

第6節 ハロゲン化物消火設備

1 全域放出方式（ハロン2402，ハロン1211およびハロン1301を放射するもの）

(1) 貯蔵容器等の設置場所

消火剤の貯蔵容器または貯蔵タンク（以下「貯蔵容器等」という。）の設置場所は、政令第17条第5号の規定によるほか、第5節不活性ガス消火設備1.(2)によること。

(2) 貯蔵容器等

貯蔵容器等は、省令第20条第4項第4号の規定によるほか、次によること。

ア 高圧ガス保安法令に適合するものであること。

イ 省令第20条第4項第4号ロおよび第5号の規定により加圧式の貯蔵容器等に設ける放出弁は、「不活性ガス消火設備等の放出弁の基準（平成7年消防庁告示第1号）」によるほか、原則として認定品を使用すること。

(3) 選択弁

省令第20条第4項第10号の規定による選択弁は、第5節不活性ガス消火設備1.

(4)を準用すること。

(4) 容器弁等

省令第20条第4項第4号イ、第6号の2、第8号および第11号に規定する容器弁等は、「不活性ガス消火設備等の容器弁、安全装置および破壊板の基準（昭和51年消防庁告示第9号）」によるほか、原則として認定品を使用すること。

(5) 容器弁開放装置

第5節不活性ガス消火設備1.(6)を準用すること。

(6) 配管等

省令第20条第4項第7号によるほか、次によること。

ア 起動の用に供する配管で起動容器と貯蔵容器との間には、誤作動防止のための逃し弁（リリーフバルブ）を設けること。

イ ハロン1301を放射するものに使用する配管の口径等は、省令第20条第4項第16号の規定に基づく告示基準が示されるまでの間、別紙「消火剤放射時の圧力損失計算」により算出された配管の呼び径とすること。

(7) 噴射ヘッド

省令第20条第1項第4号に規定する噴射ヘッドは、「不活性消火設備等の噴射ヘッドの基準（平成7年消防庁告示第7号）」によるほか、原則として認定品を使用すること。

(8) 防護区画の構造等

ア 第5節不活性ガス消火設備1.(9)（キ．ケを除く。）を準用すること。

イ 指定可燃物のうち、ゴム類等を貯蔵し、または取扱うものの防護区画の開口部は、階段室、非常用エレベーターの乗降ロビーその他これらに類する場所に面して設けないこと。

(9) 制御盤等

省令第20条第4項第14の2号に規定する制御盤等は、第5節不活性ガス消火設備1.(11)（イ．(ア)．gを除く。）を準用すること。

(10) 起動装置

省令第20条第4項第12の2号の規定によるほか、第5節不活性ガス消火設備1.(12)を準用すること。

(11) 音響警報装置

省令第20条第4項第13号の規定によるほか、第5節不活性ガス消火設備1.(13)を準用すること。

(12) 放出表示灯

省令第20条第4項第14号イ(ハ)に規定する表示灯は、第5節不活性ガス消火設備1.(14)を準用すること。

(13) 排出措置等

放出された消火剤を安全な場所に排出するための措置を、第5節不活性ガス消火設備1.(16)の例により講じること。ただし、同(16).ウに定める開口部の大きさは、当該床面積の1%以上とすることができる。

(14) 非常電源、配線等

政令第17条第6号および省令第20条第4項第15号の非常電源、配線等は、第2節屋内消火栓設備5を準用すること。

2 全域放出方式（トリフルオロメタン（以下「HFC-23」という。）、ヘプタフルオロプロパン（以下「HFC-227ea」という。）またはドデカフルオロ-2-メチルペンタン-3-オン（以下「FK-5-1-12」という。）を放射するもの。）

(1) 貯蔵容器等の設置場所

前1.(1)によること。

(2) 貯蔵容器等

前1.(2)によること。

(3) 選択弁

前1.(3)によること。

(4) 容器弁等

前1.(4)によること。

(5) 容器弁開放装置

前1.(5)によること。

(6) 配管等

前1.(6)によること。

(7) 噴射ヘッド

前1.(7)によること。

(8) 防護区画の構造等

前1.(8)によるほか、次によること。

ア 防護区画には、消火剤放射時の内圧上昇により破壊されないように、次の式により算出した大きさ以上の避圧口を設けること。ただし、防護区画の窓、内装材等が消火剤放射時の内圧上昇に充分耐えうる場合は、この限りでない。

ここで用いる消火剤流量は、消火剤放射時の噴射ヘッドからの瞬間最大流量（計算式によっては毎分に換算して計算値とすること。）とすること。

HFC-227ea

$$A = \frac{1.12 \times 10^3 \times Q}{\sqrt{P - \Delta P}}$$

HFC-23

$$A = \frac{2.73 \times 10^3 \times Q}{\sqrt{P - \Delta P}}$$

FK-5-1-12

$$A = \frac{580 \times Q}{\sqrt{P - \Delta P}}$$

A : 避圧口面積 (cm^2)

