

HTTR 原子炉施設
設置許可基準規則への適合性について
第 6 条(その他の自然現象等)

令和 2 年 6 月 12 日

日本原子力研究開発機構 大洗研究所
高温ガス炉研究開発センター
高温工学試験研究炉部

第6条：外部からの衝撃による損傷防止

<目次>

1. 基本方針
 - 1.1 要求事項の整理
 - 1.2 設置許可申請書における記載
 - 1.3 設置許可申請書の添付書類における記載
 - 1.3.1 安全設計方針
 - 1.3.2 気象等
 - 1.3.3 設備等

2. HTTR 原子炉施設の外部からの衝撃による損傷防止（その他の自然現象等）
（適合性説明資料）

< 概 要 >

試験研究用等原子炉施設の設置許可基準規則の要求事項を明確化するとともに、それら要求に対する HTTR 原子炉施設の適合性を示す。

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

外部からの衝撃による損傷の防止について、設置許可基準規則第6条の要求事項を明確化する（表1）。

表1 設置許可基準規則第6条 要求事項

設置許可基準規則 第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）	備考
1 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。	

1.2 設置許可申請書における記載

1.2.1 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

(i) 原子炉施設は、(1) 耐震構造、(2) 耐津波構造に加え、次の基本方針のもとに安全設計を行う。

a. (外部からの衝撃による損傷の防止)

安全施設は、原子炉施設敷地で予想される自然現象(洪水・降水、風(台風)、竜巻、凍結、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災)又はその組合せに遭遇した場合において、自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結果として原子炉施設で生じ得る環境条件においても安全機能を損なわない設計とする。

上記に加え、重要安全施設は、科学的技術的知見を踏まえ、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じる応力をそれぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して、適切に組み合わせる。

また、安全施設は、敷地及びその周辺において想定される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(飛来物(航空機落下等)、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害)に対して安全機能を損なわない設計とする。

想定される自然現象及び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に対しては、必要に応じて設備と運用による対策を組み合わせた措置を講じることにより、安全施設が安全機能を損なわない設計とする。また、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等への措置を含める。

1.3 設置許可申請書の添付書類における記載

1.3.1 安全設計方針

(1) 設計方針

1. 安全設計

1.1 安全設計の方針

1.1.1 安全設計の基本方針

1.1.1.4 外部からの衝撃

安全施設は、原子炉施設敷地で想定される洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等の自然現象(地震及び津波を除く。)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。また、自然現象の組合せにおいては、風(台風)、積雪及び火山の影響による荷重の組合せを考慮した設計とする。

上記に加え、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じる応力を適切に考慮した設計とする。

さらに、安全施設は、原子炉施設敷地内又はその周辺において想定される飛来物(航空機落下等)、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等の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設計とする。

(2) 適合性

(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

安全施設は、以下のとおり構造物及び機器の条件を設定し、地震及び津波以外の想定される自然現象によって原子炉施設の安全性が損なわれないようにする。

(1) 風(台風)

敷地付近で観測された瞬間最大風速は、水戸地方気象台の観測記録(1937年～2013年)によれば44.2m/s(1939年8月5日)であるが、風荷重に対する設計は、日本の最大級の台風を考慮した建築基準法に基づいて行う。

(2) 洪水・降水

敷地は、太平洋に面した標高約35～40mの鹿島台地にあり、原子炉施設は標高約36.5mに設置している。敷地内には、窪地をせき止めて造成した夏海湖があり、水位は標高約29m、水深は約6mである。敷地に降った雨水等の表流水のほとんどは夏海湖に集まり、一般排水溝に流れる経路となるが、大雨等により万一夏海湖から溢れた場合でも、地形的な関係から敷地北部の谷地を流れる経路となり、谷地や水路を伝って洶沼に流れる。このような地形及び表流水の状況からみて洪水による被害は考えられない。また、夏海湖は那珂川から中継ポンプ場を介して取水しているため、河川の増水等の影響により夏海湖へ流入することはない。

(3) 積雪

水戸地方気象台の観測記録(1897年～2013年)によれば積雪量の日最大値は32cm(1945年2月26日)であるが、積雪40cm相当とし、茨城県建築基準法関係条例に基づく積雪単位重量指定値により設計を行う。

(4) 凍結

敷地付近の水戸地方気象台での記録(1897年～2013年)によれば、最低気温は-12.7℃(1952年2月5日)、月平均最低気温は-3.1℃(1月)であるが、屋外機器で凍結のおそれのあるものは、必要に応じ、上記の最低気温に、適切な余裕をもった設計値で凍結防止対策を行う。

(5) 落雷

雷害防止として、建築基準法に基づき排気筒へ避雷針を設置する。また、避雷針の接地極として、接地網を布設して接地抵抗の低減を図る。

安全保護系である原子炉保護設備及び工学的安全施設の計装ケーブル及び制御ケーブルはシールドケーブルを採用するとともに、屋外に敷設されるケーブルについては、鉄筋コンクリートトレンチ、金属製トレイ又は金属製電線管に収納し接地する。

(6) 火山の影響

火山防護施設は、降下火砕物による影響に対して、原子炉建家及び使用済燃料貯蔵建家を外殻として防護することにより安全機能を損なわない設計とする。このため、原子炉建家及び使用済燃料貯蔵建家は、想定する降下火砕物の層厚50cm(湿潤密度1.5g/cm³)の荷重に加え、常時作用する荷重及び自然現象(積雪、風)の荷重を適切に組み合わせた荷重に耐える設計とする。また、降下火砕物の降灰と設計基準事故が同時に発生する頻度は低いことから、設計基準事故時荷重と降下火砕物との組合せは考慮しない。

降下火砕物により施設に影響が及ぶおそれがある場合には、原子炉の停止、換気系の停止、建家屋根に堆積した降下火砕物の除去作業等の必要な措置を行う。

(7) 生物学的事象

原子炉施設は、海水及び夏海湖の取水を行っていないため、海生生物や微生物等による影響はない。補機冷却水設備冷却塔は、微生物等の発生による影響を軽減するため、薬液注入による対策を行い、定期的に点検・清掃を行えるよう点検口等を設ける。

小動物の侵入については、屋外設置の端子箱貫通部等にシールを行うことにより防止する。

(8) 竜巻

竜巻防護施設は、最大風速 100m/s の竜巻が発生した場合においても、竜巻による風圧力による荷重、気圧差による荷重及び飛来物の衝突荷重を組み合わせた荷重等に対して、安全機能を損なわない設計とする。また、設計竜巻と設計基準事故が同時に発生する頻度は低いことから、設計基準事故時荷重と設計竜巻との組合せは考慮しない。

施設に影響が及ぶおそれがある竜巻の接近が予測された場合は、原子炉の停止操作を行うとともに、車両の退避等の必要な措置を講ずる。

(9) 森林火災

森林火災について外部火災評価ガイドを参考に影響評価を実施し、防火帯を確保することにより、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、冷却塔及び排気筒の外殻のコンクリート表面温度を許容温度(200℃)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。固定モニタリング設備については、代替措置を講じることにより安全機能を損なわない設計とする。

また、敷地内において火災が発生した場合は、公設消防隊による消火活動の他、自衛消防隊が出動し、散水等の延焼防止措置を行う。

(10) 地滑り

敷地には、地滑りの素因となるような地形の存在は認められないことから、安全施設の安全機能を損なうような地滑り等が生じることはない。

自然現象の組合せについては、原子炉施設敷地で想定される自然現象（地震を除く。）として抽出された 10 事象のうち、素因となる地形の存在が認められない地滑りを除いた 9 事象について、自然現象が施設に与える影響（荷重、浸水、温度及び電氣的影響）の観点から、同時に発生することにより影響が大きくなる事象の組合せを検討した結果、自然現象の組合せによる影響が生じる可能性があるものとして、風（台風）、積雪及び火山の降下火砕物による荷重の組合せを抽出する。抽出した自然現象の組合せに対して、安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

2 について

原子炉施設のうち、次に示す重要安全施設は、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じる応力をそれぞれの因果関係及び時間的変化を考慮して、適切に組み合わせる設計とする。

(1) クラス 1

(2) PS-2 のうち機能喪失した場合に周辺公衆へ過度の被ばくを及ぼす可能性のある系統及び MS-2 のうち設計基準事故時にプラント状態を把握する機能を有する系統

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は、第 1 項において選定した自然現象に含まれる。HTTR では、重要安全施設は全て原子炉建家内に内包されており、自然現象に対しては建家を外殻として防護する設計としている。このため、自然現象の衝撃が重要安全施設に作用することはない。また、設計基準事故時に建家の健全性に影響を与える有意な応力が生じることもない。

このことから、自然現象により重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力を組み合わせる必要はなく、重要安全施設は、個々の自然現象に対して、安全機能を損なわない設計とする。

3 について

安全施設は、敷地及びその周辺において想定される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設計とする。

想定される人為事象としては、航空機落下、ダムの崩壊、爆発、近隣工場の火災、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害が挙げられる。

