

日団協 技術資料 D 液-001-2022

地上設置式バルク貯槽の発生能力

1. 制定目的

バルク貯槽を設置し、自然気化によってLPガスを消費しようとする場合、需要家の消費量に対して十分な量のLPガスを供給することのできるバルク貯槽の大きさを必要とするが、バルク貯槽の設置状況(外気温等)、需要家の消費パターン(連続消費時間等)及びLPガス供給側のバルク運用状況(残液量等)などの設計条件が個々の設置ケースで異なるので、一律の基準を設けても運用上に不都合が生じることが予想される。従って、本資料では連続消費時間の大小又は残液量の多少によってバルク貯槽の発生能力がどのように変化するかを計算で示し、バルク貯槽の設置基準の一部とすることを目的とする。

2. 適用範囲

地上設置式のバルク貯槽で、次の条件に該当するものの発生能力について規定する。

- | | |
|-----------|--|
| (1)バルク貯槽 | (横型)150kg型、300kg型、500kg型及び985kg型
(縦型)985kg型 |
| (2)LPガス組成 | 充填時液相プロパン分 95mol%及び90mol% |
| (3)外気温 | -20℃、-15℃、-10℃、-5℃、0℃、5℃、10℃及び15℃ |
| (4)連続消費時間 | 1時間、1.5時間、2時間、3時間、4時間、5時間、6時間、7時間及び8時間 |
| (5)残液量 | 15wt%、20wt%、30wt%、40wt%及び50wt% |
| (6)その他 | バルク貯槽の周囲の風速は0.3m/sとする。 |

3. 用語の意味

本資料で用いる主な用語の意味は、次の通りである。

- | | |
|----------|--|
| (1)バルク貯槽 | 液化石油ガス法で規定される開放検査周期の長い貯槽をいう。 |
| (2)横型 | バルク貯槽の胴部を地盤面に対して平行に設置するものをいう。 |
| (3)縦型 | バルク貯槽の胴部を地盤面に対して垂直に設置するものをいう。 |
| (4)充填時組成 | バルク貯槽に最大貯蔵量のLPガスを充填した時の液相組成をいう。
従って、バルク貯槽に残液がある場合の充填後液相組成は、残液と充填液の混合組成となるので、充填時組成はこの点を考慮しなければならない。(解説3参照) |
| (5)圧力の単位 | 本資料で用いる圧力の単位(MPa)は絶対圧力とする。 |

- (6)発生能力

消費開始時の液温が外気温と等しい状態で自然気化消費し、消費終了時のバルク貯槽の圧力が0.2MPaに低下する場合の「消費時間中一定な1時間当たりのLPガス発生量」をいう。
- (7)連続消費時間

需要家におけるLPガスの消費量(kg/h)は消費時間中必ずしも一定ではないが、発生能力の計算上、これを一定と仮定した場合の継続時間をいう。

バルク貯槽の発生能力は、一般的に、ピーク月あるいは供給条件の厳しい冬季の消費量、連続消費時間等をベースに検討されるが、実際の消費においては消費量の変動するケースの方が多いので、消費量又は連続消費時間を消費状況に応じて柔軟に調整することが重要である。具体例として、図1及び図2(ピーク消費量:10kg/h、消費時間:5時間)を想定した場合、図1では消費量及び連続消費時間を10kg/h×5時間とすることができるが、図2では、例えば連続消費時間を調整して10kg/h×3時間、あるいは消費量を調整して6kg/h×5時間という具合に読み替えが必要となるだろう。

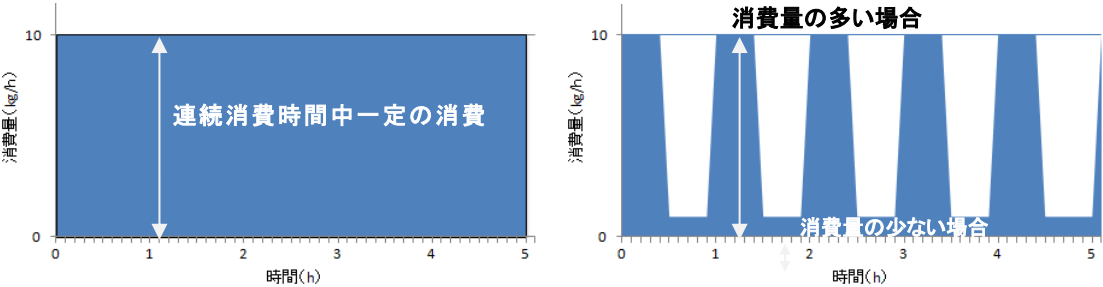


図1 消費例1

図2 消費例2

4. バルク貯槽の発生能力を計算するための基礎式

バルク貯槽のシミュレーションモデルとしては、50kg容器等の発生能力推算法¹⁾の改良モデルによるものとする。

改良モデルから誘導される発生能力計算式及びその関連項目については以下の通りである。

4. 1 バルク貯槽の発生能力推算式

$$W = \frac{U \cdot A \cdot \Delta T_E}{L} \cdot \frac{1}{1 - \exp(-\alpha \cdot \tau_E)} + \frac{W_P}{\tau_E}$$

.....(1)

ここで、

$$\alpha = \frac{U \cdot A}{wC_l + w_m C_m}$$

.....(2)

$$W_P = \left(V - \frac{w}{\rho_l}\right) \cdot \rho_V \cdot \frac{(P_S - P_E)}{0.101325}$$

.....(3)

$$\Delta T_E = T_a - T_E$$

.....(4)

W	:	発生能力	(kg/h)
U	:	総括伝熱係数	(kJ/m ² ・h・°C)

1)大井：「LPガス容器の発生能力推算法」、高圧ガス Vol.16, No.9(1979)

A	:	伝熱面積	(m^2)
ΔT_E	:	消費終了時における外気温と液温の温度差	($^{\circ}\text{C}$)
T_a, T_E	:	外気温及び消費終了時の液温	($^{\circ}\text{C}$)
L	:	蒸発潜熱	(kJ/kg)
τ_E	:	消費時間	(h)
w	:	残液量	(kg)
C_l	:	液比熱	($\text{kJ}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$)
w_m	:	顕熱に寄与するバルク貯槽本体重量	(kg)
C_m	:	バルク貯槽の比熱 $\doteq 0.4605$	($\text{kJ}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$)
V	:	バルク貯槽の内容積	(m^3)
ρ_l	:	液密度	(kg/m^3)
ρ_v	:	ベーパー密度	(kg/m^3)
P_S, P_E	:	消費開始時及び消費終了時の圧力	(MPa)

4. 2 自然気化消費に伴う液相及び気相組成変化推算式

LPガスの組成をプロパン、ノルマルブタン及びイソブタンの三成分とし、自然気化消費に伴う液相組成変化を以下の式で推算する。

$$\left(\frac{1 - x_{i,k-1}}{1 - x_{i,k}} \right)^{p_i} \cdot \left(\frac{x_{i,k}}{x_{i,k-1}} \right)^{p_j} = \left(\frac{wr_k}{wr_{k-1}} \right)^{p_i - p_j} \quad (k = 1, 2, \dots, n) \quad \dots\dots(5)$$

ここで、
$$p_i = \exp\left(K_{1,i} - \frac{K_{2,i}}{(273.2 + T)}\right) \dots\dots\dots(6)$$

$$p_j = \frac{\pi_{0,k} - p_i \cdot x_{i,k-1}}{1 - x_{i,k-1}} \dots\dots\dots(7)$$

$$\pi_{0,k} = \sum_i p_i \cdot x_{i,k-1} \dots\dots\dots(8)$$

ただし、
$$\begin{array}{lll} k = 1 \text{ のとき} & x_{i,0} = x_{i,F} & wr_0 = wr_F \\ k = n \text{ のとき} & x_{i,n} = x_{i,wr} & wr_n = wr \end{array}$$

$x_{i,wr}$: 残液量比 wr における i 成分の液相組成モル分率 (—)

$x_{i,F}$: 充填時における i 成分の液相組成モル分率 (—)

wr : 残液量比 (wt比)

wr_F : 充填時の残液量比 = 1.0 (wt比)

$\pi_{0,k}$: 全圧 (MPa)

p_i : i 成分の蒸気圧 (MPa)

p_j : i 成分以外の蒸気圧 (MPa)

$K_{1,i}, K_{2,i}$: 定数(表1に示す) (—)

