

既設トンネル断面を拡大する掘削時における既設覆工の振動計測結果の考察

国立研究開発法人土木研究所 ○巽義知, 日下敦
青木あすなる建設株式会社 廣松直人, 高山慎介

1. はじめに

供用中の道路トンネルにおいて、材質劣化や漏水が生じる等の老朽化の進行した覆工の撤去、再構築や、狭隘な断面の拡大等の更新工事が実施されている。その際、迂回路がない場合には、車両を通しながらの活線施工となるが、通行車両の安全を確保するために必要なプロテクタによる工事費の増大が1つの課題である。プロテクタ費用の低減には、設置範囲を工事の影響範囲に限定することが考えられるが、影響範囲の検討に資する知見がほとんどないのが現状である。そこで、更新工事の影響範囲を振動の観点から把握することを目的として、トンネル断面を拡大する更新工事の施工現場で得た計測結果¹⁾から、既設覆工に与える振動について考察した。

2. 計測の概要

計測対象としたトンネルは、千葉県君津市の清水トンネルであり、約50年前に延長246.2m、幅員5m、内空断面積約30m²で、矢板工法で施工された。計測は、当該トンネルの内、延長137.7mの断面を幅員8.75m、内空断面積62m²にNATM工法で拡大する更新工事の施工時に実施した¹⁾(図-1、図-2)。

掘削はブレイカーで掘進距離1mに合わせて既設覆工を撤去した後、既設トンネルの周囲を切り広げていた(図-3、写真-1)。掘削後、新設トンネルの鋼アーチ支保工、吹付けコンクリート、ロックボルトを順次設置していた。なお、当該工事期間中は迂回路が確保できたため、坑内を一般車通行止めとして施工していた。

振動の計測器は、既設覆工のSLの位置に振動レベル計と振動速度計の2種類を設置した(図-1、図-3、写真-1、写真-2)。振動レベルの計測は、計測位置から18m、17m、16m、15mの位置での掘削、鋼アーチ支保工、および吹付けコンクリート施工時と、15mの位置でのロックボルト施工時に実施した。振動速度の計測は、計測位置から18m、16m、15mの位置での掘削、鋼アーチ支保工、および吹付けコンクリート施工時に実施した。

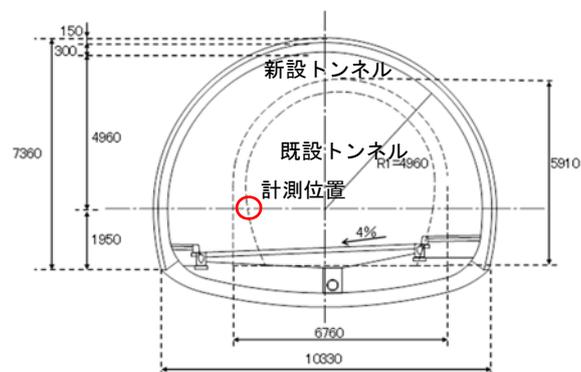


図-1 標準断面図, 計測位置図

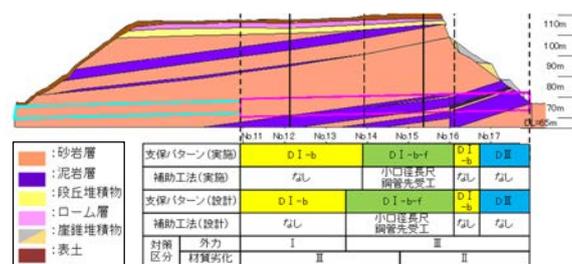


図-2 清水トンネル縦断面図

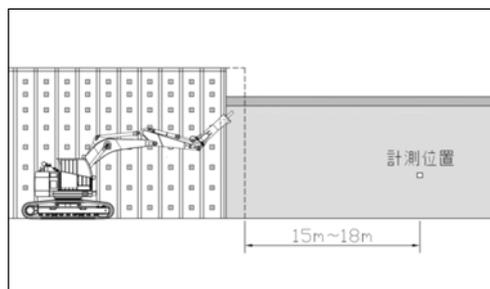


図-3 掘削, 計測概要図



写真-1 掘削, 計測状況



写真-2 振動レベル計, 振動速度計

キーワード：山岳トンネル, 覆工, 更新, 振動

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 国立研究開発法人 土木研究所 道路技術研究グループ TEL:029-879-6791

3. 計測結果

図-4、図-5に振動レベルの計測結果の内、比較的大きい掘削時とロックボルト施工時の結果を、図-6に振動速度の計測結果の内、比較的大きい掘削時の結果を示す。図-7、図-8に振動レベル、振動速度の最大値をそれぞれ示す。

