

地盤改良複合杭基礎の耐震性

岡山大学環境理工学部 正会員 竹宮宏和
 構造計画研究所 解析技術1部 正会員 大波正行
 同 西村忠典

1. まえがき

兵庫県南部地震によって建物を支持する杭基礎の被害が多く報告された。杭体の破壊は地盤の急変する箇所、液状化が生じた仮想境界で曲げ破壊が発生していた。竹宮らは杭基礎設計イノベーションを図る設計上の工夫として、中詰ハニカム構造 WIB を提案している。¹⁾ 同設計では、水平方向の杭体の変形を中詰材によりフレキシブルに支持し、同時に大きな履歴減衰を期待する。そして過大な杭体変形をハニカム形状に配置されたソイルセメント杭で拘束する機構となっている。つまり柔剛複合構造システムを構成している。本論文は、同基礎形式の例題の数値解析から耐震性を検証したものである。

2. 耐震解析モデルと手法

図-1 と表-1, 2 は対象とした地盤-杭基礎系の諸元と物性を示す。地盤改良杭による改良範囲は、全杭を取り囲む形式とした。本解析では2重の WIB 構造をとる。杭周辺へ配置した地盤改良杭の長さは、対象杭体の特性値 $\beta = \sqrt[4]{KD/4EI}$ から $1/\beta$ 程度とした。解析に際して図-1 に示す軸対称モデルとした。入力地震は、土木研究所のタイプ1の波形を使用した。数値解析には、SuperALUSH を使用した。

表-1 地盤物性

下端深度 GL-m	P 波速度 V_p (m/sec)	S 波速度 V_s (m/sec)	ポアソン比 ν	単位体積重 量 γ (t/m ³)	減衰 (%)
5.00	725	122	0.485	2.0	5.0
11.00	1310	172	0.491	2.0	5.0
22.00	1590	231	0.489	2.0	5.0
36.00	1679	279	0.486	2.0	5.0
44.00	1679	331	0.48	2.0	5.0
52.00	1679	376	0.474	2.0	5.0
∞	1679	405	0.469	2.0	5.0

表-2 杭基礎の諸元

杭: 杭長 50.0m ϕ 1800 5本		
フーチング: 厚さ 2.5m 半径 6.3m の円形基礎に置換		
弾性係数 (tf/m ²)	ポアソン比 ν	単位体積重量 γ (t/m ³)
2.54E+06	0.2	2.4

表-3 地盤改良杭の諸元と物性

S 波速度 V_s (m/sec)	ポアソン 比 ν	単位体積重量 γ (t/m ³)	WIB 厚 (m)	WIB 長 (m)
1000	0.2	2.0	1.0	15

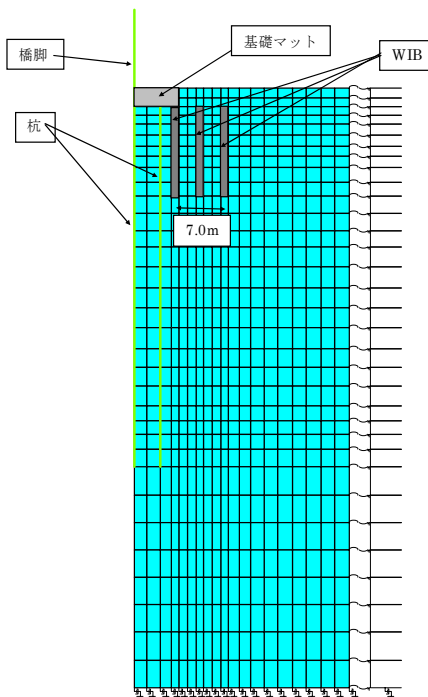


図-1 FEM モデル化

3. 解析結果の検討

図-2 は橋脚部の変形、断面力の分布を、図-3 は側杭の変形、断面力の分布を描いたものである。本解析で仮定した地盤改良杭の効果は、側杭体部では杭頭近傍において顕著に現れて、1/2 までに低減していることが分る。図-4 に示すフーチングにおける応答は、地盤-杭基礎系としての卓越周期において水平並進量は低減し、フーチング端部における鉛直応答についても卓越周期成分が大きく拘束され、低減している。このフーチングの応答変化に伴って、図-5 に示す橋脚天端の応答では、かなり水平加速度が低減されている。これは WIB を設置することによって、卓越振動数が高振動数側へシフトしていることに起因する。

キーワード 地盤改良複合杭基礎, 地盤改良杭, 地盤-基礎系, 杭頭断面力, 制振効果
 連絡先 〒164-0011 東京都中野区中央 4-5-3 TEL: (03)5342-1137 FAX: (03)5342-1237

