

I-458

人工軽量骨材を使用した振動低減工法について

九州電力(株)総合研究所 正会員 永津忠治 金子和宏
正会員 ○江藤芳武 禪院三幸

1. まえがき

最近、民家に近い地域で建設工事を行う時にクローズアップされている問題の一つに振動、騒音の環境問題がある。特に振動については、現場の規模、使用する重機の種類、地質、隣接民家の方々の建設工事への理解度等により影響の度合が異なる。

今回、振動を低減するために防振溝を設け、その中に充填材として使用した石炭灰から焼成された人工軽量骨材が振動低減材料として優れた材料であることを実証した。

本報告は、九州電力(株)U変電所増設工事における隣接民家への振動低減対策およびJR豊肥線沿いに隣接する民家の列車通過時の振動低減対策として行った、人工軽量骨材を充填材として使用した防振溝の概要について述べるものである。

2. 実施箇所および対策工の概要

(1) U変電所増設工事

民家からの苦情は整地工事、既設構造物の撤去及び杭打ち作業等に使用する重機類の振動により、不快感、壁の亀裂および建物の不等沈下等があるというものであった。このため振動を伝搬経路で減衰させるよう防振溝を設けることにした。防振溝の形状は幅0.9m、深さ3m、長さ10~35mで、民家を囲うように設け人工軽量骨材を充填した。なお、防振溝の幅と深さは一般に工事現場で良く使われるバックホウで掘削可能なものである。

(2) JR豊肥線沿M氏邸

図-1に示すようにJR豊肥線の線路から玄関までの距離は約8mである。若干の線路勾配はあるが、列車速度は上り・下りに大きな違いはなく平均で約78km/hであった。事前に測定した列車通過による振動は、家の玄関で最大140gal、居間で60galであった。対策工は、防振溝を深さ2.5m、幅0.8m、長さ20m設置し、人工軽量骨材を充填した。

3. 地盤及び人工軽量骨材の物性

(1) 地盤

U変電所敷地の地質は阿蘇火山の噴出物によって形成された溶結度の低い非溶結凝灰岩（平均N値20）を基盤とし、その上部に約8mの厚さでN値3程度の熊本地方で通称黒ぼく、赤ぼくと呼ばれている火山灰質粘性土が堆積している。また、JR豊肥線沿のM氏邸の地質も同様の火山灰質粘性土である。これらの物性値を表-1に示す。

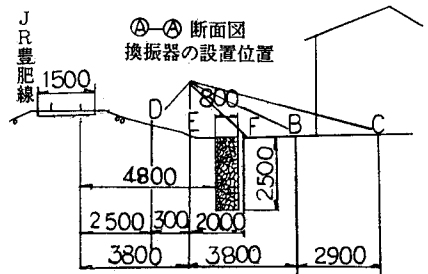
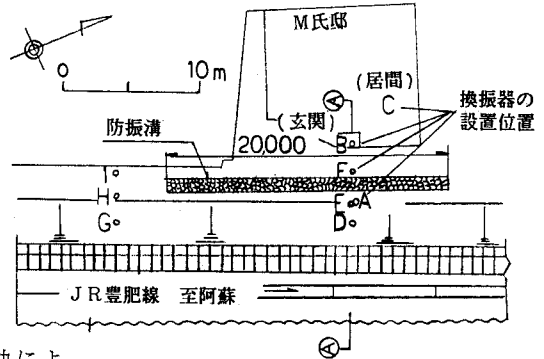


図-1 実験箇所

表-1

地点	地盤	室内試験		原位置試験	
		密度 (g/cm ³)	減衰定数	弾性波速度(m/s) Vp	Vs
U変電所	黒ぼく	1.2	0.06	267	72
	赤ぼく	1.4	0.11		
M氏邸	火山灰質土	1.6	—	218	124
人工軽量骨材		0.8	0.15	113	31

表-2 防振対策前後の比較

測箇所	測定区分	① 対策前		② 対策後		加速度減衰率 ② / ①
		加速度 (gal)	振動数 (Hz)	加速度 (gal)	振動数 (Hz)	
A (2階)	X	6.9	42	5.3	50	0.77
	Y	12.3	42	5.0	42	0.41
	Z	6.5	33	3.3	38	0.51
B (1階)	X	8.5	50	3.5	52	0.41
	Y	11.5	42	6.5	50	0.58
	Z	12.7	35	5.5	32	0.43

