

コンクリートの表層透気係数に対する養生条件および打設時季の影響

東京大学大学院 学生会員○家辺 麻里子
 東京大学大学院 学生会員 秋山 仁志
 電力中央研究所 正会員 蔵重 勲
 東京大学生産技術研究所 正会員 岸 利治

1. はじめに

コンクリートは現場で個別生産されるため、鉄筋コンクリートの耐久性能に影響するかぶりコンクリートの品質は、設計だけでなく打込み・締固め・養生等の影響を受ける。このことから、これらの妥当性を施工後に定量的に検査する必要性が議論されている¹⁾。施工後のコンクリート品質検査手法の一つとして、表層部かぶりコンクリートの物質移動抵抗性を非破壊で定量的に評価する表層透気試験が注目され、幾つかの試験装置が提案されている。本検討では、表層透気試験として Torrent 法²⁾を採用し、打設時季と養生条件が異なる中規模柱試験体に対し適用性の評価を試みた。

2. 実験概要

図1に示す中規模柱試験体を作製した。写真右手前の東側10本が冬季施工分(2010年3月4日打設)、左奥の西側10本が夏季施工分(同8月5日打設)である。配合、養生の異なる20本の柱試験体の上部をスラブで覆っており、試験体に雨が直接かからないようになっている。ただし、夏季施工分はスラブ下面に常設の水切りがあるのに対して、冬季施工分のスラブには常設の水切りはなく、当初だけ粘着テープにより仮設の水切り処置を講じていたが、打設半年後に仮設の水切りを撤去した。試験体の高さは2350mm、断面は300mm×400mmの矩形である。本論文では、冬季・夏季施工における施工標準に従って養生を行ったものと早期脱型を行ったものの計4体を対象とし、トレント法により測定した表層透気係数 kT の対比を行った。配合は表1に示す通りであり、それぞれ表2に示した養生を行った。試験結果の精度を高めるため、試験体ごとに各面8点(N9のみ南北面で2列の22点、東西面で1列の11点)、合計32点(N9は66点)についてトレント法により表層透気係数 kT を測定し、平均値などを比較した。測定時の材齢が冬季施工の2体は約10ヶ月であるのに対し、



図1 中規模柱試験体(右手前が東)

表1 コンクリートの配合

セメント	呼び強度	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)			
				W	C	S	G
N	24	58.0	45.2	168	290	826	1019

表2 試験体名と打設時季、養生条件

試験体名	打設時季	養生方法	養生良否
N9	冬季	型枠7日間	標準養生
S8		型枠1日間	極劣
N4	夏季	型枠5日間	標準養生
S3		型枠1日間	極劣

夏季施工の2体は約8ヶ月であることに注意を要する。

3. 測定結果

図2が4体の表層透気係数 kT の平均値である。冬季・夏季施工ともに1日で脱型した試験体の表層透気係数 kT が大きく、養生不足によりコンクリート表層が粗になっていることがトレント法により検出されたと考えられる。ただし、冬季・夏季ともに1日で脱型をするという劣悪な養生条件を行った試験体においても、標準養生を行ったものとの表層透気係数 kT の差は1オーダー未満とそれほど大きくはない。冬季・夏季を比較すると、材齢が約2ヶ月若くコンクリート表層の乾燥が進んでいない可能性はあるが、同じ養生条件では夏季施工の方がやや小さくなっている。これは施工時の気温が高かったために脱型までの水和反応が促進され、コンクリート表層が緻密になったためであると考えられる。夏季・冬季の間で比較した養生条件による表層

キーワード 表層品質, 透気係数, トレント法, 養生条件, 打設時季

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所岸研究室 TEL 03-5452-6098

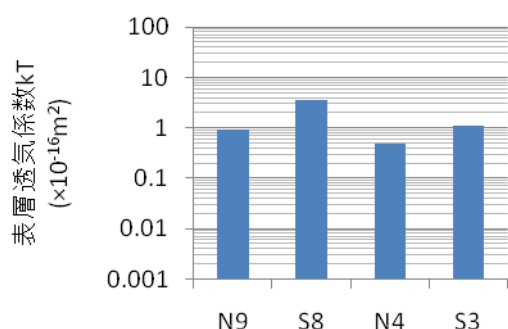


図 2 表層透気係数 kT の比較

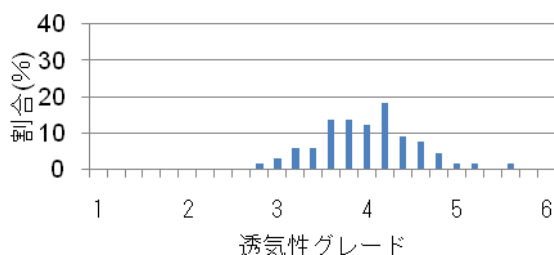


図 3 透気性グレードの分布(N9:冬・標準)

