

遠心载荷実験による液状化地盤における鋼管杭の動座屈崩壊挙動 Dynamic Buckling Behavior of Steel Slender Piles in Liquefied Soil

○木村祥裕・田村修次・小野原公一・岸野泰典

○Yoshihiro KIMURA, Shuji TAMURA, Koichi ONOHARA, Yasunori KISHINO

When slender steel piles beneath buildings experience high axial compression forces as a result of vertical loads increased by P- Δ effects with inertia forces acting on the buildings and then the soil liquefies, buckling of the piles occurred even though they are restrained laterally by the liquefied soil. This paper describes the collapse mechanism of dynamic flexural buckling for slender steel piles on centrifuge tests in liquefied soil. The relationship between response of the superstructure and buckling behavior of the steel piles is presented.

1. はじめに

本研究では、昨年度に引き続き遠心载荷実験を行い、上屋構造物・杭基礎における鋼管杭の動座屈崩壊挙動を再現し、そのメカニズムを解明する。

2. 遠心载荷実験概要

図1に試験体及び計測位置を示す。試験体は杭-基礎部-上屋構造物系とし、実験は全て40g場で行った。液状化地盤における地盤モデルは、図1に示すように全層液状化層とし、豊浦砂で相対密度を30%及び60%程度とした。間隙水は、粘性を水の約40倍に調整したメトロゾ溶液を用いた。杭頭、杭端は固定しており、基礎部の水平変位も拘束しているが、基礎部の回転は許容している。また、加振には正弦掃引波及び臨海波を用い、掃引波は実大スケールにおいて加振開始10秒後から50秒間で入力波の周期を2.0秒から0.3秒まで下降させた。

3. 遠心载荷実験結果

実験では、上屋構造物が共振することにより杭頭に変動軸力が作用し、杭材の軸歪が大きく変動した。それに伴い杭材の水平変位が大きくなり、最終的に全ての試験体で動座屈が発生した。

また、鋼構造設計規準及び限界状態設計指針に示されている座屈曲線から求められる弾塑性曲げ座屈荷重 $P_{cr,d}$ を用いて座屈荷重式による座屈応力度の比較を行った。 $P_{cr,d}$ を求める際の一般化細長比は、

次式に示す通りである。

$$\lambda_c = \sqrt{P_y / P_{cr}} \quad (1)$$

また、地盤反力係数 K_{c0} は次式で求められる。

$$K_{c0} = k_{h1} l_0 B \text{ (MN/m)} \quad (2)$$

$$k_{h1} = 80 E_0 B^{-3/4} \text{ (MN/m}^3\text{)}, \quad E_0 = 0.7 N \text{ (MN/m}^2\text{)} \quad (3)$$

さらに、液状化に伴う塑性水平地盤反力の低減係数 α を0.1とし、液状化後の地盤反力係数を算定すると、相対密度が30%で $K_c=0.62\text{MN/m}$ 、60%で $K_c=0.74\text{MN/m}$ となる。実験結果は鋼構造設計規準による座屈応力度に対して低くなっているが、限界状態設計指針を下限値として上回っており、実験結果と概ね対応した。

写真1に加振後の最終崩壊状態の一例を示す。杭材中央では曲げ座屈が生じ、水平変形の増加に伴って杭中央部では屈伏するとともに、杭端では局部座屈が生じた。

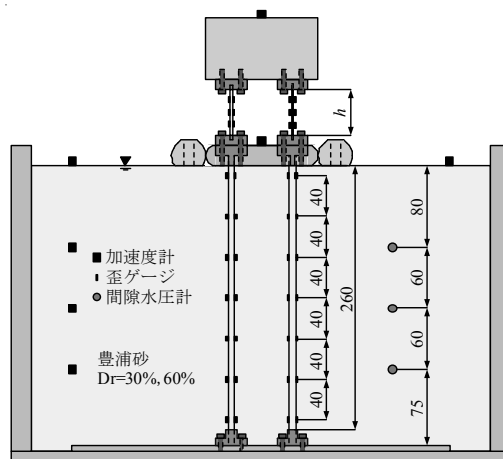


図1 試験体及び計測位置(単位: mm)



写真1 最終崩壊状態