

別記第31 輻射熱計算

1 基本事項〔H18.5.10消防危113〕

(1) 防火塀の高さ

ア 危政令第17条第1項第19号に規定する給油取扱所の塀又は壁（以下「防火塀」という。）の高さが2mであるとした場合に隣接し、又は近接して存する建築物の外壁及び軒裏（耐火構造、準耐火構造又は防火構造のものを除く。）における輻射熱が危告示第4条の52第3項で定める式を満たすかどうかにより、防火塀を2mを超えるものとする必要があるかどうか判断すること。

イ 危険物の火災は、時間とともに輻射熱 q が変化することが通常であるが、漏えいした危険物のプール火災を想定して、火災開始から一定の輻射熱であると仮定し、平成13年3月19日付け消防特第40号（平成25年3月28日消防特第47号改定）「石油コンビナートの防災アセスメント指針 参考資料2 災害現象解析モデルの一例 4. 火災・爆発モデル」（以下「指針」という。）に掲げる方法により算出して差し支えないこと。

この場合において、火災の放射熱を算出するにあたっては、一般財団法人消防科学総合センター作成による輻射熱計算ソフト等（以下「輻射熱計算ソフト」という。）を活用して差し支えないものであること。▲

(2) 防火塀に設ける開口部

ア 開口部は、給油取扱所の事務所等の敷地境界側の壁に設ける場合を除き、当該開口部の給油取扱所に面しない側の裏面における輻射熱が告示で定める式を満たすものであること。この場合において、告示で定める式を満たすかどうか判断する際、網入りガラス等が有する輻射熱を低減する性能を考慮することができること。

イ 防火塀に開口部を設ける場合には、当該開口部に面する建築物の外壁及び軒裏の部分において当該開口部を通過した輻射熱及び防火塀の上部からの輻射熱を併せて告示で定める式を満たすこと。

2 火災の想定〔H18.9.191消防危191〕

(1) 想定する火災の範囲は次によることとして差し支えない。

ア 危告示第4条の52第1項第1号に規定する固定給油設備における火災想定
車両給油口の直下を中心とした円

イ 危告示第4条第52第1項第2号に規定する固定注油設備における火災想定

(ア) 容器に詰め替える場合

詰め替える容器を置く場所を中心とした円

(イ) 移動貯蔵タンク等に注入する場合

注入する移動貯蔵タンク等の駐車場所の中央を中心とした円

ウ 危告示第4条第52第1項第3号に規定する専用タンクにおける火災想定
移動タンク貯蔵所の荷卸しに使用する反対側の吐出口を外周とした円

(2) 想定する火災の燃焼時間、危険物の流出量は次によることとして差し支えない。

ア 前(1)ア、イに規定する固定給油設備及び固定注油設備における火災想定

過去の事故事例等を踏まえ、漏えい量を固定給油設備又は固定注油設備の最大吐出量とし、燃焼継続時間を10分間として計算する。

なお、設計時に最大吐出量が不明である場合は、危規則第25条の2第1項第1号イ及びロに規定する最大吐出量により計算すること。▲

イ 前(1)ウに規定する荷卸し中の火災

漏えい量を一のタンク室からの荷卸し速度とし、燃焼継続時間をタンク室の荷卸しに要する時

間として、各タンク室について計算する。

なお、設計時に荷卸し速度等が不明である場合は、荷卸し速度を670 L/min、一のタンク室の容量を4,000 L、荷卸しに要する時間を6分として計算して差し支えない▲

(3) 輻射熱を低減させる措置が必要な隣接建築物の部分

給油取扱所の防火塀が開口部を有さず、給油取扱所に隣接し、又は近接する建築物が木造の場合において、次の図の同心円中心部からの漏えいに伴う出火を想定した場合、次図4-31-1の建築物の外壁のうちAの部分について輻射熱が危告示第4条の52第3項で定める式を満たすための措置が必要な部分になるものとして差し支えない。

