

煙火消費における保安距離の基準(神奈川県)「斜め打ちの特例」の解説

煙火消費における保安距離の基準(神奈川県)

6 斜め打ちの特例

(1) 対象

第4項(打揚煙火)及び第5項(仕掛煙火)について、上方以外に傾けた打揚筒で消費する場合とする。ただし、次に掲げるものを除く。

ア 仕掛煙火のうち、別表2のⅡ1、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ及びⅥに分類されるもの

イ 保安のために、通路、人の集合する場所、建物等が無い方向へ筒をわずかに傾けて消費するもの

解説及び解釈

(1) 「対象」について

煙火の消費において、打揚筒は、風向を考慮して上方その他の安全な方向に向けることとされている。(火薬類取締法施行規則第56条の4第4項第5号)

このため斜め打ちは、打揚筒を「上方」ではなく「その他の安全な方向」に傾けた打揚筒で、煙火を消費することと定義する。

ただし、斜め打ちの基準を適用することがふさわしくないものについて、(2)及び(3)のとおり除外する。

(2) 「仕掛煙火のうち、煙火消費における保安距離基準(神奈川県)別表(以下「別表」とする。)2において、Ⅱ1、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ及びⅥに分類されるもの」について

斜め打ちを行うことが想定されないもの、または斜め打ちと同様の消費方法をとる可能性があるが現行基準で対応できるものは、斜め打ちの定義から除外する。

(3) 「保安のために、通路、人の集合する場所、建物等が無い方向へ筒をわずかに傾けて消費するもの」について

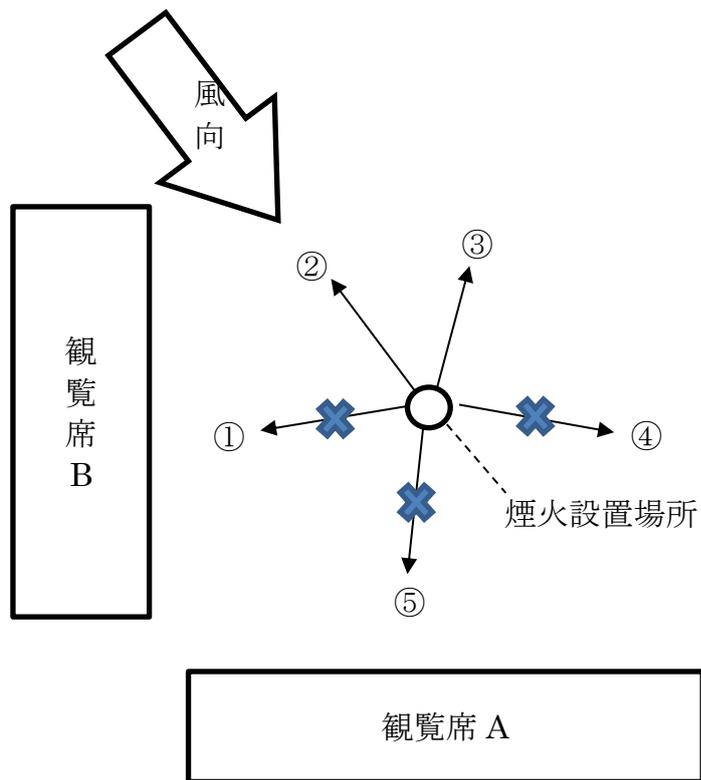
現在行われている煙火消費現場では、強風が吹く可能性がある場合、風上方向に打揚筒をわずかに傾け安全を確保している。また、この行為は、主に演出を目的とした斜め打ちとは性質が異なることから、一律で同じ規制を行うことがふさわしくないため、斜め打ちの定義から除外する。

なお、「保安のため」の方向として、一定時間継続して風下となる方向に打揚筒を傾けてはならないこととする。

「通路、人の集合する場所、建物等が無い方向」は、万が一、保安距離外に飛散物が到達し、不特定多数の人に危害が及ぶことの無いよう、観覧席等人が集合する場所以外の方向とする。

「わずかに傾けて消費」する角度は、設置した打揚筒の底面に板を挟んで傾く程度でその限度は、概ね10°程度とし、過度に傾けないこととする。

(打揚筒を傾ける方向の例)



- ①風上方向だが、観覧席方向であるため、不適
- ②風上方向で、観覧席方向でないため、適
- ③風上方向で、観覧席方向でないため、適
- ④観客席方向でないが、風下方向であるため、不適
- ⑤観客席方向のうえ、風下方向であるため、不適

