

中間支持層上の複合基礎の荷重分担

その1：遠心実験

(株)大林組 正会員 ○天満 知生 永井 秀樹  
堤内 隆広 樋口 俊一

1.はじめに

臨海部の埋立て地盤上に建設されるプラント設備等の重要施設を支持する基礎には、サンドコンパクション等の液状化対策を行うとともに、大規模地震に備えて杭基礎が採用される場合が多い。杭基礎を採用した場合、大規模地震時の鉛直および水平方向の荷重を杭のみで支持する設計となるため、多数の杭を配置しなければならないケースがある。

杭と基礎版の両方に荷重分担を期待する基礎（以降、複合基礎）の考え方を取り入れ、基礎の合理化を図ることを目的として、杭と基礎版を接合する杭頭接合基礎、杭と基礎版を接合しない杭頭非接合基礎、さらに基礎版周囲にスカート（キッカー）を追加したスカート付き基礎について、縮小模型による遠心実験を実施し、その有効性について検証を行った。本報（その1）では、実験の概要およびその結果について報告する。続報（その2）では、数値解析的な検討結果を示す。

2.遠心実験の概要

遠心実験は、長さ1,950mm、幅800mm、深さ565mmのせん断土槽内に1/50模型を作成し、当社技術研究所の遠心装置(写真-1)を用いて、50gの遠心場において加振実験を行った。



写真-1 遠心装置

入力地震波は、ポートアイランド基盤NS成分を使用し、目標加振レベルに応じて加速度振幅を調整した。目標加振レベルは、加振の順番に50gal,150gal,

300gal,500galとした。

模型地盤は、下層側から支持層（非液状化層、杭根入部）、液状化層、表層（非液状化層）の3層とした。支持層は、N値30程度の中間支持層を想定し、4号珪砂を100%の相対密度となるように締固めて作成した。液状化層は、300gal以上の入力地震波では層全体が液状化するように、7号珪砂を70%の相対密度となるように締固めて作成した。

基礎形式は図-1に示す3種類とした。ケースとは、基礎版下面に土嚢を敷く構造とし、土嚢は合成繊維を長い袋状に加工し、7号珪砂を充填した後、加振方向に対して直交する方向に設置した。

遠心载荷では、杭と基礎版下面の両方で荷重を分担するように、地盤のみで遠心载荷を実施し、地盤を締固めた後、遠心载荷を一旦終了して構造物を設置し、再度遠心载荷を実施することによって初期状態場を再現した。

