

FRP 製管理路の載荷試験報告

本州四国連絡高速道路(株) 正会員 ○大谷 康史
 本州四国連絡高速道路(株) 正会員 荻原 勝也
 本州四国連絡高速道路(株) 正会員 光畑 英樹

1. はじめに

本四高速(株)は、18の海上長大橋梁を含む本州四国連絡高速道路を200年の長期にわたり良好な状態に維持管理することを経営理念の一つに掲げている。その維持管理の実施にあたっては、目標供用年数を念頭に、適正な管理レベルを保ちつつ、技術開発等によるコストの縮減が求められている。

飛沫部等の極めて厳しい腐食環境下にある亜鉛めっき鋼製管理路は、当初に想定した耐用年数の30年を前に交換時期を迎えており、それらの場所に対するFRP（繊維強化プラスチック）の適用を平成17年度から検討している。本論文では、一連の検討の中からFRP製管理路試験体の載荷試験の結果について報告する。

2. 試験の目的

本試験は、以下の課題に対する知見を得るために行った。

(1)FRP 管理路のたわみ特性の把握

FRPの引張強度は鋼材と同程度であるが、弾性係数は鋼材に比べて小さい。そのため管理路の設計基準¹⁾により設計した場合、たわみが許容値以内になるよう設計を行うことになり、強度に余裕のある部材断面となる。そこで、たわみの制限により設計した管理路のたわみ特性や実耐荷力を把握するために、本試験では実際に管理路の試験体を設計・製作し、設計荷重を作用させた場合のたわみ量、終局状態の耐荷力とたわみ量を計測するものとした。

(2)FRP で作製した管理路の破壊形態の確認

FRP引抜成形品を組み立てた構造の破壊試験事例が少ないため、終局状態まで載荷し、桁等の挙動および接合部の状況について把握するものとした。

3. 試験体の設計と製作

試験体の概略図を図-1に示す。設計は鋼製管理路の設計基準¹⁾に従い、たわみ基準(L/500)を満足するように設計した。荷重の分配は、桁中央の横梁とグレーチングによる。図-1の部材は必要断面を上回る最も近い既製品を用いたため、設計荷重(3,430N/m²)を作用させた場合のたわみ量の計算値は、桁の剛性のみを考慮し、荷重が3本の桁に均等に作用するとして3.8mm(L/743)を得た。使用材料は既製のGFRP引抜成形品とし、桁と手摺支柱、桁と横桁の接合部にはSUSボルトを用いた。

4. 試験方法と結果

(1)等分布荷重載荷試験

設計荷重を載荷した場合の挙動を把握するために等分布荷重載荷試験を行った。等分布荷重は土嚢(25kg/袋)を管理路に積むことにより載荷しており、設計荷重は土嚢43袋(1,075kg)を載荷することで3,490N/m²を作用させている。設計荷重載荷時において中央の桁B(図-1)の変位は2.7mmであった。このとき、ひずみゲ

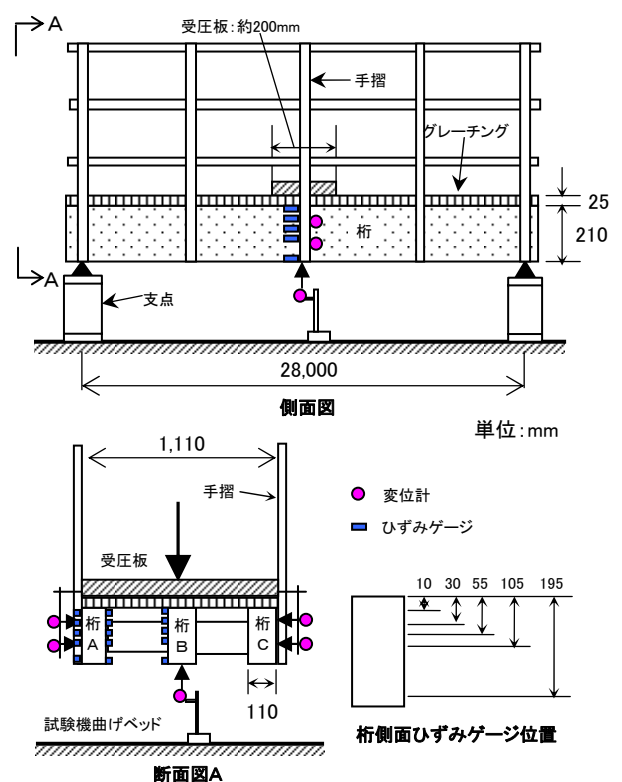


図-1 試験体概略図

ージの計測値より、中央の桁Bには端の桁Aの2倍の量の軸方向ひずみが生じていた。ひずみ量から中央の桁Bには全体の1/2、端の桁Aと桁Cには全体の1/4ずつの荷重が作用していると考えられる。この結果は、3本の桁に均等に荷重がかかるという設計時の仮定と異なるため、ひずみゲージから求めた荷重を用いて桁のたわみを計算した。その結果は5.7mmであり、載荷試験の変位は計算値の半分程度であることが把握できた。

