

RC 支柱式高欄の変状に対する応急対策工法の検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○河井 勇樹
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 福本 守

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 湯浅 康史
大鉄工業株式会社 津島 佑一郎

1. はじめに

鉄道高架橋の一部区間において、RC 支柱式高欄（写真-1）の変状が認められている。RC 支柱式高欄は、図-1 に示すとおり、工場製造されたプレキャスト板（以下、PC 板）を両端にある H 型の RC 支柱で挟み込み、RC 支柱が PC 板を支える構造となっている。この RC 支柱の打継部付近のかぶりコンクリートの剥落や鉄筋腐食に伴う高欄の揺れが増加傾向にある。高欄の揺れは、列車通過時に顕著であり、打継部を中心に線路直角方向に揺れている。強風時は高欄の揺れも大きくなることが想定されるため、写真-2 および図-2 に示すような溝型鋼材による応急対策を実施している。しかし、鋼材を設置する際、貫通ボルトで高欄と鋼材を固定するため夜間の線路内作業が必須となり、施工性や経済性が課題となっている。そこで、本検討では、RC 支柱式高欄の揺れに対する応急対策工法について検討した。

2. 対策工法の検討

2-1. 対策工法のコンセプト

既往の対策（図-2）では、高欄の揺れを抑制するために RC 支柱部を貫通するボルトで高欄と鋼材を固定している。これに対し本検討では、図-3 に示すように、RC 支柱を貫通させる必要がないように RC 支柱部のボルト径を小さくし、埋込長を短くした。これにより線路内作業が不要となるが、ボルト孔の遊間分だけ鋼材と RC 支柱がずれてしまい、重ね梁となる可能性が考えられた。このため、既存の RC 支柱に耐力の負担を期待せずに鋼材と地覆部のあと施工アンカーで所定の風荷重に耐えうる設計とした。

2-2. 設計概要

橋りょう上に設置する高欄の設計に用いる風荷重は、RC 標準¹⁾に示されている風荷重 (3.0kN/m^2) を、鋼材の座屈に対する照査は鋼標準²⁾を、あと施工アンカーボルトの破壊に対する照査は、JR 西日本土木建造物設計施工標準³⁾をそれぞれ適用した。また、RC 支柱部のアンカーボルトの照査に用いるせん断力は、安全側の評価として鋼材と RC 支柱を完全合成梁と仮定して算出した。照査の結果、今回の設計（図-3）で所定の風荷重による曲げモーメント、せん断力に耐えられることを確認した。さらに、本検討で着目した高欄の揺れは、打継部の変状が原因のため、コンクリートの状態が健全な支柱上部の鋼材は省略し、コストダウン、省力化を図った。



写真-1 RC 支柱式高欄

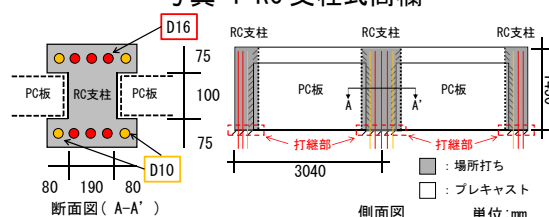


図-1 RC 支柱式高欄の概要



写真-2 既往の対策

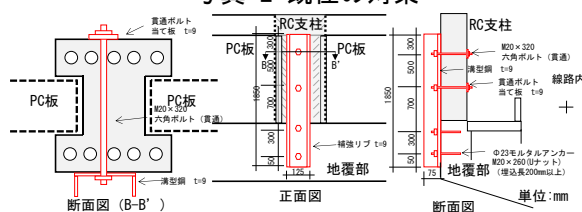


図-2 既往対策工法の設計

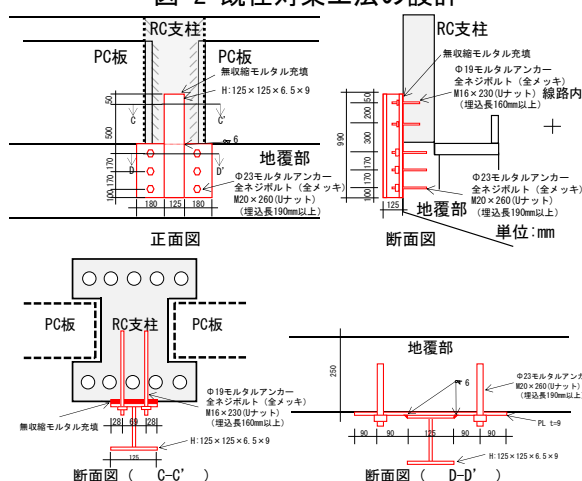


図-3 今回検討した対策工法の設計

キーワード 高欄、鉄筋腐食、風荷重、鋼材設置、維持管理、変位応力測定

連絡先 〒673-0016 兵庫県明石市松の内 西日本旅客鉄道(株) 神戸新幹線土木技術センター TEL 078-928-0532

3. 試験施工の実施および施工性の検証

3-1. 試験施工の概要

RC 支柱の打継部 4 箇所から錆汁が確認され、列車通過時に高欄が揺れている高架橋(写真-3)を対象に試験施工(写真-4)を実施した。施工前に RC 支柱打継部付近の鉄筋の腐食状況を確認するために、部分的に切り取りを実施した結果を写真-5 に示す。腐食による破断のほか、疲労により破断したと推測される破断状況を確認した。

