

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外外火 15 R <u>5</u>
提出年月日	令和 4 年 11 月 <u>21</u> 日

設工認に係る補足説明資料

外部火災防護設計の基本方針に関する 燃料輸送車両の火災及び爆発の影響について

1. 文章中の下線は、R4 から R5 への変更箇所を示す。
2. 本資料(R4)は、2022年11月17日のヒアリングでのコメントを踏まえ記載を修正したものである。
 - ・タイトルの変更（危険物を搭載した車両⇒燃料輸送車両）

目 次

1. 概要	1
2. 危険物を搭載した車両の火災影響	1
2.1 危険物を搭載した車両及び重油タンク火災の輻射強度の算出方法 ..	2
2.2 再処理施設への危険物を搭載した車両の火災の影響について	4
2.3 MOX 燃料加工施設の危険物を搭載した車両の火災の影響について ..	6
3. 危険物を搭載した車両の爆発影響	8
3.1 危険物を搭載した車両の爆発時の危険限界距離の算出方法	8
3.2 危険物を搭載した車両の爆発による影響について	9

1. 概要

本資料は、再処理施設及び MOX 燃料加工施設の第 1 回設工認申請(令和 2 年 12 月 24 日申請)のうち、以下の添付書類に示す近隣の産業施設の火災の防護設計を補足説明するものである。

- ・再処理施設 添付書類「VI-1-1-1-3-1 外部火災への配慮に関する基本方針」
- ・MOX 燃料加工施設 添付書類「V-1-1-1-3-1 外部火災への配慮に関する基本方針」

上記添付書類の「外部火災防護対象施設の設計方針」において、燃料輸送車両(以下「危険物を搭載した車両」という。)については「貯蔵量が多い敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の火災評価に包絡されることから、対象外とする。」と整理している。本資料では、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド(平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会)」(以下「外部火災ガイド」という。)を参考に、危険物を搭載した車両の火災による外部火災防護対象施設等への影響が敷地内に存在する危険物貯蔵施設等の火災の影響に包絡されること、危険物を搭載した車両の爆発による外部火災防護対象施設等への影響がないことを示す。

本資料において示す危険物を搭載した車両の火災及び爆発の評価については、再処理施設及び MOX 燃料加工施設の今回申請対象以外の建屋や屋外構築物に対しても適用されるものである。

また、廃棄物管理施設の設工認申請については別途整理するものとする。

2. 危険物を搭載した車両の火災影響

再処理事業所の周囲には、国道 338 号線及び県道 180 号線があることから、危険物を搭載した車両の火災がこれらの周辺道路で発生した場合の影響を確認した。

危険物を搭載した車両は、消防法令(危険物の規制に関する政令第 15 条第 1 項三号)において、移動タンク貯蔵所の貯蔵量の上限が定められており、火災の規模を保守的に設定する観点から、公道を通行可能な最大貯蔵量 30m³のガソリンが積載された状況を想定する。

危険物を搭載した車両の火災の面積については、輻射強度を厳しく考慮するためにタンクトレーラのトレーラ部分(ヘッド部含む)の投影面積に等しい火災が発生するものとし、油槽部分の投影面積より大きい寸法を仮定した。タンクトレーラの諸元は、諸元が入手可能なメーカーカタログ^[1]に基づき全長 15.39m(ヘッド部含む)、全幅 2.49m の車両(東邦車輛 LA28QA-975)とした。

本評価では、燃焼継続時間は考慮に含めず、外部火災防護対象施設を収納する建屋及び屋外の外部火災防護対象施設(以下「外部火災防護対象施設等」という。)の位置における輻射強度のみを検討し、危険物を搭載した車両の火災の影響が再処理事業所内の危険物貯蔵施設(重油タンク)の火災の

影響に包絡されることを輻射強度を比較することで評価する。第 2-1 表にそれぞれのタンクの諸元を記載する。

なお、第 2-1 表に示すとおり、危険物を搭載した車両の火災の燃焼継続時間は、再処理事業所内の危険物貯蔵施設(重油タンク)の火災より短いことを、確認している。

[1]東邦車輛株式会社「外観寸法図 28KL 短尺タンクセミトレーラ」
(<https://www.shinmaywa.co.jp/toho/products/dl/TT28J9C2.pdf>)

