



## 4. 三次元逐次掘削解析の解析結果

### (1) 計測結果と解析結果の比較

切羽が十分離れた位置（5D 以上）での計測結果と三次元逐次掘削解析結果の比較を図-5~7 に示す。なお、粘弾性モデルとの挙動比較を目的に、吹付けコンクリートの力学モデルを、クリープ特性を考慮しない弾性体とした場合の結果も併せて示す。計測結果と解析結果を比較した結果、超高強度吹付け断面の変形は概ね整合しており、力学モデルによる差も微小である。また、吹付け応力については、粘弾性モデルで計測結果と比較的良好一致を示しているが、弾性モデルでは粘弾性モデルより大きな応力が発生している。

これは、粘弾性モデルでは吹付けコンクリートの応力緩和傾向を再現できており、クリープ特性を考慮しないことは吹付け応力の過大評価となる可能性を示している。

### (2) 解析手法の妥当性評価

三次元逐次掘削解析から得られたトンネル天端位置での吹付けコンクリートの応力ひずみ関係を図-8 に示す。吹付け応力の最大値を累積ひずみで割った値を等価弾性係数とみなし図中に示した。粘弾性モデルの場合、等価弾性係数は超高強度で 5.9GPa、普通強度で 2.7GPa となる。普通強度の等価弾性係数は指針類<sup>4)</sup>に記載の値と同程度であり、超高強度吹付けの等価弾性係数の値の妥当性を確認できた。

ただし、既往の検討<sup>2),3)</sup>などを考慮すると、吹付けコンクリートの等価弾性係数は一意に定まるものではなく、地山物性値や初期応力、施工方法などの諸条件により適切に設定することが望ましいと思われる。そのため、本検討のような材齢に応じた剛性変化やクリープ特性といった変形特性を考慮した解析手法は、計測結果とも調和しており、支保設計において合理化が図れる一手法であると考えられる。

## 4. まとめ

本稿では、超高強度吹付けコンクリートの実測データから、材齢に応じた剛性やクリープ特性といった変形特性を適用した解析手法の妥当性評価を行った。今後、超高強度吹付けコンクリートの施工データを蓄積し、支保設計技術の確立に取り組んでいきたい。

## 参考文献

- 1) H. Takeda et. al : Material properties and construction performance of ultra-high strength sprayed concrete, ITA WTC 2019 Congress and 45<sup>th</sup> general assembly, pp. 3162-3171, 2019.
- 2) 長田翔平ら：超高強度吹付けコンクリートの変形特性を適用した解析手法に関する一考察，トンネル工学報告集，第31巻，I-31，2021.
- 3) 谷卓也ら：トンネル吹付けコンクリートの支保効果に関する検討，土木学会第63回年次学術講演会，第3部門，pp. 641-642，2008.
- 4) 日本道路公団：トンネル数値解析マニュアル，2002.

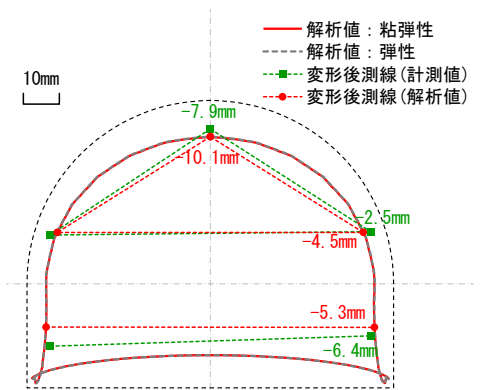


図-5 変形図（超高強度吹付け断面）

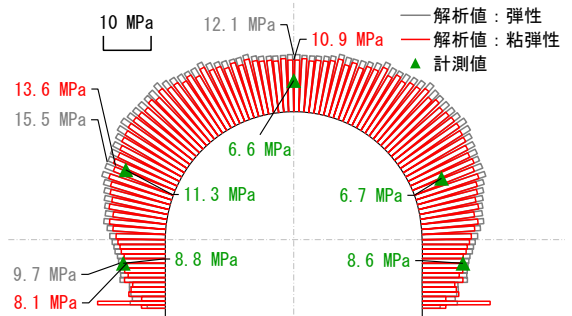


図-6 吹付け応力図（超高強度吹付け断面）

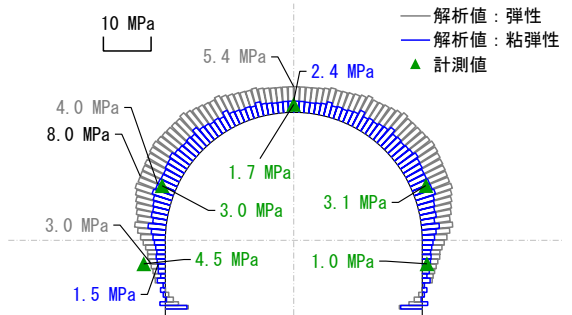


図-7 吹付け応力図（普通強度吹付け断面）

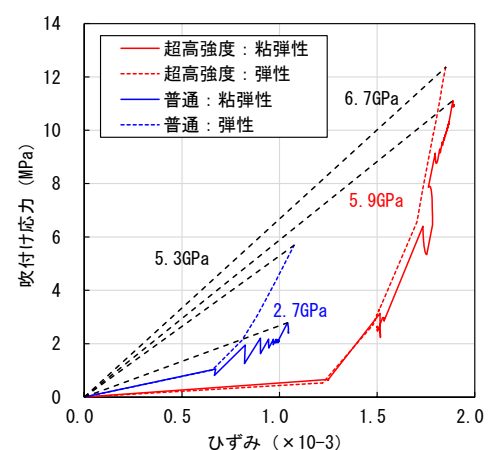


図-8 天端位置での吹付けコンクリートの応力ひずみ関係の比較