

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



E47333

ผลตอบรับในกรอบต่อสมมติทางกายภาพของพื้นที่ดินเหนียวลวดท้าว

นายประพันธ์ อัจฉริยะชาติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิก ภาควิชาวัสดุศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

600254846

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



E47333

ผลของเถ้าแกลบต่อสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินเทอราคอตตา

นายประพันธ์ อังอดิชาติ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิก ภาควิชาวัสดุศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-6382-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



4 5 7 2 6 4 1 7 2 3

EFFECTS OF RICE HUSK ASH ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF TERRA COTTA BODY

Mr. Prapun Aungatichart

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Ceramic Technology

Department of Materials Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-17-6382-4

ประพันธ์ อังคิชาติ : ผลของเถ้าแกลบต่อสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินเทรราคอตตา. (Effects of Rice Husk Ash on the Physical Properties of Terra Cotta Body) อ. ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร. ชีเกทาเกะ วาดะ, อ. ที่ปรึกษาร่วม : อ. ดร. ศิริธน์วี เจียมศิริเลิศ, 82 หน้า. ISBN 974-17-6382-4.

E47333

งานวิจัยนี้ได้ทดลองนำเถ้าแกลบผสมกับเนื้อดินเทรราคอตตาในอัตราส่วนร้อยละ 3 6 และ 9 โดยน้ำหนัก รวมทั้งใช้เถ้าแกลบแทนส่วนที่เป็นทรายทั้งหมดที่ใส่ในเนื้อดินเทรราคอตตา ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ชิ้นงานทั้งก่อนเผาและหลังเผาที่อุณหภูมิ 900 950 1000 1050 และ 1100 องศาเซลเซียส ได้ถูกนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพต่างๆ ได้แก่ความเหนียว อัตราเร็วในการแห้งตัว การหดตัวก่อนเผา ความแข็งแรงก่อนเผา การหดตัวหลังเผา ความหนาแน่นรวม การดูดซึมน้ำ มอดูลัสแตกร้าวและองค์ประกอบของเฟสหลังเผา

การตรวจสอบและวิเคราะห์ตัวอย่างพบว่า เถ้าแกลบช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน โดยช่วยลดความเหนียวของเนื้อดิน เพิ่มความแข็งแรงก่อนเผา เพิ่มอัตราเร็วในการแห้งตัว ลดการหดตัวก่อนเผาและหลังเผา อีกทั้งยังช่วยเพิ่มค่ามอดูลัสแตกร้าวของตัวอย่าง เมื่อเผาที่อุณหภูมิ สูงกว่า 950 องศาเซลเซียส ถึงแม้เนื้อดินที่ผสมเถ้าแกลบจะมีสมบัติทางกายภาพด้านความหนาแน่นรวมและการดูดซึมน้ำลดลงบ้าง หากแต่ไม่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เทรราคอตตา ประเภทกระถางต้นไม้ ถ้าผสมเถ้าแกลบในอัตราส่วนไม่เกินร้อยละ 6

ภาควิชา	วัสดุศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีเซรามิก	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา	2547	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ศาสตราจารย์ ดร. ชีเกทาเกะ วาดะ
S. Wada
Douten J.

4572641723 : MAJOR CERAMIC TECHNOLOGY

KEY WORD: Rice husk ash / Terra cotta pottery

PRAPUN AUNGATICHART : EFFECTS OF RICE HUSK ASH ON THE PHYSICAL
PROPERTIES OF TERRA COTTA BODY. THESIS ADVISOR : PROF. DR.

SHIGETAKA WADA, DR. SIRITHAN JIEMSIRILERS, 82 pp. ISBN 974-17-6382-4.

E47333

The objective of this thesis is to study the effects of rice husk ash (RHA) on the physical properties of terra cotta body either before or after firing in order to know the properties of RHA mixed terra cotta body before applying in the real production. RHA was progressively incorporated with the normal terra cotta mixed clay body at 3, 6 and 9 wt%. In addition, the total quantity of silica sand around 5 wt% in the normal terra cotta body was also replaced by RHA. Terra cotta mixed clay bodies with a range of RHA contents were prepared and then fired at 900, 950, 1000, 1050 and 1100 °C. The following properties of mixed clay bodies were investigated: plasticity, drying rate, drying shrinkage, green strength, firing shrinkage, bulk density, water absorption, modulus of rupture (M.O.R) and phase analysis.

