

ひび割れを有するコンクリートの塩分浸透特性に関する基礎的研究
—塩分浸透特性に及ぼす圧縮応力付与の影響—

日本大学理工学部 助教 正会員 齊藤 準平 教授 下辺 悟
学生会員 ○名塚 雅義 中原 新太 吉澤 里香

1. はじめに

多くの高速道路橋，一般道路橋等に採用されている RC・PRC 構造は長年にわたる交通量の増加や過積載などによって生じる疲労損傷と塩害が同時に作用すると，著しい鉄筋腐食を生じ構造的機能を失う恐れがある。それらに対して維持補修を効率的に行うためには，現状の損傷状態における塩分浸透特性を適切に評価し，補修・補強の必要性を的確に見極める必要がある。

本研究では，PRC 構造におけるひび割れを有するコンクリートの塩分浸透特性を明らかにするために，プレストレスによる圧縮応力付与の影響とひび割れ制御の影響を塩分浸せき試験によって複合的に検討した。

2. 実験概要

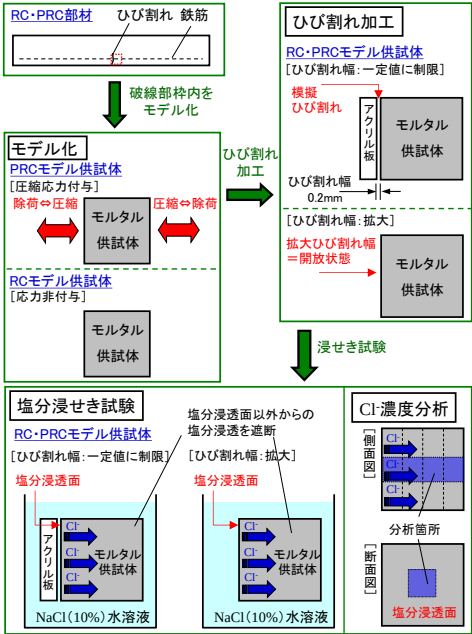
実験概要を図－1 に示す。本研究では，PRC 構造における圧縮応力付与の影響が大きいはり下縁部のひび割れ周辺領域のかぶり部分をモデル化し，応力付与後，塩分浸せき試験を行った。試験後，塩化物イオン (Cl-) を分析し，Cl-濃度から塩分浸透特性を検討した。

(1) 供試体概要

供試体は実構造物のかぶりを考慮して1辺が 100mm の立方体を作製した。配合および供試体の力学的性質は表－1 に示した。モデル供試体と同一バッチの同形状寸法の供試体から圧縮強度試験を行い，圧縮強度，ヤング係数を算出した。使用材料は普通ポルトランドセメント，山砂(最大寸法 2.5mm, 表乾密度 2.65g/cm³)，蒸留水を用いた。打設後 28 日間の封緘養生を行った。

(2) 応力付与のための載荷

供試体一覧を表－2 に示す。供試体には，圧縮強度試験結果を基準として，使用限界状態，疲労限界状態，終局限界状態を基に，圧縮強度比 (f_c 比) 30%，55%，80%の応力を付与した。比較のために，応力付与しない f_c 比=0%も設けた。載荷回数は 1 回 (静的)，100 回，10,000 回 (動的) と設定した。応力付与によるひずみ



図－1 実験概要

表－1 モルタルの配合と力学的性質

W/C	S/C	単位量 (kg/m³)			単位容積質量 (kg/m³)	圧縮強度 (N/mm²)	ヤング係数 (kN/mm²)
		W	C	S			
55	400	257.9	469.0	1576	2145	36.8	22.1

表－2 供試体一覧

ひび割れ条件	圧縮応力付与条件		
	ひび割れ幅 w_{cr}	載荷方法	繰返し回数 n (回)
一定 (0.2mm) および 拡大 (開放)	静的	1	30%
			55%
			80%
	動的	100	30%
			55%
			10000

を検討するために，ひずみゲージを加力軸方向 4 面に貼り付け，ひずみを測定した。

(3) ひび割れ加工

供試体は応力付与後 (f_c 比=0%は付与せず)，厚さ 20mm のアクリル板を用いてひび割れ加工を行った。ひび割れ条件は，実構造物における補修の目安となるひ

キーワード 塩分浸透，ひび割れ，圧縮応力，PRC

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科

TEL. 047-469-5241 E-mail : saitou.junpei@nihon-u.ac.jp

び割れ幅 0.2mm (w_{cr} =一定) と、拡大する場合 (ひび割れ開放状態 (w_{cr} =拡大)) の 2 種類とした。 w_{cr} =一定における塩分侵入方向は塩分浸透の偏りを考慮して 4 方向とする。供試体は、計 16 体となる。

