

# FRP管理橋の施工事例とその適用性

鷲見 幸弘<sup>1</sup>・山村 茂正<sup>2</sup>・日比 英輝<sup>3</sup>・古蔵 均<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 株式会社ヒビ 営業部 (〒503-1337 岐阜県養老郡養老町直江613-1)  
E-mail:sumi@hibi-frp.co.jp

<sup>2</sup>非会員 岐阜県西濃農林事務所 (〒503-0838 岐阜県大垣市江崎町422-3)  
E-mail:c24802@pref.gifu.lg.jp

<sup>3</sup>正会員 株式会社ヒビ 代表取締役 (〒503-1337 岐阜県養老郡養老町直江613-1)  
E-mail:hidekey@hibi-frp.co.jp

<sup>4</sup>非会員 株式会社ヒビ 設計部 (〒503-1337 岐阜県養老郡養老町直江613-1)  
E-mail:furukura@hibi-frp.co.jp

利水・治水を目的としたダム・河川・排水機場には、排水ポンプ、除塵機など多様な機械設備が設置されており、それら機械設備の操作または保守管理を目的とした管理橋を設けることが通常である。従来の管理橋設備は、鋼材を用い防食対策として塗装が成されているものが一般的である。しかし、経年劣化により生じる維持管理費と強度低下による危険性が大きな課題となっている。そこで、製品の長寿命化を図るとともに、軽量である特色も活かし施工の有利性と安全性を目的としてFRP製品を採用するに至った。本施工事例では、平成23年度に岐阜県で採用されたFRP管理橋の施工事例をとりまとめて報告する。

**Key Words** : FRP, 管理橋, 施工事例, LCC,

## 1. はじめに

ダム、河川、排水機場などには、多様な機械設備が設置されており、それらの操作または保守管理を目的として管理橋を設けることが通常である。従来の管理橋は、主に鋼材を使用しているため防食対策として塗装が成されているものが一般的である。しかし、屋外に設備される鋼構造物は、雨水などによる材料劣化の促進性が高く、周辺設備の保守管理を目的として設備される管理橋に於いても例外ではない。特に鋼製管理橋の歩廊部に用いられる縞鋼板および手摺り支柱の下部溶接部の腐食促進性が高いことは、既存設備の調査上明らかになっている。また、その維持管理に伴う再塗装、腐食部の補修、さらには本体の取り替えを余儀なくされ、膨大なライフサイクルコストが大きな課題にもなっている。

そこで、耐食性能に優れたFRPを使用することにより製品の長寿命化を図ることが検討された。また、軽量であるFRP材は、施工での有利性と安全性にも期待度が高く採用するに至った。ここでは、平成23年度に岐阜県養老郡地先の排水機場内に施工採用されたFRP管理橋の施工事例を報告する。

## 2. 施工事例の概要

本施工現場の排水機場には、除塵設備が屋外に設置され、その保守管理を目的として、管理橋を設置する計画であった。排水機場屋外設備一般図を図-1、管理橋の概要を表-1に示す。

