

坑口周辺の民家に配慮したトンネル発破振動・騒音対策

東急建設株式会社
東急建設株式会社
東急建設株式会社
東急建設株式会社

山下 智靖
宮田 文彦
正会員 ○池野谷 尚史
正会員 徳留 修

1. はじめに

本論文は、2車線道路トンネル施工時における周辺家屋への発破振動・騒音の影響およびその対策について述べるものである。本トンネルの地質は一軸圧縮強度が45～250MPa程度の流紋岩や花崗岩が主体となっており、さらに入坑口付近には民家が点在していることから、発破に伴う振動・騒音・低周波音による居住環境への影響を極力抑える必要があった。検討においては3次元地形を考慮した数値解析による発破騒音の事前予測を行った上で対策工を選定し、実施工においてはその効果を計測により検証した。

2. 発破影響の事前検討

2. 1 管理目標値の見直し

トンネル発破を発生源とする騒音・振動に対する管理基準値としては、特に法規制に定められたものはないため、個々の工事において定めた値を利用したり、各自治体において定められた規制値を参考にしているのが実情である。

本トンネルの当初設計においては、騒音・振動規制法等に準拠した値を採用していたものの、これらの規制値は、特定工場や道路交通振動などの恒常的に発生する騒音・振動に対するものであり、瞬間的な騒音・振動である発破を対象としたものではない。そのため、専門団体である火薬学会による提言値を参考に再設定し、最終的には試験発破時の近隣ヒアリング結果を加えて表1に示す通りとした。

表 1 再設定した管理目標値

		管理目標値 (dB)	適用
発破振動	昼間	79	火薬学会提言値
	夜間	60	気象庁震度階級より、震度1（屋内にいる人の一部がわずかな揺れを感じる）の平均値（火薬学会提言値：64dB）
発破騒音	昼間	100	火薬学会提言値
	夜間	70	火薬学会提言値
発破低周波音	昼間	130	火薬学会提言値
	夜間	95	環境庁の調査研究より、周波数20Hzの低周波音に対して、睡眠への影響が出始める値（火薬学会提言値：100dB）

2. 2 3次元数値解析による騒音・低周波音の事前検討

発破騒音による影響を詳細に検討するため、3次元数値解析を用いて検討を行った。入坑口付近には図1に示すように民家が点在しているが、図中に赤色で示した家屋が最も坑口から見通しが良くトンネル軸線からの角度も小さいため、騒音の影響が大きいと考えられることから、これを主な検討対象とした。また、検討ケースは無対策時および2種類の防音扉による対策工施工時の3ケースとし、防音扉は当初設計において計画されていたグラスウール充填型およびコンクリート充填型（2層式）の2種類とした。解析結果を図2に示す。

これより、全てのケースにおいて火薬学会の提言値である70dB（夜間）を上回っており、防音扉に加えてさらなる対策工が必要という結果となった。しかし、事前検討段階であることから追加対策工の必要性の判断は、試験発破結果を考慮して行うこととした。また、低周波音についても同様の解析を行い、こちらについてはコンクリート充填型（2層式）防音扉を採用

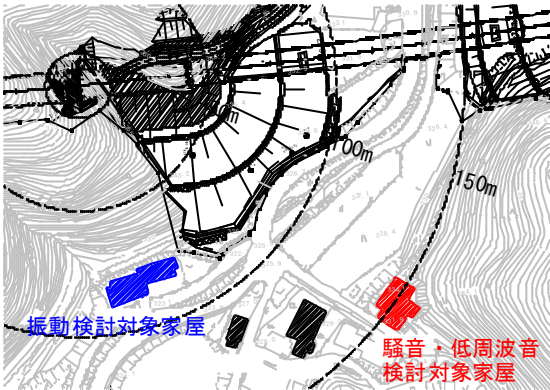


図 1 入坑口付近平面図

キーワード NATM, 発破, 騒音, 振動, 3次元解析, 防音扉, 電子雷管
連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 TEL03-5466-5153 FAX03-5466-6059

