

住宅街に近接したトンネル発破における騒音・低周波音低減に関する検討

鹿島建設(株) 正会員 ○志賀弘史 上南 隆
 鹿島建設(株) 正会員 手塚康成 岩野圭太 犬塚隆明
 静岡県沼津土木事務所 花岡紀恵

1. はじめに

市街地に近いトンネルにおける発破工法の実施のためには、振動・騒音の低減対策が必須となる。近年、トンネル立地条件が厳しくなる中で、新しい発破技術の開発が進み、これまでにない近接発破を安全かつ小さい環境負荷で実施できる可能性が見出されている。特に振動については、高精度電子雷管による起爆秒時差のコントロールにより従来の電気雷管に比べ格段に住民への負荷軽減を図る事例が増えている¹⁾。そこで本報では、同方法の騒音・低周波音への展開を念頭に、坑口付近に住宅が密集したトンネル現場にて実施した発破試験とその検討結果を報告する。

2. 工事概要

(仮称) 静浦トンネル(以降、本トンネル)は、下田市と沼津市を結ぶ国道414号線の慢性的な渋滞解消を目的とした静浦バイパスの一部である全長1,177mのトンネルである(表-1)。現場坑口付近は、写真-1で示すように、閑静な住宅が広がっており、工事騒音抑制のための防音ハウスや防音壁を設置するなど環境負荷低減に最大限の配慮を行っている。

3. 試験概要

高精度電子雷管を用い騒音・低周波音の低減効果について発破試験を行った。高精度電子雷管としてオリカ社のeDev II²⁾を使用した。図-1の平面図に計測位置を示す。計測点A～Cは工事ヤード内、計測点D～Gは工事ヤード外に配置した。各測定点とも騒音計および低周波音計をそれぞれ配置している。

4. 高精度電子雷管による騒音・低周波音の低減

高精度電子雷管と電気雷管による騒音・低周波音の比較を行った。発破条件は表-2に示すように雷管の特性によって異なる斉発薬量以外はほぼ同じである。図-2、図-3にそれぞれの雷管による発破の騒音・低周波音レベルを示す。その結果、各計測点において騒音レベルでは、高精度電子雷管が電気雷管に比べ、数dB(2～3dB)の低減効果であったのに対し、低周波音レベルに関しては、おおむね6～7dBの低減効果が示された。振動では、高精度電子雷管で斉発薬量を下げた小刻みな発破により振動体感を低減できることが確認されているが、音、特に低周波音で同様の結果が示された。一般的に防音扉等の遮音設備は低周波音帯域で遮音効果が得られにくいいため、高精度電子雷管による音源から低周波音成分低減効果は住民の不快感の低減に大いに寄与すると思われる。



写真-1 坑口状況

表-1 現場諸元

工事名称	国道414号(仮称)静浦トンネル本体工
工事場所	静岡県下香貫塩満
発注者	静岡県沼津土木事務所
工期	2014(H26).3.20～2016(H28).12.15
工事内容	トンネル本体工(南側2車線)L=1,177m 内空断面積(標準部)=70.7m ² 坑門工2基、法面工

