

คุณสมบัติด้านกำลังของคอนกรีตที่ใช้วิธีลดน้ำโดยสูญญากาศ



นาย เสนาธิปย์ ชื่นจิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2530

ISBN 974-568-397-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

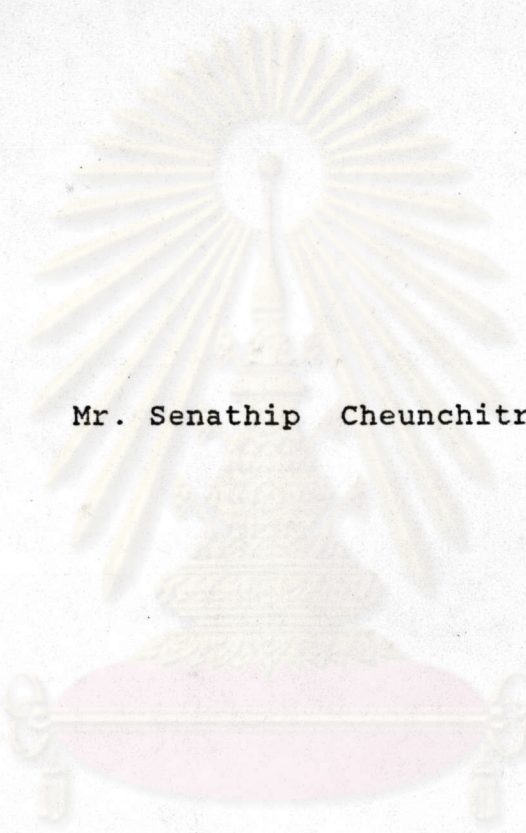
013047

013047

i 16120799



STRENGTH PROPERTIES OF VACUUM-DEWATERED CONCRETE



Mr. Senathip Cheunchitra

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1987

ISBN 974-568-397-3





Thesis Title      Strength Properties of Vacuum-dewatered  
                          Concrete

By                      Mr. Senathip Cheunchitra

Department        Civil Engineering

Thesis Advisor    Associate Professor Karoon Chandrangsu, Ph.D.

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

*[Signature]* .....Dean of Graduate School  
 ( Professor Thavorn Vajrabhaya, Ph.D. )

Thesis Committee

*[Signature]* .....Chairman  
 ( Professor Ekasit Limsuwan, Ph.D. )

*[Signature]* .....Thesis Advisor  
 ( Associate Professor Karoon Chandrangsu, Ph.D. )

*[Signature]* .....Member  
 ( Professor Panitan Lakkunaprasit, Ph.D. )

*[Signature]* .....Member  
 ( Associate Professor Mana Vongpivat )



เสนาธิปย์ ชื่นจิตร : คุณสมบัติต้านกำลัง ของคอนกรีตที่ใช้วิธีค่น้ำโดยสุญญากาศ (STRENGTH PROPERTIES OF VACUUM-DEWATERED CONCRETE) อ.ที่ปรึกษา:รศ.ดร.การุญ จันทรางศู 144 หน้า.

งานวิจัยนี้อาศัยการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาผลกระทบของกระบวนการค่น้ำโดยสุญญากาศที่เร่งการเกิดกำลังของคอนกรีต ซึ่งมีอัตราส่วนของน้ำต่อน้ำซีเมนต์ และปริมาณน้ำซีเมนต์เป็นตัวแปรเปลี่ยนสัดส่วนผสม ผลกระทบของกระบวนการนี้ ที่มีต่อคุณสมบัติเชิงกลของคอนกรีตค่น้ำโดยสุญญากาศ ได้นำมาพิจารณาเปรียบเทียบกับคุณสมบัติ เช่นเดียวกันของคอนกรีตธรรมดา อาทิเช่น กำลังต้านทานแรงอัด กำลังต้านทานแรงดึง แดกแยก โมดูลัสแตกร้าว และโมดูลัสยืดหยุ่น ขอบเขตของงานวิจัยจำกัดอยู่เฉพาะ คอนกรีตที่มีสัดส่วนผสมของปริมาณน้ำซีเมนต์ตั้งแต่ 250 ถึง 350 กิโลกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตรของคอนกรีต และอัตราส่วนผสมของน้ำต่อน้ำซีเมนต์เริ่มแรกระหว่าง 0.48 ถึง 0.62