(4) 塩化物イオン濃度分析試験

『JSCE-G 572-2013』¹⁾に準じて 3 ヶ月間の塩分浸せき試験を行った。Cl 濃度の分析は供試体を塩分浸透面より 4 断面に分割し、中心部の Cl 濃度を分析した。断面は塩分浸透面に近い順に I ~ IV とする (図-1 参照)。

3. 実験結果および考察

(1) Cl 濃度 (全断面合計)

応力付与と Cl の関係 (w_{cr} =一定) (図-2) に着目すると、応力付与された供試体の Cl 濃度 (全断面合計) は f_c 比=0%の大小それぞれに分布し、相関関係が見られなかった。一方、ひび割れの一定、拡大のみに着目すると、図-2 の f_c 比=0%のデータからひび割れ制御による塩分浸透への優位性を得られた。さらに、 f_c 比=0% (w_{cr} =拡大) よりも応力付与された各 Cl 濃度 (w_{cr} =一定) が低くなり、複合的に見ると PRC におけるひび割れ制御による塩分浸透への優位性が圧縮応力付与による塩分浸透への劣位性よりも優っており、PRC 構造の優位性が示された。

(2) 塩分浸透面から垂直方向への Cl 濃度分布

塩分浸透面からの距離と Cl 濃度の関係を図-3 に示す。 w_{cr} =一定と w_{cr} =拡大のいずれにおいても、0~25mm の断面においては、応力を受けた供試体の数値が f_c 比=0%に比べ概ね低かったものの、25 mm 以降においては応力付与があった Cl 濃度が無付与のデータに比べ全体的に高い濃度を示し、応力付与によって Cl の内部浸透が促される影響が見られた。

(3) Cl 濃度 (断面 I, 断面 II ~ IV 合計) (w_{cr} =一定)

(2) において得られた応力付与による内部浸透の促進する傾向を明確にするために断面ごとに比較したデータを図-4 に示す。応力付与された供試体の Cl 濃度は、I 断面では f_c 比=0%に比べて低く示されたが、II 断面以降では逆転し、内部への浸透が高まる傾向が明確に現れた。これは応力付与によって内部に発生した微細なひび割れをたどって内部浸透がしやすくなったことが推測される。ただし、断面 I で応力付与されたデータが付与されていないデータより低くなった理由については、今後の課題としたい。

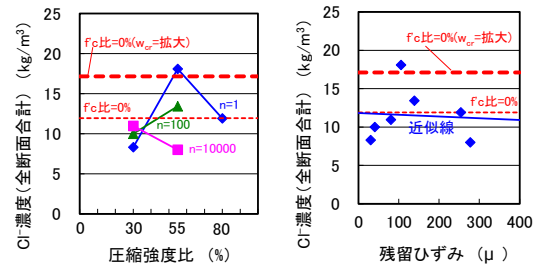


図-2 Cl 濃度 (全断面合計) (w_{cr} =一定)

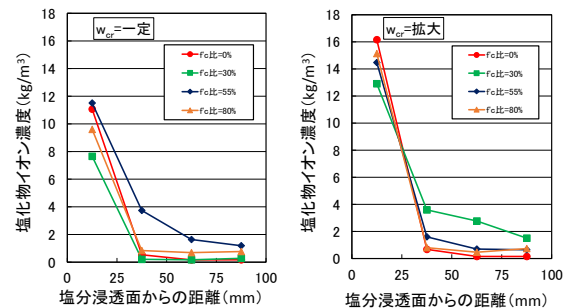


図-3 塩分浸透面から垂直方向への Cl 濃度分布

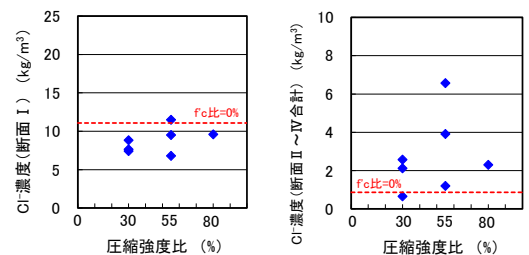


図-4 Cl 濃度 (断面 I、断面 II ~ IV 合計) (w_{cr} =一定)

4. まとめ

本研究の範囲内で、以下のことが明らかになった。

- ① PRC におけるひび割れ制御による塩分浸透への優位性が圧縮応力付与による塩分浸透への劣位性よりも優っており、PRC 構造の優位性が示された。
- ② Cl 濃度は、応力付与された場合は、されない場合より内部では高くなる傾向となった。これは、応力付与によって発生したと推測される内部の微細なひび割れが影響しているものと考えられる。

今後、より多回数の繰返し載荷のデータを含め、塩分浸透特性に対する応力付与の関係を検討する予定である。

参考文献

- 1) 土木学会：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] (2013 年版), pp.372-376, 2013.