

PRC はりの塩分浸透抵抗性に与えるプレストレスの作用に関する電気泳動試験による実験的検討

日本大学 学生会員 ○中山 昂大 日本大学 川崎 悠平
日本大学 正会員 齊藤 準平

1. はじめに

PRC 構造はプレストレスによる、腐食を早めるひび割れ幅の拡大の制限や閉塞と圧縮応力（プレストレス）の繰り返し付与に伴う部材の損傷や緻密化の影響を考慮した評価式でなければ正しい鋼材腐食度の診断をすることは難しい。

本研究は、プレストレスの作用およびひび割れの存在が、塩分浸透性に及ぼす影響を明らかにするために、それら条件を与えた供試体の電気泳動試験を実施した。

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た環境下で、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。この研究成果から圧縮強度比（30%程度の応力）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、付与応力の増加（圧縮強度比 30%から 50%）に伴い拡散係数は応力が生じている状態よりも大きくなる結果を得ている。

3. 試験概要

3. 1 実験概要

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し、表-1 に示す条件で作製する。表-2 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 日間は封緘養生した。供試体は、プレストレスを作用させた場合は、高さ 40mm×幅 40mm×奥行 40mm とし、ひび割れがある場合は、高さ 20mm×幅 40mm×奥行 40mm のものを使用した。

3. 2 供試体の条件

プレストレスは、コンクリートの圧縮強度に対する応力として圧縮強度比（ f_c 比）と定義し、ここでは許容応力度の目安とされる f_c 比=30%を作用させた。条件は表-1 に示すように、ひび割れ無しの条件では供試体（ f_c 比=0%）をタイプ N、プレストレスを繰り返

し作用させた後に、プレストレスを継続導入しなかった供試体をタイプ A、プレストレスを継続導入させた供試体をタイプ AP とした。また、繰り返し作用は、100 万回とした。ひび割れ有りの条件では、タイプ A の状態にひび割れの条件を与え、タイプ ACr とした。与えたひび割れ幅は、0.1mm とした。また、タイプ Cr はアクリルのみで作製した 0.1mm のひび割れ幅のモデルで、古都のデータ³⁾を引用した。

表-1 供試体の条件

ひび割れ	タイプ	プレストレスの繰り返し作用	プレストレス繰り返し作用後のプレストレス導入	ひび割れ幅 [mm]
無	N	—	—	—
	A	○	—	
	AP		○	
有	Cr	—	—	0.1
	ACr	○	—	

表-2 供試体の示方配合と力学的性質

W/C	S/C	単位量[kg/m ³]			圧縮強度	単位容積質量
(%)	(Vol%)	水	セメント	細骨材	(N/mm ²)	(kg/m ³)
55	300	302.7	550.0	1387	40.60	2032

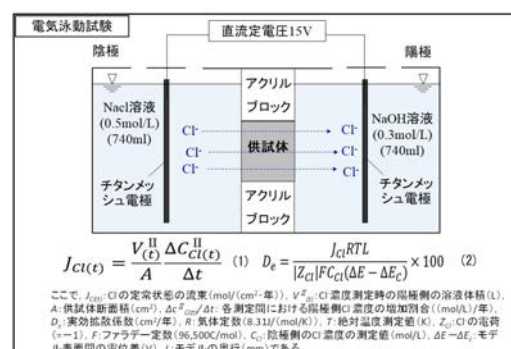


図-1 電気泳動試験の概要（タイプ N の場合）

3. 3 電気泳動試験

図-1 に実験方法の概要を示す。電気泳動試験は、JSCE-G571²⁾に準じて実施した。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、塩化物イオン（Cl⁻）の実効拡散係数を算出する。

4. 実験結果および考察

4. 1 Cl⁻濃度の推移

キーワード 塩害 プレストレス ひび割れ 実効拡散係数

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: Saito.Junpei@nihon-u.ac.jp

図-2に、陽極側水槽溶液中の Cl^- 濃度の推移を示す。なお、モデル間の関係性を定量的に比較するに当たり、電位差の違いの影響を除外するために、横軸は通電時間と電位差の積とした。図より、ひび割れ無しの場合、タイプN、タイプA、タイプAPの順に塩分浸透性が小さくなることが認められた。

