

Ⅲ-548 偏平大断面トンネルにおけるTBM導坑の三次元的地山改良効果の研究

(株)熊谷組 正会員 ○植松 澄夫

(株)熊谷組 正会員 御手洗 良夫

(株)熊谷組 正会員 西間木 朗

1. はじめに

モータリゼーションの成熟化に対応すべく最近の道路トンネル建設は大断面化の傾向にある。特に、いわゆる第二東名・名神プロジェクトでは掘削断面積 200m^2 (掘削幅 20m)級の偏平大断面トンネルが計画されており、これをいかに速く、安全確実に、かつ経済的に建設するかが課題となっている。その解決策として、TBMで導坑を高速掘進した後本坑を拡幅掘削する、いわゆるTBM導坑方式が注目されている。そして、導坑の効果は、事前の地質確認と地山補強が可能なこと、換気坑や排水坑としての利用、芯抜き作用による発破効率の向上などが期待される。

このうち地山補強効果については、偏平大断面トンネルでは地山アーチが形成されにくいため、安全確実にトンネル掘削を行う観点から重要である。しかし、その効果の程度は導坑の位置によって異なることが予想され、またどの位置が最適かは明確でない。本報告では、導坑を利用した地山補強の三次元的効果に着目し、導坑位置の違いによる補強効果の差ならびに最適な導坑位置について述べる。

2. 解析条件

三次元FEM弾性解析を用いた。解析断面は第二東名・名神プロジェクトのD1断面を用い、偏平率が最も小さくなる上半掘削時を対象とした。解析モデルを図-1に示す。解析は、導坑を施工しない場合(ケース1)、導坑を本坑上半断面内の上部に施工した場合(ケース2)、本坑上半断面内の下部に施工した場合(ケース3)、本坑上半断面内左右に1本ずつ導坑を施工した場合(ケース4)の4ケースについて行った。導坑径は 5m とした。地山弾性係数 1000kgf/cm^2 、ポアソン比 0.4 、単位体積重量 2.0tf/m^3 、側圧係数 1.0 、せん断強度 1kgf/cm^2 、内部摩擦角 30 度、土被り 50m とした。吹付けコンクリートはソリッド要素で、ロックボルトは棒要素でモデル化した。

3. 解析結果および考察

地山の応力状態について、本坑上半断面の切羽位置(以後、切羽という)の前後における地山安全率 3.0 以下の領域(以後、領域という)に着目する。天端における領域の巾(本坑上半掘削面からの半径方向の距離)のトンネル縦断方向の分布を図-2に、肩部における領域の巾の同様の分布を図-3に示す。各ケースとも、切羽の前方から後方にかけて、即ち切羽の進行に伴って領域・同巾が拡大している(図-4~9参照)。このうち特徴的なことは、「導坑上」は、天端の領域巾が切羽前方では比較的大きいが、切羽で既に収束し最小となることである。また、「導坑下」・「導坑左右」の領域巾は、「導坑なし」に比較して切羽の約 1.5m 前方では小さく、同地点から後方では逆にやや大きくなっている。さらに、「導坑上」以外は領域巾が切羽後方 9.5m 地点までに収束していない。これらは、「導坑上」では導坑が本坑上半掘削の天端壁面に近接しているため特に天端周辺の補強効果が得られたものと考えられる。しかし、

