

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大洗研究所（南地区）高速実験炉原子炉施設（「常陽」）

第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）

（その2：耐外部火災設計）

2022年9月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

大洗研究所高速実験炉部

第6条：外部からの衝撃による損傷の防止

(その2：耐外部火災設計)

目次

1. 要求事項の整理
2. 設置許可申請書における記載
3. 設置許可申請書の添付書類における記載
 - 3.1 安全設計方針
 - 3.2 気象等
 - 3.3 設備等
4. 要求事項への適合性
 - 4.1 基本方針
 - 4.2 耐外部火災設計
 - 4.3 要求事項（試験炉設置許可基準規則第6条）への適合性説明

(別紙)

- 別紙1：外部火災に対する安全施設の安全機能の確保
- 別紙2：森林火災における発火点の設定
- 別紙3：大洗研究所の植生
- 別紙4：森林火災の評価における火炎中の風速の補正
- 別紙5：森林火災の影響評価における火災諸元の設定
- 別紙6：大洗研究所と鹿島臨海地区石油コンビナート等特別防災区域の位置
- 別紙7：影響評価の対象とする危険物貯蔵施設等の位置
- 別紙8：航空機落下に係る離隔距離
- 別紙9：森林火災に係る熱的影響評価結果
- 別紙10：コンクリートの許容値の設定
- 別紙11：熱的影響評価の対象壁の位置及び建物内部への熱影響
- 別紙12：危険物屋外タンクに係る火災諸元の設定及び熱的影響評価結果

別紙 13 : 高圧ガス貯蔵設備に係る熱的影響評価結果

別紙 14 : 危険物を搭載した車両の火災・爆発に係る火災諸元の設定及び熱的影響評価結果

別紙 15 : 航空機落下による火災に係る火災諸元の設定及び熱的影響評価結果

別紙 16 : 航空機落下による火災と森林火災等の重畳

別紙 17 : 防火帯の設置計画

別紙 18 : 外部火災の二次的影響に対する防護措置

別紙 19 : 自衛消防隊の資機材及び活動体制

別紙 20 : 予備散水設備の設置方針

(添付)

添付 1 : 設置許可申請書における記載

添付 2 : 設置許可申請書の添付書類における記載 (安全設計)

添付 3 : 設置許可申請書の添付書類における記載 (適合性)

本日も提示範囲

添付 1 設置許可申請書における記載

5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備

ロ. 試験研究用等原子炉施設の一般構造

(3) その他の主要な構造

(a-9) 外部火災（森林火災、爆発及び近隣工場等の火災）

安全施設は、想定される外部火災において、最も厳しい火災が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。

想定される森林火災の延焼防止を目的として、発電所周辺の植生を確認し、作成した植生データ等を基に求めた最大火線強度から算出される防火帯を敷地内に設ける。

防火帯は延焼防止効果を損なわない設計とし、防火帯に可燃物を含む機器等を設置する場合は必要最小限とする。

また、森林火災による熱影響については、最大火炎輻射強度の影響を考慮した場合においても、離隔距離の確保等により安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

発電所敷地又はその周辺で想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）として、想定される近隣の産業施設の火災・爆発については、離隔距離の確保により安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、想定される発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災及び航空機墜落による火災については、離隔距離を確保すること、その火災による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることで、その安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

外部火災による屋外施設への影響については、屋外施設の温度を許容温度以下とすることで安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、外部火災の二次的影響であるばい煙及び有毒ガスによる影響については、換気空調設備等に適切な防護対策を講じることで安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

添付2 設置許可申請書の添付書類における記載（安全設計）

添付書類八

1. 安全設計の考え方

1.7 外部からの衝撃による損傷の防止に係る設計

1.7.5 耐外部火災設計

1.7.5.1 外部火災防護施設

安全施設が外部火災（火災・爆発（森林火災、近隣工場等の火災・爆発、航空機墜落火災等））に対して、原子炉施設の安全性を確保するために想定される最も厳しい火災が発生した場合においても必要な安全機能を損なわないよう、防火帯の設置、隔離距離の確保、建屋による防護、代替手段等によって、安全機能を損なわない設計とする。