ผลจากการทดสอบแสดงว่า คอนกรีตที่ใช้วิธีค่น้ำโดยสุญญากาศมีอัตราการเกิดกำลังเร็วกว่า คอนกรีตธรรมดา กำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตที่ใช้วิธีค่น้ำโดยสุญญากาศนี้ที่อายุ 1 วัน 3 วัน และ 7 วัน มีค่าเท่ากับกำลังต้านทานแรงอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้วิธีค่น้ำโดยสุญญากาศนี้ จะมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 13.3% ถึง 51.7% ของคอนกรีตธรรมดาที่มีสัดส่วนของน้ำต่อน้ำซีเมนต์เริ่มแรกเท่ากับ 0.48 ถึง 0.62 ตามลำดับ และประมาณ 15.5% ถึง 63.7% ของคอนกรีตธรรมดาที่มีปริมาณน้ำซีเมนต์เท่ากับ 250 ถึง 350 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของคอนกรีต คุณสมบัติอื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับกำลังต้านทานแรงอัดประลัยของคอนกรีตก็เพิ่มขึ้นด้วย



ภาควิชา วิศวกรรมโยธา.....  
สาขาวิชา วิศวกรรมโครงสร้าง.....  
ปีการศึกษา 2530.....

ลายมือชื่อนิสิต บลจกดิปป์ ชื่นจิตร.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....



SENATHIP CHEUNCHITRA : STRENGTH PROPERTIES OF VACUUM-DEWATERED CON-  
CRETE. THESESES ADVISOR : ASSO. PROF. KAROON CHANDRANGSU, Ph.D. 144 PP.

Experimental program is set up to study the effect of the vacuum dewatering process that accerates the rate of strength gain of concrete mixes, having the water-cement ratio and cement content as variables. The effect of the process on the mechanical properties of vacuum-dewatered concrete is also determined in comparison with those of the conventionally non-treated mix, including compressive strength, splitting tensile strength, modulus of rupture and secant modulus of elasticity. Only the mix with the cement content of 250 to 350 kg./cu.m. of concrete and the initial water-cement ratios of 0.48 to 0.62 are considered.

The test results show that the rate of strength gain of the vacuum-dewatered concrete is faster than that of the non-treated concrete. The compressive strength at 1-day, 3-day and 7-day age of the vacuum-dewatered concrete are in the same order of those ones of the non-treated concrete at 3-day, 7-day and 28-day age respectively. At 28-day age, the compressive strength of the vacuum-dewatered concrete is greater by about 13.3% for the mix with initial water-cement ratio of 0.48 to 51.7% for the mix with initial water-cement ratio of 0.62, respectively. The effect of cement content is in the same order of 15.5% to 63.7% for the mix with the cement content of 250 to 350 kg./cu.m. of concrete respectively. The other properties, as related to the ultimate compressive strength, are remarkedly increased.

ภาควิชา ..... CIVIL ENGINEERING .....  
สาขาวิชา ..... STRUCTURAL ENGINEERING .....  
ปีการศึกษา ..... 1987 .....

ลายมือชื่อนิสิต *Senathip Cheunchitra* .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *Karoon Chandrangsu* .....





## ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to express his profound gratitude to his advisor, Associate Prof. Dr. Karoon Chandrangu for his valuable supervision and encouragement throughout this research study. He also appreciates his Thesis Committee, Prof. Dr. Ekasit Limsuwan, Prof. Dr. Panitan Lukkunaprasit and Associate Prof. Mana Vongpivat.

Acknowledgement is also extended to THE SINO-THAI CONSTRUCTION SERVICE CO.LTD. for the support of workmanship and the equipment of the vacuum dewatering process.

Sincere appreciations are also extended to all of support from his helpful friends and to the Graduate School, Chulalongkorn University for partially financial support.

ศูนย์วิทยพัชกร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





## CONTENT

|                                      | Page |
|--------------------------------------|------|
| Title Page in Thai .....             | i    |
| Title Page in English .....          | ii   |
| Thesis Approval .....                | iii  |
| Abstract in Thai .....               | iv   |
| Abstract in English .....            | vi   |
| Acknowledgement .....                | viii |
| Content .....                        | ix   |
| List of Tables .....                 | xi   |
| List of Figures .....                | xii  |
| Chapter                              |      |
| I    INTRODUCTION .....              | 1    |
| - Introduction .....                 | 1    |
| - Objectives & Scope .....           | 2    |
| - Literature Review .....            | 3    |
| II   VACUUM DEWATERING PROCESS ..... | 8    |
| - Nature of Concrete .....           | 8    |
| - Water-cement Ratio .....           | 9    |
| - Basic Concept of the Process ..... | 10   |
| - The Dewatering Equipment .....     | 10   |
| - Dewatering Operation .....         | 12   |



|                                       | Page |
|---------------------------------------|------|
| III EXPERIMENTAL STUDY .....          | 14   |
| - Experimental Program .....          | 14   |
| - Preparation of the Specimens .....  | 15   |
| - The Testing Procedures .....        | 18   |
| IV EXPERIMENTAL RESULTS .....         | 20   |
| - Strength Development with Age ..... | 20   |
| - Concrete Properties .....           | 21   |
| V ANALYSIS OF RESULTS .....           | 23   |
| - Rate of Strength Gain .....         | 23   |
| - Concrete Properties .....           | 24   |
| VI CONCLUSION .....                   | 26   |
| References .....                      | 28   |
| Tables .....                          | 31   |
| Figures .....                         | 50   |
| Vita .....                            | 126  |

