

火災が発生し、その影響がある排気系統を停止しても、それ以外の排気系統により建物の負圧を維持する設計とする。(5-11)

➤ [10.1-設 56]

一部の排気ファンが停止しても、それ以外の排気ファンにより、第1種管理区域の負圧を維持する。

添付説明書一設6（閉じ込めに関する説明書）にて説明する。

油火災は燃焼速度が速く、周辺の難燃性物質に延焼するおそれがあることから、潤滑油や油圧作動油を内包する設備機器は、火災熱影響評価で閉じ込め機能が不全となる場合は、遮熱板を設置する等により影響軽減させる設計とする。(5-15)

➤ [11.3-設4]

火災の発生源として考慮すべき潤滑油や作動油を内包する部品を有する設備・機器及び火災の影響を受ける機器を添説設 2-4.1 表に示す。

潤滑油や作動油を内包する部位については、火災範囲を限定するためにオイルパンを設置する。なお、オイルパンの容量は内包油の全量を溜め得る設計とする。

ウラン粉末を取り扱う設備・機器のうち、加工中のウランの閉じ込めに直接寄与しているフードボックスパネル^(注1)（以下、フードパネルと称す）に難燃性樹脂材料を使用している設備・機器については、上記のオイルパンに滞留した油（内包油量の10%）が燃焼した場合の火災熱評価を実施し（添付説明書-設 2-1 付 1）、閉じ込め機能が不全となる場合は、以下の対策を施し影響を軽減させる設計とする（添付説明書-設 2-1）。

- ① 厚さ 1.5 mm 以上の鋼製の遮熱板を難燃性フードパネルから離隔距離を確保して設置する。
- ② フードパネル材を に限定し、火災源から危険限界距離以上を確保する。

以上の考えを基に設計した結果を添説設 2-4.1 表に示す。同表に示すとおり油火災に対して閉じ込め機能不全を軽減させる設計とする。

注 1：火災対策を図るフードパネルは、核燃料物質加工事業変更許可申請書（P.242）における「閉じ込めバウンダリとして難燃性材料のパネルを使用している」機器を指し、安全機能一覧において、ウラン形態として粉末状のウランを取り扱い、臨界防止を機能として有する機器として示されている。なお、火災対策対象としないフードパネルは、ウランを直接取り扱う部位が不燃材で構成される機器を囲うパネルであり、火災により閉じ込め機能が不全とならないため対象外とした。

添説設 2-4.1 表 潤滑油や作動油を内包する設備・機器と影響一覧 (1/6) (化学処理施設)

機器名	閉じ込め機能部		潤滑油・作動油を内包する部位	オイルパン	遮熱板	閉じ込め機能部材から遮熱板又は火災源までの距離 (注2) (mm)	判定基準 (注3) (mm)	判定
	安全機能番号	使用材料 (注1)						
UO ₂ F ₂ 貯槽(1)-A, (1)-B, (1)-C	{174} (注4)	PC	ポンプ(1)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 7 (L _① (PC))	○
UO ₂ F ₂ 貯槽(2)-A, (2)-B, (2)-C	{174} (注4)	PC	ポンプ(2)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 7 (L _① (PC))	○
液受槽(1)	{158} (注4)	PC	ポンプ(1)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 6 (L _① (PC))	○
液受槽(2)	{158} (注4)	PC	ポンプ(2)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 7 (L _① (PC))	○
調液貯槽(1)-A, (1)-B	{242} (注4)	PC	ポンプ(1)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 15 (L _① (PC))	○
調液貯槽(2)-A, (2)-B	{174} (注4)	PC	ポンプ(2)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 7 (L _① (PC))	○
熟成槽(1)-A~(1)-E	{242} (注4)	PC	ポンプ(1)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 10 (L _① (PC))	○
熟成槽(2)-A~(2)-E	{174} (注4)	PC	ポンプ(2)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 10 (L _① (PC))	○
遠心分離機(洗浄用)(1)(2)	{174} (注4)	PC	減速機(1)(2)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 14 (L _① (PC))	○
	{174} (注4)	PC	ポンプ(1)	設置	無	PC : 2000 以上	> 49 (L' (PC))	○
	{174} (注4)	PC	ポンプ(2)	設置	無	PC : 2000 以上	> 44 (L' (PC))	○
洗浄槽 (1)-A, (1)-B, (1)-C, (1)-D (2)-A, (2)-B, (2)-C, (2)-D	{194} (注4)	PVC	ポンプ(1)	設置	無	PVC : 2000 以上	> 705 (L' (PVC))	○
	{194} (注4)	PVC	ポンプ(2)	設置	無	PVC : 2000 以上	> 957 (L' (PVC))	○
遠心分離機(固液分離用) (1)(2)	— (注5)	— (注5)	減速機(1)(2)	設置	設置	— (注5)	— (注5)	○
	{242} (注4)	PC	ポンプ(1)(2)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 9 (L _① (PC))	○
仕上げる過機(1)(2)	— (注5)	— (注5)	ろ過機(1)(2)	設置	設置	— (注5)	— (注5)	○
濃縮液受槽(1)	{242} (注4)	PC	ポンプ(1)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 7 (L _① (PC))	○
濃縮液受槽(2)	{174} (注4)	PC	ポンプ(2)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 7 (L _① (PC))	○
再生液貯槽(1)-A, (1)-B, (1)-C	{242} (注4)	PC	ポンプ(1)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 2 (L _① (PC))	○
再生液貯槽(2)-A, (2)-B, (2)-C	{174} (注4)	PC	ポンプ(2)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 3 (L _① (PC))	○
予備成型乾燥機(1)	— (注5)	— (注5)	減速機	設置	設置	— (注5)	— (注5)	○
予備成型乾燥機(2)	— (注5)	— (注5)	減速機	設置	設置	— (注5)	— (注5)	○
乾燥機(1)	{242} (注4)	PC	減速機	設置	設置	PC : 約 2000	> 11 (L _① (PC))	○
乾燥機(2)	{242} (注4)	PC	減速機	設置	設置	PC : 2000 以上	> 11 (L _① (PC))	○
リサイクル粉受けホッパ(1)	— (注5)	— (注5)	フィーダ(1)	設置	無	— (注5)	— (注5)	○
リサイクル粉受けホッパ(2)	— (注5)	— (注5)	減速機(2)	設置	無	— (注5)	— (注5)	○
			フィーダ(2)	設置	無	— (注5)	— (注5)	○
ポリユーマ (2)	{89} (注4)	PC	ピンスクレーパー	設置	無	PC : 1000 以上	> 43 (L' (PC))	○
ロータリーキルン(1)	{89} (注4)	PC	減速機(1) (フィーダ)	設置	設置	PC : 1000 以上	> 11 (L _① (PC))	○
	{238} (注4)	PC, PVC	減速機(1) (ロータリーキルン)	設置	無	PC : 1000 以上 PVC : 1000 以上	> 182 (L' (PC)) > 721 (L' (PVC))	○

添説設 2-4.1 表 潤滑油や作動油を内包する設備・機器と影響一覧 (2/6) (化学処理施設)

機器名	閉じ込め機能部		潤滑油・作動油を内包する部位	オイルパン	遮熱板	閉じ込め機能部材から遮熱板又は火災源までの距離 ^(注2) (mm)	判定基準 ^(注3) (mm)	判定
	安全機能番号	使用材料 ^(注1)						
ロータリーキルン(2)	{89} ^(注4)	PC	減速機(2) (フィーダ)	設置	設置	PC : 1000 以上	> 11 (L _{D(PC)})	○
	{116} ^(注4)	PC	減速機(2) (ロータリーキルン)	設置	無	PC : 2000 以上	> 174 (L' (PC))	○
大型混合装置	{116} ^(注4)	PC	オイルタンク	設置	設置	PC : 2000 以上	> 27 (L _{D(PC)})	○
			減速機	設置	設置	PC : 2000 以上	> 15 (L _{D(PC)})	○
回転混合機 (金属容器(粉末)混合)	{130} ^(注4)	PVC	減速機	設置	設置	PVC:2000 以上	> 39 (L _{D(PVC)})	○
粉砕機	{125}	PVC	減速機 (粉砕機)	設置	無 ^(注7)	PVC : 約 800	> 733 (H' (PVC))	○
			減速機 (ロータリーバルブ)	設置	無 ^(注7)	PVC : 約 1800	> 1312 (H' (PVC))	○
粉末抜きボックス	{146} ^(注4)	PC	減速機	設置	無	PC : 1000 以上	> 7 (L' (PC))	○
粉末輸送装置① ホッパ部①	— ^(注5)	— ^(注5)	減速機	設置	無	— ^(注5)	— ^(注5)	○
混合装置	— ^(注5)	— ^(注5)	減速機	設置	無	— ^(注5)	— ^(注5)	○
充填装置	{130} ^(注4)	PVC	減速機	設置	設置	PVC : 1000 以上	> 28 (L _{D(PVC)})	○
粗成型用プレス	{146}	PC	潤滑ユニット	設置	設置	PC : 約 640	> 7 (L _{D(PC)})	○
スラグコンベア	— ^(注5)	— ^(注5)	減速機	設置	設置	— ^(注5)	— ^(注5)	○
原料フードボックス	{158}	PC	減速機 (フィーダ)	設置	設置	PC : 約 50	> 2 (L _{D(PC)})	○
			減速機 (ロータリーバルブ)	設置	無 ^(注7)	PC : 約 870	> 382 (H' (PC))	○
沈殿槽	{158} ^(注4)	PC	ポンプ	設置	設置	PC : 1000 以上	> 5 (L _{D(PC)})	○
遠心分離機	— ^(注5)	— ^(注5)	減速機	設置	設置	— ^(注5)	— ^(注5)	○
乾燥機	{174}	PC	減速機	設置	設置	PC : 約 620	> 7 (L _{D(PC)})	○
			ポンプ	設置	設置	PC : 約 970	> 5 (L _{D(PC)})	○
ろ液受槽(1)	{174} ^(注4)	PC	ポンプ	設置	設置	PC : 1000 以上	> 5 (L _{D(PC)})	○
ろ過機 (廃液用)	{174} ^(注4)	PC	油圧ユニット	設置	無	PC : 1000 以上	> 143 (L' (PC))	○
解砕機	{194}	PVC	減速機	設置	設置	PVC : 約 60	> 28 (L _{D(PVC)})	○
粉末受けホッパ	{194} ^(注4)	PVC	減速機	設置	無	PVC : 約 500	> 271 (L' (PVC))	○
中間槽(1)(2)	{211} ^(注4)	PC	ポンプ(1)(2)	設置	設置	PC : 約 500	> 3 (L _{D(PC)})	○

添説設 2-4.1 表 潤滑油や作動油を内包する設備・機器と影響一覧 (3/6) (化学処理施設)

機器名	閉じ込め機能部		潤滑油・作動油を内包する部位	オイルパン	遮熱板	閉じ込め機能部材から遮熱板又は火災源までの距離 ^(注2) (mm)	判定基準 ^(注3) (mm)	判定
	安全機能番号	使用材料 ^(注1)						
リサイクル液受槽(1)(2)(3)	{211} ^(注4)	PC	ポンプ (リサイクル液)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 3 (L _{D(PC)})	○
			ポンプ (リサイクル・洗浄液)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 3 (L _{D(PC)})	○
洗浄液受槽(1)(2)	{211} ^(注4)	PC	ポンプ	設置	設置	PC : 1000 以上	> 3 (L _{D(PC)})	○
沈殿槽(1)(2)	{206} ^(注4)	PC	ポンプ	設置	設置	PC : 2000 以上	> 3 (L _{D(PC)})	○
遠心分離機	— ^(注5)	— ^(注5)	遠心分離機	設置	無	— ^(注5)	— ^(注5)	○
			ポンプ	設置	設置	— ^(注5)	— ^(注5)	○
ろ液受槽	{206} ^(注4)	PC	ポンプ	設置	設置	PC : 2000 以上	> 3 (L _{D(PC)})	○
回転混合機	{246}	PC, PVC	減速機	設置	設置	PC : 約 1860 PVC : 約 1860	> 1 (L _{D(PC)}) > 8 (L _{D(PVC)})	○
ADUバグフィルタ(1)	{242} ^(注4)	PC	ブロワ(1)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 0 (L _{D(PC)})	○
ADUバグフィルタ(2)	{242} ^(注4)	PC	ブロワ(2)	設置	設置	PC : 2000 以上	> 0 (L _{D(PC)})	○
サンプラ(1)(2)	{116} ^(注4)	PC	ブロワ	設置	設置	PC : 約 1000	> 0 (L _{D(PC)})	○
バグフィルタ (粉末輸送装置①)	{123} ^(注4)	PVC	ブロワ	設置	設置	PVC : 2000 以上	> 1 (L _{D(PVC)})	○
粉末輸送装置②	{123} ^(注4)	PVC	ブロワ	設置	設置	PVC : 約 1000	> 2 (L _{D(PVC)})	○
明け替えフードボックス①	{82}	PC	ブロワ	設置	設置	PC : 2000 以上	> 1 (L _{D(PC)})	○
輸送装置	{194} ^(注4)	PVC	ブロワ	設置	設置	PVC : 約 1000	> 3 (L _{D(PVC)})	○
仮焼炉	{194} ^(注4)	PVC	ブロワ	設置	設置	PVC : 1000 以上	> 2 (L _{D(PVC)})	○

添説設 2-4.1 表 潤滑油や作動油を内包する設備・機器と影響一覧 (4/6) (成形施設)

機器名	閉じ込め機能部		潤滑油・作動油を内包する部位	オイルパン	遮熱板	閉じ込め機能部材から遮熱板又は火災源までの距離 ^(注2) (mm)	判定基準 ^(注3) (mm)	判定
	安全機能番号	使用材料 ^(注1)						
大型混合装置(1)	{274} ^(注4)	PC	オイルタンク	設置	設置	PC : 約 2170	> 27 (L _① (PC))	○
			減速機	設置	設置	PC : 約 1100	> 19 (L _① (PC))	○
大型混合装置(2)	{272} ^(注4)	PC	オイルタンク	設置	設置	PC : 約 1010	> 27 (L _① (PC))	○
	{284} ^(注4)	PC	減速機	設置	設置	PC : 約 2810	> 19 (L _① (PC))	○
	{272} ^(注4)	PC				PC : 約 250	> 19 (L _① (PC))	○
大型粉末容器抜出ボックス(1)	{282} ^(注4)	PC	変速機	設置	設置	PC : 約 1030	> 6 (L _① (PC))	○
			ギヤボックス	設置	設置	(変速機に包含)	(変速機に包含)	○
大型粉末容器抜出ボックス(2)	{282} ^(注4)	PC	変速機	設置	設置	PC : 約 2330	> 6 (L _① (PC))	○
	{284} ^(注4)	PC	ギヤボックス	設置	設置	PC : 約 1120	> 5 (L _① (PC))	○
原料粉末ホッパ(1)	— ^(注5)	— ^(注5)	減速機、ギヤボックス	設置	設置	— ^(注5)	— ^(注5)	○
原料粉末ホッパ(2)	— ^(注5)	— ^(注5)	減速機、ギヤボックス	設置	設置	— ^(注5)	— ^(注5)	○
粉末混合機(1)	{282}	PC	変速機	設置	設置	PC : 約 580	> 10 (L _① (PC))	○
粉末混合機(2)	{282}	PC	変速機	設置	設置	PC : 約 570	> 10 (L _① (PC))	○
粗成型用プレス(1)	{284}	PC	潤滑ユニット	設置	設置	PC : 約 610	> 5 (L _① (PC))	○
スラグコンベア(1)	— ^(注5)	— ^(注5)	変速機	設置	設置	— ^(注5)	— ^(注5)	○
粗成型用プレス(2)	{284}	PC	潤滑ユニット	設置	設置	PC : 約 620	> 5 (L _① (PC))	○
スラグコンベア(2)	— ^(注5)	— ^(注5)	変速機	設置	設置	— ^(注5)	— ^(注5)	○
造粒機(1)	— ^(注5)	— ^(注5)	減速機	設置	設置	— ^(注5)	— ^(注5)	○
造粒機(2)	— ^(注5)	— ^(注5)	減速機	設置	設置	— ^(注5)	— ^(注5)	○
潤滑剤混合機(1)	— ^(注5)	— ^(注5)	変速機	設置	無	— ^(注5)	— ^(注5)	○
潤滑剤混合機(2)	— ^(注5)	— ^(注5)	変速機	設置	無	— ^(注5)	— ^(注5)	○
本成型用プレス(1)	{301}	PC	変速機	設置	設置	PC : 約 660	> 4 (L _① (PC))	○
			オイルタンク	設置	設置	PC : 約 1210	> 19 (L _① (PC))	○
			潤滑ユニット	設置	設置	PC : 約 1350	> 12 (L _① (PC))	○
本成型用プレス(2)	{301}	PC	変速機	設置	設置	PC : 約 680	> 6 (L _① (PC))	○
			オイルタンク	設置	設置	PC : 約 1390	> 19 (L _① (PC))	○
			潤滑ユニット	設置	設置	PC : 約 1540	> 12 (L _① (PC))	○
試験用プレス	{314}	PC	オイルタンク	設置	設置	PC : 約 870	> 17 (L _① (PC))	○
バッチ式小型焼結炉	{314} ^(注4)	PC	ポンプ	設置	設置	PC : 約 830	> 9 (L _① (PC))	○

添説設 2-4.1 表 潤滑油や作動油を内包する設備・機器と影響一覧 (5/6) (成形施設)

機器名	閉じ込め機能部		潤滑油・作動油を内包する部位	オイルパン	遮熱板	閉じ込め機能部材から遮熱板又は火災源までの距離 (注2) (mm)	判定基準 (注3) (mm)	判定
	安全機能番号	使用材料 (注1)						
センターレス グラインダ(1)	{337} (注6)	PC	減速機、変速機、給油ポンプ	設置	設置	PC : 約 550	> 14 (L _① (PC))	○
			オイルタンク	設置	設置	PC : 約 620	> 15 (L _① (PC))	○
センターレス グラインダ(2)	{337} (注6)	PC	減速機、変速機、給油ポンプ	設置	設置	PC : 約 550	> 14 (L _① (PC))	○
			オイルタンク	設置	設置	PC : 約 620	> 15 (L _① (PC))	○
センターレス グラインダ(3)	{337} (注6)	PC	減速機、変速機、給油ポンプ	設置	設置	PC : 約 670	> 14 (L _① (PC))	○
			オイルタンク	設置	設置	PC : 約 620	> 15 (L _① (PC))	○
センターレス グラインダ(4)	{337} (注6)	PC	減速機、変速機	設置	設置	PC : 約 480	> 11 (L _① (PC))	○
			オイルタンク	設置	設置	PC : 約 620	> 17 (L _① (PC))	○
酸化炉(1)-A, (1)-B 粉砕機(1)	{362}	PC	減速機(1)	設置	設置	PC : 約 1050	> 8 (L _① (PC))	○
			減速機(2)	設置	設置	PC : 約 1020	> 13 (L _① (PC))	○
			減速機(3)	設置	設置	PC : 約 1160	> 10 (L _① (PC))	○
酸化炉(2)-A, (2)-B 粉砕機(2)	{362}	PC	減速機(1)	設置	設置	PC : 約 350	> 9 (L _① (PC))	○
			減速機(2)	設置	無	PC : 約 3560	> 27 (L' (PC))	○
			減速機(3)	設置	設置	PC : 約 1510	> 10 (L _① (PC))	○
繰返し粉中間ホッパ	{274} (注4)	PC	減速機 (プロワ(1))	設置	設置	PC : 約 1740	> 8 (L _① (PC))	○
原料粉末ホッパ(1)	{364} (注4)	PC	減速機 (プロワ(2))	設置	設置	PC : 約 750	> 8 (L _① (PC))	○
原料粉末ホッパ(2)	{364} (注4)	PC	減速機 (プロワ(3))	設置	設置	PC : 約 1950	> 8 (L _① (PC))	○

添説設 2-4.1 表 潤滑油や作動油を内包する設備・機器と影響一覧 (6/6) (放射性廃棄物の廃棄施設)

機器名	閉じ込め機能部		潤滑油・作動油を内包する部位	オイルパン	遮熱板	閉じ込め機能部材から遮熱板又は火災源までの距離 (注2) (mm)	判定基準 (注3) (mm)	判定
	安全機能番号	使用材料 (注1)						
転換第1 廃液貯槽	[242] (注4)	PC	ポンプ	設置	無	PC : 2000 以上	> 154 (L' (PC))	○
地下集水槽 AB	[211] (注4)	PC	ポンプ	設置	設置	PC : 2000 以上	> 8 (L _{③(PC)})	○
混合槽	[243] (注4)	PC	ポンプ	設置	無	PC : 2000 以上	> 181 (L' (PC))	○

注 1 : 難燃性材料のみ記載。PC は 、PVC は を示す。

注 2 : 保守的に投影距離とした。

注 3 : L' は水平火災熱評価距離、H' は鉛直火災熱評価距離を示す (添付説明書-設 2-1)。また、L_③は遮熱板から防護対象パネルまでの隔離距離を示す (添付説明書-設 2-1 付 1)。

注 4 : 隣接機器に対する閉じ込め機能への影響を考慮する。

注 5 : 火災熱評価エリア内に火災源より高い位置でウランを取り扱うフードボックスは無いため「—」とした。

注 6 : 当該フードボックスは、火災対策対象のフードパネルではないが、研削により粉末状のウランが存在する可能性があるため、当該フードボックスパネルを評価対象とした。

注 7 : オイルパンの上方が金属板あるいは金属機器本体で遮熱されている。オイルパンの上方については火炎高さを超える範囲についても火炎による影響があるものとして、保守的に遮熱体の温度を火災で発生した熱量 (式 1) 全てが加熱に寄与することとして求める (式 2) (*1)。

$$Q = \rho V \times \Delta H \quad (1)$$

Q : 発生熱量 (kJ)

ρV : 燃料重量 (kg) (ρ : 燃料密度 (kg/m³)、V : 燃料体積 (m³) (内包油量の 10%))

ΔH : 単位あたり熱量 (kJ/kg)

$$\Delta T = Q / (m \times cp) \quad (2)$$

ΔT : 上昇温度 (K)

m : 金属機器本体重量 (kg)

cp : 比熱 (kJ/K/kg)

上記で求めた上昇温度 (ΔT) を室温 (40°C) に加えた結果は以下のとおりで、いずれの温度もフードパネル材の耐熱温度 (: 66°C、 : 121°C) 以下である。

粉砕機 : 57°C

原料フードボックス : 56°C

なお、以上のとおり火災源を取り囲むフードボックスの天井面は、鋼製であり燃焼することはない。また、側面はいずれも防護対象のフードパネルではない。したがって火災により上方に移動するプルームや高温ガス層は鋼製の天井により遮断され、防護対象フード

に接触しないためフードパネルの健全性は確保される。仮にプルームや高温ガス層が漏出し防護すべきフードパネルに接したとしても、最も高温となる場合で54℃であり、フードパネル材の耐熱温度以下のため健全性は確保される（添付説明書-設2-1-付2）。

（*1）：本評価手法は、プルーム、高温ガス層を介した熱伝達など、すべての伝熱を包含するように、火災により可燃物の燃焼し得る全熱量が伝わり、かつそれが周辺の空気により冷やされないことを仮定した保守的な手法であり、加工事業変更許可申請書（P.（添五）-377）で示したものと同一手法である。

第 1 種管理区域からの排気ダクトが高性能エアフィルタを通る前に非管理区域を通過する部分は、火災による損傷により、第 1 種管理区域の排気が非管理区域に漏えいしないように、不燃性構造又は耐火シールを施す設計とする。(5-18)

➤ [20.1-設 8]

高性能エアフィルタを通る前の第 1 種管理区域からの排気ダクトは、非管理区域を通過しない設計とする。添付説明書一設 10（放射性気体廃棄物の廃棄施設に関する説明書）参照。

※ 事業許可の記載において、高性能エアフィルタを通る前に非管理区域を通過する排気ダクトは火災による損傷防止のために、不燃性構造又は耐火シールを施す設計としていたが、安全性向上のため非管理区域を通過しない設計とする(ルート変更)こととした。

火災の延焼防止のため、難燃性物質を使用する設備・機器は火災源から可能な限り遠ざける設計とする。また、火災源の近くに設置せざるを得ない難燃性物質を使用する設備・機器に、遮熱板を設置する又は[]製の排気ダクト等の難燃性物質に対して耐火シートを被覆する設計とする。(5-20)

➤ [11.3-設11]

気体廃棄設備のうち、可燃物となる潤滑油を有する設備(排気ファン)については、付近に設置される難燃性の[]製の排気ダクトへの延焼防止のために、オイルパン及び遮熱板を設置する。オイルパン及び遮熱板を設置する機器は以下の通り。

- ・気体廃棄設備(1) 排気ファン(転換加工室局所排気系統(2)) (図ト設-気1参照)

なお、当該ファンの潤滑油は工場棟(転換工場2F機械室東側)に存在する可燃物質の一部として評価されている。当該排気ファンの設置される工場棟(転換工場2F機械室東側)の火災評価の詳細は三原燃第19-0801号の添付説明書一建1に示す。

火災源の近くに設置せざるを得ない難燃性材料のダクトは、不燃性材料のダクトに変更する設計とする。不燃性材料に変更するダクトは、以下の通り。

- ・気体廃棄設備(2) 排気ダクト・ダンパ(部屋、設備～高性能エアフィルタ)(作業室 室内排気系統(2))(作業室内)(図ト系2-12参照)
- ・気体廃棄設備(2) 排気ダクト・ダンパ(部屋、設備～高性能エアフィルタ)(廃棄物一時貯蔵所 室内排気系統)(廃棄物缶詰室内)(図ト系2-15参照)
- ・気体廃棄設備(3) 排気ダクト・ダンパ(部屋、設備～高性能エアフィルタ)(ペレット加工室局所排気系統(1))(ペレット加工室内)(図ト系3-3参照)

※事業許可の記載において、火災源の近くに設置せざるを得ない[]製の排気ダクトなどの難燃性物質に対して耐火性シートを被覆する設計とすることとしていたが、安全性向上のため材質変更(難燃性物質→不燃性物質)することとした。

火災の延焼を防止するために、核燃料物質及び核燃料物質によって汚染された物は金属製容器に収納する設計とする。また、高性能エアフィルタの木枠は金属カバーで覆う設計とする。(5-22)

➤ [11.3-設 5]

核燃料物質を収納するための容器及びその使用材料を添説設 2-7.1 表に示す。

添説設 2-7.1 表に示すとおり、核燃料物質を収納する容器は全て金属製であり、火災の延焼防止を図っている。

添説設 2-7.1 表 収納機器及び使用材料

施設区分	設備名	機器名	使用材料
化学処理施設	固液分離設備	金属容器 (溶液・スラリー)	ステンレス鋼 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
核燃料物質の 貯蔵施設	UO ₂ ペレット貯蔵設備	金属容器 (ペレット)	ステンレス鋼 <input type="checkbox"/>

➤ [11.3-設 14]

金属容器 (ペレット) は本体と蓋の間に、シール材として 製のパッキンを設置している (図へ設-35 参照)。本パッキンはステンレス鋼製の容器本体、蓋及びクランプバンドで囲う設計であるため火災源となることはない。

➤ [11.3-設 17]

気体廃棄設備 (1)～(6)に係る高性能エアフィルタの木枠は、金属カバーで覆い火災の延焼を防止する設計とする (図ト設-気 2 参照)。

4. 3. 水素ガスその他の可燃性ガスを取り扱う設備に係わる設計(第十一条4～7)

本項では、水素ガスその他の可燃性ガス（以下、水素ガスという）を取り扱う設備・機器である添説設 2-8 表の設備を対象に説明する。

添説設 2-8 表 対象とする水素ガス等を使用する設備・機器

施設区分	設置場所	設備・機器名称	機器名
化学処理施設	工場棟 転換工場 転換加工室	焙焼還元設備	ロータリーキルン(1)
化学処理施設	工場棟 転換工場 転換加工室	焙焼還元設備	ロータリーキルン(2)
化学処理施設	工場棟 転換工場 転換加工室	焙焼還元設備	ガスヒータ(1)
化学処理施設	工場棟 転換工場 転換加工室	焙焼還元設備	ガスヒータ(2)
成形施設	工場棟 成型工場 ペレット加工室	焼結設備	連続焼結炉(1)
成形施設	工場棟 成型工場 ペレット加工室	焼結設備	連続焼結炉(2)
成形施設	工場棟 成型工場 ペレット加工室	焼結設備	バッチ式小型焼結炉
成形施設	加工棟 成型工場 ペレット加工室	焼結設備	連続焼結炉(加工棟)

爆発性の物質である水素ガスを使用する設備・機器は、水素ガスが設備・機器外へ漏えいすることを防止する対策、余剰水素ガスを安全に排出する対策、空気の混入を防止する対策を講じる設計とする。(16)

ロータリーキルン、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉は、空気の混入により水素ガスが爆発することを防止するため、不燃性又は難燃性の材料を使用するとともに、使用条件において十分な強度を有する設計とする。また、炉内圧力を正圧に維持するために、供給ガス圧力を管理する設計とする。さらに、炉体損傷により、炉内圧力の低下による空気の混入を防止するために、供給ガス圧力（炉内圧力）が低下した場合は、自動的に水素ガス供給弁を閉止し、窒素ガス供給弁を開とするインターロック及び警報設備を設置する設計とする。

ロータリーキルン、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉は、着火源となり得る静電気の放電を防止するために、静電気が滞留しないように適切に接地する設計とする。(添 5-54) (5-23)

- [11.5-設 1]
水素ガス漏えい防止対策を添説設 2-8.1 表に示す。
- [11.5-設 4]
連続焼結炉(1)(2)(加工棟)は水素の漏えいを防止するため、ボート出入口及び排気口以外に開口部がない構造とする(図ハ設-51、52 及び 112)。
- [11.5-設 5]
バッチ式小型焼結炉は水素の漏えいを防止するため、排気口以外に開口部がない構造とする(図ハ設-53)。
- [11.7-設 1]
余剰水素ガスの安全な排出対策を添説設 2-8.2 表に示す。
- [11.7-設 2]
水素ガスへの空気混入防止対策を添説設 2-8.3 表に示す。
- [11.7-設 3]
炉内圧を正圧に維持するために、ロータリーキルン(1)(2)については炉内圧力、連続焼結炉(1)(2)(加工棟)及びバッチ式小型焼結炉については供給圧力が低下した場合に、自動的に水素ガス供給弁を閉止し、窒素ガス供給弁を開とするインターロック及び警報設備を設置することにより、炉内圧力の低下による空気の混入を防止する。設置するインターロックの設定値に関する根拠は添付説明書-設 2-2 の 1 項に示すとおりである。

➤ [11.4-設1]

ロータリーキルン(1)(2)、ガスヒータ(1)(2)、連続焼結炉(1)(2)(加工棟)及びバッチ式小型焼結炉は、着火源となり得る静電気の放電を防止するために、静電気が滞留しないように電気設備技術基準に基づき接地する。

添説設 2-8.1 表 対象設備・機器及び漏えい防止対策

施設区分	機器名	漏えい防止対策
化学処理施設	ロータリーキルン(1)(2)	水素ガスの供給開始時は、ロータリーキルン内を窒素ガスでパッキングして漏えいのないことを確認後、水素ガスを供給する。
化学処理施設	ガスヒータ(1)(2)	水素ガスの供給開始時は、ロータリーキルン内を窒素ガスでパッキングして漏えいのないことを確認後、水素ガスを供給する。
成形施設	連続焼結炉(1)(2)	常温から昇温する場合は、運転温度に上昇するまで複数回、ポータブルの水素ガス検知器により炉の周囲で漏えいがないことを確認する。
成形施設	バッチ式小型焼結炉	常温から昇温する場合は、運転温度に上昇するまで複数回、ポータブルの水素ガス検知器により炉の周囲で漏えいがないことを確認する。
成形施設	連続焼結炉(加工棟)	常温から昇温する場合は、運転温度に上昇するまで複数回、ポータブルの水素ガス検知器により炉の周囲で漏えいがないことを確認する。

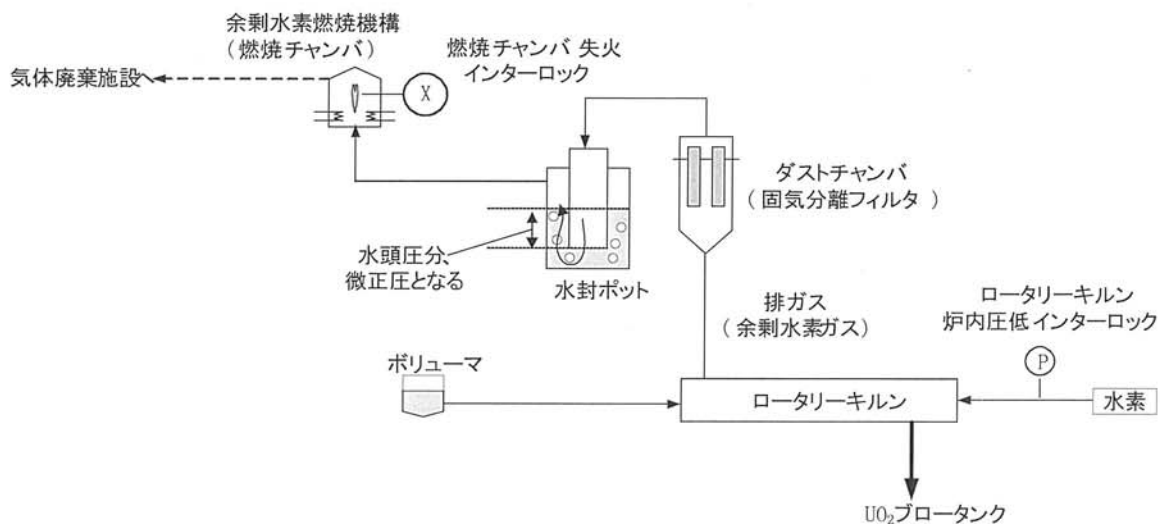
添説設 2-8.2 表 対象設備・機器及び余剰水素ガスの安全な排出対策

施設区分	機器名	安全な排出対策
化学処理施設	ロータリーキルン(1)(2)	余剰水素ガスは、燃焼して排気する設計とする。
成形施設	連続焼結炉(1)(2)	余剰水素ガスは、燃焼して排気する設計とする。
成形施設	バッチ式小型焼結炉	余剰水素ガスは、燃焼して排気する設計とする。
成形施設	連続焼結炉(加工棟)	余剰水素ガスは、燃焼して排気する設計とする。

添説設 2-8.3 表 対象設備・機器及び空気の混入防止対策

施設区分	機器名	空気の混入防止対策
化学処理施設	ロータリーキルン(1)(2)	運転中はガスを常時供給するとともに、排気系に設置する水封トラップにより系内を正圧に維持する。
成形施設	連続焼結炉(1)(2)	扉開時には開口部にフレームカーテンを発生させて空気の混入を防止する。
成形施設	バッチ式小型焼結炉	運転中は扉を開けないことにより空気の混入を防止する。
成形施設	連続焼結炉(加工棟)	扉開時には開口部にフレームカーテンを発生させて空気の混入を防止する。

ロータリーキルン(1)(2)の余剰水素ガス燃焼機構と水封トラップの系統構成を添説設 2-8.1 図に示す。連続焼結炉(1)(2)(加工棟)に関する余剰水素ガス燃焼機構については添説設 2-11.1 図に示す。



添説設 2-8.1 図 ロータリーキルン(1)(2)の余剰水素ガス燃焼機構と水封トラップの系統構成

水素ガスを使用する設備・機器を設置する部屋では、水素ガスの漏えいを検知できる設計とする。(16)

ロータリーキルン、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉は、余剰水素ガスを滞留することなく、安全に排出するために、余剰水素ガスを燃焼させてから排出する機構を設置する設計とする。また、余剰水素ガスを燃焼させるための着火源が喪失した場合は、自動的に水素ガス遮断弁を閉止するインターロック及び警報設備を設置する設計とする。さらに、ロータリーキルン、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉を設置する部屋は、水素ガス漏えい検知設備を設置するとともに、水素ガスが漏えいした場合に滞留しないように、気体廃棄設備により換気する設計とする。

炉体損傷により、水素ガスが炉外に漏えいした場合は、水素ガスの漏えいを検知するために、水素ガス漏えい検知器を設置する設計とし、漏えいを検知した場合は、自動的に水素ガス遮断弁を閉止するインターロック及び警報設備を設置する設計とする。(添 5-55)(5-24)

インターロック機構は、損傷時の影響度に応じて、多重性又は多様性、耐震性による高い信頼性を確保する設計とする。

UF₆漏えい検知、地震検知により動作するインターロック機構については、独立二系統とし、水素ガス漏えい検知により動作するインターロック機構については、複数の検出端を設置する設計とする。(14-7)

余剰水素ガスを滞留することなく安全に排出するために、余剰水素ガスを燃焼させてから排出する機構を設置する設計とする。([11.7-設1]と同じ設計)

➤ [11.7-設4]

ロータリーキルン(1)(2)、連続焼結炉(1)(2)(加工棟)及びバッチ式小型焼結炉は、余剰水素ガスを燃焼させるための着火源が喪失した場合は、自動的に水素ガス遮断弁を閉止するインターロック及び警報設備を設置する設計とする。設置するインターロックの設定値に関する根拠は添付説明書一設2-2の2項に示すとおりである。

➤ [11.5-設2]

ロータリーキルン(1)(2)、連続焼結炉(1)(2)(加工棟)及びバッチ式小型焼結炉を設置する工場棟 転換工場 転換加工室、工場棟 成型工場 ペレット加工室、加工棟 成型工場 ペレット加工室は、気体廃棄設備により換気し、水素ガスが漏えいした場合に室内に滞留しない設計とする。

➤ [11.5-設3]

ロータリーキルン(1)(2)、連続焼結炉(1)(2)(加工棟)及びバッチ式小型焼結炉を設置する部屋は、水素ガス漏えい検知器を設置し、漏えいを検知した場合は、自動的に水素ガス遮断弁を閉止するインターロック及び警報設備を設置する設計とする。設置するインターロックの設定値に関する根拠は添付説明書一設2-2の3項に示すとおりである。

また、水素ガス漏えい検知器の検出端は、複数の検出端を設置した設計とする。

- [11.7-設 8] 水素の滞留防止のために排気口を配置する。

水素配管ルートと、水素ガス漏えい検知器の配置、換気（排気）の位置関係を添説設 2-9.1 図～添説図 2-9.5 図に示す。

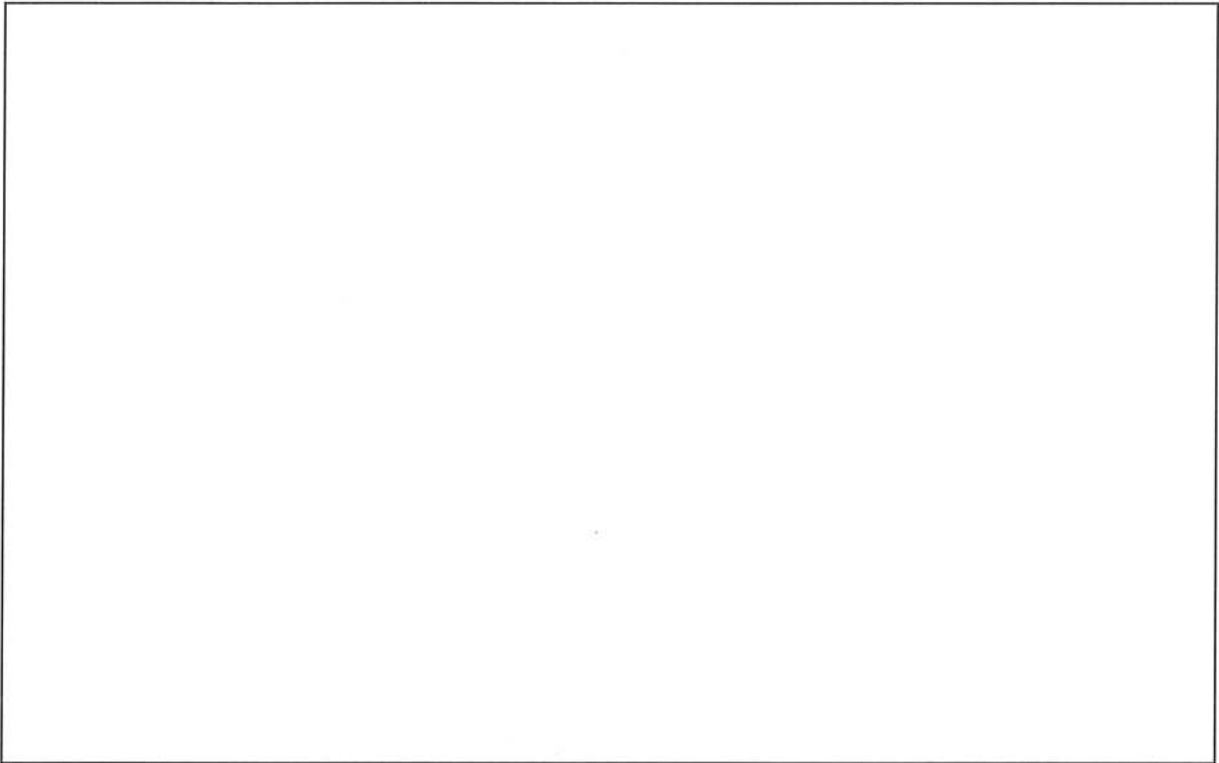
水素ガス漏えいが発生した場合、水素ガス漏えい検知器によりすみやかに漏えいを検知し水素遮断弁を閉止するとともに、漏えいした水素は気体廃棄設備により排気する設計としている。



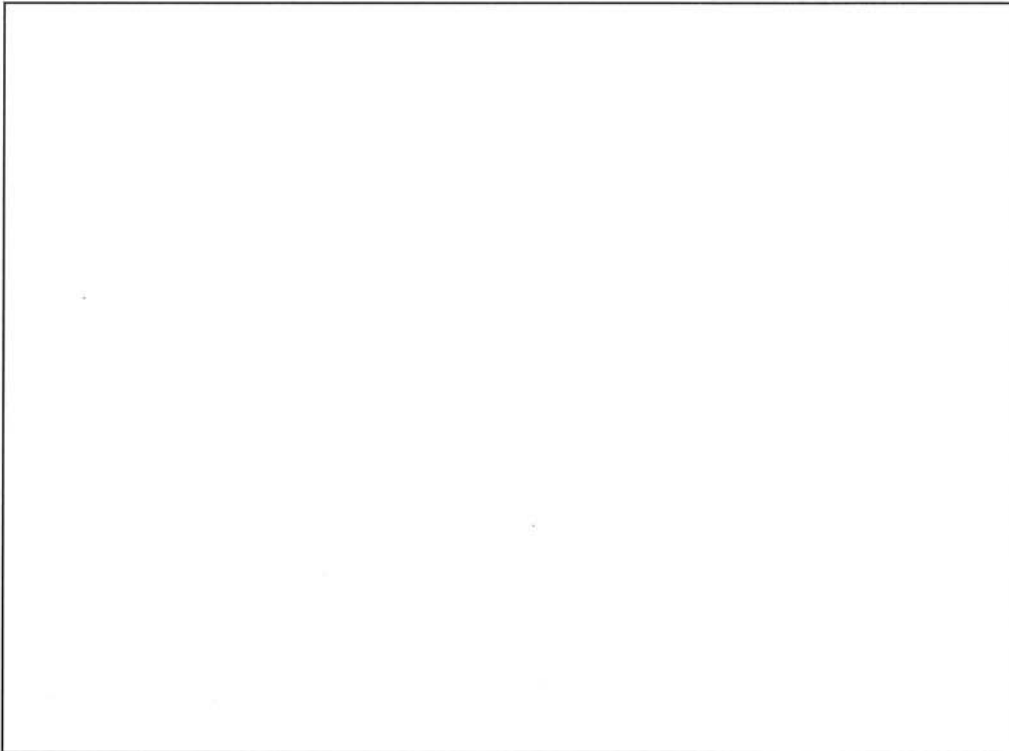
添説設 2-9.1 図 転換工場の水素配管、水素ガス漏えい検知器の位置関係(平面)



