

III-B 258

軽量混合土の K_0 値について

横浜国立大学工学部 正員 ○フアラソ テジ

横浜国立大学大学院 学員 濃添 泰成

旭化成工業（株） 正員 富士栄 昭

1. まえがき： 近年，新土木材料として，発泡ビーズや気泡を土に混入させた軽量混合土が開発され，土圧低減を目的とした擁壁の裏込め土として用いるケースが増えている。擁壁の経済的かつ合理的な設計法を確立するために，軽量混合土の静止土圧係数（ K_0 値）の正確な値およびそれに影響を及ぼす要因を把握することが重要である。筆者はEPSを用いた軽量混合土の K_0 値を三軸試験より求める事を試み，狭い試験条件範囲内で K_0 値は0.2程度であることを示した¹⁾。本研究では，ポリ塩化ビニリデン系の発泡ビーズ(VDCF)を用いた混合軽量土に対し種々の配合条件下で三軸試験から K_0 値を求め，一軸圧縮強度との関係を明らかにした。

2. 供試体および試験方法： 供試体の作成方法や配合については参考文献2)を参照されたい。供試体の湿潤密度をVDCFビーズ($\rho=0.029\text{Mg/m}^3$, $D_{50}=2.3\text{mm}$)の混合量を調整して，0.9, 1.1, 1.3(Mg/m^3)の3種類とした。供試体に添加するセメントは乾燥山砂重量に対し，それぞれ0, 4, 6, 10%の4種類とした。供試体（直径5cm，高さ10cm）作製後ラップで密閉した状態で7日間養生させた。水圧が軽量土の力学特性に影響を及ぼすため，供試体の背圧を40kPaとした³⁾。等方有効応力20kPaで圧密した後，軸ひずみ速度一定（0.15%/min）で載荷し，その際， K_0 条件を維持させるため供試体中央高さで測定された平均側方ひずみが $\pm 0.01\%$ 以下になるようにセル圧を制御した。

3. 実験結果及び考察： 図-1に典型的な実験データとして， K_0 制御中での有効軸応力（ σ_a' ）と有効側方応力（ σ_r' ）による応力経路を供試体密度 1.1Mg/m^3 について示した。再現性の確認のため，同一条件で2個の実験を行った。この図より以下のことが指摘できる。(1)セメンテーションが無い状態では，軸応力の増加とともに側方変形が生じるため， σ_r' が連続的に増加する。この傾向は普通の土と同じである，(2)セメント添加量が大きくなると， σ_a' があるレベルまで側方変形が生じないため σ_r' が増加しないがその後増加する。図-2に応力比 K （ σ_r'/σ_a' ）と σ_a' の関係を示した。セメントが無い場合は，砂質土と同様に K 値は収束し， K_0 値としては0.5程度を示した。一方，セメントがある場合，ある σ_a' までは K 値は低下するがそれからは K が増加し0.5付近まで近づく傾向が見られる。試験は全て初期等方応力状態（ $K=1$ ）から K_0 圧密を開始しているため， K 値は急激に低下し，最終値に収束する。初期応力状態が K_0 値に及ぼす影響については大河内ら⁴⁾が述べているが，ここでは K_0 値として K の

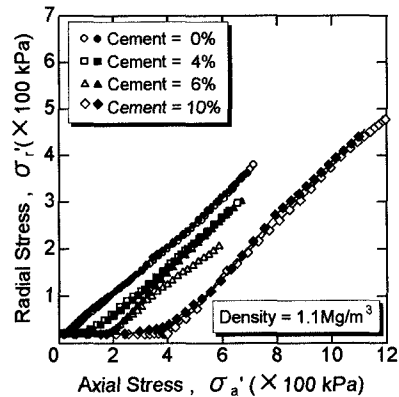
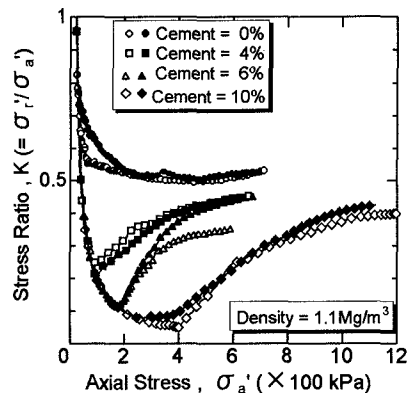
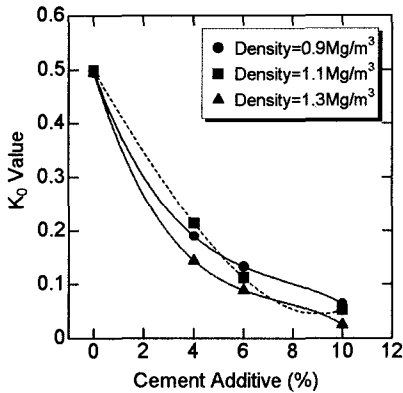
図-1 K_0 制御での応力経路

