

## 連続した鉄道高架橋のアンダーピニング工事の計画と施工実績（その4） ～外付けチェック弁を用いた横ぶれ防止材の計画および実績～

鹿島建設(株) 正会員 ○松林周磨 伊藤弘之 田中誠 山本信也 早川博久

### 1. はじめに

鉄道高架橋の梁スラブをアンダーピニングする工事<sup>1)</sup>において、仮受け杭（仮受け柱）と土留め壁の間に“横ぶれ防止材”を設置することにより、仮受け柱の仕様低減を図りつつ約2年半の仮受け期間中の走行安全性と耐震性を確保することとした。“横ぶれ防止材”には汎用油圧ジャッキと別報で述べる外付けチェック弁<sup>2)</sup>を用いた（写真-1）。本報では、外付けチェック弁を用いた横ぶれ防止材の適用にあたっての設計計画と施工実績を報告する。

### 2. 横ぶれ防止材を用いた仮受け架構の計画と設計

本工事のアンダーピニング計画を図-1に示す。延長約150mと長い区間にわたって仮受け及び掘削するため、床付け面から約11～16mとなる仮受け柱には橋軸方向、橋軸直角方向ともに大きな剛性が必要となる。一方で仮受け柱は空頭が制限された中で施工可能なH鋼モルタル杭としたいことから、H形鋼の強軸を橋軸方向とし、弱軸となる橋軸直角方向には横ぶれ防止材を配置することで仮受け期間中の走行安全性と耐震性を確保することとした。

横ぶれ防止材を用いた仮受け架構の設計検討モデルを図-2に示す。架構の設計と同じ静的骨組みモデルを用いて、①施工中の土留め壁からの作用の緩衝と②地震時の作用に対する変位抑制の観点から、横ぶれ防止材に必要な条件を検討した。①では外力 $P=5kN$ のとき天端変位 $\delta$ が常時許容変位 $\delta_a=5mm$ に達する結果を得た。したがって土留め壁変位で想定する緩速の作用に対しては横ぶれ防止材の抵抗は $5kN$ 以下で架構に伝達させない必要がある。②では横ぶれ防止材の抵抗 $K_1$ を線形ばねでパラメトリックに計算し、地震時設計水平荷重 $H=400kN$ 作用時の天端変位 $\delta$ が地震時許容変位 $\delta_a=32\sim 54mm$ に達するときの横ぶれ防止材反力 $R$ 及び収縮量 $\delta_1$ が $300\sim 400kN$ 及び $9\sim 24mm$ となる結果を得た（図-3の灰色）。したがって本架構の固有周期 $T_{eq}$ は $0.4\sim 0.9s$ 程度（ $2\sqrt{\delta/kh}$ ）、横ぶれ防止材に生じる地震時作用の平均速度は $50\sim 220mm/s$ 程度（ $4\delta_1/T_{eq}$ ）と想定され、横ぶれ防止材は $46,000kN/m$ 以上の抵抗が必要になる。既報<sup>2)</sup>の急速繰返し試験（図-3の青色）と比較しこの条件を満足することを確認した。

### 3. 横ぶれ防止材の現場適用実績

横ぶれ防止材の設置状況を写真-2に示す。仮受け柱と土留め壁の間には汎用の山留用油圧ジャッキを設置している。ジャッキから高圧ホースを介して接続する外付けチェック弁は、点検時の安全性を考慮して地上に設置した。約2年間の設置期間中は月1回チェック弁の閉塞有無やオイル量の変化を確認したが、異常は認められなかった。

また、期間中は仮受け柱の変位、ジャッキの反力及びストローク、土留め壁の変位、架構天端及び地表の加速度を常時自動計測した。土留め壁変位発生時にも仮受け柱に変位が発生することなく、緩速の土留め壁からの作用に対して緩衝機能を有していることが確認された。期間中に生じた震度3の地震（2018/7/7 20:24、架構天端で最大

