

CSGの耐久性に関する実験的検討

国土交通省土木研究所 正会員 山本重樹、正会員 豊田光雄

1. はじめに

CSG は、現場発生材に少量のセメントを添加混合して強度増加を図るものであり、改良盛立材として仮締切堤などへの適用実績がある。CSG の耐久性について、これまで室内供試体および原位置コア（母材が河床砂礫）を用いて試験法などの検討を行っている¹⁾²⁾。

本論文は、CSG の耐久性を評価するために母材が粘板岩である CSG の試験盛土より採取した原位置コア（約 2 年経過後）を用いて凍結融解試験を行った結果を述べる。

2. 試験概要

2.1 採取対象と方法

採取対象である CSG 試験盛土の母材の物性値と施工仕様を表-1 に示す。母材は粘板岩で、4.75mm 以下の通過率が約 30～47%で、細粒分を約 8～10%含んでいる。CSG の単位セメント量は 60kg/m^3 である。対象の CSG 盛土は築造後約 2 年が経過している。供試体は S 波速度 $V_s=400\sim 420\text{m/s}$ の地点（A 地点）と $V_s=500\sim 650\text{m/s}$ の地点（B 地点）の 2ヶ所において、コンクリートカッターを用いてブロック状にサンプリングした。S 波速度より B 地点の固結度が高いと言える。

2.2 凍結融解試験法

供試体は、図 - 1 に示すようにポリエチレンシートで密封して供試体への水分の出入りがない条件（気中状態）とした。この理由は、CSG 構造物の表層はコンクリートなどで保護することで水の出入りの少ない条件下におくため、その状態を考慮したことによる。凍結融解試験条件は図-2 に示すように-18℃の凍結に至るまでの 2 時間、+3℃の融解に要する 1 時間 40 分の計 3 時間 40 分を 1 サイクルとし、最終目標を 300 サイクルまでとした。

測定は、開始時、1、3、10、20、30、40、60、80、100、125、150、175、200、225、250、275、300 サイクルごとに質量、一次共鳴振動数および超音波伝播速度の 3 項目を行った。試験供試体は A 地点で長方体状の 4 供試体（A 供試体：一辺約 5～9cm、高さ 10～20cm）、B 地点で 3 供試体（B 供試体：一辺約 7～10cm、高さ 10～20cm）である。

3. 試験結果および考察

A 地点の 4 供試体は 125 サイクルで全てが崩壊し、B 地点では 200 サイクルで 3 供試体のうち 1 供試体が崩壊したが、残り 2 供試体は 300 サイクルまで崩壊しなかった。写真-1 に B 供試体の試験前と 200 サイクル終了時の状態を示す。次に、質量減少率、動弾性係数、超音波伝播速度について述べる。

3.1 質量減少率

図 - 3 にサイクル数と質量減少率 W の関係を示す。 W は $W=(W_0-W_n)/W_0 \times 100 (\%)$ で表した。ここで

キーワード：CSG、凍結融解、耐久性、質量減少率、動弾性係数、超音波伝播速度

連絡先：〒305-0804 つくば市旭 1 番地、TEL：(0298)-64-2211 FAX：(0298)-64-0164

表 - 1 対象盛土の施工仕様

母 材			
岩種	粘板岩	最大粒径	150mm
絶乾比重	2.68～2.69	吸水率	0.8～1.0%
C S G			
単位セメント量	60kg/m^3	含水比	5～6%
盛 立			
まき出し厚さ	25cm×2層	転圧厚さ	50cm
転圧機種	10t級振動ローラ	転圧回数	10回

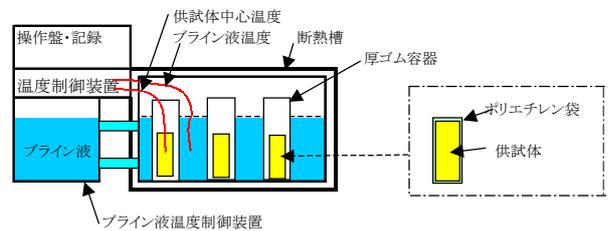


図 - 1 試験装置の概要

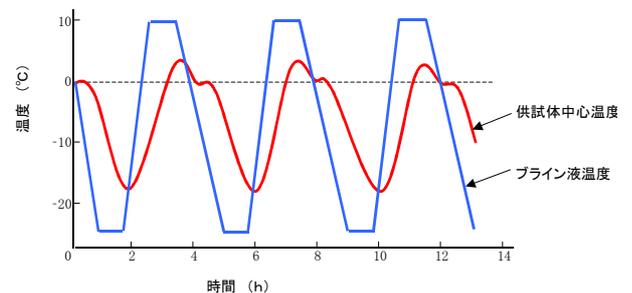


図 - 2 供試体の温度履歴

W₀、W_n はそれぞれ試験開始前の質量、n サイクル終了時の質量である。A 供試体と B 供試体の質量の減少傾向は異なっており、固結度が高い B 供試体の方がその変化量はゆるやかである。質量減少率が 50% 以上を

