

低土被り部における振動抑制対策効果について

大成建設株式会社 東北支店 正会員 ○矢吹 義生
大成建設株式会社 東北支店 正会員 森島 伸吾
大成建設株式会社 東北支店 正会員 鈴木 修

1. 目的

国道 47 号猪ノ鼻トンネル工事では、坑口より 323m 付近から低土被り区間(最小土被り 7m)が約 40m 存在していた(図 1)．トンネル上部には、県立公園指定の「三の滝沢(写真 1)」がある．「三の滝沢」には山形県のレッドデータブックに指定されている希少生物(ハコネサンショウウオ)が生息していることから、トンネル上部における対策が制限された．そのため、トンネル掘削による沢水の枯渇防止対策はトンネル坑内からのみとなった．地質を確認した上で、中央導坑先進拡幅工法及び制御発破工法を併用することにより、トンネル掘削による周辺地山の緩み・振動の抑制を行った．

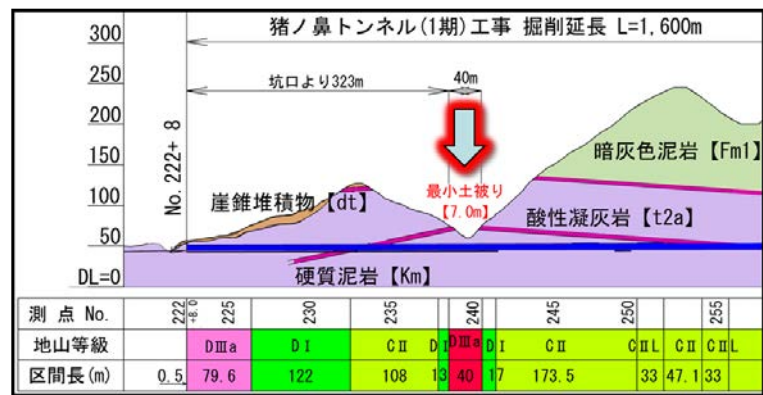


図 1 低土被り部位置図



写真 1 三の滝沢 低土被り地表

2. 中央導坑先進拡幅工法による施工

地山の緩みの抑制対策として、中央導坑を先行掘削してから拡幅掘削を行う分割施工とした (図 2)．中央導坑施工時の振動抑制対策として、多段発(1 孔 1 段)の制御発破を採用した．加えて、先進導坑により拡幅掘削前に前方地山の状態を把握することが可能となった．

発破時に現地の地表面部で測定した振動レベル(実測値)から求めた変位速度の結果を表 2 に示す．

結果として、最大で 1.25kine に収まった．

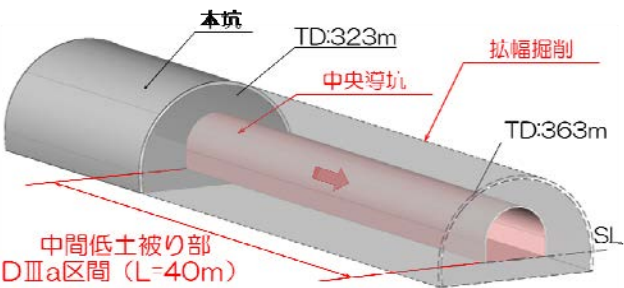


図 2 中央導坑先進拡幅工法の概念図

表 2：先進導坑（制御発破）振動レベル 測定結果

測定位置:TD344.6m		諸元			火薬量		実測値	
日付	切羽位置 先進導坑	TD (m)	土被り (m)	爆源距離 (m)	総量 (kg)	薬量 (kg/孔)	V1: 変位速度 (kine)	LV1: 振動レベル (dB)
6月29日	24基	346.6	7.0	7.6	30	0.60	1.25	84.9
6月30日	29基	351.6	9.0	10.1	31	0.60	0.77	80.7
7月1日	35基	357.6	16.0	14.9	29.8	0.60	0.34	73.6

※振動レベル LV=20・logV+83(補正值) V：変位速度 (kine)

キーワード 低土被り，中央導坑，振動抑制，スリット溝

連絡先 〒980-0811 宮城県仙台市青葉区一番町 3-1-1 大成建設株式会社 東北支店 TEL 022-225-7617

3. 制御発破工法による施工（スリット溝の併用）

先進導坑による施工（図3）の結果，対象区間の岩盤は一軸圧縮強度が高く機械掘削による拡張掘削が困難であった．そこで，拡張掘削においても，地表部への振動抑制を実現させるために1孔1段の制御発破と，トンネル天端120°範囲にスリット溝を削孔し，当該地表面の振動を抑制するように施工した．スリット溝は毎切羽，油圧ジャンボにて連続して削孔（φ100mm）を行った（写真3）．発破時に現地の地表面部で測定した振動レベル（実測値）から求めた変位速度の結果を表3に示す．最大で2.3kineに収まった．

