

トンネル掘削時の近接した民家に対する影響対策

戸田建設（株）正会員 ○中島 慶太

戸田建設（株）福岡 和幸

戸田建設（株）金子 直樹

戸田建設（株）正会員 高木 要

1. 工事の特徴

本工事は、糸魚川地域と松本地域を結ぶ唯一の幹線道路である国道 148 号線の小谷村中心部に計画された全長 L=339m（全線 NATM）のトンネル新設工事である。当トンネルの坑口から約 227m 付近の本線近傍（土被り約 34m）には民家があり、トンネル掘削による影響が懸念され、当初設計において検討がなされていた（図-1）。しかしながら、当該位置より 80m 手前のトンネル掘削において、想定を超える坑内変位が発生し、民家への影響が予測された。そこで、2 次元 FEM 解析を利用した安定解析を実施し、適切な掘削方法および補助工法の再検討を行い、近接した民家に対する安全なトンネル掘削を課題とした。

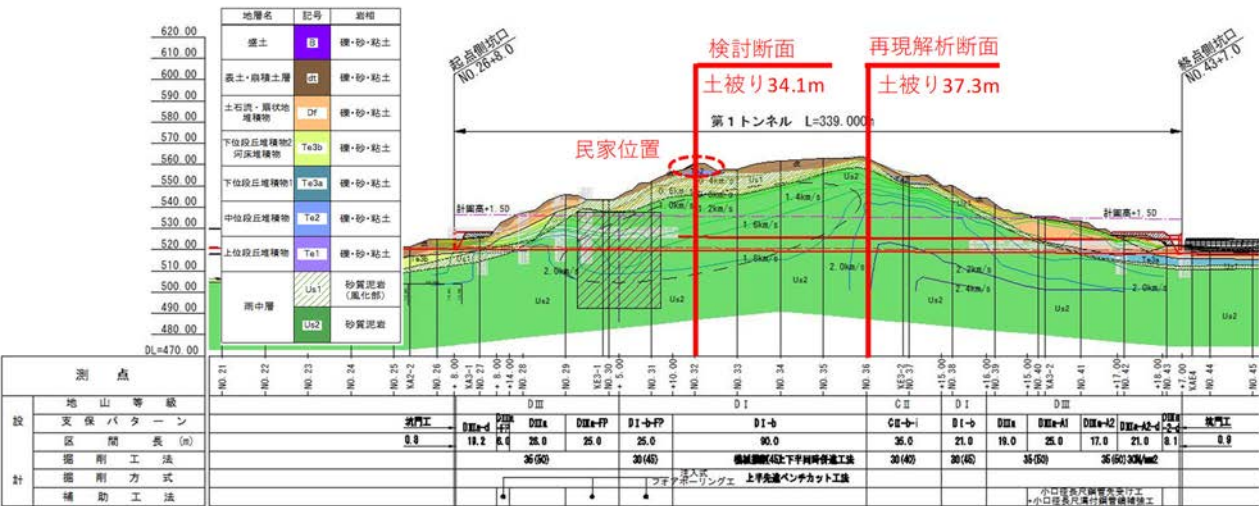


図-1 地質縦断面図(上り線)

2. 施工上の課題

当初設計においてトンネル掘削による民家の沈下量と傾斜角は検討されており、ともに影響はないという解析結果が示されている。しかし、民家から 80m 手前の No. 36 地点の掘削において、想定以上の坑内天端沈下が発生したことから、支保パターンをランクアップし、早期閉合で施工しているにもかかわらず、管理レベルⅡを超える天端沈下が見られ、No. 32 の近傍にある民家への影響が懸念された。そこで、No. 36 地点で観測された坑内変位を基にした再現解析を実施し、地盤物性値の見直しをした上で、No. 32 地点の安定解析および対策工の検討が必要であった。

3. 解決方法

1) 再現解析

No. 36 地点の断面で 2 次元 FEM 解析を使った再現解析を実施したところ、坑内天端沈下量および地表面地下量において、概ね計測値を再現できたことから、得られた物性値を No. 32 地点の解析に使用することにした。なお、当初設計では、トンネル周辺に分布する砂質泥岩の変形係数は、地質調査結果より $E=180,000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ で想定されて

キーワード 直上民家対策, FEM 解析, 補助工法

連絡先 〒461-0001 愛知県名古屋市中区1丁目22番22号 戸田建設（株） TEL052-951-8541

いたが、再現解析の結果を反映した $E=65,000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ に見直した。

2) 民家に対する安定解析

得られた物性値を用いて No. 32 地点の安定解析を実施した。解析モデルを図-2 に示す。検討ケースは、No. 36 で DII 支保パターン（鋼製支保工 H-150、吹付厚 20cm、ロックボルト 4m×16 本）および鋼製ストラット併用一次インバートによる早期閉合を実施していたことから、DII パターンと早期閉合を基本とし、各種補助工法による沈下への影響を比較検討した。解析の検討ケースを表-1 に示す。補助工法は小口径長尺鋼管先受け工（ $\phi=76.3\text{mm}$ ）と長尺鋼管先受け工（ $\phi=114.3\text{mm}$ ）のシフト長・施工範囲を変えて解析を行った。