Q : 噴射ヘッドからの最大流量 ($\text{m}^3/\text{分}$)

P : 防護区画の許容圧力 (Pa)

ΔP : ダクトの損失 (Pa)

イ 前(1)の避圧口に接続されるダクトは、避圧口以上の大きさを有するものとし、避圧に影響を及ぼす曲折部等を設けないこと。ただし、避圧の影響を考慮した避難口を設置する場合は、曲折部等を設けることができる。

(9) 制御盤等

前1.(9)によること。

(10) 起動装置

前1.(10)によること。

(11) 音響警報装置

前1.(11)によること。

(12) 放出表示灯

省令第20条第4項第14号イ(ハ)の規定によるほか、第5節不活性ガス消火設備

1.(14)を準用すること。

(13) 排出措置等

省令第19条第5項第18号の規定を準用するほか、第5節不活性ガス消火設備1.

(16)の例により講じること。

(14) 非常電源、配線等

前1.(14)によること。

3 局所放出方式 (ハロン2402, ハロン1211およびハロン1301を放射するもの)

(1) 局所放出方式のハロゲン化物消火設備の設置場所

局所放出方式のハロゲン化物消火設備は、駐車のに供される部分、通信機器室、指定可燃物を貯蔵しまたは取扱う防火対象物またはその部分以外の部分で、第5節不活性ガス消火設備1.(1)に定める部分に設置することができる。

(2) 貯蔵容器等の設置場所

前1.(1)によること。

- (3) 貯蔵容器等
前 1. (2)によること。
 - (4) 選択弁
前 1. (3)によること。
 - (5) 容器弁等
前 1. (4)によること。
 - (6) 容器弁開放装置
前 1. (5)によること。
 - (7) 配管等
前 1. (6)によること。
 - (8) 噴霧ヘッド
前 1. (7)によること。
 - (9) 制御盤等
前 1. (9)によること。ただし、遅延装置は設けないことができる。
 - (10) 起動装置
前 1. (10)によること。
 - (11) 音響警報装置
前 1. (11)によること。
 - (12) 排出措置等
前 1. (13)によること。
 - (13) 非常電源・配線等
前 1. (14)によること。
- 4 移動式
ハロン2402, ハロン1211およびハロン1301を消火剤とする移動式のハロゲン化物消火設備は、第 5 節不活性ガス消火設備 4 を準用すること。
- 5 消火剤放射時の圧力損失計算等
別紙「消火剤放射時の圧力損失計算」によること。
- 6 総合操作盤
総合操作盤は、省令第20条第 4 項第17号の規定により設けること。

ハロゲン化物消火設備の消火剤放射時の圧力損失計算
〔ハロン1301 (42kgf/cm²加圧)〕

消火剤放出時の圧力損失計算および流量計算は、次によるものとする。

なお、圧力損失計算及び流量計算に用いる圧力は、すべて絶対圧力とする。

1. 配管摩擦損失の計算は、次の式(1)または式(2)による。

$$Q^2 = \frac{0.550 \cdot D^{5.22} Y}{L + D^{1.22} Z} \quad \text{式(1)}$$

$$Y_2 = Y_1 + A d L Q^2 + B d (Z_2 - Z_1) Q^2 \quad \text{式(2)}$$

Q : 消火剤流量 (kg / s)

D : 管内径 (cm)

L : 等価管長 (m)

Y, Z : 貯蔵容器等内圧力および配管内圧力による値で次の式による。

$$Y = - \int_{P_1}^P \gamma dp$$

$$Z = \ln \frac{\gamma_1}{\gamma}$$

P₁ : 設計基準貯蔵容器等内圧力 (kgf / cm²)

P : 配管内圧力 (kgf / cm²)

γ₁ : 圧力 P₁ のときの流体の比重量 (kg / l)

γ : 圧力 P のときの流体の比重量 (kg / l)

Y₁ : 計算しようとする区間の出発点における Y の値 (kg²/l · cm²)

Y₂ : 計算しようとする区間の終端点における Y の値 (kg²/l · cm²)

Z₁ : 計算しようとする区間の出発点における Z の値

Y₂ : 計算しようとする区間の終端点における Z の値

$$A d : \text{係数} \left(A d = \frac{1}{0.550 \cdot D^{5.22}} \right)$$

$$B d : \text{係数} \left(B d = \frac{1}{0.550 \cdot D^4} \right)$$

(1) 圧力損失計算の設計基準となる設計基準貯蔵容器等内圧力 (P₁) は、貯蔵容器等から消火剤の量の 1/2 の量が放射された時点 (τ=0.5) の圧力とし、充てん比により次の表の値とする。