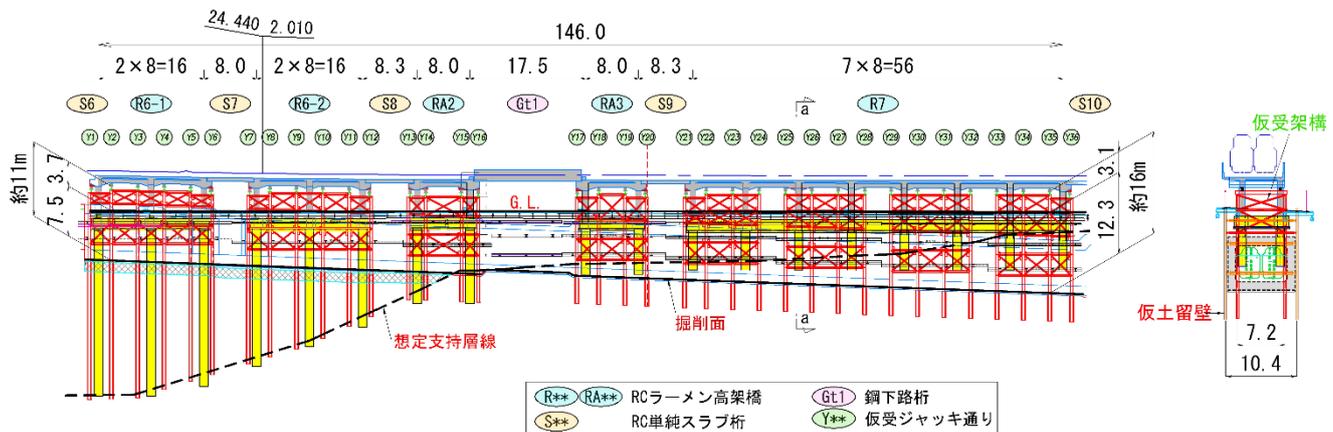


図-1 仮受けアンダーピニング区間概要図（単位：m）

キーワード： アンダーピニング、仮受け、鉄道高架橋、変位抑制

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株) 土木設計本部 地盤基礎設計部 TEL 03-6229-6622

