

プレストレス導入状態下のコンクリートにおける塩分浸透特性に関する実験的研究 -電気泳動試験によるはり下縁部からの塩分浸透に着目して-

日本大学 学生会員 ○浅見 公一 日本大学 手島 敏史
日本大学 加藤 凌也 日本大学 正会員 齊藤 準平

1. はじめに

PRC 構造は、鋼材腐食を助長するひび割れ幅の拡大をプレストレスによって制限できるため、ひび割れからの塩分浸透への抵抗性を高めることができるという研究結果が得られている。本研究は、プレストレス導入力の違いが及ぼす塩分浸透特性への影響の解明を目的とし、いくつかの応力下におけるモルタル供試体の電気泳動試験を行った。

2. 既往研究の整理

迫井¹⁾らは、非定常状態での電気泳動法を用いて圧縮応力が生じている環境下での、フライアッシュおよび高炉スラグ微粉末を混入したコンクリートの塩化物イオン浸透性を検討した。この研究成果から低い応力強度比（30%以下）を受けた状態では、応力が生じていない状態よりも塩化物イオンの拡散係数は低下する傾向にあることが示された。また、応力強度比の増加（30%から50%）に伴い拡散係数は増加に転じることが把握された。しかし、既往研究は応力強度比 0%, 30%, 50%, 80%でのデータであり、拡散係数が低下する傾向になると予想される応力強度比 10%, 20%, 拡散係数が増加する傾向になると予想される40%は確認できていない。

本研究では、既往研究で確認できていない応力強度比 10%, 20%, 40%を新規に加えた 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%の6条件に対して電気泳動試験を行い塩分浸透特性の検討を行う。

3. 試験概要

3.1 供試体

図-1に実験方法の概要を示す。供試体は、研究対象とした PRC はり下縁付近コンクリートをモデルとする、供試体のサイズは一辺 40mmの立方体とした。表-1に配合と力学的性質を示す。セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は山砂を用い、打設後 28 日間は打設養生した。

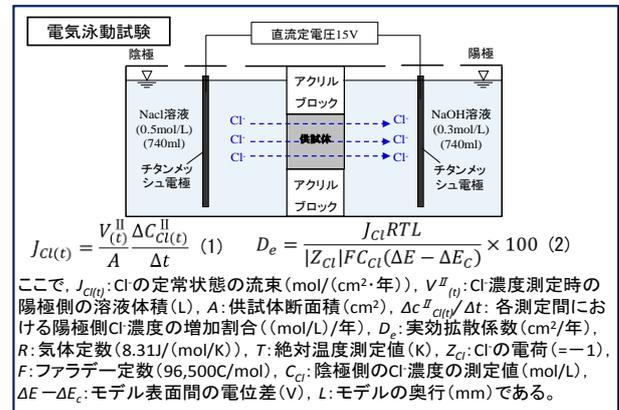


図-1 電気泳動試験の概要

表-1 供試体の配合と力学的性質

W/C	S/C	単位量(kg/m ³)			圧縮強度 (N/mm ²)	単位容積質量 (kg/m ³)
		水	セメント	細骨材		
(%)	(Vol%)					
55	300	302.7	550.0	1387	44.14	2071

3.2 プレストレス力

付与応力 (f_c 比) は、コンクリートの圧縮強度に対する許容応力度の目安とされる f_c 比 30%, プレストレスの影響の有無を比較するために f_c 比 = 0%, ならびに 200 万回疲労強度の目安とされる f_c 比 = 50% を目安に 0, 10, 20, 30, 40, 50% の 6 条件とした。

3.3 電気泳動試験

試験で使用する電気泳動装置は、JSCE-G571²⁾に基づき矩形断面に適用できるように独自に加工を施して製作したものである。試験は同試験方法に準じて行い、塩化物イオン (Cl^-) の電気泳動が定常状態になるまで連続して通電した。主な測定項目は電流、電位差、陽極側と陰極側の Cl^- 濃度、pH および溶液温度とした。測定結果を用いて、式 (1), (2) から、 Cl^- の実効拡散係数が算出される。

4. 実験結果および考察

図-2に、電気泳動試験における陽極側水槽溶液中の Cl^- 濃度と、供試体表面間の電位差と経過時間の積の

キーワード PRC, 塩分浸透, 実効拡散係数, 電気泳動法

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部 TEL.047-469-5241 E-mail: Saitou.Junpei@nihon-u.ac.jp

