

22. 都市部における既設下水管（φ700mm）の引き抜き撤去施工事例の報告

佐藤工業(株)：*横山 正樹、宮澤 竹久

1. はじめに

都市部における埋設管撤去方法は、開削工法で行われるのが一般的で、工事期間の交通への支障その他の埋設物への影響、狭隘掘削による安全等の問題があった。これらの問題を、既設推進管に対し特殊治具とPC鋼棒を使用し、立坑から引き抜き、同時に埋め戻しを行う「既設推進管の引き抜き撤去工法」を考案し実施することにより解決した。

横浜環状鉄道建設工事（高速鉄道4号線北山田駅工区土木工事）では、土留壁（ソイルセメント壁）施工位置に配置されている土被り約6.2mの下水道管（φ700mm）が支障となるため、開削工法（横矢板による土留）により撤去・埋め戻しを行うには、近傍に配置されている東京電力埋設管（16万ボルト）の防護を必要とし、且つ狭隘掘削を伴い困難な施工が予測された。

本報文は、本工法を用いて支障既設下水管φ700mmを撤去した事例を紹介するものである。

2. 工事概要

横浜環状鉄道中山～日吉間は、JR横浜線中山駅からすでに開業している横浜市営地下鉄センター南・センター北駅を通過し、東京急行東横線日吉駅までの13.1kmを建設する工事である。北山田駅工区土木工事は、このうちセンター北駅に隣接する駅部の開削工事で、長120m・深さ27.5m・掘削土量約5万立方メートル・コンクリート量約1万1千立方メートルの工事である。

工事区域は交通量の多い県道日吉元石川線に位置し、周囲は、マンション・中古車販売店などの比較的新しい建物が立ち並び、駅開通を見越して、マンションの建設ラッシュの地域でもある。

