

第Ⅴ部門 電極寸法および電極間距離が二電極法におけるモルタル中の電流密度分布に与える影響

大阪大学工学部 学生会員 ○眞下 裕也
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 寺澤 広基
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 鎌田 敏郎

大阪大学大学院工学研究科 学生会員 工藤 正智
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 服部 晋一

1. はじめに

本研究では、モルタルおよび電極を模擬した解析モデルを用いた3次元有限要素法による電場解析を行い、電極寸法および電極間距離が二電極法におけるモルタル中の電流密度分布に与える影響について検討した。加えて、電流密度分布から、二電極法により測定される電気抵抗に影響を与える表面からの深さについて考察した。

2. 電場解析の概要

本研究では、電場および導体内における電流分布シミュレーションを目的とした電場解析ソフトウェア（VOLT-j ω ）を用いた。解析モデルを図-1および図-2に示す。電極の接触面から供試体の深さ方向の電流密度分布を検討するため、モルタル部および電極部は、Y軸方向の2分の1のモデルとして解析した。

以降に示すモデルの寸法については、便宜上フルモデルでの寸法とする。モルタル部の寸法は、横幅（X軸方向）を750mm、縦幅（Y軸方向）を750mm、高さ（Z軸方向）を300mmとした。電極部の寸法は、高さを10mmとし、横幅を10mmとし縦幅を10mm、20mm、30mm、40mmおよび50mmとした場合、縦幅を10mmとし横幅を10mm、20mm、30mm、40mmおよび50mmとした場合および電極を正方形とし一辺の長さを10mm、20mm、30mm、40mmおよび50mmとした場合の計13水準とした。電極の内側端部間の距離（以下、電極間距離）は10mmおよび50mmの2水準とした。節点電位は、一方の電極上端の節点を30V、もう一方の電極上端の節点を0Vとし、周波数は73.3Hzの一定とした。

解析モデルにおけるモルタル部および電極部の物性値は、それぞれ一様に設定した。各部の物性値を表-1に示す。モルタル部の物性値は、モルタル供試体を対象とし、実験的に算出した値である。また、電極部の物性値は、SUS304の一般的な物性値を用いた。

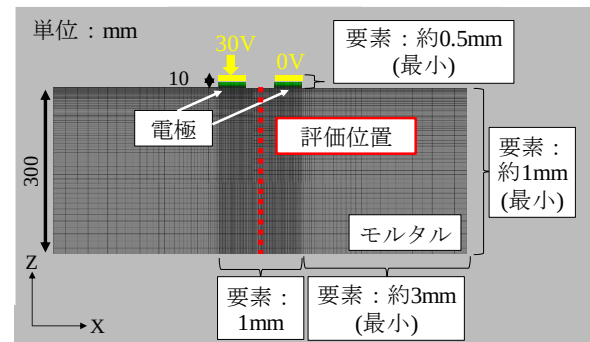


図-1 解析モデル（X-Z方向）

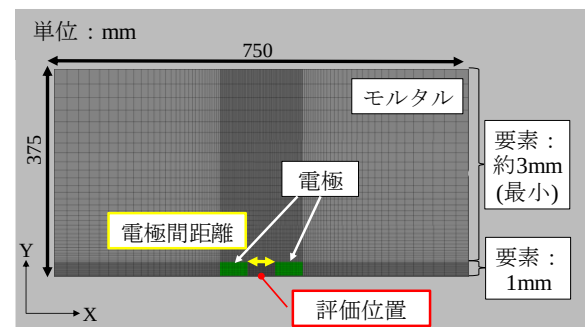


図-2 解析モデル（X-Y方向）

表-1 モルタルおよび電極の物性値

モデル	比誘電率	電気伝導率 (S/m)
モルタル	1.6×10^5	3.6×10^{-2}
電極 (SUS304)	1.0	1.4×10^6

3. 電場解析の結果および考察

3.1 電極寸法と電流密度分布との関係

電極形状を正方形とし、電極間距離50mmでの電極間中心位置（図-1および図-2中の評価位置）における電流密度分布を図-3に示す。図より、電極寸法が大きくなるにしたがって、電流密度は大きくなることがわかった。これは、電極の接触面積が増加することで、電圧を印加する面積が大きくなるためと考えられる。この傾向は、いずれの電極間距離の場合でも同様であった。

