

**APPLICATION OF ADMICELLAR POLYMERIZATION IN FIBER
REINFORCED CONCRETE**

Nisara Jantarapatin

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
Case Western Reserve University and Institut Français du Pétrole

2006


ISBN 974-9937-96-1

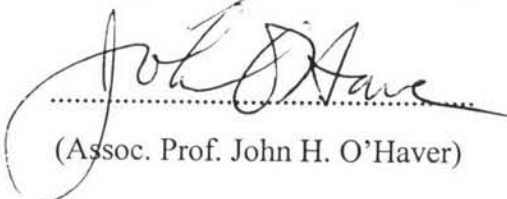
Thesis Title: Application of Admicellar Polymerization in Fiber Reinforced Concrete
By: Nisara Jantarapatin
Program: Polymer Science
Thesis Advisors: Asst. Prof. Manit Nithitanakul
Assoc. Prof. John H. O'Haver

Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science.

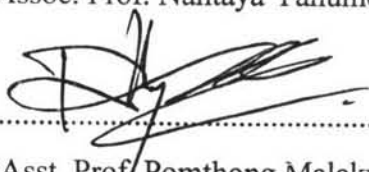
Nantaya Yanumet
..... College Director
(Assoc. Prof. Nantaya Yanumet)

Thesis Committee:


.....
(Asst. Prof. Manit Nithitanakul)


.....
(Assoc. Prof. John H. O'Haver)

Nantaya Yanumet
.....
(Assoc. Prof. Nantaya Yanumet)


.....
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

ABSTRACT

4772015063: Polymer Science Program
Nisara Jantarapatin: Application of Admicellar Polymerization in
Fiber Reinforced Concrete.
Thesis Advisors: Asst. Prof. Manit Nithitanakul, and
Assoc. Prof. John O'Haver, 51 pp. ISBN 974-9937-96-1
Keywords: Poly(acrylic acid)/ Polyester Fabric/ Surfactant/ Admicellar
Polymerization/ Flexural test

Admicellar polymerization is the polymerization process of monomers solubilized in adsorbed surfactant aggregates. In this study, modification of polyester fabric surface using admicellar technique for fiber-reinforced concrete applications was investigated. Due to the hydrophobic surface of polyester fabric, the adhesion strength between the fibers and concrete matrix could be improved by modifying the surface of the fabric using admicellar technique with the polar monomer; poly(acrylic acid). The effects of surfactant, acrylic acid, initiator and electrolyte concentration on the polymerization process were determined. The improvement in the hydrophilicity of the fabric was determined by contact angle measurement of the treated fabrics and compared with untreated fabrics. The result showed that thin films of poly(acrylic acid) were successfully formed on the surface of the polyester fabric and the contact angle measurement showed a slight decrease in the contact angle of the treated fabric. Flexural test showed that treated polyester fabric reinforced concrete improved the elastic load and flexural deformation by 400%-585% and 175%-250%. The best condition for modifying the fabric was found to be 1.2 mM DSBA, 0.15 M NaCl, 1:15 DBSA: AA ratio, 1:15 AIBN: AA ratio.

บทคัดย่อ

ฉัตรฯ จันทระประทีน : ศึกษาการนำเทคนิคแอคไมเซลลาร์พอลิเมอร์โรเซชันสำหรับใช้ในการเสริมแรงคอนกรีตด้วยเส้นใย (Application of Admicellar Polymerization in Fiber Reinforced Concrete) อ. ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. มานิตย์ นิธิธนากุล และ รศ. ดร. จอห์น โอ เฮเวอร์ 51 หน้า ISBN 974-9937-96-1

กระบวนการแอคไมเซลลาร์พอลิเมอร์โรเซชันคือพอลิเมอร์โรเซชันของมอโนเมอร์ที่อยู่ในชั้นอินทรีย์ของสารลดแรงตึงผิวบนพื้นผิวของวัตถุ ในงานวิจัยนี้ศึกษาการดัดแปรสมบัติเชิงผิวของผ้าพอลิเอสเตอร์โดยการเคลือบพื้นผิวของผ้าด้วยพอลิเมอร์อะคริลิกแอซิดที่มีความชอบน้ำสูงด้วยวิธีแอคไมเซลลาร์พอลิเมอร์โรเซชันเพื่อที่จะนำมาใช้ในงานที่เสริมแรงคอนกรีตด้วยเส้นใย นอกจากนี้ยังได้ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว, มอนอเมอร์, ตัวเร่งปฏิกิริยา และเกลือ ต่อกระบวนการพอลิเมอร์โรเซชัน พอลิเมอร์ที่เคลือบบนเส้นใยผ้าถูกตรวจวิเคราะห์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี ผลที่ได้จากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและสเปกตรัมจากเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี แสดงให้เห็นว่าพอลิเมอร์ได้เคลือบลงบนผ้าได้สำเร็จด้วยวิธีแอคไมเซลลาร์พอลิเมอร์โรเซชัน เมื่อเปรียบเทียบความยืดหยุ่นระหว่างคอนกรีตและคอนกรีตที่เสริมแรงด้วยผ้าที่ผ่านการดัดแปรสมบัติเชิงผิวด้วยพอลิเมอร์พบว่า คอนกรีตที่มีผ้าเคลือบพอลิเมอร์มีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นโดยใช้สภาวะ 1.2 มิลลิโมล โคเคซิลเบนซีนซัลโฟนิคแอซิด 0.15 โมล โซเดียมคลอไรด์ 1:15 ของอัตราส่วนระหว่างโคเคซิลเบนซีนซัลโฟนิคแอซิดต่ออะคริลิกแอซิดและ 1:15 ของอัตราส่วนระหว่างตัวเร่งปฏิกิริยาต่ออะคริลิกแอซิดพบว่าความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น 175%-250% และแรงต้านเพิ่มขึ้น 400%-580%

ACKNOWLEDGEMENTS

This thesis work is partially funded by Postgraduate Education and Research Programs in Petroleum and Petrochemical Technology (PPT Consortium).