(1) 航空機落下

原子炉施設への航空機の落下確率の評価については「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ついて」(平成 14・07・29 原院第 4 号(平成 14 年 7 月 30 日原子力安全・保安院制定))等に基づき実施する。航空機の落下確率の評価に当たっては、標的面積を算出する際に考慮する施設は、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家及び冷却塔とする。また、HTTR 原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家及び冷却塔の特徴を踏まえ、有視界飛行方式民間航空機の落下事故に係る小型機の係数を 1 として評価を行う。評価した結果、約 6.0×10^{-8} 回/炉・年であり、防護設計の要否を判断する基準である 10^{-7} 回/炉・年を超えない。したがって、航空機落下を考慮する必要はない。

(2) ダムの崩壊

原子炉施設の近くには、崩壊により原子炉施設に影響を及ぼすようなダムはないため、ダムの崩壊による安全施設への影響については考慮する必要はない。

(3) 爆発

原子炉施設の近くには、爆発により安全施設に影響を及ぼすような爆発物の製造及び貯蔵設備はない。

(4) 近隣工場等の火災

近隣の産業施設の火災・爆発について外部火災評価ガイドを参考に、敷地外 10km 以内の石油コンビナート等の火災・爆発及び敷地内の危険物貯蔵設備等の火災を考慮した評価を実施した結果、以下のとおり、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。

石油コンビナート等の施設の影響については、敷地外 10km 以内の範囲において、石油コンビナート施設、LNG 基地は存在しないため考慮する必要はない。敷地外 10km 以内の範囲において、石油コンビナート施設以外の産業施設としては、危険物貯蔵施設屋外タンク等が存在するが、これらの施設と安全施設までの距離は十分あり、火災・爆発の影響を受けることはない。

敷地内に存在する危険物貯蔵施設屋外タンクの火災として、原子炉施設までの距離が最短かつ燃料量が最大である HTTR 機械棟屋外タンクの火災が発生した場合の影響評価を実施した結果、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、冷却塔及び排気筒の外殻のコンクリート表面温度は許容温度 200℃を下回り、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。

敷地内に存在するナトリウム取扱施設（一般取扱施設）のナトリウム火災が発生した場合の影響評価を実施した結果、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、冷却塔及び排気筒の外殻のコンクリート表面温度は許容温度 200℃を下回り、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。また、ナトリウム火災で発生する燃焼生成物の濃度は、HTTR 施設周辺では十分に低く、燃焼生成物に対する防護の必要性はない。

なお、敷地内には高圧ガス貯蔵設備があるが、危険限界距離が原子炉施設までの距離を十分に下回っており安全施設の安全機能を損なうおそれはない。

航空機墜落による火災について、外部火災評価ガイドを参考に、落下カテゴリごとに選定した航空機を対象に影響評価を実施した結果、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、冷却塔及び排気筒の外殻のコンクリート表面温度は許容温度 200℃を下回り、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。また、森林火災と航空機墜落による火災の重畳及び危険物貯蔵施設屋外タンクの火災と航空機墜落による火災の重畳について影響評価を実施した結果、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、冷却塔及び排気筒の外殻のコンクリート表面温度は許容温度 200℃を下回り、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。

(5) 有毒ガス

原子炉施設周辺には、石油コンビナート等の大規模な有毒物質を貯蔵する固定施設はない。陸上輸送等の可動施設についても、敷地は幹線道路と幹線道路以外の一般道路（以下「生活道路」という。）に隣接しているが、幹線道路から原子炉施設は十分に離れているため、敷地に隣接する生活道路を除く敷地外を発生源とした有毒ガスの影響を考慮する必要はない。

敷地に隣接する生活道路において、危険物を搭載した車両の事故等により有毒ガスが発生し、中央制御室での活動性に影響を及ぼすおそれが生じた場合は、中央制御室系換気空調装置の外気遮断運転や原子炉の停止等の必要な措置を行う。

敷地内については、有毒ガスの発生源になると考えられる有毒物質を保管する屋外タンクや運搬するタンクローリー等は保有しておらず、有毒ガスの発生源になると考えられる有毒物質の HTTR 原子炉施設周辺の屋内取扱場所には吸着材を有する排気処理設備を設置しているため、敷地内を発生源とした有毒ガスの影響を考慮する必要はない。

(6) 船舶の衝突

原子炉施設の東側には海岸があるが、原子炉施設からは十分離れており、船舶の衝突を考慮する必要はない。

(7) 電磁的障害

安全機能を有する安全保護回路は、施設内で発生する電磁干渉や無線電波干渉等により機能が喪失しないよう、絶縁回路の設置によるサージ・ノイズの侵入を防止するとともに、鋼製筐体の適用等により電磁波の侵入を防止し、電磁的障害の発生を防止する設計とする。

1.3.2 気象等

該当無し

1.3.3 設備等

該当無し

2. HTTR 原子炉施設

外部からの衝撃による損傷防止（その他の自然現象等）

（適合性説明資料）

目次

1. 設計上想定される自然現象及び人為事象の選定について
2. 自然現象の評価
3. 人為事象の評価

1. 設計上想定される自然現象及び人為事象の選定について

設計基準において想定される自然現象(地震及び津波を除く。)(以下「自然現象」という。)及び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。)(以下「人為事象」という。)について、選定は設置許可基準規則の第6条の解釈第2項及び第8項に示されている以下の例示を参考に行った。

第6条(外部からの衝撃による損傷の防止)

(中略)

2 第1項に規定する「想定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に、洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等から適用されるものをいう。

(中略)

8 第3項に規定する「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。)」とは、敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるものであり、飛来物(航空機落下等)、ダム の崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等をいう。

HTTR 原子炉施設において想定した事象を以下に示す。

【自然現象】

- ・ 風(台風)
- ・ 洪水・降水
- ・ 積雪
- ・ 凍結
- ・ 落雷
- ・ 火山の影響
- ・ 生物学的事象
- ・ 竜巻
- ・ 森林火災
- ・ 地滑り

【人為事象】

- ・ 航空機落下
- ・ ダムの崩壊
- ・ 爆発
- ・ 近隣工場等の火災
- ・ 有毒ガス
- ・ 船舶の衝突
- ・ 電磁的障害

なお、解釈に示される事象が例示であることを踏まえて、選定した事象についてIAEAの安全基準と比較し、設計基準として想定するものとして妥当であると判断している(参考資料1参照)。

このように、事象選定の段階において、設置許可基準規則解釈に示される自然現象及び人為事象については網羅的に抽出した上で、さらにIAEA基準を参照しHTTRの立地条件を踏まえて追加すべき評価対象がないことを確認して、想定される自然現象及び人為事象として申請書に記載している。その後、選定した事象について評価段階において、再度立地条件等を踏まえた評価を行い、考慮すべき事象の可否を判断している。

2. 自然現象の評価

HTTR 原子炉施設で選定した自然現象に対する評価を以下に記載する。

(1) 風（台風）

観測記録を最新に見直したこと以外は従前の設計方針と同じである。

敷地付近で観測された瞬間最大風速は、水戸地方気象台の観測記録（1937年～2013年）によれば44.2m/s(1939年8月5日)であるが、風荷重に対する設計は、日本の最大級の台風を考慮した建築基準法に基づいて行っている。水戸地方気象台での2013年までの観測記録によれば、瞬間最大風速に変更はなく、風（台風）による被害を受けることはないと判断した。

(2) 洪水・降水

従前の設計方針と同じである。

敷地は、太平洋に面した標高約35～40mの鹿島台地にあり、HTTR 原子炉施設は標高約36.5mに設置している。敷地内には、窪地をせき止めて造成した夏海湖があり、水位は標高約29m、水深は約6mである。敷地に降った雨水等の表流水のほとんどは夏海湖に集まり、一般排水溝に流れる経路となるが、大雨等により万一夏海湖から溢れた場合でも、地形的な関係から敷地北部の谷地を流れる経路となり、谷地や水路を伝って涸沼に流れる。このような地形及び表流水の状況からみて洪水による被害は考えられない。

（図 2.1 参照）

また、夏海湖は那珂川から中継ポンプ場を介して取水しているため、河川の増水等の影響により夏海湖へ流入することはない。

なお、水戸地方気象台の観測記録（1906年～2013年）によれば1時間降水量の最大値は81.7mm/hであるが、HTTR 原子炉施設の排水設備は、「構内舗装・排水設計基準」^[1]に基づき、関東地方における降雨強度を考慮し、強度90mm/h以上で設計していることから、降水による影被害を受けることはないと判断した。

[1] 「構内舗装・排水設計基準 平成13年度版」、社団法人公共建築協会



図 2.1 HTTR 原子炉施設周辺の地形

国土地理院（電子国土 Web）地理院地図に加筆

(3) 積雪

観測記録を最新に見直したことから従前の設計方針と同じである。

水戸地方気象台の観測記録（1897 年～2013 年）によれば積雪量の日最大値は 32cm(1945 年 2 月 26 日)であるが、積雪 40cm 相当とし、茨城県建築基準法関係条例に基づく積雪単位重量指定値により設計を行っている。水戸地方気象台での 2013 年までの観測記録によれば、積雪量の日最大値に変更はなく、積雪による被害を受けることはないと判断した。

