

V-582

塩害を受ける鉄筋の自然電位とかぶり抵抗に関する研究

早稲田大学大学院 学生会員 荒木 弘祐
 早稲田大学 正会員 関 博
 東電設計株式会社 正会員 金子 雄一

1. はじめに

コンクリート中の鉄筋の自然電位は鉄筋の腐食の有無を判断するために重要な指標であり、かぶりコンクリートの抵抗は腐食速度を求めるための分極抵抗を測定する際に必要である。自然電位法はよく普及している方法であるが、その値の意義付けは不明瞭である。また、かぶり抵抗は測定機器、測定方法によって値が相違し、より正確な値を求める必要がある。本研究においては、腐食部と非腐食部を分離した、模型鉄筋を埋め込んだモルタル供試体を用いた実験により、自然電位とかぶり抵抗について検討した。

2. 実験方法

用いた試験体は健全部と腐食部の自然電位の比較を行うために、図1のような鉄筋をモデル化したもの（模型鉄筋）を用いた。この模型鉄筋を70×70×140（mm）の角柱内に設置し、かぶりが1cmになるようにしてモルタルを打設した。モルタルは水セメント比60%で二層打ちとし、一方には塩化ナトリウムを15kg/m³混入させこれを腐食部とし、NaClを含まない部分を健全部とした。模型鉄筋の鉄板の名称を表1に示す。打設後24時間で脱型し、その後測定面以外の5面をエポキシ樹脂でコーティングした。養生条件は、30℃、90%RHとした。自然電位は銀・塩化銀照合電極とポテンショスタットを用い、各セルの独立電位、短絡電位の測定を行った。ここで、短絡電位とは測定セルとαセルを短絡した際の自然電位であり、独立電位は測定セルのみで測定を行った際の自然電位である。測定状況を図2に示す。その後各セルの分極抵抗の測定を電位規制法によって行い、かぶり抵抗の測定を行った。かぶり抵抗は3種類の測定方法によって求めた。すなわち、電位規制法における瞬間値からの算出値（RE'）、カルトインタラクター法による算出値（RE）、LCRメータによる測定値（RET）である。以下にRE'、REの算出方法を示す。

$$RE' = \Delta E_1 / \Delta I_1 \quad RE = \Delta E_2 / \Delta I_2 \quad (\text{式1})$$

ここで、 ΔE_1 は分極量（mV）、 ΔE_2 は測定IR-drop（mV）、 ΔI_1 は瞬間応答電流（ μA ）、 ΔI_2 は定常応答電流（ μA ）である。

3. 実験結果および考察

図3、および図4に自然電位の測定結果例を示す。本図において例えば、 $\alpha + \beta$ と示してある値は、 α セルと β セルを短絡して測定した短絡自然電位であり、他のものも同様に示した。また、図5はそれぞれの材齢に対するかぶりコンクリートの抵抗を示したものであり、 α セル測定の際に得られたものである。

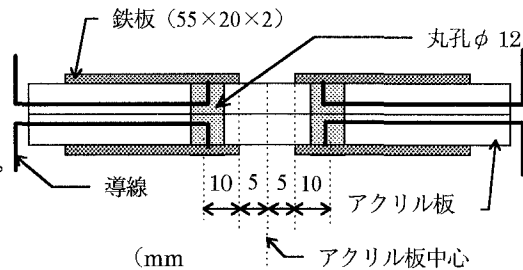


図1 模型鉄筋

表1 各セルの詳細

α -CELL	塩分混入部の測定面表側の鉄板
β -CELL	塩分混入部の測定面裏側の鉄板
γ -CELL	塩分無混入部の測定面表側の鉄板
δ -CELL	塩分無混入部の測定面裏側の鉄板

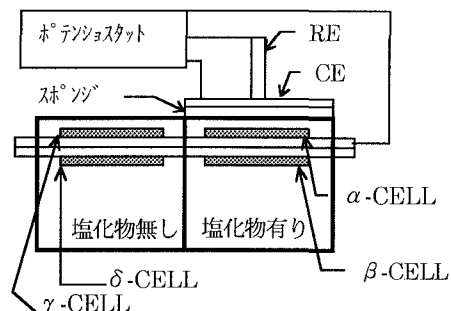


図2 測定状況

（1）鉄筋の自然電位

図3、図4によると、 α セル以外のセルの短絡電位と独立電位は、大きく相違しており、短絡電位の測定値は、 α セルとほぼ同一の測定値となっている。塩化物無混入部の γ セル、 δ セルの測定独立電位は-200～-300mVであるが、測定短絡電位は-400～-600mVとなっている。非腐食部であるこれらのセルの判定をASTMの規格で行えば、独立電位では非腐食部であるが、短絡電位では腐食部となる。実際の構造物における自然電位の測定においては、短絡電位測定に近いと考えられ、実構造物の測定は、たとえ非腐食部の測定を行っている場合でも、その周辺に腐食部がある場合には、腐食部の電位を測定している可能性があることを示している。測定結果は安全側となるが、正確な測定をする際には十分注意が必要であるといえる。

