คุณสมบัติทางวิศวกรรมของคอนกรีตมวลเบา ที่ใช้กรวดดินเผาจากกรุงเทพฯ

นาย ชานันทร์ หาญเจริญกิจ

001046

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2522

I15834062

ENGINEERING PROPERTIES OF LIGHT WEIGHT CONCRETE USING BANGKOK CLAY AGGREGATE

Mr. Thanant Hancharoenkit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Civil Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1979

หัวข้อวิทยานิพนธ์	คุณสมบัติทางวิศวกรรมของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้กรวดลิ้นเผาจากกรุงเทพฯ
โดย	นาย ธานันทร์ หาญเจริญกิจ
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วิเชียร เต็งอำนวย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรชัตร สัมพันธารักษ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ประจิต จิรัปภา)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ คุณสมบัติทางวิศวกรรมของคอนกรีตมวลเบา ที่ใช้กรวดดินเผาจากกรุงเทพฯ
ชื่อนิสิต นายชานันทร์ หาญเจริญกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2522

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ดินเหนียวดอนชั้นบนของดินบริเวณที่ราบเจ้าพระยา เป็นดินที่มีส่วนประกอบทางเคมีอยู่ในเกณฑ์ที่จะนำมาเผาเป็นกรวดดินได้ ในการวิจัยนี้ได้ทดลองนำดินเหนียวมาจากแหล่งต่างๆ ในบริเวณที่ราบเจ้าพระยา คือดินจากหนองงูเห่า บางเขน และบางมด มาเผาที่อุณหภูมิตั้งแต่ 800° ซ. ถึง 1200° ซ. กรวดดินเผาชนิดนี้ได้นำมาใช้ผสมกับทราย และซีเมนต์ เป็นคอนกรีตโดยใช้อัตส่วนต่างๆกัน แล้วนำมาเปรียบเทียบหาคุณสมบัติทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการแนะนำวัสดุชนิดใหม่เพื่อใช้แทนกรวดหรือหินที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ซึ่งคาดว่าจะเป็นประโยชน์ทางด้านวิศวกรรมโยธาต่อไปในอนาคต ผลการวิจัยพบว่า กรวดดินเผาหนองงูเห่าเมื่อผสมเป็นคอนกรีตจะมีกำลังรับแรงอัดสูงสุด 283 กก./ซม.^{2} เมื่อมีหน่วยน้ำหนัก 1845 กก./ม.^{3} หน่วยน้ำหนักต่ำสุด 1845 กก./ม.^{3} เมื่อมีกำลังรับแรงอัด 283 กก./ซม.^{2} การดูดซึมน้ำสูงสุด 4 % และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (ใช้มวลรวมจากกรวดดินเผา 1100° ซ.) 0.15 กิโลแคลอรี/เมตร/° ซ./ชั่วโมง . กรวดดินเผาบางเขนเมื่อผสมเป็นคอนกรีต จะมีกำลังรับแรงอัดสูงสุด 348 กก./ซม.^{2} เมื่อมีหน่วนน้ำหนัก 2079 กก./ม.^{3} หน่วยน้ำหนักต่ำสุด 2056 กก./ม.^{3} เมื่อมีกำลังรับแรงอัด 184 กก./ซม.^{2} การดูดซึมน้ำสูงสุด 3.2 % และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (ใช้มวลรวมจากกรวดดินเผา 1100° ซ.) 0.21 กิโลแคลอรี/เมตร/° ซ./ชั่วโมง กรวดดินเผาบางมดเมื่อผสมเป็นคอนกรีตจะมีกำลังรับแรงอัด 175 กก./ซม.^{2} เมื่อมีหน่วยน้ำหนัก 1922 กก./ม.^{3} หน่วยน้ำหนัก 1783 กก./ม.^{3} เมื่อมีกำลังรับแรงอัด 160 กก./ซม.^{2} การดูดซึมน้ำสูงสุด 6.8% และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (ใช้มวลรวมจากกรวดดินเผา 1100° ซ.)

