

飽和砂の液状化強度に及ぼす波形の影響

東北大学工学部 (学) ○田中 隆司
 同上 (証) 菅野 高弘
 同上 (証) 柳沢 栄司

1. はじめに

飽和砂の液状化強度に及ぼす応力振幅の不規則性、特に応力振幅の波形の影響を検討するために、本研究では、2つの正弦波による合成波荷重を用いて非排水繰返し三軸試験を行い、不規則波中の微小振幅の間隙水圧上昇に及ぼす影響を有効応力経路その他から調べた。

2. 実験概要

実験は、繰返し三軸試験機で行われ、試料は豊浦標準砂 ($G_s = 2.64$, $e_{max} = 0.977$, $e_{min} = 0.605$) を使用した。供試体は高さ 12.5 cm, 直径 5.0 cm の円柱供試体で、相対密度が 70% になるように作成した。また、供試体作成は空中落下法で落下高さを一定にして所定の密度にした。有効拘束圧は 2.0 kg/cm^2 で、飽和度 (B 値 0.96 以上) を上げるためにバックプレッシャーを 2.0 kg/cm^2 作用させた。せん断は側圧一定で行った。はじめに (a) 正弦波荷重での標準的な強度曲線を求める。次に合成波 $\sigma = A \sin \omega_1 t + B \sin \omega_2 t$ において、(b) $\%B = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ としたときの、(c) B の位相を反転させて $\%B = -0.2, -0.4, -0.6, -0.8$ とした場合の液状化強度に及ぼす影響を調べた。最後に、(d) $\%B = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ として実験を行い、それぞれの結果を比較した。

3. 結果と考察

図1～図3に実験結果を示す。図1は、実験で用いた波形、図2は、片振幅最大せん断応力比～繰返し回数との関係、図3は、それぞれの実験の典型的な有効応力経路である。また図番号の (a)～(d) は、荷重条件に一致する。図2 (b), (c) 中の実線は正弦波の強度曲線である。実験 (b), (c) は、基本となる正弦波に微小振幅をもつ正弦波を重ね合わせたものであるが、これらの場合、

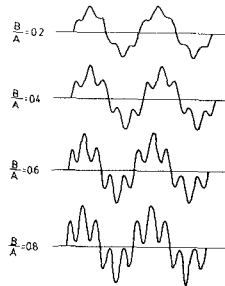


図-1 (b)

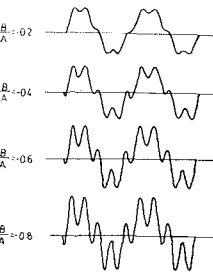


図-1 (c)

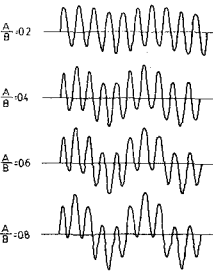


図-1 (d)

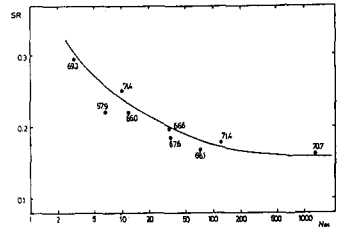


図-2 (a)

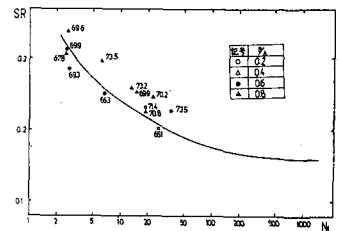


図-2 (b)

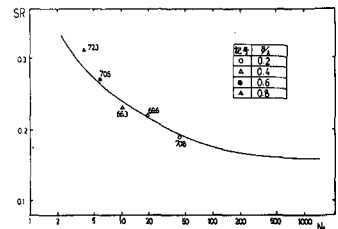


図-2 (c)

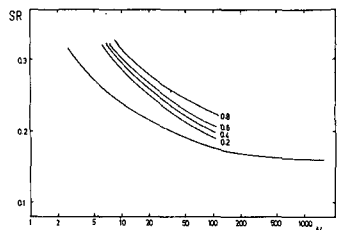


図-2 (d)