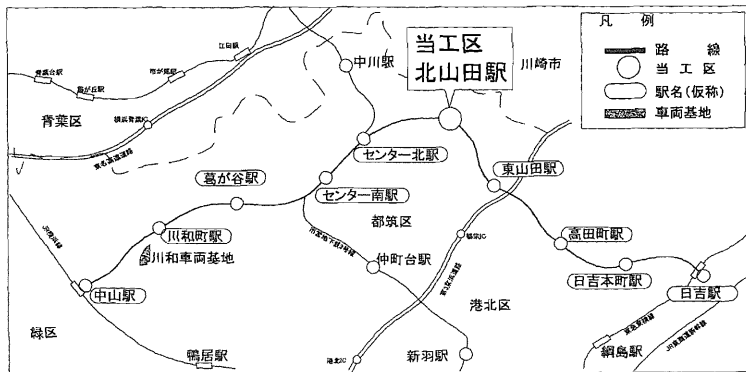


図-1 工事位置図

3. 地質特性

施工位置の地質は、関東ロームであることが土質試験結果から判明はしていたが、近傍で施工した立坑築造工事より、一部で土丹層が出現することも想定された。

地下水位は地表面より、1.0から1.5m程度であり、非常に地下水位は高かった。

30mに及ぶ、引き抜きが想定されたため、入念な周面摩擦の把握が必要で、調査の結果関東ロームが12m程度、残りの18mは土丹部分に位置していることがわかった。

直前に施工した、下水切り回し工事の経験から、土丹部分での推進管の締め付けによる周面摩擦は、隙間の存在から非常に小さいと推定した。

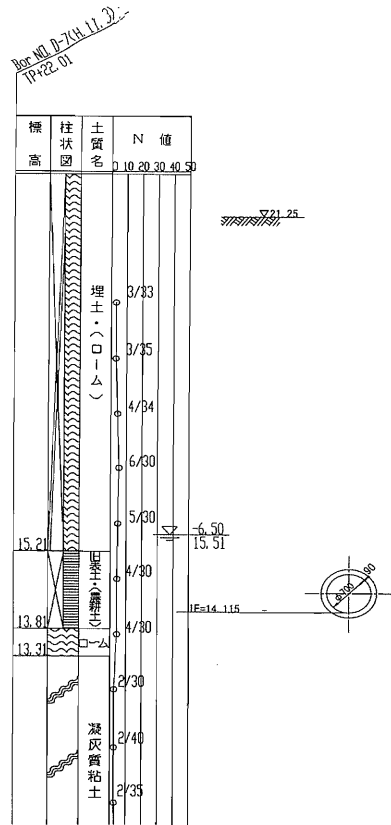


図-2 当該地盤の柱状図

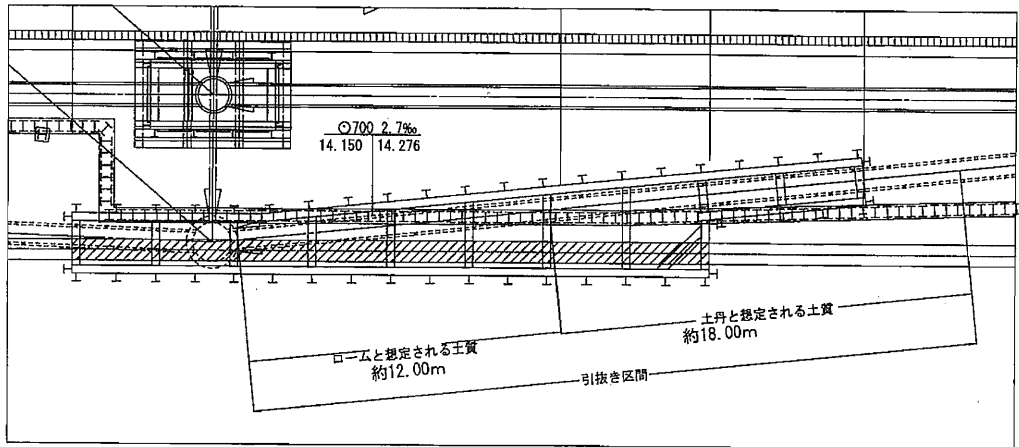


図-3 推進管引き抜き部平面

4. 工法検討

開削工法以外での撤去方法について調査したところ、鉛直の杭等については、管径より大きなケーシングを管に被せて挿入し、周辺摩擦を低減させてから引き抜く実績がある。しかし、この工法を今回の工事に適用した場合、立坑の大きさに限りがあるため、立坑直径より短いケーシングを溶接したり、反対に引き抜く際には、ガス切断機によりケーシングを切断することが必要となり、時間と材料のロス（全損）が大きく、かなり高価な施工法となる。

今回引き抜く推進管はφ700mmで、通常この径の推進工は裏込め注入を行っていないことに着目し、特殊な治具およびPC鋼棒を使用し、推進工法と逆向きに反力を取り、推進管を引き抜けないか検討した。通常泥水式推進工法の推力計算において推進管と土の付着力は、粘性土で、 $0.3 \sim 1.5 \text{ t/m}^2$ で計算される。

仮に管外面抵抗力を大きく見積り、 2.0 t/m^2 と仮定すると、 $0.88 \times 3.14 \times 30.6 \text{ m} \times 2.0 \text{ t/m}^2 = 169.2 \text{ t}$ で縁を切ることができる。平均付着力 2.5 t/m^2 でも 212 t の推力で縁切りが可能であり、これは管自体の耐力 240 t に比較して小さいので勝算はあると考えた。また、付着力が予想以上に大きくても、管周辺を水平ボーリングで乱し緩めることにより、付着力を低減することも可能であり、また管を分割して縁を切り、管外面抵抗力を低減させてから引き抜くことも可能であると判断した。

