RC 杭基礎構造物の遠心模型振動実験 (杭の応答に関する検討)

大林組	正会員	樋口	俊一
同上	正会員	大塚	林菜
同上	正会員	鈴木	正寛

地中構造物や基礎構造物の耐震安全性を評価するためには,地盤と構造物の連成効果と非線形応答を考慮した高度な解析技術が要求される.そこで,解析コードの検証を目的として,RC 杭を有する基礎構造物と地盤の地震時動的相互作用を再現した遠心模型振動実験¹⁾を実施した.実験の概要は別報²⁾に譲り,本報では主に地盤と杭の応答に着目した分析結果について述べる.

1.実験の概要

25Gの遠心重力作用下において,兵庫県南部地震ポートアイランド波形を用いた加振試験を実施した.

杭基礎模型は RC 製, 48mm(実機 =1.2m)の9本の杭とフーチングからなる(図1).上部構造物は鋼製 フレームに鋼製錘を搭載した構造で,実機の上部工質量1,200t,固有振動数 f=3Hz 相当である.

模型地盤は表層と基盤層の2層構成とした(図2).表層地盤(層厚460mm:実物換算11.5m)は乾燥地盤 (Case1)と飽和地盤(Case2)の2種類とした.間隙流体には粘性流体(メトローズ水溶液:粘度25mPa・s) を用いた.基盤層はセメント改良土(せん断波速度300~400m/s程度を想定)で作製し,杭を根入れした.

2.実験結果の整理

代表的なケースとして,同レベルの加振ケースである Case1_d6 と Case2_d5(基盤加速度 8m/s²程度)の構造物の加速度(ANTX:北向き+),基礎フーチング変位(DNWBX:北向き+),杭頭鉄筋ひずみ(B1-M1,B1-M6: 引張+)の時刻歴を図3および図4に比較する.また,Case2については地中の過剰間隙水圧比(PWF4,PWP4) についても整理した.Case2(飽和地盤)では地盤の過剰間隙水圧比が加振開始直後に上昇し,構造物(ANTX) の応答加速度が Case1(乾燥地盤)のように大きく増幅せず,フーチング変位(DNWBX)が大きくなっている. これは表層地盤の有効応力の低下により,杭に対する水平抵抗が低下したことに起因するものと考えられる. 杭頭鉄筋ひずみの最大応答は降伏ひずみ(約1,700µ)を超え,フーチング変位が大きな Case2よりも Case1 が大きかった.また,Case2では加振の進行に伴って振幅が小さくなっていく様子が見られる.地中の過剰間 隙水圧比は,自由地盤(PWF4),杭間地盤(PWP4)ともに 1.0に到達しているが,杭間地盤のほうが遅れて液 状化に至っている.なお,せん断土槽変位の計測により測定した地盤変位はいずれのケースにおいてもフーチ ング変位よりも小さく(各ケースとも約50mm),慣性力相互作用の卓越した系であると考えられる.

3. 杭の応答に関する考察

図5,図6に各実験結果より整理した,杭鉄筋ひずみ応答値(図1(b)の杭左側)の分布を示す.ここで各応 答値は時刻歴において赤丸印を付けた時刻(B1-M1引張最大値)の値を抽出している.両者の比較より,おお むね Case1のほうが杭頭付近での鉄筋ひずみが大きく集中し,Case2ではより地盤深部まで鉄筋ひずみが分散 していること(Case1では一部極性が反転している)がわかる.これは,上部工慣性力に対する杭の応答にお いて,表層地盤の杭に対する水平地盤反力が,液状化の影響によって低下したからであると考えられる.

4.まとめ

RC 杭を有する基礎構造物と地盤の遠心模型振動実験により,杭頭付近の鉄筋が降伏するような現象を再現した.杭頭付近での鉄筋の動的応答の分析により,地盤が液状化する場合のほうが最大鉄筋ひずみは小さくなることがわかった.今後はこのデータを数値解析コードの検証に役立てていきたい.

キーワード 遠心模型実験,杭基礎,動的相互作用

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 ㈱大林組 技術本部技術研究所 構造技術研究部 TEL 042-495-0904



参考文献

1) 穴吹 他:RC 杭基礎を対象とした遠心振動実験と構造物~地盤連成系 FEM 解析,第13回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.1062-1069,2010.11.

2) 鈴木 他: RC 杭基礎構造物の遠心模型振動実験(実験概要),第66回土木学会年次学術講演会概要集,2011(投稿中).