

# 給油取扱所の危険要因が液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素 スタンドの固有設備に及ぼす影響(検討方法案)

# 液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンドを設置する圧縮水素 充填設備設置給油取扱所のレイアウトからの危険要因

第4回燃料電池自動車及び圧縮水素スタンド等の普及拡大に伴う法技術的な課題の検討委員会(事務局:高圧ガス保安協会。)にて承認された省令(例示基準)案では、追加設備とディスペンサーとの間には、高さ2m以上の障壁の設置が必要とされている。

## 省令(例示基準)案

一般則第七条の三第二項第三十号を参照し、例示基準22.障壁の「圧縮機・蓄圧器・液化水素の貯槽及び送ガス蒸発器とディスペンサーとの間には障壁を設置すること」に「ポンプ」を追加する。

### <参考:例示基準22.障壁>

#### ・鉄筋コンクリート製障壁

鉄筋コンクリート製障壁は、直径9mm以上の鉄筋を縦、横40cm以下の間隔に配筋し、特に隅部の鉄筋を確実に結束した厚さ12cm以上、高さ2m以上のものであって堅固な基礎の上に構築され、予想されるガス爆発の衝撃等に対して十分耐えられる構造のものであること。

#### ・コンクリートブロック製障壁

コンクリートブロック製障壁は、直径9mm以上の鉄筋を縦、横40cm以下の間隔に配筋し、特に隅部の鉄筋を確実に結束し、かつ、ブロックの空洞部にコンクリートモルタルを充填した厚さ15cm以上、高さ2m以上のものであって堅固な基礎の上に構築され、予想されるガス爆発の衝撃等に対し十分耐えられる構造のものであること。

#### ・鋼板製障壁

鋼板製障壁は、厚さ3.2mm以上の鋼板に30×30mm以上の等辺山形鋼を縦、横40cm以下の間隔に溶接で取り付けて補強したもの又は厚さ6mm以上の鋼板を使用し、そのいずれにも1.8m以下の間隔で支柱を設けた高さ2m以上のものであって堅固な基礎の上に構築され、予想されるガス爆発の衝撃等に対して十分耐えられる構造のものであること。

# 給油取扱所の危険要因が追加設備に及ぼす影響の検討

(高圧ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について(内規)「22. 障壁」)では、障壁の高さについては2m以上とされており、給油取扱所からの出火による火炎又は輻射熱が、追加設備にどの程度の影響を及ぼすか検討する。

