

大規模倉庫における消防訓練の 「目標時間算出シート」について

消防庁 予防課

○「目標時間算出シート」について

ひとたび火災が発生した時は、建物内（防火区画内）が危険な状態になるまでの間に、火災の覚知、現場の確認、119番通報、初期消火、避難等の一連の初動対応を行う必要があります。

このシートは、大規模倉庫における消防訓練の実施にあたって、これら一連の初動対応を完了するまでの目標時間を、出火区画及び隣接区画の面積並びに天井高さに応じ、簡易に算出するものです。

○出火区画の設定等（「目標時間算出シート」の使用手順）

- ①訓練の実施にあたり、倉庫内の1の区画を出火区画として設定してください。
- ②出火区画と隣接する区画が複数ある場合は、最も面積の小さい区画を隣接区画として選択してください。
- ③出火区画及び隣接区画の天井高さに応じた「目標時間算出シート」を選択してください。
- ④選択したシート上で、出火区画及び隣接区画の面積に応じた「目標時間」を確認し、当該時間までに初動対応を完了することを目標として訓練を実施してください。
- ⑤訓練を実施した結果、初動対応を完了するまでの時間が「目標時間」を超過した場合は、必要な改善（避難経路の見直し等）を行ってください。

煙降下時間の計算方法①

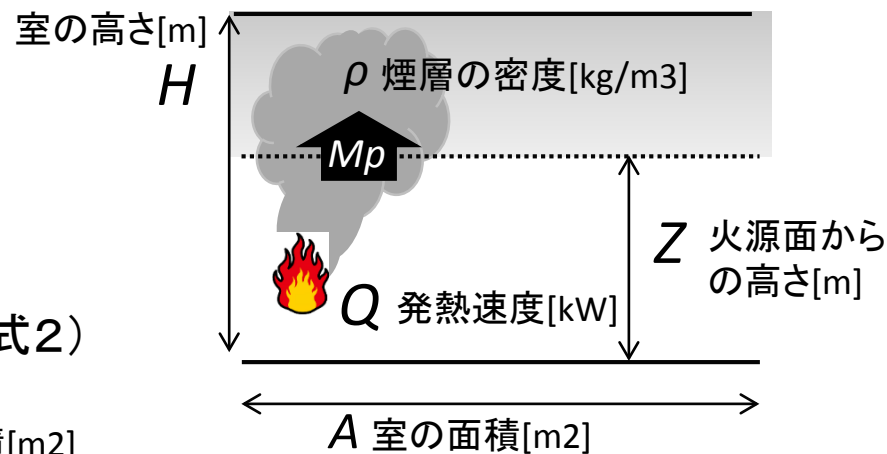
○火源のプルームから煙層への質量流速: [kg/s]

$$M_p = kQ^{1/3}Z^{5/3} \quad \dots (式1)$$

○開口部からの煙の流出等はないものと仮定すると、
煙層の質量収支(質量保存則)は、

$$\frac{d}{dt} \{ \rho A (-Z) \} = M_p = kQ^{1/3}Z^{5/3} \quad \dots (式2)$$

※ここで、 ρ は煙層の密度[kg/m³]、 A は煙層の面積[m²]



○室の面積が高さによらず一定と仮定すれば、 A (煙層の面積) = 一定

さらに、 ρ (煙層の密度)も時間によらずほぼ一定と仮定すると、 $\frac{d}{dt} \{ \rho A (-Z) \} = -\rho A \frac{dZ}{dt}$ なので、

$$(式2)は、\frac{dZ}{dt} = -\frac{k}{\rho A} Q^{1/3} Z^{5/3} \quad \dots (式3)$$

○発熱速度は、 $Q = \alpha t^2 \quad \dots (式4)$ と仮定し、 $\frac{dZ}{dt} = -\frac{k}{\rho A} Q^{1/3} Z^{5/3} = -\frac{k\alpha^{1/3}}{\rho A} t^{2/3} Z^{5/3} \quad \dots (式5)$

○この微分方程式(式5)を解くと、

$$Z = \left\{ \frac{2k\alpha^{1/3}}{5\rho A} t^{5/3} + \frac{1}{H^{2/3}} \right\}^{-\frac{3}{2}} \quad \dots (式6) \quad \text{※ここで、} H \text{は火災室の天井高さ[m]}$$

