

V-106

促進炭酸化させたコンクリートへの塩化物の浸透に関する検討
（海洋暴露5年）

東京大学生産技術研究所 ○正会員 星野富夫

東京大学生産技術研究所 正会員 魚本健人

1. はじめに

コンクリートの炭酸化は従来から指摘されてきたような単純なメカニズムではなく、炭酸化に伴って塩化物や硫化物の移動・濃縮を生じ、非炭酸化部においても鋼材腐食に影響を与えることが報告されている¹⁾。しかし、炭酸化したコンクリートへの塩化物の浸透や分布等については殆ど明らかにされていない。

本報告は、促進炭酸化させた塩化物を混入したコンクリートと塩化物を混入しないコンクリートを用いて、海水や海水飛沫を常時受ける海洋環境下における暴露実験を行い、促進炭酸化させたコンクリートへの塩化物の浸透や分布等がどのような傾向を示すのかを実験的に検討したものである。

2. 実験概要

コンクリートは、水セメント比を60%とした表-1に示すような配合のものであり、塩化物を添加したものと無添加の供試体を作製した。塩化物の添加は、 CaCl_2 を Cl^- 換算で 2.4kg/m^3 混練水に溶解して用いた。また、セメントは普通ポルトランドセメントを用い、川砂と最大寸法が15mmの砕石を用いた。海洋暴露材令の経過に伴う塩化物の分析や中性化の変化を調べた供試体には、 $10\times 10\times 40\text{cm}$ の角柱体を用いたが、かぶりが2cmになるように全長が34cmの異型鉄筋（D10）を2本埋め込んだ供試体も作製した。

促進炭酸化を行った供試体は、コンクリートの打設後4週間の湿潤養生の後、温度 20°C 、湿度60%、 CO_2 濃度10%の環境試験槽内に5ヶ月間保持したものであり、促進炭酸化を行わない供試体は、打設後1週間の湿潤養生を行い海洋暴露に供した。従って、促進炭酸化した供試体の海洋暴露は、半年遅れて開始したものである。

促進炭酸化した角柱供試体の海洋暴露開始時（促進炭酸化5ヶ月）におけるフェノール滴定法による全周平均での炭酸化深さは、塩化物を混入したコンクリートの場合には17mmであり、部分的には埋め込まれた鉄筋位置まで炭酸化していた。また、塩化物が無混入の場合には13mmであった。これらの供試体の海洋暴露は、コンクリート打設時の底面が上面になるように固定し、暴露期間が半年、1年、3年、5年の時点で供試体を引き上げて分析・試験を行った。

塩化物の分析は、 $10\times 10\times 40\text{cm}$ の梁の中央付近を切断し、表面から1cmの間隔で切り出した約 3cm のコンクリート片を粉碎して、JCIの「硬化コンクリート中に含まれる全塩分の簡易分析方法」による電位差滴定法で行った。

3. 実験結果と考察

図-1には、角柱体（ $10\times 10\times 40\text{cm}$ ）の打設面側と底面側の暴露開始時から暴露5年までの中性化深さの変化を示した。これらの測定は、両端の側面の中性化深さの

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)				スランプ (cm)
		水	セメント	砂	砕石	
60	47	200	333	858	994	8

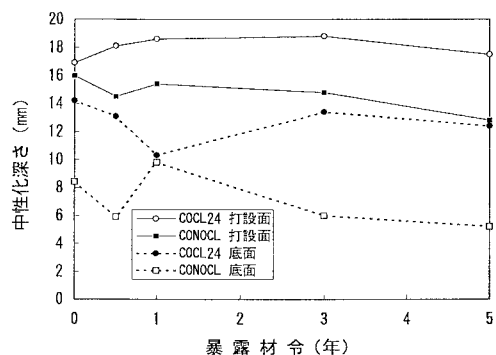


図-1 暴露材令と中性化深さの変化

キーワード：コンクリート、促進炭酸化、中性化深さ、海洋暴露、塩化物

〒106-8558 東京都港区六本木7-2-2-1 TEL 03(3402)6231 FAX 03(3470)0759

影響を受けない部分を1cm間隔で測定した平均を示したものである。塩化物を混入したコンクリートの中性化深さは塩化物を混入しないものよりも大きな値であることが分かるが、何れの場合にもバラツキがあるものの海洋暴露の材令の経過に伴う中性化の進行は認められず、逆に材令の経過に伴って中性化深さは減少しているようにも見受けられる。一方、この図に示していないが促進炭酸化を行わない供試体の中性化は暴露5年時点でも殆ど認められなかった。

