

短杭と支持杭の併用基礎に対する動的遠心載荷実験

正会員 ○栗田唯¹同 田村修次^{*2}

杭基礎 短杭 遠心載荷実験

同 肥田剛典^{*3}同 栗木周^{*1}

1. はじめに

近年、支持杭に短杭を併用することで、支持杭の杭応力を減らす試みが提案されている¹⁾。しかし、短杭による支持杭の応力低減効果は十分な検討がなされていない。そこで、本研究では、遠心載荷実験に基づき、短杭の併用による支持杭の応力低減効果を検討する。

2. 遠心載荷実験の概要

実験は京都大学防災研究所の遠心載荷装置を用いて50g場で行った。地盤は相対密度60%の豊浦乾燥砂である。構造物の諸元を表1に、実験モデルを図1に示す。CASE1では2×3の支持杭、CASE2ではCASE1の支持杭に4本の短杭を併用した。短杭の長さは支持杭の1/2程度であり、短杭の直径、曲げ剛性は支持杭と同じである。支持杭、短杭ともにアルミ合金棒である。杭間隔はCASE1で6D (Dは杭の直径)、CASE2で3Dである。基礎部と上部構造物は両ケースともに同じモデルを用いた。入力は、最大加速度140gal、340gal、450galの臨海波で、それぞれ小加振、中加振、大加振とした。以後、計測値を実大スケールに換算して示す。

3. 実験結果

図2に各加振における地表面、上部構造物の水平加速度、支持杭の杭頭曲げモーメントと杭頭せん断力を示す。曲げモーメントとせん断力は、全ての支持杭の平均値である。加振レベルによらず、CASE2 (支持杭+短杭) の地表面加速度、上部構造物加速度はCASE1 (支持杭のみ) と同程度である。一方、CASE2の杭頭曲げモーメント、杭頭せん断力はCASE1のそれよりも小さいことが分かる。すなわち、短杭

表1 構造物モデルの諸元

	項目	模型スケール	実大スケール
上部構造物	質量	3.07kg	383.8t
	固有振動数	120Hz	2.4Hz
基礎部	質量	1.27kg	158t
	寸法(L×B×H)	126×72×18mm	6.3×3.6×0.9m
杭	長さ (支持杭)	187mm	9.35m
	長さ (短杭)	105mm	5.25m
	直径	8mm	0.4m
	曲げ剛性	$1.41 \times 10^6 \text{ Ncm}^2$	$8.81 \times 10^7 \text{ Ncm}^2$