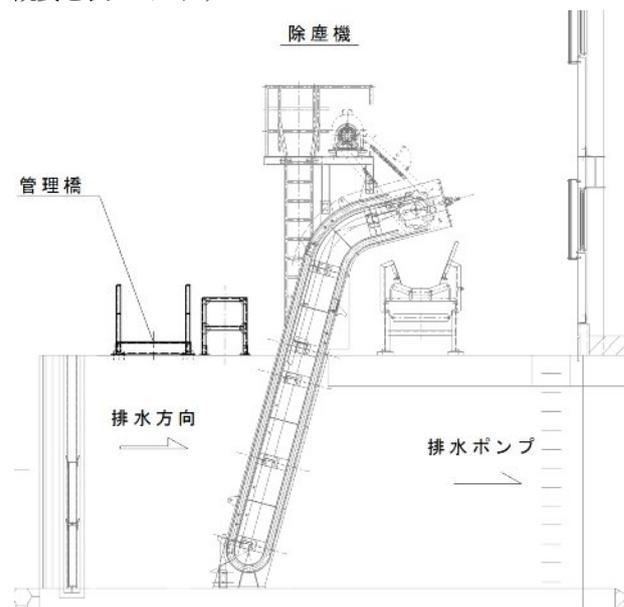


図-1 排水機場屋外設備一般図

表-1 管理橋概要

橋長	2.6m×2橋 (桁長 2.6m)
支間長	2.525m
有効幅員	1.0m
高欄高	0.9m

高欄高は、作業性を考慮し協議の上、0.9mとした。

### 3. 製品材質の検討

#### 3.1 要求された製品材質の条件

管理橋の製品材質の選定について、従来材料である鋼(SS400)製品とFRP製品とを次の項目について比較検討を行った。

- (1) 耐食耐久性能に優れている。
- (2) 製品の運搬と現場施工が容易である。
- (3) イニシャルコストが低価格である。
- (4) 維持管理費用が低価格である。

#### 3.2 材質の比較

##### (1) 耐食耐久性能

FRPの耐久性能は既往の研究<sup>1)</sup>および実用の結果により35年以上もメンテナンス無しで初期強度を維持し続けていることが明らかとなっている。鋼製品に関しては、およそ8年から10年毎に一度の維持管理塗装を行うことが通常で、経年約30年から40年で取替が必要になることが多い。これらのことからFRPが鋼製品と比較して耐食性能に優れていることは明確である。

##### (2) 重量

本施工事例における管理橋1橋当たりの製品重量は、FRP製品が鋼製品の1/2以下と軽量となり、クレーン付トラック(4t)による一箇所作業支点から2橋の据付が可能となった。一方、鋼製品の場合は、クレーンのランクアップが必要となった。施工性においても、施工速度および据付作業時の安全性の向上も期待される結果となった。製品の重量比較表を表-1に示す。

表-1 製品重量比較 (単位: kg)

	FRP	SS400
重量(1橋当たり)	190.8	425.8

##### (3) イニシャルコスト

本施工事例におけるイニシャルコストは、FRP製品が鋼製品に比べ約2倍と高価になった。しかし軽量なことにより据付にかかる人工の削減と据付重機の縮小から据付工事価格は鋼製品に比べ安価となった。工事価格を表-2に示す。

表-2 イニシャルコスト比較 (単位: 千円)

	FRP	SS400 <sup>2)</sup>
製品価格	2,800	1,090
据付工事価格	300	400
合計	3,100	1,490

#### (4) LCC

製品施工後の経年による維持管理費について次の条件を基に比較検討を行った。鋼製品の場合は、10年に1度再塗装を行うこととし、40年で製品本体の取替を行うものとする。以上の維持管理費を表-3に示す。

表-3 維持管理費 (単位: 千円)

	FRP	SS400
再塗装費(1回/10年)	0	790
製品取替費(1回/40年)	0	1,710

維持管理にかかるそれぞれの価格を経年に割り当て、FRPとSS400のLCCによる比較を図-2に示す。イニシャルコストで高価だったFRP製品は、鋼製品の2回目の塗り替え塗装でほぼ同等となり、3回目の塗り替え塗装では逆転し約20%の経費削減となった。さらに鋼製品の取替が予測される40年後には、約45%の削減が見込める結果となった。

また今回のケースでは、据付工事に要するコストが鋼製品とFRP製品がほぼ同等であったが、例えば、人力施工が必要な施工箇所や据付重機などに制限がかかる施工箇所<sup>3)</sup>の場合などは、FRPの軽量性が有利となり、それに伴うコストの削減が可能であると推察され、さらにLCCの削減が期待できる。

