第V部門 海洋環境および室内に28年間暴露した FRP 棒材の劣化に関する検討

- 京都大学大学院工学研究科 学生会員 〇駒井 健人
- 京都大学大学院工学研究科 正会員 Bruno Ribeiro
- 京都大学大学院工学研究科 正会員 高谷 哲
- 京都大学大学院工学研究科 正会員 山本 貴士

1. はじめに

FRP 補強材は、通常の鋼材で懸念される電気化学的な腐食を生じないという利点を持っており、海洋環境に位置する コンクリート構造物のような鋼材の腐食が懸念される環境において有用である.しかし、FRP 補強材を用いたコンクリ ート構造物が実際に海洋環境で長期間使用された例はまだ少なく、コンクリート中のアルカリや乾湿繰返し等の影響に ついてデータが十分に蓄積されていないのが現状である^[1].そこで本研究では、28 年間海洋沿岸の飛沫帯に暴露した FRP 棒材および 28 年間室内暴露した FRP 棒材に対してラマン分光分析を行い健全度の評価を行うとともに、引張試験を実 施し FRP の劣化が引張強度に与える影響について検討した.

2. 供試体概要

コンクリートの配合を表1に示す. W/C=60.0%で,養生28日での平均圧縮強度は38.4N/mm²であった.使用した棒 材は直径10.4mm,公称断面積85.0mm²,引張強度1470MPa,弾性係数68600MPaのアラミドストランドである.供試 体・棒材の形状および寸法および海洋暴露状態を図1に示す.海洋暴露は、三重県南牟婁郡紀宝町鵜殿港にある防砂堤 の上面で行った.この地域は太平洋に面し、温暖で降雨量が多く、海水の飛沫帯であるため、厳しい腐食環境である. 供試体が波風で浚われないように堤防コンクリート上に固定して28年間暴露を行った.室内暴露は、温度・湿度等の管 理は一切行わず、雨や風の影響を受けない室内に28年間保管した.以降では、海洋暴露したFRP棒材でコンクリート 中に埋設されたものを海洋コンクリート中、埋設されていないものを海洋気中、室内暴露したものを室内と表現する.

3. 実験方法

FRP 棒材の劣化度評価はラマン分光分析により行った.励起光として 532nm のレーザーを用いた.ラマンスペクトルのピークは焦点距離や表面の凹凸,レーザー強度などの様々な要因により変化するためピーク強度そのものを指標として用いることができない.そのため、本研究では既往の研究を参考^[2]に蛍光に着目し、蛍光のピーク強度を無次元化す



表1 コンクリート配合および特性値

Taketo KOMAI, Bruno Ribeiro, Satoshi TAKAYA and Takashi YAMAMOTO komai.taketo.22s@st.kyoto-u.ac.jp

るために光退色現象に着目した.光退色とは,同じスポットに励起 光を当て続けると蛍光強度が小さくなっていく現象である.

S:相対蛍光強度,fn:n分後の蛍光強度,F0:初期蛍光強度として,

S(%) = fn / F0 * 100 (1)

という初期蛍光強度に対しての各時間における蛍光強度の相対比 をプロットすると光退色曲線を描くことができる.

引張試験は,JISA 1192「コンクリート用連続繊維補強材の引張 試験方法」に準拠し行った.

4. 実験結果および考察

ラマン分光分析により得られた光退色曲線を図2に示す.また, 引張試験により得られた破断荷重を図3に示す.図2より,海洋コ ンクリート中は室内と概ね同じような形状をしていることが分か る.室内は,紫外線や水の影響を受けないため,健全に近い状態と 考えられるが,海洋コンクリート中が室内と同じ結果であったこと から,コンクリート中に埋設されている状態では劣化していないと 考えられ,本研究で用いたアラミドストランドはアルカリや水の影 響を受けにくいと考えられる.一方,海洋気中は室内や海洋コンク リート中に比べて明らかに退色が遅くなっていることが分かる.こ れは,大気暴露により加水分解などが生じ,蛍光物質が増加したた めであると考えられる.

破断荷重を図3に示す.劣化が確認されている気中暴露よりも 健全に近いと考えられる海洋中の方が破断荷重が低下している が,これはコンクリート中からはつり出す際についた傷(図4)が 原因であると考えられる.したがって,傷がない場合の海洋コンク リート中の破断荷重は図3のエラーバーの上端程度であり,海洋 気中とともに,健全からの大きな低下は起きていないと考えられ る.以上より,ラマン分光分析により確認されたアラミドストラン ドの劣化は棒材の表層の一部であり,内部は健全であったと考え られる.したがって,ラマン分光分析では FRP 棒材の内部の繊維 の状況,力学的性能までは評価できないと考えられる.







図4 棒材表面の傷

5. まとめ

(1) ラマン分光分析で得られた光退色曲線から,海洋コンクリート中は健全である一方,海洋気中では劣化が見られた.

(2) 棒材の引張試験では、海洋暴露した棒材の破断荷重は健全な棒材からの大きな低下は見られなかった.これより、ラ マン分光分析でみられたアラミドストランドの劣化は棒材の表面に留まっていると考えられる.

参考文献

[1] プレストレスコンクリート工学会:「繊維強化ポリマー(FRP)のコンクリート構造物への適用に関する設計・施工指 針」2020.9

[2] 高谷哲, 仁科勇輝, 羽村陽平, 山田卓司, 佃洋一, 山本貴士, 高橋良和: ラマン分光法を用いたアクリル系上塗り材の劣化指標, 材料, Vol.68, No.10, pp.779-784, 2019

口頭V-2