

VI-36 セメントベントナイト複合材料の硫酸塩に対する影響についての基礎的研究

(財)電力中央研究所 正会員 伊藤 洋
 (財)電力中央研究所 正会員 広永 道彦
 (株) C・R・S 正会員 高橋 幸保
 (株) ハザマ 正会員 佐々木肇

1. まえがき

昨今、石油備蓄、地下発電等地下空間を利用した土木構造物が建設されている。しかし、これらの構造物が、地下水に微量に含まれる硫酸塩等により、長期的に見れば影響を受けることが考えられる。本報告は、このような地下構造物の外周充填材として適用を考えたセメントベントナイト(以下「CB複合材料」と記す)のモルタル試験体を用いて、硫酸塩に対する影響について基礎的な研究を行い、その3ヶ月目までの結果をとりまとめたものである。

2. 試験体の製造および配合

試験体の製造に使用した各使用材料は、表-1に示す通りである。練り混ぜは、表-2に示す方法で行った。試験体の配合は、表-3に示す通りである。試験体のフロー値は、180~210mmの範囲とした。試験体の寸法は、 $4 \times 4 \times 16$ cmと $\phi 5 \times 10$ cmのものとした。試験体は、28日間水中で養生を行った。

3. 試験方法と測定項目

試験方法は、養生終了後の試験体をそれぞれ硫酸ナトリウム溶液の濃度が0% (水道水)、5%および10%のものに浸漬した。測定項目は、①試験体の重量・寸法を測定し、密度を算出した。②試験体の縦方向での一次共鳴振動数を測定し、相対動弾性係数(Pc)を算出した③試験体の軸方向でのパルス伝播速度を測定し、相対動弾性係数(Pv)を算出した。以上の項目は7日目ごとに測定した。また、④試験体で $4 \times 4 \times 16$ cmのものは、1ヶ月ごとに、 $\phi 5 \times 10$ cmのものは上記Pvの値が80%, 60%, 40%および20%程度に低下した時に、それぞれ圧縮強度試験を行った。なお、溶液は7日目ごとに更新した。

4. 試験結果と考察

(1) 密度比と圧縮強度比の関係(図-1)

硫酸塩溶液に浸漬したCB複合材料は、徐々に重量が増加するが、試験体の膨張速度が著しく速いので、セメントモルタルと比較すると短期間で密度の減少を起こす。この減少率は $\phi 5 \times 10$ cmのものより、 $4 \times 4 \times 16$ cmのものの方が早い。

このことは、試験体の断面積に比例して、軸方向に長いものの方が、より膨張するためであると考えられる。本試験の範囲では、当初の密度より2%程度減少すると、その強度が半減することが確認された。

(2) 相対動弾性係数(Pc)と圧縮強度比の関係(図-2)

硫酸塩溶液に浸漬したCB複合材料のPcは、浸漬期間中の初期において著しく減少する。この結果から、試験体の溶液の吸収がセメントモルタルより速く起こり、試験体表面部分の劣化が迅速に起こっていると考え

表-1 使用材料

材 料	仕 様
セメント	普通ポルトランドセメント (小野田セメント、 $\rho=3.18$)
細骨材	川砂(大井川産) 粒径5mm以下、吸水率1.1% 液相比量 $\rho=2.61$ 、 $F_{1.18}=2.91$
ベントナイト	ボルクレイSPV、 $\rho=2.60$ (ボルクレイ社製、ワイミング産)
アスファルト	東亜道路工業製 A乳剤(アニオン系) (比量 $\rho=1.01$)

表-2 練り混ぜ方法

①細骨材1/2				
②セメント	空振り	③水	練り混ぜ	試験
③ベントナイト	(1分)		(2分)	
④細骨材1/2				

表-3 配 合

配合条件		示方配合(kg/m ³)			
W/C(%)	B/C(%)	水	セメント	ベントナイト	細骨材
130	40	441	339	136	1221

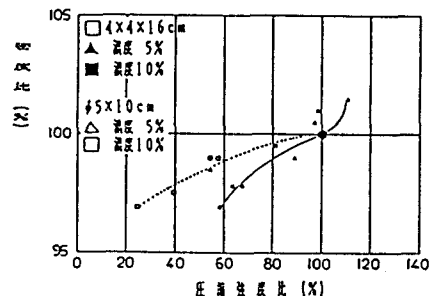


図-1 密度比と圧縮強度比の関係

られる。強度では、濃度5%溶液のもので約1ヶ月間は増加が認められた。また、試験体の寸法も多少収縮しているのに、試験体が密になっているために起こったと考える。相対動弾性係数が減少しているにもかかわらず、強度が増すのは、セメントモルタルでは見られない現象である。濃度10%溶液のものは、前記の現象が速く行われてるものと思われ、今回の測定間隔では確認出来なかった。試験体の寸法が□4×4×16cmとφ5×10cmのどちらのものでも P_c が50%以下になると、強度も50%以下になることが確認された。