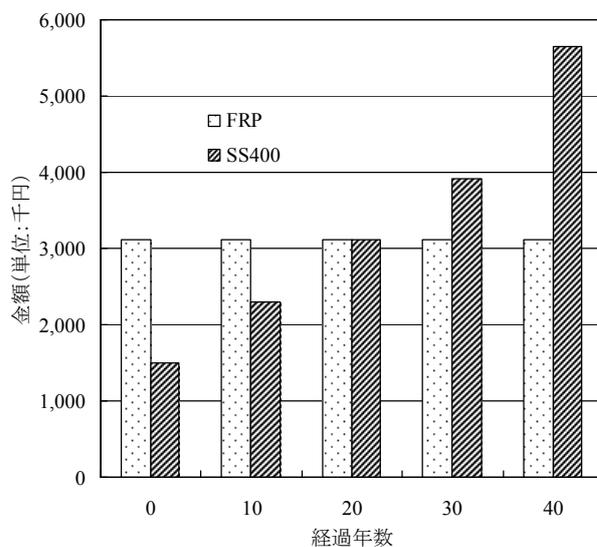


図-2 LCCグラフ

以上の比較検討結果により、FRP製品は従来製品と比較し、耐食耐久性に優れ、重量軽減による施工性と安全性の向上、LCCの有利性と多くの利点を有することから、本工事に適用する製品材質にFRPを採用することが決定された。

#### 4. 設計

設計には使用実績率が最も高いプレートガーダ形式を採用し、既往の基準書<sup>4)</sup>に基づき主桁には $3.5\text{kN/m}^2$ 、床板には $5.0\text{kN/m}^2$ の群衆荷重にて基礎的な計算を行った。次に本製品に実際に使用するFRPの物性値で換算した応力計算結果を基に、製品を構成する個々の部材の大きさと配置を決定した。主桁部のたわみ度は $1/600$ に設定し部材の選定を行った。防護柵については、一般の人に開放されない箇所とした基準<sup>4)</sup>に準拠した設計とした。管理橋の断面図を図-3、一般図を図-4に示す。

