

未固結地山におけるめがねトンネルの変位予測解析

愛知県
三井建設(株)
三井建設(株)
三井建設(株)

澤木 真次
柴田 和則
正会員 ○山田 文孝
中込 正貴

1. はじめに

愛知県発注の菱野トンネル(L=325m)は、低土被りで未固結地山という特殊条件下でのめがねトンネルであるため、施工に伴うトンネル周辺地山の緩みにより地表面沈下が生じ、地表構造物に影響を与えることが懸念された。このため、補助工法として、トンネル全線にわたり、AGF工法を採用し、地表面沈下を抑制するとともに、施工中においては逆解析法（逆定式化法）を利用した変位予測解析を適時実施することにより、地表構造物への影響評価を行った。

本報は、これらの解析結果と変位計測データとを比較し、本トンネルにおいて最適であった解析手法を抽出することにより、今後の類似条件下におけるトンネル工事の設計・施工の参考資料となることを目的とした。

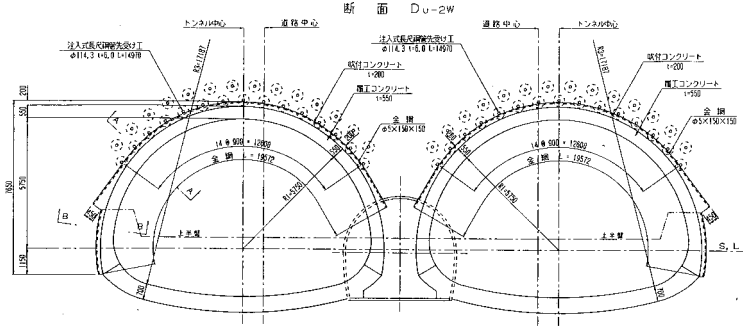


図-1 断面図

2. 解析手法の概要

通常、特殊条件下でのトンネルでは、事前にFEM解析によりトンネルの挙動および地表面沈下量の予測、検討が行なわれる。本工事においても、低土被りで未固結地山という特殊条件下でのめがねトンネルであるため、設計段階に、既にFEM解析が実施されていた。しかし、事前解析に使用される地山物性値（弾性係数）は、一般的に標準貫入試験、孔内水平載荷試験等から推測されたものであり、初期地圧は自重解析により簡易的に求められたものであるため、解析結果が実際と合わない場合がある。したがって、本トンネルにおいては、実施工からのフィードバックである逆解析結果を用いて、FEM順解析を行う変位予測解析手法を採用した。

本トンネルで行ってきた変位予測は、この解析手法における細部の設定方法、具体的には逆解析を行う施工ステップ、地盤のモデル化方法および順解析に使用する力学モデルの設定方法等の最適化を検討してきた。

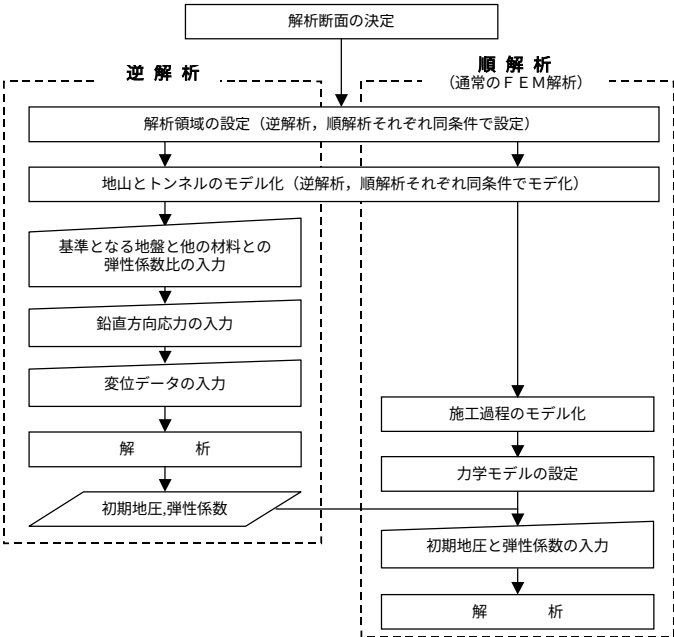


図-2 変位予測解析の流れ

表-1 解析手法一覧

	I	II	III	IV
逆解析を実施した施工ステップ	中央導坑施工	先進坑施工		
地盤モデル	複合地盤	複合地盤	単一地盤	
順解析の力学モデル	非線形	非線形	線形	非線形

