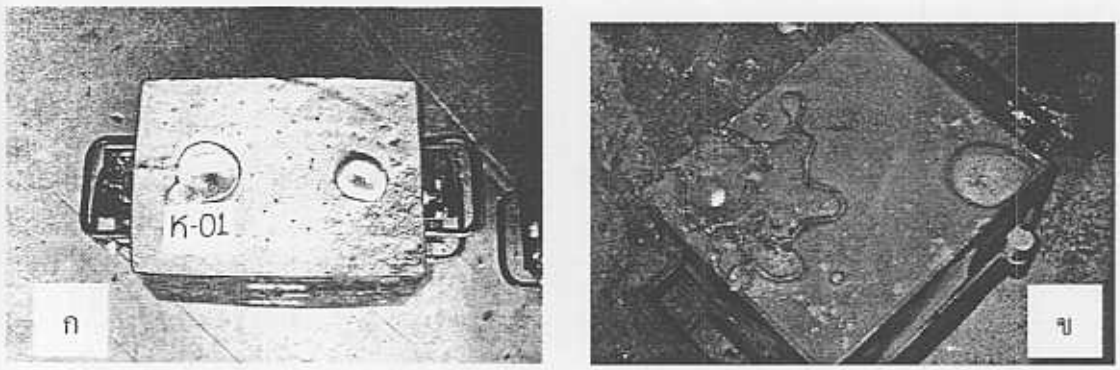
Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

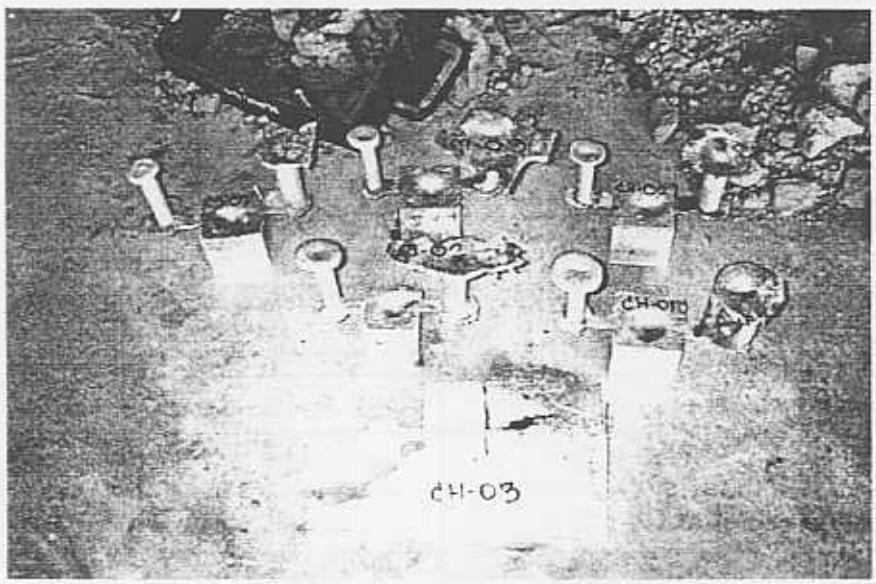
4.10.2 แบบหล่อทรายแม่น้ำมูล

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการเสื่อมสภาพของทรายเมื่อเทหล่อเหล็กโดยใช้ทรายแม่น้ำมูล

หีบหล่อ ตัวอย่างที่	การเสื่อมสภาพของทราย (%)	ปริมาณทรายติดชิ้นงาน g	ระยะซึมลึกการเผาไหม้ mm
1	5.77	50	20
2	5.03	100	25
3	4.80	100	25
เฉลี่ย	5.20	83.33	23.33



