

環境に配慮した NATM 発破工法によるトンネル施工について

(株) 大林組	西脇トンネル工事事務所	正会員	黒川	尚義
(株) 大林組	西脇トンネル工事事務所	正会員	宮本	弘毅
(株) 大林組	西脇トンネル工事事務所	正会員	溝口	晃一

1. はじめに

西脇トンネル工事は、現道国道 175 号線の 4 車線化工事の一環として、既設の西脇トンネルに約 20m の間隔で併設して施工する延長 491m のトンネルで、国土交通省近畿地方整備局発注によるものである。地質は、比較的硬質な流紋岩質凝灰角礫岩が主体で、既設トンネルの工事实績からも、地山の一軸圧縮強度は 50N/mm² 以上と予想された。そのため、計画では発破によるトンネル掘削が採用されている。既設の西脇トンネルは約 20 年前に施工されたもので、事前の調査により覆工コンクリートの一部に経年劣化が確認されていた。また、国道 175 号線は交通量が 20,000 台/日を上回り、兵庫県明石市と京都府舞鶴市を結ぶ地域の主要道である。このため、発破工法によるトンネル掘削において、既設トンネルの変状および、発破振動での覆工コンクリートの剥落等が無いよう、発生する振動を最小に管理しながら施工を行う必要があった。ここでは、既設トンネルへの発破による振動を効率よく抑制管理しながらトンネル掘削を行った施工事例について紹介する。



写真-1 坑口付近の状況

2. 施工方法

(1) 制御発破手法及び振動速度計測手法

発破手法は DS 雷管 1~20 段、MS 雷管 2~10 段を使用した計 29 段による制御発破工法を採用した。従来の振動予測手法では、最大速度と装薬量の関係から発破振動特性値である K 値を推定し、対象物件との離隔距離と装薬量から振動予測を行っていた。しかし、最大速度が実際にはどの段数から発生したのか特定が難しく、初段である芯抜き (DS1 段) 等に最大速度を割当てて K 値の特定を行っていたために、推定される K 値についてもある程度の誤差を含んでおり精度の高い振動予測は困難であった。そこで、本施工では、既設トンネルの側壁に振動速度計を 30m 間隔で計 14 箇所設置し、1000Hz の周

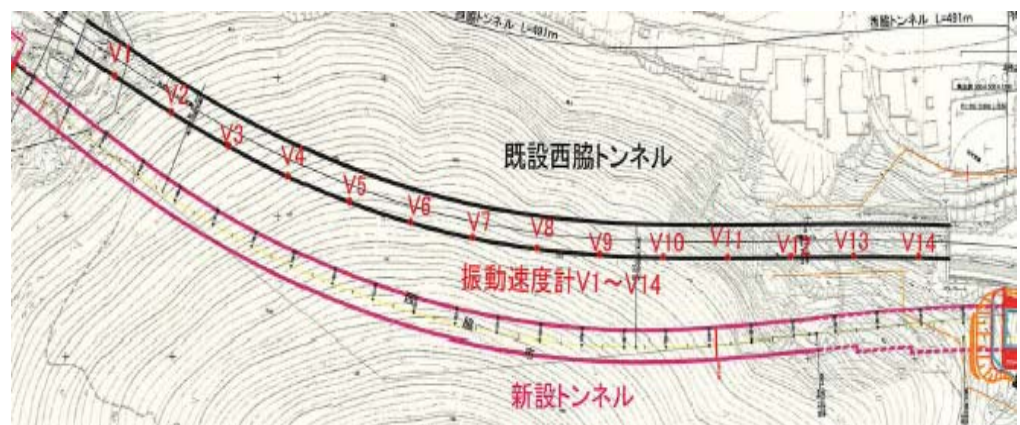


図-1 振動速度計設置図

Keyword : NATM、併設トンネル、発破工法、振動速度、制御発破

連絡先 : 〒677-0054 兵庫県西脇市野村 430 TEL 0795-24-7502 FAX 0795-22-1671

期で発破毎に自動で測定を実施するとともに、測定されたデータを事務所のパソコンに瞬時に転送されるシステムを採用して振動速度波形の回収を行った。振動速度計の配置図及び新設トンネルと既設トンネルの位置関係を図-1に示す。そして、得られた速度波形と各段数の装薬量から最大速度を発生させた段数の特定を行い、この段数の装薬量を低減させほかの段数へ割当てを行う手法を実施した。この手法により振動速度と各段数の相関が明確となり、より高い精度でK値の推定が行えるとともに、効率よく発破による振動速度を抑制管理することができる。また、地山状況の変化に応じた大幅な装薬量の増加に対しても精度良く対応が可能であると考えた。

