

水分逸散抑制養生の期間が塩分浸透抵抗性に及ぼす影響

鹿島建設(株) 正会員 ○渡邊賢三 吉田祐麻 芦澤良一 坂井吾郎
徳山工業高等専門学校 正会員 温品達也
東京大学大学院工学系研究科 フェロー 石田哲也

1. 背景および目的

コンクリートの塩化物イオンの浸透抵抗性（以下、遮塩性）に影響を与える要因として材料、配合の要因と打込み、締固め、養生などに代表される施工要因がある。ここで、遮塩性向上においては施工要因の影響が極めて重要と考えられるものの、施工要因に着目した知見は材料、配合要因に関するものに比べて少ない¹⁾³⁾。そこで、本報では施工要因のうち養生に着目し、特に実施工において比較的容易に実施可能な水分逸散抑制養生（以下、封かん養生）を対象として、各種コンクリートの養生期間が遮塩性に与える影響を実験的に評価した結果について述べる。

2. 実験概要

表－1 に遮塩性評価試験の概要を示す。本検討では、塩水浸せき試験および塩水噴霧試験の2種類の方法を採用した。接触させる塩水として、塩化物イオン濃度が 2mass%の人工海水を使用した。塩水浸せき試験では、20℃一定の環境で1日間塩水に浸せき、6日間湿度 60%RH で乾燥する工程を1サイクルとして91サイクル実施した。塩水噴霧試験では、温度 20℃、湿度 60%RH の環境で、表－1 に示す塩水噴霧を130サイクル実施した。両試験ともに所定サイクルを経過した時点で、表面からの距離①0～8mm、②13～21mm、③26～34mm の3つの位置の塩化物イオン濃度を JSCE-G572 に準拠して測定し、濃度分布から最小二乗法によって見掛けの拡散係数（以下、 D_k ）、表面塩化物イオン量（以下、 C_0 ）を求めた。なお、③で検出された塩化物イオン濃度は内在塩分のみであった。

各試験の要因一覧を表－2 に示す。表に示すように、塩水浸せき試験では、試験体形状、セメント種類、配合、養生日数を要因とした。試験体形状とは打込み時の形状を示し、大型は、0.9×0.9×3.6m の柱状試験体、中型は 0.9×0.9×0.9m の立方体試験体、小型は 0.1×0.1×0.1m の立方体試験体であり、大型、中型の場合は直径 35mm のコアを採取し、小型はそのまま遮塩性試験に供した。大型のセメント種類は、普通ポルトランドセメント（以下、N）、高炉セメント B 種（以下、BB）、フライアッシュセメント B 種（以下、FB）とし、28 日における圧縮強度を統一するために W/C を調整した。中型のセメント種類は N とした。小型のセメント種類は早強ポルトランドセメント（以下、H）として PC 橋梁上部工に使用される一般的な W/C を設定した。なお、養生を終了し、供試体の成形、シーリングなどを実施した後、ただちに塩水に浸漬しているため、塩水に接触する材齢は養生日数ごとで異なっている。塩水噴霧試験では、N を対象として W/C を試験要因とし、所定の養生を終了した後、温度 20℃、湿度 60%RH の環境に保管し、材齢 182 日より全試験体の噴霧試験を開始した。なお、単位水量は 165kg/m³程度を目標としてスランプが 10cm 程度になるように適宜修正し、養生期間を標準的な養生日数として N、BB、FB で 7 日、H で 3 日、長期養生とし

表－1 遮塩性評価試験

種別	試験体形状	1 サイクルの工程
塩水浸せき	35mm 小径コア	1 日間塩水に浸漬し、6 日間乾燥
塩水噴霧	100mm 立方体	1 日 1 回暴露面に塩水を 5 cc/(dm ² ・day)噴霧

表－2 試験要因の一覧

種別	試験体形状	セメント種類	W/C (%)	単位水量 (kg/m ³)	養生日数 (日)
塩水浸せき試験	大型	N	55.0	165	7,28,91,182
		BB	54.0		
		FB	50.0		
	中型	N	55.0	164	3,28,91,182
塩水噴霧試験	小型	H	39.5	160	
	小型	N	70.0	170	7,28,91,182
			60.0		
			55.0	164	

