

V-139

電食試験による鉄筋の腐食と透水性について

(株) 熊谷組	正員	○坂口雄彦
(株) 熊谷組	正員	伊藤 洋
(株) 熊谷組	正員	西岡吉弘
(財)原子力環境整備センター		藤原 愛

1. はじめに

放射性廃棄物処分サイロや液体燃料貯蔵ピット等のコンクリート構造物では、長期的な耐久性・水密性が要求されるため、塩害環境にない場合でも鉄筋の腐食劣化やCa溶脱等による止水性能低下の長期評価が必要となる。本論では、鉄筋の腐食がRC構造物の水密性に与える影響を基礎的に評価することを目的に、電食試験により鉄筋の腐食を促進して鉄筋に沿う方向の透水試験を実施し、腐食量と透水係数の関係について検討した。

2. 実験方法

実験に用いた供試体は、図-1に示すように $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ のコンクリート円柱の中心にあらかじめ重量・直径を測定した $\phi 25\text{mm} \times 240\text{mm}$ の丸鋼（黒皮付）を設置したものであり、丸鋼の両端部及びコンクリートの下端面には絶縁のためエポキシ樹脂が塗布してある。電食試験は、図-2に示すように水槽内に電解液として地下水（埼玉県上尾市）を満たし、絶縁マット上に供試体を設置する。つぎに、丸鋼（陽極）と供試体周囲にセットしたステンレス板（陰極）間に直流定電流電源装置を接続し、定電流を通電する。表-1に実験ケースを示す。電流密度は $20\text{mA}/\text{m}^2$ 、 $30\text{mA}/\text{m}^2$ の2水準、通電期間は10日、20日、30日、40日、60日の5水準とし、各水準につき3体の計30ケース実施した。通電終了後は、通電前後の重量差による腐食量の測定を行うが、各水準中1体については、供試体側面をエポキシコーティングし、両端を30mm切断して透水試験を実施した。透水試験は、腐食に伴う鋼材とコンクリートの界面での水みちの透水性に焦点を置き、鉄筋に沿う方向で加圧注入ーベンチレーション法¹⁾により行なった。

3. 実験結果と考察

実験結果を表-1（前出）にまとめて示した。本実験においては、腐食生成物の生成・膨張による大きなひびわれは発生せず、 0.01mm 以下のヘアクラックが供試体側面に亀甲状に発生した。このひびわれは、通電

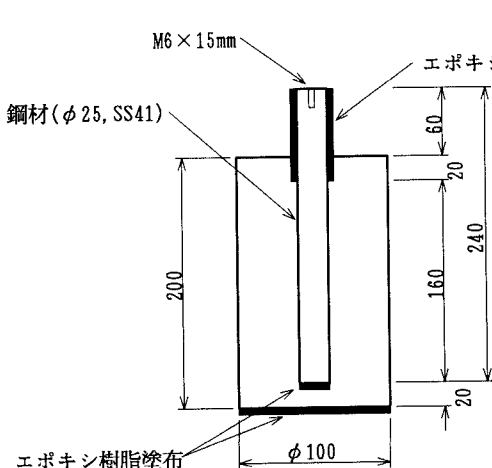


図-1 供試体形状

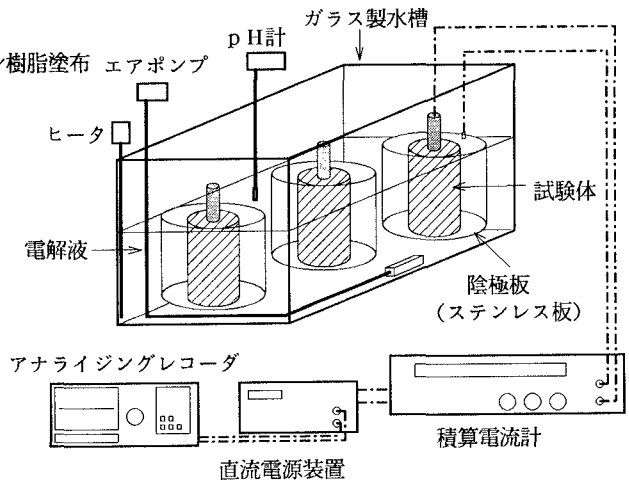


図-2 電食試験装置

期間が30日以降のケースで認められ、通電期間の増加によりその本数が増加することが認められた。本実験における腐食量は $0.8\text{mg}/\text{cm}^2 \sim 5.6\text{mg}/\text{cm}^2$ の範囲にあり、ひびわれ発生限界腐食量はおよそ $2.0\text{mg}/\text{cm}^2$ であった。図-3は、積算電流密度と腐食量の関係を示したものである。腐食量は積算電流密度の増大とともに大きくなっているが、 $2000\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ($2.0\text{mg}/\text{cm}^2$) 前後で若干の勾配の変化がみられる。これは、ひびわれが顕在化した時期と一致している。本実験における腐食速度は、 $20 \sim 50\mu\text{m}/\text{year}$ であった。

