

北陸本線における防風柵の整備

Development of Windbreak Fence at Hokuriku Line



中村 洋一*¹
Yoichi NAKAMURA



酒井 啓充*²
Hiromitsu SAKAI



小松 篤史*³
Atsushi KOMATSU

要旨

本工事は、強風による運転規制が多発している北陸本線の小舞子駅～美川駅間にある手取川（てどりがわ）橋梁及び、小松駅～明峰駅間にある梯川（かけはしがわ）橋梁のそれぞれ海側に防風柵を設置する工事であり、本稿では主に手取川橋梁の防風柵設置工事について詳述する。

キーワード：防風柵設置工，強風時の輸送障害，輸送の安全と安定

1. はじめに

北陸本線では風運転規制による列車の遅れが頻発している。平成27年3月14日の北陸新幹線金沢開業により、金沢～東京間が直通することになったことで、在来線に接続する特急列車の安全・安定輸送がさらに重要視されるようになった。

一方、北陸本線では冬季の卓越した強い北西の季節風に起因する風運転規制による列車の遅れが頻発している。ここで、北陸線の強風によって運転規制の生じた日数を示す（図-1）。これにより、風運転規制が粟津・寺井（現：能美根上）間の梯川橋梁と、寺井（現：能美根上）・加賀笠間間の手取川橋梁に集中していることが報告された。

本工事では、JR西日本金沢支社が計画するこの二橋梁に対し、防風柵を設置することで、北陸本線の列車の安全・安定輸送を通じてサービス向上を図るものである。

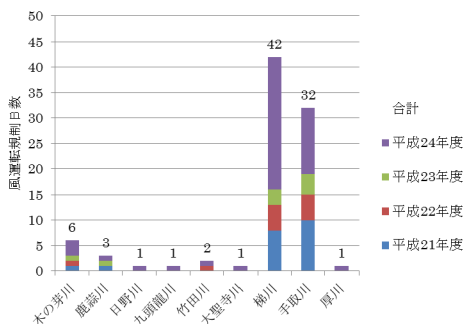


図-1 橋梁別風運転規制日数 (H21-H24)

2. 防風柵整備におけるJR方針事項

防風柵の整備に先立ち、両橋梁付近に予備観測風向風速計を設置し、強風時の風向を特定のうえ、防風柵の設置方向と設置区間の検討が行われた。予備観測は、平成24年3月13日から平成26年4月30日まで実施され、この間に両橋梁区域を中心に風運転規制が多く発令された。

予備計測の結果、両橋梁ともに橋梁部だけでなく周辺の盛土部（土工部）でも卓越した強風が観測されていた。また、卓越した強風は梯川橋梁では西～西北西、手取川橋梁では西南西～西の方角から吹く風が多く、いわゆる「海側」からの風が運転規制に至る強風となることが報告された。

