การนำฝุ่นทรายกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการหล่อโลหะโดยใช้แบบหล่อทราย

นายศรินทร์ สว่างวรรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-13-0424-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I19937854 10 เม.ย. 2546

REUSE OF SAND DUST FOR SAND CASTING PROCESS

Mr. Sarin Sawangwan

A Thesis Submitted is Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2000

ISBN 974-13-0424-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การนำฝุ่นทรายกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการหล่อโลหะโดยใช้แบบหล่อทราย
โดย	นาย ศรินทร์ สว่างวรรณ์
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

ศรินทร์ สว่างวรรณ์ : การนำฝุ่นทรายกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการหล่อโลหะโดยใช้แบบหล่อทราย.(Reuse of sand dust for sand casting process) อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร จำนวนหน้า 96 หน้า, ISBN 974-13-0424-2

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของชนิดฝุ่นทรายในกระบวนการหล่อโลหะที่มีต่อสมบัติของแบบหล่อทราย โดยฝุ่นทรายที่นำกลับมาใช้ใหม่นี้จะได้จากระบบดูดฝุ่นในกระบวนการหล่อโลหะที่ใช้ทรายเป็นแบบหล่อ และมีส่วนผสมของเบนโทไนต์(Bentonite)ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมทรายปั้นแบบ ในการศึกษาจะจำแนกชนิดของฝุ่นทรายออกเป็น 3 ชนิดได้แก่ ชนิดที่1 ฝุ่นหยาบจะมีค่าเฉลี่ยของขนาดทรายหรือค่า AFS No. (AMERICAN FOUNDRY STANDARD NUMBER) เท่ากับ 90.7 และค่า Active clay เท่ากับ 15.5 % ชนิดที่2 ฝุ่นหยาบปานกลางมีค่า AFS No. เท่ากับ 112.4 และค่า Active clay เท่ากับ 23 % ชนิดที่3 ฝุ่นละเอียดมีค่า AFS No. เท่ากับ 190 และค่า Active clay เท่ากับ 43.6 % จากนั้นนำฝุ่นทรายแต่ละชนิดมาผสมกับทรายปั้นแบบที่นำกลับมาใช้ใหม่ในโม่ผสมขนาด 5 กิโลกรัมซึ่งประกอบด้วยทรายปั้นแบบที่นำกลับมาใช้ใหม่(100 ส่วนโดยน้ำหนัก) Seacoal (0.1 ส่วนต่อทราย 100 ส่วนโดยน้ำหนัก) เบนโทไนต์ ทรายใหม่ และน้ำในสัดส่วนต่างๆ กัน โดยปริมาณฝุ่นทรายที่ผสมจะอยู่ระหว่างร้อยละ1-9 ของส่วนผสมรวมและจะควบคุมให้ทรายที่ผสมใหม่มีค่า Activeclay เท่ากับ 12 $\pm$ 0.5 % และค่าความชื้นระหว่าง 3.0 – 3.4 % นำส่วนผสมที่ได้ไปทดสอบสมบัติของทรายปั้นแบบได้แก่ ความแข็งแรง %Compactability Permeability Volatile matter AFS No. และ%Total clay

จากการศึกษาพบว่าชนิดของฝุ่นทรายมีผลกระทบต่อสมบัติของทรายปั้นแบบ คือ (1) ฝุ่นทรายเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความแข็งแรง %Compactability และPermeability ลดลง ขณะที่สมบัติด้าน Volatile matter AFS No. และ%Total clay มีค่าเพิ่มขึ้น (2) ขนาดของฝุ่นทรายที่โตขึ้น(ค่า AFS No. น้อยลง)มีผลทำให้ความแข็งแรง %Compactability และPermeability เพิ่มขึ้นขณะที่ %Total clay ลดลง

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ **ลายมือชื่อนิสิต** .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา** .....

ปีการศึกษา 2543

4171496521: MAJOR Industrial Engineering

KEY WORD: Reuse of sand dust/ Sand casting process

Sarin Sawangwan: Reuse of sand dust for sand casting process THESIS ADVISOR: Somchai Purjindaned , 96 pages. ISBN 974-13-0424-2

