

放射性廃棄物処理場 設計及び工事の方法の認可申請(その3) 補正申請概要

【第1編 外部事象影響】

【第2編 通信連絡設備の設置】

【第3編 液体廃棄物の廃棄設備の漏えい警報装置の設置】

【第4編 溢水防止対策】

令和2年7月8日

日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所

【概要】

放射性廃棄物処理場における設工認申請は、「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」(令和2年4月1日施行。以下「技術基準規則」という。)への適合性の要否整理、一部使用承認対応、工事の要否・期間、分割申請したそれぞれの設工認の関連性等の観点で改めて整理し、全体を8分割申請とする方針である。

本申請は、上記分割のうち、保管廃棄施設・L及び排水貯留ポンドの一部使用承認対応((旧その3)※、(旧その6)※、技術基準規則への適合性の要否整理による新たな設工認対象から、保管廃棄施設・L及び排水貯留ポンドに係る案件を統合)に係るものである。

※(旧その3)は平成30年6月1日に申請、(旧その6)は令和元年6月19日に補正申請したものである。

【一部使用承認の必要性】

放射性廃棄物処理場全体の新規制基準適合性確認終了は、令和4年3月となる見込みであり、次に示すとおりJRR-3及びSTACY運転再開時期、NSRR運転継続時期より遅れることになる。

- ・JRR-3 : 令和3年2月に運転再開予定
- ・NSRR : 原子炉施設保安規定に基づき、令和3年4月以降の運転継続にあたっては、原則として放射性廃棄物処理場全体の新規制基準適合性確認終了が必要
- ・STACY : 令和4年2月に運転再開予定

JRR-3、NSRR及びSTACYの運転にあたり、14施設から構成される放射性廃棄物処理場のうち、2施設(保管廃棄施設・L、排水貯留ポンド)について、令和2年4月1日に施行された「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則」において定められた一部使用承認を適用することに関して、JRR-3の運転再開時期までに認めて頂きたいと考えている。なお、認めて頂くことにより、JRR-3、NSRR及びSTACYの運転により発生する放射性廃棄物の処理・保管廃棄を適切に行い、安全性向上に寄与できる。

本申請の概要等(2/2)

【原子炉運転廃棄物の取扱い】

放射性固体廃棄物は、JRR-3、NSRR及びSTACYの運転により約120本／年(200リットルドラム缶換算。A-1区分(3ページ参照))の発生量となる。受入れ施設となる保管廃棄施設・Lは、保管廃棄容量54,700本に対して、令和2年3月末時点における保管廃棄量は50,180本となっており、4,520本の保管余裕量がある。JRR-3、NSRR及びSTACYの運転により発生する放射性固体廃棄物は、放射性廃棄物処理場全体の新規規制基準適合性確認終了まで保管廃棄施設・Lに保管廃棄し、各種処理や、他の保管廃棄施設における保管廃棄は行わないが、令和4年3月に新規規制基準適合性確認終了予定であることから、保管余裕量に対して、十分に保管廃棄できる発生量である。

なお、原子炉運転に伴うもの以外を含めた原子力科学研究所全体における放射性固体廃棄物の平成28年度末～令和元年度末の保管廃棄量の推移は、次のとおりであり、JRR-3、NSRR及びSTACYの運転により発生する放射性固体廃棄物(約120本／年)による保管余裕量に対する影響はない。

時期	放射性廃棄物処理場全体の 保管廃棄容量	保管廃棄量	保管余裕量
	200リットルドラム缶換算本数		
平成28年度末	139,350	128,811	10,539
平成29年度末		128,575	10,775
平成30年度末		128,688	10,662
令和元年度末		130,223	9,127

放射性液体廃棄物は、JRR-3の運転によりトリチウム水約80m³／年(A未満区分(3ページ参照))が発生し、全て排水貯留ポンドにおいて処理を行うことになる。JRR-3の運転に伴うもの以外で排水貯留ポンドにおいて処理する放射性液体廃棄物は、原子力科学研究所全体では、他に約100m³／年(A未満区分)の発生量が見込まれ、合計約180m³／年となるが、これまでの実績から十分に余裕を持って処理可能である。なお、排水貯留ポンドで処理する放射性液体廃棄物は、JRR-3等の発生施設からタンクローリーにより排水貯留ポンドに運搬する。

【排水貯留ポンド】

● 目的

排水貯留ポンドは、各施設から発生する放射性液体廃棄物の希釈処理を行う施設である。排水貯留ポンドには、貯留槽と希釈槽があり、希釈槽には希釈のための工業用水を貯留している。放射性液体廃棄物は、タンクローリーで運搬され、予め希釈水を貯留した貯留槽に受け入れることで、排水濃度限度を超えることがないように管理している。

● 対象廃棄物(希釈対象廃液)

液体廃棄物A未満 (3.7×10^{-1} Bq/cm³未満)

(³H: 3.7×10^3 Bq/cm³未満)

液体廃棄物A (3.7×10^{-1} Bq/cm³以上 3.7×10^1 Bq/cm³未満)

(³H: 3.7×10^3 Bq/cm³以上 3.7×10^5 Bq/cm³未満)

● 設備の構造

- ・ 上部開放の鉄筋コンクリート製
- ・ 半地下ピットで防水構造

【保管廃棄施設・L】

● 目的

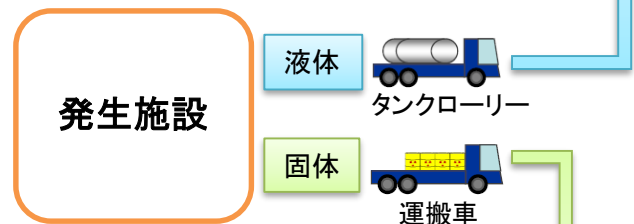
保管廃棄施設・Lは、各施設から発生する放射性固体廃棄物のうち、レベルの低いものを保管廃棄している。

● 保管対象廃棄物

固体廃棄物A-1 (表面の線量当量率が0.5mSv/h 未満)

● 施設の構造

- ・ 鉄筋コンクリート製、地下ピット構造
- ・ 上部に可搬式の鋼製蓋を設置
- ・ 必要に応じてコンクリート製の遮蔽蓋を設置



● 基数

53基 (53ピット)

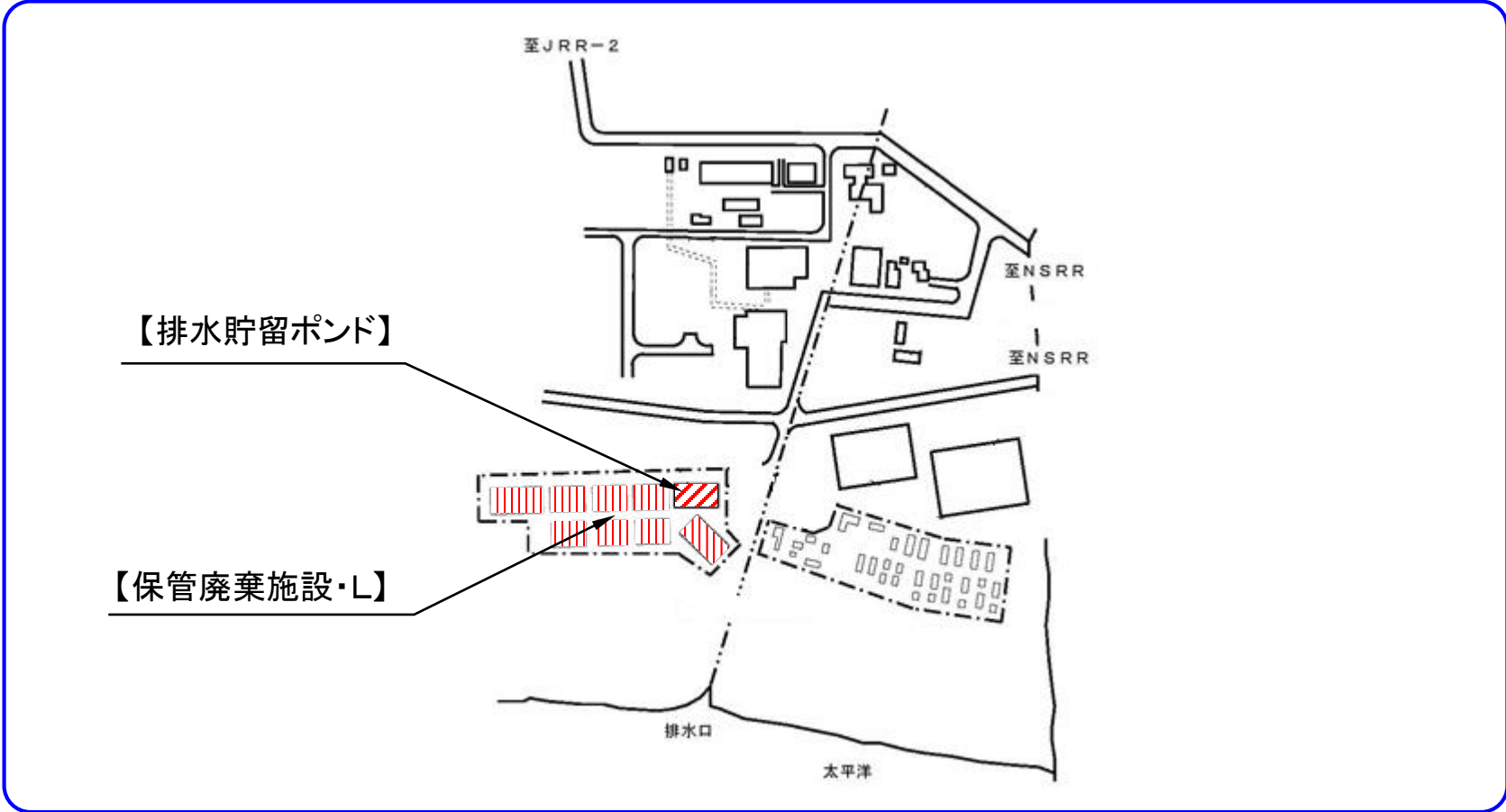
● 保管能力

保管本数: 約54,700本 (200リットルドラム缶換算)

外部事象影響

【放射性廃棄物処理場 設工認(その3)第1編】

本申請は、放射性廃棄物処理場の施設のうち、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lへの影響が想定される「外部事象影響」に係る設計及び工事の方法について申請するものである。



放射性廃棄物の廃棄施設は、次の各設備から構成される。

- (1) 気体廃棄物の廃棄施設
- (2) 液体廃棄物の廃棄設備
- (3) 固体廃棄物の廃棄設備

上記のうち、(2) 液体廃棄物の廃棄設備及び(3) 固体廃棄物の廃棄設備は、次の各設備及びこれらを収納する建家で構成する。

○設 備

[液体廃棄物の廃棄設備]

a 廃液貯槽

(省略)

(c) 排水貯留ポンド

(省略)

○設 備

[固体廃棄物の廃棄設備]

(省略)

b 保管廃棄施設

1) 保管廃棄施設・I

1)-1 保管廃棄施設・L

(省略)

○建 家

(省略)

今回申請する範囲は、(2)の液体廃棄物の廃棄設備のa廃液貯槽のうち(c)排水貯留ポンドに関するもの及び(3)の固体廃棄物の廃棄設備のb保管廃棄施設のうち1)-1保管廃棄施設・Lに関するものである。

本申請では、放射性廃棄物の廃棄施設のうち、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L への影響が想定される外部火災(森林火災、近隣の産業施設等の火災・爆発及び航空機落下による火災)及び竜巻について、その設計条件を示す。なお、前述以外の自然現象(洪水・降水、風(台風)、凍結、積雪、落雷、地滑り、火山の影響及び生物学的事象)及び人為によるもの(飛来物(航空機落下等)、ダムの崩壊、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害)については、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の安全機能を損なうおそれはない。

○設計条件

排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L は、想定される外部火災及び竜巻に耐え得るよう設計する。~~なお、排水貯留 Pond は、上部開放型の貯槽であり、常時液体廃棄物(濃度限度以下)を貯留しているため、外部火災の影響を受けることはない。~~以下に、外部火災及び竜巻の設計条件を示す。

(1)外部火災

- 原子力科学研究所(以下「原科研」という。)敷地外の森林火災が迫った場合でも、**排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない設計とする。**
- 原科研敷地外の近隣の産業施設等(半径10km以内)において火災・爆発が発生した場合でも、**排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない設計とする。**
- 原科研の敷地内に設置しているLNGタンクが爆発した場合でも、**排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない設計とする。**
- 原科研の敷地への航空機落下による火災を想定した場合でも、**排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない設計とする。**
- **排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L に隣接する森林については、森林が拡大しないよう樹木を管理することを原子力科学研究所原子炉施設保安規定及び下部規定に定めることとする。(65ページ参照)**

○設計条件

(2)竜巻

- 敷地及びその周辺(施設から半径20kmの範囲)における過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻(藤田スケールF1、最大風速49m/s)及びその随件事象の発生を考慮しても、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわない設計とする。
- 当該竜巻で排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの構造健全性に影響を及ぼすことを確認した飛来物については、~~必要に応じて~~飛来防止対策等を講ずることを原子力科学研究所原子炉施設保安規定及び下部規定に定めることとする。(78ページ参照)

【下線:初回申請からの変更】

【波線:次回補正申請予定】

本申請は、既存の施設等に対して工事を行うものではない。
なお、評価の結果については、添付書類(3-1)及び(3-2)にて説明するものとする。

通信連絡設備の設置





【放射性廃棄物処理場 設工認(その3)第2編】

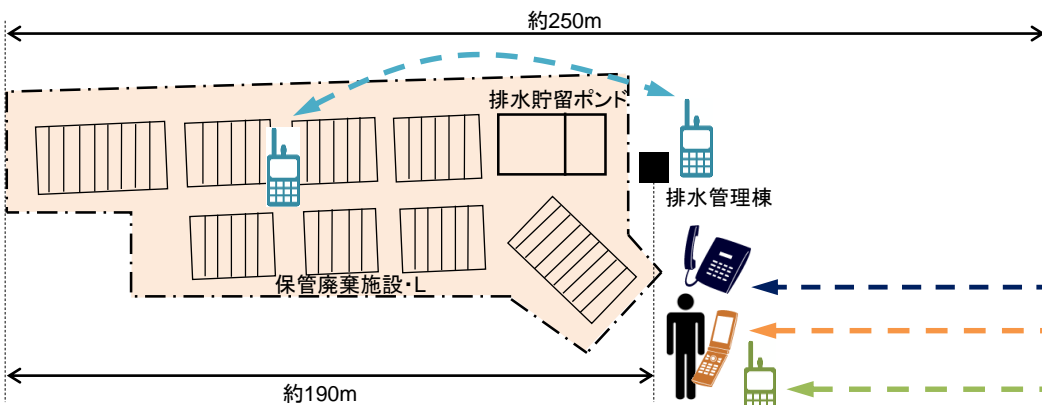
【事象発生施設】



○事象発生施設—事故現場指揮所

事象発生時は、排水管理棟に配置している**固定電話1台**及び**長距離用トランシーバー1台**、職員が所持している**携帯電話1台**により十分対応可能。

-  : 施設内用トランシーバー(出力10mW)
通信距離: 約100m~300m※
※目安であり、環境条件により異なる
-  : 長距離用トランシーバー(出力5W)
通信距離: 約1km~4km※
※目安であり、環境条件により異なる
-  : 固定電話  : 携帯電話



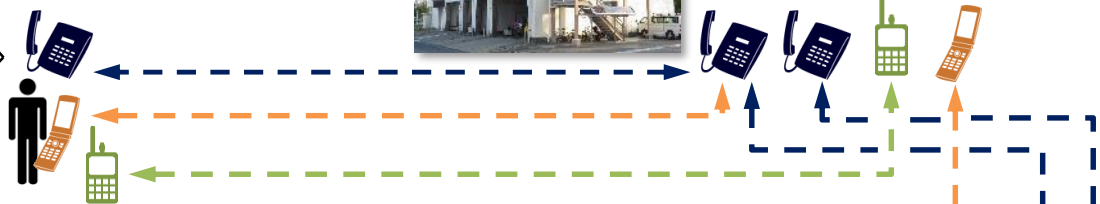
○施設内(排水管理棟を含む)

通信を遮る施設等がなく、距離も性能の範囲内であるため、**施設内用トランシーバー2台**(1対1)で十分対応可能。

【事故現場指揮所】



解体分別保管棟付属建家
会議室



○事故現場指揮所—現地対策本部

基本的に、事故現場指揮所と現地対策本部との通信連絡は**固定電話2台**で対応可能である。必要に応じて、**携帯電話1台**を使用。

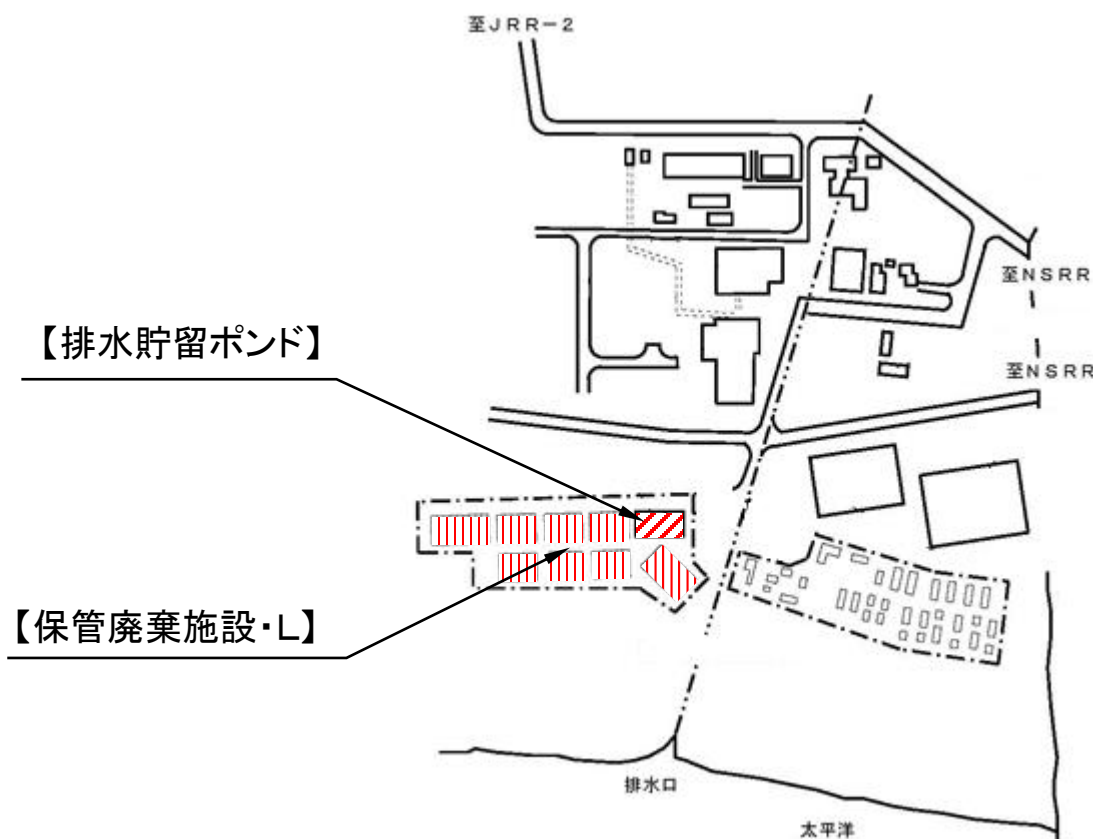
【現地対策本部】



安全管理棟

※今回申請している通信連絡設備については、設工認(新その6)で申請する予定の保管廃棄施設・L及び排水貯留ポンド以外の施設においても共用で使用するものである。

本申請は、放射性廃棄物処理場の施設のうち、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lにおける「通信連絡設備の設置」に係る設計及び工事の方法について申請するものである。



放射性廃棄物の廃棄施設は、次の各設備から構成される。

- (1) 気体廃棄物の廃棄施設
- (2) 液体廃棄物の廃棄設備
- (3) 固体廃棄物の廃棄設備

上記のうち、(2) 液体廃棄物の廃棄設備及び(3) 固体廃棄物の廃棄設備は、次の各設備及びこれらを収納する建家で構成する。

<p>○設備 〔液体廃棄物の廃棄設備〕</p> <ul style="list-style-type: none">a 廃液貯槽 (省略)(c) 排水貯留ポンド (省略)	<p>○設備 〔固体廃棄物の廃棄設備〕</p> <ul style="list-style-type: none">(省略)b 保管廃棄施設<ul style="list-style-type: none">1) 保管廃棄施設・I<ul style="list-style-type: none">1)-1 保管廃棄施設・L (省略)
--	--

○建家
(省略)

今回申請する範囲は、(2)の液体廃棄物の廃棄設備のa廃液貯槽のうち(c)排水貯留ポンドに関するもの及び(3)の固体廃棄物の廃棄設備のb保管廃棄施設のうち1)-1保管廃棄施設・Lに関するものである。

○設計条件

- (1) 異常が発生した場合において、放射性廃棄物処理場の事故現場指揮所と原子力科学研究所安全管理棟の現地対策本部との間で相互に連絡ができるよう、多様性を確保した施設間通信連絡設備を設ける。現地対策本部の通信連絡設備(固定電話及び携帯電話)は、平成29年7月4日付け29原機(科研)003「原子力科学研究所の原子炉施設(NSRR原子炉施設)に関する設計及び工事の方法の認可申請書」で申請した通信連絡設備を共用する設備であることから、本申請の範囲外とする。
- (2) 異常が発生した場合において、放射性廃棄物処理場の関係箇所に対して、必要な指示ができるよう、電話等の通信連絡設備を設けること。

○設計仕様

(1) 事故現場指揮所と現地対策本部の通信連絡で使用する通信連絡設備

事故現場指揮所の解体分別保管棟付属建家会議室においては、現地対策本部との通信連絡で固定電話及び携帯電話を使用する。安全管理棟の現地対策本部においては、事故現場指揮所との通信連絡で固定電話及び携帯電話を使用する。

本申請に係る通信連絡設備の種類及び台数は、下表のとおりとする。本設備は全て既設の設備である。なお、通信連絡設備については、原子炉施設保安規定及び下部規定において定める手順に従い、同等以上の性能を有するものと交換できるものとする。

【通信連絡設備の種類】

- ・固定電話
- ・携帯電話

設置場所 (事故現場指揮所)	事象発生施設	固定電話	携帯電話
解体分別保管棟付属建家 会議室	保管廃棄施設・L 排水貯留ポンド	2台	1台

○設計仕様

(2) 各施設内及び各施設と事故現場指揮所の通信連絡で使用する通信連絡設備

保管廃棄施設・L及び排水貯留ポンドにおいては、施設内の通信連絡で施設内用トランシーバー、事故現場指揮所との通信連絡で固定電話、携帯電話及び長距離用トランシーバーを使用する。

通信連絡設備の配置図を図-2.1に示す。本申請に係る通信連絡設備の設計仕様は、以下のとおりとする。本設備は全て既設の設備である。なお、通信連絡設備については、原子炉施設保安規定及び下部規定において定める手順に従い、同等以上の性能を有するものと交換できるものとする。

【通信連絡設備の種類】

- ・固定電話
- ・携帯電話
- ・施設内用トランシーバー(出力10mW)
- ・長距離用トランシーバー(出力5W)

【台数】

事故現場指揮所で使用する通信連絡設備の種類及び台数を表1、事象発生施設で使用する通信連絡設備の種類及び台数を表2に示す。

【設置場所】

保管廃棄施設・L及び排水貯留ポンドにおける通信連絡設備の配置図を図-2.2に示す。

表1 事故現場指揮所で使用する通信連絡設備

設置場所 (事故現場指揮所)	事象発生施設	固定電話	長距離用 トランシーバー
解体分別保管棟付属建家 会議室	保管廃棄施設・L 排水貯留ポンド	1台*1	1台

*1 現地対策本部との通信連絡で使用する固定電話と共用

表2 事象発生施設で使用する通信連絡設備

事象発生施設	固定電話	携帯電話	施設内用 トランシーバー	長距離用 トランシーバー
保管廃棄施設・L 排水貯留ポンド	1台*1	1台	2台*1	1台*1

*1 排水管理棟に設置

~~*2 事象発生施設で使用する長距離用トランシーバー(1台)については、第3廃棄物処理棟に配置~~

【下線: 初回申請からの変更】

【波線: 次回補正申請予定】

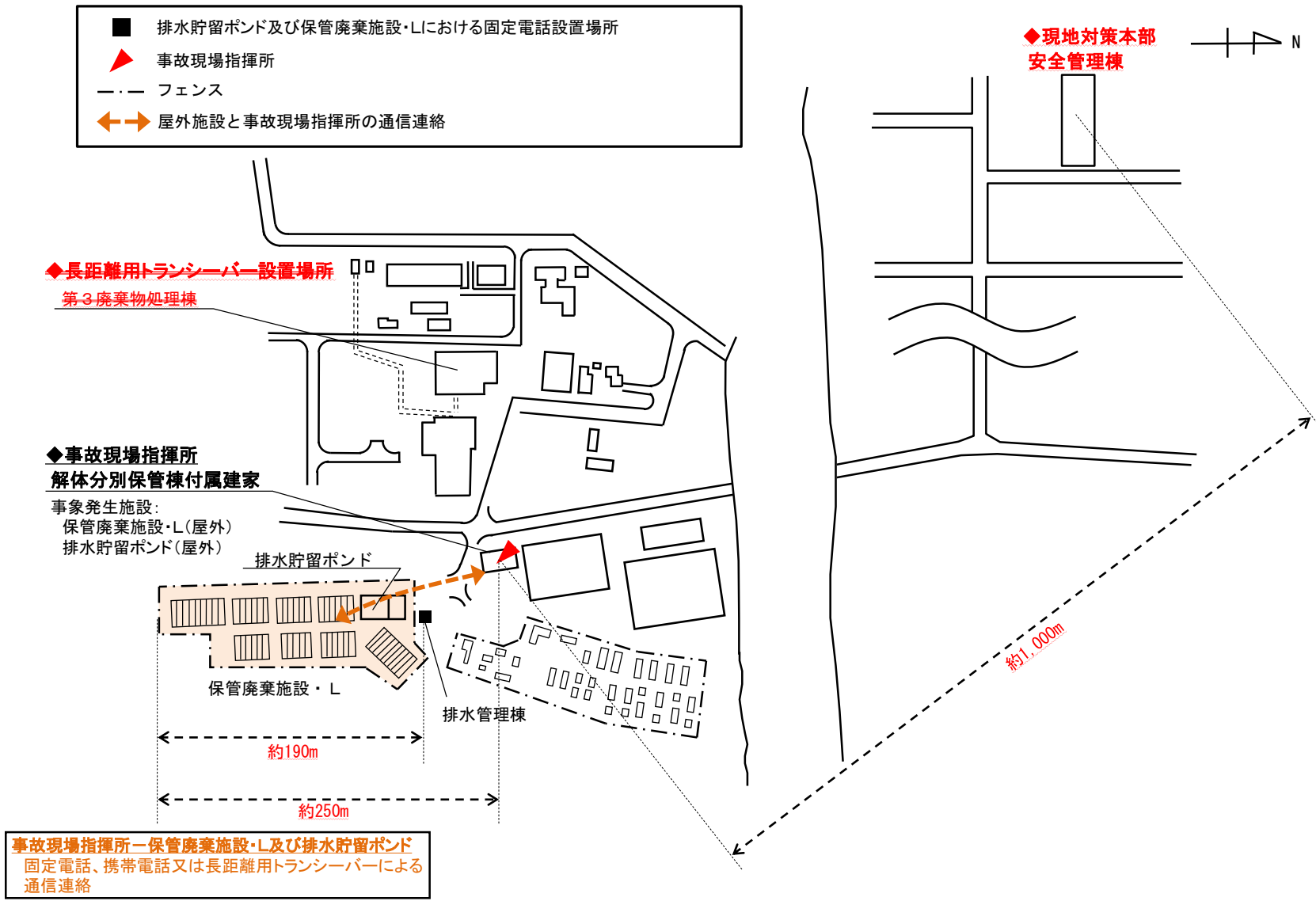
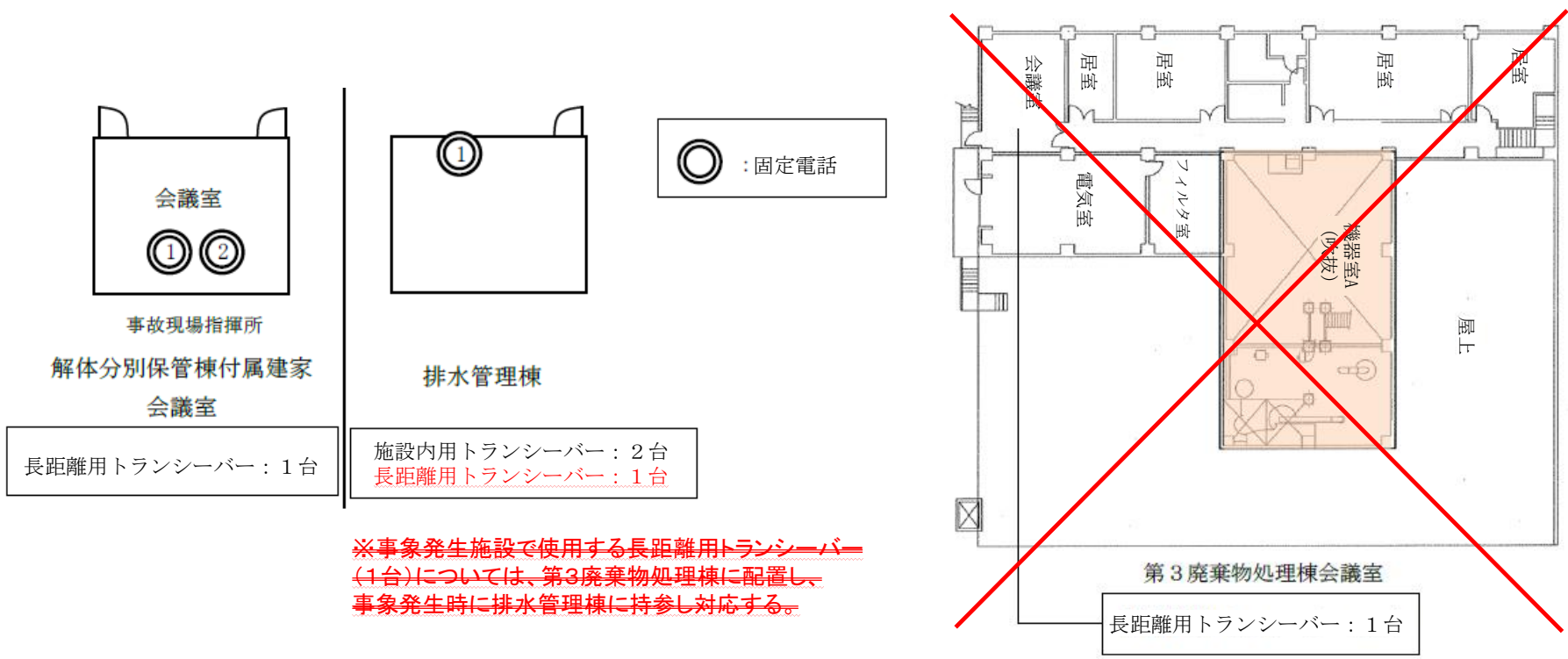