（2）かぶり抵抗

図5によると、直流法における二種類のかぶり抵抗、すなわち RE' と RE はほぼ等しく、交流法の測定値は直流法の値より小さな値となっていることが分かる。また材齢初期においては、直流法、交流法ともに測定値のばらつきが大きい。これは供試体の水分状態に差が生じたためと考えられる。さらに直流法は測定上、測定者間の誤差を生じる可能性が高いため、この影響が大きく出たことも考えられる。三種類の測定値の回帰直線から、それぞれの関係は次式となる。

$$(RE') = (RET) \times 1.86 - 63.4$$

$$(RE) = (RET) \times 1.66 - 24.9$$

（式2）

5. 結論

（1）非腐食部と腐食部の鉄筋が短絡されている場合には、非腐食部の自然電位が腐食部の自然電位と等しく測定される可能性があるため、測定および腐食の判定には十分な注意が必要である。

（2）直流法と交流法によるかぶりコンクリートの抵抗は式2によって変換が可能である。

6. 謝辞

本研究の共同実験者である早稲田大学卒業生、三国慎太郎君、寸田英利君に深く感謝の意を表します。

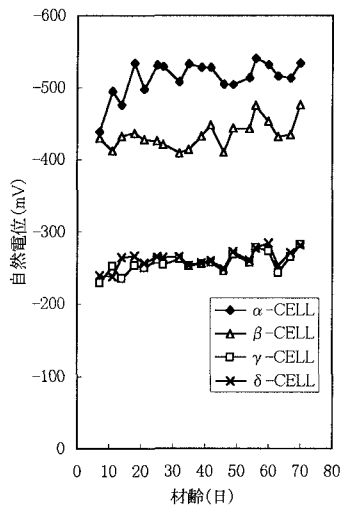


図3 材齢と自然電位の関係(独立電位)

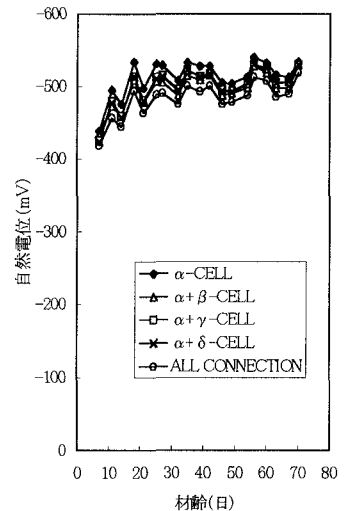


図4 材齢と自然電位の関係(短絡電位)

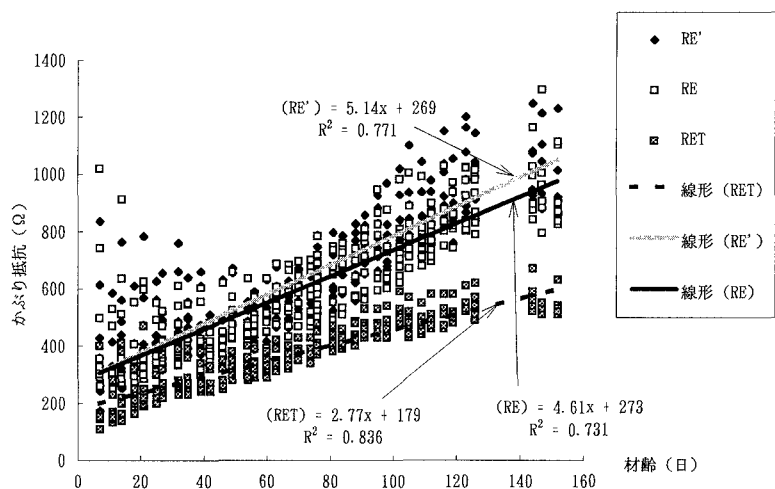


図5 材齢と各コンクリート抵抗の関係