

コンクリートの打込み条件が初期欠陥発生に及ぼす影響

東急建設(株) 土木技術部 土木構造材料 G 正会員 ○伊藤正憲, 早川健司
技術研究所 基盤技術開発部 材料・構造 G 成瀬善幸

1. はじめに

一般的にコンクリートの打込みに伴って発生する初期欠陥には、ジャンカ、コールドジョイント、ひび割れ、色むら、砂すじ、あばたなどがある。これらは耐久性や美観など、コンクリート構造物の要求性能を確保するためになるべく発生することを防ぎ、また、発生した場合には必要に応じて適切な処置を施す必要がある。

写真1はもたれ擁壁で発生した砂すじ、写真2はボックスカルバートで発生した色むらの一例であるが、これらは、一般的に構造上大きな影響を与えるものではないため、詳細に検討した報告は少なく、材料、施工、環境の面から多角的な検討が必要であると考えられる。

そこで、本稿はコンクリート構造物の表面に発生する初期欠陥に着目し、施工条件、特に、締固めと打重ね時間間隔およびブリーディングの影響について検討したものである。

2. 試験概要

2.1 使用材料および配合

表1に使用材料を、表2に配合条件を示す。配合はW/C59.0%、目標スランプ12±2.5cmとし、使用骨材を変えてブリーディング率の比較的高いものを2種類選定した。

2.2 試験体形状および条件

図1に試験体の形状、寸法を示す。試験体は鉛直な面(A面)と、もたれ擁壁を想定した勾配のある面(B面)を持つ容量60リットルの試験体とした。

コンクリートは図2に示すように上方から打込み、上下2層として各層φ27mmの高周波バイブレータを1箇所のみ挿入して締固めた。また、打重ね時間間隔は60分と120分、振動時間を各層40秒と5秒として合計5体の試験体を作製した。なお、上層部の締固めの際にはブリーディング水は除去せず、No.1～No.4では土木学会コンクリート標準示方書(以下、RC示方書)¹⁾に準拠して下層に10cm挿入した。打込み条件を表3に示す。

2.3 試験方法

試験体は材齢3日で脱型し、目視観察した後、材齢5日において色むらの指標として色差計により色彩を測定し、色差値 ΔE^*ab を算出した(16点/面、JIS Z 8722)。

また、表面の品質評価としてC面を対象としてテストハンマによる反発度の測定を行った(JSCE-G 504-2007)。

3. 結果

3.1 目視観察

写真3に脱型直後の全試験体のA面の状況を示す。No.1～No.4の打重ね部では色むらは発生していなかったが、No.5の打重ね部では明瞭な色むらが発生していた。

写真4にNo.5のB面の状況を示す。締固め不足を想定したNo.5のB面のみで砂すじとあばたが発生していた。



写真1 現場で発生した砂すじ



写真2 現場で発生した色むら

表1 使用材料

種類	記号	諸元
セメント	C	普通ポルトランドセメント、密度3.15g/cm ³ 太平洋セメント社製
細骨材	S-①	加工砂、表乾密度2.57g/cm ³ 、吸水率1.01% 仁多群奥出雲町産
	S-②	陸砂、表乾密度2.57g/cm ³ 、吸水率1.81% 掛川市上内田産
粗骨材	G-①	砕石、表乾密度2.71g/cm ³ 、吸水率0.43% 三次市布野町産
	G-②	石灰石砕石、表乾密度2.69g/cm ³ 、吸水率0.94% 飯能市上名栗産
AE減水剤	Ad	AE減水剤標準型(1種) BASFホソリス社製

表2 配合条件、フレッシュ試験結果

配合No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)		Ad添加率 (C×%)	スランプ [*] (cm)	ブリーディング率(%)
			W	C			
①	59	49.3	174	295	0.5	12.0	10.1
②						14.0	7.4

表3 試験体打込み条件

試験体No.	配合No.	打重ね時間間隔(分)	振動時間(秒)	下層挿入長さ(mm)
1	①	120	40	100
2		60		
3	②	120	40	100
4		60		
5		120	5	0

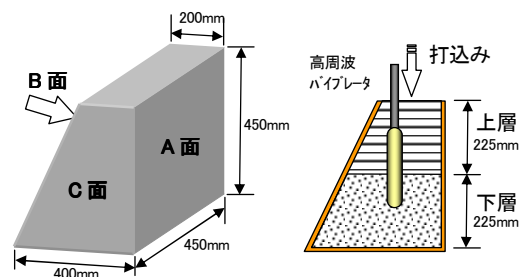


図1 試験体の形状、寸法 図2 打込み方法

キーワード：初期欠陥、色むら、砂すじ、締固め、打重ね、色差、反発度

連絡先：〒252-0244 神奈川県相模原市中央区田名 3062-1 TEL：042-763-9507

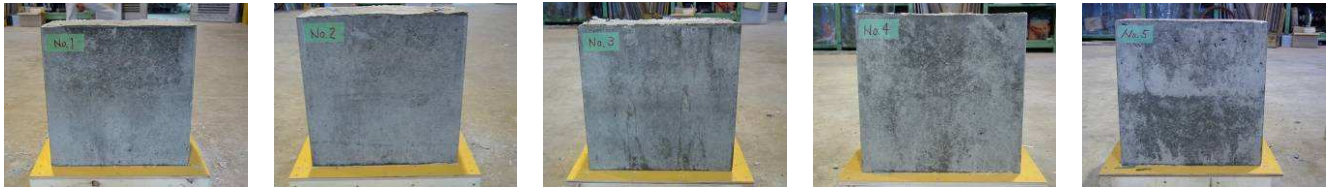


写真3 脱型後の各試験体のA面の状況(左からNo.1～No.5)

