

鉄筋が4プローブ法による電気抵抗率の測定値に及ぼす影響

東北大学 正会員 ○皆川 浩 学生会員 齊藤 佑貴 学生会員 榎原 彩野 正会員 久田 真
三井造船株式会社 正会員 江澤 一明 正会員 酒井 正和
ドーピー建設工業株式会社 正会員 立神 久雄 正会員 市川 聖芳

1. 背景と目的

実構造物における電気抵抗率の測定方法のひとつとして、図-1に示す4プローブ法が挙げられる。4プローブ法は測定方法が簡便であるため、種々の研究^{1), 2)}がなされ、実務においても広く使用されている。本研究では、実構造物での測定を想定し、鉄筋が4プローブ法による電気抵抗率の測定結果に及ぼす影響の原因とその程度を実験的に明確にすることを目的とした。

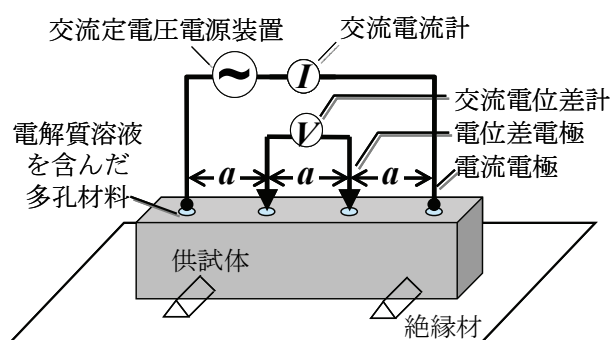


図-1 4プローブ法測定概念図

2. 実験概要

2.1 供試体の概要

本研究で使用した供試体は $W/C=50\%$ 、 $S/C=1.0$ のモルタル供試体であり、寸法および形状は $320 \times 320 \times 200$ mm の角柱体である。また、 $\phi 1$ mm のステンレス棒を 20 mm 間隔でモルタル中に埋設し、これを等電位分布線測定用の端子とした。なお、供試体中央部のみの電位を電位差計で計測できるように、ステンレス棒は中央部 5 mm と先端以外を熱収縮チューブで被覆した。鉄筋の影響を検討するために、等電位分布線測定用の端子に対して垂直および水平方向に $\phi 6$ mm の鉄筋をかぶり 30 mm の位置に配筋した供試体を 1 体ずつ、また、鉄筋の有無の影響を検討するために、無筋の供試体も 1 体作製した。さらに、これらの供試体と同配合および材齢の $\phi 50 \times 100$ mm の円柱供試体も作製した。

2.2 使用材料と配合

表-1 に実験に用いた供試体の示方配合を示す。セメントには普通ポルトランドセメント (密度: 3.15 g/cm^3 , 比表面積: $3290 \text{ cm}^2/\text{g}$) を、練混ぜ水には仙台市水道局の水道水を使用した。細骨材は宮城県大和町鶴巣産の山砂 (表乾密度: 2.62 g/cm^3 , 吸水率: 1.76% , 粗粒率: 2.69) を使用した。また、過度のブリーディングを抑制するために、増粘剤 (アルキルアリルスルホン酸塩-アルキルアンモニウム塩系) および消泡剤を使用した。

表-1 コンクリートの示方配合

W/C	S/C	単位量(kg/m^3)				
		W	C	S	増粘剤	消泡剤
0.50	1.0	417	834	834	16.68	0.083

2.3 モルタルの打設及び養生方法

練り上がったモルタルは、内寸 $320 \times 320 \times 200$ mm の木製型枠と $\phi 50 \times 100$ mm の鋼製型枠に打設した。打設の際、モルタルは 3 層に分けて打ち込み、突き棒を用いて締め固めた。打設した供試体は、乾燥しないように濡れ簾をかけ、打設後約 1 時間で表面成形を行い、湿空中で約 24 時間保管した後に脱型した。脱型後の供試体は 20°C 一定の水中養生を材齢 28 日まで行った。

2.4 測定項目

(1) 4プローブ法による電気抵抗率

$320 \times 320 \times 200$ mm の供試体に対しては、4プローブ法により電気抵抗率を測定した。電気抵抗率は式(1)を用いて算出した。

$$\rho = 2\pi \cdot a \cdot \frac{V}{I} \quad (1)$$

ここに、 ρ : 電気抵抗率 [$\Omega \text{ m}$]、 a : 電極間の距離 [m]、 V : 電位差電極間の電位差 [V]、 I : 供試体に流れる電流 [A]。

