

Ⅲ-662

超近接シールド施工時の対策工について

柳 鴻池組 ○上村 和也 近藤 道男 宮辺 啓輔 吉村 洋

1. まえがき

大都市の地下空間には下水道、地下鉄等の構造物が輻輳しており、新たに計画される地下構造物はますます近接化、深層化せざるを得なくなっている。このような空間にトンネルを構築する場合、周辺道路や近接構造物への影響が小さいシールド工法が一般に用いられている。筆者らは遠心模型実験装置を用いて近接して施工する併設シールドトンネルの研究を行ってきた^{1), 2)}。今回、その研究結果に基づき、3次元FEMを用いた解析手法で施工時の応力、変形状態の再現性の検討を行った結果、実験値と解析値との整合性が確認された。これにより実施工に即した併設シールド施工時の応力変形挙動の推測を基本的な遠心模型実験と3次元FEM解析とを併用して行う方法が今後計画される併設シールドトンネルの設計において有効な手法になると思われる。

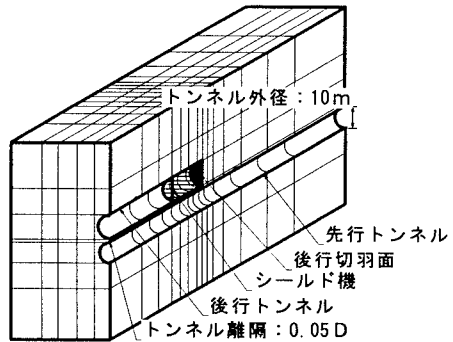


図-1 解析モデル

2. 検討条件

横併設の場合は縦併設より近接の影響が小さく、問題がほとんどないことが今までの実験でわかっているため、縦併設のケースについてのみ検討した。検討は乾燥した砂地盤内に離隔が $0.05D$ （ D ：シールド直径）の $10m$ 級の併設トンネルをモデルとして行った。図-1に解析モデルを、表-1に解析条件を示す。対策工法の効果の比較検討は地下水圧を考慮した飽和砂地盤を対象にし、図-2に示す(a)支保工台車工法、(b)地盤改良工法の2ケースについて行った。

表-1 解析条件

	単位体積重量 (t/m^3)	変形係数 (t/m^2)	ポアソン比
砂地盤	1.55	2.0×10^{-3}	0.40
トンネルライニング	2.60	3.6×10^{-6}	0.20
改良地盤	1.55	3.0×10^{-4}	0.33

3. 検討結果と考察

(1) 遠心模型実験結果と解析結果の整合性について

図-3に先行トンネル断面に発生する遠心模型実験から求めた曲げモーメントと3次元FEM解析から求めた曲げモーメントを示す。これより3次元FEM解析結果と遠心模型実験結果は比較的良い精度で合うことがわかった。先行トンネル軸方向の曲げモーメント分布に対しても整合性があることがわかった（図-4）。

(2) 対策工について

施工時に先行トンネル縦断方向に作用する曲げモーメントが最大となる断面（図-4中の $-0.5D$ 断面）で発生応力度の検討を行った結果と、支保工台車工法や地盤改良工法の補助工を行ったケースについての検討結果を図-5に示す。ここにセグメントの応力比 α_{seg} （応力度／許容応力度、ただし施工時には応力度／（許容応力度×割増係数））を示す。その結果、従来の単独シールドの断面力により決定したセグ

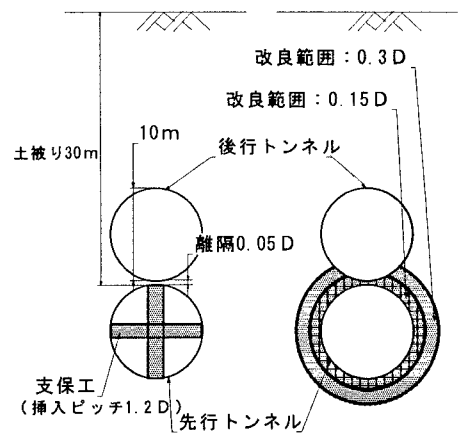
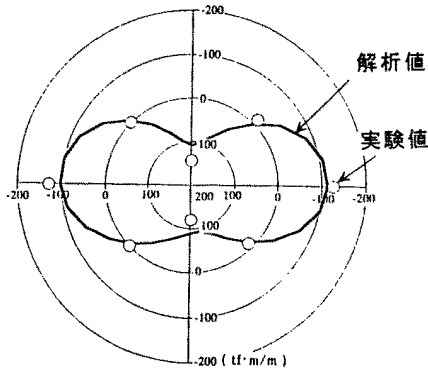