図-2.1 保管廃棄施設・L及び排水貯留ポンドの通信連絡設備の配置図

【波線:次回補正申請予定】



※事象発生施設で使用する長距離用トランシーバー
 (1台)については、第3廃棄物処理棟に配置し、
 事象発生時に排水管理棟に持参し対応する。

図一2.2 解体分別保管棟付属建家会議室(事故現場指揮所)
 及び排水管理棟並びに第3廃棄物処理棟の通信連絡設備の配置図

【下線:初回申請からの変更】
 【波線:次回補正申請予定】

【事故現場指揮所と現地対策本部の通信連絡で使用する通信連絡設備】

試験・検査は、次の項目について実施する。なお、検査の詳細については、「使用前事業者検査要領書」に定める。

(1) 構造、強度及び漏えいの確認に係る検査
該当なし

(2) 機能及び性能の確認に係る検査

イ. 性能検査

方 法: 事故現場指揮所の固定電話及び携帯電話にて、現地対策本部と通話できることを確認する。

判 定: 事故現場指揮所と現地対策本部で通話できること。

ロ. 員数検査

方 法: 通信連絡設備の数量及び配置を目視により確認する。

判 定: 所定の数量を満たしていること。また、図-2.2に示す所定の位置に配置されていること。

(3) 本申請に係る工事が本申請書に従って行われたものであることの確認に係る検査
該当なし

【各施設内及び各施設と事故現場指揮所の通信連絡で使用する通信連絡設備】

(1) 構造、強度及び漏えいの確認に係る検査
該当なし

(2) 機能及び性能の確認に係る検査

イ. 性能検査

- 方 法: a. 固定電話及び携帯電話にて、通話できることを確認する。
b. 施設内用トランシーバーにて、通話できることを確認する。
c. 長距離用トランシーバーにて、通話できることを確認する。

- 判 定: a. 各施設の固定電話及び携帯電話にて事故現場指揮所の固定電話及び携帯電話を用いてと通話できること。
b. 2台の施設内用トランシーバーを用いて通話できること。
c. 各施設及び事故現場指揮所の長距離用トランシーバーを用いて通話できること。

ロ. 員数検査

方 法: 通信連絡設備の数量及び配置を目視により確認する。

判 定: 通信連絡設備が所定の数量を満たしていること。また、図-2.2に示す所定の位置に配置されていること。

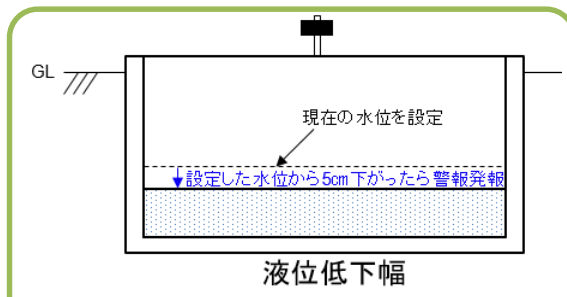
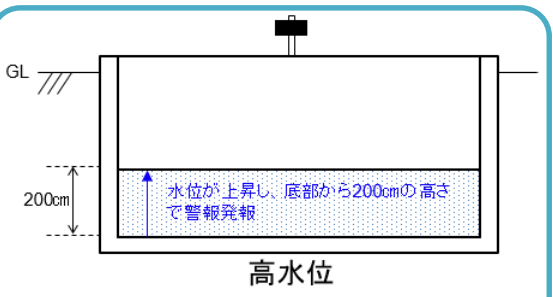
(3) 本申請に係る工事が本申請書に従って行われたものであることの確認に係る検査
該当なし

液体廃棄物の廃棄設備の漏えい警報装置の設置

【放射性廃棄物処理場 設工認(その3)第3編】

【液位計の台数及び警報設定値】

設備・貯槽名	検知方式	検知器	台数	警報設定値	警報の発報場所(表示)
排水貯留ポンド	液位変動による検知	液位計	2台(既設)	液位低下幅: 5 cm以下 高水位: 200 cm以下	操作盤(貯槽名及び警報の種類)、中央警備室(施設名)



【設定値根拠】

保安規定で規定している貯留量 660m³ (水位200cm)を考慮し、200cm以下に設定

【設定値根拠】

天候の影響を受けるため、通常の変動幅3cmを考慮し、5cm以下に設定

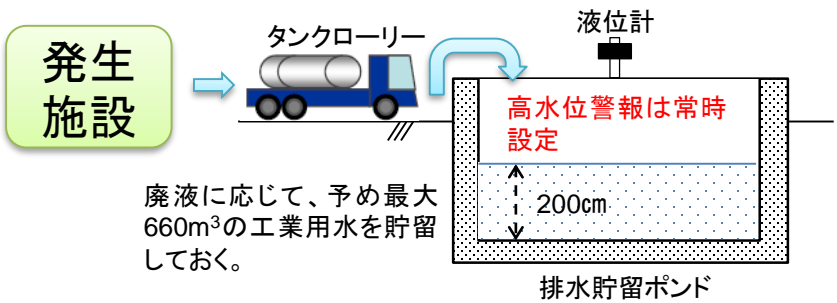
【警報発報に係る仕様】

機器等	仕様
液位計	液位変動による検知(液位低下、高水位)
ケーブル1(液位計と操作盤を接続)(交換可能品)	JIS C 3401
操作盤	ブザー吹鳴及び異常表示による警報発報
ケーブル2(操作盤と弱電端子盤を接続)(交換可能品)	光ファイバケーブル JIS C 3521
弱電端子盤	警報発報に係る中継経路
ケーブル3(弱電端子盤と放射性廃棄物処理場漏えい警報監視盤を接続)(交換可能品)	JCS9072
放射性廃棄物処理場漏えい警報監視盤	ブザー吹鳴及び異常表示による警報発報

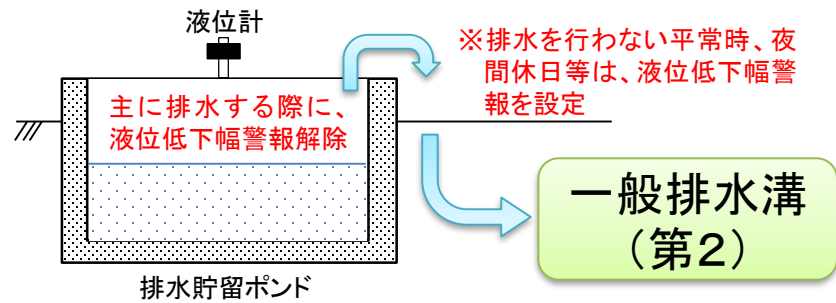
【排水貯留ポンドにおける液位計警報設定に係る運用について】

液位計の警報設定に係る運用については、原子炉施設保安規定及び下部規定において、「**適切に管理した状態で、排水作業等を行う際は、液位の変動が見込まれるため、液位低下幅の警報を解除する。また、排水作業等を行わない平常時、夜間休日等、液位が安定しなければならないときは、液位低下幅の警報を設定するよう運用する**」ことを規定する。

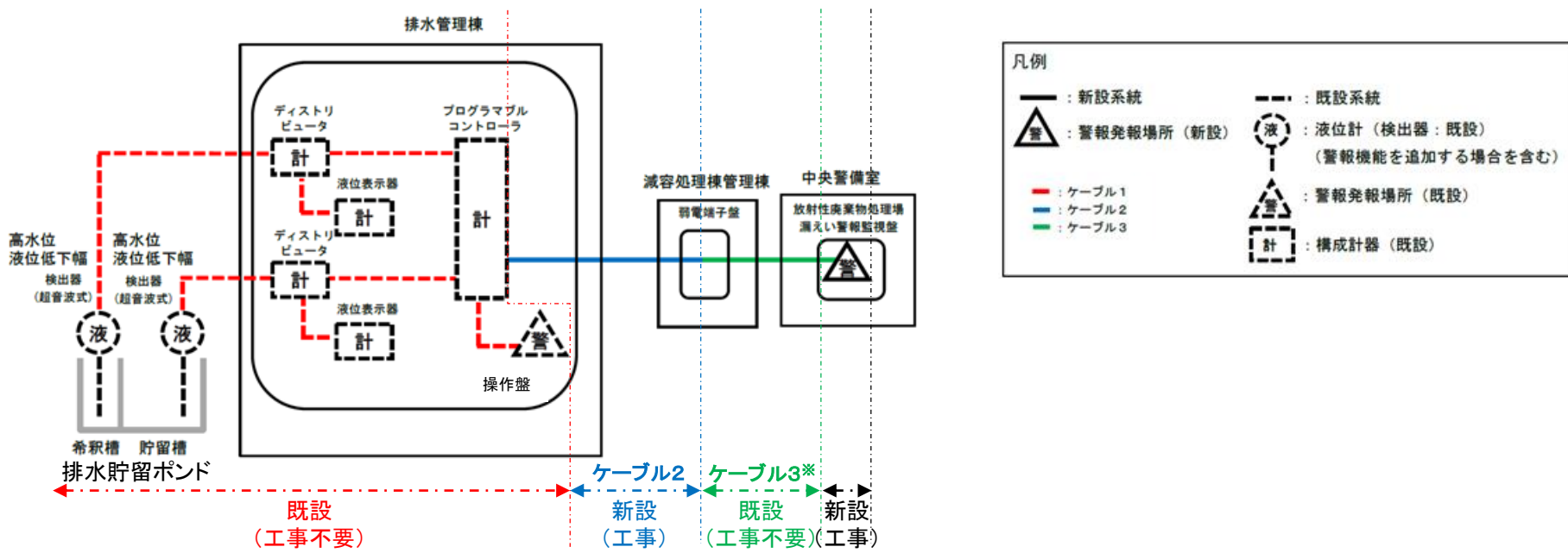
【高水位】



【液位低下幅】



本申請に係る漏えい警報装置についての概要(2/2)

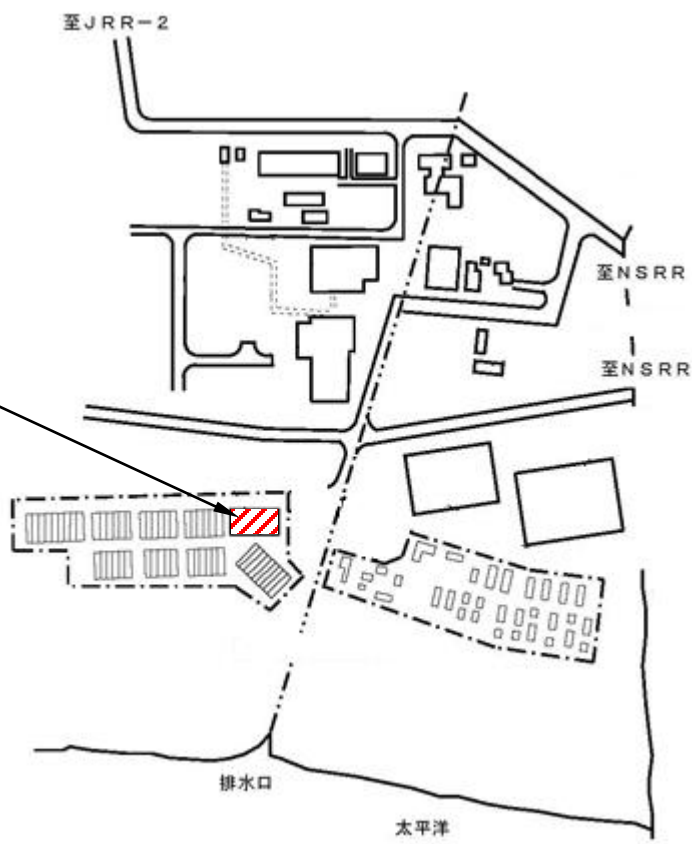


排水貯留ポンドの漏えい警報装置の系統図

※ケーブル3は既設ケーブル(電話線として使用しているもの)である。減容処理棟管理棟の弱電端子盤に、今回新設するケーブル2を配線することで、高水位又は液位低下による警報がケーブル3に付加され、中央警備室に発報するものであり、新たに工事を必要とするものではない。

本申請は、放射性廃棄物処理場の施設のうち、排水貯留 Pond における「液体廃棄物の廃棄設備の漏えい警報装置の設置」に係る設計及び工事の方法について申請するものである。

【排水貯留 Pond】



放射性廃棄物の廃棄施設は、次の各設備から構成される。

- (1) 気体廃棄物の廃棄施設
- (2) 液体廃棄物の廃棄設備
- (3) 固体廃棄物の廃棄設備

上記のうち、(2) 液体廃棄物の廃棄設備及び(3) 固体廃棄物の廃棄設備は、次の各設備及びこれらを収納する建家で構成する。

○設 備

〔液体廃棄物の廃棄設備〕

a 廃液貯槽

(省略)

(c) 排水貯留ポンド

(省略)

○設 備

〔固体廃棄物の廃棄設備〕

(省略)

○建 家

(省略)

今回申請する範囲は、(2)の液体廃棄物の廃棄設備のa廃液貯槽のうち(c)排水貯留ポンドの漏えい検知及び警報に関するものである。

○設計条件

- (1) 排水貯留 Pond からの漏えいを検知できる設計とすること。
- (2) 排水貯留 Pond に漏えいが生じた場合、**操作盤**及び中央警備室に警報を発報させることができる設計とすること。

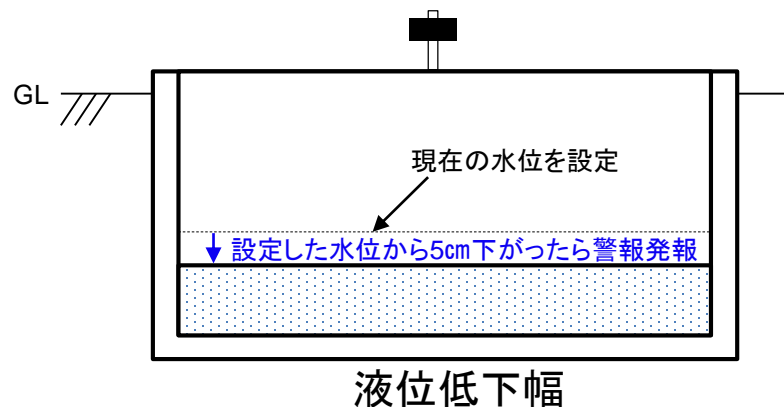
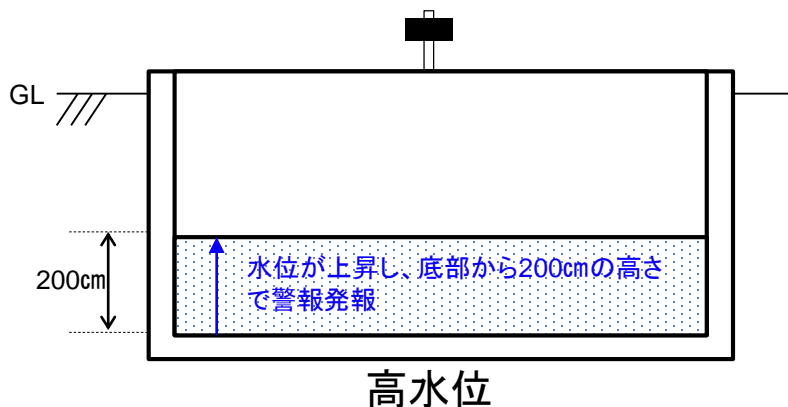
○設計仕様

本申請に係る排水貯留 Pond の漏えい警報装置の設計仕様は、以下のとおりとする。

なお、原子炉施設保安規定及び下部規定において、**適切に管理した状態で、排水作業等を行う際は、液位の変動が見込まれるため、液位低下幅の警報を解除する。また、排水作業等を行わない平常時、夜間休日等、液位が安定しなければならないときは、液位低下幅の警報を設定するよう運用すること**を規定する。(23ページ参照) また、ケーブル(29ページのa-3に示す規格品)については、原子炉施設保安規定及び下部規定において定める手順に従い、同等以上の性能を有するものと交換できるものとする。

a-1 排水貯留ポンド

設備・貯槽名	検知方式	検知器	台数	警報設定値	警報の発報場所(表示)
排水貯留ポンド	液位変動による検知	液位計	2台 (既設)	液位低下幅: 5cm以下 高水位: 200cm以下	操作盤(貯槽名及び警報の種類)、中央警備室(施設名)



a-2 排水貯留ポンド 液位計の仕様

設備・貯槽名	各計器	液位検出範囲	ループ精度	校正方法
・貯留槽 ・希釈槽	検出器(超音波式)	0~300cm	±2cm	ターゲット板による距離入力
	ディストリビュータ			模擬信号入力
	液位表示器			模擬信号入力
	プログラマブルコントローラ			模擬信号入力

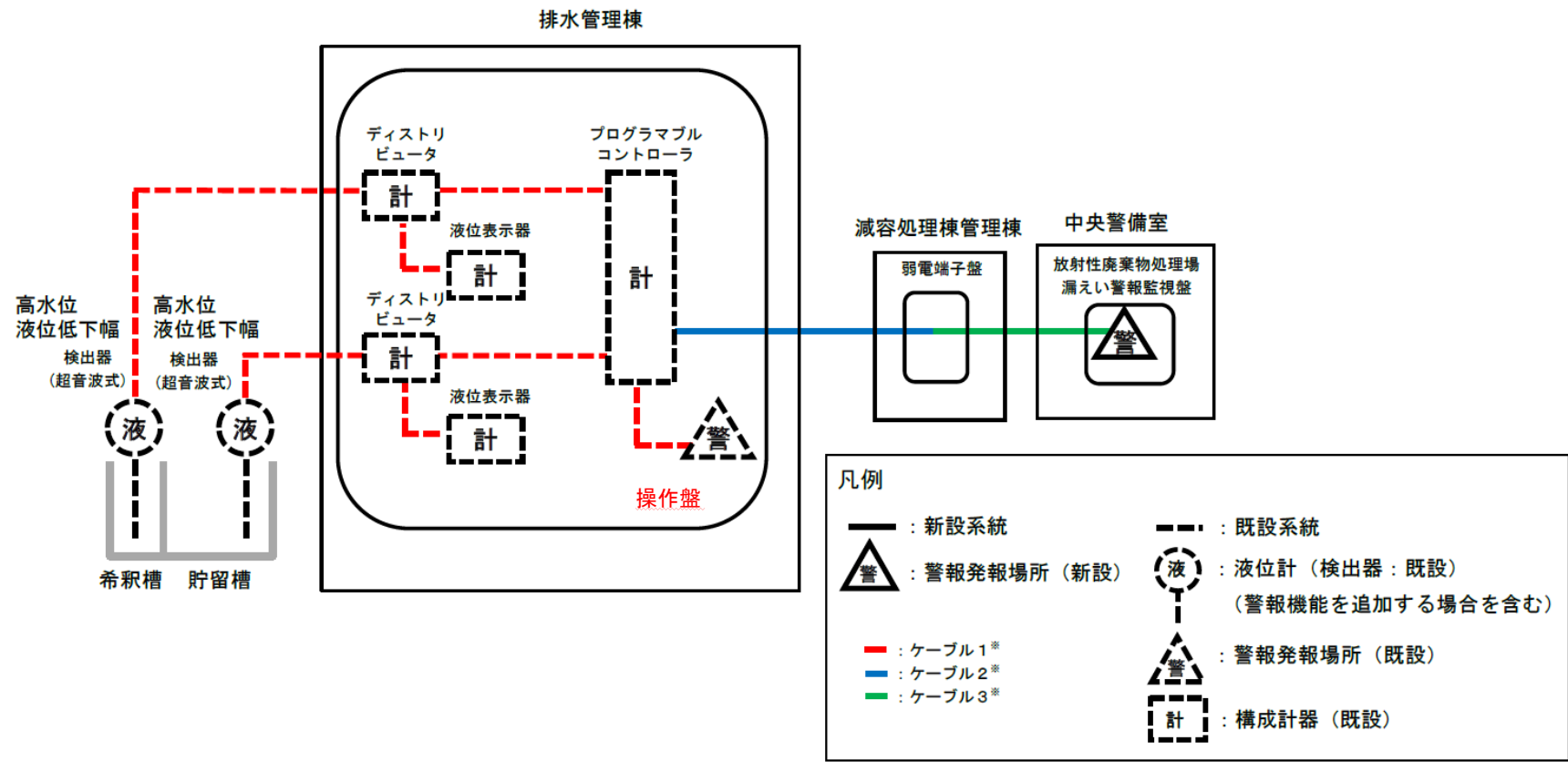
【下線: 令和元年6月19日補正申請からの変更】

【波線: 次回補正申請予定】

a-3 警報発報に係る仕様

機器等	仕様
液位計	液位変動による検知(液位低下、 <u>高水位</u>)
ケーブル1(液位計と操作盤を接続) (交換可能品)	JIS C 3401
操作盤	ブザー吹鳴及び異常表示による警報発報
ケーブル2(操作盤と弱電端子盤を接続) (交換可能品)	光ファイバケーブル JIS C 3521
弱電端子盤	警報発報に係る <u>中継経路</u>
ケーブル3(弱電端子盤と放射性廃棄物処理場 漏えい警報監視盤を接続)(交換可能品)	JCS9072
放射性廃棄物処理場漏えい警報監視盤	ブザー吹鳴及び異常表示による警報発報

排水貯留ポンドの漏えい警報装置の系統図を図-3.1に、検知器(液位計)の配置図を図-3.2に示す。



・ ケーブル3は既設ケーブル(電話線として使用しているもの)である。減容処理棟管理棟の弱電端子盤に、今回新設するケーブル2を配線することで、高水位又は液位低下による警報がケーブル3に付加され、中央警備室に発報するものであり、新たに工事を必要とするものではない。

※ケーブル1、ケーブル2、ケーブル3は、前頁a-3に示す。

図-3.1 排水貯留ポンドの漏えい警報装置の系統図

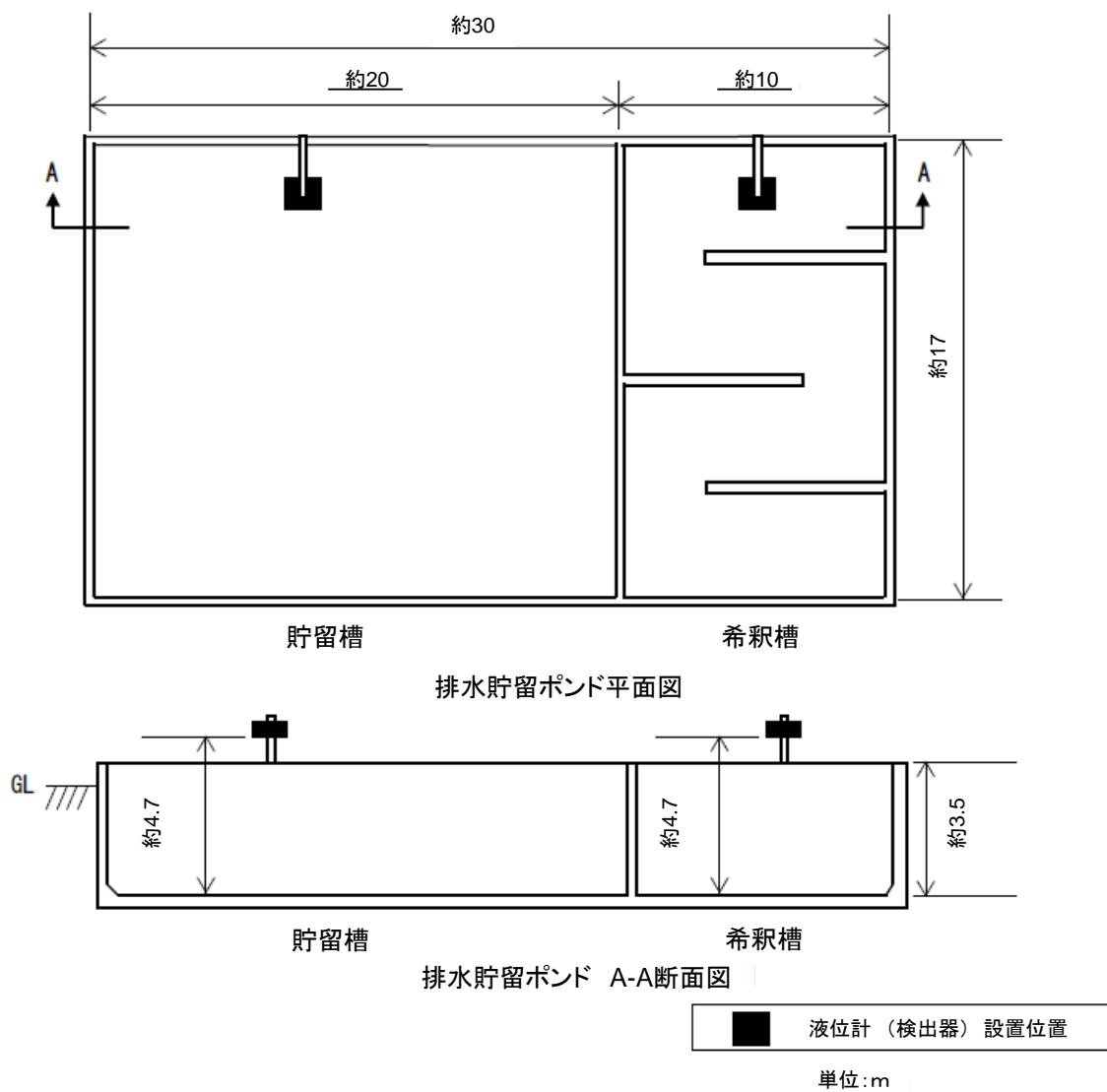
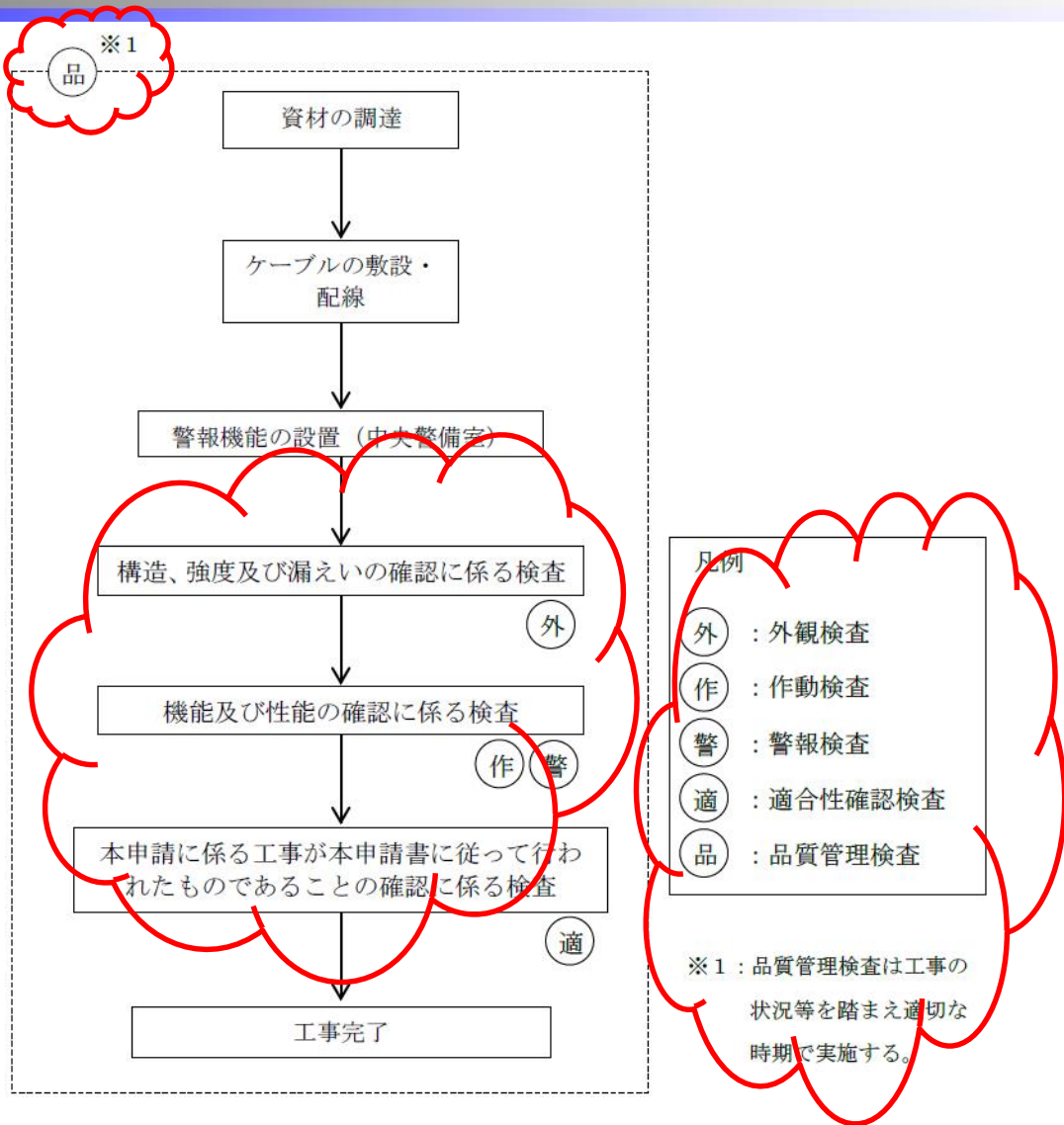


図-3.2 排水貯留 Pond の液位計の配置図



注: 当該漏えい警報装置に係る使用前事業者検査終了後に漏えい警報装置を利用する。

図-3.3 漏えい警報装置の設置工事フロー図【雲枠:次回補正申請予定】

試験・検査は、次の項目について実施する。なお、検査の詳細については、「使用前事業者検査要領書」に定める。

(1)構造、強度及び漏えいの確認に係る検査

イ. 外観検査

方 法： 液位計(検出器)の外表面を目視により確認する。また、液位計(検出器)の配置及び据付状態(図-3.2参照)を確認する。

判 定： 外表面に有害な傷のないこと。また、配置及び据付状態が適正であり、他の機器配管類との干渉がないこと。

(2)機能及び性能の確認に係る検査

イ. 作動検査

方 法： 液位計の校正を行う。

判 定： 液位計の精度が設計仕様に示す所定の範囲内(a-2参照)であること。

ロ. 警報検査

方 法： 作動検査が終了していることを確認する。確認後、次の操作を行う。
液位計に設計仕様に示す所定の設定値(a-1参照)に相当する模擬信号を入力する。

判 定： **操作盤**及び中央警備室に警報が発報すること。

(3)本申請に係る工事が本申請書に従って行われたものであることの確認に係る検査

イ. 設計変更の生じた構築物等に対する適合性確認結果の検査(適合性確認検査)

方法:設計の変更が生じた構築物等について、本申請書の「設計及び工事の方法」に従って行われ、下記の技術基準への適合性が確認されていることを、記録等により確認する。

・警報装置(第41条)

判定:本申請書の「設計及び工事の方法」に従って行われ、下記の技術基準に適合していること。

・警報装置(第41条)

ロ. 品質マネジメントシステムに関する検査(品質マネジメントシステム検査)

方法:本申請書の「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載した「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書」(QS-P10)に従って工事及び検査に係る保安活動が行われていることを確認する。

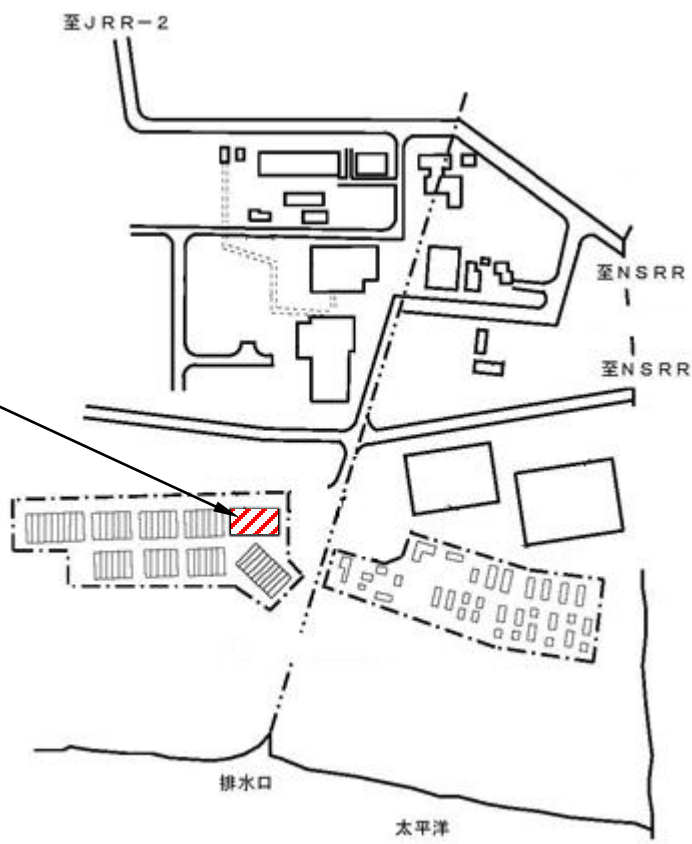
判定:本申請書の「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載した「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書」(QS-P10)に従って工事及び検査に係る保安活動が行われていること。