This research has an objective to analyze the effect of type of sand dust in a casting process to sand mold 's attribute. Some old sand dust in this research were recycled from sucking system in a casting process that uses the sand dust for a material in the process. Also this process needs a Bentonite for a meterial of modeling sand. In this research, the sand dust is qualified to three types. Type 1 is the roughest sand dust which have an average value of size or AFS No. (AMERICAN FOUNDRY STANDARD NUMBER) of 90.7 and a 15.5 percent of the Active clay. Type 2 is the moderately rough sand dust which have an average value of size or AFS No. (AMERICAN FOUNDRY STANDARD NUMBER) of 112.4 and a 23 percent of the active clay. Type 3 is the fine sand dust which have an average value of size or AFS No. (AMERICAN FOUNDRY STANDARD NUMBER) of 190 and a 43.6 percent of the active clay. The research results from blending of each type of sand dust with the recycled molding sand in a 5-kilogram mill. The component is 100 part of weights of recycled molding sand, Seacoal in the propertion of 0.1 per 100 part of weights of recycled molding sand, Bentonite, each type of new sand dust and water in different propertions. In the process, the quantity of sand dust is between 1 and 9 percent of the total component and the researcher controls in 12 $\pm$ 0.5 percent of the Active clay and between 3.0 $\pm$ 3.4 percent of the moisture value of blended sand dust. Finally, the researcher tests the attributes of blended sand dust that include the compressive strength , percent of compactability , permeability, volatile matter, AFS No. and percent of total clay. In the research, the researcher found that the type of sand dust effects to modeling sand 's attributes in 2 points. In the firstpoint, if the sand dust 's quantity increases, the compressive strength, percent of compactability and permeability decrease but volatile matter, AFS No. and percent of total clay increase. In the last point, if the sand dust 's size increases (AFS No. decreases) the compressive strength , percent of compactability and permeability increase but the percent of total clay decrease.

Department Industrial Engineering Student 's signature .....

Field of study Industrial Engineering Advisor 's signature .....

Academic year 2000

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ไม่สามารถสำเร็จสมบูรณ์ลงได้หากปราศจากความอนุเคราะห์และเมตตาจาก ผศ.ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาให้ทั้ง คำปรึกษา ความรู้ และข้อคิดเห็นต่างๆอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ตลอดระยะเวลาของการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนโรงงานที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านวัตถุดิบ อุปกรณ์ เครื่องมือรวมถึงสถานที่ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี
นอกจากนี้ยังคงมีผู้ช่วยเหลือและให้กำลังใจทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ไม่อาจเอ่ยนามได้ทั้งหมดตลอดจนบุการีทั้งสอง ขอได้รับความขอบคุณเป็นที่สุดจากผู้เขียน

ศรินทร์ สว่างวรรณ์

กุมภาพันธ์ 2544

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ จ

กิตติกรรมประกาศ ฉ

สารบัญ ช

สารบัญตาราง ฌ

สารบัญรูป ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 หลักการและเหตุผล 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 7

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8

บทที่ 2 การสำรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

2.1 กระบวนการหล่อโลหะชนิดแบบหล่อทราย 9

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 23

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย 23

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำวิจัย 23

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย 27

3.2 การทดสอบคุณสมบัติของวัตถุดิบและส่วนผสมทราย 35

3.3.1 การทดสอบองค์ประกอบของวัตถุดิบ 35

3.3.2 การทดสอบส่วนผสมทรายหลังการทดลอง 36

3.3 การทดลองศึกษาผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายแบบที่มีต่อค่า 38
คุณสมบัติทราย

3.3.1 การศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลต่อคุณสมบัติทราย 38
โดยปรับ %ฝุ่นและคงที่ส่วนผสมตัวอื่นๆ

3.3.2 การศึกษาปริมาณฝุ่นและ Bentonite ที่มีผลต่อคุณ 38
สมบัติทรายโดยกำหนดให้ %Active clay มีค่าคงที่

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.3 การศึกษาปริมาณฝุ่นโดยไม่มีส่วนผสมของ Bentonite ที่มีผลต่อคุณสมบัติทราย 39

3.3.4 การศึกษาขนาดและปริมาณของฝุ่นที่มีผลต่อคุณสมบัติทราย 39

3.3.5 การประยุกต์ใช้ฝุ่นทรายแบบในสายการผลิตจริง 40

บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัยและการวิเคราะห์ 41

4.1 ผลการทดสอบองค์ประกอบของวัตถุดิบ 41

4.2 ผลการศึกษาผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายแบบต่อค่าคุณสมบัติทราย 52

4.2.1 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลต่อคุณสมบัติทราย โดยปรับ %ฝุ่นและคงที่ส่วนผสมตัวอื่นๆ 52

4.2.2 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นและ Bentonite ที่มีผลต่อคุณสมบัติทรายโดยกำหนดให้ %Active clay มีค่าคงที่ 53

4.2.3 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นโดยไม่มีส่วนผสมของ Bentonite ที่มีผลต่อคุณสมบัติทราย 54

4.2.4 ผลการศึกษาขนาดและปริมาณของฝุ่นที่มีผลต่อคุณสมบัติทราย 55

4.2.5 การใช้สถิติหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า Permeability จากการเติมฝุ่นทรายที่% ต่างๆกับประเภทฝุ่น 80