単位 : kgf/cm²

充てん比	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
P ₁	30.8	31.7	32.5	33.2	33.8	34.3	34.7	35.0

(2) 配管摩擦損失の計算を行なう時点における設計時貯蔵容器等内圧力 (P_2) は次の式による。

$$P_2 = 30.8136 - 22.9045 \tau_2 - 1.5977 \tau_2^2 + 13.9646 \phi - 4.4922 \phi^2 + 6.532 \tau_2 \phi$$

$$\tau_2 = 0.5 + \frac{\bar{r} V_p}{2W}$$

τ_2 : t_2 と t_0 との比 ($0.5 \leq \tau_2 \leq 1.0$)

t_2 : 容器弁開放から配管摩擦損失の計算を行なう時点までの時間 (s)

t_0 : 総放出時間に関する係数 (s)

ϕ : 充てん比

V_p : 配管内体積 (ℓ)

W : 消火剤総量 (kg)

$\bar{r}$: 配管内における流体の平均比重量 (kg/ℓ) で、次の式による。

$$\bar{r} = \frac{\int_{P_2}^{P_N} \gamma^2 dp}{\int_{P_2}^{P_N} \gamma dp}$$

P_N : 設計時噴射ヘッド圧力 (kgf/cm^2)

(噴射ヘッドが2以上ある場合は、最も低い値とする。)

γ : 圧力 P の時の流体の比重量 (kg/ℓ)

(3) 配管の最高部と最低部の高さの差は、50m以下でなければならない。立上り配管による圧力の補正は、次の式で算出した $\angle Yh$ を1. の式(2)で求めた値 (Y_2) に加算することにより行なうものとし、立下り配管による圧力の補正は行なわないものとする。

ただし、1カ所の立上り配管部の長さが2m以下の場合は、当該立上り配管部の圧力の補正は行なわないものとする。

$$\angle Yh = \frac{\gamma^2 Lh}{10}$$

$\angle Yh$: 立上り配管による圧力の補正值

γ : 立上り配管部の出発点圧力における流体の比重量 (kg/ℓ)

Lh : 立上り配管部の長さ (m)

2. 噴射ヘッドの流率及び等価噴口面積

(1) 噴射ヘッドの流率は、次の式による。

$$Q_A = \gamma_c \sqrt{2 \times 10^{-3} g \int_{P_c}^{P_N} \frac{dp}{\gamma}} \dots\dots\dots \text{式(3)}$$

Q_A : 流率 (単位等価噴口面積あたりの流量) ($\text{kg}/\text{s} \cdot \text{cm}^2$)

P_N : 設計時噴射ヘッド圧力 (kgf/cm^2)

P_c : 噴射ヘッドのど部圧力 (kgf/cm^2)

g : 重力の加速度 (cm/s^2) ($g = 980.665 \text{ cm}/\text{s}^2$)

γ_c : 噴射ヘッドのど部における流体の比重量 (kg/ℓ)

γ : 圧力 P のとき流体の比重量 (kg/ℓ)

(2) 等価噴口面積の算出は、次の式による。

$$A = \frac{Q_N}{Q_A}$$

A : 等価噴口面積 (cm²)

Q_N : 噴射ヘッド1個あたりの流量 (kg/s)

Q_A : 流率 (kg/s・cm²)

なお、圧力の計算結果は、次の換算係数により、単位をkgf/cm²からS I単位のMPa (メガパスカル) に換算することとする。

換算係数 : 9.80665×10^{-2}

例) 32.1 kgf/cm²の場合 : $32.1 \times 9.80665 \times 10^{-2} = 3.1479 \Rightarrow 3.15 \text{ MPa}$

ハロゲン化物消火設備の消火剤放射時の圧力損失計算 [HFC-23]

消火剤放出時の圧力損失計算及び流率計算は、次によるものとする。
なお、圧力損失計算および流率計算に用いる圧力は、すべて絶対圧力とする。

1. 配管摩擦損失の計算は、次の式(1)または式(2)による。

$$Q^2 = \frac{0.550 \cdot D^{5.22} Y}{L + D^{1.22} Z} \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

$$Y_2 = Y_1 + A d L Q^2 + B d (Z_2 - Z_1) Q^2 \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

Q : 消火剤流量 (kg/s)

D : 管内径 (cm)

L : 等価管長 (m)

Y, Z : 貯蔵容器等内圧力および配管内圧力による値で次の式による。

$$Y = - \int_{P_1}^P \gamma dp$$

$$Z = \ln \frac{\gamma_1}{\gamma}$$

P₁ : 設計基準貯蔵容器等内圧力 (kgf/cm²)

P : 配管内圧力 (kgf/cm²)