溢水防止対策

【放射性廃棄物処理場 設工認(その3)第4編】

本申請は、放射性廃棄物処理場の施設のうち、排水貯留 Pond における「溢水防止対策」に係る設計及び工事の方法について申請するものである。

【排水貯留 Pond】



放射性廃棄物の廃棄施設は、次の各設備から構成される。

- (1) 気体廃棄物の廃棄施設
- (2) 液体廃棄物の廃棄設備
- (3) 固体廃棄物の廃棄設備

上記のうち、(2) 液体廃棄物の廃棄設備及び(3) 固体廃棄物の廃棄設備は、次の各設備及びこれらを収納する建家で構成する。

○設 備

[液体廃棄物の廃棄設備]

a 廃液貯槽

(省略)

(c) 排水貯留ポンド

(省略)

○設 備

[固体廃棄物の廃棄設備]

(省略)

○建 家

(省略)

今回申請する範囲は、(2)の液体廃棄物の廃棄設備のa廃液貯槽のうち(c)排水貯留ポンドに係る溢水防止対策の評価に関するものである。

○設計条件

排水貯留ポンドから放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えいを防止するため、スロッシングによる溢水が生じないように設計する。

○設計仕様

設備	構造及び寸法		設置場所
排水貯留ポンド	上部開放の鉄筋 コンクリート製半 地下ピット	貯留槽	容積:約1,000m ³ 寸法:幅約20m×奥行約17m ×高さ約3.5m
		希釈槽	

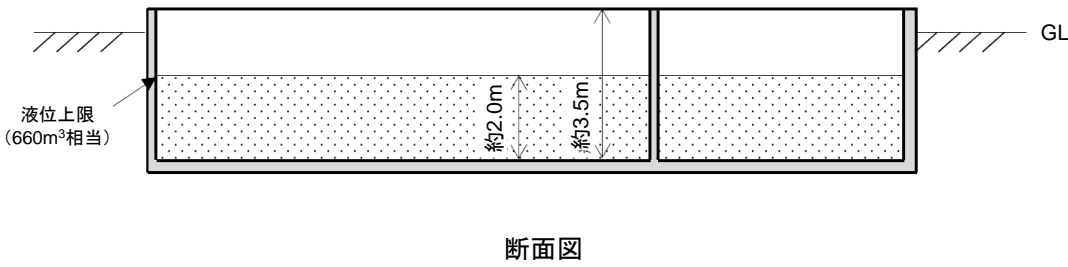
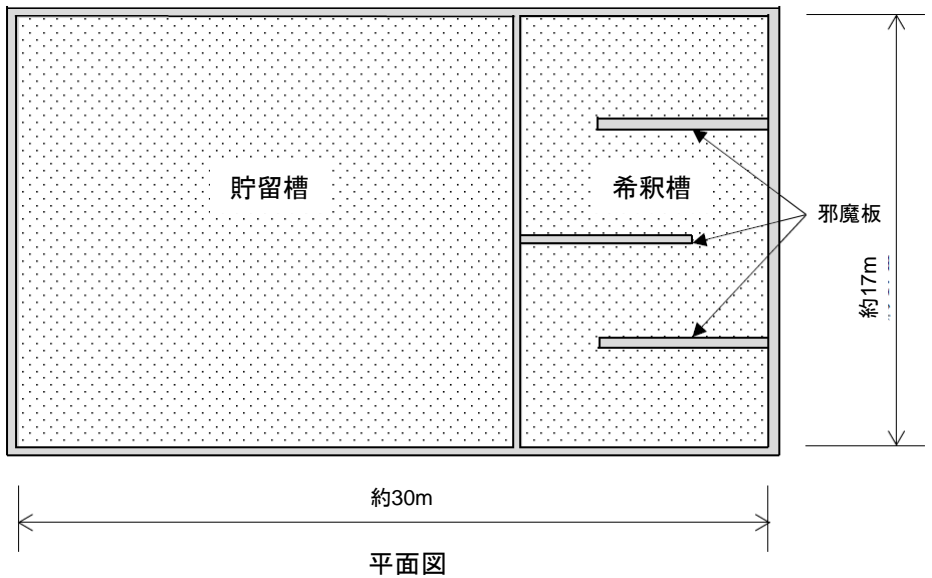
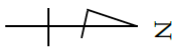
○評価対象

想定する溢水は以下のとおりとする。

地震に伴い発生する排水貯留ポンドの貯留水のスロッシングによる溢水

○評価結果

想定する溢水事象	評価
地震に伴い発生する排水貯留ポンドの貯留水のスロッシングによる溢水	スロッシングによる波が貯留槽の縁及び希釈槽の縁を超えないため、放射性物質を含む液体が管理区域外へ漏えいすることはない。



排水貯留 Pond 概略図

本申請は、既存の施設等に対して工事を行うものではない。
なお、評価の詳細については、添付書類(6-1)にて説明するものとする。

原子炉設置変更許可申請書(本文)

- 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
 - ト 放射性廃棄物の廃棄施設の構造及び設備
 - (2) 液体廃棄物の廃棄設備
 - (i) 構造
 - i) 基本設計方針
 - c 自然現象(地震・津波等)に対する考慮
 - (d) 液体廃棄物の廃棄施設は、想定される自然現象(降水・洪水、風(台風)、竜巻、凍結、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象及び森林火災)が発生した場合においても安全機能を損なわないように設計する。また、工場等内又は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)、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害。ただし、故意によるものを除く。)に対して安全機能を損なわないように設計する。
 - (3) 固体廃棄物の廃棄設備
 - (i) 構造
 - i) 基本設計方針
 - e 自然現象(地震・津波等)に対する考慮
 - (d) 固体廃棄物の廃棄施設は、想定される自然現象(降水・洪水、風(台風)、竜巻、凍結、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象及び森林火災)が発生した場合においても安全機能を損なわないように設計する。また、工場等内又は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)、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害。ただし、故意によるものを除く。)に対して安全機能を損なわないように設計する。

設計及び工事の計画申請書

- 第1編 外部事象影響
- 3. 設計
 - 3.1 設計条件
 - 排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L は、想定される外部火災及び竜巻に耐え得るよう設計する。なお、排水貯留 Pond は、上部開放型の貯槽であり、常時液体廃棄物(濃度限度以下)を貯留しているため、外部火災の影響を受けることはない。以下に、外部火災及び竜巻の設計条件を示す。
 - (1) 外部火災
 - ・原子力科学研究所(以下「原科研」という。)敷地外の森林火災が迫った場合でも、保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない設計とする。
 - ・原科研敷地外の近隣の産業施設等(半径10km以内)において火災・爆発が発生した場合でも、保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない設計とする。
 - ・原科研の敷地内に設置しているLNGタンクが爆発した場合でも、保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない設計とする。
 - ・原科研の敷地への航空機落下による火災を想定した場合でも、保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない設計とする。
 - (2) 竜巻
 - ・敷地及びその周辺(施設から半径20kmの範囲)における過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻(藤田スケールF1、最大風速49m/s)及びその随件事象の発生を考慮しても、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない設計とする。
 - ・当該竜巻で保管廃棄施設・L の構造健全性に影響を及ぼすことを確認した飛来物については、必要に応じて、飛来防止対策等を講ずることを原子力科学研究所原子炉施設保安規定等に定めることとする。

原子炉設置変更許可申請書(本文)	設計及び工事の計画申請書
<p>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</p> <p>ト 放射性廃棄物の廃棄施設の構造及び設備</p> <p>(2) 液体廃棄物の廃棄設備</p> <p>(i) 構造</p> <p> i) 基本設計方針</p> <p> h その他</p> <p>(b) 液体廃棄物の廃棄施設には、異常が発生した場合において必要な指示ができるように、電話、放送設備、ページング設備等を設けるとともに、原子力科学研究所内の現地対策本部との間の相互に連絡するための設備を設ける。</p> <p>(3) 固体廃棄物の廃棄設備</p> <p>(i) 構造</p> <p> i) 基本設計方針</p> <p> j その他</p> <p>(b) 固体廃棄物の廃棄施設には、異常が発生した場合において必要な指示ができるように、電話、放送設備、ページング設備等を設けるとともに、原子力科学研究所内の現地対策本部との間の相互に連絡するための設備を設ける。</p>	<p>第2編 通信連絡設備の設置</p> <p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>(1) 異常が発生した場合において、放射性廃棄物処理場の事故現場指揮所と原子力科学研究所の安全管理棟の現地対策本部との間で相互に連絡ができるよう、多様性を確保した施設間通信連絡設備を設ける。現地対策本部の通信連絡設備(固定電話及び携帯電話)は、平成29年7月4日付け29原機(科研)003「原子力科学研究所の原子炉施設(NSRR原子炉施設)に関する設計及び工事の方法の認可申請書」で申請した通信連絡設備を共用する設備であることから、本申請の範囲外とする。</p> <p>(2) 異常が発生した場合において、放射性廃棄物処理場の関係箇所に対して、必要な指示ができるよう、電話等の通信連絡設備を設けること。</p>

原子炉設置変更許可申請書(本文)

- 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
- ト 放射性廃棄物の廃棄施設の構造及び設備
- (2) 液体廃棄物の廃棄設備
- (i) 構造
- i) 基本設計方針
- b 液体状の放射性廃棄物の漏えい防止
- (a) 液体廃棄物の廃棄施設は、適切な材料を使用するとともに、液位を監視する設備を有し、漏えいの発生を防止できる設計とする。
- (b) 液体廃棄物の廃棄施設は、貯槽等から漏えいが生じたとき、漏えいを早期に検出し、制御室等に警報する装置を有する。

設計及び工事の計画申請書

- 第3編 液体廃棄物の廃棄設備の漏えい警報装置の設置
- 3. 設計
- 3.1 設計条件
- (1) 排水貯留 Pond からの漏えいを検知できる設計とすること。
- (2) 排水貯留 Pond に漏えいが生じた場合、制御室等及び中央警備室に警報を発報させることができる設計とすること。

原子炉設置変更許可申請書(本文)	設計及び工事の計画申請書
該当なし	第4編 溢水防止対策 3. 設 計 3.1 設計条件 排水貯留ポンドから放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えいを防止するため、スロッシングによる溢水が生じないよう設計する。

原子炉設置変更許可申請書(添付書類八)

[放射性廃棄物の廃棄施設]

8-4 竜巻防護に関する基本方針

敷地及びその周辺において過去に発生した影響が最も大きい竜巻(F1スケール竜巻)の記録を踏まえ、放射性廃棄物の廃棄施設の構造健全性が維持され、安全機能を損なわないように風速49m/sに耐えるよう設計する。

設計及び工事の計画申請書

添付書類3-2 外部事象影響(竜巻)に関する説明書

3-2-1 概要

排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lは、想定される以下の竜巻に耐え得るよう設計する。

・敷地及びその周辺(施設から半径20kmの範囲)における過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻(藤田スケールF1、最大風速49m/s)及びその随件事象の発生を考慮しても、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわない設計とする。ここでは、上記の設計条件を確認するため、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lに対して、竜巻が発生した場合の影響評価を行った。

評価に当たっては、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」^[1](以下「竜巻ガイド」という。)に従い、竜巻及びその随件事象に対する排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの影響評価を行った。竜巻に対する影響評価としては、竜巻の特性値を評価し、飛来物の選定を行った上で、竜巻による飛来物が衝突した際の保管廃棄施設・Lの影響評価を行った。また、想定される竜巻随件事象について、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの影響の有無の検討を行った。

3-2-2 結果

竜巻が発生した場合の影響評価の結果、以下に示すとおり、竜巻による飛来物として空調室外機及び物置を選定した場合、保管廃棄施設・Lの構造健全性に影響を及ぼさないこと、竜巻随件事象が排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lに影響を及ぼさないことを確認したことから、想定される竜巻が発生した場合でも、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわない。

・竜巻ガイドに示された飛来物及び施設周辺の現地調査を踏まえて選定した飛来物について、浮上の有無を評価した結果、空調室外機、物置及びチェッカープレートが浮上することを確認した。

原子炉設置変更許可申請書(添付書類八)

設計及び工事の計画申請書

[放射性廃棄物の廃棄施設]

8-4 竜巻防護に関する基本方針

敷地及びその周辺において過去に発生した影響が最も大きい竜巻(F1スケール竜巻)の記録を踏まえ、放射性廃棄物の廃棄施設の構造健全性が維持され、安全機能を損なわないように風速49m/sに耐えるよう設計する。

- ・竜巻による飛来物として空調室外機及び物置を選定した場合、飛来物が衝突した際の影響評価において、保管廃棄施設・Lに貫通が生じないことから、保管廃棄施設・Lの構造健全性が維持されることを確認した。
- ・竜巻随件事象については、想定される火災、溢水及び外部電源喪失について検討を行い、いずれも排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの安全機能が維持されることを確認した。
なお、竜巻による飛来物としてチェッカープレートを選定した場合、保管廃棄施設・Lの構造健全性に影響を及ぼすことを確認したことから、以下の飛来防止対策を講ずることとする。
- ・保管廃棄施設・Lの構造健全性に影響を及ぼすことを確認したチェッカープレートに対し、当該竜巻で飛来しても影響を及ぼさない軽量物(ゴムマット)に代替する又は浮上しない重量のチェッカープレートに代替する等の対策を講ずる。
- ・チェッカープレートを重量物に代替する対策を講ずる場合には、竜巻の風速場をランキン渦モデルと仮定し、浮上条件を考慮した上で、浮上しない重量を設定する。

参考文献

- [1] 原子力規制委員会,「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」,平成25年6月(平成26年9月に一部改訂)

原子炉設置変更許可申請書(添付書類八)

〔放射性廃棄物の廃棄施設〕

8-6 外部火災防護に関する基本方針

外部火災で想定する森林火災、近隣の産業施設の火災・爆発及び航空機落下による火災に対して影響評価を実施し、放射性廃棄物の廃棄施設の安全性を確保するための安全機能を損なわないように設計する。

設計及び工事の計画申請書

添付書類3-1 外部事象影響(外部火災)に関する説明書

3-1-1 概要

保管廃棄施設・Lは、想定される以下の外部火災に耐え得るよう設計する。

- ・原子力科学研究所(以下「原科研」という。)敷地外の森林火災が迫った場合でも、保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわない設計とする。
- ・原科研敷地外の近隣の産業施設等(半径10km以内)において火災・爆発が発生した場合でも、保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわない設計とする。
- ・原科研の敷地内に設置しているLNGタンクが爆発した場合でも、保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわない設計とする。
- ・原科研の敷地への航空機落下による火災を想定した場合でも、保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわない設計とする。

ここでは、上記の設計条件を確認するため、保管廃棄施設・Lに対して、外部火災が発生した場合の影響を評価した。

評価にあたっては、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド(原子力規制委員会,平成25年6月19日)」^[1](以下「評価ガイド」という。)に従い、森林火災、近隣の産業施設等の火災・爆発及び航空機落下による火災に対する保管廃棄施設・Lの影響について表3-1-1-1に示すとおり評価を行った。

原子炉設置変更許可申請書 (添付書類八)

[放射性廃棄物の廃棄施設]

8-6 外部火災防護に関する基本方針

外部火災で想定する森林火災、近隣の産業施設の火災・爆発及び航空機落下による火災に対して影響評価を実施し、放射性廃棄物の廃棄施設の安全性を確保するための安全機能を損なわないように設計する。

設計及び工事の計画申請書

表 3-1-1-1 外部火災影響評価の概要

火災種別	考慮すべき火災	評価内容	評価項目
1. 森林火災	原科研敷地 ^{※1} 外 10km 以内に発火点を設定した保管廃棄施設・Lに迫る森林火災	・森林火災シミュレーション解析コード (FARSITE) ^[2] を基にした森林火災影響評価 ・森林火災影響評価に基づく保管廃棄施設・Lへの影響評価	・熱影響評価
2. 近隣の産業施設等の火災・爆発	原科研敷地外半径 10km 以内に存在する近隣の産業施設等の火災・爆発 ^{※2}	・近隣の産業施設等について保管廃棄施設・Lとの距離等を考慮した影響評価	・熱影響評価 ・爆発影響評価
3. 航空機落下による火災	保管廃棄施設・Lへの航空機落下確率にして 10^{-7} (回/炉・年) に相当する面積への航空機落下時の火災	・航空機落下による火災の影響評価 ・航空機落下による火災と森林火災との重畳事象	・熱影響評価

※1:敷地の範囲については後節図3-1-3-1に示す。

※2:原科研敷地外半径10km以内に存在する常陸那珂火力発電所、核燃料サイクル工学研究所、東海第二発電所、日立オイルターミナル及び日立油槽所を対象に評価を行った。また、原科研敷地内の代表的な施設である第2ボイラー液化天然ガス (LNG)タンクを対象に評価を行った。

原子炉設置変更許可申請書(添付書類八)

[放射性廃棄物の廃棄施設]

8-6 外部火災防護に関する基本方針

外部火災で想定する森林火災、近隣の産業施設の火災・爆発及び航空機落下による火災に対して影響評価を実施し、放射性廃棄物の廃棄施設の安全性を確保するための安全機能を損なわないように設計する。

設計及び工事の計画申請書



図 3-1-3-1 原科研敷地周辺の森林の概況及び想定発火点

出典：国土交通省 国土地理院 (資料を加工して作成)

原子炉設置変更許可申請書(添付書類八)

設計及び工事の計画申請書

[放射性廃棄物の廃棄施設]

8-6 外部火災防護に関する基本方針

外部火災で想定する森林火災、近隣の産業施設の火災・爆発及び航空機落下による火災に対して影響評価を実施し、放射性廃棄物の廃棄施設の安全性を確保するための安全機能を損なわないように設計する。

3-1-2 結果

外部火災による影響評価の結果、以下に示すとおり、保管廃棄施設・Lの健全性に影響を及ぼさないことを確認したことから、保管廃棄施設・Lで想定される外部火災が発生した場合でも、保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわない。

- (1) 保管廃棄施設・Lに対する火災(森林火災及び重畳事象を想定した火災)については、以下のことから、健全性に影響を及ぼさないことを確認した。
 - ・コンクリート外壁の表面温度が、コンクリートの強度に影響がないとされている温度(以下「コンクリートの許容温度」という。)である200℃^[3]を上回ることを確認したが、表層のみの温度上昇であり、内部火災に至るおそれはない。
 - ・保管廃棄施設・Lの鋼製蓋の表面温度が、鉄鋼材料の使用可能温度(以下「鉄鋼の許容温度」という。)である350℃を下回ることを確認した。
- (2) 保管廃棄施設・Lに対する火災(近隣の産業施設等の火災及び航空機落下による火災)については、コンクリート外壁の表面温度が、コンクリートの許容温度を下回ること、保管廃棄施設・Lの鋼製蓋の表面温度が、鉄鋼の許容温度を下回ることから、健全性に影響を及ぼさないことを確認した。
- (3) 保管廃棄施設・Lに対する近隣の産業施設等の爆発については、保管廃棄施設・Lと爆発源との離隔距離が危険限界距離を上回ることから、健全性に影響を及ぼさないことを確認した。

参考文献

- [1] 原子力規制委員会, 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」, 平成25年6月
- [2] Mark A. Finney, “ FARSITE: Fire Area Simulator—Model Development and Evaluation”, Rocky Mountain Research Station, RMRS-RP-4 Revised, March 1998, revised February 2004
- [3] 財団法人日本建築センター, 「建築火災のメカニズムと火災安全設計」, 平成19年12月

原子炉設置変更許可申請書(添付書類八)

- 8-7 廃棄施設の概要
 - (3) 固体廃棄物の廃棄施設
 - b 保管廃棄施設
 - (a) 保管廃棄施設
 - ① 第1保管廃棄施設
 - 1) 保管廃棄施設・I

本施設には、保管廃棄施設・Lを設置する。
保管廃棄施設・Iには、異常が発生した場合において関係箇所との通信連絡ができるように、携帯電話等を設ける。
- 3) 解体分別保管棟

解体分別保管棟には、異常が発生した場合において関係箇所との通信連絡ができるように、電話、放送設備、ページング設備等を設ける。

設計及び工事の計画申請書

- 第2編 通信連絡設備の設置
 - 3. 設計
 - 3.2 設計仕様
 - 3.2.2 各施設内及び各施設と事故現場指揮所の通信連絡で使用する通信連絡設備

保管廃棄施設・L及び排水貯留ポンドにおいては、施設内の通信連絡で施設内用トランシーバー、事故現場指揮所との通信連絡で固定電話、携帯電話及び長距離用トランシーバーを使用する。

通信連絡設備の配置図を図-2.1に示す。本申請に係る通信連絡設備の設計仕様は、以下のとおりとする。本設備は全て既設の設備である。なお、通信連絡設備については、原子炉施設保安規定及び下部規定において定める手順に従い、同等以上の性能を有するものと交換できるものとする。

- (1) 通信連絡設備の種類
 - ・固定電話
 - ・携帯電話
 - ・施設内用トランシーバー(出力10mW)
 - ・長距離用トランシーバー(出力5W)

(2) 台数
事故現場指揮所で使用する通信連絡設備の種類及び台数を表1、事象発生施設で使用する通信連絡設備の種類及び台数を表2に示す。

表1 事故現場指揮所で使用する通信連絡設備

設置場所 (事故現場指揮所)	事象発生施設	固定電話	長距離用 トランシーバー
解体分別保管棟付属建家 会議室	保管廃棄施設・L 排水貯留ポンド	1台*1	1台

*1 現地対策本部との通信連絡で使用する固定電話と共用

原子炉設置変更許可申請書(添付書類八)

設計及び工事の計画申請書

また、解体分別保管棟には、解体分別保管棟、第1保管廃棄施設又は排水貯留ポンドで異常が発生した場合に原子力科学研究所内の現地対策本部との間の相互に連絡するための通信連絡設備として専用の固定電話、携帯電話等を設ける。

表2 事象発生施設で使用する通信連絡設備

事象発生施設	固定電話	携帯電話	施設内用 トランシーバー	長距離用 トランシーバー
保管廃棄施設・L	1台*1	1台	2台*1	1台*2
排水貯留ポンド				

*1 排水管理棟に設置

*2 事象発生施設で使用する長距離用トランシーバー (1台) については、第3廃棄物処理棟に配置

3.2.1 事故現場指揮所と現地対策本部の通信連絡で使用する通信連絡設備

事故現場指揮所の解体分別保管棟付属建家会議室においては、現地対策本部との通信連絡で固定電話及び携帯電話を使用する。安全管理棟の現地対策本部においては、事故現場指揮所との通信連絡で固定電話及び携帯電話を使用する。

本申請に係る通信連絡設備の種類及び台数は、以下のとおりとする。本設備は全て既設の設備である。なお、通信連絡設備については、原子炉施設保安規定及び下部規定において定める手順に従い、同等以上の性能を有するものと交換できるものとする。

(1) 通信連絡設備の種類

- ・固定電話
- ・携帯電話

(2) 台数

事故現場指揮所における通信連絡設備の種類及び台数は以下のとおり。

設置場所 (事故現場指揮所)	事象発生施設	固定電話	携帯電話
解体分別保管棟付属建家 会議室	保管廃棄施設・L 排水貯留ポンド	2台	1台

原子炉設置変更許可申請書(添付書類八)

- 8-7 廃棄施設の概要
 (2) 液体廃棄物の廃棄施設
 a 廃液貯槽
 (c) 排水貯留ポンド

本貯槽には、液位計を設けるとともに、漏えいによって液位が著しく低下した場合は、操作盤及び原子力科学研究所の中央警備室に警報する設備を設ける。

設計及び工事の計画申請書

- 第3編 液体廃棄物の廃棄設備の漏えい警報装置の設置
 3. 設計
 3.2 設計仕様

a-1 排水貯留ポンド

設備・貯槽名	検知方式	検知器	台数	警報設定値	警報の発報場所(表示)
排水貯留ポンド	液位変動による検知	液位計	2台(既設)	液位低下幅: 5 cm 以下 高水位: 200 cm 以下	操作盤(貯槽名及び警報の種類)、中央警備室(設備名)

a-2 排水貯留ポンド 液位計の仕様

設備・貯槽名	各計器	液位検出範囲	ループ精度	校正方法
・貯留槽 ・希釈槽	検出器(超音波式)	0~300cm	±2cm	ターゲット板による距離入力
	ディストリビュータ			模擬信号入力
	液位表示器			模擬信号入力
	プログラマブルコントローラ			模擬信号入力

a-3 警報発報に係る仕様

機器等	仕様
液位計	液位変動による検知(液位低下、高水位)
ケーブル1(液位計と操作盤を接続)(交換可能品)	JIS C 3401
操作盤	ブザー吹鳴及び異常表示による警報発報
ケーブル2(操作盤と弱電端子盤を接続)(交換可能品)	光ファイバケーブル JIS C 3521
弱電端子盤	警報発報に係る中継経路
ケーブル3(弱電端子盤と放射性廃棄物処理場漏えい警報監視盤を接続)(交換可能品)	JCS9072
放射性廃棄物処理場漏えい警報監視盤	ブザー吹鳴及び異常表示による警報発報

排水貯留ポンドの漏えい警報装置の系統図を図-3.1に、検知器(液位計)の配置図を図-3.2に示す。

原子炉設置変更許可申請書 (添付書類八)

8-7 廃棄施設の概要

(2) 液体廃棄物の廃棄施設

a 廃液貯槽

(c) 排水貯留ポンド

本貯槽には、液位計を設けるとともに、漏えいによって液位が著しく低下した場合は、操作盤及び原子力科学研究所の中央警備室に警報する設備を設ける。

設計及び工事の計画申請書

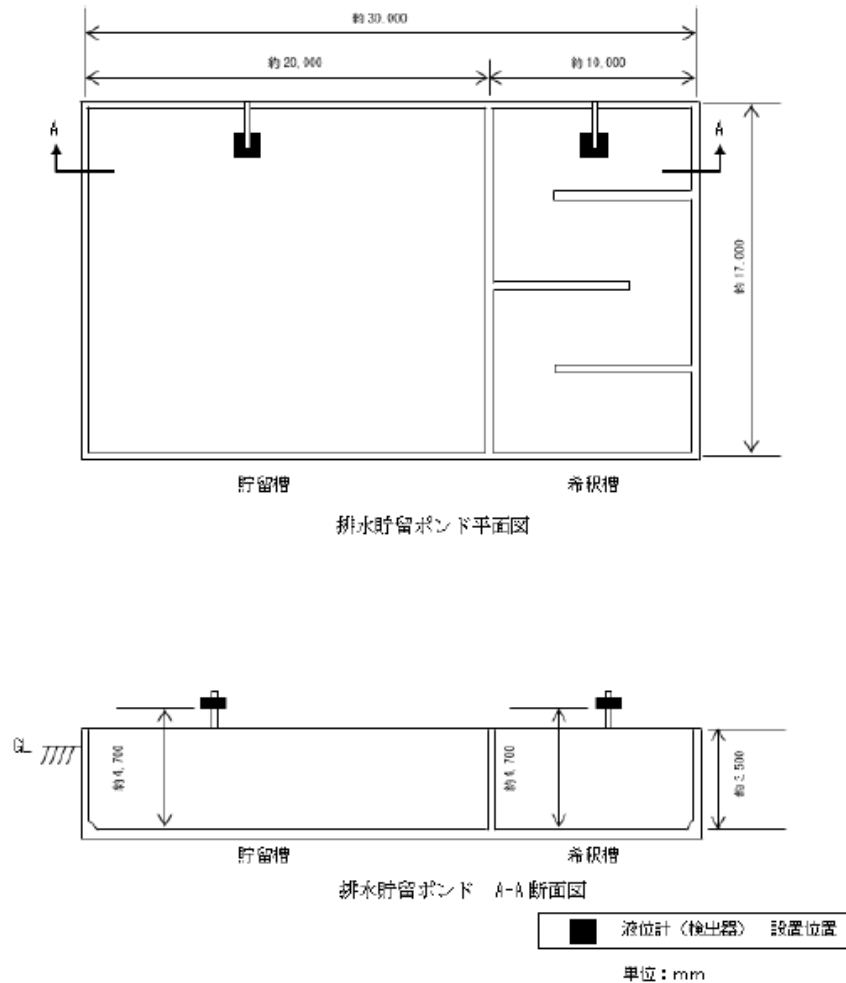


図-3.2 排水貯留ポンドの液位計の配置図

原子炉設置変更許可申請書(添付書類八)

設計及び工事の計画申請書

該当なし

第4編 溢水防止対策

6-1-1 概要

排水貯留ポンドから放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えいの防止に関する評価を実施した。評価は、地震に伴い発生する排水貯留ポンドのスロッシングを想定して実施した。

6-1-2 評価方法

速度ポテンシャル理論によってスロッシングの最大波高を算出する。排水貯留ポンドを構成する貯留槽及び希釈槽について、各貯槽の固有周期を算出し、平成12年建設省告示第1461号に定める加速度応答スペクトルより、固有周期に対する加速度を特定し、スロッシング最大波高を算出する。加速度応答スペクトルを表6-1-1に示す。

表 6-1-1 加速度応答スペクトル

周期 (秒)	加速度応答スペクトル (単位 メートル毎秒毎秒)
	稀に発生する地震動
$T < 0.16$	$(0.64 + 6T) Z$
$0.16 \leq T < 0.64$	$1.6Z$
$0.64 \leq T$	$(1.024 / T) Z$

この表において、T及びZは、それぞれ建築物の周期 (単位 秒) 及び令第八十八条第一項に規定するZの数値を表す。

出典：平成12年建設省告示第1461号より抜粋

6-1-3 判断基準

評価により算出した最大波高が排水貯留ポンドの縁を越えないこと。

6-1-4 評価条件

評価条件は以下のとおり

原子炉設置変更許可申請書 (添付書類八)

設計及び工事の計画申請書

	貯留槽	希釈槽
形状	矩形	矩形 (邪魔板有り)
寸法	約 20m×17m 高さ約 3.5m (水深約 2.0m)	約 10m×17m 高さ約 3.5m (水深約 2.0m)
想定溢水源	放射性液体廃棄物 (ただし、法令に定める周辺監視区域外の濃度限度以下となるよう管理されたもの。)	工業用水

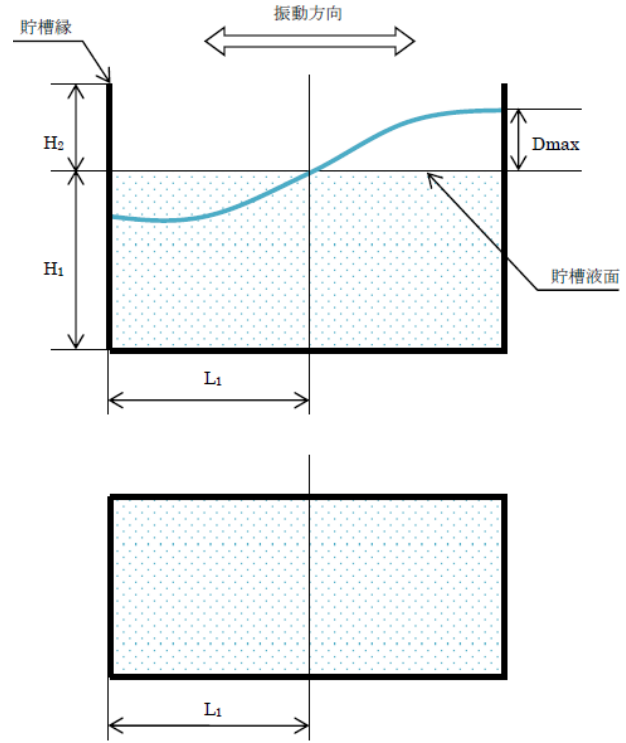


図6-1-1 スロッシング評価モデル図

原子炉設置変更許可申請書(添付書類八)

