

コンクリート内を想定したアルカリ環境におけるエポキシ樹脂の耐久性

戸田建設株式会社 ○正会員 原田 匠 正会員 守屋 健一
 有沢総業株式会社 非会員 春谷 覚 正会員 田中 徹
 非会員 植木 徹

1. はじめに

コンクリート構造物では、その補強材の素材としてプラスチックを用いる場合がある。例えば、防錆を目的としてエポキシ樹脂を被覆させた鉄筋の適用¹⁾や、構造物の耐久性改善を目的としてポリプロピレン繊維などをコンクリート内に配置する²⁾例などがある。これまで、コンクリート内の環境を想定したアルカリ環境における、各種プラスチック化合物の耐久性などに関する知見³⁾が多く報告されている。本研究では、その一種であるエポキシ樹脂に着目し、コンクリート内への適用を想定して耐アルカリ性を向上させたエポキシ樹脂の曲げ強度を確認した。

2. 実験概要

2. 1 エポキシ樹脂について

本実験には、耐アルカリ性を向上させ、引き抜き成型した特殊エポキシ樹脂を用いた。

2. 2 試験概要

エポキシ樹脂の試験片は、JIS K 7139 : 2009 「プラスチック-試験片」に準拠した短冊形試験片タイプ B2(機械加工、寸法4×10×80mm)とした。図-1に、エポキシ樹脂試験片の概要を示す。

実験に用いるエポキシ樹脂の試験片はそれぞれ重量を測定し、アルカリ溶液または蒸留水の異なる温度の液体へ所定期間浸漬させた。

表-1に、エポキシ樹脂試験片の浸漬条件を示す。

アルカリ液はコンクリート中に含まれる溶液の組成を想定し、JIS A 1193:2005「コンクリート用連続繊維補強材の耐アルカリ試験方法」に記載の溶液Aを調整して用いた。

浸漬容器はプラスチック製の蓋付き密閉容器とし、容器内に浸漬させる液体を試験片が十分に浸漬するまで注ぎ、試験片を安定的かつ水平に静置させた。浸漬容器内は、試験片の相互間隔が20mm以上となるよう配置した。また、試験片を浸漬させて密閉した容器は、20°Cの恒温室内または60°Cの恒温装置内に静置した。

所定期間、液体に浸漬させた試験片は、液体から取り出した直後に水道水で水洗し、乾いた吸水性の紙で水分を取り除いてから重量を測定した。60°Cの液体に浸漬させた試験片は、23°Cの室温で静置した後に曲げ強度試験に用いるものと、乾燥器を用いて乾燥処理するものに分けた。乾燥処理した水準は、水分を取り除いた後に80°Cの乾燥機内で72時間静置し、乾燥機より取り出して23°Cの室温で静置した後、曲げ強度を測定した。

いずれの試験片においても、液体から取り出した際の目視において、樹脂の変質や加水分解したような様子は確認されなかった。曲げ強度はJIS K 7171:2016「プラスチック-曲げ特性の求め方」に準拠した。

写真-1に、曲げ強度試験の実施状況を示す。



図-1 エポキシ樹脂試験片の概要

表-1 エポキシ樹脂試験片の浸漬条件

	条件
浸漬液体	蒸留水, アルカリ液
液体温度	20°C, 60°C
浸漬期間	0, 4, 8, 13, 26, 52 週



写真-1 曲げ強度試験の実施状況

キーワード エポキシ, 樹脂, プラスチック, 耐アルカリ, 曲げ強度

連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-9-1 戸田建設(株)技術研究所 TEL03-3535-2641

3. 試験結果

3. 1 浸漬条件の違いによる変化

図-2 に、エポキシ樹脂の曲げ強度変化を示す。60℃の液体に浸漬させた樹脂は、蒸留水およびアルカリ水に関わらず、浸漬期間 4 週時点で曲げ強度保持率が約 80%程度まで変化し、以降の浸漬において継続的な強度低下は確認されなかった。20℃の液体に浸漬させた樹脂においても、曲げ強度保持率は浸漬期間を通じて緩やかに低下することが確認され、浸漬期間 52 週の時点で約 88%程度まで変化した。これらの変化は、浸漬させた液体の温度の違いに起因すると考えられる。また、液体中のアルカリ成分の存在による明確な影響は確認されなかった。

図-3 に、エポキシ樹脂の重量変化を示す。

曲げ強度変化と同様に、60℃の液体に浸漬させた樹脂において、浸漬期間 4 週時点で約 2%程度の重量増加が確認された。以降では、非常に緩やかな重量増加となった。20℃の液体に浸漬させた樹脂は、浸漬期間を通じて重量が緩やかに増加し、アルカリ液に浸漬させた試験片に、重量の若干の増加がみられた。

