

不攪乱試料を用いたCSGの凍結融解試験の一考察

西日本技術開発(株) 正会員 楠 貞則
九州地方建設局川辺川工事事務所 山田康陽
建設省土木研究所 正会員 豊田光雄

1. まえがき

セメント改良土の一つとして、建設省が開発したCSG工法¹⁾がある。本工法は、河床砂礫や廃棄岩等の現地発生材にセメントを添加混合することにより強度増加を図り、改良盛立材料として有効利用するものである。CSG工法による構造物の実績は増えつつあり、仮締切堤として築造後最長で約7年経過したものもある。これらのCSG構造物は、現時点で特に安全性に支障をきたすような変状は発生していないものの、永久構造物への利用に際しては長期的安定性に関する課題が残されている。

本報文は、CSGの長期安定性に関するデータの蓄積を図ることを目的とし、筆者らが行っている耐久性の検討²⁾のうち、築造後5年のCSG構造物から採取した試料(不攪乱試料)を用いて水分条件を変えた凍結融解試験を実施した結果を報告するものである。

2. 試験概要

2. 1 使用材料および供試体

試験に用いた試料(以下、供試体という)は、仮締切として供用されていた構造物の撤去に伴い採取したものである。このCSG構造物(T仮締切)の建設時の盛立仕様を表-1に、母材の平均粒度分布を図-1に示す。T仮締切は堤高4mで、25cm×2層の6回転圧で盛立てられている。供試体は、T仮締切の天端より1mの浅部(S)と、3~4mの深部(D)の2箇所、30×30×40cm程度の角柱を切り取り、それを7×7×10cmに整形した。なお、供試体は表乾状態にするために整形後3日間20℃の水中養生を行った。

2. 2 凍結融解試験法

本試験は、水分条件の違いが耐久性にどのように影響するかを把握することを目的とし、試験条件として供試体を完全に水浸させた場合(以下、水中試験という)と、養生後に供試体をポリエチレン袋に入れ密封して水分の供給を絶った場合(以下、気中試験という)の2通りで行った。

図-3に本試験の供試体の温度履歴を示す。試験は、土木学会基準「コンクリートの凍結融解試験方法(案)」に準拠して、供試体の中心温度を-18℃~+5℃、1サイクルに要する時間を3時間以上4時間以内として、サイクル毎に一定の温度条件下で供試体内部でも凍結融解が生じるようにした。ここでは1サイクルを3時間20分とし、温度管理は水中試

表-1 材料および盛立仕様

項 目		T仮締切の諸元
母材	材 料	河床砂礫
	最大粒径	150mm
	絶乾比重	2.588
	吸水率(%)	2.4
CSG	単位セメント量	60kg/m ³
	含水比(%)	4.8
現場盛立	まき出し厚	50cm (25cm×2層)
	まき出機種	14t 級ブルドーザ
	転圧機種	10t 級振動ローラ
	転圧回数	6 回

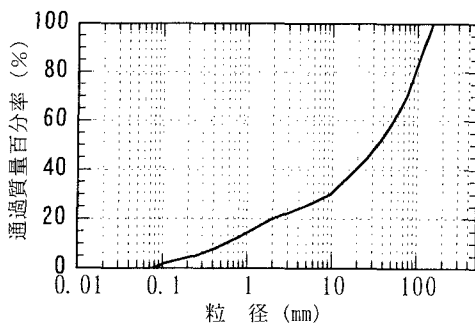


図-2 母材の粒度

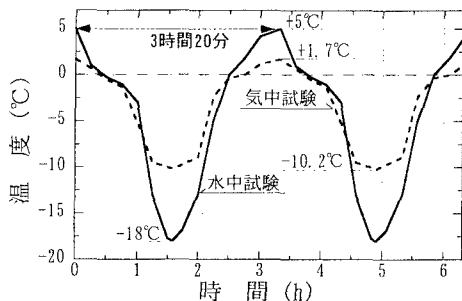


図-3 供試体の温度履歴

試験供試体を用いて土木学会基準に準じるように行った。この条件下での気中試験供試体の最低凍結温度は-10.2℃、最高融解温度は+1.7℃程度であった。

凍結融解試験は、90 サイクルまで測定した。各試験ケースとも試験はそれぞれ3本の供試体で行った。測定項目は、所定の凍結融解サイクル終了毎に外観観測と質量測定を行った。

