

主要な評価項目等に関する説明資料（第2回）

2023/10/13

(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン

令和5年6月27日付けで申請した第4次設工認について、主要な評価項目（耐震、津波、竜巻、外部火災・爆発）に関する説明資料及び個別の確認項目に関する説明資料を、下表に従い次頁以降に示す。なお、下表の「今回添付」の欄に○印を付けた資料を本資料に添付しており、既提出の資料については「最新版」の欄に最新版の提出日等を示した。

1. 主要な評価項目に関する説明資料

資料 No	表題	頁	今回添付	最新版*
1-1(1)	建物の耐震評価（第2貯蔵棟）	-		2023/10/5 00606
1-1(2)	建物の耐震評価（D搬送路）	3	○	
1-2	建物の津波評価	16	○	
1-3	建物の竜巻評価	20	○	
1-4	建物の外部火災・爆発評価	30	○	
1-5(1)	設備の耐震評価（汎用フード）	-		2023/10/5 00606
1-5(2)	設備の耐震評価（クレーン）	39	○	
1-5(3)	設備の耐震評価（容器貯蔵コンベヤ、(附)トラバース）	43	○	
1-5(4)	設備の耐震評価（搬送コンベヤ）	51	○	
1-5(5)	設備の耐震評価（リフト）	57	○	
1-5(6)	設備の耐震評価（粉末移し替えフード、(附)コンベヤ）	-		2023/10/5 00606

\* 「00xxx」等の5桁の数字は、文書番号「REP-2023-00xxx」の下5桁を示す。

## 2. 個別の確認項目に関する説明資料

資料No	表題	頁	今回添付	最新版*
2-1	建物の基礎杭の設置について（N値50以上の地盤に杭が達していること）	62	○	
2-2	第2貯蔵棟の既設の外壁の仕様について（施工方法、耐震計算への反映、等）	-		2023/10/5 00606
2-3	第2貯蔵棟に設置する耐力壁について（枚数・形状の考え方、既設部との接続、偏心率への影響、等）	-		2023/10/5 00606
2-4	溢水時の最大水位と設備内でウランを取り扱う高さの関係について	66	○	
2-5	設備の周囲の水系配管の配置について	69	○	
2-6	粉末移し替えフードの開口部寸法と面速の評価について	-		
2-7	品質マネジメントシステムの適合性について	-		

\* 「00xxx」等の5桁の数字は、文書番号「REP-2023-00xxx」の下5桁を示す。

## 建物の耐震評価 (D 搬送路)

## 1. 基本設計方針

安全機能を有する施設は、その重要度により耐震設計上の区分(以下「耐震重要度分類」という。)を行い、適切と考えられる地震力に対して、安全機能を損なうことのない設計を行う。建物・構築物の耐震設計は、次の基本方針を満足するように行う。

- (1) 建物・構築物の耐震設計法については、各類型とも原則として静的設計法を基本とし、かつ建築基準法等関係法令によるものとする。
- (2) 上位の分類に属するものは、下位の分類に属するものの破損によって波及的破損が生じないようにする。
- (3) 上位の分類の建物・構築物と構造的に一体に設計することが必要な場合には、上位分類の設計法によるものとする。
- (4) 静的地震力は、建築基準法施行令第88条に規定する地震層せん断力係数 $C_i$ に、耐震重要度に応じて下表に示す割り増し係数を乗じて算定する。ここで、地震層せん断力係数 $C_i$ は、標準せん断力係数 $C_0$ を0.2とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。算定された静的地震力に対して、建築基準法及び関連法令等で規定される許容応力度を許容限界とした設計をおこなう(1次設計)。
- (5) 保有水平耐力の算定においては、建築基準法施行令第82条の3に規定する構造計算により安全性を確認する(2次設計)。また、必要保有水平耐力については、標準せん断力係数 $C_0$ を1.0とし、同条第2号に規定する式で計算した数値に下表に示す割り増し係数を乗じた値とする。

表 地震層せん断力係数の割り増し係数

分 類	割り増し係数
第 1 類	1.5
第 2 類	1.25
第 3 類	1.0

## 2. 設計条件

## (1) 耐震重要度分類

事業変更許可と同じく、耐震重要度分類第2類(割り増し係数1.25)とした。

## (2) 地震力

地震力の設定については、建物の耐震評価(第2貯蔵棟)(資料 No. 1-1(1))で説明した内容と同様である。

## (3) 荷重

建物に常時作用する荷重(固定荷重及び積載荷重)は、次の通りとした。

- ・固定荷重：建物の柱、梁、ブレース及び床の重量は評価モデル作成時に断面形状や架構構造

から自動計算される。また床重量及び壁重量には自重に加えて仕上げ材の重量が考慮されている。これらに加え、パラペット等の重量を特殊荷重として手動設定している。

・積載荷重:建物内に設置する設備類から裕度をもって設定している。新築時から変更はない。

### 3. 評価方法

#### (1) 評価プログラム

評価プログラムは、建物の耐震評価（第2貯蔵棟）（資料 No. 1-1(1)）で説明した内容と同様である。

#### (2) 評価モデル

##### a. 上部構造物の評価モデル

上部構造物の評価モデルの構築は、建物の耐震評価（第2貯蔵棟）（資料 No. 1-1(1)）で説明した内容と同様である。構造図及び部材リストの例を図 3.1 及び図 3.2 に示す。また評価モデルを図 3.3 に、代表的な位置での地震時の曲げモーメント図を図 3.4 に示す。

##### b. 基礎（杭）及び地盤の評価モデル

基礎（杭）及び地盤の評価モデルの構築は、建物の耐震評価（第2貯蔵棟）（資料 No. 1-1(1)）で説明した内容と同様である。構造図及び杭仕様を図 3.5 に示す。また土質柱状図と杭姿図を図 3.6 に、代表的な杭での地震時の曲げモーメント図を図 3.7 に示す。

### 4. 評価結果

#### (1) 1次設計

1次設計に係る評価内容と許容応力度の設定は、建物の耐震評価（第2貯蔵棟）（資料 No. 1-1(1)）で説明した内容と同様である。

D 搬送路の1次設計の評価結果について、各部材の検定比のうち最も高い値となったものを表 4.1 に示す。これより、すべての構造部材について発生応力度が短期許容応力度を下回っており、評価基準を満足することを確認した。

#### (2) 2次設計

保有水平耐力に係る評価内容と終局耐力の設定は、建物の耐震評価（第2貯蔵棟）（資料 No. 1-1(1)）で説明した内容と同様である。

D 搬送路の保有水平耐力と必要保有水平耐力の評価結果を表 4.2 に示す。各階とも保有水平耐力（ $Q_u$ ）は必要保有水平耐力（ $Q_{um}$ ）を上回り、評価基準を満足することを確認した。

#### (3) 地盤の鉛直支持力評価

地盤の鉛直支持力に係る評価内容と支持力の設定は、建物の耐震評価（第2貯蔵棟）（資料 No. 1-1(1)）で説明した内容と同様である。地盤の短期許容支持力と短期許容引抜耐力を表 4.3 に示す。

地盤の鉛直支持力評価結果について、検定比が最も高い値となったものを表 4.4 に示す。検定比はいずれも 1.0 を下回り、評価基準を満足することを確認した。

#### (4) 杭体の応力度評価

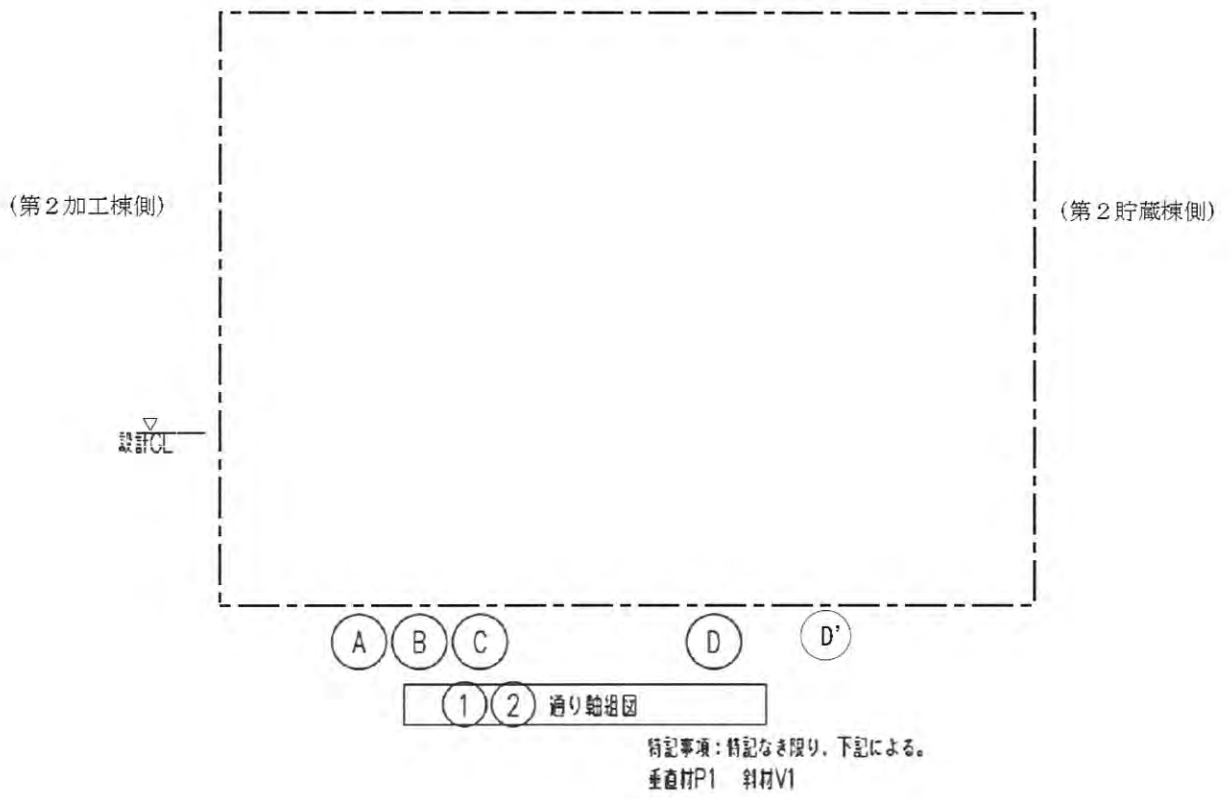
杭体の発生応力度に係る評価内容と許容応力度の設定は、建物の耐震評価（第2貯蔵棟）（資料No. 1-1(1)）で説明した内容と同様である。杭体の許容応力度を表4.5に示す。

杭体の応力度評価の結果について、検定比が最も高い値となったものを表4.6に示す。これより、すべての杭について発生応力度が許容応力度を下回っており、評価基準を満足することを確認した。

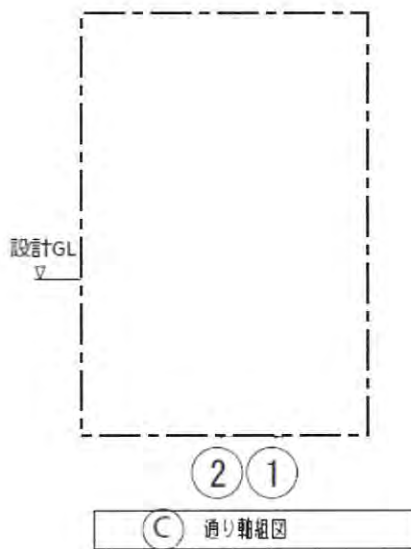
#### (5) エキスパンションジョイントの間隙評価

エキスパンションジョイントを介して接続するD搬送路、第2貯蔵棟及び第2加工棟の2次設計時（保有水平耐力算定時）の層間変形角から各建物の地震時の最大変位を算出し、D搬送路と第2貯蔵棟間、並びにD搬送路と第2加工棟間の間隙評価を実施する。評価基準として、各建物間の地震時の最大変位が建物間の間隙を下回れば合格とする。

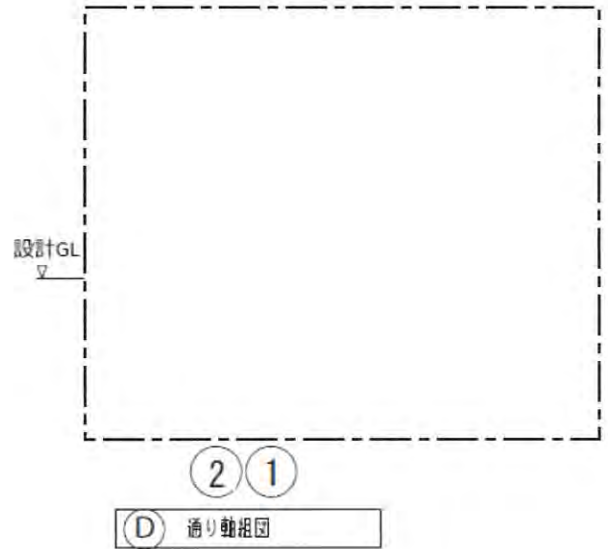
地震時における各建物間の最大変位と各建物間の間隙を比較した結果を表4.7に示す。建物間の地震時の最大変位は建物間の間隙を下回っており、評価基準を満足することを確認した。



(i) 1 通り / 2 通り



(ii) C 通り



(iii) D 通り

図 3.1 D 搬送路の構造図

鉄骨梁、ブレース、柱脚補強

符号	寸法
G1'	
RA	
○	

鉄骨部材リスト

--

図 3.2 D 搬送路の部材リスト

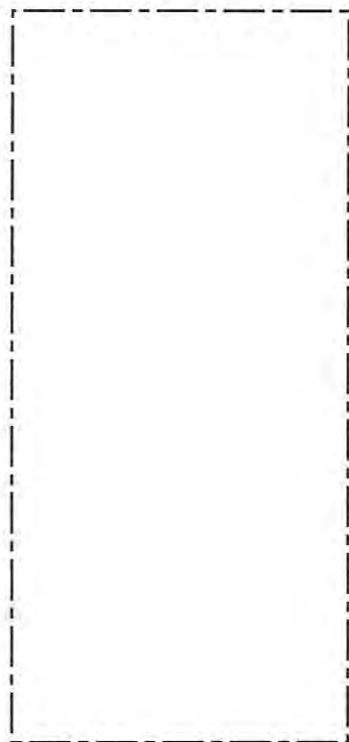


図 3.3 D 搬送路の評価モデル  
(黄色ハイライト部が改造部)



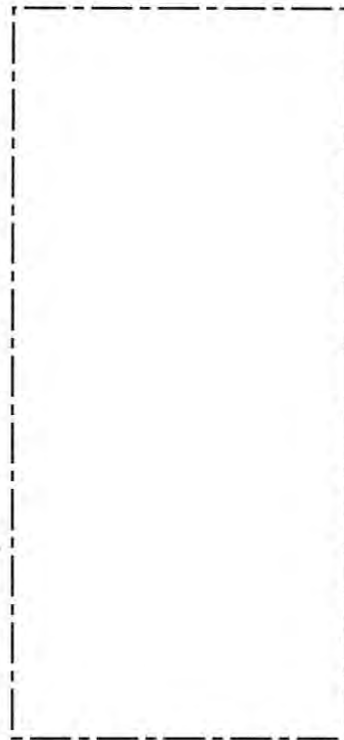


(i) 1通り/2通り



【C7レベル-k】

(ii) C通り

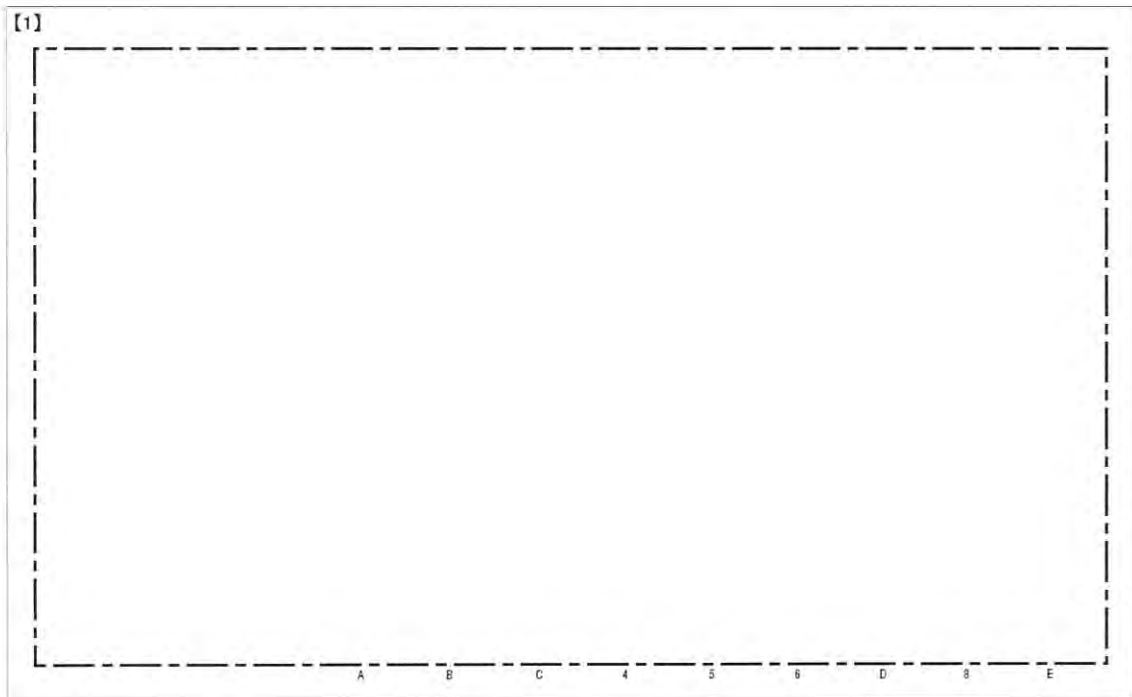


【D7レベル-k】

(iii) D通り

図 3.3 (続き) D搬送路の評価モデル

(赤枠部が改造部)



(i) 1 通り



(ii) C 通り

(iii) D 通り

図 3.4 D 搬送路の代表的な位置での曲げモーメント図  
(図中にて柱と支持部は赤色、梁は緑色、ブレースは濃緑色、曲げモーメントは青色で表示。)

