

III-296 荒川下越しにおけるシールドトンネル掘進に伴う堤体の影響解析について

日本電信電話株式会社 正会員 荒井 久男
正会員 八木 高司
正会員 小林 佳宏

1. はじめに

本工事は、葛飾区西新小岩2丁目の立坑から発進し、中川及び荒川を下越し、江戸川区平井5丁目先にて地中ドッキングする延長約1.6kmの泥水加圧式シールド工事である。

河川の下越しに当っては、シールド掘進に伴う堤体への影響検討を行なうため、有限要素法により堤体の沈下量等を算定し、堤体に与える影響について検討した。

ここでは、有限要素法により沈下量を算定するうえで、その結果に与える影響が大きい応力解放率と地盤の変形係数の決定から沈下量の算定までの過程を報告する。

2. 工事概要

本シールド工事は、同時裏込注入装置を装備した泥水加圧式シールドマシン（ $\phi 3,880\text{mm}$ ）により、荒川の河床下を約30mの土被りで下越しし、セグメント外径 $\phi 3,750\text{mm}$ のシールドトンネルを築造するものである。

シールドの推進土層は、洪積層である7号地層（ D_{c1} 、 D_{s1} ）及び東京層（ D_{c2} 、 D_{s2} ）となっており、荒川の堤体箇所での横断面は右図のとおりとなっている。

3. 影響解析

堤体の影響解析に当っては、テール部の横断面位置での平面ひずみモデルによる有限要素法とした。

3.1 応力解放率について

本工事におけるシールド掘進に伴う沈下要因は、比較的地盤条件の良い洪積層内を泥水加圧式シールド工法で施工することから、切羽部及びテール部に関して以下の項目に絞られる。

【切羽部に関する要因】

- ① 切羽地山の応力解放／② 余掘り／③ 地下水の流動に伴う土砂の流出

【テール部に関する要因】

- ① テールボイドによる地山の応力解放／② 裏込材の不完全充填及び裏込材の収縮・変形／③ セグメントリングの変形及び沈下

これらの要因による沈下は、その大小はあるがどれも避けられないものであり、本影響解析ではこれら要因による沈下をテールボイドによる地山の応力解放という形で代表させた。

応力解放率については、NTTにおけるシールド工事の施工実績（2件）から逆解析して求めた値である。（表-1参照）

施工実績2工事のうち、晴海～京橋光ケーブル方式工事では、層別沈下計を設置して、地中の地盤変状を計測し、有限要素法により逆解析したものである。以下にその観測点箇所の横断面及び計測結果を示す。

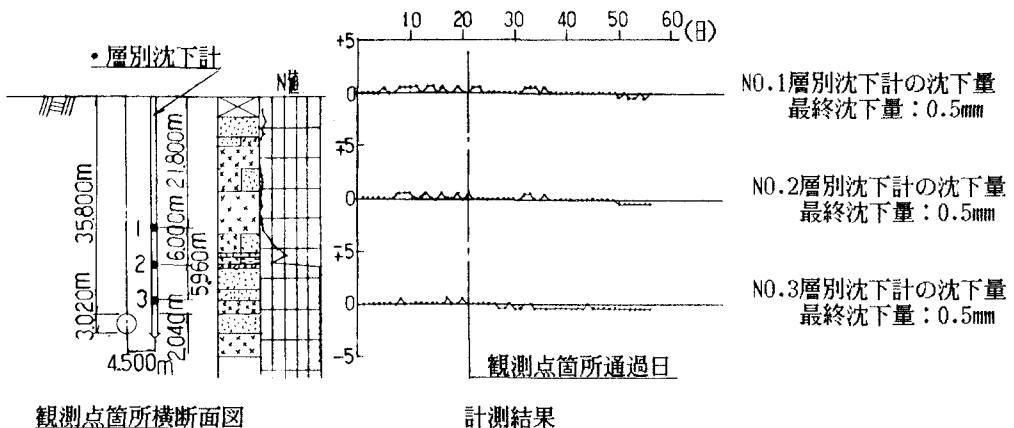
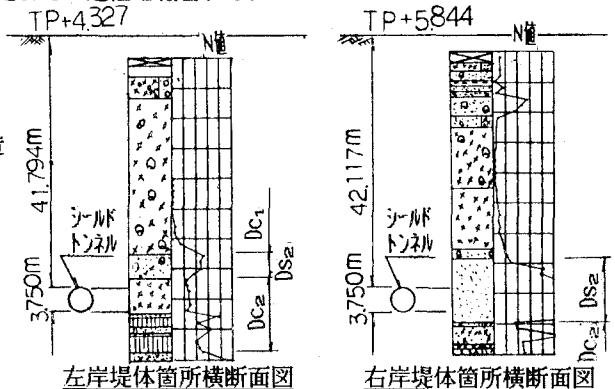