3. 試験結果および考察

表-2に外観状況を示す。

3 サイクル経過すると全ての供試体で試験条件に関係なく、供試体表面部で微細ひび割れが発生した。その後、水分条件によって大きく差異が生じている。水中試験では、浅部（Sシリーズ）の場合9サイクルで2本、残りの1本は18 サイクルで、深部（Dシリーズ）の場合6、9、12 サイクルで粗骨材（5mm以上の骨材）の剥離が生じ、その後、浅深部に関係なく崩壊に至った（12～18 サイクル）。気中試験では、Dシリーズの1本が42 サイクルに粗骨材の剥離によって崩壊したものの、他は90 サイクル時点で粗骨材の剥離等も見られず崩壊には至らなかった。ここで、同一試験条件であっても劣化の進行に多少の違いが見られる。この理由としては、CSGは現地発生材を粒度調整せず使用するため母材が均等でないことが上げられる。本試験結果をコンクリートの凍結融解試験と比較すると、一般にコンクリートは微細ひび割れが発生し、さらにそれが発展してスケーリング現象を起こす劣化過程であるのに対し、CSGはサイクルに伴い粗骨材の周囲に空隙が広がり粗骨材が剥離するものであった。なお、崩壊の基準は自立できなくなった時点としている。

サイクルに伴う質量変化率を図-3、図-4に示す。水中試験は、粗骨材の剥離をそのまま反映する形となり、階段状の質量減少を示している。これに対して気中試験は、最終サイクルまでほとんど質量の変化がない。

4. まとめ

本試験結果より、水分条件によって劣化の進行状況が異なり、水中試験に比べ気中試験は最終サイクルまで大きな変化は認められなかった。また、浅部と深部から採取したコアに大きな差異はなかった。今後は、他のCSGでも同様な試験を行ない長期安定性に関するデータの蓄積を行っていきたい。

参考文献

- 1) 例えば、中村昭、豊田光雄、佐々木小次郎：CSGの工学的性質に関する実験的検討，ダム技術 NO.96 1994.9
- 2) 楠 貞則、豊田光雄：CSGの凍害性評価，土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集 1999.3

表-2 外観観察結果

試験条件		サイクル		
		微細ひびわれ	剥離	崩壊
水中試験	S-1	3	18	18
	S-2	3	9	18
	S-3	3	9	12
	D-1	3	12	12
	D-2	3	9	12
	D-3	3	6	18
気中試験	S-4	3	—	—
	S-5	3	—	—
	S-6	3	—	—
	D-4	3	42	42
	D-5	3	—	—
	D-6	3	—	—

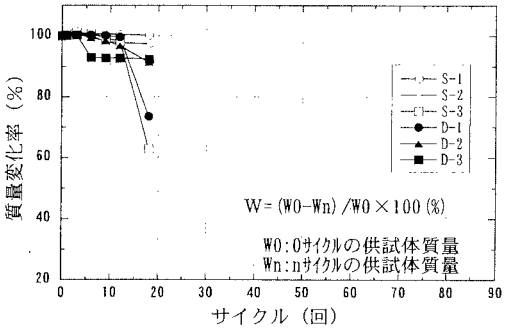


図-3 水中試験の質量減少率

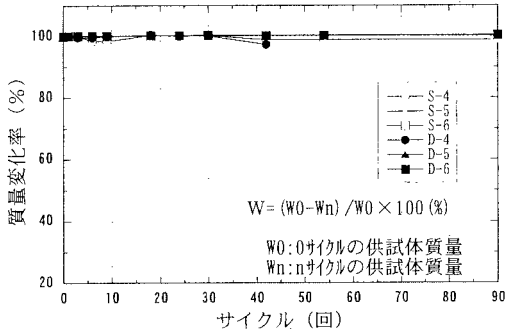


図-4 気中試験の質量減少率