

ガードレール支柱緊急補強材の開発

西日本高速道路エンジニアリング中国（株） 正会員 ○大田 一成
西日本高速道路エンジニアリング中国（株） 南谷 直希

1. はじめに

高速道路は開通から 30 年を超える道路が約 6 割と老朽化が進んでいる。ガードレールは経年劣化や凍結防止剤の散布による腐食の進行が顕著であり、特にガードレール支柱地際部では錆が極度に進行した状態となっている。そのため、断面減少や破孔による防護柵としての安全性低下、年月の経過による腐食件数の増加が懸念されている。対策として、いくつかの補修工法が提案されて施工も行われているが、専用機械や複数の工具等が必要となり車線規制も不可欠となる。そこで更新工事までの暫定的な措置として、人力施工で設置・取外しが簡単にでき、車線規制を削減できる、新しい『ガードレール支柱緊急補強材』を開発したので報告する。

2. 開発要件と構造

開発にあたり他工法の課題等を整理し、表-1 に示す要件を設定した。



写真-1 橋梁部ガードレール損傷例

表-1 緊急補強材の開発要件と理由

緊急補強材の要件	理由
①支柱内部で補強する	・ 構造物に埋設してある支柱で利用できる。 （コンクリートを壊さない） ・ 光ケーブルなどの埋設協議が不要。
②支柱とレールを連結する 既存ボルトを取外さない で補強する	・ レールを復旧する際、ボルト孔が合致せず作業効率が低下。 ・ カーブではレールを強制的に固定していたため、弾性力が働き 復旧作業が人力では難しくなる。 ・ ボルト類の取外し工具や切断工具が不要となる。

緊急補強材の構成

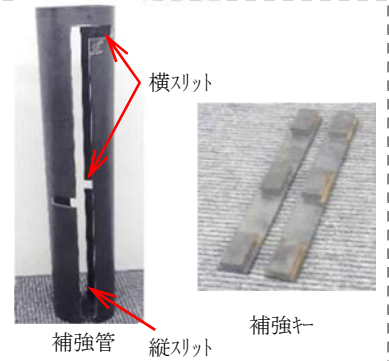


写真-2 緊急補強材

上記要件に合致するよう写真-2 に示すスリット入りの補強管とスリットの強度を補う補強キーを試作した。

3. 強度の試算と改良

写真-3 に示すように、防護柵の設置基準・同解説(H28.12 日本道路協会)の P111 の試験方法に準じて、変位量 300mm の範囲で静荷重試験を実施した。試験は、断面減少($t=4.5 \rightarrow t=3.0$)を施した再現支柱を準備し、補強材の中に設置した状態で行った。その結果、健全支柱の強度(37.0kN)を 1.0 とした時の強度比が 0.58 しか至らず強度向上が課題となった。そこで補強材について、材質と厚さを表-2 に示すとおりに変更を行った。その結果、健全支柱に対する強度比が 0.58 から 0.80 に向上したが目標の 1.0 に至らなかった。そこで、更なる補

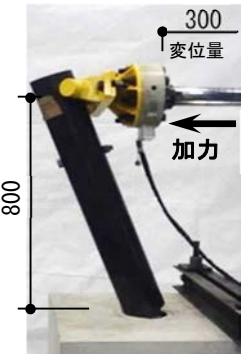


写真-3 試験方法



写真-4 リブ補強

強方法を検討し、写真-4 に示すように補強管の地際部について平鋼(W=15、 $t=3.0$)によるリブ補強を行うものとした。その結果、補強効果が向上することにより改良品は健全支柱に対する強度比が

表-2 改良点一覧

改良箇所	試作	改良
補強管材質	STK400	STK490
補強管肉厚	$t=4.5$	$t=6.0$
補強キー材質	SS400	変更なし
補強キー肉厚	$t=6.0$	変更なし

