コンクリート表面に生じる色むらの発生機構に関する実験的検討

東京理科大学　学生員　○児玉　総一郎　東京理科大学　正会員　辻　正哲
東京理科大学　学生員　三田　勝也　東京理科大学　非会員　山路　祐美
東京理科大学　学生員　根岸　稔　東京理科大学　学生員　中島　裕幸

1. はじめに

明治期に建設され、未だに供用されている構造物の中には、スキンコンクリートまで健全で、色むらや気泡がほとんど確認できないものが多くある。しかし、近年では、大多数のコンクリート構造物表面では色むらや気泡が発生するようになっている。こうした相違は、材料あるいは施工方法の相違に起因する可能性がある。一方、色むらや気泡の発生は美観を損ねるため、それらの発生を抑制するための施工条件や工夫あるいは発生した色むらや気泡の評価方法について検討されてきた。しかし、それらに対する根本的な対策は未だ提案されておらず、その発生メカニズムについてはほとんど解明されていないのが現状である。

本研究は、使用材料を一定とし、打込み、締固め、および凝結速度を変化させてコンクリート供試体を作製し、コンクリート表面に発生する色むらの発生パターンについて表面観察により調べ、色むらの発生機構と抑制方法について検討した。

2. 実験概要

実験に用いたコンクリートの示方配合は表-1 に示す通りである。供試体は、φ150×300㎜ の円柱供試体とし、材齢 24 時間で脱型し、材齢 6 日まで水中養生を行った後、気中養生を行った。

2.1 使用材料

セメントには、普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm³)を使用した。細骨材および粗骨材には、それぞれ鬼怒川産川砂(表乾密度:2.57g/cm³ 粗粒率:2.60 吸水率:2.08% 実績率:63.7%)および山梨県産砕石(表乾密度:2.72g/cm³ 粗粒率:6.81 吸水率:0.46% 実績率:55.9%)を使用した。練混ぜ水には上水道水を使用し、AE 剤には天然樹脂酸塩系のものを、凝結遅延剤にはオキシカルボン酸系の超遅延剤を使用した。

表-1 示方配合

W/C(%)	s/a(%)	単位質量(kg/m³)				Ad1(g/m³)	Ad2(g/m³)
		W	C	S	G	AE剤	遅延剤
55	44	183	333	755	1017	998	999

2.2 打込み方法による比較

打込み方法の比較は、120 分間練置き後の一体打ち、打重ね時間間隔を 90 分とした打重ねの 2 種類とした。なお、打重ね面のブリーディング水の除去は行わず、内部振動機を用い、各層 5 秒間締め固めた。

2.3 締固め方法による比較

内部振動機、型枠振動機、テーブルバイブレータ、突き棒による 4 種類の締固め方法について比較検討した。なお、打込みは層わけせず 1 層で打ち込んだ。内部振動機による締固めは、過剰締固めを想定し 60 秒間締固めた。型枠振動機による締固めは、型枠側面を前面および背面の 2 方向よりそれぞれ 10 秒間締め固めた。テーブルバイブレータによる締固めは、打込み後テーブル上に固定し、20 秒間締め固めた。突き棒による締固めは、1 層 30 回で締め固めた。

2.4 凝結速度による比較

凝結遅延剤を添加したコンクリート(遅延系)と普通コンクリート(普通系)を層分けして、凝結の影響について比較検討した。遅延系の一層打ち、下層を普通系に上層を遅延系にした 2 層打ち、逆に下層を遅延系に上層を普通系にした 2 層打ち、下層と上層を普通系に中層を遅延系とした 3 層打ちの 4 パターンについて実験を行った。打込みは、打重ね時間間隔を設けずに行った。

2.5 表面観察

供試体の表面観察は、市販のデジタルカメラを用いて行った。撮影は、供試体を 90 度ずつ回転させ、側面の 4 方向からとし、材齢 52 日目まで経過観察を行った。

キーワード　色むら　締固め　打込み　凝結速度　表面観察
連絡先　〒278-8510　千葉県野田市山崎 2641　ＴＥＬ04-7124-1501（内線 4054）　E-mail：saori@rs.noda.tus.ac.jp

図-1　1 層打込み時に発生した色むらの状況

図-2　打込み方法および凝結遅延と色むらの発生状況

3. 実験結果及び考察

図-1 は、締固め方法と練置きの相違による色むらの発生状況の比較を示したものである。水中養生後、間もない供試体では、表面が乾燥すると明らかな色むらが全ての供試体で見られ、その様な色むらは時間の経過と共に均一化する傾向にあった。締固め方法別による色むらの発生状況は、十分に締固めが行われたものほど、色むらは薄れる傾向にあり、また表面気泡も少なくなる傾向にあった。図-2 に示したように、遅延剤を下層および中層に添加した供試体表面には、それぞれ上層に向かって色むらが発生した。これは、凝結速度の違いにより、発生するブリーディング量が異なり、下層のブリーディング水が上昇する際のブリーディング水の水道の状況により、表面に残存するブリーディング水量が変化し、色むらが発生したと考えられる。

4. まとめ

色むらの発生には、ブリーディング水の影響が大きく、型枠の微妙な傾きや締固めの偏りが大きく影響していると考えられる。そのため、適切な締固めの他、ブリーディング水の適切な処理や打込み方法が、色むらの抑制に効果的な手段となる。

参考文献

大塚秀三ほか：コンクリート表面の仕上がり性状に関する実験的検討（その 1：打込み方法および養生方法の違いが明度に及ぼす影響について)、(その 2：打込み方法および養生方法の違いが彩度および光沢度に及ぼす影響について）日本建築学会大会学術講演概要集 A-1、pp.439-442,2004.9