

異方応力履歴を受けた砂の三次元応力変形特性

九州大学 工学部 学○村崎慎一 同 正 落合英俊
 " 正 林 重徳 " 学 堀田 実

1. まえがき

三次元応力状態における異方圧密は、二次元の応力平面上の応力径路としてではなく、三次元応力空間での軌跡として考える必要がある。

本研究は、応力比 $\eta_{oct} (= \tau_{oct} / p')$ 一定かつ b 値一定の応力径路が三次元的な異方圧密径路であると考え、相異なる三主応力下における砂の応力変形挙動に及ぼす異方圧密履歴の影響を、実験的に検討したものである。

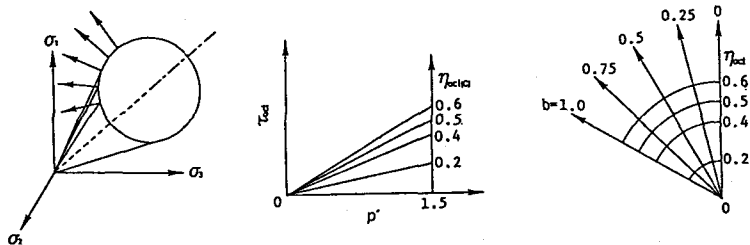


図-1 応力径路

2. 供試体および応力径路

1) 供試体: 実験には、豊浦標

準砂を用いた。供試体は、5.7×5.7×5.7cmの立方体で、初期間隙比は0.65、相対密度は83%である。

2) 応力径路: 図-1は、本研究で行った応力径路を示す。 $p' = 1.5 \text{ kgf/cm}^2$ まで応力比 $\eta_{oct} (= \tau_{oct} / p')$ 一定かつ b 値一定の応力径路で三次元異方圧密した後、平均主応力 p' 一定かつ b 値一定の応力径路でせん断を行った。この際、異方圧密時の応力比 η_{oct} は 0, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6 の5種類変えて実験し、それぞれに対して b 値を 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 の5ケース行った。

3. 実験結果および考察

1) 応力比-ひずみ増分比関係

異方応力履歴を受ける砂の変形挙動を考える場合、応力比-ひずみ増分比関係を圧密時とせん断時に分けて考えることは、構成モデルなどを検討する上で重要である。

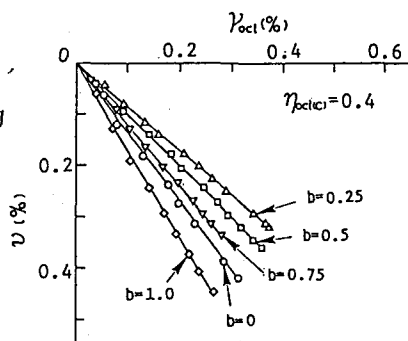


図-2 異方圧密における体積ひずみと八面体せん断ひずみの関係

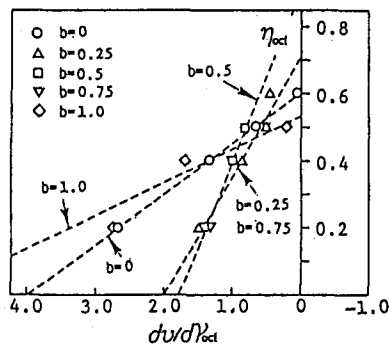
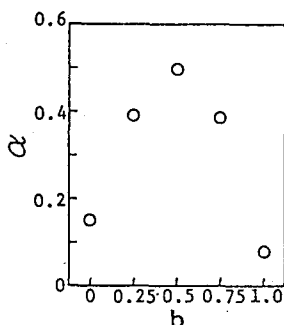
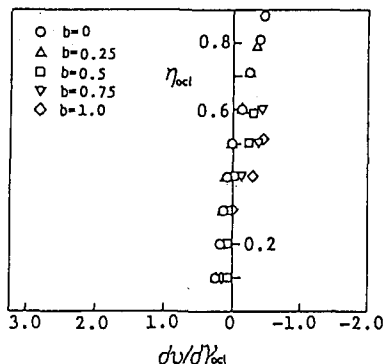
図-3 異方圧密における
応力比-ひずみ増分比関係図-4 α と b 値の関係図-5 せん断時の
応力比-ひずみ増分比関係

図-2は、三次元異方圧密径路における体積ひずみ v と八面体せん断ひずみ γ_{oct} の関係を示したものである。各 b 値において、体積ひずみとせん断ひずみにはユニークな直線関係が存在する。

