

Ⅲ－B199

3 心円泥水式駅シールド通過に伴う周辺地盤変状について

東京都地下鉄建設(株) 正会員 坂田 政紀* 正会員 東 博秋*
 メトロ開発(株) 正会員 川村 努**
 (株)熊谷組 正会員 山上 享*** ○正会員 小川 聡***

1. はじめに

シールドトンネルを施工するにあたり、掘削時の沈下を管理するため、事前検討として FEM 解析計算から掘削横断面の地盤変状量が求められる。3 心円断面においての検討は少ないことから、本文では掘削中の地中の沈下計測値と計算値の比較を行い、地山解放率に着目し評価を行う。

2. FEM 解析について

モデルは図－1 に示す断面である。発進立坑から約 100m の位置で、断面中には首都高速基礎、地下鉄南北線シールド、神田川分水路が存在する。

地盤構成は地上から約 10m は沖積層の互層でつづいて約 7m 東京礫層、以下は江戸川砂層で掘削位置となる層である。この層は N 値が 50 以上あり非常にしまっている地層である。

上載荷重として首都高速 5 号線の荷重が存在する。

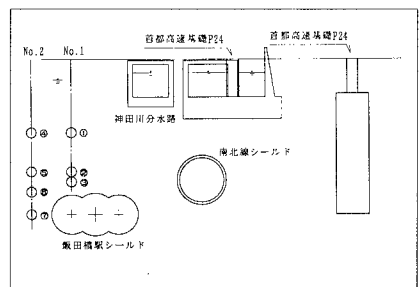
切羽泥水圧は間隙水圧 (2.22 kgf/cm^2) + $0.2 \text{ kgf/cm}^2 = 2.42 \text{ kgf/cm}^2$ である。

掘削による地山解放率は 35%としている。

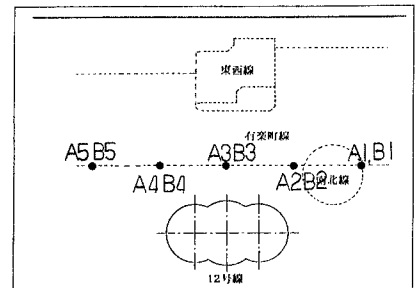
解析ステップは①地山解析を行い、つぎに②掘削解析を行う。

3. 地中沈下計測について

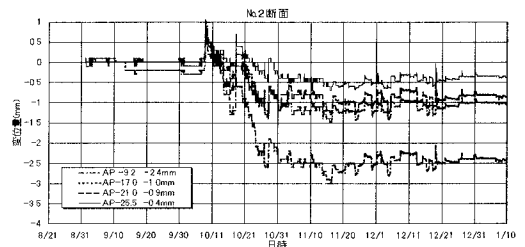
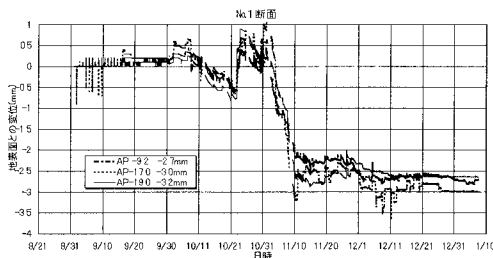
図－1 に地中沈下計測の位置を示す。計測箇所は側円部の直上 3 点と側方 4 m 離れ 4 点である。計測の期間は、シールドマシンが通過した後沈下変動が収束するまでに行った。掘進管理値である通過前後の切羽泥水圧は 2.42 kgf/cm^2 、裏込注入率は 150%であった。図－3 は沈下量の経時変化である。表－1 に収束計測値と計算値結果を示す。定量的に比較するため、計算値に対する計測値の割合を $\alpha = (\text{計測値}) / (\text{計算値})$ で示す。



図－1 検討断面図 (100Ring 付近)



図－2 検討断面図 (有楽町線交差付近)