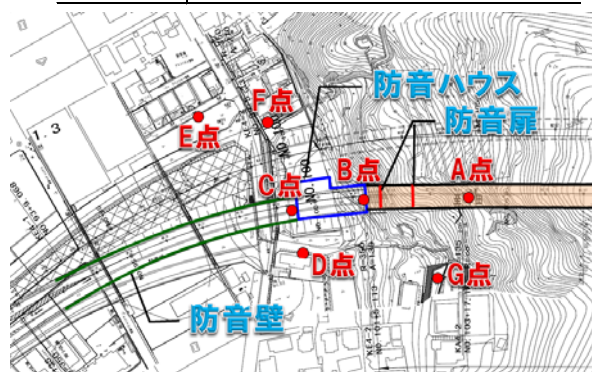


図-1 騒音・低周波音の計測位置

表-2 試験条件

	発破位置	孔数	総薬量	斉発薬量
電気雷管	TD138	37	13.0 kg	2.0 kg
高精度電子雷管	TD137	40	15.0 kg	0.4 kg

キーワード 発破, 騒音, 低周波音, 電子雷管

連絡先 〒410-0822 静岡県沼津市下香貫塩満1766 鹿島建設(株) 横浜支店 TEL055-935-5896

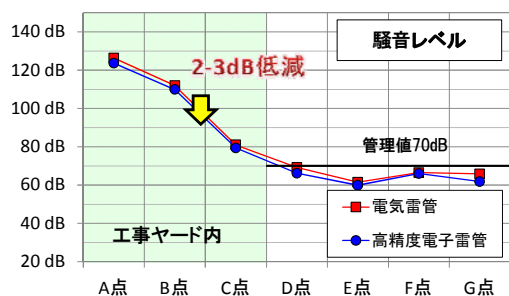


図-2 雷管の違いによる騒音レベル

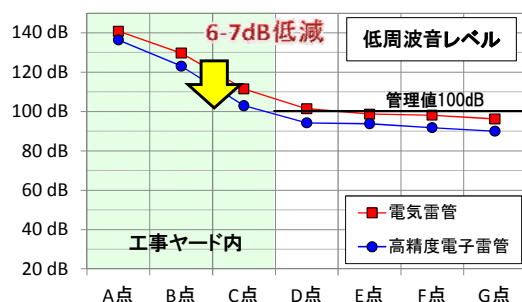


図-3 雷管の違いによる低周波音レベル

5. 最適秒時差の検討

振動波形ほど明確ではないものの、騒音波形についても単発波形の重ね合わせから発破音全体のエネルギーが最小となる最適秒時差があると考え、試験を行った。図-4のように防音扉手前を計測点Aとし、最初の2孔を十分な秒時差を確保し単発波形を収録した。図-5のように、1回目の単発波形を拡大すると切羽からの直接波と防音扉からの反射波が3回繰り返されているのが分かる。評価を簡単にするため、反射波を除いた最初の直接波の部分(約0.2秒分)を抽出し、この波形を異なる秒時差で20波形分の重ね合わせを行った。図-6に、各秒時差の20波形の重ね合わせを示す。秒時差の小さい3ミリ秒や7ミリ秒では、単発波形の最初の上下のスパイクが重なり合うため、大きく増幅しているが、秒時差が長くなるにつれ、増幅は打ち消し合い小さくなる。図-7に各秒時差で重ね合わせた波形の時間積分和を示したが、30ミリ秒が極小となることが分かった。これは既往の研究²⁾において総エネルギーが特定の秒時差で最小となる傾向である報告と同様の結果となった。

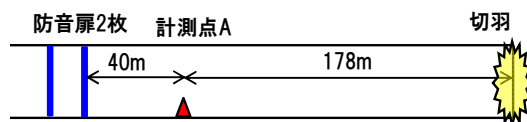


図-4 坑内計測点のレイアウト

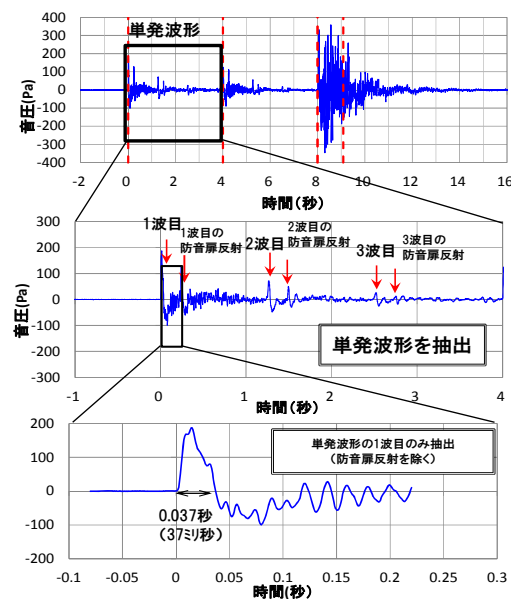


図-5 計測点Aの収録波形

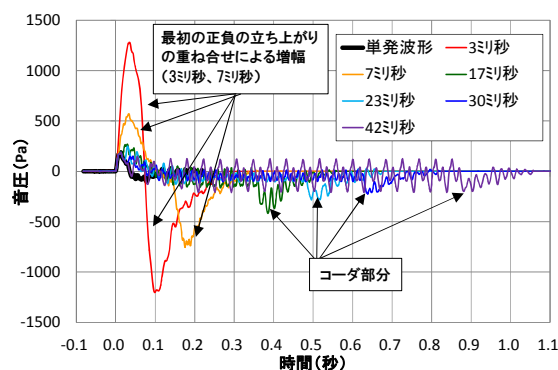


図-6 秒時差毎の単発波形の重ね合せ

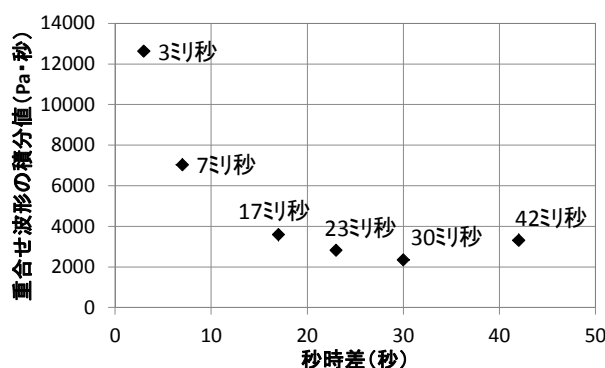


図-7 秒時差毎の波形積分値

6. おわりに

坑口付近に住宅が密集するトンネル現場において、複数の発破試験を行い、騒音・低周波音の低減効果の検討を行った。高精度電子雷管を用いることで一定の騒音・低周波音の低減効果および音圧を最小とする最適秒時差の存在が明らかになった。今後も引き続き立地条件が厳しいトンネル現場に展開を図っていく予定である。

参考文献

- 1) 岩野圭太ほか；高精度電子雷管を用いた住宅地直下における環境負荷低減発破，第24回トンネル工学研究発表会 I-35，2014
- 2) 国松直ほか；起爆秒時制御に基づく発破振動制御法の評価，資源と素材，Vol. 113，pp100-106，1997