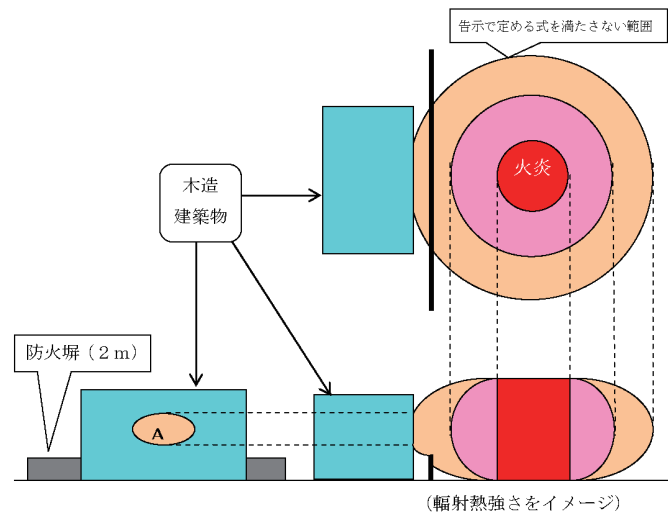


図4-31-1 輻射熱を低減させる措置が必要な隣接建築物の部分

3 計算例

参考として前2(1)アの固定給油設備における火災を想定した計算例を以下に例示する。

(1) 例示条件（固定給油設備における火災想定）

- ア 木造住宅（軒高3 m）が給油取扱所に隣接しており、防火塀までの距離は1 mとする。
- イ 車両の停車位置から車両給油口の位置を設定する。車両給油口から木造住宅までの距離は4 mとする。
- ウ 固定給油設備の油種はガソリンとし、最大吐出量は50 L/minとする。
- エ 指針及び輻射熱計算ソフトにより計算する。

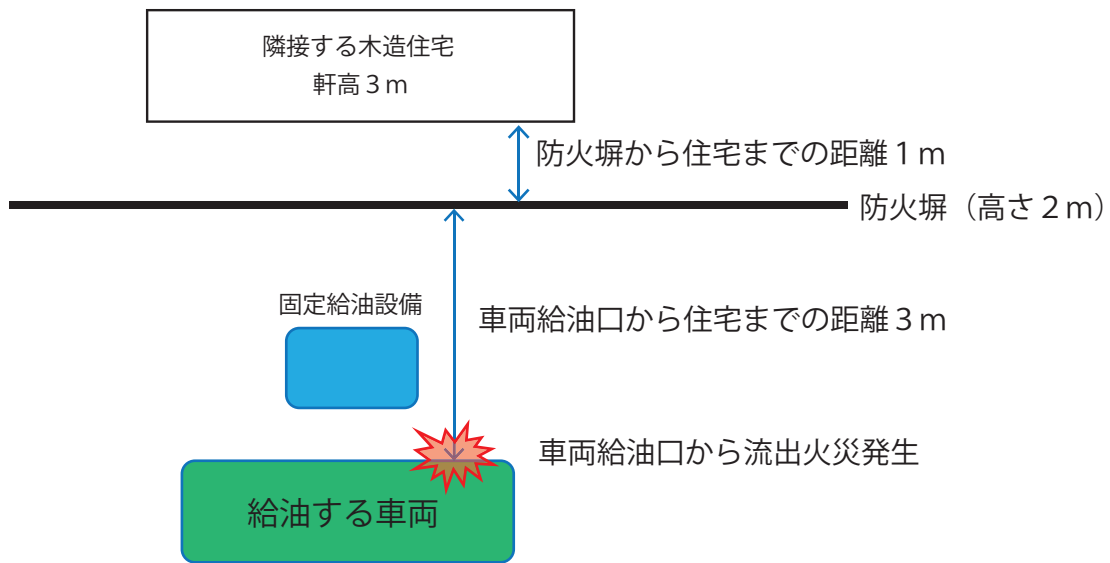


図4-31-2 固定給油設備における火災想定 (例)

