

アンダーピニング中に既設建造物の撤去・増築を行う工事の設計施工実績 —東京地下鉄(株)日比谷線虎ノ門新駅(虎ノ門ヒルズ駅)工事—

鹿島建設(株) 正会員 ○米井亜里紗 石松信哉 松林周磨 岩月章浩 吉田健太郎

1. はじめに

本工事は、東京地下鉄日比谷線の霞ヶ関駅～神谷町駅間に新駅(虎ノ門ヒルズ駅)を設置するものである。2020年開催の東京オリンピック・パラリンピックまでに駅開業ができるよう中床逆巻き工法を採用した。そのため、既設の地下鉄躯体を仮受けした状態で既設躯体の側壁撤去・新設躯体の増築を行う施工ステップとなった。本報文では施工ステップおよび既設躯体や仮受け工の健全性の照査方法について述べる。

2. 施工ステップ

施工ステップを図-1に示す(STEP0は工着手前の状態)。STEP1では、路面覆工をかけ交通量の多い道路の覆工荷重の一部を既設躯体に支持させる。また、既設躯体直下を地盤改良したうえで既設躯体側部を掘り下げB1F中床版を構築する。STEP2では、さらに既設躯体側部を掘り下げ、側部上床版を構築する。STEP3では、既設底版中柱通りをRCで増し打ちするとともに、既設躯体直下を横断方向に導坑掘削し、既設躯体を仮受けする。STEP4では、仮受けした状態で、既設躯体頂版を巻き込んだ新設上床版の構築、既設側壁の撤去および新設ホームの構築を行う。STEP5では既設躯体を仮受けした状態で駅を供用しながらB2F躯体を構築し仮受け工を撤去して完成となる。STEP2～STEP4に示すとおり、仮受け工に作用する荷重が大きく変化する構造となる。なお、STEP2～STEP4は、断面位置により施工順序が異なる場合もある。

3. 既設躯体の検討

(1) 縦断中柱通りの検討(ステップ解析)

既設の日比谷線躯体は、昭和30年代に施工されておりその当時の基準で設計されているため、施工中の安全性の確保には慎重な検討を要した。ここでは、縦断中柱通りにおいて、二次元フレームによるステップ解析を行い、支持構造が変化する影響について検討した。図-2に仮受け部の縦断図を示す。既設躯体には中柱が2.5mピッチで設置されているが、その直上に覆工からの荷重を受ける建込み杭を、直下に仮受け杭をそ

