

10m 級 FRP 検査路の開発

Development of 10-m-long-FRP Inspection Access Way

永見 研 二*¹ 久保 圭 吾*² 佐藤 昌 義*³ 永谷 秀 樹*⁴ 小林 裕 輔*⁵
Kenji NAGAMI Keigo KUBO Masayoshi SATO Hideki NAGATANI Yusuke KOBAYASHI

Summary

In recent years, rationalized bridges, in which cross beam spacing is expanded to 10 m from the conventional 6 m, have been increasingly adopted to reduce infrastructure costs. A 10-m-long-FRP inspection access way applicable to a span of 10 m was developed for use in such rationalized bridges. This paper describes the results of the tests, including field loading and vibration tests performed to examine the performance of a 10-m-long-FRP inspection road used as an inspection road for bridges.

キーワード：FRP、検査路、載荷試験、振動試験

1. はじめに

当社では、さまざまな橋梁の付属物にFRPの採用を進めてきており、FRP検査路はFRP合成床版と並んで当社の主力FRP製品のひとつとして、横桁支間6mの従来橋梁へ適用する6m級（写真－1）FRP検査路を以前から製品化していた。

近年、社会資本整備におけるコスト縮減を目的として、剛性の高い床版と組み合わせて、横桁間隔を従来の6m

から10mまで広げて横桁数を減少させた合理化橋梁の採用が増加している。そのため、当社では、この横桁間隔が10mの合理化橋梁に適用可能な支間10mに対応した10m級FRP検査路を開発した（図－1，写真－2参照）。本報告では、この10m級検査路の開発において、橋梁用検査路としての性能照査のため実施した、実物大のモデルを用いた載荷試験および振動試験等の各種試験の概要について報告する。



写真－1 6m級FRP検査路



写真－2 10m級FRP検査路

*1(株)宮地鐵工所 技術本部保全部保全技術グループ課長代理

*2(株)宮地鐵工所 技術本部技術開発グループ課長代理

*3(株)宮地鐵工所 技術本部保全部長

*4(株)宮地鐵工所 技術本部技術開発グループ課長

*5(株)宮地鐵工所 技術本部保全部全部課長

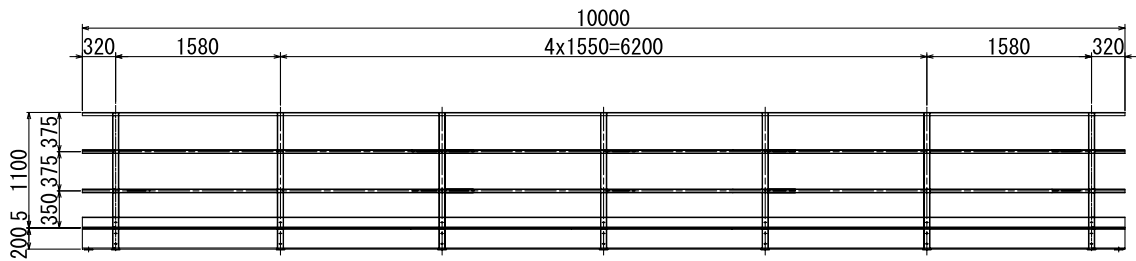


図-1 10m級FRP検査路の概寸

2. 梁材のサイズ

今回開発した10m級FRP検査路の梁材に適用する形材はC200×70×8×8のサイズを用いている。図-2に従来の6m級FRP検査路の梁材に適用する形材との比較を示す。また、表-1に設計条件と両者の設計結果を示す。

なお、検査路は、アーチ橋やトラス橋にも適合することから、これらの形式の橋梁が地上より高い場所に架設されることが多い。FRPは鋼材に比較して材料の弾性係数が低いため、特に支間が10mと長いFRP検査路では使用者の歩行時に検査路の振動大きくなる可能性があることが懸念された。そこで、FRPが軽いことから作業者の重量が振動に与える影響を考慮して、実物大モデルによる検証を行うこととした。