$i = 1$: プロパン (C_3H_8) $i = 2$: ノルマルブタン ($n\text{-C}_4\text{H}_{10}$) $i = 3$: イソブタン ($i\text{-C}_4\text{H}_{10}$)

T : 液温 ($^{\circ}\text{C}$)

また、気相組成は、理想気体を仮定すると次式で計算される。

$$y_i = p_i \cdot x_i / \sum_i p_i \cdot x_i \quad \dots\dots\dots(9)$$

ここで、 x_i : i 成分の液相モル分率 (－)
 y_i : i 成分の気相モル分率 (－)

なお、消費開始時の液相組成は、充填時から消費開始時の残液量に至るまでの液相組成変化を(5)式による繰り返し計算で求めるものとする。(残液量の減量する刻み値は0.5wt%とする)

4.3 総括伝熱係数

$$U = \xi \cdot \gamma \left(\frac{\Delta T}{Z_{mean}} \right)^{1/4} \quad \dots\dots\dots(10)$$

ここで、 U : 総括伝熱係数 (kJ/m²・h・°C)
 ξ : kcalからkJへの単位換算係数²⁾ $\xi = 4.18605$
 γ : 風速補正係数 (－)
 $\gamma = 4.2743u + 4.5482 \quad \dots\dots\dots(11)$
 u : 風速 (m/s)
 ΔT : 温度差 (°C)
 Z_{mean} : 平均液深さ (m)

ただし、横型バルク貯槽の平均液深さは次式による。

$$\frac{1}{Z_{mean}} = \frac{1}{Z} + \frac{1}{\sqrt{L_{shell} \cdot D}} \quad \dots\dots\dots(12)$$

縦型バルク貯槽の平均液深さは次式による。

$$\frac{1}{Z_{mean}} = \frac{1}{Z} + \frac{1}{D} \quad \dots\dots\dots(13)$$

D : 内径 (m)
 Z : 液深さ (m)
 L_{shell} : 胴部の長さ (m)

なお、本資料では、総括伝熱係数の単位を(kJ/m²・h・°C)としているが、本来、SI単位系では(W/m²・K)を用いるべきである。このように敢えて総括伝熱係数の単位を(kJ/m²・h・°C)としたのは、(W/m²・K)を用いると、(2)式の計算で[W]から[kJ]への換算のために「3.6」という係数を分子に乘じなければならないが、本来、このような換算係数を式に組み込むべきではないので、そのために講じた措置である。

2) (11)式は工学単位系(kcal/m²・h・°C)で誘導された計算式なので、係数 ξ を乗じてSI単位系(kJ/m²・h・°C)に変換する。

4. 4 横型バルク貯槽の液深さ・伝熱面積

4. 4. 1 横型バルク貯槽の任意の液深さにおける胴部の容積

横型バルク貯槽鏡部を「短軸を回転軸とする回転楕円体」として胴部の断面を図3のとおりとなる。

ここで、 a : 回転楕円体の短軸 (m)
 θ : 図3で示される平面角 (rad)
 $(\pi \geq \theta \geq 0)$

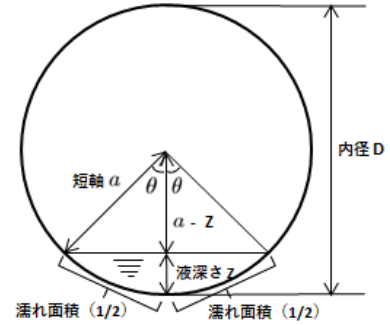


図3 横型バルク貯槽の胴部の断面図

図3より、平面角 θ について次式を得る。

$$\cos \theta = \frac{a - Z}{a} \quad \dots\dots\dots(14)$$

液深さ Z における胴部の容積は、この平面角 θ を用いて次式で求められる。

$$V_{shell_Z} = \left[\frac{\pi D^2}{4} \cdot \left(\frac{2\theta}{2\pi} \right) - 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot (a - Z) \cdot a \sin \theta \right] \cdot L_{shell} \quad \dots\dots\dots(15)$$

ここで、 V_{shell_Z} : 液深さ Z における胴部の容積 (m³)

いま、液深さ Z と内径 D の比率を次式で定義する。

$$q = \frac{Z}{D} = \frac{Z}{2a} \quad \dots\dots\dots(16)$$

ここで、 q : 液深さを内径の比率で表した値 (—)

(14)式と(16)式から次式を得る。

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{a - Z}{a} \right) = \cos^{-1} (1 - 2q) \quad \dots\dots\dots(17)$$

(15)式を液深さ Z と内径 D の比率 q を用いて変形すると次式を得る。

$$V_{shell_Z} = \frac{D^2}{4} \cdot \left[\theta - (1 - 2q) \cdot \sin \theta \right] \cdot L_{shell} \quad \dots\dots\dots(18)$$

4. 4. 2 横型バルク貯槽の任意の液深さにおける鏡部の容積

鏡部の容積は、バルク貯槽全体の容積から胴部の容積を差し引いたものとして求められる。

$$V_{dish_all} = V - \frac{\pi D^2}{4} \cdot L_{shell} \quad \dots\dots\dots(19)$$

ここで、 V_{dish_all} : 鏡部の容積 (m³)

いま、液深さ Z における鏡部の容積を次式で近似するものとする。

$$V_{dish_Z} = V_{dish_all} \cdot \frac{Z}{D} = q \cdot \left(V - \frac{\pi D^2}{4} \cdot L_{shell} \right) \quad \dots\dots\dots(20)$$

ここで、 V_{dish_Z} : 液深さ Z における鏡部の容積 (m³)

4. 4. 3 横型バルク貯槽の液深さ

任意の残液量におけるLPガスの占めるバルク貯槽内の容積は、(18)式で計算される $V_{shell-Z}$ と(20)式で計算される V_{dish-Z} の合計で与えられるが、残液量と液密度からも求めることができるので、次式が成り立つ。

$$V_{dish-Z} + V_{shell-Z} = \frac{w}{\rho_l} \quad \dots\dots\dots(21)$$

(18)式、(20)式 及び (21)式より次式を得る。

$$q \cdot \left(V - \frac{\pi D^2}{4} \cdot L_{shell} \right) + \frac{D^2}{4} \cdot \left[\theta - (1 - 2q) \cdot \sin \theta \right] \cdot L_{shell} = \frac{w}{\rho_l} \quad \dots\dots\dots(22)$$

以上より、(22)式から q を求めることで、 $Z = qD$ であるから、任意の残液量における液深さ Z を求めることができる。

4. 4. 4 横型バルク貯槽の胴部の濡れ面積

胴部の断面の全円周長さは πD 、胴部の長さは L_{shell} 、図3の濡れ部分の平面角は 2θ となるので、胴部の濡れ面積として次式を得る。

$$S_{shell-Z} = \pi D L_{shell} \cdot \left(\frac{2\theta}{2\pi} \right) \quad \dots\dots\dots(23)$$

ここで、 $S_{shell-Z}$: 液深さ Z における胴部の濡れ面積 (m²)

(23)式を(16)式で定義した q で表すと、胴部の濡れ面積として次式を得る。

$$S_{shell-Z} = D L_{shell} \cos^{-1}(1 - 2q) \quad \dots\dots\dots(24)$$

4. 4. 5 横型バルク貯槽の鏡部の濡れ面積

鏡部の濡れ面積は、短軸を回転軸とする回転楕円体の表面積の液深さ Z における濡れ部分として、次式で与えるものとする。

なお、(25)式は、実際のデータに一致するように調整した実用上の近似式である。

$$S_{dish-Z} = \frac{\pi ab}{1.6} \left(\frac{\sin^{-1} e - \sin^{-1} e_1}{e} + \sqrt{1 - e^2} - \left(1 - \frac{Z}{a} \right) \sqrt{1 - e_1^2} \right) \quad \dots\dots\dots(25)$$

$$e = \sqrt{\frac{b^2}{a^2} - 1} \quad \dots\dots\dots(26)$$

$$e_1 = e \left(1 - \frac{Z}{a} \right) = e(1 - 2q) \quad \dots\dots\dots(27)$$

ここで、 S_{dish-Z} : 液深さ Z における鏡部の濡れ面積 (m²)

b : 回転楕円体の長軸 (m)

