

デジタルカメラを用いたケイ酸塩系表面含浸材の施工確認手法の提案

○福岡大学大学院 学生会員 内野貴博 福岡大学 正会員 樋原弘貴
 福岡大学大学院 正会員 添田政司 福岡大学 正会員 大和竹史

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の耐久性向上及び劣化抑制を目的としたケイ酸塩系表面含浸材を用いた表面含浸工法がある。この工法の施工確認には、この材料のアルカリ性に着目してリトマス試験紙やフェノールフタレイン溶液の変色によって評価する方法などが提案されているが、確認範囲が局所的と限定されている。そこで、広範囲に塗布箇所を把握できる手法が求められている。そこで本研究は、含浸材を塗布した場合に少なからず生成される水ガラスとコンクリートとの材質の違いによる乾燥速度に着目し、散水後のコンクリート表面をデジタルカメラによって撮影し、画像処理による施工確認手法の提案を行ったものである。

2.1 試験方法及び概要

室内試験において、適用可能性を検討するために実験で使用した供試体は、表-1に示す配合で普通セメントを用いた15×15×15cmの角柱コンクリートである。28日間の気中養生を行った後に、表-2に示す物性の含浸材①をヘラを用い規定量塗布した。含浸材塗布面は、打設側面の2面とし、残りの2面を無塗布とした。含浸材の塗布方法は、含浸材を塗布した後に散水する施工Aと、散水してから含浸材を塗布し、再び散水する施工Bの2通りで行った。

測定方法としては、塗布後7、14日で、濡れタオルによってコンクリート表面に10分間覆い、その後、供試体を温度20℃、湿度60%環境下で自然乾燥させ、

0、5、10、15、60分後のコンクリートをデジタルカメラ

(12MEGA)で70cm離れた位置で等倍により撮影した。その後、JTrim(フリーソフト)を用いてヒストグラムにより輝度レベルを算出し、(1)によって乾燥指数を求めた。

次に、実施工での適用可能性を検討するため、既設構造物の壁面(50×80cm)において含浸材を塗布し室内試験と同様の方法で試験を行った。塗布方法は、施工Aで行っており、含浸材種類は、表-2に示す銘柄の異なる3種類を用いた。なお、撮影は構造物から2m離れた位置で壁面と平行に等倍で行っている。表-3には、含浸材塗布後7日間の天気を示す。評価時期としては、天気の影響を考慮したため、塗布後3日及び7日で評価を行った。

2.2 結果及び考察

写真-1には、室内試験における気中養生を行ったコンクリートに含浸材を塗布後7日で濡れタオルにより吸水させた後のコンクリートの外観を示す。試験開始15分になると、無塗布は、含浸材を塗布したいずれの供試体より表面の色の変化が大きいことがわかる。図-1には、塗布後7日で撮影した画像を基に算出した乾燥指数の経時変化を示す。含浸材を塗布した供試体は、いずれの施工方法も無塗布より乾燥指数が小さくなる結果を示した。これは、水ガラスとコンクリートの材質の違いが乾燥指

表-1 配合表

W/C (%)	s/a (%)	単位水量 (kg/m ³)				スランブ (cm)	空気量 (%)
		W	C	S	G		
60	47	165	275	830	1004	8.2	4

表-2 表面含浸材の物性

含浸材	成分 (%)		密度 (g/cm ³)	粘土 (mPa・S)	pH
	Na	Si			
①	8.89	17.28	1.23	6.5	11.21
②	5.7	10.6	1.1	4.5	11.23
③	—	—	1.14	5	11.5

$$\text{乾燥指数 (\%)} = \frac{\left[\begin{array}{c} \text{任意時間の} \\ \text{輝度レベル} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{0分での} \\ \text{輝度レベル} \end{array} \right]}{\left[\begin{array}{c} \text{0分での} \\ \text{輝度レベル} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{60分での} \\ \text{輝度レベル} \end{array} \right]} \times 100 \quad \dots (1)$$

表-3 含浸材塗布から1週間の天気

塗布日数	0	1	2	3	4	5	6	7
天気	雪	晴れ	晴れ	晴れ	雨	雨	晴れ	晴れ

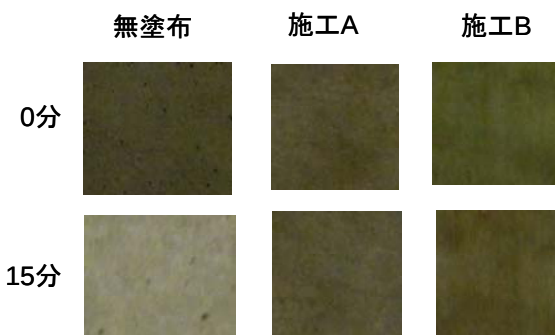


写真-1 画像処理による評価(外観調査)

数の差として現れたものと推察される。図-2 には、含浸材塗布後 14 日で測定を行った場合の乾燥指数の経時変化を示す。14 日目になると、施工 A の方法で塗布した供試体の乾燥指数は、無塗布よりも乾燥指数が小さくなっているのに対し、施工 B は同程度になっている。これは、含浸材塗布時のコンクリートの含水率の違いが影響したものと予想され、コンクリートの含水率が高い状態で塗布した場合には、時間の経過にともなって浸透性や Ca^{2+} との反応性が高くなる¹⁾。よって、含浸材塗布前に散水处理を行った施工 B の方が、施工 A に比べて、コンクリート表層に残存していた水ガラスが速く消費されたことによるものと考えられる。以上のことから本手法は、含浸材塗布 7 日までの範囲で施工確認は可能であると考えられる。

