

振動制御装置を用いた環境振動の伝播経路対策
—模型実験による振動系の設置位置に関する検討—

飛島建設 正会員 ○Dinh Diep Duy
飛島建設 正会員 山下 祐

飛島建設 正会員 小林 真人
埼玉大学 正会員 松本 泰尚

飛島建設 正会員 岩根 康之

1. はじめに

地盤振動の伝播経路対策として振動制御装置の適用について検討している．振動制御装置には質量体と振動系の2種類があるが，本報では振動系に関する検討結果について報告する．振動系は基礎，ばねおよびおもりから構成され，低減対象の振動により共振するようにチューニングする．振動系を地盤上の伝播経路に設置すると，振動系は入力波によって共振して2次的な波が発生し，2次波が入力波に干渉することで振動を低減する．振動系は加振点と受振点を結ぶ伝播経路の中心に設置することが望ましいが，建設工事などでは加振点が移動する場合があります，必ずしも理想的な配置とならないことが想定される．そこで，振動系を伝播経路の直交方向に移動し，設置位置と低減効果の関係を模型実験により検討した結果を報告する．

2. 実験概要

本実験では既報¹⁾と同じ模型地盤を利用し，振動伝播速度は7.6 m/sであった．相似比の一覧を表1に示す．加振方法はピエゾアクチュエータによる20～140 Hz(実大換算3～22 Hz)の鉛直方向掃引加振とした．

表2 に振動系の諸元を示す．また，図1 に実験配置を示す．振動系の基礎とおもりの厚さ t は8 mm，幅 w は25 mmで一定とし，長さ l を25，50，100 mmの3種類とした．打撃試験により求めた各振動系の固有振動数 f_0 は表2に示す通りである．実大換算すると，振動系の平面寸法は1 m×1 mから1 m×4 m，おもりの質量は1,440～4,608 kgで，コンクリートで製作可能な範囲を想定して設定した．実験配置について，加振点（PU1）と PU3 を結ぶ線を伝播経路（図1の点線）とし，振動系の端部から伝播経路までの距離を d とした．伝播経路方向における加振点から振動系の中心までの距離は100 mmで一定とし，伝播経路の直交方向に $d = 0 \sim 75$ mmの範囲で12.5 mm（実大換算 0.5 m）間隔で移動しながら加速度を測定した．測定点は加振点の直下

表1 相似比の一覧

諸元	長さ	加速度	密度	時間	周波数	速度	弾性定数
次元	L	LT ⁻²	ML ⁻³	T	T ⁻¹	LT ⁻¹	ML ⁻¹ T ⁻²
相似比	0.025	1	0.667	0.158	6.325	0.158	0.017

表2 振動系の諸元

No	厚さ t (mm)	長さ l (mm)	幅 w (mm)	おもりの 質量 m (g)	固有振動数 f_0 (Hz)
1	8	100	25	48	36.3
2		50		26	38.3
3		25		15	37.8

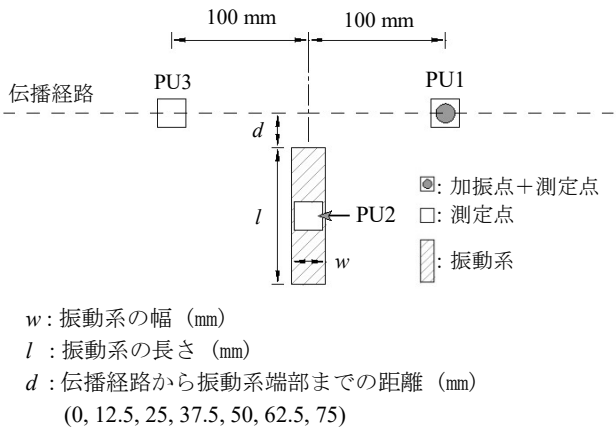


図1 実験配置

（PU1），振動系のおもりの上（PU2），低減対象とする地盤上（PU3）の3か所とし，振動系の設置位置と低減効果の関係を検討した．

3. 実験結果

3-1. 低減効果の周波数特性

PU1とPU3の加速度の比を算出し，振動系の有無による差を低減量として評価した．図2 に振動系No.1の低減効果を示す．振動系の低減効果は固有振動数だけでなく，その前後の振動数でも現れている．一方で， d が大きくなると低減効果が小さくなることが確認できる．また低減量のピークとなる振動数が d によ

って変化していることがわかる。ここで、振動系の挙動を確認するため、図3にPU1に対するPU2の加速度の応答倍率を示す。周波数特性は d による変化がほとんどないことがわかる。また減衰の影響で共振によるピークの幅が広く、発生する2次波も同様の周波数特性を持つと考えられる。振動系の低減効果は入力波に対して2次波の位相が逆位相となることで大きくなるが、 d によって位相の関係が変化したことが示唆された。

3-2. 振動系の位置と低減効果の関係

振動系の低減効果が幅をもった振動数帯域で現れたため、低減量を40 Hz帯域の1/3オクターブバンドレベルで評価し、設置位置との関係を整理した。低減量は振動系の有無による振動加速度レベルの差である。