(2)集中荷重載荷試験

等分布荷重載荷試験後、同じ試験体を用いて破壊形態を確認するための集中載荷試験を行った。試験は、図-1に示すように、桁中央に設置した剛性の高い支圧板を介して変位を作用させた(写真-1)。この試験における荷重とたわみの関係を図-2に示す。この試験では、ひずみゲージの計測結果より、荷重ピーク α までは中央の桁Bのひずみは端部の桁Aのひずみの85~100%であり、支圧板により概ね均等に変位が生じていると考えられる。試験体の挙動を以下に示す。

1)荷重ピーク α まで、荷重とたわみは概ね比例しながら増加し、ここで大きな破断音がし、桁下で計測していた変位が減少し、荷重も減少した。このとき桁部材Bのひずみが大きく変化しており、局所的な変形が生じたと推測される。この間、50kN程度載荷以降、試験体より破断音が随時発生していた。

2) 荷重ピーク α の後載荷を継続した結果、荷重ピーク β で端の桁A、中央の桁Bに外観でわかる大きな変形が生じ、この時を終局状態と判断した。このとき、桁以外の手摺、グレーチング等の部材や接合部のボルトに外観で分かる異状は生じていなかった。なお、荷重ピーク α 後の試験では桁断面形状が変化している。

3)除荷時の約57kN時に変形部分の形状が大きく復元したため、このとき計測たわみとしては最大値(変位 γ)が計測された。除荷完了後には、座屈変形の有無が目視では確認できない程度まで復元し、変形部跡には桁Aでは鉛直方向に、桁Bでは水平方向に、ひび割れが確認された。

5. まとめ

本試験のまとめは、以下の通りである。

- 1)設計荷重載荷試験の変位量は、ひずみゲージから推定した荷重による計算変位量の約半分であり、この原因として、FRP部材の設計値と実際の強度差、グレーチング床版の影響が考えられる。
- 2)本検討により、横梁とグレーチングによる3本の桁への荷重分配状況が把握できたため、本結果を設計・照査方法等に今後反映させる。
- 3)集中荷重載荷試験より、たわみを条件とした設計では設計荷重(10.7kN)の約10倍の集中荷重に耐えることが確認された。また、終局状態の変形まで、接合部、その他の部材に異状は認められなかった。今後、維持管理作業上に必要なたわみ制限を検討し、経済化するための検討を行う予定である。

別途FRP材料の経年劣化による強度変化も検討しており²⁾、合わせて適用性をまとめる予定である。

参考文献

- 1) 本四公団：上部構造設計基準・同解説,1989.4
- 2) 秦・大谷・薄井：橋梁管理路に対するFRP材料の適用性検討,本四技報 第109号,2007.9

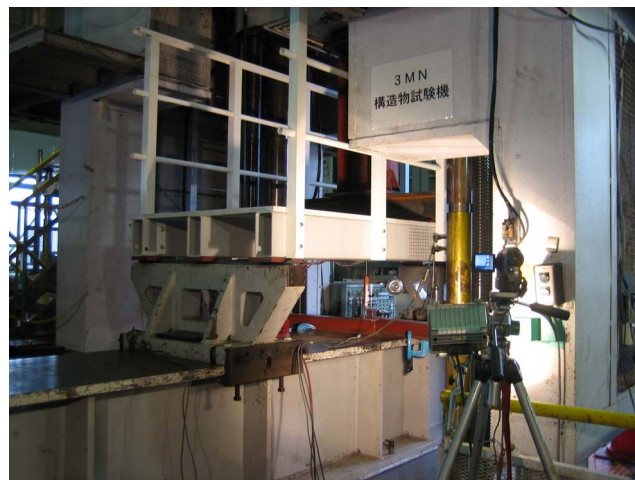


写真-1 集中荷重載荷試験

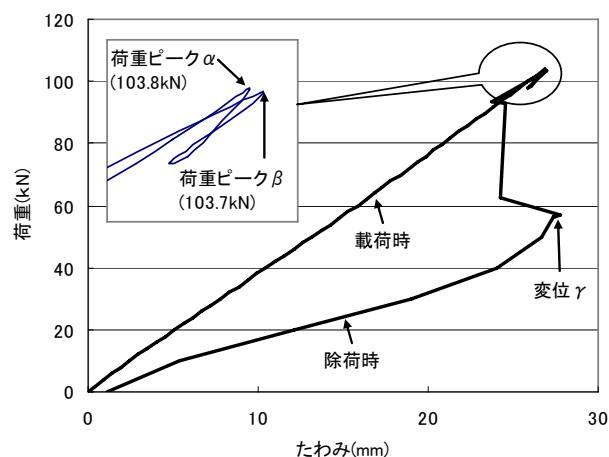


図-2 集中荷重載荷によるたわみ