รูปที่ 4.10 ภาพแสดงแบบทรายหล่อที่เทหล่อแล้ว ก)เทด้วยอลูมิเนียม ข) เทด้วยเหล็ก

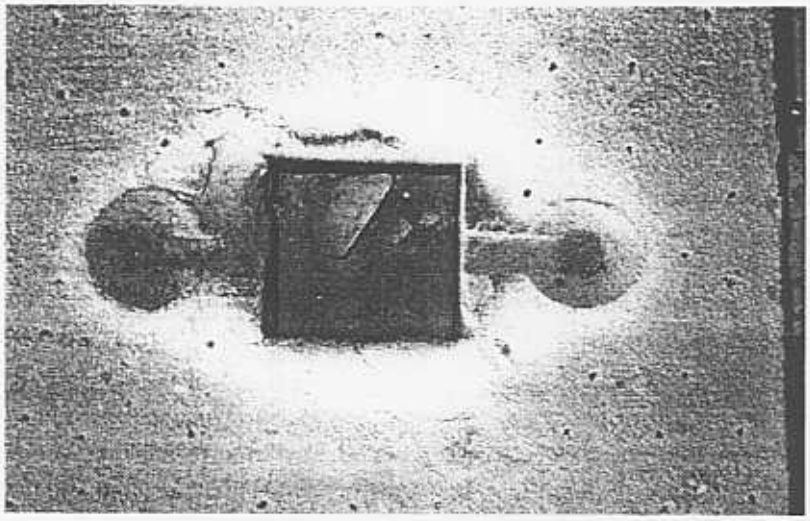


รูปที่ 4.11 ภาพแสดงชิ้นงานจากแบบหล่อ

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

รูปที่ 4.12 ภาพแสดงทรายติดชิ้นงาน



รูปที่ 4.13 ภาพแสดงทรายติดชิ้นงานและทรายทำแบบมีสภาพการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทาง

Ubon Rajathanee University

บทที่ 5
วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

5.1 วิจารณ์ผลการทดลองการวิจัย

5.1.1 การศึกษาคุณสมบัติ

คุณสมบัติที่สำคัญของแบบหล่อคือความแข็งแรง ความโปร่ง หรือการซึมผ่าน และความสามารถทนอุณหภูมิได้สูง ซึ่งสิ่งที่ส่งผลต่อคุณสมบัติหลัก คือ ปริมาณของซิลิกา ขนาดและลักษณะรูปร่างของเม็ดทราย รวมไปถึงปริมาณและชนิดของตัวประสาน ในการศึกษาวิจัยนี้ใช้เบนโทไนท์ ดังนั้น ในการทดลองวิจัยขั้นสุดท้ายคือ การทดลองใช้งานเทหล่อจริง โดย เทหล่อโลหะที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ คือ อลูมิเนียม และ เหล็กหล่อซึ่งมีจุดหลอมเหลวสูง โลหะทั้งสองชนิดมีการหลอมหล่อกันมาก การตรวจสอบหลังการใช้งาน จะเป็นสิ่งยืนยันได้แน่นอนว่าทรายหล่อมีความเหมาะสมที่จะใช้ทำแบบหล่อหรือไม่

ผลที่ได้รับจากการศึกษาทรายแม่น้ำมูลพบว่า ค่าความแข็งแรงด้านต้านทานแรงอัด มีค่าเฉลี่ยประมาณ 7.32 lb/in^2 ซึ่งสามารถใช้ได้กับงานหล่อโลหะทุกประชนิด ซึ่งในอุตสาหกรรมงานหล่อทั่วไปใช้อยู่ในช่วงระหว่างประมาณ 5.0 ถึง 8.5 lb/in สำหรับแบบหล่อชนิดทรายชื้น หรือ Green sand mold และค่าความโปร่งหรืออัตราการซึมผ่านของทรายแม่น้ำมูลวัดได้ประมาณ 114.40 ซึ่งค่าความโปร่งระดับนี้เหมาะที่จะใช้ในงานหล่อที่มีขนาดเหล็กหล่อ Malleable หรือเหล็กกล้าใช้แบบหล่อทรายชื้น โดยทั่วไปจะใช้อยู่ในช่วงประมาณ 7 ถึง 300

5.1.2 องค์ประกอบทางเคมีและรูปร่างลักษณะ

จากผลการศึกษาโดยใช้เครื่อง X-Ray Fluorescence และ เครื่อง X-Ray diffractrometer ทำให้ทราบถึงชนิด และปริมาณของธาตุต่างๆที่มีอยู่ในทรายแม่น้ำมูล โดยทั่วไปจะให้ความสำคัญกับธาตุ Si มากกว่าธาตุอื่นๆ ธาตุซิลิกอนในทรายระยองมีอยู่สูงมาก ประมาณ 99 % โดยน้ำหนัก สำหรับทรายแม่น้ำมูลมีอยู่ประมาณ 98.99 % โดยน้ำหนักมีโครงสร้างผลึกเป็นแบบ HCP อยู่ในรูปของ Quartz ซึ่งใกล้เคียงกับทรายระยองมาก ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำเอาทรายแม่น้ำมูลมาใช้ทดแทนทรายทะเลจากระยอง