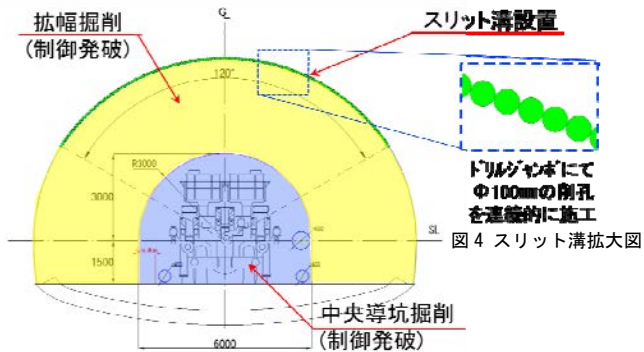


図3 中央導坑/拡張掘削 断面図



写真3 スリット溝 施工状況

次に，スリット溝無し施工における変位速度を同じ発破条件で推定式※により求め，実測値（スリット溝有り施工）と比較し，スリット削孔の有無による変位速度の低減効果を考察した．結果を図5に示す．

図5より，比較値の平均を算出すると，0.8kineの変位速度の低減効果があったことが推測できる．

※変位速度推定式 $V=K \cdot W^{3/4} \cdot d^{-2}$ K：定数 320，W：斉発量，d：爆源距離（K値は猪ノ鼻トンネル実測値より修正した値）

表3：拡張掘削（制御発破）振動レベル

諸元			火薬量		実測値(スリット溝あり)	
切羽位置	TD	爆源距離	総量	薬量 (kg/孔)	LV1: 振動レベル (dB)	V1: 変位速度 (kine)
No.306	323.6	27.4	26.4	2.4	75.7	0.4
No.308	325.6	25.6	28.4	2.4	74.8	0.4
No.318	335.6	16.8	21.8	2.4	85.1	1.3
No.322	339.6	14.0	24.4	2.4	88.3	1.8
No.324	341.6	13.1	26.2	2.4	90.4	2.3
No.334	351.6	15.3	27.2	2.4	84.3	1.2
No.336	353.6	16.8	10.2	2.4	66.6	0.2
No.339	356.6	19.2	14.4	2.4	76.0	0.4

4. 結果と今後の展望

中央導坑先進拡張工法及び制御発破工法の併用により，トンネル掘削による周辺地山の緩みを抑制することができ，沢水が坑内に流入すること無く施工を完了することができた．

また，これまで振動抑制として採用されてきたスリット削孔を定量的に判定することができ，実際に効果があることが判明した．しかし，スリット削孔作業によるサイクル低下（約1時間）が発生するため，施工方法の高速化が課題となる．当工事では使用区間が短かったため，ジャンボを使用したスリット削孔を採用したが，施工区間が長い場合には，FON ドリル工法を採用することでより確実な自由面の形成が可能となり，今回施工以上の振動抑制効果が期待できると思われる．

参考文献

1) 日本火薬工業会：あんな発破こんな発破，平成14年3月

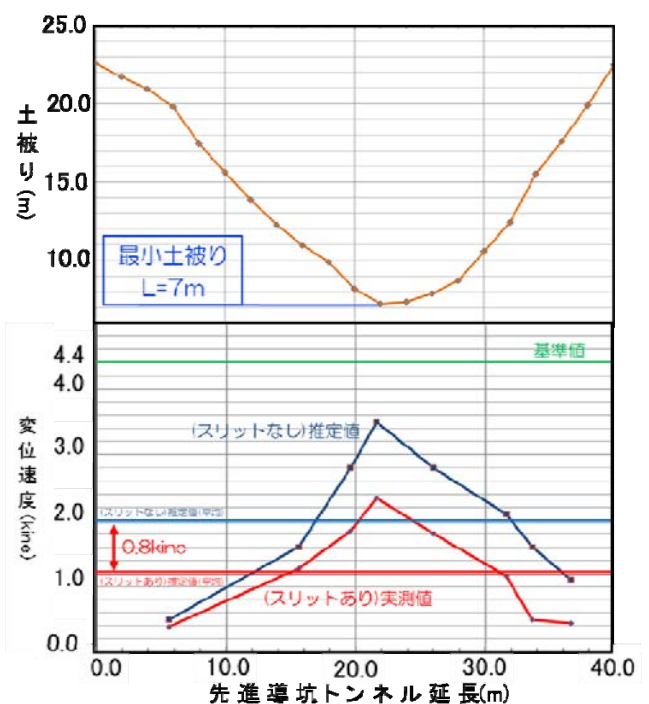


図5 拡張掘削(スリット+制御発破)

変位速度 低減効果の比較