

6 液状化過程における水平地盤反力係数に関する基礎研究

Study on coefficient of horizontal subgrade reaction of pile in liquefaction process

(研究期間 平成 11 ~ 13 年度)

構造研究グループ

Dept. of Structural Engineering

平出 務

Tsutomu Hirade

Synopsis - After excitation by shaking table, oscillator tests in dissipation process of excess pore water pressure were executed. The relation between coefficient of horizontal subgrade reaction and excess pore water pressure ratio at the oscillator test of pile is inverse proportion. That means horizontal subgrade reaction recover with decrease of excess pore pressures. The correlation of earth pressure with displacement and the correlation of earth pressure with velocity at the oscillator test of pile are different depending on the level of excess pore water pressure ratio.

【研究目的及び経過】

杭基礎の設計では、従来から建物慣性力を静的に杭頭に加える設計が行われてきているが、地震時の地盤変形を考慮することも多くなってきており、杭と地盤間のバネ（水平方向地盤反力係数）の評価が問題となっている。また、都市臨海部に建物を建設する場合は、地震時に液状化する可能性のある地盤では、水平方向地盤反力係数の低減が必要と考えられる。ここでは、大型せん断土槽を用いた液状化実験及び起振機実験結果から液状化時の水平方向地盤反力係数について検討を行い、液状化過程における水平方向地盤反力について明らかにすることを研究目的としている。

【研究概要】

縮小模型を用いた重力場での液状化実験や遠心力場における模型液状化実験では、模型の相似則を完全に満足することは難しい。液状化地盤における杭基礎の地震時挙動の再現性を考慮すると大型のせん断土槽を用い、ある程度実地盤を再現した液状化実験が有効であると考えらるが、液状化実験においては、地盤が短時間に急激に変化するため、液状化初期の過剰間隙水圧の上昇過程での現象把握が難しい。このためここでは、独立行政法人防災研究所の大型せん断土槽を用いて行われた液状化実験^{1),2)}の中の過剰間隙水圧の消散過程での起振機実験結果を用いて、水平方向地盤反力係数と過剰間隙水圧比の関係について検討を行った。なお、各実験の概要については、参考文献を参照されたい。

【研究結果】

1. 過剰間隙水圧消散過程の杭挙動と地盤反力係数
起振機実験¹⁾における基礎の加速度応答値から求めた基礎変位の伝達特性を図 1 に示した。インデックスにおけるカッコ内の数値は、杭に設置した過剰間隙水圧計の値から求めた平均過剰間隙水圧比である。起振機実験で

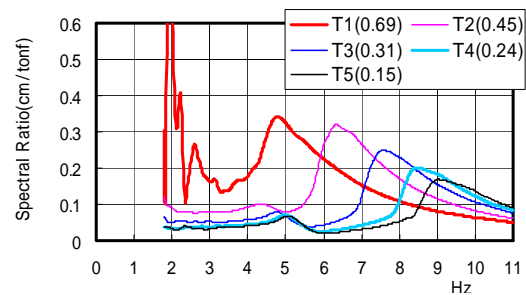


図 1 基礎変位の伝達特性

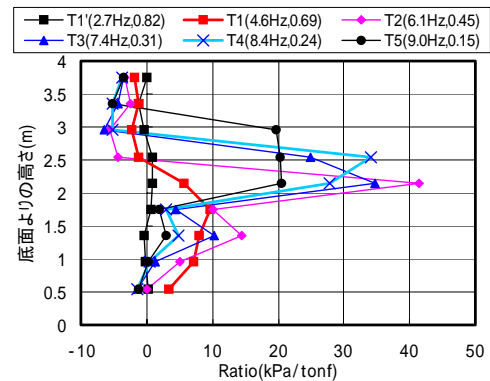


図 2 土圧分布

の過剰間隙水圧比は、約 0.7 ~ 0.1 の範囲にある。伝達特性のピーク振動数は、T1 ~ T5 の順にピーク値が低下すると共にピーク振動数が移動しており、過剰間隙水圧の消散に伴って地盤状態が変化している様子が判る。

図 2 は、起振機実験¹⁾におけるピーク振動数時の土圧分布を表したものである。なお、計測値は、振動台加振前をゼロ点とし、杭の外側面と内側面の土圧計値の差として求めている。最大値部分が、過剰間隙水圧比の減少とともに順に上部に移動するとともに、値が増加する傾向が見られる。最大値部分の移動は、過剰間隙水圧の消散に伴って杭周辺地盤の剛性が下層部より回復している結果と考えられる。土圧分布から求めた地盤反力係数分布を図 3 に示す。過剰間隙水圧の消散直後は、値が小さく、消散と共に土槽底面側の値が大きい三角形の分布形状となる。さら

に進むと、分布が上部に広がる傾向がみられる。図 4 は、杭下層部の値を過剰間隙水圧比との関係として表したものである。過剰水圧比と地盤反力係数の関係には、直線的な反比例の傾向が見られる。

2. 杭に作用する変動土圧と変位、速度の関係

図 5 に、起振機実験²⁾における全土圧と変位及び速度の関係を過剰間隙水圧比の影響として示した。過剰間隙水圧比が 0.7 と大きい時には全土圧は速度と良く対応し、過剰間隙水圧比が、0.5, 0.4 と小さくなるにしたがって変位と良い対応を示している。図 6 は、起振機実験²⁾における同時刻での深さ方向(5m, 4m, 3m)の全土圧と速度・変位の関係を示したものである。過剰間隙水圧が速く消散する深い位置ほど、全土圧は変位と良く対応し、消散が遅い浅い位置になるほど、全土圧は速度と良い対応を示している。これら結果から、液状化時には速度の影響を考慮する必要があると考えられる。