キーワード 電気抵抗率, 4プローブ法, 四電極法, 等電位分布

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院土木工学専攻 TEL 022-795-7430

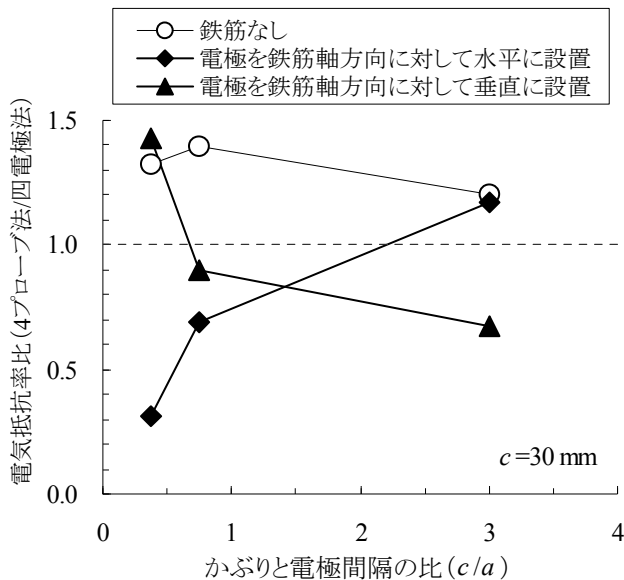
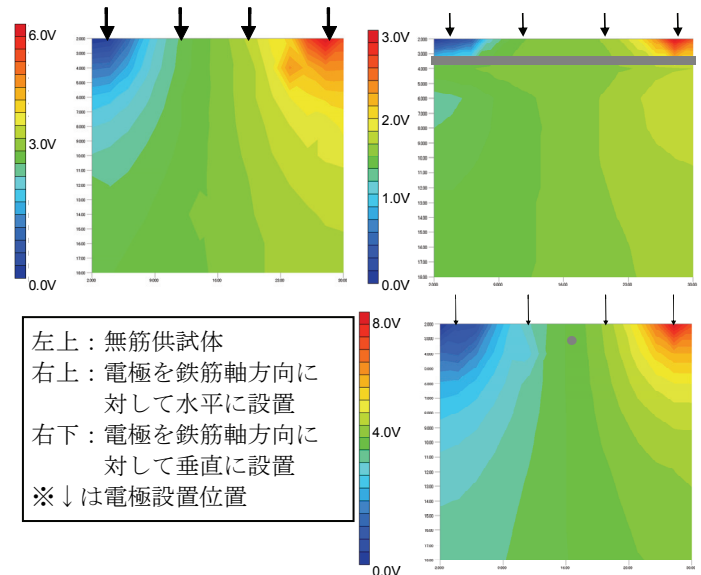


図-2 電気抵抗率比とかぶりと電極間隔の比の関係

図-3 供試体内部の等電位分布 ($a=8\text{cm}$)

(2) 四電極法による電気抵抗率

$\phi 50 \times 100 \text{ mm}$ の供試体に対しては、四電極法 (JSCE K-562-2008) により電気抵抗率を測定した。本研究ではこの電気抵抗率を真値として取り扱った。

(3) 供試体中の等電位分布

4プローブ法測定時の供試体内部の等電位分布を測定するために、一本の電位差測定用の端子を基準にし、この端子と任意の電位差測定用の端子との間に生じている電位差を電位差計により測定した。全ての端子間の電位差を計測する間、供試体に流れる電流が常に一定になるように、交流電源の印加電圧を調整した。

3. 実験結果及び考察

図-2 に電気抵抗率比とかぶりと電極間隔の比 (以下、 c/a) の関係を示す。ここで、電気抵抗率比とは、四電極法で測定した電気抵抗率と4プローブ法で測定した電気抵抗率の比である。図-2 より、無筋供試体では、電極間隔に関わらず、電気抵抗率比は1.2~1.4 でほぼ一定値をとっている。ここで、電気抵抗率比が1.0 以上になったのは、等電位分布測定用の電極が4プローブ法による電気抵抗率の測定値に影響を与えたためと考えられる。

また、図-2 より、4プローブ法の電極を鉄筋軸方向に沿って設置した場合、 c/a が大きいほど、つまり、かぶりに対して電極間隔が小さいほど、電気抵抗率比は無筋供試体の結果と同等となった。一方、4プローブ法の電極を鉄筋軸方向に対して垂直に設置した場合、 c/a が小さいほど、つまり、かぶりに対して電極間隔が大きいほど、電気抵抗率比は無筋供試体の結果と同等となった。

図-3 に4プローブ法測定時の供試体内部の等電位分布を示す。図-3 より、電気抵抗率比が無筋供試体の結果と同等にならない電極設置条件においては、等電位分布図が無筋供試体のものと比較して、鉄筋の影響を受けていることが分かる。つまり、測定値が無筋供試体の測定値からかい離するのは、鉄筋の影響を受けて供試体内部の電位分布が変化し、式(1)の算定式が適用できなくなってしまうことが原因であると考えられる。

図-2 および図-3 の結果より、4プローブ法の電極を鉄筋の直上に配置しても、電極の設置方向が鉄筋軸方向と水平の場合は電極間隔をかぶりに対して十分狭くする、電極の設置方向が鉄筋軸方向に対して垂直方向の場合は電極間隔をかぶりに対して十分広くすれば、鉄筋が測定値に及ぼす影響を小さくできると考えられる。

4. 結論

4プローブ法によって電気抵抗率を測定する場合、鉄筋の影響を考慮して適切な電極間隔および電極設置方向を決定する必要がある。

参考文献

- 1) 古賀裕久ら：コンクリートの電気抵抗による耐久性評価に関する基礎的研究，鉄筋コンクリート構造物の計測と表面探傷シンポジウム講演論文集，pp.89-94，2001
- 2) K. R. Gowers and S. G. Millard: Measurement of Concrete Resistivity for Assessment of Corrosion Severity of Steel Using Wenner Technique, ACI Mat. J., Sep.-Oct., pp. 536-541, 1999