

散水処理前後の導電率によるコンクリート表層品質評価のフィジビリティスタディ

東北大学 正会員 ○皆川 浩 久田 真
清水建設 正会員 田中 博一 齊藤 亮介

1. はじめに

コンクリートの表層品質確保の観点から種々の非破壊試験の研究開発がなされており、導電率（電気抵抗率の逆数）に関する検討もある。導電率は空隙水中のイオンの移動指標であり、導電率が低いとコンクリート中のイオンの移動のし易さは低下する。この性質を利用して、AASHTO Designation: TP95-11 のように飽水状態のコンクリートの電気抵抗率からその遮塩性能を評価する試験方法が規準化されている。イオンの水和物への固定化を無視すれば、イオンの移動のし易さは空隙水の連続性に支配され、空隙構造が緻密化して空隙水の連続性が低下すると、導電率は低下する。一方、乾燥によっても空隙水の連続性は低下し、導電率も低下する。つまり、コンクリートが乾燥するような環境条件下において導電率によって物質移動抵抗性を評価する場合は、この二面性について配慮する必要がある。

本研究では、空隙水の連続性に支配される導電率と水で満たされていない空隙の連続性に支配される表面透気係数や表面吸水量との関係を実験的に整理し、散水処理前後で測定した導電率による表層品質評価の可能性を検討することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

供試体は高炉セメント B 種と AE 減水剤を使用した

$W/C=52.8\%$ 、 $G_{max}=20\text{ mm}$ 、スランプ 8 cm、空気量 4.5 % のコンクリートで温度 20°C、R.H. 60 % の室内で作製した。寸法は $W400\times H500\times D200\text{ mm}$ で、表-1 に示す養生方法と養生後の処置を施して試験に用いた。なお、試験面以外はアルミ粘着テープを用いてシールした。

2.2 導電率の測定方法

電流電極を $60\times 10\text{ mm}$ の矩形型にした 4 プローブ法により電気抵抗率を測定¹⁾し、その逆数をとることで導電率を求めた。なお、通電条件は既報¹⁾と同様であるが、電極間隔は 3 cm と 5 cm の 2 水準とした。

測定は材齢約 4 か月において保管直後の乾燥した状態（散水処理前）と散水処理後に実施した。散水処理は、霧吹きでコンクリート表面に水分を供給した後に濡れたウェスで約 30 分間湿布することで実施した。霧吹きによる散水は、コンクリート表面に大きな気泡の発生が確認されなくなるまで断続的に実施した。

2.3 表面透気係数の測定方法

所定期間の養生後、乾燥期間 56 日においてダブルチャンバー法による表面透気試験²⁾を実施した。1 ケースあたり 3 か所測定した平均値を試験結果とした。

2.4 表面吸水量の測定方法

表面吸水試験³⁾で 10 分間の表面吸水量を材齢約 4 か月において測定した。1 ケースあたり 2 か所測定した平均値を試験結果とした。

表-1 養生の方法と養生後の処置

No.	養生材	期間	養生方法と養生後の処置※
A	型枠用合板 1	1 日	型枠存置
B	型枠用合板 1	3 日	型枠存置
C	型枠用合板 1	7 日	型枠存置
D	貼付型保水・保温養生シート	28 日	材齢 2 日脱型、直ちにシート養生
E	保水マット	7 日	材齢 2 日脱型、直ちに湿布養生
F	貼付型保水・保温養生シート	28 日	材齢 2 日脱型、2 日静置後、材齢 4 日にシート養生
G	被膜養生剤（水分散系ポリエステル）	28 日	材齢 2 日脱型、剤を 150 g/m^2 塗布、養生後に表面塗膜部除去
H	被膜養生剤（水分散系ポリエステル）	28 日	材齢 2 日脱型、剤を 200 g/m^2 塗布、養生後に表面塗膜部除去
I	型枠用合板 2	7 日	型枠存置
J	型枠用合板 1	7 日	型枠存置、養生終了後、送風にて強制乾燥
K	貼付型保水・保温養生シート	56 日	材齢 2 日脱型、直ちにシート養生、養生終了後、送風にて強制乾燥