○ $H = H_{lim}$ のとき、(式6)を、 t について解くと、

$$t = \left\{ \frac{5\rho A}{2k\alpha^{1/3}} \left(\frac{1}{H_{lim}^{2/3}} - \frac{1}{H^{2/3}} \right) \right\}^{\frac{3}{5}} \quad \dots (式7) \quad \text{※ここで、} H_{lim} \text{は限界高さ(避難に支障がある煙層の高さ)[m]}$$

〔パラメータの値(仮定)〕

1) 火災成長率 α は、建設省告示により算出(注)

・内装仕上げ(不燃材料)

$$\Rightarrow \alpha_m = 0.0035$$

・収容可燃物(倉庫)

$$\Rightarrow \alpha_f = 2.6 \times 10^{-6} \times q_l^{5/3} = 2.6 \times 10^{-6} \times (2000)^{5/3} = 0.8253$$

$$\alpha = \alpha_m + \alpha_f = 0.0035 + 0.8254 = 0.83$$

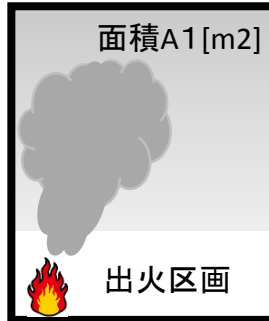
(注)「避難安全検証法に関する算出方法等を定める件」(平成12年建設省告示1441号)

2) $\rho=1.0[\text{kg}/\text{m}^3]$ 、 $k=0.08$ と仮定。

3) $H_{lim} = 1.8[\text{m}]$ とする。

①出火区画、②隣接区画における煙降下時間の計算(仮定)

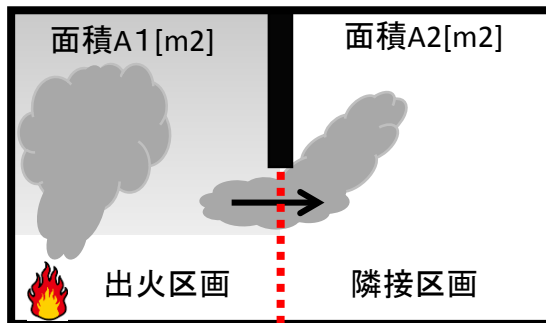
①出火区画の煙降下時間



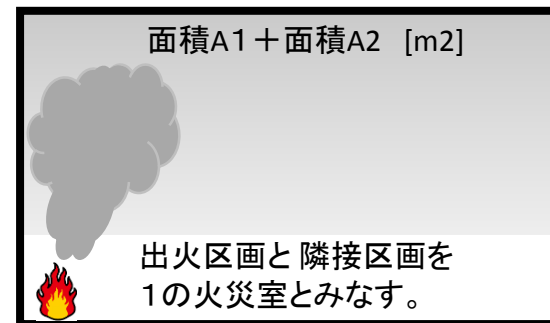
開口部のない面積 $A1$ [m²]の室で火災が発生した場合を仮定し、(式7)により煙降下時間を計算

注) 訓練では、より危険な状態を想定した目標時間内に、避難等が完了することが望ましいことから、スプリンクラー設備や排煙設備などが設置されている場合であっても、煙降下時間の計算では、その効果は考慮していません。

②隣接区画の煙降下時間



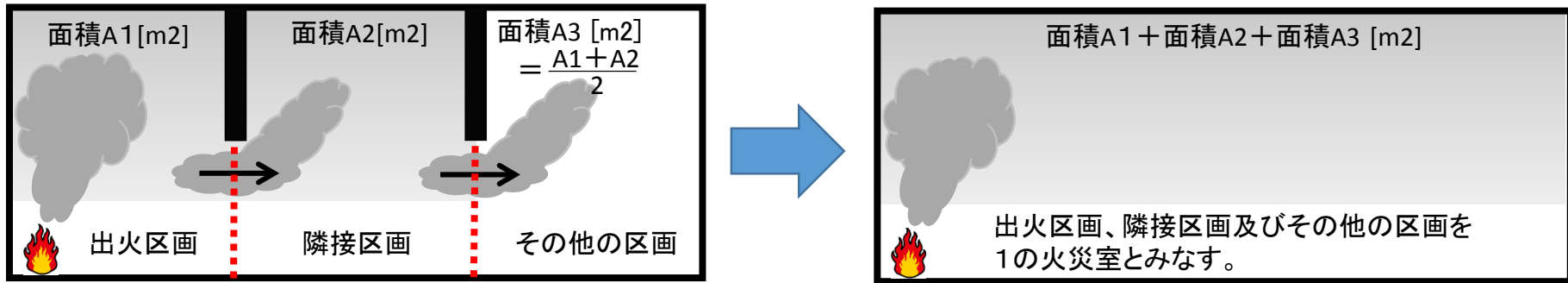
開口部のない面積 $A(=A1 + A2)$ [m²]の室で火災が発生した場合を仮定し、(式7)により煙降下時間を計算



