การปรับปรุงคุณภาพของดินหนองงูเห่าด้วยปูนขาวและซีเมนต์

ห้องสมุดกลาง บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นาย นิติ อรัณยะนาค

29314

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
แผนกวิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2521

LIME-CEMENT STABILIZATION ON NONG NGOO HAO CLAY

ห้องสมุดกลาง บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Mr. Niti Arunyanak

29314

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1978

Thesis Title	Lime - Cement Stabilization on Nong Ngoo Hao Clay
By	Mr. Niti Arunyanak
Department	Civil Engineering
Thesis Advisor	Assistant Professor Supradit Bunnag Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Master's degree.

Visid Prachuabmoh .....Dean of Graduate School
(Professor Visid Prachuabmoh, Ph.D.)

Thesis Committee

Niwat Daranandana .....Chairman
(Professor Niwat Daranandana, Ph.D.)

Supradit Bunnag .....Member
(Assistant Professor Supradit Bunnag, Ph.D.)

V. Tengamnuay .....Member
(Associate Professor Vichian Tengumnuay, M.S.)

Direk Lavansiri .....Member
(Archan Direk Lavansiri, Ph.D.)

Theeracharti Ruenkrairergsa .....Member
(Mr.Theeracharti Ruenkrairergsa, Ph.D.)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

Thesis Title	Lime - Cement Stabilization on Nong Ngoo Hao Clay
Name	Mr. Niti Arunyanak
Thesis Advisor	Assistant Professor Supradit Bunnag Ph.D.
Department	Civil Engineering
Academic Year	1977

ห้องสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the properties of Nong Ngoo Hao clay in strength and durability when stabilized with lime and cement. At the first stage, lime was added to reduce the plasticity index of soil and then cured until the plasticity index decreased to the minimum value by taking the least time. At the second stage, cement was added on the soil-lime mixture to increase the strength. The concentrations of lime that used for the plasticity reduction in the first stage were 2 %, 4 %, 6 % and 8 % by weight. The results showed that the quantity of lime for the maximum plasticity reduction was 6 % for a period of 48 hours. Accordingly, this lime content was added to the sample before mixing with various percentages of cement. The concentrations of cement that used for increasing the strength in the second stage were 3 %, 5 %, 7 % and 9 % by weight.

The study of strength, bearing resistance, and durability were tested by Unconfined Compression Test, California Bearing Ratio Test, and Wet-Dry Test respectively. The results showed that unconfined compressive strength, % C.B.R. and durability would increase by increasing cement content at 6 % of lime. Therefore it can be concluded that Nong Ngoo Hao clay can be used for subbase or embankment in road and air-field constructions when stabilized with 6 % lime and cement content ranged from 7 %.

Although the quantity of lime and cement used are rather high which leads to higher cost of constructions, the main obtainable advantage is that the problem of lacking selected materials that will certainly be the important problem of Th[illegible] future, will be solved.

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงคุณภาพของดินหนองงูเห่าด้วยปูนขาวและซีเมนต์
ชื่อนิสิต	นายนิติ อรัณยะนาค
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค
แผนกวิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2520

ห้องสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ความมุ่งหมายในการศึกษาวิจัยในเรื่องนี้ เป็นการศึกษาคุณสมบัติในด้านความแข็งแรงและความคงทนของดินหนองงูเห่า เมื่อผสมด้วยปูนขาวและซีเมนต์ ในตอนแรกใช้ปูนขาวใส่ลงไปในดินเพื่อลด plasticity index เสียก่อนโดยทิ้งไว้จนกระทั่ง plasticity index ของดินลดลงจนเหลือน้อยที่สุด และใช้เวลาน้อยที่สุด หลังจากนี้จึงเติมซีเมนต์ลงไปผสมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของดินให้สูงขึ้น ปริมาณปูนขาวที่ใช้ลด plasticity index ในตอนแรกคือ 2 %, 4 %, 6 % และ 8 % โดยน้ำหนัก จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณปูนขาวที่ทำให้ plasticity ของดินลดลงมากที่สุด คือ 6 % โดยใช้เวลา 48 ชั่วโมง ดังนั้นปริมาณปูนขาว 6 % นี้จึงนำมาใช้ในการผสมกับดินหนองงูเห่าก่อนที่จะผสมซีเมนต์ทุกครั้ง ปริมาณซีเมนต์ที่ใช้ผสมในตอนหลังนี้คือ 3 %, 5 %, 7 % และ 9 %

