บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยการนำฝุ่นทรายกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการหล่อโลหะนี้ จะแบ่งขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้

3.1 การเตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.2 การทดสอบคุณสมบัติของวัตถุดิบและส่วนผสมทราย

3.3 การทดลองศึกษาผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายแบบที่มีต่อค่าคุณสมบัติทราย

3.1 การเตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย

3.1.1วัตถุดิบที่ใช้ในการผสมทรายที่ใช้กับแบบทรายหล่อ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผสมทรายที่ใช้กับแบบทรายหล่อ มีดังต่อไปนี้

1.*Bentonite* เป็นClay ที่ให้ Strength แก่แบบทรายสำหรับ รับแรงที่กระทำต่างๆซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1.1 Sodium bentonite (Na)

1.2 Activated Calcium Bentonite (Ca)

โดยที่ค่าที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพของ Bentonite มีดังนี้

1.% Moisture เป็นค่าความชื้นที่มีอยู่ใน Bentonite

2.%Montmorillonite เป็นค่าที่แสดงถึง ปริมาณ Active clay ที่มีอยู่ใน Bentonite เพื่อเกิดปฏิกิริยา กับน้ำ และทำหน้ายึดเกาะเม็ดทราย

3.% Active clay เป็น clay ใน Bentonite ที่ยังสามารถสร้าง bonding ยึดระหว่างเม็ดทรายได้

4.%Swelling index เป็นค่าที่แสดงถึงการพองตัวหรือการอมน้ำของBentoniteเพื่อทำหน้าที bonding เม็ดทราย

5.% Water soluble เป็นตัวที่ชี้ว่า Bentonite ชนิดที่นำมาทดสอบเป็น Bentonite ประเภทอะไร ถ้า

น้อยกว่า 0.4 % เป็น Sodium bentonite (Na)

มากกว่า 0.4 % เป็น Activated Calcium bentonite (Ca)

6.ค่า pH ค่าความเป็น กรด - ด่าง ของ bentonite ควรมีค่าระหว่าง 8.5 - 10.2

2.*Seacoal* คือ สารที่ป้องกันการเกิด sand burn on ซึ่งช่วยทำให้ผิวงานดี และช่วยให้การแยกชิ้นงานหล่อออกจากแบบทรายได้ง่าย ขณะ shake out ซึ่งควรมีส่วนประกอบดังนี้

**Lustrous Carbon 10 % Min

**Volatile matter 30 % Min

**Loss of Ignition 90 % Min

**Sulfur 1.0 % Max

**Ash 10 % Max

**Moisture 3 % Max

**Fix Carbon 50 - 60 %

โดยที่ค่าที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพของ Seacoal มีดังนี้

1.%Lustrous carbon ค่า carbon ที่ถูกเผา แล้วกลายเป็น film โดยจะทำหน้าที่เป็นผนังทนไฟกั้นระหว่างน้ำเหล็ก กับแบบทรายส่งผลให้ได้คุณภาพของผิวชิ้นงานดี ทรายไม่ติดชิ้นงาน

2.%Volatile matter เป็นค่าที่บอกว่ามีปริมาณ gas ที่เกิดขึ้นมากน้อยเท่าไร ที่อุณหภูมิ 925C เป็นเวลา 7 นาทีโดยที่ gas จะมาจาก

**Carbonaceous material

**Residual core binder

**Water of crystallization from bentonite

3.%Loss of Ignition เป็นตัวบอกปริมาณ สารทุกชนิดในทรายที่ถูกเผาไหม้ไปได้ ว่ามีมากน้อยเท่าไหร่ ที่อุณหภูมิ 925 C จนน้ำหนักคงที่ โดยที่สารที่ถูกเผาไหม้จะมาจาก

**Carbonaceous material

**Dead-burnt carbonaceous material (COKE)

**Residual core binder

**Water of crystallization from bentonite

4.% Sulfur ค่า sulfur ที่เจือปนใน seacoal

5.% Ash คือฝุ่น หรือสิ่งสกปรกอื่นๆที่มีอยู่ใน seacoal

6.% Moisture ค่าความชื้นที่มีอยู่ใน seacoal

7.% Fix carbon ปริมาณ carbon ที่มีอยู่ใน seacoal

3.*Return Sand* ทราย Green sand (ถูกเผาไหม้แล้ว)ที่นำมาหมุนเวียนใช้ในการผลิตเหล็กหล่อ โดยที่ค่าที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพของ Return sand มีดังนี้

1. % Active clay clay ใน Bentonite ที่ยังสามารถสร้าง bonding ยึดระหว่างเม็ดทรายได้

2.% Total clay คือปริมาณฝุ่น(fines) และวัสดุที่อมน้ำ(bentonite) ใน return sand

3.%Volatile matter เป็นค่าที่บอกว่ามีปริมาณ gas ที่เกิดขึ้นมากน้อยเท่าไหร่ ที่อุณหภูมิ 925 C 7 นาที

4.%Loss of Ignition เป็นตัวบอกปริมาณ สารทุกชนิดในทรายที่ถูกเผาไหม้ไปได้ ว่ามีมากน้อยเท่าไหร่ ที่อุณหภูมิ 925 C จนน้ำหนักคงที่

5.% AFS NO. ค่าเฉลี่ยของ ขนาด grain size ของเม็ดทราย ค่า AFS NO ที่มากจะให้ grain ขนาดsize ที่เล็ก

4.*New Sand* ทรายใหม่ที่ยังไม่ได้ถูกเผาไหม้ที่เติมเข้าไปในโม่ผสมทรายเพื่อรักษาปริมาณทรายโดยที่ค่าที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพของ New sand มีดังนี้

1.% AFS NO. คือค่าเฉลี่ยของ ขนาด grain size ของเม็ดทราย ค่า AFS NO ที่มากจะให้ขนาด grain size ที่เล็ก

2.Coefficent of angularity เป็นค่าความกลมของเม็ดทราย ค่าที่ยิ่งน้อยมากจะมีความกลมมาก

