

コンクリートの吸水挙動に関する評価指標の検討

香川高等専門学校 賛助会員 ○多田成希 学生会員 三谷聖 正会員 林 和彦 正会員 長谷川雄基

1. はじめに

現在、橋梁をはじめとした多くのコンクリート構造物の供用年数が 50 年を超え劣化や損傷が顕著となっている。構造物の更新には多くのコストを要することから、構造物の長寿命化が求められている。

新設コンクリート構造物の表層品質を高めることは、耐久性向上の観点で重要である。完全非破壊で表層の緻密性を定量評価する方法に表面吸水試験がある。これはコンクリートの吸水量を測定し吸水抵抗性を評価する試験である。表面吸水試験では媒体に水を使っているため、測定前の降雨などによってコンクリート表面が濡れている場合や、表面が乾いていても内部の水分率が高い場合では正確な評価が行えないという課題がある。

2. 既往の研究

表面吸水試験の評価指標を表-1 に示す。注水完了から 600 秒時点での単位面積当たりの吸水速度（表面吸水速度）を p_{600} と定義している。 p_{600} が小さいほどコンクリートは緻密である。

表-1 表面吸水試験の評価指標

注水完了から600秒時点での吸水速度	良	一般	劣
$p_{600}(\text{ml/m}^2/\text{s})$	0.25以下	0.25を超えて 0.5以下	0.5を超える

3. 供試体概要

3.1 コンクリートの配合

本研究で使用した供試体は、300×300×厚さ 150mm の板状である。1 つの測定面で 4 点の試験を行うことができ、両面で計 8 点測定できる。供用中のコンクリート構造物に生じる様々な施工条件、養生条件、環境条件を網羅するために養生条件や含水率の異なる計 54 体の供試体を作製した。配合を表-2 に示す。

3.2 供試体の養生条件

Series1 については、W/C=40, 50, 60%であり、養生方法は材齢 1 日脱型、7 日脱型、1 日脱型後 7 日まで水中養生で、その後材齢 60 日まで気中養生されている。その後、温度 20℃、相対湿度 60, 80, 99%で 1~2 日保管し含水率を調整した後に測定を行った。Series1

は雨で濡れている構造物の緻密性の評価ができるかを明らかにするために準備した。

Series2 については、W/C=40, 50, 60%であり、養生方法は材齢 1 日脱型、7 日脱型、1 日脱型後 7 日まで水中養生で、その後材齢 90 日まで気中養生されている。その後、温度 20℃、相対湿度 99%で 7 日保管した後、温度 20℃、相対湿度 60%で 3, 7, 14 日間保管されて含水率を調整した後に測定を行った。Series2 は雨から数日後の表面のみ乾いている構造物の緻密性の評価を正確にできるかを明らかにするために準備した。

3.3 供試体の含水状態

本研究で使用した供試体は、表面から 5mm の深さに電極が埋め込まれ電気抵抗式のコンクリート水分計（ケット科学研究所、HI-800）でコンクリート内部の水分率を測定している。既往の研究結果よりコンクリート表層の水分計（電気抵抗式、ケット科学研究所、HI-100）の影響深さ（5mm 程度）と深さ 5mm に埋設したセンタを HI-800 で測定したカウント値の関係を参考に HI-800 の濡れの判定のしきい値はカウント値 580 と判断した。カウント値 580 を超えると濡れ、下回ると乾いていると判定することとした。HI-800 の測定値から供試体の含水状態ごとのグループ分けを行った結果、「表面が乾いている供試体」、「表面が濡れている供試体」に分類された。グループ分けを行った供試体一覧を表-3 に示す。

表-2 供試体の配合

スランブ (cm)	単位量 (kg/m ³)								
	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	W	C	細骨材	粗骨材	AE減水剤	AE剤
12	4.5	40	45	160	400	777	634	4.4	0.8
12	4.5	50	47	160	320	841	685	3.2	0.64
12	4.5	60	48.5	160	267	890	682	2.67	0.53

