

V-5

秋田県沿岸部に曝露したコンクリート供試体の塩分浸透と飛来塩分

秋田大学 学生員 ○渡邊隼也
秋田大学 正 員 徳重英信
秋田大学 学生員 川原 将

1.はじめに

秋田県の岩城アイランドブリッジにおいて、主に塩害に対する実橋のコンクリート塗装の有効性と維持管理の検討を目的として、橋脚上でのコンクリート供試体の曝露試験を、1998年より20年間の計画で継続している。本研究は、1998年9月から2000年8月までの2年間に測定した飛来塩分量と、同期間における風速等の気象条件を比較し、その関係を明らかにする。さらに、飛来塩分とコンクリートへの塩分浸透の関係を明らかにすることを目標とした。

2. 曝露試験の概要

2.1 曝露供試体の設置環境

岩城アイランドブリッジは、秋田県由利郡岩城町に位置する海上橋であり、沖合のウィングラス形島式漁港と既設護岸を結ぶ連絡橋として、平成9年に竣工した橋長356mのPC箱桁橋である。曝露試験場は図-1に示すように冬季には北西からの季節風が著しく、波しぶきを受ける厳しい環境下にある。

2.2 飛来塩分量の測定

飛来塩分の捕集は、橋脚P1の砂浜から高さ2m程度（陸地）、およびP5付近の高欄部（海上）に土研式塩分捕集器を設置して行った。なお、北西からの強い季節風を考慮して、飛来塩分捕集器の方向は、P1で西向き、P5で北西向きに設置した。

2.3 曝露試験用供試体

供試体は幅100mm、高さ100mmおよび長さ200mmの角柱供試体を用い、1面のみから塩分を浸透させるための5面塗装を施している。供試体の配合は表-1に示すとおりであり、実橋と同様としている。

3. 飛来塩分と気象条件の関係

1998年9月から2000年8月の期間に行われた飛来塩分量調査の結果を図-2に示す。飛来塩分量は年によってピークに2倍程度の差があるが、ともに冬季の塩分量が夏季に対し10倍程度の大きい値を示した、この要因を風向・風速・降水量・相対湿度の観点から考察を行った。

3.1 風向・風速の影響

飛来塩分の発生・輸送には、冬季に秋田県沿岸に吹く北西からの強い季節風の影響が大きいと推定できる。一方、風速の増加に応じて碎波の発生も顕著になると推定でき、また塩分輸送も多量になると考えられる。したがって、風向(θ)と風速(v)の評価においては、北西の風向を $\theta=0^\circ$ 、南西を $\theta=90^\circ$ とし、 $v \times \cos \theta$ に

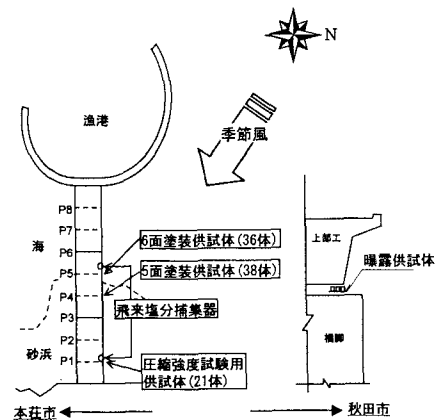
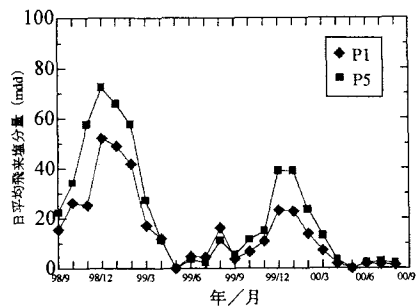


図-1 曝露状況

表-1 供試体および実橋の配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)				混和剤 (kg/m³)
					W	C	S	G	
20	8	41.2	4.5	28	166	403	486	1216	40.3



日平均飛来塩分量(mdd) = 塩化物イオン量 (mg) / {調査期間 (日) × 1(dm²)}

図-2 日平均飛来塩分量

換算した値を用いた。なお、 $\cos \theta$ が負になる場合は、陸からの風であるので削除している。以上の結果から、図-3 に示すように、風向と風速の影響は冬季に顕著になり、図-2 の飛来塩分量の傾向とほぼ一致した。しかし、年毎の傾向は異なり、連続した調査が必要と考えられる。

