

高分子湿度センサーを用いたコンクリート中の相対湿度測定 その3 自然環境下のコンクリート中の温湿度

正会員 ○佐々木智和*
同 浜 幸雄**
同 桂 修***

高分子湿度センサー コンクリート 屋外暴露
温度 相対湿度

1. はじめに

コンクリートの物性、劣化現象には、温度および内部の水分状態が大きく関与する。特に凍害劣化の場合には凍結時の最低温度、凍結融解回数、飽水度の影響が大きいことから、劣化環境を評価するうえで冬期間のコンクリート中の温度・相対湿度を把握することはきわめて重要である。しかしながら、これまでコンクリート温度を気象因子から推定する試みは行われているものの、コンクリート中の湿度分布の変動を測定した例はほとんど見られない。

本報では、高分子湿度センサーを埋め込んだコンクリート供試体を用いて自然環境下でのコンクリート中の温度・相対湿度の変動を測定した結果について報告する。

2. 実験計画および方法

実験計画を表1に示す。図1に示すような壁およびスラブ部材を想定した 200×200×100mm のコンクリートの表面から深さ 2mm、10mm、50mm の位置に防水透湿処理を施した高分子型温湿度センサーを埋め込んだ供試体を室蘭、札幌、旭川の3地点に暴露した。暴露状況を写真1に示す。なお、壁部材は南向きとし、スラブ部材は雨水や雪解け水が滞留するようにしている。また、暴露地での外気の温湿度とあわせて1時間ごとにデータを収集した。今回の報告の測定期間は、2004年10月16日から3月15日までの153日間である。

使用したコンクリートは、普通ポルトランドセメント ($\rho = 3.16$)、登別産陸砂 (表乾密度 2.69 g/cm^3 , 粗粒率 2.70)、白老産碎石 (表乾密度 2.67 g/cm^3 , 最大寸法 20mm) を用い、水セメント比 50%、スランプ 18cm の nonAE コンクリートである。コンクリートの調合表を表2に、練り上がり性状および圧縮強度試験結果を表3に示す。

3. 実験結果および考察

各暴露地における外気および試験体の温湿度と凍結融解回数を表4に示す。なお、コンクリートの凍結融解回数は凍結温度を -1°C 、融解温度を 0°C として算出している。気温は札幌と室蘭で同程度であるが、旭川は最低気温が -24.6°C と極めて厳しい環境である。また、コンクリート温度は深さによる変化は比較的小さいが、風、日射および積雪などの影響で部材による差が認められる。一方、外気の相対湿度は各暴露地で 70%RH とほぼ同程度であり、札幌と旭川ではコンクリート中の相対湿度分布も

表1 実験計画表

暴露地	想定部材	試験体寸法	測定項目
室蘭	壁	100×200×200mm	温度
札幌			湿度
旭川	スラブ	100φ×200mm	圧縮強度

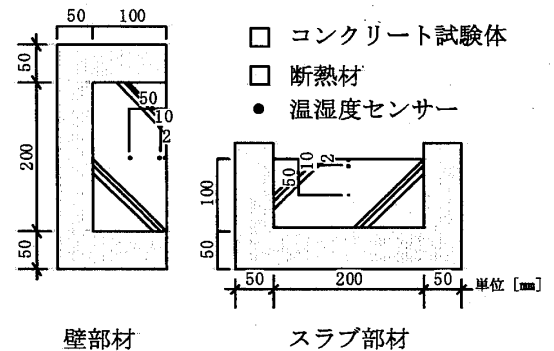


図1 試験体形状



写真1 暴露状況 (札幌)

表2 コンクリートの調合

W/C (%)	目標AIR (%)	スランプ (cm)	単位水量 (kg/m^3)	絶対質量 (kg/m^3)		
				セメント	細骨材	粗骨材
50	1	18	206	411	802	952

