

高放射性廃液貯蔵場(HAW)の竜巻防護対策

(開口部の閉止措置)について

(再処理施設に関する設計及び工事の計画)

【概要】


- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)の建家内の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う施設のうち一部施設は、窓等の開口部に近接している。設計飛来物が開口部より建家内部に飛来した場合には、衝突によりそれら施設の機能を喪失する可能性がある。
- そのため、設計飛来物の衝突による安全機能の損傷を防止するため、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の開口部 ██████████ を防護板等により閉止措置する。
- 防護板等については、設計飛来物が貫通しない板厚を有すること、設計飛来物が衝突した場合でも既設設備に影響を及ぼすような変形を生じないことを確認したことから、評価結果及び工事の概要について示す。

令和2年10月22日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の竜巻防護対策（開口部の閉止措置）の概要

1. 概要

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う施設（以下「防護対象施設」という。）のうち、一部施設は窓等の開口部に近接しており、設計飛来物の衝突等による防護対象施設の機能喪失を防止するため、開口部  を閉止措置する（図-1 参照）。

2. 設計条件

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の窓、扉及びガラリを閉止する防護板、防護フード及び防護扉（以下「防護板等」という。）の設計条件は以下のとおり。

- 耐食性のあるステンレス鋼板等で構成すること。
- 設計飛来物の衝突により貫通しないこと。
- 廃措置計画用設計竜巻の組合せ荷重に対して破断に至るひずみを生じないこと。
- 防護対象施設に干渉する変形が生じないこと。

廃措置計画用設計竜巻（以下「設計竜巻」という。）と廃止措置計画用設計地震の重畳は発生頻度の観点から無視できること、屋外に設置する防護板等の落下等により波及的影響を及ぼす安全機能がないこと及び閉止する開口部等は事故対処に使用しないことから、防護板等は耐震Cクラス相当とする。

(1) 防護板（図-2 参照）

閉止板をステンレス鋼板（SUS304， $t=15$ mm）で構成し、設計竜巻の荷重を支える構造とする。防護板は、閉止板と角型鋼管を溶接した構造とし、建家外壁（既設の窓の外側）にアンカーボルト（SUS304 相当品）で固定する。

(2) 防護フード（図-3 参照）

保護板をステンレス鋼板（SUS304， $t=15$ mm）で構成し、設計竜巻の荷重を支える構造とする。防護フードは、建家外壁（ガラリの外側）に直接アンカーボルト（SUS304 相当品）で固定する。

(3) 防護扉（図-4 参照）

扉（表面）の扉板及び給気口の保護板をステンレス鋼板（SUS304， $t=10$ mm）で構成し、建家外壁にアンカーボルト（SUS304 相当品）で固定した扉枠に設置するヒンジで支持する構造とする（既設扉を交換）。扉（表面）と扉（裏面）の

扉板の間を溝形鋼で補強した左右扉板の両開きとし、左右扉の合わせ部には鋼材を設置して設計竜巻の荷重を支える構造とする。なお、4階に設置する防護扉には給気口を設ける。

3. 評価項目及び結果

(1) 貫通評価 (BRL 式に基づく簡易評価)

防護板等の鋼材厚さを許容限界とし設計飛来物の貫通限界厚さを超えており貫通が生じない (表-1 参照)。

表-1 BRL 式に基づく貫通評価の結果

部位		評価結果 (mm)	許容限界 (mm)
防護板	閉止板	8.9	15
防護フード	保護板	8.9	15
防護扉	扉 (表面)	8.9	10
	給気口の保護板		

(2) 衝突解析評価

原子力施設における鋼製の竜巻防護設備に対する竜巻飛来物の衝突解析で認可実績のある LS-DYNA を使用し、設計竜巻の組合せ荷重を受けた防護板等の 3 次元 FEM 解析を実施した。解析結果の一例として防護板の解析モデルを図-5 に、解析結果を図-6 に示す。

① ひずみ量

設計竜巻の組合せ荷重を受けた防護板等の構成部材 (厚さ方向の中立面) に生じる最大ひずみ量は、許容限界としたステンレス鋼材 (SUS304) の破断ひずみを下回る (表-2 参照)。