3.%Retained moisture เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณรอยร้าวและเหลี่ยมมุมของเม็ดทรายที่ดูดความชื้นที่ไม่จำเป็นไว้

4.Sintering point คือ จุดหลอมเหลวของเม็ดทราย

5.*Dust* คือ ฝุ่นที่นำกลับมาหมุนเวียนใช้ในการผลิตเหล็กหล่อ ซึ่งฝุ่นมี 2 ประเภท คือ

5.1.ฝุ่นจากระบบ Green sand นำกลับมาใช้ใหม่

5.2.ฝุ่นจาก เตาหลอมและเครื่องขัด ไม่นำมาใช้งานเพราะมีสิ่งสกปรกอื่นๆเจือปนเช่น ผงเหล็ก เป็นต้นโดยที่ค่าที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพของ Dust มีดังนี้

1.% Active clay clay ใน Bentonite ที่ยังสามารถสร้าง bonding ยึดระหว่างเม็ดทรายได้

2.% Total clay คือปริมาณฝุ่น(fines) และวัสดุที่อมน้ำ(bentonite) ใน return sand

3.%Volatile matter เป็นค่าที่บอกว่ามีปริมาณ gas ที่เกิดขึ้นมากน้อยเท่าไหร่ ที่อุณหภูมิ 925 C 7 นาที

4.%Loss of Ignition เป็นตัวบอกปริมาณ สารทุกชนิดในทรายที่ถูกเผาไหม้ไปได้ ว่ามีมากน้อยเท่าไหร่ ที่อุณหภูมิ 925 C จนน้ำหนักคงที่

5.% AFS NO.คือค่าเฉลี่ยของ ขนาด grain size ของเม็ดทราย ค่า AFS NO ที่มากจะให้ขนาด grain size ที่เล็ก

ซึ่งจะพบว่าเหมือนกับค่าของ Return sand

3.1.2 การเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสามารถแบ่งได้เป็น ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้วัดค่าคุณสมบัติทราย ได้แก่

3.1.2.1 เครื่องวัดค่า COMPACTABILITY วัดโดยการใส่ทรายร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.375 inch ที่ความสูงคงที่ลงไปยังกระบอกขนาด 2 inch สูง 4.75 inch ทรายส่วนที่สูงกว่ากระบอกถูกปาดทิ้งและตอก 3 ครั้ง ระยะจากปากกระบอกถึงผิวหน้าทรายจะถูกคำนวณเป็นค่า COMPACTABILITY *รูปที่ 3.1*

3.1.2.2 เครื่องวัดค่า GREEN COMPRESSIVE & TENSILE STRENGTH วัดโดยเตรียมขนาดก้อนทรายทดสอบมาตราฐาน(2 X 2 inch) *รูปที่ 3.2*

สำหรับการทดสอบค่า GREEN COMPRESSIVE STRENGTH

นำตัวอย่างทรายที่ได้ไปวาง โดยมีน้ำหนักที่ค่อยๆเพิ่มขึ้น(น้ำหนักกด)จนก้อนทรายแตก แล้วจึงอ่านค่า GREEN COMPRESSIVE STRENGTH

สำหรับการทดสอบค่า GREEN TENSILE STRENGTH

นำตัวอย่างทรายที่ได้ไปวาง โดยมีน้ำหนักที่ค่อยๆเพิ่มขึ้น(น้ำหนักดึง)จนก้อนทรายแตก แล้วจึงอ่านค่า GREEN TENSILE STRENGTH

3.1.2.3 เครื่องวัดค่า MOISTURE วัดโดยอบ Green sand จำนวน 50 g ให้แห้งสนิท ชั่งน้ำหนักก่อนและหลังอบ จากนั้นนำน้ำหนักที่หายไป คำนวณหาค่า % MOISTURE *รูปที่ 3.3*

3.1.2.4 เครื่องวัดค่า PERMEABILITY ค่า PERMEABILITY ไม่มีหน่วย วัดโดยอัตราการ FLOWของอากาศ ภายใต้ STANDARD PRESSURE ผ่าน STANDARD SAMPLE ขนาด 2 X 2 inch ในกระบอกทดสอบตามมาตราฐาน AFS (AMERICAN FOUNDRY STANDARD) *รูปที่ 3.4*

3.1.2.5 เครื่องวัดค่า AFS NO. วัดโดยการอบแห้งทราย แล้วนำมาร่อนผ่าน SIEVE เป็นชั้นๆ โดยมีตะแกรงหยาบอยู่บน และละเอียดลงมาเรื่อยๆ โดยเขย่าต่อเนื่อง 15 นาที ทรายที่ค้างในแต่ละชั้นของตะแกรง นำมาชั่งและคำนวณเป็น %แล้วคูณด้วย FACTOR ที่กำหนดไว้ในแต่ละตะแกรง ผลรวมของค่าที่ได้คือ AES GRAIN FINESS NUMBER (AES NO.) *รูปที่ 3.5*

3.1.2.6 เครื่องวัดค่า ACTIVE CLAY (ACTIVE BENTONITE) วัดโดยวิธีที่เรียกว่า MethyeneBlue Clay Test โดยการ titration กับ Methyene Blue *รูปที่ 3.6*

3.1.2.7 เตาอบ ค่า TOTAL CLAY วัดโดยนำทราย Green sand มาอบแห้ง แล้วนำมาเติมสารละลาย pyro-phosphate และผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม 5 นาที แล้วดูดน้ำส่วนบนออกโดย siphon ทำซ้ำจนน้ำใส นำทรายที่เหลือไปอบแห้งและชั่งน้ำหนักที่เหลือ น้ำหนักที่หายไปคือ TOTAL CLAY*รูปที่ 3.7*

3.1.2.8 เตาอบค่า LOSS OF IGNITION วัดโดยอบตัวอย่างทรายที่ 925 C จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ ระยะเวลาที่ใช้ขึ้นกับขนาดตัวอย่างทรายที่เผา *รูปที่ 3.8*

