

2.37 モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置

2.37.1 基本設計

2.37.1.1 設置の目的

汚染水処理設備の処理済水を貯留する設備（タンク等）のうち、逆浸透膜装置の廃液を貯留するRO濃縮水貯槽、蒸発濃縮装置の廃液を貯留する濃縮廃液貯槽等は、高濃度の放射性ストロンチウムを含むため、濃度低減を目的としてモバイル型ストロンチウム除去装置の導入を計画している。

モバイル型ストロンチウム除去装置の導入にあたり、その除去性能及び性能維持期間を確認するため、モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置を設置する。

2.37.1.2 要求される機能

- (1) モバイル型ストロンチウム除去装置が、RO濃縮水貯槽、濃縮廃液貯槽等に貯留している汚染水に含まれる放射性ストロンチウムの濃度を低減できることを確認すること。
- (2) 漏えい防止機能を有すること。
- (3) 装置内で発生する可燃性ガスの管理が行える機能を有すること。

2.37.1.3 設計方針

(1) 処理能力

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、導入を計画しているモバイル型ストロンチウム除去装置の性能を確認するのに必要な能力を有する設計とする。

(2) 材料

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、処理対象水の性状を考慮した材料を用いた設計とする。

(3) 放射性物質の漏えい防止及び管理されない放出の防止

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置の機器等は、液体状の放射性物質の漏えい防止及び敷地外への管理されない放出を防止するため、次の各項を考慮した設計とする。

- a. 漏えいの発生を防止するため、機器等には適切な材料を使用する。
- b. 液体状の放射性物質が漏えいした場合は、漏えいの早期検出を可能にするとともに、漏えい液体の除去を行えるようにする。
- c. 運転時は、運転員が常駐し、異常時には装置の停止措置をとれるようにする。

(4) 被ばく低減

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、遮へい、機器の配置等により被ばくの低減を考慮した設計とする。

(5) 崩壊熱除去に対する考慮

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、放射性物質の崩壊熱による温度上昇を考慮し、崩壊熱を除去できる設計とする。

(6) 可燃性ガスの管理

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、水の放射線分解により発生する可燃性ガスの滞留を防止でき、排出できる設計とする。

2.37.1.4 供用期間

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、モバイル型ストロンチウム除去装置の稼動前に、その性能確認を目的として実施するため、1ヶ月程度を目処に使用する。

なお、モバイル型ストロンチウム除去装置の状況等により、長期に渡りモバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置を使用する場合には、他の処理設備の運転経験や機器に応じた有効な保全を計画・実施する。

2.37.1.5 主要な機器

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、供給／混合タンク、浮遊物質（以下、SS という）フィルタ、ウルトラフィルタ（以下、UF という）、吸着塔及び補助タンクで構成する。

(1) モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置の概要

モバイル型ストロンチウム除去装置では、汚染水を受け入れた供給／混合タンクに吸着材粒子を添加し、混合することによって、イオン状ストロンチウムを吸着材粒子に吸着させ、粒子状ストロンチウムとともにSSフィルタで捕捉する。その後、UFで微粒子状ストロンチウムを除去し、吸着塔により、イオン状ストロンチウムを除去する。

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置はモバイル型ストロンチウム除去装置の供給／混合タンクでの吸着工程、SSフィルタ・UFでの粒子除去工程、吸着塔での吸着工程を模擬した構成とする。

2.37.1.6 自然災害対策等

(1) 津波

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、アウターライズ津波が到達

しないと考えられるタンクエリア近傍の O.P. 30m 以上の場所に設置する。

(2) 火災

初期消火の対応ができるよう、モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置近傍に消火器を設置する。

(3) 豪雨

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、鋼製のコンテナ内に収納され、雨水の浸入を防止する構造とする。

(4) 強風

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、鋼製のコンテナ内に収納され、強風に耐えうる構造とする。

2.37.1.7 構造強度及び耐震性

(1) 構造強度

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、系統の温度、圧力を考慮して仕様を選定している。また、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい等のないことをもって評価を行う。

(2) 耐震性

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置を構成する主要機器のうち、耐圧ホースは、材料の可撓性により耐震性を確保する。

