

コンクリート構造物の鉛直面における散水時の水の流下現象による表層品質の簡易評価

鉄道総合技術研究所 正会員 ○西尾 壮平

鉄道総合技術研究所 正会員 上田 洋

東京大学生産技術研究所 フェロー会員 岸 利治

広島大学大学院 正会員 半井健一郎

1. はじめに

鉄筋コンクリート(RC)構造物の耐久性を考える上で重要となるコンクリートの表層品質，すなわち表層の物質透過に対する抵抗性に関して，実構造物から非破壊で情報を取得する技術の確立に対する強いニーズがあり，関連の研究や各種技術の適用事例が多数見られる．著者らは，構造物検査の実務への適用を最重要視し，コンクリート表面に少量の散水を行うことで表層品質に関する情報を簡易に取得する「散水試験」を提案している¹⁾．本稿では，手動の散水器具と簡易な補助具を用いた軽微な作業で実施可能な散水試験 A 法²⁾に関して，新設コンクリート構造物の表層品質に関する各種の基礎データ収集と分析を目的として，建設中のボックスカルバートに付随して作製された RC 試験体で測定を行った結果を述べる．また，表層品質の一次判定手法としての散水試験 A 法の有効性を検討した．

2. 散水試験の概要

乾燥したコンクリートに散水すると，瞬間的に吸水できない水が表面に溢れ，鉛直面では流下することになるが，吸水しやすいコンクリートでは水は溢れにくく，流下しない．これを表層品質の相違と考え，「意図的に少量の水を散水した際の水の流下現象」に着目し，「表層品質の非破壊評価に活用できる情報を取得する」

手法が散水試験 A 法である．具体的には，鉛直面における水の流下現象を目視で観察し，水の流下開始までに要した散水の繰返し回数によって評価を行う．図 1 に散水試験 A 法の概要を示す．また，表 1 に散水試験の試験条件を示す．

3. 表層品質の一次判定手法としての散水試験の適用

3.1 測定対象

同時進行している 2 箇所のボックスカルバート建設現場で，実構造物の近傍の屋外にて実構造物と同じ条件で施工された壁状の RC 試験体を対象として散水試験を実施した．また，測定時の材齢は約 3 ヶ月であり，コンクリート表層の含水状態を把握するために散水試験の実施直前に同じ箇所で高周波容量式水分計による表面含水率の計測を実施した．RC 試験体は使用材料，部材厚さ，配筋を実構造物と同一とし，養生条件を A・B・C の 3 水準に設定して各 1 体が作製され，著者らによる検討のほか，複数の研究チームが連携した各種の測定に供された．表 2 および表 3 に，コンクリートの配合と養生条件を示す．RC 試験体は降雨と日照の影響を避けるためビニールシートで囲い込んで曝露された．図 2 に，RC 試験体の概略および散水試験の測定位置を示す．測定位置は壁部分の高さを 4 等分したライン上で端部から 100mm 程度を除いた範囲で 4 点ないし 8 点

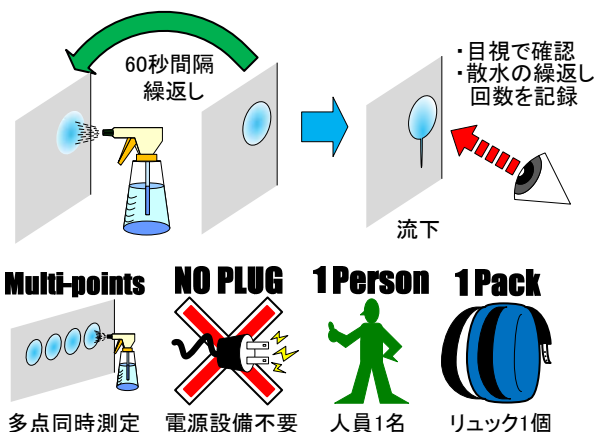


図 1 散水試験 A 法の概要と特長

表 1 散水試験の試験条件

散水器具	散水量	散水領域	繰返し間隔
手動式スプレー	約 0.1mg/mm ² /回	φ 60 mm	1 min

表 2 配合表

シリーズ名	セメント種	W/C (%)	スランブ (cm)	単位量(kg/m ³)			
				W	C	S	G
B11	高炉 B 種	52.5	8.0	159	303	795	1042
B12	OPC	55.0	8.0	162	295	816	1029

表 3 養生条件の詳細

養生 A (追加養生)	脱型直後にビニールシートで封緘
養生 B (標準養生)	示方書相当 (B11 は 7 日, B12 は 5 日で脱型して気中曝露)
養生 C (養生不足)	1 日で脱型して気中曝露

キーワード 散水試験，水の流下，散水回数，表層品質，物質移動抵抗性

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総研 コンクリート材料 TEL 042-573-7338

