

V-120

急速塩化物イオン透過性試験(AASHTO T277-831)の適用性

(株)国土開発センター 正会員 笹谷輝彦 金沢大学工学部 正会員 鳥居和之
金沢大学工学部 正会員 川村満紀 金沢大学大学院 学生員 佐藤健一

1. はじめに コンクリート中への塩化物イオンの浸透性を評価する方法として急速塩化物イオン透過性試験(AASHTO T277-831)がある¹⁾。本試験は比較的短時間で評価できることや、コンクリートを対象とした測定が可能であるなどの優れた点があるが、大きな電流が流れる場合は供試体の温度がかなり上昇することや強制的に電流を流すことから実際の拡散現象とは異なること、などの問題点も指摘されている²⁾。本研究は、各種環境下に5年間暴露したコンクリートブロックより採取したコアの塩化物イオン透過量と塩化物イオン浸透深さや比抵抗値との関係を調べることで、急速塩化物イオン透過性試験の有効性を検討したものである。

2. 実験概要

2. 1 急速試験法の概要 急速塩化物イオン透過性試験(AASHTO T277-831)は、直径10cm、高さ5cmの円盤状供試体を拡散セルではさみこみ、正極側のセルには0.3NのNaOH溶液を、負極側のセルには3%のNaCl溶液を満たし、60Vの直流電圧下で6時間中にコンクリート中を流れた積算電流量(クーロン)によりコンクリートの塩化物イオン透過性を評価するものである。本試験法は現在ASTM C1202としても規格化されている。

2. 2 配合および実験方法 本実験に使用したコンクリートの配合を表-1に示す。コンクリート供試体は24×24×21cmの比較的大きな立方体状のものを使用し、環境の影響を受ける1面以外の5面はアクリル塗料で塗装した。コンクリートは打設後28日間の初期養生を行った後に、表-2に示すような環境にて約5年間暴露を行い、暴露終了後供試体中央部より直径10cmのコンクリートコアを採取し、コンクリート表面から0~5cm、5~10cm、10~15cmまでの部分に区分して各種試験を行った。試験項目は、急速塩化物イオン透過性試験、比抵抗値の測定(交流インピーダンス法、測定条件:1KHz)、塩化物イオン浸透深さ(AASHTO T-277試験終了後の割断面への0.1Nの硝酸銀溶液噴霧)である。

表-1 コンクリートの配合

	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			スランブ (cm)	空気量 (%)
			W	C	混和材		
OPC45	45	36	135	300		2.0	4.5
OPC55	55	38	165	300		8.5	5.5
OPC65	65	40	195	300		18.0	5.7
FA55	55	38	165	210	90	15.5	5.5
BS55	55	38	165	150	150	12.5	5.2
SF55	55	38	165	270	30	2.0	5.6

OPC:普通ポルトランドセメント、FA:フライアッシュ、BS:高炉スラグ微粉末、SF:シリカフェム

表-2 コンクリートの暴露条件

記号	初期養生条件	暴露条件
IW28	水中養生28日	水中養生
ID7	水中養生7日+気中養生21日	屋内暴露(気中養生)
ID28	水中養生28日	屋内暴露(気中養生)
OD7	水中養生7日+気中養生21日	屋外暴露(金沢大学建物屋上)
OD28	水中養生28日	屋外暴露(金沢大学建物屋上)

水中養生:温度20℃の水中

気中養生:温度20℃、湿度60%の乾燥室内に放置

3. 実験結果および考察

3. 1 塩化物イオン透過量(クーロン)と塩化物イオン浸透深さとの関係 図-1に塩化物イオン透過量(クーロン)と試験終了後の塩化物イオン浸透深さとの関係を、また写真-1に測定終了後の塩化物イオンの浸透状況を示す。塩化物イオン透過量(クーロン)が大きくなるほど供試体中に浸透した塩化物イオンの深さは大きくなっており、それらの関係は表面部(0~50mm)よりも内部(50mm~)においてより良好となる。屋内暴露供試体の表面部では暴露期間5年の時点で最大25mm程度の中性化が生じており、塩化物イオン透過量および塩化物イオン浸透深さの両測定にて中性化の影響が現れたものと考えられる。また、急速試験の評価基準がHigh(4000クーロン以上)の領域のものは塩化物イオン浸透深さが50mm(厚さ50mmの供試体全体に塩化物イオンが浸透していることを示す)となり急速試験で規定された6時間の測定中に塩

