

## 近接隧道に対する発破振動および変位の影響計測について

群馬県 八ッ場ダム水源地域対策事務所 大島 明 村田 義明  
 鹿島建設(株) 正会員 ○横尾 敦 堀田 匡彦 内藤 圭一郎

### 1. はじめに

松谷第2トンネルは八ッ場ダム建設に伴い水没する国道145号の付替え道路の一區間で、全長815m、掘削断面積90.8~125.8m<sup>2</sup>の地域高規格道路トンネルである。地質は新第三紀の凝灰角礫岩及び安山岩が主体で一部変質・粘土化している。TD418mの位置にて既設隧道(内径4m、覆工厚45cm)と離隔22.5mで斜め24度方向に立体交差するため、この隧道に有害な影響を与えないようにトンネルを掘削することが要求された。そこで、立体交差部から約205m手前の位置で発破振動と地中変位を坑内から計測することにより、隧道への影響を事前に予測し安全性を確認した。立体交差部では既設の調査ボーリング孔(L=60m)を利用して隧道直近に加速度計を設置し、発破振動を計測しながら慎重に施工(制御発破)を進め、無事立体交差部を通過した。本稿ではこれらの計測結果について報告する。

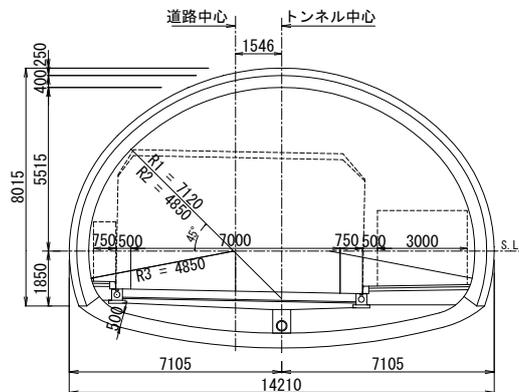


図-1 松谷第2トンネル標準断面図(DII)

立体交差部では既設の調査ボーリング孔(L=60m)を利用して隧道直近に加速度計を設置し、発破振動を計測しながら慎重に施工(制御発破)を進め、無事立体交差部を通過した。本稿ではこれらの計測結果について報告する。

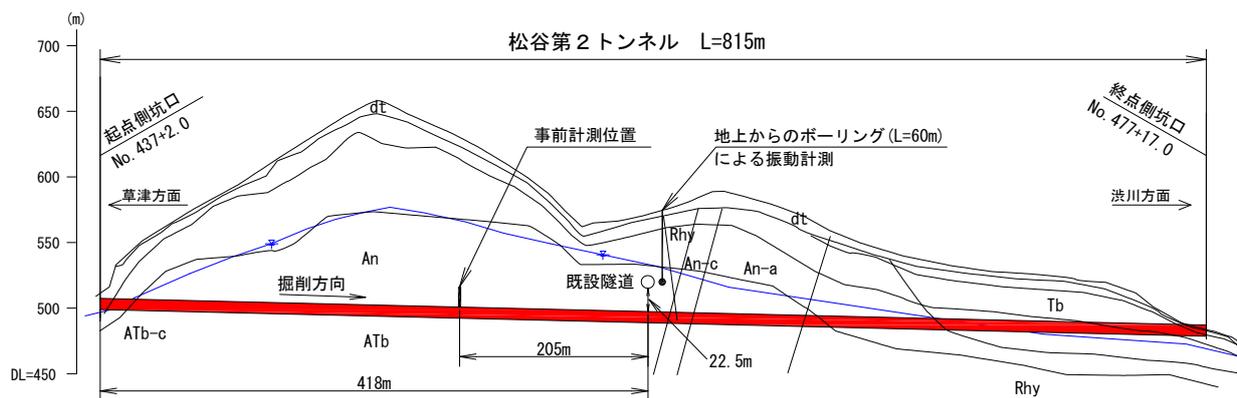


図-2 松谷第2トンネル地質縦断面図

### 2. 事前予測解析

トンネル掘削による応力解放に伴う既設隧道への影響検討を本坑横断面方向の2次元 FEM 解析により実施した。地盤はCM級、CL級の2ケースとし、隧道の変位量および発生応力を算定した。また、この変位量を用いて隧道の縦断方向の検討を実施した。検討モデルは地盤バネに支持された梁モデルとし、荷重換算した変位を作用させて隧道に発生する応力を算定した。これらの結果、横断方向、縦断方向とも発生応力が管理値を下回ることを確認した。

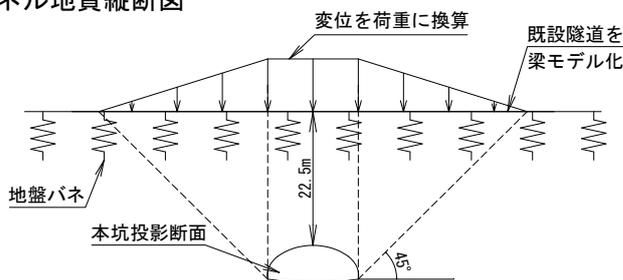


図-3 既設隧道縦断方向の検討概念図

表-1 影響検討結果

地質	弾性係数 (MPa)	支保パターン	本坑トンネル天端沈下量 (mm)	既設隧道最大沈下量 (mm)	隧道発生引張応力 (N/mm <sup>2</sup> )	
					横断方向	縦断方向
CM	1,400	CII	7.3	4.8	0.60	0.48
CL	500	CII	17.8	9.4	0.80	0.73

