既設躯体偏土圧作用下での側部開削の設計施工実績
－東京地下鉄㈱日比谷線虎ノ門新駅（仮称）工事－

鹿島建設(株)　正会員　○岩崎俊樹　石松信哉　吉田健太郎
東京地下鉄(株)　改良建設部　藤野　覚　野崎圭祐

１．はじめに

本工事は日比谷線霞ケ関駅～神谷町駅間に虎ノ門新駅（仮称）を設置する工事である．**図－1** に平面図および断面図を示す．開削工法により箱型トンネル構造である営業運転中の既設地下鉄躯体を露出し，既設躯体（地下 1 階）の側部と下部（地下 2 階）に新設躯体を構築する．既設躯体の側壁を撤去し，対面式ホームによる乗降場とする計画である．

構内には施工機械を留置する場所がなく，線閉・き電停止間合いで最寄駅である神谷町駅から施工機械を搬入搬出していては十分な作業時間が確保できない．そこで本工事では，構内へのアプローチのため，A 線起点側（**図－1 平面図**参照）を先行して既設底版付近まで掘削し既設躯体の側壁に開口部を設け，構内への進入口（以下，先行立坑）を構築する．**図－2** に先行立坑の断面図を示す．

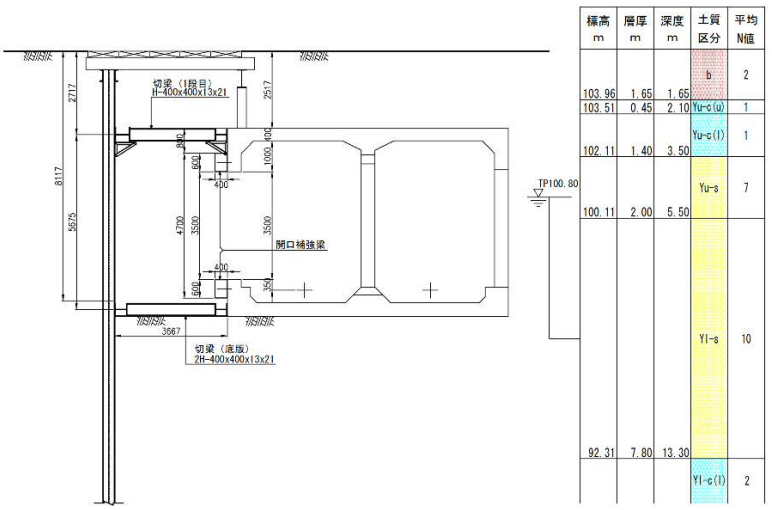
A 線起点側に構築する先行立坑は，既設躯体の片側のみを掘削するため，躯体に偏土圧が作用する条件での施工となる．これによる既設躯体の安全性を照査するとともに対策工を検討した．

２．検討方法

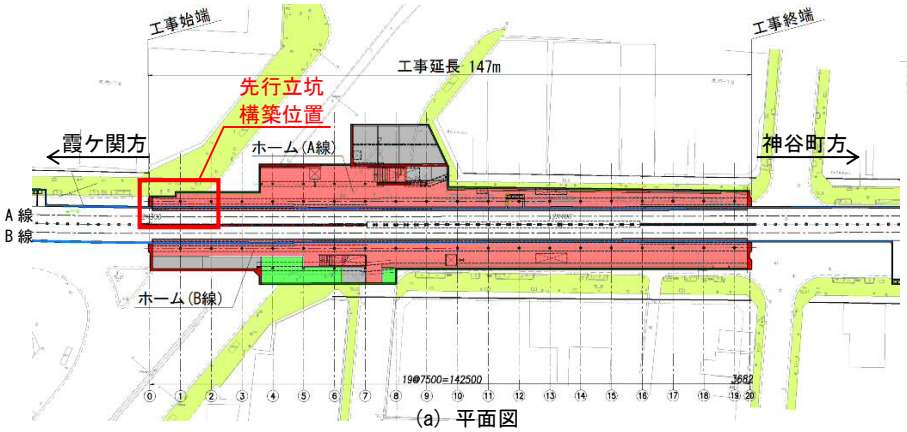
先行立坑の構築を行う際，各施工段階において作用する荷重が変化する．そのため本検討では施工ステップを考慮した逐次解析を行い，許容応力度法により応力度照査を行うことで既設躯体の安全性を照査した．**図－3** に各ステップの解析モデルを示す．解析モデルは既設躯体を梁要素，地盤をバネとした 2 次元フレームモデルとした．1 次掘削で 1 段目切梁の設置位置 1m 下まで掘削し，1 段目切梁設置後に底版位置まで 2 次掘削を行う．

