

FEM 解析によるトンネル覆工への盛土近接施工の影響検討

南山東部土地区画整理組合 後藤 文明

大成建設(株) 正会員 大西 吉実

須川 智久

正会員 ○板垣 賢 正会員 澤田 幸平

1. はじめに

読売ランド線トンネル築造工事は、東京都稲城市の南山東部土地区画整理事業において、大規模な造成地のなかに都道の付け替え道路として延長 253.7m のトンネル工事を施工するものである。本トンネルは 2 車線の車道と車道両端部に幅員 3.0m の歩道を確保するため、掘削断面積約 160m² の大断面トンネルとなっている (図 1)。

また本トンネルの起点側坑口付近においては、地表面に盛土が計画されており、当初設計ではトンネル覆工の完成後にこれを行う計画であった。このため盛土施工時におけるトンネル覆工への近接施工影響対策として、トンネル掘削前にソイルセメントによる先行盛土を行い、トンネルの土被りを確保することで近接施工影響を抑制する計画とされていた (図 2)。しかし造成工事との調整から先行盛土施工箇所の確保が困難となったため、先行盛土の省略を検討することとした。本報告ではこの結果について述べる。

2. 検討方法

先行盛土を省略した場合、トンネル覆工には盛土の施工による荷重が周辺地盤を介して作用する。そこで本検討では、トンネルおよび周辺地盤をモデル化した FEM 解析により、盛土の施工に伴い覆工に発生する断面力を算出した。

また当初設計では、本トンネルの周辺地山が未固結の中砂・砂礫を主体としており、長期的には支保工 (吹付けコンクリート、鋼製支保工) の強度低下に伴い、覆工に緩み土圧 (緩み高さ 14m 分) が作用することを想定して覆工を RC 構造としている (図 3)。本検討においてもこの設計荷重の考え方を踏襲し、FEM 解析ではトンネル掘削開始から覆工構築、盛土荷重載荷までのステップをモデル化し、その後に支保工要素を撤去してその応力を解放するステップを設けることにより、支保工が負担している荷重を覆工に作用させることとした (図 4)。

上記の FEM 解析により算出した断面力に対し、当初設計の覆工仕様で応力度照査を行い、構造的に成立しない場合には、補強仕様の検討を実施した。

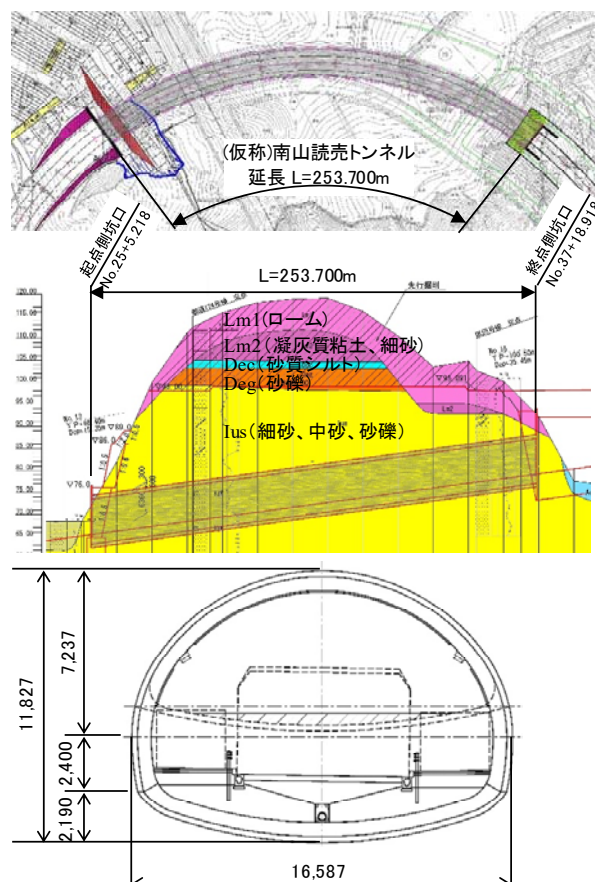


図 1 平面図・縦断図・標準断面図

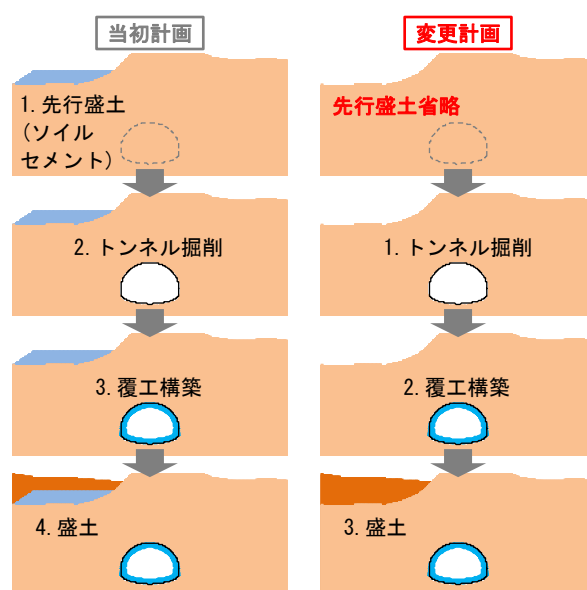


図 2 起点側坑口施工ステップ

キーワード 覆工, 近接施工

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設土木設計部 TEL 03-5381-5296 FAX 03-3342-2084

