

## I期線への影響度を踏まえたII期線施工における管理基準値の検討

中日本高速道路株式会社 富山高速道路事務所 山本哲人 北村 亮  
 清水建設株式会社 真木トンネル工事 正会員○小笠原健 鈴木祐二 谷村浩輔 厨川弘樹  
 清水建設株式会社土木技術本部地下空間統括部 正会員 福田 毅

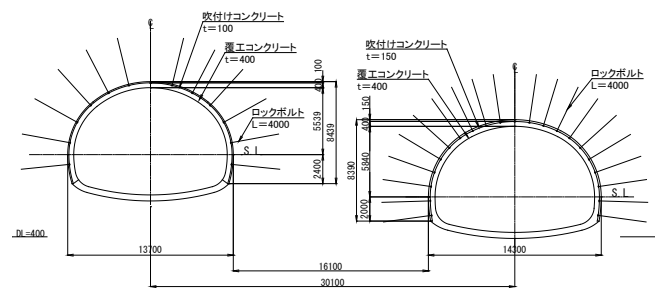
### 1. はじめに

E41 東海北陸自動車道は、E1 名神高速道路と分岐する一宮 JCT (愛知県一宮市) を起点とし、岐阜県を南北に貫き、小矢部砺波 JCT (富山県小矢部市) で E8 北陸自動車道に接続する総延長 185km の高速自動車国道である。現在、暫定 2 車線区間における課題を解消するため 4 車線化事業を進めている。真木トンネルは、このうち富山県南砺市楮～新屋の延長 1,578m の II 期線トンネル工事である。II 期線トンネル工事は、近接構造物のない新設トンネル工事とは異なり、終始 I 期線トンネルに与える影響度を鑑みた施工を行う必要がある。

そこで、本論文では II 期線掘削における変位量の管理基準値を設定するために、あらかじめ二次元 FDM 解析を実施し、I 期線既設覆工の管理基準値 (覆工コンクリート増分応力値) を満足する II 期線掘削の変位管理基準値を設定したので報告する。なお、本論文の検討対象区間は既に掘削を完了しており、I 期線へ影響を与えることなく施工できた。

### 2. 検討断面の選定と近接度

図-1 に I 期線および II 期線トンネルの地質平面図・縦断図を示す。概ね C I ~ C II 地山であり、比較的良好な地山である。また、I 期線の線形に対し II 期線は概ね並行であり、離隔に大きな変化はない。本検討では、最もトンネル離隔が小さくなる断面 (I 期線・II 期線ともに非常駐車帯断面) を検討対象として、管理基準値を設定した例を報告する。図-2 に検討対象断面図を示す。トンネル離隔は 16.1m (約 1.1D)、近接度区分では直接影響領域に区分され、既設トンネルに荷重や変位等の影響が及ぶ範囲とされる。



【II期線：CII-L】

【I期線：CI-L】

図-2 検討断面 (I期線・II期線ともに非常駐車帯断面)