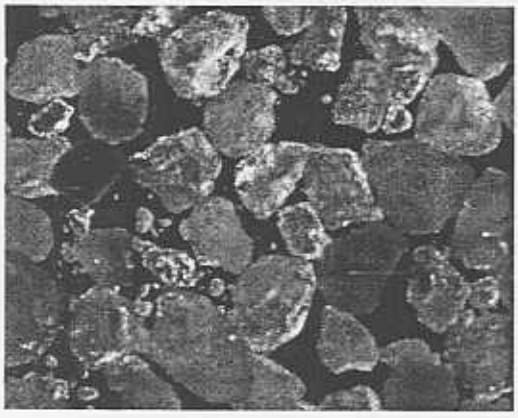
ขนาดความละเอียดของเม็ดทรายแม่น้ำมูล หรือ A.F.S. number เท่ากับ 36 ซึ่งเหมาะที่จะนำมาใช้ทำเป็นแบบหล่อทั้งแบบหล่อชนิดทรายชื้นและแบบหล่อ ชนิดทรายแห้ง หล่องานประเภทเหล็กกล้าที่มีขนาดโตได้

รูปร่างลักษณะของทรายแม่น้ำมูลเป็นแบบผสมจะมีแบบมุมมนปนกับแบบมุมแหลม โดยส่วนมากจะเป็นแบบมุมมน เนื่องจากแม่น้ำมูล มีขนาดกว้างใหญ่และยาวไหลผ่านหลายจังหวัดใน

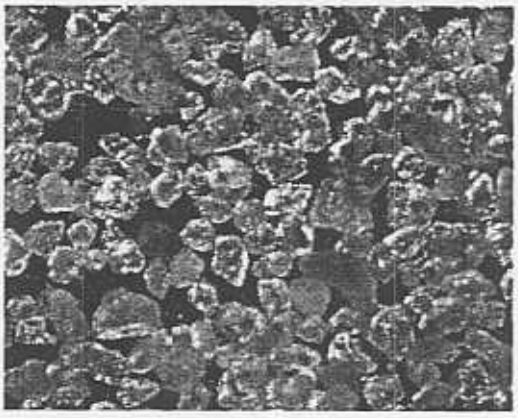
Ubon Rajathanee University

ภาคอีสาน ตั้งต้นน้ำที่เขาใหญ่จังหวัดนครราชสีมา จน ถึงปากน้ำมูลไหลลงสู่แม่น้ำโขงที่อำเภอโขงเจียมจังหวัดอุบลราชธานี หรือที่รู้จักกันในนามแม่น้ำสองสี ระยะทางของการไหลของน้ำมีผลโดยตรงต่อรูปร่างและขนาดของเม็ดทราย เนื่องจากเกิดการเสียดสีระหว่างเม็ดทรายที่เกิดจากการสึกกร่อนออกมาจากหินและถูกน้ำพัดพาไหลไปตามแรงของกระแสน้ำ ดังนั้นตลอดระยะทางของลำน้ำอนุภาคของเม็ดทรายจะกระแทกและเสียดสีกับเม็ดทรายด้วยกันเองและวัตถุอื่นที่อยู่ตามลำน้ำ จึงทำให้เม็ดทรายมีมุมมน ถ้ากระแสน้ำไหลแรง และมีระยะทางที่ยาวไกลยิ่งจะมีผลทำให้เม็ดทรายมีขนาดเล็กและมนกลมมากยิ่งขึ้น จะเห็นได้จากทรายทะเลจากระยอง มีความกลมมนและเล็กละเอียดว่าทรายจากแม่น้ำมูล

ขนาดและรูปร่างมีผลโดยตรงต่อความแข็งแรงและความโปร่งของแบบหล่อ ทรายละยองจะมีความโปร่งน้อยกว่าแต่จะมีความแข็งแรงสูงกว่า ดังนั้นทรายแม่น้ำมูลจึงเหมาะที่จะหล่องานที่มีแก๊สในขณะหล่อเกิดขึ้นสูงซึ่งจะช่วยให้แก๊สระบายออกได้ดีกว่า



(ก)



(ข)

รูปที่ 5.1 แสดงเปรียบเทียบรูปร่างลักษณะของทรายแม่น้ำมูลและทรายระยอง (ก)ทรายแม่น้ำมูล (ข) ทรายระยอง

5.2 การทดลองทำเป็นแบบเทงานหล่อจริง

ในการทดลองใช้งานจริงงานวิจัยนี้ได้ทดลองเปรียบเทียบการใช้งานระหว่างทรายแม่น้ำมูลกับทรายระยอง โดยเป็นทรายใหม่และมีอัตราส่วนผสมของเบนโทไนท์ 12 % และความชื้น 6 % ที่เหลือเป็นทรายใหม่