耐外部火災設計においては、安全機能の重要度分類がクラス1、2、3に属する構築物、系統及び機器を外部火災防護施設とし、外部からの衝撃による損傷の防止に係る安全施設に該当する構築物、系統及び機器を熱的影響評価対象施設として影響評価の対象とする。

想定される外部火災に対する熱的影響を評価し、消火活動に期待しない場合であっても、熱的影響評価対象施設が、外殻施設又は隔離による防護により、その安全機能を損なわないように設計する。これらの熱的影響評価対象施設以外の安全施設は、外部火災により損傷するおそれがある場合に、代替措置や修復等により、安全機能を損なわないものとする。

1.7.5.2 評価方針

後述する熱的影響評価対象施設について、評価を行う。当該熱的影響評価にあっては、当該安全施設の外殻施設を評価対象とする場合がある。想定される外部火災に対する熱的影響を評価し、消火活動に期待しない場合であっても、熱的影響評価対象施設が、外殻施設又は隔離による防護により、その安全機能を損なわないように設計する。重要安全施設以外の安全施設は、外部火災により損傷するおそれがある場合に、代替措置や修復等により、安全機能を損なわないものとする。

1.7.5.3 評価対象施設の抽出

外部火災の影響評価を行う熱的影響評価対象施設を以下の各区分から抽出する。

（1）重要安全施設を内包し保護する外殻施設

原子炉建物（格納容器を含む。）、原子炉附属建物及び主冷却機建物

（2）外殻で保護されない重要安全施設

主冷却機のうち屋外部分（屋外ダクト）、非常用ディーゼル電源系に関連する「冷却塔」、「排気筒」及び「吸気系統」（主冷却機建物空調換気設備）

（3）安全施設を内包し保護する外殻施設

第一使用済燃料貯蔵建物及び第二使用済燃料貯蔵建物、廃棄物処理建物、メンテナンス建物の液体廃棄物処理設備及び固体廃棄物貯蔵設備

(4) 外殻で保護されない安全施設

主排気筒、外周コンクリート壁、一般電源系（受電エリア）及び屋外管理用モニタリングポスト

廃棄物処理建物、メンテナンス建物に内包される液体廃棄物処理設備及び固体廃棄物処理設備は、基本的にコンクリート構造の地下階に位置し、上部にはエリアを隔てる蓋が設置されているため、外部火災の影響を受けず、安全機能（放射性物質の貯蔵）を損なうことはないため、評価対象施設から除外した。

一般電源系（受電エリア）は、一般電源系の機能を喪失した場合には、非常用ディーゼル電源系等により必要な電源を供給し、これらはMS-1に該当し、外殻施設の健全性が確保されるため、安全機能を損なうことはなく、代替措置により、必要な機能を確保できるため、評価対象施設から除外した。

屋外管理用モニタリングポストは、屋外管理用モニタリングポストの機能を喪失した場合には、代替措置（可搬型測定器）により、必要な機能を確保できるため、評価対象施設から除外した。

1.7.5.4 熱的影響評価における外部火災の想定等

(1) 森林火災

大洗研究所（南地区）敷地境界に発火点を設け、敷地内の森林を延焼し、熱的影響評価対象施設に迫る火災を想定し、熱的影響評価を実施する。熱的影響評価に当たっては、「添付書類6 2. 気象」に示す高さ10mの年風向頻度は北東の風が卓越していること、また、原子炉施設から敷地境界までの距離が短く、かつ、障壁となる他施設を有しない場所として、原子炉施設の東側の敷地境界を発火点とし、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」において推奨されている森林火災シミュレーション解析コード（FARSITE）で使用されている計算式を使用する。植生として、敷地内にスギ、ヒノキやマツが分布していることを考慮するとともに、火災中の風速として、過去10年間（2004年～2013年）の水戸地方気象台の観測データの最大風速17.4m/s（2013年10月）に、地形及び樹林の影響を踏まえて0.3を乗じた5.22m/sを使用する。

