

けい酸塩系表面含浸材を含浸させた後の養生条件がモルタルの電気抵抗率に及ぼす影響

東北大学 学生会員 ○西谷 朋晃
東北大学 正会員 皆川 浩
東北大学 正会員 久田 真
(株)エバープロテクト 正会員 高島 達行

1. 研究の背景と目的

近年、電気抵抗率を用いたけい酸塩系表面含浸材（以下、含浸材と称す）の品質管理方法の検討が進められているが、電気抵抗率の変化程度は、含浸材の種類や塗布後の養生条件などによって異なる可能性があり、その変化要因を明確にする必要がある。

本研究では、含浸材を含浸させた後に種々の環境下にて養生した薄型のモルタル供試体の電気抵抗率を測定し、含浸材が電気抵抗率の変化に及ぼす影響およびその養生依存性について基礎的検討を実施した。

2. 実験概要

(1) 供試体の配合と作製方法

モルタルは $W/C=50\%$ 、 $S/C=3.0$ の配合とし、使用結合材は研究用普通ポルトランドセメント（密度： 3.16 g/cm^3 ，比表面積： $3310\text{ cm}^2/\text{g}$ ），細骨材に JIS R 5201 に規定されるセメント強さ試験用標準砂（密度： 2.64 g/cm^3 ，吸水率： 0.42% ）を使用した。含浸材は Li+K 系（A type），Li+K 系（B type），Li+Na 系，Na+K 系の 4 種類を使用した。なお，A type の方が Li の比率が大きい配合である。供試体寸法は $10\times 40\times 80\text{ mm}$ で、木製型枠に JIS R 5201 に準拠して練り混ぜたモルタルを打設することで作製した。

(2) 養生および含浸材塗布方法

養生は JSCE K 571 に準拠し、打設後、24 時間静置した後脱型し、 20°C の水中で 6 日間養生した。その後、温度 23°C ，相対湿度 50% の恒温恒湿槽で 28 日間養生し、試験用基板とした。試験用基板に均一に含浸材を含浸させるため、脱気装置を用いて 24 時間の間、強制的に各種含浸材を含浸させた。なお、原状供試体として、含浸材の代わりに純水を含浸させた供試体も併せて作製した。含浸後は、養生温度を 23°C ，養生湿度を R.H.90%，50%および封緘養生の 3 水準とした恒温槽に供試体を静置し、塗布材齢が 0，7，14，28 日（以下、

0 d, 7 d, 14 d, 28 d）の時点で各種測定を実施した。

(3) 測定項目

所定の塗布材齢に達した供試体を用いて、四電極法による断面修復材の体積抵抗率測定方法（案）（JSCE-K 562-2010）により供試体の電気抵抗率を測定した。また、JIS A 1476 に準拠して供試体の空隙率および容積基準質量含水率を測定した。

3. 実験結果および考察

(1) 含浸材の塗布材齢による影響

図-1 に養生ごとの養生直後の電気抵抗率の経時変化を示す。全体的な傾向として、いずれの養生においても塗布材齢の経過に伴い電気抵抗率は増加するが、その増加程度は 7 d 以降で緩やかになり、28 d でほぼ安定する。ただし、R.H.50%養生の養生直後の電気抵抗率は 14 d 以降も増加した。これは、供試体の乾燥に伴う電気抵抗率の増加が顕著になったためと考えられる。

(2) 含浸材の塗布および養生条件の違いによる内部状態の変化の影響

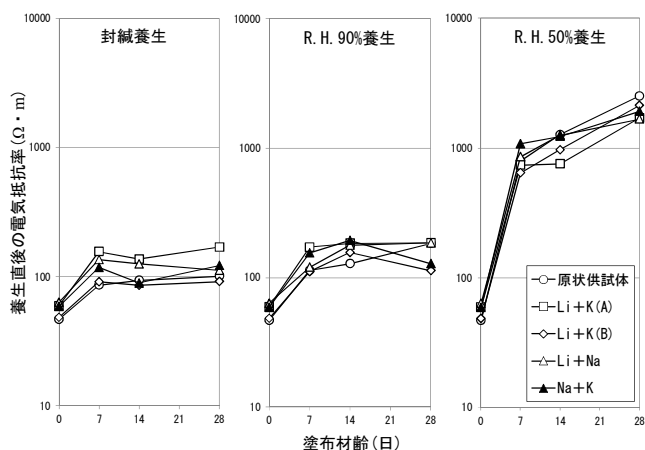
図-1 より、養生直後の電気抵抗率を見ると、封緘および R.H.90%養生では原状供試体よりも含浸材を塗布した供試体の方が電気抵抗率は高い傾向が見られた。しかし、比較的乾燥環境下での養生条件となる R.H.50%養生では、必ずしも前述のような傾向は見取れなかった。ここで、図-2 に 28 d における各供試体中の単位容積あたりの水分および空隙の体積を示す。すなわち、縦軸が空隙量を表し、そのうち水で満たされた空隙量を湿潤空隙量、水で満たされていない空隙量を乾燥空隙量とする。封緘養生では、原状供試体に比べて含浸材を塗布した供試体の湿潤空隙量は少なくなっている。これは、含浸材の水和反応により内部水が消費されたためであり、この影響により電気抵抗率が原状供試体と比較して大きくなったと考えられる。また、R.H.90%養生では、おおむね原状供試体に比べ