4. 4. 6 横型バルク貯槽の伝熱面積

任意の残液量における伝熱面積は、液深さ Z における濡れ面積として与えるものとする。

$$A = S_{shell-Z} + S_{dish-Z} \quad \dots\dots\dots(28)$$

(24)式及び(25)式より(28)式を変形すると、任意の残液量における伝熱面積として次式を得る。

$$A = L_{shell} D \cos^{-1}(1 - 2q) + \frac{\pi ab}{1.6} \left(\frac{\sin^{-1} e - \sin^{-1} e_1}{e} + \sqrt{1 - e^2} - \left(1 - 2q \right) \sqrt{1 - e_1^2} \right) \quad \dots\dots(29)$$

4. 5 縦型バルク貯槽の液深さ・伝熱面積

4. 5. 1 縦型バルク貯槽の液深さ

任意の残液量における液深さを、次式で与えるものとする。

$$w/\rho_l \geq V_d \quad \text{のとき} \quad Z = \frac{4}{\pi D^2} \left(\frac{w}{\rho_l} - V_d \right) + Z_d \quad \dots\dots\dots(30)$$

$$w/\rho_l < V_d \quad \text{のとき} \quad \frac{Z^3}{3f^2} - \frac{DZ^2}{2f} + \frac{w}{\pi\rho_l} = 0 \quad \text{の解 } Z \quad \dots\dots\dots(31)$$

ただし、鏡部は短軸を回転軸とする回転楕円体とし、 $f = b/a$ とする。

ここで、 Z_d : 鏡部の液深さ (m)

V_d : 鏡部の容積 (m³)

4. 5. 2 縦型バルク貯槽の伝熱面積

任意の残液量における伝熱面積は、横型と同様に濡れ面積とし、次式で与えるものとする。

$$w/\rho_l \geq V_d \quad \text{のとき} \quad A = \frac{4w}{D\rho_l} - \frac{4}{D}V_d + S_d \quad \dots\dots\dots(32)$$

$$w/\rho_l < V_d \quad \text{のとき} \quad A = S_d \cdot \frac{Z}{Z_d} \quad \dots\dots\dots(33)$$

ここで、 S_d : 鏡部の表面積 (m²)

4. 6 発生能力に寄与するバルク貯槽の顕熱

発生能力に寄与するバルク貯槽の顕熱は濡れ部分の顕熱とし、濡れ部分の重量は次式で与えるものとする。

$$w_m = w_{m0} \cdot \frac{A}{S_{all}} \quad \dots\dots\dots(34)$$

ここで、 w_m : 濡れ部分の重量 (kg)

w_m : 本体重量 (kg)

S_{all} : 全表面積 (m²)

4. 7 LPガスの物性値

$$(1) \text{液密度} \quad \rho_l = \sum_i X_i \cdot (K_{3,i} - K_{4,i} \cdot T) \quad \dots\dots\dots(35)$$

$$(2) \text{ベーパー密度} \quad \rho_v = \sum_i y_i \left(K_{5,i} \cdot \frac{273.2}{273.2 + T} \right) \quad \dots\dots\dots(36)$$

$$(3) \text{蒸発潜熱} \quad L = \sum_i X_i \cdot (K_{6,i} - K_{7,i} \cdot T) \quad \dots\dots\dots(37)$$

$$(4) \text{液比熱} \quad C_l = \sum_i X_i \cdot (K_{8,i} + K_{9,i} \cdot T) \quad \dots\dots\dots(38)$$

$$\text{ただし、} \quad X_i = M_i \cdot x_i / \sum_i M_i \cdot x_i \quad \dots\dots\dots(39)$$

ここで、 X_i : i 成分の液相組成重量分率 (一)

M_i : i 成分の分子量 (一)

$K_{3,i}, K_{4,i}, K_{5,i}, K_{6,i}, K_{7,i}, K_{8,i}, K_{9,i}$: 定数(表1に示す) (一)

$i = 1$: プロパン (C_3H_8) $i = 2$: ノルマルブタン ($n-C_4H_{10}$) $i = 3$: イソブタン ($i-C_4H_{10}$)

表1 LPガス物性値計算式の定数の値

成分	M_i	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9
C_3H_8	44.09	7.653	2301	528	1.323	1.968	372.5166	1.27256	2.3480	0.00393
$n-C_4H_{10}$	58.12	8.198	2864	600	1.081	2.595	383.9864	0.87488	2.1135	0.00322
$i-C_4H_{10}$	58.12	7.838	2648	581.3	1.173	2.595	354.9770	1.06744	2.1629	0.00327

5. バルク貯槽の寸法等及び重量

横型及び縦型バルク貯槽の寸法等及び重量を表2に示す。

表2 地上設置式横型及び縦型バルク貯槽の寸法等及び重量

種類	充填量 (kg)	内容積 (m^3)	胴部長さ (m)	内径 (m)	鏡部 短軸長さ (m)	鏡部 長軸長さ (m)	全表面積 (m^2)	本体 重量 (kg)
150kg 横型	150	0.370	0.899	0.65	0.325	0.390	2.74	180
300kg 横型	300	0.745	1.216	0.80	0.400	0.480	4.43	300
500kg 横型	500	1.240	1.246	1.00	0.500	0.600	6.06	420
985kg 横型	985	2.450	1.410	1.30	0.650	0.780	9.41	900
985kg 縦型	985	2.450	1.410	1.30	0.650	0.780	9.43	900

(注) 985kg 縦型バルク貯槽の下鏡部の寸法等は以下のとおり。

下鏡高さ: 0.325 (m)、 下鏡容積: 0.2872 (m^3)、 下鏡表面積: 1.83 (m^2)

