

V-175

材令、養生方法及び配合が塩化物浸透性に及ぼす影響

鹿島技術研究所 正員 山本 明雄
 東京電力技術研究所 正員 堤 知明
 鹿島技術研究所 正員 ミヌラ・スディール
 同上 正員 本橋 賢一

1. はじめに

コンクリート中の鉄筋の腐食開始時期を予測するには、コンクリートの塩化物浸透性の評価が必要であるが、気象環境が厳しい海工事ではコンクリート打設後、早期に海しぶきや海塩粒子にさらされやすいので、若材令コンクリートの塩化物浸透性を把握しておくことが重要である。

筆者らは、少ないデータではあるものの、材令5日と28日とで海水に接する場合、両者の浸透塩化物量が大きく異なることを報告した¹⁾。ここでは材令28日以前のコンクリートにおいて、材令、養生方法及び配合が塩化物浸透性に及ぼす影響を調べた室内試験結果を報告する。

2. 実験概要

使用材料を表-1に示す。高炉セメントB種及びフライアッシュセメントB種の混和材混入率はそれぞれ4.5%及び2.0%である。試験項目は急速塩素イオン透過性試験(AASHTO T-277)²⁾と圧縮強度試験である。急速塩素イオン透過性試験は60Vの定電圧を6時間与えた時にコンクリート供試体を通る電流量をもって塩化物浸透性を評価する方法であるが、事前の予備試験の結果、材令28日以前という若材令のコンクリートでは、60Vの定電圧を与えると過大な電流量が流れるため、ここでは電圧10V、通電時間6時間の条件で電流量を測定した。

測定は各ケースについて2個ずつ実施した。実験は実験計画法(L₂₇直交表)を用いて行った。要因と水準を表-2に、要因の割り付けを表-3に示す。供試体寸法はφ10×20cmで、その養生は所定の材令まで鋼製型枠をつけた状態で条件室(20℃, 60%RH)に置くことを基本とし、養生日数28日の場合に関して標準水中養生するケースを加えた。急速塩素イオン透過性試験には、円柱供試体の中央部から切り出したφ10×5cmの円盤状供試体を用いた。

3. 実験結果

既往の研究²⁾³⁾では、塩化物浸透性(拡散係数)は電流量と相関を有することが示されており、ここでは各要因が塩化物浸透性に及ぼす影響を、電流量を用いて整理する。電流量と圧縮強度の測定結果一覧を表-4に示す。電流量に関する要因効果図を図-1に示す。危険率1%

表-1 使用材料

セメント	普通セメント(比重:3.15) 高炉セメントB種(比重:3.02) フライアッシュセメントB種(比重:2.95)
細骨材	大井川産川砂(比重:2.61)
粗骨材	曹梅産砕石(比重:2.65)
混和材	A.E.減水剤

表-2 要因と水準

養生日数(気中)	セメントの種類	水セメント比	粗骨材最大寸法	スランプ
A	B	C	D	E
1 5日	普通セメント	4.0%	5mm	8cm
2 14日	高炉B種	5.5%	2.0mm	1.8cm
3 28日	フライアッシュB種	7.0%		

注)比較のため、上記のケース以外に全ケースに関して標準養生28日の条件を追加

表-3 要因の割り付け

主効果及び交互作用	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A 養生日数	A	B	A×B(交互作用)	A×B(交互作用)	C	A×C(交互作用)	A×C(交互作用)	D	A×D(交互作用)	A×D(交互作用)	E	A×E(交互作用)	A×E(交互作用)
B セメントの種類					水セメント比			粗骨材最大寸法					
C 水セメント比													
D 粗骨材最大寸法													
E スランプ													

表-4 急速塩素イオン透過性試験及び圧縮試験結果(養生5,28日(気中),養生28日(水中))

セメントの種類	水セメント比(%)	G _{max} (mm)	電流量(C)及び圧縮強度(kgf/cm ²)			
			5日(A)	14日(A)	28日(A)	28日(W)
1 普通セメント	4.0	5	2028(263)	1777(314)	1806(345)	917(418)
2 "	5.5	20	1266(197)	1117(254)	1165(291)	802(347)
3 "	7.0	20	1297(134)	1122(190)	1153(220)	853(250)
4 高炉B種	4.0	20	821(211)	610(296)	470(348)	356(382)
5 "	5.5	20	1022(132)	763(221)	642(265)	405(295)
6 "	7.0	5	2486(92)	1818(172)	668(208)	1036(240)
7 フライアッシュB種	4.0	20	1205(247)	1068(309)	1014(361)	662(374)
8 "	5.5	5	2616(118)	2561(172)	2736(195)	1363(223)
9 "	7.0	20	1347(90)	1240(137)	1388(177)	903(172)