表3 練り上がり性状と圧縮強度

初期性状			圧縮強度 (N/mm^2)	
練り温 ($^\circ\text{C}$)	空気量 (%)	スランプ (cm)	20°C封緘 材齢28日	20°C封緘 材齢91日
20.1	1.3	24.6	45.0	57.7

Polymer Humidity Sensor for Measuring Relative Humidity in Concrete Part3 Change of Temperature and Humidity in Concrete under Natural Conditions

SASAKI Tomokazu, HAMA Yukio, KATSURA Osamu

類似の傾向であるのに対して、風の強い室蘭ではコンクリート表面の相対湿度がやや低くなっている。

図2に週平均相対湿度の変化を示す。なお、その1で検討した湿度センサーの精度を考慮して、ここでは温度が0℃以上の期間の週平均湿度を算出している。いずれの暴露地でも深さ2mmでの相対湿度の変化は外気の湿度変化に迅速に対応しており、雨水や雪解け水の影響を受けやすい。しかし、深さ50mmでは室蘭の壁部材を除き99%RHとほぼ飽水状態のままとなっている。また、スラ

ブ部材では雨水や雪解け水が滞留することから壁部材よりも高い相対湿度で推移しており、雪解けの進む春先に相対湿度の上昇がみられる。

4. まとめ

コンクリート温度は表面からの深さによる変化は比較的小さい。一方、コンクリートの相対湿度は表面から低下し、相対湿度の分布ができる。コンクリート温度、湿度ともに、外気の温湿度以外に部材条件による風、日射および積雪などの影響が認められる。

表4 温湿度と凍結融解回数

暴露地	室蘭							札幌							旭川									
	壁			スラブ				外気	壁			スラブ				外気	壁			スラブ				外気
想定部材	2	10	50	2	10	50	2		10	50	2	10	50	2	10		50	2	10	50	2	10	50	
最低温度(℃)	-11.1	-11.2	-10.9	-10.6	-10.5	-9.8	-11.5	-10.1	-9.8	-9.7	-10.4	-10.2	-7.2	-12.0	-22.2	-22.3	-22.3	-17.2	-17.2	-17.3	-24.6			
平均温度(℃)	3.4	3.2	3.2	5.5	2.9	2.9	2.6	2.9	2.7	2.5	1.6	4.5	3.2	2.0	0.5	0.4	0.3	-1.6	-1.6	0.2	-1.8			
平均相対湿度(%)	76.3	81.1	89.7	79.9	96.7	98.9	75.7	89.8	93.9	99.0	94.3	97.3	99.0	67.9	89.0	96.9	99.0	95.1	98.8	99.0	73.8			
凍結融解回数(日)	10月	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3		
	11月	3	3	3	4	4	3	3	5	5	5	故障	5	4	5	7	7	6	4	4	2	6		
	12月	22	21	21	13	14	12	21	20	20	20	故障	11	故障	18	25	24	22	6	5	5	20		
	1月	26	25	24	17	13	13	25	12	12	10	故障	故障	故障	20	22	22	19	1	1	2	18		
	2月	4	4	5	19	8	15	11	5	8	5	4	故障	故障	1	25	26	26	2	4	1	2		
	合計	55	53	53	56	41	44	60	42	45	42	-	-	-	68	80	80	69	16	12	12	68		
凍結持続日数(日)	10月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	11月	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	故障	0	0	0	0	1	4	3	3	2	2		
	12月	1	1	1	8	7	8	2	1	1	1	故障	8	故障	3	6	7	9	21	21	20	10		
	1月	3	4	5	9	13	14	4	17	17	17	故障	故障	故障	9	8	8	11	29	29	28	12		
	2月	22	22	22	4	16	3	13	19	20	23	故障	故障	故障	3	2	2	6	24	27	26	7		
	合計	26	27	28	21	36	26	19	38	39	42	-	-	-	15	16	17	27	78	80	77	31		

