

大阪大学大学院工学研究科 学生会員 ○福上 大貴
 大阪大学大学院工学研究科 正 会 員 鎌田 敏郎
 立命館大学理工学部 非 会 員 大橋 正弥

立命館大学理工学部 正 会 員 内田 慎哉
 大阪大学大学院工学研究科 学生会員 楊 昭明
 大阪大学大学院工学研究科 正 会 員 寺澤 広基

1. はじめに

本研究では、水セメント比の異なるモルタル供試体を対象として、二電極法による計測を行い、電極形状・接触面積が電気抵抗に与える影響について検討するとともに、四電極法および4プローブ法の測定結果との比較も行った。

2. 実験概要

2.1 供試体の作製方法

供試体 (40×40×160mm) は、水セメント比が 35, 50, 65%のコンクリートをウェットスクリーニングして採取したモルタルをそれぞれ使用して作製した。

2.2 電気抵抗の測定方法

二電極法、四電極法、4 プローブ法の 3 種類の測定方法により測定を行った。なお、印加電圧は 30V、周波数は 73.3Hz、電極間距離は 60mm とし、いずれの手法もばらつきを把握するため、3 回ずつの測定を行った。

(1) 二電極法

二電極法の測定状況を写真-1 に示す。交流電源装置により電極に電圧を与えた際、シャント抵抗に加わる電圧を交流電位差計により測定し、回路全体を流れる電流値を測定した。この値と電圧を用いて、式(1)よりみかけの電気抵抗を算出した。

$$R = V / I \quad (1)$$

ここで、 R ：みかけの電気抵抗(Ω)、 V ：電圧(V)、 I ：電流(A)である。

本研究で使用した電極を写真-2 に示す。電流・電位差電極の形状は 3 ケース設定した。すなわち、 $\phi 9 \times 30 \text{mm}$ の円柱型 ($\phi 9 \text{mm}$ 電極)、 $8 \times 8 \times 30 \text{mm}$ の直方体型 ($8 \times 8 \text{mm}$ 電極)、 $8 \times 30 \times 8 \text{mm}$ の直方体型 ($8 \times 30 \text{mm}$ 電極) である。なお、 $\phi 9 \text{mm}$ 電極と $8 \times 8 \text{mm}$ 電極の断面積は同程度であり、接触面の形状の違いが測定値に与える影響を把握するためのものである。これに対して、 $8 \times 30 \text{mm}$ 電極は、電極形状が異なり、その他の電極と比較して、大きな接触面積を有するものである。なお、この手法では、電流・電位差電極間距離を電極間距離と定義した。

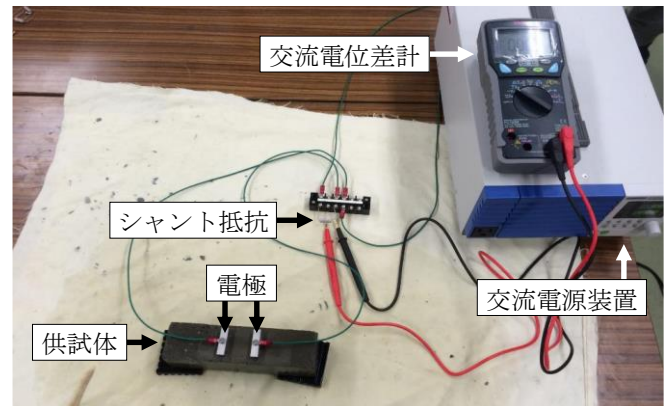


写真-1 二電極法の測定状況

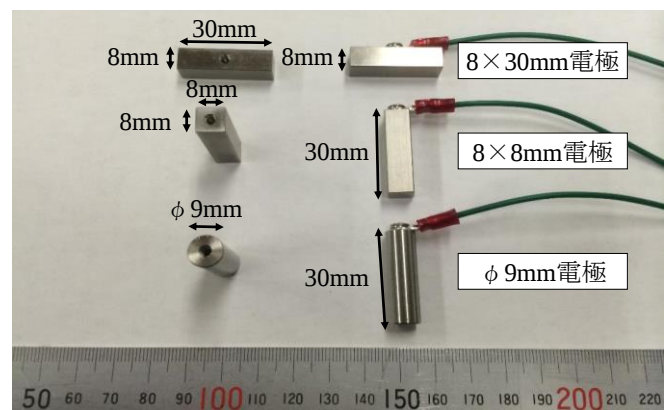


写真-2 本研究で使用した電極

(2) 四電極法

四電極法では、シャント抵抗に加わる電圧から回路全体を流れる電流値を測定し、この値と電位差電極により測定した電圧を用いて、式(1)よりみかけの電気抵抗を算出した。電位差電極は、写真-2 に示すものを、電流電極は、 $40 \times 40 \times 10 \text{mm}$ の直方体型のものを使用した。なお、ここでは、電位差電極間距離を電極間距離とした。

(3) 4 プローブ法

4 プローブ法におけるみかけの電気抵抗は、四電極法と同様にして求めた。4 プローブ法における電流電極と電位差電極は、写真-2 に示すものを用いた。ここでは、電流電極間距離を電極間距離とした。

3. 実験結果および考察

3.1 電極形状・接触面積が電気抵抗に与える影響

二電極法により得られたみかけの電気抵抗を、電極種類ごとに図-1 に示す。図より、水セメント比の違いにかかわらず、みかけの電気抵抗は、 $\phi 9\text{mm}$ 電極と $8\times 8\text{mm}$ 電極で概ね同じ値となった。すなわち、接触面積が同程度であれば、電極形状の影響は小さいと考えられる。また、これらと $8\times 30\text{mm}$ 電極とを比較すると、後者の値が小さくなった。これは、接触面積が大きくなったことにより、供試体中に電流が流れやすくなったためと考えられる。なお、四電極法・4 プローブ法の結果は、二電極法と同様の傾向であった。