0.28 กิโลแคลอรี/เมตร/ °ซ./ชั่วโมง ค่าต่างๆเหล่านี้เป็นคุณสมบัติทางวิศวกรรม ของคอนกรีตที่ใช้ส่วนผสมที่ 2 โดยมีปริมาณซีเมนต์ 350 กก. คอนกรีตหนึ่งลูกบาศก์เมตร สรุปได้ว่ากรวดดินเผาหนองงูเห่ามีคุณสมบัติเหมาะสมกว่ากรวดดินเผาอีกสองแหล่ง เพราะมีกำลังรับแรงอัดสูง และมีหน่วยน้ำหนักน้อยอยู่ในเกณฑ์ของคอนกรีตเบาที่ดี ส่วนกรวดดินเผาบางเชนนั้นมีหน่วยน้ำหนักมาก และกรวดดินเผาบางมดมีกำลังรับแรงอัดน้อย หากจะนำมาใช้งานก็ควรแก้ไขคุณสมบัติเหล่านี้เสียก่อน

Thesis Title Engineering Properties of Light Weight Concrete Using Bangkok Clay Aggregate

Name Mr. Thanant Hancharoenkit

Thesis Advisor Associate Prof. Supradit Bunnag , Ph.D.

Department Civil Engineering

Academic Year 1979

ABSTRACT

Clay, which is on the upper layer of Chao Phaya basin , has suitable chemical properties to be calcined. The calcined clay can be used as lightweight aggregate. This research attempted to study the engineering properties of lightweight concrete by using selected lightweight clay aggregate. These aggregate are Nong-Ngoo-How clay , Bang-Khaen clay , and Bang-Mod clay. All calcined at 800°C. to 1200°C. The result of this research can be concluded as Fellows.

Engineering Properties of Nong-Ngoo-How-aggregate concrete: compressive strength 283 kg./cm.^{2} max. at unit weight 1845 kg./m.^{3} , unit weight 1845 kg./m.^{3} min. at compressive strength 283 kg./cm.^{2} , absorption 4% max. ,thermal conductivity (lightweight aggregate at 1100°C.) 0.15 k.cal./m./°C/hr.

Engineering properties of Bang-Khaen-aggregate concrete: compressive strength 348 kg./cm.^{2} max. at unit weight 2079 kg./m.^{3} , unit weight 2056 kg./m.^{3} min. at compressive strength 184 kg./cm.^{2} , absorption 3.2% max. , thermal conductivity (lightweight aggregate at 1100°C.) 0.21 k.cal./m./°C/hr.

Engineering properties of Bang-Mod-aggregate concrete : compressive strength 175 kg./cm.^{2} max. at unit weight 1922 kg./m.^{3} , unit weight 1783 kg./m.^{3} min. at compressive strength 160 kg./cm.^{2} , absorption 6.8 % max., and thermal conductivity (lightweight aggregate at 1100°C.) 0.28 kg.cal./m./°C/hr.

These engineering properties base on concrete with cement content 350 kg./concrete 1 m.^{3}. They are different due to the type of lightweight aggregate.

It may be concluded that among these 3 types of lightweight-aggregate concrete , the Nong-Ngoo-How-aggregate concrete is the most suitable. The Bang-Khaen-aggregate is too heavy, and the Bang-Mod-aggregate concrete has low stregth. The engineering properties of both types of aggregate should be improved before using as lightweight-aggregate concrete.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อท่านที่ได้ช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ดังมีรายนามต่อไปนี้

รศ.ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

รศ.วิเชียร เต็งอำนวย ผศ.ดร.สุรชัย สัมพันธารักษ์ รศ.ประจิต จิรัปภา ที่ได้กรุณาตรวจวิทยานิพนธ์เรื่องนี้

นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบคุณเป็นอย่างสูงต่อท่านที่ได้ช่วยเหลือผู้เขียน ดังมีรายนามต่อไปนี้

คุณ จิราวรรณ สกลภาพ ได้ช่วยวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของตัวอย่าง และได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือเครื่องใช้ของกรมวิทยาศาสตร์

คุณ เจน บุญชื่อ และคุณ วิชัย สังวรปทานสกุล ได้ช่วยนำตัวอย่างดินเหนียวมาจากแหล่งต่างๆ และช่วยเหลือในการทดลอง

คุณสมเกียรติ โสภาจารีย์ ได้ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือเครื่องใช้ในห้องทดลอง

สมาคมนิสิตเก่าจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ให้ทุนการศึกษาแก่ผู้เขียน

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ให้ทุนในการทำวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่องนี้

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้อนุญาตให้ใช้ห้องทดลองในการทำวิจัย

กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม ได้ช่วยวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของตัวอย่าง

ผู้เขียนยังต้องขอขอบคุณเป็นอย่างสูงต่อเพื่อนๆ และท่านผู้อื่นที่ไม่ได้กล่าวนาม ซึ่งได้ช่วยเหลือผู้เขียนในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้เขียนขอระลึกในพระคุณ บิดามารดา ครูบาอาจารย์ และพระนามจุฬาลงกรณ์ที่ได้ให้กำลังใจ และประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ผู้เขียน จนสามารถศึกษาสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

หน้า

หน้าอนุมัติ . . . . . ฉ

บทคัดย่อภาษาไทย . . . . . ช

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ . . . . . ฌ

กิตติกรรมประกาศ . . . . . ฆ

สารบัญ . . . . . ง

รายการตารางประกอบ . . . . . ฉ

รายการรูปประกอบ . . . . . ช

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

2. การใช้กรวดสังเคราะห์เป็นมวลรวมสำหรับคอนกรีตเบา 4

2.1 ชนิดของมวลรวมเบาและการจำแนกออกเป็นพวกใหญ่ๆ 4

2.2 ข้อดีของกรวดดินเผา 5

2.3 ค่าต่างๆทางวิศวกรรมของกรวดดินเผาที่ได้ทดลองไว้แล้วในอดีต 6

2.4 ชนิดของคอนกรีตเบา 7

2.5 คุณสมบัติทางวิศวกรรมของคอนกรีตเบา 7

2.6 เทคนิคการผสมคอนกรีตเบาที่ได้เคยกระทำมา 10

2.7 ปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตเบา 11

2.8 การทำให้มวลรวมเปียกก่อนทำการผสม 13

2.9 ผลของการใช้คอนกรีตเบาในงานทางด้านวิศวกรรม 13

บทที่ หน้า

3. วัสดุ เครื่องมือ และวิธีการทดลอง 15
3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง 15
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 16
3.3 วิธีการทดลอง 16
4. ผลการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลอง 29
4.1 ผลการวิเคราะห์หาส่วนขนาดคละของมวลรวม 29
4.2 ผลการทดลองหาปฏิภาคส่วนผสม 36
4.3 ผลการทดลองหาค่าหน่วยน้ำหนัก 38
4.4 ผลการทดลองหาค่ากำลังรับแรงอัด 40
4.5 ผลการทดลองหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่น 45
4.6 ผลการทดลองหาค่ากำลังรับแรงดัด และกำลังรับแรงดึง 61
4.7 ผลการทดลองหาค่าการดูดซึมของคอนกรีต 61
4.8 ผลการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีต 64
5. สรุปการวิจัย และข้อเสนอแนะ 65
5.1 สรุปการวิจัย 65
5.2 เปรียบเทียบความเหมาะสมในการนำกรวดดินเผาทั้งสามชนิดมาใช้งาน . . 66
5.3 ข้อเสนอแนะเพื่อศึกษาเพิ่มเติมต่อไป 68
เอกสารอ้างอิง 69
ภาคผนวก 71
ประวัติผู้เขียน 80

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

2.1 ข้อกำหนดสำหรับคอนกรีตเบาในการก่อสร้างทั่วไป. 8
3.1 คุณสมบัติทางวิศวกรรมของกรวดดินเผาแหล่งต่างๆ. 15
4.1 การวิเคราะห์หาส่วนขนาดคละของมวลรวมละเอียด 30
4.2 การคำนวณหาโมดูลัสความละเอียดของมวลรวมละเอียด. 31
4.3 การวิเคราะห์หาส่วนขนาดคละ และโมดูลัสความละเอียดของมวลรวมหยาบ33
4.4 การเลือกส่วนขนาดคละของมวลรวมหยาบ โดยวิธีหาหน่วยน้ำหนักอัดแน่น. 34
4.5 สัดส่วนการผสมของซีเมนต์ ทราย และกรวดดินเผา 36
4.6 ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต สำหรับมวลรวมหยาบชนิดต่างๆกัน. 37
4.7 หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต. 39
4.8 หน่วยกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต ใช้ดินเผาหนองงูเห่าเป็นมวลรวมหยาบ 42
4.9 หน่วยกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตใช้กรวดดินเผาบางเขนเป็นมวลรวมหยาบ43
4.10หน่วยกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตใช้กรวดดินเผาบางมดเป็นมวลรวมหยาบ 44
4.11ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต 46
4.12กำลังรับแรงดัด กำลังรับแรงดึง และ การดูดซึมของคอนกรีต. 63
4.13สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีต 64
ข. (ภาคผนวก) ส่วนประกอบทางเคมีของดินแหล่งต่างๆ. 72
ค. (ภาคผนวก) ดัชนีและการแยกประเภทของดินแหล่งต่างๆ 72