6. バルク貯槽の発生能力

地上設置式バルク貯槽(横型及び縦型)の発生能力を表3～表7に示す。

表3 地上設置式150kg 横型バルク貯槽の発生能力

連続 消費 時間 (h)	残液量： 15wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	9.4	8.0	6.7	5.3	4.0	2.6	1.2	0.0	7.8	6.5	5.2	3.8	2.5	1.2	0.0	0.0
1.5	7.0	6.0	5.0	3.9	2.9	1.9	0.9	0.0	5.8	4.8	3.8	2.8	1.8	0.9	0.0	0.0
2	5.9	5.0	4.1	3.3	2.4	1.5	0.7	0.0	4.8	4.0	3.2	2.3	1.5	0.7	0.0	0.0
3	4.7	4.0	3.3	2.6	1.9	1.2	0.6	0.0	3.8	3.1	2.5	1.8	1.2	0.5	0.0	0.0
4	4.1	3.5	2.9	2.3	1.7	1.1	0.5	0.0	3.2	2.7	2.1	1.6	1.0	0.5	0.0	0.0
5	3.5	3.1	2.7	2.1	1.6	1.0	0.4	0.0	2.8	2.4	1.9	1.4	0.9	0.4	0.0	0.0
6	3.1	2.8	2.4	2.0	1.5	0.9	0.4	0.0	2.5	2.1	1.7	1.3	0.8	0.4	0.0	0.0
7	2.7	2.5	2.2	1.8	1.4	0.9	0.4	0.0	2.2	1.9	1.6	1.2	0.8	0.4	0.0	0.0
8	2.3	2.2	2.0	1.7	1.3	0.8	0.4	0.0	2.0	1.8	1.5	1.1	0.7	0.3	0.0	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 20wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	11.3	9.8	8.2	6.6	5.0	3.4	1.8	0.2	9.9	8.3	6.8	5.2	3.6	2.1	0.5	0.0
1.5	8.5	7.3	6.1	4.9	3.7	2.5	1.3	0.2	7.3	6.2	5.0	3.8	2.7	1.5	0.4	0.0
2	7.1	6.1	5.0	4.0	3.0	2.0	1.1	0.1	6.1	5.1	4.1	3.1	2.2	1.2	0.3	0.0
3	5.7	4.9	4.0	3.2	2.4	1.6	0.8	0.1	4.8	4.0	3.2	2.5	1.7	0.9	0.2	0.0
4	5.0	4.3	3.6	2.9	2.1	1.4	0.7	0.1	4.1	3.5	2.8	2.1	1.5	0.8	0.2	0.0
5	4.4	3.9	3.3	2.6	1.9	1.3	0.6	0.1	3.7	3.1	2.6	1.9	1.3	0.7	0.2	0.0
6	4.0	3.6	3.0	2.5	1.8	1.2	0.6	0.1	3.3	2.9	2.4	1.8	1.2	0.7	0.1	0.0
7	3.5	3.2	2.8	2.3	1.7	1.1	0.6	0.1	3.0	2.6	2.2	1.7	1.1	0.6	0.1	0.0
8	3.3	3.0	2.6	2.2	1.7	1.1	0.5	0.1	2.7	2.4	2.0	1.6	1.1	0.6	0.1	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 30wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	15.0	13.0	11.0	9.0	7.0	4.9	2.8	0.8	13.7	11.7	9.7	7.7	5.7	3.6	1.6	0.0
1.5	11.1	9.6	8.1	6.6	5.1	3.5	2.0	0.5	10.0	8.6	7.1	5.6	4.1	2.6	1.1	0.0
2	9.1	7.9	6.6	5.4	4.1	2.9	1.6	0.4	8.3	7.0	5.8	4.6	3.3	2.1	0.9	0.0
3	7.3	6.3	5.3	4.2	3.2	2.2	1.2	0.3	6.5	5.5	4.5	3.6	2.6	1.6	0.7	0.0
4	6.5	5.5	4.6	3.7	2.8	1.9	1.1	0.3	5.7	4.8	3.9	3.1	2.2	1.4	0.6	0.0
5	5.9	5.1	4.3	3.4	2.6	1.7	0.9	0.2	5.1	4.4	3.6	2.8	2.0	1.2	0.5	0.0
6	5.5	4.8	4.0	3.2	2.4	1.6	0.9	0.2	4.7	4.1	3.4	2.6	1.9	1.1	0.4	0.0
7	5.0	4.4	3.8	3.1	2.3	1.6	0.8	0.2	4.4	3.8	3.1	2.5	1.8	1.1	0.4	0.0
8	4.6	4.2	3.6	2.9	2.2	1.5	0.8	0.2	4.0	3.5	3.0	2.3	1.7	1.0	0.4	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 40wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	18.5	16.2	13.7	11.3	8.8	6.3	3.8	1.2	17.3	14.8	12.4	10.0	7.6	5.1	2.5	0.1
1.5	13.5	11.7	10.0	8.2	6.4	4.5	2.7	0.9	12.6	10.8	9.0	7.3	5.5	3.6	1.8	0.1
2	11.1	9.6	8.1	6.6	5.1	3.6	2.1	0.7	10.3	8.8	7.3	5.8	4.4	2.9	1.4	0.0
3	8.7	7.6	6.4	5.2	4.0	2.8	1.6	0.5	8.0	6.9	5.7	4.5	3.4	2.2	1.1	0.0
4	7.7	6.6	5.5	4.5	3.4	2.4	1.4	0.4	7.0	6.0	4.9	3.9	2.9	1.9	0.9	0.0
5	7.1	6.1	5.1	4.1	3.1	2.1	1.2	0.4	6.3	5.4	4.5	3.5	2.6	1.7	0.8	0.0
6	6.6	5.7	4.8	3.8	2.9	2.0	1.1	0.3	5.9	5.0	4.2	3.3	2.4	1.6	0.7	0.0
7	6.2	5.4	4.6	3.7	2.8	1.9	1.1	0.3	5.5	4.8	3.9	3.1	2.3	1.5	0.7	0.0
8	5.8	5.2	4.4	3.5	2.7	1.8	1.0	0.3	5.2	4.5	3.8	3.0	2.2	1.4	0.6	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 50wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	21.9	19.2	16.4	13.5	10.6	7.7	4.7	1.7	20.7	18.0	15.1	12.3	9.4	6.5	3.5	0.5
1.5	15.9	13.9	11.8	9.7	7.6	5.5	3.3	1.2	15.0	13.0	10.9	8.8	6.7	4.6	2.5	0.4
2	13.0	11.3	9.6	7.9	6.1	4.4	2.6	0.9	12.1	10.5	8.8	7.1	5.4	3.7	2.0	0.3
3	10.1	8.8	7.4	6.0	4.7	3.3	2.0	0.7	9.4	8.1	6.8	5.4	4.1	2.8	1.5	0.2
4	8.8	7.6	6.4	5.2	4.0	2.8	1.7	0.6	8.1	7.0	5.8	4.6	3.5	2.3	1.2	0.2
5	8.1	6.9	5.8	4.7	3.6	2.5	1.5	0.5	7.4	6.3	5.3	4.2	3.1	2.1	1.1	0.1
6	7.6	6.5	5.5	4.4	3.4	2.3	1.4	0.4	6.9	5.9	4.9	3.9	2.9	1.9	1.0	0.1
7	7.2	6.2	5.2	4.2	3.2	2.2	1.3	0.4	6.5	5.6	4.7	3.7	2.7	1.8	0.9	0.1
8	6.9	6.0	5.0	4.1	3.1	2.1	1.2	0.4	6.2	5.3	4.5	3.5	2.6	1.7	0.9	0.1