(2) 近隣工場等の火災（近隣の作業施設の火災・爆発）

大洗研究所（南地区）敷地外10km以内の範囲において、石油コンビナート施設及び液化天然ガス（LNG）基地は存在しないため、石油コンビナート及び液化天然ガス（LNG）基地の火災・爆発による損傷の防止は、設計上考慮しない。

危険物貯蔵施設等の火災・爆発にあつては、危険物貯蔵施設の危険物屋外タンクや高压ガス貯蔵設備（15t以上の液化石油ガス及び1t以上の可燃性の高压ガスを有する施設）における火災・爆発を想定する。また、危険物を搭載した車両の火災・爆発にあつては、敷地に隣接する国道51号線において、危険物を搭載した車両による火災・爆発を想定する。

上記の他、ここでは、航空機が原子炉施設周辺で落下確率が 10^{-7} 回/炉・年以上になる地点へ落下し、火災が生じることも想定し、熱的影響評価を実施するものとする。

1.7.5.5 熱的影響評価における許容限界

熱的影響評価における許容限界は、以下のとおりとする。なお、想定する外部火災は、原子炉施設の水平方向に発生することから、火炎輻射の影響に鑑み、熱的影響評価対象施設における天井スラブと垂直外壁面のうち、垂直外壁面を対象として許容限界を設定する。また、コンクリート壁以外の機器搬出入口等の建物内近傍には、安全機能を有する施設を配置しないものとし、安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

(1) 森林火災

(i) 森林境界（想定される発火点から防火帯又は防火帯相当のエリアまでの経路において、原子炉施設に最も近接する地点）における植生等から評価される火炎輻射強度に対して、熱的影響評価対象施設の壁温度について、200℃を許容限界とし、当該壁温度が、200℃を下回ることを確認することを基本とする。なお、許容限界とした壁温度（200℃）は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度として設定した。また、コンクリート温度の初期値は、水戸地方気象台の観測データの日最高気温の調査結果（38.4℃（1997年7月））を踏まえ、40℃とする。

(2) 近隣工場等の火災

(i) 危険物屋外タンクにおける燃料油量等から評価される火炎輻射強度に対して、熱的影響評価対象施設の壁温度について、200℃を許容限界とし、当該壁温度が、200℃を下回ることを確認することを基本とする。

(ii) 高圧ガス貯蔵設備における可燃性ガス貯蔵量等から評価される危険限界距離を許容限界とし、熱的影響評価対象施設が当該距離を超える離隔距離を有するものとする。

(iii) 危険物を搭載した車両の火災・爆発においては、消防法で定められた公道を通行可能な上限量（30m³）のガソリンが搭載されたタンクローリーを対象とし、評価される火炎輻射強度に対して、熱的影響評価対象施設の壁温度について、200℃を許容限界とし、当該壁温度が、200℃を下回ることを確認することを基本とする。また、液化天然ガス（LNG）及び液化石油ガス（LPG）が積載された最大クラスのタンクローリー（積載量：15.1t）を対象とし、評価される危険限界距離を許容限界とし、熱的影響評価対象施設が当該距離を超える離隔距離を有するものとする。

(iv) 航空機カテゴリ毎に選定した航空機における燃料油量等から評価される火炎輻射強度に対して、熱的影響評価対象施設の壁温度について、200℃を許容限界とし、当該壁温度が、200℃を下回ることを確認することを基本とする。

1.7.5.6 設計における留意事項

(1) 防火帯の設置

敷地内にあっては、評価した火線強度に応じ、防火帯を設ける。原子炉施設と防火帯のエリアの外縁（火炎側）までの距離については、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参考に、評価した火炎輻射強度に応じた危険距離（熱的影響評価対象施設の