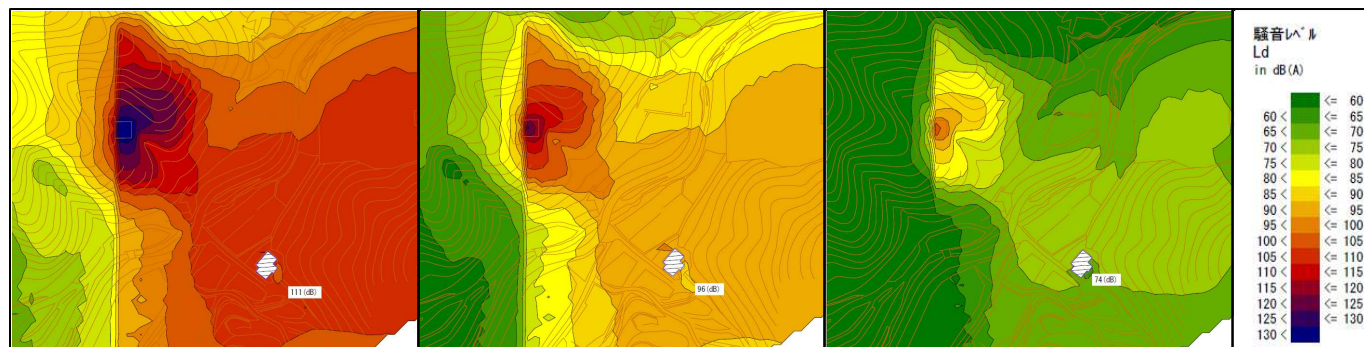


図2 3次元解析結果

(左：無対策，中：グラスウール充填型防音扉，右：コンクリート充填型（2層式）防音扉）

した時の低周波音が 93db と，設定した管理基準値を下回った．解析結果一覧を表 2 に示す．

以上の事前検討より，防音扉はコンクリート充填型（2層式）防音扉を採用するものとした．

2. 3 発破振動の事前検討

発破に伴う振動の検討対象は，図 1 中に青色で示す，発破位置からの直線距離が最も短い家屋とした．検討に当たっては，一般的な日本化薬の推定式を用いた．その結果，坑口から 200m 程度までは通常の DS 雷管を用いた発破では管理基準値の 60dB（夜間）を満足できない結果となった．そのため，比較的容易な対策として，発破段数を多くして 1 段当たりの装薬量を減らすことを目的として，電子雷管の使用を対策の第 1 案とした．ただし，その採用の可否については騒音・低周波音と同様に，試験発破結果を考慮した上で決定することとした．

3. 実施結果

試験発破は 5 日間とし，環境測定や近隣ヒアリングの結果により使用する雷管の種類を順次変えながら行った．その結果，コンクリート充填型（2層式）防音扉＋通常発破では事前検討結果とほぼ同等の値となり，騒音レベルおよび振動レベルが管理基準値を上回る結果となった．しかし，電子雷管を採用したことにより振動だけでなく騒音にも低減効果が見られ，結果的に全ての管理基準値を満足することができたため，コンクリート充填型（2層式）防音扉＋電子雷管の対策で掘削を進めることとした．ただし，試験発破後も近隣ヒアリングや環境測定を継続し，対策の効果を確認しながら施工を行った．

本掘削開始後の測定結果を図 3 に示す．掘削開始当初は管理基準値を超えるような場合も見られたため，近隣ヒアリングの結果を考慮した上で深夜（1:00～4:00）の発破を自粛する等の対応を追加して掘削を進めた結果，全区間を昼夜で掘削することができた．

最後に，本報告が類似工事の参考になれば幸甚である．

参考文献

- 1) 小林理化学研究所：低周波空気振動の家屋等に及ぼす影響の研究，昭和 52 年度環境庁委託業務結果報告書，1978．

表 2 解析結果一覧

		無対策	グラスウール充填型防音扉	コンクリート充填型（2層式）防音扉	管理値
騒音 (dB)	解析結果	111	96	74	70 (夜間)
	判定	NG	NG	NG	
低周波音 (dB)	解析結果	127	117	93	95 (夜間)
	判定	NG	NG	OK	



写真 1 コンクリート充填型（2層式）防音扉

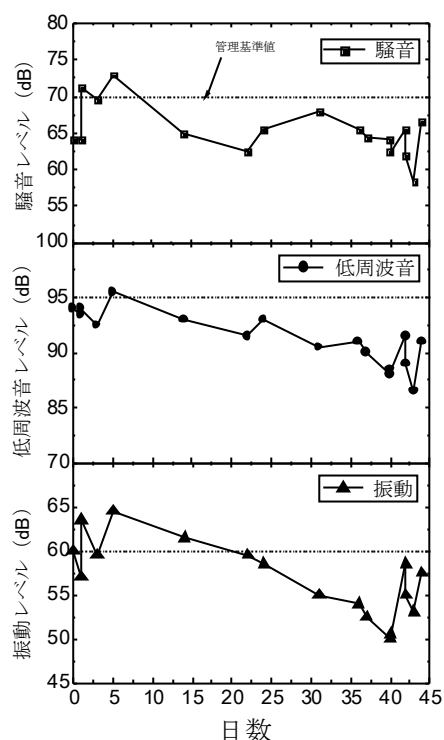


図3 測定結果