

粘板岩を用いたCSGの締固め・透水および強度特性

建設省川辺川工事事務所
建設省土木研究所
㈱ダイム技術サービス

森川 幹夫 前廣 利一
正会員 豊田 光雄
正会員 亀山 康樹

1. はじめに

CSG工法は、粗粒材料にセメントの添加混合を行い、改良土質材料として強度増加を図り、いままで利用されなかった材料の有効利用を行うものである¹⁾。ここでは母材として扁平状で細粒分を含む掘削ずりをCSGに用いる場合の検討を行った。本報文では、CSGの室内試験より得られた締固め、透水性、せん断強度について述べるものである。特に、せん断強度特性では供試体作製時の含水比、作製後の養生条件の違い、材令について言及した。

2. 試験概要

CSGに用いた母材は、四万十層群の粘板岩である。図-1に母材の粒度分布を示した。最大粒径が200mm程度、細粒分含有率(0.075mm以下)を3~5%含む。粘板岩の絶乾比重 G_b および吸水率 Q は、それぞれ $G_b = 2.50 \sim 2.65$ 、 $Q = 1 \sim 3\%$ であり、粒子形状は扁平状である。

CSGに用いるためには最大粒径150mmでカットした粒度とし、添加する単位セメント量は 60kg/m^3 とした。

試験は、母材およびCSGの締固め試験、透水試験、三軸圧縮試験を行った。各試験に用いた粒度曲線を図-1に併記する。

3. 締固め特性と透水特性

3.1 締固め特性

母材およびCSG(単位セメント量 60kg/m^3)の含水比と締固め後の密度の関係を図-2に示す。締固め密度は、直径30cmのモールドを用いて15kgランマーによる突固め試験とした。

母材は含水比が高くなるに従い密度の増加が認められ、母材の保水限界の一手手前の含水比で最大密度が得られる。この含水比を最適含水比とした。CSGになると最大乾燥密度に変化はあまりないが、セメントが加わることにより保水能力が増加し、最適含水比が若干大きくなる。

3.2 透水特性

図-3にCSGの透水係数を示す。単位セメント量 $C = 40\text{kg/m}^3$ と 60kg/m^3 の比較、母材が扁平状であるために異方性(鉛直方向、水平方向)も検討している。母材に比べてCSGの透水性は小さく、さらに水平方向の透水係数が大きいという異方性を示している。この異方性は、粒子の形状が扁平であることおよび細粒分を含むことにより土質材料のような特性を示したことが原因と推定され、単位セメント量の違いよりも大きい。

4. せん断強度

せん断強度は、供試体作製時の含水比、作製後の養生条件の違い、材令に着目した検討を行った。

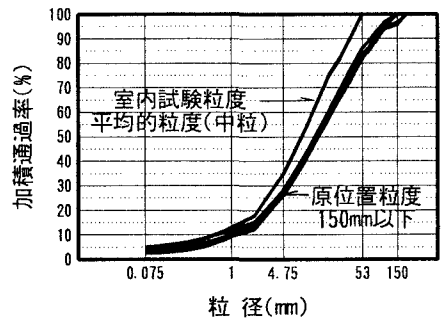


図-1 母材の粒度分布と試験粒度

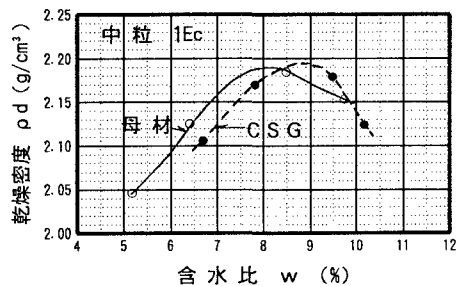


図-2 母材及びCSGの含水比と乾燥密度

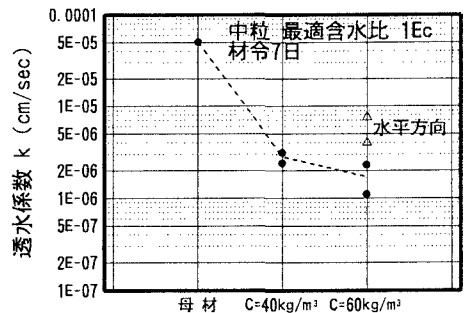


図-3 単位セメント量と透水係数

4.1 含水比の影響

図-4に、母材とCSGの応力ひずみ関係の比較を示す。供試体作製時の含水比は、最適含水比、7日間の気中養生によつたものを試験したものである。母材とCSGの応力ひずみ関係は大きく異なり、母材ではピーク強度が明瞭に生じないが、CSGになるとピーク強度を生じている。なお、側圧の大きさによつて異なるが、大きなひずみ状態を与えることにより主応力差の大きさは、ほぼ母材と同じ値を示す。