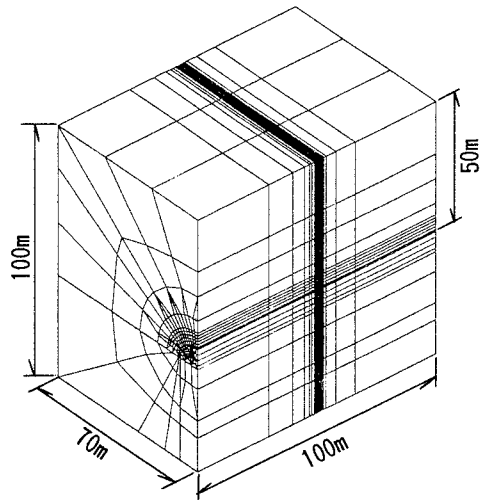


図-1 解析モデル

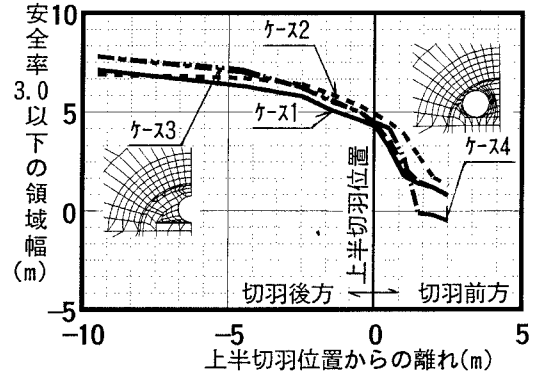
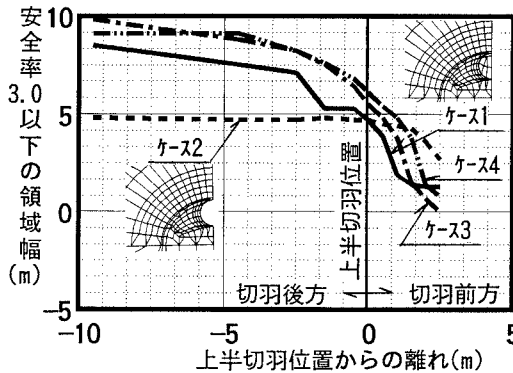


図-2 安全率3.0以下の領域の縦断方向変化[天端部] 図-3 安全率3.0以下の領域の縦断方向変化[肩部]

「導坑下」と「導坑左右」では、本坑上半掘削断面から比較的離れているため、十分な補強効果が得られず、「導坑なし」と同様の傾向を示したものと考えられる。

4. まとめ

偏平大断面トンネルにTBM導坑方式を採用した場合の本坑上半掘削時の応力的な影響を3次元FEMを用いて検討した。その結果、導坑を本坑上半掘削断面の上部に配置した場合には特に天端部の地山改良に効果的であり、下部あるいは左右に配置した場合には導坑がない場合と同様の傾向であることが認められた。しかし、導坑を下部あるいは左右に配置した場合も含め、導坑の効果は切羽鏡の安定化にも寄与すると考えられるため、今後は折爪トンネルで得られた膨張性地山での導坑の効果も踏まえて、より詳細にその効果を検討する予定である。

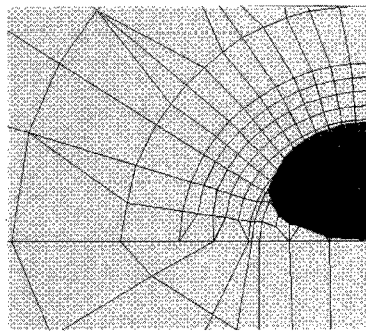


図-4 安全率分布[前方2m](ケ-ス1)

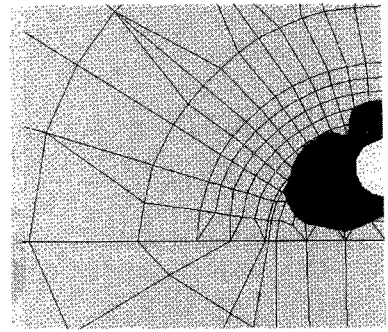


図-7 安全率分布[前方2m](ケ-ス2)

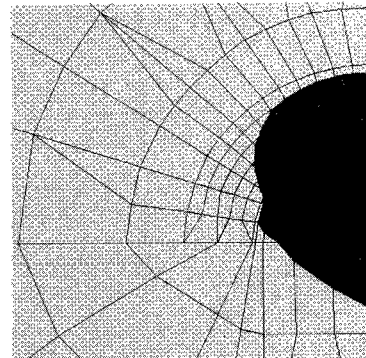


図-5 安全率分布[切羽位置](ケ-ス1)

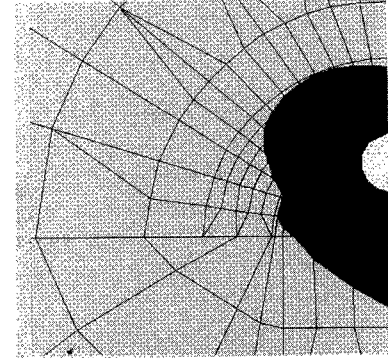


図-8 安全率分布[切羽位置](ケ-ス2)

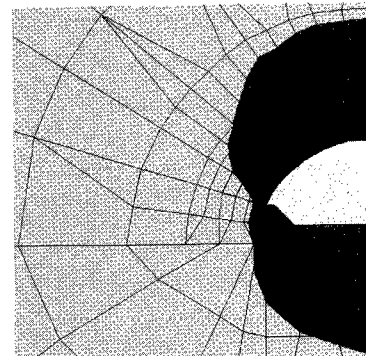


図-6 安全率分布[後方4.5m](ケ-ス1)

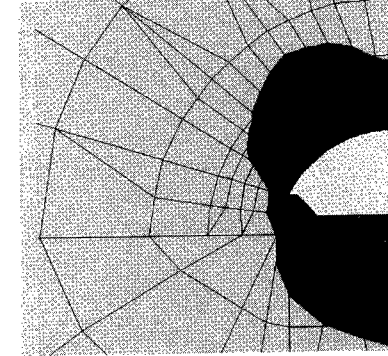


図-9 安全率分布[後方4.5m](ケ-ス2)