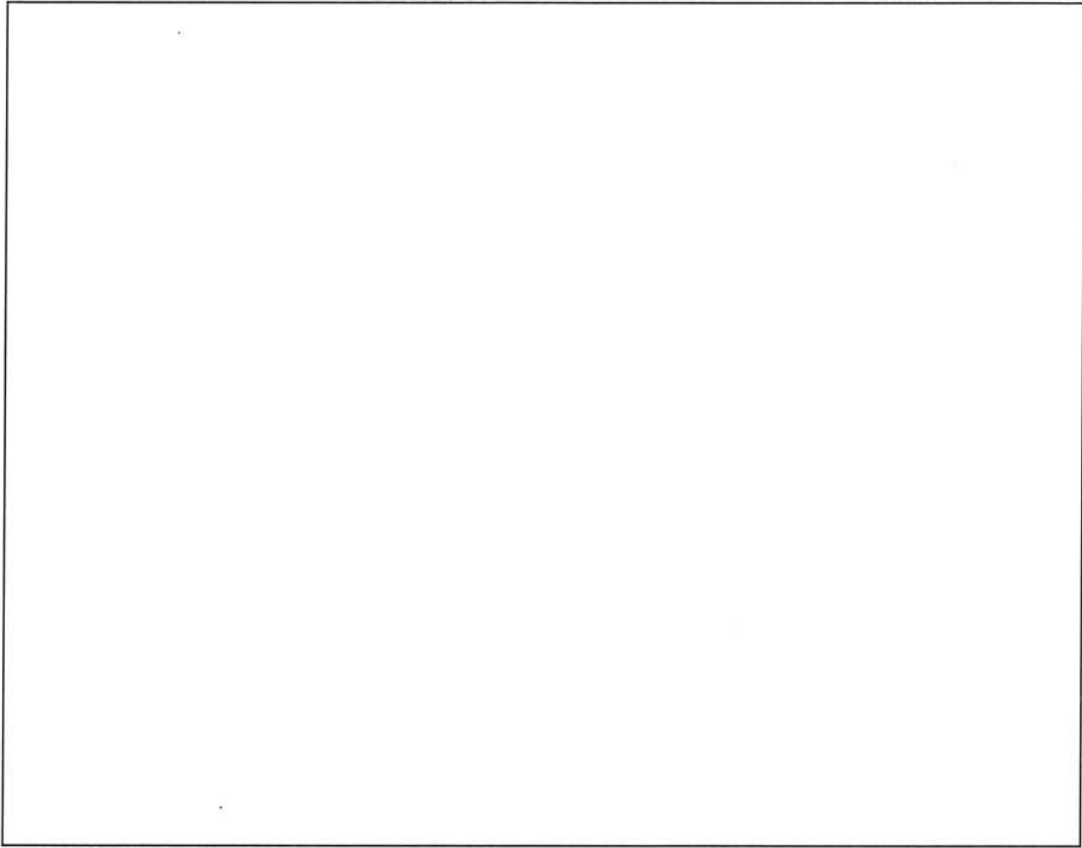
添説設 2-9.2 図 転換工場の水素配管、水素ガス漏えい検知器、排気口の位置関係(立面)



添説設 2-9.3 図 工場棟成型工場の水素配管、水素ガス漏えい検知器の位置関係(平面)



添説設 2-9.4 図 加工棟成型工場の水素配管、水素ガス漏えい検知器の位置関係(平面)



添説設 2-9.5 図 工場棟成型工場及び加工棟成型工場の水素配管、水素ガス漏えい検知器、排気口の位置関係(立面)

水素ガスを使用する設備・機器は、過加熱による設備・機器の損傷による水素ガスの漏えいを防止するため、熱的制限値を設定してこれを超えることのない設計とする。
(16) (5-25)

➤ [11.6-設1]

異常加熱を防止するため、ロータリーキルン(1)(2)、連続焼結炉(1)(2)(加工棟)及びバッチ式小型焼結炉は、炉内の温度が設定値となったときにヒーター電源を遮断するインターロックを設置する。設置するインターロックの設定値については添付説明書-設2-2の6項に示すとおりである。

➤ [11.6-設2]

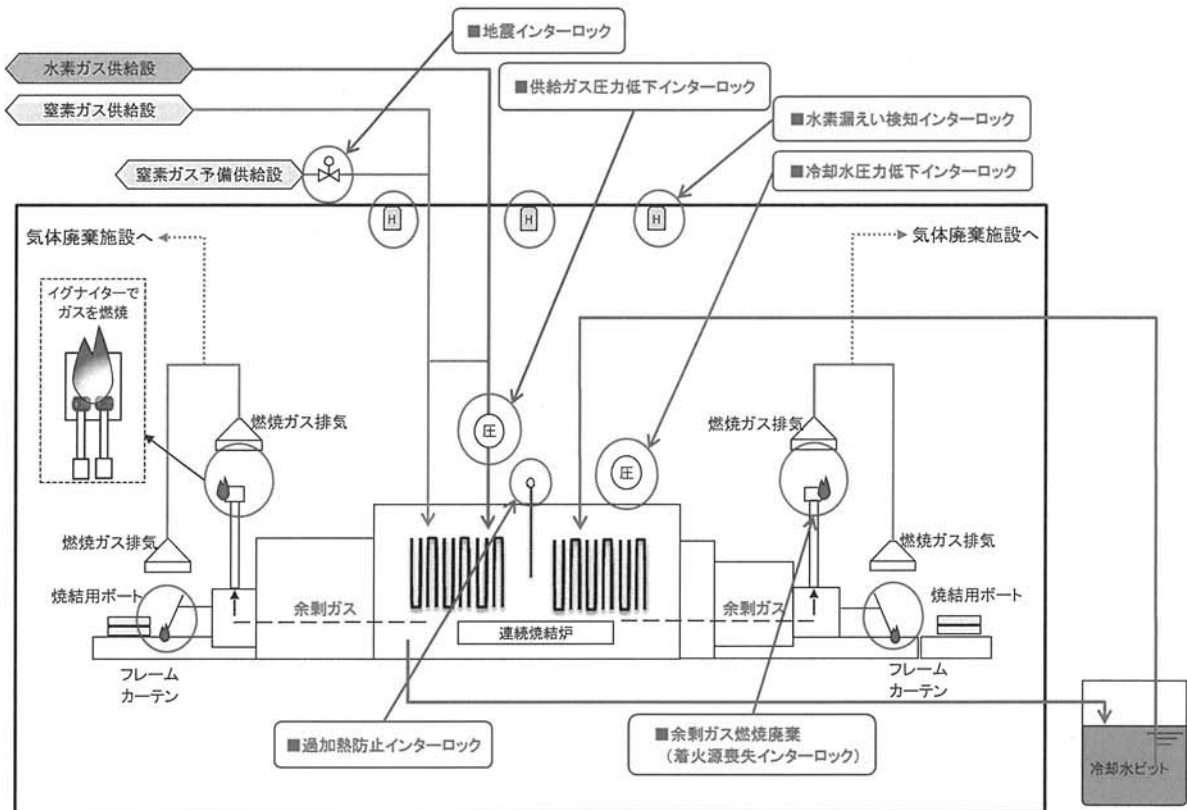
異常加熱を防止するため、ガスヒータ(1)(2)の温度が設定値となったときにヒータ電源を遮断するインターロックを設置する。設置するインターロックの設定値については添付説明書-設2-2の6項に示すとおりである。

連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉は、過加熱による炉体損傷に伴う水素ガスの漏えいを防止するために、炉体を冷却するための冷却水を管理する設計とする。また、炉体を冷却するための冷却水の圧力が設定値以下に低下した場合は、自動的に加熱ヒーター用電源を遮断するインターロック及び警報装置を設置する設計とする。(5-26)

➤ [11.5-設6]

炉体を冷却するための冷却水の圧力が設定値以下に低下した場合、冷却水の通水がないものと判断し、自動的に加熱ヒーター用電源を遮断するインターロック及び警報装置を設置する。設置するインターロックについては添付説明書一設2-2の4項に示すとおりである。

連続焼結炉(1)(2)(加工棟)の水素ガス安全対策を添説設2-11.1図に示す。



添説設 2-11.1 図 連続焼結炉(1)(2)(加工棟)の水素ガス安全対策

水素ガスを使用する設備・機器は、万一、炉内で水素爆発が発生した場合でも、本体の損傷による内部飛来物の発生を防止する設計とする。(17)

ロータリーキルン、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉は、水素ガスの爆発による炉体の破損に伴う内部飛来物の発生を防止するために、爆発圧力を逃がす機構を設置する(添5-56) (5-28)

➤ [11.7-設 7]

水素ガスを使用するロータリーキルン(1)(2)、連続焼結炉(1)(2)(加工棟)及びバッチ式小型焼結炉は、水素ガスの爆発による炉体の破損に伴う内部飛来物の発生を防止するために、爆発圧力を逃がす機構を設置する。爆発圧力逃がし機構の設計は添付説明書-設 2-3、4に示す。

ロータリーキルン、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉を設置する部屋は、水素爆発によるウラン漏えいが発生しても、環境への放出を低減するために、ウラン除去する高性能エアフィルタ、排風機及びダクトから構成される排気系統を有する設計とする。排気系統における高性能エアフィルタは、爆風及び火炎の影響を受けない設計とする。(5-29)

➤ [11.7-設 12] 高性能エアフィルタは水素爆発の影響を受けない設計とする。

水素ガスを使用する設備・機器は、耐震重要度分類第 1 類に求められる地震力を超えない程度の地震加速度 (150 ガル=0.15G) を検知した時点で、水素ガスの供給を停止する設計とする。(16)

ロータリーキルン、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉は地震による損傷を防止するために、耐震重要度分類第 1 類の設計とする。また、損傷に伴う空気混入による爆発に至る進展を防止するために、耐震重要度分類第 1 類に求められる地震力を超えない程度の地震加速度(0.15G)を検知した時点で、自動的に水素ガス供給を停止し、窒素ガスを供給するインターロック機構を設置する設計とする。さらに、窒素ガスを供給する予備系統を設置する設計とする。(添 5-56) (5-27)

インターロック機構は、損傷時の影響度に応じて、多重性又は多様性、耐震性による高い信頼性を確保する設計とする。

UF₆漏えい検知、地震検知により動作するインターロック機構については、独立二系統とし、水素ガス漏えい検知により動作するインターロック機構については、複数の検出端を設置する設計とする。(14-7)

➤ [11.7-設 5]

水素ガスを使用する設備・機器は、地震加速度 0.15G を検知した時点で、自動的に窒素ガスを供給するインターロック機構を設置する設計とする。設置するインターロックの設定値に関する根拠は添付説明書一設 2-2 の 5 項に示すとおりである。

また、これらの地震検知インターロックは独立二系統とする。

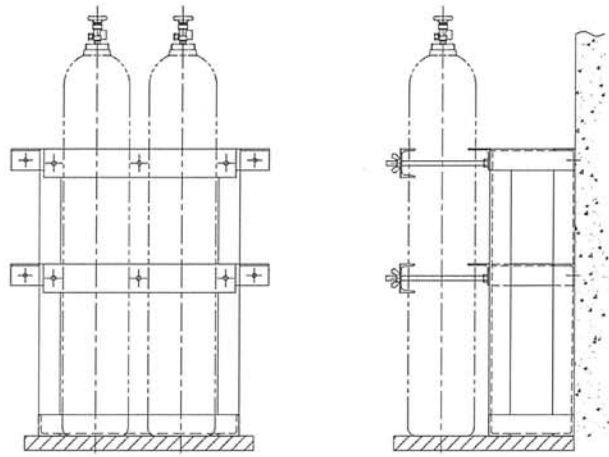
➤ [11.7-設 6]

水素ガスを使用する設備・機器は、地震加速度 0.15G を検知した時点で、自動的に水素ガス供給を停止するインターロック機構を設置する設計とする。設置するインターロックの設定値に関する根拠は添付説明書一設 2-2 の 5 項に示すとおりである (次回以降申請)。

➤ [11.7-設 11]

地震検知により窒素ガスを供給する系統については、図イ系-6、図ハ系-2 及び 7 に示すとおり予備系統を設置する。

窒素ガス予備系統は、添説設 2-13.1 図に示すとおり耐震重要度分類第 1 類の壁に固定したガスボンベから窒素ガスを供給するものとし、ロータリーキルン(1)(2)、連続焼結炉(1)(2)(加工棟)及びバッチ式小型焼結炉の容積分以上のガスを供給可能なボンベ容量を確保する設計とする。



添説設 2-13.1 図 窒素ガス供給予備系統

フードボックスパネルの設計について

1. はじめに

ウラン粉末を取り扱う機器のうち、加工中のウランの閉じ込めに直接寄与しているフードボックスパネル（以下、フードパネルと称す）材料は、機器の導入時期や補修時の加工性の違いによって□□□□（以下、PVC と称す）と□□□□□□（以下、PC と称す）が混在している。また、火災源となりうる潤滑油や作動油の量やオイルパン寸法も機器によって異なる。以上のような条件を勘案し、以下の方針でフードパネルの設計を行った。

2. 設計方針

火災による損傷の防止について、加工施設の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則第四条 3（以下、技術基準と称す）では以下のとおり定められている。

加工施設の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則第四条

- 3 安全機能を有する施設であって、火災又は爆発により損傷を受けるおそれがあるものについては、可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用するとともに、必要に応じて防火壁の設置その他の適切な防護措置を講じなければならない。

このうち、「安全機能を有する設備であって、火災又は爆発により損傷を受けるおそれがあるものについては、可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用する」に対しては、PVC、PC のいずれの材料を使用しても技術基準を満たすことができる。

一方、同条項の「必要に応じて防火壁の設置その他の適切な防護措置を講じなければならない」という点に対して、潤滑油は引火点が高いことから容易には引火しないがこれを火災源と仮定し、熱的影響を受ける場合は、火災源となりうる対象を遮熱板で囲うことで火災の影響を軽減させる設計とする。このとき、フードパネル材料の特性の違いから、同じ火災に対しても熱的な影響が異なるため、適合するための設計としては、熱影響を受けない材料を選択する、遮熱板をつけ熱影響を軽減させる、もしくは両者の組み合わせ、のいずれの設計が選択できる。

3. フードパネルの設計の流れ

フードパネルの設計の流れを以下に示す。

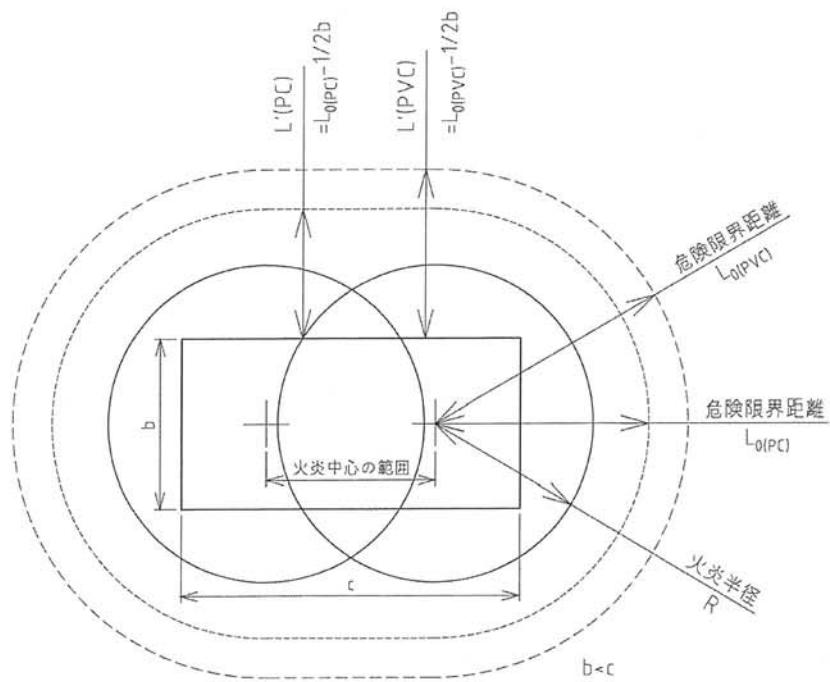
- (1) 潤滑油や作動油を内包する部品を抽出する。
- (2) 内包油全量を溜めることができるオイルパン寸法を設定する。

- (3) オイルパン寸法及び評価油量より PVC 及び PC の危険限界距離 (L_0) を求める。計算結果は添付説明書一設 2-1 付 1 参照。
- (4) オイルパン寸法、等価火炎の大きさ及び危険限界距離 (L_0) より、火災熱評価エリアとして PVC 及び PC それぞれに対して以下の通り設定する。
- ・火災熱評価エリア（水平方向）：各材料の危険限界距離 (L_0) からオイルパンの短辺の 1/2 を引いた距離（水平火災熱評価距離 (L')）（添説設 2-1-1 図）をオイルパンの端部から設定。材料毎に設定する（添説設 2-1-2 図）。
 - ・火災熱評価エリア（鉛直方向）：火炎高さ (H =等価火炎半径の 3 倍) 上端部から火災熱評価距離 (L') を設定。材料毎に設定する。ここで、 $L' + H$ を鉛直火災熱評価距離 (H') と呼び、オイルパン下面から設定する。なお、鉛直方向のうちオイルパン上の全てを火炎による影響範囲とする（添説設 2-1-3 図）。
- (5) 火災熱評価エリア内のフードパネルの有無に応じて添説設 2-1-1 表に示す火災熱の影響軽減設計を図る。

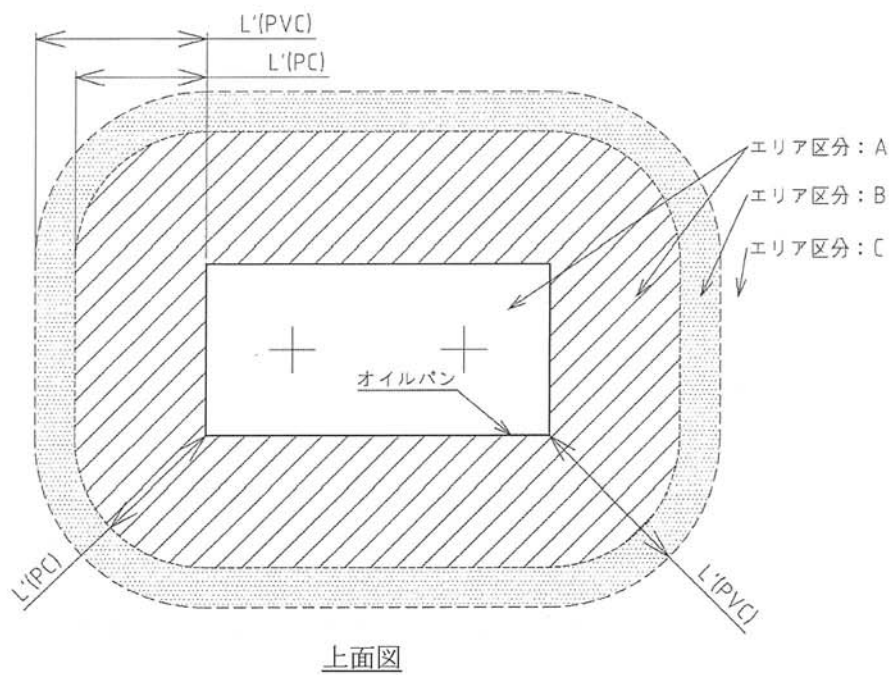
添説設 2-1-1 表 火災熱評価エリア区分に応じた影響軽減設計

火災熱評価 エリア区分 (添説設 2- 1-2, 3 図)	A	B	C
	PC に対する火災熱 評価エリア内	PVC に対する火災熱評 価エリア内で PC の同エ リア外	PVC に対する火災熱 評価エリア外
火災源に対す る設計	遮熱板の設置	遮熱板の設置 又は フードパネル材料を□ □に限定	対策不要

- (6) 添説設 2-1-1 表の火災熱評価エリア区分 B については、以下を考慮していずれかの対策を選択する。
- ① PVC 又は PC のいずれの材料も使用できるよう遮熱板を設置する。遮熱板はフードパネルと必要離隔距離（添付説明書一設 2-1 付 1 参照）以上を確保して設置する。遮熱板の設計については次項に示す。
 - ② 火災源を遮熱板で囲えない場合や、火災熱評価エリア内に PC 製のパネルのみが存在し、今後 PVC を用いる予定が無い場合は、フードパネル材料を PC に限定する。

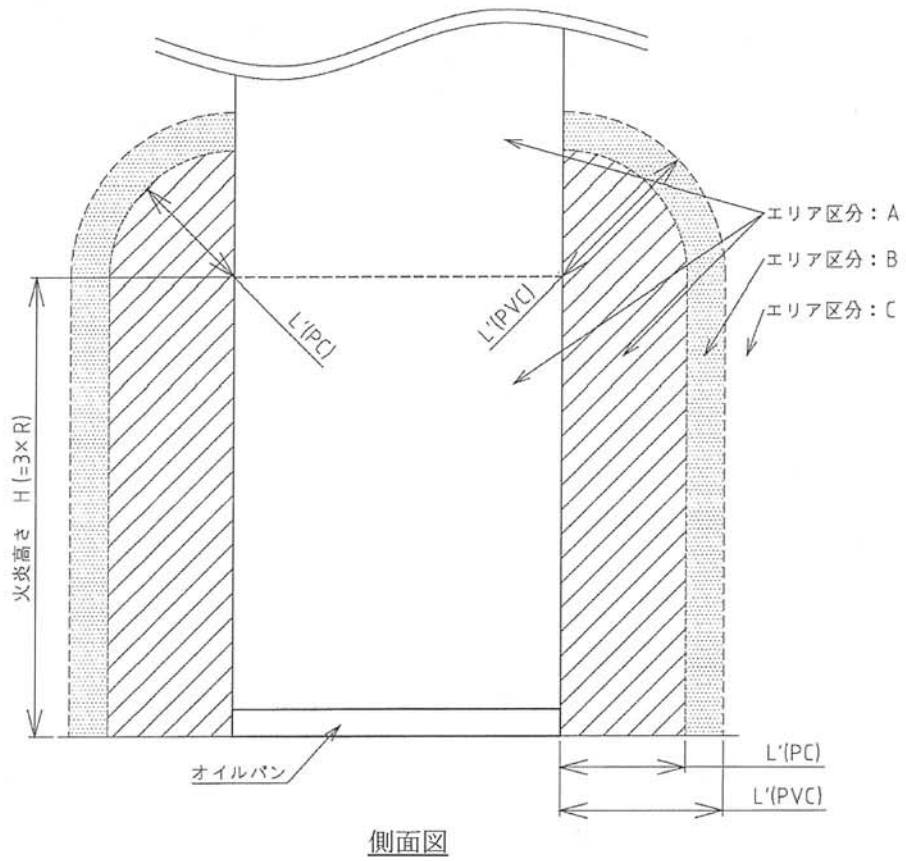


添説設 2-1-1 図 水平火災熱評価距離 (L')



上面図

添説設 2-1-2 図 火災熱評価エリア (水平方向)



添説設 2-1-3 図 火災熱評価エリア (鉛直方向)

4. 遮熱板について

遮熱板を設置することで、火炎による輻射熱を遮断できフードパネルの温度上昇を抑えることができる。金属機器本体で遮熱する場合も同様に輻射熱の遮断が可能である。また、前述のオイルパンと併用することで火炎の範囲を限定することにより火災の影響範囲を軽減することができる。

以上より、遮熱板の設置により温度を低減させ、かつその影響範囲を限定させることで、火災時のウランの閉じ込め機能不全を防止する設計としている。更には、薄板である遮熱板の表面は周辺の空気により冷やされるものの、室温より高い部分が存在するため、加工中のウランの閉じ込めに直接寄与しているフードボックスパネルに対して、必要離隔距離（添付説明書一設 2-1 付 1 参照）を確保して設置する設計とする。

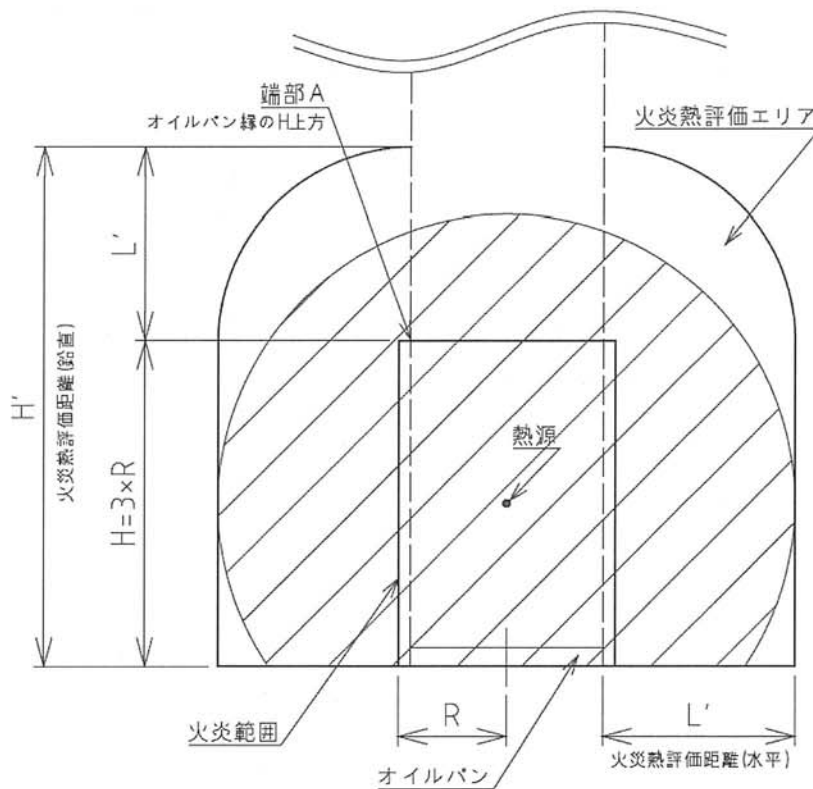
火災評価エリアの設定について

火災評価では、火炎を円柱として定義する。この円柱は、燃焼面積（オイルパンの面積）と、等価な面積となるような火炎半径となる円を底面として設定し（添付説明書-設 2-1 付 1 の 2 項②参照）、その火炎中心からの距離として危険限界距離（ L_0 ）を求める。しかし、実際の設備ではオイルパン中心からの距離を検査することが難しいケースもあり得ることを考慮するとともに、火炎中心からの距離を保守側にみることができるよう、添付説明書-設 2-1 の 3 項 (4) に記載のとおりオイルパン周辺から一様に「各材料の危険限界距離（ L_0 ）からオイルパン（短辺）の 1/2 を引いた値を火災熱評価距離 L' 」として設定する（添説設 2-1-2 図）。これは、等価火炎の中心がオイルパンの中央でなく、それを含む添説設 2-1-1 図の範囲にあることを意味している（添説設 2-1-1 図は火炎中心の範囲の両端を図示したものであり、2 か所に分けて評価しているものではない）。

火災熱評価エリア（鉛直方向）について

水平方向の火災熱評価距離(L')は、外部火災の影響評価ガイドに基づき求めている。鉛直方向の火災熱評価距離(H')については、同ガイドでは定義されていないが、火炎からの輻射熱は火炎の円柱の表面から与えられると考え、水平方向の火災熱評価距離(L')と同じ距離を上方にも与えている。

火炎からの輻射熱は、火炎の中心に熱源があるものとして考えると火炎の円柱は高さ方向に高いため、水平方向の火災熱評価距離(L')を端部（添説設2-1-補1図のA位置）からあてはめることでより保守的な評価になるといえる。



添説設 2-1-補 1 図 火災熱評価エリア（鉛直方向）の設定の考え方

火災源となる機器と影響評価

1. 火災影響評価の考え方

閉じ込め機能を有している設備・機器が、周囲機器の油火災により加熱され、温度が上昇することに対し、閉じ込め機能を担保している部位のうち、火災の熱影響を受け、機能喪失のおそれのある樹脂製の部位の温度上昇を計算する。工場棟の申請範囲の機器で、閉じ込め機能を担保している部位の材質を添説設 2-1 付 1-1 表に示す。

添説設 2-1 付 1-1 表 閉じ込め機能を担保している部位の材質、仕様

No.	材質名	主な使用部位	許容温度 ^{※6} T _M [°C]	比熱 C _p [J/kg/K]	密度 ρ _M [kg/m ³]	厚み X [mm]
①	 (PVC)	フードボックス パネル・ダクト	66 ^{※1}	900 ^{※3}	1300 ^{※2}	5 ^{※5}
②	 (PC)	フードボックス パネル	121 ^{※1}	1260 ^{※3}	1200 ^{※2}	5 ^{※5}
③	ゴム	ガスケット	120 ^{※2}	460 ^{※2}	7930 ^{※4}	3 ^{※5}

※1 工業調査会 プラスチック材料読本 1983

※2 日本機械学会 機械工学便覧 1989

※3 NFPA Fire Protection Handbook Twentieth Edition

※4 JIS G 3459 「配管用ステンレス鋼鋼管」

ゴムは主にステンレス製構造物の間で閉じ込め機能を担保していることから、受熱面積が小さいので、ステンレス鋼の温度上昇により加熱されると想定する。

※5 使用部材のうち、最も薄い厚みで評価する。

※6 本評価では、一定温度で放置した場合に変形変質して破損するおそれのある温度（耐熱温度）を許容温度とした。

火災源となる機器の周囲には、閉じ込め機能を有する機器が複数あり得ることから、火災源と添説設 2-1 付 1-1 表に示す材質との危険限界距離を算出し、危険限界距離外にある材質は閉じ込め機能が維持できるとする。危険限界距離内にある材質は閉じ込め機能の喪失の可能性があるとし、対策を実施する。

2. 評価計算

前提条件：

- ・評価の手法は、「原子力規制委員会 原子力発電所の外部火災影響評価ガイド 附属書 2013」（以下、「附属書」という。）に則ることとする。
- ・「原子力規制委員会 原子力発電所の内部火災影響評価ガイド 2013」に基づき、火災源の油量については仕様上の最大量の10%が燃焼することを想定する。
- ・初期温度 T_0 を 40 [°C] とする。
- ・潤滑油・作動油の評価上の性能が不明な場合は、保守的に、熱容量、燃焼時間の観点より、評価上最も厳しい結果となる灯油と見立てて評価する。
添説設 2-1 付 1-2 表に油の仕様を示す。

添説設 2-1 付 1-2 表 火災源油の仕様

油種	燃料密度 ^{※1} ρ_f [kg/m ³]	質量低下速度 ^{※1} M [kg/m ² /s]	輻射発散度 ^{※2} R_f [kW/m ²]
灯油	820	0.039	50

※1 NRC NUREG-1805 2004

※2 原子力規制委員会 原子力発電所の外部火災影響評価ガイド 2013

計算方法：

- ① 添説設 2-1 付 1-1 表の通り、閉じ込め部材の種類と厚みを設定する。
- ② 附属書に掲載の式より、等価火炎の燃焼半径を算出する。

$$R = \sqrt{\frac{S-N}{\pi}} = \sqrt{\frac{w \times d - N}{\pi}}$$

R：燃焼半径 [m]

S：燃焼面積 [m²]

w：幅 [m]

d：奥行き [m]

N：切欠き面積 [m²]

なお、w 及び d は火炎範囲の寸法を用いる。

- ③ 附属書に掲載の式より、燃焼継続時間を算出する。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}$$

t : 燃焼継続時間 [s]

V : 燃料積載量 [m³]

v : 燃焼速度 = M / ρ_f [m/s]

M : 質量低下速度 [kg/m²/s] ρ_f : 燃料密度 [kg/m³]

- ④ 附属書に掲載の式より、閉じ込め部材が許容温度 T に達する危険限界距離 L₀ を算出する (L₀ は火炎の中心からの距離)。

$$\Phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2-1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\}$$

$$m = H/R \doteq 3$$

$$n = L/R$$

$$A = (1+n)^2 + m^2$$

$$B = (1-n)^2 + m^2$$

Φ : 形態係数

L : 離隔距離 [m]

H : 炎高さ [m]

R : 燃焼半径 [m]

$$E = R_f \cdot \Phi$$

E : 輻射強度 [kW/m²]

R_f : 輻射発散度 [kW/m²]

Φ : 形態係数

$$T = T_0 + \frac{E}{h} \left(1 - e^{-\frac{ht}{C_v}} \right)$$

T : 閉じ込め部材の入熱後の温度 [°C]

T₀ : 初期温度 [°C]

ρ_M : 閉じ込め部材の密度 [kg/m³]

C_p : 閉じ込め部材の比熱 [J/kg/K]

h : 熱伝達率 [W/m²/K] = 8.29[※]

X : 閉じ込め部材の厚み [m]

C_v : 閉じ込め部材の面積あたりの熱容量 [J/m²/K] = ρ_M × C_p × X

※ 空気調和・衛生工学会 空気調和・衛生工学便覧 2010

- ⑤ 危険限界距離 L₀ の範囲外にある閉じ込め部材は、火災源で火災が発生しても機能が維持できるとする。L₀ の範囲内の場合は閉じ込め機能が維持できないとし、対策を実施する。

3. 火災源の抽出と各計算結果

火災の発生源として考慮すべき潤滑油や作動油を内包する設備・機器及び、火災熱評価によって算出した、各材質に対する危険限界距離 (L_0) を添説設 2-1 付 1-3 表に示す。

添説設 2-1 付 1-3 表 工場棟 火災源となる機器と、閉じ込め部材に対する危険限界距離の結果 (1/9) (化学処理施設)

申請機器 名称	No. ^{※1}	火災源	燃料 積載量 V [m ³]	火災範囲 寸法 ^{※2} [m] w 幅×d 奥行き 又はφ直径	オイルパン 切欠き 面積 [m ²] ^{※3}	オイルパン 高さ [m]		等価火炎 外寸 ^{※4} [m]		燃焼 継続 時間 ^{※5} t [s]	各材質に対する 危険限界距離 L ₀ [m]		
						h 高さ	R 燃焼半径	R 燃焼半径	II 炎高さ		PVC	PC	ゴム ^{※6}
UO ₂ 貯槽 (1) (2)	29	ポンプ (1) (2)	0.0012	0.370×0.305	0.044	0.04	0.15	0.44	37	0.66	0.22	0.16	
液受槽 (1)	35	ポンプ (1)	0.0085	1.050×0.650	0.152	0.04	0.41	1.23	34	1.73	0.55	0.42	
液受槽 (2)	35	ポンプ (2)	0.0085	1.050×0.650	0.191	0.04	0.40	1.19	37	1.74	0.57	0.43	
調液貯槽 (1)	37	ポンプ (1)	0.0016	0.240×0.080	0.000	0.09	0.08	0.23	176	0.78	0.37	0.31	
調液貯槽 (2)	37	ポンプ (2)	0.0012	0.370×0.305	0.044	0.04	0.15	0.44	37	0.66	0.22	0.16	
熟成槽 (1) (2)	45	ポンプ (1) (2)	0.0035	0.450×0.410	0.089	0.04	0.17	0.52	77	1.17	0.49	0.39	
速心分離機 (洗浄用) (1) (2)	47	減速機 (1) (2)	0.002	0.300×0.100	0.000	0.20	0.10	0.29	141	0.88	0.41	0.34	
		ポンプ (1)	0.0005	0.500×0.420	0.000	0.02	0.26	0.78	6	0.26	0.26	0.26	
		ポンプ (2)	0.0005	0.480×0.420	0.000	0.02	0.25	0.76	6	0.25	0.25	0.25	
洗浄槽 (1)	50	ポンプ (1)	0.0022	0.610×0.440	0.205	0.045	0.14	0.43	74	0.92	0.38	0.30	
洗浄槽 (2)	50	ポンプ (2)	0.0035	0.550×0.400	0.090	0.03	0.20	0.61	57	1.16	0.44	0.34	

添設 2-1 付 1-3 表 工場棟 火災源となる機器と、閉じ込め部材に対する危険限界距離の結果 (2/9) (化学処理施設)

申請機器 名称	No. ^{※1}	火災源	燃料 積載量 V [m ³]	火災範囲 寸法 ^{※2} [m] w幅×d奥行き 又はφ直径	オイルパン 切欠き 面積 ^{※3} [m ²]	オイルパン 高さ [m] h	等価火災 外寸 ^{※4} [m]		燃焼 継続 時間 ^{※5} t [s]	各材質に対する 危険限界距離 L ₀ [m]		
							R 燃焼半径	H 炎高さ		PVC	PC ^{ゴム^{※6}}	
遠心分離機 (固液分離用) (1) (2)	54	減速機 (1) (2)	0.002	0.200×0.200	0.000	0.2	0.11	0.34	106	0.88	0.39	0.32
		ポンプ (1) (2)	0.0012	0.200×0.200	0.000	0.2	0.11	0.34	64	0.68	0.27	0.21
仕上げろ過機 (1) (2)	57	ろ過機 (1) (2)	0.0085	0.300×0.150	0.000	0.2	0.12	0.36	398	1.67	0.84	0.74
濃縮液受槽 (1) (2)	60	ポンプ (1) (2)	0.0012	0.370×0.305	0.044	0.04	0.15	0.44	37	0.66	0.22	0.16
再生液貯槽 (1)	65	ポンプ (1)	0.00044	0.540×0.280	0.061	0.04	0.17	0.51	11	0.28	0.17	0.17
再生液貯槽 (2)	65	ポンプ (2)	0.00044	0.540×0.240	0.061	0.04	0.15	0.44	14	0.32	0.15	0.15
予備成型乾燥機 (1)	71	減速機	0.0055	0.555×0.365	0.000	0.04	0.25	0.76	58	1.45	0.56	0.43
		減速機	0.0055	0.815×0.555	0.000	0.04	0.38	1.14	26	1.33	0.39	0.38
乾燥機 (1)	72	減速機	0.0135	1.020×0.615	0.282	0.05	0.33	0.99	83	2.29	0.97	0.77
乾燥機 (2)	72	減速機	0.0135	1.080×0.615	0.333	0.05	0.32	0.97	86	2.30	0.98	0.79
リサイクル粉受けホッパ (1)	90	フィーダ (1)	0.0011	1.020×0.960	0.102	0.05	0.53	1.58	3	0.53	0.53	0.53
リサイクル粉受けホッパ (2)	90	減速機 (2)	0.0012	0.400×0.415	0.000	0.04	0.23	0.69	16	0.54	0.23	0.23
		フィーダ (2)	0.0011	0.620×0.640	0.060	0.05	0.33	0.98	7	0.37	0.33	0.33
ポリユーママ (2)	92	ピンスクレーパー	0.0012	0.450×0.880	0.171	0.04	0.27	0.80	12	0.48	0.27	0.27

添説設 2-1 付 1-3 表 工場棟 火災源となる機器と、閉じ込め部材に対する危険限界距離の結果 (3/9) (化学処理施設)

申請機器 名称	No. ※1	火災源	燃料 積載量 V [m ³]	火災範囲 寸法※2 [m]		オイルパン 切欠き 面積 [m ²] ※3	オイルパン 高さ [m] h	等価火災 外寸※4 [m]		燃焼 継続 時間※5 t [s]	各材質に対する 危険限界距離		
				w	d 又は φ			R	H		PVC	PC	ゴム※6
ロータリーキルン(1)	94	減速機(1) (フイーダ)	0.002	0.250×0.200	0.000	0.05	0.13	0.38	0.88	0.38	0.30		
		減速機(1) (ロータリーキルン)	0.002	0.310×0.390	0.048	0.03	0.15	0.46	0.88	0.34	0.26		
ロータリーキルン(2)	94	減速機(2) (フイーダ)	0.002	0.250×0.200	0.000	0.05	0.13	0.38	0.88	0.38	0.30		
		減速機(2) (ロータリーキルン)	0.002	0.310×0.390	0.043	0.03	0.16	0.47	0.87	0.33	0.25		
大型混合装置	117	減速機	0.012	0.165×0.900	0.000	0.2	0.22	0.65	2.13	1.01	0.85		
		オイルタンク	0.06	φ0.319	0.000	0.9	0.16	0.48	3.21	1.74	1.64		
回転混合機 (金属容器(粉末)混合)	122	減速機	0.002	0.340×0.280	0.044	0.05	0.13	0.38	0.88	0.37	0.30		
		減速機 (粉砕機)	0.0007	0.300×0.300	0.032	0.02	0.14	0.41	0.48	0.14	0.14		
粉砕機	124	減速機 (ロータリーバルブ)	0.00235	0.390×0.340	0.030	0.03	0.18	0.54	0.94	0.34	0.26		
		減速機	0.001	0.450×0.570	0.089	0.03	0.23	0.69	0.46	0.23	0.23		
粉末抜きボックス	131	減速機	0.001	0.450×0.570	0.089	0.03	0.23	0.69	0.46	0.23	0.37		
粉末輸送装置①ホップ部①	133	減速機	0.0032	0.790×0.840	0.226	0.02	0.37	1.12	0.89	0.37	0.37		
混合装置	138	減速機	0.00025	0.433×0.273	0.046	0.02	0.15	0.46	0.18	0.15	0.15		
充填装置	141	減速機	0.0065	0.950×0.730	0.346	0.04	0.33	1.00	1.54	0.52	0.39		
粗成型用プレス	145	潤滑ユニット	0.015	1.210×0.850	0.132	0.075	0.53	1.60	2.31	0.75	0.57		
スラグコンベア	147	減速機	0.0006	0.300×0.400	0.075	0.03	0.12	0.36	0.45	0.14	0.12		

添設 2-1 付 1-3 表 工場棟 火災源となる機器と、閉じ込め部材に対する危険限界距離の結果 (4/9) (化学処理施設)

申請機器 名称	No. ^{※1}	火災源	燃料 積載量 V [m ³]	火災範囲 寸法 ^{※2} [m] w 幅×d 奥行 又は φ 直径	オイルパン 切欠き 面積 [m ²] ^{※3}	オイルパン 高さ [m] h	等価火災 外寸 ^{※4} [m]		燃焼 継続 時間 ^{※5} t [s]	各材質に対する 危険限界距離 L ₀ [m]		
							R 燃焼半径	H 炎高さ		PVC	PC	ゴム ^{※6}
原料フードボックス	158	減速機 (フイダー)	0.001	0.450×0.600	0.087	0.04	0.24	0.72	12	0.45	0.24	0.24
		減速機 (ロータリーバルブ)	0.0006	0.200×0.160	0.000	0.022	0.10	0.30	40	0.47	0.16	0.12
沈殿槽	170	ポンプ	0.0012	0.520×0.350	0.071	0.04	0.19	0.56	23	0.61	0.19	0.19
遠心分離機	172	減速機	0.002	0.650×0.450	0.110	0.105	0.24	0.72	24	0.79	0.24	0.24
乾燥機	174	減速機	0.001	0.300×0.200	0.000	0.10	0.14	0.41	36	0.60	0.19	0.15
		ポンプ	0.0012	0.500×0.350	0.071	0.04	0.18	0.54	25	0.62	0.18	0.18
ろ液受槽 (1)	177	ポンプ	0.0012	0.490×0.350	0.071	0.04	0.18	0.54	26	0.62	0.18	0.18
ろ過機 (廃液用)	188	油圧ユニット	0.0015	0.590×0.200	0.032	0.02	0.17	0.50	37	0.73	0.24	0.18
解砕機	193	減速機	0.00135	0.215×0.340	0.000	0.055	0.15	0.46	39	0.70	0.24	0.18
粉末受けホッパ	200	減速機	0.00075	0.450×0.330	0.049	0.01	0.18	0.54	16	0.44	0.18	0.18
中間槽 (1) (2)	214	ポンプ (1)	0.00022	0.180×0.250	0.015	0.015	0.10	0.29	16	0.23	0.10	0.10
		ポンプ (2)	0.00022	0.180×0.250	0.015	0.015	0.10	0.29	16	0.23	0.10	0.10
リサイクル液受槽 (1) (2) (3)	219	ポンプ (リサイクル液)	0.00022	0.180×0.250	0.015	0.015	0.10	0.29	16	0.23	0.10	0.10
		ポンプ (リサイクル・洗浄液)	0.00022	0.180×0.250	0.015	0.015	0.10	0.29	16	0.23	0.10	0.10
洗浄液受槽 (1) (2)	221	ポンプ	0.00022	0.180×0.250	0.015	0.015	0.10	0.29	16	0.23	0.10	0.10

添設 2-1 付 1-3 表 工場棟 火災源となる機器と、閉じ込め部材に対する危険限界距離の結果 (5/9) (化学処理施設)