キーワード けい酸塩系表面含浸材，電気抵抗率，四電極法，含水率

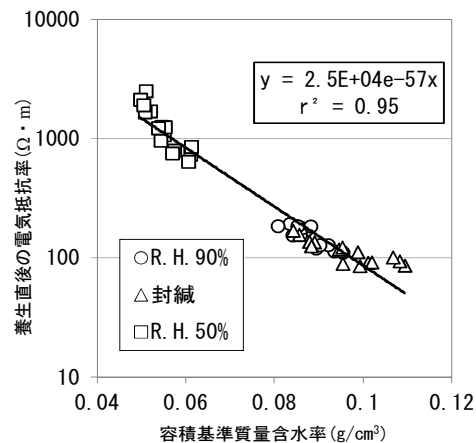
連絡先

〒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

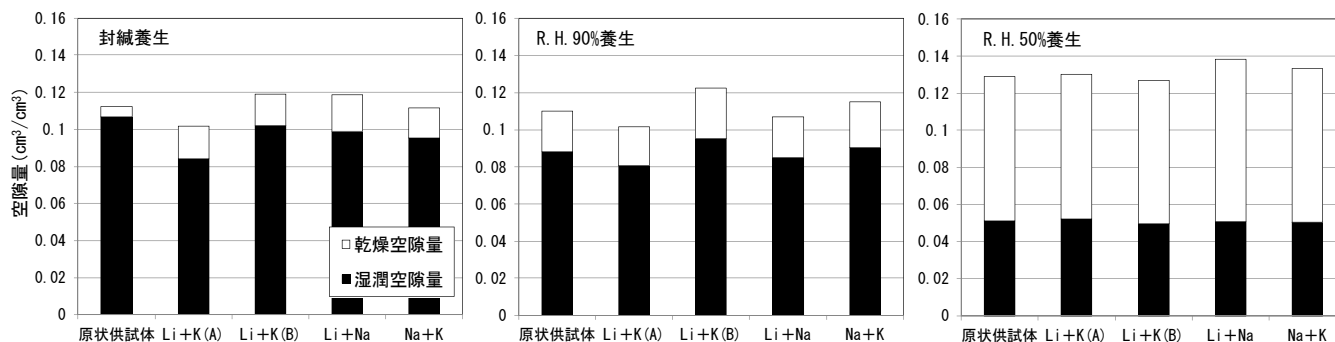
T E L 022-795-7430



図－1 電気抵抗率の経時変化



図－3 電気抵抗率と容積基準質量含水率



図－2 供試体内部の単位容積あたりの水分および空隙の体積

て含浸材を塗布した供試体の湿潤空隙量は少なくなっているが、Li+K 系 (B type) のように原状供試体よりも湿潤空隙量が多くなり電気抵抗率が原状供試体と比較して小さくなっているものも存在する。これは、本研究の範囲では R.H.90 %養生は封緘養生に比べて乾燥環境であり、特に原状供試体において乾燥による水分の逸散が進んだことが影響していると考えられる。一方、R.H.50 %養生では水分の逸散により封緘養生および R.H.90 %養生よりも湿潤空隙量が大きく減少している。しかし、含浸材の有無による供試体の湿潤空隙量に大きな変化は見られず、含水量以外の要因が電気抵抗率の違いを生じさせていると推測される。ここで、イオン強度が大きくなると電気抵抗率は小さくなる¹⁾とされている。含浸材には多量の電解質が含まれており、比較的乾燥環境下では電解質量が増加したことによる影響が支配的になり、電気抵抗率は原状供試体と比較して小さくなったと考えられる。

(3) 塗布後の養生湿度による影響

図－3 に 28 d までにおける電気抵抗率と容積基準質量含水率の関係を示す。含水率と電気抵抗率の値には高い相関性が見られ、含水率が小さい供試体ほど電気

抵抗率は大きい値を示している。この結果は既往の知見²⁾にも一致し、含浸材を含浸させたモルタルにおいても電気抵抗率は母材の含水状態に強く支配される可能性が高いと考えられる。

4. 結論

- 1) 含浸材の塗布によるモルタルの電気抵抗率の変化傾向は養生条件により異なり、比較的湿潤環境下では電気抵抗率は原状供試体と比較して大きくなり、28 d でおおむね安定する。また、比較的乾燥環境下では電気抵抗率は原状供試体と比較して小さくなる。
- 2) 含浸材を含浸させたモルタルの電気抵抗率は供試体中の含水状態に強く支配される。

参考文献

- 1) 榎原彩野ほか: 電気抵抗率による物質透過性評価に及ぼすイオン濃度の影響, 土木学会年次学術講演会講演概要集, Vol.65, 2010.08
- 2) 川俣孝治ほか: セメント系材料の電気抵抗率測定方法に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.26, No.1, pp. 1107-1112, 2004.7