

海岸線付近にあるコンクリート構造物の簡易法による塩分量調査

矢作建設工業(株) 正会員 ○桐山 和也

渡邊 義規

矢作建設工業(株) 正会員 野村 敬之

正会員 服部 啓二

名古屋工業大学大学院 正会員 梅原 秀哲

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の塩害劣化は、潜伏期、進展期、加速期、および劣化期という過程に分けて考えることができる¹⁾。塩害による変状は、腐食ひび割れや剥離・剥落が発生する加速期になって現れるため、通常行われる点検(外観目視検査)では劣化の早期発見・早期対策が困難である。劣化の早期発見には、塩害劣化進行過程における潜伏期の予測が重要となる。この潜伏期を予測するには、塩化物イオンの拡散係数と表面塩化物イオン濃度の算出が重要となるが、これらは地域の環境や構造物周辺の環境に影響を受けるため、地域ごとの特性を把握することが有効であると考えられる。

そこで本研究では、塩害に対するコンクリート構造物の維持管理を行うための資料を得ることを目的に、愛知県内の海岸線付近にあるコンクリート構造物の塩分量調査を行なった。また、振動ドリルにより採取した試料に対し塩分量測定計(試験紙)により塩分量測定を行ない²⁾、その有効性を検証した。

2. 調査概要

調査の方法を表-1に示す。試料の採取は振動ドリルにより行ない、試験紙により塩化物イオン濃度を測定した(以下、簡易法と呼ぶ)。試験紙により測定される塩分量は可溶性塩分である。なお、一部の構造物については、コア試料を採取し JCI-SC4 により全塩分量を測定した。

調査を行なったコンクリート構造物の概要を表-2に、位置を図-1に示す。調査位置は愛知県蒲郡地区の三河湾側(1~11)、愛知県知多地区の伊勢湾側(12~14、19~29)、名古屋地区の伊勢湾側(15~16)ならびに知多地区の三河湾側(17~18)である。

表-1 調査方法

作業	内容
試料の採取	振動ドリルを使用して削孔し、2cm ごとに最大 10cm の深さまでコンクリート粉末を採取する。
試料の計量	採取したコンクリート粉末から 10g を量り取る。
塩分の抽出	10g の水道水(20)をコンクリート粉末に加え、5 分間かき混ぜ 10 分間静置する。
塩化物イオン濃度の測定	所定の時間静置した試料に、塩分量測定計を差込み、試薬が白色に変化した目盛りを読み取る。換算表を用いて塩化物イオン濃度(%)に換算する。
塩化物イオン量への換算	換算した塩化物イオン濃度(%)にコンクリートの単位容積質量(2300kg/m ³)をかけ、コンクリート 1m ³ あたりの塩化物イオン量(kg/m ³)に換算する。

表-2 調査構造物

地区	番号	種別	材齢 (年)	海岸線 ～ 距離	地区	番号	種別	材齢 (年)	海岸線 ～ 距離
A	(1)	高欄	20	0.2km	C	(15)	橋台	40	1.0km
	(2)	橋台	67	0.1km		(16)	橋台	47	1.0km
	(3)	橋台	67	0.8km	D	(17)	橋台	71	0.5km
	(4)	ホヰッ入	67	0.5km		(18)	橋台	30	0.5km
	(5)	橋台	67	0.1km	B	(19)	橋脚	30	0.6km
	(6)	橋台	67	0.4km		(20)	橋脚	29	1.3km
	(7)	擁壁	32	0.4km		(21)	橋脚	23	1.0km
	(8)	橋脚	67	1.0km		(22)	橋台	30	0.9km
	(9)	橋台	74	0.3km		(23)	橋台	30	0.9km
	(10)	橋台	75	1.0km		(24)	ホヰッ入	15	0.4km
	(11)	橋台	75	1.0km		(25)	橋台	30	0.7km
B	(12)	橋脚	82	0.5km		(26)	橋脚	29	0.7km
	(13)	橋脚	82	0.5km		(27)	橋台	29	0.8km
	(14)	高欄	22	0.5km		(28)	橋台	29	1.3km
-	-	-	-	-		(29)	橋台	29	1.3km
備考	A：愛知県蒲郡地区三河湾側， C：愛知県名古屋地区伊勢湾側，				B：愛知県知多地区伊勢湾側 D：愛知県知多地区三河湾側				

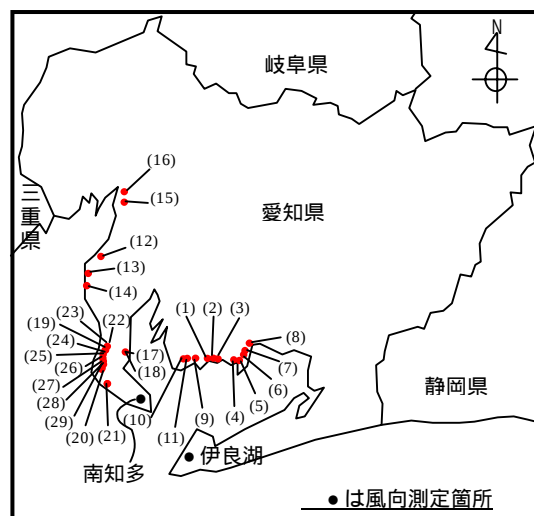


図-1 調査位置

キーワード 塩化物イオン, 飛来塩分, 簡易塩分量測定法, ドリル法

連絡先 〒461-0004 愛知県名古屋市東区葵三丁目19番7号 矢作建設工業(株) TEL052-935-2389

3. 結果および考察

簡易法による塩化物イオン量の測定結果を表-3に示す。なお、全測点にて塩化物イオン量が 0.3kg/m^3 未満の構造物は、結果を割愛した。調査結果より、南～南東側に三河湾を臨む蒲郡地区(A)では、2 構造物で 0.3kg/m^3 を上回る塩化物イオン量が測定された。一方、西～北西側に伊勢湾を臨む知多地区(B)では、8 構造物で 0.3

kg/m^3 を上回る塩化物イオン量が測定された。塩化物イオンは外部環境から供給される場合と、コンクリート製造時に材料から供給される場合がある。これらを考慮すると、(4)、(28)は深さ方向に浸透蓄積したと考えられる明確な濃度勾配がみられず、製造時に材料等から供給された塩化物であると推測される。よって、今回の調査対象において外部環境から供給されたと考えられる塩分（飛来塩分）が確認されたのは、蒲郡地区三河湾側が 9%