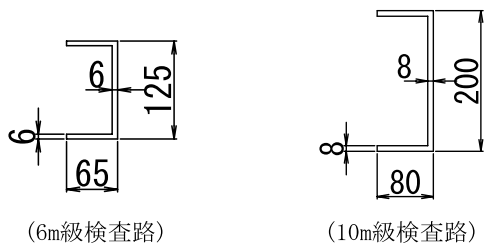


図-2 梁材のサイズ

表-1 設計条件と設計結果

		6m級	10m級
支間長	m	5.7	10
幅員	m	0.675	
群集荷重	kN/m ²	同左	
自重	kN/m ²	3.50	
集中荷重 (たわみ照査用)	kN	1.50	
断面性能	cm ⁴	1851.1	7890.8
フランジ下端応力度	N/m ²	47.1	56.8
たわみ	mm	13.0	19.1

3. 実物大モデルによる検証

(1) 鉛直荷重載荷実験

群集荷重に相当する荷重を、土のうを用いて載荷した(写真-3参照)。この試験結果より、設計荷重(群集荷重満載)に対して耐力があり、変位に対しても設計値より小さいことが確認された。



写真-3 鉛直荷重載荷試験

(2) 振動実験

振動計測は、以下に示す2種類の荷重状態の異なる試験において実施した。

① 衝撃応答試験：

支間中央近傍に衝撃荷重を、人間が台座から飛び降りることにより載荷した(写真-4参照)。

② 歩行振動試験：

人間が検査路を歩行する。また、2人以上は連行して歩行する(写真-5参照)。

衝撃応答試験の結果として、図-3, 4に応答加速度波形を、図-5に応答加速度のパワースペクトルを示す。この結果より、FRP検査路の自重に作業者分の重量が

加わるため、乗荷人数が多くなると固有振動数が低くなるが、5人の作業者が乗った状態でも、固有振動数は2.93Hzであった。一般的に、歩道橋では歩行者の歩調は



写真-4 衝撃応答試験



写真-5 歩行振動試験

ほぼ2Hzであり、固有振動数が2Hzに近い場合には歩行者に不快感を与えるため、好ましくないとされているため（「立体横断施設基準・同解説」（社）日本道路協会、昭和54年1月より）、この固有振動数は歩行に問題ない範囲であると考えられる。

また、歩行振動試験においては、歩行する作業者の人数が増加しても、振動体として有効となる重量の増加は小さいため、固有振動数の変化も小さくなる。このため、固有振動数は、衝撃応答試験で作業者が1人乗った状態での固有振動数（ $f=5.47\text{sec}$ ）に近い、6.05～5.66Hzとなっている。