(2) 取扱条件

斜め打ち（打揚煙火及び仕掛煙火のうち別表2のIに分類されるものに限る）は、ア～ウに掲げる規定を満たすこととする。

ア 打揚筒を傾ける方向

観覧席等人が集合する場所が無い方向

イ 煙火玉の大きさ

8号玉以下（5号玉超の煙火の斜め打ちは、2.5号玉以上の斜め打ちの実績がある者に限る。）

ウ 打揚筒の固定

試射を行う場合を除き、自身又は他者の実績に基づき、発射の衝撃で角度、方向が変わらないことを確認

解説及び解釈

(1) 「取扱条件」について

煙火の斜め打ちを行う場合、上方に打ち揚げる場合と比較して、事故発生のリスクや事故時に周囲に及ぼす影響が広がる。

このため、上方に打ち揚げる場合と同等に法令を遵守することは当然のこと、観客の安全確保をより確実なものとするため、遵守すべき事項を取扱条件として規定する。

(2) 「打揚筒を傾ける方向」について

打揚筒を傾ける方向は、その他の方向と比較して、飛散物がより遠くに到達するため、事故の危険性が高くなり、煙火消費現場において、最も安全を確保すべき不特定多数の人が存在する方向に打揚筒を傾げるべきではない。

このため、打揚筒を傾ける方向は、事故発生時に被害が大きくなることが想定される観客席や住宅等の建物が密集している場所以外の方向とする。

(3) 「煙火玉の大きさ」について

煙火玉の大きさは、大きいほど、万一事故が発生した場合の被害が大きくなるものとなる。

このため、全国で斜め打ちが行われている煙火玉の大きさや、事故発生時のリスクを鑑み、煙火玉の大きさを8号までとする。

なお、5号玉より大きい煙火は、事故発生時の影響がより大きいため、安全の確保の観点から、過去に2.5号玉以上の斜め打ちの実績がある者に限ることとする。

(4) 「打揚筒の固定方法」について

斜め打ちは、煙火玉を発射した瞬間、打揚筒には地面方向だけでなく、水平方向にも反動の力がかかる。このとき、打揚筒が確実に固定されていないと、発射時の反動で隣接する打揚筒に影響を与え、予期せぬ方向に煙火玉が打ち揚げられてしまう等、事故につながる可能性がある。

このため、打揚筒の固定方法は、原則として実績に基づき、発射の衝撃で角度、方向が変わらないことをあらかじめ確認した方法とする。

なお、この実績とは、これまでの煙火消費や、試射の結果をいう。

また、他者とは、固定方法が確立されている実績のある者とし、その者の指導のもと、消費しようとする煙火の号数に応じた固定方法を事前に自身で実行し、安全を確認しておくことを条件とする。

(3) 保安距離

斜め打ちを行う際の保安距離は、次のとおりとする。

ア 打揚煙火は、別表 4 及び同表別図に規定する距離以上

イ 仕掛煙火は、別表 5（別表 2 の「仕掛煙火の分類」の種類ごと）及び別表 4 別図に規定する距離以上

解説及び解釈

(1) 「保安距離」について

斜め打ちは、煙火玉が追い風の影響を受け、無風時と比較して打揚方向に飛距離が伸びること、また横風の影響を受け、打揚方向から逸れた方向に煙火玉が飛翔する可能性がある。

こうした中、観客の保安を確保するため、煙火玉が黒玉となり、地上開発した場合を想定した安全な距離を確保する必要がある。

そこで、斜め打ちを行った場合、予想される煙火玉の到達地点を中心とし、追い風及び横風による到達地点のぶれ及び地上開発した場合の影響を加味した安全距離を「到達地点安全距離」として確保することとする。

