

コンクリート表面に形成される砂縞の発生機構に関する実験的検討

東京理科大学 学生員 ○中島 裕幸 東京理科大学 田中 秀崇 東京理科大学 正会員 三田 勝也
東京理科大学 学生員 日浦 望 東京理科大学 学生員 児玉 総一郎

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の早期劣化が問題となっている。こうした問題の原因の一つに、施工の合理化にともなうコンクリートの軟練り化と打込み速度・高さの増大が考えられる。こうした合理化は、ブリーディングの発生を助長することが多い。

一方、ブリーディングが多くなると、コンクリートがポーラスになり早期劣化の原因となる他、材料分離に伴う欠陥も生じやすい。また、ブリーディングが著しく多くなると、構造物の表面に「砂縞」と呼ばれる欠陥が発生しやすくなる。そのため、早期劣化が問題となっている構造物には、竣工当初からこうした欠陥が目立つといった漠然とした指摘もあった。以上のことから、比較的容易に発見できる砂縞の目視試験によって、構造物の施工の良否を評価できる可能性がある。

砂縞は日本コンクリート工学協会<ビデオ教育講座シリーズ>「良いコンクリート・悪いコンクリート」(1983~1996年製作)の中で「型枠からの水漏れが原因で発生しやすい。」と紹介されている。しかし、砂縞はその定義すら明確ではなく発生機構について検討された事例が殆ど無いのが現状である。

三田らの研究⁽¹⁾では、ペットボトルを加工してスリットを設けた小型の透明型枠を用いて砂縞の発生する様子の撮影を行ったが、型枠の断面積が小さいことから内部振動機での締め固めが困難なため、実施工を想定しての検討は未だ行われていない。

本研究では、大型型枠の撮影面のみに透明な板を用い、締め固め時のコンクリート表面の様子を撮影することで砂縞の発生機構について検討を行った。

2. 実験概要

本実験で使用したコンクリートの水セメント比は55%、空気量は $4.5 \pm 1.5\%$ と一定とした。単位水量の影響を調べるため、目標スランブは8, 12, 16 cmの3種類とした。示方配合は表-1に示す通りである。また、漏水位置の影響を調べるため、打込み高さを800 mmとし、スリット位置を底面からの高さ200 mm, 400 mm, 600

mmと変化させた。型枠は、寸法が縦200 mm×横300 mm×高さ900 mmであり、撮影面にアクリル板を2枚使用し、組立て時に約1 mm厚のスリットを設けることで型枠からの水漏れを再現し、撮影面以外に鋼製型枠を使用した。コンクリートの打込みは3層に分けて行い、1層目は普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートを高さがスリット位置より40 mm程度下まで打込み締め固めを行った。2層目はブリーディング水の挙動を可視化するために、白色セメントを用いたコンクリートをスリット位置より40 mm程度上まで打込んだ。3層目は普通コンクリートを所定の高さまで打込み、2, 3層目を同時に締め固めた。締め固めには内部振動機を用いて断面の中心に挿入し15秒間締め固める方法とした。撮影は市販のデジタルビデオカメラを使用して、カメラのレンズ中心がスリット中心より20 mm上、撮影面から400 mm離れた位置に合わせて行った。動画撮影は締め固め後180分間、静止画撮影は脱型後に行うこととした。砂縞発生後の様子を撮影した画像を基に、砂縞の発生面積を測定した。測定には、市販の「画像計測ソフト」を用いた。

表-1 示方配合

W/C (%)	セメント	スランブ (cm)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤(g/m ³)	
				W	C	S	G	Ad ₁	Ad ₂
55.0	普通	8.0	4.5	172	313	794	1020	657	3.13
		12.0		180	327	791	992	654	3.27
		16.0		188	342	765	982	684	5.13
	白色	8.0		172	313	790	1014	689	3.13
		12.0		180	327	787	986	719	4.91
		16.0		188	342	760	976	984	6.16

※Ad₁: AE減水剤, Ad₂: AE剤

3. 実験結果および考察

3. 1 砂縞形成の様子

写真-1(a)~写真-1(e)に脱型直後の砂縞の様子を示した。いずれの場合も締め固め開始時より、コンクリート中のセメントペーストが型枠側面に行きわたり、スリットの上部および下部から漏出する様子が確認された。締め固め中の振動によりコンクリートは液状化し、自重によって流動および沈降する際に、ブリーディン

キーワード コンクリート, 砂縞, 内部振動機, 締め固め

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎2641 TEL:04-7124-1501(内線4054) E-mail:j7609615@ed.noda.tus.ac.jp