表-2 破断ひずみに対する評価結果

部位		最大ひずみ量 (-)	許容限界 (-)
防護板	閉止板	0.041	0.1673
防護フード	保護板	0.124	0.1673
防護扉	扉 (裏面)	0.112	0.1673

② 変形量

設計竜巻の組合せ荷重を受けた防護板等に生じる変形量は、許容限界とし防護対象施設との離隔距離よりも下回る (表-3 参照)。

表-3 変形評価の許容限界

部位		変形量 (mm)	許容限界 (mm)
防護板	閉止板	116.7	910 (335*1)
防護フード	保護板	41.6	610
防護扉	扉 (裏面)	74.8*2	700

*1 閉止板と窓ガラスまでの距離 335 mm(開口部から窓ガラスまでの距離 135 mm+角形鋼管 200 mm)。

*2 扉 (裏面) の変形量

4. 工事の方法

防護板等は、材料を入手後、工場にて加工を行った後、現地に搬入する。本工事を行うに当たっては、閉止する窓部等の養生等を施し、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の閉じ込め機能が失われないようにした後、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 建家外壁にアンカーボルトを打設し、防護板等を取り付ける。

防護板等を据付け後、所要の試験・検査を行い、最後に仮設足場の撤去を行う。これらの作業全般にわたり、高所作業等の所要の安全対策を行う。

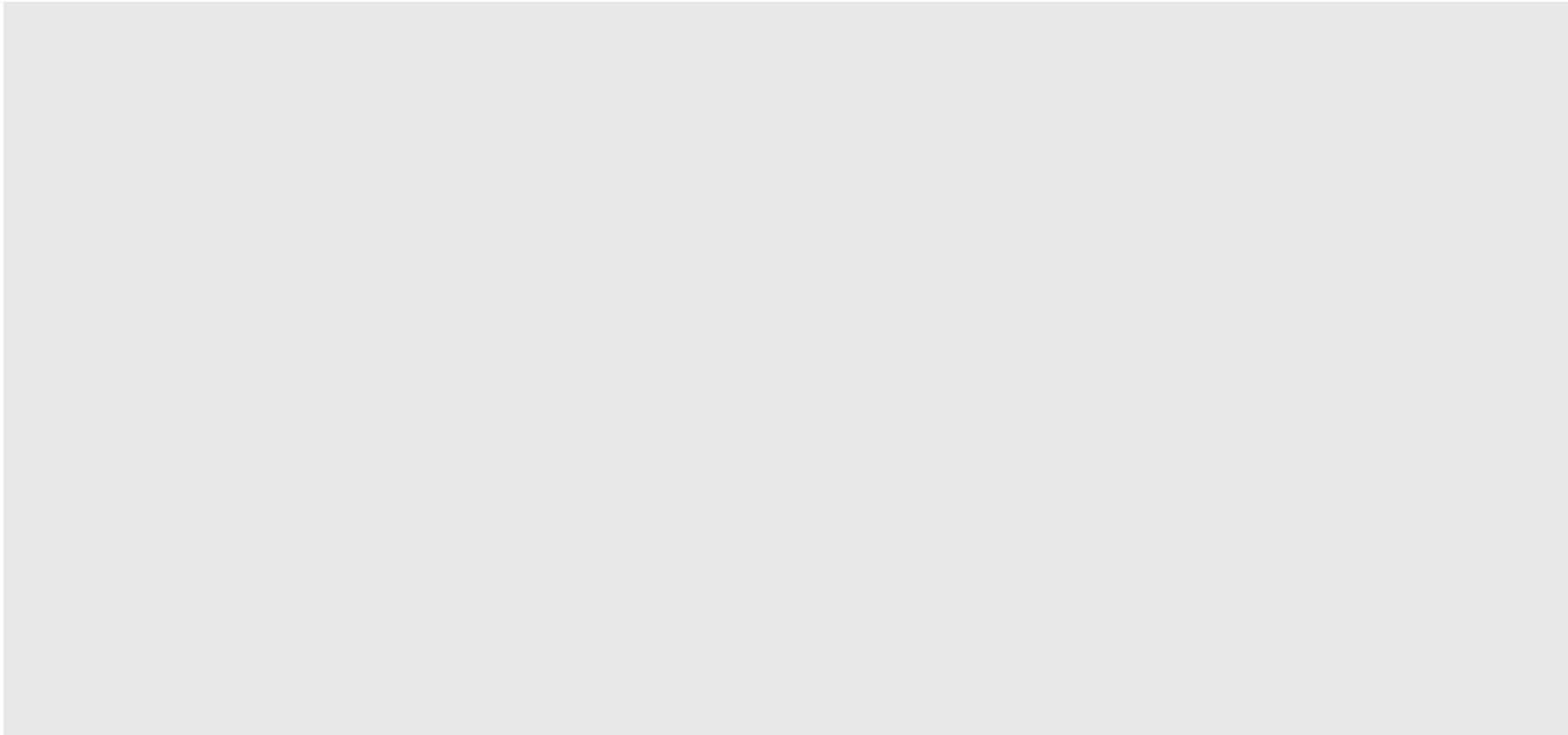
本工事フローを図-7 に示す。

5. 工事の時期

本工事に際しては、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の施設外壁付近に作業用足場を設置し、更にクレーン車等の工事車両が寄り付く作業エリアの確保が必要となる。

現在、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 周辺地盤改良工事を実施しており、本工事と作業エリアが干渉していることから、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 周辺地盤改良工事終了後 (令和 4 年 2 月終了予定) に本工事を開始する。

