

乾燥あるいは散水が表面吸水速度と透気係数に及ぼす影響

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○水戸 健介, 中村 英佑, 古賀 裕久

1. はじめに

コンクリート構造物の表層品質を非破壊で評価するための方法として、表面吸水試験や表層透気試験が注目されている。これらの試験では、コンクリート表層の含水状態によって試験値が変化するため、安定した試験値を得るためには、コンクリート表層の含水状態を調整することが必要である。その方法として、試験前に短時間の散水を行って含水状態を調整する方法¹⁾が提案されているが、その具体的な方法までは、確立されていない。

そこで、本研究では、現場で適用可能な測定方法を提案することを目的として、非破壊試験の測定前日に測定面へ散水を行う含水状態調整方法を検討した。壁状の部材を模擬した試験体を製作し、温度と湿度を一定に管理した恒温恒湿槽内で表面吸水試験、表層透気試験、表面含水率の測定を行った。

2. 実験方法

2.1 試験体の概要

表-1 のコンクリートを用いて壁状試験体（図-1）を製作した。試験体の両側の側面を測定面(A 面, B 面)とした。材齢 2 日まで封緘養生を行った後で脱型し、材齢 14 日まで 20℃で水中養生を行った。その後、測定面以外にアルミテープを貼付して水分の逸散を防止した上で、温度 20℃、湿度 60%の恒温恒湿槽内に試験体を静置し、表面吸水試験、表層透気試験、表面含水率の測定を行った。

表-1 コンクリートの配合と基礎物性

W/C (%)	単位量(kg/m ³)				スラン プ (cm)	空気 量 (%)	材齢 28 日 圧縮強度 (N/mm ²)
	W	C	S	G			
50	165	330	828	968	11.0	5.2	45.1

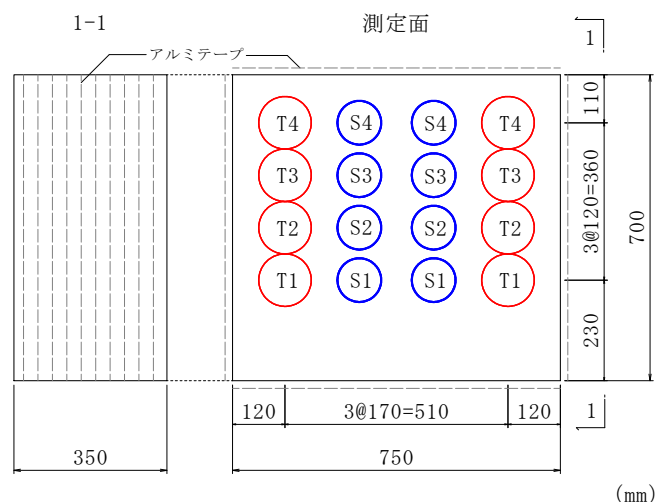
※C：普通ポルトランドセメント(密度 $=3.16\text{g}/\text{cm}^3$ ，比表面積 $=3210\text{cm}^2/\text{g}$)，S：細骨材(密度 $2.56\text{g}/\text{cm}^3$ ，吸水率 1.76%)，G：粗骨材(碎石6号(密度 $2.67\text{g}/\text{cm}^3$ ，吸水率 0.52%)と5号(密度 $2.67\text{g}/\text{cm}^3$ ，吸水率 0.43%)を均等に混合)

※圧縮強度：壁状試験体と同一の養生方法で製作した円柱供試体 ($\phi 100 \times 200 \text{mm}$) 3 本の平均値

2.2 試験方法

SWAT 法²⁾で表面吸水速度、Torrent 法³⁾で透気係数を測定した。また、表面吸水速度と透気係数の測定位置において、高周波容量式のコンクリート水分計を用いて表面含水率を測定した。

測定フロー図を図-2に示す。積極的な含水状態の調整を行わなかった面をA面、行った面をB面とした。B面では、測定前日に、表面全体の散水量が均一となるように、水道水を散水器で断続的に10分間噴霧した。散水量は約1Lであった。材齢28、56、91、119日の4時点で表面吸水速度、透気係数の測定を行った。材齢28日の測定前には散水を行わず、材齢56、91、119日の測定前にはB面のみに散水を行った。材齢15、21、42日および透気係数の測定前に表面含水率の測定を行った。



