

21. 既設構造物下（低空頭）において使用する

基礎杭建込機の改良と適用

東急建設(株):○高島 泰、安藤 喜敏、浜田 史朗

1. はじめに

東急東横線と東京地下鉄13号線とが相互乗り入れする地下鉄新駅建設工事（13号相直）渋谷駅建設一期工事において、交差する銀座線高架橋の受替工事を実施した。当高架橋は東急文化会館連絡跨道橋（渋谷駅自由通路）に隣接しており、受替用支持杭（H-414、H-428 広幅鋼材×杭長 31m～33m）を建込む際、渋谷駅自由通路により上空制限 4.5m 下での施工を余儀なくされた。

このため、既設構造物下において大型クレーンが使用できないことから、特殊基礎杭建込機の改良開発を行い、受替用支持杭の建込を実施した。

本論文では、この特殊基礎杭建込機の改良開発経緯と適用について報告する。

2. 工事概要

地下鉄新駅建設工事である渋谷駅は、都道芝新宿王子線（明治通り）に位置し、始点側は渋谷一丁目16番地付近の宮下第1横断歩道橋付近から宮益坂下交差点を經由し、終点側は国道246号線交差点手前までの範囲となる。

この駅は東急東横線と東京地下鉄13号線との相互直通運転を計画している接続駅であり、地下3階層・ホーム2面4線となる。そのため掘削幅で最大36m、掘削深さは約30mを開削工法により構築する大規模な掘削工事である。（図-1）

当工事はこの銀座線との交差部より国道246号線交差点手前まで約90m区間を施工するものであり、事業主として東京急行電鉄(株)、また銀座線交差部を含めた30m区間の設計・施工管理を東京地下鉄(株)が行っている。

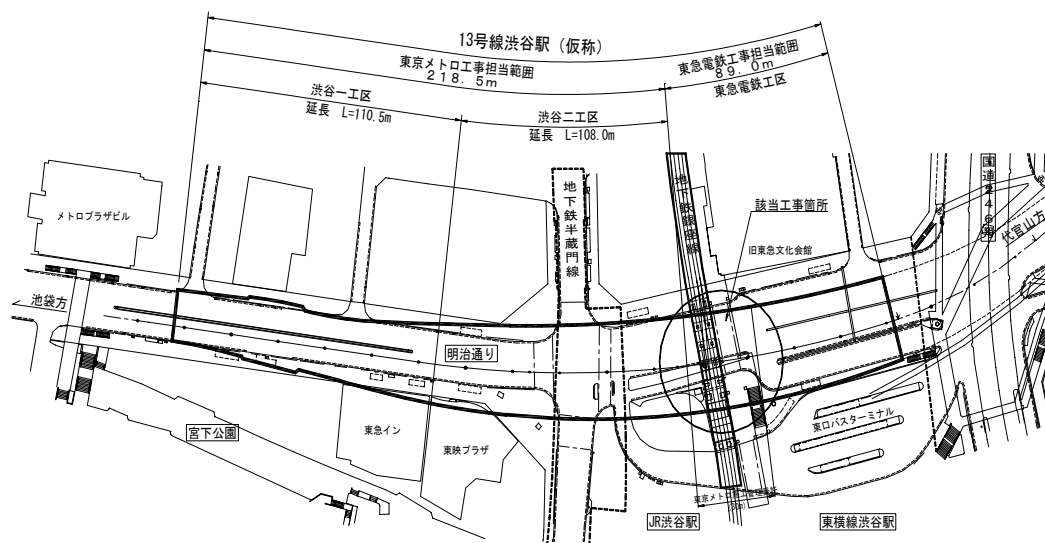


図-1 工事範囲平面図

3. 工法概要

銀座線高架橋は明治通りに6基の橋脚にて（金三第一高架橋）横断している。また、代官山方（南側）には東急文化会館連絡通路（明治通り横断連絡橋）が近接している。

当工事はこの直下を開削工法で施工するため、銀座線の受替工事が必要となり、路面交通に支障しない添梁形式の受替工法を採用し工事を行うことになった。この工法は既存フーチング基礎の周囲に受替用支持杭を打設するとともに、銀座線高架橋橋脚に添梁（鉄筋コンクリートPC構造）を設置し、その添梁を介して銀座線高架橋の荷重を新設支持杭で受替る工法である。（写真－1、図－2）