設計及び工事の計画申請書

固有周期及び最大波高は以下の式で算出する。

$$T=1/f$$

$$f=1/2\pi \sqrt{(1.571/L_1 g \times \tanh(1.571 H_1/L_1))} \quad (1) \quad (2)$$

$$D_{max}=0.811 L_1/g \alpha \quad (2)$$

ただし、

T : 固有周期 [s]

f : 一次固有周波数 [Hz]

L_1 : 振動方向のプールの長さの1/2 [m]

g : 重力加速度 [m/s²]

H_1 : プールの水深 [m]

H_2 : 水面からプールの縁までの高さ [m]

D_{max} : 最大波高 [m]

α : 地震による加速度[m/s²]

である。

なお、希釈槽については貯槽内に邪魔板が存在し、評価において邪魔板の影響による流体の挙動を考慮することが困難であることから、地震による加速度 α は、保守的に表6-1-1に示す加速度応答スペクトルにおける最大加速度を用いることとする。*1

算出結果を表6-1-2に示す。

表6-1-2 算出結果

	貯留槽		希釈槽	
	地震方向 (NS)	地震方向 (EW)	地震方向 (NS)	地震方向 (EW)
L_1 [m]	10.0	8.5	5.0	8.5
H_1 [m]	2.0	2.0	2.0	2.0
H_2 [m]	1.5	1.5	1.5	1.5
T [s]	9.177	7.847	—	—
f [Hz]	0.109	0.127	—	—
α [m/s ²]	0.112	0.131	1.600*1	1.600*1
D_{max} [m]	0.093	0.093	0.662	1.125

原子炉設置変更許可申請書(添付書類八)

設計及び工事の計画申請書

6-1-5 評価結果

排水貯留ポンドの貯留槽及び希釈槽ともにスロッシングによる最大波高は、貯槽の縁を超えないため、放射性物質を含む液体が管理区域外へ漏えいすることはない。

出典

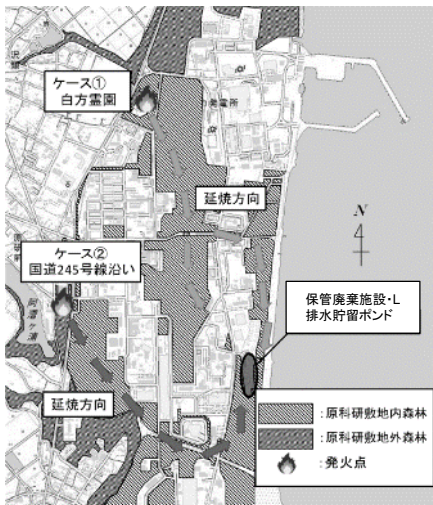
- 1) 日本機械学会, 機械工学便覧 α 4 流体工学, 2006.
- 2) 耐震設計の標準化に関する調査報告書 別冊2(機器系), 昭和60年3月, (財)原子力工学試験センター

放射性廃棄物の廃棄施設全体の設計及び工事の計画の認可申請は、表1(本資料においては省略)に示す項目を予定しているが、工事に要する期間等を考慮し、分割して行う。本申請では、保管廃棄施設・L及び排水貯留ポンドに係る、「外部事象影響」、「通信連絡設備の設置」、「液体廃棄物の廃棄設備の漏えい警報装置の設置」及び「溢水防止対策」について申請するものである。

なお、「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」への適合性確認整理表を別紙1(本資料においては省略)に示す。

【発火点】

原科研敷地外半径10km以内に発火点を設定(ケース①②)
(発火点想定のお考え方は、67ページ参照)



【評価方法】

評価対象施設: 保管廃棄施設・L及び排水貯留 Pond
・廃棄物を火災から防護する

判断基準

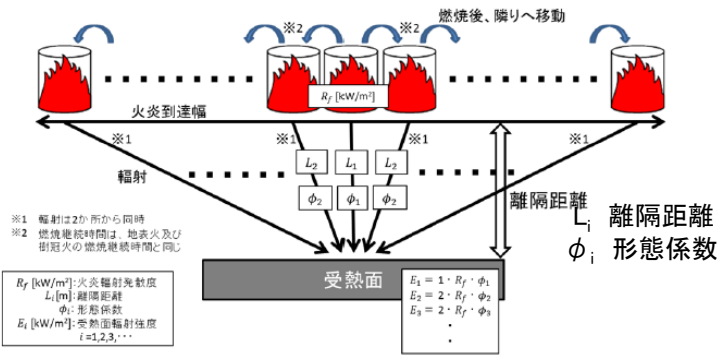
- ・コンクリートの許容温度(200°C)又は鉄鋼の許容温度(350°C)を下回ること
- ・上回る場合は内部火災に至らないこと

参考: コンクリート外壁の構造健全性への影響については96ページ参照

= 保管廃棄しているものの発火点を超えないこと

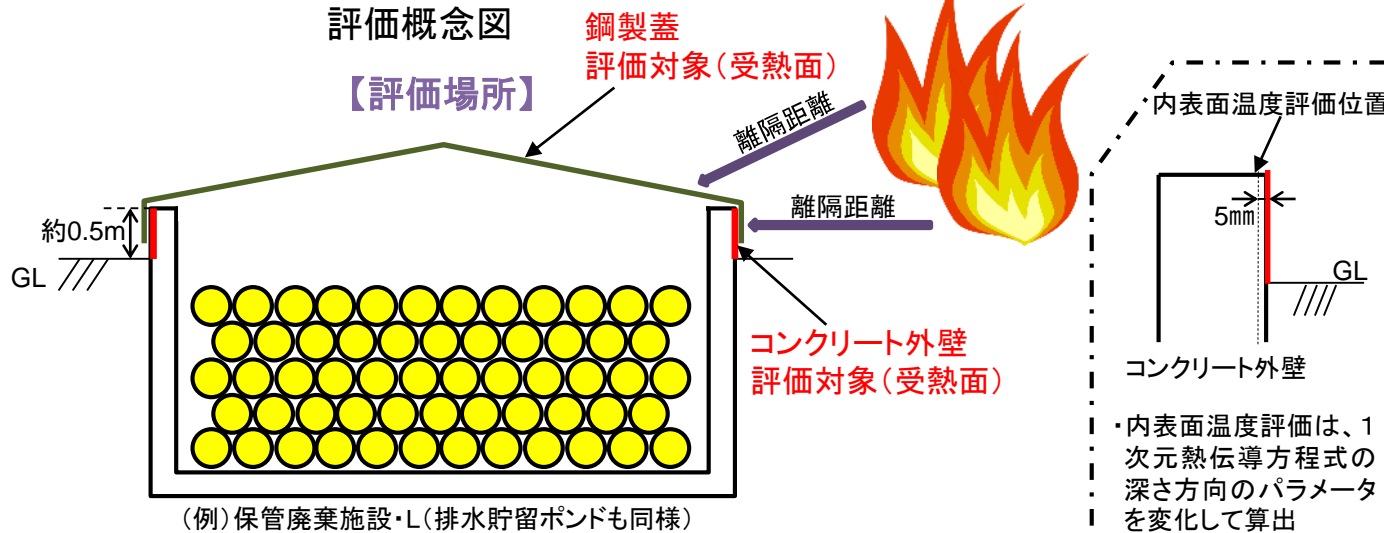
- 保管廃棄している代表的なもの**
- ・紙(約290°C※)
 - ・木材(約250°C※)
 - ・ポリエチレン(約330°C※)
- ※: 発火点

・排水貯留 Pondについては、液体を貯留していることから、内部火災に至ることはない。



評価概念図

【離隔距離】



(例) 保管廃棄施設・L(排水貯留 Pondも同様)

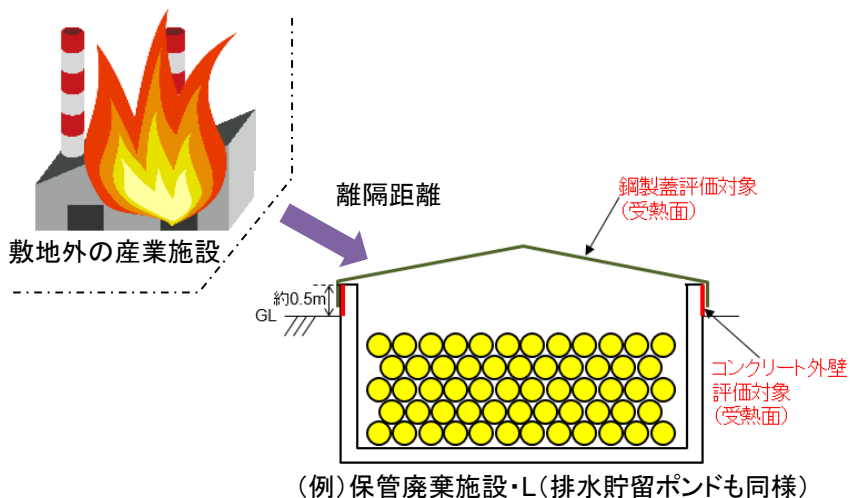
最短: 西側7.7m 最短: 南側7m

【火災】

原科研敷地外10km以内に存在する危険物貯蔵所

項目	常陸那珂火力発電所軽油タンク	核燃料サイクル工学研究所重油タンク	東海第二発電所重油タンク	日立オイルターミナル及び日立油槽所重油タンク
内容物	軽油	重油	重油	重油
容量(燃料量)[m ³]	7,000	588	500	10,885
輻射発散度[W/m ²]	4.2 × 10 ⁴	2.3 × 10 ⁴	2.3 × 10 ⁴	2.3 × 10 ⁴
燃焼速度[m/s]	5.5 × 10 ⁻⁵	2.8 × 10 ⁻⁵	2.8 × 10 ⁻⁵	2.8 × 10 ⁻⁵
燃料タンクの防油堤面積[m ²]	800	400	225	6,000
燃焼継続時間[hr]	44.2	14.6	22.1	18.0
保管廃棄施設・L				
離隔距離[m]	2,000	1,970	1,230	5,480
輻射強度[W/m ²]	5.14	1.45	2.09	2.81
形態係数	1.22 × 10 ⁻⁴	6.29 × 10 ⁻⁵	9.09 × 10 ⁻⁵	1.22 × 10 ⁻⁴
排水貯留ポンド				
離隔距離[m]	2,090	2,100	1,240	5,500
輻射強度[W/m ²]	4.70	1.27	2.06	2.79
形態係数	1.12 × 10 ⁻⁴	5.54 × 10 ⁻⁵	8.94 × 10 ⁻⁵	1.21 × 10 ⁻⁴

・判断基準、評価の考え方は森林火災と同様



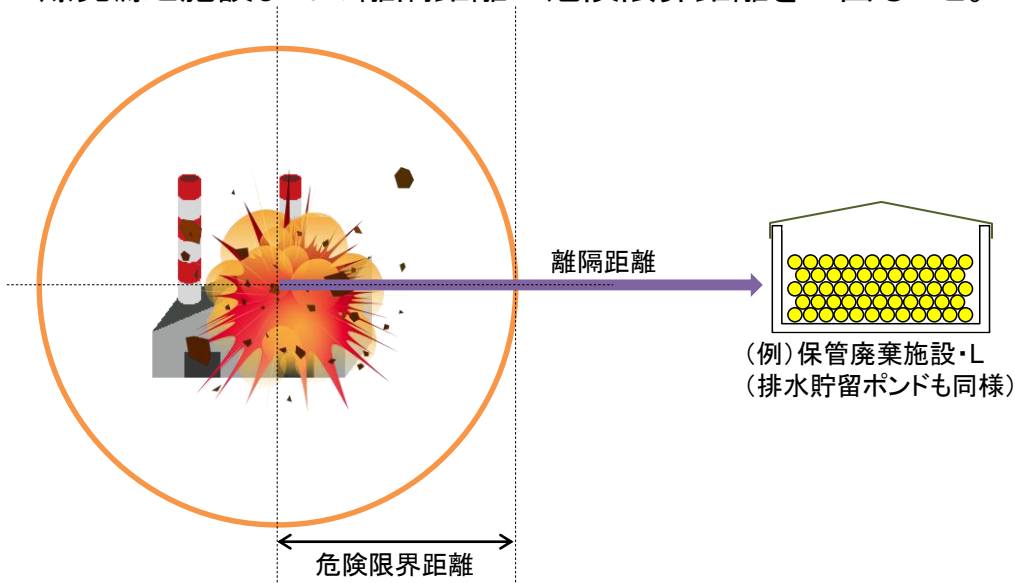
【敷地外施設での爆発】

原科研敷地外10km以内に存在する高圧ガス保有施設

日立LNG基地LNGタンク	
LNGタンク貯蔵量	97,704トン(230,000m ³)
離隔距離	3,270m
LNGのK値	7.14 × 10 ⁵
貯蔵設備又は処理設備のW値	313
日立LNG基地LPGタンク	
LPGタンク貯蔵量	31,000トン(50,000m ³)
離隔距離	3,270m

判断基準

・爆発源と施設までの離隔距離が危険限界距離を上回ること。



【敷地内施設での爆発】

原科研敷地内に存在する高圧ガス保有施設

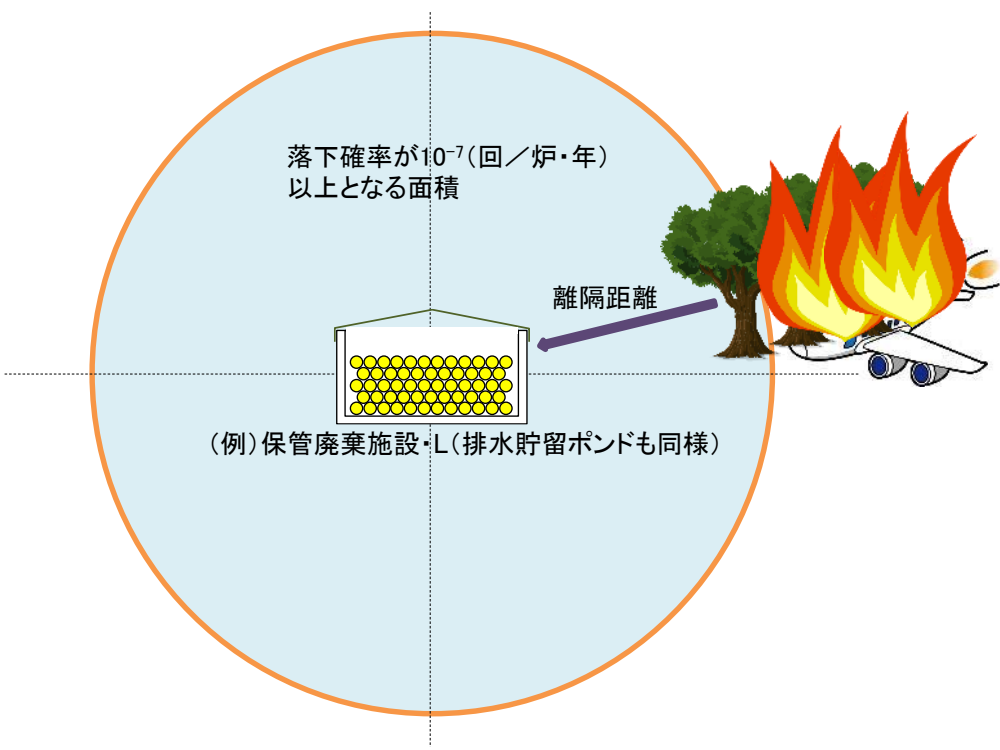
・第2ボイラーLNGタンク
評価の考え方は、敷地外施設での爆発と同様

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に従い、評価を実施

【火災】

落下確率が 10^{-7} (回/炉・年)以上となる面積の外周部に航空機が落下し、その火災によって森林火災が発生

・判断基準、火災影響評価の考え方は森林火災と同様



航空機落下については、航空機落下による火災と森林火災の重畳評価も実施

$$50^{\circ}\text{C} + \text{航空機落下による火災の温度上昇分} + \text{森林火災の温度上昇分}$$

評価対象航空機のパラメータ

	民間機			自衛隊機又は米軍機		
	計器飛行方式		有視界飛行方式	訓練空域外を飛行中		基地-訓練空域間を往復時
	離着陸時	巡航中		空中給油機等	その他	
対象航空機	B747-400		AS332L1	KC-767	F-15	
燃料種類	JET A-1		JET A-1	JP-4	JP-4	
燃料最大積載量 [m ³]	216.84		3.0	145.03	14.87	
輻射発散度 R_f [W/m ²]	5.0×10^4			5.8×10^4		
質量低下速度 M [kg/(m ² ・s)]	0.039			0.051		
燃料密度 ρ [kg/m ³]	850			760		
燃焼速度 v [m/s] ($v = M/\rho$)	4.59×10^{-5}			6.71×10^{-5}		

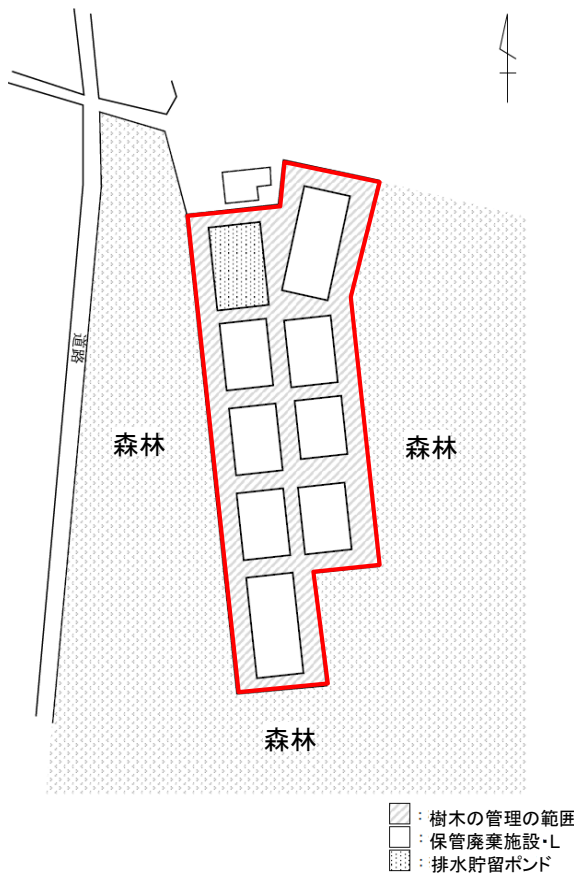
航空機落下地点と施設との離隔距離

	民間機			自衛隊機又は米軍機		
	計器飛行方式		有視界飛行方式	訓練空域外を飛行中		基地-訓練空域間を往復時
	離着陸時	巡航中		空中給油機等	その他	
対象航空機	B747-400		AS332L1	KC-767	F-15	
保管廃棄施設・L	361m		20m	339m	23m	

【原子力科学研究所原子炉施設保安規定(案)】

(森林の管理)

課長は、所掌する排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の周辺に森林火災が発生した場合に備えて、図に示した範囲に、森林が拡大しないよう樹木を管理しなければならない。



【下部規定(案)】

(森林の管理)

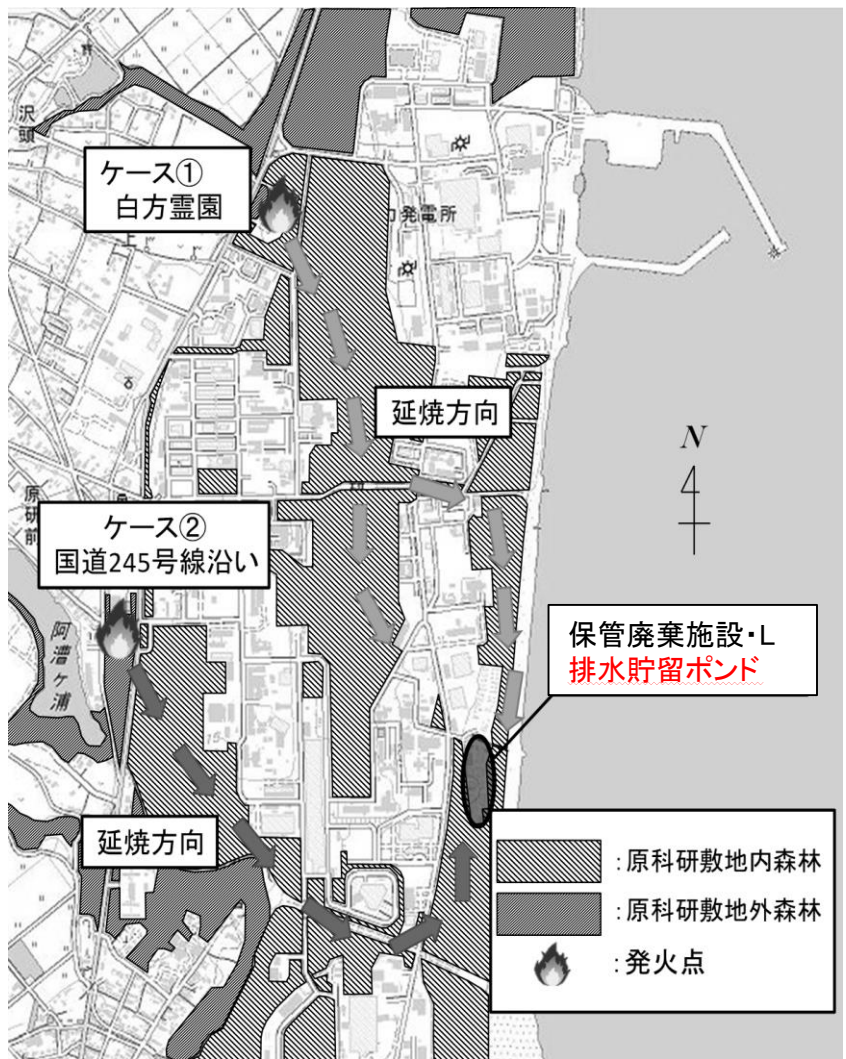
1. 課長は、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の周辺に森林火災が発生した場合に備えて、図に示した範囲周辺に対して熱影響を与える森林が拡大しないよう、必要に応じて伐採等の措置を講じること。
2. 課長は、図の範囲内において、延焼の防止及び枯草火災の発生防止のため、必要に応じて刈り払い等を行い、草木の管理を行う。
3. 課長は、図の範囲内の草木の状況及び図の範囲内に森林が拡大していないことを毎月1回以上確認し、記録を作成する。

【概要】

- 原子力科学研究所(以下「原科研」という。)敷地外の森林火災が迫った場合でも、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわない設計とする。
- 原科研敷地外の近隣の産業施設等(半径10km以内)において火災・爆発が発生した場合でも、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわない設計とする。
- 原科研の敷地内に設置しているLNGタンクが爆発した場合でも、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわない設計とする。
- 原科研の敷地への航空機落下による火災を想定した場合でも、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわない設計とする。

ここでは、上記の設計条件を確認するため、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lに対して、外部火災が発生した場合の影響を評価した。

評価にあたっては、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド(原子力規制委員会, 平成25年6月19日)」に従い、森林火災、近隣の産業施設等の火災・爆発及び航空機落下による火災に対する排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの影響について評価を行った。

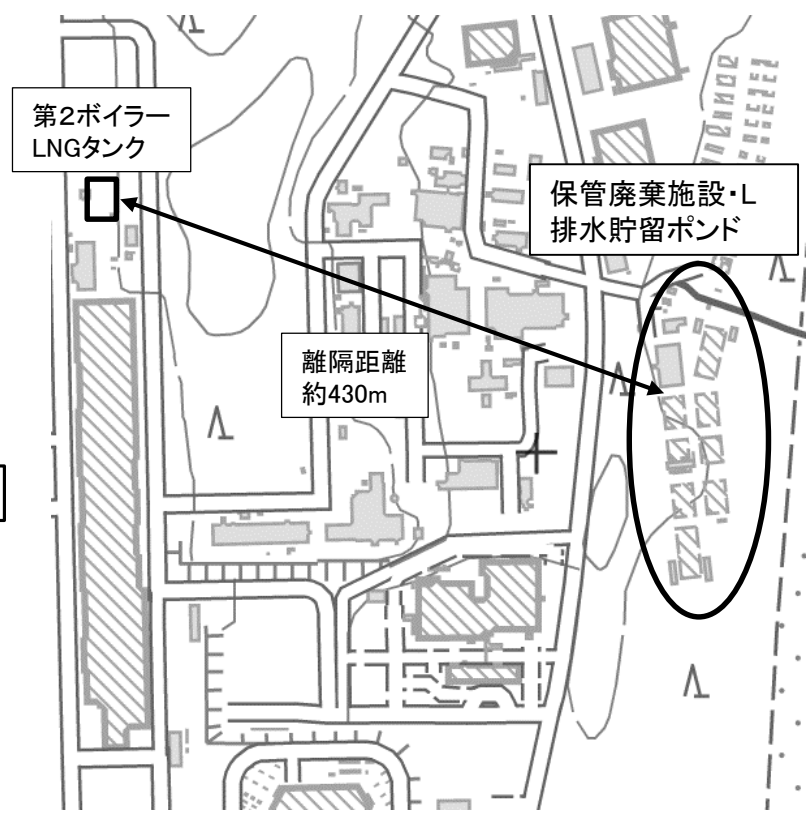
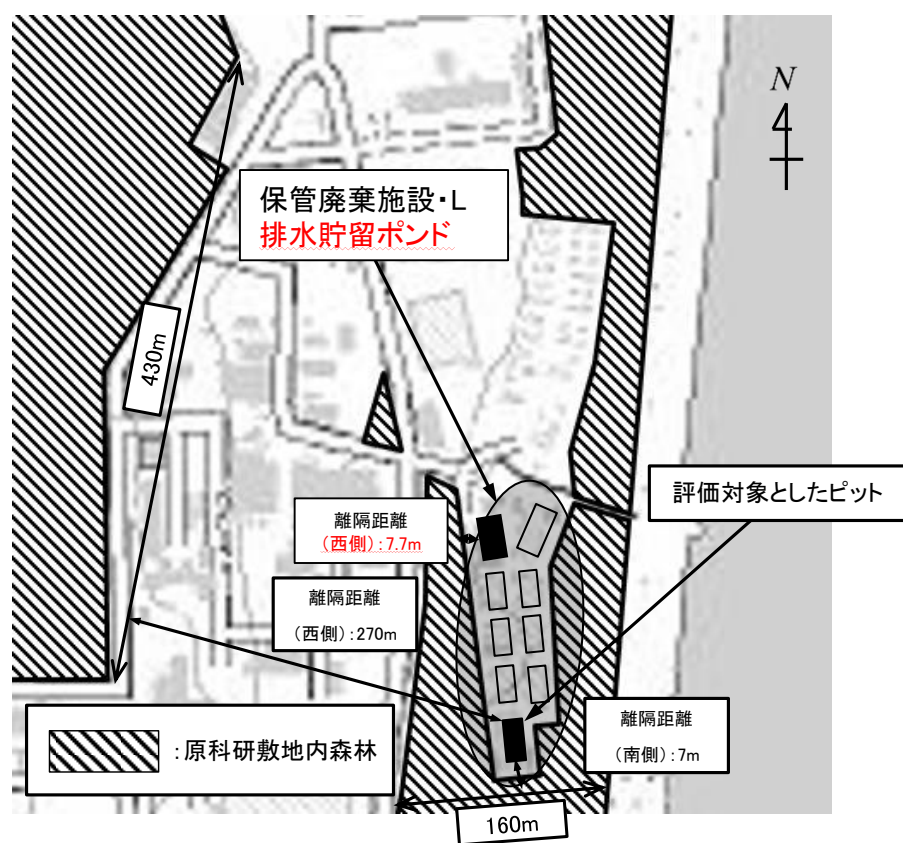


【評価条件】

- (1) 風向は許可申請書添付書類六の記載を踏まえ、**排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L**の風上に発火点を想定する。
- (2) 風速は、過去の水戸気象台の観測データから、最大風速17.5m/s (2014年2月及び2016年1月)を採用する。ただし、地表面での風速は樹木などの障害物の影響により遅くなることを考慮し、前述の17.5m/sに0.3を乗じた風速とする。
- (3) 発火点は、まず人為的行為及び卓越風向を考慮し、白方霊園に設定する(ケース①)。次に可能性は低いものの、森林の概況から別の延焼ルートの起点となりうる発火点を国道245号線沿いに設定する(ケース②)。
- (4) (3)で設定した発火点から発生する森林火災が敷地境界を越え、原科研敷地内の森林へ延焼すると仮定する。
- (5) 森林火災の計算に必要なパラメータのうち、樹高、樹冠までの高さについては、原科研の森林の状況を調査した結果(樹高:10m~16m、樹冠までの高さは5m~8m)に対し、FARSITEで用いている初期値(樹高:20m、樹冠までの高さは4m)が保守的な評価となるため、これを一律に適用する。
- (6) **排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L**のコンクリート外壁及び鋼製蓋表面の初期温度については、夏季の日照中における表面温度が40℃程度であることを考慮して、保守的に50℃とする。
- (7) **土地の傾斜については、国土地理院・地理院地図(電子国土web)より、敷地内において卓越風の風上から風下に向かっての傾斜角を調査し算出する。**
- (8) **評価対象の表面からの自然放熱、内側からの冷却等の除熱は一切考慮しないものとする。**

排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの想定発火点及び延焼経路

出典:国土交通省 国土地理院(資料を加工して作成)



排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの周辺森林における火災到達幅
出典:国土交通省 国土地理院(資料を加工して作成)

第2ボイラーLNGタンクと排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの離隔距離
出典:国土交通省 国土地理院(資料を加工して作成)

【波線:次回補正申請予定】

森林火災による排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの表面温度評価結果

- ・保管廃棄施設・Lのコンクリート外壁の表面温度は、338℃であり、コンクリートの許容温度(200℃)を上回るが、表層のみの温度上昇であり、内部火災に至るおそれはない※。
- ※:保管廃棄されている代表的な可燃物の発火点を以下に示す。
紙(約290℃)、木材(約250℃)、ポリエチレン(約330℃)
- ・保管廃棄施設・Lの鋼製蓋の表面温度は、96℃であり、鉄鋼の許容温度(350℃)を下回る。
- ・排水貯留ポンドのコンクリート外壁の表面温度は、311℃であり、コンクリートの許容温度(200℃)を上回るが、表層のみの温度上昇であり、液体を貯留していることから、内部火災に至るおそれはない。

施設	評価対象	表面温度(℃)	内表面温度※1(℃)
保管廃棄施設・L	コンクリート外壁	338	87
	鋼製蓋	96	—
排水貯留ポンド	コンクリート外壁	311	84

※1:コンクリート外壁表面から5mm内側の温度であり、表面温度と同様に1次元熱伝導方程式の一般解の式を用いて評価

各危険物貯蔵所における火災影響評価結果

危険物貯蔵所	評価対象施設	表面温度 評価結果
常陸那珂火力発電所 軽油タンク	保管廃棄施設・L(コンクリート外壁)	52℃
	保管廃棄施設・L(鋼製蓋)	51℃
	排水貯留ポンド(コンクリート外壁)	52℃
核燃料サイクル工学研究所 重油タンク	保管廃棄施設・L(コンクリート外壁)	51℃
	保管廃棄施設・L(鋼製蓋)	51℃
	排水貯留ポンド(コンクリート外壁)	51℃
東海第二発電所 重油タンク	保管廃棄施設・L(コンクリート外壁)	51℃
	保管廃棄施設・L(鋼製蓋)	51℃
	排水貯留ポンド(コンクリート外壁)	51℃
日立オイルターミナル及び 日立油槽所 重油タンク	保管廃棄施設・L(コンクリート外壁)	51℃
	保管廃棄施設・L(鋼製蓋)	51℃
	排水貯留ポンド(コンクリート外壁)	51℃

【波線:次回補正申請予定】

日立LNG基地LNGタンク及びLPGタンクにおける爆発影響評価結果

評価の結果、危険限界距離は373mであり、日立LNG基地と排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの離隔距離3,270m※を下回ることから、日立LNG基地で爆発が発生しても、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの健全性に影響を及ぼさないことを確認した。

