สมบัติเชิงกลของซีเมนต์กระดูกเสริมแรงด้วยสารเสริมแรงชนิดผง

นาย ชัยพร เฮงศรีธวัช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาปิโตรเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ.2537

ISBN 974-584-325-3

MECHANICAL PROPERTIES OF PARTICULATE REINFORCED BONE CEMENT

MR. CHAIYAPORN HENGSRITAWAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

PROGRAM OF PETROCHEMISTRY

GRADUATE SCHOOL

CHULALONGKORN UNIVERSITY

1994

ISBN 974-584-325-3

Thesis Tittle	Mechanical properties of particulate reinforced bone cement
By	Mr.Chaiyaporn Hengsritawat
Department	Petrochemistry
Thesis Advisor	Assistant Professor Dawan Wiwattanadate, Ph. D.
Thesis Co-advisor	Phongsak Wiwattanadate, Ph. D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirement for Masters' Degree

..................................Dean of Graduate School

(Professor Thavorn Vajrabhaya, Ph. D.)

Thesis committee

..................................Chairman

(Associate Professor Pattarapan Prasassarakich, Ph. D.)

..................................Thesis Advisor

(Assistant Professor Dawan Wiwattanadate, Ph. D.)

..................................Thesis Co-advisor

(Phongsak Wiwattanadate, Ph. D.)

..................................Member

(Assistant Professor Khemchai Hemachandra, Ph. D.)

..................................Member

(Nuanphun Chantarasiri, Ph. D.)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ชัยพร เฮงศรีธวัช : สมบัติเชิงกลของซีเมนต์กระดูกเสริมแรงด้วยสารเสริมแรงชนิดผง (MECHANICAL PROPERTIES OF PARTICULATE REINFORCED BONE CEMENT) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ.ดร.พงศ์ศักดิ์ วิวรรธนะเดช, 128 หน้า. ISBN 974-584-325-3

สมบัติเชิงกลของซีเมนต์กระดูกพอลิเมธิลเมธาไครเลต ซึ่งเป็นซีเมนต์กระดูกดั้งเดิมสามารถปรับปรุง โดยการแทนที่พอลิเมธิลเมธาไครเลตด้วยพอลิเมอร์ผสมของพอลิเมธิลเมธาไครเลตกับพอลิเอธิลเมธาไครเลต ในอัตราส่วน 80 ต่อ 20 ขณะเดียวกันสมบัติเชิงกลของซีเมนต์กระดูกสหพันธ์พอลิเมอร์สามารถปรับปรุงขึ้นอย่างเด่นชัด เมื่อเสริมแรงด้วย แบเรียมซัลเฟต หรือ ไฮดรอกซีอะปาไทต์ที่ 5 ถึง 40 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของพอลิเมอร์ นอกจากนี้ยังพบว่าประสิทธิ์ภาพการเสริมแรงของไฮดรอกซีอะปาไทต์จะเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด เมื่อไฮดรอกซีอะปาไทต์มีองค์ประกอบไซเลนบนพื้นผิวประมาณ 5 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของไฮดรอกซีอะปาไทต์

ภาควิชา สหสาขาวิชาปิโตรเคมี-โพลิเมอร์ ..... ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา ปิโตรเคมี ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2536 ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

C485049 : MAJOR PETROCHEMISTRY
KEY WORD: BONE CEMENT/ PARTICULATED REINFORCEMENT/ ACRYLIC POLYMER

CHAIYAPORN HENGSRITAWAT : MECHANICAL PROPERTIES OF PARTICULATE REINFORCED BONE CEMENT. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. DAWAN WIWATTANADATE, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : PHONGSAK WIWATTANADATE, Ph.D. 128 PP. ISBN 974-584-325-3

Mechanical properties of conventional acrylic bone cement can be improved by replacement PMMA with 80/20 PMMA-Co-PEMA. Consequently, mechanical properties of the copolymer bone cement were significantly improved by reinforced with $BaSO_4$ or hydroxyapatite (HAP) at 5-40 % by weight of bone cement powder. Further enhancement in the mechanical properties was observed when the copolymer bone cement was reinforced with HAP having silane on the surface approximately 5 % by weight of HAP.

ภาควิชา สหสาขาวิชาปิโตรเคมี-โพลิเมอร์ ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชา ปิโตรเคมี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2536 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my sincere thank to my advisor, Assistant Professor Dawan Wiwattanadate and also my co-advisor, Dr. Phongsak Wiwattanadate, for their valuable guidance, kindness and encouragement throughout the course of this thesis.

I also would like to thank Associate Professor Dr. Pattarapan Prasassarakick, Assistant Professor Khemchai Hemachandra and Dr. Nuanphun Chantarasiri for their serving on committee as chairperson and members of this thesis.

Thanks are also extended to Professor William Bonfield, Professor Mike Braden, Dr. J.C. Behiri and Dr. K.E. Tanner for their kind suggestion and coordination for materials support.

Petroleum and Petrochemical College, Metallurgy and Materials Science Research Institute, and Department of Materials Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University are also greatfully acknowledged for supporting chemicals, equipments and instruments.

Finally, I would like to thank everyone in the department, the institute and the college for their kind assistance and encouragement throughout the course of study.

CONTENTS

PAGE

CONTENTS (continued)

CONTENTS (continued)

PAGE

CONTENTS (continued)

TABLES

TABLES (Continued)

FIGURES

FIGURES (Continued)

PAGE

FIGURES (Continued)

ABBREVIATIONS

min	minute
mm	millimeter
msec	millisecond
mJ	millijoule
ppm	part per million
μm	micrometer
υ	Poisson's value
%	percent
ASTM	The American Standard Test Methods
$BaSO_4$	barium sulphate
n-BMA	normal butyl methacrylate
BPO	benzoyl peroxide
°C	Celsius degree
DHSS	Department of Health and Social Service
DMPT	N,N-dimethyl-p-toluidine
E	Young's modulus
E_c	Young's modulus of composite
E_f	Young's modulus of fiber
E_m	Young's modulus of matrix
FDA	Foods and Drugs Agency
FT-IR	Fourier transform infrared spectroscopy
G	shear modulus
GPa	gigapascal

ABBREVIATIONS (continued)

GPC	gel permeation chromatography
G_c	critical strain energy release rate
HAP	hydroxyapatite
IPN'S	interpenetrating polymer networks
ISO	International Organization for Standardization
K_c	critical stress intensity factor
Mg	megagram
MMA	methyl methacrylate monomer
MPa	megapascal
NMR	nuclear magnetic resonance
PEMA	polyethylmethacrylate
PMMA	polymethylmethacrylate
PMMA-Co-PMMA	polymethylmethacrylate-Co-polyethylmethacrylate
SEM	scanning electron microscope
STEM	scanning-transmission electron microscope
TEM	transmission electron microscopy
V_f	volume of fiber
V_m	volume of matrix