

主要構造部材への適用を目指したカラーコンクリートに関する研究

研究代表者 工学部 建築学科 教授 陣内 浩

1. はじめに

鉄筋コンクリートで作られた建物は、化粧の外装材としてタイルなどを張り付けることが多い。このため、経年劣化によってタイルが剥落するような災害が後を絶たない。そこで、建物の柱や梁といった主要構造部材に顔料入りのカラーコンクリートを適用し、外装材を必要としないコンクリート製の柱や梁を構築する技術の確立を目指した研究を行うこととした。

本年度は、コンクリートの色を決定付けるモルタル部分に着目し、発色や時間経過による色の変化などを実験的に確認することとした。

2. 実験計画

2.1 使用材料

実験に先立って製作したセメント硬化体の一例を写真 1 に示す。一般的なコンクリートは灰色であるが、セメントに白色セメントを使用することで、白色のセメント硬化体を作ることが可能であった。また、これに青、緑、赤、黄の 4 色の顔料を加えることで、綺麗に発色したカラーセメント硬化体を製作することが可能であった。そこで本年度の実験では、白色セメント、KOUGEI カラーである青、緑、黄の顔料および白色の石灰岩系砕砂を使用することとした。

2.2 実験方法

実験の変動要因は、顔料の種類とモルタルの水結合材比とした。モルタルの色は、顔料を添加しない白色と、顔料を加えた青色、緑色、黄色の計 4 色とした。モルタルの水結合材比 (W/C) は 20、30、40、および 50% の 4 水準とし、合計 16 種類のカラーモルタルの色と圧縮強度を実験的に検証することとした。

練混ぜは温度 $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ 、湿度 60% 以上の室内で行った。カラーモルタルの練混ぜ状況を写真 2 に示す。練混ぜにはホバート式ミキサを使用し、各バッチとも約 4 リットルずつ練り混ぜた。

モルタルフローの測定状況を写真 3 に示す。練り上がったモルタルでは、流動性を確認する一連の試験値を測定した。測定後のモルタルは、圧縮強度試験用の $\Phi 50\times 100\text{mm}$ 型枠と、色測定用の $145\times 105\times 15\text{mm}$ 型枠に打ち込んだ。その後、圧縮強度試験体は 20°C



写真 1 製作したカラーセメント硬化体の例



写真 2 カラーモルタルの練混ぜ状況



写真 3 カラーモルタルのフロー値測定状況

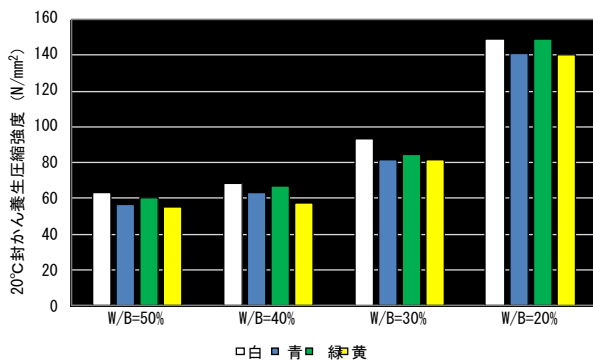


図1 カラーモルタルの圧縮強度（材齢91日）

の養生室内で封かん養生とし、色測定用の試験体は温度20℃、湿度60%の養生槽内で保管した。

3. 実験結果

3.1 カラーモルタルの基本性能

練混ぜたカラーモルタルは、いずれも型枠などに十分打ち込める流動性を持っていた。カラーモルタルの材齢91日における圧縮強度試験結果を図1に示す。顔料を加えたカラーモルタルは、基本となる白色のモルタルよりもやや強度が低下するものの、絶対値としては40～60階建てのタワーマンションでも利用できるような140N/mm²程度を得ることができた。

3.2 カラーモルタルの色

予備実験で測定した色の測定回数と平均値の変化を図2に示す。極端な色むらのないカラーモルタルであれば、5回の測定値を平均することで、100回の測定値の平均とほぼ同等の値を得ることができた。そこで、本研究では5回の測定の平均値を測定結果とした。

平板試験体のL*値の測定結果と質量変化率を図3に、材齢と質量変化率の関係を図4に示す。L*a*b*色空間において、L*値は色の明度を表しており、0は黒、100は白を表す。L*a*b*測定において、いずれの試験体も、脱型直後の色は水結合材比にかかわらずほぼ同じという結果を得ることができた。一方、脱型後の乾燥によって色は変化し、特に乾燥が進んだ試験体ではL*値の増加が顕著であった。また、この傾向は組織が緻密で圧縮強度の高い試験体ほど緩慢になった。

4. まとめ

コンクリートの色を決定付けるモルタル部分に着目し、発色や時間経過による色の変化などを実験的に確認した結果、以下の知見を得た。

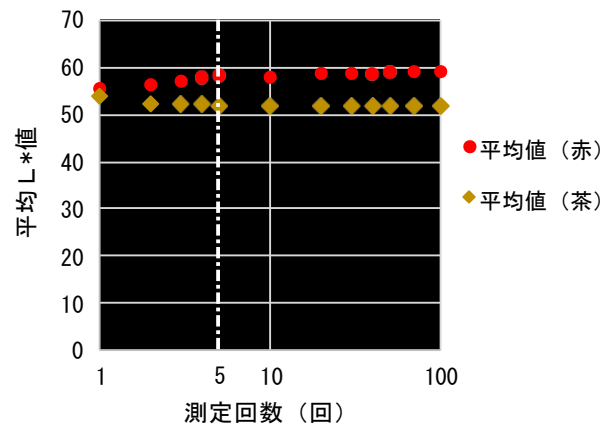


図2 色の測定回数と平均値の変化（L*値）

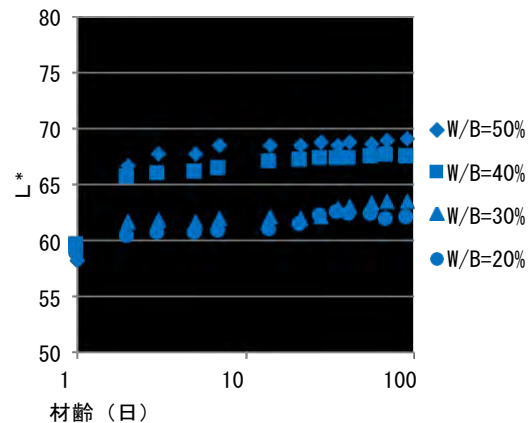


図3 色の経時変化の例（青色試験体：L*値）

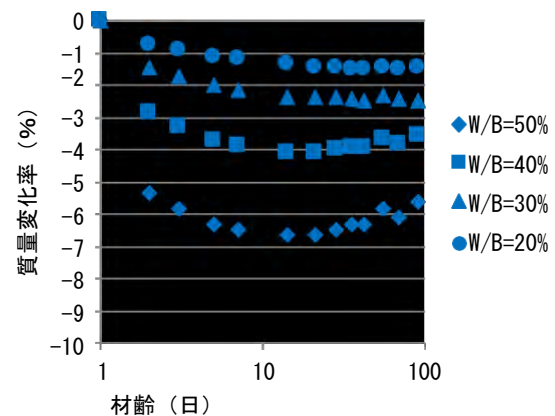


図4 青色試験体の材齢と質量変化率の関係

- 1) 40～60階建てのタワーマンションでも利用できるような圧縮強度140N/mm²程度のカラーモルタルを製造することができる。
- 2) 脱型後の乾燥によってカラーモルタルの色は変化するが、この傾向は組織が緻密で圧縮強度の高い試験体ほど緩慢になる。