補強する部位を赤で示す。

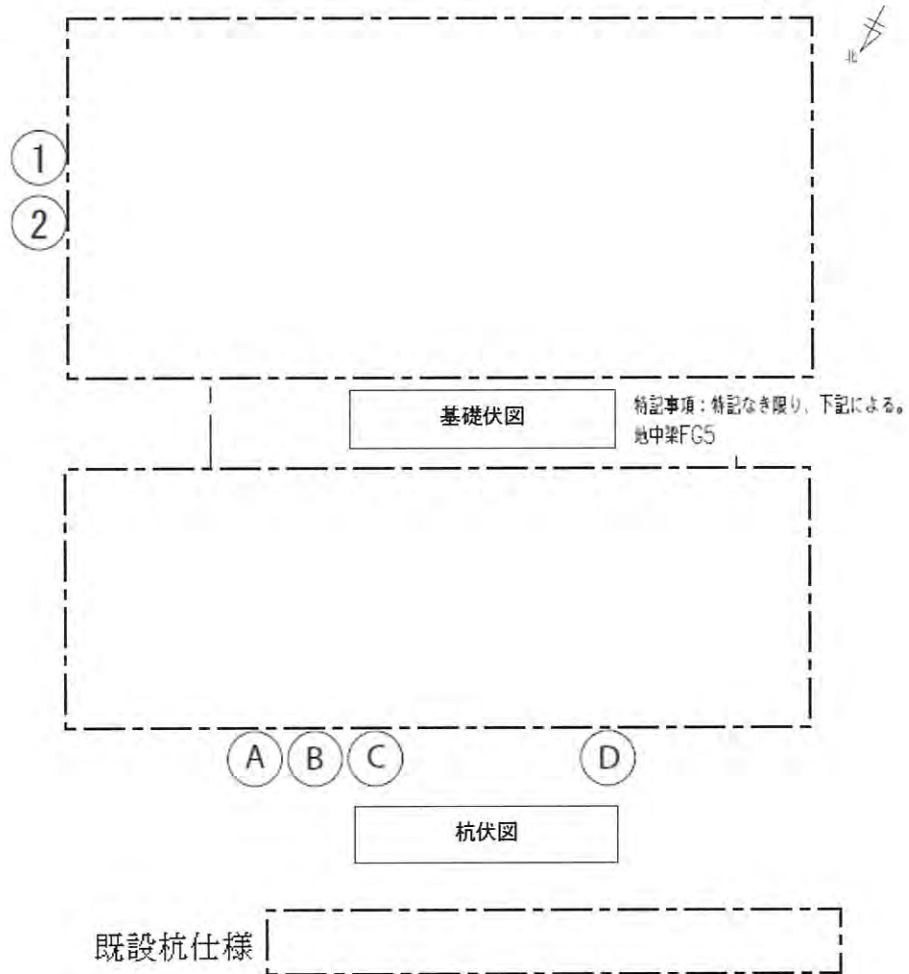


図 3.5 D 搬送路の基礎の構造図と杭仕様

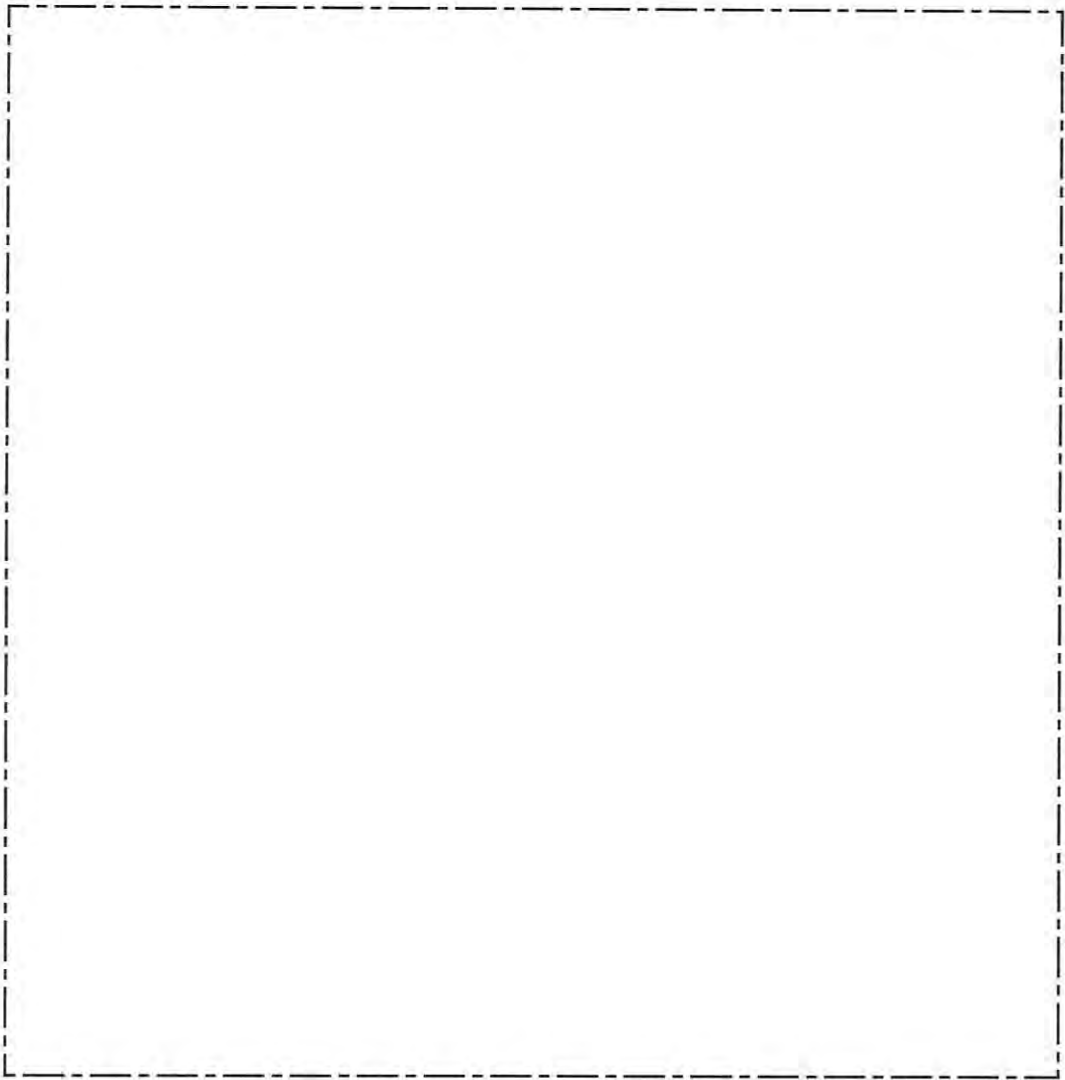


図 3.6 D 搬送路の土質柱状図と杭姿図

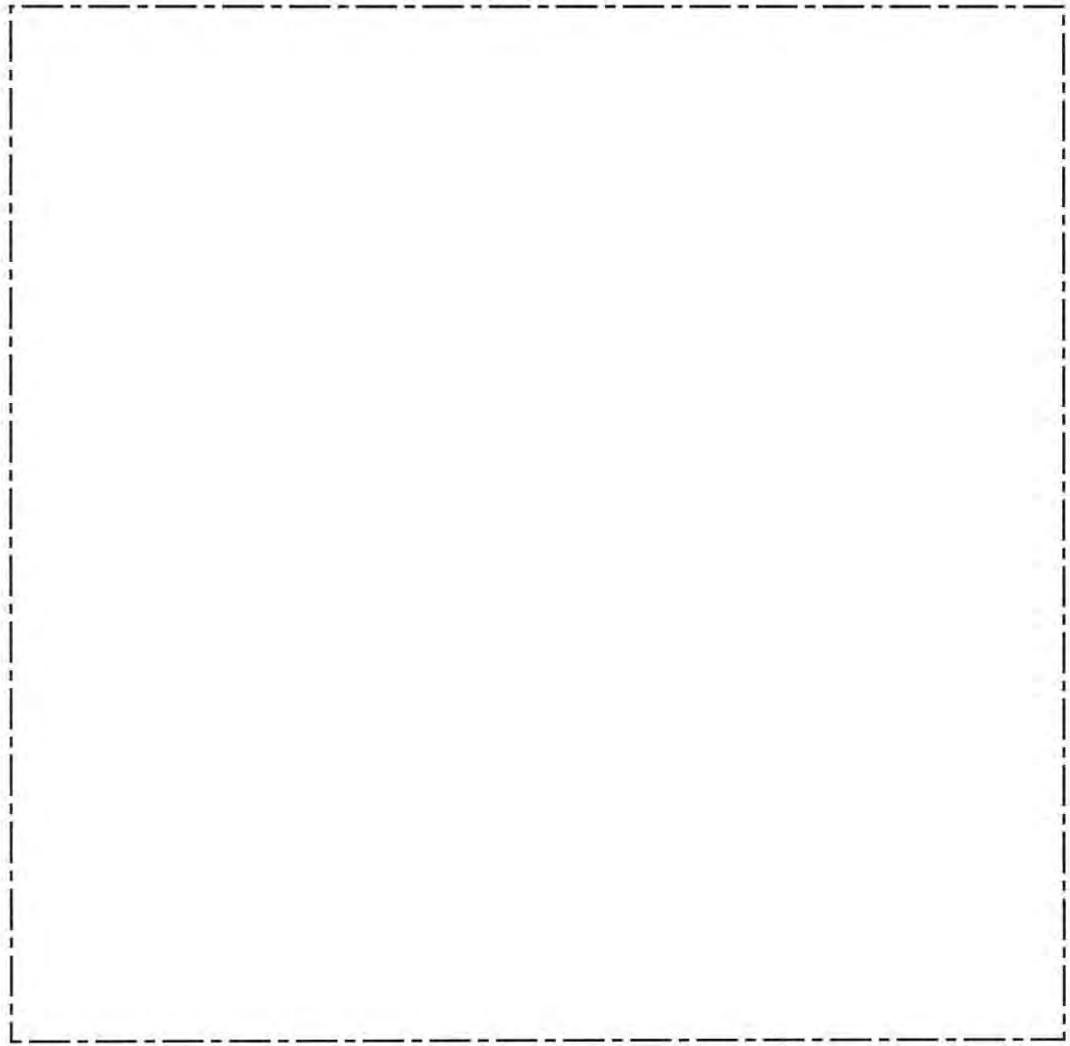


図 3.7 杭体の曲げモーメント図

表 4.1 D 搬送路の 1 次設計の評価結果（短期許容応力度評価結果）

部材	応力種別	設置層	検定比	判定結果
梁	曲げ	3 層		合格
ブレース	軸力	2 層		合格
柱	曲げ	3 層		合格

表 4.2 D 搬送路の 2 次設計の評価結果（保有水平耐力と必要保有水平耐力）

方向	層名	$\Sigma W_i$ [kN]	$A_i$ [-]	$Q_{ud}$ [kN]	構造特性 係数 $D_s$ [-]	形状特性 係数 $F_{es}$ [-]	必要保有 水平耐力 $Q_{un}$ [kN]	保有水平耐力 $Q_u$ [kN]	$Q_u/Q_{un}$ [-]	判定 基準	判定 結果
X (短辺)	3 層		1.405							>1.0	合格
	2 層		1.066							>1.0	合格
	1 層		1.000							>1.0	合格
Y* (長辺)	2 層	1.049	>1.0							合格	
	1 層	1.000	>1.0							合格	

\*3 層部分の Y 方向（長手方向）は剛性の高いトラス構造であるため、荷重増分解析では層高さ分の梁せいのあるトラス梁としてモデル化しており保有水平耐力は計算されない。

表 4.3 D 搬送路の地盤の鉛直許容支持力

杭径 [mm]	短期許容支持力 [kN/本]	短期許容引抜耐力 [kN/本]

表 4.4 D 搬送路の地盤の鉛直支持力評価結果

軸力方向	位置	杭本数	検定比	判定結果
押込み				合格
引抜き				合格

表 4.5 D 搬送路の杭体の許容応力度

PHC 杭 (N/mm<sup>2</sup>)

杭の 材種	基準 強度 F	有効プレ ストレス量 $\sigma_e$	短期		
			圧縮	曲げ 引張	斜め 引張

表 4.6 D 搬送路の杭の応力度評価結果

応力種別	位置	検定比	判定結果
曲げ+軸力			合格

表 4.7 エキスパンションジョイントの間隙評価結果

接続部	接続階	建物間の最大変位 [mm]	建物間の間隙 [mm]	判定結果
D搬送路-第2貯蔵棟	2階		100	合格
D搬送路-第2加工棟	1階		100	合格

## 建物の津波評価

## 1. 基本設計方針

安全機能を有する施設は、その供用中に当該施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して、加工施設全体として臨界防止、閉じ込め等の機能を確保する設計とする。ここで、大きな影響を及ぼすおそれがある津波には、敷地及びその周辺地域における過去の記録、津波痕跡の現地調査の結果、行政機関等が実施したシミュレーションの結果、最新の科学的技術的知見等を踏まえ、影響が最も大きなものとして、神奈川県が実施した津波浸水予測において、加工施設の敷地内における浸水深さが最大となるものを選定する。

安全機能を有する施設の耐津波設計については、次の方針を満足するように行う。

- (1) 津波による遡上波が建物に到達する場合、津波による荷重（漂流物の衝突による荷重を含む）を上回る強度を有し、津波により建物が損傷しない設計とする。
- (2) 津波による遡上波が到達する場合であっても、建物内に浸水しない高さに1階床面を設置することを原則とする。
- (3) 遡上波による浸水が生じる場合には、核燃料物質等が流出しないよう、必要に応じて容器の固縛等の措置を行う。

## 2. 設計条件

## (1) 津波の遡上高

事業変更許可と同じく、神奈川県が2015年3月に公表した「神奈川県津波浸水予測図」のうち加工施設への影響が最も大きな「相模トラフ沿いの海溝型地震（西側モデル）」による津波（以下、設計評価用津波という）を、加工施設の建物の津波評価に用いた。津波の解析データ（評価用地盤高、浸水深等）を確認し、設計評価用津波の加工施設敷地内における遡上高を海拔3.5mと設定した。

## (2) 建物の1階床面高さ

建物の1階床面高さは、事業変更許可で示した値と同じく、第2貯蔵棟で海拔4.4m、D搬送路で海拔3.8mである。これらの値は各建物の建設時の図面より設定している。

## 3. 評価方法

各建物の1階床面高さと、設計評価用津波の遡上高を比較した。

## 4. 評価結果

建物の1階床面高さと設計評価用津波の遡上高とを比較し、建物への床上浸水の有無を評価する。評価基準は、1階床面高さが津波遡上高を上回っていれば合格とする。

評価結果を表4.1に示す。また、建物の1階床面高さと津波遡上高との関係を図4.1に示す。建物の1階床面高さは津波遡上高を上回っており、評価基準を満足することを確認した。なお、以上のように津波の遡上高さは床下レベルのため、建物が損傷することはない。



## 5. 補足

事業変更許可申請書において、更なる安全裕度の向上のために、ウランを取り扱う建物については、設計評価用津波の遡上高を保守的に増した津波を設定し、建物強度に対する影響を確認することとしている。本申請建物もウランを取り扱う建物であるため、安全裕度向上の評価を実施した。

### 5-1 評価条件

#### (1) 津波の遡上高

事業変更許可と同じく、設計評価用津波の遡上高を保守的に 5m 増した遡上高（海拔 8.5m）とした。

### 5-2 評価方法

#### (1) 建物の評価モデル

「建物の耐震評価（第 2 貯蔵棟及び D 搬送路）（資料 No. 1-1(1)、1-1(2)）」で説明した評価モデルと同一の評価モデル及びその計算結果（保有水平耐力）を評価に用いる。

#### (2) 津波荷重の評価方法

津波による建物への荷重（津波荷重）については、建築物荷重指針・同解説（2015）に従い、津波の最大浸水深が得られている場合の津波波力を算定する式を用いた。これに加え、道路橋示方書（2017）に従い、津波漂流物として 5 トンクラスのプレジャーボートによる衝突荷重を考慮した。

### 5-3 評価結果

#### (1) 建物の強度評価

建物の各階に作用する津波荷重に対する建物の構造健全性評価を実施する。評価基準としては、建物の保有水平耐力が津波荷重を上回れば合格とする。

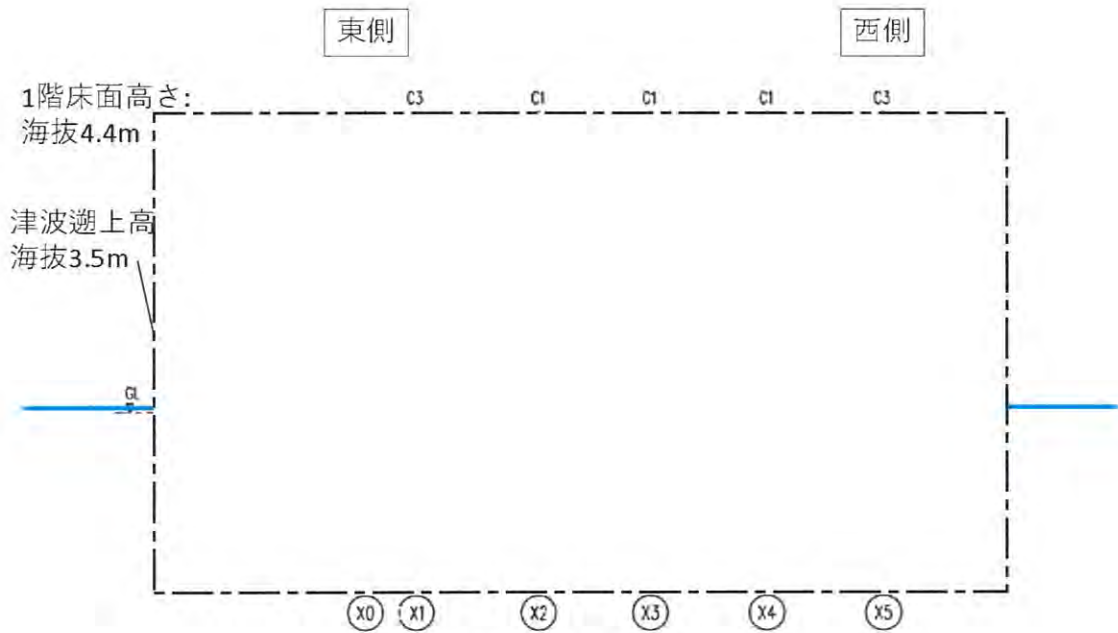
津波荷重と建物の保有水平耐力を比較した結果を表 5.1 に示す。第 2 貯蔵棟の保有水平耐力は津波荷重を上回ることを確認した。一方、D 搬送路においては津波荷重が保有水平耐力を上回っており、津波により損傷のおそれがあるため、5-4 項に示す対策を行う。

