

凍結コンクリートの気密性に関する実験的研究

清水建設 土木本部設計部 正会員 ○ 若林雅樹
 東京ガス 生産技術部 正会員 渡辺 修
 東京ガス 生産技術部 正会員 中野正文

1. はじめに

LNGを貯蔵する低温貯槽において、万一の内槽からのガス漏洩を想定した場合、凍結コンクリートの気密性により外部へのガス漏洩はないと考えられる。凍結コンクリートの気密性は、その含水状態によって異なると考えられるが、既往の実験データはほとんどなく、定量的に評価できなかった。そこで、含水状態を変えた凍結コンクリートの透気試験を行い、凍結コンクリートの気密性を定量的に把握した。

2. 実験方法

(1) 試験体と透気試験装置

コンクリート試験体は図-1に示すように、内径 60mm、高さ 120mmの亚克力製型枠の中央部に高さ 60mmのコンクリートを打設した。また、コンクリートと型枠との間の空隙をふさぐために、下記に示す養生後、シールを行った。

透気試験装置は図-2に示す凍土試験装置を使用した。冷却は試験体上下のサーモジュールで行い、一夜で試験体を -10°C まで降下させ、その状態で透気試験を行った。気体は空気を用い、圧力は 0.049MPa 一定とした。透気量は水に置き換え、メスシリンダーによって測定した。透気係数 k (cm/sec) は、以下の式で求めた。

$$k = (q \cdot h \cdot \gamma_a \cdot g) / (100 \cdot p \cdot t) \quad (\text{式-1})$$

q : 透気量 (cm^3/cm^2)

h : 厚さ (6cm)

γ_a : 空気の密度 ($1.29 \times 10^{-6} \text{ kg}/\text{cm}^3$)

p : 圧力 (0.049MPa)

t : 経過時間 (sec)

g : 重力加速度 ($9.81\text{m}/\text{sec}^2$)

(2) コンクリートの含水状態の設定

凍結コンクリートの気密性はその含水率に大きく影響されるため、以下の3水準とした。

- ・ 湿潤状態 : 水中養生 21 日後、試験実施、3 体。
- ・ 気乾状態 : 水中養生 14 日後、 20°C 、湿度 60% で 8 日間養生し、試験実施、3 体。
- ・ 絶乾状態 : 水中養生 21 日後、 110°C で 3 日間乾燥させ、絶乾状態で試験実施、3 体。

コンクリートの含水率 w (%) は、以下の式で求めた。

$$w = (W_t - W_d) / W_d \times 100 \quad (\text{式-2})$$

W_t : コンクリート試験体の試験時重量

W_d : コンクリート試験体の絶乾重量

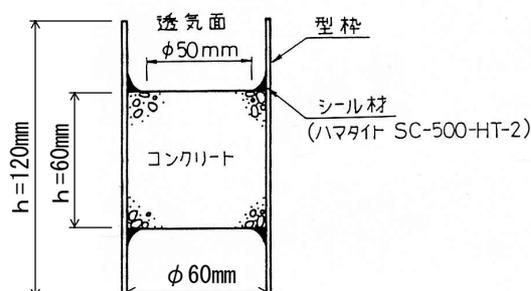


図-1 コンクリート試験体

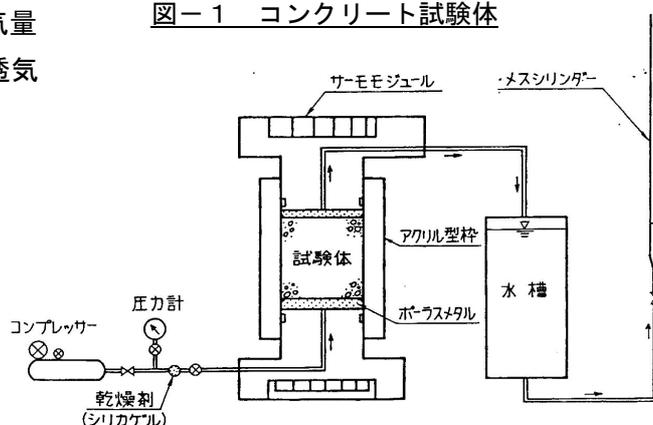


図-2 透気試験装置

キーワード : LNGタンク, 凍結コンクリート, 気密性

連絡先 : 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーパンス館 TEL:03-5441-0595 e-mail:wakaba@civil.shimz.co.jp

