| (財)電力中央研究所 | 正会員 | 大友 | 敬三 |
|------------|-----|----|----|
| (財)電力中央研究所 | 正会員 | 河井 | 正 |

1.はじめに

杭に作用する地盤流動の外力算定法が各種耐震基準類に取入れられるようになってきた.しかし,実地盤に おける地盤流動の発生規模や地盤と杭の相互作用特性については,未だに不明な部分が残されている.このよ うな観点から,本論では,振動台実験や被害事例分析などにより現行の流動外力算定法の適用性を検討し,杭 基礎に作用する流動外力の評価法を高精度化することを目的としている.

2.振動台実験に基づく検討

本実験に用いた土槽は, 側壁と底部をヒンジ結合 としたせん断土槽である.図-1に示すように,厚さ 12.5cm の上部非液状化層(相対密度約 70%), 厚さ 37.5cmの液状化層(相対密度約50%)で構成される 模型地盤を土槽内に作成した.液状化層を変形させ て地盤流動を発生させるため,振動台加振(紙面直 | 交方向) により土槽内地盤の液状化を継続させなが ら,側壁を水平方向に強制変形させた.杭模型には, 外径 3cm,長さ 50cm,肉厚 1.5mm のアルミ管を用 いた. 杭先端は土槽底版に完全固定とし, 杭頭は自 由とした.ケース1では,非液状化層を盛土状にし て土槽枠と縁切りして液状化層のみを変形させた. ケース2では,土槽枠内壁に沿って乾燥砂を敷詰め て非液状化層ならびに液状化層について同時に変 形を与えた.ケース1とケース2は,それぞれ,非 液状化層が受働的,能動的に動くパターンを想定し ている 地盤材料には 岐阜県産の山砂 真比重 2.643, 最大間隙比 1.028,最小間隙比 0.665)を用いた.

図-2 はケース1加振後の杭頭周辺地盤の状況を 示している.流動に対する杭前面にほぼ円状の崩壊 領域が観察される.このような変状から,杭周辺地 盤には3次元的な受働壊領域が発達したと見るこ とができよう.図-3に両ケースそれぞれの非液状化 層からのせん断力(杭の曲げモーメントの差分)と 地盤と杭の相対変位の関係を示す.ケース1とケー ス2における最大せん断力は約75Nと同程度であ り,杭周囲地盤が受働崩壊に達するため,最大せん 断力が同程度で頭打ちになることがわかる.このこ とより,最大せん断力で見る限りは非液状化層の移 動パターンの影響は受けないと判断できる.





図-2 杭頭周辺地盤の変状状況



図-3 非液状化層からの外力と地盤と杭の相対変位 の関係

キーワード 地盤流動,杭基礎,耐震設計,液状化,振動台実験
連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子1646 (財)電力中央研究所我孫子研究所 TEL04-7182-1181

次に,国府田ら¹⁾による3次元的な崩壊領域を考慮した極限地盤反力に基づくせん断力を実験結果に適用した.岐阜砂の内部摩擦角 については,低拘束圧下(2.5kPa)での相対密度約70%の供試体に対する三軸試験結果に基づいて, =40°とした.極限地盤反力に基づくせん断力は約60Nと実験値の約75%程度となっている.これは,非液状化層では,拘束圧が極めて小さいため,実際の内部摩擦角が試験値より大きかったことが考えられる.

3.被害事例分析に基づく検討

ここでは,まず,地盤流動による既往の杭の被害事例分析結果に基づいて,非液状化層および液状化層から の地盤反力を推定した.次に,推定結果に対して,道路橋示方書²⁾に採用されている,いわゆる2次元受働土 圧,ならびに国府田らによる3次元的な崩壊領域を伴う極限地盤反力,などを適用し,流動外力算定法を評価 した.図-4 における既製コンクリート杭(新潟駅東跨線橋脚基礎杭,杭径 300mm)の被害事例³⁾に関する推 定結果を見ると,非液状化層の地盤反力は受働土圧には達しているものの極限地盤反力には達していない.こ の事例では,厚さ3.5mの非液状化層中に厚さ2.5mにおよぶ橋脚下部とフーチングが存在しており,また,フ ーチングの奥行きは11.6mと杭径(300mm)に比べて大きい.すわなち,外力の大半が杭に作用せずに,橋脚 下部ならびにフーチング部に作用していたと考えられる.図-5における鋼管杭(RC 造+S 造 2 階建建物基礎杭, 杭径(406.4mm)の被害事例⁴⁾より,推定された地盤反力は非液状化層においては,極限地盤反力分布に匹敵 する.これは,非液状化層厚が6mと比較的厚い割には,独立フーチングを連結した基礎梁厚が2m,奥行き が2mというように規模が小さく,非液状化層部に杭が占める領域が相対的に大きかったためと思われる.



図-4 既製コンクリート杭に作用した流動外力 図-5 鋼管杭に作用した流動外力

4.まとめ

振動台実験と被害事例分析結果に基づいて,非液状化層からの地盤流動外力の上限値には,周辺地盤の受働 崩壊を伴うことを確認し,崩壊領域の形状の違いにより,外力(土圧)の大きさが異なることを示した.

参考文献

 1) 国府田ら:杭の水平地盤反力に関する理論的研究 その1 極限地盤反力の解析法と計算図表,第26回土 質工学研究発表会,pp.1421-1424,1991.,2) 日本道路協会:道路橋示方書耐震設計編・同解説,1996.
3) (財)地震予知振興会:-日米共同研究-地盤変状と地中構造物の地震被害に関する研究,昭和63年度 調査・研究報告書(第 分冊),1989.,4) 堀田洋行,難波伸介:地盤の側方流動で被災した杭基礎の簡易法による評価,第10回日本地震工学シンポジウム論文集第1分冊,pp.37-42,1998.