注) 訓練では、より危険な状態を想定した目標時間内に、避難等が完了することが望ましいことから、隣接区画の煙降下時間の計算では、防火区画の垂壁及び防火シャッターによる遮煙性能は考慮せず、出火区画と隣接区画を1の火災室とみなして煙降下時間を計算しています。

③その他の区画における煙降下時間の計算(仮定)

③その他の区画の煙降下時間



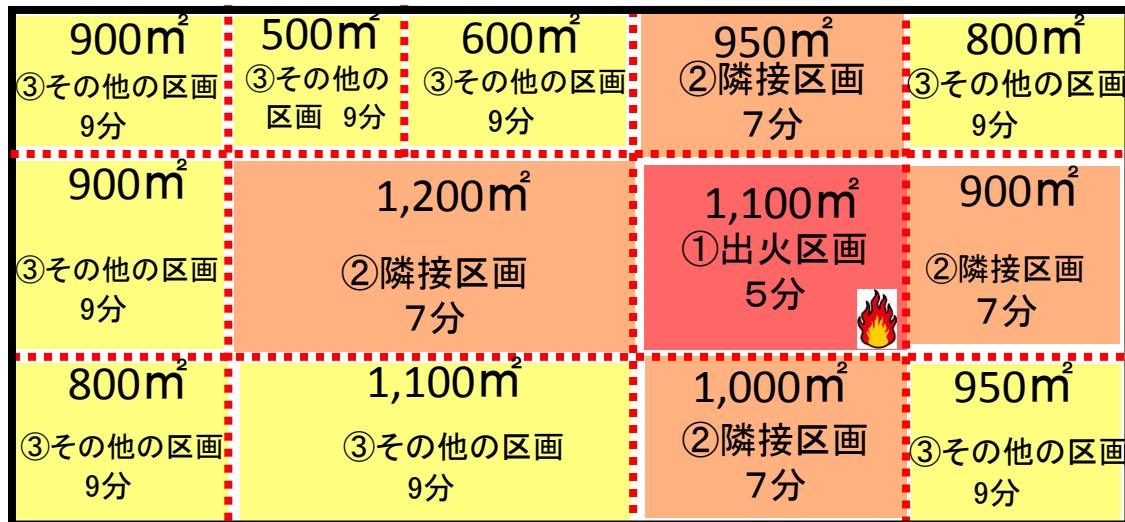
開口部のない面積A(=A1 + A2 + A3)[m2]の室で火災が発生した場合を仮定し、(式7)により煙降下時間を計算

なお、A3の値はA1とA2の平均値と仮定

$$A3 = (A1 + A2) \div 2$$

注) 訓練では、より危険な状態を想定した目標時間内に、避難等が完了することが望ましいことから、隣接区画及びその他の区画の煙降下時間の計算では、防火区画の垂壁及び防火シャッターによる遮煙性能は考慮せず、出火区画、隣接区画及びその他の区画を1の火災室とみなして煙降下時間を計算しています。

「目標時間算出シート」使用方法のイメージ①



出火区画の面積

$$A1 = 1,100 \text{ [m}^2\text{]}$$

隣接区画の面積(※)

$$A2 = 900 \text{ [m}^2\text{]}$$

※隣接区画が複数ある場合は、最も面積の小さい区画を選択

その他の区画の面積

$$A3 = (1,100 + 900) \div 2 = 1,000 \text{ [m}^2\text{]}$$

天井高さ

$$H = 6.5 \text{ [m]}$$

①出火区画の煙降下時間

$$t = \left\{ \frac{5}{2} \frac{1.0 \times 1,100}{0.08 \times (0.83)^{1/3}} \left(\frac{1}{(1.8)^{2/3}} - \frac{1}{(6.5)^{2/3}} \right) \right\}^{3/5} = 4.9 \text{ 分} \Rightarrow 5 \text{ 分を目標時間とする。}$$