4.2.6 ผลการประยุกต์ใช้ฝุ่นทรายแบบที่มีในสายการผลิตจริง 85

4.3 ค่าใช้จ่ายที่สามารถลดได้เมื่อมีการนำฝุ่นทรายแบบกลับมาใช้ใหม่ 87

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย 89

5.1 การศึกษาองค์ประกอบของฝุ่นทรายแบบ 89

5.2 การศึกษาผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายแบบต่อค่าคุณสมบัติทราย 89

5.3 การประยุกต์ใช้ฝุ่นทรายแบบในสายการผลิตจริง 91

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 92

รายการอ้างอิง 95

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 96

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ส่วนผสมทางเคมีของเม็ดทราย(%) 14

2.2 ส่วนผสมทางเคมีของเม็ดทรายโอลีวีน(%) 14

2.3 ส่วนผสมทางเคมีของเม็ดทรายเซอร์คอน(%) 14

2.4 ส่วนผสมทางเคมีของเม็ดทรายโครไมต์(%) 14

4.1 Component of additives in sand 41

4.2 ค่าที่ใช้ทดสอบ bentonite 41

4.3 ค่าที่ใช้ทดสอบ seacoal 44

4.4 ค่าที่ใช้ทดสอบ return sand 44

4.5 ค่า chemical composition ของ return sand 45

4.6 ค่าที่ใช้ทดสอบ new sand 45

4.7 ค่าที่ใช้ทดสอบ dust 46

4.8 Sieve & AFS Grain Fineness Number 47

4.9 ตารางแสดงค่าคุณสมบัติทรายของตัวอย่างฝุ่นที่เก็บได้ 48

4.10 ตารางแสดงค่าคุณสมบัติทรายของตัวอย่างฝุ่นกลุ่มที่ 1 49

4.11 ตารางแสดงค่าคุณสมบัติทรายของตัวอย่างฝุ่นกลุ่มที่ 2 49

4.12 ตารางแสดงค่าคุณสมบัติทรายของตัวอย่างฝุ่นกลุ่มที่ 3 51

4.13 ตารางแสดงค่าคุณสมบัติทรายของตัวอย่างฝุ่นที่ผสมในแต่ละกลุ่ม 51

4.14 ตารางแสดงผลการทดลองปรับฝุ่นทราย คงที่ค่าอื่นๆ 52

4.15 ตารางแสดงค่าคุณสมบัติทรายก่อนการทดลองปรับฝุ่นทราย และ คงที่ค่าอื่นๆ 52

4.16 ตารางแสดงผลการทดลองปรับฝุ่นทรายและ Bentonite โดยคงที่ % Active clay 12 $\pm$ 0.5 53

4.17 ตารางแสดงค่าคุณสมบัติทรายก่อนการทดลองปรับฝุ่นทราย 53

4.18 ตารางแสดงผลการทดลองปรับฝุ่นทรายโดยไม่เติม Bentonite 54

4.19 ผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายกลุ่มที่ 1 ต่อค่าคุณสมบัติทราย 55

4.20 ผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายกลุ่มที่ 2 ต่อค่าคุณสมบัติทราย 56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.21 ผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายกลุ่มที่ 3 ต่อค่าคุณสมบัติทราย 56

4.22 ตารางแบ่งประเภทฝุ่นสำหรับการใช้สถิติในการวิเคราะห์ 80

4.23 ANOVA TABLE 81

4.24 ตารางแสดงผลการทดลองปรับฝุ่นโดยใช้ทรายจากสายการ 82
ผลิตจริง

4.25 ตารางแสดงค่าคุณสมบัติทรายก่อนการทดลองปรับฝุ่น 82

4.26 ตารางแสดงผลการทดลองเพิ่มค่าความโปร่งทราย(permeability) 83
โดยใช้วิธีการอบไล่ความชื้น

4.27 ตารางแสดงผลการทดลองเพิ่มค่าความโปร่งทราย(permeability) 84
โดยใช้วิธีการเพิ่ม New sand

4.28 แสดงผลการทดลองปรับ%ฝุ่นในสายการผลิตจริง 85

4.29 แสดงข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับชิ้นงาน C/P/B 045 จากการเพิ่ม 85
% ฝุ่นในสายการผลิตจริง

4.30 แสดงค่าใช้จ่ายที่ลดได้จากการทดแทน bentonite เมื่อนำฝุ่นทราย 87
แบบกลุ่มต่างๆกลับมาใช้ใหม่

5.1 ตารางแสดงค่า AFS No.และ %Active clayฝุ่นกลุ่มต่างๆ 89

5.2 ตารางแสดง%ฝุ่นที่เหมาะสมในการเติมฝุ่นกลุ่มต่างๆ 90

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แผนผังแสดงโลหะหล่อประเภทต่างๆ 2