γ₁ : 圧力 P₁ のときの流体の比重量 (kg/l)

γ : 圧力 P のときの流体の比重量 (kg/l)

Y₁ : 計算しようとする区間の出発点における Y の値 (kg²/l・cm²)

Y₂ : 計算しようとする区間の終端点における Y の値 (kg²/l・cm²)

Z₁ : 計算しようとする区間の出発点における Z の値

Z₂ : 計算しようとする区間の終端点における Z の値

$$A d : \text{係数} \left(A d = \frac{1}{0.550 \cdot D^{5.22}} \right)$$

$$B d : \text{係数} \left(B d = \frac{1}{0.550 \cdot D^4} \right)$$

(1) 圧力損失計算の設計基準となる設計基準貯蔵容器等内圧力 (P₁) は、貯蔵容器等から消火剤の量の 1/2 の量が放射された時点 (τ=0.5) の圧力とし、充てん比により次の表の値とする。

単位 : kgf/cm²

充てん比	1.20	1.30	1.40	1.50
P ₁	31.5	32.3	33.0	33.7

(2) 配管摩擦損失の計算を行なう時点における設計時貯蔵容器等内圧力 (P_2) は次の式による。

$$P_2 = 29.7987 - 23.9655 \tau_2 + 4.0017 \tau_2^2 + 11.7216 \phi - 2.1371 \phi^2 + 2.8684 \tau_2 \phi$$

$$\tau_2 = 0.5 + \frac{\bar{r} V_p}{2W}$$

τ_2 : τ_2 と t_0 との比 ($0.5 \leq \tau_2 \leq 1.0$)

t_2 : 容器弁開放から配管摩擦損失の計算を行なう時点までの時間 (s)

t_0 : 総放出時間に関する係数 (s)

ϕ : 充てん比

V_p : 配管内体積 (ℓ)

W : 消火剤総量 (kg)

$\bar{r}$: 配管内における流体の平均比重量 (kg/ℓ) で、次の式による。

$$\bar{r} = \frac{\int_{P_2}^{P_N} \gamma^2 dp}{\int_{P_2}^{P_N} \gamma dp}$$

P_N : 設計時噴射ヘッド圧力 (kgf/cm^2)

(噴射ヘッドが 2 以上ある場合は、最も低い値とする。)

γ : 圧力 P の時の流体の比重量 (kg/ℓ)

(3) 配管の最高部と最低部の高さの差は、50m 以下でなければならない。立上り配管による圧力の補正は、次の式で算出した $\angle Yh$ を 1. の式 (2) で求めた値 (Y_2) に加算することにより行なうものとし、立下り配管による圧力の補正は行なわないものとする。

ただし、1 か所の立上り配管部の長さが 2 m 以下の場合は、当該立上り配管部の圧力の補正は行なわないものとする。

$$\angle Yh = \frac{\gamma^2 Lh}{10}$$

$\angle Yh$: 立上り配管による圧力の補正值

γ : 立上り配管部の出発点圧力における流体の比重量 (kg/ℓ)

Lh : 立上り配管部の長さ (m)

2. 噴射ヘッドの流率及び等価噴口面積

(1) 噴射ヘッドの流率は、次の式による。

$$Q_A = \gamma_c \sqrt{2 \times 10^{-3} g \int_{P_c}^{P_N} \frac{dp}{\gamma}} \dots \dots \dots \text{式(3)}$$

Q_A : 流率 (単位等価噴口面積あたりの流量) ($\text{kg}/\text{s} \cdot \text{cm}^2$)

P_N : 設計時噴射ヘッド圧力 (kgf/cm^2)

P_c : 噴射ヘッドのど部圧力 (kgf/cm^2)

g : 重力の加速度 (cm/s^2) ($g = 980.665 \text{cm}/\text{s}^2$)

γ_c : 噴射ヘッドのど部における流体の比重量 (kg/ℓ)

γ : 圧力 P のとき流体の比重量 (kg/l)

(2) 等価噴口面積の算出は、次の式による。

$$A = \frac{Q_N}{Q_A}$$

A : 等価噴口面積 (cm²)

Q_N : 噴射ヘッド 1 個あたりの流量 (kg/s)

Q_A : 流率 (kg/s・cm²)

なお、圧力の計算結果は、次の換算係数により、単位を kgf/cm² から S I 単位の MPa (メガパスカル) に換算することとする。

換算係数 : 9.80665×10^{-2}

例) 32.1 kgf/cm² の場合 : $32.1 \times 9.80665 \times 10^{-2} = 3.1479 \Rightarrow 3.15 \text{ MPa}$

ハロゲン化物消火設備の消火剤放射時の圧力損失計算 [HFC-227ea (4.2MPa 加圧)]