第 2-1 表 再処理事業所内の危険物貯蔵施設と危険物を搭載した車両の諸元及び想定する火災

評価条件・ 評価結果	重油タンク			危険物を搭載 した車両
	ボイラ用燃料 受入れ・貯蔵所	ボイラ用燃料 貯蔵所	ディーゼル発電機用 燃料油受入れ・貯蔵所	
貯蔵量 [m ³]	4,327	300	200	30
燃焼面積* ¹ [m ²]	2054	242	310	38.4
輻射発散度* ² [W/m ²]	23,000	23,000	23,000	58,000
液面降下速度* ³ [m/s]	2.8×10^{-5}	2.8×10^{-5}	2.8×10^{-5}	8.0×10^{-5}
燃焼継続時間 [h]	約 21	約 12	約 6	約 3

注記 *1: 重油タンクは防油堤の投影面積とし、危険物を搭載した車両は車体投影面積とする。

*2: 石油コンビナートの防災アセスメント指針より、重油タンクは重油 23,000W/m²、危険物を搭載した車両はガソリン・ナフサ 58,000W/m²とする。

*3: 石油コンビナートの防災アセスメント指針より、重油タンクは重油 2.8×10^{-5} m/s、危険物を搭載した車両はガソリン・ナフサ 8.0×10^{-5} m/s とする。

2.1 危険物を搭載した車両及び重油タンク火災の輻射強度の算出方法

危険物を搭載した車両の火災及び重油タンク火災からの輻射強度の算出は、外部火災ガイドの「付属書B 石油コンビナート等火災・爆発の原子力発電所への影響評価について」の「2.2.4 燃焼半径の算出」及び「2.2.5 危険距離の算出」の評価モデルを参考に実施する。

(1) 算出条件

- a. 気象条件は無風状態とする。
- b. 重油タンクの貯蔵量は、危険物施設として許可された貯蔵量を超えない運用上の最大貯蔵量とする。また、危険物を搭載した車両は公道を通行可能な上限(30m³)のガソリンが積載された状況を想定する。
- c. 離隔距離は、評価上厳しくなるよう、重油タンクや公道から外部火災防護対象施設等までの直線距離とする。

- d. 重油タンクは、タンク内の重油全てが防油堤内に流出した全面火災を想定し、流出した重油は全て防油堤内に留まるものとして、防油堤の投影面積を燃焼面積とする。また、危険物を搭載した車両はトレーラ部分(ヘッド部含む)の投影面積を燃焼面積とする。
- e. 火災は円筒火災モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。
- f. 記号の説明
算出に用いる記号とその単位及び定義を第2-2表に示す。

第2-2表 爆風圧算出に用いる記号とその単位及び定義

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
w	m	防油堤の幅
d	m	防油堤の奥行
∅	-	円筒火災モデルの形態係数
L	m	燃焼面(円筒火災底面)の中心から受熱面(評価点)までの距離
H	m	火炎の高さ
E	W/m ²	輻射強度
Rf	W/m ²	輻射発散度

(2) 燃焼半径の算出

外部火災ガイドを参考として、燃焼半径 R は以下の式より算出する。

$$R = \frac{1}{\pi} \cdot \sqrt{w \times d}$$

(3) 輻射強度の算出

外部火災ガイドを参考として、以下の式から円筒火災モデルの形態係数を算出する。

$$\emptyset = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2-1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{n+1}} \right] \right\}$$

ただし、 $m = \frac{H}{R} \cong 3$, $n = \frac{L}{R}$, $A = (1+n)^2 + m^2$, $B = (1-n)^2 + m^2$

ここで、求めた形態係数から、外部火災ガイドを参考として、輻射強度 E を以下の式により算出する。

$$E = Rf \cdot \emptyset$$

2.2 再処理施設への危険物を搭載した車両の火災の影響について

再処理施設の外部火災防護対象施設等に対する再処理事業所内の危険物貯蔵施設(重油タンク)及び危険物を搭載した車両の火災による影響を、それぞれの輻射強度を比較することで確認した。

評価対象は、再処理施設のうち、国道に最も近い外部火災防護対象施設等とした。

評価結果を第 2-3 表に示す。また、再処理施設の外部火災防護対象施設等と火災源の位置関係を第 2-1 図に示す。

危険物を搭載した車両の火災が国道から 471m の位置において与える輻射強度は敷地内の危険物貯蔵施設等の輻射強度より小さく、再処理事業所内の危険物貯蔵施設の火災の熱影響評価に包絡される。

