

非定常状態電気泳動法を用いた養生の相違による塩分浸透評価

芝浦工業大学 大学院理工学研究科
芝浦工業大学 工学部

○原沢 蓉子
黒田 伸吾
伊代田 岳史

1. はじめに

塩害はRC構造物の鉄筋を腐食させ、その腐食生成物による膨張圧でコンクリートのひび割れ、かぶりの剥落などを起こす。塩害の進行には使用材料や配合、環境条件、施工上の要因が複雑に影響している。塩害の進行を把握する上で、コンクリート中の塩化物イオン浸透の把握は重要である。青山¹⁾らは異なった養生を施したコンクリートに海水環境を模擬した塩水浸漬試験により塩分浸透深さの把握を行った。結果として長期において水中養生したものに比べ、気中養生したものの塩分浸透深さが大きくなり、養生方法の違いを明確にできなかった。これは試験期間が長期間に及ぶため未水和セメントが塩水と反応して再水和した可能性が考えられる。そこで本研究では未水和セメントの再水和の影響をできるだけ排除すべく、塩分浸透速度を速める方法として非定常状態での電気泳動試験に着目し、養生条件の違い及び養生期間の相違による塩分浸透について評価した。

2. 実験概要

2. 1 使用材料及び配合

従来の電気泳動試験に用いられる供試体は円柱供試体の両端面から25mmの部分を除いた1体ないし2体の供試体を用いる。しかしながら、本研究においては養生ないしは乾燥の影響を一樣に受ける必要がある。コンクリートが乾燥の影響を受けるのは表層50mmと想定されているため一樣に乾燥させることができない。そこで養生条件の違いを考慮するため、図-1に示す塩化ビニル管の型枠で作製した100×50mm円盤状の供試体を電気泳動試験に用いた。使用したセメント種類は普通ポルトランドセメント(N)とNに高炉スラグ微粉末(BFS)を50%置換した高炉セメントB種(BB)の2種類とし、W/Cは養生による影響を受けやすいと想定されるW/C60%と乾燥の影響を受けにくいと想定されるW/C30%とした。計画配合及びフレッシュ性状は表-1に示す。

2. 2 養生方法及び養生期間

養生条件は打込み翌日に脱型して水中で養生する水中養生W、型枠存置する封緘養生S28、翌日に脱型して乾燥の影響を受ける気中養生(D1)とした。水中養生の環



図-1 塩化ビニル管で作製した型枠

表-1 コンクリートの計画配合とフレッシュ性状

セメント 種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					フレッシュ性状		
			W	OPC	BFS	S	G	スランプ (cm)	空気量 (%)	練上温度 (℃)
N	30	50	165	550	804	838	8.5	4.5	25.2	
BB				275	275	794	828	11.5	3.8	23.2
N	60		175	292	897	935	9.5	4.8	25.5	
BB				146	146	892	930	11	4.9	25.8

境は水温 20℃一定とし、気中養生の環境は恒温室(室温 20℃、RH60%)とした。一方、養生期間の相違は封緘養生を、3日(S3)、5日(S5)、7日(S7)、28日(S28)養生として乾燥の影響を受ける時期を変動させ、養生後は脱型をして材齢28日目まで恒温室で養生した。

2. 3 電気泳動試験(非定常状態)の概要

電気泳動試験を実施する前処理として飽和水酸化カルシウム水溶液を用いて真空飽和処理を行った。セル内溶液は陰極側に0.5Nの塩化ナトリウム水溶液、陽極側に0.3Nの水酸化ナトリウム水溶液を使用し、印加電圧は30Vとした。塩分浸透深さは通電後に供試体を割裂し、割裂面に硝酸銀(AgNO₃) 0.1Nを噴霧することで白色に呈色した領域を塩分浸透領域として測定した。深さの測定はNT BUILD 492に準拠して7点の深さの平均から算出した。

3. 試験結果及び考察

(1) 異なる養生方法の塩分浸透性の比較

異なる養生条件における塩分浸透深さを図-2、3に示す。W/C60%ではいずれのセメント種類においても養生を湿潤状態に保つほど塩分浸透深さは小さい結果となっ

た。一方で W/C30%においては、水中養生と封緘養生に塩分浸透深さの差はみられなかった。これは低 W/C の水中養生と封緘養生では、水和度が同じである²⁾可能性があり、そのため塩分浸透深さもほぼ同様の結果が得られたと考えられる。

N と BB の水中養生と封緘養生を比較すると、N より BB の方が塩分浸透深さは小さい結果となった。塩化物イオンが浸透しにくいのは、BB において水和が進行すると、N に比べて緻密になり、さらに塩分固定化能力の高さに起因するためだと考えられる。一方で W/C60%の気中養生では、N と BB の塩分浸透深さに差はみられなかった。BB は水和反応が遅いため、材齢初期において乾燥の影響を受けやすい可能性があり、養生が湿潤状態に保たれるほど、塩化物イオンに対する抵抗性が向上したと考えられる。

