

引抜成形 FRP 材の疲労特性

本州四国連絡高速道路株式会社

正会員 ○楠原 栄樹

本州四国連絡高速道路株式会社

山根 彰

1. はじめに

本州四国連絡橋は、本体構造のほとんどの部材が鋼製であり、超長期的に健全な状態を維持するために鋼材を腐食因子から遮断する対策(重防食塗装、送気乾燥システム等)が採用されている。一方、管理路等の交換可能な部材については、熔融亜鉛めっきが施工されているが、耐久性は本体構造に比べて低い。また、劣化した管理路部材を大規模に交換する場合、交通に支障を及ぼさないよう配慮すると作業上の制約から、重量物の架設は長期化する。そこで、耐候性に優れ軽量の FRP 材料に着目し、海峡部という厳しい環境条件における適用性の調査を実施している。平成 17 年度より約 7 年間現地暴露を実施した FRP 製調査管理路の状態調査を行った結果、FRP 部材に割れの発生が確認された¹⁾。この割れの原因が疲労であると仮定し、調査管理路と同じ引抜成形 FRP 材の疲労試験を実施したので報告する。

2. 試験対象部材

疲労試験の対象とした部材は、幅 210mm×高さ 110mm×板厚 5mm の引抜成形された既製品の FRP ボックス部材(写真-1)であり、この部材より静的曲げ試験用と曲げ疲労試験用の試験体を切り出した。試験体は、引抜方向および引抜直角方向の 2 種類とした。

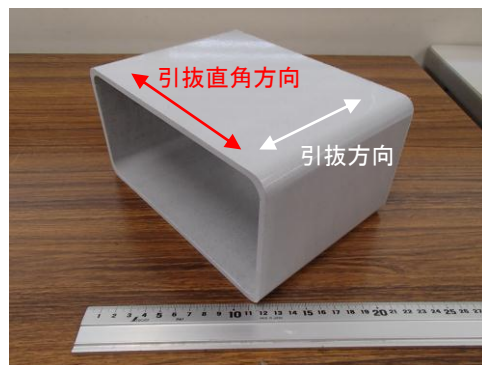
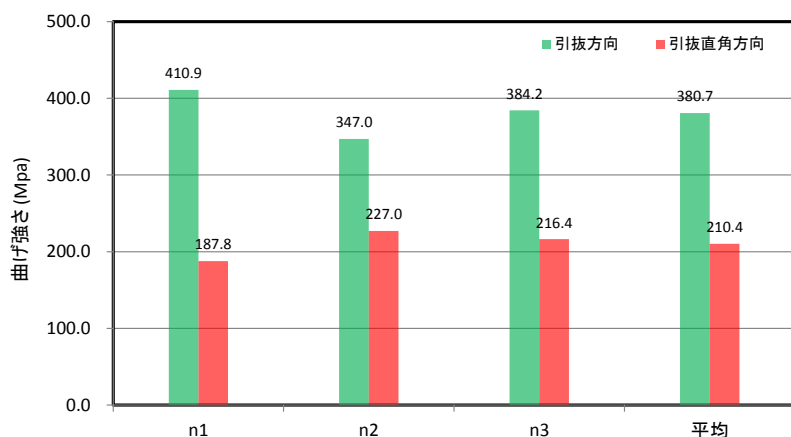


写真-1 試験対象部材

3. 試験結果

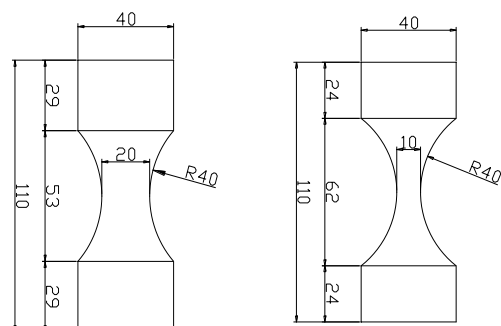
3. 1 静的曲げ試験結果

疲労試験条件を決定するため、静的曲げ試験により試験体の曲げ強度の把握を実施した。試験は、「JIS K 7171 プラスチック曲げ特性の求め方」を参考に、(株)オリエンテック社製の試験機(テンシロン UCT-30T)を使用し、試験体の方向により 3 試験体ずつ実施した。試験結果は図-1 に示すとおりであり、引抜直角方向の曲げ強度は、引抜方向の約半分となっていることが明らかとなった。一方、曲げ疲労試験で使用する試験機の性能では、引抜方向試験体における載荷荷重条件では曲げ疲労試験が実施不可能であることが明らかとなったため、載荷荷重が試験機の性能範囲となるよう試験体の形状を図-2 のように変更した。



曲げ強さ: 「JIS K 7171 プラスチック曲げ特性の求め方 9.1 曲げ応力(5)式」より算出

図-1 静的曲げ試験結果



当初試験体

変更試験体

図-2 試験体

キーワード 引抜成型 FRP, 疲労特性, 管理路

連絡先 〒651-0088 兵庫県神戸市中央区小野柄通 4-1-22 本四高速(株) TEL 078-291-1000

3. 2 曲げ疲労試験結果

静的曲げ試験の結果より、最大曲げ荷重の 90%、70%、60%、50%、40%、30%に対する曲げ疲労試験を、それぞれの試験ケースにつき 3 試験体を原則として、「JIS K 7119 硬質プラスチック平板の平面曲げ疲れ試験方法」を参考に(株)東洋精機製作所製の曲げ疲労試験機(B-70TH)により実施した。ここで、試験体数の関係から、引抜方向の 30%および引抜直角方向の 60%は 1 試験体のみである。試験結果は図-3 に示す S-N 曲線のとおりであり、試験体により繰り返し回数に大きくバラツキがあるが、最大曲げ荷重の 30%程度の荷重レベルであれば 1000 万回の繰り返し荷重に耐えることが明らかとなった。また、引抜方向と引抜直角方向を比較すると、静的曲げ荷重では直角方向の強度が約半分であったのに対し、同一繰り返し回数における疲労強度は半分よりも低いことが明らかとなった。

