

ゲルコート層に損傷を有する FRP 材の紫外線等による強度低下について

東日本旅客鉄道(株)構造技術センター 正会員 ○井口 重信
 東レ(株) コンポジット技術第2部 加藤 徹
 東レ(株) コンポジット技術第2部 谷口比呂実

1. はじめに

近年、鉄道用ラーメン高架橋において、耐久性やメンテナンスコストの縮減を目的として、FRP 製の高欄を用いられることが多くなってきている(図-1参照)。コンクリート製の高欄については採用実績も多く、また経年を重ねたものも多いため、保守管理上の基準については多くの知見があるが、FRP 製高欄においては経年も浅いことから、補修や取り替えの基準に関する研究報告は少ない。そこで、FRP 製高欄の紫外線や降雨の影響による長期強度に関する実験的検討を行ったので、以下にその概要を記す。

2. 試験概要

鉄道用 FRP 製高欄は図-2のような断面構造となっており、中心部の芯材に強度を負担する FRP スキン層を被覆し、さらにその周囲を紫外線等による劣化から保護するゲルコート層で被覆している。供用中にゲルコート層が損傷を受けてクラックや欠けが生じた場合、FRP スキン層が紫外線等により浸食され強度が低下する恐れがある。そこで、ゲルコート層にクラックおよび欠けを与えた試験片を製作し、紫外線および水を与えて強度特性を調べた。

図-3に試験片の形状を示す。試験片はクラックもしくは欠けを想定し、ガラス織物およびガラスマットで構成される FRP スキン層のみの試験片に、ゲルコートの代替とした紫外線遮断テープでひび割れ部分以外を被覆したものである。クラックを想定した TYPE1 はクラック幅をパラメータに、0mm(基準)、0.2mm、2.0mm、全面暴露の4水準を、欠けを想定した TYPE2 は欠け部分の直径をパラメータに、0mm(基準)、φ5.0mm、φ12.5mm、全面暴露の4水準とした。各試験片は、日常環境を想定し表-1に示すような紫外線照射と降雨の繰り返しを行った後に、引張強度を確認した。なお、促進暴露時間と屋外暴露1200時間が東京地方での屋外暴露29年に相当することを事前に確認した。また、試験後は顕微鏡等に



図-1 鉄道高架橋での FRP 高欄設置例

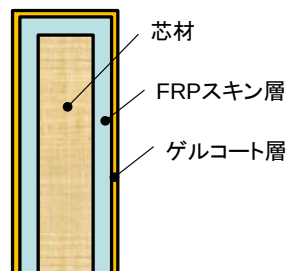


図-2 FRP 高欄の断面構造

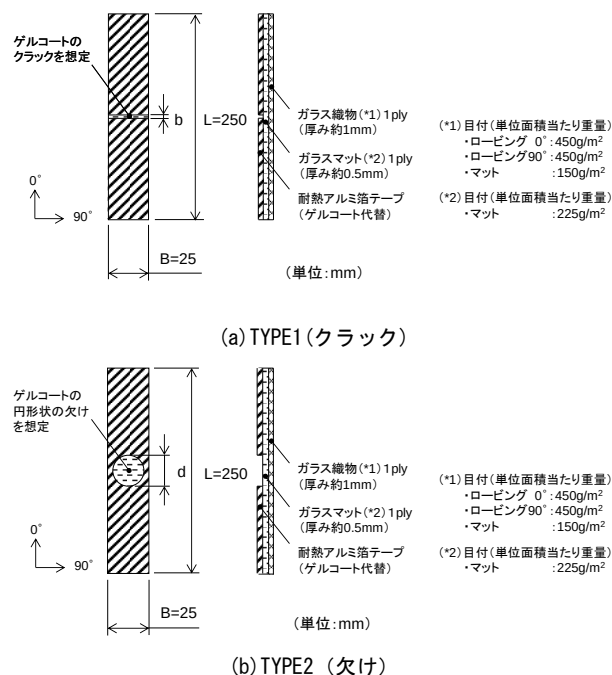


図-3 試験片の形状

キーワード 高欄, FRP, 耐久性

連絡先 〒370-8543 東京都新宿区代々木 2-2-2 東日本旅客鉄道(株)構造技術センター TEL03-5334-1288

より欠損箇所の減肉量などを確認している。

3. 試験結果

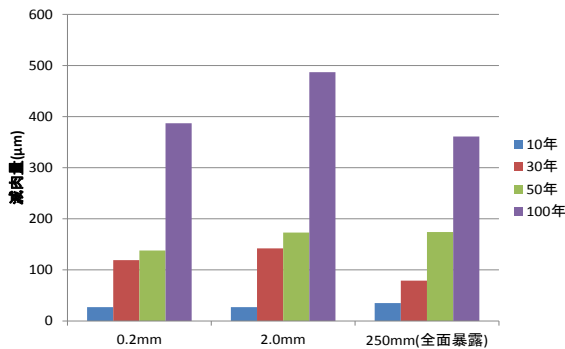
図－4に引張試験結果を示す。TYPE1, TYPE2に共通する全面被覆した基準試験片は、初期強度と100年相当時の引張強度比が79%であった。これは、紫外線と水以外の影響、すなわち温度履歴の影響によるものと考えられる。TYPE1ではクラック幅0.2mm, 2.0mmの試験片においても、初期強度と100年相当時の引張強度低下は74%程度であり、クラック幅の与える影響は5%程度であった。また、TYPE2については全面暴露の試験片以外は欠けの寸法の与える影響はほとんどなかった。全面暴露の試験片は初期強度と100年相当時の引張強度比が61%となり、紫外線による劣化の影響が見られた。