S : SWAT法による表面吸水速度の測定位置
T : Torrent法による透気係数の測定位置
T1, S1 : 材齢28, 56, 91, 119日の測定位置
T2~T4, S2~S4 : 材齢56, 91, 119日の測定位置

3. 実験結果と考察

表面吸水速度の測定結果を図-3、透気係数の測定結果を図-4、表面含水率の測定結果を図-5に示す。

まず、表面吸水速度の結果に着目すると、A 面では、材齢の経過に伴って表面吸水速度が徐々に大きくなった。表面含水率は徐々に小さくなっており、材齢の経過に伴ってコンクリート表層が乾燥した結果、表面吸水速度が

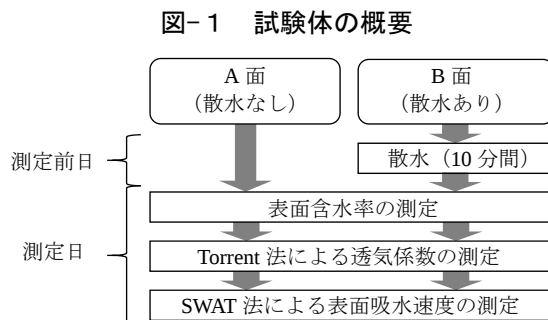


図-2 測定フロー図

キーワード 表面吸水試験, 表層透気試験, 散水, 乾燥

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 国立研究開発法人土木研究所 先端材料資源研究センター TEL029-879-6761

大きくなったと考えられる。一方、B面では、材齢56日以降でA面よりも表面吸水速度が小さく、増加の程度も小さくなった。表面含水率は、散水を行った結果、A面よりも0.1~0.4%大きくなった。含水状態の調整を行うことによって、乾燥による表面吸水速度の測定結果への影響を小さくできることを確認できた。

次に、透気係数の結果に着目すると、表面吸水速度とは異なり、含水状態調整の有無にかかわらず、A面とB面の透気係数は同程度で、材齢の経過に伴って徐々に大きくなった。表層透気試験では、測定前日にコンクリート表面に10分の散水を行う方法では、コンクリート表層の乾燥の影響を小さくすることが難しいと考えられる。

含水状態調整の効果が表面吸水速度と透気係数で異なった一因としては、表面吸水試験と表層透気試験の測定対象範囲の違いが挙げられる。表面吸水試験の測定対象範囲を検証するために、壁状試験体と同様に製作した円柱供試体を20℃の水道水に10分間浸せし、割裂面を観察したところ、水の侵入深さは約5~8mmであった。表面吸水試験では、測定前日に試験と同等の時間の散水を行うことで、測定対象範囲の含水状態を調整できたと考えられる。一方、既往研究⁴⁾によると、透気係数が約 $0.02 \sim 1 \times 10^{-16} \text{m}^2$ のコンクリートでのTorrent法の測定対象範囲は表面から約15~30mmの深さまでとされている。表層透気試験では、10分間の散水で水が侵入する範囲よりも深い位置のコンクリートまで測定対象としている可能性が高く、散水の効果が限定的だったと推察される。

表面吸水速度の測定結果の分布傾向を把握するために、正規分布曲線を図-6に示す。A面では、材齢の経過に伴い分布の中心における表面吸水速度の値が徐々に大きくなり、分布の範囲も大きくなった。一方、B面では、A面よりも材齢28日の測定結果の平均値と分布の中心における表面吸水速度の値の差が小さくなり、分布の範囲も小さくなった。測定前日の散水は、材齢の経過に伴う乾燥の影響に加えて、試験値のばらつきも小さくできることがわかった。

