

杭に作用する流動力の発生特性

鹿島建設株式会社 正会員 浜田 友康
 建設省 土木研究所 正会員 常田 賢一
 建設省 土木研究所 正会員 二宮 嘉朗
 建設省 土木研究所 正会員 近藤 益央

1. はじめに

傾斜したゆるい砂質土地盤では、地震時の液状化により地盤に流動的な変位を生じ、構造物に大きな被害を生ずることが予想される。このため、本研究では特に構造物の基礎杭に着目し、液状化により流動する地盤が杭に及ぼす流動力について検討を進めている¹⁾²⁾。本文では、杭に作用する流動力と地盤の液状化の程度、地盤流動速度及び杭径の關係に着目して実施した水平杭模型の牽引実験結果を報告する。

2. 実験方法

実験には図-1に示す装置を用い、液状化地盤中で鋼棒に支持された杭模型を牽引する方法により、杭に作用する牽引力（流動力）の計測を行った。杭模型は直径が $\phi 48.6$ 、 $\phi 34.0$ 、 $\phi 21.7$ mmの3種類で、長さはいずれも184mmの剛な鋼管である。また、杭模型は長さ方向の地盤条件（液状化の程度）を同一とするため水平に設置し、両端には砂の回り込みを防止するよう整流板を取り付けている。杭模型はこの整流板を介して牽引鋼棒に固定されており、固定部分に貼付した歪ゲージにより牽引力を計測した。なお、この計測値には杭模型の他整流板の牽引抵抗も含まれるため、杭のない整流板のみの牽引実験を別途実施し、この抵抗力を減じて各杭模型の牽引力を評価した。地盤材料には標準砂を用い、ボイリングを生じさせて相対密度40%程度の

飽和砂層を作製した。地盤の液状化は杭の牽引方向と平行な土槽側面の打撃により生じさせ、杭の牽引に地盤の振動が影響を与えないよう配慮した。杭の牽引は一定速度で土槽の打撃直後より開始し、前出の牽引力の他、地盤内及び杭模型周囲の過剰間隙水圧、牽引変位量、及び土槽加速度等を計測した。牽引速度（杭と地盤との相対速度、換言すれば地盤の流動速度）は、1, 3, 5, 10, 15mm/secの5段階に変化させた。

3. 実験結果

地盤の過剰間隙水圧(Δu)及び杭の牽引力等は実験中以下の挙動を示す。打撃に伴う地盤の液状化により過剰間隙水圧は瞬時に上昇する。土槽の加速度は打撃後早期に減衰し、その直後より一定速度で杭模型の牽引が開始される。さらに数秒後には地盤の過剰間隙水圧は減少し始め、それと共に牽引力は増加していく。この相関を、杭設置深度の水圧計の計測値から算定した過剰間隙水圧比($R_u = \Delta u / \sigma'_{vo}$)と、整流板の抵抗を除去した杭のみの牽引力の關係で示したものが図-2である。なお再現性確認のため、実験は同一条件

