

名古屋工業大学 学生会員 ○孫 徳安
 “ 正会員 松岡 元

粒状体のような粒子間に粘着力のない摩擦性材料と金属のような粘着力の強固な粘着性材料の中間の特性を持つ材料、すなわち粘着成分を有する摩擦性材料(c, ϕ材料)の相異なる3主応力下の応力~ひずみ関係を統一的に評価するため、「拡張された空間滑動面(Extended SMP)」^{1)・2)}の概念に基づいて各種材料の実験データの整理を試みている。ここでは、(c, ϕ)材料として以前のもの³⁾とは配合の異なる3種のセメント混合砂を選び、三軸圧縮試験(σ₁>σ₂=σ₃)および三軸伸張試験(σ₁=σ₂>σ₃)を行った。その結果、以前のセメント混合砂³⁾や過圧密粘土⁴⁾の場合と同様、実験データを拡張SMP上で表現すれば1本の応力~ひずみ曲線上に整理されることを示す。

1. 実験方法

実験の用いた砂は豊浦砂で、セメントは普通ポルトランドセメントである。試料の混合重量比は、I種：砂：セメント：水=15：1：3，II種：砂：セメント：水=10：1：2，III種：砂：セメント：水=5：1：1とした。これらをソイルミキサーで十分練り混ぜた後、内径5cm、高さ15cmの亚克力製モールドに1/3ずつ棒で突いて充填した。その後、1~2日間放置した後、供試体を脱型し、ポリエチレン袋に入れ、恒温室(20'±1'C)内で水分一定下で約3ヶ月間養生した。等方圧密後、平均有効主応力σ_m一定の排水三軸圧縮試験と排水三軸伸張試験を実施した。

2. 拡張SMP上の応力とひずみ

従来のSMPの概念を(c, ϕ)材料にも拡張するために、図-1に示すようにτ軸をσ₀(=c・cot ϕ)だけ平行移動したτ̂~σ̂軸で考えれば、従来のSMPと同じ定式化が可能となる。式を列記すれば、

$$\hat{\sigma}_i = \sigma_i + \sigma_0 \quad (i = 1, 2, 3) \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \hat{J}_1 &= \hat{\sigma}_1 + \hat{\sigma}_2 + \hat{\sigma}_3 \\ \hat{J}_2 &= \hat{\sigma}_1 \hat{\sigma}_2 + \hat{\sigma}_2 \hat{\sigma}_3 + \hat{\sigma}_3 \hat{\sigma}_1 \\ \hat{J}_3 &= \hat{\sigma}_1 \hat{\sigma}_2 \hat{\sigma}_3 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$\hat{a}_1 = \sqrt{\frac{\hat{J}_3}{\hat{\sigma}_1 \hat{J}_2}} \quad (\text{拡張SMPの方向余弦}) \quad (3)$$

$$\hat{\sigma}_{SMP} = \hat{\sigma}_1 \hat{a}_1^2 + \hat{\sigma}_2 \hat{a}_2^2 + \hat{\sigma}_3 \hat{a}_3^2 \quad (4)$$

$$\hat{\tau}_{SMP} = \sqrt{(\hat{\sigma}_1 - \hat{\sigma}_2)^2 \hat{a}_1^2 \hat{a}_2^2 + (\hat{\sigma}_2 - \hat{\sigma}_3)^2 \hat{a}_2^2 \hat{a}_3^2 + (\hat{\sigma}_3 - \hat{\sigma}_1)^2 \hat{a}_3^2 \hat{a}_1^2} \quad (5)$$

$$d\hat{\epsilon}_{SMP} = d\epsilon_1 \hat{a}_1^2 + d\epsilon_2 \hat{a}_2^2 + d\epsilon_3 \hat{a}_3^2 \quad (6)$$

$$\frac{d\hat{\gamma}_{SMP}}{2} = \sqrt{(d\epsilon_1 - d\epsilon_2)^2 \hat{a}_1^2 \hat{a}_2^2 + (d\epsilon_2 - d\epsilon_3)^2 \hat{a}_2^2 \hat{a}_3^2 + (d\epsilon_3 - d\epsilon_1)^2 \hat{a}_3^2 \hat{a}_1^2} \quad (7)$$

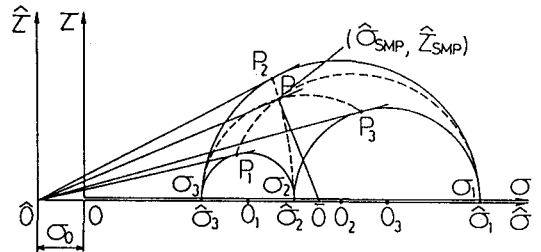


図-1 拡張SMP上の垂直応力 σ̂_{SMP}とせん断応力 τ̂_{SMP}

3. 実験結果の整理

図-2は、I種のセメント混合砂の平均有効主応力σ_m=20kgf/cm²と40kgf/cm²の三軸圧縮および三軸伸張試験結果を拡張SMP上で整理したものである。パラメーターσ₀は破壊時のモールドの応力円の包絡線よりσ₀=2.5kgf/cm²と決定した(図-3(a)参照)。興味深いのは、拡張SMP上の整理によれば、三軸圧縮・伸張条件にかかわらず、ほぼ一本の線上に乗ってくることである。これは、砂や正規圧密粘土に対して従来のSMP上で整理した場合に得られた結果と同じである。また図-4はI, II, III種の試料の拡張SMP上のせん断・垂直応力比~垂直・せん断ひずみ増分比関係を比較したものである。ほぼ同じ直線上に実測値がプロットされるのがみられる。また、破壊時のτ̂_{SMP}/σ̂_{SMP}の値が0.7~0.8となっているのがみられる。このことは、図-3において破壊包絡線の傾きが35°~40°になることと対応している。なお、σ₀の値はI種：2.5kgf/cm²、II種：4.5kgf/cm²、III種：10.5kgf/cm²となって、セメント量に従って変化している。図-2,4のような唯一的な応力~ひずみ関係より、拡張SMPの概念に基づいてセメント混合砂の構成式をたてることが可能となる。