เกณฑ์ที่นำมาใช้ในการพิจารณาเปรียบเทียบเพื่อหาข้อสรุปยังไม่มีมาตรฐานใดกำหนดไว้ชัดเจน และวิธีการก็ซับซ้อนยุ่งยากในการเตรียมการทดลอง ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงได้กำหนดหลักเกณฑ์ขึ้นมาเพื่อใช้เปรียบเทียบการใช้งานจริง ระหว่าง ทรายระยองที่ใช้งานกันมากในอุตสาหกรรมในประเทศ กับทรายแม่น้ำมูลที่ยังไม่มีการนำมาใช้งานในด้านอุตสาหกรรมหล่อโลหะ

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

จากประสบการณ์พบว่าทรายที่นำมาใช้งานจะเกิดการเสื่อมสภาพลงตามจำนวนครั้งของการนำมาใช้งานและชนิดของโลหะที่นำมาหลอมหล่อเนื่องจากระดับอุณหภูมิหลอมเหลวแตกต่างกันไป ในการศึกษาทดลองที่ง่ายและสะดวกที่สุด คือวิธีการดูด้วยตาเปล่า และพิจารณาเปรียบเทียบ 3 ประเด็น คือ 1)ปริมาณของทรายที่เสื่อมสภาพ(%) 2) ปริมาณ ของทรายที่ติดชิ้นงานหล่อ(g) และ 3) ระยะของการซึมลึก (m.m.) ทรายที่ผ่านการเทหล่อแล้วเมื่อยกหีบห่อสองซีกออกจากกันจะพบว่าทรายจะได้รับความร้อนจากน้ำโลหะมีสีที่เกิดจากการเผาไหม้ดำเข้ม และจะจางลงเมื่อระยะห่างออกไปในทิศทางมุ่งเข้าหาขอบหีบ ดังนั้นถ้าวัดจากขอบผิวสัมผัสกับชิ้นงานหล่อจนสุดปลายที่ทรายไม่เปลี่ยนสี ซึ่งกำหนดเป็นระยะซึมลึกมีหน่วยวัดเป็น มิลลิเมตร (m.m.) และ เมื่อถอดชิ้นงานออกจะพบว่ามีทรายติดผิวชิ้นงาน ซึ่ง ถ้าทรายที่มีคุณภาพดีควรจะไม่ติดชิ้นงานหรือติดน้อยมาก ดังนั้นในการทดลองจึงหาปริมาณของทรายที่ติดมากับชิ้นงานมาชั่งหน่วยวัดเป็น กรัม (g) และถ้าขุดลอกเอาทรายที่มีสีดำที่เกิดจากการเผาไหม้นำมาชั่งหาน้ำหนักและคิดเป็นสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทรายทั้งหมดในหีบหล่อแต่ละอันซึ่งกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการเสื่อมสภาพของทราย ค่าที่ได้จากการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5.1 และ แลกราฟที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลการวัดผลสภาพการใช้งานจริง

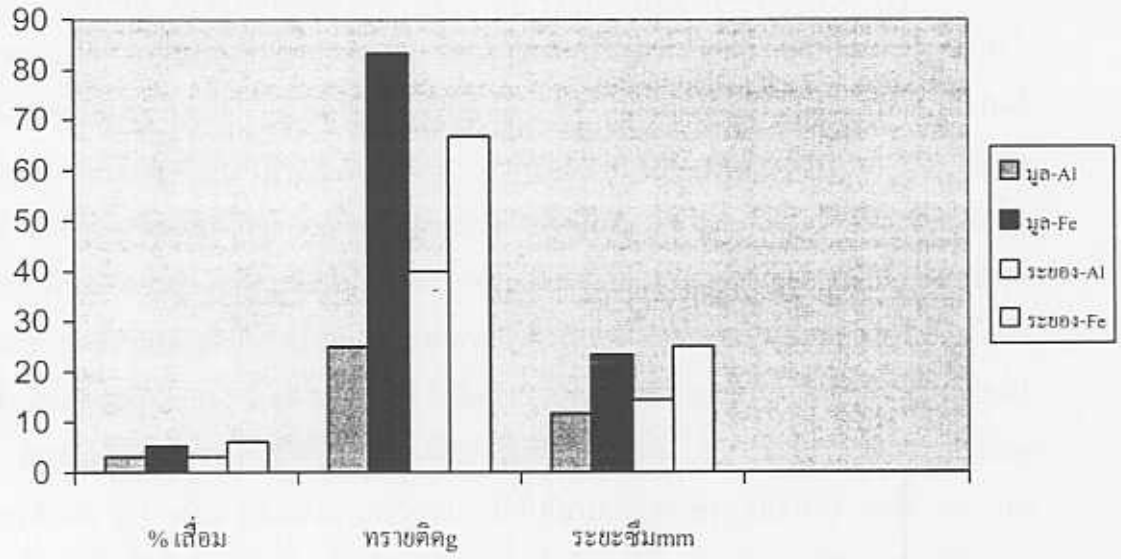
ชนิดของทราย	โลหะที่ใช้เทหล่อ	ผลการวัดสภาพการใช้งาน		
		การเสื่อมสภาพ (%)	ทรายติดงาน (กรัม)	ระยะการแพร่การเสื่อมสภาพ
ทรายแม่น้ำมูลจากอุบลฯ	Al-99 %	3.12	25	11.67
	Pig Iron(Fe)	5.2	83.33	23.33
ทรายทะเลจากระยอง	Al-99 %	3	40	14.33
	Pig Iron(Fe)	6.07	66.67	25