3-2. 施工性の検証

既往の対策と今回検討した対策の比較を表-1 に示す。既往の対策では、施工間合いが営業列車終了後の最大で 3 時間程度となる。また、夜間施工のため単価も高くなり、約 50 万円/箇所の施工コストとなる。メリットは、線路内作業が可能であるため、支柱コンクリートが多少劣化していてもアンカーボルトを貫通することで鋼材と高欄との固定が可能となることが挙げられる。デメリットは、夜間施工のため騒音対策が必須になり単価が増加することが挙げられる。一方で、今回検討した対策は、全ての作業を昼間に施工することができ、実作業時間が増えることで施工日数の短縮に繋がり、施工コストを約 25 万円/箇所と既往の対策の半分にすることができた。

4. 対策効果の検証

対策工法の効果を確認するために、対策前後の列車通過時の高欄の挙動を測定した。図-4 に測定の概要を示す。鋼材設置前は、列車通過時の風荷重による RC 支柱の打継面の鉛直変位を測定した。鋼材設置後は、前記の変位に加えてひずみゲージを鋼材フランジに貼り付け、応力を測定した。貼り付け位置は、最大曲げモーメントの発生が予測される地覆部の打継部に最も近傍のアンカーボルト位置の線路内側および外側フランジの 2 箇所とした。

図-5 に変位の測定結果の一例を示す。対策後の変位は、対策前の約 1/10 まで低減された。対策後の変位の挙動は列車通過後に残留変位が無いことから、弾性変形の範囲で収まっていることを確認した。図-6 に列車通過時における線路内側および外側フランジの応力測定結果の一例を示す。内側および外側フランジの発生応力が同位相であるため、鋼材と高欄が一体として合成梁に近い状態で挙動していると考えられる。

5. まとめ

- (1)RC 支柱打継部の鉄筋腐食により揺れが発生している高欄に対して、試験施工を実施した。全作業を昼間に実施可能とすることで施工性および経済性を改善し、施工コストを約半分にまで低減することができた。
- (2)対策効果を確認するために、RC 支柱の変位、応力測定を実施した。測定の結果、変位は約 1/10 まで低減され対策の効果を確認した。応力の測定では比較した 2 箇所の応力測定の結果から、高欄自体が単独で揺れることなく鋼材と高欄が一体として合成梁に近い状態で挙動していると考えられる。上記の結果から、鋼材のみで風荷重に耐えると考え設計耐力に比べて大きな耐力を有し、設計風荷重に対して十分に耐えうる対策であると期待できる。

参考文献：1)鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，国土交通省鉄道局 監修，鉄道総合研究所 編，平成 16 年 4 月

2)鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物，国土交通省鉄道局 監修，鉄道総合研究所 編，平成 21 年 7 月

3)土木建造物設計施工標準 II コンクリート構造物編 あと施工アンカーの設計・施工，西日本旅客鉄道株式会社，平成 29 年 3 月



写真-3 対象橋りょう



写真-4 試験施工



写真-5 打継部の変状

表-1 既往対策工法との比較

	既往の対策	今回検討した対策
施工時間	夜間 3時間	昼間 8時間
コスト	約50万/箇所	約25万/箇所
メリット	・アンカーを貫通させるため 高欄との固定が可能	・昼間施工となるため施工性向上 ・線路近接作業の手続き不要
デメリット	・夜間作業となるため 騒音対策が必須	・鋼材と高欄が完全合成梁とならない

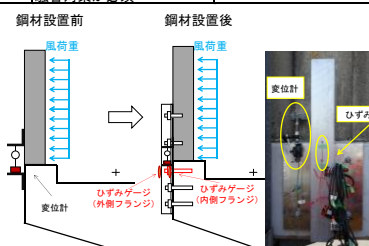


図-4 対策効果測定概要

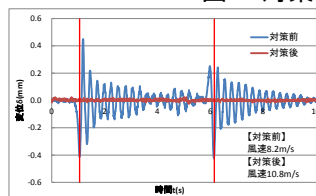


図-5 変位測定結果

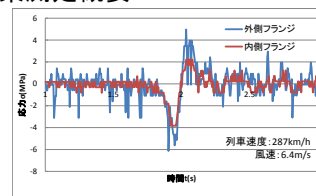


図-6 応力測定結果