

VI-43 統計処理による発破振動予測式の算定

(株)大林組技術研究所 正員 ○ 小 出 忠 男
正員 後 藤 洋 三

1. まえがき

発破による振動障害を未然に防止し円滑に工事を遂行できるようするには、事前に発破振動の大きさを予測し、その影響を評価することが重要である。予測のための発破振動距離減衰式は一般に、 $v = KW^m L^n$ (v : 振動速度, K : 係数, W : 薬量, L : 距離, m, n : 係数) の形をとり、実測にもとずいた予測式が多数提案されている。しかし、それぞれが様々な K, m, n を用いており算定される値も異なるので、その選択と適用に困惑することが多い。そこで、本研究では、国内文献に報告されている多数の実測値にもとずく距離減衰式を統計処理して平均的な距離減衰式を算定した。そして、手持ち実測データと比較することによってバラツキの原因を考察し、その補正を取り入れた予測法を提案した。

2. 振動予測式の算定

図-1 は国内文献から抜粋した距離減衰式の値を薬量 1 Kg に換算して示したものである。各実線の横軸の範囲が各式算定の根拠となった実測値の距離範囲を示している。これ等の距離減衰式から最も振動が大きくなる芯抜きあるいは初段を対象としたものをまず選定し、表-1 に示すように薬量や荷の大小を考慮してトンネル掘削時の発破とベンチ発破に大別した。次にそれぞれを硬質岩盤と軟質岩盤に大別し、さらにトンネル発破については観測点をトンネル坑内と地表に大別した。そして、それぞれのグループ毎に54~80組の係数 K, n, m の平均的な値を重回帰分析手法によって算定した。表-1 がその結果である。

係数 K の値はそれぞれの発破条件により異なるが、 n の値は理論上の $n = -2$ (実体波) にほぼ近い値を、 m の値は理論上の $m = 1$ (発破効率 100% の場合) に対しやや小さい値を得た。ベンチ発破で岩種が硬岩な場合に m が小さいのは荷の大小や薬量と関連した発破効率が影響しているものと思われる。係数 K の値に注目すると、トンネル内観測の場合は発破点岩種が硬質の時 > 軟質の時、地表観測の場合は発破点岩種が硬質の時 < 軟質の時であることが特徴である。発破エネルギーが振動エネルギーに換算される割合は岩盤が硬質な程大きいことからトンネル内観測の係数 K の大小関係は説明できる。一方、地表観測で逆の傾向になるのは地表付近で振動が増幅されることにより説明できる。すなわち、発破点の岩盤が軟質であれば観測点の地表地盤も軟質であることが多く、地表地盤が軟質な程振動の増幅も大きくなる。

3. 実測データとの検証

表-1 の平均的な距離減衰式を発破条件や地盤条件等が明確な手持ち実測データを用いて検証した。

図-2 はトンネル内発破でトンネル内観測のデータを表-1 中の同一条件の減衰式で算定した値と比較したもので、良く一致しており補正なしで予測式として利用できることがわかる。

図-3 はトンネル内発破で地表観測の場合である。観測点の地盤が比較的硬質であると表-1 の減衰式で算定した値より実測値が小さく、軟質であると約2倍の値になることがわかる。

図-4 はベンチ発破で地表測定の場合である。軟質地盤の影響に地形的な影響が加わって表-1 の減衰式で算定した値の約4倍の値となることがわかる。

4. まとめ

- ①. 表-1 に示す平均的な距離減衰式はトンネル内発破で対象がトンネル内の場合には、発破点の岩盤の硬軟により式を使い分ければそのまま予測に適用できる。
- ②. 対象が地表の場合には、発破点の岩盤の硬軟の他に観測点地表地盤の硬軟と地形の影響をそれぞれ補正することにより予測が可能である。