3.2 降水量・相対湿度の影響

雨や雪が降ると大気中の塩分が洗い流されることにより、飛来塩分量が減少すると考えられる。ここでは前節で述べた $v \times \cos \theta$ を $(1 + \text{降水量} / \text{日平均降水量})$ で除すことにより降水量の影響を検討した。また、大気中に存在できる塩分量は相対湿度によることから、 $v \times \cos \theta$ に相対湿度を乗じることで影響を考慮した。その結果、図-3 に示すように、風向・風速のみを考慮した場合よりも図-2 に示した飛来塩分量に近い傾向を示し、これらの要因が飛来塩分量に影響を与えることが明らかになった。

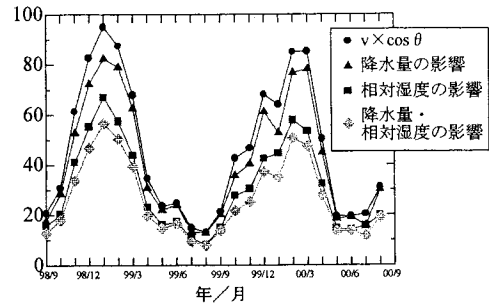


図-3 風向・風速による影響

4. 塩分浸透の推定

4.1 推定方法

曝露 1 年目・3 年目・5 年目に 5 面塗装供試体を引き上げて、JCI-SC-4「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法」に準じた試験を行い、得られた含有塩分量を用いて塩分浸透予測を行った。推定には、Fick の第二法則を用いた。曝露試験場は飛沫帯なのでコンクリート表面での塩分量 $C_0 = 13 \text{ (kg/m}^3\text{)}$ ¹⁾ とし、拡散係数は試験結果を基に計算して、 $D = 0.133 \text{ (cm}^2\text{/年)}$ とした。また、推定に際してコンクリートの劣化による拡散係数の変動は考慮しないものとした。

4.2 推定結果

前節の手順で塩分浸透の推定を行った結果を図-4 に示す。鉄筋位置 (かぶり 7cm) での塩分量は図-5 に示すとおりになり、塗装を施していない場合 30 年程度で発錆限界塩分量 (1.2 kg/m^3) となると推定された。本研究で対象とした曝露環境下では、コンクリート塗装を施さない場合には、かぶりを 7cm と設定しても、30 年程度で塩分が鉄筋の発錆限界に達することが明らかとなり、コンクリート塗装に欠陥がある場合や何らかの劣化が生じた場合には、十分な補修が必要となると考えられる。

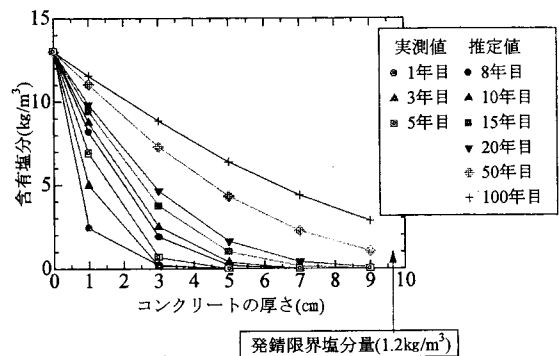


図-4 実測値と塩分浸透予測

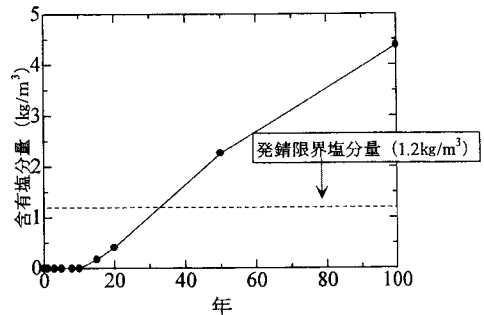


図-5 鉄筋位置(かぶり 7cm)での塩分量

5. まとめ

飛来塩分には、風速と風向が最も大きく影響するが、降水量および相対湿度も大きな影響を及ぼすものと考えられる。しかし、年毎の塩分量の差を定量的に検討するためには、継続した調査が必要であり、今後の課題である。また、付着塩分量を仮定し、コンクリート内の塩分浸透の推定を行った結果、コンクリート塗装がない場合には、30 年程度で発錆限界に達することが予想される。また、曝露環境は寒冷地であり凍害の影響も考慮する必要があり、今後の課題である。

【参考文献】 1) 土木学会編：コンクリート標準示方書「維持管理編」2001 年制定