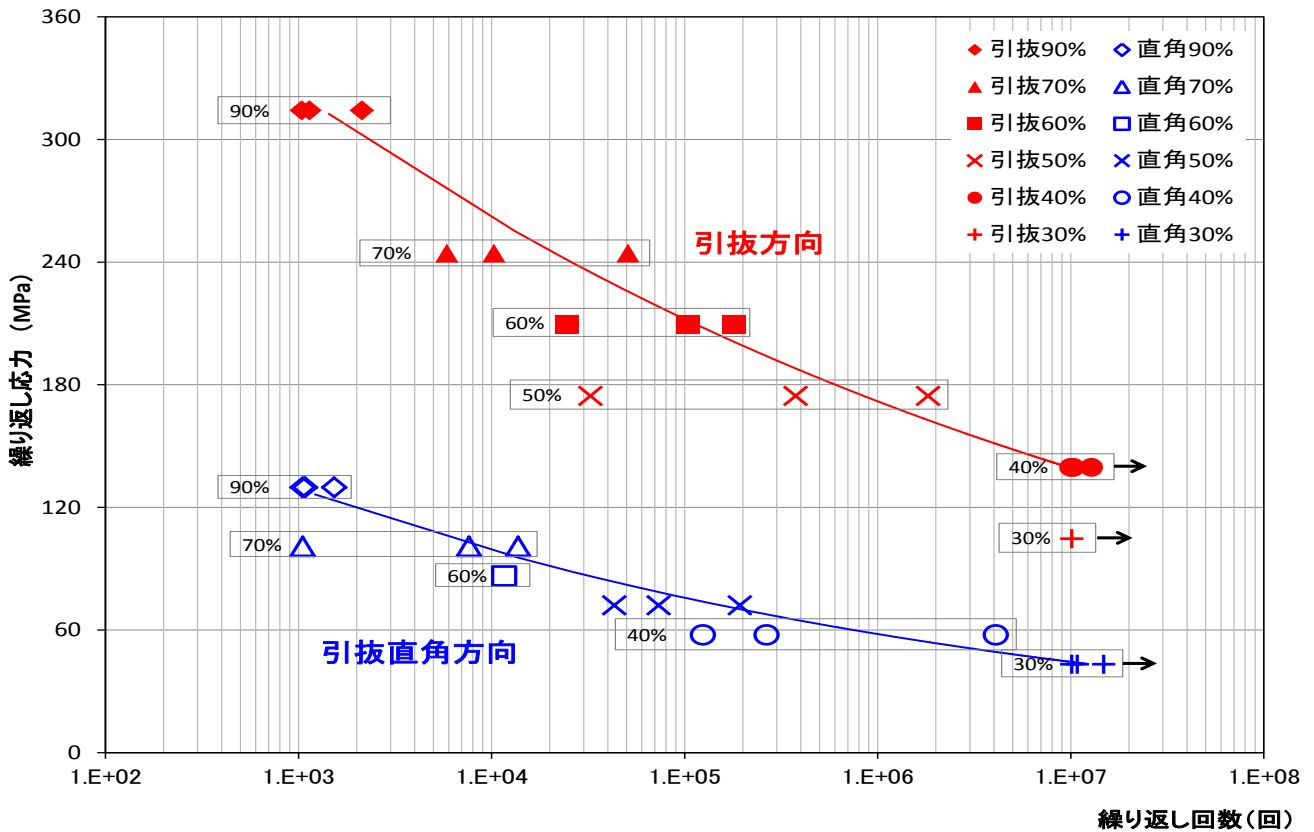
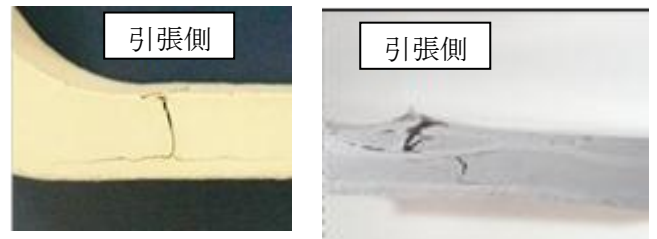


図-3 引抜成型 FRP 材の疲労試験結果

4. まとめと今後の課題

実環境で暴露を行っている FRP 管理路試験体と同じ材料の FRP 材の疲労試験を実施した結果、引抜方向および引抜直角方向の曲げ疲労特性が明らかとなった。今後はこの特性をもとに、実構造物の疲労荷重条件を検討する予定である。しかしながら、現地で確認された割れの破壊形態と疲労試験で発生した割れのそれとは異なっている(写真-2)ことから、今後は破壊形態を再現する疲労試験以外の方法についても検討を行う予定である。



現地の破壊形態

疲労試験の破壊形態

写真-2 FRP 部材の破壊形態の違い

参考文献

1)花井拓、荻原勝也：FRP の橋梁管理路への適用に向けた暴露試験の経過報告、第 5 回 FRP 複合構造・橋梁に関するシンポジウム、2014 年 11 月