

# 材齢初期に低温環境に置かれるコンクリートの簡易養生方法の評価

長岡工業高等専門学校 ○南 海渡  
長岡工業高等専門学校 正会員 陽田 修  
長岡工業高等専門学校 学生会員 中川 直人  
株式会社大石組 鈴木 高志

## 1. はじめに

寒冷地で施工されるコンクリート構造物の表層部は、材齢初期に低温環境に曝されるため強度増進が遅れる。降雪期直前に施工された砂防構造物で、雪融け水による出水によりコンクリート表層部が摩耗損傷した事例を確認した。本研究は、低温環境（積雪環境）に曝されるコンクリート表面を保護する簡易な養生方法の効果について、冬期間、雪に覆われた試験体の表層品質から評価を行った。

## 2. 実験概要

### 2.1 試験体

試験体は、幅 30m×高さ 30m×厚 30 cmの立方体を 3 体、実構造物の施工と同時にコンクリート打込みを行った。コンクリートの打込みは、平成 29 年 11 月 22 日に行った。表-1 にコンクリートの示方配合を示す。

表-1 示方配合

呼び方	コンクリートの記号による分類	呼び強度	スランプ cm	粗骨材の最大寸法 mm	セメントの種類による記号	水セメント比	細骨材率
	普通	18	5	80	BB	57%	29.90%
	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						
	セメント	水	細骨材	粗骨材① 25~5	粗骨材② 40~20	粗骨材③ 80~40	混和剤
197	111	614	599	452	453	2.08	

### 2.2 試験体の養生方法および暴露条件

コンクリート打込み後、材齢 5 日まで試験体全体をブルーシートで覆い、材齢 5 日で脱型を行った。

その後、表-2 に示す方法で試験体表面を保護し、冬期間、積雪環境に暴露した。試験体は雪解け後に回収し、環境温度と湿度が大きく変化しない恒温室（室温約 20°C、湿度約 85%）内に置いた。コンクリート打込み後、試験体回収までの経過を表-2 に示す。また、試験体表面の保護状況を表-3 に示す。

表-2 コンクリート打込みから試験体回収までの経過

日付	試験体の状況	材齢日数
平成 29 年 11 月 22 日	コンクリート打込み	
11 月 22 日~11 月 27 日	ブルーシートで試験体を覆う	1 日~5 日
11 月 27 日	型枠解体、表面保護	5 日
平成 30 年 5 月 21 日	試験体回収、恒温室へ移動	180 日

表-3 試験体の保護状況

供試体	試験体保護方法
1	無処理
2	養生用保水テープ
3	ビニールシート (15 $\mu$ ) 3重+気泡緩衝材 1重

### 2.3 試験項目および方法

試験項目および方法を表-4 に示す。

表-4 試験項目および方法

試験項目	試験方法	測定時期	材齢	測定箇所
表面吸水試験	表層コンクリートの吸水速度を算出し評価する手法	6月18日	204日	上下面を除いた4面(ABCD)
表層透気試験	コンクリート表面の圧力変化を評価する手法	5月28日	183日	
含水率	供試体表面の水分の割合を市販の含水率計を用いて測定を行う手法	5月18日	183日	
		8月17日	264日	
表面硬度	シュミットハンマーを用いて反発度により測定を行う手法	5月18日	183日	
		8月17日	264日	
超音波伝搬速度	超音波伝搬速度測定器を用いてコンクリートの緻密性を評価する手法	9月10日	288日	コア採取

## 3. 実験結果と考察

### 3.1 表面吸水試験(SWAT)及び表層透気試験 (トレント法)

表面吸水試験は、材齢 204 日 (恒温室に移動してから 28 日) に行い、表層透気試験は、材齢 183 日 (恒温室に移動してから 7 日) に試験を行った。その結果を表面保護方法が異なる試験体毎に整理し図-1 及び図-2 に示す。

表面吸水試験の結果を 3 つの試験体で比較すると、試験体 2 (養生用保水テープで保護) の 4 面で吸水速度が小さい値となった。

表層透気試験の結果は、試験体 2 の 2 面で透気係数が小さい値となったが、試験体で明確な差は見られない。

各試験体で測定面によって数値にバラつきがあるが、これは、コンクリートが最大骨材寸法 80 mm であるため、骨材の分布により異なる結果となったと考える。

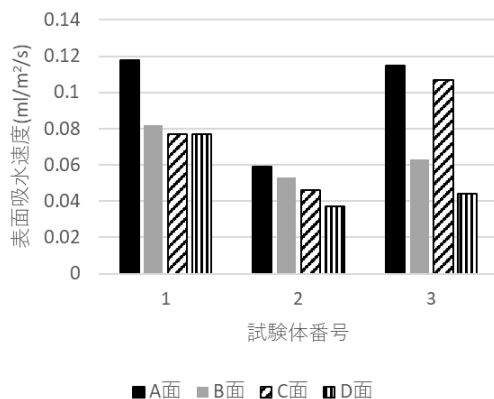


図-1 表面吸水試験 (材齢 204 日)