表4 地上設置式300kg 横型バルク貯槽の発生能力

連続 消費 時間 (h)	残液量： 15wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	17.5	15.0	12.4	9.9	7.3	4.8	2.3	0.0	14.7	12.2	9.7	7.2	4.7	2.2	0.0	0.0
1.5	12.8	10.9	9.1	7.2	5.3	3.5	1.6	0.0	10.7	8.9	7.0	5.2	3.4	1.6	0.0	0.0
2	10.6	9.0	7.4	5.9	4.3	2.8	1.3	0.0	8.7	7.2	5.7	4.2	2.7	1.3	0.0	0.0
3	8.3	7.1	5.8	4.6	3.4	2.1	1.0	0.0	6.8	5.6	4.4	3.2	2.1	0.9	0.0	0.0
4	7.2	6.2	5.1	4.0	2.9	1.9	0.8	0.0	5.8	4.8	3.8	2.8	1.8	0.8	0.0	0.0
5	6.4	5.6	4.6	3.6	2.7	1.7	0.7	0.0	5.1	4.2	3.4	2.5	1.6	0.7	0.0	0.0
6	5.7	5.0	4.2	3.4	2.5	1.5	0.7	0.0	4.6	3.8	3.1	2.3	1.4	0.6	0.0	0.0
7	5.1	4.6	3.9	3.2	2.3	1.5	0.7	0.0	4.1	3.5	2.9	2.1	1.4	0.6	0.0	0.0
8	4.5	4.2	3.7	3.0	2.2	1.4	0.6	0.0	3.8	3.2	2.6	2.0	1.3	0.6	0.0	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 20wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	21.2	18.3	15.3	12.4	9.4	6.4	3.4	0.5	18.5	15.7	12.7	9.8	6.8	3.9	1.0	0.0
1.5	15.4	13.3	11.1	8.9	6.8	4.6	2.4	0.3	13.5	11.3	9.2	7.0	4.9	2.7	0.7	0.0
2	12.7	10.8	9.1	7.3	5.5	3.7	1.9	0.3	11.0	9.2	7.5	5.7	3.9	2.2	0.5	0.0
3	10.0	8.5	7.1	5.6	4.2	2.8	1.4	0.2	8.5	7.1	5.7	4.3	3.0	1.7	0.4	0.0
4	8.7	7.4	6.1	4.9	3.6	2.4	1.2	0.1	7.3	6.1	4.9	3.7	2.5	1.4	0.3	0.0
5	7.8	6.7	5.6	4.4	3.3	2.2	1.1	0.1	6.5	5.5	4.4	3.3	2.3	1.2	0.3	0.0
6	7.1	6.2	5.2	4.1	3.1	2.0	1.0	0.1	5.9	5.0	4.1	3.1	2.1	1.1	0.2	0.0
7	6.6	5.8	4.9	3.9	2.9	1.9	0.9	0.1	5.4	4.6	3.8	2.9	2.0	1.0	0.2	0.0
8	6.0	5.4	4.6	3.7	2.8	1.8	0.9	0.1	5.0	4.3	3.6	2.7	1.9	1.0	0.2	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 30wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	28.2	24.5	20.7	16.9	13.1	9.2	5.3	1.5	25.7	22.0	18.2	14.5	10.7	6.8	3.0	0.0
1.5	20.3	17.6	14.9	12.2	9.3	6.6	3.8	1.0	18.5	15.8	13.1	10.4	7.6	4.9	2.1	0.0
2	16.5	14.3	12.0	9.8	7.5	5.2	3.0	0.8	14.9	12.8	10.5	8.3	6.1	3.9	1.7	0.0
3	12.8	11.0	9.2	7.5	5.7	3.9	2.2	0.6	11.5	9.8	8.0	6.3	4.6	2.9	1.2	0.0
4	11.0	9.5	7.9	6.4	4.8	3.3	1.8	0.5	9.9	8.4	6.8	5.3	3.8	2.4	1.0	0.0
5	10.1	8.6	7.2	5.7	4.3	2.9	1.6	0.4	8.8	7.5	6.1	4.8	3.4	2.1	0.9	0.0
6	9.3	8.0	6.7	5.4	4.0	2.7	1.5	0.4	8.2	6.9	5.7	4.4	3.1	1.9	0.8	0.0
7	8.8	7.6	6.4	5.1	3.8	2.6	1.4	0.3	7.7	6.5	5.3	4.2	3.0	1.8	0.7	0.0
8	8.3	7.2	6.1	4.9	3.7	2.5	1.3	0.3	7.2	6.2	5.1	3.9	2.8	1.7	0.7	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 40wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	34.9	30.4	25.9	21.3	16.6	11.9	7.1	2.4	32.4	28.1	23.5	18.9	14.3	9.6	4.9	0.2
1.5	25.0	21.7	18.5	15.2	11.8	8.4	5.0	1.6	23.2	20.0	16.7	13.4	10.2	6.8	3.3	0.1
2	20.1	17.5	14.8	12.1	9.4	6.7	4.0	1.3	18.7	16.1	13.4	10.8	8.1	5.4	2.6	0.1
3	15.4	13.3	11.2	9.1	7.1	5.0	2.9	0.9	14.2	12.2	10.1	8.0	6.0	3.9	2.0	0.1
4	13.2	11.3	9.5	7.7	5.9	4.2	2.4	0.7	12.0	10.3	8.6	6.7	5.0	3.3	1.6	0.0
5	11.9	10.2	8.6	6.9	5.3	3.7	2.1	0.6	10.9	9.2	7.6	6.0	4.4	2.9	1.4	0.0
6	11.1	9.5	8.0	6.4	4.9	3.4	1.9	0.6	10.0	8.6	7.0	5.6	4.1	2.6	1.3	0.0
7	10.5	9.0	7.6	6.1	4.6	3.2	1.8	0.5	9.5	8.0	6.6	5.2	3.8	2.5	1.2	0.0
8	10.0	8.7	7.2	5.8	4.4	3.0	1.7	0.5	8.9	7.7	6.3	5.0	3.6	2.3	1.1	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 50wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	41.4	36.2	30.9	25.6	20.1	14.5	8.9	3.2	39.1	33.9	28.6	23.3	17.8	12.3	6.7	1.0
1.5	29.5	25.8	22.0	18.1	14.2	10.2	6.2	2.2	27.8	24.1	20.3	16.4	12.6	8.6	4.6	0.7
2	23.6	20.6	17.5	14.4	11.3	8.1	4.9	1.7	22.2	19.2	16.2	13.1	9.9	6.8	3.6	0.6
3	17.9	15.5	13.2	10.8	8.4	6.0	3.6	1.3	16.8	14.5	12.1	9.7	7.4	5.0	2.6	0.4
4	15.1	13.1	11.1	9.0	7.0	4.9	2.9	1.0	14.1	12.1	10.1	8.1	6.1	4.1	2.2	0.3
5	13.6	11.8	9.9	8.0	6.2	4.3	2.6	0.9	12.7	10.8	9.0	7.2	5.4	3.6	1.9	0.3
6	12.7	10.9	9.1	7.4	5.7	4.0	2.3	0.8	11.7	10.0	8.3	6.6	4.9	3.3	1.7	0.2
7	12.0	10.3	8.6	7.0	5.3	3.7	2.2	0.7	11.0	9.4	7.8	6.2	4.6	3.0	1.5	0.2
8	11.5	9.9	8.3	6.7	5.1	3.5	2.0	0.7	10.5	8.9	7.4	5.9	4.4	2.9	1.5	0.2

表5 地上設置式500kg 横型バルク貯槽の発生能力

連続 消費 時間 (h)	残液量： 15wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	27.3	23.4	19.4	15.5	11.5	7.5	3.6	0.0	23.0	19.1	15.2	11.3	7.4	3.5	0.0	0.0
1.5	19.7	16.8	13.9	11.0	8.2	5.3	2.5	0.0	16.5	13.6	10.8	8.0	5.2	2.4	0.0	0.0
2	15.9	13.5	11.2	8.9	6.6	4.3	2.0	0.0	13.2	10.9	8.6	6.4	4.1	1.9	0.0	0.0
3	12.3	10.4	8.6	6.8	5.0	3.2	1.5	0.0	10.1	8.3	6.5	4.8	3.1	1.4	0.0	0.0
4	10.5	8.9	7.3	5.7	4.2	2.7	1.3	0.0	8.5	7.0	5.5	4.0	2.6	1.2	0.0	0.0
5	9.3	8.0	6.6	5.2	3.8	2.4	1.1	0.0	7.5	6.2	4.9	3.5	2.3	1.0	0.0	0.0
6	8.5	7.4	6.1	4.8	3.5	2.2	1.0	0.0	6.8	5.6	4.4	3.2	2.1	0.9	0.0	0.0
7	7.8	6.8	5.7	4.5	3.3	2.1	0.9	0.0	6.2	5.2	4.1	3.0	1.9	0.9	0.0	0.0
8	7.2	6.3	5.4	4.2	3.1	1.9	0.9	0.0	5.7	4.9	3.9	2.8	1.8	0.8	0.0	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 20wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	33.3	28.7	24.0	19.4	14.7	10.0	5.4	0.7	29.1	24.5	20.0	15.3	10.8	6.2	1.6	0.0
1.5	23.8	20.5	17.1	13.8	10.4	7.1	3.8	0.5	20.8	17.5	14.2	10.9	7.6	4.3	1.1	0.0
2	19.1	16.4	13.8	11.0	8.3	5.6	3.0	0.4	16.7	14.0	11.4	8.7	6.0	3.4	0.9	0.0
3	14.7	12.6	10.4	8.3	6.3	4.2	2.2	0.3	12.6	10.6	8.5	6.5	4.5	2.5	0.6	0.0
4	12.5	10.7	8.9	7.1	5.3	3.5	1.8	0.2	10.6	8.9	7.2	5.4	3.7	2.1	0.5	0.0
5	11.3	9.6	7.9	6.3	4.7	3.1	1.6	0.2	9.5	7.9	6.4	4.8	3.3	1.8	0.4	0.0
6	10.4	8.9	7.4	5.8	4.3	2.8	1.4	0.2	8.7	7.3	5.8	4.4	3.0	1.6	0.4	0.0
7	9.6	8.3	6.9	5.5	4.0	2.7	1.3	0.2	8.0	6.8	5.4	4.1	2.8	1.5	0.3	0.0
8	9.0	7.9	6.6	5.2	3.9	2.5	1.3	0.1	7.5	6.3	5.1	3.9	2.6	1.4	0.3	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 30wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	44.5	38.6	32.7	26.7	20.7	14.6	8.5	2.3	40.7	34.9	29.0	22.9	16.9	10.8	4.8	0.0
1.5	31.6	27.4	23.2	18.9	14.6	10.2	5.9	1.6	28.8	24.6	20.4	16.1	11.9	7.6	3.4	0.0
2	25.3	21.9	18.4	15.0	11.5	8.1	4.6	1.2	23.0	19.6	16.2	12.8	9.4	6.0	2.6	0.0
3	19.0	16.4	13.8	11.2	8.6	6.0	3.4	0.9	17.2	14.7	12.1	9.5	6.9	4.4	1.9	0.0
4	16.1	13.8	11.6	9.3	7.1	4.9	2.8	0.7	14.5	12.3	10.1	7.9	5.7	3.6	1.5	0.0
5	14.4	12.3	10.3	8.3	6.3	4.3	2.4	0.6	12.8	10.8	8.9	7.0	5.0	3.1	1.3	0.0
6	13.3	11.4	9.5	7.6	5.7	3.9	2.2	0.5	11.8	9.9	8.1	6.3	4.5	2.8	1.1	0.0
7	12.5	10.7	8.9	7.1	5.4	3.6	2.0	0.5	11.0	9.3	7.6	5.9	4.2	2.6	1.0	0.0
8	11.9	10.3	8.5	6.8	5.1	3.5	1.9	0.5	10.4	8.8	7.2	5.6	4.0	2.4	1.0	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 40wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	55.3	48.3	41.1	33.8	26.4	19.0	11.4	3.8	51.5	44.5	37.4	30.2	22.7	15.4	7.8	0.3
1.5	39.1	34.0	28.9	23.8	18.5	13.2	7.9	2.6	36.4	31.4	26.2	21.1	15.9	10.7	5.4	0.2
2	31.1	27.0	22.9	18.8	14.6	10.4	6.2	2.0	28.8	24.8	20.7	16.6	12.6	8.4	4.1	0.1
3	23.2	20.1	17.0	13.9	10.7	7.6	4.5	1.4	21.4	18.4	15.4	12.2	9.2	6.0	3.0	0.1
4	19.4	16.7	14.1	11.5	8.8	6.2	3.6	1.1	17.8	15.3	12.7	10.1	7.5	4.9	2.4	0.1
5	17.2	14.8	12.5	10.1	7.7	5.4	3.1	1.0	15.7	13.5	11.1	8.8	6.6	4.3	2.1	0.1
6	15.8	13.6	11.4	9.2	7.0	4.9	2.8	0.9	14.5	12.3	10.1	8.0	5.9	3.9	1.9	0.1
7	14.9	12.8	10.7	8.6	6.5	4.5	2.6	0.8	13.5	11.5	9.4	7.4	5.5	3.6	1.7	0.0
8	14.2	12.2	10.2	8.2	6.2	4.3	2.4	0.7	12.8	10.9	8.9	7.1	5.2	3.3	1.6	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 50wt%															
	充填時液相プロパン分：95mol%								充填時液相プロパン分：90mol%							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
1	66.0	57.7	49.3	40.8	32.1	23.2	14.3	5.2	62.3	54.0	45.7	37.1	28.5	19.6	10.7	1.7
1.5	46.4	40.6	34.6	28.5	22.4	16.2	9.9	3.6	43.8	37.9	32.0	26.0	19.8	13.6	7.4	1.1
2	36.7	32.0	27.3	22.5	17.6	12.7	7.7	2.8	34.6	29.9	25.2	20.4	15.6	10.7	5.7	0.9
3	27.1	23.6	20.1	16.5	12.8	9.2	5.5	2.0	25.6	22.0	18.5	14.9	11.3	7.7	4.1	0.6
4	22.5	19.5	16.5	13.5	10.5	7.5	4.5	1.5	21.1	18.2	15.2	12.2	9.2	6.2	3.3	0.5
5	19.9	17.2	14.5	11.8	9.1	6.5	3.8	1.3	18.6	15.9	13.3	10.6	8.0	5.4	2.8	0.4
6	18.2	15.7	13.2	10.7	8.3	5.8	3.4	1.2	16.9	14.4	12.1	9.6	7.2	4.8	2.5	0.4
7	17.1	14.7	12.3	10.0	7.7	5.4	3.2	1.1	15.7	13.4	11.2	8.9	6.7	4.4	2.3	0.3
8	16.2	14.0	11.7	9.4	7.2	5.0	2.9	1.0	15.0	12.8	10.5	8.4	6.3	4.1	2.1	0.3

