

東海再処理施設における漂流物防護対策について

令和2年4月14日

再処理廃止措置技術開発センター

1. 漂流物防護方針

廃止措置段階にある東海再処理施設においては、リスクが特定の施設に集中しており、高放射性廃液に伴うリスクが集中する高放射性廃液貯蔵場(以下、HAW施設)とこれに付随するガラス固化技術開発施設(以下、TVF)については、廃止措置計画用設計津波(以下、設計津波)に対し、建家内へ浸水しないよう個別に対策し、安全を確保する方針である。

建家外壁においては、波力及び余震との重畳に対して増し打ちの対策により防護するが、漂流物については、漂流物の種類や大きさによっては建家外壁だけで防護することは困難となるため、津波漂流物防護柵の設置等の対策により、建家外壁への漂流物の衝突を軽減又は防止する対策を行う。

船舶や車両等の大型の漂流物に対しては、津波漂流物防護柵の設置等の対策により捕捉し、建家外壁への到達を防止し、流木や瓦礫等の比較的小型の漂流物は、建家外壁に到達することを考慮した防護方針とする。

漂流物を全て建家外壁で耐え得るように、建家外壁を増し打ちする場合は、外壁厚さが増すため建家構造への影響が大きくなる。その場合は、建家構造の変更に伴う耐震性の再評価を要し、外壁以外の補強が必要となった場合には、設計・工事に更に時間を要するものと考えられることから、早期の実現性は低い。

このため、津波漂流物防護対策としては、津波漂流物防護柵による対策をとることとし配置検討等を進め、津波漂流物防護対策の早期の実現を目指す。

2. 防護対象建家

津波漂流物防護対策による防護対象建家は、以下の通り。

- ・HAW施設
- ・TVF

3. 代表漂流物について

津波漂流物調査結果から、別添1の代表漂流物を選定した。

なお、選定した代表漂流物については、軌跡解析等の結果を踏まえた妥当性の検証を令和2年10月末までに実施する。代表漂流物に変更が生じる場合は漂流物防護対策の設計へ反映する。

4. 津波漂流物防護柵について

漂流物防護対策として、一般港湾設備で既に適用事例のある津波漂流物防護柵^{※1}の設置を検討している。津波漂流物防護柵では船舶や車両などの大型の漂流物を捕捉するものとし、選定した代表漂流物の種類、重量、遡上津波の津波高さ、流速に応じて、津波漂流物対策施設設計ガイドラインに従い設計を実施する。

なお、流木や瓦礫等の比較的小型の漂流物については建家外壁まで到達するおそれがあるため、これらの漂流物荷重が外壁に作用することを考慮する。

※1 津波漂流物防護柵については、小型船舶、車両、コンテナ、木材などの津波漂流物に対し、鋼管支柱と捕捉スクリーン(金属製ワイヤーロープ等)を使用した津波漂流物防護柵を配置し、特定の建家への漂流物の衝突を防止する。一般港湾設備での津波漂流物防護柵の設置実績では漁船(排水トン数約 60 トン)を対象とした施工事例がある。

津波漂流物防護柵は、漂流物が衝突した際に支柱が衝撃を吸収し、さらにワイヤーロープが衝撃を緩和することで漂流物を捕捉するものである。構造概要図を図1に示す。また、一般港湾設備における施工実績を添付-1に示す。

5. 津波漂流物防護柵の設計基準

津波漂流物防護柵の設計にあたっては、「耐津波設計に係る工認審査ガイドの制定について」(平成25年6月19日 原子力規制委員会決定)において、漂流物による荷重を算定する際の設計根拠として参照されている「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」(財)沿岸技術研究センター、(社)寒地港湾技術研究センター(平成26年3月)(以下「漂流物設計ガイドライン」という。)を適用して行う。