消火剤放射時の圧力損失計算および流率計算は、次によるものとする。

なお、圧力損失計算及び流率計算に用いる圧力は、すべて絶対圧力とする。

1. 配管摩擦損失の計算は、次の式(1)または式(2)による。

$$Q^2 = \frac{0.550 \cdot D^{5.22} Y}{L + D^{1.22} Z} \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

$$Y_2 = Y_1 + A d L Q^2 + B d (Z_2 - Z_1) Q^2 \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

Q : 消火剤流量 (kg/s)

D : 管内径 (cm)

L : 等価管長 (m)

Y, Z : 貯蔵容器等内圧力および配管内圧力による値で次の式による。

$$Y = - \int_{P_1}^P \gamma dp$$

$$Z = \ln \frac{\gamma_1}{\gamma}$$

P₁ : 設計基準貯蔵容器等内圧力 (kgf/cm²)

P : 配管内圧力 (kgf/cm²)

γ₁ : 圧力 P₁ のときの流体の比重量 (kg/ℓ)

γ : 圧力 P のときの流体の比重量 (kg/ℓ)

Y₁ : 計算しようとする区間の出発点における Y の値 (kg²/ℓ・cm²)

Y₂ : 計算しようとする区間の終端点における Y の値 (kg²/ℓ・cm²)

Z₁ : 計算しようとする区間の出発点における Z の値

Z₂ : 計算しようとする区間の終端点における Z の値

$$A d : \text{係数} \left(A d = \frac{1}{0.550 \cdot D^{5.22}} \right)$$

$$B d : \text{係数} \left(B d = \frac{1}{0.550 \cdot D^4} \right)$$

(1) 圧力損失計算の設計基準となる設計基準貯蔵容器等内圧力 (P₁) は、貯蔵容器等から消火剤の量の 1/2 の量が放射された時点 (τ=0.5) の圧力とし、充てん比により次の表の値とする。

単位: kgf/cm²

充てん比	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60
P ₁	21.2	22.9	24.5	26.0	27.2	28.2	29.1	29.8

(2) 配管摩擦損失の計算を行なう時点における設計時貯蔵容器等内圧力 (P_2) は次の式による。

$$P_2 = 12.9014 - 38.4498 \tau_2 + 13.8756 \tau_2^2 + 34.4384 \phi - 8.9606 \phi^2 + 0.6399 \tau_2 \phi$$

$$\tau_2 = 0.5 + \frac{\bar{r} V_p}{2W}$$

τ_2 : τ_2 と t_0 との比 ($0.5 \leq \tau_2 \leq 1.0$)

t_2 : 容器弁開放から配管摩擦損失の計算を行なう時点までの時間 (s)

t_0 : 総放出時間に関する係数 (s)

ϕ : 充てん比

V_p : 配管内体積 (ℓ)

W : 消火剤総量 (kg)

$\bar{r}$: 配管内における流体の平均比重量 (kg/ℓ) で、次の式による。

$$\bar{r} = \frac{\int_{P_2}^{P_N} \gamma^2 dp}{\int_{P_2}^{P_N} \gamma dp}$$

P_N : 設計時噴射ヘッド圧力 (kgf/cm^2)

(噴射ヘッドが 2 以上ある場合は、最も低い値とする。)

γ : 圧力 P の時の流体の比重量 (kg/ℓ)

(3) 配管の最高部と最低部の高さの差は、50m 以下でなければならない。立上り配管による圧力の補正は、次の式で算出した ΔY_h を 1. の式(2)で求めた値 (Y_2) に加算することにより行なうものとし、立下り配管による圧力の補正は行なわないものとする。

ただし、1 か所の立上り配管部の長さが 2 m 以下の場合は、当該立上り配管部の圧力の補正は行なわないものとする。

$$\Delta Y_h = \frac{\gamma^2 L h}{10}$$

ΔY_h : 立上り配管による圧力の補正值

γ : 立上り配管部の出発点圧力における流体の比重量 (kg/ℓ)

$L h$: 立上り配管部の長さ (m)

2. 噴射ヘッドの流率及び等価噴口面積

(1) 噴射ヘッドの流率は、次の式による。

$$Q_A = \gamma_c \sqrt{2 \times 10^{-3} g \int_{P_c}^{P_N} \frac{dp}{\gamma}} \dots \dots \dots \text{式(3)}$$

Q_A : 流率 (単位等価噴口面積あたりの流量) ($\text{kg}/\text{s} \cdot \text{cm}^2$)

P_N : 設計時噴射ヘッド圧力 (kgf/cm^2)

P_c : 噴射ヘッドのど部圧力 (kgf/cm^2)

g : 重力の加速度 (cm/s^2) ($g = 980.665 \text{cm}/\text{s}^2$)