また、打揚地点においても、筒ばねや低空開発のリスクを考慮した安全な距離を「打揚地点安全距離」として確保することとする。

なお、到達地点安全距離の円と打揚地点安全距離の円を囲んだ範囲は、煙火玉が上空を飛翔する可能性がある範囲となるため、保安距離の範囲に含めることとする。

(2) 「打揚煙火は、別表 4 及び同表別図に規定する距離以上」について

打揚煙火の斜め打ちを行う場合の到達距離 A 及び到達地点安全距離 B は、理論計算により算出することとする。（詳細は別紙のとおり）

空気中を飛翔する煙火玉には空気抵抗がかかり、その空気抵抗は速度の二乗に比例する慣性抗力が大きな割合を占めている。

また、煙火玉は風による影響を受け、無風時と比べ、風下方向に飛距離が伸びる。

このため、到達距離等は、慣性抗力及び追い風を考慮した運動方程式から求めることとする。

しかしながら、煙火玉の運動方程式を解くことは、計算が複雑となるため、オイラー法による近似計算により数値（以下「計算値」という。）を求めることとする。

ア 到達距離 A

到達距離 A は、打揚地点から無風時に黒玉となって地上に到達した地点までの距離とし、無風時の条件で求めた計算値に安全率を乗じた数値とする。

イ 到達地点安全距離 B

到達地点安全距離 B は、風の影響による到達距離のぶれの最大値と、地上開発した場合の安全距離を足した距離とする。

(ア) 風の影響による到達距離のぶれの最大値について

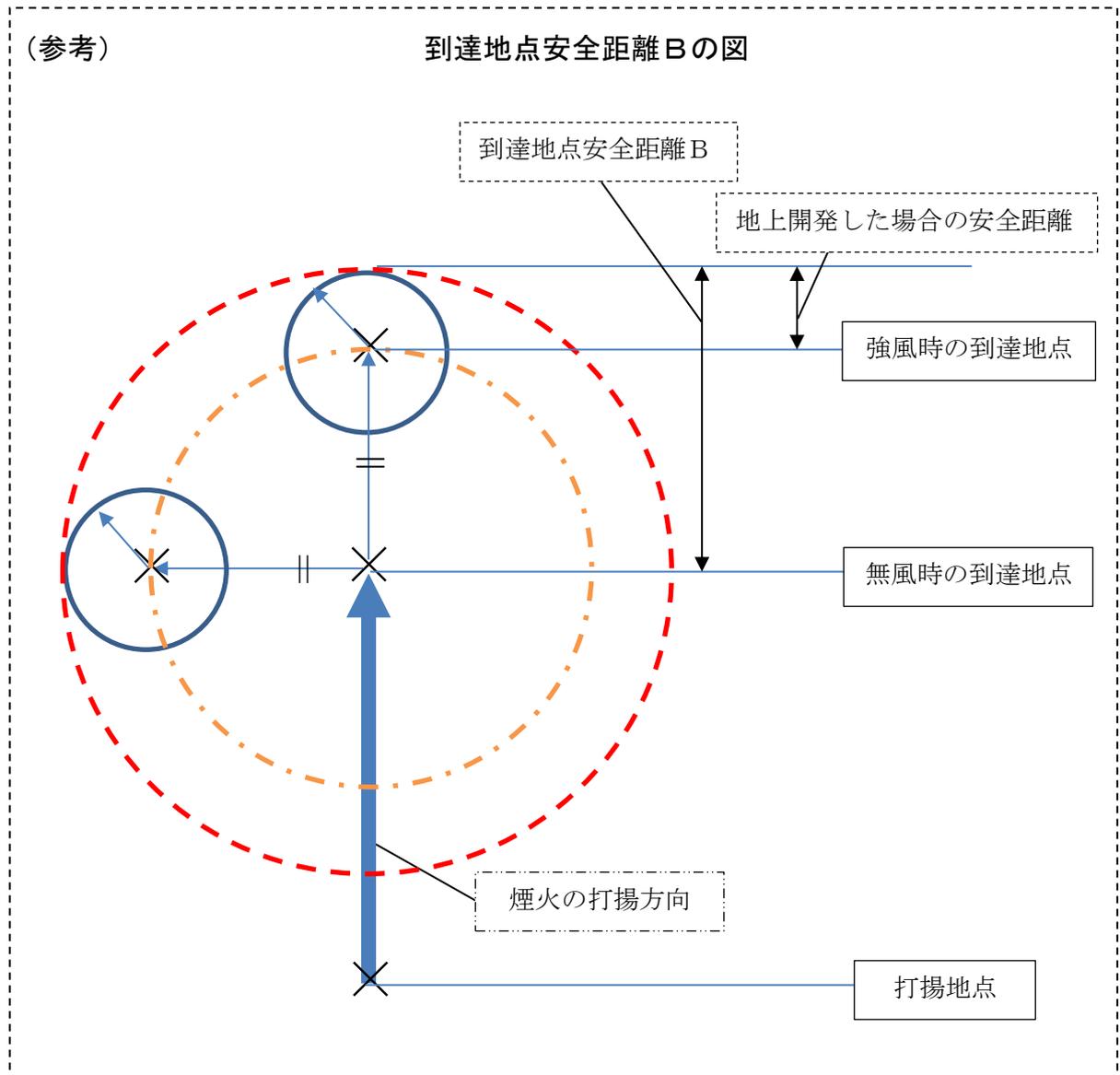
風の影響による到達距離のぶれの最大値は、強風時の到達地点と無風時の到達地点の差とする。