5. 施工

施工は、図-5に施工の順序図に示すとおり、立坑築造→滑材注入→引き抜き設備工→PC鋼棒の配置と定着→下水管引き抜き→下水管搬出→設備撤去の順に行った。

写真-1に引き抜き治具、写真-2に引き抜き治具設置状況、写真-3に下水管引き抜き状況を示す。

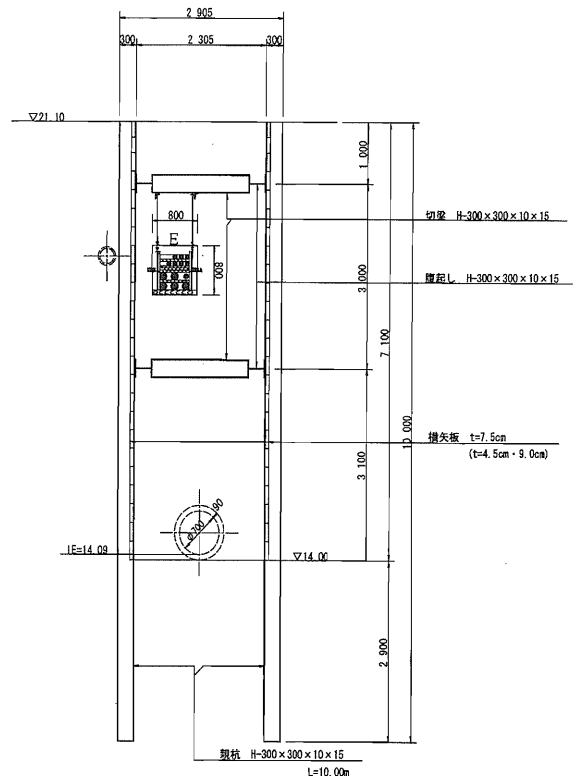
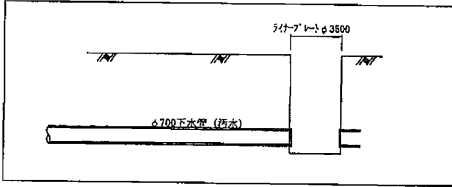


図-4 既設推進管の位置と開削土留図（原設計）

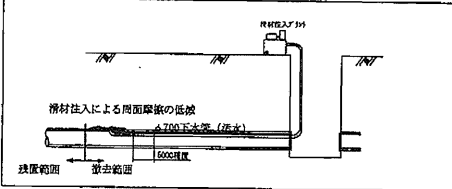
1. 立坑築造

既設人孔を包括した大きさのライナープレートで既設人工を撤去しながら床付けする。



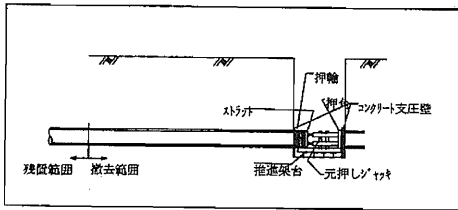
2. 滑材注入

φ700mm 既設下水管を5m ピッチ程度で穿孔し(φ20mm)し、推進用滑材を注入する。



3. 引き抜設備工

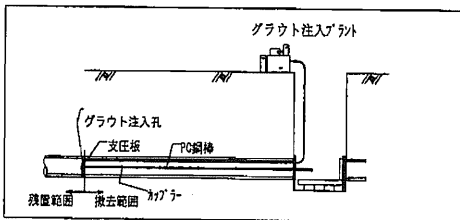
立坑に推進架台・反力壁・元押しジャッキ(100t×2~4台)・押し輪を設備して、下水管を10cm程度推進して外周抵抗の縁を切ると同時に管外周抵抗を把握する。



4. PC鋼棒の配置・定着

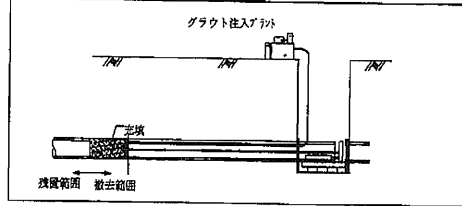
撤去部の先端(残置部の終端)の下水管を一部(10~20cm程度)はつり撤去し、引き抜き治具(φ50mm 注入孔つき)を取り付ける。