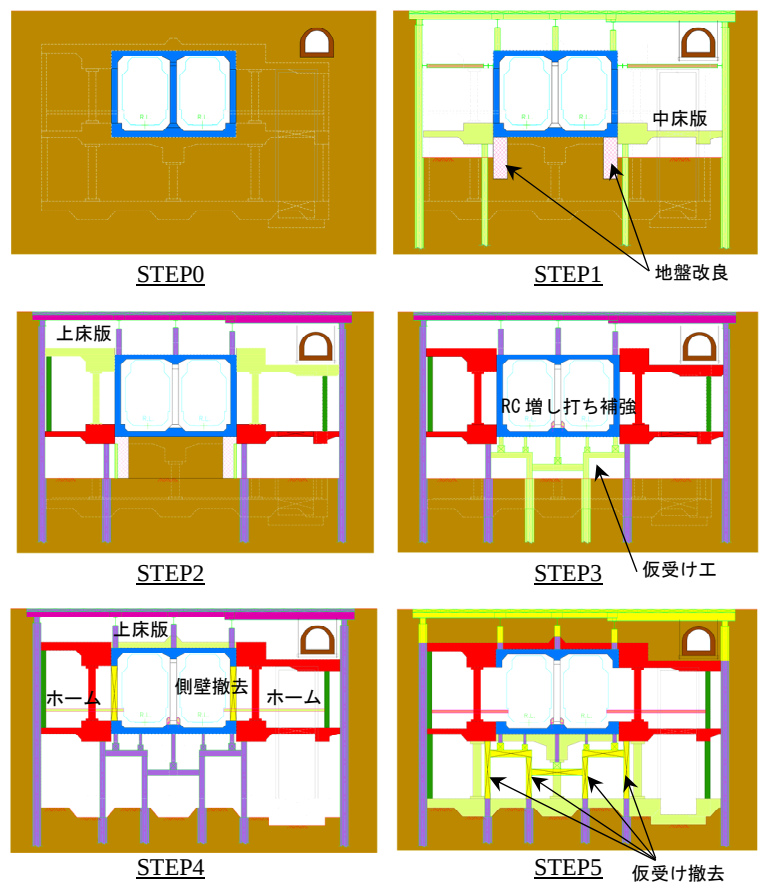


図-1 施工ステップ(横断方向)

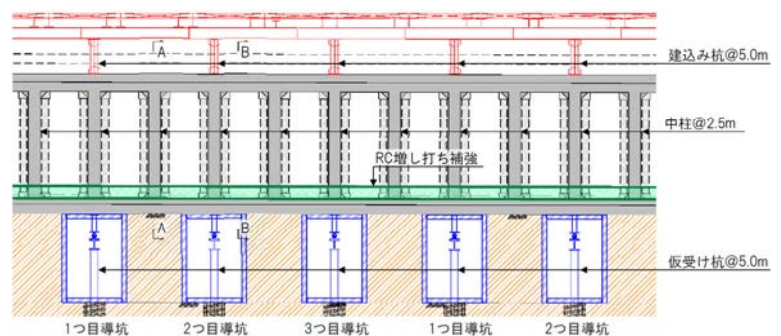


図-2 仮受け部縦断図

キーワード 仮受け工, アンダーピニング, 逆巻き施工

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 TEL 03-6229-6643

それぞれ同ピッチ (5.0m) で配置し、路面覆工の荷重が中柱を介して直接仮受け工に伝達されることで、覆工荷重により縦断方向に曲げが作用しない構造とした。導坑は3スパンおきに掘削するものとし、その影響を検討できるように解析ステップやモデル化範囲を設定した。モデル化では、改良体や導棒により支持される部分を分布バネ要素、仮受け工により支持される点を集中バネ要素とした(図-3)。荷重は、死荷重、交通荷重、および列車荷重を考慮した。図-4 に無対策時の縦断方向曲げモーメント図を示す。底版中柱通りにおいて許容応力度を超過する結果を得たため、計画されていた中柱の補強に加えて底版中柱通りの剛性を高められるよう RC を増し打ちし、補強することとした。

(2) 既設底版の検討 (シェル解析)

先に述べた通り、既設底版中柱通りにおいては縦断方向の骨組みモデルにて検討を行ったが、底版は面的な広がりを持つため、シェルモデルにて断面力の面的な分布を評価し、安全性を検討した。図-5 に仮受け箇所での横断方向の曲げモーメント分布図を、図-6 にシェルモデル全体のそれを示す。当初の仮受け工は、中柱直下に支点が無い計画であったが、底版中央部で横断方向の曲げモーメントが許容値を超過する結果となった。そこで、中柱直下にも支点を設けることとし、曲げモーメントが許容値内に収まることを確認した。

4. 仮受け工の検討

図-1 の STEP2~STEP4 は、実際には同時並行的に施工しており、箇所によって施工順序が前後した。そのため、あらゆる施工順序において仮受け工の安全性を確保できるよう多くのケースにおける杭反力やジャッキ反力を算出した。反力は、死荷重のみのケースと列車荷重および交通荷重も考慮したケースについてそれぞれ算出した。これらの反力をもとに仮受け工の安全性を確認するとともに、施工時はこれらの値をジャッキおよび杭反力の管理に用いた。

5. まとめ

本工事は、仮受け状態で既設躯体の撤去・増築を行うため仮受け中の反力が大きく変化する特異的な構造であった。設計的な課題も多く、工程的な制約も大きかったが、それぞれの課題に対処していくことで、列車の運行に支障をきたすことなく無事に暫定開業した。なお、2021年3月現在は、床付け掘削および下床版のコンクリート打設まで完了し、側壁施工を行っている。

