

V-82 フライアッシュおよび高炉スラグを混入した コンクリートにおける塩素イオンの移動度

金沢大学工学部 正会員 川 村 満 紀
金沢大学工学部 正会員 鳥 居 和 之
金沢大学工学部 学生員 藤 井 剛

1. まえがき

コンクリート中における Cl^- イオンの移動度は鉄筋の腐食に影響をおよぼす主要因の1つである。一方、セメントペーストやモルタル供試体における Cl^- イオンの拡散はセメントの種類や混和材の置換率によって異なることが確かめられているが、コンクリートにおける Cl^- イオンの移動度について検討した報告は比較的少ないようである。さらに、混合セメントを使用したコンクリート中の Cl^- イオンの移動度は、養生条件によって大きく影響されると考えられる。本研究では、試作したコンクリート用の急速塩素イオン拡散試験装置（一定時間にコンクリート中を流れる電流量を測定し、 Cl^- イオンの移動度を評価するもの）によりコンクリートの養生条件およびフライアッシュや高炉スラグの混入が Cl^- イオンの移動度におよぼす影響について検討したものである。

2. 実験概要

使用したAEコンクリート（目標空気量：5%）の配合条件は、単位セメント量が 300 kg/m^3 、水・セメント比が45%、55%および65%である。フライアッシュの置換率は10%、30%および50%であり、高炉スラグの置換率は30%、50%および70%である。養生条件は、水中養生（略号W、温度 20°C の水中に浸漬）と気中養生（略号A、温度 20°C 、湿度60%の屋内に放置）の2種類である。水中養生＋気中養生の組み合わせは、水中養生90日、水中養生7日＋気中養生83日、水中養生28日＋気中養生62日および気中養生90日である。各種コンクリートの試験時における強度と細孔量を表-1に示す。測定用供試体は直径10cm、高さ20cmのコンクリート円柱体の中央部より切り出された直径10cm、高さ5cmの円盤であり、測定直前に両端面を研磨した。測定結果は2個の平均値である。急速塩素イオン拡散試験装置は、文献1）を参考にして作製したものである。本実験装置は、図-1に示すように定電圧電源（0～80V、0～6A）、分岐抵抗器、イオン拡散セル、デジタル温度センサーおよび記録計から構成されており、写真-1に示すように正極側の拡散セルには0.3NのNaOH溶液、負極側セルには3.0%のNaCl溶液を満たし、60V～6時間の測定条件においてコンクリート中を流れる電流量（coulombs）を測定し、コンクリートの Cl^- イオン移動度を評価するものである。

3. 実験結果および考察

水中養生期間が Cl^- イオン移動度に及ぼす影響を図-2に示す。普通セメントコンクリートでは水中養生期間の経過にともなう Cl^- イオン透過量の減少はそれほど大きくない。一方、フライアッシュや高炉スラグ微粉

表-1 各種コンクリートの圧縮強度（ $W/C = 0.55$ 、 kgf/cm^2 ）

配 合	W 90	W28+A62	W7+A83
Plain	277 (71)	328 (71)	297 (66)
FA 10%	283	310	284
FA 30%	221 (81)	234 (92)	153 (71)
FA 50%	177 (62)	165 (93)	147 (82)
BS 30%	287	296	223
BS 50%	309 (62)	312 (34)	205 (75)
BS 70%	244 (76)	214 (50)	138 (95)

