

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	重事 02 <u>R 2</u>
提出年月日	<u>令和 4 年 7 月 21 日</u>

## 設工認に係る補足説明資料

重大事故等対処施設の設計の前提となる重大事故等対処設備の

設計要求等について

(MOX 燃料加工施設)

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 地震を要因とする重大事故等 .....	1
2.1 重大事故等の選定 .....	1
2.2 発生が想定される重大事故等の設定 .....	1
2.3 事故の特徴 .....	2
2.4 重大事故等への対処 .....	2
3. 地震を要因とする重大事故等に対処するための設備 .....	4
3.1 火災の検知 .....	4
3.2 火災の消火 .....	5
3.3 外部への放出経路の遮断，高性能エアフィルタによる MOX 粉末の捕集 .....	6
3.4 MOX 粉末の回収 .....	7
3.5 核燃料物質を閉じ込める機能の回復 .....	8
4. 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設に要求される機能及び機能維持方針 .....	25
4.1 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設に要求される機能と機能維持 .....	25
5. 建屋の終局状態（4000 $\mu$ ）における壁の状態，支持機能について .....	32
5.1 建屋の終局状態について .....	32
5.2 既往知見における終局状態における耐震壁のひび割れ状態 .....	34
5.4 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設の機器・配管系の支持機能について .....	43

■■■■■■■■■■ については、核不拡散の観点から公開できません。

## 1. 概要

本資料は、MOX 燃料加工施設の第 1 回設工認申請のうち、以下の添付書類での地震を要因とする重大事故等に対処するための設備等の設計方針について補足説明に該当するものである。

- ・「V-1-1-4-4 地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計」

本資料では、地震を要因とする重大事故等の選定に関する経緯を説明するとともに、地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設に対する要求機能及び機能維持について補足説明する。

また、終局状態におけるコンクリート壁の状態について、文献等を用いて補足説明する。

## 2. 地震を要因とする重大事故等

### 2.1 重大事故等の選定

設計基準での条件を超える条件により発生する重大事故等は、要因として、外的事象と内的事象を考慮し、発生が想定される重大事故等を選定する。

具体的には、重大事故等の要因として、外的事象は地震、内的事象は動的機器の多重故障等を考慮する。

外的事象としての地震については、設計基準より厳しい条件である基準地震動を超える地震力により機能を維持できない静的機器の機能喪失、全ての動的機器の機能喪失を考慮し、重大事故等の発生を想定する。

グローブボックス内を窒素雰囲気とすること、潤滑油が機器に収納されていること、着火源がないことなどの発生防止を講じており、外的事象等によって、動的機能の多重故障を想定してもそれ以外の基準地震動を超える地震力を考慮した際に機能維持できる設計とする静的機器により、火災が発生する条件が成立しないことから、重大事故等の発生は想定できない。

しかしながら、技術的想定を超えて火災が発生し、設計基準事故で想定した機能喪失に加え、動的機器の機能喪失として、感知・消火設備が同時に機能喪失することにより、火災が継続し、火災による駆動力により、外部への多量の放射性物質の放出に至ることを重大事故等として仮定する。

### 2.2 発生が想定される重大事故等の設定

重大事故等の発生が想定される設備を、露出した状態で MOX 粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を保有しているグローブボックスとして 8 基を特定し、地震により同時に火災が発生すること、同時に感知・消火のための機能が喪失し、火災が継続することにより設計基準事故を超え

て外部に放射性物質が放出される事象を重大事故として特定した。

### 2.3 事故の特徴

火災が発生することに加え、グローブボックス排風機が停止することにより、グローブボックス内の負圧を維持できなくなり、火災によるグローブボックス内雰囲気（MOX粉末を含む）の体積膨張の影響で、グローブボックスの気相中に移行した MOX 粉末が、グローブボックス給気系、グローブボックス排気設備、グローブボックスのパネルの隙間等へ移行する。グローブボックス給気系、グローブボックスのパネルの隙間等へ移行した MOX 粉末は、当該グローブボックスを収納する工程室に漏えいする。

工程室に漏えいした MOX 粉末は、グローブボックス内で発生した火災の影響による工程室内雰囲気（MOX粉末を含む）の体積膨張により工程室排気設備を経由して大気中へ放出される。

グローブボックス排気設備へ移行した MOX 粉末は、グローブボックス排気設備を経由して大気中へ放出される。

グローブボックス内から系外への移行経路として、グローブボックス排気系、グローブボックス給気フィルタ及びグローブボックスパネル隙間を介した工程室への漏えいを想定し、各経路への移行割合は、火災影響によるグローブボックス内空気の体積膨張率をグローブボックスに与え、各経路の圧力損失が等しくなる流速比より、経路別の分配比を算出する。

グローブボックスパネル隙間について、設計上の漏えい率から求められる隙間長さ（ $9.0 \times 10^{-3}$ mm 程度）の 10 倍を仮定すると、各経路への移行割合は、「グローブボックス排気系：約 25%、グローブボックス給気系：約 74%、グローブボックスパネル隙間：約 1%」となる。

工程室に漏えいした MOX 粉末については、火災影響による工程室空気の体積膨張分が、工程室排気系を通じて外部へ放出される。

### 2.4 重大事故等への対処

設計基準の状態を超える状態として、設計基準対象施設の感知・消火設備の機能喪失を確認した場合には、以下の基本方針に基づき重大事故等に対する対処を行う。

- ・火災により飛散・漏えいする MOX 粉末を可能な限り建屋に閉じ込める。
- ・ MOX 粉末の飛散・漏えいの要因となる火災を消火する。

重大事故等に対する対処としては、火災の影響を受ける MOX 粉末の対象を限定すること等により、火災により外部への MOX 粉末の放出に至ることを防止するための発生防止対策と火災により飛散・漏えいする MOX 粉末を閉じ込めと飛散・漏えいの要因となる火災を消火するための拡大防止対策を行う。

① 火災の検知

火災の発生を確認するため、中央監視室において、重大事故等の発生を仮定するグローブボックスの火災源近傍に設置された火災状況確認用温度計の指示値を、可搬型グローブボックス温度表示端末を接続することにより確認する。

② 火災の消火

火災の発生が確認されたグローブボックスに対して、中央監視室近傍から、遠隔手動操作により、地下3階廊下に設置された遠隔消火装置を起動させ、消火剤（ハロゲン化物消火剤）を放出する。

拡大防止対策として、外部への放射性物質の放出を可能な限り防止するため、地下1階の排風機室において、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを手動閉止する。

③ 外部への放出経路の遮断、高性能エアフィルタによるMOX粉末の捕集

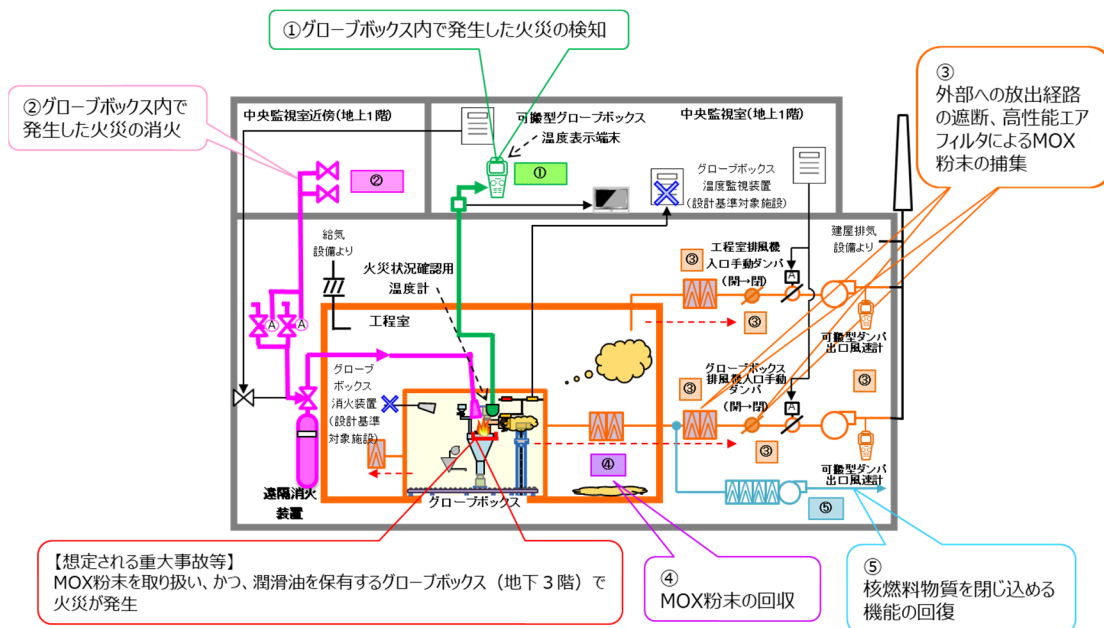
事態が収束するまでの間、グローブボックス内又は工程室に飛散又は漏えいしたMOX粉末は、火災によって生じる気流に伴って大気中に放出されることから、これを抑制するため、グローブボックス排気系又は工程室排気系に移行するMOX粉末を高性能エアフィルタで捕集し低減する。

④ MOX粉末の回収

上記対策完了後、工程室内の放射性物質濃度が通常時と工程室内の雰囲気安定した状態であることを推定された後に、地下3階の工程室で工程室内床面に沈着したMOX粉末を濡れウエス等で回収する作業を行う。

⑤ 核燃料物質を閉じ込める機能の回復

また、「④ MOX粉末の回収」に係る作業を実施するための作業環境確保を目的として、核燃料物質を閉じ込める機能の回復に係る対策を実施する。



第1図 MOX燃料加工施設における重大事故等の対処

### 3. 地震を要因とする重大事故等に対処するための設備

基準地震動を超える地震を要因として発生する重大事故等に対処するための各設備に対する設計方針及び配置設計等を整理する。火災の感知、火災の消火、外部への放出経路の遮断等に係る配置について、第2図に示す。

#### 3.1 火災の検知

##### (1) 対策の概要

重大事故の発生を仮定するグローブボックス（MOX 粉末を露出した状態）で取り扱い、かつ火災源となる潤滑油を有するグローブボックス内で発生した火災を、設計基準対象施設とは異なる設備により火災源近傍の温度を確認することにより火災を検知する。

可搬型グローブボックス温度表示端末により、重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の温度を確認し、火災源近傍の温度が 60℃ 以上の場合に火災が発生していると判断する。

##### (2) 対策に必要な設備の概念設計（対策に使用する設備の配置等を添付-2に示す。）

- a. 地下3階に設置された重大事故の発生を仮定するグローブボックス内の火災源近傍に検出端を設置し、早期に火災を検知するため地上1階の中央監視室でその温度が確認できる設備とする。
- b. 設計基準対象施設と共通要因により同時に機能喪失しないよう静的機器（火災状況確認用温度計（測温抵抗体））のみで構成し、電源を要しないよう乾電池で動作可能な可搬型グローブボックス温度表示端末で抵抗を測定することで温度を把握できる設備とする
- c. 火災状況確認用温度計（測温抵抗体）は、グローブボックス内で発生する火災による温度を測定可能な計測範囲を有するもので、かつ温度上昇に対して機能を損なわない設備とする。

##### (3) 対策に必要な設備

- a. 常設重大事故等対処設備
    - ・火災状況確認用温度計
      - 測温抵抗体（GB内ケーブル含む）
      - ケーブル（電線管、ケーブルトレイ）
      - 接続口（中継端子箱）
    - ・火災状況確認用温度表示装置（内の事象の際に使用）
    - ・重大事故の発生を仮定するグローブボックス\*
    - ・操作場所（中央監視室）
- ※設計基準対象の施設と兼用

- b. 可搬型重大事故等対処設備
  - ・可搬型グローブボックス温度表示端末

### 3.2 火災の消火

#### (1) 対策の概要

重大事故の発生を仮定するグローブボックス内で発生した火災に対し、設計基準対象施設とは異なる設備により消火剤を放出して消火する。

火災が発生と判断したグローブボックスへ遠隔消火装置により、消火剤を放出する。

#### (2) 対策に必要な設備の概念設計（対策に使用する設備の配置等を添付-3に示す。）

- a. 火災を検知した後、速やかに火災を消火するため地上1階の中央監視室近傍に遠隔消火設備起動用の手動操作弁を設置し、手動操作弁から地下3階工程室近傍の廊下に設置した消火ガスボンベまで起動用配管を敷設、消火ガスボンベからグローブボックス内の火災源となるオイルパンまで消火配管を敷設する設計とする。
- b. 手動操作弁を操作することで起動用配管内の窒素ガスによる圧力が開放され、地下3階の消火ガスボンベの消火ガス放出用の弁が開く設計とする。手動操作弁を操作してから消火ガスが放出するまでの時間を可能な限り短くする。
- c. 重大事故の発生を仮定する8基のグローブボックスの9か所の火災源に対して消火に必要な消火ガスボンベを設置する。
- d. 消火ガスは火災源となるオイルパンの大きさを考慮し、消火に必要な容量を確保する。
- e. 消火配管は、グローブボックス内の火災の影響により機能喪失しない設計とする。

#### (3) 対策に必要な設備

- a. 常設重大事故等対処設備

<遠隔消火装置>

- ・手動操作弁
- ・起動用配管（圧力開放弁含む）
- ・消火ガスボンベ（容器弁含む）
- ・消火配管
- ・遠隔消火装置の盤（内的事象の際に使用）

- ・アクセスルート（中央監視室から中央監視室近傍）、操作場所（中央監視室近傍）
  - ・重大事故の発生を仮定するグローブボックス※  
※設計基準対象の施設と兼用
- b. 可搬型重大事故等対処設備  
対象なし

### 3.3 外部への放出経路の遮断，高性能エアフィルタによる MOX 粉末の捕集

#### (1) 対策の概要

火災の消火により，外部へ放射性物質の放出は停止するが，グローブボックス排気系は外部と繋がった状態であることを踏まえ，手動操作によりダンパを閉止することにより，外部への放出経路を遮断する。

工程室に漏えいした MOX 粉末に対し，工程室排気系は外部と繋がった状態であることを踏まえ，外部への放出経路を遮断するために，手動操作によりダンパを閉止する。

ダンパ閉止後，外部への放出経路が遮断されていることを確認するために，グローブボックス排風機及び工程室排風機の下流側ダクトに風速計を接続し，有意な風速がないことを確認する。

グローブボックス内で発生した火災の消火，外部への放出経路の遮断の対策が完了するまでの間，火災の影響によりグローブボックス排気系及び工程室排気系の放出経路を経由して外部に放出される MOX 粉末は，放出経路上の高性能エアフィルタにより除去する。

#### (2) 対策に必要な設備の概念設計（対策に使用する設備の配置等を添付-4に示す。）

- a. グローブボックス排気系は，重大事故の発生を仮定するグローブボックスからの排気をダクトを介してフィルタを経由し，外部へ放出する。工程室排気系は，工程室の排気をダクトを介してフィルタを経由し，外部へ放出する。
- b. グローブボックス排気系及び工程室排気系には，外部へ放出される MOX 粉末を低減するために必要な性能を有したフィルタを設置する。
- c. 重大事故の発生を仮定するグローブボックスには，工程室へ漏えいする MOX 粉末を捕集するためのフィルタを設置する設計とする。
- d. 設計基準対象施設と共通要因により機能を喪失しないよう手動で操作可能なグローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパを設置する。
- e. 可搬型ダンパ出口風速計を用いて，外部への放出経路が遮断され



ていることを確認する。

(3) 対策に必要な設備

a. 常設重大事故等対処設備

- ・グローブボックス排風機入口手動ダンパ※
- ・工程室排風機入口手動ダンパ※
- ・グローブボックス排気閉止ダンパ及び工程室排気閉止ダンパ  
（内の事象の際に使用）※
- ・ダクト（グローブボックス排気ダクト，工程室排気ダクト）※
- ・給気フィルタ（グローブボックス給気フィルタ）※
- ・排気フィルタ（グローブボックス排気フィルタ，グローブボックス排気フィルタユニット，工程室排気フィルタユニット）※
- ・工程室のうちSクラスの区域※
- ・アクセスルート（中央監視室から排風機室），操作場所（排風機室）
- ・重大事故の発生を仮定するグローブボックス※

※設計基準対象施設と兼用

b. 可搬型重大事故等対処設備

- ・可搬型ダンパ出口風速計

### 3.4 MOX 粉末の回収

(1) 対策の概要

火災の消火により MOX 粉末を外部へ放出するための駆動力がなく，外部への放出経路を遮断することにより，事故は収束した状態となるため，対策開始までの時間制約を設けず，工程室内の雰囲気安定したことの確認の後に，濡れウエス等の資機材により MOX 粉末を回収する。

(2) 対策に必要な設備の概念設計

- a. 可搬型ダストサンプラにより工程室内の気相中の MOX 粉末を捕集し，アルファ線・ベータ線用サーベイメータにより，放射性物質濃度を計測することにより，工程室内の雰囲気が安定したことを確認する。
- b. 工程室内の雰囲気が安定したことを確認した後，濡れウエス等の資機材により MOX 粉末を回収する。

(3) 対策に必要な設備

- a. 常設重大事故等対処設備
  - ・アクセスルート（中央監視室から工程室），操作場所（工程室）
- b. 可搬型重大事故等対処設備
  - ・可搬型ダストサンプラ
  - ・アルファ・ベータ線用サーベイメータ（濡れウエス等の資機材を使用）

