

明度差を考慮したコンクリート構造物の補修方法に関する基礎的研究

東京大学大学院 学生会員 ○竹下 直樹
 東京大学生産技術研究所 正会員 加藤 佳孝

1. 目的

現在、日本のコンクリート構造物の補修の方法としては、発生したひび割れ部分へのモルタル注入や、断面修復工法と呼ばれる劣化した部分を除去して新しいコンクリートを打設する工法が一般的である。これら補修用のモルタル・コンクリートを強度や耐久性等の性能面から見た研究は多数存在する。しかし、補修によって新しく加えられた部分と、残された古い部分の色の対比についての研究はない。補修工事を必要とする構造物は大抵建設されてから数十年が経過しており、外壁面は黒く汚れてしまっている場合が多い。ここに新しくコンクリートを付け加えた場合、新旧のコンクリートのコントラストの差異のために、逆に補修部分が目立つ「汚い」構造物になってしまう恐れがある。特に近代の文化遺産と呼ぶに相応しい構造物に補修を加えた場合、補修したためにかえって文化的価値が損なわれる危険性が大きい。

このような現状を踏まえ、対象を断面修復工法に用いるためのコンクリートとし、汚れの原因物質である煤塵をコンクリートに添加することによる色（明度）の変化とその添加量の関係を調べ、さらには配合を調整することによって求める色が出るようにすることが本研究の目的である。

2. 実験概要

コンクリートの汚れの主な原因物質は自動車や工場から排出される炭素粒子である¹⁾。本研究では模擬的に顔料であるカーボンブラックを通常のコンクリートに混合することで「汚れた」コンクリートを再現しようと考えた。カーボンブラックの混合量によって6種類（セメント質量に対して0%,0.1%,0.3%,0.5%,0.7%,1.0%）の円柱供試体をそれぞれ3本ずつ作成し、材齢7日および28日での測色試験と圧縮強度試験を行った。その配合を表1に示す。

測色試験では、作成した供試体の色を色彩輝度計（コニカミノルタ製CS-100A）を用い、C光源（1000ルクス、室内）の条件の下で測定した。測定の様子は図1の通りである。測定では一つの供試体の片方の面につき3箇所を3回ずつ計測し、平均をとることでなるべく誤差を小さくするように測定した。ここで打設時に底となる部分を底面、上部にくる部分を上面とする。上面を研磨し、研磨面を測定することでコンクリート内部の色の変化を測定し、底面を測定することでコンクリート表面の色の変化を測定した。また、作成した供試体の強度を比較するために圧縮試験を行った。混合した炭素の量によって分類した種類ごとに3本ずつの圧縮強度を求め、平均化した。

表1：供試体の配合条件

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
		W	C	S	G
50	45	170	340	802	1003

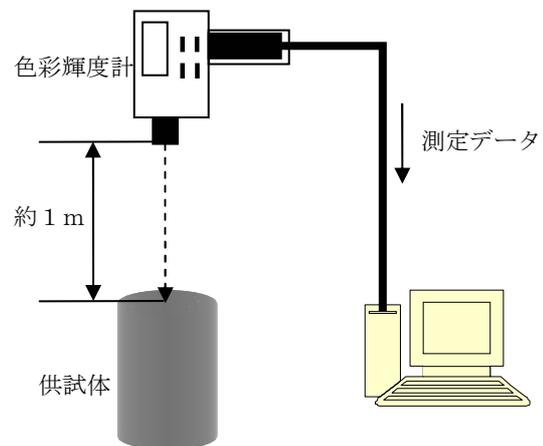


図1：測色試験概要

3. 実験結果および考察

材齢7日・28日の供試体の底面の測色試験結果をそれぞれ図2および図3に示す。これらの図に見られる

キーワード：汚れ 明度 コンクリート 断面修復

〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 TEL03-5452-6391（内線 58090）

ように、底面については、一定の明度低下が確認できた。そのため、明度低下の傾向を知るために各種類ごとに明度を平均化し、それらの値の近似直線を求めた。

その結果それぞれの近似直線の方程式は

$$y = -1932.7x + 61.452 \quad (\text{材齢 7 日})$$

$$y = -3393.2x + 134.5 \quad (\text{材齢 28 日})$$

となった。ここで北川の研究²⁾によると、コンクリート構造物の明度は汚れるにしたがって低下していき、最終的には明度 4 程度で定常状態になる。このことより、近似直線を利用すると炭素をセメントに対して材齢一週間の場合は 2.92%、材齢四週間の場合は 3.85% 混合することで定常状態と同じ明度になると考えられる。

