

○（財）電力中央研究所 正会員 遠藤 孝夫

（財）電力中央研究所 正会員 広永 道彦

（株）間組 正会員 佐々木 肇

（株）間組 正会員 谷口 公一

1、はじめに

近年、温泉地や大規模地下構造物などにおいて硫酸塩によるコンクリートの化学的腐食が問題となっている。特に地下構造物においては、供用後の補修が困難であるため、長期に渡る耐久性が必要となる。

筆者らは、セメントベントナイト系複合材料の硫酸塩による化学的腐食の判定式を提案する目的で、一連の実験を継続中であるが、昨年までにセメントモルタル、セメントアスファルト系およびセメントベントナイト系複合材料のモルタル供試体を用いた試験結果について報告した^{1) 2) 3) 4)}。本研究では、セメントベントナイト系複合材料のコンクリート供試体を用いた試験結果のうち、浸漬期間3ヶ月までの結果について取りまとめたものである。

2、実験方法

供試体の作製に用いた材料を表-1に、配合を表-2に示す。練り混ぜには、傾胴式ミキサーを用い、粗骨材、細骨材（1/2）、セメント、ベントナイト、細骨材（1/2）の順にミキサーに投入し、1分間の空練りの後、水を加え2分間行った。供試体の大きさは、 $\phi 10 \times 20 \text{cm}$ とし、28日間の水中養生の後、図-1に示すように上面以外をエポキシ樹脂によりコーティングした。浸漬試験は、前報²⁾と同様に5%および10%の Na_2SO_4 溶液を用いて行った。

浸漬期間は、0、0.5、1、1.5、2、2.5および3ヵ月とした。

分析用試料は、図-1に示す位置から採取した。

EPMA分析は、日本電子（株）製X線マイクロアナライザー JXA 8621MXを用い、表面水平方向、深さ方向とも512に分割し、そのメッシュサイズは $20 \mu\text{m}$ とした。また、X線回折分析は、日本電子（株）製X線回折分析装置 JDX-8040を用い、管電圧40kV、管電流40mAにて行った。

3、結果と考察

図-2に浸漬期間とEPMAより求めたSの浸透深さとの関係を示す。浸漬溶液濃度5%場合、Sの浸透深さは浸漬期間と共に徐々に大きくなる傾向が見られたが、10%の場合、増加量は大きく、浸漬期間1.5ヵ月を過ぎるとさらに大きくなる傾向が見られた。これは、物理試験結果から考えると1.5ヵ月以降は試料にクラック等の損傷が生じているためと考えられる。

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	大井川産川砂 表乾比重 $\rho = 2.61$ 、吸水率 1.1%、F.M=2.91
粗骨材	秩父産碎石 比重 $\rho = 2.70$ 、吸水率 0.76%、F.M=6.62
ベントナイト	ボルクレイSPV ボルクレイ社製、ワイオミング産、 $\rho = 2.60$

表-2 供試体の配合

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	粗骨材
130	40	375	288	115	631	665

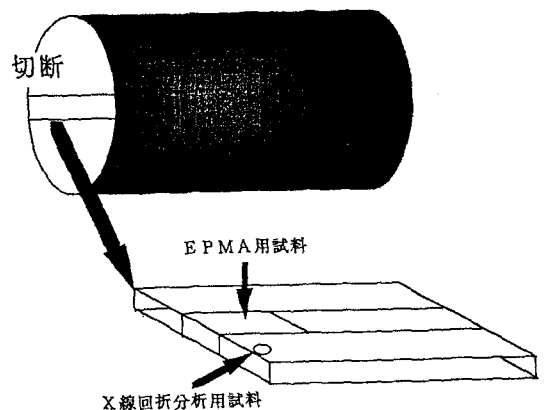


図-1 分析用試料採取位置

図-3に浸漬前、5%および10%の Na_2SO_4 溶液に3ヵ月浸漬した試料のX線回折分析結果を示す。浸漬前の試料では、ボーランタイトのピークが明瞭に現われているが、浸漬後の試料では、ボーランタイトのピークは低くなり、エトリンタイトのピークは高くなっている。これは、硫酸ナトリウムが供試体に浸透し、ボーランタイトと反応してエトリンタイトが生成したためと考えられる。