ในการศึกษาความแข็งแรง ความสามารถในการรับน้ำหนักและความคงทนของดินหนองงูเห่านี้ ใช้ทดสอบด้วยวิธี Unconfined Compression Test, California Bearing Ratio Test และ Wet-Dry Test ตามลำดับ ผลจากการทดลองพบว่า ค่า unconfined compressive strength, % C.B.R. และความคงทนจะเพิ่มขึ้นเมื่อ ปริมาณซีเมนต์ที่ใช้เพิ่มขึ้นโดยที่ใช้ปริมาณปูนขาว 6% ดังนั้นจึงสามารถจะสรุปได้ว่าดินหนองงูเห่าก็สามารถจะนำไปใช้เป็นวัสดุรองพื้นทาง หรือคันทางในการก่อสร้างถนนหรือสนามบินได้

เป็นอย่างดี โดยใช้ปูนขาว 6 % และปริมาณซีเมนต์ที่ผสมใช้ตั้งแต่ 7 % ขึ้นไป

ถึงแม้ว่าปริมาณปูนขาวและซีเมนต์ที่ใช้จะค่อนข้างสูง ซึ่งจะทำให้ราคาในการก่อสร้างสูงขึ้นด้วยก็ตาม แต่ประโยชน์สำคัญที่จะได้รับตอบแทนก็คือ สามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนวัสดุก่อสร้างซึ่งคาดว่าจะเป็นปัญหาที่สำคัญในอนาคตของประเทศไทยได้เป็นอย่างดี

ห้องสมุดกลาง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express his deepest appreciation to Assistant Professor Dr. Supradit Bunnag for his advice, suggestions, supervision and sincere help which made this thesis possible. Sincere thanks are also extended to his Thesis Committee, Professor Dr. Niwat Daranandana, Associate Professor Vichien Tengumnuay, Dr. Direk Lavansiri and Dr. Theeracharti Ruenkrairergsa.

Special thanks are also extended to the Public Work Department and Mr. Methee Hongnoi for permission to using the research laboratory for the period of this investigation.

Finally sincere thanks are also given to Dr. Theeracharti Ruenkrairergsa for his valuable suggestions and guidance throughout the research.

TABLE OF CONTENTS

	PAGE
Title Page (Thai Language)	i
Title Page	ii
Thesis Approval	iii
Abstract	iv
Abstract (Thai Language)	vi
Acknowledgements	viii
Table of Contents	ix
List of Tables	xiii
List of Figures	xv
CHAPTER	
I INTRODUCTION	1
1.1 General Statement of the Problem	1
1.2 Purpose of the Study	2
1.3 Scope of Study	3
II LITERATURE REVIEW	4
2.1 Lime Stabilization	4
2.1.1 Effects of Lime on Soil	4
2.1.2 Factors Affecting Soil-Lime Strength	7