図-2 対策工

後行シールドの掘進による先行トンネルの
曲げモーメント分布 縦005D



後行トンネル切羽面からの距離：1.0D
図-3 遠心模型実験との比較

メント厚（40cm）では、併設時のセグメント作用断面力に対し、施工時に $\alpha_{seg}=1.2$ 、供用時には $\alpha_{seg}=1.3$ となり発生応力度は許容応力度を超えた。また、併設による影響を考慮した断面力により決定したセグメント厚（55cm）に対しても、施工時に $\alpha_{seg}>1.35$ となり、従来考慮に入れてなかった施工時の掘進力の影響が大きいことがわかった。これに対して支保工台車を用いると施工時には $\alpha_{seg}=0.4$ となりその効果の有効性がうかがえた。また、先行トンネル周辺を地盤改良する工法（改良範囲0.15D, 0.3D）も同様の効果があった。

4. まとめ

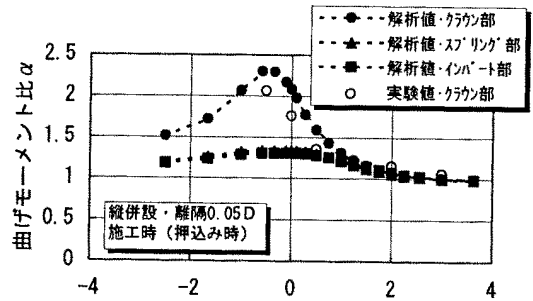
以上の検討結果から以下のことが確認された。

- ①基本的な遠心実験と3次元FEM解析を行うことにより併設シールドトンネル掘進時の応力変形挙動の推測が可能である。
- ②離隔が0.05Dの縦併設シールドでは先行シールドに支保工等の補助工を施さなければセグメントの許容耐力を超える。
- ③地盤改良を行う場合には、先行トンネルの周囲0.15D以上について行うと対策工としての効果がある。

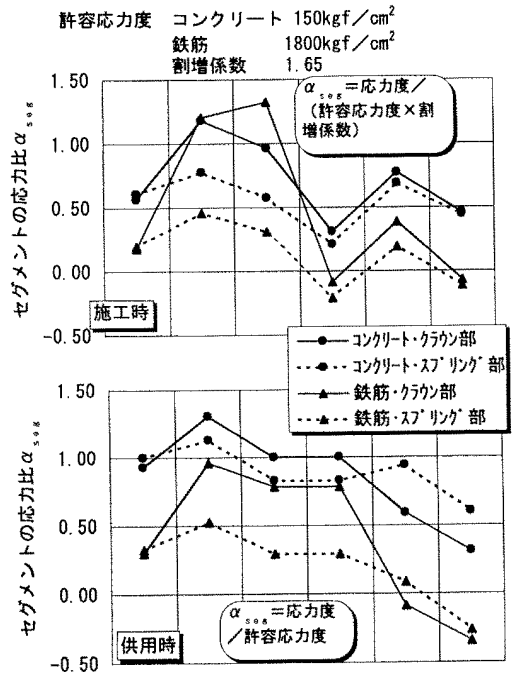
参考文献

- 1) 中澤他「水平近接するシールドトンネルの遠心模型実験」、土木学会年講、1992年9月
- 2) 吉村他「超近接するシールドトンネルの遠心模型実験」、土木学会年講、1993年9月

先行トンネルに生じる曲げモーメント比（併設時／単独時）



後行トンネル切羽面からの距離（D）
図-4 遠心模型実験との比較



対策工法	無対策	支保工	地盤改良・改良範囲0.15D	改良範囲0.3D
セグメントに作用する断面力	従来の単独シールドの断面力	併設による影響を考慮した断面力	併設による影響を考慮した断面力	併設による影響を考慮した断面力
セグメント厚（cm）	40	40	55	55
鉄筋量ρ（％）	1.09	1.09	0.29	0.29

図-5 セグメント応力比