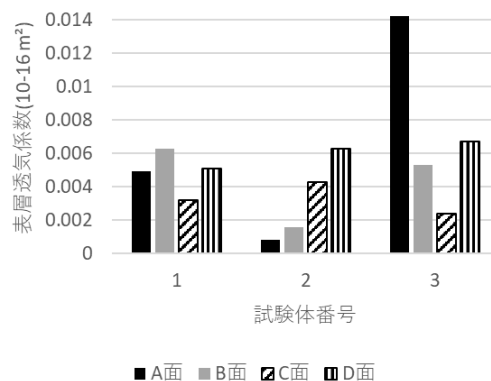


図-2 表層透気試験 (材齢 183 日)

表面吸水試験の結果を3つの試験体で比較すると、試験体2（養生用保水テープで保護）の4面で吸水速度が小さい値となった。

表層透気試験の結果は、試験体2の2面で透気係数が小さい値となったが、試験体で明確な差は見られない。

各試験体で測定面によって数値にバラつきがあるが、これは、コンクリートが最大骨材寸法 80 mmであるため、骨材の分布により異なる結果となったと考える。

### 3.2 含水率

表面含水率測定器（Tramex 社の CMEXII）により、材齢 183 日（恒温室に移動してから 7 日）と材齢 264 日（恒温室に移動してから 88 日）の 2 回、試験体の表面含水率を測定した。その結果を表面保護方法が異なる試験体毎に整理し図-3 及び図-4 に示す。

測定結果から、試験体2（養生用保水テープで保護）と試験体3（ビニールシート+気泡緩衝材で保護）は、試験体1（表面保護なし）に比べ、材齢経過後も表面含水率が僅かに高い結果となった。

乾燥環境とならない恒温室内で表面含水率が保持されていることから、表面保護方法により、表層品質が異なる可能性がある。

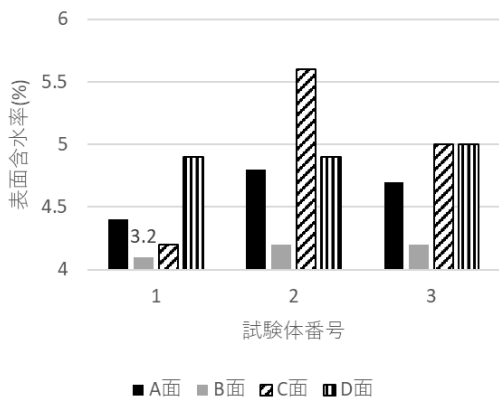


図-3 表面含水率測定(材齢 183 日)

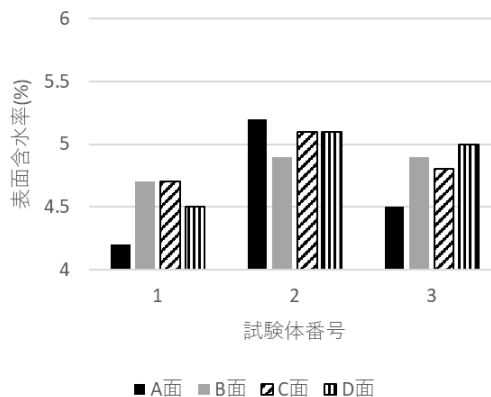


図-4 表面含水率測定(材齢 264 日)

### 3.3 表面硬度

材齢 183 日（恒温室に移動してから 7 日）と材齢 264 日（恒温室に移動してから 88 日）にテストハンマーによる表面硬度の測定を行った。その結果を表面保護方法が異なる試験体毎に整理し図-5 及び図-6 に示す。

材齢 183 日の結果は、呼び強度に達していない測点がある。試験体を回収した直後であり、試験結果から、低温環境下においてコンクリート表層部の強度増進がなかったと考える。また、表面の保護方法によって表面硬度に明確な違いが見られないことから、いずれの保護方法も低温環境下において強度増進の効果がないと考える。

