

建設省土木研究所 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

筆者らは、材料の有効利用の一つの方法として、現地発生材に少量のセメントを添加混合した改良盛立材料（以下、CSGという）の試験研究を行っている。CSGを寒冷地で使用する場合には凍結融解に対する耐久性が問題となる。これまでCSGの耐凍害性に関する検討は、建設省土木試験基準（案）に基づき実施された例¹⁾があるが、いずれも初期のサイクルにて崩壊している。

本報文では、構造物の環境条件を考慮したCSGの耐凍害性を評価するため、CSG供試体を水中状態と気中状態で凍結融解試験を実施した結果を述べるものである。

2. 実験概要

2.1 凍結融解試験方法

凍結融解試験の水分条件については、従来の方法の供試体を水中に入れ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通りで行った。なお、気中試験の場合は、養生後、ポリエチレン袋に入れて密封している（図-1参照）。表-1に試験ケースを示す。

表-1 試験ケース

試験区分	単位セメント量	供試体
水中試験	60kg/m ³	B
	80kg/m ³	D
気中試験	60kg/m ³	A
	80kg/m ³	C

凍結融解試験は、建設省土木試験基準（案）に準拠して、温度範囲を凍結最低温度は-20℃、融解最高温度は+20℃とした。図-2は本試験の試験槽と供試体内部の温度履歴の結果を示したものであり、サイクル毎に一定の温度条件下で供試体の内部でも凍結融解が生じるようにしている。この温度管理は供試体中心に熱伝対（1箇所）を設置し行っている。

CSGに使用したセメントは普通ポルトランドセメントであり、母材には粘板岩を使用した。単位セメント量は60kg/m³、80kg/m³の2種類とした。試験に使用する供試体は、φ10×20cmの円柱供試体とし（ $\rho_{dmx}=2.1t/m^3$ ）、養生方法は14日間を気中養生、その後28日間で水中養生とした。

2.2 測定項目

所定の凍結融解サイクル終了毎に供試体の質量と一次共鳴振動数による動弾性係数（縦振動で実施）の測定を実施した。

3. 実験結果および考察

凍結融解試験は、30サイクルまで測定した。各試

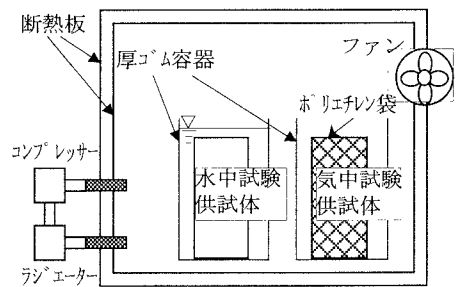


図-1 凍結融解試験状況

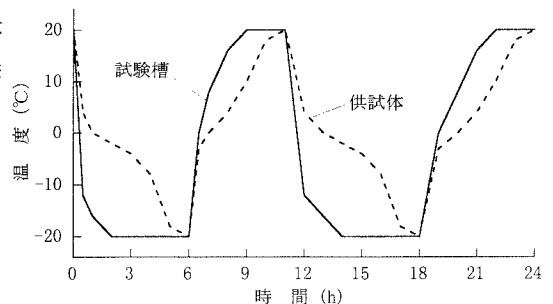


図-2 試験槽と供試体の温度履歴

キーワード：CSG、凍結融解試験、水分条件

連絡先：〒305-0804 つくば市旭一番地、Tel (0298) 64-2211, FAX (0298) 64-0164

験ケースとも試験は3本の供試体で行っており、この試験結果（3本の平均値）の質量変化と動弾性係数の変化について以下に述べる。

経時変化に伴う質量変化率の推移は、次に示す

(1) 式で求めた。
質量減少率 = $\frac{w_0 - w_n}{w_0} \times 100$ — (1) 式
ここに、

w_n ; 凍結融解 n サイクルにおける供試体の質量
 w_0 ; 凍結融解 0 サイクルにおける供試体の質量

図-3 にサイクル数と質量変化率の関係を示す。
水中試験と気中試験の質量変化率の傾向は異なっている。気中試験の A, C が 30 サイクルで 3、9 % であるに対し、水中試験の B, D は 9 サイクル時点で 22、28 % となっている (B, D は 9 サイクル以降共に崩壊)。質量に関しては、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。

