

防振溝用埋戻し材料の 特性インピーダンスについて

九州産業大学 正会員 石堂 稔 学生会員○田島 文 川崎 昭彦
九州電力(株) 正会員 永津 忠治 正会員 江藤 芳武

1. はじめに

振動低減工法の一つであるトレンチによる防振工は、現場で比較的簡単に対処できることから、一般によく用いられる工法であるが、掘削したままの状態では、地盤の自立やトレンチ周辺の安全対策面で問題があるため、連続地中壁等も含めて何らか

表-1 物理試験結果一覧表

の材料をトレンチの中へ埋戻す場合が多い、一般に、埋戻し材料として用いられるものは、対象地盤と埋戻し材料の特性インピーダンス(密度×弾性波速度)比により決定される。したがって、各種の埋戻し候補材料について特性インピーダンスを事前に求めておけば、いろいろな現場へ適用する場合に埋戻し材料の選定が容易となる。本研究は、人工軽量骨材や発泡スチロール混合土を含めた合計(V p 測定) 7種類の材料について室内で弾性波速度試験を行い、特性インピーダンスを求めるとともに別途実施した原位置防振実験に使用する防振溝への埋戻し材料の選定を行ったものである。

材 料	比 重 G _s	含水比 w (%)	0.074mm 通過率 (%)	弾 性 波 速 度 (mm/s)				均 等 係 数 U _c	曲 率 係 数 U _{c'}
				D _{max}	D ₅₀	D ₃₀	D ₁₀		
人工軽量骨材	1.83	19.4	—	19.1	10.45	6.55	4.85	2.2	0.85
クリンカー アッシュ	2.51	21.2	7.8	25.4	2.6	0.29	0.05	52	0.65
ま さ 土	2.66	10.0	16.8	9.52	0.87	0.22	0.016	54	3.5
クラッシュ ラン	2.73	3.1	6.1	25.4	6.8	2.1	0.34	20	1.9
原位置防振実験 用所産生土	2.64	17.6	37.2	38.1	0.38	0.029	0.0029	132	1.1

2. 使用材料

埋戻し材料としての適性は、周辺地盤とのインピーダンス比が大きく、どこでも入手可能で、安価な材料であるということである。これらのことを考慮し、九州電力(株)の変電所造成工事等で既に実績がある人工軽量骨材の他に、通常地盤材料と比べて密度の小さいケースとしてクリンカーアッシュや発泡スチロール混合土等を、また、密度の大きいケースとしてクラッシュランを選定した。各材料の物理特性を表-1に示す。

3. 測定方法

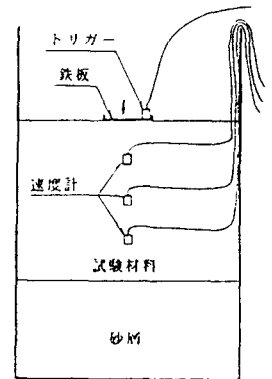
(1) 試験装置 弾性波速度試験は、図-1に示す位置に計器を設置して行った。なお、ピックアップには速度計を用いた。

(2) 地盤作製 人工軽量骨材は、均一粒径であるため、常時振動を受けるような所では、粒子の再配列により ρ_{dmax} の状態に近づくことが十分考えられる。このため振動による締固め試験を行い、 ρ_{dmax} の状態まで締固めた。人工軽量骨材以外の試験材料においては、突固め試験における0.5E_c相当の密度を目標とした。

(3) 振源 V p の測定では、直径20cmの鉄板を試験地盤の表面に設置し、その鉄板をハンマーで叩いた。V s 測定の場合は、直径25mmの異形鉄筋の左右両端面をハンマーで叩いた。

4. 試験結果

V p の測定波形は、シャープな立ち上がりをしており、波の



(V s 測定)