表-3 グループ分けを行った供試体一覧

	表面が乾いている供試体	表面が濡れている供試体
series1	60%, 80%	99%
series2	7D, 14D	3D

4. 評価指標の検討

4.1 検討する評価指標の概要

本試験においては、コンクリートが吸水する水量の累積を吸水部分の面積で除した単位面積当たりの吸水量の累積である、累積吸水量が測定される。累積吸水量の時間変化が重要な指標であると考え、検討する指標を Wac(Water absorption coefficient)(単位: $\text{ml}/\text{m}^2/\text{s}^{1/2}$) と定義する¹⁾。Wac は累積吸水量と時間の傾きであり、一般に浸透を表現するには時間の平方根を用いることが多いため時間は $\sqrt{t}$ で計算している。他に、表面吸水試験でこれまで提案されている実時間を用いた 600 秒時点の吸水速度の指標、表面吸水速度 p_{600} (単位: $\text{ml}/\text{m}^2/\text{s}$) も比較検討した。

4.2 指標の検討

120 秒時点での表面吸水速度 p_{120} と HI-100 のカウント値には相関があるという知見¹⁾から 120 秒の吸水で 5mm まで水が到達することがわかる。HI-100 は深さ 5mm 程度の範囲の水分を計測していると推定されている。以上から、120 秒までの計測によって表面から 5mm の表層の緻密性が評価できるという仮説を立てて検討を行った。

一例として、series1 の W/C=40%, 材齢 1 日脱型後 7 日まで水中養生、測定直前に温度 20°C, 相対湿度 60, 80, 99% で 1~2 日保管した供試体の p_{600} と Wac0-120 の相対比較を図-1 に示す。コンクリート表層の水分率に関わらず p_{600} は 0.25 以下に分布しており緻密と判定される。注水完了後 0~120 秒間の Wac では水分率の違いは見られず、表面が濡れているコンクリートに対しては品質の評価は難しいことが分かる。

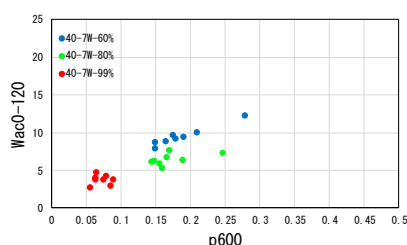


図-1 series1 の 40-7W の p_{600} と Wac0-120 の関係

一例として、series2 の W/C=40%, 材齢 1 日脱型後 7 日まで水中養生、測定直前に温度 20°C, 相対湿度 99% で 7 日保管後、温度 20°C, 相対湿度 60% で 3, 7, 14 日保管した供試体の p_{600} と Wac0-120 の相対比較を図-2 に示す。コンクリートの水分率による p_{600} の差は見

られず、 p_{600} による表層の緻密性の評価は難しいことが分かる。また、図-2 の黒丸で示した点のように縦軸の変化が他の点よりも大きいものが見られた。縦軸の変化の大きい測点の吸水挙動を図-3 に示す。図-3 より注水完了後 0~120 秒の間において吸水量が増加しているところや停滞しているところが見られ、同じコンクリートでも表層が粗雑な部分があることが分かる。以上から、内部の水分率は高いが表面が乾いているコンクリートにおいて Wac0-120 は正確に表層の緻密性を評価できることが分かる。

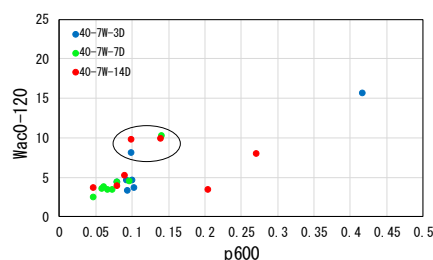


図-2 series2 の 40-1D の p_{600} と Wac0-120 の関係

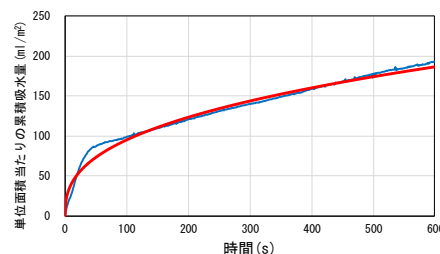


図-3 series2 の 40-1D の吸水挙動

5.まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 雨で一度濡れて表面付近のみが乾いたコンクリートに対して 0~120 秒の測定で緻密性を評価できる可能性が示唆された。

参考文献

- 1) Van Toan NGO, Akira HOSODA, Satoshi KOMATSU, Norihiro IKAWA : EFFECTS OF INNER MOISTURE OF COVERCRETE ON SURFACE WATER ABSORPTION TEST AND AIR PERMEABILITY TEST, コンクリート工学年次論文集, Vol.41, No.1, pp.1919-1924, 2019