It was found that the plasticity, green strength and drying rate were improved, especially the drying and firing shrinkage were significantly reduced. Moreover, the complete replacement of silica sand by RHA in the mixed clay bodies increased the modulus of rupture, especially when the firing temperature was over 950 °C. Although the density of fired body decreased and the water absorption increased with the increasing RHA content, all the results showed that the substantial quantities of RHA could be successfully incorporated into the terra cotta mixed clay bodies without any deterioration in the quality of products.

Department Materials Science

Student's signature

Prapun Aungatichart

Field of study Ceramic Technology

Advisor's signature

S. Wada

Academic year 2004

Co-advisor's signature

Sirithan Jiemsirilers

Acknowledgements

I would like to express my appreciation to those who have helped me with this thesis. My greatest thank to my advisor, Prof. Dr. Shigetaka Wada, for his constant guidance and encouragement, including a very frank and friendly attitude. Appreciation is also extended to Dr. Sirithan Jiemsirilers, Assoc. Prof. Dr. Supatra Jinawath, Assoc. Prof. Danai Arayaphong and Assoc. Prof. Dr. Khemchai Hemachandra for the continuous interest and comments.

I would like to thank Mr. Punyoot Huantanom and Mr. Nirut Wangmooklang for their assistance. Sincere thanks for the research facilities of Siam Research and Development Co., Ltd., Scientific and Technological Research Equipment Center, and Department of Civil Engineering, Faculty of Engineer, Chulalongkorn University.

Lastly, I would like to thank my wife, Pimolmart Aungatichart, for her encouragement and support throughout the three long years of study.

Contents

	Page
Abstract (Thai).....	iv
Abstract (English)	v
Acknowledgements.....	vi
List of Tables.....	x
List of Figures.....	xi
Chapter I Introduction.....	1
1.1 Introduction.....	2
1.2 Objectives.....	2
Chapter II Literature review.....	3
2.1 Introduction to clay.....	3
2.1.1 Structure of the clay minerals.....	3
2.1.2 Physical properties of clay minerals.....	5
2.1.3 Chemical composition of clay.....	9
2.1.4 Earthen ware clay or terra cotta clay.....	10
2.4 Literature survey of rice husk ash.....	10
Chapter III Experimental procedure.....	13
3.1 Process flow chart and experimental conditions.....	13
3.2 Starting materials.....	16
3.2.1 Chemical composition.....	17
3.2.2 Crystal phase.....	17
3.2.3 Microstructure observation.....	18
3.2.4 Thermal analysis.....	18
3.3 Property measurement and characterizations of mixed clay and fired specimens.....	18
3.3.1 Plasticity of clay and mixed clays.....	18
3.3.2 Drying rate and drying shrinkage.....	19
3.3.3 Firing shrinkage.....	20
3.3.4 Bulk density and water absorption.....	20
3.3.5 Modulus of rupture of green body and fired specimens.....	20

Contents (cont.)

	Page
3.3.6 Crystal phase of fired specimens.....	21
Chapter IV Results and discussion.....	22
4.1 Properties of starting materials.....	22
4.1.1 Clay.....	22
4.1.1.1 Chemical composition.....	22
4.1.1.2 Crystal phase.....	22
4.1.1.3 Microstructure observation and particle size distribution	23
4.1.1.4 Thermal analysis	24
4.1.2 Rice husk ash.....	25
4.1.2.1 Chemical composition	25
4.1.2.2 Crystal phase.....	26
4.1.2.3 Microstructure observation.....	27
4.1.2.4 Thermal analysis	27
4.1 Properties of mixed clay and sintered specimens.....	29
4.2.1 Plasticity of clay and mixed clays.....	29
4.2.2 Drying rate and drying shrinkage.....	30
4.2.3 Firing shrinkage	32
4.2.4 Bulk density and water absorption.....	33
4.2.5 Modulus of rupture of green body and fired specimens.....	38
4.2.6 Crystal phase of fired specimens.....	40
Chapter V Conclusions.....	42
Chapter VI Future work.....	43
References.....	44
Appendices.....	46
Appendix A.....	47
Appendix B.....	52
Appendix C.....	62
Appendix D.....	72

Contents (cont.)

