レンガ橋台を有する橋梁の落橋防止工の設計

南海電気鉄道株式会社　正会員　○小出　泰弘
岡部　聖　景利　志強
南海辰村建設株式会社　高邉　潔久
京橋メンテック株式会社　正会員　山田　不二彦

１．はじめに

本稿は、レンガ橋台を有する上路鋼鈑桁橋への落橋防止工の施工にあたり、レンガ橋台固有の問題を考慮し地震時の橋台そのものへの影響をなるべく少なくし、なおかつ効果的な方法として従来の移動制限装置に改良を加えた施工方法を設計・施工したのでその結果を報告する。

２．対象橋梁の概要

当該橋梁は、南海電気鉄道高野線北野田駅～狭山駅に架かる、支間長 19.0m、桁下約 7.2m の上路鋼鈑桁橋である（図-1 参照）。複線橋梁のうち、上り線側は 1914 年に単線開業した当時からの橋梁で橋台の材質はレンガであり、桁下にはベットストーンが設置されている。（写真-1 参照）。一方、下り線側は 1930 年に開業し、橋台部の材質はコンクリートであった。

写真-1 補修対象橋梁現況写真

３．落橋防止工設計の工夫点

(1)ベットストーンの存在

当該橋梁における落橋防止工として桁座拡幅工の検討をおこなったが、桁下にベットストーンがあるため、拡幅工に必要なアンカーを施工することが困難であること想定された。また、桁下部の橋台を鉄筋コンクリートへ改修も検討したが、橋台の改築には桁下が高く足場などを考慮すると多大なコストがかかるため、別の方法を検討することとなった。

(2) レンガの目地切れの懸念

次に、当社でも事例のある鋼棒アンカーと鋼製ブラケットによる移動制限装置による落橋防止を検討することとなったが、過去の事例はいずれもコンクリート橋台への適用であり、従来のように橋台面に鋼棒アンカーを施工すると、レンガ目地部の強度が懸念され地震時に目地切れを起こし、橋台自身の破壊を招く可能性があった。そこで、アンカーの定着方向を従来の橋台面垂直方向から、45° 方向に変更し、目地切れの原因となる橋軸方向への力を分散させ橋台への影響をなるべく少なくできるようにした。

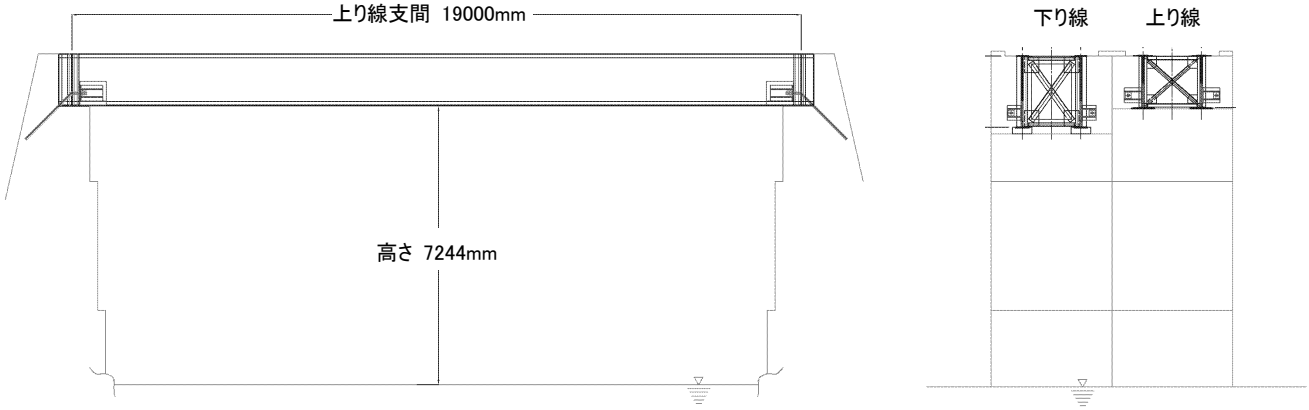

図-1 補修対象橋梁概略および施工位置図

キーワード　レンガ橋台，落橋防止工，移動制限装置
連絡先　〒542-8503　大阪市中央区難波五丁目１番 60 号　鉄道営業本部　工務部　工務課　ＴＥＬ06-6644-7175

