

# PRCはりのひび割れ領域部のコンクリートにおける塩分浸透方向とその特性に関する検討

日本大学 正会員 ○齊藤 準平  
日本大学 正会員 下邊 悟

## 1. はじめに

PRC はりの塩分浸透特性を精度よく評価するためには、塩分浸透が著しいはり下縁付近のひび割れが存在する領域における塩分浸透特性の解明が重要となる。ところが、PRC はりの下縁付近にはRC はりと比較しプレストレスの付与と活荷重に伴う曲げ引張応力によるその一時的損失との繰り返し圧縮応力付与が作用しており、その解明には繰り返し圧縮応力付与と塩分浸透特性の関係を明確にする必要がある。本研究は、応力付与後のモルタルの塩分浸透試験を実施し、繰り返し圧縮応力付与方向と塩分浸透方向の関係（応力付与方向：ひび割れから直角方向へのコンクリートへの塩分浸透、応力付与直角方向：はり表面からのコンクリートへの塩分浸透）がその塩分浸透特性に及ぼす影響について検討した。

## 2. 実験概要

実験概要を図-1に示す。本研究が対象とする状態は活荷重の作用時にひび割れ周辺のコンクリートにプレストレスによる圧縮応力がほとんど無くなり、ひび割れ幅は拡大するもののその幅は一定幅に制限される状態である。本試験では、圧縮応力付与の影響を検討するために、PRC モデル供試体を対象とし、載荷によって発生する圧縮応力と、荷重作用に伴う曲げ引張応力の発生によるその圧縮応力の減少との応力変動を載荷によって与える。PRC はりのひび割れ周辺において、この繰り返し応力付与がひび割れから直角方向のコンクリートへの塩分浸透と部材表面からコンクリートへの塩分浸透にどのような影響を及ぼすか、応力付与と同一方向（図-1 (a) 方向）からの浸透特性と直角方向（図-1 (b), (c), (d), (e) 方向）からの浸透特性を検討する。この際、応力付与方向と塩分浸透方向の関係のみに着目するため、ひび割れは設けずに塩分浸透面は開放し、ひび割れ幅の影響を除外する。

塩分浸透への骨材の影響を少なくするため、供試体にはモルタルを用いる。セメント (C) には普通ポルトランドセメントを、細骨材 (S) には山砂 (表乾密度  $2.65\text{g}/\text{cm}^3$ 、最大寸法  $2.5\text{mm}$ ) を、そして練混ぜ水 (W) には蒸留水を用いた。水セメント比 (W/C) =55%とし、細骨材とセメントの容積比 (S/C) =400vol%とした。打設後は28日間の封緘養生を実施した。

付与する圧縮応力の大きさは圧縮強度比 30%、応力付与の繰り返し回数は  $n=100$  回、10000 回、1000000 回の3条件とした。なお、圧縮応力付与の有無の比較用として、応力付与のない供試体（タイプ N）を用意した。載荷後の残留ひずみが得られるようにひずみゲージを適宜、当該箇所と方向に貼り付けた。

塩分浸透試験は、JSCE G 572<sup>1)</sup>に準じて、濃度 10%の塩化ナトリウム水溶液中に、供試体を1辺が33mmに切断した供試体を91日間浸せきした。塩分浸透面は1面とし、 $\text{Cl}^-$ 濃度の分析は、JIS A 1154<sup>2)</sup>に準じた。

