

強度と浸透面の違いがコンクリートの塩分浸透抵抗性に与える影響

富山県立大学 ○川崎 友莉 (学生会員) 伊藤 始 (正会員) 中田 将太郎 (学生会員)

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の塩害劣化は進行が急速であるため、耐久性を向上させることが重要である。さらに今後は高度経済成長期に建設された多くの構造物が補修や立替えを必要とする。そこで高強度コンクリートの使用は、耐久性の向上、塩害対策、ライフサイクルコストの低減が見込めるため、利用促進が期待される。

これまで W/C が小さいほど塩分浸透抵抗性を示すことがわかっており¹⁾、土木学会のコンクリート標準示方書には W/C を用いて拡散係数を求める関数が示されている。しかしその基となる高強度域におけるデータは少なく、ばらつきも大きいので、W/C だけでなく様々な要因を考慮した塩分浸透抵抗性の検討が求められている²⁾。そこで本研究では圧縮強度を基準に配合設計した高強度コンクリートと普通強度コンクリートにて塩分浸漬試験を行った。

また多くの実構造物は型枠面が気中に曝されているが、塩分浸透抵抗性を検討する際は切断面で検討されている。そのため、実構造物での塩分浸透抵抗性を検討すべく、本研究では切断面と型枠面にて塩分浸漬試験を行った。

2. 試験方法

(1) 供試体

表-1 に試験ケースを示す。設計圧縮強度は普通強度の 30.0N/mm² (L)、高強度の 63.7N/mm² (N)、78.5 N/mm² (H) の 3 水準とし、φ100mm×200mm の円柱供試体を作製した。セメントは早強ポルトランドセメントを用い、細骨材は吸水率 1.17%、粗骨材は吸水率 0.49% のものを使用した。表-2 に示方配合を示す。コンクリートの打込み翌日に脱型し、約 3 ヶ月目まで恒温恒湿室にて封かん養生した。

(2) 塩分浸漬試験

図-1 のように円柱供試体を高さ 42mm に切断し、型枠面(M)と切断面(C)の浸漬用供試体を採取した。1 方向から浸透させるため、浸透面以外の側面、底面にエポキシ樹脂を塗布した。JSCE-G572-2010 に準じ、濃度 10% の塩化ナトリウム水溶液に供試体を 3 ヶ月間浸漬した。図-2 に浸漬状況を示す。浸漬終了後、浸漬表面から 0~5mm、5~10mm、10~15mm にスライスし、JIS-A-1154 に準じて全塩化物イオン濃度を計測した。

3. 試験結果

(1) 塩化物イオン濃度分布

図-3 に各ケースの全塩化物イオン濃度の分布を示す。H、N とともに表面からの距離が 10~15mm 地点の塩化物イオン濃度がほぼ 0kg/m³ となっている。一方、L は同地点で 4kg/m³ を上回っており、深さ方向への浸透が大きいと推測できる。これは圧縮強度が大きいほどコンクリートが緻密であるため、H と N の塩分浸透抵抗性が高いことを示している。

表-1 試験ケース

ケース名	設計圧縮強度(N/mm ²)	断面形状
H-C	H : 78.5	C : 切断面
H-M		M : 型枠面
N-C	N : 63.7	C : 切断面
N-M		M : 型枠面
L-C	L : 30.0	C : 切断面
L-M		M : 型枠面

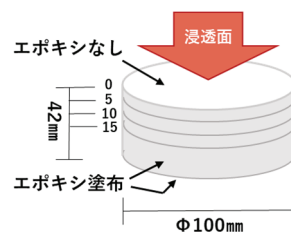


図-1 供試体概要



図-2 浸漬状況

表-2 示方配合

ケース名	目標スランプ (cm)	W/B(%)	s/a(%)	単位量 (kg/m ³)			圧縮強度 (N/mm ²)
				W	C	混和材	
H	8	30.6	42	173	549	16	86.7
N		34.9	47	178	510	0	71.0
L		45.3	50	163	360	0	38.7

(2) 塩化物イオン濃度勾配

全塩化物イオン濃度の分布から、2.5~7.5mm における塩化物イオン濃度の勾配を図-4 (a)に、同様に7.5~12.5mm の勾配を図-4 (b)に示す。図-4 (a)より、切断面に対し、型枠面の勾配が大きいことがわかる。一方、図-4 (b)より、各ケースとも深さ方向の勾配の程度に大きな差はみられない。これより、型枠面の表面付近にはモルタル分が多いため塩化物イオンを吸着しやすく、貯留しやすい傾向があることが確認できた。

(3) 塩化物イオンの拡散係数

試験で得られた塩化物イオン濃度の分布から、FICKの拡散方程式を用いて最小二乗法で近似し、塩化物イオンの拡散係数を求めた。この拡散係数と W/C との関係を図-5に示す。この結果より、W/C が小さいほど拡散係数が小さいことがわかる。