### 5-4 更なる安全裕度の向上に係る対策

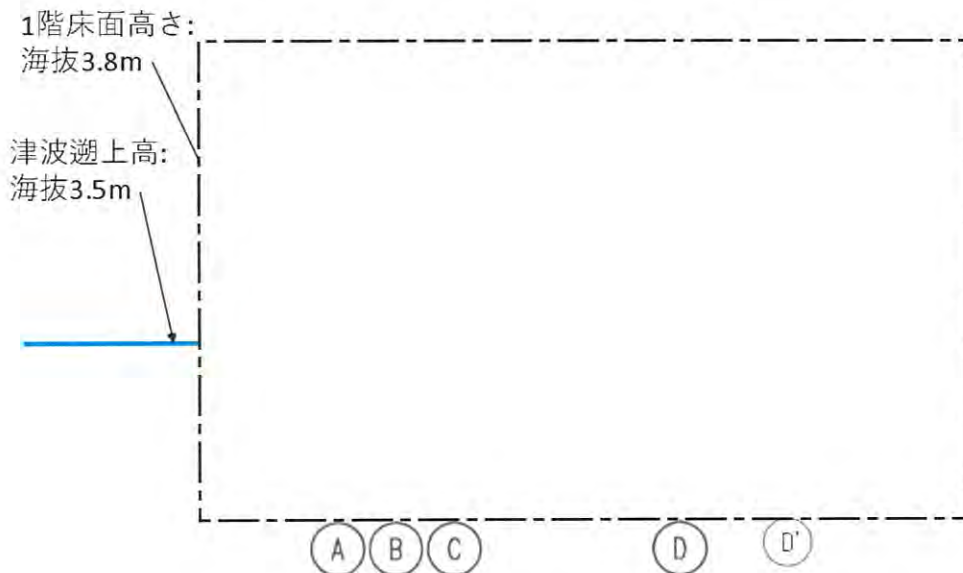
D 搬送路は遡上高 5m 増しの津波により損傷のおそれがあるため、津波の到達が想定される場合には、搬送中の輸送容器やウラン貯蔵容器を第 2 貯蔵棟又は第 2 加工棟に退避させる措置（ソフト対策）を実施することにより、D 搬送路内の輸送容器等の流出を防止する。本ソフト対策は保安規定にて定める。

表 4.1 各建物における設計評価用津波での浸水の有無の評価結果

建物・構築物	1階床面の高さ (海拔)	各建物周囲での 遡上波の遡上高 (海拔)	判定結果
第2貯蔵棟	4.4m	3.5m	合格
D搬送路	3.8m	3.5m	合格



(i) 第2貯蔵棟



(ii) D搬送路

図 4.1 建物の1階床面高さと津波遡上高の関係

表 5.1 建物の保有水平耐力と外部事象評価用津波による津波荷重の比較  
 (建物毎に、保有水平耐力/津波荷重の値が最小になった荷重方向・階層を示す)

建物・構築物	荷重方向・階層	保有水平耐力/ 津波荷重	判定 結果
第2貯蔵棟	南側(Y方向)・1階		合格
D搬送路	東側(X方向)・1層		損傷のおそれ

## 建物の竜巻評価

## 1. 基本設計方針

加工施設周辺と類似の気象条件である国内の地域を対象に、竜巻の観測データを基に竜巻最大風速のハザード曲線を算定し、発生頻度として年超過確率  $10^{-4}$  に相当する風速を評価した結果より、設計上の考慮を要する竜巻（以下、「設計評価用竜巻」という。）を藤田スケール1と設定する。この竜巻に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なうことがないように、加工施設の耐竜巻設計について次の方針を満足するように行う。

- (1) 建物は設計評価用竜巻による竜巻荷重を上回る強度を有し、原則として竜巻により建物が倒壊しない設計とする。
- (2) 建物の一部に損傷が生じる場合には、核燃料物質又は核燃料物質に汚染されたものが飛来物として施設外へ飛散しないよう、容器の固縛等の措置を行う。

## 2. 設計条件

## (1) 評価に用いる竜巻

事業変更許可と同じく、加工施設における設計評価用竜巻の規模を藤田スケール1（最大風速49m/s。以下、F1竜巻という）とした。

## (2) 設計飛来物

事業変更許可と同じく、構内及び隣接地域に存在する主な物体並びに原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（以下、ガイドという）に記載の飛来物例を対象とした飛散評価<sup>1)</sup>の結果をもとに、F1竜巻での衝撃荷重が最も大きな設計飛来物を「プレハブ小屋」とした。

- 1) 飛散評価には電力中央研究所が開発した竜巻飛来物解析コード「TONBOS」を用いた

## 3. 評価方法

## (1) 評価モデル

## a. 建物の評価モデル

建物については「建物の耐震評価（第2貯蔵棟及びD搬送路）（資料No.1-1(1)、1-1(2)）」で説明した評価モデルと同一の評価モデル及びその評価結果（保有水平耐力）を評価に用いる。

## b. 鋼製扉の評価モデル

評価対象の扉として、第2貯蔵棟の北側1階に設置される大型扉（SD2）を選定した。設計飛来物の衝撃荷重を含む竜巻複合荷重を扉全面に均等に受けるモデルとし、扉の表面材や内部構造材などに作用する応力は、梁の公式等から算出する。材料の物性値や断面特性はJIS等に準拠する。SD2扉の構造を図3.1に示す。なお、同図に示す上部ガイド（改造部）は、図3.2に示すように、扉の上方に設置されている鋼材（ガイドレール）と嵌合する形状であり、竜巻荷重が扉に作用した際に扉が建物外側に転倒しないことを目的に追設するものである。

## (2) 竜巻荷重

ガイドを参考に、F1 竜巻において建物及び鋼製扉に負荷される複合荷重を算出する。算出にあたっては以下を考慮した。

- ・設計飛来物による衝撃荷重は、事業変更許可と同じく、プレハブ小屋による値（188kN）を設定した。
- ・D 搬送路については、竜巻防護フェンス（次回以降申請）により敷地外からの飛来物の衝突を防止する設計とするため、設計飛来物による衝撃荷重を受けない設定とした。

## (3) 設計飛来物による貫通評価

設計飛来物による建物への貫通影響は以下の評価式により確認する。なお、前述の通り D 搬送路は設計飛来物の衝突を竜巻防護フェンスにより防止するため、貫通評価の対象外とする。

### a. 外壁コンクリートの貫通評価式

設計飛来物が鉄筋コンクリート製の外壁へ衝突する際の貫通影響は、米国 NEI07-13 における「修正 NDRC 式」及び「Degen 式」に基づいて評価する。また、設計飛来物であるプレハブ小屋の飛散高さは 3m 程度であるため、屋根材との衝突は想定しない。

### b. 鋼製扉の貫通評価式

設計飛来物が鋼製の扉（SD2）に衝突する際の貫通影響は、鋼製の貫通限界厚さに関する既往の評価式として知られる BRL 式<sup>1)</sup>を用いる。

- 1) 参考文献：電力中央研究所，竜巻飛来物を模擬した重錘の鋼製上への自由落下衝突試験による鋼製貫通評価手法の提案

## 4. 評価結果

### (1) 建物の構造健全性

建物の保有水平耐力と竜巻複合荷重とを比較し、建物の構造健全性を確認する。評価基準として、保有水平耐力が竜巻複合荷重を上回っていれば合格とする。

建物の評価結果を表 4.1 に示す。建物の保有水平耐力は竜巻複合荷重を上回っており、評価基準を満足することを確認した。

### (2) 扉の構造健全性

SD2 扉の各部に発生する応力度の評価を行う。評価基準として、部材に発生する応力度が材料の短期許容応力度を下回っていれば合格とする。

SD2 扉の評価結果を表 4.2 に示す。扉の各部の発生応力度・荷重は許容値を下回っており、評価基準を満足することを確認した。

### (3) 建物の貫通評価

第 2 貯蔵棟に対して、設計飛来物による貫通限界厚さと管理区域の外壁厚さを比較した評価を実施する。評価基準として、貫通限界厚さが外壁厚さを下回っていれば合格とする。

第 2 貯蔵棟の外壁の貫通評価結果を表 4.3 に示す。ここで外壁厚さは、建設時の検査結果等を

考慮して、保守的に薄い状態を考慮した。設計飛来物による貫通限界厚さは外壁厚さを下回っており、評価基準を満足することを確認した。なお、設計飛来物の衝突による裏面剥離についても、第2貯蔵棟の外壁は十分厚く問題ない。

#### (4) 扉の貫通評価

SD2 扉に対して、設計飛来物による貫通限界厚さと扉の鋼板厚さ（表面材厚さ）を比較した評価を実施する。評価基準として、貫通限界厚さが鋼板厚さを下回っていれば合格とする。

SD2 扉の貫通評価結果を表 4.4 に示す。設計飛来物による貫通限界厚さは扉の鋼板厚さを下回っており、評価基準を満足することを確認した。

## 5. 補足

事業変更許可申請書において、更なる安全裕度の向上のために、ウランを取り扱う建物については、既往最大の竜巻を考慮し、建物強度に対する影響を確認することとしている。

本申請建物もウランを取り扱う建物であるため、安全裕度向上の評価を実施した。

### 5-1 評価条件

#### (1) 評価に用いる竜巻

事業変更許可と同じく、既往最大の竜巻の規模を考慮し、藤田スケール 3（最大風速 92m/s。以下、F3 竜巻という）とした。

#### (2) 飛来物

2. (2) 項と同様に、構内及び隣接地域に存在する主な物体並びにガイドに記載の飛来物例を対象とした飛散評価の結果をもとに、F3 竜巻での飛来物を以下の通り設定した。

- ・ 竜巻複合荷重に用いる飛来物：軽自動車（衝撃荷重が最大のもの）
- ・ 飛来物貫通評価に用いる飛来物：プレハブ小屋（外壁に対する貫通限界厚さが最大のもの）  
鋼製パイプ（鋼板に対する貫通限界厚さが最大のもの）

### 5-2 評価方法

#### (1) 評価モデル

- a. 建物の評価モデル  
3. (1) a. 項と同一。
- b. 鋼製扉の評価モデル  
3. (1) b. 項と同一。

#### (2) 竜巻荷重

算出式は 3. (2) 項と同一。ただし飛来物の衝撃荷重は軽自動車による値（1350kN）を設定。

#### (3) 飛来物による貫通評価

飛来物による建物への貫通影響は以下の評価式により確認する。ただし、D 搬送路の外壁は ALC 板であり強固な耐震壁ではないことから、飛来物が衝突した場合は損傷する想定とし評価対象外とする。

- a. 外壁コンクリートの貫通評価式  
3. (3) a. 項と同一。外壁に加えて屋根材に対する貫通評価も実施する。
- b. 鋼製扉の貫通評価式  
3. (3) b. 項と同一。

### 5-3 評価結果

#### (1) 建物の構造健全性

建物の保有水平耐力と竜巻複合荷重とを比較し、F3 竜巻の建物への影響を確認する。評価基準として、建物の保有水平耐力が竜巻複合荷重を上回っていれば合格とする。



建物の評価結果を表 5.1 に示す。第 2 貯蔵棟の保有水平耐力は竜巻荷重を上回っており、評価基準を満足することを確認した。一方、D 搬送路は、F3 竜巻により損傷するおそれがあることを確認した。

#### (2) 扉の構造健全性

SD2 扉の各部に発生する応力度の評価を行う。評価基準として、部材に発生する応力度が材料の短期許容応力度を下回っていれば合格とする。

SD2 扉の評価結果（建物の外側から内側向きの竜巻荷重の評価結果）を表 5.2 に示す。扉の各部の発生応力度・荷重は許容値を下回っており、評価基準を満足することを確認した。

#### (3) 建物の貫通評価

第 2 貯蔵棟に対して、設計飛来物による貫通限界厚さと外壁厚さ及び屋根材厚さを比較した評価を実施する。評価基準として、貫通限界厚さが外壁厚さ及び屋根材厚さを下回っていれば合格とする。

第 2 貯蔵棟の外壁の貫通評価結果を表 5.3 に示す。飛来物による貫通限界厚さは外壁厚さ、屋根材厚さを下回っており、評価基準を満足することを確認した。

#### (4) 扉の貫通評価

SD2 扉に対して、設計飛来物による貫通限界厚さと扉の鋼板厚さ（表面材厚さ）を比較した評価を実施する。評価基準として、貫通限界厚さが鋼板厚さを下回っていれば合格とする。

SD2 扉の貫通評価結果を表 5.4 に示す。飛来物による貫通限界厚さは扉の鋼板厚さを下回っており、評価基準を満足することを確認した。

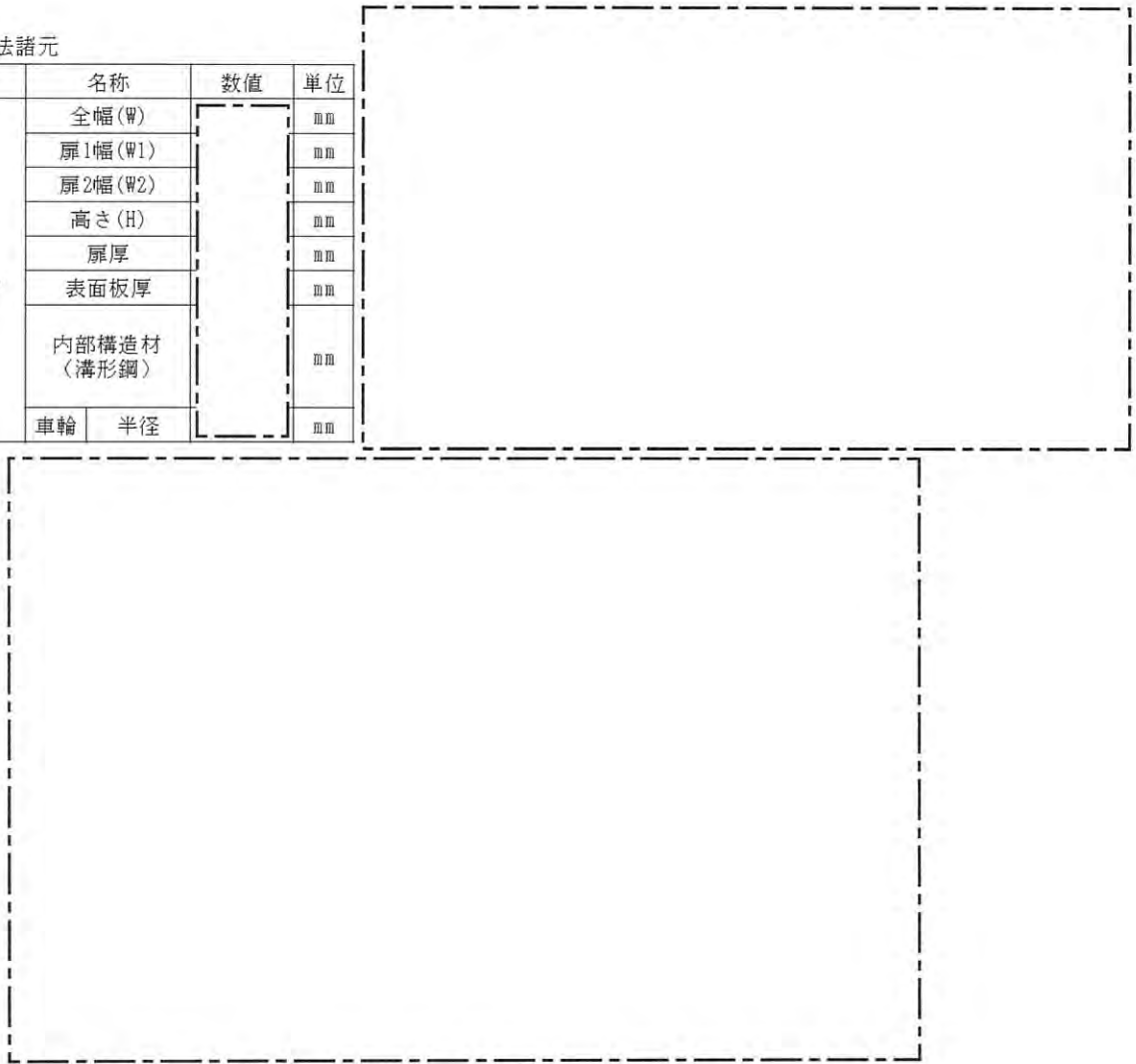
### 5-4 更なる安全裕度の向上に係る対策

D 搬送路は F3 竜巻により損傷のおそれがあるため、竜巻の到達が想定される場合には、搬送中の輸送容器やウラン貯蔵容器を第 2 貯蔵棟又は第 2 加工棟に退避させる措置（ソフト対策）を実施することにより、D 搬送路内の輸送容器等の流出を防止する。本ソフト対策は保安規定にて定める。



SD2の寸法諸元

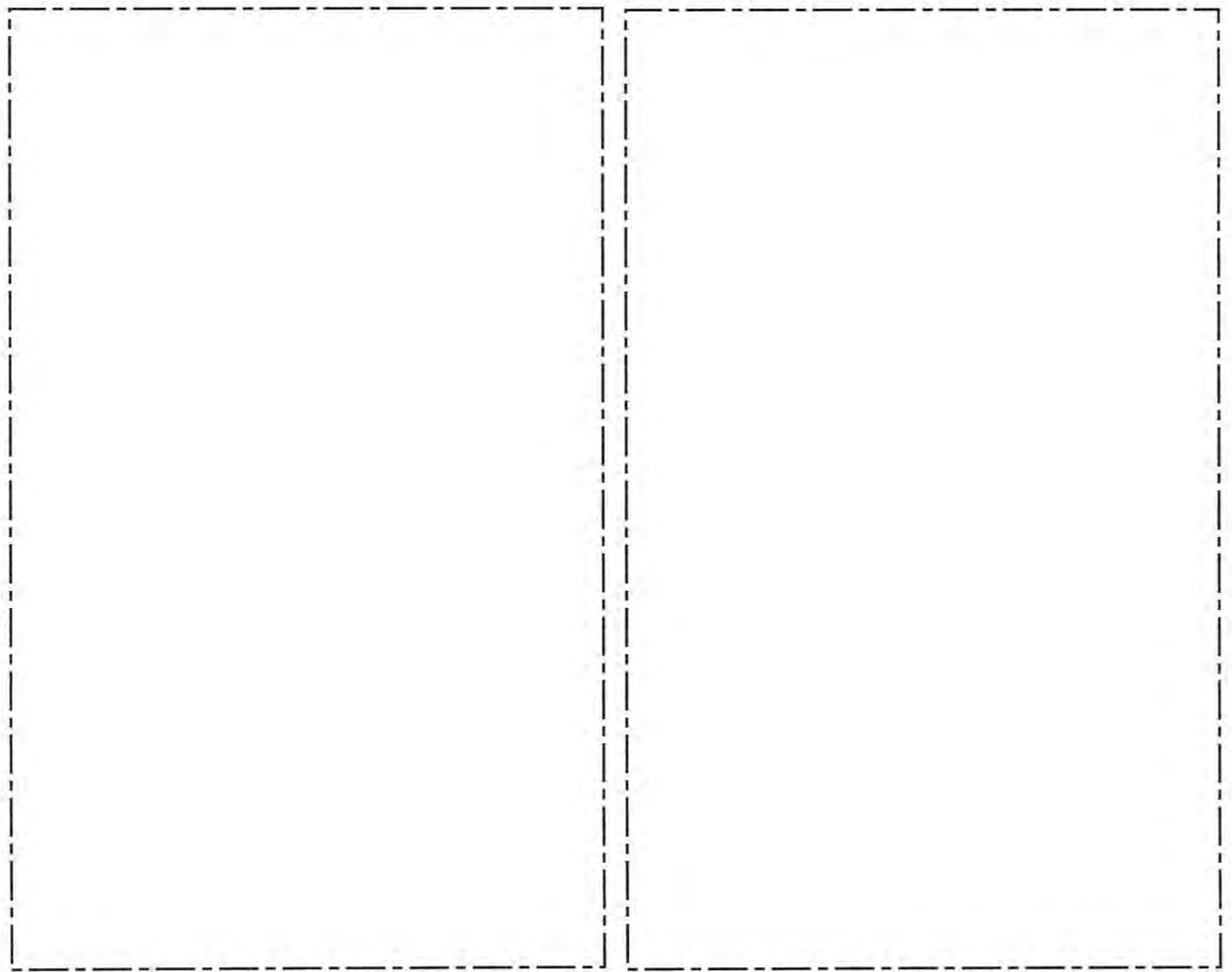
項目	名称	数値	単位
扉 (鋼製)	全幅(W)		mm
	扉1幅(W1)		mm
	扉2幅(W2)		mm
	高さ(H)		mm
	扉厚		mm
	表面板厚		mm
	内部構造材 (溝形鋼)		mm
	車輪 半径		mm



