

参考資料

1 影響範囲の算定条件

(1) 気象条件

影響算定にあたって気象条件は確定的に扱い出現頻度までは考慮しない。災害(ガス拡散)の影響範囲を算定するために必要な気象条件は風速と大気安定度であり、各地区の気象状況をもとに以下のように設定する。

ア. 風 速

コンビナート近隣にある岡山県大気汚染監視システムの測定局における過去 10 年間の平均風速(10m 高さ換算値)を用いる。

- 水島臨海地区 : 1.7m/s (松江測定局、2002～2011 年)
- 笠岡地区 : 1.5m/s (茂平測定局、2002～2011 年)

イ. 大気安定度

大気安定度については、水島臨海地区、笠岡地区ともに「中立」とする。

(2) 影響の基準値(しきい値)

影響の基準値は、以下のように設定する。

- 液面火災の輻射熱 : 2.3kW/m²

概ね 90 秒で人体皮膚に第 2 度の火傷(熱湯をかぶったときになる程度の火傷で、水ぶくれ、発赤等を伴うが、痕は残りにくい)を起こす熱量

- 爆風圧 : 2.1kPa

95%の確率で大きな被害はないとされ、家の天井が一部破損する、窓ガラスの 10%が破壊されるとされる圧力

- 可燃性ガス拡散(フラッシュ火災) : 爆発下限界濃度の 1/2

- 毒性ガス拡散 : IDLH

- | | | | |
|-----------|----------|---------|----------|
| ・アクリロニトリル | : 85ppm | ・フッ化水素 | : 30ppm |
| ・塩素 | : 10ppm | ・アンモニア | : 300ppm |
| ・硫化水素 | : 100ppm | ・シアン化水素 | : 50ppm |
| ・アクロレイン | : 2ppm | ・臭素 | : 3ppm |

IDLH(Immediate Dangerous to Life and Health)は、NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health, 国立労働安全衛生研究所)が提唱する限界値で、30 分以内に自力脱出しないと元の健康状態に回復しない濃度とされている。

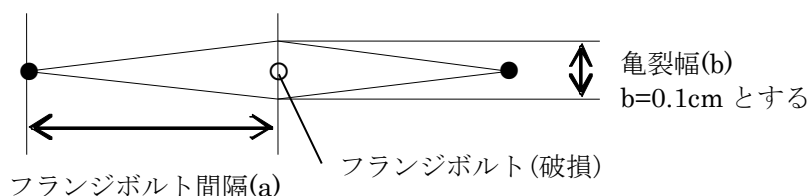
(3) 流出口の想定

流出量を算定するときの破口(流出口)については、施設の種類、災害の規模(少量・中量・大量流出)によって表 2.3.1 のように設定する。

表 2.3.1 流出口の想定

災害の規模	可燃性液体・可燃性ガス・ 毒性液体の流出	毒性ガスの流出
小量流出	配管のフランジボルト1本が緩んで幅0.1cmの隙間が開くことを想定する(図 2.3.1)。ただし下限を0.75cm ² とする。	毒性ガス配管は、溶接配管あるいは二重配管を用いるなど安全対策が施されているものが多いことから、長さ1cm、幅0.1cm(面積0.1cm ²)の亀裂を想定する。
中量流出 (またはユニット 全量流出)	配管からの流出とタンク本体からの流出が考えられるが、配管とタンク本体との接続部で配管断面積の1/100の面積の隙間が開くことを想定する。ただし下限を0.75cm ² 、上限を直径40cmの配管の1/100相当の12.6cm ² とする。	同上
大量・全量 流出(長時間)	同上	同上