下水管内にPC鋼棒(φ36mm)を2本設置して、カップラーで接続する。なお、カップラーの先端を押し角に定着する。



5. 下水管引き抜き

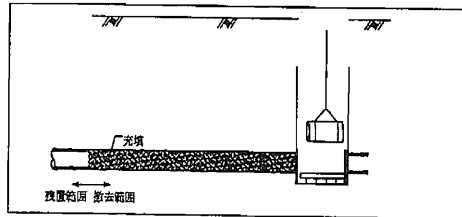
推進元押し装置を通常の推進工事と逆向きに配置し、PC鋼棒をこの推進元押し装置に接続し緊張して下水管を引き抜く。この時下水管を引き抜きと同時にCBを注入し空隙を充填する。



6. 下水管搬出

立坑内に引き出された下水管は、クレーンにて立坑外へ搬出し、処分する。

PC鋼棒はカップラーにて切り離し再利用する。



7. 引き抜設備撤去

上記5~6を繰り返して、下水管を全て引き抜き空洞を充填完了後、推進設備を撤去し立坑を埋戻し復旧する。

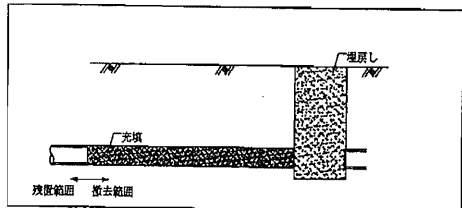


図-5 既設推進管の施工順序図

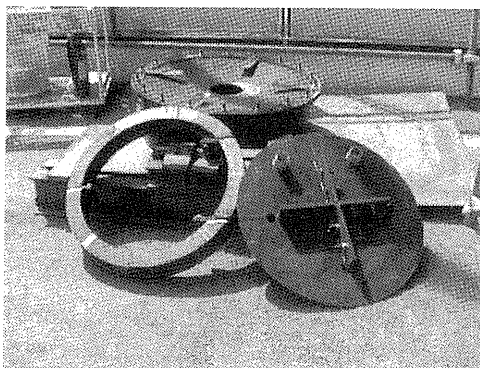


写真-1 引き抜き治具

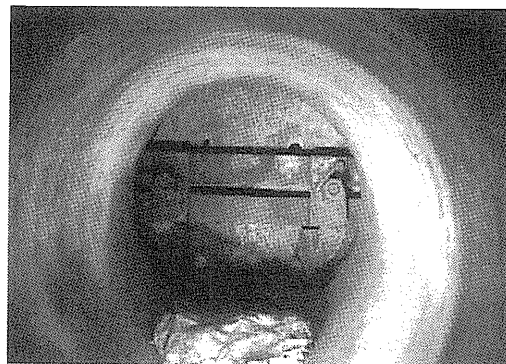


写真-2 引き抜き治具設置状況

6. 施工結果

結果として4箇所の引き抜きを行い、すべての管の引き抜きに成功した。

それぞれの引き抜きの距離は、30.56m, 6.21m, 19.54m, 7.80mであった。引き抜く前に一旦押し込みにより縁切り推力を与えたが、その最大値は212tに達した。押し込みによる縁切り作業後引き抜きを行ったが、一旦縁を切ったにも関わらず、最初は推力が200t以上となり、滑材を注入しながら、引き抜くにつれ、徐々に推力が下がり始めた。