したがって、防風柵は橋梁部に加え、前後の右岸・左岸の土工部もあわせて設置する方針に至った（図-2）。



図-2 防風柵整備範囲

*¹ 工事本部建設工事部建設工事グループ現場所長

*² 関西支社関西工事部関西建設工事グループ現場所長

*³ 関西支社関西計画部関西建設計画グループ副主任



写真一1 防風柵設置前（手取川下路トラス部）



写真一5 防風柵設置完了（手取川下路トラス部）



写真一2 防風柵設置前（手取川下路ガーダー部）



写真一6 防風柵設置完了（手取川下路ガーダー部）



写真一3 防風柵設置前（手取川避溢部）



写真一7 防風柵設置完了（手取川避溢部）



写真一4 防風柵設置前（梯川橋梁部）



写真一8 防風柵設置完了（梯川橋梁部）

3. 工事概要

工事名：手取川橋りょう外防風柵設置工事
 企業者：西日本旅客鉄道株式会社 金沢支社
 請負者：大鉄工業株式会社 北陸支店 防風柵作業所

(1) 手取川橋梁（表-1、図-3）

施工場所：石川県白山市湊町地内 小舞子駅～美川駅

表-1 手取川橋梁部 施工範囲一覧表

橋梁区間名	施工長	支持材設置方法	受梁設置方法	FRP製柵設置方法
下路トラス部(2連) A1～P2間	127.000 m	クレーンにて直接設置 (左岸河川敷道路に据付け)		
下路トラス部(4連) P2～P6間	255.000 m	運搬台車にて輸送 人力設置	運搬台車にて輸送 降下設備にて設置	ハンガーレールにて輸送 人力設置
下路PLガーダー部 P6-A2間	25.300 m	クレーンにて直接設置 (右岸堤防沿道路及び河川敷に据付け)		
避溢橋部	34.500 m	クレーンにて直接設置 (県道103号上線上のA1-P1間は道路規制による夜間取付け)		

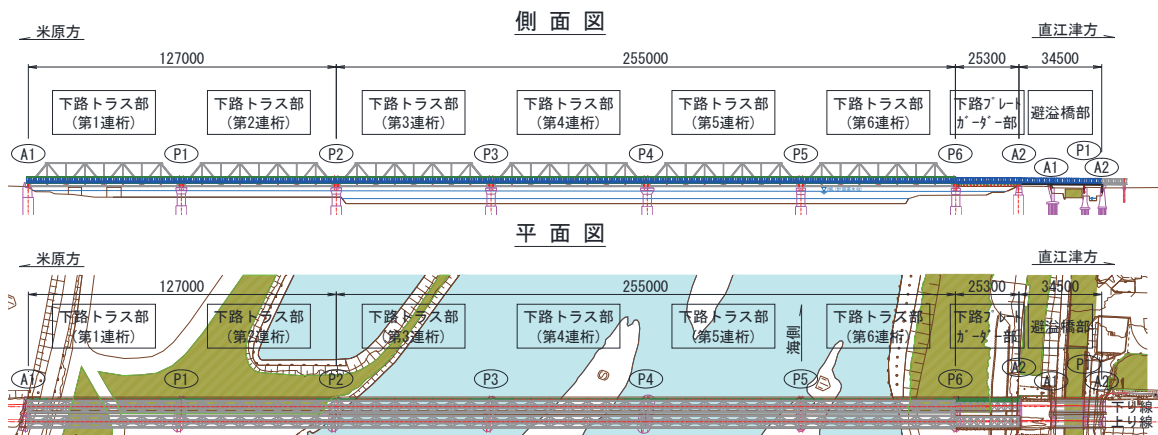


図-3 手取川橋梁部 施工区分図

(2) 梯川橋梁（表-2、図-4）

施工場所：石川県小松市地内 小松駅～明峰駅

表-2 梯川橋梁部 施工範囲一覧表

橋梁区間名	施工長	支持材設置方法	受梁設置方法	FRP製柵設置方法
橋梁部(7径間) A1～A2間	115.000 m	25t～100tクレーンにて直接設置 (右岸・左岸河川敷ヤードに据付け)		

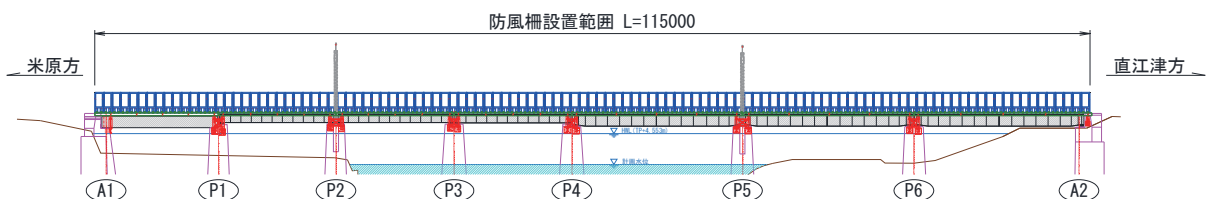


図-4 梯川橋梁部 施工区分図

4. 構造・仕様について

(1) 防風柵・受梁の構造

本工事で使用する防風柵は、高架橋で実績のあるFRP製パネル（全メッシュ：充実率60%）が採用されており、同パネルは70kg/枚と柵の中では比較的軽量で、人力による持ち運びが可能であることから、簡易的に設置作業を行うことができた。

