

## 鉄筋腐食の非破壊検査における分極抵抗法の利用に関する基礎的研究

鹿児島大学工学部 正会員○武若耕司

同 上 学生員 岩永岳洋

同 上 学生員 馬庭秀士

## 1. まえがき

コンクリート中の鉄筋腐食状況を非破壊的に検査する手法として電気化学的手法の適用が検討されており、中でも自然電位法は、測定装置もシンプルで極めて実用的である。しかし、自然電位自体は基本的には腐食に対する定性的な情報であるため、電位の測定結果から腐食量等の定量化を行うことは1つの課題でもある。そこで最近では、測定値そのものが腐食速度に関する情報となる非破壊検査手法として、分極抵抗法に関する検討も活発に行われ始めている。

本研究では、コンクリート中の鉄筋腐食非破壊検査手法としての分極抵抗法の実用性に関する基礎的な検討を行った。

## 2. 分極抵抗法の概略

分極抵抗は、腐食セルに外部から新たに作用する電圧 $\Delta V$ とこれによって生じる電流密度の変化量 $\Delta i$ の比、 $\Delta V / \Delta i$ で表され、これ等の変化量が微小な場合には、この値は腐食セルにもともと流れている腐食電流密度 $i_{corr}$ と比例関係にあり、

$$i_{corr} = K \cdot (\Delta i / \Delta V) \cdots \cdots (1) \quad \text{で表される。}$$

なお、分極抵抗を測定する方法は直線法と交流法に分けられるが、ここでは、交流法を取上げる。

一般に、腐食反応セルは図-1に示すような抵抗とコンデンサーからなる電気回路に置換えられる。この回路に腐食反応系を乱さない程度の微小電流振幅の交流パルス印加させた場合、パルス周波数と回路のインピーダンスの関係は、図-2のようになり、高周波数領域では液抵抗 $R_{soln}$ に、また低周波数領域では $R_{soln}$ と電荷移動抵抗 $R_{ct}$ の和に収束する。この内、電荷移動抵抗は腐食反応に対する抵抗のことで、近似的には分極抵抗と見なせる。従って、両者の収束値の差から分極抵抗を求める方法が交流法である。また $R_{soln}$ は、コンクリート中の鉄筋腐食測定においては通常コンクリートの電気抵抗を表す。

図-3には、コンクリート中の鉄筋の分極抵抗を測定する装置の概略を示した。ただしこの方法では、対極と鉄筋間の電

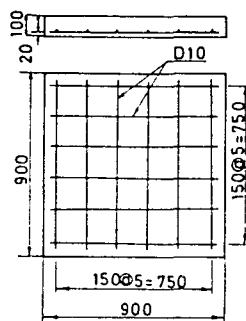


図-4 測定に用いた供試体の形状寸法

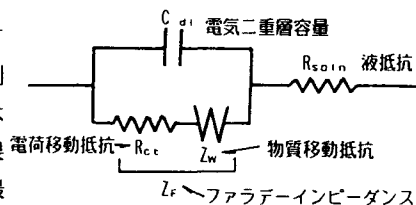


図-1 腐食セルの電気回路によるモデル化（ランドルモデル）

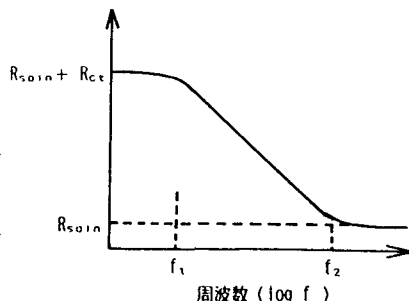


図-2 ランドルモデルにおけるインピーダンスと周波数の関係

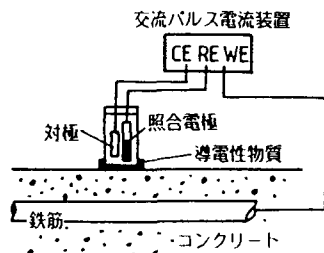


図-3 分極抵抗の測定方法の概略

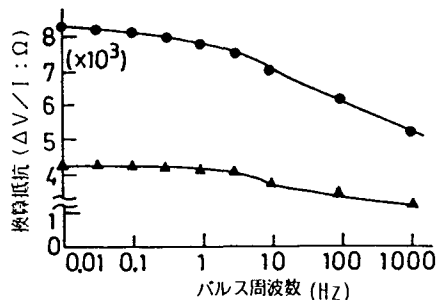
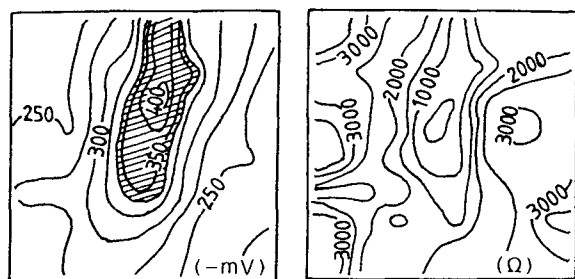