申請機器 名称	No. ※1	火災源	燃料 積載量 V [m ³]	火災範囲 寸法※2 [m] w 幅×d 奥行 又はφ直径	オイルパン 切欠き 面積 [m ²] ※3	オイルパン 高さ [m] h 高さ	等価火災 外寸※4 [m]		燃焼 継続 時間※5 t [s]	各材質に対する 危険限界距離 L ₀ [m]		
							R 燃焼半径	H 炎高さ		PVC	ゴム※6	
沈殿槽 (1) (2)	223	ポンプ	0.00022	0.180×0.250	0.015	0.015	0.10	0.29	16	0.23	0.10	0.10
遠心分離機	225	遠心分離機	0.00038	0.320×0.250	0.026	0.02	0.13	0.39	15	0.30	0.13	0.13
		ポンプ	0.001	0.200×0.100	0.000	0.10	0.08	0.24	106	0.62	0.28	0.23
ろ液受槽	227	ポンプ	0.00022	0.180×0.250	0.015	0.15	0.10	0.29	16	0.23	0.10	0.10
回転混合機	245	減速機	0.0025	1.080×0.600	0.005	0.012	0.45	1.36	9	0.60	0.45	0.45
ADU バグフィルター (1)	85	ブロワ	0.0007	0.660×0.760	0.103	0.04	0.36	1.07	4	0.36	0.36	0.36
ADU バグフィルター (2)	85	ブロワ	0.0007	0.660×0.760	0.103	0.04	0.36	1.07	4	0.36	0.36	0.36
サンブラ (1) (2)	118	ブロワ	0.0007	0.830×0.630	0.131	0.04	0.35	1.06	4	0.35	0.35	0.35
バグフィルター (粉末輸送装置①)	135	ブロワ	0.0007	0.840×0.650	0.096	0.04	0.38	1.14	4	0.38	0.38	0.38
粉末輸送装置②	127	ブロワ	0.0007	0.840×0.640	0.103	0.04	0.37	1.12	4	0.37	0.37	0.37
明け替えフードボックス	182	ブロワ	0.00032	0.530×0.600	0.235	0.04	0.16	0.49	9	0.22	0.16	0.16
輸送装置	195	ブロワ	0.0007	0.630×0.780	0.163	0.04	0.32	0.97	5	0.32	0.32	0.32
仮焼炉	198	ブロワ	0.0007	0.800×0.620	0.103	0.04	0.35	1.06	4	0.35	0.35	0.35

添設 2-1 付 1-3 表 工場棟 火災源となる機器と、閉じ込め部材に対する危険限界距離の結果 (6/9) (成形施設)

申請機器 名称	No. ※1	火災源	燃料 積載量 V [m ³]	火災範囲 寸法※2 [m] w 幅×d 奥行き 又はφ直径	オイルパン 切欠き 面積 [m ²] ※3	オイルパン 高さ [m] h 高さ	等価火災 外寸※4 [m]		燃焼 継続 時間※5 t [s]	各材質に対する 危険限界距離 L ₀ [m]		
							R 燃焼半径	H 炎高さ		PVC	PC	
大型混合装置 (1)	275	減速機	0.02	0.850×0.165	0.026	0.20	0.19	0.57	368	2.59	1.30	1.14
		オイルタンク	0.06	φ0.319	0.000	0.88	0.16	0.48	1584	3.21	1.74	1.64
大型混合装置 (2)	275	減速機	0.02	0.850×0.165	0.026	0.20	0.19	0.57	368	2.59	1.30	1.14
		オイルタンク	0.06	φ0.319	0.000	0.88	0.16	0.48	1584	3.21	1.74	1.64
大型粉末容器放出ボックス (1)	276	変速機	0.0025	0.600×0.300	0.000	0.04	0.24	0.72	30	0.92	0.28	0.24
		ギヤボックス	0.0005	0.200×0.200	0.000	0.03	0.11	0.34	27	0.40	0.12	0.11
大型粉末容器放出ボックス (2)	276	変速機	0.0025	0.600×0.300	0.000	0.04	0.24	0.72	30	0.92	0.28	0.24
		ギヤボックス	0.0005	0.220×0.180	0.000	0.03	0.11	0.34	27	0.40	0.12	0.11
原料粉末ホッパ (1)	278	減速機	0.0012	0.550×0.270	0.000	0.012	0.22	0.65	17	0.56	0.22	0.22
原料粉末ホッパ (2)	278	減速機	0.0007	0.660×0.400	0.180	0.012	0.16	0.49	18	0.43	0.16	0.16
		ギヤボックス	0.0005	0.950×0.110	0.037	0.012	0.15	0.44	16	0.35	0.15	0.15
粉末混合機 (1)	281	変速機	0.0013	0.200×0.200	0.000	0.05	0.11	0.34	69	0.71	0.29	0.22
粉末混合機 (2)	281	変速機	0.0013	0.200×0.200	0.000	0.05	0.11	0.34	69	0.71	0.29	0.22
粗成型用プレス (1)	283	潤滑ユニット	0.01	1.100×0.850	0.000	0.075	0.55	1.64	23	1.75	0.55	0.55
スラグコンベア (1)	286	変速機	0.0006	0.250×0.230	0.000	0.03	0.14	0.41	22	0.43	0.14	0.14
粗成型用プレス (2)	283	潤滑ユニット	0.01	1.100×0.850	0.000	0.075	0.55	1.64	23	1.75	0.55	0.55

添説設 2-1 付 1-3 表 工場棟 火災源となる機器と、閉じ込め部材に対する危険限界距離の結果(7/9) (成形施設)

申請機器 名称	No. ※1	火災源	燃料 積載量 V [m³]	火災範囲 寸法※2 [m] w幅×d奥行き 又はφ直径	オイルパン 切欠き 面積 [㎡] ※3	オイルパン 高さ [m] h 高さ	等価火炎 外寸※4 [m]		燃焼 継続 時間※5 t [s]	各材質に対する 危険限界距離 L ₀ [m]		
							R 燃焼半径	H 炎高さ		PVC	ゴム※6	
スラゴコンベア(2)	286	変速機	0.0006	0.215×0.260	0.000	0.03	0.13	0.40	23	0.43	0.13	0.13
造粒機(1)	290	減速機	0.0012	0.290×0.180	0.000	0.03	0.13	0.39	49	0.67	0.24	0.19
造粒機(2)	290	減速機	0.0012	0.290×0.190	0.000	0.03	0.13	0.40	46	0.67	0.24	0.18
潤滑剤混合機(1)	298	変速機	0.0005	0.220×0.070	0.000	0.058	0.07	0.21	69	0.44	0.18	0.14
潤滑剤混合機(2)	298	変速機	0.0005	0.220×0.070	0.000	0.058	0.07	0.21	69	0.44	0.18	0.14
本成型用プレス(1)	300	オイルタンク	0.18	1.270×0.800	0.000	0.387	0.57	1.71	373	7.76	3.89	3.41
		潤滑ユニット	0.0053	0.560×0.200	0.000	0.17	0.19	0.57	100	1.44	0.63	0.51
		変速機	0.008	1.450×1.350	1.100	0.04	0.52	1.57	20	1.52	0.52	0.52
本成型用プレス(2)	300	オイルタンク	0.18	1.270×0.800	0.000	0.387	0.57	1.71	373	7.76	3.89	3.41
		潤滑ユニット	0.0053	0.560×0.200	0.000	0.15	0.19	0.57	100	1.44	0.63	0.51
		変速機	0.008	1.290×1.280	1.117	0.05	0.41	1.24	32	1.66	0.52	0.41
試験用プレス	313	オイルタンク	0.11	1.150×0.850	0.000	0.13	0.56	1.67	237	6.34	3.08	2.65
バッチ式小型焼結炉	326	ポンプ	0.0018	0.370×0.175	0.000	0.05	0.14	0.43	59	0.83	0.32	0.25
センターレスグラインダ (1)	334	オイルタンク	0.07	1.100×1.035	0.290	0.095	0.52	1.56	174	5.15	2.44	2.07
		減速機 変速機 給油ポンプ	0.0036	0.220×0.220	0.000	0.12	0.12	0.37	157	1.17	0.55	0.46

添説設 2-1 付 1-3 表 工場棟 火災源となる機器と、閉じ込め部材に対する危険限界距離の結果 (8/9) (成形施設)

申請機器 名称	No. ※1	火災源	燃料 積載量 V [m ³]	火災範囲 寸法※2 [m]		オイルパン 切欠き 面積 [m ²] ※3	オイルパン 高さ [m] h	等価火災 外寸※4 [m]		燃焼 継続 時間※5 t [s]	各材質に対する 危険限界距離		
				w	d 又は φ			R 燃焼半径	H 炎高さ		PVC	PC	ゴム※6
センターレスグラインダ (2)	334	オイルタンク	0.07	0.900×1.170		0.228	0.095	0.51	1.54	179	5.14	2.44	2.07
		減速機 変速機 給油ポンプ	0.0036	0.220×0.220		0.000	0.12	0.12	0.37	157	1.17	0.55	0.46
センターレスグラインダ (3)	334	オイルタンク	0.07	1.400×0.750		0.181	0.095	0.53	1.58	170	5.15	2.44	2.06
		減速機 変速機 給油ポンプ	0.0036	0.220×0.220		0.000	0.12	0.12	0.37	157	1.17	0.55	0.46
センターレスグラインダ (4)	334	オイルタンク	0.05	0.900×0.510		0.077	0.172	0.35	1.05	275	4.22	2.08	1.80
		減速機 変速機	0.002	0.220×0.220		0.000	0.12	0.12	0.37	87	0.88	0.38	0.30
酸化炉(1)-A, (1)-B 粉砕機(1)	361	減速機(1)	0.00011	0.148×0.035		0.000	0.037	0.04	0.12	45	0.20	0.07	0.05
		減速機(2)	0.0007	0.180×0.065		0.000	0.08	0.06	0.18	126	0.52	0.24	0.20
		減速機(3)	0.0007	0.100×0.200		0.000	0.047	0.08	0.24	74	0.52	0.21	0.17
酸化炉(2)-A, (2)-B 粉砕機(2)	361	減速機(1)	0.00011	0.116×0.034		0.000	0.047	0.04	0.11	59	0.21	0.08	0.06
		減速機(2)	0.0007	0.224×0.270		0.000	0.025	0.14	0.42	25	0.47	0.14	0.14
		減速機(3)	0.0007	0.100×0.200		0.000	0.047	0.08	0.24	74	0.52	0.21	0.17
繰返し粉中間ホッパー	266	プロフ	0.0007	0.102×0.300		0.000	0.035	0.10	49	0.51	0.19	0.14	
原料粉末ホッパー(1)	278	プロフ	0.0007	0.102×0.300		0.000	0.035	0.10	49	0.51	0.19	0.14	
原料粉末ホッパー(2)	278	プロフ	0.0007	0.102×0.300		0.000	0.035	0.10	49	0.51	0.19	0.14	

添説設 2-1 付 1-3 表 工場棟 火災源となる機器と、閉じ込め部材に対する危険限界距離の結果 (9/9) (放射性廃棄物の廃棄施設)

申請機器 名称	No. #1	火災源	燃料 積載量 V [m ³]	火災範囲 寸法 #2 [m] w 幅 × d 奥行 又は φ 直径	オイルパン 切欠き 面積 [m ²] #3	オイルパン 高さ [m] h 高さ	等価火炎 外寸 #4 [m]		燃焼 継続 時間 #5 t [s]	各材質に対する 危険限界距離 L ₀ [m]		
							R 燃焼半径	H 炎高さ		PVC	PC	ゴム #6
転換第 1 廃液貯槽	707	ポンプ	0.003	0.980 × 0.390	0.000	0.02	0.35	1.05	17	0.88	0.35	0.35
地下集水槽 AB	715	ポンプ	0.0022	0.420 × 0.590	0.145	0.04	0.18	0.54	46	0.90	0.32	0.24
混合槽	721	ポンプ	0.002	0.450 × 0.300	0.058	0.05	0.16	0.47	55	0.87	0.33	0.25

※1 事業許可の安全機能を有する施設の安全機能一覧表の No. に対応。

※2 オイルパンまたはオイル取扱機器を収納した機器の外寸。

※3 オイルパンの配置状況に応じて火災範囲から減じる面積。

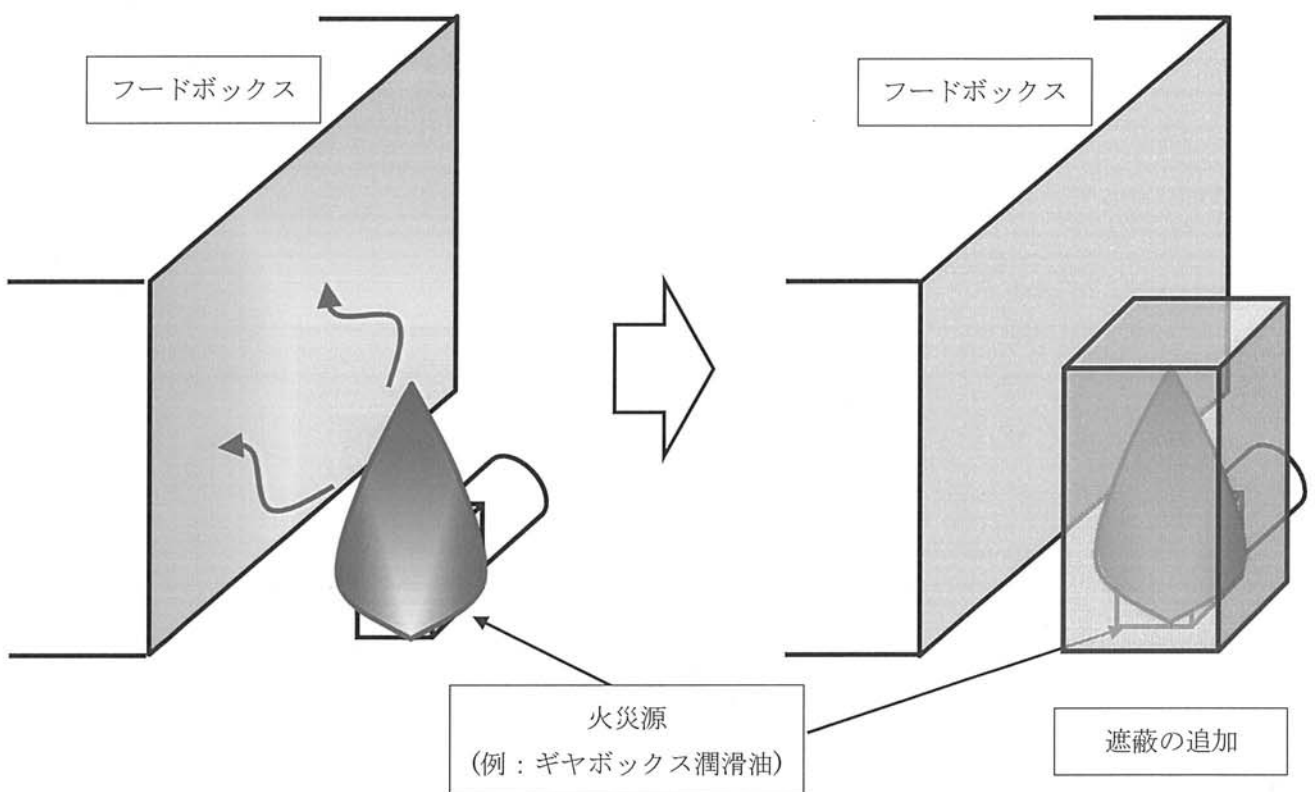
※4 小数点以下第 3 位を四捨五入 (計算中間値も四捨五入)

※5 小数点以下第 1 位を切り上げ (計算中間値は四捨五入)

※6 ゴムは受熱面積が小さいことから、ステンレス鋼の温度上昇により加熱されると想定する。

4. 対策

「3 火災源の抽出と各計算結果、対策まとめ」に掲載の、閉じ込め機能に影響を与える火災源である潤滑油・作動油を貯留するタンク・ケーシングの外側に、火炎を遮蔽できる囲い（遮熱板）を設ける。添説設 2-1 付 1-3 表に示すとおり各火災の継続時間は 1 時間以下であることから、遮熱板の厚みは 1.5mm 以上の鋼板を用いる（1 時間以上の耐火時間を有する板厚：5 次申請書添付説明書一建 1 「火災等による損傷の防止に関する説明書」の補足資料参照）（添説設 2-1 付 1-1 図参照）。



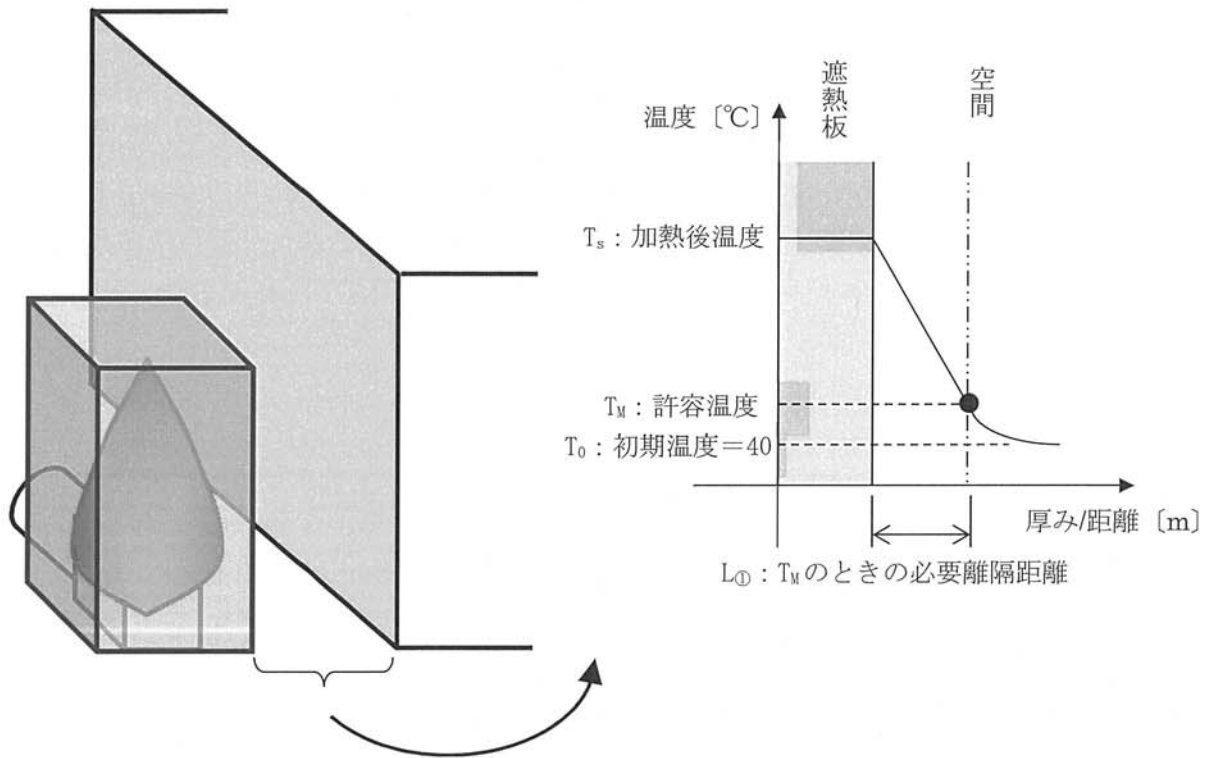
添説設 2-1 付 1-1 図 火災源対策実施例

遮熱板の設置により、輻射熱を発する火炎を遮蔽し火炎の影響を軽減できる。ただし、薄板である遮熱板の表面は周辺の空気により冷やされるものの、室温より高い部分が存在するため、遮熱板が加熱されることによる閉じ込め部材の温度上昇を計算する。遮熱板の周囲には、閉じ込め機能を有する機器が複数あり得ることから、遮熱板と添説設 2-1 付 1-1 表に示す閉じ込め部材が許容温度¹に至らないための最小距離（離隔距離）を算出した（添説設 2-1 付 1-4 表）。設置する遮熱板は、対象とする部材に対して離隔距離以上を離して設置することとする。

¹ 一定温度で放置した場合に変形変質して破損するおそれのある温度（耐熱温度）

○離隔距離の計算方法

遮熱板と閉じ込め部材は空間を介して伝熱する。フードボックス内の空気は強制的に局所排気されていること、室内空気は室内を循環しながら調温されていることから、伝導、対流による伝熱の効果は小さいが、空気が停止していると仮定し、伝導による伝熱を検討する。また、火災源による遮熱板の温度上昇について、実際の潤滑油・作動油の火炎は緩慢であるが、特定防火施設に対する建築基準法に基づく標準加熱曲線によるとし、高い負荷を想定した。モデル及び評価方法と結果について添説設 2-1 付 1-2 図及び添説設 2-1 付 1-4 表に示す。



$$T_M = T_s - q \cdot \frac{L_{\text{①}}}{\lambda_{\text{①}}} = T_s - \frac{(T_s - T_0)}{\frac{L_{\text{①}}}{\lambda_{\text{①}}} + \frac{1}{h}} \times \frac{L_{\text{①}}}{\lambda_{\text{①}}} \rightarrow L_{\text{①}} = \frac{\lambda_{\text{①}}}{(T_M - T_0)} \times \frac{(T_s - T_M)}{h}$$

$L_{\text{①}}$ [m] : 閉じ込め部材が許容温度 T_M [°C] になるときの必要離隔距離

$\lambda_{\text{①}}$ [W/m/K] : 遮熱板と閉じ込め部材の間の空気の熱伝導率=0.0257^{※1}

T_s [°C] : 遮熱板の上昇温度^{※2}

T_M [°C] : 閉じ込め部材の許容温度

T_0 [°C] : 初期温度=40

h [W/m²/K] : 熱伝達率=8.29

※1 : 日本機械学会 機械工学便覧 1989

※2 : 建築基準法の標準加熱温度曲線式 $T=345 \times \log_{10}(8t+1)+20$ より計算した温度

t [min] : 燃焼継続時間

添説設 2-1 付 1-2 図 評価モデルと評価方法

添説設 2-1 付 1-4 表 遮熱板と閉じ込め部材に対する必要離隔距離(1/5) (化学処理施設)

申請機器名称	火災源	燃料 積載量 V [m ³]	燃焼 継続 時間 t [s]	遮熱板の 上昇温度 Ts [°C]	各材料に対する必要 離隔距離 L _① [mm] ※1	
					PVC	PC
UO ₂ F ₂ 貯槽(1)(2)	ポンプ(1)(2)	0.0012	37	286	27	7
液受槽(1)	ポンプ(1)	0.0085	34	276	25	6
液受槽(2)	ポンプ(2)	0.0085	37	285	27	7
調液貯槽(1)	ポンプ(1)	0.0016	176	499	52	15
調液貯槽(2)	ポンプ(2)	0.0012	37	286	27	7
熟成槽(1)(2)	ポンプ(1)(2)	0.0035	77	383	38	10
遠心分離機(洗浄用)(1)(2)	減速機(1)(2)	0.002	141	467	48	14
遠心分離機(固液分離用) (1)(2)	減速機(1)(2)	0.002	106	426	43	12
	ポンプ(1)(2)	0.0012	64	356	35	9
仕上げろ過機(1)(2)	ろ過機(1)(2)	0.0085	398	618	66	20
濃縮液受槽(1)(2)	ポンプ(1)(2)	0.0012	37	286	27	7
再生液貯槽(1)	ポンプ(1)	0.00044	11	150	10	2
再生液貯槽(2)	ポンプ(2)	0.00044	14	175	13	3
予備成型乾燥機(1)	減速機	0.0055	58	343	33	9
予備成型乾燥機(2)	減速機	0.0055	26	243	22	5
乾燥機(1)	減速機	0.0135	83	392	39	11
乾燥機(2)	減速機	0.0135	86	398	40	11
ロータリーキルン(1)	減速機(1) (フィーダ)	0.002	85	395	40	11
ロータリーキルン(2)	減速機(2) (フィーダ)	0.002	85	395	40	11
大型混合装置	減速機	0.012	170	494	52	15
	オイルタンク	0.06	1584	823	91	27
回転混合機 (金属容器(粉末)混合)	減速機	0.002	82	391	39	11
充填装置	減速機	0.0065	40	295	28	7
粗成型用プレス	潤滑ユニット	0.015	36	281	26	7
スラグコンベア	減速機	0.0006	29	255	23	6
原料フードボックス	減速機 (フィーダ)	0.001	12	160	12	2

添説設 2-1 付 1-4 表 遮熱板と閉じ込め部材に対する必要離隔距離(2/5) (化学処理施設)

申請機器名称	火災源	燃料 積載量 V [m ³]	燃焼 継続 時間 t [s]	遮熱板の 上昇温度 Ts [°C]	各材料に対する必要 離隔距離 L _① [mm] ※1	
					PVC	PC
沈殿槽	ポンプ	0.0012	23	230	20	5
遠心分離機	減速機	0.002	24	231	20	5
乾燥機	減速機	0.001	36	281	26	7
	ポンプ	0.0012	25	237	21	5
ろ液受槽(1)	ポンプ	0.0012	26	241	21	5
解砕機	減速機	0.00135	39	293	28	7
中間槽(1)(2)	ポンプ(1)(2)	0.00022	16	188	15	3
リサイクル液受槽(1)(2)	ポンプ (リサイクル液)	0.00022	16	188	15	3
リサイクル液受槽(3)	ポンプ (リサイクル・洗浄 液)	0.00022	16	188	15	3
洗浄液受槽(1)(2)	ポンプ	0.00022	16	188	15	3
沈殿槽(1)(2)	ポンプ	0.00022	16	188	15	3
遠心分離機	ポンプ	0.001	106	426	43	12
ろ液受槽	ポンプ	0.00022	16	188	15	3
回転混合機	減速機	0.0025	9	131	8	1
ADU バグフィルタ(1)(2)	ブロウ	0.0007	4	80	2	0
	ブロウ	0.0007	4	80	2	0
サンブラ(1)(2)	ブロウ	0.0007	4	81	2	0
バグフィルタ (粉末輸送装置①)	ブロウ	0.0007	4	75	1	0
粉末輸送装置②	ブロウ	0.0007	4	76	2	0
明け替えフードボックス	ブロウ	0.00032	9	130	8	1
輸送装置	ブロウ	0.0007	5	91	3	0
仮焼炉	ブロウ	0.0007	4	81	2	0

添説設 2-1 付 1-4 表 遮熱板と閉じ込め部材に対する必要離隔距離(3/5) (成形施設)

申請機器名称	火災源	燃料 積載量 V [m ³]	燃焼 継続 時間 t [s]	遮熱板の 上昇温度 Ts [°C]	各材料に対する必要 離隔距離 L _① [mm] ※1	
					PVC	PC
大型混合装置(1)	減速機	0.02	368	607	65	19
	オイルタンク	0.06	1584	823	91	27
大型混合装置(2)	減速機	0.02	368	607	65	19
	オイルタンク	0.06	1584	823	91	27
大型粉末容器拔出ボックス (1)	変速機	0.0025	30	258	23	6
	ギヤボックス	0.0005	27	246	22	5
大型粉末容器拔出ボックス (2)	変速機	0.0025	30	258	23	6
	ギヤボックス	0.0005	27	247	22	5
原料粉末ホッパ(1)	減速機 ギヤボックス	0.0012	17	198	16	3
原料粉末ホッパ(2)	減速機	0.0007	18	201	17	4
	ギヤボックス	0.0005	16	188	15	3
粉末混合機(1)	変速機	0.0013	69	367	36	10
粉末混合機(2)	変速機	0.0013	69	367	36	10
粗成型用プレス(1)	潤滑ユニット	0.01	23	228	20	5
スラグコンベア(1)	変速機	0.0006	22	225	19	4
粗成型用プレス(2)	潤滑ユニット	0.01	23	228	20	5
スラグコンベア(2)	変速機	0.0006	23	229	20	5
造粒機(1)	減速機	0.0012	49	321	31	8
造粒機(2)	減速機	0.0012	46	314	30	8
本成型用プレス(1)	オイルタンク	0.18	373	609	65	19
	潤滑ユニット	0.0053	100	419	42	12
	変速機	0.008	20	213	18	4
本成型用プレス(2)	オイルタンク	0.18	373	609	65	19
	潤滑ユニット	0.0053	100	419	42	12
	変速機	0.008	32	267	24	6

添説設 2-1 付 1-4 表 遮熱板と閉じ込め部材に対する必要離隔距離(4/5) (成形施設)

申請機器名称	火災源	燃料 積載量 V [m ³]	燃焼 継続 時間 t [s]	遮熱板の 上昇温度 T _s [°C]	各材料に対する必要 離隔距離 L _D [mm] ※1	
					PVC	PC
試験用プレス	オイルタンク	0.11	237	542	57	17
バッチ式小型焼結炉	真空ポンプ	0.0018	59	346	34	9
センターレスグラインダ(1)	オイルタンク	0.07	174	497	52	15
	減速機 変速機 給油ポンプ	0.0036	157	483	50	14
センターレスグラインダ(2)	オイルタンク	0.07	179	502	52	15
	減速機 変速機 給油ポンプ	0.0036	157	483	50	14
センターレスグラインダ(3)	オイルタンク	0.07	170	494	51	15
	減速機 変速機 給油ポンプ	0.0036	157	483	50	14
センターレスグラインダ(4)	オイルタンク	0.05	275	564	60	17
	減速機 変速機	0.002	87	400	40	11
粉砕機(1)	減速機(1)	0.00011	45	311	30	8
	減速機(2)	0.0007	126	452	46	13
	減速機(3)	0.0007	74	377	38	10
粉砕機(2)	減速機(1)	0.00011	59	347	34	9
	減速機(3)	0.0007	74	377	38	10
繰返し粉中間ホッパ	ブロウ	0.0007	49	321	31	8
原料粉末ホッパ(1)	ブロウ	0.0007	49	321	31	8
原料粉末ホッパ(2)	ブロウ	0.0007	49	321	31	8

添説設 2-1 付 1-4 表 遮熱板と閉じ込め部材に対する必要離隔距離(5/5)

(放射性廃棄物の廃棄施設)

申請機器名称	火災源	燃料 積載量 V [m ³]	燃焼 継続 時間 t [s]	遮熱板の 上昇温度 T _s [°C]	各材料に対する必要 離隔距離 L _Ⓛ [mm] ※1	
					PVC	PC
地下集水槽 AB	ポンプ	0.0022	46	312	30	8

※1 遮熱板からの距離が L_Ⓛ以上であれば、閉じ込め機能を担保している材料は健全であることを示す。

フードボックスパネルの温度評価

1. はじめに

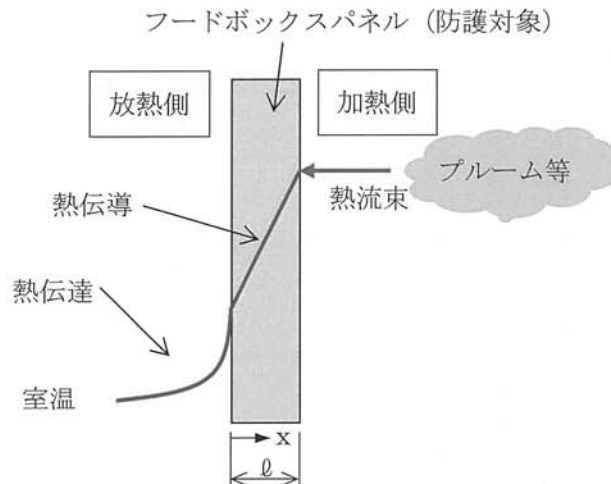
フードボックスパネルに囲まれた機器内の潤滑油が燃焼した場合、燃焼ガスにより高温のプルームが生じる。

本評価では、あるフードボックスパネル内で機器内の潤滑油が燃焼し、それにより発生したプルーム及びプルームにより熱された気体（以降、プルーム等と称す）がフードボックスより放出され、それが近辺の防護対象のフードボックスパネルに熱流束を与えることを仮定して、防護対象のフードボックスパネルの閉じ込め機能への影響について評価した。

2. 評価方法

放出されたプルーム等からの熱流束を仮定する。防護対象のフードボックスパネルの外面からこの熱流束が与えられるとし、内面は室温によって自然対流で冷却されるものとする。

この場合の温度、時間等の関係が（1）式¹によって与えられている。



添説設 2-1 付 2-1 図：プルーム等による温度上昇模式図

¹ NASA TT F-552 TRANSIENT TEMPERATURE FIELDS IN SHELLS M.D. Mikbaylov 1967

$$\frac{\theta(\xi, Fo)}{Ki} Bi_0 = Bi_0 \left[2 \sqrt{\frac{Fo}{\pi}} \left[\exp\left\{-\frac{(1-\xi)^2}{4Fo}\right\} - \exp\left\{-\frac{(1+\xi)^2}{4Fo}\right\} \right] \right. \\ \left. - (1-\xi) \operatorname{erfc} \frac{1-\xi}{2\sqrt{Fo}} + \left(1 + \xi + \frac{2}{Bi_0}\right) \operatorname{erfc} \frac{1+\xi}{2\sqrt{Fo}} \right. \\ \left. - \frac{2}{Bi_0} \exp\left\{(1+\xi)Bi_0 + (Bi_0\sqrt{Fo})^2\right\} \operatorname{erfc}\left(\frac{1+\xi}{2\sqrt{Fo}} + Bi_0\sqrt{Fo}\right) \right] \quad (1)$$

ここで

$$Bi_0 : \text{ビオ数} = \frac{h\ell}{\lambda}$$

$$Fo : \text{フーリエ数} = \frac{\alpha\tau}{\ell^2}$$

$$\alpha : \text{熱拡散率} = \frac{\lambda}{\rho c} \quad (\text{m}^2/\text{s})$$

$$Ki : \text{Kirpichev 数} = \frac{q\ell}{\lambda(T_c - T_0)}$$

h : 空気とフードボックスパネル間の熱伝達率 (PC、PVC : 8.29w/(m²・K))

ℓ : フードボックスパネル板厚 (PC、PVC : m)

λ : フードボックスパネルの熱伝導率 (PC、PVC : 0.19w/(m・K))

τ : 時間 (s)

ρ : フードボックスパネル密度 (PC : 1200kg/m³、PVC : 1300kg/m³)

c : フードボックスパネル比熱 (PC : 1260J/(kg・K)、PVC : 900J/(kg・K))

q : プルーフ等からの熱流束 (w/m²)

T_c : 回復温度

T_0 : 初期温度 (室温 : 40°C)

x : 板厚方向座標 (放熱側を 0、加熱側を $x=1$ とする。)

$$\xi : \text{無次元座標} = \frac{x}{\ell}$$

$$\theta(\xi, Fo) = \frac{T(x, \tau) - T_0}{T_c - T_0}$$

$$Bi_0 : \frac{h\ell}{\lambda} = \frac{8.29 \times 0.005}{0.19} = 0.218 (\text{PC, PVC})$$

$$\alpha = \frac{k}{\rho c} = \frac{0.19}{1200 \times 1260} = 1.257 \times 10^{-7} \text{ (PC)}$$

$$= \frac{0.19}{1300 \times 900} = 1.624 \times 10^{-7} \text{ (PVC)}$$

(1)式より添説設 2-1 付 2-2 図の相関が得られる。添説設 2-1 付 2-2 図より、 $\xi=1$ すなわちフードパネル外面（加熱側）について、ビオ数が約 0.2 程度の場合、

$$\frac{\theta(1, Fo)}{Ki} Bi_0$$

は、時間（ τ ）の関数である F_0 が 10 程度で約 1.2 に漸近することがわかる。

一方、本申請設備の火災源を対象にすると、フードパネルに継続して熱流束が供給される時間は最大でも 50 秒（表 1 参照）であることから、フーリエ数は上記を用いて以下が得られる。

$$Fo_{(PC)} = \frac{\alpha\tau}{\ell^2} = \frac{1.257 \times 10^{-7} \times 50}{0.005^2} = 0.25 \text{ (PC)}$$

$$Fo_{(PVC)} = \frac{\alpha\tau}{\ell^2} = \frac{1.624 \times 10^{-7} \times 50}{0.005^2} = 0.32 \text{ (PVC)}$$

添説設 2-1 付 2-2 図より、フードパネル外面（ $x=\ell$ ）の $\tau=50$ 秒の時の温度を t °C とすると、いずれの材質とも F_0 は約 0.3、ビオ数は約 0.2 の場合として (2) 式が得られる。

$$\frac{\theta(1, Fo)}{Ki} Bi_0 = \frac{T(\ell, \tau) - T_0 / T_c - T_0}{q\ell / \lambda(T_c - T_0)} \times \frac{\alpha\ell}{\lambda} = \frac{(t - T_0)\alpha}{q} = 0.1 \quad (2)$$

次にFDTS (Fire Dynamics Tools:NUREG-1805) を用いて本申請設備のフードパネル上面のプルーム温度を評価した結果は、添説設 2-1 付 2-1 表に示すとおり最大 360°C であった。ここで、フードボックス内で生じたプルーム体積はフードボックス内外の空気 (室温) の体積と比べて十分小さいことから、防護対象のフードボックスパネルに熱流束を与える空気の温度はプルーム温度に比べて十分低下すると考えられる。本評価では、フードパネル外面の漸近温度 (T_m) を保守的にプルーム温度と室温の平均値を用いた²。

添説設 2-1 付 2-1 表 防護対象フードパネル位置でのプルーム温度評価結果

機器名 (注1)	火災源 (保油量)	オイルパン寸法 m (熱量)	防護対象フードパネル位置でのプルーム温度 °C (燃焼時間)
粉砕機	減速機 (粉砕機) (0.7ℓ)	0.30×0.30 (34kW)	357°C (26 秒)
	減速機 (ロータリーバルブ) (2.35ℓ)	0.39×0.34 (59kW)	161°C (49 秒)
原料フードボックス	減速機 (0.6ℓ)	0.20×0.16 (8kW)	138°C (40 秒)

注1: フードボックス内に火災源があつて遮熱板を設置しない機器で、フードボックス上方に防護対象フードボックスがある機器を対象とした。

² プルームがフードボックス内を移動して外部に放出し、防護対象パネルに達する過程でプルームは冷却されるものと考えられる。プルームの断面積を火炎の面積と考えると、フードボックスの断面積に対して 1/5 以下であることから (本評価対象設備の場合)、ここではプルームとフードボックス容積が 1:1 と保守的に考えて、防護すべきパネルの外面から熱流束を与えるプルーム等の温度を室温の平均として設定した。

添説設 2-1 付 2-2 図よりビオ数が 0.2 程度の場合、

$$\frac{Q(1, Fo)}{Ki} Bi_0 = \frac{(T_m - T_0)\alpha}{q} = 1.2$$

に漸近するため、漸近温度 (T_m) を 200°C ($(T_0 + \text{プルーム温度})/2$) とすると、下式が得られる。

$$\frac{(200 - T_0)\alpha}{q} = 1.2 \quad (3)$$

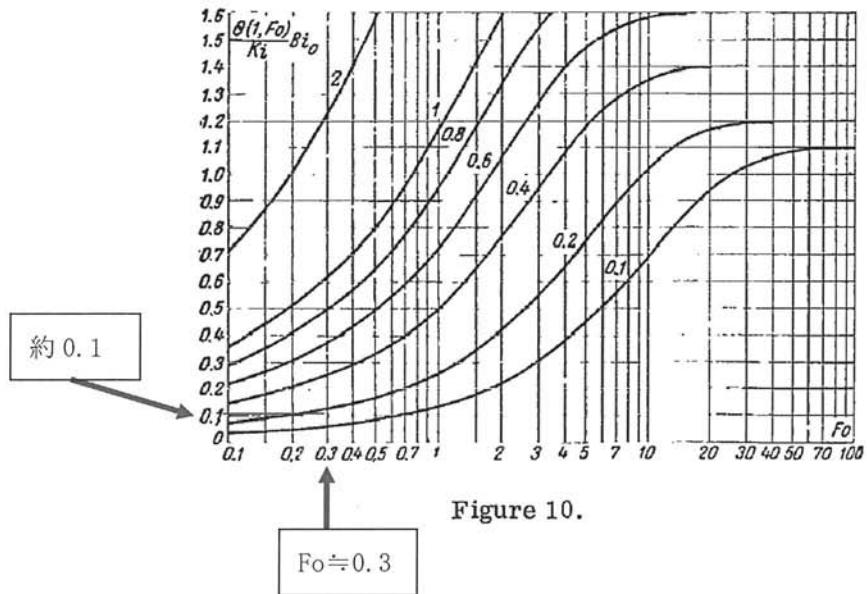
上記(2)及び(3)式より、フードパネルの温度 t は、

$$t = 0.1 \times \frac{q}{\alpha} + T_0 = 0.1 \times \frac{(200 - T_0)\alpha}{1.2\alpha} + T_0 = 53.33 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

と算出される。

3. 評価結果

2 項より、フードボックスパネル内面のプルーム等による最高温度は約 54°C と算出された。これは、 及び の耐熱温度の 121°C 及び 66°C より低い温度であることから、防護対象のフードボックスパネルが損傷することはない。



添説設 2-1 付 2-2 図

無限平板に一定熱流束が与えられ、相対する面は室温によって自然対流で冷却される場合の温度上昇曲線（受熱面の評価）

UF₆ シリンダの潤滑油火災に対する影響評価

1. UF₆ シリンダへの影響評価

原料倉庫に設置するシリンダ転倒装置の変速機に使用する潤滑油が燃焼した場合の UF₆ シリンダの閉じ込め機能への影響を評価する。UF₆ の液化に伴う体積膨張による UF₆ シリンダの破損防止の観点から、潤滑油が燃焼した場合の UF₆ シリンダの温度評価を行い、熱的制限値（121℃以下）以下となることを確認する。

1.1 評価方法

UF₆ シリンダと火災が最も近いケースとして、潤滑油が燃焼した際の UF₆ シリンダの閉じ込め機能への影響を「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」、「日本産業規格（JIS）」、「建築基準法」の方法で評価する。なお、使用している潤滑油は容易に燃焼しないが、熱容量、燃焼時間の観点から保守的に灯油の物性値を用いて評価する。

1.2 燃焼半径の算出

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド 附属書」（以下「附属書」という。）に掲載の式より、添説設 2-1 付 3-1 表に示すとおり燃焼半径を算出した。

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{w \times d}{\pi}}$$

R：燃焼半径 (m)

S：燃焼面積 (m²)

w：幅 (m)

d：奥行き (m)

添説設 2-1 付 3-1 表 燃焼半径

項目	値	備考
幅 w (m)	0.50	シリンダ転倒装置減速器オイルパン外寸
奥行き d (m)	0.15	シリンダ転倒装置減速器オイルパン外寸
燃焼半径 R (m)	0.15	計算値

1.3 燃焼継続時間の算出

附属書に掲載の式より、添説設 2-1 付 3-2 表に示すとおり燃焼継続時間を算出した。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v}$$

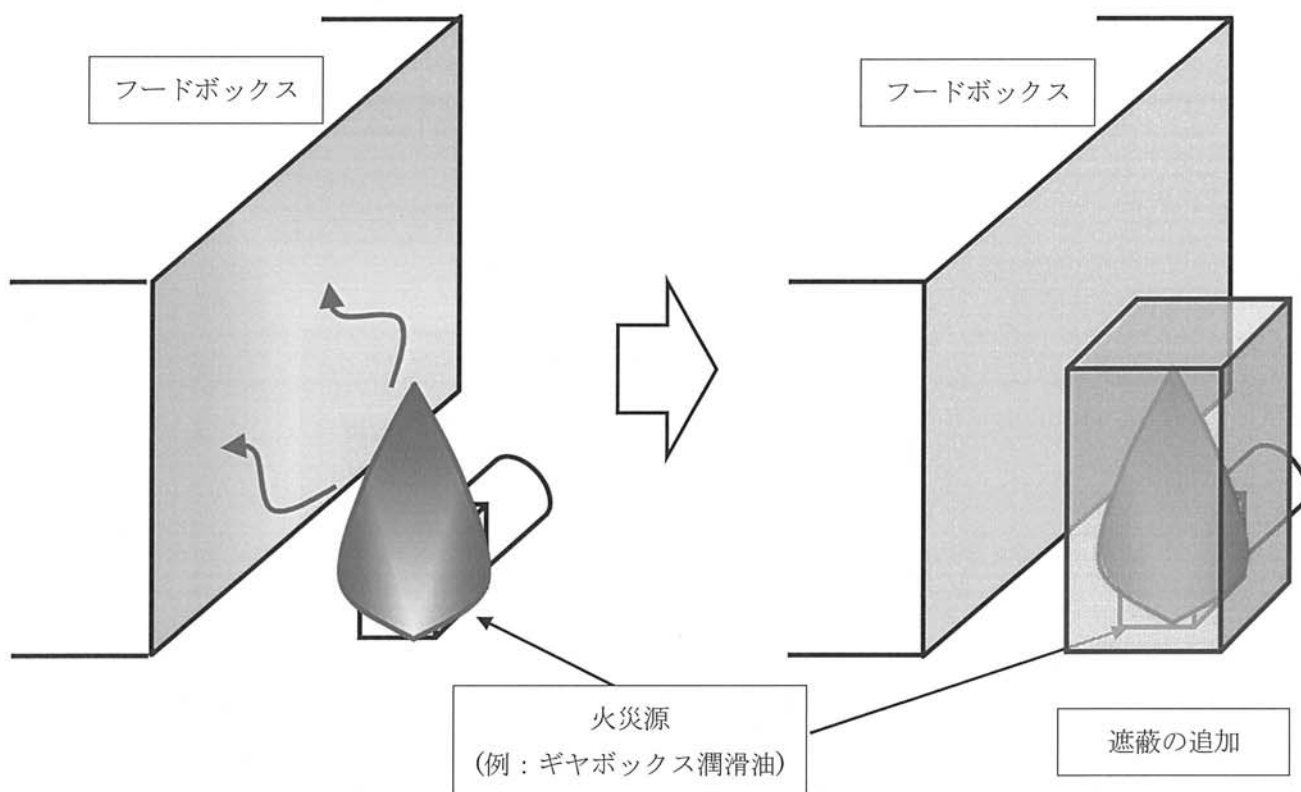
- t : 燃焼継続時間 (s)
 V : 燃料積載量 (m³)
 v : 燃焼速度 = M / ρ (m/s)
 M : 質量低下速度 (kg/m²/s)
 ρ : 燃料密度 (kg/m³)

