

V-139 低温液化ガス用コンクリート部材の貯液性能に関する研究-その1

東京大学工学部 正員 岡村 甫 , 同 正員 前川 宏一
 大阪ガス㈱ 正員○北村 八朗
 ㈱大林組 正員 芳賀 孝成, 同 正員 黒坂 敏正

1. はじめに

低温液化ガス貯蔵用のコンクリート構造物は、海外においては既に約30基が稼動しており、わが国においても、現在LNG用貯槽の建設が計画されている。しかしながら、コンクリート部材の低温液化ガスに対する貯液性能については、まだ不明な点が多い。そこで本研究においては、低温液化ガス用コンクリート部材の貯液限界を確認するために、液化窒素(LN₂)を用いて、貫通ひびわれを有する部材の貯液性能に関する実験を実施した。

2. 実験概要

1) 供試体: 供試体は厚さ35cm (Vノッチ位置: 25cm) と60cm (Vノッチ位置: 50cm) とし、人工ひびわれ作成時のひびわれ面のずれ防止に、異形鉄筋を鉄筋比0.54%で配置した。コンクリートの圧縮強度は、ひびわれ作成時で480kgf/cm²であった。また、人工ひびわれは、深さ5cmのVノッチを使用し、圧縮試験機を用いて作成した。

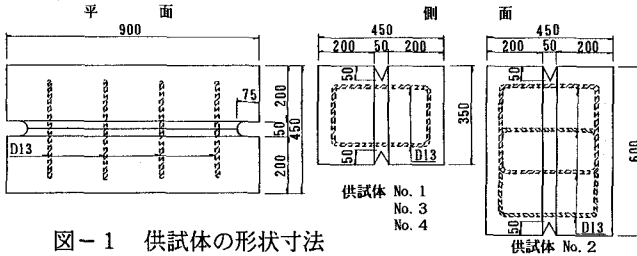


図-1 供試体の形状寸法

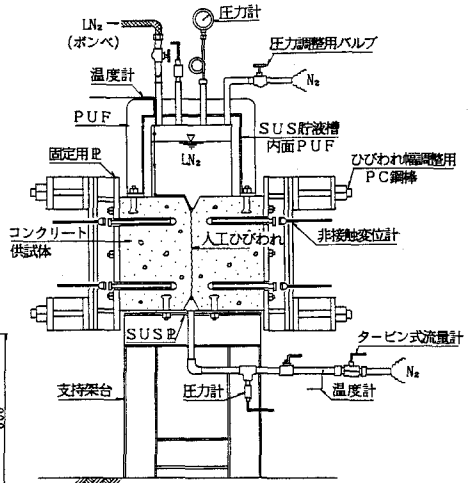


図-2 実験装置

2) 実験条件: 実験は4体の供試体を使用し、そのひびわれ幅・形状による8ケースを実施した。実験条件を表-1に示す。なお、ケース3では上面側のみひびわれを発生させ、下面側はひびわれの生じていない状態とした。ケース4では無筋コンクリートのひびわれ面にコンクリートを打継いだ状態とした。

表-1 実験条件

供試体 No.	実験ケース	部材厚さ D (mm)	人工ひびわれ作成時 ひびわれ荷重 P _{cr} (tf)	初期設定ひびわれ幅 (mm)		ひびわれ幅調整時 作用断面力		貯槽内圧力 p (kgf/cm ²)	実験時間 (hr)
				上面 $\bar{\epsilon}_u$	下面 $\bar{\epsilon}_s$	M (tfm)	N (tf)		
1	1-1	25	29.0	0.20	0.00	1.61	16.6	1.0 → 0.5 → 1.5	21
	1-2			0.20	0.11	0.37	-0.3	1.0	3
	1-3			0.09	0.09	0.96	28.2	1.0	12
	1-4			0.11	0.01	2.12	29.9	1.0 → 0.5 → 1.5	18
2	2-1	50	48.0	0.22	0.11	0.81	28.9	1.0 → 0.5 → 1.5	24
	2-2			0.23	0.23	-0.57	-2.9	1.0 → 0.5 → 1.5	22
3	3	25	19.5	0.21	圧縮ゾーン × 10 cm	1.23	9.2	1.0 → 1.5	19
4	4		—	0.00	0.00	—	—	1.0 → 1.5	21

3) 実験方法: 供試体上面に一定圧力で LN_2 を貯液し、 LN_2 あるいは N_2 ガスがひびわれを通過する状況およびその量を確認した。実験に使用した実験装置を図-2に示す。

表-2 漏出ガス量一覧 (ℓ/m)

