

第V部門

二電極法によるコンクリート中の鉄筋の分極抵抗推定のための
接触抵抗低減効果に関する基礎的検討

大阪大学工学部 学生会員 ○田中勇気

大阪大学大学院工学研究科 学生会員 南浦七海

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

1. はじめに

コンクリート中の鉄筋の腐食速度は、電気等価回路モデルにおける分極抵抗 R_p と反比例の関係にある。従って、この分極抵抗を非破壊で把握できれば、構造物の劣化予測に役立つ。これに対して、著者らは、二電極法に基づく測定値と解析結果を併用することによって、従来よりも簡便に分極抵抗を推定する手法を検討してきた。これまでの検討において、電極とモルタル表面との界面における接触抵抗が、分極抵抗の推定精度に与える影響が大きく、これが精度向上を目指すうえで残された課題となっている。そこで本検討では、接触媒質として高吸水性樹脂を対象とし、従来からの導電性クリームとの比較の上で、二電極法における接触抵抗低減効果に関して実験的検討を行った。

2. 高吸水性樹脂を用いた二電極法による測定

2.1 実験概要

縦：250mm，横：500mm，高さ：200mm の鉄筋モルタル供試体を作製し、 $\Phi 16\text{mm}$ の鉄筋をかぶり 30mm の位置に配置させた(図-1 参照)。モルタルの配合は W/C：50%，S/C：3.0 とした。測定には、LCRメータを使用した。測定条件は、交流電圧 5V，周波数 73.3Hz とし、二電極法を用いてインピーダンスの絶対値を測定した。電極は、幅：40mm，長さ：40mm，高さ：10mm とし、電極の材質は SUS304 とした。接触媒質には高吸水性樹脂(高吸水性ポリマー)および導電性クリーム(主原料：塩化ナトリウム、プロピレングリコール)を用いた。高吸水性樹脂の量は、電極1つあたり 4g，6g，8g，10g，12g，14g の6水準設定した。測定はそれぞれ3回ずつ行い、1回の測定につき測定点数は100点とした。

2.2 実験結果と考察

実験結果を図-2に示す。従来使用していた導電性クリームと比較して、高吸水性樹脂 4g 以外の条件では、インピーダンスが小さくなり通電効果が向上した。この要因としては、高吸水性樹脂を用いることで、

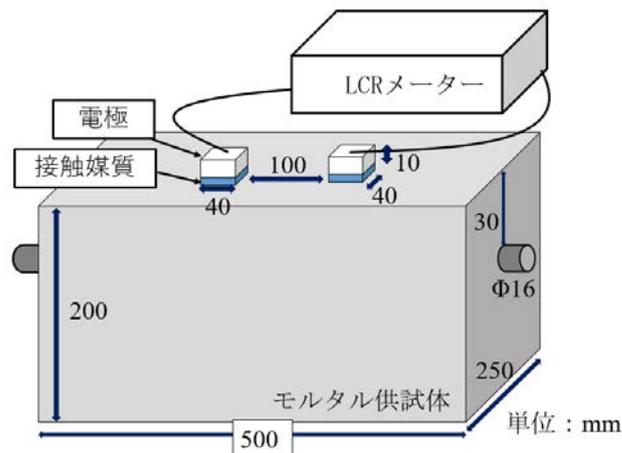


図-1 供試体概要

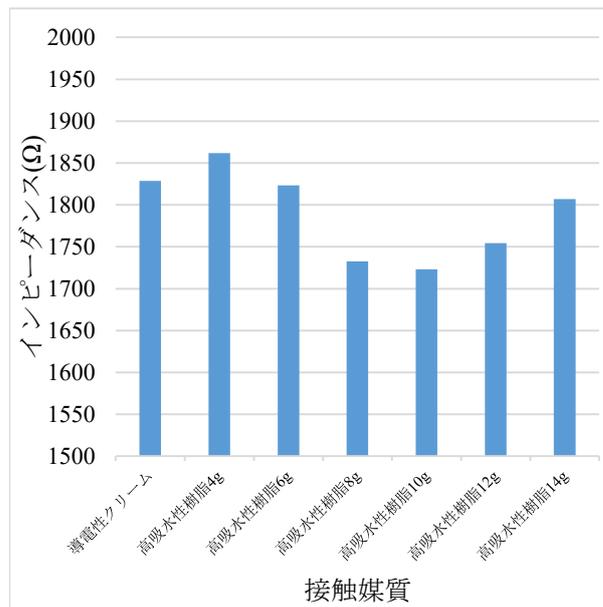


図-2 接触媒質とインピーダンスの関係

電極と供試体との界面での導電性が保持されたことや、高吸水性樹脂の高分子がモルタル表面の凹凸部に追従し、電極と供試体との接触面積が大きくなったことが考えられる。一方、高吸水性樹脂 4g の条件ではインピーダンスが増加した。この要因としては、電極表面に高吸水性樹脂が偏在したため、電極と供試体の接触面積が小さくなったことが考えられる。また、8g~14g の範囲に着目すると、高吸水性樹脂の量を増やすと、インピーダンスが増加する傾向が見られた。この要因としては、高吸水性樹脂自体の抵抗が大きくなり、測定値に影響を与えたものと考えられる。

