

海洋暴露環境の評価に関する検討

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
 (株)大林組技術研究所 守屋正裕

1. はじめに

塩害を受ける海洋環境等に設置される鉄筋コンクリート構造物への防食方法の適用に関しては、防食・補修指針^{1) 2)}等に規定されている。しかし、これらの腐食環境の鉄筋コンクリート構造物に大きな影響を及ぼすと考えられる環境の評価に関してはあまり明らかにされていない。そこで、本報告ではこれらの基礎資料を得るために、コンクリートの3年間の海洋暴露実験と並行して気象条件や飛来塩分等のデータを収集し、環境条件とどのような関係にあるのかについての検討を試みたものである。

2. 実験概要

コンクリートへの塩化物の浸透傾向については、 $10 \times 10 \times 40$ (cm)の無筋の梁を暴露して調べたものであり、表-1に示すような配合のコンクリートを用いた。使用材料は、普通ポルトランドセメント（比重:3.15、比表面積:3300 cm^2/g ）と川砂（比重:2.62）、碎石（7号、2.70比重:）である。

この暴露試験は、図-1に位置する静岡県伊東市の伊豆海洋公園内で行ったものであり、常時海水飛沫を受ける海岸線の暴露試験用の架台にコンクリートの打設面が下になるように固定した。また、これと同時に強度試験用（ $\Phi 10 \times 20$ cm）の供試体も暴露した。

分析・試験は、暴露半年までは2ヶ月間隔、その後は1年、2年、3年の暴露期間で供試体を引き揚げて行った。塩化物の分析を行った試料は、コンクリート梁の中央付近から4~5cm幅のコンクリート片を切り出し、この中央部分の3cm位を切り取り、表面から1cm間隔で切断したものを振動ミルで微粉碎し、JCI-SC5・SC-4に規定されている方法により、全塩分と可溶性塩分について調べた。

飛来塩分の調査は、コンクリートの暴露開始より2ヶ月遅れで開始したものであるが、この暴露地点より10m程度内陸寄りの岩場に土研式とガーゼ法によるものを設置し、毎月回収して塩素イオン濃度の定量分析を行った。

環境条件を検討するための気象観測の資料は、この海洋暴露場より約10km離れた網代測候所（北緯 $35^\circ 02' 6''$ 、東経 $139^\circ 05' 7''$ ）のものを用いて、温湿度、日照、降雨、風向・風速等を検討した。

3. 実験結果と考察

図-2は、海洋暴露場の飛来塩分量と気象条件の関係を検討したものである。飛来塩分は土研法とガーゼ法により捕捉した各々を示したが、これらの月別の飛来塩分は $1 \sim 5$ ($\text{Clmg}/\text{dm}^2/\text{day}$)の範囲に分布しており、3年間の期間中の変動傾向を見ると両

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	S/a (%)	単 位 量 (kg/m^3)			
		水	セメント	砂	碎石
40	43	205	513	713	972
50	45	205	410	783	988
60	47	205	342	844	983

