既設構造物における配合条件、環境条件が塩分浸透に及ぼす影響

独立行政法人北海道開発土木研究所　正会員　○小尾　稔
独立行政法人北海道開発土木研究所　正会員　田口史雄
独立行政法人北海道開発土木研究所　正会員　嶋田久俊

１．まえがき

塩化物イオンの侵入により鋼材腐食が懸念される地域に建設されるコンクリート構造物は、構造物のおかれる環境条件、塩分の供給量、コンクリート中の塩分の拡散などを考慮し、供用期間中の鋼材位置における塩化物イオン濃度が腐食発生限界濃度以下であることを照査する必要がある。北海道において塩害に対する耐久性の照査を行う場合、日本海側の冬期間の強い季節風による塩分の供給に加えて、寒冷地で問題となる凍結融解作用との複合劣化等による塩分拡散等を考慮する必要がある。しかし、このような環境条件下におかれた既設コンクリート構造物に対して塩分量調査を行った例は少ない。本調査は、北海道の海岸線に位置する既設コンクリート構造物を対象に塩分浸透量の調査を行い、塩害に対する耐久性の照査に必要な拡散係数、表面塩化物イオン量を求めてコンクリート標準示方書照査値との比較検討を行ったものである。

２．調査概要

本調査では北海道の海岸部に位置する橋梁、覆道等のコンクリート構造物のうち、施工当時のコンクリートの配合に関する資料が残っていた 16 構造物を選定し、海側面より計 50 本のコアを採取した。調査対象構造物の供用年数は６年～２１年である。コア採取後コンクリート表面から深さ 75mm まで 15mm 幅でスライス（橋梁上部工など塩分浸透量が少ないと想定された箇所は深さ 50mm まで 10mm 幅でスライス）し、JCI-SC4 に従い吸光光度法により全塩分量を測定した。そして Fick の拡散方程式に従い、塩化物イオンの見かけの拡散係数（以下拡散係数）、および表面における見かけの表面塩化物イオン量（以下表面塩化物イオン量）を推定した。

３．結果および考察

図-1 に水セメント比と拡散係数との関係を示す。図は筆者らの過去の結果 [1]に今回の調査結果を加えて示している。本調査の範囲ではＢＢ、Ｎともコンクリート標準示方書による推定式 [2]に比べ拡散係数が小さい傾向を示した。

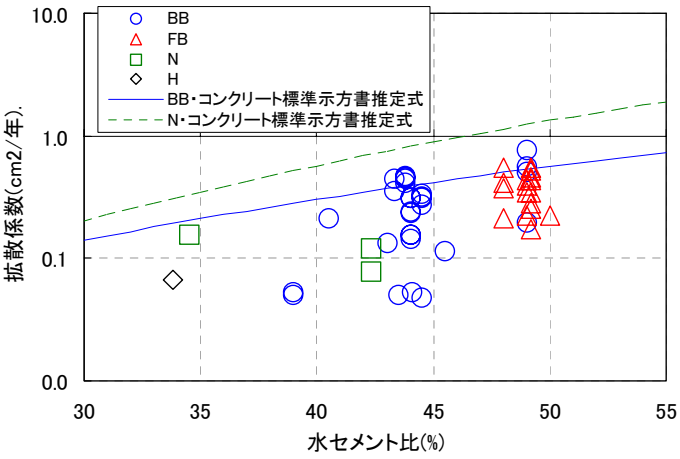

図-1　水セメント比と拡散係数

図-2 に海岸からの距離と表面塩化物イオン量との関係を示す。図ではコンクリート標準示方書による塩化物イオンの侵入に伴う鋼材腐食に関する照査を行う上で用いる照査値の線を重ね合わせている。本調査の範囲では、日本海側における岩礁、消波ブロック設置箇所に位置する構造物は、表面塩化物イオン量が照査値より大きい傾向を示した。また、砂浜・砂礫浜に位置する構造物は、表面塩化物イオン量が照査値よりやや小さくなる傾向を示した。これらのことは、岩礁、消波ブロック設置箇所は砂浜・砂礫浜に比べ海塩粒子が多く発生しやすいため、コンクリートに多くの塩分が供給される環境であることを示している。

図-3 に表面塩化物イオン量と拡散係数の関係を示す。ここで拡散係数は図-1 に示すとおり水セメント比によって変化するため、データが比較的そろった水セメント比 43～46%に限定して整理を行っている。水セメント比がほぼ同一のコンクリートの場合、本来であれば拡散係数はほぼ同じ値になると考えられるが、本調査

キーワード　既設構造物，調査，拡散係数，表面塩化物イオン量，供用年数
連絡先　〒062-8602　札幌市豊平区平岸１条３丁目 1-34　独立行政法人北海道開発土木研究所　TEL011-841-1719

の範囲では、表面塩化物イオン量が小さいオホーツク海側の拡散係数は日本海側に比べて小さくなる傾向を示した。

図-4 に構造物の供用年数と拡散係数との関係を示す。ここでは図-3 と同様に水セメント比 43～46%に限定して整理を行っている。水セメント比がほぼ近い値にもかかわらず、拡散係数はばらつき、しかも供用年数が長いほど拡散係数が小さくなる傾向を示した。