(試験前)



(200 サイクル終了時)



写真-1 B 供試体の試験前後の変化

超えるとサイクル数は、A 供試体で約 50~100 サイクル、B 供試体で約 170~300 サイクルである。

3.2 動弾性係数

コンクリートの耐久性の検討で用いられている動弾性係数の測定を行い、CSG をコンクリートと対比した。A 供試体は最大 40 サイクルで、B 供試体は最大 60 サイクルで測定が不能となった。図 - 4 にサイクル数と相対動弾性係数 f の関係を示す。f = fn²/fo² × 100 (%) として求めている。ここで fo、fn はそれぞれ初期および n サイクルにおける供試体の一次共鳴振動数である。コンクリートの耐久性基準によれば 300 サイクルで f 60%が必要とされるが、A 供試体は 3~15 サイクル、B 供試体は 20~30 サイクルで f 60%となり、コンクリートの基準(今回の供試体寸法と違いがある)は満たしていない。

3.3 超音波伝播速度

超音波伝播速度は A 供試体で 40~80 サイクルまで、B 供試体で 150~300 サイクルまで測定できた。図 - 5 にサイクル数と超音波伝播速度との関係を示す。超音波伝播速度が大きいほど長期サイクルまで耐えられる。図 - 6 にサイクル数と相対伝播速度 Vp の関係を示す。Vp=Vpn/Vpo × 100 (%) として求めた。ここで Vpo、Vpn はそれぞれ初期および n サイクルにおける供試体の超音波伝播速度である。Vp は A および B 供試体とも約 80 サイクルまでほぼ同じ傾向を示している。B 供試体の 2 供試体は 80~300 サイクルの間で Vp は約 60%を示している。すなわち、耐久性を評価するには長期に渡って測定できることが望ましいので、この測定方法はひとつの指標になり得ると考えられる。

4. まとめ

今回の気中状態の凍結融解試験から CSG の耐久性について、次のことがいえる。1) S 波速度の大きい方が質量減少率は少ない。2)初期の超音波伝播速度と耐久性の相関はよい。3)コンクリートより固結度が低い CSG の耐久性の評価は、超音波伝播速度の方が望ましい。

参考文献 1)楠 貞則、豊田光雄：CSG の耐凍害性評価、第 26 回関東支部技術研究発表会講演概要集、pp.512-513、1999.3 2)楠 貞則、山田康陽、豊田光雄：不攪乱試料を用いた CSG の凍結融解試験の一考察、土木学会西部支部研究発表会、pp.580-581、2000.3

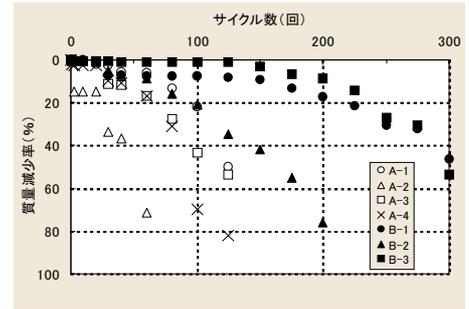


図 - 3 サイクル数と質量減少率の関係

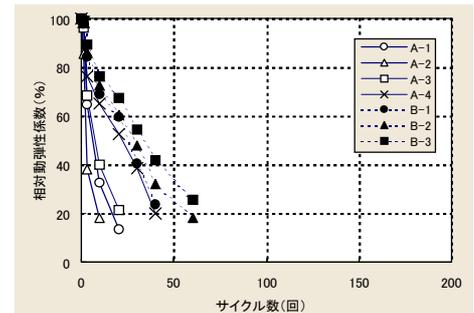


図 - 4 サイクル数と動弾性係数の関係

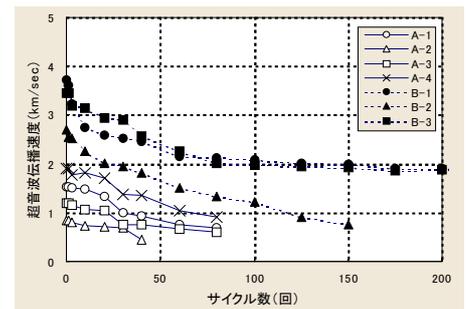


図 - 5 サイクル数と超音波伝播速度の関係

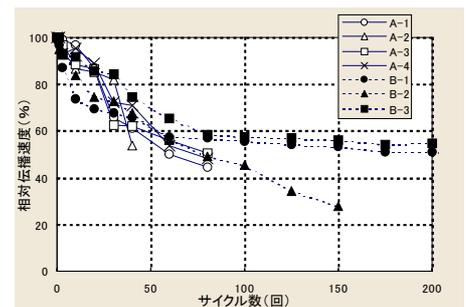


図 - 6 サイクル数と相対伝播速度の関係