添説設 2-1 付 3-2 表 燃焼継続時間

項目	値	備考
燃料積載量 V (m ³)	0.0065	変速機の内包油量
質量低下速度 M (kg/m ² /s)	0.039	灯油の値 (NRC「NUREG-1805」(Dec. 2004)より)
燃料密度 ρ (kg/m ³)	820	灯油の値 (NRC「NUREG-1805」(Dec. 2004)より)
燃焼速度 v (m/s)	4.8 × 10 ⁻⁵	計算値
燃焼継続時間 t (s)	19.2 × 10 ²	計算値

1.4 遮熱板の温度上昇

閉じ込め機能に影響を与える火災源である潤滑油・作動油を貯留するタンク・ケーシングの外側に、火炎を遮蔽できる囲い（遮熱板）を設ける。添説設 2-1 付 3-2 表に示すとおり火災の継続時間は 1 時間以下であることから、遮熱板の厚みは 1.5mm 以上の鋼板を用いる（1 時間以上の耐火時間を有する板厚：5 次申請書添付説明書-建 1「火災等による損傷の防止に関する説明書」の補足資料参照）（添説設 2-1 付 3-1 図参照）。

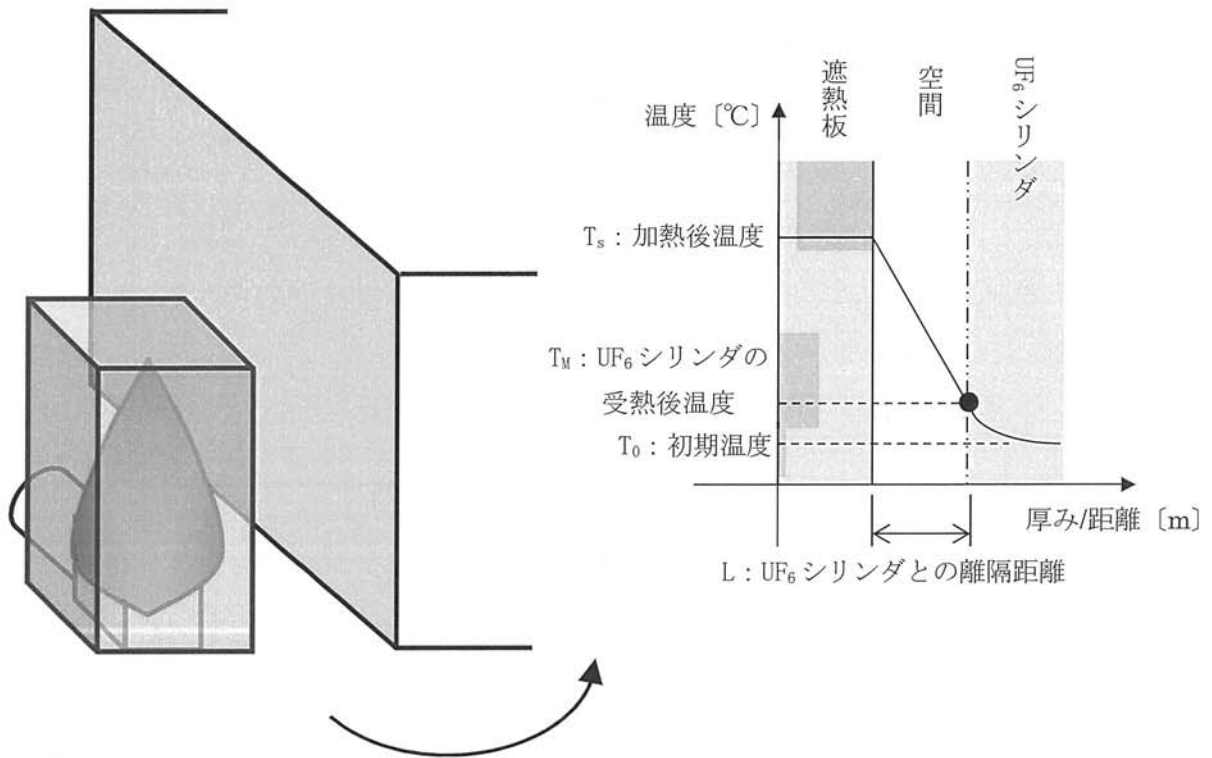


添説設 2-1 付 3-1 図 火災源対策実施例

遮熱板の設置により、輻射熱を発生する火炎を遮蔽し火炎の影響を軽減できる。ただし、薄板である遮熱板の表面は周辺の空気により冷やされるものの、室温より高い部分が存在するため、遮熱板が加熱されることによる UF₆ シリンダの温度上昇を計算する。

1.5 遮熱板の温度上昇による設備・機器の温度上昇

遮熱板とUF₆シリンダは空間を介して伝熱する。室内空気は室内を循環しながら調温されていることから、伝導、対流による伝熱の効果は小さいが、空気が停止していると仮定し、日本産業規格に基づく伝導による伝熱計算を実施する。また、火災源による遮熱板の温度上昇について、実際の潤滑油・作動油の火炎は緩慢であるが、特定防火施設に対する建築基準法に基づく標準加熱曲線によるとし、高い負荷を想定した。モデル及び評価方法と結果について添説設 2-1 付 3-2 図、添説設 2-1 付 3-3 表及び添説設 2-1 付 3-4 表に示す。



$$T_M = T_s - q' \frac{L}{\lambda} = T_s - \frac{(T_s - T_0)}{\frac{L}{\lambda} + \frac{1}{h}} \times \frac{L}{\lambda}$$

L [m] : 遮熱板と UF₆ シリンダとの距離

λ [W/m/K] : 遮熱板と UF₆ シリンダの間の空気の熱伝導率=0.0257^{※1}

T_s [°C] : 遮熱板の上昇温度^{※2}

T_M [°C] : UF₆ シリンダの上昇後温度

T₀ [°C] : UF₆ シリンダの初期温度

h [W/m²/K] : 熱伝達率=8.29

q' [W/m²] : 空気を通過する熱量

※1 : 日本機械学会 機械工学便覧 1989

※2 : 建築基準法の標準加熱温度曲線式 $T=345 \times \log_{10}(8t+1)+20$ より計算した温度

t [min] : 燃焼継続時間

添説設 2-1 付 3-2 図 評価モデルと評価方法

1.6 遮熱板の温度

建築基準法の標準加熱温度曲線式及び添説設 2-1 付 3-2 表で算出した燃焼継続時間より、遮熱板の温度を算出した。添説設 2-1 付 3-3 表に示す。

添説設 2-1 付 3-3 表 遮熱板の上昇温度

燃焼継続時間 t		遮熱板の上昇温度 T_s
19.2×10 ² (s)	32 (min)	852 (°C)

1.7 遮熱板と UF₆ シリンダとの距離と上昇後温度

日本産業規格に基づく伝導による伝熱計算により、遮熱板による UF₆ シリンダの上昇後温度を算出した。添説設 2-1 付 3-4 表に示す。

添説設 2-1 付 3-4 表 遮熱板による UF₆ シリンダの上昇後温度

項目	UF ₆ シリンダ	備考
離隔距離 L(m)	0.35	遮熱板との設計最短距離
初期温度 T_0 (°C)	40	室温
上昇後温度 T_M (°C)	47	計算値

1.8 評価結果

シリンダ転倒装置の変速機に使用する潤滑油が燃焼した場合の UF₆ シリンダの昇温幅を計算した。その結果、昇温幅は最大 7°C で、室温を考慮しても最大 47°C であることから、UF₆ の液化に伴う体積膨張による UF₆ シリンダの破損防止としての熱的制限値 (121°C) 以下であり、UF₆ シリンダの健全性は維持できる。

なお、詳細設計の結果、潤滑油量を事業許可段階の 0.012m³ から 0.0065m³ に減じるとともに火災源に遮熱板を設置する設計とし安全性を向上させている。本変更は、4 次申請での原料倉庫の火災区域評価(原料倉庫内の油量 44kg (0.0578 m³))に含んでおり、火災区域評価結果への影響はない。

火災・爆発に関わるインターロック設定値の考え方

ロータリーキルン、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉に設置する各インターロック設定値の考え方を以下に示す。

1. 水素ガス圧低下

対象とするインターロック

- [11.7-設3][18.2-設16] 炉内への酸素侵入防止のため、水素ガス圧低下時は窒素ガスに切り替える{101}ロータリーキルン炉内圧力低インターロックを設置する。
- [11.7-設3][18.2-設16] 炉内への酸素侵入防止のため、水素ガス圧低下時は窒素ガスに切り替える{319}連続焼結炉供給ガス圧力低下インターロックを設置する。
- [11.7-設3][18.2-設16] 炉内への酸素侵入防止のため、水素ガス圧低下時は窒素ガスに切り替える{327}バッチ式小型焼結炉供給ガス圧力低下インターロックを設置する。
- [11.7-設3][18.2-設16] 炉内への酸素侵入防止のため、水素ガス圧低下時は窒素ガスに切り替える{409}連続焼結炉供給ガス圧力低下インターロックを設置する。

ロータリーキルン、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉は、水素雰囲気とする熱処理炉であり炉内に水素を常時供給している。これらの機器で水素の供給が途絶えると、炉内が大気圧より低い圧力となって酸素が侵入し、炉内爆発が起こる恐れがある。

これを防止するため、ロータリーキルン、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉は機器内部を設置雰囲気に対して正圧 (>0kPaG) になるように圧力制御する。各機器の圧力制御範囲が正圧制御を逸脱する恐れが出た場合は、水素供給を停止し、窒素供給（水素掃気）に切り替える炉内圧力低インターロック、供給ガス圧力低下インターロックを設置する。

インターロック設定値はロータリーキルン、連続焼結炉、バッチ式小型焼結炉の水素供給設備とその構造によって決定され、以下のとおりとする。

ロータリーキルン炉内圧力低インターロック設定値は、>0kPaGとする。

{319}連続焼結炉供給ガス圧力低下インターロック設定値、{327}バッチ式小型焼結炉供給ガス圧力低下インターロック設定値は、>0.05MPaGとする。

{409}連続焼結炉供給ガス圧力低下インターロック設定値は、>0.005MPaGとする。

各機器の通常運転における圧力制御範囲と上記インターロック設定値を踏まえたインターロックセット値の範囲を添説設2-2-1表に示す。

インターロックセット値の範囲はインターロック設定値に対して上位側、運転上の使用範囲下限に対して下位側で、計器誤差、設計裕度を十分考慮して設定する。

添説設 2-2-1 表 各水素取扱い機器の通常運転における
供給ガス圧力使用範囲とインターロック設定範囲

設置場所	機器名	インターロック 名称	運転上の 使用範囲	インターロック セット値
工場棟 転換工場 転換加工室	ロータリーキルン (1)	ロータリーキル ン炉内圧力低イ ンターロック	1.5 kPaG ～9.55 kPaG	0 kPaG ～1.5 kPaG
工場棟 転換工場 転換加工室	ロータリーキルン (2)			
工場棟 成型工場 ペレット加工室	連続焼結炉(1)	連続焼結炉供給 ガス圧力低下イ ンターロック	0.095 MPaG ～0.100 MPaG	0.052 MPaG ～0.093 MPaG
工場棟 成型工場 ペレット加工室	連続焼結炉(2)			
工場棟 成型工場 ペレット加工室	バッチ式小型焼結炉	バッチ式小型焼 結炉供給ガス圧 力低下インター ロック	0.095 MPaG ～0.110 MPaG	0.052 MPaG ～0.093 MPaG
加工棟 成型工場 ペレット加工室	連続焼結炉	連続焼結炉供給 ガス圧力低下イ ンターロック	0.025 MPaG ～0.035 MPaG	0.007 MPaG ～0.023 MPaG

2. 余剰水素ガス着火源喪失

対象とするインターロック

- [11.7-設 4][18.2-設 17] 炉外への水素漏えい防止のため、余剰水素ガス着火源喪失時に水素ガス供給を停止する{102}燃焼チャンバ失火インターロックを設置する。
- [11.7-設 4][18.2-設 17] 炉外への水素漏えい防止のため、余剰水素ガス着火源喪失時に水素ガス供給を停止する{320}連続焼結炉着火源喪失インターロックを設置する。
- [11.7-設 4][18.2-設 17] 炉外への水素漏えい防止のため、余剰水素ガス着火源喪失時に水素ガス供給を停止する{328}バッチ式小型焼結炉着火源喪失インターロックを設置する。
- [11.7-設 4][18.2-設 17] 炉外への水素漏えい防止のため、余剰水素ガス着火源喪失時に水素ガス供給を停止する{410}連続焼結炉着火源喪失インターロックを設置する。

ロータリーキルン、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉は、余剰水素を機器外へ排気（ロータリーキルン及びバッチ式小型焼結炉は排気部が1基当たり1箇所、連続焼結炉は排気部が1基当たり2箇所）するが、排気先での水素爆発を防止するため、機器排気部に水素燃焼処理用の熱源を装備し、余剰の水素ガスを燃焼させて安全な状態として排気する。

熱源は排気部1箇所に2系統装備し、熱源が2系統共ダウンした（通電していない）場合は水素供給を停止し、窒素供給（水素掃気）に切り替える燃焼チャンバ失火インターロック、着火源喪失インターロックを設置する。熱源が健全であるか否かの判断は、回路に流れる電流を検出して判断する。インターロック設定値はロータリーキルン、連続焼結炉、バッチ式小型焼結炉の水素燃焼処理用熱源構造によって決定され、以下のとおりとする。

{102}燃焼チャンバ失火インターロック設定値、{320}連続焼結炉着火源喪失インターロック設定値、{328}バッチ式小型焼結炉着火源喪失インターロック設定値、{410}連続焼結炉着火源喪失インターロック設定値は、0Aとする。

3. 水素ガス漏えい

対象とするインターロック

- [11.5-設3][18.2-設13] 室内への水素漏えい拡大防止のために、複数の検出端を有する水素ガス漏えい検知器及び{104}水素漏えい検知インターロックを設置する。
- [11.5-設3][18.2-設13] 室内への水素漏えい拡大防止のために、複数の検出端を有する水素ガス漏えい検知器及び{321}水素漏えい検知インターロックを設置する。
- [11.5-設3][18.2-設13] 室内への水素漏えい拡大防止のために、複数の検出端を有する水素ガス漏えい検知器及び{329}水素漏えい検知インターロックを設置する。
- [11.5-設3][18.2-設13] 室内への水素漏えい拡大防止のために、複数の検出端を有する水素ガス漏えい検知器及び{411}水素漏えい検知インターロックを設置する。

ロータリーキルンを設置する転換加工室、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉を設置する工場棟成型工場のペレット加工室及び加工棟成型工場のペレット加工室には、部屋内での水素ガスの漏えい検知する水素ガス漏えい検知器を設置し、水素ガス漏えい検知器が漏えいを検知した場合には、その部屋内の設備に水素ガスを供給する配管系統に設置する水素遮断弁を閉として水素ガスの供給を停止する水素漏えい検知インターロックを設定する。

水素漏えい検知インターロック設定値は、一般高圧ガス保安規則で定める機能性基準1/4LEL以下とする。

インターロックセット値はインターロック設定値に対して下位側で、その設定値はこれに準拠して24%LELとする（%LELは、可燃性ガスの爆発下限界濃度を100%として、可燃性ガスの濃度を表したものの）。

4. 炉体冷却水圧力低下

対象とするインターロック

- [11.5-設 6][18.2-設 15] 冷却水圧力低下した場合はヒーター電源を遮断する {323} 連続焼結炉冷却水圧力低下インターロックを設置する。
- [11.5-設 6][18.2-設 15] 冷却水圧力低下した場合はヒーター電源を遮断する {331} バッチ式小型焼結炉冷却水圧力低下インターロックを設置する。
- [11.5-設 6][18.2-設 15] 冷却水圧力低下した場合はヒーター電源を遮断する {413} 連続焼結炉冷却水圧力低下インターロックを設置する。

連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉は、1700℃～1800℃の温度域に加熱する機器であり、その炉を構成するシェルのうち高温となる部位及びシール部の一部は水冷ジャケットで冷却する構造としている。水冷ジャケットに冷却水の通水がない場合、炉が損傷し、水素漏えいを起こす恐れがあることから、冷却水の通水状況をその圧力で監視し、通水圧力が低下した場合は、ヒーター電源を切る冷却水圧力低下インターロックを設置する。

{323} 連続焼結炉冷却水圧力低下インターロック設定値、{331} バッチ式小型焼結炉冷却水圧力低下インターロック設定値、{413} 連続焼結炉冷却水圧力低下インターロック設定値は、0.1MPaG以上とする。

各機器の通常運転における冷却水圧力制御範囲と上記インターロック設定値を踏まえたインターロックセット値の範囲を添説設2-2-2表に示す。

インターロックセット値の範囲はインターロック設定値に対して上位側、運転上の使用範囲下限に対して下位側で、計器誤差、設計裕度を十分考慮して設定する。

添説設 2-2-2 表 各水素取扱い機器の通常運転における
冷却水圧力使用範囲とインターロック設定範囲

設置場所	機器名	インターロック名称	運転上の 使用範囲	インターロック セット値
工場棟 成型工場 ペレット加工室	連続焼結炉(1)	連続焼結炉冷却水圧 力低インターロック	0.3 MPaG ～0.5 MPaG	0.13 MPaG ～0.28 MPaG
工場棟 成型工場 ペレット加工室	連続焼結炉(2)			
工場棟 成型工場 ペレット加工室	バッチ式小型 焼結炉	バッチ式小型焼結炉 冷却水圧力低インタ ーロック	0.3 MPaG ～0.5 MPaG	0.13 MPaG ～0.28 MPaG
加工棟 成型工場 ペレット加工室	連続焼結炉	連続焼結炉冷却水圧 力低インターロック	0.2 MPaG ～0.35 MPaG	0.12 MPaG ～0.18 MPaG

5. 地震

対象とするインターロック

- [11.7-設5][18.2-設18] 大きな地震力が作用する前に、窒素（ボンベ系）ガスを供給して水素爆発を防止する{105}地震インターロックを設置する。
- [11.7-設5][18.2-設18] 大きな地震力が作用する前に、窒素（ボンベ系）ガスを供給して水素爆発を防止する{324}地震インターロックを設置する。
- [11.7-設5][18.2-設18] 大きな地震力が作用する前に、窒素（ボンベ系）ガスを供給して水素爆発を防止する{332}地震インターロックを設置する。
- [11.7-設5][18.2-設18] 大きな地震力が作用する前に、窒素（ボンベ系）ガスを供給して水素爆発を防止する{414}地震インターロックを設置する。
- [11.7-設6][18.2-設6] 大きな地震力が作用する前に、水素ガス供給を停止する{915}地震インターロックを設置する（次回以降申請）。

ロータリーキルン、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉に供給する水素配管は管理区域内での水素漏えい防止の点から管理区域内は耐震重要度分類第1類の設計としている。また、これらの機器内に残留する水素を掃気するための屋外の窒素ボンベとその配管を耐震重要度分類第1類として設計している。

地震加速度を検知し、屋外窒素供給弁を開いて窒素ボンベからロータリーキルン、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉へ窒素を供給する地震インターロックの設定値は、耐震重要度分類第1類に求められる地震力を超えない程度の地震加速度として0.15Gとする。

6. 過加熱防止

対象とするインターロック

- [11.6-設1][18.2-設2] ロータリーキルン内温度が熱的制限値に到達する前にヒーター電源を遮断する{103} ロータリーキルン過加熱防止インターロックを設置する。
- [11.6-設2][18.2-設2] ガスヒータの過加熱防止のため、{98} ロータリーキルンガスヒータ温度高インターロックを設置する。
- [11.6-設1][18.2-設2] 連続焼結炉内温度が熱的制限値に到達する前にヒーター電源を遮断する{322}連続焼結炉過加熱防止インターロックを設置する。
- [11.6-設1][18.2-設2] バッチ式小型焼結炉内温度が熱的制限値に到達する前にヒーター電源を遮断する{330}バッチ式小型焼結炉過加熱防止インターロックを設置する。
- [11.6-設1][18.2-設2] 連続焼結炉内温度が熱的制限値に到達する前にヒーター電源を遮断する{412}連続焼結炉過加熱防止インターロックを設置する。

ガスヒータ、ロータリーキルン、連続焼結炉及びバッチ式小型焼結炉は高温加熱機器である。

これら加熱機器の加熱制御が逸脱した場合、機器本体が損傷し、閉じ込め性を損なう恐れがあることから、加熱温度には上限を設け、この温度を検知した場合、ヒーター電源を速やかに遮断し、加熱を停止するインターロックを設置する。

ロータリーキルンガスヒータ温度高インターロック設定値は、ガスヒータの最高使用温度である570℃以下とする。

ロータリーキルン過加熱防止インターロック設定値は、ロータリーキルンの熱的制限値である1000℃以下とする。

{322}連続焼結炉過加熱防止インターロック設定値、{330}バッチ式小型焼結炉過加熱防止インターロック設定値及び{412}連続焼結炉過加熱防止インターロック設定値は焼結炉の熱的制限値である1850℃以下とする。

各機器の通常運転における加熱温度制御範囲と上記インターロック設定値を踏まえたインターロックセット値の範囲を添説設2-2-3表に示す。

インターロックセット値の範囲はインターロック設定値に対して下位側、運転上の使用範囲下限に対して上位側で、計器誤差、設計裕度を十分考慮して設定する。

添説設 2-2-3 表 各水素取扱い機器の通常運転における
加熱温度使用範囲とインターロック設定範囲

設置場所	機器名	インターロック 名称	運転上の 使用範囲	インターロック セット値
工場棟 転換工場 転換加工室	ロータリーキルン(1)	ロータリーキルン 過加熱防止インター ロック	540℃～780℃	790℃～990℃
工場棟 転換工場 転換加工室	ロータリーキルン(2)			
工場棟 転換工場 転換加工室	ガスヒータ(1)	ロータリーキル ンガスヒータ温 度高インターロ ック	350℃～440℃	450℃～550℃
工場棟 転換工場 転換加工室	ガスヒータ(2)			
工場棟 成型工場 ペレット加工室	連続焼結炉(1)	連続焼結炉過加 熱防止インターロ ック	1700℃ ～1800℃	1810℃～1830℃
工場棟 成型工場 ペレット加工室	連続焼結炉(2)			
工場棟 成型工場 ペレット加工室	バッチ式小型焼結炉	バッチ式小型焼 結炉過加熱防止 インターロック	1700℃ ～1800℃	1810℃～1830℃
加工棟 成型工場 ペレット加工室	連続焼結炉	連続焼結炉過加 熱防止インターロ ック	1700℃ ～1800℃	1810℃～1830℃

ロータリーキルン爆発圧力逃がし機構(破裂板)の設計

1. 想定爆発圧力

1-1 爆発について

1 気圧、常温において空気中に水素が混入した場合、水素の体積割合で 4vol%～75vol%が爆発範囲となる。ロータリーキルンは、水素-水蒸気雰囲気、水素の発火点(530～600℃)¹を超える温度で使用するため、仮に空気が混入した場合には、爆発雰囲気を形成する前に、着火し燃焼する。なお、炉の立ち上げ時は、ロータリーキルンを運転温度まで昇温後、窒素を供給して内部の空気を窒素で置換し、リークチェックを行った後に水素を供給する。万が一、誤操作により、窒素置換またはリークチェックを実施せず、炉内に空気が残留していた状態で水素を供給したとしても、着火し燃焼するのみである。

また、ロータリーキルンは爆発雰囲気を形成しないための安全対策をとっているが、保守的に、これらの安全対策が機能せず、さらに、空気が混入し爆発雰囲気を形成した後に着火して爆発が発生する場合に備えて圧力逃がし機構(破裂板)を設置している。圧力逃し機構は爆発時に破裂板が破裂して圧力を逃がすことで設備へかかる圧力を軽減する設計としている。

1-2 爆発規模(圧力)の想定

可燃性ガスの爆発で、一部に開放状態又はこわれやすい部分がある場合の発生圧力は密閉容器に比べてはるかに小さい。円筒型ダクトを例にとると、

$K = \text{ダクトの断面積}(A_1) / \text{ダクトの放出面積}(A_2)$ として、

$K=1$ のとき、発生圧力 $P=0.07L/D$ [psi]

※ L : ダクト長さ、 D : ダクト内径

$K=2 \sim 32$ のとき、発生圧力 $P=1.8K$ [psi]

となる³。

(注: 設備を構成する材料強度と爆発圧力を比較して設備の健全性を示すために、以下のような条件を考慮し、上述の式を適用して爆発圧力を算出した。

- ・ 本評価は、何らかの要因で空気が混入した後、水素が燃焼せずに、爆発性雰囲気を形成した後、着火エネルギーが与えられて爆燃が発生するという保守的な条件である。
- ・ 当社の設備では一律に爆発性雰囲気を形成することはない。仮に、爆発性雰囲気が形成されても、その部位は炉心管入口若しくは出口付近のみに限定される。

¹ 大野友則, 基礎からの爆発安全工学—構造物の耐爆設計の基礎—, 第1版, 森北出版, 2011

² <http://www.iwatani.co.jp/jpn/h2/faq/faq.html>

³ 安全工学便覧, 改訂版, "5. 爆発・破裂の防止", 安全工学協会, 1980

ロータリーキルンの条件は以下のとおりである。

ロータリーキルン内径 : cm=m
 破裂板内径 : inch=cm=m

評価式を適用すると、

$$K = \frac{\text{ロータリーキルン直径}^2}{\text{破裂板径}^2} = \frac{\text{}}{\text{}} = \text{$$

K=より、想定する爆発圧力Pは、以下と評価できる。

$$P = 1.8 \times \text{} [\text{psi}] = \text{} [\text{psi}] = \text{} \text{MPa} \rightarrow \text{} \text{MPa}$$

(1psi = 0.006895MPa)

なお、破裂板の破裂圧力は、150℃で0.08MPaGである。

2. 爆発時のロータリーキルンの強度評価

1-2項で想定した圧力(MPaG)で、各部の発生応力を求め、ヒータ加熱部である炉心管を運転温度上限(インターロックセット値上限)まで加熱されるとし、その他の各部については、炉心管が運転温度上限(インターロックセット値上限)まで加熱された場合を想定し、保守的に設定した温度を使用温度として、この温度での材料の引張強さ(σ_t)とを比較し、爆発が起こったとしても設備が破損しないことを確認する。

それぞれの材料の引張強さを以下に示す。ロータリーキルンは炉心管部分を、炉心管表面温度が運転温度(インターロックセット値上限)840℃までヒータ加熱し、炉心管からの熱伝導、内部の粉末からの熱伝達により、炉心管前後のチャンバは使用温度300℃程度、ロータリーキルンを固定するボルトは使用温度100℃以下となると想定する。

ステンレス鋼板 (<input type="text"/> ⁴)	300℃	設計引張強さ <input type="text"/> MPa
ステンレスボルト (<input type="text"/> ⁵)	300℃	設計引張強さ <input type="text"/> MPa
ステンレスボルト (<input type="text"/> ⁶)	100℃	許容引張応力 <input type="text"/> MPa
耐熱耐食 Ni 基合金 ⁷	840℃	引張強さ <input type="text"/> MPa
ガラス ⁸	300℃	<input type="text"/> kgf/cm ² ≒ <input type="text"/> MPa

⁴ 発電用原子力設備規格材料規格(2012年版),” Part3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯(JIS G4305(2005+2010 追補1))“, 一般社団法人日本機械学会, 2012

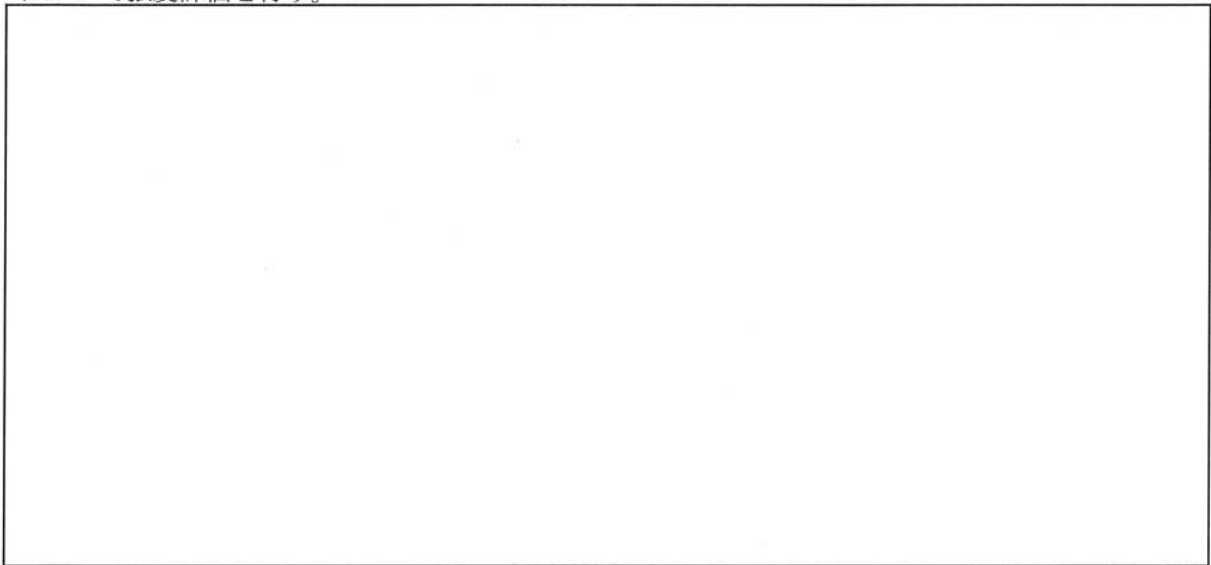
⁵ 発電用原子力設備規格材料規格(2012年版),” Part3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値 ステンレス鋼棒 (JIS G4303(2005))“, 一般社団法人日本機械学会, 2012

⁶ 発電用原子力設備規格材料規格(2012年版),” Part3 第1章 表5 ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値 ステンレス鋼棒 (JIS G4303(2005))“, 一般社団法人日本機械学会, 2012

⁷ 金属材料技術研究所クリープデータシート, ”耐食耐熱合金棒 NCF600-B、耐食耐熱合金棒 NCF600-P 及び熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管 NCF600TB(Nickel based 15.5Cr-8Fe)のクリープデータシート“, 科学技術庁金属材料技術研究所, 1999

⁸ 化学装置便覧, 第2版, 化学工学協会, 1970

ロータリーキルンは、添説設 2-3-1 図に示すとおり主に 5 つの部分で構成しており、それぞれの部分について強度評価を行う。

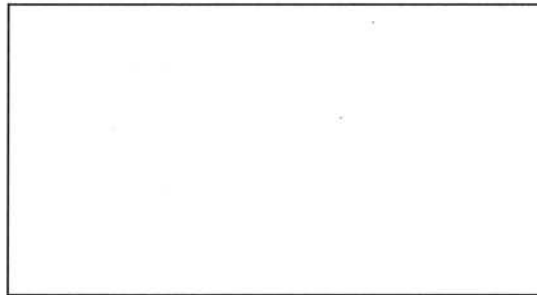


添説設 2-3-1 図 ロータリーキルン強度計算部

2-1 前室部の強度評価

前室には添説設 2-3-1 図のとおり、他端が開放である排気ダクトを接続しており爆発時の内圧は他に比べ低くなるが、本検討では保守的に添説設 2-3-2 図に示す密封モデルを考える。

評価条件として板材及びボルトは 、使用温度は 300°C とする。



添説設 2-3-2 図 密封モデル

①前室円周方向の応力

$$\sigma = \frac{PD}{2t} \text{ (薄肉円筒式)}$$

ここで、

P : 円筒内の圧力 MPaG
D : 円筒内径 cm = m
T : 円筒肉厚 cm = m

評価式より前室円周方向の応力は、以下の様になる。

$$\sigma = \frac{PD}{2t} = \boxed{} = \boxed{} \text{MPa} < \sigma_t = \boxed{} \text{MPa}$$

②円板に生ずる応力⁹

$$\sigma = 0.750 \frac{pa^2}{h^2}$$

ここで、

- p : 単位面積あたりの圧力 $\boxed{} \text{MPaG}$
 a : 円板半径 $\boxed{} \text{cm} = \boxed{} \text{m}$
 h : 円板板厚 $\boxed{} \text{cm} = \boxed{} \text{m}$

評価式より円板に生じる応力は以下の様になる。

$$\sigma = 0.750 \times \boxed{} = \boxed{} \text{MPa} < \sigma_t = \boxed{} \text{MPa}$$

③前室円筒部と円盤部の溶接部の応力

円筒部と円盤部は溶接構造である。当該溶接は、すみ肉溶接であり、溶接部の脚長は、円筒部の厚み T と同じ条件で製作している事から、のど厚等は以下の様になる。

$$\text{のど厚 } a = T \cos 45^\circ = \frac{T}{\sqrt{2}}$$

$$\text{溶接長さ } l = \pi D$$

よって、溶接部面積は

$$A = al = \frac{\pi DT}{\sqrt{2}}$$

となり、溶接部の許容せん断応力 τ_0 は

$$\tau_0 = \sigma_s \times A = \frac{\pi}{\sqrt{6}} \times FDT = \frac{\pi}{\sqrt{6}} \times \boxed{} \times \boxed{} \times \boxed{} = \boxed{} \text{MN}$$

ここで、各パラメータは次の通り。

$$\sigma_s : \text{材料の許容せん断応力} = \frac{F}{\sqrt{3}}$$

F : 材料の許容引張り応力 ($\boxed{} \text{MPa}$)

D : 円筒部外径 ($\boxed{} \text{m}$) (内径 $\boxed{} \text{m} + \text{肉厚} \boxed{} \text{m}$)

T : 円筒部厚み ($\boxed{} \text{m}$)

溶接部に加わるせん断応力 τ は、以下となる。

$$\tau = P \times \pi \times \frac{D^2}{4} = \boxed{} \times \pi \times \boxed{} = \boxed{} \text{MN}$$

よって、 $\tau_0 \gg \tau$ より、溶接部は破損しない。

⁹ 中原一郎，材料力学 下巻，第 25 版，321 頁，養賢堂，1995

④ボルトに生ずる応力

前室は□ボルト×□本で締め付けており、1本に生じる応力(f)は、 $f=F/\square$ となる。

$$\text{応力 } F = PA = \square \times \square = \square \text{ N}$$

より

$$f = \square = \square \text{ N}$$

□ボルトの 300℃での許容応力は、

$$0.75 \times \square = \square \text{ N/本}$$

であり、応力 f は許容応力値よりも小さいので、ボルトは破損しない。なお、ボルト類の許容応力は、鋼材自体の許容応力に「ねじ谷径断面/軸断面積=0.75」をかける事で評価する¹⁰。

①②③④より前室は、爆発時の炉内圧力□MPaG でも破損しない。

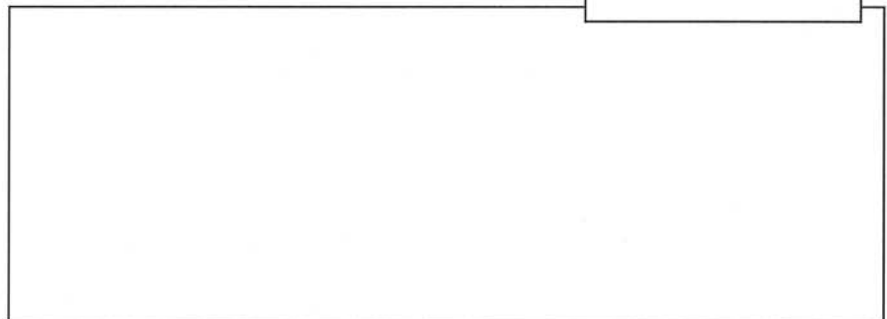
2-2 後室部の強度

後室には、破裂板からの排気ダクトを接続しているが、前室同様に添説設 2-3-3 図及び添説設 2-3-4 図のモデルで検討する。評価条件として板材及びボルトは□、使用温度は 300℃とする。

また、後室には、ロータリーキルン内部の状況を確認するための点検窓(材質:ガラス)を設置する。



添説設 2-3-3 図 後室評価モデル



添説設 2-3-4 図 点検窓設置部詳細

¹⁰ 建築設備耐震設計・施工指針, 第1版, 52頁, 日本建築センター, 2014

①後室円周方向の応力

$$\sigma = \frac{PD}{2t} \text{ (薄肉円筒式)}$$

ここで、

P : 円筒内の圧力 MPaG
 D : 円筒内径 cm = m
 T : 円筒肉厚 cm = m

評価式より、後室円周方向の応力は以下の様になる。

$$\sigma = \frac{PD}{2t} = \text{} = \text{} \text{MPa} < \sigma_t = \text{} \text{MPa}$$

②円板に生ずる応力

$$\sigma = 0.750 \frac{pa^2}{h^2}$$

ここで、

p : 単位面積あたりの圧力 MPaG
 a : 円板半径 cm = m
 h : 円板板厚 cm = m

評価式より、円板に生ずる応力は以下の様になる。

$$\sigma = 0.750 \times \text{} = \text{} \text{MPa} < \sigma_t = \text{} \text{MPa}$$

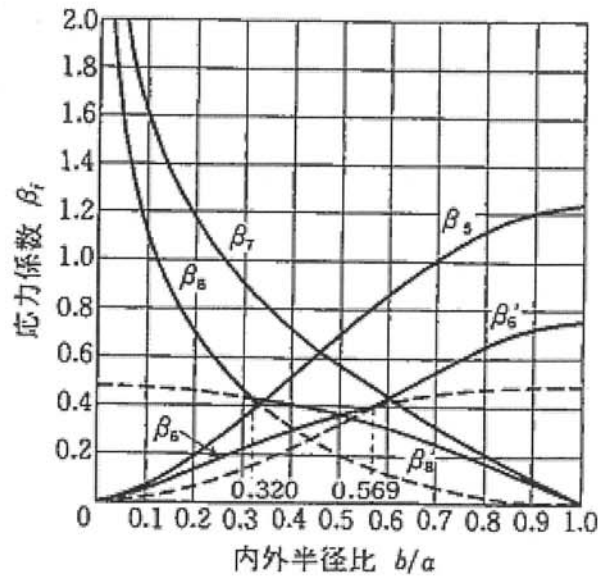
③点検窓のガラスに生じる応力

$$\sigma = \beta_5 \frac{pa^2}{h^2} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

ここで、

p : 単位面積あたりの荷重 MPaG
 a : 円の半径 cm = m
 b : 円 (圧力受ける部分) の半径 cm = m
 b/a : = =
 h : 板厚 cm = m
 β_5 : 係数 0.85 (添説設 2-3-5 図¹¹より読み取り)

¹¹ 機械工学便覧, 基礎編, α 3, 材料力学, 日本機械学会, 2005



添説設 2-3-5 図 円板の応力係数 β

評価式より、点検窓の に生じる応力は以下の様になる。

$$\sigma = 0.85 \times \text{} = \text{} \text{MPa} < \sigma_t = \text{} \text{MPa}$$

④後室円筒部と円盤部の溶接部の応力

円筒部と円盤部は溶接構造である。当該溶接は、すみ肉溶接であり、溶接部の脚長は、円筒部の厚み T と同じ条件で製作している事から、のど厚等は以下の様になる。

$$\text{のど厚 } a = T \cos 45^\circ = \frac{T}{\sqrt{2}}$$

$$\text{溶接長さ } l = \pi D$$

よって、溶接部面積は

$$A = al = \frac{\pi DT}{\sqrt{2}}$$

となり、溶接部の許容せん断応力 τ_0 は

$$\tau_0 = \sigma_s \times A = \frac{\pi}{\sqrt{6}} \times FDT = \frac{\pi}{\sqrt{6}} \times \text{} = \text{} \text{MN}$$

ここで、

$$\sigma_s : \text{材料の許容せん断応力} = \frac{F}{\sqrt{3}}$$

F : 材料の許容引張り応力 (MPa)

D : 円筒部外径 (m) (内径 m + 肉厚)

T : 円筒部厚み (m)

である。

ボルト 1 本に生じる応力(f)は、

$$f = F/\square = \square = \square \text{ N}$$

\square ボルトの 300°Cでの許容応力は、

$$0.75 \times \square = \square \text{ N/本}$$

であり、応力 f は許容応力よりも小さいので、ボルトは破損しない。

①②③④⑤⑥より後室は、爆発時の炉内圧力 \square MPaG でも破損しない。

2-3 炉心管部の強度

炉心管材質はインコネル、運転温度(インターロックセット値上限)は 840°Cとする。

炉心管に生じる円周方向の応力は、以下の式で与えられる。

$$\sigma = \frac{PD}{2t} \quad (\text{薄肉円筒式})$$

ここで、

P : 円筒内の圧力 \square MPaG

D : 円筒内径 \square cm = \square m

t : 円筒肉厚 \square cm = \square m

評価式より、円周方向の応力は以下の様になる。

$$\sigma = \frac{PD}{2t} = \square = \square \text{ MPa} < \sigma_t = \square \text{ MPa}$$

これより炉心管は、爆発時の炉内圧力 \square MPaG でも破損しない。

2-4 前室及び後室の固定強度

前室は \square のボルト \square 本、後室は \square のボルト \square 本にて架台に固定している。炉内において爆発した場合、炉心管の長手方向に力が作用し、その際、ボルトに生じるせん断応力について評価する。評価条件として、ボルト材質は \square 、使用温度は 100°Cとする。

長手方向に働く力 F は、

$$F=PA$$

P : 炉内圧力 \square MPaG

A : 断面積 $A = \pi/4 \times D^2$

前室円筒内径 D = \square cm = \square m より、 $A_{\text{前室}} = \square \text{ m}^2$

後室円筒内径 D = \square cm = \square m より、 $A_{\text{後室}} = \square \text{ m}^2$

これより、

$$\text{せん断力 } F_{\text{前室}} = \square = \square \text{ N}$$

$$\text{せん断力 } F_{\text{後室}} = \square = \square \text{ N}$$

ボルトの 100°Cでの許容せん断力は、100°Cでの許容応力 \square MPa より、

$$\square \times 1.5 \times 0.75 / \sqrt{3} = \square \text{ MPa}$$

である。ここで、 $\sqrt{3}$ は許容応力から許容せん断力への変換係数¹²、1.5 はボルトの短期使用時の評価係数である。

これより、 ボルト 1 本の許容せん断応力 S_a は、

$$\pi/4 \times \text{} = \text{} \text{ N}$$

ボルト 1 本の許容せん断応力 S_a は、

$$\pi/4 \times \text{} = \text{} \text{ N}$$

それぞれ、1 本に生じるせん断応力を求めると以下となる。

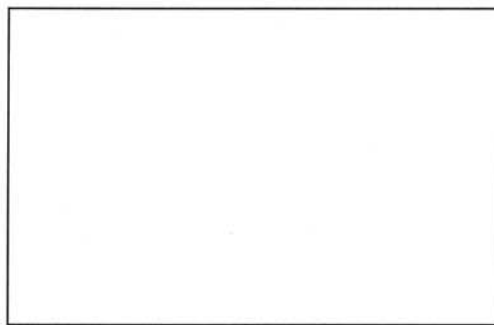
$$S_{\text{前室}} = F_{\text{前室}} / \text{} = \text{} \text{ N/本} < S_a = \text{} \text{ N}$$

$$S_{\text{後室}} = F_{\text{後室}} / \text{} = \text{} \text{ N/本} < S_a = \text{} \text{ N}$$