図-2に表わされる直線の勾配 $d v / d \gamma_{oct}(=v / \gamma_{oct})$ と異方圧密時の応力比 $\eta_{oct(c)}$ の関係を示したのが図-3である。ひずみ増分比 $d v / d \gamma_{oct}$ と $\eta_{oct(c)}$ の関係はほとんど直線的であり、その傾きは b 値によって異なる。図-3の直線勾配を α とし、 b 値との関係を図-4に示す。同じ応力比 $\eta_{oct(c)}$ で異方圧密する場合でも、 b 値の影響を受けて、その変形特性は異なる。

図-5は、平均主応力 p' 一定かつ b 値一定試験で得られた応力比-ひずみ増分比関係である。図-3と図-5から、 p' 一定かつ b 値一定のせん断径路と η_{oct} 一定かつ b 値一定の異方圧密径路では、応力径路に依存し、全く異なった応力比-ひずみ増分比関係が存在することがわかる。

2) 強度特性

図-6は、三次元異方圧密を受けた砂の破壊点を、正八面体面上にプロットしたものである。破壊曲線は、異方圧密時の $\eta_{oct(c)}$ によって形状が変化し、異方圧密の $\eta_{oct(c)}$ が大きくなると破壊が低い応力段階で起こっている¹⁾。

このことを明確にするために、横軸に異方圧密時の $\eta_{oct(c)}$ を、縦軸に破壊時の $\eta_{oct(f)}$ をとって強度特性を比較したのが図-7である。各 b 値において、異方圧密時の応力比 $\eta_{oct(c)}$ が大きいほど強度は低下している。つまり、異方圧密が強度特性に及ぼす影響は、異方圧密時の $\eta_{oct(c)}$ が大きく破壊時の $\eta_{oct(f)}$ に接近するほど顕著になるといえる。また、破壊時の $\eta_{oct(f)}$ は b 値が大きいほど小さいので、同じ応力比で異方圧密した場合でも、 b 値が大きいほど異方圧密時の $\eta_{oct(c)}$ が破壊時の $\eta_{oct(f)}$ に接近し、強度特性に大きな影響を及ぼす。

図-8は、異方圧密時の応力比と破壊時の体積膨張率の関係を示したものである。各 b 値において、異方圧密時の応力比が大きいほど破壊時の体積膨張率は小さくなる。これは異方圧密時の応力比が大きいほど破壊が早い応力段階で起こることと対応している。

4. まとめ

以上のことをまとめると、次のようになる。

- 1) 異方圧密における応力比-ひずみ増分比関係は、ほとんど直線的であり、その直線勾配は b 値の影響を受けて異なる。
- 2) 異方圧密が強度特性に及ぼす影響は、異方圧密時の応力比が大きく、破壊時の応力比に接近するほど顕著になる。

(参考文献) 1) 落合ら(1987):「異方的な応力履歴を受けた砂の三次元応力変形特性」第22回土質工学研究発表会講演概要集。

2) 落合ら(1987):「砂の三次元強度変形特性に及ぼす応力履歴の影響」第42回土木学会学術講演会講演概要集。3) 土質工学会:「ロックフィル材料の試験と設計強度」pp.4~27。

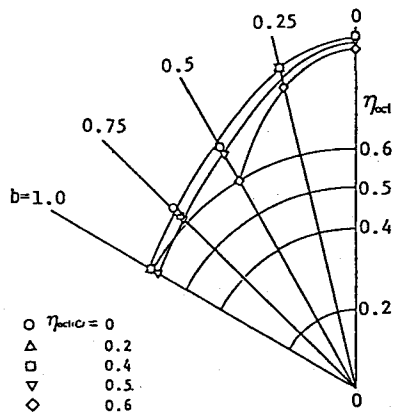


図-6 破壊曲線

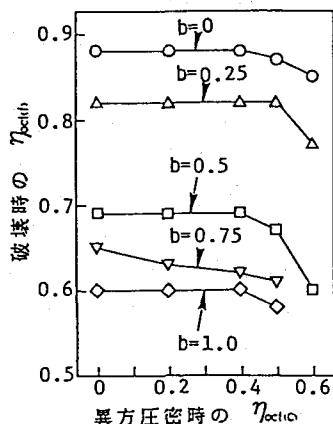


図-7 異方圧密時の $\eta_{oct(c)}$ と破壊時の $\eta_{oct(f)}$ の関係

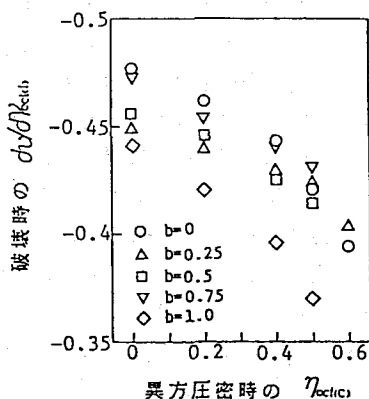


図-8 異方圧密時の $\eta_{oct(c)}$ と破壊時の体積膨張率の関係