3. 使用材料

使用するコンクリートの配合を表-1に示す。セメントは高炉セメントB種、粗・細骨材は鬼怒川産の川砂利・川砂、混和剤はポゾリス N0.5 L を使用した。コンクリートの圧縮強度は、平均 17N/mm² (14 日強度) であった。

表-1 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
					水 (W)	セメント (C)	細骨材 (S)	粗骨材 (G)	混和剤
25	13.5	4.7	60	42	150	250	809	1135	0.63

4. 実験結果

経過時間と透気量の関係を、図-3に示す。

図-3より、経過時間と透気量との間には、いずれの含水状態とも直線的な傾向が認められた。よって、式-1より透気係数を求め、コンクリートの含水率との関係を示すと、表-2、図-4のようになる。

図-4より、コンクリートの含水率 w (%) と透気係数 k (cm/sec) の関係は、以下の式で示される。

$$k = (-120w + 845) \times 10^{-11} \quad (\text{式-3})$$

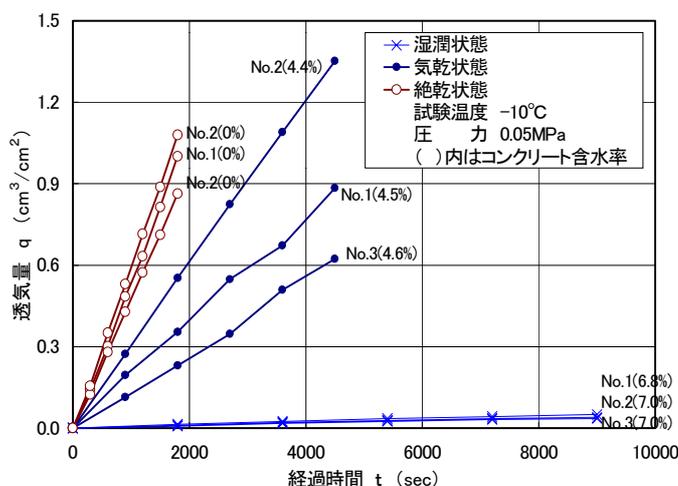


図-3 経過時間と透気係数との関係

表-2 透気係数一覧表

含水状態	コンクリートの含水率 (%)	透気量 (cm ³ /cm ²)	時間 (sec)	透気係数 (cm/sec)
湿润状态	6.8	0.050	9000	8.9×10^{-11}
	7.0	0.035	9000	6.2×10^{-11}
	7.0	0.039	9000	6.7×10^{-11}
气乾状态	4.5	0.88	4500	3.0×10^{-9}
	4.4	1.35	4500	4.6×10^{-9}
	4.6	0.62	4500	2.1×10^{-9}
絶乾状态	0	1.00	1800	8.6×10^{-9}
	0	0.86	1800	7.4×10^{-9}
	0	1.08	1800	9.3×10^{-9}

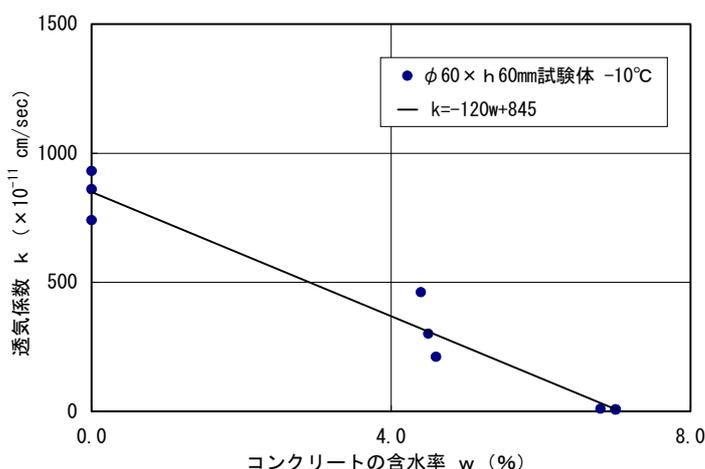


図-4 コンクリートの含水率と透気係数のとの関係

5. 考 察

凍結コンクリートの透気係数は、コンクリートの含水率、すなわちコンクリート中に含まれる水の量によって明らかに異なることが認められた。これは、コンクリート中の水が凍結し、空隙を氷の固体が埋め、空気の流れを遮断するためと考えられ、水の凍結量が多いほどその効果は大きい。