注)溶接配管の場合、長さ1cm、幅0.1cm(面積0.1cm²)の亀裂を想定する。



$$\text{流出口面積} = \text{フランジボルト間隔(a)} \times \text{亀裂幅(b)}$$

図 2.3.1 フランジボルトの緩みによる流出口の概念図

2 危険物タンクの災害影響算定手順

危険物タンクで起こりうる流出火災、タンク火災、毒性ガス拡散の各災害事象の影響算定手順は表 2.3.2 に示すとおりである。

表 2.3.2 危険物タンクの災害の影響算定手順

災害事象		影響算定手順
流出火災	小量流出	①流出量(流出速度)の算定 ②火災の想定 流出直後に着火するとして、石油類の流出速度と燃焼速度から火災面積を算定し、これと同面積の底面の円筒形火災を想定する。火災の高さは火災直径(d)の1.5倍とする。 ③影響の算定 火災中央の高さにおいて、輻射熱がしきい値以上となる火災中心からの距離(L)を影響範囲として算定する(図 2.3.2)。なお、影響範囲を図示する場合には、火災の位置が特定できないため、タンク側面から $d/2+L$ の距離にある範囲として示す。
	中量流出	小量流出と同じ(流出口が大きくなることにより火災は大きくなる)。

	仕切堤内流出	<p>①火炎の想定 仕切堤全面で炎上するとして、仕切堤(タンク部分を含む)と同面積の底面の円筒形火炎を想定する。火炎の高さは底面直径の1.5倍とする。ただし、仕切堤が設置してあるタンクに限る。</p> <p>②影響の算定 火炎中央の高さにおいて、輻射熱がしきい値以上となる火炎中心からの距離(L)を影響範囲として算定する(図2.3.3)。</p>
	防油堤内流出	<p>①火炎の想定 防油堤全面で炎上するとして、防油堤(タンク部分を含む)と同面積の底面の円筒形火炎を想定する。火炎の高さは底面直径の1.5倍とする。ただし、広大な防油堤の場合は、仕切堤がないものについてはタンク全量が深さ0.1mで広がったときの面積とする。</p> <p>②影響の算定 火炎中央の高さにおいて、輻射熱がしきい値以上となる火炎中心からの距離(L)を影響範囲として算定する(図2.3.4)。</p>
	防油堤外流出	算定困難であるとともに、発生頻度が極めて小さいため、算定を行わずにすべての施設について最大レベル(影響度I)とする。
タンク火災	小火災	<p>①火炎の想定 タンク上部でタンク直径の1/10の直径をもった円筒形の火炎を想定する。火炎の高さは底面直径の1.5倍とする。</p> <p>②影響の算定 火炎中央の高さにおいて、輻射熱がしきい値以上となる火炎中心からの距離(L)を影響範囲として算定する(図2.3.5)。なお、影響範囲を図示する場合は、火炎の位置が特定できないため、タンク側面から$L-d/2$(d:火炎直径)の距離にある範囲として示す。</p>
タンク火災	リング火災	<p>①火炎の想定 火炎幅をタンク直径の1/10とし、底面がタンク面積、高さが火炎幅の1.5倍の火炎を想定する。ただし、浮屋根式タンクに限る。</p> <p>②影響の算定 火炎中央の高さにおいて、輻射熱がしきい値以上となる火炎中心からの距離(L)を影響範囲として算定する(図2.3.6)。</p>
	全面火災	<p>①火炎の想定 底面がタンク面積、高さが底面直径の1.5倍の火炎を想定する。</p> <p>②影響の算定 火炎中央の高さにおいて、輻射熱がしきい値以上となる火炎中心からの距離(L)を影響範囲として算定する(図2.3.7)。</p>
毒性ガス拡散	小量流出	<p>①流出量(流出速度)の算定 ②蒸発・拡散量の想定 小量流出火災で想定した火炎底液面と同じ液面から毒性ガスが蒸発・拡散すると考える。</p> <p>③影響の算定 拡散濃度がしきい値(IDLH)以上となる風下方向のタンク中心からの距離(L)を影響範囲として算定する。なお、影響範囲を図示する場合には、風向を特定せずに半径Lの円で表す。</p>
	中量流出	小量流出と同じ(中量流出火災で想定した火炎底液面と同じ液面から毒性ガスが蒸発・拡散すると考える。)