壁温度が許容温度（200℃）を超える距離）を上回るように設定する。防火帯は、外部火災防護施設への影響（障壁となる他施設の有無）を踏まえて設ける。

防火帯では、原則として、駐車を禁止するとともに可燃物を置かないよう管理し、工事や物品の搬出入等に伴い、やむをえず防火帯に停車する必要がある場合や一時的に可燃物を置く必要がある場合についても、長時間の停車や仮置を禁止し、速やかに車両や物品を移動できるよう人員を配置する等の運用上の措置を講ずる。

（2）外部火災の二次的影響の考慮

外部火災の二次的影響については、ばい煙及び有毒ガスを想定する。外部火災の二次的影響を考慮する必要がある安全施設については、必要に応じて、ばい煙の除去に係る措置（フィルタの設置及び交換）を講じられるものとし、ばい煙による波及的影響（閉塞及び目詰まり）によって、その安全機能の重要度に応じて、必要な安全機能を損なわないものとする。なお、敷地内外において、多量のばい煙や有毒ガスが原子炉施設に到達するおそれの確認された場合には、原子炉を停止する。また、ばい煙を除去するために必要な措置（除去等）を講じる。外部火災発生時において原子炉施設外で想定される外部電源喪失等に対しては、原子炉保護系の作動等により、原子炉を自動停止するものとする。

（3）外部火災における消火活動

敷地内の森林を延焼して原子炉施設に接近する火災が発生した場合にあっては、発見者が大洗研究所の通報連絡系統に従って、公設消防や連絡責任者等に連絡するとともに、日中は従業員により編成する自衛消防隊、休日・夜間は常駐消防班により、その消火活動に従事するものとする。また、原子炉施設の東側にあっては、想定される発火点と防火帯の外縁（火炎側）までの距離を考慮し、迅速な予備散水を可能とする設備を設ける。なお、敷地内において、公設消防、自衛消防隊又は常駐消防班による消火活動を必要とする火災が発生した場合には、必要に応じて原子炉を停止する。

1.7.5.7 手順等

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき、原子炉施設保安規定を定める。原子炉施設保安規定には外部火災発生時の消火活動について手順を定め、適切な管理を行う。

添付3 設置許可申請書の添付書類における記載（適合性）

添付書類八

1. 安全設計の考え方

1.8 「設置許可基準規則」への適合

原子炉施設は、「設置許可基準規則」に適合するように設計する。各条文に対する適合のための設計方針は次のとおりである。

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第六条 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される試験研究用等原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

1 について

(10) 森林火災

森林火災にあつては、大洗研究所（南地区）敷地境界に発火点を設け、敷地内の森林を延焼し、熱的影響評価対象施設に迫る火災を想定し、熱的影響評価を実施する。なお、敷地内にあつては、評価した火線強度に応じ、防火帯を設けるものとする。原子炉施設と防火帯の外縁（火炎側）までの距離については、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参考に、評価した火炎輻射強度に応じた危険距離（熱的影響評価対象施設の壁温度が許容温度（200℃）を超える距離）を上回るように設定する。防火帯は、外部火災防護施設への影響（障壁となる他施設の有無）を踏まえて設ける。

森林火災の熱的影響評価における許容限界は、森林境界（想定される発火点から防火帯までの経路において、原子炉施設に最も近接する地点）における植生等から評価される火炎輻射強度に対して、熱的影響評価対象施設の壁温度について、200℃を許容限界とし、当該壁温度が、200℃を下回ることを確認することを基本とする。

外部火災の二次的影響については、ばい煙及び有毒ガスを想定する。外部火災の二次的影響を考慮する必要がある安全施設については、必要に応じて、ばい煙の除去に係る措置（フィルタの設置及び交換）を講じられるものとし、ばい煙による波及的影響（閉塞及び目詰まり）によって、必要な安全機能を損なわないものとするとともに、中央制御室については、外気の取り込みを遮断する措置により、その居住環境を維持できるものとする。

