

III-422 軟弱粘性土地盤における併設シールドトンネルの地表面沈下予測解析

日本鉄道建設公団 ○正会員 藤井 進一
正会員 鈴木 恒男
正会員 堀地 紀行
正会員 坂元 義人

1. はじめに

市街地におけるシールドトンネルの掘削に伴う沈下については周辺構造物に与える影響から、その沈下防止対策が強く要請されている。地下鉄線などにおいては2本のシールドトンネルが併設される場合もまれではなく、併設に伴う地表面沈下量の算定手法についても各方面で研究が進められている。現在、当公団が建設中の京葉都市線においても併設してシールドトンネルが施工されることから、事前に沈下量を把握することが重要な課題となっている。そこで、粘性土地盤の応力解放や非排水せん断変形を考慮し等方弾性体の平面ひずみ問題として取り扱った解析手法を用い、併設シールドトンネルの幾何学的変化に伴う沈下量に着目して数値計算を行ったので、その結果について報告する。

2. 解析概要

数値計算にあたっては有限要素法を用い、地山要素は4節点アイソパラメトリック要素とした。採用した地山物性値は、沖積粘性土層におけるボーリングデータを基礎として求めた。表-1にその値を示す。

表-1 入力地山物性値

変形係数 (kgf/cm ²)	ポアソン比	単位体積重量 (tf/m ³)	塑性指数	鋭敏比	間隙比	圧縮指数
4.1	0.45	1.63	25.0	14.0	1.69	0.66

テールボイドによる周辺地山の变形は、掘削面上の各節点からトンネルリング中心に向かう強制変位として与えた。テールボイド縮小率については、過去の事例から30%と考えた。なお、数値計算にあたっては、併設間隔 $0.25D$ 、 $0.50D$ 、 $1.0D$ 、 $2.0D$ (D :掘削外径 ~ 7.35 m)と土被り厚10 m、15 m、20 m、25 mをパラメーターとして行った。

3. 解析結果

図-1～図-3は土被りを10 m、15 m、25 mとした各ケースにおいて、トンネル横断方向の沈下曲線を、 d/D_0 をパラメーターとして表したものである。全体的な傾向は、土被りの増加に伴ってその沈下曲線が滑らかな2次放物線に移

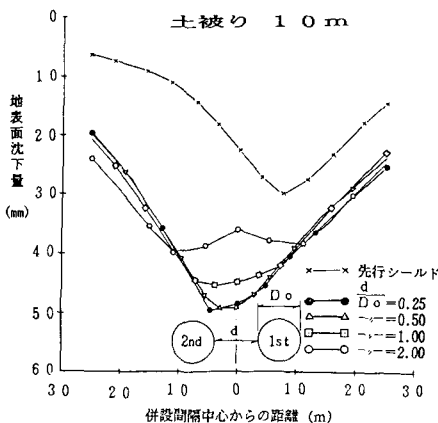


図-1 横断方向と地表面沈下量の関係

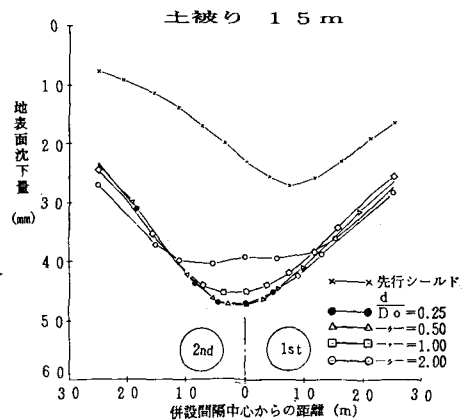


図-2 横断方向と地表面沈下量の関係

行していく状態を示している。更に、その収束過程は d/D_0 が小さい程迅速なものとなっている。

次に、図-4は併設シールドトンネル掘削完了時点の地表面最大沈下量を示したものである。土被りが増加し、更にシールドトンネル純間隔が近づくに従ってその増加傾向は鈍化し、おおむね各同一土被りにおいて純間隔比 $d/D_0 = 0.5$ に対する地表面最大沈下量も、その最大値として与えている。