設計にあたっては、支柱は主な再処理施設の支持地盤である砂質泥岩層又は強固に改良した地盤に設置し、 S_s 相当の地震力に耐える耐震性を確保する。また、支柱については、漂流物が1本の支柱へ直接衝突する最も厳しい条件において、ある程度塑性変形を生ずる場合であっても支柱としての機能を保持し、隣接する支柱が弾性範囲内で防護柵を支持する設計とする。

6. 津波漂流物防護柵の配置について

津波漂流物防護柵の配置にあたっては、HAW 施設及びTVFの周辺建家が、漂流物に対する障害物として期待できる場合には、これらの建家を考慮した漂流物防護柵の配置を検討する。

以上

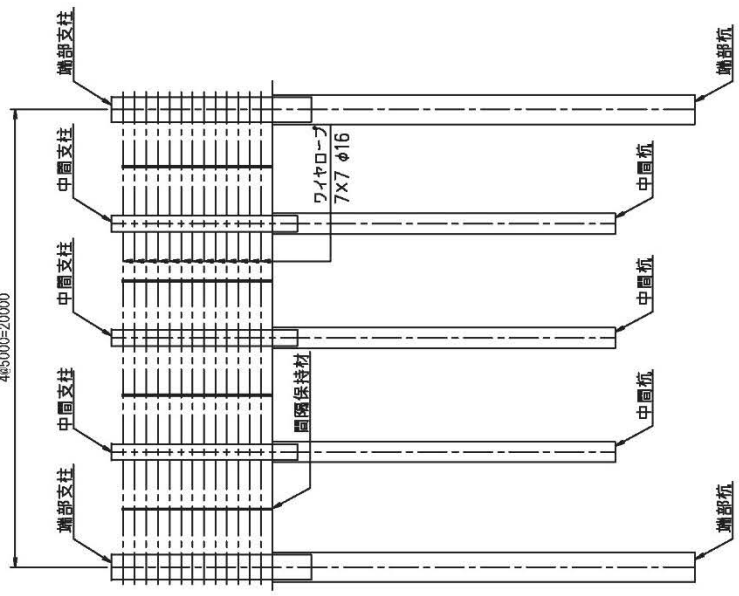
表 代表漂流物

種類	代表漂流物	重量 (t)
船舶	小型船舶	約 57.0 ^{※1} (排水トン数)
流木	防砂林 (直径:約 0.3 m×高さ:約 10 m)	約 0.55
車両	中型バス	約 9.7
建物・設備等	水素タンク ^{※2}	約 30

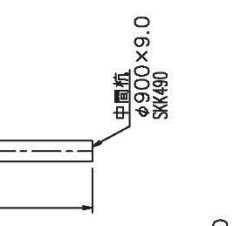
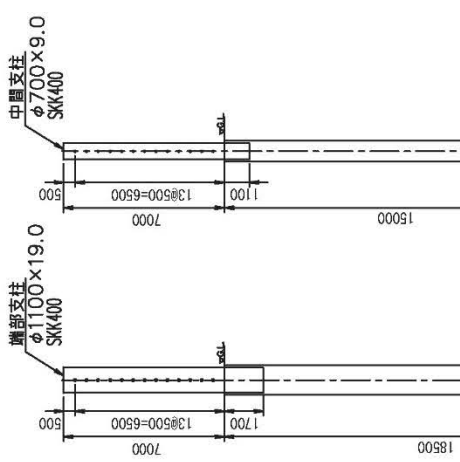
※1 船舶の重量は「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」に基づき、総トン数(約 19.0 t)の3倍に相当する排水トン数(約 57.0 t)とした。

※2 半年以内に撤去予定の不稼働設備(内部は窒素で置換済み)

正面図 S=1/200
465000=20000



端部支柱 詳細図 S=1/200



名称	寸法	単位	数量	材質	備考
端部支柱	φ1100×19.0	本	2	SKK400	ロープガイド (曲面加工) 付
中間支柱	φ700×9.0	本	3	SKK400	ロープガイド (曲面加工) 付
ワイヤロープ	7×7 φ16	本	13	ST1470	巻き調整金具付
中間保持材	PL 4.5×65	セット	4	SS400	
端部杭	φ1300×22.0	本	2	SKK490	
中間杭	φ900×9.0	本	3	SKK490	