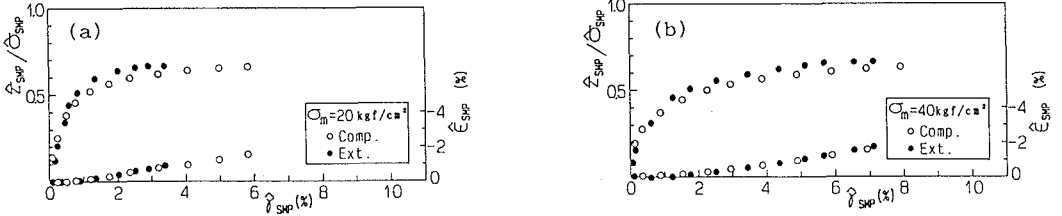


図-2 I種のセメント混合砂の拡張SMP上でのせん断・垂直応力比～せん断ひずみ関係の整理

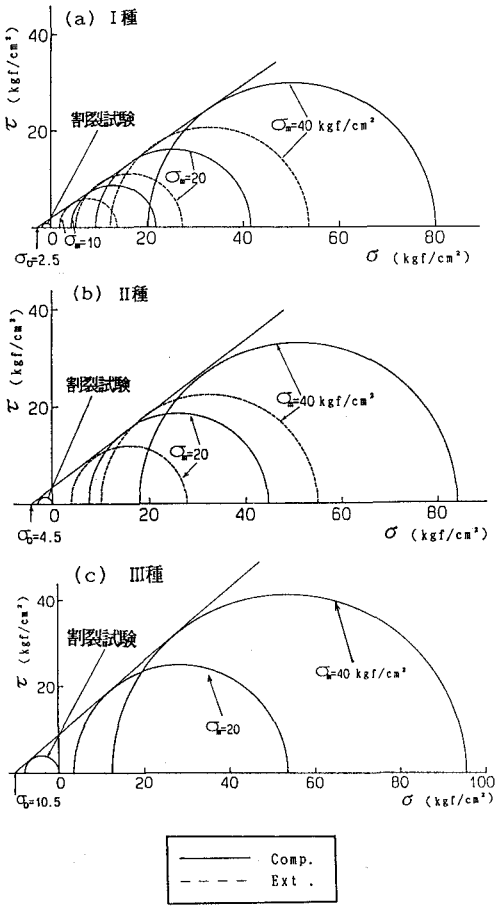


図-3 I, II, III種のセメント混合砂の破壊時のモールの応力円による σ_0 の決定

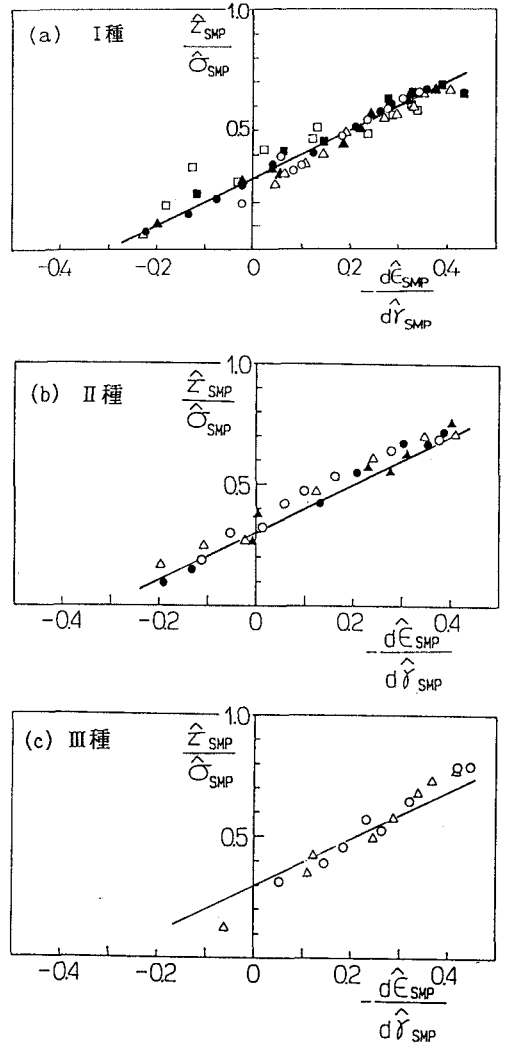


図-4 I, II, III種のセメント混合砂の拡張SMP上でのせん断・垂直応力比～垂直・せん断ひずみ増分比関係

文献 1)橋口(1975):東工大学位論文, pp.181-184.
 2)松岡他(1989):土木学会第44回年次講演会, III-183, pp.440-441.
 3)松岡他(1990):土木学会第45回年次講演会, III-350, pp.736-737.
 4)松岡他(1990):第25回土質工学発表会, 243, pp.657-658.