表6 地上設置式985kg 横型バルク貯槽の発生能力

連続 消費 時間 (h)	残液量： 1 5 w t %															
	充填時液相プロパン分：9 5 m o l %								充填時液相プロパン分：9 0 m o l %							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0
1	51.9	44.4	37.0	29.5	22.0	14.4	7.0	0.0	43.8	36.3	28.9	21.6	14.1	6.7	0.0	0.0
1.5	36.6	31.2	25.9	20.7	15.3	10.1	4.8	0.0	30.7	25.5	20.2	15.0	9.9	4.7	0.0	0.0
2	29.0	24.8	20.5	16.3	12.1	7.9	3.8	0.0	24.2	20.1	16.0	11.8	7.7	3.6	0.0	0.0
3	21.5	18.4	15.1	12.0	8.9	5.8	2.7	0.0	17.9	14.8	11.7	8.6	5.6	2.6	0.0	0.0
4	17.9	15.2	12.6	9.9	7.3	4.7	2.2	0.0	14.7	12.2	9.6	7.1	4.6	2.1	0.0	0.0
5	15.7	13.4	11.0	8.7	6.4	4.1	1.9	0.0	12.8	10.6	8.3	6.1	3.9	1.8	0.0	0.0
6	14.3	12.2	10.1	7.9	5.7	3.7	1.7	0.0	11.6	9.5	7.5	5.5	3.5	1.6	0.0	0.0
7	13.3	11.4	9.4	7.4	5.4	3.4	1.5	0.0	10.6	8.8	6.9	5.0	3.2	1.4	0.0	0.0
8	12.4	10.7	8.8	6.9	5.1	3.2	1.4	0.0	9.9	8.2	6.5	4.7	3.0	1.3	0.0	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 2 0 w t %															
	充填時液相プロパン分：9 5 m o l %								充填時液相プロパン分：9 0 m o l %							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0
1	63.3	54.7	45.8	37.1	28.2	19.3	10.4	1.5	55.7	46.9	38.3	29.5	20.7	11.9	3.1	0.0
1.5	44.5	38.3	32.1	25.9	19.7	13.4	7.2	1.0	38.9	32.8	26.7	20.5	14.4	8.2	2.1	0.0
2	35.1	30.2	25.3	20.4	15.4	10.5	5.6	0.8	30.7	25.9	21.0	16.1	11.2	6.3	1.6	0.0
3	25.9	22.2	18.5	14.9	11.2	7.6	4.0	0.5	22.5	18.9	15.3	11.7	8.2	4.5	1.1	0.0
4	21.4	18.4	15.3	12.2	9.2	6.2	3.2	0.4	18.5	15.5	12.5	9.6	6.6	3.6	0.9	0.0
5	18.9	16.2	13.4	10.7	8.0	5.3	2.8	0.4	16.2	13.5	10.9	8.3	5.7	3.2	0.8	0.0
6	17.2	14.7	12.1	9.6	7.2	4.8	2.5	0.3	14.6	12.2	9.8	7.5	5.1	2.8	0.6	0.0
7	16.0	13.7	11.3	9.0	6.7	4.4	2.2	0.3	13.5	11.3	9.0	6.9	4.7	2.5	0.6	0.0
8	15.1	12.9	10.7	8.5	6.3	4.1	2.1	0.2	12.6	10.6	8.5	6.4	4.4	2.4	0.5	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 3 0 w t %															
	充填時液相プロパン分：9 5 m o l %								充填時液相プロパン分：9 0 m o l %							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0
1	85.2	74.1	62.8	51.4	39.9	28.2	16.4	4.5	77.8	66.9	55.7	44.1	32.8	20.9	9.4	0.0
1.5	59.5	51.7	43.8	35.8	27.7	19.5	11.3	3.1	54.4	46.6	38.6	30.6	22.6	14.4	6.4	0.0
2	46.8	40.6	34.3	28.0	21.6	15.2	8.8	2.4	42.6	36.4	30.2	23.9	17.7	11.2	5.0	0.0
3	34.2	29.6	24.9	20.3	15.6	10.9	6.2	1.7	31.0	26.4	21.9	17.3	12.7	8.1	3.5	0.0
4	28.0	24.2	20.3	16.5	12.6	8.8	5.0	1.3	25.4	21.6	17.8	14.0	10.2	6.5	2.8	0.0
5	24.4	21.0	17.7	14.3	10.9	7.5	4.3	1.1	22.0	18.7	15.3	12.1	8.7	5.5	2.4	0.0
6	22.1	19.0	15.9	12.8	9.8	6.7	3.8	1.0	19.9	16.8	13.8	10.8	7.9	4.9	2.1	0.0
7	20.5	17.6	14.7	11.8	9.0	6.2	3.4	0.9	18.3	15.5	12.7	9.9	7.1	4.5	1.9	0.0
8	19.4	16.6	13.9	11.1	8.4	5.7	3.2	0.8	17.2	14.6	11.9	9.2	6.6	4.1	1.7	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 4 0 w t %															
	充填時液相プロパン分：9 5 m o l %								充填時液相プロパン分：9 0 m o l %							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0
1	106.4	92.9	79.1	65.2	51.1	36.7	22.1	7.4	99.4	85.6	71.9	58.3	43.9	29.8	15.2	0.5
1.5	74.0	64.6	55.0	45.2	35.4	25.3	15.2	5.1	68.9	59.6	50.1	40.4	30.3	20.5	10.4	0.4
2	57.9	50.5	42.9	35.3	27.5	19.7	11.8	3.9	54.0	46.6	38.9	31.3	23.5	15.9	7.9	0.3
3	42.0	36.5	31.0	25.4	19.7	14.0	8.3	2.7	38.9	33.5	28.1	22.4	16.9	11.3	5.5	0.2
4	34.2	29.6	25.1	20.5	15.9	11.2	6.6	2.1	31.6	27.2	22.7	18.1	13.6	8.9	4.4	0.1
5	29.6	25.6	21.6	17.6	13.6	9.6	5.6	1.8	27.4	23.5	19.4	15.5	11.5	7.6	3.8	0.1
6	26.7	23.0	19.4	15.7	12.1	8.5	5.0	1.6	24.5	20.9	17.4	13.9	10.2	6.7	3.3	0.1
7	24.6	21.2	17.8	14.5	11.1	7.8	4.5	1.4	22.5	19.2	16.0	12.6	9.4	6.1	3.0	0.1
8	23.1	19.9	16.7	13.5	10.3	7.2	4.2	1.3	21.2	18.0	14.9	11.8	8.7	5.7	2.8	0.1
連続 消費 時間 (h)	残液量： 5 0 w t %															
	充填時液相プロパン分：9 5 m o l %								充填時液相プロパン分：9 0 m o l %							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0
1	127.2	111.4	95.3	78.8	62.1	45.1	27.8	10.2	120.1	104.4	88.3	71.8	55.2	38.1	20.8	3.3
1.5	88.3	77.2	65.9	54.5	42.9	31.0	19.0	6.9	83.3	72.2	61.0	49.6	38.0	26.2	14.2	2.2
2	68.9	60.2	51.3	42.4	33.3	24.0	14.7	5.3	65.0	56.2	47.5	38.5	29.5	20.3	11.0	1.7
3	49.6	43.3	36.8	30.3	23.7	17.1	10.4	3.7	46.7	40.4	34.0	27.5	21.0	14.3	7.7	1.2
4	40.2	34.9	29.7	24.4	19.0	13.6	8.2	2.9	37.8	32.6	27.4	22.1	16.8	11.4	6.1	0.9
5	34.6	30.1	25.4	20.9	16.2	11.6	6.9	2.3	32.4	27.9	23.4	18.8	14.3	9.7	5.1	0.8
6	31.0	26.9	22.7	18.6	14.4	10.2	6.1	2.1	28.9	25.0	20.8	16.7	12.6	8.5	4.5	0.7
7	28.5	24.6	20.8	17.0	13.1	9.3	5.5	1.9	26.5	22.8	19.0	15.3	11.5	7.7	4.0	0.6
8	26.7	23.1	19.4	15.8	12.2	8.6	5.1	1.7	24.8	21.2	17.8	14.2	10.6	7.1	3.7	0.5