液化水素ポンプ昇圧型圧縮水素スタンドを設置する  
圧縮水素充填設備設置給油取扱所イメージ図

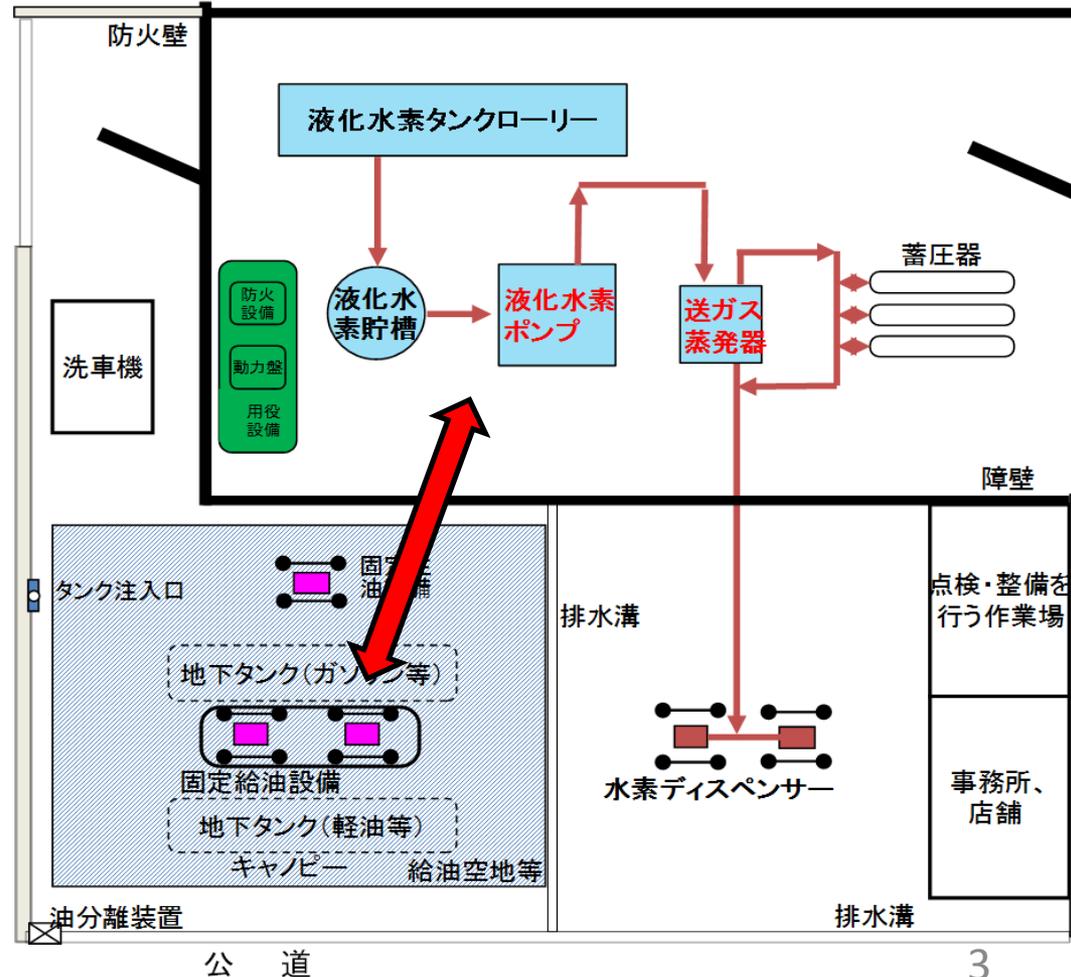
## 【前提条件】

### ○障壁

高圧ガス保安法令において最低2mの障壁を設けることとされていることから、本検討での障壁の高さの設定は2mとする。

### ○検討する追加設備

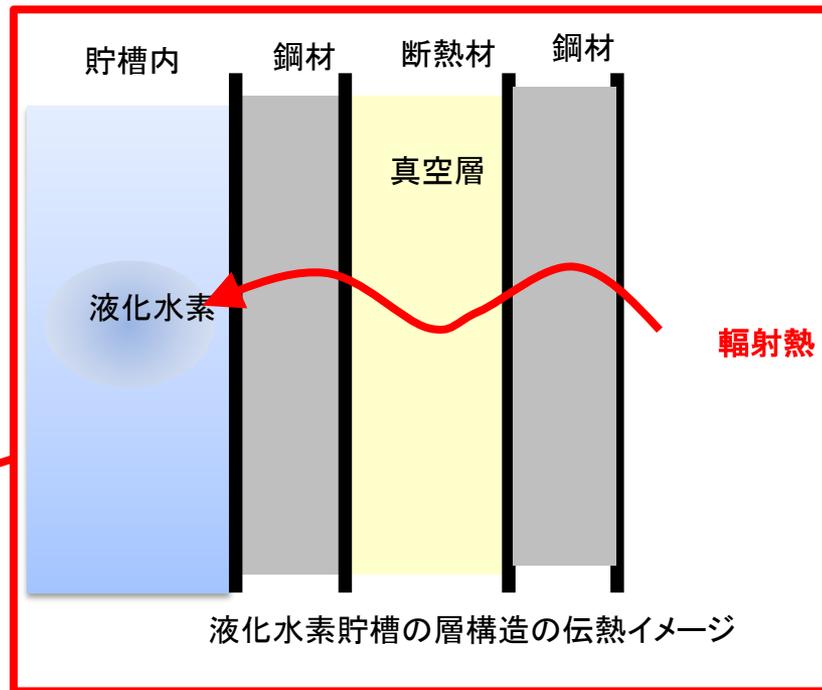
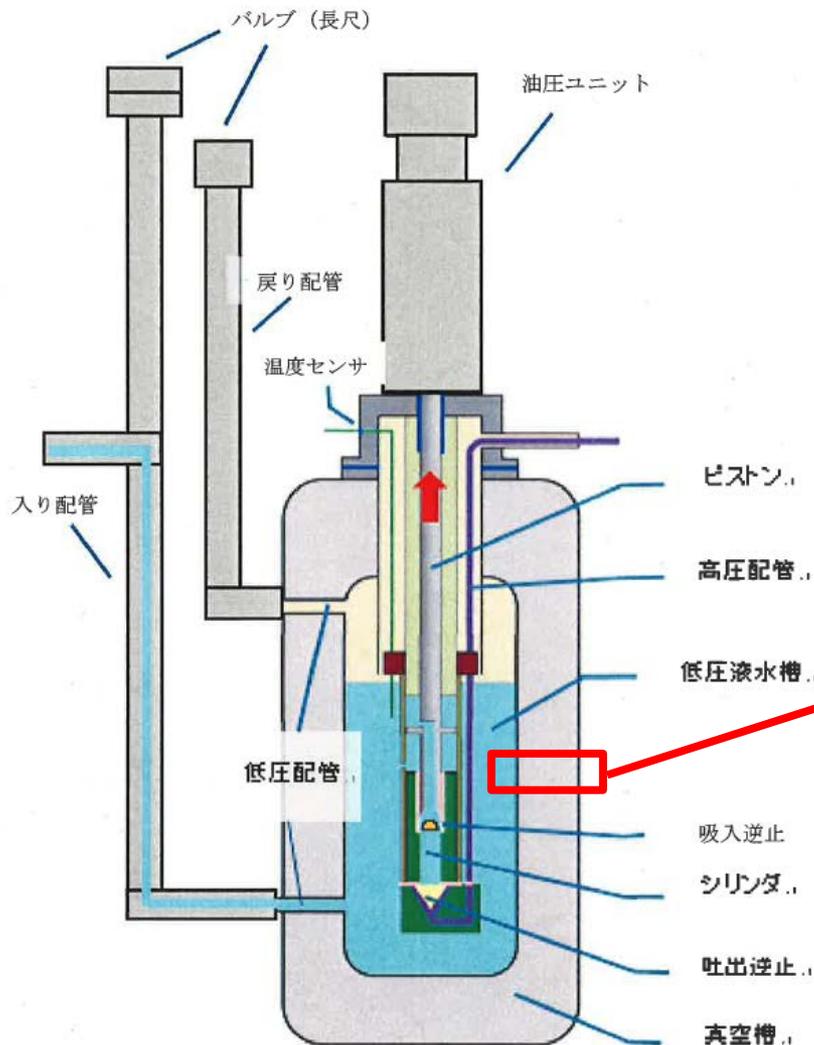
追加設備は液化水素ポンプ及び高圧の蒸発器であるが、高圧の蒸発器については従前から存在している低圧の蒸発器と耐圧性能が違うだけで、その他材質等の仕様は同じであることから、火炎又は輻射熱の影響は同様であると考えられるため、本検討では液化水素ポンプに限って行うものとする。



# 液化水素ポンプの構造及び温度上昇の考え方

## 液化水素ポンプの構造

液化水素ポンプは、層構造となっており、輻射熱の伝熱イメージは下図のとおりである。



# ガソリンによる輻射熱からの受熱量の算出方法

## ガソリンによる輻射熱からの受熱量

給油取扱所の塀又は壁に考慮すべき火災等については、「石油コンビナートの防災アセスメント指針」(消防庁特殊災害室)により計算することで差し支えないとされており、通常この方法により計算されている。

### 【火災規模の計算】

液体の流出率をガソリンの給油設備の最大吐出量  $q_L = 50\text{L}/\text{min}$ 、ガソリンの燃焼速度  $V_B = 0.8 \times 10^{-4}\text{m}/\text{s}$  とすると、

- ① 火災面積  $S = \frac{q_L}{V_B} = 10.4\text{m}^2$
- ② 火炎半径  $r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 1.8\text{m}$
- ③ 火炎高さ  $H = 3r = 5.4\text{m}$

