ผลกระทบของคุณสมบัติของทรายต่อการเกิดรอยตำหนิในงานหล่อ

นาย ธนาภรณ์ โกราษฎร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ
ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-639-739-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17602186

EFFECT OF SAND PROPERTIES ON CASTING DEFECT

Mr. Thanaporn Korad

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Metallurgical Engineering

Department of Metallurgical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-639-739-7

Thesis Title	Effect of Sand Properties on Casting Defect.
By	Mr. Thanaporn Korad
Department	Metallurgical Engineering
Thesis Advisor	Associate Professor Paritud Bhandhubunyong
Thesis Co-Advisor	Dr. John T. H. Pearce

Accept by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree/

.....Dean of Graduate School
(Professor Supawat Chutivongse, M. D.)

Thesis committee

.....Chairman
(Associate Professor Chatchai Somsiri, Ph. D.)

.....Thesis Advisor
(Associate Professor Paritud Bhandhubanyong, D. Eng.)

.....Thesis Co-Advisor
(John T. H. Pearce, Ph. D.)

.....Member
(Sawai Danchaivijit, Ph. D.)

ธนาภรณ์ โกราษฎร์ : ผลกระทบของคุณสมบัติของทราย ต่อการเกิดรอยตำหนิในงานหล่อ (EFFECT OF SAND PROPERTIESN CASTING DEFECT) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ดร. จอห์น ที เอช เพียร์ซ ; 71 หน้า ISBN 974-639-739-7

รูเข็ม โพรงแก๊ส และโพรงจากการหดตัวของโลหะในงานหล่อเป็นรอยตำหนิที่ พบกันมากในโรงงานหล่อเหล็กกล้าในประเทศไทย จากการวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติของทรายและอุณหภูมิเทที่บันทึกการผลิตเหล็กกล้าหล่อโลหะผสมต่ำ (CrMo40L) ในโรงงาน เปรียบเทียบกับรอยบกพร่องที่เกิดขึ้น ได้นำไปทำการออกแบบการทดลองเพื่อจำลองแบบการปฏิบัติงานหล่อของโรงงานในห้องปฏิบัติการ คุณสมบัติที่สำคัญสามประการของทรายแบบ ได้แก่ ความโปร่งอากาศ ความแข็งแรง และปริมาณสารที่สามารถถูกเผาไหม้ได้ในทราย กำหนดให้เป็นคุณสมบัติที่ต้องแปรค่าเพื่อเปรียบเทียบกับผลของการเกิดโพรงแก๊ส โดยที่คุณสมบัติดังกล่าวจะแปรค่าได้จากการแปรค่าตัวแปรในการผสมทรายแบบ ได้แก่ความชื้น 2.5 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียว 4.5 และ 6.5 เปอร์เซ็นต์ แป้งมัน 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ และความละเอียดของเม็ดทราย 46 และ 49 หน่วยมาตรฐานเอเอฟเอส(AFS) ร่วมด้วยการใช้อุณหภูมิเทที่ต่างกันคือ 1550 องศาเซลเซียส และ 1620 องศาเซลเซียส จากผลการทดลองสามารถนำไปสู่การวิเคราะห์เชิงสถิติ ซึ่งได้ข้อสรุปคือ ขนาดเม็ดทรายและความชื้นของทรายแบบมีอิทธิพลมากที่สุดต่อความสามารถระบายแก๊สของทรายแบบ ปริมาณดินเหนียวมีอิทธิพลมากที่สุดต่อค่าความแข็งแรงของทรายแบบ แป้งมันและความชื้นในทรายแบบมีอิทธิพลมากที่สุดต่อปริมาณแก๊สที่ระเหยจากทรายแบบขณะเทแบบ ปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อการเกิดโพรงแก๊สในงานหล่อคือ อุณหภูมิเท ส่วนสภาวะที่เกิดโพรงแก๊สน้อยที่สุดคือ ขนาดเม็ดทราย 46 ปริมาณดินเหนียว 4.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแป้งมัน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณความชื้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ และ อุณหภูมิเท 1620 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม ทรายที่ส่วนผสมเดียวกันนี้สามารถใช้ร่วมกับการเทที่อุณหภูมิเท 1550 องศาเซลเซียสได้ ซึ่งช่วยในการประหยัดพลังงาน แต่ในขณะเดียวกันก็มีข้อจำกัดให้ใช้ได้เฉพาะในการเทจากหนึ่งเบ้าลงสู่แบบจำนวนน้อย เนื่องมาจากผลของอุณหภูมิที่ลดลงและโอกาสในการเกิดโพรงแก๊สที่สูงขึ้น