なお、打揚地点から強風時の到達地点までの距離は、強風時の条件で求めた計算値に安全率を乗じた距離とする。

(イ) 地上開発した場合の安全距離について

地上開発した場合の安全距離は、煙火玉の大きさに応じた煙火の開発半径とする。

なお、横風が煙火玉の飛距離に及ぼす影響は、追い風による影響と同等と考えられることから、到達地点安全距離Bは、到達地点を中心とし、円状に確保することとする。



ウ 打揚地点安全距離C

打揚地点安全距離Cは、打揚地点での筒ばねや低空開発のリスクが考慮されている打揚煙火の保安距離（A級）を準用する。

- (3) 「仕掛煙火は、別表 5（別表 2 の「仕掛煙火の分類」の種類ごと）及び別表 4 別図に規定する距離以上」について

仕掛煙火は、その種類の多さと現象の多様さから、一律に保安距離を規定することが困難である。

このことから、仕掛煙火の製品毎の仕様等による到達距離及び火の粉の飛散範囲を確認し、最低でも現行の保安距離を確保した上で、打揚地点及び到達地点で火の粉の飛散範囲に応じた一定の距離を確保することとする。

また、二次点火する仕掛煙火は、二次点火しない仕掛煙火と比較し、火の粉の飛散範囲が大きくなり、観客の安全に対するリスクが高くなると考えられるため、より大きい距離を確保することとする。

ア A：煙火の到達距離

仕掛煙火は、星粒及び小型の玉を連続的に打揚げるものであることから、打揚煙火のように黒玉の地上開発を想定するのではなく、星粒が燃え尽きる地点までの距離又は二次点火するものの星粒及び玉が燃え尽きる地点までの距離を煙火の到達距離とする。

- イ B：到達地点における火の粉の飛散範囲の 1.2 倍（二次点火するものは 1.5 倍）以上（最低 20m 以上（二次点火するものは最低 30m 以上又は 40m 以上）

(ア) 二次点火しないもの

到達地点は、星粒が燃え尽きる地点とする。

到達地点における火の粉の飛散範囲を算定できない場合にあっては、安全のため一定の距離を確保することとし、その場合の B の距離は最低 20m 以上とする。

(イ) 二次点火するもの

到達地点は、二次点火するものの星粒及び玉が燃え尽きる地点とする。

到達地点における火の粉の飛散範囲を算定できない場合にあっては、安全のため一定の距離を確保することとし、その場合の B の距離は、球状の玉を含まないものは最低 30m 以上、球状の玉を含み打揚筒の内径が 5cm 以内のものは最低 40m 以上とする。

- ウ C：打揚地点における火の粉の飛散範囲の 1.2 倍（二次点火するものは 1.5 倍）以上（最低 20m 以上（二次点火するものは最低 30m 以上又は 40m 以上）

(ア) 二次点火しないもの

打揚地点において、安全のため一定の距離を確保することとし、打揚地点の周囲の C の距離は最低 20m 以上とする。

打揚方向において、火の粉の飛散範囲の 1.2 倍以上とは、煙火の到達距離 A の 1.2 倍以上（最低 20m 以上）とする。

(イ) 二次点火するもの

打揚地点において、安全のため一定の距離を確保することとし、打揚地点の周囲の C の距離は、球状の玉を含まないもの場合は最低 30m 以上、球状の玉を含み打揚筒の内径が 5cm 以内のもの場合は最低 40m 以上とする。

