

トンネル直上家屋への影響を考慮した発破掘削

戸田建設株式会社 正会員 ○内見 和彦
戸田建設株式会社 正会員 細井 匡之

1. 工事概要と特徴

清滝トンネル（下り線）工事は大阪府四條畷市に位置し、四條畷市から奈良県生駒市を結ぶ清滝生駒道路の全線4車線化工事の一環として構築されるトンネル工事である。当工事は、生駒山地にある清滝峠を貫く1,116mの山岳トンネルであり、供用する1期線トンネルに併設して計画されている。地質は、花崗岩及び花崗閃緑岩から構成され、花崗岩の一軸圧縮強度は100MN/m²を超える硬質な岩盤である。当工事の特色として、清滝峠の山頂付近には集落が点在し、トンネル直上59mの被りで数軒の家屋が存在する。このような立地条件により発破掘削時に発生する振動・騒音を制御させながら施工を行った施工実績について報告する。



図-1 位置図

2. 直上家屋への影響及び管理基準値について

図-2に示すように、新設トンネル直上59mの位置には家屋が存在するため、切羽通過の際の発破振動による人体・家屋等への影響が懸念された。そのため、振動管理基準値を火薬学会の提言する夜間の規制値である暗振動+20dB（63dB）を管理基準として施工を開始した。しかし、施工開始後直上民家から離隔距離160mの位置にて夜間苦情が発生した。その時の振動値は45dBであったが当初予想していなかった騒音が70dBを超えており、夜間の発破作業については中止することとなった。

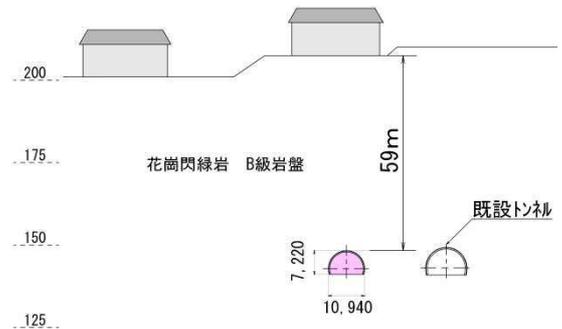


図-2 横断面図

3. 対策工法の検討

今回発生している騒音は、発破振動に伴う地鳴り音及び、建物に伝播した振動が室内で共鳴し発生している騒音であった。

図-3に直上での騒音・振動測定値の相関を示す。図からもわかるように、発破振動を抑制することにより、発生する騒音を低減させることが可能であるため、発破振動抑制対策について検討を行った。その結果、以下に示す方法を併用することとした。

- 1) 発破進行長を短くし、薬量の低減させる方法。
- 2) 断面を分割し、1回当たりの薬量を減少させる方法。
- 3) 段数を多くし1孔当たりの装薬量を低減させる方法。(IC雷管；EDD)
- 4) 連続穿孔機械により自由面を形成させ発破をする方法。

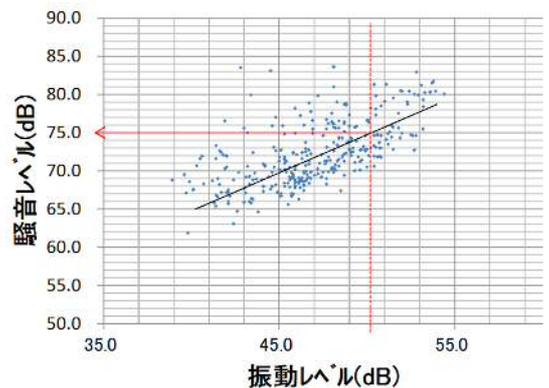


図-3 騒音と振動の関係 (直上家屋での測定値)

キーワード NATM、硬岩掘削、制御発破、EDD

連絡先〒550-0005 大阪府大阪市西区西本町 1-13-47 新信濃橋ビル 戸田建設(株)大阪支店土木工事部 TEL 06-6531-6840

4. 管理目標値の設定

施工を進めるにあたり、夜間の発破を中止し、新たに昼間の管理目標値の設定を行った。昼間の振動管理目標値は、騒音 75dB(暗騒音+5dB) 以下となるように、図-2 の関係から振動を 48dB 以下と設定した。しかし、管理目標値はあくまでも目安とし、施工時には地元住民とのコミュニケーションを図りながら施工を行った。

