

(V-36) 炭酸化したコンクリートへの塩化物の浸透と鉄筋腐食

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

筆者らの既往の研究では、コンクリート表層部に炭酸化層が形成されている場合には、塩化物イオンのコンクリート中への浸透を遅延させる作用を有することを明らかにしている¹⁾。また、この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炭酸化の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²⁾。本報告は、塩化物が含まれるコンクリートを鋼材位置の深さまで促進炭酸化し、海洋暴露実験を行った場合に鋼材腐食や塩化物の浸透にどのような影響を及ぼす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：60%、S/a:47%とし、塩化物を添加したものと無添加のものを作製した。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。供試体は、 $10\times 10\times 40\text{cm}$ の角柱体であって、かぶり高が2cmになるように全長が34cmの異型鉄筋(D10)を2本埋め込んだものである。

促進炭酸化は、コンクリートの打設後4週間の湿潤養生の後、 20°C 、湿度60%、 CO_2 濃度10%の環境で5ヶ月間保持した。また、促進炭酸化を行わない供試体は、打設後1週間湿潤養生を行いそれぞれ海洋暴露に供した。

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7.1-7.19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。

海洋暴露は、かぶり側が上面になるように固定し、暴露期間が0.5と1年で供試体を引き揚げ、解体調査した。

塩化物の分析は、所定の厚さで切りだした 30mm 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」により電位差滴定法で行った。

3. 実験結果と考察

図-1は、暴露材令にとり鉄筋腐食を面積率で示したものである。

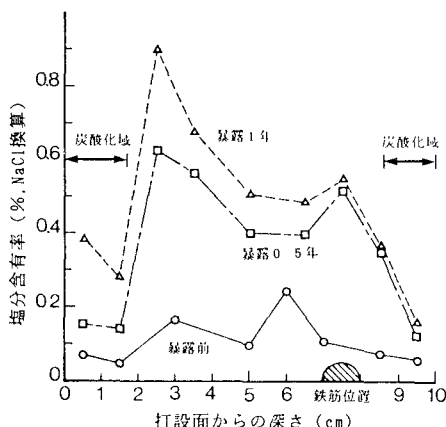


図-2 塩化物の浸透と分布 (COCl24)

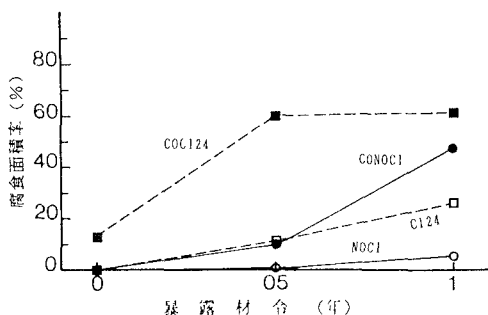


図-1 海洋暴露材令と鉄筋の腐食面積率

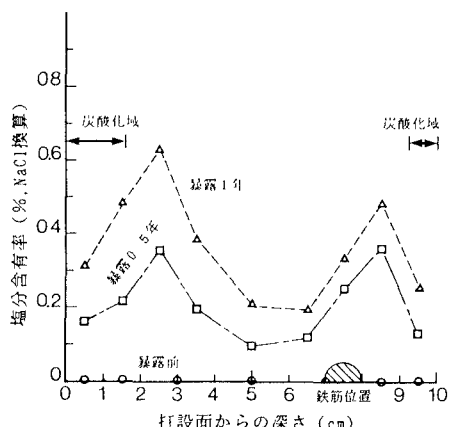


図-3 塩化物の浸透と分布 (CONOCl)

腐食面積率は、埋め込まれた2本の鉄筋の平均で示している。

この図から、塩化物を混入して促進炭酸化(COC124)したものは、促進炭酸化5ヶ月時点ですでに10%以上の腐食が生じ、

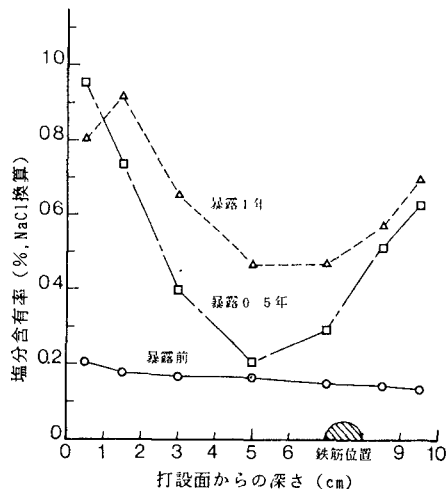


図-4 塩化物の浸透と分布 (C124)