その一方で、研磨した上面の明度は材齢 7 日の場合は約 65 で、これは粗骨材のみの明度を測定した場合とほぼ一致する。このことよりこれは供試体内部のセメント分の色に由来するのではなく、研磨することによって骨材が露出し、その骨材の明度に影響を受けたものだと考えられる。また、炭素を混合してもコンクリートの強度には明確な変化は見られなかった。

次に、材齢による明度変化を調べてみると、全体的に材齢 28 日目の供試体の方が約 50~70 明度が高くなった。コンクリートが三週間程度でそこまで変質することは考えにくく、今後詳細に検討していく予定である。

4. まとめ

1. 炭素の混合量とコンクリート表面の明度変化には明確な相関関係があることが分かった。

このことより、炭素をセメント質量に対し 3~4% 程度混合すれば汚れが定常状態である明度 4 のコンクリートを作成できると考えられる。

2. 炭素を混合してもコンクリートの強度には明確な変化は見られない。しかし、今回の実験で混合した炭素は微量であり、更なる研究が必要である。
3. 本研究では擬似的に顔料を用いたが、実際の工場の煤塵等を混合して、顔料とどのような差異が現れるか分析することも肝要である。

謝辞

本研究は東京大学生産技術研究所魚本・岸・加藤研究室にて行ったものであり、同研究室の皆様にご協力いただいたことに感謝の意を表します。

1) 仕入・地濃：コンクリート表面の汚れとその対策 コンクリート工学 Vol.24 No.7 1986.7

2) 北川・皆川・佐藤：法面工と橋梁におけるコンクリートの汚れ過程の分析 土木学会論文集 No.506 IV-26 p35-44 1995.1

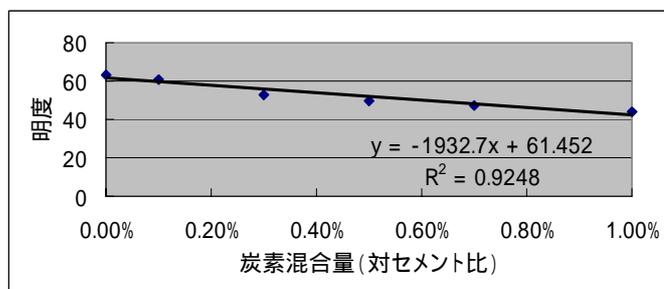


図 2：供試体底面の明度変化（材齢 7 日）

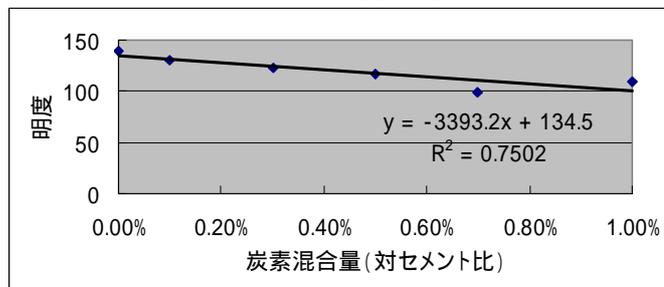


図 3：供試体底面の明度変化（材齢 28 日）

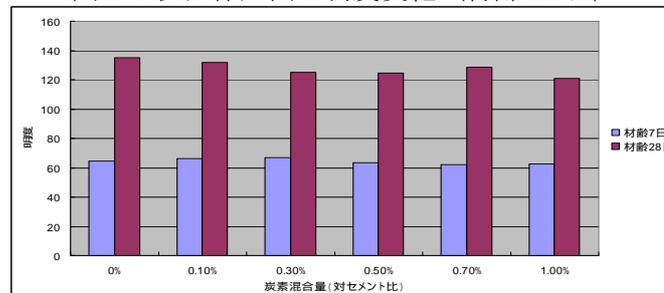


図 4：材齢による明度変化（上面）

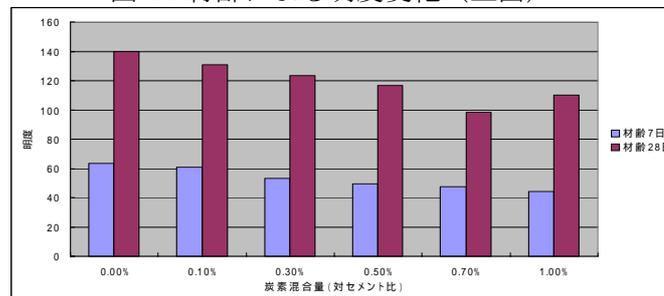


図 5：材齢による明度変化（底面）