３．検討結果

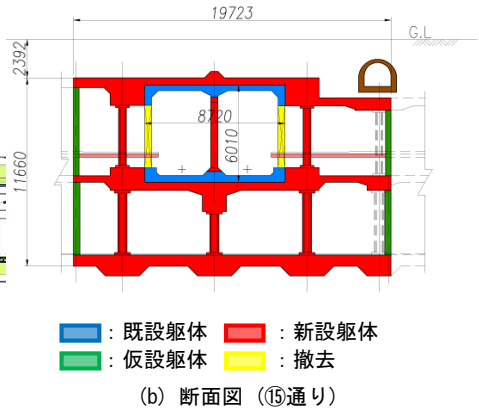
図－4 に後述する対策工を実施しない場合



図－2　先行立坑断面図



(a) 平面図



(b) 断面図（⑮通り）

図－1　工事概要

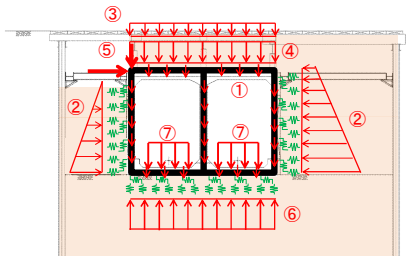
キーワード　地下鉄，営業線，新駅設置，土留め，偏土圧，逐次解析
連絡先　〒107-8502　東京都港区赤坂 6-5-30　鹿島建設(株) 土木設計本部　ＴＥＬ03-6229-6919

（無対策）および対策工を実施した場合（対策有）の解析結果を示す．発生する応力が最大となる 2 次掘削完了時の変形図および曲げモーメント図を示している．

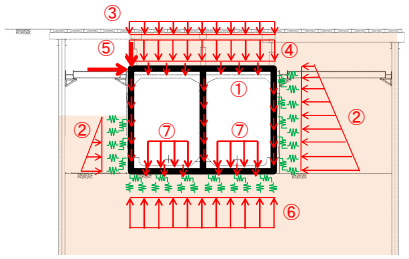
無対策の場合の変形図に着目すると，頂版の水平方向の変位が小さいのに対し，底版は掘削側（図中左側）への水平方向の変位が大きいことが確認できる．これは 1 段目切梁により頂版の水平方向変位が拘束された状態で偏土圧を受けることにより，底版のみが掘削側に変位したためであると考えられる．その結果，曲げモーメント図に示すとおり鉄筋の引張応力の許容値（σ_{sa}=162.5N/mm^2）を超過する応力が発生する結果が得られた．

そこで，2 次掘削完了時における底版の掘削側への水平方向変位を抑制するための対策工として，2 次掘削完了前に底版に切梁プレロードを導入した．1 次掘削からさらに 1.5m 掘削（1.5 次掘削，**図－3** (2)STEP2）した後に底版位置までトレンチ掘削を行い，底版位置に切梁プレロードを施した上で 2 次掘削を行うこととした．