γ_c : 噴射ヘッドのど部における流体の比重量 (kg/ℓ)

γ : 圧力 P のとき流体の比重量 (kg/ℓ)

(2) 等価噴口面積の算出は、次の式による。

$$A = \frac{Q_N}{Q_A}$$

A : 等価噴口面積 (cm²)

Q_N : 噴射ヘッド1個あたりの流量 (kg/s)

Q_A : 流率 (kg/s・cm²)

なお、圧力の計算結果は、次の換算係数により、単位をkgf/cm²からS I単位のMPa（メガパスカル）に換算することとする。

換算係数：9.80665×10⁻²

例) 32.1 kgf/cm²の場合：32.1×9.80665×10⁻²=3.1479 ⇒ 3.15 MPa

ハロゲン化物消火設備の消火剤放射時の圧力損失計算 [HFC-227ea (2.5MPa 加圧)]

消火剤放出時の圧力損失計算および流量計算は、次によるものとする。

なお、圧力損失計算及び流量計算に用いる圧力は、すべて絶対圧力とする。

1. 配管摩擦損失の計算は、次の式(1)または式(2)による。

$$Q^2 = \frac{0.550 \cdot D^{5.22} Y}{L + D^{1.22} Z} \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

$$Y_2 = Y_1 + A d L Q^2 + B d (Z_2 - Z_1) Q^2 \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

Q : 消火剤流量 (kg / s)

D : 管内径 (cm)

L : 等価管長 (m)

Y, Z : 貯蔵容器等内圧力および配管内圧力による値で次の式による。

$$Y = - \int_{P_1}^P \gamma dp$$

$$Z = \ln \frac{\gamma_1}{\gamma}$$

P₁ : 設計基準貯蔵容器等内圧力 (kgf / cm²)

P : 配管内圧力 (kgf / cm²)

γ₁ : 圧力 P₁ のときの流体の比重量 (kg / l)

γ : 圧力 P のときの流体の比重量 (kg / l)

Y₁ : 計算しようとする区間の出発点における Y の値 (kg² / l · cm²)

Y₂ : 計算しようとする区間の終端点における Y の値 (kg² / l · cm²)

Z₁ : 計算しようとする区間の出発点における Z の値

Z₂ : 計算しようとする区間の終端点における Z の値

$$A d : \text{係数} \left(A d = \frac{1}{0.550 \cdot D^{5.22}} \right)$$

$$B d : \text{係数} \left(B d = \frac{1}{0.550 \cdot D^4} \right)$$

(1) 圧力損失計算の設計基準となる設計基準貯蔵容器等内圧力 (P₁) は、貯蔵容器等から消火剤の量の 1 / 2 の量が放射された時点 (τ = 0.5) の圧力とし、充てん比により次の表の値とする。

単位 : kgf / cm²

充てん比	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60
P ₁	13.5	14.6	15.5	16.3	17.0	17.6	18.1	18.5

(2) 配管摩擦損失の計算を行なう時点における設計時貯蔵容器等内圧力 (P_2) は次の式による。

$$P_2 = 8.2764 - 20.8676 \tau_2 + 7.0499 \tau_2^2 + 20.0864 \phi - 5.2462 \phi^2 + 0.2481 \tau_2 \phi$$

$$\tau_2 = 0.5 + \frac{\bar{r} V_p}{2W}$$

τ_2 : τ_2 と t_0 との比 ($0.5 \leq \tau_2 \leq 1.0$)

t_2 : 容器弁開放から配管摩擦損失の計算を行なう時点までの時間 (s)

t_0 : 総放出時間に関する係数 (s)

ϕ : 充てん比

V_p : 配管内体積 (ℓ)

W : 消火剤総量 (kg)

$\bar{r}$: 配管内における流体の平均比重量 (kg/ℓ) で、次の式による。

$$\bar{r} = \frac{\int_{P_2}^{P_N} \gamma^2 dp}{\int_{P_2}^{P_N} \gamma dp}$$

P_N : 設計時噴射ヘッド圧力 (kgf/cm^2)

(噴射ヘッドが2以上ある場合は、最も低い値とする。)

γ : 圧力 P の時の流体の比重量 (kg/ℓ)

(3) 配管の最高部と最低部の高さの差は、50m 以下でなければならない。立上り配管による圧力の補正は、次の式で算出した ΔY_h を 1. の式(2)で求めた値 (Y_2) に加算することにより行なうものとし、立下り配管による圧力の補正は行なわないものとする。

ただし、1ヵ所の立上り配管部の長さが2 m 以下の場合は、当該立上り配管部の圧力の補正は行なわないものとする。

$$\Delta Y_h = \frac{\gamma^2 L h}{10}$$

ΔY_h : 立上り配管による圧力の補正值

γ : 立上り配管部の出発点圧力における流体の比重量 (kg/ℓ)