図-2 応力比と軸応力の関係

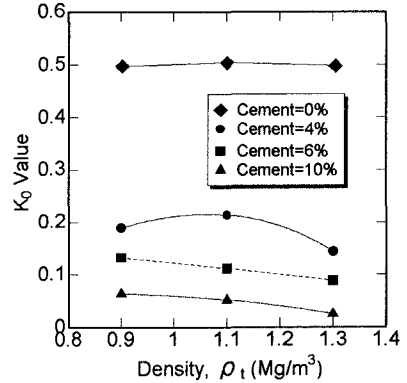
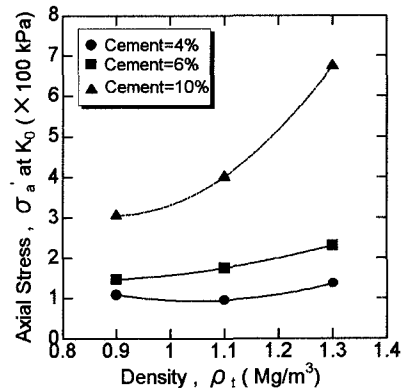
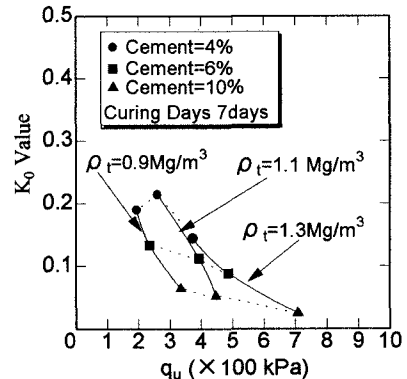
最低値とした。図-2からセメント量が多いほど K_0 値は小さくなるが，セメンテーションが切れ始めると K_0 値はまた上昇し，最終的にはセメントが無い状態に収束すると思われる。図-3に K_0 値とセメント添加量の関係を示した。この図より密度に関係なくセメント添加量が増加すると K_0 値が低下し，セメントが10%では K_0 値0.06程度となる

図-3 K_0 値とセメント添加量の関係

事が分かる。図-4に K_0 値と供試体密度の関係を示した。これより、密度(0.9-1.3 Mg/m^3 の範囲内)の増加に従い、 K_0 値はセメント添加量に無関係に若干低下する傾向を示したがその低下度合いはセメント添加量によるそれと比較して小さい。また、セメント無添加の場合は、密度の増加による K_0 値の低下は見られなかった。図-5に K_0 をとった時点での軸応力(σ'_a) $_{K_0}$ と密度の関係を示した。(σ'_a) $_{K_0}$ はセメンテーションが切れ始める時の鉛直応力と解釈することができる。この図より以下の事柄が指摘できる。(1)セメント添加量が低いと、密度に関係なく(σ'_a) $_{K_0}$ が小さい。(2)セメント添加量が大きくなると(σ'_a) $_{K_0}$ も増加するが密度に依存する。これはすなわち、セメント量が増加すると、低い K_0 値を大きい上載圧(大深度)まで保持できることを意味している。例えば、セメント4%で K_0 値=0.2を深度10m(密度1.0 Mg/m^3 の場合)まで期待でき、それより以深では K_0 値が増加する。図-6に K_0 値と同一配合条件に対する一軸圧縮強度 q_u の関係を示した。一般的な傾向として、 q_u 値が大きくなるに従い K_0 値は低下するが一義的に表現できない。その低下度合いは密度やセメント添加量に依存するが、セメント量への依存度が大きい。この図から、 q_u 値より K_0 値を推定することができよう。設計に際しては、 K_0 値および(σ'_a) $_{K_0}$ の両方を考慮すべきである。また、セメンテーションが発揮されるまでは K_0 は0.5である事に注意が必要である。

4. 結論：(1)軽量混合土の K_0 値はセメント添加量や密度の増加に伴い低下するが、セメント量の影響がより顕著である。(2)軸応力(σ'_a) $_{K_0}$ でセメンテーションが切れ始めると K_0 値が増加する。(3)一軸圧縮強度が大きくなるに従い K_0 値は低下するが、その低下度合いは密度やセメント添加量に依存する。

参考文献：1)アザツ、平野、田端：軽量安定処理土の K_0 値について、第29回土質工学研究発表会、1994.6. 2)平野、アザツら：ポリ塩化ビニリデン系の発泡体を用いた軽量化土の力学特性、第28回土質工学研究発表会、1993.6. 3)アザツ、平野ら：発泡ビーズを用いた軽量土の力学特性に及ぼす水圧の影響、土木学会第49回年次学術講演会、1994.9. 4)Okouchiら：Some factors affecting K_0 values of sand in triaxial cell, S&T, 24.3.1984.

図-4 K_0 値と密度の関係図-5 (σ'_a) $_{K_0}$ と密度の関係図-6 K_0 値と一軸圧縮強度の関係