【参考文献】

1) 水野, 平出, 飯場, 液状化過程における杭基礎の挙動 - 起振機実験による動特性把握 -, 第 3 回構造物の破壊過程解明に基づく生活基盤の地震防災性向上に関するシンポ

ジウム論文集, 社団法人土木学会 技術推進機構, 2002 年 2 月 28 日, 3 月 1 日

2) 建設省総合プロジェクト「大都市地域における地震防災技術の開発」, 耐震設計(建築)分科会報告書, 平成 9 年 3 月, 建設省建築研究所, (財)国土開発技術センター

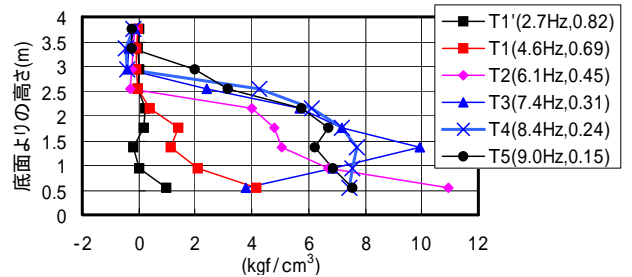


図 3 地盤反力係数分布

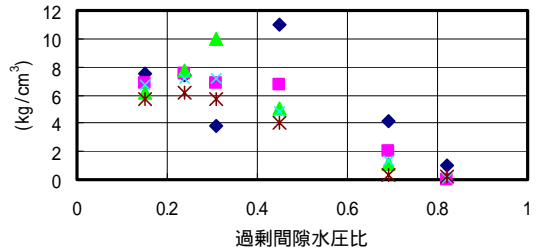
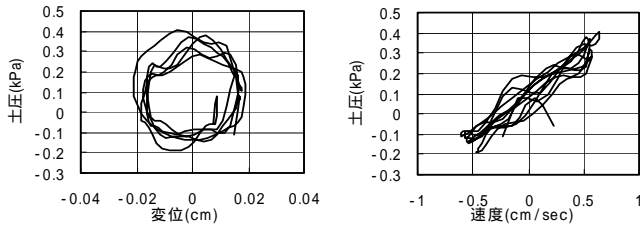
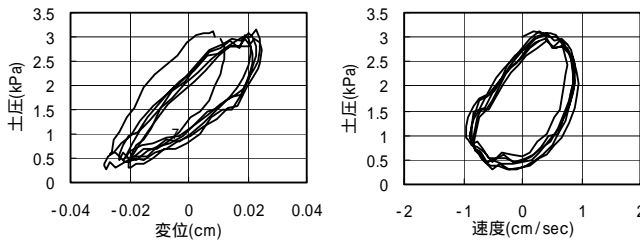


図 4 過剰間隙水圧比と地盤反力係数



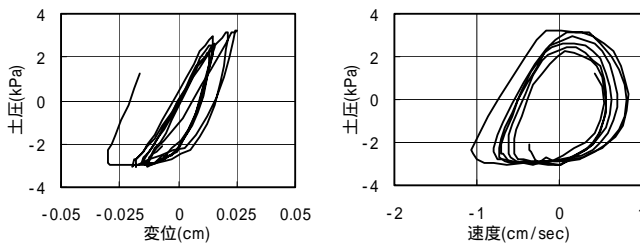
変位と全土圧(0.7)

速度と全土圧(0.7)



変位と全土圧(0.5)

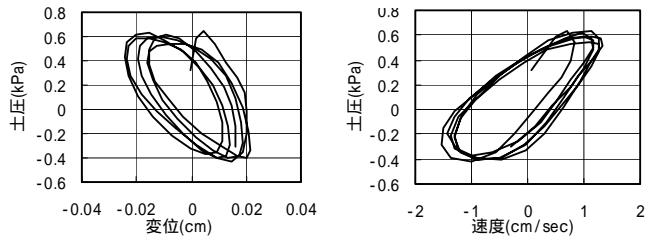
速度と全土圧(0.5)



変位と全土圧(0.4)

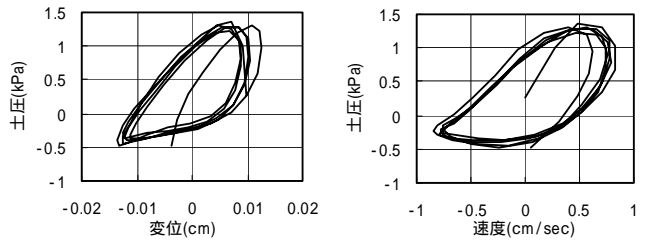
速度と全土圧(0.4)

図 5 全土圧と変位・速度の関係
(過剰間隙水圧比の影響)



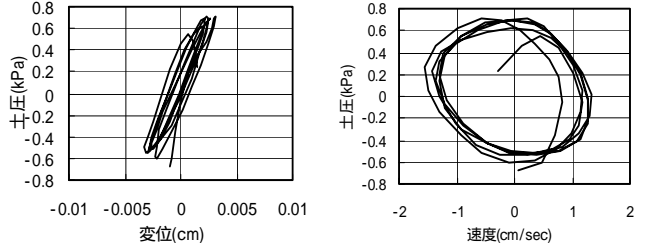
変位と全土圧(底面より 5m)

速度と全土圧(底面より 5m)



変位と全土圧(底面より 4m)

速度と全土圧(底面より 4m)



変位と全土圧(底面より 3m)

速度と全土圧(底面より 3m)

図 6 全土圧と変位・速度の関係
(計測深度の影響)