

実構造物の表層品質の評価に関する一考察

矢作建設工業（株） 正会員○武藤 裕久 フェロー会員 尾高 義夫
矢作建設工業（株） 正会員 野村 敬之 正会員 渡邊 義規
国土交通省 愛知国道事務所 川井 雅晴
（公財）鉄道総合技術研究所 正会員 西尾 壮平

1. はじめに

近年、高耐久なコンクリート構造物構築のため、コンクリート表層品質の向上は重要な項目となっている。コンクリートの表層品質の評価方法として、表層透気試験が用いられている¹⁾。表層透気試験は測定位置やコンクリートの表面含水率の影響を受けることが知られている。しかしながら、実構造物の表層品質において面的に多数の計測点で透気係数および含水率を測定した報告事例は少ない。

本報では、透気係数とコンクリートの表面含水率の測定を行い、実構造物の表層品質の評価を行った事例を示す。

2. 構造物の概要

対象構造物の全景図を写真 1 に示す。対象構造物は、幅 3000mm×奥行 3500mm×高さ約 20m の橋脚である。コンクリートの設計基準強度 f_{ck} は 27N/mm²、水セメント比 W/C は 51%であり、高炉セメントを使用している。コンクリート打設は 8 月であり、型枠脱型時期はコンクリートの標準養生期間の 7 日間を踏まえ、打設後 8 日とした。なお、コンクリートの一軸圧縮強度は型枠脱型時に 21.9N/mm²、材齢 28 日で 33.9N/mm²であった。

測定面の養生条件を図 1 に示す。本現場では、型枠脱型後にコンクリート表面の緻密化および表面の汚れ防止のため、図 1 に示す Case2 および Case3 のようにシート貼布による追加の保温保湿養生を行った。橋脚の 4 面ともに図 1 に示すように養生条件の異なる 3 つのエリア (Case1,2,3)に分けて測定を行った。Case1 ではコンクリート表層品質試験を早期に実施するため、保温保湿養生を行わなかった。Case2、Case3 における保温保湿養生日数はそれぞれ 68、69 日間である。なお、南面は既設構造物の関係から、日中日陰であった。

3. 測定項目および測定条件

コンクリートの表面品質試験として、トレント法による表層透気試験による透気係数の測定を実施した。コンクリート表面含水率の測定には、静電容量式（以下、水分計 1）と高周波容量式（以下、水分計 2）の 2 種類の水分計を用いた。表 1 に示すように、表層透気試験は、Case1 で型枠脱型後 1 か月および 4 か月の 2 回実施した。Case2 および Case3 は保温保湿養生完了後から 1 か月の 1 回のみ実施した。測点数は、各面、各 Case で 12 点とした。

3. 測定結果

各 Case の透気係数 KT ($\times 10^{-16}m^2$) とコンクリート表面含水率（以下、表面含水率）の計測結果を表 2～表 5 に示す。各面の上段は 12 点の平均値、下段は 12 点のうちの最小値および最大値を示している。なお、透気

キーワード：コンクリート表層品質、透気係数、コンクリート表面含水率、保温保湿養生、高炉セメント

連絡先：〒461-0004 愛知県名古屋市中区葵 3-19-7 矢作建設工業株式会社 TEL 052-935-2413



写真 1 対象構造物の全景

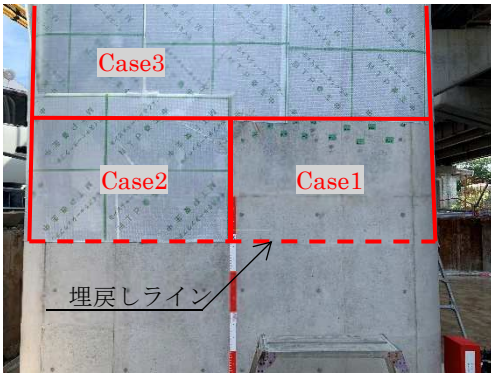


図 1 3つのエリア (Case1～3) で測定

表 1 養生条件および試験実施時期

	養生条件	実施時期	
		1か月	4か月
Case1	追加養生なし	Case1-1	Case1-2
Case2	28時間後に養生開始	Case2-1	×
Case3	4時間後に養生開始	Case3-1	×

注) 実施時期 Case1：型枠脱型後、Case2、3：養生完了後

係数の平均値は幾何平均、表面含水率の平均値は算術平均により算出した。

まず、養生なしの面における型枠脱型 1 か月後の計測結果を表 2 に示す。表面含水率の平均値は水分計 1 より水分計 2 の方が 0.3%程度高い値を示した。これは、水分計 1 の測定深度が 20mm であるのに対し、水分計 2 の測定深度が 40mm であるため、測定結果に差が生じたと推察される。東面は他の面に比べて表面含水率が小さく、その結果、透気係数は大きくなった。これは、東面が日射や風の影響を受けやすいという環境条件に起因すると推察される。透気係数の全測点平均値は $0.083 \times 10^{-16} \text{m}^2$ であり、コンクリート構造物の表層品質として「良」¹⁾と判定できる。

