

注水完了までの時間の差が表面吸水試験の品質評価に及ぼす影響

横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 学生会員 ○田島 涼  
 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 正会員 小松 怜史  
 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 正会員 細田 暁

1. 表面吸水試験の評価指標とその課題

コンクリート構造物の表層部の品質は、コンクリート構造物の耐久性にとって非常に重要である。筆者らは、新設および既設コンクリート構造物の表層品質を完全非破壊で測定することができる表面吸水試験（以下：SWAT（図 1））を開発し、品質評価に活用してきた<sup>1)</sup>。

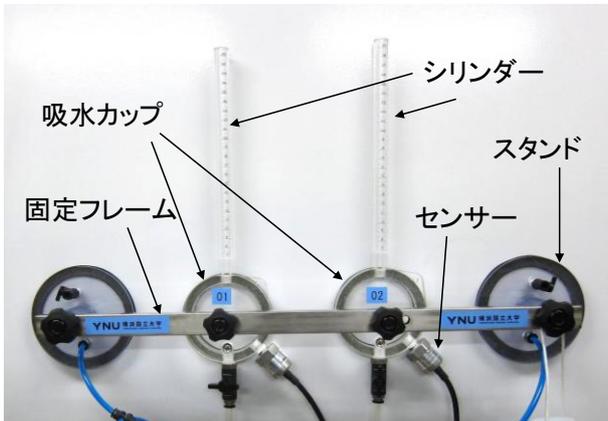


図 1 表面吸水試験装置

本試験方法では、注水完了までの所要時間を考慮して、吸水カップに注水を開始してから 10 秒後を注水完了時刻と見なしている。この見なし注水完了時刻から 600 秒間、水位のデータを取得し、一定時間間隔の水位データから最小二乗法で(式 1)を算出する<sup>2)</sup>。品質評価指標には、見なし注水完了時刻から 600 秒後のコンクリートの吸水速度（以後： $p_{600}$ ）を採用している。

$$p = a \cdot t^n \quad \text{(式 1)}$$

ここで、 $p$ ：吸水速度 ( $\text{ml}/\text{m}^2/\text{s}$ )、 $a$ ：初期の吸水速度、 $n$ ：吸水速度の低減率、 $t$ ：注水完了後からの時刻(s)である。

東北地方整備局から 2015 年度に通知されている「コンクリート構造物の品質確保の手引き（案）」では、本手法で求めた  $p_{600}$  をコンクリート構造物の緻密性の評価基準にすることが推奨されている(表 1)。

表 1  $p_{600}$  とコンクリートの品質の評価基準

コンクリートの吸水抵抗性	良	一般	劣
$p_{600}$ ( $\text{ml}/\text{m}^2/\text{s}$ )	< 0.25	0.25 ~ 0.50	0.50 <

本研究では、SWAT の計測結果の自動計算処理ソフトの開発の過程で、これまで十分に検討されてこなかった注水完了までの時間が評価指標に及ぼす影響について分析する。SWAT で得られる水位の計測データを  $p_{600}$  に換算する過程は、筆者らが開発した自動計算処理アルゴリズムを用いた<sup>3)</sup>。このアルゴリズムは、吸水現象によるものと考えにくい水位の上下変動を自動的に処理することが可能で、品質評価の有用性が確認されている<sup>3)</sup>。

2. 検討対象とする構造物

表 2 に分析対象としたコンクリート構造物の種類、コンクリートの物性、計測時および脱型時の材齢、養生方法を示す。さまざまな品質のコンクリートが対象となるように選定した。

表 2 検討対象の構造物

構造物名	呼び強度	W/B	調査時の材齢	脱型材齢	養生方法
T-tunnel (覆工コンクリート)	24N/mm <sup>2</sup>	52.5%	61日	7日	湿潤養生なし
M-bridge (スラブ)	24N/mm <sup>2</sup>	42.4%	232日	91日	保湿養生
O-box (壁部材)	27N/mm <sup>2</sup>	49.0%	149日	26日	湿潤養生
D-viaduct (橋脚)	27N/mm <sup>2</sup>	不明	116日, 72日	16日, 11日	シート養生 (19日, 5日)
U-tunnel (覆工コンクリート)	24N/mm <sup>2</sup>	51.0%	84日	21時間	保湿養生 シート養生

キーワード 表面吸水試験, 表層品質, 表面吸水速度, 注水完了時刻

連絡先 〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 土木工学棟 TEL 045-339-4045

