

VI-37

C S G工法を用いた締切堤の擁壁の施工

東北地方設局摺上川ダム工事事務所 正会員 渡辺秀之 安斎功幸 宮川浩幸
建設省土木研究所 正会員 豊田光雄

1. はじめに

摺上川ダムでは、工事用道路の一部区間として計画された本川の締切り堤を通常の盛土構造物で設計すると地形条件からかなり大規模となることが予想されるため、施工法面を急勾配とし盛土断面を小さくできるC S G工法を採用した。C S G工法の適用に当たっては、これまで母材に使用されてきた河床砂礫に代わりトンネルの掘削ぶりである凝灰岩を用いた。

本報文では、凝灰岩を用いたC S Gの締固め、力学特性を把握し、それを使用した構造物の設計・施工法を述べる。

2. 凝灰岩を用いたC S Gの材料特性

2.1 母材の性質

C S Gの母材となる凝灰岩の粒度曲線を図-1に示す。原材料は最大粒径が150mm以上のものを若干含むが、C S Gとして使用するにあたっては最大粒径を150mmと規定した。その粒度は4.75mm以下の含有率が約40~50%で、細粒分も約5~8%含んでいる。本材料は河床砂礫を用いたC S Gに比べ細かい。

凝灰岩の絶対比重 G_b および吸水率 Q は $G_b=2.3\sim 2.4$ 、 $Q=11\%$ である。

2.2 力学特性

C S Gは改良盛立材料として用いるために密度、透水、せん断強度などに関するいくつかの試験¹⁾を行う必要がある。ここでは室内試験および現場試験から得られる締固め特性、せん断強度特性を述べる。なお、実施工で用いたC S Gの単位セメント量は $60\text{kg}/\text{m}^3$ である。

1) 締固め特性

図-2に室内試験における含水比 ω と乾燥密度 ρ_d の関係を示す。供試体は直径30cm、高さ35cmの大きさで突固めエネルギー1 E Cで締固めたものである。細粒分を含有しているためか ω と ρ_d の関係は明瞭で、含水比の影響を受けやすい材料である。図-3は、現場盛立試験における転圧回数 N と ρ_d の関係で N の増加に伴い ρ_d は増加しているが、 $N=6$ 回以上で ρ_d はあまり増加しない。ただし、室内試験の密度に比べ現場密度は小さい値を示した。この理由としては、締固め機構のちがい（室内は突固め試験、現場は振動締固め）や現場での含水比が影響していると考えられる。

2) せん断強度

せん断強度は直径30cm、高さ60cmの供試体を用いた三軸圧縮試験より求めた。図-4は側圧 $1.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ における応力ひずみ曲線である。単位セメント量が $40\text{kg}/\text{m}^3$ と母材単体との比較を行っている。C S Gの応力ひずみ曲線はピークが明瞭な曲線となっているが、ピーク値の大きさは粒度、単位セメント量によって異なって

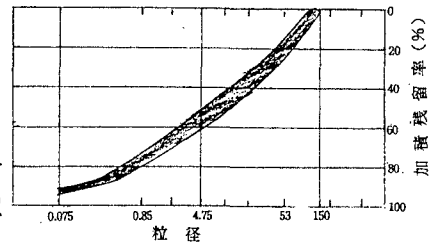


図-1 粒度曲線（母材）

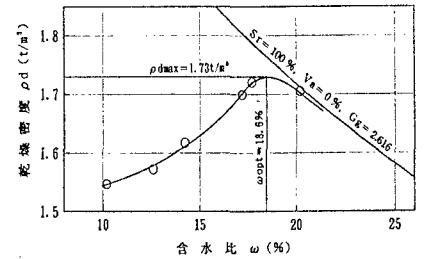


図-2 含水比と乾燥密度の関係（室内）

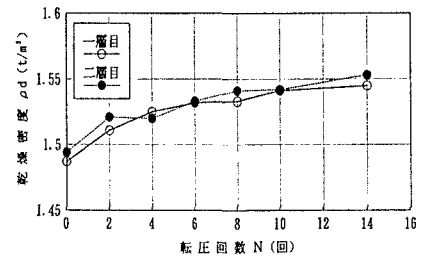


図-3 転圧回数と乾燥密度の関係

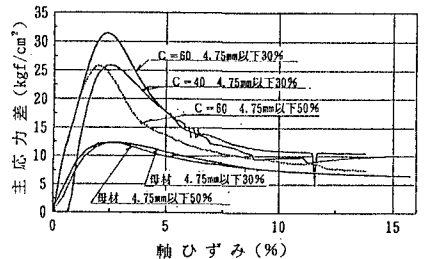


図-4 応力-ひずみ曲線

いる。単位セメント量 60kg/m^3 のCSGのピーク強度（最大主応力差）は、母材単体のそれに比べ約2.5倍の大きさを示している。

図-5には、せん断強度（内部摩擦角 ϕ および粘着力 C ）を求めるために作成した p （平均主応力）、 q （主応力差/2）図を示す。図中には母材単体、原位置のサンプリングコアによる p 、 q 値も記載している。図からわかるようにせん断強度は、室内>原位置>母材単体の関係である。これより求めた原位置の ϕ と C は、室内に比べ ϕ の値は変わらないが C の値は約1/2となった。