図-5 に構造物の供用年数と表面塩化物イオン量との関係を示す。ばらつきがみられるものの、供用年数が長いほど表面塩化物イオン量が大きくなる傾向が見られた。

これらの結果は、同一構造物における経時変化を調査したものではないものの、金谷らの結果 [3] と同様な傾向を示している。この結果は、拡散係数、表面塩化物イオン量を採取時まで一定の値として解く拡散方程式と異なるため、拡散係数、表面塩化物イオン量が供用年数によって変化する場合の耐久性照査法について、今後更に検討していく必要があると考えられる。

4．まとめ

(1)本調査の範囲では、ＢＢ、Ｎともコンクリート標準示方書による推定式に比べ拡散係数が小さい傾向を示した。

(2)本調査の範囲における構造物の表面塩化物イオン量は、コンクリート標準示方書の照査値に比べ、日本海側における岩礁、消波ブロック設置箇所に位置する構造物は大きく、砂浜・砂礫浜に位置する構造物はやや小さくなる傾向を示した。岩礁、消波ブロック設置箇所は砂浜・砂礫浜に比べ多くの塩分が供給される環境であることを示している。

(3)本研究の範囲では、表面塩化物イオン量が小さいオホーツク海側の拡散係数は日本海側に比べて小さくなる傾向を示した。また拡散係数は供用年数が長くなるほど小さく、表面塩化物イオン量は供用年数が長くなるほど大きくなる傾向が見られた。

参考文献

1) 小尾，田口：寒冷地海岸コンクリート構造物の塩分量調査，土木学会第 58 回年次学術講演会，pp. 401-402，2003. 9

2) 2002 年度制定コンクリート標準示方書[施工編], pp. 80

3) 金谷，桝田，西山：海岸に暴露したコンクリート供試体への塩化物イオン浸透性状，セメント・コンクリート論文集，No. 51，1997，pp. 684-689

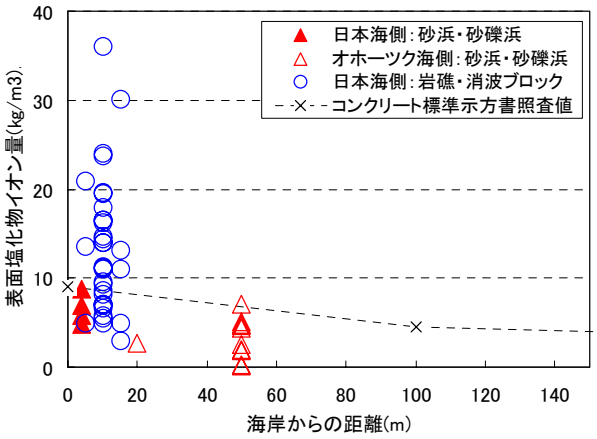

図-2　海岸からの距離と表面塩化物イオン量

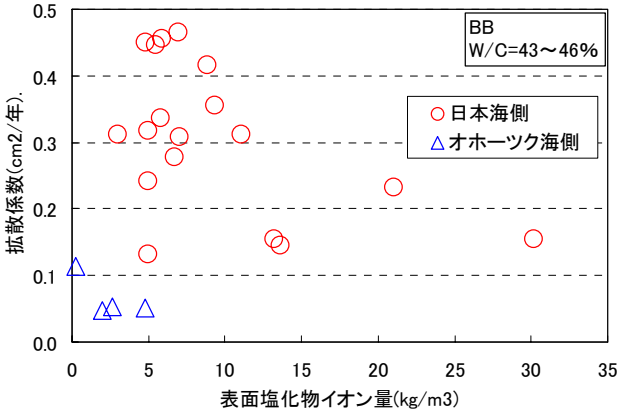

図-3　表面塩化物イオン量と拡散係数

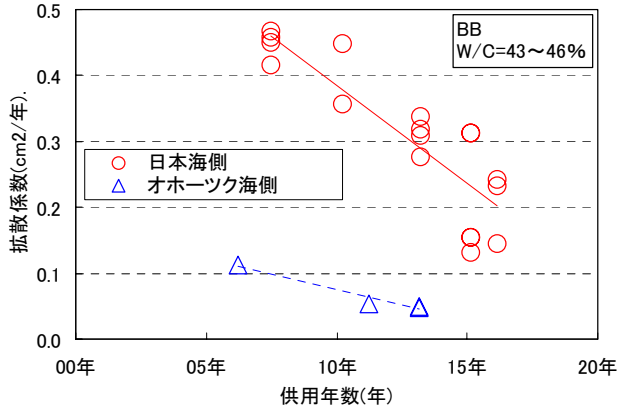

図-4　供用年数と拡散係数

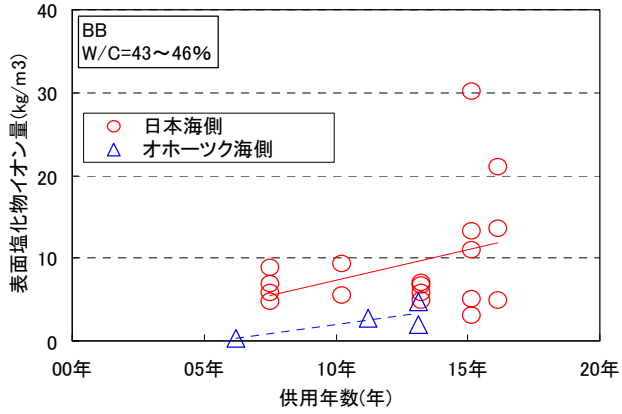

図-5　供用年数と表面塩化物イオン量