

高架橋直下狭隘箇所における増杭の施工方法の検討

東海旅客鉄道株式会社 正会員 丸山 真一

1. はじめに

東海道新幹線の土木構造物のうち、コンクリート高架橋は、およそ 3 割を占める。これに対し、将来に渡り健全性を確保するために、必要な箇所に増杭および地中梁による基礎補強工を計画している。本稿では、高架橋直下のように空頭が制限されている箇所における増杭施工方法の検討を行った。また、将来的な営業線への展開を見据えると、既存高架橋の変位を誘発する等の悪影響が懸念されるため、当社研究施設内の実物大スケールの高架橋に対し試験施工を行い、選定した杭施工方法の周辺環境への変位影響を評価した。

2. 杭施工方法の選定

東海道新幹線の営業線高架橋への展開を見据え、増杭の施工条件を下記の通りとした。

- ・高架橋周囲の狭隘な施工エリアを想定したコンパクトな施工機械の選定
- ・空頭最大 7.0m 程度
- ・地下水位は施工基盤-1.5m 程度を想定

以上の施工条件に基づき、施工可能な杭基礎の工法を検討した結果、既製杭打ち込み工法としては、低い空頭制限を考慮して回転鋼管圧入工法、場所打ち杭打設工法としては、高い地下水位を考慮してオールケーシング工法の 2 工法に絞り込んだ。

双方の工法とも、基本的には全旋回型の回転圧入機により施工を行う。オールケーシング工法は硬質地盤用に開発された専用のケーシング、ハンマークラブを用いて、土砂を掘削、搬出する。一方で、回転鋼管圧入工法は、バケット等による排土は行わず、回転および圧入により押し込む工法であり、周辺地盤の密度を上げ、既存高架橋に変位影響を及ぼす危険性がある。加えて、双方の概略工事費用を試算したところ、オールケーシング工法の方が経済性に秀でることが認められた。

以上の検討の結果、オールケーシング工法を選定し、本工法による既存高架橋への影響を評価するために、当社研究施設内の模擬高架橋における試験施工を行った。将来の営業線高架橋への展開を見据えると、高架下の外方に十分な施工ヤードを確保できず、高架橋直下の狭隘箇所における施工を強いられることが予想される。このため、施工機械が高架橋内に収まる機械配置を想定し、杭打機にはマイクロ全旋回型のジャッキを採用した。当機械の仕様は表-1 の通りである。

表-1 マイクロ全旋回型ジャッキの仕様

機械重量 (kg)	5000
圧入力 (t)	5
引張力 (t)	80
ケーシング回転トルク (t)	40
機械高 (mm)	1400

3. 変位影響の評価方法

当社研究施設における模擬高架橋において、図-1 に示すように新設杭の打設および地中梁の試験施工を行った。この際、杭打設時の既存高架橋への変位影響を評価するために、ラインゲージセンサによる計測管理を行った（図-1）。鋼線のラインは南北 2 列に設置し、計測センサは線路方向端部の 4 本の柱に設置した。増杭は、線路方向および直角方向に計 8 本打設したが、このうち東西端部の 2 本の施工の際に、柱の鉛直変位および水平変位を経時測定した。本計測機器は、不動点のラインと測点部の変位センサ（写真-1）を用いて測点部とラインの相対変位を検出するもので、±0.1mm の精度で、鉛直・水平変位を同時計測することが可能である。

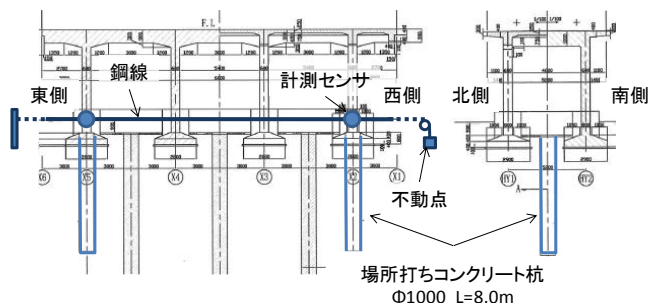


図-1 増杭施工箇所



写真-1 ラインゲージセンサの設置状況

4. 西側杭施工時の計測結果

杭 1 本目（西側杭）施工時の変位量の経時変化について、鉛直変位を図-2、水平変位を図-3 に示す。

それぞれの図は、ケーシングチューブ建込深さ 1m 毎の変位量を示している。また、図-3 の水平変位については、杭（中心）へ近づく方向を正としている。これらの図によれば、1.5～3mm 程度鉛直方向へ、1.5～2.5mm 程度水平方向へ変位することが認められる。また、杭施工後の杭の偏心を計測した結果、130mm であった。これは、土木工事標準示方書 1）が定める出来型管理基準値（D/4 以内かつ 100mm 以内）を逸脱している。