名称	表面処理	備考
端部支柱	亜鉛めっき+ポリウレタン塗装	
中間支柱	or ポリエステル塗装	
ワイヤロープ	亜鉛めっき+油性塗料和ポリエステル樹脂塗装 (DB)	※NETIS登録番号 KT-050045-V
中間保持材		

設計条件
 地盤条件 : ボーリング柱状図 (共-5)
 対象漂流物 : 普通自動車、50.T.
 浸水深 : 6.0 (m)
 津波流速 : 4.0 (m/s)

図1 津波漂流物防護柵構造概要図 (例)

1. 施工例

港湾周辺における一般的な津波対象漂流物として、船舶、車両等を想定して漂流物防護柵を設計・施工した実績がある。主な施工実績を表1に示す。

表1 漂流物防護柵の主な施工例と設計条件

施工例	設計条件（漂流物）	設計条件（防護柵）
重要タンクの防護用防護柵 (民間エネルギー会社)	対象漂流物：漁船20GT (排水トン数約60トン) 津波深：GL+5.0m 施設高：GL+6.6m 漂流物流速：2.0m/s	端部支柱：直径1000mm、鋼管厚さ14mm 中間支柱：直径800mm、鋼管厚さ12mm ワイヤーロープ：直径12.5mm
蒲生幹線（宮城県）	対象漂流物：漁船、車両 津波深：GL+4.6m 施設高：GL+5.6m 漂流物流速：7.5m/s	端部支柱：直径900mm、鋼管厚さ11mm 中間支柱：直径700mm、鋼管厚さ9mm ワイヤーロープ：直径18mm
中野幹線（宮城県）	対象漂流物：漁船、車両 津波深：GL+1.7m 施設高：GL+2.7m 漂流物流速：2.4m/s	端部支柱：直径318.5mm、鋼管厚さ9.5mm 中間支柱：直径190.7mm、鋼管厚さ6mm ワイヤーロープ：直径10mm
中央幹線（宮城県）	対象漂流物：漁船、車両 津波深：GL+1.6m 施設高：GL+2.6m 漂流物流速：3.3m/s	端部支柱：直径318.5mm、鋼管厚さ9.5mm 中間支柱：直径190.7mm、鋼管厚さ6mm ワイヤーロープ：直径10mm
十勝港（北海道）	対象漂流物：漁船、車両 津波深：GL+3.1m 施設高：GL+4.7m 漂流物流速：1.0m/s	端部支柱：直径318.5mm、鋼管厚さ14.3mm 中間支柱：直径216.3mm、鋼管厚さ12.7mm ワイヤーロープ：なし
えりも港（北海道）	対象漂流物：漁船、車両 津波深：GL+1.7m 施設高：GL+3.3m 漂流物流速：0.9m/s	端部支柱：直径355.6mm、鋼管厚さ6.4mm 中間支柱：直径165.2mm、鋼管厚さ7.1mm ワイヤーロープ：直径10mm
厚岸漁港（北海道）	対象漂流物：漁船、車両 津波深：GL+1.5m 施設高：GL+3.0m 漂流物流速：1.6m/s	端部支柱：直径500mm、鋼管厚さ12mm 中間支柱：直径406.4mm、鋼管厚さ9mm ワイヤーロープ：直径14mm

制定 平成 25 年 6 月 19 日 原管地発第 1306196 号 原子力規制委員会決定

耐津波設計に係る工認審査ガイドについて次のように定める。

平成 25 年 6 月 19 日

原子力規制委員会

耐津波設計に係る工認審査ガイドの制定について

原子力規制委員会は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を別添のとおり定める。

をもって安全側となる定数が設定されていることを確認する。

4.3 荷重及び荷重の組合せ

【審査における確認事項】

- (1) 安全審査の段階で評価した入力津波の設定方針に基づき、対象施設の設計に用いることを目的として、対象施設の設置位置における入力津波が適切に求められていること。
- (2) 入力津波以外の荷重として、地震力（余震）や各種基準類に示されている荷重類が考慮されていること。
- (3) 上記荷重を適切に組み合わせていること。