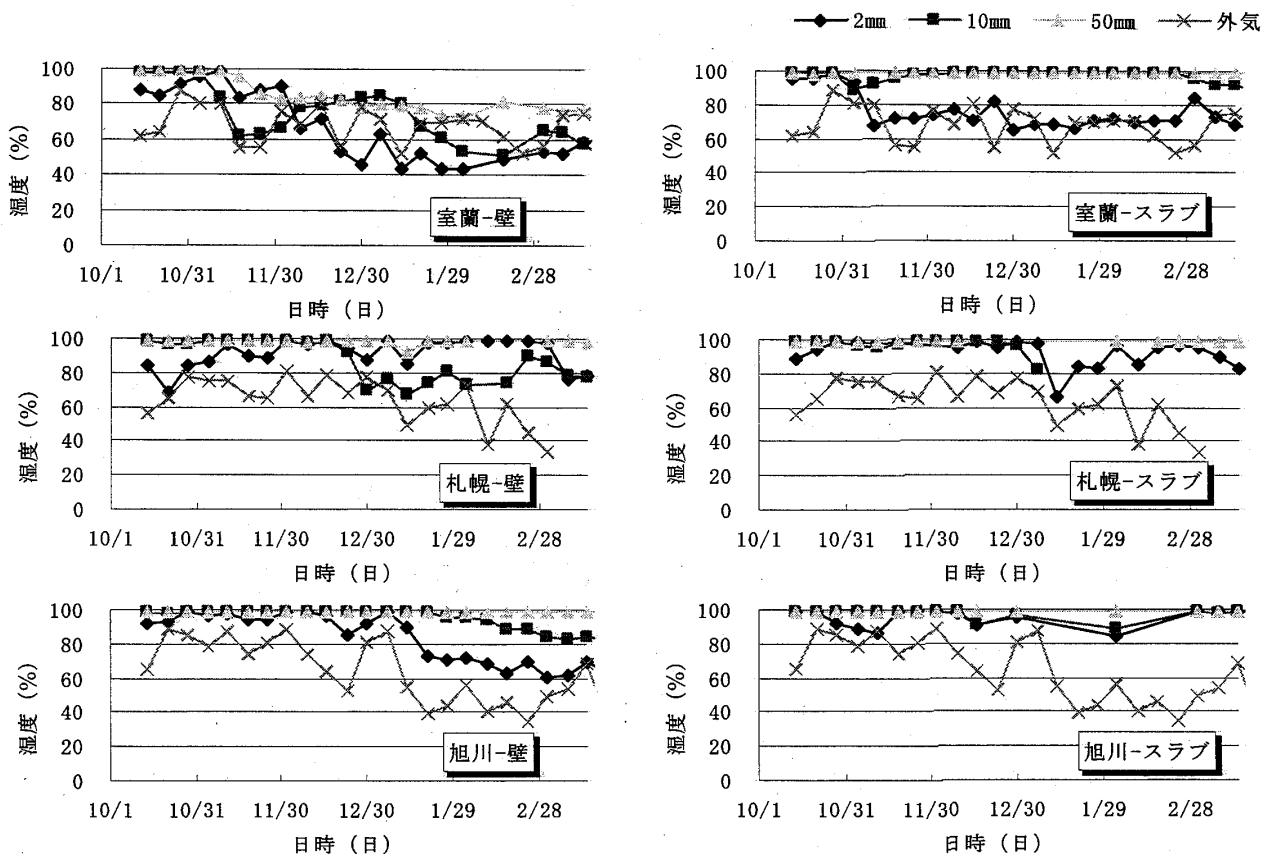


図2 平均湿度の経時変化

*室蘭工業大学大学院

**室蘭工業大学助教授・博士(工学)

***北海道立北方建築総合研究所・博士(工学)

*Graduate School, Muroran Institute of Technology

** Assoc. Prof., Muroran Institute of Technology, Dr. Eng.

***Hokkaido Northern Regional Building Research Institute, Dr. Eng.