SD2

図へ-1-26 第2貯蔵棟 管理区域境界外扉

図 3.1 第2貯蔵棟の鋼製扉 (SD2)



(i) 扉の断面と建物との位置関係

(ii) A部（上部ガイド周辺）の拡大図

図 3.2 扉の断面と上部ガイド

表 4.1 各建物の保有水平耐力と F1 竜巻による竜巻荷重との比較

建物・構築物	荷重方向・階層	当該階層の受圧面積 A (m <sup>2</sup> )	複合荷重 (kN)	保有水平耐力 (kN)	(保有水平耐力/複合荷重)	判定結果				
第 2 貯蔵棟	X 方向(長辺)・3 階	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	合格				
	X 方向(長辺)・2 階					合格				
	X 方向(長辺)・1 階					合格				
	Y 方向(短辺)・3 階					合格				
	Y 方向(短辺)・2 階					合格				
	Y 方向(短辺)・1 階					合格				
D 搬送路 <sup>1)</sup>	X 方向(短辺)・3 層					[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	合格
	X 方向(短辺)・2 層									合格
	X 方向(短辺)・1 層									合格

1): D 搬送路の Y 方向 (長辺) は受圧面積が小さく問題とはならないため、記載を省略している。

表 4.2 扉の F1 竜巻における強度評価

評価対象の扉	扉に作用する複合荷重	扉の評価対象部位	発生応力・荷重	許容値	検定比	判定結果
SD2 扉	[ ]	表面材	[ ]	[ ]	[ ]	合格
		内部構造材				合格
		下部車輪部				合格
		上部ガイド部				合格

表 4.3 F1 竜巻での貫通限界厚さと外壁厚さの比較

飛来物の衝突による 貫通限界厚さ [cm]	外壁厚さ <sup>1)</sup> [cm]	判定結果
プレハブ 小屋		合格

1): 建設時の検査結果等を考慮し保守的に薄い状態を考慮

表 4.4 F1 竜巻での貫通限界厚さと扉の鋼板厚さの比較

飛来物の衝突による 貫通限界厚さ [mm]	SD2 扉の 鋼板厚さ (表面材片面) [mm]	判定結果
プレハブ小屋		合格

表 5.1 第2貯蔵棟の保有水平耐力と F3 竜巻による竜巻荷重との比較  
(建物毎に、保有水平耐力/複合荷重の値が最小になった荷重方向・階層を示す)

建物・構築物	荷重方向・階層	(保有水平耐力 /複合荷重)	判定 結果
第2貯蔵棟	Y方向(短辺)・3階	[ ]	合格
D搬送路	X方向(短辺)・3階		損傷のおそれ

表 5.2 扉の F3 竜巻における強度評価

(建物の外側から内側向きの荷重であるため、下部車輪部及び上部ガイド部は評価対象外)

評価対象の扉	扉に作用する 複合荷重	扉の評価対象部位	検定比	判定結果
SD2 扉	[ ]	表面材	[ ]	合格
		内部構造材	[ ]	合格

表 5.3 F3 竜巻での貫通限界厚さと外壁及び屋根材厚さとの比較

(i) 外壁厚さとの比較

飛来物の衝突による 貫通限界厚さ [cm]	外壁厚さ [cm]	判定結果
プレハブ 小屋	[ ]	合格

(ii) 屋根材厚さとの比較

飛来物の衝突による 貫通限界厚さ [cm] <sup>1)</sup>	屋根材厚さ [cm]	判定結果
	第2貯蔵棟 (屋上スラブ)	
プレハブ 小屋	[ ]	合格

表 5.4 F3 竜巻での貫通限界厚さと扉の鋼板厚さの比較

飛来物の衝突による 貫通限界厚さ [mm]	第2貯蔵棟 SD2 扉 (電動片引き戸) 鋼板厚さ (表面材片面) [mm]	判定結果
鋼製パイプ	[ ]	合格

## 建物の外部火災・爆発評価

## 1. 基本設計方針

安全機能を有する施設が安全機能を損なうことがないように、外部火災・爆発に対する設計について次の方針を満足するように行う。

- (1) 加工施設の建物は、耐火構造又は不燃性材料で造ることとし、建築基準法、消防法その他の法令に基づき建設する。

上記の方針に加え、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」（以下、「ガイド」という）を参考にし、近隣の産業施設において貯蔵燃料・ガスが完全燃焼する様な厳しい火災・爆発を想定し、核燃料物質を内包する建物に対する影響を評価する。

## 2. 設計条件

## (1) 火災・爆発源

## a. 加工施設敷地外の火災・爆発源

事業変更許可と同じく、加工施設から 10km 以内に存在する石油コンビナート施設、危険物施設、高圧ガス保安法に基づく許可及び届出施設等について、その位置や危険物の保有量を確認した。また、加工施設に隣接した道路において、燃料輸送車両が火災・爆発となる可能性は非常に小さいが、加工施設の東側及び西側の道路で申請対象の建物に最近接の位置での燃料輸送車両の火災・爆発を考慮した。

## b. 加工施設敷地内の火災・爆発源

事業変更許可と同じく、加工施設の敷地内の屋外にある危険物施設の火災・爆発を考慮した。ここで、加工施設の敷地内の爆発源に関して、LPG 容器置場 1 には高圧ガス保安法等に基づく障壁を周囲に設置している。また水素タンクについては、事業変更許可と同じく、水素タンクの容量削減後の貯蔵量を設定する他、水素の漏えい防止や漏えいした場合の早期検知等の措置が取られているものとする。

## 3. 評価方法

## (1) 火災の影響評価

燃料油等の液面火災について、ガイドの付属書 B 及び C を参考に熱影響を評価した。ガイドの評価手法に基づき危険距離を算出し、評価対象の建物と火災源となる施設の離隔距離が危険距離以上であることを確認する。離隔距離が危険距離未満の場合には、建物のコンクリート外壁の厚さ方向の温度分布（出典：伝熱工学資料、日本機械学会）等を考慮し、当該外壁の健全性を確認する。ここで、コンクリート外壁の圧縮強度が低下し始める温度は保守的に評価して 200℃とした（出典：建築火災のメカニズムと火災安全設計、日本建築センター）。D 搬送路は鉄骨造であるが、鋼材については 325℃以下での降伏応力度は常温と同じとしているため（出典：2001 年版 耐火性能検証法の解説及び計算例とその解説、国交省住宅局建築指導課等）、200℃を強度低下の判断基準とするのは保守的である。

## (2) 爆発の影響評価

ガイドの付属書Bを参考に、爆発による爆風圧影響を評価する。ガイドの評価手法に基づき危険限界距離を算出し、評価対象の建物と爆発源となる施設の離隔距離が危険限界距離以上であることを確認する。離隔距離が危険限界距離未満の場合には、高圧ガス保安法等で定められる障壁厚さや離隔距離より、当該建物の健全性を確認する。また、爆発に伴い飛来する可能性があるタンクの破片等の影響についても、高圧ガス保安法等で定められる障壁厚さや離隔距離より確認する。

## 4. 評価結果

### (1) 火災の影響評価

加工施設の敷地内外の火災源の貯蔵物質、貯蔵量、危険距離及び本申請の建物からの離隔距離を表1に示す。また各火災源の位置及び危険距離を図1-1及び図1-2に示す。評価基準である「評価対象の建物と火災源となる施設の離隔距離が危険距離以上であること」に対し、燃料輸送車両東側と第2貯蔵棟の離隔距離が危険距離未満となることを除いて、評価基準を満足することを確認した。

燃料輸送車両東側の位置で火災が発生した際の第2貯蔵棟外壁表面の温度は400℃程度と評価される。本評価ではコンクリートの圧縮強度が低下し始める温度を200℃としたが、高温時のコンクリートの強度評価では、500℃を超える部分は強度が無いとして扱う（出典：2001年版 耐火性能検証法の解説及び計算例とその解説、国交省住宅局建築指導課等）ことから、本評価結果（表面温度が400℃程度）は強度低下の考慮が不要な範囲である。またコンクリートの厚さ方向の温度分布を考慮すると、200℃を上回っているのは表面の数cmと考えられるため、当該外壁の健全性に問題はない。

### (2) 爆発の影響評価

加工施設の敷地内外の爆発源の貯蔵物質、貯蔵量、危険限界距離及び本申請の建物からの離隔距離を表2に示す。また各爆発源の位置及び危険限界距離を図2に示す。評価基準である「評価対象の建物と爆発源となる施設の離隔距離が危険限界距離以上であること」に対し、事業所Fと第2貯蔵棟の離隔距離、並びに燃料輸送車両東側と第2貯蔵棟及びD搬送路の離隔距離が危険限界距離未満となることを除いて、評価基準を満足することを確認した。

離隔距離が危険限界距離未満となったケースについて、離隔距離が一般高圧ガス保安規則第2条及び第6条に基づく第一種置場距離（第一種保安物件に対する容器置場の必要な離隔距離）を上回ることを確認を行った。第一種置場距離は、障壁が無い場合で最大22.5m、厚さ12cm以上\*の鉄筋コンクリート製の障壁がある場合で最大11.25mである。図3に示すように、厚さ12cm以上の鉄筋コンクリート製の外壁を持つ第2貯蔵棟と事業所F及び燃料輸送車両東側との離隔は、障壁がある場合の第一種置場距離を上回っている。また、D搬送路と燃料輸送車両東側との離隔は、障壁が無い場合の第一種置場距離を上回っている。

\*事業変更許可申請書では、厚さ15cm以上の障壁としていた。当時も一般高圧ガス保安規則及び同規則関係例示基準で示される障壁厚さは12cm以上であったが、加工施設が位置する神奈川県の高圧ガス貯蔵施設基準において、3t以上の可燃性ガスを貯蔵する容器置場に対する障壁の厚さは15cm以上

との記載があったため、この値を採用していた。神奈川県の高圧ガス貯蔵施設基準は平成 30 年 3 月 31 日付けで廃止され、後継として制定された高圧ガス保安法許認可審査基準及び高圧ガス保安法行政指導指針等には障壁厚さに関する独自の記載がないため、本申請では一般高圧ガス保安規則で定められる障壁厚さ 12cm 以上を基準とした。

#### 5. 補足

加工施設の敷地内には、ジルカロイの金属加工を行う第 1 貯蔵棟があり、ジルカロイの切削加工の際には切粉が発生する。ジルカロイの切粉は比表面積と熱条件によっては発火のおそれがあるため、水没させ、密閉容器に保管する等の防火対策を実施している。また切粉は施設外に搬出するまでは第 1 貯蔵棟の屋内に保管されているが、リスク評価の観点から発火した場合を想定し影響を評価した。

火災に寄与するジルカロイ切粉を全て Zr（ジルコニウム）とみなし、全量が完全燃焼した時に発生する熱量が一点から均一に放射されるとして、評価対象となる建物の外壁の温度上昇を評価した結果、第 2 貯蔵棟及び D 搬送路いずれも 50℃程度となり、健全性上問題ないことを確認した。



表1 火災源の貯蔵物質、貯蔵量、危険距離及び離隔距離

		加工施設敷地外の石油コンビナート等									敷地内危険物施設		
		久里浜 地区(事 業所 E)	事業所 A	事業所 B	事業所 C	事業所 D	事業所 F	事業所 G	燃料 輸送車両 西側	燃料 輸送車両 東側	非常用 電源設備 地上重油 タンク	LPG 容器 置き場1	燃料 輸送車両
貯蔵物質	—	原油等	シンナー 等	ガソリン等	ガソリン等	ガソリン等	液化石油 ガス等	酸化 エチレン 等	ガソリン、 プロパン 等	ガソリン、 プロパン 等	A 重油	プロパン	A 重油
貯蔵量	m <sup>3</sup>												
危険距離	m	1331	24	69	74	149	88	380	23	23	5	12	18
第2貯蔵棟からの離 隔距離	m	約 3100	80	278	388	約 1100	120	約 9500	212	13	206	80	209
D搬送路からの離 隔距離	m	約 3100	102	277	414	約 1100	141	約 9500	220	32	198	72	197

表2 爆発源の貯蔵物質、貯蔵量、危険限界距離及び離隔距離

		加工施設敷地外の石油コンビナート等				敷地内危険物施設	
		事業所 F	事業所 G	燃料 輸送車両西側	燃料輸送 車両東側	LPG 容器置き場1	水素タンク
貯蔵物質	-	液化石油ガス等	酸化エチレン等	プロパン等	プロパン等	プロパン	水素
貯蔵量	t						
危険限界距離	m	131	148	63	63	63	18
第2貯蔵棟からの離隔距離	m	120	約 9500	212	13	80	159
D搬送路からの離隔距離	m	141	約 9500	220	32	72	149

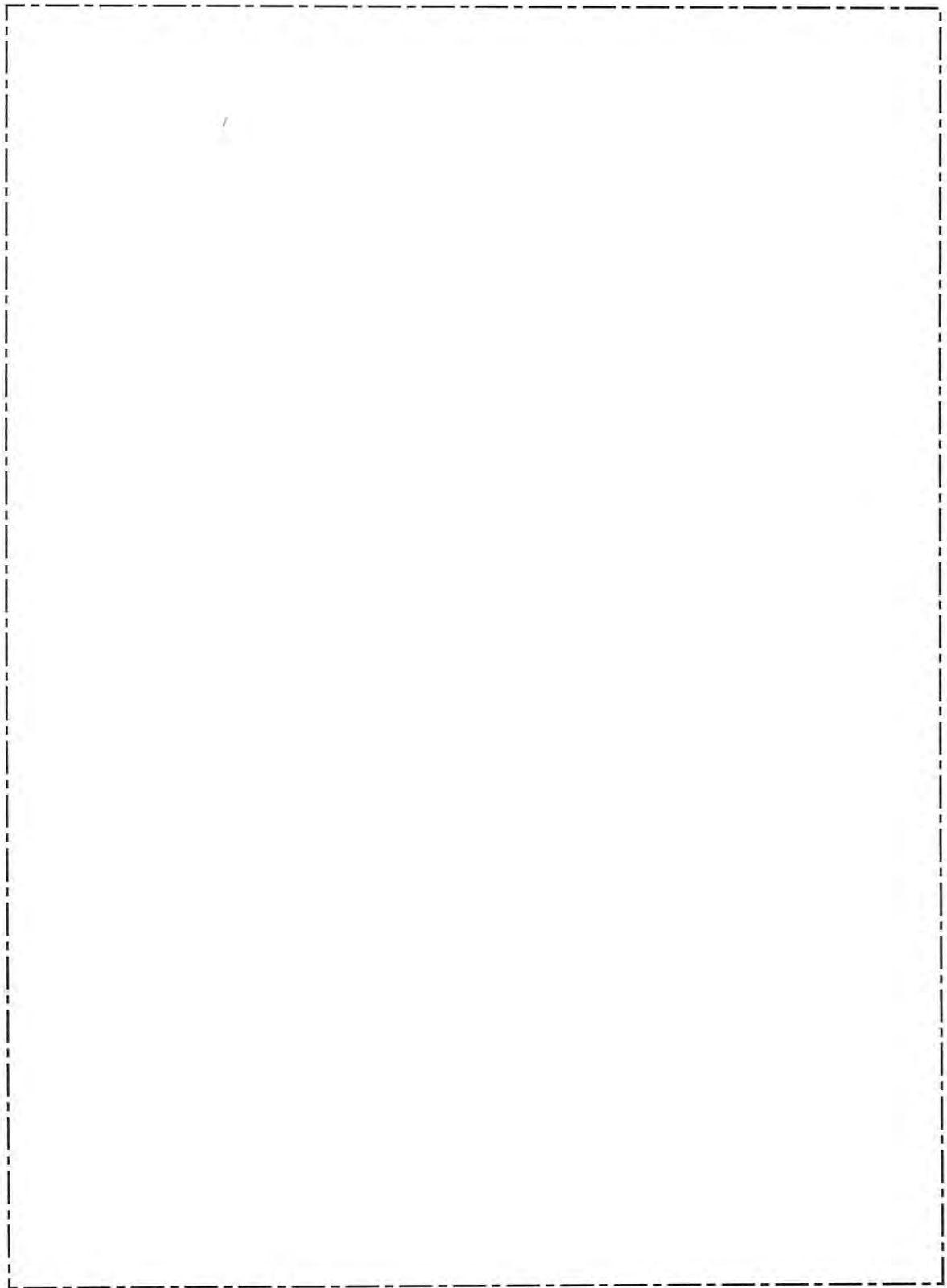


図 1-1 火災源の位置及び危険距離  
(火災源を中心とした円の半径が危険距離を示す)