以上

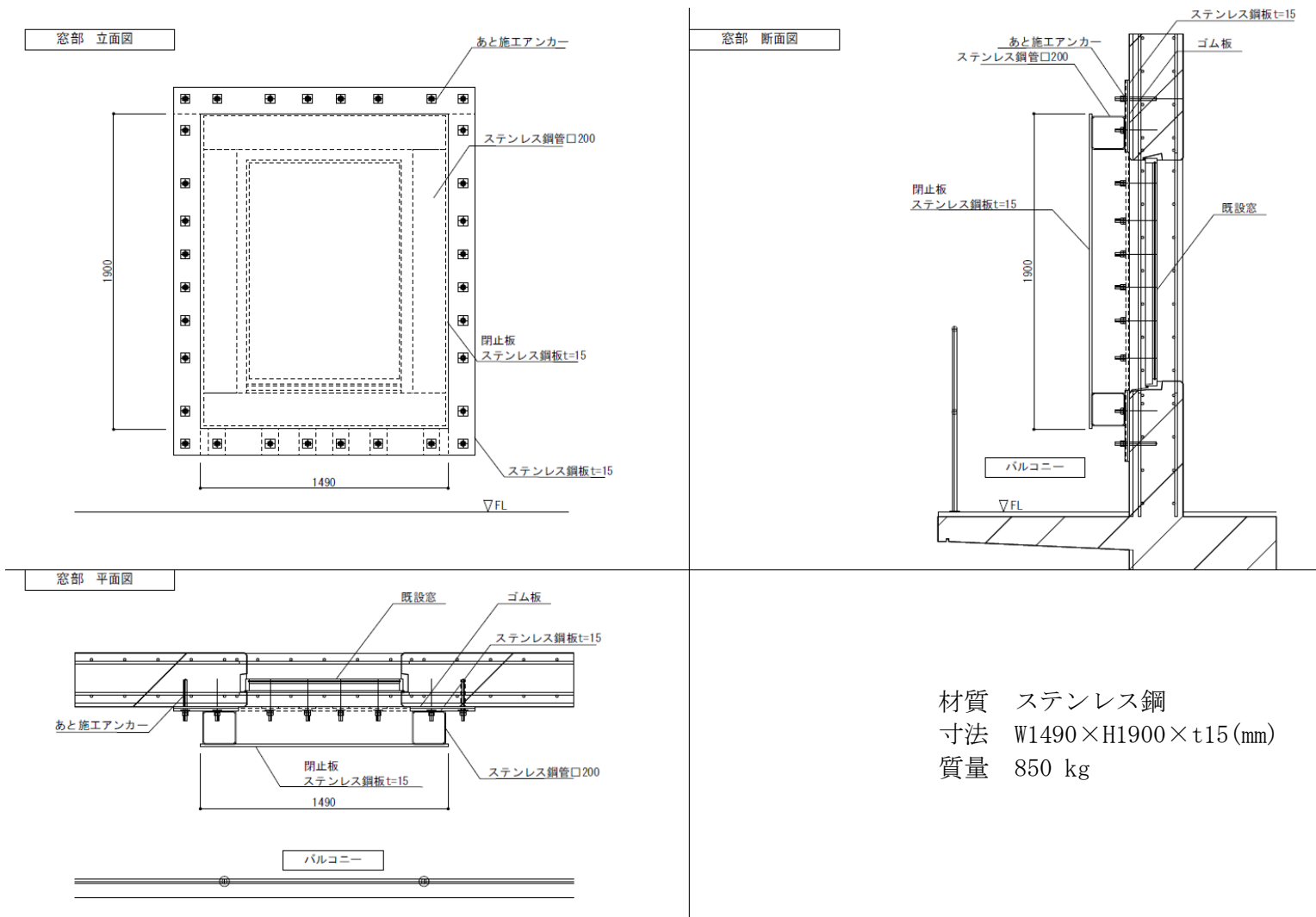


※ 浸水防止扉による閉止済

- | | |
|------|----------|
| 【凡例】 | |
| ■ | : 防護対象設備 |
| ☆ | : 防護板 |
