

V-94

導電シミュレーションによるフレッシュコンクリートの電極間抵抗-抵抗率関係の計算

徳島大学 正会員 島 弘

徳島大学 正会員 水口 裕之

徳島大学 正会員 ルンロサ-ラディス ヴァイラ

1. 目 的

フレッシュコンクリートの物性値のひとつに導電率(conductivity)あるいはその逆数の抵抗率(resistivity)がある。このフレッシュコンクリートの導電性を利用して、ポンプ圧送における閉塞の察知¹⁾、材料分離量の測定²⁾などを行うことが試みられている。しかし、これらの試みは、決められた条件下での電極間の抵抗値を用いるものであり、一般性を持たせるためには、物質固有の値である導電率あるいは抵抗率を用いる必要がある。このときの問題点として、フレッシュコンクリート中に電極を配置したとき、電流はコンクリート中を拡がって流れるために、電極間の抵抗値から導電率・抵抗率を計算することは容易でない。本研究は、有限要素法を用いた導電シミュレーションを行うことによって、測定される抵抗値から抵抗率を求める方法を検討したものである。

2. 方 法

フレッシュコンクリート中に電極を配置した場合には、図-1に示すように、電流の流れに拡がりがあるため、測定した電極間の抵抗値から抵抗率 ρ を均等流れの $R = \rho l / S$ なる関係を用いて求めることはできない。そこで、一般的な電極配置における流れを2次元平面問題として考えると、抵抗率は

$$\rho = \frac{d}{n} R \quad (1)$$

ここで、 n : 平面における電極配置係数³⁾(無次元)、 d : 厚さ で表される。本研究の目的は、この n を求めることにある。

電流の流れは、浸透流あるいは熱伝導と同じポテンシャル流れであり、基本式はラプラス方程式で表される。この微分方程式を、境界条件を入れて解くことにより、電流の分布を求めることができ、抵抗率と抵抗値との関係が計算できる。厳密解は、半径 r の円形電極を無限大のコンクリートに配置したときには求められる⁴⁾が、他の条件での厳密解を求めることは困難である。そこで、大浜³⁾は、6条件下での近似解を示しているが、きわめて簡単な境界条件に限られている。したがって、一般的な条件に対する計算方法としては、数値解析による導電シミュレーションを行うことにより、電流分布を求め、抵抗率と電極間の抵抗値との関係を求めることができる。本研究では、2次元8節点四辺形要素の有限要素法を用いて、ラプラス方程式を解く導電シミュレーションを行った。解析には、16ビットパソコンでC言語を用いた。

3. 結果および考察

3.1 コンクリート中に電極を挿入する場合

1辺が20cmの正方形のコンクリート中に、1辺が2cmの正方形断面を持つ1対の電極を挿入した場合を解いた。この問題は2軸対称であるため、解析は4分の1の部分で行った。電極中心間隔が10cmの時の要素分割を図-2に示す。図-1は、結果の一例として、電極中心間隔が10cmの時の電流密度分布を示したもので

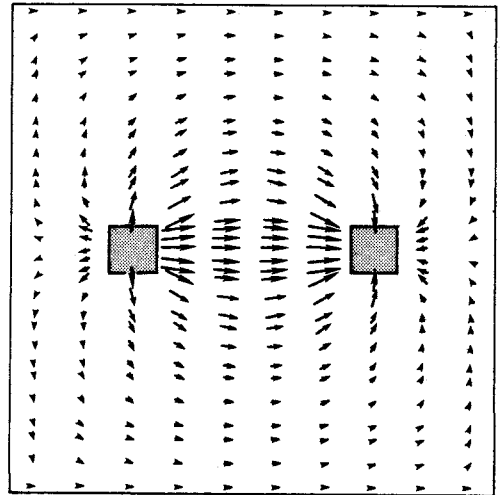


図-1 コンクリートに電極を挿入した時の電流

ある。この時の計算時間は、約60秒である。

パラメータとして電極中心間隔を変えたときの電極配置係数を図-3に示す。図中の大漢らによるものは、彼らの近似式を用いたものであるが、この式は、ある幅 x より外側の電流