<謝辞> 統計処理に用いた多くの距離減衰式を示した文献の筆者等に深謝します。

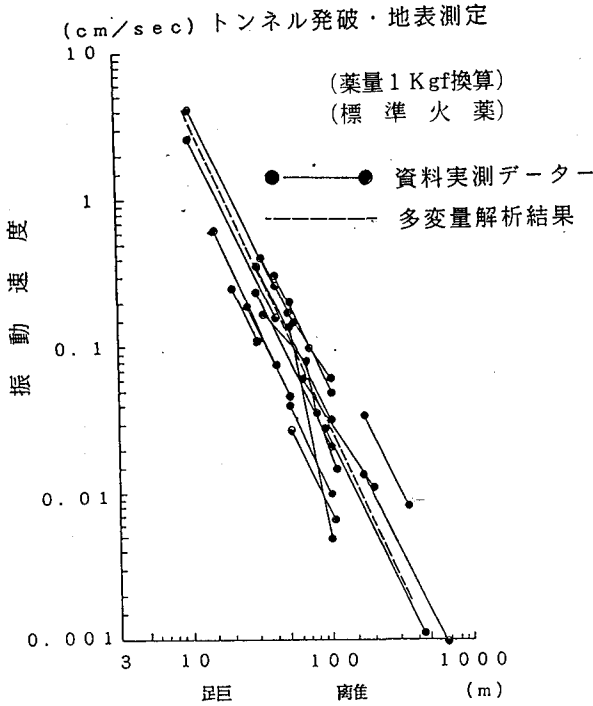
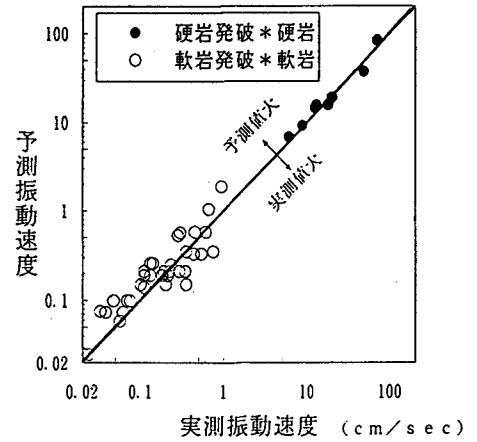
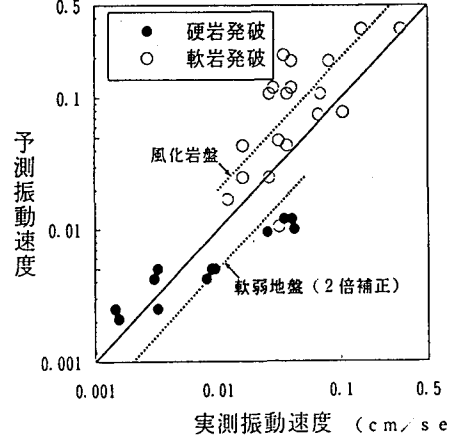


図-1 資料実測データの振動速度と距離の関係

(cm/sec) トンネル発破（トンネル内測定）



(cm/sec) トンネル発破（地表測定）



(cm/sec) ベンチ発破（地表測定）

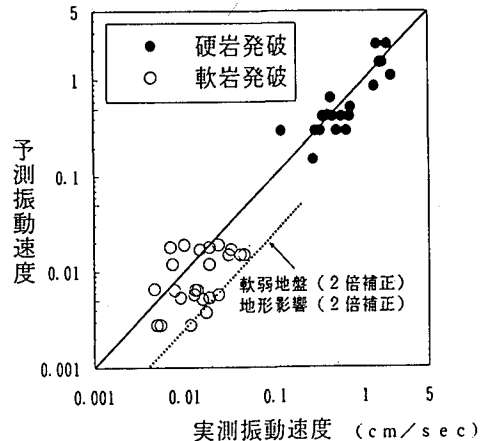


表-1 振動予測式一覧

発破場所	発破条件		振動予測式			
	観測点	岩種	個数 N	$v = K \cdot W^m \cdot L^n$		
				m	n	K ₁
トンネル内 ネール	トンネル内	硬質	54	0.810	-1.881	309.681
		軟質	68	0.876	-1.825	210.366
	地表	硬質	80	0.836	-2.138	503.770
		軟質	56	0.836	-2.123	937.562
ベンチ	地表	硬質	80	0.600	-1.833	75.878
	地表	軟質	60	0.913	-2.017	102.329

測定点：トンネル内測定は岩種と同一岩盤上、
地表測定は不特定地盤上
岩種：硬質（P波速度 3,000 m/sec以上）
軟質（P波速度 3,000 m/sec以下）
薬種：標準火薬（爆速 3,000 m/sec以上）
予測式：v：振動速度，W：薬量，L：距離，
K：係数，n，m：乗数