実験ケース	貯槽内圧力 p (kgf/cm^2)		
	0.5	1.0	1.5
1-1	10	23	36
1-2	—	216 ^{注)}	—
1-3	—	10	—
1-4	5	8	15
2-1	5	11	18
2-2	45	118	192
3	—	0	0
4	—	0.3	0.4

注) ガスで216 ℓ/min 漏出後、液体で漏出

3. 実験結果および考察

1) 液密性能: 表-2に各ケースの圧力ごとの漏出ガス量の最大値を示す。下面側で液体の漏出が認められたのはケース1-2のみである。従って、部材厚25cmで作用圧力1.0 kgf/cm^2 の条件下において、ひびわれ幅が0.1mm以下であれば、ひびわれが貫通していても液体での漏出はないことが確認された。また、ケース1-1の結果より、接液側のひびわれ幅が0.2mm以下で、流出側のひびわれ幅がほぼ0mmに閉じていれば液体での漏出はないことが確認された。ケース1-2と同等のひびわれ幅を有するケース2-1では、液体の漏出は認められなかった。これは、ひびわれ経路が長くなることにより、流体に対する抵抗が増すとともに、液体として存在できない高温部の領域が長くなるためと考えられる。図-4に供試体の温度分布を示す。

2) ガス通過特性: 図-3に示す経時変化に見られるように、部材の冷却に伴って、ひびわれ内に液体として存在する領域が拡大するため、ガスの漏出量は増加するが、定常な温度分布に達すると一定となる。また漏出量は、概ね作用圧力に比例するが、漏出量が変化して温度分布が変わる場合は、その温度分布に影響を受ける。また、打継ぎ面をもつケース4では、微量なガスが漏出し、ひびわれが貫通していないケース3では、ガスの漏出は認められなかった。

4. まとめ

本研究により次の点が明らかになった。①部材厚25cmで貫通ひびわれが0.1mm以内であれば、通常の液圧に対して漏液が生じることはない。②流出側ひびわれの閉塞と、部材厚を増すことで、より高い貯液性能が得られる。③断面内にひびわれの生じていない領域を残すことは、漏気を制限するうえで有効な方法である。

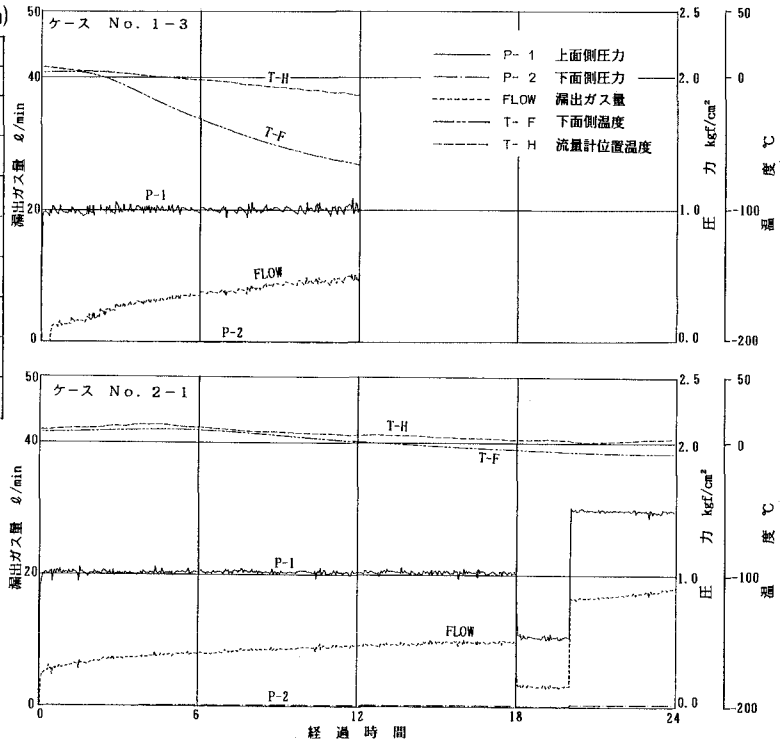
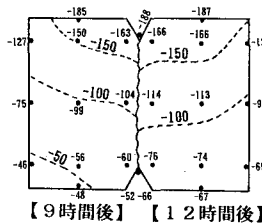


図-3 漏出ガス量の経時変化

ケース1-3



【9時間後】 【12時間後】

ケース2-1

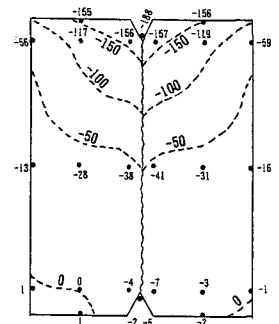


図-4 供試体温度分布 【15時間後】 【18時間後】