キーワード：近接施工、発破振動、FEM

連絡先：〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 Tel：03-6229-6754 Fax：03-5561-2155

### 3. 事前計測結果の評価

立体交差部手前約 205m の位置 (CM 級、CII パターン) で、トンネル天端上方の変位計測 (地中変位計) と発破振動計測 (加速度計) を実施し、立体交差部における安全性を確認した (図-4)。

#### 3.1 変位計測結果

地中変位は天端沈下量 (5mm) からの相対変位として整理し、隧道位置に相当するトンネル天端上方 22.5m の位置での変位を推定した。あわせて、天端沈下量と内空変位量から FEM 弾性逆解析を実施しトンネル上方の変位を推定した。その結果、上方 22.5m の位置で 4~5mm の沈下量が発生していると推測された (図-5)。

#### 3.2 発破振動計測結果

トンネル坑内から地中変位計測とは別に鉛直ボーリングを実施し、上方 12m の位置に加速度計を設置して発破振動を計測した。下記の推定式を用いて距離と振動速度の関係を求め、距離 22.5m の位置での振動速度を予測した結果、計画薬量 (1 段あたりの最大薬量) 2kg における振動速度は 0.4kine となった (図-6)。

$$V = K \cdot W^m \cdot D^{-n}$$

V : 振動速度 (kine)    W : 薬量 (kg)    D : 距離 (m)

m, n : 薬量特性と距離減衰をあらわす指数 (m=3/4, n=2)

### 4. 計測管理基準

#### 4.1 変位管理値

立体交差部の実施工に伴う隧道の変位管理については、事前の FEM 予測解析結果を踏まえてトンネル掘削時の天端沈下量で管理することとし、比較的悪い地質 (CL) が出現した場合の天端沈下量 18mm を管理限界値 (レベル II) とした。

#### 4.2 発破振動管理値

発破振動については、立体交差部位置で地上部から既設鉛直ボーリング (L=60m) を利用して隧道直近に設置した加速度計で管理することにした。また、管理限界値はコンクリートに影響を及ぼさない 2kine とした。

### 5. 立体交差部施工時の計測結果

立体交差部位置における地質は事前計測位置と同等の CM 級で、CII パターンで施工した。天端沈下量は 6mm とほぼ予測値どおりの値で収束した。また、発破振動 1 段あたりの薬量を 2~5kg に制御した結果、0.2~0.5kine 程度と予測値に近い値となり、既設隧道に有害な影響を与えることなく掘削を終えることができた。

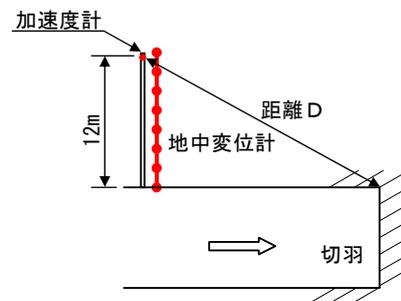


図-4 事前計測設置位置図

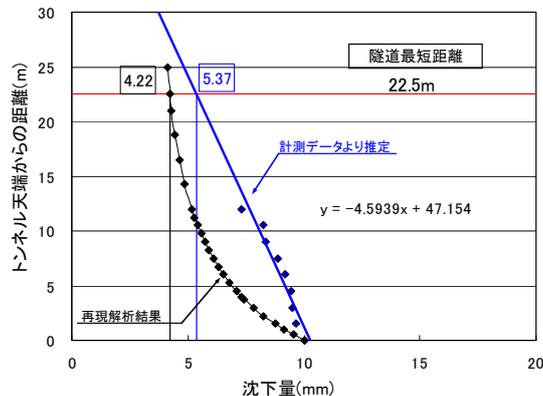


図-5 地中変位計測結果と逆解析による上方変位の推定

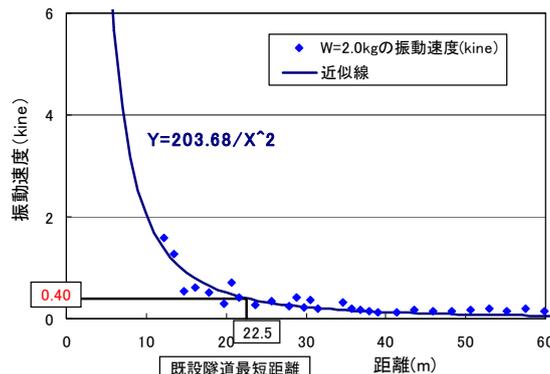


図-6 発破振動速度と距離の関係

表-2 管理基準値

		管理値	備考
天端沈下量	管理参考値	7.5mm	CM 級の予測値
	レベル I	13mm	((管理参考値) + II) / 2
	レベル II	18mm	CL 級の予測値
発破振動値		2kine	

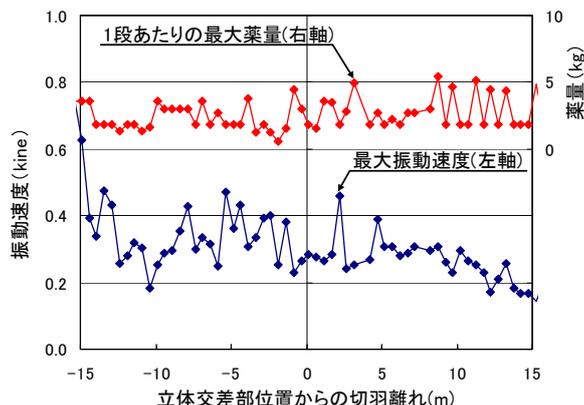


図-7 既設隧道位置での振動計結果