3.2 各種測定方法により得られる結果の比較

各種測定方法により算出したみかけの電気抵抗を、水セメント比ごとにわけて、図-2, 3, 4 にそれぞれ示す。ここで、棒グラフの高さは3回の測定での平均値を、また、エラーバーの上端および下端はそれぞれ最大値・最小値を示している。水セメント比の違いにかかわらず、みかけの電気抵抗は、二電極法、四電極法、4 プローブ法の順で小さくなった。また、四電極法および4 プローブ法では、電極形状・接触面積が異なっても、みかけの電気抵抗は概ね同じ値になっていることがわかる。なお、二電極法では、四電極法および4 プローブ法と比べて、みかけの電気抵抗のばらつきが大きくなっている。これは、川俣らが報告¹⁾しているように、二電極法で得られた電気抵抗が電極と供試体との間の接触抵抗の影響を受けたことによるものと考えられる。したがって、二電極法による測定では、例えば、測定する周波数を大きくするなどして、接触抵抗を低減することが重要となる。

4. まとめ

- 1) 二電極法では、電極の接触面積が大きくなると、みかけの電気抵抗は小さくなる。ただし、電極の接触面積が同程度であればみかけの電気抵抗は概ね同じ値となり、電極形状による差異は見られない。
- 2) 二電極法は、四電極法および4 プローブ法と比べて、みかけの電気抵抗およびばらつきが大きくなる。これは、接触抵抗に起因するものと考えられるため、この方法で測定する場合は接触抵抗を低減する工夫が必要である。

参考文献

- 1) 川俣孝治, 守屋進, 内藤英晴, 皆川浩: セメント系材料の電気抵抗率測定方法に関する基礎的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.26, No.1, pp.1107-1112, 2004

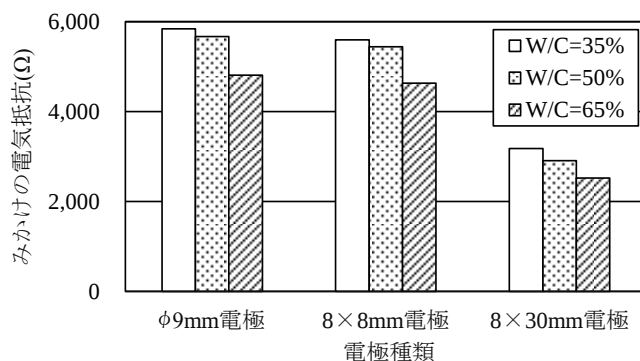


図-1 二電極法により算出したみかけの電気抵抗

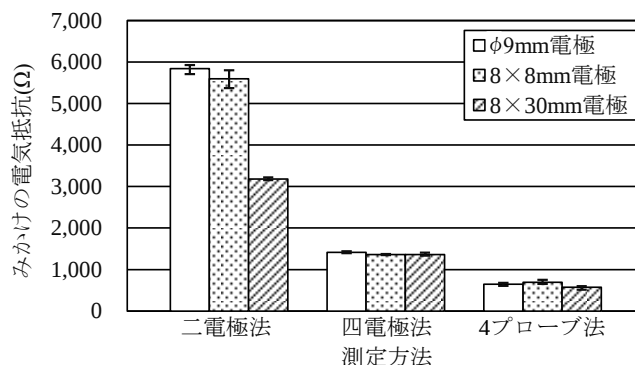


図-2 W/C=35%供試体を対象に各種測定方法により算出したみかけの電気抵抗とそのばらつき

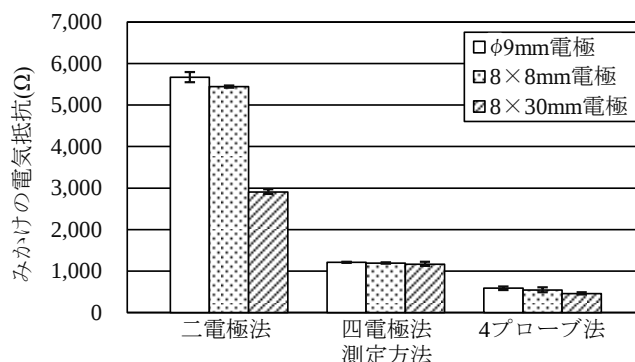


図-3 W/C=50%供試体を対象に各種測定方法により算出したみかけの電気抵抗とそのばらつき

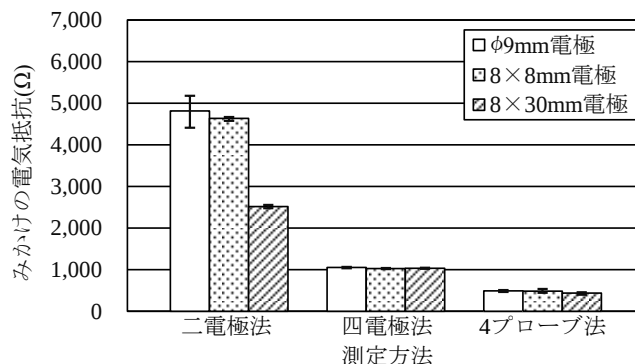


図-4 W/C=65%供試体を対象に各種測定方法により算出したみかけの電気抵抗とそのばらつき