

コンクリートの表層透気係数および圧縮強度の異方性に及ぼす材料分離の影響

前橋工科大学 学生会員 ○清水旦斐 正会員 舌間孝一郎
ものづくり大学 辻 正哲

1. はじめに

コンクリートのブリーディング現象は、セメントペーストから水が分離し移動する際に、網の目状の微細な水の通路（水道）を形成し、骨材や鉄筋下面等に残留し欠陥を形成する。ブリーディングは、重力場でコンクリートの構成材料の密度差から生じる現象であり、重力の作用する鉛直方向と水平方向でコンクリートの品質が相違する異方性の原因となる。そのため、簡易的に重力の影響を排除する方法として、打ち込み直後からゆっくりと供試体を回転させ続けた研究がある。その結果、回転により、圧縮強度が上昇したことを明らかにしている¹⁾²⁾。

ブリーディングによって形成された微細な水道や骨材下面等の欠陥は、硬化後の乾燥によって、網目状の微細な連続した空隙組織と内部欠陥となり、透気性や強度の異方性にも影響を及ぼす可能性がある。

本研究では、コンクリート打ち込み後硬化開始まで供試体を回転させることで生じる空隙組織や内部欠陥の状態の相違が、透気係数および強度の異方性に及ぼす影響について検討した。

2. 実験の概要

実験に用いたコンクリートのブリーディング率は、9.35%であった³⁾。

透気試験には 150×150×600mm の角柱供試体を用いた。打ち込み後の供試体の存置方法は、図1に示した作業①の後作業②を行う方法（存置方法-横回転）、図1に示した作業①を行いそのまま静置する方法（存置方法-横静置）、図2に示した作業①と作業②の両方とも行う方法（存置方法-縦回転）および図2の作業①のみ行う方法（存置方法-縦静置）の4種類とした。透気試験には、トレント式試験機を用いた³⁾。透気係数の測定方向と回転方向の関係を示すために、図3の座標を用いた。

圧縮強度試験にはφ100×200mm の円柱供試体を用い、存置方法は透気試験と同じく4種類とした³⁾。

キーワード コンクリート、ブリーディング、透気係数、異方性、圧縮強度

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460-1 前橋工科大学 TEL : 027-265-7364 E-mail : shitama@maebashi-it.ac.jp

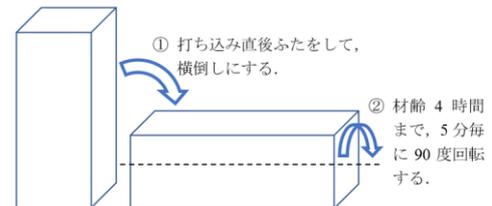


図1 存置方法 横回転

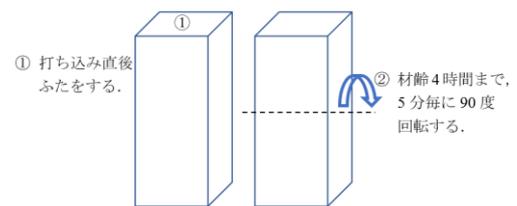


図2 存置方法 縦回転

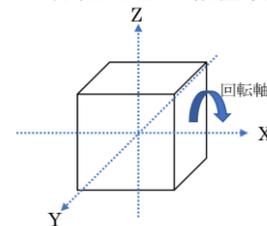


図3 立体の定義

3. 実験結果および考察

図4は、横回転および横静置の透気係数(Y・Z方向)を比較したものである。静置した時の透気係数は $0.247(\times 10^{-16} \text{m}^2)$ (Normal)で、W/C65%のコンクリートとの一般的な値に近い値であった。しかし、回転した場合には、 $0.081(\times 10^{-16} \text{m}^2)$ (Good)となり、品質が向上している。また、図5は、縦回転および縦静置の透気係数を比較したものである。なお、縦回転では、回転面内(Y方向)と面外方向(X方向)の透気係数別に示した。静置した時の透気係数は $0.086(\times 10^{-16} \text{m}^2)$ (Good)であったが、回転した場合には、Y方向では $0.0089(\times 10^{-16} \text{m}^2)$ (Excellent)と小さくなっているが、X方向では若干低下する程度であった。

考察にあたり、型枠とコンクリートの界面へのブリーディング水の析出の様子を目視確認する実験を行った。上部を切り取った1000mlのペットボトルの内面に水溶性塗料を塗布し、コンクリートを打ち込