- (2) 例示条件 (専用タンクに注入中に漏えいしたガソリンが燃焼する火災) (図4-31-3)
- ア 木造住宅 (軒高3m) が給油取扱所に隣接しており、防火塀までの距離は2mとする。
 - イ 車両の停車位置から車両給油口の位置を設定する。車両給油口から木造住宅までの距離は4mとする。
 - ウ タンクローリーから荷卸しする油種はガソリンとする。
 - エ 荷卸し速度を670L/min、荷卸しに要する時間を6分とする。
 - オ 火災直径を10m (2r)、火災高さ15m (3r) とする。
 - カ 指針及び輻射熱計算ソフトにより計算する。

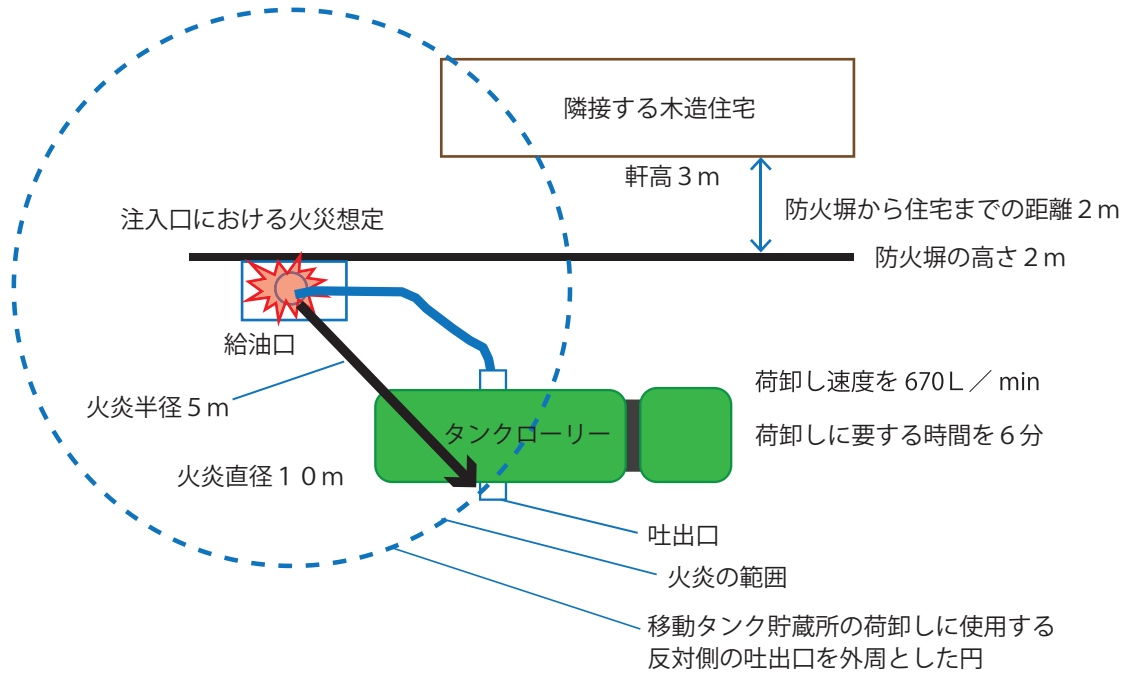


図4-31-3 専用タンク注入口における火災想定 (例)

(3) 許容される火災輻射熱の算定

危告示第4条の52第3項で定める式により許容される火災輻射熱を算定する。

$$\int_0^{t_e} q^2 dt \leq 2,000$$

t_e は、燃焼時間 (単位 分)

q は、輻射熱 (単位 kW/m²)

t は、燃焼開始からの経過時間 (単位 分)

