

III-B 360 C S Gの締固め特性と一軸圧縮強度に関する実験的検討

建設省土木研究所 正会員 山本裕之 正会員 豊田光雄 正会員 川口昌尚 正会員 亀山康樹

1. はじめに

C S G (Cemented Sand and Gravel) 工法は、河床砂礫等の粗粒材料にセメントを添加混合することにより強度増加を図り、ダムサイト近傍に存在する材料を改良盛立材として有効利用を行うものである。C S G工法はこれまで仮締切堤の築造に用いられている。

本報文はC S Gの一軸圧縮強度を把握することを目的として、密度、単位セメント量、養生日数（材齢）を変化させた試験結果を述べたものである。

2. 試験概要

試験は締固め試験と一軸圧縮試験を行った。締固め試験では単位セメント量、含水比、突固めエネルギーを1, 2, 3Ecと変え、一軸圧縮試験では単位セメント量、密度（突固めエネルギー）、養生日数を変えた。締固め試験はランマー重量15 kgの突固め試験機を用い、ランマーの落下高は50cmとした。一軸圧縮試験はJIS A 1108に規定されている要領で行った。

試験に用いた材料（母材）は河床砂礫（絶対比重 $G_b=2.6$ 、吸水率 $Q=1.6\%$ ）である。図-1に試験粒度を示す。試料の最大粒径は締固め試験で53.0mm、一軸圧縮試験で37.5mmである。両試験粒度とも4.75mm以下は約40%であり、0.075mm以下細粒分は含まれていない。

供試体作製条件を表-1に示す。供試体は簡易モールドで作製し脱型せず養生した。

3. 試験結果および考察

3.1 締固め特性

図-2に突固めエネルギー1Ecにおける含水比と乾燥密度の関係を示す。母材単体は細粒分を含んでいないので含水比の影響は少ないが、約4%付近で最大乾燥密度(2.08t/m^3)が得られる。

単位セメント量を変えたC S Gの乾燥密度は含水比が高くなるとともに大きくなり、含水比が7%以上になると水がしみ出すために、約6%前後が最大乾燥密度($2.17\sim 2.22\text{t/m}^3$)と考えられる。すなわち、今回の単位セメント量の範囲内におけるC S Gの最適含水比は、母材単体より約2%多い状態である。

突固めエネルギーが増加した場合の含水比と乾燥密度の関係は、最大乾燥密度は増加するものの、図-2の傾向と変わ

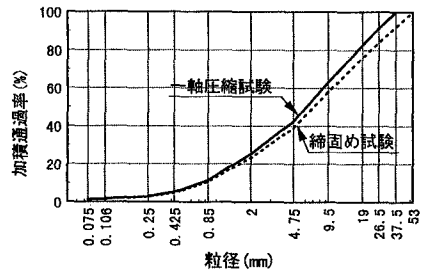


図-1 試験粒度

表-1 供試体作製条件

	締固め試験	一軸圧縮試験
材料（母材）	河床砂礫	
供試体寸法	$\phi 30\text{cm} \times \text{h}38\text{cm}$	$\phi 15\text{cm} \times \text{h}30\text{cm}$
最大粒径	53.0mm	37.5mm
均等係数	15	16
セメント	普通ポルトランドセメント	
単位セメント量	0, 80, 90, 100 kg/m^3	80, 90, 100 kg/m^3
締固め方法	突固め試験機	
突固めエネルギー	1, 2, 3 Ec	
養生日数	-----	7, 28, 91日間

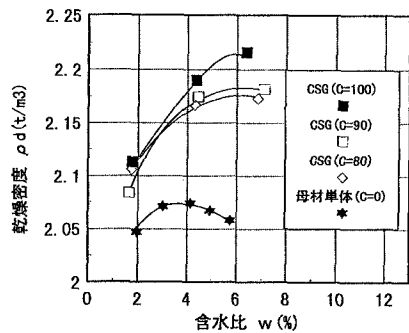


図-2 締固め試験結果（1Ec）

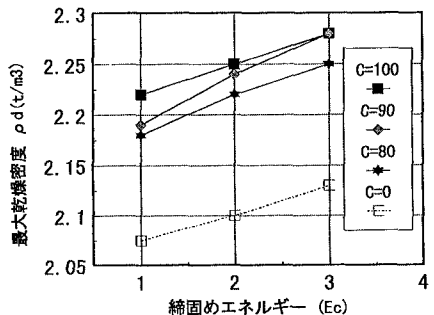


図-3 突固めエネルギーと最大乾燥密度の関係

らない。

図-3に突固めエネルギーと最大乾燥密度の関係を示す。母材単体、CSGとも突固めエネルギーの増加に伴い最大乾燥密度は増加している。

単位セメント量 $80\sim 100\text{kg/m}^3$ のCSGの最大乾燥密度は母材単体に比べ $0.11\sim 0.15\text{t/m}^3$ 増加し、また、突固めエネルギーが1Ecから3Ecに増えると密度は $0.06\sim 0.09\text{t/m}^3$ 増加する。