() : 全細孔量、 $\times 10^{-3} \text{ cc/g}$

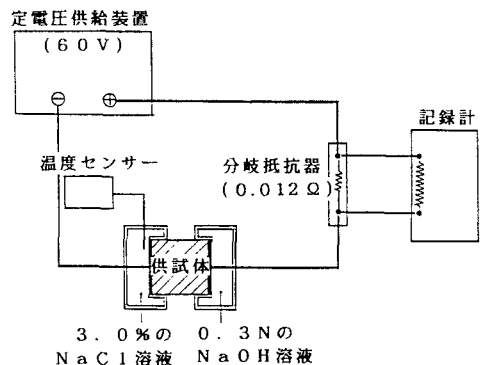


図-1 急速塩素イオン拡散試験装置の電気回路の概略図

末を使用したコンクリートでは、7日水中養生の値は普通セメントコンクリートと同程度か多少上回る傾向にあるが、養生期間の経過にともなう Cl^- イオン透過量の減少は急激であり、90日程度水中養生すると2000~3000クーロンにまで低下する。また、28日材令において比較すると、フライアッシュコンクリートよりも高炉スラグコンクリートの方が Cl^- イオン透過量が小さくなっており、高炉スラグコンクリートでは低減効果が比較的早期に表われていることがわかる。養生条件が Cl^- イオン移動度に及ぼす影響を図-3および4に示す。普通セメントコンクリートでは、水・セメント比が小さくなるとともに Cl^- イオン透過量が減少している。とくに水・セメント比45%は水・セメント比55%および65%と比較して Cl^- イオン透過量が非常に小さくなっており、また養生条件の影響も全く受けていないことがわかる。水・セメント比55%および65%においても、養生方法が Cl^- イオン透過量におよぼす影響は比較的小さい。一方、フライアッシュや高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートでは、水中養生を行なった時にはフライアッシュ置換率50%や高炉スラグ微粉末置換率70%の高置換率の場合にも Cl^- イオン透過量がかかなり小さくなっているのが認められる。しかし、フライアッシュを使用したコンクリートでは、水中養生期間が短いと Cl^- イオン透過量は水中養生のみの場合と比較してかなり増大しており、この傾向はフライアッシュ置換率の大きいものほど顕著である。また、高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートでも、同様な傾向は認められるが、フライアッシュの場合ほど養生条件の Cl^- イオン透過量におよぼす影響は大きくはなく、いずれの養生条件においても普通セメントコンクリートの Cl^- イオン透過量の値を大きく下回っている。また、脱型後、すぐに気中養生したものでは、フライアッシュを使用したコンクリートは非常に高い Cl^- イオン透過量を示すが、高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートの Cl^- イオン透過量は普通セメントコンクリートよりもかなり小さい。

4. まとめ

フライアッシュ、高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートでは、水和反応が十分に進行していない段階で乾燥すると、 Cl^- イオンの透過量が大きくなる。また、養生条件が Cl^- イオン透過量におよぼす影響はフライアッシュを使用したコンクリートにおいてより顕著に表われる。

- 参考文献 1). Whiting, D. et al., Report No. FHWA/RD81/119. Federal High Way Administration, 1981.
2). Shiqun, L. et al., Cement & Concrete Research, Vol. 16, 1986.

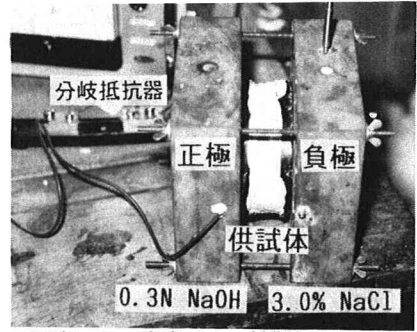


写真-1 塩素イオン拡散セル

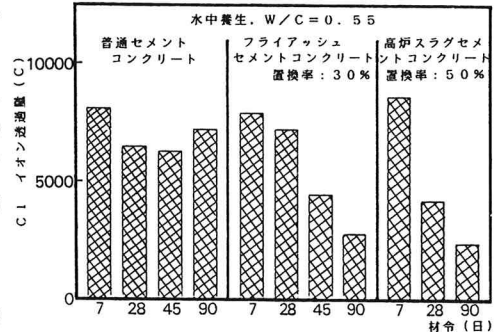


図-1 Cl^- イオン透過量（水中養生）

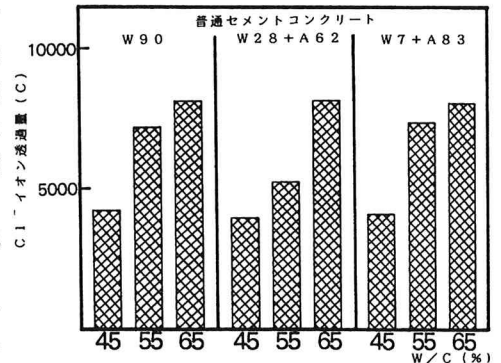


図-2 Cl^- イオン透過量（水中+気中養生）

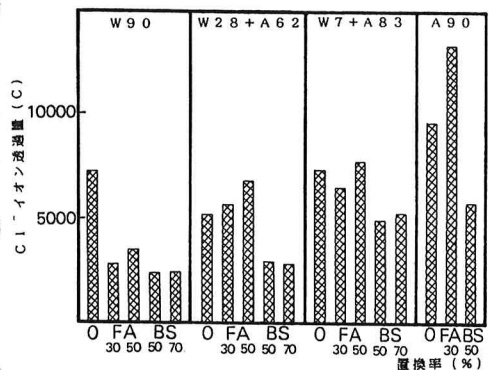


図-3 Cl^- イオン透過量（水中+気中養生）