図-5 回路抵抗とパルス周波数の関係



(a) 自然電位分布 (斜線部は 腐食推定位置) (b) みかけの分極抵抗分布

図-6 等電位および等分極抵抗分布曲線の例 (海水散布5週目)

流の道筋を特定できず、電流量を電流密度に換算して真の分極抵抗を求めることは難しい。従って、通常は、供給電流量と電位変化量の比として『みかけの分極抵抗』を求めるが、この点に関しては今後の検討課題の1つでもある。

### 3. 分極抵抗法の実用化に関する検討結果

分極抵抗法に関する検討には、図-4に示すスラブ供試体を用いた。なおこの供試体は、2年間の海水散布の後に残留幅が最大約0.3mmとなるひびわれを導入して、今回の実験に供した。図-5には、図-3の方法で1μAのパルス電流を鉄筋に供給した場合に得られた抵抗値とパルス周波数の関係を示した。この結果、低周波数領域では0.1Hz前後から抵抗値の収束が認められる。一方、高周波数領域では1kHz程度では十分収束していない状況も見られたが、今回は、1kHzの周波数で得られた抵抗値と0.1Hzでの抵抗値の差を『みかけの分極抵抗』とした。

図-6にはスラブ全面にわたる測定から得られた等分極抵抗曲線図を、図-7には供試体の中心線上で得られたみかけの分極抵抗分布の経時変化を、それぞれ、同時に測定した自然電位の結果と比較して示した。これ等の図から、自然電位の変化と分極抵抗の変化が非常に良く対応していることが確認できる。また、図-6の自然電位分布図中には、電位勾配の変曲点を求めることによって推定した鉄筋腐食領域についても示してあるが、この領域は、みかけの分極抵抗では1000Ω以下の範囲とほぼ一致するようである。図-8には、既往の研究結果をもとに、今回の測定結果から真の分極抵抗値、腐食速度およびコンクリートの比抵抗を推定し、これを測定位置の自然電位との関係で示した。この結果では、鉄筋腐食領域は、真の分極抵抗値で約60 Ω・cm<sup>2</sup>以下、腐食速度で1mdd以上、コンクリートの比抵抗で10000 Ω・cm以下とほぼ一致するようである。

### 4. あとがき

本研究は、昭和63年度科学研究費 (課題番号: 60750450) の補助を受けて実施した研究の一部である。

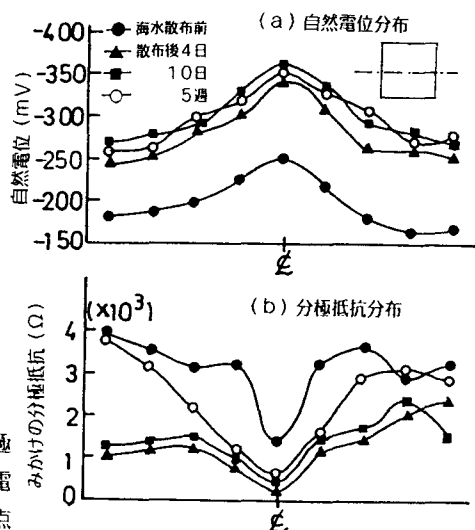


図-7 供試体中心線上の電位および分極抵抗分布

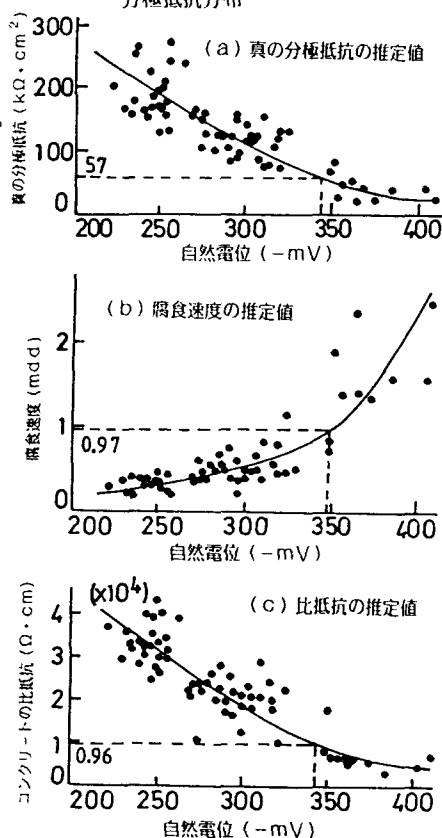


図-8 真の分極抵抗、腐食速度およびコンクリートの比抵抗の推定値と自然電位の関係