

V-88

交流インピーダンス法によるコンクリート中の鉄筋腐食診断について

徳島大学大学院 正会員 横田 優
徳島大学工学部 正会員 河野 清

1. まえがき

腐食現象を解析する方法に交流インピーダンス法があるが、コンクリート構造物中の鉄筋の腐食速度など定量的モニタリングのためには印加した交流電流の分散状況を考慮して被測定面積を限定する、すなわち、単位面積当りのインピーダンスを求める必要がある。この鉄筋表面積を限定する方法として、ガード対極を用いて電氣的にガードする方法（2重対極方式）が提案されている[1]。これは従来の対極（センタ対極）とそれを取り囲むように配置したガード対極の2つの対極からコンクリート中の鉄筋を同時に分極し、センタ対極に流れる電流のみを計測するものであるが、この方法のフィジビリティに関する研究報告は非常に少ない。本文では、平板タイプRC試験体を対象に、コンクリート表面に設置したセンサ（対極）から内部鉄筋への電流分散状況を調べるとともに、2重対極方式と従来からの1対極方式による交流インピーダンス測定を行い、その測定値から2重対極方式の技術的可能性に関して検討した結果について報告する。

2. 実験概要

(1) 試験体

本実験では、井桁状に組み立てられ、7領域に電氣的に絶縁分割された鉄筋を埋め込んだ平板タイプRC試験体を用いた。その形状および寸法を図-1に示す。なお、コンクリート内鉄筋の腐食の有無を想定して、塩分を含むものと含まないものの2体を製作した（以下、それぞれを「塩分添加試験体」、「塩分無添加試験体」という）。

コンクリートは、単位セメント量 $333\text{kg}/\text{m}^3$ 、水セメント比54%、スランプ10cm、空気量5%、細骨材率45%のものを用いた。また、塩分添加試験体にはコンクリート1 m^3 当り10kgのNaCl（特級試薬）を添加した。埋込鉄筋には、JIS G 3112に規程するコンクリート用棒鋼SR235（ $\phi 13\text{mm}$ 、黒皮付き）を用い、長さが40、140、164、315mmの短鉄筋をそれぞれ14、8、12、8本（計42本）用意し各々にリード線を取り付けた。各鉄筋間はアクリル製棒、塩ビ製ホース等の絶縁物を介して組み立て、図-1に示すように7つの領域に電氣的に分割した。試験体は、コンクリート打設後材令1日で脱型し7日間の水中養生後、室内気中に放置した。それ以降、週2回試験体上面に散水した。

(2) 交流インピーダンス測定方法

材令1か年における前記2試験体を対象に、現場用に開発した2重対極方式および従来の1対極方式による測定が可能な携帯型交流インピーダンス測定器を用いて以下の測定を実施した。

- ① [1]から[7]までの各測定区分について、図-2に示すように、各区分内の鉄筋を試料極(WE)に、照合電極(RE)と対極(CE)からなるセンサを試験体中央表面に押し当てて、 $\pm 3\text{mV}$ （実効値）の交流印加電圧で10Hzから10mHzまでの7周波数について1対極方式による交流インピーダンスを測定した。測定結果はボード線図により整理した。
- ② 測定区分[7]について、各区分の鉄筋に流れる電流量を無抵抗電流計により（ペンロードに記録）測定した。結果は全電流量に対する各区分に流れる電流量の割合(%)により整理した。
- ③ 測定区分[7]について、2重対極方式によるインピーダンス測定を実施した。詳細は①に同じである。