2.37.2 系統仕様

(1) モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置

処理方式 ろ過+吸着材方式（バッチ処理）

系統数 1

処理量 約 450L/バッチ

2.37.3 添付資料

添付資料－1： 配置概要，系統構成図及び機器配置図

添付資料－2： モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置の耐震性に関する説明書

添付資料－3： モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置の具体的な安全確保策

添付資料－4： モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置に係る確認事項

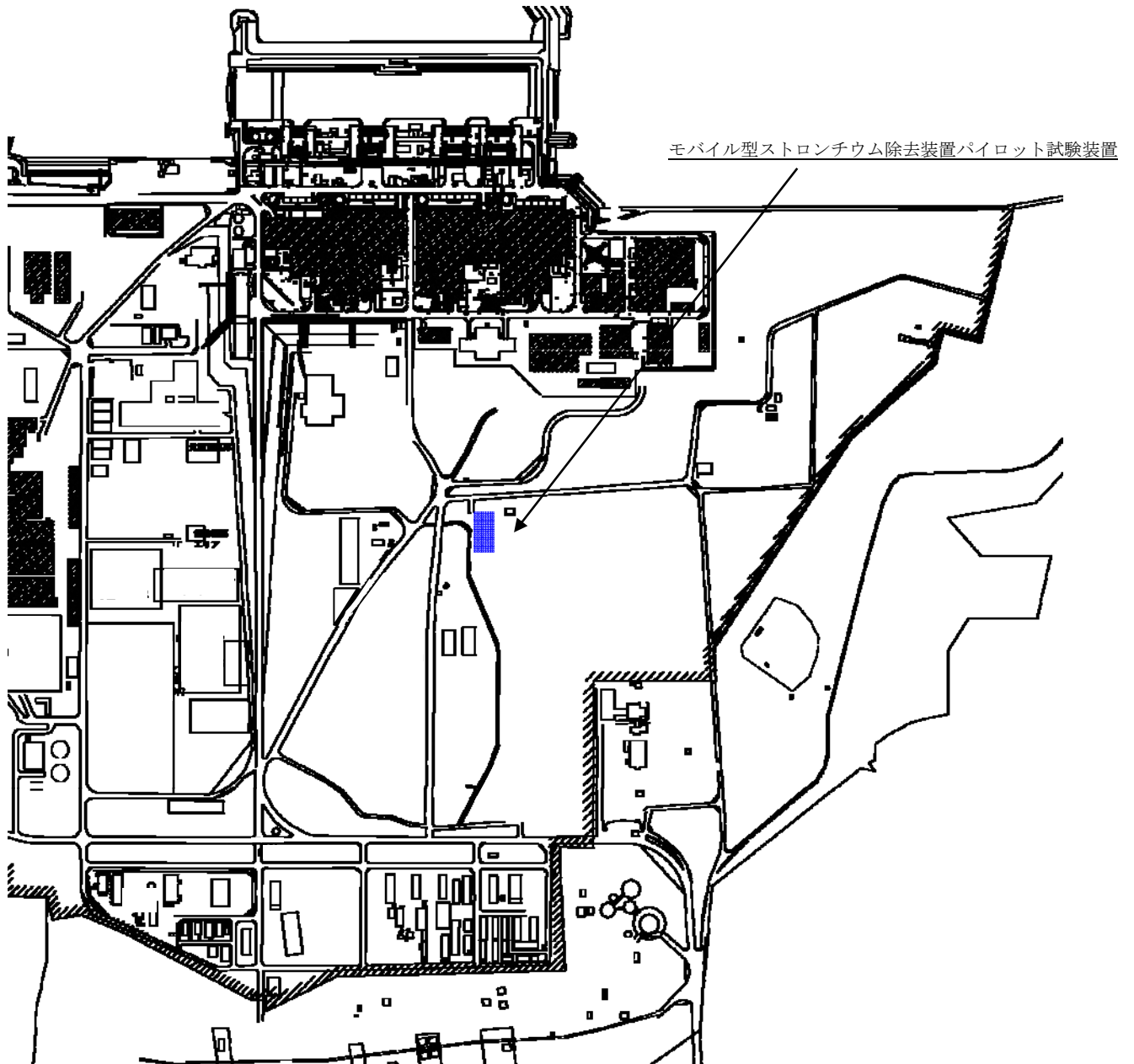


図-1 モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置配置概要

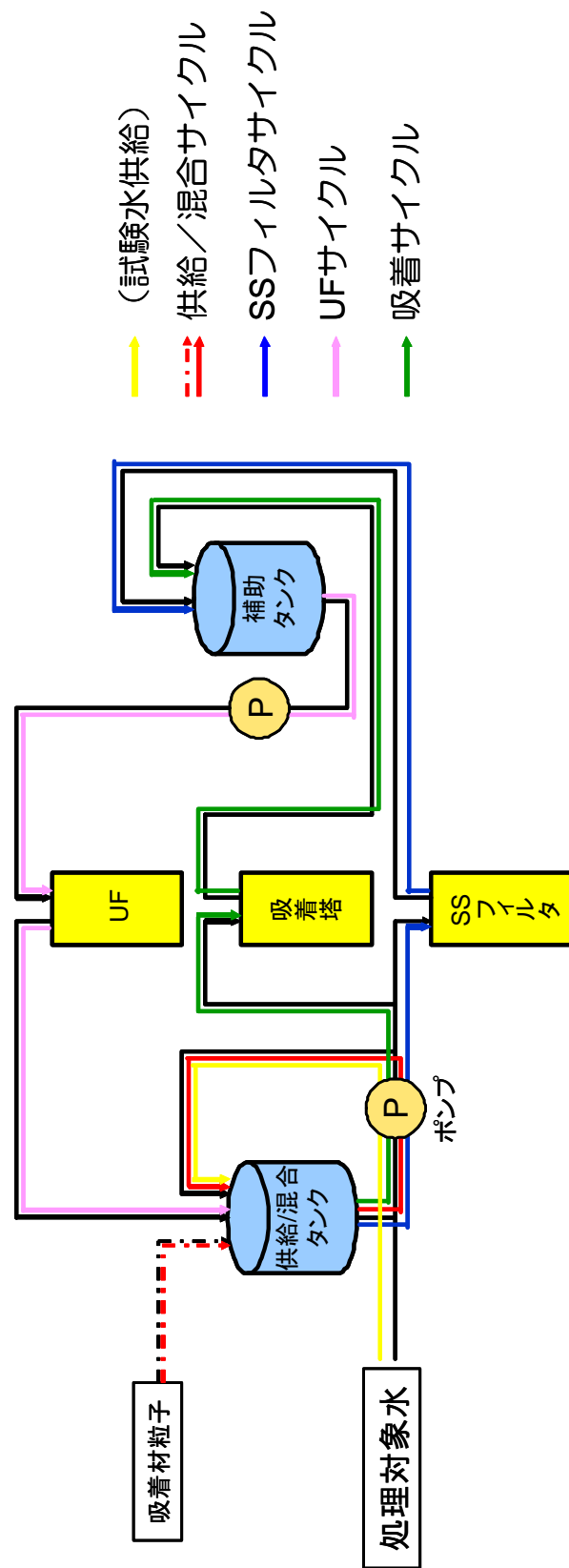


図-2 モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置系統構成図

供給／混合
タンク

補助
タンク

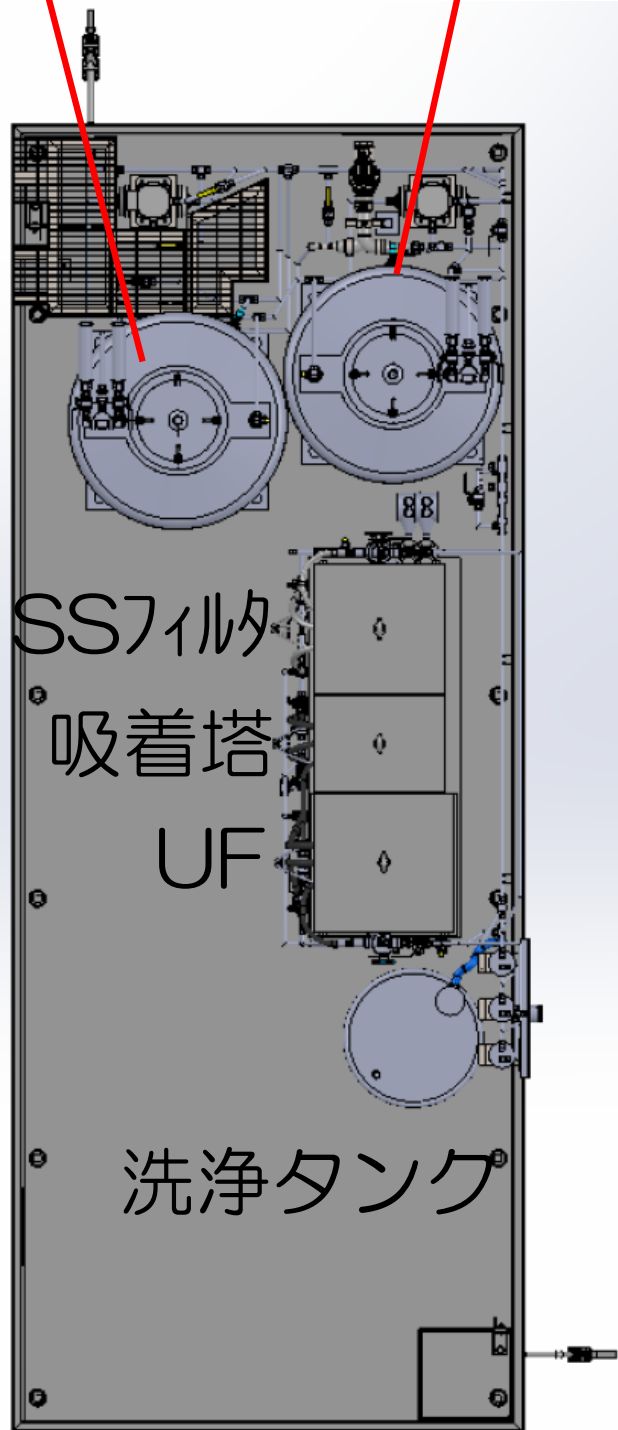


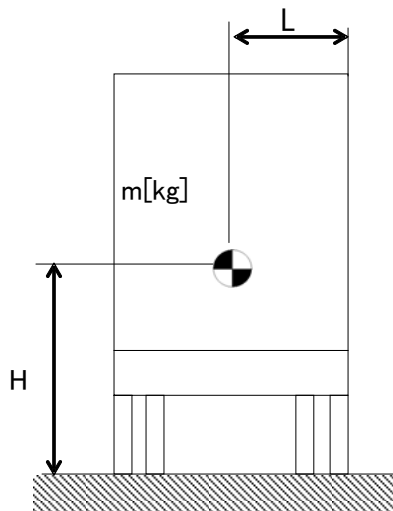
