

Ⅲ - B183

掘削底下の既設下水道シールド管の浮き上がり計測管理

東京都土木技術研究所 正会員 ○米澤 徹
同 上 正会員 中澤 明
同 上 正会員 杉本 隆男

1. はじめに

延長の長い道路トンネルを開削工法で築造する工事で、掘削底下の縦断方向に既設下水道管が埋設されている場合、掘削底のリバウンドに伴う下水道管の浮き上がり対策は重要な技術課題となる。

本報告は、掘削によって、床付面直下に位置する既設下水道管の土被り厚さが数10cmとなることにより、地盤のリバウンドに伴う管の破壊防止のため実施した先行地中梁効果について、計測管理で確かめた結果をまとめたものである。

2. 工事概要

(1) 仮設断面

工事区間の地層構成と土留め仮設断面を図-1に示す。工事場所付近の地質は地表部より、埋土層、武蔵野ロームと立川ロームと呼ばれる関東ローム層、粘土質ローム層、武蔵野礫層、東京層の粘性土層と砂質土層、東京礫層、東京層群からなっており、層厚とN値は図に示すとおりである。

図に示したように、右側の土留め形態は、根入れ部に $\phi 3,150$ mmの東電シールド管が縦断的に埋設されており、これを避けるため、不連続な構造となっていて不安定である。また、床付面直下には、 $\phi 3,800$ mmの下水道シールド管があり、掘削に伴う地盤のリバウンドによって下水道管自体の浮き上がりが危惧された。

(2) 地盤改良（先行地中梁の設置）

設計当初は、下水道管を防護する目的で、管の全長にわたって門型に囲う形態の地盤改良（噴射攪拌置換杭工法）を予定していたが、次に述べるような問題点が考えられた。

- ①掘削に伴う地盤のリバウンドによって、門型の改良体と下水道管がともに浮き上がる可能性がある。
- ②土留め壁根入部が掘削側へ変形した場合、下水道管の横方向変形を改良体がどの程度抑えられるか。
- ③土被り圧が減少していく過程で、改良体が下水道管の許容変位量を保てるか。

検討の結果、図-1に示すように右側の土留めの不連続部と左右の土留め間において、噴射攪拌置換杭工法により先行地中梁を施工し、土留め壁根入部と止水壁の変形をそれぞれ抑え込むこととした。これにより、下水道管にかかる水平方向土圧を軽減すると同時に、地盤と下水道管のリバウンドに対して、定量的評価は難しいものの、先行地中梁の曲げ抑え効果を期待した。

3. 下水道管の直径変化の管理図

(1) 下水道管のセグメント鋼材が降伏応力に達するときの直径変位量

床付面直下にある下水道管に作用する土圧は、掘削に伴い鉛直土圧の減少と土留め壁根入部変形に伴う受働土圧の増加という地中応力変化の影響を受け、断面的に縦長に変形することが予想された。このため、事前に

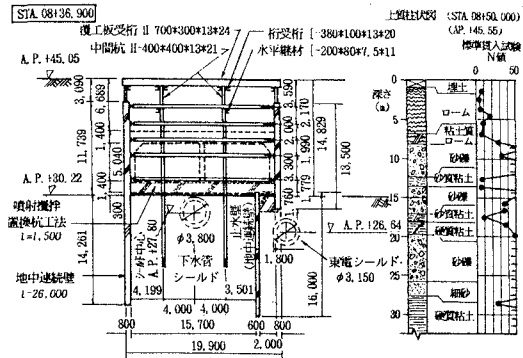


図-1 地層構成と土留め仮設断面¹⁾

キーワード：リバウンド、下水道シールド管、掘削

連絡先：東京都江東区新砂 1-9-15、TEL03-5683-1520、FAX03-5683-1515

、リング公式²⁾ からセグメントの鋼材が曲げ降伏応力に至る水平・鉛直方向荷重の組み合わせ（水平方向荷重>鉛直方向荷重）を求め、これを用いて管径の鉛直方向変位量を算出した。この結果を次項に示す図-2中の直線（Yield Line）で示す。下水道管の降伏時変位量は10~15mm程度である。

(2) 掘削工程に沿う鉛直方向の直径変位量と鉛直荷重（土被り圧）の関係

管理図として、鉛直方向の直径変位量と鉛直荷重（土被り圧）の関係をとり、図-2に示すように管理した。ここで、水平荷重は土留め壁の設計に用いる弾塑性法により、土留め壁根入部の変位を求め、これに受働側地盤の弾性支承パネ定数を乗じた値とした。