【確認内容】

①津波荷重

- a) 津波の繰り返し作用については、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波防護施設の機能へ及ぼす影響を考慮して荷重設定が行われていることを確認する。
- b) 過去の津波被害では、洗掘による施設の倒壊等が多数発生している。これを踏まえ、基準津波及びこれの伝播過程の不確かさ・ばらつきを考慮して越流の可能性を検討し、必要に応じて越流時の荷重（例えば、洗掘力等）を踏まえた荷重設定が行われていることを確認する。
- c) 津波伝播及び遡上解析結果を踏まえ、実状に応じて引き波による荷重を考慮していることを確認する。なお、荷重の検討にあたっては、引き波の流下方向、速度に加え、流下方向における地形・人工物の背後側の渦巻き流及び、滞留による影響や人口物前面の洗掘による影響も考慮すること。
- d) 必要に応じて、漂流物の衝突についても考慮されていることを確認する。なお、漂流物の可能性の検討、漂流物の影響の程度に応じた設計上の考慮については、(3.7.1)を参照する。
- e) 発電所施設周辺の一般的な漂流物としては、周辺に停泊されている船舶や車両、コンテナ、木材等の人工物があげられる。また、防波堤等と共に設置される消波ブロック等も津波の大きさによって漂流物となりうる。対象漂流物の設定にあたっては、現地踏査等により、潜在的に漂流物となりうる対象とその形状、数量について検討を行い、漂流物の特定がなされていることを確認する。
- f) 津波防護施設の設計において、漂流物による荷重を考慮する場合、以下の事項が考慮されていることを確認する。
 - ・漂流物による津波防護施設への作用は、漂流物の衝突力によって評価されていることを確認する。

- ・漂流物による荷重（衝突力）は、「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（案）」等を参照し、対象漂流物質量や寸法、喫水（海面から対象漂流物の下端までの深さ）を基にして算出されていることを確認する。
- ・漂流物の衝突力は、漂流物の重量と流速による衝突エネルギーによって求めることができ、流速の算定については、津波伝播及び溯上解析によって、衝突エネルギーが大きくなる最大浸水深、最大流速から設定されていることを確認する。
- ・漂流物の流速については、既往の研究から浸水深が大きくなるほど最大流速が大きくなることが示されている。流速の設定においては、津波伝播及び溯上解析等によって、科学的合理性をもって流速が安全側となるよう浸水深が設定されていることを確認する。

②地震荷重等

- 入力津波以外の荷重として、地震（余震）や降雪、風、高潮、台風、豪雨等の自然現象に起因する外的事象等の各種基準類に示されている荷重類が考慮されていることを確認する。
- 周辺地盤で液状化の発生が想定される場合、側方流動の影響について検討されていることを確認する。
- 地震荷重（基準地震動による荷重、余震による荷重）については、「耐震設計に係る工認審査ガイド」の「6. 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備に関する事項」に準じて検討されていることを確認する。なお、作用荷重は、対象施設の構造形式に応じて検討されていることを確認する。

4.4 許容限界

【審査における確認事項】

- (1) 津波荷重に対する施設の構造健全性、安定性、止水性や水密性等について設計上、適切と認められる規格及び基準等に基づく許容限界を設定していること。

【確認内容】

- 津波に対する適当な規格及び基準等が無い場合、耐震設計に係る規格及び基準等を参考に、照査する性能に応じた適切な許容限界であることを確認する。また、地震に対する評価と同様の許容限界が適用できる場合には耐震設計に係る規格及び基準等を準用していることを確認する。
- 盛土による防潮堤や河川堤防等の盛土・地山斜面については、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」に準じ、周辺斜面の

