

V-246

コンクリート打設時にセグメントのセパレータに
作用する軸力の測定結果報告

大成建設横浜支店 正会員 鎗木孝治
大成建設技術研究所 正会員 横田和直
大成建設土木設計第二部 正会員 梅本正樹
東京ガス生産技術部 正会員 小松原徹

1.はじめに

東京ガス（株）扇島工場で現在建設中の低温液化石油ガス(LPG)地下式貯槽(60,000kl)では、側壁の構築において、内部掘削の山留め壁である外側の連壁と、型枠と保冷材取付台を兼ねた内側のセグメントの間を、セパレータで緊結し、コンクリートの打設を行っている。打設コンクリートのスランプ値は18cmでありコンクリート標準示方書の側圧推定式の適用範囲外にある。一方、側壁1ロットあたりの打設高さは約8mに達しており、セパレータに作用する軸力の確認は工事安全上重要な項目であった。本報告は、この軸力の測定結果を報告するものである。

2.構造物の概要

LPG地下式貯槽の概要を図-1に示す。側壁は壁厚1.5m、深さ37.8mで、全体を6ロットに分割して構築する。図-2には、今回測定を行った第2ロットのセグメント、セパレータおよび計測点位置を示す。セパレータは直径16mmでネジ接続部で最小有効断面積 1.697cm^2 （一般部 2.011cm^2 ）となっている。材質はSCH45を使用し、その許容引張応力度は $2,900\text{kgf/cm}^2$ （短期）となっている。このセパレータを高さ方向に1.36m、円周方向に 0.915m^2 で配置することにより、約 4tf/m^2 までのコンクリート側圧に抵抗する構造となっている。軸力は、セパレータの両側に張り付けた直行2方向の歪みゲージで回路を組み、曲げ成分を除去して得ている。

3.コンクリートの仕様、配合およびスランプの経時変化

コンクリートの仕様、配合および使用材料を表-1に示す。

セメントは、熱応力解析を行った上でフライアッシュ混入マスコン型高炉セメント（混合重量比、普通ポルトランドセメント：高炉スラグ：フライアッシュ＝35：45：20）を採用した。スランプ値はワーカビリティを考慮して18cmとしたが、単位水量を低減するため、スランプ12cm相当のコンクリートに高性能AE減水剤を添加して所要のスランプ値としている。図-3に打設当日にアジテータ車から採取し静置した試料のスランプ経時変化測定結果を示す。スランプ値は60～90分の間所定の値を保持し、3時間程度で単位水量相当の値に低減している。試料採取時のコンクリート温度（T）はいずれも 8.0°C であった。

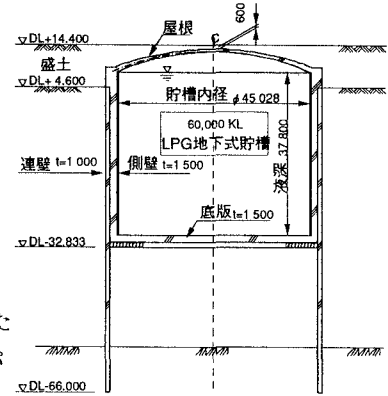


図-1 LPG地下式貯槽の構造

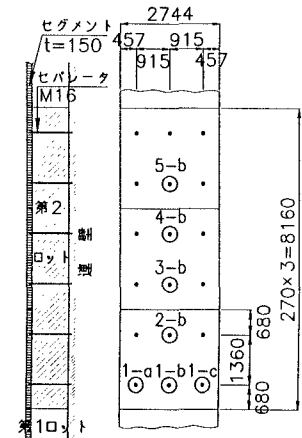


図-2 側壁第2ロット詳細図

表-1 コンクリートの仕様

設計基準強度(材齢91日)	300kgf/cm ²
スランプ	18±2.5cm
空気量	5±1%
w/c	49.0%
セメントの種類	フライアッシュ混入マスコン型高炉セメント
混和剤	高性能AE減水剤
	7ミツルフォン酸系

4. 軸力の測定結果と考察

図-4に軸力の測定結果を示す。打設は8:30～20:30の間に行われ、打設速度（R）は0.68m/hであった。図中の直線は、セパレータより上のコンクリート高さ（H）にコンクリートの単位体積重量（ $\gamma_c=2.3$ ）と1本のセパレータの分担面積（ $S=1.24\text{m}^2$ ）を乗じた値を示す。実際の軸力は、この直線のかなり下方にある。2-b～5-bでは30～40分毎に軸力の振幅がみられる。これは、層打設の間隔に一致し、パイプレータの