図－5に促進暴露部分の状態を示す。暴露部分が紫外線等により劣化し減肉していることが確認された。図－6にTYPE1試験片の減肉量を示す。減肉量はクラック幅の大小による差異は小さく、100年相当時に360～480μmの減肉があることが分かった。

4. まとめ

ゲルコート層にクラックや欠けを生じたFRP材の紫外線等による強度低下について実験的検討を行い以下の知見を得た。

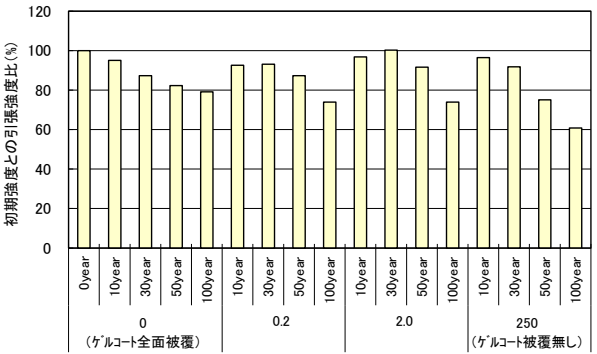
- ① FRP材の引張強度はクラックや欠けがない場合でも温度履歴の影響により100年相当時で79%程度に低下するが、クラック幅による影響は5%程度、欠けによる影響はほとんどなかった。全面暴露した場合でも初期の61%の強度を有した。
- ② FRP材が紫外線から被覆されている箇所には減肉は見られないが、クラックあるいは欠けにより暴露部分があると減肉が見られ、それはゲルコートの欠損面積の大小によらず、100年相当時で360～480μmであった。



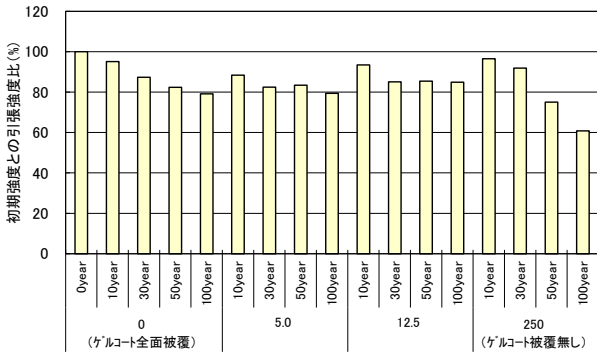
図－6 減肉量 (TYPE1)

表－1 促進試験条件

試験サイクル	①照射 48 分 + ②(照射+降雨) 12 分	
試験条件	①照射	・照射照度 1,240W/m ² ・ブラック°初温度 63℃ ・湿度 50%RH
	②照射+降雨	・照射照度 1,240W/m ² ・ブラック°初温度 63℃ ・湿度 50%RH ・純水スプレー照射

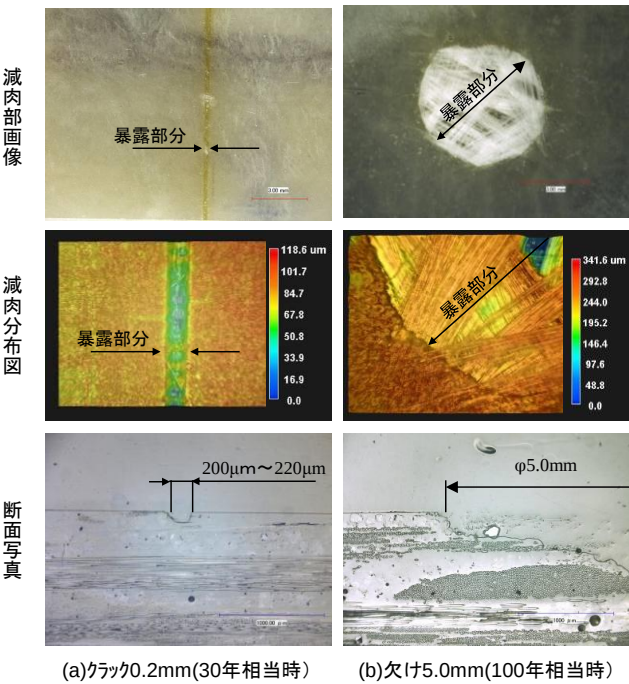


(a) TYPE1 (クラック)



(b) TYPE2 (欠け)

図－4 引張試験結果



図－5 促進暴露部分の状態