

大断面泥水式シールド掘進に伴う併設トンネルへの近接影響解析と計測結果

東京都建設局 河川部改修課

立澤 延泰

東京都第四建設事務所 工事第二課

池田 健

大成建設株式会社 社長室経営企画部

正会員

土橋 功

大成建設株式会社 土木本部土木設計部

正会員

○麻 泰宏

1. はじめに

東京都では、河川延長約 10km、流域面積約 25km²の一級河川である白子川の水害による被害軽減を図るために、白子川上流の比丘尼橋付近に白子川調節池群を整備している。そのうち、「白子川地下調節池」は、練馬区内の都道目白通りの地下約 35m の深さにある延長約 3.2km、内空 10m のトンネル形式の調節池で、泥水式シールド工法により施工する。このトンネル築造にあたっては、近接する既設構造物への影響について事前に影響解析を実施し、その結果を目安に計測管理しながらシールド掘進を行った。本稿では、白子川シールドと並行して走る既設共同溝に対する近接影響解析と施工時の計測結果について報告する。

2. 検討および計測対象

白子川シールドおよび近接対象となる既設共同溝（外径 5.7m）の位置関係図を図 1 に示す。既設トンネルの直下を、離隔 12.15m～14.52m で約 1.1km に渡って並走している。施工時には、約 50m 間隔に 15 点の計測点を設け、既設共同溝内に設置した水盛式沈下計により鉛直変位を計測した。

3. 近接影響解析の概要

事前の影響解析としては、二次元平面ひずみモデルを選定し、シールド掘進に伴う地盤変状の要因を応力解放率 α に代表させる手法を用いた。解析ステップは、一般的に行われる方法で、①初期応力解析、②掘削解放 $\alpha\%$ 、③セグメント設置（ $(100-\alpha)\%$ 解放）とする。また、検討に用いる応力解放率 α は、施工条件を考慮し、 $[\text{解放応力}] = [\text{補正係数}] \times ([\text{現地中応力}] - [\text{切羽圧}])$ により設定し、計算の結果、 $\alpha = 15\%$ を採用した（補正係数 0.42 相当¹⁾。検討断面の一例（最近接部）として、図 2 に検討断面および土質定数を示す。また、解析モデル図を図 3 に示す。解析領域は、側方領域をトンネル土被り H の 2 倍程度、下方領域をトンネル外径 1D 程

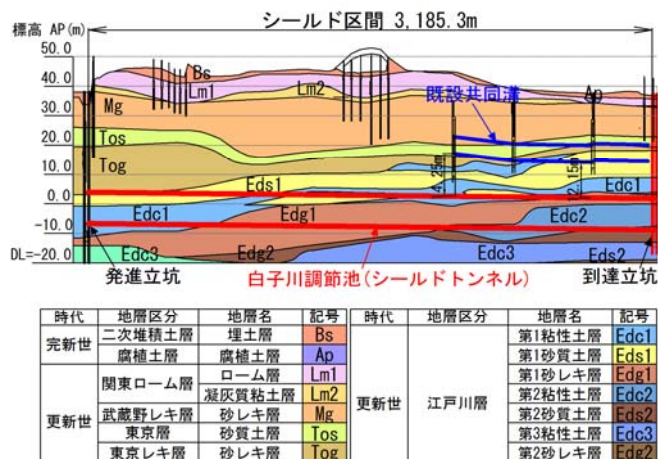


図 1 縦断面図

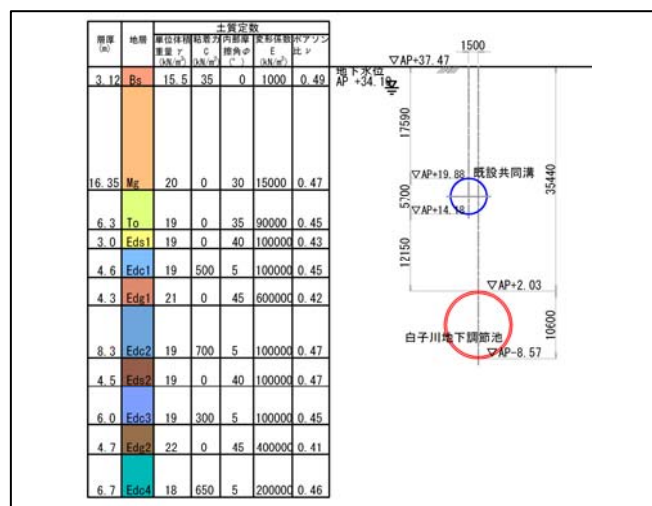


図 2 検討断面および土質定数

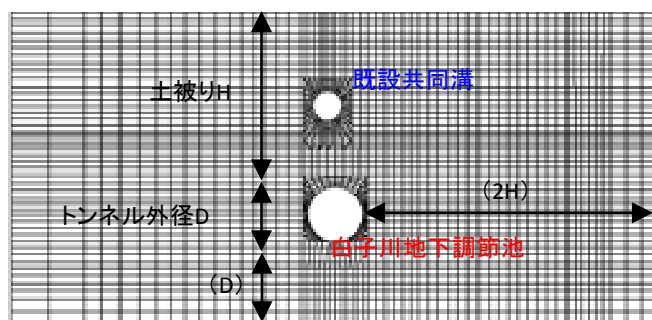


図 3 解析モデル図

キーワード 大断面、泥水式シールド、近接影響解析、応力解放率

連絡先

〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社 土木本部土木設計部 TEL 03-5381-5417

