

橋梁検査路手すり部材における GFRP の適用性検討

国土技術政策総合研究所

正会員 ○星野 誠

国土技術政策総合研究所

大久保雅憲

国土技術政策総合研究所

正会員 玉越 隆史

1. 目的

橋梁検査路は、部材寸法が小さい形鋼を組み合わせて製作されることが一般的であり、部材が薄いため、海岸地域などの厳しい腐食環境においては高い防食性能が望まれる。溶融亜鉛めっきでは塩分の影響により十分な耐久性確保が難しい場合があり、塗装の場合には角部や狭隙部における施工品質の確保が難しく、また使用時に塗膜が損傷するなどの課題がある。

本研究では、塩分環境でも十分な耐食性が期待できるガラス繊維強化プラスチック (GFRP) の橋梁検査路への適用性について検討した。GFRP は異方性の強い複合材料であり、破壊に至るまで力学的挙動の特性も鋼製とは大きく異なる。ここでは、検査路手すりへの使用における最大級の外力条件として、作業員の不慮の落下等による安全帯から作用する荷重に対する耐荷力特性に着目して検討を行った。

2. 実験概要

パイプ材料には、市場性があり異分野では使用実績も多い GFRP 引き抜き成形材(JIS K7015 一般用 4 種相当, 引張強さ 300N/mm^2)を用い、充実断面は市販の引抜き成形材がなくハンドレイアップで棒材(径 22mm)に半割管を貼り合わせたものを用いた。実験ケースは、検査路で一般に用いられる鋼管を含む表-1 である。実験方法は、支柱間隔 1.9m の手すり部材の静的三点曲げ試験(図-1)及び実大検査路供試体に対する重錘 (833N (85kg)) 落下試験である。重錘落下は、図-2 に示すように上段手すりに重錘と連結した安全帯(緩衝装置無し)を設置して重錘の自由落下による衝撃荷重を作用させた。なお、自由落下は、重錘を吊ったピアノ線を工具で切断して落下させた。

3. 実験結果

(1) 手すり部材の三点曲げ試験

手すり中央部の変位と荷重の関係を図-3 に、載荷部の損傷状況を写真-1 に示す。変位は油圧ジャッキによる強制変位で与えている。

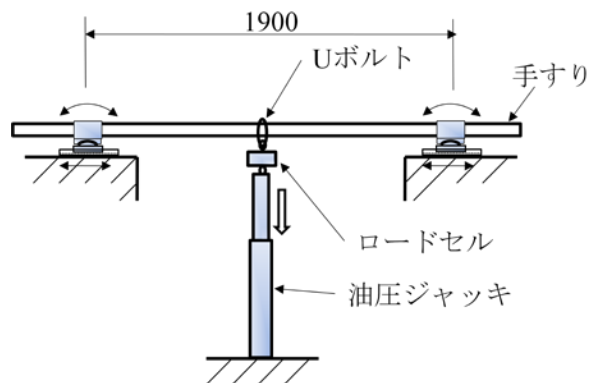


図-1 手すり部材の三点曲げ試験

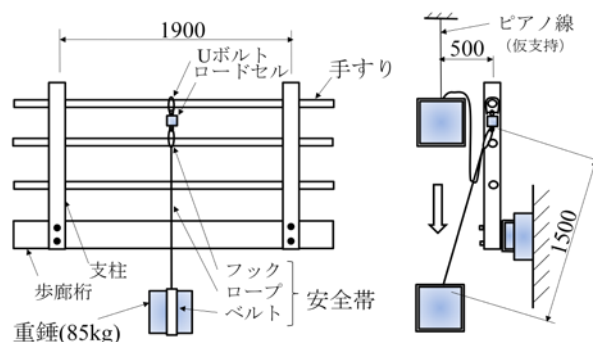


表-1 実験ケース

手すり部材の種類	三点曲げ試験	衝撃載荷試験
GFRP 製パイプ 径 55mm×3mm 厚	A-1	B-1
GFRP 製パイプ 径 55mm×3mm 厚, 樹脂モルタル充填	A-2	B-2
GFRP 製充実断面丸棒 径 45mm	A-3	B-3
GFRP 製充実断面丸棒 径 50mm	A-4	B-4
GFRP 製充実断面丸棒 径 57mm	A-5	B-5
鋼製パイプ 径 42.7mm×2.3mm 厚, FRP ライニング 1mm	A-6	—

キーワード FRP 材料, 橋梁検査路, 手すり部材, 三点曲げ試験, 衝撃載荷試験

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 国土技術政策総合研究所 道路構造物管理研究室 TEL. 029-864-4919

一般構造用炭素鋼鋼管(A-6)は、GFRP のケースに対して小さい荷重で降伏した後、最大耐力に近い耐力を保持したまま大きな変形性能が確認された。

GFRP では、丸管タイプは、中空の A-1 では、最大荷重まではほぼ線形に挙動した後、荷重点で断面形状の保持ができなくなると同時に急激に耐力を失った。断面の形状保持性能を高めるために同じ丸管に樹脂モルタルを充填した A-2 は、A-1 に比べ最大荷重は若干大きくなるものの、最大荷重後、内部の樹脂モルタルの移動が生じ急激に耐力を喪失した。

