

H2-24

災害廃棄物を利用した振動低減効果を有する地盤材料の開発に関する研究

A Feasibility Study on A New Geomaterial with High Damping Performance Using Disaster Waste

○藤川智樹¹, 下村幸男², 酒匂教明², 池田能夫³, 川村政史⁴

*Tomoki Fujikawa¹, Yukio Shimomura², Noriaki Sako², Yoshio Ikeda³, Masashi Kawamura⁴

This research aims at development of a new Geomaterial which has the oscillating reduction effect and the planting function contended with industrial waste and a construction by-product were used. In this research, it is supposed that industrial wastes are replaced by disaster wastes, then the seismic response and the effect of padding by on analysis.

1. はじめに

筆者らは、産業廃棄物や建設副産物を用いた植栽機能と免震効果を有する新たな地盤材料として植栽減衰ブロックの開発に関する研究をこの数年来実施している。本論では、東北地方太平洋沖地震によって発生した災害廃棄物を材料として研究を進める事とした。

研究では軟弱地盤域の中層建物を想定し、基礎周辺部に減衰材を配置した地震応答解析を実施し、減衰材が構造物の応答に与える影響評価を行った。

また減衰材でかさ上げを行った際の震動低減効果を一次元波動解析にて検討した。

2. 地震応答解析

1) 建屋及び地盤のモデル化

対象構造物は、一辺 2b=25m の正方形平面を有する地上 5 階、地下 1 階を有するラーメン構造中層事務所ビルを想定した。重量を各階の床上面に集中させた曲げ-せん断系梁要素でモデル化し、質点系モデルを構築した(Figure1.)。地下部分は剛体と仮定し、地下部分の総重量を一様に分布させた。上部構造の諸定数を Table1. に示す。

地盤及び基礎部分は 3 次元軸対称モデルでモデル化している^[1]。基礎の等価半径は R=14.1m, 地盤は層厚

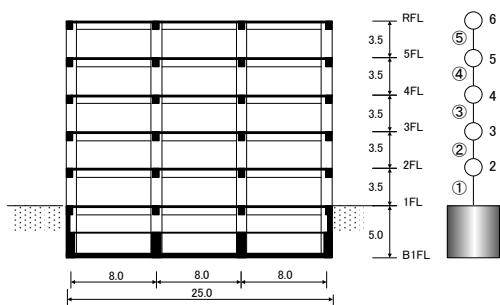


Figure 1. Superstructure including basemat

Table1. The constants of superstructure

質点	部材	高さ (m)	重量 (kN)	せん断断面積 (m ²)	断面二次モーメント (m ⁴)
6	⑤	22.5	8750.0	0.3394	1280.0
5	④	19	8750.0	0.3394	1280.0
4	③	15.5	8750.0	0.3394	1280.0
3	②	12	8750.0	0.3840	1280.0
2	①	8.5	8750.0	0.3840	1280.0
基礎	-	-	28652.0		

10m の表層を有する 2 層地盤とした。植栽減衰ブロック^[2](GDBP)は、植栽基盤及び駐車スペースの適用を考慮して地表面近傍に配置する。砕石、廃タイヤチップ及びアスファルトから成る高剛性を有する減衰地盤材^[3] (HRDM) は、基礎底面部及び側面下方に配置する。

2) 地盤解析ケース

解析ケースとして、原地盤のままの Case A を基準とし、Figure2. で分けたように、基礎側面近傍上部 c 部に GDBP, 同下部 d 部に HRDM を打設した Case B, 基礎底面部 f 部に HRDM を追加打設した Case C, さらに e 部にも HRDM を打設した Case D の 4 ケースに対し解析を実施した。各部の材料諸元は材料試験結果を参考にして Table3. のように設定した。