仕切堤内 流出	①蒸発・拡散量の想定 仕切堤全面に流出し、毒性ガスが蒸発・拡散すると考える。 ②影響の算定 拡散濃度がしきい値(IDLH)以上となる風下方向のタンク中心からの距離(L)を影響範囲として算定する。なお、影響範囲を図示する場合には、風向を特定せず半径Lの円で表す。
防油堤内 流出	防油堤全面に流出し、毒性ガスが蒸発・拡散すると考え、仕切堤内流出火災と同様に影響を算定する。
防油堤外 流出	算定困難であるとともに、発生頻度が極めて小さいため、算定を行わずにすべての施設について最大レベル(影響度 I)とする。

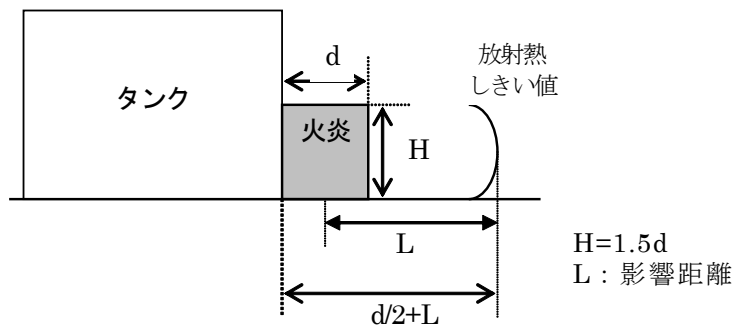


図 2.3.2 流出火災の影響算定の概念図(危険物タンク)

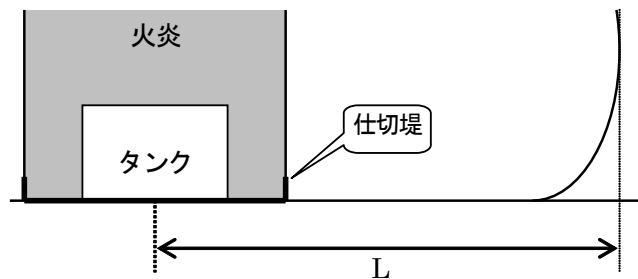


図 2.3.3 仕切堤内流出火災の影響算定の概念図(危険物タンク)

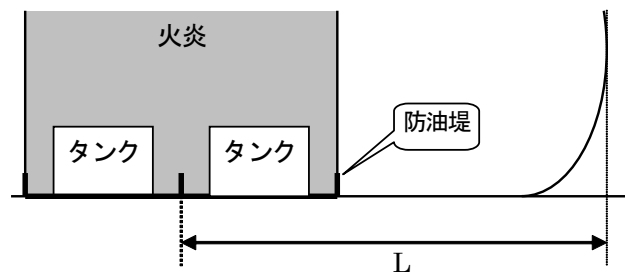


図 2.3.4 防油堤内流出火災の影響算定の概念図(危険物タンク)

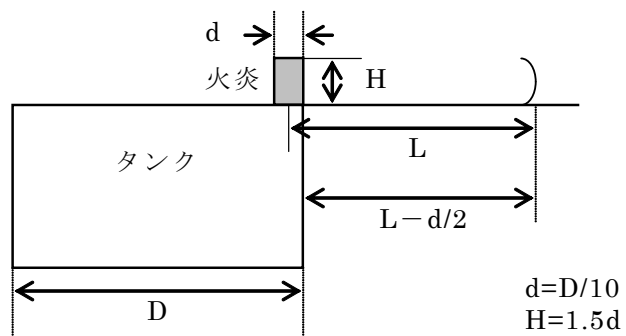


図 2.3.5 タンク小火災の影響算定の概念図(危険物タンク)

