

第19 泡消火設備に関する計算例

(「製造所等の泡消火設備の技術上の基準の細目を定める告示」(平成23年総務省令告示第559号))

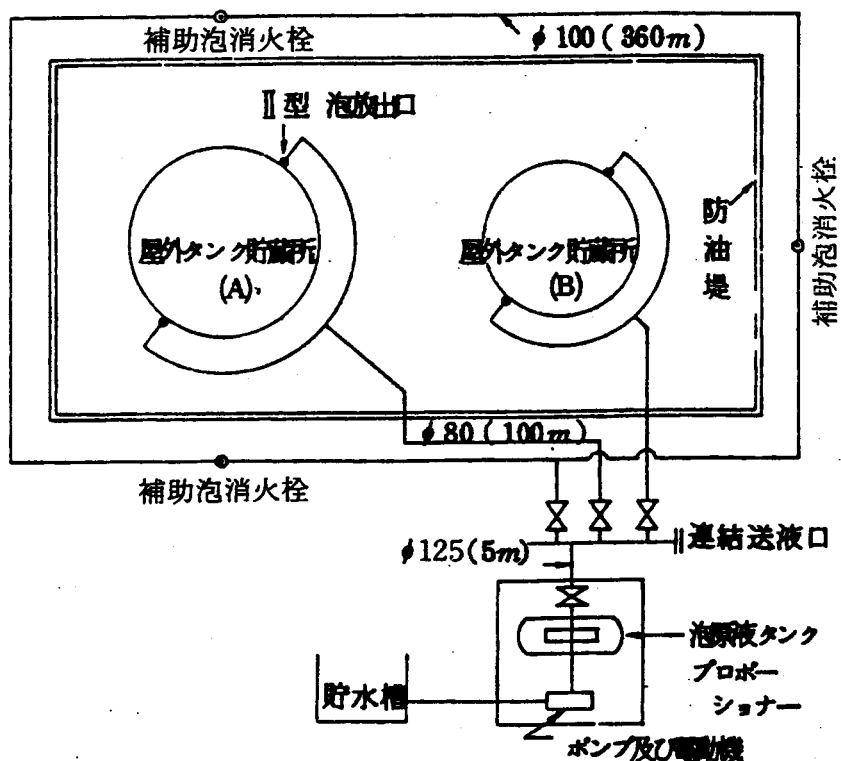


図3-19-1 屋外タンク貯蔵所の固定式泡放出口方式の例

1 条件

(1) 最大タンクの大きさ及び貯蔵危険物

屋根の構造	固定屋根構造
容量	8,000kl
直径	24m
高さ	24m
貯蔵危険物	第1石油類 (ガソリン)

(2) 泡放出口種別 II型 (放出口 高さ17m)

(3) 補助泡消火栓 3基 (ホース接続口 高さ0.8m)

(4) 消火配管 圧力配管用炭素鋼鋼管、スケジュール40、ねじ込み式

2 泡放出口の型式、設置個数

泡消火設備告示別表第1によりII型の場合、泡放出口は2個以上である。

3 連結送液口の個数

泡消火設備告示第10条により

$$N = \frac{A q}{800}$$

N : 連結送液口の設置数

A : タンクの最大水平断面積 (m²)

q : 泡消火設備告示別表第2の下欄に掲げる危険物の液表面積1平方メートル当たりの泡水溶液の放出率 (ℓ/m²・min)

$$N = \frac{12.0 \times 12.0 \times 3.14}{800} \times 4 \approx 2.3$$

従って3個以上

4 泡消火薬剤の貯蔵量

泡消火薬剤Uは、次の(1)から(4)までの合計以上とする。

(1) 最大タンクに対する必要量

泡消火設備告示別表第2により泡水溶液量220ℓ/m²

$$Q = A \times F$$

Q : 必要泡水溶液量 (ℓ)

A : 液表面積 (m²)

F : 液表面積1m²当たりの必要泡水溶液量 (ℓ/m²)

$$Q = (12.0 \times 12.0 \times 3.14) \times 220 = 99,475.2 \approx 99,476 \ell$$

よってタンクに必要な泡水溶液量は99,476ℓとなる。

$$U_1 = Q \times r$$

Q : 必要泡水溶液量 (ℓ)

r : 泡原液の混合比=0.03 (3%型使用)

$$U_1 = 99,476 \times 0.03 = 2,985 \ell$$

(2) 補助泡消火栓に対する必要量

$$U_2 = q \times N \times r \times t$$

q : 1分当たりの吐出量=400ℓ/min

N : 消火栓設置数 (3以上のものについては3とする。)

r : 泡原液の混合比=0.03 (3%型使用)

t : 放射時間 (min)

$$U_2 = 400 \times 3 \times 0.03 \times 20 = 720 \ell$$

(3) 最遠距離にあるタンクの固定泡放出口までの配管内をみたす必要量

$$U_3 = \frac{\pi d^2}{4} \times L \times r \times 1,000 \quad (\ell)$$

d : 配管内径 (m) JIS G3454を引用し計算すると80Aで0.0781m、100Aで0.1023m、125Aで0.1266mとなる。

L : 配管の長さ (m)

r : 泡原液の混合比=0.03 (3%型使用)

$$U_3 = (3.14 \times 0.0781 \times 0.0781 \div 4 \times 100 \times 0.03 \times 1000) + (3.14 \times 0.1266 \times 0.1266 \div 4 \times 5 \times 0.03 \times 1000) = 16.25 \approx 17\ell$$

(4) 補助泡消火栓の配管をみたく必要量計算は前(3)に準じること。

$$U_4 = 3.14 \times 0.1023 \times 0.1023 \div 4 \times 360 \times 0.03 \times 1000 = 88.72 \approx 89\ell$$