3.5 核燃料物質を閉じ込める機能の回復

(1) 対策の概要

MOX 粉末の回収作業の一環として，回収に係る作業環境を確保するために，可搬型排風機等により工程室の気流を確保する。

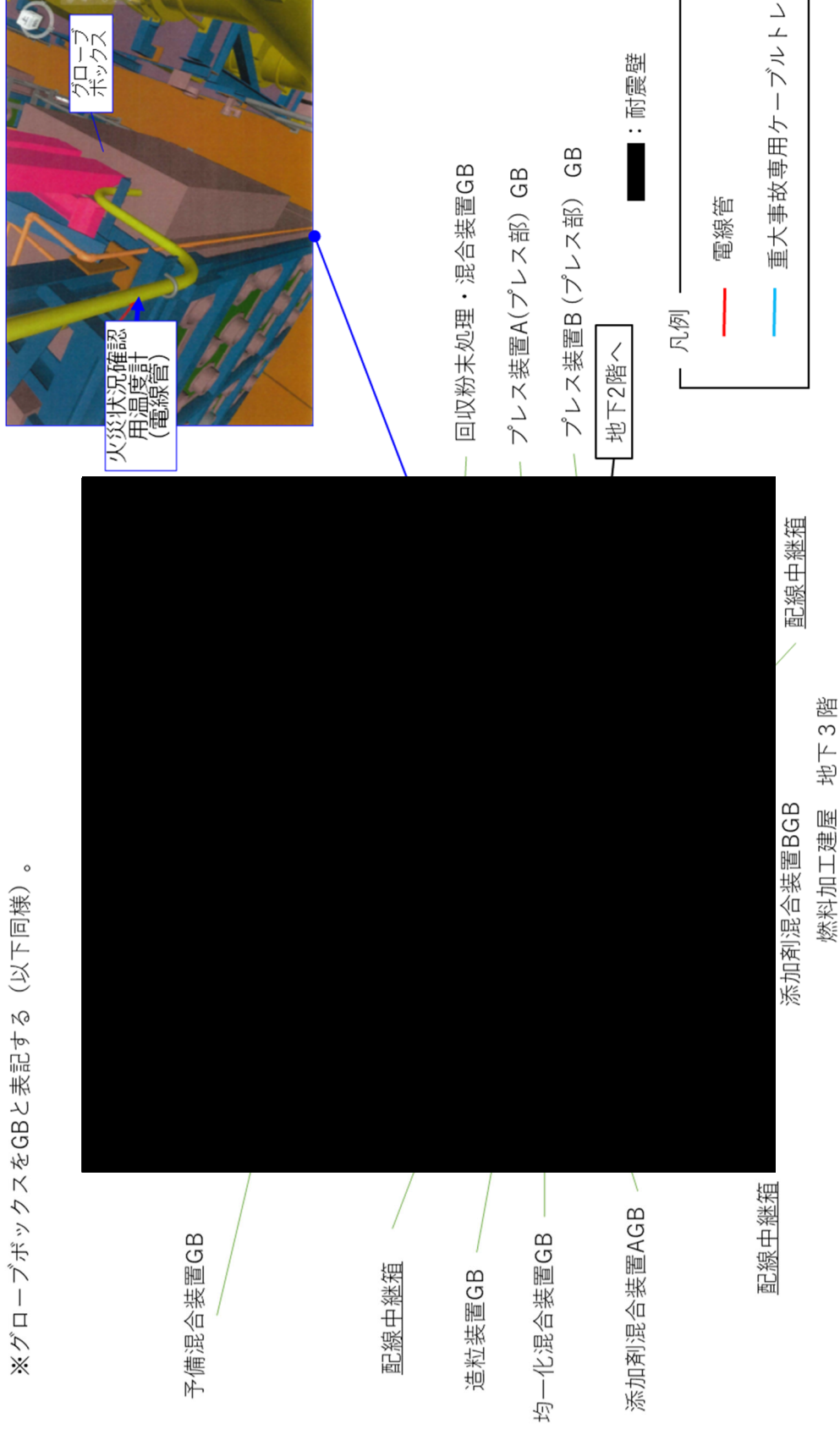
(2) 対策に必要な設備の概念設計

- a. MOX 粉末の回収作業の一環として回収する際の作業環境を確保するため，可搬型ダクト，可搬型フィルタユニット及び可搬型排風機付フィルタユニット（代替グローブボックス排気設備）を地下 1 階排風機室においてグローブボックス排気系のダクトに接続し，工程室からの気流を確保する。

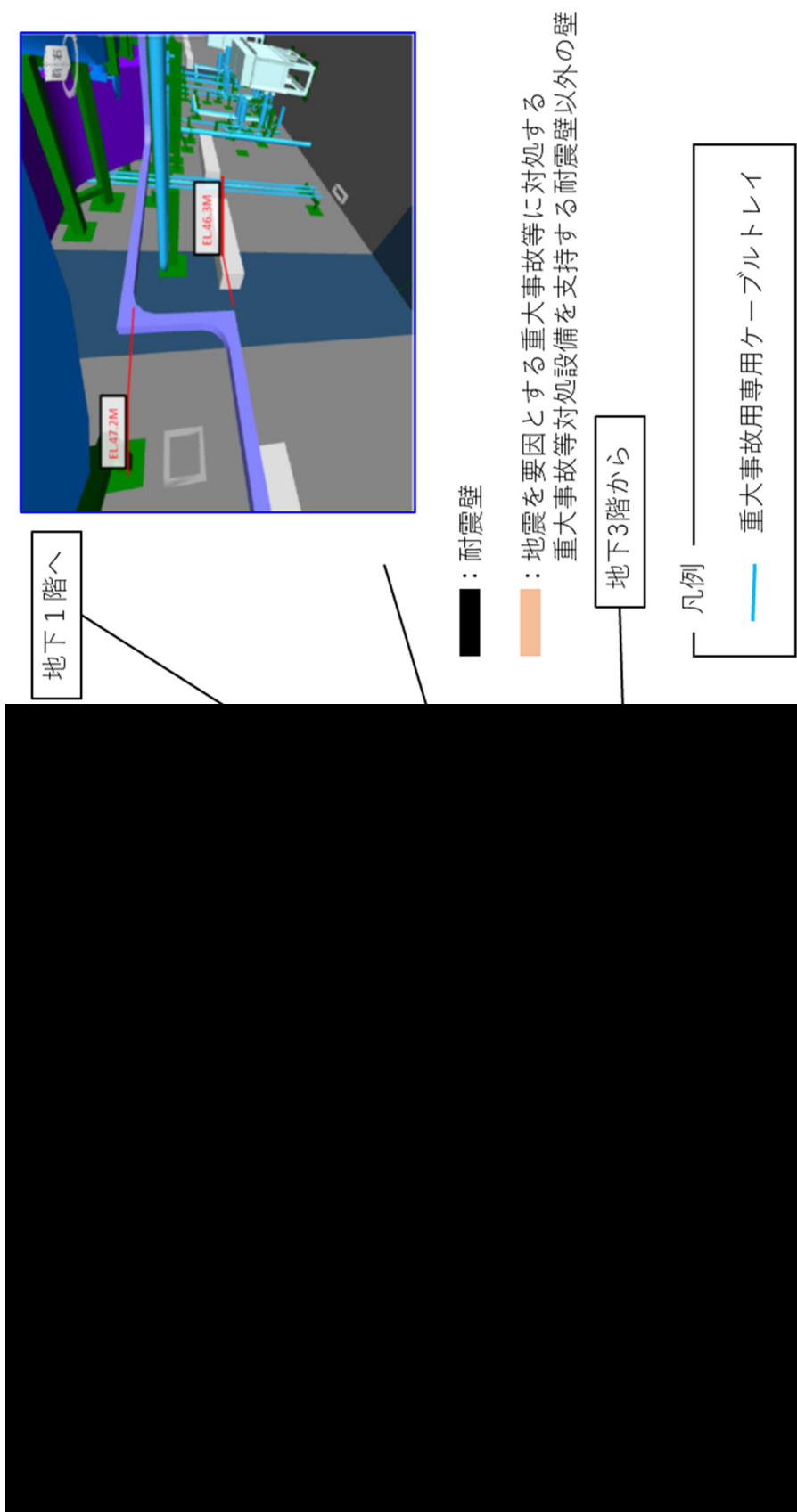
(3) 対策に必要な設備

- a. 常設重大事故等対処設備
  - ・アクセスルート（中央監視室から排風機室），操作場所（排風機室）  
<N>ダクト※，O) 給気フィルタ※，P) 排気フィルタ※を使用>
- b. 可搬型重大事故等対処設備
  - ・可搬型ダクト
  - ・可搬型フィルタユニット
  - ・可搬型排風機付フィルタユニット

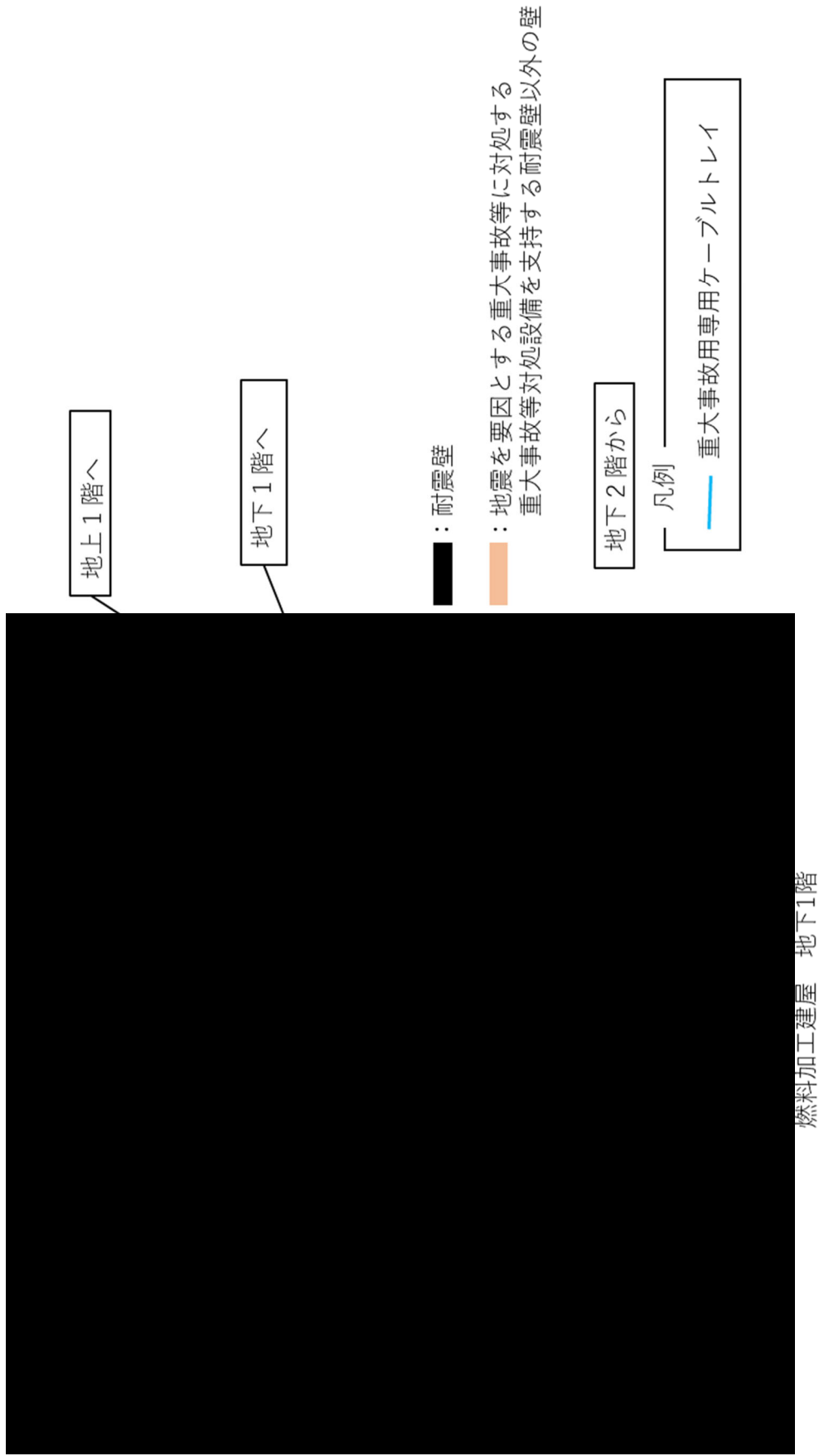
※グローブボックスをGBと表記する（以下同様）。



第2図 (1) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置 【代替火災感知設備 (地下3階)】



第2図(1) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対応設備の配置 【代替火災感知設備 (地下2階)】



第2図(1) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置 【代替火災感知設備(地下1階)】

地下1階から

可搬型グローブボックス温度表示端末の接続部

可搬型グローブボックス温度表示端末の保管場所

凡例

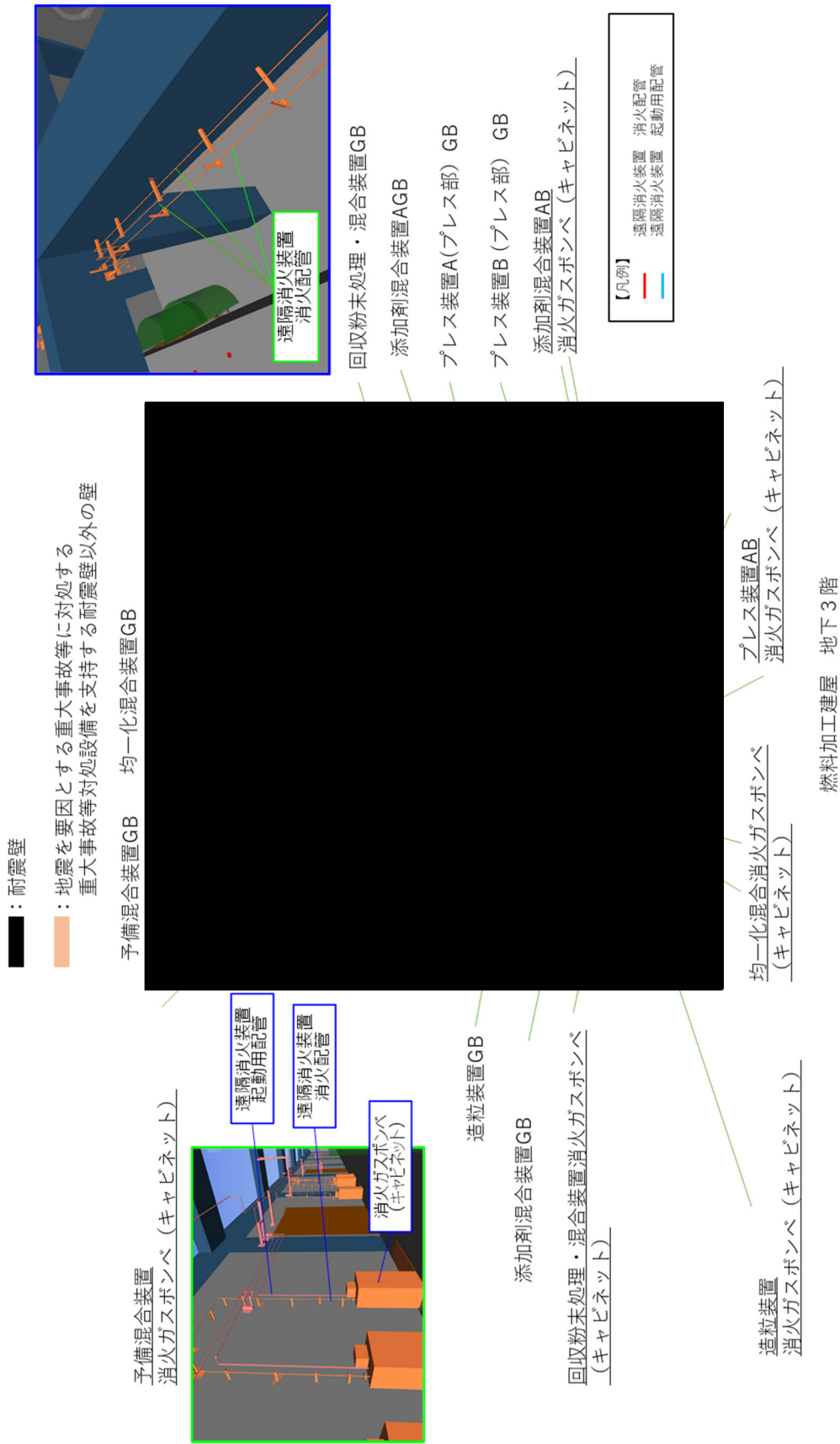
— 重大事故専用ケージトレイ

■ : 耐震壁

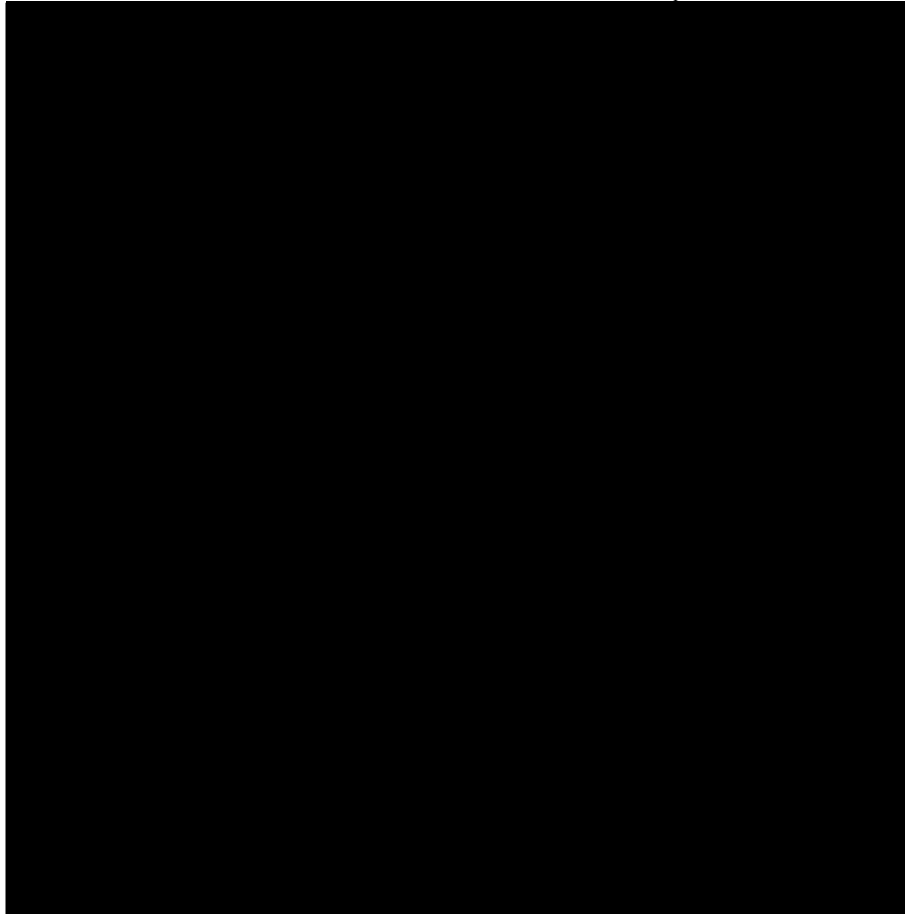
■ : 耐震壁以外で操作場所及びアクセスポートの確保のため損壊しないことを期待する壁