キーワード：養生日数、水分逸散抑制養生、封かん養生、遮塩性、塩化物イオン、拡散係数

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-8020

て 28, 91, 182 日の封かん養生を実施した。

3. 実験結果

3.1 塩水浸せき試験

塩水浸せき試験の結果について図-1に養生日数と D_k の関係を示す。図に示すようにデータにばらつきがあるものの全体的な傾向として、養生日数が長いほど D_k が小さくなる傾向を示した。さらに、ばらつきを認識しつつ、図-2には標準的な養生日数(3もしくは7日)での D_k に対して養生日数を延長した場合の D_k の比率を示す。全体的に養生日数の延長によって D_k が小さくなり、さらに、セメント種類によって異なる挙動を示した。NやHなどに比べて水和反応の遅いBBやFBの方が、養生日数28, 91日における比率が小さく、養生日数182日では全て約0.5に収束した。以上より、反応速度の遅いセメントほど長期に封かん養生することで D_k が小さくなるものと考えられる。ここで、養生日数28日の方が7日よりも比率が大きくなっているなどのデータのばらつきは、塩水への浸せき乾燥を91サイクル(約640日間)経ており、塩水による養生によって初期の封かん養生の影響が小さくなっているためと考えられる。なお、 C_0 の平均値は 10.4kg/m^3 で標準偏差は2.3である。

3.2 塩水噴霧試験

塩水噴霧試験の結果について図-3に養生日数と D_k の関係を示す。なお、本試験では全ての試験体について材齢182日から同時に塩水噴霧を開始しており、噴霧開始までの材齢の影響は無視できる。データにばらつきがあるものの全体的な傾向として、封かん養生の日数が長いほど D_k が小さくなる傾向を示した。ここで、W/Cが55%の場合はいずれの養生日数においても D_k が小さく明らかな傾向は確認できなかった。しかし、W/Cが60, 70%のケースは養生日数の延長に伴い D_k が減少する傾向が確認できた。以上よりW/Cが大きいほど封かん養生を長くした時の遮塩性が向上するものと考えられる。なお、 C_0 の平均値は 15.1kg/m^3 で標準偏差は2.4である。

4. まとめ

水分逸散抑制養生の日数が遮塩性に与える影響について各種コンクリートを対象として実験的に評価した結果、セメント種類によって挙動は異なるものの全体的な傾向として見掛けの拡散係数は小さくなることを示した。

参考文献

- 1) 温品ら：熱可塑性樹脂シートによる長期間の水分逸散抑制養生の効果，コンクリート工学年次論文集，Vol.37，No.1，pp.1897-1902，2015。
- 2) 高橋ら：混和材種類と複数の養生方法を組み合わせたモルタル供試体の塩分浸透暴露試験，土木学会第70回年次学術講演会講演概要集，V-61，pp.121-122，2015。
- 3) 石井ら：熱可塑性樹脂シートを用いた水分逸散防止養生による塩分浸透抑制効果，土木学会第70回年次学術講演会講演概要集，V-278，pp.555-556，2015。

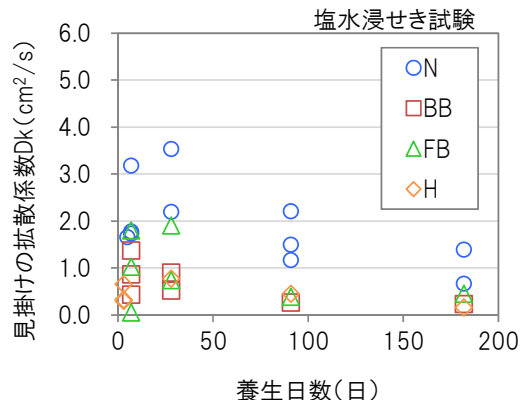


図-1 養生日数と見掛けの拡散係数

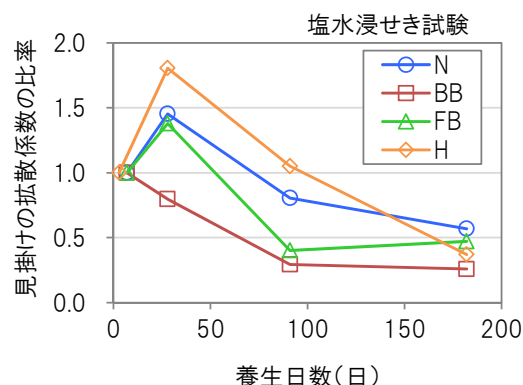


図-2 養生日数の延長による拡散係数の変化比率

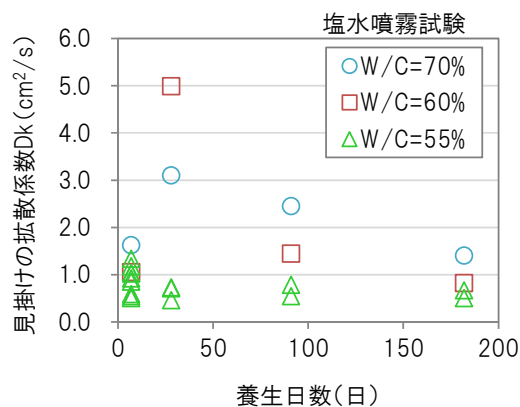


図-3 養生日数と見掛けの拡散係数