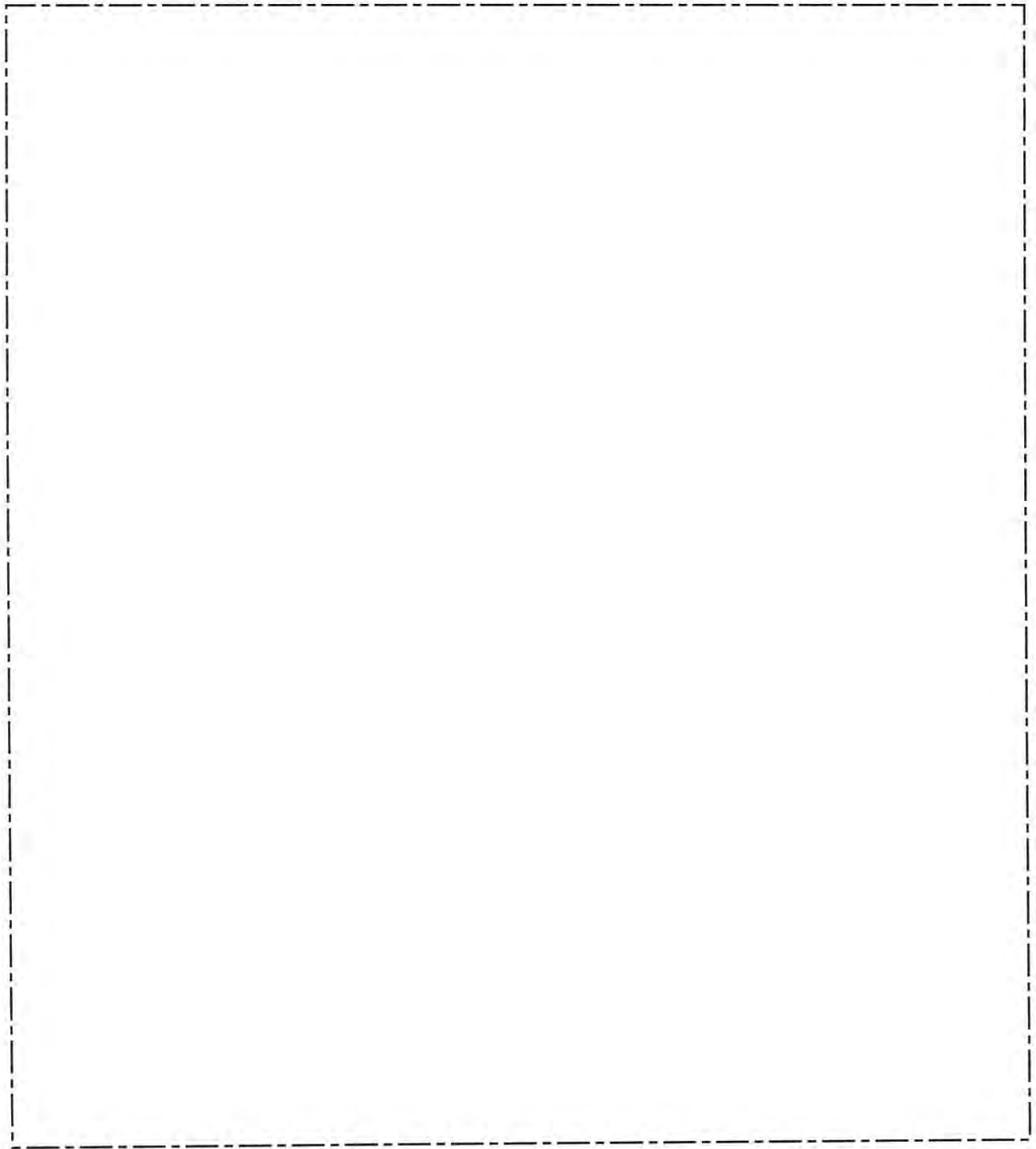


図 1-2 火災源の位置及び危険距離  
(火災源を中心とした円の半径が危険距離を示す)

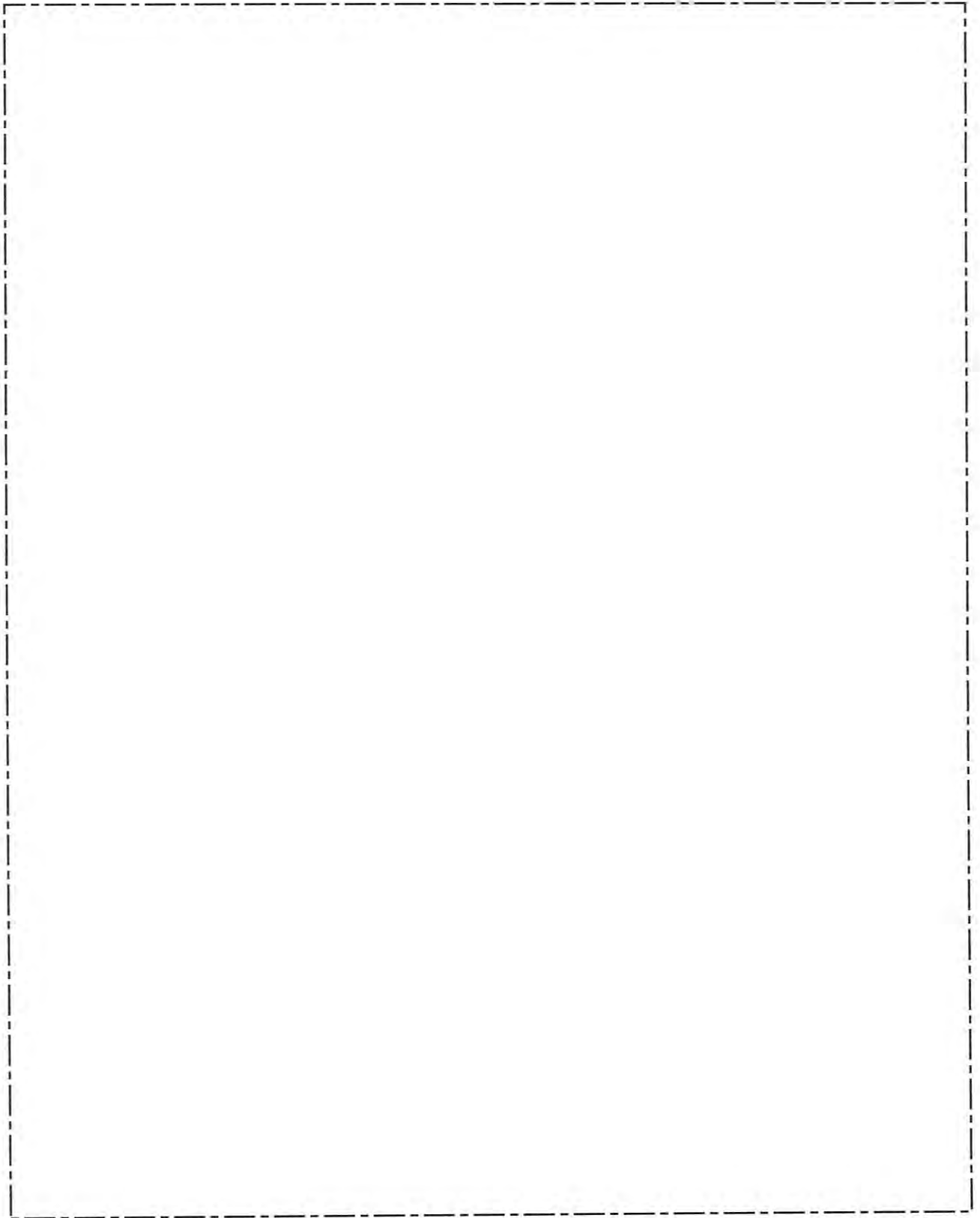
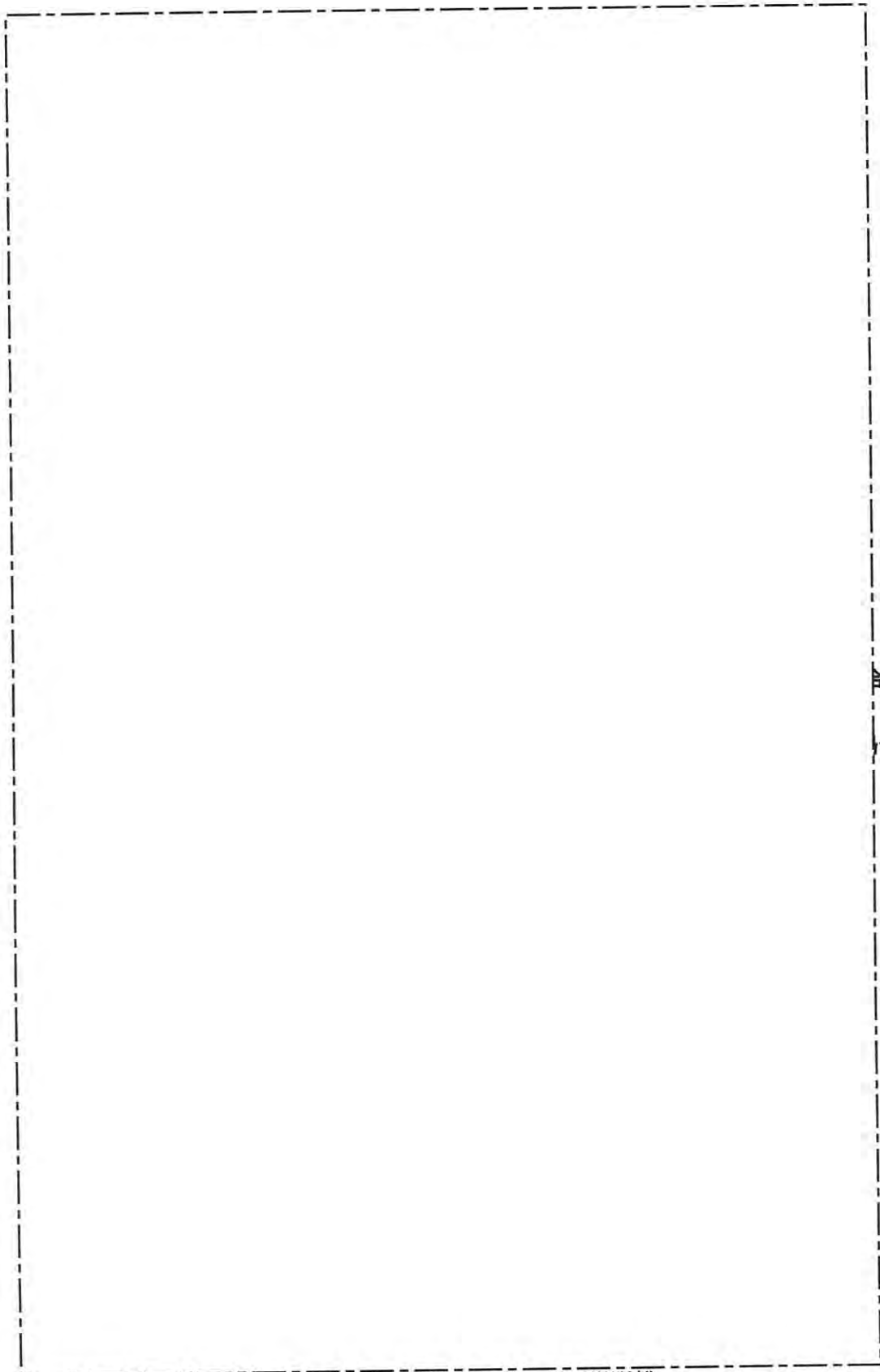


図 2 爆発源の位置及び危険限界距離  
(爆発源を中心とした円の半径が危険限界距離を示す)



合

図3 爆発源の位置及び第一種置場距離  
(爆発源を中心とした円の半径が第一種置場距離を示す)

## 設備の耐震評価（クレーン）

## 1. 基本設計方針

安全機能を有する施設は、その重要度により耐震設計上の区分（以下「耐震重要度分類」という。）を行い、適切と考えられる地震力に対して、安全機能を損なうことのない設計を行う。設備・機器の耐震設計は、次の基本方針を満足するように行う。

- (1) 設備・機器の耐震設計法については、原則として静的設計法を基本とする。
- (2) 上位の分類に属するものは、下位の分類に属するものの破損によって波及的破損が生じないようにする。
- (3) 上位の分類の建物・構築物と構造的に一体に設計することが必要な場合には、上位分類の設計法によるものとする。
- (4) 設備・機器の設計に当たっては剛構造となることを基本とし、それが困難な場合には動的解析等適切な方法により設計する。具体的には、「建築設備耐震設計・施工指針（日本建築センター、2014年版）」の「局部震度法による設備機器の設計用水平震度」を適用する。剛構造の判断基準は、設備・機器の固有振動数が20Hzより高いこととする。
- (5) 各類ともに1次設計を行う。1次設計とは、常時作用している荷重と1次地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とする設計とする。
- (6) 第1類については、上記の1次設計に加え、2次設計を行う。2次設計とは、常時作用している荷重と1次地震力を上回る2次地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とする設計とする。

## 2. 設計条件

## (1) 耐震重要度分類：第2類

事業変更許可と同じく、耐震重要度分類第2類とした。

(2) 地震力： $\frac{1}{2}$ 

クレーンは非剛構造のため、地震力は「建築設備耐震設計・施工指針（日本建築センター）」の「局部震度法による設備機器の設計用水平震度」を適用する。クレーンは、耐震重要度分類2類で $\frac{1}{2}$ の天井部分に設置された設備であることから、局部震度法における $\frac{1}{2}$ の設備機器を $\frac{1}{2}$ に設置した場合の標準震度を採用し、地震力は $\frac{1}{2}$ とした。

- ・耐震重要度分類：第2類
- ・設置場所： $\frac{1}{2}$  (天井部分)
- ・設備の構造：非剛（固有振動数 $\frac{1}{2}$ Hz  $\leq$  20Hz（剛構造判断基準））

## (3) 荷重

クレーンに常時作用する荷重（固定荷重及び積載荷重）は、次の通りとした。

- ・固定荷重：構造部材及びホイスト等の附属物の重量
- ・積載荷重： $\frac{1}{2}$  をフックに負担させている。

### 3. 評価方法

#### (1) 適用規格

クレーンは、「クレーン構造規格（労働省告示第百三十四号）」に基づき、クレーン構造規格第11条第1項第3号の垂直動荷重、垂直静荷重、熱荷重及び地震荷重の組合せについて評価した。熱荷重については、温度変化によって部位材の熱膨張が妨げられるような特別な場合に該当しないため、考慮しない。また、地震力については、保守側の評価となる「建築設備耐震設計・施工指針（日本建築センター）」の局部震度法による「設備機器の設計用標準震度」を採用している。

#### (2) 評価モデル

クレーンは、「クレーン構造規格（労働省告示第百三十四号）」に基づき、両端支持梁モデルとして評価を行う。図1に外観図、表2に構成部材表、図2に評価モデル図を示す。

### 4. 評価結果

#### (1) 部材評価

「クレーン構造規格（労働省告示第百三十四号）」に基づき、垂直動荷重（定格荷重＋つり具自重）、垂直静荷重（ガーダ＋ホイストの自重）に地震荷重（垂直静荷重×地震力）を加えた時にガーダに発生する曲げ及びせん断応力度を求め、これらの応力度が、同規格で定められた部材の許容応力度を下回り、弾性範囲内となることを確認した。

#### (2) 評価結果まとめ

以上をまとめた耐震評価結果の一覧表を表1に示す。

表1 クレーン耐震評価結果

項目 設備・機器	耐震 重要度 分類	設置 場所	水平 地震力 係数	固有 振動 数 (Hz)	剛構造 の評価	据付ボルトの評価結果		部材等の評価結果		結果
						引抜き、せん 断又は組合せ	検定比	部材	検定比	
クレーン	第2類			—	非剛					合格

主要部材「        」のF値（基準強度）： $\text{N/mm}^2$

### 5. 補足

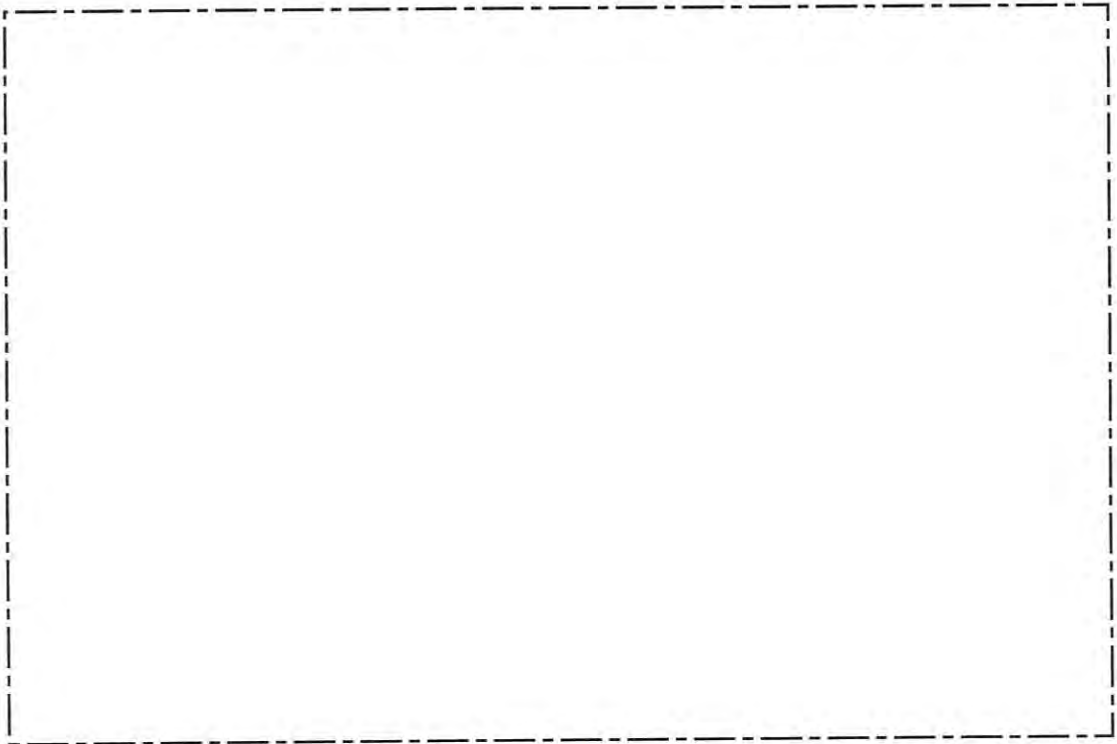
安全裕度向上評価の説明については、汎用フード（資料No. 1-5(1)）の記載と同じ。

クレーンは耐震重要度分類第2類で核的制限値を有する設備であるため、安全裕度向上評価の対象であるが、非剛構造であるため、設計評価の中で安全裕度向上評価に用いる地震力  $1.0G$                    の地震力を適用している。このため安全裕度向上評価としての特別な評価や対策は行っていない。





平面図

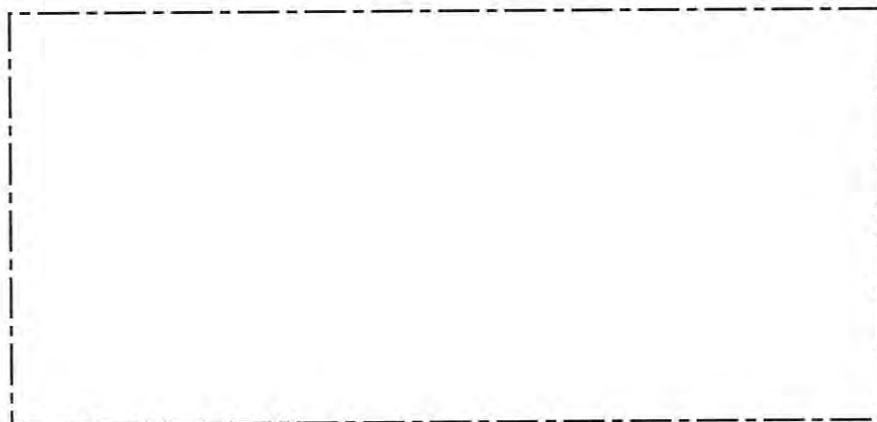


立面図

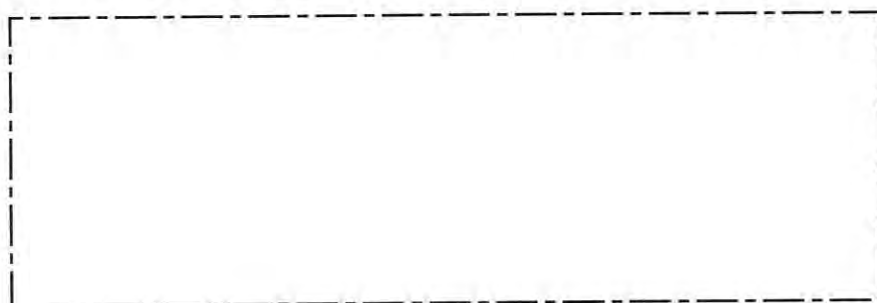
図1 クレーンの外観図

表2 クレーンの構成部材

分類	部位	材料
構造部材	ガーダ	
その他	サドル	
	ホイスト	
	フック	



立面図



※この状態にホイストとガーダの地震力荷重が加わる

図2 クレーンの評価モデル

## 設備の耐震評価（容器貯蔵コンベヤ、(附)トラバーサ）

## 1. 基本設計方針

基本設計方針の説明については、クレーン（資料 No. 1-5(2)）の記載と同じ。

## 2. 設計条件

## (1) 耐震重要度分類：第2類

事業変更許可と同じく、耐震重要度分類第2類とした。

## (2) 地震力：[ ]

容器貯蔵コンベヤ(2)～(7)及び(附)トラバーサは非剛構造のため、地震力は「建築設備耐震設計・施工指針（日本建築センター）」の「局部震度法による設備機器の設計用水平震度」を適用する。これらの設備は耐震重要度分類2類で[ ]に設置された設備であることから、局部震度法における[ ]の設備機器を[ ]に設置した場合の標準震度を採用し、地震力は[ ]とした。容器貯蔵コンベヤ(1)は剛構造であったが、他のコンベヤ群と隣接するコンベヤであるため統一的に地震力[ ]を適用した。

・耐震重要度分類：第2類

・設置場所：[ ]

・設備の構造：容器貯蔵コンベヤ(1)は剛（固有振動数[ ]Hz >20Hz（剛構造判断基準））  
容器貯蔵コンベヤ(2)～(7)及び(附)トラバーサは非剛  
（固有振動数[ ]Hz ≤20Hz（剛構造判断基準））

## (3) 荷重

容器貯蔵コンベヤ及び(附)トラバーサに常時作用する荷重（固定荷重及び積載荷重）は、次の通りとした。

・固定荷重：構造部材及び附属物の重量（追加する転倒防止ガイド及び落下防止ストッパ等を含む）

・積載荷重

## 3. 評価方法

## (1) 評価プログラム

容器貯蔵コンベヤ及び(附)トラバーサ本体の構造解析に用いた評価プログラムの説明については、汎用フード（資料 No. 1-5(1)）の記載と同じ。

## (2) 解析モデル

解析モデルの説明については、汎用フード（資料 No. 1-5(1)）の記載と同じ。

容器貯蔵コンベヤは、図 1 の外観図及び表 2 の構成部材表に基づき解析モデルを作成した。図 3 に解析モデル、図 4 に地震時の曲げモーメント図を示す。

(附)トラバーサは、図 2 の外観図及び表 3 の構成部材表に基づき解析モデルを作成した。図 5 に解析モデル、図 6 に地震時の曲げモーメント図を示す。

#### 4. 評価結果

##### (1) 据付評価

据付評価の説明については、汎用フード（資料 No. 1-5(1)）の記載と同じ。

解析結果から得られる地震時の節点荷重の値から、M12 金属系アンカーボルト に作用する引抜荷重、せん断応力度及び組合せ応力度を求め、アンカーボルトに生じる引抜荷重については「建築設備耐震設計・施工指針（日本建築センター）」で定められたアンカーボルトの許容引抜荷重を下回ることを確認した。またアンカーボルトに生じる応力度については、「鋼構造許容応力度設計規準（日本建築学会）」で定められた部材の短期許容応力度を下回り、弾性範囲内となることを確認した。

##### (2) 部材評価

部材評価の説明については、汎用フード（資料 No. 1-5(1)）の記載と同じ。

解析結果から得られる地震時の部材の発生応力度の値から部材に発生する引張り、圧縮、曲げ、せん断応力度及びそれらの組合せ応力度を求め、これら各部材に生じる応力度が、「鋼構造許容応力度設計規準（日本建築学会）」で定められた部材の許容応力度を下回り、弾性範囲内となることを確認した。

##### (3) 評価結果まとめ

以上をまとめた耐震評価結果の一覧表を表 1 に示す。

表 1 容器貯蔵コンベヤ、(附)トラバーサ耐震評価結果

項目 設備・機器	耐震 重要度 分類	設置 場所	水平 地震力 係数	固有 振動 数 (Hz)	剛構造 の評価	据付ボルトの評価結果		部材等の評価結果		結果	
						引抜き、せん 断又は組合せ	検定比	部材	検定比		
容器貯蔵コン ベヤ	(3)	第 2 類	[ ]	[ ]	非剛	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	合格	
	(7)	第 2 類									非剛
(附)トラバーサ	第 2 類	非剛									

容器貯蔵コンベヤは、据付ボルト及び部材評価で最も厳しい検定比となったものを掲載している。

主要部材 [ ] の F 値（基準強度）： [ ] N/mm<sup>2</sup>

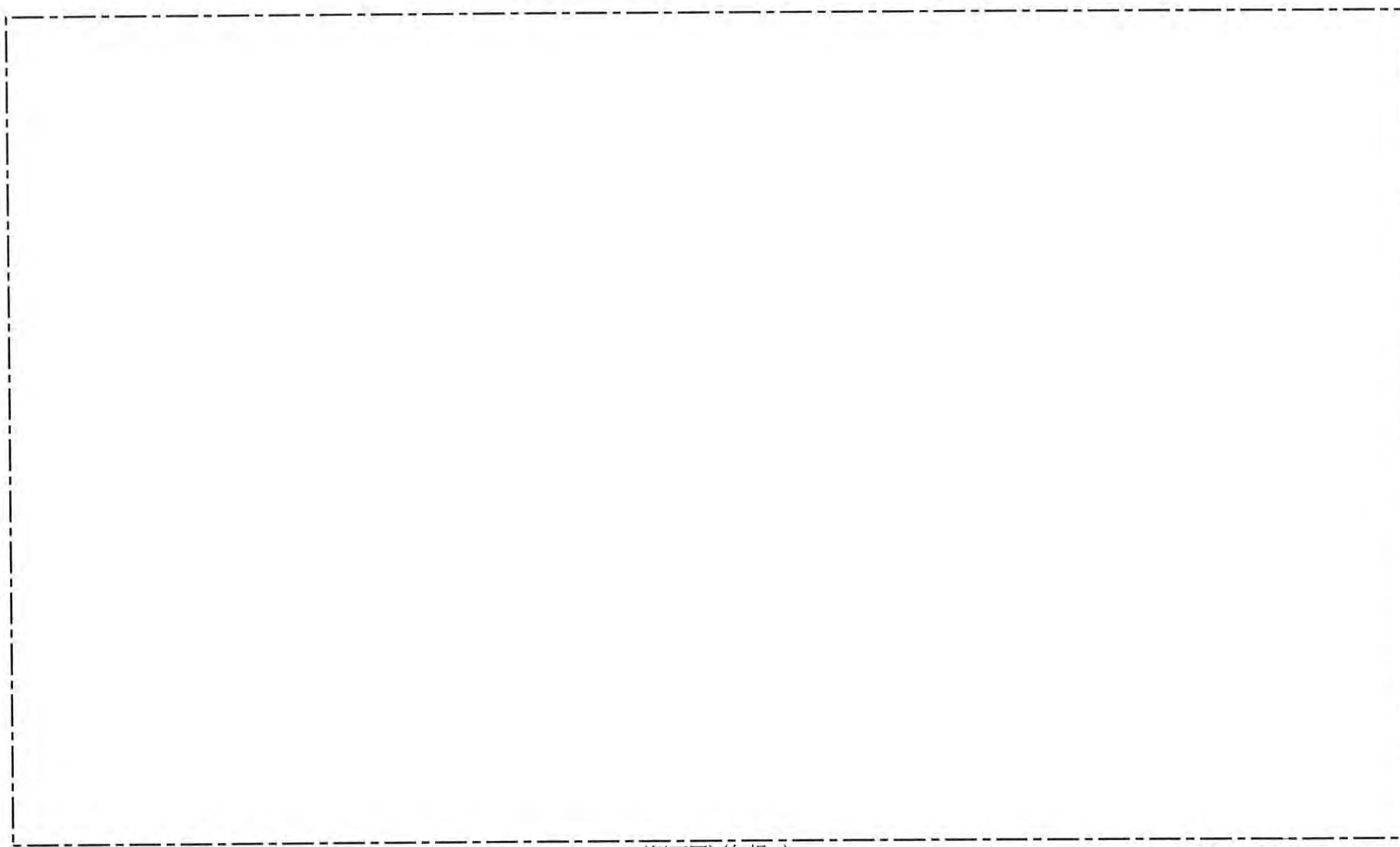
#### 5. 補足

安全裕度向上評価の説明については、汎用フード（資料 No. 1-5(1)）の記載と同じ。

容器貯蔵コンベヤ及び(附)トラバーサは、耐震重要度分類第 2 類で核的制限値を有する設備であるため、安全裕度向上評価の対象であるが、多数が非剛構造であるため、設計評価の中で安全裕度向上

評価に用いる地震力  $1.0G$  [ ] の地震力を適用している。このため安全裕度向上評価としての特別な評価や対策は行っていない。

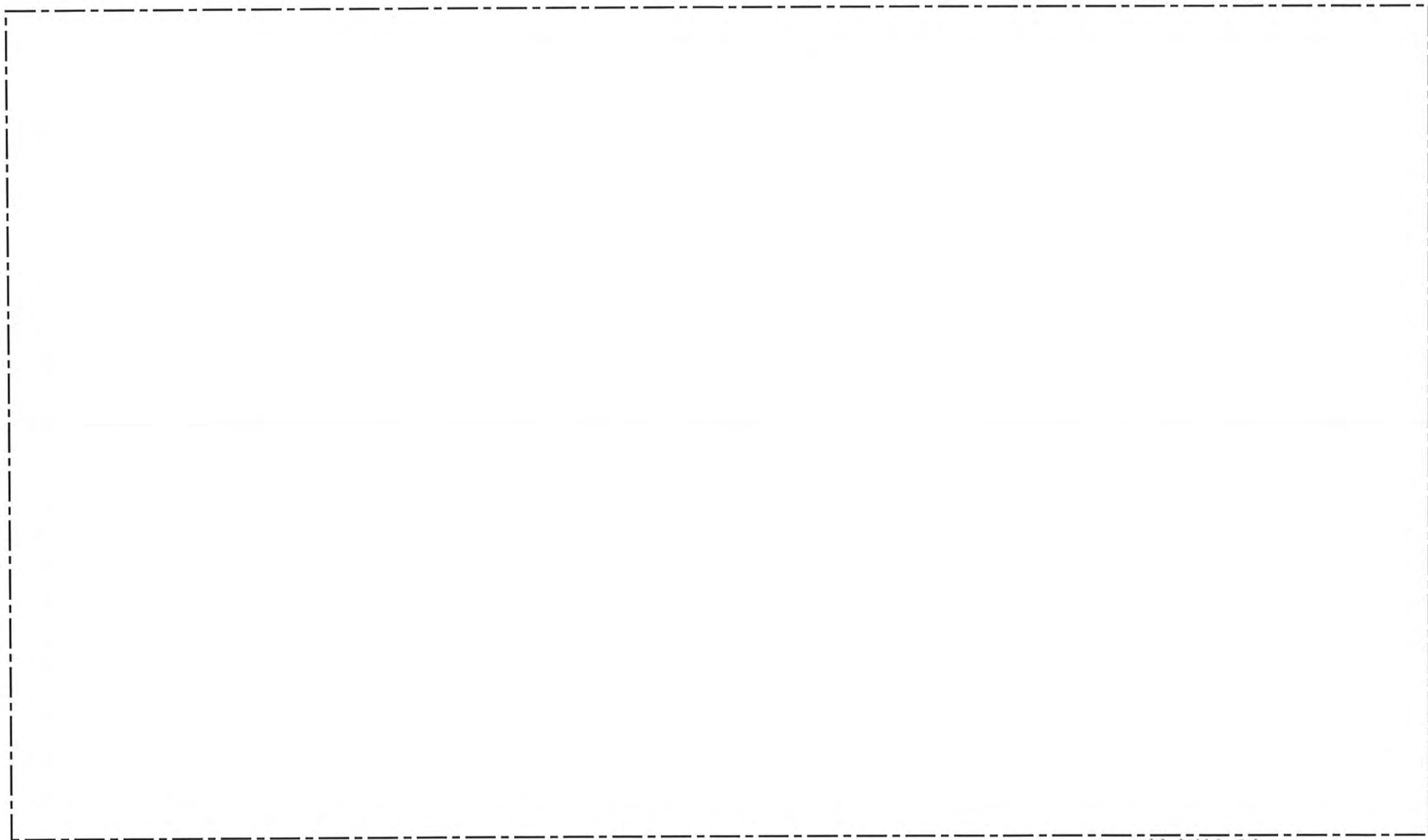
また、容器貯蔵コンベヤ及び（附）トラバーサには、地震時の設備上での容器の転倒や設備からの容器の落下に対する裕度を向上させるため、転倒防止ガイド及び落下防止ストッパを設置する。2. (3) で述べたように、転倒防止ガイド及び落下防止ストッパは評価モデルでは重量として考慮している。また、転倒防止ガイド及び落下防止ストッパ自体の強度は、梁の公式等に基づく応力評価により確認した。



(側面図)(矢視 A)

注) : 赤色で示した箇所は追加部材を示す。

図 1 容器貯蔵コンベヤ(7)の外観図



追加部材を示す。

図2 (附)トランスバースの外觀図

表2 容器貯蔵コンベヤ(7)の構成部材

部位	名称	材料
コンベヤ本体	柱2	[Material Information Area]
	柱3	
	柱4	
	梁3	
	梁4	
転倒防止ガイド	ガイド本体	
	ガイド梁	
	ガイド支柱	
	ボルト	
アンカーボルト	-	

表3 (附) トラバーサの主要材料一覧

部位	名称	材料
トラバーサ本体	柱5	[Material Information Area]
	柱6	
	柱7	
	梁6	
	梁7	
	梁8	
	梁9	
転倒防止ガイド	ガイド本体	
	ガイド梁	
	ガイド支柱	
	ボルト	
落下防止ストップ	ストップブロック	
	ボルト	
トラバーサ転倒防止機構	トラバーサ転倒防止ガイド本体	
	ガイド本体固定用ボルト	
	レール	
	レールクリップ	
	レールクリップ固定ボルト	
アンカーボルト (レール据付)	-	