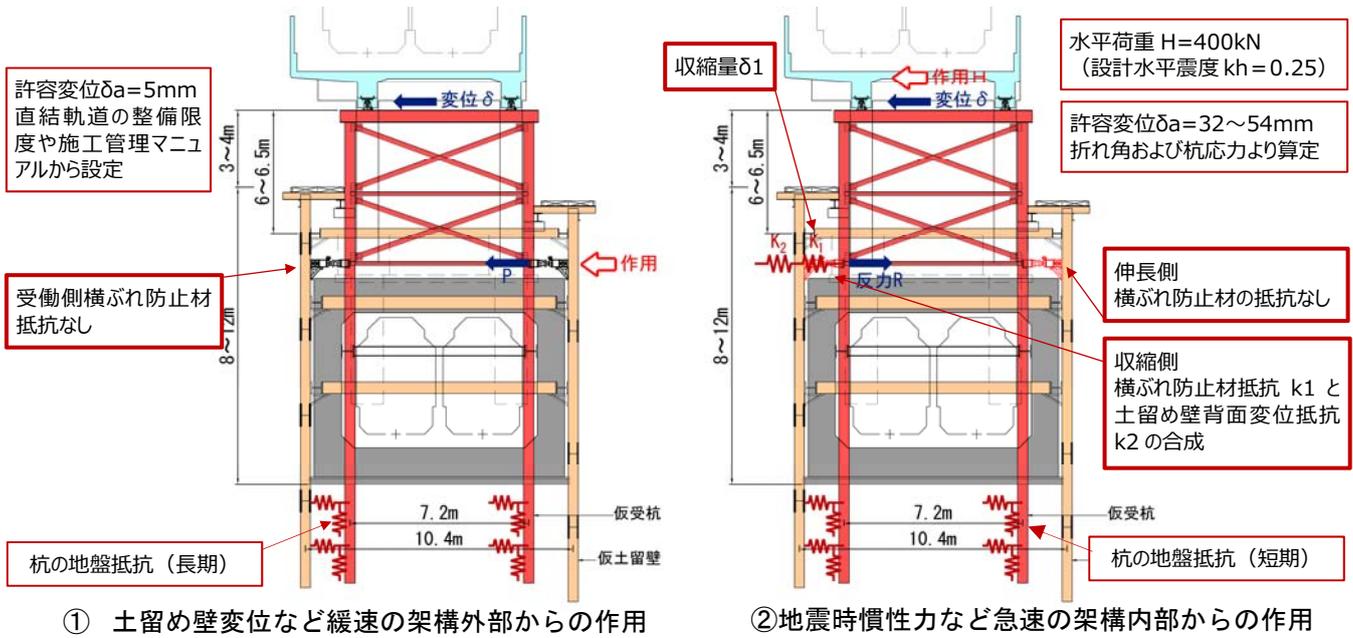


図-2 横ぶれ防止材を用いた仮受け架構の検討モデル

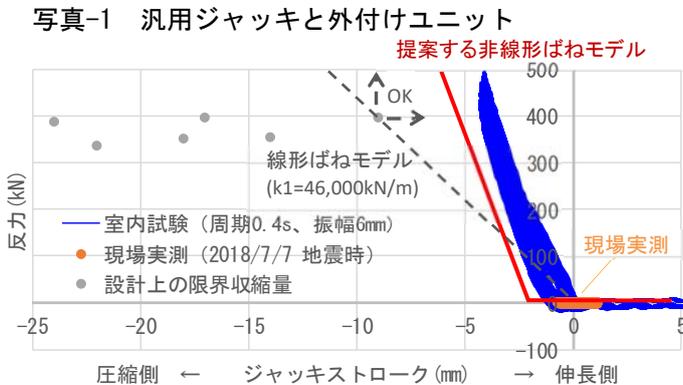


図-3 ジャッキの反力とストローク

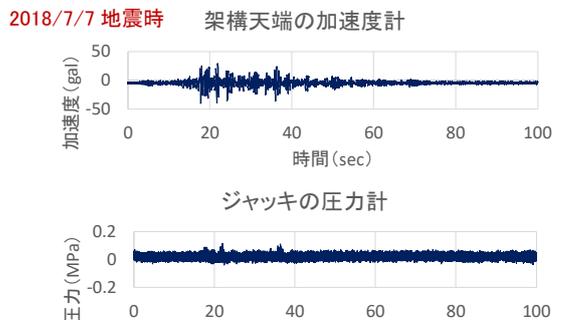


図-4 地震時現場実測値

40gal) では加速度に応じた反力変化がみられたが (図-4), 生じた反力・変位レベルが小さく有意な検証には至らなかった (図-3 の橙色)。

#### 4. おわりに

本工事の設計では2章で述べたように横ぶれ防止材を線形ばねでモデル化して横ぶれ防止材の抵抗に必要な条件を設定し, 性能試験結果と比較する方法で検討した。今後新規に行う設計では, 図-3 の赤色に示す非線形モデルを用いることで, あらゆる反力・変位レベルでの応答値を直接計算することもできる。

外付けチェック弁を用いた横ぶれ防止材の適用により, 仮受け柱の仕様低減を図りながら無事に受け替えを完了することができた。今後の同種工事においても支柱水平力低減に適用していきたい。

#### 参考文献

- 1) 山道ほか：鉄道営業線高架橋アンダーピニング工事の設計・施工, 橋梁と基礎, Vol.51, No.3, pp.31-36, 2017.
- 2) 伊藤ほか：調整不要な支柱横ぶれ防止機構の開発, 第75回土木学会年次学術講演会, 2020 (投稿中)