充実断面の A-3~A-5 は、鋼管(A-6)の弾性挙動範囲に近い荷重-変位関係のまま、A-6 および A-1,A-2 に比べて大きな最大耐力を示した。ただし、最大荷重後は A-1,A-2 ほどの急激な耐力低下は生じないものの、不規則な耐力低下挙動を示した。所要の耐力性能を保証できる手すり部材として用いるためには、最大荷重後を含む荷重変位関係を所定の信頼性をもって制御しうる設計法の確立と、部材や材料の条件の特定が必要である。その観点から GFRP について、丸管タイプ (A-1,A-2) では脆性的な破壊に対する信頼性確保策の確立、充実断面タイプ (A-3~A-5) では最大耐力発揮後に見られた不規則かつ断続的に進行した破壊現象の解明とそれに伴う耐力喪失過程に対する信頼性確保策の確立が、課題として残った。

(2) 橋梁検査路の衝撃载荷試験

重錘の自然落下により手すり中央部の荷重部で計測された衝撃荷重を、図-4 に示す。中空断面 B-1 のみに脆性的な破壊がみられ、中空でない B-2~B-5 に比べて衝撃荷重は小さく計測された。B-2 では三点曲げ試験同様に内部の樹脂モルタルの移動が見られたものの、損傷が見られなかった B-3~B-5 とほぼ同じ衝撃荷重が計測された。

4. 結果および考察

GFRP 製手すりでは、充実断面とすることで従来一般的な鋼管手すりより大きな耐力を得ることができ、検査路手すりとして必要な衝撃荷重にも耐えられる可能性が高いことが示された。一方、最大耐力発揮後の耐力低下は顕著であり、部材各部で脆性的な破壊が生じるために、それら荷重変位関係を高い信頼性で制御することは困難が予想された。

GFRP を検査路手すりに適用するには、材料特性を見極めた上で確実に弾性挙動にとどまる範囲で用いるか、あるいは最大荷重後も急激な耐力低下を生じない部材や材料の開発、およびその力学的挙動を一定

の信頼性で保証できる設計法の確立が不可欠であると考えられる。

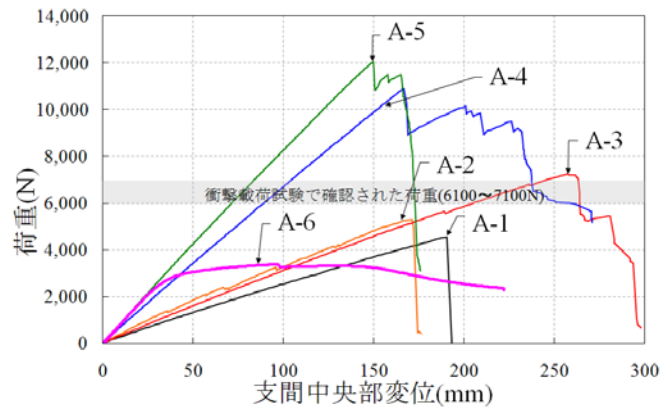


図-3 三点曲げ試験における変位と荷重

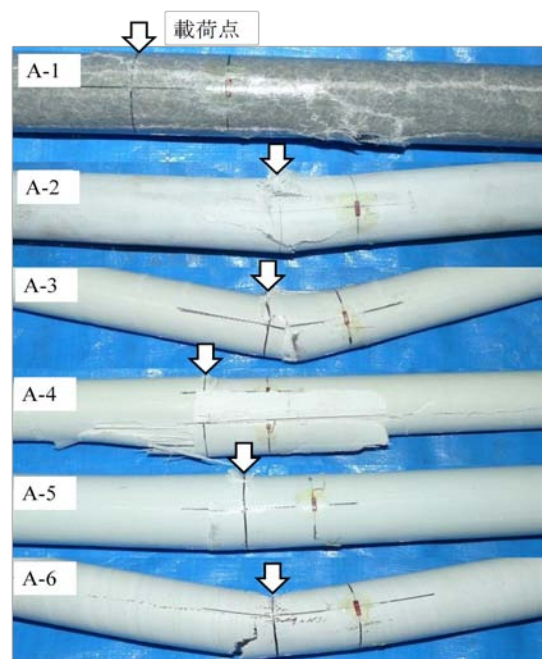


写真-1 三点曲げ試験の損傷状況

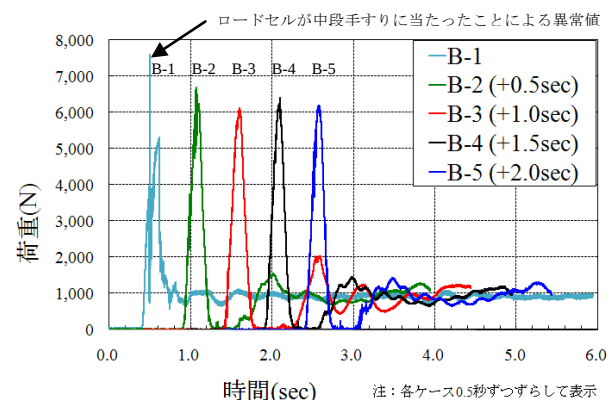


図-4 橋梁検査路の衝撃载荷試験