(2) 養生期間ごとの塩分浸透性の比較

図-4に通電時間が6時間の時の W/C60%における養生期間ごとの塩分浸透深さを示す。N においては封緘養生の日数が3日以降となっても、塩分浸透深さに違いはみられなかった。一方で BB では、封緘養生した期間が長くなるほど、塩化物イオンは浸透しにくい結果となった。N においては、細孔直径は養生期間が3日以降では変化せず、BB では5日まで変化するという報告³⁾から、BB は封緘養生の期間が長くなるほど空隙が緻密化した可能性があり、そのため BB は塩化物イオンに対する抵抗性が向上したと考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) いずれのセメント種類においても養生方法が湿潤であるほど塩化物イオンに対する抵抗性は向上した。
- (2) 低 W/C のように緻密なコンクリートでは、水中養生、封緘養生の水和度が同じである可能性があり、養生による影響は少ないと考えられる。
- (3) 異なる養生期間において、N は封緘養生3日以降になると塩化物イオンに対する抵抗性に変化はみられず、BB は養生期間が長いほど塩化物イオンに対する抵抗性は向上した。

【参考文献】

- 1) 青山和樹、伊代田岳史：養生方法及び期間の相違が塩分浸透に及ぼす影響、第39回土木学会関東支部技術研究発表会、(2012)
- 2) 伊代田岳史：若材齢時の乾燥がセメント硬化体の内部組織構造形式ならびに物理特性に与える影響、博士論文 (2003)

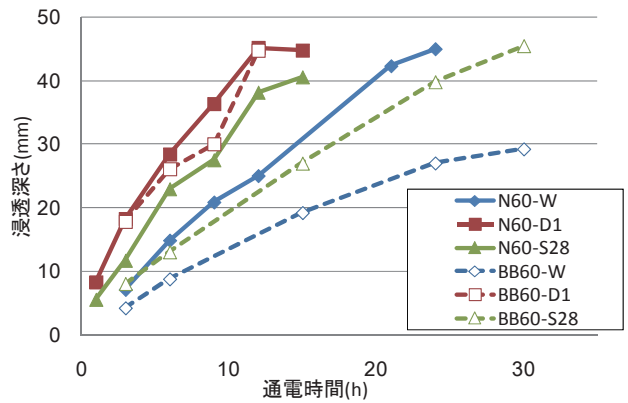


図-2 N60 と BB60 異なる養生の塩分浸透深さ

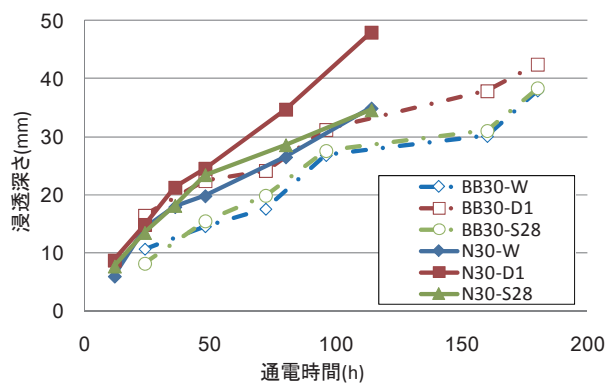


図-3 N30 と BB30 異なる養生の塩分浸透深さ

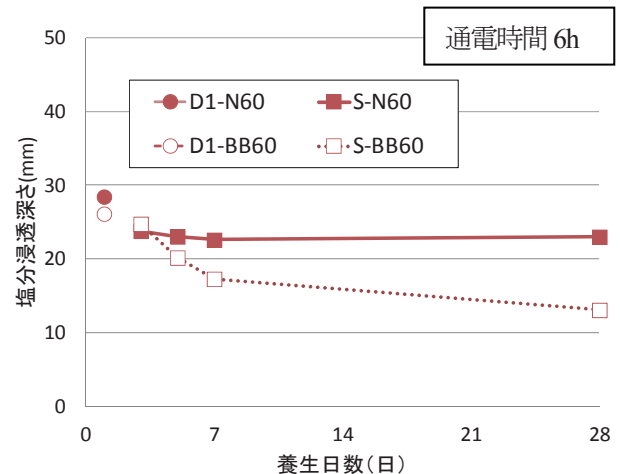


図-4 養生期間が塩分浸透に与える影響

- 3) 檀康弘、伊代田岳史、大塚勇介、佐川康貴、濱田秀則：高炉スラグ微粉末を混入したコンクリートの養生条件と耐久性の関係、土木学会論文集 E、Vol. 65、No. 4、431-441、(2009)