※: 排水貯留 Pond と保管廃棄施設・Lは、同一の敷地内に設置していることから、離隔距離は同一として評価

想定爆発源(敷地外)	危険限界距離	離隔距離
日立LNG基地 LNGタンク及びLPGタンク	373m	3,270m

第2ボイラー液化天然ガス(LNG)タンクにおける爆発影響評価結果

評価の結果、危険限界距離は104mであり、第2ボイラー液化天然ガス(LNG)タンクと排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの離隔距離430m※を下回ることから、第2ボイラーで爆発が発生しても、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの健全性に影響を及ぼさないことを確認した。

※: 排水貯留 Pond と保管廃棄施設・Lは、同一の敷地内に設置していることから、離隔距離は同一として評価

想定爆発源(敷地内)	危険限界距離	離隔距離
第2ボイラー 液化天然ガス(LNG)タンク	104m	430m

航空機落下による火災の影響評価結果

対象航空機		施設	評価対象	評価結果
				表面温度
計器飛行方式 民間機	機種名: B747-400 (飛行場での離着陸時、航空路を巡航中)	保管廃棄施設・L	コンクリート外壁	58°C
			鋼製蓋	52°C
		排水貯留ポンド	コンクリート外壁	58°C
有視界飛行方式 民間機	機種名: AS332L1	保管廃棄施設・L	コンクリート外壁	131°C
			鋼製蓋	63°C
		排水貯留ポンド	コンクリート外壁	131°C
自衛隊機又は米軍機: 訓練空域外を飛行中	機種名: KC-767 機種名: F-15	保管廃棄施設・L	コンクリート外壁	58°C
			鋼製蓋	52°C
		排水貯留ポンド	コンクリート外壁	58°C
自衛隊機又は米軍機: 基地一訓練空域間往復時	機種名: F-15	保管廃棄施設・L	コンクリート外壁	165°C
			鋼製蓋	69°C
		排水貯留ポンド	コンクリート外壁	165°C

重畳事象による火災影響評価結果

・保管廃棄施設・Lのコンクリート外壁の表面温度は、453℃であり、コンクリートの許容温度(200℃)を上回るが、表層のみの温度上昇であり、内部火災に至るおそれはない※。

※: 保管廃棄されている代表的な可燃物の発火点を以下に示す。

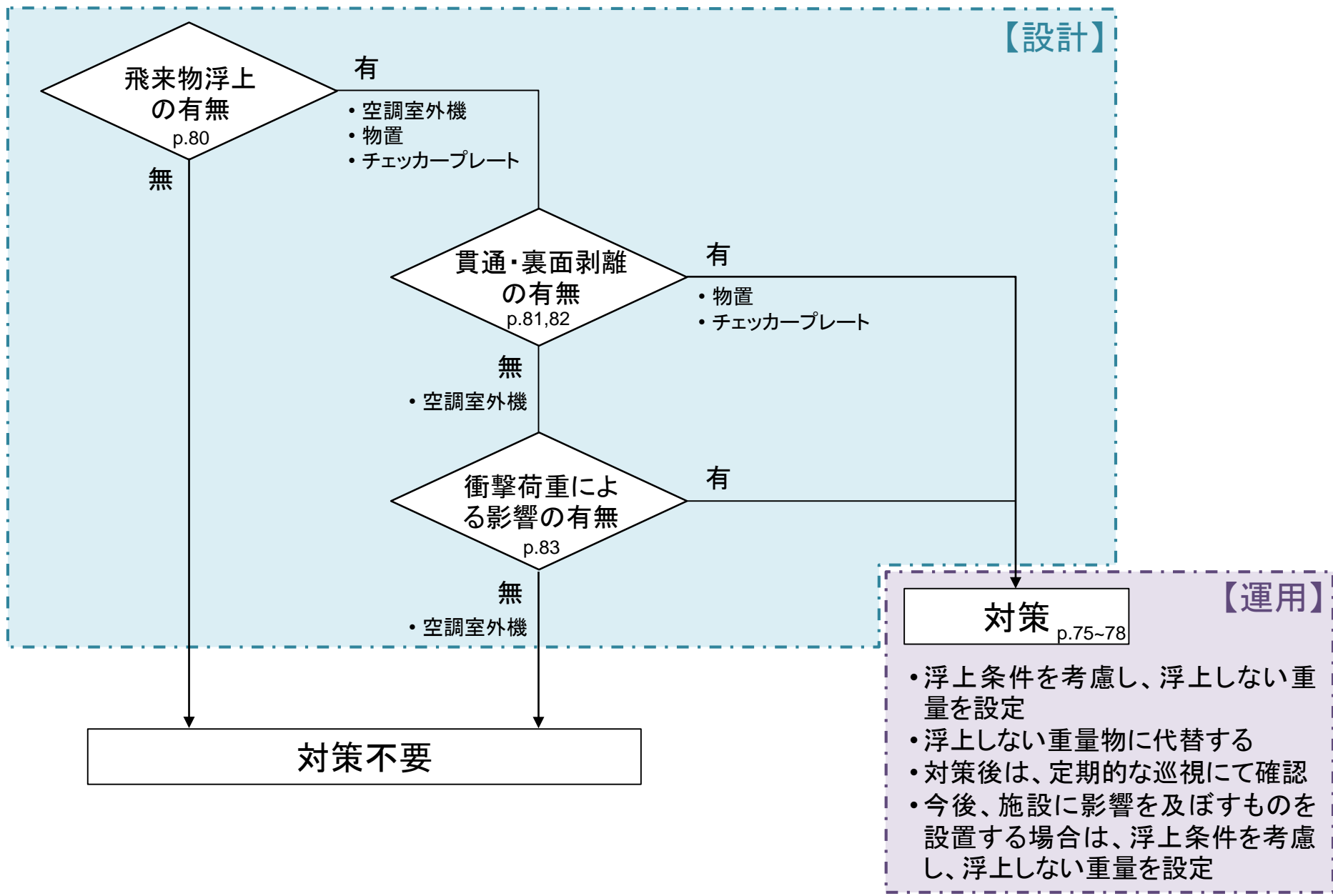
紙(約290℃)、木材(約250℃)、ポリエチレン(約330℃)

・保管廃棄施設・Lの鋼製蓋の表面温度は、115℃であり、鉄鋼の許容温度(350℃)を下回る。

・排水貯留ポンドのコンクリート外壁の表面温度は、426℃であり、コンクリートの許容温度(200℃)を上回るが、表層のみの温度上昇であり、液体を貯留していることから、内部火災に至るおそれはない。

施設	評価対象	航空機落下による火災		森林火災		重畳評価結果	
		表面温度(℃)	温度上昇分ΔT(℃)	表面温度(℃)	温度上昇分ΔT(℃)	表面温度(℃)	内表面温度※1(℃)
保管廃棄施設・L	コンクリート外壁	165	115	338	288	453 =(初期温度50+115+288)	194
	鋼製蓋	69	19	96	46	115 =(初期温度50+19+46)	—
排水貯留ポンド	コンクリート外壁	165	115	311	261	426 =(初期温度50+115+261)	191

※1: コンクリート外壁表面から5mm内側の温度であり、表面温度と同様に1次元熱伝導方程式の一般解の式を用いて評価



【評価前提】

想定竜巻 : 藤田スケールF1、最大風速49m/s

貫通・裏面剥離: 評価対象

風圧力 : 屋外に設ける地下ピット構造の施設であり、受圧面積も小さいため評価対象外

気圧差 : 屋外に設ける施設であるため、気圧差による圧力が生じないことから評価対象外

飛来物衝撃荷重: 評価対象(ただし、物置及びチェッカープレートについては飛来防止対策を行うため、空調室外機のみ実施)

【飛来物選定及び浮上の有無】

・竜巻影響評価ガイド及び現地調査を踏まえ、評価対象飛来物を選定

判断基準

・飛来物の空力パラメータが、飛来物の飛来高さが正となる条件である $0.0116\text{m}^2/\text{kg}$ 以下であれば、飛来物は浮上しないこととする。

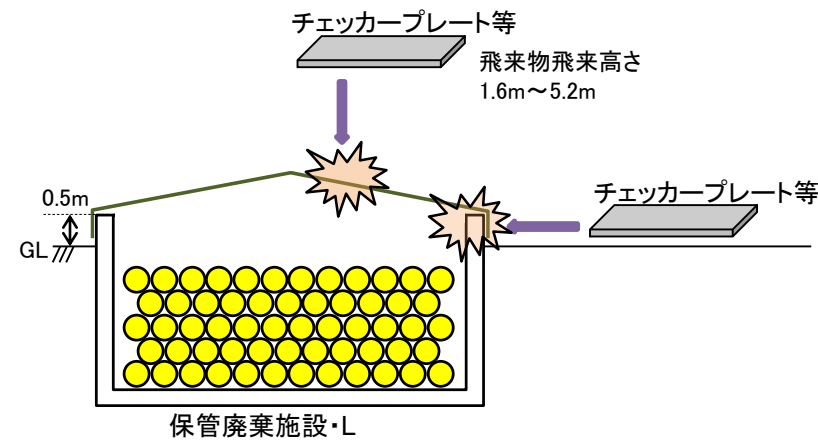
名称	長さ [m]	幅 [m]	厚さ又は奥行き [m]	質量 [kg]	空力パラメータ [m^2/kg]	浮上の有無	飛来距離 [m]	飛来高さ [m]	最大水平速度 [m/s]	最大鉛直速度 [m/s]
鋼製パイプ	2.0	直径0.05		8.4	0.0057	無	-	-	-	-
鋼製材	4.2	0.3	0.2	135	0.0039	無	-	-	-	-
コンクリート板	1.5	1.0	0.15	540	0.0022	無	-	-	-	-
コンテナ	2.4	2.6	6.0	2,300	0.0104	無	-	-	-	-
トラック	5.0	1.9	1.3	4,750	0.0026	無	-	-	-	-
自動車(ミニバン)	4.885	1.84	1.905	2,110	0.0069	無	-	-	-	-
空調室外機	0.8	0.3	0.6	30	0.0198	有	123	5.2	32	22
自動販売機	2.1	0.8	1.2	330	0.0104	無	-	-	-	-
物置	4.6	2.3	2.5	1,000	0.0184	有	109	3.1	32	22
マンホール蓋	0.97	0.97	0.04	90	0.0073	無	-	-	-	-
チェッカープレート	1.9	1.9	0.005	140	0.0171	有	86	1.6	31	21
鉄板	6.1	1.53	0.03	2,200	0.0029	無	-	-	-	-
鋼製蓋 (保管廃棄施設・L)	8.8	4.3	0.65	3,000	0.0095	無	-	-	-	-

浮上する飛来物

- ・空調室外機
- ・物置
- ・チェッカープレート

保管廃棄施設・Lの鋼製蓋は、F1竜巻の風速では浮上しないことを確認している。(80ページ参照)

【飛来物衝突による影響評価】



【随件事象検討】

竜巻影響評価ガイドに従い、以下の随件事象について検討

- ①火災
- ②溢水
- ③外部電源喪失

【飛来防止対策及び飛来物管理に係る運用について】

放射性廃棄物処理場における飛来防止対策及び飛来物の管理については、以下に示す対応を原子力科学研究所原子炉施設保安規定及び下部規定に定め、適切に運用することとする。

- 施設の構造健全性に影響を及ぼすことを確認した物置及びチェッカープレートに対し、当該竜巻で浮上しない重量の物置及びチェッカープレートに代替する対策を講ずる。
- 対策を講ずるにあたっては、竜巻の風速場をランキン渦モデルと仮定し、浮上条件を考慮した上で、浮上しない重量を設定する。
- 飛来防止対策を実施したものについては、定期的な巡視にて対策の実施状態を確認する。
- 今後、施設の構造健全性に影響を及ぼすおそれがあるものを施設周辺に設置する場合には、浮上の有無、施設への影響を評価し、影響を及ぼすおそれがあるものについては、飛来防止対策を講ずる。



対象飛来物の位置

【対象となる飛来物】



■物置(2基)
対策:重量化※

物置①、②



■チェッカープレート(1基)
対策:重量化※

チェッカープレート①



■チェッカープレート(1基)
対策:重量化※

チェッカープレート②



■チェッカープレート(3基)
対策:重量化※

チェッカープレート③～⑤

※各パラメータについては、77ページ参照

飛来防止対策にあたっての寸法及び質量の設定

飛来防止対策にあたっては、浮上条件を考慮し、空力パラメータが $0.0116\text{m}^2/\text{kg}$ を超えないような寸法及び質量を設定し、浮上しない適切な対策を講じることとする。

対象飛来物	長さ※ [m]	幅※ [m]	厚さ又は奥行※ [m]	質量※ [kg]	空力パラメータ [m ² /kg]	浮上の 有無
物置①	0.900	2.247	2.100	500	0.0114	無
物置②	0.900	2.247	2.100	500	0.0114	無
チェッカープレート①	1.590	1.590	0.005	150	0.0112	無
チェッカープレート②	1.305	1.305	0.005	100	0.0113	無
チェッカープレート③	1.810	1.840	0.005	200	0.0111	無
チェッカープレート④	1.760	1.830	0.005	190	0.0113	無
チェッカープレート⑤	1.830	2.015	0.005	220	0.0111	無

※本表に示す寸法及び質量は、選定した飛来物が浮上しない最小値を示したものであり、同等以上の寸法及び質量を確保した飛来防止対策を講じることとする。

【原子力科学研究所原子炉施設保安規定(案)】

(竜巻飛来物の管理)

1. 課長は、竜巻(藤田スケールF1、最大風速49m/s)による飛来によって所掌する排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lに影響を及ぼすおそれがある物体に対して、浮上しない重量物に代替する飛来防止対策を講じなければならない。
2. 課長は、飛来防止対策の実施状況について、年1回以上巡視しなければならない。

【下部規定(案)】

(竜巻飛来物の管理)

1. 課長は、竜巻(藤田スケールF1、最大風速49m/s)による飛来によって所掌する排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なうおそれのある飛来物に対し、浮上しない重量物に代替する飛来防止対策を講じる。飛来防止対策を講じる範囲は、飛来距離を考慮し、チェッカープレートについては当該施設から90m、物置については当該施設から110mの範囲とする。
2. 課長は、飛来防止対策を講じた飛来物の記録を作成する。
3. 課長は、飛来防止対策の状況について、定期事業者検査の時期ごとに巡視を行う。
4. 排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの施設周辺の工事等で、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lに影響を及ぼす飛来物が置かれている場合は、所掌課長に連絡するよう、隣接する建家の管理者に依頼するとともに、連絡を受けた場合は、現物確認を行い、固縛の要否を判断し、必要に応じて固縛等を行う。

【概要】

- 敷地及びその周辺(施設から半径20kmの範囲)における過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻(藤田スケールF1、最大風速49m/s)及びその随件事象の発生を考慮しても、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわない設計とする。

ここでは、上記の設計条件を確認するため、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lに対して、竜巻が発生した場合の影響評価を行った。

評価に当たっては、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」(以下「竜巻ガイド」という。)に従い、竜巻及びその随件事象に対する排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの影響評価を行った。

竜巻に対する影響評価としては、竜巻の特性値を評価し、飛来物の選定を行った上で、~~飛来物の飛来高さを考慮し、~~竜巻による飛来物が衝突した際の影響評価及び竜巻荷重に対する影響評価を行った。

なお、竜巻荷重に対する影響評価について、両施設が屋外に設ける地下ピット構造の施設であり、地上部の受圧面積が小さく、気圧差による圧力も生じないことから、「竜巻の風圧力による荷重」、「竜巻による気圧差による荷重」については、評価対象外とした。また、~~飛来物の飛来高さが、両施設のコンクリート外壁の地上部高さを上回り、飛来しないことから、「飛来物による衝撃荷重」についても、評価対象外とした。~~

また、想定される竜巻随件事象について、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの影響の有無の検討を行った。

【下線:初回申請からの変更】

【波線:次回補正申請予定】

竜巻による飛来物の浮上の有無の評価結果

選定した飛来物のうち、空調室外機、物置及びチェッカープレートについては、空力パラメータが $0.0116\text{m}^2/\text{kg}$ を上回ることから、浮上することを確認した。

名称	長さ [m]	幅 [m]	厚さ又は奥行 [m]	質量 [kg]	空力 パラメータ [m^2/kg]	浮上の 有無	飛来 距離 [m]	飛来 高さ [m]	最大 水平 速度 [m/s]	最大 鉛直 速度 [m/s]
鋼製パイプ	2.0	直径0.05		8.4	0.0057	無	—	—	—	—
鋼製材	4.2	0.3	0.2	135	0.0039	無	—	—	—	—
コンクリート板	1.5	1.0	0.15	540	0.0022	無	—	—	—	—
コンテナ	2.4	2.6	6.0	2,300	0.0104	無	—	—	—	—
トラック	5.0	1.9	1.3	4,750	0.0026	無	—	—	—	—
自動車(ミニバン)	4.885	1.84	1.905	2,110	0.0069	無	—	—	—	—
空調室外機	0.8	0.3	0.6	30	0.0198	有	123	5.2	32	22
自動販売機	2.1	0.8	1.2	330	0.0104	無	—	—	—	—
物置	4.6	2.3	2.5	1,000	0.0184	有	109	3.1	32	22
マンホール蓋	0.97	0.97	0.04	90	0.0073	無	—	—	—	—
チェッカープレート	1.9	1.9	0.005	140	0.0171	有	86	1.6	31	21
鉄板	6.1	1.53	0.03	2,200	0.0029	無	—	—	—	—
鋼製蓋 (保管廃棄施設・L)	8.8	4.3	0.65	3,000	0.0095	無	—	—	—	—

飛来物(空調室外機)が衝突した際の影響評価結果(コンクリート)

施設	コンクリート厚さ [cm]	貫通厚さ [cm]	裏面剥離厚さ [cm]	評価結果	
				貫通	裏面剥離
保管廃棄施設・L	25~30	4	10	無	無
排水貯留 Pond	25	4	10	無	無

飛来物(物置)が衝突した際の影響評価結果(コンクリート)

施設	コンクリート厚さ [cm]	貫通厚さ [cm]	裏面剥離厚さ [cm]	評価結果	
				貫通	裏面剥離
保管廃棄施設・L	25~30	10	28	無	一部有※
排水貯留 Pond	25	10	28	無	有

※: 保管廃棄施設・Lは、コンクリート厚さが25cmのピットと30cmのピットがあり、コンクリート厚さが25cmのピットについて裏面剥離が生じる。

飛来物(チェッカープレート)が衝突した際の影響評価結果(コンクリート)

施設	コンクリート厚さ [cm]	貫通厚さ [cm]	裏面剥離厚さ [cm]	評価結果	
				貫通	裏面剥離
保管廃棄施設・L	25~30	23	42	無	有
排水貯留 Pond	25	23	42	無	有

飛来物(空調室外機)が衝突した際の影響評価結果(鋼板)

施設		鋼板厚さ [cm]	貫通厚さ [cm]	評価結果
				貫通
保管廃棄施設・L	上面	0.4	0.1	無

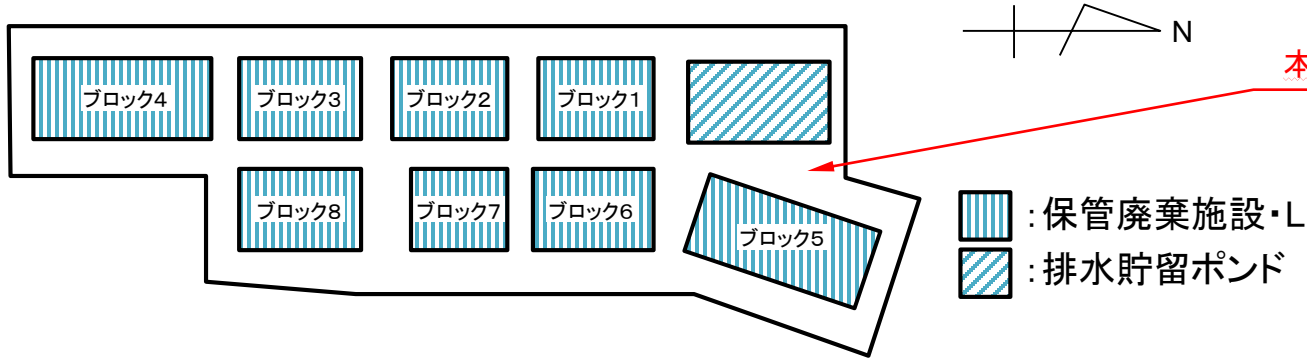
飛来物(物置)が衝突した際の影響評価結果(鋼板)

施設		鋼板厚さ [cm]	貫通厚さ [cm]	評価結果
				貫通
保管廃棄施設・L	上面	0.4	0.2	無

飛来物(チェッカープレート)が衝突した際の影響評価結果(鋼板)

施設		鋼板厚さ [cm]	貫通厚さ [cm]	評価結果
				貫通
保管廃棄施設・L	上面	0.4	0.7	有

竜巻による飛来物(空調室外機)衝撃荷重の影響評価結果



本図も次回補正申請で追加

施設	面	受圧面積 A[m ²]	風圧力による荷重 W _w [kN]	気圧差による荷重 W _p [kN]	飛来物の衝撃荷重 W _M [kN]	複合荷重1 W _{T1} [kN]	複合荷重2 W _{T2} [kN]	保有水平耐力 Q _u [kN]
Lブロック1	東西	12.4	—	—	103	—	103	22,424
	南北	8.8	—	—	103	—	103	27,020
Lブロック2、6	東西	12.9	—	—	103	—	103	28,122
	南北	8.8	—	—	103	—	103	30,347
Lブロック7	東西	10.8	—	—	103	—	103	29,773
	南北	8.8	—	—	103	—	103	37,442
Lブロック3	東西	12.9	—	—	103	—	103	37,496
	南北	8.8	—	—	103	—	103	40,462
Lブロック8	東西	13.0	—	—	103	—	103	37,863
	南北	8.8	—	—	103	—	103	43,483
Lブロック4、5	東西	19.5	—	—	103	—	103	96,450
	南北	8.8	—	—	103	—	103	71,086
排水貯留ポンド	東西	15.0	—	—	103	—	103	50,279
	南北	8.5	—	—	103	—	103	29,398

選定した飛来物のうち、物置及びチェッカープレートについては、貫通及び裏面剥離の評価結果を踏まえ、飛来防止対策を講ずることから、竜巻による飛来物衝撃荷重の影響評価は、空調室外機について実施する。
 空調室外機が飛来した場合の衝撃荷重を評価した結果、施設の保有水平耐力を下回ることから、施設の構造健全性が維持されることを確認した。

【波線: 次回補正申請予定】

竜巻による飛来物として物置及びチェッカープレートを選定した場合、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの構造健全性に影響を及ぼすことを確認したことから、以下の飛来防止対策等を講ずることとする。

- ・排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの構造健全性に影響を及ぼすことを確認した物置及びチェッカープレートに対し、当該竜巻で飛来しても影響を及ぼさない軽量物(ゴムマット)に代替する又は浮上しない重量の物置及びチェッカープレートに代替する等の対策を講ずる。
- ・物置及びチェッカープレートを重量物に代替する対策を講ずるにあたっては、竜巻の風速場をランキン渦モデルと仮定し、浮上条件を考慮した上で、浮上しない重量を設定する。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条から第七条		無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	有	第1項 第2項	以下に示すとおり
第九条から第七十一条		無	—	—

適合性について

第八条(外部からの衝撃による損傷の防止)

- 原子力科学研究所(以下「原科研」という。)敷地内又はその周辺において想定される自然現象(地震及び津波を除く。)については、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわないことを確認しており、外部火災(森林火災)及び竜巻については、以下のとおりとなる。~~なお、排水貯留 Pond は、上部開放型の貯槽であり、常時液体廃棄物(濃度限度以下)を貯留しているため、外部火災の影響を受けることはない。~~
 - 原科研敷地外の森林火災が迫った場合でも、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわないことを確認している。(添付書類3-1参照)
 - 敷地及びその周辺(施設から半径20kmの範囲)における過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻(藤田スケールF1、最大風速49m/s)及びその随件事象の発生を考慮しても、基本的に排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわないことを確認している。ただし、当該竜巻で排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの構造健全性に影響を及ぼすことを確認した飛来物については、~~必要に応じて、~~飛来防止対策等を講ずることを原子力科学研究所原子炉施設保安規定及び下部規定に定めることとする。(添付書類3-2参照)

【下線:初回申請からの変更】

【波線:次回補正申請予定】

適合性について

第八条(外部からの衝撃による損傷の防止)

2. 原科研敷地内又はその周辺において想定される人為によるもの(故意によるものを除く。)については、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわないことを確認しており、外部火災(近隣の産業施設等の火災・爆発、航空機落下による火災)については、以下のとおりとなる。~~なお、排水貯留 Pond は、上部開放型の貯槽であり、常時液体廃棄物(濃度限度以下)を貯留しているため、外部火災の影響を受けることはない。~~
- 原科研の敷地外の近隣の産業施設等(半径10km以内)において火災・爆発が発生した場合でも、**排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわないことを確認している。**(添付書類3-1参照)
 - 原科研の敷地内に設置しているLNGタンクが爆発した場合でも、**排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわないことを確認している。**(添付書類3-1参照)
 - 原科研の敷地への航空機落下による火災を想定した場合でも、**排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわないことを確認している。**(添付書類3-1参照)
 - 航空機落下により森林火災が発生するといった熱影響が最も厳しい条件となる重畳事象を想定した場合でも、**排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lの安全機能を損なわないことを確認している。**(添付書類3-1参照)

該当条文

第八条(外部からの衝撃による損傷の防止)

試験研究用等原子炉施設は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。)によりその安全性を損なうおそれがある場合において、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

2 試験研究用等原子炉施設は、周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合において、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条から第四十一条		無	—	—
第四十二条	通信連絡設備等	有	第1項	以下に示すとおり
第四十三条から第七十一条		無	—	—

適合性について

第四十二条(通信連絡設備等)

1. 第42条第1項に適合するため、放射性廃棄物処理場の関係箇所に対し必要な指示ができるよう、通信連絡設備を設ける。また、事故現場指揮所には、原子力科学研究所内の現地対策本部と相互に連絡するための通信連絡設備を設ける。

該当条文

第四十二条(通信連絡設備等)

- 工場等には、設計基準事故が発生した場合において工場等内の人に対し必要な指示ができるよう、通信連絡設備が設けられていなければならない。
- 2 工場等には、設計基準事故が発生した場合において当該試験研究用等原子炉施設外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができるよう、多重性又は多様性を確保した通信回線が設けられていなければならない。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条から第四十条		無	—	—
第四十一条	警報装置	有	—	以下に示すとおり
第四十二条から第七十一条		無	—	—

適合性について

第四十一条(警報装置)

警報装置は、液位低下及び液位上昇を検知することができる検知器(液位計)を設けることにより漏えいを確実に検知し、**操作盤**及び原子力科学研究所の中央警備室に警報する装置を設ける。

該当条文

第四十一条(警報装置)

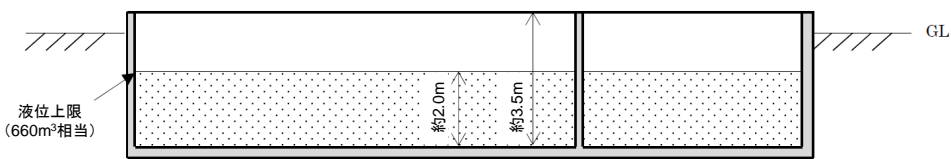
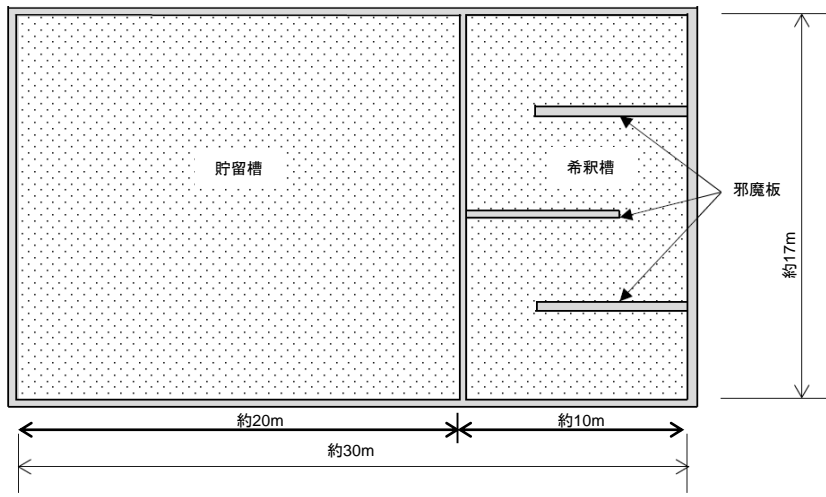
試験研究用等原子炉施設には、その設備の機能の喪失、誤操作その他の要因により試験研究用等原子炉の安全を著しく損なうおそれが生じたとき、第三十一条第一号の放射性物質の濃度若しくは同条第三号の線量当量が著しく上昇したとき又は液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備から液体状の放射性廃棄物が著しく漏えいするおそれが生じたときに、これらを確実に検知して速やかに警報する装置が設けられていなければならない。

【スロッシング評価】

速度ポテンシャル理論により、スロッシングの最大波高を算出

判断基準

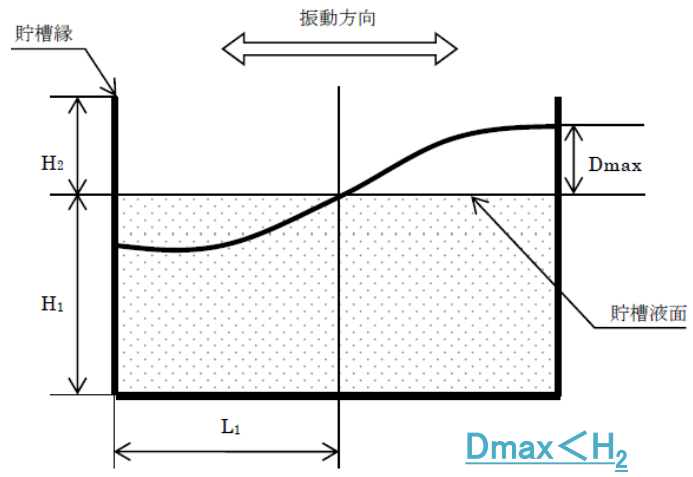
- ・算出した最大波高が排水貯留ポンドの縁を超えないこと



断面図

	貯留槽	希釈槽
形状	矩形	矩形(邪魔板有り)
寸法	約20m × 17m 高さ約3.5m (水深約2.0m)	約10m × 17m 高さ約3.5m (水深約2.0m)
想定溢水源	放射性液体廃棄物 (ただし、法令に定める周辺監視区域外の濃度限度以下となるよう管理されたもの。)	工業用水

【評価モデル図】



【評価】

貯留槽

希釈槽

矩形モデルとして評価

矩形モデルとして評価

ただし、邪魔板の影響考慮が困難であるため、①を算出せず、保守的に表6-1-1に示す最大加速度を用いて評価

①固有周期、一次固有周波数を算出

②地震による加速度を算出

③最大波高を算出

②最大加速度

③最大波高を算出

最大波高が排水貯留ポンドの縁を超えないこと

【概要】

排水貯留ポンドから放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えいの防止に関する評価を実施した。評価は、地震に伴い発生する排水貯留ポンドのスロッシングを想定して実施した。

【評価方法】

速度ポテンシャル理論によってスロッシングの最大波高を算出する。排水貯留ポンドを構成する貯留槽及び希釈槽について、各貯槽の固有周期を算出し、平成12年建設省告示第1461号に定める加速度応答スペクトルより、固有周期に対する加速度を特定し、スロッシング最大波高を算出する。

表6-1-1

周期(秒)	加速度応答スペクトル(単位 メートル毎秒毎秒)	
	稀に発生する地震動	
$T < 0.16$	$(0.64 + 6T)Z$	
$0.16 \leq T < 0.64$	1.6Z	
$0.64 \leq T$	$(1.024 / T)Z$	
この表において、T及びZは、それぞれ建築物の周期(単位 秒)及び令第八十八条第一項に規定するZの数値を表す。		

