

内部ひび割れがコンクリートの腐食速度に及ぼす影響に関する研究

愛媛大学大学院 理工学研究科 学生会員 ○森岡卓也

正会員 氏家勲 岡崎慎一郎

非会員 村上展将

1. はじめに

鉄筋腐食にとってはかぶり厚さが重要であるとされているが、内部ひび割れが発生することによりかぶりコンクリートの物質移動抵抗性は低下すると推察できるため、かぶりコンクリートの保護性能の観点から見ても内部ひび割れは鉄筋腐食にとって有害であると考えられる。以上のことにより鉄筋コンクリート構造物の維持管理を行っていく上で、表面ひび割れの存在のみならず、内部ひび割れが与える鉄筋腐食への影響度は解明すべき技術的課題である。そこで、本研究では鉄筋コンクリート実構造物の一般的な使用状態を想定し、使用する供試体は鉄筋コンクリート実構造物の引張部をモデル供試体として、両引載荷された一軸引張供試体を用いし、内部ひび割れの有無と内部ひび割れのひび割れ幅が鉄筋腐食速度に与える影響について検討する。

2. 実験概要

使用材料を表 - 1、コンクリートの配合を表 - 2に示す。使用骨材が異なるのは、乾燥収縮ひずみに差異を持たせるためである。また、混入する塩化物量は細骨材質量に対する比率である。供試体寸法は $10 \times 10 \times 20 \text{cm}$ の鉄筋コンクリートである。供試体は各配合で 2 体ずつ作製し、供試体 A,B,C に関しては無筋供試体も 2 体作製した。養生は、湿布養生を 28 日間施した。

表 - 1 使用材料

材料名		概要
A	細骨材	愛媛県東温市山之内産砂岩, 表乾密度 2.60g/cm^3 , 吸水率 1.65% , 粗粒率 2.45
	粗骨材	愛媛県東温市山之内産砂岩, 表乾密度 2.62g/cm^3
B	細骨材	大分県新津久見鉦山産石灰石, 表乾密度 2.66g/cm^3 , 吸水率 1.02% , 粗粒率 2.74
	粗骨材	大分県新津久見鉦山産石灰石, 表乾密度 2.70g/cm^3
C	細骨材	愛媛県西予市城川町嘉喜尾産砂岩, 表乾密度 2.65g/cm^3 , 吸水率 1.72% , 粗粒率 2.44
	粗骨材	愛媛県西予市城川町嘉喜尾産砂岩, 表乾密度 2.70g/cm^3

また、両引載荷試験は供試体に内部ひび割れを発生させることを目的としており、既往の研究¹⁾に基づき鉄筋応力度 200N/mm^2 まで載荷し、さらに 10 回の繰り返し載荷を行った。

次に、腐食を促進させるために供試体 A,B,C は湿潤 2 日、乾燥 5 日を 1 サイクルとした乾湿繰り返しを行った。湿潤は 3% NaCl 溶液に浸漬し湿潤させた。

腐食速度の測定は湿潤後のみとした。また、無筋供試体はコンタクトゲージを貼り、乾湿繰り返しによる長さ変化を測定した。なお、 40°C に設定した炉に入れて腐食を促進させた。鉄筋腐食速度の測定は、交流インピーダンス法により分極抵抗 R_p の測定を行い、式(1)を用いて腐食電流密度 I_{corr} に換算し、ファラデーの第 2 法則により腐食速度に換算した。

$$I_{corr} = K \cdot (1/R_p) \quad (1)$$

ここに、 K : 定数(0.026V)である。

また、結果の判定については、文献²⁾を参考に行った。判定表を表 - 3に示す。

表 - 2 コンクリートの配合

名称	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/cm^3)				AE減水剤 (%)	高性能AE減水剤 (%)	AE助剤 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)
			水	セメント	細骨材	粗骨材					
A	50	48	175	350	825	915	1.4	0	0.3	8 ± 2	4 ± 1
B	50	48	175	350	865	943	1.2	0	0.4	8 ± 2	4 ± 1
C	50	47	175	350	822	956	0	0.8	0.4	8 ± 2	4 ± 1

3. 実験結果および考察

図 - 1 に乾湿繰り返しに伴う長さ変化の結果を示す。図に示すように、コンクリートが膨張と収縮を繰り返しつつ、最終的には膨張しているが、膨張量は供試体 A が最も大きく、供試体 B が最も小さい。これは、28 日の湿布養生期間中の水分供給量が水中養生に比べ不十分であったため、自己収縮により供試体内が不飽和状態になり、乾湿繰り返し試験の湿潤期間に水分を吸ったため、コンクリートが膨張したものと考えられる。