図-3 モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置機器配置図

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置の耐震性に関する説明書

1. スキッドを搭載するコンテナとトレーラの安定性

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを下記式にて算出し、それらと比較することにより転倒評価を実施した。評価に用いた数値を括弧内に示す。



C_H : 水平方向設計震度 (0.36)

m : コンテナとトレーラの合計質量 (20,455.15 kg)

g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)

H : 地面からコンテナとトレーラの合成重心までの距離 (1.896 m)

L : 転倒支点から重心までの距離 (0.943 m)

地震による転倒モーメント : $M_1[N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H = 136,919 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 137 \text{ kN} \cdot \text{m}$

自重による安定モーメント : $M_2[N \cdot m] = m \times g \times L = 189,162 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 189 \text{ kN} \cdot \text{m}$

b. 評価結果

評価結果を表1に示す。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した。

表1 コンテナとトレーラ本体耐震評価結果(転倒評価)

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
コンテナとトレーラ	本体	転倒	0.36	137	189	kN・m

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置の具体的な安全確保策

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、モバイル型ストロンチウム除去装置が稼動する前の性能確認として、1ヶ月程度しか運用しないものであるが、高レベルの放射性物質を扱うため、漏えい防止対策、放射線遮へい・崩壊熱除去、可燃性ガス滞留防止、環境条件対策について具体的に安全確保策を以下の通り定め、実施する。

放射性物質の漏えい防止等に対する考慮

2.16 (1) 漏えい発生防止

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置の配管は、耐腐食性を有するSUS316L相当材を基本とし、可撓性を要する各フィルタ・吸着塔との接続部は耐食性に優れたEPDM製耐圧ホースとする。タンク、各フィルタ及び吸着塔等は、耐腐食性を有するSUS316L相当材またはポリエチレンとする。