| ★ | : 防護扉 |
| ◇ | : 防護フード |

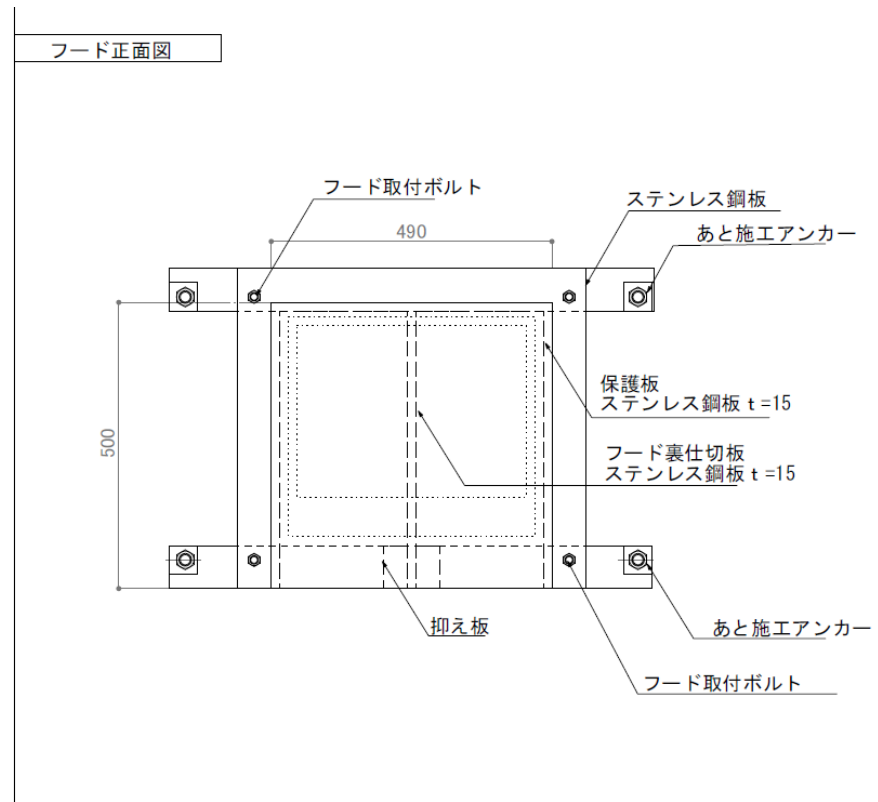
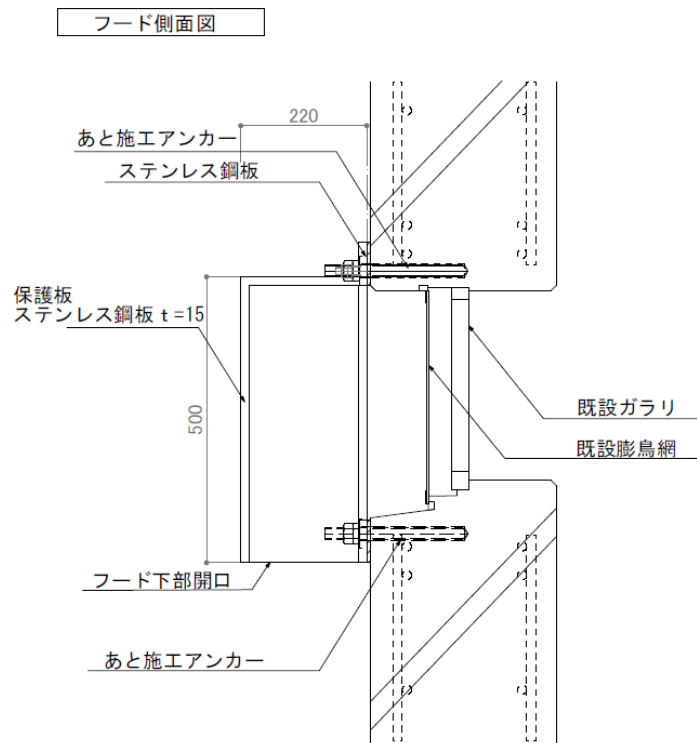
図-1 高放射性廃液貯蔵場（HAW）の開口部の位置