3.2 色差値

図3に各試験体A面の色差値 ΔE^*ab を示す。色差値は目視観察結果を説明できるものであり、No.5が最も大きくなった。この値は既往の研究²⁾による色差の感覚的表現で「目立つ」に該当するものであり、実際の現場においては、なんらかの対策が必要な程度であると考えられる。

3.3 テストハンマによる反発度

図4に各試験体の上下層のテストハンマによる反発度Rを示す。いずれの試験体も上層よりも下層の反発度が高くなった。これは上層締め時に下層にパイプレータを挿入しなかったNo.5も含めてその傾向にあることから、凝結硬化時間中の圧密やブリーディング水の移動などが影響した可能性があると考えられる。



写真4 No.5-B面の砂すじ

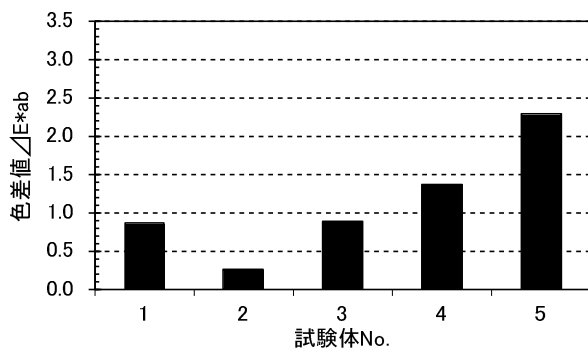


図3 A面上下層の色差値

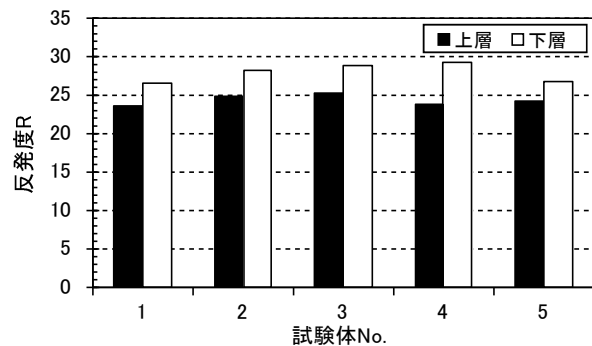


図4 C面上下層の反発度

4. 考察

4.1 砂すじの発生に及ぼす影響

一般的に砂すじは、ブリーディング水を除去せず打重ねた場合に発生すると言われ、特に水や空気が抜けにくい勾配のある場合に発生しやすいと言われている¹⁾。ただし、本検討において、下層のブリーディング水を除去せず120分後に打重ねた条件(No.1, No.3)において砂すじが発生しなかったことから、現場において打重ねの場合にも、余分なブリーディング水を除去して適切な締めを行うことにより、これをある程度抑制することができるものと考えられる。

4.2 色むらの発生に及ぼす影響

既往の研究³⁾では、打重ね時間間隔が120分程度になると上下の色むらが発生するとしている。しかし、本検討の結果から適切な締めによりこれを防ぐことができる可能性があると考えられる。

一般的にコンクリートの色はセメントの水和の程度に支配されると言われている。つまり、十分に締められ養生されたコンクリート表面は、水酸化カルシウムの結晶が緻密化し明度としては低くなる傾向にあると言われている⁴⁾。限定的ではあるが、No.5の上下層だけを比較してみると下層は上層よりもブリーディング水や空隙が抜けて緻密になったため、下層が上層よりも明度が低く、黒っぽくなったものと考えられる。ただし、全試験体の反発度と表面の色に相関性が見られなかったことから、さらに詳細な検討が必要であると考えられる。

5. まとめ

本検討は、コンクリート打込みに伴って発生する初期欠陥である砂すじと色むらについて、その発生機構と抑制対策法を把握し、より品質の高いコンクリート構造物を構築することを目的として行ったものである。結果的には、RC示方書に示されている標準的な施工法を確実に実施、管理することが重要であることが確認できた。今後、表面の透気性など、より詳細な検討を進めていく予定である。

<参考文献>

- 1)土木学会：2007年制定コンクリート標準示方書[施工編]，2007.12
- 2)須賀長市：耐候光と色彩，スガ試験機(株)，p.228，1988.2
- 3)柏木隆男：打放しコンクリートの色調制御，セメント・コンクリート，No.630，pp.34～41，1999.8
- 4)柏木隆男：打放しコンクリートの色むらに関する基礎的研究，(株)松村組技術研究所，Vol.3，pp.73～77，1995