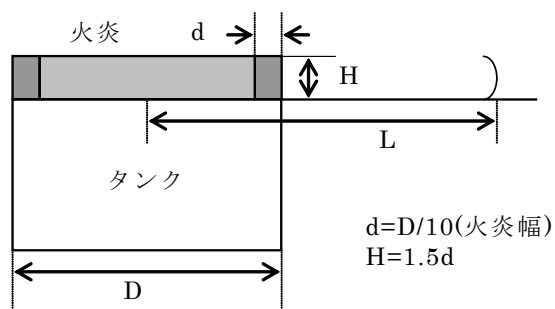


図 2.3.6 リング火災の影響算定の概念図(危険物タンク)

*)リング火災の火炎幅は、実際には側板からフォームダムの間隔(1.2m程度)と考えられる。

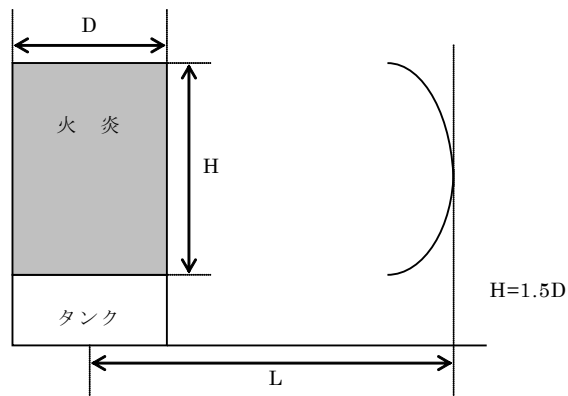


図 2.3.7 タンク全面火災の影響算定の概念図(危険物タンク)

3 高圧ガスタンクの災害の影響算定手順

高圧ガスタンクで起こりうる災害のうち、可燃性ガスの火災・爆発ではガス爆発、フラッシュ火災を想定する。各災害事象の影響算定手順を表 2.3.4 に示す。

表 2.3.4 高圧ガスタンクの災害の影響算定手順

災害事象		影響算定手順
ガス爆発	小量流出	①流出量(流出速度)の算定 ②爆発ガス量の想定 短時間で遮断設備が作動して流出が停止することを前提に、5分間に流出したガスが全量気化して爆発すると考える。 ③影響の算定 爆風圧がしきい値以上となるタンク中心からの距離(L)を影響範囲として算定する(図2.3.9)。
	中量流出	小量流出と同じ(流出口が大きくなることにより爆発ガス量は大きくなる)。
	大量流出	10分間に流出したガス量が全量気化して爆発すると考える(ただし、流出は長時間継続するため爆発した後も火災となって燃え続けることもある)。
	全量流出(長時間)	大量流出と同じ。
	全量流出(短時間)	算定は行わずにすべての施設について最大レベル(影響度 I)とする。
フラッシュ火災	小量流出	①流出量(流出速度)の算定 ②拡散ガス量の想定 流出したガスは全量気化・拡散し、流出が停止するまで継続すると考える。 ③影響の算定 拡散濃度がしきい値(爆発下限(LEL)の1/2)以上となる風下方向のタンク中心からの距離(L)を影響範囲として算定する(図2.3.9)。なお、影響範囲を図示する場合は、風向を特定せずに半径Lの円で表す。
	中量流出	小量流出と同じ(流出口が大きくなることにより拡散ガス量は大きくなる)。
	大量流出	中量流出と同じ(ただし、影響範囲は長時間継続する。また着火した後は長時間燃え続けることもある)。
	全量流出(長時間)	大量流出と同じ。
	全量流出(短時間)	算定は行わずにすべての施設について最大レベル(影響度 I)とする。
毒性ガス拡散	小量流出	①流出量(流出速度)の算定 ②拡散ガス量の想定 流出したガスは全量気化・拡散し、流出が停止するまで継続すると考える。 ③影響の算定 拡散濃度がしきい値(IDLH)以上となる風下方向のタンク中心からの距離(L)を影響範囲として算定する(図2.3.10)。なお、影響範囲を図示する場合は、風向を特定せずに半径Lの円で表す。また、屋内のタンクについては、建屋を考慮してない。
	中量流出	小量流出と同じ(災害規模に応じて継続時間が長くなる)。
	大量流出	小量流出と同じ(災害規模に応じて継続時間が長くなる)。
	全量流出(長時間)	小量流出と同じ(災害規模に応じて継続時間が長くなる)。
	全量流出(短時間)	算定は行わずにすべての施設について最大レベル(影響度 I)とする。