打揚方向において、火の粉の飛散範囲の1.5倍以上とは、煙火の到達距離Aの1.5倍以上（最低30m以上又は最低40m以上）とする。

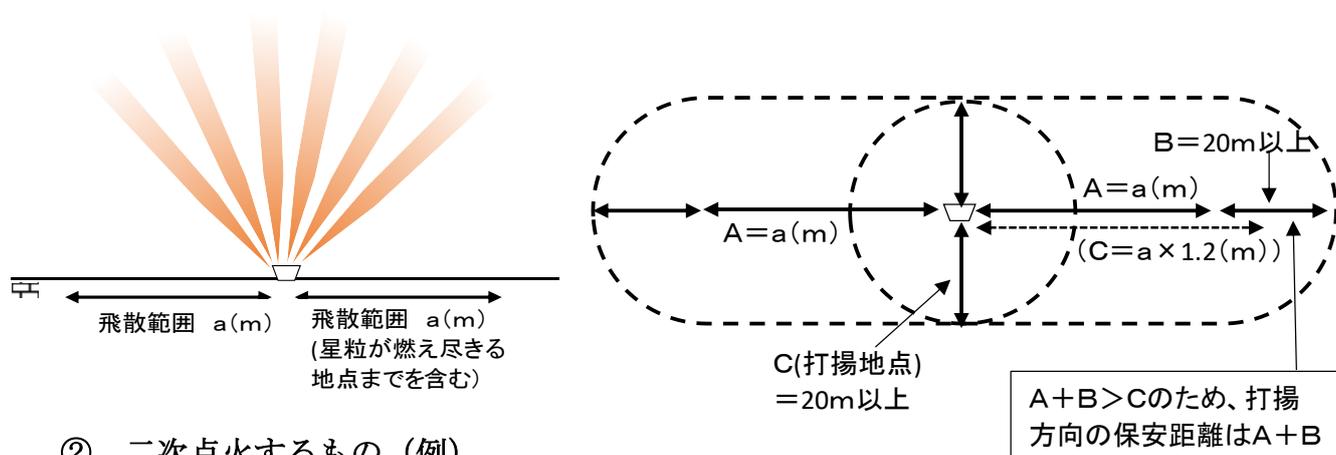
【参考：保安距離の適用例】

保安距離の範囲は、打揚地点及び打揚方向の各距離を囲んだ範囲とする。

打揚方向については、到達距離AとBの合算値がCよりも大きい場合は、Cの距離はAとBの合算値内に含まれることになる。

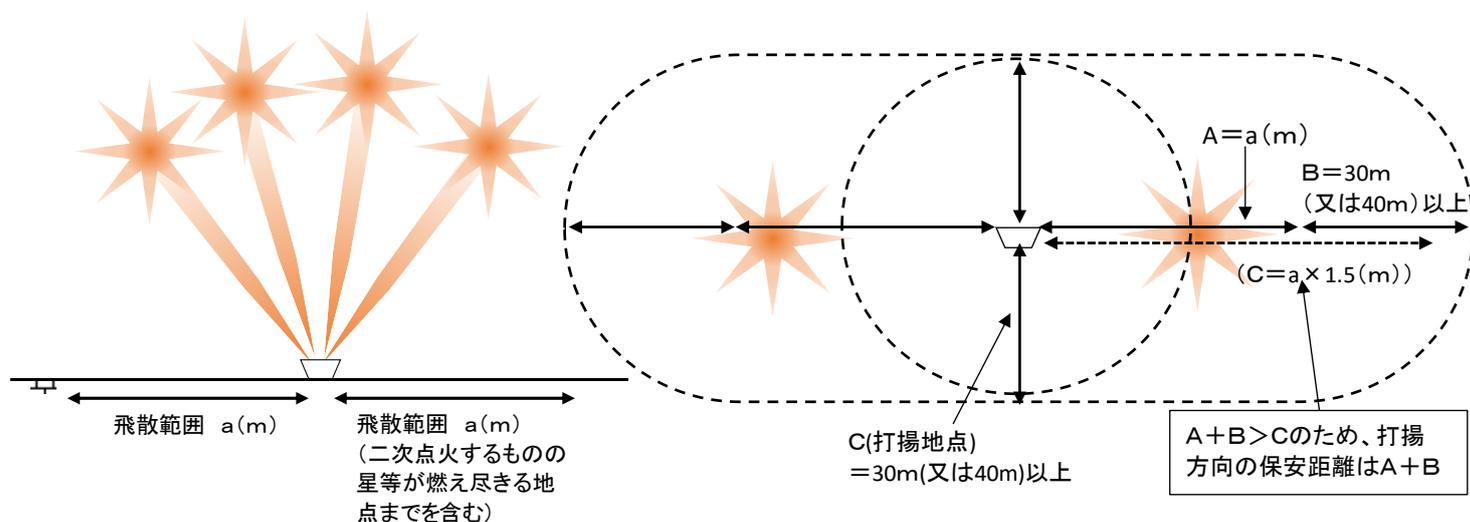
① 二次点火しないもの（例）

打揚筒を斜めに傾けた状態で固定した製品で、製品の仕様等に星粒が燃え尽きる地点までを含めた飛散範囲が示されている場合（左図。扇形に広がるもの）、保安距離は右のイメージ図（平面）のとおり。