(1/11)、知多地区伊勢湾側が 50%(7/14)となり、地域による差異が認められた。一般に、飛来塩分に地域差が生じる要因として風の影響があげられている。そこで南知多と伊良湖における年間の風向別出現率を図-2に示す。図より両地区とも WNW～NNW の風が卓越していた。よって、知多地区伊勢湾側が蒲郡地区三河湾側より飛来塩分の影響を受ける頻度が高いのは、伊勢湾ならびに三河湾では北西からの季節風が卓越するためであると考えられる。

簡易法と JCI 法の分析差を確認するために、ドリル試料を採取した箇所の近傍よりコア試料を採取し、JCI-SC4(全塩分量)により分析を行なった。簡易法による可溶性塩化物イオン量と JCI 法による全塩化物イオン量の関係を図-3に示す。図より簡易法(可溶性塩分量)による測定値は、JCI 法(全塩分量)による値と良い相関を示した。

よって簡易法は一定の測定精度を有しており、詳細な分析の必要性を検討する一次判定用の測定法として十分に実用的な手法であることが分かった。全塩分量に対する可溶性塩分量の割合は、一般に 50～70%程度とされている³⁾。本実験の結果をみると簡易法により検出された塩化物イオン量は、JCI 法(全塩分)の 40～50%程度を示す頻度が多かった。

4. まとめ

知多地区伊勢湾側の方が、蒲郡地区三河湾側より飛来塩分の影響を受ける頻度が高かった。これは伊勢湾ならびに三河湾では、北西の季節風が卓越するためであると考えられる。試験紙を用いた簡易法は、一次判定に用いる測定法として十分に実用的な手法であることが分かった。また、簡易法による可溶性塩分量は、JCI 法による全塩分量の 40～50%程度の値であった。

参考文献

- 1) (社)日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術'01[基礎編]，2001
- 2) 国土交通省土木研究所，日本構造物診断技術協会：コンクリート構造物の鉄筋腐食診断技術に関する共同研究報告書，共同研究報告書，第 269 号，2001
- 3) 田中秀治，松浦誠司，古賀裕久，河野広隆：海洋環境下で長年供用された橋梁への簡易塩分量測定法の実施例，土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集，2003

表-3 塩化物イオン量測定結果(簡易法)

地区	番号	材齢 (年)	海岸線 ～距離	[可溶性]塩化物イオン量(kg/m^3)					中性化 (mm)
				0～2	2～4	4～6	6～8	8～10	
A	(4)	67	0.5km	0.20	0.21	0.30	0.78	0.88	-
	(10)	75	1.0km	0.36	0.99	0.51	0.36	0.21	-
B	(12)	90	0.5km	0.44	2.28	2.09	1.63	1.42	20.9
	(13)	90	0.5km	0.60	0.82	0.56	0.46	0.36	16.5
	(19)	30	0.6km	0.10	0.28	0.80	0.58	0.20	19.6
	(21)	23	1.0km	0.45	0.74	0.88	0.20	0.20	21.4
	(22)	30	0.9km	0.22	0.92	0.70	0.33	0.28	25.8
	(26)	29	0.7km	0.18	0.55	0.40	0.24	0.15	17.7
	(27)	29	0.8km	0.36	1.32	1.32	1.03	0.83	10.2
	(28)	29	1.3km	0.45	0.55	0.55	0.43	0.43	8.2

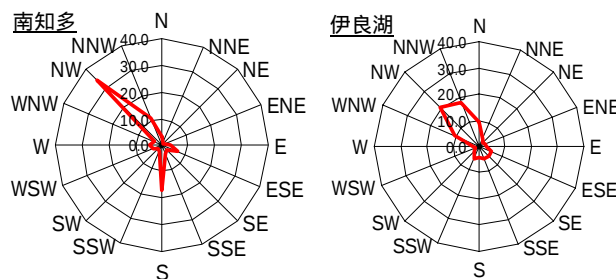


図-2 年間の風向別出現率(南知多・伊良湖)

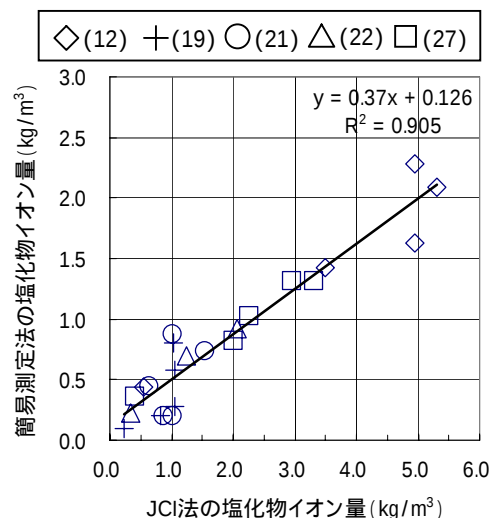


図-3 JCI 法と簡易測定法の関係