注) 毒性ガス拡散では、屋内に設置されているタンクは、すべて影響度を V とした。

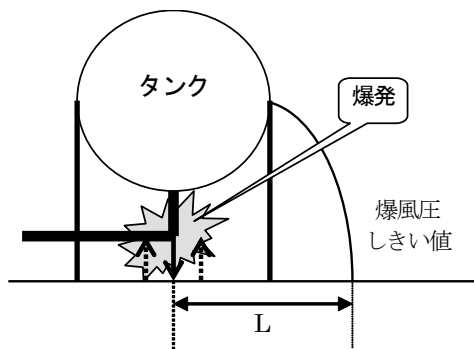


図 2.3.8 ガス爆発の影響算定の概念図
(高圧ガスタンク)

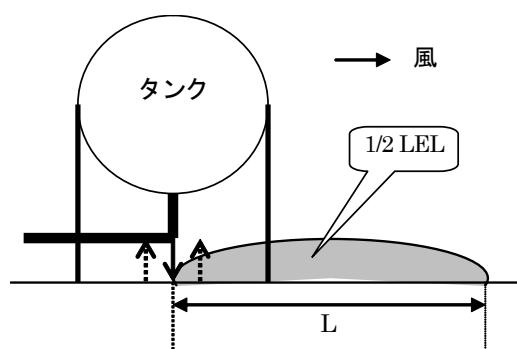


図 2.3.9 フラッシュ火災の影響算定の概念図(高圧ガスタンク)

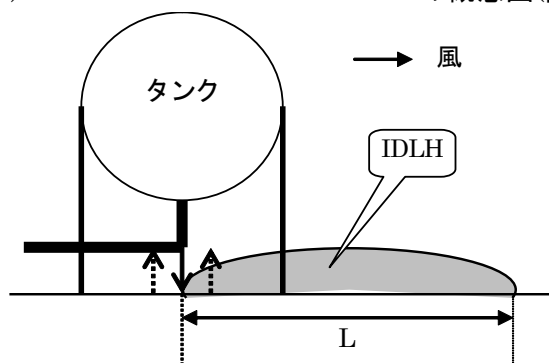


図 2.3.10 毒性ガス拡散の影響算定の概念図(高圧ガスタンク)

4 毒性液体タンクの災害の影響算定手順

毒性液体タンクで起こりうる毒性ガス拡散の影響算定手順は表 2.3.6 に示すとおりである。

表 2.3.6 毒性液体タンクの災害の影響算定手順

災害事象		影響算定手順
毒性ガス拡散	少量流出	①蒸発・拡散量の想定 防液堤1辺の溝幅20cmとする)に留まって蒸発すると考える。 ②影響の算定 拡散濃度が許容値(IDLH)以上となる風下方向のタンク中心からの距離(L)を影響範囲として算定する。なお、影響範囲を図示する場合には、風向を特定せずに半径Lの円で表す。
	中量流出	少量流出と同じ(防液堤2辺の溝幅20cmとする)に留まって蒸発すると考える。
	大量流出	少量流出と同じ(防液堤4辺の溝幅20cmとする)に留まって蒸発すると考える。
	全量流出 (長時間)	少量流出と同じ(防液堤4辺の溝幅20cmとする)に留まって蒸発すると考える。
	全量流出 (短時間)	①蒸発・拡散量の想定 防液堤全面に留まって蒸発すると考える。 ②影響の算定 少量流出と同じ。

