

VI-166 発破による低周波空気振動の要因別分析

大阪府 出嶋 勝英 (株)大林組 正会員 山取 久輝
大阪府 吉岡牧二郎 ○(株)大林組 正会員 笠井 克哲

1. はじめに

発破工法を用いる場合、従来から飛石等に対する安全対策は十分に行われているが、今後は工事箇所隣接する周辺住民への心理的・生理的配慮として、発破騒音・振動・低周波空気振動等の管理が必要と思われる。発破振動に関しては地震動の研究や実測結果により、地質条件・装薬量・距離の関係による経験式が求められており、装薬量の制限等により発破振動を軽減することが可能である。しかし、発破による低周波空気振動については特定の経験式は得られていない。本報告では、発破による低周波空気振動と各種要因の関係を実測結果から求め、その低減に努めたことについて報告する。

2. 工事概要

当工事は一日当たり80,000地山 m^3 の掘削という大規模土工事で、平成元年6月以来、硬岩の発破工法を用いている。1日の使用爆薬量は12~15トン(主にAN-F0爆薬)で、午前と午後の2回発破作業を行っている。発破工法は、ベンチカット・盤打工法の2種類で、騒音・振動を軽減するためMS(millisecond)とDS(decisecond)の遅発性電気雷管を用いた段階発破工法である。発破振動の測定は環境監視システムを整備し、レベルレコーダによる自動計測を行い、発破に起因する振動レベル及び低周波空気振動音圧レベルのピーク値を読みとっている。また、必要に応じて低周波空気振動の1/3オクターブバンド周波数分析も行っている。隣接する周辺民家までの距離は300~1,500mで、500m以内では単位 m^3 当たりの装薬量を半分にするなどの対策を講じているが、低周波空気振動による民家の雨戸や窓ガラスの振動がみられることがあり、周辺地域住民に物的・心理的影響を与えないよう測定結果を毎日次の作業にフィードバックしながら発破を行っている。

3. 測定結果及びデータ解析

① 工法及び雷管の種類と音圧レベル

表-1は、同一日のごく近接した場所で実施した工法及び使用雷管の種類の違いによる低周波音圧レベルの測定結果である。MS雷管の方がベンチカット工法で7dB、盤打工法で9dB程度大きく、低周波空気振動レベルを低減するためにはDS雷管の方が望ましいことがわかった。なお、発破低周波空気振動の卓越周波数は雷管による違いは認められず、事業区域内では4~20Hz、周辺の住宅地で2~6.3Hzであり、事業区域内がやや高い傾向を示した。

表-1 雷管の種類と音圧レベル(ピーク値)

工 法	雷管	総薬量 (kg)	段当たり薬量 (kg)	段数 (段)	雷管数 (個)	音圧レベル (dB)	
						範 囲	平均値
ベンチ カット	MS	610	61	10	20	96~114	103
	DS	610	61	10	20	87~107	96
盤打ち	MS	900	90	10	50	97~107	101
	DS	900	90	10	50	88~95	92

備考：平均値は測定地点(6地点)の算術平均値である。

② 段当たりの薬量と音圧レベル

段当たりの薬量 W (kg)と音圧レベル $LSPL$ (dB)の基本的な関係を把握するため、ベンチ高さを6.5、8.0、10.0mとし、DS雷管を用いて1孔1段、計3段を2秒間隔に点火し、測定は発破地点から距離800m地点で行った。その結果、薬量と音圧レベルとの関係は図-1に示すとうりであり、

$$LSPL = 0.208W + 88.7 \quad (1)$$

の関係式が得られ、薬量が増加するに従い音圧レベルが大きくなる傾向を示した。

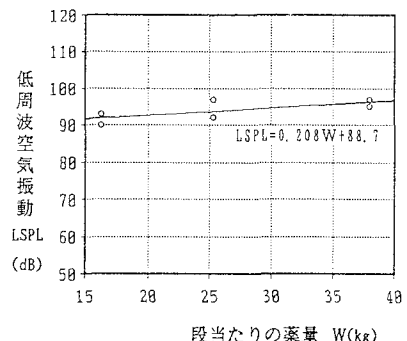


図-1 段当たりの薬量と音圧レベルの関係

③ 距離減衰

図-2に、低周波空気振動の音圧レベルL SPL(dB)と距離D(m)の関係を示す。

MS雷管による発破では、(rは相関係数)

$$LSPL = -22.9 \log(D) + 173.1 \quad (r=0.881) \quad (2)$$

DS雷管による発破では、

$$LSPL = -25.9 \log(D) + 174.4 \quad (r=0.939) \quad (3)$$

の関係があり、いずれの場合もなめらかな距離減衰が見られた。減衰の傾きは倍距離で約-6dBであり、空気吸収や地表面吸収の影響をほとんど受けないため、ほぼ点音源としての距離減衰をしているものと考えられる。