1.33 まで向上できた。

キーワード：構造物老朽化、たわみ性防護柵、防護柵の安全性、緊急補強

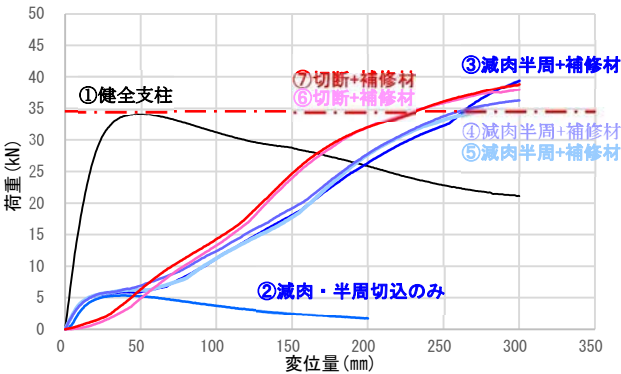
連絡先：〒733-0037 広島市西区西観音町 2-1 西日本高速道路エンジニアリング中国（株）事業開発部 TEL082-532-1437

4. 最終試験の結果

最終試験として、表-3 に示すように更に条件の厳しい地際部が減肉し半周切込みをいれた再現支柱 (③、④、⑤) と完全に切断した再現支柱 (⑥、⑦) に補強材を設置し静荷重試験を行った結果、図-1 に示すとおり、変位量が多いものの健全支柱の強度比で 1.1 程度の強度を確認した。

表-3 静荷重試験結果

番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
支柱の状態	健全支柱	減肉及び半周切込支柱 肉厚14.5⇒13.0に切削及び半周切込み				切断支柱 (完全切断)	
支柱の規格	STK400 φ139.8× t4.5	STK400 φ139.8×t4.5				STK400 φ139.8×t4.5	
補強管の種類	なし	なし	STK490			STK490	
補強管寸法	—	—	外径114.3×t6.0×リブ補強			外径114.3× t6.0×リブ補強	
補強キー方向	—	—	垂直(右側)			垂直(右側)	
支柱断面							
図の赤破線は切込みを示す							
最大荷重(kN)	34.2	5.4	39.4	35.5	36.2	38.3	39.2
強度比率	1.0	0.16	平均 37.0			平均 38.7	
			1.08			1.13	



※日本道路協会「橋梁用ビーム型防護柵設計方法」に記載されている静荷重試験を参考とし実施。
※加力は載荷速度を 1 mm/秒とし、支柱の水平変位量 300 mm に達するまで行った。

図-1 荷重-変位曲線

5. 衝撃荷重試験の結果

静荷重試験について健全支柱と同等以上の強度を確認したので、衝突時の効果が十分であることを衝撃荷重試験で実施した。試験は首都高速道路 (株) が実施した例※1) を参考に試験体番号①、②については 7.35kJ、③については 10.29kJ のエネルギー量を決定し、最大変位量、吸収エネルギー等を健全支柱と比較検証し効果の確認を行った。

試験結果を表-4 に示すように、静荷重試験と同様に①に対して②、③は、最大変位量で約 100mm～150mm 大きくなったが、再現支柱は破断しておらず新品と同程度の吸収エネルギーが確認できた。また、補強管についても異常は見られなかった。この結果から今回開発した補強材については、ガードレール支柱地際部の腐食や破孔に対して十分な補強効果があることが分かった。

6. 試験施工

実施工を想定して高速道路上において試験施工を実施し施工性を確認した。ガードレール支柱の蓋を撤去するために工具を使用する必要はあるが、1 箇所当たり約 5 分と迅速に設置が可能で施工性が優れていた。

7. まとめ

本補強材は、静荷重試験、衝撃荷重試験、試験施工の結果から補強効果も確認でき簡単に設置できることから、安全性の向上に資するものと考えられる。なお、本補強材は φ139.8 支柱に対応したものであり、これ以外の支柱対応を今後も継続的に検討していく。

本補強材の構造については「特願 2022-027934」で特許出願中である。

参考文献

※1) 土木学会； 第 63 回年次学術講演会「VI-094 首都高速における中央分離帯ガードレール支柱基部腐食の応急対策について」(鈴木寛久他)
P187-P188

表-4 衝撃荷重試験結果一覧

試験体番号	試験体種別	重錘重量 (kg)	落下高さ (m)	最大変位 (mm)	吸収エネルギー (kJ)
①	健全支柱	300	2.5	199	7.7
②	肉厚1.5mm減、 半周破孔再現支柱	300	2.5	301	8.2
③	+補強材入り	300	3.5	352	9.9



写真-5 ②支柱の試験後