(5) (1)から(4)により泡消火薬剤Uは

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 \\ = 2,985 + 720 + 17 + 89 = 3,811\ell$$

よって、泡消火薬剤の貯蔵量は3,811ℓ以上となるようにしなければならない。

5 1分当たりの泡水溶液の放出量

(1) 固定泡放出口

II型の泡放出口の場合、泡消火設備告示別表第2により放出率は4ℓ/m²・minとなる。

$$Q' = A \times q$$

Q' : 1分当たりの泡水溶液の放出量 (ℓ/min)

A : 液表面積 (m²)

q : 別表第2の下欄に掲げる危険物の液表面積1平方メートル当たりの泡水溶液の放出率 (ℓ/m²・min)

$$Q' = (12.0 \times 12.0 \times 3.14) \times 4 = 1808.64 \approx 1,809\ell/\text{min}$$

(2) 補助泡消火栓

泡消火設備告示第9条により

$$3 \text{ 個} \times 400\ell/\text{min} = 1200\ell/\text{min}$$

6 配管の摩擦損失

配管の摩擦損失計算は、「配管の摩擦損失計算の基準」(平成20年12月26日消防庁告示第32号。以下「告示32号」という。)による。

(1) 同径管ごとに曲管、継手及び弁類を全て直線管に換算し、管の摩擦損失水頭を求める。

ア タンク消火用配管(80A)の直線管の長さは

90° エルボ	3 個	2.4 × 3 = 7.2
45° エルボ	2 "	1.1 × 2 = 2.2

仕切弁	1 個	$0.5 \times 1 = 0.5$
配管の長さ	100m	100.0
	合計	109.9m

80A配管（内径7.81cm）に1,809ℓ/min流した時の摩擦損失水頭は次により算出する。告示32号により

$$H_n = 1.2 \times \frac{1,809^{1.85}}{7.81^{4.87}} \times \frac{109.9}{100} = 62.98 \div 63.0\text{m}$$

イ 補助泡消火栓（100A）の直線管の長さは

90° ネジ込みエルボ	4 個	$3.1 \times 4 = 12.4\text{m}$
仕切弁	3 個	$0.7 \times 3 = 2.1\text{m}$
配管の長さ	360m	= 360.0m
	合計	374.5m

100A配管（内径10.23cm）に1,200ℓ/min流した時の摩擦損失水頭は次により算出する。告示32号により

$$H_n = 1.2 \times \frac{1,200^{1.85}}{10.23^{4.87}} \times \frac{374.5}{100} = 26.98 \div 27.0\text{m}$$

ウ 125A配管の直線管の長さは、

90° エルボ	2 個	$3.8 \times 2 = 7.6\text{m}$
T字管（分流）	1 個	$7.6 \times 1 = 7.6\text{m}$
仕切弁	1 個	$0.8 \times 1 = 0.8\text{m}$
配管の長さ	5 m	5.0m
	合計	21.0m

125mm配管（内径12.66cm）に3,009ℓ/min流した時の摩擦損失水頭は次により算出する。告示32号により

$$H_n = 1.2 \times \frac{3,009^{1.85}}{12.66^{4.87}} \times \frac{21}{100} = 2.93 \div 3.0\text{m}$$

(2) 補助泡消火栓のホースの摩擦損失水頭

ホースはゴム内張、径65mm、長さ40mとする。また、65mmホースの100m当たりの摩擦損失水頭は流量400ℓ/minの場合6mとする。

$$6 \times \frac{40}{100} = 2.4\text{m}$$

(3) 固定泡放出口における静水頭

吐出圧力	0.35MPa	35.0m
立上り静水頭		17.0m
	合計	52.0m

(4) 補助泡消火栓における静水頭

放水圧力	0.35MPa	35.0m
立上り静水頭		0.8m
	合計	35.8m

7 ポンプの全揚程

タンク系統と補助泡消火栓系統の配管における摩擦損失水頭を比較すると、タンク系統水頭の方が大きいので、ポンプの全揚程はタンク系統水頭を採用し検討を行う。

タンク系統水頭

$$3.0 + 63.0 + 52.0 = 118.0$$

補助泡消火栓系統水頭

$$3.0 + 27.0 + 2.4 + 35.8 = 68.2$$

吸水側における摩擦損失水頭は5.0mとする。

混合器における摩擦損失水頭は7.0mとする。

したがって全揚程は

$$118.0 + 5.0 + 7.0 = 130.0\text{m}$$

また総吐出量は

$$\text{固定泡放出口} \quad 1,809\ell/\text{min}$$

$$\text{補助泡消火栓} \quad 1,200 \quad "$$

より、3,009ℓ/minである。

よって次の性能を有するポンプが必要となる。

定格吐出量 3.009m³/min以上、全揚程 130.0m以上を要する。

8 電動機の必要量

$$P \text{ (KW)} = \frac{0.163 \times Q \times H \times K}{F}$$

$$Q : \text{定格吐出量} = 3.009\text{m}^3/\text{min}$$

$$H : \text{全揚程} = 130\text{m}$$

$$K : \text{伝達係数 (モーター)} \quad 1.1$$

$$F : \text{ポンプ効率} \text{は、} 0.65 \text{とする。}$$

$$P = \frac{0.163 \times 3.009 \times 130 \times 1.1}{0.65} = 107.90 \approx 108$$

よって108kW以上必要とする。

9 水源量

4により、泡消火薬剤の貯蔵量は3,811ℓ以上。

必要水量は泡消火薬剤の97/3倍であるから

$$\text{必要水量} = \frac{3,811 \times 97}{1,000 \times 3} = 123.22 \approx 124$$

よって水源として124m³以上の水を必要とする。