燃料加工建屋 地上1階

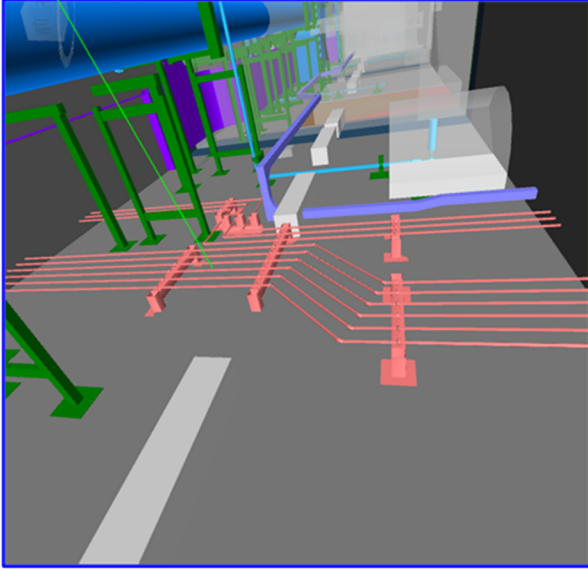
第2図(1) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置 【代替火災感知設備(地上1階)】



第2図 (2) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置 【代替消火設備 (地下3階)】



燃料加工建屋 地下2階



遠隔消火装置  
起動用配管

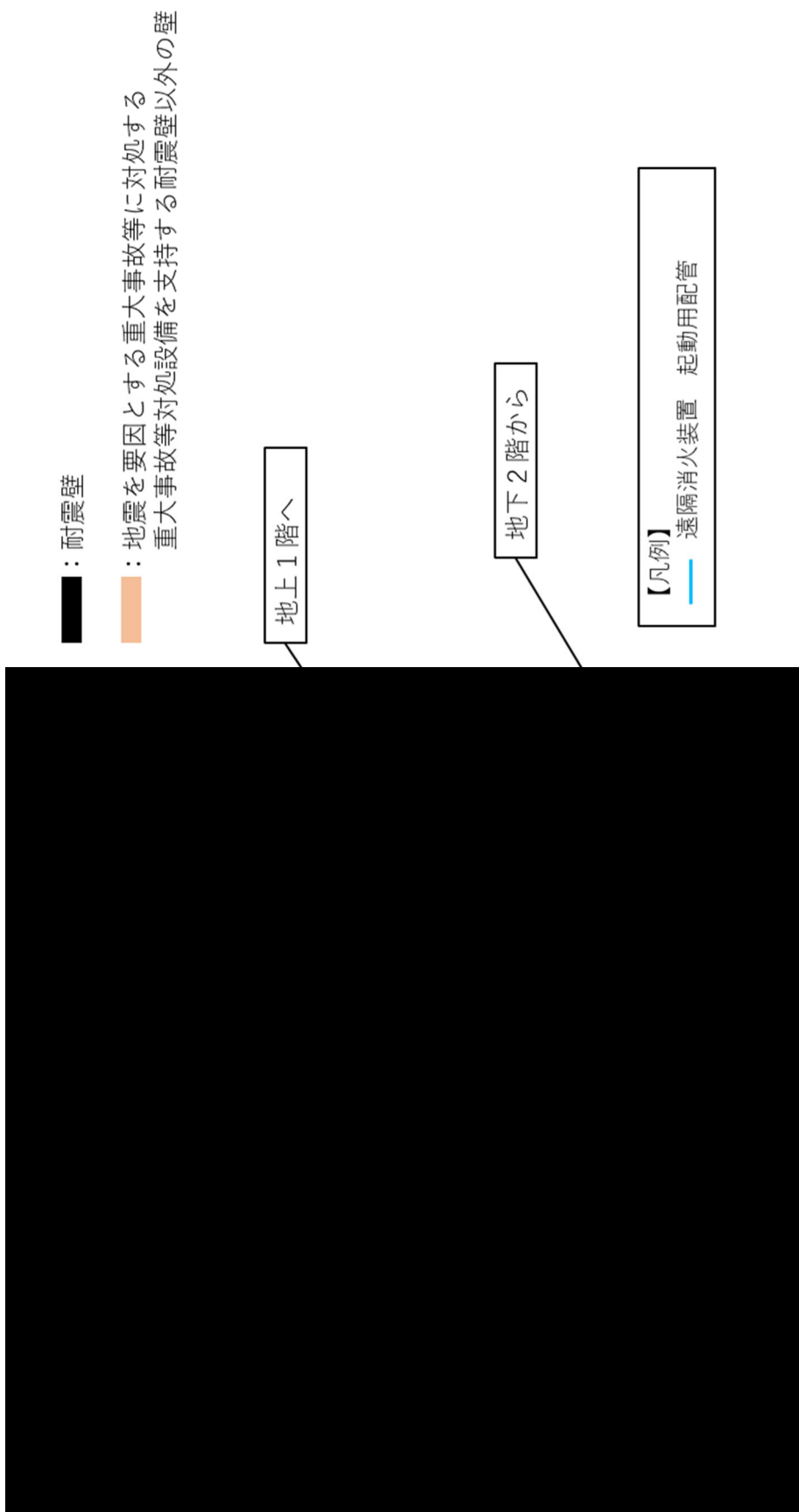
地上3階から  
地下1階へ

【凡例】  
— 遠隔消火装置 起動用配管

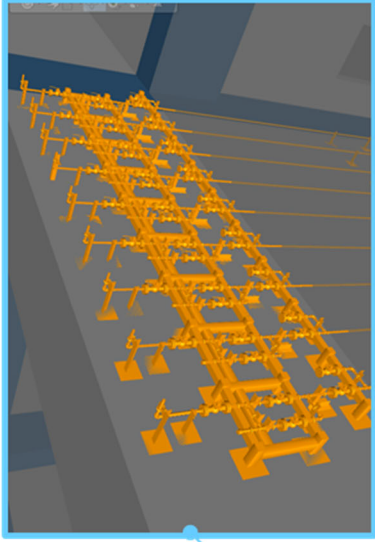
■ : 耐震壁

第2図(2) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置 【代替消火設備(地下2階)】





第2図 (2) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置 【代替消火設備 (地下1階)】



手動操作弁を操作するためのアクセラート

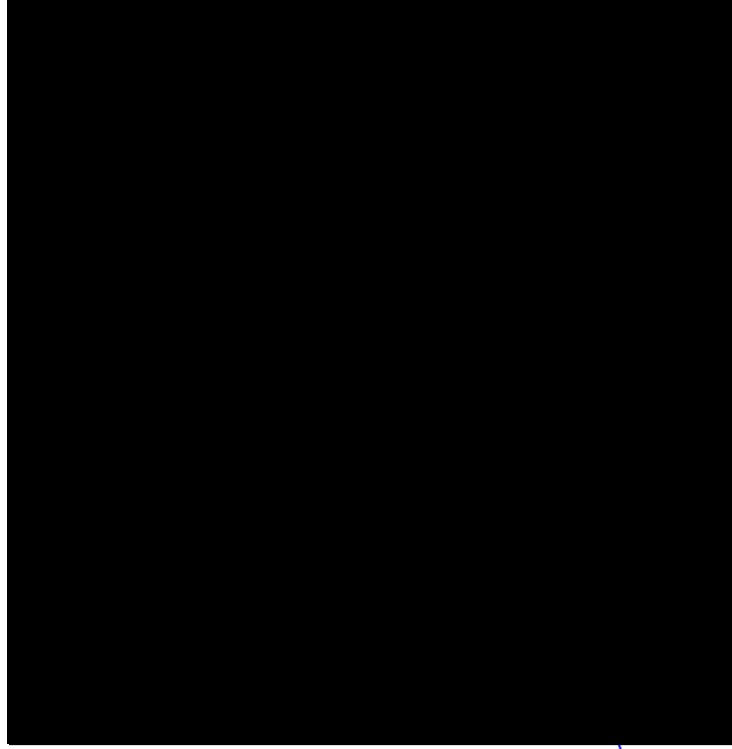
遠隔消火装置 手動操作弁

【凡例】  
 遠隔消火装置 起動用配管  
 アクセラート

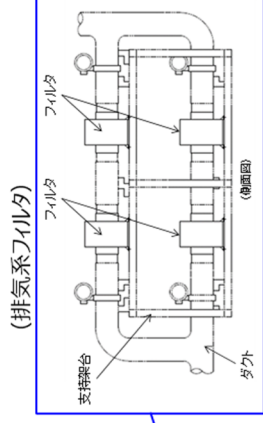
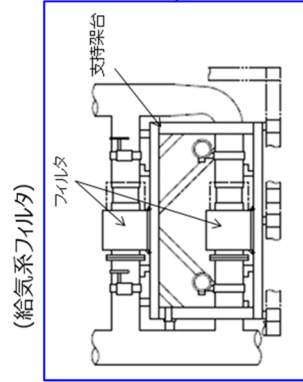
■：耐震壁

■：耐震壁以外で操作場所及びアクセラートの確保のため損壊しないことを期待する壁

第2図(2) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置 【代替消火設備(地上1階)】



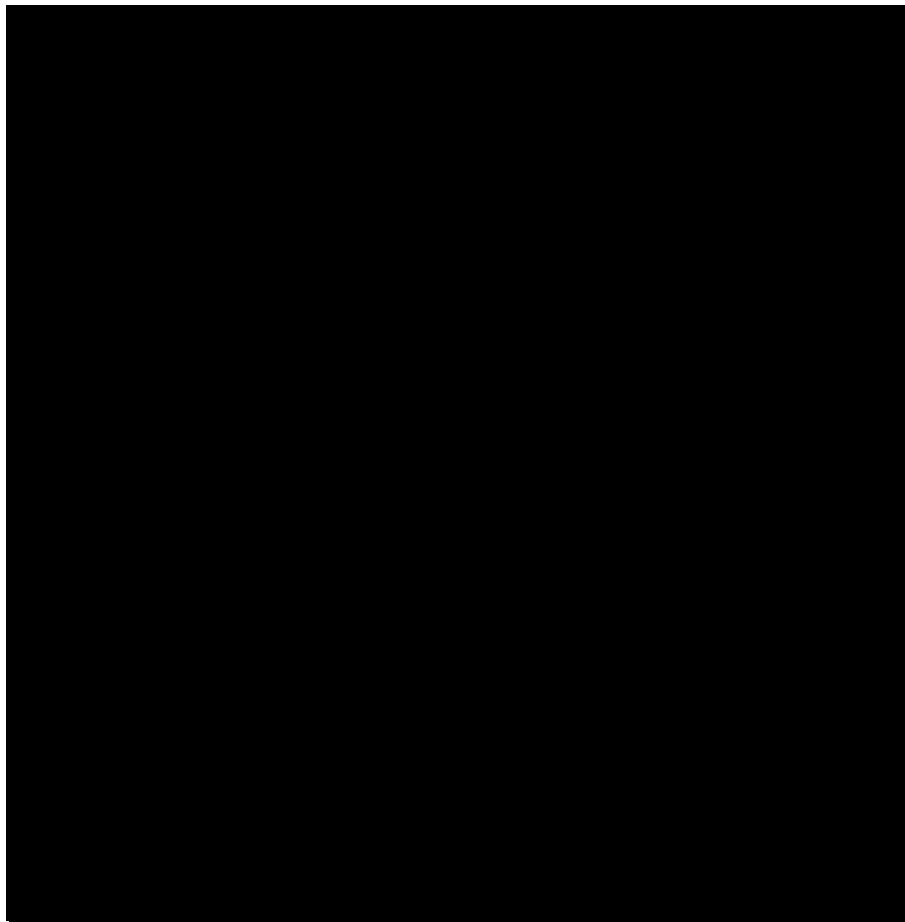
燃料加工建屋 地下3階



【凡例】

- グローブボックス排気系（排気側）
  - 外部放出抑制設備及び代替グローボックス排気設備
  - グローブボックス排気系（給気側）
  - 外部放出抑制設備及び代替グローボックス排気設備
- : 耐震壁
- : 地震を要因とする重大事故等に対処する  
重大事故等対処設備を支持する耐震壁以外の壁

第2図(3) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置  
【外部放出抑制設備 グローブボックス排気系（地下3階）】



■ : 耐震壁

■ : 地震を要因とする重大事故等に対処する  
重大事故等対処設備を支持する耐震壁以外の壁

【凡例】

— グローブボックス排気系  
外部放出抑制設備及び代替グローボックス排気設備

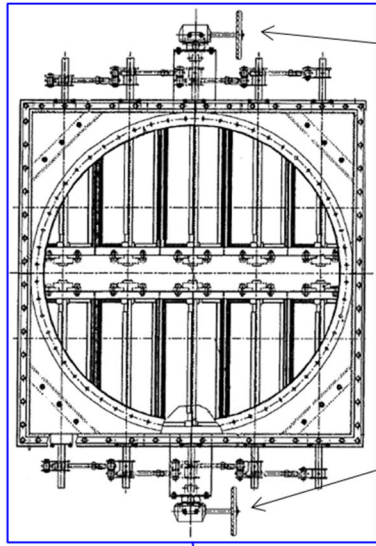
— 工程室排気系 外部放出抑制設備

燃料加工建屋 地下2階

第2図(3) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置  
【外部放出抑制設備 グローブボックス排気系(地下2階)】

- : 耐震壁
- : 地震を要因とする重大事故等に対処する
- : 重大事故等対処設備を支持する耐震壁以外の壁
- : 耐震壁以外で操作場所及びアクセスルートの確保のため損壊しないことを期待する壁

ダンパ閉止を行うための  
アクセスルート (第1)

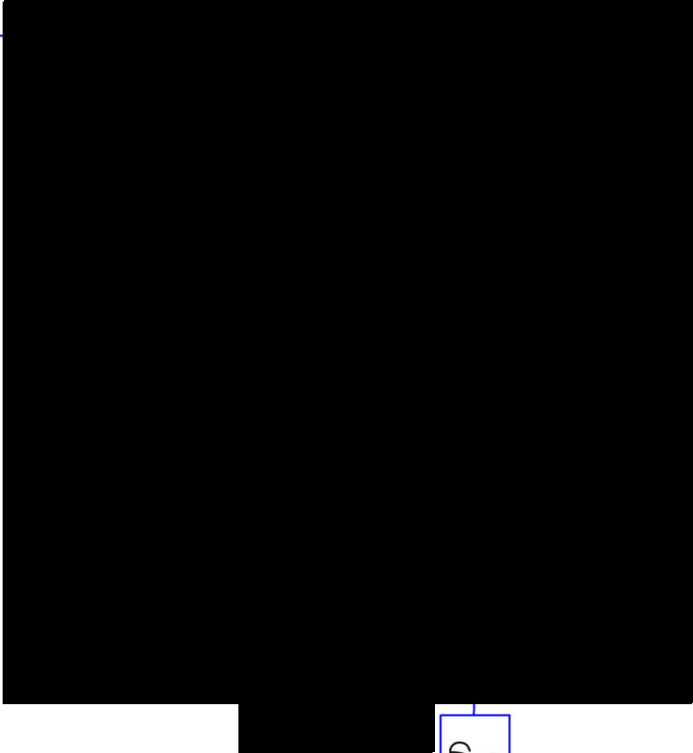


手動閉止するダンパ

手動操作作用  
ハンドル

- 【凡例】
- グローブボックス排気系  
外部放出抑制設備及び代替グローボックス排気設備
  - グローブボックス排気系  
代替グローボックス排気設備
  - グローブボックス排気系  
外部放出抑制設備

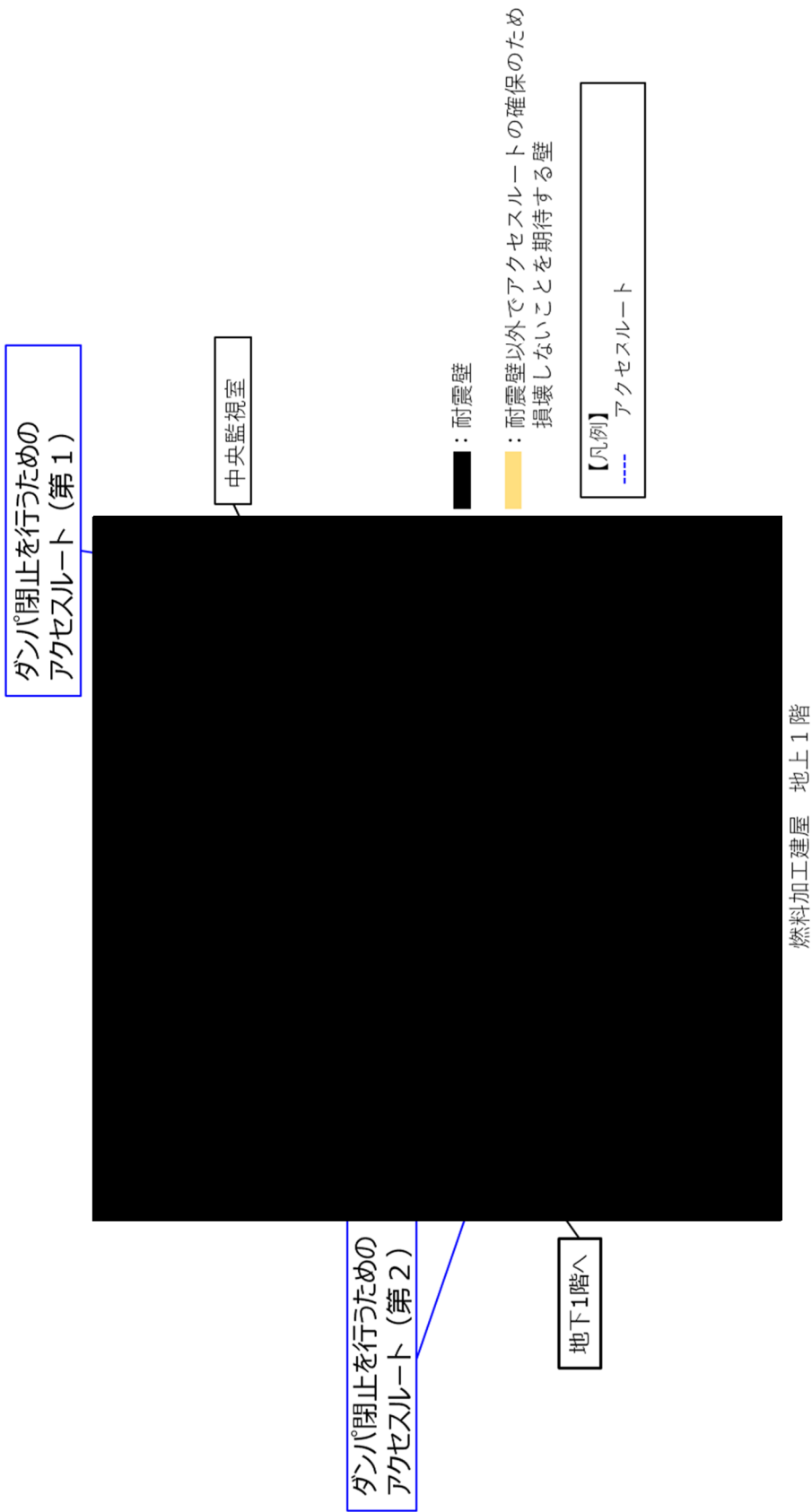
ダンパ閉止を行うための  
アクセスルート (第2)