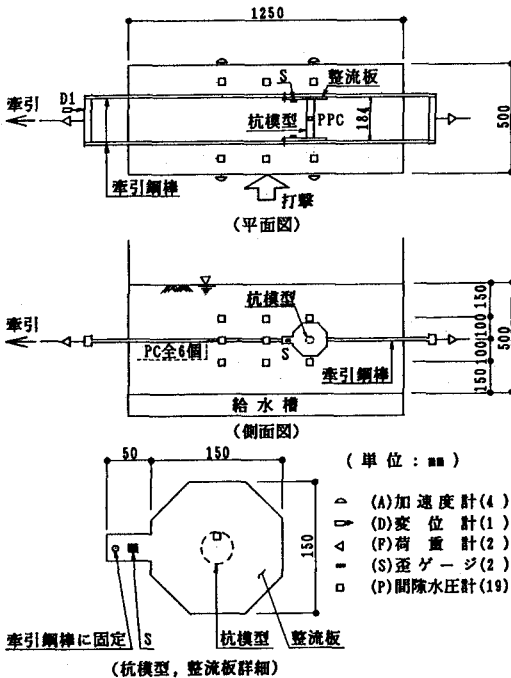


図-1 実験装置概要

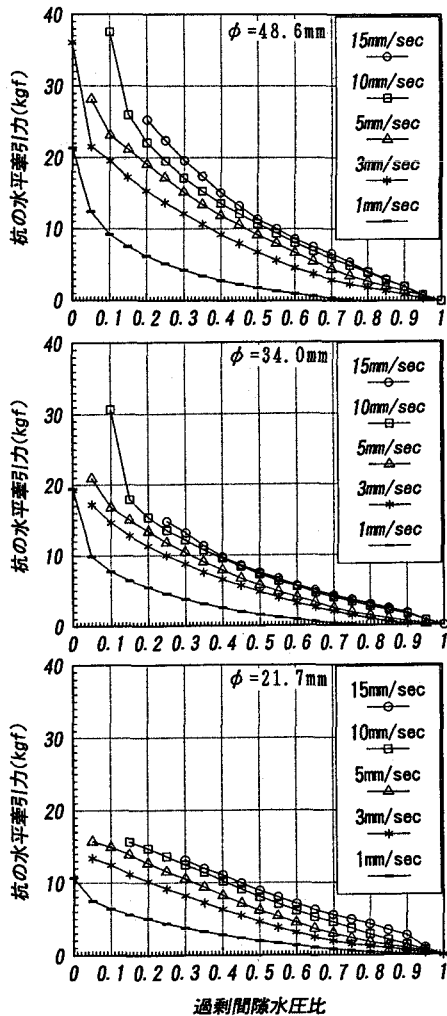


図-2 水平牽引力と過剰間隙水圧比の関係

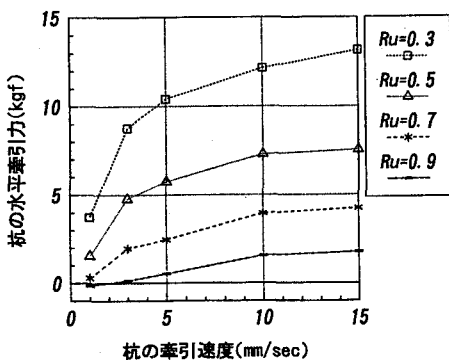


図-3 水平牽引力と杭の牽引速度の関係
($\phi = 34.0 \text{ mm}$)

件(牽引速度、杭径)で4回ずつ実施しているが、その変動係数は平均で約6%程度となっている。過剰間隙水圧比が減少するにつれて牽引抵抗力は増加しているが、その関係は図中直線とはならず下に凸の形状になっている。すなわち、牽引力は地盤の有効応力のみに比例するものではなく、例えば牽引に伴う地盤内のせん断面の形状変化といったことも併せて評価する必要があるものと思われる。

図-3に杭径 $\phi 34.0 \text{ mm}$ の実験結果について牽引速度と牽引力の関係を示す。いずれの R_u でも牽引速度が大きくなるとともに牽引力も大きくなっているが、その増加勾配は牽引速度が小さい部分で大きく、逆に牽引速度が大きい部分では増加勾配は小さくなっている。

図-4に牽引速度 5 mm/sec の実験結果について杭の直径と牽引力の関係を示す。ほぼいずれの R_u でも杭の直径が大きいほど牽引力が大きくなる傾向が窺えるが、その傾向は特に過剰間隙水圧比が小さい $R_u = 0.05$ において顕著に現れている。

4. おわりに

本文では、地盤の過剰間隙水圧、地盤流動速度及び杭径の影響に着目して実施した杭に作用する流動力に関する実験を示した。その結果、過剰間隙水圧比が小さいほど、また流動速度及び杭径が大きいほど流動力は大きくなっている。なお、これらの相関の詳細については、今後さらに検討を継続したいと考えている。また実験についても、流動力に及ぼす影響因子としてさらに地盤の相対密度を取り上げ継続したいと考えている。最後に、建設省中国地方建設局松本建設監督官には終始貴重な助言をいただいた。末筆ながら記して感謝する次第である。

参考文献 1) 松本、常田、東：杭基礎に作用する流動土圧の発生特性，土木学会第47回年次学術講演会

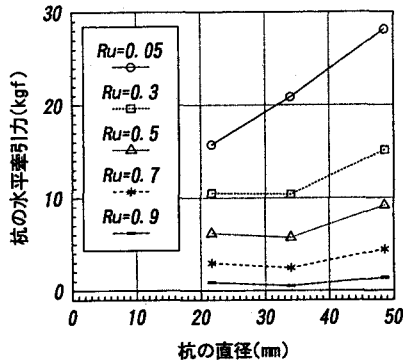


図-4 水平牽引力と杭の直径の関係
($V = 5 \text{ mm/sec}$)

2) 浜田、常田、二宮、東：流動地盤中の杭に作用する流動力特性，第28回土質工学研究発表会