4. まとめ

- ・乾燥の影響を小さくする方法として測定前日に10分間の散水を行った結果、SWAT法による表面吸水速度は材齢の経過に伴う変化が小さくなったが、Torrent法では10分間の散水で水が侵入する位置よりも深い位置までを測定対象範囲としている可能性が高く、散水によって透気係数の変化を小さくすることが困難であった。
- ・本研究では、水結合材比が50%のコンクリートを用いて乾燥あるいは散水が表面吸水速度と透気係数に及ぼす影響を検討したが、水結合材比の大小によりコンクリートの吸水性状が異なるため、今後検討していく必要がある。

参考文献 1)古賀裕久：吸水性状によるコンクリート構造物の耐久性評価に関する研究，京都大学学位論文，pp92-118，2015。 2)林和彦ほか：表面吸水試験によるコンクリート構造物の表層品質の評価方法に関する基礎的研究，土木学会論文集 E2，Vol.69，No.1，pp82-97，2013。 3) R.J.Torment：A two-chamber vacuum cell for measuring the coefficient of permeability to air of the concrete cover on site，Materials and Structures，Vol.25，No.6，pp358-365，1992。 4)水上翔太ほか：含水状態を考慮した構造体かぶりコンクリートの透気性評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，No.1，pp 1829-1834，2011。

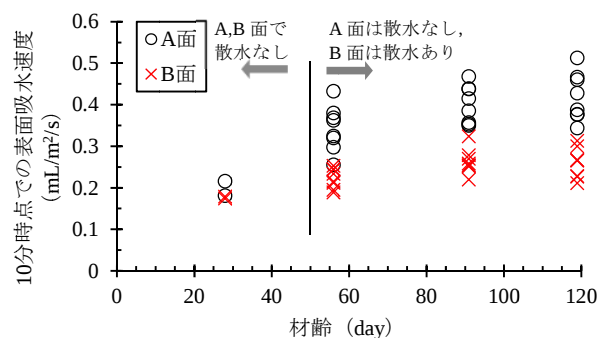


図-3 表面吸水速度

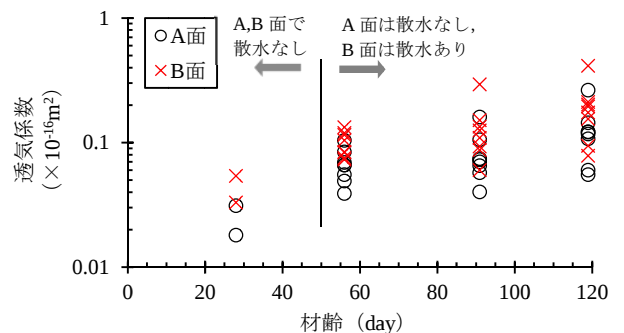


図-4 透気係数

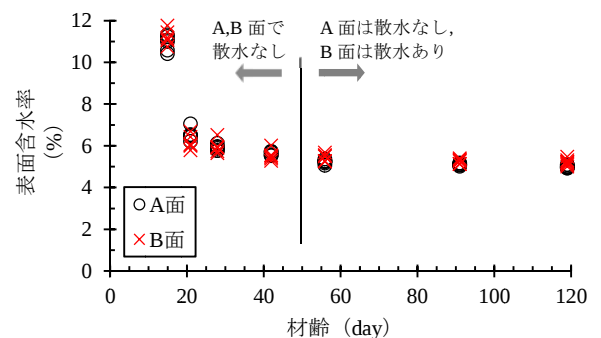


図-5 表面含水率

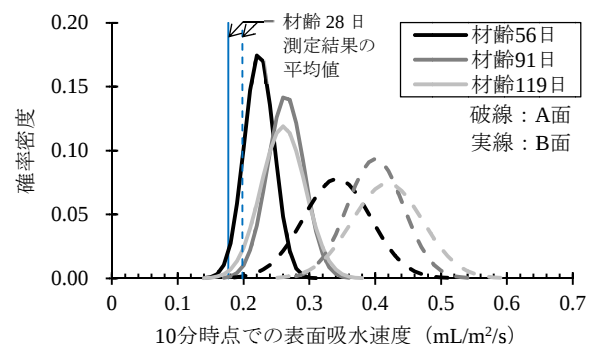


図-6 表面吸水速度の正規分布曲線