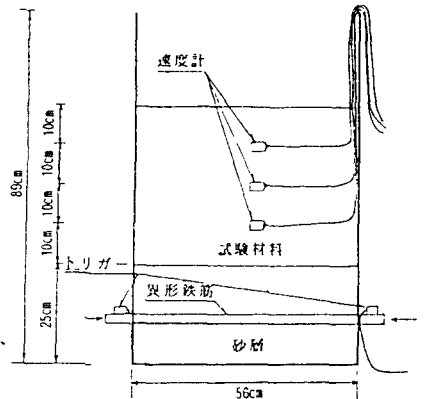


図-1 計器設置状況

伝達時間差 Δt の読取りは容易であったが、 V_s の測定波形は、図-2に示すとおり、左右方向の鉄筋打撃により波形は反転しているものの、立ち上がりが不明瞭なケースが多かったため、 Δt の読取りは、第2波以後で行った。表-2は、弾性波速度測定結果を示す。今回の試験では、試験地盤内に3箇所ピックアップ（速度計）を設置し、それぞれの区間の V_p 、 V_s を求めたが、各区分での値は V_p 、 V_s ともほとんど違いはなかった。このため、各区分の平均値をそれぞれ地盤の有する V_p 、 V_s として整理した。結果は以下のとおりである。

- ① 自然状態の人工軽量骨材では、流し込みの状態と ρ_{dmax} の状態を比較すると V_p に2割程度の差はみられるものの、 V_s はほとんど同じ値である。
- ② 人工軽量骨材において、自然状態、表乾状態、地盤全体を水浸させた状態、地盤の1/2を水浸させた状態で試験を実施したところ、 V_s については顕著な差はみられなかった。
- ③ 特性インピーダンスを $\rho \times V_s$ で評価すれば、人工軽量骨材の場合、地下水の存在による防振効果への影響はほとんどないものと思われる。
- ④ まさ土+発泡スチロール混合土では、発泡スチロールの混合比が大きくなれば、密度、 V_p 、 V_s は小さくなる。混合比1:0.25では、母材（まさ土）単体に比べて ρ_d 、 V_s は約1割低下し、混合比1:0.5では、母材単体に比べて ρ_d で約2割、 V_s で約3割の低下が認められる。

また、原位置防振実験箇所の予備調査結果（ $\rho_c = 2.144\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $V_p = 318\text{m/s}$ ）と室内試験結果から、以下の振動低減率の算出式を用いて各材料ごとに原位置防振実験時の振動低減率を推定した。

$$\text{低減率} = 1 - \frac{4\alpha}{(1+\alpha)^2}, \quad \alpha = \frac{\rho_c V_p (\text{室内試験の材料})}{\rho_c V_p (\text{原地盤})}$$

この計算では波長を無視しているため、厳密な値とはいえないが、一応の目安になるものとして振動低減効果を評価した。これによれば、振動低減率 図-2 V_s 測定波形が最も大きいのは、まさ土+発泡スチロール混合土の混合比1:0.5であり、次いで人工軽量骨材であった。

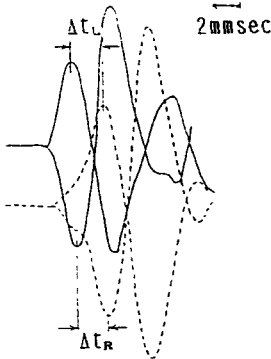


表-2 弾性波速度測定結果一覧表

材 料	締固め 時 間 (分)	湿潤密度 ρ_c (g/cm^3)	乾燥密度 ρ_d (g/cm^3)	弾性波速度 (m/s)		低 減 率	記 事
				V_p	V_s		
人工軽量 骨材	㊸	0	0.950	152	47	0.42	
	㊹	2	1.041	186	46	0.31	
	㊺	0	0.785	281	33	—	
	㊻	0	0.785	173	56	—	
	㊼	0	0.785	142	55	—	
クリンカー アッシュ	2	1.328	1.092	187	84	0.22	
クラ/シャ ラン	1	1.939	1.884	285	102	0.01	
ま さ 土	2	1.707	1.552	195	85	0.12	
まさ土+発泡 スチロール	2	1.345	1.232	112	60	0.41	(混合比*1:0.5)
スチロール	2	1.533	1.403	136	73	0.29	(混合比*1:0.25)
原位置実験箇 所 発生土	4	1.776	1.538	225	191	0.07	
発生土+発泡 スチロール	4	1.335	1.180	158	70	0.27	(混合比*1:0.5)

㊸：自然状態 ㊹：地盤全体を水浸させた状態 ㊺：地盤の1/2を水浸させた状態
 ㊻：表乾状態
 *容積比