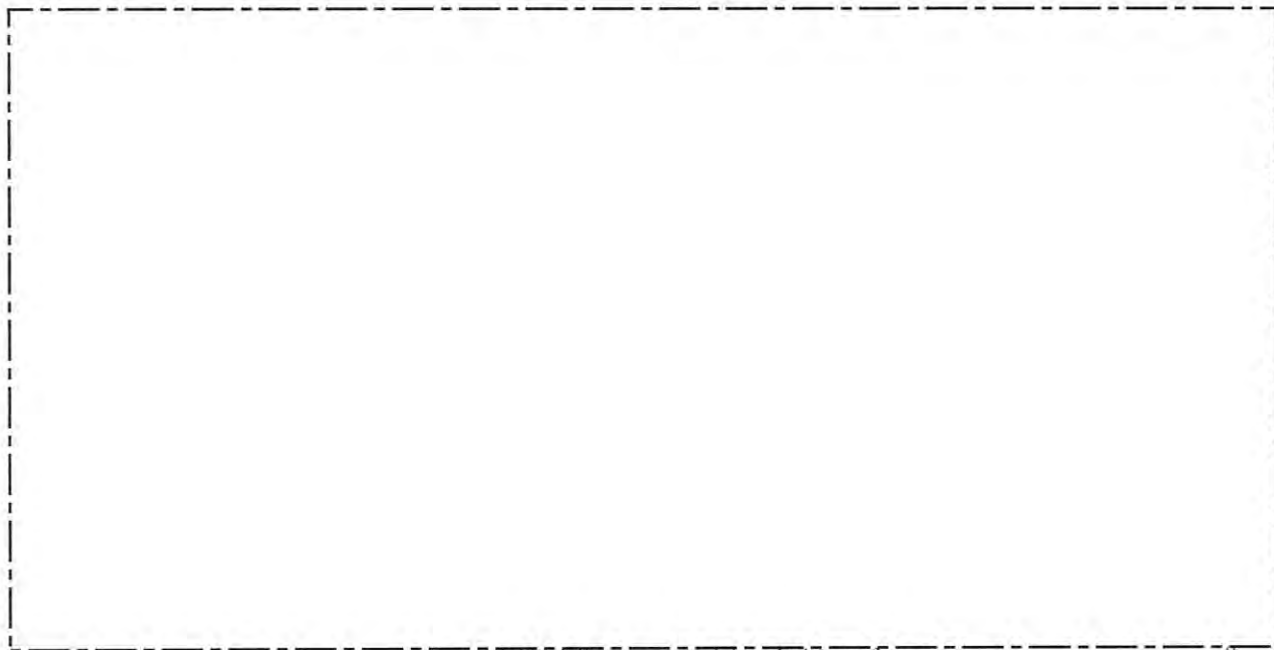


図3 容器貯蔵コンベヤ(7)の解析モデル

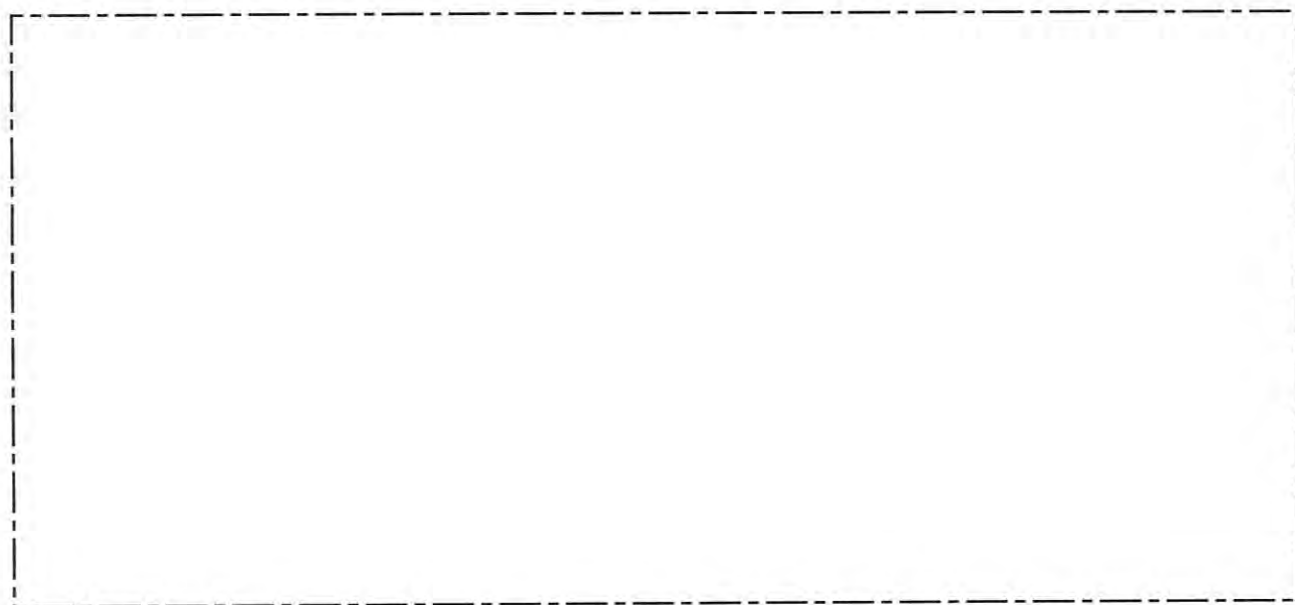


図4 容器貯蔵コンベヤ(7)の曲げモーメント図



図5 (附)トラバーサの解析モデル

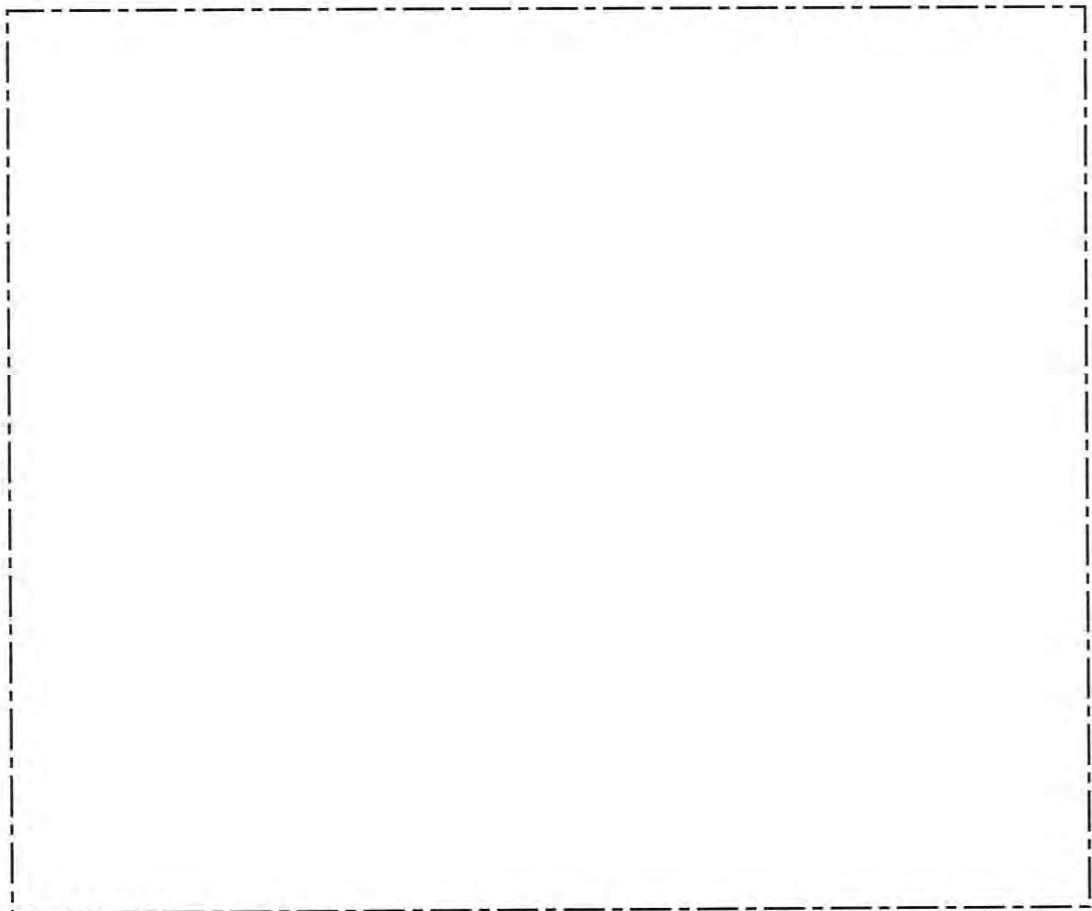


図6 (附)トラバーサの曲げモーメント図

## 設備の耐震評価（搬送コンベヤ）

## 1. 基本設計方針

基本設計方針の説明については、クレーン（資料 No. 1-5(2)）の記載と同じ。

## 2. 設計条件

## (1) 耐震重要度分類：第 2 類

事業変更許可と同じく、耐震重要度分類第 2 類とした。

## (2) 地震力：[ ]

第 2 貯蔵棟に設置する搬送コンベヤの内、大型で 2 層構造である搬送コンベヤ(15)は非剛構造のため、地震力は「建築設備耐震設計・施工指針（日本建築センター）」の「局部震度法による設備機器の設計用水平震度」を適用する。搬送コンベヤ(15)は、第 2 貯蔵棟 2 階に設置された設備であることから、[ ]の設備機器を[ ]に設置した場合の標準震度を採用し、地震力は[ ]とした。

D 搬送路に設置する搬送コンベヤの内、大型で 2 層構造である搬送コンベヤ(11)は非剛構造のため、地震力は「局部震度法による設備機器の設計用水平震度」を適用する。搬送コンベヤ(11)は、[ ]に設置された設備であることから、[ ]の設備機器を[ ]に設置した場合の標準震度を採用し、地震力は[ ]とした。

[ ]に設置するその他の搬送コンベヤの中には剛構造のものもあるが、非剛構造のコンベヤ又はリフタに隣接するコンベヤであるため、統一的に[ ]を適用した。D 搬送路 2 階に設置する搬送コンベヤ(13)も剛構造であるため、同様に[ ]とした。

- ・耐震重要度分類：第 2 類
- ・設置場所：搬送コンベヤ(1), (2)  
搬送コンベヤ(3)～(10), (14), (15)  
搬送コンベヤ(16), (17)  
搬送コンベヤ(11)～(13)
- ・設備の構造：搬送コンベヤ(3)～(5), (7)～(10), (13), (16), (17) 剛  
(固有振動数[ ]Hz > 20Hz (剛構造判断基準))  
搬送コンベヤ(1), (2), (6), (11), (12), (14), (15) 非剛  
(固有振動数[ ]Hz ≤ 20Hz (剛構造判断基準))

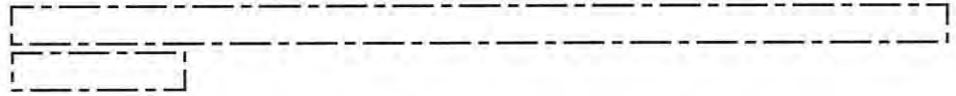


## (3) 荷重

搬送コンベヤに常時作用する荷重（固定荷重及び積載荷重）は、次の通りとした。

- ・固定荷重：構造部材及び附属物の重量（追加する転倒防止ガイド、落下防止ストッパ等を含む）
- ・積載荷重：[ ]  
[ ]をコンベヤの梁部分に等分布荷重、又は実際に荷重を受ける位置に負担

させている。



### 3. 評価方法

#### (1) 評価プログラム

搬送コンベヤの構造解析に用いた評価プログラムの説明については、汎用フード(資料 No. 1-5(1))の記載と同じ。

#### (2) 解析モデル

解析モデルの説明については、汎用フード(資料 No. 1-5(1))の記載と同じ。

搬送コンベヤは、図 1 の外観図及び表 2 の構成部材表に基づき解析モデルを作成した。図 2 に解析モデル、図 3 に地震時の曲げモーメント図を示す。

### 4. 評価結果

#### (1) 据付評価

据付評価の説明については、汎用フード(資料 No. 1-5(1))の記載と同じ。

解析結果から得られる地震時の節点荷重の値から、M12 金属系アンカーボルト に作用する引抜荷重、せん断応力度及び組合せ応力度を求め、アンカーボルトに生じる引抜荷重については「建築設備耐震設計・施工指針(日本建築センター)」で定められたアンカーボルトの許容引抜荷重を下回ることを確認した。またアンカーボルトに生じる応力度については、「鋼構造許容応力度設計規準(日本建築学会)」で定められた部材の短期許容応力度を下回り、弾性範囲内となることを確認した。

#### (2) 部材評価

部材評価の説明については、汎用フード(資料 No. 1-5(1))の記載と同じ。

解析結果から得られる地震時の部材の発生応力度の値から部材に発生する引張り、圧縮、曲げ、せん断応力度及びそれらの組合せ応力度を求め、これら各部材に生じる応力度が、「鋼構造許容応力度設計規準(日本建築学会)」で定められた部材の許容応力度を下回り、弾性範囲内となることを確認した。

#### (3) 評価結果まとめ

以上をまとめた耐震評価結果の一覧表を表 1 に示す。

表1 搬送コンベヤ耐震評価結果

項目 設備・機器	耐震 重要度 分類	設置 場所	水平 地震 力 係数	固有 振動 数 (Hz)	剛構造 の評価	据付ボルトの評価結果		部材等の評価結果		結果
						引抜き、せん 断又は組合せ	検定比	部材	検定比	
搬送コンベヤ	(1)	第2類	[ ]	[ ]	非剛	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	合格
	(15)	第2類			非剛					合格
	(11)	第2類			非剛					合格
	(12)	第2類			非剛					合格

設置場所毎に、据付ボルト及び部材評価で最も厳しい検定比になったものを掲載している。

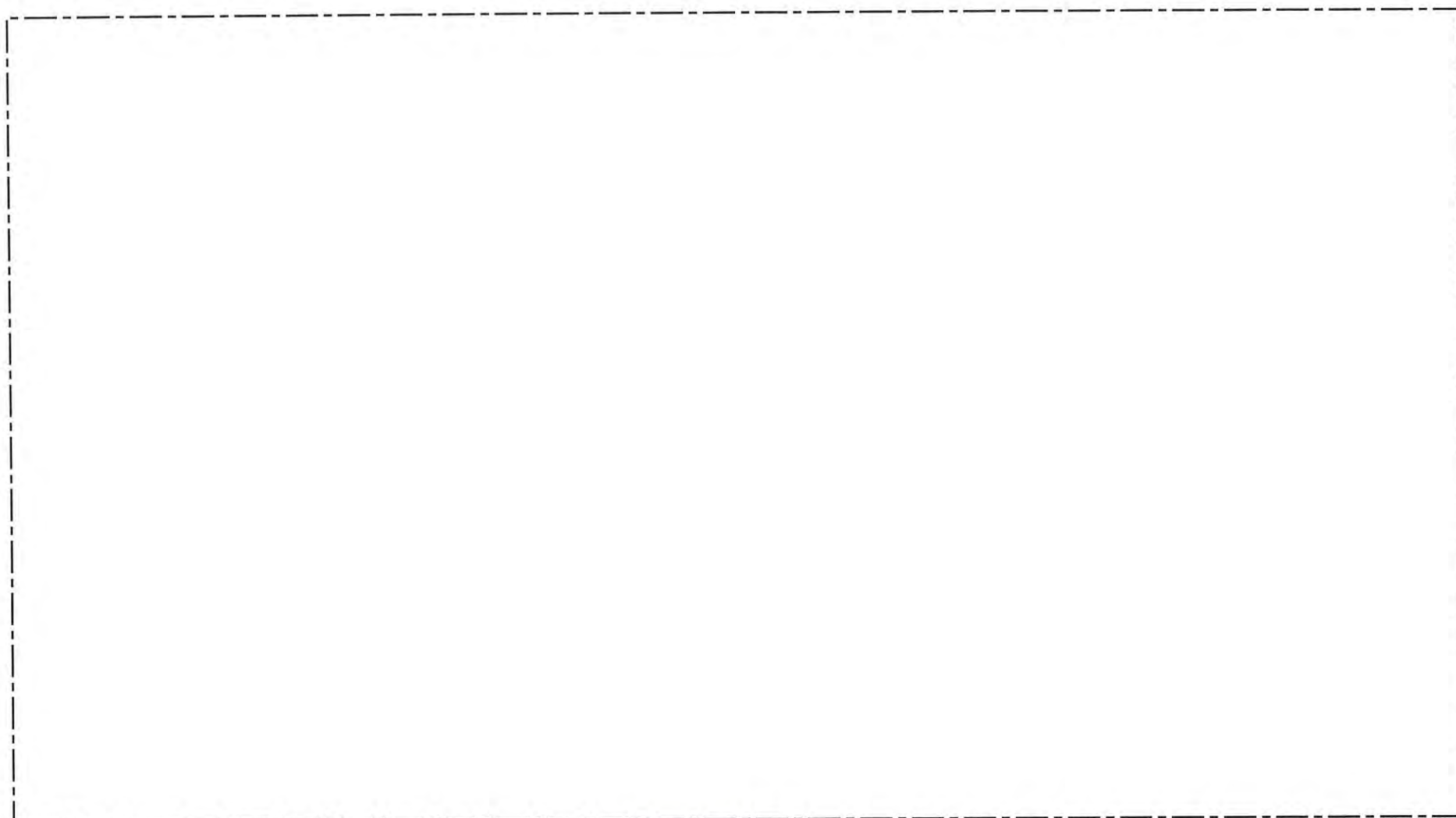
主要部材 [ ] のF値（基準強度）： [ ] N/mm<sup>2</sup>

5. 補足

安全裕度向上評価の説明については、汎用フード（資料No.1-5(1)）の記載と同じ。

搬送コンベヤは耐震重要度分類第2類で核的制限値を有する設備であるため、安全裕度向上評価の対象であるが、主要なものが非剛構造であるため、設計評価の中で安全裕度向上評価に用いる地震力1.0G相当以上の地震力を適用している。このため安全裕度向上評価としての特別な評価や対策は行っていない。

また、搬送コンベヤには、地震時の設備上での容器の転倒や設備からの容器の落下に対する裕度を向上させるため、転倒防止ガイド及び落下防止ストッパを設置する。2.(3)で述べたように、転倒防止ガイド及び落下防止ストッパは評価モデルでは重量として考慮している。また、転倒防止ガイド及び落下防止ストッパ自体の強度は、梁の公式等に基づく応力評価により確認した。



(側面図)(矢視 A)

(詳細は、図へ-5-4 参照)

(単位：mm)

⇨：搬送方向

注)：赤色で示した箇所は  
追加部材を示す。

図 1 搬送コンベヤ(15)の外観図

表2 搬送コンベヤ(15)の構成部材

分類	部位	名称	材料
構造部材	コンベヤ本体	柱 8	
		柱 10	
		柱 12	
		梁 10	
		梁 17	
	転倒防止ガイド	ガイド本体	
		ガイド梁	
		ガイド支柱	
		ボルト	
	落下防止ストップ	ストップアングル	
		ボルト	
	アンカーボルト	-	



図2 搬送コンベヤ(15)の解析モデル

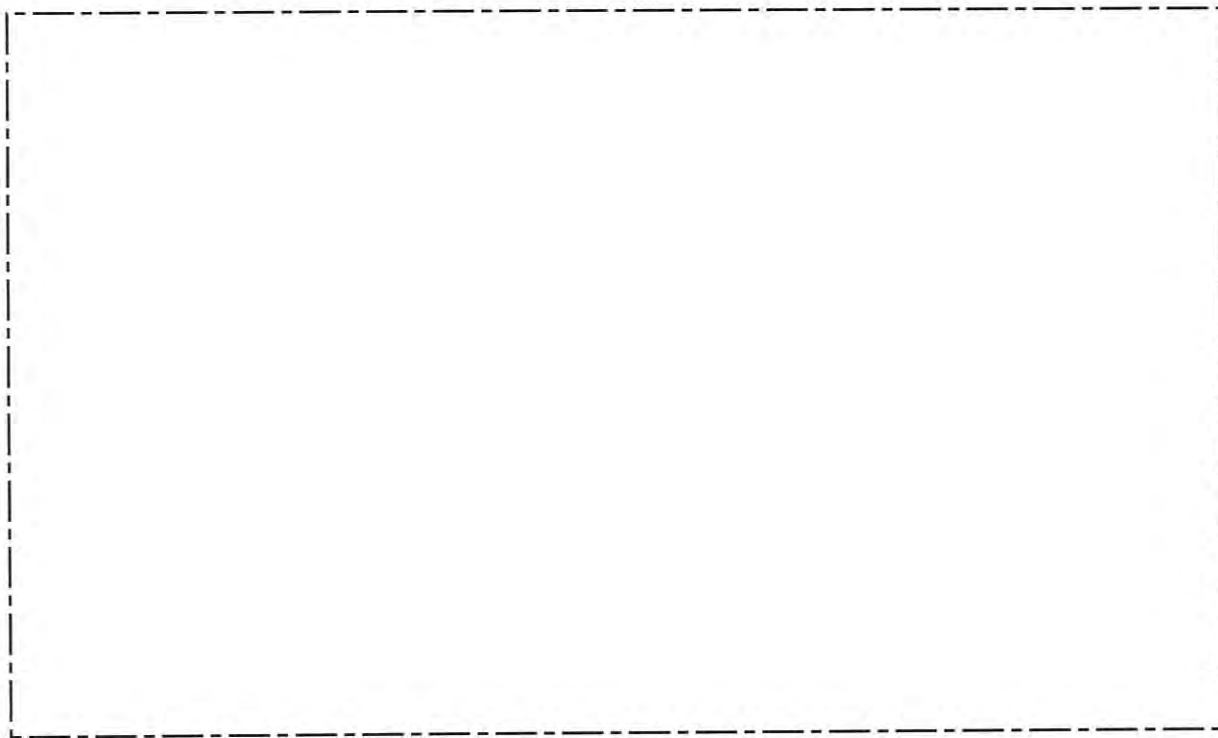


図3 搬送コンベヤ(15)の曲げモーメント図



## 設備の耐震評価（リフト）

## 1. 基本設計方針

基本設計方針の説明については、クレーン（資料 No. 1-5(2)）の記載と同じ。

## 2. 設計条件

## (1) 耐震重要度分類：第2類

事業変更許可と同じく、耐震重要度分類第2類とした。

## (2) 地震力：[ ]

リフトは非剛構造のため、地震力は「建築設備耐震設計・施工指針（日本建築センター）」の「局部震度法による設備機器の設計用水平震度」を適用する。リフト（第2貯蔵棟、D搬送路）は、耐震重要度分類2類で[ ]又は[ ]に設置された設備であることから、局部震度法における[ ]の設備機器を[ ]に設置した場合の標準震度を採用し、地震力は[ ]とした。尚、リフトは[ ]及び[ ](第2貯蔵棟のみ)床面にも接続されているため、各層に応じた地震力として第2貯蔵棟のリフトの[ ]部分は[ ]、[ ]部分は[ ]、D搬送路のリフトの[ ]部分は[ ]の地震力を考慮している。