これより固定ボルトは、爆発時の炉内圧力 MPaG でも破損しない。

2-5 グランドパッキン部の強度

パッキンをボルトにより固定している。評価条件として、ボルトは 、使用温度は 300°C とする。グランドパッキン部詳細を添説設 2-3-6 図に示す。



添説設 2-3-6 図 グランドパッキン部詳細

① 前室側の応力

ボルト \times 本のボルトにてパッキンを固定している。パッキンに発生する応力 F は、次式にて求める。

$$F = PA$$

ここで、

P : 単位面積あたりの圧力 MPaG

A : パッキン面積 $= \frac{\pi}{4} \times (\text{チャンバ内径}^2 - \text{炉心管外径}^2)$

$$= \frac{\pi}{4} \times (\text{} - \text{} \text{ m}^2$$

代入して、

$$F = PA = \text{} = \text{} \text{ N}$$

ボルト 1 本に生じる応力 f は、

$$f = F / \text{} = \text{} = \text{} \text{ N}$$

¹² 『建築設備耐震設計・施工指針—許容応力度設計法』，第 4 版，5.1 項，日本建築学会，2005

□ボルトの 300°Cでの許容応力は、

$$0.75 \times \boxed{} = \boxed{} \text{ N/本}$$

であり、応力 f は許容応力よりも小さいので、ボルトは破損しない。

② 後室側の応力

□ボルト×□本のボルトにてパッキンを固定している。パッキンに発生する応力(F)は、次式にて求める。

$$F = PA$$

ここで、

P: 単位面積あたりの圧力 □MPaG

$$A: \text{パッキン面積} = \frac{\pi}{4} \times (\text{チャンバ内径}^2 - \text{炉心管外径}^2) \\ = \frac{\pi}{4} \times (\boxed{} - \boxed{}) = \boxed{} \text{ m}^2$$

代入して、

$$F = PA = \boxed{} = \boxed{} \text{ N}$$

ボルト 1 本に生じる力(f)は、

$$f = F/\boxed{} = \boxed{} = \boxed{} \text{ N}$$

□ボルトの 300°Cでの許容応力は、□N/本であり、応力 f は許容応力よりも小さいので、ボルトは破損しない。

①②よりグラントパッキン部は、爆発時の炉内圧力□MPaG でも破損しない。

3. 爆発圧力逃がし先の強度評価

爆発圧力逃がし先には、全長 [] m、 [] の金属配管(ダクト)を設置し、さらに下流には、 [] の PVC 配管(ダクト)、 [] の PVC 配管、 [] の PVC 配管と徐々に径を大きくした配管を設置している。さらに、排気塔手前には HEPA フィルタを設置し、爆風はフィルタを經由して排気塔より建物外に排出される。

1-2 項で想定した圧力 [] MPaG で、各部の発生応力を求め、それぞれの想定される温度での材料の強度と比較し、爆発が起こったとしても圧力逃がし先の設備が破損しないことを確認する。なお、それぞれの材料の引張強さは以下である。なお、爆発時の爆風は瞬間的に伝播することから、配管・フィルタとの接触時間が短く熱伝達は小さいと考えられるため、比較する材料強度は常温とする。

ステンレス配管 [] ¹³	常温	設計引張強さ	[] MPa
PVC 配管 VU 管 ¹⁴	常温	引張降伏強さ	[] MPa
HEPA フィルタ ¹⁵	常温	耐圧強度	[] MPaG

3-1 金属配管部の強度

材質は []、使用温度は常温とする。

金属配管に生じる円周方向応力は、

$$\sigma = \frac{PD}{2t} \text{ (薄肉円筒式)}$$

ここで、

P: 円筒内の圧力	[] MPaG
D: 円筒内径	[] cm = [] m
t: 円筒肉厚	[] cm = [] m

代入して、

$$\sigma = \frac{PD}{2t} = [] = [] \text{ MPa} < \sigma_t = [] \text{ MPa}$$

これより金属配管は、爆発時の炉内圧力 [] MPaG でも破損しない。

3-2 PVC 配管部の強度

材質は PVC 配管 (VU 管)、使用温度は常温とする。

$$\sigma = \frac{PD}{2t} \text{ (薄肉円筒式)}$$

¹³ 発電用原子力設備規格材料規格(2012年版), "Part3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値 配管用ステンレス鋼管(JIS G3459(2004))", 一般社団法人日本機械学会, 2012

¹⁴ 日本工業規格, JIS K6741 硬質塩化ビニル管, 2007

¹⁵ 尾崎誠、金川昭, "高性能エアフィルタの過酷条件下における性能", 『空気清浄』, 第25巻第6号 通巻第172号, 日本空気清浄協会, 1988

ここで、

P：円筒内の圧力 (MPaG)

D：円筒内径

t：円筒肉厚

配管については、 $D = \text{ m}$ 、 $t = \text{ m}$ 、この時の $\sigma = \text{ MPa}$

配管については、 $D = \text{ m}$ 、 $t = \text{ m}$ 、この時の $\sigma = \text{ MPa}$

配管については、 $D = \text{ m}$ 、 $t = \text{ m}$ 、この時の $\sigma = \text{ MPa}$

となる。

これより、

$$\sigma < \sigma < \sigma < \sigma_t \text{ MPa}$$

となる。

よって PVC 配管は、爆発時の炉内圧力 MPaG でも破損しない。

3-3 HEPA フィルタの強度

使用温度は常温とする。

ロータリーキルンで爆発が発生した場合、爆風は破裂板に接続した配管(ダクト)を經由し、フィルタ室に設置する HEPA フィルタに到達する。

ここで、破裂板設置箇所では MPaG であった爆発圧力は、HEPA フィルタ部分では、破裂板 (cm) との断面積比に応じて分散し、HEPA フィルタ () にかかる圧力は以下となる。

$$\text{HEPA フィルタにかかる圧力} = \text{} \times \text{} = \text{ MPaG} < \text{耐圧強度 MPa}$$

これより HEPA フィルタは、爆発時の炉内圧力が MPaG であったとしても破損しない。

4. 爆発時の圧力逃がし機構の妥当性評価

上述のとおり、ロータリーキルンにおいて、仮に爆発を起こして炉内に異常圧力がかかったとしても炉の破壊等につながることはない。従って、設置している「爆発圧力逃がし機構」の設計は妥当である。

なお、添付に、破裂板の吹き出し能力と水素爆発時に必要な能力を比較した結果を示す。添付説明書一設 2-3 付 1 に示す結果からも、爆発が発生した場合でも内部のガスを逃がすのに十分な能力を備えているということで、ロータリーキルンの爆発圧力逃がし機構は妥当であると言える。

以上

ロータリーキルンの圧力逃がし機構の妥当性評価

『ロータリーキルン爆発圧力逃がし機構(破裂板)の設計』において、「ロータリーキルン爆発圧力可燃性ガスの爆発が、一部に開放状態………密閉容器に比べてはるかに小さく、」について、安全工学協会編「安全工学講座 2 爆発」(海文堂)では、本式は L/D が 6~30 の間が適用範囲の記載があるのに対し、当社のロータリーキルンは L/D が 30 以上となり、式の適用性について補足する。

ロータリーキルンは、炉の内圧を正圧で運転することで酸素(空気)が混入しない設計とし、水素の発火点を超える温度で使用するため、仮に空気が混入した場合には爆発性雰囲気形成する前に、着火し燃焼する。

圧力逃がし機構(破裂板)は、何らかの要因で空気が混入した後、水素が燃焼せずに、爆発性雰囲気を形成した後、着火エネルギーが与えられて爆燃が発生するという保守的な条件において、文献「安全工学便覧, 改訂版, 5. 爆発・破裂の防止」, 安全工学協会, 1980」を参考に設計を行ったものである。

当社の設備では一律に爆発性雰囲気を形成することはないが、仮に爆発性雰囲気が形成されるとした場合、その部位は炉心管入口若しくは出口付近のみに限定される。従って、爆発性雰囲気となる長さ L/D は小さいと考え、当該の式を適用して爆発圧力を想定している。

なお、ロータリーキルンに設置する破裂板の設計については、次頁以降に示すような評価においても、爆発が発生した場合でも内部のガスを逃がすのに十分な能力を備えているということで妥当であると言える。

(液化石油ガス保安規則関係例示基準より抜粋)

ばね式安全弁又は破裂板に係わる吹き出し量決定圧力は、次のイ又はロに掲げる基準に適合するものであること。

イ)ばね式安全弁の吹き出し量決定圧力は、圧縮ガスの高圧ガス設備等に係わるものにあつては許容圧力の1.1倍以下の圧力、液化ガスの高圧ガス設備等に係るものにあつては許容圧力の1.2倍の圧力以下の圧力であること

ロ)破裂板の吹き出し量決定圧力は、当該破裂板が取り付けられる高圧ガス設備等の許容圧力の1.1倍以下の圧力とする。

ロータリーキルンは、少なくとも「大気圧+MPa」の内圧に耐えられるように設計されている。ロータリーキルンの圧力逃がし機構は、破裂板を採用しており、その作動圧力は「大気圧+0.072MPa」としている。このため、ロータリーキルンは、高圧ガスを取り扱う設備ではないが、高圧ガス設備と同様に、許容圧力の1.1倍よりも十分に低い圧力で作動する圧力逃がし機構を有している。

上記規則では、圧力逃がし機構の吹き出し量は下式で決定するとされている¹⁶。

$$W = CKp_1A \sqrt{\frac{M}{ZT}}$$

W(kg/hr)：吹き出し量

K：吹き出し係数(0.71)

A(cm²)：吹き出し面積(圧力逃がし機構の断面積(cm²))

p₁(MPa)：吹き出し量決定圧力(=ロータリーキルンの許容応力(MPa)×1.1)

C：水素の断熱指数 $k=1.40$ に対応する係数(2700)

M：ガス分子量の数値(2)^{*1}

T(K)：吹き出し量決定圧力におけるガスの温度^{*2}

Z：圧縮係数(1.0)

¹⁶ 液化石油ガス保安規則関係例示基準

- ※1：爆発後、水素は H_2O になるため、吹き出すガス分子量は 18 とするのが妥当であるが、炉内の全て水素が H_2O にならず、そのまま吹き出すという保守的な想定を行い、2 とした。
- ※2：T は圧力逃がし機構の吹き出し量決定圧力に達した時の圧力逃がし機構付近のガス温度であるため、圧力逃がし機構と同程度の温度(約 $150^{\circ}C$)になることが予測されるが本評価では保守的に炉内の平均温度(1113K)とした。

この評価により、ロータリーキルンの圧力逃がし機構の吹き出し量は約 983kg/hr となる。爆発時には水素が密閉空間で断熱膨張するという保守的な想定をする。

爆轟時の断熱火炎温度は 3000K 程度¹⁷であることから、本評価では水素の温度が密閉空間で 3000K 上昇する^{※3}と仮定した場合、その内部の圧力がロータリーキルンの許容圧力以内になる水素量は 10.8g 以内となればよい。

爆燃発生前のロータリーキルン内の水素は 20.3g であることから、爆燃時には 9.5g の水素が圧力逃がし機構から吹き出せばロータリーキルンが破損することはない。水素の爆燃時の圧力増加速度は理論比(水素：酸素=2：1)の際に最も大きくなり、文献¹⁸によるとロータリーキルンで爆燃がおこった際にロータリーキルンの許容応力に達する時間は 0.06sec となる^{※4}。以上より、ロータリーキルンに必要とされる圧力逃がし機構の吹き出し能力は $9.5/0.06\text{sec}=570\text{kg/hr}$ となり、前述のとおりロータリーキルンの圧力逃がし機構の能力は保守的に評価しても 983kg/hr と十分な能力を有していることから、ロータリーキルンの圧力逃がし機構は炉内爆発の影響緩和として十分な能力をもっている。

- ※3：ロータリーキルンでは爆轟は発生し得ないが、爆燃時よりも爆轟時のほうが断熱火炎温度は高いことから、3000K は非常に保守的な評価といえる。
- ※4：ロータリーキルンに空気が混入するとすぐに燃焼することから、ロータリーキルン内で水素と酸素の理論比が 2：1 になることはありえないが、なったとした場合の評価であるので 0.06sec を使用することは十分に保守性をもった評価といえる。

¹⁷ 三宅淳巳「水素の爆発と安全性」水素エネルギーシステム vol.22, No.2(1997)

¹⁸ 独立行政法人産業技術総合研究所、「平成 25 年度 経済産業省委託費 石油精製業保安対策事業 高圧ガスの危険性評価のための調査研究報告書」平成 26 年 3 月

連続焼結炉の爆発圧力逃がし機構(スイングドア)の設計

1. 想定爆発圧力

1-1 爆発について

水素-空気の混合気体の場合、爆発範囲は 4vol.%~75vol.%である。水素ガスの着火点は非常に高く常温で自然発火することはない、100vol.%の水素ガスは、周囲に着火源があれば爆発を起こすことはなく燃焼する。連続焼結炉は、100vol.%の水素ガスを使用し、炉内のガスを安全に排出するために、ガス排出部の着火源により水素ガスを燃焼して排気する設計となっている。万が一、空気の混入があった場合でも、着火源により、ガスの混合比が爆轟範囲となる前に燃焼し、爆燃となる。

1-2 爆発規模(圧力)の想定

可燃性ガスの爆発が、一部に開放状態又はこわれやすい部分がある場合の発生圧力は密閉容器に比べてはるかに小さく、円筒型ダクトを例にとると、

$K = \text{ダクトの断面積}(A_1) / \text{ダクトの放出面積}(A_2)$ として、

$K=1$ のとき、 発生圧力 $P=0.07L/D$ [psi] ※L:長さ、D:径

$K=2\sim32$ のとき、 発生圧力 $P=1.8K$ [psi]

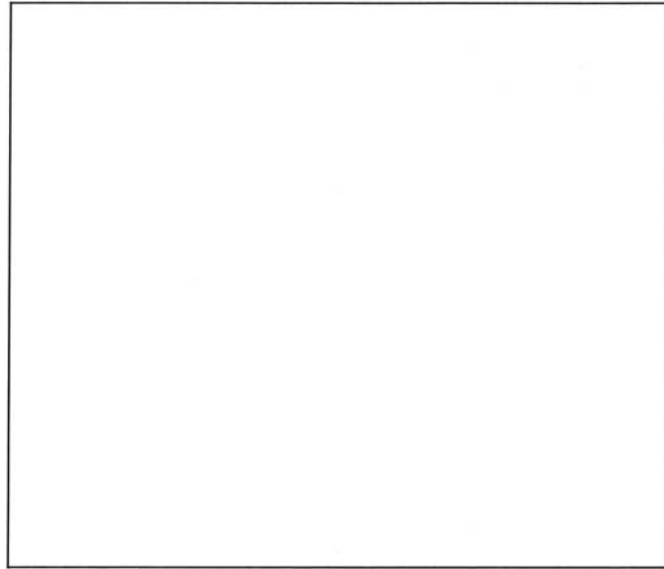
となる¹。

ここで連続焼結炉の場合、上記の A_1 に相当する部分は、炉内ポート通過部の断面積(断面積が最大となる部分でポートは考慮しない)、 A_2 に相当する部分は、出入口ドアに内圧がかかったときにスイングドアにより開口する面積とすると、想定する爆発圧力 P_1 は、添説設 2-4-1 表のとおりとなる。

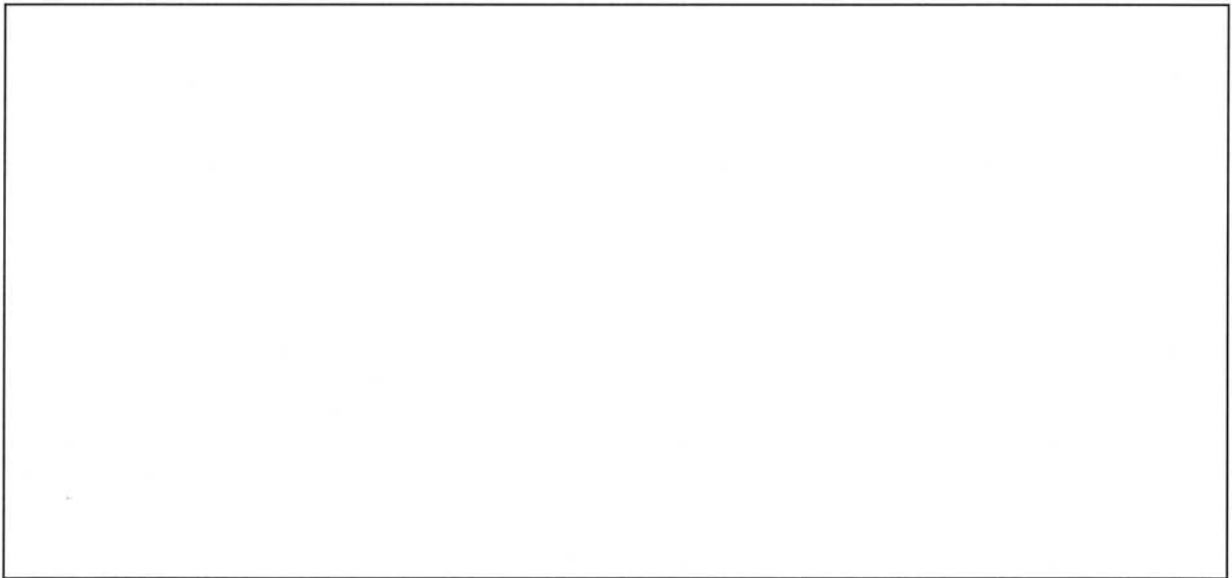
添説設 2-4-1 表 想定爆発圧力

	工場棟連続焼結炉	加工棟連続焼結炉
A1		
A2		
K		
P1		

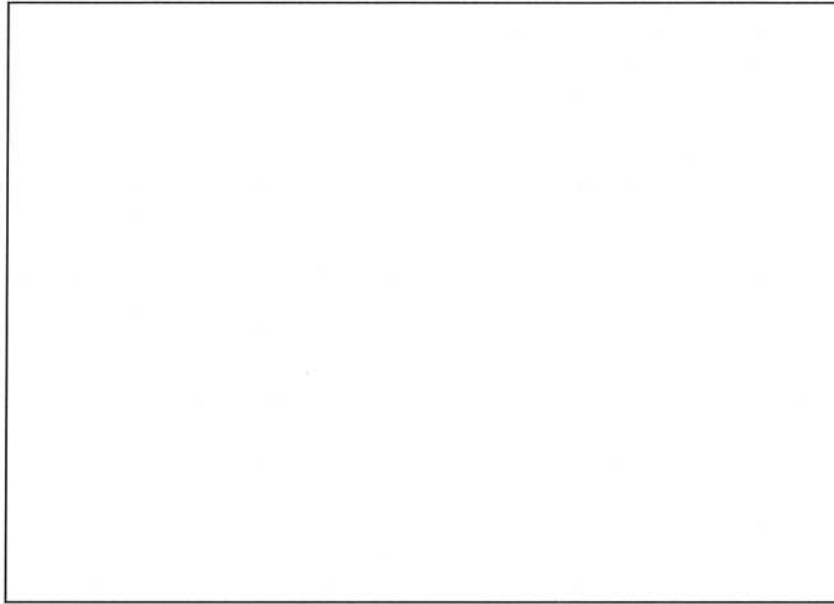
¹ 安全工学便覧, ” 5. 爆発・破裂の防止”, 安全工学協会, 1980



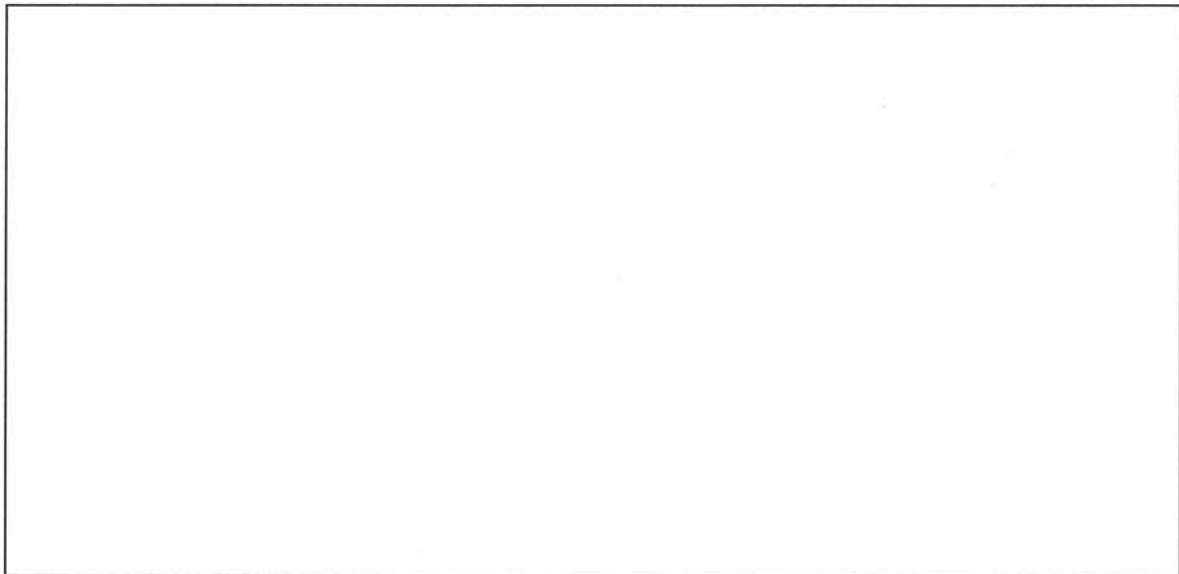
添説設 2-4-1 図 炉内ボート通過部の断面積(成型工場)



添説設 2-4-2 図 出入口スイングドアの開口面積(成型工場)



添説設 2-4-3 図 炉内ポート通過部の断面積(加工棟)



添説設 2-4-4 図 出入口スイングドアの開口面積(加工棟)

2. 爆発時の連続焼結炉の強度評価

1-2 項で算出した圧力が炉内に生じた場合における各部の強度を評価し、爆発が起こったとしても設備が破損しないことを確認する。それぞれの材料の引張強さ(σ_t)は以下である。

一般構造用鋼 () 相当) ²	80°C	() MPa
ステンレス鋼 () ³	常温	() MPa
ステンレス鋼 () ⁴	常温	() MPa
耐熱耐食超合金板 () ⁵	900°C	() MPa
耐熱耐食超合金板 () ⁶	650°C	() MPa

² 発電用原子力設備規格材料規格(2012年版), "Part3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値 一般構造用圧延鋼材(JIS G3101(2010))", 一般社団法人日本機械学会, 2012

³ 発電用原子力設備規格材料規格(2012年版), "Part3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯(JIS G4305(2005+2010 追補 1))", 一般社団法人日本機械学会, 2012

⁴ 発電用原子力設備規格材料規格(2012年版), "Part3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯(JIS G4305(2005+2010 追補 1))", 一般社団法人日本機械学会, 2012

⁵ 金属材料技術研究所クリープデータシート, "耐食耐熱合金棒 NCF600-B、耐食耐熱合金棒 NCF600-P 及び熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管 NCF600TB(Nickel based 15.5Cr-8Fe)のクリープデータシート", 科学技術庁金属材料技術研究所, 1999

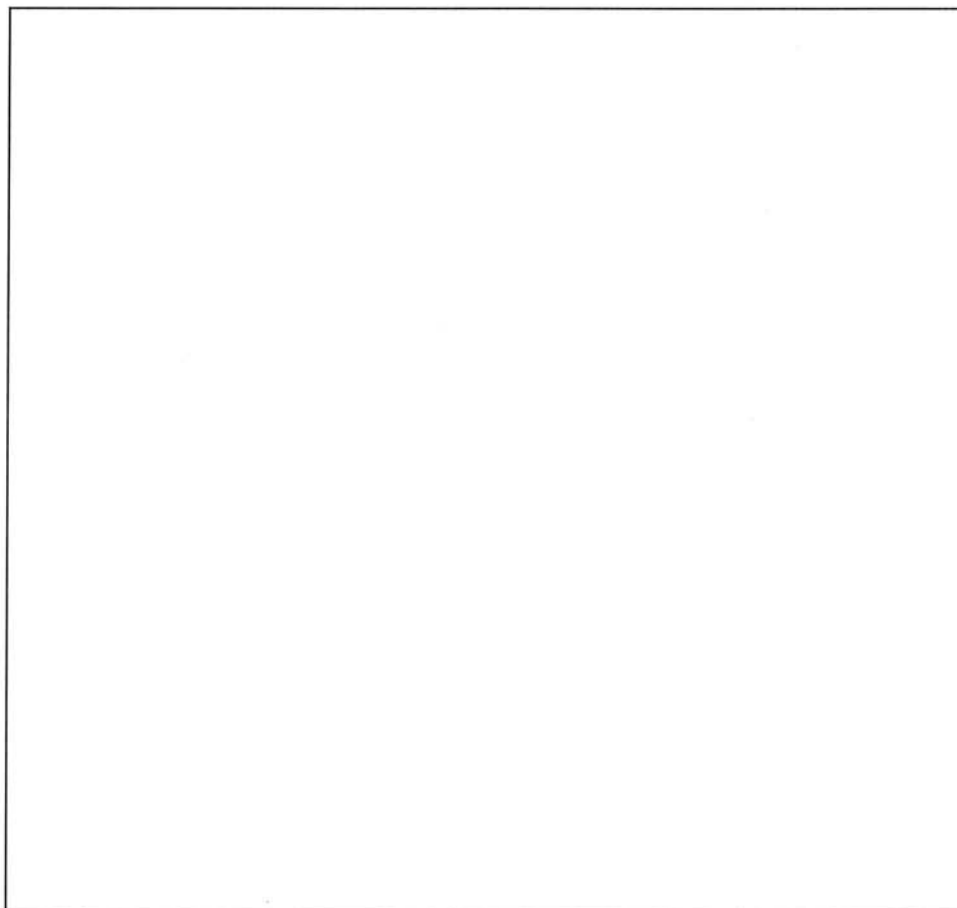
⁶ 金属材料技術研究所クリープデータシート, "耐食耐熱合金棒 NCF600-B、耐食耐熱合金棒 NCF600-P 及び熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管 NCF600TB(Nickel based 15.5Cr-8Fe)のクリープデータシート", 科学技術庁金属材料技術研究所, 1999

2-1 成型工場連続焼結炉の Shell の強度

当該炉は、徐冷部、高温部、予熱部、冷却部及び出入口チャンバから構成されている。これらの各部について、爆発により炉内圧がかかった場合の Shell の強度を検討する。

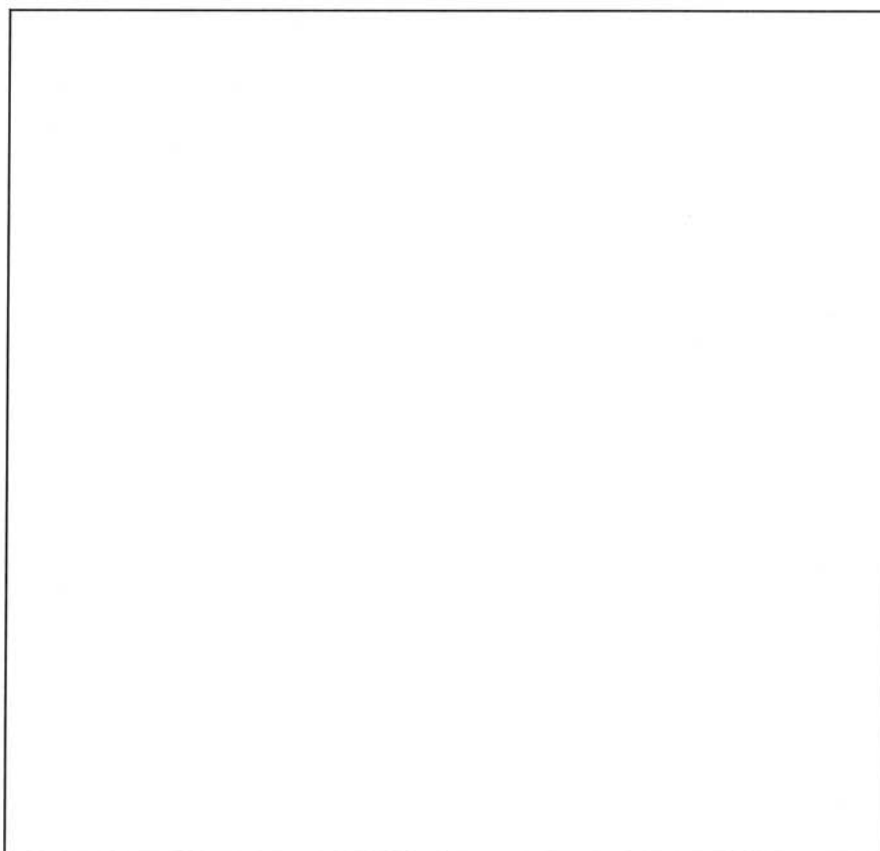
2-1-1 徐冷部

徐冷部の構造は添説設 2-4-5 図のとおりである。



添説設 2-4-5 図 徐冷部の構造

炉内ボート通過部で爆発により発生した圧力 P1 は、Shell 上部の上蓋(板厚□mm)に耐火材を経由して伝達される。



添説設 2-4-6 図 徐冷部上蓋が受ける圧力 (P2)

① 上蓋の強度

爆発により上蓋の受ける圧力を P2 とすると、

$$P1 \times \square = P2 \times \square$$

$$P2 = \square = \square \text{ [MPaG]}$$

このとき上蓋にかかる応力は、等分布荷重 p を受ける辺の長さが a、b、板厚 h の長方形板（四辺支持）モデルとして次式で与えられる。⁷

$$\sigma_{\max} = \beta_1 \frac{pa^2}{h^2}$$

ここに、 β_1 は b/a (b>a) による係数で、添説設 2-4-7 図より求める。

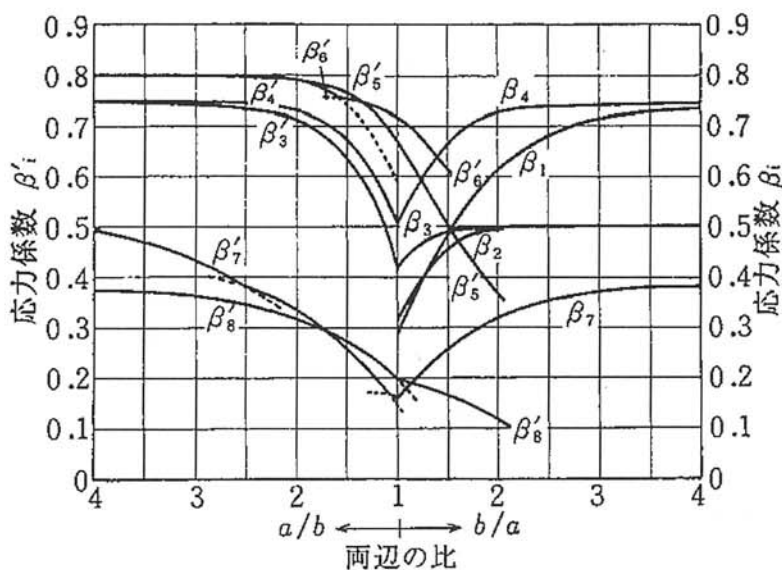
$$a = \square \quad b = \square \quad b/a = \square \text{ より } \beta_1 = 0.52$$

よって、p=P2 とし、

$$\sigma_{\max} = 0.52 \times \square = \square \text{ [MPa]}$$

⁷ 機械工学便覧, 基礎編, $\alpha 3$, 材料力学, 日本機械学会, 2005

となり、引張強さ [MPa] (at80°C、 相当) に比べて小さいので破壊しない。



添説設 2-4-7 図 長方形板の応力の係数 β_1 、 β_2 ⁸

注： β は荷重状態及び支持条件により決まる応力係数 (β_1 は等分布荷重の四辺支持、 β_2 は等分布荷重の四辺固定)

② 上蓋固定ボルトの強度

上蓋は 本で固定している。ボルトの有効断面積 A_s は、ボルト径の 75% とし、

$$A_s = \text{} = \text{} [\text{mm}^2]$$

よって、ボルト 1 本に生じる応力は、

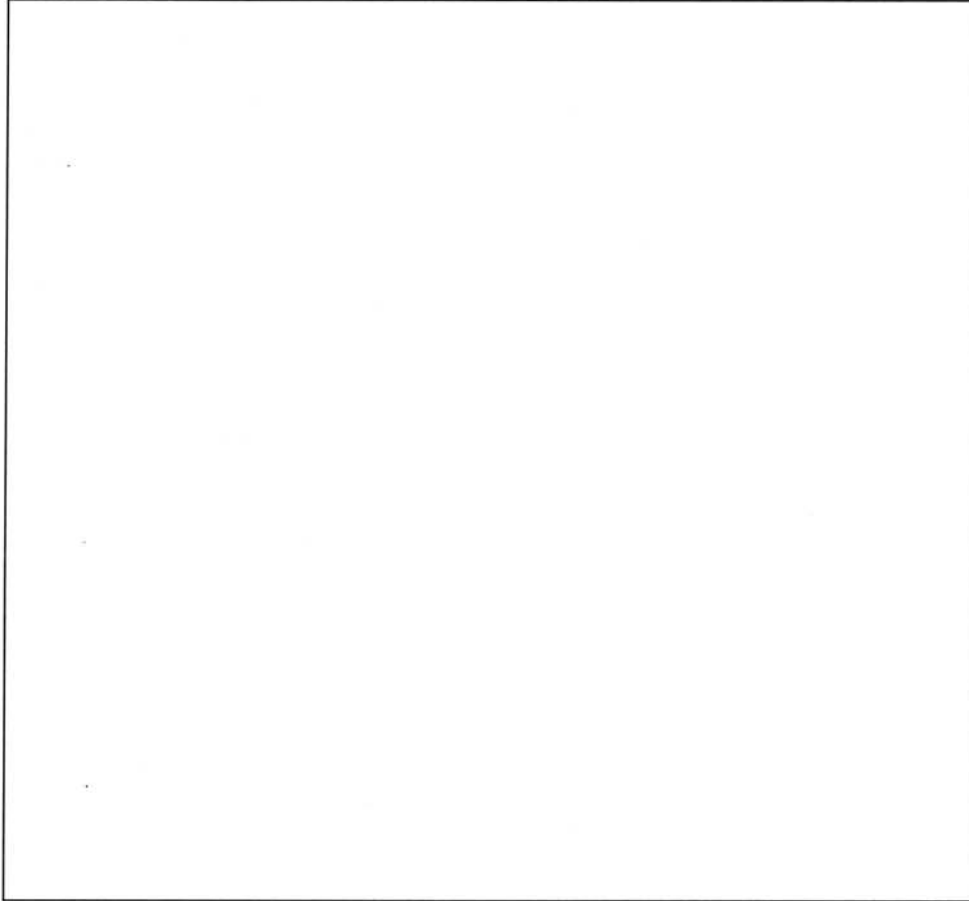
$$\sigma_{\max} = \frac{\text{内圧 (P2)} \times \text{上蓋面積}}{\text{ボルト本数} \times A_s} = \text{} [\text{MPa}]$$

となり、引張強さ [MPa] (at80°C、 相当) に比べて小さいので破壊しない。

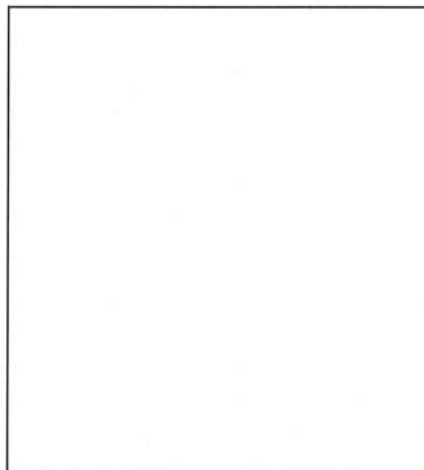
⁸ 機械工学便覧, 基礎編, α 3, 材料力学, 日本機械学会, 2005

2-1-2 高温部

高温部の構造を添説設 2-4-8 図及び添説設 2-4-9 図に示す。高温部の上蓋も徐冷部と同様、厚さは□mmである。



添説設 2-4-8 図 高温部の構造



添説設 2-4-9 図 高温部上蓋が受ける圧力 (P2)

① 上蓋の強度

2-1-1 の徐冷部と同様に考え、

$$P1 \times \boxed{} = P2 \times \boxed{}$$

$$P2 = \boxed{} \text{ [MPaG]}$$

上蓋にかかる応力は、等分布荷重 p を受ける辺の長さが a 、 b 、板厚 h の長方形板（四辺支持）モデルとして、

$$\sigma_{\max} = \beta_1 \frac{pa^2}{h^2}$$

上蓋は No. 1、No. 2、No. 5 と、No. 3、No. 4 の 2 タイプがあり、

No. 1、No. 2、No. 5 の上蓋は、

$$a = \boxed{} \quad b = \boxed{} \quad b/a = \boxed{} \text{ より } \beta_1 = 0.59, \quad p = P2 \text{ とし、}$$

$$\sigma_{\max} = 0.59 \times \boxed{} = \boxed{} \text{ [MPa]}$$

No. 3、No. 4 の上蓋は、

$$a = \boxed{} \quad b = \boxed{} \quad b/a = \boxed{} \text{ より } \beta_1 = 0.28, \quad p = P2 \text{ とし、}$$

$$\sigma_{\max} = 0.28 \times \boxed{} = \boxed{} \text{ [MPa]}$$

となり、いずれも引張強さ $\boxed{} \text{ [MPa]}$ (at80°C、 $\boxed{}$ 相当) に比べて小さいので破壊しない。

② 上蓋固定ボルトの強度

No. 1、No. 2、No. 5 の上蓋は、 $\boxed{}$ 本のボルトで固定しており、ボルト 1 本に生じる応力は、

$$\sigma_{\max} = \frac{\text{内圧 (P2)} \times \text{上蓋面積}}{\text{ボルト本数} \times A_s} = \boxed{} = \boxed{} \text{ [MPa]}$$

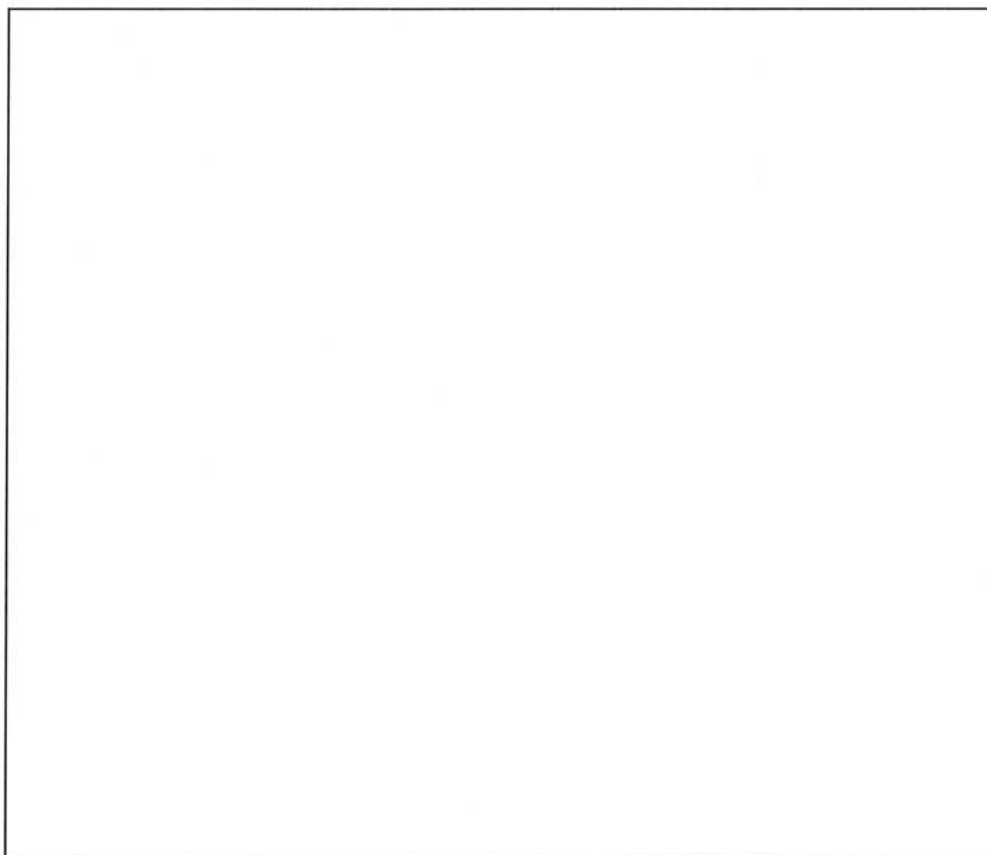
No. 3、No. 4 の上蓋は、 $\boxed{}$ 本のボルトで固定しており、ボルト 1 本に生じる応力は、

$$\sigma_{\max} = \frac{\text{内圧 (P2)} \times \text{上蓋面積}}{\text{ボルト本数} \times A_s} = \boxed{} = \boxed{} \text{ [MPa]}$$

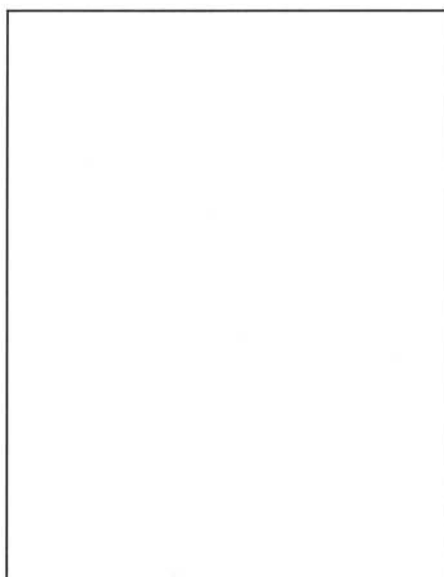
となり、いずれも引張強さ $\boxed{} \text{ [MPa]}$ (at80°C、 $\boxed{}$ 相当) に比べて小さいので破壊しない。

2-1-3 予熱部

予熱部の構造は添説設 2-4-10 図及び添説設 2-4-11 図のとおりである。



添説設 2-4-10 図 予熱部の構造



添説設 2-4-11 図 予熱部上蓋が受ける圧力(P2)

① 上蓋の強度

2-1-1 の徐冷部と同様に考え、

$$P1 \times \boxed{} = P2 \times \boxed{}$$

$$P2 = \boxed{} \text{ [MPaG]}$$

上蓋にかかる応力は、等分布荷重 p を受ける辺の長さが a 、 b 、板厚 h の長方形板（四辺支持）モデルとして、

$$\sigma_{\max} = \beta_1 \frac{pa^2}{h^2}$$

上蓋は No. 1、No. 2 が同じで、

$$a = \boxed{} \quad b = \boxed{} \quad b/a = \boxed{} \text{ より } \beta_1 = 0.28、p = P2 \text{ とし、}$$

$$\sigma_{\max} = 0.28 \times \boxed{} \text{ [MPa]}$$

となり、引張強さ $\boxed{}$ [MPa] (at80°C、 $\boxed{}$ 相当) に比べて小さいので破壊しない。

② 上蓋固定ボルトの強度

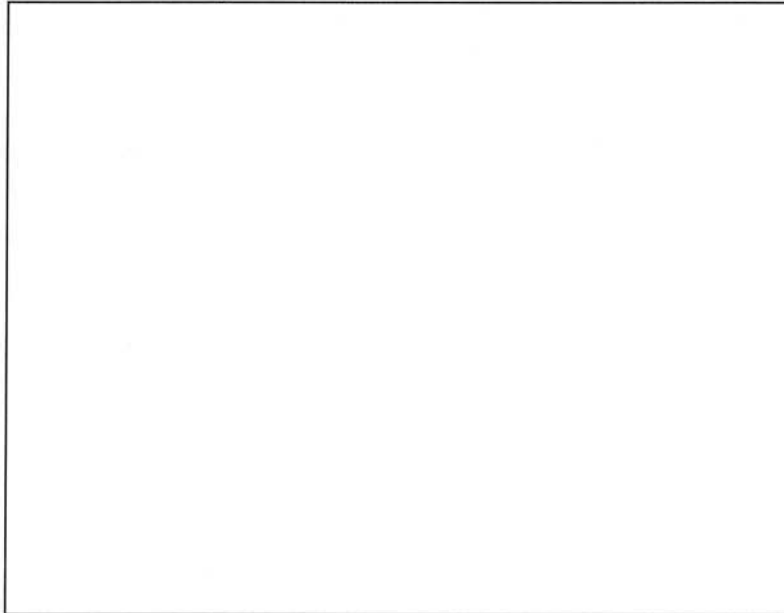
No. 1、No. 2 の上蓋は、 $\boxed{}$ 本のボルトで固定しており、ボルト 1 本に生じる応力は、

$$\sigma_{\max} = \frac{\text{内圧 (P2)} \times \text{上蓋面積}}{\text{ボルト本数} \times A_s} = \boxed{} \text{ [MPa]}$$