また、アンカーの定着力のみに依存する鉛直方向の力についても、45°方向に定着させることにより力を分散させより効果があると考えられる。

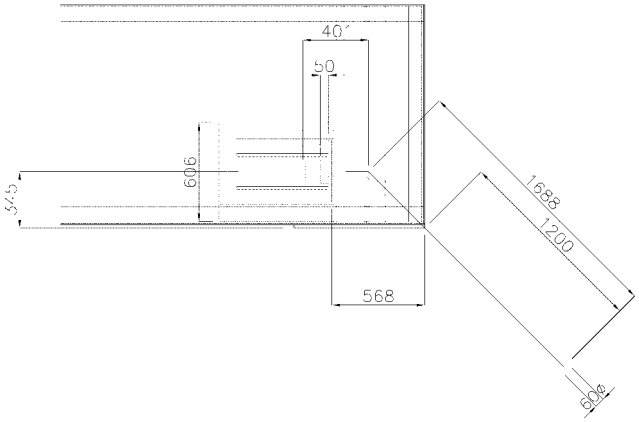

図-2 移動制限装置設計図

４．設計照査

上記の検討を踏まえ、橋軸方向水平変位拘束方式（橋台上のアンカーで橋桁の水平力を受ける方式）の移動制限装置とし、設計荷重の組み合わせは、固定死荷重、付加死荷重、列車荷重（当社標準活荷重（66t電車荷重））、地震の影響を考慮した。荷重計算の結果、地震時に働く荷重として、以下の結果が得られた。

橋軸方向水平力 H = 124.42(kN)

橋軸直角方向水平力 H' = 186.42(kN)

であり、アンカーボルトに対する荷重は Td = Max{(H / cos(π/4)), (H' / cos(π/4))} = 263.6(kN)、橋軸直角方向水平力による鉛直方向荷重 V = Td×sin(π/4)=186.42 (kN) と算出される。

一方、アンカーボルトの引き抜きに対する検討の結果、引き抜き耐力 Tud2 =536.78 (kN)であるので、限界状態の照査結果は、γaγbγi Pd / Pud= 1.0 ×263.642 / 536.78= 0.491 < 1.0 となり、所要の性能を満足することを確認した。

５．施工時の検証

上記の設計照査は、架設当時の古い図面を頼りに橋台背面の状態を想定し、アンカー定着部がレンガで満たされていることが条件であった。もし、橋台背面がレンガでなく土砂で満たされている場合は、アンカーの定着力を他の方法（グラウンドアンカー等）で確保する必要がある。実際の施工位置でコアを削孔したところ、写真-2 で示すように定着長を確保する部分においては当時の図面通りレンガで密実に施工されており、定着力を確保できることを確認したうえで施工を進めた。

写真-2 レンガ橋台削孔コア状況

６．さいごに

本稿では、レンガ橋台への落橋防止工設計において、レンガ橋台固有の問題（ベットストーン、目地切れ）を考慮し、地震時の橋台への影響をなるべく少なくし、従来の移動制限装置に改良を加えより効果的な方法を設計した。施工にあたっては、特に問題もなく写真-3 に示すように無事完成した。

従来の鋼棒アンカーを垂直に施工する方法と比較すると、レンガ橋台をはじめ無筋コンクリート製橋台でも橋軸方向の地震力による橋台の破壊を押さえる効果が期待される。

これからも今回の検討成果を現場施工に活用し、より効果的な耐震対策を施工し安全輸送に寄与していきたい。

写真-3 施工完了状況

参考文献

・支承部の耐震補強設計の手引き 1996 年３月　財団法人鉄道総合技術研究所

・鉄道構造物等設計標準・同解説　鋼・合成構造物　1992 年 10 月　財団法人　鉄道総合技術研究所編