3.2 一軸圧縮強度

(1) 単位セメント量の影響

図-4に単位セメント量を $80\sim 100\text{kg/m}^3$ と変えたときの一軸圧縮強度の大きさを示す。図-4は突固めエネルギー1Ecにおける7日養生の全試験データをプロットしている。単位セメント量が増加すると一軸圧縮強度は比例的に増加する傾向を示す。

表-2に7日養生の一軸圧縮強度の平均値と試験値の範囲を示す。試験値のばらつきは、単位セメント量によらず平均値 $\pm 300\text{kN/m}^2$ である。

(2) 密度の影響

図-5に乾燥密度と一軸圧縮強度の関係を示す。図は単位セメント量 90kg/m^3 における7日、28日、91日養生の試験値である。同一密度でも一軸圧縮強度の違いはあるが、密度が増加すると一軸圧縮強度も増加する傾向にある。密度の増加分は 0.05t/m^3 に対し圧縮強度は約 1000kN/m^2 増加している。図示はしていないが、単位セメント量 80kg/m^3 、 100kg/m^3 の場合も同様の傾向を示すことが確認された。

(3) 養生日数の影響

図-6は1Ecで作製した供試体を用い養生日数を7日、28日、91日と設定し試験した一軸圧縮強度である。図中のデータは3供試体の試験の平均値である。一軸圧縮強度は、養生日数が進むにつれ増加する。単位セメント量 90kg/m^3 の場合、91日強度に対する28日強度、7日強度はそれぞれ約60%、約40%である。この割合は単位セメント量 80 と 100kg/m^3 でもほぼ同じである。

4. まとめ.

河床砂礫を母材としたCSGの締固め特性と一軸圧縮強度について以下のことがわかった。

- 1) CSGの最大乾燥密度を得る最適含水比は、母材単体の最適含水比よりやや高めである。また、突固めエネルギーが大きいほど乾燥密度は大きくなる。
- 2) 一軸圧縮強度と単位セメント量の相関は高く、密度の影響も大きい。
- 3) CSGの強度は養生日数とともに増加する。

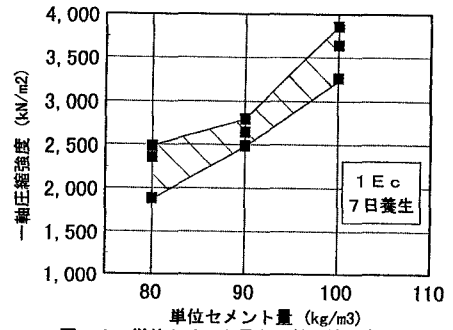


図-4 単位セメント量と一軸圧縮強度の関係

表-2 一軸圧縮強度の平均値、試験値の範囲(7日養生)

単位セメント量	突固めエネルギー	平均値 (kN/m²)	範囲 (kN/m²)
C=80kg/m³	1 Ec	2,200	1,846~2,441
	2 Ec	2,623	2,286~2,913
	3 Ec	3,257	3,212~3,332
C=90kg/m³	1 Ec	2,596	2,443~2,747
	2 Ec	3,318	2,977~3,555
	3 Ec	4,035	3,816~4,228
C=100kg/m³	1 Ec	3,519	3,199~3,784
	2 Ec	4,042	3,641~4,282
	3 Ec	4,785	4,547~5,105

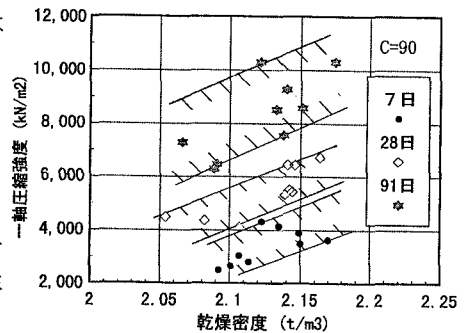


図-5 乾燥密度と一軸圧縮強度の関係

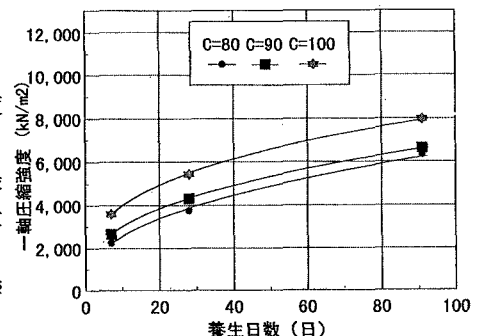


図-6 養生日数と一軸圧縮強度の関係 (1Ec)