3. 接触抵抗低減効果に関する検討

3.1 実験概要

幅：40mm、長さ：160mm、高さ：40mm の角柱モルタル供試体を作製した。モルタルの配合および測定装置は 2.1 と同じものとした。測定条件は、交流電圧 5V、周波数 0.01Hz、1Hz、1000Hz とし、二端子法を用いてインピーダンスの絶対値と位相角を測定した。高吸水性樹脂の量は 10g と設定した。

3.2 接触抵抗の算出式

図-3 はモルタル供試体を対象とした二端子法の測定における等価回路モデルである。このモデルより関係式(1)~(4)が成立する。ここで Z_1 : 接触抵抗によるインピーダンス、 Z_2 : モルタル部のインピーダンス、 R_1 : モルタルと電極との界面で生じる電気抵抗(Ω)、 C_1 : モルタルと電極との界面で生じる静電容量(F)、 R_2 : モルタル部の電気抵抗(Ω)、 C_2 : 電極間のモルタル部の静電容量(F)、 L : 供試体の長さ、 A : 供試体の断面積、 ϵ_0 : 真空での誘電率($=8.85 \times 10^{-12}$ F/m)である。

3.3 接触抵抗の算出結果

実験結果と式(1)~式(4)より、 R_1 、 C_1 について算出した(表-1 参照)。周波数ごとにおける接触抵抗の高吸水性樹脂を用いた条件では $R_1(=710\Omega)$ 、 $C_1(=7.5 \times 10^{-5}F)$ 、導電性クリームを用いた条件では $R_1(=985\Omega)$ 、 $C_1(=5.0 \times 10^{-5}F)$ と算出された。これにより、接触媒質として高吸水性樹脂を用いることで、従来の導電性クリームと比較して、接触抵抗を約 275 Ω 低減できることが明らかとなった。この結果より、周波数と接触抵抗によるインピーダンスの関係を算出した(図-4 参照)。従って、高吸水性樹脂を用いることで、分極抵抗の推定精度が向上する可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 眞下裕也ほか: 二電極法によるモルタル中の鉄筋の分極抵抗の推定, 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, Vol.19, pp.211-216, 2019.10

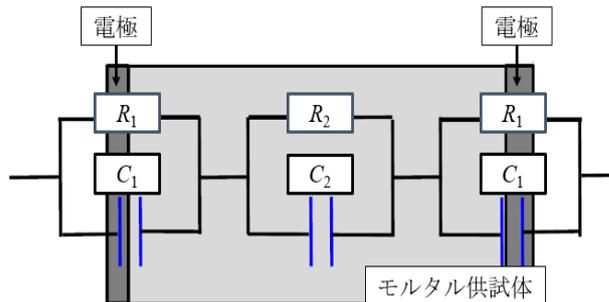


図-3 モルタル供試体の等価回路モデル

$$Z_1 = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{1}{R_1}\right)^2 + (2\pi f C_1)^2}} \quad (1)$$

$$Z_2 = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R_2}\right)^2 + (2\pi f C_2)^2}} \quad (2)$$

$$\tan \theta = 2\pi f C R \quad (3)$$

$$\epsilon = \frac{C \cdot L}{A \cdot \epsilon_0} \quad (4)$$

表-1 接触抵抗の算出結果

接触媒質	$R_1(\Omega)$	$C_1(F)$
高吸水性樹脂	710	7.5×10^{-5}
導電性クリーム	985	5.0×10^{-5}

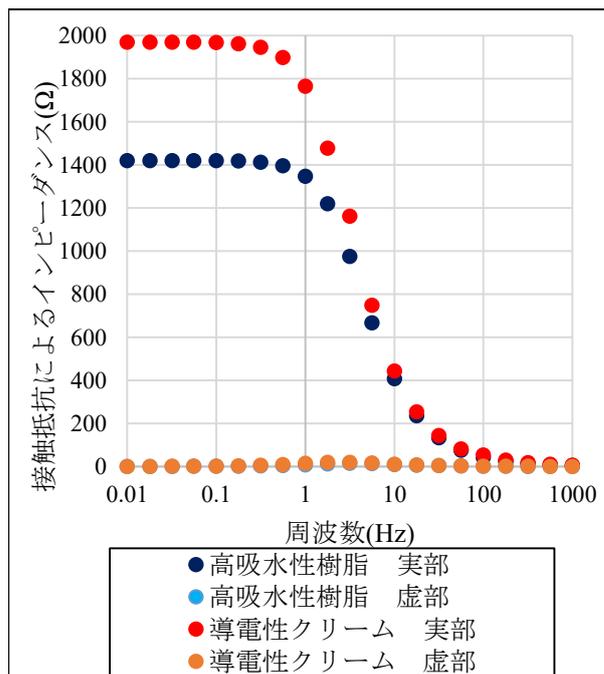


図-4 接触抵抗によるインピーダンス