

V-84

コンクリートの耐久性に関する一考察

柳間組 技術研究所 正会員 佐々木 肇

" " " 前田 照信

1. まえがき

近年、コンクリートの耐久性の低下が社会問題となっているが、通常よりも苛酷な条件に置かれたコンクリートは早期に劣化することが多く、特に化学的な作用を多く受ける環境下に置かれた場合は顕著である。下水には多くの化学物質が含まれているためコンクリートへの影響が懸念される。本報告は、このような条件下に置かれたコンクリートの劣化を調査する目的で各種分析を行い、その結果について考察を述べたものである。

2. 試験方法

実験用試料は、既設構造物の水中部と気中部からコアボーリングしたものを用いた。構造物AおよびBは、供用開始後3年、構造物Cは23年経過したものである。なお、これらの構造物の物理的強度は、設計強度以上であった。中性化深さは、コアを万能試験機により割裂した後、割裂面をフェノールフタレイン散布法にて測定した。示差熱重量分析は、コアを深さ方向10mmごとにダイヤモンドカッターにて切断し、その中央部を乳鉢にて粉碎し、0.3mmのフルイを通過したものをアルゴン雰囲気中にて乾燥させたものを試料とし、真空理工製セミマクロ型 5000-RHを用い、試料量 100mg、昇温速度15℃/minにて実施した。

X線回折分析およびX線マイクロアナライザー(EPMA)は、それぞれのコアの表面付近の中性化した部分と内部の中性化していない部分から試料を採取し、通常の方法にて行った。

3. 結果と考察

表-1にフェノールフタレイン法による中性化深さの測定結果を示す。構造物Aではほとんど中性化していないのに対し、同じ材令でも構造物Bではかなり進行しており、特に気中部での中性化が激しい。これは、構造物Bでは雰囲気中の炭酸ガス濃度が高いためである。また、構造物Cでは材令を考慮すると中性化は少ないことから、健全なコンクリートであると思われる。

表-1 フェノールフタレイン法による中性化深さ

	構造物 A	構造物 B	構造物 C
気 中 部	0～ 1	29～32	5～13
水 中 部	3～ 4	6～11	3～ 4

示差熱重量分析の結果を図-1に示す。ここで、炭酸カルシウムを水酸化カルシウムに

モル換算した値と水酸化カルシウムとの和をT-Caとして表した。水中部のT-Caは、表面付近ではカルシウムが重炭酸カルシウムの形で溶出するため小さくなるが、浸透圧によりカルシウムが内部から表面に向けて移動するためごく表面付近以外では一定の値となると考えられる。また、気中部では水中部より中性化が進行する傾向にある。これは、中性化した部分はポーラスになるため炭酸ガスの侵入が容易になるためさらに中性化が進行し易くなるためと考えられる。気中部では表面から中性化している深さまでのT-Caは大きくなるが、その下の層では小さくなりさらに深い場所では若干高くなる傾向が見られた。これは、中性化した部分よりやや深い位置では乾湿の繰り返しによる水分の移動によってカルシウムは移動するが、さらに深い位置ではドライビングフォースがないため移動できないためであると考えられる。

X線回折分析の結果を表-2に示す。どの試料においても表面は中性化のため炭酸カルシウムが多く、内部では中性化していないため水酸化カルシウムが多く検出された。しかし、図-2、および図-3に示すよ

うに、表面では $d=3.20$ のピークが強く見られるが、内部ではこのピークはさほど強くない。これは、斜長石のピークと思われるが、セメント成分の流出により相対強度が増加したものなのか、下水の作用により生成した物質によるものなのかは不明である。

EPMAでは、表面では、ポーラスになっておりエトリンガイトや不定形のカルシウムシリケート水和物等が多く観察されたが、内部ではち密になっておりエトリンガイトは見られなかった。

4. まとめ

以上の結果から、下水の作用を受けるコンクリートは、水中部ではカルシウムの溶出によりポーラスになるが、内部からのカルシウムの移動のため中性化は気中部よりも進行しないのに対し、気中部では、中性化により組織がポーラスになるとさらに炭酸ガスが侵入しやすくなるが、内部からのカルシウムの供給が少ないため、中性化は進行しやすくなる。

以上のように下水中ではコンクリートの成分が溶出が認められるが、ほとんどの可溶性成分は残っておりコンクリートの耐久性には問題はないと思われる。

現在、細孔径分布等については実験中である。

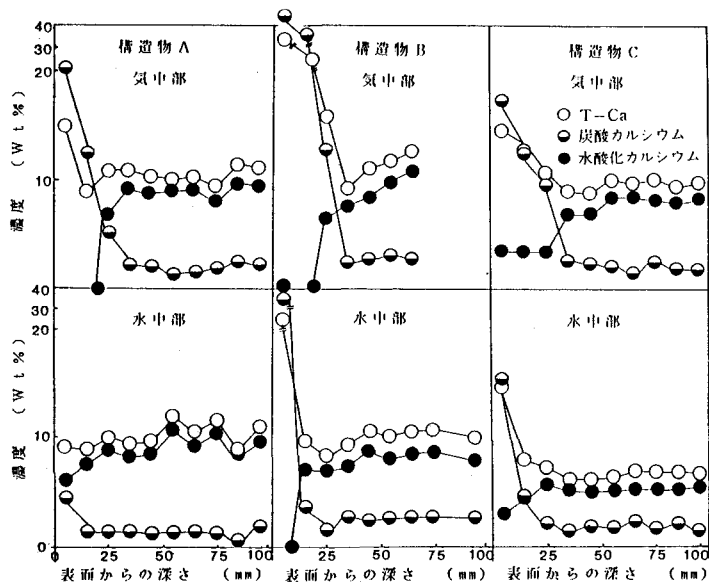


図-1 示差熱重量分析結果

