

大深度地下駅と交差する既設地下駅のアンダーピニング急速施工

帝都高速度交通営団 正会員 荻野 竹敏
正会員 大塚 努
協山 治樹
川澄 邦康

1. はじめに

平成15年3月に開業した営団半蔵門線水天宮前駅～押上駅間のうち、住吉駅は都営新宿線と十字に交差する形で築造され、開削延長326m、平均掘削幅16m、掘削深さ約34m（最大37m）、掘削土量約15万?の大規模開削により築造した駅である。

本稿は、厳しい施工条件下での都営新宿線交差部アンダーピニング工事について報告するものである。

2. 都営新宿線アンダーピニング工事

(1)概要

都営新宿線住吉駅は昭和46年～50年にかけて建設され、その施工の際、将来計画線の下越し横断施工に備えて①下受け用基礎杭（Φ2000/2H-400）、②新宿線構築の沈下防止用緩衝杭（H-300）、③新宿線下施工盤掘削時の側杭が先行施工されていたが、営団半蔵門線住吉駅軌道階が上下型に変更となり掘削深さが1層分深くなったため、既設の下受け用基礎杭長が不足し、新たな盛替杭の施工が必要となった。

当該部が本工事のクリティカル要素になるため、工程を促進すると共に、営業線である都営新宿線へ影響を与えないことが条件となった。

(2)施工方法の検討

当初計画した施工方法を工程促進と営業線安全確保の観点から見直し検討した。概要を表-1にまとめる。

表-1 施工計画検討概要

	当初計画	①案	②案	③案
盛替方法	- 既設基礎杭周囲へ盛替杭(H-400)を4本建て込み、ブラケットを介し直接既設基礎杭を盛替える（盛替杭径φ1000、60本） - ブラケット間へジャッキを設置する（30台）	- 作業スペースを確保するため、盛替杭の配置を修正→盛替杭(2H400)を既設基礎杭際に2本建て込む（盛替杭径φ1400、24本） - 土留め壁の早期安定も考慮し、半蔵門線上床版を逆巻工法で盛替杭上に先行築造し、逆巻上床版上にジャッキを設置する（48台）		
		「点的な下受け方法」		「面的な下受け方法」
土留め支保	- 切梁4段架設により対応 ※盛替杭も相当本数あり、掘削が困難となることが予想される	- 作業スペースの確保のため切梁廃止 - アースアンカー4段へ変更		- アースアンカーの定着が高被圧水を有する埋没段丘礫層へ入るため、設置撤去時の止水対応が困難 - アースアンカーを廃止し切梁3段架設により対応
工程短縮	—	—1ヶ月	—1ヶ月	—3ヶ月
費用	100%	120%	110%	100%

①案において着目した点は、掘削効率の向上による工程短縮である。当初計画では、図-1に示すように盛替杭としてせん孔鋼杭（φ1000、芯材 H-400）を既設基礎杭周囲に建込んで綾鋼の設置を行い、切梁4段の架設という、作業スペースとして掘削機械投入も不可能な極めて狭隘な空間となることから、切梁を廃止してアースアンカーで対応することで作業スペースを少しでも確保し、工程促進を図ることとした。

また、都営新宿線上も路面覆工を行って掘削することで計画していたが、共同溝等の埋設物が輻輳していること、新宿線構築浮き上がり抑止のために土荷重を積極的に利用する観点より、都営新宿線上の土砂を残置することとした。土荷重が増となることによる盛替杭支持力への問題も無いことを確認した。