屋外試験では、室内試験より含浸材塗布後 7 日までの早い時期での施工確認が可能であることや天気の影響を考慮して、塗布後 3 日および 7 日での測定を行った。図-3、4 には、塗布後 3 日および 7 日での乾燥指数の経時変化をそれぞれ示す。塗布後 3 日において、含浸材を塗布した供試体は、いずれも無塗布よりも乾燥指数が小さくなっているのに対し、塗布後 7 日においては、無塗布と同程度となっている。表-3 には、塗布後から 7 日間の天気を示しているが、4、5 日目に雨が降っていることを考えると、この雨によってコンクリート表層の水ガラスが溶け出し、コンクリート内部に浸透もしくは、洗い流されたことが影響したものと予想される。このため水ガラスとコンクリートとの材質の違いによる乾燥速度に差が見られなかったと考えられる。以上のことから、実施工においても本手法は適用可能であると考えられる。ただし、雨が撮影前に降っている場合には、評価できない可能性がある。

図-5 は、撮影時の日照の有無が乾燥指数に影響を与える場合の経時変化を示す。いずれの供試体の乾燥指数は、上下に大きく変動していることが分かる。撮影時の日照の変動が激しい場合には、輝度レベルに影響が及ぶため適切な評価が難しいと考えられる。

4. まとめ

水ガラスとコンクリートとの材質の違いに着目し、デジタルカメラを用いて乾燥指数を算出することで施工の有無を広範囲で確認することが可能であることが分かった。ただし、適切な評価を行うためには、塗布後から比較的早い時期に評価を行うこと、降雨を受ける前に行うこと、日照の変動が激しい場合は避けることなどの注意が必要である。

参考文献

1) 樫原貴ほか：ケイ酸塩系表面含浸材の浸透特性および保護性能に関する基礎的研究，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，第 8 巻，pp77-84，2008.10

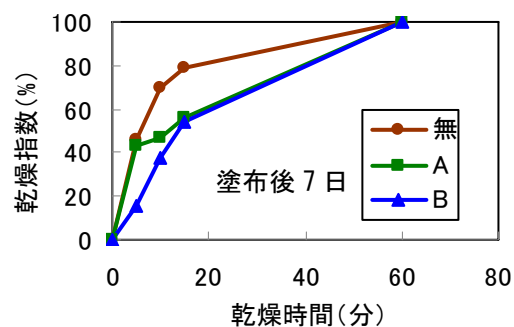


図-1 含浸材塗布後 7 日における室内試験

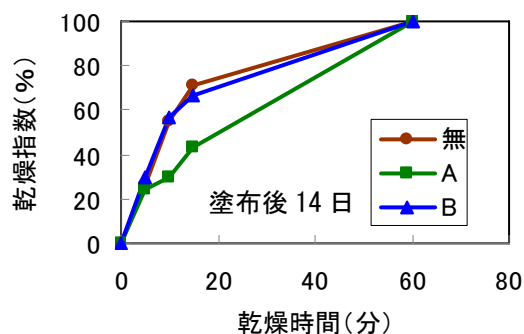


図-2 含浸材塗布後 14 日における室内試験

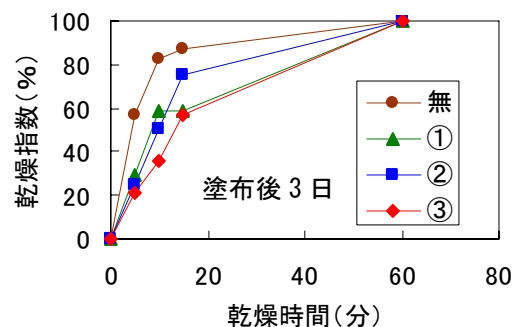


図-3 含浸材塗布後 3 日における屋外試験

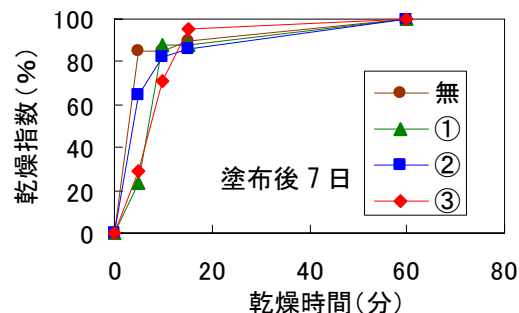


図-4 含浸材塗布後 7 日における屋外試験

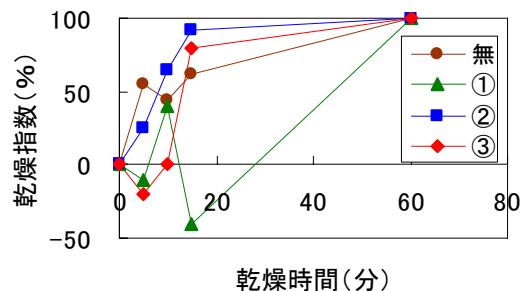


図-5 日照の変動が有る場合の屋外試験