（2）人工軽量骨材

人工軽量骨材は、石炭火力発電ボイラーで燃焼後回収される石炭灰を精選の上、造粒・焼成により製造されるもので、絶乾比重が1.30～1.38程度で直径約10～15mmの球形である。この人工軽量骨材を防振溝に充填した際の物性を表-1に示しているが密度、弾性波速度は黒ぼく、赤ぼくに比べて小さく、逆に減衰定数は大きくなっており、防振溝の充填材として優れた性質を持っていることが分かる。

4. 振動低減効果

（1）U変電所増設工事

振動の測定は、民家の1Fと2Fの居間に地震計を設置後、ブルドーザ走行を振源とし、防振溝の設置前後について加速度を測定した。その結果、表-2に示すように6～12galあった加速度が3～6galに減少し、対策前後で約40～80%の低減効果が見られた。なお、この加速度はピーク波とその前後10波の平均値として求めた。この結果、民家の家族によれば振動感覚も対策後はかなり緩和されたとのことで防振溝が極めて有効であったことを実証できた。

（2）JR豊肥線沿M氏邸

振動の測定は、図-1に示すようM氏邸の居間と玄関および庭に地震計を設置し、列車通過時の振動を振源として防振溝の設置前後について加速度と変位を測定した。その結果、表-3に示すように対策前後で約50～60%の加速度の低減効果が見られた。なお、この加速度はピーク波とその前後2波の計5波の平均値として求めた。また、対策工の有無による距離減衰を求めるために図-1に示すようにD～F、G～Iの6箇所で加速度を測定した。この結果を図-2に示す。この図は線路に一番近いD、G地点の測定値を100%とし、E、H地点、I、F地点の値はD、G地点に対する割合を線路に平行方向（X方向）の測定値で示している。この結果、E、H地点では同じような減衰が見られるが、I、F地点で見ると対策工があるF地点の方が、振動の減衰は大きくなっている。また、図-3は対策前後の加速度の低減効果を変位に換算して、人体感覚とじょ限度の曲線に示した。なお、加速度と同位置で変位も測定したが、加速度から計算で求めた変位と実測した変位に大きな違いはなかったため、ここでは計算から求めた変位で示している。この図より、振動の感じ方もかなり緩和されていることがわかる。

5. あとがき

今回の実験で、異なる振源のもとでも人工軽量骨材が防振材料として有効であることを実証することができた。しかしながら、今回の実験で使用した人工軽量骨材は、経済性を考慮すると特定の地域、すなわち製造プラントのある石炭火力発電所の周辺に適用区域が限定される。今後は、どこでも手にはいるような材料について防振材（充填材）の利用の適否を検討していく予定である。

表-3 防振対策前後の比較

測定箇所	測定方向	①対策前 加速度 (gal)	②対策後 加速度 (gal)	減衰率 ② / ①
B (玄関)	X	15(72)	8(69)	0.53
	Y	23(56)	13(65)	0.57
	Z	103(46)	53(46)	0.51
C (居間)	X	36(45)	25(50)	0.69
	Y	45(52)	24(54)	0.53
	Z	14(62)	9(61)	0.64

()は振動数(Hz)

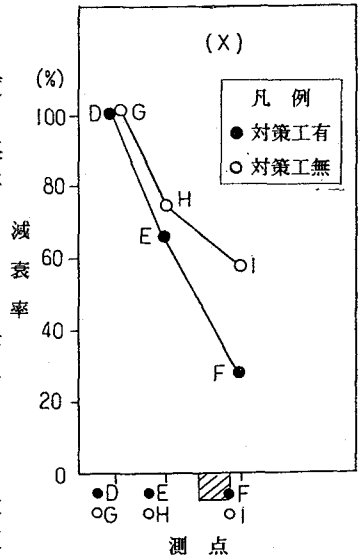


図-2 振動の距離減衰比較

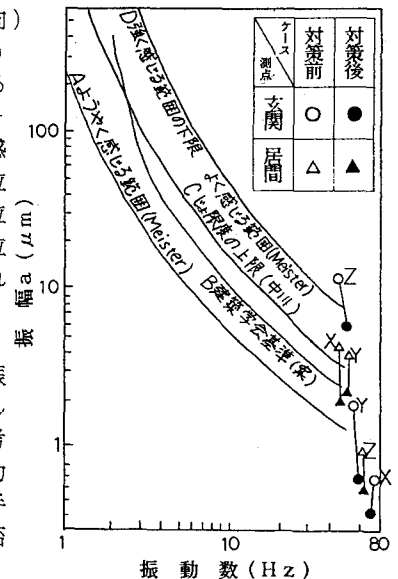


図-3 振動の人体感覚とじょ限度