

## 各種試験法によるセメント硬化体の溶脱現象の評価 - その2、固相分析 -

(財)電力中央研究所 正会員 山本武志  
 同上 正会員 広永道彦  
 東京電力(株) 吉沢勇二  
 (株)シー・アール・エス 小松進一

### 1. はじめに

コンクリート構造体を地下に設置する場合には、地下水に長期間接触するために、セメント水和物の変質し、さらに構造体から組成成分が溶脱すると考えられる。そのような環境に置かれたコンクリート構造体に要求される性能の変化を予測するために、幾つかの試験法が示されているが、それらの試験法を同一条件の試験体に対して適用した例がない。そこで、本研究では、3種類の試験法を同一条件の試験体に適用し、硬化体と接触水の経時変化を同時に評価することにより、各試験法間における整合点と相違点を示した。

### 2. 実験概要

普通ポルトランドセメントのペースト硬化体を作成した。W/C=100%で練混ぜ、硬化するまでは30、そして50-56日間の水中養生を行い、切り出すことにより試験体を用意した。試験法は、以下の3種類である。a.浸漬法(10×10×2.5mm、試験体重量に対する接触水重量を500倍に設定、13週間静置) b.通水法(30mm×20mm、試験体重量に対する総通水重量を500倍に設定、13週まで一定通水量) c.通電法(50mm×50mm、電位勾配を10V/cmに設定、13週間の通電)

粉末X線回折分析(XRD)、示差熱分析(TG/DTA)、X線マイクロアナライザー(EPMA)、水銀圧入式ポアサイザーにより、硬化体の諸物性を評価した。なお、試料は、アセトンに浸漬した後に真空デシケーターを用いて乾燥させた。

### 3. 試験結果

EPMAにより、以下の結果を得た。a.浸漬法(図1)では、均一にCaイオンが溶脱するが、Si溶脱は認められなかった。b.通水法(図2)では、通水上面側で下面に比べて多くCaイオンが溶脱し、上部5mmまでの溶脱量は、浸漬法よりも多くなる。上部3mm程度までは、Siの溶脱も認められた。c.通電法(図3)では、-極側表層部9mmまでCaイオンが溶脱し、溶脱量は浸漬法と通水法の間である。また、表層部5mmまで僅かにSiの溶脱も認められた。

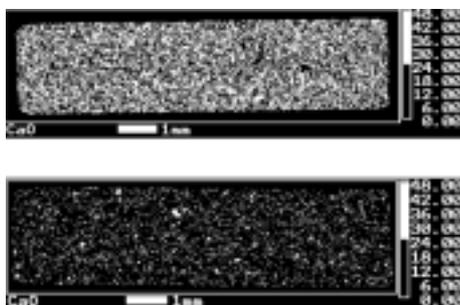


図1 EPMA-浸漬法  
(上:初期試料、下:試験後)

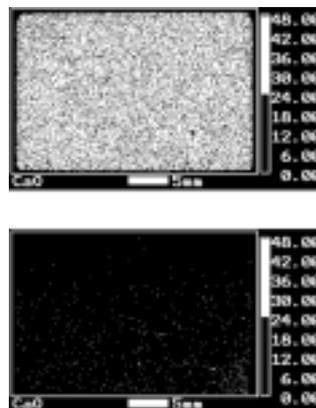


図2 EPMA-通水法  
(上:初期試料、下:試験後)

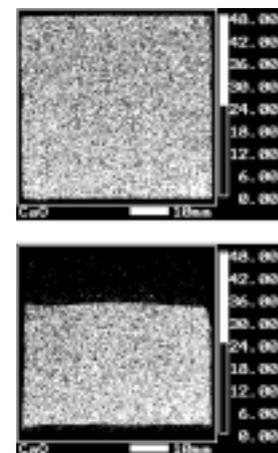


図3 EPMA-通電法  
(上:初期試料、下:試験後)

キーワード：溶脱、セメント硬化体、変質、試験法

〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (財)電力中央研究所、Tel. 04-7182-1181

XRDにより、各水和物の状態を評価した。図4に示すように、初期試料では、エトリンサイト(AFt)、モノカーボネート、ハマカーボネート、ポルトランダイト、CSHゲル( $2\theta = 29^\circ$ 近傍に広がりを示すピーク)の存在が認められた。a.浸漬法では、ポルトランダイトが溶脱による減少量が多かったが、同時に水和反応の進行によりCSHゲルの生成量が増加した。b.通水法では、ポルトランダイト、モノカーボネート、ハマカーボネートの減少量が多かった。そして、浸漬法とは異なりCSHゲルの減少も認められ、前述のEPMAによる評価で認められたSiの溶脱との整合性が示された。c.通電法では、通水法と同様の結果となったが、CSHの減少量は、通水法の場合ほど多くなかった。

