

供用中の鉄道を支持する鉄骨架構への横振れ防止材の適用

東日本旅客鉄道(株) 正会員 安川圭太
鹿島建設(株) 正会員 ○松林周磨 伊藤弘之 小笹文彦 西村拓馬

1. はじめに

供用中の鉄道を支持する鉄骨架構下の掘削中における地震時安全性確保のため“横振れ防止材”を適用した。横振れ防止材は既報¹⁾に述べた汎用油圧ジャッキと外付けチェック弁を用いたもので、土留め壁に反力を作用させて地震時の構造物の変位を抑制する一方で、土留め壁の変位や温度変化による作用は構造物に伝達させない機構である。この機構を適用することでジャッキの隙間量や反力調整などの手動操作を低減でき、日常管理を省力化できる。本報ではこの横振れ防止材適用の計画・設計・施工実績を報告する。

2. 横振れ防止材の特性とモデル化

対象構造物の安全性照査において、横振れ防止材は既報²⁾の事例のように初期変位を考慮した非線形ばねとしてモデル化する。既報²⁾ではH300 用油圧ジャッキを用いた反力 500kN までの載荷試験の結果をもとに勾配および初期変位を設定した(図-1)。

500kN 以上の反力が作用する場合については、載荷試験で油圧ジャッキが抵抗し始めて以降の反力Pが直線的に変化する挙動を示していることから、横振れ防止材の健全性が確保される限りは同じ非線形挙動になると考えられる。ジャッキ、ホースに作用する油圧が最大出力値以下であれば横振れ防止材の健全性は確保され、適用可能と判断した。

H350 用および H400 用油圧ジャッキを用いる場合には、受圧面積がH300 ジャッキより大きくなるため勾配が大きくなるとともに、ジャッキが一定量収縮する際の油の流速が大きくなるために、チェック弁はより早く閉塞する、すなわち、初期変位が小さくなると考えられる。そのため、試験で得られた非線形ばねモデルを適用して構造計算することで、構造物に生じる変位量を大きめに評価することとなり安全側に設定できると判断した。

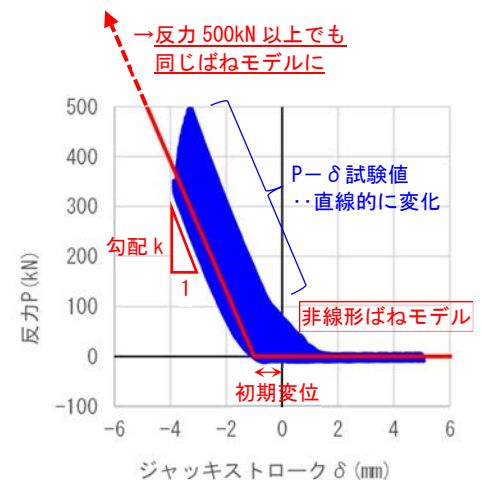


図-1 横振れ防止材のモデル化

3. 横振れ防止材適用の計画および設計

横振れ防止材を適用した掘削工事の概要を図-2に示す。鉄骨架構は床付け掘削時において床付け面から営業中の軌道階まで約16m突出するため、地震時の軌道変位が大きい構造であった。そのため列車の走行安全性