図-5は、供試体作製時の含水比を図-4より変化した場合の主応力差を比較したものである。含水比が高くなると主応力差が小さくなり、強度における含水比の依存性が認められる。

4.2 養生条件の違いによる強度比較

次に示す3つの養生条件を変えた試験を行った。

気中養生：供試体作製後モールドのなかで28日間そのままの状態を保つ（20℃の恒温恒湿状態）。

水中養生：供試体作製後7日間は気中養生と同じで、その後21日間水浸させる。

乾燥養生：供試体作製後7日間は気中養生と同じで、その後21日間40℃の乾燥状態を保つ。

図-6に示すように養生条件の違いによる主応力差の大きさは、乾燥養生≧普通養生>水中養生の関係が得られた。なお、一軸圧縮強度において同様の養生条件を変えた試験等によれば、乾燥養生>普通養生>水中養生の関係が得られた。今回の三軸圧縮試験では乾燥養生と気中養生においてその差が明確に出なかった要因のひとつには、供試体が大きすぎて供試体のなかまで乾燥ができなかったことがあげられる。

4.3 材令の影響

図-7に、材令のちがいがよる p, q 関係を示す。材令28日の p, q 関係は、材令7日のそれをほぼ平行移動した状態となっている。すなわち、せん断強度の増加が認められる。材令の影響は、p, q 関係からわかるように粘着力の増加によるものである。

5. まとめ

粘板岩を母材として用いたCSGの室内試験の結果、1)細粒分を含んでいるために保水限界の近くの含水比で最大密度が得られ、2)母材が扁平状のため透水性に異方性を生じ、3)供試体作製時の含水比、養生条件の違い、材令がせん断強度に影響を与えることがわかった。

参考文献

例えば 1)中村 昭, 豊田光雄, 佐藤小次郎: CSGの工学的性質に関する実験的検討, ダム技術 No. 96, 1994. 9

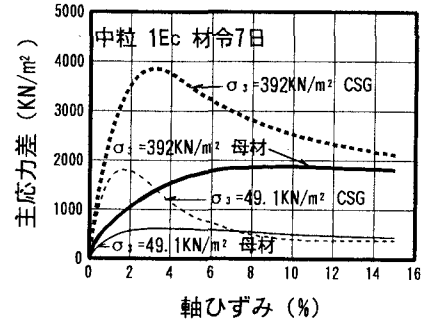


図-4 応力-ひずみ関係

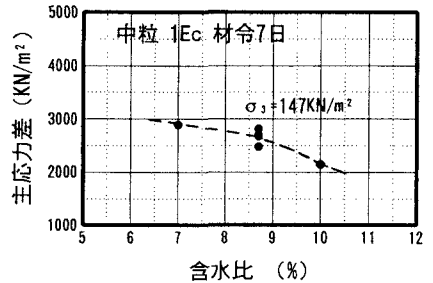


図-5 含水比と主応力差の関係

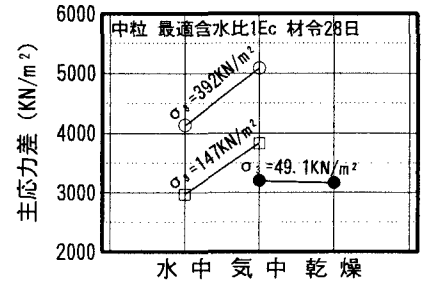


図-6 養生条件の違いと主応力差の関係

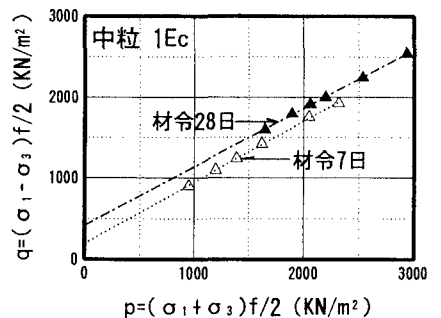


図-7 材令の違いによる p, q 関係