となり、引張強さ $\boxed{}$ [MPa] (at80°C、 $\boxed{}$ 相当) に比べて小さいので破壊しない。

2-1-4 冷却部

冷却部は、添説設 2-4-12 図に示すとおり、内部を水が循環して冷却するジャケット構造となっている。



添説設 2-4-12 図 冷却部の構造

冷却部の天井部(板厚 \square mm)が爆発による圧力 P_1 を受けた場合の強度について検討する。

天井部にかかる応力は、等分布荷重 p を受ける辺の長さが a 、 b 、板厚 h の長方形板(四辺固定)モデルとして次式で与えられる。⁹

$$\sigma_{\max} = \beta_2 \frac{pa^2}{h^2}$$

ここに、 β_2 は荷重状態、支持条件及び b/a ($b > a$) による係数で、添説設 2-4-7 図より求める。

$$a = \square \quad b = \square \quad b/a = \square \text{ より } \beta_2 = 0.5$$

よって、 $p = P_1$ とし、

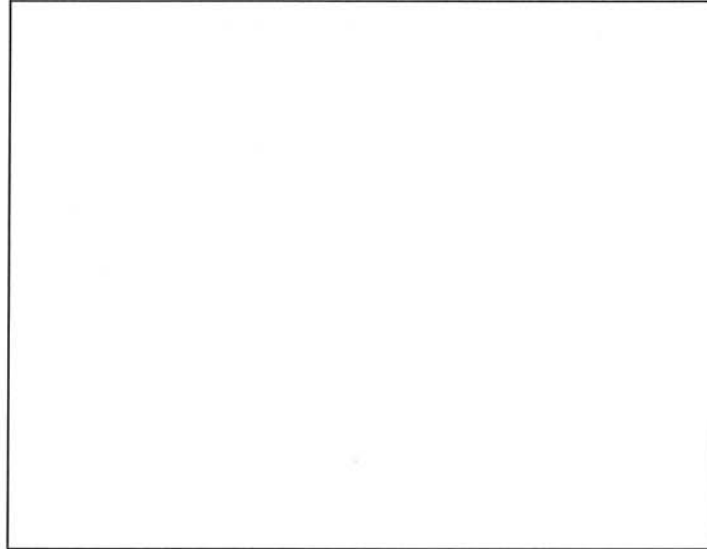
$$\sigma_{\max} = 0.5 \times \square = \square \text{ [MPa]}$$

となり、引張強さ \square [MPa] (常温、 \square) に比べて小さいので破壊しない。

⁹ 機械工学便覧, 基礎編, $\alpha 3$, 材料力学, 日本機械学会, 2005

2-1-5 出入口チャンバ

出口及び入口のチャンバは同じで、構造は添説設 2-4-13 図のとおりである。



添説設 2-4-13 図 出入口チャンバの構造

チャンバの天井部(板厚 \square mm)が爆発による圧力 P1 を受けた場合の強度について検討する。

天井部にかかる応力は、冷却部ジャケットと同様に、

$$\sigma_{\max} = \beta_2 \frac{pa^2}{h^2}$$

ここに、 β_2 は荷重状態、支持条件及び b/a (b>a)による係数で、添説設 2-4-7 図より求める。

a= \square b= \square b/a= \square より $\beta_2=0.33$ 、 $p=P1$ とし、

$$\sigma_{\max} = 0.33 \times \square = \square [\text{MPa}]$$

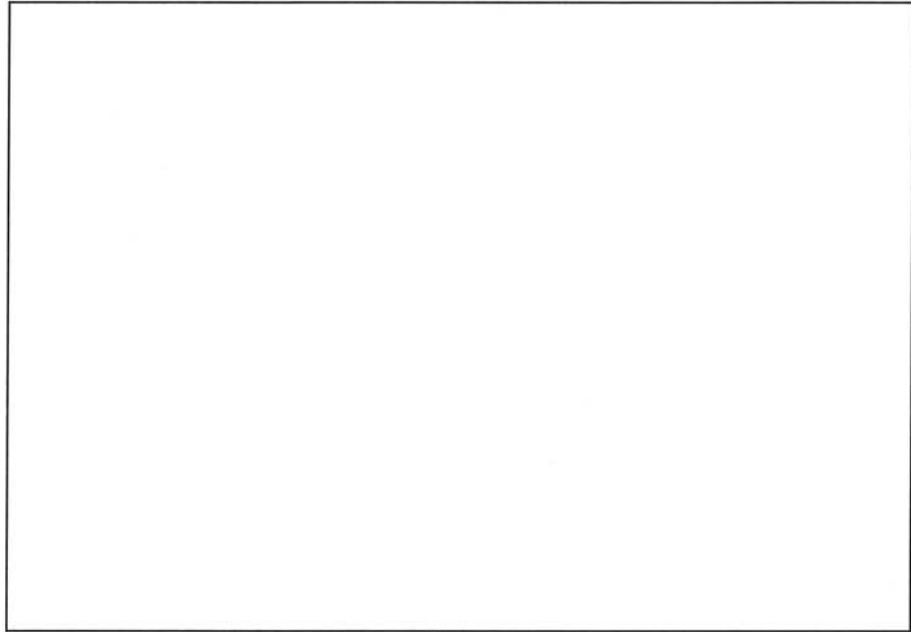
となり、引張強さ \square [MPa] (80℃、 \square 相当)に比べて小さいので破壊しない。

2-2 加工棟連続焼結炉の Shell の強度

当該炉は、徐冷部、高温部、予熱部、冷却部及び出入口チャンバから構成されている。これらの各部について、爆発により炉内圧がかかった場合の Shell の強度を検討する。

2-2-1 徐冷部

徐冷部の構造は添説設 2-4-14 図のとおりである。



添説設 2-4-14 図 徐冷部の構造

炉内ポート通過部で爆発により発生した圧力 P_1 は、Shell 上部の上蓋(板厚 \square mm)に耐火材を経由して伝達される。



添説設 2-4-15 図 徐冷部上蓋が受ける圧力(P2)

① 上蓋の強度

爆発により上蓋の受ける圧力を P2 とすると、

$$P1 \times \boxed{} = P2 \times \boxed{}$$

$$P2 = \boxed{} = \boxed{} [\text{MPaG}]$$

このとき上蓋にかかる応力は、等分布荷重 p を受ける辺の長さが a、b、板厚 h の長方形板（四辺支持）モデルとして次式で与えられる。

$$\sigma_{\max} = \beta_1 \frac{pa^2}{h^2}$$

ここに、 β_1 は b/a (b>a) による係数で、添説設 2-4-7 図より求める。

$$a = \boxed{} \quad b = \boxed{} \quad b/a = \boxed{} \text{ より } \beta_1 = 0.45$$

よって、p=P2 とし、

$$\sigma_{\max} = 0.45 \times \boxed{} = \boxed{} [\text{MPa}]$$

となり、引張強さ $\boxed{} [\text{MPa}]$ (at80°C、 $\boxed{}$) に比べて小さいので破壊しない。

② 上蓋固定ボルトの強度

上蓋は $\boxed{}$ 本で固定している。ボルトの有効断面積 A_s は、ボルト径の 75% とし、

$$A_s = \boxed{} \times 0.75 = \boxed{} [\text{mm}^2]$$

よって、ボルト 1 本に生じる応力は、

$$\sigma_{\max} = \frac{\text{内圧 (P2)} \times \text{上蓋面積}}{\text{ボルト本数} \times A_s} = \boxed{} = \boxed{} [\text{MPa}]$$

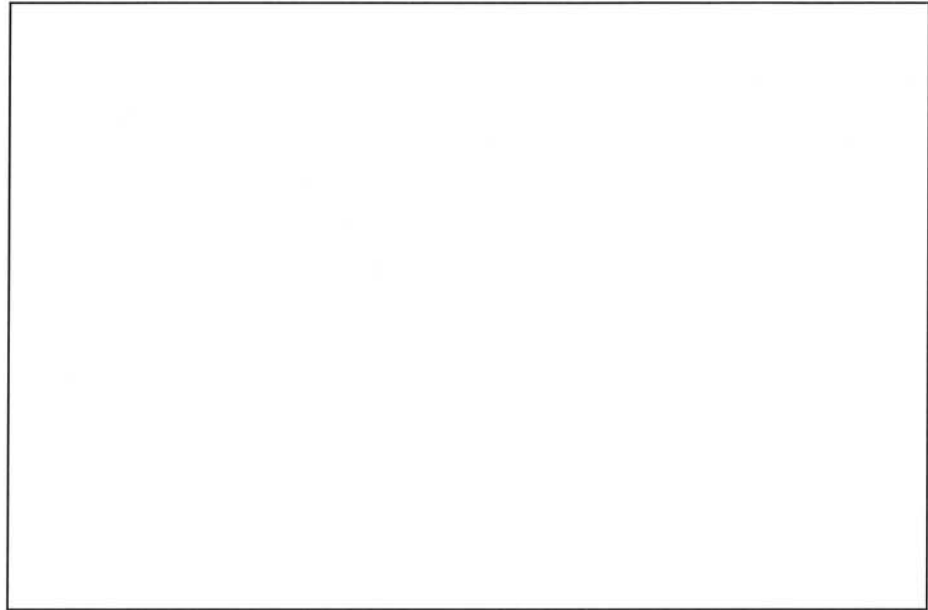
となり、引張強さ $\boxed{} [\text{MPa}]$ (at80°C、 $\boxed{}$) に比べて小さいので破壊しない。

2-2-2 高温部

高温部の構造を添説設 2-4-16 図に示す。高温部の上蓋も徐冷部と同様、厚さは□mmである。



添説設 2-4-16 図 高温部の構造



添説設 2-4-17 図 高温部上蓋が受ける圧力(P2)

① 上蓋の強度

2-2-1 の徐冷部と同様に考え、

$$P1 \times \boxed{} = P2 \times \boxed{}$$

$$P2 = \boxed{} = \boxed{} [\text{MPaG}]$$

上蓋にかかる応力は、等分布荷重 p を受ける辺の長さが a 、 b 、板厚 h の長方形板（四辺支持）モデルとして、

$$\sigma_{\max} = \beta_1 \frac{pa^2}{h^2}$$

No. 1 の上蓋は、

$$a = \boxed{} \quad b = \boxed{} \quad b/a = \boxed{} \text{より } \beta_1 = 0.71, \quad p = P2 \text{ とし、}$$

$$\sigma_{\max} = 0.71 \times \boxed{} = \boxed{} [\text{MPa}]$$

No. 2 の上蓋は、

$$a = \boxed{} \quad b = \boxed{} \quad b/a = \boxed{} \text{より } \beta_1 = 0.59, \quad p = P2 \text{ とし、}$$

$$\sigma_{\max} = 0.59 \times \boxed{} = \boxed{} [\text{MPa}]$$

No. 3 の上蓋は、

$$a = \boxed{} \quad b = \boxed{} \quad b/a = \boxed{} \text{より } \beta_1 = 0.56, \quad p = P2 \text{ とし、}$$

$$\sigma_{\max} = 0.56 \times \boxed{} = \boxed{} [\text{MPa}]$$

No. 4 の上蓋は、

a=□ b=□ b/a=□ より $\beta_1=0.54$ 、 $p=P2$ とし、

$$\sigma_{\max} = 0.54 \times \boxed{} = \boxed{} [\text{MPa}]$$

No. 5 の上蓋は、

a=□ b=□ b/a=□ より $\beta_1=0.59$ 、 $p=P2$ とし、

$$\sigma_{\max} = 0.59 \times \boxed{} = \boxed{} [\text{MPa}]$$

となり、いずれも引張強さ□[MPa] (at80°C) に比べて小さいので破壊しない。

② 上蓋固定ボルトの強度

No. 1~5 の上蓋は、□ボルトで、各々□本、□本、□本、□本、□本で固定している。各上蓋のボルト 1 本に生じる応力は、

$$\sigma_{\max} = \frac{\text{内圧 (P2)} \times \text{上蓋面積}}{\text{ボルト本数} \times A_s}$$

となり、

$$A_s = \boxed{} = \boxed{} [\text{mm}^2] \text{ より、}$$

No. 1 の上蓋のボルトは、 $\sigma_{\max} = \boxed{} = \boxed{} [\text{MPa}]$

No. 2 の上蓋のボルトは、 $\sigma_{\max} = \boxed{} = \boxed{} [\text{MPa}]$

No. 3 の上蓋のボルトは、 $\sigma_{\max} = \boxed{} = \boxed{} [\text{MPa}]$

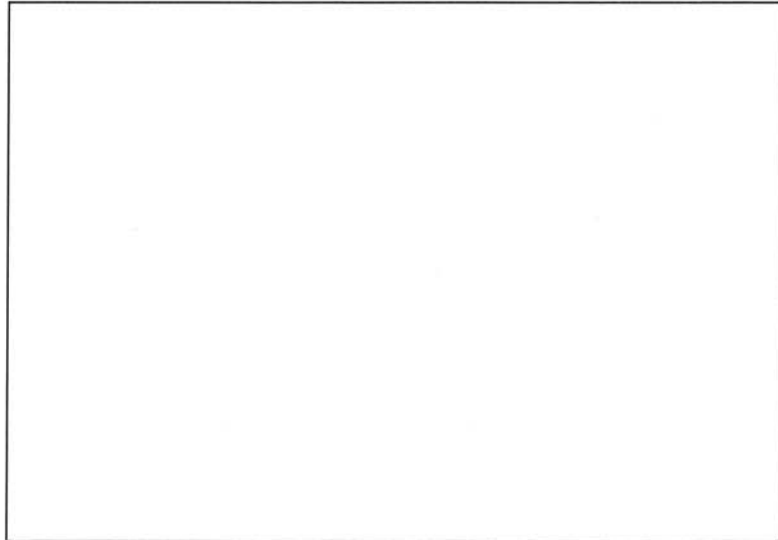
No. 4 の上蓋のボルトは、 $\sigma_{\max} = \boxed{} = \boxed{} [\text{MPa}]$

No. 5 の上蓋のボルトは、 $\sigma_{\max} = \boxed{} = \boxed{} [\text{MPa}]$

となり、いずれも引張強さ□[MPa] (at80°C、□) に比べて小さいので破壊しない。

2-2-3 予熱部

予熱部の構造は添説設 2-4-18 図のとおりである。



添説設 2-4-18 図 予熱部の構造



添説設 2-4-19 図 予熱部底板が受ける圧力(P2)

予熱部の底板部(板厚□mm)が爆発による圧力 P1 を受けた場合の強度について検討する。

添説設 2-4-19 図より、底板が受ける圧力は、

$$P2 = \boxed{} = \boxed{} \text{ [MPaG]}$$

底板にかかる応力は、等分布荷重 p を受ける辺の長さが a、b、板厚 h の長方形板 (四辺固定) モデル (β_2 は荷重状態、支持条件及び b/a ($b > a$) による係数で、添説設 2-4-7 図より求める) として、

$$\sigma_{\max} = \beta_2 \frac{pa^2}{h^2}$$

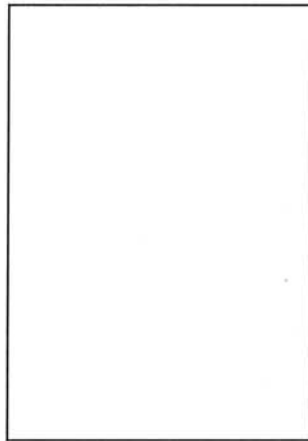
a=□ b=□ b/a=□ より $\beta_2=0.5$ 、 $p=P2$ とし、

$$\sigma_{\max}=0.5 \times \square = \square \text{ [MPa]}$$

となり、引張強さ □ [MPa] (at 900°C、□) に比べて小さいので破壊しない。

2-2-4 冷却部 1

冷却部 1 の構造を添説設 2-4-20 図に示す。



添説設 2-4-20 図 冷却部 1 の構造



添説設 2-4-21 図 冷却部 1 底板が受ける圧力 (P2)

冷却部 1 の底板部 (板厚 □ mm) が爆発による圧力 $P1$ を受けた場合の強度について検討する。

添説設 2-4-21 図より、底板が受ける圧力は、

$$P2 = \square = \square \text{ [MPaG]}$$

予熱部と同様に、

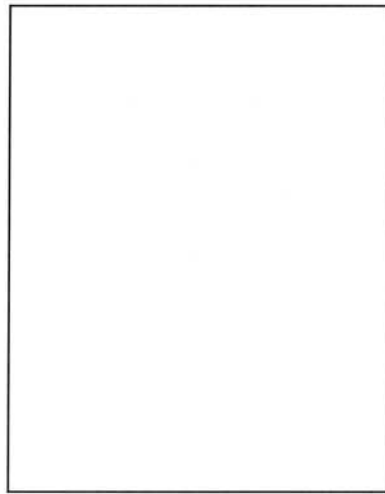
$$a = \boxed{} \quad b = \boxed{} \quad b/a = \boxed{} \text{より } \beta_2 = 0.36, \quad p = P2 \text{ とし、}$$

$$\sigma_{\max} = 0.36 \times \boxed{} = \boxed{} [\text{MPa}]$$

となり、引張強さ $\boxed{} [\text{MPa}]$ (at 650°C、 $\boxed{}$) に比べて小さいので破壊しない。

2-2-5 冷却部 2

冷却部 2 は、添説設 2-4-22 図に示すとおり、内部を水が循環して冷却するジャケットとなっている。



添説設 2-4-22 図 冷却部 2 の構造



添説設 2-4-23 図 冷却部 2 底板が受ける圧力 (P2)

冷却部 1 の底板部 (板厚 $\boxed{} \text{mm}$) が爆発による圧力 P1 を受けた場合の強度について検討する。

添説設 2-4-23 図より、底板が受ける圧力は、

$$P2 = \boxed{} = \boxed{} [\text{MPaG}]$$

予熱部と同様に、

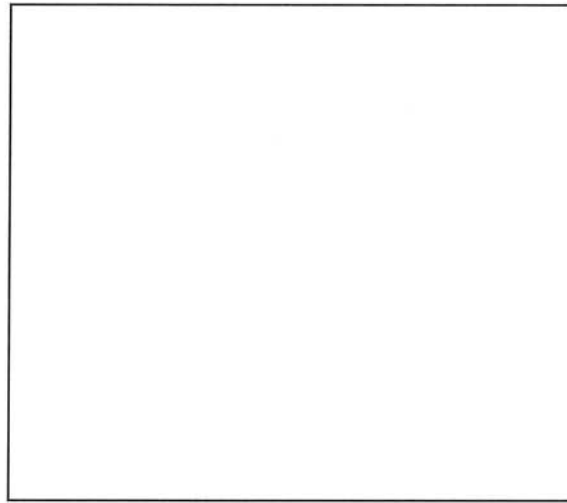
$a = \square$ $b = \square$ $b/a = \square$ より $\beta_2 = 0.5$ 、 $p = P2$ とし、

$$\sigma_{\max} = 0.5 \times \square = \square \text{ [MPa]}$$

となり、引張強さ \square [MPa] (常温、 \square) に比べて小さいので破壊しない。

2-2-6 入口チャンバ

入口のチャンバの構造は添説設 2-4-24 図のとおりである。



添説設 2-4-24 図 入口チャンバの構造

① 上蓋の強度

上蓋(板厚 \square mm)にかかる応力は、等分布荷重 p を受ける辺の長さが a 、 b 、板厚 h の長方形板(四辺支持)モデルとして、

$$\sigma_{\max} = \beta_1 \frac{pa^2}{h^2}$$

$a = \square$ $b = \square$ $b/a = \square$ より $\beta_1 = 0.43$ 、 $p = P1$ とし、

$$\sigma_{\max} = 0.43 \times \square = \square \text{ [MPa]}$$

となり、引張強さ \square [MPa] (at 80°C、 \square) に比べて小さいので破壊しない。

② 上蓋固定ボルトの強度

上蓋は \square 本で固定している。ボルトの有効断面積 A_s は、ボルト径の 75% とし、

$$A_s = \square \times 0.75 = \square \text{ [mm}^2\text{]}$$

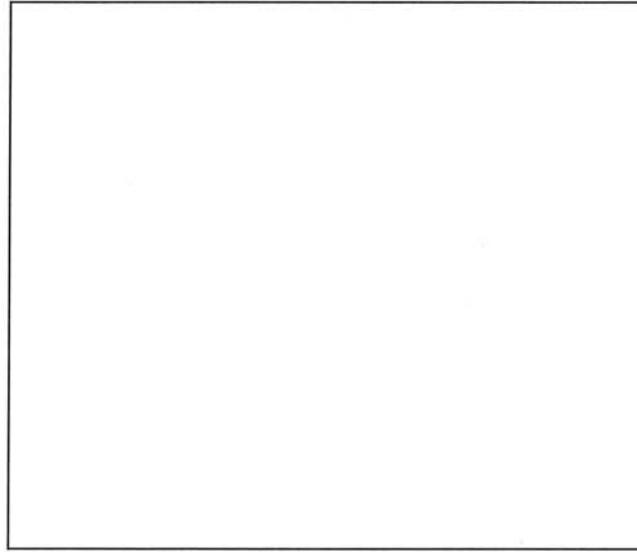
よって、ボルト 1 本に生じる応力は、

$$\sigma_{\max} = \frac{\text{内圧 (P2)} \times \text{上蓋面積}}{\text{ボルト本数} \times A_s} = \boxed{} \text{ [MPa]}$$

となり、引張強さ $\boxed{}$ [MPa] (at80°C、 $\boxed{}$) に比べて小さいので破壊しない。

2-2-7 出口チャンバ

出口のチャンバの構造は添説設 2-4-25 図のとおりである。



添説設 2-4-25 図 出口チャンバの構造

① 側壁の強度

側壁(板厚 $\boxed{}$ mm)にかかる応力は、等分布荷重 p を受ける辺の長さが a 、 b 、板厚 h の長方形板(四辺支持)モデルとして、

$$\sigma_{\max} = \beta_1 \frac{pa^2}{h^2}$$

$a = \boxed{}$ $b = \boxed{}$ $b/a = \boxed{}$ より $\beta_1 = 0.55$ 、 $p = P1$ とし、

$$\sigma_{\max} = 0.55 \times \boxed{} = \boxed{} \text{ [MPa]}$$

となり、引張強さ $\boxed{}$ [MPa] (at80°C、 $\boxed{}$) に比べて小さいので破壊しない。

② 側壁固定ボルトの強度

側壁は $\boxed{}$ 本で固定している。

ボルト 1 本に生じる応力は、

$$\sigma_{\max} = \frac{\text{内圧 (P1)} \times \text{側壁面積}}{\text{ボルト本数} \times A_s}$$



となり、引張強さ [MPa] (at80°C、 [MPa]) に比べて小さいので破壊しない。

2-3 連続焼結炉の Shell 強度及び爆発圧力逃がし機構の評価

上述のとおり、連続焼結炉において、仮に爆発を起こして炉内に異常圧力がかかったとしても炉の破壊等につながることはない。また、設置している「爆発圧力逃がし機構」の設計は妥当である。

3. 爆風圧の検討

炉内で爆発が生じた場合に、爆発圧力逃がし機構の開口部より放出した爆風が及ぼす影響について検討する。

3-1 爆風圧による影響

爆風圧と爆発中心からの距離との関係は、TNT 等価法による次式で与えられる。¹⁰

$$L = \lambda \cdot \sqrt[3]{W_{\text{TNT}}}$$

ここで、

L : 爆発中心からの距離 [m]

λ : 換算距離 [m/kg^{1/3}]

W_{TNT} : 等価の TNT 火薬量 (TNT 当量) [kg]

換算距離 (λ) と爆風圧 (P) との関係は次のような近似式で表すことができる。(ただし、爆風圧の単位は kgf/cm²)

$$P < 0.035 \quad : \quad \lambda = 2.7944 P^{-0.71448}$$

$$0.035 \leq P < 0.2 \quad : \quad \lambda = 2.4311 P^{-0.75698}$$

$$0.2 \leq P < 0.65 \quad : \quad \lambda = 3.1430 P^{-0.59261}$$

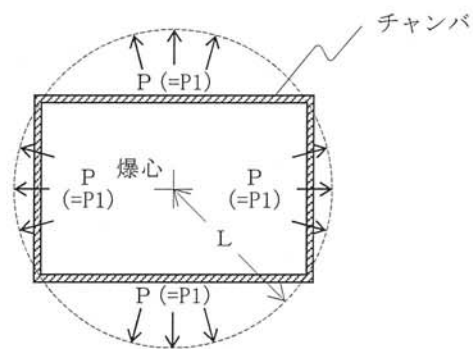
$$P \geq 0.65 \quad : \quad \lambda = 3.2781 P^{-0.48551}$$

¹⁰ 石油コンビナートの防災アセスメント指針

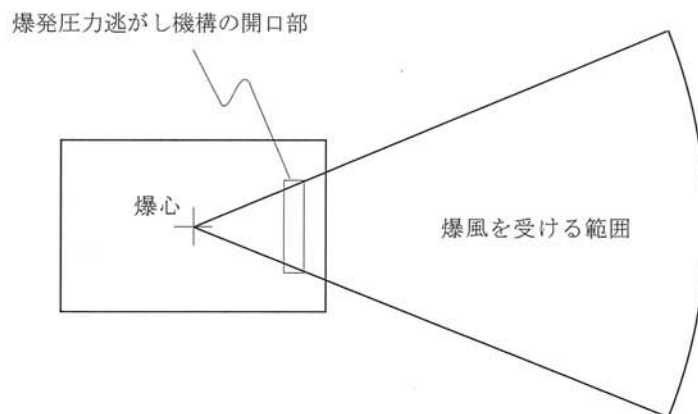
1-2 の爆発が出口又は入口のチャンバ内中央部で起こったことを想定する。このときチャンバ内が P_1 の圧力となることから、爆発の規模は、上式において、チャンバ中央からチャンバ端部(添説設 2-4-26 図参照)までの距離 L の爆風圧 P が P_1 であるとして、TNT 火薬量に換算すると添説設 2-4-2 表となる。

添説設 2-4-2 表 TNT 火薬量への換算

	成型工場 入口	成型工場 出口	加工棟 入口	加工棟 出口
L [m]				
P [kgf/cm ²]				
W_{TNT} [kg]				



添説設 2-4-26 図 チャンバでの爆発想定図 (上面から)



添説設 2-4-27 図 爆風を受ける範囲

換算した TNT 火薬量より、各距離にある対象物が爆風圧を受けたときの影響について確認する。対象物としては、添説設 2-4-27 図に示す入口扉側及び出口扉側の爆風を受ける範囲に設置又は通過するものとした。なお、爆風を受ける面に角度があっても圧力は垂直にかかるものとして算出した。結果を以下に示す。

添説設 2-4-3 表 成型工場連続焼結炉 1(入口): TNT 火薬量=[kg]

距離 [m]	爆風圧 [kgf/cm ²]	対象物	面積 [cm ²]	重量 [kg]	受ける力 [kg]	結果
		焼結前の待機ポート				受ける力<重量より 影響なし
		貯蔵棚内の移動中の ポート				受ける力<重量より 影響なし
		自動運搬台車				受ける力<重量より 影響なし
		自動運搬台車で搬送 中のポート				受ける力<重量より 影響なし
		自動運搬台車から貯 蔵棚へ搬送中のポー ト				受ける力<重量より 影響なし

添説設 2-4-4 表 成型工場連続焼結炉 2(入口): TNT 火薬量=[kg]

距離 [m]	爆風圧 [kgf/cm ²]	対象物	面積 [cm ²]	重量 [kg]	受ける力 [kg]	結果
		焼結前の待機ポート				受ける力<重量より 影響なし
		自動運搬台車で搬送 中のポート				受ける力<重量より 影響なし
自動運搬台車は爆風を受ける範囲を通過するが、ほとんどが障害物の影となり爆風は受けない。						

添説設 2-4-5 表 加工棟連続焼結炉(入口): TNT 火薬量=[kg]

距離 [m]	爆風圧 [kgf/cm ²]	対象物	面積 [cm ²]	重量 [kg]	受ける力 [kg]	結果
		焼結前の待機ポート				受ける力>重量とな るが、コンベアガイ ド等があり影響なし
		焼結前の待機ポート				受ける力>重量とな るが、コンベアガイ ド等があり影響なし
		焼結前の待機ポート				受ける力>重量とな るが、コンベアガイ ド等があり影響なし

添説設 2-4-6 加工棟連続焼結炉(出口) : TNT 火薬量 : [kg]

距離 [m]	爆風圧 [kgf/cm ²]	対象物	結果
		建物壁	厚さ <input type="text"/> mm の鉄筋コンクリート構造で 影響はない

3-2 爆風圧の検討結果

上述のとおり、連続焼結炉において、仮に爆発を起こして炉内の圧力が爆発圧力逃がし機構の開口部より放出した場合においても、周辺の建物壁、設備、及び核燃料物質に影響を与えることはない。

以上

連続焼結炉の圧力逃がし機構の妥当性評価

(液化石油ガス保安規則関係例示基準より抜粋)

ばね式安全弁又は破裂板に係わる吹き出し量決定圧力は、次のイ又はロに掲げる基準に適合するものであること。

- イ)ばね式安全弁の吹き出し量決定圧力は、圧縮ガスの高圧ガス設備等に係わるものにあつては許容圧力の 1.1 倍以下の圧力、液化ガスの高圧ガス設備等に係るものにあつては許容圧力の 1.2 倍の圧力以下の圧力であること
- ロ)破裂板の吹き出し量決定圧力は、当該破裂板が取り付けられる高圧ガス設備等の許容圧力の 1.1 倍以下の圧力とする。

連続焼結炉は、少なくとも「大気圧+0.041MPa」の内圧に耐えられるように設計されている。連続焼結炉の圧力逃がし機構は、スイングドアを採用しており、その作動圧力は「大気圧+0.002MPa」としている。このため、連続焼結炉は、高圧ガスを取り扱う設備ではないが、高圧ガス設備と同様に、許容圧力の 1.1 倍よりも十分に低い圧力で作動する圧力逃がし機構を有している。

上記規則では、圧力逃がし機構の吹き出し量は下式で決定するとされている¹¹。

$$W = 5580Kp_1A \sqrt{\frac{K}{K-1} \left\{ \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{2}{K}} - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{K+1}{K}} \right\}} \sqrt{\frac{M}{ZT}}$$

W(kg/hr) : 吹き出し量

K : 吹き出し係数(0.71)

K : 断熱指数(1.40)

A(cm²) : 吹き出し面積(圧力逃がし機構の断面積(cm²))

p₁(MPa) : 吹き出し量決定圧力(=連続焼結炉の許容応力×1.1)

p₂(MPa) : 大気圧を含む背圧(=大気圧)

M : ガス分子量の数値(2)^{※1}

T(K) : 吹き出し量決定圧力におけるガスの温度^{※2}

Z : 圧縮係数(1.0)

※1 : 爆発後、水素は H₂O になるため、吹き出すガス分子量は 18 とするのが妥当であるが、炉内の全て水素が H₂O にならず、そのまま吹き出すという保守的な想定を行い、2 とした。

¹¹ 液化石油ガス保安規則関係例示基準

※2：T は圧力逃がし機構の吹き出し量決定圧力に達した時の圧力逃がし機構付近のガス温度であるため、圧力逃がし機構と同程度の温度(約 80℃になることが予測されるが、本評価では保守的に炉内の平均温度(2073K)とした。

この評価により、連続焼結炉の圧力逃がし機構の吹き出し量は約 2907kg/hr となる。

爆発時には水素が密閉空間で断熱膨張するという保守的な想定をする。

爆轟時の断熱火炎温度は 3000K 程度であることから、本評価では水素の温度が密閉空間で 3000K 上昇する^{※3}と仮定した場合、その内部の圧力が連続焼結炉の許容圧力以内になる水素量は 11.1g 以内となればよい。

爆燃発生前の連続焼結炉内の水素は 38.2g であることから、爆燃時には 27.1g の水素が圧力逃がし機構から吹き出せば連続焼結炉が破損することはない。水素の爆燃時の圧力増加速度は理論比(水素：酸素=2：1)の際に最も大きくなり、文献¹²によると連続焼結炉で爆燃がおこった際に連続焼結炉の許容応力に達する時間は 0.06sec となる^{※4}。以上より、連続焼結炉に必要とされる圧力逃がし機構の吹き出し能力は $27.1/0.06\text{sec}=1622\text{kg/hr}$ となり、前述のとおり連続焼結炉の圧力逃がし機構の能力は保守的に評価しても 2907kg/hr と十分な能力を有していることから、連続焼結炉の圧力逃がし機構は炉内爆発の影響緩和として十分な能力をもっている。

※3：連続焼結炉では爆轟は発生し得ないが、爆燃時よりも爆轟時のほうが断熱火炎温度は高いことから、3000K は非常に保守的な評価といえる。

※4：連続焼結炉に空気が混入するとすぐに燃焼することから、連続焼結炉内で水素と酸素の理論比が 2：1 になることはありえないが、なったとした場合の評価であるので 0.06sec を使用することは十分に保守性を持った評価といえる。

なお、連続焼結炉は、入口、出口 2 箇所にスイングドアを設置していることから、連続焼結炉の体積を 1/2 とし、圧力逃がし機構の面積も 1 箇所のみとして評価している。また、連続焼結炉は 2 種類所有しているが、他方(連続焼結炉(加工棟))についても同様の評価を行った結果、スイングドアの能力は十分であることを確認している。

¹² 独立行政法人産業技術総合研究所、「平成 25 年度 経済産業省委託費 石油精製業保安対策事業 高圧ガスの危険性評価のための調査研究報告書」平成 26 年 3 月

設備の耐震性に関する説明書

1. 耐震設計の基本方針

本加工施設の耐震設計は、以下の方針とする。

- ・安全機能を有する施設に関して、地震力に十分に耐えることができる設計とする。
- ・地震による安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて耐震設計上の重要度を分類し、地震力を設定する。

2. 耐震設計上の重要度分類

ウランを取り扱う設備・機器及びウランを収納する設備・機器等及びこれらを収納する建物については、地震の発生による当該設備・機器の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度に応じて分類する。また、耐震重要度分類において、上位に属するものは、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ものとするとともに、下位の分類に属するものを上位の分類の建物及び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、上位の分類による設計とする。耐震設計上独立した建物を接続する場合は、エキスパンションジョイントを介して接続する設計とする。なお、本加工施設には、耐震重要施設（Sクラスに属する施設）及び、Sクラスの設備・機器及び建物はない。

【第1類】

安全機能を失うことによる影響の大きい設備・機器とする。なお、これらの設備・機器を収納する建物・構築物を含む。ウランを内包する設備・機器における第1類及び第2類の区分については、閉じ込め機能及び臨界防止機能が失われたことによる影響が大きいものとして、最小臨界質量以上を取り扱うものを第1類に、それ未満を第2類とする。

- ① 非密封ウランを取り扱う設備・機器及び非密封ウランを閉じ込めるための設備・機器のうち、以下を含めその機能を失うことによる影響の大きい設備・機器。
 - ・UF₆ガス取扱設備（大きな地震時に閉じ込めを期待する設備）及び著しく大きな地震力が作用する前に大きな地震を検知した場合に作動を期待するインターロック機構
 - ・水素取扱設備及び著しく大きな地震力が作用する前に大きな地震を検知した場合に作動を期待するインターロック機構
- ② 臨界安全上の核的制限値を有し、形状寸法を核的制限値とする設備・機器、中性子吸収材を使用する設備・機器又は最小臨界質量以上のウランを取り扱い、減速度を制限する設備・機器であって、その機能喪失による影響の大きい設備・機器。また、最小臨界質量未満のウランを取り扱う設備・機器であって、変形、破損等により最小臨界質量以上のウランが集合する可能性のある設備・機器。
- ③ 上記②の核的制限値を維持するための設備・機器であって、その機能を失うことによる影響の大きい設備・機器。
- ④ 上記①から③の設備・機器を収納する建物及び構築物。

【第2類】

安全機能を失うことによる影響の小さい設備・機器とする。なお、これらの設備・機器を収納する建物・構築物を含む。

- ① 非密封ウランを取り扱う設備・機器及び非密封ウランを閉じ込めるための設備・機器であって、その機能を失うことによる影響の小さい設備・機器。
- ② 臨界安全上の核的制限値を有する設備・機器であって、最小臨界質量未満のウランを取り扱う設備・機器及びその制限値を維持するための設備・機器であって、その機能喪失による影響の小さい設備・機器。
- ③ 非常用電源設備、放射線管理設備であって、その機能喪失により加工施設の安全性が損なわれるおそれがある設備・機器。
- ④ 熱的制限値を有する設備・機器。
- ⑤ UF₆ガス漏えい時に局所排気中のUF₆等の除去を行う設備・機器。
- ⑥ 上記①～⑤の設備・機器を収納する建物及び構築物。

【第3類】

第1類及び第2類以外の設備・機器並びにそれらを収納する建物及び構築物。

3. 設計用地震力の算定

設備・機器に対する地震力の算定は、以下に示す方法による。

- ・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。
- ・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。
- ・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。
- ・設備・機器は一次固有振動数を算出し、20Hz 以上の場合を剛構造とし、20Hz 未満を剛構造とならない設備・機器とする。
- ・固有振動数の算出式は原則として下記の式を用いる。

$$\text{一次固有振動数} = \frac{1}{T} = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

T：弾性域における固有周期で国住指第 1335 号 4 (3) ①により定められる式

$$\text{一次固有周期 } T = \frac{\sqrt{\delta}}{C}$$

C：国住指第 1335 号 4 (3) ①により定められる定数で、平屋建ての建築物にあつては 5.0 を用いる。

δ ：それ自体の重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量[cm]

- ・剛構造となる設備・機器は各クラスともに一次設計を行う。常時作用している荷重と、一次地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、許容応力度を許容限界とする設計とする。
- ・剛構造となる設備・機器において耐震重要度分類第 1 類の設備は、上記の一次設計に加え、二次設計を行う。常時作用している荷重と二次地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、設備・機器の相当部分が降伏し、塑性変形する場合でも過大な変形、亀裂、破損等が生じ、その施設の安全機能に重大な影響を及ぼすことがない設計とする。
- ・剛構造とならない設備・機器は、「建築設備耐震設計・施工指針（一般財団法人日本建築センター発行）2014 年版」の局部震度法による「設備機器の設計用標準震度」に基づく水平地震力と常時作用している荷重の組み合わせに対して弾性範囲にとどまる設計を行う。

剛構造の地震力

【一次設計】

- ・一次設計で使用する地震力は一次地震力であり、地震層せん断係数 C_i に、耐震重要度に応じて以下に示す割増係数を乗じたものに20%増しして算定するものとする。

割増係数

耐震重要度分類第1類：1.5

耐震重要度分類第2類：1.25

耐震重要度分類第3類：1.0

- ・地震層せん断係数 C_i は以下に方法より算出する。

$$C_i = Z \times R_t \times A_i \times C_0$$

C_i ：建築物の地上部分の一定の高さにおける地震層せん断力係数。

Z ：その地方における過去の地震の記録に基づく震害の程度及び地震活動の状況その他地震の性状に応じて1.0から0.7までの範囲内において国土交通大臣が定める数値。

昭和55年建設省告示第1793号第1により定められる値であり、1.0とする。

R_t ：建築物の振動特性を表す物として、建築物の弾性域における固有周期及び地盤の種類に応じて国土交通大臣が定める方法により算出した数値。

昭和55年建設省告示第1793号第2により算出する値であり、1.0とする。

A_i ：建築物の振動特性に応じて地震層せん断力係数の建築物の高さ方向の分布を表す物として国土交通大臣が定める方法により算出した数値。

昭和55年建設省告示第1793号第3により算出する値。

C_0 ：標準せん断力係数。

建築基準法施工令第88条第2項より0.2とする。

【二次設計】

- ・耐震重要度分類第1類において二次設計で使用する地震力は、一次地震力に1.5を乗じたものとする。

上記の方法により算出した地震力を添説設3-1表に示す。

添説設3-1表 設置した設備の地震力

建物/重要度分類	C ₀	A _i	C _i	一次設計			二次設計
				第1類	第2類	第3類	第1類
1F	0.2	1.0	0.2	0.36 G	0.3 G	0.24 G	0.54 G
2F	0.2	1.0	0.2	0.36 G	0.3 G	0.24 G	0.54 G
3F	0.2	1.257	0.2	0.46 G	0.38 G	0.31 G	0.68 G

なお、設備・機器の耐震設計で一次設計に用いる設計用地震力は、上記の地震力に対して余裕をみた地震力である「建築設備耐震設計・施工指針」の局部震度法による「設備機器の設計用標準震度」に基づく水平地震力を用いる。

添説設3-2表に「設備機器の設計用標準震度」に基づく水平地震力を示す。なお、耐震クラスSは耐震重要度分類第1類、耐震クラスAは同第2類、耐震クラスCは同第3類、に読み替えている。

添説設3-2表 設備機器の設計用標準震度に基づく水平地震力

耐震重要度分類	第1類	第2類	第3類
地階及び1階	1.0 G	0.6 G	0.4 G
中間層	1.5 G	1.0 G	0.6 G
上層階、屋上及び塔屋	2.0 G	1.5 G	1.0 G

ここで、設備・機器の第1類は、二次設計を行うこととしているが、一次設計で使用する設計用地震力は二次設計で使用する地震力を上回り、弾性範囲であることを確認するため、二次設計は一次設計の結果に包絡される。

剛構造ではない設備・機器の地震力

剛構造ではない設備・機器の地震力は「建築設備耐震設計・施工指針（一般財団法人 日本建築センター発行）2014年版」の局部震度法による「設備機器の設計用標準震度」に基づく水平地震力を設定する。

添説設3-2表に設計に用いる地震力を示す。

4. 設備・機器の耐震計算の方法

4-1. 評価方法

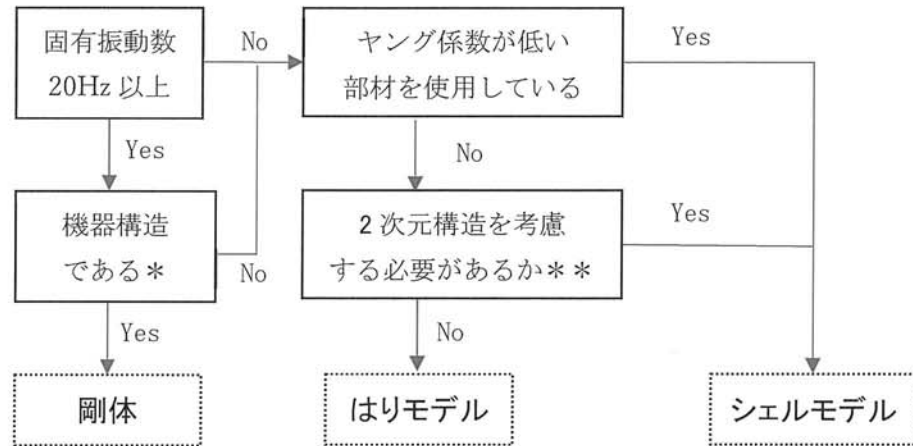
設備・機器の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。耐震重要度分類第1類、第2類の設備・機器は、はりモデル、シェルモデル及び剛体のいずれかでモデル化する。これらは、固有振動数、使用している部材、構造により選択する。モデル選択のフロー図を添説設3-1図に示す。なお、耐震重要度分類第3類の設備・機器は、据付ボルトを評価する。

