

橋りょう付近における強風対策について

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○ 高馬 太一
前田 静男

1.はじめに

当該橋りょう付近では、日本海からの季節風にさらされる機会が多く、強風に対する列車の安全性の確保や運転規制の見直しが必要とされている。そこで本稿では、当該橋りょう付近の局所的な強風に着目し検討と対策に試みた。

2.周辺地形の風況

当該橋りょうは尾根を人工的に掘削した開口部にあたり、北北西や南南東の風向時には尾根地形を横切る風の流れが、断崖の開口部で流速を増し、強風の頻度が卓越する特別な区間であると考えられる。また、表-1 のとおり、橋りょう上でありながら 105mm のカントが設定されており、走行速度によっては転覆限界風速が低くなる条件にあることも考えられる。また、図-2 より、当該橋りょう付近において列車の運休や遅延本数が多く、強風の発現頻度が高いことが分かる。従って、強風に対する警戒の必要性に関しては外力の頻度と耐力の両面から卓越していると考えられる。

3.防風柵対策工の検討

3-1.転覆限界風速の推定

当該橋りょうを通過する列車の中で、最も軽量な車両キハ 120 系を対象として車両の転覆限界風速を算出し安定計算を行った。図-3 は、列車の走行速度と転覆限界風速の関係を表したものである。ここで海風時に外軌側の輪重がゼロとなる状態を内方転覆、山風時に内軌側の輪重がゼロとなる状態を外方転覆と定義し、各々、柵が無い場合を□○、柵を設置した場合を■●で表した。なお、柵は高さ 3m;遮蔽率 60%の場合を表している。この図より、(現状)柵が無い場合の転覆限界風速は 25m/s 以上で、柵を設置した場合には 37m/s となることが分かった。また、走行速度や風向が大きく影響することが分かった。ここで、「強風下での車両に働く空気力と低減対策に関する風洞試験 2004.9(鉄道総研報告 Vol.18,No.9)」によると、防風柵の構造に関しては高さ 2m;遮蔽率 100%を設置した場合の方が、「海風時の転覆限界風速が高くなることが十分期待できる」ことが風洞試験等で確認されており、安全性の更なる向上が期待できる「高さ 2m;遮蔽率 100%」を第一案とし、「高さ 3m;遮蔽率 60%」を第二案に考えることにした。

3-2.防風柵設置方法の検討

表-2 において橋りょう部の防風柵設置方法の検討を行った。ここでは実現性が高い「橋脚に直接取り付け」工案を採用することにした。次に、橋脚基礎の状態を把握する為に衝撃振動試験を実施し橋脚の固有振動数から健全度判定を行った。その結果、健全度指標は全て 0.86 以上で判定は B となり、現状では問題は少ない橋脚であることが



図-1 位置平面図

表-1 橋りょう概要

橋りょう諸元	径間25.8m、単T桁(L=6.1m)4連、直接基礎
線路諸元	有道床、R=400m、C=105mm、S=5mm

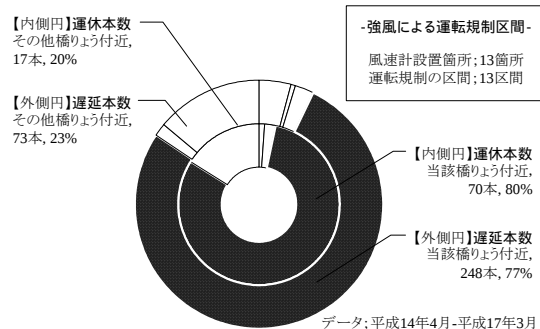


図-2 強風による運転規制の頻度

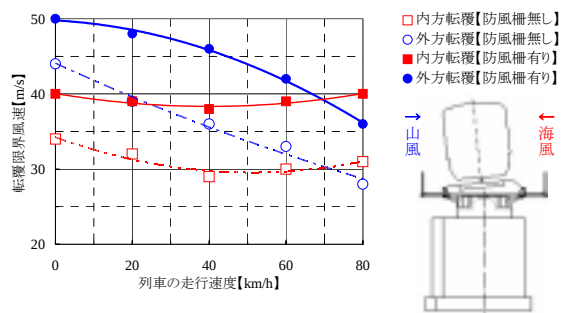


図-3 列車の走行速度と転覆限界風速の関係

キーワード 強風, 転覆限界風速, 防風柵, 橋脚補強, 運転規制

連絡先 〒683-0036 鳥取県米子市弥生町2番地 西日本旅客鉄道(株)米子支社施設課 .0859-32-0222

確認できた。次に、当区間の最大入線機である DD51 に対して橋脚の安定計算を行った。その結果、橋軸直角方向で一時(列車通過時)の安全率は 2.1(>2.0)となり、現状では安定していることが分かった。但し、柵を設置した場合には「転倒」で安全率を満足できないことが判明したため、柵の設置に合わせて橋脚補強を行うことにした。