このとき、前1(1)イにより、輻射熱は一定であると仮定し、前2(2)アにより燃焼時間は10分と仮定したときの火災輻射熱は、

$$\int_0^{10} q^2 dt = q^2 [t]_0^{10} = 10q^2 \leq 2,000$$

$$q \leq 14.14 \text{ kW/m}^2$$

想定される火災輻射熱が 14.14kW/m²より小さければ、基準を満たしていると判断できる。

(4) 想定される火災輻射熱の算定

ア 指針4(1)ウ①に基づき、次式により流出火災における火災規模を算出する。

$$S = \frac{q_L}{V_R}$$

ただし、

S : 火災面積 (m²)

q_L : 液体の流出率 (m³/s)

V_R : 液体の燃焼速度 (液面降下速度 : m/s)

燃焼速度は、可燃性液体によって固有の値をとり、主な液体については表4-31-1に示すとおりである。

このとき、流出火災については、火災面積Sと同面積の底面をもち、高さが底面半径の3倍 (m = H/R = 3) の円筒形火災を想定して放射熱の計算を行う。

表4-31-1 主な可燃性液体の燃焼速度 (液面降下速度)

可燃性液体	燃焼速度 (m/s)	可燃性液体	燃焼速度 (m/s)
カフジ原油	0.52×10^{-4}	メタノール	0.28×10^{-4}
ガソリン・ナフサ	0.80×10^{-4}	エタノール	0.33×10^{-4}
灯油	0.78×10^{-4}	LMG (メタン)	1.7×10^{-4}
軽油	0.55×10^{-4}	エチレン	2.1×10^{-4}
重油	0.28×10^{-4}	プロパン	1.4×10^{-4}
ベンゼン	1.0×10^{-4}	プロピレン	1.3×10^{-4}
n-ヘキサン	1.2×10^{-4}	n-ブタン	1.5×10^{-4}

ガソリンの燃焼速度 $0.8 \times 10^{-4} \text{ (m/s)}$ 、流出量 $50 \text{ L/min} = 0.05 \text{ (m}^3\text{)}/60 \text{ (s)}$ を代入し、

$$S = \pi r^2 = \frac{q_L}{V_R}$$

$$r \approx 1.8 \text{ m}$$

以上により、火災規模は、底面直径3.8m、高さ5.4mの円筒形火災を想定するものとする。

ただし、専用タンクにガソリンを注入中に漏えいしたガソリンが燃料する火災の場合については、移動タンク貯蔵所の荷卸しに使用する反対側の吐出口を外周とした円を火災範囲とし、遠方注油口から移動タンク貯蔵所の反対側の吐出口までの距離を火災範囲の半径とすることができる。

[H18.9.19 消防危 191 質疑]

(5) 火災の規模による放射発散度の低減の検討

指針4(1)エにより、「液面火災では、火災面積（円筒底面）の直径が10mを超えると、空気供給の不足により大量の黒煙が発生し放射発散度が低減する。したがって、このことを考慮せずに上記の手法で放射熱を計算すると、火災規模が大きいときにはかなりの過大評価となる。」とされていることから、火災面積の直径が10m以下の場合は、放射発散度の低減を考慮しないものとする。

(6) 輻射熱計算ソフトによる検証

前(2)、(3)で求めた数値を輻射熱計算ソフトに入力する。なお、表4-31-2によりガソリンの放射発散度は58とする。

表4-31-2 主な可燃性液体の放射発散度

可燃性液体	放射発散度 (kW/m ²)	可燃性液体	放射発散度 (kW/m ²)
カフジ原油	41	メタノール	9.8
ガソリン・ナフサ	58	エタノール	12
灯油	50	LNG（メタン）	76
軽油	42	エチレン	134
重油	23	プロパン	74
ベンゼン	62	プロピレン	73
n-ヘキサン	85	n-ブタン	83

(例) 固定給油設備における火災想定で、ガソリン 50 L/分（吐出量）、燃焼継続時間 10 分、火炎の外側から防火塀までの位置：3.2 m、防火塀の高さ：2 m、防火塀から 1.8 m に建築物があるとした場合