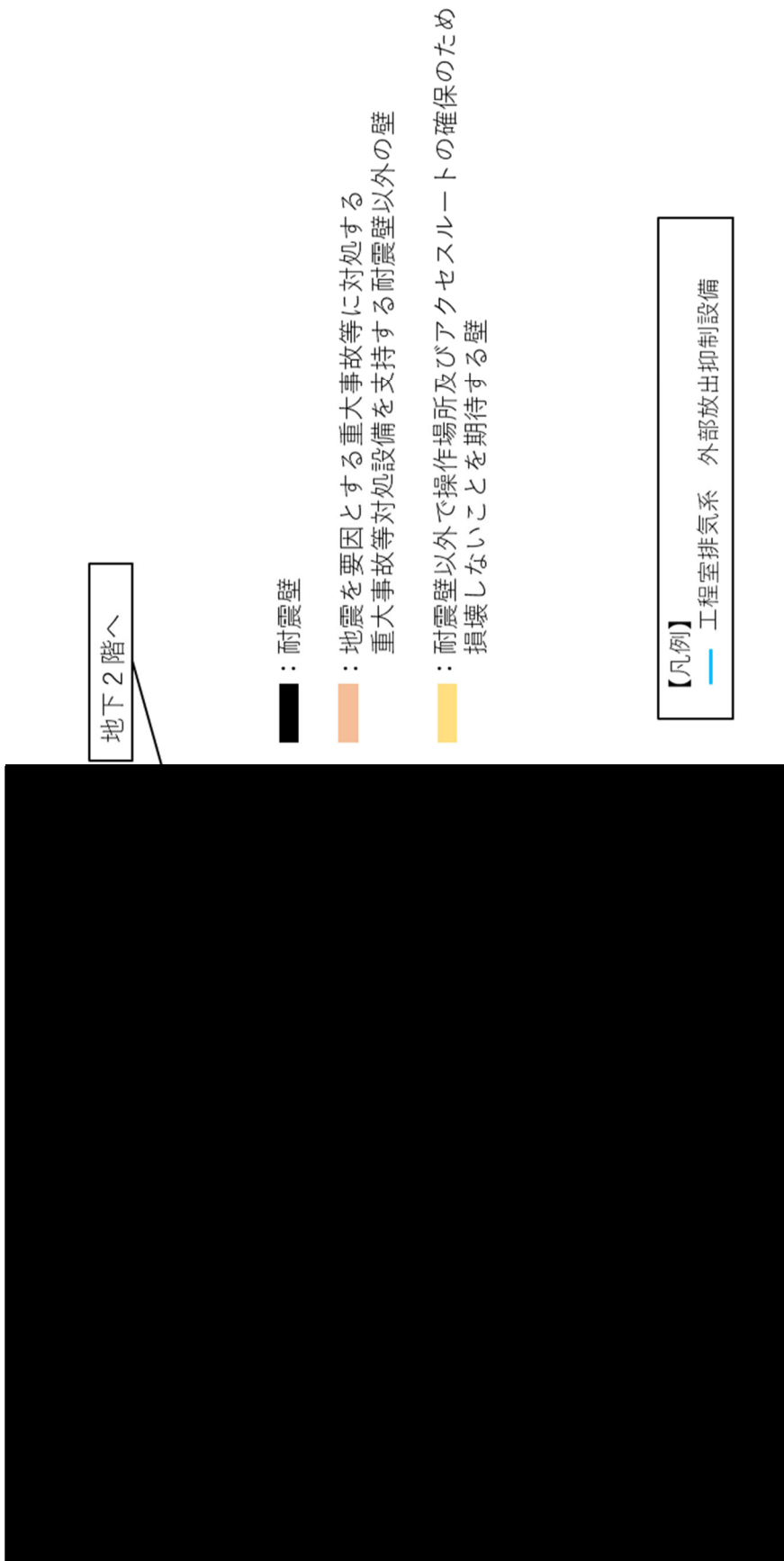
燃料加工建屋 地下1階

※1：可搬型ダンパ出口風速計接続の分岐部から燃料加工建屋境界まで、1.2Ssにて経路維持できる設計とする。  
 ※2：グローブボックス排風機は、1.2Ssにて経路が維持される設計とする。

第2図 (3) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置  
 【外部放出抑制設備 グローブボックス排気系 (地下1階)】

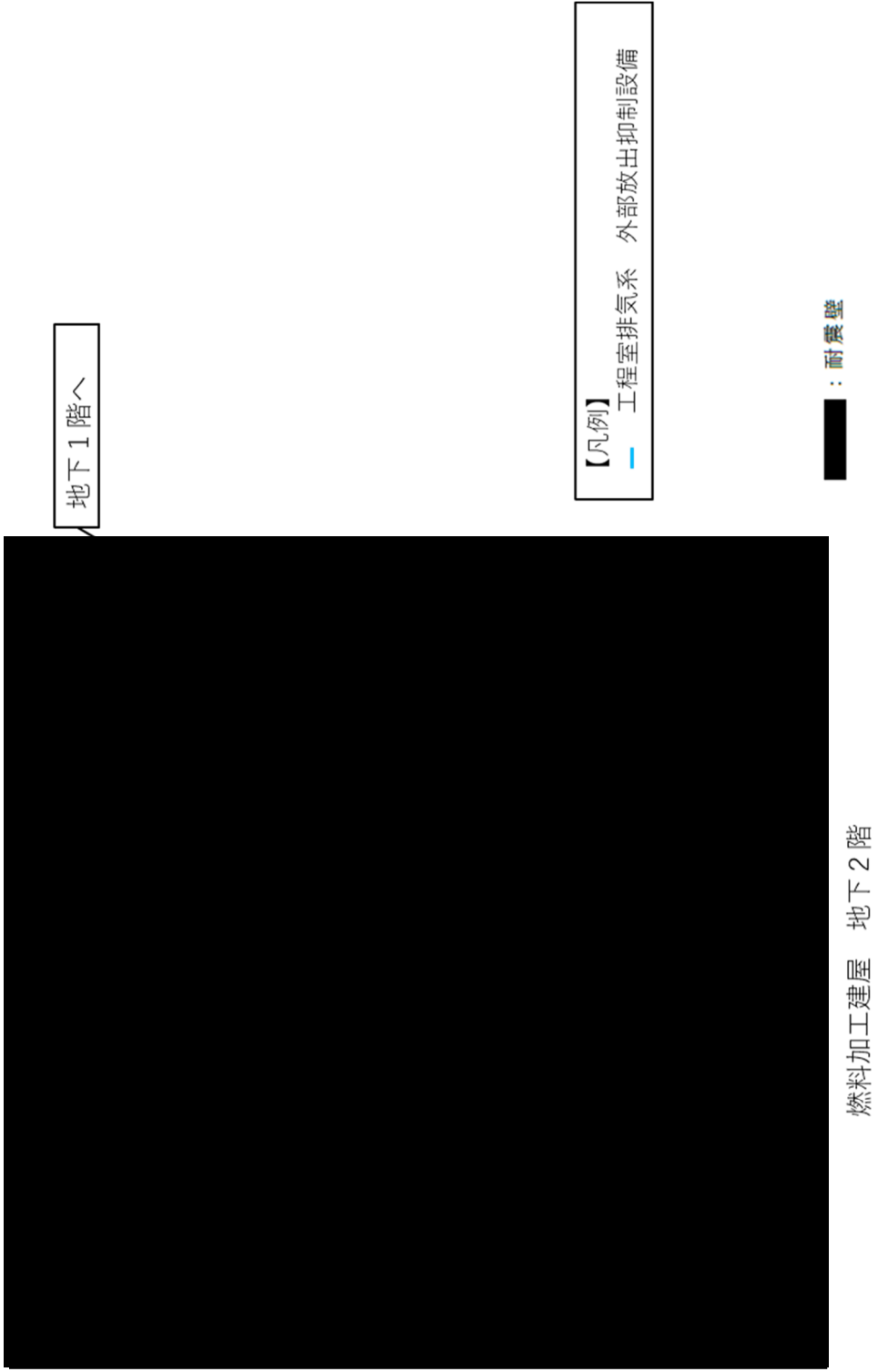


第2図(3) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置  
**【外部放出抑制設備 グローブボックス排気系 (地上1階)】**



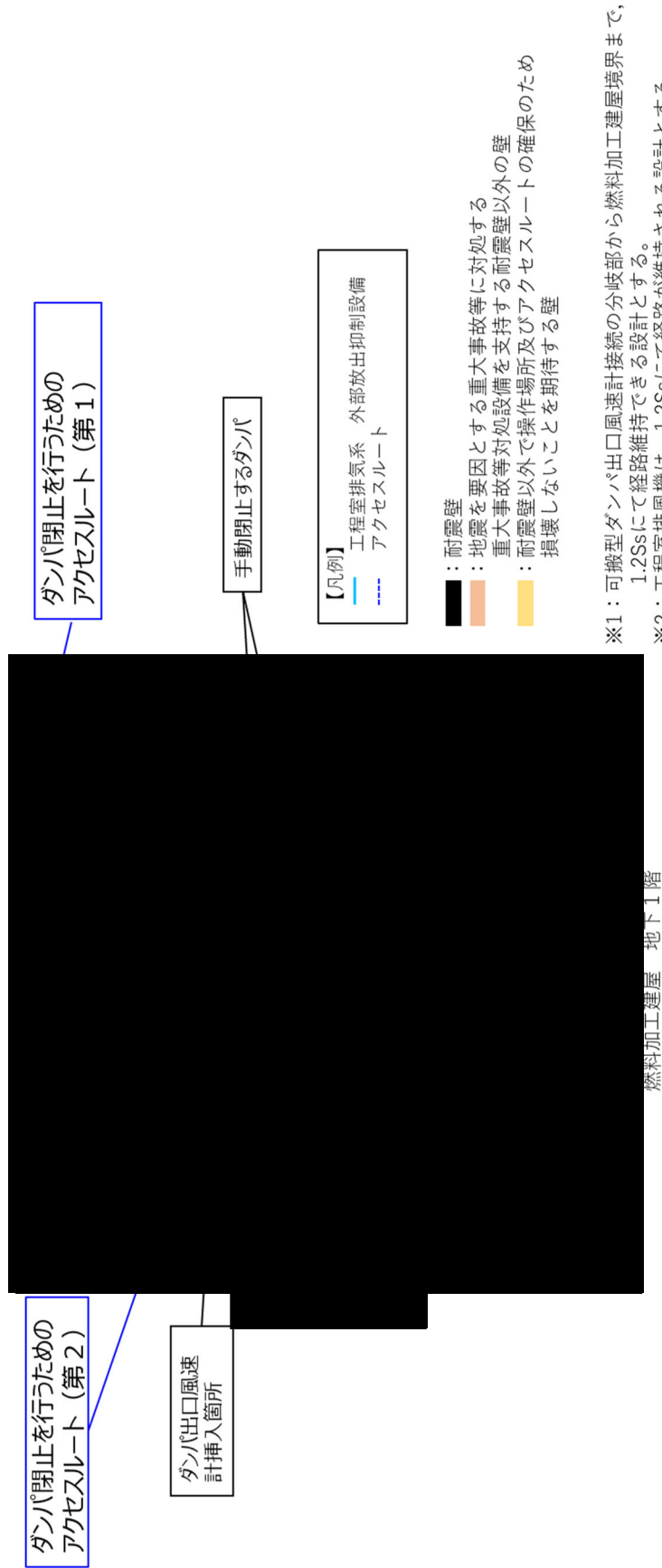
燃料加工建屋 地下3階

第2図 (3) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置  
【外部放出抑制設備 工程室排気系 (地下3階)】

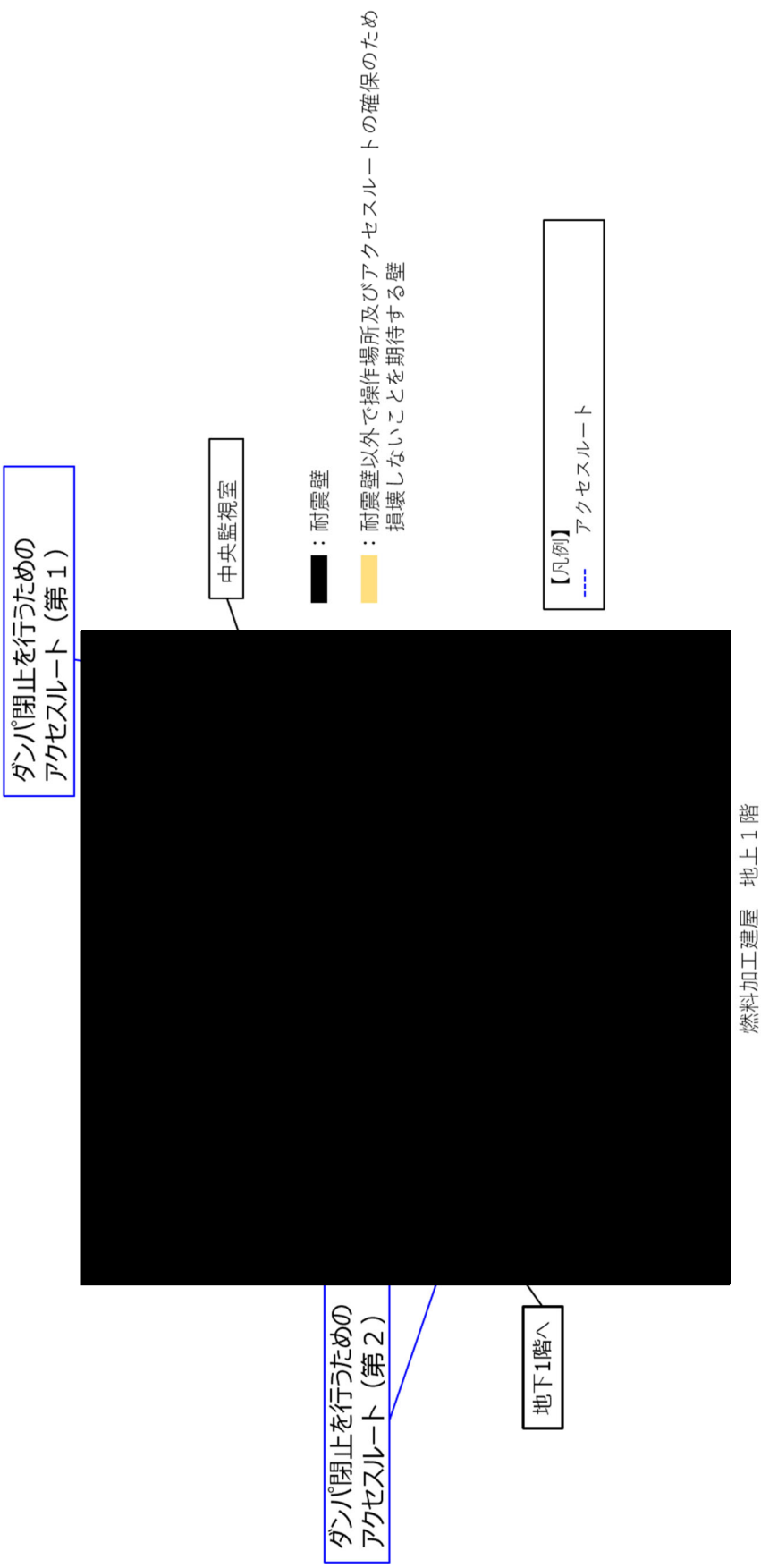


第2図 (3) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置  
 【外部放出抑制設備 工程室排気系 (地下2階)】





第2図 (3) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置  
 【外部放出抑制設備 工程室排気系 (地下1階)】



第2図 (3) 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備の配置  
【外部放出抑制設備 工程室排気系 (地上1階)】

#### 4.地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設に要求される機能及び機能維持方針

##### 4.1 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設に要求される機能と機能維持

地震を要因とした重大事故等に対処する重大事故等対処施設は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して、必要な機能が損なわれる恐れがないことを確認する。地震を要因とする重大事故等に対処するための重大事故等対処施設ごとに要求される機能を整理するとともに、要求される機能を踏まえた施設ごとの耐震設計の機能維持を示す。

###### (1) 機器・配管系

###### a. 重大事故の発生を仮定するグローブボックス

###### (a) 要求機能

重大事故の発生を仮定するグローブボックスは、非密封の MOX 粉末を取り扱い、火災源となる潤滑油を有することから、地震を要因とした重大事故等において、グローブボックス外へ MOX 粉末が飛散することを抑制するため、地震により転倒、パネル脱落、破損しない設計とすることを要求事項とする。

