

塩害促進試験方法の違いが RC 床版の材料劣化に及ぼす影響

日本大学大学院 学生会員 ○大野 孝明

日本大学 正会員 子田 康弘

日本大学 正会員 岩城 一郎

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の劣化が社会問題となっており、冬季間に融雪剤として塩化物が大量散布されるようになり、道路橋 RC 床版の塩害劣化が深刻な問題となりつつある。そこで、本稿では道路橋 RC 床版を模擬した供試体に対し、(1)床版全面の塩水の浸漬と乾燥の繰返し、(2)供試体上面からの塩水散布、(3)コンクリート練混ぜ時に塩分を混入の3条件で塩害促進試験を行い、それぞれの塩分浸透状況を調査すると共に、目視でのコンクリート表面の劣化状況や、自然電位測定法による内部鉄筋の腐食状況について調査検討を行った。

2. 実験概要

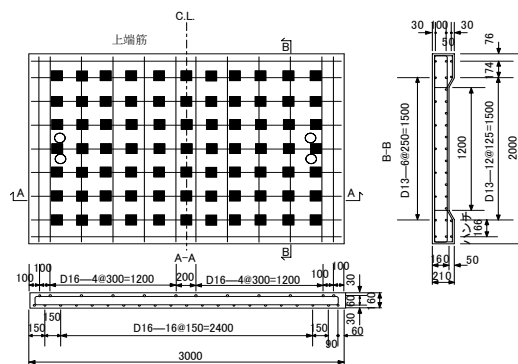
本研究では、「はじめに」で述べた計3条件の塩害促進試験を、同一形状の3供試体（以下「浸漬供試体-1」「散布供試体」「内在供試体」と称す）と、これらとは形状、配合が異なる1供試体（以下「浸漬供試体-2」と称す）の計4供試体について行った。表-1は、浸漬供試体-1、2の配合を示したものである。なお、散布供試体と内在供試体の配合は、浸漬供試体-1と同じである。標準養生28日の圧縮強度は、浸漬供試体-1と散布供試体で29.0MPa、浸漬供試体-2で33.3MPa、内在供試体で35.2MPaである。表-2は、各供試体の塩害促進試験状況を示したものである。試料の採取は浸漬供試体-1と散布供試体は、共に材齢214日（促進試験期間136日）、浸漬供試体-2は、材齢350日と478日（促進試験期間207日と335日）、内在供試体は材齢278日に行った。それぞれの供試体の寸法と試料採取、および自然電位測定位置は図-1、図-2に示す。塩化物イオン濃度分布の分析は、JIS A 1154に準拠して電位差滴定法により行った。試料の採取は直径33mmのコアで床版供試体を貫通するように抜き出した。コアは端部から16mm毎にカットし、粉碎して滴定試料とした。塩化物イオン量の分析はJIS A 1154に準拠して電位差滴定法により行った。自然電位測定は表-3に示したASTM C 876鉄筋腐食判定に従い、測定位置は供試体上面の配力筋の位置で行った。また目視での劣化度調査項目は、コンクリート表面の錆汁や、ひび割れ発生状況の確認と、ひび割れ幅の測定である。

表-1 コンクリートの配合

	W/C	s/a	単位量(kg/m ³)				
			W	C	S	G	AE剤
浸漬供試体-1	66.0	47.6	174	264	857	996	2.64
浸漬供試体-2	53.9	46.0	172	320	815	1005	3.20

表-2 各供試体試験状況

浸漬供試体-1	溶液に3.5日全面浸漬の後、3.5日全面乾燥
浸漬供試体-2	溶液に3.5日全面浸漬の後、3.5日全面乾燥
散布供試体	溶液を7日に一度供試体上面に満遍なく散布
内在供試体	コンクリート練り混ぜ時、外割で10kg/m ³ のNaCl添加

図-1 供試体形状
(浸漬供試体-1・散布供試体・内在供試体)

自然電位測定位置: ■
試料採取位置: ○

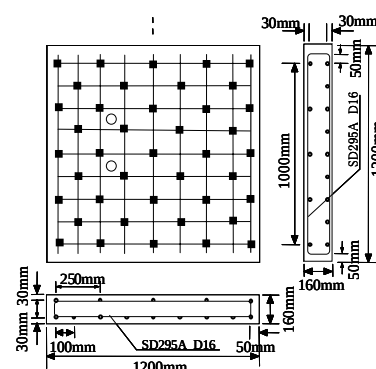


図-2 供試体形状 (浸漬供試体-2)

表-3 鉄筋腐食判定基準(ASTM C 876)

自然電位 E (mV CSE)	鉄筋腐食の可能性
-200 < E	90%以上の確率で腐食なし
-350 < E ≤ -200	不確定
E ≤ -350	90%以上の確率で腐食あり