なお、敷地内外において、多量のばい煙や有毒ガスが原子炉施設に到達するおそれが確認された場合には、原子炉を停止する。外部火災発生時において原子炉施設外で想定される外部電源喪失等に対しては、原子炉保護系の作動等により、原子炉を自動停止するものとする。

3 について

(4) 近隣工場等の火災

近隣工場等の火災（近隣の作業施設の火災・爆発）にあつては、大洗研究所（南地区）敷地外 10km 以内の範囲において、石油コンビナート施設及び液化天然ガス（LNG）基地は存在

しないため、石油コンビナート及び液化天然ガス（LNG）基地の火災・爆発による損傷の防止は、設計上考慮しない。危険物貯蔵施設等の火災・爆発にあつては、危険物貯蔵施設の危険物屋外タンクや高圧ガス貯蔵設備（15t以上の液化石油ガス（LPG）及び1t以上の可燃性の高圧ガスを有する施設）における火災・爆発を想定する。また、危険物を搭載した車両の火災・爆発にあつては、敷地に隣接する国道51号線において、危険物を搭載した車両による火災・爆発を想定する。上記の他、ここでは、航空機が原子炉施設周辺で落下確率が 10^{-7} 回/炉・年以上になる地点へ落下し、火災が生じることも想定し、熱的影響評価を実施するものとする。

近隣工場等の火災の熱的影響評価における許容限界は、以下のとおりとする。

- (i) 危険物屋外タンクにおける燃料油量等から評価される火炎輻射強度に対して、熱的影響評価対象施設の壁温度について、 200°C を許容限界とし、当該壁温度が、 200°C を下回ることを確認することを基本とする。
- (ii) 高圧ガス貯蔵設備における可燃性ガス貯蔵量等から評価される危険限界距離を許容限界とし、熱的影響評価対象施設が当該距離を超える離隔距離を有するものとする。
- (iii) 危険物を搭載した車両の火災・爆発においては、消防法で定められた公道を通行可能な上限量（ 30m^3 ）のガソリンが搭載されたタンクローリーを対象とし、評価される火炎輻射強度に対して、熱的影響評価対象施設の壁温度について、 200°C を許容限界とし、当該壁温度が、 200°C を下回ることを確認することを基本とする。また、液化天然ガス（LNG）及び液化石油ガス（LPG）が積載された最大クラスのタンクローリー（積載量：15.1t）を対象とし、評価される危険限界距離を許容限界とし、熱的影響評価対象施設が当該距離を超える離隔距離を有するものとする。
- (iv) 航空機カテゴリ毎に選定した航空機における燃料油量等から評価される火炎輻射強度に対して、熱的影響評価対象施設の壁温度について、 200°C を許容限界とし、当該壁温度が、 200°C を下回ることを確認することを基本とする。

外部火災の二次的影響については、ばい煙及び有毒ガスを想定する。外部火災の二次的影響を考慮する必要がある安全施設については、必要に応じて、ばい煙の除去に係る措置（フィルタの設置及び交換）を講じられるものとし、ばい煙による波及的影響（閉塞及び目詰まり）によって、必要な安全機能を損なわないものとする。また、中央制御室については、外気の取り込みを遮断する措置により、その居住環境を維持できるものとする。

なお、敷地内外において、多量のばい煙や有毒ガスが原子炉施設に到達するおそれが確認された場合には、原子炉を停止する。外部火災発生時において原子炉施設外で想定される外部電源喪失等に対しては、原子炉保護系の作動等により、原子炉を自動停止するものとする。

添付書類六の以下の項目参照

- 2. 気象
- 3. 地盤

- 4. 水理
- 6. 社会環境
- 8. 火山
- 9. 竜巻
- 10. 生物

添付書類八の以下の項目参照

- 1. 安全設計の考え方