② 二次点火するもの（例）

打揚筒を斜めに傾けた状態で固定した製品で、製品の仕様等に二次点火するものの星粒及び玉が燃え尽きる地点までを含めた飛散範囲が示されている場合（左図。扇形に広がり二次点火するもの）、保安距離は右のイメージ図（平面）のとおり。



到達地点 A 及び到達地点安全距離 B の計算について

1 煙火玉にかかる慣性効力

空気中において速度 v で飛翔する物体には空気抵抗がかかり、その慣性抗力 F は、速度の二乗に比例する。慣性効力 F 、慣性効力の係数 k は次のようにあらわすことができる。

$$F = -kv^2 \quad , \quad k = \frac{C_D \cdot \rho \cdot S}{2}$$

ここでは、 C_D は空気抵抗係数、 ρ は空気密度、 S は煙火玉の前面投影面積を表す。 S は煙火玉の半径 r [m]を用いて $S = \pi r^2$ と表される。

2 煙火玉の運動方程式

煙火玉の動きを鉛直方向、水平方向のみに単純化し、追い風 w [m/s]、慣性効力 F に影響を受けると考えた場合、運動方程式は次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{鉛直方向} \quad m \frac{dv_y}{dt} &= -mg - kV(t)^2 \times \frac{v_y(t)}{V(t)} \\ \text{水平方向} \quad m \frac{dv_x}{dt} &= -kV(t)^2 \times \frac{(v_x(t)-w)}{V(t)} \\ \text{ただし、} \quad V(t) &= \sqrt{(v_x(t)-w)^2 + v_y(t)^2} \end{aligned}$$

3 近似計算

煙火玉の運動方程式の解は、計算が複雑となるため、次のようにオイラー法による近似計算を行う。

$$\frac{dv_x}{dt} = f(v_x(t), v_y(t))$$

としたとき、次のように近似して計算する。

$$v_x(t + dt) = v_x(t) + dt \cdot f(v_x(t), v_y(t))$$

4 到達距離及び A 到達地点安全距離 B の算出

無風条件 ($w = 0$) で (3) により得られた到達距離を L 、強風条件で (3) により得られた距離を M 、地上開発した場合の安全距離を N 、安全率を X としたとき、到達距離 A 及び到達地点安全距離 B は次のとおりとする。

$$\text{到達距離} \quad A = L \cdot X$$

$$\text{到達地点安全距離} \quad B = M \cdot X - L \cdot X + N$$

5 計算パラメータ

計算に用いるパラメータの数値は、次のとおりとする。

項目	数値																								
空気抵抗係数 C_D	0.3																								
空気密度 ρ	1.12 [kg/m ³]																								
強風条件の風速 w	地上風速を 10 [m/s]とし、1 m上昇するごとに、0.05 [m/s] 増加																								
初速 v_0	130 [m/s]																								
煙火玉の半径 r ・重量 m	<table border="1"><thead><tr><th>号数</th><th>半径r [cm]</th><th>重量m [g]</th></tr></thead><tbody><tr><td>2.5</td><td>6.9</td><td>120</td></tr><tr><td>3</td><td>8.6</td><td>230</td></tr><tr><td>4</td><td>11.5</td><td>550</td></tr><tr><td>5</td><td>14.4</td><td>1,100</td></tr><tr><td>6</td><td>17.3</td><td>1,800</td></tr><tr><td>7</td><td>20.0</td><td>2,700</td></tr><tr><td>8</td><td>23.0</td><td>4,000</td></tr></tbody></table>	号数	半径 r [cm]	重量 m [g]	2.5	6.9	120	3	8.6	230	4	11.5	550	5	14.4	1,100	6	17.3	1,800	7	20.0	2,700	8	23.0	4,000
号数	半径 r [cm]	重量 m [g]																							
2.5	6.9	120																							
3	8.6	230																							
4	11.5	550																							
5	14.4	1,100																							
6	17.3	1,800																							
7	20.0	2,700																							
8	23.0	4,000																							
安全率	1.1																								