第 2-3 表 再処理事業所内の危険物貯蔵施設と危険物を搭載した車両の火災が国道に最も近い外部火災防護対象施設等に与える輻射強度の結果

評価条件・ 評価結果	重油タンク			危険物を搭載した車両
	ボイラ用燃料 受入れ・貯蔵所	ボイラ用燃料 貯蔵所	ディーゼル 発電機用 燃料油受入れ・貯蔵所	
第 1 ガラス固化体貯蔵 建屋からの距離 [m]	650	239	155	471*
形態係数 [-]	3.0×10^{-3}	2.6×10^{-3}	8.2×10^{-3}	1.0×10^{-4}
輻射強度 [W/m ²]	70	61	188	6

注記 * 国道に最も近い外部火災防護対象施設等として、第 1 ガラス固化体貯蔵建屋からの距離を考慮した。

2.3 MOX 燃料加工施設の危険物を搭載した車両の火災の影響について

MOX 燃料加工施設に対する再処理事業所内の危険物貯蔵施設(重油タンク)及び危険物を搭載した車両の火災による影響を、それぞれの輻射強度を比較することで評価した。

評価対象は MOX 燃料加工施設の燃料加工建屋とした。

評価結果を第 2-4 表に示す。また、燃料加工建屋と火災源の位置関係を第 2-2 図に示す。危険物を搭載した車両の火災が国道から 550m の位置において与える輻射強度は再処理事業所内の危険物貯蔵施設等の輻射強度より小さく、再処理事業所内の危険物貯蔵施設の火災の熱影響評価に包絡される。

第 2-4 表 敷地内の危険物貯蔵施設と危険物を搭載した車両が燃料加工建屋に与える輻射強度算出結果

評価条件・ 評価結果	重油タンク	危険物を 搭載した車両
	ボイラ用燃料受入れ・ 貯蔵所	
燃料加工建屋からの距離 [m]	550	550
形態係数 [-]	4.2×10^{-3}	7.8×10^{-5}
輻射強度 [W/m ²]	97	5

3. 危険物を搭載した車両の爆発影響

再処理事業所の敷地の周囲には、国道 338 号線及び県道 180 号線があることから、高圧ガスを輸送する危険物を搭載した車両が再処理事業所周辺道路で爆発する場合を想定して、外部火災防護対象施設等へのガス爆発の爆風圧が人体に影響を与えない 0.01MPa となる距離である危険限界距離を算出し、この危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認した。

想定する爆発源の選定については、再処理事業所から 10km 圏内の高圧ガス貯蔵施設で保管される燃料の種類を考慮する。「外部火災防護設計の基本方針に関する近隣の産業施設の火災源及び爆発源の選定について」(外外火 06)に示すとおり、再処理事業所近傍の高圧ガス貯蔵施設で保管する高圧ガスは LP ガスのみである。よって、危険物を搭載した車両の爆発で考慮する高圧ガスは LP ガスとし、爆発影響の評価は LP ガスの主成分であるプロパン又はブタンのうち、ガス定数の大きいプロパンを用いる。

危険限界距離は、外部火災ガイドに基づき算出する。

3.1 危険物を搭載した車両の爆発時の危険限界距離の算出方法

(1) 算出条件

- a. 燃料積載量は、上記の再処理事業所近傍の高圧ガス貯蔵施設の最大貯蔵量である 10.5t の LP ガスを積載した状態を想定する。
- b. ガス定数は、LP ガスの主成分であるプロパン又はブタンのうち値の大きいプロパンのガス定数とする。
- c. 気象条件は無風状態とする。

(2) 危険限界距離の算出

爆発源のガスの種類及び貯蔵量から貯蔵設備の W 値を求める。その貯蔵設備の W 値を用いて、ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01MPa となる距離である危険限界距離を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を第 3-1 表に示す。