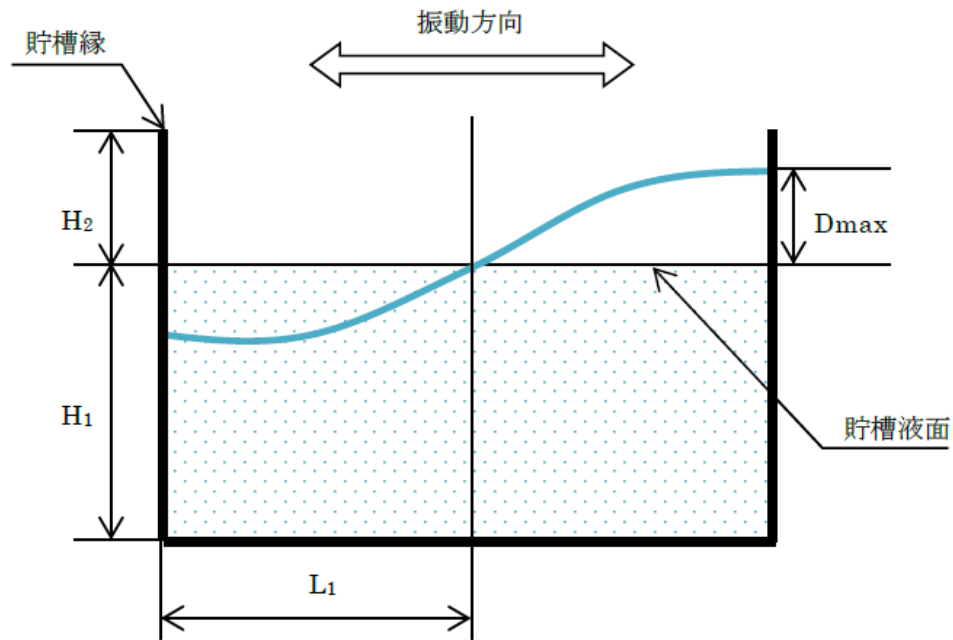
出典:平成12年建設省告示第1461号より抜粋

【判断基準】

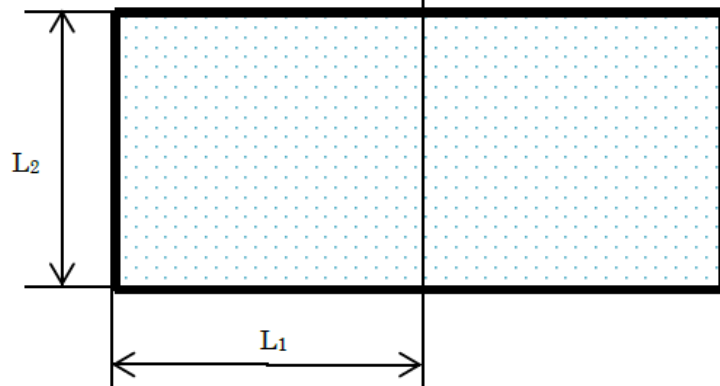
評価により算出した最大波高が排水貯留ポンドの縁を越えないこと。

【評価条件】

	貯留槽	希釈槽
形状	矩形	矩形(邪魔板有り)
寸法	約20m×17m 高さ約3.5m (水深約2.0m)	約10m×17m 高さ約3.5m (水深約2.0m)
想定溢水源	放射性液体廃棄物 (ただし、法令に定める周辺監視区域外の濃度限度以下となるよう管理されたもの。)	工業用水



[立面図]



[平面図]

スロッシング評価モデル図

【評価式】

固有周期、最大波高は以下の式で算出する。

$$T = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1.571}{L_1} g \times \tanh\left(1.571 \frac{H_1}{L_1}\right)}$$

$$D_{max} = 0.811 \frac{L_1}{g} \alpha$$

- T : 固有周期 [s]
- f : 一次固有周波数 [Hz]
- L_1 : 振動方向のプールの長さの1/2 [m]
- L_2 : 振動方向に垂直のプールの長さ [m]
- g : 重力加速度 [m/s²]
- H_1 : プールの水深 [m]
- H_2 : 水面からプールの縁までの高さ [m]
- D_{max} : 最大波高 [m]
- α : 地震による加速度 [m/s²]

【排水貯留ポンドにおけるスロッシングによる溢水評価結果】

希釈槽については貯槽内に邪魔板が存在し、評価において邪魔板の影響による流体の挙動を考慮することが困難であることから、地震による加速度 α は、保守的に表6-1-1に示す加速度応答スペクトルにおける最大加速度を用いることとする。^{※1}

算出結果を次表に示す。

	貯留槽		希釈槽	
	地震方向 (NS)	地震方向 (EW)	地震方向 (NS)	地震方向 (EW)
L_1 [m]	10.0	8.5	5.0	8.5
H_1 [m]	2.0	2.0	2.0	2.0
H_2 [m]	1.5	1.5	1.5	1.5
T [s]	9.177	7.847	—	—
f [Hz]	0.109	0.127	—	—
α [m/s ²]	0.112	0.131	1.600 ^{※1}	1.600 ^{※1}
D_{max} [m]	0.093	0.093	0.662	1.125

排水貯留ポンドの貯留槽及び希釈槽ともにスロッシング最大波高は、貯槽の縁を超えないため、放射性物質を含む液体が管理区域外へ漏えいすることはない。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条から第十八条		無	—	—
第十九条	溢水による損傷の防止	有	第2項	以下に示すとおり
第二十条から第七十一条		無	—	—

適合性について

第十九条(溢水による損傷の防止)

2. 排水貯留ポンドから放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがなく、当該液体が管理区域外へ漏えいしないことを確認している。(添付書類6-1参照)

該当条文

第十九条(溢水による損傷の防止)

試験研究用等原子炉施設は、当該試験研究用等原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

- 2 試験研究用等原子炉施設は、当該試験研究用等原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損により当該容器又は配管から放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがある場合は、当該液体が管理区域外へ漏えいすることを防止するために必要な措置が講じられたものでなければならない。

【外部事象(外部火災)による施設への影響(構造健全性及び遮蔽)】

評価対象としている排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・Lのコンクリート外壁は、厚さが250mmあり、最も厳しい条件である森林火災と航空機落下による火災の重畳評価であっても、表に示すとおり、コンクリート外表面から約5mm内側でコンクリートの許容温度である200℃を下回る。

評価上、コンクリート外壁の250mmのうち、表層部約5mm以外の構造健全性は維持されることから、施設全体として大きな影響はないと考える。

また、保管廃棄施設・Lは地下ピット式の保管廃棄施設であり、保管廃棄している放射性固体廃棄物は、地上レベルより下に位置している。そのため、保管廃棄している廃棄物からの直接ガンマ線は、土壌による遮蔽が見込まれるが、地上部に立ち上がるコンクリート外壁は遮蔽を期待するものではない。

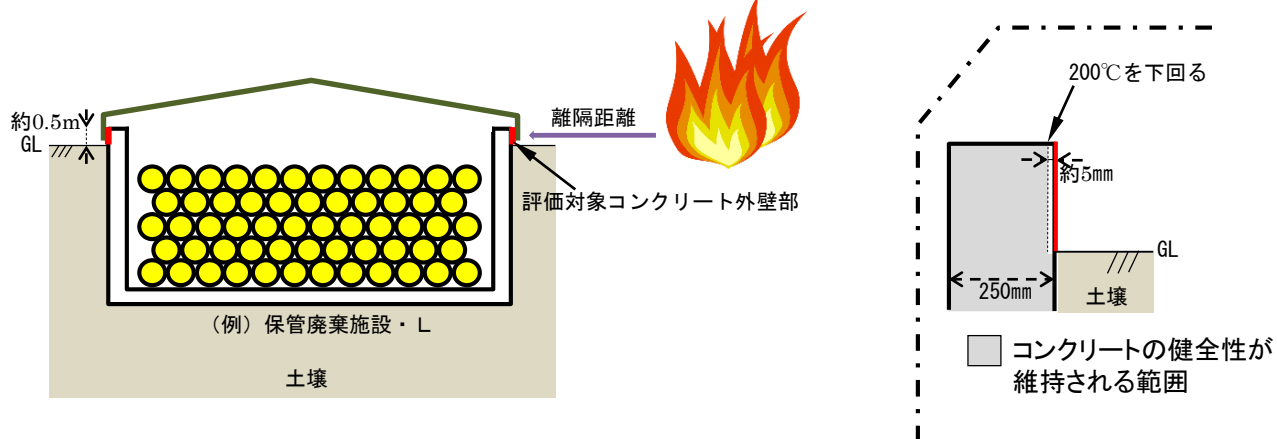
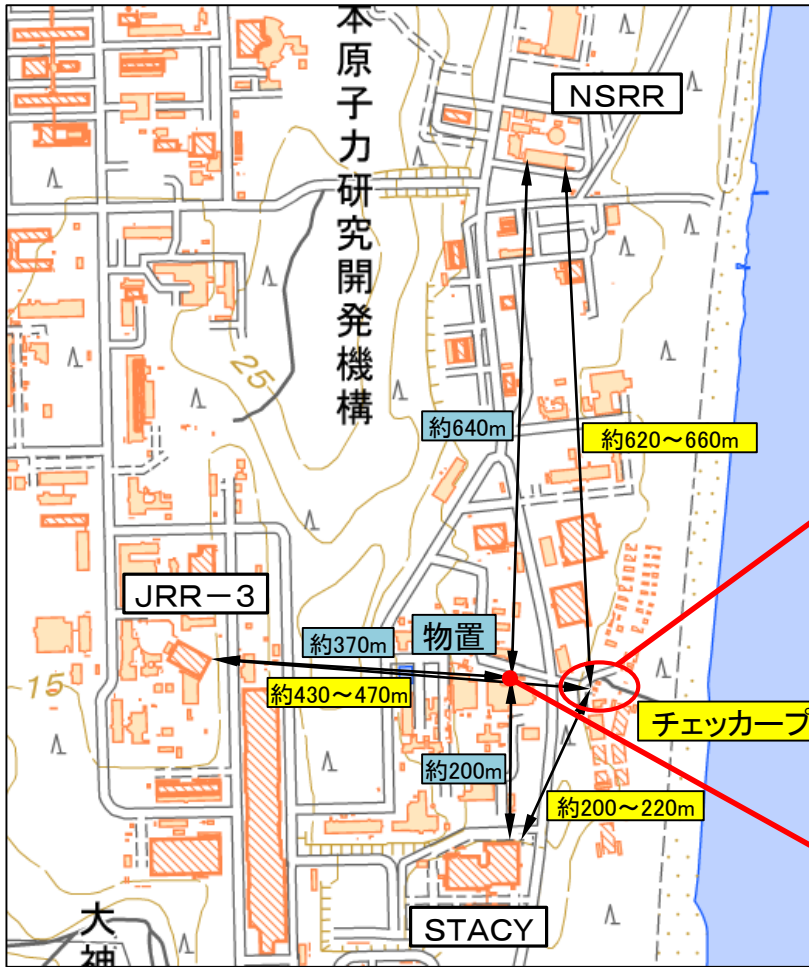


表 コンクリート内部の温度推移

コンクリート厚(mm)	0	2	3	4	4.5	4.75	5	10	50	250
重畳火災※	温度									
保管廃棄施設・L	453	305	256	220	206	199	194	152	101	51
排水貯留 Pond	426	292	248	214	201	195	191	152	101	51

※重畳火災: 森林火災と航空機落下による火災の重畳

対象となる飛来物(物置及びチェッカープレート)から他の原子炉施設までの離隔距離は、対象となる飛来物の飛来距離と比較して十分離れていることから、他の原子炉施設に影響を与えることはない。



対象飛来物と他の原子炉施設との離隔距離

出典: 国土交通省 国土地理院(資料を加工して作成)

対象となる飛来物	飛来距離 [m]	他の原子炉施設との離隔距離[m]		
		JRR-3	NSRR	STACY
物置	109	約370	約640	約200
チェッカープレート	86	約430~470	約620~660	約200~220

【対象となる飛来物】

- チェッカープレート(5基)
対策: 重量化



チェッカープレート

- 物置(2基)
対策: 重量化



物置

3-1 外部事象影響（外部火災）に関する説明書

3-1-1 概要

排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L は、想定される以下の外部火災に耐え得るよう設計する。

- ・原子力科学研究所（以下「原科研」という。）敷地外の森林火災が迫った場合でも、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない設計とする。
- ・原科研敷地外の近隣の産業施設等（半径 10km 以内）において火災・爆発が発生した場合でも、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない設計とする。
- ・原科研の敷地内に設置している LNG タンクが爆発した場合でも、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない設計とする。
- ・原科研の敷地への航空機落下による火災を想定した場合でも、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない設計とする。

ここでは、上記の設計条件を確認するため、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L に対して、外部火災が発生した場合の影響を評価した。

評価にあたっては、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド（原子力規制委員会，平成 25 年 6 月 19 日）」^[1]（以下「評価ガイド」という。）に従い、森林火災、近隣の産業施設等の火災・爆発及び航空機落下による火災に対する排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の影響について表 3-1-1-1 に示すとおり評価を行った。

表 3-1-1-1 外部火災影響評価の概要

火災種別	考慮すべき火災	評価内容	評価項目
1. 森林火災	原科研敷地 ^{*1} 外 10km 以内に発火点を設定した排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L に迫る森林火災	<ul style="list-style-type: none"> ・森林火災シミュレーション解析コード（FARSITE）^[2]を基にした森林火災影響評価 ・森林火災影響評価に基づく排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L への影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱影響評価
2. 近隣の産業施設等の火災・爆発	原科研敷地外半径 10km 以内に存在する近隣の産業施設等の火災・爆発 ^{*2}	<ul style="list-style-type: none"> ・近隣の産業施設等について排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L との距離等を考慮した影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱影響評価 ・爆発影響評価
3. 航空機落下による火災	排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L への航空機落下確率にして 10^{-7} (回/炉・年) に相当する面積への航空機落下時の火災	<ul style="list-style-type: none"> ・航空機落下による火災の影響評価 ・航空機落下による火災と森林火災との重畳事象 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱影響評価

※1：敷地の範囲については後節図 3-1-3-1 に示す。

※2：原科研敷地外半径 10km 以内に存在する常陸那珂火力発電所、核燃料サイクル工学研究所、東海第二発電所、日立オイルターミナル及び日立油槽所を対象に評価を行った。また、原科研敷地内の代表的な施設である第 2 ボイラー液化天然ガス (LNG) タンクを対象に評価を行った。

3-1-2 結果

外部火災による影響評価の結果、以下に示すとおり、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の健全性に影響を及ぼさないことを確認したことから、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L で想定される外部火災が発生した場合でも、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない。

- (1) 排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L に対する火災（森林火災及び重畳事象を想定した火災）については、以下のことから、健全性に影響を及ぼさないことを確認した。
 - ・コンクリート外壁の表面温度が、コンクリートの強度に影響がないとされている温度（以下「コンクリートの許容温度」という。）である 200℃^[3]を上回ることを確認したが、表層のみの温度上昇であり、内部火災に至るおそれはない。
 - ・保管廃棄施設・L の鋼製蓋の表面温度が、鉄鋼材料の使用可能温度（以下「鉄鋼の許容温度」という。）である 350℃^[4]を下回ることを確認した。
- (2) 排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L に対する火災（近隣の産業施設等の火災及び航空機落下による火災）については、コンクリート外壁の表面温度が、コンクリートの許容温度を下回ること、保管廃棄施設・L の鋼製蓋の表面温度が、鉄鋼の許容温度を下回ることから、健全性に影響を及ぼさないことを確認した。
- (3) 排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L に対する近隣の産業施設等の爆発については、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L と爆発源との離隔距離が危険限界距離を上回ることから、健全性に影響を及ぼさないことを確認した。

評価の詳細を次節以降に示す。

3-1-3 森林火災による影響評価

3-1-3-1 評価方針

原科研敷地外を発火点とした排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L に迫る森林火災について、その火災が排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L に及ぼす影響を評価ガイドに従い、評価する。

3-1-3-2 評価方法

評価ガイドにおいては、森林火災の原子力発電所への影響を評価するための解析コード

として、森林火災シミュレーション解析コード（FARSITE）の利用を推奨しているため、排水貯留pond及び保管廃棄施設・Lの森林火災の影響評価においては、FARSITE で使用している評価式^[2]、評価ガイドに示されている評価式及び参考文献を用いて評価を行う。

3-1-3-3 判断基準

排水貯留pond及び保管廃棄施設・Lの表面温度が、コンクリートの許容温度（200℃）又は鉄鋼の許容温度（350℃）を下回ること。なお、排水貯留pond及び保管廃棄施設・Lの表面温度が、許容温度を上回る場合は、内部火災に至らないこと。

3-1-3-4 評価条件

- (1) 風向は平成 27 年 2 月 6 日に申請した原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書（26 原機（安）108）添付書類六に記載の原科研近隣の卓越風である北西風及び北東風を考慮し、排水貯留pond及び保管廃棄施設・Lの風上に発火点を想定する。
- (2) 風速は、過去（2006 年～2016 年）の水戸気象台の観測データ^[5]から、最大風速 17.5m/s（2014 年 2 月及び 2016 年 1 月）を採用する。ただし、地表面での風速は樹木などの障害物の影響により遅くなることを考慮し、前述の 17.5m/s に 0.3 を乗じた風速とする^[6]。
- (3) 発火点は、まず人為的行為及び卓越風向を考慮し、白方霊園に設定する（ケース①）。次に可能性は低いものの、森林の概況から別の延焼ルート^②の起点となりうる発火点を国道 245 号線沿いに設定し（ケース②）、これについても検討を行う。なお、ルート上で敷地境界に接している地点で発火した場合も含むものとする。原科研敷地周辺の森林の概況及び想定発火点を図 3-1-3-1 に示す^{[7][8]}。
- (4) (3) で設定した発火点から発生する森林火災が敷地境界を越え、原科研敷地内の森林へ延焼すると仮定する。排水貯留pond及び保管廃棄施設・Lの想定発火点及び延焼経路を図 3-1-3-2 に示す。排水貯留pond及び保管廃棄施設・Lの近隣への延焼の場合、火炎最接近点としては東側、西側及び南側の森林が考えられる（排水貯留pond及び保管廃棄施設・Lの火災到達幅及び離隔距離については図 3-1-3-3 に示す。）ため、各側の森林への延焼を想定する。ケース①②において東側、西側及び南側の森林による火災のうち、最も保守的なものを示す。
- (5) 原科研敷地内の植生はクロマツ植林である^[8]が、クロマツに対する各種パラメータ（可燃物の表面積－体積比、可燃物の真の密度、樹冠の充填密度、可燃物の発熱量等）が存在しないため、文献^{[9][10]}からクロマツと生物分類が等しいアカマツ（マツ綱マツ目）のパラメータを用いる。
- (6) 森林火災の計算に必要なパラメータのうち、樹高、樹冠までの高さについては、原科研の森林の状況を調査した結果（樹高：10m～16m、樹冠までの高さは 5m～8m）に対し、FARSITE で用いている初期値（樹高：20m、樹冠までの高さは 4m）^[2]が保守的な評価と

なるため、これを一律に適用する。

- (7) 排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L のコンクリート外壁及び保管廃棄施設・L の鋼製蓋表面の初期温度については、夏季の日照中における表面温度が 40℃程度であることを考慮して、保守的に 50℃とする。
- (8) 土地の傾斜については、国土地理院・地理院地図（電子国土 web）より、敷地内において卓越風の風上から風下に向かったの傾斜角を調査し算出する。
- (9) 評価対象の表面からの自然放熱、内側からの冷却等の除熱は一切考慮しないものとする。



図 3-1-3-1 原科研敷地周辺の森林の概況及び想定発火点

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）

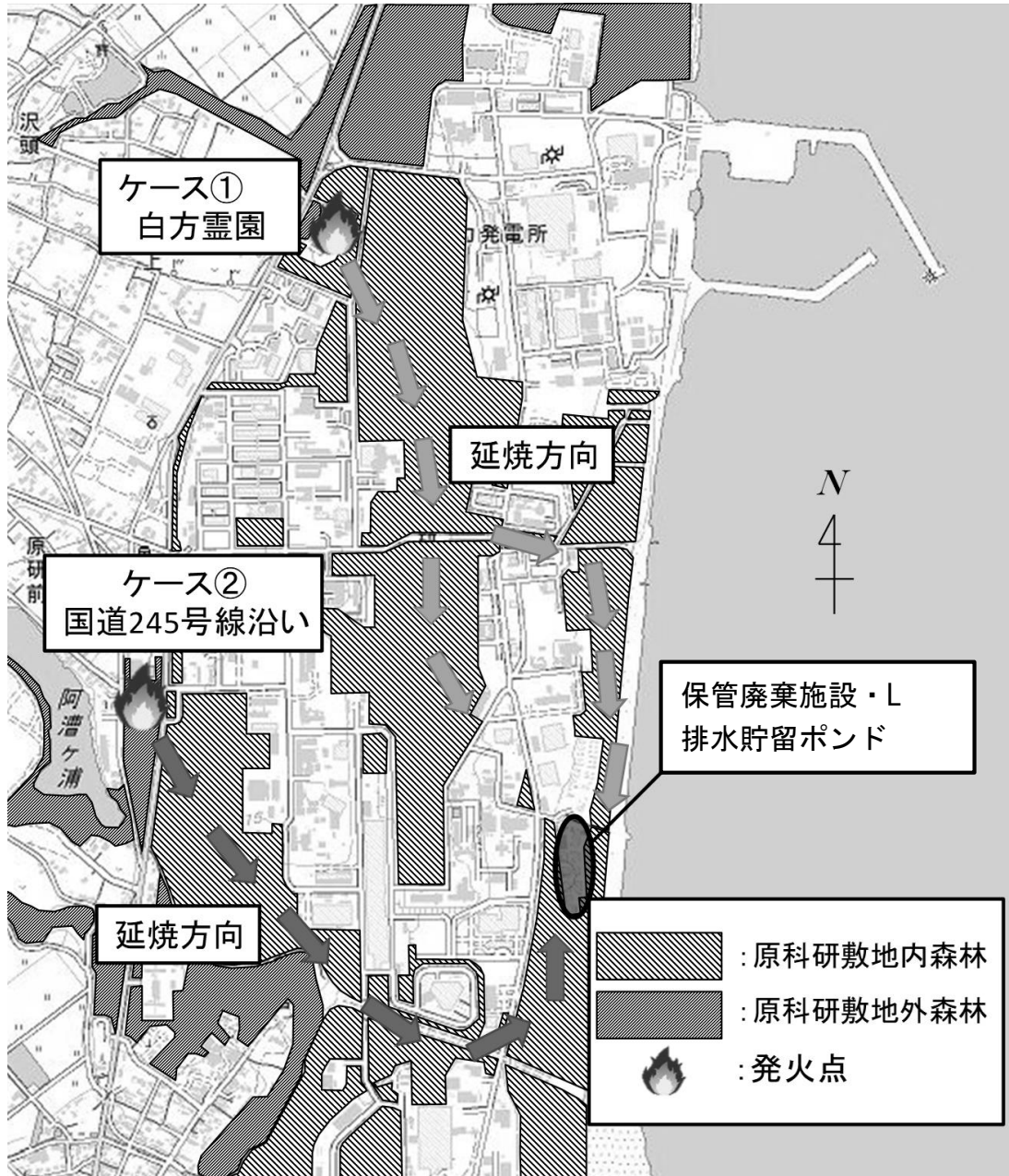


図 3-1-3-2 排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の想定発火点及び延焼経路

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）

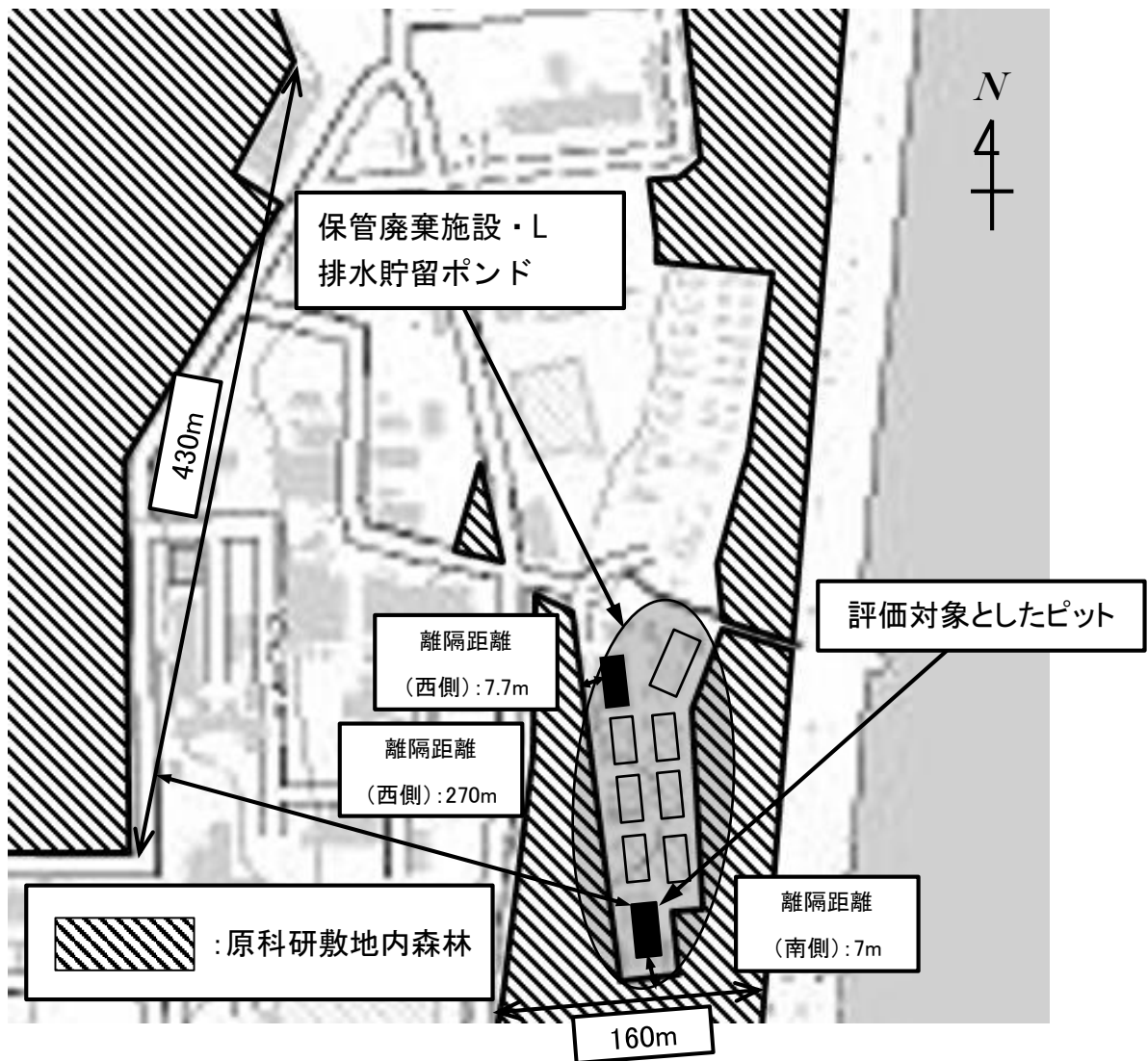


図 3-1-3-3 排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の周辺森林における火炎到達幅

出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）

3-1-3-5 評価計算

(1) 地表火の計算

地表火の火線強度の計算には FARSITE 内で使用されている評価式及び評価ガイドに記載されている評価式を用いる。

式中の記号の定義及び値を表 3-1-3-1～表 3-1-3-3 に、計算結果を表 3-1-3-4 に示す。これらは排水貯留pond及び保管廃棄施設・Lに最接近した森林についての仮定及び測定値を用いる。

延焼速度： R [m/min]

$$R = \frac{I_r \xi (1 + \Phi_W + \Phi_S)}{\rho_b \varepsilon Q_{ig}}$$

火線強度： I_b [kW/m]

$$I_b = \frac{I_r}{60} \frac{12.6R}{\sigma}$$

単位面積当たりの熱量： H_A [kJ/m²]

$$H_A = I_b \frac{60}{R}$$

火炎長： L_f [m]

$$L_f = 0.0775 I_b^{0.46}$$

燃焼継続時間： t [s]

$$t = H_A \frac{60}{I_r}$$

表 3-1-3-1 地表火評価式中のパラメータ及び値（入力値）

パラメータ		値	備考
σ	可燃物の表面積－体積比[cm ⁻¹]	70.44	文献[9]より引用
ρ_p	可燃物の真の密度[kg/m ³]	516.19	文献[9]より引用
W_0	単位面積当たりの可燃物量[kg/m ²]	0.33	文献[9]より引用
δ	可燃物の堆積深[m]	0.05	現地にて測定
M_f	可燃物の含水率	0.01	文献[9]より引用
M_x	限界含水率	0.31	文献[9]より引用
S_e	可燃物中のシリカ以外の無機含有率	0.024	文献[9]より引用
S_T	可燃物中の無機含有率	0.031	文献[9]より引用
h	可燃物の発熱量[kJ/kg]	19,958	文献[9]より引用
U	炎の高さ中央部の風速[m/min]	315.0	文献[5]、[6]を用いて算出

表 3-1-3-2 地表火評価式中の傾斜角度の値（入力値）

施設	ϕ 傾斜角度 [°]	備考
保管廃棄施設・L	0.1	文献[7]より保守的に算出
排水貯留ポンド	0.1	文献[7]より保守的に算出

表 3-1-3-3 地表火評価式中のパラメータ（途中式）

パラメータ		値	途中式 ^[9]
W_n	可燃物の有機物量[kg/m ²]	0.32	$W_0(1 - S_T)$
ρ_b	可燃物の堆積密度[kg/m ³]	6.6	W_0/δ
β	可燃物の堆積密度と比重の比	0.013	ρ_b/ρ_p
β_{op}	熱分解速度が最大となるときの β	0.006	$0.20395 \cdot \sigma^{-0.8189}$
A	定数（ Γ' に使用）	0.307	$8.9033 \cdot \sigma^{-0.7913}$
Γ'_{max}	最大熱分解速度定数	15.61	$(0.0591 + 2.926\sigma^{-1.5})^{-1}$
Γ'	理想熱分解速度定数	14.11	$\Gamma'_{max} \left[(\beta/\beta_{op}) e^{(1-\beta/\beta_{op})} \right]^A$
η_M	可燃物中の水分による熱分解 速度減少係数	0.922	$1 - 2.59 \left(\frac{M_f}{M_x} \right) + 5.11 \left(\frac{M_f}{M_x} \right)^2 - 3.52 \left(\frac{M_f}{M_x} \right)^3$
η_S	可燃物中の無機物による熱分 解速度減少係数	0.353	$0.174S_e^{-0.19}$

I_r	燃焼による単位時間当たりの放出熱量 [(kJ/min)/m ²]	29,339	$\Gamma' \cdot W_n \cdot h \cdot \eta_M \cdot \eta_S$
ε	炎によって加熱される可燃物の割合	0.938	$e^{-4.528/\sigma}$
ξ	可燃物の加熱に消費される放出熱量の割合	0.051	$(192 + 7.9095\sigma)^{-1} \cdot e^{(0.792+3.7597\sqrt{\sigma})(\beta+0.1)}$
Q_{ig}	単位重量当たりの可燃物が発火するまでに必要な熱量	607	$581 + 2594M_f$
B	定数 (ϕ_W に使用)	1.591	$0.15988\sigma^{0.54}$
C	定数 (ϕ_W に使用)	0.001	$7.47e^{-0.8711\sigma^{0.55}}$
E	定数 (ϕ_W に使用)	0.331	$0.715e^{-0.01094\sigma}$
ϕ_W	風による割増し係数	43.4	$C(3.281U)^B(\beta/\beta_{op})^{-E}$
ϕ_S	傾斜による割増し係数	0.0001	$5.275\beta^{-0.3} \cdot (\tan(\phi/180\pi))^2$

表 3-1-3-4 評価式を用いた計算結果 (地表火)