試験片の外観に変質が確認されなかったことや、重量変化の傾向から、これらは試験片の液体への浸漬によって、樹脂へ吸水が起こったと推測される。

合成樹脂はその分子構造特性により、内部に水が浸入する場合があります。本実験においても、エポキシ樹脂内へ水が侵入したことで、曲げ強度の変化が現れたと推測される。また、60℃の液体では浸漬した試験片の重量増加が速いことから、樹脂内への水の侵入が促進されたと推測される。

曲げ強度および重量の変化において、液体中のアルカリ成分の存在による、明確な影響は確認されなかった。

3. 2 浸漬させた試験片の乾燥処理による変化

図-4 に、乾燥処理による曲げ強度への影響を示す。60℃の液体へ浸漬後に乾燥処理させた試験片において、曲げ強度の変化は確認されなかった。また、浸漬させた液体中のアルカリ成分による、曲げ強度への明確な影響は確認されなかった。これらの結果から、水中に浸漬させたエポキシ樹脂の曲げ強度の変化は、乾燥処理によってその強度が保持されることが確認された。これらから、本実験に用いたエポキシ樹脂は蒸留水およびアルカリ水へ浸漬させても、その分子構造は変化していないと推測される。

4. まとめ

本実験により得られた知見を以下に示す。

- ・実験に用いたエポキシ樹脂は、アルカリ液に浸漬させても外観の変質や加水分解した様子は確認されなかった。
- ・実験に用いたエポキシ樹脂は、水中への浸漬にて吸水し、曲げ強度変化は約 80%程度で保持すると推測される。
- ・水中に浸漬させた後に、乾燥させたエポキシ樹脂はその強度保持が確認された。これは樹脂の分子構造変化による影響ではないと推測される。

参考文献

- 1) 星野富夫, 魚本健人, 小林一輔: 15 年間の海洋暴露実験を行ったエポキシ樹脂の塗装鉄筋コンクリート梁の耐久性と防食効果, 土木学会論文集, Vol.39, No.592, pp.107-120, 1998
- 2) 小川真生, 志村彩, 川野克哉, 岡本享久: 有機繊維を用いた超高強度繊維補強コンクリート部材の耐疲労メカニズム, コンクリート工学年次論文集 Vol.37, No.2, pp.1099-1104, 2015
- 3) 魚本健人, 勝木太: 各種繊維の耐アルカリ性の評価方法に関する基礎研究, 土木学会論文集 Vol.23, No.490, pp.167-174, 1994

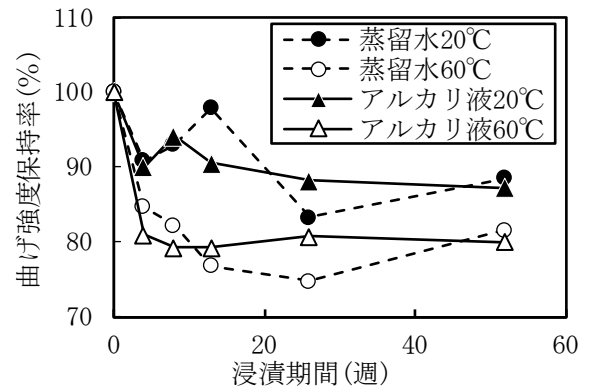


図-2 エポキシ樹脂の曲げ強度変化

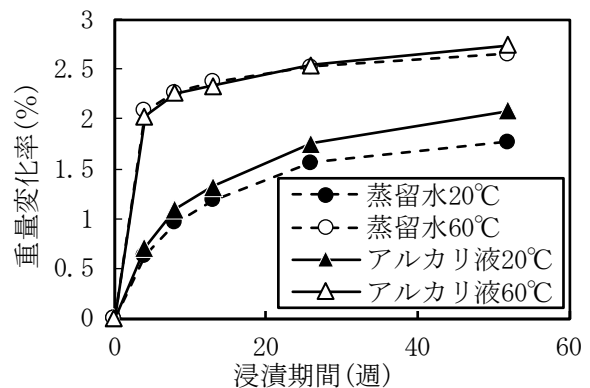


図-3 エポキシ樹脂の重量変化

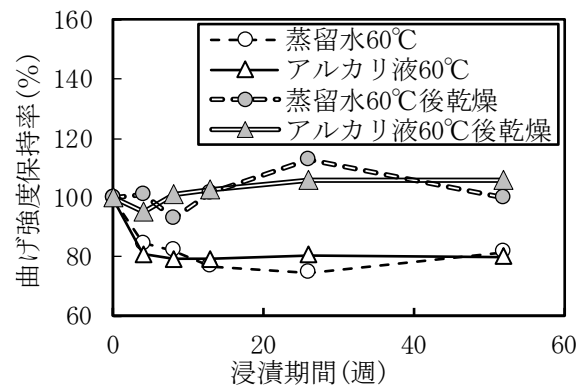


図-4 乾燥処理による曲げ強度への影響