第 3-1 表 爆風圧算出に用いる記号とその単位及び定義

記号	単位	定義
m	t	危険物を搭載した車両の積載量：10.5t
W	—	貯蔵能力(単位 t)の数値の平方根の数値 (貯蔵能力が 1t 未満のものにあつては、貯蔵能力(単位 t)の数値)
X	m	危険限界距離
λ	m/kg ^{1/3}	換算距離(14.4)(出典：外部火災ガイド)
K	—	ガス定数 LP ガス(プロパン)：888,000 (出典：外部火災ガイド)

b. W 値の算出

W 値を(1)式のとおり算出する。

$$W = \sqrt{m} \quad \dots (1)$$

c. 危険限界距離の算出

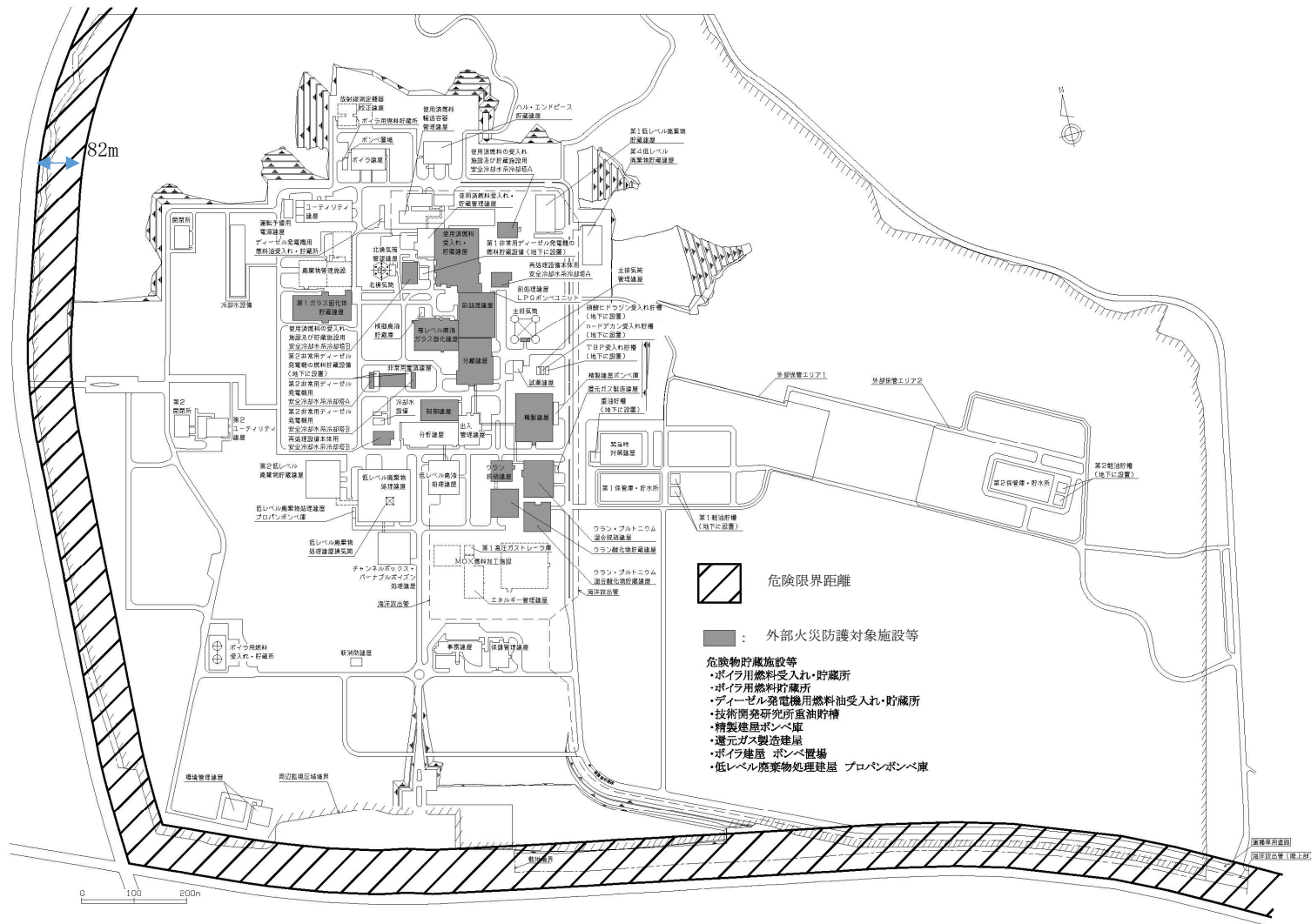
外部火災ガイドを参考とし，(2)式より危険限界距離を算出する。