การทดลองเทหล่อจริงได้กำหนดให้ทดลองใช้กับ อลูมิเนียมอินกอตบริสุทธิ เทหล่อที่อุณหภูมิประมาณ 750 $^{\circ}$ C และ เหล็กหล่อเทาจากเหล็กดิบหรือเหล็กพิก อุณหภูมิเทประมาณ 1,550 $^{\circ}$C

ผลที่ได้รับพบว่า การการเทหล่อเหล็กที่มีอุณหภูมิเทสูงกว่า มีผลทำให้การเสื่อมสภาพของทรายเพิ่มขึ้นกว่าการเทหล่อด้วยอลูมิเนียมมาก

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงเปรียบเทียบผลสภาพการทดลองใช้งานจริง

5.3 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยคุณสมบัติของทรายแม่น้ำมูล ทำให้ผู้วิจัยทราบถึงคุณสมบัติที่สำคัญของทรายแม่น้ำมูลสำหรับนำไปทำแบบหล่อ เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ประกอบการหล่อโลหะที่อยู่ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีพื้นอยู่ในบริเวณแถบลุ่มแม่น้ำมูล ส่งผลให้ผู้ประกอบการสามารถนำมาใช้ทดแทนทรายจากระยองได้ ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำ อย่างไรก็ตามทรายแม่น้ำยังมีคุณสมบัติที่ด้อยกว่าทรายทะเล โดยเฉพาะความสม่ำเสมอของเม็ดทราย ทรายทะเลจะมีความสม่ำเสมอกว่าสะอาดกว่า ทำให้ง่ายต่อการควบคุมคุณภาพดังนั้นในกรณีที่ต้องการหล่องานที่ต้องการคุณภาพสูงการใช้ทรายระยองอาจจะมีความเหมาะสมกว่า

อย่างไรก็ตามการที่ทรายแม่น้ำมูลสามารถนำมาใช้ทำแบบหล่อได้ก็เป็นทางเลือกให้แก่ผู้ประกอบการหล่อโลหะสามารถเลือกวัสดุที่มีคุณภาพเหมาะสมกับงาน ผู้ที่ได้รับประโยชน์จากโครงงานวิจัยนี้ หากทรายแม่น้ำมูลสามารถนำไปใช้ทำแบบหล่อได้ คือ ผู้ประกอบการธุรกิจท่าทรายที่มีอยู่มากมายกระจายอยู่ในจังหวัดต่างๆที่อยู่ในแถบลุ่มน้ำมูล ซึ่งจะทำให้ผู้ประกอบการสามารถขายสินค้าได้เพิ่มขึ้นอีกทางหนึ่ง

การศึกษาคุณสมบัติด้านอื่นๆของทรายน้ำมูลยังมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติมอีก เนื่องจากทรายทำแบบมีหลายประเภท เช่น การศึกษา กรณีที่ใช้ตัวประสานไม่ใช่ดินเหนียว คือ ใช้สารเคมีตัวอื่นเป็นต้น และนอกจากนำมาทำแบบหล่อแล้วยังต้องศึกษาการนำไปใช้ทำไส้แบบ เป็นต้น