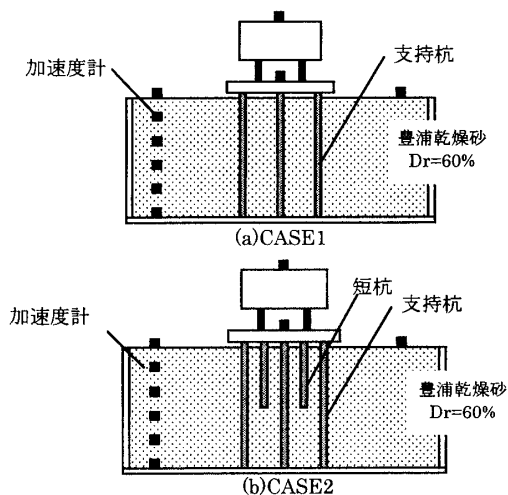


図1 実験モデル

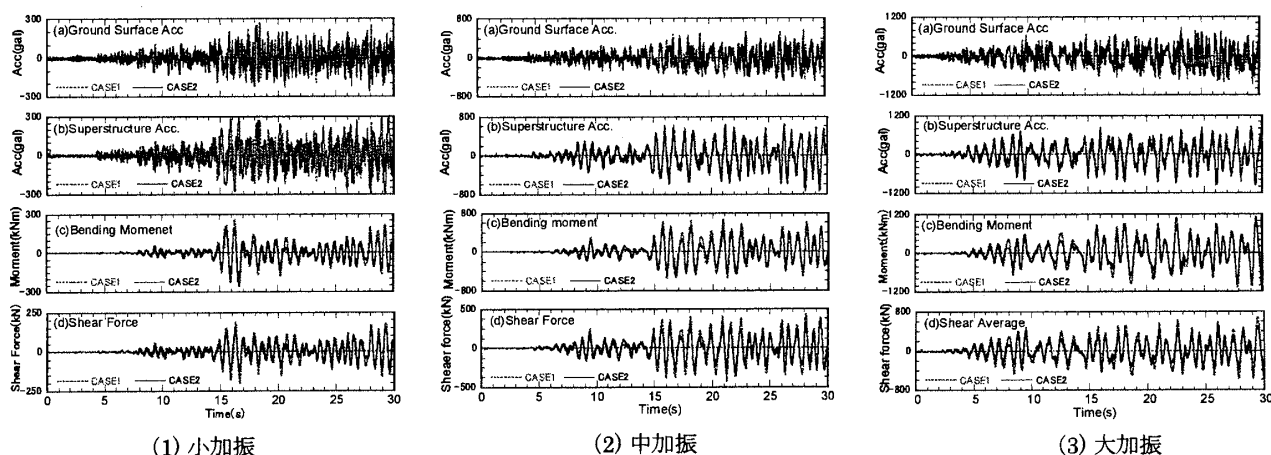


図2 地表面および上部構造物加速度、杭頭曲げモーメント、杭頭せん断力の時刻歴

Dynamic centrifuge tests of combined foundation of bearing pile and short pile

KUWADA Yui, TAMURA Shuji, HIDA Takenori and KURIKI Amane

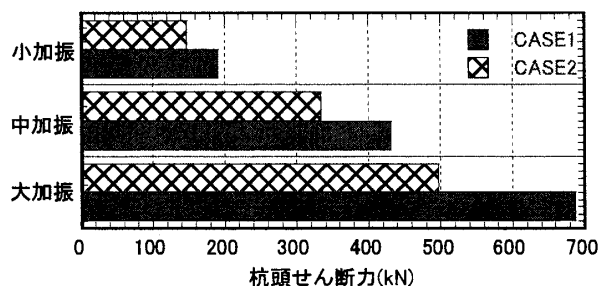
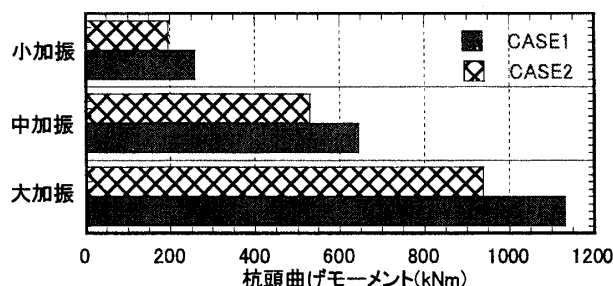


図3 支持杭の平均杭頭曲げモーメントと平均杭頭せん断力の最大値

によって支持杭の応力は低減する。

図3に、各加振における支持杭の平均杭頭せん断力と平均杭頭曲げモーメントの最大値を表す。CASE1に対するCASE2の杭頭せん断力の割合は、小加振で77%、中加振で78%、大加振で72%である。加振の大きさによらず、短杭によって支持杭の杭頭せん断力は2~3割軽減される。CASE1に対するCASE2の杭頭曲げモーメントに関する割合は、小加振で76%、中加振で82%、大加振で83%である。短杭による支持杭の杭頭曲げモーメントは2割程度軽減される。ただし、加振が大きくなると、その軽減効果が若干小さくなる。