(4) 凍結

観測記録を最新に見直したことから従前の設計方針と同じである。

敷地付近の水戸地方気象台での記録（1897 年～2013 年）によれば、最低気温は -12.7°C (1952 年 2 月 5 日)であるが、屋外機器で凍結のおそれのあるものは、必要に応じ、上記の最低気温に、適切な余裕をもった設計値で凍結防止対策を行う。水戸地方気象台での 2013 年までの観測記録によれば、最低気温、月平均最低気温に変更はなく、凍結による被害を受けることはないと判断した。

(5) 落雷

従前の設計方針と同じである。

雷害防止として、建築基準法に基づき排気筒へ日本工業規格（JIS）に準拠した避雷針を設置している。なお、避雷設備の技術上の基準として指定している JIS 規格については、2003 年に改正されているが、改正前の JIS 規格による避雷針は適合しているものとみなされていることから、安全性に影響はないと判断している。

(6) 火山の影響

設置許可基準規則に基づき、新たに設計方針を追加した項目である。

火山防護施設は、降下火砕物による影響に対して、原子炉建家及び使用済燃料貯蔵建家を外殻として防護することにより安全機能を損なわない設計とする。このため、原子炉建家及び使用済燃料貯蔵建家は、想定する降下火砕物の層厚 50cm（湿潤密度 1.5g/cm³）の荷重に加え、常時作用する荷重及び自然現象（積雪、風）の荷重を適切に組み合わせた荷重に耐える設計とする。また、降下火砕物の降灰と設計基準事故が同時に発生する頻度は低いことから、設計基準事故時荷重と降下火砕物との組み合わせは考慮しない。

降下火砕物により施設に影響が及ぶおそれがある場合には、原子炉の停止、換気系の停止、建家屋根に堆積した降下火砕物の除去作業等の必要な措置を行う。

詳細評価については、別途、火山の影響評価において実施するため、本資料の対象外とする。

(7) 生物学的事象

設置許可基準規則に基づき、新たに設計方針を追加した項目である。

考慮すべき生物学的影響として海生生物、微生物及び小動物の侵入を想定する。原子炉施設は、海水及び夏海湖の取水を行っていないため、海生生物や微生物等による影響はない。補機冷却水設備冷却塔は、微生物等の発生による影響（配管の目詰まり、スライム発生等）を軽減するため、薬液注入による対策を行い、定期的に点検・清掃を行えるよう点検口等を設けている。

小動物の侵入については、屋外設置の端子箱貫通部等にはシールを行っており防止できる。

(8) 竜巻

設置許可基準規則に基づき、新たに設計方針を追加した項目である。

竜巻防護施設は、最大風速 100m/s の竜巻が発生した場合においても、竜巻による風圧力による荷重、気圧差による荷重及び飛来物の衝突荷重を組み合わせた荷重等に対して、安全機能を損なわない設計とする。また、設計竜巻と設計基準事故が同時に発生する頻度は低いことから、設計基準事故時荷重と設計竜巻との組み合わせは考慮しない。

施設に影響が及ぶおそれがある竜巻が接近した場合には、原子炉の停止操作を行うとともに、車両の退避等の必要な措置を講ずる。

詳細評価については、別途、竜巻の影響評価において実施するため、本資料の対象外とする。

(9) 森林火災

設置許可基準規則に基づき、新たに設計方針を追加した項目である。

森林火災について外部火災評価ガイドを参考に影響評価を実施し、防火帯を確保することにより、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、冷却塔及び排気筒の外殻のコンクリー

ト表面温度を許容温度(200℃)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。固定モニタリング設備については、代替措置を講じることにより安全機能を損なわない設計とする。

また、敷地内において火災が発生した場合は、公設消防隊による消火活動の他、自衛消防隊が出動し、散水等の延焼防止措置を行う。

詳細評価については、別途、外部火災（森林火災）において実施するため、本資料の対象外とする。

(10) 地滑り

設置許可基準規則に基づき、新たに設計方針を追加した項目である。

設置許可申請書添付書類六 3.4.2.1 項において「変動地形調査結果において、敷地には地すべり地形及びリニアメントは認められない」としており、地滑りによる被害を受けることはないと判断した。

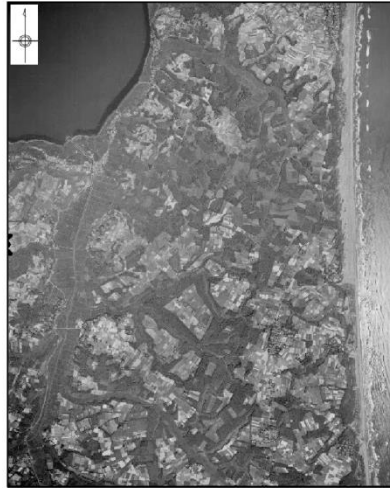
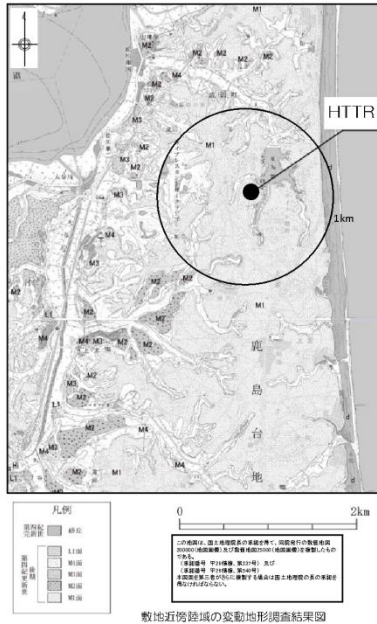
詳細評価については、別途、地質・地質構造の評価において実施するため、本資料の対象外とする。敷地の地形等の概要について図 2.2 に示す。

なお、敷地は、大洗町及び銚田市が作成したハザード土砂災害等のハザードマップにおいて、土砂災害警戒区域には指定されていない。大洗町及び銚田市のハザードマップを図 2.3 及び 2.4 に示す。



敷地の地形及び地質の概要

第225回審査会合
資料2-3 再掲



※) 撮影時点において、敷地は、耕作地、林地等であり、著しい地形変化はされていません。

HTTR建設前の空中写真
(1964年撮影)

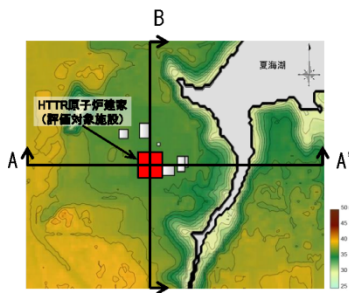
- 空中写真判読等の結果、敷地にはリニアメント及び地すべり地形は認められない。
- 文献等では、地すべり地形は報告されていない。



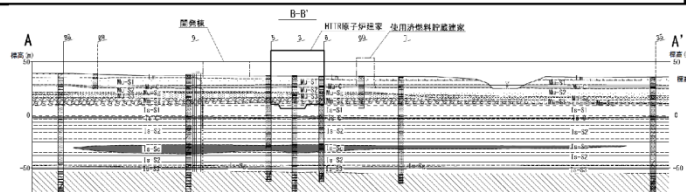
5. 周辺斜面の影響

第225回審査会合
資料2-5 修正

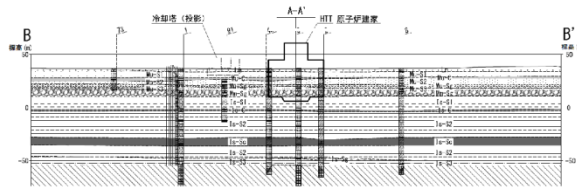
JEAG4601-2015に基づく評価対象とすべき斜面は「斜面法尻からSクラス施設との離間距離が、約50 m以内あるいは斜面高さの約1.4倍以内の斜面」とされており、原子炉建家の周辺に斜面は存在せず、周辺斜面の影響はない。