み、側面の様子を観察した。これは、型枠面に析出した水が塗料を溶解しコンクリートが見えるようになった部分は、少なくともブリーディング水の析出による水膜層が形成されたと部分と考えられると仮定したことによる。その結果、コンクリート打ち込み後、時間経過とともにコンクリートが部分的に見え始め、図6に示すような連続層の形成が確認された。

ブリーディング水は水圧の低い方向に流れるため、密度の大きいコンクリート中の水圧よりも、水が析出している型枠面の水圧の方が低いことから、ブリーディング水の流れは、骨材界面などを伝い流れやすい水道を形成しながら、水平方向(X・Y方向)の成分を持つと仮定した⁴⁾。この仮定では、X軸を中心とする回転で、YZ面内方向で重力の作用する方向が変化し、YZ方向の水道は形成されにくくなると考えられる。しかし、X方向の圧力差は、上下方向(Z方向)で変化するものの、型枠面全体では回転の影響を受けないこととなる。そのため、横回転および縦回転のY方向の透気係数は回転によって大きく低下したが、縦回転のX方向の透気係数はわずかに低下しなかったと解釈できる。

図7は、横回転、横静置および縦静置(標準的な存置)時の圧縮強度を示したものである。材齢に関わらず、圧縮強度は、横回転(X方向強度)が最も大きくなり、横静置が最も小さくなっていった。また、図8は、縦回転および縦静置(標準的な存置)時の圧縮強度を比較したものである。回転によって強度は若干大きくなっているものの、横回転時ほどの強度上昇は見られない。

縦静置の方が横静置よりも若干高強度になっているのは、打込み直角方向に載荷される方が圧縮強度は低くなるという結果⁵⁾と一致している。

4. まとめ

コンクリートの圧縮強度の異方性は、ブリーディングによって骨材下面に形成される欠陥の方向に依存する¹⁾²⁾⁵⁾が、透気係数の異方性は連続するブリーディングで形成される水道の痕跡の方向に依存すると考えることにより説明される可能性が示された。

参考文献

1) 辻 正哲, 振動締固めとブリーディング水の発生に関する基礎的研究, 土木学会 フレッシュコンクリートの物性に関するシンポジウム, 1986 3月

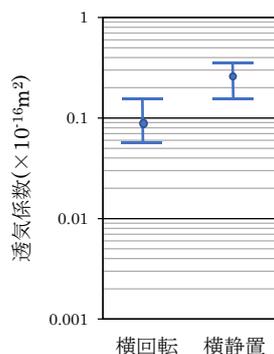


図4 横回転と横静置時の透気係数

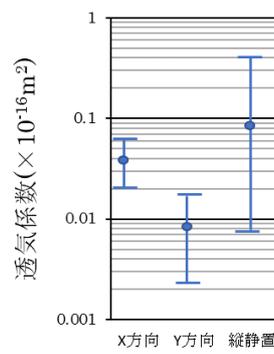


図5 縦回転と縦静置時の透気係数



打ち込み直後→10分後→1時間後→凝結終了後
■ :コンクリートが見えた部分
 図6 型枠面における水道の変化

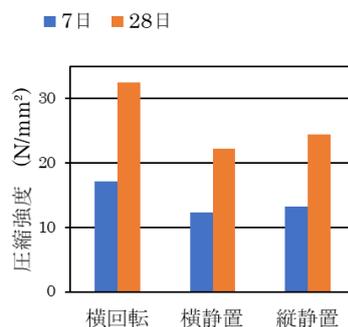


図7 横回転と横静置時の圧縮強度

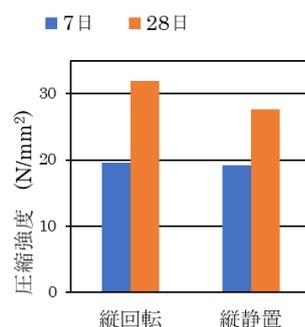


図8 縦回転と縦静置時の圧縮強度

2) 橋本 真幸, 辻 正哲, 伊藤 幸広, 坂田 英一, 喜多 達夫, 材料分離がコンクリートの三軸圧縮強度に及ぼす影響, 土木学会第48回年次学術講演会

3) 清水且斐, 舌間孝一郎, 辻正哲, 型枠回転がコンクリートの表層透気係数および圧縮強度の異方性に及ぼす影響, 第47回土木学会関東支部技術研究発表会, V-46

4) 辻 正哲, 坂井秀紀, ブリーディングの発生機構に関する基礎的研究, セメント技術年報 37 巻, pp. 229~131, 1983

5) 樋口芳朗, 小林正凡, 欠円柱供試体と標準円柱供試体とのコンクリートの圧縮強度の比較, セメントコンクリート, No.342, 1975年8月