表7 地上設置式985kg 縦型バルク貯槽の発生能力

連続 消費 時間 (h)	残液量： 1 5 w t %															
	充填時液相プロパン分：9 5 m o l %								充填時液相プロパン分：9 0 m o l %							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0
1	51.1	43.6	36.2	29.0	21.6	14.1	6.9	0.0	43.1	35.8	28.5	21.2	13.9	6.6	0.0	0.0
1.5	35.9	30.7	25.5	20.3	15.1	9.8	4.7	0.0	30.1	25.0	19.9	14.8	9.6	4.5	0.0	0.0
2	28.3	24.2	20.0	15.9	11.8	7.7	3.7	0.0	23.7	19.6	15.6	11.5	7.5	3.5	0.0	0.0
3	21.9	17.8	14.7	11.7	8.6	5.6	2.6	0.0	17.4	14.4	11.3	8.3	5.4	2.5	0.0	0.0
4	18.2	15.6	12.1	9.5	7.0	4.6	2.1	0.0	14.9	11.7	9.3	6.8	4.4	2.0	0.0	0.0
5	16.0	13.7	10.6	8.3	6.1	3.9	1.8	0.0	13.1	10.2	8.0	5.9	3.8	1.7	0.0	0.0
6	14.5	12.4	10.3	7.5	5.5	3.5	1.6	0.0	11.8	9.7	7.2	5.3	3.3	1.5	0.0	0.0
7	13.3	11.4	9.5	7.0	5.1	3.3	1.5	0.0	10.7	9.0	6.6	4.8	3.1	1.4	0.0	0.0
8	12.3	10.7	8.9	6.6	4.8	3.0	1.4	0.0	10.0	8.4	6.2	4.5	2.9	1.3	0.0	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 2 0 w t %															
	充填時液相プロパン分：9 5 m o l %								充填時液相プロパン分：9 0 m o l %							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0
1	62.3	53.8	45.1	36.5	27.8	19.0	10.2	1.4	54.9	46.3	37.7	29.1	20.5	11.7	3.0	0.0
1.5	43.8	37.7	31.6	25.5	19.4	13.2	7.1	1.0	38.3	32.3	26.2	20.2	14.2	8.1	2.1	0.0
2	34.5	29.6	24.8	20.0	15.2	10.3	5.5	0.8	30.2	25.3	20.6	15.8	11.0	6.2	1.6	0.0
3	25.4	21.8	18.2	14.6	11.0	7.5	3.9	0.5	22.1	18.6	15.0	11.5	8.0	4.5	1.1	0.0
4	21.0	17.9	15.0	11.9	9.0	6.1	3.2	0.4	18.1	15.2	12.3	9.3	6.5	3.6	0.9	0.0
5	18.5	15.8	13.1	10.4	7.8	5.2	2.7	0.3	15.8	13.2	10.6	8.1	5.6	3.1	0.7	0.0
6	16.8	14.4	11.9	9.4	7.0	4.7	2.4	0.3	14.3	11.9	9.5	7.2	5.0	2.8	0.6	0.0
7	16.7	13.4	11.0	8.7	6.5	4.3	2.2	0.3	13.2	11.0	8.8	6.6	4.5	2.5	0.6	0.0
8	15.6	12.6	10.4	8.2	6.1	4.1	2.1	0.2	12.4	10.3	8.3	6.2	4.2	2.3	0.5	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 3 0 w t %															
	充填時液相プロパン分：9 5 m o l %								充填時液相プロパン分：9 0 m o l %							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0
1	84.4	73.3	62.1	50.8	39.4	27.9	16.2	4.5	77.0	66.0	55.1	43.8	32.4	20.7	9.3	0.0
1.5	59.0	51.2	43.3	35.4	27.4	19.3	11.2	3.1	53.9	46.2	38.3	30.3	22.3	14.3	6.4	0.0
2	46.4	40.2	33.9	27.7	21.4	15.0	8.7	2.4	42.2	36.1	29.9	23.7	17.5	11.1	4.9	0.0
3	33.9	29.3	24.7	20.1	15.5	10.8	6.2	1.7	30.7	26.3	21.8	17.2	12.6	8.0	3.5	0.0
4	27.8	24.0	20.2	16.4	12.5	8.7	4.9	1.3	25.2	21.4	17.6	13.8	10.1	6.4	2.8	0.0
5	24.3	20.9	17.5	14.2	10.8	7.5	4.2	1.1	21.8	18.5	15.2	12.0	8.7	5.5	2.3	0.0
6	21.7	18.9	15.8	12.8	9.7	6.7	3.7	1.0	19.8	16.7	13.8	10.7	7.8	4.8	2.1	0.0
7	20.2	17.6	14.6	11.8	8.9	6.1	3.4	0.9	18.3	15.4	12.6	9.9	7.1	4.4	1.9	0.0
8	19.1	16.3	13.8	11.1	8.4	5.7	3.2	0.8	16.9	14.5	11.9	9.2	6.6	4.1	1.7	0.0
連続 消費 時間 (h)	残液量： 4 0 w t %															
	充填時液相プロパン分：9 5 m o l %								充填時液相プロパン分：9 0 m o l %							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0
1	105.7	92.3	78.7	64.8	50.8	36.5	22.0	7.3	98.8	85.1	71.5	57.9	43.6	29.6	15.1	0.5
1.5	73.7	64.3	54.6	45.0	35.2	25.2	15.1	5.0	68.6	59.4	49.8	40.2	30.2	20.4	10.3	0.4
2	57.7	50.3	42.8	35.1	27.4	19.6	11.7	3.9	53.8	46.4	38.7	31.1	23.5	15.8	8.0	0.3
3	42.0	36.5	30.9	25.3	19.7	14.0	8.3	2.7	38.9	33.4	28.1	22.4	16.9	11.3	5.5	0.2
4	34.2	29.7	25.1	20.5	15.9	11.3	6.6	2.1	31.6	27.2	22.7	18.1	13.6	8.9	4.4	0.1
5	29.7	25.7	21.7	17.7	13.6	9.6	5.6	1.8	27.5	23.5	19.5	15.5	11.6	7.6	3.8	0.1
6	26.8	23.2	19.5	15.8	12.2	8.6	5.0	1.6	24.6	21.0	17.5	13.9	10.3	6.7	3.3	0.1
7	24.8	21.4	18.0	14.6	11.2	7.8	4.5	1.4	22.7	19.4	16.1	12.7	9.5	6.1	3.0	0.1
8	23.4	20.1	16.9	13.6	10.4	7.3	4.2	1.3	21.4	18.1	15.0	11.9	8.7	5.7	2.8	0.1
連続 消費 時間 (h)	残液量： 5 0 w t %															
	充填時液相プロパン分：9 5 m o l %								充填時液相プロパン分：9 0 m o l %							
	外気温 (°C)								外気温 (°C)							
	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0	1 5	1 0	5	0	- 5	- 1 0	- 1 5	- 2 0
1	127.0	111.2	95.1	78.7	62.0	45.0	27.7	10.1	119.9	104.2	88.0	71.7	55.1	38.0	20.7	3.3
1.5	88.3	77.2	65.9	54.5	42.9	31.0	19.0	6.9	83.3	72.2	61.0	49.6	38.0	26.2	14.2	2.2
2	69.0	60.3	51.5	42.5	33.4	24.1	14.7	5.3	65.1	56.4	47.6	38.6	29.5	20.3	11.0	1.7
3	49.9	43.6	37.1	30.5	23.9	17.2	10.4	3.7	46.9	40.6	34.2	27.7	21.1	14.4	7.7	1.2
4	40.5	35.3	30.0	24.6	19.2	13.7	8.3	2.9	38.2	32.9	27.6	22.3	16.9	11.5	6.1	0.9
5	35.1	30.5	25.8	21.1	16.4	11.7	7.0	2.4	32.8	28.3	23.7	19.1	14.4	9.8	5.2	0.8
6	31.5	27.3	23.1	18.9	14.6	10.4	6.2	2.1	29.4	25.3	21.2	17.0	12.8	8.6	4.5	0.7
7	29.1	25.2	21.2	17.3	13.4	9.5	5.6	1.9	27.0	23.3	19.4	15.5	11.7	7.9	4.1	0.6
8	27.3	23.6	19.9	16.1	12.4	8.8	5.2	1.8	25.3	21.7	18.1	14.5	10.8	7.3	3.8	0.5