引き抜きを軌道に乗せるまで、バックアンカーが破損したり、特殊治具が破壊したりと種類の紆余曲折があった。

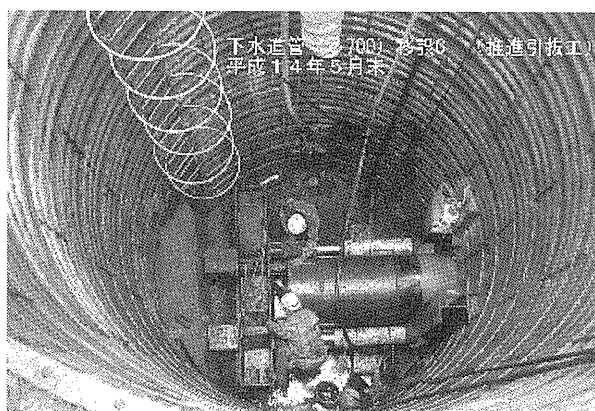


写真-3 下水管引き抜き状況

7. 施工結果の反省と今後の展望について

今回の推進管の引き抜きは、土被りが深く、上部に埋設物があるという難条件下での発想から生まれた工法である。結果的には推進管の引き抜きという所期の目的は達成されたものの、縁切り時の推力が大きくなり、特殊治具が破損する等の失敗もあった。今回の推進管引き抜きにおいて気がついた点、反省点について以下に記述する。

- ① 湧水が多く、立坑築造掘削が予想外に苦勞した。これは既設推進工施工時も同様であると考えられ、旧立坑内部には薬注を行った形跡が見られ、これが推力を予想以上に増大させた原因の一つであると思われる。
- ② 通常φ700mmの推進工の場合、裏込め注入を行わないが、引き抜き後の管の付着物から考え

ると一部裏込め注入を行った形跡があり、これも推力を予想以上に増大させた原因の一つと思われる。

- ③ 滑材の注入は、縁切り時の推力を低下させることには、寄与しないが、縁切り後の推力の再上昇を防ぐことは出来た。
- ④ ジャッキの配置、PC 鋼棒の伸び、バックアンカーの耐力等は十分な検討が必要である。(当初見込みが甘く、手戻り・試行錯誤が発生した)
- ⑤ 人孔の撤去及び推進管の引き抜きヤードより立坑寸法を決定したが、実際は既設管設置時の立坑内に空伏せコンクリート及び立坑の山留等が残置されているため、前工事の状況をよく調査する等、立坑形状の決定には注意が必要である。(経済性にも大きく響く)
- ⑥ 東京電力管の吊防護は、予想通り小規模で済み、管路に対する影響は非常に少なく済みだ。
- ⑦ 管内での特殊治具の取り付け作業はすべて人力となり、狭い場所での作業となるため、出来る限り分割し取り付けやすくする必要がある。
- ⑧ 立坑内のジャッキで推進管の引き抜きができない場合、中押しジャッキの取り付けを検討したが、今回の管径では重量的に無理であることがわかった。
- ⑨ 推進管の引き抜きと同時に注入作業だけでは、注入材料のブリージングがあるため、補足充填注入が必要である。
- ⑩ 管内のはつり作業は、推進管のカラー一部で実施したため、地山の崩壊の危険が無かったが、必要に応じ薬液注入等の対策が必要である。

8. おわりに

今回施工した工法は、当工事においては、開削工法で撤去するよりさまざまな面で有利であったが、この工法を採用するに当たっては、いくつかのポイントがある。以下に工法採用時のポイントを示す。

- ◎ 管の土被り
- ◎ 裏込め注入の有無
- ◎ 埋設物の有無
- ◎ 土質
- ◎ 埋設されている管の種類とその耐力
- ◎ 配置できる立坑の大きさ
- ◎ 引き抜き距離 (今回は 30m が上限)
- ◎ 立坑築造位置
- ◎ 旧管施工時の諸情報

上記ポイントに留意し施工可能であれば、都市土木工事において、交差点がある等、施工位置の条件が厳しい場所での施工には、大いに役立つものと思われる。また、上部に他の企業管路がある場合、影響を最小限にして施工することが出来、しかも周辺住民に対しても開削工法に比べて影響を与えない工法である。ただし、この工法の採用にあたっては、前述の事項について綿密な調査計画を立てることが重要である。