

III-471

STIC築造に伴う近接施工の現場計測結果について

NTT関東設備建設総合センタ 正会員 上原 秀幹

NTT関東設備建設総合センタ 正会員 中山 知明

NTT関東設備建設総合センタ 正会員 高塚外志夫

1. はじめに

シールド式とう道とマンホールとを管路で接続して少条数のケーブルを分岐させるSTIC(Shield Tunnel Interfaces with Conduits)方式工事において、マンホール築造に伴う土留め杭が最小離隔45cmで下水道シールドトンネルに近接するため、FEMを使って周辺地盤の挙動を計算してその影響を解析するとともに、下水道シールドトンネルの内径および仮設杭の変位を現場計測した。

本報告書は、これらの解析結果と現場計測結果について比較し考察を加えたものである。

2. 工事の概要

施工形態は図-1のとおりであるが、軟弱な凝灰質シルト層及び細砂層が主体であり、掘削に伴って切羽崩壊およびボイリング現象が生じると考えられるため、土留め杭外周および掘削底盤へ高圧噴射攪拌工法により地盤改良を行った。噴射方式は下水道シールドに影響を与えないようCJG(コラムジェットグラウト)工法を採用した。杭打ち工法は、H鋼(H-300)およびシートパイル(Ⅲ型)をCB充填しながら、下水道シールドに当たらないよう傾斜計を取り付けて所定の位置に打ち込んだ。

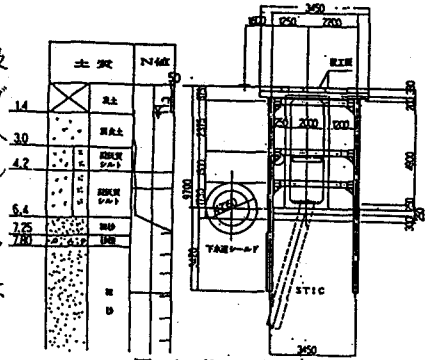


図-1 施工形態

3. 影響解析

弾塑性法により算出した土留め杭の水平変位を境界条件として、下水道シールド周辺地盤の挙動をFEMを使って解析し、その変位により生ずるシールドセグメントの変位・断面力を求めた。これに、すでに荷重を受け変形しているシールドセグメントの応力度を慣用設計法より計算し、加算して、最終的な変位・断面力を求めた。なお、CJGの効果については、弾性係数を増大し土圧係数を低減することで評価した。

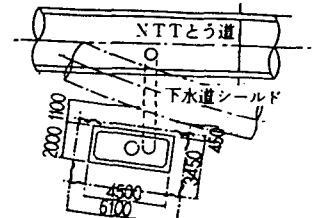


図-2 近接状況

解析の結果、得られた下水道セグメントの増加応力度は、表-1のように許容応力度以下となり、ひずみ変位は垂直方向に濃されながら杭の最大変位方向へ引張られ図-3のようになる。

また二次覆工についても、コンクリートとしての条件を与え、上記と同様FEMによる解析を行った。結果は表-1のとおり、許容応力度以下となる。

4. 計測機器と配置

計測項目と計測器は図-4に示した。シートパイルの計測方法は、発生する変位が1cm以下と僅かなことから、測定精度を上げるために測定間隔を50cmとした。下水道シールドの内径測定については、多湿あるいは水中下における設置条件および測定作業の安全を考慮して、計測システムを構成した。

表-1 下水道セグメントの応力度

項 目	σ: kgf/cm ²			
	45°		345°	
傾 角	M(tf·m)	N(tf)	M(tf·m)	N(tf)
慣用法	-0.058	9.307	0.119	8.764
FEM	-0.248	-0.220	0.171	-0.833
Σ	-0.306	9.087	0.290	7.931
σ _H		333		291
σ ₁	-423		401	
σ ₂	622		-589	
Σσ ₁	-90		692	
Σσ ₂	Max. (955)		-298	

注: A = 27.3cm²/m Z_I = 49.2cm³/m
Z₀ = 72.4cm³/m σ_{sa} = 1900kgf/cm²(許容応力度)

表-2 二次覆工の解析結果

項 目	計算結果%
許容引張り 応力度	σ _{max} = 9.6tf/m ² < 許容応 力度 = 2.20tf/m ²
変位量	2.09mm (垂直方向) 1.85mm (水平方向)

5. 計測結果と考察

シートパイルの水平変位を図-5に、作業工程に従って測定した下水道の内径変位の結果を図-6に示した。

①シートパイルの水平変位は、掘削前には、シートパイル背面に充填されたC J Gの充填圧によりシートパイル全体が押し出され、さらに底盤以下の充填圧により押し返されたために上部が正方向に、下部が負方向に変位した。

