

自然電位の逆解析による鉄筋腐食評価に関する考察

熊本大学工学部 学生会員 ○出田智久
熊本大学大学院 学生会員 慶 済運
熊本大学大学院 正会員 大津政康

1. はじめに

非破壊検査による鉄筋腐食の評価法として使用されている自然電位法は、コンクリート表面での電氣的評価に過ぎず、様々な要因による不確定性が指摘されている¹⁾。そこで、コンクリート表面電位を境界要素法(BEM)を使用した逆解析法(IBEM)により、鉄筋上電位へ変換することでそれらの影響を軽減し、鉄筋腐食域を定量的に評価する手法の実用化について検討を行った。

2. 実験方法

電食実験に用いた鉄筋コンクリート供試体(かぶり5 cm)は、図-1のような10×25×40cmの床版供試体で、練り混ぜ水には3%のNaCl水を用いた。その配合を表-1に示す。なお、構造物中に空隙がある場合を考慮するために、かぶりの中央に図-1のような厚さ1cmの発泡スチロールを入れることで、仮想空隙を作成した。そして、図-2のように鉄筋に直流電流を流して腐食させる電食により、鉄筋の腐食を促進させた。自然電位の測定方法には、照合電極として銀-塩化銀電極を用い、測定点は供試体の表面に格子点20点(5 cm 間隔)を取った。また、コンクリート抵抗についても、自然電位と同様に20点測定した。

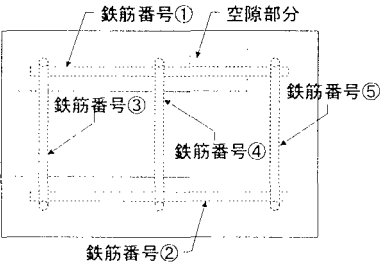


図-1 床版供試体図

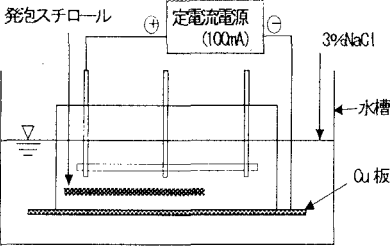


図-2 電食実験装置の概略図

3. 解析手法

IBEM 解析²⁾

自然電位を計測した面のみを S_h とすると、

$$U(p) = - \int_{S_h} \frac{\partial G}{\partial n}(p,q) U(q) dS \times R_c \cdots \cdots (1)$$

ここで、 $U(q)$: 測定値、 $U(p)$: 内部点の電位、 R_c : コンクリートの相対抵抗値

上式に基づいて、コンクリート表面の電位 $U(q)$ より鉄筋表面部コンクリートの電位 $U(p)$ を計算した。

表-1 コンクリートの配合

最大粒径 (mm)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)				NaCl (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)
		W	C	S	G			
20	50	172	344	825	1021	3	8.0	2.5

表-2 ASTM 規格による自然電位と鉄筋腐食の関係

-0.20 < E	90%以上の確率で腐食が生じていない
-0.35 < E ≤ -0.20	不確定
E < -0.35	90%以上の確率で腐食が生じている

電位 E (V, CSE : 飽和硫酸銅電極基準)

4. 結果および考察

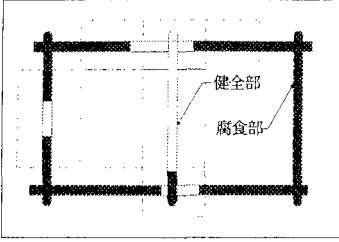


図-3 実際の鉄筋の腐食状態

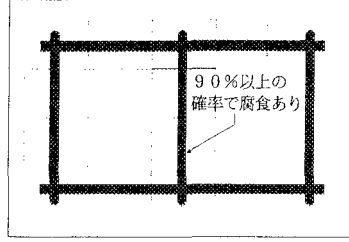


図-4 表面測定値による腐食状態

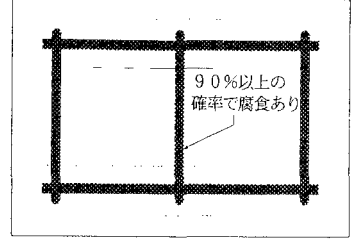


図-5 IBEM 解析の腐食状態

図-3は、電食開始から63時間後に取り出した実際の鉄筋の腐食状態である。これに対して、表面測定値に表-2のASTM規格を適用した結果を図-4に示す。図-5はコンクリート表面で測定した自然電位を式(1)の3次元IBEM解析で鉄筋上電位に直した後、ASTM規格と照らし合わせた鉄筋の腐食状態である。これらを図-3に示した実際の鉄筋の腐食状態と比較すると、空隙が入っている部分で腐食状態が一致しないことがわかる。そこで、空隙の有無とコンクリート抵抗の関係から、コンクリート抵抗の相対値を求めることを考えた。これを R_c とすると、

$$R_c = \frac{NV_r}{V_r} \dots\dots (2)$$

ここで、 NV_r ：空隙が無い部分のコンクリート抵抗の平均値、 V_r ：空隙部分のコンクリート抵抗の平均値である。床版供試体中に空隙が無い場合は、 $R_c = 1.0$ となる。

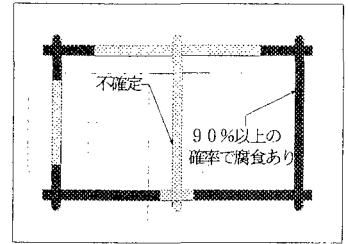


図-6 IBEM(R_c)解析の腐食状態

式(2)から求めた比例定数 R_c を式(1)に代入することにより、改めて鉄筋上に直した電位を求めた。その結果を図-6に示す。これと図-3に示した実際の鉄筋の腐食状態を比較すると、式(1)および式(2)を使ってIBEM解析した結果は、空隙がある部分についても腐食状態の判断が十分に把握できることがわかる。

5. 結論

本研究では、鉄筋コンクリート構造物を破壊せずに内部の腐食状況を診断することを最大の目的として、非破壊検査法の中で最も多用されている自然電位法についての補正法を研究した。そして、次のことを結論付けた。

- (1) コンクリート表面で測定した自然電位をそのまま ASTM 規格に当てはめ腐食状態を判断せず、IBEM 解析により鉄筋上電位に直すことで、鉄筋の腐食状態の範囲を特定する方が定量的である。
- (2) 構造物中に空隙が生じている場合は、コンクリート抵抗の相対値を求め、IBEM 解析を行うことが有効である。これを手順化すれば、特定の鉄筋上の腐食域を定量的に決定できると考えられる。

参考文献

- 1) Misra, S. and Uomoto, T.: Corrosion of Rebars under Different Conditions、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.12, No.1, pp.825-830, 1991.6
- 2) 山村浩紀、大津政康：自然電位法のCSM逆解析によるコンクリート中の鉄筋腐食の評価に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.15, No.1, pp.739-744, 1993.6