【輻射熱計算ソフトの使用手順】

$$\textcircled{1} S = 0.05 \text{ (m}^3\text{)} / 60 \text{ (s)} \div 0.00008 \text{ (m}^3\text{/S)}$$

$$= 10.4$$

よって、

$$r^2 = S / \pi$$

$$= 1.8$$

$$\textcircled{2} \text{ 火炎直径：} 2r = 3.6 \text{ (m)}$$

$$\textcircled{3} \text{ 火炎高さ：} 3.6 \times 1.5 = 5.4 \text{ (m)}$$

$$\textcircled{4} \text{ 放射発散度：} 58 \text{ kW/m}^2$$

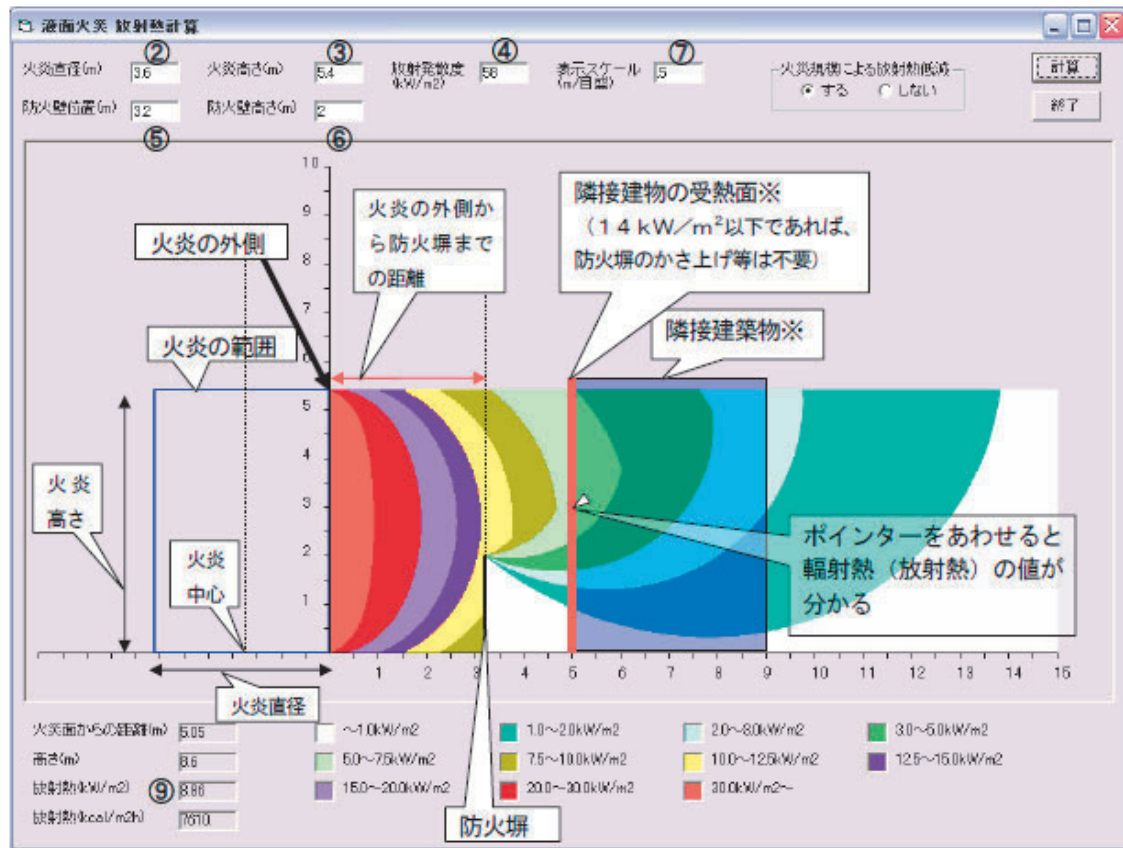
$$\textcircled{5} \text{ 防火塀位置：} 3.2 \text{ m}$$