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## LIST OF TABLES

| Table | Title  | Page |
|-------|--|------|
| 1     | Experimental Program .....   | 31   |
| 2     | Mix Designation .....  | 32   |
| 3     | Typical Mix Proportions to make 1 cu.m.<br>of Concrete .....                         | 33   |
| 4     | Details of Vacuum Dewatering Process .....   | 34   |
| 5     | Development of Compressive Strength with Age ..                                      | 35   |
| 6     | Development of Splitting Tensile Strength<br>with Age .....                          | 37   |
| 7     | Development of Modulus of Rupture with Age ....                                      | 39   |
| 8     | Development of Compressive Strength with Age<br>(under Curing Condition) .....       | 41   |
| 9     | Development of Splitting Tensile Strength<br>with Age (under Curing Condition) ..... | 43   |
| 10    | Development of Modulus of Rupture with Age<br>(under Curing condition) .....         | 45   |
| 11    | Summary of Ultimate Strength of Concrete .....                                       | 47   |
| 12    | Summary of Secant Modulus of Elasticity<br>at 50-ksc. Compressive Stress .....       | 49   |



## LIST OF FIGURES

| Figure | Title   | Page |
|--------|---|------|
| 1      | The Filter Pad .....  | 50   |
| 2      | The Top Cover connected with the Manifold ...                           | 51   |
| 3      | The Vacuum Pump Unit .....  | 52   |
| 4      | Schematic Diagram of Test Setup for Modulus<br>of Rupture .....         | 53   |
| 5      | Schematic Diagram of Test Setup for<br>Compressive Strength .....       | 54   |
| 6      | Schematic Diagram of Test Setup for Splitting<br>Tensile Strength ..... | 55   |
| 7      | Typical Arrangement of Pre-fabricated Formwork<br>for Each Mix .....    | 56   |
| 8      | Detail of the Cube Specimen Formwork .....                              | 57   |
| 9      | The Filter Pad Being Laid Over the Concrete<br>Surface .....            | 58   |
| 10     | The Vacuum Guage .....  | 59   |
| 11     | The Water Extracted .....   | 60   |
| 12     | Test Setup for Modulus of Rupture .....                                 | 61   |
| 13     | Test Setup for Compressive Strength .....                               | 62   |
| 14     | Test Setup for Modulus of Rupture .....                                 | 63   |
| 15     | Development of Compressive Strength with Age<br>(30A) .....             | 64   |



| Figure | Title   | Page |
|--------|---|------|
| 16     | Development of Compressive Strength with Age<br>(25B) .....       | 65   |
| 17     | Development of Compressive Strength with Age<br>(30B) .....       | 66   |
| 18     | Development of Compressive Strength with Age<br>(35B) .....       | 67   |
| 19     | Development of Compressive Strength with Age<br>(30C) .....       | 68   |
| 20     | Development of Splitting Tensile Strength<br>with Age (30A) ..... | 69   |
| 21     | Development of Splitting Tensile Strength<br>with Age (25B) ..... | 70   |
| 22     | Development of Splitting Tensile Strength<br>with Age (30B) ..... | 71   |
| 23     | Development of Splitting Tensile Strength<br>with Age (35B) ..... | 72   |
| 24     | Development of Splitting Tensile Strength<br>with Age (30C) ..... | 73   |
| 25     | Development of Modulus of Rupture with Age<br>(30A) .....         | 74   |
| 26     | Development of Modulus of Rupture with Age<br>(25B) .....         | 75   |
| 27     | Development of Modulus of Rupture with Age<br>(30B) .....         | 76   |