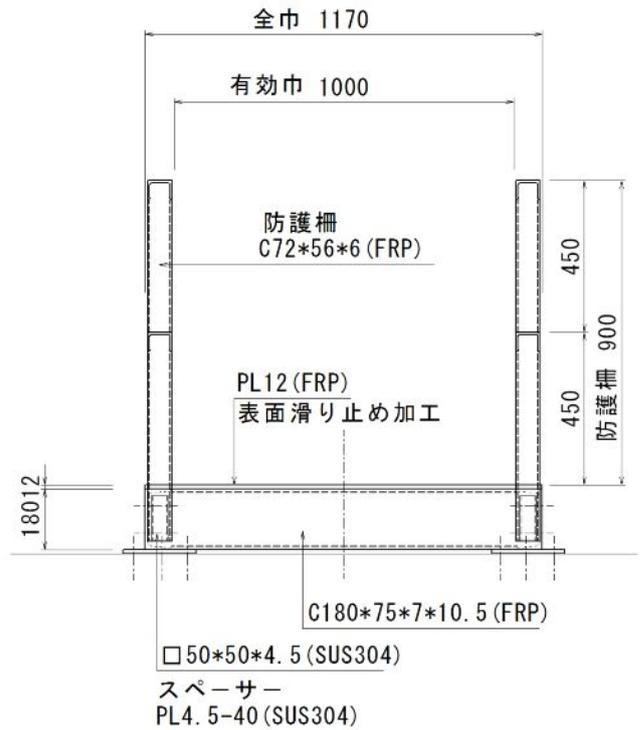


図-3 FRP管理橋断面図

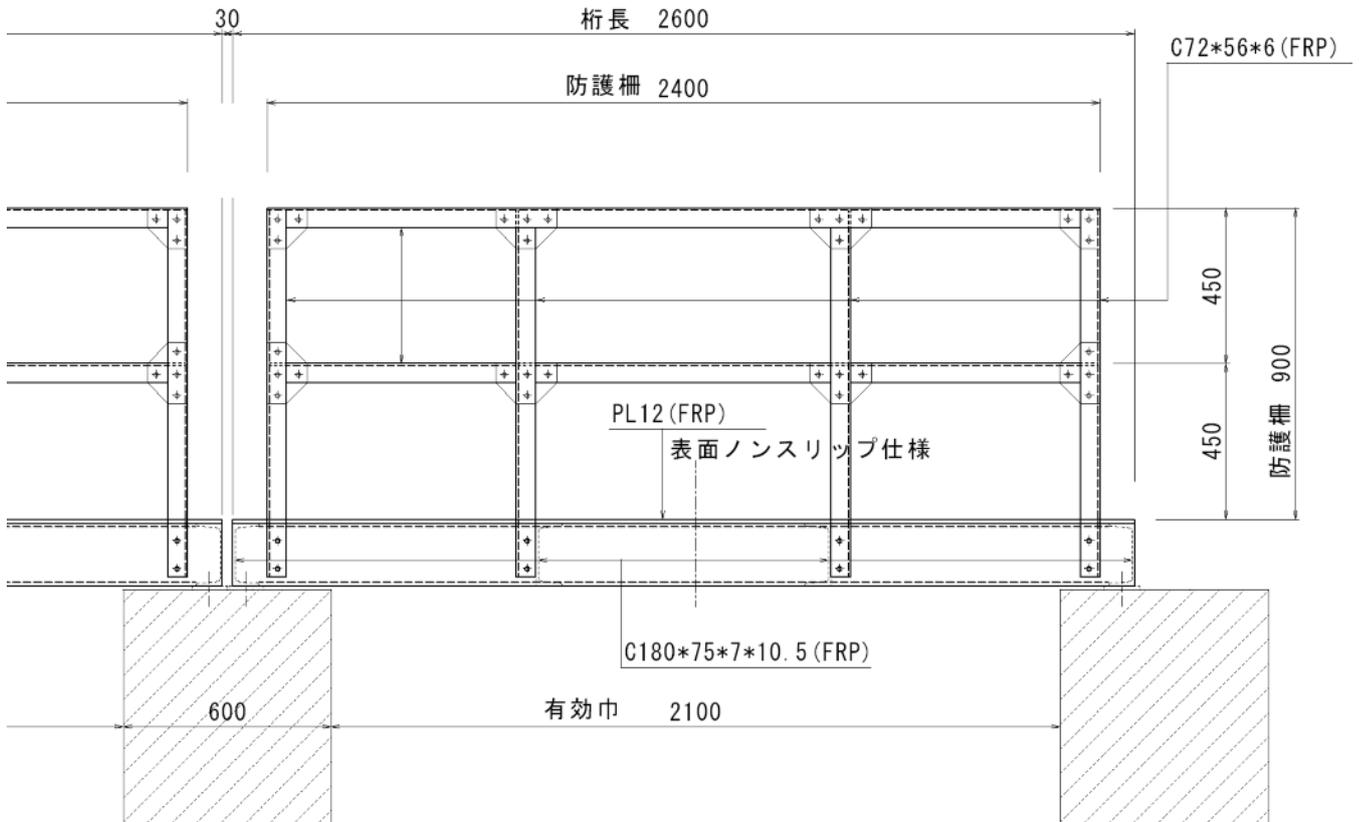


図-4 FRP管理橋一般図

## 5. 材料製作と表面処理

一般的にFRPは紫外線により劣化が生じるため、紫外線対策として適切な処理を施すことが不可欠であった。FRP材の耐候性能の向上手段として、高耐候性ゲルコート層を設けることが実績上においても非常に有効と考えられた。数ある成形法の中でもハンドレイアップ成形法は積層母体の保護としてゲルコート層を設けることが容易であったため、本製品に使用されたFRP材はハンドレイアップ成形法を用いた。ゲルコート層は直射日光を受光する全ての面に施された。

また通常のハンドレイアップ成形法で成形されたGFRPの弾性率は、10GPa程度と他の成形法と比較して低い数値となるが、積層体の圧縮工法により20GPa程度の弾性率としたことで、主桁のたわみ設計値への有効性を高めた。

## 6. 製作と組立

製作前に使用されるFRP部材が設計計算に用いられた物性値以上を有するか確認することが必要であった。このため強度計算上重視される主桁および床板に用いられる実際の部材を製作し、任意に試験片を取り出し試験基準<sup>5)</sup>に準拠した物性試験を行い、物性を明確にした上で製作を開始した。