評価対象施設配置図



A-A' 断面図



B-B' 断面図

原子炉建家の周辺に評価対象とすべき斜面は存在せず、周辺斜面の影響はないことを確認した。

図 2.2 敷地の地形等の概要

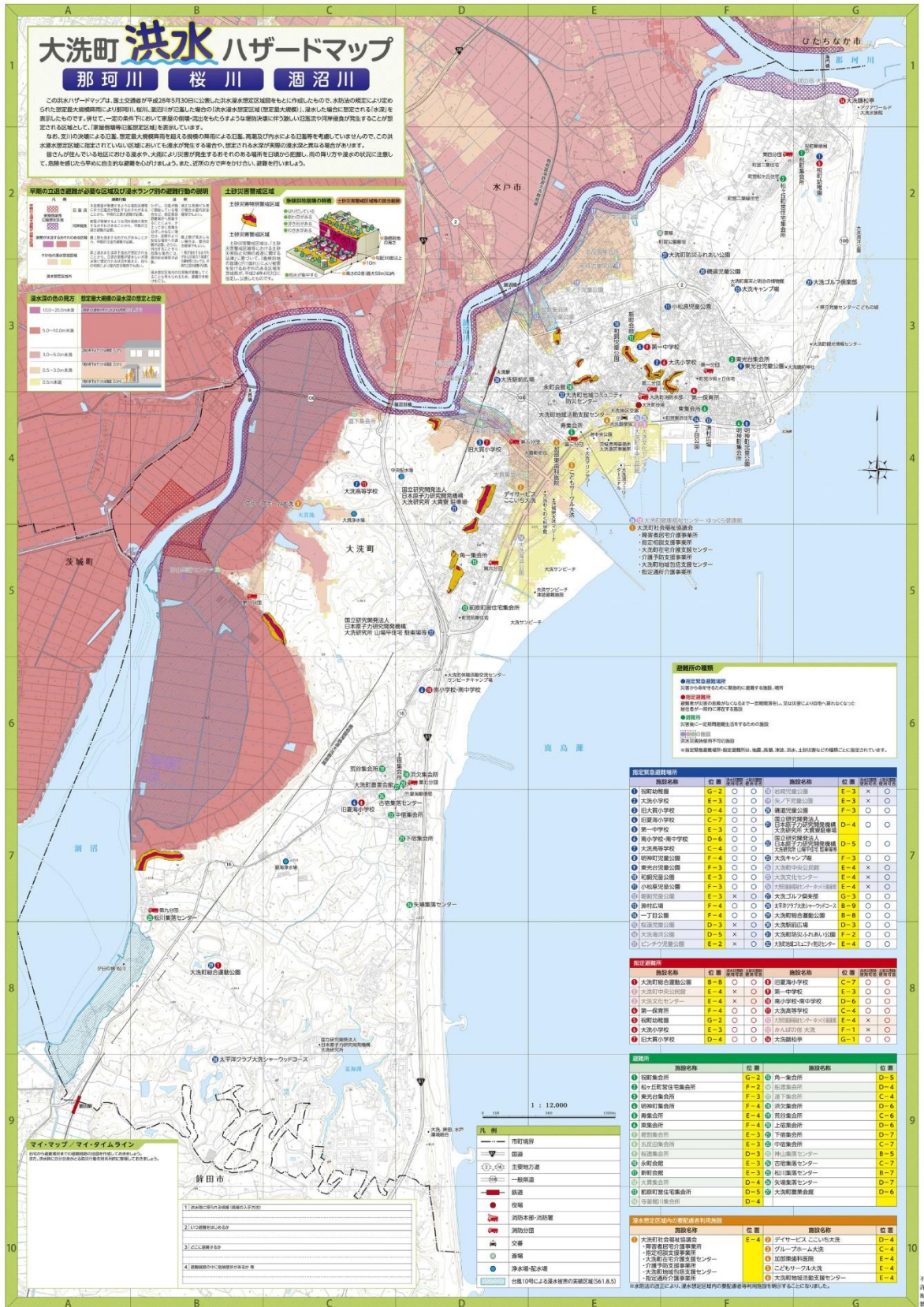


図 2.3 大洗町のハザードマップ

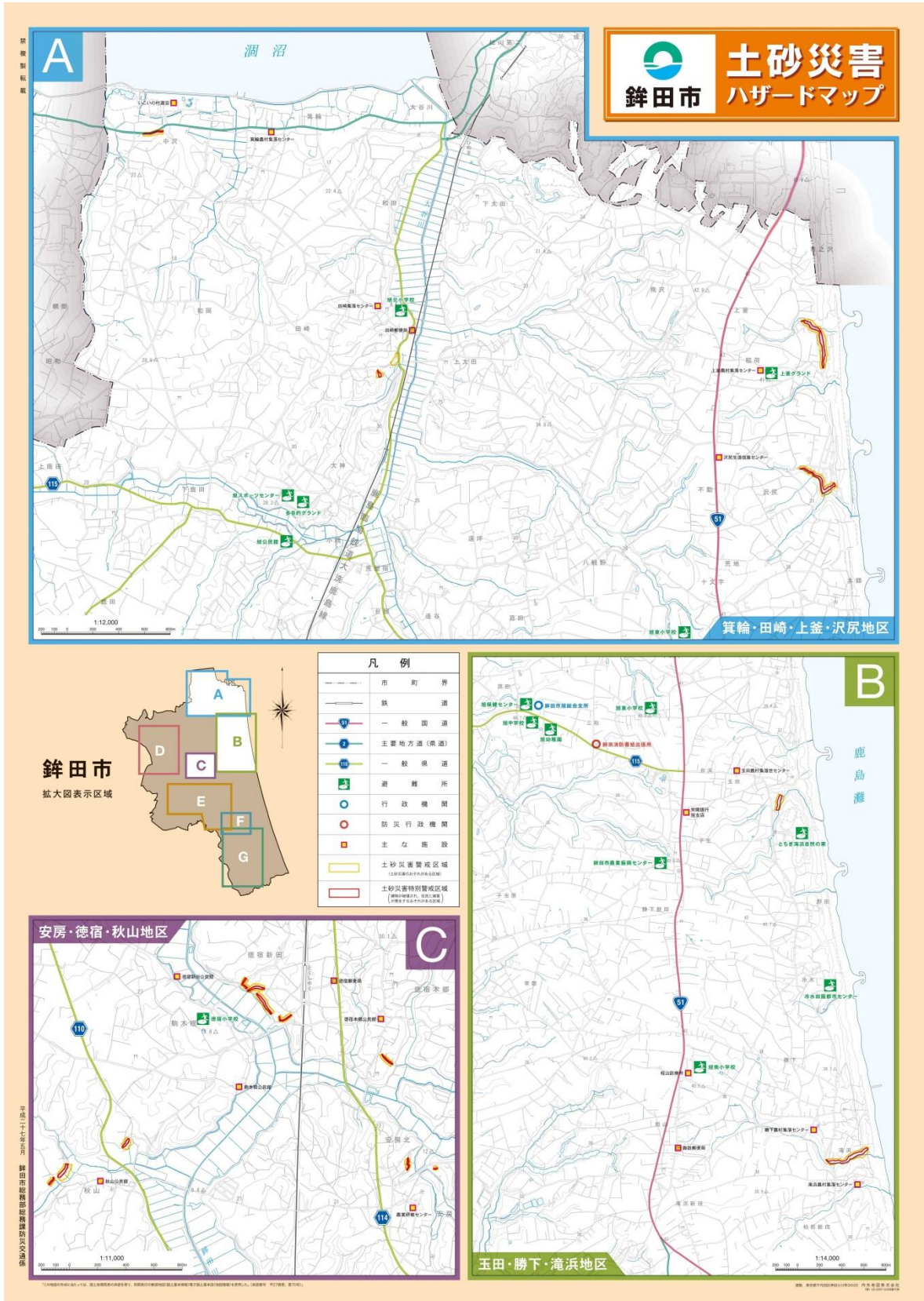


図 2.4 銚田市のハザードマップ

3. 人為事象の評価

HTTR 原子炉施設で選定した人為事象に対する評価を以下に記載する。

(1) 航空機落下

原子炉施設への航空機の落下確率の評価については「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ついて」(平成 14・07・29 原院第 4 号(平成 14 年 7 月 30 日原子力安全・保安院制定))等に基づき実施する。航空機の落下確率の評価に当たっては、標的面積を算出する際に考慮する施設は、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家及び冷却塔とする。また、HTTR 原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家及び冷却塔の特徴を踏まえ、有視界飛行方式民間航空機の落下事故に係る小型機の係数を 1 として評価を行う。評価した結果、約 6.0×10^{-8} 回/炉・年であり、防護設計の要否を判断する基準である 10^{-7} 回/炉・年を超えない。したがって、航空機落下を考慮する必要はない。

詳細評価については、別途、航空機落下の評価において実施するため、本資料の対象外とする。

(2) ダムの崩壊

設置許可基準規則に基づき、新たに設計方針を追加した項目であるが、以下の理由に考慮する必要がないとした。

HTTR 原子炉施設周辺地域のダムとしては、大洗研究所（北地区）の敷地から北西方向約 20km の地点に楮川（こうぞがわ）ダムが存在するが、敷地との距離が十分離れていることから、ダムの崩壊等による影響はない。（図 3.1 参照）



図 3.1 大洗研究所（北地区）周辺地域のダム

国土地理院（電子国土 Web）地理院地図に加筆

(3) 爆発

設置許可基準規則に基づき、新たに設計方針を追加した項目であるが、以下の理由により考慮する必要がないとした。

大洗研究所（北地区）の敷地外 10km 以内には、石油コンビナート等特別防災区域に指定される石油コンビナート施設はないことから、石油コンビナート施設の爆発による影響はない。（図 3.2 参照）