3. 設計および施工

3.1 設計値および設計断面

2項の試験に基づき決定した設計値を表-1に示す。設計値では現場試験結果を重視して設定した。これらの値を用いて円形すべり面法によって安定性を検討した結果によると、最小安全率を与えるすべり円弧は背面のロック材とCSGの最下部を横切っている。なお、セメントを混入させていることから、コンクリートダムおよび擁壁としての安定計算も行い安全性をチェックしている。

図-6に示すようにCSGの部分は、天端幅5m、底幅10m、高さ21m、法面勾配は1割の断面である。

3.2 施工方法及品質管理

材料の混合は、材料採取地から粒径150mm以上を除去した母材を混合ヤードに運搬し、スケルトンバケット付きバックホウで 60kg/m^3 のセメントと混合した。練り混ぜ状況は目視及びフェノールフタレインで確認した。荷おろしではCSGの材料分離を防ぐため2回に分けてダンピングし、1層25cmで2回まき出し、50cmの厚さを10t級振動ローラで8回転圧した。端部・法面部・境界部ではタンパーや油圧振動締固機を併用した。CSGの施工時間はセメントの硬化時間を考慮し、混合から転圧完了までの時間を2時間に制限した。施工量は1回当たりの混合量が最大 150m^3 で、1日の施工能力は $400\sim 500\text{m}^3$ であった。なお、盛立の中止は降雨が 2mm/h 以上とした。

品質管理試験における単位セメント量、密度のばらつきを図-7、8に示す。単位セメント量は設定値よりやや多めの傾向を示し、密度も高い値を示した。

4. まとめ

凝灰岩を用いたCSG工法により法面を急勾配にした締切堤を短期間に築造することができた。本適用例におけるCSG工法をまとめると次のことが言える。1) 母材に細粒分を含むため密度は含水比の影響を受けやすい。原位置のせん断強度は粘着力が低下する結果となった。2) 品質管理試験による単位セメント量は平均値でほぼ設計値と同じで、密度は含水比が高いために試験施工より大きめの値となった。

参考文献 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、NO. 96. ダム技術、1994. 9

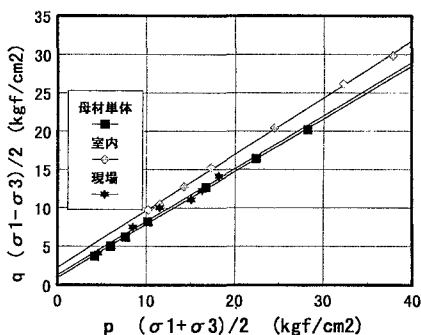


図-5 p 、 q 関係

表-1 設計値

	単位体積重量 湿潤密度 (t/m^3)	せん断強度	
		内部摩擦角 ϕ (度)	粘着力 C (tf/m^2)
C S G	1.87	45	15
背面ロック	1.80	38	0

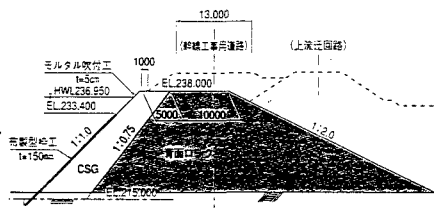


図-6 設計断面

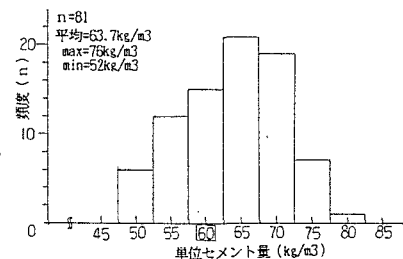


図-7 単位セメント量のばらつき

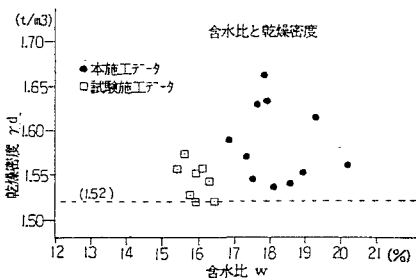


図-8 含水比と乾燥密度の関係（現場）