### 3. 注水完了時刻の影響の検討方法

表 2 に示す 5 つの構造物の中で、注水が 10 秒以内に完了している計測データ全 11 データを用いて、以下の 2 つのパターンで算出した  $p_{600}$  を比較検討した。

#### 【パターン①】

注水開始から 10 秒後（見なし注水完了時刻）から 600 秒間の水位のデータを取得し、 $p_{600}$  を算出する（従来の算出方法で図 2 中の①の領域の水位データを用いる）。

#### 【パターン②】

計測データの中で最も水位が高い時刻から 1 秒後の時刻（シリンダー上面において、表面張力による水位の盛り上がり指ですり切るわずかな時間の影響を考慮した時刻）を計算処理上の注水完了時刻と定義し、この時刻から 600 秒間水位のデータを取得して  $p_{600}$  を算出する（図 2 中の②の領域の水位データを用いる）。

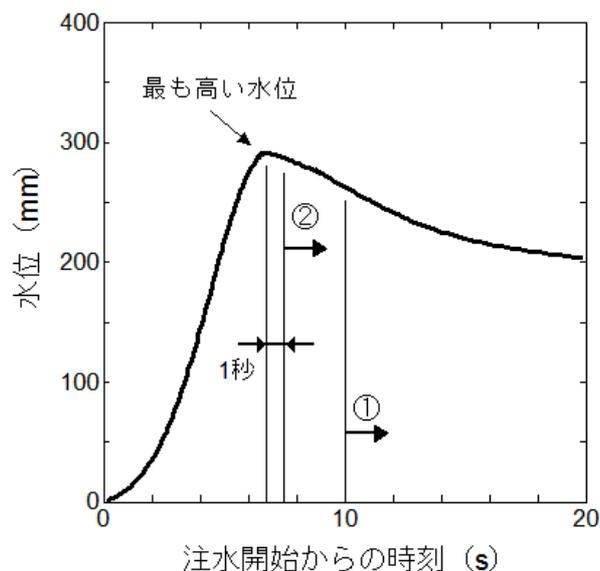


図 2 計算処理に用いる注水完了時刻

### 4. 結果および考察

パターン①とパターン②で算出した  $p_{600}$  の差の絶対値は、最大で  $0.03(\text{ml}/\text{m}^2/\text{s})$  となった(表 3)。一方、ほぼ均質と思われるコンクリート構造物における  $p_{600}$  の計測誤差を確認するため、施工に十分配慮してつくられた山口県のコンクリート構造物において SWAT で複数回測定した結果における  $p_{600}$  の標準偏差は  $0.07(\text{ml}/\text{m}^2/\text{s})$  であった<sup>3)</sup>。注水完了までの時間の差がコンクリートの品質評価に与える影響は計測誤差よりも十分に小さいと言える。このことから、今回の検討の範囲（注水完了まで最速で 5 秒）においては、注水完了時刻を最高水位を記録した時刻+1 秒と設定した場合、従来の計算方法（パターン①）とほぼ同じ  $p_{600}$  の値が算出されると言える。

### 5. まとめ

今回の検討の範囲（注水完了時刻が最短で 5 秒）において、注水完了時刻を最高水位を記録した時刻+1 秒と定義して求めた  $p_{600}$  は、従来の注水開始から 10 秒後を注水完了時刻とする方法とほぼ同じ値を示し、注水完了時刻の影響は無視し得ることが分かった。

表 3 2 つのパターンで算出した  $p_{600}$  の比較結果

最も高い水位の時刻 (s)	$p_{600} (\text{ml}/\text{m}^2/\text{s})$		
	① $p_{600}$	② $p_{600}$	①-②
5.0	0.60	0.61	0.01
5.0	0.23	0.26	0.03
6.0	0.27	0.29	0.02
6.0	0.31	0.31	0.00
6.0	0.50	0.49	0.01
6.0	0.19	0.18	0.01
7.0	0.33	0.30	0.03
7.0	0.24	0.24	0.00
7.0	0.33	0.33	0.00
7.0	0.26	0.26	0.00
7.0	0.30	0.29	0.01

### 参考文献

- 1) 林和彦, 細田暁: 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, コンクリート工学年次論文集, Vol. 69, No. 1, 82-97, 2013
- 2) M. Levitt: Non-destructive Testing of Concrete by the initial surface absorption method, Proceedings of a Symposium on Non-Destructive Testing of Concrete and Timber, London, June 1969, Institution of Civil Engineers, pp23-26, 1970
- 3) 小松怜史, 田島涼, 林和彦, 細田暁: 表面吸水試験における計測データのノイズ処理アルゴリズムの検討, コンクリート工学年次論文集, 2016【掲載決定】