図－3 地中沈下計測グラフ

キーワード：3 心円泥水式駅シールド工法、シールド掘削、FEM 解析、地盤変状、開放率

*〒112-0002 東京都文京区小石川 1-15-17

**〒107-0052 東京都港区赤坂 5-4-5

***〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2 番 1 号

TEL 03-3816-4315

FAX 03-3816-5900

TEL 03-3505-5381

FAX 03-3583-1590

TEL 03-3235-8622

FAX 03-3266-8525

4. 係数 α による実解放率の算出

表-1に示すように計算値と計測値を比較すると、計算値に対し、計測値は小さい値となり、その比をみれば、No.1で平均して0.197となる。計算時の地山解放率を35%に設定したが、現地盤では $35\% \times 0.197 = 7\%$ であるといえる。No.2においては計測点④で $\alpha = 0.414$ と他点に比べ、大きい値を示す。図-4に示すように主働崩壊線を引くと、計測点④は崩壊線内にあり、また崩壊線に近い位置である。解放率を述べるにあたり計測点④は特異な点といえる。計測点⑦についても $\alpha = 0.121$ と他点と比べ小さい値を示すがスプリング付近なので沈下量に関してのべるには特異な点であるといえる。以上から本解析における実解放率は計測点①～③、⑤、⑥の5点の α 値を平均し、 $35\% \times \alpha = 35\% \times 0.209 = 7.3\%$ とする。

5. 有楽町線交差断面での沈下量予測

4.章における実解放率（7.3%）を用いて、FEM解析による有楽町線下端の沈下量を計算し、シールド通過に伴う有楽町線の変状計測結果との比較検討を行った。解析断面および有楽町線の計測位置（A1～A5、B1～B5）を図-2に示す。また計算値と計測値の比較を図-5、表-2に示す。計測値は計算値よりも小さな値を示し、沈下量が最大値となる。トンネル中心直上の点B3では計測値2.5mmに対して、計算値は3.8mmであった。この結果は有楽町線下部地盤にシールド通過に伴う構築防護として薬液注入による地盤改良が行われていたため、その効果が現れ、地山の解放率がさらに低減したものと考えられる。

6. まとめ

3心円断面シールド掘削による地盤変状解析において、地山解放率は円形シールドの場合と同様に一般的な35%を用いた。しかし、適正な掘進管理と同時裏込注入により早期にテールボイドを充填した結果、解放率は大きく低減した。また、有楽町線に対しては、薬液注入による地盤改良を施した結果、さらに解放率が低減した。

以上のことから、3心円泥水式駅シールド断面での影響解析においても、円形シールドの場合と同様の解析手法を適用できるものと考えられる。

表-1 計算値と計測値の比較

計測位置	計算値 (mm) a	計測値 (mm) b	α = b / a
No.1			
① AP-9.2 m	-13.6	-2.7	0.199
② AP-17.0 m	-15.6	-3.0	0.192
③ AP-19.0 m	-16.0	-3.2	0.200
No.2			
④ AP-9.2 m	-5.8	-2.4	0.414
⑤ AP-17.0 m	-4.6	-1.0	0.217
⑥ AP-21.0 m	-3.8	-0.9	0.237
⑦ AP-25.5 m	-3.3	-0.4	0.121

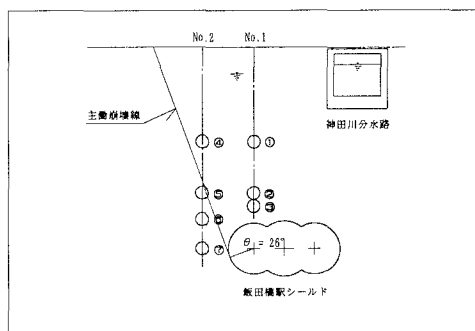


図-4 主働崩壊線

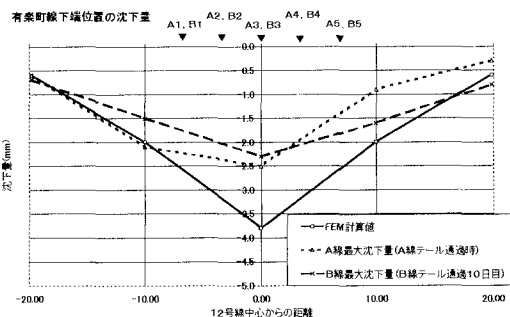


図-5 有楽町線下端沈下量

表-2 有楽町線下端最大沈下量

計測位置	計算値 (mm)	計測値 (mm)
有楽町線下端	3.8	2.5