ภาควิชา วิศวกรรมโลหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมโลหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

= # 3970662621 : MAJOR METALLURGICAL ENGINEERING
KEY WORD: PINHOLE / BLOWHOLE / SAND PROPERTIES
THANAPORN KORAD : EFFECT OF SAND PROPERTIES ON CASTING DEFECT. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PARITUD BHANDHUBANYONG, D. ENG. THESIS CO-ADVISOR : DR. JOHN T. H. PEARCE, Ph.D. 71 pp. ISBN 974-639-739-7

Blow hole, pin hole and shrinkage cavities are most common defect found in cast steel factories in Thailand. Various factors contributed to these defects in CrMo40L low alloy steel were investigated. Sand properties and pouring temperatures were considered to be two major factors. Sand properties and pouring temperature data recorded during actual casting operation in a factory were analyzed with respect to the defects found in cast products. Experimental design was applied to determine the number of experiments to simulate actual casting condition. Appropriate levels of sand mixing were chosen to vary permeability, compressive strength, and % loss on ignition. The levels of sand mixing were controlled by clay content as 4.5 and 6.5 %, moisture as 2.5 and 4 %, starch content as 0.5 and 1 %, AFS grain finess number of sand as 46 and 49, and pouring temperature of 1550 °C and 1620 °C. The cavities occurrence was measured by stereological measurement. The result of measurement led to comparisons of each factor on the cavities occurrence using statistical analysis. The best condition that minimizes gas cavity is grain finess number of 46, clay content of 4.5 %, starch of 0.5 %, moisture of 2.5 % and pouring temperature of 1620 °C. This same sand formula can also be used in accompanied with pouring temperature of 1550 °C, in order to save cost. However the low pouring temperature is not recommended for pouring to a lot of molds by single ladle because of the effect of temperature drop and the greater chance of blowhole.

ภาควิชา METALLURGICAL ENGINEERING ลายมือชื่อนิสิต Thanaporn Korad.

สาขาวิชา METALLURGICAL ENGINEERING ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Paritud Bhandhubanyong

ปีการศึกษา 1998 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม J.T.H Pearce

ACKNOWLEDGEMENT

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Firstly, the author would like to express his sincere gratitude to his advisors, Associate Professor Dr. Paritud Bhundhubunyong and Dr. John T. H. Pearce. Acknowledgments also extended to the other members of committee, Associate Professor Dr. Chatchai Somsiri for his stimulating criticisms and suggestions and Dr. Sawai Darnchaiwichit for helpful discussions.

The author is grateful to the Department of Metallurgical Engineering and the National Science and Technology Development Agency (NSTDA) for the financial support.

The author would like to thank the Siam Nawaloha Foundry Co., Ltd. and the Siam Nissan Casting Co., Ltd. for supplying necessary data.

The author is pleased to acknowledge Mr. Isamu Taki for suggestions of casting defects. Thanks are also due to Mr. Wichai Saithong, Mr. Saynee Maneepetch, and Mr. Akarat Waiyanit at foundry workshop for experimental works.

Finally, special thanks to Dr. Buncha Tanaboonsombut of the National Metal and Materials Technology Center (MTEC) for guidance and provision of the research.