関係を示す。なお、経過時間でなく電位差と経過時間の積として示したのは、各供試体の試験中の電位差が完全に一致しないことからその違いの影響を除去することができるためである。図-2より、 f_c 比が大きくなるほどClの濃度増加の割合が緩やかになる傾向が見られた。なお、 f_c 比50%では、Clの濃度増加の割合は20%と30%の間を推移する結果となったが、これは、プレストレスによる供試体内部の損傷の影響を受けているものと考えられる。

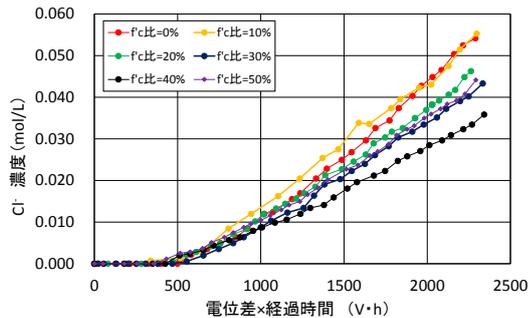


図-2 陽極側のCl濃度と電位差×経過時間の関係

図-3に、実効拡散係数 D_e と f_c 比の関係を示す。図-3より f_c 比が大きくなるにしたがって実効拡散係数 D_e が小さくなる傾向が見られた。これは、プレストレスを導入することにより、内部の潜在的クラックや空隙の閉塞が起き塩分浸透抵抗性に有利な影響を与えたためであると考えられる。さらに、本データでは f_c 比40%をピークに50%では塩分浸透抵抗性が減少した。これは高いプレストレスを導入したことにより供試体内部に損傷が生じたため塩分浸透抵抗性に不利な影響を与えたと考えられる。

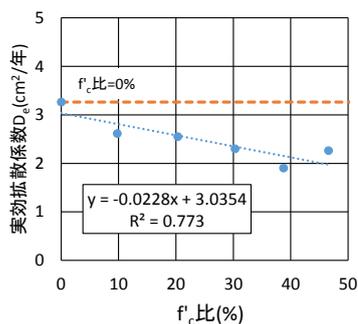


図-3 実効拡散係数 D_e と f_c 比の関係

5. 内部微細ひび割れの評価

プレストレスによる内部損傷の評価をするために本研究では、Loo³⁾により提案されたひび割れの評価法を用いて、供試体に圧縮応力が生じた際の内部微細ひび割れの発生・進展を検討した。Looは、Specific Crack Area(ϵ_{cr})を式(3)により評価している。

$$\epsilon_{cr} = 2(\epsilon_x - \mu \cdot \epsilon_y) \quad (3)$$

ここで、 ϵ_x および ϵ_y はそれぞれ、横ひずみおよび縦ひずみである。また μ は各供試体の弾性域におけるポアソン比である。

強度試験で得られたひずみのデータより、強度試験に使用した6つの供試体(円柱3体、立方体3体)における内部ひび割れの発生・進展を図-4に示す。

図-4より供試体が強度比40%~50%付近で内部微細ひび割れが進展し始めることが概ね確認出来た。

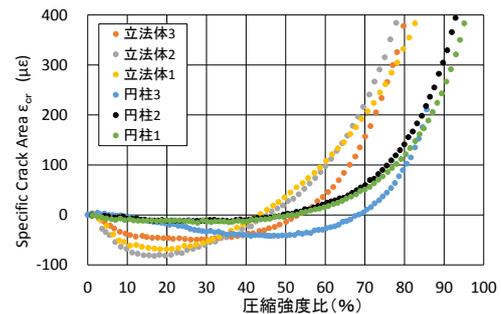


図-4 ϵ_{cr} と圧縮強度比の関係

6. おわりに

本試験の範囲内で以下のことが考えられる。

- (1) f_c 比が大きくなるほど塩分浸透抵抗性が向上する傾向がみられた。これは、プレストレスにより供試体内部の空隙やクラックが閉塞したためであると考えられる。
- (2) f_c 比40%をピークに50%では塩分浸透抵抗性が減少した。これは、プレストレスによる内部損傷の影響によるものであると考えられる。
- (3) Specific Crack Areaの算出により、圧縮強度比40%~50%付近で内部ひび割れが進展し始めると考えられる。

参考文献

- 1) 迫井裕樹、川北昌宏、堀口敬：フライアッシュおよび高炉スラグ微粉末を混入したコンクリートの塩分浸透特性に及ぼす圧縮応力の影響、コンクリート工学論文集, Vol.18, pp1-7, 2007
- 2) 土木学会：2013 制定 コンクリート標準示方書 [規準編] 土木学会規準および関連規準, JSCE-G 571-2013, pp.363-369, 2013
- 3) Y.H.Loo.:A new method for microcrack evaluation In concrete under compression, Materials and Structures Vol.25, pp.573-578, 1992