

機械振動による落石の発生予測

株式会社ケイズラブ 正会員 河内 義文

株式会社ケイズラブ ○森山 亮一

日特建設株式会社 正会員 宇次原 雅之

1. はじめに

山口県B地区の道路工事現場において、平均斜面勾配約45度の急傾斜の施工範囲周辺に巨礫大の大きさの浮石が多量に分布しているのが確認された。本報告では、ダウンザホールハンマ掘削中に予測される浮石の落石を対策する目的で、施工中の振動が浮石に与える影響を把握し、落石対策工の実施範囲を決定する。そのため、振動計測を実施し、振動の伝播・減衰特性に基づいて、落石対策範囲を検討し、その成果について述べる。

2. 計測の手法

調査は、図-1のフローに示すとおり、①A地区の道路工事現場でダウンザホールハンマ掘削の際に発生する振動の特性を調べる。
②調査対象斜面と同じ岩質の斜面において、弾性波の伝播・減衰特性を調べる。

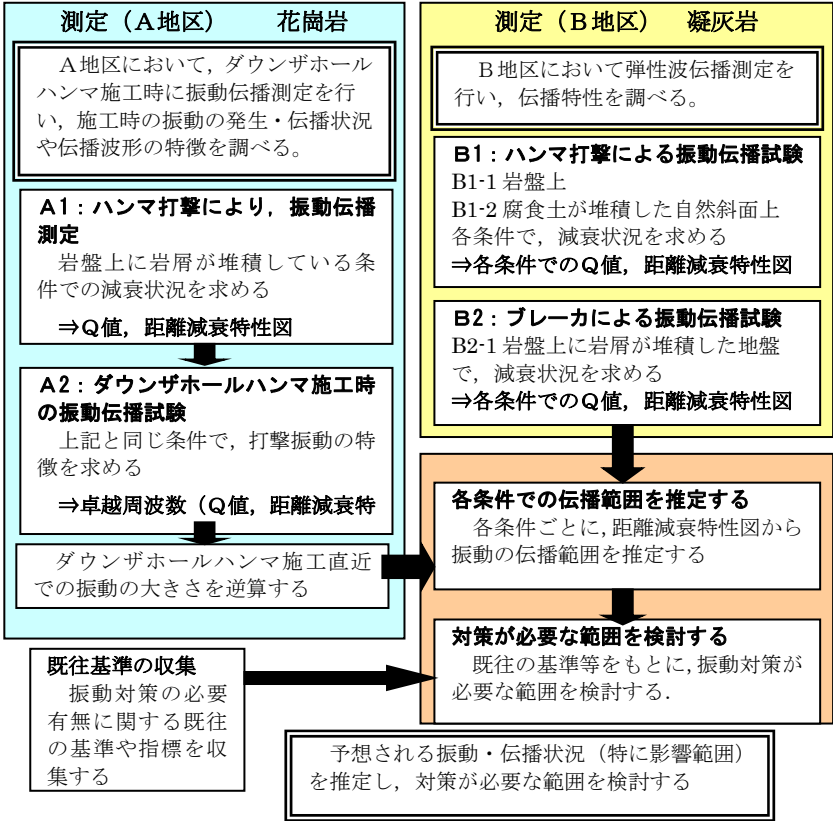
それらの結果に基づき、調査対象斜面での工事作業ごとの弾性波伝播（減衰）範囲を求めた。試験は3つの地盤条件（岩盤面、岩盤上の岩屑盛土地盤、自然斜面）について行った。

Q値は式(1)に示すようにエネルギーEを持つ波動が伝播する過程で失うエネルギーΔEから求めたもので、材料によって値は異なり、金属材料では1,000、コンクリートでは12程度といわれている。Q値の求め方は、実測したそれぞれの距離と最大振幅値から式(2)の距離減衰式を用いて逆算する。求めたQ値を用いて、応答周波数別に距離減衰特性図を作成する。