次に、養生なしの面における型枠脱型 4 か月後の計測結果を表 3 に示す。材齢に伴い乾燥が進み、表面含水率は各面の平均値で 0.05～0.52%程度低下した。また、表面含水率の低下に伴い、透気係数の全体平均値は Case1-1 と比較して若干増加した。判定¹⁾としては 1 ランク下がり、「一般」となった。

最後に、養生ありの面における養生完了 1 か月後の計測結果を表 4、表 5 に示す。表面含水率は、Case1-1 に近い結果であった。また、Case2-1 の透気係数の全体平均値は $0.055 \times 10^{-16} \text{m}^2$ であった。この値は、養生なしの面の型枠脱型 1 か月 (Case1-1) の透気係数と比較して僅かに小さくなった。型枠脱型までの養生期間を標準通り確保した結果、透気係数による表層品質評価の視点においては、追加養生の効果が少なかったと推察できる。また、透気係数の平均値は、東・西面より南・北面のほうが大きな値を示した。これは、養生条件あるいは養生完了後の環境条件 (日射、風) の違いが内部構造に影響したものと推察される。今後、追加の計測も予定しており、各面の計測値の変化を分析し、別の機会に報告を行いたい。一方、脱型から養生開始までの時間が異なる Case3-1 は、Case2-1 の同一面の計測結果と比較して差はほとんど見られない。このことから、本構造物では養生開始までの時間 (4 時間と 28 時間) の差が透気係数に及ぼす影響は小さかったといえる。

4. まとめ

本報では、高炉セメントを使用した実構造物に対し、透気係数およびコンクリートの表面含水率を面的に多数の点で測定し、コンクリートの表層品質の評価を行った。その結果、型枠脱型までの養生期間確保したことで、透気係数による評価において「良」～「一般」以上の表層品質をもつコンクリート構造物を構築できた。

参考文献 1)国土交通省東北地方整備局道路部，コンクリートの品質確保の手引き（案），橋脚，橋台，函渠，擁壁編<2022 改訂版>，2022。

表 2 養生なし・型枠脱型 1 か月後 (Case1-1)

	透気係数 ($\times 10^{-16} \text{m}^2$)	コンクリートの表面含水率 (%)	
		水分計1	水分計2
East	0.150	4.89	5.34
	(0.030～2.380)	(4.4～5.6)	(4.8～6.5)
South	0.058	5.04	5.16
	(0.010～0.155)	(4.7～5.3)	(4.9～5.6)
West	0.105	5.26	5.51
	(0.030～2.630)	(4.7～5.7)	(4.8～6.7)
Nouth	0.053	4.97	5.31
	(0.002～0.358)	(4.6～5.3)	(5.0～5.7)
全体平均値	0.083	5.04	5.33

※カッコ内は12点の計測点のうち最小値と最大値を表示

表 3 養生なし・型枠脱型 4 か月後 (Case1-2)

	透気係数 ($\times 10^{-16} \text{m}^2$)	コンクリートの表面含水率 (%)	
		水分計1	水分計2
East	0.097	4.70	5.09
	(0.021～0.895)	(4.3～5.1)	(4.7～5.9)
South	0.267	4.52	4.76
	(0.083～1.260)	(4.3～4.8)	(4.5～5.1)
West	0.164	4.81	5.22
	(0.040～0.700)	(4.5～5.2)	(4.8～6.0)
Nouth	0.110	4.85	5.27
	(0.030～0.892)	(4.6～5.1)	(5.1～5.4)
全体平均値	0.147	4.72	5.09

※カッコ内は12点の計測点のうち最小値と最大値を表示

表 4 養生あり・養生完了 1 か月後 (Case2-1)

	透気係数 ($\times 10^{-16} \text{m}^2$)	コンクリートの表面含水率 (%)	
		水分計1	水分計2
East	0.017	4.93	5.44
	(0.001～0.072)	(4.4～5.5)	(5.0～6.1)
South	0.115	4.93	5.73
	(0.017～1.180)	(4.7～5.3)	(5.5～6.1)
West	0.029	4.96	5.57
	(0.009～0.081)	(4.6～5.3)	(5.1～6.0)
Nouth	0.162	5.09	5.82
	(0.009～1.390)	(4.9～5.3)	(5.4～7.2)
全体平均値	0.055	4.98	5.64

※カッコ内は12点の計測点のうち最小値と最大値を表示

表 5 養生あり・養生完了 1 か月後 (Case3-1)

	透気係数 ($\times 10^{-16} \text{m}^2$)	コンクリートの表面含水率 (%)	
		水分計1	水分計2
East	0.007	4.99	5.31
	(0.001～0.020)	(4.5～5.4)	(4.9～5.7)
South			
West	0.038	5.07	5.54
	(0.010～0.177)	(4.6～5.5)	(5.2～5.8)
Nouth			
全体平均値	0.016	5.03	5.43

※カッコ内は12点の計測点のうち最小値と最大値を表示