

施工条件を考慮したCSGのせん断強度に関する検討

建設省土木研究所 正会員 豊田光雄, 正会員 山本重樹, 〇正会員 楠 貞則

1. はじめに

CSGは現地発生材に少量のセメントを添加混合して改良盛立材料として用いるものである。CSGは現場混合および転圧を行うために、材料のばらつきによる締固め密度のばらつき、降雨の影響、セメントを添加しているために養生方法など施工法のちがいによるせん断強度の影響を検討する必要がある。

本報文は、母材が粘板岩であるCSGを用いて密度のばらつき、降雨の影響、養生方法に着目した室内三軸試験を行い、せん断強度に与えるこれらの影響について検討した結果を述べるものである。

2. 試験概要

表-1 試験条件

試験において、密度のばらつきは基準密度の約±5%の範囲、降雨はフィルダムコア材料の施工中止降雨である2mmとそれ以上の降雨を与えた場合、養生は気中養生とコンクリートと同様の方法である水中養生の比較を行った。

供試体の大きさ	直径30cm×高さ60cm
最大粒径 単位セメント量	53mm, 60kg/m ³
材 令	28日
締 固 め 方 法	電気ハンマーによる振動締固め
試 験 法	圧密・排水条件
側 圧	0.5, 1.0, 1.5, 2.0kgf/cm ²

室内試験における三軸試験条件を表-1に示す。図-1は試験に用いた粒度である。CSGは母材が粘板岩($G_b=2.5\sim2.6$, $Q=1\sim3\%$)で細粒分を約15%含んでおり、単位セメント量60kg/m³を添加したものである。供試体はそれぞれの試験条件のもとに作製し、水中養生の場合をのぞき、28日間の恒温恒湿状態のあとに試験を行った。図-2に、試験に用いたCSGの含水比と乾燥密度の関係を示す。締固めカーブは、直径30cm、高さ38cmの供試体を突固めによって求めた。本CSGの最適含水比は約10%、最大乾燥密度は約2.1t/m³である。

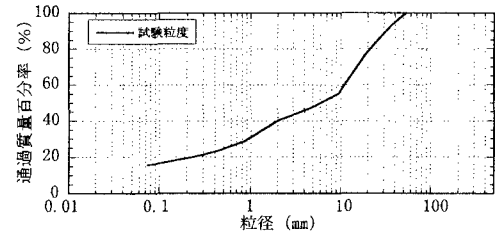


図-1 試験粒度

3. 試験結果および考察

3.1 密度のばらつき

三軸試験の密度範囲は、1.94t/m³~2.16t/m³とした。2.06t/m³を基準とし±5%の範囲を想定した。表-2に示すように、基準密度($\rho_d=2.06$ t/m³)で5本の供試体において側圧1.5kgf/cm²の最大主応力差の平均値は30.54kgf/cm²、レンジは1.37kgf/cm²である。今回の密度範囲の最大値と最小値による最大主応力差のレンジは14.8kgf/cm²あり、±5%の密度差による強度差は、同一密度試験におけるレンジよりかなり大きく、密度差は無視できないものと言える。

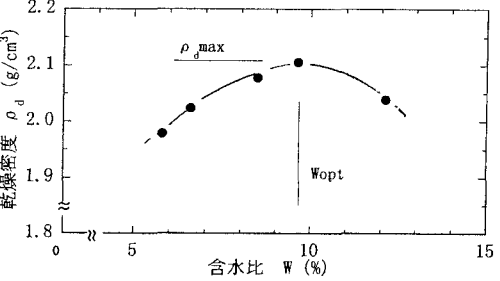


図-2 CSGの含水比と乾燥密度の関係

表-2 最大主応力差の比較

密 度	2.163	2.060	1.936
測定値	36.70	30.43	22.01
	36.90	30.64	22.06
		31.15	
		29.78	
		30.70	
平 均	36.80	30.54	22.04

図-3は、今回の試験側圧0.5~2kgf/cm²から求めた $p=(\sigma_1+\sigma_3)/2$ と $q=(\sigma_1-\sigma_3)/2$ の関係である。図-4は、図-3をもとに求めた粘着力C、内部摩擦角 ϕ と密度との関係を示したものである。Cの値は密度が大きくなれば大きくなり、 ϕ は、基準密度より低

ければ小さいが、 2.06 t/m^3 より大きい密度ではやや小さくなっている。すなわち、CSGでは密度増加は粗粒材料と同様に、せん断強度を増加させるものであり、主に粘着力が増加していると考えられる。

