

○ (株) C・R・S	正会員 高橋 幸保
(株) C・R・S	非会員 田代 勝浩
(株) C・R・S	非会員 船津 賢二

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。筆者らは、このような地下構造物に適用する材料を開発する研究の一環として、セメントにアスファルトおよびベントナイトを混ぜた複合材料(以下「CA, CB 複合材料」と記す)の硫酸ナトリウム溶液中の浸漬試験を1年間行い、CA, CB 複合材料の硫酸塩による化学的腐食に対する効果を分析し、次にセメントにアスファルトとベントナイトを混ぜ合わせ、CA, CB 両複合材料の特長を兼ね備えたセメントアスファルトベントナイト複合材料(以下「CAB 複合材料」と記す)を試作し、その劣化性状を試験により確認した。

本報告は、CA, CB 複合材料の Na_2SO_4 溶液に浸漬した時の劣化性状に関する試験(フェーズⅠ)¹⁾、CA, CB複合材料の劣化要因を確認する試験(フェーズⅡ)およびその試験結果に基づきCAB 複合材料を試作しその劣化性状を確認する試験(フェーズⅢ)結果について取りまとめたものである。

2. CA, CB 複合材料の Na_2SO_4 溶液への浸漬試験(フェーズⅠ)

(1) 使用材料、示方配合および測定項目

試験体の製造に使用した各材料は、表-1に示す通りである。練り混ぜは図-1に示す方法で行った。試験体の配合は、表-2に示す通りである。試験体のフロー値は、180~210 mmの範囲とした。試験体の寸法は、 $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ のもので28日間水中で養生を行い、濃度10%の溶液に1年間浸漬した。また、重量変化、長さ変化、超音波伝播速度、縦振動および圧縮強度を所定の材齢で測定した。

(2) 各複合材料の劣化性状

CA複合材料は浸漬期間6ヶ月で試験体の底部分から微細なひびわれが、CB複合材料は浸漬期間35日程度で軸方向に2~3本のひびわれが発生し、その後浸漬期間とともにひびわれの成長および剥離現象が見られた。

3. CA, CB 複合材料の劣化要因の確認試験(フェーズⅡ)

(1) 試験方法

筆者らは、CA, CB 複合材料の異なる劣化性状を示す要因をを検討するために、CA複合材料については、 $\phi 5 \times 100 \text{ cm}$ の塩ビパイプに表-2の配合に従い、20℃と60℃の室内に1日放置した後、28日間20℃の室内で密封養生し、その後塩ビパイプを $\phi 5 \times 10 \text{ cm}$ に切断して、所定の養生終了後にフェーズⅠと同様の測定を行った。また、CB複合材料は $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ の試験体を、28日、6ヶ月および1年間水中養生させ、フェーズⅠと同様の浸漬試験および測定を行った。

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、 $\rho = 3.15$)
細骨材	川砂(大井川産) 粗さ 5mm以下、含水率 1.1% 蒸気比容 $\rho = 2.61$, $F, Y = 2.91$
ベントナイト	4434E SPV, $\rho = 2.60$ (4434E 社製、7434E社製)
7232E	東亜建設工業株式会社、A乳剤(7232E) (比容 $\rho = 1.01$)

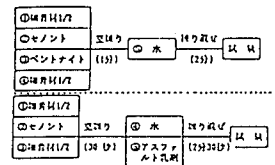


図-1 練り混ぜ方法

表-2 試験体の配合
(CA複合材料)

配合条件		示方配合(Xg/m³)			
Y/C(X)	A/C(X)	水	砂	727.4	细骨材
50	100	29	290	250	1221

(CB複合材料)