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
3.1	เครื่องร้อนทราย	17
3.2	เครื่องทดลองหาค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต	17
3.3	เครื่องทดลองหาค่ากำลังรับแรงดัดของคอนกรีต	18
3.4	ตัวอย่างกรวดดินเผาที่อุณหภูมิต่างๆ	19
3.5	ตัวอย่างกรวดดินเผาหนองงูเห่า ที่อุณหภูมิต่างๆ	19
3.6	ตัวอย่างกรวดดินเผาบางเขนที่อุณหภูมิต่างๆ	20
3.7	ตัวอย่างกรวดดินเผาบางมด ที่อุณหภูมิต่างๆ	20
3.8	ลักษณะการชำรุดของตัวอย่างคอนกรีตที่รับแรงอัด	23
3.9	ลักษณะการชำรุดของตัวอย่างคอนกรีตที่รับแรงดึง	24
3.10	ลักษณะการทดลองตัวอย่างคอนกรีตที่รับแรงดัด	25
3.11	ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยรับแรงอัดกับหน่วยการหดตัวของคอนกรีต	26
3.12	เครื่องมือวัดค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน	28
4.1	แผนภูมิส่วนขนาดคละของมวลรวมละเอียด	32
4.2	แผนภูมิส่วนขนาดคละของมวลรวมหยาบ	35
4.3	ลักษณะการแตกของตัวอย่างคอนกรีตที่นำมาทดลองหาค่ากำลังรับแรงอัด	45
4.4 ถึง 4.17	แผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงอัด กับหน่วยการหดตัวของคอนกรีต โดยใช้กรวดดินเผาชนิดต่างๆกันเป็นมวลรวมหยาบ ดังต่อไปนี้	
4.4	กรวดดินเผาหนองงูเห่า อุณหภูมิ 800 °ซ.	47
4.5	กรวดดินเผาหนองงูเห่า อุณหภูมิ 900 °ซ.	48
4.6	กรวดดินเผาหนองงูเห่า อุณหภูมิ 1000 °ซ.	49

รูปที่ หน้า

4.7 กรวดดินเผาหนองงูเห่า อุณหภูมิ 1100 °ซ. 50
4.8 กรวดดินเผาหนองงูเห่า อุณหภูมิ 1200 °ซ. 51
4.9 กรวดดินเผาบางเชน อุณหภูมิ 800 °ซ. 52
4.10 กรวดดินเผาบางเชน อุณหภูมิ 900 °ซ. 53
4.11 กรวดดินเผาบางเชน อุณหภูมิ 1000 °ซ. 54
4.12 กรวดดินเผาบางเชน อุณหภูมิ 1100 °ซ. 55
4.13 กรวดดินเผาบางเชน อุณหภูมิ 1200 °ซ. 56
4.14 กรวดดินเผาบางมด อุณหภูมิ 800 °ซ. 57
4.15 กรวดดินเผาบางมด อุณหภูมิ 900 °ซ. 58
4.16 กรวดดินเผาบางมด อุณหภูมิ 1000 °ซ. 59
4.17 กรวดดินเผาบางมด อุณหภูมิ 1100 °ซ. 60
4.18 ลักษณะของกรวดดินเผาที่บวมตัว 63
4.19 ลักษณะการแตกของคอนกรีตที่รับแรงดัด. 63

ภาคผนวก

1 แผนที่แสดงตำแหน่งแหล่งดิน หนองงูเห่า และ บางเชน 73
2 แผนที่แสดงตำแหน่งแหล่งดินบางมด. 74
3 เครื่องอัดดิน. 75
4 ตัวอย่างดินที่อัดเป็นเส้น. 75
5 เตาเผาไฟฟ้า 76
6 เตาเผาไฟฟ้า 77