

けい酸塩系表面含浸材の材料検査法および施工確認試験法の開発

金沢工業大学 正会員 ○大嶋 俊一
金沢工業大学 学生会員 黒岩 大地
(株)エバープロテクト 正会員 高島 達行
富士化学(株) 正会員 西野 英哉
金沢工業大学 正会員 宮里 心一

1. はじめに

昨今のコンクリート補修材として注目を集めている表面含浸材の一つであるけい酸塩系表面含浸材(以下、表面含浸材と略す)は、コンクリート表面に塗布することにより表層を緻密化し、劣化因子の侵入を抑制するものである。表面含浸材は無色透明であるため、フェノールフタレイン試薬により施工面が赤く変色することで施工確認を行っている。しかしながら、フェノールフタレインはアルカリ性であれば赤く変色するため、表面含浸材の塗布を間接的に確認しているにすぎない。そこで本研究では、表面含浸材の主な成分であるけい酸に着目し、けい酸を検出するためにモリブデンブルー法を応用し、新しい表面含浸材の材料検査法および施工確認試験法の開発を行った。本法は、表面含浸材の主成分であるけい酸を比色法により、比較的簡便にかつ直接的に確認することを目的とした方法である。

2. 実験概要

2.1. モリブデンブルー法

本研究で用いたモリブデンブルー法は、JIS K0101 工業用水試験方法で定められているイオン状シリカ(けい酸)の測定法の一つである。その原理の概略は、けい酸がモリブデン酸アンモニウムと反応し、黄色のモリブドケイ酸を生成する。その後、アスコルビン酸により還元することで、モリブデンブルーと呼ばれる青色の化合物となり、その吸光度から、けい酸の定量を行う比色定量法である。本研究では、このモリブデンブルー法を用いて、けい酸を検出することにより材料検査および施工確認を行った。

2.2. 使用材料と供試体

表面含浸材として表 1 に示す主な成分が異なる 3 種類を用いた。供試体には JIS A5371 規格のプレキャスト無筋コンクリート平板製品(300×300×60mm)を用いた。コンクリート平板の表面を洗浄後、含浸材を塗布し、散水処理を繰り返し行い、試験体として用いた。モリブデンブルー法を応用した確認試験法には、試薬 a(モリブデン酸アンモニウム塩酸溶液)、試薬 b(酒石酸溶液)、試薬 c(L-アスコルビン酸粉末)を用いた。

表 1 使用した表面含浸材

含浸材 A		含浸材 B	含浸材 C
主な成分	けい酸リチウム	けい酸ナトリウム けい酸カリウム	けい酸ナトリウム

2.3. 材料検査法および施工確認試験法

図 1 に材料検査法および施工確認試験法の流れを示す。本法は、試料に試薬 a を滴下して 3 分後に、試薬 b を加え、さらに 1 分静置後、試薬 c を加え、試料の色の変化を確認した。この際、けい酸が検出されると、試料は青く変色する。材料検査において、表面含浸材を 10 倍希釈したものを試料とした。一方、施工確認試験では、塗布したコンクリート表面を水で濡らし、ろ紙を貼り付け 3 分間静置させ、そのろ紙を試料とした。この際、ろ紙を貼り付ける前に、必要に応じてコンクリート表面を湿潤させてから、ろ紙を貼り付けた。

3. 結果と考察

表面含浸材 3 種類の材料検査を本法によって行ったところ、試薬 a を加えて 3 分後には、薄い黄色に変色し、モリブドケイ酸の生成を確認できた。試薬 c を加えた後は、図 2 のように濃青色へと変化した。一方、ブランクとして、水道水および蒸留水を用いて確認試験を行ったところ、水道水では青く変色したが、蒸留水では変色は確認できなかった。水道水にはイオン状シリカが含まれているため、変色するのは避けられないことであり、図 2 から分かるように変色の度合いで十分に判別は可能だが、材料検査のブランクとしては蒸留水を用いる方がより好ましい。

表面含浸材塗布後、24 時間、7 日、15 日後の施工確認を本法により行った。施工確認試験においても、水道水を用いてろ紙を濡らすと、水道水に含まれるイオン状シリカと反応して青く変色してしまうので、ろ紙を濡らす際には蒸留水程度の純水を用いることが必要であった。

はじめに塗布して 24 時間後の試験体表面を蒸留水で 3 分間湿潤させた時の試験結果を図 3 に示す。図から分かるように、表面含浸材を塗布していないブランク試料でも青への変色が確認されたが、塗布した場合に比べて色が薄く、塗布した場合との差が確認できた。次に、塗布 7 日後の試験体表面を湿潤させずに、確認試験を行ったときの結果を図 4 に示す。ブランク試料では色の変化が確認できなかったが、表面含浸材を塗布した試料では、変色度合いに差はあるが、青く変色し、塗布確認を行うことができた。また 7 日後と同様に、試験体表面を湿潤させずに、塗布 15 日後の確認試験を行った結果を図 5 に示す。ブランク試料では変色しなかったが、表面含浸材 A と C を塗布した試料では青への変色が確認できた。しかしながら、表面含浸材 B を塗布した試料では青く変色しなかった。さらに試験体表面の湿潤時間を変えても、同様な結果となった。表層に残存しているけい酸の量は、表面含浸材の浸透深さや浸透速度に関係すると考えられ、表面含浸材 B を塗布した試験体では表層に残存しているけい酸を検出できなかったと考えられる。すなわち、表面含浸材の成分によって、その浸透深さや反応性などが異なるため、試薬濃度や湿潤方法などの詳細な条件設定が必要であることが示唆された。

4. まとめ

本研究では、モリブデンブルー法を応用したけい酸塩系表面含浸材の材料検査法および施工確認試験法の開発を行った。その結果、本法によりけい酸塩系表面含浸材は濃青色へと変色し、簡便かつ迅速に確認することができたため、材料検査法として実現場への応用が十分に可能である。また表面含浸材塗布 7 日後までは表面含浸材の成分によらず青く変色したことから、比色による目視での施工確認が可能であり、施工確認試験法としての有用性が示唆された。しかしながら、表面含浸材の成分によっては塗布 15 日後では確認できなかったり、水道水を用いると大きな差異が現れなかったりと、実現場での施工確認試験法として確立するためには、諸条件の詳細な条件設定が必要であり、今後更なる検討を行っていく予定である。

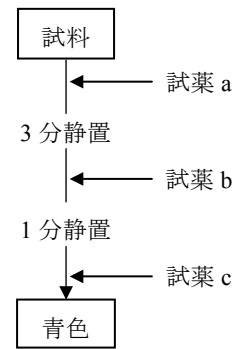


図 1 材料検査法および施工確認試験法の流れ



図 2 材料検査結果



図 3 塗布 24 時間後の施工確認試験結果

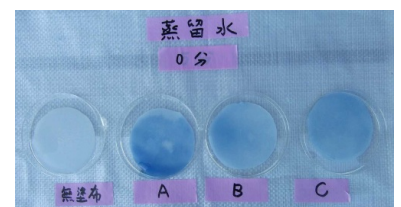


図 4 塗布 7 日後の施工確認試験結果検査

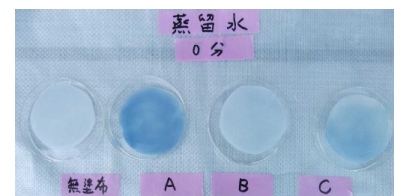


図 5 塗布 15 日後の施工確認試験結果