図-2 窓に設ける防護板の概要図



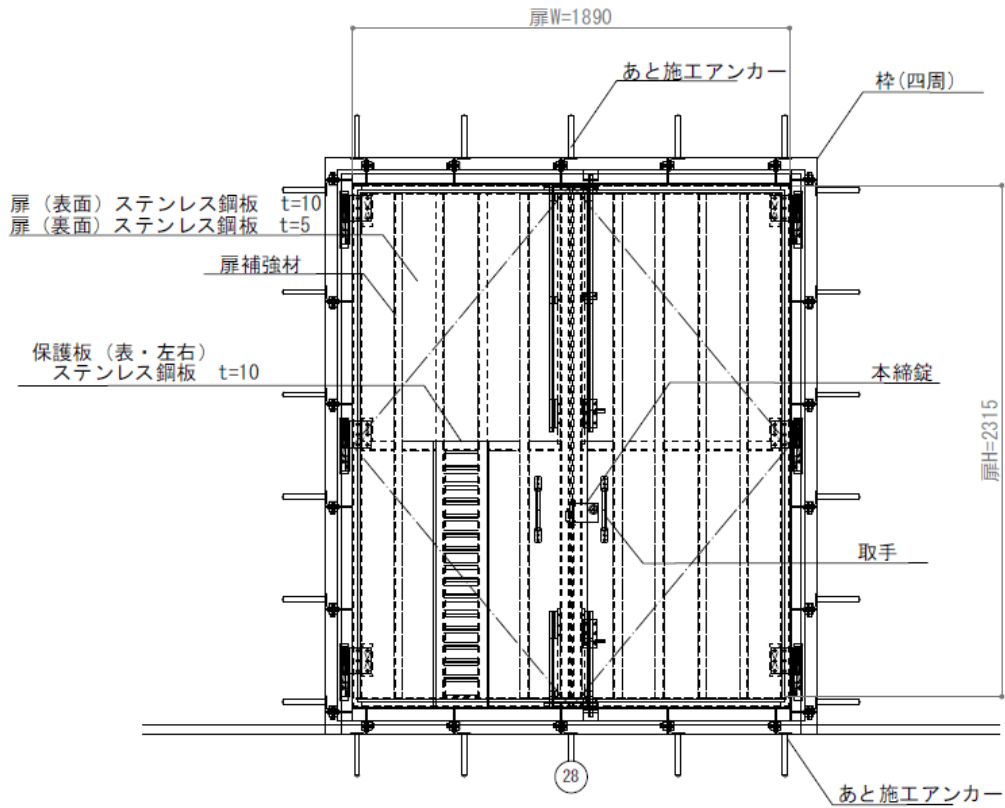
材質 ステンレス鋼
 寸法 W1490×H1900×t15(mm)
 質量 850 kg