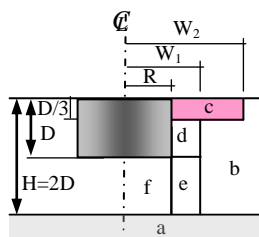


Table 2. The analysis case of the foundation

Case	a	b	c	d	e	f
A	I	II	II	II	II	II
B	I	II	III	IV	II	II
C	I	II	III	IV	II	IV
D	I	II	III	IV	IV	IV

Figure 2. Basemat and surrounding soil

Table 3. The constants of Geomaterial

地盤及び減衰材	Vs(m/s)	ρ (ton/m ³)	v	h
I 支持地盤	200	1.8	0.45	0.02
II 表層地盤	100	1.6	0.45	0.02
III GDBP	150	1.2	0.35	0.20
IV HRDM	200	1.7	0.45	0.20

3. 地震応答解析結果

1) 地盤インピーダンスおよび等価減衰定数

水平、回転、水平-回転連成成分について、各ケースの比較を行った。水平 K_H , 回転 K_R のインピーダンス実部, 虚部及び等価粘性減衰定数 h_H, h_R を Figure3, Figure4. に示す。静的剛性は、基礎直下及び側方部分のせん断波速度の大きさに依存するため水平、回転成分共に Case C, D の静的剛性は Case A, B のそれらよりも大きくなる。特に回転剛性は基礎端部の影響が大きいため、この部分に HRDM を配置したケースの回転成分が水平成分に比べて違いが顕著となっている。

虚部は水平、回転成分共に Case A~D の順に大きくなっており、HRDM の打設範囲が広いほど減衰効果が高まる結果となっている。

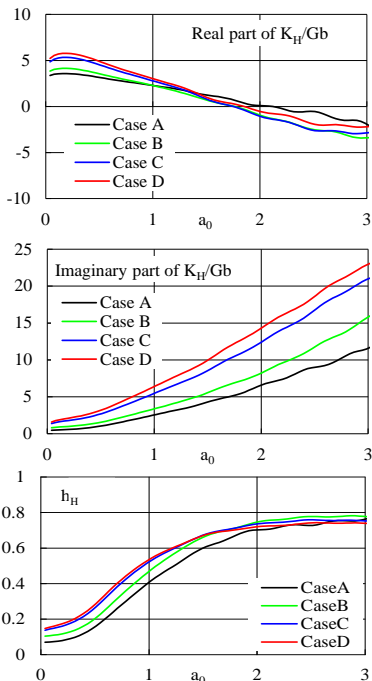


Figure 3. Horizontal component

等価減衰定数は、Case C, D が Case A, B よりも大きい。特に回転応答成分では、Case A の減衰定数が極端に低いのに比べ、他の Case は減衰体の影響で高い値となっている。これは基礎周辺に設置した高剛性減衰体は基礎の回転応答成分の低減に効果的であるということを示唆している。

2) 建屋応答

建屋応答とし自由地盤地表面応答値 U_s に対する建屋モデル質点 2, 4, 6 の水平方向応答倍率を Figure 5. に示す。Case B~D は Case A と比較すると何れの Case においても建屋応答倍率が低下している。特に基礎の周辺に減衰体を設置した Case C, D の建屋応答倍率は Case A と比較すると 40%~50%ほど低下しており、減衰体の効果が明瞭に現れていることが分かる。

4. 一次元波動解析

1) かさ上げモデル

一次元波動解析では GDBP の利用法の一つとして考えているかさ上げをモデルとして実施した。それぞれの影響を一次元波動解析にて検討した。かさ上げ高さはどのタイプも 3m としている。

解析を行ったかさ上げモデルは Figure 6. にあるようにで 6 タイプのかさ上げを想定し実施した。各かさ上げの詳細は Table 4. に示す。

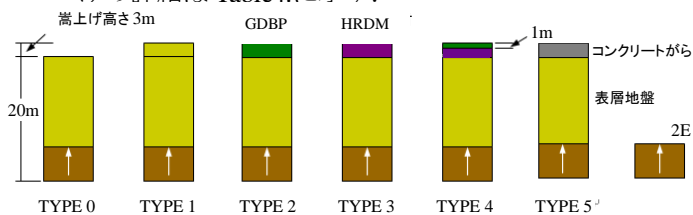


Figure 6. Analysis models for ID wave propagation analysis

Table 4. Properties of soil and other materials

	ρ (t/m ³)	V_s (m/s)	h
表層地盤	1.7	100	0.05
基礎	1.9	400	0.01
GDBP	1.2	150	0.20
HRDM	1.4	250	0.20
コンクリートがら	1.9	250	0.05