ひび割れ有りの場合は、タイプACrはタイプNに対して塩分浸透性が高くなることが認められる。

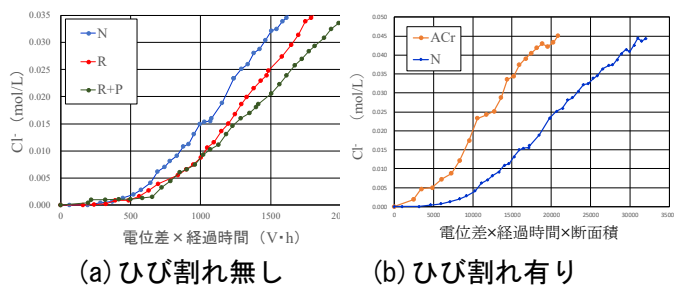


図-2 Cl^- 濃度の推移

4. 2 実効拡散係数（プレストレスの影響）

図-3に、ひび割れ無しの場合の実効拡散係数を示す。図より、タイプN、タイプA、タイプAPの順番で実効拡散係数が小さくなっていくことがわかる。この低下の程度は、タイプNに対して、タイプAが9.3%、タイプAPが33.9%であった。このプレストレスによる塩分浸透抵抗性の向上は、モルタル内部の構造の緻密化によるものと考えられる。具体的には、モルタル内部にて、繰り返し応力付与により内部空隙の減少や、マイクロクラックの閉そくが生じたと推測される。

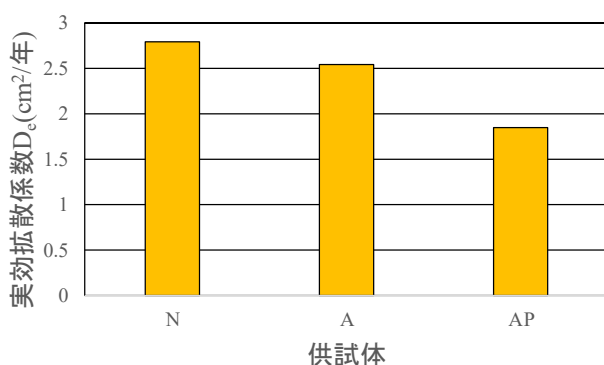


図-3 ひび割れ無しの条件の実効拡散係数

4. 3 実効拡散係数（ひび割れの影響）

図-4にひび割れ無しの実効拡散係数を示す。図には、タイプN、タイプACr、タイプCr、そしてタイプACrからタイプCr引いたコンクリート部の実効拡散係数タイプ(ACr-Cr)を示している。図より、実効拡散係数の大きさは、タイプACr、タイプN、タイプACr-Cr、タイプCrの順番で小さくなることが認められ

る。タイプNよりもタイプACrは、プレストレスの効果が得られたもののひび割れを有する場合はタイプNの27.5%増加しており、ひび割れの影響で塩分浸透抵抗性が低下したことを意味している。ひび割れの負の影響の程度とプレストレスの作用の効果の影響を比較するとひび割れの影響はタイプNの59%程度で、プレストレスの作用の影響は、タイプNの21%程度であった。以上より、塩分浸透抵抗性の向上のためには、ひび割れを閉じるあるいは、小さくすることが重要であり、プレストレスによってひび割れを閉じさせる作用を促すことの意義が示されたものと考えられる。

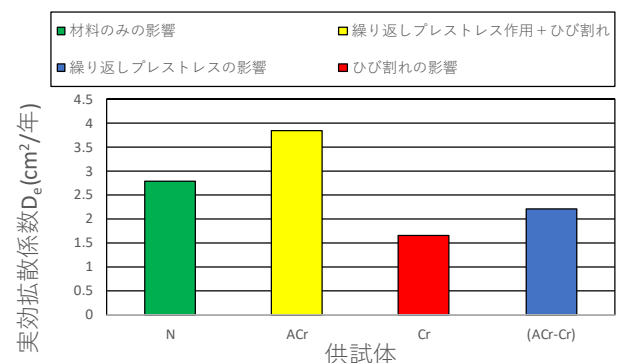


図-4 ひび割れ有りの条件の実効拡散係数

5. まとめ

本試験の範囲内で以下のことが考えられる。

- (1) プレストレスを作用させると、実効拡散係数が低くなり、塩分浸透性が低下する。プレストレスの繰り返し作用後プレストレスを導入することで抵抗性が向上する。
- (2) プレストレスの作用による材料の抵抗性の向上効果よりも、ひび割れの存在による負の影響の方が大きい。そのため、プレストレスがひび割れを小さくする、または閉じさせる作用の意義は大きい。

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, pp.1-7, 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 5712013, pp.363-369, 2013.
- 3) 古都 貴大: PRC 部材の塩分浸透特性に関する基礎的研究 -電気泳動試験による検討-, 日本大学理工学部交通システム工学科, 卒業論文, 2017