The author is deeply indebted to Asst. Prof. Manit Nithitanakul and Prof. John O'Haver, her thesis advisors, for providing useful recommendations, creative comments, and encouragement throughout the course of her work.

The author is grateful for the funding of the thesis work provided by Thailand Textile Institute.

Special thanks go to all the Petroleum and Petrochemical College's staff who facilitated all her work and experiments.

Finally, the author would like to take this opportunity to thank PPC Ph.D. students and all her PPC friends for their assistance, cheerfulness, creative suggestions, and encouragement. The author had the most enjoyable time working with all of them. Also, the author is greatly indebted to her parents and her family for their support, love and understanding.

TABLE OF CONTENTS

	PAGE
Title Page	i
Abstract (in English)	iii
Abstract (in Thai)	iv
Acknowledgements	v
Table of Contents	vi
List of Tables	viii
List of Figures	ix

CHAPTER	PAGE
I INTRODUCTION	1
II LITERARURE REVIEW	5
III EXPERIMENTAL	9
3.1 Materials	9
3.2 Equipment	9
3.3 Methodology	10
3.3.1 Determination of Equilibrium Adsorption Time	10
3.3.2 Determination of Surfactant Adsorption Isotherm	10
3.3.3 Determination of Adsolubilization Isotherm	11
3.3.4 Study of Admicellar Polymeriation	11
3.3.5 Testing and Characterization	12

CHAPTER	PAGE
IV APPLICATION OF ADMICELLAR POLYMERIZATION IN FIBER REINFORCED CONCRETE	
4.1 Abstract	14
4.2 Introduction	14
4.3 Experimental	16
4.4 Results and Discussion	19
4.5 Conclusions	23
4.6 References	24
V CONCLUSIONS AND RECOMMENDATION	36
REFERENCES	37
APPENDICES	39
APPENDIX A Calibration curve of standard DBSA	39
APPENDIX B Determination of equilibrium adsorption time	41
APPENDIX C Determination of the adsorption isotherm	44
APPENDIX D Determination of monomer adsolubilization isotherm	46
CURRICULUM VITAE	51

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
CHAPTER IV		
4.1	The molar ratio of DBSA:AA and initiator:monomer at 1.2Mm DBSA, temp = 30° C, pH = 4, 0.15 M NaCl	35
4.2	Average contact angle of polyester fabric polymerized with acrylic acid at different conditions	35

LIST OF FIGURES

FIGURE	PAGE
CHAPTER I	
1.1 Admicellar polymerization process	2
1.2 Adsorption isotherm of surfactants on a solid surface	3
CHAPTER III	
3.1 Flexural sample preparation	13
3.2 Dimension of the flexural test samples	13
CHAPTER IV	
4.1 Schematic diagram of the steps in the admicellar polymerization.	25
4.2 Flexural sample preparation	26
4.3 Dimension of the flexural test samples	26
4.4 Rate of adsorption of DBSA on polyester fabric (Temp= 30 °C, [DBSA]= 5 mM and pH= 4)	27
4.5 Adsorption Isotherms of DBSA on polyester fabric	27
4.6 The adsolubilization isotherm of acrylic acid with no salt and 0.15 M NaCl	28
4.7 FTIR spectrum of extracted PAA	28
4.8 SEM images of (a) untreated polyester fabric and (b) PAA- coated polyester fabric ($\times 3500$)	29
4.9 SEM micrograph of treated polyester fabric using different DBSA:AA with 1.2 mM DBSA, 0.15 M NaCl, and AIBN:AA ratio 1:5	29
4.10 SEM micrograph of treated polyester fabric using different DBSA:AA with 1.2 mM DBSA, 0.15 M NaCl, and AIBN:AA ratio 1:10	30

FIGURE		PAGE
4.11	SEM micrograph of treated polyester fabric using different DBSA:AA with 1.2 mM DBSA, 0.15 M NaCl, and AIBN:AA ratio 1:15	31
4.12	SEM micrograph of treated polyester fabric using different DBSA:AA with 1.2 mM DBSA, 0.15 M NaCl, and AIBN:AA ratio 1:20	32
4.13	SEM micrograph of treated polyester fabric using different AIBN:AA with 1.2 mM DBSA, 0.15 M NaCl, and DBSA:AA ratio (a) 1:15 and (b) 1:20	33
4.14	Flexural tests of plain concrete and untreated polyester fabric reinforced concrete	34
4.15	Flexural tests of untreated polyester fabric reinforced concrete and treated polyester fabric reinforced concrete of 1:5 DBSA:AA ratio and 1:15 DBSA:AA ratio	34