3.1.2.9 เตาอบค่า VOLATILE MATTER วัดโดยอบตัวอย่างทรายที่ 925 C เวลาประมาณ 7 นาทีชั่งน้ำหนักก่อนหลังอบ น้ำหนักที่หายคือค่า VOLATILE MATTER *รูปที่ 3.9*

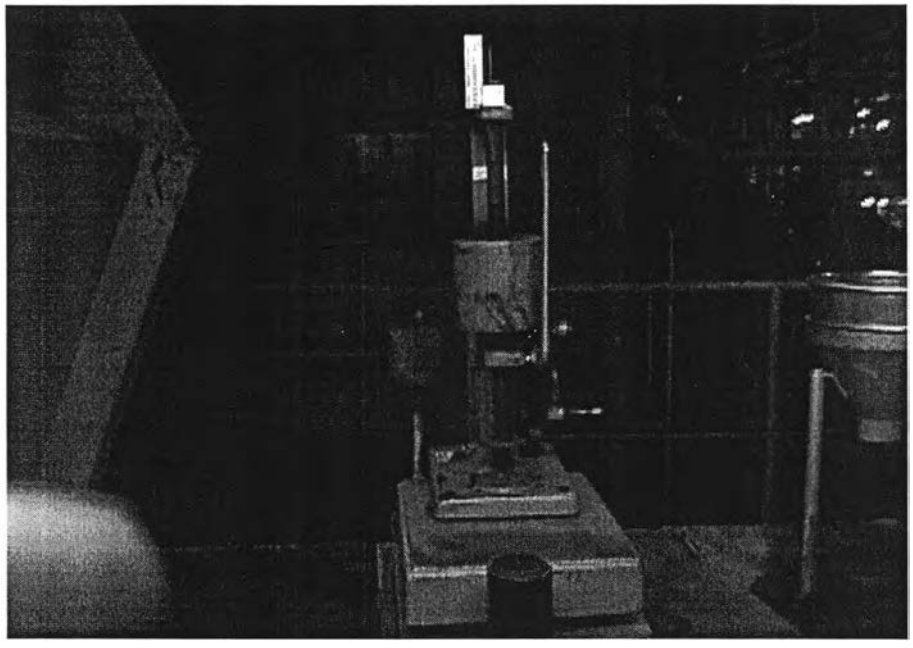
3.1.2.10 เครื่องวัดค่า TOTAL CARBON วัดโดยเตรียมทรายจำนวนหนึ่ง จากนั้นนำเข้าเครื่องวัด เครื่องจะทำงานโดยอัตโนมัติแล้วแสดงผลออกมาเป็นค่า TOTAL CARBON *รูปที่ 3.10*

3.1.2.11 เทอร์โมมิเตอร์วัดค่า อุณหภูมิทราย

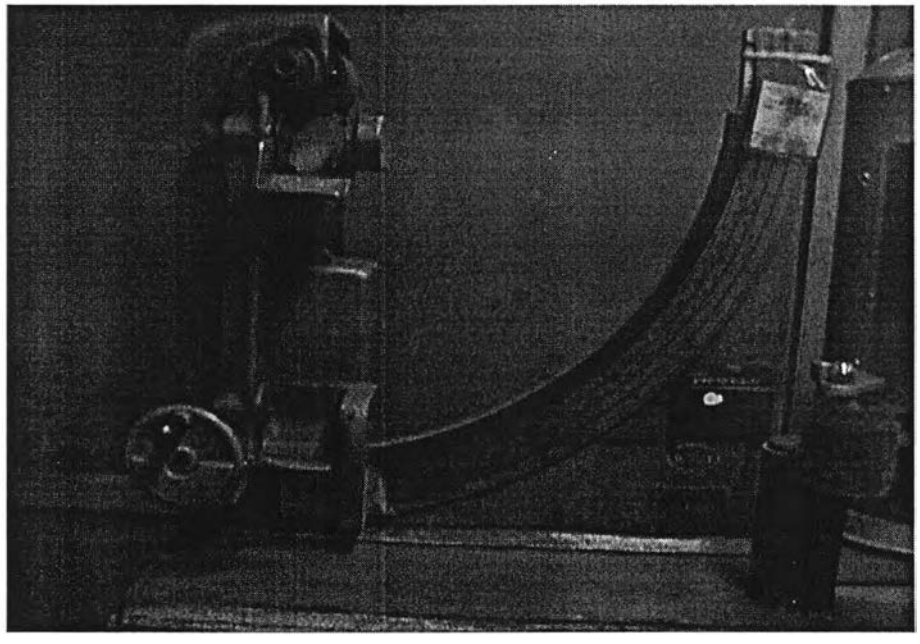
3.1.2.12 เครื่องชั่ง *รูปที่ 3.11* และ *รูปที่ 3.12*