写真－1 施工箇所

受替用支持杭は、造成径φ700（芯材H-414、杭長31.0m、根入れ2.0m以上）およびφ750mm（芯材H-428、杭長33.5m、根入れ4.5m以上）の本杭及び控え杭を打設する必要がある。（表－1）

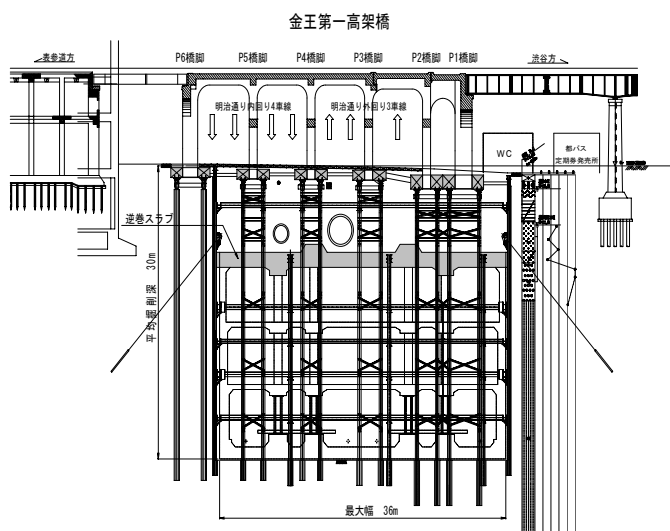
表－1 支持杭工施工数量

造成径	芯材種類	芯材長さ	施工本数	備考
φ750mm	H-428×407×20×35	33.0m	8本	銀座線高架橋P1, P2部
φ700mm	H-414×405×18×28	31.0m	8本	
φ700mm	H-414×405×18×28	31.5m	28本	銀座線高架橋P3～P6部
総本数			44本	
総延長			2524.0m	

支持杭造成における削孔は、TBH 削孔機を採用し、杭先端支持力を確実に発現させるものとした。（写真－2）



写真－2 TBH 機削孔機



図－2 工法概要断面図

4. 建込機械の検討と改造

4.1 機械の検討

高架橋より代官山方（南側）の杭を建込むにあたり、東急文化会館連絡通路桁下部に杭を打設するため、空頭制限を受ける。そこで駅前自由通路下の施工空間4.5mの現場作業条件に合わせた機械の検討が必要となった。

駅前自由通路下の施工空間4.5mにて芯材を建込む際、大型クレーンを使用した場合、トップシーブから吊フックまでの高さが約3.5mとなる。その結果、布掘り内の有効高さを利用して継杭を行うには芯材の1本当りの長さが約1.0mに制約され、それに伴いジョイント箇所が30ヶ所となり、施工サイクルの延

伸が考えられた。

さらにクレーンの作業半径及び設置エリアの確保が必要となり、狭隘な作業エリアと作業時間の規制を考慮すると大型クレーンによる施工は不可能であると判断した。

そこで、鉄道改良工事等で架線下や構造物等の上空制限下での杭打工事を安全且つ能率良く施工できる伸縮リーダ式特殊杭打機を改造することで、芯材の建込みを施工するよう検討を行った。

また、杭先端支持力を確実に得るため、芯材建込み後のバイブロによる打設が必要となることから、施工サイクルの短縮を図るため機械にバイブロを実装することを検討した。

伸縮リーダ式特殊杭打機の機種は、装備されているウインチ性能を考慮し、TBX-200により検討を進めた。（写真－３）



写真－３ TBX-200（改造前）

TBX-200 には下記の特長があげられる。

- ・ 杭芯のセッティングが容易なリーダ左右調整機構の装備
- ・ 運転席に装備されたリーダ傾斜計により、オペレータひとりで建ち合せが可能
- ・ 架線への接触・切断事故を未然に防ぐ、リーダ伸縮自動停止装置を装備
- ・ 鉄道改良工事での使用を想定しているため不慮のエンジン油圧トラブルにも、重機非常脱出装置にて脱出可能

4.2 機械の改造

主な改造箇所は、以下の通りとなる。

①インナーリーダガイドの構造変更

ブラケット揺動部からの荷重がインナーリーダガイドに加わるため、ガイドの面圧を下げる目的で丸パイプを角パイプに変更し、接触面積を増やした。

②アウトリガジャッキの追加

リーダガイド部の偏心構造によりバイブロを吊り下げた際、インナーリーダに偏荷重が加わり、更にフロントブラケットに捻れが生じることを防止するため、アウトリダ下部にアウトリガジャッキを追加した。