(3) 相対動弾性係数(P_v)と圧縮強度比の関係 (図-3)

硫酸塩溶液に浸漬したCB複合材料の P_v は、 P_c のように初期の値の著しい減少が見られない。 P_v が80%程度まで減少すると、その強度も半減することが確認された。この結果から、試験体内部にある程度劣化が進行すると P_v も強度も減少の速度が早まることがわかった。

(4) P_c と P_v の関係 (図-4)

P_v が80%程度まで減少する間に P_c は40%程度まで減少しており、初期の P_c の減少が速いことがわかる。全体としては、溶液の濃度や試験体の寸法等の違いを考慮しても本試験の範囲では、 P_c と P_v にある程度の相関関係があると認められた。しかし、 P_c では試験体の表面にひびわれが認められた時から約7日間程度は若干の増加が見られた。

5. まとめ

以上の試験結果をまとめると以下ようになる。1) CB複合材料は、セメントモルタルと比較して硫酸塩溶液に接すると著しく膨張する。この膨張量は試験体の寸法によっても影響される。2) CB複合材料は、セメントモルタルと比較して硫酸塩溶液に接すると表面部分の劣化が迅速に起こる。この劣化は、溶液濃度が高いほど速い。3) CB複合材料は、セメントモルタルと比較して内部がある程度(P_v で80%程度)劣化すると、強度減少が著しい。4) CB複合材料は、セメントモルタルと同様に相対動弾性係数 P_c と P_v において相関関係がある。

6. 今後の課題

本試験の範囲では、CB複合材料の硫酸塩による影響について、ある程度の物性値が確認されたが、試験体表面にひびわれが発生した後の挙動についてさらに試験を続けていく考えである。実構造物にCB複合材料を使用した場合に、硫酸塩に接する前や接している間に乾燥状態が起こることも考えられ、この場合には、違った挙動を示すかもしれない。また、前記試験体の膨張時の圧力が岩盤等によって拘束されたら、劣化に違いが起これくとも考えられ、それらの点に着目して検討していく予定である。

7. 謝辞

本研究は、通産省の受託研究の一部として行われたものであり、貴重なご指導を賜った東京工業大学長瀬教授に深い謝意を表します。

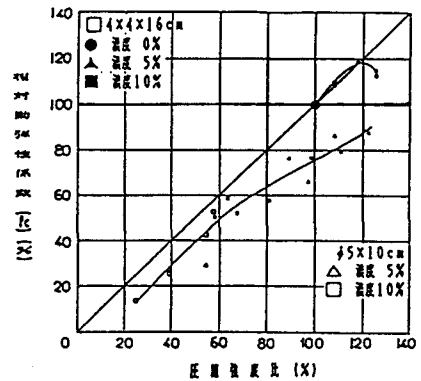


図-2 相対動弾性係数 (P_c) と圧縮強度比の関係

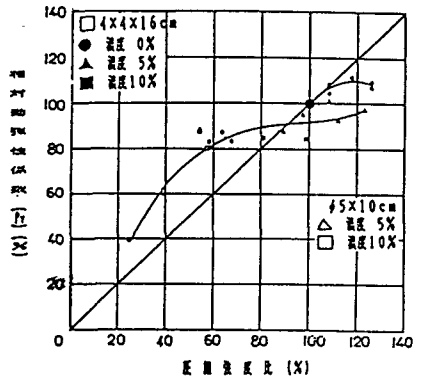


図-3 相対動弾性係数 (P_v) と圧縮強度比の関係

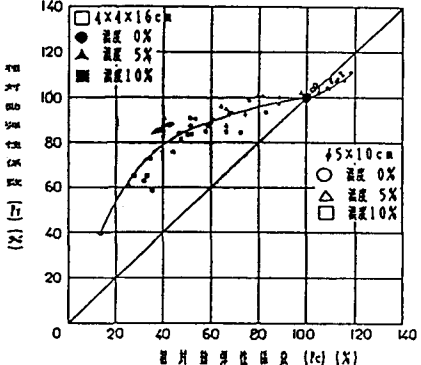


図-4 相対動弾性係数 (P_v) と (P_c) の関係