3. 計測結果

図2.1～2.8に各測定結果図と距離減衰特性図を、図2.9には実際に現場で使用するダウンザホールハンマ掘削での観測波形を示す。また測定結果から得られた各地盤毎の弾性波伝播・減衰特性を表1に示した。岩盤上のQ値が一般的な値に比べて低いのは、割れ目が発達していることと、掘削によって緩んでいること、一部に破碎帯が分布していることによると推定される。また、ダウンザホールハンマ掘削、ブレーカ掘削時における起振源付近の振動の大きさの逆計算は、測定で求められた表2の値を用いて行う。

4. ダウンザホール掘削地点で発生している振動値の算出



$$Q = 2\pi \frac{E}{\Delta E}$$
 距離減衰特性Q エネルギーE 式(1)

$$U(f) = \exp\left(-\frac{\pi \cdot f \cdot d}{V_p \cdot Q}\right)$$
 式(2)

キーワード 振動測定、距離減衰、ダウンザホールハンマ、落石対策

連絡先 〒753-0212 山口市下小鯖3533番地4 (株)ケイズラブ TEL083-927-7004

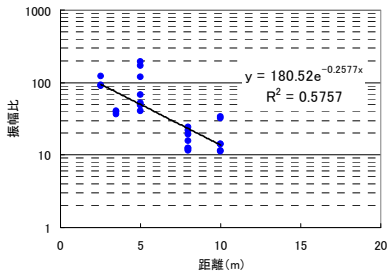


図 2.1 A1 岩屑盛土距離減衰測定結果

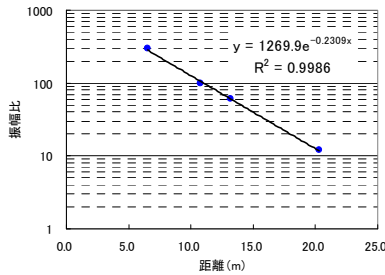


図 2.5 B2 岩屑上距離減衰測定結果

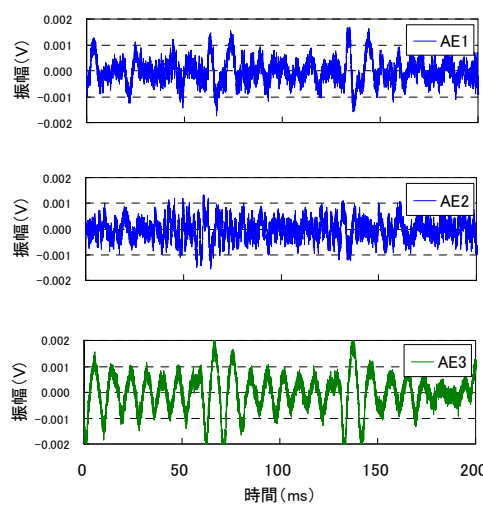


図 2.9 A2 測定波形図
A E1 は掘削地点から 23.0m, A E2 は 25.0m はなれた岩屑盛土上に設置したセンサで検出された波形。
A E3 は参考のため施工地点に近い掘削排土上に設置したセンサで検出されたもの。