キーワード 塩害, 道路橋 RC 床版, 塩害促進試験, 塩化物イオン濃度分布, 見かけの拡散係数

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地

3. 実験結果及び考察

図-3(a)～(d)は、各供試体から採取した試料の塩化物イオン濃度分布を示したものである。(a)より、浸漬供試体-1は塩分の拡散作用により供試体表面に比べ内部で塩化物イオン濃度が低く、若干だが打設面では底面に比べ塩化物イオン濃度が高くなる傾向を示した。これは浸透時の重力の影響や、コンクリート打込み時の締め固めによる底面組織の緻密化などが影響したと考えられる。また、鉄筋位置(かぶり 30mm)の塩化物イオン濃度は鋼材腐食発生限界濃度 1.2kg/m^3 を大きく超える結果となった。(b)より、散布供試体は散布面から拡散作用により、打設面から 90 mm 付近で塩化物イオン濃度がほぼ 0kg/cm^3 となる結果となった。また鉄筋位置の塩化物イオン濃度は、鋼材腐食発生限度濃度に対してほぼ倍の値を示した。(c)より、内在供試体は、初期の塩化物イオン濃度は均一であったが、材齢の経過に伴って、塩化物イオンが移動し、測定時にはその濃度分布が高くなる傾向を示した。(d)より、浸漬供試体-2 は浸漬供試体-1 と同様の拡散作用により、供試体表面に比べ内部で塩化物イオン濃度が低くなる傾向を示した。図-4 は、散布供試体および浸漬供試体-1, 2 の見かけの拡散係数¹⁾を比較した図である。図より、見かけの拡散係数は、促進方法が異なる浸漬供試体-1 と散布供試体に明らかな違いはないが、一方で、浸漬供試体-1 と 2 には大きな差がある。これは、水セメント比の違いによるものと考えられる。また、浸漬供試体-2 の打設面に着目すると見かけの拡散係数が 2 倍程度大きくなっている。これは、促進試験の開始が 12 月のため、促進試験 335 日目にかけて夏場を経験しており、この気温の上昇が塩分の拡散作用を促進したためと考えられる。つまり、供試体の配合と曝露環境により塩分浸透性が大きく変化する結果となった。図-5 は、内在供試体の打設面の鉄筋の腐食ひび割れ状況である。図より、ひび割れは、促進 81 日目で主筋方向に広がり、170 日目では配力筋方向にも発生した。ひび割れ幅は大きいもので $0.20\sim 0.30\text{mm}$ であった。また、内部鉄筋をはつり出したところ、顕著な腐食を確認した。

4. まとめ

本実験の塩害促進試験は、塩分浸透性に関し十分な促進性が認められたが、腐食ひび割れは、内在供試体のみに発生した。また、見かけの拡散係数は、配合が同じであれば両者に大きな違いは認められず、水セメントや外気温により大きく変化することが確認された。今後はこれらの供試体に劣化期相当の塩害を与えた後、その耐荷性状を調べる予定である。

参考文献

- 1) 独立行政法人土木研究所：コンクリート中の塩化物イオン濃度分布簡易分析シート, <http://www.pwri.go.jp/renewal/active/index.html>

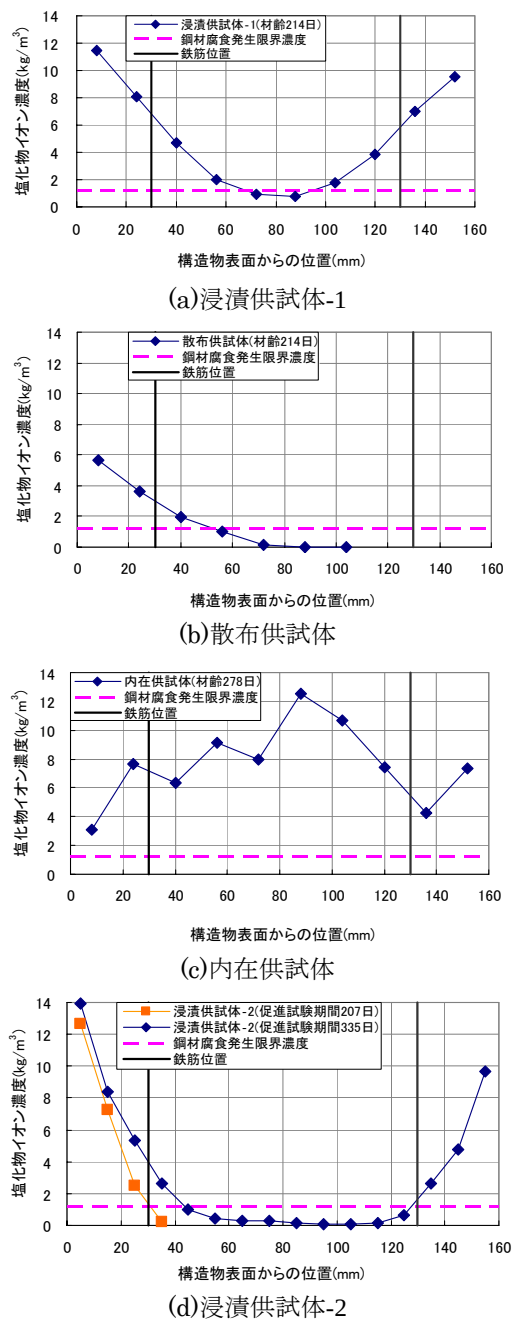


図-3 塩化物イオン濃度分布

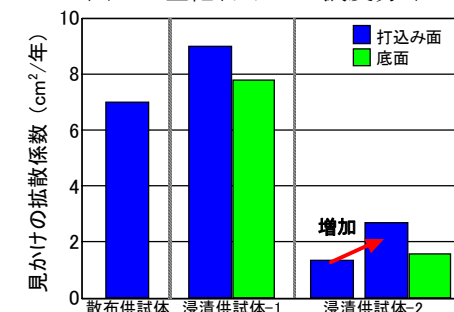


図-4 見かけの拡散係数



図-5 内在供試体ひび割れ状況