図-4にX線回折分析におけるエトリンタイトのピークの積分強度と浸漬期間の関係を示す。エトリンタイトのピークの積分強度は、浸漬期間と共に増大している。このことから、浸漬期間の増大により、供試体中に生成したエトリンタイトの量も多くなっていると考えられる。

これらの結果から、セメントベントナイト系複合材料を5%および10%の Na_2SO_4 溶液に浸漬した場合、5%溶液では、3ヵ月まで徐々に劣化するのに対し、10%溶液では、1.5ヵ月以降急速に劣化が進行するものと考えられる。

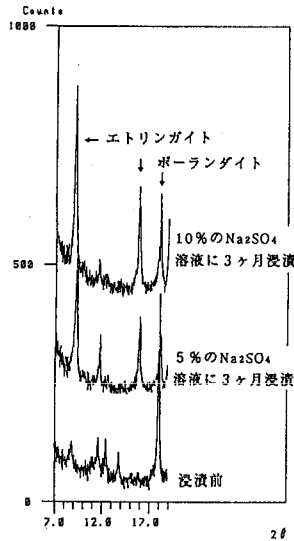


図-3 X線回折分析結果

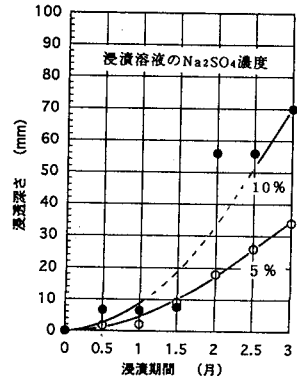


図-2 Sの浸透深さの経時変化

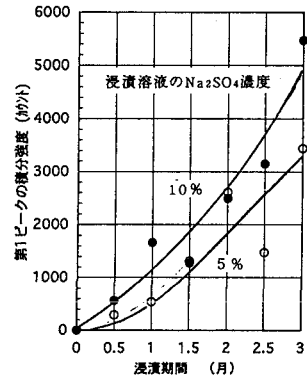


図-4 エトリンタイトのピークの積分強度の経時変化

4. まとめ

以上の結果をまとめるとセメントベントナイト系複合材料を Na_2SO_4 溶液に浸漬した場合、

- 1) Sの浸透深さは、浸漬期間に比例して深くなる。
- 2) 浸漬期間の増大と共に、エトリンタイトの生成量は多くなる。
- 3) 5%溶液に浸漬した場合には、3ヵ月まで徐々に劣化するのに対し、10%溶液に浸漬した場合、1.5ヵ月以降急速に劣化する傾向がある。

今後はさらに試験を継続し、セメントベントナイト系複合材料の硫酸塩による化学的腐食を判定するためのデータを取得していく予定である。

5. 謝辞

本研究は、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、長瀧教授および東北学院大学工学部、大塚教授に深謝致します。

参考文献

- 1) 佐々木肇他：「濃度の異なる Na_2SO_4 溶液に浸漬したモルタル供試体の化学的特性」 コンクリート工学年次論文集 Vol.15, No.1 1993年
- 2) 広永道彦他：「濃度の異なる Na_2SO_4 溶液に浸漬したモルタル試験体の物理的特性」 コンクリート工学年次論文集 Vol.15, No.1 1993年
- 3) 広永道彦他：「濃度の異なる Na_2SO_4 溶液に浸漬した複合材料のE P M Aを用いた化学分析に対する一考察」 第47回土木学会年次講演会講演概要集 平成4年9月
- 4) 広永道彦他：「 Na_2SO_4 5%、10%溶液に1年間浸漬した複合材料のE P M Aを用いた化学分析に対する一考察」 第48回土木学会年次講演会講演概要集 平成5年9月