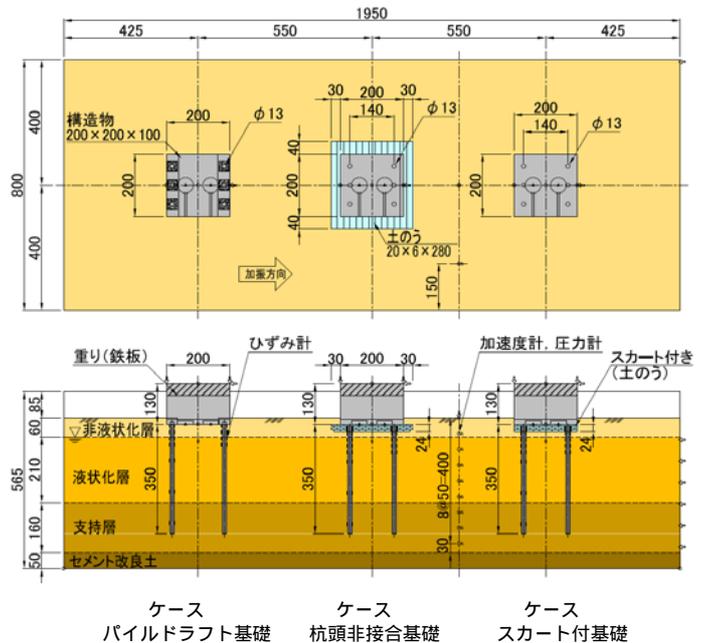


図-1 遠心実験の模型

3.実験結果

(1)応答加速度, 応答水平変位

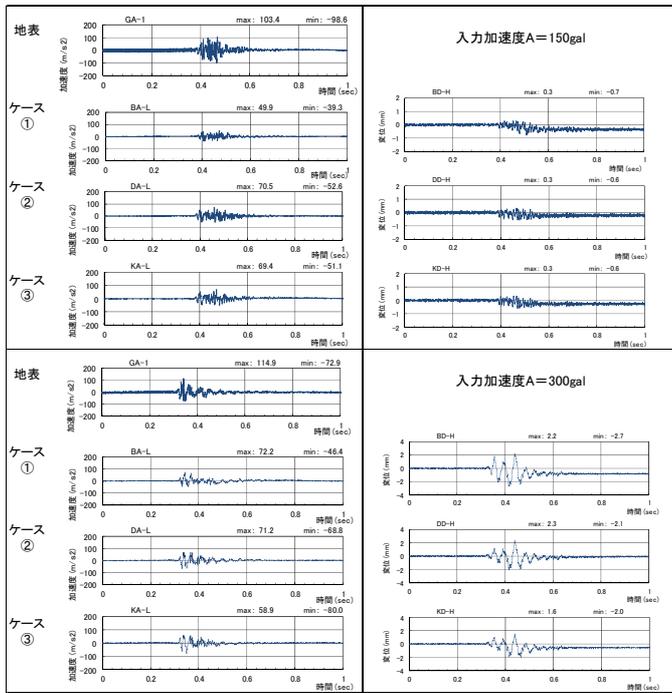
150gal および 300gal の地震動を入力した際、地表

キーワード プラント施設, 複合基礎, 遠心実験, 液状化

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL 03-5769-1307 FAX 03-5769-1972

の応答加速度および構造物の応答加速度と応答水平変位の結果を図-2 に示す。液状化発生前の応答値(150gal)では、応答加速度について、ケース①がケース②および③と比較して小さい値を示した。応答水平変位について、全ケースでほぼ同じ値を示した。

液状化発生後の応答値(300gal)では、応答加速度について、全ケースでほぼ同じ値を示した。応答水平変位について、ケース①が小さい値を示した。



(a) 応答加速度 (b) 応答水平変位

図-2 構造物の応答値(加振時, 構造物下部)

(2) 杭の鉛直および水平荷重分担率

杭の鉛直荷重分担率を、遠心載荷開始から 50g 到達までの間に発生した杭の軸ひずみから算出した(表-1)。ケース①は、ケース②と③に対して大きい荷重負担率を示した。ケース②と③は、杭頭と基礎版が接続されていないことから、鉛直荷重の一部は、地盤内に分散していることが分かる。

表-1 杭の鉛直荷重分担率

	軸ひずみによる値	土圧計による値
ケース①	75%	63%
ケース②	36%	-
ケース③	49%	-

杭の水平荷重分担率については、構造物の質量に 応答加速度を乗じた全水平力に対して、杭上部の 2 か所のひずみゲージから算定した杭頭の水平せん断力の割合を求めた(表-2)。鉛直方向と同様、ケース①がケース②と③に対して大きい荷重負担率を示した。

がケース②と③に対して大きい荷重負担率を示した。ケース②と③では、地盤の液状化後においても、2割程度の負担であり、水平せん断力の多くは、基礎版下面が負担していることが分かる。

表-2 杭の水平荷重分担率

	入力最大加速度(gal)			
	50	150	300	600
ケース①	16.2%	46.0	100%	100%
ケース②	9.7%	10.9%	22.2%	22.7%
ケース③	4.0%	2.1%	9.6%	16.0%

(3) 残留変位

残留鉛直変位を図-3に示す。ケース①の残留鉛直変位が地表面沈下量よりも小さくなっていることが分かる。少ない杭本数においても、基礎の残留鉛直変位を抑える効果を確認できた。

残留水平変位を図-4に示す。ケース①で、最大約 1mm(実物)

大で約 5cm)の残留変位になることが分かった。

ケース②で残留鉛直変位が大きくなる一方で、残留水平変位が小さくなっていることから、杭頭部の突出具合が残留水平変位に影響しているものと考えられる。

4.まとめ

縮小模型による遠心実験によって、複合基礎のそれぞれのケースについて鉛直ならびに水平方向の荷重分担率を確認できた。

レベル2地震に相当する 500gal の入力地震動時に液状化した地盤で、杭頭部が突出する状態(杭接合基礎において基礎版下面の反力がなくなる状態)においても、ケース①~③の残留水平変位は、実物大スケールで約 5cm に収まることを確認できた。

ケース①と②における杭の水平荷重分担率および残留水平変位の差異については、土層のバラツキ等の影響もあり、遠心実験結果による検証は難しいため、続報(その2)において解析的検討結果を示す。

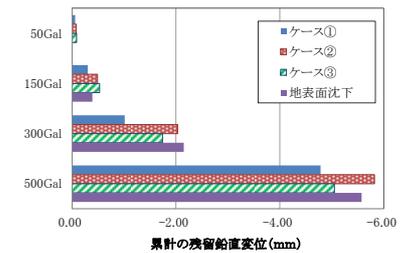


図-3 残留鉛直変位

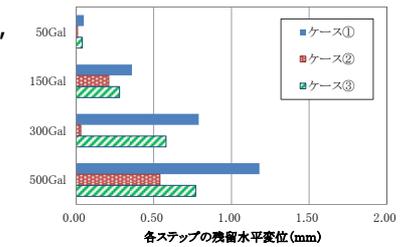


図-4 残留水平変位