

セメント系材料の電気抵抗率測定法の試験条件に関する基礎的検討

住友大阪セメント（株） 正会員 ○皆川 浩
 （独）土木研究所 正会員 守屋 進
 五洋建設（株） 正会員 内藤 英晴
 住友大阪セメント（株） 正会員 川俣 孝治

1. はじめに

コンクリート構造物の鋼材の電気防食において，防食電流の均一性を確保することは重要である．断面修復材などの補修材は，抵抗率の大小により均一性を損なう可能性も指摘される¹⁾．

本研究では，簡易な電気抵抗率測定方法の提案を目的とし，四電極法に着目して，周波数や電流，電圧などの通電条件や，電極の種類、間隔などの電極接地条件が試験結果に及ぼす影響について検討した．

2. 実験概要

(1) 四電極法の概要

四電極法の測定概念図を図-1に示す．供試体の両端の通電極に交流の定電圧を印加して，中央の測定端子間の電位差を測定し，次式により抵抗率を算出する．なお，本研究では，単位体積当りの抵抗を抵抗率と定義し，以下の検討を実施した．

$$\rho = \frac{V}{I} \times \frac{S}{L} \quad (1)$$

ここで， ρ ：抵抗率（ $\Omega \cdot \text{cm}$ ）

V ：測定端子間の電位差（mV）

I ：通電電流（mA）

S ：電流の流れる断面積（ cm^2 ）

L ：測定端子間の距離（cm）

(2) 実験の要因と水準

四電極法による抵抗率測定に影響する要因として，電極の種類，測定端子の間隔，通電電極の接触方法，周波数，印加電圧を取り上げ，検討した．表-1にこれらの実験の要因と水準を示す．

(3) 供試体の作製

検討に用いた供試体は， $40 \times 40 \times 160 \text{mm}$ の形状である．JIS R 5201のセメント強さ試験に準じ，普通ポルトランドセメントおよびセメント協会標準砂を用いて， $W/C=50\%$ $S/C=3$ の配合で作製した．作製した供試体は，

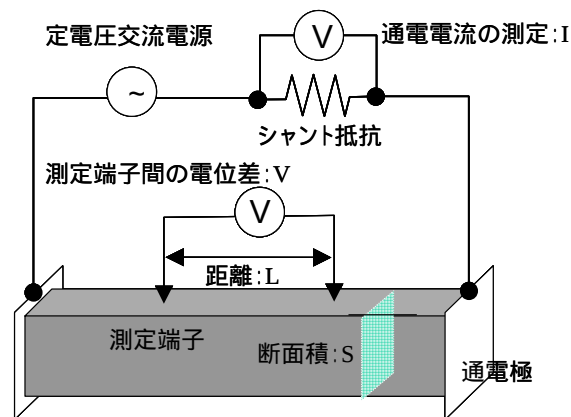


図-1 四電極法の測定概念図

表-1 実験の要因と水準

要因	水準
電極の種類	ステンレス板 銅板 (t=2mm)
測定端子の間隔	2, 4, 6, 8cm
通電電極の接触	CMC, 湿布(接触圧 大, 中, 小)
周波数	10, 50, 73.3, 100Hz, 1, 10, 100Hz
印加電圧	1, 5, 10, 30V

