

塩害による RC 構造物の劣化の程度とコンクリート中の塩化物イオン量との関係

長岡技術科学大学 学生会員 大森友博、正会員 岩崎英治
(独)港湾空港技術研究所 正会員 山路 徹、正会員 審良善和、フェロー 横田 弘

1. はじめに

港湾コンクリート構造物は、塩害による早期劣化が大きな問題となっている。塩害による劣化が顕在化すると、構造物としての役割を果す機能が低下し、構造物自体を保持できなくなってしまう。塩害環境下においては、塩化物イオンの浸透に伴う、腐食発生からの劣化の進行は十分に明らかになっていない。そこで、本研究では、供用約 40 年の実栈橋上部工(はり・スラブ)の解体調査を行い、鉄筋腐食とコンクリート中の塩化物イオン量との関係について調査を行った。

2. 対象構造物の概要

対象構造物は、供用約 40 年が経過した構造物で、撤去工事に伴い切り出された実栈橋上部工である。切り出された部材は図-1 に示す 2.5m×1.1m×1.3m のはりおよびスラブである。なお、使用材料やコンクリート配合等に関する情報は不明である。

3. 調査内容

対象構造物の劣化・損傷の状態を外観目視調査で確認し劣化図を作成した。また、コンクリートの内部の状態を把握するためコアサンプリングを行い塩化物イオン量の測定を行った。その後、はつり作業を行い、鉄筋腐食の調査を行った。なお、腐食の調査は目視により発錆箇所を判定した。

4. 結果および考察

4.1 劣化度判定および目視調査結果

対象構造物の外観目視調査結果および劣化度判定¹⁾の結果を図-2 に示す。なお、劣化度判定は港湾施設の点検診断の際に用いられる判定方法である。判定基準の概要を表-1 に示す。スラブ B はかぶりの浮きや剥離が認められたため劣化度 A と判定した。その一方で、スラブ A は若干の浮きが見られる程度であった。また、はりでは、底面および側面 A に、ひび割れや浮きが確認されたが、側面 B は健全な状態であった。各部材によって、劣化・損傷の度合いに違いが明確に現れた。劣化度による判定は、図に示すとおりとした。

4.2 鉄筋腐食量調査結果

図-3 に鉄筋の腐食分布を示す。鉄筋腐食の程度は、スラブ B およびはり底面は非常に激しい腐食が生じている箇所もあったが、その他の部材では全て軽微な腐食であった。図-2 の外観目視結果と比べると、ひび割れや浮き・剥離の目立つ箇所で、鉄筋の腐食が進行していることが分かる。ただし、ひび割れ等の変状が生じていない箇所では腐食が開始していない所もあり、部材全体を見ると大きな差が生じていた。

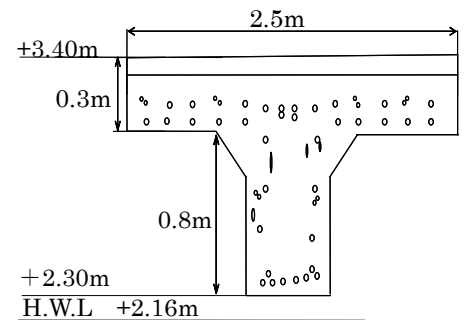


図-1 実栈橋上部工断面図

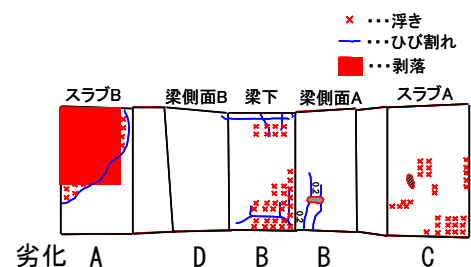


図-2 外観目視調査結果

表-1 劣化度判定表

		ひび割れ	剥落
A	スラブ	網目状(50%以上)	あり
	はり	鉄筋軸方向 (3mm以上)	あり
B	スラブ	網目状(50%未満)	—
	はり	鉄筋軸方向 (3mm未満)	—
C	スラブ	一方向	—
	はり	軸直角方向	—
D	スラブ	なし	—
	はり		—