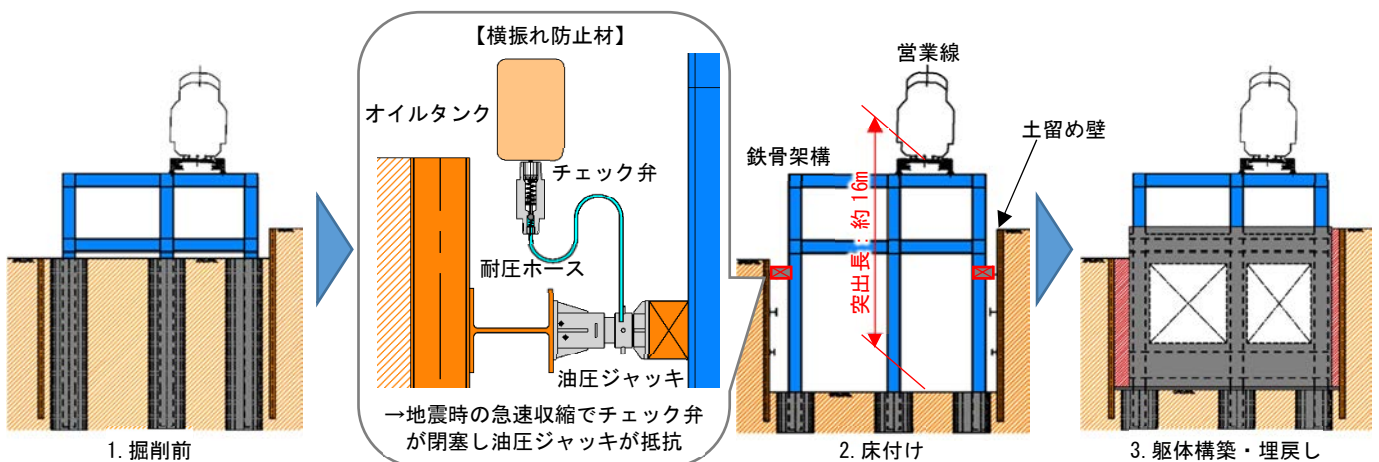


図-2 横振れ防止材を適用した掘削工事の概要

キーワード 営業線, 仮受け, 鉄骨架構, 地震時変位抑制, 土留め掘削

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株) 土木設計本部 TEL 03-6735-1027

を確保できるよう、変位抑制のための横振れ防止材を適用した。

鉄骨架構下の掘削時の検討モデルを図-3に示す。横振れ防止材を用いる箇所にはばね支点を設けた骨組み解析を実施した。ばね支点は先述の「非線形ばね」と、そこから反力を受けて土留め壁が押し込まれる変位を考慮した「土留めばね」を直列で繋いだものとした。土留めばねのばね値は、土留め壁と背面の地盤を弾性床土梁としてモデル化して算出した。骨組み計算の結果として、中規模地震時の軌道階の水平変位は横振れ防止材設置により 39.0mm から 21.2mm へ抑制された。

横振れ防止材を設置することで地震時変位が抑えられる一方で、過度に効きすぎると大きな反力が発生して鉄骨柱等に想定外の断面力が発生する可能性がある。そのため、支点ばね値は設計として最低期待できるケース（設計ばね値）で計算することに加え、想定以上に剛なケース（最大ばね値）でも計算を行い、効果と懸念双方を評価した（表-1）。最大ばね値は非線形ばねを ∞ 、土留めばねのばね値を2倍として設定した。本構造では最大ばね値においても柱、梁部材は照査を満足した。

4. 適用実績

横振れ防止材の設置状況を図-4に示す。土留め壁に局所的な荷重が作用しないよう、横振れ防止材は鉄骨柱と腹起しの間に取り付けた。柱はコンクリート充填鋼管であることから、局所的な荷重による座屈等の懸念は無いものと考えられた。図-5のように鉄骨柱と腹起しの離隔が小さくその間にジャッキを設置できない箇所では、取り付け鋼材を介して反力が伝達される構造とした。横振れ防止材は1段目腹起しに設置することとしたため、1次掘削時までは横振れ防止材無しでも変位および応力の照査を満足することも骨組み解析で確認した。

横振れ防止材の設置後はチェック弁を1か月に1回程度点検して緩流時の通油性と急流時の閉塞性について確認した。設置期間中には震度4(近傍のKnetで80gal観測)の地震が発生したものの、軌道に大きな変位は生じず、走行安全性も損なわれなかった。

5. おわりに

本工事では供用中の鉄道を支持する鉄骨架構に外付けチェック弁を用いた横振れ防止材を適用し、列車運行に支障をきたすことなく鉄骨架構下の掘削・構築を完了することができた。設計計算においては横振れ防止材の特性を考慮してモデル化し、設置にあたっての効果と懸念双方を適切に評価した。今後同種工事における施工管理の省力化や構造の合理化に向けての一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 伊藤ら：調整不要な支柱横振れ防止機構の開発，土木学会第75回年次学術講演会，VI-839，2020。
- 2) 松林ら：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)，土木学会第75回年次学術講演会，VI-840，2020。

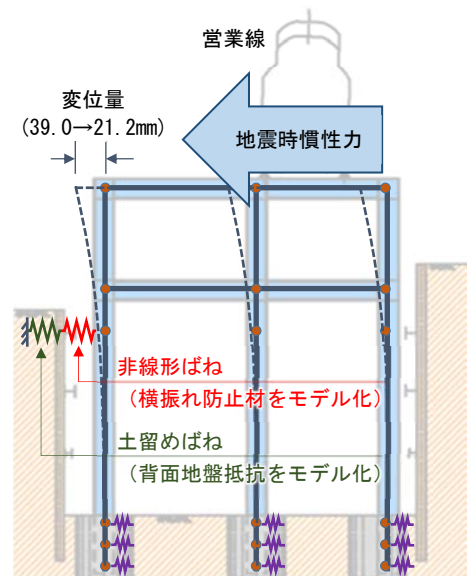


図-3 検討モデル図

表-1 検討ケース

検討ケース		確認事項
横振れ防止材無し		変位・応力
横振れ防止材 有り	設計ばね値	変位・応力
	最大ばね値	応力



図-4 設置状況

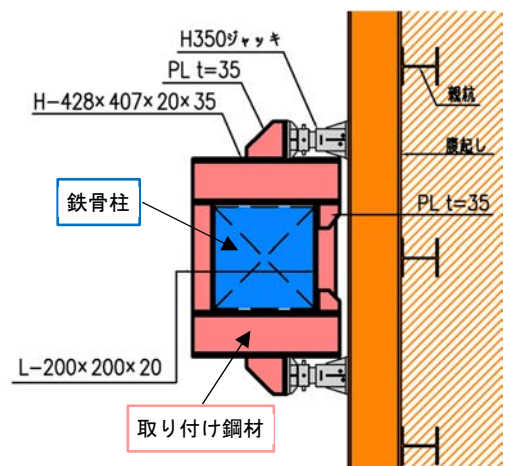


図-5 取り付け鋼材（平面図）