

コンクリートの含水状態の違いが硝酸銀溶液噴霧法の結果に及ぼす影響

木更津工業高等専門学校	正会員	○青木 優介
木更津工業高等専門学校専攻科		佐藤 一鉄
ものつくり大学	正会員	澤本 武博
ものつくり大学	正会員	森濱 和正
株式会社中研コンサルタント	正会員	川俣 孝治

1. はじめに

硬化コンクリート中への塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>) 浸透状況を確認する方法として硝酸銀溶液噴霧法がある。同法の実施例を図-1 に示す。Cl<sup>-</sup>が浸透したコンクリートの断面に硝酸銀溶液を噴霧すると、硬化組織の空隙中の水に溶解している Cl<sup>-</sup>と硝酸銀溶液に含有されている銀イオン (Ag<sup>+</sup>) が化合し、Cl<sup>-</sup>≧Ag<sup>+</sup>となる領域に白色の塩化銀が発現する<sup>1)</sup>。よって、Cl<sup>-</sup>の浸透面から白色化した領域の境界までの深さを目視すれば、供給した Ag<sup>+</sup>量に応じた、Cl<sup>-</sup>量の浸透深さやその変動を確認することができる。

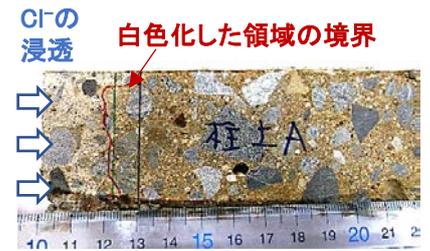


図-1 硝酸銀溶液噴霧法の実施例

同方法の結果は硝酸銀溶液の濃度や噴霧量の違いによって変動するが<sup>2)</sup>、コンクリートの含水状態の違いによって変動することも想定される。たとえば乾燥が進んでいる場合は、硬化組織の空隙中の水が少ないため、Cl<sup>-</sup>が十分に溶解できておらず、白色化の条件となる Cl<sup>-</sup>≧Ag<sup>+</sup>が満たされるには多くの全 Cl<sup>-</sup>量が必要とされ、その結果、白色化した領域の境界の位置が Cl<sup>-</sup>の浸透面から近くなる可能性がある。

本研究では、コンクリートの含水状態の違いが硝酸銀溶液噴霧法の結果に及ぼす影響を実験的に解明する。

2. 実験方法

2.1 実験条件

実験条件を図-2 に示す。普通ポルトランドセメント、水道水、山砂を用いて、W/C45, 55, 65%のモルタルを作製し、それぞれ直径100mm, 高さ200mmの円柱供試体を1本作製した。各供試体は材齢28日まで封緘養生後、濃度10%の塩水に1~

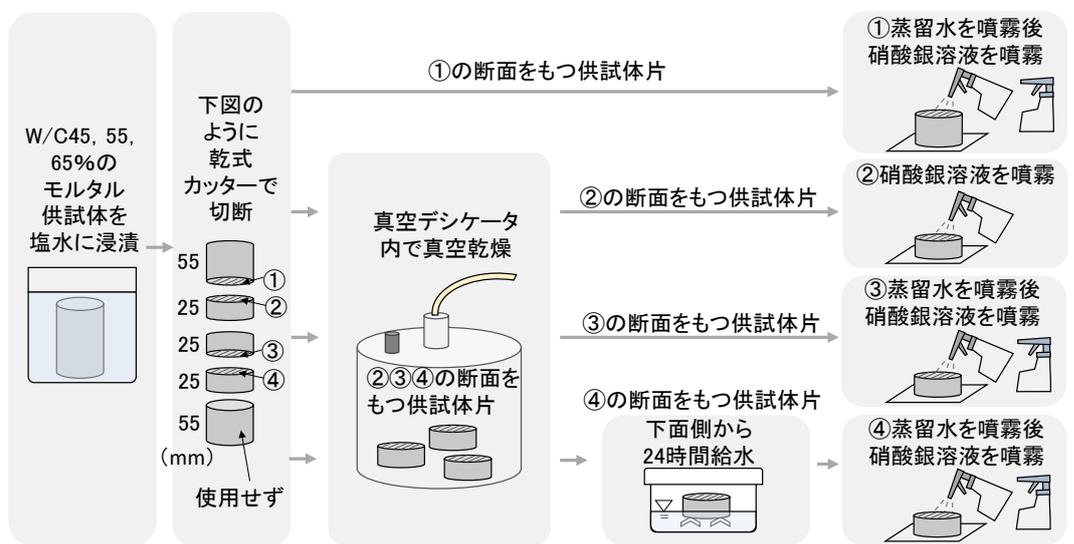


図-2 実験条件の一覧(異なる含水状態の実現方法)

2か月程度浸漬し、その後、図中に示すように乾式カッターで切断した。この際、各供試体の2対4面の断面に①②③④とナンバリングし、それぞれ異なる含水状態にした。①の断面には切断直後に蒸留水+硝酸銀溶液の噴霧を行った。②③④の断面をもつ供試体片は真空デシケータ内で一定質量になるまで乾燥し、その後、②の断面には硝酸銀溶液のみを噴霧し、③の断面には蒸留水+硝酸銀溶液を噴霧した。また、④の断面をもつ供試体片には下面側から給水を24時間行い、その後、④の断面に蒸留水+硝酸銀溶液を噴霧した。