計算パラメータ		計算値
R	延焼速度 [m/min]	17.8
I_b	火線強度 [kW/m]	1.56×10^3
H_A	単位面積当たりの熱量 [kJ/m ²]	5.25×10^3
$I_R = \frac{I_r}{60}$	反応強度 [kW/m ²]	489
L_f	火炎長 [m]	2.30
t	燃焼継続時間 [s]	10.7

(2) 樹冠火の計算

樹冠火の火線強度の計算には FARSITE 内で使用されている評価式^[2]を用いる。

本評価では、地表火及び樹冠火からの発熱が同時に作用するように、延焼速度及び燃焼継続時間は地表を伝播する火災と同じとして保守的な評価を行う。また、火炎長に関しては地表を伝播する火災と同様の評価式を用いる。

式中の記号の定義及び値を表 3-1-3-5 及び表 3-1-3-6 に、計算結果を表 3-1-3-7 に示す。

火線強度 : I_C [kW/m]

$$I_C = 300 \left(\frac{I_B}{300R} + CFB \cdot CBD(H - CBH) \right) R$$

単位面積当たりの熱量： H'_A [kJ/m²]

$$H'_A = w \times h'$$

反応強度： I'_R [kW/m²]

$$I'_R = \frac{H'_A}{t}$$

火炎長： L'_f [m]

$$L'_f = 0.0775 I_c^{0.46}$$

表 3-1-3-5 樹冠火評価式中のパラメータ及び値（入力値）

パラメータ		値	備考
H	樹木高さ [m]	20	文献[2]より引用
CBH	樹冠までの高さ [m]	4	文献[2]より引用
CBD	樹冠の充填密度 [kg/m ³]	0.06	文献[11]より引用
h'	可燃物の発熱量 [kJ/kg]	18,000	文献[2]より引用
M	葉の含水率 [%]	85	文献[12]より引用
R	延焼速度 [m/min]	17.8	地表火計算結果
t	燃焼継続時間 [s]	10.7	地表火計算結果

表 3-1-3-6 樹冠火評価式中のパラメータ（途中式）

パラメータ		値	途中式
I_0	樹冠火発生閾値 [kW/m]	1,098	$(0.010CBH(460 + 25.9M))^{3/2}$
RAC	有効樹冠延焼速度 [m/min]	50	$3/CBD$
R_0	臨界表目燃焼速度 [m/min]	12.56	$I_0 \cdot R/I_b$
α_c	延焼速度とCFB間の係数	0.07	$-\ln(0.1)/0.9(RAC - R_0)$
CFB	樹冠燃焼率 [%]	0.301	$1 - e^{-\alpha_c(R-R_0)}$
w	単位面積当たりの燃料量 [kg/m ²]	0.29	$(H - CBH) CFB \cdot CBD$
I_B	火炎反応強度 [kW/m]	1,543	$h'wR/60$

表 3-1-3-7 評価式を用いた計算結果（樹冠火）

計算パラメータ		計算値
I_c	火線強度 [kW/m]	3.09×10^3
H'_A	単位面積当たりの熱量 [kJ/m ²]	5.21×10^3

I'_R	反応強度[kW/m ²]	485
L'_f	火炎長[m]	3.12

以上の結果より決定した森林火災の影響評価に用いるパラメータを表 3-1-3-8 に示す。
 なお、反応強度 I''_R は地表火の反応強度 I_R と樹冠火の反応強度 I'_R の合計値を、火炎長は樹冠火の火炎長 L'_f を用いる。

表 3-1-3-8 森林火災影響評価用パラメータ

パラメータ		計算値
R	延焼速度[m/min]	17.8
I''_R	反応強度[kW/m ²]	974
L'_f	火炎長[m]	3.12
t	燃焼継続時間[s]	10.7

(3) 受熱面輻射強度の計算

評価ガイドを参考に、排水貯留pond及び保管廃棄施設・Lの森林火災による熱影響評価を行う。まず前節で算出した火炎長から燃焼半径を計算し、円筒火炎モデル数を求める。次に各円筒火炎モデルから熱影響評価を行う受熱面の各離隔距離から形態係数を計算し、形態係数と火炎のエネルギーを示す火炎輻射発散度から受熱面における受熱面輻射強度を求める。火炎輻射発散度は、地表火と樹冠火の合計の反応強度から求める。反応強度は、火炎から輻射として放出されるエネルギーと、煙等の対流として放出されるエネルギーの合計であることから、参考文献^[10]より反応強度に対する輻射と対流の割合を求める。

円筒火炎モデル評価の概要を図 3-1-3-4 に示す。

燃焼半径： r [m]

$$r = \frac{L'_f}{3}$$

円筒火炎モデル数： F

$$F = \frac{W}{2r}$$

形態係数： ϕ_i

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

$$i = 1, 2, 3, 4, \dots, m = \frac{L'_f}{r} \cong 3, \quad n = \frac{L_i}{r}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2,$$

W : 火炎到達幅 [m]

L_i : 離隔距離 [m]

火炎輻射発散度 : R_f [kW/m²]

$$R_f = 0.377 \cdot I''_R$$

受熱面輻射強度 : $E_1, E_{2,3,4\dots}$ [kW/m²]

$$E_1 = R_f \cdot \phi_1$$

$$E_{2,3,4\dots} = 2 \cdot R_f \cdot \phi_{2,3,4\dots}$$

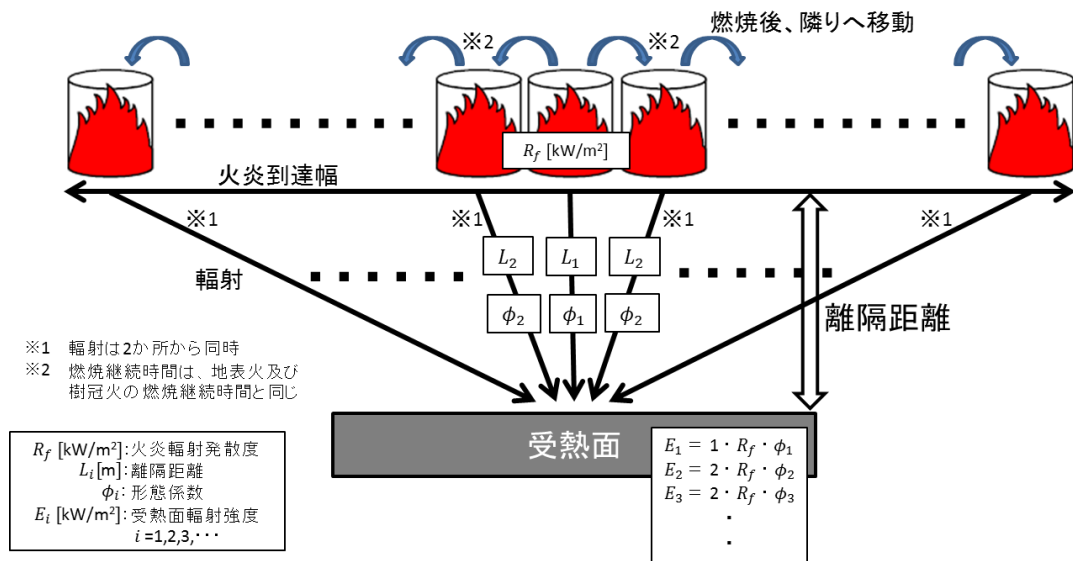


図 3-1-3-4 円筒火炎モデル評価の概要

(4) 受熱面の温度評価

(3) で求めた受熱面輻射強度から、以下に示す 1 次元熱伝導方程式の一般解の式^[13]を用いて受熱面における温度評価を行う。

受熱面の温度 : T_i [°C]

$$T_i = T_0 + \frac{2 \times E_i \sqrt{a \times t}}{\lambda} \times \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times a \times t}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}} \times \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}}\right) \right]$$

ただし、

$i = 1, 2, 3, 4, \dots$,

T_0 : 初期温度[°C]

a : 温度伝導率[m²/s] ($a = \lambda / (\rho \times C_p)$)

C_p : 比熱[コンクリート 0.963 (kJ/(kg・K))、鉄鋼 0.465 (kJ/(kg・K))]

ρ : 密度[コンクリート 2,400 (kg/m³)、鉄鋼 7,850 (kg/m³)]

λ : 熱伝導率[コンクリート 1.74 (W/(m・K))、鉄鋼 43 (W/(m・K))]

x : 深さ[m]

t : 燃焼継続時間[s]

3-1-3-6 森林火災による影響評価結果

評価の結果、森林火災が発生しても、以下に示すとおり、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの健全性に影響を及ぼさないことを確認した。評価結果を表 3-1-3-9 に示す。

- (1) 保管廃棄施設・Lのコンクリート外壁の表面温度は、338°Cであり、コンクリートの許容温度（200°C）を上回るが、表層のみの温度上昇であり、内部火災に至るおそれはない※。

※：保管廃棄されている代表的な可燃物の発火点を以下に示す。

紙（約 290°C^[14]）、木材（約 250°C^[14]）、ポリエチレン（約 330°C^[15]）

- (2) 保管廃棄施設・Lの鋼製蓋の表面温度は、96°Cであり、鉄鋼の許容温度（350°C）を下回る。
- (3) 排水貯留ポンドのコンクリート外壁の表面温度は、311°Cであり、コンクリートの許容温度（200°C）を上回るが、表層のみの温度上昇であり、液体を貯留していることから、内部火災に至るおそれはない。

表 3-1-3-9 森林火災による保管廃棄施設・Lの表面温度評価結果

施設	評価対象	表面温度 (°C)	内表面温度※1 (°C)
保管廃棄施設・L	コンクリート外壁	338	87
	鋼製蓋	96	—
排水貯留ポンド	コンクリート外壁	311	84

※1：コンクリート外壁表面から 5mm 内側の温度であり、表面温度と同様に 1次元熱伝導方程式の一般解の式を用いて評価

3-1-4 近隣の産業施設等の火災・爆発による影響評価

3-1-4-1 評価方針

近隣の産業施設等で発生した、以下に示す火災・爆発について、その火災・爆発が排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L に及ぼす影響を評価ガイドに従い、評価する。

- (1) 原科研敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵所における火災（以下「敷地外火災」という。）
- (2) 原科研敷地外半径 10km 以内に存在する高圧ガスタンクにおける爆発（以下「敷地外爆発」という。）
- (3) 原科研敷地内に存在する高圧ガスタンクにおける爆発（以下「敷地内爆発」という。）

3-1-4-2 評価方法

- (1) 敷地外火災については、火災発生から燃料が燃え尽きるまでの間、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の表面が加熱されるものとして熱影響を評価する。
- (2) 敷地外爆発及び敷地内爆発については、高圧ガスタンクが爆発した場合の爆発影響を評価する。

- (3) 評価を行うタンクの容量（燃料量）は、危険物施設として許可された最大貯蔵量とする。
- (4) 気象状態は無風状態とする。
- (5) 離隔距離は排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の外表面からタンクの位置までの直線距離とし、熱影響評価は、タンクと排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L 間の高低差及び遮蔽となり得る建築物が存在しないものとして評価する。

3-1-4-3 判断基準

- (1) 敷地外火災については、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の表面温度が、コンクリートの許容温度（200℃）又は鉄鋼の許容温度（350℃）を下回ること。なお、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の表面温度が、許容温度を上回る場合は、内部火災に至らないこと。
- (2) 敷地外爆発及び敷地内爆発については、爆発源と排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L までの離隔距離が危険限界距離（爆風圧が 0.01MPa 以下（人体に対して影響を与えない爆風圧）になる距離）を上回ること。

3-1-4-4 評価条件

- (1) 敷地外火災に関する評価条件

原科研敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵所として、常陸那珂火力発電所、核燃料サイクル工学研究所、東海第二発電所、日立オイルターミナル及び日立油槽所が

存在する。

評価に用いるデータを表 3-1-4-1 に示す。

表 3-1-4-1 原科研敷地外各危険物貯蔵所における火災影響評価対象データ

項目	常陸那珂火力 発電所 軽油タンク	核燃料サイク ル工学研究所 重油タンク	東海第二 発電所 重油タンク	日立オイルタ ーミナル及び 日立油槽所 重油タンク
内容物	軽油	重油	重油	重油
容量 (燃料量) [m ³]	7,000	588	500	10,885
輻射発散度[W/m ²]	4.2×10 ⁴	2.3×10 ⁴	2.3×10 ⁴	2.3×10 ⁴
燃焼速度[m/s]	5.5×10 ⁻⁵	2.8×10 ⁻⁵	2.8×10 ⁻⁵	2.8×10 ⁻⁵
燃焼半径[m]	16.0	11.3	8.5	43.7
火炎の高さ[m]	47.9	33.9	25.4	131.1
燃料タンクの防油堤 面積[m ²]	800	400	225	6,000
燃焼継続時間[hr]	44.2	14.6	22.1	18.0
保管廃棄施設・L				
離隔距離[m]	2,000	1,970	1,230	5,480
輻射強度[W/m ²]	5.14	1.45	2.09	2.81
形態係数	1.22×10 ⁻⁴	6.29×10 ⁻⁵	9.09×10 ⁻⁵	1.22×10 ⁻⁴
排水貯留ポンド				
離隔距離[m]	2,090	2,100	1,240	5,500
輻射強度[W/m ²]	4.70	1.27	2.06	2.79
形態係数	1.12×10 ⁻⁴	5.54×10 ⁻⁵	8.94×10 ⁻⁵	1.21×10 ⁻⁴

容量 (燃料量) は、危険物施設として許可された最大貯蔵量とし、各施設に存在するタンクの合計値とする。例えば常陸那珂火力発電所については、軽油が 3,500m³ タンクで 2 基存在するため、これらを合計して 7,000 m³ としている。

排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・L のコンクリート外壁及び鋼製蓋表面の初期温度については、夏季の日照中における表面温度が 40℃程度であることを考慮して、保守的に 50℃とする。

(2) 敷地外爆発に関する評価条件

排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・L から 10km 以内には、以下の高圧ガスを保有する日立 LNG 基地が存在するため、これらガスタンクによる爆発の影響評価を行う。

評価に用いるデータを表 3-1-4-2 に示す。

表 3-1-4-2 日立 LNG 基地 LNG タンク及び LPG タンクのデータ

日立 LNG 基地 LNG タンク	
LNG タンク貯蔵量	97,704 トン (230,000m ³)
密度	0.4248t/m ³
離隔距離	3,270m
LNG のK値	7.14×10 ⁵
貯蔵設備又は処理設備のW値	313
日立 LNG 基地 LPG タンク	
LPG タンク貯蔵量	31,000 トン (50,000m ³)
密度	0.6200t/m ³
離隔距離	3,270m
LPG のK値	8.88×10 ⁵
貯蔵設備又は処理設備のW値	176

(3) 敷地内爆発に関する評価条件

第 2 ボイラーの液化天然ガス (LNG) タンク 2 基について、高圧ガス漏えいによる爆発の評価を行う。敷地内爆発の評価については、評価ガイドの敷地外爆発の評価式を準用する。ここで算出する危険限界距離が、LNG タンクと排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・L 間に必要な距離となる。第 2 ボイラーLNG タンクと排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・L の離隔距離を図 3-1-4-1 に示す。

評価に用いるデータを表 3-1-4-3 に示す。

表 3-1-4-3 第 2 ボイラー液化天然ガス (LNG) タンクのデータ

データ種類	内容
LNG タンク最大貯蔵量 (2 基)	65.5 トン (154m ³)
密度	0.4248t/m ³
離隔距離	430m
LNG のK値	7.14×10 ⁵
貯蔵設備又は処理設備のW値	8.09

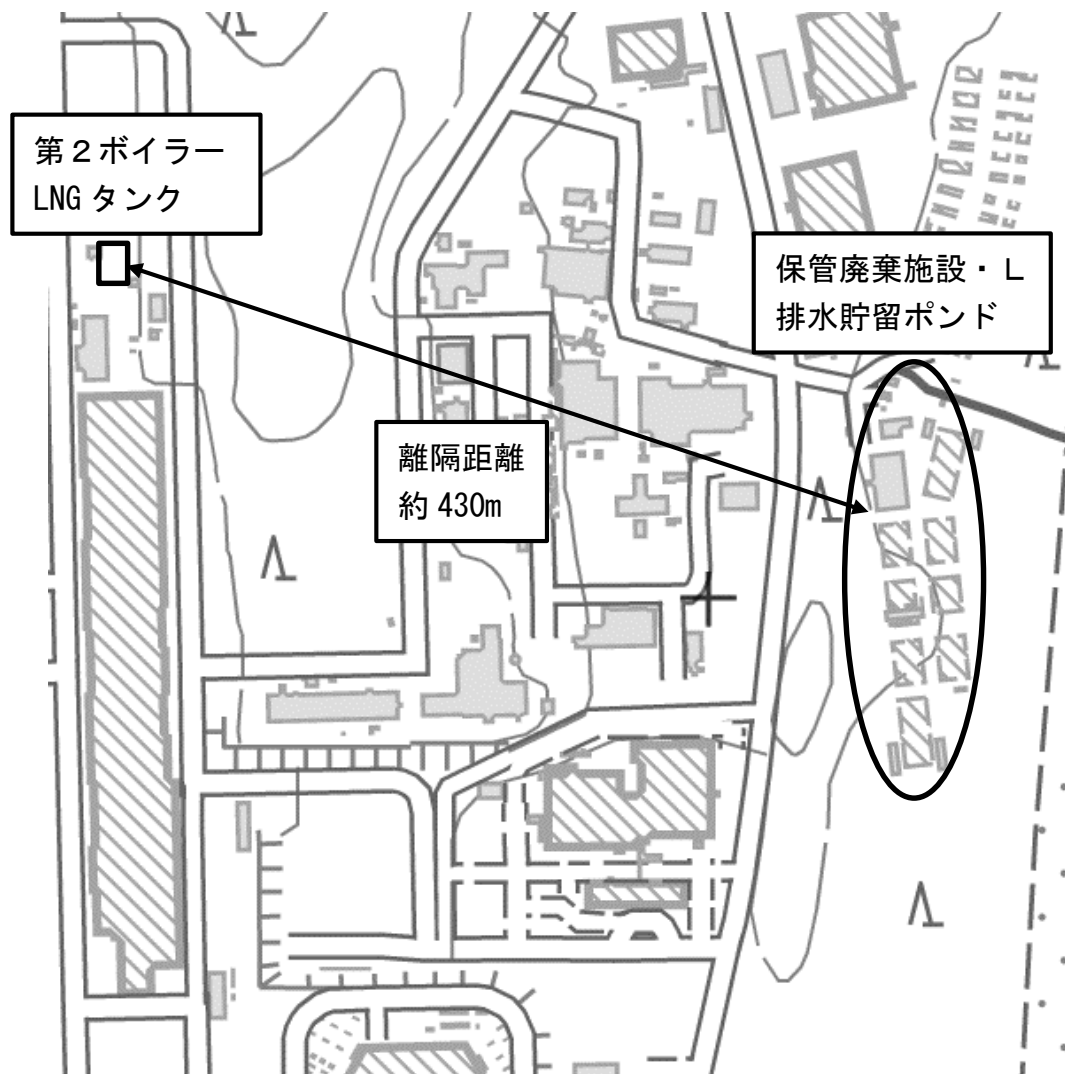


図 3-1-4-1 第 2 ボイラーLNG タンクと排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の離隔距離
出典：国土交通省 国土地理院（資料を加工して作成）

3-1-4-5 評価計算

(1) 敷地外火災に関する評価計算

燃料の燃焼時間は、以下の式を用いて評価する^[1]。

$$t = \frac{V}{(\pi R^2 \times v)}$$

t : 燃焼時間[s]

V : 燃料量[m³]

v : 燃焼速度[m/s]

R : 燃焼半径[m]

外壁温度は、以下の式を用いて評価する^[13]。

$$T = T_0 + \frac{2 \times E \sqrt{a \times t}}{\lambda} \times \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times a \times t}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}} \times \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}}\right) \right]$$

T : 外壁温度[°C]

T_0 : 初期温度[°C]

E : 輻射強度[W/m²]

a : 温度伝導率[m²/s] ($a = \lambda / (\rho \times C_p)$)

C_p : 比熱[コンクリート 0.963 (kJ/(kg・K))、鉄鋼 0.465 (kJ/(kg・K))]

ρ : 密度[コンクリート 2,400 (kg/m³)、鉄鋼 7,850 (kg/m³)]

λ : 熱伝導率[コンクリート 1.74 (W/(m・K))、鉄鋼 43 (W/(m・K))]

x : 深さ[m]

t : 燃焼継続時間[s]

輻射強度は、以下の式を用いて評価する。

$$E = R_f \times \varphi$$

E : 輻射強度[W/m²]

R_f : 輻射発散度[W/m²]

φ : 形態係数[-]

形態係数は、以下の式を用いて評価する。

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

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

φ : 形態係数[-]

L : 離隔距離[m]

H : 火炎長[m]

R : 燃焼半径[m]

燃焼半径は燃焼面積が防油堤面積に等しいと考えて算出する。

(2) 敷地外爆発に関する評価計算

危険限界距離は、評価ガイドに示された以下の式を用いて評価する。

$$X = 0.04\lambda^3 \sqrt{K \times W}$$

X : 危険限界距離[m]

λ : 換算距離[m/kg^{1/3}] (14.4)

K : 石油類の K 値[-]

W : 設備定数[-]

ただし、同施設には2つの独立したガスタンクが存在するため、評価ガイドに従い、 $(K \times W)$ 相当量を以下の式を用いて評価する。

なお、LNG 及び LPG の K 値についてはそれぞれ評価ガイド記載の最も保守的な値となる-80°C以上のメタンの K 値 7.14×10^5 、100°C以上のプロパンの値 8.88×10^5 を用いる。

$$(K \times W)_{LNG+LPG} = K_{LNG} \times \left(\sqrt{W_1 + W_2} \times \frac{W_1}{W_1 + W_2} \right) + K_{LPG} \times \left(\sqrt{W_1 + W_2} \times \frac{W_2}{W_1 + W_2} \right)$$

W_1 : 日立 LNG 基地における LNG 貯蔵設備の貯蔵定数[-]

W_2 : 日立 LNG 基地における LPG 貯蔵設備の貯蔵定数[-]

K_{LNG} : LNG の石油類の K 値[-]

K_{LPG} : LPG の石油類のK値[-]

$(K \times W)_{LNG+LPG}$: 日立 LNG 基地における $(K \times W)$ 値

(3) 敷地内爆発に関する評価計算

危険限界距離は、評価ガイドに示された以下の式を用いて評価する。

$$X = 0.04\lambda\sqrt[3]{K \times W}$$

X : 危険限界距離[m]

λ : 換算距離[m/kg^{1/3}] (14.4)

K : 石油類のK値[-]

W : 設備定数[-]

3-1-4-6 近隣の産業施設等の火災・爆発による影響評価結果

(1) 敷地外火災に関する評価結果

評価の結果、各危険物貯蔵所で火災が発生しても、以下に示すとおり、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの健全性に影響を及ぼさないことを確認した。

評価結果を表 3-1-4-4 に示す。

- ・保管廃棄施設・Lのコンクリート外壁の表面温度は、最高でも 52℃であり、コンクリートの許容温度（200℃）を下回る。
- ・保管廃棄施設・Lの鋼製蓋の表面温度は、最高でも 51℃であり、鉄鋼の許容温度（350℃）を下回る。
- ・排水貯留ポンドのコンクリート外壁の表面温度は、最高でも 52℃であり、コンクリートの許容温度（200℃）を下回る。

表 3-1-4-4 各危険物貯蔵所における火災影響評価結果

危険物貯蔵所	評価対象施設	表面温度 評価結果
常陸那珂火力発電所 軽油タンク	保管廃棄施設・L（コンクリート外壁）	52℃
	保管廃棄施設・L（鋼製蓋）	51℃
	排水貯留ポンド（コンクリート外壁）	52℃
核燃料サイクル工学研究所 重油タンク	保管廃棄施設・L（コンクリート外壁）	51℃
	保管廃棄施設・L（鋼製蓋）	51℃
	排水貯留ポンド（コンクリート外壁）	51℃
東海第二発電所	保管廃棄施設・L（コンクリート外壁）	51℃

重油タンク	保管廃棄施設・L（鋼製蓋）	51℃
	排水貯留ポンド（コンクリート外壁）	51℃
日立オイルターミナル及び 日立油槽所 重油タンク	保管廃棄施設・L（コンクリート外壁）	51℃
	保管廃棄施設・L（鋼製蓋）	51℃
	排水貯留ポンド（コンクリート外壁）	51℃

(2) 敷地外爆発に関する評価結果

評価の結果、危険限界距離は373mであり、日立 LNG 基地と排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの離隔距離3,270m^{*}を下回ることから、日立 LNG 基地で爆発が発生しても、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの健全性に影響を及ぼさないことを確認した。

※：排水貯留ポンドと保管廃棄施設・Lは、同一の敷地内に設置していることから、離隔距離は同一として評価
影響評価結果を表3-1-4-5に示す。

表3-1-4-5 日立 LNG 基地 LNG タンク及びLPG タンクにおける爆発影響評価結果

想定爆発源	危険限界距離
日立 LNG 基地 LNG タンク及びLPG タンク	373m

(3) 敷地内爆発に関する評価結果

評価の結果、危険限界距離は104mであり、第2ボイラー液化天然ガス（LNG）タンクと排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの離隔距離430m^{*}を下回ることから、第2ボイラーで爆発が発生しても、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの健全性に影響を及ぼさないことを確認した。

※：排水貯留ポンドと保管廃棄施設・Lは、同一の敷地内に設置していることから、離隔距離は同一として評価
評価結果を表3-1-4-6に示す。

表3-1-4-6 第2ボイラー液化天然ガス（LNG）タンクにおける爆発影響評価結果

想定爆発源	危険限界距離
第2ボイラー 液化天然ガス（LNG）タンク	104m

3-1-5 航空機落下による火災の影響評価

3-1-5-1 評価方針

排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の周辺への航空機落下により発生する火災に対して、その火災が排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L に影響を及ぼさないことを評価ガイドに従い、評価する。

3-1-5-2 評価方法

航空機落下確率が 10^{-7} (回/炉・年) に相当する面積を求め、その範囲の外周部に航空機が落下した場合の火災による影響を評価する。

航空機落下事故については、民間機、自衛隊機及び米軍機では落下事故の発生状況が必ずしも同一ではなく、自衛隊機及び米軍機の中でも機種によって飛行形態が同一ではないことから、表 3-1-5-1 に示すカテゴリに分類し、評価を実施する。

表 3-1-5-1 航空機落下評価及び航空機落下による外部火災影響評価

外部火災影響評価		
計器飛行方式民間機		飛行場での離着陸時
		航空路を巡航中
有視界飛行方式民間機		
自衛隊機又は 米軍機	訓練空域外を飛行中	空中給油等、高高度での巡航が想定される 大型固定翼機
		その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び 回転翼機
	基地－訓練空域間を往復時	

3-1-5-3 判断基準

排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の表面温度が、コンクリートの許容温度 (200℃) 又は鉄鋼の許容温度 (350℃) を下回ること。なお、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の表面温度が、許容温度を上回る場合は、内部火災に至らないこと。

3-1-5-4 評価条件

(1) 火災発生から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の表面 (コンクリート又は鉄鋼) が加熱され続けるものとして、評価する。

(2) 落下を想定する航空機は、各カテゴリについて、燃料積載量が最大の機種とする。表 3-1-5-2 に各カテゴリの対象航空機を示す。

表 3-1-5-2 評価対象航空機のパラメータ

	民間機		自衛隊機又は米軍機			
	計器飛行方式		有視界 飛行方式	訓練空域外を飛行中		基地－訓練 空域間を往 復時
	離着陸時	巡航中		空中 給油機等	その他	
対象航空機	B747-400		AS332L1	KC-767	F-15	
燃料種類	JET A-1		JET A-1	JP-4	JP-4	
燃料最大積載量 [m ³]	216.84 ^[16]		3.0 ^[17]	145.03 ^[18]	14.87 ^[19]	
輻射発散度 R_f [W/m ²]	5.0×10 ⁴ ^[1]		5.8×10 ⁴ ^[1]			
質量低下速度 M [kg/(m ² ・s)]	0.039 ^[20]		0.051 ^[20]			
燃料密度 ρ [kg/m ³]	850 ^[21]		760 ^[20]			
燃焼速度 v [m/s] ($v = M/\rho$)	4.59×10 ⁻⁵		6.71×10 ⁻⁵			

3-1-5-5 航空機落下地点と保管廃棄施設・Lとの離隔距離の評価

「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（平成 14・07・29 原院第 4 号）」^[22]に従い、落下確率が 10⁻⁷（回／炉・年）に相当する面積を算出し、この面積を用いて、離隔距離を求める。

算出結果を表 3-1-5-3 に示す。

表 3-1-5-3 航空機落下地点と排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lとの離隔距離

	民間機			自衛隊機又は米軍機		
	計器飛行方式		有視界 飛行方式	訓練空域外を飛行中		基地－訓 練空域間 を往復時
	離着陸時	巡航中		空中給油 機等	その他	
対象航空機	B747-400		AS332L1	KC-767	F-15	
保管廃棄施設・L 排水貯留ポンド	361m		20m	339m	23m	

3-1-5-6 評価計算

燃焼継続時間は、以下の式を用いて評価する^[1]。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}$$

- t : 燃焼継続時間[s]
- V : 燃料量[m³]
- v : 燃焼速度[m/s] (v = M/ρ)
- M : 質量低下速度[kg/(m²・s)]
- ρ : 燃料密度[kg/m³]
- R : 燃焼半径[m]

外壁の温度は、以下の式を用いて評価する^[13]。

$$T = T_0 + \frac{2 \times E \sqrt{a \times t}}{\lambda} \times \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times a \times t}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}} \times \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}}\right) \right]$$

- T : 外壁温度[°C]
- T₀ : 初期温度[°C]
- E : 輻射強度[W/m²]
- a : 温度伝導率[m²/s] (a = λ/(ρ × C_p))
- C_p : 比熱[kJ/(kg・K)]
- ρ : 密度[kg/m³]
- λ : 熱伝導率[W/(m・K)]
- x : 深さ[m]
- t : 燃焼継続時間[s]

輻射強度は、以下の式を用いて評価する。

$$E = R_f \times \varphi$$

E : 輻射強度 [W/m²]

R_f : 輻射発散度 [W/m²]

φ : 形態係数 [-]

形態係数は、以下の式を用いて評価する。

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

$$m = \frac{H}{R} \approx 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

φ : 形態係数 [-]

L : 離隔距離 [m]

H : 火炎長 [m]

R : 燃焼半径 [m]

燃焼半径は燃焼面積が航空機の面積（全長×胴体全幅）に等しいと考えて算出する。

3-1-5-7 評価結果

評価の結果、航空機落下による火災が発生しても、以下に示すとおり、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの健全性に影響を及ぼさないことを確認した。

評価結果を表 3-1-5-4 に示す。

- (1) 保管廃棄施設・Lのコンクリート外壁の表面温度は、最高でも 165℃であり、コンクリートの許容温度（200℃）を下回る。
- (2) 保管廃棄施設・Lの鋼製蓋の表面温度は、最高でも 69℃であり、鉄鋼の許容温度（350℃）を下回る。
- (3) 排水貯留ポンドのコンクリート外壁の表面温度は、最高でも 165℃であり、コンクリートの許容温度（200℃）を下回る。

表 3-1-5-4 各航空機の評価結果

対象航空機		施設	評価対象	評価結果
				表面温度
計器飛行方式 民間機	機種名：B747-400（飛行場での離着陸時、航空路を巡航中）	保管廃棄施設・L	コンクリート外壁	58℃
			鋼製蓋	52℃
		排水貯留ポンド	コンクリート外壁	58℃
有視界飛行方式 民間機	機種名：AS332L1	保管廃棄施設・L	コンクリート外壁	131℃
			鋼製蓋	63℃
		排水貯留ポンド	コンクリート外壁	131℃
自衛隊機又は 米軍機：訓練空域外を飛行中	機種名：KC-767 機種名：F-15	保管廃棄施設・L	コンクリート外壁	58℃
			鋼製蓋	52℃
		排水貯留ポンド	コンクリート外壁	58℃
自衛隊機又は 米軍機：基地－ 訓練空域間往復時	機種名：F-15	保管廃棄施設・L	コンクリート外壁	165℃
			鋼製蓋	69℃
		排水貯留ポンド	コンクリート外壁	165℃

