

No.1

洋上風力モノパイル式基礎の単調載荷実験への拡張型相似則適用に関する基礎的研究

三好 俊康¹⁾, 清宮 理²⁾, 吉田 誠¹⁾, 松本 正一郎¹⁾

Basic Study on the Application of Generalized Scaling Law to Monotonic Loading Tests on Offshore Wind Monopile Type Foundation

Toshiyasu Miyoshi¹⁾, Osamu Kiyomiya²⁾, Makoto Yoshida¹⁾ and Shouchirou Matsumoto¹⁾

要旨

洋上風力発電設備の着床式基礎に多く用いられているモノパイル式基礎について、昨今では陸上フィールド試験の実施と3次元FEM解析との比較で、梁ばねモデルを拡張した欧州産学官プロジェクト"PISA"により、根入れ長を可能な限り短くする傾向にある。このプロジェクトでは砂地盤と粘土地盤で単調載荷試験が実施され、推奨されるフィールド試験ではモノパイルを模擬した直径1~2m程度の鋼管杭を用いる等、資材や計測項目が大規模なため実施は容易ではない。

そこで模型実験の適用が考えられるが、地盤を含む構造物の動的応答では1G場相似則と遠心場相似則を組み合わせた拡張型相似則の研究例があるものの、静的挙動に拡張型相似則を適用した事例はない。そこで、本論文では遠心載荷試験による単調載荷試験を対象とした拡張型相似則の適用に着目して、杭の剛性や根入れ長の違いによる模型実験を実施し、水平地盤ばねを用いた梁ばねモデルを用いた再現解析を実施した。その結果、根入れ長 $3/\beta$ の静的応答は再現されたが、根入れ長 $1/\beta$ と $2/\beta$ については、より修正した解析方法を検討する必要があることがわかった。

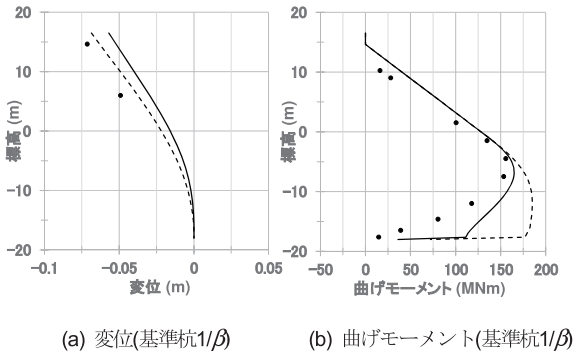


図-5 再現解析（実線： k_h 、破線： k_h^* ）と実験結果の比較（黒丸：実験結果の実寸換算）

表-3 遠心載荷実験模型の主な諸元

杭		外径	板厚	備考
基準杭	①遠心場	20 mm	1.5 mm	アルミパイプ(ヤング係数55.1 GPa)
	②1 G場換算	1.0 m	26 mm	曲げ剛性比99 %(対①1 G場換算)
	③実寸換算	6.0 m	65 mm	曲げ剛性比99 %(対②実寸換算)
大口径杭	①遠心場	30 mm	1.0 mm	アルミパイプ(ヤング係数78.9 GPa)
	②1 G場換算	1.5 m	13 mm	曲げ剛性比104 %(対①1 G場換算)
	③実寸換算	9.5 m	95 mm	曲げ剛性比101 %(対②実寸換算)
小口径杭	①遠心場	16 mm	1.5 mm	アルミパイプ(ヤング係数66.6 GPa)
	②1 G場換算	0.9 m	13 mm	曲げ剛性比97 %(対①1 G場換算)
	③実寸換算	2.6 m	26 mm	曲げ剛性比101 %(対②実寸換算)

表-5 杭の特性値と根入れ長

杭種別	想定した根入れ長	地盤反力係数 上 k_h (kN/m ³) 下 k_h^* (kN/m ³)	根入れ長 上 L (m) 下 L^* (m)
基準杭 (1/ β)	①100 mm, ②5.0 m, ③15.0 m		11.1 14.5
基準杭 (2/ β)	①200 mm, ②10.0 m, ③30.0 m	5.56×10^4 1.93×10^4	22.2 29.0
基準杭 (3/ β)	①300 mm, ②20.0 m, ③45.0 m		33.3 43.5
大口径杭 (2/ β)	①230 mm, ②11.5 m, ③40.3 m	5.56×10^4 1.63×10^4	29.6 40.3
小口径杭 (2/ β)	①178 mm, ②8.9 m, ③16.9 m	5.55×10^4 2.89×10^4	11.2 13.2

①：遠心場模型における値、②：①を1 G模型換算した値、
③：②を実寸換算した値、 L ： k_h による値、 L^* ： k_h^* による値

1) 土木部門 洋上風力事業本部 技術部
2) (一財)沿岸技術研究センター

*土木学会論文集, Vol.80, No.18, 2024,
土木学会, 24-18026