

自動ベーンせん断試験による液状化した砂地盤のせん断抵抗の計測

東北学院大学 非会員 ○相沢慎吾
東北学院大学 非会員 松田大祐
東北学院大学 正会員 山口 晶

1. はじめに

液状化中のせん断抵抗の変化は、液状化時の地盤変位を考える上で、重要な値である。しかし、液状化前から液状化中、液状化後までのせん断抵抗の連続的な変化はわかっていないのが現状である。そこで、本研究では、液状化前から液状化後までの地盤のせん断抵抗の変化について自動ベーン試験機を使用し連続的に調べた。

2. 実験条件

使用した振動台試験装置を写真-1、実験装置の概要図を図-1に示す。振動台の上に架台を設置し、その上に土槽を設置する。土槽のサイズは高さ 30cm、幅 40cm、奥行 32cm である。架台には加速度計、土槽底部に間隙水圧計を設置した。使用する試料は豊浦砂を使用した。使用したベーンは幅 2cm 高さ 1cm である。ベーンの測定位置は土槽中央の地表下 15cm の位置に設置し測定する。

実験手順は以下のとおりである。まず、ベーンせん断試験機を所定の場所に設置し、あらかじめベーンを所定の高さにおろしておく。次に、間隙水圧計を設置し、目標とした相対密度となるように、ベーンの周辺のみ緩く堆積しないように注意しながら、

土槽に砂を投入する。その後、計測

を開始した 5 秒後にベーンの回転をはじめる。5 分経過後に振動台を振動させる。その後さらに 5 分間計測を続ける。

計測時間は全体を通じて 10 分、サンプリングは 100Hz で行った。ベーンの回転速度は 0.06 度/s である。なお、同じ試料に対してベーンせん断試験と一面せん断試験を行い、ベーンせん断抵抗の値を一面せん断抵抗に換算させた値で実験結果を示す。なお、液状化中のせん断抵抗は、液状化時の約 0.5 秒間の平均値とした。

実験条件を表-1 に示す。相対密度を変えた実験を 2 回ずつ計 6 回の実験を行なった。

3. 実験結果

図-2 に相対密度 50%の実験 Test50-1 と Test50-2 の



写真-1 振動台実験装置
表-1 実験条件

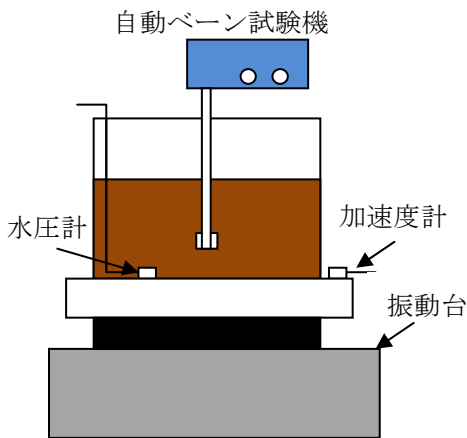


図-1 実験装置概要図

実験名	Test50-1	Test50-2	Test60-1	Test60-2	Test90-1	Test90-2
振動前相対密度(%)	52.0	48.1	63.6	61.7	88.6	83.8
振動後相対密度(%)	88.2	86.2	77.0	87.6	96.0	98.4
相対密度差	+34.2	+38.1	+14.6	+25.9	+7.4	+14.6
液状化後地表面沈下量(mm)	-12.7	-11.1	-5.0	-9.6	-3.7	-5.4
液状化前せん断抵抗比	5.4	1.8	2.3	1.8	8.4	5.9
液状化中せん断抵抗比	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5
液状化後せん断抵抗比	2.0	1.0	1.9	1.3	6.1	4.6

せん断抵抗の変化を示す。二つの実験の平均値でみると、液状化中のせん断抵抗は液状化前の 0.4 倍程度、液状化後のせん断抵抗は液状化前の 0.41 倍程度となった。

図-3 に相対密度約 60%の実験 Test60-1 と Test60-2 のせん断抵抗の変化を示す。この実験から、二つの実験の平均値でみると、液状化中のせん断抵抗は液状化前の 0.2 倍程度となった。また、液状化後のせん断抵抗は液状化前の 0.8 倍程度となった。

図-4 に相対密度 90%の実験 Test90-1 と Test90-2 のせん断抵抗の変化を示す。この条件では、二つの実験の平均値でみると、液状化中のせん断抵抗は、液状化前の 0.06 倍程度、液状化後のせん断抵抗は、液状化前の 0.7 倍程度となった。

図-5 に相対密度と液状化前と液状化後のせん断抵抗の比を示す。このグラフから、相対密度の高い地盤ほど、振動後のせん断抵抗比の回復が大きいことがわかる。また相対密度の小さい地盤では振動後せん断抵抗比の回復がほとんど見られなかった。