つぎに、腐食量と透水係数の関係を図-4に示す。通電前の透水係数は 10^{-13}m/s オーダーであり、腐食量が $1\text{mg}/\text{cm}^2$ までは変化していないが、 $1.5\text{mg}/\text{cm}^2$ を越えると急激に増大し、 $2.0\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上になると 10^{-11}m/s オーダーと通電前に比較して約100倍の値となり、鋼材周辺より液状水の流出が観察された。これは、一般的に鉄筋腐食に伴う透水係数の増大要因として①鉄の溶出及び腐食生成物の発生・蓄積に伴う鋼材界面での水みちの形成、②腐食生成物の膨張によるひびわれの発生が考えられるが、本実験の腐食レベルでは①の要因が支配的であったことを示唆しているものと判断できる。

今後、上記②の膨張ひびわれ発生に伴う透水性の変化について検討すべく研究を続けるつもりである。

表-1 実験ケースと結果

ケース	電流密度(mA/m ²)	負荷時間(d)	積算電流密度 (μAh/cm ²)	電食減量(g)		腐食量(mg/cm ²)		透水係数(m/s)
I-1	20	10	480	0.1	0.1	0.8	0.8	6.91×10 ⁻¹³
I-2		20	960	0.2	0.1	1.6	0.8	8.14×10 ⁻¹³
I-3		30	1,440	0.2	0.2	1.6	1.6	1.14×10 ⁻¹²
I-4		40	1,920	0.2	0.3	1.6	2.4	2.91×10 ⁻¹¹
I-5		60	3,040	0.5	0.6	4.0	4.8	8.61×10 ⁻¹²
II-1	30	10	720	0.1	0.1	0.8	0.8	5.16×10 ⁻¹³
II-2		20	1,440	0.2	0.2	1.6	0.8	1.09×10 ⁻¹²
II-3		30	2,160	0.3	0.4	2.4	3.2	7.13×10 ⁻¹²
II-4		40	2,880	0.4	0.4	3.2	3.2	1.49×10 ⁻¹²
II-5		60	4,560	0.7	0.7	5.6	5.6	1.17×10 ⁻¹¹
I-0 (供試体3体の平均値)		電流負荷なし						4.06×10 ⁻¹³
鉄筋無 (供試体3体の平均値)		電流負荷なし						7.09×10 ⁻¹³

*) 透水試験は、透水係数が 10^{-13}m/s オーダーの場合はベンチレーション法により、それより大きい場合は加圧透水試験法により行った。

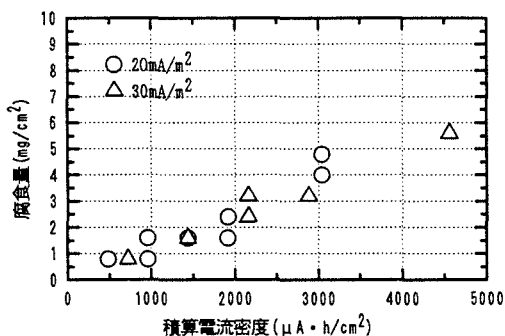


図-3 積算電流密度と腐食量の関係

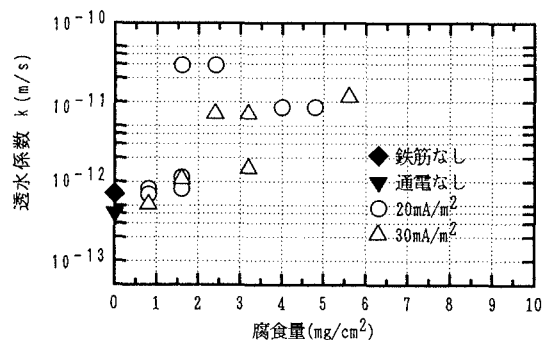


図-4 腐食量と透水係数の関係

参考文献

- 1) 伊藤・坂口他：コンクリート表面からの水分蒸発過程による透水性評価実験，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.15，No.1，pp.507-512，1993.