②隣接区画の煙降下時間

$$t = \left\{ \frac{5}{2} \frac{1.0 \times (1,100 + 900)}{0.08 \times (0.83)^{1/3}} \left(\frac{1}{(1.8)^{2/3}} - \frac{1}{(6.5)^{2/3}} \right) \right\}^{3/5} = 6.9 \text{ 分} \Rightarrow 7 \text{ 分を目標時間とする。}$$

③その他の区画の煙降下時間

$$t = \left\{ \frac{5}{2} \frac{1.0 \times (1,100 + 900 + 1,000)}{0.08 \times (0.83)^{1/3}} \left(\frac{1}{(1.8)^{2/3}} - \frac{1}{(6.5)^{2/3}} \right) \right\}^{3/5} = 8.9 \text{ 分} \\ \Rightarrow 9 \text{ 分を目標時間とする。}$$

「目標時間算出シート」使用方法のイメージ②

		200㎡で計算	400㎡で計算	600㎡で計算	800㎡で計算	1000㎡で計算	1200㎡で計算	1400㎡で計算
出火区画面積 隣接区画面積	出火区画面積	400㎡未満	400㎡以上 600㎡未満	600㎡以上 800㎡未満	800㎡以上 1000㎡未満	1000㎡以上 1200㎡未満	1200㎡以上 1400㎡未満	1400㎡以上
	400㎡未満	①2分 ②3分 ③3分30秒	①3分 ②3分30秒 ③4分30秒	①3分30秒 ②4分30秒 ③5分30秒	①4分30秒 ②5分 ③6分30秒	①5分 ②5分30秒 ③7分	①5分30秒 ②6分 ③7分30秒	①6分 ②6分30秒 ③8分30秒
400㎡以上 600㎡未満	①2分 ②3分 ③4分30秒	①3分 ②4分30秒 ③5分30秒	①3分30秒 ②5分 ③6分30秒	①4分30秒 ②5分30秒 ③7分	①5分 ②6分 ③7分30秒	①5分30秒 ②6分30秒 ③8分30秒	①6分 ②7分 ③9分	
600㎡以上 800㎡未満	①2分 ②4分30秒 ③5分30秒	①3分 ②5分 ③6分	①3分30秒 ②5分30秒 ③7分	①4分30秒 ②6分 ③7分30秒	①5分 ②6分30秒 ③8分30秒	①5分30秒 ②7分 ③9分	①6分 ②7分30秒 ③9分30秒	
800㎡以上 1000㎡未満	①2分 ②5分 ③6分	①3分 ②5分30秒 ③7分	①3分30秒 ②6分 ③7分30秒	①4分30秒 ②6分30秒 ③8分30秒	①5分 ②7分 ③9分	①5分30秒 ②7分30秒 ③9分30秒	①6分 ②8分 ③10分	
1000㎡以上 1200㎡未満	①2分 ②5分30秒 ③7分	①3分 ②6分 ③7分30秒	①3分30秒 ②6分30秒 ③8分30秒	①4分30秒 ②7分 ③9分	①5分 ②7分30秒 ③9分30秒	①5分30秒 ②8分 ③10分	①6分 ②8分30秒 ③10分30秒	
1200㎡以上 1400㎡未満	①2分 ②6分 ③7分30秒	①3分 ②6分30秒 ③8分30秒	①3分30秒 ②7分 ③9分	①4分30秒 ②7分30秒 ③9分30秒	①5分 ②8分 ③10分	①5分30秒 ②8分30秒 ③10分30秒	①6分 ②8分30秒 ③11分	
1400㎡以上	①2分 ②6分30秒 ③8分30秒	①3分 ②7分 ③9分	①3分30秒 ②7分30秒 ③9分30秒	①4分30秒 ②8分 ③10分	①5分 ②8分30秒 ③10分30秒	①5分30秒 ②8分30秒 ③11分	①6分 ②9分 ③11分30秒	

出火区画面積と同じ条件で計算

※①出火区画での目標時間、②隣接区画での目標時間、③その他の区画での目標時間
 ※上記シートは、天井高さを6.5mと仮定した場合のものです。