一方、防風柵を受け並べる受梁構造は、比較的長い支間長と断続的な風荷重によるねじれ座屈への抵抗などの点から箱型断面が採用されることとなり、また断面端部にエンドプレートを設置し受梁内を密封状態にすることで内部の腐食防止を図る構造であった。

そのため、防風柵を固定するボルトはあらかじめ製作工場受梁の上フランジ内面に溶接固定しておく必要があったため、割付け間隔を事前に調整し、随時工場に指示した（図-5）。

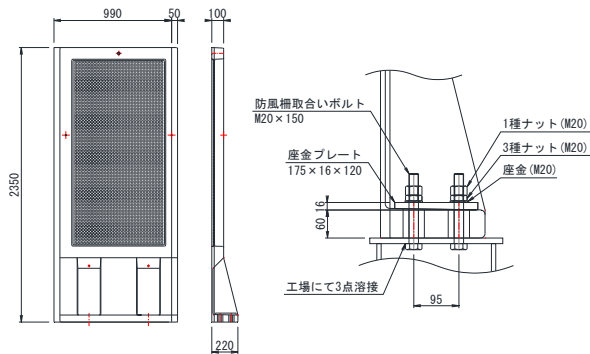


図-5 FRP製パネル構造

(2) 受梁支持部の構造（手取川下路トラス部）

手取川河川上に位置する下路トラス部の受梁支持部は、ブラケット構造によりトラス鉛直材に新たに孔をあけてボルトで接続することとした。なお、ブラケット設置箇所は下部と柵上部の二箇所固定することにより、各支持ブラケットが負担する荷重を約半分とし、また支点部でのねじりモーメントの発生を抑制することとした（図-6）。

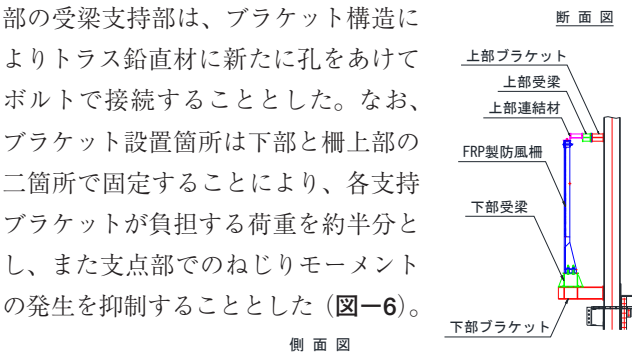


図-6 下路トラス部ブラケット構造

(3) 受梁支持部の構造（手取川下路ガーダー部）

手取川右岸の河川敷上に位置する下路プレートガーダー部の受梁支持部は、既設の橋側歩道（ブラケット・手摺り）を完全に撤去し、同箇所にブラケットを設置する構造であった。ブラケットは既存のボルト孔と補強のための新規孔を使用して、主桁補剛材に取付けた（図-7）。

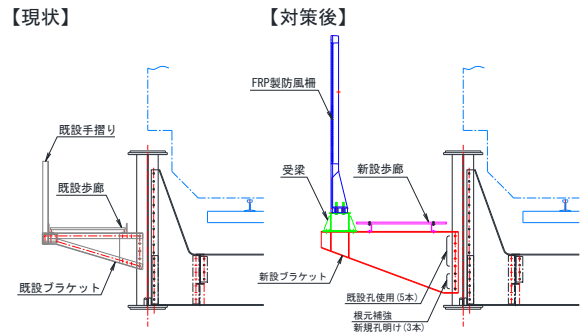


図-7 下路ガーダー部ブラケット構造

(4) 受梁支持部の構造（手取川避溢部）

手取川右岸の県道103号上に位置する避溢部の受梁支持部は、既設橋台・橋脚にモルタルアンカーで固定されたブラケット構造とした（図-8）。このとき、上部工のPC桁および既設の橋側歩道と干渉せず、道路建築限界・現況護岸を侵さない位置に設置した。