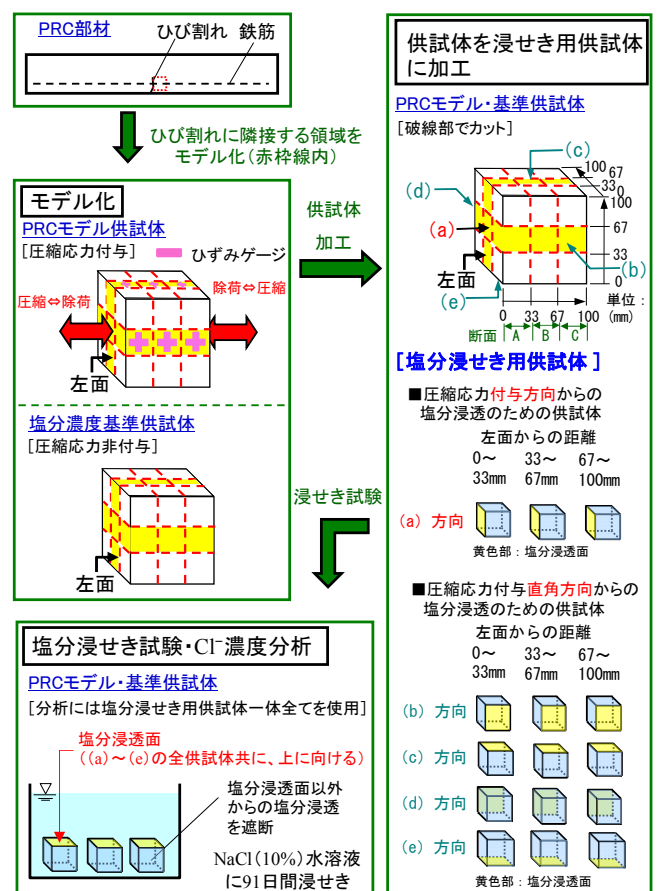


図-1 実験概要

キーワード PRC, 塩化物イオン, プレストレス, 浸せき試験

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

### 3. 結果および考察

図-2, 図-3は, それぞれ応力付与方向および応力付与直角方向から浸透した  $\text{Cl}^-$  濃度を示す. 図-2より, 応力付与方向から浸透した  $\text{Cl}^-$  は, 全体的傾向として, 応力付与したタイプがタイプ N よりも高くなる傾向を示した. これは, 圧縮応力付与によってコンクリートに損傷が生じたことによる影響と考えられる. この結果は, 実構造物におけるひび割れから侵入した塩分がひび割れの直角方向のコンクリートに浸透する場合においては, プレストレスによる圧縮応力の繰り返し付与はマイナスに影響することを示唆するものである. 一方, 図-3より, 応力付与直角方向から浸透した  $\text{Cl}^-$  は, 応力付与したタイプがタイプ N よりも  $\text{Cl}^-$  濃度が低くなる傾向を示した. これは, 圧縮応力付与によってコンクリート内部に生じた損傷の影響よりも, 応力付与による材料の緻密化の影響が大きく働いたと考えられる. この結果は, はり表面からコンクリートへの塩分浸透においては, プレストレスによる圧縮応力の繰り返し付与がプラスに影響することを示唆するものといえる.

応力付与による部材の損傷の影響を検討するため, 供試体に与えられた損傷の指評を残留ひずみとして,  $\text{Cl}^-$  濃度と残留ひずみの関係を整理した. 図-4, 図-5は, それぞれ応力付与方向および応力付与直角方向から浸透した  $\text{Cl}^-$  濃度と応力付与方向の残留ひずみの関係である. 図には, 全データと 1000000 回のデータ (図-5のみ) について近似線を示した. 図-4より, 応力付与方向から浸透する  $\text{Cl}^-$  と残留ひずみの関係には残留ひずみが 0 の時に応力付与の影響が無く, 残留ひずみの増加に伴い  $\text{Cl}^-$  が増加するという正の相関があることが確認された. 図-5より, 応力付与直角方向から浸透する  $\text{Cl}^-$  と残留ひずみの関係には, 付与されたタイプは全体的にタイプ N より低く, 残留ひずみが小さい状態ではその傾向が顕著であること, 残留ひずみの増加に伴い  $\text{Cl}^-$  濃度が高くなる傾向があることが認められた. これら結果から, 応力付与直角方向からの  $\text{Cl}^-$  の浸透には, 繰り返し圧縮応力付与による材料の緻密化と損傷の影響が複合して影響していると考えられ, 材料の緻密化の影響がタイプ N よりもマイナス分の切片を示し, 損傷の影響が残留ひずみに増加に伴う  $\text{Cl}^-$  濃度の増大となる傾きを示す一次式として表された.

### 4. まとめ

PRC はりの繰り返し圧縮応力付与方向と塩分浸透方向が塩分浸透特性に及ぼす影響を検討し, 以下の結論を得た.

- (1) 応力付与方向と直角方向では応力付与方向からのほうが塩分浸透が速くなる.
- (2) 応力付与による損傷に伴い残留ひずみが増加すると塩分浸透しやすくなる.
- (3) 応力付与直角方向からの塩分浸透は残留ひずみが小さい状態では応力付与されない場合と比べて遅くなった.

### 引用・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
- 2) 日本工業規格 JIS A 1154: 2012 「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」, 2012

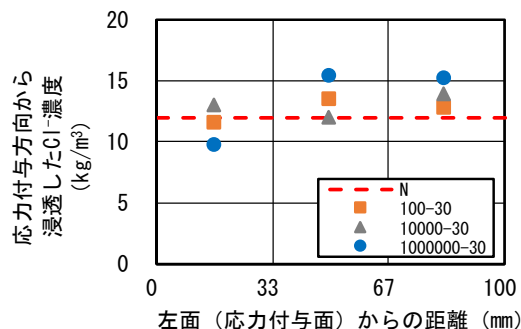


図-2 応力付与方向から浸透した  $\text{Cl}^-$

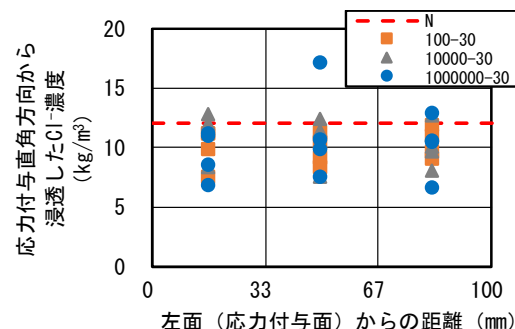


図-3 応力付与直角方向から浸透した  $\text{Cl}^-$

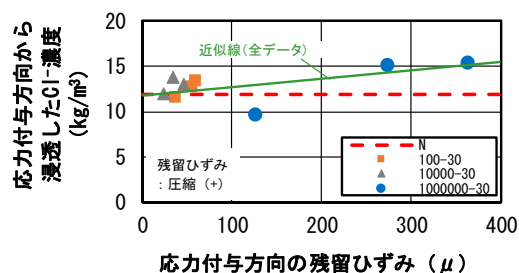


図-4 応力付与方向  $\text{Cl}^-$  と残留ひずみの関係

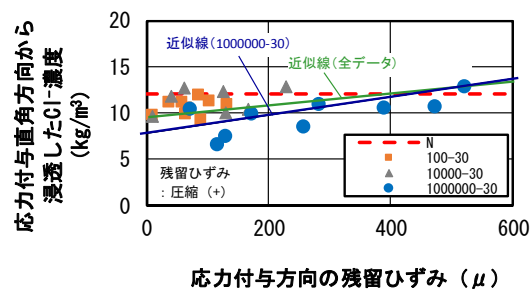


図-5 応力付与直角方向  $\text{Cl}^-$  と残留ひずみの関係