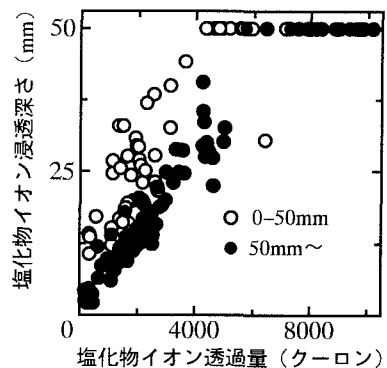


図-1 塩化物イオン透過量と塩化物イオン浸透深さとの関係

化物イオンが負極側（3% NaCl溶液）から正極側（0.3N NaOH溶液）のセルにまで到達していることがわかる。

3. 2塩化物イオン透過量（クーロン）と

初期電流値との関係

図-2および図-3に塩化物イオン透過量（クーロン）と急速試験開始時の初期電流値、急速試験終了後の比抵抗値との関係を示す。初期電流値とは試験開始後30秒間における電流量であり、その値は直流電圧下での電気抵抗値と対応している。いずれのコンクリートについても初期電流が大ききもののほど塩化物イオン透過量も大きくなる傾向が認められ、大賀³⁾により報告されているように、コンクリートの塩

化物イオン透過量を初期電流値より推定できる可能性を示唆している。しかし、塩化物イオン透過量が8000クーロン程度までは両者の比例関係は良好であるが、それ以上になると初期電流値に対する塩化物イオン透過量がかなり大きくなっている。塩化物イオン透過量の大ききものは測定中の温度上昇により電気抵抗性が次第に低下し、このため測定時間とともに流れる電流量が増大したものと考えられる。一方、図-3に示すように、コンクリートの塩化物イオン透過量（クーロン）と試験終了後の比抵抗値との間には反比例の関係が存在しており、この結果は塩化物イオンの浸透状況とも対応している。SHRP Product No. 2026⁴⁾の報告にもあるように、急速塩化物イオン透過性試験(AASHTO T277-831)の代替法として急速試験の初期電流値や交流インピーダンス法による電気抵抗値からコンクリートの塩化物イオン透過性を推定することもある程度可能であると思われる。

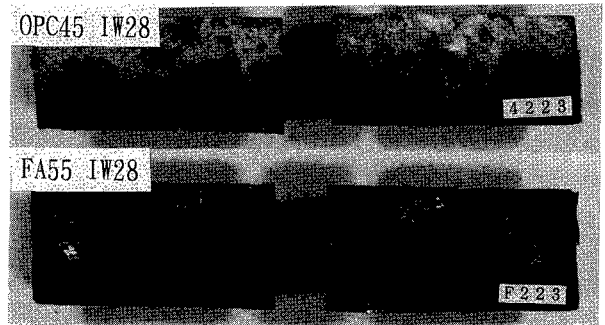


写真-1 塩化物イオン浸透状況

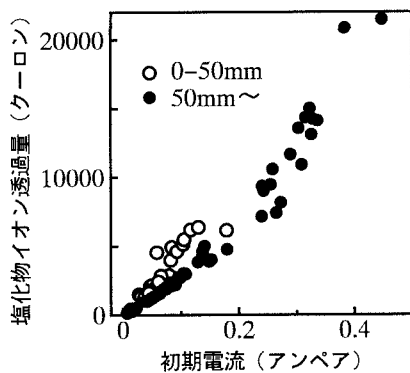


図-2 塩化物イオン透過量と初期電流との関係

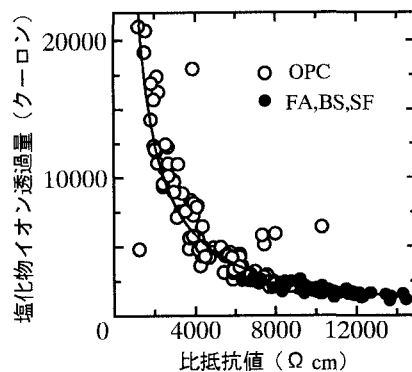


図-3 塩化物イオン透過量と比抵抗値との関係

4. まとめ 急速塩化物イオン透過性試験(AASHTO T277-831)は純粋な拡散性を示すものではないが、実際のコンクリート中への塩化物イオンの浸透性とも対応していることが確認できた。急速試験法により求めた塩化物イオン透過量（クーロン）は直接に拡散係数と結びつけて議論できないことが一番の問題点であり、Andrade⁵⁾や Gj ̆rv⁶⁾により提案されている一定電圧下での塩化物イオンの移動量より拡散係数を求める方法について現在検討している。

〔参考文献〕

- 1) 鳥居和之ほか、セメント・コンクリート論文集、44、pp. 506-511、1990
- 2) S. Misra et al, ACI SP145-25, pp. 487-502, 1994
- 3) 大賀実行ほか、第49回土木学会年次講演概要集、pp. 440-441、1994. 9
- 4) SHRP Product No. 2026, 1993
- 5) C. Andrade, Cement and Concrete Research, Vol. 23, pp. 724-742, 1993
- 6) T. Zhang et al, Cement and Concrete Research, Vol. 24, pp. 1534-1548, 1994