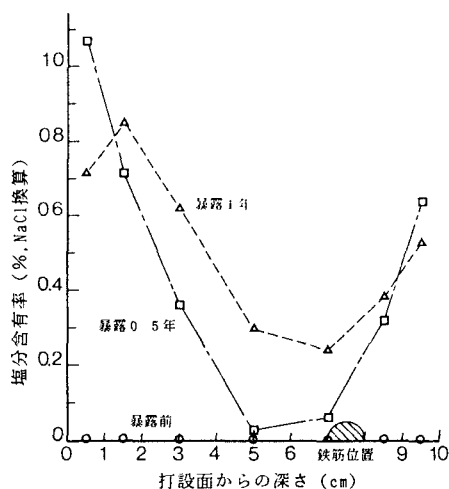


図-5 塩化物の浸透と分布 (NOCl)

暴露0.5年では60%もの腐食面積率を示している。また、塩化物を添加していないものでも促進炭酸化したもの(CONOC1)においては、暴露1年時点で腐食面積率が增大していることがわかる。促進炭酸化を行わないものは、塩化物を混入したもの(C124)が無混入のもの(NOCl)に比して大きな腐食面積率を示しているが、これらの値は従来報告されている値に近いものとなっている。これらの腐食状態を検討するために塩化物の分布と浸透状態を示したものが図-2～5である。図-4～5に示す促進炭酸化を行わないものは、既往の報告に示すような塩分浸透や分布状態を示しているが、図-2に示す塩化物を混入したコンクリートでは促進炭酸化によって、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ように見える。一方、図-3に示す塩化物が無混入で促進炭酸化を行ったものでは、当初に塩化物が存在していないために、暴露前の段階では塩化物の移動や濃縮が生じていない。即ち、促進炭酸化を行ったものは、何れも海洋暴露開始後に材令の経過とともに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、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。また、炭酸化領域でも材令の経過とともに塩化物の増加が認められるが、炭酸化の界面近くの新炭酸化部に濃縮している。塩化物の移動は結合形態と細孔径分布が大きな要因となることから、塩化物を混入して炭酸化促進したものの細孔径分布(図-6)をみると、炭酸化した部分のコンクリートは、いずれの場合にも中心部分と比べ全細孔量が減じている。しかし、この炭酸化部分には粗大な径の細孔が増加している。特に打設面側の炭酸化部分においてはこの傾向が顕著となっている。

4. まとめ

コンクリート表面の炭酸化層が塩化物の浸透を抑制すると報告されているが、この現象はコンクリート表面近傍において炭酸化が生じている場合であると考えられる。コンクリートの品質や環境によっても異なるが、炭酸化が進行した場合には、炭酸化層を通過した塩化物によって濃縮が生じると考えられる。

(参考文献)

- 1) 星野, 小林: コンクリートの炭酸化が海洋環境下における塩化物の浸透におぼす影響, 土木学会第45回年次学術講演会概要集, 第5部, 1990年9月
- 2) 岸谷, 小林, 櫻野, 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, 1, pp. 77～83, 1991年1月

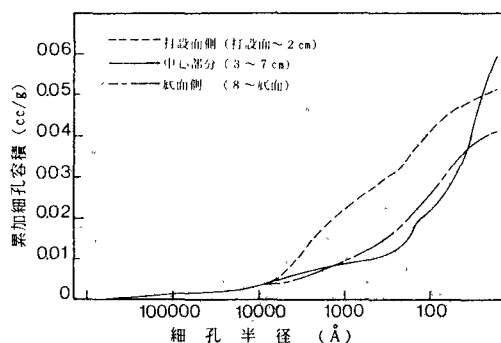


図-6 コンクリートのポロシティ (暴露1年, COC124)