3/11監視チームにおける議論のまとめ

1. 安全対策(津波)の基本的な考え方及びスケジュールについて
- ⑤ 対策完了時期の適切性

漂流物となり得る設備等の固縛等の対策について

令和2年4月14日
再処理廃止措置技術開発センター

1. 漂流物となり得る設備等の固縛、移動、撤去

漂流物となり得る設備等に対し、漂流物調査結果や津波影響評価の結果を踏まえ、固縛、移動、撤去等の処置の計画をR2年6月までに定め、これに従い計画的に対策を進めて行く。

なお、当面の処置として、津波による流出の可能性が考えられる三酸化ウラン粉末の貯蔵容器及び低放射性固体廃棄物の廃棄物容器の固縛処置を進める。これらの容器を貯蔵する施設の配置について図1に示す。

2. 当面の固縛等の対策

(1) 三酸化ウラン粉末の貯蔵容器の固縛対策(添付-1参照)

三酸化ウラン粉末は、ウラン貯蔵所(1UO3)、第二ウラン貯蔵所(2UO3)、第三ウラン貯蔵所(3UO3)にステンレス容器に収納して貯蔵している。

津波による浸水に対して、ウラン貯蔵所、第二ウラン貯蔵所は、貯蔵容器を平置き又は多段積みにより貯蔵していることから、固定金具等を設置し床面又は貯蔵架台に固縛する対策により、施設外への流出防止を図る。第三ウラン貯蔵所においては、貯蔵容器をピット内に収納し貯蔵しており、浸水により流出し難い構造となっていることから固縛等の流出防止対策は行わない。

ウラン貯蔵所 : R2年6月終了予定

第二ウラン貯蔵所 : R3年3月終了予定

(2) 低放射性固体廃棄物の廃棄物容器の固縛対策(添付-2参照)

低放射性固体廃棄物は、廃棄物容器(ドラム缶又はコンテナ)に封入し、第一低放射性固体廃棄物貯蔵場(1LASWS)及び第二低放射性固体廃棄物貯蔵場(2LASWS)に貯蔵している。廃棄物容器は、平置き又は多段積みにより貯蔵していることから、廃棄物容器を互いに固縛する又はネットなどにより固縛する対策を行い施設外への流出防止を図る。