表-1 管理目標値

	管理目標値	備考
騒音	75dB	暗騒音+5dB
振動	48dB	測定値の相関より推定

5. 発破騒音・振動制御実績

対策工の実施については、近接するに従い大きくなる振動・騒音について随時対策工を追加しながら施工を実施した。まず、MS・DS 雷管を多段数使用し斉発薬量を低減した施工では振動値・騒音値ともに管理目標値内の施工が困難となったため、1 孔 1 段で制御できる電子制御雷管 (EDD) による施工を実施した。振動が小刻みに制御され、騒音値についても 5dB 程度低下した。しかしながら家屋への近接と共に上昇する振動・騒音を低減させるために 1 掘進長の低減及び孔当たり薬量の低減を行い振動の低減をはかったが、薬量の低減に伴い孔数は増加し、発破継続時間が長くなることによる苦情が発生した。そのため、通常 1 回で発破する断面を最大 4 分割することにより、発破継続時間を最大 2 秒程度まで抑えることとした。また、薄層発破で斉発薬量を 0.2 kg/孔まで制限した発破では、圧縮強度が 100MN/m² を超える岩盤では、良好に破砕させることが困難であった。そのため、補助芯抜きとして振動低減効果もあるスリットを鏡面に設置し、破砕効果の向上を図った。表-2 に家屋近接に伴い実施した対策工をタイプ別にしめす。

表 - 2 発破騒音・振動制御 対策工

区分	①段当たり薬量低減	②進行長低減	③断面分割数の増	④補助芯抜き	備考	
標準(C 級)	DS 雷管	1.2m、1.5m	分割数 1	無し		
対策工	TYPE1	MS/DS 雷管(4 kg/段)	0.8m	1 分割	無し	苦情発生時
	TYPE2	MS/DS 雷管(2.4 kg/段)	0.8m	3 分割	無し	T1 より小さくなったが我慢できない
	TYPE3	EDD(0.3 kg/孔)	0.8m	2 分割	無し	発破時間が長い。慣れると大きく感じる
	TYPE4	EDD(0.3 kg/孔)	0.8m	3 分割	ボアホール	破砕効果の向上
	TYPE5	EDD(0.2 kg/孔)	0.7m	4 分割	スリット 1 列	
	TYPE6	EDD(0.2 kg/孔)	0.6m	4 分割	スリット 3 列	家屋直下パターン

写真-1 に示す発破方法は、切羽が家屋直下となった時に施工した制御発破パターンであり、4 分割した切羽を EDD により孔当たり薬量を 0.2 kg に制限し、下半から芯抜き、払い 1、払い 2 と順に発破を行った。振動及び発破継続時間を最小にすることにより住民への影響を最小にしたパターンである。進行 60 cm と薄層発破となったがスリット設置により確実な破砕が出来た。

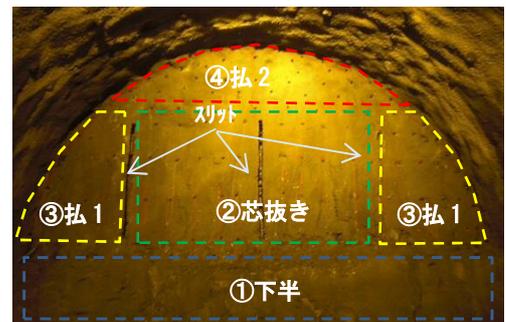


写真-1 制御発破断面 (TYPE 6)

6. 施工の結果

結果的に対策工を組み合わせることにより、騒音値 75dB を超えないように、発破掘削で無事通過することが出来た。当初、割岩等の機械掘削も検討したが、コンクのブレーカ音、ドリフターによる穿孔音である連続音についても苦情が発生したため、発破継続時間を短く制御した今回の施工方法が最良の対策であったと思う。

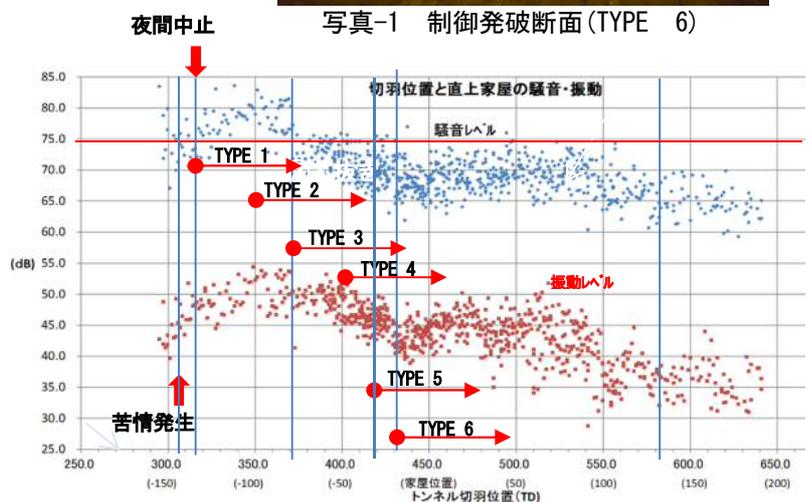


図-4 直上家屋における騒音・振動測定結果