これについて、次のように原因を推定した。図-2、および図-3 によれば、GL-2m～3m の際に変位が生じ始めている。現地で行った地質調査の結果によれば、同様の土層位置で N 値が 50 以上と非常に大きくなっている。また、掘削排土を観察したところ、人頭大程度の礫の混入が数多く認められた。ケーシング圧入時には、掘削機のジャッキ前面が設置地盤から浮き上がり、ばたついていたことも確認している。従って、ケーシング圧入時に刃先が礫と不規則に衝突を繰り返し、揺動を伴いながら掘り進めていったと考えられる。以上より、チューブ径よりも掘削範囲が大きくなってしまい、地盤が緩んだ結果、既設高架橋の柱に大きな変位が生じたものとする（図-4）。

5. 東側杭施工時の計測結果(改善後)

ケーシング圧入時、刃先に礫が接触する際、本来であれば、礫を切削して掘り進めるはずであるが、今回の施工では、機械重量が軽量で反力が不十分であったため、接触によってケーシングにズレが生じたものと考えられる。従って、2 本目の杭施工に際して、機械反力の増大を目的として、ジャッキフロント部分におよそ 25t のカウンターウェイトを設置した（写真-2）。以上のような対策を施した杭 2 本目（東側杭）施工時の変位量の経時変化について、鉛直変位を図-2、水平変位を図-3 に示す。これによれば、鉛直、水平いずれにおいても変位量が改善されていることが認められる。杭施工後の偏心量も 35mm と管理基準値内であった。また、掘削排土を確認したところ、明確な切削面を有する礫が認められたことから、礫との接触によるチューブのズレを、刃先により切削することで回避している。以上より、大きな揺動なく鉛直にケーシングチューブを建込むことができた。

6. まとめ

高架橋直下の狭隘箇所における増杭の施工にあたり、通常より軽量のマイクロ全旋回型の掘削機を用いたが、カウンターウェイトを設置し、反力を増大することで既存高架橋に変位影響を及ぼすことなく杭を打設することができた。

参考文献

- 1) 土木工事標準示方書：東海旅客鉄道

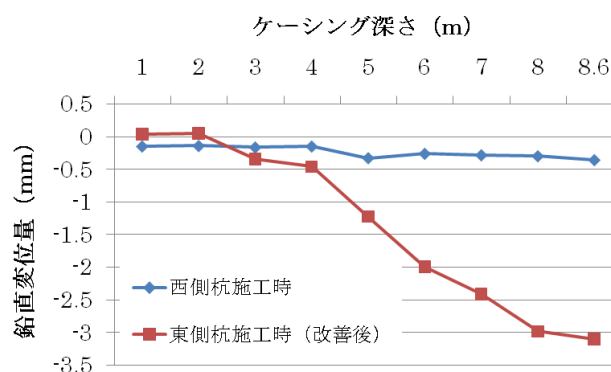


図-2 鉛直変位の推移

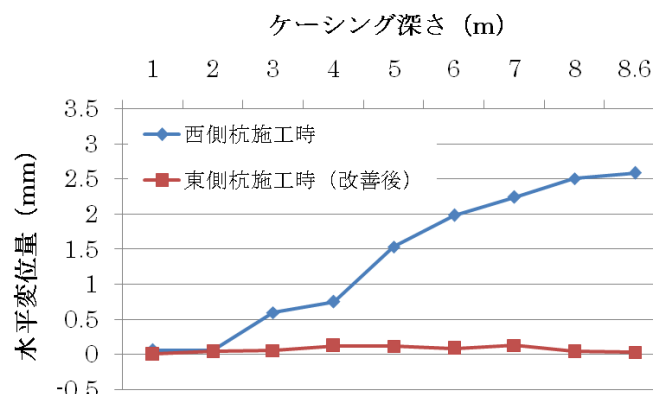


図-3 水平変位の推移

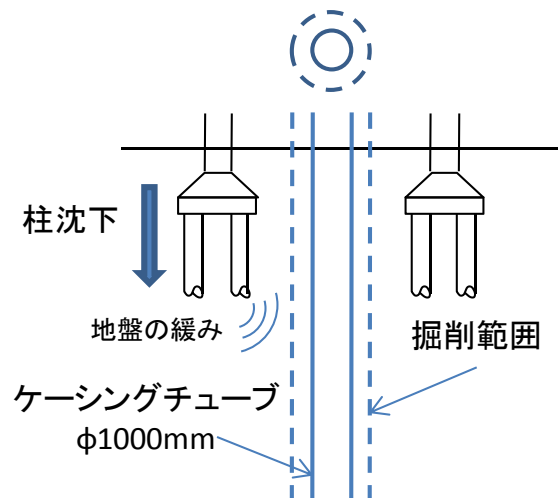


図-4 杭打設時における周辺地盤の影響



写真-2 カウンターウェイトの設置状況