

(株)近代設計事務所 正会員○後藤 晃

正会員 宮鍋 伸一

正会員 三谷 祐輔

3. 解析手法

1. はじめに

近年都市部においては、その機能目的および技術の向上に伴い、浅層のシールド・トンネルが建設される傾向にある。これにより近隣への影響、すなわち周辺地盤の変状評価が課題となってきた。

本稿は、軟弱沖積地盤に計画される浅層のシールド・トンネル掘進時の周辺地盤変状（テールボイドに起因する即時沈下+圧密による後続沈下）を、掘削解放率をパラメータとして二次元FEM解析により予測し、影響範囲および深度方向の変状検討を行った。

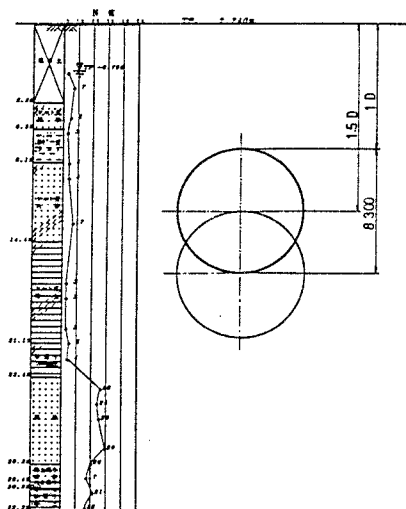
本検討における地盤変状の予測手法としては、即時沈下に対し弾性解析を用い、後続の圧密沈下に対しては簡易的に圧密を考慮できる森・赤木モデルを採用した。

森・赤木モデルによる解析手法

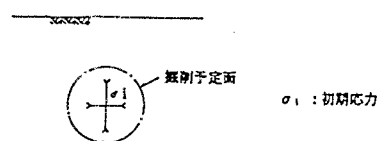
このモデルは簡易的に圧密を考慮する手法で、テールボイドでの地盤の沈下と、その際に発生した過剰間隙水圧の消散による圧密現象を2段階に分けて計算するものである。すなわち、地盤を線形弾性体と仮定し、掘削解放力によるせん断変形と、せん断変形時に生じた土の乱れに基づく圧密沈下量を加えて最終沈下量を求める手法である。

2. 設計概要

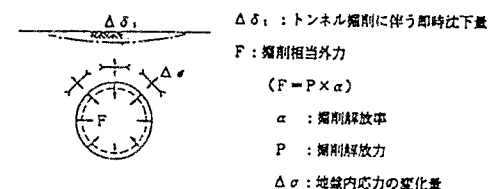
- ・シールド掘削外径(D) : $\phi 8300$
- ・土被り : 1.0D~1.5D
- ・対象地盤 : 沖積砂層、軟弱粘性土の互層。
- ・シールド形式 : 泥水加圧式シールド工法
- ・裏込注入方式 : 同時注入方式
- ・掘削解放率 : 10~75%
- ・検討断面図



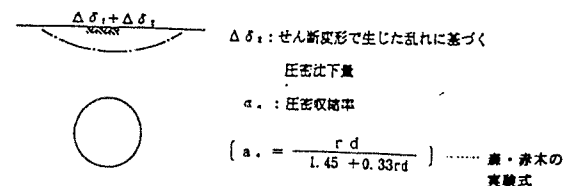
- ① 初期応力の計算（掘削前） 自重解析



- ② 掘削 トンネル部の要素を削除し、掘削相当外力を付加する。



- ③ 圧密沈下 即時変形により発生したせん断ひずみ (γ_s) を圧密収縮率 (α_s) に換算し、各要素に圧縮ひずみを付加する。



$\left[\alpha_s = \frac{r d}{1.45 + 0.33 r d} \right]$ 森・赤木の
実験式

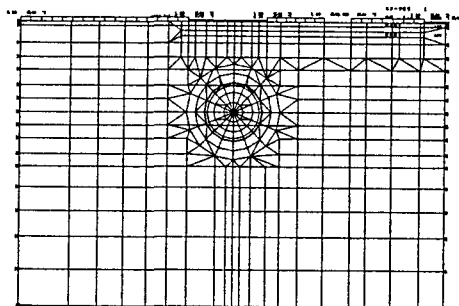
4 解析ケース

表-1に示す様に解放率を一定にし、土被りを浅い位置で変化させた場合と、対象地盤を軟弱な粘性土の一層系に置き換えた場合について解析を行った。

表-1

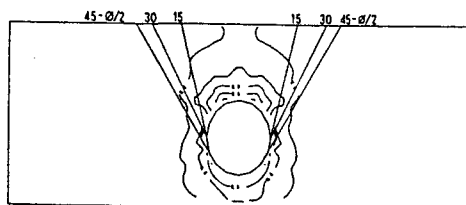
	土被り	解放率	対象地盤
ケース 1	0.5 D	15%	砂と粘性土の互層
ケース 2	1.0 D	15%	砂と粘性土の互層
ケース 3	1.5 D	15%	砂と粘性土の互層
ケース 4	1.0 D	15%	粘性土 (仮想)

解析モデル

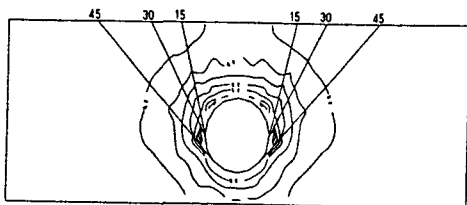


最大せん断ひずみ図

①互層地盤

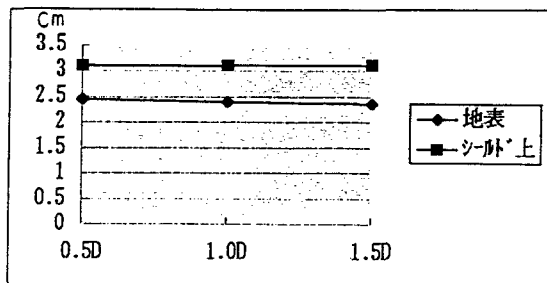


②軟弱粘性土地盤



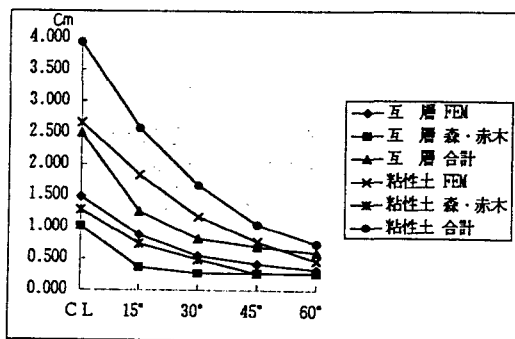
(1)土被りによる地盤変状比較

シールド直上部での沈下は各ケースとも差異は少なく、地表面沈下も0.2 cmで殆ど沈下量に差はない。



(2)土質による影響範囲の比較

土被り1.0 Dに於ける土質の違いによる検討結果は、互層の場合は、沈下の影響範囲は15°程度を境に急激に沈下量が減少し、45° - $\phi/2$ の範囲内で落ちついた。粘性土の場合、せん断ひずみの影響の広がりが大きく、沈下の広がりも大きくなっている。



5 おわりに

土被り1.0 D～1.5 の浅層シールドにおいては、深さに対する地盤変状の違いはみられなかった。また、影響範囲については互層地盤において、砂質土が優位である場合、かなり狭まる傾向であった。

今後、本稿のような浅層シールドの縦断設定に当たっては、上記手法を発展させた、より現状に近い変状解析を行うことが、経済的なシールド計画の課題であると考えられる。