また、グローブボックス内で発生した火災を感知するための代替火災感知設備及び消火するための代替消火設備が地震時に破損しないよう、グローブボックスが転倒、破損しない設計とすることを要求事項とする。

###### (b) 機能維持

重大事故の発生を仮定するグローブボックスは、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して、以下の要件を満足する設計とする。

要件①：重大事故の発生を仮定するグローブボックスは、地震を要因とした重大事故等において、MOX 粉末のグローブボックス外への放出を抑制するため、グローブボックス本体の破損やパネルの脱落が生じず、バウンダリが維持されるようにする。

要件②：重大事故の発生を仮定するグローブボックスは、グローブボックス内に設置する代替火災感知設備及び代替消火装置が破損しないようグローブボックスが転倒、破損しないようにする。

重大事故の発生を仮定するグローブボックスにおける耐震設計の安全機能維持は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して、構造強度の確保を基本とする。

## b. 代替火災感知設備

### (a) 要求機能

代替火災感知設備は、重大事故の発生を仮定するグローブボックスにて発生した火災温度を感知し、中央監視室まで火災温度を伝送し、中央監視室にて温度確認ができることが要求される。よって、代替火災感知設備のうち、火災温度を感知する火災状況確認用温度計の測温抵抗体、中央監視室まで火災温度を伝送する火災状況確認用温度計のケーブル（電線管、ケーブルトレイ）、中央監視室で可搬型グローブボックス温度表示端末に接続する火災状況確認用温度計の接続口（中継端子箱）が地震により破損しない設計とすることを要求事項とする。

なお、対処に係る操作場所にて要求される機能、維持機能は、「(2) 地震を要因とした重大事故等対処に必要な重大事故等対処設備を設置等する重大事故等対処施設」となる燃料加工建屋にて示す。

### (b) 機能維持

代替火災感知設備は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して、以下の要件を満足する設計とする。

要件①: 代替火災感知設備は、地震を要因とした重大事故等において、重大事故の発生を仮定するグローブボックスにて発生した火災温度を感知し、中央監視室まで火災温度を伝送し、中央監視室にて温度確認するため、火災状況確認用温度計の測温抵抗体、ケーブル（電線管、ケーブルトレイ）、接続口（中継端子箱）が落下、破損しないようにする。

代替火災感知設備における耐震設計の安全機能維持は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して、構造強度の確保を基本とする。

## c. 代替消火設備

### (a) 要求機能

代替消火設備は、重大事故の発生を仮定するグローブボックスにて発生した火災を中央監視室近傍から遠隔消火装置を遠隔起動し、重大事故の発生を仮定するグローブボックスにて発生した火災を消火できることが要求される。よって、代替消火設備のうち、消火するための遠隔消火装置の消火配管、消火ガスボンベ（容器弁含む）及び遠隔起動するための起動用配管（リリース弁含む）、手動操作弁が地震により破損しない設計とすることを要求事項とする。

また、動作部となる遠隔消火装置の消火ガスボンベの容器弁、手動操作弁、起動用配管のリリース弁が地震後に動作できる設計とすることを

要求事項とする。

対処に係る操作場所，アクセスルートにて要求される機能，維持機能は，「(2) 地震を要因とした重大事故等対処に必要な重大事故等対処設備を設置等する重大事故等対処施設」となる燃料加工建屋にて示す。

(b) 機能維持

代替消火設備は，基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して，以下の要件を満足する設計とする。

要件①：代替火災感知設備は，重大事故の発生を仮定するグローブボックスにて発生した火災を中央監視室近傍から遠隔消火装置を遠隔起動し，重大事故の発生を仮定するグローブボックスにて発生した火災を消火するため，遠隔消火装置の消火配管，消火ガスボンベ(容器弁含む)，起動用配管(リリース弁含む) 手動操作弁が転倒，破損しないようにする。

要件②：動作部となる遠隔消火装置の消火ガスボンベの容器弁，手動操作弁，起動用配管のリリース弁が地震後に動作できるようにする。

代替消火設備における耐震設計の安全機能維持は，基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して，構造強度の確保を基本とする。また，弁等の動作部において，動的機能を維持できる設計とする。

d. 外部放出抑制設備

(a) 要求機能

外部放出抑制設備は，重大事故等により飛散した MOX 粉末の放出経路を維持し，外部への放出経路の遮断，高性能粒子フィルタによる MOX 粉末の捕集し，外部への MOX 粉末の放出を抑制することが要求される。よって，放出経路を維持するための重大事故の発生を仮定するグローブボックス，グローブボックス排気ダクト，工程室排気ダクト，放出経路を遮断するためのグローブボックス排風機入口手動ダンパ，工程室排風機入口手動ダンパ，MOX 粉末を捕集するグローブボックス給気フィルタ，グローブボックス排気フィルタ，グローブボックス排気フィルタユニット，工程室排気フィルタユニットが地震により破損しない設計とすることを要求事項とする。

なお，重大事故の発生を仮定するグローブボックスは a. 項に示す。対処に係る操作場所，アクセスルートにて要求される機能，維持機能は，「(2)地震を要因とした重大事故等対処に必要な重大事故等対処設備を設置等する重大事故等対処施設」となる燃料加工建屋にて示す。

(b) 機能維持

外部放出抑制設備は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して、以下の要件を満足する設計とする。

要件①：外部放出抑制設備は、重大事故等により飛散した MOX 粉末の放出経路を維持し、外部への放出経路の遮断、高性能粒子フィルタによる MOX 粉末の捕集し、外部への MOX 粉末の放出を抑制するため、グローブボックス排気ダクト、工程室排気ダクト、グローブボックス排風機入口手動ダンパ、工程室排風機入口手動ダンパ、グローブボックス給気フィルタ、グローブボックス排気フィルタ、グローブボックス排気フィルタユニット、工程室排気フィルタユニットが転倒、破損しないようにする。

要件②：動作部となるグローブボックス排風機入口手動ダンパ、工程室排風機入口手動ダンパが地震後に動作できるようにする。

代替消火設備における耐震設計の安全機能維持は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して、構造強度の確保を基本とする。また、弁等の動作部において、動的機能を維持できる設計とする。

(2) 建物・構築物

a. 燃料加工建屋

(a) 要求機能

基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力を考慮する設備が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物並びに地震を要因として発生する重大事故等に対処するための操作場所及び操作場所までのアクセスルートを構成する建物・構築物である燃料加工建屋は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対し、施設の特徴及び想定される重大事故等の特徴を踏まえ、地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備機能を喪失しないこと及び重大事故等に対する対処に係る操作ができることである。

これを踏まえ、地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備を設置し、重大事故等の対処の操作場所及び操作場所までのアクセスルートを構成する建物・構築物である燃料加工建屋は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対し、建屋が一定程度変形したとしても、必要な支持力が維持されて各設備が脱落しない設計とすること、及び、建屋が一定程度変形したとしても、床の崩落や壁の倒壊、大規模

なコンクリートの剥離に至らない状態に留まり,安全なアクセスルート及び操作場所が確保できる設計とすることを要求事項とする。

なお,施設の特徴及び想定される重大事故等の特徴として,以下に示すとおり,地震を要因として発生する重大事故等が発生した場合において,地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備及びその設備を設置し,重大事故等の対処の操作場所及び操作場所までのアクセスルートを構成する建物・構築物に対して,以下に示すとおり,臨界防止,閉じ込め及び遮蔽に係る機能を期待しない。

#### イ. 臨界防止

外的事象(地震)を要因とした場合には,工程停止により核燃料物質の移動が停止する等により重大事故等として臨界事故の発生は想定できない。

また,地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備及びその設備を設置し,重大事故等の対処の操作場所及び操作場所までのアクセスルートを構成する建物・構築物である燃料加工建屋及びその中の重大事故の発生を仮定するグローブボックスを収納する工程室に対して,臨界防止の機能を期待しない。

#### ロ. 閉じ込め

化学的に安定した MOX 粉末を取り扱い,化学反応による物質の変化及び発熱が生ずるプロセスを設置しない設計とすること,取り扱う核燃料物質のうち,MOX 粉末が飛散しやすいという特徴を踏まえ,露出した状態で MOX 粉末を取り扱うグローブボックスは,燃料加工建屋の地下 3 階に設置する設計とすることから,火災等の駆動力がなければ MOX 粉末が外部への放出に至るものではない。

また,外的事象(地震)を要因とした場合には,MOX が粉末であるという特徴を踏まえると,換気設備及び排気設備の停止,グローブボックス内での火災の早期消火により,MOX 粉末を系外に放出するための駆動源が早期になくなることから,重大事故等の発生を仮定するグローブボックスを収納する工程室に対して,閉じ込め機能を期待しない。

#### ハ. 遮蔽

外的事象(地震)を要因とした場合には,臨界事故の発生は想定されず,飛散・漏えいする対象は MOX 粉末であることから,急激な放射線量の上昇の要因がなく,重大事故等の発生を仮定するグローブボックスを収納する工程室に対して,遮蔽能力を期待しない。

(b) 機能維持

基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力を考慮する設備を設置し、重大事故等の対処の操作場所及び操作場所までのアクセスルートを構成する建物・構築物である燃料加工建屋は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して、以下の要件を満足する設計とする。

要件①：建屋が一定程度変形したとしても、支持部のコンクリートの性能が完全に失われて重大事故等対処に係る設備が脱落しないようにする。

要件②：建屋が一定程度変形したとしても、床の崩落や壁の倒壊、大規模なコンクリートの剥離に至らず、安全なアクセスルート及び操作場所が確保できるようにする。

地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設のうち、建物・構築物における耐震設計の安全機能維持は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して、構造強度の確保を基本とする。また、地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備を支持ため、支持機能が維持できる設計とする。

なお、支持機能は構造強度を確保することを基本とする。必要に応じて評価項目を追加することで、機能維持設計を行う。

(1) 機器・配管系

a. 代替火災感知設備（可搬型グローブボックス温度表示端末）

(a) 要求機能

代替火災感知設備のうち、可搬型グローブボックス温度表示端末は、火災温度を感知する火災状況確認用温度計と接続し、グローブボックス内で発生した火災の温度を測定できることが要求される。可搬型グローブボックス温度表示端末は、保管時に地震により破損しない設計とすることを要求事項とする。

(b) 機能維持

代替火災感知設備のうち、可搬型グローブボックス温度表示端末は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して、以下の要件を満足する設計とする。

要件①：可搬型グローブボックス温度表示端末は、保管時に落下、破損しないようにする。

可搬型グローブボックス温度表示端末における耐震設計の安全機能維持は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して、保管時のラック等の構造強度の確保を基本とする。また、電源等において、電氣的機能



を維持できる設計とする。

d. 外部放出抑制設備（可搬型ダンパ出口風速計）

(a) 要求機能

外部放出抑制設備のうち、可搬型ダンパ出口風速計は、外部への放出経路の遮断されていることを確認できることが要求される。可搬型ダンパ出口風速計は、地震により破損しない設計とすることを要求事項とする。

(b) 機能維持

外部放出抑制設備のうち、可搬型ダンパ出口風速計は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して、以下の要件を満足する設計とする。

要件①：可搬型ダンパ出口風速計は、保管時に落下、破損しないようにする。

可搬型ダンパ出口風速計における耐震設計の安全機能維持は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対して、保管時のラック等の構造強度の確保を基本とする。また、電源等において、電氣的機能を維持できる設計とする。

## 5. 建屋の終局状態（ $4000\mu$ ）における壁の状態，支持機能について

地震を要因とする重大事故等に対する重大事故等対処設備が設置される建物・構築物は，基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力に対し，建物・構築物全体としての変形能力（耐震壁のせん断ひずみ等）が終局耐力時の変形（ $4000\mu$ ）に対して十分な余裕を確保するため，許容限界を重大事故等対処施設の許容限界である  $2000\mu$  とし，基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力を考慮する設備に要求される機能が維持できるよう妥当な安全余裕を有する設計とすることとしている。

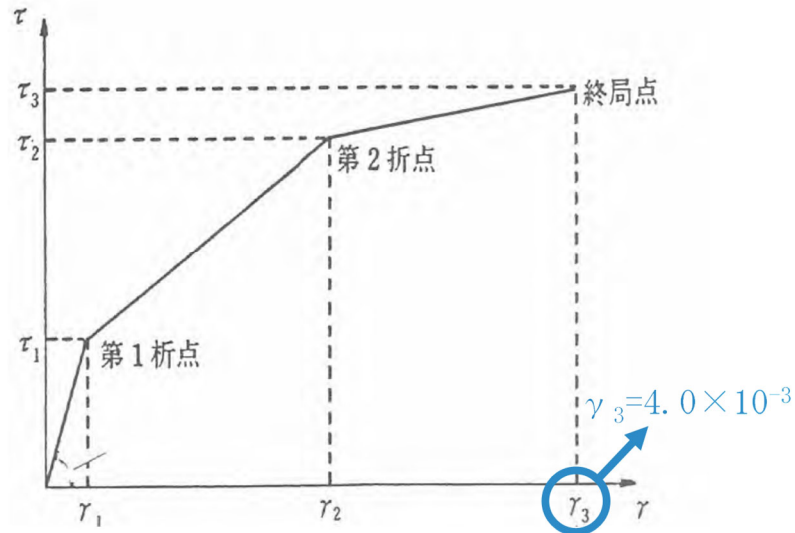
以下に終局耐力時の変形（ $4000\mu$ ）における壁の状態，支持機能について，既往の試験結果，近年の試験結果等を踏まえ，想定される状態を示す。

### 5.1 建屋の終局状態について

燃料加工建屋は，剛性の高いスラブを有し，耐震壁を平面的にバランスよく配置した壁式鉄筋コンクリート造の建屋であり，耐震壁が地震力を負担する設計であることから，地震力に対しては耐震壁のせん断変形成分が卓越する。これを踏まえ燃料加工建屋の耐震設計にあたっては，第 4.2-1 図に示す JEAG4601-1991 追補版に示される耐震壁の復元力特性を考慮している。

JEAG4601-1991 追補版に示される耐震壁の復元力特性においては，第 1 折れ点がコンクリートのひび割れ強度に対応し，ひずみの増大に伴いコンクリートのひび割れが進展し，耐震壁のせん断ひずみ度が  $4.0 \times 10^{-3}$ （以下、「 $4000\mu$ 」と示す。）に至った点において終局状態となることが示されている。

ここで，第 4.2-1 表に示すとおり，JEAG4601-1991 追補版に示される終局耐力時のせん断ひずみ度の値である  $4000\mu$  は，既往の終局状態のせん断ひずみに対する実験結果において最大耐力となるせん断ひずみに対して，保守性を考慮して設定されている。



第 5.1-1 図 JEAG4601-1991 追補版における復元力特性

第 5.1-1 表 終局状態のせん断ひずみに対する実験結果の比較

(単位:  $\times 10^{-3}$ )

	データ数	平均値	標準偏差	変動係数
ボックス型壁, I型壁	29	5.36	1.38	0.26
円筒壁, 八角形筒体壁	15	9.77	3.17	0.32
円錐台壁, ボックス型対角	4	7.68	3.68	0.46
全 体	48	6.93	3.02	0.44

注記 稲田ほか「原子炉建屋鉄筋コンクリート耐震壁の復元力特性評価法、日本建築学会大会学術講演梗概集 昭和 62 年」より抜粋)

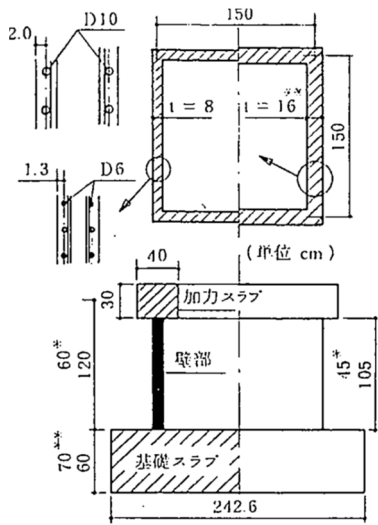
## 5.2 既往知見における終局状態における耐震壁のひび割れ状態

建屋に求められる要件としては、設備の支持部のコンクリートが完全に失われないこと及び大規模なコンクリートの剥落が生じないことが求められることから、鉄筋コンクリート造試験体を用いた加力試験結果を取りまとめられた既往文献について整理を行い、終局状態におけるひび割れ状態及びコンクリートの剥落の状態について確認を行った。

第 4.2-1 表に示した JEAG4601-1991 追補版に示される終局耐力時のせん断ひずみ度との比較が行われている文献について、整理を行った。燃料加工建屋の構造と対応するボックス型壁及び I 型壁に係る実験結果のうち、試験体表面にコンクリートの剥落が見られる実験結果を第 4.2-2 図に選定して示す。なお、コンクリートの剥落が見られるいずれの文献における実験結果においても、試験体の終局状態に対応する最大耐力は  $4000\mu$  以上の変形時に得られている。

これらの試験体の最終破壊状況においては、表面に多くのひび割れが発生しており、試験体の一部においてコンクリートの剥落が見られる。ただし、これらのコンクリートの剥落は、圧縮ストラットの圧壊による端部破壊や、主要なせん断すべり面に沿った線状の剥落となり、試験体の面全体としてかぶりコンクリートの剥落が生じている結果は得られていない。なお、上記に示した文献以外の知見において、終局状態において有意なコンクリートの剥落が見られない実験結果も得られている。