3.1.2.13 โม่ผสมทรายขนาด 5 kg *รูปที่ 3.13*

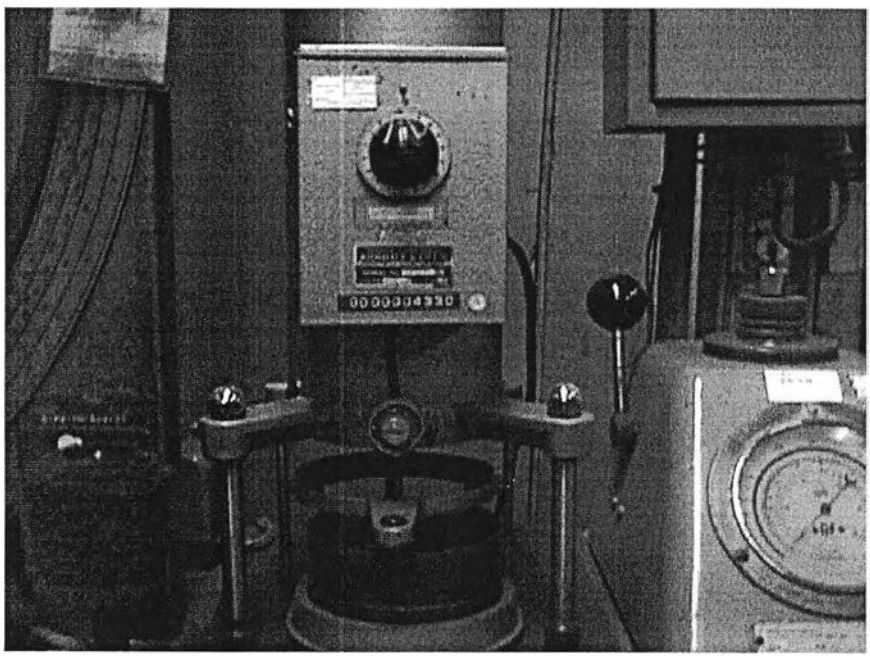
รูปที่ 3.1 เครื่องวัดค่า Compactability



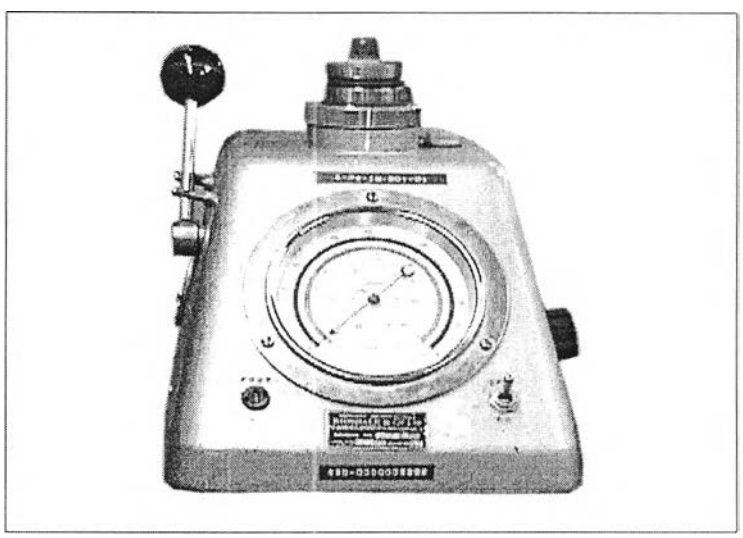
รูปที่ 3.2 เครื่องวัดค่า Compressive strength



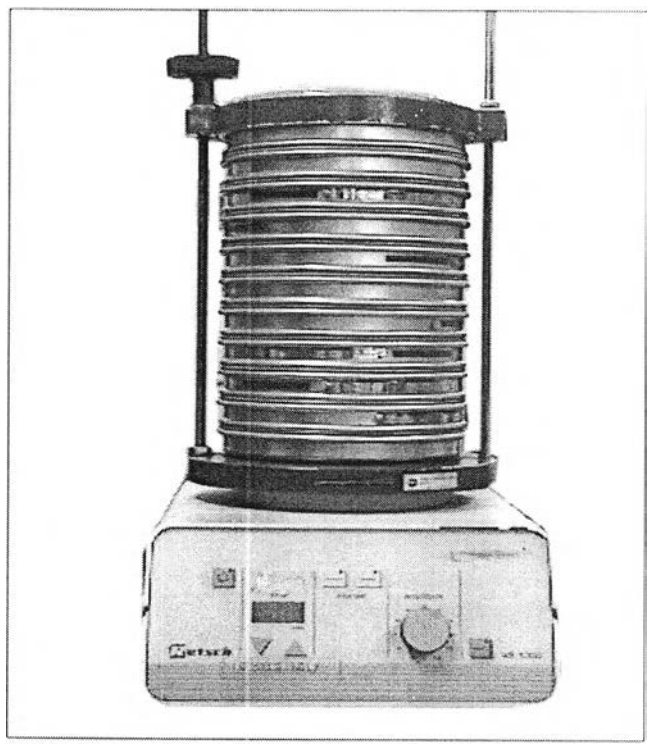
รูปที่ 3.3 เครื่องวัดค่า ความชื้น (Moisture)



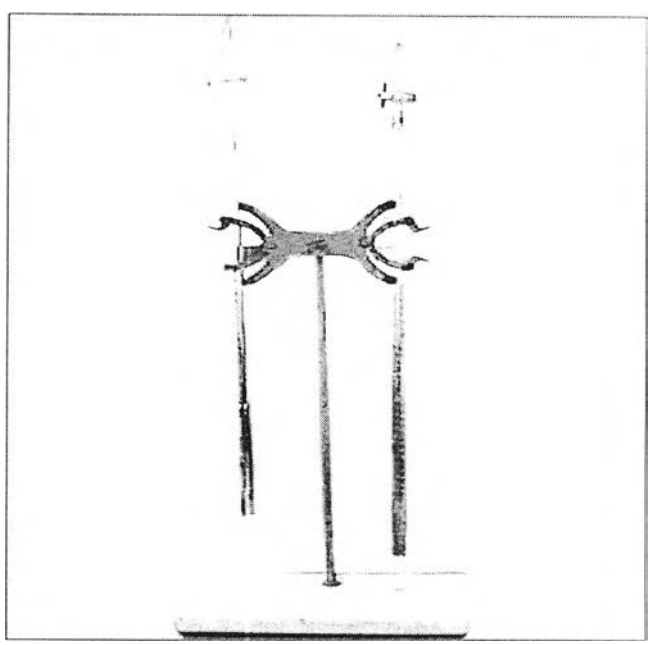
รูปที่ 3.4 เครื่องวัดค่าความโปร่ง (Permeability)



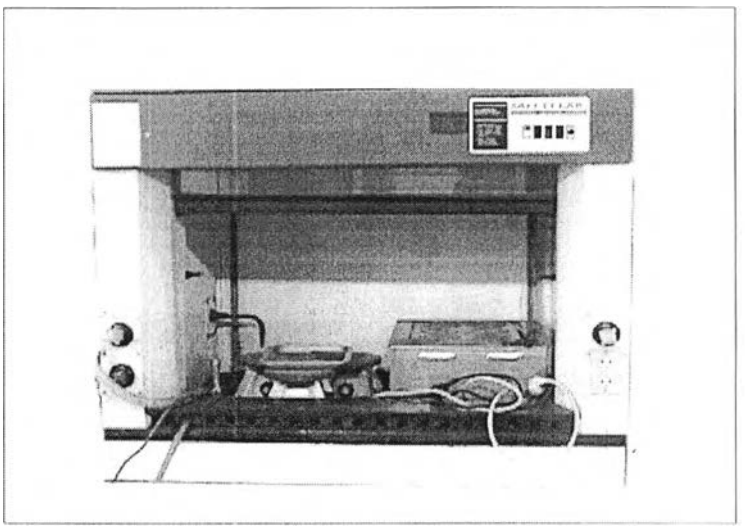
รูปที่ 3.5 เครื่องวัดค่า AFS No.