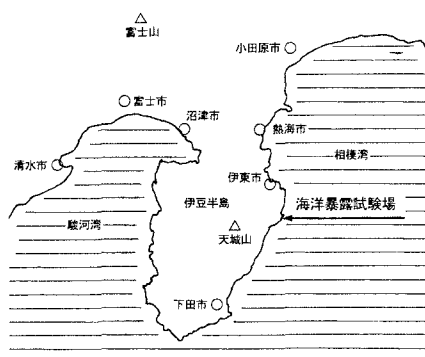


図-1 暴露試験場の位置

キーワード：海洋環境、気象条件、海洋暴露、コンクリート、塩化物

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

者は良く対応していることが分かる。しかし、台風時のシケ等により水滴が伴うような飛来塩分があったと思われる時期には、ガーゼ法による飛来塩分の捕捉には限界がある

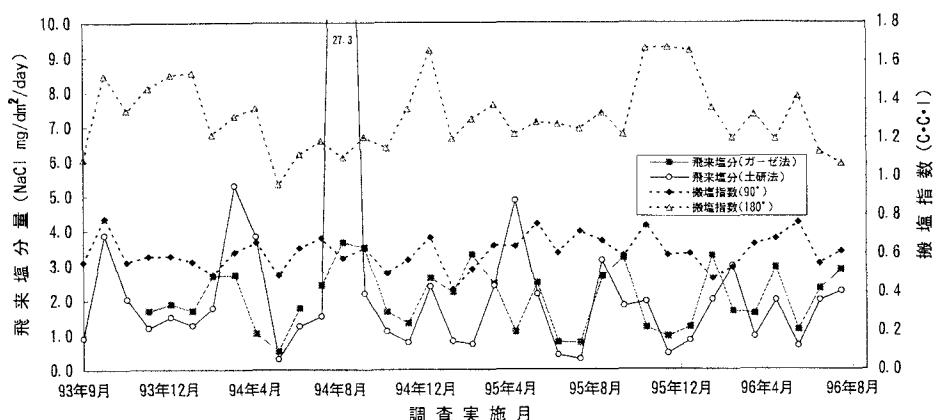


図-2 飛来塩分と搬塩指数の関係

と考えられる。また、土研法により捕捉された年間の飛来塩分量の変動をみると、1993年9月～1994年8月(461 Clmg/dm²)、～1995年8月(851 Clmg/dm²)、～1996年8月(394 Clmg/dm²)となり、1994年9月に大量に捕捉されたものを除けば、この暴露場付近の年間の飛来塩分は400 Clmg/dm²程度と考えられる。一方、気象環境である風向・風速の関数として搬塩指数³⁾によって調べたものが図中の点線である。この搬塩指数(C·C·I=P·V·t)の計算で用いたPは風向傾度であって、海洋に面した暴露方向が東南であることから東～南の90度の方向と北東～南西の180度の範囲について検討したものである。Vは平均風速、tは海上大気中に含まれる塩分量で一定と仮定している。この図から明らかなように範囲が限定されれば両者に相関があることが分かる。

図-3は、水セメント比が40%と60%のコンクリート梁のかぶり側と底面側から浸透した塩分の経時変化を示したものであって、浸透塩分量(Cl Wt%)はコンクリートの中心部分(5 cm)までの塩分含有率を単位面積当たりの荷重平均により求めたものである。水セメント比や測定部位によって多少のバラツキはあるものの暴露期間の経過に伴って浸透塩分は増加する傾向が認められる。これらコンクリートへの暴露初期の塩分浸透は、風向・風速の関係で求めた搬塩指数との相関として認められた³⁾が、その後の材令の経過に伴う塩分の浸透状況と図-2との関係で見ると相関は認められない。

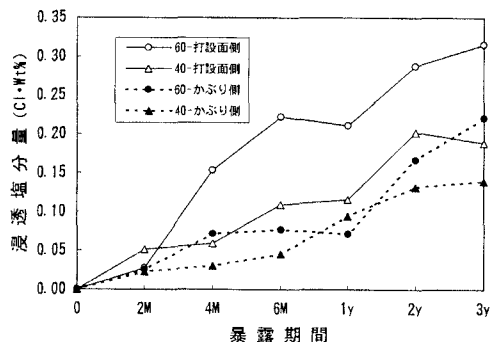


図-3 暴露期間と浸透塩分量の関係

4. まとめ

今回の暴露実験を行った伊豆海洋公園の海岸線における年間の飛来塩分量はおよそ400 Clmg/dm²程度であるが気象状態により倍の値となるような変動もある。また、飛来塩分は風向・風速の範囲に関係していると考えられるが、今回の測定結果からは補集方法による差も認められ、ガーゼ法による飛来塩分の捕捉には限界があると思われる。一方、コンクリートへの塩化物の浸透と飛来塩分との関係では、長期材令になる程環境条件から定量的に把握することは難しいと考えられる。

<参考文献>

- 1) JCI: 海洋コンクリート構造物の防食指針(案)
- 2) 建設省土木研究センター: コンクリートの耐久性向上技術の開発
- 3) 星野・魚本・守屋: 海洋環境下におけるコンクリートへの塩化物の浸透と暴露環境に関する検討、コンクリート構造物の補修工法と電気防食に関するシンポジウム論文集、JCI-C36、pp.1～6、1994.10