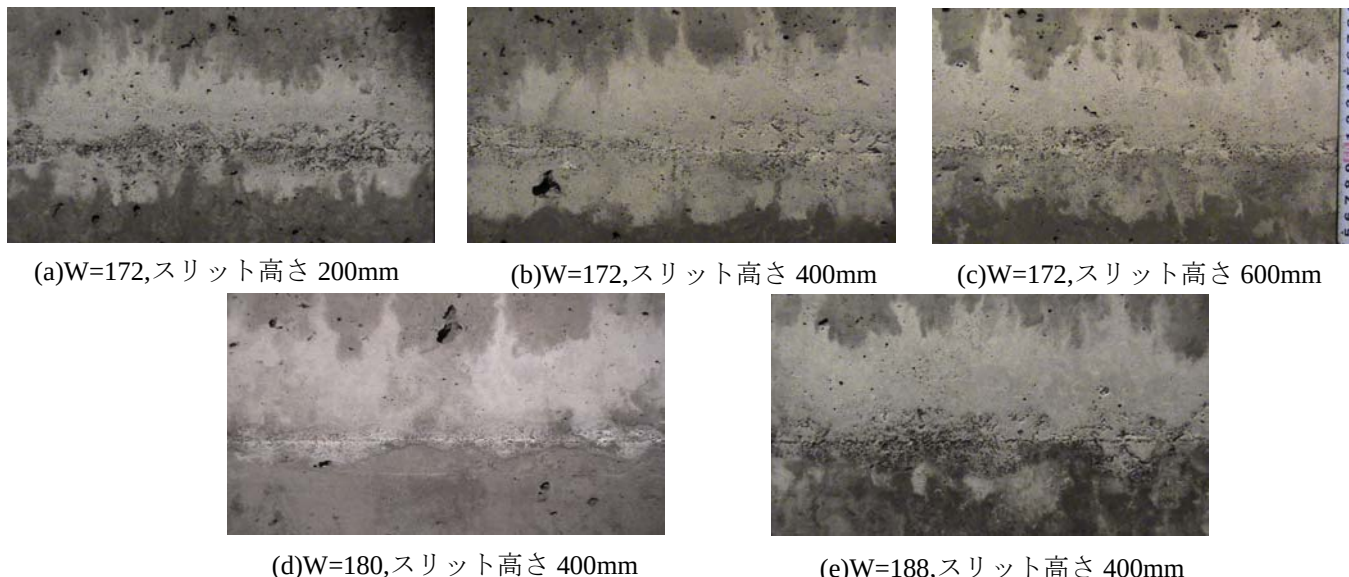


写真-1 脱型後の砂縞

グ水がセメントペーストを巻き込んでスリットから漏出する。これに伴いスリット付近ではセメントペーストが減少し、細骨材が表面に露出することで砂縞が形成されたと考えられる。また、セメントペーストの漏出は締固め時のみに見られ、砂縞の形状は締固め終了時と脱型後に差が無いことから、砂縞の形成には締固め中に漏出するセメントペーストの影響が大きく、その後のブリーディング水の漏出の影響はほとんどないと考えられる。

3. 2 スリット高さおよび配合の影響

砂縞の発生面積を図-1に示した。同一配合においてスリット高さが高くなるにつれて砂縞発生面積が小さくなる傾向が得られた。これはスリットより上部のコンクリートが少なくなるほど締固め時にスリット部に作用する側圧が小さくなり、漏出するセメントペースト量が少なくなるためと考えられる。

配合別に見ると単位水量が大きいほど砂縞の発生面積は大きくなる傾向であったが、スリット高さ400mmで単位水量 172kg/m^3 、 180kg/m^3 の値はほぼ等しくなり、600mmでは値が逆転した。これは各試験体において、締固め前のコンクリートの材料分離の程度が統一できず、締固め時のスリットに作用する側圧にばらつきが生じるが、スリットが高い位置にある方がよりこうした側圧のばらつきの影響を受けやすいためと考えられる。

4. まとめ

砂縞について、以下の点が明らかとなった。

(1)砂縞は振動締固め時に型枠継目からセメントペーストが漏出することで形成され、その後のブリーディン

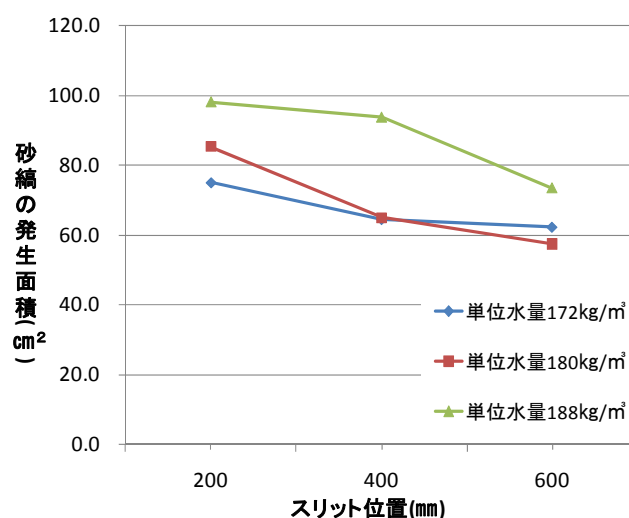


図-1 砂縞発生面積とスリット位置の関係

グ水の漏出はほとんど影響しない。

(2)同一水セメント比において、砂縞は漏水位置よりも上部のコンクリート高さが大きくなるほど、また、打込むコンクリートの単位水量が大きくなるほど大きく発生しやすい。そのため、型枠の継目を伴う場合には、継目より上部のコンクリート高さを小さくし、単位水量が小さなコンクリートを打込み締固めを行うことで砂縞の発生を抑制できる可能性がある。

参考文献

(1)三田勝也, 辻正哲: コンクリート表面に生じる砂すじおよび砂縞の発生メカニズムに関する研究, 土木学会関東支部第35回技術研究発表会V-76, 2008

謝辞

実験を行うにあたり、東京理科大学の辻正哲氏にご協力していただきました。ここに、感謝の意を表します。