図 3.2 石油コンビナート等特別防災区域に指定される石油コンビナート施設

国土地理院（電子国土 Web）地理院地図に加筆

(4) 近隣工場等の火災

設置許可基準規則に基づき、新たに設計方針を追加した項目である。

近隣の産業施設の火災・爆発について外部火災評価ガイドを参考に、敷地外 10km 以内の石油コンビナート等の火災・爆発及び敷地内の危険物貯蔵設備等の火災を考慮した評価を実施した結果、以下のとおり、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。

石油コンビナート等の施設の影響については、敷地外 10km 以内の範囲において、石油コンビナート施設、LNG基地は存在しないため考慮する必要はない。敷地外 10km 以内の範囲において、石油コンビナート施設以外の産業施設としては、危険物貯蔵施設屋外タンク等が存在するが、これらの施設と安全施設までの距離は十分あり、火災・爆発の影響を受けることはない。

敷地内に存在する危険物貯蔵施設屋外タンクの火災として、原子炉施設までの距離が最短かつ燃料量が最大である HTTR 機械棟屋外タンクの火災が発生した場合の影響評価を実施した結果、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、冷却塔及び排気筒の外殻のコンクリート表面温度は許容温度 200℃を下回り、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。

敷地内に存在するナトリウム取扱施設（一般取扱施設）のナトリウム火災が発生した場合の影響評価を実施した結果、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、冷却塔及び排気筒の外殻のコンクリート表面温度は許容温度 200℃を下回り、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。また、ナトリウム火災で発生する燃焼生成物の濃度は、HTTR 施設周辺では十分に低く、燃焼生成物に対する防護の必要性はない。

なお、敷地内には高圧ガス貯蔵設備があるが、危険限界距離が原子炉施設までの距離を十分に下回っており安全施設の安全機能を損なうおそれはない。

航空機墜落による火災について、外部火災評価ガイドを参考に、落下カテゴリごとに選定した航空機を対象に影響評価を実施した結果、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、冷却塔及び排気筒の外殻のコンクリート表面温度は許容温度 200℃を下回り、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。また、森林火災と航空機墜落による火災の重畳及び危険物貯蔵施設屋外タンクの火災と航空機墜落による火災の重畳について影響評価を実施した結果、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、冷却塔及び排気筒の外殻のコンクリート表面温度は許容温度 200℃を下回り、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。

詳細評価については、別途、外部火災（近隣工場等の火災）の影響評価において実施するため、本資料の対象外とする。

(5) 有毒ガス

設置許可基準規則に基づき、新たに設計方針を追加した項目である。

大洗研究所（北地区）の敷地は幹線道路と幹線道路以外の一般道路（以下「生活道路」という。）に隣接している。敷地に隣接する幹線道路は国道 51 号線であり、国道 51 号線と HTTR 原子炉施設の距離は約 800m である。（図 3.3 参照）また、敷地外 10km 以内には、石油コンビナート等特別防災区域に指定される石油コンビナート施設はない。幹線道路及び石油コンビナート施設から原子炉施設は十分に離れていることから、敷地に隣接する生活道路を除く敷地外を発生源とした有毒ガスの影響を考慮する必要はない。

敷地に隣接する生活道路と HTTR 原子炉施設の距離は約 300m である。（図 3.3 参照）敷地に隣接する生活道路において、危険物を搭載した車両の事故等により有毒ガスが発生し、中央制御室での活動性に影響を及ぼすおそれが生じた場合は、中央制御室系換気装置の外気遮断運転や原子炉の停止等の必要な措置を行う。

敷地内については、有毒ガスの発生源になると考えられる有毒物質を保管する屋外タンクや運搬するタンクローリー等は保有していない。HTTR 原子炉施設周辺において屋内に貯蔵している有毒物質については、HTTR 機械棟内に苛性ソーダ及び硫酸を貯蔵しているが、これらの溶液は揮発性が低いことから漏えいしたとしても影響はない。また、HTTR 開発棟内のパネルハウスに収納されている連続水素製造試験装置においてはヨウ素、ヨウ化水素、ヨウ化水素酸、硫酸及び二酸化硫黄が系統内に存在するが、パネルハウス内の空気は吸着材として活性炭を有する除害装置を備えた排気処理設備を通して屋外に常時排出されているため、連続水素製造試験装置からの有毒物質の漏えいにより有毒ガスが発生したとしても影響はない。これらのことから、敷地内を発生源とした有

毒ガスの影響を考慮する必要はない。図 3.4 に、HTTR 原子炉施設周辺の建家および HTTR 開発棟パネルハウス排気処理設備排気口の位置を示す。

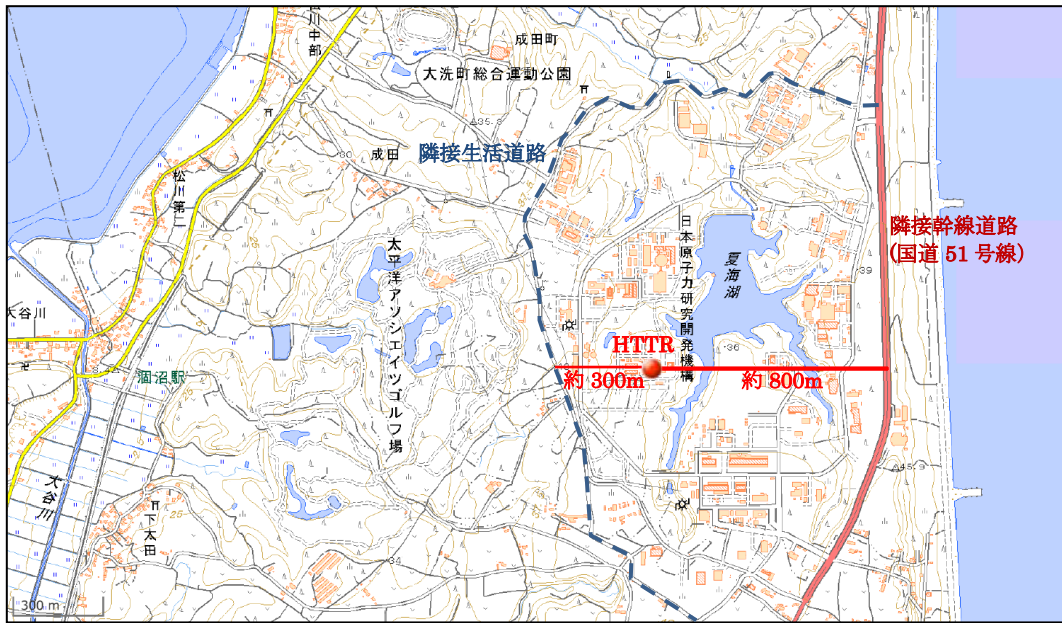


図 3.3 大洗研究所（北地区）に隣接する道路

国土地理院（電子国土 Web）地理院地図に加筆

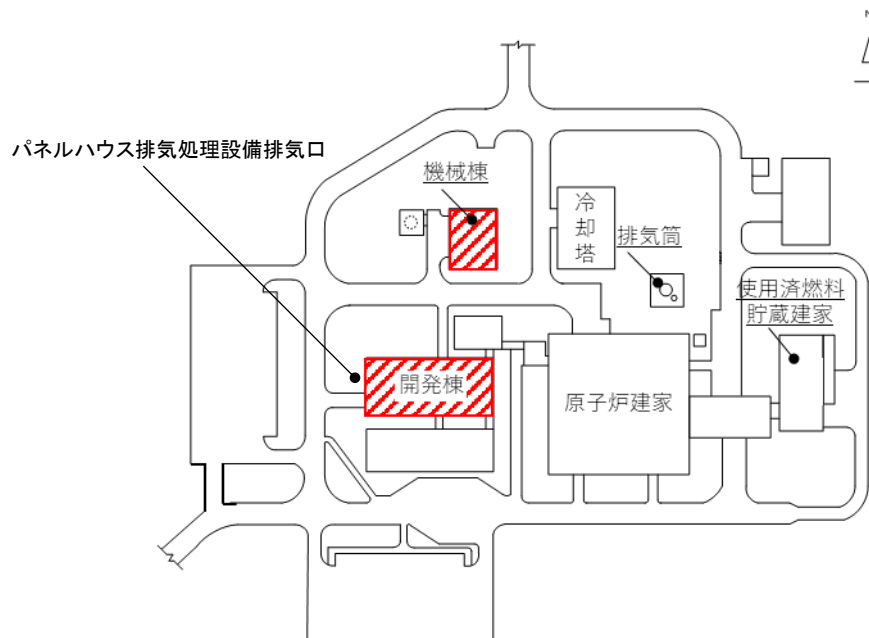


図 3.4 HTTR 原子炉施設周辺図

(6) 船舶の衝突

設置許可基準規則に基づき、新たに設計方針を追加した項目であるが、以下の理由により考慮する必要がないとした。

原子炉施設は、港湾等を有しておらず、大洗研究所（北地区）の北方約5kmに大洗港があるが、原子炉施設からは十分離れており、HTTR原子炉施設は海水の取水を行っていないため、船舶の衝突や座礁により重油等が流出したとしても影響はない。(図3.5参照)