図4に振動系の位置による低減量の変化を示す。3種類の振動系を比較すると、No. 1の低減量は $d = 0$ mmで最大となったが、12.5 mm以降では最小となった。またNo.2とNo.3を比較すると低減量は同程度であり、 $d = 25$ mmまでは $d = 0$ mmと比べ低減量の変化はほとんどなく、 $d = 37.5$ mm以上で小さくなった。また、 d が50 mmまたは62.5 mm以上では振動が増加しており、振動系の共振で発生する2次波が入力波に対して同位相に近い状態になっていることが示唆された。

ここで、図5に振動系の位置によるおもりの加速度の変化を示す。振動系の長さが長いほど、 d の増加に伴う加速度の低下量が大きい傾向が確認できる。加速度が小さくなることで発生する2次波も小さくなり、低減効果が小さくなる一因になったと考えられる。

4. おわりに

加振源と受振点を結ぶ伝播経路に対して直交方向に振動系を移動し、振動系の位置と低減効果の関係を検討した。伝播経路に近い範囲では振動系の長さが長いほど低減効果が大きい、距離が離れることで低減効果が小さくなりやすいことを確認した。この原因として、振動系のおもりの加速度の影響が一因と考えられたが、加えて2次波と入力波の位相の関係が影響していることが示唆された。

今後、位相に着目した模型実験を実施し、低減効果への影響を調査する予定である。

謝辞 本実験では埼玉大学建設構造工学研究室の牧野翔太氏に多大なご協力を頂きました。

参考文献

1) 岩根康之, ほか: 振動制御装置を用いた環境振

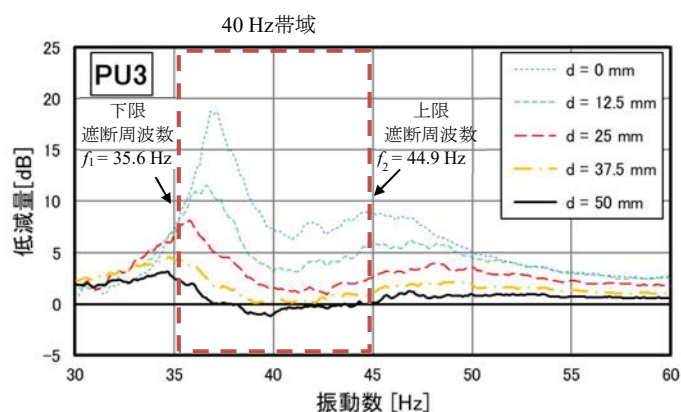


図2 No.1の低減効果の周波数特性

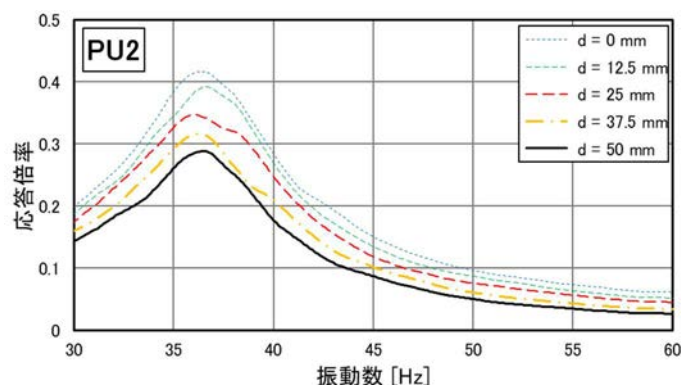


図3 No.1のおもりの加速度の周波数特性

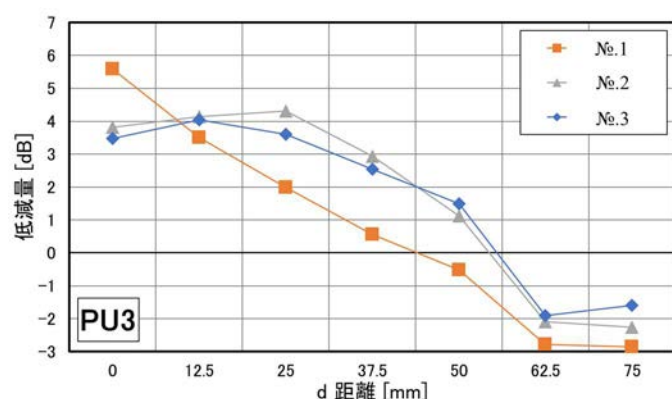


図4 振動系の位置による低減量の変化

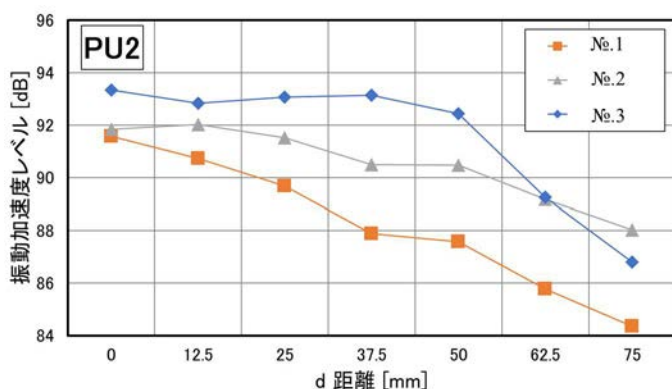


図5 振動系の位置によるおもりの加速度の変化

動の伝播経路対策 — 模型実験による振動系の小型化に関する検討 —, 土木学会第 77 回年次学術講演会論文集, VII-10, (2022. 9).