列車風圧等による繰り返し応力が鉄道用 GFRP 製防風柵に与える影響評価

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 〇宇佐美 俊介 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 中山 太士 関西大学環境都市工学部都市システム工学科 正会員 石川 敏之 関西大学環境都市工学部都市システム工学科 平岩 達紀

1. はじめに

強風が頻繁に発生するような地域の鉄道会社では、 電車の徐行運転や運転見合わせの回数を減少させる目 的で防風柵を設置する場合がある.弊社では、局地的 な強風対策として軽量で比較的安価なガラス繊維強化 プラスチック(GFRP)製の防風柵の設置を進めている. GFRP 製防風柵はメッシュ部材、軌道側部材、沿線側部 材の3部材を加圧接着し製作されている.

GFRP 製防風柵を採用する際に,静的載荷試験が行われ,風荷重3.0kN/m2の3倍に相当する荷重まで載荷しても破壊に至らないことが確認されている.しかし,メッシュ部材は軌道側部材と沿線側部材に接着接合されているのみであり,この箇所に対する強度評価や耐久性評価は行われていない^{1).2)}.

そこで本研究では、防風柵に生じるひずみ計測を行い、列車や局地風が接着接合部に及ぼす影響を明らかにする.

2. 防風柵に生じるひずみの計測概要

計測対象の防風柵は、実際に現地に施工されている ものを用いる.計測は0.005秒間隔で行った.単軸ひず みゲージの貼り付け位置とその方向を図-1に示す.ひ ずみゲージは民地側の面に貼り付けた.



図-1 ひずみゲージの計測位置

3. 計測結果

1)列車が GFRP 製防風柵に及ぼす影響

ひずみ計測を行った路線では、それぞれ通過速度等 が異なる普通列車、新快速列車、特急列車が運行され ている。今回は、接着幅が最も狭いメッシュ部下端の CH4 に着目し、図-2 に下り線特急列車通過時に防風柵 に生じるひずみ波形を示す。列車が防風柵の位置に差 し掛かったときに最も大きなひずみが現れていること がわかる。

2)上下線の違いが GFRP 製防風柵に及ぼす影響

防風柵に最も影響を及ぼしている特急列車が上り線 と下り線を通過した際のひずみ範囲を用いて,上下線 の違いが防風柵に及ぼす影響を確認する.接着接合部 近傍の CH4 に着目し,図-3 に上り線の特急列車が防風 柵を通過した際の波形を示す.図-2,3 から,列車が通



図-2 下り線特急列車通過時のひずみ波形 (CH4)



図-3 上り線特急列車通過時のひずみ波形 (CH4)

キーワード 繊維強化プラスチック, GFRP 製防風柵, 現場計測, ひずみ計測, 接着接合 連絡先 〒601-8411 京都市南区西九条北ノ内町5番地の5西日本旅客鉄道(株)京都土木技術センター TEL075-682-8116 過する線別によって、ひずみ波形が異なることがわか る.下り線では列車が防風柵の位置に差し掛かったと き、大きなひずみが現れるのに対し、上り線では徐々 にひずみが大きくなっている.

下り線を特急列車が通過した際の、全てのひずみ計 測位置に対する,ひずみ範囲頻度分布のサイクル数と 最大ひずみ範囲成分を表-1 に示す. この表より接着接 合部近傍のCH1,4および9は、他の箇所に比べて最大 ひずみ範囲が大きいことがわかる. 接着接合部近傍の CH1,4および9の総サイクル数の値はほぼ同じであっ た.

3)風が GFRP 製防風柵に及ぼす影響

風が GFRP 製防風柵に与えるひずみ範囲を評価する. 図-4 に微風時と強風時のひずみ波形を示す。波形の拡 大図は列車通過時の波形である.図-4の風速 18m/sの ひずみ波形では、列車の通過によって生じるひずみが 波形を拡大しないと確認できない程に大きいひずみが 何度も生じていた. 強風による最大ひずみ範囲成分も 無風時のそれより大きく、特急列車による最大ひずみ 範囲成分と同様の値になった. 風速 5m/s, 10m/s では風 による半サイクルの総数は無風状態に近いため防風柵 への影響は小さいといえる.

4. 防風柵の挙動

各計測位置で測定されたひずみより防風柵の挙動を 確認する. 接着接合部近傍, メッシュ部枠外とメッシ ュ部中心ではこのようにひずみの値に差が生じること がわかった.これを図に示すと、防風柵は図-5(a)のよう に防風柵全体としての変形挙動に加え, メッシュ部で

	表-1	半サイ	クルの)総数と	- 最大ひ	、ずみ	範囲)	成/	分
--	-----	-----	-----	------	-------	-----	-----	----	---

	半サイクルの総数	最大ひずみ範囲成分
	(回)	(μ)
CH1	906	103.5
CH2	827	47.5
CH3	844	121.5
CH4	919	200.5
CH5	1	6.5
CH6	65	46.5
CH7	63	68.5
CH8	847	144.5
CH9	939	169.5
CH10	697	47.5
CH11	778	94.5
CH12	821	107.5

200

100

0

-100

-200

400

ひずみ(川)

は局部的な変形も生じ, 重畳的な挙動を示すことがわ かった. また, 強風が発生した際も列車通過時と同様 に図-5(b)のような防風柵の挙動を示すことがわかった. 5. まとめ

GFRP 製防風柵に生じるひずみ計測を行い、列車や局 地風が接着接合部に及ぼす影響について調べた. 主な 結論を以下に示す.

- 1) 対象路線を通過する列車の中で、特急列車が接着接 合部に及ぼす影響が最も大きかった.
- 2)下り線では、列車が防風柵の位置に差し掛かったと きに大きなひずみが現れ、上り線では、最初に大き なひずみは生じないが、ひずみが生じている時間が 長く,下り線と比べて,高いひずみ範囲が繰返し載 荷されていた.
- 3) 今回の計測の範囲内では、防風柵のメッシュ部以外 (沿線側部材)には、大きなひずみが生じていない ことが明らかとなった.
- 4) 風速 10m/s 以下の風が断続的に発生しても, GFRP 製 防風柵にひずみがほとんど発生していないことがわ かった.
- 5) 本計測内で最大の瞬間風速 18m/s の強風が発生した 際、特急列車通過時に生じたひずみ範囲成分よりも 高いひずみ範囲成分が生じた.
- 6) 特急列車通過時および強風時, GFRP 製防風柵が全体 としての曲げ変形挙動とメッシュ部の局部的変形が 生じ、それらが重畳的することがわかった.

参考文献:

- 1)佐藤大輔,神谷弘志,秋山保行,小関昌信:新材料を用い た防風柵の開発, JR EAST Tech Rev, 32 号, pp.41-44, 2010.8
- 2) 高松哲也: FRP を中心とした複合材料の現状と将来(その 1 ガラス繊維強化プラスチック),日本ゴム協会誌, Vol.60, No.8, pp.423-432, 1987.