PAGE

2.1.3 Mechanism of Soil-Lime Stabilization 9

2.2 Cement Stabilization 10

2.2.1 Factors Affecting Soil-Cement Mixture 10

2.2.2 Mechanism of Soil-Cement Stabilization 13

2.3 Lime on Cement Stabilization 15

2.3.1 Effect of Lime on Cement Stabilization 15

2.3.2 Factors Affecting Lime-Cement Stabilization 17

2.3.3 Economics of Lime-Cement Treatment. . 17

2.3.4 Mechanism of Combination Stabilization 18

III EXPERIMENTAL INVESTIGATION 19

3.1 Materials 19

3.1.1 Soil 19

3.1.2 Stabilizers 19

3.1.3 Water 20

3.2 Sample Preparation and Testing 20

3.2.1 Preparation of Natural Soil Samples 20

3.2.2 Determination of Index Properties . . 22

3.2.3 Preparation of Lime-Cement Stabili zation 22

3.2.4 Testing of Specimens 24

IV RESULTS AND DISCUSSION 26

4.1 Effect of Lime on Soil Plasticity 26

PAGE

4.2 Lime-Cement Stabilization 33

4.2.1 Optimum Moisture Content and Compacted Dry Density 33

4.2.2 Strength 36

4.2.3 Effect of Curing Time 41

4.3 California Bearing Ratio Value 42

4.4 Durability Test 48

V RECOMMENDATION STABILIZATION CONSTRUCTION AND COST COMPARISON 55

5.1 Preparation on Construction of the First Stage 55

5.1.1 Scarification 55

5.1.2 Lime Spreading 56

5.1.3 Preliminary Mixing and Watering 56

5.1.4 Preliminary Curing 57

5.2 Preparation on Construction of the Second Stage 57

5.2.1 Scarification 57

5.2.2 Cement Spreading 57

5.2.3 Mixing and Watering 58

5.2.4 Compaction 58

5.2.5 Curing 59

VI CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS FOR FUTURE STUDY . . 62

PAGE

REFERENCES 64

APPENDIX 69

VITA 80

ห้องสมุดกลาง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
1	Ceneral Properties of the Soil	21
2	Soil Plasticity and % Lime Content	28
3	Optimum Moisture Content and Dry Density of Raw Soil and Lime-Soil Mixture at Various Cement Content	34
4	Maximum Strength of Raw Soil and Lime-Soil Mixture at Various Cement Content after 7, 14 and 28 Days of Curing	37
5	Maximum Dry Density, Optimum Moisture Content and Molding Moisture Content at Maximum Strength after 7, 14 and 28 Days of Curing	38
6	Comparison of % C.B.R. under Unsoaked and Soaked Conditions, and Swelling of Raw Soil and Stabilized Soil	47
7	Detailed Results from Wet-Dry Test	52
8	The Costs of Stabilizers per One Cubic Metre . .	59
9	Total Costs of Stabilized Soil per One Cubic Metre	60
10	Comparison of Cost	61

TABLE PAGE

A1 Detailed Results from Atterberg Limit Determination of Nong Ngoo Hao Clay 71

A2 Detailed Results for the Raw Soil 75

A3 Detailed Results for the Soil Stabilized with 6 % Lime and 3 % Cement 76

A4 Detailed Results for the Soil Stabilized with 6 % Lime and 5 % Cement 77

A5 Detailed Results for the Soil Stabilized with 6 % Lime and 7 % Cement 78

A6 Detailed Results for the Soil Stabilized with 6 % Lime and 9 % Cement 79

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
1	Effect of Lime on Liquid Limit at Various Age of Mixing Time	30
2	Effect of Lime on Plastic Limit at Various Age of Mixing Time	31
3	Effect of Lime on Plasticity Index at Various Age of Mixing Time	32
4	Variation in Optimum Moisture Content of Raw Soil and Lime-Soil Mixture at Various Cement Content	35
5	Variation in Maximum Dry Density of Raw Soil and Lime-Soil Mixture at Various Cement Content . . .	35
6	Effect of Curing Time on Strength of Raw Soil and Stabilized Soils	39
7	Resistance to Penetration of Raw Soil and Lime-Soil Mixture at Various Cement Content under Unsoaked Condition	43
8	Resistance to Penetration of Raw Soil and Lime-Soil Mixture at Various Cement Content Under Soaked Condition	44
9	Effect of Lime-Cement Content on C.B.R. Value under Unsoaked and Soaked Condition	45

FIGURE PAGE

10 Effect of Lime-Cement Content on Swelling under Soaked Condition 46

11 Effect of Moisture Content on Stabilized Soil in the Wet-Dry Test 50

A1 Grain Size Distribution of Nong Ngoo Hao Clay 70

A2 Compaction Curves of Nong Ngoo Hao Clay 72

ห้องสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย