

(別冊 1 - 3 6)

再処理施設に関する設計及び工事の計画

(プルトニウム転換技術開発施設 (PCDF) 管理棟駐車場における
事故対処設備の設置工事)

その他再処理設備の附属施設（その20）
その他の主要な事項

目 次

	頁
1. 変更の概要	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格	2
3. 設計の基本方針	3
4. 設計条件及び仕様	5
5. 工事の方法	8
6. 工事の工程	14

別 図 一 覧

別図-1 プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場の配置及び申請範囲

別図-2-1 地下式貯油槽躯体 平面図

別図-2-2 地下式貯油槽躯体 伏図（基礎底版、壁）

別図-2-3 地下式貯油槽躯体 伏図（頂版）

別図-2-4 地下式貯油槽躯体 断面図

別図-2-5 地下式貯油槽躯体 断面リスト（壁）

別図-2-6 地下式貯油槽躯体 断面リスト（基礎底版、頂版）

別図-2-7 地下式貯油槽躯体設置工事フロー図

別図-3-1 地下式貯油槽 構造図

別図-3-2 地下式貯油槽設置工事フロー図

別図-4-1 接続端子盤 （迫而）

別図-4-2 接続端子盤設置工事フロー図

表 一 覧

表-1-1 設計条件

表-1-2-1 設計仕様

表-1-2-2 鉄筋の種類

表-1-2-3 鉄筋の定着及び継手の長さ

表-1-2-4 鉄筋と型枠とのかぶり厚さ

表-1-2-5 型枠の寸法許容差

表-1-2-6 コンクリートの強度表

表-2-1 設計条件

表-2-2 設計仕様

表-3-1 設計条件

表-3-2 設計仕様

表-4 PCDF 管理棟駐車場における事故対処設備の設置に係る工事工程表

1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 3 年 ●月●日付け原規規発第*****号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画について、変更認可の申請を行う。

事故対処設備は、廃止措置計画用設計津波により浸水しない高台にあるプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場（以下「PCDF 管理棟駐車場」という。）及び南東地区に保管することを定めている。

PCDF 管理棟駐車場の地盤については、地盤改良を行い廃止措置計画用設計地震動（以下「設計地震動」という。）に耐え得るものとして整備する。

今回、事故対処設備である地下式貯油槽及び接続端子盤並びに地下式貯油槽躯体を PCDF 管理棟駐車場に設置する。

2. 準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(昭和32年法律第166号)

「再処理施設の技術基準に関する規則」(令和2年原子力規制委員会規則第9号)

「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

(平成25年原子力規制委員会規則第27号)

「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」

(平成25年原子力規制委員会規則第5号)

「原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601)」(日本電気協会)

「原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601)」(日本電気協会)

「発電用原子力設備規格」(日本機械学会)

「日本産業規格(JIS)」

「日本電機工業会標準規格(JEM)」

「電気規格調査会標準規格(JEC)」(電気学会)

「道路橋示方書・同解説」(日本道路協会)

「建築基礎構造設計指針」(日本建築学会)

「杭基礎設計便覧」(日本道路協会)

「落石対策便覧」(日本道路協会)

「建築工事標準仕様書・同解説(JASS)」(日本建築学会)

「道路土工」(日本道路協会)

「コンクリート標準示方書」(土木学会)

「鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼とコンクリートの複合構造物」(国土交通省)

「機械設備工事一般仕様書」(日本下水道事業団)

「各種合成構造設計指針・同解説」(日本建築学会)

「建築設備耐震設計・施工指針」(日本建築センター)

「原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震設計に関する安全性照査マニュアル」

(土木学会 原子力土木委員会)

「原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル」

(土木学会 原子力土木委員会)

「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程

(JEAC4616)」(日本電気協会)

3. 設計の基本方針

PCDF 管理棟駐車場に設置する地下式貯油槽躯体、地下式貯油槽及び接続端子盤は（別図-1 参照）、廃止措置計画用設計地震動（以下「設計地震動」という。）によりこれらの機能が失われないように設置する。

4. 設計条件及び仕様

4.1 地下式貯油槽躯体

(1) 設計条件

表-1-1 設計条件

名 称	地下式貯油槽躯体
耐震重要度分類	—※ ※設計地震動に対して地下式貯油槽の躯体としての機能が損なわれないもの。
構 造	鉄筋コンクリート造

(2) 仕様

地下式貯油槽躯体の設置のため、以下に基づき施工を行う。

表-1-2-1 設計仕様

項 目	仕 様
地下式貯油槽躯体	鉄筋 : SD345 (JIS G 3112) コンクリート : 普通コンクリート (JIS A 5308)
図	別図-1、別図 2-1～別図 2-7

表-1-2-2 鉄筋の種類

部材	材料	備考
鉄筋	SD345 (D19, D22, D25)	JIS G 3112

表-1-2-3 鉄筋の定着及び継手の長さ

鉄筋の種類	定着及び継手の長さ	備考
SD345	32d	道路橋示方書

表-1-2-4 鉄筋と型枠とのかぶり厚さ

部位	かぶり厚さ (mm)	備考
地中部	70	道路土工

表-1-2-5 型枠の寸法許容差

項目	許容差 (mm)	備考
基礎底版・頂版・壁の 断面寸法	0～+50	コンクリート 標準示方書

表-1-2-6 コンクリートの強度表

項目	設計基準強度 (N/mm ²)	備考
普通コンクリート	24	コンクリート 標準示方書

4.2 地下式貯油槽

(1) 設計条件

表-2-1 設計条件

名 称	地下式貯油槽
耐震重要度分類	—※ ※設計地震動に対して燃料を保管する容器としての機能が損なわれないもの。
構 造	鋼製横置円筒形

(2) 仕様

地下式貯油槽の設置のため、以下に基づき施工を行う。

表-2-2 設計仕様

項 目	仕 様
地下式貯油槽	胴板 : SUS304 相当 脚 : SUS304 相当 外径 : 2,432 mm × 全長 : 10,168 mm ボルト : M30 × 8 本/箇所 × 5 箇所 (SUS316 相当)
図	別図-1、別図-3-1

4.3 接続端子盤

(1) 設計条件

表-3-1 設計条件

名 称	接続端子盤
耐震重要度分類	—※ ※設計地震動に対して給電ケーブルを接続する盤としての機能が損なわれないもの。
構 造	自立盤

(2) 仕様

接続端子盤の設置のため、以下に基づき施工を行う。

表-3-2 設計仕様

項 目	仕 様
接続端子盤	自立盤 鋼製(SS400) 概略寸法：約 2400 mm×約 600 mm×約 2000mm ボルト：M16×8 本(SS400)
ケーブル	高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 規格：CVT100sq 本数：3 本 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 規格：CVT100sq 本数：8 本
図	別図-1、別図-4-1 (追而) ~別図-4-2

5. 工事の方法

5.1 地下式貯油槽躯体

(1) 工事の方法及び手順

本工事のフローを別図-2-7に示す。また、本工事において実施する試験・検査項目（調達管理等の検証のために行う検査を含む）、検査方法及び判定基準を以下に示す。

① 地耐力検査

方法：支持地盤面（礫混じり砂質土あるいは礫質土）について平板載荷試験を行い、地耐力を確認する。

判定：地耐力が設計許容支持力（155 kN/m²）以上であること。

② 材料検査

方法：鉄筋の材料を材料証明書等により確認する。

判定：鉄筋が表-1-2-2に示す材料であること。

③ 構造検査1（配筋検査）

方法：イ. 鉄筋の径（呼び径）を目視により確認する。

ロ. 鉄筋の本数又は間隔を測定又は目視により確認する。

ハ. 鉄筋の定着長さ及び継手長さを測定又は目視により確認する。

ニ. 鉄筋と型枠とのかぶり厚さを測定又は目視により確認する。

判定：イ. 鉄筋が別図-2-5及び別図2-6に示す径（呼び径）であること。

ロ. 鉄筋が別図-2-5及び別図2-6に示す間隔であること。

ハ. 鉄筋の定着長さ及び継手長さが表-1-2-3に示す長さ以上であること。

ニ. 鉄筋と型枠とのかぶり厚さが表-1-2-4に示す厚さ以上であること。

④ 構造検査2（型枠検査）

方法：型枠の寸法を測定により確認する。

判定：型枠が表-1-2-5に示す寸法許容差の範囲内であること。

⑤ 強度検査

方法：コンクリートの強度を圧縮強度試験により確認する。

判定：普通コンクリートの圧縮強度の平均値が表-1-2-6に示す設計基準強度以上であり、かつ個々の値が表-1-2-6に示す設計基準強度の85%以上であること。

⑥ 外観検査1（外観検査）

方法：地下式貯油槽躯体の表面を目視により確認する。

判定：地下式貯油槽躯体の表面に有害な傷、へこみ等がないこと。

⑦ 外観検査2（配置検査）

方法：地下式貯油槽躯体の配置を目視により確認する。

判定：地下式貯油槽躯体が別図-1に示す位置に配置されていること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、労働安全衛生法に従い、作業者に係る労働災害の防止に努める。
- ② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、作業を実施する。
- ③ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ④ 本工事における火気作業時は、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。
- ⑤ 本工事における高所作業時は、資機材の落下防止とともに、墜落制止用器具等の保護具を着用し、災害防止に努める。
- ⑥ 本工事における掘削作業時は、既設埋設物及び既設構造物を図面及び現地にて確認した上で、既設埋設物及び既設構造物に応じた適切な保護対策を行うなど、既設埋設物及び既設構造物の損傷防止に努める。
- ⑦ 本工事においては、PCDF 管理棟駐車場周辺において作業を行う。このため、これら施設周辺で行う別工事との干渉が発生しないように調整し、工事を進める。

5.2 地下式貯油槽

(1) 工事の方法及び手順

本工事のフローを別図-3-2 に示す。また、本工事において実施する試験・検査項目（調達管理等の検証のために行う検査を含む）、検査方法及び判定基準を以下に示す。なお、地下タンク貯蔵所等の消防設備は消防法に基づき設置する。

① 材料検査

方法：地下式貯油槽の主要部材、据付ボルトの材料について、材料証明書等により確認する。

判定：材料証明書等の記載内容が表-2-2 に示す材料（材質・化学成分・機械的性質）であること。

② 耐圧（漏えい）試験

方法：試験水頭は設計上の最高液位レベルまで水を満たし、保持時間は30分以上とする。

目視により変形の程度及び溶接部からの漏れの有無を確認する。

判定：試験圧力に耐え、著しい変形及び溶接部からの漏れがないこと。

③ 外観検査

方法：地下式貯油槽の外観を目視により確認する。

判定：地下式貯油槽に有害なキズ、変形、破損等がないこと。

④ 寸法検査

方法：測定器を用いて定められた寸法許容誤差の範囲内であることを確認する。

判定：定められた寸法許容誤差の範囲内であること。

⑤ 据付検査

方法：地下式貯油槽の据付ボルトの外径、本数を確認する。

判定：地下式貯油槽の据付ボルトが表-2-2 に示す外径、本数であること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、労働安全衛生法に従い、作業者に係る労働災害の防止に努める。
- ② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、作業を実施する。

- ③ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ④ 本工事における火気作業時は、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。
- ⑤ 本工事における高所作業時は、資機材の落下防止とともに、墜落制止用器具等の保護具を着用し、災害防止に努める。
- ⑥ 本工事においては、PCDF 管理棟駐車場周辺において作業を行う。このため、これら施設周辺で行う別工事との干渉が発生しないように調整し、工事を進める。

5.3 接続端子盤

(1) 工事の方法及び手順

本工事のフローを別図-4-2に示す。本工事で設置する接続端子盤は、工場で製作し、現地に搬入、設置する。本工事において実施する試験・検査項目（調達管理等の検証のために行う検査を含む）、検査方法及び判定基準を以下に示す。

① 材料検査

方法：接続端子盤の主要部材、据付ボルトの材料について、材料証明書等により確認する。

判定：材料証明書等の記載内容が表-3-2に示す材料（材質・化学成分・機械的性質）であること。

② 外観検査

方法：接続端子盤の外観を目視により確認する。

判定：接続端子盤に有害なキズ、変形、破損等がないこと。

③ 据付検査

方法：接続端子盤の据付ボルトの外径、本数を確認する。

判定：接続端子盤の据付ボルトが表-3-2に示す外径、本数であること。

④ 絶縁抵抗検査

方法：動力分電盤から負荷設備までのケーブルに対し、500Vの電圧を印加した時の絶縁抵抗を絶縁抵抗計で測定する。

判定：絶縁抵抗値が1 MΩ以上であること。

⑤ 接続・導通検査

方法：ケーブルの接続に緩みがないことを確認する。

判定：ケーブルの導通があることをテスターにより確認する。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、労働安全衛生法に従い、作業者に係る労働災害の防止に努める。
- ② 本工事においては、工事に係る作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した作業計画書を作成し、作業を実施する。
- ③ 本工事に係る火気使用時は、可燃物の撤去、不燃シートの設置等の火災を防止するための必要な措置を講じる。
- ④ 本工事に係る重量物の運搬については、運搬台車等により行い、既設構造物に破損等の影響を与えないよう作業を行う。
- ⑤ 本工事においては、作業場所に応じて仮設足場を設置するとともに、ヘルメット、墜落制止用器具、保護手袋、保護メガネ等の保護具を着用し、災害防止に努める。
- ⑥ 本工事に係る作業の開始前と終了後において、周辺設備の状態に変化がないことを確認し、設備の異常の早期発見に努める。

6. 工事の工程

本申請に係る工事の工程を表-4 に示す。

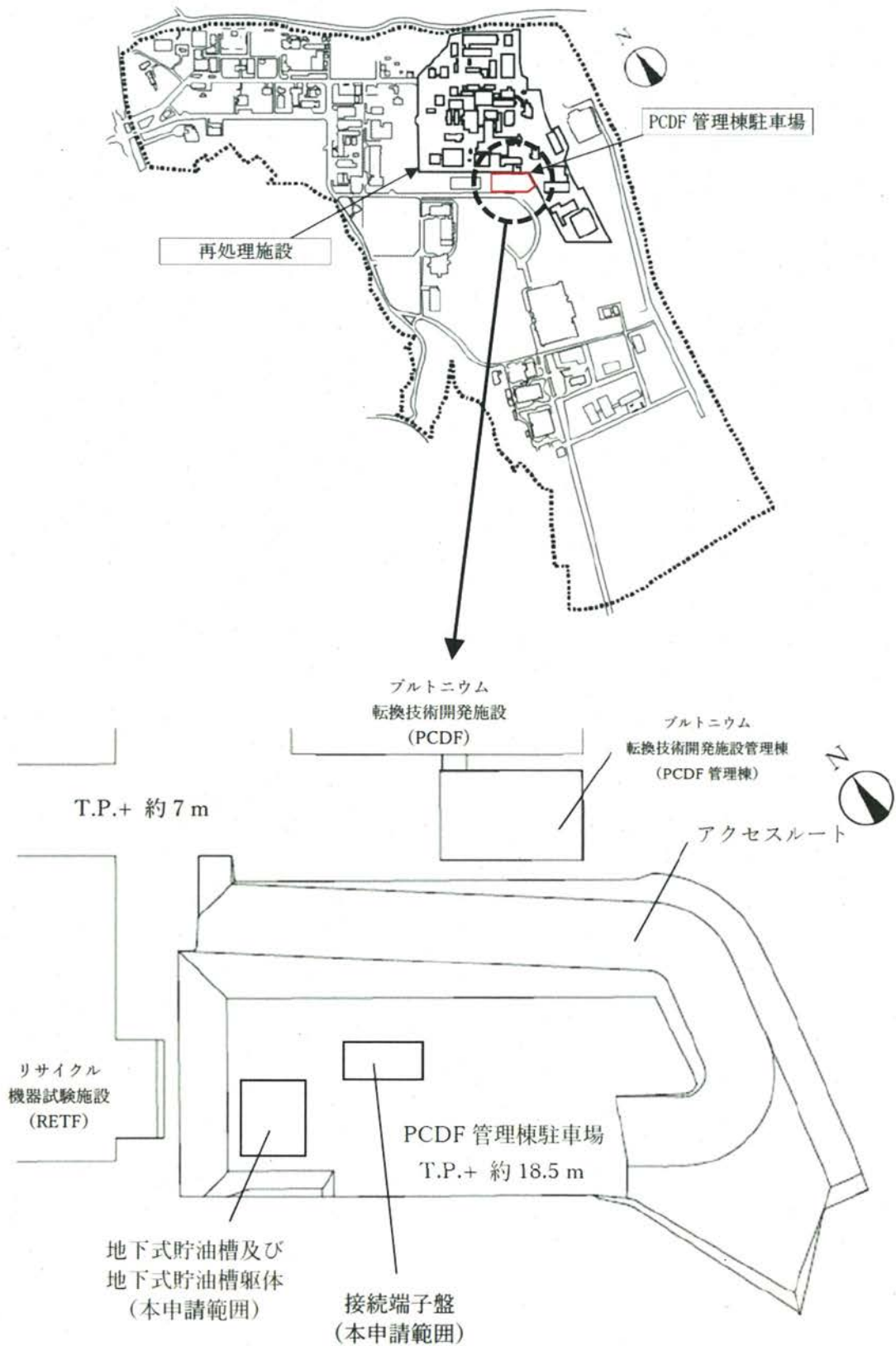
本申請に係る工事は、令和 3 年 6 月 29 日に申請した「再処理施設 廃止措置計画 変更認可申請書」（令 03 原機（再）009）の「別冊 1-26 再処理施設に関する設計及び工事の計画（事故対処設備の保管場所の整備）」の工事の中で実施する。

表-4 PCDF 管理棟駐車場における事故対処設備の設置に係る工事工程表

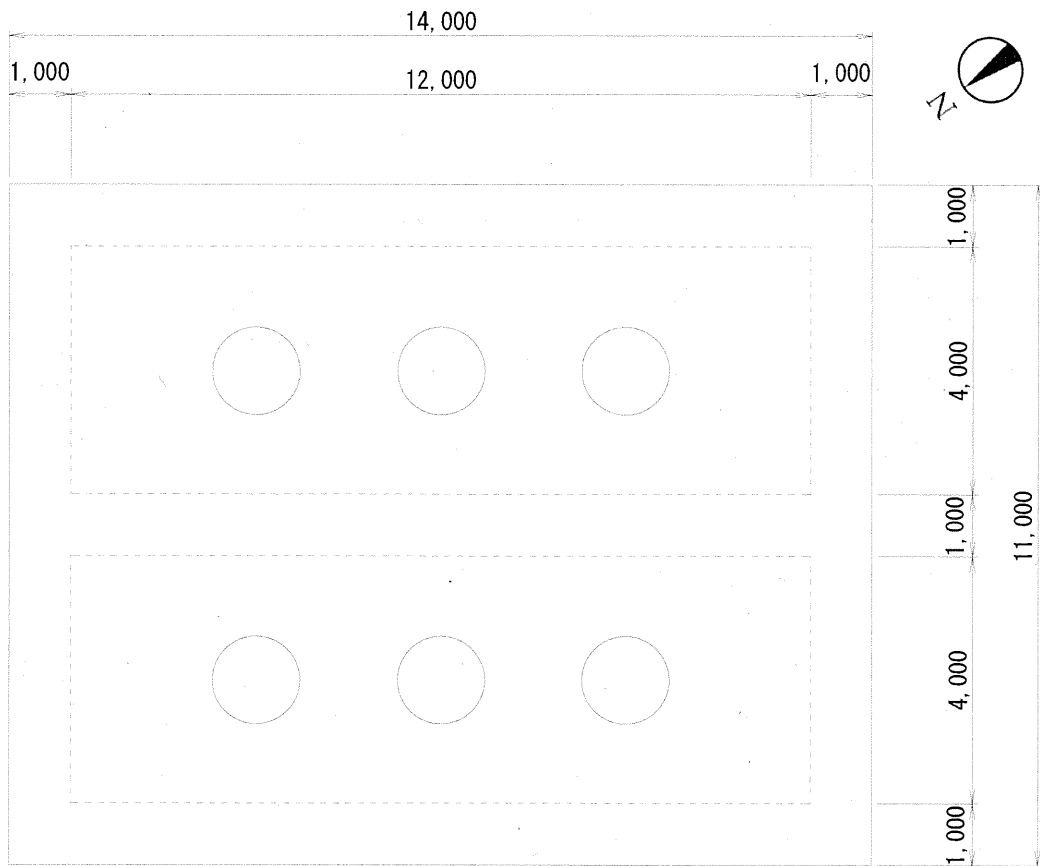
	令和 3 年度				令和 4 年度			
PCDF 管理棟駐車場における 事故対処設備の設置工事								
	工事							

※安全対策工事の進捗等により工程は見直す場合がある。

(別図)

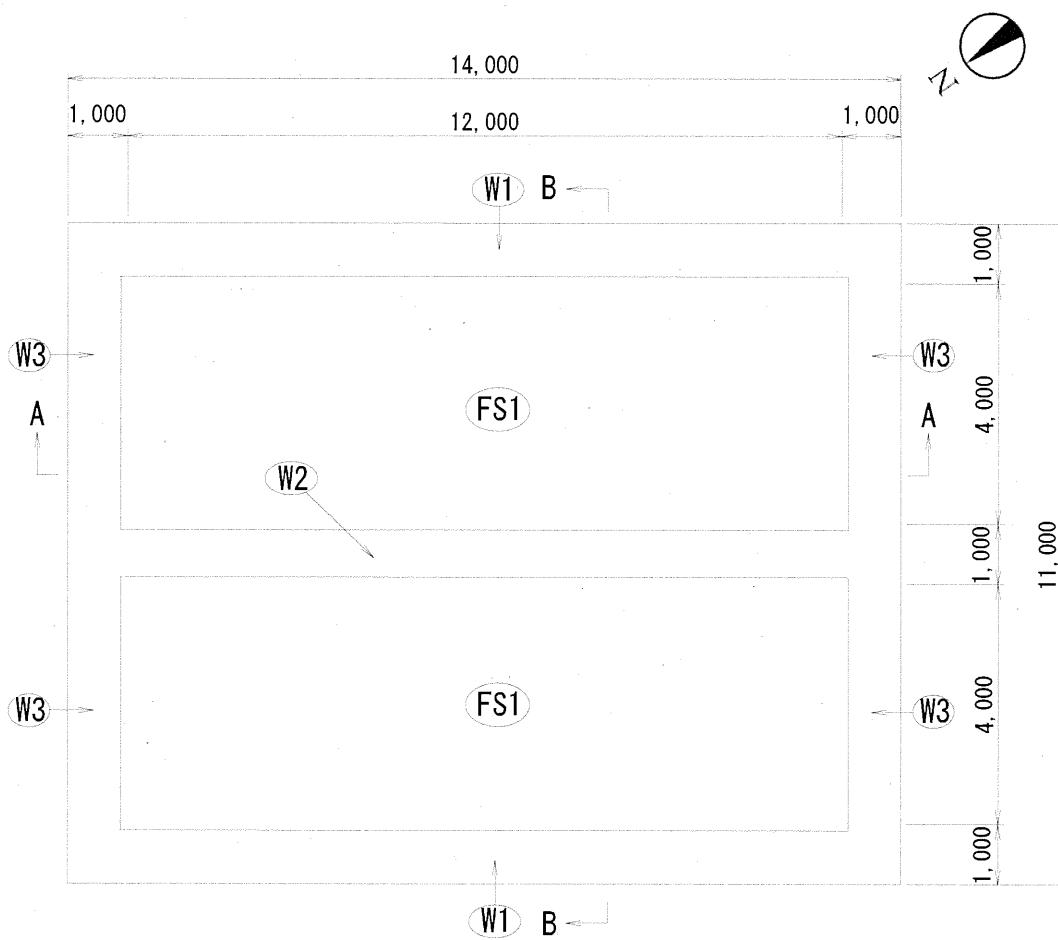


別図-1 プルトニウム転換技術開発施設 (PCDF) 管理棟駐車場の配置及び申請範囲



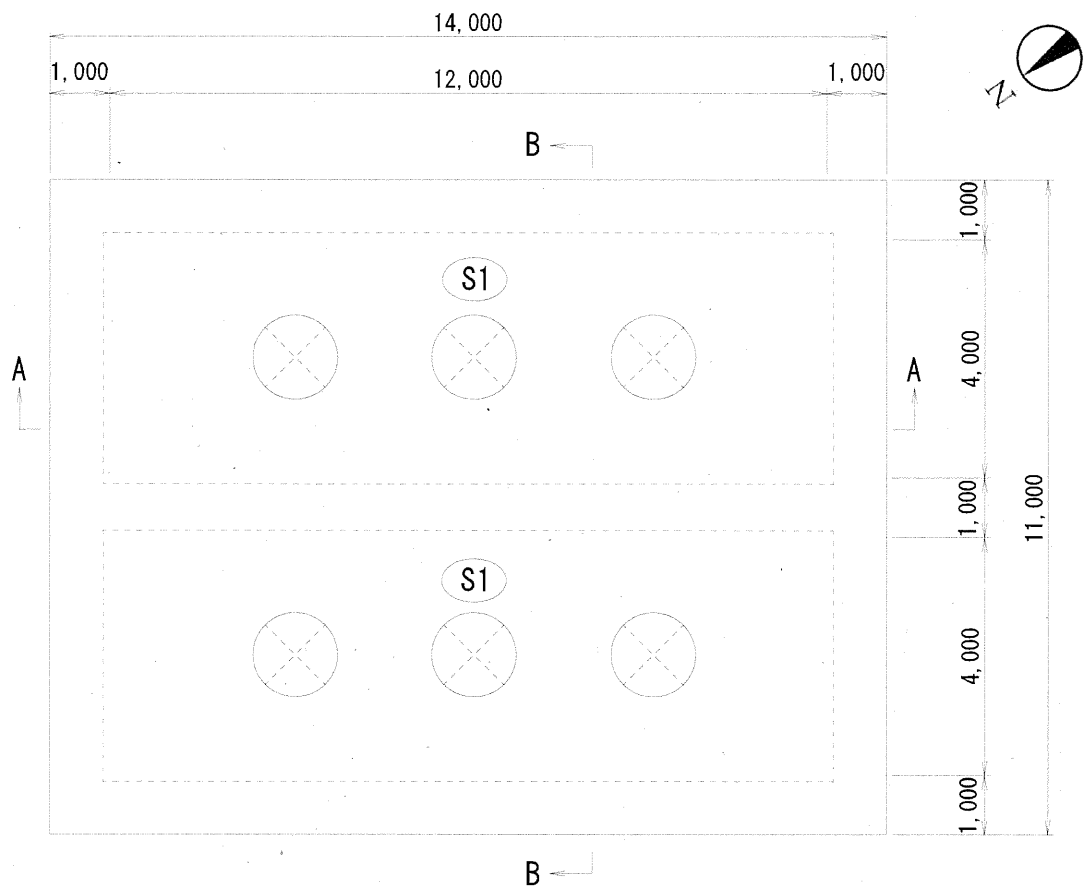
(单位 : mm)

別図-2-1 地下式貯油槽躯体 平面図



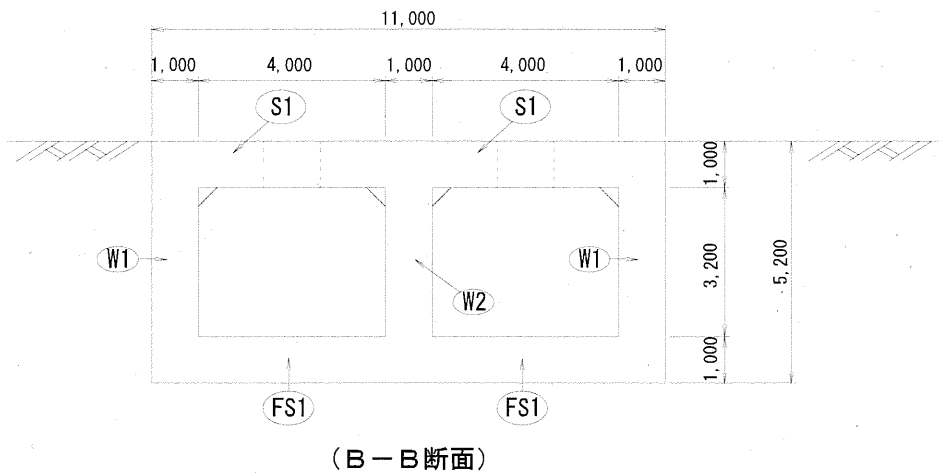
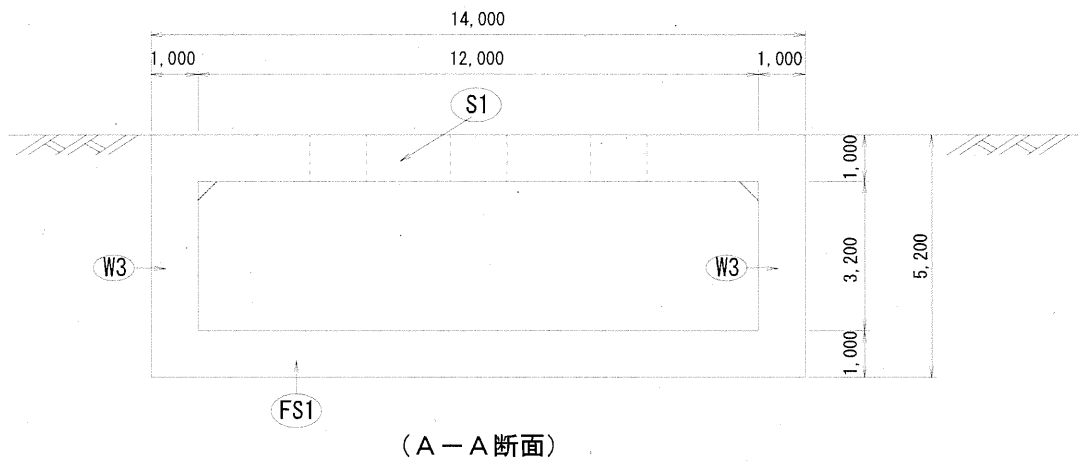
(单位 : mm)

別図-2-2 地下式貯油槽躯体 伏図(基礎底板、壁)




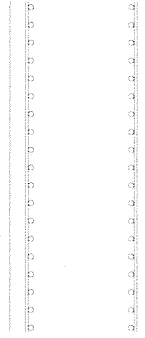

(单位 : mm)

別図-2-3 地下式貯油槽躯体 伏図(頂版)



(单位：mm)

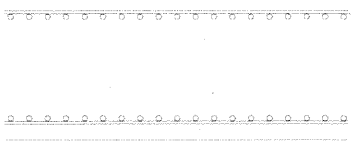
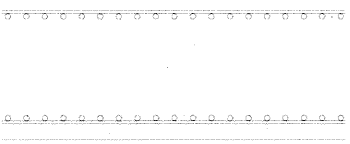
别图-2-4 地下式貯油槽躯体 断面图

符号	W 1	W 2	W 3
断面			
厚さ	1000	1000	1000
縦筋	D19@125	D25@125	D19@125
横筋	D19@125	D19@125	D19@125

注：表示寸法は構造躯体寸法を示す。

(単位：mm)

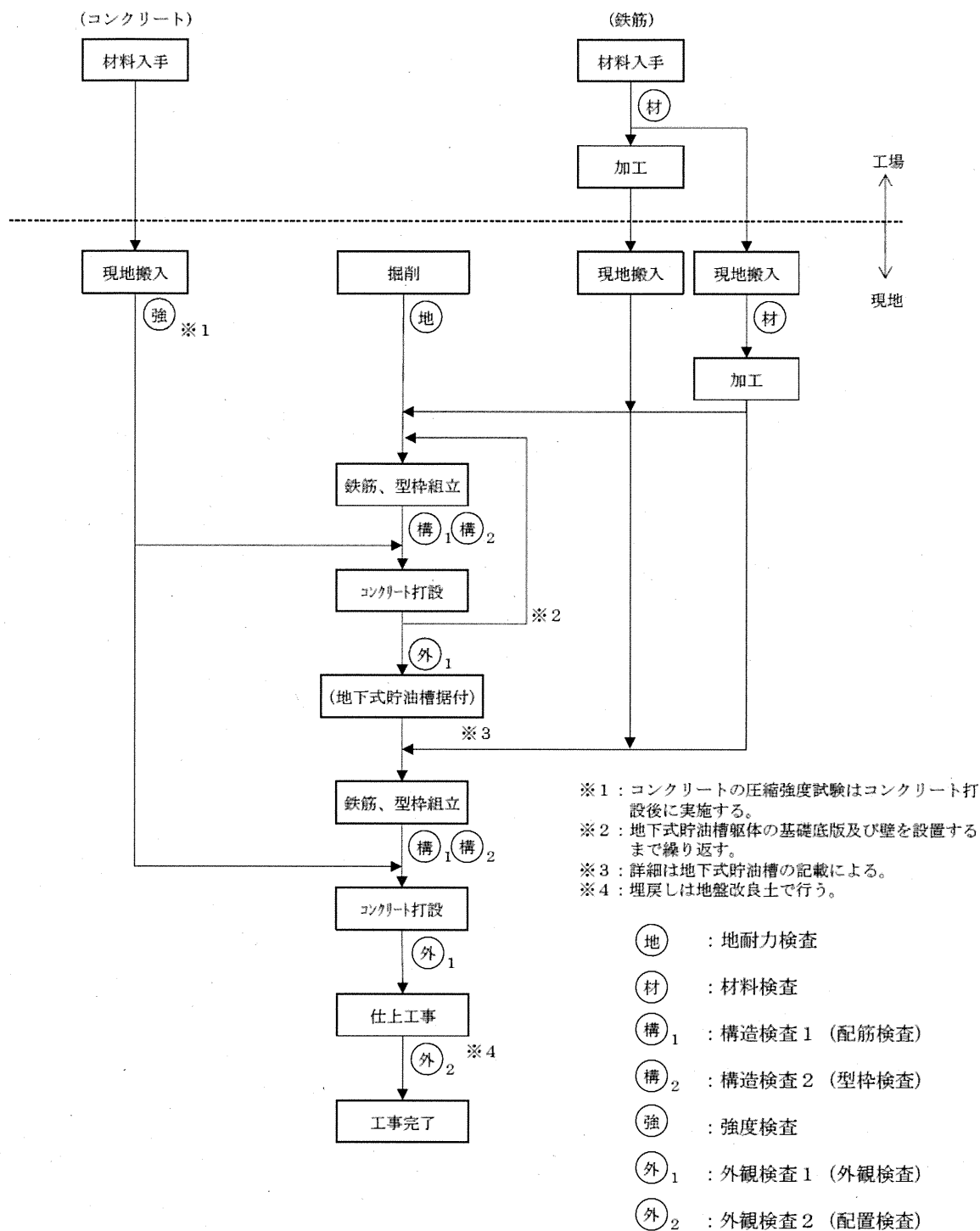
別図-2-5 地下式貯油槽躯体 断面リスト(壁)

符号		F S 1	S 1
断面			
厚さ		1000	1000
短辺 方向	上端筋	D19@125	D19@125
	下端筋	D22@125	D19@125
長辺 方向	上端筋	D19@125	D19@125
	下端筋	D19@125	D19@125

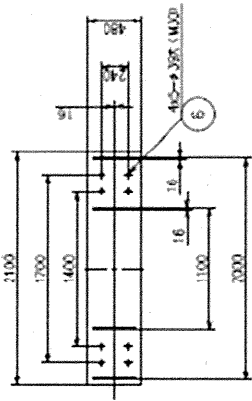
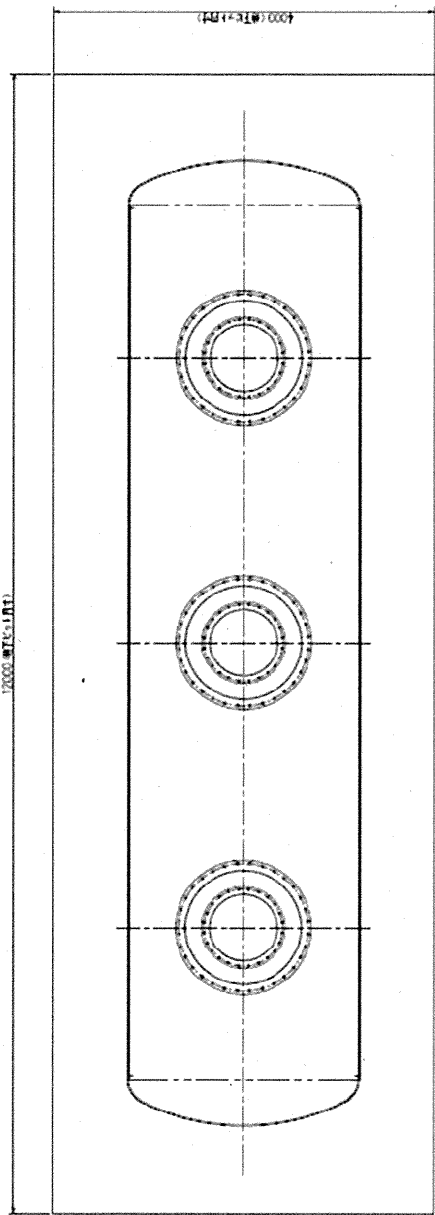
注：表示寸法は構造躯体寸法を示す。

(単位：mm)

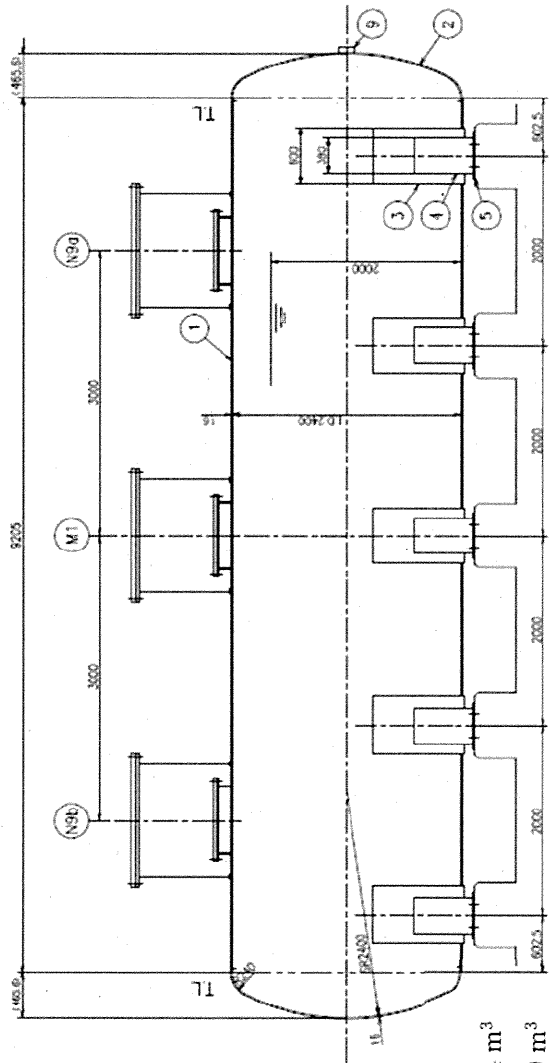
別図-2-6 地下式貯油槽躯体 断面リスト(基礎底板・頂版)



別図-2-7 地下式貯油槽躯体設置工事フロー図

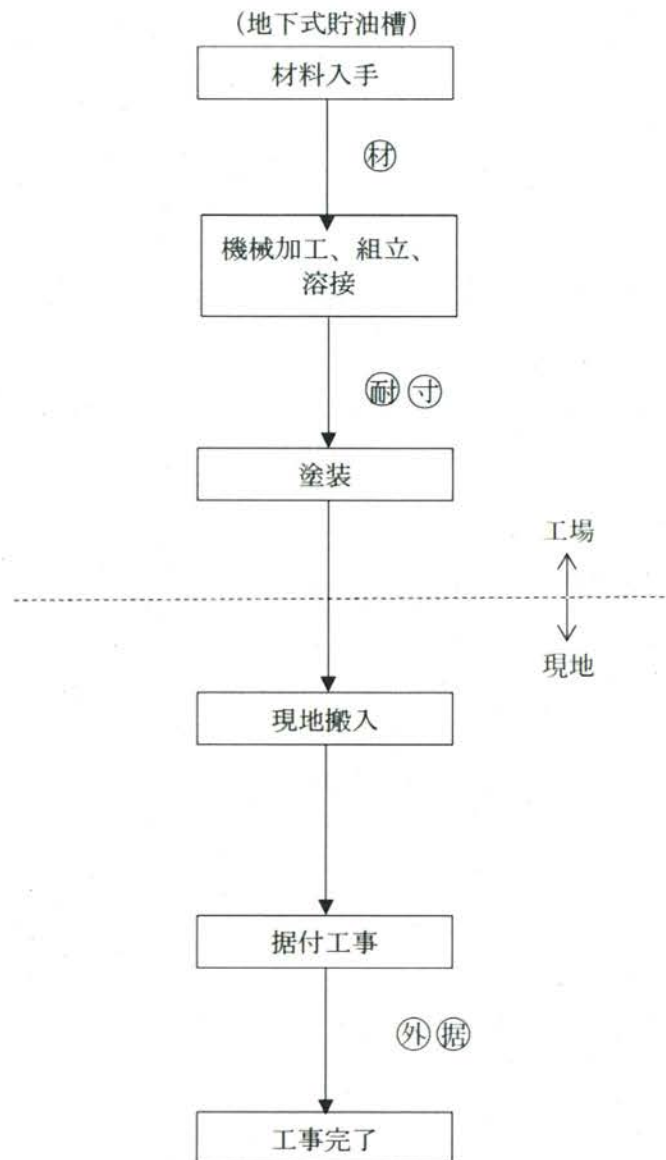


ベースプレート詳細



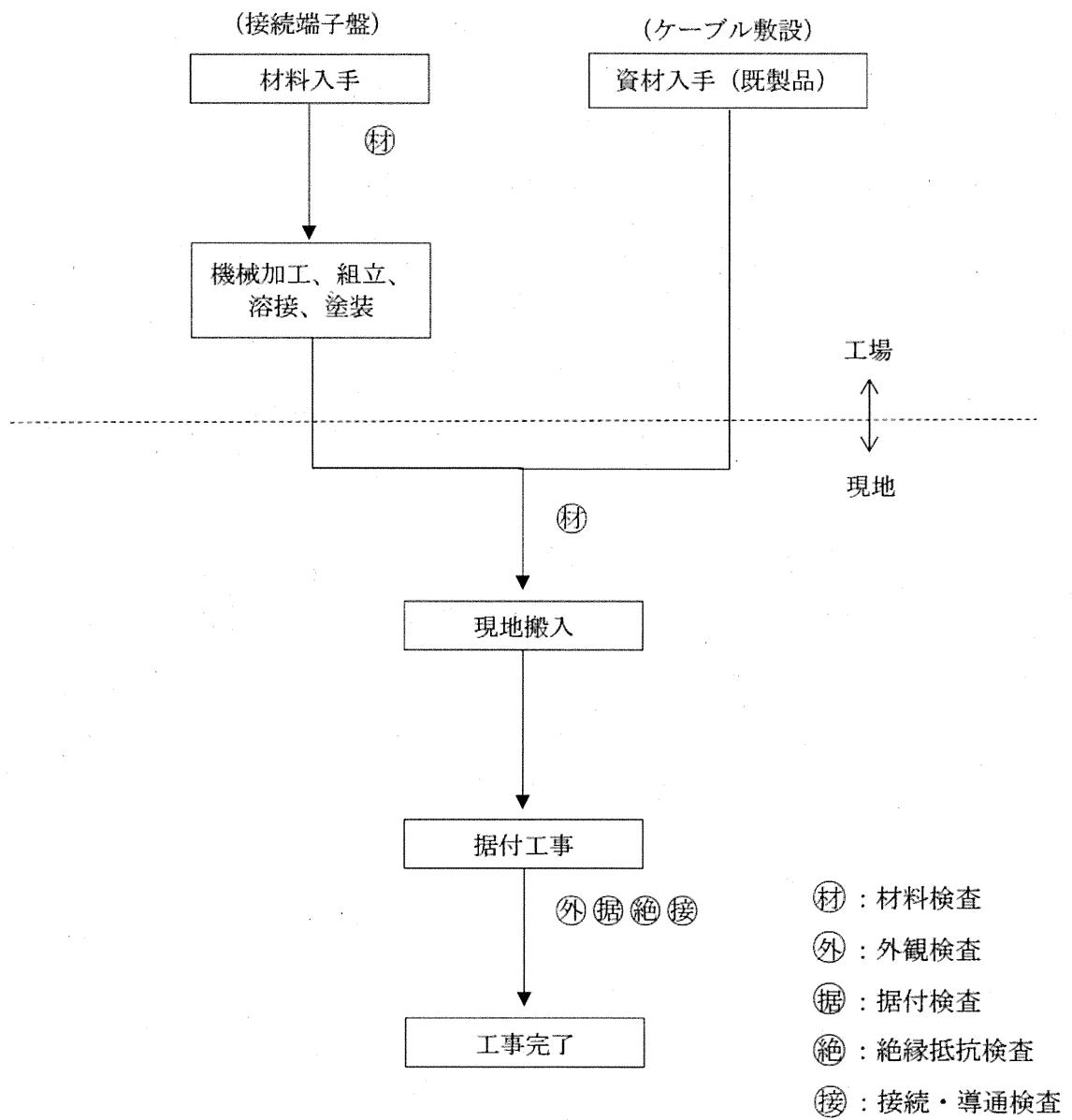
- ・基数：2 基
- ・全容量：44 m³
- ・実容量：40 m³

別図-3-1 地下式貯油槽 構造図



- ① : 材料検査
- ② : 耐圧 (漏えい) 試験
- ③ : 寸法検査
- ④ : 外観検査
- ⑤ : 据付検査

別図-3-2 地下式貯油槽設置工事フロー図



別図-4-2 接続端子盤設置工事フロー図

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	無	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	無	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	無	—	—
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第十二条	再処理施設内における ^い 溢水による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	無	—	—
第十七条	材料及び構造	無	—	—
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—
第二十二条	安全保護回路	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十三条	制御室等	無	—	—
第二十四条	廃棄施設	無	—	—
第二十五条	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六条	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七条	遮蔽	無	—	—
第二十八条	換気設備	無	—	—
第二十九条	保安電源設備	無	—	—
第三十条	緊急時対策所	無	—	—
第三十一条	通信連絡設備	無	—	—
第三十二条	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三条	地震による損傷の防止	有	第1項	別紙-1に示すとおり
第三十四条	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六条	重大事故等対処設備	有	第3項	別紙-2に示すとおり
第三十七条	材料及び構造	無	—	—
第三十八条	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九条	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十条	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一条	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二条	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三条	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第四十五条	重大事故等への対処に必要な なる水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	有	—	別紙-3 に示すとおり
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な 設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	無	—	—

第三十三条（地震による損傷の防止）

重大事故等対処施設は、次の各号に掲げる施設の区分に応じ、それぞれ当該各号に定めるところにより設置されたものでなければならない。

- 一 常設耐震重要重大事故等対処設備が設置される重大事故等対処施設 基準地震動による地震力に対して重大事故に至るおそれがある事故（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を除く。）又は重大事故（以下「重大事故等」と総称する。）に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものであること。

- 一 本申請は、廃止措置計画用設計地震動による地震力に対して耐震性を確保し、地下式貯油槽及び接続端子盤を設置するものである。

地下式貯油槽躯体、地下式貯油槽及び接続端子盤の耐震性の評価結果については別添-1～別添-3に記載する。

第三十六条（重大事故等対処設備）

重大事故等対処設備は、次に掲げるところによるものでなければならない。

3 可搬型重大事故等対処設備に関しては、第一項の規定によるほか、次に掲げるところによるものでなければならない。

一 常設設備（再処理施設と接続されている設備又は短時間に再処理施設と接続することができる常設の設備をいう。以下この項において同じ。）と接続するものにあつては、当該常設設備と容易かつ確実に接続することができ、かつ、二以上の系統が相互に使用することができるよう、接続部の規格の統一その他の適切な措置を講ずること。

五 想定される重大事故等が発生した場合において、可搬型重大事故等対処設備を運搬し、又は他の設備の被害状況を把握するため、工場等内の道路及び通路が確保できるように、適切な措置を講ずること。

3 可搬型重大事故等対処設備に関しては、次のとおりとする。

一 本申請において、給電系統（1 系統）を新設し、2 系統とする。

五 想定される事故が発生した場合、南東地区に参集した事故対処要員の PCDF 管理棟駐車場への移動、設備の被害状況の把握を行うため、南東地区から PCDF 管理棟駐車場までのアクセスルートを使用する。アクセスルートのアクセス性について別添-4 に記載する。

第四十六条（電源設備）

再処理施設には、設計基準事故に対処するための設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合において当該重大事故等に対処するために必要な電力を確保するために必要な設備が設けられていなければならない。

非常用発電機からの給電が不可となった場合に、必要な電力を確保するため、本申請において、地下式貯油槽及び接続端子盤を設置する。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。

別添-1

地下式貯油槽躯体の強度評価に関する計算書

目 次

1. 概要.....	別添-1-1
2. 一般事項.....	別添-1-8
2.1 位置.....	別添-1-8
2.2 構造概要.....	別添-1-9
2.3 評価方針.....	別添-1-11
2.4 準拠規格・基準.....	別添-1-12
2.5 使用材料.....	別添-1-12
3. 地震応答解析.....	別添-1-13
3.1 地盤の地震応答解析.....	別添-1-13
3.2 貯油槽躯体の応力解析.....	別添-1-16
3.2.1 解析モデル.....	別添-1-16
3.2.2 荷重.....	別添-1-16
3.2.3 荷重の組合せ.....	別添-1-18
3.2.4 応力解析結果.....	別添-1-19
4. 耐震性評価.....	別添-1-22
4.1 評価方法.....	別添-1-22
4.2 許容限界.....	別添-1-22
4.2.1 構造部材の許容限界.....	別添-1-22
4.2.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界.....	別添-1-23
5. 耐震性評価結果.....	別添-1-24
5.1 構造部材の評価結果.....	別添-1-24
5.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果.....	別添-1-25

1. 概要

本資料は、廃止措置計画用設計地震動（以下「設計地震動」という。）に対して、地下式貯油槽躯体（以下「貯油槽躯体」という。）が耐震余裕を有することを説明するものである。

設計地震動は、令和2年2月10日付け原規規発第2002103号をもって認可された「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書」において策定した敷地の解放基盤表面における水平成分及び鉛直成分の地震動とする。設計地震動の応答スペクトルを図1-1から図1-3に、時刻歴波形を図1-4から図1-6に示す。解放基盤表面は、S波速度が0.7 km/s以上であるT.P.-303 m*とする。

※T.P. : 東京湾平均海面

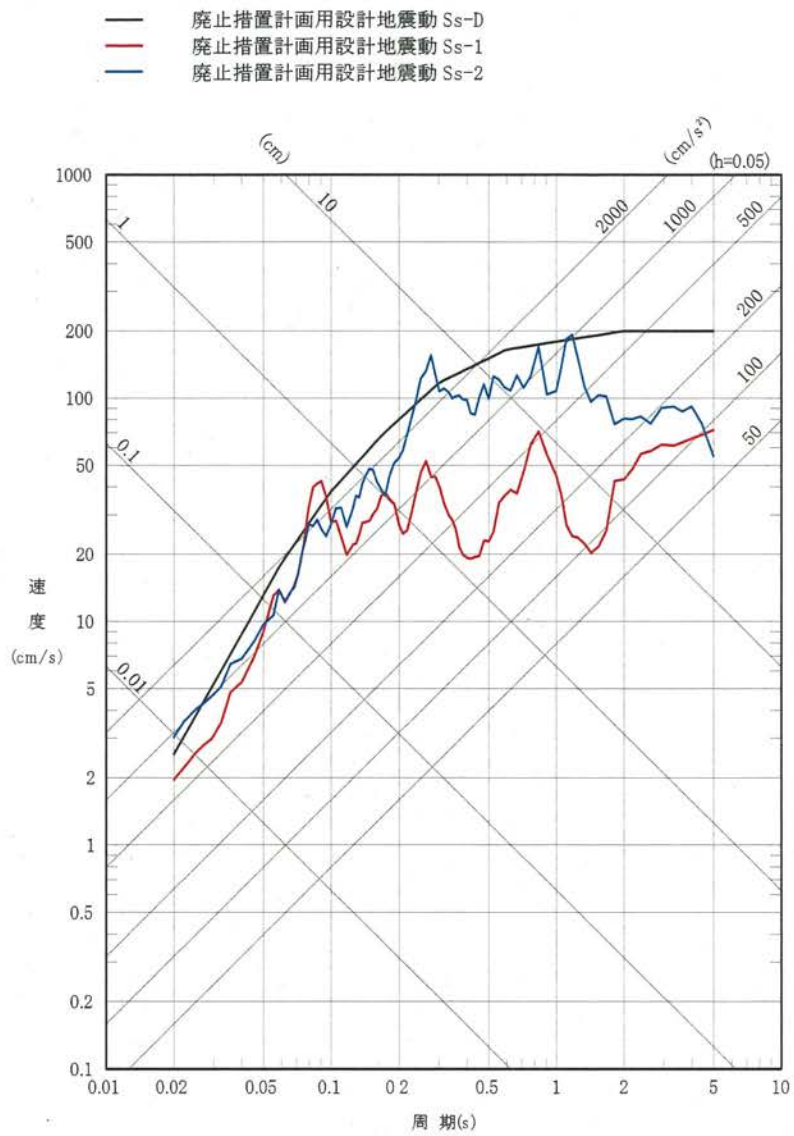


図 1-1 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(NS成分)

- 廃止措置計画用設計地震動 Ss-D
- 廃止措置計画用設計地震動 Ss-1
- 廃止措置計画用設計地震動 Ss-2

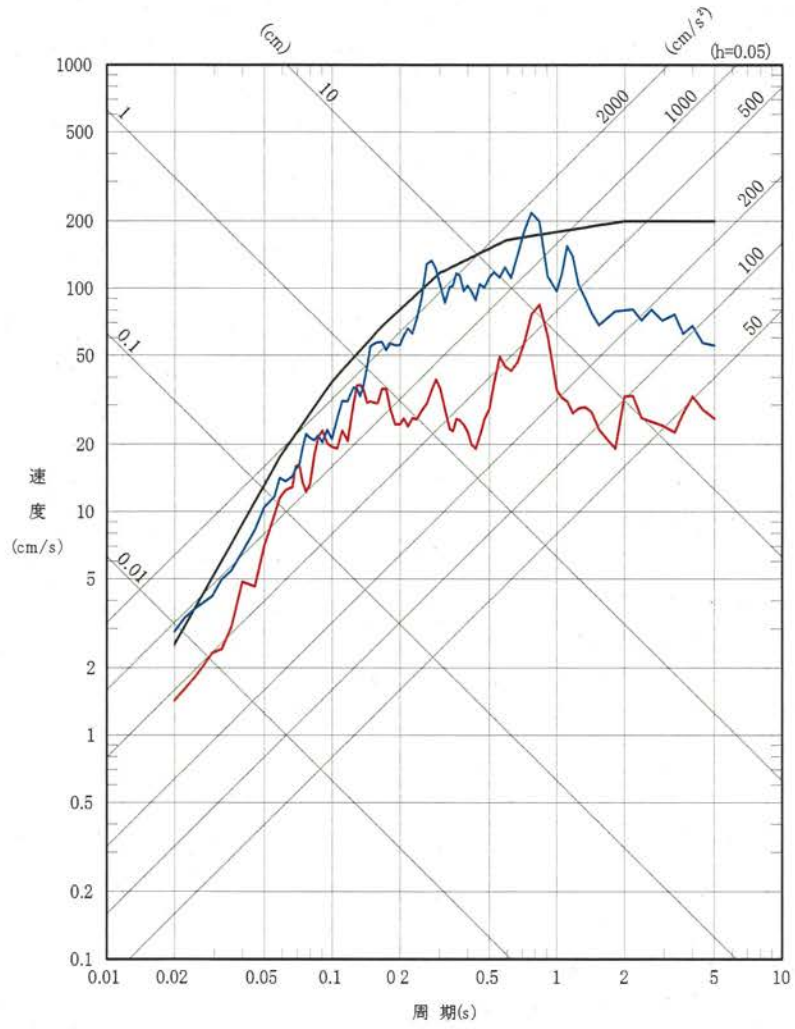


図 1-2 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(EW 成分)

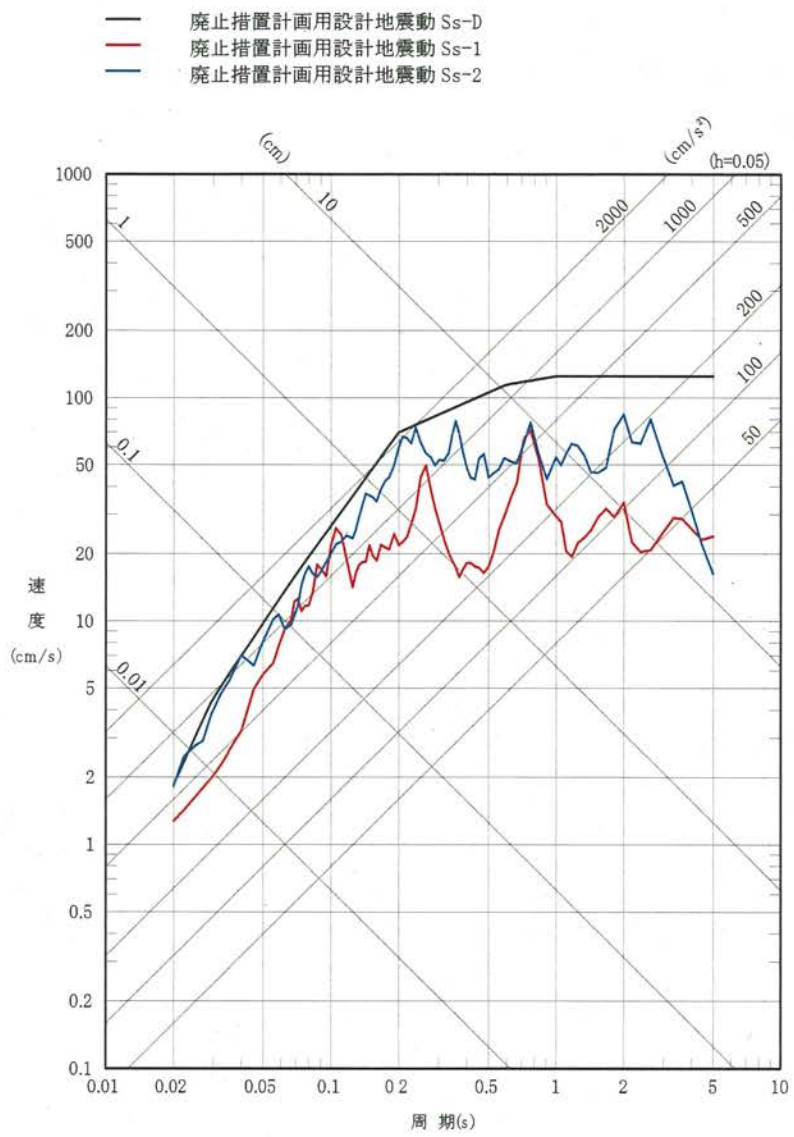


図 1-3 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(UD成分)

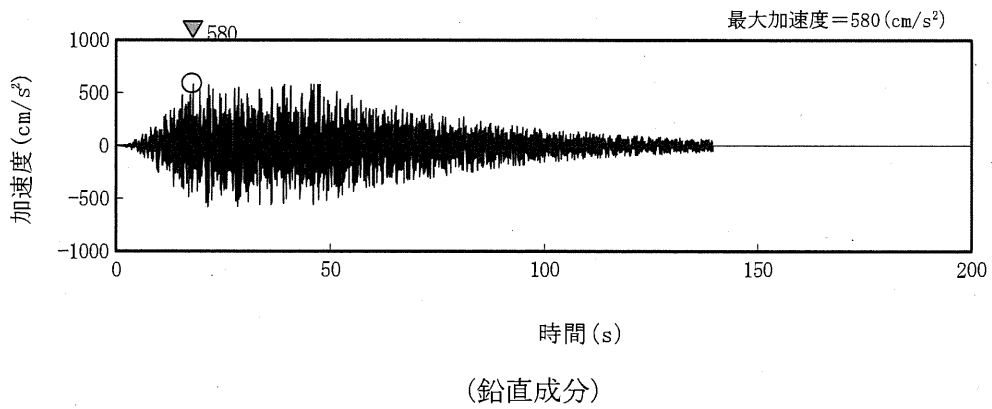
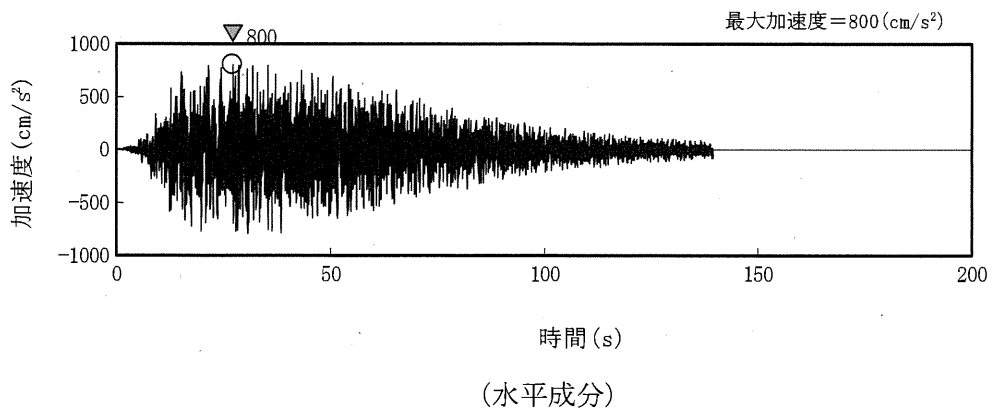


図 1-4 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-D) の時刻歴波形

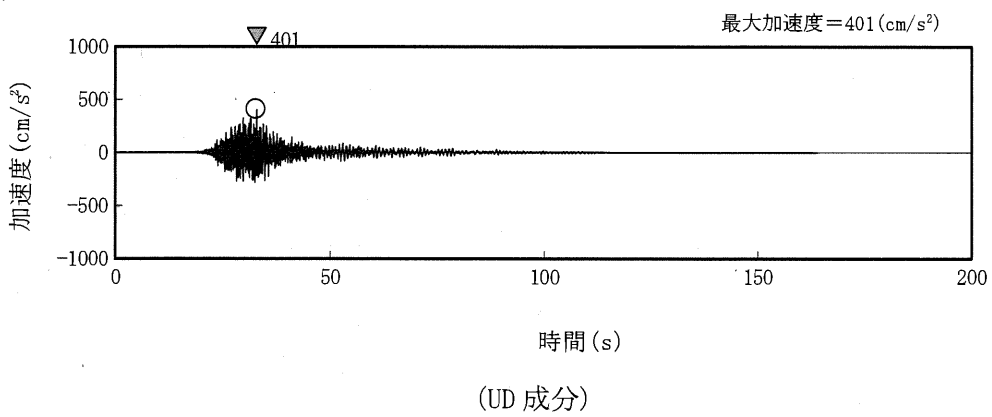
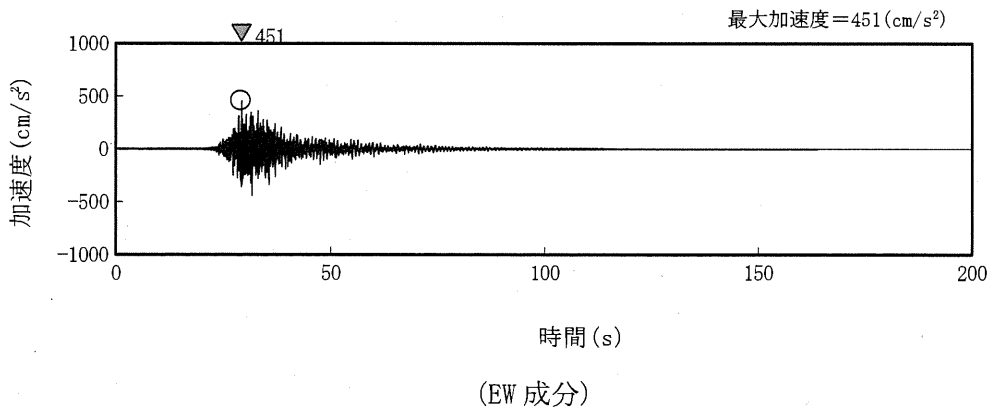
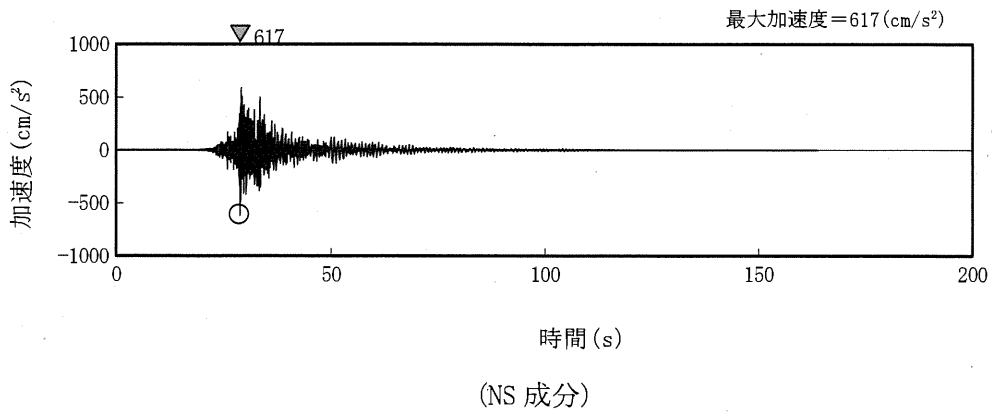
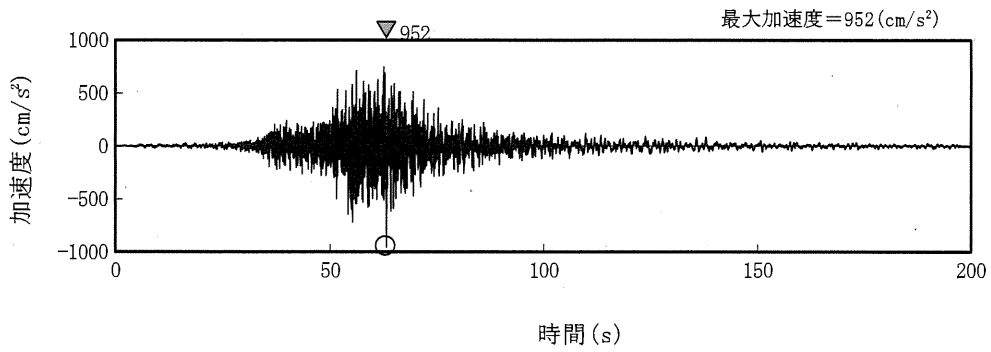
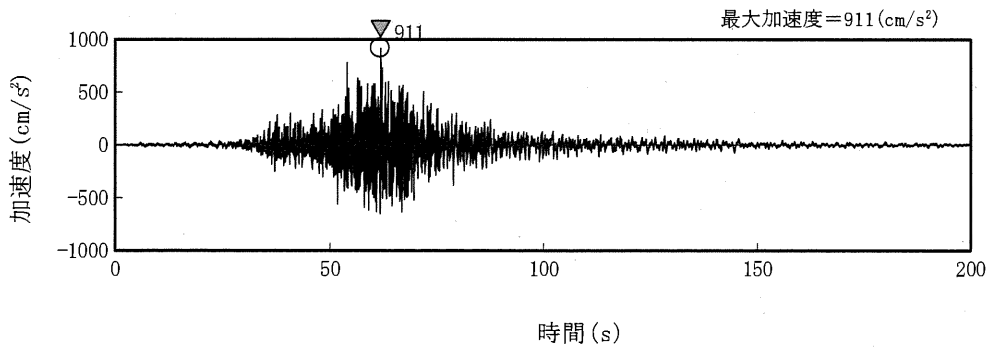


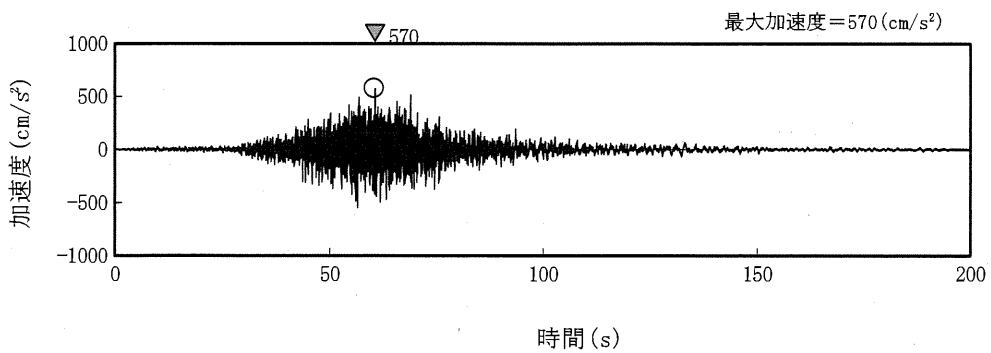
図 1-5 廃止措置計画用設計地震動(Ss-1)の時刻歴波形



(NS 成分)



(EW 成分)



(UD 成分)

図 1-6 廃止措置計画用設計地震動(Ss-2)の時刻歴波形

2. 一般事項

2.1 位置

貯油槽躯体の配置図を図 2-1 に示す。貯油槽躯体の A-A(南北)断面と磁北方向の角度差は、 35.7° である。

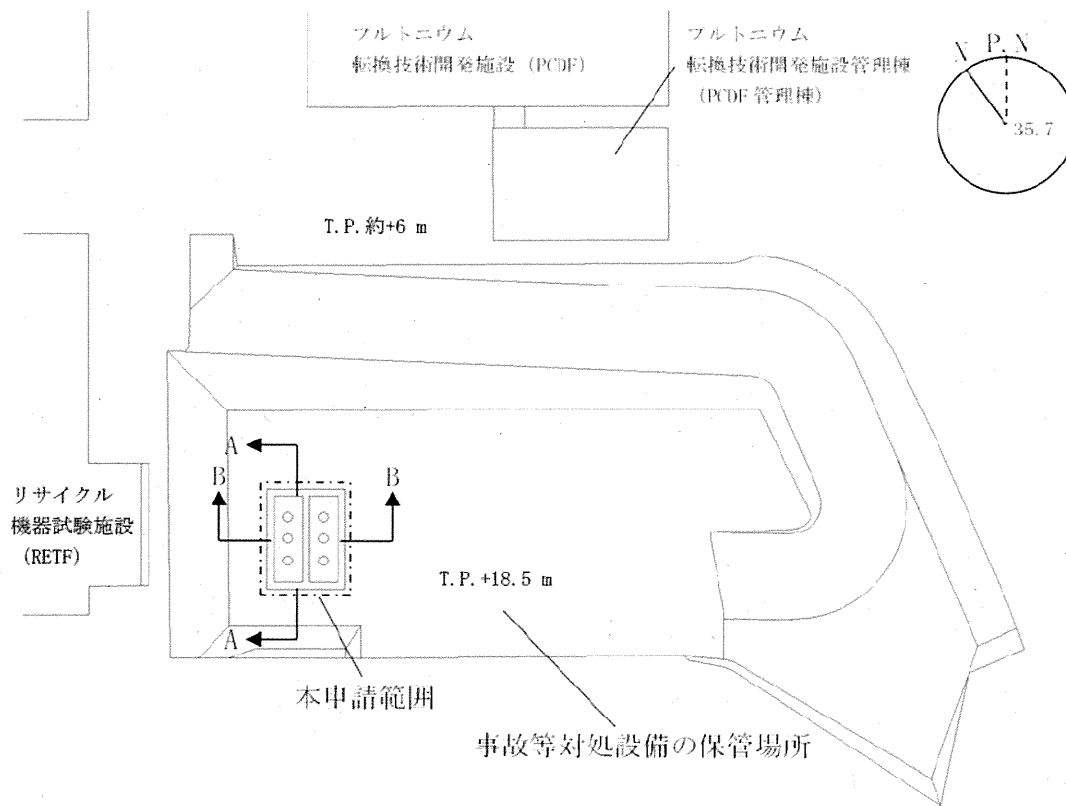


図 2-1 貯油槽躯体 配置図

2.2 構造概要

貯油槽躯体は、長さ 14 m、幅 11 m、高さ 5.2 m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、MMR の上に設置する。

貯油槽躯体の平面図を図 2-2 に、断面図を図 2-3 に示す。

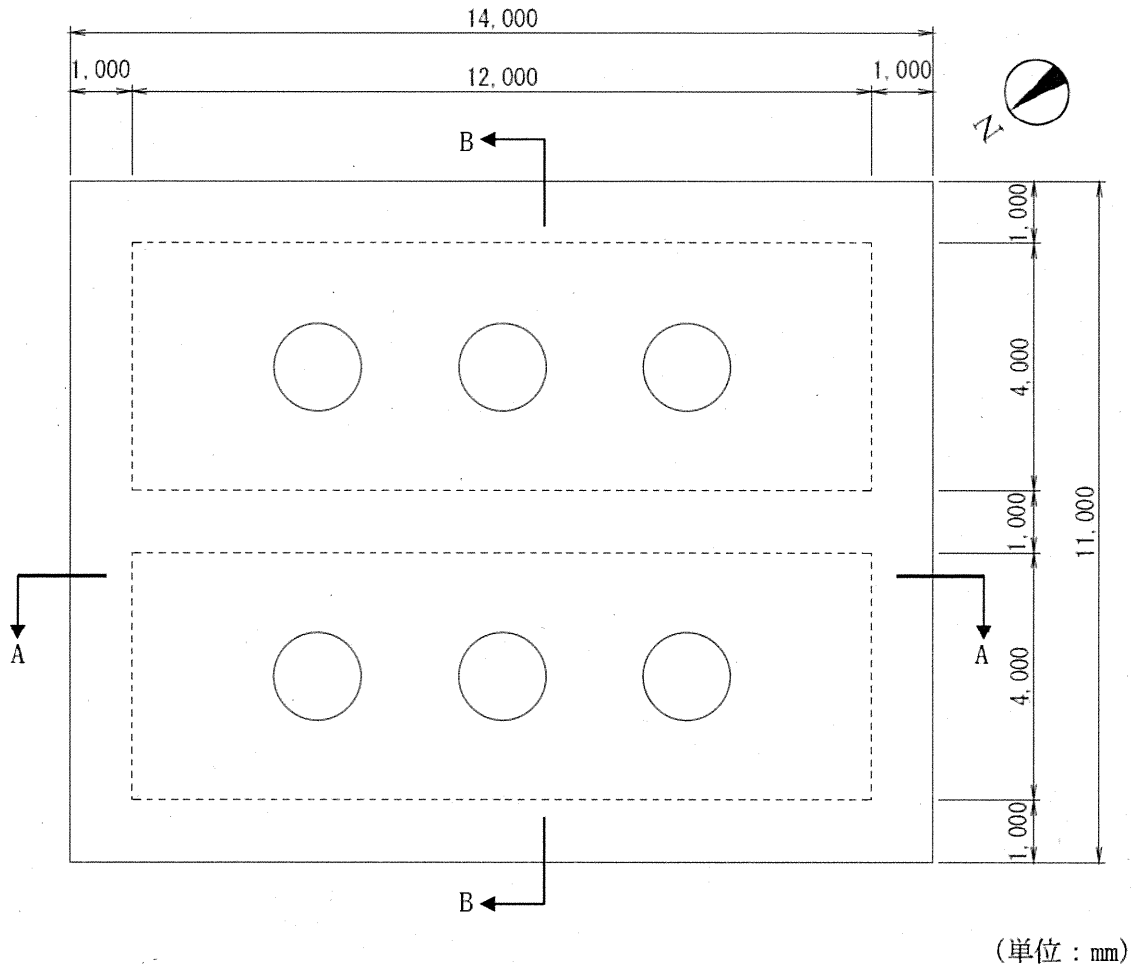
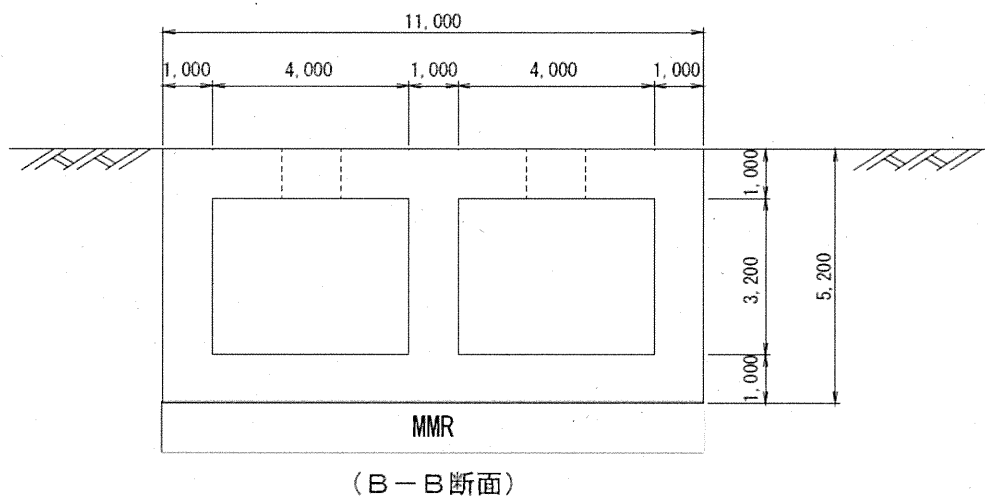
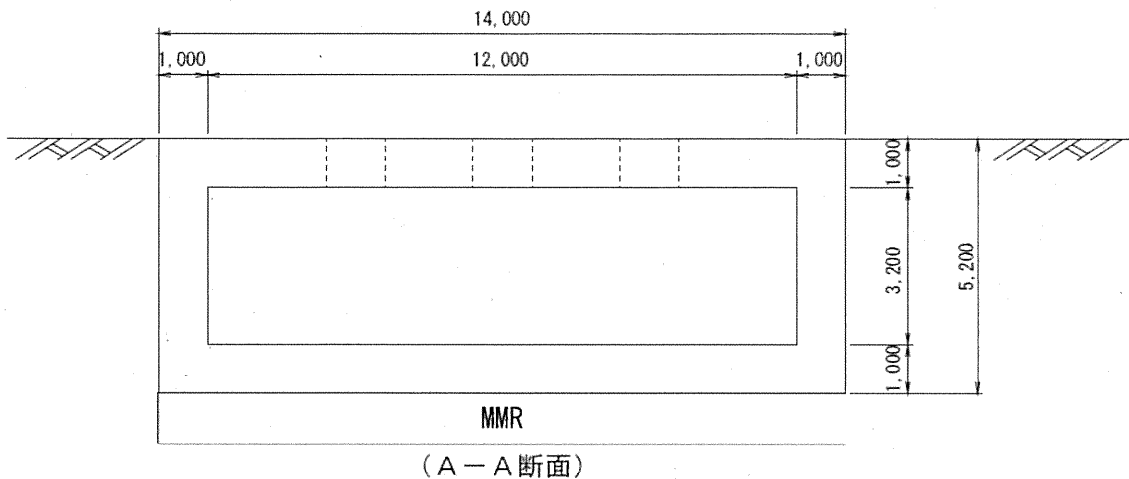


図 2-2 貯油槽躯体 平面図



(单位：mm)

图 2-3 貯油槽躯体 断面图

2.3 評価方針

貯油槽躯体の耐震性評価に用いる応力は、設計地震動に対して地盤の地震応答解析を行い、その応答結果を用いた応力解析から求める。

貯油槽躯体の耐震性評価フローを図 2-5 に示す。

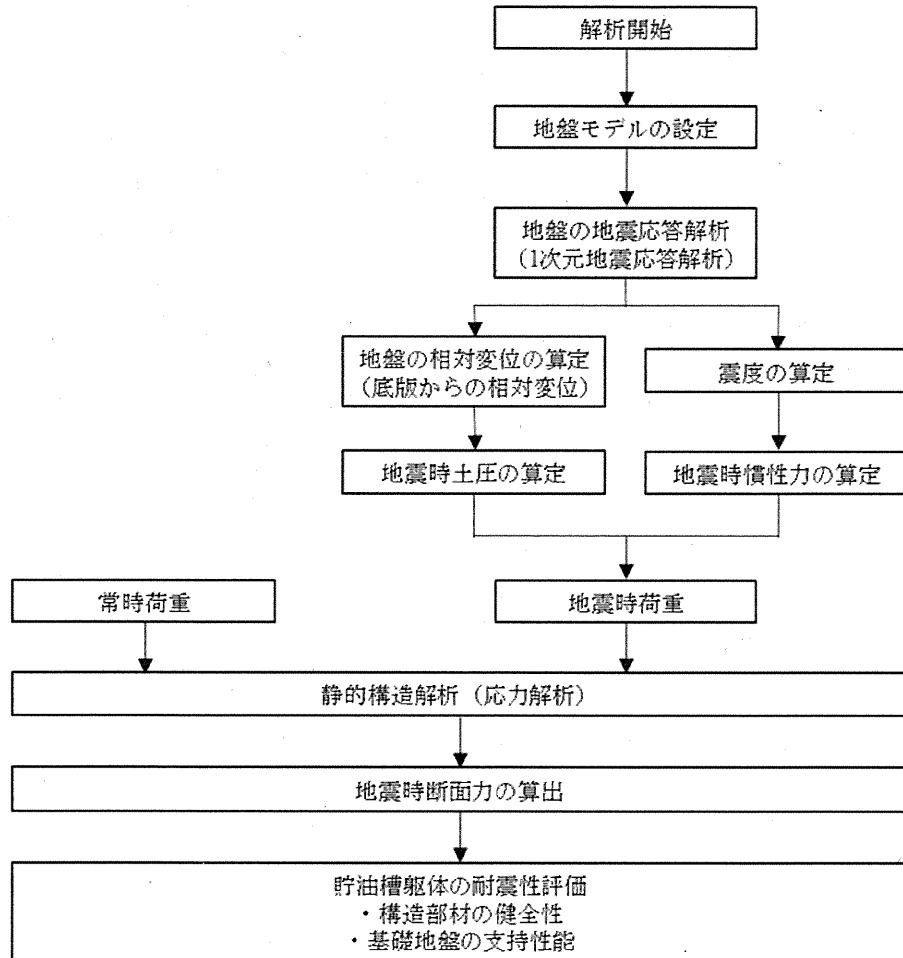


図 2-5 貯油槽躯体の耐震性評価フロー

2.4 準拠規格・基準

貯油槽躯体の強度評価において準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601）」（日本電気協会）
- ・「原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC4601）」（日本電気協会）
- ・「原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震設計に関する安全性照査マニュアル」（土木学会原子力土木委員会）
- ・「原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル・照査例」（土木学会原子力土木委員会）
- ・「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕」（土木学会）
- ・「道路橋示方書・同解説」（日本道路協会）
- ・「道路土工」（日本道路協会）

2.5 使用材料

貯油槽躯体の使用材料を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造物の使用材料

コンクリート	設計基準強度 $F_c=24 \text{ N/mm}^2$
鉄筋	SD345

3. 地震応答解析

3.1 地盤の地震応答解析

応力解析に用いる地盤の応答（加速度及び変位）は、解放基盤表面で定義される設計地震動を入力地震動として、一次元等価線形解析により算定する。

設計地震動のうち、NS 及び EW 方向で個別の地震動が定義されている Ss-1 及び Ss-2 については、解放基盤表面への入力前に方位変換する。以下、NS 方向及び EW 方向とは方位変換後の南北軸及び東西軸を示す。

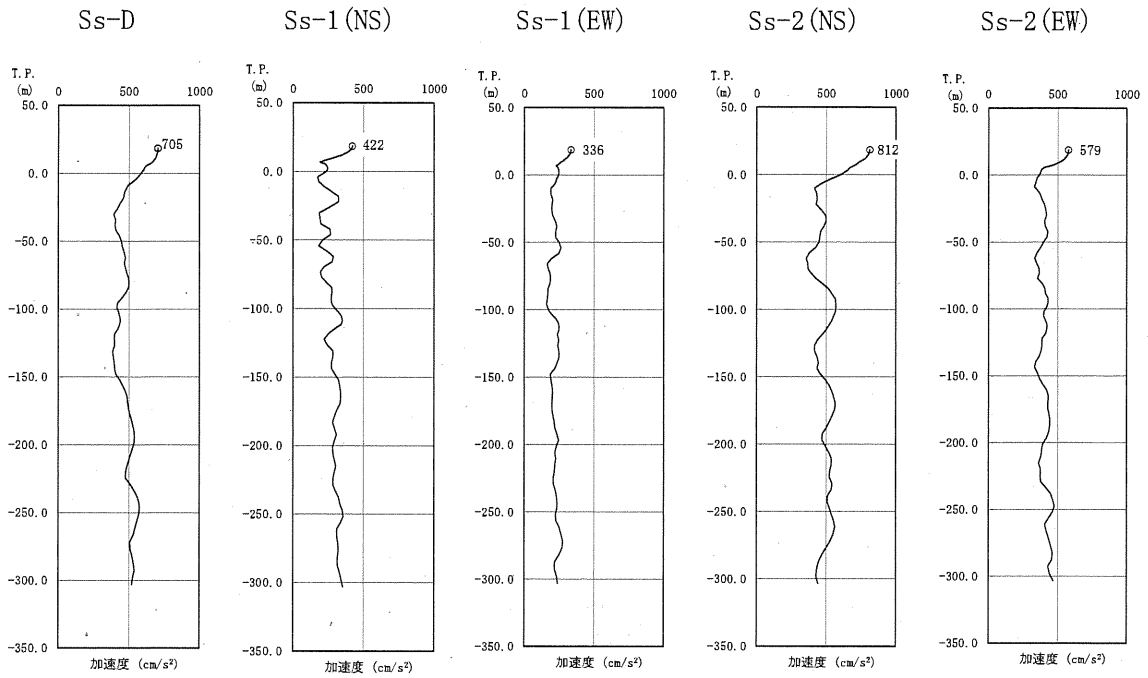
地盤の物性値を表 3-1 に、地盤の応答解析結果を図 3-1 から図 3-2 に示す。

使用する解析コードは、「k-SHAKE(株式会社構造計画研究所)」である。

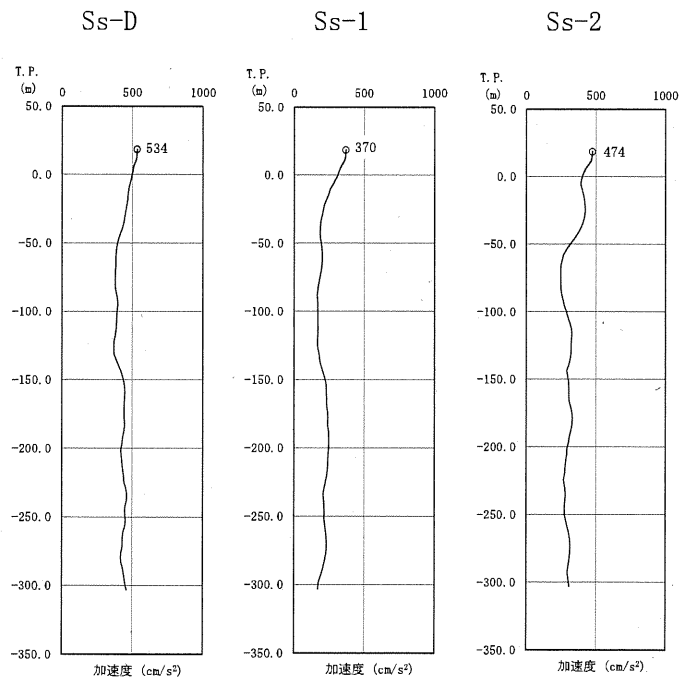
表 3-1 貯油槽躯体設置地盤の地盤物性値

標高 T.P. (m)	地層名	地層 分類	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	動ポアソン比 ν_d	動せん断 弾性係数 G_0 (MN/m ²)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
18.5							
▽基礎底面	埋戻土 (地盤改良土相当)	Km'	1.77	0.455	425	$1/(1+2.43\gamma^{0.770})$	$8.81\gamma/(\gamma+0.226)$ +1.55
13.3	MMR						
11.8							
9.0	礫質土	Dug-2	1.96	0.425	320	$1/(1+7.88\gamma^{0.838})$	$22.7\gamma/(\gamma+0.162)$ +2.22
7.5	砂質土	Dus-3	1.89	0.440	278	$1/(1+7.50\gamma^{0.869})$	$22.6\gamma/(\gamma+0.111)$ +0.93
7.3	礫質土	Dug-3	2.04	0.442	325	$1/(1+10.8\gamma^{0.921})$	$18.4\gamma/(\gamma+0.091)$ +1.51
5.8	粘性土	Dlc-1	1.75	0.453	238	$1/(1+8.21\gamma^{0.827})$	$20.2\gamma/(\gamma+0.105)$ +1.07
-10.0	久米層	Km1	1.77	0.455	425	$1/(1+2.43\gamma^{0.770})$	$8.81\gamma/(\gamma+0.226)$ +1.55
-62.0		Km2	1.77	0.451	466		
-92.0		Km3	1.77	0.447	515		
-118.0		Km4	1.77	0.444	549		
-169.0		Km5	1.77	0.440	596		
-215.0		Km6	1.77	0.436	655		
-261.0		Km7	1.77	0.431	711		
-303.0		▽解放基盤表面	Km8	1.77	0.426		
	解放基盤		1.77	0.417	867		

※ γ (%) はせん断ひずみを示す。



(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

図 3-1 貯油槽躯体設置地盤の応答加速度

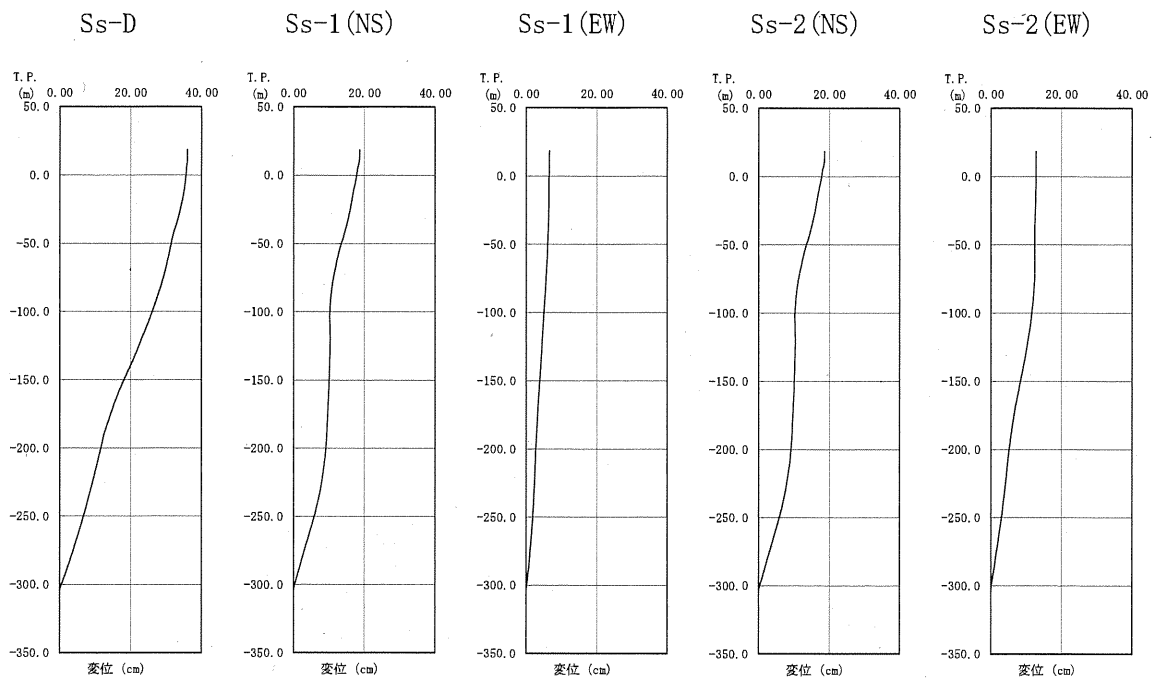


図 3-2 貯油槽躯体設置地盤の変位

3.2 貯油槽躯体の応力解析

3.2.1 解析モデル

貯油槽躯体の応力解析モデルを図 3-3 に示す。地盤ばねは「道路橋示方書・同解説」に基づいて算定する。

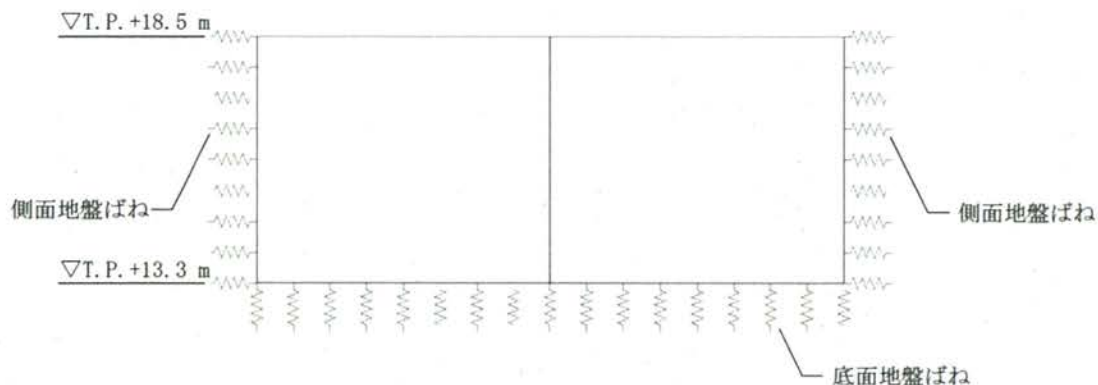


図 3-3 貯油槽躯体の応力解析モデル (B-B 断面)

3.2.2 荷重

貯油槽躯体の応力解析において考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重(G)

固定荷重として、貯油槽躯体の自重 24.5 kN/m^3 を考慮する。

(2) 積載荷重(P)

① 底版

貯油槽タンク、貯油槽タンク基礎、タンクサドル及びベースプレート、マンホール、乾燥砂の総重量を単位面積当たりの重量に換算し、 60 kN/m^2 を考慮する。

② 頂版

上載荷重として 10 kN/m^2 を考慮する。

(3) 土圧荷重(D)

常時土圧荷重は常時荷重 (G+P) と組合せるものとし、静止土圧係数 ($K_0=0.5$) として考慮する。土圧荷重の分布図を図 3-4 に示す。

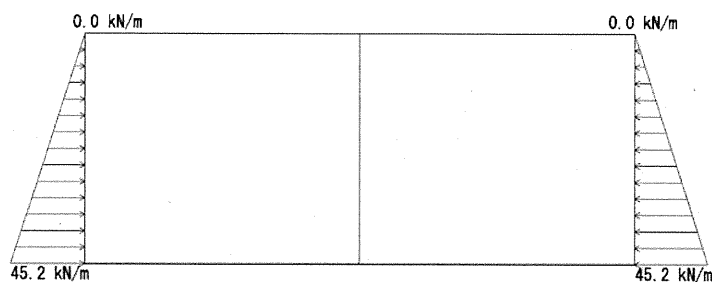


図 3-4 土圧荷重

(4) 地震時荷重(K_s)

地震時荷重は「3.1 地盤の地震応答解析」により得られた応答結果を用いて、

①最大応答加速度から震度を設定し、底版・頂版・側壁・中壁及びタンク等に慣性力を載荷する。

②底版から頂版の水平変位を両側面の地盤ばねを介して入力する。

水平応力及び鉛直応力は、組合せ係数法 (係数 0.4) を用いて算定する。応力解析に用いる震度を表 3-3 に、水平変位から求めた地震時土圧荷重を図 3-5 に示す。

設計用震度は Ss-2(NS)における水平、鉛直震度とする。以下に検討ケースを示す。

ケース 1 水平震度 : 0.83×1.0 、鉛直震度 : $+0.47 \times 0.4$

ケース 2 水平震度 : 0.83×1.0 、鉛直震度 : -0.47×0.4

ケース 3 水平震度 : 0.83×0.4 、鉛直震度 : $+0.47 \times 1.0$

ケース 4 水平震度 : 0.83×0.4 、鉛直震度 : -0.47×1.0

表 3-3 応力解析に用いる震度

	水平震度 (k_h)	鉛直震度 (k_v)
Ss-D	0.72	0.55
Ss-1(NS)	0.44	0.38
Ss-1(EW)	0.35	0.38
Ss-2(NS)	0.83	0.47
Ss-2(EW)	0.60	0.49
設計用震度	0.83	0.47

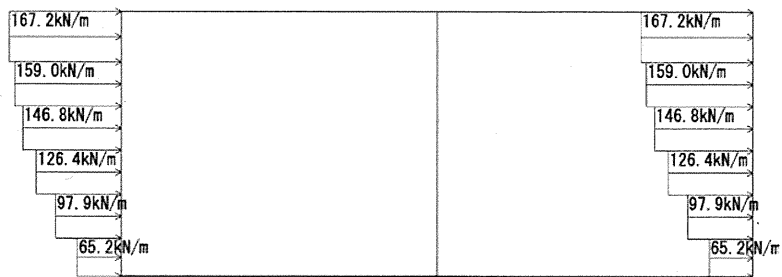


図 3-5 水平変位から求めた地震時土圧荷重

3.2.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを以下に示す。

G+P+D+Ks

G : 固定荷重

P : 積載荷重

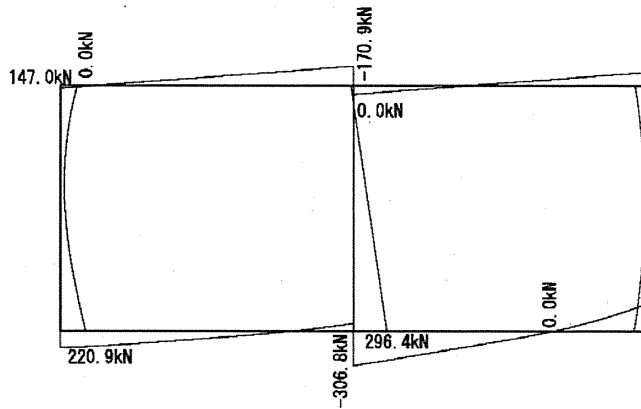
D : 土圧荷重

Ks : 地震時荷重

3.2.4 応力解析結果

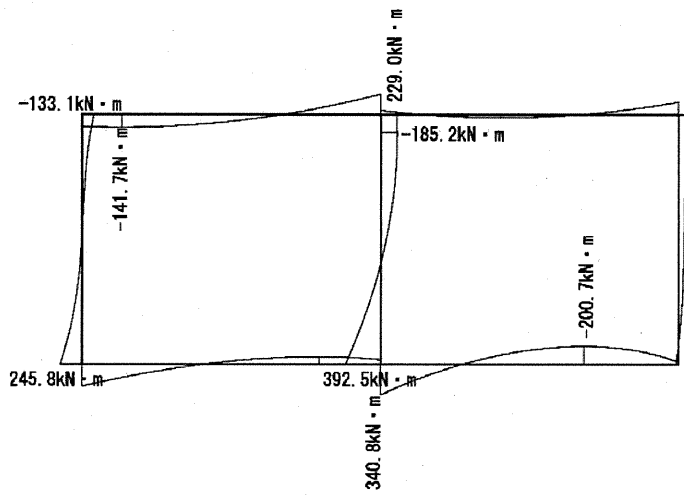
貯油槽躯体のせん断力、曲げモーメント、軸力分布を図 3-6 から図 3-11 に示す。

部材の検討及び支持性能の検討において、最も厳しい検討結果となるケースを代表として記載する。



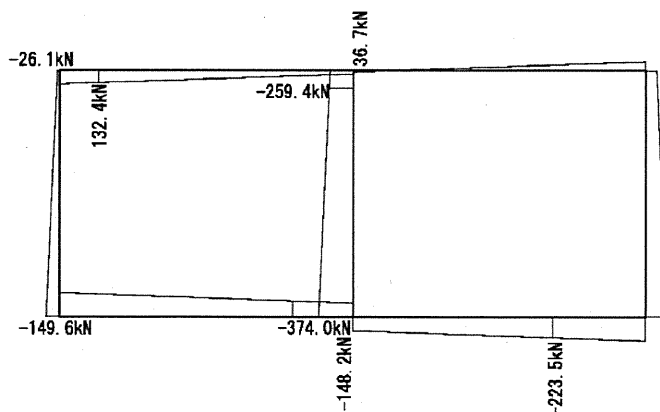
(単位 : kN)

図 3-6 せん断力分布図 (ケース 1)



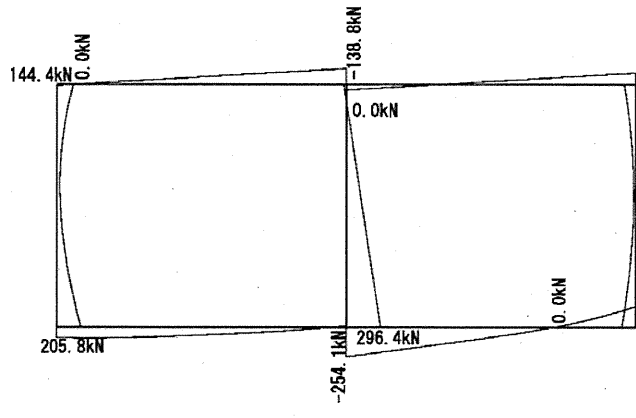
(単位 : kN · m)

図 3-7 曲げモーメント分布図 (ケース 1)



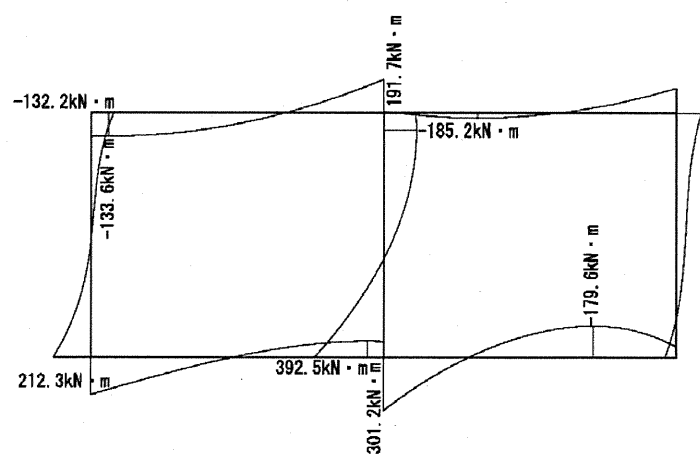
(単位 : kN)

図 3-8 軸力分布図 (ケース 1)



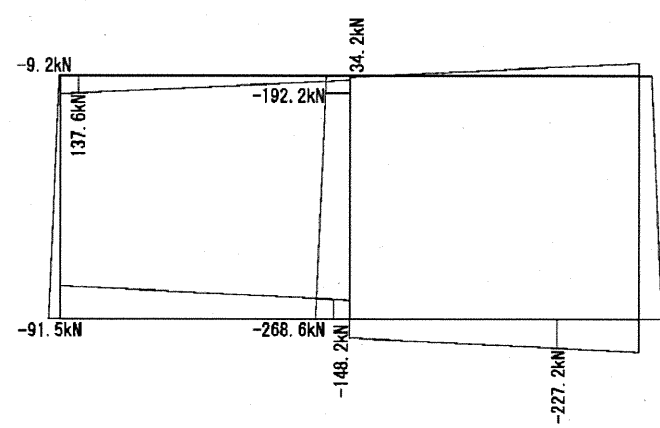
(単位 : kN)

図 3-9 せん断力分布図 (ケース 2)



(単位 : kN · m)

図 3-10 曲げモーメント分布図 (ケース 2)



(単位 : kN)

図 3-11 軸力分布図 (ケース 2)

4. 耐震性評価

4.1 評価方法

貯油槽躯体の評価においては「3.2 貯油槽躯体の応力解析」の結果から得られた貯油槽躯体に生じる応力によって評価断面に生じる応力度が「道路橋示方書・同解説」に基づいて算定した短期許容応力度以下であることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価においては基礎地盤に生じる接地圧が「道路橋示方書・同解説」に基づいて算定した極限支持力度以下であることを確認する。

表 4-1 貯油槽躯体の評価項目

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鉄筋 コンクリート 部材	せん断力及び曲げモーメントにより、評価断面に生じる応力度が許容限界以下であることを確認	短期許容せん断応力度
				短期許容引張応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認	極限支持力度

4.2 許容限界

4.2.1 構造部材の許容限界

貯油槽躯体に生じる応力度に対する許容限界は「道路橋示方書・同解説」に基づいて、せん断力はコンクリートで負担し、曲げモーメントは鉄筋で負担するものとして定める。

貯油槽躯体のせん断力及び曲げモーメントに対する許容限界を表 4-2 に示す。

表 4-2 貯油槽躯体のせん断力及び曲げモーメントに対する許容限界

許容せん断応力度 (N/mm ²)	許容引張応力度 (N/mm ²)
0.585*	200

※「道路橋示方書・同解説」に基づいて許容応力度の割増し係数 1.5 を考慮する。

4.2.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

基礎地盤に生じる接地圧に対する許容限界は「道路橋示方書・同解説」に基づいて算定した極限支持力とする。算定方法を以下に、基礎地盤の支持性能に対する許容限界を表 4-3 に示す。基礎地盤は MMR の直下の地山の Dug-2 層(礫質土)とする。

$$Q_u = A_e \left(\alpha \kappa c N_c S_c + \kappa q N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma_1 \beta B_e N_\gamma S_\gamma \right)$$

ここに、

Q_u : 荷重の偏心傾斜, 支持力係数を考慮した地盤の極限支持力 (kN)

c : 地盤の粘着力 (kN/m²)

$$\text{Km' 層} : c = \frac{q}{2} = \frac{700}{2} = 350 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

q : 上載荷重 (kN/m²)

$$q = \gamma_2 D_f$$

A_e : 有効載荷面積 (m²)

γ_1, γ_2 : 支持地盤および根入れ地盤の単位重量 (kN/m³)

ただし, 地下水位以下では水中単位体積重量を用いる

B_e : 荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 (m)

$$B_e = B - 2e_B$$

B : 基礎幅 (m)

e_B : 荷重の偏心量 (m)

D_f : 基礎の有効根入れ深さ (m)

α, β : 基礎の形状係数

κ : 根入れ効果に対する割増係数

$$\kappa = 1 + 0.3 \left(D_f' / B_e \right)$$

N_c, N_q, N_γ : 荷重の傾斜を考慮した支持力係数

S_c, S_q, S_γ : 支持力係数の寸法効果に関する補正係数

表 4-3 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

地層分類	極限支持力度 (kN/m ²)
Dug-2 層(礫質土)	155

5. 耐震性評価結果

5.1 構造部材の評価結果

貯油槽躯体のせん断に対する照査結果を表 5-1 に、曲げに対する照査結果を表 5-2 に示す。解析の結果、せん断及び曲げについて貯油槽躯体に生じる応力度が部材の許容応力度以下であることを確認した。

表 5-1 せん断に対する照査結果 (ケース 1)

照査位置	せん断応力度 τ (N/mm ²)	短期許容せん断応力度 τ_{ca} (N/mm ²)	照査値 τ / τ_{ca}
底版	0.31	0.585	0.53
頂版	0.17		0.29
側壁	0.22		0.38
中壁	0.30		0.51

表 5-2 曲げに対する照査結果 (ケース 1)

照査位置	引張応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容引張応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
底版	136.2	200	0.68
頂版	114.6		0.57
側壁	131.5		0.66
中壁	121.0		0.61

5.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

基礎地盤の支持性能照査結果を表 5-3 に、最大接地圧分布図を図 5-1 に示す。
貯油槽躯体の基礎地盤に生じる最大接地圧が極限支持力度以下であることを確認した。

表 5-3 基礎地盤の支持性能照査結果 (ケース 2)

①最大接地圧 (kN/m ²)	②極限支持力度 (kN/m ²)	照査値 ①/②
123	155	0.80

(図差替え)

図 5-1 最大接地圧分布図 (ケース 2)

地下式貯油槽の強度評価に関する計算書

目 次

1. 概要.....	別添-2-1
2. 一般事項.....	別添-2-1
2.1 評価方針.....	別添-2-1
2.2 適用規格・基準等.....	別添-2-1
2.3 記号の説明.....	別添-2-2
3. 評価部位.....	別添-2-3
4. 構造強度評価.....	別添-2-3
4.1 荷重の組合せ.....	別添-2-3
4.2 許容応力.....	別添-2-3
4.3 設計用地震力.....	別添-2-4
4.4 計算方法.....	別添-2-5
4.5 計算条件.....	別添-2-5
4.6 固有周期.....	別添-2-6
5. 評価結果.....	別添-2-7

1. 概要

本計算書は、地下式貯油槽について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

地下式貯油槽の構造強度の評価は、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横置円筒形容器の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの有効面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
D_o	胴外径	mm
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに作用する引張力	N
K_l	第1脚のばね定数（胴の長手方向に水平力が作用する場合）	N/mm
L	胴長さ	mm
m_0	容器の運転時質量	kg
n	脚1個当たりの据付ボルトの本数	—
n_1	鉛直方向地震力及び水平方向地震力（長手方向）により引張りを受ける据付ボルトの本数	—
P_r	最高使用圧力	MPa
Su	JSME S NJ1-2012 Part3 に定める材料の設計引張強さ	MPa
t	胴板厚さ	mm
T_1	水平方向（長手方向）固有周期	秒
σ_0	胴の組合せ一次一般膜応力の最大値	MPa
σ_{0c}	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
σ_{0cx}	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0c\phi}$	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
σ_{0l}	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
σ_{0lx}	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{0l\phi}$	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力	MPa
σ_1	胴の組合せ一次応力の最大値	MPa
σ_{1c}	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{1l}	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_s	脚の組合せ応力の最大値	MPa
σ_{sc}	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa

記号	記号の説明	単位
σ_{sl}	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa
σ_{b1}	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力により据付ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_{b1}	水平方向地震力（長手方向）により据付ボルトに生じるせん断応力	MPa
w	胴部自重による等分布荷重	N/mm

3. 評価部位

地下式貯油槽の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる胴、脚部及び据付ボルトとする。地下式貯油槽の概要図を図 3-1 に示す。

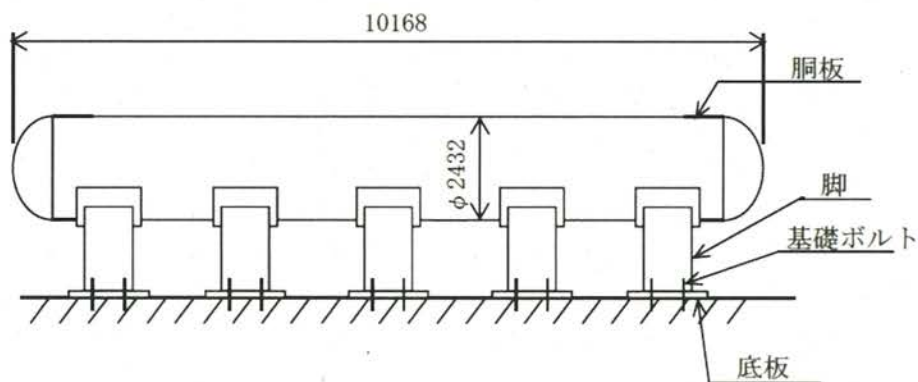


図 3-1 地下式貯油槽の概要図 (単位：mm)

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重、圧力及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、絶対値和法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、圧力については設計圧力、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による

地震力を組み合わせた状態とした。評価部位ごとの応力分類及び許容応力を表4-1に示す。

表 4-1 評価部位ごとの応力分類及び許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
胴	一次一般膜応力	0.6 Su
胴	一次応力	0.9 Su (1.5×0.6 Su)
脚	組合せ	1.5×(F/1.5)
据付ボルト	引張応力	1.5×(F/1.5)
据付ボルト	せん断応力	1.5×(F/(1.5√3))

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動による PCDF 管理棟駐車場の静的解析用震度を表4-2に示す。

表 4-2 静的解析用震度

静的解析用震度 (床応答最大加速度×1.2)	
水平方向	鉛直方向
0.97	0.56

4.4 計算方法

地下式貯油槽の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEC4601-2008」の横置円筒形容器の構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

胴の一次一般膜応力：

$$\begin{aligned}\sigma_0 &= \max[\sigma_{0l}, \sigma_{0c}] \\ \sigma_{0l} &= \max[\sigma_{0l\phi}, \sigma_{0lx}] \\ \sigma_{0c} &= \max[\sigma_{0c\phi}, \sigma_{0cx}]\end{aligned}$$

胴の一次応力：

$$\sigma_1 = \max[\sigma_{1l}, \sigma_{1c}]$$

脚部の組合せ応力：

$$\sigma_s = \max[\sigma_{st}, \sigma_{sc}]$$

据付ボルトの引張応力：

$$\sigma_{b1} = \frac{F_b}{n_1 A_b}$$

据付ボルトのせん断応力：

$$\tau_{b1} = \frac{C_H m_0 g}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

地下式貯油槽の解析モデルを図4-1に示す。

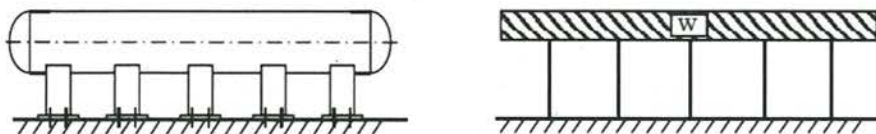


図4-1 地下式貯油槽の解析モデル

4.5.2 諸元

地下式貯油槽の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
地下式貯油槽	圧力（設計圧力）	P_r	静水頭
	胴外径	D_o	2432 (mm)
	胴板厚さ	t	16 (mm)
	胴長さ	L	10168 (mm)
	胴材質	—	SUS304
	胴温度（設計温度）	—	60 (°C)
	脚部材質	—	SUS304
	脚部温度	—	40 (°C)
	据付ボルト呼び径	—	M30
	据付ボルト材質	—	SUS316
	据付ボルト温度	—	40 (°C)
	総質量	m_0	57000 (kg)

4.6 固有周期

地下式貯油槽の固有周期は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横置円筒形容器の以下の計算式を用いて算出した。

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 \cdot K_l}}$$

地下式貯油槽の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
地下式貯油槽	0.019 (秒)

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

PCDF 管理棟駐車場の地下式貯油槽の各評価部位の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
地下式貯油槽	胴	一次一般膜	8	293	0.03
		一次	53	440	0.13
	脚部	組合せ	30	205	0.15
	据付ボルト	引張	54	205	0.27
		せん断	26	118	0.23

※1 応力比は、発生応力/許容応力を示す。

別添-3

接続端子盤の強度評価に関する計算書

目 次

1. 概要	別添-3-1
2. 一般事項	別添-3-1
2.1 評価対象	別添-3-1
2.2 評価方針	別添-3-2
2.3 適用規格・基準等	別添-3-2
3. 評価部位	別添-3-3
4. 廃止措置計画用設計地震荷重による構造強度評価	別添-3-3
4.1 荷重の組合せ	別添-3-3
4.2 許容応力	別添-3-3
4.3 設計用地震力	別添-3-3
4.4 記号の説明	別添-3-4
4.5 計算方法	別添-3-5
4.6 計算条件	別添-3-6
4.7 固有周期	別添-3-7
4.8 評価結果	別添-3-7
5. 設計竜巻荷重による構造強度評価	別添-3-8
5.1 荷重の組合せ	別添-3-8
5.2 許容応力	別添-3-8
5.3 設計竜巻荷重	別添-3-8
5.4 記号の説明	別添-3-9
5.5 計算方法	別添-3-10
5.6 計算条件	別添-3-11
5.7 評価結果	別添-3-12

1. 概要

本資料は、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に設置する接続端子盤について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしても、その安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価対象

プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場に新規で設置する接続端子盤について評価する。以下に仕様を示す。

型式		仕様	設置場所
接続端子盤	自立型	概略寸法： 約 2400 mm×約 560 mm×約 2000 mm 概略重量：1150 kg	プルトニウム転換技術開発施設（PCDF） 管理棟駐車場

2.2 評価方針

接続端子盤（自立型）の構造強度の評価は、耐震構造上の類似性（底部アンカーボルトによる支持構造を持つ。）に基づき、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠する。

当該設備にかかる荷重は、廃止措置計画用設計地震荷重及び設計竜巻荷重がある。廃止措置計画用設計地震荷重により発生する応力及び設計竜巻荷重により発生する応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.3 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

3. 評価部位

接続端子盤（自立型）の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 廃止措置計画用設計地震荷重による構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根（SRSS）法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程・JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるプルトリウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場での静的解析用震度を表 4-2 に示す。

表 4-2 静的解析用震度

静的解析用震度（床応答最大加速度×1.2）	
水平方向	鉛直方向
1.00	0.57

4.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm^2
A_s	最小有効せん断断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s^2
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm^4
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ポンプ回転により働くモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

4.5 計算方法

接続端子盤（自立型）の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.6 計算条件

4.6.1 解析モデル

接続端子盤（自立型）の解析モデルを図 4-1 に示す。評価は据付ボルト間隔が短く転倒に対して厳しい側面方向に対して行う。

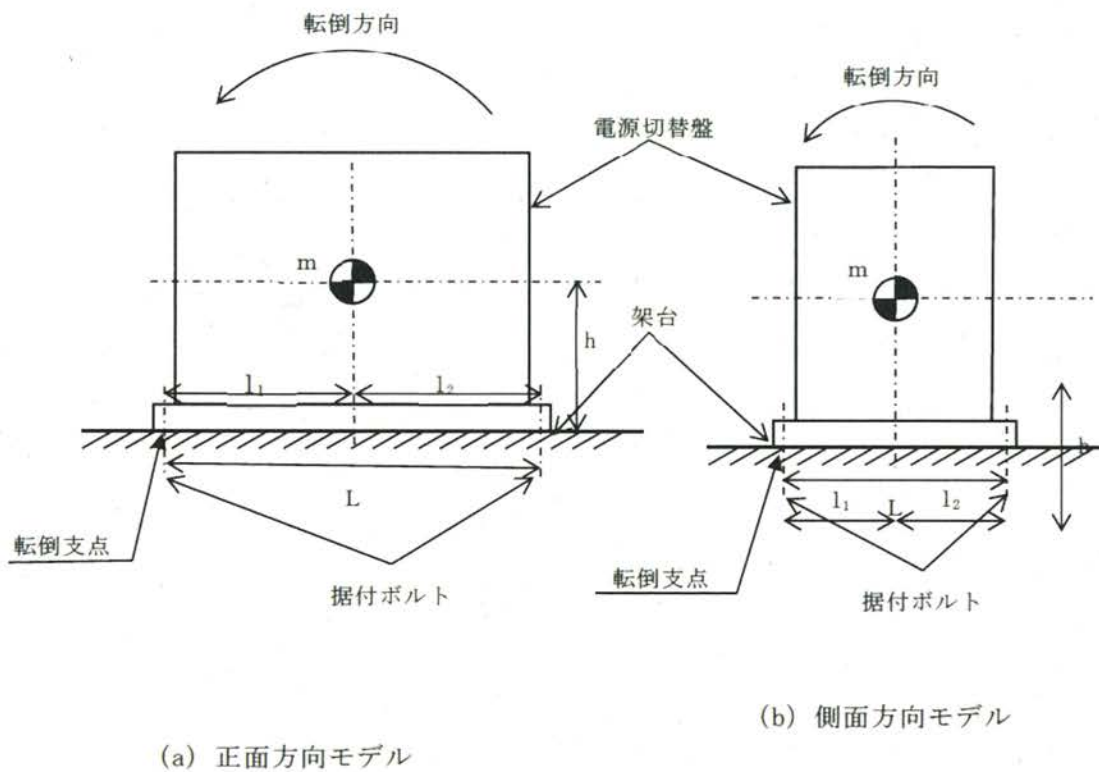


図 4-1 接続端子盤（自立型）の解析モデル

4.7 固有周期

接続端子盤（自立型）の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

接続端子盤（自立型）の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
接続端子盤（自立型）	0.05(秒)以下

4.8 評価結果

構造強度評価結果を表 4-5 に示す。

接続端子盤（自立型）の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 4-5 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比
接続端子盤 (自立型)	据付ボルト	引張	53	280	0.19
		せん断	9	161	0.06

5. 設計竜巻荷重による構造強度評価

5.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び設計竜巻荷重による応力を組み合わせた。設計竜巻荷重による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

5.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、破断しないこととし、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 5-1 に示す。

表 5-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

5.3 設計竜巻荷重

設計竜巻荷重は、「添四別紙 1-1-39 可搬型事故対処設備の固縛対策等の方針」に示す方法で算定する。なお、横滑り荷重は水平方向に、浮き上がり荷重は鉛直方向に読み替える。設計竜巻での最大風速である 100m/s での設計竜巻荷重を表 5-2 に示す。

表 5-2 設計竜巻荷重

設計竜巻荷重 [N]	
水平方向	鉛直方向
35309	30405

5.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm^2
A_s	最小有効せん断断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s^2
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm^4
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ポンプ回転により働くモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

5.5 計算方法

接続端子盤（自立型）の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。ここで、 mgC_H を鉛直方向設計竜巻荷重、 mgC_V を鉛直方向設計竜巻荷重に読み替える。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$
$$= \frac{1}{L} \left\{ \sqrt{(mgC_H h)^2 + (mgC_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

5.6 計算条件

5.6.1 解析モデル

接続端子盤（自立型）の解析モデルを図 5-1 に示す。評価は据付ボルト間隔が短く転倒に対して厳しい側面方向に対して行う。

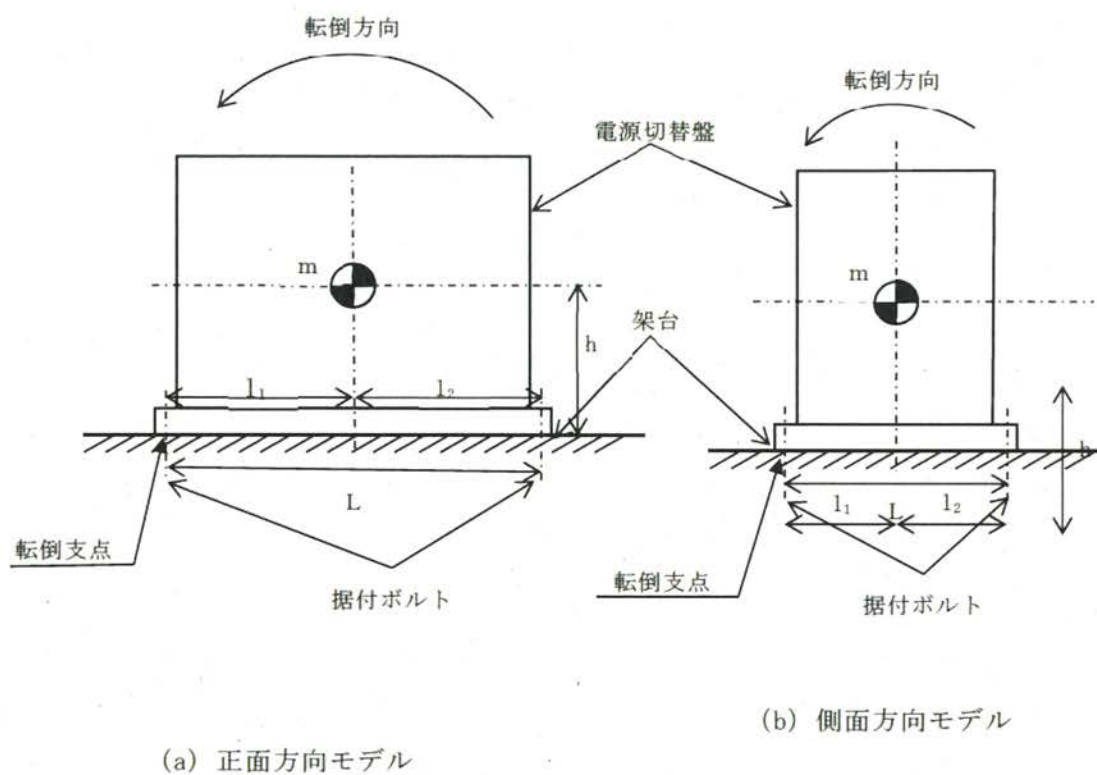


図 5-1 接続端子盤（自立型）の解析モデル

5.6.2 諸元

電源切替盤（自立型）の主要寸法・仕様を表 5-3 に示す。

表 5-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
接続端子盤 (自立型)	据付ボルト間隔	L	470 (mm)
	据付ボルト呼び径	—	M16
	据付ボルト材質	—	SS400
	据付ボルト温度	—	40 (°C)
	据付ボルトの本数	n	8
	引張力の作用する据付ボルト の評価本数	n_f	4
	据付面から重心までの距離	h	1600 (mm)
	総質量	m	1150 (kg)

5.7 評価結果

構造強度評価結果を表 5-4 に示す。

接続端子盤（自立型）の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-4 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比
接続端子盤 (自立型)	据付ボルト	引張	184	280	0.66
		せん断	29	161	0.19

南東地区からプルトニウム転換技術開発施設(PCDF)管理棟駐車場
までのアクセス性に関する説明書

目 次

1. 概要	別添-4-1
2. アクセスルートの基本的な考え方	別添-4-1
3. アクセスルートの設定	別添-4-1
4. 屋外アクセスルートにおける事故対処要員の活動	別添-4-2
4.1 事故対処要員の参集	別添-4-2
4.2 周辺状況の確認（タイムチャート対応 No.1）	別添-4-2
4.3 がれきの撤去作業（タイムチャート対応 No.2）	別添-4-2
4.4 事故対処資機材の運搬・配置（タイムチャート対応 No.7,8,10）	別添-4-2
5. アクセス性の確認	別添-4-3
5.1 評価項目	別添-4-4
5.2 評価内容	別添-4-4
6. 評価結果	別添-4-6
7. 準拠規格・基準	別添-4-6
添付資料-1 アクセスルート近傍の障害となり得る要因と影響評価について	1-1
添付資料-2 危険物施設漏洩火災時におけるアクセスルートへの影響	2-1
添付資料-3 溢水時におけるアクセスルートへの影響	3-1
添付資料-4 斜面崩落による土砂流入のアクセスルートへの影響	4-1
添付資料-5 アクセスルートの不等沈下、陥没による通行不能について	5-1
添付資料-6 南東地区から PCDF 管理棟駐車場までのアクセス性に係る評価のまとめ ..	6-1

1. 概要

令和3年6月29日に申請した「再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書」(令 03 原機(再)009)の「別冊1-26 再処理施設に関する設計及び工事の計画(事故対処設備の保管場所の整備)」にて別途申請するとしていた南東地区からプルトニウム転換技術開発施設(PCDF)管理棟駐車場(以下「PCDF 管理棟駐車場」という。)までのアクセス性について、懸念される被害事象に対しアクセス可能であることを説明するものである。

2. アクセスルートの基本的な考え方

事故対処設備の保管場所である南東地区及びPCDF管理棟駐車場を結ぶアクセスルートは、南東地区に参集した事故対処要員の移動及び南東地区に配備する可搬型貯水設備からの給水ルート等の用途に使用する。

可搬型貯水設備からの給水は、可搬型エンジンポンプ、消防ホース等により仮設の流路を構築して行うこととしており、その作業性を向上させるため、重量物となる可搬型エンジンポンプ等については、事前にアクセスルート上に分散配置することで、事故対処時の重量物の運搬作業を必要最低限の距離とする。

また、道路の陥没などの人の通行の障害となり得る事象に対しては、仮設足場等の資機材を同様に事前に分散配置することで、事故対処時の作業性を向上させる。

事故対処に使用する資機材、配置場所、作業性については、訓練により実効性を検証するとともに、継続的な訓練により習熟及び改善を図る。

3. アクセスルートの設定

事故が発生した場合に、参集要員による被害状況の把握、消防ホースの敷設作業等の事故対処に支障を来すことがないように、被害状況に応じてルートを選定することができるように複数のルートを設定している。

令和3年4月27日に認可された「再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書」(原規規発第2104272号)の「添四別紙1-1 事故対処の有効性評価」において、南東地区からPCDF管理棟駐車場までのアクセスルートとして、南東地区からプルトニウム燃料第三開発室の東側を通るルート(以下「東側アクセスルート」という。)及び第二プルトニウム廃棄物貯蔵施設(第2PWSF)の西側を通るルート(以下「西側アクセスルート」という。)を設定している(図-1、図-2参照)。

4. 屋外アクセスルートにおける事故対処要員の活動

令和3年4月27日に認可を受けた「再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書」（原規規発第2104272号）の「添四別紙1-1 事故対処の有効性評価」においては、対策種別毎に事故対処要員の活動内容をタイムチャート形式で示している。各対策においては、事故対処要員の南東地区への参集を起点に、アクセスルートを含む周辺状況の確認、瓦礫の撤去作業の流れで屋外活動を行う。各安全対策における事故対処要員及び運搬資機材等の整理を別表-1に示す。

ここでは、未然防止対策①を例に、図-3にタイムチャートを示すとともに、屋外における事故対処要員の移動に係る基本的な活動の流れとアクセスルートとの関係を以下に示す。

4.1 事故対処要員の参集

事故の起因事象の発生後、参集した事故対処要員は、核サ研南東門より徒歩にて入構し、南東地区にて、点呼、班構成を行う。

4.2 周辺状況の確認（タイムチャート対応 No. 1）

参集した事故対処要員の内、ME-0班（6名＊）は、事故対処に使用する資源の貯蔵設備の状況及びアクセスルートの状況を確認するため、参集場所である南東地区から、東側アクセスルート（3名）及び西側アクセスルート（3名）に分かれ、徒歩にてPCDF管理棟駐車場まで移動する。

＊ME-0班の6名は、ME-1班（重機免許所持者）から3名、ME-4班から3名で構成。

4.3 がれきの撤去作業（タイムチャート対応 No. 2）

- (1) 南東地区～PCDF管理棟駐車場までのアクセスルートにおいて、ME-0班が徒歩で通行する際に、障害となる瓦礫の除去を要する場合には、ME-1班が重機により対応する。
- (2) PCDF管理棟駐車場～HAWまでのアクセスルートにおいて、PCDF管理棟駐車場に到着したME-0班の内、重機免許所持者は、PCDF管理棟駐車場に配備した重機により津波瓦礫の除去作業を行い、人の通行経路を確保する。

4.4 事故対処資機材の運搬・配置（タイムチャート対応 No. 7, 8, 10）

PCDF管理棟駐車場～HAWまでのアクセスルートにおいて、事故対処資機材の運搬経路を確保した後（前4.3項までの作業完了後）、HAW建家から搬出したエンジン付きポンプ

等をME-4班（6名）が、運搬・配置する。なお、運搬・配置については事前にアクセスルート上の必要な箇所に保管・配置する対応をとる。

未然防止対策①では、エンジン付きポンプ等をPCDF管理棟駐車場～HAWまでの区間、南東地区～PCDF管理棟駐車場までの区間に設置し、南東地区に配備した可搬型貯水設備と消防ホースにて接続し、HAW建家屋上の冷却塔へ補給水を送る。なお、運搬・配置については事前にアクセスルート上の必要な箇所に保管・配置する対応をとる。

未然防止対策②では、エンジン付きポンプ等をPCDF管理棟駐車場～HAWまでの区間に設置し、PCDF管理棟駐車場に配備した可搬型冷却設備と消防ホースにて接続し、高放射性廃液を貯蔵する貯槽の冷却コイルへ冷却水を循環する。未然防止対策②を行うための水源、燃料、事故対処設備はPCDF管理棟駐車場及び重大事故対処施設（HAW、TVF）建家内に保管していることから、南東地区に配備する可搬型貯水設備からの給水ルートを使用せずに対応が可能である。

アクセス性の確認の観点から、4.2項及び4.3項における南東地区からPCDF管理棟駐車場への事故対処要員の徒歩による通行が行えることを確認する。

5. アクセス性の確認

地震及び津波の重畳を起因事象によりアクセスルートに発生が懸念される被害事象、先行事例及び2011年東北地方太平洋沖地震の被害状況等を踏まえ、アクセス性を確認する。なお、アクセスルートにおいて、2011年東北地方太平洋沖地震による被害が最も大きな場所は、図-2の⑬構内道路であり、道路の陥没は発生したものの、人のアクセスは可能な状況であった（図-4参照）。

アクセスルートとしては東側ルート及び西側ルートを設定している。東側ルートはT.P.+18 m以上のルートであり津波による影響はない。西側ルートは、部分的に標高の低い箇所において浸水のおそれが考えられるが、事故対処は津波が引いた後の対応となる。

この際、津波漂流物による瓦礫等により通行できない場合には、津波による浸水のおそれがない別のルートからPCDF管理棟駐車場までのアクセスを行う。このため、アクセスルートにおいて懸念される被害事象を地震により想定される事象について評価する。懸念される被害事象を表-1に示す。

表-1を踏まえ、事故時に南東地区に参集した事故対処要員がPCDF管理棟駐車場に徒歩で通行できることを確認する。

陥没箇所における徒歩による通行の際には、必要に応じて、簡易ブリッジ等の仮設足場等

の設置によりアクセス性を確保するものとし、これら資機材、配置場所、作業性については、訓練により実効性を検証するとともに、継続的な訓練により習熟及び改善を図る。

5.1 評価項目

評価は、表-1に示す被害事象について行う。評価項目(1)～(5)を以下に示す。

- (1) 損壊物によるアクセスルートの閉塞による通行不能
- (2) 火災、溢水による通行不能
- (3) アクセスルートへの土砂流入等による道路の通行不能
- (4) アクセスルートの不等沈下による通行不能
- (5) 陥没による通行不能

5.2 評価内容

(1) 損壊物によるアクセスルートの閉塞による通行不能（添付資料-1参照）

a. 想定

アクセスルートが閉塞されるおそれについては、アクセスルート沿いに立地している建物が倒壊した場合を想定する。

b. 評価

(評価①)

東側アクセスルート、西側アクセスルートに隣接する建物をウォークダウンにより抽出し、地震による建家の倒壊のおそれがないことを確認する*。

※その他の施設と同様の手法（保有水平耐力/必要保有水平耐力>1.2で倒壊なし）にて倒壊のおそれの有無を確認する。

(評価②)

隣接建物の倒壊のおそれがある場合には、建家高さと、建家からアクセスルートまでの距離の関係から、地震によるアクセスルートの閉塞がなく、徒歩による要員の通行が可能であることを確認する。

(評価③)

アクセスルート周囲の地形から迂回の可否を確認する。なお、迂回路を使用する場合は、評価①及び評価②と同様の確認を行う。

評価①～③のいずれかが満たされる場合、アクセスルートとして使用できるものと判断する。

(2) 火災、溢水による通行不能（添付資料-2、添付資料-3参照）

a. 想定

アクセスルート沿いの屋外貯蔵施設において火災が発生した場合を想定する。また、貯水タンク等の倒壊による溢水が発生した場合を想定する。

b. 評価

東側アクセスルート、西側アクセスルートに影響する火災源、溢水源となる設備をウォークダウンにより抽出し、要員の屋外活動に支障がないことを確認する。

火災源については、所内の屋外貯蔵施設からアクセスルートまでの最短距離から、火災発生時に想定される放射熱強度を算出し許容限界*と比較する。

溢水源については、アクセスルートと溢水源の標高を比較し、徒歩による通行に対し障害となる浸水が生じないことを確認する。

※「石油コンビナートの防災アセスメント指針 放射熱の影響」より「長時間さらされても苦痛を感じない強度」とされる $1.6\text{kW}/\text{m}^2$ を下回ることを確認する。

(3) アクセスルートへの土砂流入等による道路の通行不能（添付資料-4参照）

a. 想定

土砂流入等によりアクセスルートが通行不能になるおそれがある場所は、アクセスルートの上側に傾斜があるPuセンター駐車場付近等が考えられる。

b. 評価

先行施設の評価方法を参考に、土砂流入量及び重機の処理能力を評価し、タイムチャートに示す時間内に重機により土砂を除去できることを確認する。

(4) アクセスルートの不等沈下による通行不能（添付資料-5参照）

a. 想定

地震により埋設物の周囲に分布する埋戻土が沈下することを想定する。

b. 評価

道路と埋設物との段差に生じる不等沈下（段差）量を評価し、事故対処要員の徒歩による通行に支障がないことを確認する。

(5) 陥没による通行不能（添付資料-5参照）

a. 想定

東側アクセスルート、西側アクセスルートを横断する地下埋設構造物が、地震により破損し、地下埋設構造物と同じ大きさの陥没がアクセスルートに発生することを想定する。

b. 評価

アクセスルートを横断する地下埋設構造物を抽出し、地下埋設構造物と同じ大きさの陥没に対し、事故対処要員の徒歩による通行に支障がないことを確認する。

アクセスルートを横断する陥没に対しては、アクセスルート周囲の地形から迂回の可否を確認する。なお、迂回路を使用する場合は、同様に地下埋設構造物に対する確認を行う。

また、迂回路を使用できない場合には、徒歩による通行にあたり、仮設足場等の設置によりアクセス可能であることを確認する。

これら資機材、配置場所、作業性については、訓練により実効性を検証するとともに、継続的な訓練により習熟及び改善を図る。

6. 評価結果

前項の評価について、現状における評価状況を添付資料-6に示す。

7. 準拠規格・基準

アクセスルートの評価において準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601）」（日本電気協会）
- ・「茨城県建築基準条例」（茨城県）
- ・「石油コンビナートの防災アセスメント指針 平成 25 年 3 月」（消防庁）
- ・「ダム工事積算指針 平成 20 年度」（農林水産省）

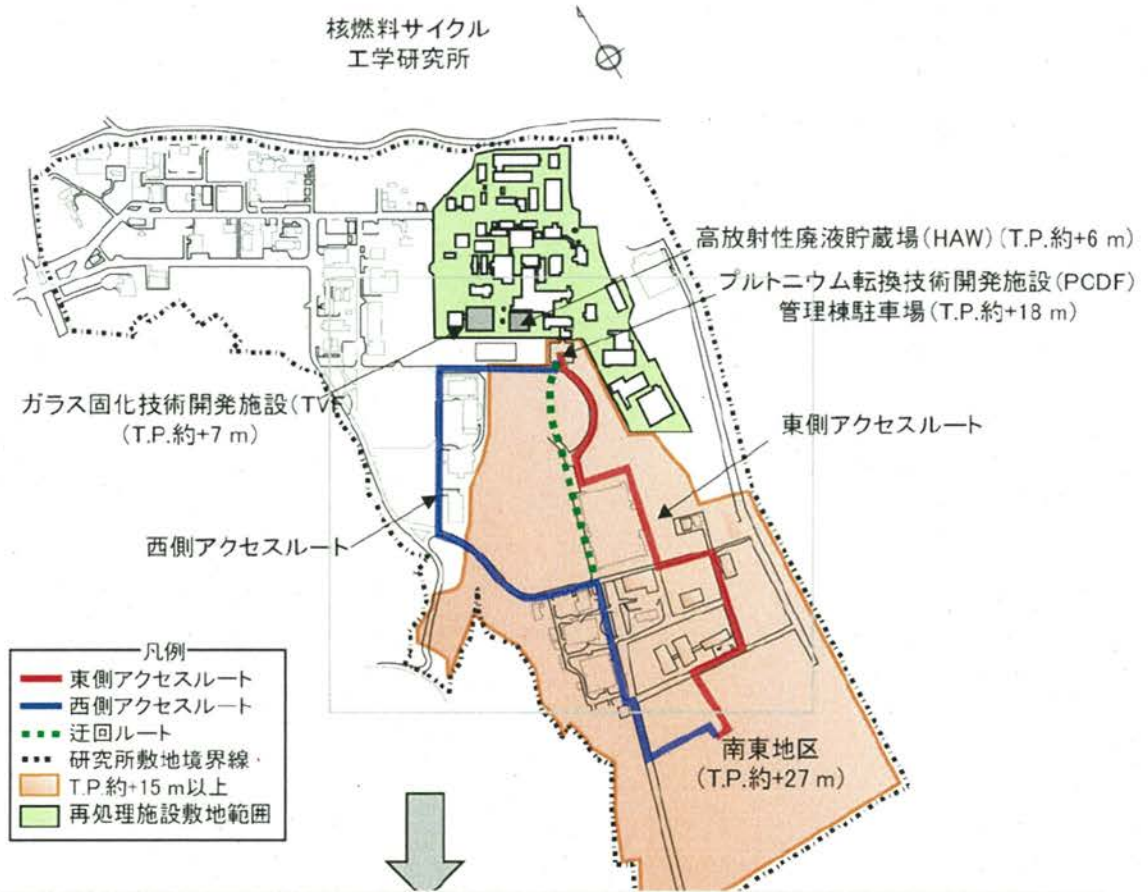


図-1 南東地区からPCDF管理棟駐車場までのアクセスルート

図-2 アクセスルートの周辺状況

別表-1 各安全対策における事故対処要員及び運搬資機材等の整理

東側アクセスルート（南東地区～PCDF管理棟駐車場）【約1,200 m】

	未然①	未然②	未然③	遅延①	遅延②
事故対処要員(数人)	29	20	19	21	19
	数量 / 基当たりの重量 (kg) / 運搬(操作)に必要な人数				
エンジン付ポンプ*1	4/70/6*	5/70/6*	4/70/6*	1/70/6*	3/70/6*
組立式水槽 5 m ³	4/43/6*	5/43/6*	4/43/6*	1/43/6*	3/43/6*
消防ホース*2 65A×20 m	60/7/6*	60/7/6*	60/7/6*	5/7/6*	60/7/6*
燃料運搬 (携行缶*3)	4/20/3	5/20/3	4/20/3	2/20/3	3/20/3
簡易無線機	13/1/1	13/1/1	13/1/1	13/1/1	13/1/1

西側アクセスルート（南東地区～PCDF管理棟駐車場）【約1,400 m】

	未然①	未然②	未然③	遅延①	遅延②
事故対処要員(数人)	29	20	19	21	19
	数量 / 基当たりの重量 (kg) / 運搬(操作)に必要な人数				
エンジン付ポンプ*1	4/70/6*	5/70/6*	4/70/6*	1/70/6*	3/70/6*
組立式水槽 5 m ³	4/43/6*	5/43/6*	4/43/6*	1/43/6*	3/43/6*
消防ホース*2 65A×20 m	70/7/6*	70/7/6*	70/7/6*	70/7/6*	70/7/6*
燃料運搬 (携行缶*3)	4/20/3	5/20/3	4/20/3	2/20/3	3/20/3
簡易無線機	13/1/1	13/1/1	13/1/1	13/1/1	13/1/1

※：作業重複

*1: 消防ポンプ車の代わりにエンジン付きポンプを使用した場合の数。

*2: 消防ホース背負機により3本単位で運搬。運搬時重量は約23kg。

*3: 不整地運搬車が通行可能な場合は車両にドラム缶を積載し運搬。通行できない場合は、事故対処要員が携行缶を使用して徒歩により運搬。

その他: 事故対処要員はヘルメット、ヘッドランプ等の装備を装着して活動する。

再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書 (原規規発第2104272号, 令和3年4月27日認可)
 添四別紙1-1-2-21、22より抜粋



※1 制御室における復旧活動はない。
 ※2 事象発生後、約10時間後を想定
 ※3 ME-1、ME-4より各3名
 ※4 PCDF駐車場:プルトニウム転換技術開発施設(PCDF)管理棟駐車場



グレー文字:建家換気系及び水素掃気系等に係る対応

図-3 未然防止対策①移動式発電機からの給電及び冷却塔での冷却(タイムチャート)



図-4 2011年東北地方太平洋沖地震の被害状況（図-2 ⑬構内道路付近）

出典：原子力機構における東日本大震災の被災状況について（平成23年4月28日）

表-1 アクセスルートにおいて地震により懸念される被害事象

被害要因	懸念される被害事象
(1) 周辺建家の倒壊	損壊物によるアクセスルートの閉塞による通行不能
(2) 周辺タンク等の損壊	火災、溢水による通行不能
(3) 周辺斜面の崩壊	アクセスルートへの土砂流入等による道路の通行不能
(4) 液状化及び揺すり込みによる不等沈下	アクセスルートの不等沈下による通行不能
(5) 地中埋設構造物の損壊	陥没による通行不能

アクセスルート近傍の障害となり得る要因と影響評価について

南東地区から PCDF 管理棟駐車場までのアクセスルート近傍の障害となり得る建家を抽出し、抽出した建家に対しアクセスルートへの影響評価を実施した。

1. アクセスルート近傍の建造物の抽出

南東地区から PCDF 管理棟駐車場までのアクセスルートの障害となり得る建家については、以下の手順により抽出を行った。

① 調査対象範囲の設定

南東地区から PCDF 管理棟駐車場までのアクセスルート（西側ルート及び東側ルート）の経路を調査対象範囲として設定する。

② 机上調査による抽出

アクセスルートに隣接する建家が地震により倒壊・損壊した際に影響を与えると想定される箇所について竣工資料、設備図面をもと抽出する。

③ 現場調査による抽出

机上調査において抽出された建家の確認を行う。建家の高さ、建家からアクセスルートまでの距離の関係から、地震によるアクセスルートの閉塞のおそれの有無を確認する。

④ アクセスルートに隣接する建家の影響確認

机上調査及び現場調査結果において抽出されたアクセスルートの障害となり得る建家の耐震性評価を確認する（図 1-1 参照）。抽出された建家は、各階の保有水平耐力により耐震性を確認した。保有水平耐力が建築基準法に示される必要保有水平耐力以上（保有水平耐力比（保有水平耐力/必要保有水平耐力）が 1.0 以上）であれば、地震時に建物が倒壊する可能性は低いが、保守側に保有水平耐力比が 1.2 以上あれば耐震性を有するとした（添付資料 6-1-3-4-3「その他の施設の建家の耐震性及び耐津波性の確認」より）。

2. 評価結果

アクセスルートの障害となり得る建家について東側ルート及び西側ルートのそれぞれのルートにおいて確認を行った。その結果、東側ルートについてはプルトニウム燃料第三開発室が抽出され、西側ルートについては第二プルトニウム廃棄物貯蔵施設(第2PWSF)が抽出されたことから、これらの建家における耐震性評価の確認を行った(図1-2参照)。その結果、プルトニウム燃料第三開発室及び第二プルトニウム廃棄物貯蔵施設(第2PWSF)ともに保有水平耐力比が1.2以上であり、地震時に建物が倒壊する可能性は低く、建家の倒壊によるアクセスルートの閉塞はないと判断する。また、迂回を想定した場合に隣接する建家の評価として、第二ウラン系廃棄物貯蔵施設(第2UWSF)及びプルトニウム燃料第二開発室(集合体貯蔵庫)についても保有水平耐力比が1.2以上であった。

これらの建家についての評価結果を表1-1に示す。

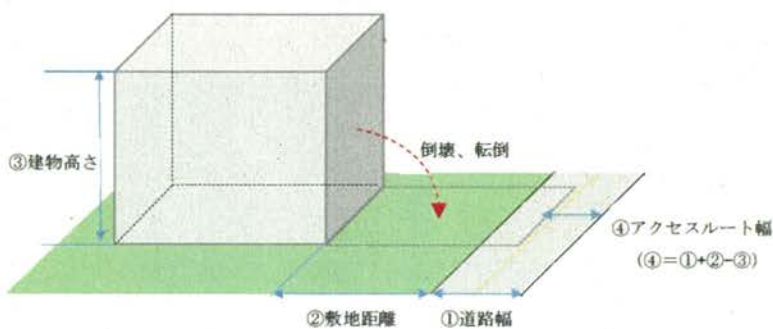


図1-1 建家の高さや建家からアクセスルートまでの距離(道幅含む)の関係

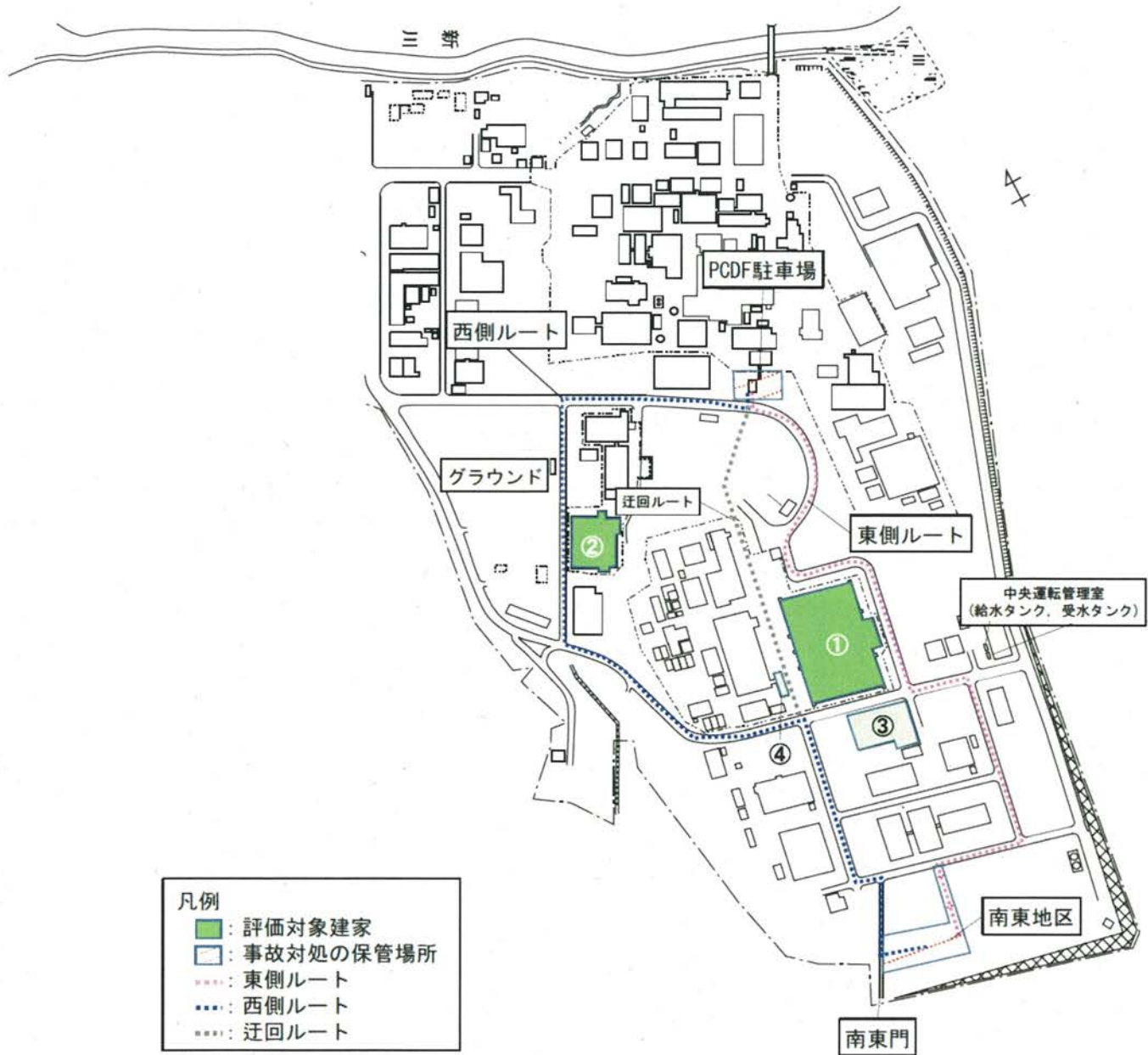


図 1-2 アクセスルートに隣接する建家の影響確認

表 1-1 アクセスルートに隣接する建家の評価結果

No. ※1	建家名称	ルート	倒壊時の アクセス ルート影響	耐震性評価		迂回路使用 の可否	津波影響	判定
				検定比 ^{注)} (Qu/Qun)	基準値			
①	プルトニウム燃料 第三開発室 (FBR 棟)	東	有り	≥1.3	≥1.2	困難である が可能 (森林)	なし	○
	プルトニウム燃料 第三開発室 (ATR 棟)	東		≥1.3	≥1.2		なし	○
	プルトニウム燃料 第三開発室 (共通棟)	東		≥1.3	≥1.2		なし	○
	プルトニウム燃料 第三開発室 (管理棟)	東		≥1.3	≥1.2		なし	○
②	第二プルトニウム 廃棄物貯蔵施設 (第 2PWSF)	西	有り	≥1.3	≥1.2	可能 (グラウン ド)	なし ^{※2}	○
③	第二ウラン系廃棄 物貯蔵施設 (第 2UWSF)	迂回	有り	≥1.3	≥1.2		なし	○
④	プルトニウム燃料 第二開発室 (集合体貯蔵庫)	迂回	有り	≥1.3	≥1.2		なし	○

検定比については、NS 方向及び EW 方向の小さい方の値。

注)：核燃料物質使用変更許可申請書又は構造計算書

※1：「図 1-2 アクセスルートに隣接する建家の影響確認」における建家番号に対応

※2：西側ルートは、部分的に標高の低い箇所において浸水のおそれ考えられるが、事故対処は津波が引いた後の対応となる。

危険物施設漏洩火災時におけるアクセスルートへの影響

1 概要

地震により危険物施設から可燃物が漏洩した場合、防油堤にとどまる。防油堤にとどまった可燃物に引火した場合を想定し、その火災によりアクセスルートの通行に影響があるかを確認する。影響がある場合は、アクセスルートを迂回する必要がある。

評価の結果、最大熱放射強度が $609[\text{W}/\text{m}^2]$ に対し、許容限界が $16000[\text{W}/\text{m}^2]$ となるため、火災によるアクセスルート上の通行に影響はない。

2 評価対象の抽出

核燃料サイクル研究所内には危険物施設である屋外貯蔵施設が5か所、地下タンク貯蔵施設が1か所存在する。地下タンク貯蔵所については、地表面で火災が発生する可能性は低いことから、評価対象外とした。よって、屋外貯蔵施設5か所を評価対象とし、表2-1に示す。また、屋外貯蔵施設の配置図を図2-1に示す。

表2-1 評価対象となる屋外貯蔵施設

屋外貯蔵施設	燃料の種類
ウラン系廃棄物焼却場 屋外タンク	灯油
中央運転管理室 屋外重油タンク (11-7、11-8、11-9)	重油
廃棄物処理場 屋外タンク	オクチル酸カルシウム
	ケロシン
屋外軽油タンク (南東地区) (No. 1、No. 2)	軽油
低放射性廃棄物処理技術開発施設 屋外タンク	灯油

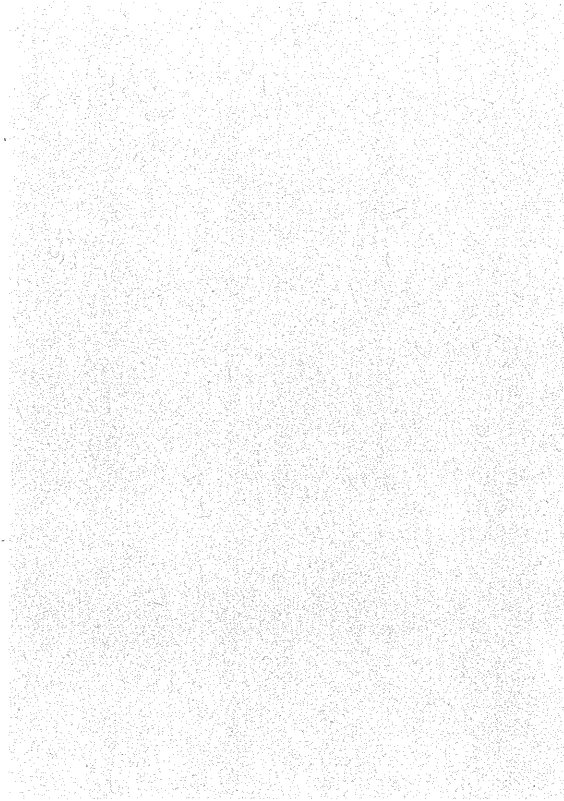


図 2-1 屋外貯蔵施設の配置図

3 屋外貯蔵施設における火災の条件

屋外貯蔵施設の火災の想定は以下の通りとした。

3.1 想定条件

- a. 評価対象とする屋外貯蔵施設は、ウラン系廃棄物焼却場屋外タンク、中央管理室屋外重油タンク（11-7, 11-8, 11-9）、廃棄物処理場屋外タンク、屋外軽油タンク（南東地区（No. 1・No. 2））及び低放射性廃棄物処理技術開発施設屋外タンクとした。
- b. タンクの燃料は満載した状態を想定した
- c. 隔離距離は評価上厳しくなるよう、a. で想定した屋外貯蔵施設の位置からアクセスルートまでの直線距離とし、安全側に丸めた。
- d. 火災はタンクの破損等による防油堤内の全面火災を想定した。
- e. 気象条件は無風状態とした。

3.2 輻射強度の算定

油火災において任意の位置にある輻射強度(熱)を計算により求めるために、半径が1.5m以上の場合で、火災の高さ(輻射体)を半径の3倍にした円筒火災モデルを採用した。

4 アクセスルートへの影響評価方法

アクセスルートへの影響評価は火災からアクセスルートまでの最短距離における放射熱強度を算出し、その値が許容限界と比較することで確認する。

4.1 屋外貯蔵施設のパラメータ

屋外貯蔵施設のアクセスルートまでの最短距離及び燃焼半径、燃料輻射発散度は表2-2の通りである。なお、燃料半径は別添6-1-4-9-1で算出されている値を用い、熱輻射発散度は「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参照する。

表 2-2 屋外貯蔵施設のパラメータ

屋外貯蔵施設	アクセスルートまでの最短距離[m]	燃焼半径[m]	輻射発散度[W/m ²]
ウラン系廃棄物焼却場 屋外タンク	300	1.16	50000
中央運転管理室 屋外重油タンク (11-7、11-8、11-9)	100	10.42	23000
廃棄物処理場 屋外タンク	250	3.00	50000
屋外軽油タンク(南東地区) (No.1、No.2)	100	8.59	42000
低放射性廃棄物処理技術開発施設 屋外タンク	300	2.46	50000

4.2 放射熱強度の算出方法

放射熱強度は、形態係数を算出し、その値を用いて算出する。

算出には「石油コンビナートの防災アセスメント指針」を参照した。

a. 形態係数の算出

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

$$A = (1+n)^2 + m^2$$

$$B = (1-n)^2 + m^2$$

$$m = H/R$$

$$n = L/R$$

ϕ : 形態係数[-]

H : 火炎高さ[m]=3R

R : 火炎底面半径[m]

L : 鑑定面の中心から受熱面までの距離[m]

b. 放射熱強度の算出

$$E = \phi R_f$$

E : 放射熱強度[W/m²]

R_f : 輻射発散度[W/m²]

4.3 許容限界

許容限界は表 2-3 に示す「石油コンビナートの防災アセスメント指針 放射熱の影響」より、「長時間さらされても苦痛を感じない強度」とされる 1.6[kW/m²]とする。

表 2-3 放射熱の影響

放射熱強度		状況および説明	出典
(kW/m ²)	(kcal/m ² h)		
0.9	800	太陽(真夏)放射熱強度	*1)
1.3	1,080	人が長時間暴露されても安全な強度	*2)
1.6	1,400	長時間さらされても苦痛を感じない強度	*3)
2.3	2,000	露出人体に対する危険範囲(接近可能) 1分間以内で痛みを感じる強度 現指針(平成13年)に示されている液面火災の基準値	*4)
2.4	2,050	地震時の市街地大火に対する避難計画で用いられる許容限界	*4)
4.0	3,400	20秒で痛みを感じる強度。皮膚に水疱を生じる場合があるが、致死率0%	*5)
4.6	4,000	10~20秒で苦痛を感じる強度 古い木板が長時間受熱すると引火する強度 フレグスタック直下の熱流制限(高圧ガス保安法施行)	*2)
8.1	7,000	10~20秒で火傷となる強度	*2)
9.5	8,200	8秒で痛みの限界に達し、20秒で第2度の火傷(赤く痂点ができ水疱が生じる)を負う	*5)
11.6	10,000	現指針(平成13年)に示されているファイヤーボールの基準値(ファイヤーボールの継続時間は概ね数秒以下と考えられることによる)	*3)
11.6~	10,000~	約15分間に木材繊維などが発火する強度	*2)
12.5	10,800	木片が引火する、あるいはプラスチックチューブが溶ける最小エネルギー	*5)
25.0	21,500	長時間暴露により木片が自然発火する最小エネルギー	*5)
37.5	32,300	プロセス機器に被害を与えるのに十分な強度	*5)

*1) 理科年表

*2) 高圧ガス保安協会:コンビナート保安・防災技術指針(1974)

*3) 消防庁特殊災害室:石油コンビナートの防災アセスメント指針(2001)

*4) 長谷見雅二,重川春太郎:火災時における人間の耐放射熱限界について,日本火災学会論文集,Vol.01, No. 1(1984)

*5) Manual of Industrial Hazard Assessment Techniques, ed.P.J.Kayes, Washington, DC: Office of Environmental and Scientific Affairs, World Bank (1985)

5 評価結果

4.1 のパラメータを使用し、4.2 の算出方法をもとに算出した結果を表 2-4 に示す。評価の結果、アクセスルートにおける放射強度は、許容限界より小さい。よって、アクセスルートは危険物施設の漏洩により発生する火災による通行の影響はない。

表 2-4 評価結果

屋外貯蔵施設	放射熱強度 [W/m ²]	許容限界 [W/m ²]
ウラン系廃棄物焼却場 屋外タンク	1.44	16000
中央運転管理室 屋外重油タンク (11-7、11-8、11-9)	486	
廃棄物処理場 屋外タンク	13.9	
屋外軽油タンク (南東地区) (No. 1、No. 2)	609	
低放射性廃棄物処理技術開発施設 屋外タンク	6.5	

溢水時におけるアクセスルートへの影響

1 概要

地震により貯水施設から内容物が漏洩することを想定した場合、アクセスルート上の通行に影響があるかを確認する。影響がある場合は、該当するアクセスルートを迂回する必要があるが生じる。

評価の結果、貯水施設が設置している高さよりも貯水施設近傍のアクセスルートの高さのほうが高く設置されているため、アクセスルート上の通行に影響はない。

2 評価対象の抽出

核燃料サイクル研究所内には貯水施設が存在する。貯水施設のうち、アクセスルート近傍の貯水施設 1 か所（2 設備）を評価対象とし、表 3-1 に示す。また、貯水施設の配置図を図 3-1 に示す。

表 3-1 評価対象となる貯水施設

貯水施設	内容物
中央運転管理室 給水タンク、受水タンク	水

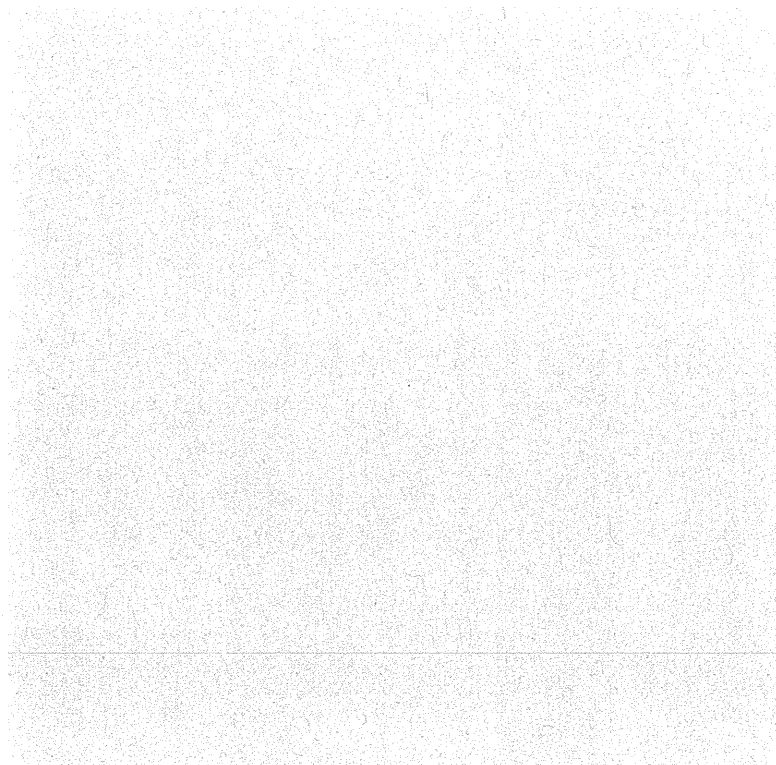


図 3-1 貯水施設の配置図

3 アクセスルートへの影響評価方法

アクセスルートへの影響評価はアクセスルートが貯水タンクよりも高い位置に設置していることを確認する。

3.1 貯水施設の高さ及びアクセスルートの高さ

貯水施設の高さ、貯水施設からアクセスルートまでの最短距離及び許容限界を排水施設近傍のアクセスルートの高さとし、表 3-2 に示す。また、アクセスルートまでの断面経路及び断面を図 3-2 から図 3-4 に示す。なお、高さ情報は国土地理院地図を参考にした。

表 3-2 貯水施設の高さ

貯水施設	アクセスルートまでの最短距離[m]	設置高さ[m]	許容限界[m]
中央運転管理室 給水タンク、受水タンク	39	18.7	22.7



図 3-2 貯水施設からアクセスルートまでの断面経路

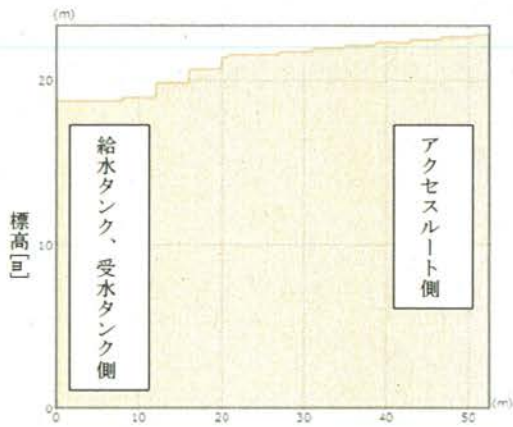


図 3-3 A 経路の断面

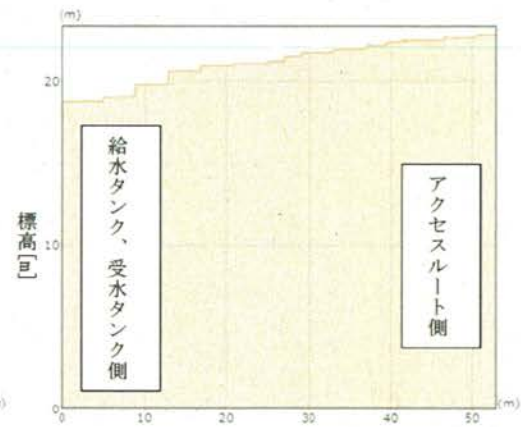


図 3-4 B 経路の断面

4 評価結果

貯水施設の設置高さは 18.7[m] であり、貯水施設近傍のアクセスルートの高さは 22.7[m] であるため、貯水施設の内容物が流出した場合でも、内容物がアクセスルートへ流入しない。以上のことからアクセスルートは貯水施設から内容物が漏洩することによる通行への影響はない。

斜面崩落による土砂流入のアクセスルートへの影響

1 概要

地震により周辺斜面が崩落した場合、アクセスルート上の通行に影響があるかを確認する。影響がある場合は、該当するアクセスルートを迂回する必要がある。

評価の結果、東側アクセスルートは土砂の流入が発生せず通行が可能である。西側アクセスルートは土砂の流入によりアクセスが困難になる箇所が発生するが、土砂を除去することで通行が可能である。

2 評価対象の抽出

核燃料サイクル研究所内のアクセスルートの両側に存在する斜面を対象とする。検討する断面を図 4-1 に示す。

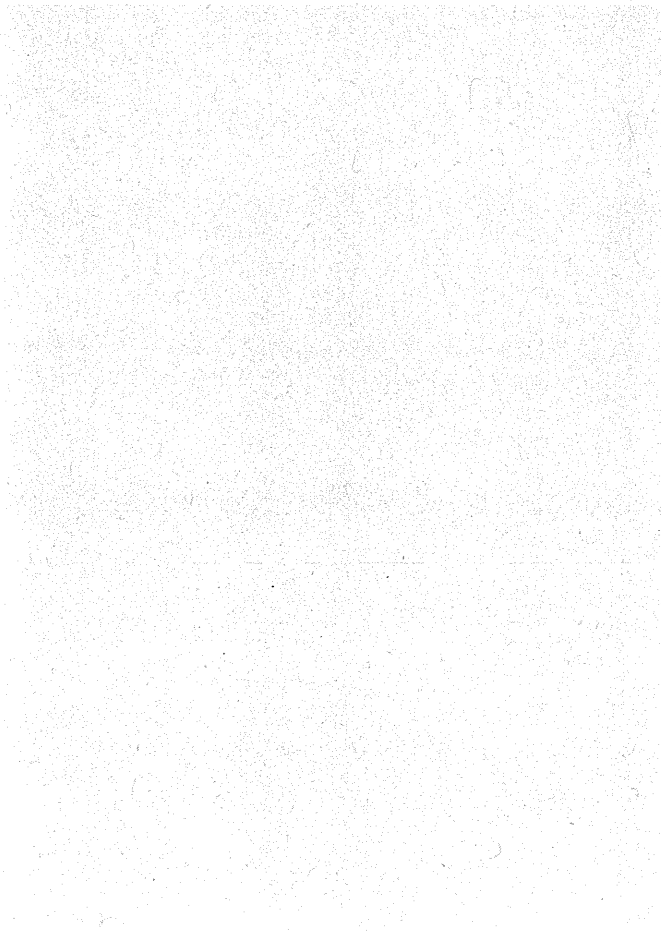


図 4-1 アクセスルートの両側に存在する斜面

3 斜面の崩落の条件

斜面の崩落の想定は以下の通りとした。

- a. 斜面の崩落は、茨城県建築基準条例に定める「がけ」に発生することとし、がけは下記の条件を満たす斜面をいう。
 - ① 高さが2mを超える。
 - ② こう配が30度を超える。

- b. 流入する土砂の到達距離は、 $1.4 \times$ （がけの高さ）とする。算出には「JEG4601-1987」を参照した。

4 アクセスルートへの影響評価方法

アクセスルートへの影響評価は、がけに発生する土砂の到達距離及び重機の作業量による土砂の除去に係る時間を確認し、通行が可能であることを確認する。

4.1 許容限界

許容限界はタイムチャートの時間内に通行できることの観点から設定する。

- ・アクセスルートへ土砂が流入しない場合及びアクセスルートへ土砂が流入しても通行への影響がない場合又は、アクセスルートへ土砂が流入した場合でも、重機や仮設足場を使用することにより、タイムチャートに示すアクセスルート確保の時間内に通行を可能にすることができれば通行可能とする。
- ・アクセスルートへ土砂が流入した場合で、タイムチャートに示すアクセスルート確保時間内に通行ができなければ通行不可能とする。

5 がけの状態

5.1 東側アクセスルート

東側アクセスルートの断面に土砂が流入する恐れのある斜面を赤枠で示し、アクセスルートは青枠で示す。3 a. ①に基づき、がけと判定された箇所については、3 a. ②に基づく土砂流入を考慮した図も併せて示す。



図 4-2 東側アクセスルートの断面

: 斜面
 : アクセスルート

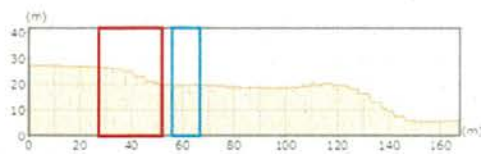


図 4-3 東-1

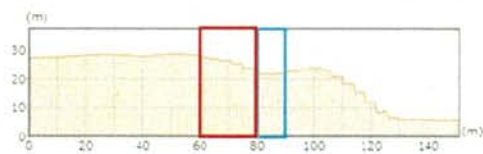


図 4-4 東-2

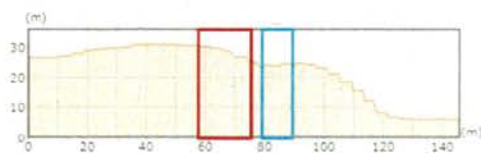


図 4-5 東-3

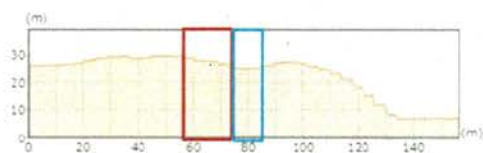


図 4-6 東-4



图 4-7 東-5

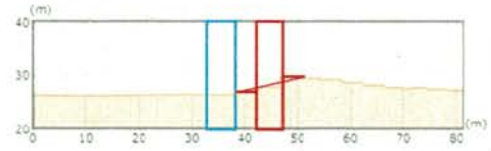


图 4-8 東-6

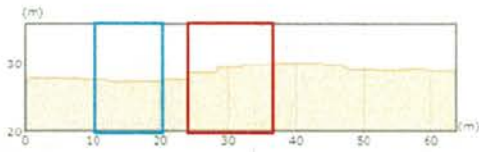


图 4-9 東-7

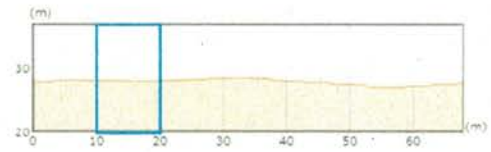


图 4-10 東-8



图 4-11 東-9



图 4-12 東-10

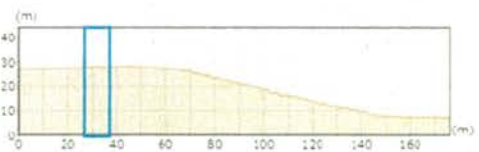


图 4-13 東-11

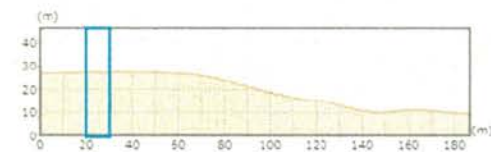


图 4-14 東-12

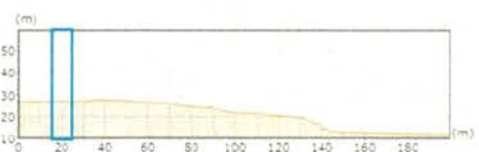


图 4-15 東-13

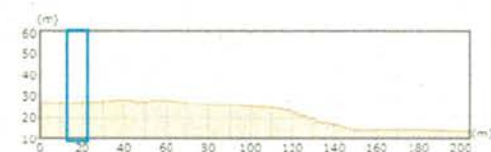


图 4-16 東-14



图 4-17 東-15

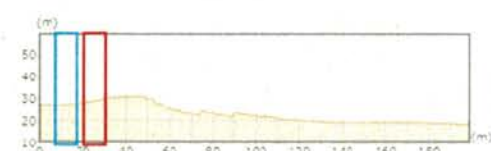


图 4-18 東-16

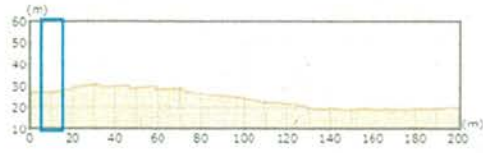


図 4-19 東-17

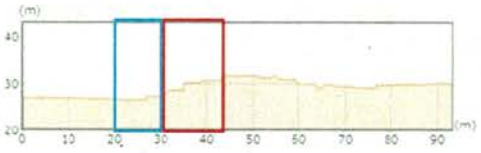


図 4-20 東-18

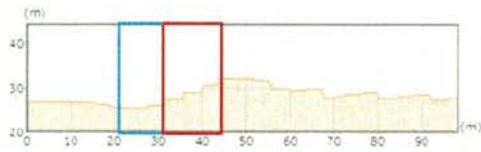


図 4-21 東-19



図 4-22 東-20

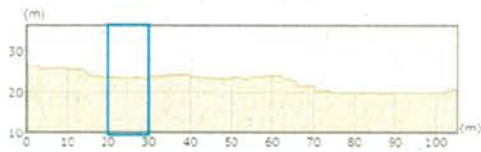


図 4-23 東-21

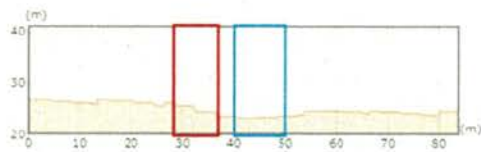


図 4-24 東-22



図 4-25 東-23

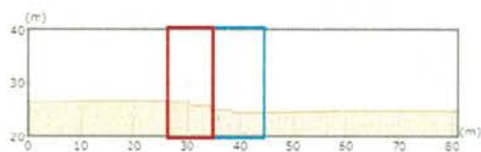


図 4-26 東-24



図 4-27 東-25



図 4-28 東-26

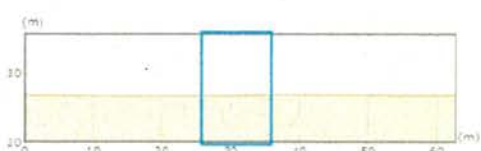


図 4-29 東-27



図 4-30 東-28

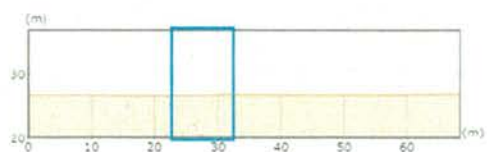


図 4-31 東-29

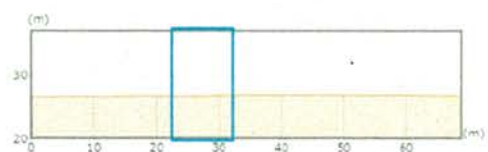


図 4-32 東-30

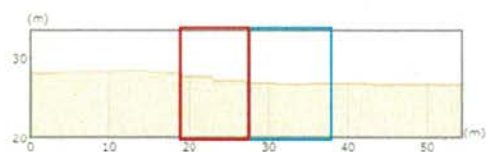


図 4-33 東-31



図 4-34 東-32

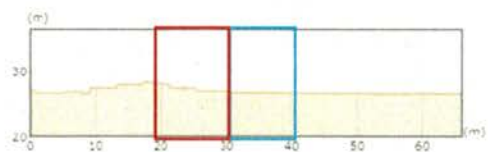


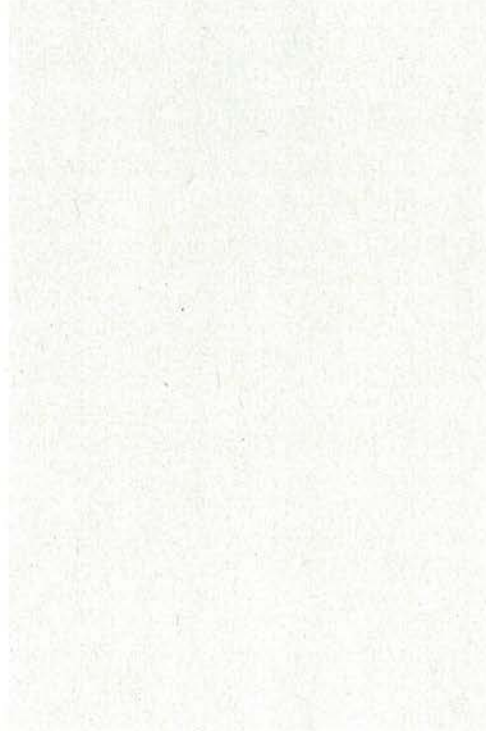
図 4-35 東-33



図 4-36 東-34

5.2 西側アクセスルート

西側アクセスルートの断面に土砂が流入する恐れのある斜面を赤枠で示し、アクセスルートは青枠で示す。3 a. ①に基づき、がけと判定された箇所については、3 a. ②に基づく土砂流入を考慮した図も併せて示す。



: 斜面
 : アクセスルート

図 4-37 西側アクセスルートの断面

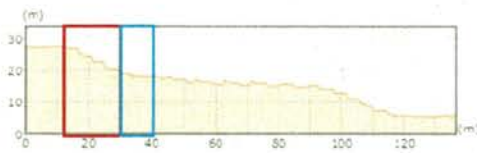


図 4-38 西-1



図 4-39 西-2



図 4-38 西-3



図 4-39 西-4



图 4-38 西-5

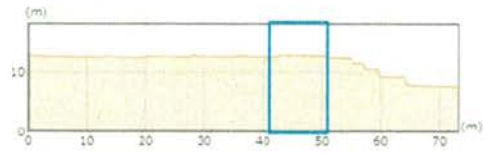


图 4-39 西-6

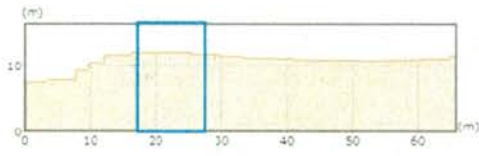


图 4-38 西-7

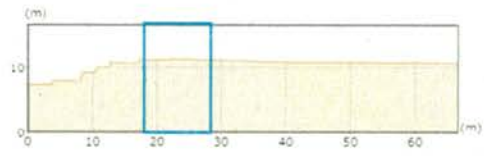


图 4-39 西-8

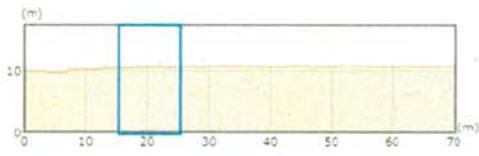


图 4-38 西-9

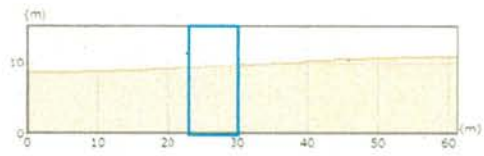


图 4-39 西-10



图 4-38 西-11

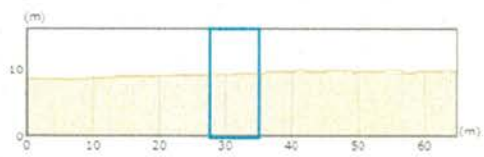


图 4-39 西-12

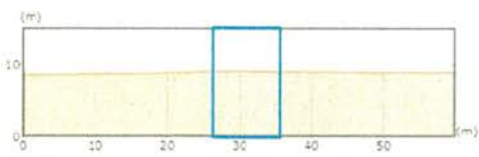


图 4-38 西-13

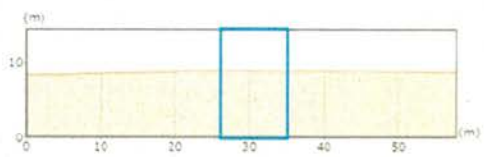


图 4-39 西-14



图 4-38 西-15



图 4-39 西-16

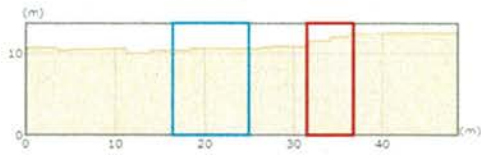


图 4-38 西-17

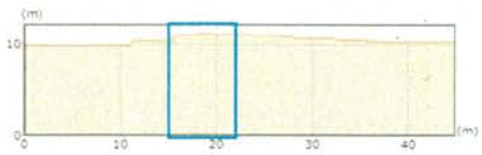


图 4-39 西-18

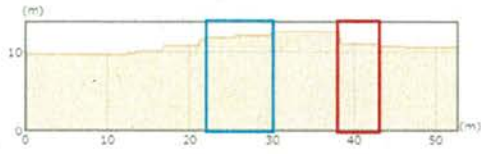


图 4-38 西-19



图 4-39 西-20

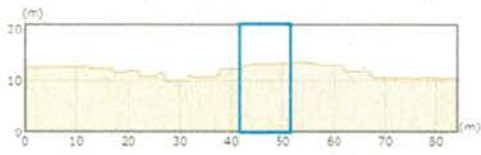


图 4-38 西-21

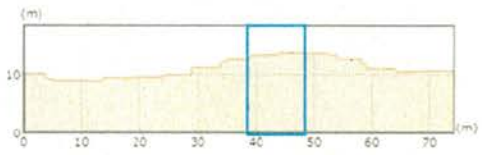


图 4-39 西-22

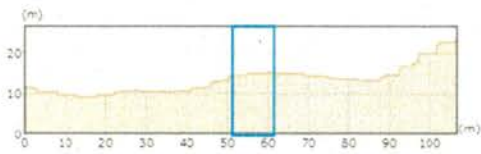


图 4-38 西-23

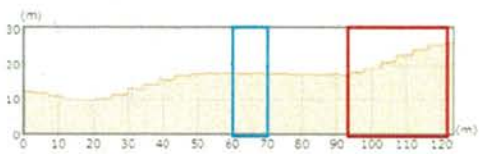


图 4-39 西-24

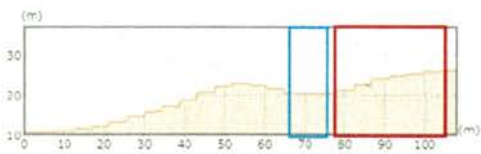


图 4-38 西-25

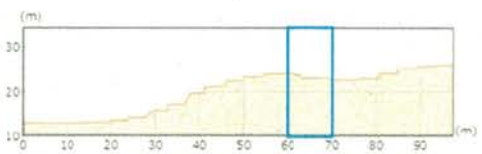


图 4-39 西-26

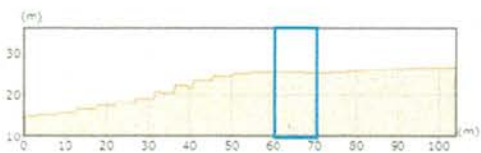


图 4-38 西-27

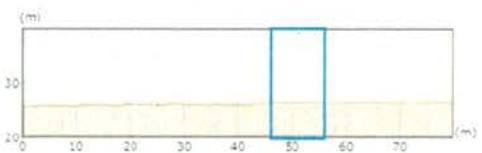


图 4-39 西-28

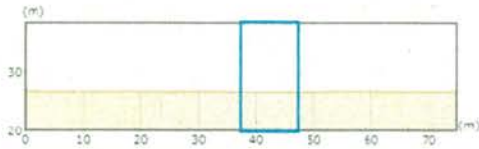


图 4-38 西-29

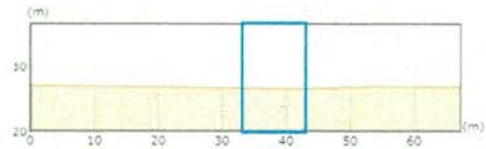


图 4-39 西-30

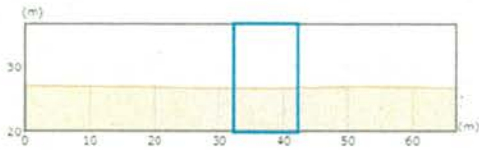


图 4-38 西-31

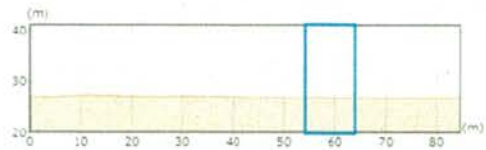


图 4-39 西-32

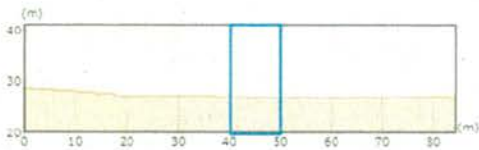


图 4-38 西-33

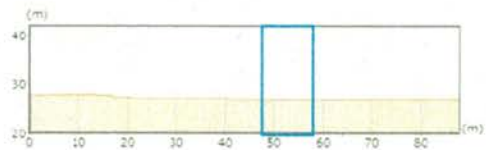


图 4-39 西-34

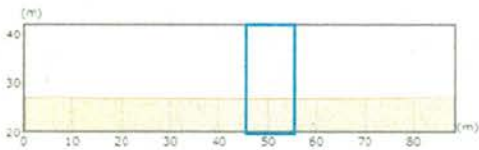


图 4-38 西-35

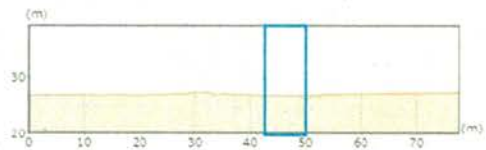


图 4-39 西-36

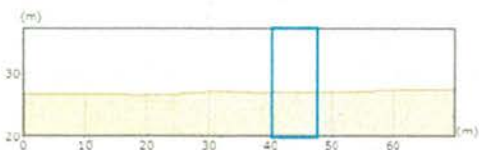


图 4-38 西-37

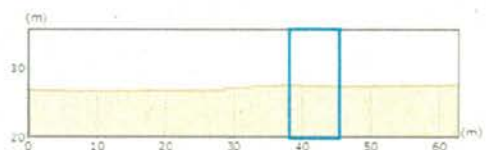


图 4-39 西-38

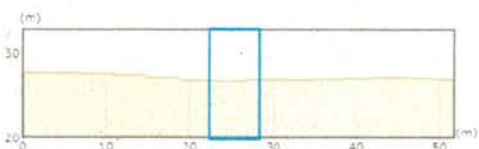


图 4-38 西-39

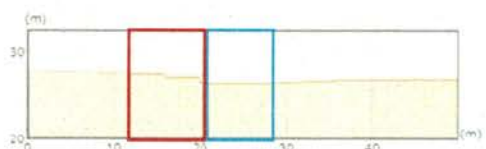


图 4-39 西-40

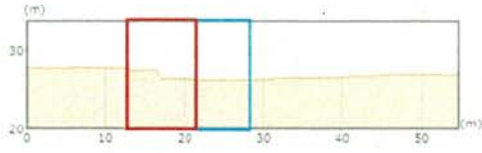


图 4-38 西-41

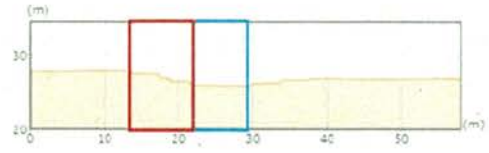


图 4-39 西-42

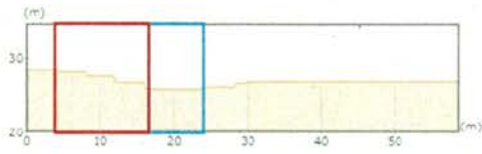


图 4-38 西-43

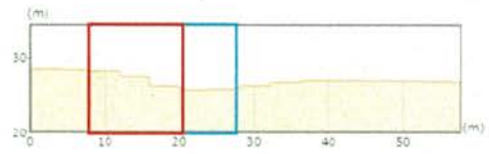


图 4-39 西-44

6 評価結果

対象のアクセスルートの斜面に対し、算出方法した結果及び、許容限界に基づいた通行の可否をまとめた結果を表 4-1 及び表 4-2 に示す。

評価の結果、東側ルートに土砂流入は想定されないことから、通行に影響はない。また、西-2～西-3 のアクセスルートに土砂は流入するものの、重機の作業量による土砂の除去に要する時間を評価（補足参照）し、タイムチャートに示すアクセスルート確保の時間内に作業ができることを確認した。

表 4-1 東側アクセスルート 評価結果

東側 アクセスルート	通行の可否	東側 アクセスルート	通行の可否
東-1	通行可能	東-18	通行可能
東-2	通行可能	東-19	通行可能
東-3	通行可能	東-20	通行可能
東-4	通行可能	東-21	通行可能
東-5	通行可能	東-22	通行可能
東-6	通行可能	東-23	通行可能
東-7	通行可能	東-24	通行可能
東-8	通行可能	東-25	通行可能
東-9	通行可能	東-26	通行可能
東-10	通行可能	東-27	通行可能
東-11	通行可能	東-28	通行可能
東-12	通行可能	東-29	通行可能
東-13	通行可能	東-30	通行可能
東-14	通行可能	東-31	通行可能
東-15	通行可能	東-32	通行可能
東-16	通行可能	東-33	通行可能
東-17	通行可能	東-34	通行可能

表 4-2 西側アクセスルート 評価結果

西側 アクセスルート	通行の可否	西側 アクセスルート	通行の可否
西-1	通行可能	西-23	通行可能
西-2	通行可能※	西-24	通行可能
西-3	通行可能※	西-25	通行可能
西-4	通行可能	西-26	通行可能
西-5	通行可能	西-27	通行可能
西-6	通行可能	西-28	通行可能
西-7	通行可能	西-29	通行可能
西-8	通行可能	西-30	通行可能
西-9	通行可能	西-31	通行可能
西-10	通行可能	西-32	通行可能
西-11	通行可能	西-33	通行可能
西-12	通行可能	西-34	通行可能
西-13	通行可能	西-35	通行可能
西-14	通行可能	西-36	通行可能
西-15	通行可能	西-37	通行可能
西-16	通行可能	西-38	通行可能
西-17	通行可能	西-39	通行可能
西-18	通行可能	西-40	通行可能
西-19	通行可能	西-41	通行可能
西-20	通行可能	西-42	通行可能
西-21	通行可能	西-43	通行可能
西-22	通行可能	西-44	通行可能

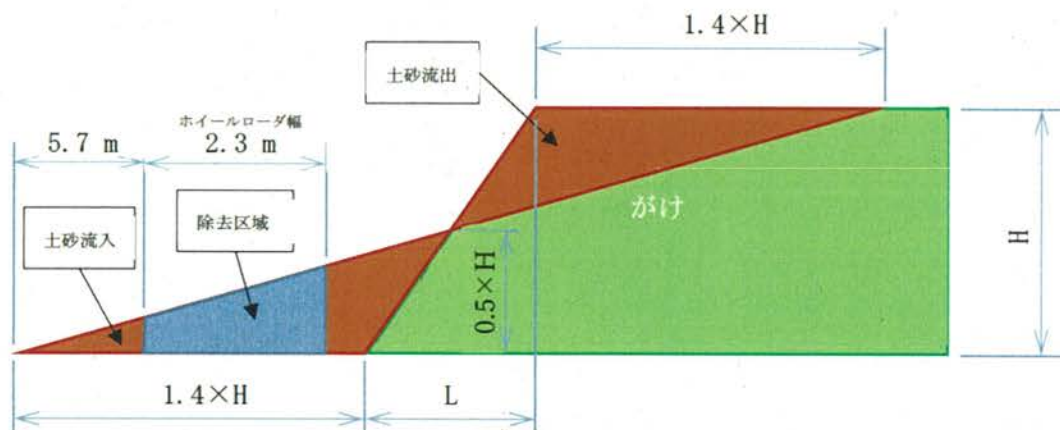
※アクセスルートに土砂が流入するが、土砂の除去に必要な時間が 5.27h であり、タイムチャートで示す 6h 内に作業完了できるため、通行可能とした。

西-2～西-3の土砂除去に必要な所要時間

1 土砂流入及び除去量

流入する土砂量は、がけの端より $1.4 \times H$ の距離まで土砂が到達する状態を想定する。流入した土砂のうち、通路を可能にするために土砂を除去する必要がある。土砂の除去には、ホイールローダを使用する。除去量は流入した土砂のうち、ホイールローダの幅分を考慮する。

以上を考慮して、土砂を除去する必要がある範囲を下図に示す。



除去区域の面積 A は下式により求める。

$$H = 10 \text{ m}$$

$$L = 18 \text{ m}$$

$$A = \frac{0.5 \times H}{1.4 \times H + L/2} (5.7 + 2.3 + 2.3) \times 2.3 \times 1/2 = 3.425 \text{ m}^2$$

西-2～西-3まで続いており、その長さは80 mであることから、必要除去量を次に示す。

$$\text{必要除去量 } Q_e = A \times 18 = 274 \text{ m}^3$$

2 土砂を除去するために必要な所要時間

土砂を除去するために必要な所要時間はダム工事積算指針を参照する。

ホイールローダによる詰め込み作業量 Q の算定式を下記に示す。

$$Q = \frac{3600 \times q \times f \times E}{C_m} = \frac{3600 \times 1.0868 \times 0.833 \times 0.65}{40} = 52 \text{ m}^3/\text{hr}$$

各パラメータは下記に示す赤枠の値を使用する。

1) 1サイクル当たり積込量 (q)

1サイクル当たり積込量は、次表を標準とする。

ホイールローダの規格	1サイクル当たり積込量(m ³)
山積 5.4m ³	4.51
山積 10.0m ³	8.36

ここで、ホイールローダの規格は 1.3 m³ であるため、線形にて算出する。

$$q = 1.3 \times 8.36 / 10 = 1.0868 \text{ m}^3$$

2) 土量換算係数 (f)

求める作業量 基準の作業量	地山の土量	ほぐした土量	締め後の土量
地山の土量	1	L	C

$f = \frac{\text{ほぐした土量 (m}^3\text{)}}{\text{地山の土量 (m}^3\text{)}}$
 $C = \frac{\text{締め後の土量 (m}^3\text{)}}{\text{地山の土量 (m}^3\text{)}}$

ここで地山の土量 = 1.2 m³ であり、

$$f = 1 / 1.2 = 0.833$$

3) 作業効率 (E)

作業効率は次表を標準とする。

土質名	ルーズな状態の積込		
	良好	普通	不良
砂・砂質土	0.75	0.60	0.45
レキ質土・粘性土	0.65	0.50	0.35
破碎岩	-	0.35	0.25

4) 1サイクル当たりの所要時間 (C_m)

1サイクル当たりの所要時間は、土質にかかわらず次表を標準とする。

型式	1サイクル当たりの所要時間(sec)
クローラローダ	46
ホイールローダ	40

土砂除去にかかる時間 T を下記のように求める。

$$T = Q_e / Q = 274 / 52 = 5.27 \text{ h}$$

タイムチャートで記されている、アクセスルートの確保は 6 h であるため、土砂除去にかかる時間を確保できていることを確認できた。

アクセスルートへの不等沈下、陥没による通行不能について

1. 揺すり込みによる沈下量の確認方法

地下構造物と埋戻部等との境界部（埋設物等境界部）を段差発生の可能性のある箇所としてアクセスルートの経路上に埋設されている 50 cm を超える地下構造物を抽出した。これらが液状化及び揺すり込みによる沈下を考慮し、保守的に砂質泥岩より上部の地盤が地震により沈下することを想定し沈下量を確認する。地盤における沈下率は、Ishihara ほか(1992)を参考に、敷地の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみの関係から算出した。各層の沈下率は、粘土層 1.7%、礫層 1.8%、砂層 2.3%を踏まえ保守的に沈下率を 3%と仮定して確認する（図 5-1 参照）。

2. 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の被害状況について

(1) 東北地方太平洋沖地震の概要

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分頃、宮城県沖において、大きな地震が発生し、宮城県で最大震度 7（茨城県東海村での観測震度「6 弱」）を観測したほか、東北地方を中心に関東地方にかけて広い範囲で地震動が観測された。気象庁発表によれば、マグニチュードは 9.0、震源深さは 24 km である。

(2) 東北地方太平洋沖地震時の被害状況

東北地方太平洋沖地震時に核燃料サイクル工学研究所で確認された被害のうち、屋外アクセスルートに係る傾斜地及び構内道路の被害状況について以降に示す。

1) 傾斜地の被害状況

構内の傾斜地について、崩壊は確認されなかった。

2) 構内道路の被害状況

アクセスルートの一部に地割れにより約 1 m の段差被害が生じたが当該箇所への人のアクセス性に支障はなかった。被害状況を本文図-4 に示す。

3. 評価結果

地下構造物と埋戻部等との境界部の段差発生想定箇所として抽出し、この抽出箇所において、廃止措置計画用設計地震動に対する液状化及び揺すり込みによる沈下を考慮し段差の確認を行った結果、沈下による地下構造物と埋戻部等との境

界部の段差は、最大でも 14 cm 程度であった。地下構造物の配置状況を図 5-1 に示す。また、確認結果を表 5-1 に示す。

南東地区から PCDF 管理棟駐車場までは、事故対処要員が徒歩によりアクセスを行うものであり、一般的な階段の蹴上高さと比較しても同程度であり当該段差によるアクセスルートの影響はないと考える。

4. 陥没に対する影響確認方法

南東地区から PCDF 管理棟駐車場までのアクセスルートの経路上に埋設されている構造物を抽出し、抽出した構造物が損壊することを想定し、アクセスルート上の陥没幅を確認した。地下構造物の陥没幅を表 5-1 示す。

南東地区から PCDF 管理棟駐車場までのアクセスルートの障害となり得る地下構造物については、以下の手順により抽出を行った。

① 調査対象範囲の設定

南東地区から PCDF 管理棟駐車場までのアクセスルート（西側ルート及び東側ルート）の経路を調査対象範囲として設定した。

② 机上調査による抽出

アクセスルートの経路上に埋設されている 50 cm を超える地下構造物を抽出し、地震により損壊した際にアクセスに影響を与えると想定される箇所について竣工資料、設備図面をもとに抽出した。

5. 陥没する幅の確認結果

南東地区から PCDF 管理棟駐車場までのアクセスルートにおいては、最大で約 3.4 m 幅、深さ約 4.4 m の地下構造物がルートを横断している。これが崩壊した場合は最大で 3.4 m 幅の陥没が想定される。この際は迂回を行うが、迂回が困難な場合は、別ルートからのアクセスを選択する。

アクセスルートにおいては、陥没により歩行でのアクセス性に影響を及ぼすことが想定されるポイントに予め可搬型ブリッジ等の資機材を分散配置し、事故対処要員のアクセス性に影響しないよう対策を講じる。また、可搬型ブリッジ等の資機材については訓練等により実効性を確認し、継続的に改善を図っていく。

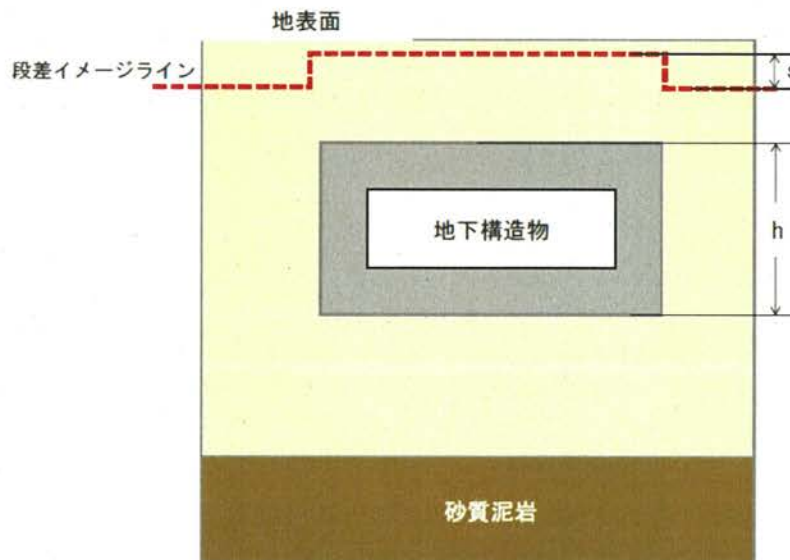
アクセスルートの経路上に予め分散配置する可搬型資機材の位置を図 5-3 に、分散配置する可搬型資機材のイメージを図 5-4 に示す。

6. 参考文献

- 1) EVALUATION OF SETTLEMENTS IN SAND DEPOSITS FOLLOWING LIQUEFACTION
DURING EARTHQUAKES SOILS AND FOUNDATIONS Vol. 32, No. 1, 173-188,
Mar. 1992 Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation
Engineering

表5-1 沈下による地下構造物と埋戻部等との境界部の段差

No	名称	構造物の分類	ルート	①	②	③	④	⑤
				路面高	基礎下端	構造物高さ	幅	段差
				T.P. + (m)	T.P. + (m)	(m)	(m)	(m)
				—	—	—	—	③*3%
1	共同溝	コンクリート構造物	西	9.7~18.2	5.3~13.8	4.4	3.4	0.14
2	雨水管	ヒューム管	西	9.7	1.9	0.5	0.5	0.02
3	雨水管	ヒューム管	西	10.3	8.3	1.0	1.0	0.03
4	雨水管	ヒューム管	西	11.3	9.8	0.6	0.6	0.02
5	十二町川暗渠	ヒューム管	西	13.3	9.3	1.5	1.5	0.05
6	水管	ヒューム管	西	10.1	8.1	0.6	0.6	0.02
7	水管	ヒューム管	西	26.6	23.2	0.8	0.8	0.03
8	電線管	ヒューム管	西	26.6	23.2	0.8	0.8	0.03
9	雨水管	ヒューム管	西	26.6	24.6	0.6	0.6	0.02
10	共同溝	コンクリート構造物	西, 東	22.8~26.7	19.6~23.5	3.2	3.2	0.1
11	トレンチ	コンクリート構造物	西	26.8	25.5	1.3	1.3	0.04
12	雨水管	ヒューム管	西	26.6~27.1	24.3~24.8	0.6	0.6	0.02
13	雨水管	ヒューム管	東	26.7	24.2	0.6	0.6	0.02



陥没においては地下構造物の高さ分 (h) がなくなるものと想定する。

段差 (S) = h × 沈下率 %
 沈下率は、Ishihara ほか (1992) を参考

図5-1 段差の計算方法

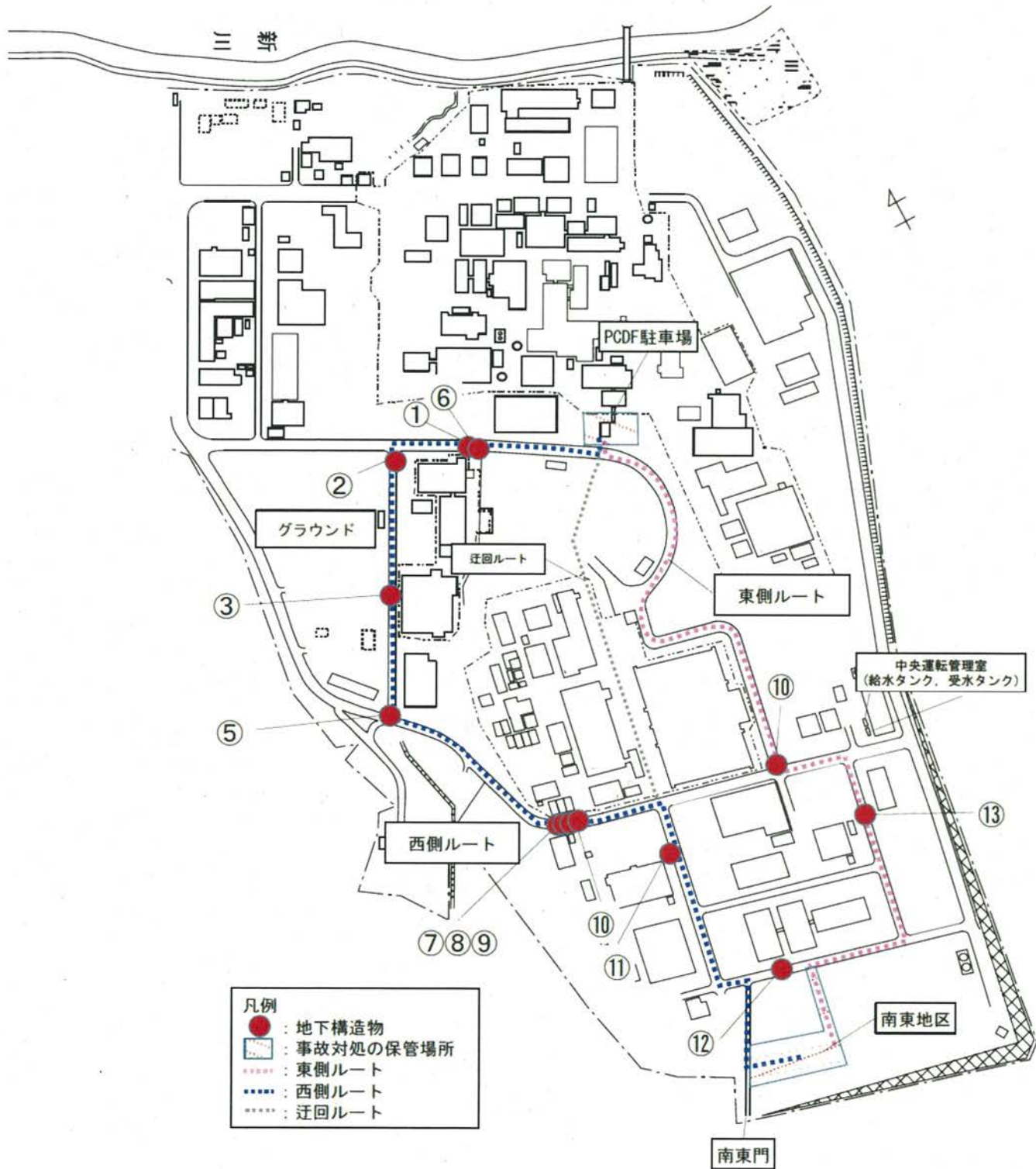
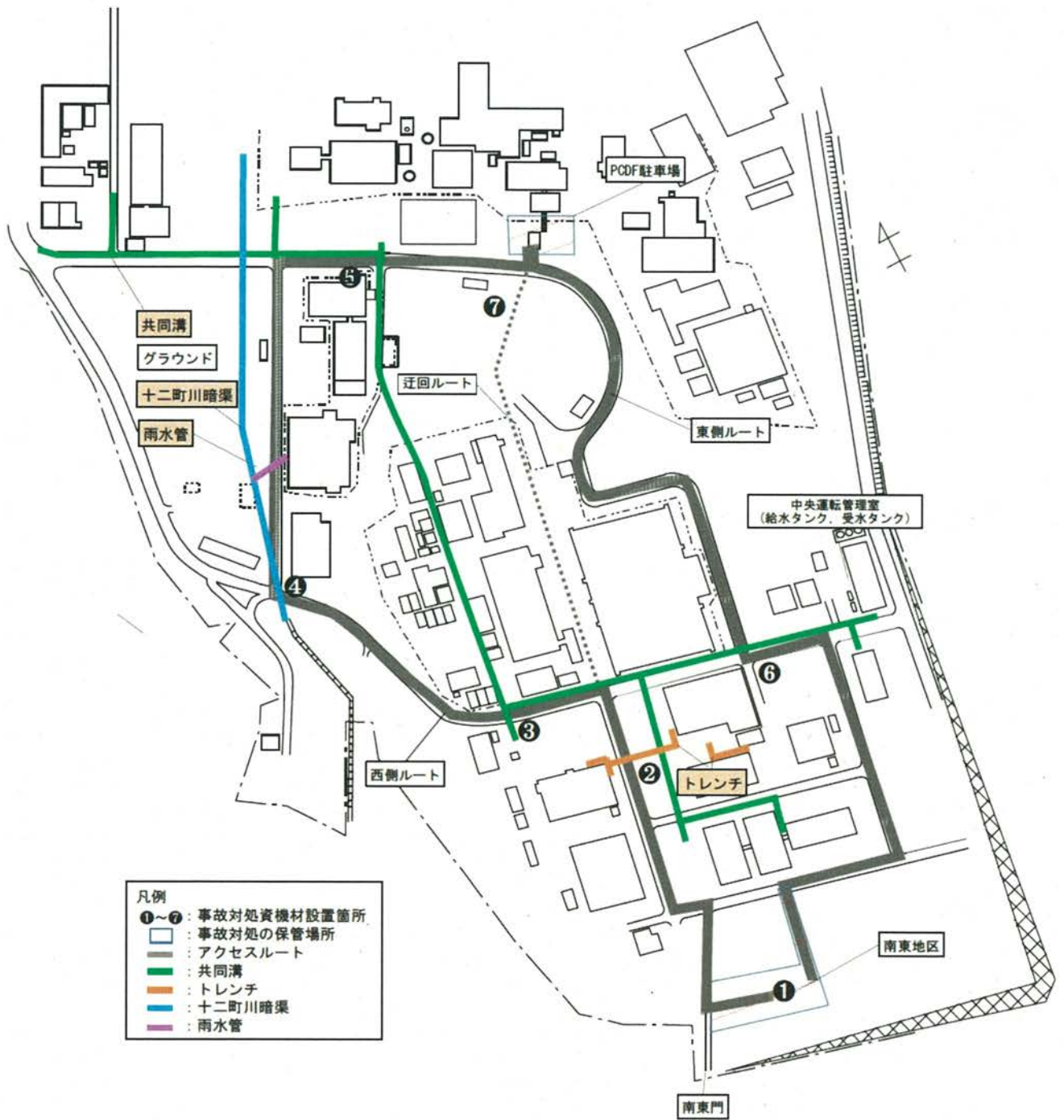


図 5-2 地下構造物の配置状況



No.	アクセス経路に配置する可搬型事故対処設備
①	エンジン付きポンプ, 組立水槽, 消防ホース
②	ホース, 可搬型ブリッジ
③	ホース, 可搬型ブリッジ
④	ホース, 可搬型ブリッジ
⑤	エンジン付きポンプ, 組立水槽, 消防ホース, 可搬型ブリッジ
⑥	エンジン付きポンプ, 組立水槽, 消防ホース, 可搬型ブリッジ
⑦	簡易タラップ

図 5-3 事前に分散配置する事故対処設備

	
<p>簡易タラップ1</p>	<p>簡易タラップ2</p>
	
<p>可搬型ブリッジ</p>	<p>エンジン付きポンプ</p>
	
<p>組立水槽</p>	<p>消防ホース</p>

図 5-4 資機材イメージ

南東地区からPCDF管理棟駐車場までのアクセス性に係る評価のまとめ

南東地区から PCDF 管理棟駐車場までのアクセス性に係る評価のまとめを表 6-1 及び図 6-1 に示す。

1. 損壊物によるアクセスルートの閉塞による通行不能

アクセスルートが閉塞する可能性がある建家として、東側ルートはプルトニウム燃料第三開発室が抽出され、西側ルートについては第二プルトニウム廃棄物貯蔵施設（第2PWSF）が抽出された。このため、これらの建家における耐震性について確認を行った。その結果、プルトニウム燃料第三開発室及び第二プルトニウム廃棄物貯蔵施設（第2PWSF）ともに保有水平耐力比が 1.2 以上であり、地震時に建物が倒壊する可能性は低く、建家の倒壊によるアクセスルートの閉塞はないと判断する。

2. 火災、溢水による通行不能

火災による影響評価については、研究所内に対象とする危険物施設が 5 か所存在する。これらについて、対象施設からアクセスルートまでの最短距離における放射熱強度を算出し、許容限界（許容限界は下表に示す「石油コンビナートの防災アセスメント指針放射熱の影響」より、「長時間さらされても苦痛を感じない強度」とされる $1.6[\text{kW}/\text{m}^2]$ ）と比較することで確認した。その結果、アクセスルートにおける放射強度は、最大でも $0.61[\text{kW}/\text{m}^2]$ であり許容限界より小さい。よって、アクセスルートは危険物施設の漏洩により発生する火災による影響はない。

溢水による影響評価については、アクセスルート近傍である中央運転管理室（TUC）の貯水施設 1 か所（2 設備）を評価対象とした。その結果、貯水施設の設置箇所は、標高 $18.7[\text{m}]$ であり、貯水施設近傍のアクセスルートは標高 $22.7[\text{m}]$ であるため、貯水施設の内容物が流出した場合でも、アクセスルートへ流入しないことから溢水による影響はない。

3. アクセスルートへの土砂流入等による道路の通行不能

研究所内のアクセスルートに近接する斜面を対象として、斜面が崩落した場合の影響について評価した。

(1) 評価条件

- ・斜面は、茨城県建築基準条例に定める「がけ」（崖高さが 2m を超えるものかつ勾配が 30 度を超えるもの）を対象とした。

- ・土砂の流入は崖の先より（1.4×崖の高さ）を考慮「JEAG4601-1987」
- ・南東地区から PCDF 駐車場までの人の通行を想定

(2) 評価方法

アクセスルートへの影響評価は、がけに発生する土砂の到達距離及び重機の作業量による土砂の除去に係る時間を確認し、通行が可能であることを確認する。

(3) 評価結果

評価の結果、東側ルートに土砂流入は想定されないことから、通行に影響はない。また、アクセスルートの一部に土砂は流入するものの、重機の作業量による土砂の除去に要する時間を評価し、所定の時間内に作業ができることを確認した。

4. アクセスルートの不等沈下による通行不能

アクセスルートの経路上に埋設されている地下構造物と埋戻部等との境界部の段差発生想定箇所として抽出し、廃止措置計画用設計地震動に対する液状化及び揺すり込みによる沈下を考慮し、段差量の評価を行った。その結果、沈下による地下構造物と埋戻部等との境界部の段差は、最大でも 14 cm 程度であった。

南東地区から PCDF 管理棟駐車場までは、事故対処要員が徒歩によりアクセスを行うものであり、一般的な階段の蹴上高さと比較しても同程度であり当該段差によるアクセスルートへの影響はない。

5. 陥没による通行不能

南東地区から PCDF 管理棟駐車場までのアクセスルートにおいては、最大で約 3.4 m 幅、深さ約 4.4 m の地下構造物がルートを横断している。これが崩壊した場合は最大で 3.4 m 幅の陥没が想定される。この際は迂回を選択する。迂回が困難な場合は、別ルートからのアクセスを選択する。

全てのアクセスルートが、被害事象により通行不能とならないように、事前に可搬型ブリッジ等の資機材を分散配置し、事故対処要員のアクセス性に影響しないよう対策を講じる。また、これらの可搬型資機材については訓練等により実効性を確認し、継続的に改善を図っていく。

表 6-1 アクセスルートにおける評価のまとめ

	評価項目	東側ルート	西側ルート
(1)	損壊物によるアクセスルートの閉塞による通行不能	建物倒壊によるアクセスルートの閉塞は無い。	同左
(2)	火災、溢水による通行不能	火災、溢水による影響は無い。	同左
(3)	アクセスルートへの土砂の流入等による道路の通行不能	土砂流入による影響は無い。	土砂流入箇所は重機等より土砂を撤去しアクセスルートを確保する※。
(4)	アクセスルートへの不等沈下による通行不能	段差等による影響は無い。	同左
(5)	陥没による通行不能	最大 3.4 m 幅の溝が想定されるが、可搬型資機材によりアクセスが可能であることを訓練で確認していく。	同左

※ 迂回ルートとして、プルトニウム燃料技術開発センター駐車場から PCDF 管理棟駐車場へアクセスするためのルートを設定している。



図 6-1 アクセスルートにおける評価のまとめ

東海再処理施設の安全対策に係る面談スケジュール(案)

令和3年9月15日
再処理廃止措置技術開発センター

面談項目 (下線:次回変更審査案件)		令和3年												
		7月					8月			9月				10月
		~2日	~9日	~16日	~23日	~30日	~6日	~20日	~27日	~3日	~10日	~17日	~24日	~1日
廃止措置計画変更認可申請に係る事項														
安全対策	津波による 損傷の防止	○TVF浸水防止扉の耐震補強 設計及び工事の計画					▼29		▼19	◆24				▽22
	事故対処	○事故対処設備の 保管場所の整備 (アクセスルートの検討)				▼20		▼5	▼6	▼19	◆24		▽15	
		○PCDF斜面補強 設計及び工事の計画 (機電設備)						▼5		▼19	◆24		▽15	
	内部火災	○代替措置の有効性		◆5			▼29		▼19	▼20	◆24			▽22
		○HAW内部火災対策工事 設計及び工事の計画					▼29		▼19		◆24			▽22
		○TVF内部火災対策工事 設計及び工事の計画							▼19		◆24			▽22
	溢水	○HAW溢水対策工事 設計及び工事の計画							▼19		◆24			▽22
○TVF溢水対策工事 設計及び工事の計画								▼19		◆24			▽22	
その他 /工事進捗	○安全対策工事の進捗		▼8		▼20	▼29	▼6	▼19	◆24				▽22	
保安規定変更													▽29	
LWTFの計画変更 セメント固化設備及 び硝酸根分解設備の 設置	○実証プラント規模試験の実施と 硝酸根分解技術の再評価 ○セメント固化設備の技術的成立 性について(4/20面談資料の改 訂) ○実証規模プラント試験の計画に ついて	▼29	◆5									▼2		
	○LWTFにおける外部事象に関する 評価について													
工程洗浄		▼29	◆5					▼5				▼2	▽15	
その他	○TVF保管能力増強に係る 一部補正 ○その他の設工認・報告事項							▼5					▽15	
廃止措置の状況														
ガラス固化処理の進捗状況		進捗状況は適宜報告		▼29	◆5	▼8	▼13		▼29	▼19	◆24	▼1	▼8	▽15

▽:面談 ◇:監視チーム会合