

# 曲げひび割れを有する鉄筋コンクリート部材への塩分侵入に関する促進暴露実験

長岡技術科学大学 学生員 ○鈴木 幸憲  
 株式会社 廣瀬 小山 和雄  
 長岡技術科学大学 正会員 下村 匠

## 1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物は、使用状態において曲げひび割れを許して供用される場合があるので、耐久性をコントロールするためには、塩分等の鉄筋腐食促進物質の侵入に及ぼすひび割れの影響を把握しておく必要がある。この観点から、ひび割れを考慮したコンクリート中の塩分移動解析がさかんに試みられるようになったが、パラメータの決定や予測精度の検証に用いることができる実験データは数多くはない。本研究では、模擬曲げひび割れを導入した鉄筋コンクリート供試体を、屋外で数ヶ月間、塩水の断続的に噴霧し、内部の塩分侵入状況を実測した。

## 2. 実験概要

### 2.1 供試体および暴露実験概要

実験に用いたコンクリートの配合を表-1に、供試体を図-1に示す。鉄筋に沿った塩分の移動の影響を調べる目的で、鉄筋配置の異なる鉄筋コンクリート供試体を用いた。模擬ひび割れとして、100×100mmに加工したろ紙(B5種、厚さ0.2mm、φ150mm)を供試体内2箇所設置した<sup>1)</sup>。塩化物イオンの侵入を暴露面一面に限定するため、側面及び底面にエポキシ樹脂によるシールを施した。

供試体は写真-1に示すように屋外に設置し、表-2に示す条件で塩水を断続的に自動噴霧した。

### 2.2 塩化物イオン濃度測定

暴露実験実施後、圧縮試験機を用いてコンクリートを鉄筋軸方向に割裂し、図-2に示すように、鉄筋軸方向に5箇所、かぶり方向に3箇所合計15箇所の所定位置からコンクリート試料採取をし、粗骨材を取り除き粉碎した。

表-1 コンクリートの配合

W/C=40%				
G max (mm)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )			
	W	C	S	G
20	150	375	798	986
W/C=60%				
G max (mm)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )			
	W	C	S	G
20	175	292	799	988

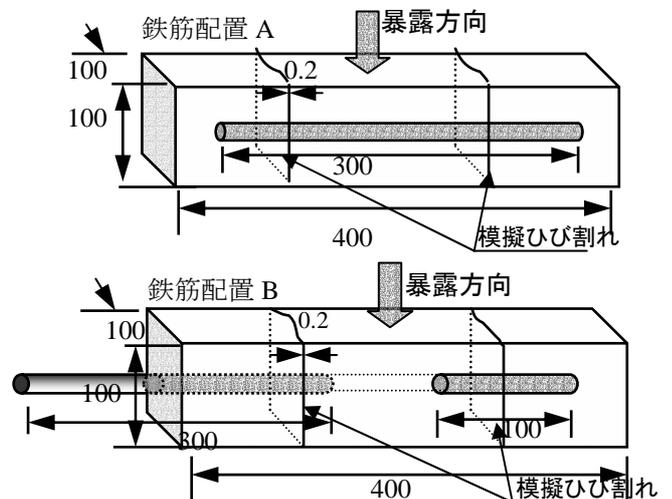


図-1 実験供試体図 (単位: mm)

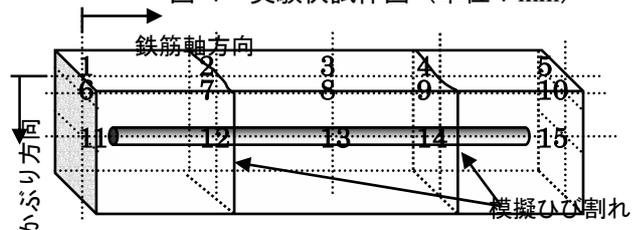


図-2 試料採取位置

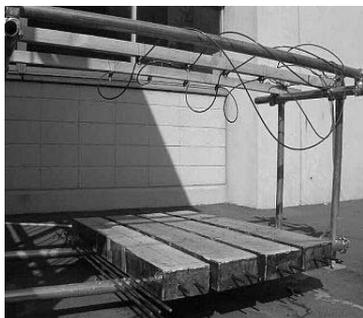


写真-1 暴露実験状況

表-2 暴露実験概要

塩水噴霧量	約 1l/回
噴霧回数	8回/1日
NaCl 濃度	3%
暴露期間	42日, 281日
平均気温	15.6°C
平均湿度	66.1%

キーワード：鉄筋腐食，模擬ひび割れ，鉄筋配置，屋外暴露実験，塩化物イオン濃度

連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL：0258-47-9603 FAX：0258-47-9600

塩化物イオン濃度分析では、日本コンクリート工学協会案『JCI-SC5 硬化コンクリート中に含まれる全塩分の簡易分析方法』に従い試料の調整を行い、同協会基準案『JCI-SC6 塩化物イオン選択電極法によるフレッシュコンクリート中の塩化物イオン含有量試験方法』を準用して塩化物イオン濃度測定を行った。

### 3. 実験結果

#### 3.1 暴露期間の影響

図-3 に、短期暴露供試体（42 日間）と長期暴露供試体（281 日間）における鉄筋に沿った  $\text{Cl}^-$  濃度の分布を示す。短期暴露、長期暴露共にひび割れ位置での  $\text{Cl}^-$  濃度が高い。ひび割れが  $\text{Cl}^-$  の侵入経路となっていることがわかる。