④ 距離・薬量と音圧レベルの関係

測定データを多重回帰分析し、距離D(m)・薬量W(kg)と音圧レベルL SPL(dB)の関係を求めた。

$$LSPL = 152.1 + 23.4 \log(D) + 10.5 \log(W) \quad (4)$$

この関係式を基に、発破により発生する低周波空気振動の音

圧レベルを推測することができる。しかし、この関係式は6地点での測定データより得られたもので、地形条件の違いにより低周波空気振動の伝播の仕方が異なると思われ、測定地点別の関係式を求める必要がある。また、音圧レベルは気象条件に影響されやすく、風向・風力・天候等により、薬量・距離等の条件が同じでも、その値は違ってくる。今後、これらのファクターをも加味してデータを整理し、より適正な関係式を求めていくことが必要である。

⑤ 気泡剤被覆による低減実験

気泡には超音波振動の伝播を遮断する現象がみられ、工業的にも独立した空隙を持つスポンジが振動の遮断に良く使われている。硬岩発破作業において気泡剤を適用し、岩盤表面を気泡の層で被覆、発破低周波空気振動の低減が可能かどうか検討を行った。

実験は、気泡剤を被覆した岩盤とそれにごく近接し被覆しなかった岩盤の2ヶ所の切羽をセットし、工法(盤打工法)・薬量・雷管等の条件は同一にし発破した。気泡の被覆厚さは5cmとし、測定は9地点で実施した。

その結果、気泡剤の有無の違いによる音圧レベルの差は1~2dBであった。周波数分析によれば、測定点によりバラツキはあるものの、卓越周波数の平均値は被覆無しが5Hz、被覆有りが7Hzとなっている。図-3に示す事業区域内測定点の周波数特性の比較を見ると、対策が困難と言われている8Hz以下の周波数帯で音圧レベルがカットされており、気泡の有効性が示されている。被覆をもっと厚くすればなお一層の効果があるものと考えられる。

4. 今後の課題

環境庁などの調査によれば、低周波空気振動による苦情は、建具のガタツキなどの物理的なものと、心理的・生理的なものとに大別され、人体への影響などに関しては未解明な部分が多いと言われている。現段階では、データも少なくその因果関係を明らかにできていないが、辛い苦情に対応するため事業地周辺に隣接する民家の協力が得られ、発破時にモニタリングを毎日実施しており、今後さらに測定データを蓄積する中で、苦情の内容と音圧レベルの関係、距離と適正薬量について検討していきたい。

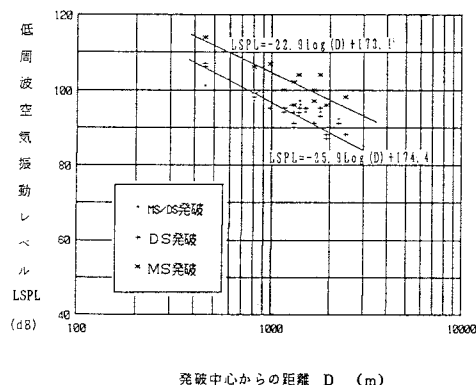


図-2 音圧レベルと距離の関係

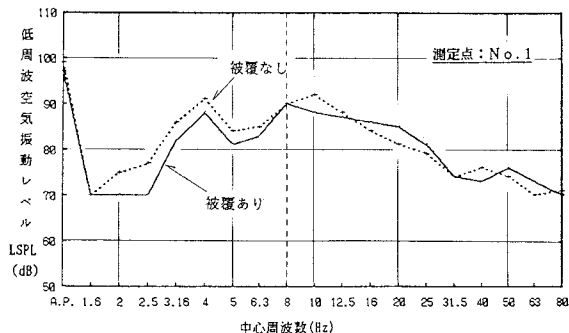


図-3 低周波空気振動の周波数特性の比較