度とした。既設トンネルについては、地盤に追従するものとして物性値は設定せず、当該位置の地盤変位をトンネルの挙動として評価する。

解析結果として、既設共同溝の変位図を図4に示す。結果、既設共同溝下端で最大鉛直変位量が-4.2mmとなった。

4. 解析結果と計測結果との比較

シールド掘進時、図2に示した近接影響検討位置で計測した既設共同溝の鉛直変位計測結果を図5に示す。図5では、計測断面位置からシールドマシン切羽までの距離と、計測点での鉛直変位との関係を示している。シールドマシンの切羽が計測点に近づくにつれ鉛直変位が徐々に大きくなっていることが分かる。およそ20m手前から沈下傾向を示しており、マシン切羽が計測点直下に達した時からマシンテールが通過し、影響範囲を抜けるまで沈下傾向が続いている。結果、最大沈下量で-1.78mmの値が得られた。計測結果から実際に生じたと推測される鉛直変位量は、事前解析値に比べておよそ42%という結果となった。この結果は他の計測点においても同様で、計測した15点の平均沈下量は-1.5mm程度であった。

5. 逆解析および考察

事前解析結果と計測結果を比較し、逆解析により本解析条件における応力解放率 α を再評価した。その結果、上記の検討断面における応力解放率 α は、6%にすることで実測値を表現することが出来る。応力解放率を6%とした時、解放応力算定における補正係数は0.17に相当するが、硬質地盤における3次元効果を表す補正係数は0.3~0.4が一般的¹⁾であるため、実測値が解析値を下回った要因は他のものが大きいと推測される。

逆解析として、二次元FEM解析を用いて、縦断方向検討(図6)についても実施した。解析では初期応力解析の後、掘削ステップにおける応力解放率を100%とする代わりに、切羽前面に泥水圧相当の荷重を作用させる。検討位置をシールドマシンが通過することを模擬し、ステップ解析して生じた変位量の累積値と、実測で得られた変位量とを比較検討した。

6. おわりに

泥水式シールドの掘進に伴い、近接影響検討を実施し、併設する既設共同溝への影響を事前に把握しながら実施工を行った。得られた計測値を用いて逆解析し、洪積層における泥水式シールド掘削に対する応力解放率の設定事例の一つとなった。実績を重ねることで影響検討の予測精度を高めることが出来れば幸いである。

参考文献

- 1) 中山, 中村, 中島:「泥水式シールド掘進に伴う硬質地盤の変形解析について」, 土木学会論文集, No.397, IV-9, pp133~141, 1988.9

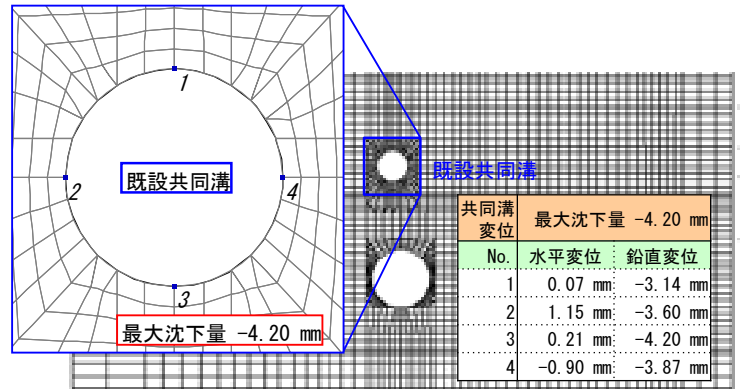


図4 解析結果(共同溝変位量)

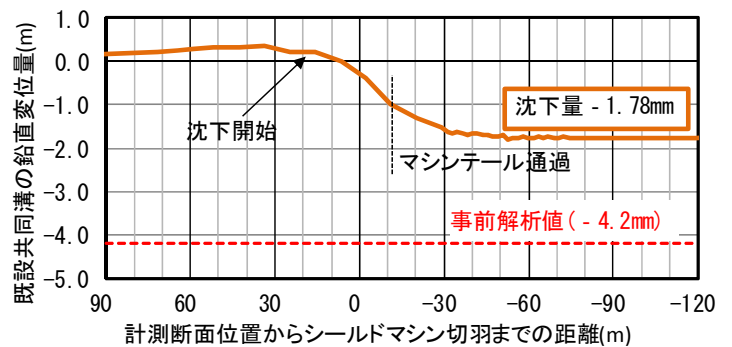


図5 鉛直変位量計測結果(シールド掘進時)

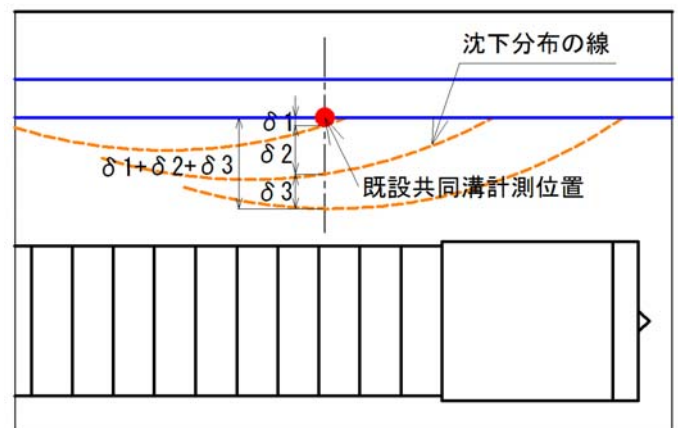


図6 縦断方向検討