$$\textcircled{6} \text{ 防火塀高さ：} 2 \text{ m}$$

$$\textcircled{7} \text{ 表示スケールが } 0.5 \text{ m の場合}$$

$$\textcircled{8} \text{ 燃焼継続時間 } 10 \text{ 分}$$

$$\textcircled{9} \text{ 輻射熱（放射熱）は } 14 \text{ kW/m}^2 \text{ 以下になれば適合}$$



注 ※の部分には実際の画面には表示されていない。また、ポインタの位置はあとから記載したため、左下のマス内の数値（火災面からの距離、高さ、放射熱）は実際の数値と異なる。

給油取扱所における火災の輻射熱の求め方

「給油取扱所の技術上の基準に係る運用上の指針について」（※1）〔H18.5.10消防危113〕の第1(5)ア(i)の計算方法として別添の「石油コンビナートの防災アセスメント指針」（※2）により求める場合。

- ① 計算により火災面積を求める。

4(1)ウ①流出火災の式（式A2. 17）（※2参照）から火災面積を求める。

$$\text{式A2. 17} \quad S = \frac{q_L}{V_B} \quad S: \text{火災面積 (m}^2\text{)} \quad q_L: \text{液体の流出率 (m}^3\text{/s)} \\ V_B: \text{液体の燃焼速度 (液面降下速度, m/s)}$$

に、 q_L （※3）と V （※4）を代入し、 S （火災面積）を求める。

※3 計量機の最大吐出量等を考慮する

※4 表A2. 4（※2参照）の値

- ② 火災直径

火災面積から火災（火炎）直径（ $2r$ ）を求め、火災直径のマスに入力する。

$S = \pi r^2$ に①で求めた S を代入し、 $2r$ を求める

- ③ 火災高さ

火災直径から火災高さを求め、火災高さのマスに入力する。

火災直径 $\times 1.5$

④ 放射発散度

放射発散度（表A 2. 3 主な可燃性液体の放射発散度）（※2参照）を求め、放射発散度のマスに入力する。

⑤ 防火塀位置

実際の図面等から火災想定箇所を決め、その火炎の外側から防火塀までの距離（防火塀位置）を求め、防火塀位置のマスに入力する。

→火災想定については、「危険物規制事務に関する執務資料の送付について」（※5）〔H18. 9.19消防危191〕問8参照。

⑥ 防火塀高さ

実際の図面等から防火塀の高さを定め、防火塀高さのマスに入力する。

⑦ 表示スケール

数値が読み取りやすいような値を、表示スケールのマスに入力する。

⑧ 燃焼時間を想定する。※5 問6参照

⑨ 許容される輻射熱の値を燃焼時間から計算する。

隣接、近接する建築物の外壁又は可燃物が受ける輻射熱について、燃焼が継続している間、輻射熱（ q ）が一定と仮定していることから、

$$\int_0^t q^2 dt \leq 2,000 \quad \begin{array}{l} q : \text{輻射熱 (kW/m}^2\text{)} \\ t : \text{燃焼継続時間 (min)} \end{array}$$

上式の q を一定（ $q^2 \cdot t \leq 2,000$ ）とすると、許容される輻射熱は〔（2,000／燃焼継続時間（分））〕（kW／m²）となる。

計算した結果、例えば、燃焼継続時間が10分ならば、輻射熱は14kW／m²

燃焼継続時間が5分ならば、輻射熱は20kW／m²となる。

⑩ 隣接建築物の外壁における輻射熱（放射熱）の値をグラフから求める（ポインターを建築物の外壁に合わせ、⑨のマスの数値を読み取る）。

⑪ ⑩で求めた値が⑨で求めた許容される輻射熱の値以下であれば、告示の式に適合したこととなる。

別添（略）