図2 (b), (c) から、正弦波強度曲線と一致しているのが、Peak値だけが影響していることがわかる。このことは、図3 (b), (c) でも微小振幅が作用した前後で、有効応力経路にずれが生じていないことから言える。実験(d)において、用いられた波形は、図1 (c) から応力比が羊パルスごとに変化するものであり、振幅比が小さくなるにつれて正弦波に近くなり、振動性が高くなる。図2 (d) において1番下の強度曲線は、正弦波载荷のものであり、その上方の4本の強度曲線は、振幅比が下から0.2, 0.4, 0.6, 0.8となっている。これは、規則波の波形に近いほど液状化強度が低くなることを示している、今までに述べられた理論、即ち衝撃的になるほど最大振幅の影響は小さくなるということと一致している。次に図3 (a) と (d) を比べてみる。図 (a) からわかるように、有効応力経路は、サイクリックモビリティ現象が起こる以前までは常に有効応力が減少する方向に進むのであるが、図3 (d) - (1) においては、圧縮側の微小振幅が働く際に、有効応力の増加（有効応力経路の戻り現象）が見られる。この現象は、微小振幅応力比が、液状化強度の下限値以上である図3 (d) - (2) においては見られない。また、有効応力が減少するにつれて、液状化強度の下限値以下の微小振幅であったりその影響は無視できなくなり、有効応力の減少に寄与していることがわかる。このことは、有効応力経路に示した直線、即ち有効応力比で考えるとうまく説明できる。この直線の外側では、微小振幅であったり、その作用により間隙水圧は上昇する。この直線がある傾きを持っており、この傾きを考えると、有効応力の減少とともに、この直線上の縦軸つまり q' の値が小さくなるため、破壊に近づくほど微小振幅の影響は大きくなると思われる。

4. おわりに
 今回は、相対密度が70%のもの1か行、ていどだが、今後は密度を変えて実験を進める必要がある。

5. 参考文献

- 1) 吉見吉昭：「砂地盤の液状化」 技報堂
- 2) F. Tabuoka, S. Maeda, K. Ohi, S. Fujii (1986) : "Prediction of cyclic undrained strength of sand subjected to irregular loading" *SOIL AND FOUNDATIONS*

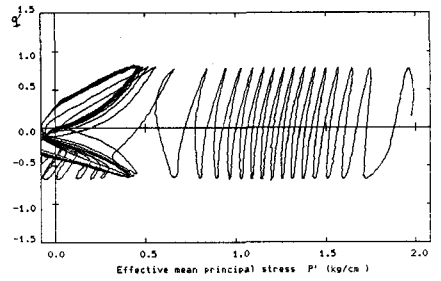


図-3 (a)

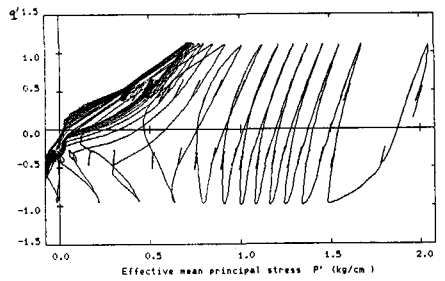


図-3 (b)

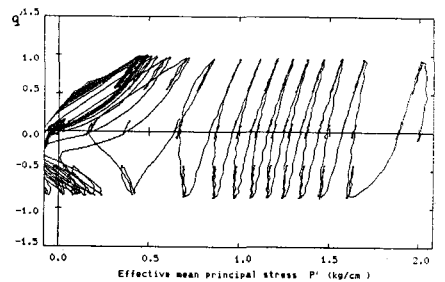


図-3 (c)

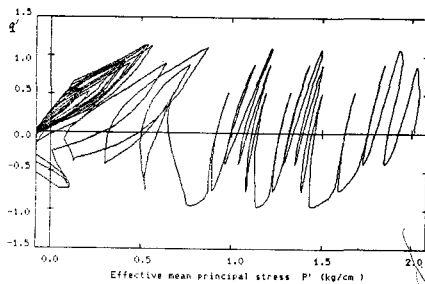


図-3 (d) - 1

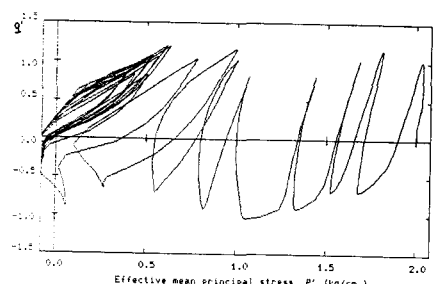


図-3 (d) - 2