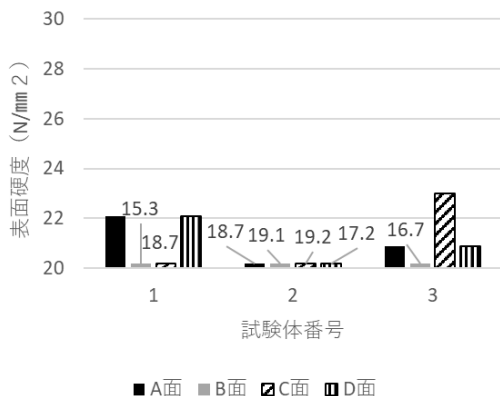


図-5 表面硬度(材齢 183 日)

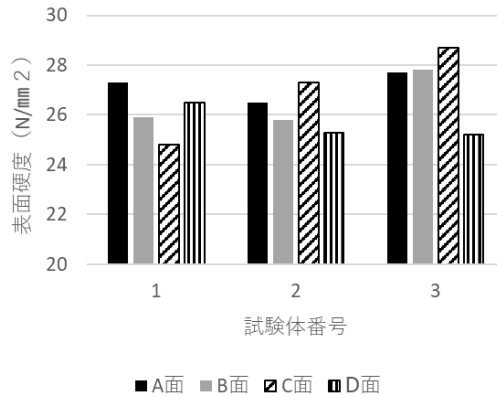


図-6 表面硬度(材齢 264 日)

恒温室内の環境で 88 日経過した材齢 264 日の結果から、それぞれの試験体に表面硬度の増進が見られる。この結果から、コンクリート打込み後の初期養生で初期凍害はなく、低温環境下で強度増進が遅れていたと考えられる。また、表面の保護方法によって表面硬度の増進に明確な違いが見られない。保温効果があるとされる気泡緩衝材で保護した試験体 3 で僅かに表面硬度が大きい結果となっているが、保温効果については明確に評価できない。

### 3.4 超音波伝搬速度

超音波法による超音波伝搬速度は、試験体からコアを採取しコア側面を透過法で測定した。測定は、表面硬度でコンクリート強度の増進を確認した以降の材齢 288 日（恒温室に移動してから 112 日）に測定を行った。試験体毎に 1 本のコアを採取し、試験体表面から 10 mm 間隔で深さ 100 mm まで 10 断面の測定を行った。その結果を表面保護方法が異なる試験体毎に表面から深さ方向に整理し図-7 に示す。

表面から深さ 30 mm の範囲で試験体 2（養生用保水テープで保護）の超音波伝搬速度が速い結果となった。保水効果により材齢経過で緻密性が向上したと思われるが、深さ 10 mm までの表層部は 3 試験体とも同様の値を示していることから、本研究の範囲で表面保護の効果を明確に評価できない。

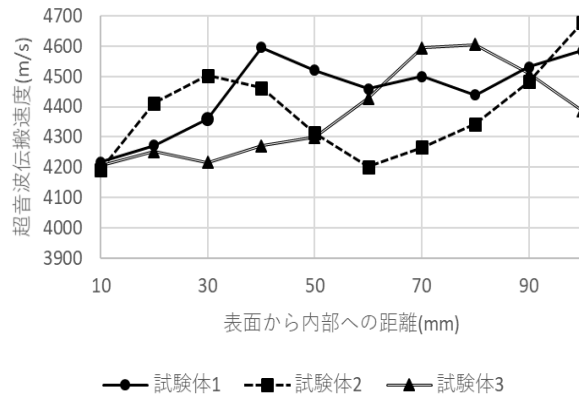


図-7 試験体ごとの超音波伝搬速度(材齢 288 日)

## 4. まとめ

- (1) 表面吸水試験 (SWAT) と表面含水率試験の結果から、養生用保水テープで保護されたコンクリート表面は、乾燥環境に置かれない状況で保水性が維持されると推測される。
- (2) 表面硬度の結果から、材齢初期の養生で初期凍害を起こしていなければ、低温環境に置かれた後、材齢の経過で表面強度が増進するが、本研究で行った保護方法では保護の効果を明確に評価できなかった。
- (3) 超音波伝搬速度の結果から、養生用保水テープの保水効果により材齢経過で緻密性が向上したと思われるが、深さ 10 mm までの表層部は 3 試験体とも同様の値を示していることから、本研究で行った保護方法では保護の効果を明確に評価できなかった。