

## 研究論文

## イオン交換機能を有する合成ゼオライトを充填した不飽和ポリエステル樹脂のアルカリ環境における劣化挙動及び機構

齊藤光平\*, †酒井哲也\*, 三友信夫\*, Winarto KURNIAWAN\*\*, 久保内昌敏\*\*\*

## Degradation Behavior and Mechanism of Unsaturated Polyester Resins Filled with Ion Exchanger Synthetic Zeolite Under Alkaline Environment

by

Kohei SAITO\*, †Tetsuya SAKAI\*, Nobuo MITOMO\*,  
Winarto KURNIAWAN\*\* and Masatoshi KUBOUCHI\*\*\*

(Received Jun. 7, 2024; Accepted Jul. 1, 2024)

## Abstract

Unsaturated polyester resin, which is a thermosetting resin, has excellent mechanical properties and durability. However, unsaturated polyester resin degrades due to hydrolysis under alkaline environment. It has been confirmed that the corrosion resistance of thermosetting resins is highly dependent on the properties of the additives. Therefore, synthetic zeolite with ion exchange function was used as a filler for unsaturated polyester resin and immersed under alkaline solution to examine its corrosion resistance. In the immersion test, two concentrations of sodium hydroxide solution, 10 mass% and 20 mass%, were used, and the temperature was kept constant at 50°C. After the immersion test, the specimens were analyzed by EDS. The sodium ions diffused into the specimens over time, but the diffusion behavior differed depending on the type of zeolite fillers used in unsaturated polyester resin. The type of fillers also influenced hydrolysis behavior of the resin. These results indicate the possibility of controlling degradation mechanism under alkaline environment of materials made from unsaturated polyester resins by synthetic zeolite fillers.

**Keywords:** Unsaturated polyester resin, Synthetic zeolite, Degradation, Composite, Alkaline environment

## 1. 緒言

プラスチックは「軽量」, 「加工性がよい」, 「耐薬品性の高さ」といった特徴を持ち, 熱硬化性樹脂と, 熱可塑性樹

脂に大別される。熱硬化性樹脂は, 樹脂に硬化剤の添加を行った後, 加熱と時間経過によって硬化する樹脂である。また, 熱硬化性樹脂は耐食性に特に優れているため, 熱硬化性樹脂単体で, あるいは金属材料などのライニング材の用途において, 化学プラントを始めとした様々な薬液環境下の工業製品に用いられている<sup>1)</sup>。その熱硬化性樹脂の一つである不飽和ポリエステル樹脂は, 常温・大気圧での硬化が可能となっており, 機械的特性, 電気的特性, 耐薬品性などで優れた性質を有し, 耐食用途を含めたFRPのマトリクス材としてよく用いられている。このような優れた耐食性を有する不飽和ポリエステル樹脂であるが, アルカリ水溶液中では加水分解を起こしやすく, 樹脂劣化が生じる。我々は先行研究において, 不飽和ポリエステル樹脂の耐食性は, 樹脂中の硬化剤, あるいは充填材の存在に大きく影

令和6年6月7日受付

\* 日本大学大学院生産工学研究科マネジメント工学専攻:  
千葉県習志野市泉町1-2-1

TEL 047-474-2633 FAX 047-479-2619

sakai.tetsuya@nihon-u.ac.jp

Dept. Industrial Engineering and Management, Graduate School  
of Industrial Technology, Nihon University: 1-2-1, Izumi-cho,  
Narashino-shi, Chiba 275-8575, Japan

\*\* 秋田工業高等専門学校創造システム工学科: 秋田県秋田  
市飯島文京町1-1, School of Creative System Engineering,  
National Institute of Technology, Akita College, 1-1,  
Iijimabunkyo-cho, Akita-shi, Akita 011-8511, Japan

\*\*\* 東京工業大学物質理工学院: 東京都目黒区大岡山2-12-1  
School of Materials and Chemical Technology, Tokyo Institute  
of Technology: 2-12-1, O-okayama, Meguro-ku, Tokyo 152-  
8552, Japan

†: 連絡先/Corresponding author