3.実施結果の例

測定された発破振動波形の1例を図-2に示す。

図-2より発破時に発生した最大速度は3.69cm/secであり、事前に設定した振動速度の管理基準値4.0cm/secにほぼ同程度であった。この時のDS7段の孔数は12孔で段当たりの装薬量は7.2kgであった。この結果をもとにDS7段の孔数を8孔に、また段当たりの装薬量を4.8kgへ低減させて発破を行った。その結果を図-3に示す。孔数及び段当たりの装薬量を低減させた結果、DS7段については、振動速度が3.69cm/secから1.50cm/secに低減された。また、最大振動速度についても3.69cm/sec(DS7)から2.70cm/sec(DS6)へと抑制されている。このようなルーティンを繰り返し行うことで、振動速度管理値である4cm/secを超えることなくトンネル貫通まで発破を使用した掘削を実施することができた。

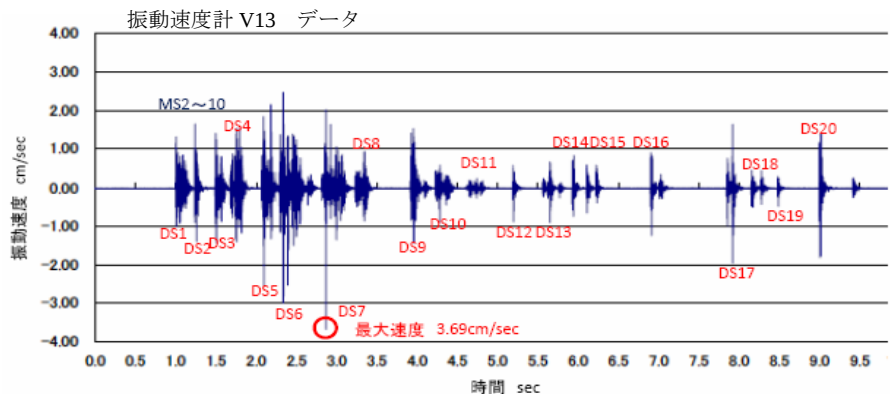


図-2 発破振動速度波形 1

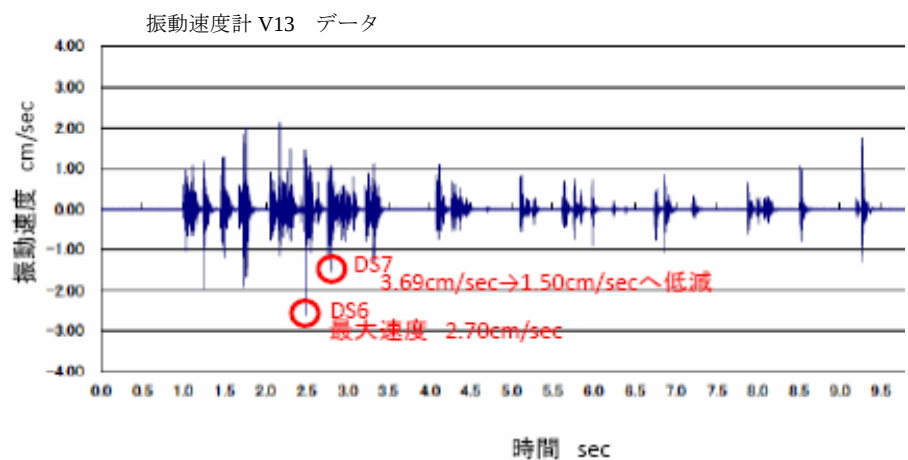


図-3 発破振動速度波形 2

4.おわりに

当工事で実施した振動抑制管理手法は、最大の振動速度を生じる段数を特定することができるため、効率よく振動速度を抑制することが可能である。また、対象物件が民家などの場合においても本手法は有用である。現に当施工場所においても、火薬消費場所から最近で60mの位置に民家が立地していたが、深夜を除いて発破振動に対する苦情は発生しなかった。20年前の既設トンネルの施工では、途中で発破工法から機械掘削工法へ変更した経緯もあり、トンネル貫通までに19ヶ月を要したが、本施工では最後まで発破工法で掘削することができ、貫通までに要した期間は8ヶ月であった。本施工で実施した振動抑制手法は、同様の併設トンネル施工および住宅地周辺での発破を用いた施工に大いに有用な手法であると考えられる。