キーワード：開削工事、アンダーピニング、工程促進

連絡先：〒110-0015 東京都台東区東上野 3-19-6 帝都高速度交通営団建設本部 TEL 03-3837-7132

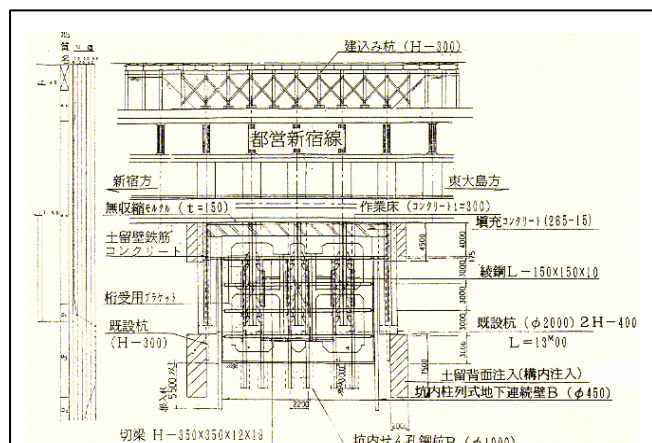


図-1 当初計画の断面図

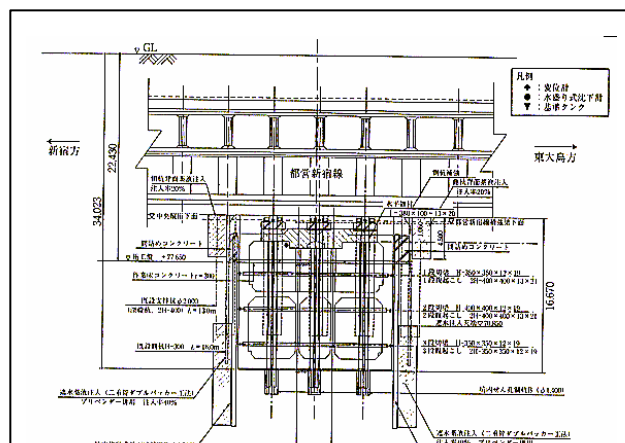


図-2 ③案の断面図（採用方法）

②案において着目した点は、営業線である都営新宿線の安全輸送の確保である。東京都交通局と協議の結果、管理基準値を一次管理値（鉛直変位 $\pm 3.5\text{mm}$ 、傾斜 ± 3.5 分）、二次管理値（鉛直変位 $\pm 5.0\text{mm}$ 、傾斜 5.0 分）と決定した。

ここで、当初計画で考えている既設基礎杭1本を盛替杭4本で直接受替える方法では、営団半蔵門線構築の完成まで点的な下受け方法によらねばならない点に着目し、営団半蔵門線上床版を先行施工し、この上床版上に油圧ジャッキを設置して盛替える面的な下受け方法に早期に移行させ、構築部掘削中の影響低減を図ることとした(図-3 下受け

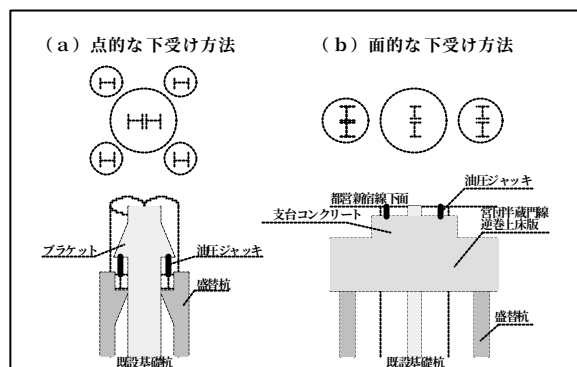


図-3 下受け方法概念図

営団半蔵門線上床版を逆巻工法とすることで、新宿線下掘削のための土留め壁（柱列式地下連続壁φ500）を早期に安定させる効果も期待できる。また、盛替杭も形状および位置変更を検討し、せん孔鋼杭（φ1400、芯材 2H-400）24 本とした。これにより、狭隘な施工空間にショートリーチが投入できるスペースを確保することが可能となり、掘削効率の向上が図れることとなった。

更に③案として、アースアンカーの定着が高被圧水を有する埋没段丘礫層に入るため、設置・撤去時の出水の危険性を考慮し、再度、切梁方式（３段）に変更した。この結果、工程も約３ヶ月短縮でき、費用も当初計画とほぼ同程度となったことから、③案を採用して施工した。

(3) 盛替工施工結果

盛替工は、既設基礎杭を巻き込んだ営団半蔵門線逆巻き上床版上に 48 台のプレロードジャッキ (3000kN : 18 台/4000kN : 30 台) を配置し、荷重が上床版を介して盛替杭に伝達されるという特殊な方法であるため、荷重盛替を行う初期プレロード工を 3STEP で行った。

STEP1 では、既設基礎杭が埋め込まれている条件を考慮して上床版に設計プレロード荷重の 40%、60%までの載荷ステップの負荷をかけ、上床版を含む盛替構造への異常の有無を確認しながら、既設基礎杭を新宿線下面で切断した。この段階で、荷重は 100%ジャッキに移行したが、支持地盤へは盛替杭と上床版に埋め込まれた設基礎杭に伝達された状態である。

STEP2 では、80%までの载荷を行い、既設基礎杭を上床版下面で切断した。この段階で、荷重は 100%盛替杭に移行し、24 時間の継続監視を行って変状のないことを確認したので、STEP3 として、90、95%の载荷をした。この段階で新宿線の変位形状が水平を示したため、最終プレロードと判断した。

3. おわりに

工事期間中の新宿線変状計測も一次管理値以内で収まり、既に営業している都営新宿線の輸送に影響を与えることなく、全体工事工程を約3ヶ月短縮して、無事に営団半蔵門線住吉駅構築の施工を完成した。