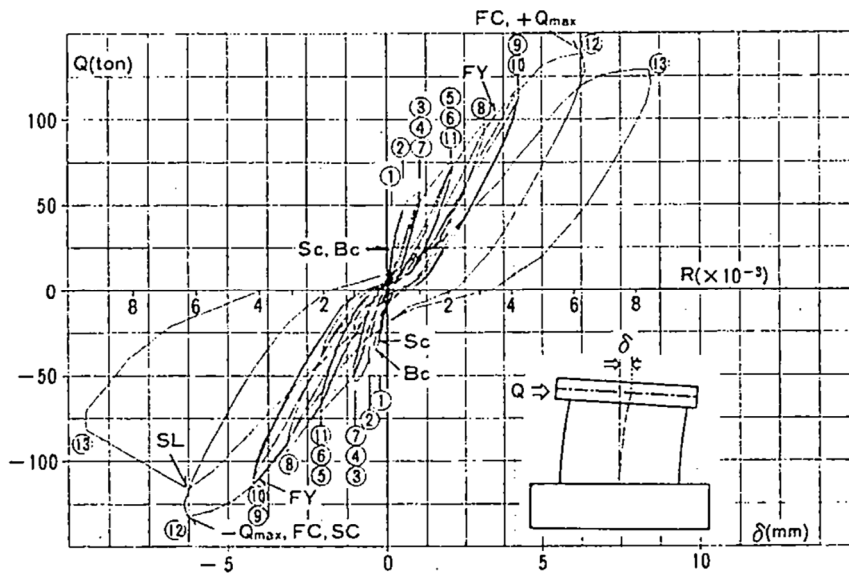
また、第 4.2-3 図に、近年行われた実験結果として、 $2000\mu$  時と  $4000\mu$  時の各せん断ひずみ度におけるひび割れ状況が示されている知見について示す。本知見における実験においては、せん断ひずみが大きくなるに従い、せん断ひび割れが多くなる結果が得られているものの、 $4000\mu$  時において大規模なコンクリートの剥落は見られない。なお、本実験結果においても、最大耐力となるせん断ひずみは  $4000\mu$  よりも大きくなっており、第 4.2-2 図に示した各実験結果並びに第 4.2-1 表に示した各実験の取りまとめ結果と整合した結果が得られている。



(a) 試験体概要



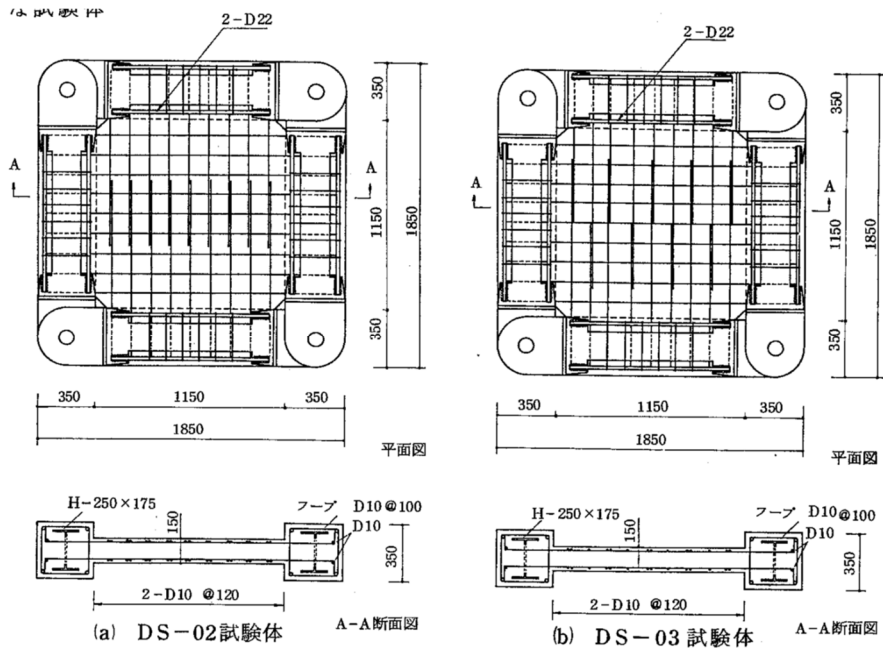
(b) ひびわれ状況



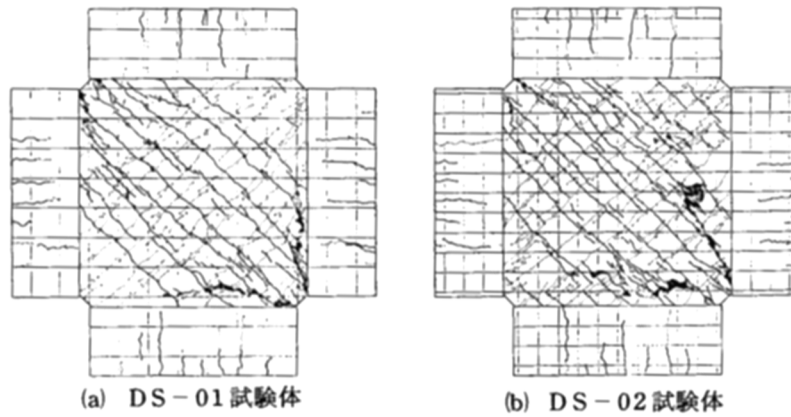
(c) 荷重-変形関係

注記 秋野ほか「原子炉建屋の復元力特性試験(小型及び部分模型(その4))」,  
日本建築学会大会学術講演梗概集 昭和57年」より抜粋

第 5.2-2 図 (1) 終局状態のひびわれ状況に対する実験結果



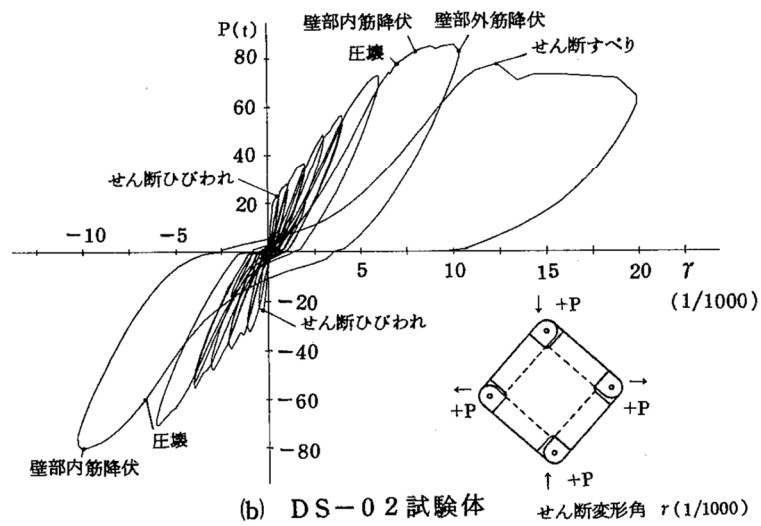
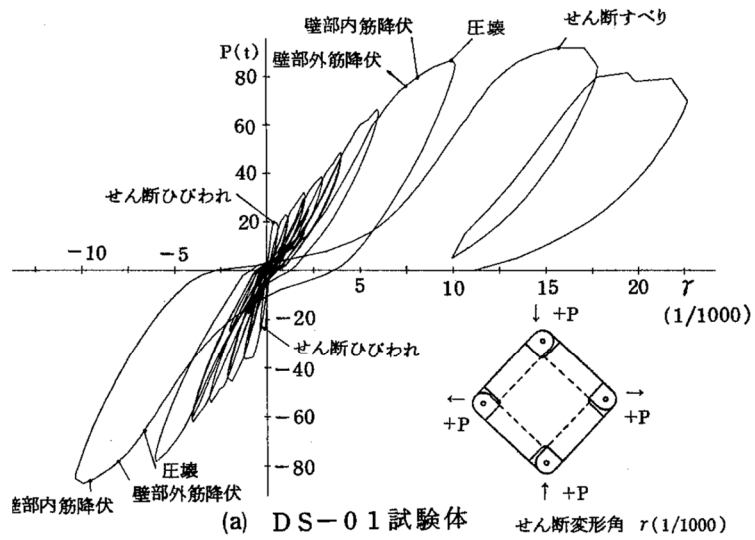
(a) 試験体概要



(b) ひびわれ状況

注記 矢野ほか「太径鉄筋継手の構造特性に関する実験研究，日本建築大会学術講演梗概集 昭和60年」より抜粋

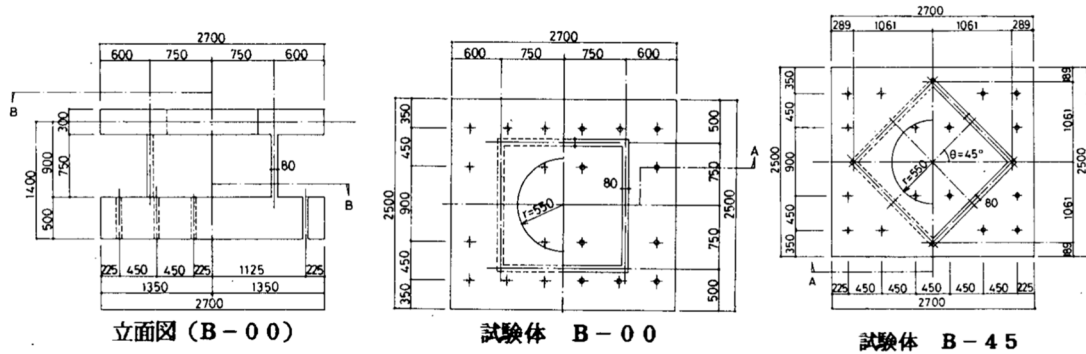
第 5.2-2 図 (2) 終局状態のひびわれ状況に対する実験結果 (1/2)



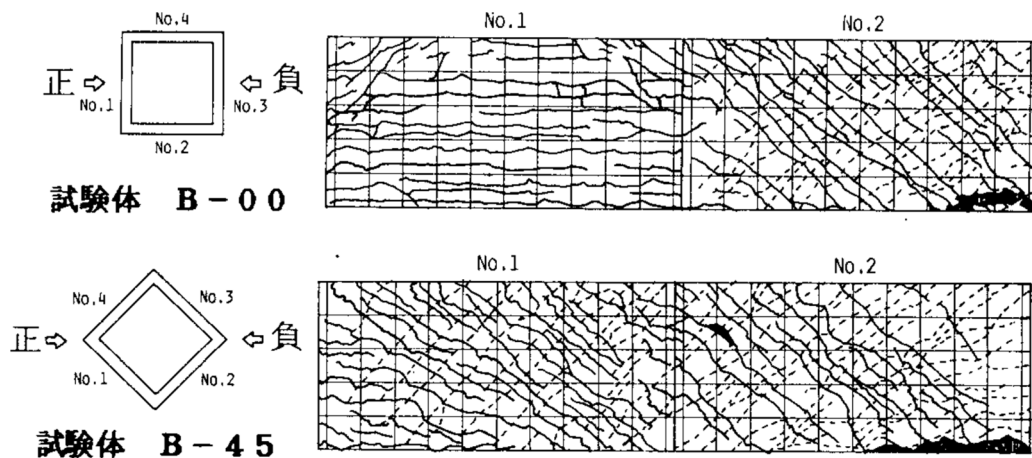
(c) 荷重 - 変形関係

注記 矢野ほか「太径鉄筋継手の構造特性に関する実験研究，日本建築大会学術講演梗概集 昭和 60 年」より抜粋

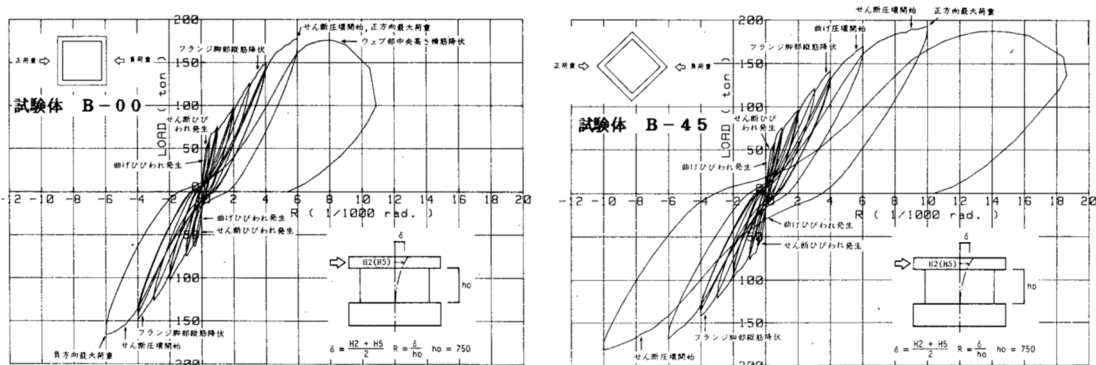
第 5.2-2 図 (2) 終局状態のひびわれ状況に対する実験結果 (2/2)



(a) 試験体概要



(b) ひびわれ状況

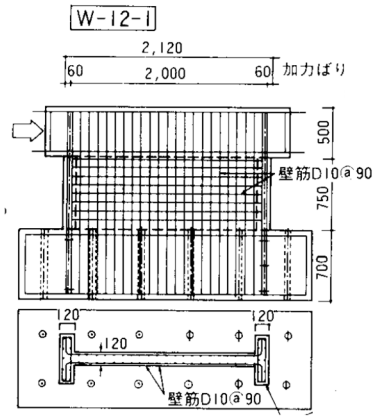


(c) 荷重 - 変形関係

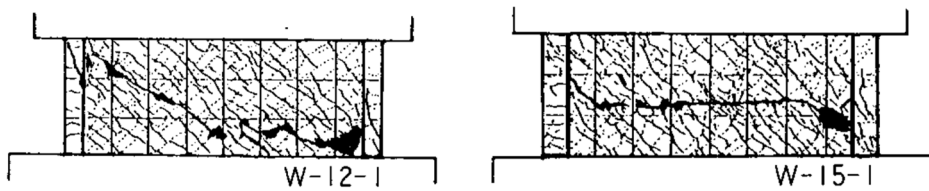
注記 遠藤ほか「二方向入力によるボックス壁の力学性状に関する実験的研究 (その2 斜め方向加力実験) 日本建築学会大会学術講演梗概集 昭和60年」より抜粋

第 5.2-2 図 (3) 終局状態のひびわれ状況に対する実験結果

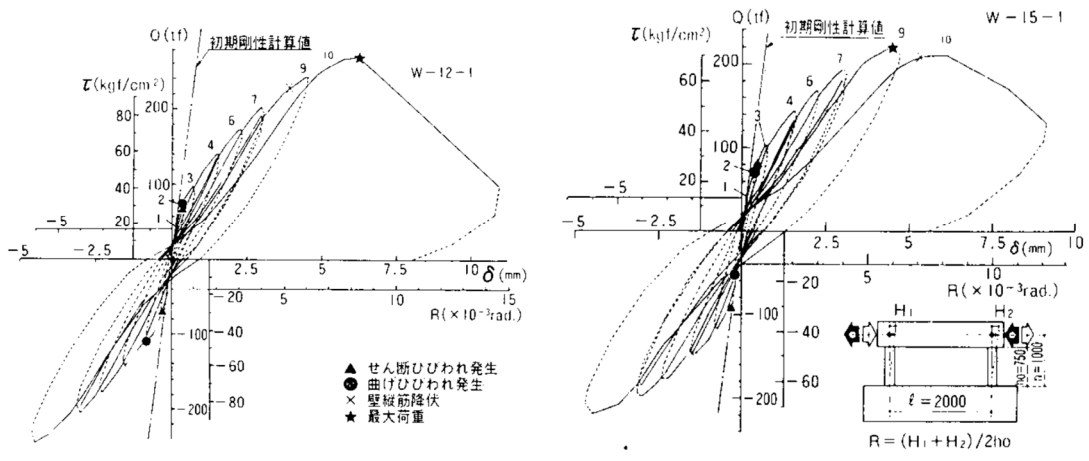




(a) 試験体概要



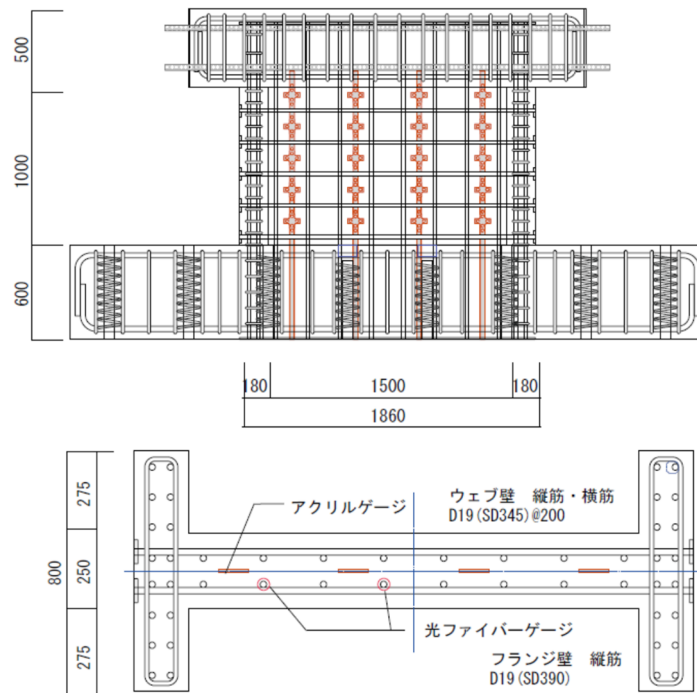
(b) ひびわれ状況



(c) 荷重－変形関係

注記 矢野ほか「高強度コンクリートを用いた耐震壁の実験的研究  
 (その 3. 壁板の曲げせん断実験) 日本建築学会大会学術講演梗概集  
 昭和 61 年」より抜粋