4. 短杭による杭頭応力低減のメカニズム

短杭によって杭頭せん断力が減少したメカニズムを検討するため、図4にCASE2における構造物慣性力（上部構造物と基礎部慣性力の和）と支持杭と短杭の杭頭せん断力の和を示す。構造物慣性力は支持杭と短杭の杭頭せん断力の和に等しく、構造物慣性力を支持杭と短杭で負担していることが確認できる。加振レベルによらず、短杭が構造物慣性力の1/3の力を負担する。そのため、支持杭の杭頭せん断力が減少したと考えられる。

次に、大加振で短杭による杭頭曲げモーメント低減効果が小さくなるメカニズムを検討するため、図5にCASE1と

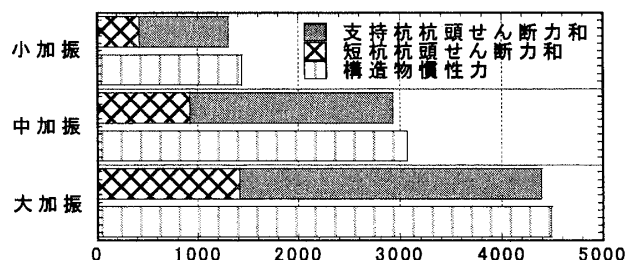


図4 慣性力と支持杭・短杭の杭頭せん断力の和

CASE2における支持杭の水平地盤反力の深度分布を示す。水平地盤反力は杭の曲げひずみの深度分布から算定した。CASE2の支持杭上部で水平地盤反力がCASE1より小さくなる。加振が大きくなると、その傾向は顕著になる。これは、短杭と支持杭の群杭効果のためと考えられる。このことは、短杭によって支持杭上部の水平地盤反力が小さくなり、同じ杭頭せん断力では杭頭曲げモーメントが大きくなることを示唆している。

以上から、加振の大きさによらず、短杭によって支持杭の杭頭せん断力は減少する。ただし、加振が大きくなると、短杭と支持杭の群杭効果によって支持杭上部の水平地盤反力が減少し、短杭による支持杭の杭頭曲げモーメント軽減効果は小さくなったと考えられる。

5. まとめ

動的遠心載荷実験で、短杭による支持杭の応力低減効果を検討した。その結果、短杭を併用することで、支持杭の杭頭せん断力、杭頭曲げモーメントが減少することが分かった。ただし、加振が大きくなると、短杭と支持杭の群杭効果によって支持杭上部の水平地盤反力が減少し、短杭による支持杭の杭頭曲げモーメント軽減効果は若干小さくなる。

<参考文献>

- 1) 藤川智, 福武毅芳: 短杭併用による支持杭の応力低減効果の解析的検討, 日本建築学会講演梗概集, pp. 781-782, 1997

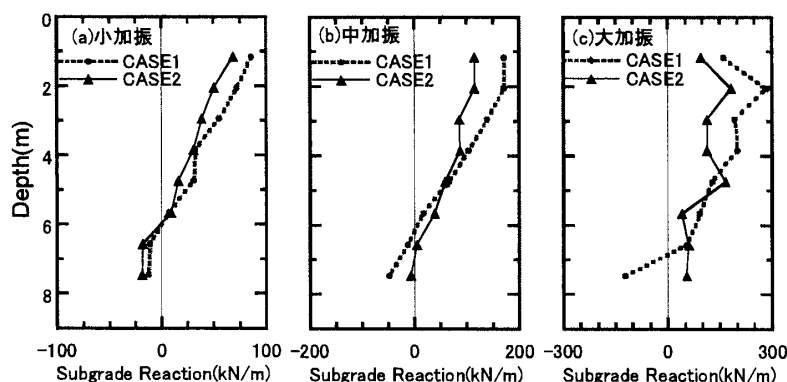


図5 支持杭の水平地盤反力深度分布

*1 京都大学
*2 京都大学防災研究所
*3 東京理科大学

Kyoto University
DPRI, Kyoto University
Tokyo University of Science