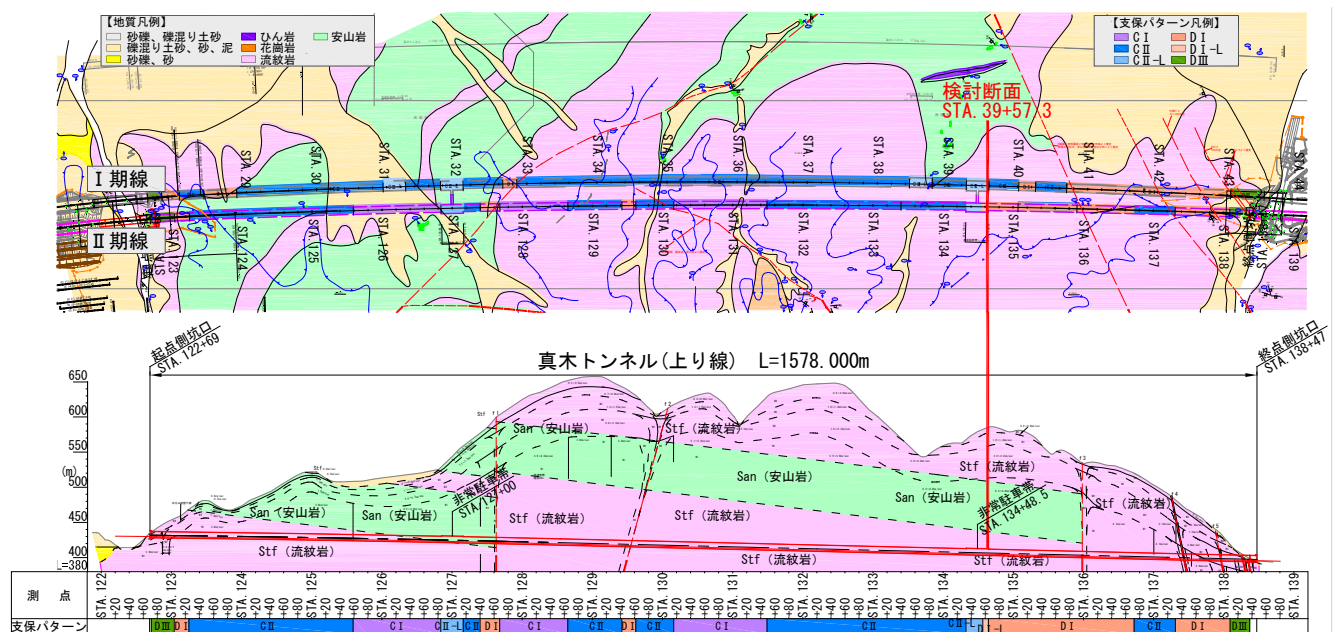


図-1 検討断面位置

キーワード：II期線トンネル，管理基準値，数値解析，限界ひずみ法，覆工応力増分

連絡先：〒939-1976 富山県南砺市新屋3 清水建設株式会社 北陸支店土木部 TEL 0763-67-3570

### 3. 二次元 FDM 解析による影響検討

本検討では、直接影響領域に区分される影響検討を行うため、地山の塑性変形を表現できる Mohr-Coulomb の降伏基準を用いた弾完全塑性モデルを適用した。解析ツールは FLAC3D を使用した。地山、覆工コンクリート、および吹付けコンクリートは、ソリッド要素でモデル化(図-3)した。鋼アーチ支保工は、曲げ部材として評価する必要があるため、ビーム要素としてモデル化した。地山物性値は、地山区分(CII)相当の物性値<sup>1)</sup>を採用した。同様に支保工の物性値についても基準書に準じて設定した。トンネル掘削は補助ベンチ付全断面工法を標準採用しており、この工法を再現する応力解放率<sup>1)</sup>を設定した。

### 4. 検討結果

図-4 に II 期線掘削完了時の I 期線覆工コンクリートに発生した増分応力を示す。II 期線側(左側)側壁に曲げが作用することでトンネル内側に約  $5\text{N/mm}^2$  の圧縮応力が発生した。相互のトンネルが非常に近接していることもあり、大きな増分応力が発生したものの許容値 ( $<5.4\text{N/mm}^2$ ) に収まった。図-5 にトンネル周辺に生じた塑性領域を示す。トンネル側壁に局所的な塑性領域は発生したが、既設トンネルに直接影響を与えるような塑性化はなかった。図-6 に II 期線掘削開始から完了するまでの間に生じた地山内変位を示す。図-5 と同様に既設トンネルへの影響は極めて軽微であることがわかった。以上より、II 期線掘削影響が I 期線に及ばない変位の管理基準値として解析値を採用し、表-1 のとおり設定した。