図 - 2 に乾湿繰り返しの腐食速度の結果を示す。表 - 3 の判定表と照らし合わせると、B-1 が 56 日目、B-2 が 21 日目に鉄筋腐食が開始していることがわかる。これは、あらかじめ発生させていた内部ひび割れのひび割れ幅が図 - 1 に示した膨張により減少し、その中で供試体 B は最も膨張量が小さかったためにひび割れ幅の減少量が小さかったと考えられる。そのため相対的に供試体 B の内部ひび割れのひび割れ幅が最も大きいと推測されるため、供試体 B が最も早く内部ひび割れの影響を受けて腐食を開始したと考えられる。

4. まとめ

- 1) 内部ひび割れが発生すると鉄筋腐食の開始時期は早くなり、内部ひび割れのひび割れ幅が大きいほど鉄筋腐食の開始時期は早くなる。
- 2) 実構造物においては、内部ひび割れの存在を考慮した上で適切なかぶり厚さを検討し、鉄筋腐食リスクを供用期間内において抑制するように設計しなくてはならない。
- 3) 本研究では、乾湿繰り返し試験時に、コンクリートが膨張と収縮を繰り返しつつ、最終的には膨張していたため、収縮による内部ひび割れの影響については検討が不十分となった。今後、同様の試験方法で、コンクリートが収縮する場合の腐食速度が、コンクリートが膨張した場合と同様の変化を示すことを確認する必要がある。

参考文献

- 1) 後藤幸正、大塚浩司：引張を受ける異形鉄筋周辺のコンクリートに発生するひび割れに関する実験的研究、土木学会論文報告集、第 294 号、pp.85-100、(1980)
- 2) CEB Working Party V/4.1 : Strategies for Testing and Assessment of Concrete Structures affected by Reinforcement Corrosion (darft 4)、BBRI-CSTC -WTCB、(1997)

表 - 3 腐食速度判定表

腐食速度 ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{年}$)	腐食速度の判定
1.8未満	不動態状態(腐食なし)または極めて遅い腐食速度
1.8以上4.6以下	低～中程度の腐食速度
4.6以上9.1以下	中～高程度の腐食速度
9.1より大	激しい、高い腐食速度

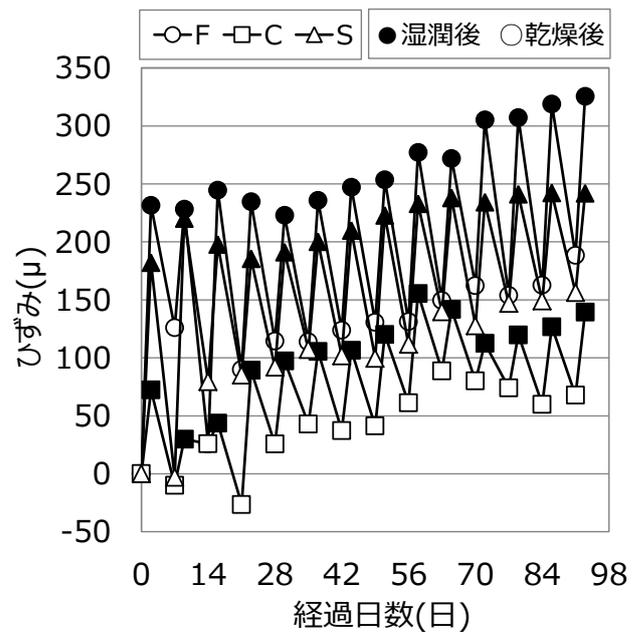


図 - 1 乾湿繰り返しによる長さ変化

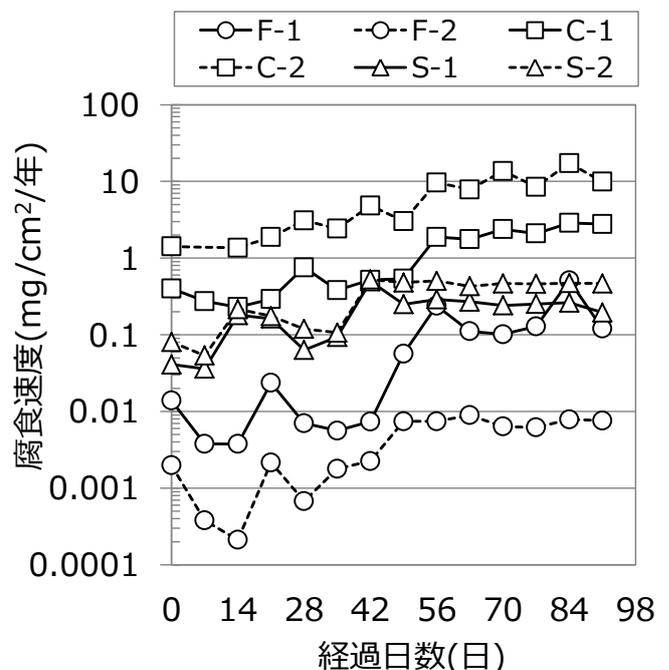


図 - 2 乾湿繰り返しの腐食速度