配合条件		示方配合(Xg/m³)			
X/C (X)	B/C(X)	水	7232E	7232F	7232G
130	40	441	339	135	1221

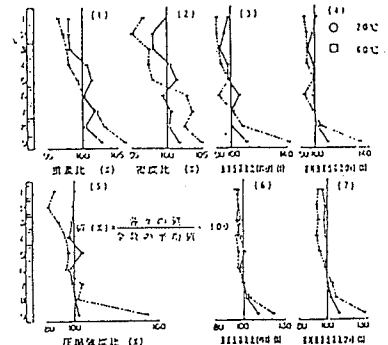


図-2 (1)-(7) CA複合材料の試験結果

(2)試験結果

CA複合材料の試験結果を図-2(1)～(7)に示す。この結果から塩ビパイプ下部から切り出した試験体は、下部の方が上部のものと比較しどの測定項目でも大きくなる傾向を示し、60℃で硬化したものはこの傾向がより顕著に表れた。このような現象を示す要因は、硬化時にセメントが沈降するためと思われ、打設量および高さ方向の寸法の影響を顕著に受けると考えられる。CB複合材料の試験結果を図-3(1)、(2)に示す。この結果から28日間水中養生したものは、35日程度で軸方向に1～3本ひびわれが発生したが、その後はPc, Pvとも増加の挙動を示した。また、6ヶ月養生したものは同様に35日でひびわれが発生したが、本数や方向は一定でなく深さもより深いものであった。しかし、破壊まで至らず、その後Pc, Pvとも多少の増加の傾向を示したが、最小値は28日養生ものよりも低い値であった。さらに1年間養生したものは、約50日前後でPc, Pvともに測定不能となったが試験体表面にひびわれはあまり見られなかった。これらの挙動は、CB複合材料が比較的吸水しやすい性質を持つために、水中養生が長い程試験体中心まで水により飽和され、その水が短期間で硫酸塩溶液と置換され、全体的に膨張劣化するためと思われ、打設量および寸法の影響を顕著に受けると考えられる。

4. CAB 複合材料の試作とその劣化性状(フェーズⅢ)

CA, CB 複合材料の次のような特長を反映させることとした。

- ①CA複合材料:1年間の浸漬結果から、Pcの値が80%程度しか低下しない。また、Pvは安定している。
- ②CB複合材料:吸水作用が卓越しているため、ブリージングした水のある程度ベントナイトが吸水し均質な練り上がりが期待できる。

(1)CAB 複合材料の示方配合と試験方法

示方配合は表-3に示す通りである。この配合は、A/C, B/C を表-2と同様としたものである。この示方配合に従って製造した試験体をフェーズⅠと同様な方法で浸漬試験を行った。

(2)試験結果

試験結果を図-4(1)(2)に示す。この結果より、CAB 複合材料は微細なひびわれが発生したが、CA複合材料と比較してひびわれが底部分に集中することはなく、またCB複合材料と比較して、1年間水中養生したものは浸漬50日程度ともPc, Pvは安定していた。

5. まとめ

CA, CB, CAB 複合材料についてまとめると以下ようになる。

- ①CA複合材料は硬化時にセメント分が若干沈降する現象があるが、Pcの低下はあまり見受けられず、またPvは安定している。
- ②CB複合材料は吸水作用が卓越しているため、養生期間が耐久性に与える影響が顕著であるが、逆にその吸水作用のため均質な練り上がりが期待できる。
- ③CAB 複合材料は両材料の特長を兼ね備えている。

参考文献

1)高橋幸保他:「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」

土木学会 第47回年次講演会、平成 4年 9月

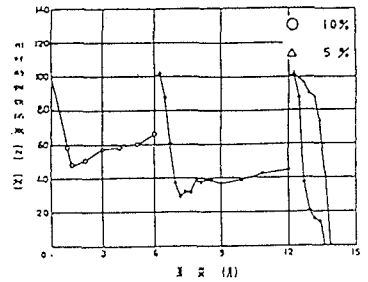


図-3(1) CB複合材料の(Pc)の挙動

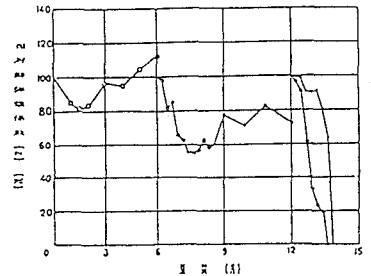


図-3(2) CB複合材料の(Pv)の挙動

表-3 CAB 複合材料の配合

配合条件		示方配合(Kg/m³)						
B/C(X)	B/C(X)	A/C(X)	水	セメント	セメント	セメント	セメント	セメント
120	40	100	240	200	80	200	1216	

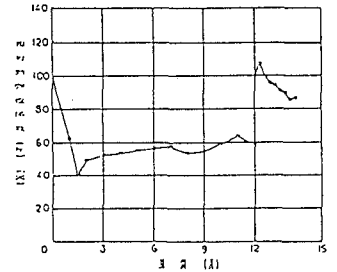


図-4(1) CAB 複合材料の(Pc)の挙動

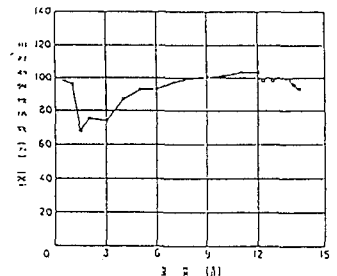


図-4(2) CAB 複合材料の(Pv)の挙動