| Figure | Title  | Page |
|--------|--|------|
| 28     | Development of Modulus of Rupture with Age<br>(35B) .....                              | 77   |
| 29     | Development of Modulus of Rupture with Age<br>(30C) .....                              | 78   |
| 30     | Effect of Curing Condition on Compressive<br>Strength Development with Age (30A) ..... | 79   |
| 31     | Effect of Curing Condition on Compressive<br>Strength Development with Age (25B) ..... | 80   |
| 32     | Effect of Curing Condition on Compressive<br>Strength Development with Age (30B) ..... | 81   |
| 33     | Effect of Curing Condition on Compressive<br>Strength Development with Age (35B) ..... | 82   |
| 34     | Effect of Curing Condition on Compressive<br>Strength Development with Age (30C) ..... | 83   |
| 35     | Relationship between Compressive Stress<br>and Compressive Strain (30A) .....          | 84   |
| 36     | Relationship between Compressive Stress<br>and Compressive Strain (25B) .....          | 85   |
| 37     | Relationship between Compressive Stress<br>and Compressive Strain (30B) .....          | 86   |
| 38     | Relationship between Compressive Stress<br>and Compressive Strain (35B) .....          | 87   |
| 39     | Relationship between Compressive Stress<br>and Compressive Strain (30C) .....          | 88   |
| 40     | Rate of Compressive Strength Gain (30A) .....  | 89   |



| Figure | Title   | Page |
|--------|---|------|
| 41     | Rate of Compressive Strength Gain (25B) .....   | 90   |
| 42     | Rate of Compressive Strength Gain (30B) .....   | 91   |
| 43     | Rate of Compressive Strength Gain (35B) .....   | 92   |
| 44     | Rate of Compressive Strength Gain (30C) .....   | 93   |
| 45     | Rate of Splitting Tensile Strength Gain (30A)   | 94   |
| 46     | Rate of Splitting Tensile Strength Gain (25B)   | 95   |
| 47     | Rate of Splitting Tensile Strength Gain (30B)   | 96   |
| 48     | Rate of Splitting Tensile Strength Gain (35B)   | 97   |
| 49     | Rate of Splitting Tensile Strength Gain (30C)   | 98   |
| 50     | Rate of Flexural Strength Gain (30A) .....  | 99   |
| 51     | Rate of Flexural Strength Gain (25B) .....  | 100  |
| 52     | Rate of Flexural Strength Gain (30B) .....  | 101  |
| 53     | Rate of Flexural Strength Gain (35B) .....  | 102  |
| 54     | Rate of Flexural Strength Gain (30C) .....  | 103  |
| 55     | Development of Compressive Strength with Age,<br>Varying Initial Water-Cement Ratio .....       | 104  |
| 56     | Development of Compressive Strength with Age,<br>Varying Cement Content .....                   | 105  |
| 57     | Development of Splitting Tensile Strength with<br>Age, Varying Initial Water-Cement Ratio ..... | 106  |
| 58     | Development of Splitting Tensile Strength with<br>Age, Varying Cement Content .....             | 107  |
| 59     | Development of Modulus of Rupture with Age,<br>Varying Initial Water-Cement Ratio .....         | 108  |



| Figure | Title   | Page |
|--------|---|------|
| 60     | Development of Modulus of Rupture with Age,<br>Varying Cement Content .....   | 109  |
| 61     | Rate of Compressive Strength Gain,<br>Varying Initial Water-Cement Ratio .....                                      | 110  |
| 62     | Rate of Compressive Strength Gain,<br>Varying Cement Content .....  | 111  |
| 63     | Rate of Splitting Tensile Strength Gain,<br>Varying Initial Water-Cement Ratio .....                                | 112  |
| 64     | Rate of Splitting Tensile Strength Gain,<br>Varying Cement Content .....  | 113  |
| 65     | Rate of Flexural Strength Gain,<br>Varying Initial Water-Cement Ratio .....   | 114  |
| 66     | Rate of Flexural Strength Gain,<br>Varying Cement Content .....   | 115  |
| 67     | Effect of Initial Water-Cement Ratio on<br>Relationships between Compressive Stress<br>and Compressive Strain ..... | 116  |
| 68     | Effect of Cement Content on Relationships<br>between Compressive Stress and<br>Compressive Strain .....             | 117  |
| 69     | Effect of Initial Water-Cement Ratio<br>on Ultimate Compressive Strength .....                                      | 118  |
| 70     | Effect of Cement Content on Ultimate<br>Compressive Strength .....  | 119  |



| Figure | Title  | Page |
|--------|--|------|
| 71     | Effect of Initial Water-Cement Ratio<br>on Ultimate Splitting Tensile Strength ..... | 120  |
| 72     | Effect of Cement Content on Ultimate<br>Splitting Tensile Strength .....             | 121  |
| 73     | Effect of Initial Water-Cement Ratio<br>on Ultimate Flexural Strength .....          | 122  |
| 74     | Effect of Cement Content on Ultimate<br>Flexural Strength .....                      | 123  |
| 75     | Effect of Initial Water-Cement Ratio on<br>Secant Modulus of Elasticity .....        | 124  |
| 76     | Effect of Cement Content on Secant<br>Modulus of Elasticity .....                    | 125  |

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย