

【公開版】

提出年月日	令和2年4月28日 R7
日本原燃株式会社	

六ヶ所再処理施設における
新規制基準に対する適合性

安全審査 整理資料

安全冷却水系冷却塔の設置位置の変更

目 次

- 1 章 安全冷却水系冷却塔の設置位置の変更に伴う再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則への影響
 - 1. 変更概要
 - 2. 設計方針
 - 3. 再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則への影響
- 2 章 補足説明資料

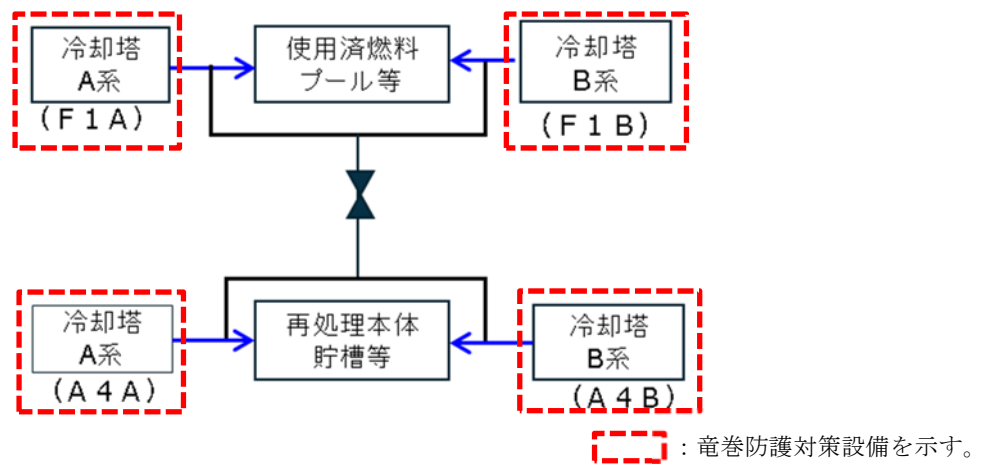
1 章 安全冷却水系冷却塔の設置位置の変更に伴う再 処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する 規則への影響

1. 変更概要

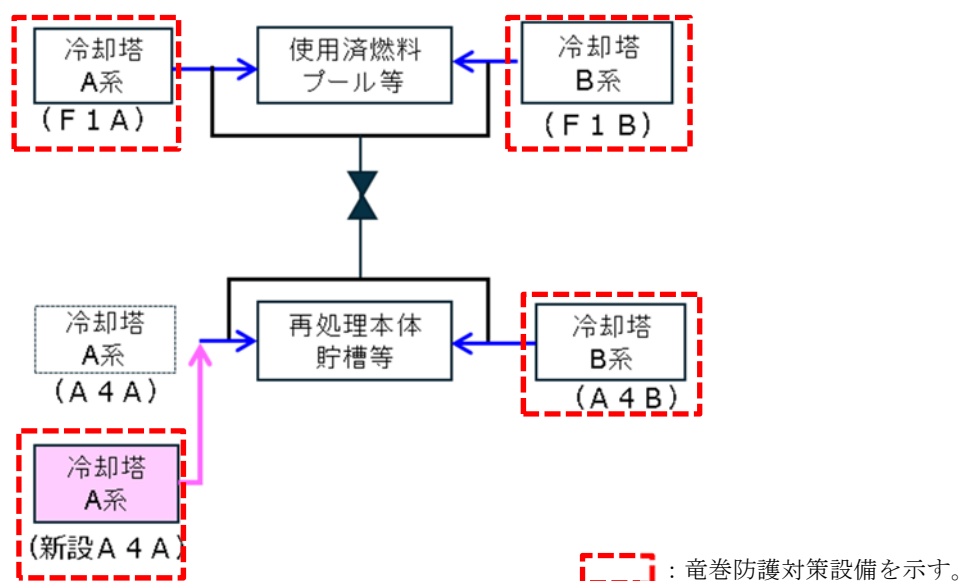
1. 1 経緯

再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔の竜巻防護設計については、使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用の安全冷却水系冷却塔の竜巻防護対策と合せ、当初以下3案について検討を行っていた。

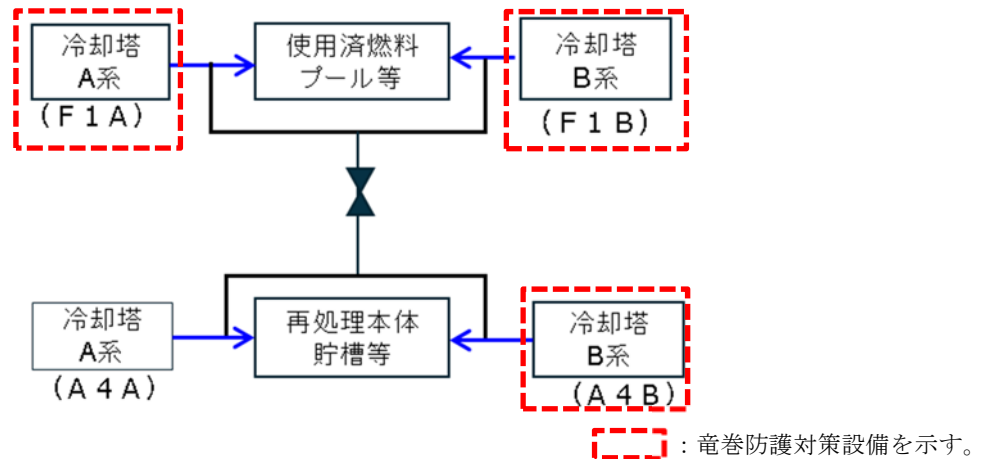
案1. 再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔 A を竜巻から防護するため、前処理建屋屋上へ竜巻防護対策設備を設置する。



案2. 再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔 A を移設し移設先に竜巻防護対策設備を設置する。



案３．竜巻防護対策を施した使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用の安全冷却水系冷却塔から再処理設備本体用の安全冷却水系へ冷却水を供給する。（３系列運用）



当初検討の結果，案１は，設置している前処理建屋の耐震性に与える影響が大きいことから採用を見送った。案２は，冷却塔の調達の見通しが得られなかったことから，採用を見送った。

案３は，使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用の安全冷却水系と再処理本体用の安全冷却水系が洞道を介して既に接続した状態にあること及び再処理施設全体の崩壊熱除去ができる等の技術的見通しがあったことから，本案を採用し，2019年9月11日に開催された審査会合で説明した。

その後，詳細検討を実施している中で，３系列運用について運用面の煩雑さおよび工事の輻輳による困難さにおいて課題を確認したこと，また，冷却塔新設に係る冷却塔の調達の見通しが得られたことを踏まえ，対応方針を再検討した結果，これまで系統の運用や操作方法が変わらず，３系列運用で顕在化したバルブ操作等の煩雑さが解消され，安全性向上に資することから案２に示す冷却塔新設で対応する方針に変更することとした。

1. 2 3 系列運用の詳細検討で確認された課題

3 系列運用による再処理施設全体の崩壊熱除去のための詳細検討等により、運用面および工事面において以下の課題を確認した。

(1) 運用面

- a. 再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔 B が故障し、使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用の安全冷却水系冷却塔 A, B への切替え作業が発生した場合には、再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔 B の停止・隔離、使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用の安全冷却水系冷却塔 A, B 系統からの切替え隔離が発生する。
- b. この系統切替え作業は、バルブ操作等が煩雑である。また、使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設、再処理設備本体の保守時やトラブル時のポンプ・調整弁などの運用方法も複雑となる。
- c. 再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔 B の単一故障時に使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用の安全冷却水系冷却塔への切替えが必要となるが、再処理設備本体、使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設の安全冷却水系両系統とともに、一般系 A, B 系統の負荷を隔離する必要がある。
- d. 3 系列運用を実施するためには、再処理設備本体用の安全冷却水系で使用している不凍液を純水に置換する必要があり、廃液処理が必要となる。また、再処理設備本体は、純水に置き換えるために、冬季は起動調整している範囲を凍結防止のために毎年液抜きを行う必要がある。

(2) 工事面

- a. 使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設の冷却水は純水、再処理設備本体の冷却水は不凍液を使用しているが、冷却性能維持（圧力損失、供給流量）のため、使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設と再処理設備本体の配管口径を見直し、再処理設備本体の冷却水の純水化が必要となる。また、不凍液は直接廃棄できず、膨大な量の産業廃棄物が発生する。
- b. 使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設、再処理設備本体それぞれ確立した冷却機能状態に、配管改造（安全上重要な施設の配管 8 箇所切断、再接続）が必要となる。特に洞道内の工事は、配管口径の見直しや系統 2 重化によりスペース、耐震性確保、系統分離工事が複雑になる。

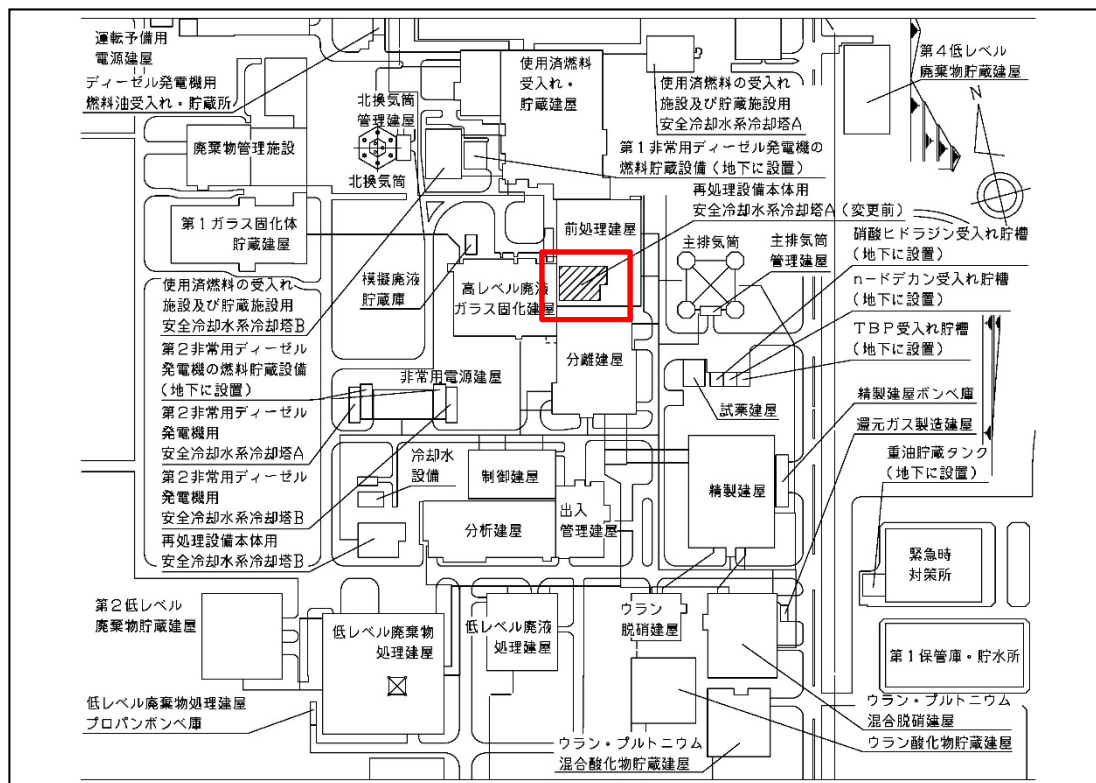
1. 3 設備変更内容

新たに設置する安全冷却水系冷却塔（以下「新設 A 4 A」という。）は、前処理建屋の各種系統に接続する必要があることから、接続する配管等の設置性と既設系統へ悪影響を最小限とするため、配管等の接続長を極力短くするため前処理建屋近傍を選定し、その上で既設埋設物への影響を考慮した敷地に設置することとした。安全冷却水冷却塔 A の変更前と変更後の配置を第 1 図及び第 2 図に示す。

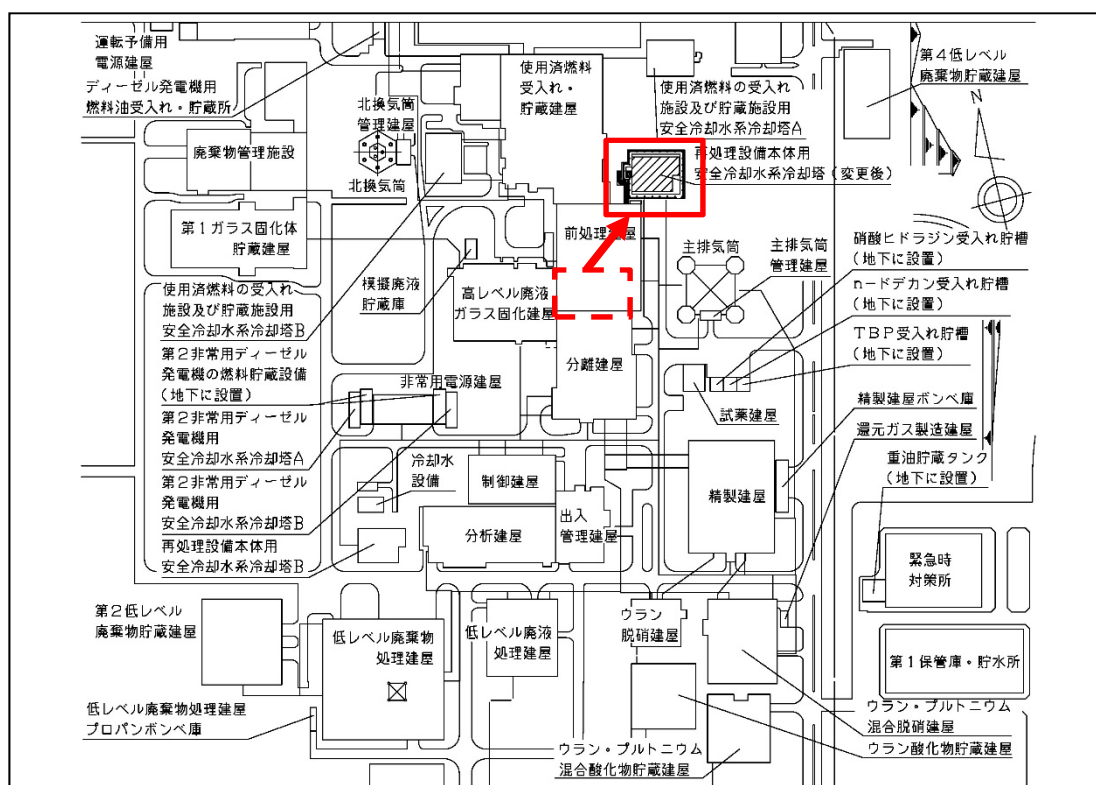
また、新設 A 4 A 及び既設取合部は竜巻防護対策のため飛来物防護ネット（一部、飛来物防護板）及び飛来物防護板を新規に設置する。新設 A 4 A 接続後、設置済みの安全冷却水系冷却塔 A は他施設の安全機能に影響を与えないものとする。

安全冷却水系冷却塔 A の設備変更概要を第 3 図に示す。

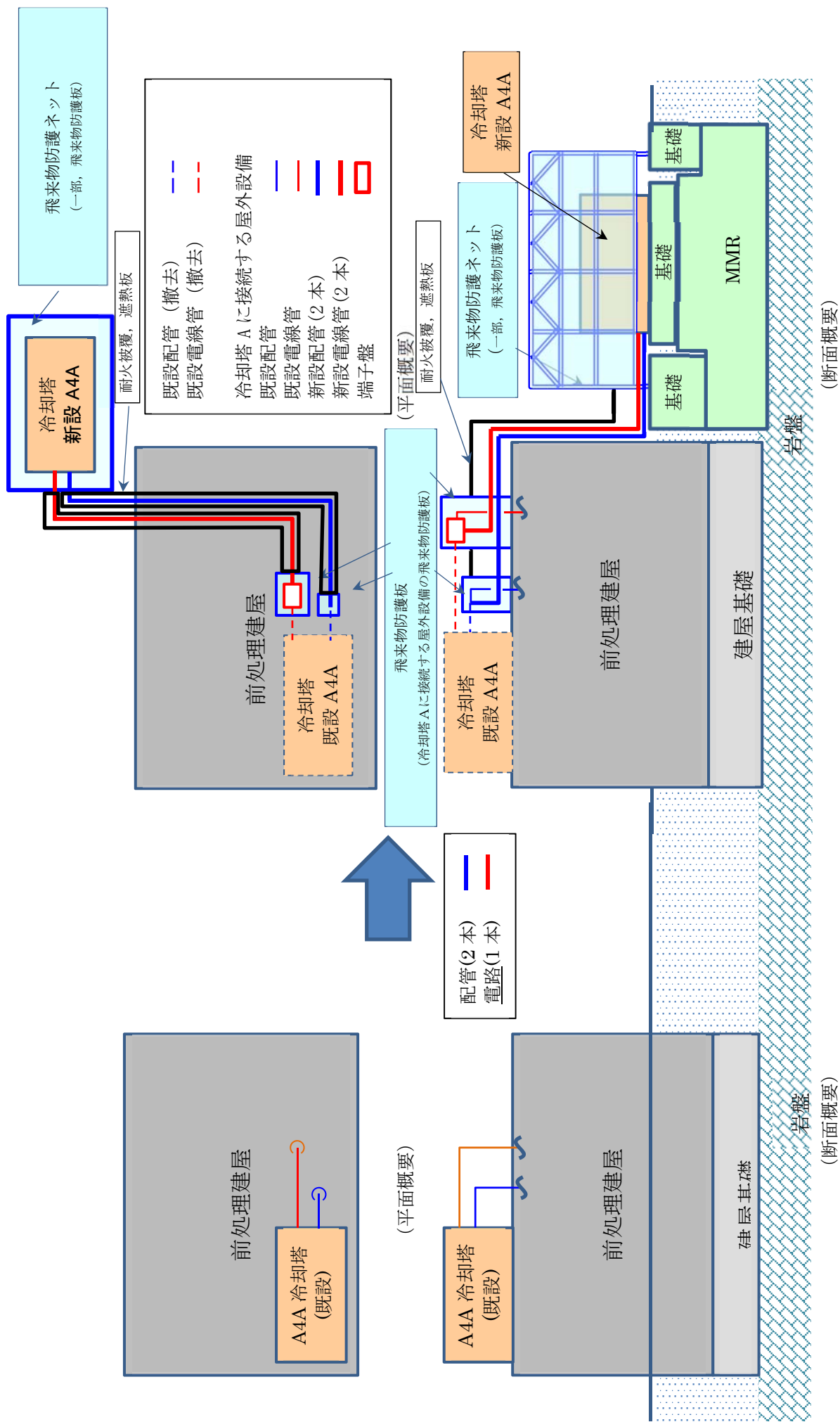
【補足説明資料 1】



第1図 安全冷却水系冷却塔構内配置図（変更前）



第2図 安全冷却水系冷却塔構内配置図（変更後）



第3図 安全冷却水系冷却塔 A の設備変更の概要

2. 設計方針

設計方針は以下に示すとおり既許可と同様の設計方針となる。

- (1) 冷却水設備は、各施設で発生する熱を除去できる設計とする。
- (2) 安全冷却水系は、冷却水によってその安全機能が維持される再処理施設の安全上重要な施設へ冷却水を供給できる設計とする。
- (3) 冷却水設備は、放射性物質を含む流体が環境に流出しない設計とする。
- (4) 安全冷却水系は、それらを構成する動的機器の単一故障を仮定しても、その安全機能が確保できる設計とする。
- (5) 安全冷却水系は、非常用所内電源系統に接続し、外部電源が喪失した場合でも、その安全機能を確保できる設計とする。
- (6) 安全冷却水系は、定期的な試験及び検査ができる設計とする。
- (7) 冷却水設備の屋外機器は、必要に応じて凍結を防止できる設計とする。

【補足説明資料 7】

2. 1 安全冷却水系冷却塔

2. 1. 1 冷却水設備

新設 A 4 A の主要設備の仕様は以下の通りであり、既設と同様である。

(1) 伝熱容量：約 11.6 MW (10×10^6 kcal/h) (外気温 29℃において)

【補足説明資料 4】

(2) 冷却水循環ポンプ：容量約 $1,800 \text{ m}^3/\text{h}$ ， 2 台

2. 1. 2 機器・配管系統

(1) 設備構成

新設 A 4 A の配管は前処理建屋屋上の既設冷却水配管に接続する。

新たに設置する配管は竜巻で損傷することのないよう十分な厚さを持った材料を使用し、前処理建屋（外壁及び屋根）及び竜巻防護対策設備（基礎）にて支持する構造とする。

なお、変更による系統構成の変更はない。

【補足説明資料 7】

【補足説明資料 8】

(2) 配置の妥当性

既設の配管は、地下 4 階の安全冷却水 A 循環ポンプ室から前処理建屋屋上に設置の安全冷却水系冷却塔 A に接続している。そのため、新たに地上に設置する冷却塔までの配管を建屋内に敷設するためには、前処理建屋外壁を含む複数の耐震壁にドリルホールの施工が必要となり、前処理建屋の耐震性が低下する可能性がある。

また、600Aの大口径配管を既設設備と干渉することなく敷設することが設置スペースの観点で困難であり、複数個所で既設設備の撤去・復旧が必要となるため工事が錯綜し工事上の安全性に難がある。

以上を踏まえ、前処理建屋の耐震壁の耐震性低下及び既設設備干渉のない屋上の既設冷却水配管に新たに設置する配管を接続し、前処理建屋（外壁及び屋根）に沿って敷設する計画とした。

2. 1. 3 電気・計測制御系統構成

（1）設備構成

新設A4Aの電気設備（電線管及びケーブル）は前処理建屋屋上の既設電気設備に接続する。新たに設置する電気設備は竜巻で損傷することのないよう十分な厚さを持った材料で被覆し、前処理建屋外壁、屋根及び飛来物防護ネット基礎にて支持する構造とする。

【補足説明資料8】

電気設備について、上記の通り電線管及びケーブルを延長するものの、変更による系統構成の変更はない。

【補足説明資料12】

計測制御設備について、地上に設置する安全冷却水系冷却塔Aには計器等の新設はないことから変更はない。

（2）配置の妥当性

配置計画については、基本的に機器・配管系統と同様の考えである。

また、配管及び電気設備の配置計画と同じルートとすることで合理的な配置設計とすることができる。

2. 2 竜巻防護対策設備

竜巻防護機能を有していない新設 A 4 A と既設取合部は竜巻防護対策が必要となる。

新設 A 4 A は冷却性能を損なわないよう飛来物防護ネットによる防護を基本とする。

【補足説明資料 9】

防護対象との離隔が確保できない一部区画については必要な冷却性能を確認した上で飛来物防護板による防護を行う。

また、前処理建屋屋上の取合部は既設配管及び既設電気設備を飛来物防護板により防護する。

2. 3 機電設備への影響

機電設備への影響を第1表に示す。

第1表 新設A4Aの設置位置変更による機電設備への影響

設備	影響
冷却塔A 除熱能力： 約11.6MW	新設A4Aの必要な除熱負荷及び冷却水流量は変わらないため、新設A4Aの仕様に変更はない 【補足説明資料10】
冷却水循環ポンプ A, B 系統流量： 約1600m ³ /h	前処理建屋屋上に設置する場合の必要揚程は約6.2mである。 新設A4Aを地上に設置した場合に追加となる配管の圧力損失は約4mであり、必要揚程は約6.6mとなるが冷却水循環ポンプA, Bの揚程の範囲内であるため、変更はない。 【補足説明資料2】 【補足説明資料5】 【補足説明資料6】
膨張槽A 容量：13m ³	追加となる配管の容積は約50m ³ であり、既設設備の容積約310m ³ と合わせた系統の容積は約360m ³ である。 安全冷却水系B系統の容積は541m ³ である。膨張槽A, Bの容量はB系統の容量で設定されており、冷却水の温度変化による膨張量の増加分を吸収可能であるため変更はない。 【補足説明資料11】
配管	前処理建屋の屋上から設置位置を変更する冷却塔までの配管(600A)：約180m×2本を追設する。
中央制御室からの監視制御	安全冷却水系の監視制御対象が変わらないため、現状の安全系制御盤からの監視制御に変更はない。
電源設備	安全冷却水系の電気負荷の追加がないため、現状の電源設備に変更はない。
ケーブル	前処理建屋の屋上から設置位置を変更する冷却塔までのケーブル及び電線管：約180mを追設する。

なお、基本計画時点での記載であり、今後詳細設計において一部変更が生じる可能性がある。

3. 再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合性

3. 1 規則適合性への影響確認結果について

本変更による再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合性への影響について確認した。

本変更により影響を受ける条文は、「第五条 火災等による損傷の防止」，「第六条 安全機能を有する施設の地盤」，「第七条 地震による損傷の防止」，「第九条 外部からの衝撃による損傷の防止」，「第十一条 溢水による損傷の防止」，「第十二条 化学薬品の漏えいによる損傷の防止」，「第十五条 安全機能を有する施設」，「第二十五条 保安電源設備」であり，設計方針等への影響を確認した結果，規則要求に適合すると判断した。

また，上記以外の条文は，本変更による影響を受ける規則要求はないと判断した。

本変更による各条文への影響の確認結果の詳細を第3-1表に示す。

第3-1表 本変更に伴う再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則への影響について

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
(核燃料物質の臨界防止) 第二条 安全機能を有する施設は、核燃料物質が臨界に達するおそれがないようにするため、核的に安全な形状寸法にすることその他の適切な措置を講じたものでなければならない。 2 再処理施設には、臨界警報設備その他の臨界事故を防止するために必要な設備を設けなければならない。	本変更は安全冷却水系冷却塔Aの設置位置を変更するものであり、核燃料物質を取り扱う系統の変更ではないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。
(遮蔽等) 第三条 安全機能を有する施設は、運転時及び停止時において再処理施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の線量が十分に低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じたものでなければならない。 2 安全機能を有する施設は、工場等内における放射線障害を防止する必要がある場合には、次に掲げるものでなければならない。 一 管理区域その他工場等内の人が立ち入る場所における線量を低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じたものとする。 二 放射線業務従事者が運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、迅速な対応をするために必要な操作ができるものとする。	本変更は安全冷却水系冷却塔Aの設置位置を変更するものであり、放射性物質を取り扱う系統の変更ではないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
(閉じ込めの機能) 第四条 安全機能を有する施設は、放射性物質を限定された区域に適切に閉じ込めることができなければならない。	本変更は安全冷却水系冷却塔 A の設置位置を変更するものであり、閉じ込め機能に係る変更ではないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。
(火災等による損傷の防止) 第五条 安全機能を有する施設は、火災又は爆発により再処理施設の安全性が損なわれないよう、火災及び爆発の発生を防止することができ、かつ、消火を行う設備（以下「消火設備」といい、安全機能を有する施設に属するものに限る。）及び早期に火災発生を感知する設備（以下「火災感知設備」という。）並びに火災及び爆発の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。 2 消火設備（安全機能を有する施設に属するものに限る。）は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても安全上重要な施設の安全機能を損なわないものでなければならない。	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、事業指定基準規則（火災防護審査基準含む）に適合させるため、以下のとおり火災等による損傷の防止の防護設計を行う。 1. 火災区域の設定 ・ 冷却塔の移設に伴い、移設先に対し屋外の火災区域を設定する。 2. 火災防護対策 2－1. 発生防止対策 ・ 従来から構造材が変更されないことから、主要な構造材は不燃性材料を使用する設計とする。 ・ 上記同様、使用するケーブルは難燃性能を有するケーブルとして、延焼性及び自己消火性を満足することを実証試験により確認されたケーブルを使用する設計とする。 ・ 落雷に対しては、主排気筒の防護範囲内となるため、火災の発生防止対策は不要である。 ・ 十分な支持性能を持つ地盤に設置し、地震により自

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
	らが破壊又は倒壊することによる火災の発生を防止する設計とする。 2－2．火災の感知・消火 (1) 感知 ・屋外に設置されることから，火災による熱及び煙が周囲に拡散するためアナログ式感知器（熱及び煙）の設置が適さないことから，非アナログ式の炎感知器及び非アナログ式の熱感知カメラを設置する設計とする。 (2) 消火 ・屋外に設置されることから，煙の充満等による消火困難箇所には該当しないため，屋外消火栓及び移動式消火設備により消火を行う設計とする。 2－3．火災の影響軽減 ・火災区域は設定されるが，他の火災区域と隣接しない屋外施設であることから，3時間耐火能力を有する耐火壁の設置は行わない。 ・安全冷却水系は再処理施設における最重要設備に該当することから，系統分離対策の対象となる。異なる系統と，分離配置することで当該要求を満足する設計とする。

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
	3. 火災影響評価 ・安全上重要な施設に該当することから、火災影響評価対象設備として選定し、上記火災防護対策の妥当性について火災影響評価により確認することとする。 (3. 2. 1 項参照)
(安全機能を有する施設の地盤) 第六条 安全機能を有する施設は、次条第二項の規定により算定する地震力（安全機能を有する施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）にあっては、同条第三項に規定する基準地震動による地震力を含む。）が作用した場合においても当該安全機能を有する施設を十分に支持することができ、地盤に設けなければならない。 2 耐震重要施設は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。 3 耐震重要施設は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。	本変更に伴い設置する安全冷却水系冷却塔 A、配管は、安全上重要な施設であり、規則 第二項の規定により算定する地震力が作用した場合においても当該施設を十分に支持することができ、地盤に設ける。 本変更に伴い設置する安全冷却水系冷却塔 A、配管は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設ける。 本変更に伴い設置する安全冷却水系冷却塔 A、配管は、将来活動する可能性のある断層が認められない地盤に設ける。

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
(地震による損傷の防止) 第七条 安全機能を有する施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。 2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある安全機能を有する施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。 3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。 4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であり、地震時において安全機能が損なわれない設計とする。 安全冷却水系冷却塔 A 及び配管は耐震クラス S とし基準地震動による地震動に対してその安全機能が損なわれるおそれが無いように設計とする。 【補足説明資料 3】 【補足説明資料 1 3】 (3. 2. 1 2 項参照)
(津波による損傷の防止) 第八条 安全機能を有する施設は、その供用中に当該安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、標高約 5.5 m の敷地に設置することから、津波が到達する可能性はなく、本変更の影響を受ける規則要求はない。

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
(外部からの衝撃による損傷の防止) 第九条 安全機能を有する施設は、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 安全上重要な施設は、当該安全上重要な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安全上重要な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 安全機能を有する施設は、工場等内又はその周辺において想定される再処理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。	(火山) 本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であることから、降下火砕物防護対象設備とし火山事象として設定した降下火砕物の影響（荷重、閉塞、粒子の追突、磨耗、腐食）に対して、安全機能が損なわれない設計とする。 荷重に対しては、降下火砕物の荷重に対し、安全冷却水系冷却塔 A が構造を維持できる設計とする。 閉塞に対しては、安全冷却水系冷却塔 A の冷却ファンにより降下火砕物の堆積を防止することにより冷却空気流路の閉塞が生じない設計とする。 磨耗に対しては、安全冷却水系冷却塔 A の冷却ファンの冷却空気を上方に流すことにより降下火砕物が侵入し難い設計とする。 腐食に対しては、安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管へ塗装を施すことにより、降下火砕物に付着している腐食性ガスの影響を受けない設計とする。 (3. 2. 2 項参照) (外部火災) 本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であることから、外部火災防護対象設備とし次の事象に対し、安全機能

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
	が損なわれない設計とする。 森林火災，近隣工場の火災及び爆発に対し離隔距離等の確保により安全機能が損なわれない設計をする。 また，航空機墜落による火災に対しては，耐火被覆又は遮熱板等の対策を施すことにより安全機能を損なわない設計をする。 (3. 2. 3 項参照) (航空機落下) 本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管を考慮し，航空機落下確率を評価する。 (3. 2. 4 項参照) (落雷) 本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A は，直撃雷，間接雷に対する防護対象施設であることから，避雷設備を設ける設計とする。 なお，避雷設備は安全冷却水系冷却塔を覆う竜巻防護対策設備に避雷設備を設置する設計とする。 (3. 2. 5 項参照)

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
	(竜巻) 外部からの衝撃（竜巻）に対する防護方針は以下の通り。 (1) 安全冷却水系冷却塔 A の防護 新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A は、地上に設置する。また、外周に飛来物防護ネット（一部、飛来物防護板）を設置することで外部からの衝撃（竜巻）による損傷から防護する設計とする。 (2) 配管の防護 新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A の配管は、設置済みの安全冷却水系冷却塔 A の配管に接続する。 屋外の配管のうち新設するものは、設計飛来物で損傷することのないよう十分な厚さを有する配管とし、前処理建屋等に堅固に支持させる。 設置済みの安全冷却水系冷却塔 A の配管接続部については、飛来物防護板により防護する設計とする。 (3. 2. 6 項参照) (その他外部衝撃) 本変更に伴い設置する安全冷却水系冷却塔 A 及び配管は、安全上重要な施設であり、自然現象及び人的事象に対し安全機能が損なわれない設計とする。 (3. 2. 7 項参照)

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
(再処理施設への人の不法な侵入等の防止) 第十条 工場等には、再処理施設への人の不法な侵入、再処理施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他の人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成十一年法律第二百二十八号）第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。）を防止するための設備を設けなければならない。	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、人の不法な侵入を防止する核燃料物質等を取り扱う建屋及び安全上重要な施設を含む区域に関連しないことから、本変更の影響を受ける規則要求はない。
(溢水による損傷の防止) 第十一条 安全機能を有する施設は、再処理施設内における溢水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。	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であり、溢水防護対象設備とし、溢水による損傷の防止の防護設計を行う。 安全冷却水循環ポンプの設置部屋を溢水防護区画とし、堰や防水扉、貫通部処理により、安全機能が損なわれない設計とする。 また、配管の想定破断に対しては、B 系列と位置的分散を図り、同時に安全機能が損なわれない設計とする。 (3. 2. 8 項参照)

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
(化学薬品の漏えいによる損傷の防止) 第十二条 安全機能を有する施設は、再処理施設内における化学薬品の漏えい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。	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であり、化学薬品の漏えいによる損傷の防止の防護設計を行う。 安全冷却水循環ポンプの設置部屋を薬品防護区画とし、堰や防水扉、貫通部処理により、安全機能が損なわれない設計とする。 (3. 2. 9 項参照)
(誤操作の防止) 第十三条 安全機能を有する施設は、誤操作を防止するための措置を講じたものでなければならない。 2 安全上重要な施設は、容易に操作することができてもでなければならない。	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、中央制御室の安全系監視制御盤の変更は発生しないことから、誤操作防止に係る基本方針は変わらないため、影響を受ける規則要求はない。
(安全避難通路等) 第十四条 再処理施設には、次に掲げる設備を設けなければならない。 一 その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路 二 照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明 三 設計基準事故が発生した場合に用いる照明（前号の避難用の照明を除く。）及びその専用の電源	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、安全避難通路、避難用の照明及び設計基準事故が発生した場合に用いる照明及びその専用の電源に変更はないことから、影響を受ける規則要求はない。

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
(安全機能を有する施設) 第十五条 安全機能を有する施設は、その安全機能の重要度に応じて、その機能が確保されたものでなければならぬ。 2 安全上重要な施設は、機械又は器具の単一故障（単一の原因によって一つの機械又は器具が所定の安全機能を失うこと（従属要因による多重故障を含む。）をいう。以下同じ。）が発生した場合においてもその機能を損なわないものでなければならない。 3 安全機能を有する施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その安全機能を発揮することができるものでなければならない。 4 安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるものでなければならない。 5 安全機能を有する施設は、その安全機能を健全に維持するための適切な保守及び修理ができるものでなければならない。 6 安全機能を有する施設は、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、その安全機能を損なわないものでなければならない。	(安全機能を有する施設) 本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であり、安全機能を確保する設計とする。 安全冷却水系冷却塔 A と安全冷却水循環ポンプは、安全機能を確保するため以下の通り設計する。 ・単一故障が発生した場合でもその機能を失わない設計とする。 (3. 2. 1 1 項参照) ・設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その安全機能を発揮することができる設計とする。 ・健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができる設計とする。 ・安全機能を健全に維持するための適切な保守及び修理ができる設計とする。 (内部発生飛散物) 本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であり、内部

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
7 安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性を損なわないものでなければならぬ。	発生飛散物の発生を防止することにより安全機能を損なわない設計とする。 (3. 2. 10項参照) (共用) 本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、他の原子力施設と共用しないため、影響を受ける規則要求はない。
(運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止) 第十六条 安全機能を有する施設は、次に掲げる要件を満たすものでなければならない。 一 運転時の異常な過渡変化時において、パラメータを安全設計上許容される範囲内に維持できるものであること。 二 設計基準事故時において、工場等周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものであること。	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、安全上重要な施設の安全冷却水系の運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の選定結果は変わらない設計とする。

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
(使用済燃料の貯蔵施設等) 第十七条 再処理施設には、次に掲げるところにより、使用済燃料の受入施設（安全機能を有する施設に属するものに限る。）及び貯蔵施設（安全機能を有する施設に属するものに限る。）を設けなければならない。 一 使用済燃料を受け入れ、又は貯蔵するために必要な容量を有するものとする。 二 冷却のための適切な措置が講じられているものであること。 2 再処理施設には、次に掲げるところにより、製品貯蔵施設（安全機能を有する施設に属するものに限る。）を設けなければならない。 一 製品を貯蔵するために必要な容量を有するものとする。 二 冷却のための適切な措置が講じられているものであること。	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、使用済燃料の受入施設及び貯蔵施設、製品貯蔵施設の冷却は変更しないため、本変更により影響を受ける規則要求はない。
(計測制御系統施設) 第十八条 再処理施設には、次に掲げるところにより、計測制御系統施設を設けなければならない。 一 安全機能を有する施設の健全性を確保するために監視することが必要なパラメータは、運転時、停止時及び運転時の異常な過渡変化時においても想定される範囲内に制御できるものとする。 二 前号のパラメータは、運転時、停止時及び運転時の異	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、安全上重要な施設の安全冷却水系の計測制御設備は変更しないため、本変更により影響を受ける規則要求はない。

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
常な過渡変化時においても想定される範囲内で監視できるものとする。 三 設計基準事故が発生した場合の状況を把握し、及び対策を講じるために必要なパラメータは、設計基準事故時に想定される環境下において、十分な測定範囲及び期間にわたり監視できるものとする。 四 前号のパラメータは、設計基準事故時においても確実に記録され、及び当該記録が保存されるものとする。	
(安全保護回路) 第十九条 再処理施設には、次に掲げるところにより、安全保護回路（安全機能を有する施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。 一 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故が発生した場合において、これらの異常な状態を検知し、これらの核的、熱的及び化学的制限値を超えないようにするための設備の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものとする。 二 火災、爆発その他の再処理施設の安全性を著しく損なうおそれが生じたときに、これらを抑制し、又は防止するための設備（前号に規定するものを除く。）の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものとする。	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、核的、熱的、化学的制限値等の変更には該当しないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
三 計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合であって、単一故障が生じた場合においても当該安全保護回路の安全保護機能が失われないうものとする。	
(制御室等) 第二十条 再処理施設には、次に掲げるところにより、制御室（安全機能を有する施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。 一 再処理施設の健全性を確保するために必要なパラメータを監視できるものとする。 二 主要な警報装置及び計測制御系統設備を有するものとする。 三 再処理施設の外の状況を把握する設備を有するものとする。 2 分離施設、精製施設その他必要な施設には、再処理施設の健全性を確保するために必要なパラメータを監視するための設備及び再処理施設の安全性を確保するために必要な操作を手動により行うことができる設備を設けなければならない。 3 制御室及びこれに連絡する通路並びに運転員その他の従事者が制御室に出入りするための区域には、設計基準事故が発生した場合に再処理施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく制御室に入り、又は一定期間とどまり、かつ、当該措置をと	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、安全上重要な施設の安全冷却水系の計測制御設備は変更しないため、中央制御室において必要なパラメータを監視することが出来るため、本変更の影響を受ける規則要求はない。

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
るための操作を行うことができるよう、遮蔽その他の適切な放射線防護措置、気体状の放射性物質及び制御室外の火災又は爆発により発生する有毒ガスに対する換気設備の隔離その他の当該従事者を適切に防護するための設備を設けなければならない。	
(廃棄施設) 第二十一条 再処理施設には、運転時において、周辺監視区域の外の空気中の放射性物質の濃度及び液体状の放射性物質の海洋放出に起因する線量を十分に低減できるよう、再処理施設において発生する放射性廃棄物を処理する能力を有する放射性廃棄物の廃棄施設（安全機能を有する施設に属するものに限り、放射性廃棄物を保管廃棄する施設を除く。）を設けなければならない。	本変更は安全冷却水系冷却塔 A の設置位置を変更するものであり、放射性廃棄物の廃棄施設の変更はないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。
(保管廃棄施設) 第二十二条 再処理施設には、次に掲げるところにより、放射性廃棄物の保管廃棄施設（安全機能を有する施設に属するものに限る。）を設けなければならない。 一 放射性廃棄物を保管廃棄するために必要な容量を有すること。 二 冷却のための適切な措置が講じられているものであること。	本変更は安全冷却水系冷却塔 A の設置位置を変更するものであり、放射性廃棄物の保管廃棄施設の変更はないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
(放射線管理施設) 第二十三条 工場等には、放射線から放射線業務従事者を防護するため、放射線管理施設を設けなければならない。 2 放射線管理施設には、放射線管理に必要な情報を制御室その他当該情報を伝達する必要がある場所に表示できる設備（安全機能を有する施設に属するものに限る。）を設けなければならない。	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、放射線管理施設の変更はないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。
(監視設備) 第二十四条 再処理施設には、運転時、停止時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、当該再処理施設及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量を監視し、及び測定し、並びに設計基準事故時における迅速な対応のために必要な情報を制御室その他当該情報を伝達する必要がある場所に表示できる設備（安全機能を有する施設に属するものに限る。）を設けなければならない。	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、運転時、停止時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における再処理施設及びその境界付近における放射性物質の濃度等の監視設備に変更はないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。
(保安電源設備) 第二十五条 再処理施設は、安全上重要な施設がその機能を維持するために必要となる電力を当該安全上重要な施設に供給するため、電力系統に連系したものでなければならない。 2 再処理施設には、非常用電源設備（安全機能を有する施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A と安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であり、非常用電源設備から電力の供給を行う設計とする。

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
設けなければならない。 3 保安電源設備（安全機能を有する施設へ電力を供給するための設備をいう。）は、電線路及び非常用電源設備から安全機能を有する施設への電力の供給が停止することがないよう、機器の損壊、故障その他の異常を検知するとともに、その拡大を防止するものでなければならない。 4 再処理施設に接続する電線路のうち少なくとも二回線は、当該再処理施設において受電可能なものであり、かつ、それにより当該再処理施設を電力系統に連系するものでなければならない。 5 非常用電源設備及びその附属設備は、多重性を確保し、及び独立性を確保し、その系統を構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であっても、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において安全上重要な施設及び設計基準事故に対処するための設備がその機能を確保するために十分な容量を有するものでなければならない。	
（緊急時対策所） 第二十六条 工場等には、設計基準事故が発生した場合に適切な措置をとるため、緊急時対策所を制御室以外の場所に設けなければならない。 2 緊急時対策所及びその近傍並びに有毒ガスの発生源の近傍には、有毒ガスが発生した場合に適切な措置をとるた	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、緊急時対策所に変更はないため、本変更により影響を受ける規則要求はない。

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
め、工場等内における有毒ガスの発生を検出するための装置及び当該装置が有毒ガスの発生を検出した場合に緊急時対策所において自動的に警報するための装置その他の適切に防護するための設備を設けなければならない。	
(通信連絡設備) 第二十七条 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、警報装置（安全機能を有する施設に属するものに限る。）及び多様性を確保した通信連絡設備（安全機能を有する施設に属するものに限る。）を設けなければならない。 2 工場等には、設計基準事故が発生した場合において再処理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、多様性を確保した専用通信回線を設けなければならない。	本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、通信連絡設備に変更はないため、本変更により影響を受ける規則要求はない。

3. 2 各規則条文への適合性について

本変更による再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合性への影響について確認した。

3. 2. 1 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置
変更に係る第 5 条（火災等による損傷の防止）への適
合性について

（１）はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 5 条（火災等による損傷の防止）への適合性について以下に示す。

（２）規則への適合性

（２）－１ 設計方針

火災等による損傷の防止に係る設計方針は以下の通り。

冷却塔 A は安全上重要な施設であるため、再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 B と同様に、設置する区域を火災区域として設定し、火災又は爆発によって、その安全機能が損なわれないように火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計とする。

また、再処理施設の特徴を踏まえ、安全上重要な施設のうち、その重要度と特徴を考慮し最も重要な設備に対し、火災防護審査基準における「安全停止機能」と同様に系統分離対策を講じることとしており、冷却塔 A は、その対象となる「崩壊熱除去機能のうち安全冷却水系のうち重要度の高いもの」に該当するため、系統分離対策を講じ、その火災防護対策の妥当性については評価を行い、安重機能を有する機器等が、火災等による損傷を防止できることを確認する。

(2) - 2 火災防護に係る審査基準の要求事項について

火災防護審査基準では、基本事項、個別の火災区域又は火災区画における留意事項、火災防護計画についての要求がなされており、火災の発生防止、火災の感知及び消火設備の設置並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じることが要求されている。

火災防護審査基準の要求事項に対する確認結果を添付資料 1 に示す。

(3) まとめ

上記のとおり、冷却塔 A の設置位置の変更によって、火災等による損傷の防止に係る適合の基本方針に変更はなく、冷却塔 A の設計においても、これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい、火災等により安全機能を損なわない設計とする。

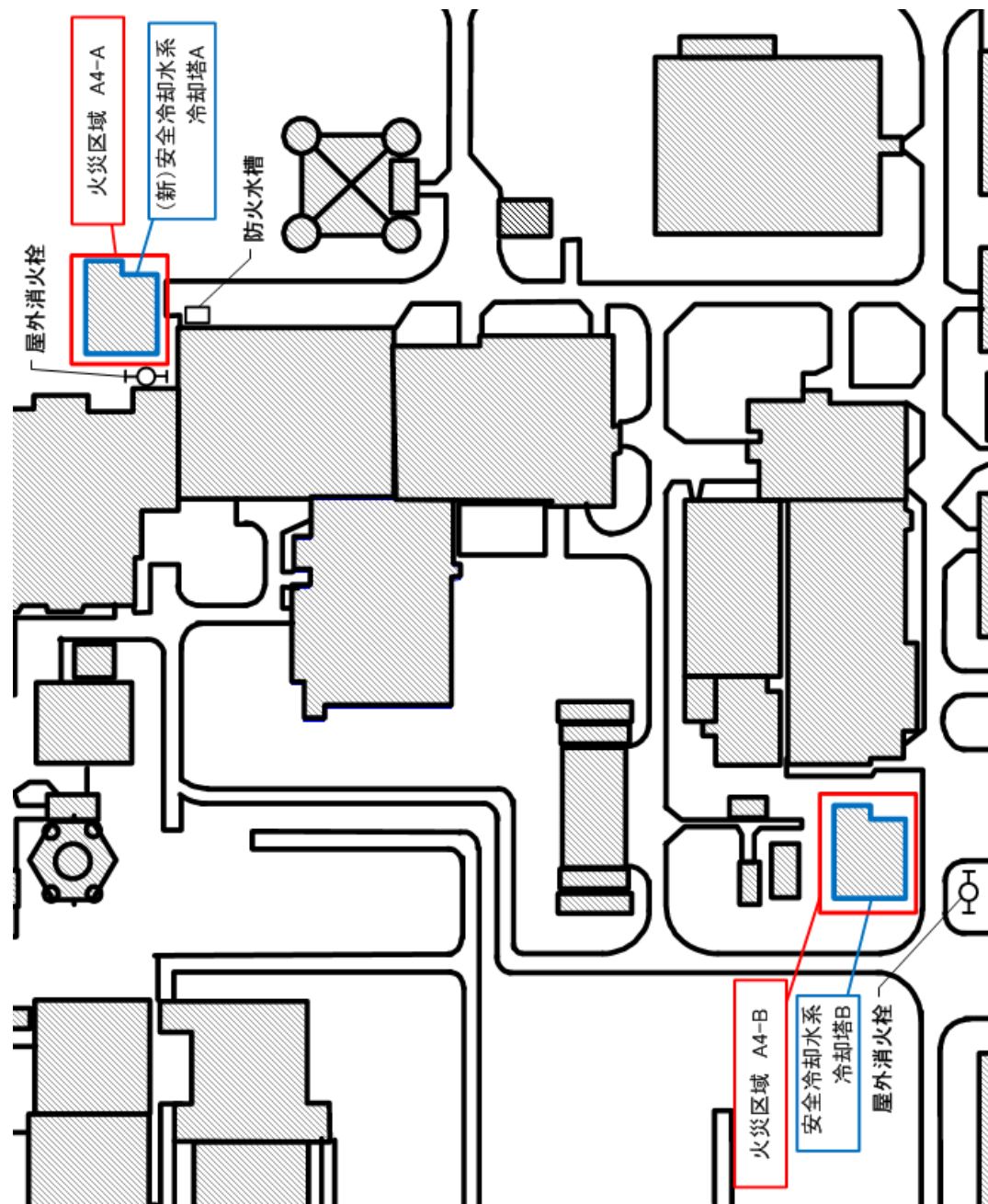
項	審査基準 記載内容	再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔A設置位置変更及び 前処理建屋に設置する安全冷却水系に係る影響	備考
2	基本事項		
(1)	原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、以下に示す火災区域及び火災区画の分類に基づいて、火災発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じること。	設置位置を変更する冷却塔Aは安全上重要な施設であるため、設置する区域を火災区域として設定し、火災又は爆発によって、その安全機能が損なわれないように火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計とする。 前処理建屋については、安全上重要な施設を設置するため、冷却塔Aの設置位置変更に関わらず火災区域又は火災区画を設定し、火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計としている。 建屋内の安全冷却水に係る設備に変更はないため、前処理建屋内の火災区域及び火災区画に変更は無い。	別紙1参照 別紙2参照
	① 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画		
	② 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域		
(2)	火災防護対策並びに火災防護対策を実施するために必要な手順、機器及び職員の体制を含めた火災防護計画を策定すること。	再処理施設を対象とした火災防護対策を実施するため、火災防護計画を策定することとしており、再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔Aの移設及び前処理建屋に設置する安全冷却水系による変更はない。	
2. 1	火災の発生防止	—	
2. 1. 1	原子炉施設は火災の発生を防止するために以下の各号に掲げる火災防護対策を講じた設計であること。	—	
(1)	発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域は、以下の事項を考慮した、火災の発生防止対策を講じること。	発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域又は火災区画には、以下の火災及び爆発の発生防止対策を講ずる設計とする。発火性又は引火性物質としては、消防法で定められる危険物又は少量危険物として取り扱うもののうち「潤滑油」、「燃料油」に加え、再処理施設で取扱う物質として、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（以下「規則解釈」という。）」の第5条1項一号のTBP、n-ドデカン等（以下「有機溶媒等」という。）」、「硝酸ヒドラジン、高圧ガス保安法で高圧ガスとして定められる水素、窒素、二酸化炭素、アルゴン、NOx、プロパン及び酸素のうち、可燃性ガスである「規則解釈5条1項一号の水素（以下「水素」という。）」及び「プロパン」並びに上記に含まれない「分析用試薬」を対象とする。このうち、再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔A又は前処理建屋において、取扱いがあるのは、潤滑油、プロパンであるが、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	① 漏えいの防止、拡大防止 発火性物質又は引火性物質の漏えいの防止対策、拡大防止対策を講じること。 ただし、雰囲気の不活性化等により、火災が発生するおそれがない場合は、この限りでない。	上記同様、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	② 配置上の考慮 発火性物質又は引火性物質の火災によって、原子炉施設の安全機能を損なうことがないように配置すること。	今回の建屋外への移設となり、その周囲には発火性物質又は引火性物質は存在しない。	
	③ 換気 換気ができる設計であること	上記同様、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	④ 防爆 防爆型の電気・計装品を使用するとともに、必要な電気設備に接地を施すこと。	上記同様、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	⑤ 貯蔵 安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域における発火性物質又は引火性物質の貯蔵は、運転に必要な量にとどめること	上記同様、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(2)	可燃性の蒸気又は可燃性の微粉が滞留するおそれがある火災区域には、滞留する蒸気又は微粉を屋外の高所に排出する設備を設けるとともに、電気・計装品は防爆型とすること。また、着火源となるような静電気が溜まるおそれのある設備を設置する場合には、静電気を除去する装置を設けること。	上記同様、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(3)	火花を発生する設備や高温の設備等発火源となる設備を設置しないこと。ただし、災害の発生を防止する附帯設備を設けた場合は、この限りでない。	上記同様、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無く、火花の発生や高温の発火源となる設備にはならない。	
(4)	火災区域内で水素が漏えいしても、水素濃度が燃焼限界濃度以下となるように、水素を排気できる換気設備を設置すること。また、水素が漏えいするおそれのある場所には、その漏えいを検出して中央制御室にその警報を発すること。	上記同様、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い（既設の蓄電池より給電）。	
(5)	放射線分解等により発生し、蓄積した水素の急速な燃焼によって、原子炉の安全性を損なうおそれがある場合には、水素の蓄積を防止する措置を講じること。	本施設は非放射性物質を取扱う設備であり、水素の発生はない。	
(6)	電気系統は、地絡、短絡等に起因する過電流による過熱防止のため、保護継電器と遮断器の組合せ等により故障回路の早期遮断を行い、過熱、焼損の防止する設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	

項	審査基準 記載内容	再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔A設置位置変更及び 前処理建屋に設置する安全冷却水系に係る影響	備考
2. 1. 2	安全機能を有する構築物、系統及び機器は、以下の各号に掲げたとおり、不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計であること。ただし、当該構築物、系統及び機器の材料が、不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの（以下「代替材料」という。）である場合、もしくは、当該構築物、系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合は、この限りではない。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い（冷却塔の主要材料は不燃性材料とする。）	
(1)	機器、配管、ダクト、トレイ、電線管、盤の筐体、及びこれらの支持構造物のうち、主要な構造材は不燃性材料を使用すること。	同上	
(2)	建屋内の変圧器及び遮断器は、絶縁油等の可燃性物質を内包していないものを使用すること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い（既設の絶縁油等を使用しない変圧器・遮断器等を使用）。	
(3)	ケーブルは難燃ケーブルを使用すること（実証試験の例） ・自己消火性の実証試験・UL垂直燃焼試験・延焼性の実証試験・IEEE383またはIEEE1202	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い（ケーブルの詳細な選定は詳細設計で決定されるが、既設と同型式ケーブルを使用するため、IEEE383またはIEEE1202を満足したものとする。）。	
(4)	換気設備のフィルタは、不燃性材料又は難燃性材料を使用すること。ただし、チャコールフィルタについては、この限りでない。	本設備にフィルタは使用されない。	
(5)	保温材は金属、ロックウール又はグラスウール等、不燃性のものを使用すること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。 なお、外部火災を考慮した断熱被覆材は、十分な耐火性能を有するものとする。	
(6)	建屋内装材は、不燃性材料を使用すること。	今回の建屋外への移設であり、建屋内装材の設計に変更は無い。（建屋内は既存設備から変更なし。）	
2. 1. 3	落雷、地震等の自然現象によって、原子炉施設内の構築物、系統及び機器に火災が発生しないように以下の各号に掲げる火災防護対策を講じた設計であること。	再処理施設において、設計上の考慮を必要とする自然現象は、地震、津波、落雷、風（台風）、竜巻、凍結、高温、降水、積雪、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び塩害である。 風（台風）、竜巻及び森林火災は、それぞれの事象に対して再処理施設の安全機能を損なうことのないように、自然現象から防護する設計とすることで、火災の発生を防止する。 生物学的事象のうちネズミ等の小動物の影響については、侵入防止対策によって影響を受けない設計とする。 津波、凍結、高温、降水、積雪、他の生物学的事象及び塩害は、発火源となり得る自然現象ではなく、火山の影響についても、火山から再処理施設に到達するまでに降下火砕物が冷却されることを考慮すると、発火源となり得る自然現象ではない。 したがって、再処理施設で火災を発生させるおそれのある自然現象として、落雷及び地震について、これらの自然現象によって火災が発生しないように、以下のとおり火災防護対策を講ずる設計とする。 以上について、再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔Aの移設及び前処理建屋に設置する安全冷却水系による変更はない。（考慮すべき自然現象に変更はない。）	
(1)	落雷による火災の発生防止対策として、建屋等に避雷設備を設置すること。	落雷による火災の発生を防止するため、「原子力発電所の耐雷指針」（JEAG4608）、建築基準法及び消防法に基づき、日本産業規格に準拠した避雷設備を設置する設計とする。重要な構築物は、建築基準法及び消防法の適用を受けないものであっても避雷設備を設ける設計とする。各々の防護対象施設に設置する避雷設備は、構内接地系と接続することにより、接地抵抗の低減及び雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図る設計とする。 以上について、 移設する再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔Aに避雷設備を設置し、構内接地系と接続する。	第9条参照
(2)	安全機能を有する構築物、系統及び機器は、十分な支持性能をもつ地盤に設置するとともに、自らが破壊又は倒壊することによる火災の発生を防止すること。なお、耐震設計については実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（原規技発第1306193号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定））に従うこと。	安全上重要な機能を有する機器等及び放射性物質貯蔵等の機器等は、耐震設計上の重要度に応じた地震力が作用した場合においても支持することができる地盤に設置し、自らの破壊又は倒壊による火災の発生を防止する。	第7条参照
2. 2	火災の感知・消火		
2.2.1	火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げのように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。	火災感知設備及び消火設備は、安重機能を有する機器等および放射性物質貯蔵等の機能を有する機器等に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計とする。	
(1)	火災感知設備 ①各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、 早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等 （感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。）をそれぞれ設置すること。また、その設置に当たっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。	① 火災感知器の環境条件等の考慮及び多様化 安重機能を有する機器等および放射性物質貯蔵等の機器等が設置される火災区域又は火災区域の火災感知器の型式は、放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件及び予想される火災の性質を考慮して選定する。 ・屋外の火災区域（安全冷却水系冷却塔） 屋外に設置される安全冷却水系冷却塔は屋外に開放された状態で設置されており、火災による熱及び煙が周囲に拡散することからアナログ式感知器（煙及び熱）の設置が適さないことから、非アナログ式の炎感知器及び非アナログ式の熱感知カメラ（サーモカメラ）を設置する設計とする。 移設する冷却塔は屋外施設に該当することから、上記を考慮し、炎感知器及び熱感知カメラ（サーモカメラ）により、多様化するものとする。 なお、建屋内の感知器の配置計画に変更は無い。	別紙3参照 別紙4参照
	②感知器については消防法施行規則（昭和36年自治省令第6号）第23条第4項に従い、感知器と同等の機能を有する機器については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令（昭和56年自治省令第17号）第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置すること。	移設する冷却塔は屋外施設に該当することから、非アナログ式の炎感知器及び非アナログ式の熱感知カメラを設置する。当該機器は、炎が発する赤外線や紫外線を感知するため、煙や熱と比べて感知器に到達する時間遅れがなく、火災の早期感知に優位性がある。 また、 非アナログ式の炎感知器（赤外線方式）及び非アナログ式の熱感知カメラを設置する場合には、それぞれの監視範囲に火災の検知に影響を及ぼす死角がないように設置する設計とする。 よって、非アナログ式の感知器を採用してもアナログ式の感知器と同等以上の性能を確保することが可能である。 また、 その性能は「火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令（昭和56年自治省令第17号）第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上であることを確認したものを使用する。 なお、建屋内の感知器の配置計画に変更は無い。	

項	審査基準 記載内容	再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔A設置位置変更及び 前処理建屋に設置する安全冷却水系統に係る影響	備考
	③ 外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	④ 中央制御室等で適切に監視できる設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(2)	消火設備		
	① 消火設備については、以下に掲げるところによること。		
	a. 消火設備は、火災の火炎及び熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線、爆発等による二次的影響が安全機能を有する構築物、系統及び機器に悪影響を及ぼさないように設置すること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	b. 可燃性物質の性状を踏まえ、想定される火災の性質に応じた十分な容量の消火剤を備えること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	c. 消火栓は、全ての火災区域の消火活動に対処できるよう配置すること。	今回の建屋外へ移設されるが、適切に屋外消火栓を配置している。 なお、工事に伴い一時的に既設屋外消火栓を移設する可能性があるが、冷却塔における火災の消火が可能な位置に復旧若しくは追設する。 また、建屋内の消火栓に変更は無い。	別紙1参照
	d. 移動式消火設備を配備すること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	e. 消火設備は、外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	f. 消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	g. 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器相互の系統分離を行うために設けられた火災区域又は火災区画に設置される消火設備は、系統分離に応じた独立性を備えた設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	i. 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域であって、火災時に煙の充満、放射線の影響等により消火活動が困難なところには、自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置すること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	j. 電源を内蔵した消火設備の操作等に必要照明器具を、必要な火災区域及びその出入通路に設置すること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	② 消火剤に水を使用する消火設備については、①に掲げるところによるほか、以下に掲げるところによること。	—	
	a. 消火用水供給系の水源及び消火ポンプ系は、多重性又は多様性を備えた設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	b. 2 時間の最大放水量を確保できる設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	c. 消火用水供給系をサービス系又は水道水系と共用する場合には、隔離弁等を設置して遮断する等の措置により、消火用水の供給を優先する設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	d. 管理区域内で消火設備から消火剤が放出された場合に、放射性物質を含むおそれのある排水が管理区域外へ流出することを防止する設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。 (屋外への移設且つ放射性物質の取扱いは無い。)	
	③ 消火剤にガスを使用する消火設備については、①に掲げるところによるほか、固定式のガス系消火設備は、作動前に職員等の退出ができるように警報を吹鳴させる設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	

項	審査基準 記載内容	再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔A設置位置変更及び 前処理建屋に設置する安全冷却水系に係る影響	備考
2. 2. 2	火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。	—	
(1)	凍結するおそれがある消火設備は、凍結防止対策を講じた設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(2)	風水害に対して消火設備の性能が著しく阻害されない設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(3)	消火配管は、地震時における地盤変位対策を考慮した設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
2. 2. 3	安全機能を有する構築物、系統及び機器は、消火設備の破損、誤動作又は誤操作によって、安全機能を失わない設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	また、消火設備の破損、誤動作又は誤操作による溢水の安全機能への影響について「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」により確認すること。	火災時における消火設備からの放水による溢水(消火活動による溢水)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。(第十一条 「溢水による損傷の防止」にて示す。)	第11条参照
2. 3	火災の影響軽減		
2. 3. 1	安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し、以下の各号に掲げる火災の影響軽減のための対策を講じた設計であること。	—	
(1)	原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域 については、3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離すること。	建屋外については火災区域を設定する。(屋外に開放されていることから、耐火壁による分離を行わない。) 建屋内に設置される機器については、火災区域を設定し3時間の耐火能力を有する耐火壁により分離する(変更なし)。	別紙1参照 別紙2参照
(2)	原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その相互の系統分離及びこれらに関連する非安全系のケーブルとの系統分離を行うために、火災区画内又は隣接火災区画間の延焼を防止する設計であること。 具体的には、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが次に掲げるいずれかの要件を満たしていること。 a. 互いに相連する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離されていること。 b. 互いに相連する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間の水平距離が6m以上あり、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。この場合、水平距離間には仮置きするものを含め可燃性物質が存在しないこと。 c. 互いに相連する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。	当該設備は、火災防護上の最重要設備(②崩壊熱除去機能のうち安全冷却水系のうち重要度の高いもの)に該当することから、下記a～cに示す系統分離対策を講じる設計とする。 【上記①～④に対する系統分離対策】 a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁で分離 系統分離されて配置している最重要設備となる安全上重要な機器は、火災防護審査基準の「2.3 火災の影響軽減」(1)及び(2)a.に基づき、火災耐久試験により3時間以上の耐火能力が確認できた、耐火壁、貫通部シール、防火扉及び防火ダンパで系統間を分離する。 3時間耐火性能の具体的仕様及び性能確認方法について前項(1)と同様である。 b. 互いに相連する系列間の水平距離を6m以上確保し、火災感知設備及び自動消火設備を設置して分離 互いに相連する系列の系統分離対象機器は、火災防護審査基準の「2.3 火災の影響軽減」(2)b.に基づき、系列間を6m以上の離隔距離により分離する設計とする。この場合、水平距離間には仮置きするものを含め可燃性物質が存在しないようにする。 c. 互いに相連する系列間を1時間の耐火能力を有する隔壁で分離し、火災感知設備及び自動消火設備を設置して分離 互いに相連する系列の系統分離対象機器は、火災防護審査基準の「2.3 火災の影響軽減」(2)c.に基づき、互いの系列間を1時間の耐火能力を有する隔壁(耐火間仕切り、ケーブルトレイ等耐火ラッピング)で分離し、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する設計とする。	別紙1参照 別紙2参照
(3)	放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域については、3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離されていること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(4)	換気設備は、他の火災区域の火、熱、又は煙が安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域に悪影響を及ぼさないように設計すること。また、フィルタの延焼を防護する対策を講じた設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(5)	電気ケーブルや引火性液体が密集する火災区域及び中央制御室のような通常運転員が駐在する火災区域では、火災発生時の煙を排気できるように排煙設備を設置すること。なお、排気に伴い放射性物質の環境への放出を抑制する必要が生じた場合には、排気を停止できる設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	

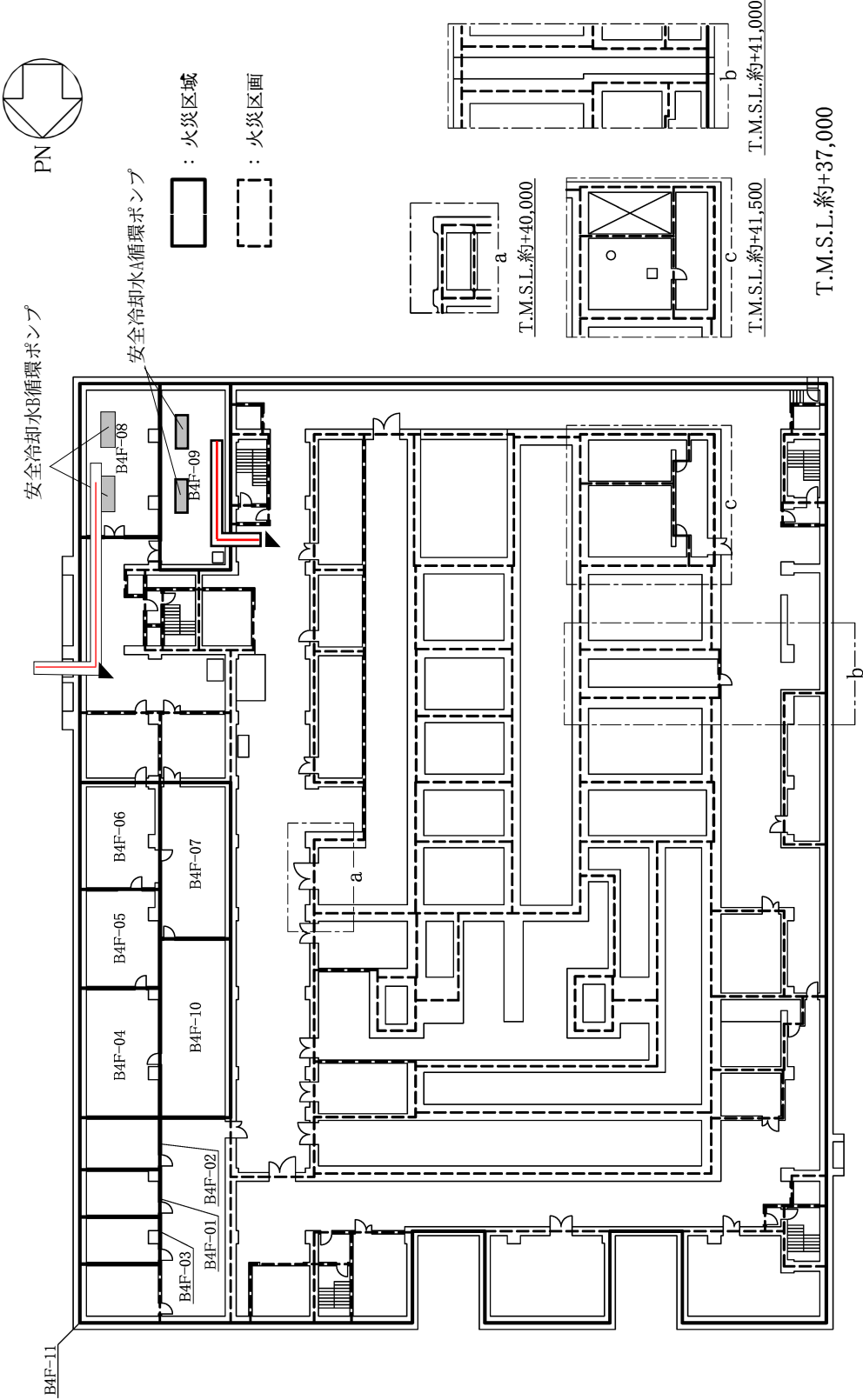
項	審査基準 記載内容	再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔A設置位置変更及び 前処理建屋に設置する安全冷却水系統に係る影響	備考
(6)	油タンクには排気ファン又はベント管を設け、屋外に排気できるように設計されていること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
2. 3. 2	原子炉施設内のいかなる火災によっても、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であること。 また、原子炉の高温停止及び低温停止が達成できることを、火災影響評価により確認すること。 (火災影響評価の具体的手法は「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」による。)	今回の移設に伴う配置変更を考慮し、火災影響評価により、以下のとおり火災により安全機能が喪失しないことを確認している。 ①建屋内機器・ケーブル 当該設備は最重要設備に該当することから、適切に系統分離されており、単一火災を想定しても安全機能を喪失することはない。 ②建屋外機器・ケーブル 当該設備は最重要設備に該当することから、適切に系統分離されており、単一火災を想定しても安全機能を喪失することはない。	
3.	個別の火災区域又は火災区画における留意		
	火災防護対策の設計においては、2. に定める基本事項のほか、安全機能を有する構築物、系統及び機器のそれぞれの特徴を考慮した火災防護対策を講ずること。	—	
(1)	ケーブル処理室 ① 消防隊員のアクセスのために、少なくとも二箇所の入口を設けること。 ② ケーブルトレイ間は、少なくとも幅 0.9m、高さ 1.5m 分離すること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(2)	電気室 電気室を他の目的で使用しないこと。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(3)	蓄電池室 ① 蓄電池室には、直流開閉装置やインバーターを収容しないこと。 ② 蓄電池室の換気設備が、2%を十分下回る水素濃度に維持できるようにすること。 ③ 換気機能の喪失時には中央制御室に警報を発する設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(4)	ポンプ室 煙を排気する対策を講ずること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(5)	中央制御室等 ① 周辺の部屋との間の換気設備には、火災時に閉じる防火ダンパを設置すること。 ② カーペットを敷かないこと。ただし、防炎性を有するものはこの限りではない。なお、防炎性については、消防法施行令第4条の3によること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(6)	使用済燃料貯蔵設備、新燃料貯蔵設備 消火中に臨界が生じないように、臨界防止を考慮した対策を講ずること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(7)	放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備 ① 換気設備は、他の火災区域や環境への放射性物質の放出を防ぐために、隔離できる設計であること。 ② 放水した消火水の溜り水は汚染のおそれがあるため、液体放射性廃棄物処理設備に回収できる設計であること。 ③ 放射性物質を含んだ使用済イオン交換樹脂、チャコールフィルタ及び HEPA フィルタなどは、密閉した金属製のタンク又は容器内に貯蔵すること。 ④ 放射性物質の崩壊熱による火災の発生を考慮した対策を講ずること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	

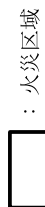
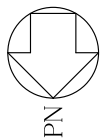
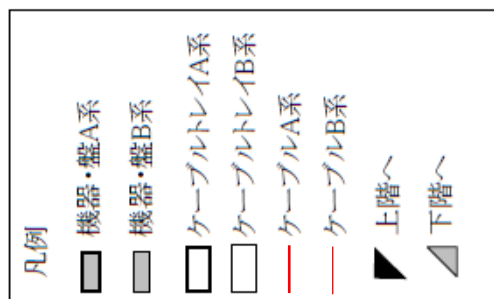


再処理本体用 安全冷却水系冷却塔の火災区域及び系統分離

凡例

	機器・盤A系
	機器・盤B系
	ケーブルトレイA系
	ケーブルトレイB系
	ケーブルA系
	ケーブルB系
	上階へ
	下階へ

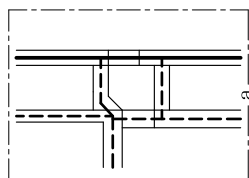
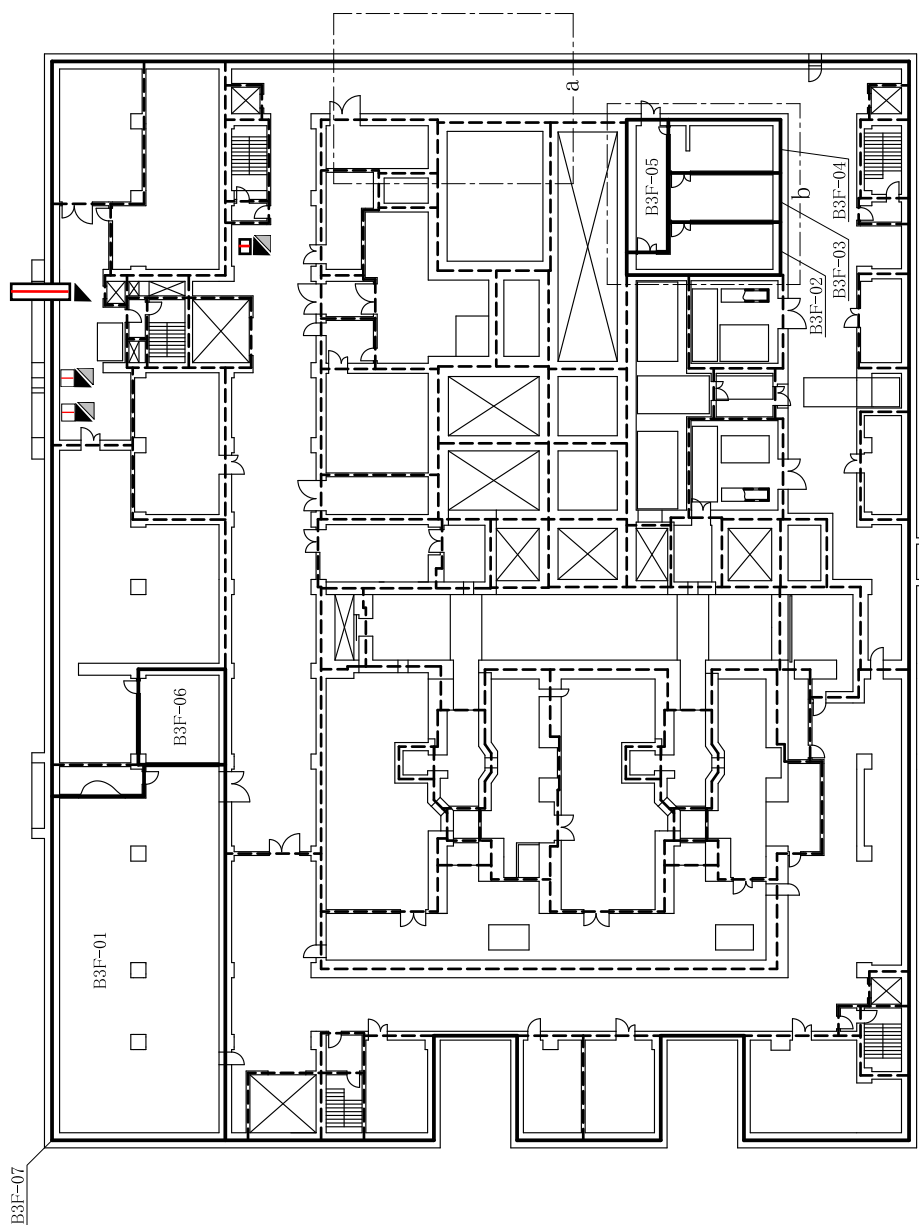




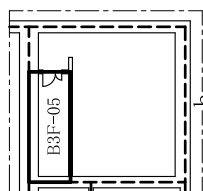
: 火災区域



: 火災区画



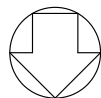
T.M.S.L.約+48,000



T.M.S.L.約+47,500

T.M.S.L.約+44,000

凡例	
	機器・盤A系
	機器・盤B系
	ケーブルトレイA系
	ケーブルトレイB系
	ケーブルA系
	ケーブルB系
	上階へ
	下階へ

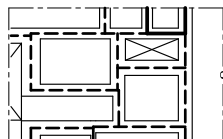
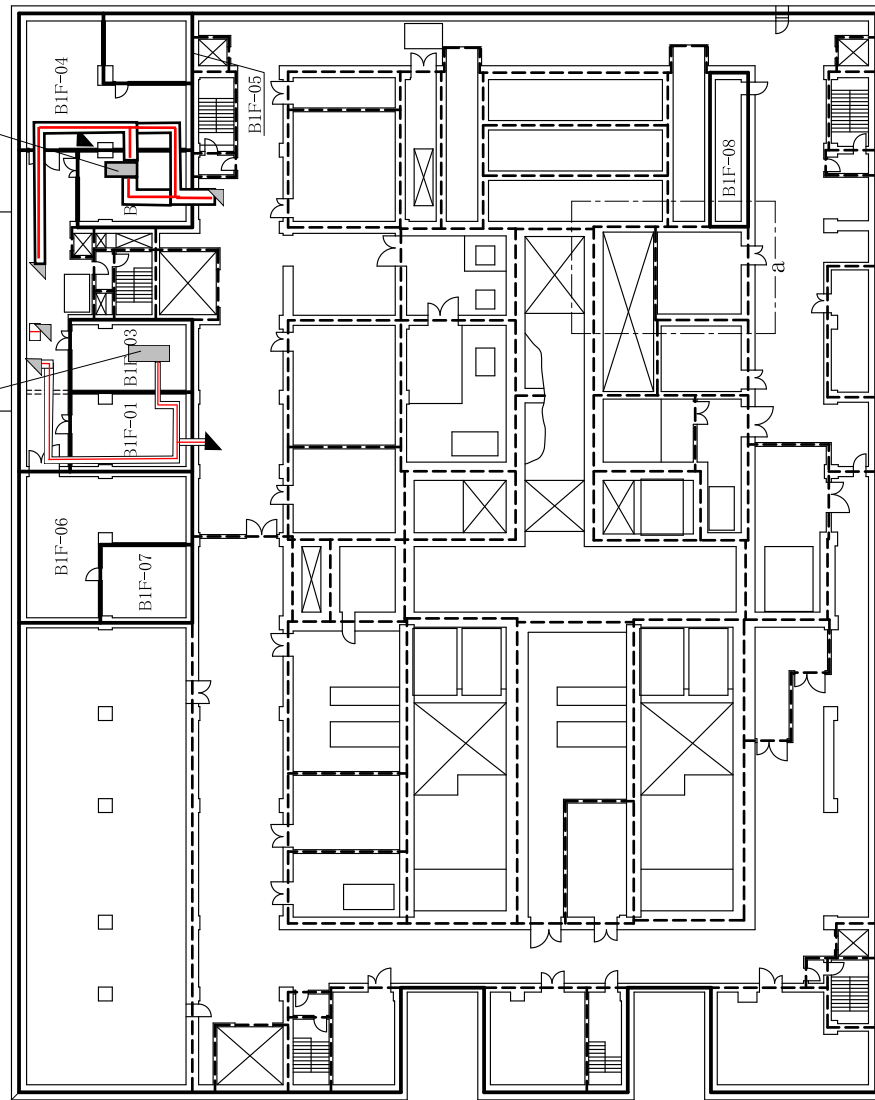


PN

ユーティリティ工程安全系A制御盤1 (リレー盤)

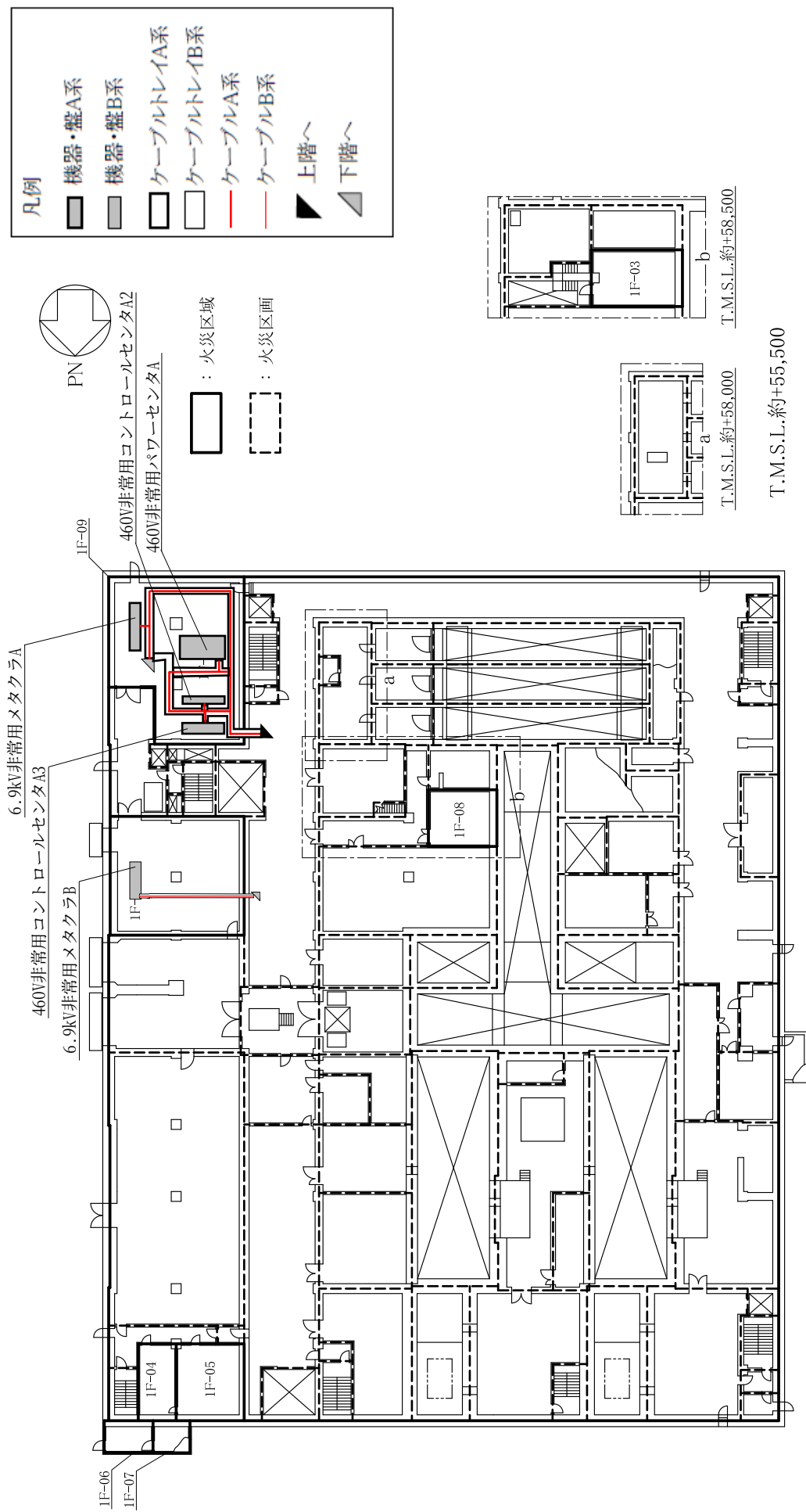
ユーティリティ工程安全系B制御盤1 (リレー盤)

BIF-09

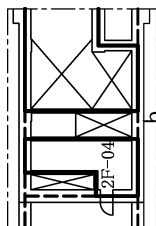
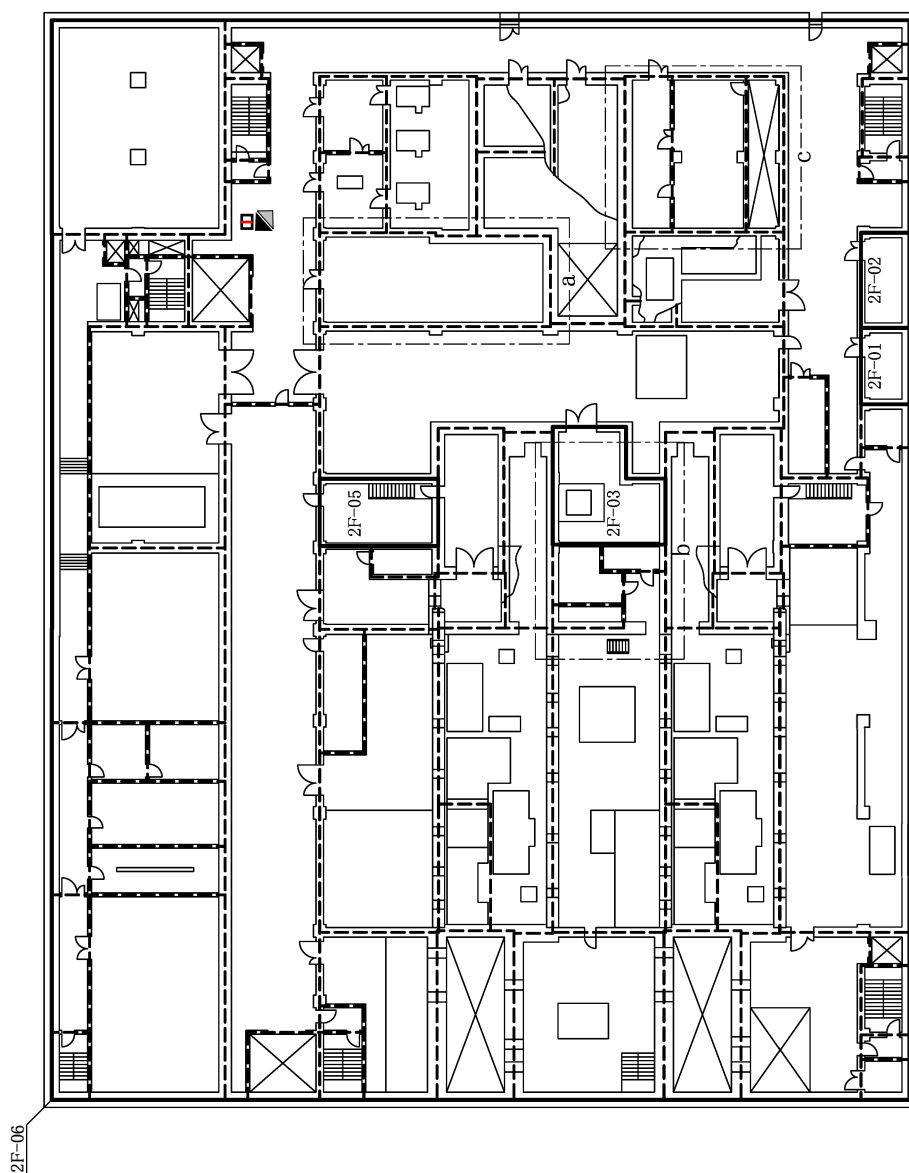
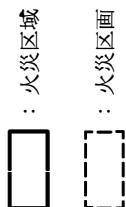
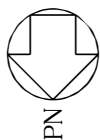


T.M.S.L.約+54,000

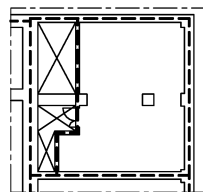
T.M.S.L.約+51,000



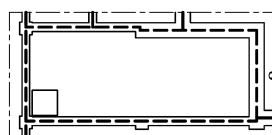
凡例	
	機器・盤A系
	機器・盤B系
	ケーブルトレイA系
	ケーブルトレイB系
	ケーブルルA系
	ケーブルルB系
	上階へ
	下階へ



T.M.S.L.約+65,500

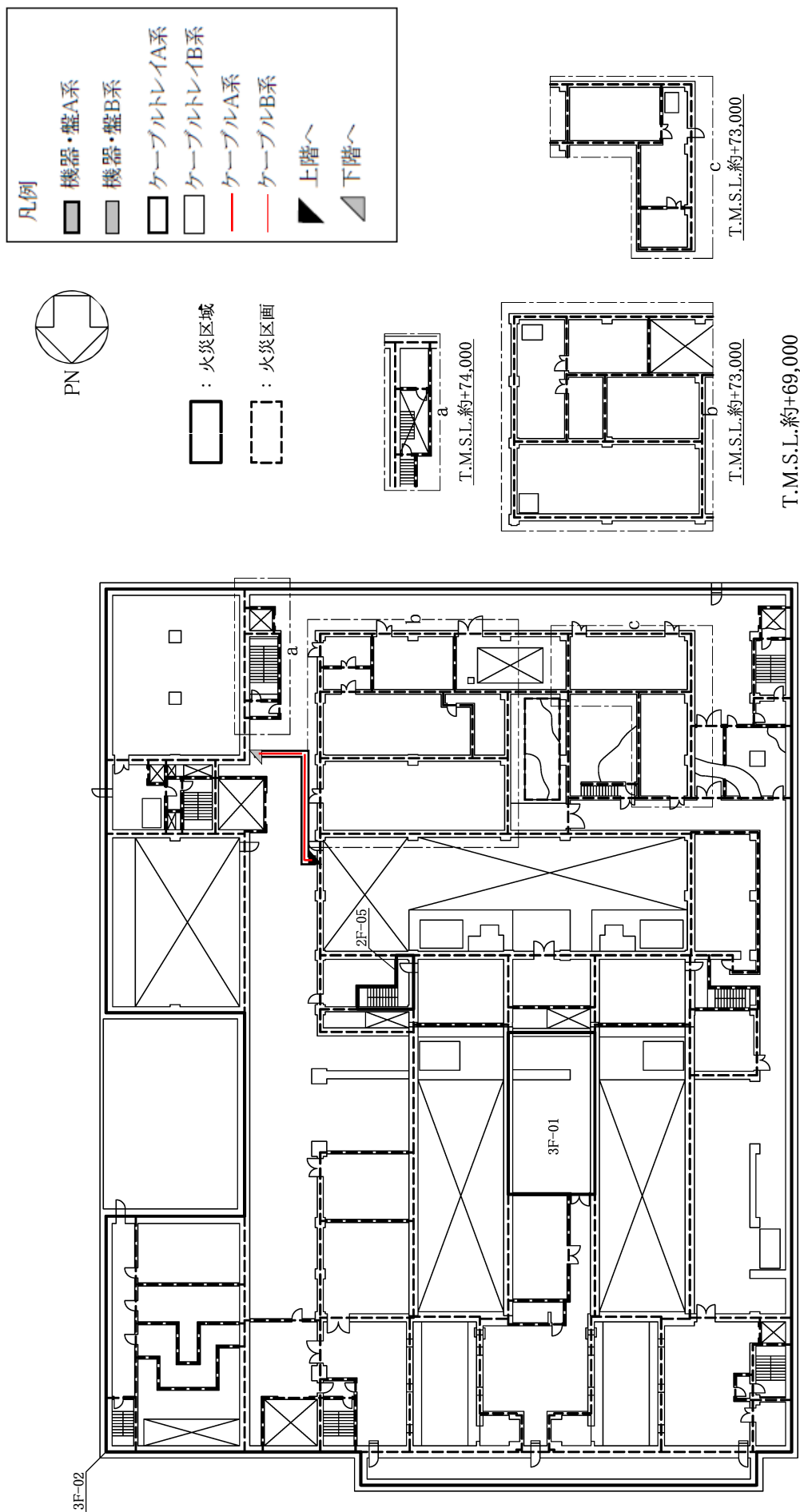


T.M.S.L.約+65,500

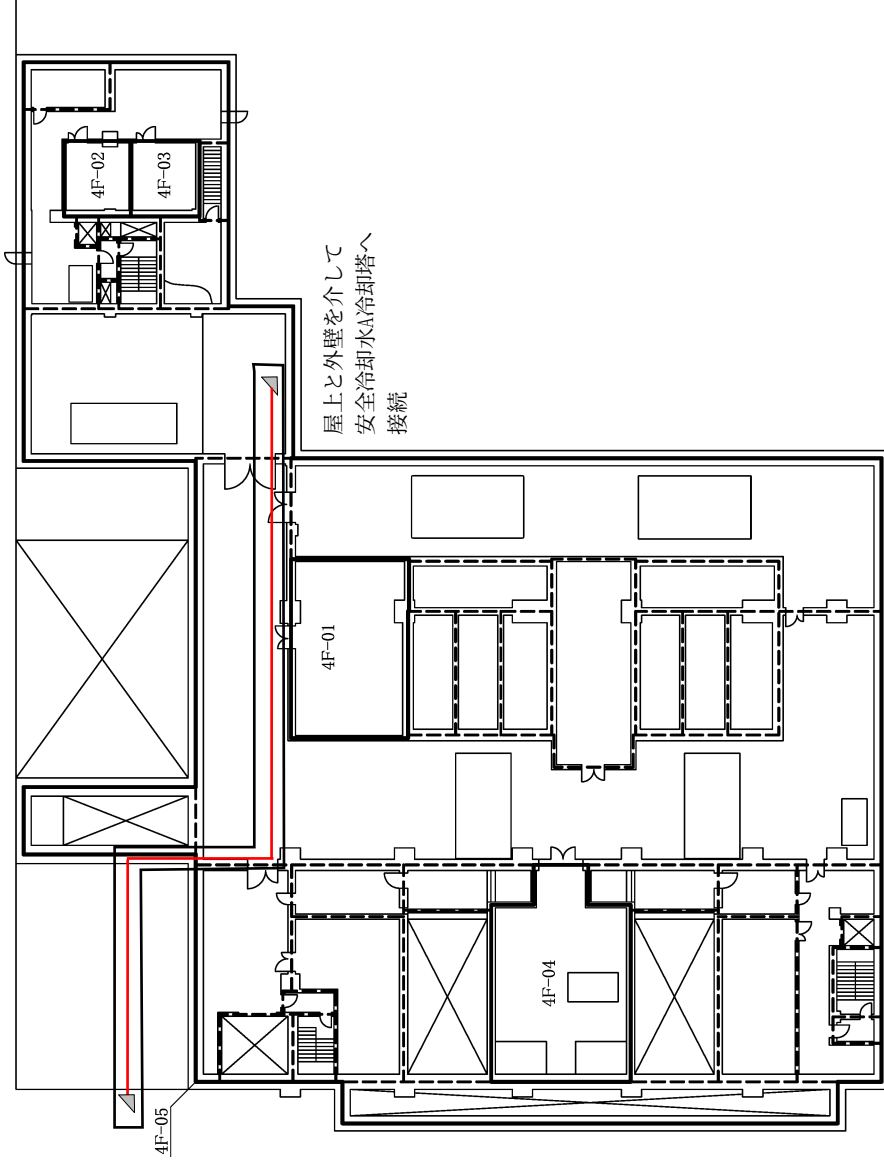
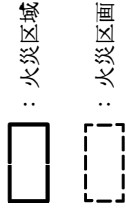
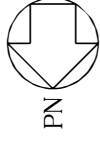
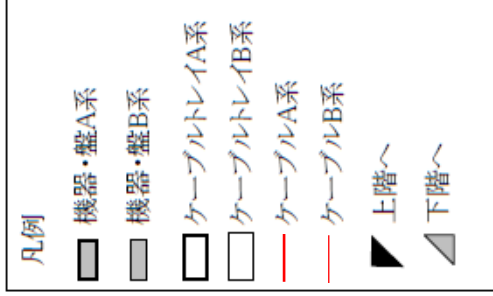


T.M.S.L.約+65,500

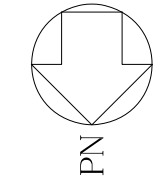
T.M.S.L.約+62,000



前処理建屋 地上3階 安全冷却水循環ポンプの火災区域及び系統分離状況

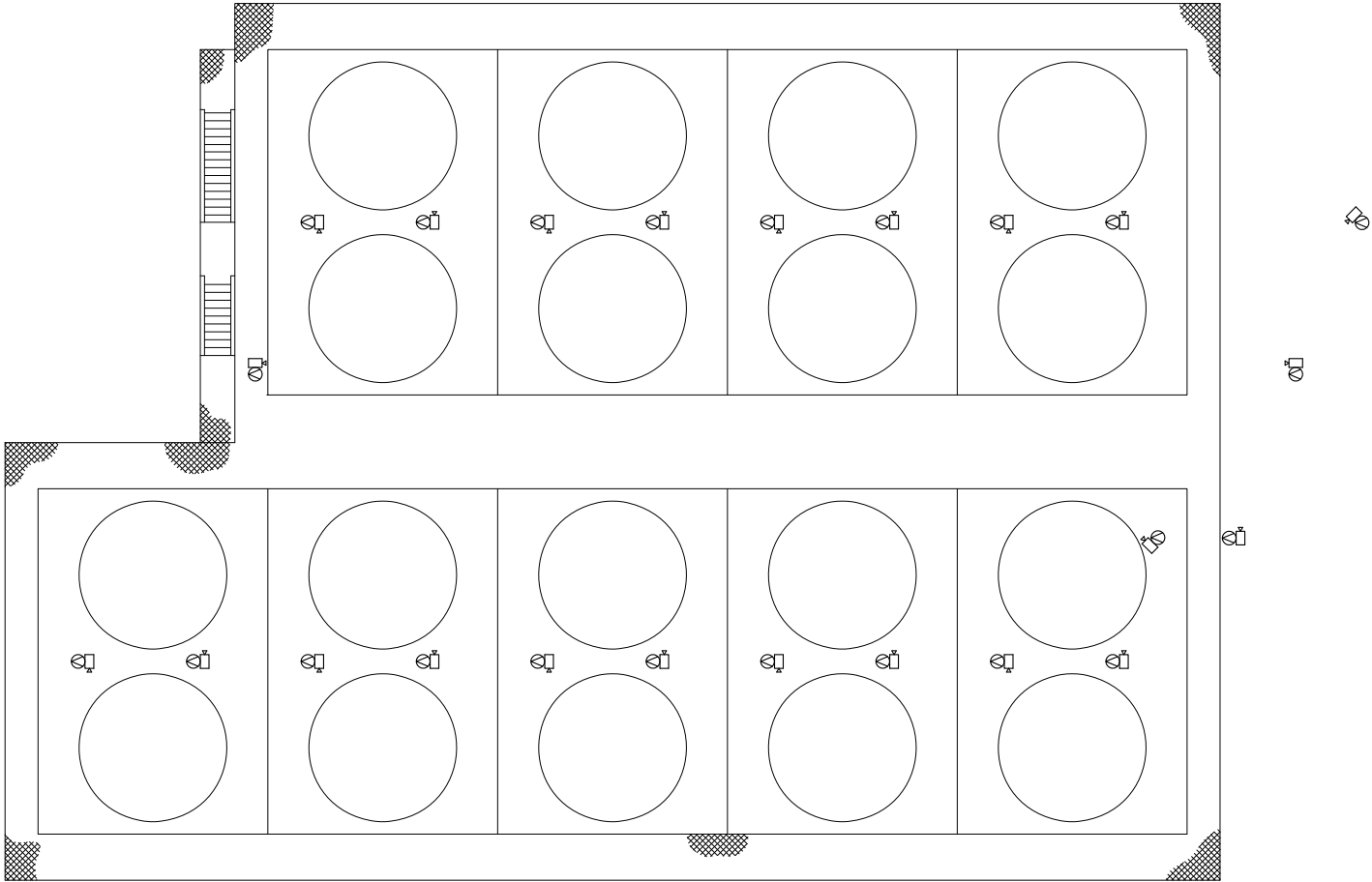


T.M.S.L.約+74,000



凡 例

記 号	名 称	備 考
○	炎感知器	
□	サーモカメラ	

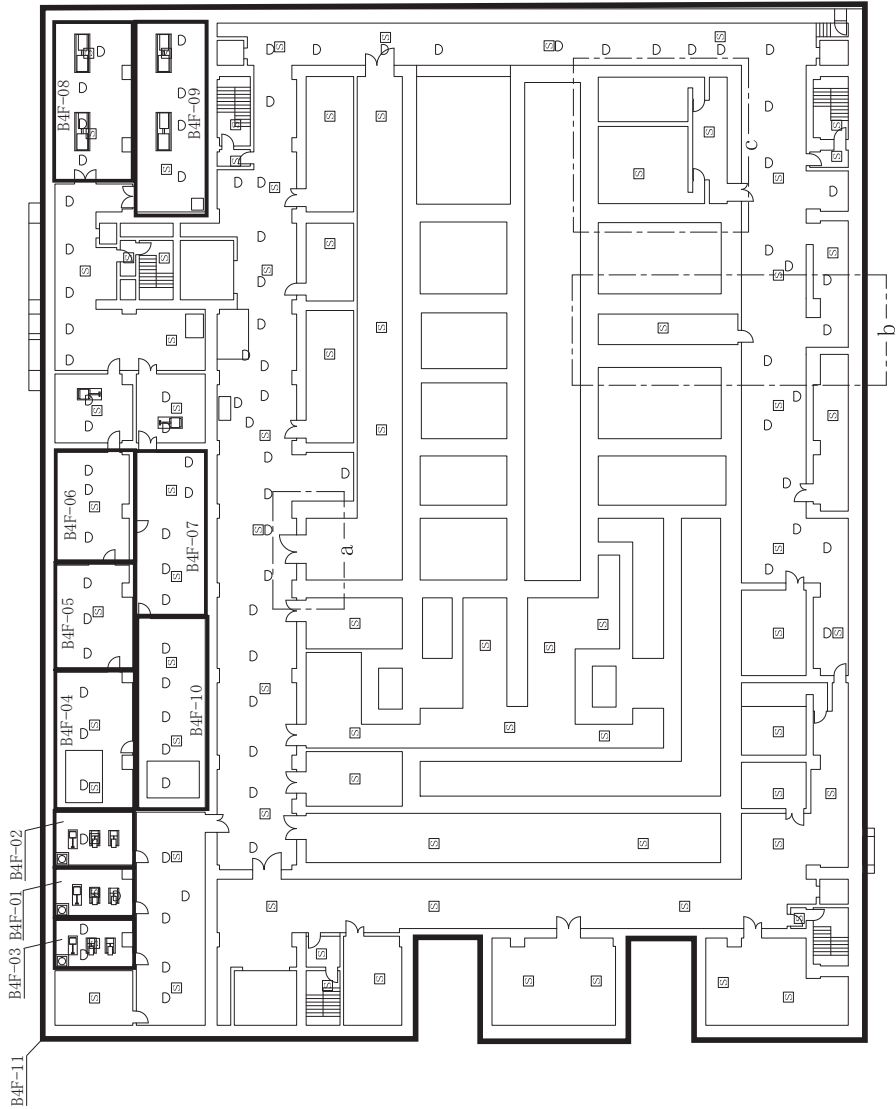
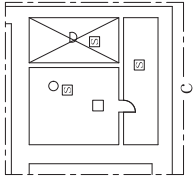
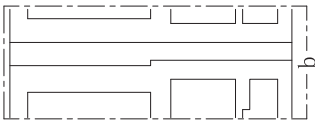
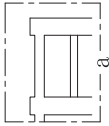


再処理本体用 安全冷却水冷却塔 地上1階平面図 (T. M. S. L. 55. 3) (単位:m)

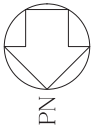
凡 例

記 号	名 称	備 考
○	熱感知器	
□	煙感知器	
◎	炎感知器	

火災区域



地下4階 (T. M. S. L. 37. 2) (単位:m)



3. 2. 2 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更に係る第 9 条（火山）への適合性について

（１）はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 9 条（火山）への適合性について以下に示す。

（２）規則への適合性

（２）－ 1 設計方針

火山に対する設計方針は以下の通り。

冷却塔 A は安全上重要な施設であるため，降下火砕物防護対象設備として，降下火砕物により安全機能を損なわない設計とする。

（２）－ 2 降下火砕物防護施設の選定

降下火砕物防護対象設備は，建屋内に収納され防護される設備，建屋内に収納されるが外気を直接取り込む設備，外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する設備及び屋外に設置される設備に分類される。

そのため，降下火砕物防護対象設備を収納する建屋，建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象設備及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備を降下火砕物防護施設とする。

冷却塔 A は屋外に設置する降下火砕物防護対象設備である

ため，降下火砕物防護施設として選定する。

(2) - 2 - 1 降下火砕物防護対象設備を収納する建屋

- ①使用済燃料受入れ・貯蔵建屋
- ②前処理建屋
- ③分離建屋
- ④精製建屋
- ⑤ウラン脱硝建屋
- ⑥ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋
- ⑦ウラン酸化物貯蔵建屋
- ⑧ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋
- ⑨高レベル廃液ガラス固化建屋
- ⑩第 1 ガラス固化体貯蔵建屋
- ⑪チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋
- ⑫ハル・エンドピース貯蔵建屋
- ⑬制御建屋
- ⑭分析建屋
- ⑮非常用電源建屋
- ⑯主排気筒管理建屋

(2) - 2 - 2 建屋内に収納されるが外気を直接取り込む

降下火砕物防護対象設備

- ①制御建屋中央制御室換気設備
- ②ガラス固化体貯蔵設備のうち収納管及び通風管
- ③第 1 非常用ディーゼル発電機

- ④第2非常用ディーゼル発電機
- ⑤安全圧縮空気系空気圧縮機

(2) - 2 - 3 屋外に設置する降下火砕物防護対象設備

- ①主排気筒
- ②使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A, B
- ③再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A, B
- ④第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B
- ⑤ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋塔槽類廃ガス処理設備及び高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃ガス処理設備の屋外配管並びに前処理建屋換気設備, 分離建屋換気設備, 精製建屋換気設備, ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋換気設備及び高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の屋外ダクト

(2) - 3 設計方針

①構造物への静的負荷

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備は, 設計荷重(火山)の影響により, 安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備の許容荷重が, 設計荷重(火山)に対して安全余裕を有することにより, 構造健全性を失わない設計とする。

降下火砕物の堆積荷重と組み合わせる自然現象として積雪

及び風（台風）を考慮する。

冷却塔 A は屋外に設置する降下火砕物防護対象設備であるため、降下火砕物の荷重は、堆積厚さ 55 cm，密度 1.3 g/cm^3 （湿潤状態）とし、安全機能を損なわない設計とする。

② 粒子の衝突

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備は、降下火砕物の粒子の衝突の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備は、コンクリート又は鋼構造物であるため、微小な鉱物結晶であり、砂よりも硬度が低い特性を持つ降下火砕物の衝突による影響は小さい。そのため、降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備の構造健全性を損なうことはない。

なお、粒子の衝撃荷重による影響については、竜巻の設計飛来物の影響に包含される。

冷却塔 A は鋼構造物であるため、粒子の衝突により安全機能を損なうことはない。

③ 換気系、電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞）

屋外に設置する降下火砕物防護対象設備のうち主排気筒は、降下火砕物の侵入による閉塞の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

建屋に収納される降下火砕物防護対象設備及び建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象設備は、

降下火砕物を含む空気による流路の閉塞の影響により，安全機能を損なわない設計とする。

主排気筒は，排気の吹き上げにより降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物が主排気筒内に侵入した場合でも，主排気筒下部に異物の除去が可能なマンホール及び異物の溜まる空間を設けることにより閉塞し難い構造とする。

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び制御建屋中央制御室換気設備は，外気取入口に防雪フードを設け，降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても，制御建屋中央制御室換気設備にはプレフィルタ及び高性能粒子フィルタを設置し，中央制御室内への降下火砕物の侵入を防止する。降下火砕物防護対象設備を収納する建屋の換気設備についても，プレフィルタ及び粒子フィルタ又は中性能フィルタを設置し，建屋内部への降下火砕物の侵入を防止する。さらに，降下火砕物がフィルタに付着した場合でも交換又は清掃が可能な構造とすることで，降下火砕物により閉塞しない設計とする。

ガラス固化体貯蔵設備の収納管，通風管等で構成する貯蔵ピットの冷却空気流路については，冷却空気入口シャフトの外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物が侵入した場合でも，貯蔵ピットの下部には空間があり，冷却空気流路が直ちに閉塞することはない。また，必要に応じ点検用の開口部より，吸引による除灰を行う。

第 1 非常用ディーゼル発電機，第 2 非常用ディーゼル発電

機及び安全圧縮空気系空気圧縮機は、外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても、設備内部への降下火砕物の進入を防止するため、中性能フィルタ又はステンレス製ワイヤネットを設置する。さらに、降下火砕物がフィルタに付着した場合でもフィルタの交換又は清掃が可能な構造とすることで、降下火砕物により閉塞しない設計とする。

冷却塔 A の安全冷却水系は、外気を系統内に取り込まない閉ループ構造であるため、降下火砕物が侵入し閉塞することはない。

④換気系，電気系及び計測制御系に対する機械的影響（磨耗）

建屋に収納される降下火砕物防護対象設備及び建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象設備のうち、制御建屋中央制御室換気設備，第 1 非常用ディーゼル発電機，第 2 非常用ディーゼル発電機及び安全圧縮空気系空気圧縮機並びに屋外に設置される降下火砕物防護対象設備のうち安全冷却水系の冷却塔は、降下火砕物による磨耗の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び制御建屋中央制御室換気設備は、外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても、制御建屋中央制御室換気設備にはプレフィルタ及び高性能粒子フィルタを設置し、中央制御室内部への降下火砕物の侵入を防止する。降下火砕物防護対象設備を収納する建屋の換気設備についても、プレフィルタ及び粒子フィルタ又は

中性能フィルタを設置し，建屋内部への降下火砕物の侵入を防止する。

第1非常用ディーゼル発電機，第2非常用ディーゼル発電機及び安全圧縮空気系空気圧縮機は，外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても，設備内部への降下火砕物の侵入を防止するため，中性能フィルタ又はステンレス製ワイヤネットを設置する。

安全冷却水系の冷却塔において降下火砕物の影響を受けると想定される駆動部として，冷却ファンの回転軸部がある。これに対しては，冷却空気を上方に流し降下火砕物が侵入し難い構造とすることで，安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔Aは既設の冷却塔Bと同じ構造とし，冷却ファン回転軸部に降下火砕物が進入し難い構造とすることで，磨耗により安全機能を損なわない設計とする。

⑤ 構造物への化学的影響（腐食），換気系，電気系及び計測制御系に対する化学的影響（腐食）

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋，建屋に収納される降下火砕物防護対象設備，建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象設備及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備は，降下火砕物による腐食の影響により，安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物の特性として，金属腐食研究の結果より，直ちに金属腐食を生じさせることはないが，建屋内に収納される外気を直接取り込む降下火砕物防護対象設備及び屋外に設置

する降下火砕物防護対象設備は、塗装、腐食し難い金属の使用又は防食処理（アルミニウム溶射）を施した炭素鋼を用いることにより、安全機能を損なわない設計とする。

また、長期的な影響については、保守及び修理により安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋は、外気取入口に防雪フードを設け、降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物が取り込まれたとしても、降下火砕物防護対象設備を収納する建屋の換気設備については、プレフィルタ及び粒子フィルタ又は中性能フィルタを設置し、建屋内部への降下火砕物の侵入を防止する。制御建屋中央制御室換気設備についてはプレフィルタ及び高性能粒子フィルタを設置し、中央制御室内部への降下火砕物の侵入を防止する。

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋は外壁塗装及び屋上防水がなされていることから、降下火砕物による化学的腐食により短期的に影響を及ぼすことはない。

また、降下火砕物堆積後の長期的な腐食の影響については、堆積した降下火砕物を除去し、除去後の点検等において、必要に応じて補修作業を実施することにより、安全機能を損なうことはない。

冷却塔 A は屋外に設置する降下火砕物防護対象設備であるため、塗装又は腐食し難い金属を使用することにより、腐食により安全機能を損なわない設計とする。

⑥ 中央制御室の大気汚染

降下火砕物防護施設のうち、制御建屋の中央制御室は、降

下火砕物による大気汚染により、運転員の居住性を損なわない設計とする。

制御建屋中央制御室換気設備の外気取入口には防雪フードを設け、降下火砕物が侵入し難い構造とすることにより、中央制御室の大気汚染を防止する。降下火砕物が取り込まれたとしても、制御建屋中央制御室換気設備にはプレフィルタ及び高性能粒子フィルタを設置し、中央制御室内への降下火砕物の侵入を防止することで、運転員の居住性を確保する設計とする。

さらに、制御建屋中央制御室換気設備の外気との連絡口を遮断し、制御建屋の中央制御室内空気を再循環することで、腐食性ガスの侵入を防止し、運転員の作業環境を確保する設計とする。

冷却塔 A は大気汚染を考慮する必要はない。

⑦ 取水源の水質汚染

再処理施設には大量に水を使用し、取水が必要となる降下火砕物防護対象設備はないため、取水源の水質汚染の影響を受けることはない。

なお、安全冷却水系の補給水等として使用される純水は、二又川の河川水を除濁ろ過したろ過水から製造して純水貯槽に貯留し、純水貯槽から供給するため、供給中に水質汚染することはない。

冷却塔 A は補給水として純水を使用するが、大量に使用しないこと及び純水貯槽から供給されるため、水質汚染の影響を受けることはない。

⑧電気系及び計測制御系の絶縁低下

建屋に収納される降下火砕物防護対象設備は、降下火砕物による絶縁低下の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び制御建屋中央制御室換気設備は、外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても、降下火砕物防護対象設備を収納する建屋の換気設備については、プレフィルタ及び粒子フィルタ又は中性能フィルタを設置し、建屋内部への降下火砕物の侵入を防止する。制御建屋中央制御室換気設備についてはプレフィルタ及び高性能粒子フィルタを設置し、中央制御室内部への降下火砕物の侵入を防止する。

冷却塔 A は屋外に設置する降下火砕物防護対象設備であり、絶縁低下の影響を受けるような設備は屋外にはない。

⑨外部電源喪失

送電網への降下火砕物の影響により、長期的に外部電源が喪失した場合に対し、第 1 非常用ディーゼル発電機及び第 2 非常用ディーゼル発電機を各々 2 系統設置する設計とし、外部電源喪失により安全機能を損なわない設計とする。

また、外部からの支援を期待できない場合においても、電力の供給を可能とするため、再処理施設内に第 1 非常用ディーゼル発電機及び第 2 非常用ディーゼル発電機が 7 日間以上連続で運転できる燃料を貯蔵する設計とし、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 A は，外部電源の喪失時には第 2 非常用ディーゼル発電機から給電される設計とするため，外部電源喪失の影響を受けることはない。

⑩ アクセス制限

敷地外で交通の途絶が発生した場合，安全上重要な施設に電力を供給する第 1 非常用ディーゼル発電機及び第 2 非常用ディーゼル発電機の燃料の供給が外部から受けられないが，再処理施設内に第 1 非常用ディーゼル発電機及び第 2 非常用ディーゼル発電機が 7 日間以上連続で運転できる燃料を貯蔵する設計とし，安全機能を損なわない設計とする。

敷地内において交通の途絶が発生した場合でも，安全上重要な施設の安全機能は再処理施設内で系統が接続されることにより，交通の途絶の影響を受けない設計とし，安全機能を損なわない設計とする。

また，敷地内の道路において降下火砕物が堆積した場合には，降灰後に除灰作業を実施し復旧することを手順等に定める。

冷却塔 A は，外部電源の喪失時には第 2 非常用ディーゼル発電機から給電される設計とし，第 2 非常用ディーゼル発電機は 7 日間以上連続で運転できる燃料を貯蔵する設計とするため，アクセス制限の影響を受けることはない。

(3) まとめ

上記のとおり，冷却塔 A の設置位置の変更によって，降下火砕物に対する適合の基本方針に変更はなく，冷却塔 A の設

計においても，これまでに確認してきた適合の基本方針に従い，降下火砕物に対して安全機能を損なわない設計とする。

3. 2. 3 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置 変更に係る第 9 条（外部火災）への適合性について

（１）はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 9 条（外部火災）への適合性について以下に示す。

（２）規則への適合性

（２）－ 1 設計方針

外部火災に対する設計方針は以下の通り。

冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、外部火災に対して安全機能を損なわない設計とする。

（２）－ 2 外部火災防護施設

外部火災防護対象設備は、建物内に収納され防護される設備及び屋外に設置される設備に分類されることから、外部火災防護対象設備を収納する建屋及び屋外に設置する外部火災防護対象設備を外部火災防護施設として選定する。

冷却塔 A は屋外に設置する外部火災防護対象設備であるため、外部火災防護施設として選定する。（第 3－2 表参照）

(2) - 3 設計方針

① 森林火災

屋外に設置する外部火災防護施設である安全冷却水系冷却塔については、輻射強度が最大となる発火点 3 の森林火災による輻射強度に基づき算出する冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 A についても、同様に冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

評価対象は、防火帯から最も近い位置（約 129 m）にある外部火災防護施設の使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水系冷却塔 A とし、冷却水出口温度が最大運転温度以下なることを確認する。

冷却塔 A は、第 4 図に示す位置に設置する設計とするため、評価対象よりも、防火帯からの離隔距離（約 192 m）が大きいため、評価対象において、冷却水出口温度が最大運転温度以下となることを確認することで、冷却塔 A についても、安全機能を損なわないことが確認できる

② 石油備蓄基地火災

屋外に設置する外部火災防護施設である安全冷却水系冷却塔については、想定される石油備蓄基地火災から受ける火災からの輻射強度に基づき算出する冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 A についても、同様に冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

評価対象は、石油備蓄基地からの距離が最短（約 1,640

m)となる外部火災防護施設の使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 Bとし、冷却水出口温度が最大運転温度以下となることを確認する。

冷却塔 Aは、第 4 図に示す位置に設置する設計とするため、評価対象よりも、石油備蓄基地からの離隔距離（約 1, 790 m）が大きいため、評価対象において、冷却水出口温度が最大運転温度以下となることを確認することで、冷却塔 Aについても、安全機能を損なわないことが確認できる

③石油備蓄基地火災と森林火災の重畳

屋外に設置する外部火災防護施設である安全冷却水系冷却塔については、石油備蓄基地火災と森林火災から受ける輻射強度に基づき算出する冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 Aについても、同様に冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

評価対象は、石油備蓄基地火災と森林火災の重畳による熱影響が厳しい使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 Aとし、冷却水出口温度が最大運転温度以下となることを確認する。

冷却塔 Aは、第 4 図に示す位置に設置する設計とするため、評価対象よりも、防火帯及び石油備蓄基地からの離隔距離（約 1, 790 m）が大きいため、評価対象において、冷却水出口温度が最大運転温度以下となることを確認することで、冷却塔 Aについても、安全機能を損なわないことが確認できる。

④ 航空機墜落による火災

屋外に設置する外部火災防護施設は、火炎からの輻射熱を受けて高温になることが想定されるため、耐火被覆、遮熱板等の防護対策を講ずることにより、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

屋外の外部火災防護対象設備は、主要部材である鋼材の強度が維持される温度 325°C 以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。また、安全冷却水系冷却塔については、火炎からの輻射強度に基づき算出する冷却水出口温度が最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

飛来物防護ネットについては、安全冷却水系冷却塔に波及的影響を与える場合は、支持構造物である架構に耐火被覆、遮熱板等の防護対策を講ずる設計とする。

冷却塔 A についても、同様に耐火被覆、遮熱板等の防護対策を講ずることにより、主要部材である鋼材の強度が維持される温度 325°C 以下とし、安全機能を損なわない設計とする。

また、冷却塔 A の配管は前処理建屋屋上の既設冷却水配管に接続することから、新たに設置する配管に対しても耐火被覆、遮熱板等の防護対策を講ずることにより、冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

さらに、冷却塔 A 及び既設取合部は竜巻防護対策のため飛来物防護ネット及び飛来物防護板を新規に設置する。この飛来物防護ネット及び飛来物防護板についても、冷却塔 A に波及的影響を与える場合は、支持構造物である架構等に耐火被覆、遮熱

板等の防護対策を講ずる設計とする。

冷却塔 A に対しての防護対策のイメージ図を第 5 図に示す。

⑤敷地内の危険物タンク等の火災

敷地内の危険物タンク等の火災としては、ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所、ボイラ用燃料貯蔵所及びディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所の火災を想定する。

屋外に設置する外部火災防護施設である安全冷却水系冷却塔については、危険物タンク等の火災から受ける輻射強度に基づき算出する冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 A についても、同様に冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

評価対象は、ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所からの距離が最短となる再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B（約 4 9 0 m）、ボイラ用燃料貯蔵所からの距離が最短となる使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 B（約 2 1 0 m）及びディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所からの距離が最短となる使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 B（約 1 0 0 m）とする。

冷却塔 A は、第 4 図に示す位置に設置する設計とするため、評価対象よりも、危険物タンク等からの離隔距離が大きい*ため、評価対象において、冷却水出口温度が最大運転温度以下となることを確認することで、冷却塔 A についても、安全機能を損なわないことが確認できる。

＊：冷却塔 A の危険物タンク等からの離隔距離

・ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所から約 8 6 0 m

・ボイラ用燃料貯蔵所からの距離から約 3 4 0 m

・ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所から約 2 2 0 m

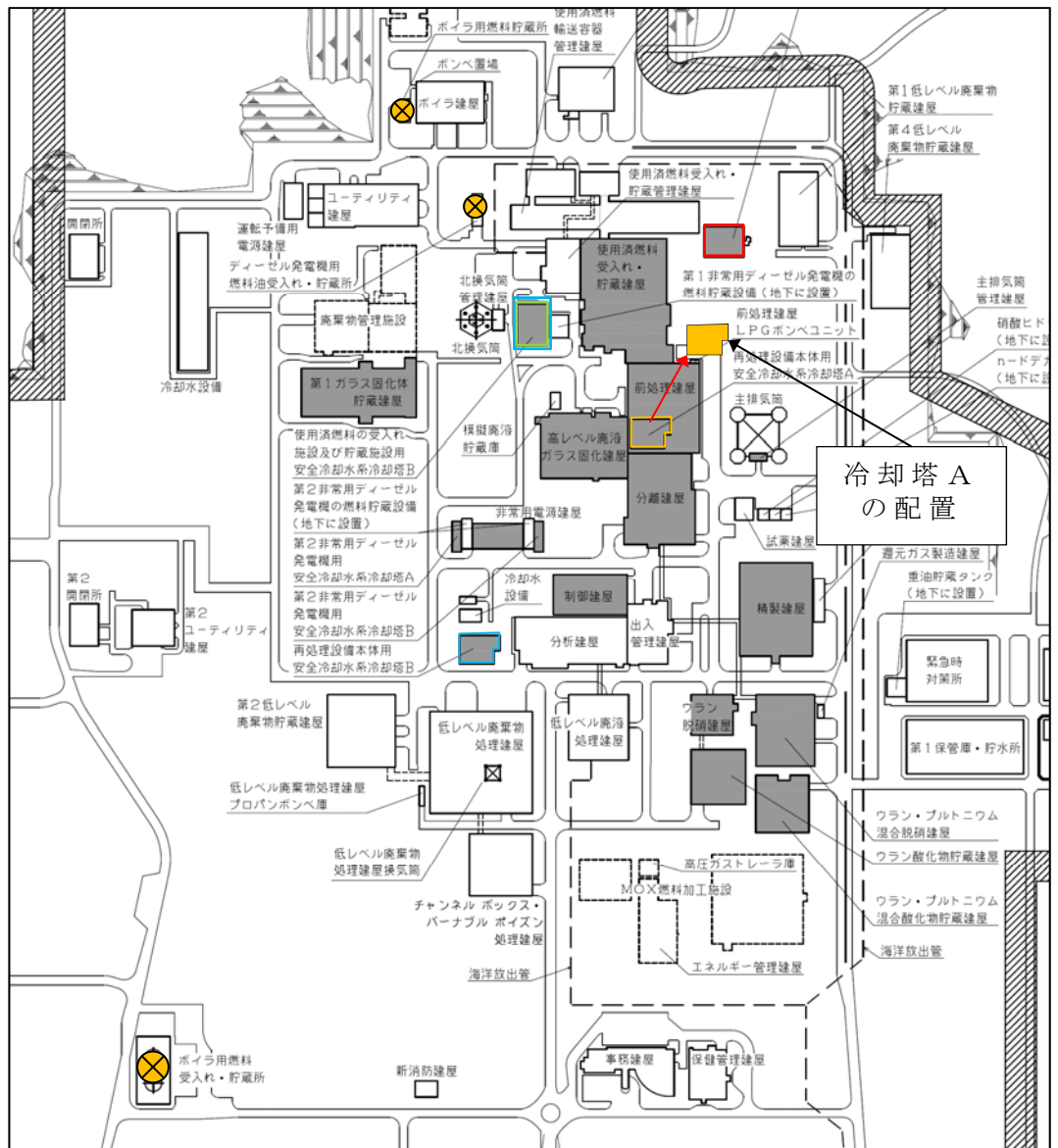
（３）まとめ

上記のとおり，冷却塔 A の設置位置の変更によって，外部火災に対する適合の基本方針に変更はなく，冷却塔 A の設計においても，これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい，外部火災に対して安全機能を損なわない設計とする。

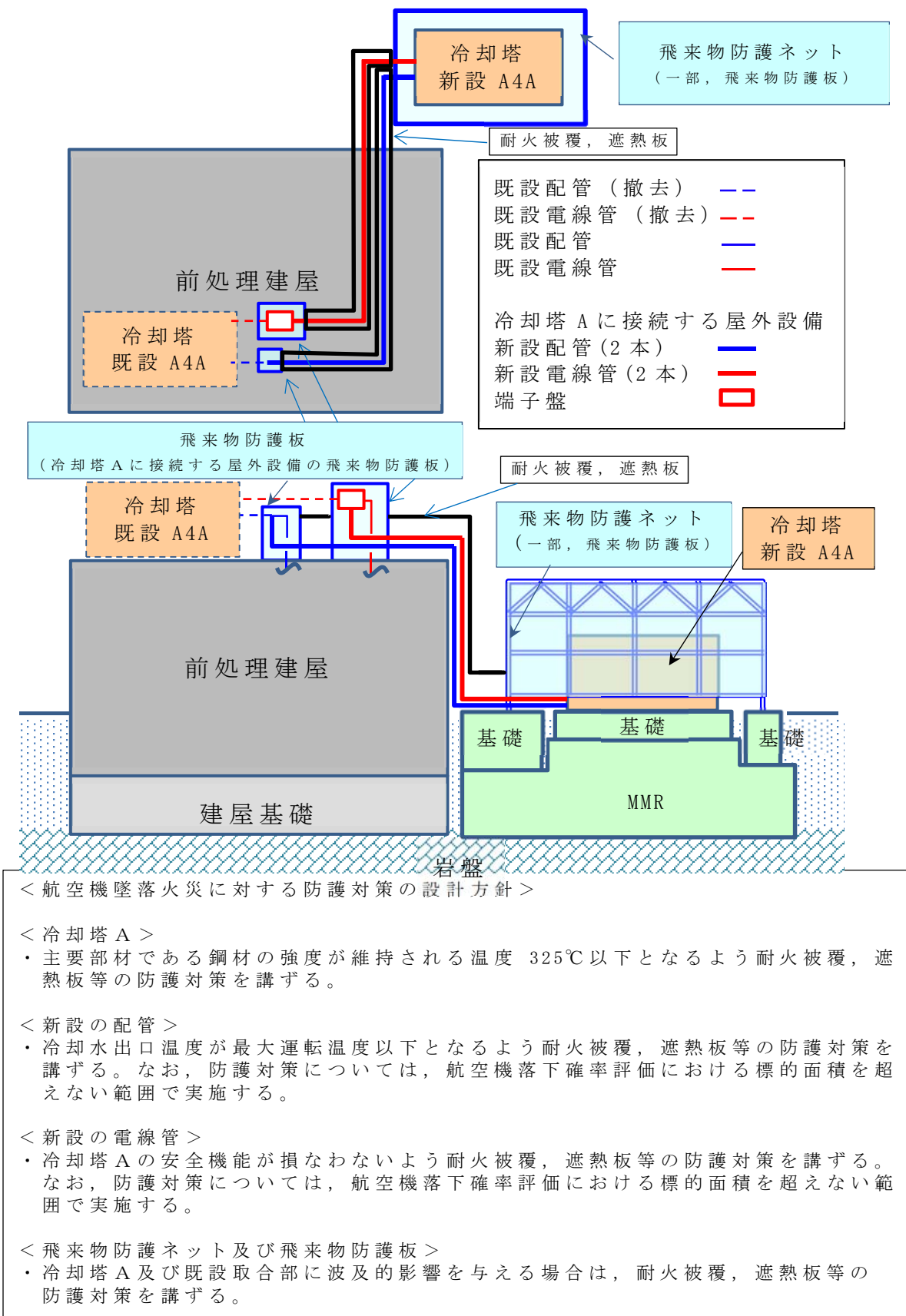
第 3 - 2 表 外部火災防護施設

防護対象	外部火災防護施設
外部火災 防護対象 設備を収 納する建 屋	・ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 ・ 前処理建屋 ・ 分離建屋 ・ 精製建屋 ・ ウラン脱硝建屋 ・ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 ・ ウラン酸化物貯蔵建屋 ・ ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 ・ 高レベル廃液ガラス固化建屋 ・ 第 1 ガラス固化体貯蔵建屋 ・ 制御建屋 ・ 非常用電源建屋 ・ 主排気筒管理建屋
屋外に設 置する外 部火災防 護対象設 備	・ 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A, B ・ 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A, B ・ 第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B ・ 主排気筒 ・ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋塔槽類廃ガス処理設備 ・ 高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃ガス処理設備 ・ 前処理建屋換気設備 ・ 分離建屋換気設備 ・ 精製建屋換気設備 ・ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋換気設備 ・ 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備

石油備蓄
基地の
ある方位



第 4 図 冷却塔 A と外部火災に対する評価対象の配置



第 5 図 航空機墜落火災に対する防護対策の設計方針

3.2.4 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置 変更に係る第 9 条（航空機落下）への適合性について

（１）はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 9 条（航空機落下）への適合性について以下に示す。

（２）規則への適合性

（２）-1 設計方針

航空機落下に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、標的面積として加えて航空機落下確率を評価する。

(3) 評価対象とする航空機落下事故

評価対象とする航空機落下事故は、国内における落下事故とし、対象期間は計器飛行方式民間航空機については平成 11 年 1 月から平成 30 年 12 月※¹までの 20 年間、自衛隊機又は米軍機については平成 11 年 4 月から平成 31 年 3 月※²までの 20 年間とする。

※1 平成 11 年 1 月から平成 24 年 12 月での期間は「航空機落下事故に関するデータ平成 28 年 6 月 原子力規制委員会」,平成 25 年 1 月から平成 30 年 12 月までの期間は「国土交通省 運輸安全委員会 報告書」検索結果による。

※2 平成 11 年 4 月から平成 24 年 12 月での期間は「航空機落下事故に関するデータ 平成 28 年 6 月 原子力規制委員会」,平成 25 年 1 月から平成 31 年 3 月までの期間は「文林堂 航空ファン (no.723-798)」による。

①計器飛行方式民間航空機の落下事故

対象期間において、航空路を巡航中の落下事故は発生していないが、安全側に事故件数を 0.5 回とする。

②自衛隊機又は米軍機の落下事故

航空機落下評価ガイドの「有視界飛行方式民間航空機の落下事故」の落下確率評価においては、「小型機では機体重量、飛行速度、落下時の衝撃力（荷重）、衝突時の衝突面積が大型機に比べて小さいこと、一般に格納容器や原子炉建屋が堅固な構造物であること等から原子炉施設に落下した場合においても

その影響を及ぼす原子炉施設の範囲が大型機の落下に比べて著しく小さくなることを考慮する。」とされており，対象航空機の種類による係数を用いて航空機落下確率を評価することとされている。

一方，再処理施設は，再処理施設の南方向約10 k mに三沢対地訓練区域があり，自衛隊機及び米軍機が訓練を行っていることから，F－16等が再処理施設に衝突した場合でも，鉄筋コンクリート板等の機体全体の衝突による全体的な破壊及びエンジンの衝突による局部的な破壊（貫通及び裏面剥離）により安全上重要な施設の安全機能が損なわれないよう，建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている。

これらを踏まえ，再処理施設のうち建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている建物・構築物に対する航空機落下確率評価においては，航空機の衝突による影響がF－16等と同程度かそれ以下の航空機については，対象航空機の種類による係数を適用することとする。

係数を適用する場合の条件を以下に示す。

《機体全体の衝突による全体的な破壊》

- ・ 全体的な破壊に用いる衝撃荷重の設定要素となる機体重量及び速度のいずれもF－16等の防護設計条件を下回る場合は係数を適用することとする。

《エンジンの衝突による局所的な破壊》

- ・ 局所的な破壊に用いる貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さの算定要素となるエンジン重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る場合は係数を適用することとする。

評価対象とする航空機落下事故は、自衛隊機 10 回（うち 8 回が係数適用）及び米軍機 3 回（うち 2 回が係数適用）となる。

(4) 標的面積の設定

再処理施設は、工程ごとに安全機能が独立して複数の建屋で構成されていることから、追加の防護設計の可否確認の対象として選定した安全上重要な施設を収納する建屋及び屋外に設置する安全上重要な施設並びに安全上重要な施設の安全機能の維持に必要な建物・構築物の面積を合算した面積を標的面積とする。

また、安全圧縮空気系、安全冷却水系、非常用所内電源系統、主排気筒、安全保護回路及び安全上重要な計測制御系の安全上重要な施設に係る建物・構築物間に敷設する配管、ダクト及びケーブルのうち、地下に位置する洞道内に設置されているものについては、航空機落下の影響を受けるおそれがないことから標的面積には含めない。

安全機能を維持する観点で含める安全上重要な施設の選定結果を第3-3表に、また、選定した安全上重要な施設に係る建物・構築物を第3-4表に示す。

第3-5表に建物・構築物ごとの標的面積を示す。

第3-5表に示すとおり、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋を対象とした場合に標的面積が最大となり、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている施設の標的面積 0.031 k m^2 に建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない施設の標的面積 0.012 k m^2 を加えて 0.043 k m^2 となる。

(5) 再処理施設への航空機落下確率

計器飛行方式民間航空機及び自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率の総和は、 4.5×10^{-8} (回／年) となり、防護設計の判断基準である 10^{-7} (回／年) を超えないことから、追加の防護設計は必要ない。

なお、対象となる全ての建物・構築物の面積を合算した面積としては、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている再処理施設の面積 0.058 k m^2 に建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない再処理施設の面積 0.024 k m^2 を加えて、計 0.082 k m^2 となる。これらを標的面积として、再処理施設への航空機落下確率について参考として評価を実施した結果、航空機落下確率の総和は、 8.8×10^{-8} (回／年) となる。

(6) まとめ

上記のとおり、冷却塔 A の設置位置の変更によって、航空機落下に対する適合の基本方針に変更はなく、航空機落下確率の評価に伴う追加の防護設計の判断結果についても変更はない。

第3—3表 安全機能の維持に必要な安全上重要な施設の選定結果

建物・構築物	各建屋に収容する安全上重要な施設の安全機能の維持に必要な建物・構築物						
	非常用所内電源系統		安全圧縮空気系	主排気筒	安全冷却水系		
	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	再処理設備本体			使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	再処理設備本体	第2非常用ディーゼル発電機用
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○				○		○
前処理建屋		○	○	○		○	○
分離建屋		○	○	○		○	○
精製建屋		○	○	○		○	○
ウラン脱硝建屋							○
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋		○	○	○		○	○
ウラン酸化物貯蔵建屋							
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋		○					○
高レベル廃液ガラス固化建屋		○	○	○		○	○
第1ガラス固化体貯蔵建屋							
チヤンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋							
ハル・エンドピース貯蔵建屋							
制御建屋		○					○
分析建屋							
非常用電源建屋		○					○
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設 安全冷却水系冷却塔 A	○				○		
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設 安全冷却水系冷却塔 B	○				○		
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A		○				○	
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B		○				○	
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A		○					○
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 B		○					○
主排気筒				○			

第3－4表 安全上重要な施設に係る建物・構築物

安全上重要な施設		安全上重要な施設の安全機能の維持に必要な建物・構築物
安全圧縮空気系		・前処理建屋（圧縮空気設備） ・再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 ・前処理建屋（地上部安全冷却水系配管等） ・非常用電源建屋（第2非常用ディーゼル発電機） ・第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔
	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系	・使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 ・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（第1非常用ディーゼル発電機）
安全冷却水系	再処理設備本体用 安全冷却水系	・再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 ・前処理建屋（地上部安全冷却水系配管等） ・非常用電源建屋（第2非常用ディーゼル発電機） ・第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔
	第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系	・第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 ・非常用電源建屋（第2非常用ディーゼル発電機）
	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（第1非常用ディーゼル発電機） ・使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔
	再処理設備本体	・非常用電源建屋（第2非常用ディーゼル発電機） ・第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔
主排気筒		・分離建屋，精製建屋，高レベル廃液ガラス固化建屋（地上部ダクト） ・主排気筒
安全保護回路，安全上重要な計測制御系	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋
	再処理設備本体	・制御建屋

第 3 - 5 表 再処理施設の標的面積

建物・構築物※ ⁴	安全機能の維持に必要な建物・構築物※ ⁴	標的面積※ ¹ A (km^2)
使用済燃料受入れ・ 貯蔵建屋 【9400】	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A, B	0.016 A1:0.010 A2:0.006
前処理建屋【6000】 LPG ボンベユニット 【40】 地上部安全冷却水系 配管等※ ² 【770】	分離建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(分離建屋), 精製建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(精製建屋), 高レベル廃液ガラス固化建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(高レベル廃液ガラス固化建屋), 制御建屋, 非常用電源建屋, 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A, B, 第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B, 主排気筒	0.039 A1:0.027 A2:0.012
分離建屋【5700】 地上部ダクト※ ² 【710】	前処理建屋, LPG ボンベユニット(前処理建屋), 地上部安全冷却水系配管等(前処理建屋), 精製建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(精製建屋), 高レベル廃液ガラス固化建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(高レベル廃液ガラス固化建屋), 制御建屋, 非常用電源建屋, 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A, B, 第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B, 主排気筒	0.039 A1:0.027 A2:0.012
精製建屋【6500】 地上部ダクト※ ² 【300】	前処理建屋, 地上部安全冷却水系配管等(前処理建屋), 分離建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(分離建屋), 高レベル廃液ガラス固化建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(高レベル廃液ガラス固化建屋), 制御建屋, 非常用電源建屋, 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A, B, 第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B, 主排気筒	0.039 A1:0.027 A2:0.012
ウラン脱硝建屋 【1500】	制御建屋	0.005 A1:0.005 A2: -
ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋 【4000】	前処理建屋, 地上部安全冷却水系配管等(前処理建屋), 分離建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(分離建屋), 精製建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(精製建屋), 高レベル廃液ガラス固化建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(高レベル廃液ガラス固化建屋), 制御建屋, 非常用電源建屋, 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A, B, 第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B, 主排気筒	0.043 A1:0.031 A2:0.012
ウラン酸化物貯蔵建屋 【2700】	(該当なし)	0.003 A1:0.003 A2: -
ウラン・プルトニウム 混合酸化物貯蔵建屋 【2700】	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋, 非常用電源建屋, 第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B	0.012 A1:0.007 A2:0.005
高レベル廃液ガラス 固化建屋 【5100】 地上部ダクト※ ² 【150】	前処理建屋, LPG ボンベユニット(前処理建屋), 地上部安全冷却水系配管等(前処理建屋), 分離建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(分離建屋), 精製建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(精製建屋), 制御建屋, 非常用電源建屋, 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A, B, 第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B, 主排気筒	0.039 A1:0.027 A2:0.012

(つづき)

建物・構築物※ ⁴	安全機能の維持に必要な建物・構築物※ ⁴	標的面積※ ¹ A (km^2)
第1ガラス固化体貯蔵建屋 【5700】	(該当なし)	0.006 A1: — A2: 0.006
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋【3500】	(該当なし)	0.004 A1: 0.004 A2: —
ハル・エンドピース貯蔵建屋 【2200】	(該当なし)	0.003 A1: 0.003 A2: —
制御建屋【2900】	非常用電源建屋, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B	0.008 A1: 0.003 A2: 0.005
分析建屋【4900】	(該当なし)	0.005 A1: 0.005 A2: —
非常用電源建屋【1200】	第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B	0.005 A1: — A2: 0.005
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水系冷却塔A※ ² 【2200】	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	0.013 A1: 0.010 A2: 0.003
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水系冷却塔B※ ² 【3500】	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	0.014 A1: 0.010 A2: 0.004
再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔A※ ² 【1700】	前処理建屋, 地上部安全冷却水系配管等(前処理建屋), 非常用電源建屋, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B	0.012 A1: 0.006 A2: 0.006
再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔B※ ² 【1700】	非常用電源建屋, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B	0.006 A1: — A2: 0.006
第2非常用ディーゼル発電機用安全冷却水系冷却塔A※ ² 【1500】	非常用電源建屋	0.003 A1: — A2: 0.003
第2非常用ディーゼル発電機用安全冷却水系冷却塔B※ ² 【1500】	非常用電源建屋	0.003 A1: — A2: 0.003
主排気筒※ ^{2,3} 【2200】	分離建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(分離建屋), 精製建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(精製建屋), 高レベル廃液ガラス固化建屋※ ⁵ , 地上部ダクト(高レベル廃液ガラス固化建屋)	0.022 A1: 0.018 A2: 0.004

- ※¹ A1: 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている建物・構築物の面積
A2: 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない建物・構築物の面積
- ※² 竜巻防護対策設備を含む。
- ※³ 主排気筒管理建屋及び地上部ダクトを含む。
- ※⁴ 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない建物・構築物を斜体で示す。
- ※⁵ 地上部ダクトの支持構造物となる建物・構築物
【 】内の値はそれぞれの建物・構築物の面積(m^2)を示す。

3. 2. 5 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置 変更に係る第 9 条（落雷）への適合性について

（１）はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 9 条（落雷）への適合性について以下に示す。

（２）規則への適合性

（２）－１ 設計方針

落雷に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、落雷に対して安全機能を損なわない設計とする。

（２）－２ 防護対象施設

落雷に対する防護対象施設は、落雷による影響と再処理施設の特徴を踏まえ、直撃雷と間接雷に対してそれぞれ選定している。

① 直撃雷に対する防護対象施設

直撃雷に対しては、建築基準法又は消防法の適用を受ける建物、構築物及び安全上重要な施設を防護対象施設としている。

冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、直撃雷に対する防護対象施設として選定する（第 3－6 表参照）。

② 間接雷に対する防護対象施設

間接雷に対しては、建屋間を取り合う計測制御系統施設、電気設備、放射線監視設備及び火災防護設備を防護対象施設とし

ている。冷却塔 A に係る計測制御系統施設は建屋間を取り合うため、間接雷に対する防護対象施設として選定する（第 3 - 7 表参照）。

（ 2 ） - 3 想定する落雷の規模

防護対象施設のうち建屋間を取り合う安全上重要な計測制御系統施設、電気設備及び放射線監視設備の耐雷設計においては、敷地及び敷地周辺で過去に観測された最大のものを参考とし、主排気筒への雷撃電流 2 7 0 k A の落雷を想定することとしている。

冷却塔 A に係る安全上重要な計測制御系統施設等については想定雷撃電流を 2 7 0 k A とし、安全機能を損なわない設計とする。

（ 2 ） - 4 耐雷設計

①直撃雷の防止設計

直撃雷に対する防護対象施設は、「原子力発電所の耐雷指針」（J E A G 4 6 0 8 ），建築基準法及び消防法に基づき，日本産業規格に準拠した避雷設備を設置する設計としている。また，安全上重要な施設を内包する建屋及び安全上重要な構築物は，避雷設備を設ける設計としている。各々の防護対象施設に設置する避雷設備は，構内接地系と接続することにより，接地抵抗の低減及び雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図る設計としている。

冷却塔 A も直撃雷に対する防護対象施設となるため，避雷設備の設置対象とする（第 3 - 8 表参照）。

②間接雷による雷サージ抑制設計

a. 接地設計

各接地系の接続による構内接地系の電位分布の平坦化を図り，接地抵抗値を $3\ \Omega$ 以下と設計としている。

冷却塔 A の接地設計においても接地抵抗値が $3\ \Omega$ 以下となるように設計する。

b. 雷サージの影響阻止設計

防護対象施設のうち安全上重要な施設とアナログ信号を取り合う計測制御系統施設に対しては，雷撃電流 $270\ \text{kA}$ の落雷による構内接地系の電位上昇 $3.0\ \text{kV}$ を踏まえ，安全機能を損なわないよう， $3.0\ \text{kV}$ 以上の雷インパルス絶縁耐力を有する又は絶縁耐力 $5.0\ \text{kV}$ 以上の保安器を設置する設計としている。また，防護対象施設のうち安全上重要な施設とデジタル信号を取り合う計測制御系統施設については，雷撃電流 $270\ \text{kA}$ の落雷による構内接地系の電位上昇 $3.0\ \text{kV}$ を踏まえ，安全機能を損なわないよう，シールドケーブルを使用した上で両端接地とするか又は光伝送ケーブルを用いる設計としている。

防護対象施設の電気設備のうち安全上重要な施設については，雷撃電流 $270\ \text{kA}$ の落雷によって生じる構内接地系の電位上昇に対して安全機能を損なわないよう， $3.0\ \text{kV}$ 以上の雷インパルス絶縁耐力を有する設計としている。

冷却塔 A に接続する電気設備（給電系統）は，安全上重要な施設になるため， $3.0\ \text{kV}$ 以上の雷インパルス絶縁耐力を有する設計とする。

(3) まとめ

上記のとおり，冷却塔 A の設置位置の変更によって，落雷に対する適合の基本方針に変更はなく，冷却塔 A の設計においても，これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい，落雷に対して安全機能を損なわない設計とする。

第 3 - 6 表 直撃雷に対する防護対象施設一覧

建物及び構築物	対象		
	安	建	消
使用済燃料輸送容器管理建屋	—	○	—
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○	○	—
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	—	—	—
前処理建屋	○	○	—
分離建屋	○	○	○
精製建屋	○	○	○
ウラン脱硝建屋	○	○	—
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	○	—	—
ウラン酸化物貯蔵建屋	○	—	—
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	○	—	—
高レベル廃液ガラス固化建屋	○	○	—
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋	○	○	—
低レベル廃液処理建屋	—	○	—
低レベル廃棄物処理建屋	—	○	○
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	○	○	—
ハル・エンドピース貯蔵建屋	○	○	—
第 1 低レベル廃棄物貯蔵建屋	—	—	—
第 2 低レベル廃棄物貯蔵建屋	—	—	—
第 4 低レベル廃棄物貯蔵建屋	—	—	—
分析建屋	○	○	—
制御建屋	○	—	—
非常用電源建屋	○	—	○
主排気筒管理建屋	○	—	—
北換気筒管理建屋	—	—	—
緊急時対策所	—	—	—
第 1 保管庫・貯水所	—	—	—
第 2 保管庫・貯水所	—	—	—
出入管理建屋	—	○	—
主排気筒	○	○	—
北換気筒	—	○	—
低レベル廃棄物処理建屋換気筒	—	○	—
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔	○	—	—
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔	○	—	—
第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔	○	—	—

< 凡 例 >

安 : 安全基準の重要な施設を内包するもの
 建 : 建築基準法の対象となるもの
 消 : 消防防護の対象となるもの
 ○ : 防護の対象となるもの
 — : 防護の対象とならないもの

第 3 - 7 表 間接雷に対する防護対象施設一覧

建物及び構築物	対象	
	建屋間 取合い	安重の有 無
使用済燃料輸送容器管理建屋	○	—
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○	○
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	○	—
前処理建屋	○	○
分離建屋	○	○
精製建屋	○	○
ウラン脱硝建屋	○	○
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	○	○
ウラン酸化物貯蔵建屋	○	—
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	○	○
高レベル廃液ガラス固化建屋	○	○
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋	○	—
低レベル廃液処理建屋	○	—
低レベル廃棄物処理建屋	○	—
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	○	—
ハル・エンドピース貯蔵建屋	○	—
第 1 低レベル廃棄物貯蔵建屋	×	—
第 2 低レベル廃棄物貯蔵建屋	○	—
第 4 低レベル廃棄物貯蔵建屋	×	—
分析建屋	×	—
制御建屋	○	○
非常用電源建屋	○	○
主排気筒管理建屋	○	○
北換気筒管理建屋	○	—
緊急時対策所	×	—
第 1 保管庫・貯水所	×	—
第 2 保管庫・貯水所	×	—
出入管理建屋	×	—
主排気筒	○	—
北換気筒	○	—
低レベル廃棄物処理建屋換気筒	○	—
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔	○	○
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔	○	○
第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔	○	○

< 凡例 >

建屋間取合い

- ：建屋間を取り合う計測制御系統施設，電気設備，放射線監視設備又は火災防護設備があるもの
 ×：建屋間を取り合う計測制御系統施設，電気設備，放射線監視設備又は火災防護設備がないもの

安重の有無

- ：防護対象に安全上重要な計測制御系統施設，電気設備又は放射線監視設備があるもの
 ー：防護対象に安全上重要な計測制御系統施設，電気設備又は放射線監視設備がないもの

第 3－8 表 避雷設備の設置対象一覧

建物及び構築物	避雷設備	接地網
使用済燃料輸送容器管理建屋	○	○
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○	○
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	×	○
前処理建屋	△	○
分離建屋	△	○
精製建屋	○	○
ウラン脱硝建屋	○	○
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	○	○
ウラン酸化物貯蔵建屋	○	○
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	○	○
高レベル廃液ガラス固化建屋	△	○
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋	○	○
低レベル廃液処理建屋	○	○
低レベル廃棄物処理建屋	○	○
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	○	○
ハル・エンドピース貯蔵建屋	○	○
第 1 低レベル廃棄物貯蔵建屋	×	○
第 2 低レベル廃棄物貯蔵建屋	×	○
第 4 低レベル廃棄物貯蔵建屋	×	○
分析建屋	○	○
制御建屋	○	○
非常用電源建屋	○	○
主排気筒管理建屋	△	○
北換気筒管理建屋	×	○
緊急時対策所	×	○
第 1 保管庫・貯水所	×	○
第 2 保管庫・貯水所	×	○
出入管理建屋	○	○
主排気筒	○	○
北換気筒	○	○
低レベル廃棄物処理建屋換気筒	○	○
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A	○※	○
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 B	△	○
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A	○※	○
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B	△※	○

第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A	○※	○
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔B	○※	○

<凡例>

- ：避雷設備（突針，棟上導体）又は接地網を設置
- △：周辺の避雷設備の保護範囲に入るため，一部又は全部が設置対象外
- ×：避雷設備（突針，棟上導体）又は接地網の設置対象外
- ※ 安全冷却水系冷却塔を覆う竜巻防護対策設備（飛来物防護ネット）に避雷設備を設置する。

3. 2. 6 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更に係る第 9 条（竜巻）への適合性について

（１）はじめに

再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 9 条（竜巻）への適合性について以下に示す。

（２）規則への適合性

（２）－１ 設計方針

竜巻に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、竜巻に対して安全機能を損なわない設計とする。

（２）－２ 設計対象施設

安全機能を有する施設のうち、安全上重要な施設を竜巻防護施設とし、竜巻による風圧力、気圧差及び飛来物に対する設計対象施設として選定する。冷却塔 A 及び冷却塔 A に接続する屋外設備は安全上重要な施設とするため、これらを屋外の竜巻防護施設として設計対象施設に選定する。

屋外の竜巻防護施設を以下に示す。

- （a） 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔
- （b） 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔
- （c） 冷却塔 A に接続する屋外設備
- （d） 第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔

- (e) 主排気筒
- (f) ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋塔槽類廃ガス処理設備
- (g) 高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃ガス処理設備
- (h) 前処理建屋換気設備
- (i) 分離建屋換気設備
- (j) 精製建屋換気設備
- (k) ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋換気設備
- (l) 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備

なお，(e)～(k)を合わせて「主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクト」という。

(2)－3 設計竜巻及び設計荷重（竜巻）について

日本で過去に発生した竜巻による最大風速 $V_{B1} = 92 \text{ m/s}$ 及び竜巻検討地域を対象に算定した竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 $V_{B2} = 49 \text{ m/s}$ より，再処理施設における基準竜巻の最大風速 V_B は 92 m/s とする。再処理施設の竜巻に対する設計に当たっては，蓄積されている知見の少なさといった不確定要素を考慮し，設計及び運用に安全余裕を持たせるために，設計竜巻の最大風速を 100 m/s とする。

設計対象施設の設計に用いる設計竜巻荷重は，竜巻ガイドを参考に風圧力による荷重 (W_w)，気圧差による荷重 (W_p) 及び設計飛来物による荷重 (W_M) を組み合わせた複合荷重とし，これに設計対象施設に常時作用する荷重，運転時荷重及び竜巻以外の自然現象による荷重を組み合わせて設計荷重（竜

巻) とする。

冷却塔 A 及び冷却塔 A に接続する屋外設備は、設計荷重（竜巻）を作用させ、許容限界に対して安全余裕を有することを確認する。

（２）－４ 竜巻防護設計（屋外の竜巻防護施設）

屋外の竜巻防護施設は、設計荷重（竜巻）による影響を受ける場合には、竜巻防護対策を実施することにより安全機能を損なわない設計とする。

竜巻防護施設及び防護対策等を第 3－9 表に示す。

① 再処理施設本体用安全冷却水系冷却塔

再処理設備本体用 安全冷却水系は、独立した 2 系列の冷却塔、冷却水循環ポンプ及び配管系により構成する。

再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔は、風圧力による荷重及び冷却塔の自重に対して構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計とする。

その上で、2 系列の冷却塔に対して、飛来物防護ネット及び飛来物防護板を設置し、飛来物の衝突による損傷を防止することによって、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 A においても、風圧力による荷重及び冷却塔の自重に対して構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計するとともに、飛来物防護ネット及び飛来物防護板を設置し、飛来物の衝突による損傷を防止することによって、安全機能を損なわない設計とする。

② 冷却塔 A に接続する屋外設備

冷却塔 A に接続する屋外設備は、設計荷重（竜巻）に対して

構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計とする。また、冷却塔 A に接続する屋外設備は、飛来物の衝突による貫通を防止することができるように、それ自体が十分な厚さを有する配管又は鋼板で構成し、安全機能を損なわない設計とすること、又は設計飛来物の衝突により損傷するおそれがある箇所については、飛来物防護板を設置することによって安全機能を損なわない設計とする。

(2) - 5 竜巻防護対策設備

竜巻防護対策設備は、竜巻が襲来した場合において竜巻防護施設を設計飛来物の衝突から防護するためのものであり、飛来物防護板及び飛来物防護ネットで構成する。

冷却塔 A 及び冷却塔 A に接続する屋外設備についても、設計飛来物の衝突から防護するため、必要な箇所に竜巻防護対策設備を設置する。

竜巻防護対策設備の仕様を第 3 - 1 0 表に、配置図を第 6 図に示す。

(3) まとめ

上記のとおり、冷却塔 A の設置位置の変更によって、竜巻に対する適合の基本方針に変更はなく、冷却塔 A の設計においても、これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい、竜巻に対して安全機能を損なわない設計とする。

第 3 - 9 表 竜巻防護施設及び防護対策等

竜巻防護施設	竜巻の 最大 風速条 件	想定す る 設計飛 来物	飛来物 対策	防護対策
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔	100 m / s	鋼製材 鋼製パ イプ	又両避飛 縛車退の発 固はの等来生	飛来物防護ネット及び飛来物防護板
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔				飛来物防護ネット及び飛来物防護板
冷却塔 A に接続する屋外設備				設計飛来物に対して貫通しない十分な厚さを有する設計 損傷するおそれがある箇所への飛来物防護板設置
第 2 非常用ディーゼル発電機用安全冷却水系冷却塔				飛来物防護ネット及び飛来物防護板
主排気筒				設計飛来物に対して貫通しない十分な厚さを有する設計
主排気筒の排気筒モニタ				排気筒モニタ並びに主排気筒管理 建屋外壁及び屋根への飛来物防護 板設置
非常用所内電源系統 第 2 非常用ディーゼル発電機				非常用電源建屋外壁への飛来物防護 板設置
前処理建屋の安全蒸気系				室の外壁, 屋根及び開口部への飛来物防護板設置

前処理建屋の非常用所内電源系統及び計測制御系統施設 精製建屋の非常用所内電源系統及び計測制御系統施設 高レベル廃液ガラス固化建屋の非常用所内電源系統, 計測制御系統施設及び安全冷却水系 非常用電源建屋の非常用所内電源系統 制御建屋中央制御室換気設備				室の開口部への飛来物防護板設置
第1 ガラス固化体貯蔵建屋床面走行クレーンの遮蔽容器				室の外壁への飛来物防護板設置(第1 ガラス固化体貯蔵建屋床面走行クレーンの遮蔽容器が設置される室のみ)

第3－9表 竜巻防護施設及び防護対策等（つづき）

竜巻防護施設	竜巻の 最大 風速条 件	想定す る 設計飛 来物	飛来物対 策	防護対策
せん断処理・溶解廃ガス処理設備 前処理建屋塔槽類廃ガス処理設備 分離建屋塔槽類廃ガス処理設備 精製建屋塔槽類廃ガス処理設備 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 塔槽類廃ガス処理設備 高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽 類廃ガス処理設備 高レベル廃液ガラス固化廃ガス処 理設備 前処理建屋換気設備の排気系 分離建屋換気設備の排気系 精製建屋換気設備の排気系 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 換気設備の排気系 ウラン・プルトニウム混合酸化物貯 蔵建屋換気設備の貯蔵室からの排 気系 高レベル廃液ガラス固化建屋換気 設備の排気系	100 m / s	鋼製材 鋼製パ イプ	は退飛生 又のの発 縛面等物止 固車避来防	気圧差荷重に対して健全性を維 持できる十分な強度を有する設 計 主排気筒に接続する屋外ダクト への飛来物防護板設置

ガラス固化体貯蔵設備の収納管 制御建屋中央制御室換気設備				
---	--	--	--	--

第 3 - 1 0 表 竜巻防護対策設備の仕様

(1) 飛来物防護板

a . 前処理建屋の安全蒸気系設置室の飛来物防護板

種 類	防護板
基 数	1 式
材 料	鋼材又は鉄筋コンクリート*

b . 前処理建屋の非常用所内電源系統及び計測制御系統施設設置室の飛来物防護板

種 類	防護板
基 数	3 式
材 料	鋼材又は鉄筋コンクリート*

c . 精製建屋の非常用所内電源系統及び計測制御系統施設設置室の飛来物防護板

種 類	防護板
基 数	2 式
材 料	鋼材又は鉄筋コンクリート*

d . 高レベル廃液ガラス固化建屋の非常用所内電源系統，計測制御系統施設及び安全冷却水系設置室の飛来物防護板

種 類	防護板
基 数	3 式
材 料	鋼材又は鉄筋コンクリート*

e . 非常用電源建屋の第 2 非常用ディーゼル発電機及び非常用所内電源系統設置室の飛来物防護板

種 類	防護板
基 数	4 式

材 料 鋼材又は鉄筋コンクリート*

f. 第1ガラス固化体貯蔵建屋床面走行クレーンの遮蔽容器設置
室の飛来物防護板

種 類 防護板

基 数 1 式

材 料 鋼材又は鉄筋コンクリート*

g. 主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクトの飛来物防護板
(主排気筒周り)

種 類 防護板

基 数 1 式

材 料 鋼材

h. 主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクトの飛来物防護板
(分離建屋屋外)

種 類 防護板

基 数 1 式

材 料 鋼材

i. 主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクトの飛来物防護板
(精製建屋屋外)

種 類 防護板

基 数 1 式

材 料 鋼材

j. 主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクトの飛来物防護板
(高レベル廃液ガラス固化建屋屋外)

種 類 防護板

基 数 1 式

材	料	鋼材
---	---	----

k . 制御建屋中央制御室換気設備設置室の飛来物防護板

種	類	防護板
---	---	-----

基	数	1 式
---	---	-----

材	料	鋼材又は鉄筋コンクリート*
---	---	---------------

l . 冷却塔 A に接続する屋外設備の飛来物防護板

種	類	防護板
---	---	-----

基	数	1 式
---	---	-----

材	料	鋼材
---	---	----

注) *印の材料は，開口部周辺の設計条件を考慮して適切なものを選定する。

(2) 飛来物防護ネット

a . 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔の飛来物防護ネット* (一部，飛来物防護板)

種	類	防護ネット
---	---	-------

基	数	2 式
---	---	-----

主要材料	鋼線 (ネット)
	鋼材 (支持架構)

種	類	防護板
---	---	-----

基	数	2 式
---	---	-----

材	料	鋼材
---	---	----

b. 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔の飛来物防護ネット
(一部, 飛来物防護板)

種 類	防護ネット
基 数	2 式
主要材料	鋼線 (ネット)
	鋼材 (支持架構)

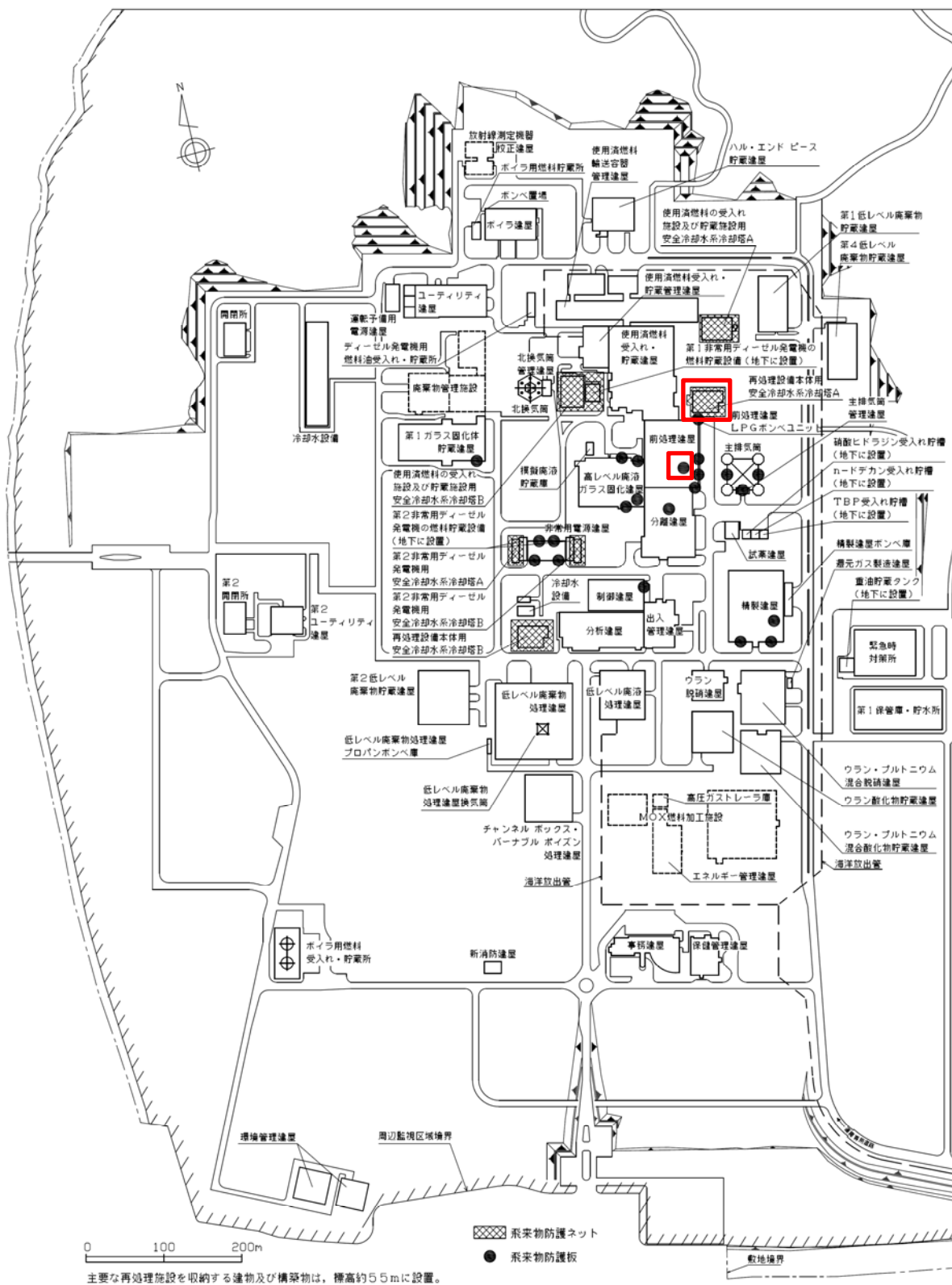
種 類	防護板
基 数	2 式
材 料	鋼材

c. 第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔の飛来物防護ネット (一部, 飛来物防護板)

種 類	防護ネット
基 数	2 式
主要材料	鋼線 (ネット)
	鋼材 (支持架構)

種 類	防護板
基 数	2 式
材 料	鋼材

注) *印の設備は, 使用済燃料の受入れ及び貯蔵に係る設備である。



第 6 図 竜巻防護対策設備配置図

3. 2. 7 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置
変更に係る第 9 条（その他外部衝撃）への適合性につ
いて

（１）はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 9 条（その他外部衝撃）への適合性について以下に示す。

（２）規則への適合性

（２）－１ 設計方針

その他外部衝撃に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、その他外部衝撃に対して安全機能を損なわない設計とする。

（２）－２ 防護対象施設

その他外部衝撃に対する防護対象施設（以下「外部事象防護対象施設」という。）は、安全評価上その機能を期待する構築物、系統及び機器を漏れなく抽出する観点から、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設としている。

冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、外部事象防護施設として選定する。

(2) - 3 再処理施設の設計において考慮する自然現象

再処理施設において設計上の考慮を必要とする事象は、風（台風）、竜巻、凍結、高温、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び塩害といった自然現象とし、敷地及び周辺地域の過去の記録並びに現地調査を参考にし、予想される最も過酷と考えられる条件を適切に考慮することにより、安全機能を損なわない設計としている。

冷却塔 A についても、これらの自然現象に対して安全機能を損なわない設計とする。

(2) - 4 自然現象に対する安全設計

(ア) 風（台風）

敷地付近で観測された日最大瞬間風速は、八戸特別地域気象観測所での観測記録（1951年～2018年3月）で41.7 m/s（2017年9月18日）である。外部事象防護対象施設等の設計に当たっては、この観測値を基準とし、建築基準法に基づき算出する風荷重に対して安全機能を損なわない設計とする。建築基準法に基づき算出する風荷重は、設計竜巻の最大風速（100 m/s）による風荷重を大きく下回るため、風（台風）に対する安全設計は竜巻に対する防護設計に包含される。

冷却塔 A も外部事象防護対象施設とするため、建築基準法に基づき算出する風荷重に対して安全機能を損なわない設計とする。

(イ) 凍 結

敷地付近で観測された日最低気温は、むつ特別地域気象観測所での観測記録(1935年～2018年3月)によれば -22.4°C (1984年2月18日)、八戸特別地域気象観測所での観測記録(1937年～2018年3月)によれば -15.7°C (1953年1月3日)である。

外部事象防護対象施設の設計に当たっては、敷地及び敷地周辺の観測値を適切に考慮するため、観測所気象年報からの六ヶ所地域気象観測所の観測値を参考にし、保温等の凍結防止対策を行うことにより、設計外気温 -15.7°C に対して安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔Aも外部事象防護対象施設とするため、設計外気温 -15.7°C に対して安全機能を損なわない設計とする。

(ウ) 高 温

敷地付近で観測された日最高気温は、むつ特別地域気象観測所での観測記録(1935年～2018年3月)によれば 34.7°C (2012年7月31日)、八戸特別地域気象観測所での観測記録(1937年～2018年3月)によれば 37.0°C (1978年8月3日)である。設計上考慮する外気温度については、これらの観測値並びに敷地及び敷地周辺の観測値を適切に考慮し、外部事象防護対象施設の設計においては、むつ特別地域気象観測所の夏季(6月～9月)の外気温度の観測データから算出する超過確率1%に相当する 29°C を設計外気温とし、崩壊熱除去等の安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 A も外部事象防護対象施設とするため，29℃を設計外気温とし，崩壊熱除去の安全機能を損なわない設計とする。

(エ) 降 水

敷地付近で観測された日最大降水量は，八戸特別地域気象観測所での観測記録（1937年～2018年3月）で160.0mm（1982年5月21日），むつ特別地域気象観測所での観測記録（1937年～2018年3月）で162.5mm（2016年8月17日）である。また，敷地付近で観測された日最大1時間降水量は，八戸特別地域気象観測所での観測記録（1937年～2018年3月）で67.0mm（1969年8月5日），むつ特別地域気象観測所での観測記録（1937年～2018年3月）で51.5mm（1973年9月24日）である。

外部事象防護対象施設の設計に当たっては，八戸特別地域気象観測所で観測された日最大1時間降水量67.0mmを想定して，敷地内の排水設計を行うとともに，「溢水による損傷の防止に関する設計」と同様に，建屋貫通部の止水処理により，雨水が当該建屋に浸入することを防止することで，安全機能を有する施設の安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 A も外部事象防護対象施設とするため，前述のと通りの敷地内の排水設計を行うことで，安全機能を損なわない設計とする。

(オ) 積 雪

建築基準法施行令第86条に基づく六ヶ所村の垂直積雪量は150 c mとなっているが、敷地付近で観測された最深積雪は、むつ特別地域気象観測所での観測記録（1935年～2018年3月）によれば170 c m（1977年2月15日）であり、六ヶ所村統計書における記録（1975年～2002年）による最深積雪量は190 c m（1977年2月）である。したがって、積雪荷重に対しては、六ヶ所村統計書における最深積雪深である

190 c mを考慮し、安全機能を損なわない設計とする。また、換気設備の給気系においては防雪フードを設置し、降雪時に雪を取り込み難い設計とするとともに、給気を加熱することにより、雪の取り込みによる給気系の閉塞を防止し、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔Aも外部事象防護対象施設とするため、190 c mの積雪を考慮し、安全機能を損なわない設計とする。

(カ) 生物学的事象

生物学的事象として考慮する対象生物は、敷地周辺の生物の生息状況の調査に基づいて鳥類、昆虫類、小動物、魚類、底生生物及び藻類を生物学的事象にて考慮する対象生物に選定し、これらの生物が再処理施設へ侵入することを防止又は抑制することにより、安全機能を損なわない設計とする。

換気設備の外気取入口、ガラス固化体貯蔵設備の冷却空気入口シャフト及び冷却空気出口シャフト、屋外に設置する電気設備並びに給水处理設備に受け入れる水の取水口には、対

象生物の侵入を防止又は抑制するための措置を施し、安全機能を損なわない設計とする。

屋外に設置する電気設備は、密封構造、メッシュ構造、シール処理を施す構造又はこれらを組み合わせることにより、鳥類、昆虫類及び小動物の侵入を防止又は抑制する設計とする。

冷却塔 A は屋外に設置されているが、系統内への生物の取り込みが問題になることはないため、これらの生物により安全機能を損なうことはない。

(キ) 塩 害

一般に大気中の塩分量は、平野部で海岸から 200m 付近までは多く、数百 m の付近で激減する傾向がある。再処理施設は海岸から約 5 k m 離れており、塩害の影響は小さいと考えられるが、安全機能を有する施設を設置する建屋の換気設備の給気系には粒子フィルタ等を設置し、屋内の施設への塩害の影響を防止する設計とする。また、直接外気を取り込むガラス固化体貯蔵設備の収納管及び通風管には防食処理（アルミニウム溶射）を施す設計とする。屋外の施設にあっては、塗装すること及び腐食し難い金属を用いることにより腐食を防止するとともに、受電開閉設備については碍子部分の絶縁を保つために洗浄が行える設計とする。以上のことから、塩害により安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 A は屋外の施設であるため、塗装すること及び腐食し難い金属を用いることにより腐食を防止し、安全機能を損

なわない設計とする。

(2) - 5 異種の自然現象の重畳及び自然現象と設計基準事故の組合せ

抽出した安全機能を有する施設の安全機能に影響を及ぼし得る自然現象(11事象)に地震を加えた計12事象について、組合せを網羅的に検討する。この組合せが再処理施設に与える影響について、①重畳が考えられない組合せ、②いずれの事象も発生頻度が低く重畳を考慮する必要のない組合せ、③いずれかの事象に代表される組合せ、④再処理施設に及ぼす影響が異なる組合せ、⑤それぞれの荷重が相殺する組合せ及び⑥一方の事象の条件として考慮されている組合せを除外し、いずれにも該当しないものを再処理施設の設計において想定する組合せとする。その結果、設計上考慮すべき自然現象の組合せとして、積雪と風(台風)、積雪と竜巻、積雪と火山の影響(降灰)、積雪と地震、風(台風)と火山の影響(降灰)及び風(台風)と地震の組合せが抽出され、それらの組合せに対して安全機能を有する施設の安全機能が損なわれない設計とする。

また、外部事象防護対象施設に作用させる荷重には、設計基準事故時に生ずる応力の組み合わせを適切に考慮する。設計基準事故は、設備や系統における内部事象を起因とするものであり、かつ外部からの衝撃である自然現象又は自然現象の組合せにより外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とするため、自然現象と設計基準事故の因果関係は

認められず，自然現象又は自然現象の組み合わせによる影響及び時間的变化による設計基準事故への進展も考えられない。したがって，自然現象と設計基準事故の組合せは考慮しない。

冷却塔 A も外部事象防護対象施設となるため，上記 6 通りの自然現象の組み合わせに対して安全機能を損なわない設計とする。

(2) - 6 再処理施設の設計において考慮する人為事象

再処理施設において設計上の考慮を必要とする人為事象は，航空機落下，爆発，近隣工場等の火災，有毒ガス及び電磁的障害といった事象とし，敷地及び周辺地域の過去の記録並びに現地調査を参考にして，予想される最も過酷と考えられる条件を適切に考慮する。

冷却塔 A についても，これらの人為事象に対して安全機能を損なわない設計とする。

(2) - 7 人為事象に対する安全設計

(ア) 有毒ガス

有毒ガスについては，再処理施設周辺の可動施設から発生する有毒ガスを想定し，制御建屋 中央制御室換気設備の外気との連絡口を遮断することにより，中央制御室の居住性を損なわない設計とする。

冷却塔 A は，安全機能維持の観点から運転員の居住性を考慮する必要はない。

(イ) 電磁的障害

計測制御設備のうち安全上重要な施設の安全機能を維持するために必要な計測制御設備及び安全保護回路は、日本産業規格に基づいたノイズ対策を行うとともに、電氣的及び物理的な独立性を持たせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 A には、安全上重要な施設の安全機能を維持するために必要な計測制御設備及び安全保護回路はない。

(3) まとめ

上記のとおり、冷却塔 A の設置位置の変更によって、その他外部衝撃に対する適合の基本方針に変更はなく、冷却塔 A の設計においても、これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい、その他外部衝撃に対して安全機能を損なわない設計とする。

3. 2. 8 再処理設備本体用安全冷却水 A 冷却塔の設置位置変更に係る第 11 条（溢水による損傷の防止）への適合性について

（１）はじめに

再処理設備本体用安全冷却水 A 冷却塔（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 11 条（溢水による損傷の防止）への適合性について以下に示す。

（２）規則への適合性

（２）－１ 設計方針

溢水に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、溢水に対して安全機能を損なわない設計とする。

（２）－２ 溢水防護対象設備

溢水に対する防護対象施設は、溢水による影響と再処理施設の特徴を踏まえ選定している。

冷却塔 A に関係する安全上重要な施設は、屋外と屋内に設置する以下のものである。

これらを溢水防護対象設備とする。

- ・屋外に設置する安全上重要な施設

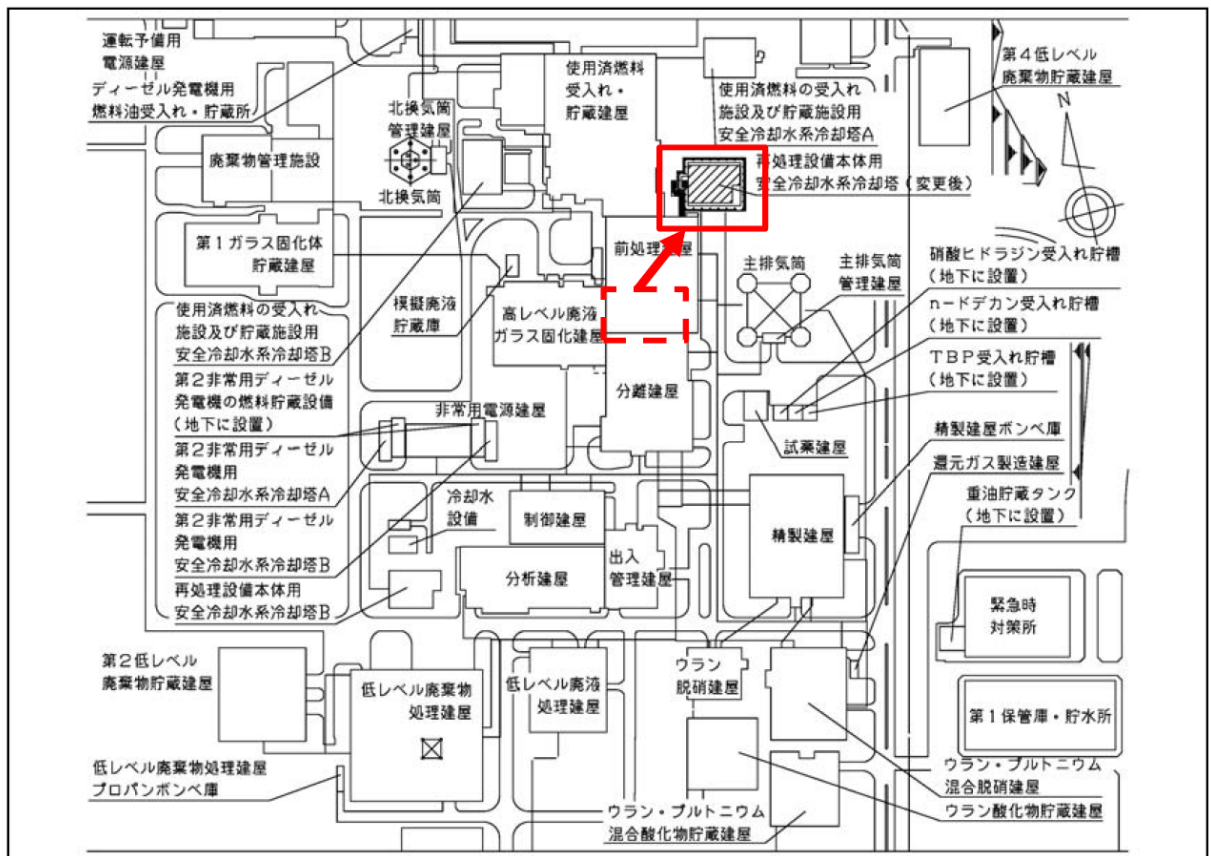
（冷却塔 A）

- ・屋内に設置する安全上重要な施設

（ポンプ，メタクラ，非常用コントロールセンタ，
非常用パワーセンタ）

屋外に設置する溢水防護対象設備を第 3 - 9 表に、配置図を第 7 図に示す。

系統名	溢水防護対象設備	建屋名
安全冷却水系	冷却塔 A	屋外

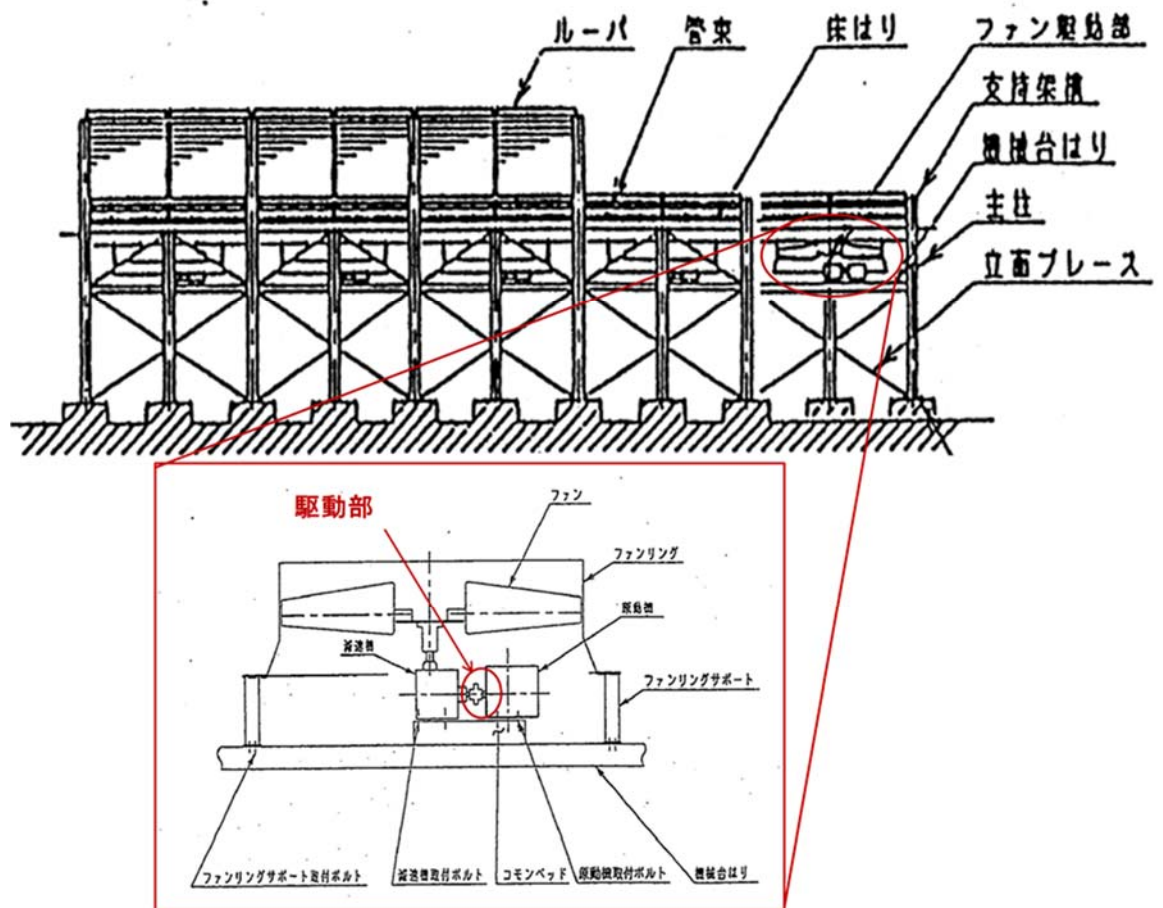


115

屋外に設置する溢水防護対象設備に関して溢水の影響の評価を以下に示す。

冷却塔 A は屋外に設置されている設備であり，降水等の溢水を考慮した設計がなされており，安全機能を損なうおそれはないことから，影響評価対象とする溢水防護対象設備の対象外としている。

第 8 図に冷却塔 A の主要な駆動部の防滴構造の概要図を示す。



第 6 回設工認申請資料より引用

第 8 図 冷却塔 A の主要な駆動部の防滴構造の概要図

※：電動機の駆動部については，旧 JIS 規格の「JIS C 4004 回転電気機械通則」で定められた保護等級（JPW44）

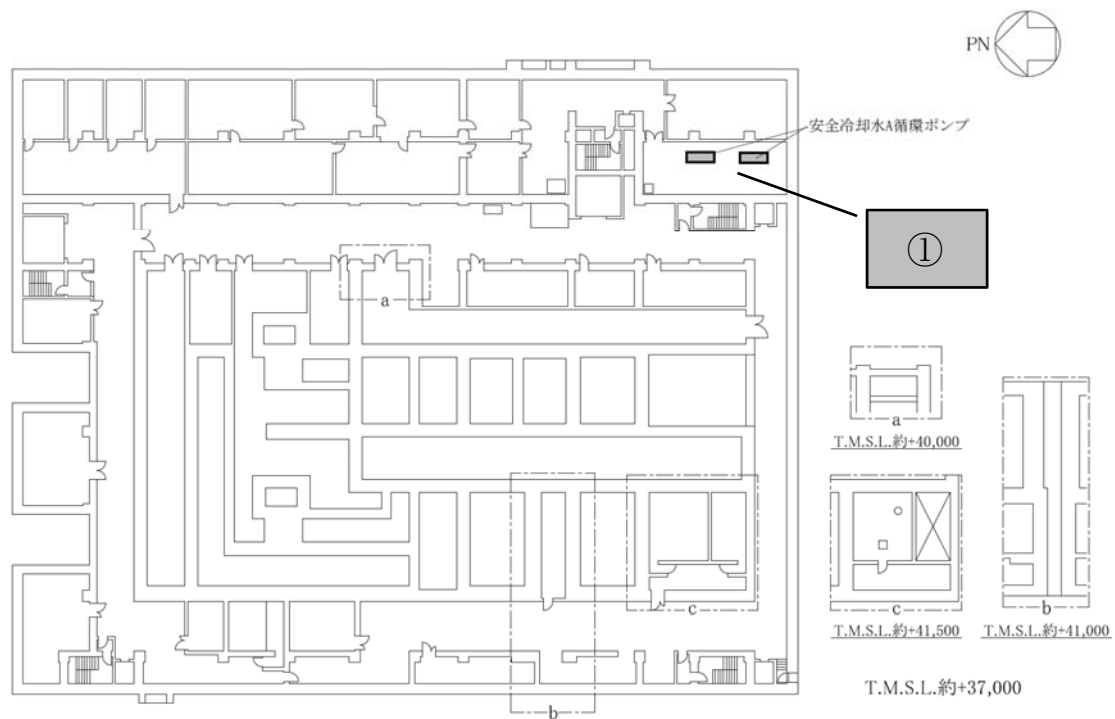
を有しており，いかなる方向からの水滴によっても有害な影響を受けない構造となっている。なお，JPW44 は，JIS 規格の「JIS C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級（IPx4）」相当の防滴性能を有している。

② 屋内に設置する溢水防護対象設備に対する防護設計

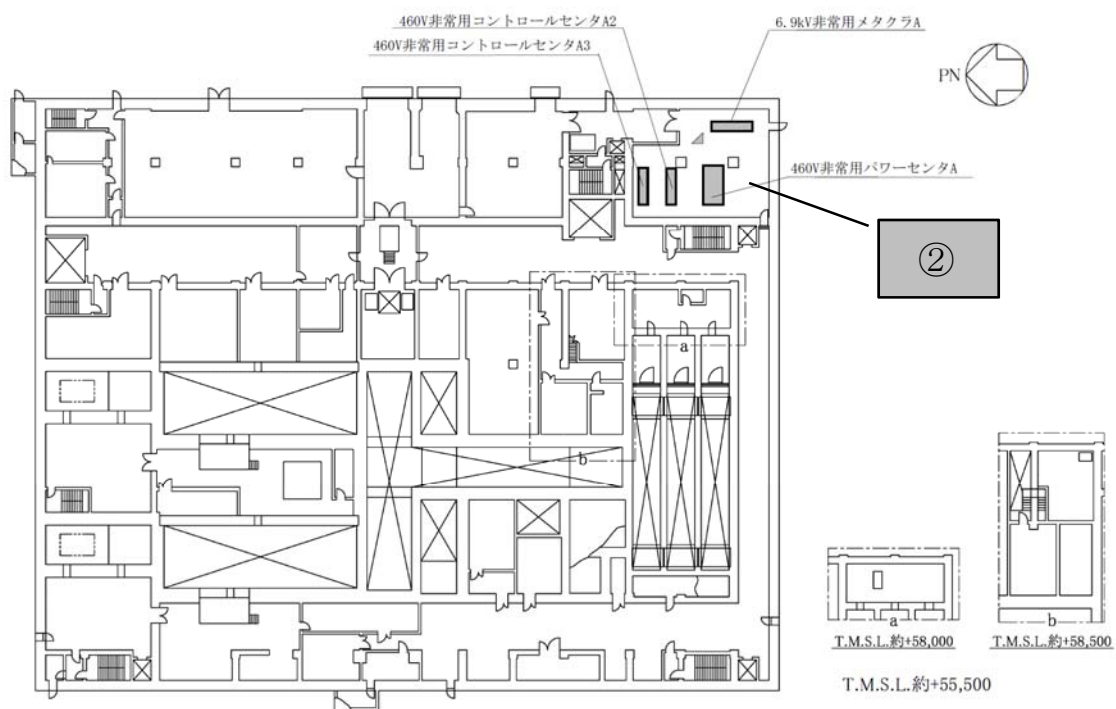
冷却塔 A に関係する溢水防護建屋内にある溢水防護対象設備を第 3－10 表に，配置図を第 9 図に示す。

第 3－10 表 屋内に設置する溢水防護対象設備

系統名	溢水防護対象設備	建屋名	機能喪失高さ (m)	設置区画
安全冷却水系	安全冷却水 A 循環ポンプ A	前処理建屋	0.76	①
	安全冷却水 A 循環ポンプ B		0.76	
前処理建屋の電気設備	6.9kV 非常用メタクラ A	前処理建屋	0.02	②
	460V 非常用コントロールセンタ A 2		0.09	
	460V 非常用コントロールセンタ A 3		0.09	
	460V 非常用パワーセンタ A		0.09	



第 9 図 屋内の溢水防護対象設備の配置図 (1 / 2)



第 9 図 屋内の溢水防護対象設備の配置図 (2 / 2)

第 3 - 1 0 表に示す溢水防護対象設備について，溢水の影響を評価する。

想定破損による溢水の影響評価方針としては，あらゆる箇所での溢水の発生を想定した上で，想定破損の溢水による溢水防護対象設備への溢水の影響の確認及び機能喪失の判定を実施する。多重性又は多様性を有する溢水防護対象設備の安全機能が同時に損なわれるおそれがある場合は，溢水経路に対する拡大防止対策，溢水防護対象設備に対する損傷防止対策又は溢水源に対する発生防止・影響緩和対策を組合せることで安全機能を損なわない設計とする。

地震による溢水の影響評価，消火水の放水による溢水の影響評価に関しても同様に行い，多重性又は多様性を有する溢水防護対象設備の安全機能が同時に損なわれるおそれがある場合は，溢水経路に対する拡大防止対策，溢水防護対象設備に対する損傷防止対策又は溢水源に対する発生防止・影響緩和対策を組合せることで安全機能を損なわない設計とする。

なお，1 1 条の補足説明資料で，分離建屋を代表とした没水，被水及び蒸気影響評価の例を示しているが，冷却塔 A に関する前処理建屋内の溢水防護対象設備はポンプ，メタクラ及び非常用コントロールセンタについても，分離建屋の溢水防護対象設備と同様の影響評価が可能で，安全機能を損なうおそれのある場合の防護対策の選定が可能と考える。

(3) まとめ

2 項に示すとおり，冷却塔 A の設置位置の変更によって，溢水に対する適合の基本方針に変更はなく，冷却塔 A の設計においても，これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい，溢水に対して安全機能を損なわない設計とする。

3. 2. 9 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置
変更に係る第 12 条（化学薬品の漏えいによる損傷の
防止）への適合性について

（１）はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 12 条（化学薬品の漏えいによる損傷の防止）への適合性について以下に示す。

（２）規則への適合性

（２）－１ 設計方針

化学薬品の漏えいに対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、化学薬品の漏えいに対して安全機能を損なわない設計とする。

（２）－２ 化学薬品防護対象設備

化学薬品の漏えいに対する防護対象施設は、化学薬品の漏えいによる影響と再処理施設の特徴を踏まえ選定している。

今回の冷却塔 A の設置位置の変更に係る安全上重要な施設は、屋外と屋内に設置する以下のものである。

これらを化学薬品防護対象設備とする。

・屋外に設置する安全上重要な施設

（冷却塔 A，配管）

・屋内に設置する安全上重要な施設

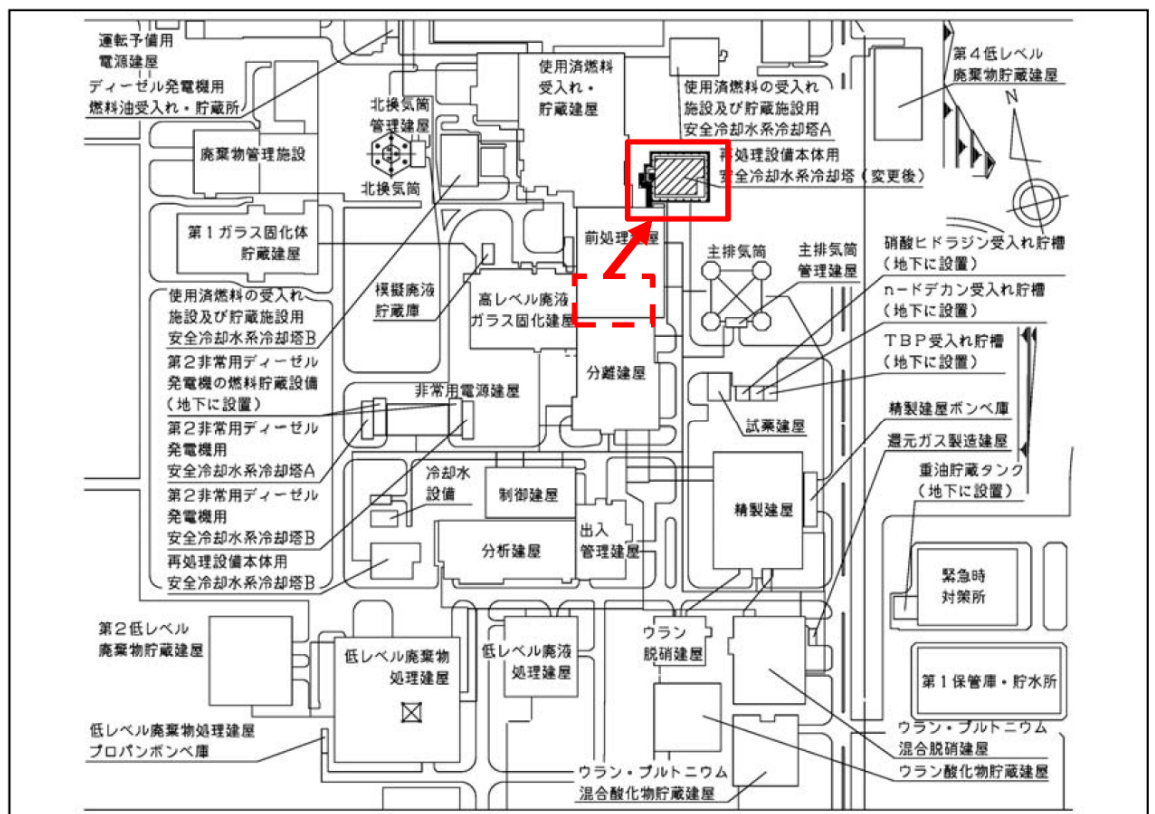
（ポンプ，メタクラ，非常用コントロールセンタ，
非常用パワーセンタ）

① 屋外に設置する化学薬品防護対象設備に対する防護設計

屋外に設置する化学薬品防護対象設備を第3-11表に、配置図を第9図に示す。

第3-11表 屋外に設置する化学薬品防護対象設備

系統名	化学薬品 防護対象設備	建屋名	構成部材
安全冷却水 系	冷却塔 A	屋外	炭素鋼（フレーム） FRP（ブレード） 鉄筋コンクリート基礎
	配管		炭素鋼



第9図 冷却塔 A の配置図

屋外に設置する化学薬品防護対象設備に関して化学薬品の漏えいの影響を評価するにあたり，再処理事業所内にある屋外タンク等を網羅的に抽出したが，検討対象となる化学薬品を保有するタンクは無く，屋外においては化学薬品の漏えいは発生しないことを確認した。このため，屋外に設置する化学薬品防護対象設備は化学薬品の漏えいによる影響を受けることはない。

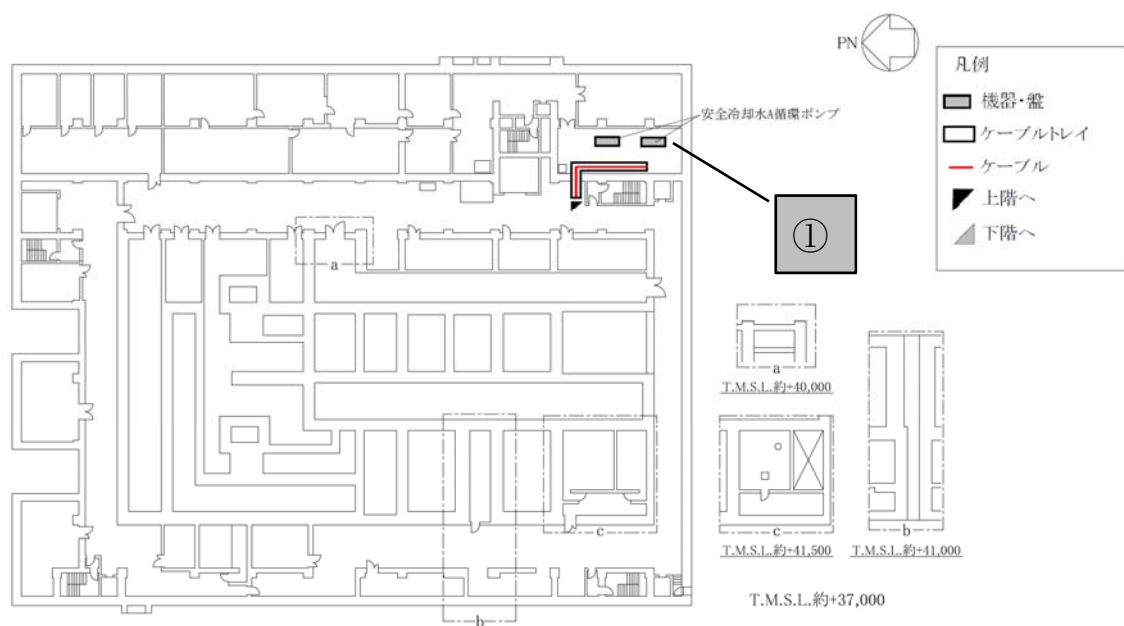
② 屋内に設置する化学薬品防護対象設備に対する防護設計

冷却塔 A に関係する化学薬品防護建屋内にある化学薬品防護対象設備を第 3－12 表に，配置図を第 10 図に示す。

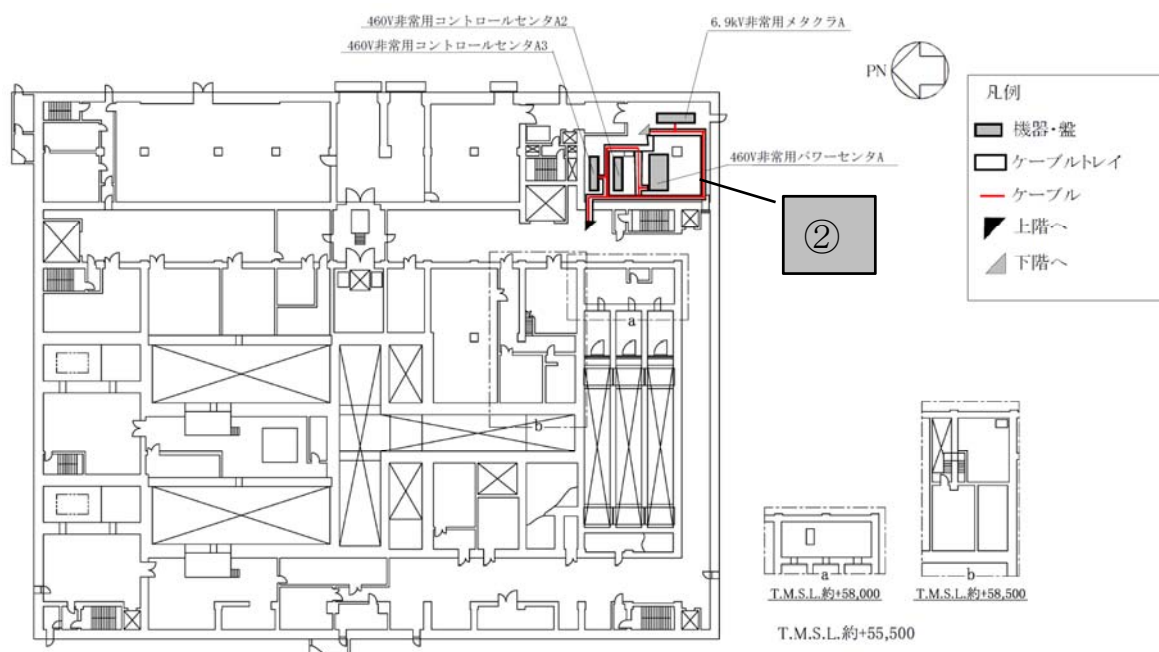
第 3－12 表 屋内に設置する化学薬品防護対象設備

系 統 名	化学薬品 防護対象設備	建 屋 名	構 成 部 材	設 置 区 画	区 画 内 の 化 学 薬 品
安 全 冷 却 水 系	安 全 冷 却 水 A 循 環 ポ ンプ A	前 処 理 建 屋	炭 素 鋼 電 子 部 品 プ ラ ス チ ッ ク *	①	な し
	安 全 冷 却 水 A 循 環 ポ ンプ B				
前 処 理 建 屋 の 電 気 設 備	6.9kV 非 常 用 メ タ ク ラ A	前 処 理 建 屋	炭 素 鋼 電 子 部 品 プ ラ ス チ ッ ク *	②	な し
	460V 非 常 用 コ ン ト ロ ール セ ン タ A 2		炭 素 鋼 電 子 部 品 プ ラ ス チ ッ ク *		
	460V 非 常 用 コ ン ト ロ ール セ ン タ A 3		炭 素 鋼 電 子 部 品 プ ラ ス チ ッ ク *		
	460V 非 常 用 パ ワ ー セ ン タ A		炭 素 鋼 電 子 部 品 プ ラ ス チ ッ ク *		

*プラスチック：設備に付属するケーブル



第 1 0 図 屋内の化学薬品防護対象設備の配置図 (1 / 2)



第 1 0 図 屋内の化学薬品防護対象設備の配置図 (2 / 2)

第 3－12 表に示す化学薬品防護対象設備について、化学薬品の漏えいの影響を評価する。

想定破損による評価方針としては、あらゆる箇所での化学薬品の漏えいの発生を想定した上で、想定破損の化学薬品の漏えいによる化学薬品防護対象設備への化学薬品の漏えいの影響の確認及び機能喪失の判定を実施する。多重性又は多様性を有する化学薬品防護対象設備の安全機能が同時に損なわれるおそれがある場合は、化学薬品の漏えい経路に対する拡大防止対策、化学薬品防護対象設備に対する損傷防止対策又は化学薬品の漏えい源に対する発生防止・影響緩和対策を組合せることで安全機能を損なわない設計とする。

地震による化学薬品の漏えいの評価に関しては、化学薬品の漏えいにおいては漏えい後に発生する影響を少なくする観点から、化学薬品防護建屋内における地震による化学薬品の漏えいに関しては、化学薬品の漏えい源の除外により化学薬品の漏えいの影響が発生しない設計とする。

(3) まとめ

2 項に示すとおり、冷却塔 A の設置位置の変更によって、化学薬品の漏えいに対する適合の基本方針に変更はなく、冷却塔 A の設計においても、これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい、化学薬品の漏えいに対して安全機能を損なわない設計とする。

3. 2. 10 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更に係る第 15 条（内部発生飛散物）への適合性について

（1）はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 15 条（内部発生飛散物）への適合性について以下に示す。

（2）適合性の変更点

（2）－1 設計方針

内部発生飛散物に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A とそこへ設置する配管，安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水 A 循環ポンプは安全上重要な施設とするため，内部発生飛散物に対して安全機能を損なわない設計とする。

（2）－2 内部発生飛散物防護設備の選定

安全機能を有する施設のうち，内部発生飛散物によってその安全機能が損なわれないことを確認する施設を，全ての安全機能を有する構築物，系統及び機器とする。内部発生飛散物防護対象設備としては，安全評価上その機能を期待する構築物，系統及び機器を漏れなく抽出する観点から，安全上重要な構築物，系統及び機器を選定する。ただし，安全上重要

な構築物，系統及び機器のうち，通常運転時に内部発生飛散物の発生要因となる機器又は配管と同室に設置せず内部飛散物の発生によって安全機能を損なうおそれのないものは内部発生飛散物防護対象設備として選定しない。

安全冷却水 A 循環ポンプは，同室に 2 基設置されており，回転機器の損壊に起因して生じる飛散物（以下「回転機器の損壊による飛散物」という。）を発生要因として考慮することから，内部発生飛散物防護対象設備として選定する。

設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管は，屋外に設置され，周囲に内部発生飛散物の発生要因となる機器がなく，内部飛散物の発生によって安全機能を損なうおそれがないことから，内部発生飛散物防護対象設備として選定しない。

（２）－３ 内部発生飛散物に係る設計

安全冷却水 A 循環ポンプに対して内部発生飛散物の発生防止設計を行う。

①回転機器の損壊による飛散物の発生防止設計

内部発生飛散物防護対象設備と同室に設置する回転機器の損壊により内部発生飛散物防護対象設備の安全機能を損なうおそれがないよう，以下による飛散物の発生を防止し，安全機能を損なわない設計とする。

- a．電力を駆動源とする回転機器は，誘導電動機による回転数を制御する機構を有することで，回転機器の過回転による回転羽根の損壊に伴う飛散物の発生を防止でき

る設計とする。

(3) まとめ

上記のとおり，冷却塔 A の設置位置の変更によって，内部発生飛散物に対する適合の基本方針に変更はなく，内部発生飛散物の発生防止設計においても，これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい，内部発生飛散物に対して安全機能を損なわない設計とする。

3. 2. 1. 1 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置
変更に係る第 15 条（単一故障）への適合性
について

（1）はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 15 条（単一故障）への適合性について以下に示す。

（2）適合性の変更点

（2）－ 1 設計方針

単一故障に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A 及び安全冷却水 A 循環ポンプは安全上重要な施設とするため、機械又は器具の単一故障が発生した場合においてもその機能が損なわれることのない設計とする。

（2）－ 2 単一故障に係る設計

冷却塔 A 及び安全冷却水 A 循環ポンプは、機器又は器具の単一故障が発生した場合においてもその機能が損なわれることのないように再処理設備本体用安全冷却水系を多重化する設計を行う。

再処理設備本体用安全冷却水系は、冷却塔の単一故障に対し、異なる場所に冷却塔を 2 基配置し、安全冷却水循環ポン

プの単一故障に対し，系統毎にポンプ 2 台設置する設計とすることから，機器又は器具の単一故障によるその機能が損なわれることはない。

(3) まとめ

上記のとおり，冷却塔 A の設置位置の変更によって，単一故障に対する適合の基本方針に変更はなく，再処理設備本体用安全冷却水系を多重化する設計とすることから，これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい，単一故障が発生した場合においてもその機能を損なわない設計とする。

3. 2. 10 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更に係る第 15 条（内部発生飛散物）への適合性について

（1）はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 15 条（内部発生飛散物）への適合性について以下に示す。

（2）適合性の変更点

（2）－ 1 設計方針

内部発生飛散物に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A とそこへ設置する配管，安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水 A 循環ポンプは安全上重要な施設とするため，内部発生飛散物に対して安全機能を損なわない設計とする。

（2）－ 2 内部発生飛散物防護設備の選定

安全機能を有する施設のうち，内部発生飛散物によってその安全機能が損なわれないことを確認する施設を，全ての安全機能を有する構築物，系統及び機器とする。内部発生飛散物防護対象設備としては，安全評価上その機能を期待する構築物，系統及び機器を漏れなく抽出する観点から，安全上重要な構築物，系統及び機器を選定する。ただし，安全上重要

な構築物，系統及び機器のうち，通常運転時に内部発生飛散物の発生要因となる機器又は配管と同室に設置せず内部飛散物の発生によって安全機能を損なうおそれのないものは内部発生飛散物防護対象設備として選定しない。

安全冷却水 A 循環ポンプは，同室に 2 基設置されており，回転機器の損壊に起因して生じる飛散物（以下「回転機器の損壊による飛散物」という。）を発生要因として考慮することから，内部発生飛散物防護対象設備として選定する。

設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管は，屋外に設置され，周囲に内部発生飛散物の発生要因となる機器がなく，内部飛散物の発生によって安全機能を損なうおそれがないことから，内部発生飛散物防護対象設備として選定しない。

（２）－３ 内部発生飛散物に係る設計

安全冷却水 A 循環ポンプに対して内部発生飛散物の発生防止設計を行う。

①回転機器の損壊による飛散物の発生防止設計

内部発生飛散物防護対象設備と同室に設置する回転機器の損壊により内部発生飛散物防護対象設備の安全機能を損なうおそれがないよう，以下による飛散物の発生を防止し，安全機能を損なわない設計とする。

- a．電力を駆動源とする回転機器は，誘導電動機による回転数を制御する機構を有することで，回転機器の過回転による回転羽根の損壊に伴う飛散物の発生を防止でき

る設計とする。

(3) まとめ

上記のとおり，冷却塔 A の設置位置の変更によって，内部発生飛散物に対する適合の基本方針に変更はなく，内部発生飛散物の発生防止設計においても，これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい，内部発生飛散物に対して安全機能を損なわない設計とする。

耐震クラス	クラス別施設	主要設備等		補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物 (注4) (注10)	波及的影響を考慮すべき設備 (注5)
		施設名	適用範囲	(注1) 耐震 クラス	適用範囲	(注2) 耐震 クラス	適用範囲	(注3) 耐震 クラス	
S	7) 上記1)～6)の施設の機能を確保するための設備 (非常用所内電源系統、安全圧縮空気系、安全蒸気系及び安全冷却水系)	その他再処理設備の附属施設	非常用所内電源系統 第1非常用ディーゼル発電機 第1非常用蓄電池 重油タンク 第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池 燃料油貯蔵タンク 安全圧縮空気系 空気圧縮機 空気貯槽 安全蒸気系 ボイラ 安全冷却水系 冷却塔 冷却水循環ポンプ	S S S S S S S S S S S			機器等の支持構造物	S 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 前処理建屋 分離建屋 精製建屋 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 高レベル廃液ガラス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋 洞道	北換気筒(注13)

資料No.	再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料		提出日	Rev	備考(8月提出済みの資料については、資料番号を記載)
	名称				
補足説明資料1	安全冷却水系冷却塔Aの変更前後の配置について		12/19	3	
補足説明資料2	安全冷却水系冷却塔Aの設置位置変更により追加となる配管の圧力損失について		4/13	2	
補足説明資料3	新たに設置する安全冷却水系冷却塔Aの耐震評価について		12/13	1	
補足説明資料4	冷却塔の伝熱計算について		4/13	2	
補足説明資料5	安全冷却水系(A系)の熱負荷と冷却水流量について		12/13	0	新規作成
補足説明資料6	冷却水循環ポンプの揚程について		12/13	0	新規作成
補足説明資料7	安全冷却水系の系統構成について		12/13	0	新規作成
補足説明資料8	鋼板に対する最小必要厚の算出方法について		12/13	0	新規作成
補足説明資料9	安全冷却水系冷却塔の竜巻防護対策設備の構造について		12/19	2	
補足説明資料10	安全冷却水系冷却塔Aの構造について		12/6	0	新規作成
補足説明資料11	安全冷却水系冷却塔Aの設置位置変更による必要となる膨張槽の容量について		4/13	2	
補足説明資料12	安全冷却水系冷却塔Aの設置位置変更による電気計装設備の構成変更について		12/6	0	新規作成
補足説明資料13	相対変位に対する考慮について		12/18	0	新規作成
参考資料1	再処理施設の地盤モデルについて		12/4	0	新規作成

補足説明資料 1

安全冷却水系冷却塔 A の変更前後の配置について

目次

1. 概要
2. 安全冷却水系冷却塔 A の変更前後の配置について

1. 概要

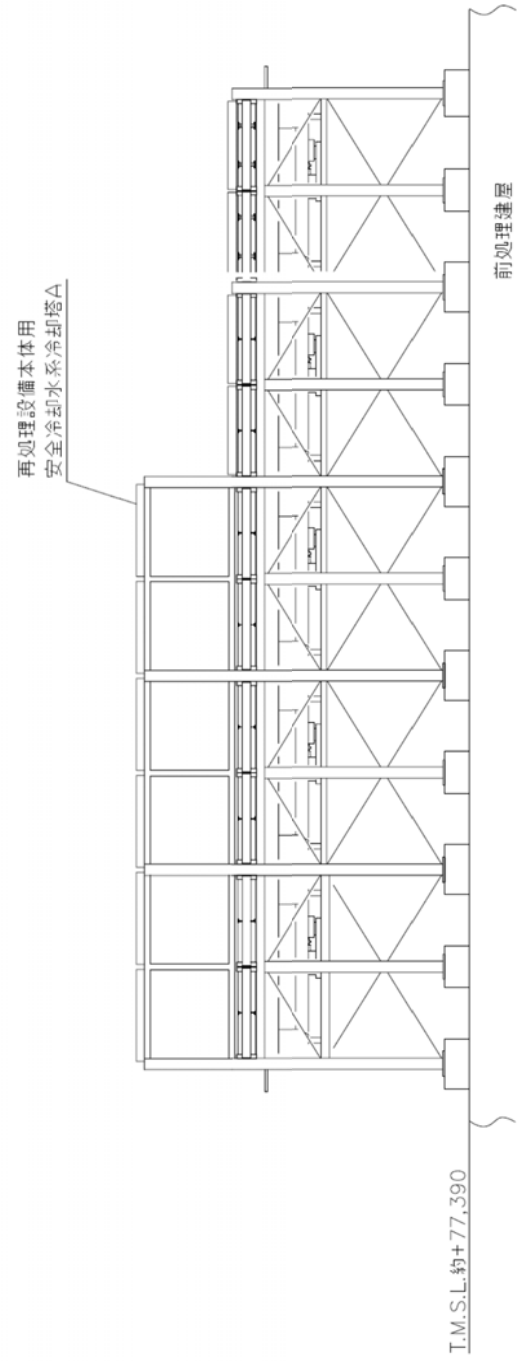
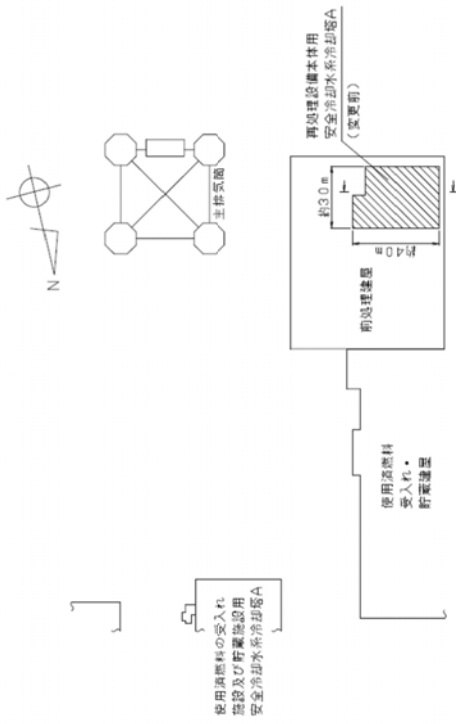
再処理施設用の安全冷却水系冷却塔 A の変更前後の配置図を示す。

2. 安全冷却水系冷却塔 A の変更前後の配置について

再処理施設用の安全冷却水系冷却塔 A の変更前の配置図を第 1 図，変更後の配置図を第 2 図に示す。

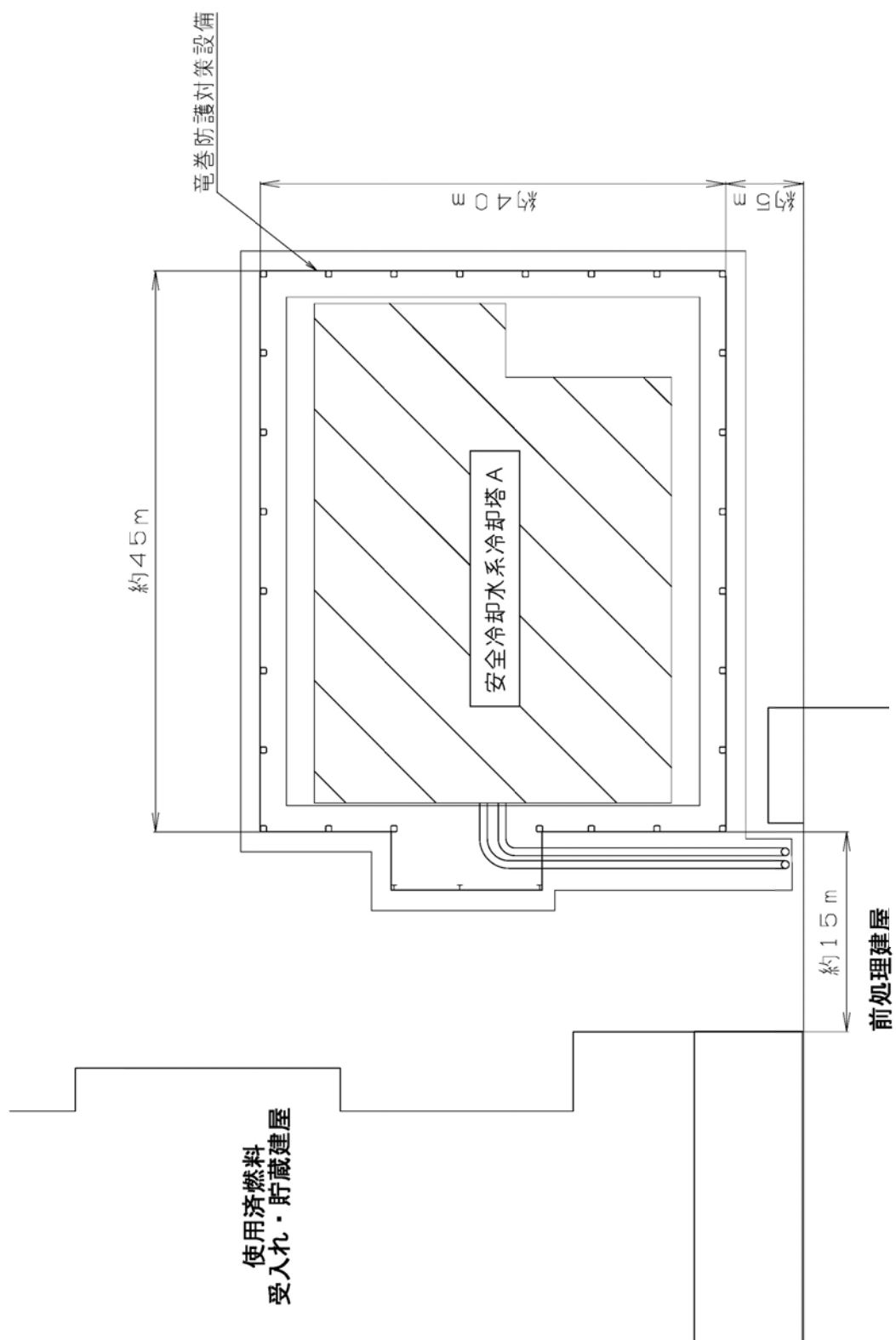
変更後の配置図を拡大したものを第 3 図に示す。

以 上



第1図 安全冷却水系冷却塔A 配置図 (変更前)

補 1-2



第3図 安全冷却水系冷却塔 A 配置図 (変更後) (拡大)

補 1-4

補足説明資料 2

安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更により
追加となる配管の圧力損失について

目次

1. 概要
2. 安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更により追加となる配管の圧力損失について
3. 冷却水循環ポンプ A, B の流量と揚程の関係について

1. 概要

再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔 A の設置位置を前処理建屋屋上から前処理建屋北側地上へ変更した場合に追加となる配管の圧力損失を示す。

2. 安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更により追加となる配管の圧力損失について

(1) 追加となる配管

前処理建屋屋上から前処理建屋北側地上に設置位置を変更した場合に追加となる配管は以下のとおりである。

- ・配管口径：600 A，Sch 30（外径：609.6 mm，厚さ：14.3 mm）
- ・配管長：約 360 m
- ・配管の曲がり：約 32 か所

(2) 圧力損失の評価式

配管の圧力損失は円管内の流動による圧力損失の評価式である Fanning の式⁽¹⁾で算出する。

$$\Delta P = 4f \left(\rho v^2 / 2 \right) (L/d)$$

- ・ ΔP ：圧力損失 [Pa]
- ・ f ：管摩擦係数 [—]
- ・ ρ ：流体密度 [kg/m³]
- ・ v ：流速 [m/s]
- ・ L ：配管長 [m]
- ・ d ：管内径 [m]

また、配管の曲がりについては、配管長に管相当長さ L_0 を適用して同様の式で算出する。

$$\Delta P = 4f \left(\rho v^2 / 2 \right) (L_0/d)$$

- ・ L_0 ：管相当長さ [m]

摩擦係数については、Moody 線図より設定する。Moody 線図は管表面の粗さ、流体のレイノルズ数と摩擦係数の関係を表した図であり、管表面の粗さ、レイノルズ数は以下で求める。

- ・ ε ：管表面粗さ [mm]

- Re : レイノルズ数 ($= \rho v d / \mu$) [—]
- μ : 粘度 [Pa・s]

(3) 評価パラメータ

(2) に示す圧力損失 ΔP 算出のための各パラメータは第1表のとおりとする。

第1表 パラメータ設定

パラメータ	単位	設定値	備考
f : 管摩擦係数	—	0.004	Moody 線図 ⁽¹⁾ から設定
ρ : 流体密度	kg/m ³	1054.5	運転最低温度 5℃における比重から設定
v : 流速	m/s	1.71	流量 : 1630m ³ /h と管内径より設定
L : 配管長	m	360	(1) から設定
d : 管内径	m	0.581	(1) から設定
L ₀ : 管相当長さ	m	18.592	標準曲率の 90° エルボ (L ₀ /d=32) ⁽¹⁾ 1 個あたりの相当長さ (90° エルボ数 : 32)
ε : 管表面粗さ	mm	0.05	市販鋼管の表面粗さ ⁽²⁾
μ : 粘度	Pa・s	0.005	ナイブライン (50wt%) の物性値 ⁽³⁾ より運転最低温度 5℃の値を設定
Re : レイノルズ数	—	2.1×10^5	上記パラメータから算出

(4) 圧力損失の評価結果

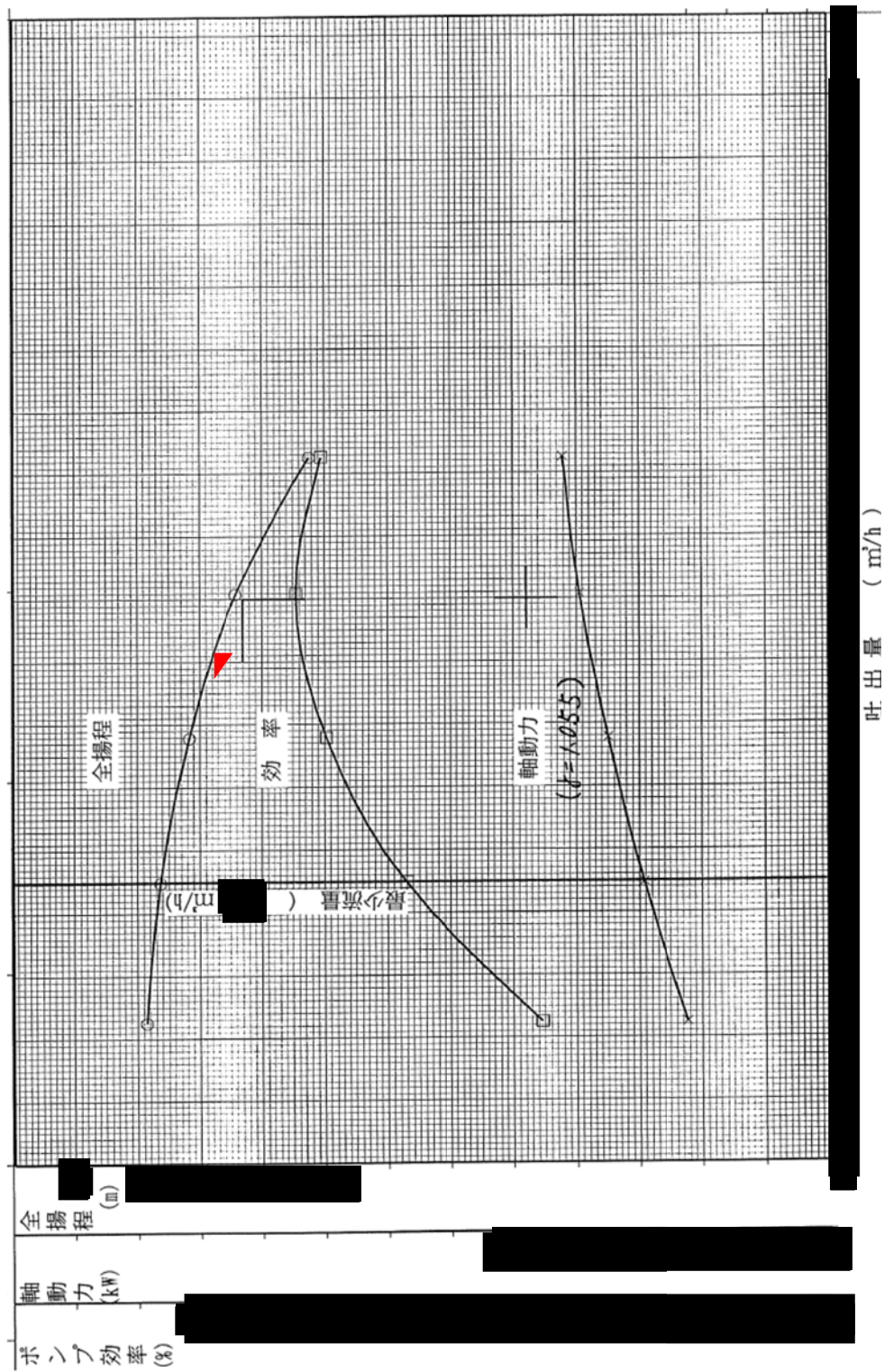
(2) 及び (3) より圧力損失は約 4 0 5 4 4 Pa (約 3.9m) である。

$$\begin{aligned}
 \Delta P &\doteq 4 \times 0.004 \times (1054.5 \times 1.71^2 / 2) \times (360 / 0.581 + 32 \times 18.592 / 0.581) \\
 &\doteq 40544.4 \text{ Pa} \\
 &\doteq 3.92\text{m} (= 40544.4 / 9.80665 / 1054.5)
 \end{aligned}$$

3. 冷却水循環ポンプ A, B の流量と揚程の関係について
冷却水循環ポンプ A, B の性能（流量と揚程）を第 1 図に示す。

<参考文献>

- (1) 化学工学便覧 第 6 版
- (2) 機械工学便覧 改訂第 6 版
- (3) ナイブライン技術資料（日曹商事カタログ）



第1図 冷却水循環ポンプA, Bの流量と揚程

補2-0

■については商業機密の観点から公開できません。

補足説明資料 3

新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A の
耐震評価について

目次

1. 概要
2. 位置
3. 構造
4. 解析方針
5. 解析方法
6. まとめ

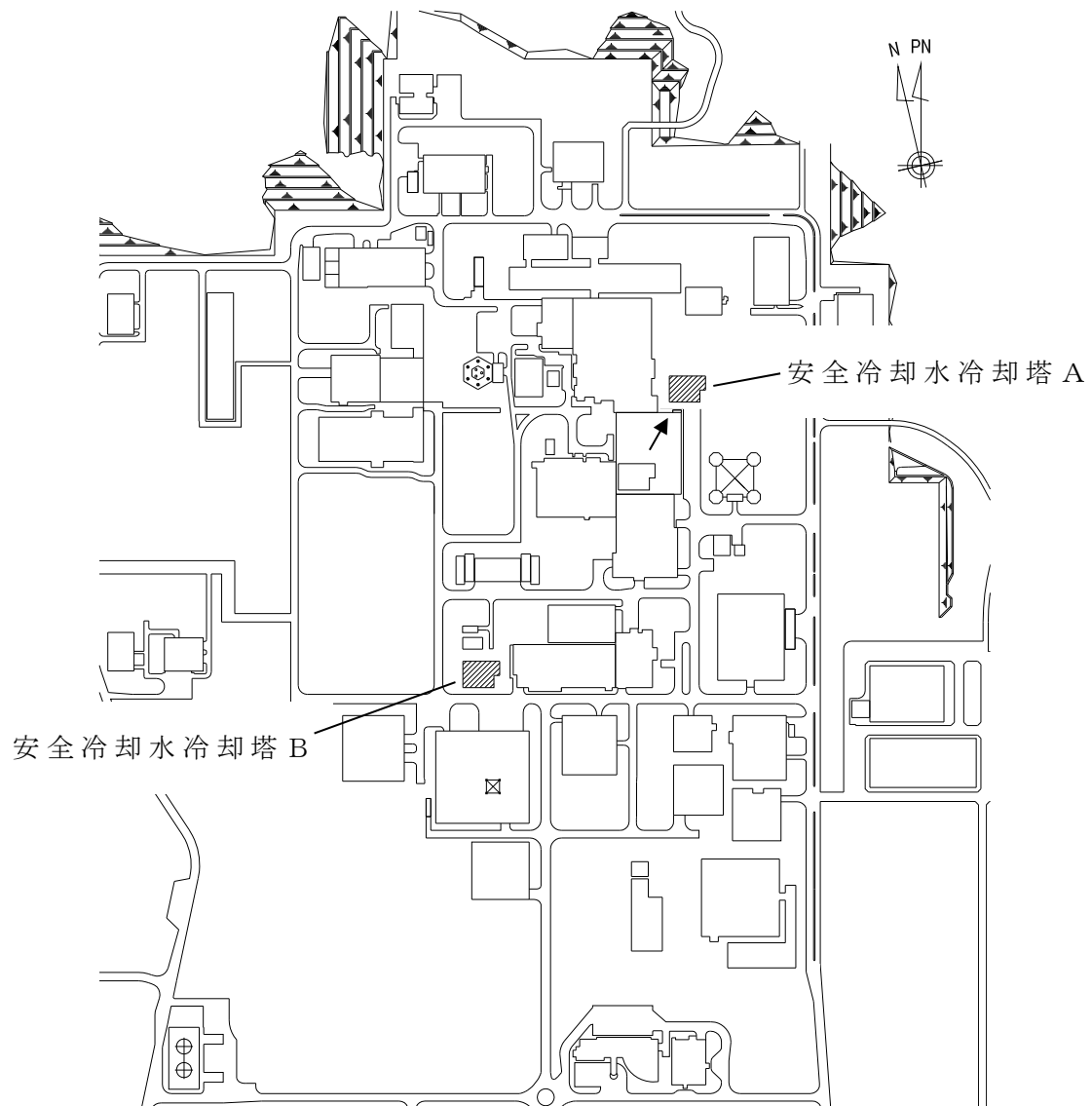
1. 概要

新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A は既設の安全冷却水系冷却塔 B と同じ構造としている。

本資料では、安全冷却水系冷却塔 A の耐震評価条件について安全冷却水系冷却塔 B の耐震評価条件との対応について確認するものである。

2. 位置

安全冷却水冷却塔の設置位置を第 2-1 図に示す。

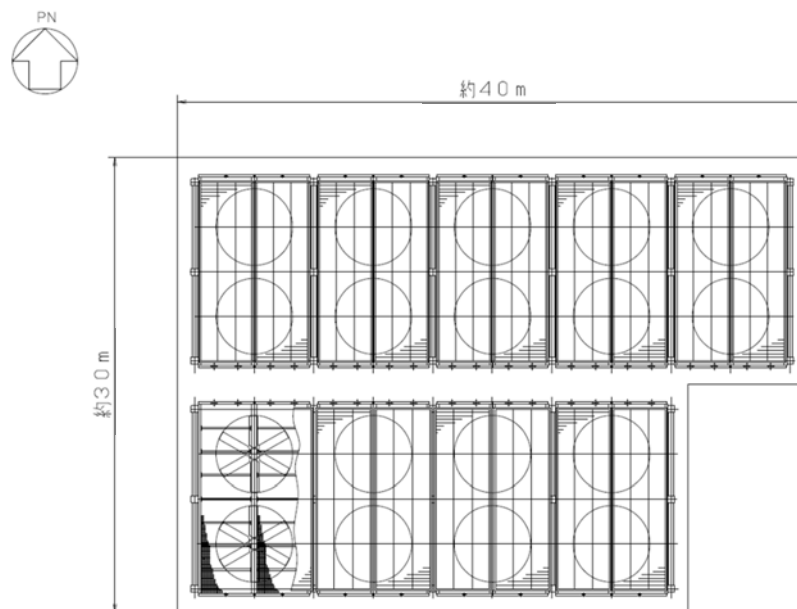


第 2-1 図 安全冷却水冷却塔基礎の設置位置

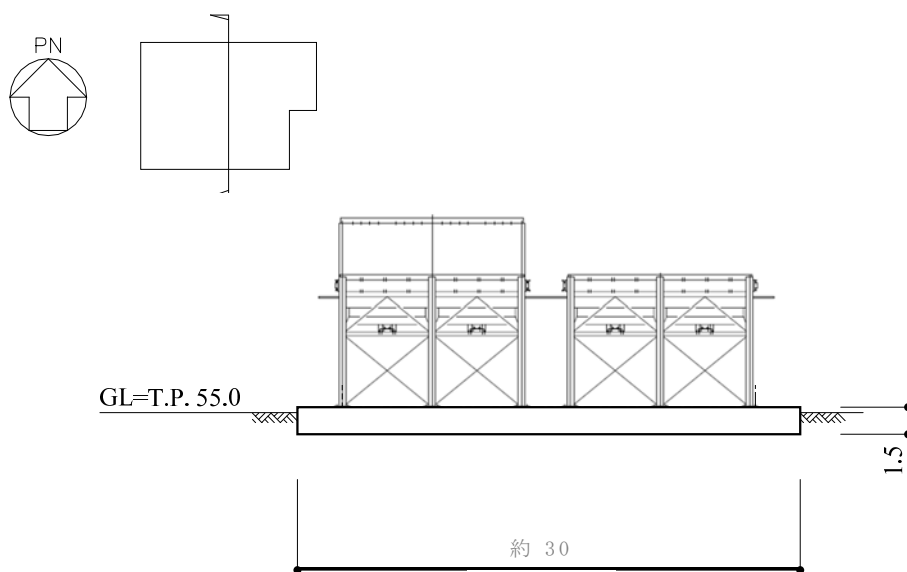
3. 構造概要

新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A は，安全冷却水系冷却塔 B と同一の構造を用いることとしている。安全冷却水系冷却塔の平面図を第 3-1 図に，断面図を第 3-2 図に示す。

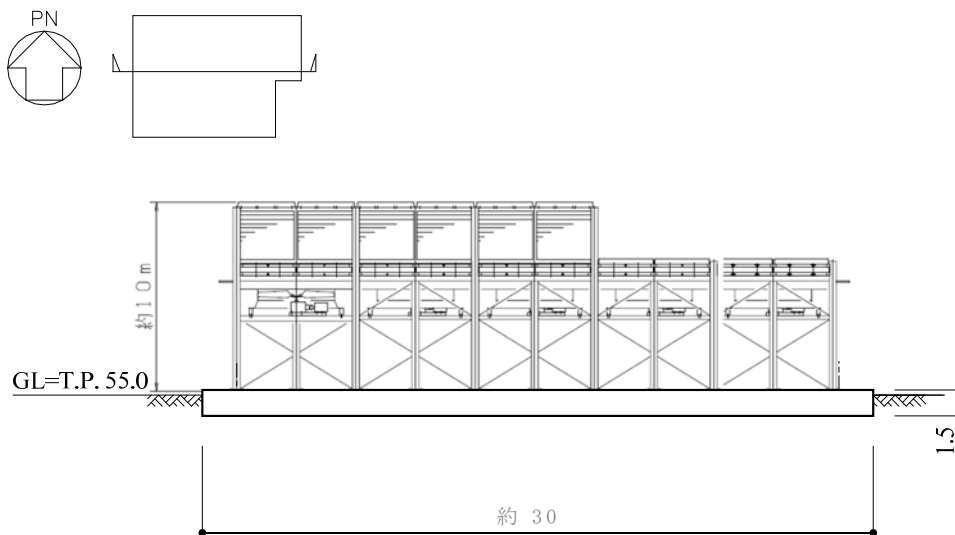
冷却塔の主体構造は鉄骨造であり，基礎の主体構造は鉄筋コンクリート造である。基礎の平面規模は主要部分で約 30m (NS) × 約 40m (EW) である。



第 3-1 図 平面図（単位：m）



(NS 方向)



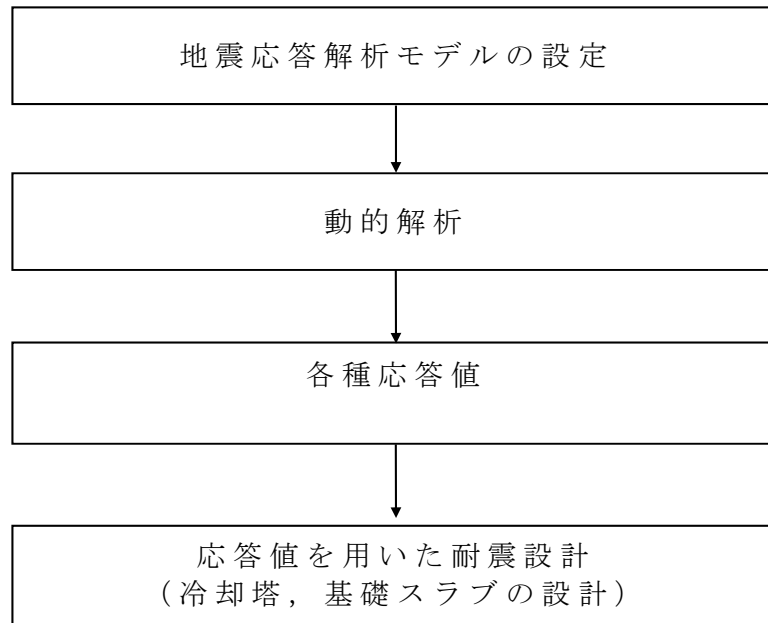
(EW 方向)

第 3-2 図 断面図 (単位 : m)

補 3-3

4. 耐震評価方法

安全冷却水冷却塔に対する耐震評価フロー（概略）を第 4-1 図に示す。



第 4-1 図 安全冷却水冷却塔の耐震評価フロー（概略）

5. 評価方法

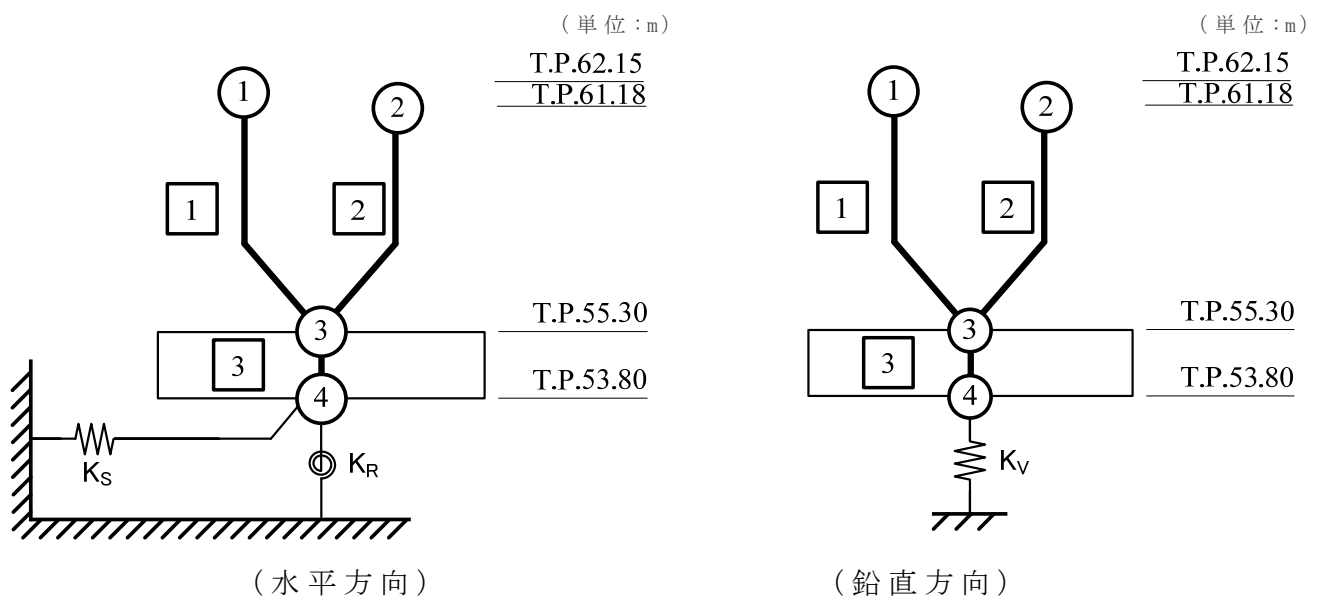
5. 1 地震応答解析モデルの設定

動的地震力の算定に用いる地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮した多軸多質点系モデルを用いる。水平方向の地震応答解析モデルは、基礎スラブ及び冷却塔のせん断剛性と曲げ剛性を考慮する。鉛直方向の地震応答解析モデルは、基礎スラブ及び冷却塔の軸剛性を考慮する。また、地盤を地盤ばねに置換する。地震応答解析モデルを第 5-1 図に示す。

新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A は、安全冷却水系冷却塔 B と同一構造であり、同一地盤である鷹架層に設置するため、地震応答解析モデルは同一となる。

注記 1：○ 数字は質点番号を示す。

注記 2：□ 数字は要素番号を示す。



第 5-1 図 地震応答解析モデル

5. 2 入力地震動算定

地震応答解析モデルへ入力する入力地震動算定は，一次元波動論に基づき，解放基盤表面において策定した基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する基礎底面位置の地盤の応答として評価したものをを用いる

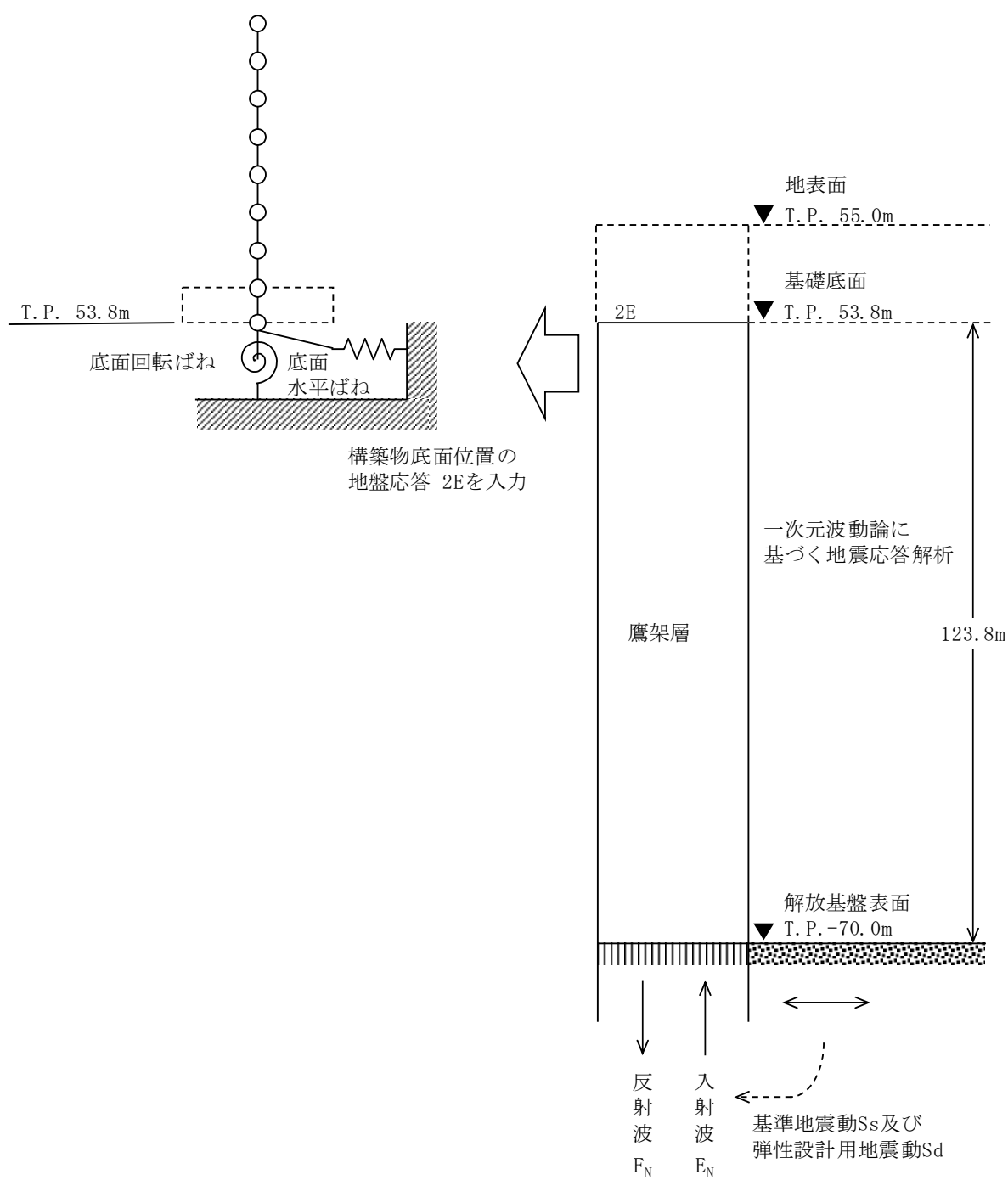
地盤モデルの物性値を第 5-1 表に，地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を第 5-2 図及び第 5-3 図に示す。

新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A は，安全冷却水系冷却塔 B と同一地盤である鷹架層に設置するため，地盤モデル及び入力地震動は同一となる。

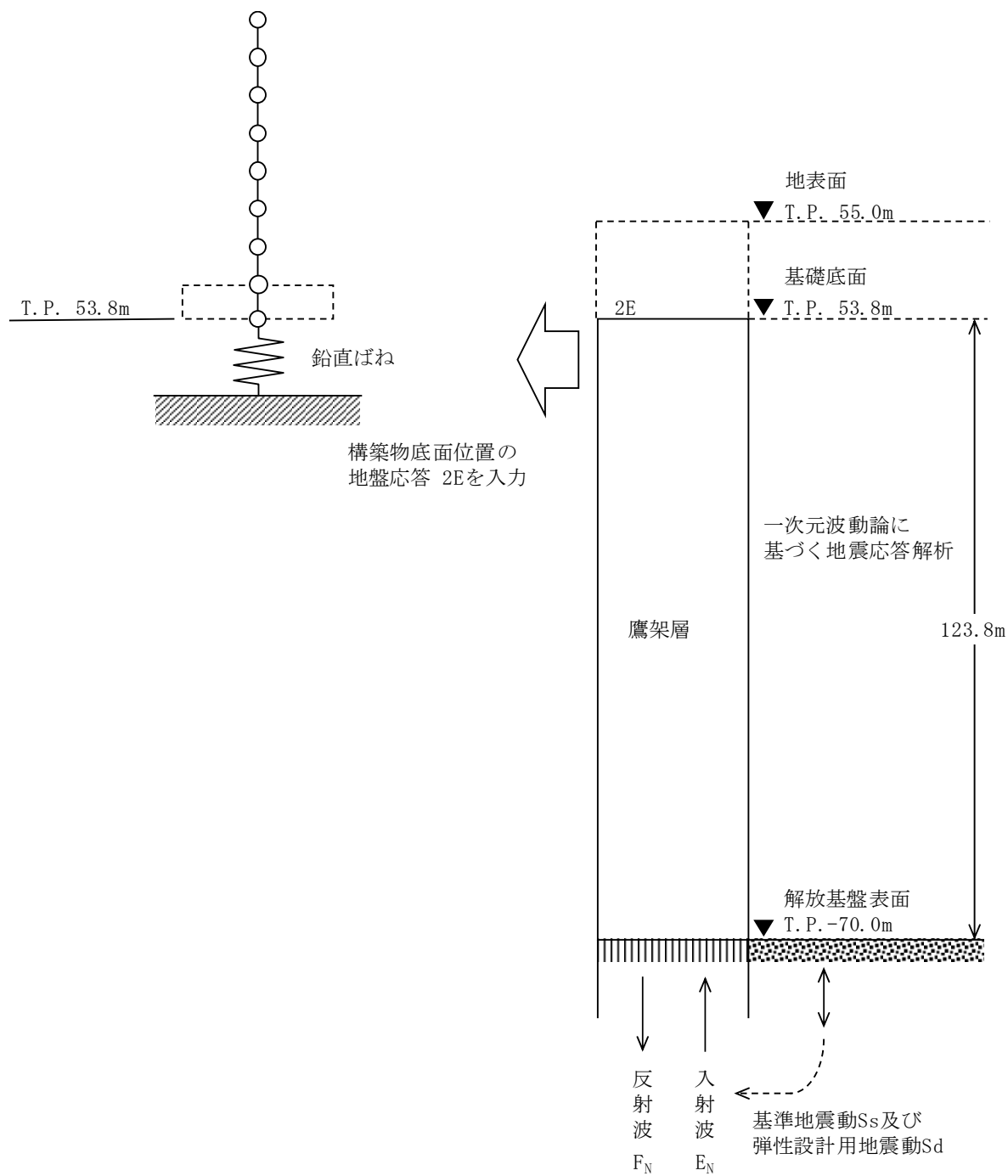
第 5-1 表 地盤の物性値（中央地盤）

標高 T.P. (m)	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (km/s)	P波速度 V_p (km/s)	減衰定数 h (%)
▽基礎スラブ底面				
53.80	18.1	0.66	1.84	3.0
42.00	18.2	0.76	1.91	
鷹架層	22.00	18.2	0.80	
4.00	17.8	0.82	1.95	
▽解放基盤表面	-70.00	17.0	0.82	

参考資料 1 「再処理施設の地盤モデルの設定について」



第 5-4 図 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図
(水平方向)



第 5-5 図 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図
(鉛直方向)

6. まとめ

新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A は，安全冷却水系冷却塔 B と構造及び設置する地盤区分が同一であることにより，地震応答解析モデル，地盤モデル及び入力地震動が同一となるため，安全冷却水系冷却塔 B と同じ耐震評価条件となる。

補足説明資料4

冷却塔の伝熱計算について

目次

1. 概要
2. 計算方法
3. 冷却塔の伝熱計算
4. 参考文献

1. 概要

安全冷却水系冷却塔 A が必要な除熱能力を有していることを示すため、実際の伝熱面積が計算上必要な伝熱面積を上回っており崩壊熱除去機能を持っていることについて説明する。

2. 計算方法

安全冷却水系冷却塔 A が計算上必要な伝熱面積は、以下の式で示される。

$$A=Q/\left(U\times\Delta t_t\right)$$

A：計算上必要な伝熱面積

Q：崩壊熱量

U：総括伝熱係数

Δt_t ：対数平均温度差

計算の結果を第 1 表に示す。

第 1 表安全冷却水系冷却塔の計算上必要な伝熱面積と実際の伝熱面積との関係

設備名：安全冷却水系

機器名称	熱交換量 Q [W/基]	総括伝熱 係数 U [W/m ² K]	対数平均 温度差 Δt_t [K]	計算上必要 な伝熱面積 A [m ²]	実際の 伝熱面積 [m ²]	備考
安全冷却水 系冷却塔 A	1.16×10^7	■	■	■	■	

第 1 表に示す通り、安全系冷却水系冷却塔 A は実際の伝熱面積が計算上必要な伝熱面積を上回っていることから、必要な崩壊熱除去機能を有している。

■ については商業機密の観点から公開できません。

3. 冷却塔の伝熱計算

対数平均温度差 Δt_t 及び総括伝熱係数 U は以下のとおり求める。

(1) 計算条件

熱交換量 : Q kcal/h
冷却空気入口温度 : T_1 °C
冷却水出口温度 : t_2 °C
冷却空気流量 : W_s kg/h
冷却水流量 : W_c m³/h

(2) 空気と冷却水の対数平均温度 Δt_t の計算

空気と冷却水の対数平均温度 Δt_t は下式により求める。

$$\Delta t_t = \frac{|T_1 - t_2| - |T_2 - t_1|}{\ln (T_1 - t_2) / (T_2 - t_1)} \quad ^\circ\text{C} \quad (3)$$

T_1 : 冷却空気入口温度 °C
 T_2 : 冷却空気出口温度 $= T_1 + Q / (C_a W_s)$ °C
 t_1 : 冷却水入口温度 $= t_2 + Q / (C_c \gamma_i W_c)$ °C
 t_2 : 冷却水出口温度 °C
 Q : 熱交換量 kcal/h
 W_c : 冷却水流量 m³/h
 W_s : 冷却空気流量 kg/h
 γ_i : 冷却水の比重 kg/m³
 C_c : 冷却水の比熱 kcal/kg°C
 C_a : 冷却空気の比熱 kcal/kg°C

(3) 総括伝熱係数Uの計算

総括伝熱係数は下式であらわされる。

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_o} + r_{fo} + \left[\frac{1}{h_i} + r_{fi} \right] \frac{A_o}{A_i} + r_w \frac{A_o}{A_{bo}}}$$

ただし,

- U : 総括伝熱係数 kcal/m² h °C
h_o : 冷却空気側熱伝達率 kcal/m² h °C
h_i : 冷却水側熱伝達率 kcal/m² h °C
r_{fo} : 冷却空気側汚れ係数 m² h °C/kcal
r_{fi} : 冷却水側汚れ係数 m² h °C/kcal
r_w : 伝熱管の伝熱抵抗 m² h °C/kcal

A. : フィン基準伝熱面積

$$= \pi D_r (1 - f_t N_f) \div 2 \cdot \frac{\pi}{4} (D_f^2 - D_r^2) N_f \div \pi D_f f_t N_f$$
$$\text{m}^2/\text{m}$$

D_f : フィン外径 mm

D_r : フィン元径 mm

f_t : フィン厚さ mm

N_f : フィン枚数 枚/m

A_i : 管内側基準伝熱面積 = πd_i m^2/m

d_i : 伝熱管内径 mm

A_{bo} : 裸管基準伝熱面積 = πD_r m^2/m

ここで h_i は、下記より求められる。

$$h_i = \frac{\lambda_i}{d_i} N_{ui}$$

ただし、

N_{ui} : ヌセルト数 = $0.023 \times R_{ei}^{0.6} \times P_{ri}^{0.4}$ (4)

R_{ei} : レイノルズ数 = $u_i d_i / \nu_i$

P_{ri} : 冷却水のプラントル数

ν_i : 冷却水の動粘性係数 m^2/s

u_i : 冷却水の管内流速 m/s

λ_i : 冷却水の熱伝導率 kcal/mh°C

また h_o は、下記より求められる。

$$h_o = 0.134 \times \left(\frac{G_{max} D_r}{\mu_o} \right)^{0.651} \left(\frac{C_a \mu_o}{\lambda_o} \right)^{0.33} \left(\frac{A}{H} \right)^{0.2} \left(\frac{A}{B} \right)^{0.1134} \left(\frac{\lambda_o}{D_r} \right)^{(5)}$$

ただし、

A : フィン間すきま mm

B : フィン厚さ mm

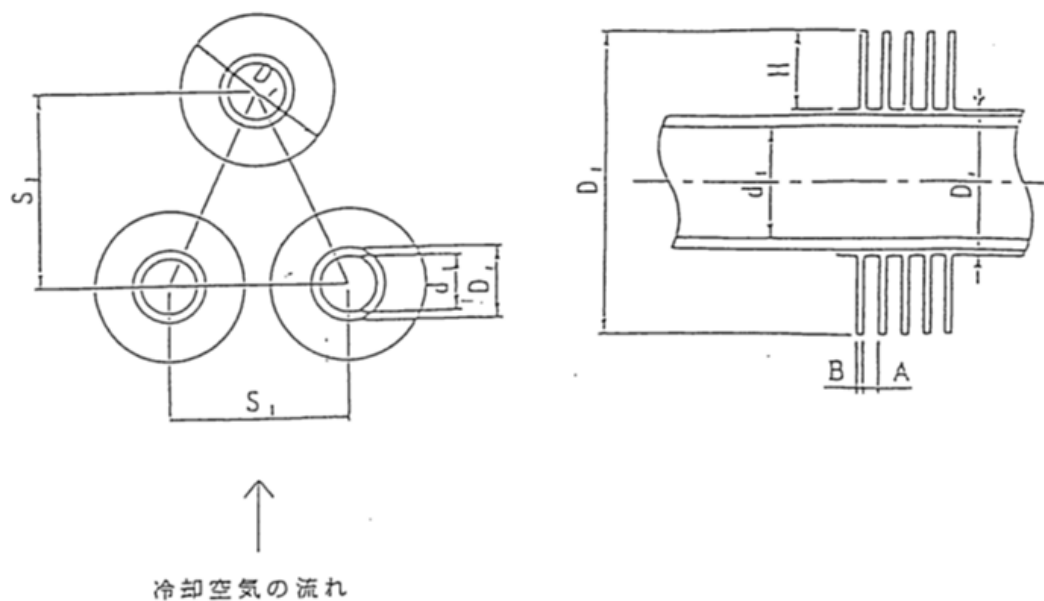
H : フィン高さ mm

G_{max} : 冷却空気の単位面積当たりの重量流量 kg/m²h

μ_o : 冷却空気側粘性係数 kg/mh

λ_o : 冷却空気側熱伝導率 kcal/mh°C

以上の計算に使う物性値等を第2表にまとめて示す。



伝熱管ピッチ : $S_1 = \blacksquare$ mm
: $S_2 = \blacksquare$ mm

4. 参考文献

- (1) 化学工学協会「化学工学便覧」
- (2) 尾花 英朗「熱交換機設計ハンドブック」
- (3) 日本機械学会「機械工学便覧」
- (4) 日本機械学会「伝熱工学資料」
- (5) HEAT TRANSFER AND FLUID SERVICE HANDBOOK

$\blacksquare$ については商業機密の観点から公開できません。

第 2 表 冷却塔における対数平均温度差及び総括伝熱係数に使う物性値等

項目	安全冷却水系冷却塔 A
Q [W]	1.16×10^7
T_1 [°C]	29
t_1 [°C]	■■■■
T_2 [°C]	■■■■
t_2 [°C]	■
W_c [m³/s]	0.4528
W_s [kg/s]	■■■■
C_c [J/kgK]	3.700×10^3
C_a [J/kgK]	1.009×10^3
γ_i [kg/m³]	1040
h_o [W/m²K]	■■■■
h_i [W/m²K]	■■■■
r_{fo} [m²K/W]	■■■■■■
r_{fi} [m²K/W]	■■■■■■
r_w [m²K/W]	1.26×10^{-4}
A_o [m²/m]	■■■■
D_f [mm]	■■■■
D_r [mm]	■■■■
f_t [mm]	■■■■
N_f [m⁻¹]	■■■■
A_i [m²/m]	■■■■■■
d_i [mm]	■■■■
A_{bo} [m²/m]	■■■■■■
N_{ui} [-]	187.5
R_{ei} [-]	22035
P_{ri} [-]	12.4
ν_i [m²/s]	1.56×10^{-6}
u_i [m/s]	■■■■
λ_i [W/mK]	0.488
A [mm]	■■■■
B [mm]	■■■■
H [mm]	■■■■

■■■■ については商業機密の観点から公開できません。

$G_{\max}$	<u>[kg/m²s]</u>	7.3628
$\mu_{\circ}$	<u>[Pa · s]</u>	1.89×10^{-5}
$\lambda_{\circ}$	<u>[W/mK]</u>	2.67×10^{-2}

補足説明資料 5

安全冷却水系（A系）の熱負荷と冷水流量について

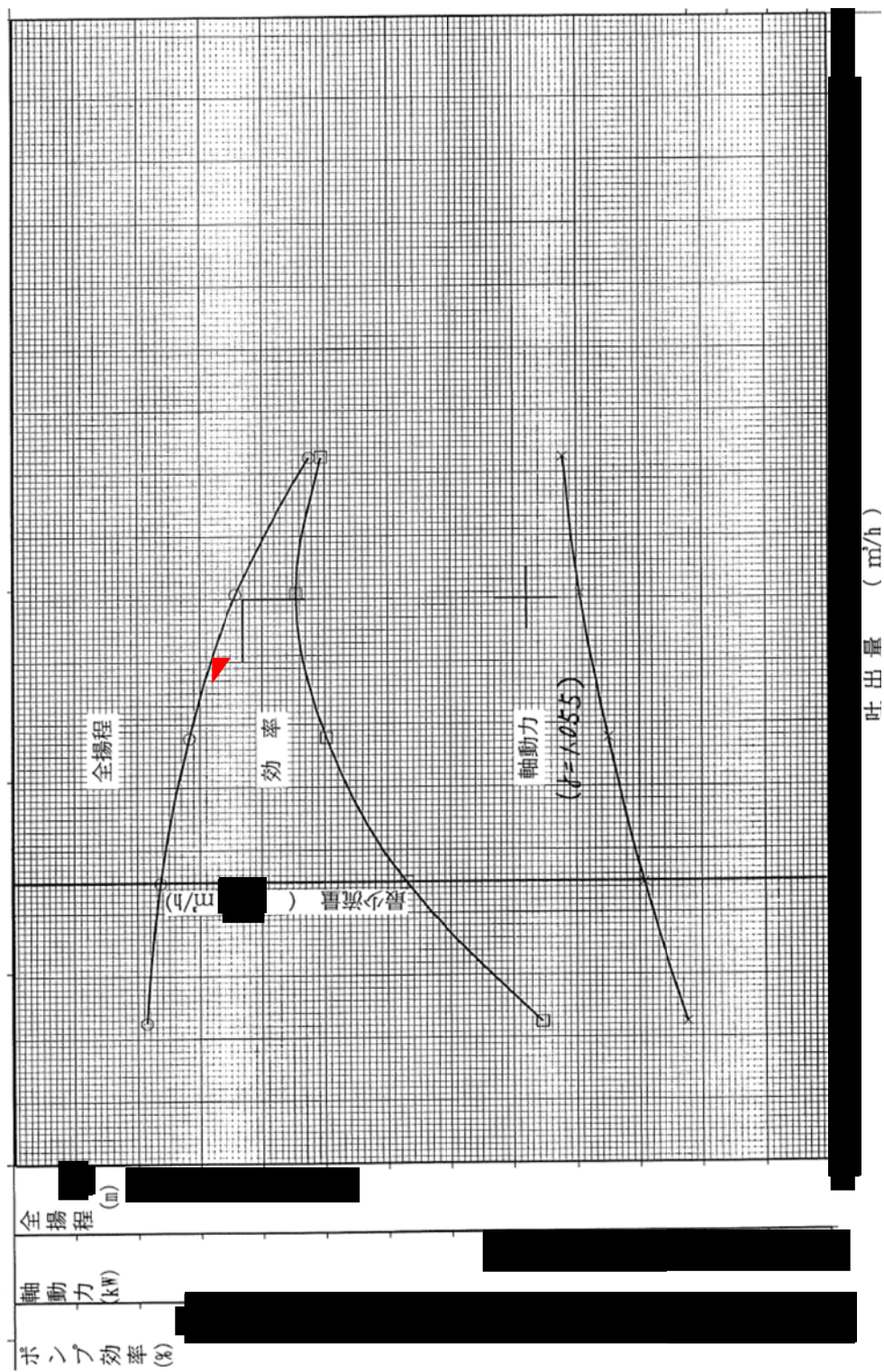
安全冷却水系（A系）の熱負荷と冷却水流量

建屋	機器名称	熱負荷 [MW]	冷却水流量 [m³/h]
前処理建屋	安全冷却水 1A 中間熱交換器	0. 0 9	5 5
	安全冷却水 2 中間熱交換器	0. 2 1	9 2
	その他熱負荷	0. 5	7 9. 6
分離建屋	中間熱交換器 A	0. 2 6	8 0
	安全冷却水 1A 中間熱交換器	0. 2 3	6 2. 7
	安全冷却水 2 中間熱交換器	0. 2	3 4. 7
精製建屋	安全冷却水 中間熱交換器 A	0. 0 7	5. 8
	安全冷却水 中間熱交換器 C	0. 0 1 3	2. 0 5
高レベル廃液ガラス固化建屋	第1 高レベル濃縮廃液貯槽冷却水 A 中間熱交換器	1. 1	1 1 5
	第2 高レベル濃縮廃液貯槽冷却水 A 中間熱交換器	1. 1	1 1 5
	不溶解残渣廃液貯槽冷却水 A 中間熱交換器	0. 9 7	1 1 5
	高レベル廃液共用貯槽冷却水 A 中間熱交換器	1. 1	1 1 5
	安全冷却水 A 中間熱交換器	0. 7	9 5
	その他熱負荷	1. 1	1 4 5
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	安全冷却水 A 第1 中間熱交換器	0. 0 3 5	5
制御建屋	その他熱負荷	0. 8	1 0 2. 5
	その他熱負荷	3. 1	4 0 6. 9
合計		1 1. 6	1 6 2 6. 3

令和元年 12 月 13 日 R0

補足説明資料 6

冷却水循環ポンプの揚程について



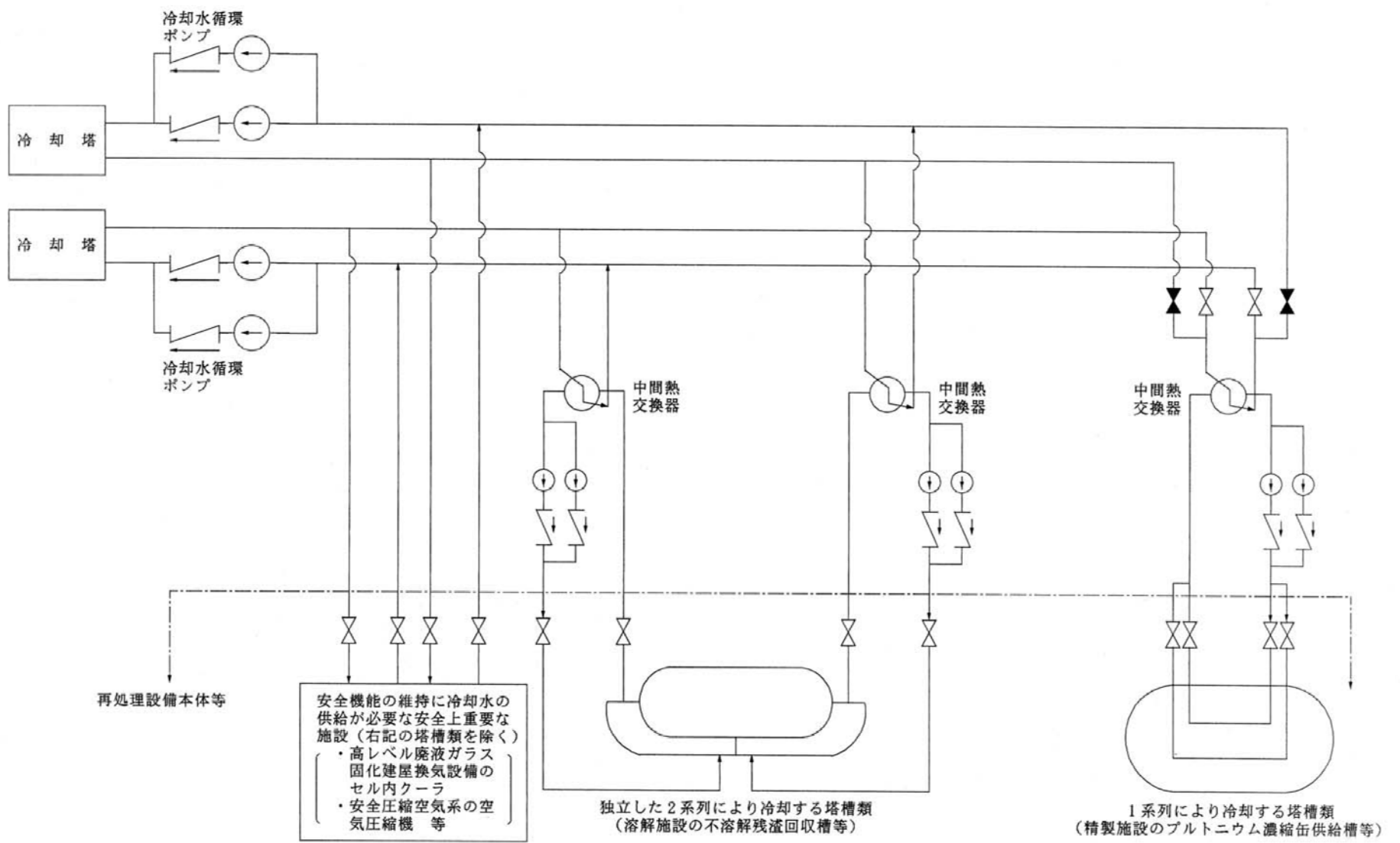
第1図 冷却水循環ポンプA, Bの流量と揚程

補6-1

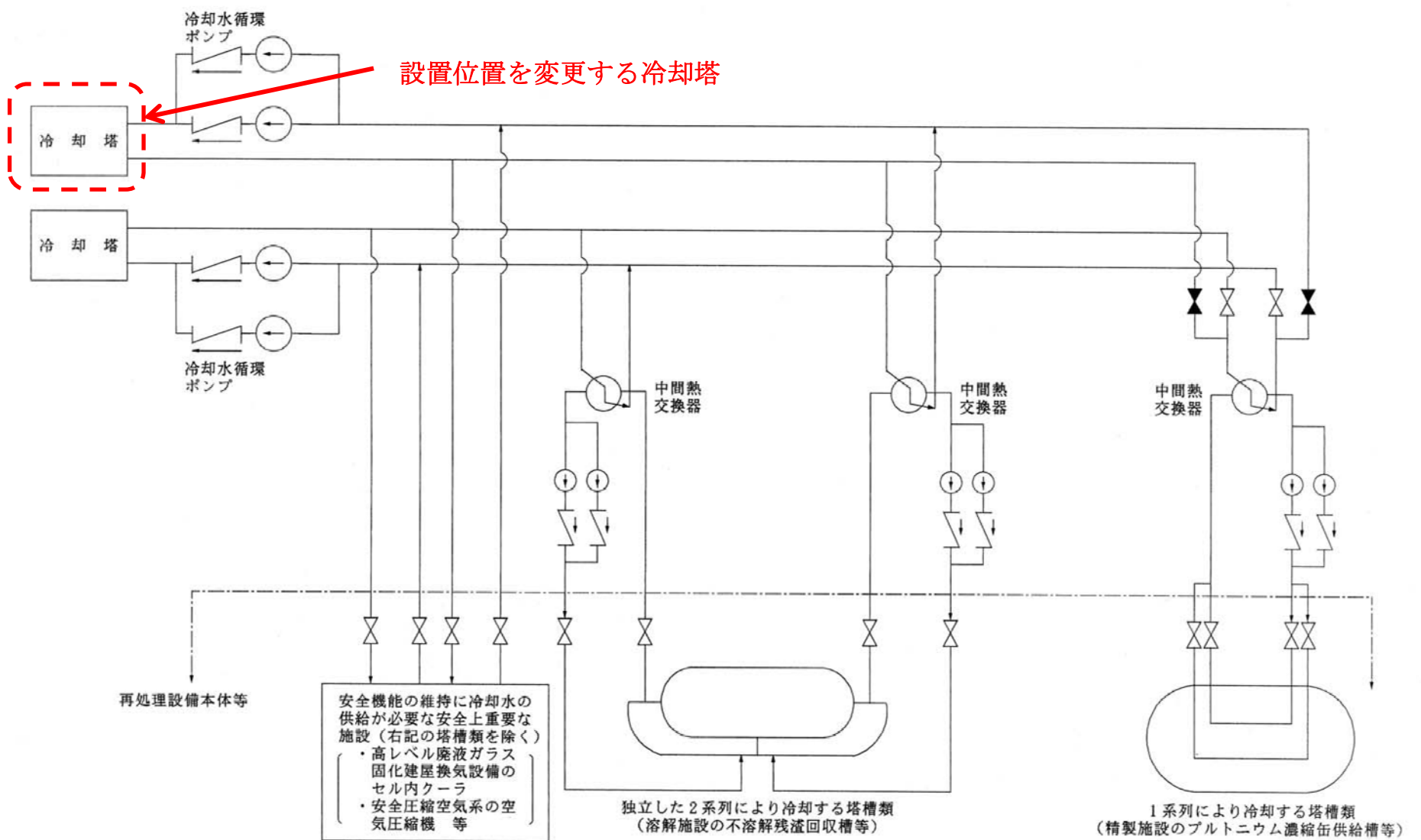
については商業機密の観点から公開できません。

補足説明資料 7

安全冷却水系の系統構成について



第1図 安全冷却水系の系統構成 (変更前)



第2図 安全冷却水系の系統構成 (変更後)

令和元年 12 月 13 日 R0

補足説明資料 8

鋼板に対する最小必要厚の算出方法について

目次

1. はじめに
2. BRL 式について
3. 最小必要厚さの算出結果
4. まとめ

鋼板に対する最小必要厚さの算出方法について

1. はじめに

本資料は、剛体円柱が衝突するときの鋼板の貫通を評価する BRL 式による、竜巻飛来物の貫通を防止するための最小必要厚さの算出方法についてまとめたものである。

なお、本資料では、SI 単位系に変換した BRL 式により、最小必要厚さを算出する方法をまとめる。

2. BRL 式について

鋼板の最小必要厚さは、下記に示す BRL 式を用いて算出する。

$$t^{\frac{3}{2}} = \frac{0.5mv^2}{1.4396 \times 10^9 K^2 d^{\frac{3}{2}}}$$

ここで、

t＝鋼板の最小必要厚さ(m)

m＝飛来物質量(kg)

v＝飛来物速度(m/s)

d＝飛来物等価直径(m)

K＝鋼板の質量に関する係数≒1

なお、参考資料①により、飛来物直径は飛来物断面と周長が等しくなる円の直径とする。

参考資料①：「竜巻飛来物を模擬した角管の落下衝突による鋼板の貫通評価」,機械学会論文集 Vol.83(2017), No.851, 16-00501

3. 最小必要厚さの算出結果

設計飛来物のうち鋼製材(長さ 4.2m×幅 0.3m×奥行 0.2m,質量 135kg,速度 51m/s)による最小必要厚さは以下の通り算出される。

m : 鋼製材の質量 135kg

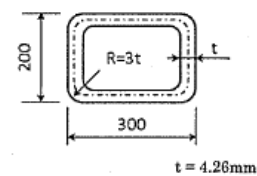
v : 鋼製材の速度 51m/s

d : 鋼製材と周長 ℓ (m)が同じ円の直径を等価直径 d(m)とする。

$$\begin{aligned} d &= \ell / \pi \\ &= \{(0.3+0.2) \times 2 - 3 \times 4.26 \times 10^{-3} \times 8 + 2 \pi \times 3 \times 4.26 \times 10^{-3}\} / \pi \\ &= 0.3113259 \cdots \\ &\doteq 0.31133 \text{ (m)} \end{aligned}$$

最小必要厚さは

$$\begin{aligned} t &= \{0.5 \times m \times v^2 / (1.4396 \times 10^9 \times 1^2 \times d^{\frac{3}{2}})\}^{\frac{2}{3}} \\ &= 7.899153 \cdots \times 10^{-3} \\ &\doteq 7.9 \times 10^{-3} \text{ (m)} \end{aligned}$$



断面図

4. まとめ

上記の通り,BRL 式により計算した結果,鋼製材の貫通を防止するための最小必要厚さは 7.9×10^{-3} (m)である。

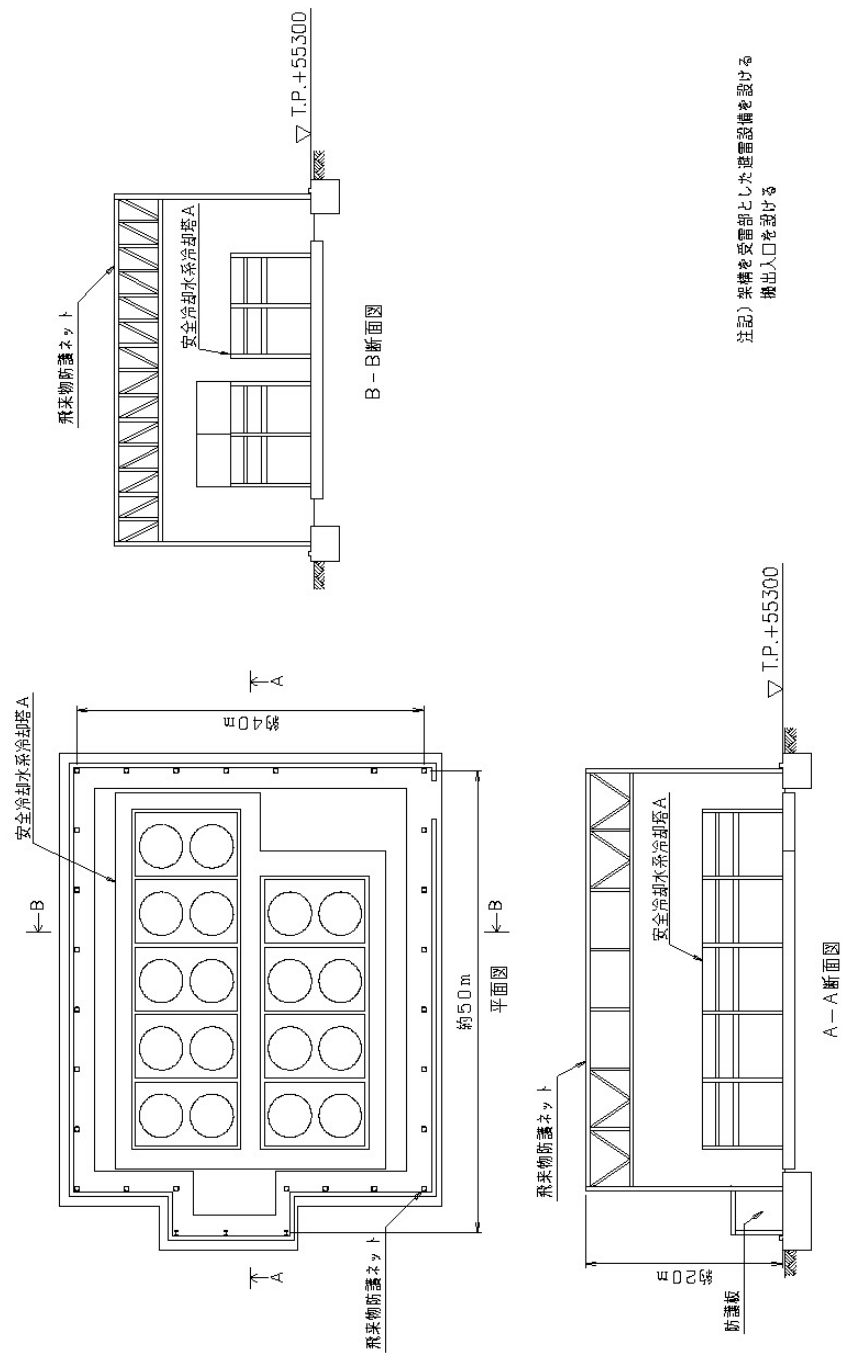
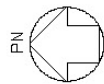
令和元年 12 月 xx 日 R1

補足説明資料 9

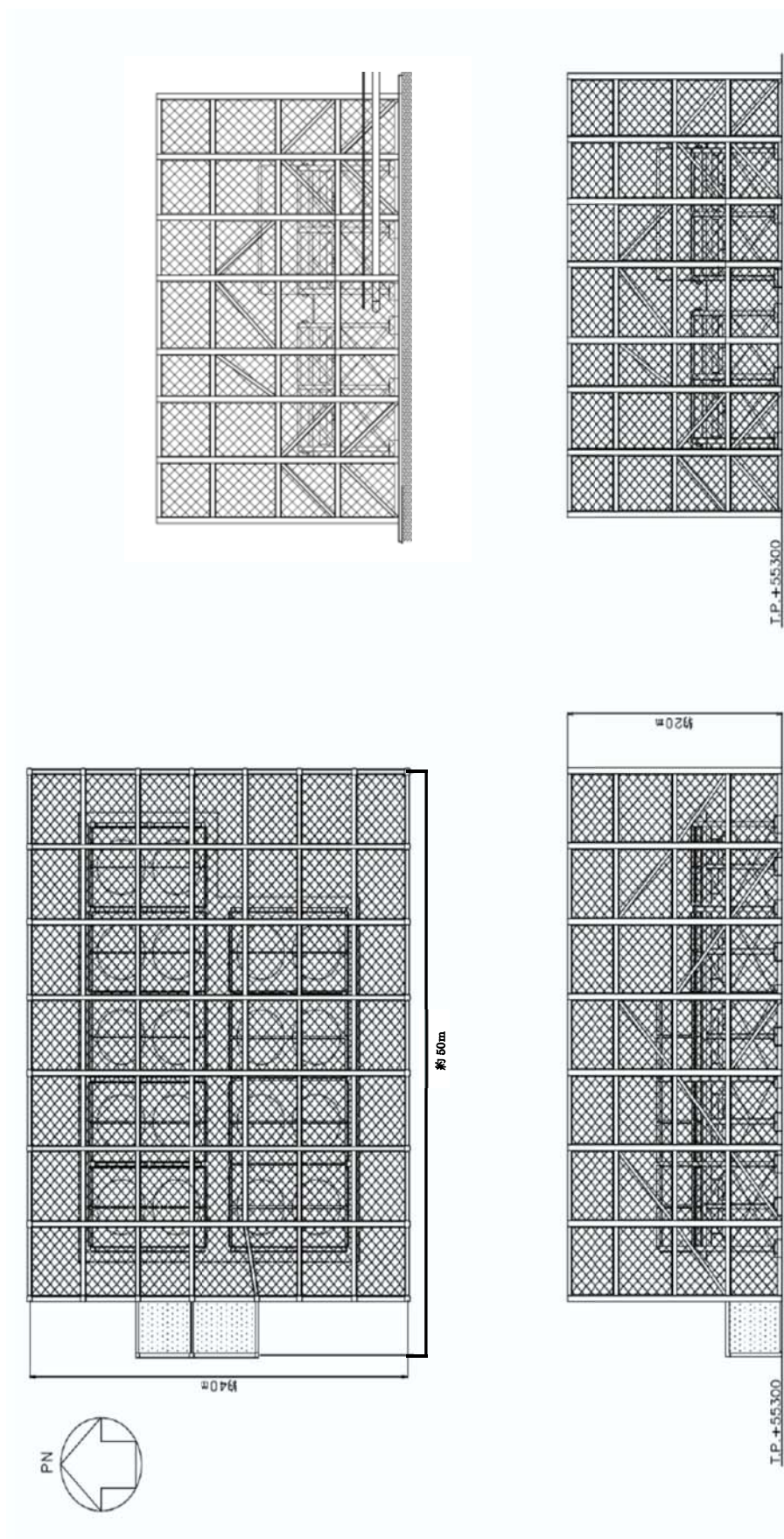
安全冷却水系冷却塔の竜巻防護対策設備
の構造について

目次

1. 安全冷却水冷却塔 A 飛来物防護ネット構造図（平面図、断面図）
2. 安全冷却水冷却塔 A 飛来物防護ネット構造図（外面図）



第1図 安全冷却水系冷却塔A 飛来物防護ネット構造図（平面図、断面図）



注記) 架構を受雷部とした避雷設備を設ける搬出入口を設ける

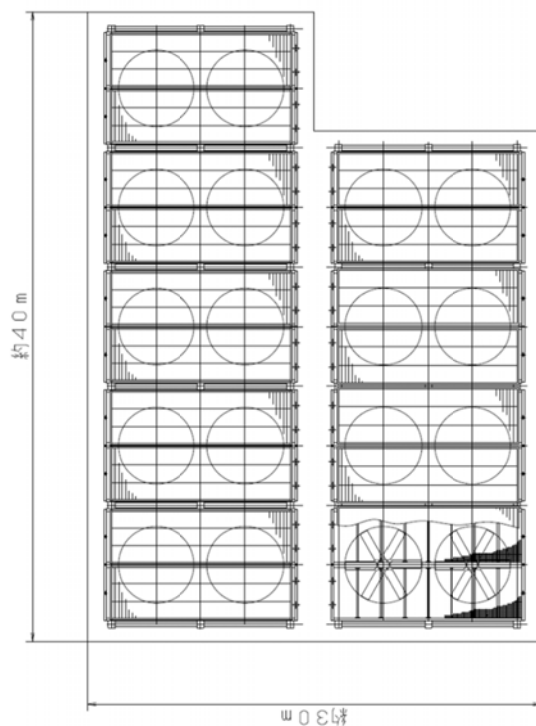
第2図 安全冷却水系冷却塔 A 飛来物防護ネット構造図 (外面図)

補 9-2

令和元年 12 月 13 日 R0

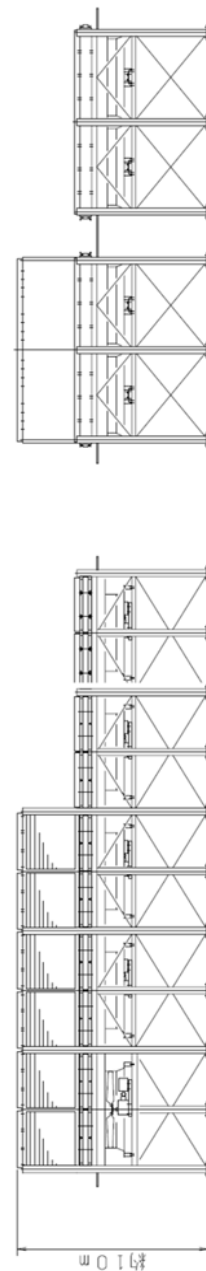
補足説明資料 1 0

安全冷却水系冷却塔 A の構造について



名 称	—	安全冷却水系冷却塔 A
種 類	—	空冷式熱交換器
機 器 の 種 類	—	—
耐 震 ク ラ ス	—	S
流体の種類	—	冷却水
容量	MW/個	11.6
最高使用圧力	MPa	■
最高使用温度	℃	■
伝熱面積 (フィン外表面)	m ² /個	

■については商業機密の観点から公開できません。



第 1 図 安全冷却水系冷却塔 A 構造図

補 10-1

補足説明資料 1 1

安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更により必要となる
膨張槽の容量について

目次

1. 概要
2. 安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更による膨張槽の容量への影響について

1. 概要

再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔 A の設置位置を前処理建屋屋上から前処理建屋北側地上へ変更した場合、配管の追加により系統の容積が増加する。

系統の容積が増加すると冷却水の温度変化に伴う必要膨張量が増加するため、配管追加後の必要膨張量が膨張槽の容量（13m³）以下であることを確認する。

2. 安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更による膨張槽容量への影響について

（1）膨張量の算出の考え方

冷却水の膨張量 ΔV は、冷却水の設計最高温度における比重と設計最低温度における比重の差から以下のように算出し設定する。

$$\Delta V = (1/\rho_H - 1/\rho_L) V_{\text{total}}$$

ρ_H ：冷却水の設計最高温度における比重

ρ_L ：冷却水の設計最低温度における比重

V_{total} ：系統内の冷却水容量（1 系列分）

冷却水の温度は保守側な設定となるよう以下とする。

- ・設計最高温度：建屋内雰囲気の最高温度である 40℃とする。
- ・設計最低温度：屋外設置の範囲は外気の最低温度である -16℃とする。

屋内設置の範囲は安全冷却水の供給条件である 5℃とする。

また、各温度の冷却水（不凍液）の比重は以下のとおり。^{（1）}

- ・ -16℃ : 1.0640
- ・ 5℃ : 1.0545
- ・ 40℃ : 1.0390

（2）膨張量、膨張槽の必要容量算出

第 1 表に膨張量及び膨張槽の必要容量算出結果を示す。

安全冷却水系の冷却水容量は以下の設定とした。

- ・既設設備：約 310m³ [屋外設備：約 130m³，屋内設備：約 180m³]

- ・本変更に伴い追加となる屋外配管：50m³
(補足説明資料 2－1 に記載の配管長，配管口径より約 48m³ を切り上げて設定)

評価の結果，本変更により配管が伸長したとしても必要膨張量は 7m³ 程度であり膨張槽容量(13m³)を下回っている。

第 1 表 膨張量の算出結果

項目	単位	屋外	屋内	合計
既設の安全冷却水系（A 系）の冷却水容量	m ³	130	180	310
冷却塔 A の設置位置変更により追加となる配管内の冷却水容量	m ³	50	—	50
系統内の冷却水容量 (V_{total})	m ³	180	180	360
流体温度条件	°C	－16～40	5～40	—
冷却水の設計最高温度における比重 (ρ_H)	—	1.0390	1.0390	—
冷却水の設計最低温度における比重 (ρ_L)	—	1.0640	1.0545	—
膨張量 (ΔV)	m ³	4.1	2.6	6.7

<参考文献>

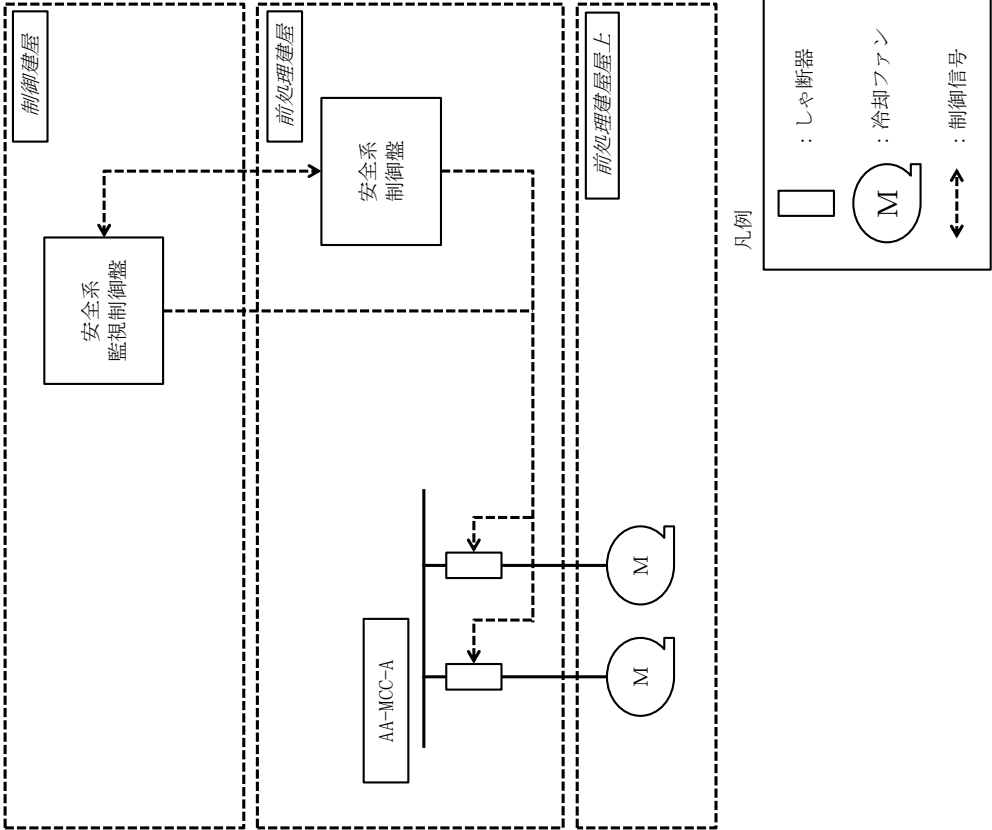
- (1) ナイブライン技術資料（日曹商事カタログ）

補足説明資料 1 2

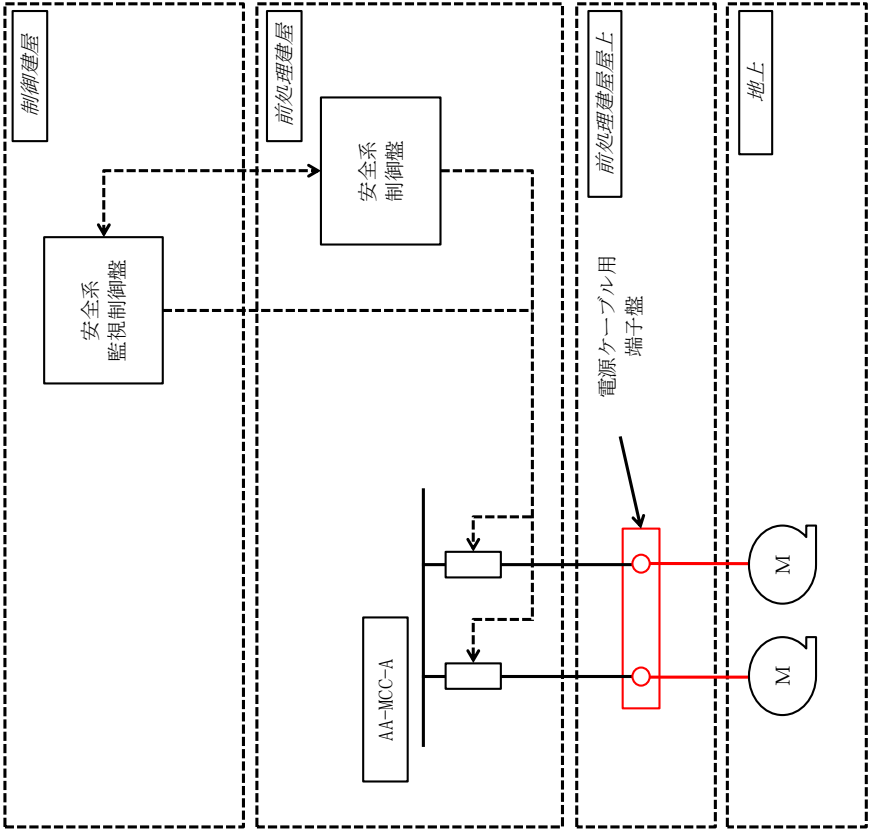
安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更による電気計装設備の構成変更について

電気設備として変更となるのは、非常用モータコントロールセンタから冷却ファンの間の電源ケーブルとなる。端子盤を追加し、端子盤から地上設置となった冷却ファンへのケーブルを追加する。

(変更前)

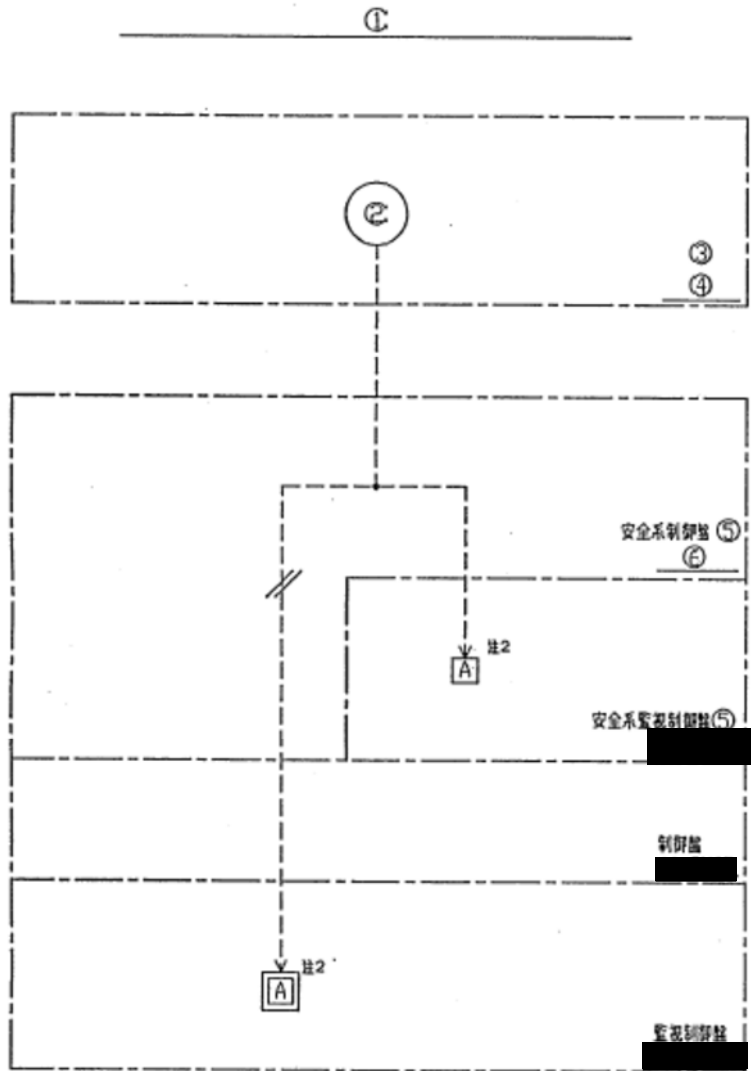


(変更後)



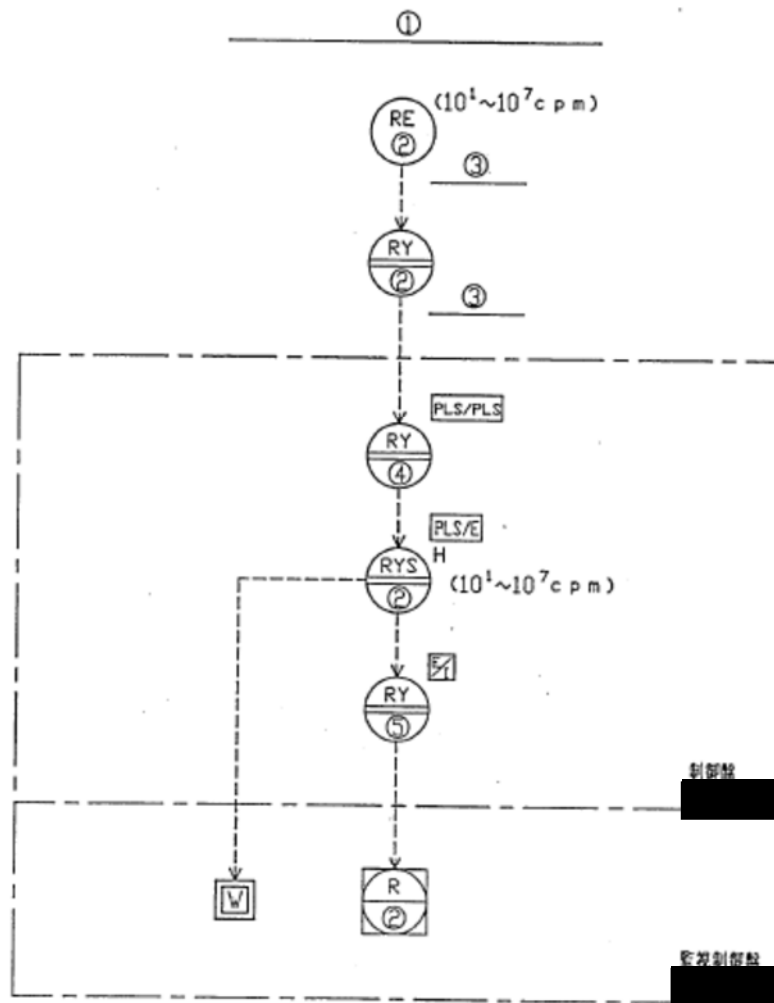
※ 赤色部分が変更箇所となる。
・端子盤の追加
・端子盤⇄冷却ファンの電源ケーブルの新規布設
上記以外の電気設備・計測制御設備は変更はない。

計測制御設備については、安全系冷却水の監視対象、監視場所について変更はない。

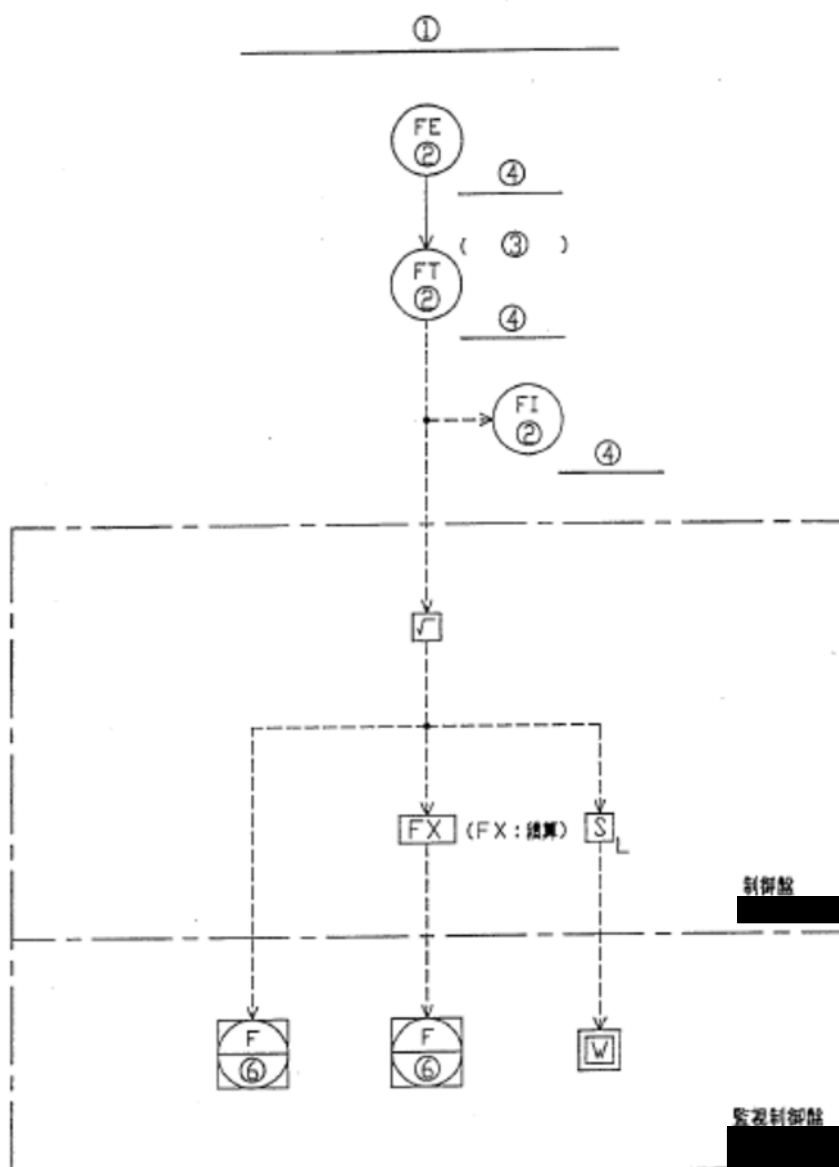


①	② 注1	③	④	⑤	⑥	⑦
安全冷却水1AポンプA 故障検知	30	MCC		A		
安全冷却水1AポンプB 故障検知	30	MCC		A		
安全冷却水1BポンプA 故障検知	30	MCC		B		
安全冷却水1BポンプB 故障検知	30	MCC		B		
安全冷却水2ポンプA 故障検知	30	MCC		A		
安全冷却水2ポンプB 故障検知	30	MCC		B		
安全冷却水A循環ポンプA 故障検知	49,64+67,50/51	M/C		A		
安全冷却水A循環ポンプB 故障検知	49,64+67,50/51	M/C		A		
安全冷却水B循環ポンプA 故障検知	49,64+67,50/51	M/C		B		
安全冷却水B循環ポンプB 故障検知	49,64+67,50/51	M/C		B		

注1 JEM (109C) の制御器具番号を示す。
注2 49信号,64+67信号,50/51信号の個別表示。



①	②	③	④	⑤	⑥
安全冷却水1A放射線レベル	[Redacted]				
安全冷却水1B放射線レベル					
安全冷却水2放射線レベル					



①	②	③	④	⑤	⑥
安全冷却水A流量		0~1800m ³ /h			
安全冷却水B流量		0~1800m ³ /h			

令和2年4月13日 R1

補足説明資料 1 3

相対変位に対する考慮について

目次

1. 概要
2. 相対変位に対する設計方針
3. 検討結果

1. 概要

再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔Aの設置位置を前処理建屋屋上から前処理建屋北側地上へ変更した場合、前処理建屋から安全冷却水系冷却塔A間に敷設する配管類に対する相対変位の考慮について説明する。

2. 相対変位に対する設計方針

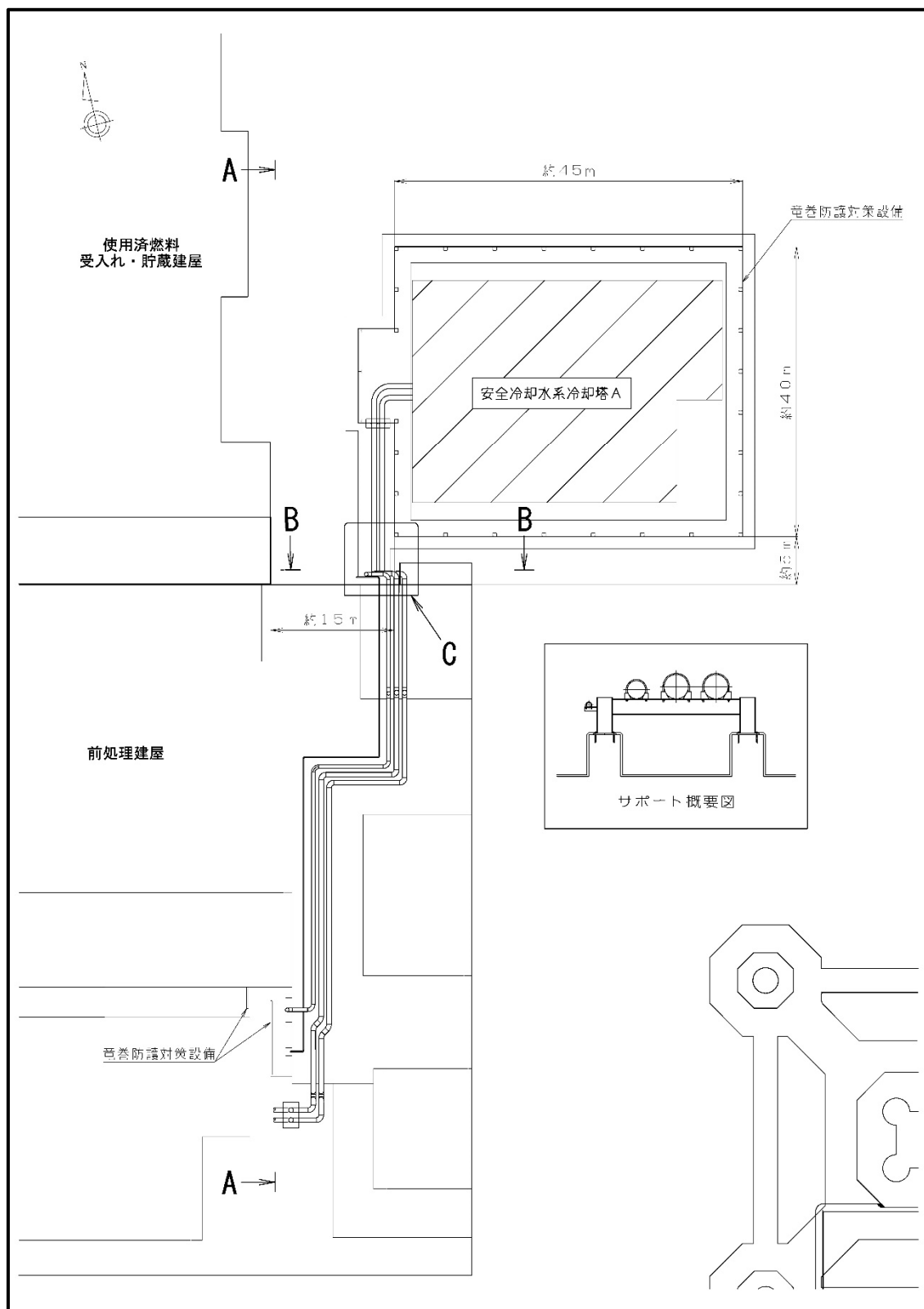
建屋・構築物間にわたって設置される配管については、地震時の3方向の相対変位を考慮し、配管ルート、サポート間隔を設計するものとする。

- ・検討条件（第1，2図参照）
相対変位量：水平約20mm，鉛直約4mm
- ・検討対象
冷却水配管(600A)
ケーブル防護管（電線管）(450A, 200A)

3. 検討結果

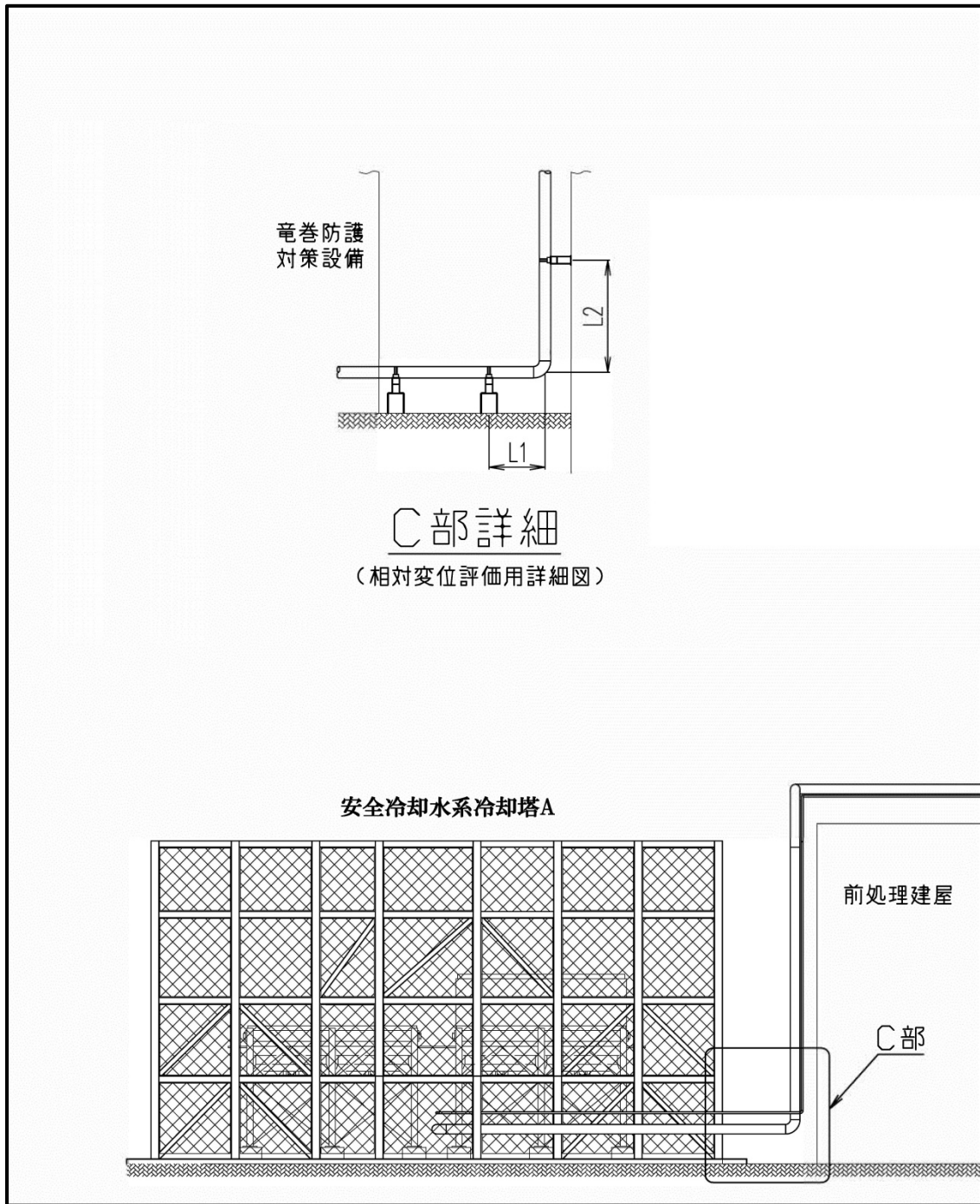
設計検討の結果は以下の通り

- ・冷却水配管(600A)
一次＋二次応力：約338MPa（許容応力：379MPa）
相対変位に対して、一次応力，二次応力双方の影響を考慮し，支持間隔6～12mで設計する。
- ・ケーブル防護管（電線管）(450A)
一次＋二次応力：約378MPa（許容応力：379MPa）
相対変位に対して、一次応力，二次応力双方の影響を考慮し，支持間隔4.6～9mで設計する。
- ・ケーブル防護管（電線管）(200A)
一次＋二次応力：約386MPa（許容応力：391MPa）
相対変位に対して、一次応力，二次応力双方の影響を考慮し，支持間隔4.6～9.1mで設計する。



第 1 図 安全冷却水系冷却塔 A 全体配管ルート

補 13-2



第2図 安全冷却水系冷却塔A 配管ルート（冷却塔周辺）（断面）

参考資料 1

再処理施設の地盤モデルについて

1. 地盤モデルの概要

再処理施設の耐震設計に用いる基準地震動は、T.P. - 70mの鷹架層に想定した解放基盤表面に定義されたものであることから、建物・構築物の地震応答解析を行うにあたっては、解放基盤表面以浅の地盤の影響を考慮し、各建物位置での入力地震動を評価する必要がある。

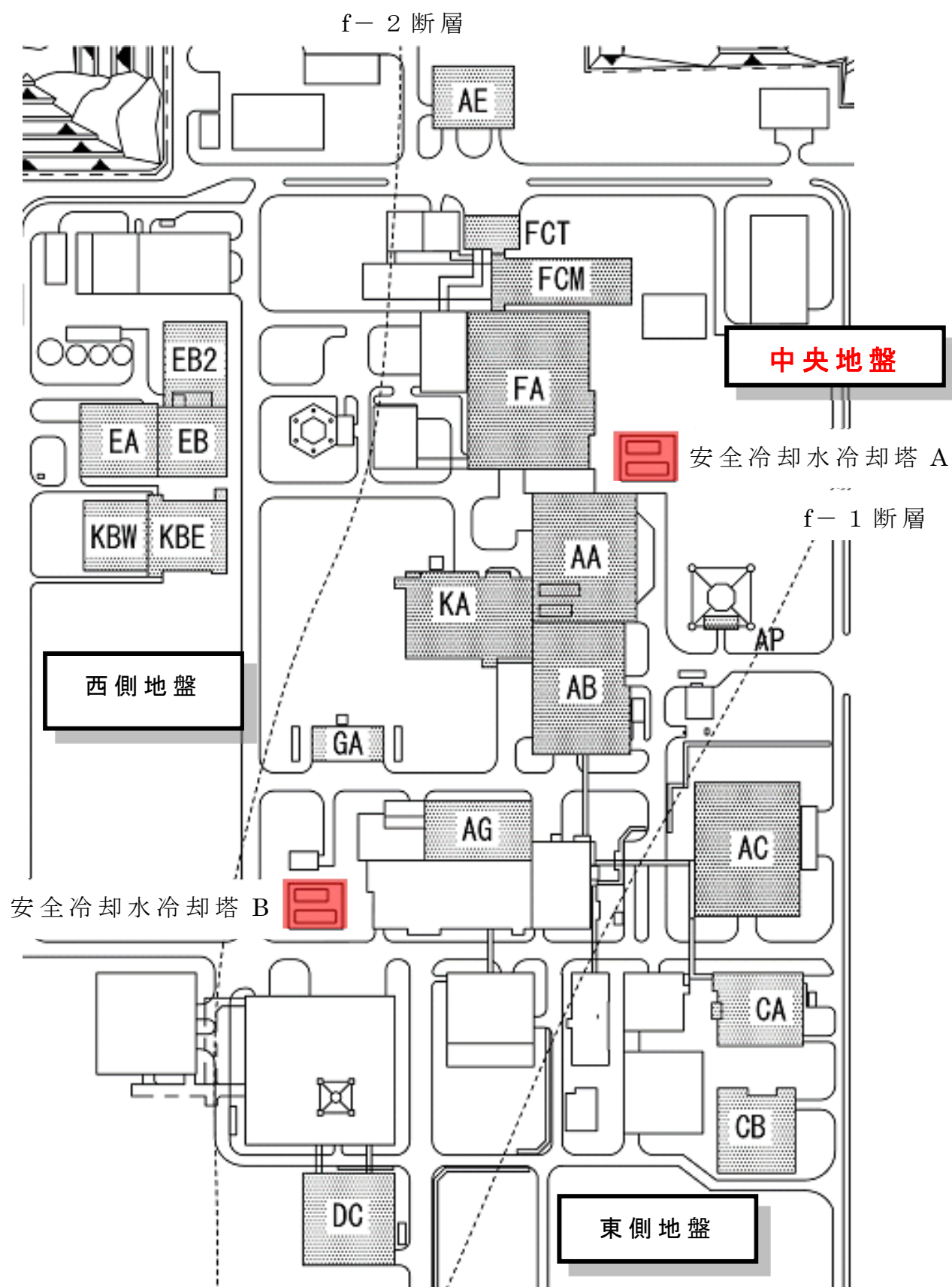
本施設の敷地は、著しい高低差のない平坦な地形であり、また、解放基盤表面から建物の設置位置までは、新第三紀の岩盤である鷹架層が平面的にも広範囲に渡って分布していることから、水平成層地盤モデルを用いた一次元波動論によることとしている。

水平成層地盤モデルの設定にあたっては、多くの重要な施設が敷地全体に広がっていること、また、敷地内には $f - 1$ 及び $f - 2$ の断層が認められ、同じ新第三紀の岩盤ではあるものの、断層を境にして、西側では鷹架層上部層、中央部では鷹架層下部層、東側では鷹架層中部層が、建物設置レベル付近に広く分布するという特性を考慮し、下記に示す3領域毎に地盤モデルを設定している。建物配置と水平成層地盤モデルとの関連を第1図に示す。

東側地盤： $f - 1$ 断層より東側の水平成層地盤モデル

中央地盤： $f - 1$ 及び $f - 2$ 断層間の水平成層地盤モデル

西側地盤： $f - 2$ 断層より西側の水平成層地盤モデル



参 1-3