物性試験に合格したFRP材料は、各部材の寸法に切断加工され、接着剤とボルト(SUS304)を併用した接合方法にて組立てられた。部材同士の接着面はサンディング処理を行った後、接着剤を塗布しボルト(SUS304)にて圧着固定し組立られた。組立状況を写真-1に示す。



写真-1 FRP管理橋組立状況

製品組立完了後には、FRP部材の切断面に対しては高

耐候性トップコートを塗布し、耐候性処理を施した。また防護柵の接合には美観と実用性を考慮し、六角ボルトの使用を避け、皿ボルト(SUS304)による固定を行った後、ボルト表面を耐候性トップコートにて化粧コーティングを行った。

また、雨天時にも安全に設備の管理が行えるように、床板表面にはサンドブラスト用珪砂を利用した滑り止め加工を施した。製品完成状況を写真-2に示す。



写真-2 FRP管理橋完成状況

## 7. 施工

製作完了した管理橋製品は、非常に軽量であることから工場内よりクレーン付トラック(4t)に積載され、現場搬入後、同車両にて一括架設する方法にて施工された。据付時の微調整も人力にて行え、据付に要した時間は2橋で1時間程度と非常に短時間にて施工することができた。据付状況を写真-2に示す。



写真-2 FRP管理橋据付状況

## 8. 完成

本工事の完成状況を写真-3に示す。



写真-3 完成状況

## 9. まとめ

本工事の施工事例より、FRP管理橋の適用性を以下にまとめる。

- (1) FRPの耐食性能は鋼製品と比較し、製品寿命において非常に有効である。
- (2) FRP管理橋は、鋼製品と比較して製品価格は高い。
- (3) FRP管理橋は、鋼製品と比較して、軽量であるため据付費用を軽減できる可能性が高い。

- (4) 軽量ゆえ、通常施工が容易な場所においても、クレーンなどの重機が小型化される可能性が高い。
- (5) 軽量ゆえ、人力施工範囲を拡大できる。
- (6) 製品重量の軽量性は、施工の安全性につながる。
- (7) LCCでは、鋼製品と比較して有利性を示しており、鋼製品の取替を想定した場合は、特に有効である。
- (8) FRP製品の各部位の接合方法についてFRPの特性を十分に活かした、新たな工法を開発することも必要である。

### 参考文献

- 1) 富山禎仁, 西崎到: 繊維強化プラスチックの水門設備への適用性に関する検討, 土木技術資料, 第47巻, 第12号, pp.54-59, 2005,12.
- 2) 国土交通省土木工事標準積算基準書(機械編), (財)日本建設情報総合センター, 2010,7.
- 3) 日比英輝, 岩本弘幸, 藤本良則, 古蔵均: 離島におけるFRP管理橋およびFRP水門の施工事例, 第3回FRP複合構造・橋梁に関するシンポジウム論文報告集, 土木学会, 2009,7.
- 4) 水門・樋門ゲート設計要領(案), (社)ダム・堰施設技術協会, 2001,12.
- 5) ガラス繊維強化プラスチックの引張試験方法 JIS K 7054, (財)日本工業規格, 1995,12.
- 6) ガラス繊維強化プラスチックの曲げ試験方法 JIS K 7055, (財)日本工業規格, 1995,12.

## THE CONSTRUCTION EXAMPLE AND APPLICABILITY OF A FRP MANAGEMENT BRIDGE

Yukihiro SUMI, Shigemasu YAMAMURA, Hideki HIBI, Hitoshi FURUKURA

Various machines, such as a drain pump and a dusting machine, are installed in the dam, the river, and the drainage pump station. A management bridge is prepared for the purpose of operation or maintenance management of these machines. Steel materials are used for the conventional management bridge, and they are painting for corrosive protection. However, the danger of being based on the administrative and maintenance expense and strength reduction which arise by aged deterioration has been a big subject.

Then, the lightweight special feature is also harnessed with extension of life-span of a product, and it came to adopt FRP products for the purpose of the profitableness and safety of construction. The construction example of the FRP management bridge adopted in Gifu Prefecture in 2011 is reported.