การนำทรายแบบหล่อกลับมาใช้เป็นวัสดุกันซึมในหลุมฝังกลบ

นายพงษบุตร อวยชัยวัฒน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546
ISBN 974-17-4843-4
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REUSE OF SPENT FOUNDRY SAND AS HYDRAULIC BARRIER LAYER IN LANDFILL

Mr. Pongsabutt Auychaiwatt

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Environmental Management (Inter-Department)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-4843-4

Copyright of Chulalongkorn University

Thesis Title	Reuse of spent foundry sand as hydraulic barrier layer in landfill
By	Mr. Pongsabutt Auychaiwatt
Field of Study	Environmental Management
Thesis Advisor	Pichaya Rachdawong, Ph.D.

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

..... Dean of the Graduate School
(Professor Suchada Kiranandana, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman
(Assistant Professor Sutha Khaodhiar, Ph.D.)

..... Thesis Advisor
(Pichaya Rachdawong, Ph.D.)

..... Member
(Manaskorn Rachakornkij, Ph.D.)

..... Member
(Chakkaphan Sutthirat, Ph.D.)

พงษบุตร อวยชัยวัฒน์ : การนำทรายแบบหล่อกลับมาใช้เป็นวัสดุกันซึมในหลุมฝังกลบ. (REUSE OF SPENT FOUNDRY SAND AS HYDRAULIC BARRIER LAYER IN LANDFILL) อ. ที่ปรึกษา: ดร. พิชญ รัชฎาวงศ์, 100 หน้า. ISBN 974-17-4843-4.

ทรายจากกระบวนการหล่อโลหะไม่จัดอยู่ในข่ายกากของเสียอันตราย เนื่องจากค่าการชะละลายโลหะหนัก มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด และทรายจากกระบวนการหล่อโลหะมีองค์ประกอบหลักคือทรายและเบนโทไนท์ ซึ่งมีคุณสมบัตินำมาใช้เป็นวัสดุกันซึมในระบบฝังกลบ เนื่องจากส่วนผสมระหว่างทรายและเบนโทไนท์สามารถทำหน้าที่ในการป้องกันการซึมผ่านของน้ำได้ดี อีกทั้งการนำทรายจากกระบวนการหล่อโลหะมาใช้ประโยชน์ยังถือเป็นการลดปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมที่ต้องนำไปกำจัด ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียดังกล่าวอีกทางหนึ่งด้วย

จากผลการทดสอบคุณสมบัติของทรายจากกระบวนการหล่อโลหะที่จะนำมาใช้เป็นชั้นวัสดุกันซึมสรุปได้ว่า 1) สมบัติในการขึ้นรูปของทรายแบบหล่อมีความสัมพันธ์กับปริมาณเบนโทไนท์ กล่าวคือทรายแบบหล่อจะสามารถขึ้นรูปได้ ก็ต่อเมื่อมีปริมาณเบนโทไนท์เป็นองค์ประกอบมากกว่าร้อยละ 16 2) ในการทำให้ได้ค่าการซึมผ่านของน้ำต่ำกว่า $1x10^{-7}$ ซม./วินาที ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่กำหนดสำหรับชั้นวัสดุกันซึมของระบบฝังกลบของเสีย ทรายจากกระบวนการหล่อโลหะควรมีปริมาณเบนโทไนท์เป็นองค์ประกอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 11 ดังนั้นทรายจากกระบวนการหล่อโลหะที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุกันซึม เมื่อพิจารณาคุณสมบัติในการขึ้นรูปได้ และการซึมผ่านของน้ำ จึงควรมีปริมาณเบนโทไนท์เป็นองค์ประกอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 16

สาขาวิชา...การจัดการสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต.....

ปีการศึกษา....2546..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4589444320: MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
KEY WORD: FOUNDRY SAND/HYDRAULIC CONDUCTIVITY/BARRIER LAYER/LANDFILL LINER

PONGSABUTT AUYCHAIWATT: REUSE OF SPENT FOUNDRY SAND AS HYDRAULIC BARRIER LAYER IN LANDFILL. THESIS ADVISOR: PICHAYA RACHADAWONG, Ph.D., 100 pp. ISBN 974-17-4843-4.

Spent foundry sand is considered as non-hazardous waste because leachate of the heavy metals from spent foundry sand are lower than the government standards. Foundry sands are primarily mixtures of sand and bentonite. They have inherent potential to be used in the construction of hydraulic barrier layers because sand-bentonite mixtures can be compacted to achieve hydraulic conductivities of less than $1x10^{-7}$ cm/sec. Moreover, reuse of spent foundry sand can reduce the amount of wastes going to landfill and help the foundries' to save the costs of handling wastes.

Based on this study, the results are 1) moldability correlates well with bentonite content and spent foundry sand can be molded for bentonite content greater than 16% 2) when the bentonite content is greater than 11%, the hydraulic conductivity is less than $1x10^{-7}$ cm/s. So, Spent foundry sand can be reused as hydraulic barrier layers based on permeability and moldability both as-received and as mixture with pure sand until it has bentonite content of greater than 16%.

Field of study Environmental Management Student's signature.....Pongsabutt A.....
Academic year 2003 Advisor's signature.....Pichaya R.....

ACKNOWLEDGEMENTS

The completion of this thesis would not have been possible without the generous assistance and support from a number of sources. The author would like to express his deepest gratitude and sincere appreciation to his advisor, Dr. Pichaya Rachdawong, for his worthy suggestions, encouragement, moral support and patience throughout the research period. The author also wishes to thank Dr. Sutha Khaodhiar, Chairman of thesis committee, Dr. Manaskorn Rachakornkij, and Dr. Chakkaphan Sutthirat, members of the thesis committee for valuable suggestions.