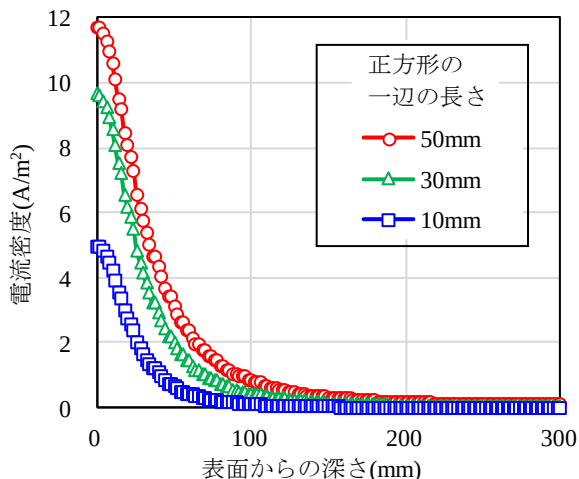


図-3 評価位置における電流密度分布

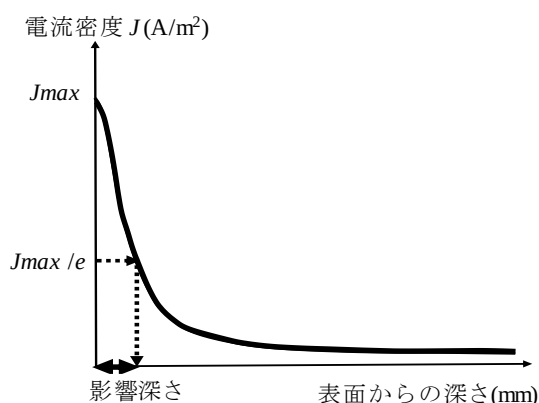


図-4 影響深さの定義

3.2 電気抵抗測定に影響を与える表面からの深さ

既往の研究¹⁾を参考に、評価位置における電流密度の最大値を自然対数の底で除した値に相当する表面からの深さを、二電極法により測定される電気抵抗に影響を与える表面からの深さ（以下、影響深さ）と定義した（図-4 参照）。電極の横幅を 10mm とし縦幅を変化させた場合、縦幅を 10mm とし横幅を変化させた場合および電極を正方形とし一辺の長さを変化させた場合の各電極寸法における影響深さを検討した。

電極間距離が 50mm の場合における各電極の長辺の長さと影響深さとの関係を図-5 に示す。いずれのケースにおいても、電極寸法が大きくなると影響深さは大きくなった。電極の縦幅（Y 軸方向）を変化させた場合に比べて、横幅（X 軸方向）を変化させた場合の方が影響深さへの影響が大きくなった。

電極間距離が 10mm の場合の各電極の長辺の長さと影響深さとの関係を図-6 に示す。図より、いずれの電極寸法においても、影響深さは概ね 10mm であった。また、図-5 と図-6 を比較すると、電極間距離が小さい

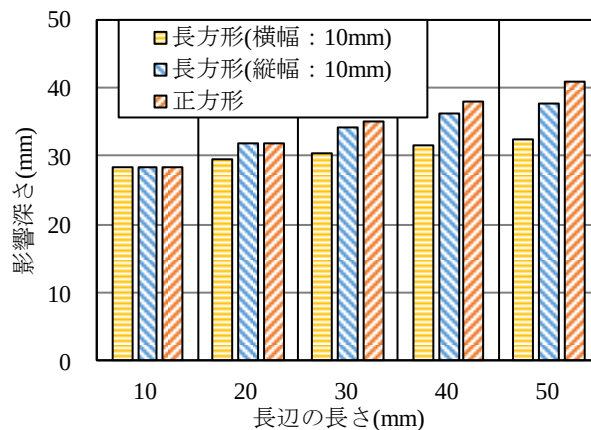


図-5 電極寸法と影響深さとの関係
(電極間距離：50mm)

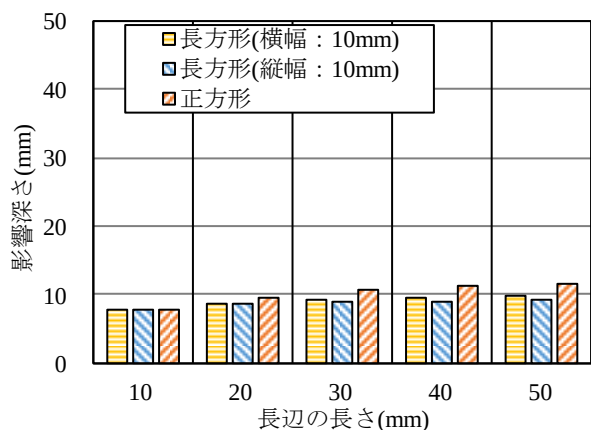


図-6 電極寸法と影響深さとの関係
(電極間距離：10mm)

場合、影響深さは小さくなった。すなわち、二電極法では、電極間距離が小さい場合、電極寸法によらず、表層部分の品質評価を行うことが出来る可能性がある。

4. 結論

本解析条件で得られた結論を以下にまとめる。

- (1) 電極間距離が同じ場合、電極寸法が大きいほど、モルタル中の電流密度は大きくなった。
- (2) 電極間距離が 50mm と大きい場合、電極寸法が大きくなるにしたがい電流が流れる深さは深くなった。
- (3) 電極間距離が 10mm と小さい場合は、電極寸法によらず、影響深さは同程度となった。

参考文献

- 1) 福上大貴，内田慎哉，鎌田敏郎，服部晋一，工藤正智：二電極法におけるモルタル中の電流密度に関する解析的検討，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，第 16 巻，pp.329-334，2016