TG/DTAにより、全試料においてポルトランダイトが消失していることが認められた。

水銀圧入式ポアサイザーによる細孔径の比較を図5に示す。各試験法間では、僅かに異なる傾向が認められ、通水法で得られた試料は、浸漬法および通電法で得られた試料に比べて $0.4\mu\text{m}$ における

累積空隙率が比較的大きくなった。しかし、初期試料と比較した場合には、全試験法間で共通点が認められた。前述のように、各試験法を適用した試料からポルトランダイトが溶脱したために、図5に示すように、初期試料に比べて溶脱部では、 $1\mu\text{m}$ 近傍における空隙率が増加することが示された。

#### 4. まとめ

同一条件のセメントペーストを適用して、促進溶脱試験法と考えられる浸漬法、通水法、通電法の3種類で得られた固相分析結果の比較を行った。換算接触水量を同じとした場合には、表層部近傍に限られるが、浸漬法に比べて通水法を適用した場合に溶脱程度は高まり、溶脱加速度が高いことが示された。一方、通電時間など試験条件の検討を行っていないために限定的ではあるが、表層部近傍の溶脱部の比較を行った場合には、通電法と通水法では、共通した溶脱状態となり同程度の溶脱加速度が得られることが示された。低水セメント比の硬化体に対して通電法を適用し、加速試験としての妥当性を評価する課題が残された。

尚、本研究は、電力10社による電力共通研究において実施した研究成果の一部である。

#### 謝辞

本研究における試験を行う際に、(株)太平洋コンサルタントの大和田氏、芳賀氏、柴田氏には、尽力を頂いた。謝意を表します。

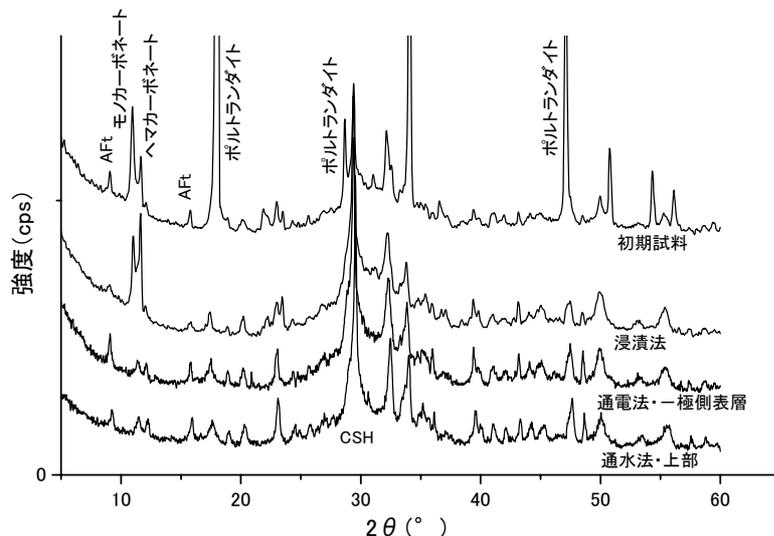


図4 XRDによる水和物の同定

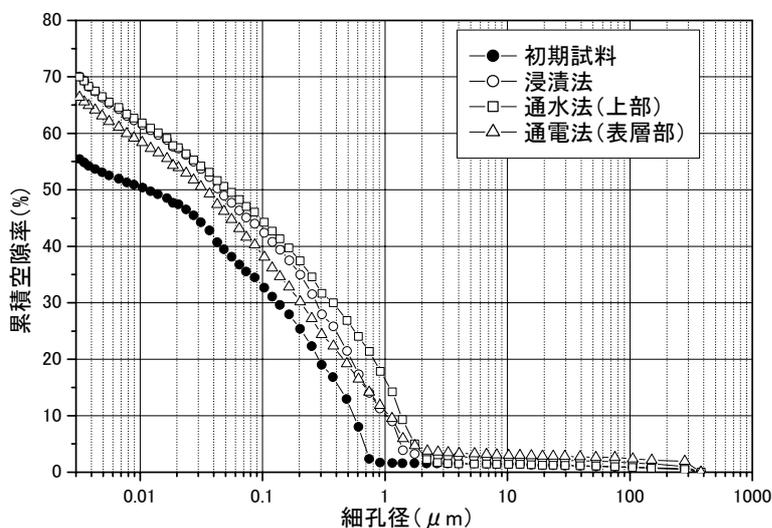


図5 細孔径の変化