インターロックは、検出端、制御部、作動端を対象に評価を実施する。

モデル化に際して、下記の通りとする。

- (1) 部材及び据付ボルトは、重要度分類及び設置床レベルを考慮した設計用地震力を用いて、解析モデルに静的荷重を付与することで実施する。
- (2) 添説設 3-2 図に示すようなはりモデルの場合は、既設工認で使用実績がある、解析コード FAP-3 又は NASTRAN を使用する。また、シェルモデルの場合は、既設工認で実績のある、解析コード NASTRAN を使用する。部材は短期荷重作用時に水平方向に与えられる地震荷重による全体変形に伴うモーメントが支配的であることから、要素節点に着目する。
- (3) 拘束条件は、据付ボルト部では並進 3 方向固定とする。ただし、槽等の単純はりである場合は、据付ボルト部では固定とする。
- (4) 荷重は長期荷重と短期荷重を考慮する。長期荷重は鉛直方向の固定荷重、積載荷重である。短期荷重は長期荷重と地震力の合計であり、水平 2 方向についてそれぞれ考慮する。機器の重量や機器内のウラン等の物質による積載荷重を作用荷重とする。
- (5) 機器本体の据付ボルトについては、以下の条件を満たす場合は、架台の据付ボルトの応力評価で代表する。
 - ・ 機器本体の据付ボルトに比べ、架台の据付ボルトの方が機器重心からの距離が大きい場合で、機器本体の据付ボルトに比べ、架台の据付ボルトの本数及びボルト径が同等以下の場合。この条件を満たさない場合は、機器本体及び架台の据付ボルトを評価する。
- (6) 温度条件は原則常温とする。ただし、設備が加熱され温度が高くなる設備については、温度を考慮した材料定数及び許容限界を用いる。温度を考慮する設備を添説設 3-3 表に示す。

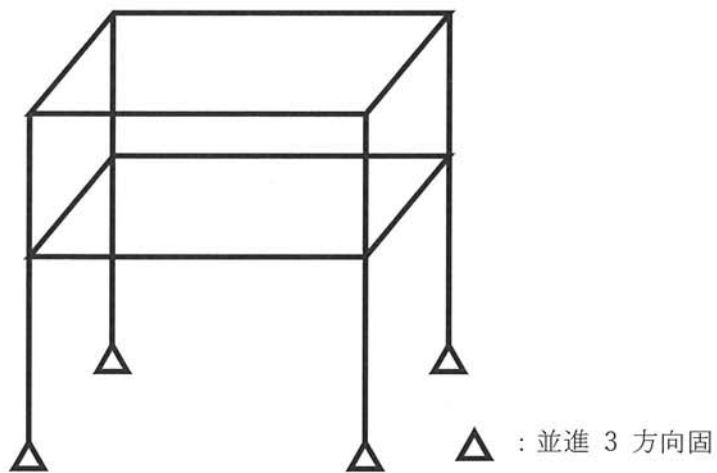
設備の耐震計算フローの概要を添説設3-3図に示す。



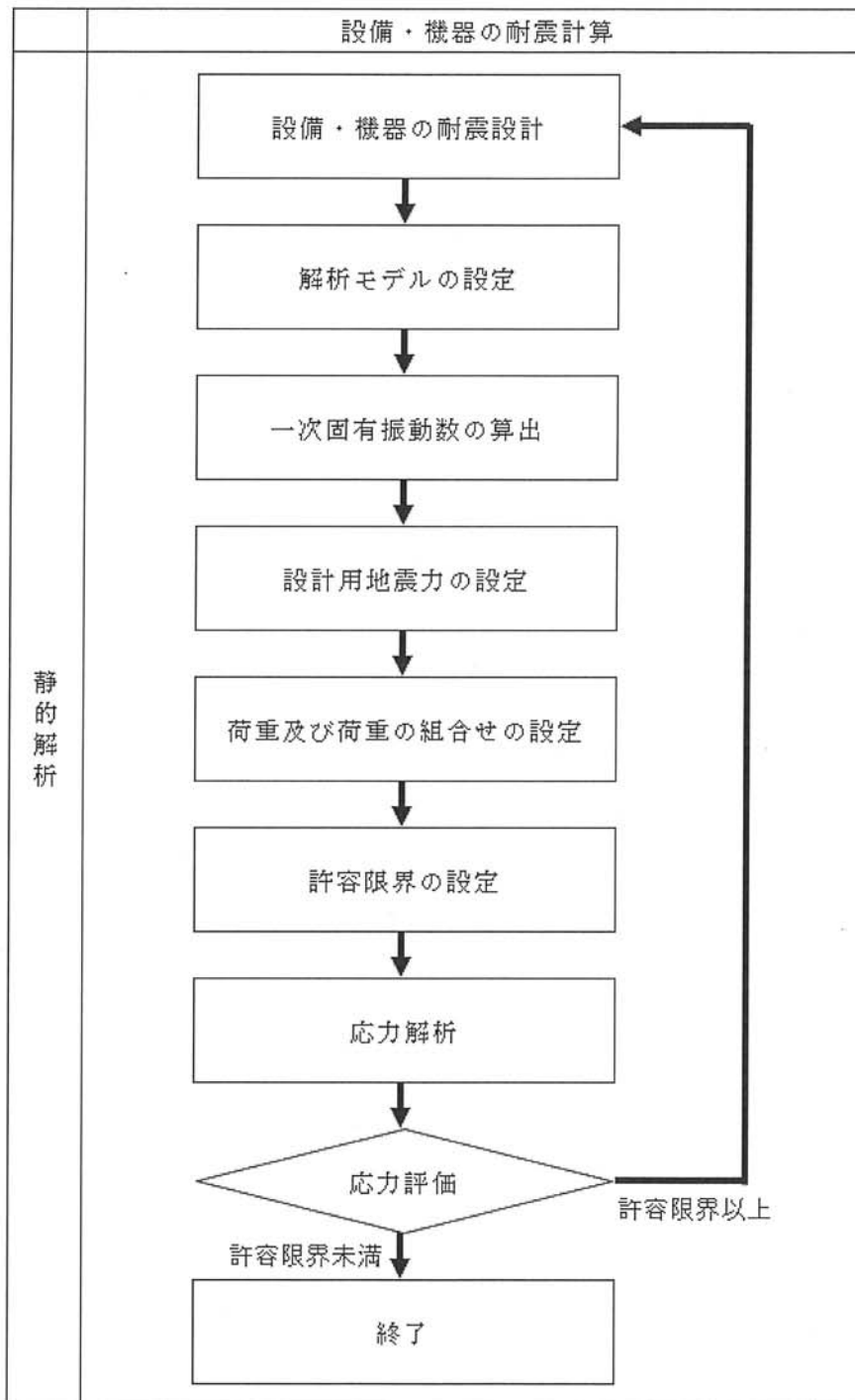
*機器の構造から明らかに剛体と判断されるものを機器構造であるものと判断し、剛体として取り扱う。

**機器の構造的にはりモデルとするのでは機器の特性を評価できず2次元構造で評価する必要がある場合、シェルモデルとする

添説設3-1図 モデル選択フロー



添説設3-2図 3次元モデルの例



添説設3-3図 設備の耐震計算フロー概要

添説設3-3表 温度考慮をする設備

機器名	部位名称	温度 [°C]
乾燥機	乾燥機 (1), (2)	300
ADU スクラバ	ADU スクラバ (1), (2)	100
ADU ブロータンク	ADU ブロータンク (1) (2)	300
ADU 受けホッパ	ADU 受けホッパ (1) (2)	250
ADU バグフィルタ	ADU バグフィルタ (1) (2)	250
ポリューマ	ポリューマ (1), (2)	250
	スクリーフィーダ (1) (2)	250
ロータリーキルン	ロータリーキルン	1000
	ダストチャンバ	300
	ガスヒータ (1), (2)	425
溶解槽	溶解槽	80
遠心ろ過機	遠心ろ過機	80
	溶解液受槽	80
沈殿槽	沈殿槽	80
乾燥機	乾燥機	135
ろ液受槽 (1)	箱形乾燥機	200
仮焼炉	仮焼炉	650
粉末受けホッパ	粉末受けホッパ	400
イオン交換装置 (吸着塔)	イオン交換装置 (1) ~ (12)	150
溶出槽	溶出槽 (1), (2)	120
中間槽	中間槽 (1), (2)	120
乾燥機	乾燥排気フィルタ	200
ADU 受ホッパ	ADU 受ホッパ	150
箱型乾燥機	箱型乾燥機	200
連続焼結炉	連続焼結炉 (1), (2)	150
ペレット乾燥機	ペレット乾燥機 (1), (2), (3), (4), (6), (8), (9), (10)	150
排ガス冷却装置 (ウラン回収第1系列系統)	排ガス冷却装置	100
コンデンサ (ウラン回収第1系列系統)	コンデンサ	100

4-2. 荷重及び荷重の組合せ

設備・機器の荷重及び荷重の組合せを以下に示す。

剛構造の一次設計、二次設計、及び剛構造ではない設備・機器の設計で考慮する荷重は、常時作用する荷重である固定荷重と積載荷重及び地震荷重を考慮し、「鋼構造設計規準」に基づき添説設3-4表のと通りの組合せとする。積載部材のモーメントの考慮については、添付説明書一設3-1-付3に示す。

添説設 3-4 表 荷重の組合せ

荷重の状態		荷重の組合せ
長期	常時	G + Q
短期	地震時	G + Q + E

注) G : 固定荷重、Q : 積載荷重、E : 地震荷重

4-3. 許容限界

設備・機器の許容限界は原則として、以下の通りとする。

なお、使用する許容限界は添付説明書一設3-1-付1に示す。

【一次設計】

- ・一次設計で使用する許容限界は、長期状態において降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力に2/3を乗じた応力とし、短期状態において降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力とする。

【二次設計】

- ・耐震重要度分類第1類の二次設計で使用する許容限界は、設備・機器の相当部分が降伏し、塑性変形する場合でも過大な変形、亀裂、破損などが生じ、その施設の安全機能に重大な影響を及ぼすことがないこととする。

【剛構造とはならない設備・機器】

- ・剛構造とはならない設備・機器の耐震設計で使用する許容限界は、長期状態において弾性範囲に2/3を乗じた範囲にとどまることとし、短期状態において弾性範囲にとどまることとする。

4-4. 適用規格

設計は原則として、次の関係規準に準拠する。

- (1) 建築基準法・同施行令・告示等
- (2) 日本産業規格 (JIS) (日本規格協会)
- (3) 日本ステンレス協会規格 (SAS)
- (4) 鋼構造設計規準 — 許容応力度設計法 — (日本建築学会)
- (5) 軽鋼構造設計施工指針・同解説 (日本建築学会)
- (6) 建築設備耐震設計・施工指針 2014年版 (日本建築センター)
- (7) 各種合成構造設計指針・同解説 (日本建築学会)
- (8) 発電用原子力設備規格 材料規格 (2012年)

設備の耐震計算書

目次

計算結果まとめ

各種評価結果

<化学処理施設>

添付説明書一設 3-1-転 1	UO ₂ F ₂ 貯槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 2	液受槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 3	調液貯槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 4	沈殿槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 5	熟成槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 6	遠心分離機（洗淨用）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 7	洗淨槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 8	洗淨ろ液分離槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 9	遠心分離機（固液分離用）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 10	ろ液分離槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 11	仕上げろ過機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 12	濃縮液受槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 13	清澄液受槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 14	洗淨液受槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 15	予備成型乾燥機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 16	乾燥機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 17	ADU ブロータンクの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 18	ADU 受けホップの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 19	ADU バグフィルタの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 20	リサイクル粉搬送装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 21	リサイクル粉投入ボックスの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 22	リサイクル粉受けホップの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 23	ポリユーマの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 24	ロータリーキルンの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 25	大型混合装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 26	サンブラの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 27	回転混合機（金属容器（粉末）混合）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 28	サンプリング台の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 29	粉砕機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 30	粉末輸送装置②の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 31	粉末充填ボックスの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 32	粉末拔出しボックスの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 33	粉末輸送装置①ホップ部①の耐震計算書

添付説明書一設 3-1-転 34	バグフィルタ（粉末輸送装置①）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 35	混合装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 36	粉末梱包機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 37	充填装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 38	粉末輸送装置①ホッパ部②の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 39	粗成型用プレスの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 40	スラグコンベアの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 41	粉末集塵装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 42	造粒機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 43	小分け装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 44	リフタの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 45	原料フードボックスの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 46	溶解槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 47	遠心ろ過機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 48	沈殿槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 49	遠心分離機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 50	乾燥機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 51	ろ液受槽(1)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 52	明け替えフードボックス①, ②の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 53	pH 調整槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 54	ろ過機(廃液用)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 55	解砕機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 56	輸送装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 57	仮焼炉の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 58	粉末受けホッパの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 59	イオン交換装置（吸着塔）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 60	酸洗装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 61	投入ボックスの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 62	溶出槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 63	拔出ボックスの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 64	中間槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 65	溶出液受槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 66	リサイクル液受槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 67	洗浄液受槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 68	沈殿槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 69	遠心分離機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 70	ろ液受槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-転 71	乾燥機の耐震計算書

添付説明書一設 3-1-転 72
添付説明書一設 3-1-転 73
添付説明書一設 3-1-転 74
添付説明書一設 3-1-転 75
添付説明書一設 3-1-転 76
添付説明書一設 3-1-転 77
添付説明書一設 3-1-転 78
添付説明書一設 3-1-転 79
添付説明書一設 3-1-転 80
添付説明書一設 3-1-転 81

<成形施設>

添付説明書一設 3-1-成 1
添付説明書一設 3-1-成 2
添付説明書一設 3-1-成 3
添付説明書一設 3-1-成 4
添付説明書一設 3-1-成 5
添付説明書一設 3-1-成 6
添付説明書一設 3-1-成 7
添付説明書一設 3-1-成 8
添付説明書一設 3-1-成 9
添付説明書一設 3-1-成 10
添付説明書一設 3-1-成 11
添付説明書一設 3-1-成 12
添付説明書一設 3-1-成 13
添付説明書一設 3-1-成 14
添付説明書一設 3-1-成 15
添付説明書一設 3-1-成 16
添付説明書一設 3-1-成 17
添付説明書一設 3-1-成 18
添付説明書一設 3-1-成 19
添付説明書一設 3-1-成 20
添付説明書一設 3-1-成 21
添付説明書一設 3-1-成 22
添付説明書一設 3-1-成 23
添付説明書一設 3-1-成 24
添付説明書一設 3-1-成 25
添付説明書一設 3-1-成 26
添付説明書一設 3-1-成 27

ADU 受ホッパの耐震計算書
ADU 抜出ボックスの耐震計算書
粉碎機の耐震計算書
スクラップ仮焼炉の耐震計算書
ヒュームフード(1)の耐震計算書
ヒュームフード(2)の耐震計算書
箱型乾燥機の耐震計算書
堰の耐震計算書
回転混合機の耐震計算書
粉末回収ボックスの耐震計算書

繰返し粉搬送装置の耐震計算書
繰返し粉中間ホッパの耐震計算書
繰返し粉小分けボックスの耐震計算書
繰返し粉投入ホッパの耐震計算書
バックアップフィルタ(粉末輸送)の耐震計算書
繰返し粉投入ボックスの耐震計算書
明替えボックスの耐震計算書
大型混合装置の耐震計算書
大型粉末容器抜出ボックスの耐震計算書
大型粉末容器用クレーンの耐震計算書
原料粉末ホッパの耐震計算書
粉末混合機の耐震計算書
粗成型用プレスの耐震計算書
スラグコンベアの耐震計算書
粉末集塵装置の耐震計算書
バックアップフィルタ(粉末集塵装置)の耐震計算書
造粒機の耐震計算書
造粒粉末小分けボックスの耐震計算書
造粒粉末ホッパの耐震計算書
潤滑剤混合機の耐震計算書
回転混合機の耐震計算書
本成型用プレスの耐震計算書
ペレット移替機(1)の耐震計算書
ペレット移替機(2)の耐震計算書
乗移台 1 の耐震計算書
試験用プレスの耐震計算書
フードボックス(1)の耐震計算書

添付説明書一設 3-1-成 28	フードボックス(2)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 29	フードボックス(3)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 30	連続焼結炉の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 31	バッチ式小型焼結炉の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 32	センターレスグラインダの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 33	ペレットコンベアの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 34	パーツフィーダの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 35	ペレット配列機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 36	ペレットトレイコンベアの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 37	冷却水循環槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 38	遠心分離機(研削)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 39	ペレット外観検査装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 40	ペレット寸法密度検査装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 41	焼結体密度検査装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 42	洗浄ボックス(研削工程)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 43	液受槽(研削工程)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 44	循環槽 A・B の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 45	スラッジ回収機能付き遠心分離機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 46	ろ過器の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 47	研削屑乾燥機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 48	フードボックス(4)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 49	フードボックス(5)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 50	ペレット明替機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 51	酸化炉(1)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 52	酸化炉(2)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 53	粉碎機(1)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 54	粉碎機(2)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 55	洗浄ボックス(3)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 56	液受槽(3)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 57	遠心分離機(5)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 58	粉末集塵装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 59	連続焼結炉(加工棟)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 60	冷却水循環槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 61	遠心分離機(1)(2)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 62	洗浄水循環槽の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 63	ろ過器の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-成 64	遠心分離機(洗浄)(加工棟)の耐震計算書

<被覆施設>

添付説明書一設 3-1-被 1	ペレット乾燥機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 2	ペレット挿入機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 3	端面洗浄機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 4	端栓圧入機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 5	端栓周溶接装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 6	He 加圧溶接装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 7	燃料棒ラインコンベアの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 8	端栓切断機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 9	端栓圧入機の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 10	UO ₂ 明替ボックスの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 11	燃料棒ラインコンベアの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 12	超音波検査装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 13	シール X 線検査装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 14	燃料棒全長・重量測定装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 15	渦電流検査装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 16	γ線走査装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 17	ヘリウムリーク試験装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 18	定盤の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-被 19	燃料棒受台の耐震計算書

<組立施設>

添付説明書一設 3-1-組 1	マガジン挿入装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-組 2	マガジン架台の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-組 3	マガジン姿勢変換台の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-組 4	燃料集合体組立装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-組 5	マガジン架台部の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-組 6	拘束力検査測定台の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-組 7	燃料集合体洗浄装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-組 8	ジブクレーンの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-組 9	エンベロープ検査装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-組 10	チャンネル検査装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-組 11	燃料集合体検査定盤の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-組 12	燃料集合体検査測定台の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-組 13	ジブクレーンの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-組 14	燃料集合体外観検査台の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-組 15	燃料集合体検査ピットの耐震計算書

<核燃料物質の貯蔵施設>

添付説明書一設 3-1-貯 1	シリンダ貯蔵架台の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 2	シリンダ転倒装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 3	天井走行クレーン（転換 5t）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 4	大型粉末容器貯蔵架台の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 5	仕掛品貯蔵棚の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 6	スクラップ貯蔵棚（粉末用）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 7	運搬台車の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 8	中間仕掛品一時貯蔵棚の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 9	粉末一時貯蔵棚の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 10	スクラップ貯蔵棚（粉末用）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 11	スクラップ貯蔵棚（粉末用）（作業室（2））の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 12	スクラップ貯蔵棚（粉末用）（第 2 核燃料倉庫）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 13	圧粉ペレット一時貯蔵棚(1)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 14	圧粉ペレット一時貯蔵棚(2)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 15	圧粉ペレット一時貯蔵棚(3)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 16	ペレットラインコンベア(1)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 17	ペレットラインコンベア(2)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 18	乗移台 2 の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 19	焼結ペレット一時貯蔵棚(1)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 20	焼結ペレット一時貯蔵棚(2)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 21	焼結ペレット一時貯蔵棚(3)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 22	ペレットラインコンベア(3)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 23	ペレットラインコンベア(4)の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 24	スクラップ貯蔵棚（ペレット用）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 25	仕上りペレット一時貯蔵棚の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 26	仕上りペレット貯蔵棚の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 27	余剰ペレット貯蔵棚の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 28	燃料棒一時貯蔵棚の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 29	燃料棒一時貯蔵棚の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 30	燃料棒貯蔵棚の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 31	トラバーサの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 32	運搬車の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 33	燃料集合体一時貯蔵架台の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 34	天井走行クレーンの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 35	燃料集合体貯蔵架台の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-貯 36	燃料集合体移送装置の耐震計算書

<放射性廃棄物の廃棄施設>

添付説明書一設 3-1-気 1	排気ファン（床置き型）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-気 2	排気ファン（架台置き型）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-気 3	排気ファン（吊り型）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-気 4	高性能エアフィルタ（セルフコンテンツ型）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-気 5	高性能エアフィルタ（バンク型）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-気 6	排ガス分解装置の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-気 7	排ガス冷却装置（ウラン回収第 1 系列系統）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-気 8	コンデンサ（ウラン回収第 1 系列系統）の耐震計算書
添付説明書一設 3-1-気 9	スクラバ（局所排気系統）の耐震計算書

<インターロック>

添付説明書一設 3-1-制 1	ロータリーキルンの地震インターロックの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-制 2	連続焼結炉、バッチ式小型焼結炉の地震インターロックの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-制 3	連続焼結炉（加工棟）の地震インターロックの耐震計算書
添付説明書一設 3-1-制 4	転換工場外の安全燃焼インターロックの耐震計算書

1. 設備・機器の耐震計算まとめ

耐震計算結果をまとめたものを添説設 3-1-1 表～添説設 3-1-7 表に示す。評価対象は部材と据付ボルトとする。

耐震重要度分類にもとづく耐震計算を実施した結果、申請機器は許容値を満足することを確認した。

添説設 3-1-1 表 化学処理施設 計算結果 (1/3)

申請書番号	機器名	部位名称	安全機能番号	耐震重要度分類	地震加速度	固有振動数 (Hz)	剛柔	部材		据付ボルト		結果
								評価種別	検定比	評価種別	検定比	
添付説明書-設3-1-表1	UO.F.貯槽	UO.F.貯槽(1)(2)-A-(1)(2)-C	29	第1種	1.0	剛	剛	組合せ応力度	引張応力度	合格		
		熱交換器(UO.F.貯槽)(1)(2)	30	第1種	1.0			剛	-*1	引張応力度	合格	
添付説明書-設3-1-表2	送受槽	送受槽(1)(2)	35	第1種	1.0	剛	剛	組合せ応力度	引張応力度	合格		
添付説明書-設3-1-表3	調液貯槽	調液貯槽(1)(2)-A,B	37	第1種	1.0			柔	組合せ応力度	引張応力度	合格	
添付説明書-設3-1-表4	沈殿槽	熱交換器(調液貯槽)(1)(2)	38	第1種	1.0	剛	剛	-*1	引張応力度	合格		
		熱交換器(調液貯槽)(2)架台	38	第1種	1.0			剛	組合せ応力度	引張応力度	合格	
		沈殿槽(1)(2)-A,(1)(2)-B	40	第1種	1.0			剛	-*1	せん断応力度	合格	
		沈殿槽(1)(2)架台	40	第1種	1.0			剛	組合せ応力度	せん断応力度	合格	
		加水設備共通架台及び飛散防止カバー	33	第1種	1.0			柔	組合せ応力度	せん断応力度	合格	
		UO.F.配管用防護カバー	-	第1種	1.0			柔	組合せ応力度	せん断応力度	合格	
添付説明書-設3-1-表5	熱成槽	UO.F.配管用防護カバー架台	-	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	せん断応力度	合格			
添付説明書-設3-1-表6	熱成槽	UO.F.配管用防護カバー架台	-	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	せん断応力度	合格			
添付説明書-設3-1-表6	遠心分離機(洗浄用)	熱成槽(1)-A-(1)-E,(2)-A-(2)-E	45	第1種	1.0	剛	剛	-*1	引張応力度	合格		
		遠心分離機(洗浄用)	47	第1種	1.1			剛	-*1	せん断応力度	合格	
		遠心分離機(洗浄用)架台	47	第1種	1.0			剛	組合せ応力度	せん断応力度	合格	
		洗浄設備共通架台(1)	-	第1種	1.0			柔	組合せ応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-表7	洗浄槽	洗浄設備共通架台(2)	-	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	せん断応力度	合格			
		洗浄槽(1)A-D	50	第1種	1.0	剛	組合せ応力度	引張応力度	合格			
添付説明書-設3-1-表8	洗浄ろ液分離槽	洗浄槽(2)A-D	50	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	せん断応力度	合格			
		洗浄槽(1)A-C架台	50	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張応力度	合格			
		洗浄槽(2)A-C架台	50	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張応力度	合格			
		洗浄ろ液分離槽(1)	52	第1種	1.0	剛	-*1	せん断応力度	合格			
添付説明書-設3-1-表9	洗浄ろ液分離槽	洗浄ろ液分離槽(2)	52	第1種	1.0	剛	-*1	せん断応力度	合格			
		洗浄ろ液分離槽(1)架台	52	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
		洗浄ろ液分離槽(2)架台	52	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
		遠心分離機(固液分離用)(1)	54	第1種	1.1	剛	-*1	せん断応力度	合格			
添付説明書-設3-1-表10	ろ液分離槽	遠心分離機(固液分離用)(2)	54	第1種	1.1	剛	-*1	せん断応力度	合格			
		遠心分離機(固液分離用)(1)(2)架台	54	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
		ろ液分離槽(1)-A,(1)-B,(2)-A,(2)-B	55	第1種	1.0	剛	-*1	せん断応力度	合格			
添付説明書-設3-1-表11	仕上げろ液槽	ろ液分離槽(1)-A,(1)-B,(2)-A,(2)-B架台	55	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
		仕上げろ液槽(1)(2)	57	第1種	1.1	剛	-*1	引張応力度	合格			
		仕上げろ液槽架台(1)	57	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
添付説明書-設3-1-表12	濃縮ろ液槽	仕上げろ液槽架台(2)	57	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
		濃縮ろ液槽(1)(2)	60	第1種	1.0	剛	組合せ応力度	引張応力度	合格			
添付説明書-設3-1-表13	濃縮ろ液槽	濃縮ろ液槽(1)架台	60	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
		濃縮ろ液槽(2)架台	60	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
		濃縮ろ液槽(1)-A-(1)-C,(2)-A-(2)-C	62	第1種	1.0	剛	組合せ応力度	引張応力度	合格			
		濃縮ろ液槽(1)-A架台	62	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
添付説明書-設3-1-表14	洗浄ろ液槽	濃縮ろ液槽(1)-B,(1)-C,(2)-A-(2)-C架台	62	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
		再走液貯槽(1)-A-(1)-C,(2)-A-(2)-C	65	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張応力度	合格			
		洗浄ろ液槽(1)	67	第1種	1.0	剛	-*1	せん断応力度	合格			
		洗浄ろ液槽(2)	67	第1種	1.0	剛	-*1	せん断応力度	合格			
添付説明書-設3-1-表15	予備成型乾燥機	洗浄ろ液槽(1)架台	67	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
		洗浄ろ液槽(2)架台	67	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
		予備成型乾燥機(1)(2)	71	第1種	1.0	剛	-*1	せん断応力度	合格			
		予備成型乾燥機(1)架台	71	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
添付説明書-設3-1-表16	乾燥機	予備成型乾燥機(2)架台	71	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
		粗末回収ボックス(1)(2)-A,(1)(2)-C	73	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
		粗末回収ボックス(1)(2)-B	73	第1種	1.0	柔	曲げ応力度	引張力	合格			
		乾燥機(1)(2)*2	72	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
添付説明書-設3-1-表17	ADUプロータンク	ADUスクラバ(1)(2)	78	第1種	1.0	剛	組合せ応力度	引張力	合格			
		ADUプロータンク(1)(2)	83	第1種	1.0	剛	-*1	せん断応力度	合格			
		ADUプロータンク(1)(2)架台	83	第1種	1.0	剛	組合せ応力度	引張力	合格			
		ADU受けホッパ(1)(2)	84	第1種	1.0	剛	-*1	せん断応力度	合格			
添付説明書-設3-1-表18	ADU受けホッパ	ADU受けホッパ(1)(2)架台	84	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	せん断応力度	合格			
		ADUバグフィルタ(1)(2)	85	第1種	1.0	剛	せん断応力度	せん断応力度	合格			
		ADUバグフィルタ上部フード(1)(2)	86	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張応力度	合格			
		ADUバグフィルタ下部フード(1)(2)	86	第1種	1.0	剛	組合せ応力度	せん断応力度	合格			
添付説明書-設3-1-表20	リサイクル粉砕送装置	ADUバグアップフィルタ(1)(2)*2	87	第1種	1.0	剛	曲げ応力度	引張力	合格			
		リサイクル粉砕送装置(1)	88	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張力	合格			
添付説明書-設3-1-表21	リサイクル粉砕投入ボックス	リサイクル粉砕送装置(2)	88	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	せん断応力度	合格			
		出口コンベヤ駆動装置	88	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張応力度	合格			
		リサイクル粉砕投入ボックス(1)	89	第2種	0.6	柔	組合せ応力度	せん断応力度	合格			
		リサイクル粉砕投入ボックス(2)	89	第2種	0.6	柔	組合せ応力度	せん断応力度	合格			
添付説明書-設3-1-表22	リサイクル粉砕受けホッパ	リサイクル粉砕受けホッパ(1)	90	第1種	1.0	剛	-*1	せん断応力度	合格			
		リサイクル粉砕スクリーフ(1)	91	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	せん断応力度	合格			
		リサイクル粉砕受けホッパ(2)	90	第1種	1.0	剛	-*1	せん断応力度	合格			
		リサイクル粉砕スクリーフ(2)	91	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	せん断応力度	合格			
		リサイクル粉砕受けホッパ架台(1)	90	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	せん断応力度	合格			
		リサイクル粉砕受けホッパ架台(2)	90	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張応力度	合格			
添付説明書-設3-1-表23	ボリュウマ	ボリュウマ(1)	92	第1種	1.0	剛	-*1	せん断応力度	合格			
		ボリュウマ(2)	92	第1種	1.0	剛	-*1	引張応力度	合格			
		スクリーフ(1)(2)	93	第1種	1.0	柔	曲げ応力度	せん断応力度	合格			
		ボリュウマ(1)架台	92	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張応力度	合格			
		ボリュウマ(2)架台	92	第1種	1.0	柔	組合せ応力度	引張応力度	合格			
添付説明書-設3-1-表23	ボリュウマ	スクリーフ(1)(2)架台	93	第1種	1.0	剛	組合せ応力度	引張応力度	合格			

添設 3-1-1 表 化学処理施設 計算結果 (2/3)

申請書番号	機器名	部位名称	安全機能番号	設置数量 単位	設置 加算度	固有 振幅 (Hz)	固有 周波 数	部材		振付ポルト		結果	
								評価 種類	検定比	評価 種類	検定比		
添付説明書-図3-1-概24	ロータリーキルン	ロータリーキルン(1)(2)	94	第1種	1.0		柔	組合せ応力	-		合格		
		ヘッド側フードボックス(1)(2)	96	第1種	1.0		柔	曲げ応力	せん断応力		合格		
		テール側フードボックス(1)(2)	95	第1種	1.0		柔	曲げ応力	引張力		合格		
		ダストチャンバ(1)	95	第1種	1.0		剛	曲げ応力	引張力		合格		
		ダストチャンバ(2)	95	第1種	1.0		剛	-*1	せん断応力		合格		
		ロータリーキルン(1)(2)第2	94	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		ダストチャンバ(2)第2	95	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		ADU設備共通架台(1)(2)	-	第1種	1.0		柔	組合せ応力	せん断応力		合格		
		ガスヒータ(1)(2)	97	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
		燃焼チャンバ(1)(2)	-	第1種	1.0		剛	組合せ応力	せん断応力		合格		
		燃焼チャンバ(1)架台	-	第1種	1.0		柔	組合せ応力	-		合格		
		燃焼チャンバ(2)架台	-	第1種	1.0		柔	組合せ応力	-		合格		
		水封ポット(1)	-	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
		水封ポット(1)架台	-	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		水封ポット(2)	-	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
		水封ポット(2)架台	-	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		添付説明書-図3-1-概25	大型混合装置	大型混合装置	117	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格
				秤量器	923	第1種	1.0		剛	-	せん断応力		合格
				大型粉末容器充填用架台(1)(2)	495	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格
				金属容器支持架台(1)(2)	495	第1種	1.0		柔	組合せ応力	-		合格
添付説明書-図3-1-概26	サンブラ	サンブラ(1)(2)	118	第1種	1.0		剛	-*1	せん断応力		合格		
		サンブラ(1)(2)第2	118	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		サンブラフードボックス(1)(2)	121	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		バックアップフィルタ(サンブラ)*2	119	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概27	圧縮混合機(金属容器(粉末)混合)	圧縮混合機	122	第2種	0.6		剛	組合せ応力	せん断応力		合格		
		ラッピング台	123	第2種	0.6		柔	曲げ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概28	粉砕機	粉砕機、バグフィルタ及びフードボックス*2	124,125,126	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		フードボックス(粉末輸送装置*2)	129	第1種	1.0		柔	組合せ応力	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概30	粉末輸送装置①	粉末輸送装置①	127	第1種	1.0		剛	-*1	せん断応力		合格		
		粉末輸送装置①架台	127	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概31	粉末充填ボックス	バックアップフィルタ(粉末輸送装置*2)	128	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
		粉末充填ボックス	130	第1種	1.0		柔	組合せ応力	せん断応力		合格		
		粉末充填ボックス架台	130	第1種	1.0		柔	曲げ応力	引張力		合格		
		濃縮設備共通架台	-	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概32	粉末抽出ボックス	粉末抽出ボックス*2	131	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		濃縮設備共通工程用クレーン*2	132	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概33	粉末輸送装置①(ホッパー部)	粉末輸送装置①(ホッパー部)	133	第1種	1.0		剛	-*1	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概34	バグフィルタ(粉末輸送装置①)	フードボックス(混合装置)	134	第1種	1.0		柔	組合せ応力	せん断応力		合格		
		バグフィルタ(粉末輸送装置①)	135	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概35	混合装置	粉末回収ボックス	136	第1種	1.0		柔	曲げ応力	引張力		合格		
		バックアップフィルタ(粉末輸送装置①)*2	137	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概36	混合装置	混合装置	138	第1種	1.0		剛	-*1	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概37	粉末輸送装置①(ホッパー部)	粉末輸送装置①(ホッパー部)	139	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		粉末輸送装置①(ホッパー部)架台	139	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概38	充填装置	フードボックス(粉末輸送装置)	140	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		充填装置及びフードボックス	141,142	第1種	1.0		剛	組合せ応力	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概39	組成用プレス	粉末輸送装置①(ホッパー部)	143	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
		粉末輸送装置①(ホッパー部)上部フードボックス	144	第1種	1.0		柔	組合せ応力	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概40	スラグコンベア	粉末輸送装置①(ホッパー部)下部フードボックス	144	第1種	1.0		剛	組合せ応力	せん断応力		合格		
		送給設備共通架台	-	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概41	粉末集塵装置	組成用プレス及びフードボックス	145,146	第1種	1.0		剛	-*1	引張力		合格		
		スラグコンベア	147	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概42	造粒機	スラグコンベアシュート	147	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
		粉末集塵装置*2	148	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概43	造粒機	金属容器充填装置	148	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		バックアップフィルタ(粉末集塵装置)*2	149	第1種	1.0		柔	組合せ応力	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概44	造粒機	フードボックス(造粒機)	151	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		造粒機*2	150	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概45	小分け装置	造粒機及びオーバースイズ検出器*2	152,153	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
		アンダーサイズ検出器*2	154	第1種	1.0		剛	曲げ応力	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概46	造粒機	小分け装置及びフードボックス(小分け装置)	155,156	第1種	1.0		柔	組合せ応力	せん断応力		合格		
		リフト	157	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概47	造粒機	取付台A	157	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
		取付台B	157	第1種	1.0		剛	組合せ応力	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概48	造粒機	原料フードボックスA及び粉末フィーダ	158,159	第2種	0.6		柔	組合せ応力	せん断応力		合格		
		原料フードボックスB	158	第2種	0.6		剛	組合せ応力	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概49	造粒機	原料フードボックスA,B架台	158	第2種	0.6		柔	曲げ応力	せん断応力		合格		
		精製共通架台	-	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概50	造粒機	造粒機	161	第1種	1.0		剛	-*1	せん断応力		合格		
		造粒機*2	167	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概51	造粒機	造粒機	166	第1種	1.1		剛	-*1	引張力		合格		
		造粒機架台	166	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概52	造粒機	造粒機	170	第1種	1.0		剛	-*1	引張力		合格		
		造粒機架台	172	第1種	1.1		剛	-*1	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概53	造粒機	造粒機	172	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		造粒機架台	172	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概54	造粒機	造粒機	174	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		洗浄受けポット	175	第1種	1.0		柔	組合せ応力	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概55	造粒機	ろ過受槽(1)	177	第1種	1.0		剛	-*1	せん断応力		合格		
		ろ過受槽(1)架台	177	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概56	造粒機	箱形造粒機	180	第2種	0.6		柔	組合せ応力	せん断応力		合格		
		箱形造粒機架台	180	第2種	0.6		剛	組合せ応力	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概57	造粒機	明け替えフードボックス(1),(2)	182,185	第2種	0.6		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		明け替えフードボックス(1)(ホッパー)	183	第2種	0.6		剛	-*1	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概58	造粒機	乾燥トレー-貯受コンベア架台	-	第2種	0.6		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		バックアップフィルタ(明け替えフードボックス(1))*2	184	第2種	0.6		剛	-*1	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概59	造粒機	pH調整槽	186	第1種	1.0		剛	-*1	せん断応力		合格		
		ろ過機(炭素用)	188	第1種	1.0		剛	-*1	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概60	造粒機	解凍機	194	第1種	1.0		柔	組合せ応力	引張力		合格		
		流動化炉共通架台及びフードボックス(炭素用)	197	第1種	1.0		柔	組合せ応力	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概61	造粒機	解凍機	193	第1種	1.0		剛	-*1	引張力		合格		
		輸送装置	195	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概62	造粒機	輸送装置	195	第1種	1.0		柔	組合せ応力	せん断応力		合格		
		バックアップフィルタ(輸送装置)*2	196	第1種	1.0		剛	組合せ応力	引張力		合格		
添付説明書-図3-1-概63	造粒機	炭素炉	198	第1種	1.0		剛	組合せ応力	せん断応力		合格		
		炭素炉架台A	198	第1種	1.0		柔	曲げ応力	せん断応力		合格		
添付説明書-図3-1-概64	造粒機	炭素炉架台B	198	第1種	1.0		柔	組合せ応力	せん断応力		合格		
		炭素炉	198	第1種	1.0		柔	組合せ応力	せん断応力		合格		

添説設 3-1-1 表 化学処理施設 計算結果 (3/3)

申請番号	機器名	部位名称	安全機能番号	設置重要度	地震加速度	固有振動数(Hz)	剛柔	部材		配付ボルト		結果
								評価種類	検定比	評価種類	検定比	
添付説明書-設3-1-転58	粉米受けホッパ	粉米受けホッパ	200	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		先端ボックス	200	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転59	イオン交換装置(張着塔)	フードボックス(イオン交換装置)(1)~(4)	205	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		イオン交換装置(張着塔)(1)~(12)	202	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転60	脱法装置	オーバーフロー受槽	207	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		オーバーフロー受槽架台	207	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転61	投入ボックス	投入ボックス(1)(2)	211	第2種	0.6	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		排出槽	212	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転62	排出槽	排出槽(1)(2)	212	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		排出槽共通架台	212	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転63	抽出ボックス	抽出ボックス(1)(2)	213	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		中間槽	214	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転64	中間槽	抽出受槽(1)~(3)	217	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		リサイクル受槽(1)~(3)	219	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転65	抽出受槽	抽出受槽(1)~(3)	217	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		リサイクル受槽(1)~(3)	219	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転66	リサイクル受槽	リサイクル受槽(1)~(3)	219	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		リサイクル受槽(1)~(3)	219	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転67	洗浄受槽	洗浄受槽(1)	221	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		洗浄受槽(2)	221	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転68	沈殿槽	沈殿槽(1)(2)	223	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		沈殿槽共通架台	223	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転69	遠心分離機	遠心分離機	225	第1種	1.1	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		遠心分離機架台	225	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転70	ろ過受槽	ろ過受槽	227	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		ろ過受槽架台	227	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転71	乾燥機	乾燥機	233	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		乾燥機フィルタ	234	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転72	ADU受ホッパ	ADU受ホッパ	235	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		ADU受ホッパ架台	235	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転73	ADU抽出ボックス	ADU抽出ボックス	236	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		フードボックス	237	第2種	0.6		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転74	粉砕機	フードボックス(粉砕機)	238	第2種	0.6	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		粉砕機*2	238	第2種	0.6		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転75	スクラップ破砕炉	フードボックス(スクラップ破砕炉)	239	第2種	0.6	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		スクラップ破砕炉*2	239	第2種	0.6		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転76	ヒュームフード(1)	ヒュームフード(1)	242	第2種	0.6	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		ヒュームフード(2)	243	第2種	0.6		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転77	ヒュームフード(2)	ヒュームフード(2)	243	第2種	0.6	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		ヒュームフード(1)	242	第2種	0.6		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転78	筒型乾燥機	筒型乾燥機	244	第2種	0.6	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		筒型乾燥機架台	244	第2種	0.6		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転79	橋	橋	31,41,48,79,167,203,209	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		橋	31,41,48,79,167,203,209	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転80	回転混合機	回転混合機	245	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		回転混合機架台	245	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-転81	粉末回収ボックス	粉末回収ボックス	246	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		粉末回収ボックス	248	第2種	0.6		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	

添説設 3-1-2 表 成形施設 計算結果 (1/3)

申請番号	機器名	部位名称	安全機能番号	設置重要度	地震加速度	固有振動数(Hz)	剛柔	部材		配付ボルト		結果
								評価種類	検定比	評価種類	検定比	
添付説明書-設3-1-成1	練返し粉砕送装置	練返し粉砕送装置	265	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		練返し粉砕送装置架台	265	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成2	練返し粉砕機	練返し粉砕機	266	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		練返し粉砕機架台	266	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成3	練返し粉砕機	練返し粉砕機	267	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		練返し粉砕機架台	267	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成4	練返し粉砕機	練返し粉砕機	268	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		練返し粉砕機架台	268	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成5	バックアップフィルタ(粉末輸送)	バックアップフィルタ(1)*2	271	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		バックアップフィルタ(2)*2	279	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成6	練返し粉砕機	練返し粉砕機	272	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		練返し粉砕機架台	272	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成7	製粉機	製粉機	274	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		製粉機架台	274	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成8	大型混合装置	大型混合装置(1),(2)	275	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		大型混合装置架台	275	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成9	大型粉末容器搬出ボックス	大型粉末容器搬出ボックス(1),(2)	276	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		大型粉末容器搬出ボックス架台	277	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成10	大型粉末容器搬出ボックス	大型粉末容器搬出ボックス(1),(2)*2	276	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		大型粉末容器搬出ボックス架台	277	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成11	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)	278	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成12	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成13	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成14	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成15	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成16	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成17	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成18	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成19	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成20	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成21	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成22	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成23	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成24	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成25	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成26	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成27	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成28	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成29	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
		原料粉末ホッパ(2)フード	280	第1種	1.0		剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	
添付説明書-設3-1-成30	原料粉末ホッパ	原料粉末ホッパ(1)フード	280	第1種	1.0	剛	剛	剛	せん断応力度	引張力	合格	

添設設 3-1-2 表 成形施設 計算結果 (2/3)