表-1 NTT工事における応力解放率の逆解析結果

工 事 名	推進工法	裏込め注入	計測方法	応力解放率	採用値
晴海～京橋	泥水加圧式	即時注入	層別沈下計	13%～14%	20%
神田～蔵前	土圧式	同時注入	レベル測量	20%	

3.2変形係数について

有限要素法に用いる土質定数のひとつである地盤の変形係数の推定に当たっては、推定式から求める方法（砂質土： $E_0=7\cdot N$ 、粘性土： $E_0=210\cdot Cu$ 等）、コアサンプリングによる一軸、三軸圧縮試験結果から推定する方法、原位置試験結果から推定する方法等がある。

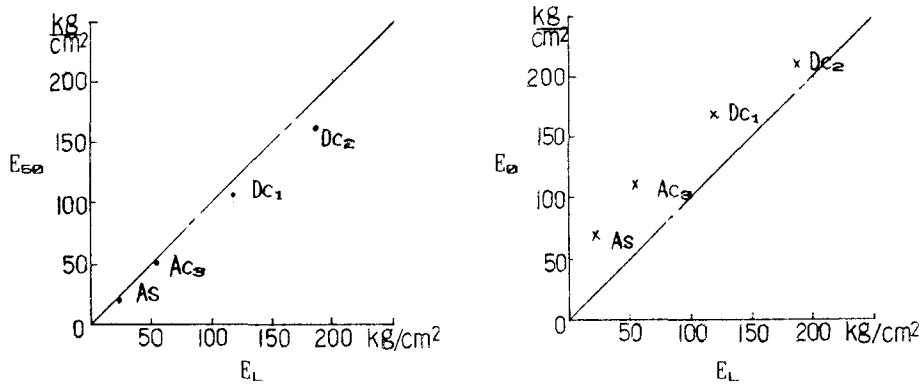
本影響解析においては、地盤の変形係数をより正確に把握するために、コアサンプリングによる室内試験のほか新たに原位置試験（ボーリング孔内載荷試験）を追加し、上記3種類の方法で求めた変形係数を比較・検討した。

その結果は、ほぼ次式で表わされる。

一軸、三軸圧縮試験から求めた変形係数（ E_{50} ）≦ボーリング孔内載荷試験から求めた変形係数（ E_L ）<推定式から求められた変形係数（ E_0 ）

この結果から、本解析においては、 E_{50} と E_L は大差ないことが判明したので、実際の地盤状態に近い状況で試験したボーリング孔内載荷試験による変形係数を用いた。

以下に3種類の方法から推定した変形係数の相関を示す。



4.解析結果

応力解放率については20%、地盤の変形係数についてはボーリング孔内載荷試験結果から推定した値を用いて算定した荒川の左岸及び右岸堤体の天端と直下での沈下量は、表-2のとおりである。

荒川左岸堤体下と右岸堤体下の土質状況は、左岸堤体下の土質が右岸に比べて相対的にN値が低い傾向にあるので、堤体の沈下量はやや大きめに定めている。

表-2 堤体の沈下量

照査箇所	堤体天端沈下量 (mm)	堤体直下沈下量 (mm)
荒川左岸	2.0	2.1
荒川右岸	1.2	1.2
堤内地	3.9 (地表沈下量、荒川下流の100m手前300mの手前計測値)	

また、事前計測箇所の地表面沈下量が3.9mmと大きいのは、堤体箇所付近の土質に比べ、N値が低い傾向にあるからである。

5.まとめ

本工事では、河川の下越しに当たって、堤内地において層別沈下計を設置するとともにレベル測量により地盤の変状を事前にとらえ、解析により算定された沈下量と計測値との関係を把握し、河川下の掘進の施工管理に反映させる。

また、これらの関係から、今回推定し、解析に用いた応力解放率と地盤の変形係数の妥当性についても確認する。

最後に、本検討に当たって御指導頂いた建設省土木研究所トンネル研究室の各位に感謝の意を表します。