4. まとめ

今回の実験から液状化と地盤の相対密度の関係について以下のことが読み取れた。

液状化中の平均せん断抵抗から相対密度の緩密に関わらず液状化時のせん断抵抗比は殆ど影響せず、ほぼゼロに近い値となった。

液状化後のせん断抵抗比について、今回実験を行った三種類の相対密度の地盤で、どれも液状化後のせん断抵抗比は液状化前のせん断抵抗比よりも低い値となることが、表-1 から分かった。

また液状化後の地盤のせん断抵抗比の回復について、相対密度が大きい程回復が早く、相対密度が小さい程、せん断抵抗比の回復は殆ど見られなかった。また、振動によって一度低下したせん断抵抗比は、液状化前のせん断抵抗比より、大きくなることはなかった。

また、この実験のベーンせん断抵抗の値は、一面せん断抵抗と比較して換算したにもかかわらず、一般的な値に比べて大きな値となった。今後は、砂地盤のベーンせん断抵抗を一面せん断試験等に対応した値に換算する手法を検討する必要がある。

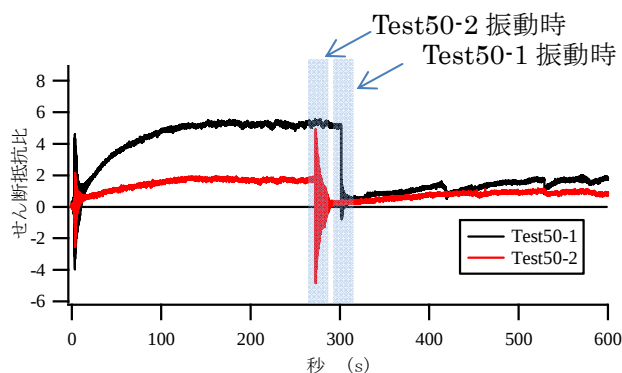


図-2 相対密度約 50%のせん断抵抗比の変化

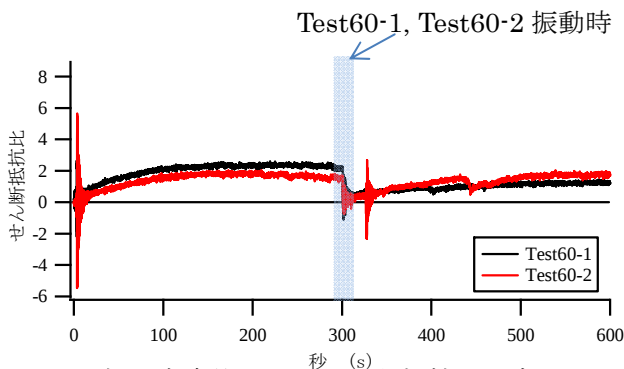


図-3 相対密度約 60%のせん断抵抗比の変化

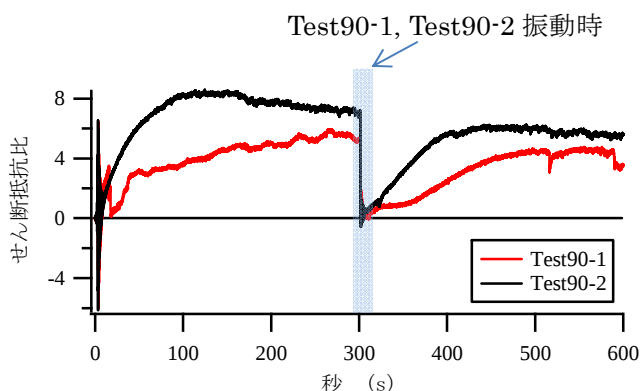


図-4 相対密度約 90%のせん断抵抗比の変化

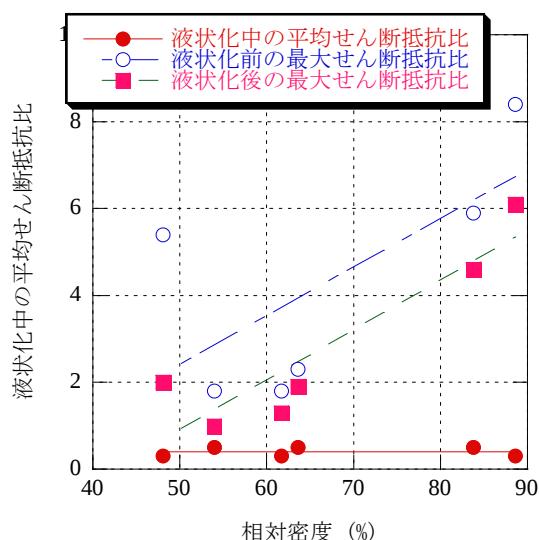


図-5 相対密度とせん断抵抗比の関係