

異なる温度環境に繰り返し暴露されたコンクリートの透気係数に関する検討

愛媛大学大学院 非会員 ○大高下弘樹

愛媛大学大学院 正会員 氏家勲 正会員 河合慶有

1. はじめに

コンクリートの耐久性の評価には強度のみでなく物質移動抵抗性が重要とされている。表層コンクリートの品質を非破壊試験により評価する方法として、透気試験による手法が検討されている。特に、透気係数と含水率の関係から作製された品質評価図により耐久性能を推定する手法が提案されている¹⁾。土木構造物は一般に、自然環境下に置かれるものが多く、温度や湿度の変化、天候の影響を受けやすい。このような屋外に置かれたコンクリート供試体で測定された透気係数は、平均気温の変化に類似して、繰り返し変動することが報告されている¹⁾。しかし、これまで温度変化に伴う透気係数の変動要因については明らかになっていないのが現状である。そこで本研究では、温度の異なる室内環境にコンクリート供試体を一定周期で静置し透気試験を行うことで、温度変化に伴うコンクリート供試体の表層含水率および透気係数の関係を把握することを目的とした。

2. 実験概要

(1) 供試体概要

本研究では、150×150×150mmの角柱供試体を作製した。供試体には透気試験面以外からの空気の流入を防ぐため、ダクトテープを用いて透気試験面以外にシールを施した。水セメント比は65, 50および40%の3水準とした。また、セメントには普通ポルトランドセメントを使用した。角柱供試体は各水セメント比について6体ずつ計18体作製した。各水セメント比について、6体のうち3体を3日脱型気中養生、残りの3体を1日脱型28日水中養生とした。

(2) 試験概要

透気試験にはトレント法を用いた。また同時に透気試験を実施したコンクリート表面の含水率を高周波容量式水分計により測定した。トレント法は、二重構造をもつチャンバーによって空気を吸入し透気係数を算出するものである。試験は供試体が20℃の恒温室(以下、20℃環境)にある状態から測定開始し、40℃の乾燥炉(以下、40℃環境)に供試体を移動し約2週間静置したのち測定を行った。その後、20℃環境に供試体を移動させ、2週間後に測定を行った。この4週間を1サイクルとして、5サイクルまで測定を行った。

3. 実験結果および考察

各供試体で得られた含水率測定試験の結果を図2、透気試験の結果を図3に示す。なお、測定値は同じ養生条件の3体の供試体で測定された値の平均としている。図2より、水セメント比および養生方法を問わず、含水率は材齢の経過と共にそれぞれの暴露環境において徐々に低下している。さらに、40℃環境において含水率は著しく低下していることが分かる。一方、40℃環境から20℃環境へコンクリート供試体を移し2週間後に測定された含水率の結果から、20℃環境においては含水率が上昇するといった現象がすべての供試体で見られた。この原因は40℃環境では乾燥が促進されているのに対し、20℃環境では相対湿度を60%としたため、空気中の水分がコンクリート供試体の表層に吸着したためであると考えられる。

図3より、透気係数は養生方法を問わず、材齢の経過と共にそれぞれの暴露環境において大きくなっていることが分かる。暴露環境の違いに着目すると、透気係数は40℃環境において大きく、20℃環境の時に比べて直前の40℃環境の測定結果より小さくなっている。また、同じ温度環境では特に気中養生のケースにおいて、水セメント比の高い供試体ほど透気係数は大きくなっている一方、透気係数の温度変化による変動幅は気中養生の結果と比較すると水中養生の方が小さい。以上のことから、温度変化に伴う供試体表層の含水率の増減が透気係数の変動に影響していると考えられる。

図4に各供試体で得られた測定結果から含水率および透気係数の関係を示す。これらの図より、含水率の低下とともに透気係数が増大していることが明確に認められ含水率と透気係数には相関があることが確認できる。気中養生の供試体において、含水率の低下に伴う透気係数の増大傾向は水セメント比が高い供試体ほど顕著であり、20℃環境または40℃環境で測定された結果の近似直線の傾きには明確な差が認められる。一方、水中養生においては含水率の低下に伴う透気係数の増大傾向は水セメント比65%および40%では、各温度環境で同程度であった。なお、水中養生を施したW/C50%の供試体においては透気係数の変動が大きく、他の供試体と異なる傾向を示したが、この原因は明確ではない。

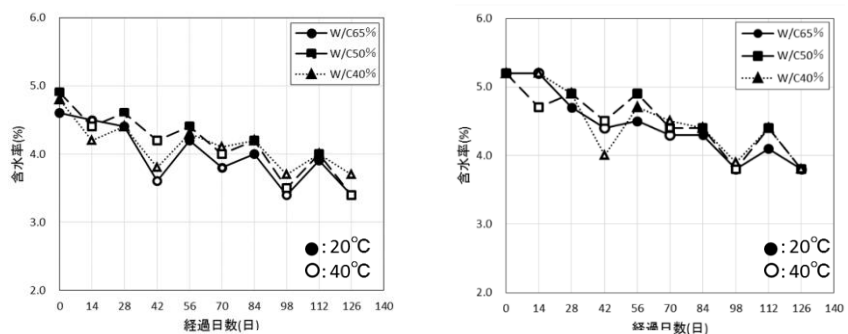


図2 含水率の経時変化

(左 気中養生, 右 水中養生)