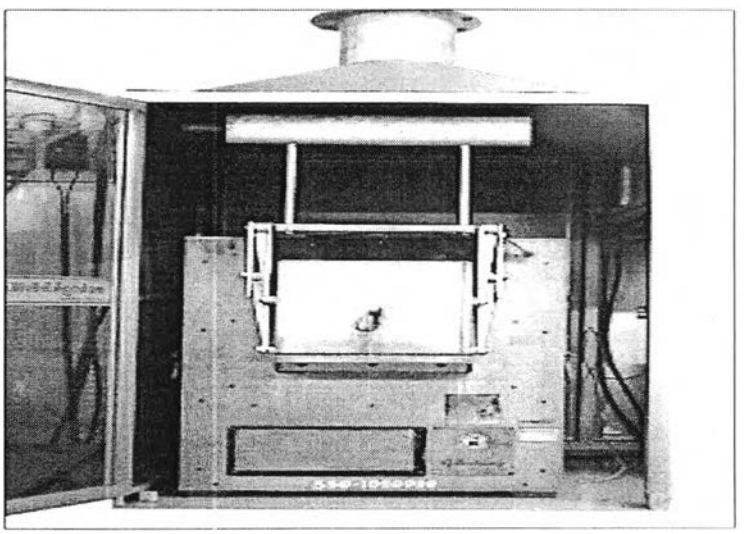
รูปที่ 3.6 เครื่องวัดค่า Active clay



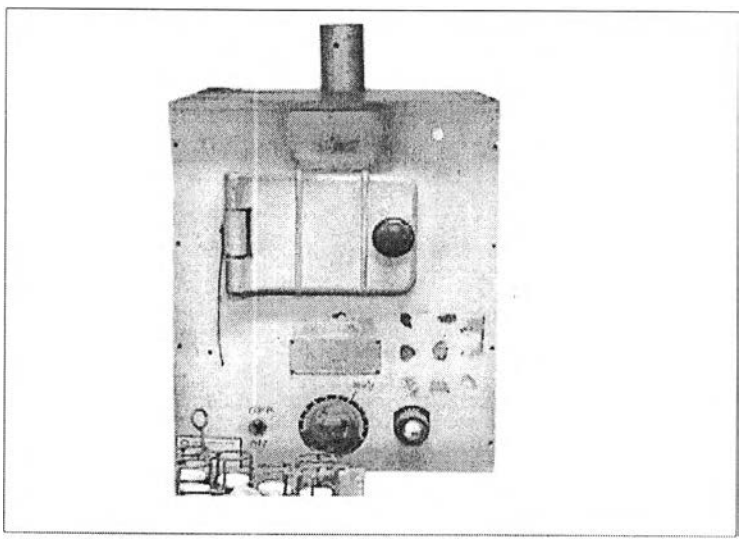
รูปที่ 3.7 เตาอบค่า Total clay



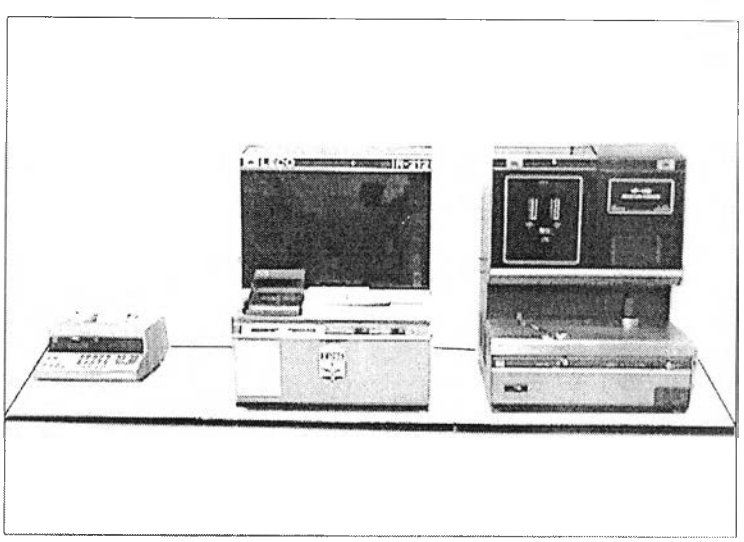
รูปที่ 3.8 เตาอบค่า Loss of ignition



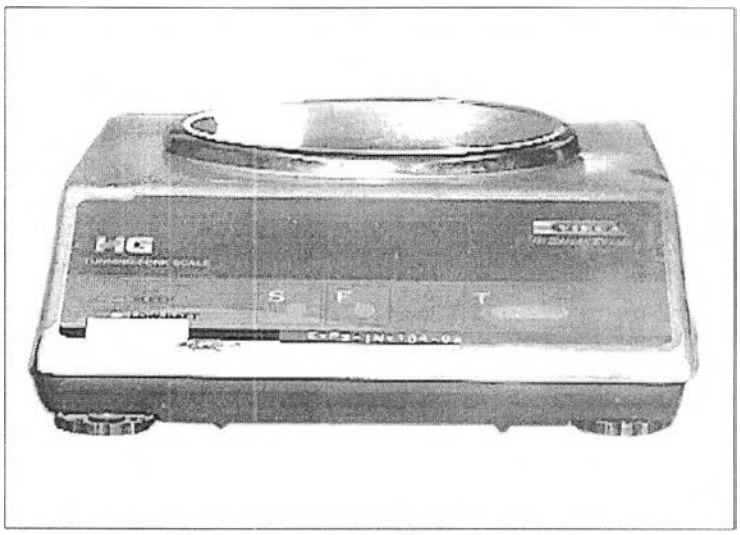
รูปที่ 3.9 เตาอบค่า Volatile matter



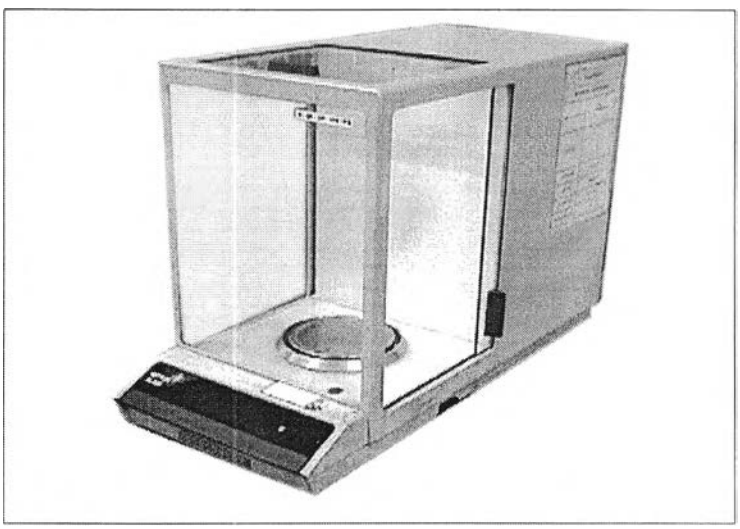
รูปที่ 3.10 เครื่องวัดค่า Total carbon



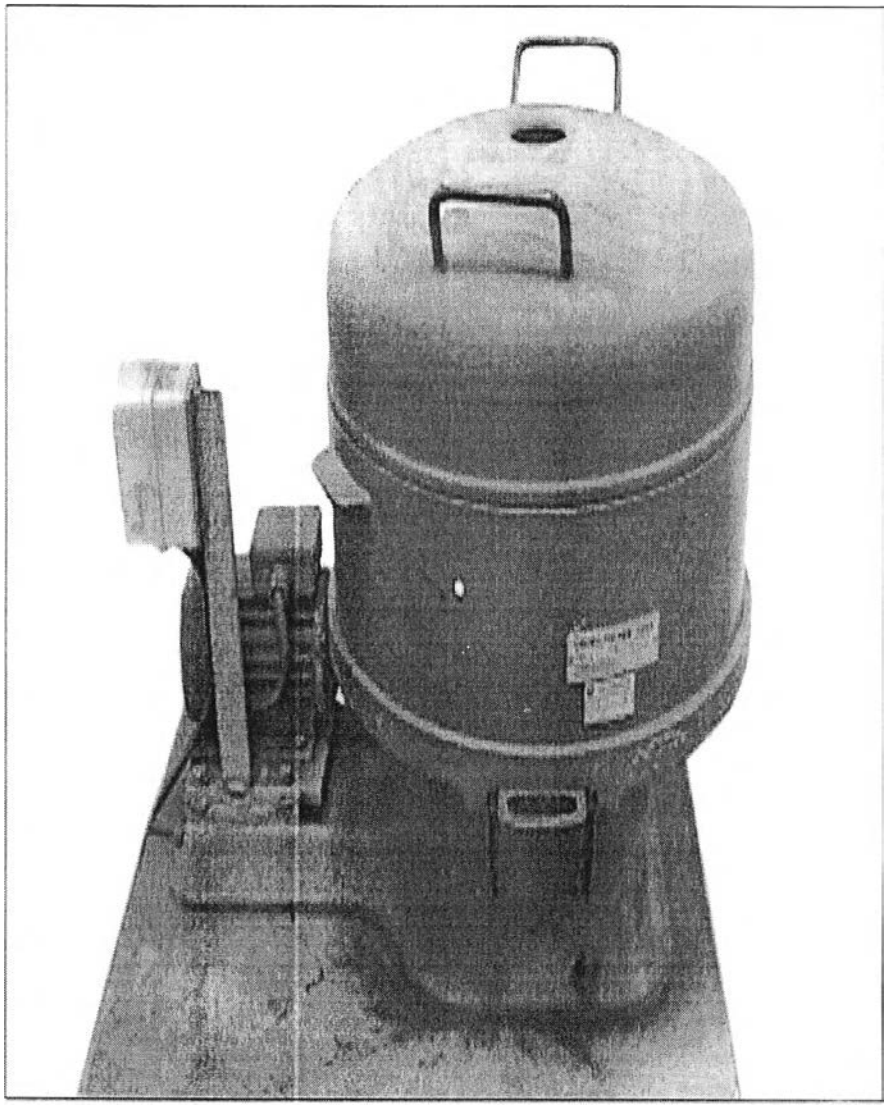
รูปที่ 3.12 เครื่องชั่ง



รูปที่ 3.12 เครื่องชั่ง



รูปที่ 3.13 โม่ผสมทราย ขนาด 5 kg



3.2 การทดสอบคุณสมบัติของวัตถุดิบและส่วนผสมทราย

3.2.1 การทดสอบองค์ประกอบของวัตถุดิบ

การทดสอบองค์ประกอบของวัตถุดิบจะแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ส่วนคือการทดสอบองค์ประกอบของฝุ่นและวัตถุดิบอื่นๆ

3.2.1.1 การทดสอบวัตถุดิบอื่น(ที่ไม่ใช่ฝุ่นทรายแบบ)

Bentonite การทดสอบองค์ประกอบของ Bentonite จะทดสอบค่าต่างๆคือ % Moisture, % Montmorillonite, % Swelling index, % Water soluble และค่า pH

Seacoal การทดสอบองค์ประกอบของ Seacoal จะทดสอบค่าต่างๆคือ %lustrous carbon, %Volatile matter, % Loss of Ignition, % Sulphur, % Ash, % Moisture และ % Fix carbon

Return sand การทดสอบองค์ประกอบของ Return sand จะทดสอบค่าต่างๆคือ %Active clay, % Total clay, % Volatile matter, % Loss of Ignition และ AFS NO.