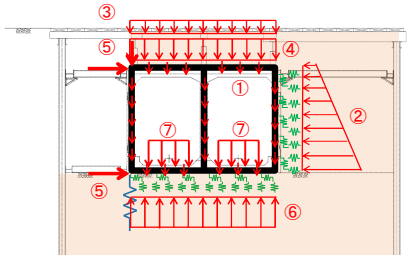
対策有の場合の変形図を無対策の変形図と比較すると，切梁プレロードを導入することにより，底版の掘削側への水平方向変位が抑制されていることが確認できる．また，切梁プレロードにより軸力も増加するため，曲げモーメント図に示すように 2 次掘削完了時における発生応力が許容値以下となることを確認した．



(1) STEP1 1 次掘削



(2) STEP2 1.5 次掘削後トレンチ掘削



(3) STEP3 プレロード導入後 2 次掘削

凡例：①躯体自重，②側圧，
③路面交通荷重，④上載土自重，
⑤切梁反力（対策工：切梁プレロード）
⑥揚圧力，⑦電車荷重

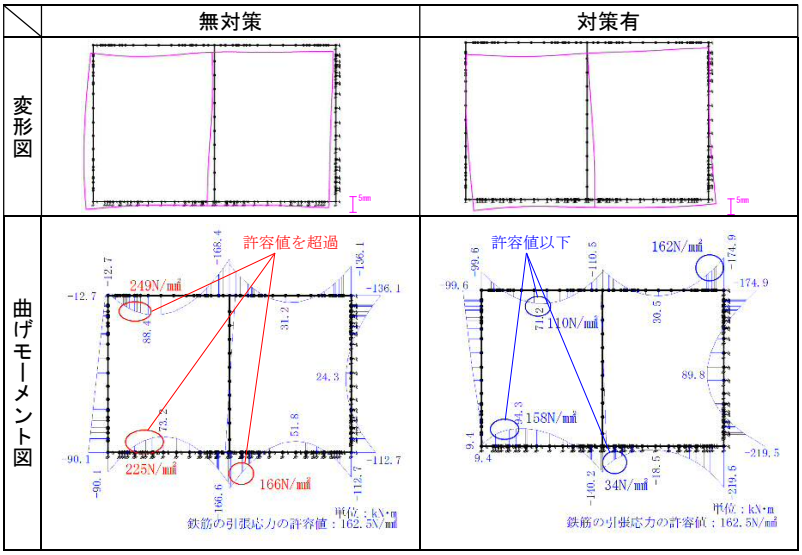
図－3 各ステップの解析モデル

4．施工結果

写真－1 に掘削の状況を示す．掘削中は軌間や通りといった日常の軌道計測管理に加え，**図－5** に示す計測位置において沈下計のモニタリングを実施した．計測の結果，掘削中に鉛直変位量が 1 次管理値の 4mm を超過することはなく，逐次解析により決定した切梁プレロードを導入することにより無事に 2 次掘削が完了した．

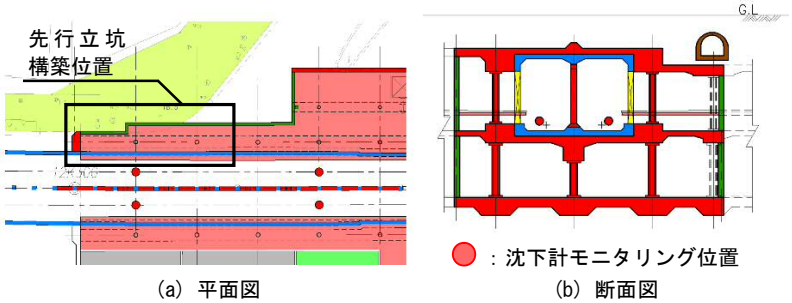
5．まとめ

施工ステップを考慮した逐次解析を行い，先行立坑構築時に必要となる対策工を決定した．決定した切梁プレロードを導入することにより，営業中の路線への影響を抑え，無事に先行立坑を構築することができた．



図－4 2 次掘削完了時の解析結果

写真－1 掘削の状況



図－5 計測位置の概要