

凍結防止剤が散布される環境下におけるコンクリート供試体の曝露試験結果

九州大学大学院 学生会員 ○高出 惇也 九州大学大学院 正会員 佐川 康貴
西日本高速道路(株) 正会員 浜崎 智洋 九州大学大学院 フェロー会員 濱田 秀則

1. はじめに

スパイクタイヤの使用による路面の損傷や粉塵の発生などが社会問題となり、1991年にスパイクタイヤの使用が禁止となった。代わりに凍結防止剤が使用されるようになったものの、凍結防止剤は高濃度の塩分を含んでおり、近年、九州地方においても塩害による変状が散見されている。これまで、凍結防止剤が散布される道路構造物の耐久性は十分に明らかになっていないため、さらなる検討が必要である。そこで本研究では、凍結防止剤による塩害環境下でのコンクリート供試体の曝露試験を行い、コンクリートへの塩分浸透状況について検討した。

2. 曝露試験概方法

凍結防止剤が散布される環境におけるコンクリートの塩分浸透性状を把握するため、九州内陸部で凍結防止剤が散布されるコンクリート橋（T橋、K橋、M橋）の桁端部橋台上部に供試体を設置し、曝露試験を行った。曝露試験に用いた供試体は寸法 150×150×250mm の角柱供試体であり、N45、N65、B45 の3要因とした。なお、Nは普通ポルトランドセメントを使ったコンクリートを、Bは高炉スラグ微粉末 4000 でセメントの 50%を置換したコンクリートを表す。また、NおよびBの後の数字は水結合材比である。表-1に本試験で使用したコンクリートの配合を示す。なお、供試体の浸透面は2面浸透とし、浸透面以外の面はエポキシ樹脂を塗布した。写真-1および図-1は、コンクリート橋の桁端部における供試体の設置状況である。図-2に示すように、現在までに3回の曝露試験を行なっている。なお、曝露期間以外の期間は、実験室内において保管し、次の期間に同じ場所に再度設置した。供試体の回収時に以下に述べる(1)と(2)の測定を行った。

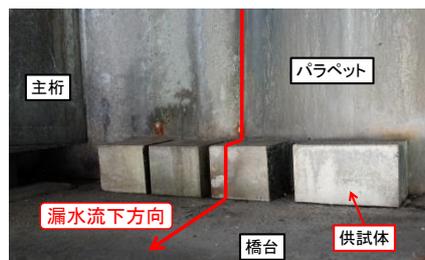


写真-1 曝露試験体設置状況

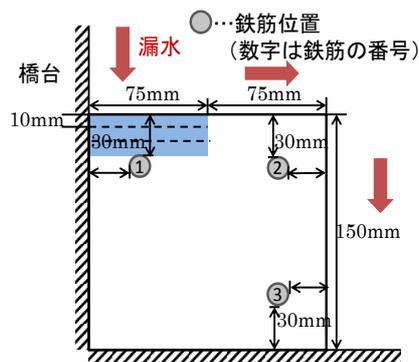


図-1 供試体の設置方法

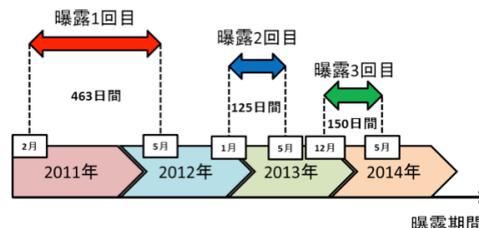


図-2 曝露試験期間

(1) 塩化物イオン濃度測定

図-1に示す水色の部分の塩化物イオン濃度を測定した。10mm ずつスライスし、浸透面からの深さ 30mm まで測定した。なお、M橋のみ塩化物イオンが他に比べ多く浸透していたため、浸透面から深さ 50mm まで測定を行った。

(2) 自然電位測定および分極曲線測定

曝露試験に用いた供試体中の鉄筋の自然電位を測定し、ASTM C876による腐食判定基準から鉄筋の腐食可能性を調べた。さら

表-1 コンクリートの示方配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					AE減水剤 (g/m ³)	AE剤 (ml/m ³)
			W	C	BFS	S	G		
N45	45	45.5	175	389	-	771	1035	1215	7.78
N65	65	47.5	175	269	-	851	1054	841	5.38
B45	45	45.5	170	189	189	745	1047	1181	3.78

キーワード：塩害，凍結防止剤，塩化物イオン，曝露試験

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 TEL092-802-3387 FAX092-802-3387