New sand การทดสอบองค์ประกอบของ new sand จะทดสอบค่าต่างๆคือ % Retained moisture, Coefficient of angularity, Sintering point และ AFS NO.

3.2.1.2 การทดสอบองค์ประกอบของฝุ่นทรายแบบ

Dust (ฝุ่นทรายแบบ) การวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบต่างๆของฝุ่นทรายแบบที่จะนำมาทดลองโดยวิเคราะห์ค่าต่างๆ คือ % Active clay, % Total clay, %Volatile matter, % Loss of Ignition และค่า AFS Grain Fineness NO. (AFS NO.) จากผลที่ได้จะแบ่งกลุ่มของฝุ่นทรายแบบตามขนาดของ AFS NO. และปริมาณ%Active clay จากนั้น ผสมฝุ่นทรายแบบภายในกลุ่มเข้าด้วยกัน แล้ววิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบต่างๆของฝุ่นทรายแบบแต่ละกลุ่มอีกครั้ง

I19937854

3.2.2 การทดสอบส่วนผสมทรายหลังการทดลอง

การทดสอบส่วนผสมทรายหลังการทดลองสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ การทดสอบเพื่อควบคุม Consistency ได้แก่ ค่า Moisture, Compactability, Permeability, Green compressive strength และการทดสอบเพื่อประเมิน physical และ chemical properties ของ green sand ได้แก่ค่า Loss of Ignition, AFS NO., Total clay, Active clay, Volatile matter

การทดสอบเพื่อควบคุม Consistency

3.2.2.1 การวัดปริมาณความชื้น(MOISTURE CONTENT TEST) วิธีนี้ทำโดยนำทรายที่ผสมแล้วปริมาณ 50กรัม ใส่ในเตาอบที่อุณหภูมิ 100-110 C เป็นเวลาหนึ่งถึงสองชั่วโมง ปล่อยทรายให้เย็นลงถึงอุณหภูมิห้องในเครื่องทำให้แห้ง (DESICCATOR) แล้วชั่งอีกครั้ง เพื่อหาว่าน้ำหนักลดลงเท่าไหร่ น้ำหนักที่ลดลงเป็นเปอร์เซนต์ของน้ำหนักเดิม หมายถึงปริมาณความชื้นอิสระ (FREE MOISTURE)

3.2.2.2 การวัดอัตราลมผ่าน (PERMEABILITY TEST) การวัดนี้เป็นการทดสอบว่าช่องว่างระหว่างเม็ดทรายจะยอมให้ก๊าซผ่านออกได้สะดวกเพียงใด ทำโดยการใช้เครื่องตรวจสอบคำนวณเวลาที่ให้อากาศปริมาตร 2000cc ผ่านลงไปในชิ้นงานทรายตัวอย่าง (SPECIMEN)ที่มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm สูง 50 mm โดยทำการอัดด้วยความดันคงที่

3.2.2.3 การทดสอบค่าความทนทานต่อการอัด(COMPRESSIVE STRENGTH) ทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบความเค้นแรงอัดโดยเพิ่มน้ำหนักกดไปบน SPECIMEN จนกระทั่งแตกหัก

3.2.2.4 การทดสอบการอัดตัวกันของแบบทราย (COMPACTABILITY) ทำโดยใส่ทรายผ่านตะแกรงขนาด0.375 inch ที่ความสูงคงที่ลงไปยังกระบอกขนาด 2 inch Dia สูง 4.75 inch ทรายส่วนที่สูงกว่ากระบอกจะถูกปาดออกและตอก 3 ครั้ง ระยะจากปากกระบอกถึงผิวหน้าทรายจะถูกคำนวณเป็นค่าCOMPACTABILITY

การทดสอบนี้มีความสำคัญคือ เป็นการจำลองสภาพการปั้นแบบจากเครื่องปั้นแบบ

การทดสอบเพื่อประเมิน Physical และ chemical properties

3.2.2.5 การทดสอบหาลักษณะการกกระจายของขนาดเม็ดทราย(SAND DISTRIBUTION TEST) จะใช้เครื่องซึ่งจะมีตะแกรงร่อนเป็นตะแกรงมาตราฐานสำหรับขนาดการกระจายตัวของเม็ดทรายที่มีขนาดต่างๆกัน จำนวน13 ชั้น ใช้ MOTOR เป็นตัวเขย่าตะแกรง แต่ละชั้นจะเรียกเป็น นัมเบอร์เมช (MESH) ตะแกรงที่มีเมชน้อยจะโตกว่าที่มีเมชมาก หลังจากที่เขย่าแล้วจะมีทรายตกค้างอยู่ในตะแกรง จากนั้นนำทรายไปชั่งและหาเปอร์เซนต์ของทรายในแต่ละขนาด

3.2.2.6 การทดสอบหาค่า TOTAL CLAY ทำโดยนำทรายดำอบแห้งจำนวนหนึ่งมาเติมสารละลาย pyro-phosphate และผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม 5 นาที เติมน้ำให้ได้ระดับแล้วปล่อยทิ้งไว้นาน 5 นาที จากนั้นดูดน้ำส่วนบนออกโดย siphone ทำซ้ำจนน้ำใส นำทรายที่เหลือไปอบแห้งและชั่งน้ำหนักที่เหลือ น้ำหนักที่หายไปคือ TOTAL CLAY

3.2.2.7 การทดสอบหาค่า ACTIVE CLAY จะใช้วิธีการที่เรียกว่า Methylene Blue Clay Test โดยใช้การ titration ของทรายหล่อ กับ Methylene Blue

3.2.2.8 การทดสอบหาค่า LOSS of IGNITION ทำโดยเผาทรายที่อุณหภูมิ 925 C จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ น้ำหนักที่หายไปคือ LOSS of IGNITION

3.2.2.9 การทดสอบหาค่า VOLATILE MATTER ทำโดยเผาทรายที่อุณหภูมิ 925 C เป็นเวลา 7 นาที น้ำหนักที่หายไปคือ VOLATILE MATTER

