

外部事象影響（外部火災）航空機落下火災の離隔距離について

令和 2 年 8 月 24 日
日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所

【R2. 7. 13 審査会合コメント】

航空機落下による火災の影響評価の計器飛行方式について、標的面積を単位面積に変更したこと及び排気筒を包絡する正方形と評価したこと、それぞれが離隔距離に及ぼす変化量を説明すること。

排気筒の離隔距離が許可時と変更になっている要因としては下記の 2 つが挙げられる。

〈変更点〉

- ①計器飛行方式における離着陸時及び巡航中に航空機が落下する標的面積を単位面積に変更。
- ②標的面積を排気筒を包絡する正方形に変更。

上記の 2 つの要因による各々の離隔距離の変化量について示すために、変更点①の条件のみを考慮し計算を実施する。

1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故確率の算出

- ・ 飛行場での離着陸時における落下事故確率

$$P_{d,a} = f_{d,a} \cdot N_{d,a} \cdot A \cdot \Phi_{d,a}(r, \theta)$$

$f_{d,a} = D_{d,a}/E_{d,a}$	対象航空機の国内での離着陸時事故確率 (回/離着陸回)	1.30×10^{-7}
$D_{d,a}$	国内での離着陸事故件数 (回)	4 ^[1]
$E_{d,a}$	国内での離着陸回数 (離着陸回数)	30,685,564 ^[1]
$N_{d,a}$	当該飛行場での対象航空機の年間離着陸回数 (離着陸回/年)	3,328 ^{[2]※1}
A	原子炉施設の標的面積 (km ²)	単位面積
$\Phi_{d,a}(r, \theta)$ ^{※2}	離着陸時の事故における落下地点確率分布関数	正規分布 : 3.01×10^{-4} ^{※2} 一様分布 : 1.55×10^{-4} ^{※2}
$P_{d,a}$	対象施設への離着陸時の航空機落下確率 (回/年)	<u>1.30×10^{-7}</u>

[1] 「JNES-RE-2013-9011 航空機落下事故に関するデータの整備」(原子力安全基盤機構)

[2] 「暦年・年度別空港管理状況調書」(国土交通省航空局)

※1 : 「暦年・年度別空港管理状況調書」(国土交通省航空局)による着陸回数を2倍した値とする。

※2 : 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準に従い、正規分布又は一様分布を仮定し、いずれか厳しい方を用いる。

・航空路を巡航中の落下事故確率

$$P_c = \frac{f_c \cdot N_c \cdot A}{W}$$

対象航空路	直行経路：IXE-SWAMP、 直行経路：IXE-KZE、 RNAV経路：Y30	
$f_c = G_c/H_c$	単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率（回/飛行回・km）	5.26×10^{-11}
G_c	巡航中の事故件数（回）	$0.5^{[1]*1}$
H_c	延べ飛行距離（飛行回・km）	$9,499,283,168^{[1]}$
N_c	評価対象とする航空路等の年間飛行回数（飛行回/年）	直行経路 IXE-SWAMP：182.5回 ^{※2} 直行経路 IXE-KZE：182.5回 ^{※2} RNAV経路 Y30：22,630回 ^{※2}
A	原子炉施設の標的面積（km ² ）	単位面積
W	航空路幅（km）	直行経路：14.816km（8NM） ^{[2]*3} RNAV経路：18.520km（10NM） ^{※3}
P_c	対象施設への巡航中の航空機落下確率（回/年）	<u>6.56×10^{-8}</u>

[1] 「JNES-RE-2013-9011 航空機落下事故に関するデータの整備」（原子力安全基盤機構）

[2] 「航空路等設定基準」

※1：「JNES-RE-2013-9011航空機落下事故に関するデータの整備」（原子力安全基盤機構）による。ただし、 G_c については、平成4年から平成23年までの20年間の巡航中事故件数は0回であるため、保守的に0.5回とした。

※2：国土交通省航空局への問い合わせ結果（平成23年下期のピークデイ値）を365倍した。ただし、直行経路については0回であるため、1日の飛行回数を保守的に0.5回とした。

※3：直行経路については「航空路等設定基準」を参照した。RNAV経路については、航法精度（10NM=18.52km）を航空路の幅とした。

飛行場での離着陸時における落下事故確率及び航空路を巡航中の落下事故確率を合算した結果、計器飛行方式民間航空機の落下事故確率は 1.96×10^{-7} （回/年） となる。