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

การศึกษาหาอายุการใช้งานของทรายยังจำเป็นที่จะต้องทดลองเทหล่อซ้ำอีกหลายๆรอบ เพื่อให้สามารถบอกได้ว่าทรายแม่น้ำมูลมีอัตราการเสื่อมเท่าไหร่ เพื่อจะเป็นข้อมูลไปประกอบการกำหนดสูตรผสมทรายให้ถูกต้องเหมาะสม โดยเฉพาะการใช้ทรายเก่าจะต้องเติมตัวประสานเพิ่มเข้าไปอยู่ทุกๆครั้งที่นำกลับมาใช้งานใหม่ ซึ่งแต่ละครั้งจะต้องทราบว่าจะต้องปรับอัตราส่วนผสมเป็นเท่าใด อย่างไรก็ตามทำให้ทราบว่า ถ้าต้องการใช้ทรายแม่น้ำมูลสำหรับนำมาทำแบบหล่อสามารถนำมาใช้งานได้โดยจะต้องโดยคัดแยกเอากรวดที่ปนมาออกให้หมดก่อน และถ้าทรายใหม่ใช้เบนโทน์ผสมในปริมาณ 10-12% ใช้น้ำผสม ประมาณ 6 %

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

บรรณานุกรม

หริส สูตะบุตร,2526,หล่อโลหะ,ดวงกมล, กรุงเทพฯ

มนัส สถิรจินดา,25...,วิศวกรรมงานหล่อเหล็ก,คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

American Foundrymen's Society, 1989, "Metalcaster's Recference & Guide" Second Edition, U.S.A.

Parkes, W.B.,1971, "CLAY-BONDED FOUNDRY SAND" Applied Science Publishers LTD.,England

American Foundrymen's Society, 1963, "Foundry Sand Handbook" Seventh Edition, U.S.A.

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

บรรณานุกรม

หริส สูตะบุตร,2526,หล่อโลหะ,ดวงกมล, กรุงเทพฯ

มนัส สถิรจินดา,25...,วิศวกรรมงานหล่อเหล็ก,คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

American Foundrymen's Society, 1989, "Metalcaster's Recference & Guide" Second Edition, U.S.A.

Parkes, W.B.,1971, "CLAY-BONDED FOUNDRY SAND" Applied Science Publishers LTD.,England

American Foundrymen's Society, 1963, "Foundry Sand Handbook" Seventh Edition, U.S.A.

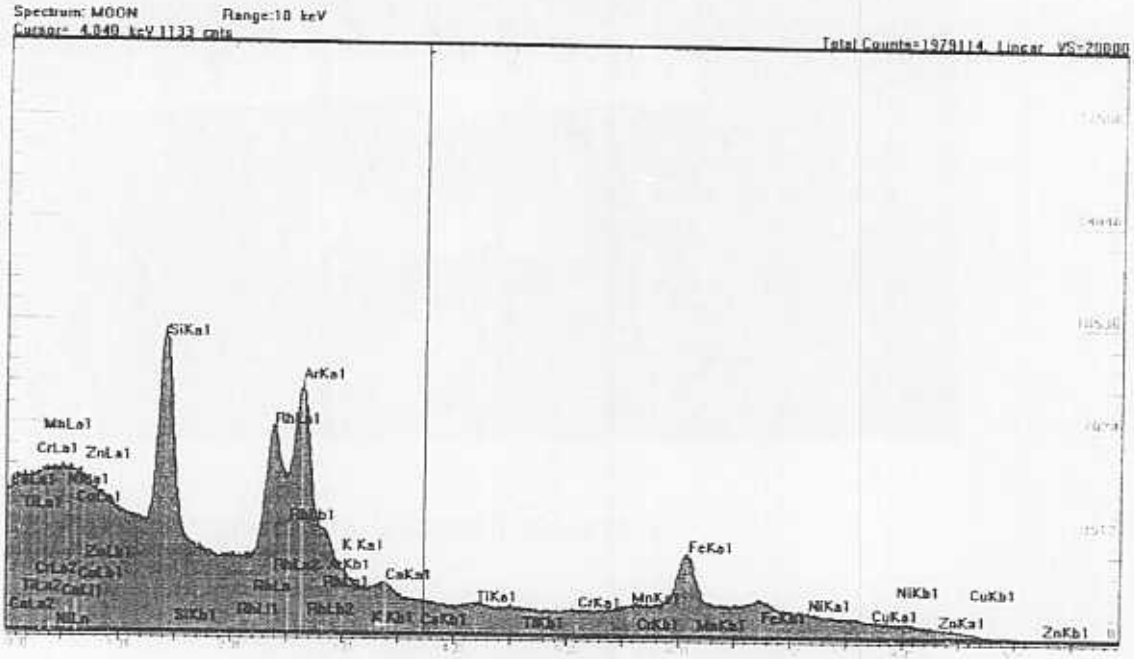
Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ภาคผนวก