また3 ケースとも型枠面より切断面における塩化物イオンの拡散係数が大きくなった。しかし図-4より、表面の塩化物イオン濃度勾配が大きいことから、塩化物イオンの拡散係数は表面の塩化物イオン濃度に大きく左右されていることが考えられる。そのため、表面付近を除いたコンクリート内部で、塩化物イオンの拡散係数を求めることの重要性を確認できた。

さらに高強度コンクリートのNとHでは、型枠面と切断面の拡散係数の値の差が小さく、普通強度のLは差が大きい。塩化物イオンの浸透は、モルタル分と粗骨材間に浸透しやすい傾向があり³⁾、その粗骨材とモルタル分の一体性は、ブリーディングや収縮に起因するため、W/C が他の2 ケースより大きいLの切断面は特に影響を受けたのではないかと考えられる。

4. まとめ

- 1) 圧縮強度を大きくしたコンクリートは塩化物イオンの浸透が少なくなる傾向を示した。高強度コンクリートは塩分浸透に対する抑制効果が大きいことが確認できた。
- 2) 浸透面の違いは塩分浸透抵抗性に影響を与えた。型枠面のモルタル分は塩化物イオンを吸着し、貯留しやすい傾向があることが確認できた。
- 3) 圧縮強度が増加すると、型枠面と切断面での塩分浸透抵抗性の差が小さくなることが確認できた。

参考文献

- 1) 佐野慶成, 杉山和人, 水田真紀, 児島孝之: 水セメ

ント比および浸漬期間がコンクリートへの塩化物イオン浸透のばらつきに与える影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, 2012

- 2) 土木学会: 2012 年制定コンクリート標準示方書改訂資料(基本原則編・設計編・施工編), p.80, 2012
- 3) 土木学会: コンクリート標準示方書 (設計編), p.153, 2012

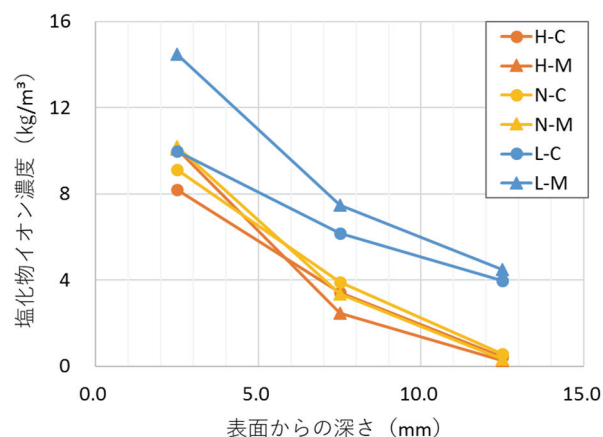


図-3 全塩化物イオン濃度の分布

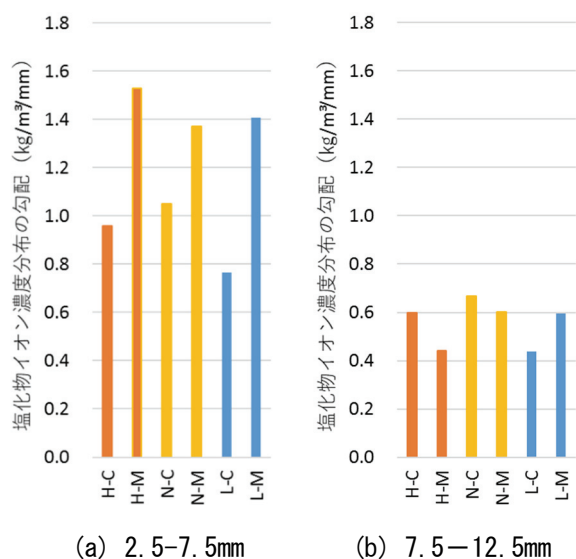


図-4 塩化物イオン濃度勾配

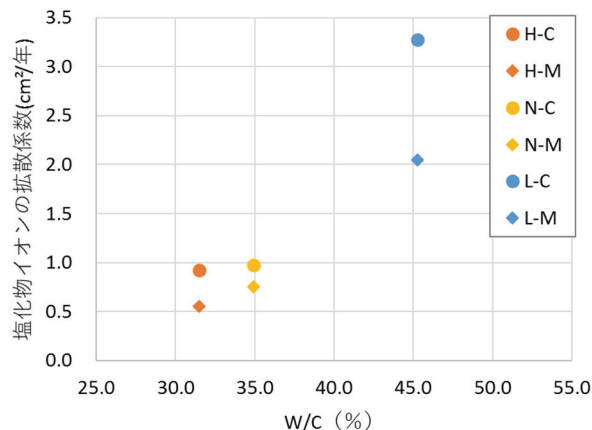


図-5 塩化物イオン濃度と水セメント比