固定アンカーは現況下部工に設置するため、事前に入念な現地調査と測量を行い、一つ一つ問題点を解決していきながら製作に反映することとした。

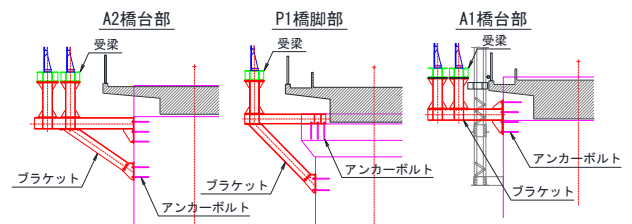


図-8 避溢部ブラケット構造

(5) 受梁支持部の構造（梯川橋梁部）

梯川橋梁部の受梁支持部は、既設橋台・橋脚の側面にモルタルアンカーで固定されたブラケット構造とした。設置条件として、HWLを越えない高さ且つ、河川の阻害率を侵さない平面位置でブラケットを設置した（図-9）。

固定アンカーは現況下部工に設置するため、手取川避溢部と同様に、事前に入念な現地調査と測量を行い、製作に反映することとした。

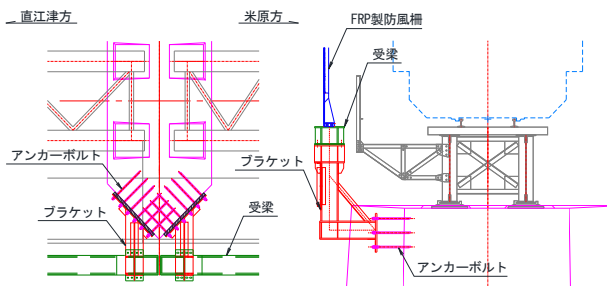


図-9 梯川橋梁部ブラケット構造

(6) 塗装仕様

前述のとおり当橋梁は海岸近くに位置しており、塩害の影響を顕著に受けている。当橋梁の塗装は厚膜型変性エポキシ樹脂塗料を主とした塗装系T-7を使用しているが、通常より早い周期で塗り替え塗装を実施していることから、防風柵の鋼材はこれに代わる塗装を検討した。

その結果、より耐久性が高く、海岸付近での施工に多くの使用実績がある炭素繊維を用いた無機系重防食塗料（マイティCF）を採用することとした（図-10、11）。

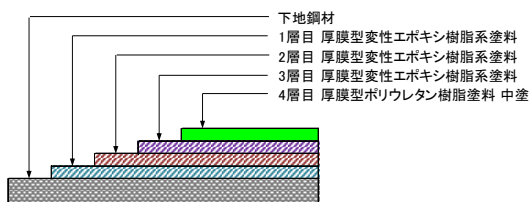


図-10 トラス部材の塗装仕様

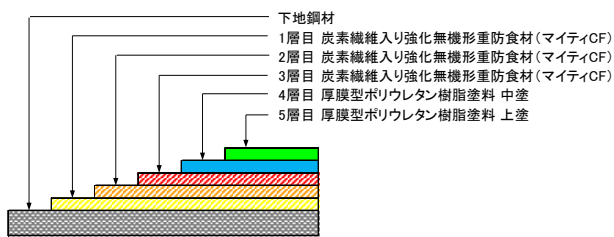


図-11 採用した塗装仕様（無機系重防食塗装）

張出し足場構造とした（図-12）。このときころばし材となる張出し鋼管材料は、足場内での重量物の運搬荷重も考慮して、ダブルの角鋼管を使用することとした（写真-9）。

工期短縮の一つとして、列車通過時の間合いでも関係なく作業を行えるようにするため、張出し足場内と列車建築限界との境界に、仕切りとして防護ネットによる目隠しをトラス部材側面に設置した。