注) 屋内に設置されているタンクは、すべて影響度を V とした。

5 プラントの災害の影響算定手順

(1) 製造施設

ア. 影響算定手順

製造施設で起こりうる災害として、取り扱う物質ごとに以下の災害を想定する。

- 可燃性液体(石油類)：流出火災
- 可燃性ガス：ガス爆発
- 毒性ガス：毒性ガス拡散

各災害事象の影響算定手順は、表 2.3.8 に示すとおりである。

表 2.3.8 製造施設の災害の影響算定手順

災害事象		影響算定手順
流出火災	小量流出	①流出量(流出速度)の算定 ②火災の想定 流出直後に着火するとして、石油類の流出速度と燃焼速度から火災面積を算定し、これと同面積の底面の円筒形火災を想定する。火炎の高さは火炎直径(d)の1.5倍とする。 ③影響の算定 火炎中央の高さにおいて、輻射熱がしきい値以上となる火炎中心からの距離(L)を影響範囲として算定する(図2.3.11)。
	長時間(ユニット全量)流出	小量流出と同じ(流出口が大きくなることにより火炎は大きくなる)。
	長時間(大量)流出	長時間(ユニット内)流出と同じ(火災は長時間継続し爆発を繰り返す可能性がある)。
ガス爆発	小量流出	①流出量(流出速度)の算定 ②爆発ガス量の想定 短時間で遮断設備が作動して流出が停止することを前提し、5分間に流出したガスが全量気化して爆発すると考える(5分間の流出量がユニット滞留量を上回る場合にはユニット滞留量を爆発ガス量とする)。 ③影響の算定 爆風圧がしきい値以上となるユニットからの距離(L)を影響範囲として算定する(図2.3.12)。
	長時間(ユニット全量)流出	①爆発ガス量の想定 ユニット滞留量が流出して爆発すると考える。 ②影響の算定 爆風圧がしきい値以上となるユニットからの距離(L)を影響範囲として算定する(図2.3.12)。
	長時間(大量)流出	長時間(ユニット内)流出と同じ(火災は長時間継続し爆発を繰り返す可能性がある)。
	短時間(ユニット全量)流出	長時間(ユニット内)流出と同じ(瞬時に爆発が発生する可能性がある)。
	短時間(大量)流出	①爆発ガス量の想定 10分間流出量とユニット滞留量の大きい方が流出して爆発すると考える。 ②影響の算定 爆風圧がしきい値以上となるユニットからの距離(L)を影響範囲として算定する(図2.3.12)。

毒性ガス拡散	小量流出	①流出量(流出速度)の算定 ②拡散ガス量の想定 流出したガスは全量気化・拡散し、流出が停止するまで継続すると考える。 ③影響の算定 拡散濃度がしきい値(IDLH)以上となる風下方向のユニットからの距離(L)を影響範囲として算定する(図2.3.13)。なお、影響範囲を図示する場合には、風向を特定せずに半径Lの円で表す。
	長時間 (ユニット 全量流出)	小量流出と同じ(災害規模に応じて継続時間が長くなる)。
	長時間 (大量流出)	小量流出と同じ(災害規模に応じて継続時間が長くなる)。

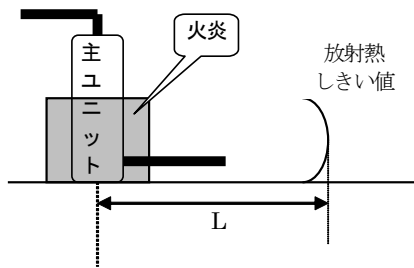


図 2.3.11 流出火災の影響算定の概念図(製造施設)