第一低放射性固体廃棄物貯蔵場 : R3年3月終了予定

第二低放射性固体廃棄物貯蔵場 : R3年3月終了予定

以上

<58>

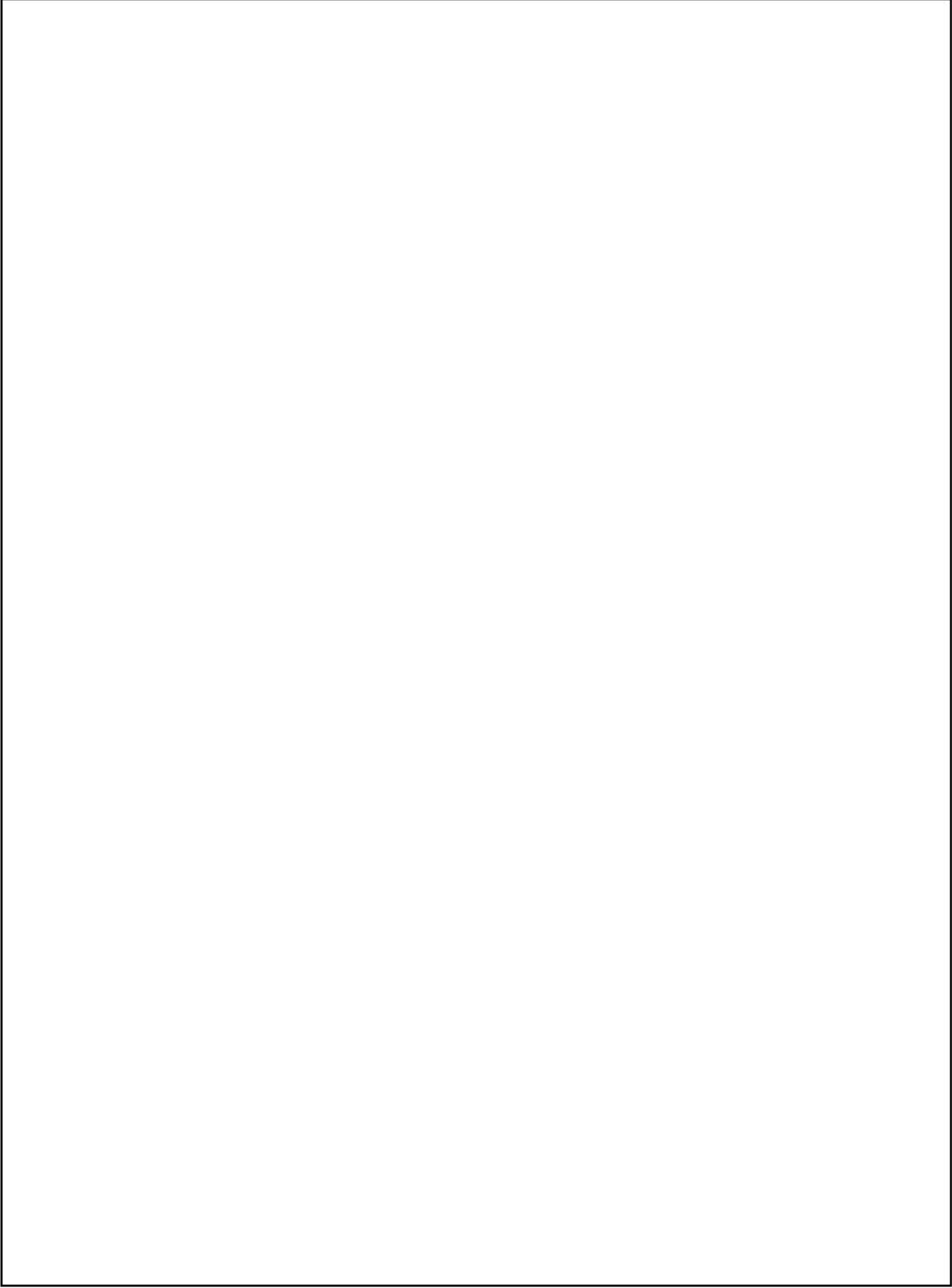
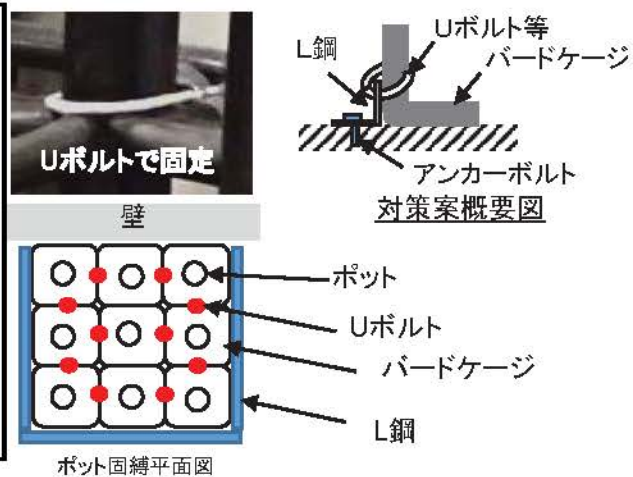


図1 三酸化ウラン粉末の貯蔵容器及び廃棄物容器を貯蔵する施設の配置

1. ウラン貯蔵所(1UO3)