防風柵設備などの部材の取付けや運搬作業も足場内の空間を確保した箱型構造とし、足場上部は水平材及び斜材（火打ち材）によって繋ぐことで、風荷重による水平力に耐えられる構造とした。

また、手取川橋梁部の防風柵構造は、柵上部でもブラケットと受梁を通して連結する構造となっているため、柵上部でも作業可能な中段足場を防風柵の外側と内側にそれぞれ設ける構造とした（写真-10）。

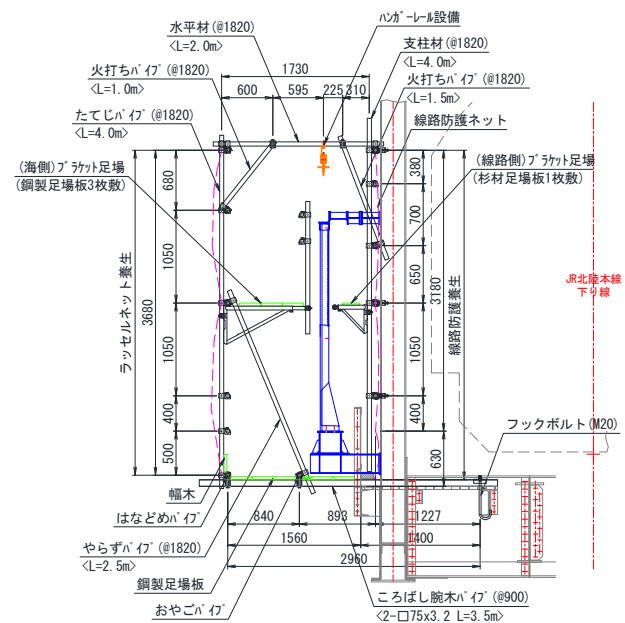


図-12 下路トラス部張出し足場

5. 施工方法

(1) 足場設備

防風柵設置作業は列車が非常に近接している箇所での施工であったが、現地工期短縮のため、出来る限り昼間作業で行う必要があり、そのための作業足場の設置方法をそれぞれ各所で検討する必要があった。

特に手取川橋梁部に関しては、施工延長も長く、組立解体作業を安全且つ簡易的に行うため、足場構造は既設の橋側歩道グレーチング上のフックボルトを支点とした



写真-9 張出し角鋼管



写真-10 張出し足場

(2) 運搬設備

手取川橋梁トラス部のP2～P6間に位置する河川上ではクレーン等により部材を直接設置することができないことと、右岸から左岸までの施工区間長が長いことから施工方法について検討した結果、張出し足場内に材料運搬設備を設置することとした(図-13)。

今回の施工では、足場内の比較的狭隘な空間で重量物運搬を行う必要があったことと、運搬設備自体も人力で設置・解体ができ、輸送作業も効率よく簡易にできることを条件にして考案した結果、倉庫の扉等に用いられているハンガーレール設備と、ローラーコンベアを反転使用にした運搬台車設備をそれぞれ使用して材料運搬を行うこととした。

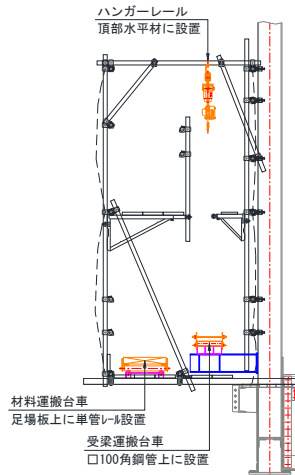


図-13 足場内運搬設備



写真-13 ブラケット設置

次に□100角鋼管による軌条設備を先に取り付けた下部支持ブラケット上に設置後、更に高耐力の運搬台車設備を用いて下部受梁を所定位置まで運搬した。その後、吊上げ降下設備を設置し、下部受梁の両支点を吊り上げ、運搬設備及び軌条設備を撤去した後に受梁を吊り下げ降下させて所定の位置に設置した(写真-14、15)。



