

# C S Gの耐久性試験に関する一考察

西日本技術開発(株)正会員 楠 貞則  
建設省土木研究所 正会員 豊田 光雄

## 1. はじめに

セメント改良土の一つとして、建設省が開発したC S G工法<sup>1)</sup>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。C S G工法による構造物には、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C S G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、C S G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のうち、凍結融解試験について報告するものである。

## 2. 試験概要

### 2.1 試験方法

凍結融解試験は、表 - 1 に示すケースで実施した。C S Gの凍結融解に関して、規定された試験方法はない。そのため、現在、試験方法の確立のため様々なケースで試験を行っている。本試験は、パラメータとして水分移動条件を設定している。この水分移動条件は、供試体を浸水させた水分供給がある場合(以下、水中試験という)と、水分供給がない場合(以下、気中試験という)の2通りである。

ケース1では、空冷式の凍結融解試験機を用い、建設省土木試験基準(案)に準拠し、温度範囲を凍結最低温度 - 20、融解最高温度 + 20 とした(図 - 1 参照)。ケース2では、一層式(ブライン式)水中凍結融解試験機を用い、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、温度範囲を - 18 ~ + 5、1サイクルに要する時間を3時間以上4時間以内とした(図 - 2 参照)。

### 2.2 供試体の製作方法

ケース1の母材は、粘板岩であり、現地発生材料(Gmax150mm)を26.5mm以下にウエットスクリーニングして粒度調整したものを使用した。供試体製作時の含水比および目標密度は、締固め試験で得られた最適含水比 10.2%と最大乾燥密度 2.07g/cm<sup>3</sup>に設定した。ケース2の供試体(河床砂礫)は、仮締切(堤高 4m)として供用されていた構造物(築造後5年経過)の撤去に伴い、天端より1mの浅部(S)と3~4mの深部(D)の2箇所採取したものである。なお、最大骨材寸法 150mm、施工時の含水比、設定密度は 4.8%、2.05g/cm<sup>3</sup>となっている。

### 2.3 測定

凍結融解試験は、ケース1で50サイクル、ケース2で100サイクルを行った。試験の供試体本数は、各ケ

表 - 1 試験ケース

ケース	凍結融解試験方法	使用材料	供試体	単位セメント量	供試体形状
1	岩石の試験方法に準拠	粘板岩	攪乱	60kg/m <sup>3</sup>	円柱供試体 d 10 × h 20cm
				80kg/m <sup>3</sup>	
2	コンクリートの試験方法に準拠	河床砂礫	不攪乱	60kg/m <sup>3</sup>	角柱供試体 7 × 7 × 10cm

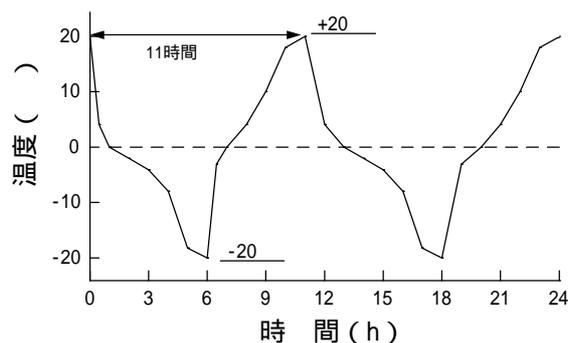


図 - 1 ケース1の温度履歴

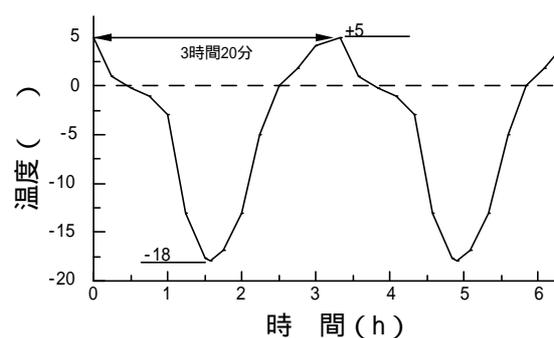


図 - 2 ケース2の温度履歴

キーワード：C S G, 凍結融解試験, 質量変化

連絡先：〒810 - 0004 福岡市中央区渡辺通1丁目1番1号, (092) 781 - 1177, F A X (092) 781 - 9599

ースでそれぞれ3本とした。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。また、ケース1については、同一条件下での差異が少なかったため、平均値で考察している。なお、崩壊の基準は自立できなくなった時点としている。