・耐震重要度分類：第2類

・設置場所：[ ]

・設備の構造：非剛（固有振動数 [ ] ≤ 20Hz（剛構造判断基準））

## (3) 荷重

リフトに常時作用する荷重（固定荷重及び積載荷重）は、次の通りとした。

・固定荷重：構造部材及び附属物の重量（追加する補強部材を含む）

・積載荷重

[ ]  
容器を積載した昇降体の重量を、長期荷重については構造上部に設置された昇降用モータに負担させ、短期荷重については最も評価が厳しくなる昇降体停止位置の支持部に負担させている。

## 3. 評価方法

## (1) 評価プログラム

搬送コンベヤの構造解析に用いた評価プログラムの説明については、汎用フード（資料 No. 1-5(1)）の記載と同じ。

## (2) 解析モデル

解析モデルの説明については、汎用フード（資料 No. 1-5(1)）の記載と同じ。

リフトは、図1の外観図及び表2の構成部材表に基づき解析モデルを作成した。図2に解析モデル、図3に地震時の曲げモーメント図を示す。

#### 4. 評価結果

##### (1) 据付評価

据付評価の説明については、汎用フード（資料 No. 1-5(1)）の記載と同じ。

解析結果から得られる地震時の節点荷重の値から、アンカーボルトに作用する引抜荷重、せん断応力度及び組合せ応力度を求め、アンカーボルトに生じる引抜荷重については「建築設備耐震設計・施工指針（日本建築センター）」で定められたアンカーボルトの許容引抜荷重を下回ることを確認した。またアンカーボルトに生じる応力度については、「鋼構造許容応力度設計規準（日本建築学会）」で定められた部材の短期許容応力度を下回り、弾性範囲内となることを確認した。

##### (2) 部材評価

部材評価の説明については、汎用フード（資料 No. 1-5(1)）の記載と同じ。

解析結果から得られる地震時の部材の発生応力度の値から部材に発生する引張り、圧縮、曲げ、せん断応力度及びそれらの組合せ応力度を求め、これら各部材に生じる応力度が、「鋼構造許容応力度設計規準（日本建築学会）」で定められた部材の許容応力度を下回り、弾性範囲内となることを確認した。

##### (3) 評価結果まとめ

以上をまとめた耐震評価結果の一覧表を表 1 に示す。

表 1 リフト耐震評価結果

項目 設備・機器	耐震 重要度 分類	設置 場所	水平 地震力 係数	固有 振動 数 (Hz)	剛構造 の評価	据付ボルトの評価結果		部材等の評価結果		結果
						引抜き、せん 断又は組合せ	検定比	部材	検定比	
リフト	第 2 類	[ ]	[ ]	[ ]	非剛	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	合格
リフト	第 2 類				非剛					合格

主要部材 [ ] の F 値（基準強度）： [ ] N/mm<sup>2</sup>

#### 5. 補足

安全裕度向上評価の説明については、汎用フード（資料 No. 1-5(1)）の記載と同じ。

リフト（第 2 貯蔵棟、D 搬送路）は、耐震重要度分類第 2 類の核的制限値を有する設備であるため、安全裕度向上評価の対象であるが、非剛構造であるため、設計評価の中で安全裕度向上評価に用いる地震力 1.0G 相当以上の地震力を適用している。このため安全裕度向上評価としての特別な評価や対策は行っていない。



(単位：mm)

⇨：搬送方向

注)：赤色で示した  
補強部材を示

図1 リフト (D 搬送路) の外観図

表 2 リフト (D 搬送路) の構成部材

分類	部位	名称	材料
構造部材	リフトフレーム	柱 14	
		柱 15	
		梁 19	
		梁 20	
		梁 21	
		梁 22	
		梁 24	
		ブレース 1	
	アンカーボルト	—	

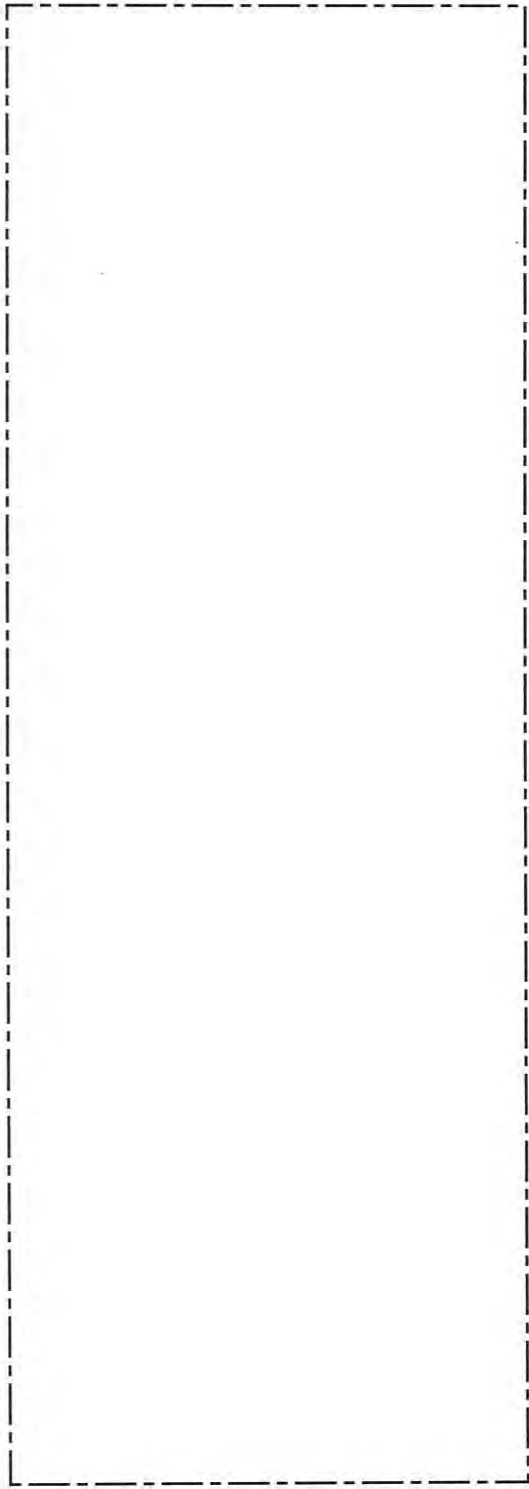


図2 リフト (D 搬送路) の解析モデル

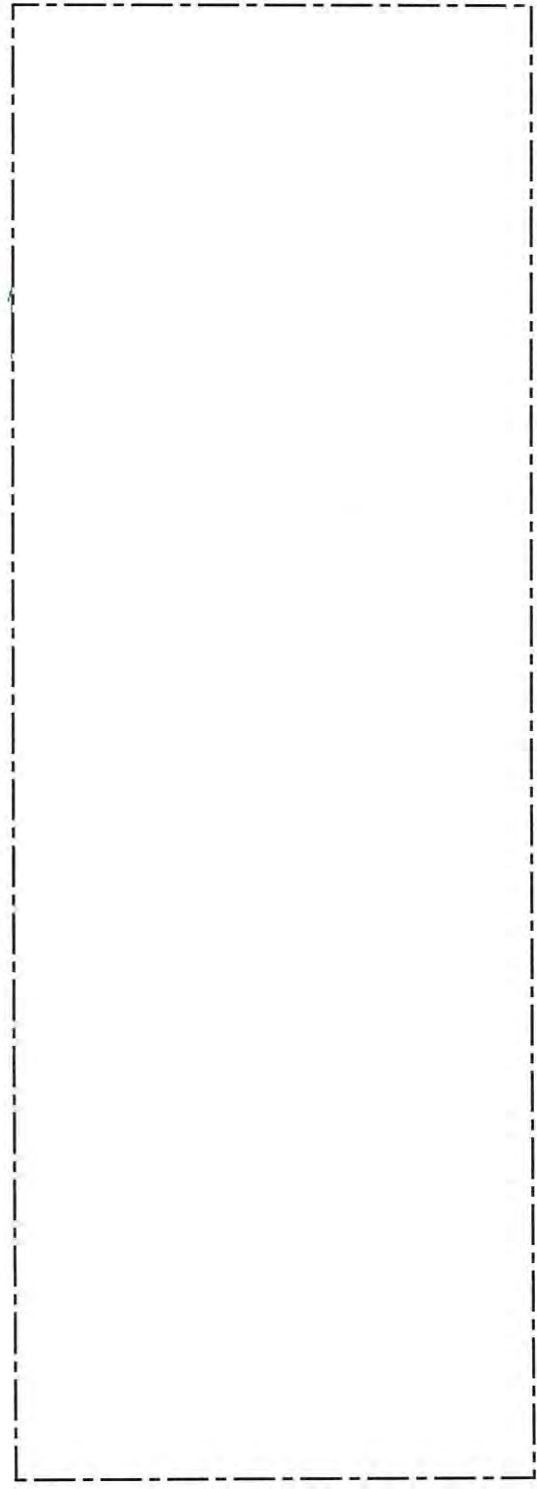


図3 リフト (D 搬送路) の曲げモーメント図

## 建物の基礎杭の設置について

第2貯蔵棟及びD搬送路はいずれも杭基礎構造の建物であり、第2貯蔵棟の南側に設置する耐力壁についても杭基礎を増設する。これらの既設杭及び増設杭はいずれも地盤表面から約□以深の三浦層群逗子層の泥岩層に達する設計としている。同泥岩層は、標準貫入試験の打撃回数(N値)が50以上という強固な支持層である。第2貯蔵棟及びD搬送路周辺の土質柱状図及び杭姿図をそれぞれ図1、図2に示す。

神奈川県による加工施設敷地及び敷地周辺の液状化予測結果<sup>1)</sup>によると、加工施設の敷地は「液状化の可能性がかなり低い」予測となっている(図3)。また、加工施設の敷地において、表土の下はシルト質粘土層となっており、粘土層は細粒土含有率が高く液状化発生の可能性が低い地質とされている。

以上より、加工施設の敷地において液状化の考慮は不要であり、更に第2貯蔵棟及びD搬送路は杭基礎によってN値50以上の地盤で支持されているため、仮に地盤の浅部で液状化が発生しても、直ちに上部構造物に大きな被害が生じることは無い。

- 1) “神奈川県地震被害想定調査報告書”，神奈川県地震被害想定調査委員会，2015/3  
及び神奈川県ホームページ“e-かなマップ”地震被害想定調査結果マップ



図1 第2貯蔵棟の土質柱状図と杭姿図

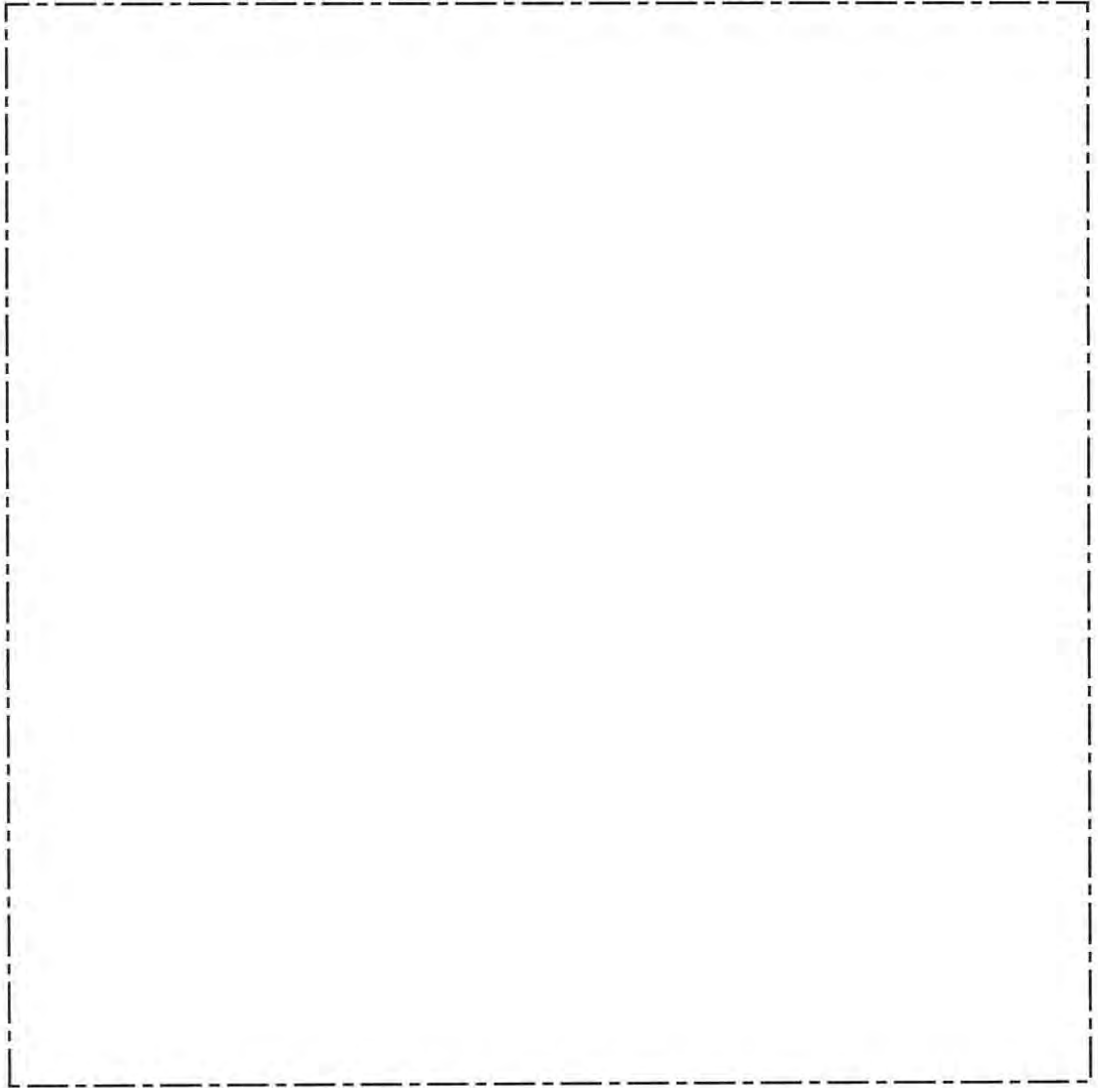
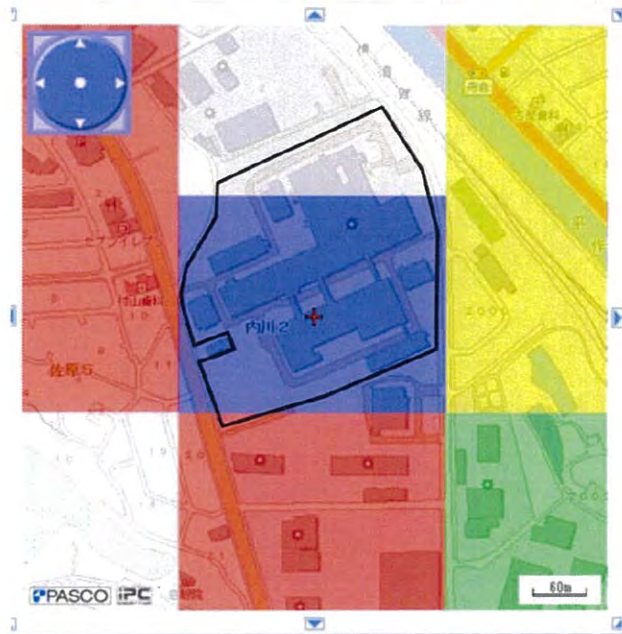


図 2 D 搬送路の土質柱状図と杭姿図





【参考】相模トラフ沿いの最大クラスの地震  
凡例

	内容	スタイル
液状化想定図	可能性が極めて高い	赤
	可能性が高い	黄
	可能性が低い	緑
	可能性がかなり低い	青
	液状化対象外	白

図3 加工施設周辺における神奈川県による液状化予測

## 溢水時の最大水位と設備内でウランを取り扱う高さの関係について

汎用フード及び粉末移し替えフードは、非密封のウランを取り扱う設備であるため、技術基準第12条「溢水による損傷の防止」の設計条件として、溢水源からの浸水が発生しても加工施設の防護対象が没水しないこととしている。この条件を満足していることを確認するために、第2加工棟3階の設備設置場所の溢水時の浸水高さがウランを取り扱う高さに到達しないことを確認した。

事業変更許可時の評価と同じく、第2加工棟3階では溢水時に最大118mmの浸水が想定されるが、図1及び図2に示す通り、汎用フード及び粉末移し替えフードのウランを取り扱う高さは、それぞれ約□mm、□mmであるため、十分な高さが確保されている。

以上より、溢水が発生したとしても、当該設備内のウランが没水することはなく、閉じ込め機能は維持される。



図1 汎用フードにおけるウランを取り扱う高さと溢水時の最大水位の関係



図2 粉末移し替えフードにおけるウランを取り扱う高さと溢水時の最大水位の関係

## 設備の周囲の水系配管の配置について

汎用フード及び粉末移し替えフードは、非密封のウランを取り扱う設備であるため、技術基準第12条「溢水による損傷の防止」の設計条件として、溢水源からの被水によっても閉じ込め機能を保持できるようにすることとしている。この条件を満足していることを確認するために、第2加工棟3階の設備設置場所の周囲の水系の配管の配置を確認した。

図1に示す通り、第2加工棟3階には、工業用水、上水及び純水の3種類の水系配管があるが、汎用フード及び粉末移し替えフードが設置されている第2-3階酸化ウラン取扱室は通過しておらず、十分な離隔が確保されている。

以上より、水系配管から溢水があったとしても、当該設備が被水することはなく、閉じ込め機能は維持される。



第2加工棟 3階平面図

※配管は基本的に天井付近に配置されている。

※矢印は水の流れる方向を示す。

図1 第2加工3階の水系配管図