写真-14 台車運搬状況(下部受梁)

(3) 施工手順

施工手順として、まず河川高水敷に材料荷揚げ用のラフタークレーンを据付け、張出し足場内への材料の取り込みを行うこととした(写真-11)。次に足場板上のレール走行を可能とした運搬台車設備を利用し、下部支持ブラケットを所定位置まで運搬後取り付けた(写真-12、13)。



写真-11 材料荷揚げ



写真-12 台車運搬状況(ブラケット)



写真-15 受梁降下設備

最後に張出し足場内上部に設置したハンガーレール及び走行ローラー(ベアリング)と軽量チェーンブロックを使用して、上部受梁及びFRP製防風柵パネルを吊り込み、所定位置へ橋軸方向に運搬輸送し、順次設置することとした(図-14、写真-16、17)。

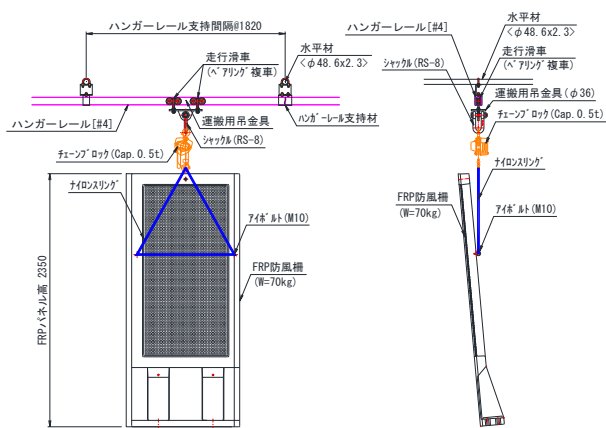


図-14 FRP製防風柵吊り方要領



写真-16 ハンガーレール設備



写真-17 FRP製防風柵設置

6. 受梁現場溶接

本工事では、支持材（ブラケット）設置支間長の制限より、約18mを超える部材の現地への運搬輸送が不可能であったため、受梁の現場溶接継手を行った。

このとき、現場溶接継手の仕口調整と溶接作業の拘束

を行うため、あらかじめ製作工場でエレクトロニクスを設置した。

また受梁断面の構造上、全周溶接を行う必要があったが、現場溶接における施工性と品質性を配慮して、常時溶接姿勢を下向き一定にするよう、受梁を反転させるための吊金具を受梁Web外面に製作工場で設置することとした。

連結後の受梁は、最大部材長で約40m以上のものもあったため、受梁の横倒れ座屈の防止も考慮して、現場での反転作業はクレーンの主フックと・補助フックをそれぞれ用いて、2台の相吊りにて行った（図-15、写真-18）。

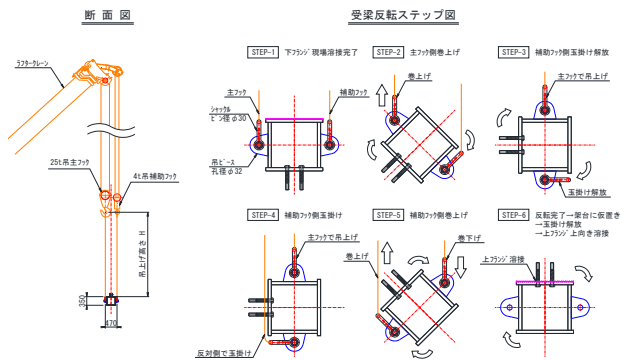


図-15 受梁反転要領



写真-18 受梁反転状況

7. おわりに

本工事の構造設計・施工を進めるにあたりご指導頂きましたJR西日本金沢土木技術センター及び、ジェイアール西日本コンサルタント土木設計本部の皆様ならびに、工事にご協力して頂きました大鉄工業防風柵作業所の方々に深く感謝し、誌面を借りて心よりお礼申し上げます。

2017.1.10 受付