一方、掘削後においては、解析計算によりシートパイルが正方向へ最大 4.3mm 変位することが予想されたが、実際には負方向に1.6mm 変位した。これは底盤以下の受動土圧が期待された程には生じなかったために、底盤以下では負方向に変位していたシートパイルが逆に正方向に変位し、その反動で底盤以上では負方向に変位することとなり、上記のような結果となったと考えられる。

しかし、問題のない変位量であり、シートパイルは安定していたと言える。

②下水道シールドの内径変位については、垂直方向で2.09mm、水平方向で1.85mmの変形が生ずる計算値となるため、これを管理値として設定し、施工した。その結果、計測値は 0.35mm、0.50mmと大きく下まわった。

変位の推移については、C J G、掘削及びSTIC削孔の各工程毎に0.1mm 変位しており、その原因はC J G後は垂直方向の充填圧、掘削後は土留めの変形によるものと考えられる。しかし、STIC削孔後については、削孔による地盤のゆるみにより底盤以下の土留めが正方向へ変位し、同時に底盤の上部が負方向へ変位したため、下水道シールドの45° の方向へ土圧がかかり、垂直方向も水平方向も圧縮される現象が起こったと考えられる。

6. おわりに

離隔の厳しい近接施工の対策として、コラムジェットグラウト工法およびCB充填による効果を解析計算により事前に推測し、施工した。その結果、計測値は計算値を下回り、下水道シールドへの影響は二次覆工のひびわれも含めほとんど現れなかった。今後は近接施工におけるコラムジェットグラウト工法の効果についてより精度の高い計測実績をかさね設計方法について検討していく予定である。

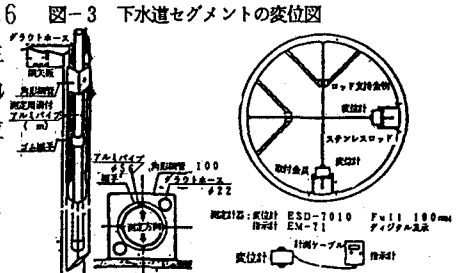
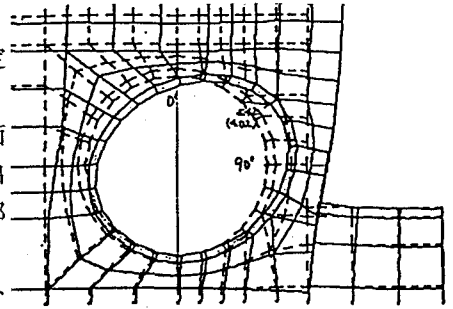


図-4 計測器（シートパイル、セグメントの変位）

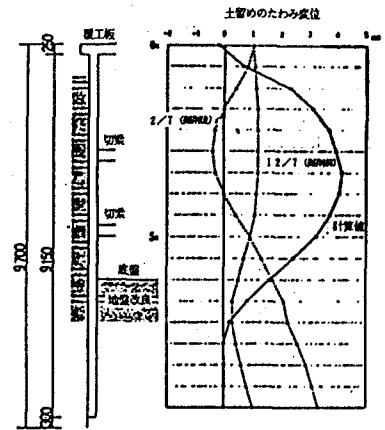


図-5 シートパイルのたわみ変位

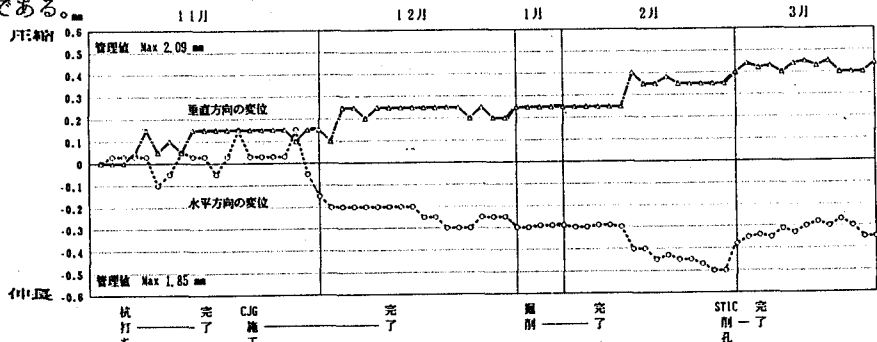


図-6 下水道シールド内径変位の推移