TABLE OF CONTENTS

Page

Abstract (Thai)..... iv

Abstract (English)..... v

Acknowledgement..... vi

Table of Contents..... vii

List of Figures..... viii

List of Tables..... x

Chapter

I. Introduction..... 1

II. Literature survey..... 3

III. Fundamental data..... 11

IV. Experimentation..... 15

V. Results and Discussion..... 23

VI. Conclusions..... 65

References..... 68

Appendix..... 70

Biography..... 71

LIST OF FIGURES

Figure Page

2-1 Sources of gases in metal.....4

2-2 Effect of grain size, clay content and grain shape on permeability of molding sand.....6

2-3 Plot of interactions between permeability and loss on ignition.....8

2-4 Blister (a type of gas defects) rejects by mold pouring time.....9

2-5 Influence of mold sequence and lower pouring temperature on gas ventilation during solidification.....10

3-1 Plot of relative amount of casting defects, reported by sampling factories number and heat resisting steel.....11

3-2 Fishbone diagram of pinhole and blowhole.....13

4-1 Drawings of real casting and simulated casting.....15

4-2 Diagram showing the steps employed to determine the amount of cavities...19

4-3 Flow chart of work procedure.....22

5-1 Cut surfaces of stereological measurement.....25

5-2 Distribution diagram of two values of grain finess number.....26

5-3 Round sand in the experimental.....27

5-4 Effect of grain finess number on permeability of molding sand.....33

5-5 Effect of clay content on permeability of molding sand.....34

5-6 Effect of starch content on permeability of molding sand.....35

5-7 Effect of moisture content on permeability of molding sand.....36

LIST OF FIGURES (CONTINUED)

Figure Page

5-8 Effect of clay content on compressive strength of molding sand.....37

5-9 Effect of grain finess number on %loss on ignition of molding sand.....38

5-10 Effect of starch content on %loss on ignition of molding sand.....39

5-11 Effect of moisture on %loss on ignition of molding sand 40

5-12 Correlation between permeability, blowhole and pouring temperature.....43

5-13 Correlation between %loss on ignition, blowhole and pouring Temperature.....43

LIST OF TABLES

Table Page

3-1 Data of facing sands, collected in the factory.....12

3-2 Data of backing sands, collected in the factory.....12

3-3 Specification of chromite sand.....13

3-4 Specification of backing sand.....13

3-5 Causes-effects of some defects.....14

4-1 Factors and levels of the experimentation.....16

4-2 The five-numbers codes of each condition in the thirty-two runs.....17

5-1 Summary of sand test results.....23

5-2 Summary of stereological measurement results.....24

5-2 Summary of stereological measurement result(continued).....25

5-3 Sieve analysis results.....26

5-4 Effect of grain finess number on permeability(data from Table 5-1).....28

5-5 Effect of clay content on permeability(data from Table 5-1).....29

5-6 Effect of starch content on permeability(data from Table 5-1).....29

5-7 Effect of moisture content on permeability(data from Table 5-1).....30

5-8 Effect of clay content on compressive strength.....30

5-9 Effect of grain finess number on %loss on ignition.....31

5-10Effect of starch content on %loss on ignition.....31

5-11Effect of moisture content on %loss on ignition.....32

5-12Relation between sand properties and presence of blowhole as determined by stereological method.....42

LIST OF TABLES (CONTINUED)

Table Page

5-13Effect of grain size, clay, starch and moisture on permeability test.....46

5-14Effect of grain size, clay, starch and moisture on compressive strength test.49

5-15Effect of grain size, clay, starch and moisture on %loss on ignition test.....52

5-16Data from table 5-2 for statistical analysis of blowhole occurrence.....52

5-17The 15 zero defect conditions from Table 5-2.....60

5-18Summary of the best condition zero defect.....62

5-19The four zero defect conditions with low pouring temperature.....63