

III-244

繰返しせん断を受ける初期せん断下の飽和砂の残留間隙水圧の評価

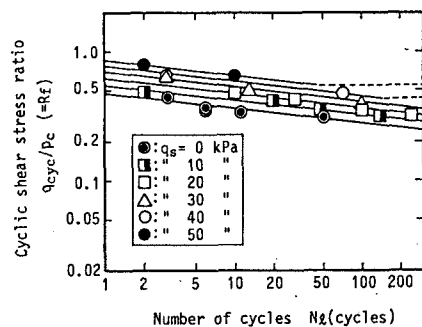
山口大学工学部 正 員 兵動正幸 村田秀一 安福規之
学生員 藤井照久○谷水秀行

1. まえがき

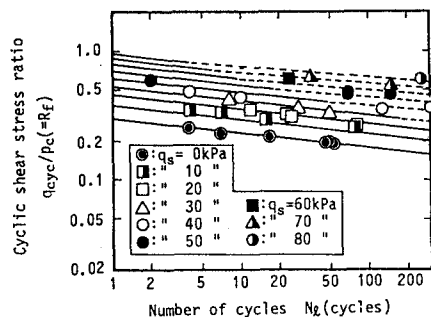
初期せん断下の飽和砂の残留間隙水圧を定量的に評価するために、異方圧密下で飽和砂の非排水繰返し三軸圧縮試験を行った。このような応力下での砂の挙動は、初期せん断応力と繰返しせん断応力の組合せにより、複雑な挙動を示すことが知られている^{(1),(2)}。そのうち、繰返し応力が初期応力よりも大きく、液状化を起こす場合についての間隙水圧の評価は別報⁽³⁾で行っている。本報では、これらの応力の様々な組合せで、液状化が起こったり、起こらなったりするすべての状態に対して、残留間隙水圧の上昇過程を統一的に評価する方法について検討を行っている。

2. 強度 R_f の定義

前報⁽¹⁾で、初期せん断応力 q_s と繰返しせん断応力 q_{cyc} の大きさ相互の関係より、載荷パターンを主応力反転のある場合、主応力反転のない場合及びそれらの中間的なものの3つの領域に分類した。さらにこれらの各載荷パターンに適した強度の定義を行い、これを応力域の境界で相互に結合することにより、応力反転状態の異なる両応力域において統一的に評価できる強度とした。図-1は、この定義による強度を R_f として相対密度別に繰返しせん断応力比 $q_{cyc}/p_c (=R_f)$ と破壊に至るまでの繰返し回数 N の関係を両対数表示したものである。図中、実線部が主応力反転のある領域におけるもの、破線部が主応力反転のない領域と中間領域におけるものを表している。



(a) 相対密度 70 %



(b) 相対密度 50 %

図-1 繰返しせん断応力比 $q_{cyc}/p_c (=R_f)$ と破壊に至るまでの繰返し回数 N の関係3. 応力比 η^* と強度比 R/R_f の関係

ここでは、強度 R_f と繰返しせん断応力 R との比で表される強度比 R/R_f という概念を導入する⁽²⁾。この強度比とは、任意の繰返し回数における破壊強度 R_f に対して、現在受けている繰返しせん断応力 R がどの程度の強度を有しているかを表すもので、いわば安全率の逆数のようなものである。つまり、繰返しせん断応力 R を考えた場合、 R は一定であるが繰返し回数の増加にともなって R_f が減少して行くので R/R_f は増加し、最終的には $R/R_f = 1$ に至って破壊することになる。図-2に、以上で述べた強度比と次式で新しく定義する応力比 η^* との関係を繰返し回数 $N = 10, 20, 30$ 回について相対密度別に示した。

$$\eta^* = (\eta_r - \eta_s) / (\eta_r - \eta_s) \quad (1)$$

ここで、 η_r は任意繰返し回数終了後の残留応力比、 η_s は初期状態における応力比、 η_r は静的試験から求めた破壊時の応力比である。この図から、相対密度70%、50%ともに応力比 η^* と強度比 R/R_f の関係は、繰返し回数や繰返しせん断応力比に関係なく、初期せん断応力比別に次式のような双曲線関係にあるこ