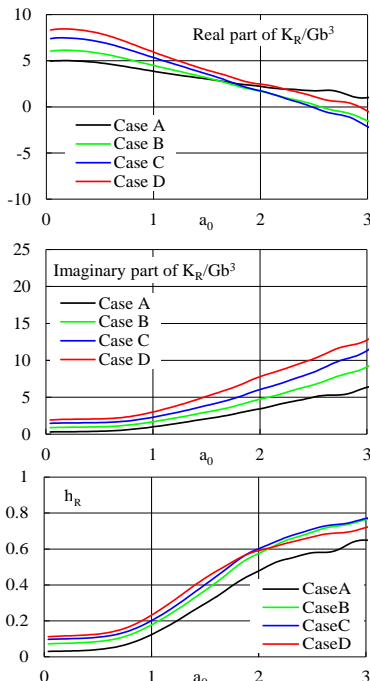


Figure 4. Rocking component

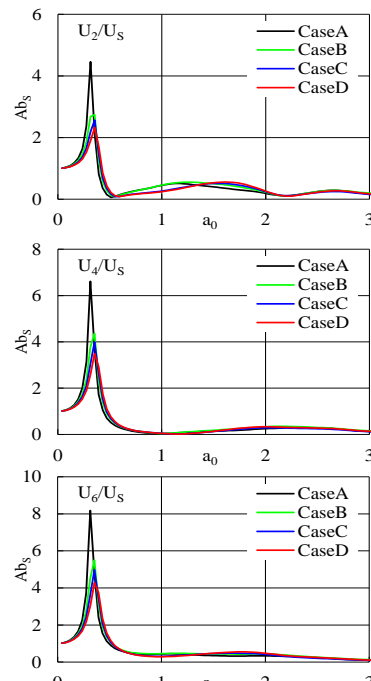


Figure 5. Building response

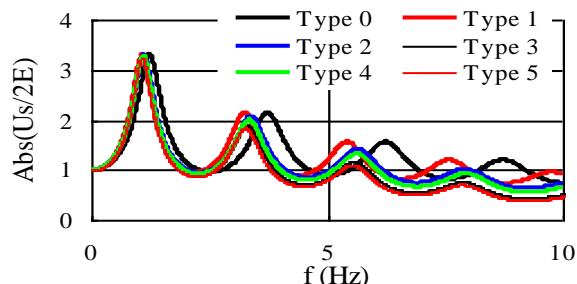


Figure 7. Transfer functions ($U_s/2E$) of each TYPE

2) 解析結果

解析の結果を Figure 7. に示す。同図よりかさ上げにより材料に関係なく固有振動数は低くなり、特に影響は高周波数域で明確に表れることがわかった。また GDBP でかさ上げたものは、HRDM、コンクリートがらでかさ上げたものより伝達率は小さくなっているが、これは GDBP の波動インピーダンスが HRDM 等より小さい値になっているためだと考えられる。

5. まとめ

- 植栽減衰ブロックを基礎側壁部分に適切に配置することで応答低減効果が得られることが解析的に裏付けられた。
- 材料によらず、かさ上げの効果により固有振動数は低くなり、波動インピーダンスが大きい材料ほど伝達率が小さくなることわかった。

参考文献

- [1] 下村幸男, 池田能夫ほか: 改良地盤に支持された基礎ブロックの起振実験 その 9 実大構造物の地震応答低減効果に対する解析的検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.547-548, 2008.
- [2] 藤川智樹, 酒匂教明, 下村幸男, 川村政史, 減衰ブロック材の繰り返し変形および三軸圧縮特性, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.557-558, 2011.
- [3] 池田能夫, 下村幸男, 川村政史, 石丸辰治, 改良地盤上の基礎の減衰性能向上に関する研究 - その 1 2 タイプの基礎ブロックの加振実験 -, 第 12 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.738-741, 2006.