

表面吸水試験装置を用いたコンクリート供試体の
吸水傾向に関する基礎的検討

長岡工業高等専門学校専攻科 学生会員 長部 拓海
長岡工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○齋藤 充
長岡工業高等専門学校 正会員 井林 康

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の表層部は塩害や凍害、中性化などに対するコンクリート構造物の耐久性に大きな影響を及ぼすため、表層部の品質を確保することは重要である。また、近年、表層品質の調査手法として非破壊試験手法に対する重要性が高まっている。表面吸水試験はコンクリートに水を注水して行う試験であり、コンクリートの劣化は内部に水が入ることでも起こることから実際の劣化に近い状況で試験を行うことが出来る。本研究では、表面吸水試験装置を用いて、コンクリートの表層品質調査を行うことにより、水セメント比(W/C)と養生温度ごとのコンクリートの表面吸水速度の傾向を把握すること、表面吸水速度と各種測定値との関係性を調査することで将来的にコンクリート構造物の維持管理や新設の表層品質向上に役立てることを目的とした。

2. 表面吸水試験装置

表面吸水試験(以下、SWAT)は、吸水カップを通じてコンクリートが吸水する水量を計測するものである¹⁾。注水は、吸水カップに鉛直に接続されたシリンダーの上縁まで水を満たし、重力により注入し、10秒程度で完了する。計測には水圧センサーを用い、シリンダー内の水の体積の変化を水位変化によるセンサーの圧力変化として検知し、0.5秒毎に連続的計測を行う。コンクリート表面に吸水カップを固定し、注水完了後10分間測定を行う。計測後、10分時点での吸水速度(以下、表面吸水速度)が得られる。得られた表面吸水速度を表-1に示す吸水抵抗性の目安²⁾である良、一般、劣の値と比較し、コンクリート表層部の吸水抵抗性を判断することが可能である。

3. 表面吸水試験結果

試験体寸法は 150mm(W)×150mm(H)×100mm(D)の角柱試験体であり、示方配合を表-2に、実験パラメータを表-3に示す。コンクリートの表層品質は、脱型材齢、養生方法に影響することが既往の研究で報告されており³⁾、本実験ではこれらの因子に加え、養生温度および W/C を実験パラメータとした。各パラメータにおいて3体ずつ製作し、計12個の試験体それぞれをA、B、C…Lと称した。

表-1 SWATにおける表層品質の評価指標

グレード	表面吸水速度(ml/m ² /s)
良	<0.250
一般	0.250~0.500
劣	>0.500

表-2 試験体配合表

Volume (m ³)	W/C (%)	s/a (%)	air (%)	Unit quantity(kg/m ³)				AE water reducing agent (78S)	AE agent (air)
				W	C	S	G		
1.000	65	42	4.5	168	258	779	1084	2.58	1.55
1.000	55	42	4.5	168	305	761	1061	3.05	0.61
1.000	45	42	4.5	168	373	737	1028	3.73	2.24

表-3 実験パラメータ

Curing Temperature(℃)	W/C(%)		
	45	55	65
5	A	E	I
15	B	F	J
30	C	G	K
Underwater curing	D	H	L

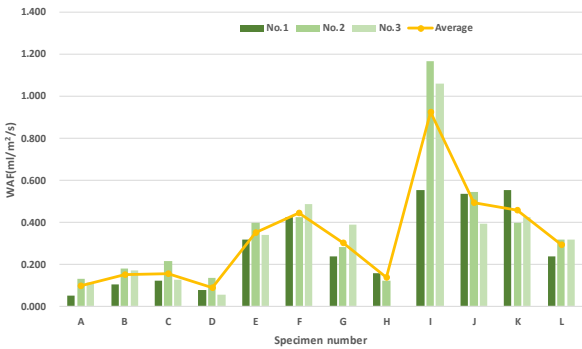


図-1 角柱試験体の表面吸水速度の初回測定結果

また、本試験体に SWAT を用いる場合、試験体の寸法上、既存のフレームでは吸水カップを固定し、測定することが困難であったため、新たに固定フレームを作成した。作成したフレームは試験体を乗せて測定する形とした。

測定を行う際、試験体と吸水させる水をあらかじめ前日から測定する環境に置き、慣らしをしてから測定を行った。初回の測定は水和反応による影響を考慮して 90 日程度経過してから測定を行った。測定は室内の安定した環境で行った。初回測定の結果を図-1に示す。水中養生した試験体の表面吸水速度が小さい傾向にあり、W/C が小さい試験体ほど表面吸水速度は小さい傾向が見られた。また、初回測