に、この測定で鉄筋腐食の可能性が高い供試体は、分極曲線を測定し不動態被膜の状態を調べた。

3. 試験結果および考察

(1) 塩化物イオン濃度測定

図-3 に、最も塩化物イオン濃度が高いと考えられる N65 の曝露 1 回目終了時における塩化物イオン濃度分布を示す。図より、M 橋において塩化物イオンが最も浸透していることが分かる。これは、M 橋は他の橋の設置位置と比べ漏水が比較的多い上に日射が当たりやすく、漏水が乾燥しにくい状況であったためであると考えられる。また、図-4 に曝露 3 回目終了時の M 橋における各要因の塩化物イオン濃度を示す。表面からの距離 25mm の地点で、一般的な腐食発生限界塩化物イオン濃度である 1.2kg/m^3 を N45, N65 とともに上回っているのに対し、B45 では高炉スラグ微粉末の効果により塩化物イオンの浸透が抑えられていることが分かる。

(2) 自然電位測定および分極曲線測定

曝露 3 回目の自然電位測定で、T 橋の N45, N65, B45 と K 橋の N65 と M 橋の N65 の計 5 つの供試体が腐食判定基準により、90%以上の確率で鉄筋腐食している可能性があるとして判定された。そこで分極曲線を測定し、不動態グレード基準¹⁾を基に不動態の状態を調べた。その結果を供試体中の鉄筋 1 について示すと、図-5 のアノード曲線から、T 橋の B45 の供試体はグレード 5 となり、非常に良好な不動態被膜があると考えられる。残りの 4 つの供試体は、グレード 4 の判定となり不動態被膜の状態が悪くなり始めていると考えられる。要因ごとに注目すると、N65 が最も腐食が進んでおり、B45 が最も腐食していないことが確認できた。また、カソード曲線からも同じ傾向が見られた。塩化物イオン濃度測定の結果から、表面から距離が 25mm の地点では腐食発生限界塩化物イオン濃度を超えていたものの、表面からの距離 35mm の地点ではほとんど超えておらず、鉄筋 1 のかぶりが 30mm なので今後特に腐食が進むことが予想される。

4. まとめ

- (1) 凍結防止剤を含む漏水が多く供給され、かつ滞留する部分は厳しい塩害環境であり、短時間でも深い位置まで塩分が浸透する。
- (2) 自然電位の測定結果から、腐食の可能性のある供試体の分極曲線を求めた結果、状態の悪くなり始めているものはあるものの、全ての鉄筋で不動態被膜はまだ存在していると考えられた。
- (3) 凍結防止剤による塩害環境下においても、水セメント比が高いほど塩分浸透や腐食が進行し、高炉スラグを混入することでその進行を抑制できることが確認できた。

謝辞：本研究は、九州大学と西日本高速道路（株）における「包括的な連携推進に関する協定」に基づいて行った共同研究の成果の一部である。関係者各位に謝意を表す。

参考文献 1) 大即信明：コンクリート中の鉄筋の腐食に及ぼす塩素の影響に関する研究，港湾技術研究所報告，Vol.24，No.3，pp.194-195，1985

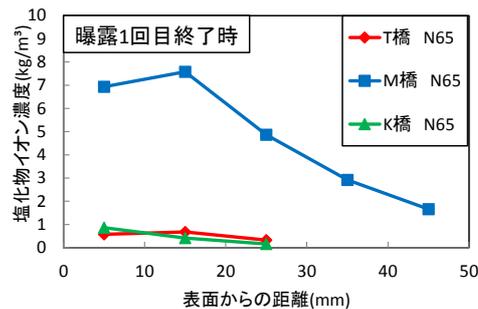


図-3 塩化物イオン濃度分布 (N65)

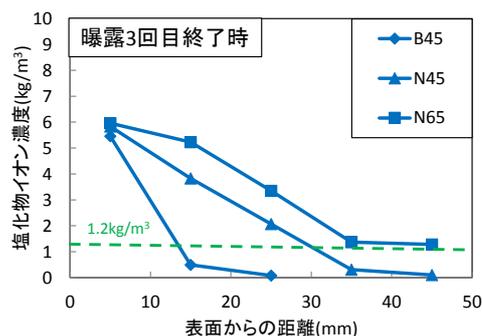


図-4 塩化物イオン濃度分布 (M 橋)

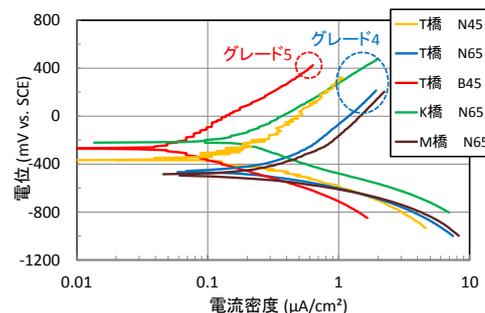


図-5 分極曲線 (鉄筋 1)