制定日

本資料の制定日は、1999年5月6日とする。

附則

本資料は、制定日より適用とする。

改訂履歴

版数	発行日	改訂内容	改訂者
第1版	1999 年 5 月 6 日	初版発行	
第1版	2008 年 10 月 1 日	1.及び 2.のタイトルから「基準」を削除	
第1版	2016 年 3 月 11 日	技術基準の呼称を「E-001」から「D液-001」に変更	
第2版	2020 年 9 月 16 日	本資料のタイトル「横型バルク貯槽等」を「バルク貯槽」に変更。(今回の改訂の適用範囲に「縦型」を含み、「バルク容器」を含まないことにした) なお、本文中の「バルク貯槽等」を「バルク貯槽」に変更。 2. ①、②…という表記を(1)、(2)…に変更 2. 「(1)バルク貯槽」(横型)から 200kg 型及びバルク容器を削除し、1t型を 985kg 型に変更。また、縦型として 985kg 型を追加。 2. 「(2)LP ガス組成」から80mol%を削除 3. ①、②…という表記を(1)、(2)…に変更 3. 「縦型」の定義を(3)として追加 3. 「(4)充填時組成」の定義を変更 3. 「(6)発生能力」の誤字を訂正(「容器圧力」を「バルク貯槽の圧力」に訂正)し、消費終了時の下限圧力を「0.16997MPa」から「0.20MPa」に変更。また、発生能力の定義を「消費時間中一定な 1 時間当たりのLPガス発生量」と明確に定義し直した。 3. 用語の意味の図1及び図2を変更 4.1 (1)式を W_p を用いた記述に変更し、W_p の定義式を(3)式として追加 4.1 ΔP_E の用語及び式 ($\Delta P_E = P_a - P_E$) を削除 4.1 総括伝熱係数の単位を $[W/m^2 \cdot K]$ から $[kJ/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C]$ に変更 4.1 上記の総括伝熱係数の単位変更により(2)式を変更(単位換算係数 3.6 を削除) 4.1 各記号の温度の単位を $[K]$ から $[^\circ C]$ に変更 4.1 記号 w_m の誤字訂正 (容器 en を削除) 4.2 (5)式を変更(残液量 w を残液量比 w_r に変更) 4.2 液相組成モル分率を大文字から小文字に変更 4.2 定数 K_1, K_2 の i 成分の説明を追加 4.2 記号「T」の説明「温度」を「液温」に変更 4.2 温度の単位を $[K]$ から $[^\circ C]$ に変更	大井 登

(次頁に続く)

		4.2 気相組成計算式の説明で、「(5)式から」を削除 4.3 総括伝熱係数の単位を$[W/m^2 \cdot K]$から$[kJ/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C]$に変更し、工学単位系(kcal)から SI 単位系(kJ)への単位換算係数ξを追加 4.3 総括伝熱係数の単位変更に伴い(10)式を変更 4.3 (11)式を変更(総括伝熱係数の工学単位系から SI単位系への単位換算係数 1.16279 を削除) 4.3 各記号の温度の単位を$[K]$から$[^\circ C]$に変更 4.3 (12)式(横型の平均液深さ)を変更し、(13)式(縦型の平均液深さ)を追加 4.3 「胴部(スレート部)の長さ」を「胴部長さ」に変更し、胴部長さの記号を「H'」から「L_{shell}」に変更(本変更内容を以降においても同様とする) 4.3 総括伝熱係数の単位変更理由を追記 4.3 液深さの記号を小文字から大文字に変更 初版「4.4液深さ」及び「4.5伝熱面積」を第2版では「4.4横型バルク貯槽の液深さ・伝熱面積」及び「4.5 縦型バルク貯槽の液深さ・伝熱面積」という構成とし、それぞれの内容を大幅に変更。(以降の式番号も変更) 4.5 縦型の伝熱面積(33)式について、初版では「容積による近似」としていたが、第2版では「液深さによる近似」に変更 4.6を「発生能力に寄与するバルク貯槽の顕熱」に変更 4.6 (34)式の記号「S_z」を「A」に変更 4.7 ①、②…という表記を(1)、(2)…に変更 4.7 各記号の温度単位を$[K]$から$[^\circ C]$に変更 4.7 定数 $K_3, K_4, K_5, K_6, K_7, K_8, K_9$ の i 成分の説明を追加 4.7 温度単位変更に伴う表1の各定数の値を変更 4.7 記号説明に x_i 及び y_i を追加 5. 表2から 200kg型、5000 リットル型及び 6000 リットル型を削除。また、表中の「種類」に横型／縦型の区分を付し、横型バルク貯槽の寸法等及び重量を見直すとともに、縦型の寸法等及び重量を追加 6. 発生能力計算結果を「別添付表による表示」から「本文中の表(表3～表7)による一覧表示」に変更 6. 付図による発生能力計算結果の表示は、計算結果の妥当性を検討するには有益であるが、実用上の必要性があまり認められないので削除 6. パラメータを「外気温」ではなく「残液量」とした場合の発生能力に関する付表2及び付図2も実用上の必要性があまり認められないので削除	
第3版	2022 年 11 月 15 日	発生能力推算式(1)式の第二項を W_p / τ_E に変更 $F(\tau_E)$ の式を削除。以降の式番号を1つ繰上げる。 4.2 消費開始時の液相組成計算に関する記述追加 総括伝熱係数の風速補正係数(11)式を変更 縦型バルク貯槽の液深さ(31)式を変更 上記変更に伴う発生能力を再計算(表3～表7)	大井 登