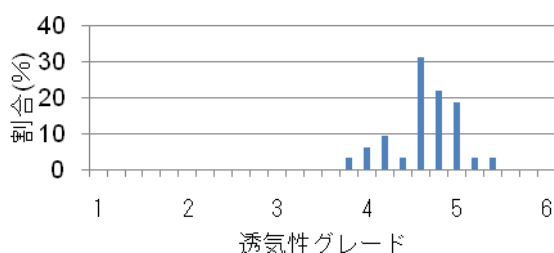


図 4 透気性グレードの分布(S8:冬・養生不足)

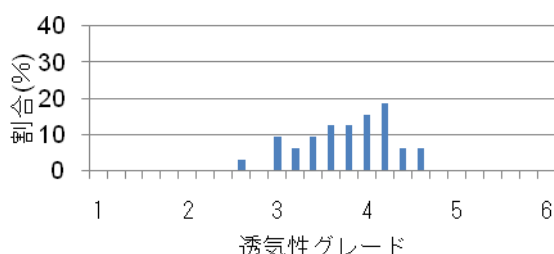


図 5 透気性グレードの分布(N4:夏・標準)

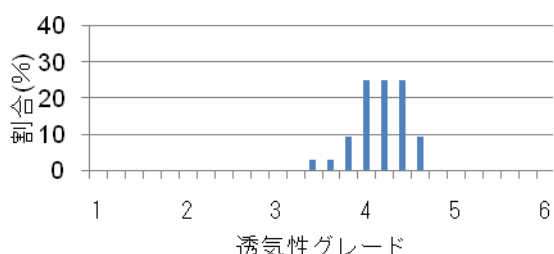


図 6 透気性グレードの分布(S3:夏・養生不足)

透気係数 kT の差も夏季においてやや小さくなっており、このことにも気温の高さが影響していると考えられる。図 3～図 6 は各測定点における kT の値から式(1)で求められる透気性グレードを計算し、試験体ごとの測定値の分布を示したものである。

$$(\text{透気性グレード}) = \log_{10}(kT) + 20 \quad (1)$$

4 試験体とも測定値は 1～2 オーダー程度の範囲に分布しているが、標準養生を行った N9, N4 では値が比較的良好のところから悪いところまで広く分布している一方、養生不足の S8, S3 では透気性グレードが 4 未満のような比較的良好な測定値は少なく、4 以上の悪い範囲に測定値が集中している。分布のピークは、標準養生をした試験体に比べ養生不足の試験体では 0.5 オーダー程度大きくなっている。

4. まとめ

多数の測定点において測定したトレント法による表層透気係数 kT の平均値および測定値の分布により、標準養生と比較してコンクリート打設後 1 日で脱型するという養生不足の試験体は表層品質が悪くなることが確認できた。養生条件が表層透気係数 kT に及ぼす影響は夏季施工の方が冬季施工よりやや小さくなることが確認された。また、養生条件に関わらず夏季施工の試験体の kT はやや小さい傾向にあり、施工時の気温が高かったために脱型までの期間に水和反応が促進され、コンクリート表層が緻密化したことを示していると考えられる。

謝辞

柱試験体の製作におきまして、東日本旅客鉄道(株)松田芳範氏、小林薫氏、住友大阪セメント(株)小田部裕一氏、小出貴夫氏 他の関係各位の御協力を頂きました。ここに記しまして深甚の謝意を表します。また、本研究は、(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構「平成 21 年度運輸分野における基礎的研究推進制度」により実施した研究の成果であることを付記します。

参考文献

- 1) 構造物表面のコンクリート品質と耐久性能検証システム研究小委員会(335 委員会)成果報告書, コンクリート技術シリーズ 80, 土木学会, 2008
- 2) R.J. Torrent, "A two-chamber vacuum cell for measuring the coefficient of permeability to air of the concrete cover on site", Materials and Structures, Voi.25, No.6, pp.358-365, 1992.
- 3) Phan Huu Duy Quoc and Toshiharu Kishi, "Effect of curing condition on air permeability of cover concrete"