1.2 Lay out Flow Diagram for sand system 5

1.3 ขั้นตอนในการตัดสินใจการนำฝุ่นทรายกลับมาใช้เติมในแบบทราย 6

2.1 กระบวนการหล่อโลหะโดยใช้แบบหล่อทราย 13

3.1 เครื่องวัดค่า Compactability 28

3.2 เครื่องวัดค่า Compressive strength 28

3.3 เครื่องวัดค่า Moisture 29

3.4 เครื่องวัดค่า Permeability 29

3.5 เครื่องวัดค่า AFS No 30

3.6 เครื่องวัดค่า Active clay 30

3.7 เตาอบสำหรับวัดค่า Total clay 31

3.8 เตาอบสำหรับวัดค่า Loss of Ignition 31

3.9 เตาอบสำหรับวัดค่า Volatile matter 32

3.10 เครื่องวัดค่า Total carbon 32

3.11 เครื่องชั่ง 33

3.12 เครื่องชั่ง 33

3.13 โม่ผสมทราย 34

3.14 ลำดับการผสมทรายแบบที่ใช้ในการทดลอง 40

4.1 แสดงภาพ Bentonite กำลังขยาย 50 เท่า 42

4.2 แสดงภาพ Seacoal กำลังขยาย 50 เท่า 42

4.3 แสดงภาพ Return sand กำลังขยาย 50 เท่า 42

4.4 แสดงภาพ New sand กำลังขยาย 50 เท่า 43

4.5 แสดงภาพ Dust กำลังขยาย 50 เท่า 43

4.6 ภาพขยายของฝุ่นกลุ่มที่ 1 , 2 และ 3 50

4.7 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Compactability จากหัวข้อ 4.2.1 57

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.8 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Compressive strength จากหัวข้อ 4.2.1 57

4.9 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Tensile strength จากหัวข้อ 4.2.1 58

4.10 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Permeability จากหัวข้อ 4.2.1 58

4.11 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Moisture จากหัวข้อ 4.2.1 59

4.12 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Active clay จากหัวข้อ 4.2.1 59

4.13 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Total clay จากหัวข้อ 4.2.1 60

4.14 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Volatile matter จากหัวข้อ 4.2.1 60

4.15 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Loss of Ignition จากหัวข้อ 4.2.1 61

4.16 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า AFS No. จากหัวข้อ 4.2.1 61

4.17 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Compactability จากหัวข้อ 4.2.2 62

4.18 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Compressive strength จากหัวข้อ 4.2.2 62

4.19 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Tensile strength จากหัวข้อ 4.2.2 63

4.20 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Permeability จากหัวข้อ 4.2.2 63

4.21 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Moisture จากหัวข้อ 4.2.2 64

4.22 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Active clay จากหัวข้อ 4.2.2 64

4.23 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Total clay จากหัวข้อ 4.2.2 65

4.24 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Volatile matter จากหัวข้อ 4.2.2 65

4.25 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Loss of Ignition จากหัวข้อ 4.2.2 66

4.26 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า AFS No. จากหัวข้อ 4.2.2 66

4.27 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Compactability จากหัวข้อ 4.2.3 67

4.28 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Compressive strength จากหัวข้อ 4.2.3 67

4.29 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Tensile strength จากหัวข้อ 4.2.3 68

4.30 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Permeability จากหัวข้อ 4.2.3 68

4.31 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Moisture จากหัวข้อ 4.2.3 69

4.32 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Active clay จากหัวข้อ 4.2.3 69

4.33 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Total clay จากหัวข้อ 4.2.3 70

4.34 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Volatile matter จากหัวข้อ 4.2.3 70

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.35 ผลกระทบของการเติมฝุ่นต่อค่า Loss of Ignition จากหัวข้อ 4.2.3 71

4.36 ผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายกลุ่มต่างๆต่อค่า Compactability 72

4.37 ผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายกลุ่มต่างๆต่อค่า Compressive strength 73

4.38 ผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายกลุ่มต่างๆต่อค่า Tensile strength 74

4.39 ผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายกลุ่มต่างๆต่อค่า Permeability 75

4.40 ผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายกลุ่มต่างๆต่อค่า Total clay 76

4.41 ผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายกลุ่มต่างๆต่อค่า Volatile matter 77

4.42 ผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายกลุ่มต่างๆต่อค่า Loss of Ignition 78

4.43 ผลกระทบของการเติมฝุ่นทรายกลุ่มต่างๆต่อค่า AFS No. 79

4.44 แสดงกราฟข้อบกพร่องชิ้นงาน C/P/B 045 ณ % ฝุ่นต่างๆ 86