図-3 ガラリに設ける防護フードの概要図

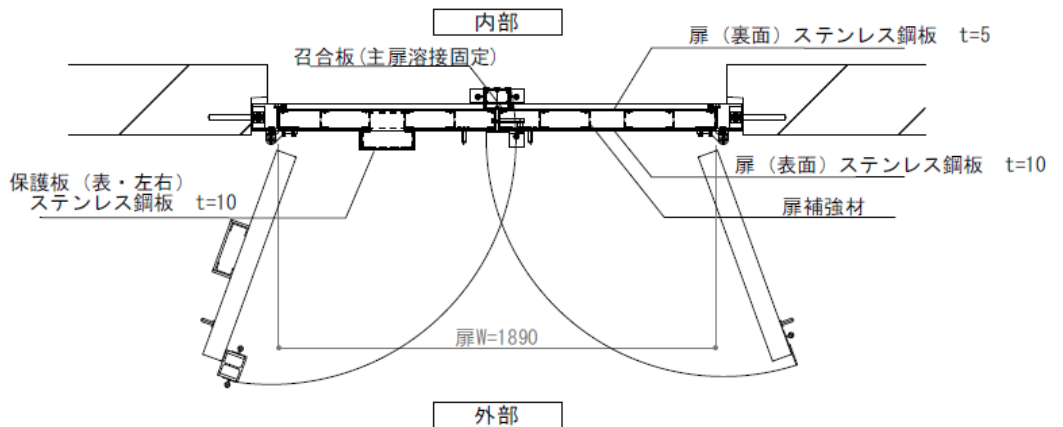


材質 ステンレス鋼
 寸法 W490×H500×t15 (mm)
 質量 100 kg

扉部 立面図



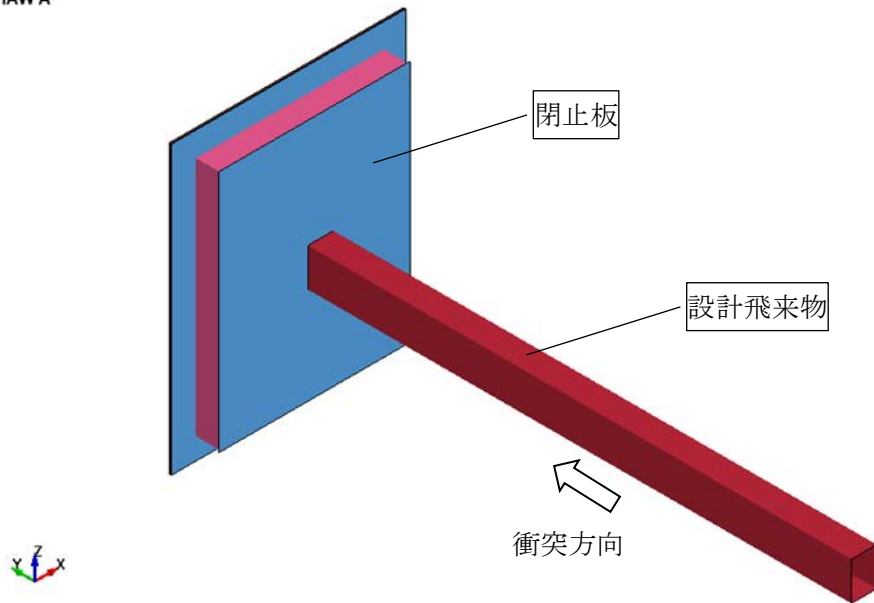
扉部 平面図



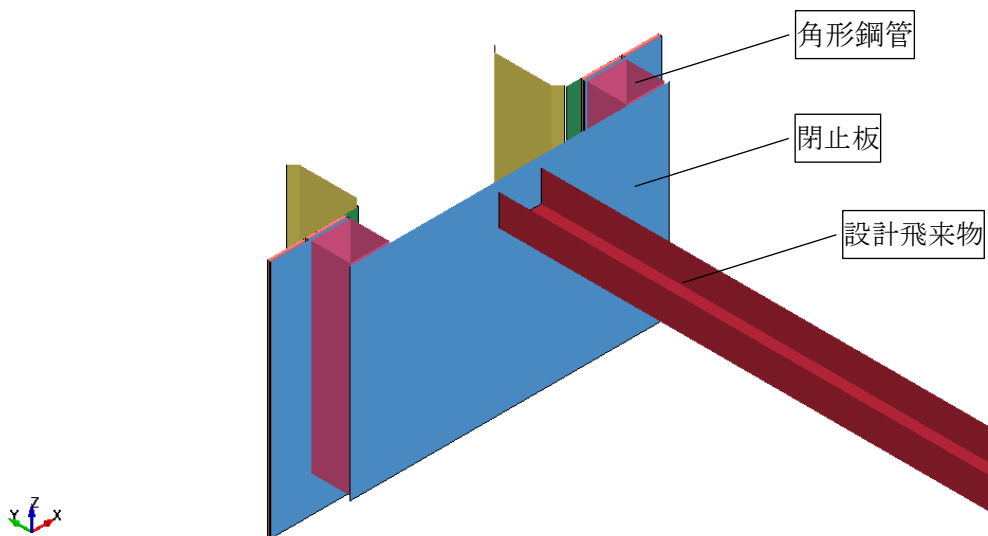
材質 ステンレス鋼
 寸法 W1890×H2315×D95(mm)
 質量 900 kg
 扉板 表面 t10(mm)、裏面 t5(mm)