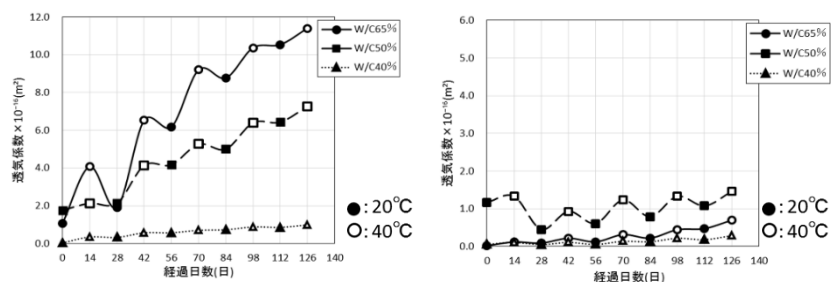


図3 透気係数の経時変化(トレント法)

(左: 気中養生, 右: 水中養生)

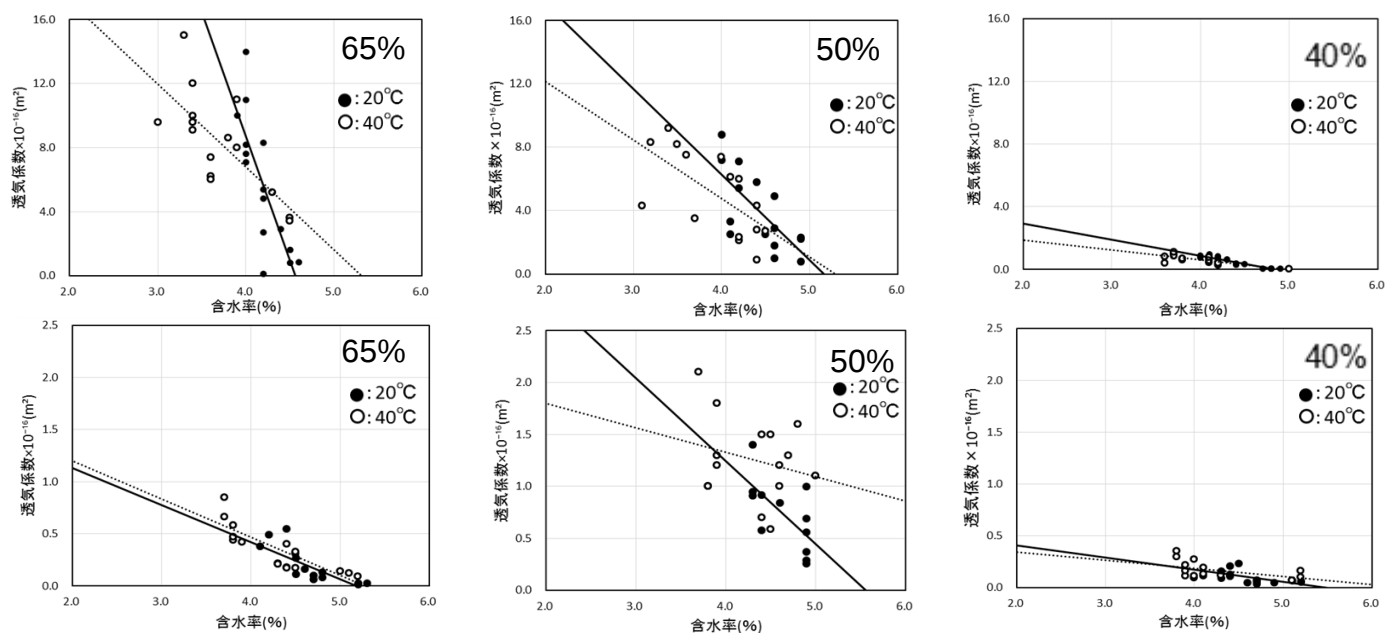


図4 含水率と透気係数の関係(トレント法)

(上: 気中養生, 下: 水中養生)

4. まとめ

温度の上昇に伴い表層含水率は低下し透気係数は増大することが、トレント法を実施した供試体の測定結果から確認された。また、温度上昇に伴う表層含水率の低下による透気係数の増大は、水セメント比が高く、気中養生とした場合に明確に認められる。一方、水セメント比が低く水中養生を施した供試体は温度変化に伴う透気係数の変動は小さいことが分かった。

参考文献

- 1) 村上ら：自然環境下の表層コンクリートに対する透気試験を用いた耐久性推定手法の適用可能性，コンクリート工学年次論文集，Vol.38，No.1，pp.2007-2012，2016