

VI-35 濃度の異なる Na_2SO_4 溶液に浸漬した複合材料のEPMAを用いた化学分析に対する一考察

○（財）電力中央研究所 正会員 広永道彦
 （財）電力中央研究所 正会員 遠藤孝夫
 ㈱ ハザマ 正会員 佐々木肇
 ㈱ ハザマ 正会員 竹内恒夫

1. まえがき

昨今、地下空間を利用したコンクリート構造物が建設されている。しかし、地下空間に建設されたコンクリート構造物は、その立地条件から地上に建設された一般のコンクリート構造物と比較して、その保守・補修が困難である。そのため、その構造物に要求されている耐用年数によっては、非常に長期に渡る耐久性が必要となる。この場合、このような条件下のコンクリート構造物の長期の耐久性に最も影響を及ぼすと考えられる劣化現象の一つに、地下水に含まれている硫酸塩等による化学的腐食がある。

本報告は、このような地下空間を利用したコンクリート構造物の外周充填材として適用を考えたセメントペントナイト（以下「CB複合材料」¹⁾）、セメントアスファルト（以下「CA複合材料」²⁾）モルタル試験体を用いて、 Na_2SO_4 溶液による化学的腐食を行い、その3ヶ月目までのEPMAによる分析結果について取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材料は、表-1に示す通りである。練り混ぜは、細骨材(1/2)、セメント、ペントナイト、細骨材(1/2)という順序でミキサーに投入し、1分間の空練りの後、水を加えるという方法で行った。試験体の配合は表-2に示す通りであり、フロー値は180~200mmの範囲とした。試験体の寸法は□4×4×16cmとし、図-1に示すように1面だけ残し、他の面はタールエポキシ系の樹脂でコーティングし、28日間の水中養生後浸漬試験を実施した。

3. 試験方法と分析方法

養生終了後、CB、CA複合材料を Na_2SO_4 溶液濃度0%、5%、10%のものに浸漬し、材令0日、1ヶ月、2ヶ月、3ヶ月のものをEPMA分析に供した。分析に当たっては図-1に示すようにして、4×4×1cmの大きさに切断し、分析面を鏡面研磨した後、カーボン蒸着を行った。分析は、日本電子機製X線マイクロアナライザーJIS 8621MXを用い、表面水平方向、深さ方向

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、 $\rho=3.16$)
細骨材	川砂(大井川産) 粒径5mm以下、吸水率1.1% 表乾比重 $\rho=2.61$ 、 $F.W=2.91$
ペントナイト	ボルクレイSPV、 $\rho=2.60$ (ボルクレイ社製、ワイオミング産)
アスファルト	東亜道路工業㈱製A乳剤(アニオン系) (比重 $\rho=1.01$)

表-2 試験体の配合 (CB複合材料)

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

(CA複合材料)

配合条件		示方配合(kg/m ³)			
W/C(X)	A/C(X)	水	セメント	アスファルト	細骨材
50	100	29	290	290	1221

モルタル露出面(1面のみ)

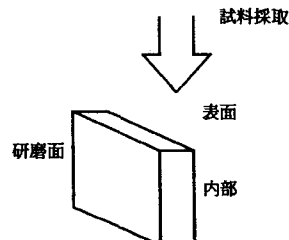
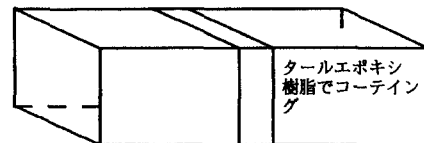


図-1 分析用試験体の採取

とも500 に分割し(500ピクセル)、1ピクセルサイズは約70 μm に行った。なお、溶液は7日目ごとに全量取替えを行った。

4. 分析結果と考察

図-2にCA, CB 複合材料の S の浸入深さと材令との関係を示す。CA, CB 複合材料とも、材令の経過とともに S の浸入深さが増加しているが、CB複合材料はCA複合材料と比較して、速く浸入しており、また Na_2SO_4 溶液濃度による違いも顕著に現れている。現在まで得られたデータは材令3ヶ月と短いため、S の浸入深さと材令との関係に規則性を見出すことは困難である。しかし、CA複合材料およびCB複合材料の5%溶液に浸漬させた試験体における S の浸入深さと材令との関係を見る限りでは、浸入深さは材令の平方根に比例しているように見受けられる。坂本は³⁾ 酸と反応した部分が脱離せずにそのまま残っていると、その部分が酸の未反応部分までの拡散を妨げるため、反応部分で酸の拡散速度が律速になり、浸漬液中の水素イオン濃度が一定ならば、酸の浸食深さは浸漬日数の平方根と比例するとし、次式で浸食速度が表されたとしている。

$$x = K\sqrt{t} \quad \cdots (1) \quad \text{ここで、} x: \text{反応部分の厚さ(mm)、} t: \text{時間(day)、} K: \text{速度定数}$$

硫酸、塩酸にモルタル試験体を浸漬させた坂本の試験結果で、この関係は、非常によく成立していることが示された。今回の試験でも現在までのところ、 Na_2SO_4 溶液に浸漬させたCA, CB 複合材料の S の浸入深さと材令との関係は同様な傾向が見受けられるため、塩のモルタル試験体中への浸入も酸と同様な挙動が生じているものと考えられる。

5. まとめ

以上の結果をまとめると次のようになる。

- ①CA, CB 複合材料とも浸漬材令の経過とともに、S の浸入深さが増加してくる。
- ②CA複合材料よりもCB複合材料の方が S の浸入が速く、 Na_2SO_4 溶液濃度による影響も顕著である
- ③CA, CB 複合材料とも、S の浸入深さは浸漬材令の平方根に比例する挙動を示す。

今後はさらに試験を継続し、CA, CB 複合材料の Na_2SO_4 溶液による浸食速度を評価するためのデータを取得していく予定である。

6. 謝辞

本検討は、通産省の受託研究の一部で実施したものである。本研究を実施するに当たり、有益な御助言をいただいた東京工業大学工学部長瀧教授に深謝致します。

(参考文献)

- 1) 楠本太他: セメントベントナイト複合材料の強度・変形特性について

第46回土木学会年次講演会講演概要集

- 2) 駒田広也他: セメントアスファルト複合材料の強度・変形特性について

第46回土木学会年次講演会講演概要集

- 3) 坂本浩之: セメントモルタルの耐酸性に関する実験、土木技術資料 14-8. 1972

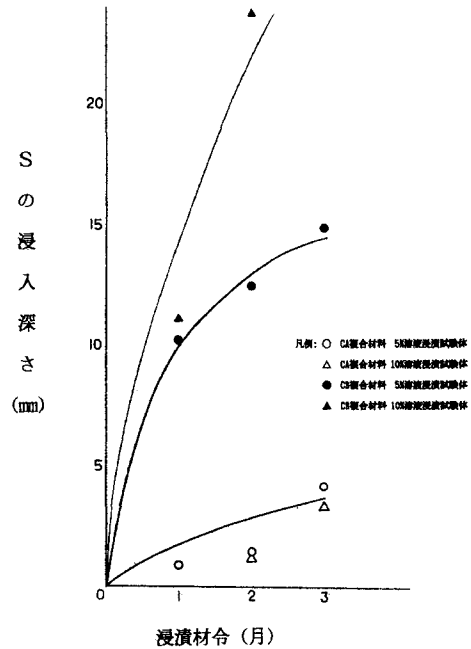


図-2 イオウの浸入深さと材令との関係