

V-155 交流インピーダンス法による海水が浸透する ひびわれ中の鉄筋腐食のモニタリング

東京湾横断道路(株) 正会員○見坊 東光
東京湾横断道路(株) 正会員 蛭川 友司
助土木研究センター 森 芳徳
(株) 熊谷組 正会員 伊藤 洋

1. はじめに

海洋大型中空コンクリート構造物では、構造物内外で圧力差を生じ、ひびわれから強制的に海水が浸入する環境での鉄筋の腐食が懸念される。しかし、既往の多くの研究において、このような条件下での鉄筋腐食評価を行ったものはなく、著者らは約1年間の海水通水によるひびわれ中の鉄筋腐食の基礎実験を行った¹⁾。

本論では、この基礎実験の中で鉄筋腐食速度の経時変化を評価するために試みた交流インピーダンス法による腐食モニタリングについて、興味ある結果を得たのでここに報告する。

2. 実験全体の概要¹⁾

実験は、ポンプ循環方式による定圧透水装置に人工的にひびわれを発生させて内部に鉄筋を取りつけたコンクリート供試体を製作・設置し、連続通水環境(21体)及び乾湿繰返し環境(3体)で鉄筋腐食実験を行った。また、比較のため浸漬環境(22体)での実験も行った。腐食調査は、2、4、12ヶ月後に供試体を解体して、腐食状況観察及び腐食速度測定を行った。交流インピーダンス法による腐食反応抵抗の測定は、この中から代表的な供試体(9体)を選定して、約1年間の継続的測定を実施した。

3. 実験方法とケース

本実験では、供試体のひびわれ中に海水を連続通水するため、図-1に示すようなコンクリート供試体中に鉄筋を2本取り付け、これを電極とするいわゆる2電極法を採用した。本腐食実験系の等価回路は、腐食抵抗 $[R_p]$ とコンデンサ $[C]$ からなる回路を溶液(人工海水)抵抗 $[R_s]$ を介して直列に接続した構造モデルになっていると考えられる。従って、腐食モニターで測定される分極抵抗 $[R_p]$ は、 $R_p = R_{p1} + R_{p2}$ となる。腐食速度は、この分極抵抗 R_p に逆比例する関係にあり、一方、溶液抵抗 R_s はこの場合にはひびわれ中とその周辺コンクリート中の人工海水の抵抗ということになる。つまり、分極抵抗 R_p が大きいほど鉄筋の腐食速度は遅く、溶液抵抗 R_s が大きいほどひびわれ内の抵抗が増加していることになる。

実験ケースは、表-1に示したように12ヶ月連続通水供試体3体、12ヶ月浸漬供試体3体、乾湿繰返し供試体3体の計9ケースである。

4. 実験結果と考察

本実験における全体の成果として、①浸透流量は長期的に減少する、②通水鉄筋の浸食度はひびわれ幅及び累積流量の増大に伴って大きくなる、などの結論が得られている¹⁾。

腐食反応抵抗の結果として、図-2に代表的な漏水量 (q/i) の経時変化に対応させた R_p 、 R_s の経時変化の結果を示す。(a)は12ヶ月連続通水供試体、(b)は浸漬供試体(腐食反応抵抗のみ)、(c)は乾湿繰返し供試体である。まず、(a)では流量は初期より大きく低減している。 R_p に注目すると、通水開始直後は急減し、その後やや増加して一定値となっている。これは、初期には腐食が加速されるが、経時的には抑制される傾向にあることになる。一方、 R_s は経時的に増大傾向にある。この傾向が目詰まり過程を示唆しているものとすれば、定性的には整合している。これらの結果から、通水鉄筋では初期には鉄筋表面が通水の影響を受け、急激に酸化被膜が破壊されて腐食は促進されるが、それ以後は目詰まり効果により通水流量が減少することにより、経時的には腐食速度は低下するものと考えられる。つぎに、(b)では(a)と同様に R_p は、急激な低下を経て、40日以後から増加傾向となっている。一方、 R_s についても、析出物や腐食生成物等がひびわ