定を行った後、5 日以上の間をあけて再測定を行った。さらに、初回測定から 1 年経過後に、測定を行った。

4. 表面吸水速度と各種測定値との関係性調査

SWAT には温度依存や湿度依存などの季節依存性があるとされている。しかし、既往の研究では具体的な数値は示されていない。そのため、本研究では表面吸水速度に影響を及ぼす原因を明らかにするための基礎的な調査を行った。環境条件を季節ごとに变化させた SWAT, 1 秒と 10 分時点での吸水速度の比較, 表面吸水速度と吸水量の関係性調査を行った。表面吸水速度の値は測定環境ごとに变化すると考え、異なる測定環境を用意し試験を行った。環境条件、測定期間を表-4 に示す。測定に用いたのは 12 パラメータのうち、養生温度 30℃の試験体と W/C65%の試験体である。環境条件を季節ごとに変えて SWAT を行った結果を図-2 に示す。すべての試験体において冬が最も表面吸水速度が小さくなった。

表面吸水速度との関係性の調査において注水完了後 1 秒時点での表面吸水速度(以下, a)と 10 分間の吸水量についても季節ごとに調査した。全ての試験体を測定した再測定時の a と表面吸水速度のグラフを図-3 に示す。全体としては大きな傾向はみられなかった。しかし、W/C65%の試験体においては a と表面吸水速度は比較的比例関係にあった。また、a の値は注水完了後 1 秒時点のため測定者の技能に左右される可能性が高い。一様に注水しなければ、傾向に差が出る可能性がある。なお、本実験では測定者は 1 人であるため、違う測定者が行うことで新たな知見を得られる可能性がある。

SWAT 測定開始から 10 分経過時の水頭と初期の水頭を用いて計算することで吸水量を算出できる。吸水量と表面吸水速度の関係性を調査することによって、多様な面から表層品質を評価できると考え、環境条件が違うことによって吸水量が変わるのか調査した。SWAT の表面吸水速度の評価指標である表-1 の 3 段階のグレード(良, 一般, 劣)ごとに吸水量を比較した。結果として良では 1.0~1.1ml 程度で推移しており、一般では 2.1~2.4ml 程度で推移していた。劣では最小が 4.0ml ほどで、最大は 5.6ml ほどと、幅としては大きくなった。劣に関しては、表面吸水速度でグレードが変化する上限がないため、このような結果となったと考えられる。良と一般では環境条件が変化しても一定の吸水量で推移していることから、ある程度相関があると言える。

5. まとめ

角柱試験体を SWAT により調査した結果、W/C が小さいほど表面吸水速度が小さくなる傾向が得られた。季節性

表-4 季節ごとの環境条件

	Air temperature(℃)	Humidity(%)	Water temperature(℃)	Surface temperature(℃)	Moisture content
Winter	5.6	72.8	5.7	4.5	4.1
Rainy season	26.4	75.4	25.1	23.7	4.1
Summer	37.0	43.9	36.8	36.2	3.5

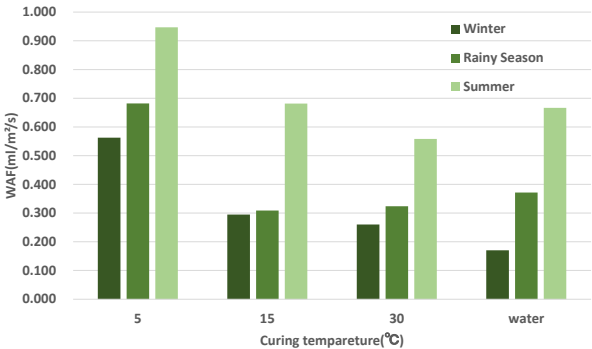


図-2 季節ごとの表面吸水速度

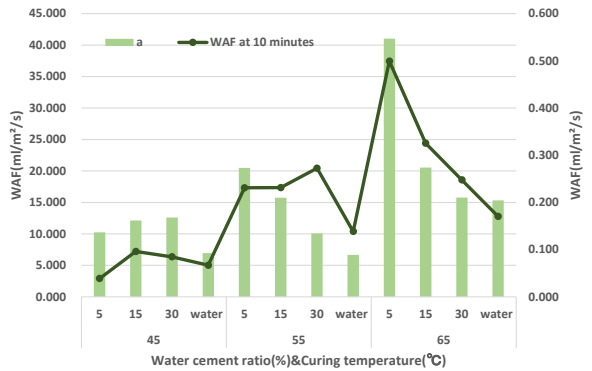


図-3 1 秒と 10 分時点での表面吸水速度の関係

の調査に関して、環境条件の変化傾向の把握に取り組んだが、相関性の確認には至らなかった。a と表面吸水速度の相関性は測定者の技量によって注水速度が変化する可能性があるため、複数の測定者が測定する a の変化の傾向を調査する必要があると考えられる。吸水量と表面吸水速度の関係性については、表面吸水速度を評価するグレードごとについてある程度まとまっており、相関があるといえ、吸水量を用いて表層品質を評価できる可能性がある。

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, 土木学会論文集 E2, Vol.69, No.1, 82-97, 2013
2) 国土交通省東北地方整備局「コンクリート構造物の表層品質確保の手引き (案) (橋脚, 橋台, 函渠, 擁壁編)」
3) 井上翠, 澤本武博, 樋口正典, 藤原貴央: コンクリートの表層品質に及ぼす配合および養生方法の影響, セメント・コンクリート論文集, Vol.68, 2015