(1)ウラン貯蔵所(1UO3)概要



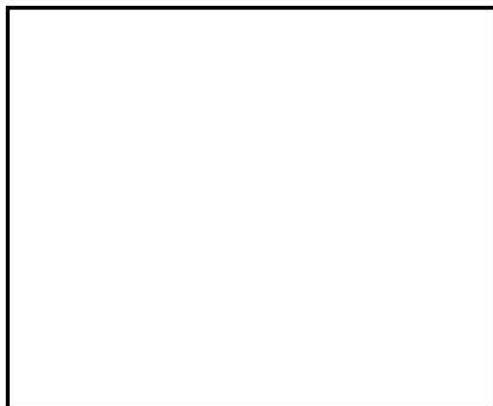
1UO3 ポットの固縛対策案(L鋼・Uボルトによる固定)

(2)容器等と建家開口部との関係



2. 第二ウラン貯蔵所(2UO3)

(1) 第二ウラン貯蔵所(2UO3)概要



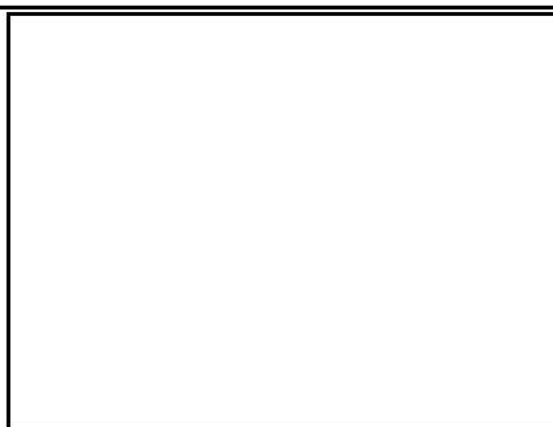
貯蔵棚(4段積み)に、L鋼を取り付ける対策を行う。
1UO3と同様の対応を行う。

(2) 容器等と建家開口部との関係



3. 第三ウラン貯蔵所(3UO3)

(1) 第三ウラン貯蔵所(3UO3)概要



3UO3貯蔵ピット
(11列×48箇所)

(2) 容器等と建家開口部との関係



第三ウラン貯蔵所(3UO3)における三酸化ウラン粉末容器の貯蔵状況

1. 第一低放射性固体廃棄物貯蔵場(1LASWS)

(1) 第一低放射性固体廃棄物貯蔵場(1LASWS)概要



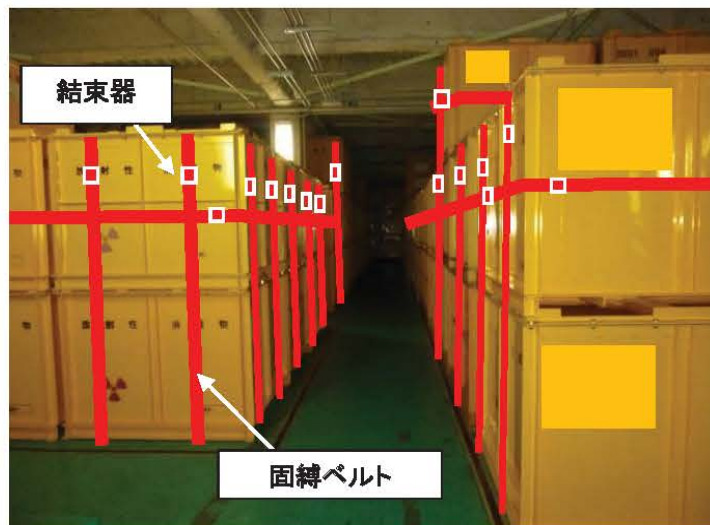
(2) 容器等と建家開口部との関係



1LASWS 1階の固縛対策案(流出防止ネットによる固縛)

2. 第二低放射性固体廃棄物貯蔵場(2LASWS)

(1) 第二低放射性固体廃棄物貯蔵場(2LASWS)概要



(2) 第二低放射性固体廃棄物貯蔵場