振動レベルは、図-4、図-5、図-7より、計測位置から18m、17m、16m、15mの位置での掘削時に、それぞれ最大50.4dB、53.7dB、52.7dB、54.0dBとなった。また、計測位置から15mの位置でのロックボルト施工時に最大57.5dBとなった。掘削時の振動は最大でも55dB以下であり、人は揺れを感じない程度、ロックボルトの振動は最大でも55dBを少し超える、屋内にいる人の一部がわずかな揺れを感じる程度の振動と考えられる²⁾。なお、鋼アーチ支保工、吹付けコンクリート施工時は概ね30dB程度の小さい値であった。

振動速度は、図-6、図-8より、計測位置から18m、16m、15mの位置での掘削時、それぞれ最大1.211kine、1.215kine、1.214kineとなった。これは、覆工コンクリートが「材質劣化により、浮き、はく落が生じ、コンクリート塊が落下するおそれのある」場合の許容値2kine³⁾より小さく、切羽が15m手前に近付くまでに、既設覆工にうき、はく落が生じるような振動の影響はなかったことが考えられる。

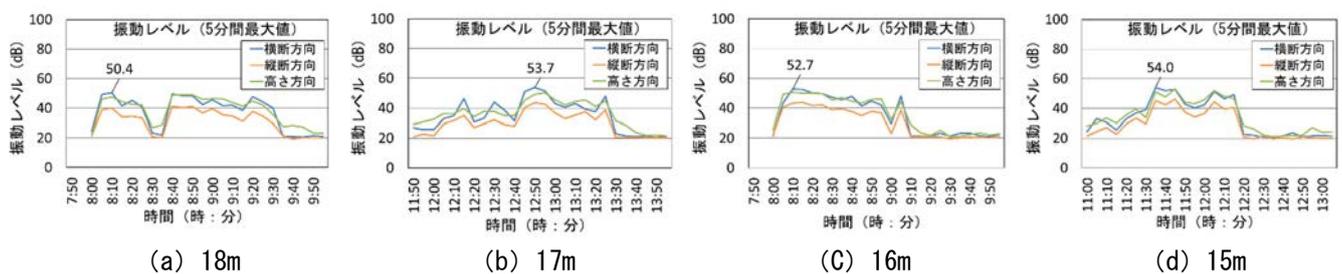


図-4 振動レベル計測結果（掘削）

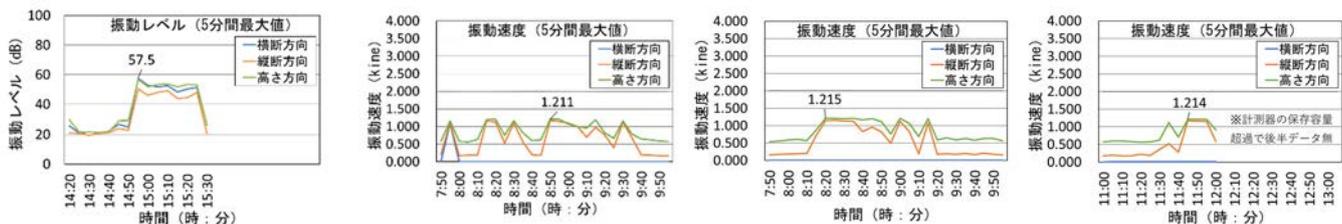


図-5 振動レベル計測結果
（ロックボルト）

図-6 振動速度の計測結果

4. まとめ

当該工事のように通行止めをし、振動に特別な配慮を求められない状況下での施工でも、既設覆工に浮き、はく落が生じるような振動の影響は、切羽が15m手前に近付くまでにおいては認められなかった。切羽がさらに近接した時の計測データが

得られていない等、限られた条件下ではあるが、プロテクタの設置が必要な範囲の検討に資するデータが得られたと考える。なお、工事の影響には、掘削に伴う地山や既設覆工の応力解放による既設覆工への影響等も考えられるため、プロテクタの設置延長についてはそれらの影響を含めて総合的に検討する必要がある。

謝辞：本計測は千葉県君津市の協力により実施したものである。関係各位に深甚なる謝意を表す。

参考文献

- 1) 高橋裕之、高山慎介、廣松直人、巽義知、伊藤和生、三幣亮：既設トンネル断面拡張掘削時の地山挙動計測結果事例、トンネル工学報告集 第30巻、I-20、2020.11
- 2) 日本火薬工業会：あんな発破 こんな発破 発破事例集、p.4、2002.3
- 3) NEXCO：設計要領第三集トンネル保全編（6）トンネル近接施工、p.3-7、2016.8

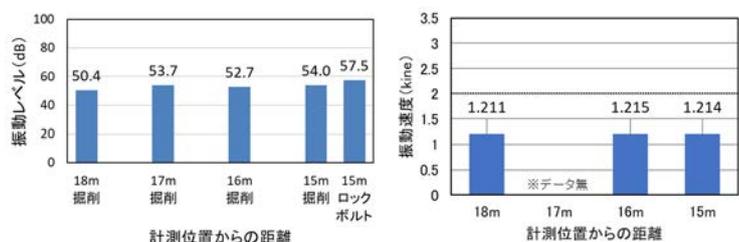


図-7 振動レベルの最大値

図-8 振動速度の最大値