表-2 防風柵設置方法の検討【橋りょう部】

工案	第1案	第2案	第3案	第4案
	橋桁に直接取り付けの場合	橋脚に直接取り付けの場合	単独で設置する場合 河床に直接支柱を建込む	単独で設置する場合 対岸に支柱を建込み1スパンとする
所見	防風柵の支柱長さが短く鋼材断面寸法が小さくなる 死荷重の増大、桁の耐力が低下する恐れがある	防風柵の支柱長さが長く鋼材断面寸法が大きくなる 死荷重の増大、橋脚が不安定になる恐れがある	橋桁及び橋脚に、負荷を与えない工法である 河床の流水阻害となる恐れがある	橋桁及び橋脚に、負荷を与えない工法である 強風時に列車運行を支援する恐れがある
対策	橋桁補強	橋脚補強		
評価	○	◎	△	×

3-3.防風柵設置延長の決定(表-3, 図-4)

防風柵の設置延長の検討を行った。強風が生じる可能性として、「北西から北までが想定されること、冬季に西寄りの風向が多いこと」から、柵の影響範囲に余裕を持たせる十分な設置延長として、起点方に 20m 延長した 414k120m から 414k220m までの 100m とした。

3-4.工事概要

工事概要を表-4 に示す。防風柵は、橋りょう部 28.5m、土工部 71.5m の総延長 100m の施工を行い、3 基の橋脚に対しては、幅 30cm の拡幅を行った。各々図-6 および図-7 に示す。

3-5.対策効果の推定

対策効果の推定として、運転規制の頻度比較を行った。防風柵による風速 30m/s 以上の耐力を勘案し、現行の運転規制と新たな運転規制を過去のデータを用いて比較した結果、7 件(運休 21 本、遅延 100 本)が 3 件(運休なし、遅延 13 本)まで減少することが推測される。従って、当該橋りょう付近では新たな運転規制の導入によって遅延本数で約 8 割の解消が期待できることと思われる。

4.おわりに

本稿では、局所的な強風に着目し検討と対策を実施した。現在、山風に対しては未対策のため、通常速度 80km/h で走行した場合には転覆限界風速は 30m/s 以下となる。しかし速度制限を含めた運転規制を設定することによって、転覆限界風速が高くなることが図-3 で確認できており、それらを導入することによって、安全性のみならず、輸送の安定性も確保できるものと考えられる。

最後に、本検討にあたっては、(財)鉄道総合技術研究所気象防災研究室に技術指導をいただいた。ここに謝意を表す次第である。

表-3 風向の推定

起日	風速 m/s	推定 風向	アメダス	気象概要
04/08/03	25.0	山	WSW	寒冷前線の前面の気流
10/28/03	33.4	海	W	寒冷前線の通過
12/20/03	30.0	海	W	冬型の気圧配置
01/22/04	28.3	海	W	冬型の気圧配置
02/14/04	30.0	海	WSW	寒冷前線の後面の気流
04/26/04	27.4	山	SE	温暖前線の通過
06/21/04	28.3	海	W	台風西側

風速25m/sに達した日を対象

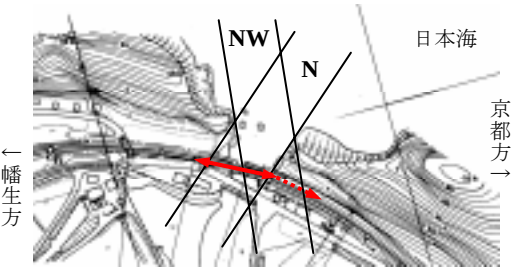


図-4 防風柵の設置延長

表-4 工事概要

工 種	内 容
防 風 柵 工	H=2.0m、遮蔽率100%、溶融亜鉛アルミ合金メッキ製 橋梁部 L=28.5m 土工部 L=71.5m (35@2.0m)
橋脚補強工	3基 (P1、P2、P3)



図-5 防風柵施工後

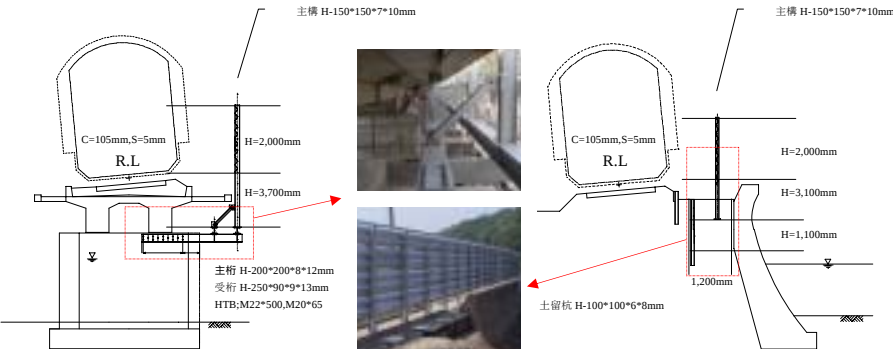


図-6 防風柵断面図(左から、橋りょう部、土工部)

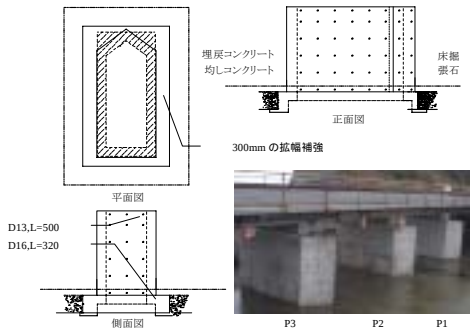


図-7 橋脚補強