解析の結果、得られた地表面沈下量分布を図-3 に示す。これより、補助工無しの場合1では、管理値を超える結果となり、それ以外の case ではいずれも管理値内に収まる結果となった。鋼管径を大きくしたり、シフト長を短くしたりするなど、補助工による周辺地盤の剛性を大きくなればなるほど、地表面沈下量は小さくなるものの、case2 で管理値内に収まることから、経済性を優先して小口径長尺鋼管先受け工（1 シフト長 9m 施工範囲 120°）を対策工として選定した。さらに、早期閉合時の切羽安定対策として、小口径長尺溝付鋼管鏡補強工を追加実施した。鏡補強工は先行変位を抑制し、地表面沈下の抑制効果にも期待した。さらに、閉合までの上半支保工の沈下傾向が大きかったことから、上半沈下抑制対策として、上半根足部に先行して、鋼管打設（ $\phi=76.3\text{mm}$ ）および周辺地盤改良を行った。

新支保パターンを図-4 に示す。当支保パターンを民家部の影響範囲で実施することとした。

4. 終わりに

実施工では、民家部に近いトンネル右側の天端沈下量が卓越していた箇所に対して、小口径長尺鋼管先受け工の施工範囲を広げるなど、地質状況と計測結果に応じて適宜補助工法を使い分けながら施工を行った。その結果、民家部への影響はほとんど見られず、影響区間を安全に通過することができた。

今回、当初設計の想定を上回る坑内変位が発生した地質条件に対して、再現解析を実施し、地盤物性値を見直したうえで、民家部への掘削影響を定量的に評価し、経済的かつ効果的な対策工を実施できた。

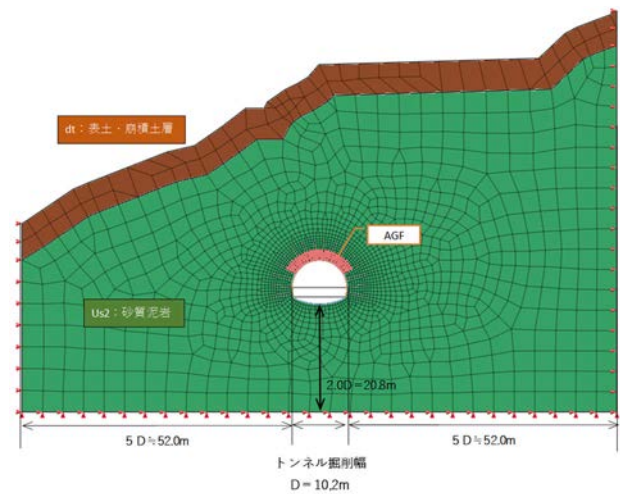


図-2 2次元解析モデル

表-1 検討ケース一覧

検討case	支保パターン	早期閉合	補助工法	補助工法 施工範囲
1	D II -F2K2	有	無	無
2	D II -F2K2	有	小口径長尺鋼管先受け工 ($\phi=76.3$) L=12.5m 1シフト長9m	120°
3	D II -F2K2	有	小口径長尺鋼管先受け工 ($\phi=76.3$) L=12.5m 1シフト長6m	120°
4	D II -F2K2	有	長尺鋼管先受け工 ($\phi=114.3$) L=12.5m 1シフト長9m	120°
5	D II -F2K2	有	長尺鋼管先受け工 ($\phi=114.3$) L=12.5m 1シフト長6m	120°
6	D II -F2K2	有	小口径長尺鋼管先受け工 ($\phi=76.3$) L=12.5m 1シフト長9m	180°

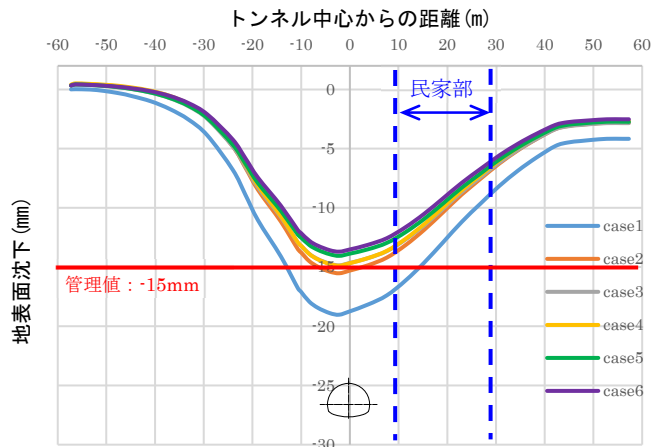


図-3 地表面沈下量分布

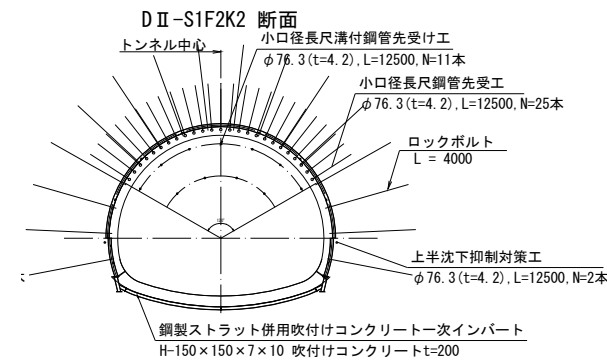


図-4 新支保パターン図