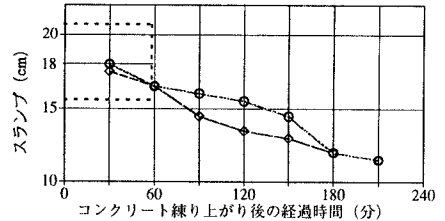


図-3 スランプ経時変化

加振の影響と考えられる。この影響は打設後約6時間（コンクリート高さ約4m）までであることがわかる。最下段の1-a、1-b、1-cは、上方の軸力と動きが異なるが、これは下方セグメントの拘束の影響が大きいためと考えられる。軸力が大きく出ている2-b、4-bの軸力最大値（2-bでは途中の極大値を含む）について表-2にまとめた。同表より軸力の最大値（あるいはこれに近い極大値）はセパレータをコンクリートが

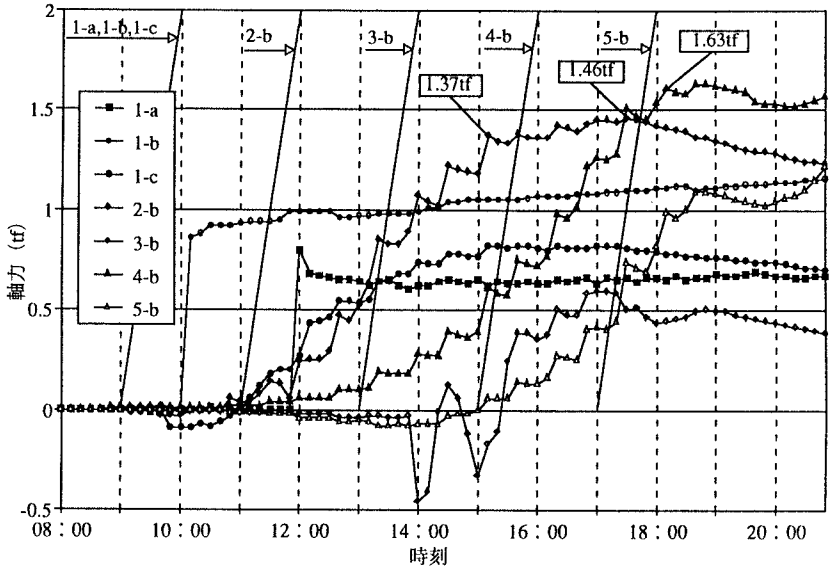


図-4 軸力の測定結果

表-2 軸力の最大値（一部極大値を含む）

測定値	① 最大値 N _{max} (tf)	② 換算液圧 N _{max} /S (tf/m ²)	③ セパレータ通過 から発現までの時間 T	④ セパレータ上の コンクリート 高さ H=0.68T	⑤ 計算液圧 H× γ_c	⑥ ②÷⑤ 比率
2-b-1	1.37	1.10	4.17hour	2.84	6.53	0.17
2-b-2	1.46	1.17	8.50hour	5.78	13.3	0.09
4-b	1.63	1.31	3.67hour	2.50	5.75	0.23

$$kr = (\text{コンクリートのヤング係数}) \times (\text{セグメントの断面積}) / (\text{セグメントの設置半径})^2 \\ = (3.1 \times 10^6) \times (0.15 \times 1.00) / (22.717)^2 = 90.1 \text{tf/m}^2$$

一方、セパレータのバネ値ksは、

$$kr = (\text{セパレータのヤング係数}) \times (\text{セパレータの断面積}) / (1 \text{本のセパレータの分担面積}) \\ = (2.1 \times 10^7) \times (2.01 \times 10^{-4}) / (1.36 \times 0.915) = 3,392 \text{tf/m}^2$$

となり、それぞれの分担比は20%対80%となり、計算上の円環剛性の影響は小さい。

コンクリート標準示方書の側圧推定式を用いて側圧pを計算すると、

$$p = 0.8 + 80R / (T + 20) = 0.8 + 80 \times 0.68 / (8.0 + 20) \\ = 2.74 \text{tf/m}^2$$

となる。従って、本式をセパレータの安全性の検討に用いても問題ないと考えられる。