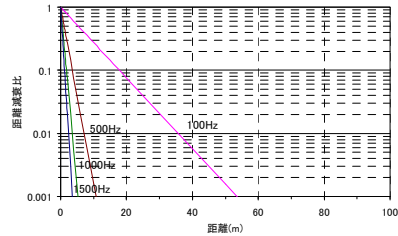


図 2.2 A1 岩屑盛土距離減衰特性

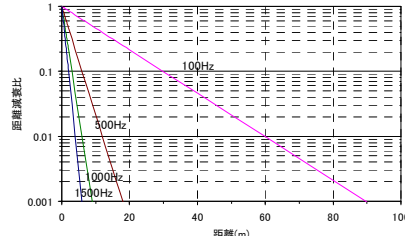


図 2.6 B2 岩屑上距離減衰特性

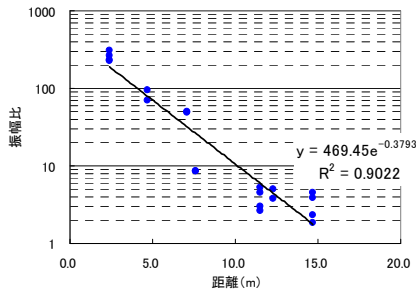


図 2.3 B1 岩盤上距離減衰測定結果

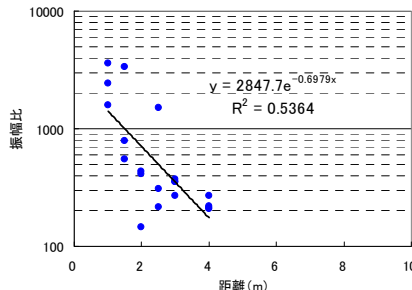


図 2.7 B1 岩屑盛土距離減衰測定結果

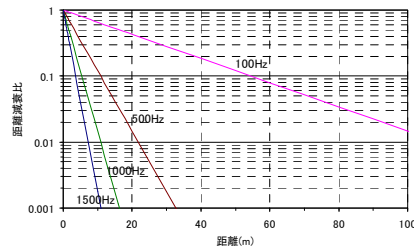


図 2.4 B1 岩盤上距離減衰特性

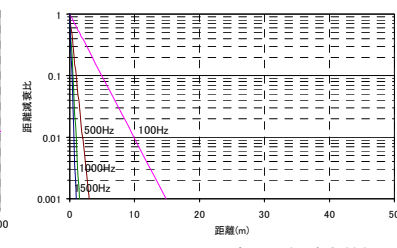


図 2.8 B1 岩屑盛土距離減衰特性

表 1 各地盤毎の弾性波伝播・減衰特性

場所	地盤条件	弾性波速度 (m/s)	Q 値
B 地区	B1-1 岩盤面	2,000	3.73
	B2-1 岩屑盛土	1,250	3.27
	B1-2 腐食土に覆われた斜面	700	0.965
A 地区	A1 岩屑盛土	500	4.88

表 2 掘削時の振動特性

	起振源からの距離 (m)	最大振幅値 (mV)	平均周波数 (Hz)
ダウンザホールハンマ	23.0	1.8	150
	25.0	1.4	
ブレーカ	10.8	8.8	300
	13.2	6.6	

A1 と A2 の結果から、ダウンザホールハンマ掘削地点で発生している振動値を算出した。表 1 表 2 の値から距離減衰比 U は、

$$U = \exp((-\pi \cdot f)/(C \cdot Q) \cdot d)$$

f (周波数): 150Hz, C (弾性波速度): 500m/s, Q 値: 4.88, d = 計測距離 (23m, 25m)

$U = 0.0118$ (23m), $U = 0.0080$ (25m) これから、起振源付近の振幅値 a は、

$a(23m) = 1.8/0.0118 = 152.54(mV)$, $a(25m) = 1.4/0.0080 = 175.00(mV)$ で平均 $a = 165(mV)$, プリアンプでの増幅 10 倍およびセンサの電圧感度は $5.16(mV/m \cdot s^{-2})$ から、振動値は $165/10/5.16 \times 100 = 318(gal)$

5. 落石対策範囲の推定

別途実施した安定計算結果から、70gal 以上の加速度を持つ振動が発生した場合、浮石の安定度が 10% 低下し不安定となると判定した。図 3 に発生源(距離 0 点)の振動値 318gal として、地盤の種類と振動影響範囲を示す。岩盤では約 20m, 岩屑上では約 15m 範囲が 70gal を超えるので対策が必要であるという結果となった。

参考文献

勝山邦久(1996): 現場技術者のための AE 技術の応用

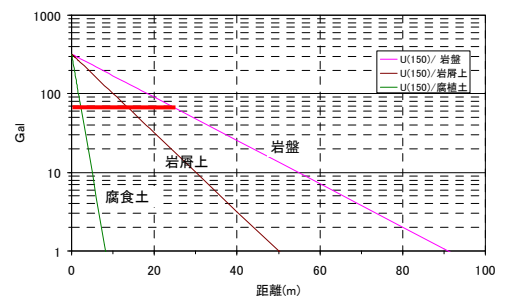


図 3 地盤の種類と掘削時の振動影響