以上より、FRP検査路の歩行による振動は、利用者には不快感を与えないものと判断される。

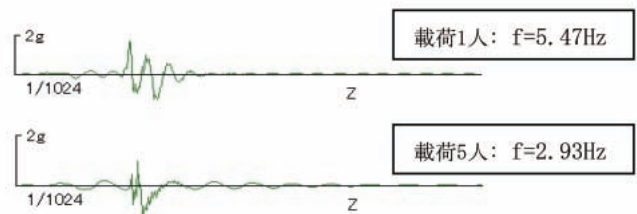


図-3 応答加速度波形（衝撃応答試験）

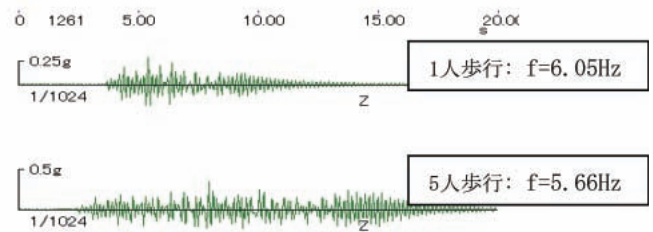


図-4 応答加速度波形（歩行振動試験）

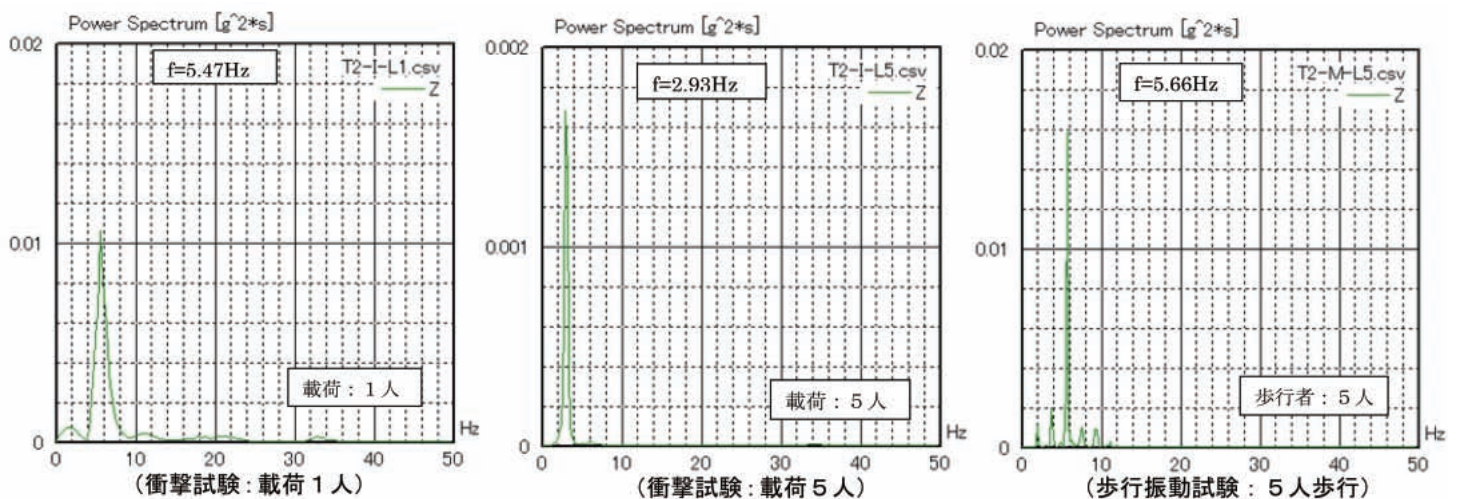


図-5 応答加速度パワースペクトル

(3) 手摺りの耐力試験

1) 手摺りの水平載荷実験

手摺りの支柱と梁材はボルトで固定しており、このボルトの支柱および梁材のウェブでの定着部の損傷に着目して、手摺りの水平載荷実験を行った（写真－6参照）。なお、この試験では、設計荷重の3倍まで載荷を行った。

この実験より、設計荷重の3倍の載荷荷重において、支柱本体、支柱および梁材のウェブのボルト定着部において、特に損傷のないことが確認された。



写真－6 手摺りの水平載荷試験

2) 落下試験

本検査路の手摺の設計荷重は、鋼製検査路と同様に「防護柵の設置基準・同解説 種別P（日本道路協会 H16.3）」に準拠している。よって、使用者が安全帯を手摺りに掛けた状態で落下し、手摺りが安全帯のランヤードの支持点となった場合は想定していない。



写真－7 落下試験

しかし、今回、使用者が安全帯を手摺りのみに掛けた状態で落下した場合を想定した、落下試験を実施した。

試験方法は、安全帯の衝撃試験と同様に、重さ85kgの重り（砂のう）に安全帯を設置し、手摺りに安全帯のランヤードを固定した状態で落下させるものとした（写真－7参照）。

この実験結果より、手摺りは損傷するものの、安全帯の手摺りの定着部は破断しないことが確認された。

4. まとめ

今回実施した各種試験より、以下の事項が確認された。

- ・ 10m級FRP検査路は設計荷重に対して十分な耐力を有している。
- ・ 使用者が安全帯を手摺りのみに掛けた状態で落下した場合を想定した落下試験においても、手摺りは損傷するものの破断しない。
- ・ 振動実験結果から、FRPは鋼材に比べて弾性係数が小さくたわみ易いが、使用者の歩行支障が生じない範囲の振動特性である。

また、今回の試験の期間中には、1人でも多くの人に検査路を歩いてもらい、歩行感覚の感想を得ている。そこで、殆どが、鋼製の検査路よりは揺れるが、特に恐怖心や不快を覚えるものでは無いとのことであった。試験では検査路を地上から高い位置に設置していないので、実際の橋梁に設置した場合、特に航路上の橋梁などで海面までの距離がある場合などは、違った感想になるかもしれないが、筆者の経験から、腐食した鋼製検査路に乗るよりは安全であることは間違い無い。

なお、この10m級FRP検査路の開発過程における構造改良の成果として、手摺りの支柱と梁材との定着方法、手摺の笠木、胴縁の支柱との定着方法について特許申請を行っている。

最後に、この10m級FRP検査路の開発においては、共同開発者として多大なるご協力を頂いたAGCマテックス（株）の関係各位に深く感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 稲田博史・栗田繁美・小林智則・佐藤昌義・久保圭吾：FRP材を用いた橋梁付属物の紹介 宮地技報 No.22, 2007

2009.2.18 受付