第 5.2-2 図 (4) 終局状態のひびわれ状況に対する実験結果



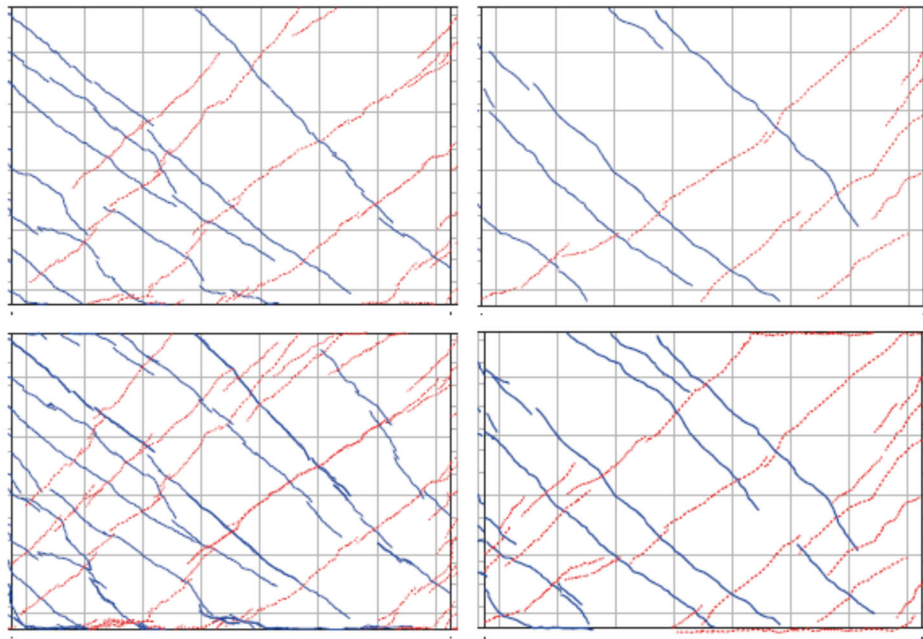
試験体	ウェブ配筋※	軸力 (N/mm <sup>2</sup> )	コンクリート 強度 (N/mm <sup>2</sup> )
W1	D19@200, $p_s=1.11\%$	0	24.0
W2	D13@200, $p_s=0.50\%$	0	24.7
W3	D19@150, $p_s=1.52\%$	0	26.0
W4	D19@200, $p_s=1.11\%$	2.0	27.1

※縦筋, 横筋とも, ダブル配筋 SD345 を使用

(a) 試験体概要

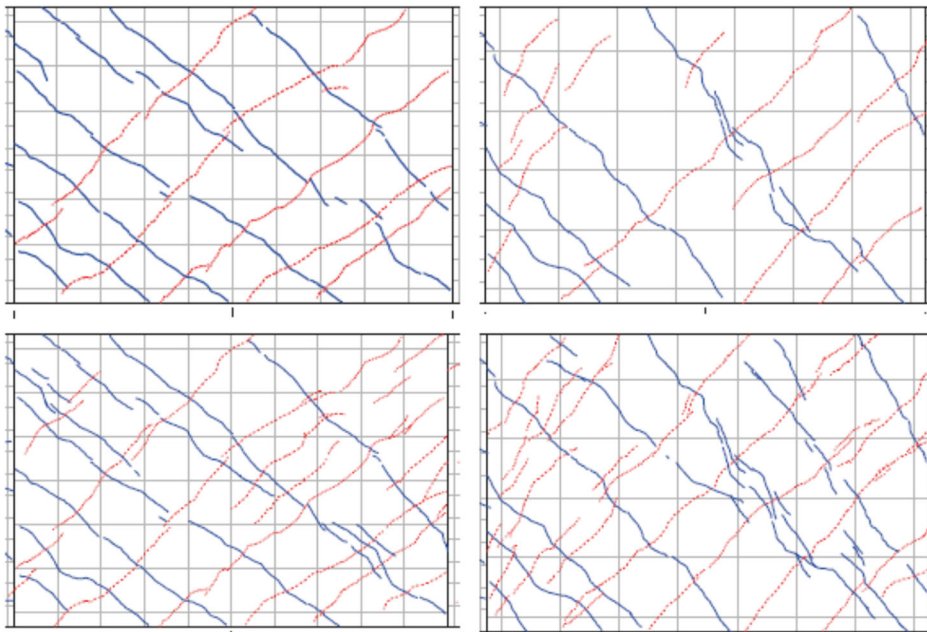
注記 岩島ほか「地震時の RC 躯体のひび割れ評価に関する検討 日本建築学会大会学術講演梗概集 2020 年」より抜粋

第 5.2-3 図 終局状態のひびわれ状況に対する実験結果 (1/3)



(a) W1

(b) W2



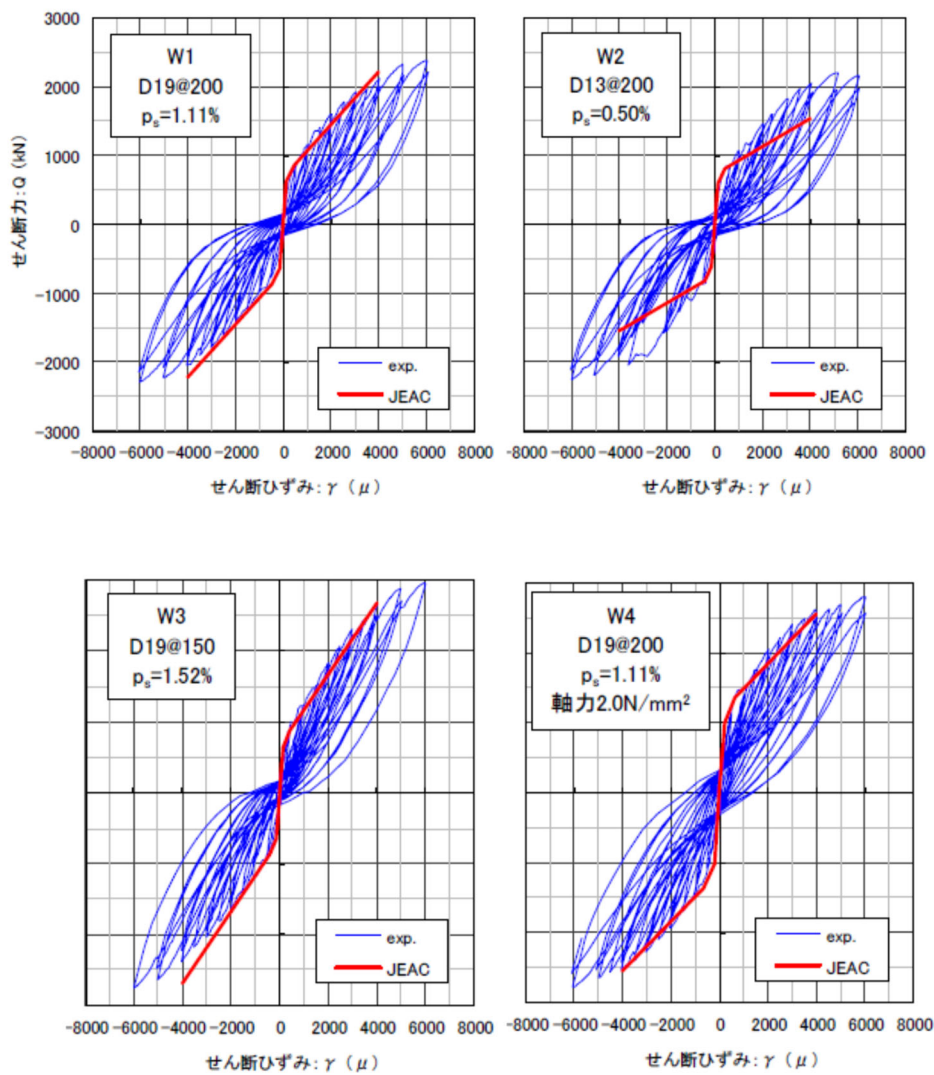
(c) W3

(d) W4

(b) ひびわれ状況（上段：2000  $\mu$  時，下段：4000  $\mu$  時）

注記 岩島ほか「地震時の RC 躯体のひび割れ評価に関する検討 日本建築学会大会学術講演梗概集 2020 年」より抜粋

第 5.2-3 図 終局状態のひびわれ状況に対する実験結果 (2/3)



(c) 荷重－変形関係

注記 岩島ほか「地震時のRC躯体のひび割れ評価に関する検討 日本建築学会大会学術講演梗概集 2020年」より抜粋

第 5.2-3 図 終局状態のひびわれ状況に対する実験結果 (3/3)

### 5.3 建屋の終局状態（4000 $\mu$ ）における壁の状態，支持機能

上述の既往文献に示される実験結果を踏まえると、建屋の終局状態（4000 $\mu$ ）において、壁に生じるコンクリートの剥落は、圧縮ストラットの圧壊による端部破壊や、主要なせん断すべり面に沿った壁面に対して線状の破壊となり、壁全体として大規模なかぶりコンクリートの剥落は生じないと考えられる。

また、「4.2.2 既往知見における終局状態における耐震壁のひび割れ状態」に示した通り、いずれの文献の実験結果においても、最大耐力となるせん断ひずみは燃料加工建屋の設計において終局状態として考慮している JEAG4601-1991 追補版における値（4000 $\mu$ ）よりも大きくなっており、さらに、燃料加工建屋は、上述の既往の実験における試験体と同等以上の強度を有する鉄筋及びコンクリート材料を用いている。

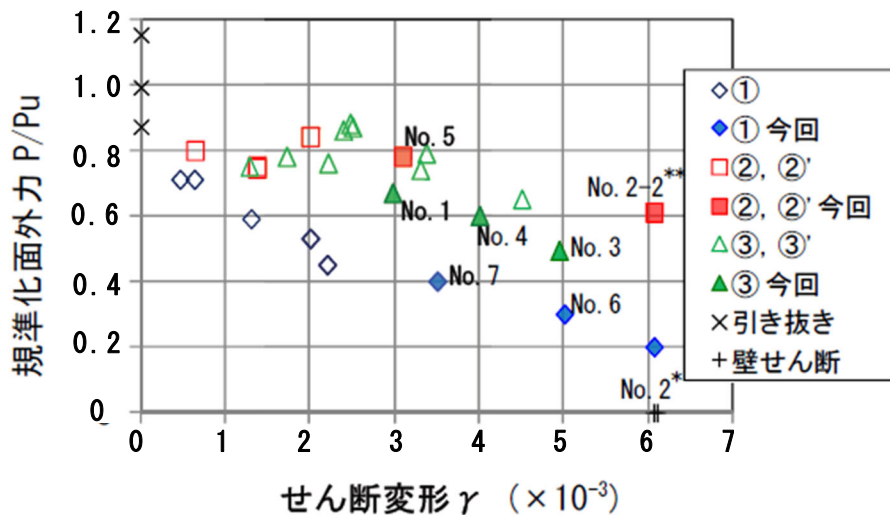
以上のことから、燃料加工建屋については、重大事故等対処に係る建屋が終局状態（4000 $\mu$ ）まで変形したとしても、大規模なコンクリートの剥落には至らないものとする。

### 5.4 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設の機器・配管系の支持機能について

基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力においても、地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処設備は、機能を喪失することなく、重大事故等に対処することが必要である。そのためには、機器・配管系について、塑性域に達するひずみが生じた場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有していることが必要である。これを踏まえると、機器・配管系の支持部については、重大事故等対処設備を転倒、落下させることなく、設備が設置されている箇所に設備を保持しておくことが必要である。

第 4.3-1 図及び第 4.3-1 表に、近年行われた実験結果として、JEAG4601-1991 追補版で示される許容限界ゾーンを超えた領域での機器アンカーの支持に関する文献の試験結果を示す。試験条件を第 4.3-2 図及び第 4.3-2 表に示す。この試験結果から、2000 $\mu$  を超えるひずみが生じた場合においても即座に支持機能を失うことはなく、支持機能を保持している傾向がみられる。

地震を要因とする重大事故等に対処するための重大事故等対処設備を構成する機器・配管系は、基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力により生じる建物の状態を踏まえて、機器・配管系の必要な機能が維持されるよう、支持できる設計とする。



\*:No. 2 試験体は、面外方向はコーン破壊に至らなかったため、加力終了時のせん断変形としてプロットした。

\*\* :No. 2-2 は、試験体 No. 2 を加力終了後に除荷し、面外に再加力した

<凡例>

①：面外力一定としてせん断変形のみをするもの

②及び②'：最初にせん断変形のみを漸増させた後、変形を保持又は面内加力を除荷したうえで面外力のみを漸増するもの

③及び③'：面外力とせん断変形を比例して漸増したもの

白抜きプロット：JEAG4601-1991 追補版で示される許容限界ゾーンを定める際の実験結果

塗りつぶしプロット：文献における実験結果

第 4.3-1 図 規準化面外力-せん断変形関係

第 4.3-1 表 試験結果一覧

試験体	加力経路 (加力パターン)	$\sigma_B$ ( $\text{N/mm}^2$ )	$P_u$ (kN)	$\gamma_c$ ( $\times 10^{-3}$ )	$Q_c$ (kN)	$\gamma_m$ ( $\times 10^{-3}$ )	$Q_m$ (kN)	$\gamma_s$ ( $\times 10^{-3}$ )	$P_{max}$ (kN)	$P_{max}/P_u$
No.1	V(③)	36.7	176	0.372	963	2.74	2874	2.97	114.7	0.65
No.2	III(①)	36.4	175	0.368	936	4.02	3288	6.06 <sup>*1</sup>	36.4	0.21
No.3	VII(③)	37.2	177	0.395	1060	3.98	3264	4.94	84.8	0.48
No.4	VI(③)	35.2	172	0.297	931	4.00	2996	4.00	102.5	0.60
No.5	IV(②)	37.7	178	0.347	910	3.01	2865	3.09	139.1	0.78
No.6	II(①)	38.2	179	0.307	998	4.00	3260	5.00	54.5	0.30
No.7	I(①)	38.1	179	0.310	885	3.50	2916	3.50	72.4	0.40

$\sigma_B$ ：コンクリート強度、 $P_u$ ：定着金物コーン耐力計算値、 $Q_c$ ：ウェブ壁せん断ひび割れ発生時耐力(正側)、 $Q_m$ ：面内方向最大せん断力(正負最大値)、 $\gamma_c$ ：ウェブ壁せん断ひび割れ発生時せん断ひずみ、 $\gamma_m$ ：面内最大せん断力時せん断ひずみ、

$\gamma_s$ ：最大せん断ひずみ(所定サイクル中に経験した最大ひずみで、正負最大値)、 $P_{max}$ ：面外最大引張力(南北側平均値で、正負最大値)

※1 予定した加力サイクルを実施したため、加力を終了した。

注記 長田ほか「地震荷重を受けるRC壁に設置された機器アンカーの支持機能、日本建築学会大会学術講演梗概集 2013年」より抜粋)を一部加筆

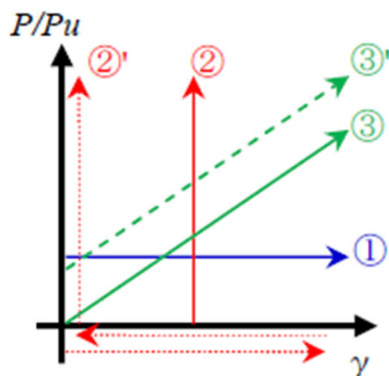


図2 加力パターン

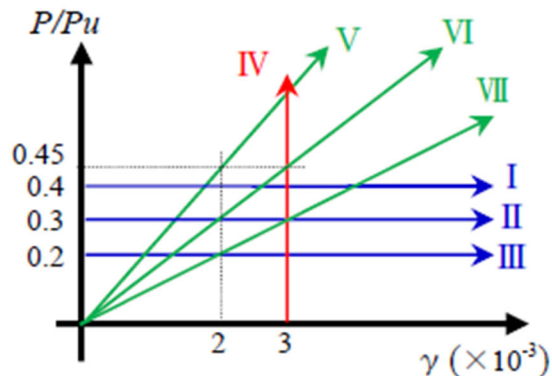


図3 加力経路

- ① : 面外力一定としてせん断変形のみをするもの
- ②及び②' : 最初にせん断変形のみを漸増させた後、変形を保持又は面内加力を除荷したうえで面外力のみを漸増するもの
- ③及び③' : 面外力とせん断変形を比例して漸増したもの

第 4.3-2 図 加力パターンと加力経路

第 4.3-2 表 試験体一覧

試験体 No.	加力パターン	加力目標	加力経路
No.1	③	$P/Pu=0.45, \gamma=2000 \mu$	V
No.2	①	$P/Pu=0.20$ , 面外一定	III
No.3	③	$P/Pu=0.20, \gamma=2000 \mu$	VII
No.4	③	$P/Pu=0.45, \gamma=3000 \mu$	VI
No.5	②	$\gamma=3000 \mu$ , 面内一定	IV
No.6	①	$P/Pu=0.30$ , 面外一定	II
No.7	①	$P/Pu=0.40$ , 面外一定	I

注記 長田ほか「地震荷重を受けるRC壁に設置された機器アンカーの支持機能、日本建築学会大会学術講演梗概集 2013年」より抜粋)

以上

# 地震を要因とする重大事故等に対する施設に係る資料構成について（全体構成）

赤字：項目における記載事項  
青字：今回修正した内容

4/25審査会合

基本設計方針から展開する設計方針

重事00-02 別紙1

重事00-02 別紙4-1

重事00-02 別紙4-2

**○地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計方針(P8, 9)**

- 重大事故等対処施設の設計にあたっては、事業許可において、法令の枠組みを超えて、重大事故等への対処をより確実なものとし、更なる安全性を目指す観点で、基準地震動Ssを超えるような地震として、基準地震動に加えて2割程度までは確実に重大事故等対処が実施できるよう設計するとした。
- 具体的には、基準地震動Ssを1.2倍した地震に対して重大事故等の対処に必要な機能を確保する設計とする。その際に基準地震動Ssに対する設計方針を踏襲し、適用する地震力に対して重大事故等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ことを目的として耐震設計を行う。

**○基準地震動Ssを1.2倍した地震に係る設計におけるクライテリア(P12)**

- 建屋の耐震設計にあたっては、重大事故等の対処をより確実にするために、設計のクライテリアについては、終局状態に対してさらに余裕を確保し、原則として、せん断ひずみ度（層の変形）が基準地震動Ssに対する設計で用いている2000μをクライテリアとする。
- なお、一部で2000μを超える場合は、当該部位に対して重大事故等対処ができることを設計又は評価することとし、安全を達成できるようにする。

**○地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計方針(P8, 9)【要件】**

- ①支持が外れて大きく位置がずれたり、脱落したりしないこと  
⇒建屋が一定程度変形したとしても、必要な支持力が維持されて各設備が脱落しないようにする。
- ②アクセスルート及び操作場所を構成する床及び壁の損傷が生じても、安全なアクセスルート及び操作場所を確保できること  
⇒建屋が一定程度変形したとしても、床の崩落や壁の倒壊、大規模なコンクリートの剥離に至らない状態に留まり、安全なアクセスルート及び操作場所が確保できるようにする