キーワード 硝酸銀溶液噴霧法, 含水状態, 塩化物イオン

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1 木更津高専 TEL0438-30-4155

## 2.2 測定対象

全供試体での硝酸銀溶液噴霧後の断面①②③④の様子を図-3に示す。本実験では、白色化した領域の境界でのモルタル中の全 Cl 量を測定の対象とした。なお、供試体への Cl の浸透方向ゆえ、この全 Cl 量が多くなるほど、白色化した領域の境界は円周に近い位置に現れる。

本実験では、断面にやや浮く程度の量の硝酸銀溶液 (0.1mol/L) を噴霧してから 60 分後に発現していた境界上を、図-4のように直径 3mm のコンクリートドリルで削孔した。削孔粉を試料とし、NDIS3433:2017 硬化コンクリート中の塩化物イオン量の簡易試験方法によって、試料中の全 Cl 濃度を測定した。また、測定した全 Cl 濃度に別途測定した各供試体の単位体積質量を乗じて、断面①②③④における、白色化した領域の境界でのモルタル中の全 Cl 量をもとめた。

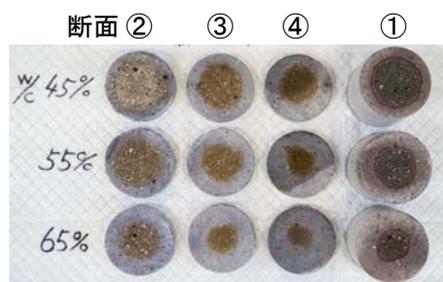


図-3 硝酸銀溶液噴霧後の断面



図-4 境界上を削孔している様子

## 3. 実験結果および考察

各供試体の断面①②③④における、白色化した領域の境界でのモルタル中の全 Cl 量を図-5に示す。

境界での全 Cl 量の多さは、いずれの W/C でも断面② > ③ > ① > ④の順となっている。断面④で最少になった理由については後述するが、基本的に、コンクリートが乾燥状態にあるほど境界での全 Cl 量が多くなっているといえる。これは、空隙中の水が少ないため、Cl が十分に溶解できておらず、白色化の条件となる  $\text{Cl}^- \geq \text{Ag}^+$  が満たされるまでに、より多くの全 Cl 量が必要とされた結果だと考えられる。

なお、飽水状態だった断面①に比べて、乾燥状態だった断面②では境界での全 Cl 量が 2.5 倍程度に達している。一方、乾燥状態だった断面に蒸留水を噴霧してから硝酸銀溶液を噴霧した断面③での全 Cl 量は断面①の値に近い。このことから、乾燥が進んだコンクリートでも、硝酸銀溶液を噴霧する前に十分な量の蒸留水を噴霧すれば、飽水状態での結果に近づけることができる可能性がある。ただし、乾燥状態だった断面に下面側から 24 時間給水した断面④での全 Cl 量は断面①の 0.5 倍程度となっている。この原因は明らかではないが、乾燥状態にあるコンクリートを飽水状態にしようと長時間給水すると、Cl の溶解が過大となる可能性がある。

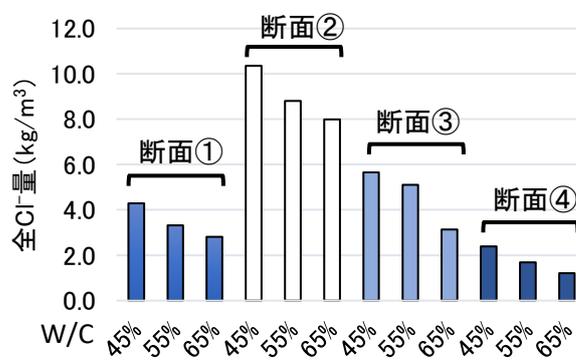


図-5 各断面における境界での全 Cl 量

## 4. まとめ

コンクリートの含水状態の違いが、硝酸銀溶液噴霧法における白色の領域の境界での全 Cl 量を変動させることがわかった。このことは、同方法の結果として確認される、Cl の浸透面から白色化した領域の境界までの深さを変動させる原因となる。同方法を利用する際には、硝酸銀溶液の濃度や噴霧量の違いによる影響とともに、このことについても留意しておくことが望まれる。

## 参考文献

- 1) 青木優介, 板倉あい, 天野誠次郎, 澤本武博: 硝酸銀溶液の噴霧量が硝酸銀溶液噴霧法の結果に及ぼす影響, コンクリート構造物の非破壊検査シンポジウム論文集, Vol.6, pp.13-16, 2018.8
- 2) 大橋夏樹, 三澤恵太, 青木優介: 硝酸銀溶液の噴霧量の個人差が変色境界の塩化物イオン量に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, 第 42 巻, pp.1564-1569, 2020.7