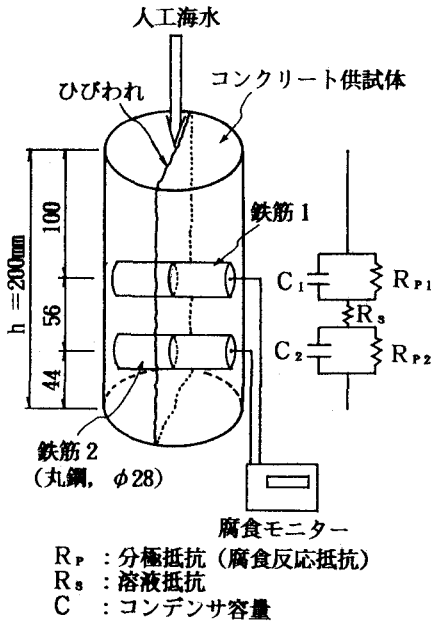
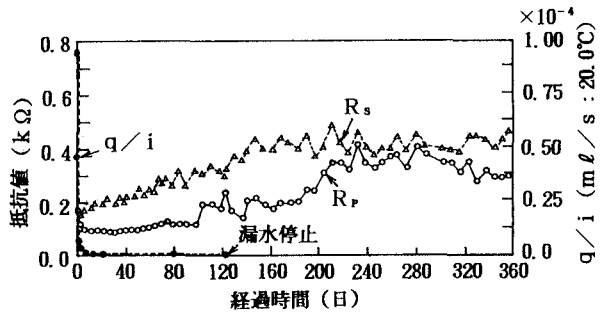
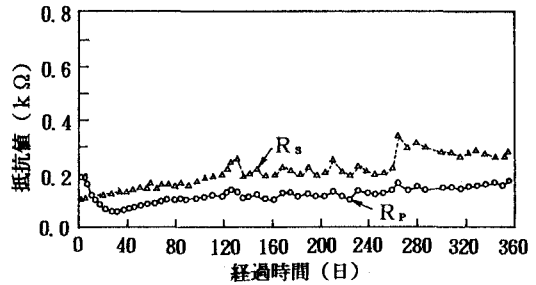


図-1 供試体及び電気等価回路



(a) 通水実験供試体 (I-1)



(b) 浸漬実験供試体 (浸-1)

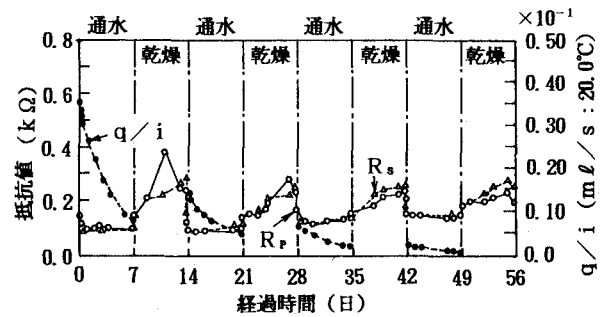
表-1 実験ケース及び結果

実験ケース	供試体長さ h (cm)	実測ひびわれ幅 w (mm)	注入圧力 (kgf/cm ²)	分極抵抗 R _P ^{*1} (kΩ)	侵食度 ^{*2} (×10 ⁻² mm/y)	実験期間
連続通水	I-1	20.1	0.09	0.236	0.60	12ヶ月連続通水
	I-2	20.1	0.35	0.070	0.15	
	I-3	20.1	0.36	0.105	0.50	
浸漬	浸-1	20.1	0.14	0.116	0.15	12ヶ月浸漬
	浸-2	20.2	0.36	0.233	0.20	
	浸-3	20.1	0.48	0.252	0.35	
乾湿繰返し	II-1	20.1	0.06	— ^{*3}	7.00	2ヶ月乾湿繰返し, 1週サイクル
	II-2	20.05	0.12	— ^{*3}	6.90	
	II-3	20.15	0.28	0.151	5.30	

*1: $R_p = \int (R_p) dt / T$, T: 実験期間

*2: 鉄筋2本の値の平均値

*3: データのばらつき大 (平均値算出せず)



(c) 乾湿繰返し実験供試体 (II-3)

図-2 漏水量、腐食反応抵抗の経時変化の代表例

れ内部を充填した結果と考えられる増加傾向を示している。つぎに、(c)では、 R_p 、 R_s 共に通水期間は小さい値を示し、乾燥期間になると急激に増大するという明確な違いが判読できる。また、上述のそれと同様にいずれも経時的に増大する傾向となっている。

以上、交流インピーダンス法は、腐食速度状況及びひびわれ中の目詰まり過程を評価・検討するのに有用であることが示唆された。

本実験に当たっては、新日鉄第二技術研究所 後藤信弘氏らの協力を得た。ここにお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 黒田正信ほか: 海水が浸透するひびわれ中の鉄筋腐食に関する基礎実験、第12回コンクリート工学年次論文報告集、pp. 453~458, 1990.
- 2) 例えば、水流 徹: 交流インピーダンス法とその腐食・防食への適用、防錆管理、pp. 13 ~19, 1986.