③リーダ伸縮ジャッキの能力

芯材（H-428×407×20×35、L=33.5m）の重量 12 t（ジョイント含む）とバイブロの重量 3.7 t に安全率 1.5 倍を考慮し、リーダ伸縮ジャッキ能力を 150kN から 240kN に変更した。

④補助用トップシーブの取付

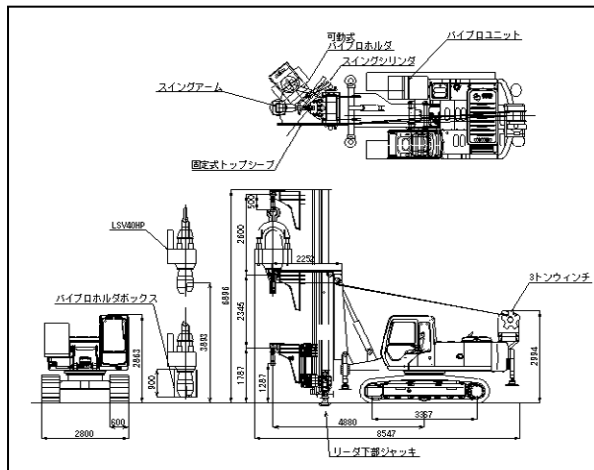
分割した芯材を建込み装置に直接吊り込むために、リーダの上部に補助用トップシーブを取り付けた。

⑤バイブロの装備

装備するバイブロはH形鋼フランジ面にチャッキングできる特殊横抱き式を採用することで低空頭に対応した。さらにバイブロの使用に伴い、機械設置時間の短縮を図るため、バイブロ用昇降ブラケット、バイブロホルダブラケット及びバイブロ油圧ユニット、操作盤を追加装備した。



写真－４ TBX-200 建込機仕様（改造後）



図－３ TBX200 仕様図面（改造後）

表－２ 機械性能表

本体形式	TBX-200(改良機)
全装備質量	26800 [kg]
平均接地圧	61.8 [Kpa]
エンジン出力	99.3 [kW/m-1]
走行速度	5.5 [km/h]
リーダー長さ	4.3～6.9 [m]
昇降力	240 [kN]
ウインチプル	30 [kN]
※30KW横抱式バイプロ LHV40HP実装	

4.3 機械動作順序

建込み作業の機械動作順序は、以下の通りとなる。

- ① 4.9t クローラにて、搬入車両（4t 車）より芯材を横倒状態で吊り上げ、建込機に装備した 3t 油圧ウインチにより芯材を共吊りし、建起し状態にする。
- ② 建起し状態の芯材に、リーダブラケットスイベルに吊装置を取付け、芯材を玉掛けし吊り替える。
- ③ リーダ伸縮ジャッキを縮めて、吊り上げた芯材を削孔位置へ移動後建込みを行い、転落防止を施し玉掛けを外す。
- ④ 上記①～②の作業を再度行い、先に建込んだ芯材と添接板及び摩擦接合用高力ボルトにて固定し、若干引上げ、転落防止を撤去した後建込みを行う。
- ⑤ 上記の作業を繰返し、設計杭長までの建込みを行い、その後機械を移動することなく、

横抱き式バイプロに吊替え、圧入を行う。

5. 施工への適用

施工実績として、1 本当り削孔に 2 日間、杭建て込みに 1 日、注入造成に 1 日と 1 本当り 4 日の工程とした。

大きいトラブル等もなく支持杭打設全数 44 本に対し、平成 16 年 2 月 4 日～6 月 18 日までの延べ 136 日間。施工日として 97 日間で施工を完了することができた。

施工においても芯材 1 本当りの長さを最短 2.5m の長さで施工することが可能となり、ジョイント数も最大 12 箇所とすることができた。これらにより工程短縮と品質向上が得られた。



写真－５ 芯材建込状況

6. おわりに

都市部での限られた施工条件（特に本件では空頭制限）及び施工時間の中での大型揚重機械が必要とされる工事において、その条件にあった機械を開発することは工事費用の増加につながる。当工事においては、既存の機械を改良することで、諸条件をクリアし、無事施工を完了することができた。

工事は平成 17 年 8 月現在、銀座線橋脚受替工事を終了し、本体構造物築造に向け掘削作業中である。改良機による施工により工事工程の促進に寄与したものと確信する。

最後に、本機の施工への適用にあたりご指導・ご協力を頂いた関係各位に対して心から感謝を申し上げます。