

日本大学 正会員 梅村靖弘
大成建設(株) 飯島知哉
日本大学 正会員 原田 宏

1. はじめに

近年、海岸地域環境下のRC構造物が、コンクリート中の塩分により鉄筋に腐食を生じ、耐久性、耐荷力に影響のある損傷を受けている場合がある。これらの対策のひとつとして、本研究はRC構造物の内部鉄筋が腐食し、体積膨張した場合、その膨張圧力によって生じるコンクリートの表面応力の挙動から内部鉄筋の腐食の進行を予想するための基礎実験を行ったものである。

2. 実験方法

供試体はみがき丸鋼鉄筋を中央に埋め込んだ角柱とした。セメントは早強ポルトランドセメントを用い、W/Cは55%一定とした。使用したコンクリートの配合を表-1に示す。かぶり厚は3cm、5cmとし、また、腐食促進のためのNaClをコンクリート1m³当たり1.6kg/m³、3.2kg/m³練り混ぜ水に混入した。試験方法は図-1に示すように、黒井、関の手法^{1) 2)}を参考として電食試験を採用した。直流電源より定電流を印加し、その際、電流を50mA、100mAに変化させ供試体側面にひびわれが発生するまで通電した。実験条件の組合せを表-2に示す。ひずみは1時間の間隔で計測し、ひずみ測定の際のコンクリート表面のメタルベースゲージの貼付位置を図-2に示す。ひびわれの確認はコンクリート表面のひずみ測定と電極間の電圧の降下、および目視による観察により行った。通電終了後、取り出した鉄筋は10%クエン酸アンモニウム溶液に24時間浸漬して錆を除去した後、重量減少量を求めて腐食量とした。

3. 実験結果

1) コンクリートの表面応力と腐食速度

通電時間と供試体のコンクリート表面の引張応力と両極間の電圧の関係を図-3に示す。引張応力は、コンクリート割裂引張強度試験より得られた応力～ひずみ関係式に電食試験でのコンクリート表面のひずみ値を代入して得られた換算引張応力である。電圧は、通電初期では徐々に下降する傾向にあり、その後、電圧は多少上昇する傾向にあった。これは、通電初期では電解液が供試体に浸透し、コンクリートの電気抵抗が減少した影響と考えられる。その後、鉄筋に腐食生成物が形成されることにより、電気抵抗が大きくなり、電圧が上がったと考えられる。ひびわれ幅が目視で観察できる最小値0.04mm程度では、電圧降下と引張応力の上昇が認められ、ひびわれ幅が0.1mm程度以上のひびわれが生じるとコンクリートによる電気抵抗が失われ、電圧は急激

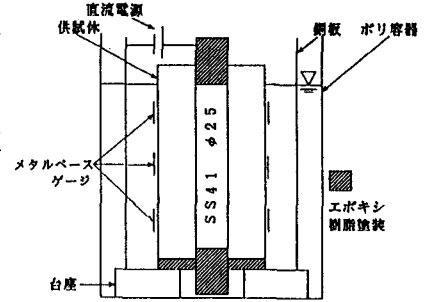


図-1 電食供試体および電食試験方法

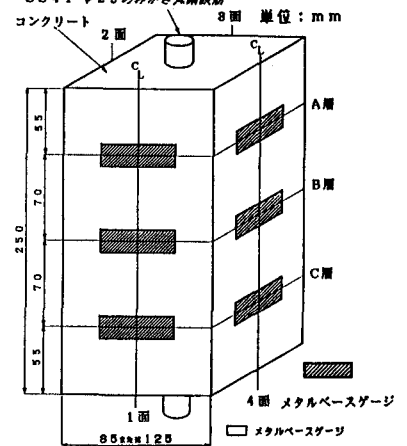


図-2 メタルベースゲージ貼付位置図

表-1 コンクリートの配合表

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 a/s (%)	単位重量 (kg/m ³)				
					水	早強セメント	細骨材	粗骨材	減粘剤
20	8	4.0	55	43.1	178	320	744	1011	0.8

注： 1) セメントは早強ポルトランドセメントを使用
2) 早強ポルトランドセメントの比重は3.14
3) 減粘剤はポリリスNo.8減粘剤を使用
4) NaCl量はセメント重量に対し0.5%、1.0%混入

表-2 実験条件の組み合わせ

シリーズ	NaCl量(kg/m ³)	かぶり(cm)	電流値(mA)
1-1	1.6	3	50
1-2			100
1-3		5	50
1-4			100
1-5	3.2	3	50
1-6			100
1-7		5	50
1-8			100

に降下し、引張応力は急上昇することが明らかとなった。図-4は腐食速度 $D(\text{g}/\text{cm}^2\text{h})$ とひびわれ発生時間 $T(\text{h})$ との関係を示しており、回帰分析の結果、関係式 $T=2.19 \times 10^3 D^{-1.12}$ が求められた。