図-4 防護扉の概要図(給気口付き)

HAWA

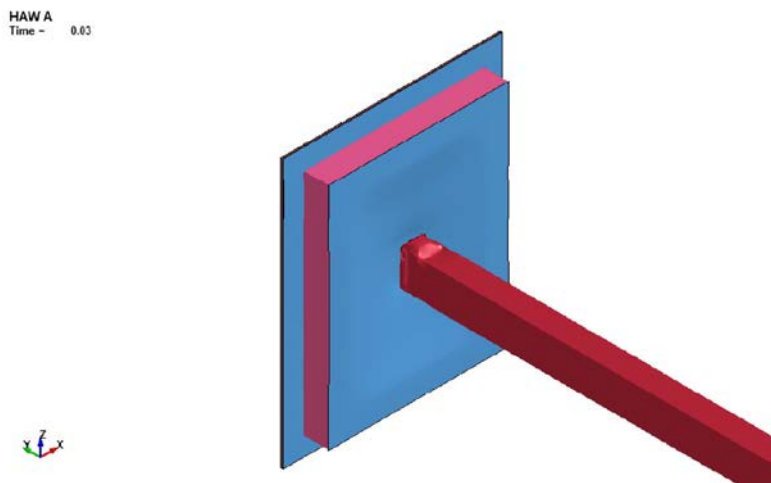


解析モデル全体

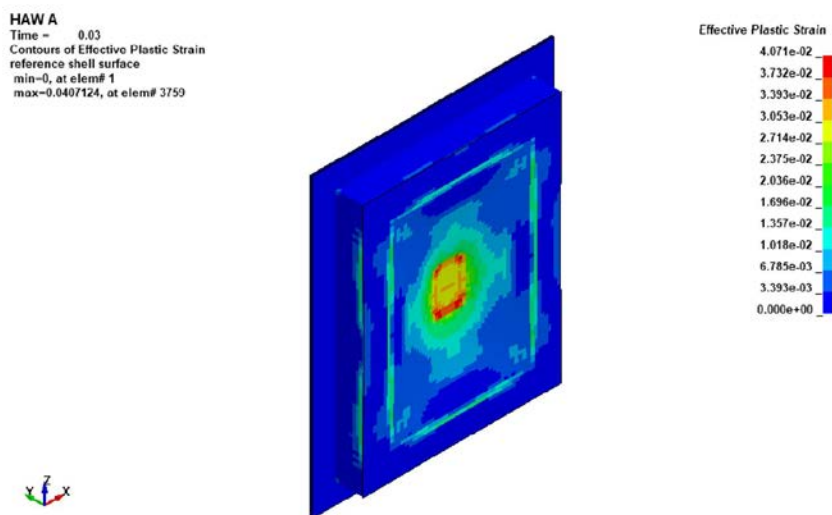


設計飛来物衝突部中央断面

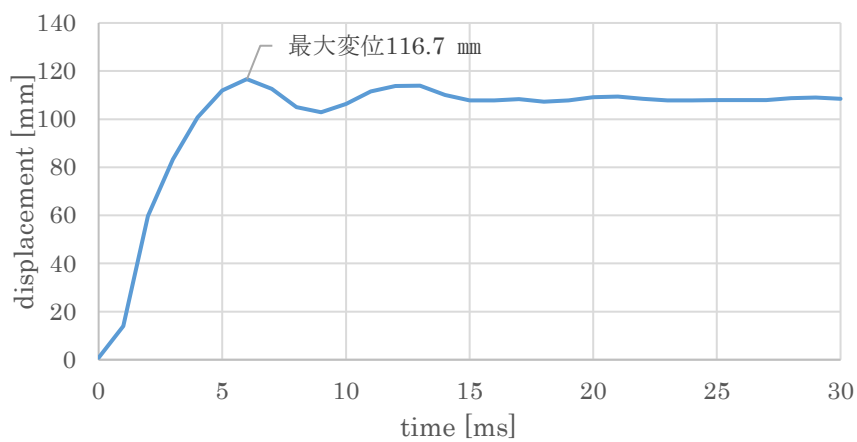