2.17 (2) 漏えい検知・漏えい拡大防止

- a. 漏えいの早期検知として、装置に漏えいパンを設けるとともに、漏えい検知器を設ける。
- b. 上記漏えいを検知した場合には、警報を発するとともに、装置を停止する。運転操作員は、運転監視パラメータ等の状況を確認し、適切な対応を図る。
- c. モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、運転開始までに漏えい確認等を実施し、施工不良、装置の初期欠陥等による大規模な漏えいの発生を防止する。また、モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、内包水が漏えいした場合でもスキッド内の漏えいパン内に収まることから、系外へ漏えいすることはない。(表－1)

表-1 モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置の漏えいパン仕様

対象設備	容積 (m^3)	保有水量 (m^3)
モバイル型ストロンチウム 除去装置 パイロット試験装置	1.68	0.61

放射線遮へい・崩壊熱除去

2.18 (1) 放射線遮へい（被ばくに対する考慮）

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、通常運転時は、作業員が装置を収容しているコンテナ内で監視するため、フィルタ、吸着塔等には適切な遮へいを設け、表面線量当量率を最大 0.1mSv/h に抑えることにより被ばく低減を図る。

2.19 (2) 崩壊熱除去

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、試験による通水量が少ないため、使用済フィルタ及び吸着塔は、含まれている放射性物質が微量であることから崩壊熱を考慮する必要はない。

可燃性ガスの滞留防止

a. モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置では、フィルタ・吸着塔で水の放射線分解により発生する可能性のある可燃性ガスは、通水時に処理水とともに排出される。通水停止時には、可燃性ガスが滞留する可能性があるため、ベント弁を手動で開操作して通気により排出する。

b. 試験終了後、使用済フィルタ・吸着塔は、可燃性ガスの発生抑制のため、内部の水抜きを実施し、ベントを開として保管する。

環境条件対策

(1) 腐食

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、耐腐食性を有する SUS316L 相当材、ポリエチレン、EPDM を用いている。

(2) 熱による劣化

処理対象水の温度は、ほぼ常温のため、材料の劣化の懸念はない。

(3) 耐放射線性

タンク material であるポリエチレンは、集積線量が $2 \times 10^5 \text{Gy}$ に達すると、引張強度は低下しないが、破断時の伸びが減少する傾向を示すが、ポリエチレンタンクの照射線量率を 1Gy/h (タービン建屋滞留水と同等) と仮定しても、 $2 \times 10^5 \text{Gy}$ に到達する時間は 2×10^5 時間 (22.8 年) と評価される。そのため、ポリエチレンタンクは 1 ヶ月程度の使用では放射線照射の影響を受けることはないと考えられる。

(4) 紫外線

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、コンテナ内に設置されるため、紫外線による劣化の懸念はない。

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置に係る確認事項

モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置は、モバイル型ストロンチウム除去装置が稼動する前の性能確認として、１ヶ月程度しか運用しないため、長期的な使用を想定した確認は不要であるが、高レベルの放射性物質を扱うため、表－１～３に示す漏えい防止、漏えい拡大防止について確認する。なお、寸法許容範囲については製作誤差等を考慮の上、確認前に定める。

表－１ 確認事項（モバイル型ストロンチウム除去装置パイロット試験装置）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	外観確認	各部の外観を確認する。 ※１	有意な欠陥がないこと。
	漏えい確認	運転圧力で保持した後、漏えいの有無を確認する。 ※１	著しい漏えいがないこと。

※１：現地では実施可能な範囲とし、必要に応じて記録を確認する。

表－２ 確認事項（漏えい検出装置及び警報装置）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	外観・据付 確認	各部の外観を確認する。また、装置の据付状態について確認する。	有意な欠陥がないこと。
機能	漏えい警報 確認	警報が作動することを確認する。	許容範囲以内で警報が作動すること。

表－３ 確認事項（漏えいパン）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	寸法確認	主要寸法について記録を確認する。	実施計画に記載のパン容量を満足すること。
	外観・据付 確認	各部の外観を確認する。また、据付状態について確認する。	有意な欠陥がないこと。