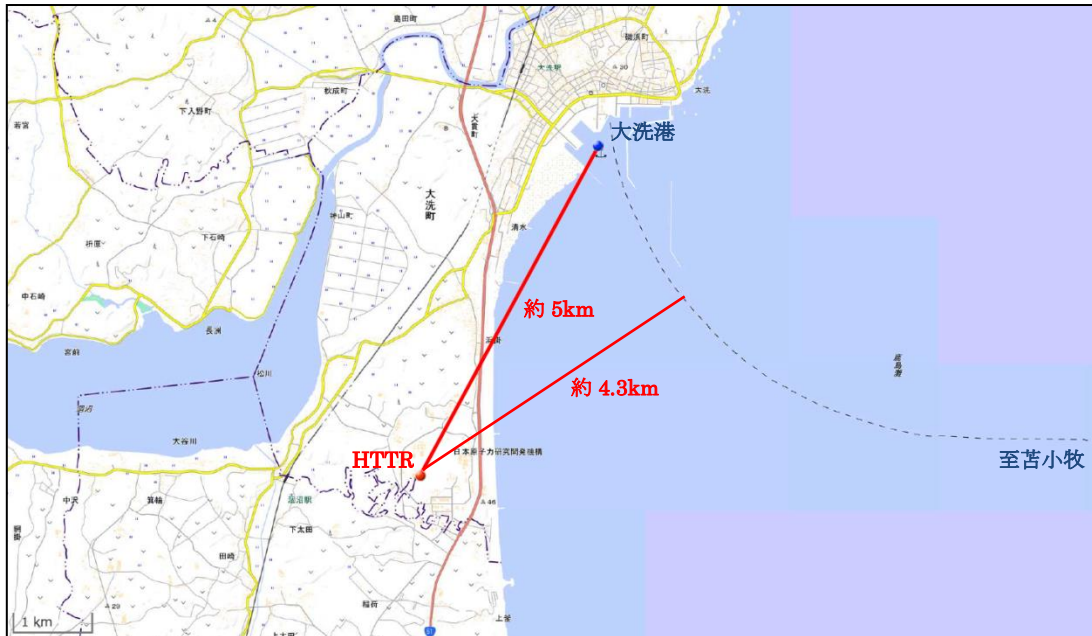


図 3.5 大洗研究所（北地区）周辺地域の港湾

国土地理院（電子国土 Web）地理院地図に加筆

(7) 電磁的障害

設置許可基準規則に基づき、新たに設計方針を追加した項目である。

安全機能を有する安全保護回路は、施設内で発生する電磁干渉や無線電波干渉等により機能が喪失しないよう、絶縁回路の設置によるサージ・ノイズの侵入を防止するとともに、鋼製筐体の適用等により電磁波の侵入を防止し、電磁的障害の発生を防止している。

具体的には、原子炉保護設備及び工学的安全施設作動設備について、耐ノイズ、耐サージ、耐電圧性能、アイソレーションに係る以下の規格を適用して設計している。

①耐ノイズ、耐サージ

JEC-210/212 雷インパルス電圧 4kV

IEEE-std472 電磁サージ 2.5kV

②耐電圧

JIS-C0703/04 耐電圧 1.5kV 1 分間

③アイソレーション

JEAG-4608

自然現象及び人為事象の選定に係る IAEA 基準との比較

設置許可基準規則の解釈に示される自然現象及び人為事象が例示であることを踏まえて、選定した自然現象及び人為事象が設計基準として想定するものとして妥当であるかを検討した。検討に当たっては、IAEA 基準との比較を行うこととし、IAEA が研究炉に対して発行した安全基準「Safety Requirements (No.NS-R-4)⁽¹⁾」の「5.SITE EVALUATION」及び「Appendix, SELECTED POSTULATED INITIATING EVENTS FOR RESEARCH REACTORS」を参考とした。

HTTR 原子炉施設で想定した事象及び IAEA の安全基準との比較検討結果を次に示す。検討結果より、選定した事象については妥当であると判断している。

外部事象（自然現象）

IAEA 安全基準	HTTR	検討結果
気象現象（風）	○	風（台風）を評価対象としている。
気象現象（降水）	○	降水を評価対象としている。
気象現象（積雪）	○	積雪を評価対象としている。
気象現象（高温）	—	外気温度上昇により安全性が損なわれることはないこと、また外気温度は時間をかけて徐々に上昇するものであり、時間的余裕があることから追加考慮は不要と判断。
気象現象（低温）	—	凍結の評価に包含されるため追加考慮は不要と判断。
気象現象（高潮）	—	海水の取水を行っていないため追加考慮は不要と判断。
竜巻	○	竜巻を評価対象としている。
熱帯低気圧（台風）	○	風（台風）を評価対象としている。
洪水	○	洪水を評価対象としている。
傾斜不安定性（地滑り）	○	地滑りを評価対象としている。
傾斜不安定性（岩崩れ）	—	添付書類六の 3.地盤（周辺斜面の安定性）の影響評価に包含されるため追加考慮は不要と判断。
傾斜不安定性（雪崩）	—	原子炉施設周辺の地形から雪崩が発生することはないと追加考慮は不要と判断。
液状化	—	添付書類六の 3.地盤（液状化に対する安全性）の影響評価に包含されるため追加考慮は不要と判断。
火山	○	火山を評価対象としている。
落雷	○	落雷を評価対象としている。
砂嵐	—	原子炉施設の周辺に砂漠はなく発生しない。

		なお、関東ローム等による砂塵については、空調器の外気取入口に設置されたフィルタにより大部分を捕集可能であること、フィルタは容易に清掃又は取替が可能であることから追加考慮は不要と判断。
ひょう	—	ひょうの衝撃により安全機能に影響を及ぼす可能性は低いことから追加考慮は不要と判断。
地表下の凍結	○	凍結を評価対象としている。
生物学的影響	○	生物学的影響を評価対象としている。

外部事象（人為事象）

IAEA 安全基準	HTRR	検討結果
航空機落下	○	航空機落下を評価対象としている。
爆発	○	爆発を評価対象としている。
有毒ガス	○	有毒ガスを評価対象としている。
交通機関の事故（航空機除く）	○	船舶の衝突を評価対象としている。なお、主要幹線道路からの影響は有毒ガスと同じと考えられるため、有毒ガスの評価に包含される。
近隣施設からの影響	○	近隣工場等の火災を評価対象としている。
外部供給ラインの電力電圧上昇	—	大洗研究所（北地区）の外部電源は、大洗研究所の北受電所にて、東京電力（株）茨城給電所より 66kV 送電線 2 回線より、安定した電力供給を受けている。万一、外部電圧が異常に上昇した場合には、北受電所に設けている過電圧継電器が動作して遮断器を切り離すことにより外部電源が遮断され、HTRR 側では外部電源が喪失した状態になるが、外部電源（商用電源）喪失は、既に考慮済みのため追加考慮は不要と判断。
内部溢水	—	設置許可基準規則の第 9 条（溢水）の影響評価に包含される。

参考文献

- (1) Safety Requirements (No.NS-R-4) “Safety of Research Reactors”(IAEA, June 2005)

コメント事項

雷保護設備に係る JIS A 4201 においてどの保護レベル（保護効率）の避雷針を設置しているかを整理した上で、落雷によって HTTR の安全性が損なわれることがないか説明すること。

【回答】

1. 避雷設備に係る日本工業規格（JIS）の改正

- (1) 建築物等の避雷設備（避雷針）については、建築基準法及び消防法の関連法規により設置が義務づけられているが、避雷設備の技術上の基準として指定している JIS 規格については、2003 年に JIS A 4201-1992「建築物等の避雷設備（避雷針）」（以下「旧 JIS 規格」という。）から JIS A 4201-2003「建築物等の雷保護」（以下「現行の JIS 規格」という。）に改正されている。現行の JIS 規格では、保護レベル（Ⅰ～Ⅳ）に応じて雷保護システムを規定している。
- (2) 建築基準法の観点からは、建築基準法に基づく国交省告示⁽¹⁾において、旧 JIS 規格に基づく避雷設備は現行の JIS 規格に基づく避雷設備に適合するものとみなされている。
- (3) 消防法の観点からは、指定数量の 10 倍以上の危険物を取扱う製造所、屋内貯蔵所及び屋外タンク貯蔵所には現行の JIS 規格による避雷設備の要求がある。また、消防庁通知⁽²⁾によれば、平成 17 年 4 月 1 日において現に存する設備の避雷設備のうち、現行の JIS 規格に適合しないものに係る技術上の基準の適用については、旧 JIS 規格とするとしている。

2. HTTR 原子炉施設の避雷設備（避雷針）について

HTTR では原子炉建家等への雷害防止として、排気筒及び HTTR 機械棟屋外タンクに旧 JIS 規格に準拠した避雷針を設置している。

避雷設備については、上記、(2) 及び (3) のとおり建築基準法及び消防法の観点からも旧 JIS 規格による適用が認められていることから、安全上の問題はないと判断している。

