

Ⅵ－８ トンネル工事において発生する発破音について

清水建設株式会社東北支店 正会員 ○小 峰 明
旭化成工業株式会社化薬事業部 井 沢 信 之

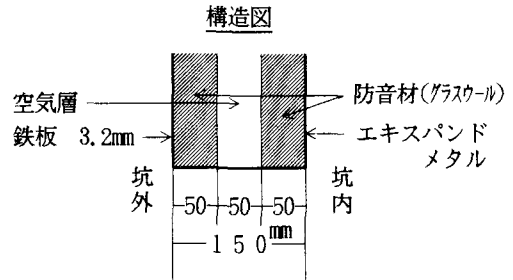
1、はじめに

民家密集地域における発破によるトンネル施工では、地盤振動および発破音が、人や家屋に及ぼす影響が問題となるケースが多く、これらを極力抑える対策が必要となってくる。地盤振動および発破音の発生源対策として発破の設計が重視されるが、一方、発破音の減少策として防音扉の設置が有効であることは周知ある。本報では、防音扉を設置したトンネル現場において扉の減音量を測定し、今後の防音扉設計の指針と、発破による近傍家屋の窓ガラスのガタツキの実態を測定調査し、報告するものである。

2、防音扉の減音効果

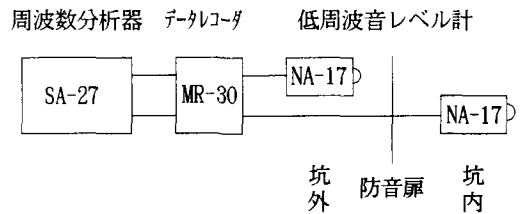
（１）防音扉の構造

グラスウールを２層設けた鉄扉
大きさ 8.5 m^2
面密度 9.5 kg/m^2
坑口に設置



（２）測定方法

防音扉の前（坑外）および後（坑内）3 m、高さ1.5 mの位置に低周波音レベル計を設置した。音圧波形をデータレコーダに記録し、周波数分析器により1/1オクターブ分析を行った。低周波音レベル計はSPL特性（1 Hz ～ 1 KHz 平坦）を用いた。本報では、周波数帯域1 Hz ～ 16 Hz を低周波音、31.5 Hz ～ 1 KHz を可聴音と呼ぶ。



（３）発破規模

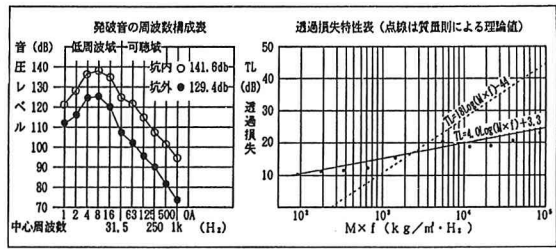
掘削断面上半 $4.6.3 \text{ m}^2$ 、進行1.2 m、
爆薬量48.2 kg、心抜きMS1.2.3段、
払いDS2～10段

（４）測定結果

A 発破音は可聴域を外れる16 Hz以下の低周波域の音圧レベルが高く、4～16 Hzが卓越している。

区分 位置 周波数 (Hz)	低周波音					可聴音				
	2	4	8	16	31.5	63	125	259	500	1K
坑内	21dB	128	136	138	135	125	121	115	108	95
坑外	111	117	125	126	120	108	101	97	90	81
差	10	11	11	12	15	17	20	18	18	22
OA差										
低周波音						141.5-129.4=12.1dB				
可聴音						126.8-109.1=17.7dB				
全域						141.6-129.4=12.2dB				

B 防音扉による発破音の減音は質量則 $TL = 18 \log (M \times f) - 44$ に合致せず $M \times f = 2500$ を境に偏りが大きくなる。
 実験式 $TL = 4.0 \log (M \times f) + 3.3$ が得られた。(ただし TL : 防音材の透過損失 dB 、 M : 防音材の面密度 kg/m^2 、 f : 中心周波数 Hz)



3、窓ガラスのガタツキ原因の検討

窓ガラスのガタツキが地盤振動によるものか、発破音(音圧)によるものかを測定により求めた。

(1) 測定方法

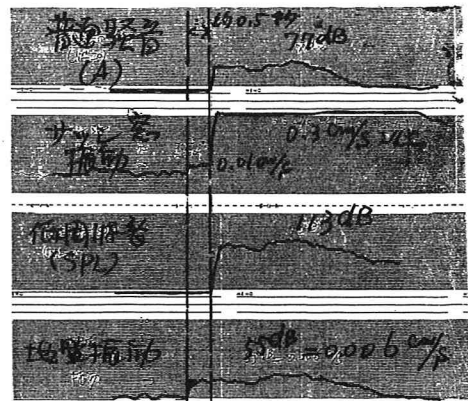
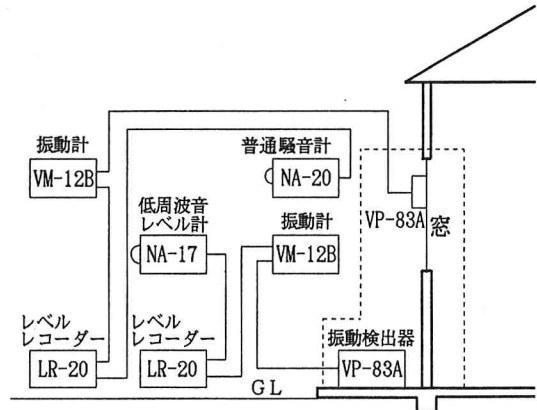
窓ガラスのガタツキ(振動)を地盤振動、発破音と同時測定した。窓: アルミサッシ、施錠せず

(2) 発破規模

掘削断面 $4.6 \times 3 m^2$ 、爆薬量 $44.5 kg$ 、進行 $1.2 m$ 、心抜き $MS 1、2、3$ 段、払い $DS 2 \sim 10$ 段

(3) 測定結果

窓ガラスは地盤振動で僅かにガタツキが感知されるほどでなく、振動波通過後に到達する発破音(音圧)で大きくガタツいている。発破音は上記音圧スペクトルからも明らかなように、低周波音の音圧レベルが高く、これがガタツキの主原因と考えられる。



4、おわりに

- (1) 防音扉の効果予測に質量則を用いることが多いが、減音量は質量則に一致せず、実験式が必要である。今回得られた式の適用範囲については、今後の検討課題である。
- (2) 人は窓ガラス等のガタツキを振動、音に区別して感知せず発破の不快として捉えるが、対策策定上はこれらを区別して把握し対応する必要がある。
- (3) 本現場においては、地盤振動の制御には MS 段発(心抜き)を含む多段発による薬量分割発破で対応し、減音対策として防音扉 2 組設置で施工した。

【参考文献】: 1) 新版・公害防止の技術と法規〔騒音編〕 昭和 50 年 6 月 1 日 発行 P.125