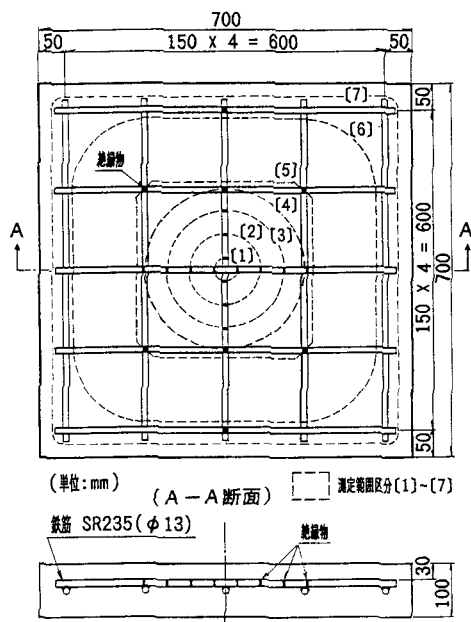


図-1 試験体の形状および寸法

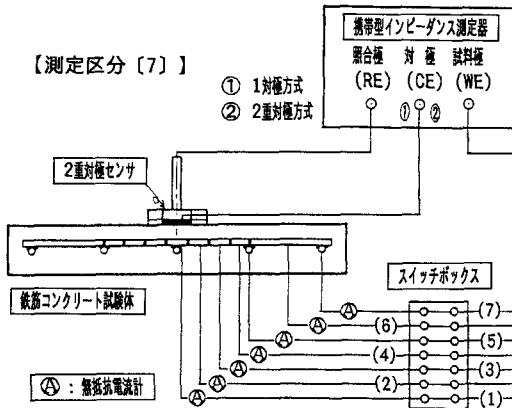


図-2 実験方法概略図

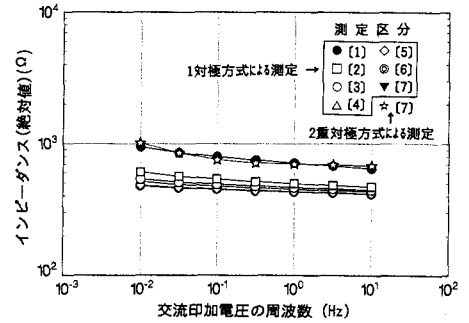
なお、センタ対極とガード対極に流れる電流量は同じである。

3. 実験結果および考察

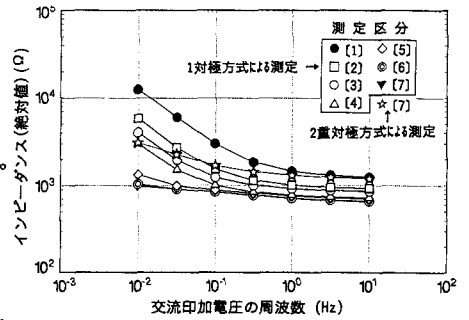
図-3に、塩分添加および無添加試験体における測定区分[1]から[7]までの1対極方式による交流インピーダンス測定結果と測定区分[7]の2重対極方式による測定結果を併記する。また、図-4に、コンクリート中の各区分に埋め込まれている鉄筋表面積の累積値と同区間の鉄筋に流れる応答電流の累積百分率との関係を示す。これらの結果から、以下のようなことが判明した。

- ①測定されるインピーダンスデータは、コンクリート抵抗や周波数に依存した鉄筋表面の抵抗特性に左右されるだけでなく、内部鉄筋の表面積や配置状況にも影響を受ける。
- ②コンクリート表面に設置したセンサ(対極)から内部鉄筋への分極電流は、印加する交流電圧の周波数が低いほど、また、内部鉄筋が腐食を起していない時ほど広く分散する。
- ③よって、交流インピーダンス法の実構造物への適用を考えた場合、1対極方式では隣合う鉄筋のインピーダンスまで測定することになり、診断精度の低下が懸念される。
- ④2重対極方式では、センタ対極に流れる電流は全体の半分であり、従来の1対極方式に比べて分極範囲をかなり制限する効果がある。本実験においては、腐食していない試験体についてはガード対極下の鉄筋を越えて電流が分散するが、腐食している試験体ではセンタ対極直下の鉄筋に電流が集中するのが確認された。
- ⑤実構造物の腐食モニタリングに2重対極方式による交流インピーダンス法を適用する際、腐食の有無に関係なくセンタ対極からの電流は直下の鉄筋に限定されるとすると、腐食を起していない箇所の腐食速度を過大に評価する傾向はあるが、従来の1対極方式よりも優れていると考えられる。

〔参考文献〕 1. 後藤信弘、松岡和己、伊藤彰：交流インピーダンス法によるコンクリート中の鉄筋腐食モニタリング、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 12, No. 1, pp. 527-532, 1990

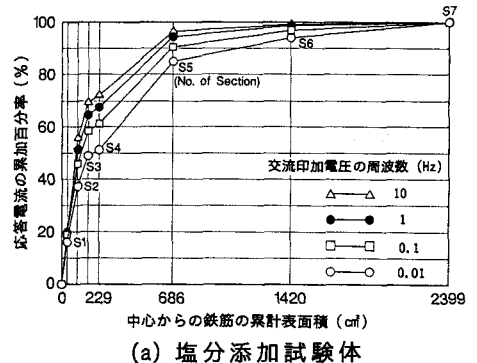


(a) 塩分添加試験体

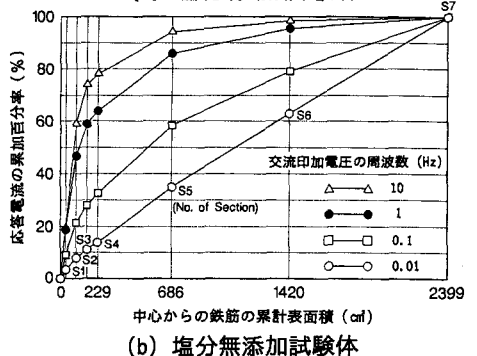


(b) 塩分無添加試験体

図-3 交流インピーダンス特性-ボード線図



(a) 塩分添加試験体



(b) 塩分無添加試験体

図-4 電流分散状況
-各区間の鉄筋に流れる電流量の割合-