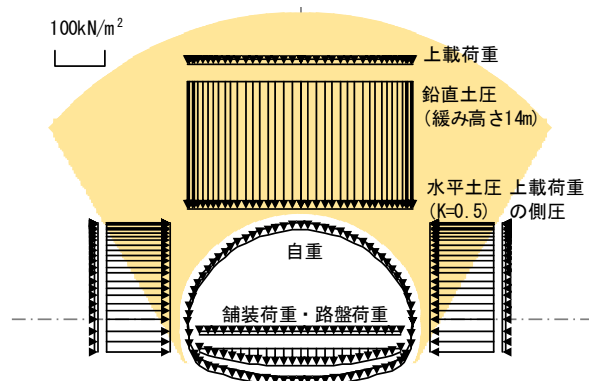


図3 当初設計における覆工設計荷重

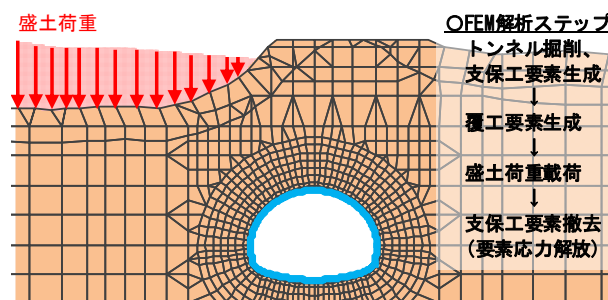


図4 FEM解析による覆工断面力の算出

3. 検討結果

当初設計の覆工断面力（フレーム計算により算出）とFEM解析による覆工断面力の算出結果を図5に示す。当初設計の曲げモーメントは、天端で内空側が引張、肩部で地山側が引張となるが、FEM解析結果では天端で地山側が引張、肩部で内空側が引張となり、盛土施工位置に近い左側肩部で内空側引張の曲げが最大となる。地山側引張の曲げは左側の隅角部（下半とインバートの接続部付近）で最大となり、大きさは当初設計の当該箇所の値と同程度である。また、FEM解析による軸力は当初設計軸力の15%～39%程度となる。

FEM解析により算出した曲げモーメントおよび軸力に対して当初設計の覆工仕様で応力度照査を行った結果を図6に示す。コンクリートの最大曲げ圧縮応力度は左隅角部における 12.8N/mm^2 であり、許容応力度 14.0N/mm^2 （設計基準強度： 40N/mm^2 ）以下となる。内空側鉄筋の最大引張応力度は左肩部の 217N/mm^2 であり、許容引張応力度 180N/mm^2 を超過する。地山側鉄筋の最大引張応力度は左隅角部の 291N/mm^2 であり、許容引張応力度を超過する。当初設計と比較して軸力（圧縮力）が小さくなるため、曲げによる引張応力度が当初設計より増加する結果となっている。

応力度照査結果に基づき、鉄筋の引張応力度が許容応力度を超過する範囲に対して補強仕様の検討を行った結果を図7に示す。左肩部の内空側鉄筋をD22からD25へ、左隅角部の地山側鉄筋をD22からD32へランクアップすることにより、FEM解析による断面力に対して許容応力度照査を満たす結果となる。実際の配筋は図7をもとに構造細目を考慮して決定した。

4. まとめ

読売ランド線トンネル築造工事では当初設計においてトンネルへの近接施工影響対策として先行盛土が計画されていたが、造成工事との調整の結果その施工が困難となったため、FEM解析による影響検討を実施し、覆工仕様を補強することにより先行盛土を省略した。本報告が今後の類似検討の参考になれば幸いである。

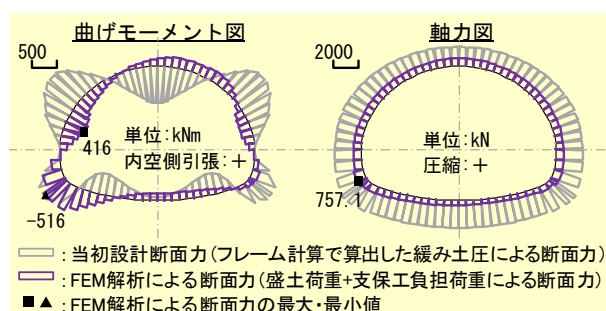


図5 覆工断面力算出結果

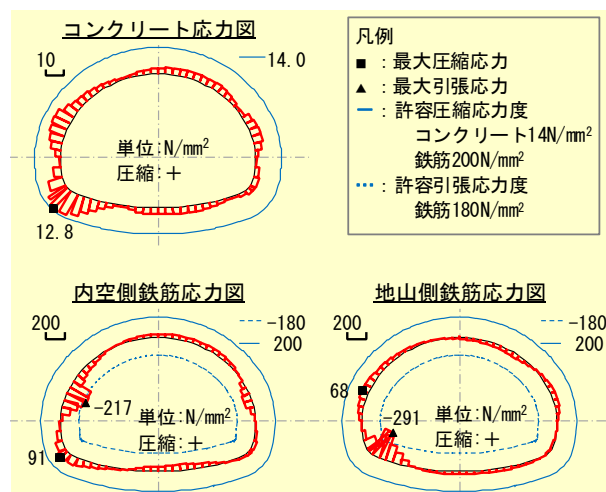


図6 当初設計覆工仕様での応力度照査結果

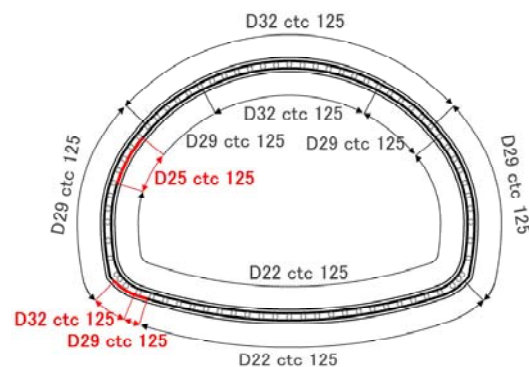


図7 覆工の補強仕様検討結果