$L h$: 立上り配管部の長さ (m)

2. 噴射ヘッドの流率及び等価噴口面積

(1) 噴射ヘッドの流率は、次の式による。

$$Q_A = \gamma_c \sqrt{2 \times 10^{-3} g \int_{P_c}^{P_N} \frac{dp}{\gamma}} \dots \dots \dots \text{式(3)}$$

Q_A : 流率 (単位等価噴口面積あたりの流量) ($\text{kg}/\text{s} \cdot \text{cm}^2$)

P_N : 設計時噴射ヘッド圧力 (kgf/cm^2)

P_c : 噴射ヘッドのど部圧力 (kgf/cm^2)

g : 重力の加速度 (cm/s^2) ($g = 980.665 \text{cm}/\text{s}^2$)

γ_c : 噴射ヘッドのど部における流体の比重量 (kg/ℓ)

γ : 圧力 P のとき流体の比重量 (kg/ℓ)

(2) 等価噴口面積の算出は、次の式による。

$$A = \frac{Q_N}{Q_A}$$

A : 等価噴口面積 (cm²)

Q_N : 噴射ヘッド1個あたりの流量 (kg/s)

Q_A : 流率 (kg/s・cm²)

なお、圧力の計算結果は、次の換算係数により、単位を kgf/cm² から S I 単位の MPa (メガパスカル) に換算することとする。

換算係数 : 9.80665×10^{-2}

例) 18.6 kgf/cm² の場合 : $18.6 \times 9.80665 \times 10^{-2} = 1.8240 \Rightarrow 1.82 \text{ MPa}$

ハロゲン化物消火設備の消火剤放射時の圧力損失計算 [FK-5-1-12 (4.2MPa 加圧)]

圧力損失計算等は、次に示す基準1もしくは基準2によるものとする。

1. 消火剤放射時の圧力損失計算等の基準 1

消火剤放射時の圧力損失計算及び流量計算は、次によるものとする。

なお、圧力損失計算及び流量計算に用いる圧力は、すべて絶対圧力とする。

(1) 配管摩擦損失の計算は式①または式②による。

$$Q^2 = \frac{0.550 \cdot D^{5.22} Y}{L + D^{1.22} Z} \quad \dots\dots\dots \text{式①}$$

$$Y_2 = Y_1 + A_d L Q^2 + B_d (Z_2 - Z_1) Q^2 \quad \dots\dots\dots \text{式②}$$

Q : 消火剤流量(kg/s)

D : 管内径(cm)

L : 等価管長(m)

Y、Z : 貯蔵容器等内圧力および配管内圧力による値で次の式による。

$$Y = - \int_{P_1}^P \gamma dp$$

$$Z = \ln \frac{\gamma_1}{\gamma}$$

P₁ : 設計基準貯蔵容器内圧力(kg/cm²)

P : 配管内圧力(kg/cm²)

γ₁ : 圧力P₁のときの流体の比重量(kg/ℓ)

γ : 圧力Pのときの流体の比重量(kg/ℓ)

Y₁ : 計算しようとする区間の出発点におけるYの値(kg²/ℓ・cm²)

Y₂ : 計算しようとする区間の終端点におけるYの値(kg²/ℓ・cm²)

Z₁ : 計算しようとする区間の出発点におけるZの値

Z₂ : 計算しようとする区間の終端点におけるZの値

$$(A_d = \frac{1}{0.550 \cdot D^{5.22}})$$

$$(B_d = \frac{1}{0.550 \cdot D^4})$$

ア 圧力損失計算の設計基準となる設計基準時貯蔵容器等内圧力 (P_1) は、貯蔵容器等から消火剤の量の1/2の量が放射された時点 ($\tau=0.5$) の圧力とし、充てん比により次の表の値とする。

単位: kg/cm^2

充填比	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60
P_1	18.7	21.0	23.1	25.0	26.6	28.0	29.2	30.1	30.8	31.3

イ 配管摩擦損失の計算を行う時点における設計時貯蔵容器等内圧力 (P_2) は次の式によるほか、各メーカーの実験に基づく数値とする。

$$P_2 = 14.9626 - 47.4859 \tau_2 + 18.4525 \tau_2^2 + 39.0993 \phi - 11.6147 \phi^2 + 3.3181 \tau_2 \phi$$

$$\tau_2 = 0.5 + \frac{\bar{\Gamma} V_p}{2W}$$

τ_2 : t_2 と t_0 との比

t_2 : 容器弁開放から配管摩擦損失の計算を行う時点までの時間 (s)

t_0 : 総放出時間に関する係数 (s)

ϕ : 充てん比

V_p : 配管内体積 (ℓ)

W : 消火剤総量 (kg)