3.3 การทดลองศึกษาผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายแบบที่มีต่อค่าคุณสมบัติทราย

3.3.1 การศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลต่อคุณสมบัติทรายโดยปรับ %ฝุ่นและคงที่ส่วนผสมตัวอื่นๆ

ทดลองผสมทรายในห้องปฏิบัติการโดยปรับ % ฝุ่น และคงที่ส่วนผสมตัวอื่นๆ คือ

Return sand = 5000 g

New sand = 50 g

Seacoal = 4 g

Bentonite = 30 g

Water = 100 g

โดยปรับ % ฝุ่นที่เติมดังนี้ 0%,0.5%,1%,1.5%,2%,2.5%,3%,3.5%(ตามลำดับ)และใช้เวลาในการผสมแห้ง 2 นาที ผสมเปียก 3 นาที (ตามรูปที่ 3.14)

3.3.2 การศึกษาปริมาณฝุ่นและ Bentonite ที่มีผลต่อคุณสมบัติทรายโดยกำหนดให้ %Active clay มีค่าคงที่

ทดลองผสมทรายโดยคงที่ค่า % Active clay ให้คงที่ (ปรับ %ฝุ่นและ%Bentonite) และคงที่ส่วนผสมตัวอื่นๆ คือ

Return sand = 5000 g

New sand = 50 g

Seacoal = 4 g

Water = 100 g

โดยปรับ % ฝุ่นที่เติมดังนี้ 0%,0.5%,1%,1.5%,2%(ตามลำดับ)และใช้เวลาในการผสมแห้ง 2 นาที ผสมเปียก 3 นาที

3.3.3 การศึกษาปริมาณฝุ่นโดยไม่มีส่วนผสมของ Bentonite ที่มีผลต่อคุณสมบัติทราย

ทดลองผสมทรายโดยปรับ%ฝุ่นโดยไม่เติม Bentointe และคงที่ส่วนผสมอื่นๆ คือ

Return sand = 5000 g

New sand = 50 g

Seacoal = 4 g

Water = 100 g

โดยปรับ % ฝุ่นที่เติมดังนี้ 2.5%,3%,3.5%,4%,4.5%,5%(ตามลำดับ)และใช้เวลาในการผสมแห้ง 2 นาที ผสมเปียก 3 นาที

3.3.4 การศึกษาขนาดและปริมาณของฝุ่นที่มีผลต่อคุณสมบัติทราย

ทดลองนำฝุ่นทรายแบบในแต่ละกลุ่ม เติมลงในทรายแบบที่ปริมาณต่างๆกัน 0%, 1%,2%,3%,4%,5%,6%,7%,8%,9%(ตามลำดับ)โดยคงที่ส่วนผสมอื่นๆคือ

Return sand = 5000 g

New sand = 50 g

Seacoal = 4 g

โดยควบคุมค่า %Active clay = 12 $\pm$ 0.5% และค่า %Moisture = 3.2 $\pm$ 0.2 %ใช้เวลา ในการผสมแห้ง 2 นาที ผสมเปียก 3 นาที จากนั้นหาค่าคุณสมบัติทรายในการผสมฝุ่นแต่ละกลุ่ม ดังนี้

1.Compactability(%)

2.Compressive strength(kg/cm ^{2})

3.Tensile strength(kg/cm ^{2})

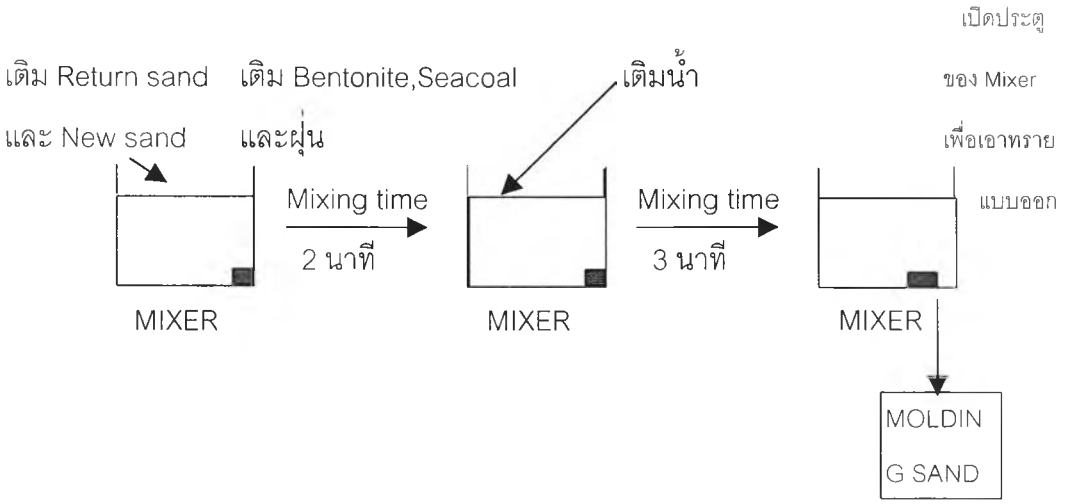
4.Permeability

5.Total clay(%)

6.Volatile matter(%)

7.Loss of Ignition(%)

8.AFS.NO



รูปที่ 3.14แสดงลำดับขั้นตอนการผสมทราย

3.3.5 การประยุกต์ใช้ฝุ่นทรายแบบในสายการผลิตจริง

ทดลองนำฝุ่นทรายเติมลงในสายการผลิตจริง โดยใช้ปริมาณการใช้ฝุ่นที่ได้จากห้องปฏิบัติการ จากนั้นจะติดตามผลที่มีต่อค่าคุณสมบัติทรายและผลที่มีต่อ *ข้อบกพร่อง(defect) ของชิ้นงานหล่อโดยที่จะทดลองกับชิ้นงาน Caliper body (C/P/B 045)ซึ่งเป็นชิ้นส่วนในชุด BRAKE ของ* รถกะบะ FORD