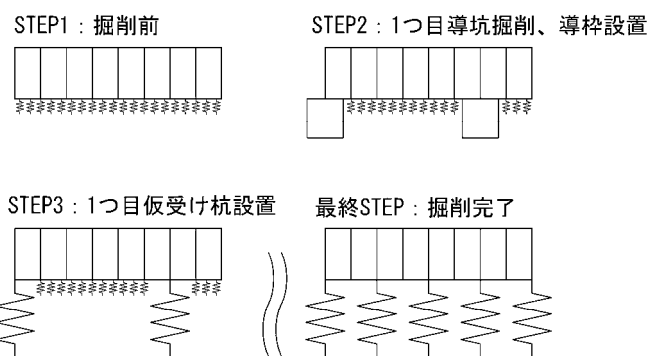


図-3 縦断中柱通りのモデル化および検討ステップ

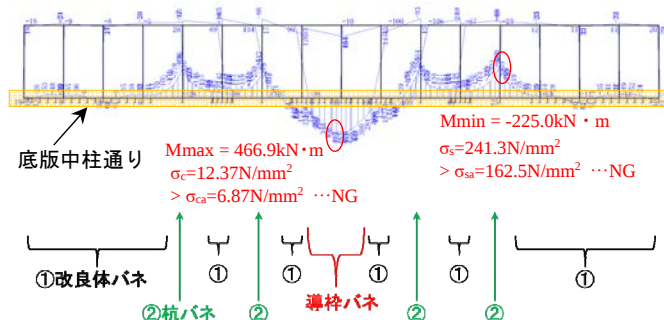


図-4 解析結果 (縦断方向曲げモーメント図)

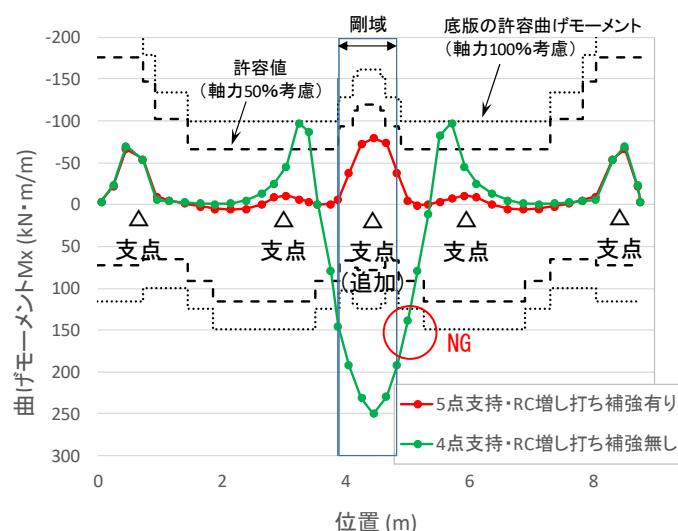


図-5 解析結果 (横断方向の曲げモーメント)

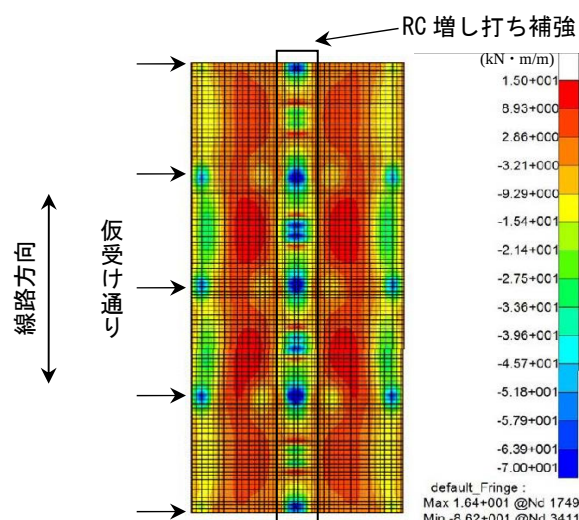


図-6 解析結果 (横断方向の曲げモーメント)