$\bar{\Gamma}$: 配管内における流体の平均比重量 (kg/ℓ) で、次の式による。

$$\bar{\Gamma} = \frac{\int_{P_2}^{P_N} \gamma^2 dP}{\int_{P_2}^{P_N} \gamma dP}$$

P_N : 設計時噴射ヘッド圧力 (kg/cm^2)

(噴射ヘッドが2以上ある場合は、最も低い値とする。)

γ : 圧力 P の時の流体の比重量 (kg/ℓ)

ウ 配管の最高部と最低部の高さの差は、50m以下でなければならない。立上り配管による圧力の補正は、次の式で算出した ΔY_h を2.1の式(2)で求めた値 (Y_2) に加算することにより行うものとし、立下り配管による圧力の補正は行わないものとする。ただし、1カ所の立上がり配管部の長さが2m以下の場合は、当該立上り配管部の圧力の補正は行わないものとする。

$$\Delta Y_h = \frac{\gamma^2 L_h}{10}$$

ΔY_h : 立上り配管による圧力の補正值 ($\text{kg}^2/\ell \cdot \text{cm}^2$)

γ : 立上り配管部の出発点圧力における流体の比重量 (kg/ℓ)

L_h : 立上り配管部の長さ (m)

(2) 噴射ヘッドの流率および等価オリフィス面積

ア 噴射ヘッドの流率は、次の式による。

$$Q_A = \gamma_c \sqrt{2 \times 10^{-3} g \int_{P_C}^{P_N} \frac{dp}{\gamma}} \quad \cdots \cdots \cdots \text{式③}$$

Q_A : 流率(単位等価オリフィス面積あたりの流量) (kg/s・cm²)

P_N : 設計時噴射ヘッド圧力(kg/cm²)

P_C : 噴射ヘッドのど部圧力(kg/cm²)

g : 重力の加速度(cm/s²) ($g = 980.665 \text{ cm/s}^2$)

γ_c : 噴射ヘッドのど部における流体の比重量(kg/ℓ)

γ : 圧力Pのときの流体の比重量(kg/ℓ)

イ 等価オリフィス面積の算出は、次の式による。

$$A = \frac{Q_N}{Q_A}$$

A : 等価オリフィス面積(cm²)

Q_N : 噴射ヘッド1個あたりの流量(kg/s)

Q_A : 流率(kg/s・cm²)

2. 消火剤放射時の圧力損失計算等の基準 2

消火剤放射時の圧力損失計算および流率計算は、次によるものとする。

なお、圧力損失計算及び流率計算に用いる圧力は、すべてゲージ圧力とする。

(1) 配管摩擦損失の計算

$$\Delta P = 2252 \times \frac{f \times L \times \rho \times (Q / \rho \times 60)^2}{d^5} \times 0.1 \times \alpha + \Delta Y \quad \cdots \cdots \cdots \text{式④}$$

ΔP : 圧力損失 (MPa)

d : 配管内径 (mm)

L : 等価管長(m)

Q : 消火剤流量 (kg/s)

ρ : 20℃における液体密度 (kg/ℓ)

f : 損失係数 (ムーディー線図による)

ΔY : 高さ損失 (MPa) (式⑤による)

α : 補正係数 (メーカーによる実験値)

立上り配管等による高さ損失 ΔY (MPa)はPK-5-1-12の液体密度 ρ を考慮し、式⑤で表される。

$$\Delta Y = \rho \times L_h / 100 \quad \cdots \cdots \cdots \text{式⑤}$$

L_h : 立上り配管部の高さ(m)

また、配管摩擦損失計算の始点となる圧力は、消火剤1/2放出時圧力 $P_{1/2}$ (MPa)は、式⑥で表される。

$$P_{1/2} = P_1 \times \frac{V_N \times N}{V_N + \frac{V_G}{2} \times N + \frac{V_P}{2}} \quad \dots\dots\dots \text{式⑥}$$

P_1 : 消火剤充填圧力 (=4.2MPa)

N : ポンペ本数(本)

V_N : 加圧窒素体積 (ℓ)

V_G : 20℃における消火剤体積 (ℓ)

V_P : 配管内体積 (ℓ)

(2) 噴射ヘッドの流率及び等価オリフィス面積

ア 噴射ヘッドの流率は、次の式による。

$$Q_A = \varepsilon \sqrt{\frac{20P_H}{\rho}}$$

Q_A : 流率 (kg/s・cm²)

ε : 流率係数 (メーカーによる実験値)

P_H : 噴射ヘッド圧力 (MPa)

イ 等価オリフィス面積の算出は、次の式による。

$$A = \frac{Q_H}{Q_A}$$

Q_H : 噴射ヘッド1個あたりの流量 (kg/s)

A : 等価オリフィス面積 (cm²)