図-5 防護板の解析モデル



衝突時の変形挙動（解析終了時）

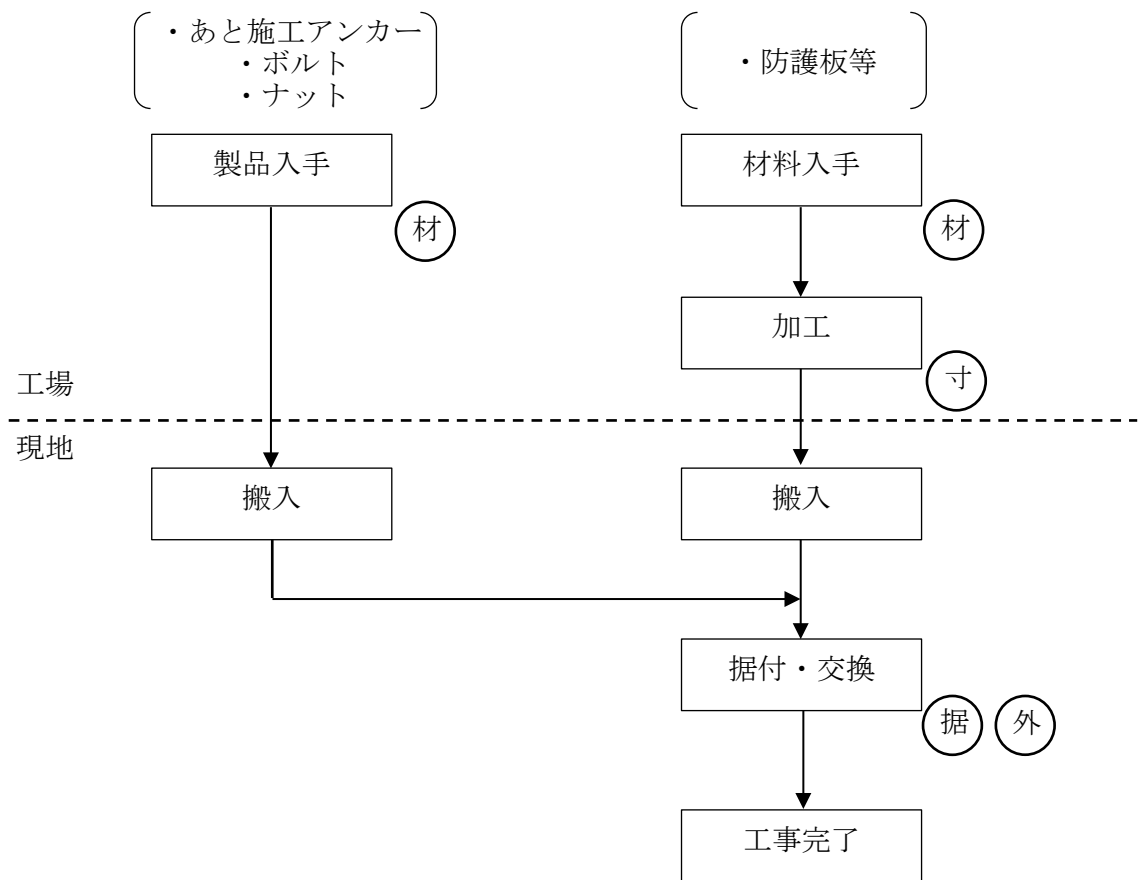


衝突時のひずみ分布（解析終了時）



変位履歴

図-6 防護板の衝突解析結果



- 材 : 材料検査
- 外 : 外観検査
- 寸 : 寸法検査
- 据 : 据付検査

図-7 防護板等の設置に係る工事フロー