とが判明した。

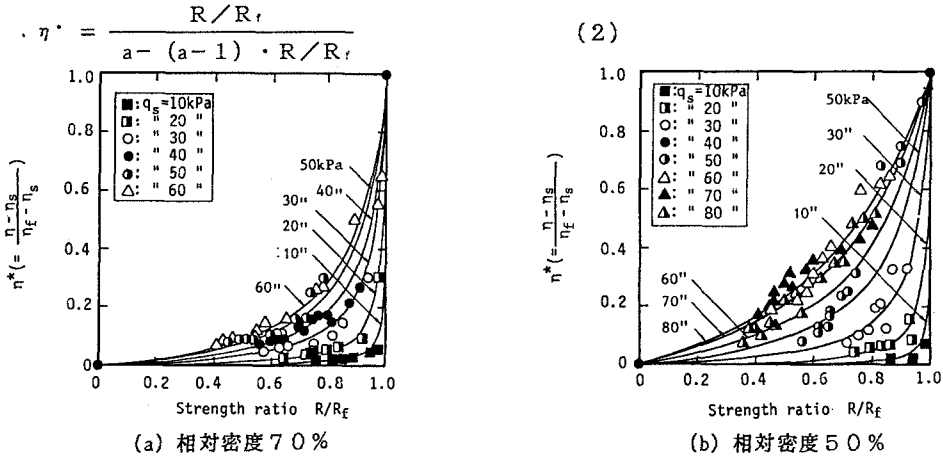


図-2 応力比 η^* と強度比 R/R_f の関係

4. 残留間隙水圧の予測手法と結果

式(2)で表される応力比と強度比の関係によって各繰返し回数毎の残留間隙水圧の予測を以下の手順で行った。まず、強度と繰返し回数の関係より各繰返し回数毎に破壊強度 R_f を定め、加えられた繰返しせん断応力比 R に対する強度比 R/R_f を求める。次に、求められた各繰返し回数毎の強度比を式(2)に代入して η^* を求め、さらに式(1)の関係から各繰返し毎の残留応力比 η_r を求める。この η_r が求まれば、次式を用いて各繰返し回数毎の残留間隙水圧を予測できる。

$$u_r = p_c - q_s / \eta_r \quad (3)$$

以上の手法により計算した残留間隙水圧を、相対密度別に実験結果とともに図-3に示した。これらの図を見ると、相対密度70%, 50%ともに間隙水圧が定常状態に収束していく挙動や、液状化を起こす場合の残留間隙水圧が急増する様子などを的確に表現していることがわかる。このような実験と予測結果の良好な対応により、ここで提案した残留間隙水圧の予測手法は、妥当なものと判断される。

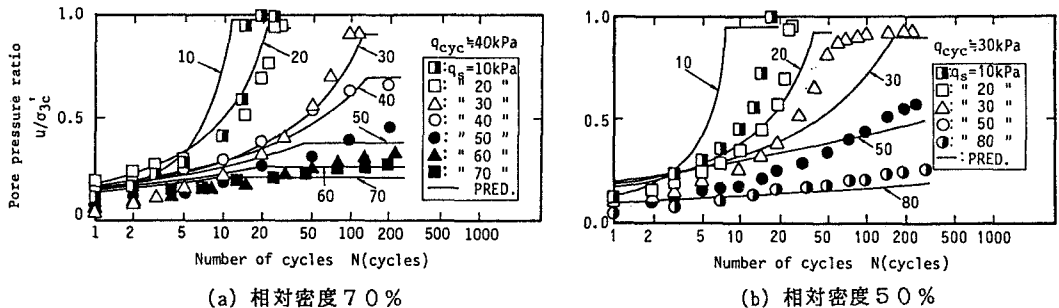


図-3 繰返しせん断応力下における残留間隙水圧の実験及び予測結果

5. 参考文献

- 1) 兵動・村田・安福・藤井・谷水： 初期せん断応力を受ける飽和砂の動的強度について，第24回土質工学研究発表会，1989。
- 2) 藤井・兵動・村田・谷水・長井： 初期せん断を受ける飽和砂の繰返しせん断変形の評価，第24回土質工学研究発表会，1989。
- 3) 兵動・村田・安福・藤井・谷水・長井： 液状化過程の残留間隙水圧に及ぼす初期せん断の影響，土木学会第44回年次学術講演会，1989。