図中の $A_3 \Rightarrow A_4 \Rightarrow A_5 \Rightarrow A_6 \Rightarrow A_E$ （添字は各次掘削を表す）は先行地中梁のある場合であり、 $B_3 \Rightarrow B_4 \Rightarrow B_5 \Rightarrow B_6 \Rightarrow B_E$ は先行地中梁のない場合の掘削工程（3次掘削底から床付けまで）に沿った予測計算の経路を示している。

このことから、Yield Lineと先行地中梁のある場合の経路で囲まれる斜線を付した領域を管理上の要注意領域、これを超える領域を危険領域、内側を安全領域として管理した。

4. リバウンド量の実測値

下水道管は共用中であり、管内に計器を設置することが困難である。このため、下水道管の天端と管底のレベル位置に管を挟んで左右それぞれ1個ずつ、計4個の層別沈下計を設置し、便宜上、上下の計器の指示値の差を下水道管径の変位量とみなした。なお、計測断面は20~30m間隔の計6断面である。

図-3に地盤のリバウンド量の差（管径変位量）の経日変化を示す。図から、下水道管は鉛直方向が長軸となる楕円形となり、その変位量は1~6mm、平均で3mm程度であった。このなかで、実測値の最大値は、先行地中梁のある場合（Aルート）の直径変位量解析値の差（ A_E 点と A_3 点の差）6mmと一致していた。

この計測結果を図-2にプロットすると、 $C_3 \Rightarrow C_4 \Rightarrow C_5 \Rightarrow C_6 \Rightarrow C_E$ となり、下水道管の直径変位量は管理図上において安全領域で推移したことがわかる。

5. まとめ

以上の検討結果をまとめると次のようになる。

- (1) 下水道管セグメントの剛性を考慮した直径変位量の限界値は、10~15mm程度である。
- (2) 下水道管径変位量の実測値は、1~6mmとなり、その経路は管理図上において安全領域で推移した。
- (3) 実測値1~6mmは先行地中梁のある場合の下水道管径変位量の解析値（管理基準値）6mm以内であった。

6. 今後の課題

今後、先行地中梁の曲げ抑え効果についても検討を加えたい。

参考文献；1) 杉本隆男、米澤 徹、中澤 明：開削工事における下水シールドの浮き上がり対策、平成8年度東京都土木技術研究所年報、pp. 309-320、1996

2) 土木学会編：構造力学公式集、1986

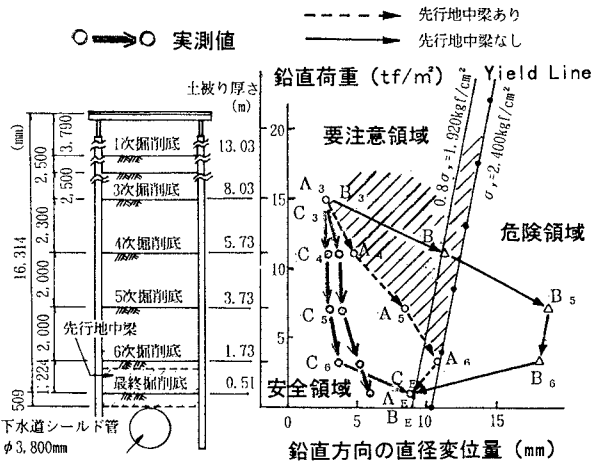


図-2 下水道管の直径変位量と鉛直荷重の関係

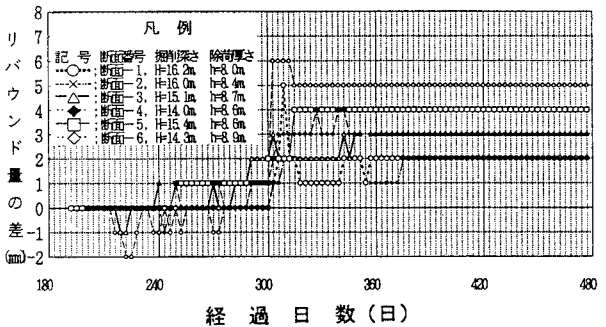


図-3 地盤のリバウンド量の差の経日変化