The author would like to thank National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management laboratory staffs, Ms. Ramnaree Netvichian and Ms. Chantana Intim for the research support that they provided.

The author is also grateful to all of his colleagues for their continuing friendship and help that is enable him to complete course at Chulalongkorn University.

Special thank to Ms. Darin Ruangrote, Ms. Paritta Rotwiroon, Ms. Kullapa Soratana and Ms. Kochkorn Wattanadilok whose love and support has made all the things the author did possible.

Last, but not the least, the author is indebted to his parents and family who always give valuable support, encouragement, and the whole things, which made him completed his study.

CONTENTS

		Page
ABSTRACT (THAI)		iv
ABSTRACT (ENGLISH)		v
ACKNOWLEDGMENTS		vi
CONTENTS		vii
LIST OF FIGURES		ix
LIST OF TABLES		x
LIST OF ABBREVIATIONS		xi
CHAPTER 1 INTRODUCTION		
1.1	Statement of the Problems	1
1.2	Objectives of the Study	1
1.3	Hypotheses	2
1.3	Scopes of Study	2
CHAPTER 2 BACKGROUND AND LITERATURE REVIEW		
2.1	Sand	3
2.2	Clay	3
2.3	Landfill Containment Systems	4
2.4	Metal Casting Process	8
2.5	Characterization of Virgin and Spent Foundry Sand	22
2.6	Economic Aspect	23
2.7	Leachate Extraction Procedure	23
2.8	Hydraulic Conductivity	24
2.9	Atterberg Limits	27
2.10	Literature Review	30
CHAPTER 3 METHODOLOGY		
3.1	Apparatus	34
3.2	Analytical Apparatus	36

CONTENTS (Cont.)

3.3 Materials..... 36

3.4 Method..... 37

CHAPTER 4 TEST RESULTS AND DISCUSSION

4.1 General..... 39

4.2 Leachability of Heavy Metals..... 39

4.3 Physical Properties of Spent Foundry Sand..... 41

4.4 Moldability..... 49

4.5 Hydraulic Conductivity..... 51

CHAPTER 5 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATION

5.1 Concluding Remarks..... 55

5.2 Recommendation for future study..... 56

REFERENCES..... 57

APPENDICES..... 59

APPENDIX A..... 60

APPENDIX B..... 65

APPENDIX C..... 67

APPENDIX D..... 78

BIOGRAPHY..... 100

LIST OF FIGURES

Pages

2.1 Subtitle D landfill liner cross section..... 7

2.2 EPA recommended landfill cap system..... 8

2.3 Sand mold and core cross section..... 10

2.4 Process flow and potential pollutant outputs for typical green sand foundry..... 13

2.5 Sectional views of melting furnaces..... 18

2.6 Constant head permeameter..... 26

2.7 Variable head permeameter..... 27

2.8 Relationship between soil volume and moisture content..... 30

3.1 Inductively Coupled Plasma Spectrometer..... 34

3.2 Constant head permeameter..... 35

3.3 Scheme of the overall experiment procedure..... 38

4.1 Particle size sieve analysis for Siam Magotteaux Foundry Sand..... 42

4.2 Cumulative particle size distribution for Siam Magotteaux Foundry Sand... 42

4.3 Particle size sieve analysis for Siam Nawaloha Foundry Sand..... 43

4.4 Cumulative particle size distribution for Siam Nawaloha Foundry Sand..... 43

4.5 X-ray diffraction patterns for Siam Magotteaux spent sand as well as their possible phases, besides SiO_2, $(Na,Ca,K)_8(Al_6Si_6O_{24})(SO_4)2Cl \cdot H_2O$..... 47

4.6 X-ray diffraction patterns for Siam Nawaloha spent sand as well as their possible phases, besides SiO_2, $(Na,Ca,K)_8(Al_6Si_6O_{24})(SO_4)2Cl \cdot H_2O$ and $K_2S_2O_8$..... 48

4.7 Plastic Index versus Bentonite Content..... 50

4.8 Relationship between K and bentonite content..... 52

4.9 Relationship between K and density..... 53

LIST OF TABLES

Pages

2.1	Typical physical properties of spent green foundry sand	31
2.2	Leachability of metals from foundry sand waste.....	32
2.3	Spent foundry sand chemical oxide composition.....	33
3.1	Analytical apparatus.....	36
4.1	Leachability of heavy metals from Siam Magotteaux.....	40
4.2	Leachability of heavy metals from Siam Nawaloha.....	40
4.3	Compare the results with regulatory standard.....	41
4.4	Chemical compositions of spent foundry sand and raw mill in weight percents.....	45
4.5	Atterberg limits and bentonite content of foundry sands used in study.....	49
4.6	Bentonite content, density and hydraulic conductivity of foundry sands.....	51

LIST OF ABBREVIATIONS

AASHTO	=	American Association of State Highway and Transportation Officials
AFS	=	American Foundry's Society
ASTM	=	American Society for Testing and Materials
CWC	=	Clean Washington Center
EPA	=	United States Environmental Protection Agency
GCLs	=	Geosynthetic Clay Liners
MSW	=	Municipal Solid Waste
NADCA	=	National Air Duct Cleaners Association
POTW	=	Publicly Owned Treatments Works
RCRA	=	Resource Conservation and Recovery Act
USITC	=	United States International Trade Commission
VOCs	=	Volatile Organic Compounds