	Page
Appendix E.....	74
Biography.....	84

List of tables

	Page
<u>Table 2.1</u> Some examples of chemical composition of typical clays.....	9
<u>Table 3.1</u> Compositions of mixed clay bodies of this experiment.....	15
<u>Table 3.2</u> Starting materials used in this experiment.....	16
<u>Table 4.1</u> Chemical composition of clay (Ratchaburi source).....	22
<u>Table 4.2</u> Chemical compositions of RHA.....	25
<u>Table 4.3</u> Plastic properties of clay and mixed clay.....	29

List of Figures

	Page
<u>Fig. 2.1</u> (a) A silica sheet ; (b) The gibbsite sheet.....	4
<u>Fig. 2.2</u> Unit cell of the kaolinite.....	5
<u>Fig. 3.1</u> Flow chart of specimen preparations and characterization.....	13
<u>Fig. 3.2</u> Hardness tester for plastic clay body.....	15
<u>Fig. 3.3</u> Apparent of starting materials.....	16
<u>Fig. 3.4</u> Atterberg's limit test equipment.....	19
<u>Fig. 4.1</u> X-ray diffraction pattern of the original clay.....	23
<u>Fig. 4.2</u> SEM micrograph of original clay.....	23
<u>Fig. 4.3</u> Particle size distribution curve of original clay.....	24
<u>Fig. 4.4</u> TG-DTG-DTA curves of clay.....	24
<u>Fig. 4.5</u> X-ray diffraction pattern of rice husk ash.....	26
<u>Fig. 4.6</u> SEM micrograph of rice husk ash, particle size under 50 mesh.....	27
<u>Fig. 4.7</u> SEM micrograph of rice husk ash, particle size under 100 mesh.....	27
<u>Fig. 4.8</u> SEM micrograph of the surface of rice husk ash particle size.....	28
<u>Fig. 4.9</u> TG-DTG-DTA curves of rice husk ash.....	28
<u>Fig. 4.10</u> Drying rate curves at room temperature of mixed clay body.....	30
<u>Fig. 4.11</u> Drying shrinkage curves at room temperature of mixed clay body....	30
<u>Fig. 4.12</u> Effect of quantity and particle size of RHA on drying shrinkage of mixed clay bodies after dried at 110 °C.....	31
<u>Fig. 4.13</u> Linear firing shrinkage of fired mixed clay bodies at various temperatures	32
<u>Fig. 4.14</u> Linear firing shrinkage of fired mixed clay bodies at 950 °C.....	32
<u>Fig. 4.15</u> Linear firing shrinkage of fired pure clay, normal formula and 9RHA100 at various temperatures.....	33
<u>Fig. 4.16</u> Bulk density of fired mixed clay bodies at various temperatures.....	34
<u>Fig. 4.17</u> Bulk density of fired mixed clay bodies at 950 °C.....	34
<u>Fig. 4.18</u> The images of cross section surface of fired mixed bodies at 1000 °C	35
<u>Fig. 4.19</u> Bulk density of fired pure clay, normal formula and 9RHA100 at various temperatures.....	36

List of Figure (cont.)

	Page
<u>Fig. 4.20</u> Water absorption of fired mixed clay bodies at various temperatures	37
<u>Fig. 4.21</u> Water absorption of fired mixed clay bodies at 950 °C.....	37
<u>Fig. 4.22</u> Water absorption of fired pure clay, normal formula and 9RHA100 at various temperatures.....	38
<u>Fig. 4.23</u> Modulus of rupture of green bodies.....	38
<u>Fig. 4.24</u> Modulus of rupture of fired mixed clay bodies at various temperatures	39
<u>Fig. 4.25</u> Modulus of rupture of fired mixed clay bodies at 950 °C.....	39
<u>Fig. 4.26</u> Modulus of rupture of fired pure clay, normal formula, NS50 and NS100 at various temperatures.....	40
<u>Fig. 4.27</u> X-ray diffraction patterns of mixed clay bodies firing at 1000 °C.....	41