3.2 降雨の影響

降雨は2mm,5mm,10mmの3種類の雨量を想定した。供試体に加える水量は、現地でCSGを50cm厚さで転圧しているときの降雨を想定した。例えば、2mmの場合は供試体(高さ60cm)の断面積 $706\text{cm}^2 \times$ 雨量 $0.2\text{cm} \times 60\text{cm}/50\text{cm}$ として、 56.5cm^3 を加える水量とした。なお、供試体は6層に分けて、締固めて作製していることから、2層ごとに全量の1/3づつを締固め後に加えた。図-5に降雨量ごとの p, q 関係を示す。この図から降雨量の違いにより、せん断強度にあまり違いが認められない。図-6に C, ϕ にそれぞれ分けて降雨との関係を示す。降雨量が多くなるにつれて C が減少するが、 ϕ はやや増加している。

3.3 養生方法のちがい

養生は次の2通り条件を比較した。

気中養生……供試体作製後、モールドの中で28日間 20°C の恒温恒湿状態にしておく。

水中養生……供試体作製後、7日間気中養生と同じで、その後21日間は水浸状態とする。

図-7に試験側圧と最大主応力差の関係を示す。水中養生によると側圧が高い領域で気中養生に比べて、最大主応力差の低下がみられる。 C と ϕ は次のとおり。

気中養生…… $C=3.40\text{kgf/cm}^2, \phi=51.8^\circ$

水中養生…… $C=4.50\text{kgf/cm}^2, \phi=42.0^\circ$

C は水中の方が大きく ϕ は小さい傾向を示す。しかしながら、図-7でもわかるようにせん断強度は、垂直応力が大きくなると水中の方が小さくなる。

4. まとめ

今回の粘板岩を用いたCSGにより、施工条件を考慮した室内試験により求めたせん断強度について次のことがわかった。

- 1) 密度において基準値 $\pm 5\%$ 変動すると、密度が大きくなれば粘着力の増加が認められ、密度のばらつきは極力さける必要がある。
- 2) 2mm~10mmの範囲内の降雨量は、せん断強度に影響しない。
- 3) 水中養生は、側圧が高い領域においてせん断強度を低下させる要因となる。

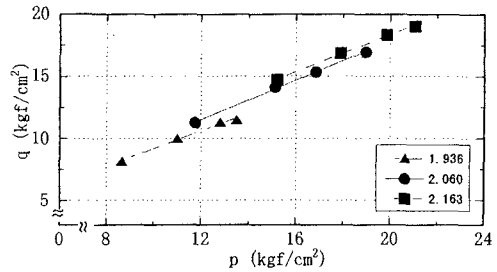


図-3 p, q 関係 (密度)

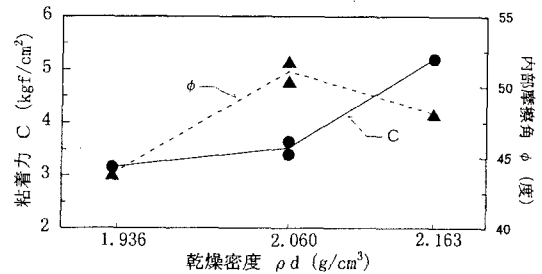


図-4 密度と C, ϕ 関係

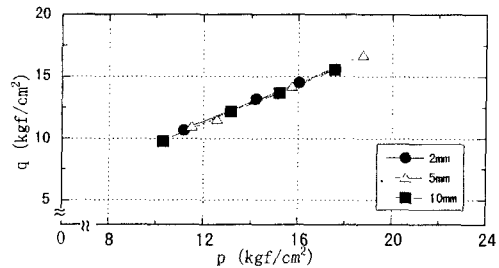


図-5 p, q 関係 (降雨)

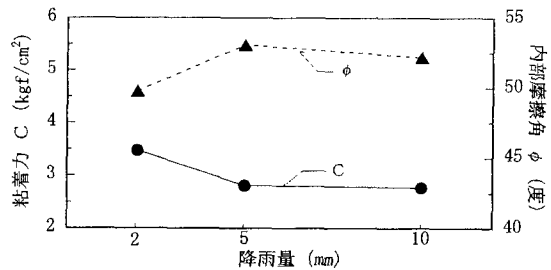


図-6 降雨量と C, ϕ 関係

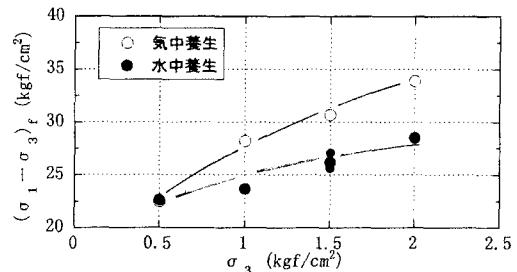


図-7 側圧と最大主応力差の関係 (養生)