2) 落下確率が 1×10^{-7} 以上となる面積の算出

1) で算出した落下確率を基に、落下確率が 1×10^{-7} 以上となる面積を比の計算で算出する。

落下確率が 1×10^{-7} 以上となる面積は下記の式から算出する。

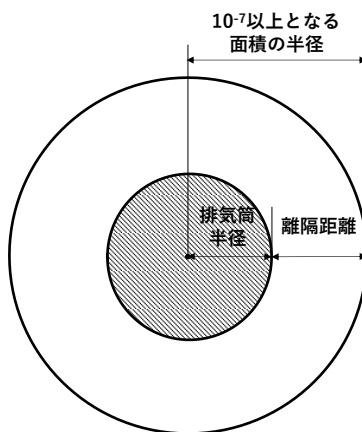
単位面積	:	合算した落下確率	=	1×10^{-7} 以上となる面積	:	落下確率
1	:	1.96×10^{-7}	=	1×10^{-7} 以上となる面積	:	1×10^{-7}

落下確率が 1×10^{-7} となる面積は 0.510km² である。

3) 離隔距離の算出

2) で算出した落下確率が 1×10^{-7} 以上となる面積と排気筒面積を基に、離隔距離を算出する。

落下確率が 10^{-7} 以上となる面積 : 0.510km²
 排気筒面積 : 0.000146km²

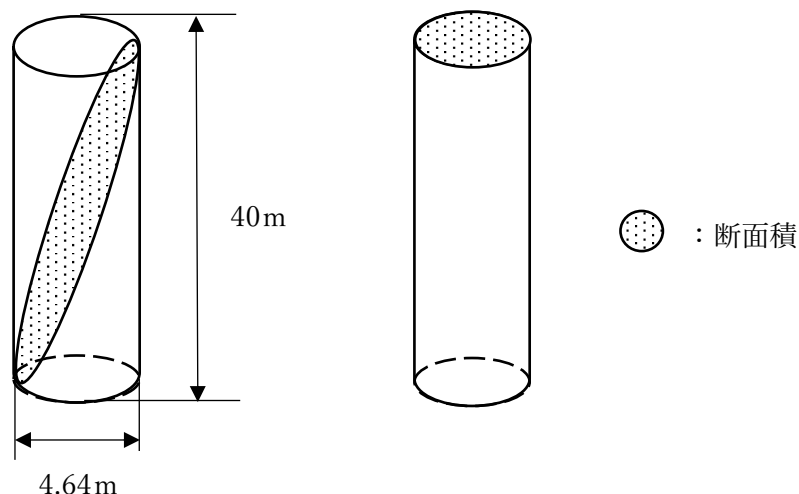


離隔距離は下記の式から算出する。

10^{-7} 以上となる面積の円の半径	−	排気筒の半径	=	離隔距離
$\sqrt{0.510/\pi}$	−	$\sqrt{0.000146/\pi}$	=	396m

上記の結果から変更点①だけを考慮すると、離隔距離は 396m となる。そのため、許可時の離隔距離（172m）から 224m が長くなる。

計器飛行方式民間航空機については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率に対する評価基準について」に基づき、飛行場での離着陸時における落下事故時には投影断面積を、航空路を巡航中の落下事故時には水平断面積を標的面積としている。排気筒は構造上投影断面積(0.000146km²)に比べ水平断面積(0.00002km²)が非常に小さい。許可時には評価を保守的にするため離着陸時及び巡航中の両航空機落下時の確率を単純に合算した値が、その小さい水平断面積に落下すると仮定し、 1×10^{-7} 以上となる面積を算出していたため、離隔距離が短くなっていた。しかし、異なる条件（標的面積）で算出した確率を単純に合算するよりも、同一の条件（単位面積）によって算出した確率を合算する方が、評価として適切であると考え、変更を行った。



排気筒投影断面積 モデル図※

排気筒水平断面積 モデル図※

※：直径 4.64m、高さ 40m の円柱として各断面積を算出

○変更点② 標的面積を排気筒を包絡する正方形に変更した場合の変化量

設工認申請書で示している離隔距離（388m）については、変更点①及び変更点②を考慮した数値である。そのため、設工認で示している離隔距離(388m)と上記の変更点①を考慮し算出した離隔距離(396m)との差を算出することによって、変更点②を考慮した際の離隔距離を算出することができる。

結果、変更点②を考慮した場合は、離隔距離が 8m 短くなる。