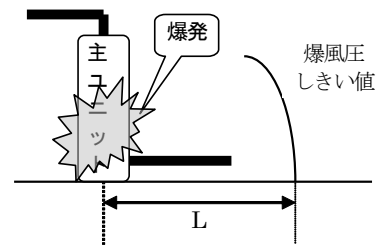


図 2.3.12 ガス爆発の影響算定の概念図(製造施設)

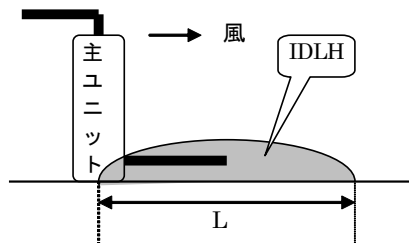


図 2.3.13 毒性ガス拡散の影響算定の概念図(製造施設)

(2) 発電施設

ア. 影響算定手順

発電施設で起こりうる流出火災の各災害事象の影響算定手順は表 2.3.10 に示すとおりである。

表 2.3.10 発電施設の災害の影響算定手順

災害事象		影響算定手順
流出火災	小量流出	①流出量(流出速度)の算定 ②火災の想定 流出直後に着火するとして、石油類の流出速度と燃焼速度から火災面積を算定し、これと同面積の底面の円筒形火災を想定する。火災の高さは火炎直径(d)の1.5倍とする。 ③影響の算定 火炎中央の高さにおいて、輻射熱がしきい値以上となる火炎中心からの距離(L)を影響範囲として算定する。

	中量流出	小量流出と同じ(流出口が大きくなることにより火炎は大きくなる)。
	大量流出	中量流出と同じ(火災は長時間継続する)。

6 パイプラインの災害の影響算定手順

パイプラインについては、どの地点でも災害が起こりうるため、災害が発生した場合の影響範囲を推定することとした。起こりうる災害事象として、取り扱う物質ごとに以下の災害を想定する。

- 石油配管 : 流出火災
- 可燃性ガス導管 : 爆発、フラッシュ火災

各災害事象の影響算定手順は表 2.3.12 に示すとおりである。

表 2.3.12 パイプラインの災害の影響算定手順

災害事象		影響算定手順
流出火災(石油配管)	小量流出	①流出量(流出速度)の算定 ②火炎の想定 流出直後に着火するとして、石油類の流出速度と燃焼速度から火災面積を算定し、これと同面積の底面の円筒形火炎を想定する。火炎の高さは火炎直径(d)の1.5倍とする。 ③影響の算定 火炎中央の高さにおいて、輻射熱がしきい値以上となる配管からの距離(L)を影響範囲として算定する。
	中量流出	小量流出と同じ(流出口が大きくなることにより火炎は大きくなる)。
	大量流出	小量流出と同じ(火災は長時間継続する)。
ガス爆発(可燃性ガス導管)	小量流出	①流出量(流出速度)の算定 ②爆発ガス量の想定 短時間で遮断設備が作動して流出が停止することを前提に、5分間に流出したガスが全量気化して爆発すると考える。 ③影響の算定 爆風圧がしきい値以上となる配管からの距離(L)を影響範囲として算定する。
	中量流出	小量流出と同じ(流出口が大きくなることにより爆発ガス量は大きくなる)。
	大量流出	10分間に流出したガス量が全量気化して爆発すると考える(ただし、流出は長時間継続するため爆発した後も火災となって燃え続けることもある)。
フラッシュ火災(可燃性ガス導管)	小量流出	①流出量(流出速度)の算定 ②拡散ガス量の想定 流出したガスは全量気化・拡散し、流出が停止するまで継続すると考える。 ③影響の算定 拡散濃度がしきい値(爆発下限界(LEL)の1/2)以上となる風下方向の導管からの距離(L)を影響範囲として算定する。
	中量流出	小量流出と同じ(流出口が大きくなることにより拡散ガス量は大きくなる)。
	大量流出	中量流出と同じ(ただし、影響範囲は長時間継続する。また着火した後は長時間燃え続けることもある)。