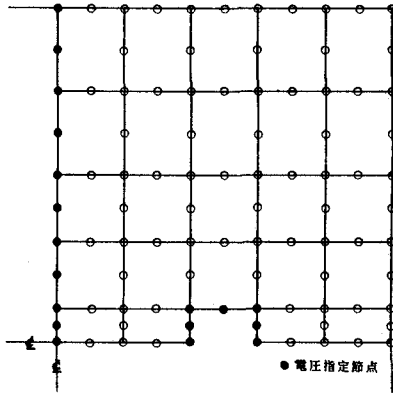


図-2 電極間隔10cmの時の要素分割

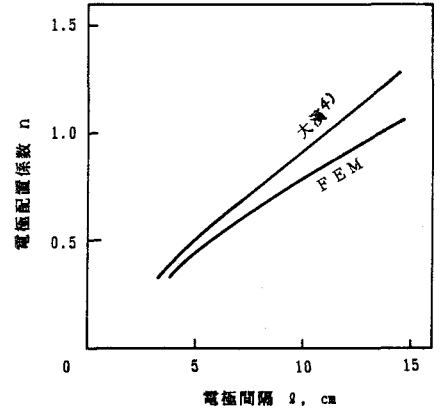


図-3 電極間隔と電極配置係数との関係

を無視した近似式であるため、抵抗を過大に計算し、電極配置係数を大きく見積ることとなる。

他の要因として、電極の大きさ、容器寸法などがあるが、電極配置係数に対しては、平面における相似が成り立つ。すなわち、平面で長さが相似的に倍になった時にも、電極配置係数は同じである。厚さ方向の長さに関しては、(1)式で表されるように、抵抗は厚さに比例することにより処理できる。

3.2 材料分離量の測定

水口ら²⁾は、図-4に示すような装置を用いて、柱状供試体における粗骨材の分離量を抵抗値を利用して測定している。この方法の一般化のためには、抵抗値ではなく、抵抗率を用いた方がよい。この実験条件における抵抗値と抵抗率との関係の解析結果を図-5に示す。

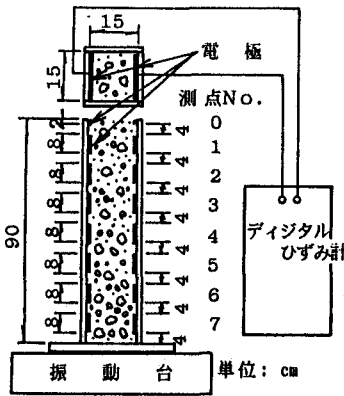


圖-4 測定裝置

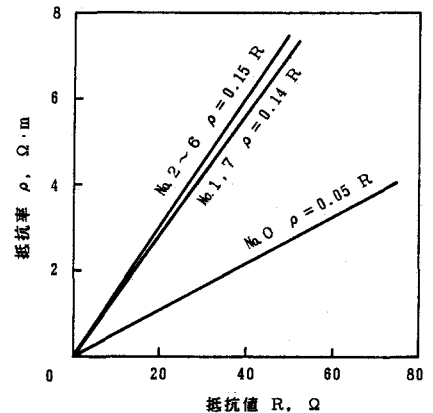


図-5 測定抵抗値と抵抗率との関係

電極No. 1 およびNo. 7 は、
電極が境界に近いための

抵抗値が大きく、電極配置係数が大きくなる。また、電極No.0は、電極が境界に接しかつ電極幅が小さいために、電極配置係数がかなり大きくなる。

4. 結 論

有限要素解析を用いてコンクリート中の導電シミュレーションを行うことによって、一般的な電極配置あるいは境界条件における抵抗率と電極間抵抗との関係を求めることができる。

【参考文献】

1) 辻村・橋本・清水；フレッシュコンクリートの管内流動に関する新しい計測システムの提案，土木学会第42回年次学術講演会講演概要集，第5部，昭和62年9月，pp.564-565. 2) 水口・木虎；導電性を利用した振動締固めによる粗骨材の分離量の測定法，セメント技術年報，Vol.42，1988年，pp.184-187. 3) 大浜；コンクリート電気養生に関する研究，土木学会誌，Vol.36，No.4，1951年4月，pp.18-22. 4) 近藤・大濱；電気養生コンクリート内部の電流に関する一考察，セメント技術年報，Vol.3，1949年，pp.324-328.