**○燃料加工建屋に係る耐震設計方針(P10)**

- 基準地震動Ssを1.2倍した地震に対してせん断ひずみ度（層の変形）が建屋の終局状態（4000μ）以上に達しない設計とする。

**【床スラブ】**

- 概ね弾性設計に留まる設計とする。

**【壁】**

- 耐震壁及び耐震壁以外の壁は、せん断ひずみ度（層の変形）に追従できるような強度（コンクリート強度、鉄筋量）を有する設計とする。
- 建屋の変形に伴うひび割れにより大規模なコンクリートの剥離が発生しないよう、応力が集中する開口部や壁端部は、補強筋を配してひび割れを抑制する設計とする。
- 耐震壁以外の壁については、層の変形に伴い耐震壁以外の壁に生じるせん断応力度に対して追従することが可能な設計とする。

**基本設計方針**  
⇒事業許可を踏まえた、基本設計方針を展開  
⇒地震を要因とした重大事故等に対処する可搬型重大事故等対処設備に関する基本設計方針を追加

第1章 共通項目  
8.2.6 地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計

- (1) 地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計の基本方針
- (2) 地震力の算定方法
- (3) 荷重の組合せと許容限界
  - a. 耐震設計上考慮する状態
  - b. 荷重の種類
  - c. 荷重の組合せ
  - d. 許容限界

**V-1-1-4 安全機能を有する施設及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書**  
⇒基本設計方針の内容を添付書類に受ける  
⇒他記載事項との横並びを踏まえ、基本設計方針と同等の内容を記載。  
⇒その上で、詳細を「V-1-1-4-4」に展開することを記載する。

2.6 地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計

- (1) 地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計の基本方針
- (2) 地震力の算定方法
- (3) 荷重の組合せと許容限界
  - a. 耐震設計上考慮する状態
  - b. 荷重の種類
  - c. 荷重の組合せ
  - d. 許容限界

**V-1-1-4-4 地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計**  
⇒V-1-1-4を受けて、地震を要因とする重大事故等対処施設の仔細を説明するもの。  
(詳細内容については、次頁にて示す)

1. 概要
2. 地震を要因とする重大事故等の対処
3. 地震を要因とした重大事故等に対処する重大事故等対処施設の基本方針
  - 3.1 地震を要因とする重大事故等
  - 3.2 基本方針
  - 3.3 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設の対象
  - 3.4 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設の耐震設計の基本方針
4. 基準地震動 S s を1.2倍した地震力の設定
5. 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設に要求される機能及び機能維持の方針
  - 5.1 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設に要求される機能
  - 5.2 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設の機能維持の基本方針
6. 地震を要因とする重大事故等に対処するための重大事故等対処設備のその他耐震設計に係る事項
  - 6.1 準拠規格
  - 6.2 波及的影響に対する考慮
  - 6.3 構造計画と配置計画
  - 6.4 地震による周辺斜面の崩壊に対する設計方針
  - 6.5 ダクティリティに関する考慮
  - 6.6 機器・配管系の支持方針について

要件を踏まえた設計方針を記載  
また、建物に要求される機能、機能維持について、記載

構造計画として、設計方針を記載

**Ⅲ-6-1 基準地震動 S s を1.2倍した地震力による重大事故等対処施設に係る耐震計算の基本方針**  
⇒V-1-1-4-4を踏まえた耐震計算に係る方針を記載する。  
(詳細内容については、次頁にて示す)

**Ⅲ-6-2 基準地震動 S s を1.2倍した地震力に対する耐震性計算結果**  
⇒地震を要因とした重大事故等に対する施設の耐震計算を記載する。  
(詳細内容については、次頁にて示す)

重事02

**重大事故等対処施設の前提となる重大事故等対処設備の設計要求等について（MOX燃料加工施設）**  
⇒V-1-1-4-4を受けて、補足説明するもの。  
(詳細内容については、次頁にて示す)



# 地震を要因とする重大事故等に対する施設に係る資料構成について（V-1-1-4-4に係る構成）

赤字：項目における記載事項  
 青字：今回修正した内容  
 緑字：補足説明資料にて説明する内容

## 重事00-02 別紙4-1

V-1-1-4 安全機能を有する施設及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書  
 ⇒ 基本設計方針の内容を添付書類に受ける  
 ⇒ 他記載事項との横並びを踏まえ、基本設計方針と同等の内容を記載。  
 ⇒ その上で、詳細を「V-1-1-4-4」に記載する。

- 2.6 地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計
- (1) 地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計の基本方針
  - (2) 地震力の算定方法
  - (3) 荷重の組合せと許容限界
    - a. 耐震設計上考慮する状態
    - b. 荷重の種類
    - c. 荷重の組合せ
    - d. 許容限界

## 重事00-02 別紙4-2

V-1-1-4-4 地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計  
 ⇒ V-1-1-4を受けて、地震を要因とする重大事故等対処施設の仔細を説明するもの。

1. 概要  
⇒ 地震を要因とする重大事故等に対する重大事故等対処施設の耐震設計において考慮すべき事項の整理を示す。
2. 地震を要因とする重大事故等の対処  
⇒ 地震を要因とする重大事故等に係る基準地震動  $S_s$  の1.2倍の地震に係る考え方について記載する。
3. 地震を要因とした重大事故等に対処する重大事故等対処施設の基本方針
  - 3.1 地震を要因とする重大事故等  
⇒ MOX燃料加工施設で想定する地震を要因とした重大事故等について記載する。
  - 3.2 基本方針  
⇒ 想定すべき重大事故等において、重大事故等対処施設が機能を維持できることを確認するものであることを示す。
  - 3.3 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設の対象  
⇒ 地震を要因とする重大事故等に対処する施設とする施設の対象を示す。(重事02にて対象となる設備及びその配置について補足。なお、配置等は重事02にて示し、V-1-1-4-4からは削除する。)
  - 3.4 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設の耐震設計の基本方針  
⇒ 重大事故等対処施設が機能を維持できることを確認する際に、考慮すべき耐震設計の方針を示す。  
⇒ 可搬型重大事故等対処設備に係る設計方針を、記載を追加する。
4. 基準地震動  $S_s$  を1.2倍した地震力の設定  
⇒ 想定すべき地震動の設定とその考え方を示す。また、その設定に技術的根拠がなく、精緻な評価には適さないことを示す。その上で、評価において判定基準にも余裕を見込むことにより、重大事故等への対処が確実に実施可能であることを示すもの。

(以下、続き)

(以下、続き)

5. 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設に要求される機能及び機能維持の方針
  - 5.1 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設  
⇒ 建物・構築物及び機器・配管系において、地震を要因とする重大事故等時に、重大事故等対処施設に求められる機能と、その機能維持のために必要となる要件を示す。(重事02にて各設備に係る機能等の詳細について補足する。)  
⇒ 可搬型重大事故等対処設備の1.2 $S_s$ における保管時の機能維持について、記載を追加する。
  - 5.2 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設の機能維持の基本方針  
⇒ 機能維持設計のために、考慮すべき状態と荷重を明確にした上で、機能維持の方針を示す。  
⇒ 可搬型重大事故等対処設備に係る機能維持に関する方針を追加する。
6. 地震を要因とする重大事故等に対処するための重大事故等対処設備のその他耐震設計に係る事項
  - 6.1 準拠規格  
⇒ 耐震設計において準拠する規格を示す。
  - 6.2 波及的影響に対する考慮  
⇒ 地震を要因とする重大事故等に対処するための施設が機能を維持するために考慮すべき波及的影響の考慮を示す。  
⇒ 可搬型重大事故等対処設備に係る機能維持に関する方針を追加する。
  - 6.3 構造計画と配置計画  
⇒ 建物・構築物が終局状態(4000 $\mu$ )以下に留まる設計とすることを追記  
⇒ 可搬型重大事故等対処設備に係る機能維持に関する方針を追加する。

(以下、続き)

- 6.4 地震による周辺斜面の崩壊に対する設計方針  
⇒ 敷地における地盤の状態は、通常の耐震設計と同様の考え方であることを示す。
- 6.5 ダクティリティに関する考慮  
⇒ 通常の耐震設計と同様の考え方であることを示す。
- 6.6 機器・配管系の支持方針について  
⇒ 地震を要因とする重大事故等への対処のために考慮すべき支持方針は、5.2で示す内容であることを示す。

## 重事02

重大事故等対処施設の前提となる重大事故等対処設備の設計要求等について (MOX燃料加工施設)

⇒ V-1-1-4-4を受けて、地震を要因とする重大事故等対処施設に関する追加での補足説明事項を説明するもの。

⇒ V-1-1-4-4の3.項及び5.1項における地震を要因とした重大事故等に対処に係る設備、その設備の配置、要求される機能、機能維持について、説明する。  
 ⇒ 建物・構築物の終局状態(4000 $\mu$ )における壁の状態、支持機能について補足する。なお、機器・配管系について、支持機能の設計方針を追記する。

1. 概要
2. 地震を要因とする重大事故等
  - 2.1 重大事故の選定
  - 2.2 発生が想定される重大事故等の設定
  - 2.3 事故の特徴
  - 2.4 重大事故等への対処
3. 地震を要因とする重大事故等に対処するための設備
  - 3.1 火災の検知
  - 3.2 火災の消火
  - 3.3 外部への放出経路の遮断、高性能エアフィルタによるMOX粉末の捕集
  - 3.4 MOX粉末の回収
4. 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設に要求される機能と機能維持の方針
  - 4.1 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設に要求される機能と機能維持
5. 建物の終局状態(4000 $\mu$ )における壁の状態、支持機能について
  - 5.1 建屋の終局状態について
  - 5.2 既往知見における終局状態における耐震壁のひび割れ状態
  - 5.3 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設の機器・配管系の支持機能について

# V-1-1-4-4とIII-1-1耐震設計の基本方針との関係について

赤字：項目における記載事項  
 青字：今回修正した内容

## 重事00-02 別紙4-2

**V-1-1-4-4 地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計**  
 ⇒V-1-1-4を受けて、地震を要因とする重大事故等対処施設の仔細を説明するもの。

**1. 概要**  
 ⇒地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設の耐震設計において考慮すべき事項の整理を示す。

**2. 地震を要因とする重大事故等の対処**  
 ⇒地震を要因とする重大事故等に係る基準地震動Ssの1.2倍の地震に係る考え方について記載する。

**3. 地震を要因とした重大事故等に対処する重大事故等対処施設の基本方針**

**3.1 地震を要因とする重大事故等**  
 ⇒MOX燃料加工施設で想定する地震を要因とした重大事故等について記載する。

**3.2 基本方針**  
 ⇒想定すべき重大事故等において、重大事故等対処施設が機能を維持できること、を確認するものであることを示す。

**3.3 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設の対象**  
 ⇒地震を要因とする重大事故等に対処する施設とする施設の対象を示す。

**3.4 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設の耐震設計の基本方針**  
 ⇒重大事故等対処施設が機能を維持できることを確認する際に、考慮すべき耐震設計の方針を示す。  
 ⇒可搬型重大事故等対処設備に係る設計方針を、記載を追加する。

**4. 基準地震動 S s を1.2倍した地震力の設定**  
 ⇒想定すべき地震動の設定とその考え方を示す。また、その設定に技術的根拠がなく、精緻な評価には適さないことを示す。その上で、評価において判定基準にも余裕を見込むことにより、重大事故等への対処が確実に実施可能であることを示すもの。

(以下、続く)

## III-1-1 (耐震設計の基本方針)

**耐震設計の基本方針**  
 (通常の耐震設計での考慮事項への対応が、全て含まれていることの確認として比較)

**1. 概要**

**2. 耐震設計の基本方針**

**2.1 基本方針**

**2.2 準拠規格**

**3. 耐震設計上の重要度分類及び重大事故等対処施設の設備分類**

**3.1 安全機能を有する施設の耐震設計上の重要度分類**

**3.2 重大事故等対処施設の設備分類**

**3.3 波及的影響に対する考慮**

**4. 設計用地震力**

**4.1 地震力の算定方法**

**4.2 設計用地震力**

**5. 機能維持の基本方針**

**5.1 構造強度**

**5.2 機能維持**

**6. 構造計画と配置計画**

**7. 地震による周辺斜面の崩壊に対する設計方針**

**8. ダクティリティに関する考慮**

**9. 機器・配管系の支持方針について**

**10. 耐震計算の基本方針**

**10.1 建物・構築物**

**10.2 機器・配管系**

地震00-02 別紙4-15 (基準地震動を1.2倍した地震力による重大事故等対処施設に関する耐震設計の基本方針) で記載

## 重事00-02 別紙4-2 (続き)

(以下、続き)

**5. 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設に要求される機能及び機能維持の方針**

**5.1 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設**  
 ⇒建物・構築物及び機器・配管系において、地震を要因とする重大事故等時に、重大事故等対処施設に求められる機能と、その機能維持のために必要となる要件を示す。  
 ⇒可搬型重大事故等対処設備の1.2Ssにおける保管時の機能維持について、記載を追加する。

**5.2 地震を要因とする重大事故等に対処する重大事故等対処施設の機能維持の基本方針**  
 ⇒機能維持設計のために、考慮すべき状態と荷重を明確にした上で、機能維持の方針を示す。  
 ⇒可搬型重大事故等対処設備に係る機能維持に関する方針を追加する。

**6. 地震を要因とする重大事故等に対処するための重大事故等対処設備のその他耐震設計に係る事項**

**6.1 準拠規格**  
 ⇒耐震設計において準拠する規格を示す。

**6.2 波及的影響に対する考慮**  
 ⇒地震を要因とする重大事故等に対処するための施設が機能を維持するために考慮すべき波及的影響の考慮を示す。  
 ⇒可搬型重大事故等対処設備に係る機能維持に関する方針を追加する。

**6.3 構造計画と配置計画**  
 ⇒建物・構築物が終局状態 (4000μ) 以下に留まる設計とすることを追記  
 ⇒可搬型重大事故等対処設備に係る機能維持に関する方針を追加する。

**6.4 地震による周辺斜面の崩壊に対する設計方針**  
 ⇒敷地における地盤の状態は、通常の耐震設計と同様の考え方であることを示す。

**6.5 ダクティリティに関する考慮**  
 ⇒通常の耐震設計と同様の考え方であることを示す。

**6.6 機器・配管系の支持方針について**  
 ⇒地震を要因とする重大事故等への対処のために考慮すべき支持方針は、5.2で示す内容であることを示す。

# III-6 地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震性に関する説明書に係る構成

赤字：項目における記載事項  
青字：今回修正した内容

## 地震00-02 別紙4-15

III-6-1 基準地震動 Ss を1.2倍した地震力による重大事故等対処施設に関する耐震計算の基本方針  
⇒V-1-1-4-4を受けて、地震を要因とする重大事故等対処施設の耐震計算の実施に内容を説明するもの。

1. 概要
2. 耐震計算に用いる地震動
  - 2.1 基準地震動 Ss を1.2倍した地震力
  - 2.2 基準地震動 Ss を1.2倍した地震力の地震応答解析
  - 2.3 基準地震動 Ss を1.2倍した地震力の床応答曲線の作成  
⇒耐震計算に用いる条件として、V-1-1-4-4で示した条件を呼び込む
3. 基準地震動 Ss を1.2倍した地震力に対する評価方針
  - 3.1 燃料加工建屋に求められる要件
  - 3.2 各要件に対する評価方針の整理  
⇒耐震計算の評価方針として、V-1-1-4-4で示した機能維持の考え方を示す。
4. 基準地震動 Ss を1.2倍した地震力に対する耐震計算の基本方針
  - 4.1 建物・構築物  
 次頁に当該章に記載する建物・構築物の評価フローを示す。
  - 4.2 機器・配管系  
⇒Ss評価に対して「評価対象」や「許容限界」が異なるため、通常の耐震設計との差分を明確に記載する。  
⇒許容限界については、通常の耐震設計で用いるもの以外のものをを用いる場合の考え方を記載する。

別紙 1 - 1  
燃料加工建屋の基準地震動 Ss を1.2倍した地震力の床応答曲線

## 地震00-02 別紙4-16

III-6-2 基準地震動 Ss を1.2倍した地震力に対する耐震計算結果

III-6-2-1 建物・構築物

III-6-2-1-1 建物及び屋外機械基礎

III-6-2-1-1-1 燃料加工建屋の基準地震動Ssを1.2倍した地震力に対する耐震計算結果

III-6-2-1-1-1-1 燃料加工建屋の基準地震動を1.2倍した地震力に対する地震応答計算書  
⇒III-6-1を受けて、地震を要因とする重大事故等対処施設の耐震計算を実施し、そのうち、燃料加工建屋の地震応答解析の結果を説明するもの。

1. 概要
2. 基本方針
  - 2.1 位置及び構造概要
  - 2.2 解析方針
  - 2.3 準拠規格・基準等
3. 解析方法
  - 3.1 地震応答解析に用いる地震動
  - 3.2 地震応答解析モデル
  - 3.3 建物・構築物の入力地震動
  - 3.4 解析方法
  - 3.5 解析条件
4. 解析結果
  - 4.1 固有値解析結果
  - 4.2 地震応答解析結果

別紙 1  
燃料加工建屋の地盤の非線形性に関する確認

## 地震00-02 別紙4-17

III-6-2-1-1-1-2 燃料加工建屋の基準地震動を1.2倍した地震力に対する耐震計算書  
⇒III-6-1を受けて、地震を要因とする重大事故等対処施設の耐震計算を実施し、そのうち、燃料加工建屋の耐震計算の結果を説明するもの。

1. 概要
2. 評価方針
3. 準拠規格・基準等
4. 評価方法及び結果
  - 4.1 耐震壁に対する評価
  - 4.2 支持地盤に対する評価結果
  - 4.3 耐震壁以外の壁に対する評価結果
  - 4.4 床スラブ

後次回

III-6-2-2 機器・配管系

III-6-2-3 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震計算結果

III-6-2-3-1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針

III-6-2-3-2 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震性についての計算書

III-6-2-4 可搬型重大事故等対処設備等の耐震性に関する説明書