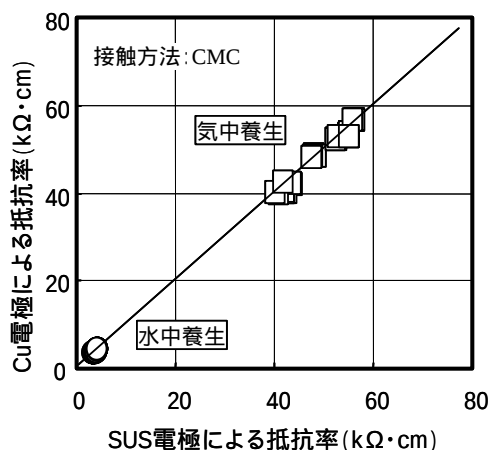


図-2 通電電極の種類の影響

養生室（温度 20℃，湿度 60%R.H.）にて，それぞれ水中養生および封かん養生，気中養生を行った．

3. 実験結果と考察

図-2は通電電極の種類が抵抗率に及ぼす影響について示したものである．ステンレス板（SUS）電極と銅板（Cu）電極いずれを用いた場合でも抵抗率に差

キーワード 電気抵抗率，電気防食，防食電流，最適設計，四電極法

連絡先 〒102-8465 東京都千代田区六番町 6-28 住友大阪セメント（株）建材事業部 TEL 03-5211-4754

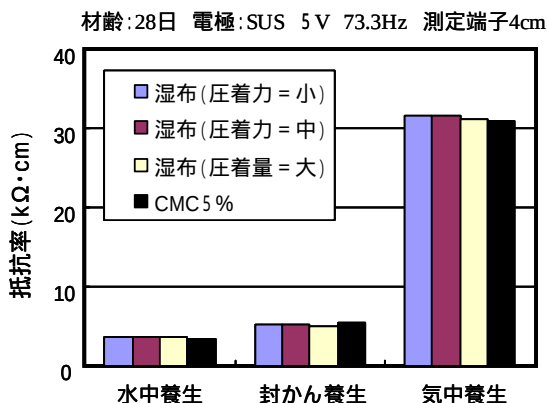


図 - 3 通電電極の接触方法の影響

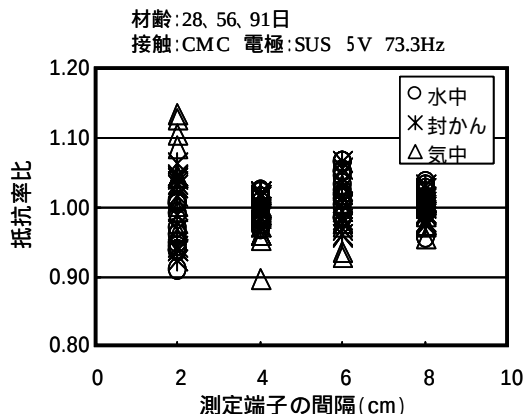


図 - 4 測定端子距離の影響

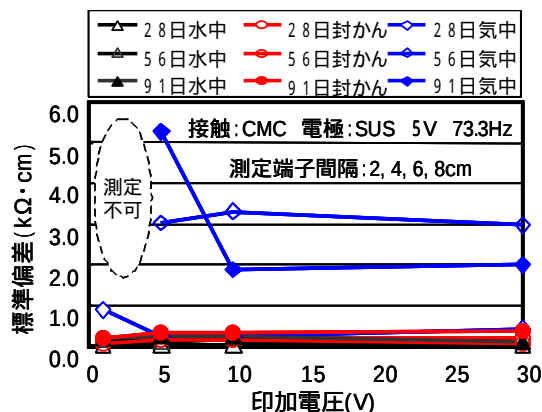


図 - 5 印加電圧の影響

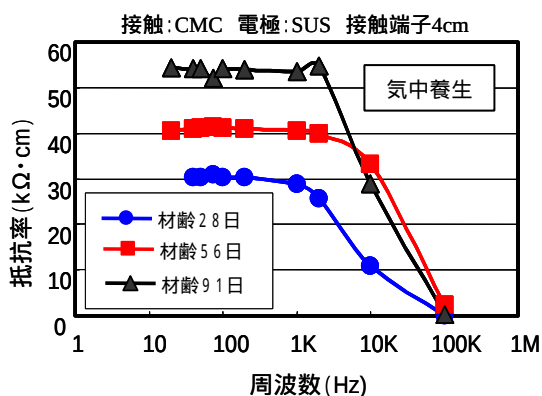


図 - 6 周波数の影響

は見られない。また、電極の接触方法についても、図 - 3 に示すようにその影響は認められなかった。但し、銅板電極は腐食物が電極表面に沈着しやすいこと、湿布は接着面以外に水が飛散する可能性があることなどを考慮すると、ステンレス板による CMC 接着が測定時の簡便性に優れていると考えられる。

図 - 4 は、測定端子の間隔が抵抗率に及ぼす影響について示したものである。ここで抵抗率比とは、各測定端子距離の平均値に対する測定値の比とした。これより、測定端子間隔が 2cm では、ばらつきが大きくなる。これは、モルタル内部に存在する空隙などの欠陥が測定端子の距離が短いほど大きく影響するためと考えられる。

図 - 5 は、印加電圧の影響について示したものである。水中養生と封かん養生では、印加電圧の影響は認められなかった。一方、気中養生では、材齢経過に伴い 5V 以下の低い電圧では測定が不可能となり、10V 程度の電圧の印加が必要であった。

図 - 6 は周波数の影響について示したものである。1000Hz 以下の領域では、周波数の異なることによる抵抗率の値に違いは見られない。しかし、これを超える高周波領域では抵抗率が急激に減少する。モルタル

やコンクリートの等価回路では抵抗に並列なコンデンサーが存在する。これは、モルタルのコンデンサー容量が高周波領域で放電されるためと考えられる。また、商用電源周波数や生活雑音の影響を考えると 60Hz 以上の倍数とならない周波数が適すると考えられる。

4. まとめ

以上の検討結果から、電極の種類や通電方法に影響を受けない抵抗率試験方法として、四電極法標準試験方法を以下に示す。

項目	条件
電極の種類	ステンレス板
測定端子の間隔	4cm以上
通電電極の接触	CMC
周波数	73.3Hz
印加電圧	10V以上

謝辞

本研究は、日本エルガード協会技術委員会において実施した成果をとりまとめたものです。委員長（五洋建設古田部長）以下、委員各位のご協力に感謝の意を表します。

参考文献

・土木学会：電気化学的防食工法設計施工指針（案），コンクリートライブラリー107