※養生あるいは養生後の処置後に室内（温度 20° C、R.H. 60 % 一定）に本文中に示す期間静置し、各種試験を実施。

キーワード 養生、表層品質、導電率、電気抵抗率、表面透気係数、表面吸水量

連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 TEL022-795-7430

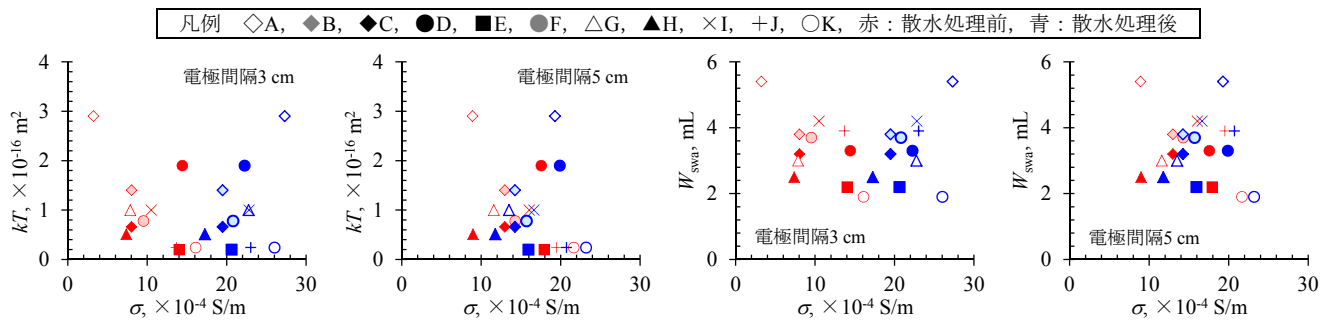


図-1 表面透気係数 kT および表面吸水試験の表面吸水量 W_{swa} と散水处理前後の導電率 σ の関係

3. 実験結果と考察

図-1 に表面透気係数 kT および表面吸水試験の表面吸水量 W_{swa} と散水处理前後の導電率 σ の関係を示す。図-1 より、電極間隔 3 cm において、 kT および W_{swa} と σ の関係には、散水处理前後でそれぞれ弱い負あるいは正の相関が確認された。これらを線形近似したときの決定係数 R^2 は 0.13~0.35 である。一方、電極間隔 5 cm においては明確な相関が確認できず、 R^2 は 0.01~0.25 であった。これは、乾燥条件下のコンクリートの σ を 4 プローブ法で測定すると、その測定値は電極間隔と同程度の深さの σ を評価している⁴⁾のに対し、 kT と W_{swa} はごく表面部の物性を評価しているためと、 σ は空隙水の連続性に支配される物性値であり、 σ は水で満たされていない空隙の連続性に支配される kT および W_{swa} とは直接の関連性はないことが原因と考えられる。

そこで、導電率の吸水処理前後の差を取る（以下、導電率変化量、 $\Delta\sigma$ ）ことで、 kT および W_{swa} との相関を比較評価した。図-2 および図-3 に kT および W_{swa} と $\Delta\sigma$ の比較結果を示す。図-2 および図-3 より、 kT および W_{swa} と電極間隔 3 cm の $\Delta\sigma$ の間には一定の相関性が確認でき、 R^2 は 0.5 以上となった。一方で、電極間隔 5 cm の結果では σ は散水处理前後でさほど変化せず、多くの養生条件において $\Delta\sigma = \pm 2.0 \times 10^{-4}$ S/m となった。これは、表面透気試験や表面吸水試験の試験結果はコンクリートのごく表面部を対象に実施した試験であるためと、散水处理による含水率の変化ならびにそれに伴う導電率の変化がごく表面部に留まるためと推察される。

ただし、最も低品質の供試体 A では、電極間隔 5 cm においても $\Delta\sigma$ が大きくなった。これは低品質のコンクリートであると深部まで水分が浸透し、電極間隔 5 cm で測定される σ に影響を及ぼすためと考えられ、複数水準の電極間隔にて $\Delta\sigma$ を評価することで、より適切な品質評価が可能になることを示唆するものである。

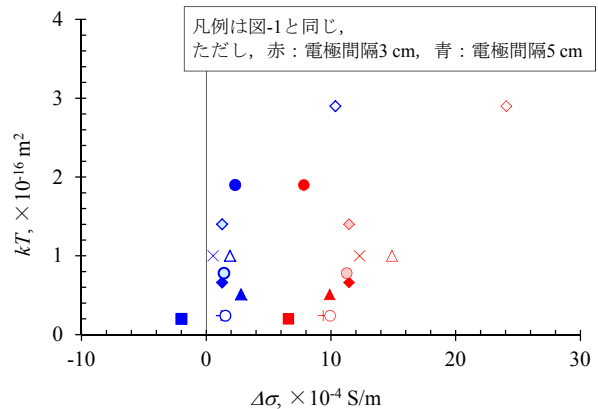


図-2 表面透気係数 kT と導電率変化量 $\Delta\sigma$ の関係

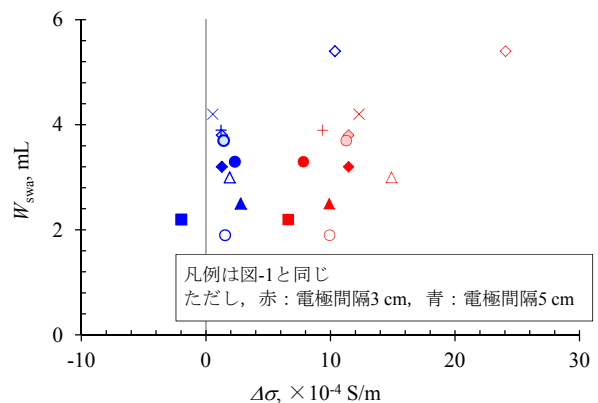


図-3 表面吸水量 W_{swa} と導電率変化量 $\Delta\sigma$ の関係

4. まとめ

散水处理前後の導電率の変化量は、表面透気係数や表面吸水試験の表面吸水量と相関があり、乾燥した空隙構造に関連する表層品質の評価に適した評価指標である可能性を示すことができた。

参考文献

- 1) 矢野ら：電流電極の先端の形状が 4 プローブ法による電気抵抗率の測定値に及ぼす影響，土木学会年次学術講演会講演概要集，Vol.68, No.741-742, 2013.9
- 2) R.J. Torrent, A two-chamber vacuum cell for measuring the coefficient of permeability to air of the concrete cover on site, *Materials and Structures*, Vol. 25, No. 6, pp. 358-368, 1992
- 3) 林ら：コンクリートの表面吸水試験における計測方法およびデータ処理方法の提案，コンクリート工学年次論文集，Vol.134, No.1, pp.1804-1809, 2012
- 4) 皆川ら：乾燥により生じた含水率分布が 4 プローブ法により計測されるコンクリートの電気抵抗率に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.35, No.1, pp.1111-1116, 2013