図-4 に (2) 式で求めた相対動弾性係数の経時変化を示す。

相対動弾性係数 (%) = $\frac{f_n^2}{f_0^2} \times 100$ — (2) 式
ここに、

f_n ; 凍結融解 n サイクル後の一次共鳴振動数
 f_0 ; 凍結融解 0 サイクル後の一次共鳴振動数

相対動弾性係数の推移について、水中試験の B, D は、試験初期サイクルから急激な相対動弾性係数の低下が見られる。気中試験の A, C は、サイクルが増大するに従って、徐々に相対動弾性係数の低下率は小さくなっている。また、相対動弾性係数の低下率も質量減少率と同様に単位セメント量が多い方が若干少ない。

これらの結果より、水中試験では質量および相対動弾性係数とも初期サイクルで急激な低下が見られ、供試体の表面および内部とも劣化が著しいことがわかる。これは比較的透水性の大きい C S G では、空隙間の自由水（凍結水量）の移動等が大きいためであると考えられる。

気中試験では質量減少率の変化に比べて相対動弾性係数の低下が著しく、表面的な劣化よりも内部の劣化が考えられる。C S G は岩石や通常のコンクリートに比べ空隙が粗大で、かつ、結合材として用いるセメント量も少量であるため、内部に大きな変化が生じるものと考えられる。

4. まとめ

C S G の凍結融解試験において、水の供給がある場合では表面および内部とも劣化が著しく、水の供給がない場合では表面的な劣化よりも内部劣化が見られたことから、水の供給の有無により劣化現象が異なることが明らかとなった。

C S G を用いた構造物は、外部に表面遮水（張コンクリート、防水シート等）を施すことから、既存の水中凍結融解試験は、試験条件がかなり厳しいと考えられる。凍結融解抵抗性を左右する要因は、水分移動条件以外に凍結温度などの影響もあると推察され（本試験では凍結温度を-20℃とかなり厳しい条件で実施している）、今後は凍結温度を考慮して検討を行う予定である。

参考文献 1) 中村昭、豊田光雄、佐藤小次郎：C S G の工学的性質に関する実験的検討,ダム技術,NO.96,pp.35-46,1994

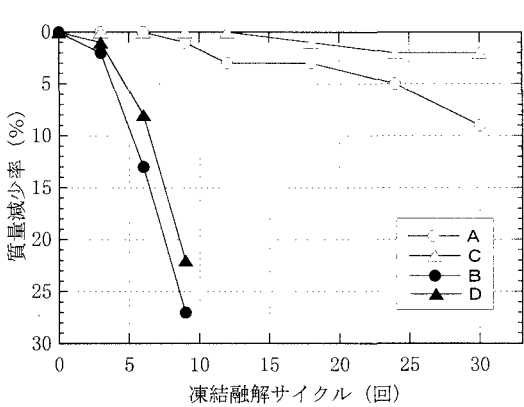


図-3 質量減少率の推移

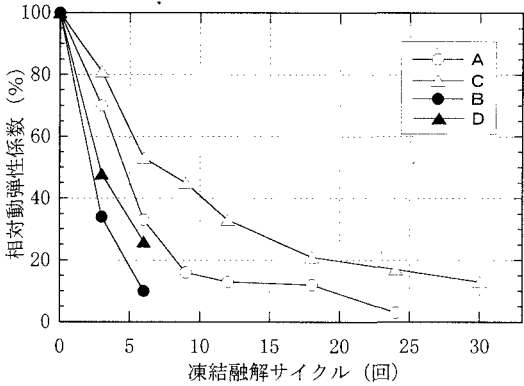


図-4 相対動弾性係数の推移