$$X = 0.04\lambda \cdot \sqrt[3]{K \cdot W} \quad \dots (2)$$

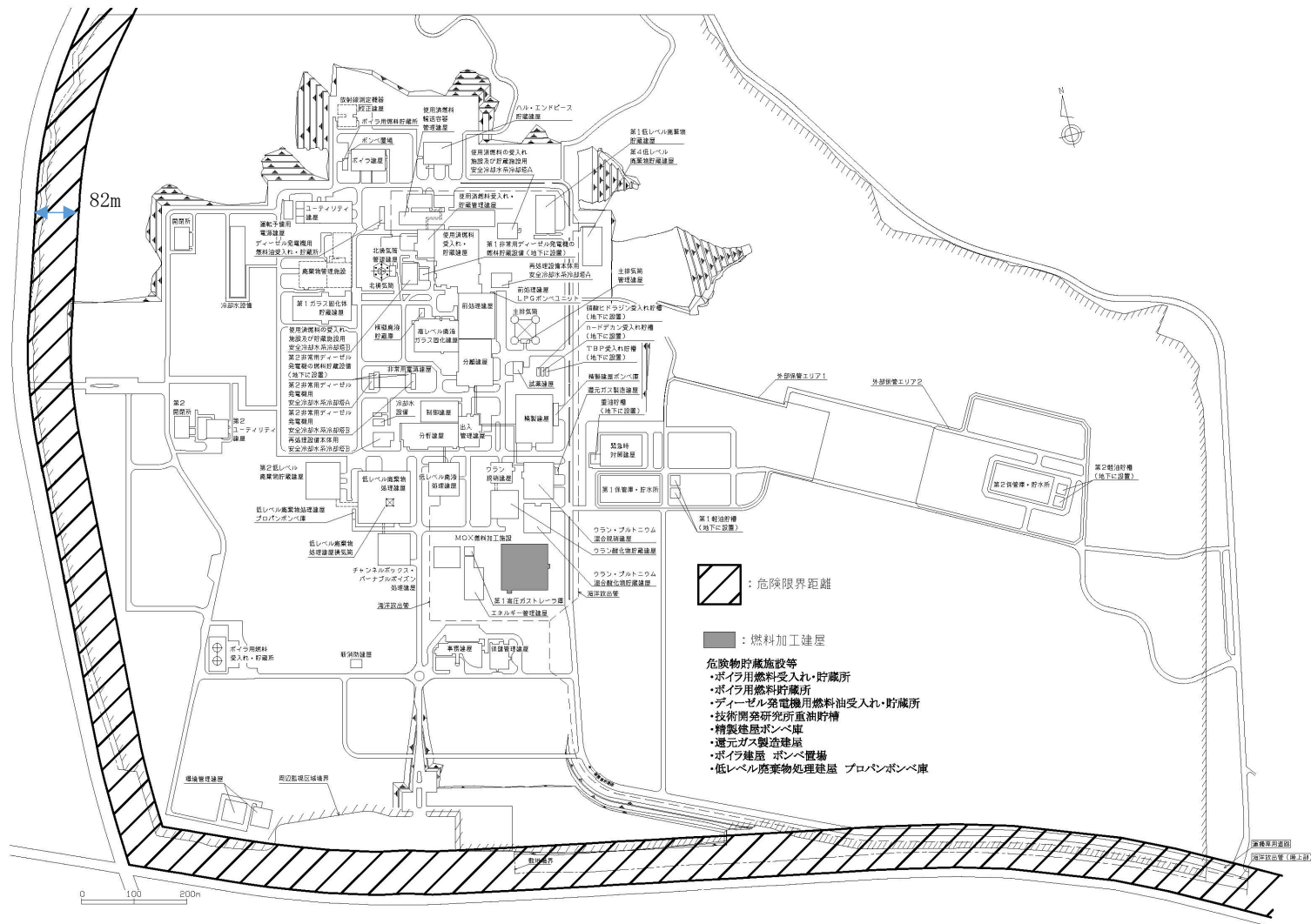
3.2 危険物を搭載した車両の爆発による影響について

公道と再処理施設の外部火災防護対象施設等の位置関係を第 3-1 図に，公道と燃料加工建屋の位置関係を第 3-2 図に示す。

(2)式による危険限界距離の算出結果は 82m であった。これに対し，再処理施設の外部火災防護対象施設等及び燃料加工建屋は公道から最も近い直線距離がそれぞれ 471m，550m 離れていることから，爆風圧が影響を及ぼすことはない。



第 3-1 図 公道と再処理施設の外部火災防護対象施設等の位置関係



第 3-2 図 公道と燃料加工建屋の位置関係

外外火 15-11