ภาคผนวก

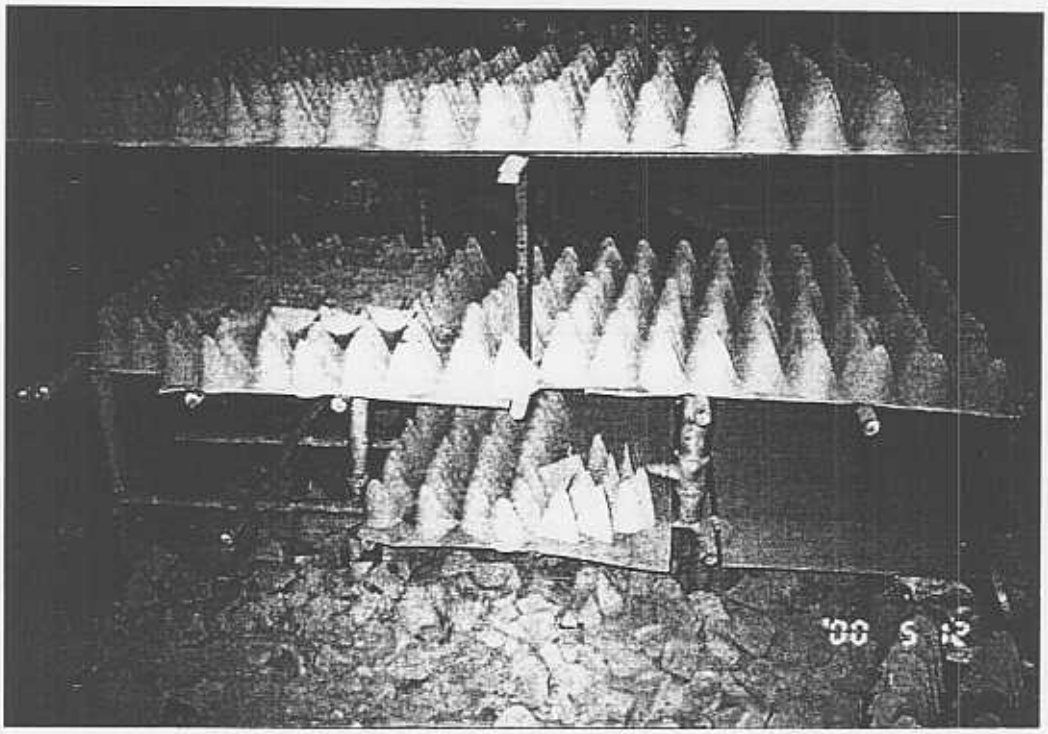
ก. Spectrum ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี XRF ของทรายแม่น้ำมูล



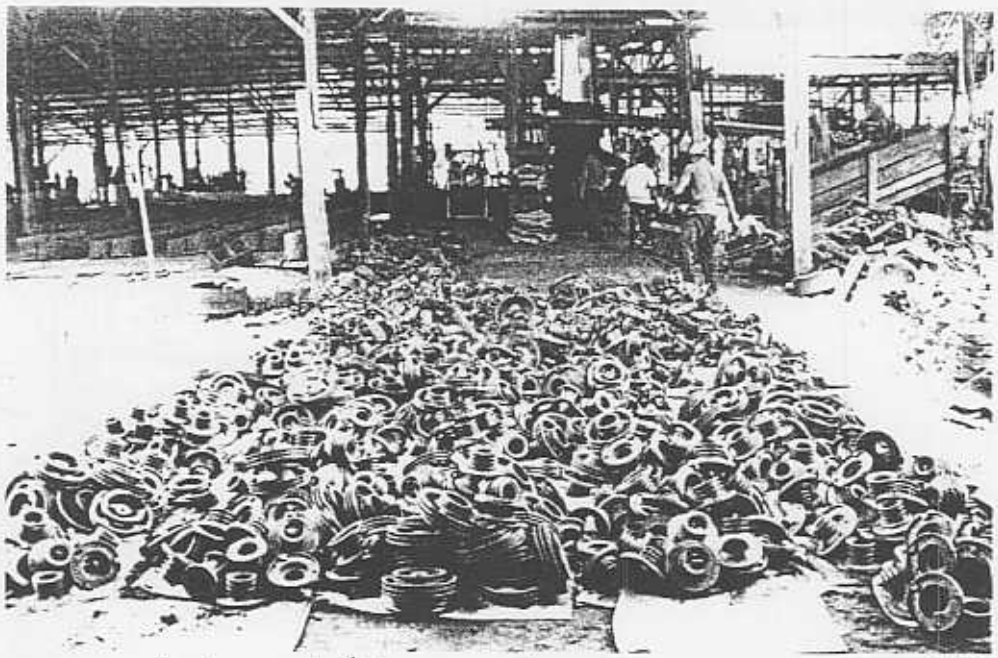
ข. ทรายแม่น้ำมูลที่โรงหล่อนำมาใช้ทำแบบหล่อ