#### 3.2 鉄筋に沿った塩化物イオンの移動

図-4 に、鉄筋配置A、鉄筋配置Bの供試体における鉄筋に沿った  $\text{Cl}^-$  濃度の分布を示す。BはAに比べ、供試体端部（鉄筋軸方向 0mm 位置）での濃度が高いことから、暴露方向からの  $\text{Cl}^-$  の侵入に加え、端部より突出した鉄筋周囲から侵入があったと考えられる。また B は、ひび割れ位置での濃度が高いことより、鉄筋に沿った  $\text{Cl}^-$  の移動<sup>2)</sup>が生じたと思われる。

### 4. 数値解析による検討

著者らの開発した、乾湿繰返し、曲げひび割れの影響を考慮したコンクリート中の水分・塩分移動解析プログラム<sup>3)</sup>により、本実験結果の解析を行った。図-5 は、鉄筋に沿った  $\text{Cl}^-$  濃度の分布の解析結果に及ぼす暴露期間の影響を示している。ひび割れ位置での濃度が高い傾向、および暴露期間が長期になるほど全体的に濃度が高くなる傾向は解析結果においても表現されている。図-6 は、長期暴露供試体（281 日間）の実験結果と解析結果を比較したものである。解析結果では、実験結果に見られたほども著しいひび割れ位置での  $\text{Cl}^-$  の蓄積は表現されなかった。この原因として、ひび割れにおける塩化物イオン移動モデルがまだ不完全であり実現象を表し得ていないこと、暴露実験の環境条件のモデル化が不十分であることが考えられる。環境条件に関しては、たとえば、日射や降雨は现阶段では考慮していないことも一因と考えている。

#### 参考文献

- 1) 宮里心一, 大即信明, 木村勇人, 水流徹: モルタルの欠陥部に生じる塩害あるいは中性化による鉄筋腐食の形態と速度, 土木学会論文集, No.690/V-53, 83-93, 2001.11
- 2) 下村 匠, 藤田 徹, 小山和雄: かぶりコンクリートの初期欠陥が鋼材腐食促進物質の侵入に及ぼす影響, 土木学会第58回年次学術講演会講演概要集, V-146, 2003.9
- 3) 小林悟志, 下村 匠: コンクリート中の物質移動と鉄筋の腐食に関する数値解析, コンクリート工学年次論文集, Vol.24, No.1, pp. 831-836, 2002.6

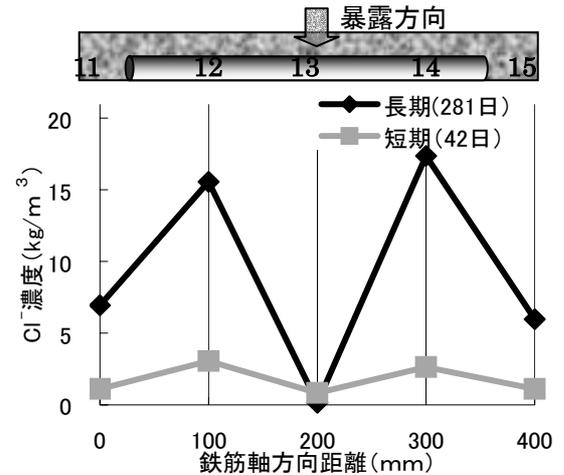


図-3 鉄筋に沿った  $\text{Cl}^-$  濃度分布 (W/C40%)

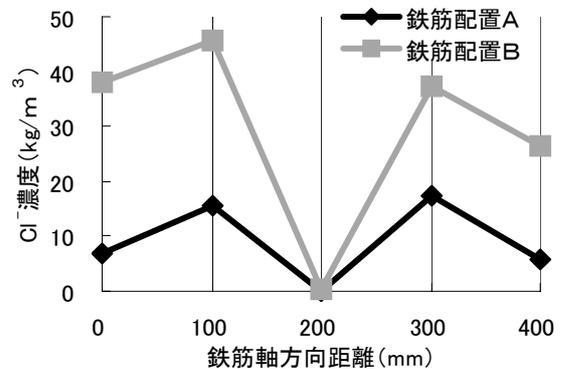


図-4 鉄筋配置の影響 (W/C40%)

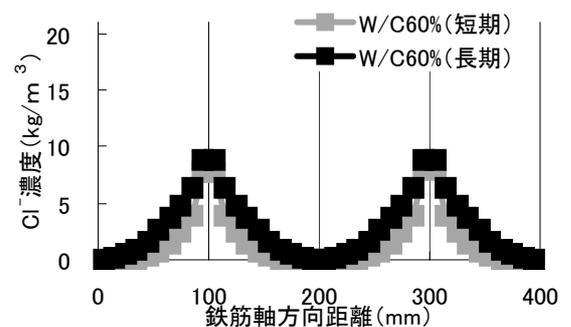


図-5 解析における暴露期間の影響 (W/C60%)

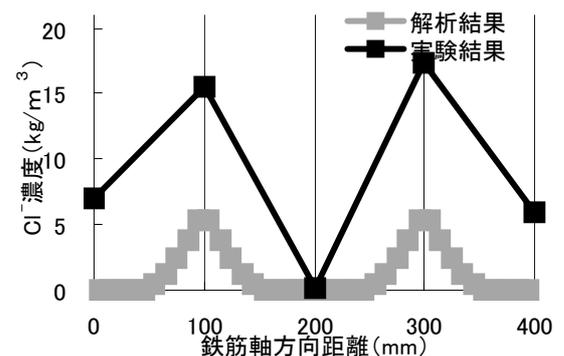


図-6 実験値と解析値との比較 (W/C40%)