原子力発電所における耐雷設計の規格・基準である電気技術指針 JEAG4608⁽³⁾では、避雷設備に関して、旧 JIS 規格や現行の JIS 規格を参照している。ただし、国土交通省によれば、旧 JIS 規格と現行の JIS 規格を組み合わせることはできないとしている。

また JEAG4608 では、原子力発電所の危険物施設に対する保護レベルを、保護レベルⅣと評価している、一方、消防庁通知⁽²⁾に基づき、原子力発電所の危険物施設では保護レベルⅡを採用すると規定している。

HTTR 原子炉施設では、危険物施設を取り扱う施設として貯蔵所等（図 1 参照）を設置しているため、JEAG4608 を参考に保護レベルを厳しく設定すると保護レベルⅡとなると考えられるが、旧 JIS 規格と現行の JIS 規格を合わせて使用することはできないことから、現行の JIS 規格への適合判断はできないと考えている。なお、危険物施設に係る避雷設備につい

ては自治体消防署の許可を受けている。

落雷対策としては、排気筒の避雷針の接地方法は網状接地とし、接地電位分布の平坦化を図っている。安全施設が設置されている原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、冷却塔等の建家は、避雷針の保護角（60°）の範囲内に入っており直撃雷を受ける恐れは低いと考えているが、万一、受けたとしても建家は鉄筋コンクリート造であるため火災に至ることはない。

屋外タンクである機械棟屋外タンクには、避雷針を設置しており落雷により重油火災が発生する可能性は小さい。万一、屋外タンクで火災が発生したとしても外部火災による影響評価で示したとおり、原子炉施設の安全性は確保できる。

また、安全保護系である原子炉保護設備及び工学的安全施設の計装ケーブル及び制御ケーブルはシールドケーブルを採用するとともに、屋外に敷設されるケーブルについては、鉄筋コンクリートトレンチ、金属製トレイ又は金属製電線管に収納している。屋外に敷設される工学的安全施設機器の制御回路については、雷インパルス絶縁耐力試験を行っており、雷サージによる影響軽減を図っている。

なお、落雷による雷サージ等に対して、原子炉の停止機能については、停電により原子炉は自動停止するため停止機能が損なわれることはない。閉じ込め機能についても、落雷により圧力バウンダリ等が損傷することは考えられない。また、冷却機能、停止に必要な監視機能についても、上記の落雷対策による防止対策を行っている。以上のことから、落雷に対して原子炉施設の安全性は確保できる。

核物質防護情報が含まれているため公開できません。

図1 HTR 原子炉施設の避雷針及び危険物施設

参考文献

- (1) 国交省告示第 650 号 建設省告示第 1425 号の一部を改正する件 附則第 2 項
- (2) 消防危第 14 号 危険物の規制に関する規則の一部を改正する省令等の施行について
- (3) 電気技術指針 JEAG 4608-2007 「原子力発電所の耐雷指針」

コメント事項

火災以外の影響を考慮する必要はないか。

【回答】

落雷によりH T T R原子炉施設に対し、火災以外に及ぼす影響として雷サージ電流の侵入による機器の停止が想定される。雷サージ電流の侵入による具体的な影響については、質問管理表(ヒアリング)No.427 の回答のとおり。

コメント事項

直撃雷による安全保護系又は工学的安全施設の誤作動を考慮した場合、安全機能が損なわれることはないといえるか。

【回答】

落雷によりH T T R原子炉施設に外部から雷サージ電流が侵入した場合を想定すると、一部の機器が停止するが、誤作動を発生させることはない。

原子炉建家内に設置されている安全保護系設備、工学的安全施設については原子炉建家の躯体接地、シールドケーブルの採用等により雷サージ電流の影響を受けないようにしている。万一、雷サージ電流が侵入し影響が及んだとしても、フェイルセーフ設計により安全動作するため原子炉の停止機能及び放射性物質の閉じ込め機能は維持される。

一方で原子炉建家の屋外に配置されている設備については、雷サージによる機器停止の影響が考えられる。工学的安全施設の中では補助冷却水設備が該当し、その他に原子炉の冷却に関わる設備として補機冷却水設備、加圧水冷却設備が該当する。それらの設備の中で雷サージによる影響を受ける機器は何れも原子炉建家の屋外に配置されている冷却塔ファン又は空気冷却器ファンであるが、これらの機器に対する影響を考慮しても、以下のとおり原子炉施設の安全機能を損なわれることはない。

○補機冷却水設備

補機冷却水設備の冷却塔ファンに雷サージ電流が流れた場合、雷サージ電流が流れた系統の冷却塔ファンが停止するため、補機冷却水の冷却能力が低下するが、当該系統は多重化されており、他方の系統で冷却機能を維持できる。

○補助冷却設備

補助冷却設備の空気冷却器ファンに雷サージ電流が流れた場合、雷サージ電流が流れた系統の空気冷却器ファンが停止するため、補助冷却水の冷却能力が低下するが、当該系統は多重化されており、他方の系統により冷却機能を維持できる。更に、炉容器冷却設備によっても冷却機能が維持できる。

○加圧水冷却設備

加圧水冷却設備の加圧水空気冷却器ファンに雷サージ電流が流れた場合、加圧水の空気冷却器ファンが停止するため、加圧水の冷却能力が低下するが、安全保護系回路の作動により原子炉は自動停止する。

2019年3月26日審査会合コメント

第6条で選定した設計上考慮する必要がある自然現象の組合せを選定した考え方について説明すること。

2019年5月22日審査会合コメント

火山事象における荷重の組み合わせについて、設計段階の見通しを説明すること。

自然現象の組合せ

(1) 想定する自然現象

自然現象の組合せについては、原子炉施設敷地で想定される自然現象（地震を除く。）として抽出された10事象をもとに、被害が考えられない地滑りを除いた9事象について検討を行う。

- ・ 降水・洪水
- ・ 風（台風）
- ・ 竜巻
- ・ 凍結
- ・ 積雪
- ・ 落雷
- ・ 火山
- ・ 生物学的事象
- ・ 森林火災

(2) 原子炉施設に与える影響モードによる自然現象の組み合わせの検討

上記で示した各自然現象に対して、原子炉施設に与える影響モードを表1に整理した。

表1 自然現象が原子炉施設に与える影響モード

事象	影響モード			
	荷重	浸水	温度	電氣的影響
降水・洪水		○		
風（台風）	○			
竜巻	○			
凍結			○	
積雪	○			
落雷				○
火山	○			
生物学的事象				○
森林火災			○	

想定される自然現象の組合せについて、表1で整理した荷重、浸水、温度及び電氣的影響の観点から、同時に発生することにより影響が大きくなる事象の組合せを検討する。

このうち、浸水については、複数の事象にまたがらないため、組み合わせから除外する。また、温度については、その効果が打ち消し合う（凍結及び森林火災）ため、組み合わせから除外する。電氣的影響については、落雷による電磁的影響と生物学的事象（小動物の屋外設置の端子箱への侵入に伴う短絡等）は、組み合わせても影響が増加しないことから、除外した。

このことから、自然現象の組み合わせによる影響が生じる可能性がある影響モードとして

「荷重」を選定し、自然現象の組み合わせを検討する。

(3) 荷重の影響モードにおける自然現象の組合せ

(2) より、荷重の組み合わせを考慮する自然現象は、風（台風）、積雪、竜巻及び火山である。ここで、竜巻については、発生頻度が低く、影響範囲が極めて限定的であることから、竜巻による荷重に他の自然現象による荷重は組み合わせない。

火山については、発生頻度が低いが、事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用するため、荷重の組み合わせを考慮する。具体的には、火山の降下火砕物による荷重と風荷重及び積雪荷重の組み合わせを考慮する。

(4) 火山事象における荷重の組み合わせについて

火山事象における荷重の組み合わせについて、自然現象の組み合わせを考慮している建築基準法の考え方を参考に、組み合わせる荷重を以下に示す通りとする。また、降下火砕物が屋根に堆積した場合は、降下火砕物の除去を行い長期に荷重をかけ続けられないことから、短期に生じる荷重とする。

なお、降下火砕物の荷重（厚さ：50cm、湿潤密度： $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ ）に自然現象の組合せを考慮した荷重に対して、火山防護施設を内包する原子炉建家及び使用済燃料貯蔵建家が健全性を有することを評価し確認している。評価の概要を補足説明資料に示す。

① 積雪荷重

大洗研究所は多雪区域ではないことから、大洗町の平均的な積雪量として、茨城県建築基準法施行細則第16条の4による垂直積雪量30cmに0.35を乗じた10.5cmを組み合わせる荷重として考慮する。