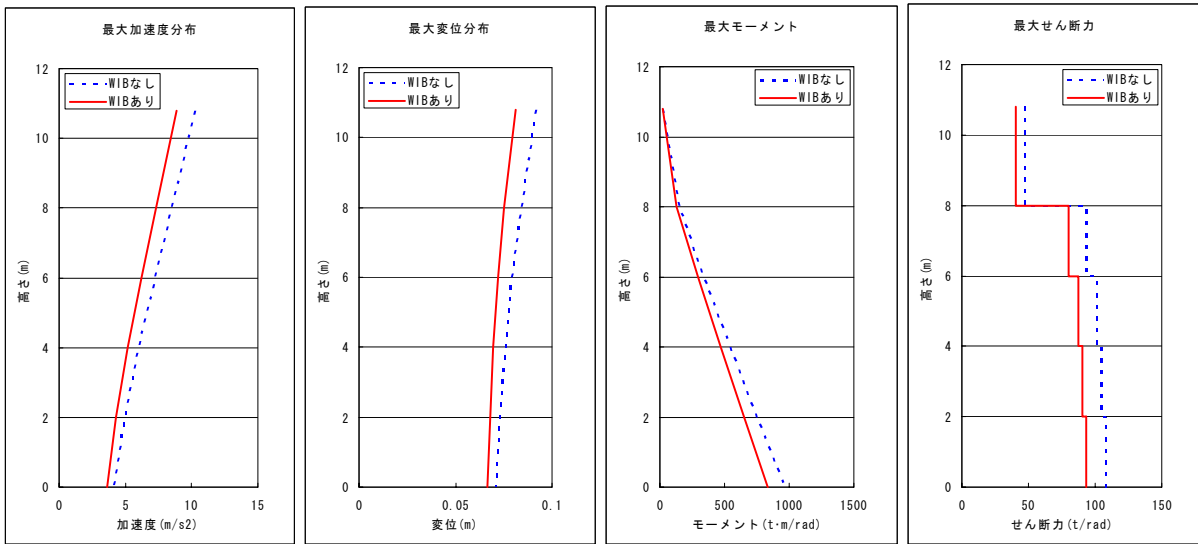


図-2 橋脚の最大応答

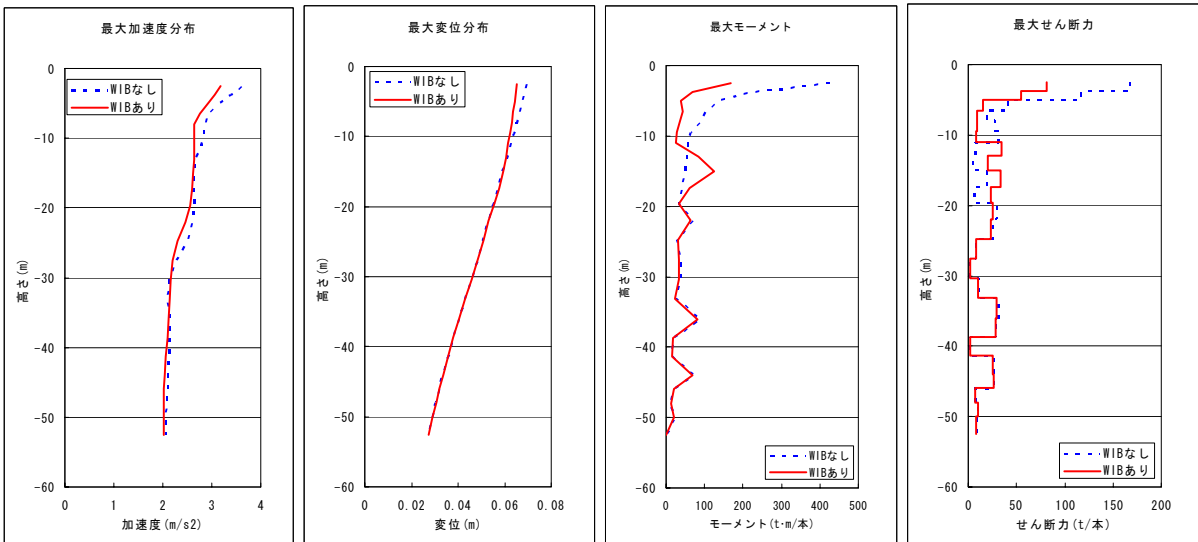


図-3 側杭の最大応答

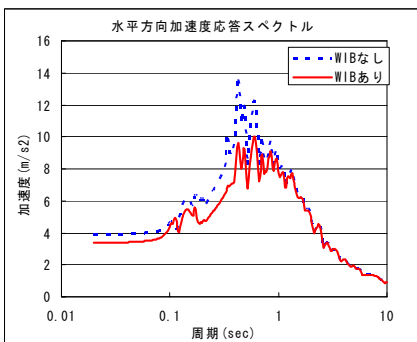


図-4 フーチング端部の応答

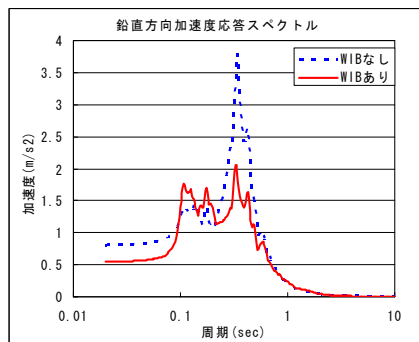


図-5 橋脚天端の水平応答

4. むすび

本論文は、地盤改良複合杭基礎の耐震性の利点を定量的に把握するため数値解析を通して検証したものである。本解析では、WIBの中詰め材料は原地盤としたが、廃タイヤを利用したタイヤシュレッドの使用により、大きなエネルギー吸収を期待できる。なお、同基礎形式は、強震時にはソイルセメント杭が杭体よりも先行して塑性変形してエネルギー吸収をさせ、一部損傷制御設計のコンセプトを付与させ、杭体設計は要求性能をコスト縮減で満足させ易い。

参考文献: 1) 竹宮: 地震動に対する地盤や構造物の耐震技術, 土と基礎, 地盤工学会, 51 (3) 2003, 1-3. 2) 竹宮・橋本・白神・庄司: タイヤシュレッド中詰めハニカムセル構造 WIB のフィールド実験とコンピュータ・シミュレーション, 第38回地盤工学会研究発表会, 2003. 7. DS11.