※高さは底面半径の3倍を想定

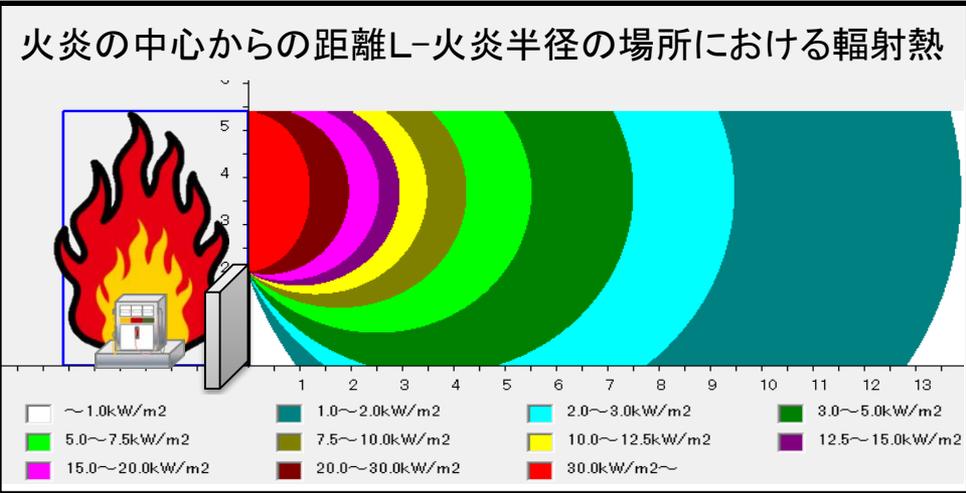
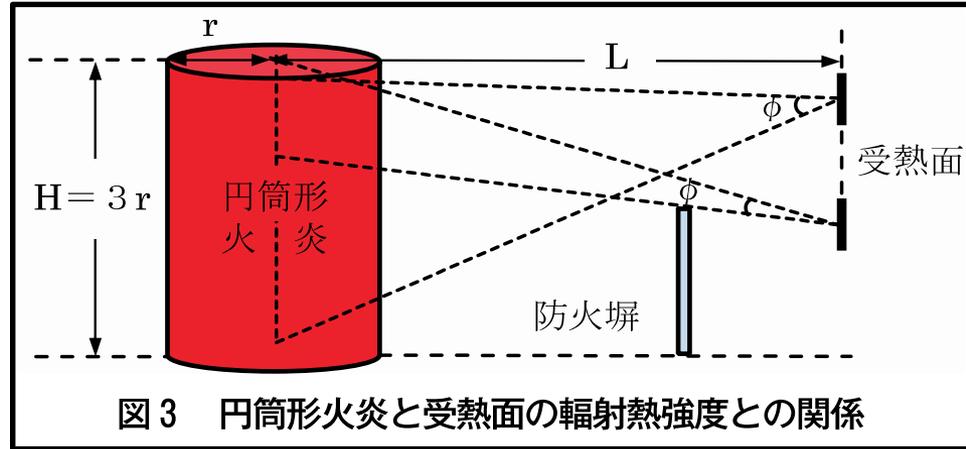
### 【想定火災の輻射熱強度】

輻射熱  $E = \phi \times R_f$  ※放射発散度  $R_f = 58000 [\text{W}/\text{m}^2]$  (ガソリン・ナフサ)

なお、円筒形火炎の形態係数  $\phi$  は火災規模を次の式に代入することにより、計算される。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1}\left(\frac{m}{\sqrt{n^2-1}}\right) + \frac{m}{\pi} \left[ \frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1}\left(\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}}\right) - \frac{1}{n} \tan^{-1}\left(\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}}\right) \right] \dots$$

(ただし、 $A = (1+n)^2 + m^2$   $B = (1-n)^2 + m^2$   $m = H/r$   $n = L/r$ )



上記計算により、火炎の中心から距離Lの場所における輻射熱を得た。

# 液化水素ポンプの温度上昇計算モデル

## 【次回検討会】

- ガソリン火災の輻射熱計算から、液化水素ポンプに入射する輻射熱量を算出
- 液化水素ポンプの一般的な仕様や構造に基づき、入射する熱量により、ポンプ内の液化水素の温度上昇や、温度上昇によりポンプの構造等に影響を与えるか等について検証する。
- 検証にあたっては、一般的な熱力学の計算モデルを使用する。  
(モデル式の例)

①ガソリンによる輻射熱からの受熱量

②液化水素ポンプの温度上昇に要する熱量

$$Q = mc(T - T_0)$$

$$q = \rho x c \frac{(T - T_0)}{(t - t_0)}$$

$Q$  : 熱量 [J]

$m$  : 鋼板の重量 [kg]

$q$  : 輻射熱 [W/m<sup>2</sup>]

$\rho$  : 密度 [kg/m<sup>3</sup>]

$c$  : 比熱 [J/kg K]

$T$  : 温度 [K]

$x$  : 鋼板の板厚 [m]

$t$  : 時間 [s]