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University



ค. ทรายแม่น้ำที่โรงหล่อนำมาทำไส้แบบ



ภาคผนวก ง. ตัวอย่างงานหล่อที่เสียและสาเหตุส่วนมากมาจากคุณภาพของทรายหล่อไม่ดี

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ประวัตินักวิจัย

นายสุริยา โชคสวัสดิ์

การศึกษา : สำเร็จการศึกษา

- ระดับปริญญาตรี สาขา เทคโนโลยีการผลิต (อ.ส.บ.) จาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- ระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีวัสดุ (ว.ศม.) จาก คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

การทำงาน : อาจารย์ ระดับ 7 สังกัดภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

งานวิจัย : ที่ดำเนินการแล้วเสร็จ และอยู่ระหว่างการดำเนินการ

- การศึกษาความเป็นไปได้การตั้งโรงหล่อในเขตอีสานตะวันออก ปีงบประมาณ 2542
- โครงสร้างและคุณสมบัติของทองเหลืองหล่อโดยกรรมวิธีการหล่อแบบขี้ผึ้งหาย กรณีย์หัตถกรรมหล่อทองเหลืองบ้านปะอาว ปีงบประมาณ 2544
- คุณสมบัติของทรายแม่น้ำมูลสำหรับใช้ทำแบบหล่อทรายชื้น ปีงบประมาณ 2545
- โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์และถ่ายทอดเทคโนโลยีการหล่อทองเหลืองโดยวิธีขี้ผึ้งหาย ของกลุ่มหัตถกรรมหล่อทองเหลืองบ้านปะอาว ปีงบประมาณ 2546

งานวิจัยที่อยู่ในความสนใจ

- ศึกษาแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมหล่อเครื่องประดับโดยวิธีขี้ผึ้งหาย
- การศึกษาและพัฒนาเชิงอนุรักษ์งานสำริดในประเทศไทย
- การนำทรายแม่น้ำโขง ชี มูล มาใช้งานในอุตสาหกรรมหล่อโลหะ

งานบริการวิชาการแก่ชุมชน

- เป็นที่ปรึกษาแก่ผู้ประกอบการ SME ภายใต้โครงการ 13ระยะที่1-2 และโครงการ ITB ของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม
- เป็นวิทยากร และ อนุกรรมการ I ตำบล I ผลิต จังหวัดอุบลราชธานี
- เป็นที่ปรึกษาให้แก่กลุ่มหัตถกรรมหล่อทองเหลืองบ้านปะอาว

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

นายอภิชาติ อาจนาเสียว

การศึกษา : สำเร็จการศึกษา

- ระดับปริญญาตรี สาขาวิสวกรรมเคมี (ว.ศบ.) จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีวัสดุ (ว.ศม.) จาก คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

การทำงาน : อาจารย์ประจำ สังกัดภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

งานวิจัย : ที่ดำเนินการแล้วเสร็จ และอยู่ระหว่างการดำเนินการ

- โครงสร้างและคุณสมบัติของทองเหลืองหล่อโดยกรรมวิธีการหล่อแบบขี้ผึ้งหาย กรณีย์หัตถกรรมหล่อทองเหลืองบ้านปะอาว ปีงบประมาณ 2544
- คุณสมบัติของทรายแม่น้ำมูลสำหรับใช้ทำแบบหล่อทรายชื้น ปีงบประมาณ 2545

งานบริการวิชาการแก่ชุมชน

- เป็นที่ปรึกษาแก่ผู้ประกอบการ SME ภายใต้โครงการ 13ระยะที่1-2 และโครงการ ITB ของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม

Ubon Rajathanee University