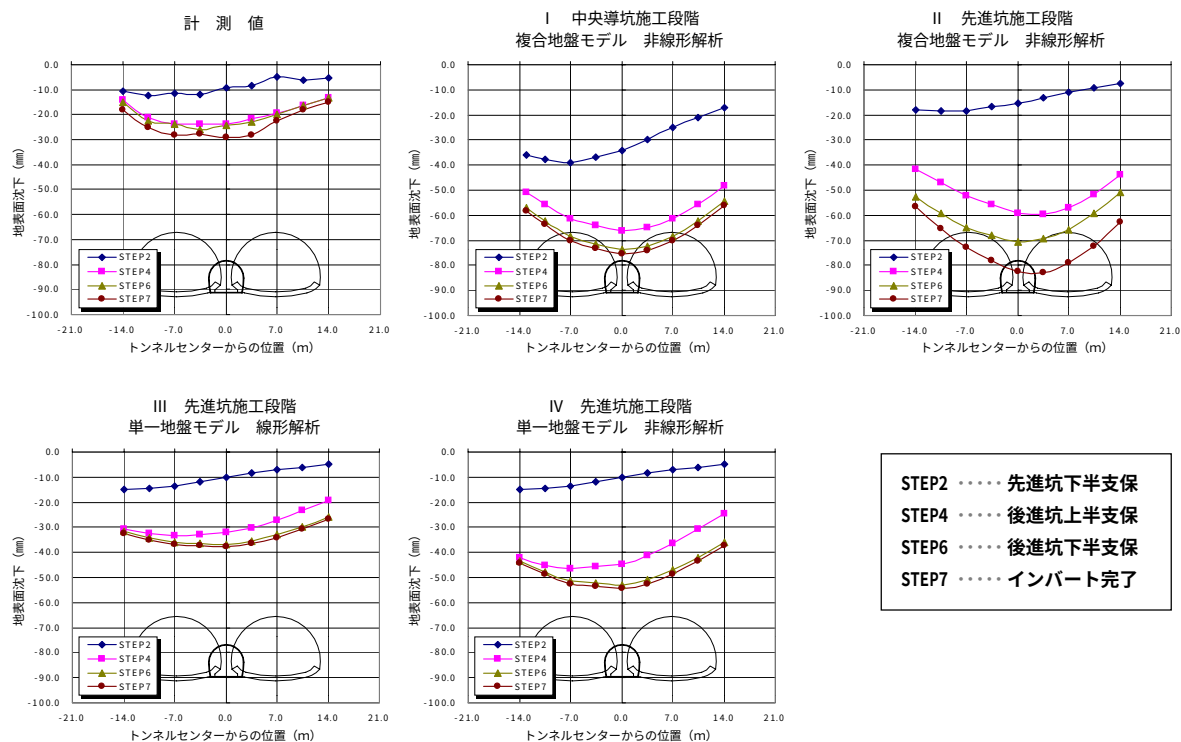
キーワード 低土被り，未固結地山，めがねトンネル，変位予測解析

連絡先 〒261-0023 千葉県美浜区中瀬1丁目9番1号 三井建設(株)土木技術部 TEL043-212-7546

3. 解析手法の評価

本トンネルで実施した変位予測解析方法を表－1に示す。この中で計測値に最も近い解析値が得られたのがⅢであり（図－3参照）、地表面への影響を評価するにあたっては、Ⅲの解析手法が最適であるといえる。

先進坑施工段階の逆解析は、理論上、既に中央導坑の施工により周辺地山が乱されているため、対象とする施工ステップの純粋な地山挙動を評価できないが、本トンネルにおいては、中央導坑施工による周辺地山への影響が比較的小さかったため、先進坑施工段階における逆解析の精度が確保されたと考える。また、先進坑施工段階においては、対象とする変形（ひずみ）が比較的大きいため、地山の非線形特性をある程度反映した地山評価となり、先進坑と同程度の応力～ひずみレベルに支配されると考えられる後進坑の挙動を、線形弾性の力学モデルを用いて順解析することにより、実際の計測値に近い結果が得られたと考える。さらに、既往のボーリング調査結果および切羽観察により実際の複合地盤を推定し、地盤モデルを同定することは極めて難しいため、地盤モデルを単純化することが却って良い結果に結びついたと考える。



図－3 地表面沈下分布比較図

4. おわりに

今回は、中央導坑施工段階において、周辺地山が比較的弾性体に近い挙動を示したため、上記の結果となったが、先進坑施工段階で既に地表構造物に影響を及ぼすと予想される場合には、中央導坑施工段階で変位予測を実施するのが妥当である。しかし、掘削断面の小さい導坑施工時の挙動により、地山の非線形特性を把握することは、不可能であるため、順解析に使用する非線形パラメータは、推測値となる。このため、先進坑施工時の挙動を直接定式化法による逆解析により非線形パラメータを確認し、以降の変位予測解析に適用していく必要があると考える。

また、地表面への影響に加えトンネルの変位量および変形モードを把握するには、周辺地山の挙動を正確に再現する必要があり、単一地盤モデルによる解析では限界がある。したがって、実際の地質構造に基づいた複合地盤モデルが必要であり、逆解析時には各層の弾性係数比は最低限把握しておく必要がある。

参考文献

- 1) 桜井春輔，武内那文：トンネル掘削時における変位計測結果の逆解析法，土木学会論文報告集 337 号・1983 年 9 月