3-1-6 重畳事象を想定した火災影響評価

3-1-6-1 評価方針

排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの周辺への航空機落下による火災及びその火災による森林火災が、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lに影響を及ぼさないことを評価ガイドに従い、評価する。

3-1-6-2 評価方法

落下確率が 10^{-7} （回／炉・年）以上となる面積の外周部にある森林に航空機が落下し、その火災によって森林火災が発生する事象を想定する。

3-1-6-3 判断基準

排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の表面温度が、コンクリートの許容温度（200℃）又は鉄鋼の許容温度（350℃）を下回ること。なお、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の表面温度が、許容温度を上回る場合は、内部火災に至らないこと。

3-1-6-4 評価条件

- (1) 落下する航空機の機種は、熱影響が最も大きい「F-15」とする。
- (2) 航空機落下に伴い火災となる森林は、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L への熱影響が大きい森林とする。
- (3) その他の条件は、3-1-3 森林火災による影響評価及び 3-1-5 航空機落下による火災の影響評価において設定したものと同一とする。

3-1-6-5 重畳事象による火災影響評価結果

評価の結果、航空機落下による火災及びその火災による森林火災の重畳事象が発生しても、以下に示すとおり、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の健全性に影響を及ぼさないことを確認した。

評価結果を表 3-1-6-1 に示す。

- (1) 保管廃棄施設・L のコンクリート外壁の表面温度は、453℃であり、コンクリートの許容温度（200℃）を上回るが、表層のみの温度上昇であり、内部火災に至るおそれはない※。

※：保管廃棄されている代表的な可燃物の発火点を以下に示す。

紙（約 290℃）、木材（約 250℃）、ポリエチレン（約 330℃）

- (2) 保管廃棄施設・L の鋼製蓋の表面温度は、115℃であり、鉄鋼の許容温度（350℃）を下回る。
- (3) 排水貯留 Pond のコンクリート外壁の表面温度は、426℃であり、コンクリートの許容温度（200℃）を上回るが、表層のみの温度上昇であり、液体を貯留していることから、内部火災に至るおそれはない。

表 3-1-6-1 想定される外部火災の重畳事象の評価結果

施設	評価対象	航空機落下による火災		森林火災		重畳評価結果	
		表面温度 (°C)	温度上昇分	表面温度 (°C)	温度上昇分	表面温度 (°C)	内表面温度 ^{※1} (°C)
			ΔT(°C)		ΔT(°C)		
保管廃棄施設・L	コンクリート外壁	165	115	338	288	453 =(初期温度 50+115+288)	194
	鋼製蓋	69	19	96	46	115 =(初期温度 50+19+46)	—
排水貯留ポンド	コンクリート外壁	165	115	311	261	426 =(初期温度 50+115+261)	191

※1：コンクリート外壁表面から 5mm 内側の温度であり、表面温度と同様に 1 次元熱伝導方程式の一般解の式を用いて評価

参考文献

- [1] 原子力規制委員会, 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」, 平成 25 年 6 月
- [2] Mark A. Finney, “ FARSITE: Fire Area Simulator-Model Development and Evaluation” , Rocky Mountain Research Station, RMRS-RP-4 Revised, March 1998, revised February 2004
- [3] 財団法人日本建築センター, 「建築火災のメカニズムと火災安全設計」, 平成 19 年 12 月
- [4] 一般社団法人 日本機械学会, 「発電用原子力設備規格 材料規格 (2013 年追補)」, JSME S NJ1 -2013, 2013 年 12 月
- [5] 国土交通省-気象庁, 「水戸気象台データホームページ」
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/annually_s.php?prec_no=40&block_no=47629&year=&month=4&day=&view=a3> (平成 29 年 6 月アクセス)
- [6] Richard C. Rothermel, “How to predict the spread and Intensity of forest and Range Fires” , USDA Forest Service General Technical Report. INT-143, 1983
- [7] 国土交通省-国土地理院, 「地理院地図」, 平成 25 年 10 月
- [8] 環境省-自然環境局, 「1/25,000 植生図-常陸久慈 (ひたちくじ)」平成 20 年 2 月
- [9] 後藤義明 他 “日本で発生する山火事の強度の検討-Rothermel の延焼速度予測モデルを用いた Byram の火線強度の推定-” , 日林誌, 87(3)2005
- [10] Philip J Dinunno, Dougal, Ph.D. Drysdale, Craig L., Ph.D. Beyler, W. Douglas Walton, “THE SFPE HANDBOOK OF Fire Protection Engineering FOURTH EDITION” , June 30, 2008
- [11] Joe H. Scott, Elizabeth D. Reinhardt, “Effects of Alternative Treatments on Canopy Fuel Characteristics in Five Conifer Stands” , USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-203, 2007
- [12] Forestry Canada Fire Danger Group, “Development and Structure of the Canadian Forest Fire Behavior Prediction System” Ottawa, 1992
- [13] 日本機械学会, 「伝熱工学資料 改訂第 5 版」, 平成 21 年 5 月
- [14] 自然科学研究機構 国立天文台 丸善出版株式会社, 「理科年表プレミアム 国立天文台編」
<<https://www.rikanenpyo.jp/member/?module=Member&action=Login>> (平成 29 年 6 月アクセス)
- [15] International Labour Organization, “ICSC database, International Chemical Safety Cards(ICSCs)”
<<https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.home>> (平成 29 年 6 月アクセス)

- [16] ボーイング社, 「ボーイング社ホームページ」
<http://www.boeing.com/boeing/commercial/747family/pf/pf_400_prod.page?> (平成 26 年 6 月アクセス)
- [17] EADS Company, “EUROCOPTER AS332L1 Technical Data 332L1 07.101.02E”
- [18] 酣燈社, 「航空情報 4 月号増刊 世界航空機年鑑 2012-2013」, 平成 25 年 4 月
- [19] 航空ジャーナル社, 「航空ジャーナル 2 月号臨時増刊 F-15 イーグル」, 昭和 55 年 2 月
- [20] U.S. Nuclear Regulatory Commission Office of Nuclear Reactor Regulation
Washington, DC, “Fire Dynamics Tools (FDT^S)”, December 2004
- [21] 昭和シェル石油, 「安全データシート (Jet A-1)」, 平成 25 年 1 月
- [22] 原子力安全・保安院, 「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」, 平成 14 年 7 月

3-2 外部事象影響（竜巻）に関する説明書

3-2-1 概要

排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L は、想定される以下の竜巻に耐え得るよう設計する。

- ・敷地及びその周辺（施設から半径 20km の範囲）における過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻（藤田スケール F1、最大風速 49m/s）及びその随件事象の発生を考慮しても、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない設計とする。

ここでは、上記の設計条件を確認するため、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L に対し、竜巻が発生した場合の影響評価を行った。

評価に当たっては、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」^[4]（以下「竜巻ガイド」という。）に従い、竜巻及びその随件事象に対する排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の影響評価を行った。竜巻に対する影響評価としては、竜巻の特性値を評価し、飛来物の選定を行った上で、竜巻による飛来物が衝突した際の影響評価及び竜巻荷重に対する影響評価を行った。

なお、竜巻荷重に対する影響評価について、両施設が屋外に設ける地下ピット構造の施設であり、地上部の受圧面積が小さく、気圧差による圧力も生じないことから、「竜巻の風圧力による荷重」、「竜巻による気圧差による荷重」については、評価対象外とした。

また、想定される竜巻随件事象について、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の影響の有無の検討を行った。

3-2-2 結果

竜巻が発生した場合の影響評価の結果、以下に示すとおり、竜巻による飛来物として空調室外機を選定した場合、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の構造健全性に影響を及ぼさないこと、竜巻随件事象が排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L に影響を及ぼさないことを確認したことから、想定される竜巻が発生した場合でも、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の安全機能を損なわない。

- ・竜巻ガイドに示された飛来物及び施設周辺の現地調査を踏まえて選定した飛来物について、浮上の有無を評価した結果、空調室外機、物置及びチェッカープレートが浮上することを確認した。
- ・竜巻による飛来物として空調室外機を選定した場合、飛来物が衝突した際の影響評価において、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L に貫通が生じないことから、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の構造健全性が維持されることを確認した。また、竜巻荷重に対する影響評価において、竜巻の複合荷重が排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の保有水平耐力を下回ることから、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の構造健全性が維持されることを確認した。
- ・竜巻随件事象については、想定される火災、溢水及び外部電源喪失について検討を行い、いずれも排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の安全機能が維持されることを確認した。

評価の詳細を次節以降に示す。

なお、竜巻による飛来物として物置及びチェッカープレートを選定した場合、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの構造健全性に影響を及ぼすことを確認したことから、以下の飛来防止対策を講ずることとする。

- ・排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの構造健全性に影響を及ぼすことを確認した物置及びチェッカープレートに対し、浮上しない重量の物置及びチェッカープレートに代替する対策を講ずる。
- ・対策を講ずるにあたっては、竜巻の風速場をランキン渦モデルと仮定し、浮上条件を考慮した上で、浮上しない重量を設定する。

3-2-3 竜巻の特性値の評価

3-2-3-1 評価方針

排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの影響評価を行うために、竜巻の特性値を評価する。評価を行う竜巻としては、放射性廃棄物処理場が安全上重要な施設に該当する施設を有しないことから、「試験研究用等原子炉施設への新規規制基準の審査を踏まえたグレーデッドアプローチ対応について（平成28年6月15日原子力規制庁）」に示される「2. (3) 竜巻」に従い、敷地及びその周辺（施設から半径20kmの範囲）における過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻（藤田スケールF1、最大風速49m/s）を設定する。

3-2-3-2 評価方法

竜巻ガイドに従い、竜巻の特性値を評価する。

3-2-3-3 評価条件

竜巻の風速場をランキン渦モデル²⁾と仮定する。

評価を行う竜巻は、敷地及びその周辺（施設から半径20kmの範囲）における過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻（藤田スケールF1）とし、その最大風速は、49m/sとする。

3-2-3-4 評価計算

竜巻の特性値は、竜巻ガイドに示されている以下の式を用いて求める。

$$\text{移動速度：} V_T [\text{m/s}] \quad V_T = 0.15 \cdot V_D$$

$$\text{最大接線風速：} V_{Rm} [\text{m/s}] \quad V_{Rm} = V_D - V_T$$

$$\text{最大接線風速半径：} R_m [\text{m}] \quad R_m = 30$$

$$\text{最大気圧低下量：} \Delta P_{max} [\text{Pa}] \quad \Delta P_{max} = \rho \cdot V_{Rm}^2$$

$$\text{最大気圧低下率：} (dp/dt)_{max} [\text{Pa/s}] \quad (dp/dt)_{max} = (V_T/R_m) \cdot \Delta P_{max}$$

ここで、 V_D ：最大風速（49[m/s]）

ρ : 空気密度 (1.22[kg/m³])

3-2-3-5 竜巻の特性値の評価結果

竜巻の特性値の評価結果を表 3-2-3-1 に示す。

表 3-2-3-1 竜巻の特性値の評価結果

最大風速 V_D [m/s]	移動速度 V_T [m/s]	最大接線風速 V_{Rm} [m/s]	最大気圧低下量 ΔP_{max} [Pa]	最大気圧低下率 $(dp/dt)_{max}$ [Pa/s]
49	7	42	2,152	503

3-2-4 竜巻による飛来物の浮上の有無の評価

3-2-4-1 評価方針

排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の影響評価を行うための竜巻による飛来物を決定するため、竜巻ガイドに示された飛来物及び施設周辺の現地調査を踏まえて選定した飛来物について、浮上の有無を評価する。

3-2-4-2 評価方法

飛来物の浮上の有無の評価として、「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」^③を参考に、飛来物の空力パラメータを評価する。

3-2-4-3 判断基準

飛来物の空力パラメータが、飛来物の飛来高さが正となる条件^④である 0.0116m²/kg 以下であれば、飛来物は浮上しないこととする。

3-2-4-4 評価条件

竜巻の風速場をランキン渦モデルと仮定する。

飛来物として、竜巻ガイドに示された飛来物から、鋼製パイプ、鋼製材、コンクリート板、コンテナ及びトラックを選定する。また、施設周辺の現地調査を踏まえて、自動車（ミニバン）、空調室外機、自動販売機、物置、マンホール蓋、チェッカープレート、鉄板及び保管廃棄施設・L に設ける鋼製蓋を選定する。

飛来物の空力パラメータは、飛来物の各面の抗力係数と面積の積の平均値から求める。飛来物の抗力係数については、飛来物の形状を考慮し、2.0、1.2、0.7 から適切な値を用いる^③。

飛来物の飛来距離、飛来高さ及び最大水平速度は、竜巻による物体の浮上・飛来解析コード TONBOS^⑤から求める。また、最大鉛直速度は、竜巻ガイドに従い、最大水平速度の 2/3 と

する。

3-2-4-5 評価計算

飛来物の空力パラメータ及び飛来物の飛来高さが正となる条件を以下の式を用いて求める。

$$\text{空力パラメータ} : \frac{C_D A}{m} \quad \frac{C_D A}{m} = \frac{0.33(C_{D1}A_1 + C_{D2}A_2 + C_{D3}A_3)}{m}$$

$$\text{飛来物の飛来高さが正となる条件} : \frac{C_D A}{m} \geq \frac{2g}{\rho \frac{4V_{Rm}}{3\sqrt{5}} \sqrt{V_D^2 + \left(\frac{4V_{Rm}}{3\sqrt{5}}\right)^2}}$$

ここで、 C_D ：飛来物の抗力係数

塊状物体： C_{D1} (2.0)、 C_{D2} (2.0)、 C_{D3} (2.0)

板状物体： C_{D1} (2.0)、 C_{D2} (1.2)、 C_{D3} (1.2)

棒状物体： C_{D1} (2.0)、 C_{D2} (0.7)、 C_{D3} (0.7)

A ：飛来物の等価な面積[m²]

m ：飛来物の質量[kg]

C_{D1} 、 C_{D2} 、 C_{D3} ：飛来物の各面の抗力係数

A_1 、 A_2 、 A_3 ：飛来物の各面の面積[m²]

g ：重力加速度 (9.8[m/s²])

ρ ：空気密度 (1.22[kg/m³])

V_{Rm} ：最大接線風速 (42[m/s])

V_D ：最大風速 (49[m/s])

3-2-4-6 竜巻による飛来物の浮上の有無の評価結果

竜巻による飛来物の浮上の有無の評価結果を表 3-2-4-1 に示す。

選定した飛来物のうち、空調室外機、物置及びチェッカープレートについては、空力パラメータが 0.0116m²/kg を上回ることから、浮上することを確認した。

これより、竜巻による飛来物として、空調室外機、物置及びチェッカープレートについて排水貯留pond及び保管廃棄施設・Lの影響評価を行う。

表 3-2-4-1 竜巻による飛来物の浮上の有無の評価結果

名称	長さ [m]	幅 [m]	厚さ又は奥行 [m]	質量 [kg]	空力 パラメータ [m ² /kg]	浮上の 有無	飛来距離 [m]	飛来高さ [m]	最大水平 速度 [m/s]	最大鉛直 速度 [m/s]
鋼製パイプ	2.0	直径 0.05		8.4	0.0057	無	—	—	—	—
鋼製材	4.2	0.3	0.2	135	0.0039	無	—	—	—	—
コンクリート板	1.5	1.0	0.15	540	0.0022	無	—	—	—	—
コンテナ	2.4	2.6	6.0	2,300	0.0104	無	—	—	—	—
トラック	5.0	1.9	1.3	4,750	0.0026	無	—	—	—	—
自動車（ミニバン）	4.885	1.84	1.905	2,110	0.0069	無	—	—	—	—
空調室外機	0.8	0.3	0.6	30	0.0198	有	123	5.2	32	22
自動販売機	2.1	0.8	1.2	330	0.0104	無	—	—	—	—
物置	4.6	2.3	2.5	1,000	0.0184	有	109	3.1	32	22
マンホール蓋	0.97	0.97	0.04	90	0.0073	無	—	—	—	—
チェッカープレート	1.9	1.9	0.005	140	0.0171	有	86	1.6	31	21
鉄板	6.1	1.53	0.03	2,200	0.0029	無	—	—	—	—
鋼製蓋 (保管廃棄施設・L)	8.8	4.3	0.65	3,000	0.0095	無	—	—	—	—

3-2-5 竜巻による飛来物が衝突した際の影響評価

3-2-5-1 評価方針

竜巻による飛来物が衝突した際の影響評価として、選定した飛来物（空調室外機、物置及びチェッカープレート）について、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lへの貫通及び裏面剥離の有無を評価する。

3-2-5-2 評価方法

飛来物のコンクリート貫通厚さ及び裏面剥離厚さと排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lのコンクリート厚さの比較を行うとともに、飛来物の鋼板貫通厚さと保管廃棄施設・Lの鋼板厚さの比較を行う。なお、鋼板については、貫通のみを評価する。

3-2-5-3 判断基準

飛来物のコンクリート貫通厚さ又は裏面剥離厚さが、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lのコンクリート厚さを下回る場合には、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lに貫通又は裏面剥離が生じず、構造健全性が維持されることとする。また、飛来物の鋼板貫通厚さが、保管廃棄施設・Lの鋼板厚さを下回る場合には、保管廃棄施設・Lに貫通が生じず、構造健全性が維持されることとする。

3-2-5-4 評価条件

竜巻の風速場をランキン渦モデルと仮定する。

排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの側面のコンクリート厚さについては、当該施設の構築物の側面について、コンクリートが最も薄くなる位置の厚さを用いる。また、保管廃棄施設・Lの鋼板厚さについては、鋼板が最も薄くなる位置の厚さを用いる。

排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lのコンクリート強度は、 20.6N/mm^2 とする。

3-2-5-5 評価計算

(1) コンクリート貫通厚さ

飛来物のコンクリート貫通厚さは、Degen 式^[6]を用いて求める。また、貫通厚さを求める際に使用する貫入深さは、修正 NDRC 式^[7]を用いて求める。

$$\text{貫通厚さ} : t_p [\text{in}] \quad t_p = \alpha_p D \left\{ 2.2 \left(\frac{x_c}{\alpha_c D} \right) - 0.3 \left(\frac{x_c}{\alpha_c D} \right)^2 \right\}$$

$$\text{貫入深さ} : x_c [\text{in}] \quad x_c = \alpha_c \sqrt{4KWND \left(\frac{V}{1000D} \right)^{1.8}}$$

ここで、 α_p : 飛来物低減係数 (チェッカープレート: 1.0、物置及び空調室外機: 0.6^[8])

D : 飛来物直径[in]

α_c : 飛来物低減係数 (1.0)

$K : 180\sqrt{F_c}$

F_c : コンクリート強度[psi]

W : 重量[lb]

N : 形状係数 (チェッカープレート : 1.14^[9]、物置及び空調室外機 : 0.72^[8])

V : 衝突速度[ft/s]

(2) コンクリート裏面剥離厚さ

飛来物のコンクリート裏面剥離厚さは、Chang 式^[10]を用いて求める。

$$\text{裏面剥離厚さ} : t_s [\text{ft}] \quad t_s = 1.84\alpha_s \times \left\{ \frac{V_0}{V} \right\}^{0.13} \frac{(MV^2)^{0.4}}{(D/12)^{0.2}(144f_c)^{0.4}}$$

ここで、 α_s : 飛来物低減係数 (チェッカープレート : 1.0、物置及び空調室外機 : 0.55^[8])

V_0 : 基準速度 (200[ft/s])

V : 衝突速度[ft/s]

M : 質量[lb/(ft/s²)]

D : 飛来物直径[in]

f_c : コンクリート強度[psi]

(3) 鋼板貫通厚さ

飛来物の鋼板貫通厚さは、BRL 式^[11]を用いて求める。

$$\text{貫通厚さ} : T [\text{in}] \quad T^{3/2} = \frac{0.5MV^2}{17400K^2D^{3/2}}$$

ここで、 M : 飛来物質量[lb・s²/ft]

V : 飛来物速度[ft/s]

D : 飛来物直径[in]

K : 鋼板の材質に関する係数 (≒1)

3-2-5-6 竜巻による飛来物が衝突した際の影響評価結果

飛来物が排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lに衝突した際の影響評価結果を表 3-2-5-1～表 3-2-5-6 に示す。飛来物として空調室外機を選定した場合、コンクリート貫通厚さ及び裏面剥離厚さが排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lのコンクリート厚さを下回り、鋼板貫通厚さが、保管廃棄施設・Lの鋼板厚さを下回ることから、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lに貫通及び裏面剥離が生じず、構造健全性が維持されることを確認した。

飛来物として物置及びチェッカープレートを選定した場合、コンクリート貫通厚さが排

水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L のコンクリート厚さを下回るものの、コンクリート裏面剥離厚さが、施設のコンクリート厚さを上回ること、並びに鋼板貫通厚さが、保管廃棄施設・L の鋼板厚さを上回ることから、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L に貫通及び裏面剥離が生じることを確認した。

以上のことから、物置及びチェッカープレートについては、飛来防止対策を講ずることとする。

表 3-2-5-1 飛来物（空調室外機）が衝突した際の影響評価結果（鋼板）

施設		鋼板厚さ [cm]	貫通厚さ [cm]	評価結果	
				貫通	
保管廃棄施設・L	上面	0.4	0.1	無	

表 3-2-5-2 飛来物（物置）が衝突した際の影響評価結果（鋼板）

施設		鋼板厚さ [cm]	貫通厚さ [cm]	評価結果	
				貫通	
保管廃棄施設・L	上面	0.4	0.2	無	

表 3-2-5-3 飛来物（チェッカープレート）が衝突した際の影響評価結果（鋼板）

施設		鋼板厚さ [cm]	貫通厚さ [cm]	評価結果	
				貫通	
保管廃棄施設・L	上面	0.4	0.7	有	

表 3-2-5-4 飛来物（空調室外機）が衝突した際の影響評価結果（コンクリート）

施設		コンクリート 厚さ[cm]	貫通厚さ [cm]	裏面剥離 厚さ[cm]	評価結果	
					貫通	裏面 剥離
保管廃棄施設・L	側面	25～30	4	10	無	無
排水貯留 Pond	側面	25	4	10	無	無

表 3-2-5-5 飛来物（物置）が衝突した際の影響評価結果（コンクリート）

施設		コンクリート 厚さ[cm]	貫通厚さ [cm]	裏面剥離 厚さ[cm]	評価結果	
					貫通	裏面 剥離
保管廃棄施設・L	側面	25～30	10	28	無	一部※ 有
排水貯留 Pond	側面	25	10	28	無	有

※：保管廃棄施設・L は、コンクリート厚さが 25 cm のピットと 30 cm のピットがあり、コンクリート厚さが 25 cm のピットについて裏面剥離が生じる。

表 3-2-5-6 飛来物（チェッカープレート）が衝突した際の影響評価結果（コンクリート）

施設		コンクリート 厚さ[cm]	貫通厚さ [cm]	裏面剥離 厚さ[cm]	評価結果	
					貫通	裏面 剥離
保管廃棄施設・L	側面	25～30	23	42	無	有
排水貯留ポンド	側面	25	23	42	無	有

3-2-6 竜巻荷重の影響評価

3-2-6-1 評価方針

竜巻荷重の影響評価として、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lに作用する荷重について、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lへの影響を評価する。

3-2-6-2 評価方法

竜巻荷重に対する排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの影響については、竜巻ガイドに従い、竜巻の複合荷重（竜巻の風圧力による荷重、竜巻による気圧差による荷重及び飛来物による衝撃荷重の複合荷重）と排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの保有水平耐力の比較を行う。なお、両施設が屋外に設ける地下ピット構造の施設であり、地上部の受圧面積が小さく、気圧差による圧力も生じないことから、「竜巻の風圧力による荷重」、「竜巻による気圧差による荷重」については、評価対象外とする。

3-2-6-3 判断基準

竜巻の複合荷重が排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの保有水平耐力を下回る場合には、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lの構造健全性が維持されることとする。

3-2-6-4 評価条件

竜巻の風速場をランキン渦モデルと仮定する。

選定した飛来物のうち、物置及びチェッカープレートについては、竜巻による飛来物が衝突した際の影響評価において、排水貯留ポンド及び保管廃棄施設・Lに貫通及び裏面剥離が生じることが既に確認されたことから、ここでは、空調室外機について評価を行う。

3-2-6-5 評価計算

(1) 竜巻の複合荷重

竜巻の複合荷重は、荷重を組み合わせ、竜巻ガイドに示されている以下の式を用いて求める。

$$\begin{aligned} \text{複合荷重：} W_{T1} [\text{kN}] & \quad W_{T1} = W_P \\ \text{複合荷重：} W_{T2} [\text{kN}] & \quad W_{T2} = W_w + 0.5 \cdot W_P + W_M \end{aligned}$$

ここで、 W_p ：竜巻による気圧差による荷重[kN]

W_w ：竜巻の風圧力による荷重[kN]

W_M ：飛来物による衝撃荷重[kN]

(2) 竜巻による気圧差による荷重

排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L は、屋外に設ける地下ピット構造の施設であり、気圧差による圧力は生じないことから、評価対象外とする。

(3) 竜巻の風圧力による荷重

排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L は、屋外に設ける地下ピット構造の施設であり、地上部の受圧面積が小さいことから風圧力は、評価対象外とする。

(4) 飛来物による衝撃荷重

飛来物による衝撃荷重は、衝突前の運動量が力積に等しいと仮定して、以下の式を用いて求める。

$$\text{飛来物による衝撃荷重：} W_M [\text{N}] \quad W_M = \frac{mV}{\Delta t} = \frac{mV^2}{L}$$

ここで、 Δt ：飛来物の衝突時間[s]

m ：飛来物の質量[kg]

V ：衝突速度[m/s]

L ：飛来物の最も短い辺の全長[m]

3-2-6-6 竜巻荷重の影響評価結果

(1) 竜巻荷重に対する施設の影響評価

竜巻荷重に対する排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の影響評価結果を表 3-2-6-1 に示す。排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L について、いずれの荷重方向においても竜巻の複合荷重が施設の保有水平耐力を下回ることから、排水貯留 Pond 及び保管廃棄施設・L の構造健全性が維持されることを確認した。

表 3-2-6-1 排水貯留pond及び保管廃棄施設・Lの影響評価結果

施設	面	受圧面積 A [m ²]	風圧力による荷重 W_w [kN]	気圧差による荷重 W_p [kN]	飛来物の衝撃荷重 W_M [kN]	複合荷重 1 W_{T1} [kN]	複合荷重 2 W_{T2} [kN]	保有水平耐力 Q_u [kN]
保管廃棄施設・L (ブロック 1) ※	東西	12.4	—	—	103	—	103	22,424
	南北	8.8	—	—	103	—	103	27,020
保管廃棄施設・L (ブロック 2、6) ※	東西	12.9	—	—	103	—	103	28,122
	南北	8.8	—	—	103	—	103	30,347
保管廃棄施設・L (ブロック 7) ※	東西	10.8	—	—	103	—	103	29,773
	南北	8.8	—	—	103	—	103	37,442
保管廃棄施設・L (ブロック 3) ※	東西	12.9	—	—	103	—	103	37,496
	南北	8.8	—	—	103	—	103	40,462
保管廃棄施設・L (ブロック 8) ※	東西	13.0	—	—	103	—	103	37,863
	南北	8.8	—	—	103	—	103	43,483
保管廃棄施設・L (ブロック 4、5) ※	東西	19.5	—	—	103	—	103	96,450
	南北	8.8	—	—	103	—	103	71,086
排水貯留pond	東西	15.0	—	—	103	—	103	50,279
	南北	8.5	—	—	103	—	103	29,398

※：保管廃棄施設・Lの各ブロックの配置は、図 3-2-6-1 参照。

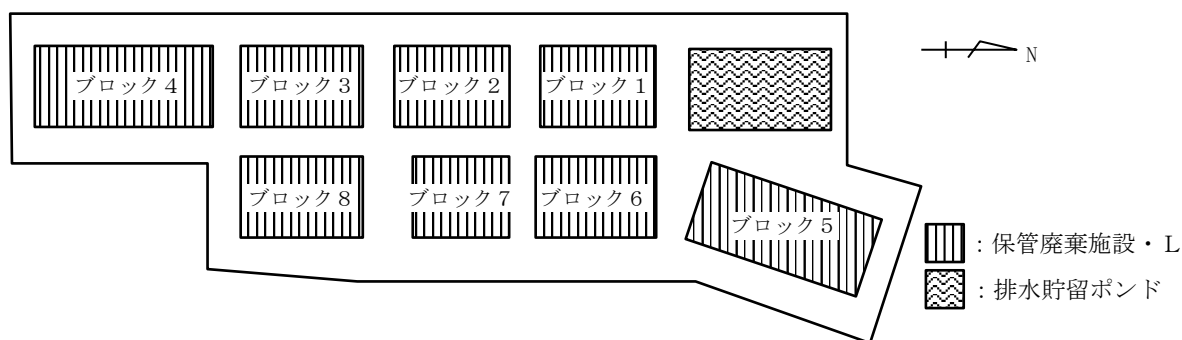


図 3-2-6-1 排水貯留pond及び保管廃棄施設・L配置図

3-2-7 竜巻随件事象の検討

竜巻随件事象として、想定される火災、溢水及び外部電源喪失について検討を行った。

(1) 火災

原子力科学研究所の敷地周辺には、石油コンビナート等特別防災区域はない。また、原子力科学研究所の敷地内においては、放射性廃棄物処理場の周辺に大規模な危険物タンクを設けていないことから、排水貯留pond及び保管廃棄施設・Lに影響はない。

(2) 溢水

放射性廃棄物処理場には、屋外給水タンクを設けている施設があるが、竜巻により倒壊し、水の流出があったとしても排水貯留pond及び保管廃棄施設・L内部への影響はない。

(3) 外部電源喪失

竜巻により、送電網等が損傷して外部電源喪失に至った場合においても、安全施設である通信連絡設備については、代替手段等により対応することが可能である。

以上のことから、竜巻随件事象として、火災、溢水及び外部電源喪失に至った場合においても、排水貯留pond及び保管廃棄施設・Lの安全機能が維持される。

参考文献

- [1] 原子力規制委員会, 「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」, 平成 25 年 6 月 (平成 26 年 9 月に一部改訂)
- [2] U. S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, “REGULATORY GUIDE 1.76, DESIGN-BASIS TORNADO AND TORNADO MISSILES FOR NUCLEAR POWER PLANTS”, Revision 1, March 2007
- [3] 東京工芸大学, 「平成 21~22 年度原子力安全基盤調査研究 (平成 22 年度) 竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」, 独立行政法人原子力安全基盤機構委託研究成果報告書, 平成 23 年 2 月
- [4] 四国電力株式会社, 「第 47 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 伊方発電所 3 号炉竜巻影響評価補足説明資料」, 平成 25 年 11 月
- [5] 江口讓, 杉本聡一郎, 服部康男, 平口博丸, 「竜巻による物体の浮上・飛来解析コード TONBOS の開発」, 電力中央研究所, 研究報告 : N14002, 平成 26 年 6 月
- [6] DEGEN, P. P., “Perforation of reinforced concrete slabs by rigid missiles”, Journal of the Structural Division, Proceeding of ASCE, Vol.106. No. ST7, July, 1980
- [7] Kennedy, R. P., “A review of procedures for the analysis and design of concrete structures to resist missile impact effects”, Nuclear Engineering and Design, 37, 1976
- [8] “Methodology for Performing Aircraft Impact Assessments for New Plant Designs”, NEI 07-13, Revision 8P, April, 2011
- [9] 土木学会, 「構造工学シリーズ 6 建造物の衝撃挙動と設計法」, 平成 6 年 1 月
- [10] CHANG, W. S., “Impact of solid missiles on concrete barriers”, Journal of the Structural Division, Proceeding of ASCE, Vol.107. No. ST2, Feb, 1981
- [11] 高温構造安全技術研究組合, 「ISES7607-3 軽水炉構造機器の衝撃荷重に関する調査その 3 ミサイルの衝突による構造壁の損傷に関する評価式の比較検討」