図-5は、併設シールドトンネル掘削完了時点での地表面最大沈下量と先行シールド（単線）トンネル掘削時点の地表面最大沈下量との比を表したものであるが、各土被りでトンネル純間隔が近づくに従い、その比も一定値に収束している。

4 おわりに

- 1) 軟弱粘性土地盤における併設シールドトンネルの地表面最大沈下量と同一土被りの単線シールドトンネルの地表面最大沈下量との関係は、純間隔比 d/D_0 を変数として $0.5 < d/D_0 \leq 2.0$ の範囲では各土被り毎に $\delta_{\max 2} / \delta_{\max 1} = A(d/D_0) + B$ (A, B は各土被り毎の定数)と表される。更に、 $0.25 \leq d/D_0 \leq 0.5$ では、 $\delta_{\max 2} = C \cdot \delta_{\max 1}$ (C は各土被り毎の定数)と表される。ここで、土被り15mを例にとると A 、 B 、 C は、それぞれ $A \approx -0.14$ 、 $B \approx 1.82$ 、 $C \approx 1.75$ と表され、先行シールドトンネルの地表面最大沈下量を把握することによって、併設状態での地表面最大沈下量の予測が可能となる。

- 2) トンネル純間隔が $d/D_0 \geq 2.0$ で、土被りの浅いケース（土被り10m）における地表面沈下曲線は、両トンネル直上にピークをもたらす4次放物線の形状を示す。

現在施工中の京葉都心線シールド工事においても軟弱粘性土地盤中の変位及び地表面沈下予測等を予定しているのて、数値計算にあたって用いた諸定数の吟味ならびに解析手法の検討を更に進めていきたいと考えている。

（参考文献）

- 1) 久武・竹山・伊藤, 土木学会論文報告集332号・1983年4月
- 2) Atwell, P. B. and J. N. Turner: Ground Deformations Resulting from Shield Tunneling in London Clay, Can. Geotech. J., Vol. 11, pp. 380~395, 1974
- 3) 森・青木, 土木学会論文報告集335号・1983年7月

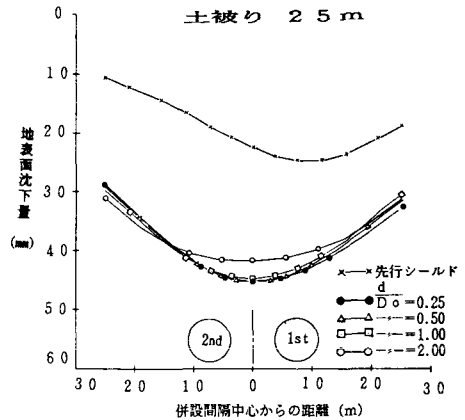


図-3 掘進方向と地表面沈下量の関係

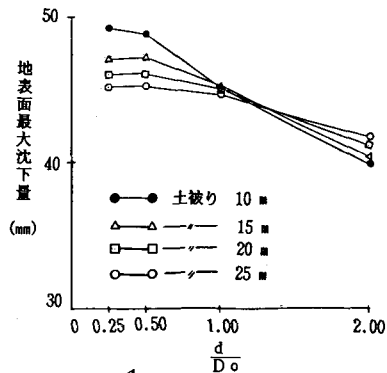
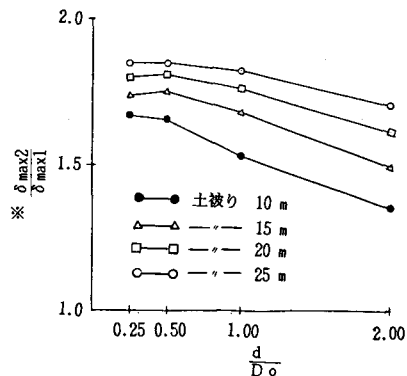


図-4 $\frac{d}{D_0}$ と地表面最大沈下量の関係



※ $\delta_{\max 1}$: 先行シールド（単線）トンネルに於ける地表面最大沈下量
 $\delta_{\max 2}$: 併設シールド掘削完了時点の地表面最大沈下量

図-5 $\frac{d}{D_0}$ と $\frac{\delta_{\max 2}}{\delta_{\max 1}}$ の関係