### 5. まとめ

参考までに表-1 に限界ひずみ法で算出した管理基準値を併記した。内空変位を比較すると限界ひずみ法は危険側の管理値となっている。地山性状、土被り、近接度(離隔)等の施工条件によって解析的手法で定める管理基準値は変化する。近接構造物のない新設トンネル工事では、一般に限界ひずみ法を適用するが多いが、本論文の結果をみると II 期線工事では、限界ひずみ法で定める管理基準値の適用性も十分把握した上で、現場の施工条件にあった管理基準値を定める必要があることを示唆している。

### 参考文献

- 1) 株式会社高速道路総合技術研究所：技術資料 トンネル数値解析マニュアル，2017。

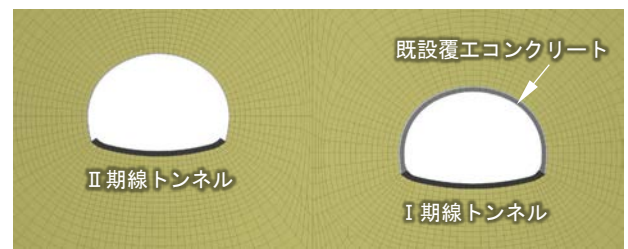


図-3 解析モデル図

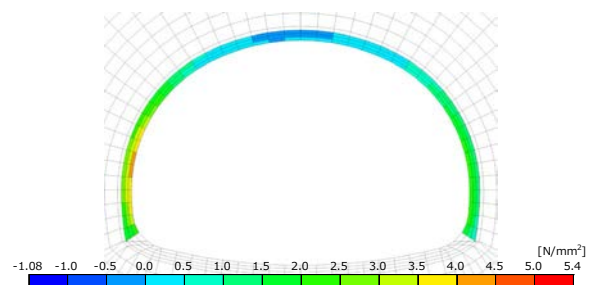


図-4 I期線トンネル覆工応力増分コンター図

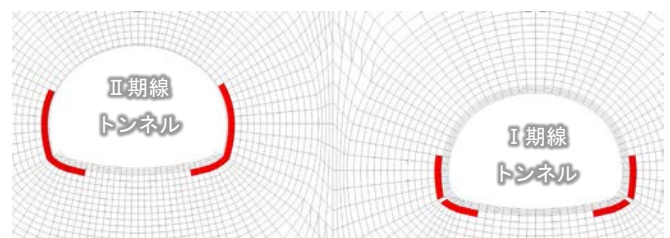


図-5 トンネル周辺の塑性領域図 (■: 塑性地山)

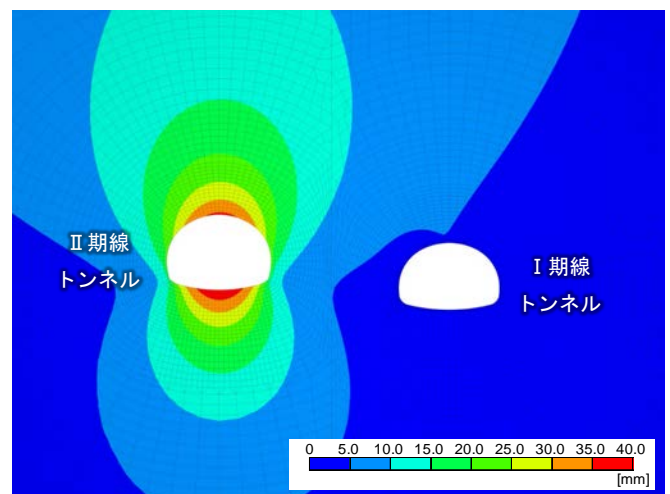


図-6 トンネル周辺の地山内変位分布図

表-1 II期線の掘削変位の管理基準値

管理基準値の設定方法	管理項目	管理レベル I [mm]	管理レベル II [mm]	管理レベル III [mm]
解析的手法	天端沈下	12.2	18.3	24.4
	内空変位	16.3	24.4	32.5
限界ひずみ法	天端沈下	9.2	13.8	18.4
	内空変位	18.4	27.6	36.8