② 風荷重

平成12年建設省告示第1454号に定められた大洗町の基準風速34m/sを組み合わせる荷重として考慮する。

原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家の健全性評価の概要

1. 評価方法

原子炉建家及び使用済燃料貯蔵建家の降下火砕物に対する建家の健全性の評価は、想定する降下火砕物の荷重に加えて、常時作用する荷重及び自然現象(積雪、風)の荷重を適切に組み合わせた荷重（以下「降下火砕物等の荷重」という。）を建家に作用させ、評価対象部位に作用する応力等が許容限界に収まることを確認する。

なお、屋根部材の評価においては、許容応力度の比を用いた簡易評価で降下火砕物等の荷重に耐えられるか確認し、不可となる部位について応力解析による詳細評価を行う。

また、降下火砕物の除去に係る手順を定め、降下火砕物を屋根から除去することにより長期に荷重を掛け続けない対応を図ることから、降下火砕物等の荷重を短期に生じる荷重として評価する。評価フローを図 1.1 に示す。

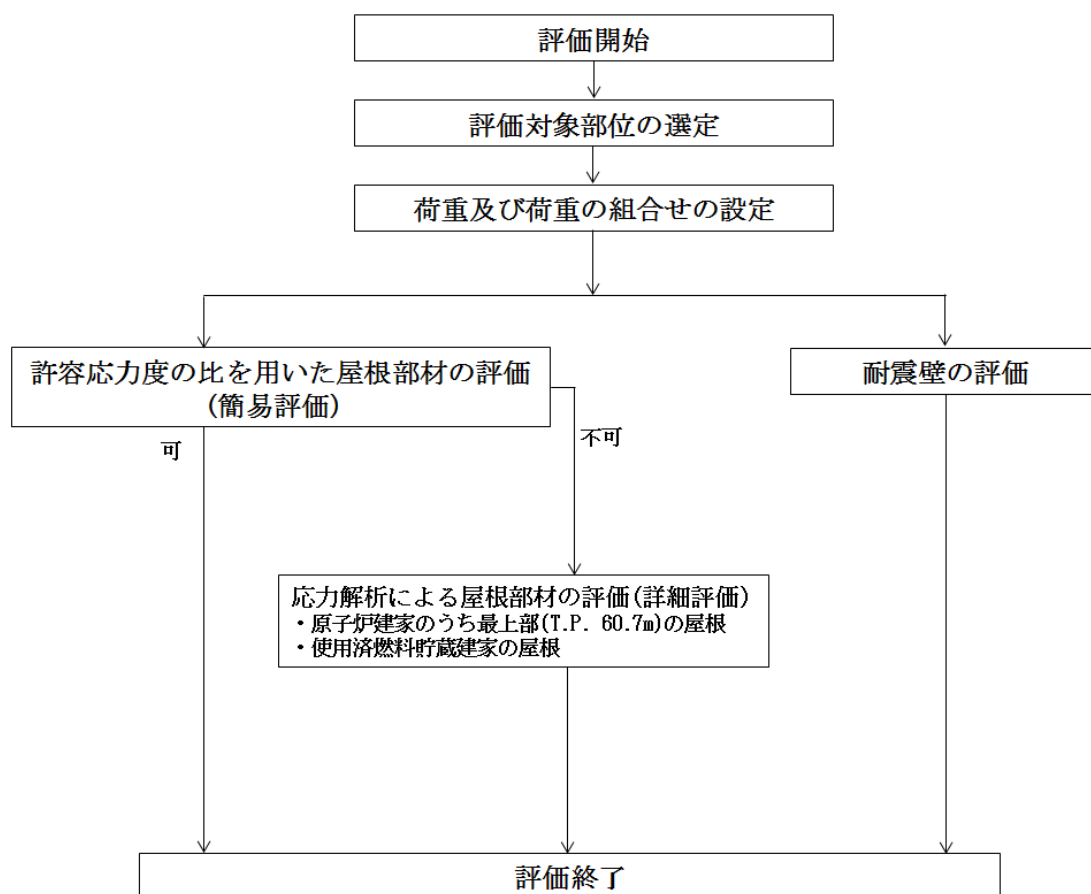


図 1.1 評価フロー

2. 評価部位及び荷重の組合せ

評価対象部位及び部位毎の組合せ荷重は下表の通り。

表 2.1 評価対象部位及び組合せ荷重

評価対象部位		組合せ荷重
原子炉建家	屋根部材	DVL+VA+S
使用済燃料貯蔵建家	耐震壁	DVL+VA+S+W

DVL：構造体自重、積載荷重^{*1}等の常時作用する荷重

VA：降下火砕物の荷重（厚さ：50cm、湿潤密度：1.5g/cm³）

S：積雪荷重（厚さ：10.5cm、単位荷重^{*2}：20N/m²）

W：風荷重（34m/s）

*1 積載荷重には、除灰時の人員荷重を考慮する。

*2 積雪の単位荷重は、建築基準法施行令に定める値を用いる。

3. 許容限界

各評価対象部位の許容限界を表 3.1 に示す

表 3.1 許容限界

評価対象部位		許容限界	
屋根部材	屋根スラブ	終局耐力に対して妥当な安	短期許容応力度
	屋根トラス	全裕度を有する許容限界	短期許容応力度×1.1倍*
耐震壁		最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3}	

*平成12年建設省告示第2464号に基づき、鋼材の基準強度の1.1倍の数値とする。

4. 評価結果

原子炉建家及び使用済燃料貯蔵建家について、屋根部材である屋根スラブ及び屋根トラス、耐震壁の評価を行い、3項に示す許容限界以下であることを確認している。なお、詳細は、設工認で示す

コメント事項

申請書 8-10-6 他、まとめ資料

落雷防止対策として避雷針を設置するのは排気筒だけでよいのか。他の建家の位置関係から、これで良いとした理由を説明すること。

【回答】

図2に避雷針の保護範囲を上空から見た図を、図3に避雷針の保護範囲と各建家の立面の位置関係を示す。排気筒の避雷針は地上 81.5m の高さであり、避雷針の保護角 (60°) の範囲は、高さ 81.5m、半径 141.1m の円錐の内部となる。図に示す通り、原子炉建家、使用済燃料貯蔵建家、冷却塔等の HTTR の施設が全て避雷針の保護角の範囲内にあることを確認した。



図2 避雷針の保護範囲

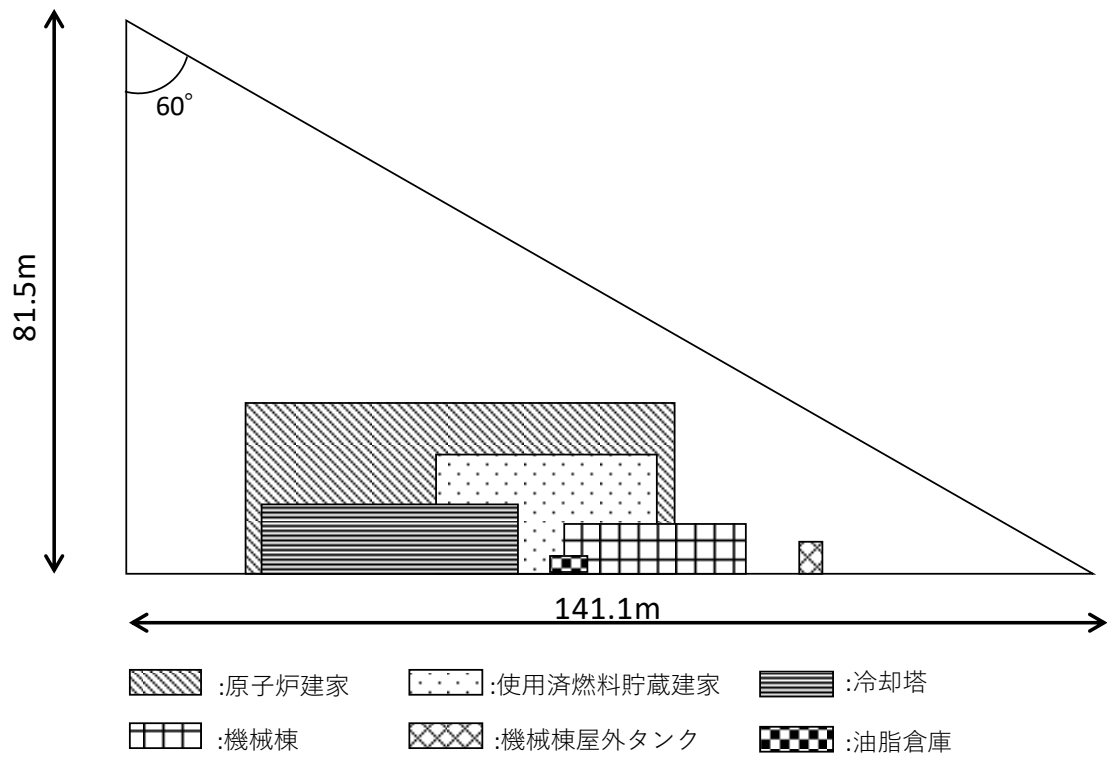


図3 避雷針の保護範囲とH T T R施設の立面の位置関係