これらのコンクリートへの暴露開始から暴露5年までの塩化物の浸透と分布状態を示したものが図-2～5である。図-2と3には塩分を混入しないコンクリートの促進炭酸化を行わないもの（NOC1）と促進炭酸化を行ったもの（CONOC1）を示した。促進炭酸化を行わないコンクリートへの塩化物の浸透と分布は、既往の報告にあるような浸透と分布状態を示し、炭酸化の促進を行ったものでは、当初に塩化物が存在していなかったために、暴露前の段階では塩化物の移動や濃縮が生じていない。しかし、最外層の炭酸化の影響を著しく受けている部分では、暴露1年以降の塩化物の残留が殆ど無いものの内部への塩化物の浸透は、暴露5年でも継続している傾向が認められる。一方、図-4と5に示した塩化物を混入したコンクリートでは、促進炭酸化を行わないもの（図-4、CL24）の暴露1年以降の塩化物の浸透は、図-2に示した塩化物を混入しないものと同様な浸透量と分布を示している。しかし、このコンクリートの促進炭酸化を行ったコンクリート（図-5、COC124）では、塩化物がコンクリートの内部に向かって移動し、濃縮している様子が暴露5年時点でも顕著に認められる。このように、促進炭酸化を行ったコンクリートの何れの場合にも海洋暴露開始後に材令の経過にともないコンクリート内部に塩化物が引き寄せられるように浸透しており、この傾向は塩化物混入コンクリートの場合に顕著である。

4. まとめ

コンクリートの炭酸化が進行した場合には、その炭酸化層を通過した塩化物によって、内部に高濃度の塩化物の濃縮が生じる可能性が考えられる。

〈参考文献〉

- 1) 岸谷、小林、檉野、宇野：塩化物を含むコンクリート中における鉄筋腐食と中性化との関係、コンクリート工学論文集、Vol. 2、No. 1、pp. 77～83、1991年1月

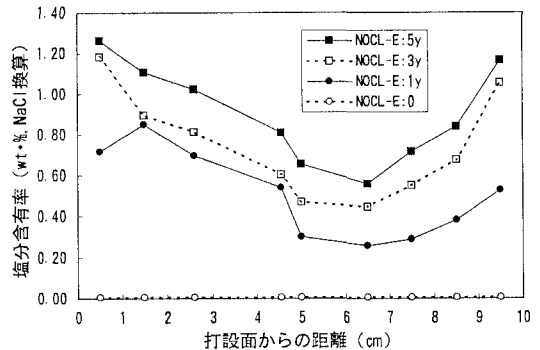


図-2 暴露期間と塩化物の浸透（NOC1）

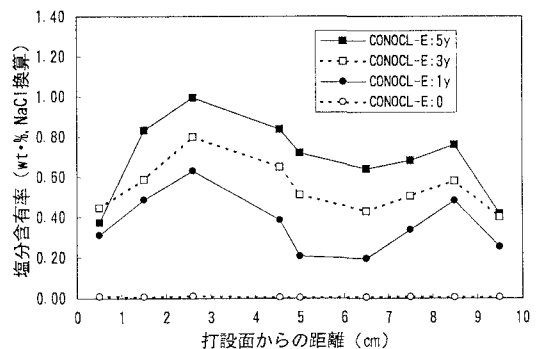


図-3 暴露期間と塩化物の浸透（CONOC1）

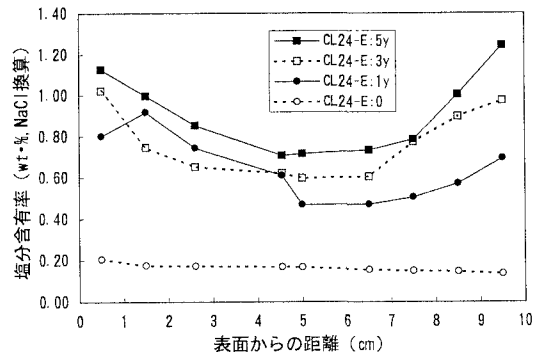


図-4 暴露期間と塩化物の浸透（CL24）

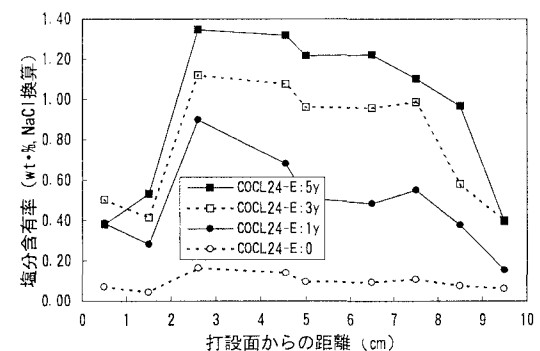


図-5 暴露期間と塩化物の浸透（COC124）