注)急速塩素イオン透過性試験は10V定電圧で行った。○は圧縮強度を示す。

(A):気中養生, (W):標準養生を示す。

で有意と判定された要因効果を示したもので、寄与率が大きい順に、骨材寸法、セメントの種類、水セメント比、気中養生日数及び気中養生日数とセメントの種類との交互作用であった。図-1から電流量はモルタルがコンクリートに比べて大きいこと、水セメント比が大きいほど大きいこと及び気中養生日数が短いほど大きいことが分かる。しかし、水セメント比55%と70%とで電流量が同程度となるなど、納得しがたい傾向が見られ、この原因としてモルタルの電流量のパラツキが大きいこと、特にケース8(フライアッシュB種、W/C=55%,モルタル)の電流量が他に比べて大きいことが要因効果に影響しているものと推測された。

そこで、以下ではモルタルのケースを除いて考察を加える。図-2にセメントの種類及び養生日数別に、水セメント比と電流量との関係を示す。モルタルのケースを除いたので、セメントの種類別に水セメント比が2水準のデータしか示しえないが、概略次のような傾向が認められる。電流量は水セメント比が大きいほど、また気中養生日数が短いほど大きい。気中養生28日の方が標準養生28日に比べて大きい。普通セメントとフライアッシュB種はほぼ同等であって、これらに比べ高炉B種は小さい。コンクリートの塩化物浸透性が養生方法によって異なり、また高炉スラグの混和により抑制されることは、鳥居らの実験³⁾でも確認されている。

次に、電流量を圧縮強度との関係で整理すると図-3に示すとおりで、両者には負の相関が認められる。このことは、水セメント比、養生及び材令の影響を包含して定まる圧縮強度によって電流量が支配されることを示唆している。また、同一の圧縮強度で比較すると、電流量は普通セメント使用とフライアッシュB種使用ではほぼ同等であるが、高炉B種使用の場合は両者に比べて明らかに小さい傾向が認められる。

4. まとめ

急速塩素イオン透過性試験により、材令28日以前のコンクリートの塩化物浸透性に及ぼす材令、養生方法及び配合条件の影響を検討した結果、電流量は圧縮強度と負の相関を有すること等が明らかになった。今後、若材令のコンクリートにおける本試験方法の適用性を確認するために、同試験の標準条件である60V、6時間の条件との関係や拡散係数との関係について検討を進めたい。

【参考文献】

- 1) 山本, 本橋, ミスラ, 堤, 第46回土木学会年講, Vol. 5, 1991, pp. 312~313
- 2) American Association of State Highway and Transportation Officials(AASHTO) Designation T-277
- 3) 鳥居, 川村, 笹谷, 第44回セメント技術大会講演集, 1990, pp. 584~589

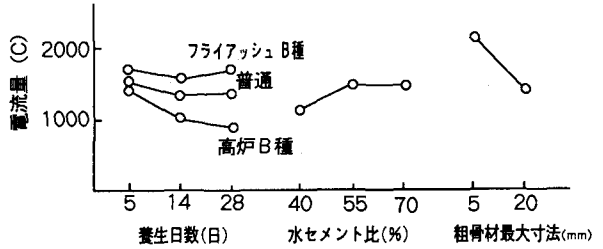


図-1 電流量に関する要因効果図

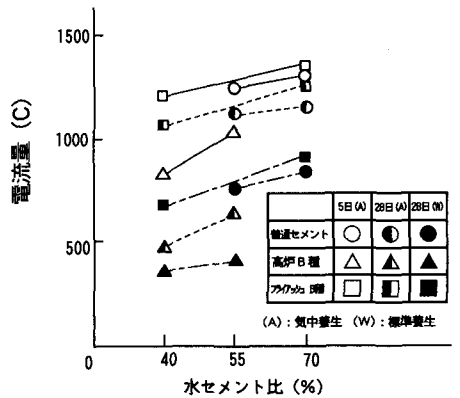


図-2 水セメント比と電流量の関係 (コンクリートの場合)

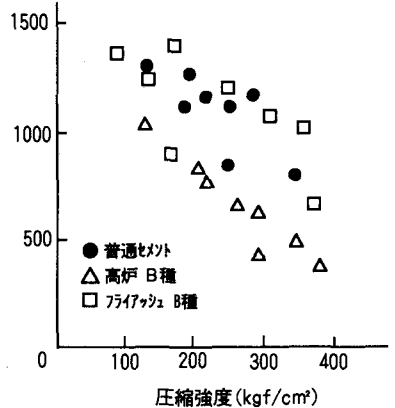


図-3 圧縮強度と電流量の関係 (コンクリートの場合)