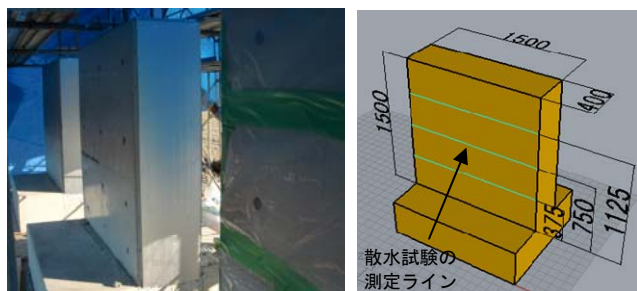


図2 試験体の概略および散水試験の測定位置

表4 測定結果

シリーズ名	養生	測定高さ(mm)	散水試験の散水回数					表面含水率(%)	測定点数
			平均値(回)	最小値(回)	最大値(回)	標準偏差	変動係数		
B11	A	375	8.0	7	9	0.82	0.10	5.3	4
		750	6.8	6	7	0.50	0.07	5.3	4
		1,125	9.5	8	11	1.07	0.11	5.8	8
	B	1,125	35.3	26	50	8.63	0.24	4.7	8
		375	34.8	31	41	4.50	0.13	4.3	4
		750	87	75	93	8.49	0.10	4.2	4
B12	C	1,125	73.3	50	95	19.81	0.27	4.4	4
	A	750	3.6	3	4	0.52	0.14	8.2	8
		375	13	9	16	2.56	0.20	5.1	8
	B	750	10.8	8	13	2.63	0.24	4.7	4
		375	16.1	10	25	4.64	0.29	4.9	8
		1,125	17.5	14	22	3.42	0.20	4.8	4

とした。ただし、測定実施時の時間的な制約により全試験体の全ラインの測定は実施していない。試験体の壁部分 1,500×1,500mm の2面では木製型枠の状態に関して転用なしと転用ありの2条件が設定されたが、測定値に及ぼす一定の影響が見出されなかったため、本稿に示す測定結果では面の区別をしないこととした。

3.2 測定結果および考察

表4に、測定結果の一覧を示す。表面含水率は養生Aで明らかに高い数値を示した。散水試験に関して、散水回数がおおむね10回程度より大きい場合は総じてばらつきも大きくなった。平均値による評価では極端な数値の影響を避けるため、平均値に対する偏差で測定値の採否を判定するなどの方法を検討する必要がある。ただし、測定値のばらつきは単なる測定誤差ではなく、コンクリート表層の状態に関する何らかの差異を反映している可能性があるため、一概に異常値として棄却することは現象解明の観点からは望ましくない。図3、図4に、散水試験結果に関する養生、測定高さの影響を示す。B11シリーズで散水回数が相対的に大きく、特に養生Bと養生Cで著しく増加した。その原因としてセメント種が高炉スラグB種であったことが考えられるが、詳細は解明できていない。図3に示すとおり、散水試験A法の散水回数は追加養生で減少し、養生不足で増大した。また、図4に示すとおり、散水回数が多い試験体では測定高さの影響が表れた。

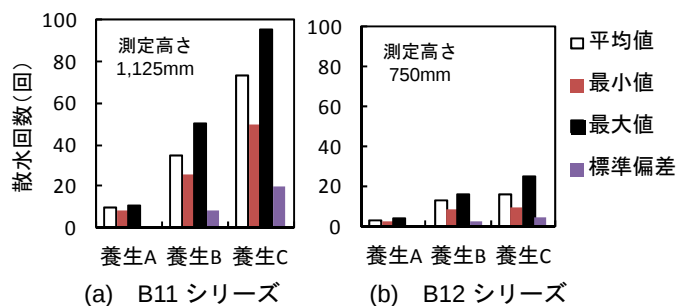


図3 養生の影響

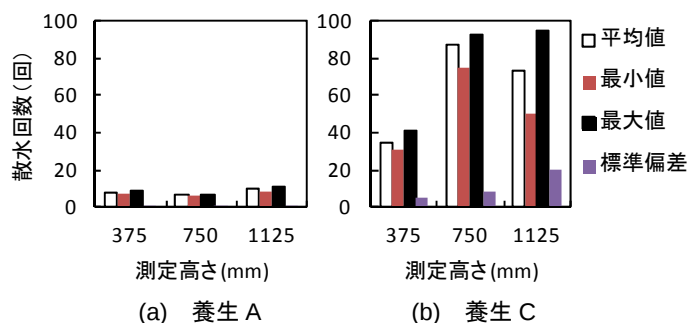


図4 測定高さの影響 (B11 シリーズ)

4. まとめ

実構造物と同等の条件で作製した壁状の試験体で散水試験A法による測定を実施した。その結果、追加養生を行ったコンクリートでは散水回数が少なく、散水回数のばらつきは小さくなり、測定高さの影響は見られなかった。一方、散水回数が多いコンクリートでは散水回数のばらつきが大きくなるとともに測定高さの影響を受ける傾向が見出された。養生の不足したコンクリートで散水回数が大きく増加したことから、散水回数の大小で表層品質を簡易に判定できる可能性がある。散水試験A法を表層品質の一次判定手法として活用する上では、数十回もの散水を実施することは効率的ではないため、最適な散水量と一次判定手法としての散水回数の上限を設定することが望ましく、今後の検討課題としたい。

謝辞：本研究は、国土交通省の「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」による研究助成を受けて実施したものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献：1) 西尾壮平・上田洋，コンクリート表層品質の簡易な非破壊評価手法の開発，鉄道総研報告，pp.5-10, 2014.2

2) 西尾壮平，コンクリート表層部の物質透過性に関する非破壊評価技術，鉄道総研月例発表会講演要旨，<<http://bunken.rtri.or.jp/PDF/cdroms1/0040/2014/0040002343.pdf>>, 2014.9