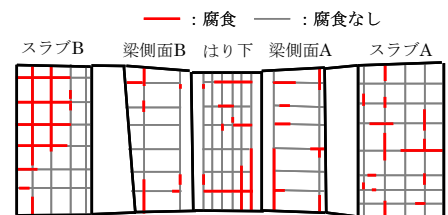


図-3 鉄筋の腐食分布

キーワード：剥離・剥落、ひび割れ、塩化物イオン量、見かけの拡散係数、鉄筋腐食

連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 環境・建設系 TEL 0258-47-9617

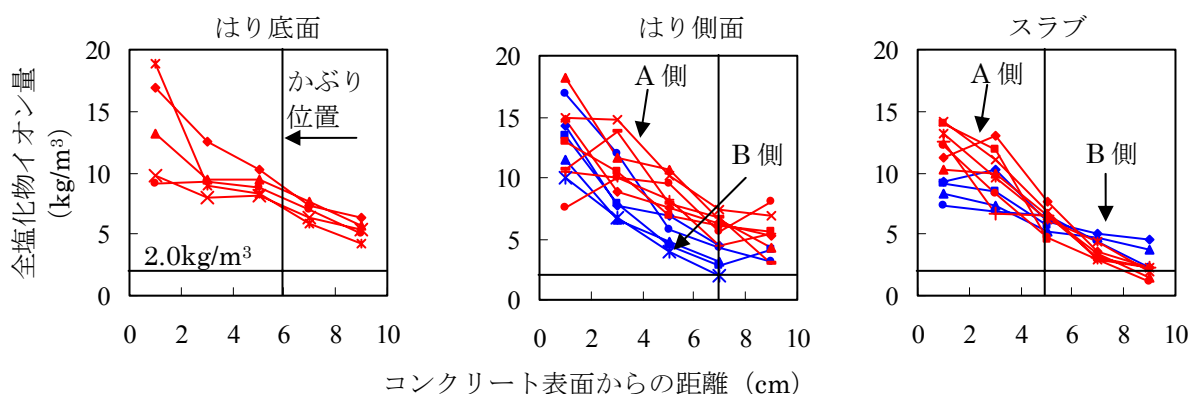


図-4 コンクリート中の塩化物イオン量分布

4.3 コンクリート中の塩化物イオン量

コンクリート中の塩化物イオン量の分布を図-4に示す。図には鉄筋位置および港湾基準の腐食発生限界塩化物イオン量(2.0kg/m^3)¹⁾を併せて示す。はり底面やスラブのコンクリート中の塩化物イオン分布は、比較的ばらつきが小さかったが、はり側面はばらつきが大きい結果となった。これは海面からの距離や飛沫等が影響していると考えられる。また、鉄筋位置の塩化物イオン量は、いずれの部材も腐食発生限界塩化物イオン量を超える値となった。部材毎にみると、はり底面やスラブでは鉄筋位置の塩化物イオン量はほぼ同じであったのに対し、はり側面は、A側B側で大きな差が生じていた。図-5に表面塩化物イオン量および見かけの拡散係数と劣化度判定結果の関係をそれぞれ示す。表面塩化物イオン量は、劣化度の判定結果に関わらず、ばらつきが大きいことが分かる。海水面からの距離等の影響も考えられるが、同一部材内においてもばらついていた。見かけの拡散係数については、劣化度AおよびBと判定された部材ではばらつきが非常に大きく、劣化・損傷の少ない劣化度CおよびDの部材は、見かけの拡散係数は小さく同程度であった。劣化の進行が早い部材ほど見かけの拡散係数のばらつきが大きくなる傾向にあり、これはコンクリート品質のばらつきやひび割れ等の影響が考えられる。図-6に、鉄筋位置の全塩化物イオン量と鉄筋腐食の関係を度数分布で示す。腐食の有無に関わらず、鉄筋位置の塩化物イオン量のばらつきは正規分布に従うような分布となり、いずれもほぼ同様な分布となった。多量に塩化物イオンが存在する箇所においても腐食が認められない場合もあった。塩化物イオン量の平均は、腐食ありで 6.7kg/m^3 、腐食なしで 5.0kg/m^3 となり、腐食がある場合に 1.7kg/m^3 程度大きくなる程度であった。

5. まとめ

既存の栈橋上部工の調査を行い、劣化の程度と表面塩化物イオン量および見かけの拡散係数の関係、鉄筋腐食の有無と全塩化物イオン量の関係を示すことができた。

参考文献

1)(財)沿岸技術研究センター：港湾の施設の維持管理技術マニュアル，沿岸技術ライブラリーNo.26，2007.10

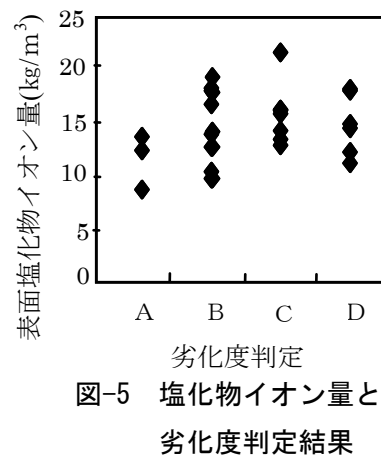


図-5 塩化物イオン量と劣化度判定結果

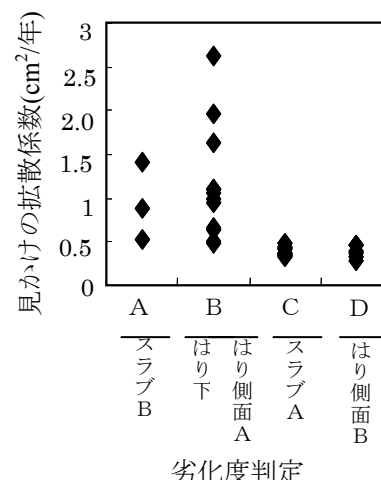


図-6 見かけの拡散係数と劣化度判定結果

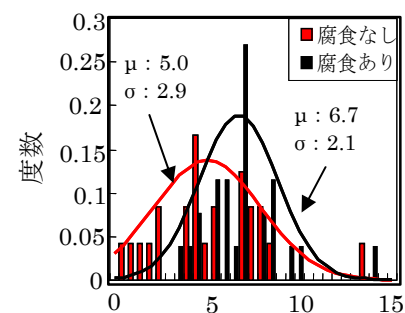


図-7 鉄筋位置の全塩化物イオン量の度数分布