2) ひびわれ発生時の腐食量

ひびわれ発生時の積算電流量 $H(\text{A} \cdot \text{h})$ と腐食量 $W(\text{mg}/\text{cm}^2)$ の関係を図-5に示す。本研究の範囲では $10.8 \sim 17.2 \text{mg}/\text{cm}^2$ の腐食量でひびわれが発生し、 NaCl 量 $1.6 \text{kg}/\text{m}^3$ の場合は $3.2 \text{kg}/\text{m}^3$ の場合より、ひびわれ発生時の腐食量が多くなる傾向となった。また、 NaCl 量が $1.6 \text{kg}/\text{m}^3$ の場合は、ほぼ電流量に反比例してひびわれ発生時間が変化した。また、回帰分析の結果、関係式 $W=1.83H^{0.22}$ が求められた。図-6はひびわれ発生時の腐食量と引張応力の関係を示しており、ひびわれ発生時の引張応力は $21.4 \sim 27.0 \text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲にあり、コンクリート割裂引張強度試験より得られた引張強度 $19.1 \sim 28.6 \text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲内にあった。

4. まとめ

1) 今回行った電食試験において、コンクリートの表面引張応力が急上昇したと同時に、電圧が急降下したことは、コンクリートの内部鉄筋まで達するひび割れが生じたためと考えられる。よって、コンクリートの表面引張応力の上昇から有害なひびわれを予測することが可能と考えられる。（図-3参照）

2) 腐食速度 $D(\text{g}/\text{cm}^2\text{h})$ とひびわれ発生時間 $T(\text{h})$ の関係は $T=2.19 \times 10^3 D^{-1.12}$ となった。また、積算電流量 $H(\text{A} \cdot \text{h})$ とひびわれ発生時の腐食量 $W(\text{mg}/\text{cm}^2)$ の関係は $W=1.83H^{0.22}$ となった。（図-4、図-5参照）

3) ひびわれ発生時の引張応力は $21.4 \sim 27.0 \text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲内にあり、コンクリート割裂引張強度 $19.1 \sim 28.6 \text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲内でひびわれが発生した。

（図-6参照）

<参考文献>

- 1) 黒井登起夫：コンクリート中に埋め込んだ鉄筋の電食係数，セメント技術年報 33, 1979
- 2) 関 博、伊藤 昇：鉄筋の腐食による軸方向のひびわれの発生機構について，セメント技術年報 36, 1982

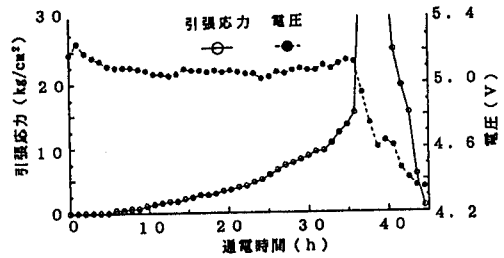


図-3 通电時間と引張応力・電圧との関係（シリーズ I-7）

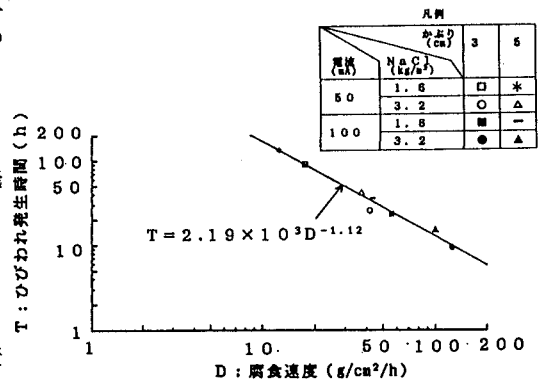


図-4 腐食速度とひびわれ発生時間の関係

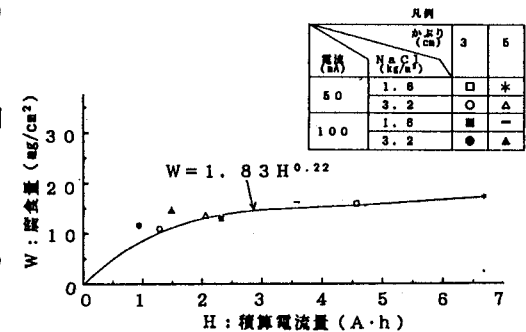


図-5 積算電流量と腐食量の関係

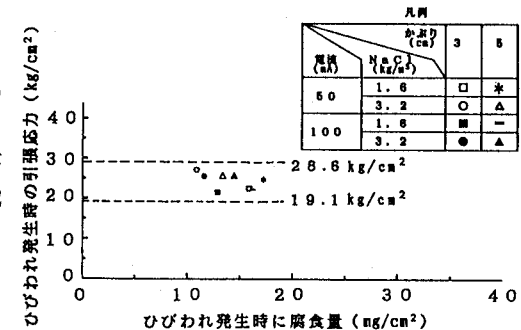


図-6 腐食量と引張応力の関係