### 3. 測定結果

#### 3.1 ケース1

外観観察結果を表-2に示す。全ての供試体とも供試体製作時の締固め層部にひびわれが3サイクルで発生した。その後、水分の供給、単位セメント量の違いによって差異が生じている。剥離が顕著になったサイクルは、気中試験で12(60kg/m<sup>3</sup>), 18(80kg/m<sup>3</sup>)サイクル, 水中試験で単位セメント量に関係なく6サイクルとなった。また、剥離について単位セメント量一定の条件下で気中試験と水中試験を比較すると(水中試験/気中試験), 単位セメント60kg/m<sup>3</sup>の場合2倍, 80kg/m<sup>3</sup>の場合2.5倍となっている。

質量測定結果を図-3に示す。気中試験が30サイクルで3, 9%であるに対し、水中試験は9サイクル時で22, 28%である。(9サイクル以降共に崩壊)。

#### 3.2 ケース2

外観観測結果を表-3に示す。ケース1と同様に、3サイクルで全ての供試体で微細ひび割れが発生し、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)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)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、深部の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。

サイクルに伴う質量変化率を図-3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

ケース1では、単位セメント量の多少で若干の違いはあるものの、水分条件による影響が顕著であることがわかる。ケース2では、ケース1と同様に水分条件の影響が大きく、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。また、ケース2において水分条件の影響が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。これらのことから凍結融解抵抗性を左右する要因は、水分移動条件、母材の粒度の影響が大きいことがわかる。CSGを用いた構造物は、通常外部に表面遮水(張コンクリート、防水シート等)を施す場合が多く、従来の水中凍結融解試験は、実際の構造物がおかれている環境を考慮すると、条件がかなり厳しいと言える。本試験で実施した気中凍結融解試験は、水中試験に比べて、より実際に近い試験方法と考えられる。

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

表-2 ケース1の外観観測結果

試験区分	C (kg/m <sup>3</sup> )	サイクル		
		ひびわれ	剥離	崩壊
水中試験	60	3	6	12
	80	3	6	18
気中試験	60	3	12	-
	80	3	18	-

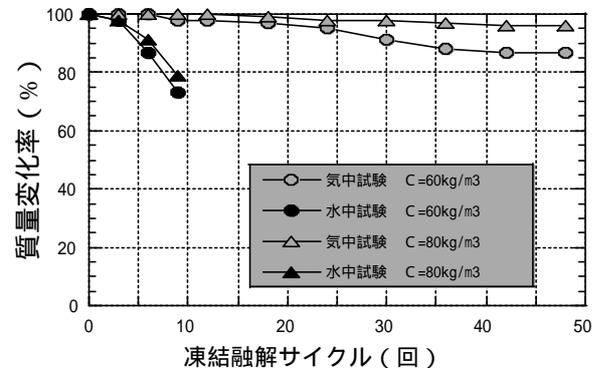


図-3 ケース1の質量測定結果

表-3 ケース2の外観観察結果

試験条件		サイクル		
		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	-	-

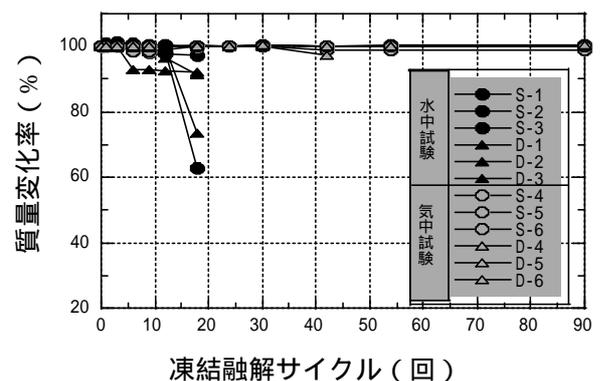


図-4 ケース2の質量測定結果