申請番号	機器名	部位名称	安全規格番号	耐震基準 区分	地震 加速度	固有 振動数 (Hz)	鋼筋 種類	部材		据付ボルト		結果
								評価 種類	検定比	評価 種類	検定比	
添付説明書-設3-1-成12	粉未混合機	粉未混合機(1)フードボックス	282	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		粉未混合機(1)フードボックス架台	282	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
		粉未混合機(1)架台	-	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
		粉未混合機(2)フードボックス	287	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		粉未混合機(2)フードボックス架台	287	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
添付説明書-設3-1-成13	組成用プレス	組成用プレス(1)(2)	283	第1種	1.0		鋼	-*1		引張力		合格
		スラグコンベア	286	第1種	1.0		鋼	-*1		引張応力度		合格
添付説明書-設3-1-成14	スラグコンベア	スラグコンベア(1)	286	第1種	1.0		鋼	-*1		引張応力度		合格
		スラグコンベアシュート(1)	286	第1種	1.0		鋼	-*1		引張応力度		合格
		スラグコンベア(2)	286	第1種	1.0		鋼	-*1		引張応力度		合格
		スラグコンベアシュート(2)	286	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張応力度		合格
添付説明書-設3-1-成15	粉未集塵装置	粉未集塵装置(1)	287	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
		粉未集塵装置(1)フード	288	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		粉未集塵装置(2)	287	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
		粉未集塵装置(2)フード	288	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		粉未集塵装置(3)	287	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
		粉未集塵装置(3)フード	288	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		粉未集塵装置(4)	287	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
添付説明書-設3-1-成16	バックアップフィルタ(粉未集塵装置)	バックアップフィルタ(4)*2	288	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		バックアップフィルタ(5)*2	289	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		バックアップフィルタ(6)*2	289	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		バックアップフィルタ(7)*2	289	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		バックアップフィルタ(8)*2	289	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
添付説明書-設3-1-成17	造粒機	造粒機(1)	290	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張応力度		合格
		造粒機(1)フード	292	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		駆動軸(1)架台	290	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		アンダーサイズ粉受器(1)	291	第1種	1.0		鋼	-*1		引張応力度		合格
		アンダーサイズ粉受器(1)架台	291	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張応力度		合格
		造粒機(2)	290	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張応力度		合格
		造粒機(2)フード	292	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		駆動軸(2)架台	290	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		アンダーサイズ粉受器(2)	291	第1種	1.0		鋼	-*1		引張応力度		合格
		アンダーサイズ粉受器(2)架台	291	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張応力度		合格
		造粒機小分けボックス(1)	293	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		造粒機小分けボックス(2)	293	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
		添付説明書-設3-1-成19	造粒機ホッパー	造粒機ホッパー(1)フード	295	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度
造粒機ホッパー(1)	294			第1種	1.0		鋼	-*1		せん断応力度		合格
造粒機ホッパー(1)架台	294			第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
造粒機ホッパー(2)フード	295			第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
造粒機ホッパー(2)	294			第1種	1.0		鋼	-*1		せん断応力度		合格
添付説明書-設3-1-成20	潤滑剤混合機	潤滑剤混合機(1)	298	第1種	1.0		鋼	曲げ応力		引張力		合格
		潤滑剤混合機(1)ホッパー	296	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		潤滑剤混合機(1)フード	297	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張応力度		合格
		共通架(1)-B	296,297,298	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		潤滑剤混合機(2)	298	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		潤滑剤混合機(2)ホッパー	296	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張応力度		合格
		潤滑剤混合機(2)フード	297	第1種	1.0		鋼	曲げ応力		引張応力度		合格
		共通架(2)-B	296,297,298	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
		回転混合機(1)	299	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		回転混合機(2)	299	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
添付説明書-設3-1-成22	本成型用プレス	本成型用プレス(1)	300	第1種	1.0		鋼	-*1		引張力		合格
		本成型用プレス(2)	300	第1種	1.0		鋼	-*1		引張力		合格
		本成型用プレス(1),(2)ホッパー	303	第1種	1.0		鋼	-*1		引張応力度		合格
		ベルトコンベア(1),(2)	304	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		-		合格
添付説明書-設3-1-成23	ベルト移替機(1)	ベルト移替機(1)*2	305	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
		ベルト移替機(1)フード	306	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		圧搾体密度測定装置(1)架台	307	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
		圧搾体密度測定装置(1)フード	307	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張応力度		合格
		ポートコンベア(1)架台	308	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
添付説明書-設3-1-成24	ベルト移替機(2)	ベルト移替機(2)*2	305	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張応力度		合格
		ベルト移替機(2)フード	306	第1種	1.0		鋼	曲げ応力		引張応力度		合格
		ポートコンベア(2)架台	308	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
		ベルト移替機(2)架台	305	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
添付説明書-設3-1-成25	乗移台1	309	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格	
添付説明書-設3-1-成26	試験用プレス	試験用プレス	313	第2種	0.6		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		試験用プレスフード(1)	314	第2種	0.6		鋼	曲げ応力		せん断応力度		合格
		試験用プレスフード(2)	314	第2種	0.6		鋼	-*1		せん断応力度		合格
		試験用プレス架台	313	第2種	0.6		鋼	-*1		せん断応力度		合格
添付説明書-設3-1-成27	フードボックス(1)	フードボックス(1)	315	第2種	0.6		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
添付説明書-設3-1-成28	フードボックス(2)	フードボックス(2)	316	第2種	0.6		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
		フードボックス(2)架台	316	第2種	0.6		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
添付説明書-設3-1-成29	フードボックス(3)	フードボックス(3)	317	第2種	0.6		鋼	組合せ耐力		せん断応力度		合格
添付説明書-設3-1-成30	連続焼結炉	連続焼結炉(1),(2)	318	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
添付説明書-設3-1-成31	パッチ式小型焼結炉	パッチ式小型焼結炉	326	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格
		バイスタクション	326	第1種	1.0		鋼	組合せ耐力		引張力		合格

添設 3-1-2 表 成形施設 計算結果 (3/3)

申請書番号	機器名	部品名称	安全規格番号	設置重量 kg	設置 高さ m	固有 振動数 (Hz)	剛度	部材		履行ポート		結果				
								評価 種類	検定比	評価 種類	検定比					
添付説明書-223-1-032	センターレスグラインダ	センターレスグラインダ(1)(2)(3)	334	第1種	1.0	剛	剛	-1	引張力	せん断応力度	合格					
		センターレスグラインダ(1)(2)(3)フード-1	337	第1種	1.0							剛	引張力	せん断応力度	合格	
		センターレスグラインダ(1)(2)(3)フード-2	337	第1種	1.0							剛	引張力	せん断応力度	合格	
		センターレスグラインダ(1)(2)(3)フード-3	337	第1種	1.0							剛	引張力	せん断応力度	合格	
		センターレスグラインダ(1)(2)(3)フード-2サポート	337	第1種	1.0							剛	引張力	せん断応力度	合格	
		センターレスグラインダ(4)	334	第1種	1.0							剛	-1	引張力	せん断応力度	合格
		センターレスグラインダ(4)フード-1	337	第1種	1.0							剛	引張力	せん断応力度	合格	
		センターレスグラインダ(4)フード-2	337	第1種	1.0							剛	引張力	せん断応力度	合格	
		センターレスグラインダ(4)フード-3	337	第1種	1.0							剛	引張力	せん断応力度	合格	
		センターレスグラインダ(4)フード-2サポート	337	第1種	1.0							剛	引張力	せん断応力度	合格	
添付説明書-223-1-033	ベルトコンベア	ベルトコンベア(1)	335	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		ベルトコンベア(2)	335	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		ベルトコンベア(3)	335	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		ベルトコンベア(4)	335	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-034	パーツフィーダ	パーツフィーダ(1)(2)*2	336	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		パーツフィーダ(1)(2)フード	338	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		パーツフィーダ(3)*2	336	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		パーツフィーダ(3)フード	338	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		パーツフィーダ(4)*2	336	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		パーツフィーダ(4)フード	338	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-035	ベルト配列機	ベルト配列機(1)(2)	339	第2種	0.6	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		スタッカー(1)架台	339	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		スタッカー(1)フレーム	339	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		スタッカー(2)架台	339	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		スタッカー(2)フレーム	339	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		ベルト配列機(3)	339	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		ベルト配列機(4)	339	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		ベルト配列機(5)	339	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		ベルト配列機(6)	339	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		ベルト配列機(7)	339	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-036	ベルトトレイコンベア	ベルトトレイコンベア	340	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		冷却水循環機	341	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-037	冷却水循環機	冷却水循環機(1)	341	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		冷却水循環機(2)	341	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		冷却水循環機(3)	341	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		冷却水循環機(4)	341	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-038	遠心分離機(研削)	遠心分離機(1)*2	342	第1種	1.1	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		遠心分離機(2)*2	342	第1種	1.1						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		遠心分離機(3)*2	342	第1種	1.1						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		遠心分離機(4)*2	342	第1種	1.1						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-039	ベルト外観検査装置	ベルト外観検査装置(1)(2)*2	343	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		ベルト外観検査装置(3)*2	343	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		金属容器(ベルト)架(3)架台,金属容器(ベルト)架(4)架台	344	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		ベルト外観検査装置(4)*2	343	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		ベルト外観検査装置(5)*2	343	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-040	ベルト寸法測定検査装置	ベルト寸法測定検査装置*2	345	第2種	0.6	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		検体密度検査装置	346	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-041	洗淨ボックス(研削工程)	洗淨ボックス(1)	347	第2種	0.6	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		洗淨ボックス(1)フード	347	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		洗淨ボックス(2)	347	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-042	洗淨ボックス(2)フード	洗淨ボックス(2)フード	347	第2種	0.6	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		洗淨ボックス(2)フード	347	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-043	洗淨機(研削工程)	洗淨機(1)(2)*2	349	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		洗淨機A・B	350	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-044	洗淨機A・B	洗淨機A・B*2	350	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		洗淨機A・B*2	350	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-045	スラッジ回収機付き遠心分離機	スラッジ回収機付き遠心分離機	352	第1種	1.1	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		スラッジ回収機付き遠心分離機架台	352	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-046	ろ過器	ろ過器(1)(2)*2	351	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		ろ過器(1)(2)*2	351	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-047	研削機架台	研削機架台(1)(2)*2	354	第2種	0.6	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		研削機架台(1)(2)*2	354	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-048	フードボックス(4)	フードボックス(4)	356	第2種	0.6	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		フードボックス(4)	356	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-049	フードボックス(5)	フードボックス(5)	356	第2種	0.6	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		フードボックス(5)	356	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-050	ベルト引替機	ベルト引替機*2	357	第2種	0.6	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		駆北炉(1)-B*2	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		駆北炉(1)-B保護囲い	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		ラック駆送装置(1)-A, B*2	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		駆北炉(1)-A*2	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		駆北炉(1)-A保護囲い	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		駆北炉(2)-A*2	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		ラック駆送装置(2)*2	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		駆北炉保護囲い(2)	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		駆北炉(2)-B*2	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-051	駆北炉(1)	駆北炉(1)-B*2	359	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		駆北炉(1)-B保護囲い	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-052	駆北炉(2)	駆北炉(2)-A*2	359	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		ラック駆送装置(2)*2	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		駆北炉保護囲い(2)	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		駆北炉(2)-B*2	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		ラック駆送装置(2)*2	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
		駆北炉保護囲い(2)	359	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-053	粉砕機(1)	粉砕機(1)共通フレーム	361	第1種	1.1	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		粉砕機(1)フードボックス	363	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-054	粉砕機(2)	粉砕機(2)共通フレーム	361	第1種	1.1	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		粉砕機(2)フードボックス	363	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-055	洗淨ボックス(3)	洗淨ボックス(3)	364	第2種	0.6	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		洗淨ボックス(3)	364	第2種	0.6						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-056	洗淨機(3)	洗淨機(3)	365	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		洗淨機(3)	365	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-057	遠心分離機(5)	遠心分離機(5)*2	367	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		遠心分離機(5)*2	367	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-058	粉末集塵装置	粉末集塵装置(1)(2)*2	392,405	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		粉末集塵装置(1)(2)フード	393,406	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-059	連続脱粉機(加工機)	連続脱粉機	408	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		冷却水循環機	422	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-060	冷却水循環機	冷却水循環機	422	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		冷却水循環機	422	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-061	遠心分離機(1)(2)	遠心分離機(1)(2)*2	423,431	第1種	1.1	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		遠心分離機(1)(2)架台	423,431	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-062	洗淨水循環機	洗淨水循環機	429	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		洗淨水循環機	429	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-063	ろ過器	ろ過器*2	430	第1種	1.0	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		ろ過器*2	430	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		
添付説明書-223-1-064	遠心分離機(洗淨)加工機	遠心分離機(洗淨)*2	431	第1種	1.1	剛	剛	引張力	せん断応力度	合格						
		遠心分離機(洗淨)架台	431	第1種	1.0						剛	引張力	せん断応力度	合格		

添説設 3-1-3 表 被覆施設 計算結果

申請番号	機器名	部位名称	安全規格番号	耐震重要度	地震超過速度	固有振動数 (Hz)	部材		履行ボルト		結果
							評価	検定比	評価	検定比	
添付説明書-設3-1-設1	ベレット乾燥機	ベレット乾燥機(1),(9)	440	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		ベレット乾燥機(2),(10)	440	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		ベレット乾燥機(3),(4),(5)	440	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		ベレット乾燥機(8)	440	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
添付説明書-設3-1-設2	ベレット挿入機	ベレット挿入機 I 系	441	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		ベレット挿入機 II 系	441	第1種	1.0	鋼	曲げ応力度		引張力		合格
添付説明書-設3-1-設3	塩素洗浄機	塩素洗浄機 I 系*2	443	第2種	0.6	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		塩素洗浄機 II 系*2	443	第2種	0.6	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
添付説明書-設3-1-設4	埋圧圧入機	トップ架台上部	444	第1種	1.0	剛	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		トップ架台下部	444	第1種	1.0	剛	組合せ応力度		引張応力度		合格
		トレイ架台群A	444	第1種	1.0	剛	組合せ応力度		引張応力度		合格
		トレイ架台群B	444	第1種	1.0	剛	組合せ応力度		引張応力度		合格
		ボトム架台上部	444	第1種	1.0	剛	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		ボトム架台下部	444	第1種	1.0	剛	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		ベース架台部	444	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
添付説明書-設3-1-設5	埋圧圧入機	上部埋圧圧入機 I 系*2	445	第2種	0.6	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		上部埋圧圧入機 II 系*2	445	第2種	0.6	鋼	曲げ応力度		せん断応力度		合格
		下部埋圧圧入機 I 系*2	445	第2種	0.6	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		下部埋圧圧入機 II 系*2	445	第2種	0.6	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		下部埋圧圧入機 III 系*2	445	第2種	0.6	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		下部埋圧圧入機 IV 系*2	445	第2種	0.6	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
添付説明書-設3-1-設6	He加圧溶接装置	He加圧溶接装置 I 系*2	445	第2種	0.6	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		He加圧溶接装置 II 系*2	445	第2種	0.6	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
添付説明書-設3-1-設7	燃料線ライコンベア	ライコンベア I 系(1)	446	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		ライコンベア I 系(2)	446	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		ライコンベア I 系(3)	446	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		ライコンベア I 系(4)	446	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		ライコンベア I 系(5)	446	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		ライコンベア I 系(6)	446	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		引出しコンベア I 系	446	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		ライコンベア II 系(1)	446	第1種	1.0	剛	組合せ応力度		引張力		合格
		ライコンベア II 系(2)	446	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		ライコンベア II 系(3)	446	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		ライコンベア II 系(4)	446	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		ライコンベア II 系(5)	446	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		ライコンベア II 系(6)	446	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		引出しコンベア II 系	446	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
添付説明書-設3-1-設8	埋圧圧入機	埋圧圧入機*2	447	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		燃料線受台	447	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
添付説明書-設3-1-設9	埋圧圧入機	埋圧圧入機*2	448	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		寸法確認部	448	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
添付説明書-設3-1-設10	UO ₂ 明替ボックス	ベレット取出台	449	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		ベレット明替ボックス	449	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
添付説明書-設3-1-設11	燃料線ライコンベア	燃入コンベア	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		U T 前コンベア	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		シールX線前コンベア	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		全長・重量前コンベア	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		全長・重量前コンベア架台	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		トレイスタックコンベア(1)	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		トレイスタックコンベア(2)	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		燃料線スタックコンベアA(1)	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		燃料線スタックコンベアA(2)	450	第1種	1.0	剛	組合せ応力度		引張力		合格
		燃料線スタックコンベアA(3)架台	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		燃料線スタックコンベアA(3)昇降部	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		-		合格
		Y線走査コンベア(1)	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		Y線走査コンベア(2)	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		燃料線スタックコンベアB架台	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		燃料線スタックコンベアB昇降部	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		-		合格
		燃料線供給コンベア	450	第1種	1.0	鋼	曲げ応力度		引張力		合格
		チャンネル搬送コンベア	450	第1種	1.0	剛	組合せ応力度		引張力		合格
		チャンネルスタックコンベア(1)	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		チャンネルスタックコンベア(2)	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		チャンネルスタックコンベア(3)	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		チャンネルスタックコンベア(4)	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
チャンネルスタックコンベア(5)	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格		
チャンネルスタックコンベア(7)	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格		
チャンネルスタックコンベア(8)	450	第1種	1.0	鋼	曲げ応力度		引張力		合格		
トレイ搬送コンベア	450	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格		
添付説明書-設3-1-設12	超音波検査装置	超音波検査装置*2	451	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		シールX線検査装置 (搬送部)	452	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
添付説明書-設3-1-設13	シールX線検査装置	シールX線検査装置 (本体)	452	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		燃料線全長・重量測定装置*2	453	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
添付説明書-設3-1-設14	燃料線全長・重量測定装置	燃料線搬送装置 (供給部)	454	第2種	0.6	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
		燃料線搬送装置 (搬送部)	454	第2種	0.6	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
添付説明書-設3-1-設15	燃料線搬送装置	燃料線搬送装置 (検査部)	454	第2種	0.6	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		燃料線検査装置*2	455	第2種	0.6	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
添付説明書-設3-1-設16	燃料線検査装置	燃料線検査装置	455	第2種	0.6	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
添付説明書-設3-1-設17	燃料線検査装置	燃料線検査装置	456	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
添付説明書-設3-1-設18	定盤	燃料線検査装置*2	457	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		チャンネル搬送部	457	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		せん断応力度		合格
添付説明書-設3-1-設19	燃料線受台	燃料線立金検査装置*2	457	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		チャンネルコンベア(1)	457	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
添付説明書-設3-1-設19	燃料線受台	チャンネルコンベア(2)	457	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格
		燃料線受台	458	第1種	1.0	鋼	組合せ応力度		引張力		合格

添説設 3-1-4 表 組立施設 計算結果

申請書番号	機器名	部位名称	安全機能番号	耐震重要度分類	地震加速度	固有振動数(Hz)	剛柔	部材		揺動ポルト		結果
								評価種類	検定比	評価種類	検定比	
添付説明書-設3-1-組1	マガジン挿入装置	壁列押入	469	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格
		壁列引込	469	第1種	1.0			引張力				
		配列部	469	第1種	1.0			組合せ応力		引張力		
		挿入部	469	第1種	1.0			組合せ応力		引張力		
添付説明書-設3-1-組2	マガジン架台	マガジン昇降台	470	第1種	1.0		剛	組合せ応力		せん断応力		合格
		マガジン架台	473	第1種	1.0			剛		組合せ応力		
添付説明書-設3-1-組3	マガジン姿勢変換台	マガジン姿勢変換台	474	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格
添付説明書-設3-1-組4	燃料集合体組立装置	燃料集合体組立装置(1)	475	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格
		燃料集合体組立装置(2)	475	第1種	1.0			組合せ応力		引張力		
		燃料集合体組立装置(3)	475	第1種	1.0			組合せ応力		引張力		
添付説明書-設3-1-組5	マガジン架台部	マガジン架台部	476	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格
添付説明書-設3-1-組6	拘束力検査測定台	検査測定架台	477	第1種	1.0		柔	組合せ応力		引張力		合格
		クランプポスト	477	第1種	1.0			剛		組合せ応力		
添付説明書-設3-1-組7	燃料集合体洗浄装置	燃料集合体洗浄装置*2	477	第1種	1.0		剛	組合せ応力		せん断応力		合格
		燃料集合体洗浄装置架台	477	第1種	1.0			柔		曲げ応力		
添付説明書-設3-1-組8	ジブクレーン	ジブクレーン(1)ジブ	478	第1種	1.0		柔	曲げ応力		-		合格
		ジブクレーン(1)柱	478	第1種	1.0			剛		曲げ応力		
添付説明書-設3-1-組9	エンベロープ検査装置	エンベロープ検査装置	479	第1種	1.0		柔	組合せ応力		引張力		合格
添付説明書-設3-1-組10	チャンネル検査装置	チャンネル検査装置	480	第1種	1.0		柔	組合せ応力		引張力		合格
添付説明書-設3-1-組11	燃料集合体検査装置	燃料集合体検査装置	481	第1種	1.0		剛	曲げ応力		引張力		合格
添付説明書-設3-1-組12	燃料集合体検査測定台	燃料集合体検査測定台	482	第1種	1.0		剛	組合せ応力		せん断応力		合格
		クランプポスト	482	第1種	1.0			柔		組合せ応力		
添付説明書-設3-1-組13	ジブクレーン	ジブクレーン(2)(3)ジブ	483	第1種	1.0		柔	曲げ応力		-		合格
		ジブクレーン(2)(3)柱	483	第1種	1.0			柔		曲げ応力		
添付説明書-設3-1-組14	燃料集合体外観検査台	燃料集合体外観検査台	484	第1種	1.0		柔	組合せ応力		引張力		合格
添付説明書-設3-1-組15	燃料集合体検査ビット	燃料集合体検査ビット	485	第1種	1.0		剛	引張力		せん断応力		合格
		クランプポスト	485	第1種	1.0			柔		組合せ応力		

添説設 3-1-5 表 核燃料物質の貯蔵施設 計算結果 (1/2)

申請書番号	機器名	部位名称	安全機能番号	耐震重要度分類	地震加速度	固有振動数(Hz)	剛柔	部材		揺動ポルト		結果	
								評価種類	検定比	評価種類	検定比		
添付説明書-設3-1-貯1	シリンダ貯蔵架台	シリンダ貯蔵架台(1),(2)	491	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
		シリンダ貯蔵架台(3)	491	第1種	1.0			組合せ応力		せん断応力			
		シリンダ貯蔵架台	493	第1種	1.0			柔		組合せ応力			せん断応力
添付説明書-設3-1-貯2	シリンダ貯蔵装置	シリンダ貯蔵装置	493	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯3	天井走行クレーン(軽機50)	天井走行クレーン	494	第1種	1.0		剛	曲げ応力		-		合格	
		サドル	494	第1種	1.0			剛		曲げ応力			せん断応力
添付説明書-設3-1-貯4	大型粉末貯蔵架台	大型粉末貯蔵架台(1)	495	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
		大型粉末貯蔵架台(2)	495	第1種	1.0			組合せ応力		引張力			
		大型粉末貯蔵架台(3)	495	第1種	1.0			柔		組合せ応力			せん断応力
		大型粉末貯蔵架台(4)	495	第1種	1.0			柔		組合せ応力			引張力
		大型粉末貯蔵架台(5)	495	第1種	1.0			柔		組合せ応力			引張力
		大型粉末貯蔵架台(6)	495	第1種	1.0			柔		組合せ応力			引張力
添付説明書-設3-1-貯5	仕掛品貯蔵架	仕掛品貯蔵架	498	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯6	スクラップ貯蔵架(粉末用)	スクラップ貯蔵架(粉末用)	502	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯7	運搬台車	運搬台車	504	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯8	中間仕掛品一時貯蔵架	中間仕掛品一時貯蔵架	507	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯9	粉末一時貯蔵架	粉末一時貯蔵架(1),(3),(4)	510	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
		粉末一時貯蔵架(2)	510	第1種	1.0			柔		組合せ応力			引張力
添付説明書-設3-1-貯10	スクラップ貯蔵架(粉末用)	スクラップ貯蔵架(粉末用)(1)-(4),(7)-(10)	514	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
		スクラップ貯蔵架(粉末用)(5)	514	第1種	1.0			組合せ応力		引張力			
		スクラップ貯蔵架(粉末用)(6)	514	第1種	1.0			柔		組合せ応力			せん断応力
添付説明書-設3-1-貯11	スクラップ貯蔵架(粉末用)(作業室2)	スクラップ貯蔵架(粉末用)(1),(3)	529	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
		スクラップ貯蔵架(粉末用)(2),(4)	529	第1種	1.0			柔		組合せ応力			引張力
添付説明書-設3-1-貯12	スクラップ貯蔵架(粉末用)(第2核燃料倉庫)	スクラップ貯蔵架(粉末用)(1)	532	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
		スクラップ貯蔵架(粉末用)(2)	532	第1種	1.0			柔		組合せ応力			引張力
添付説明書-設3-1-貯13	圧粉ペレット一時貯蔵架(1)	圧粉ペレット一時貯蔵架(1)	546	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯14	圧粉ペレット一時貯蔵架(2)	圧粉ペレット一時貯蔵架(2)	546	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯15	圧粉ペレット一時貯蔵架(3)	圧粉ペレット一時貯蔵架(3)	546	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯16	ペレットラインコンベア(1)	ペレットラインコンベア(1)	547	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯17	ペレットラインコンベア(2)	ペレットラインコンベア(2)	547	第1種	1.0		剛	曲げ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯18	乗移台2	乗移台2	548	第1種	1.0		剛	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯19	後給ペレット一時貯蔵架(1)	後給ペレット一時貯蔵架(1)	550	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
		後給コンベア架台	550	第1種	1.0			柔		組合せ応力			引張力
添付説明書-設3-1-貯20	後給ペレット一時貯蔵架(2)	後給ペレット一時貯蔵架(2)	550	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯21	後給ペレット一時貯蔵架(3)	後給ペレット一時貯蔵架(3)	550	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯22	ペレットラインコンベア(3)	ターンテーブル	551	第1種	1.0		剛	組合せ応力		せん断応力		合格	
		ペレットラインコンベア(3)	551	第1種	1.0			剛		組合せ応力			引張力
添付説明書-設3-1-貯23	ペレットラインコンベア(4)	ペレットラインコンベア(4)	551	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯24	スクラップ貯蔵架(ペレット用)	スクラップ貯蔵架(ペレット用)(1),(2)	554	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯25	仕上りペレット一時貯蔵架	仕上りペレット一時貯蔵架	557	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯26	仕上りペレット貯蔵架	仕上りペレット貯蔵架架台(1)-(10)	558	第1種	1.0		剛	-*1		せん断応力		合格	
		仕上りペレット貯蔵架(前期型)	558	第1種	1.0			柔		組合せ応力			せん断応力
		仕上りペレット貯蔵架(後期型)	558	第1種	1.0			柔		組合せ応力			せん断応力
添付説明書-設3-1-貯27	全射ペレット貯蔵架	全射ペレット貯蔵架	562	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯28	燃料棒一時貯蔵架	燃料棒一時貯蔵架	579	第1種	1.0		剛	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯29	燃料棒一時貯蔵架	燃料棒一時貯蔵架	581	第1種	1.0		剛	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯30	燃料棒貯蔵架	燃料棒貯蔵架	584	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	
添付説明書-設3-1-貯31	トラバーサ	トラバーサ	585	第1種	1.0		柔	組合せ応力		-		合格	
添付説明書-設3-1-貯32	運搬車	運搬車	586	第1種	1.0		柔	組合せ応力		-		合格	
添付説明書-設3-1-貯33	燃料集合体一時貯蔵架	燃料集合体一時貯蔵架	593	第1種	1.0		柔	組合せ応力		せん断応力		合格	

添説設 3-1-5 表 核燃料物質の貯蔵施設 計算結果 (2/2)

申請書番号	機器名	部位名称	安全機能番号	付属重要度 成分別	地震 加速度	固有 振動数 (Hz)	剛性	部材		接合部		結果
								評価 種類	検定比	評価 種類	検定比	
添付説明書-設3-1-貯34	天井走行クレーン	天井走行クレーン(組立北480)主桁	594	第1種	1.0		梁	曲げ応力度	-	-	合格	
		天井走行クレーン(組立北480)サドル	594	第1種	1.0		剛	曲げ応力度	-	-	合格	
		天井走行クレーン(組立北30)主桁	594	第1種	1.0		梁	曲げ応力度	-	-	合格	
		天井走行クレーン(組立北30)サドル	594	第1種	1.0		剛	曲げ応力度	-	-	合格	
		天井走行クレーン(組立南50)主桁	594	第1種	1.0		梁	曲げ応力度	-	-	合格	
		天井走行クレーン(組立南50)サドル	594	第1種	1.0		剛	曲げ応力度	-	-	合格	
		天井走行クレーン(組立南10)主桁	594	第1種	1.0		梁	曲げ応力度	-	-	合格	
		天井走行クレーン(組立南10)サドル	594	第1種	1.0		剛	曲げ応力度	-	-	合格	
		添付説明書-設3-1-貯35	燃料集合体貯蔵架台	燃料集合体貯蔵架台(1)	595		第1種	1.0	梁	組合せ応力度	-	引抜き
		燃料集合体貯蔵架台(2)	595	第1種	1.0	梁	組合せ応力度	-	引抜き	合格		
		燃料集合体貯蔵架台(3)	595	第1種	1.0	梁	組合せ応力度	-	引抜き	合格		
添付説明書-設3-1-貯36	燃料集合体移送装置	燃料集合体移送装置	596	第1種	1.0	梁	組合せ応力度	-	引抜き	合格		

添説設 3-1-6 表 放射性廃棄物の廃棄施設 計算結果 (1/2)

申請書番号	機器名	部位名称	安全機能番号	付属重要度 成分別	地震 加速度	固有 振動数 (Hz)	剛性	部材		接合部		結果
								評価 種類	検定比	評価 種類	検定比	
添付説明書-設3-1-貯1	排気ファン (床置き型)	排気ファン(13RE)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(14RE)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(15RE)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(16RE)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(17E)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(18E)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(19E)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(21E)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(211E)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(23E)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(231E)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(24E)	610	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(241E)	610	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(25E)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(251E)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(271E)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(27E)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(28E)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(29E)	610	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(30E)	610	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(31E)	610	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(311E)	610	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(33E)	610	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(38E)	610	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(40E)	610	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(10V)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(11V)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(12V)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(13V)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(14V)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(141V)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(15V)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(16V)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(17V)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(171V)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(18RV)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(181RV)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(19RV)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(20RV)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(25V)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(251V)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(26RV)	642	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(261RV)	642	第2種	1.0		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(37V)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(38RV)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(381RV)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF3)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF4)	642	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF-1-1)	655	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF-1-2)	655	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF-2-1)	655	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF-2-2)	655	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF-3-1)	655	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF-3-2)	655	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF-4)	655	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(RF-1)	655	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(RF-2)	655	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(RF-3)	655	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF-1-1)	668	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF-1-2)	668	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF-2)	668	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(RF-1)	668	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF-B)	681	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF-A)	681	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF-A2)	681	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
		排気ファン(EF-A3)	681	第2種	1.5		-	-	-	引抜き	合格	
排気ファン(EF-1)	695	第2種	1.5	-	-	-	引抜き	合格				
排気ファン(EF-2-1)	695	第2種	1.5	-	-	-	引抜き	合格				
排気ファン(EF-2-2)	695	第2種	1.5	-	-	-	引抜き	合格				
排気ファン(EF-3)	695	第2種	1.5	-	-	-	引抜き	合格				
排気ファン(EF-4-1)	695	第2種	1.5	-	-	-	引抜き	合格				
排気ファン(EF-4-2)	695	第2種	1.5	-	-	-	引抜き	合格				

添説設 3-1-6 表 放射性廃棄物の廃棄施設 計算結果 (2/2)

申請番号	機器名	部位名称	安全機能番号	耐震重要度分類	地震加速度	固有振動数 (Hz)	剛柔	部材			結果
								評価種類	検定比	部材種類	
添付説明書-設3-1-表2	排気ファン (深台置き型)	排気ファン深台(深台置き型)	610	第2種	1.0	剛	剛	剛	剛	剛	合格
添付説明書-設3-1-表3	排気ファン (吊り型)	排気ファン深台(吊り型)	642	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛	剛	合格
添付説明書-設3-1-表4	高性能エアフィルタ (セルフコンテンツ型)	タイプ1*2	611,643,656	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		タイプ2*2	656	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		タイプ3*2	611	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		タイプ4*2	611,643	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		タイプ5*2	611,656	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		タイプ6*2	611	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		タイプ7*2	611	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		タイプ8*2	669	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		タイプ9*2	669	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		タイプ10*2	682	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		タイプ11*2	696	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		タイプ12*2	696	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		タイプ13*2	696	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		添付説明書-設3-1-表5	高性能エアフィルタ (バンク型)	高性能エアフィルタ (バンクタイプ1,2)	656	第2種	1.5	剛	剛	剛	剛
		高性能エアフィルタ (バンクタイプ3)	696	第2種	0.6	剛	剛	剛	剛	合格	
添付説明書-設3-1-表6	排ガス分解装置	排ガス分解装置(1)	635	第2種	0.6	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		排ガス分解装置(2)	635	第2種	0.6	剛	剛	剛	剛	剛	合格
添付説明書-設3-1-表7	排ガス冷却装置 (ウラン回収第1系列系統)	排ガス冷却装置	637	第2種	0.6	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		排ガス冷却装置架台	632	第2種	0.6	剛	剛	剛	剛	剛	合格
添付説明書-設3-1-表8	コンデンサ (ウラン回収第1系列系統)	コンデンサ	633	第2種	0.6	剛	剛	剛	剛	剛	合格
添付説明書-設3-1-表9	スタラバ (扇形排気系統)	スタラバ	692	第2種	0.6	剛	剛	剛	剛	剛	合格

添説設 3-1-7 表 インターロック 計算結果

申請番号	機器名	部位名称	安全機能番号	耐震重要度分類	地震加速度	固有振動数 (Hz)	剛柔	部材			結果
								評価種類	検定比	部材種類	
添付説明書-設3-1-表11	ロータリーキルンの地震インターロック	地震計	105	第1種	1.0	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		制御盤	105	第1種	1.0	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		窒素ガスボンベ架台	105	第1種	1.0	剛	剛	剛	剛	剛	合格
添付説明書-設3-1-表12	連続焼結炉、パッチ式小型焼結炉の地震インターロック	地震計	324,332	第1種	1.0	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		制御盤	324,332	第1種	1.0	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		窒素ガスボンベ架台	324,332	第1種	1.0	剛	剛	剛	剛	剛	合格
添付説明書-設3-1-表13	連続焼結炉 (加工機) の地震インターロック	地震計	414	第1種	1.0	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		制御盤	414	第1種	1.0	剛	剛	剛	剛	剛	合格
		窒素ガスボンベ架台	414	第1種	1.0	剛	剛	剛	剛	剛	合格
添付説明書-設3-1-表14	転換工場外の安全燃焼インターロック	制御盤	637	第2種	0.6	剛	剛	剛	剛	剛	合格

*1：明らかに高剛性の設備については、据付ボルト評価で代表する。

*2：機器形状を考慮し、架台の評価で代表する。

2. 各種評価結果

各種評価結果内容を以下の添付説明書に示す。

UO₂F₂貯槽の耐震計算書

1. 設備・機器概要

1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転1-1-1表に示す。

添説設3-1-転1-1-1表 対象設備 設置位置

機器名	建物名	区分	部屋名	参照図面
UO ₂ F ₂ 貯槽	工場棟	転換工場	転換加工室	添付図 図イ配-1

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転1-1-2表に示す。UO₂F₂貯槽は安全機能を有する設備としてUO₂F₂貯槽(1)(2)-A~(1)(2)-C及び熱交換器(UO₂F₂貯槽)(1)(2)を有する。

添説設3-1-転1-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
UO ₂ F ₂ 貯槽(1)(2)-A~(1)(2)-C	添付図 図イ設-1
熱交換器(UO ₂ F ₂ 貯槽)(1)(2)	添付図 図イ設-2

2. UO₂F₂貯槽(1)(2)-A～(1)(2)-Cの耐震計算

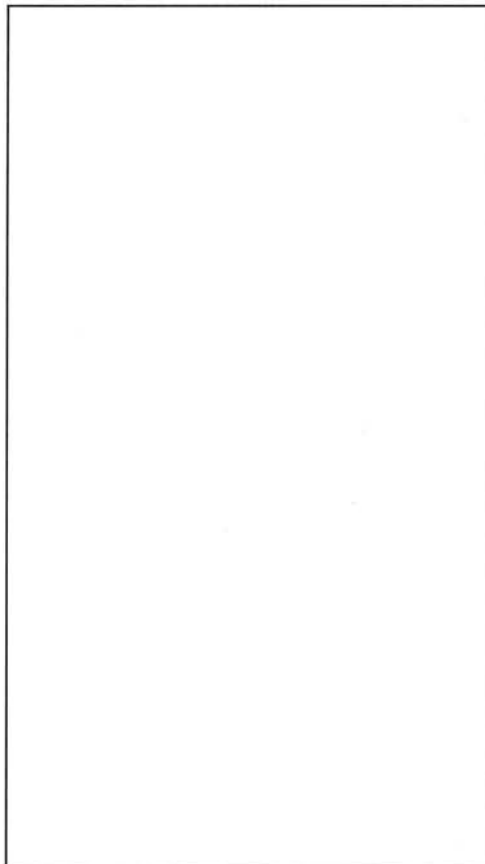
2. 1. 評価方法

UO₂F₂貯槽(1)(2)-A～(1)(2)-Cの地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

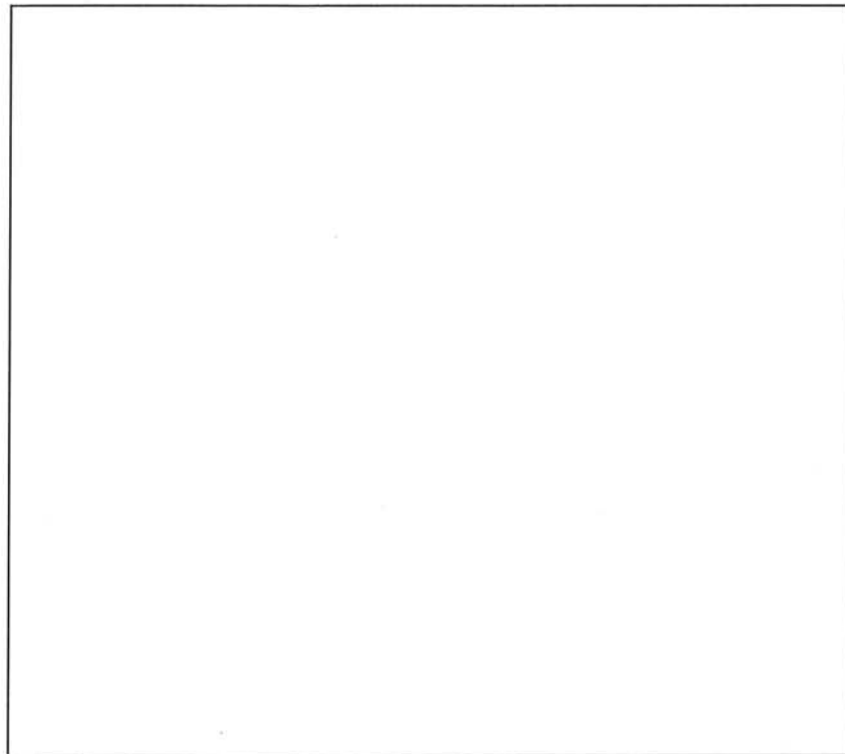
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転1-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転1-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転1-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転1-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転1-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 1-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 1-2-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	単位重量 [kg/m]	断面積 [mm ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
柱									計算値	
柱									計算値	
柱									計算値	

添説設 3-1-転 1-2-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm ²]	せん断弾性係数 [N/mm ²]	ポアソン比 [-]	出典
				鋼構造設計規準
				JSME S NJ1-2012
				JSME S NJ1-2012

添説設 3-1-転 1-2-3 表 主な作用荷重

荷重値	作用場所*1

*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線()で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

*2: ウランを含む。

2. 1. 2. 設計用地震力

2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量 δ [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$ [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は \square [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とされない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とされない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

2. 2. 応力評価

2. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 1-2-4 表及び添説設 3-1-転 1-2-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 1-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	03_01								
圧縮応力度	—	03_01								
せん断応力度	—	—								
曲げ応力度	—	—								
組合せ応力度	—	03_01								
組合せ応力	—	03_01								

添説設 3-1-転 1-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 正	03_01								
圧縮応力度	X 正	03_01								
せん断応力度	X 正	03_01								
曲げ応力度	X 正	03_01								
組合せ応力度	X 正	03_01								
組合せ応力	X 正	03_01								

2. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 1-2-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 1-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	Mx [N・m]	My [N・m]	Mz [N・m]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 正	03_01									
せん断応力度	X 正	03_01									
引抜力	—	—									

3. 熱交換器(UO₂F₂貯槽)(1)(2)の耐震計算

3. 1. 評価方法

熱交換器(UO₂F₂貯槽)(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として評価する。

3. 2. 本体の評価方法

一次固有振動数を算出する。本体の上端に自重相当の水平荷重が作用した際の上端における変形量を算出する。ここで総重量W=□[N]である。

$$P=W=\square[N]$$

本体上端に発生する最大たわみは下式より算出される。

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_y}$$

ここで、

P : 水平方向作用荷重

L : 評価長さ

E : ヤング係数

I_y : 断面二次モーメント

評価長さは重心高さからL=□[mm]、ヤング係数は使用部材であるステンレス鋼からE=□[MPa]、断面二次モーメントは最小断面積となる断面からI_y=□[mm⁴]を用いると、たわみ量は以下の通りとなる。

$$\delta = \square[\text{mm}] = \square[\text{cm}]$$

算出したその変位量を下記の式に用いて一次固有振動数 f を算出する。

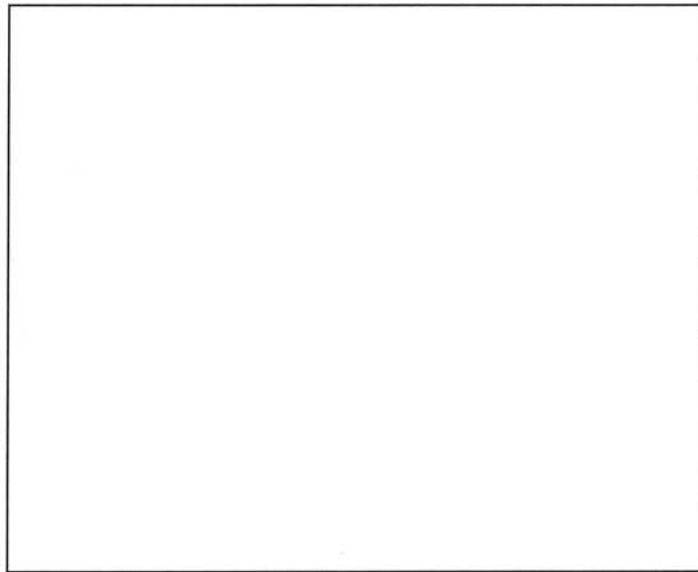
$$f = \frac{5}{\sqrt{\delta}}$$
$$f = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \div \square[\text{Hz}]$$

よって、一次固有振動数は□[Hz]となり、20[Hz]以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

3. 3. 据付ボルトの評価方法

3. 3. 1. 構造解析モデル

据付ボルトの評価モデルは添説設 3-1-転 1-3-1 図に示すとおりである。評価では、本体を質点としてモデル化し、重心位置に水平地震力 P が作用した際の転倒モーメント、安定モーメントを算出し、それらをもとに据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。許容限界は添付説明書-設 3-1-付 1 参照。



添説設3-1-転1-3-1図 熱交換器(UO₂F₂貯槽)(1)(2) モデル図

3. 3. 2. 評価結果

熱交換器(UO₂F₂貯槽)(1)(2)は剛構造のため、重心位置に水平地震力P(=W・K_H)が作用した際の転倒モーメント M1、安定モーメントM2を下式より算出する。ここで総重量W=□[N]、設計用水平震度K_H=□、重心高さh=□[mm]、ボルト支点間距離l₀=□[mm]、回転中心までの長さl₁=□[mm]を用いる。

$$M1 = P \cdot h = \square [N \cdot mm]$$

$$M2 = W \cdot l_1 = \square [N \cdot mm]$$

よって、ボルト本数n_t=□、引抜力に作用するボルト本数n_t'=□より、引抜力R_b、引張応力度σ_t、せん断応力度τは以下の通りであり、添説設 3-1-転 1-3-1 表にまとめる。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

$$R_b = \frac{M1 - M2}{l_0 \cdot nt'} = \boxed{} \text{ [N]}$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \boxed{} = \boxed{} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau = \frac{P}{A \cdot nt} = \boxed{} = \boxed{} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A = \boxed{} = \boxed{} \text{ [mm}^2\text{]}$$

A : ボルトの断面積

添説設3-1-転1-3-1表 据付ボルトの評価結果

評価対象	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度			
せん断応力度			
引抜力			

液受槽の耐震計算書

1. 設備・機器概要

1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転2-1-1表に示す。

添説設3-1-転2-1-1表 対象設備 設置位置

機器名	建物名	区分	部屋名	参照図面
液受槽	工場棟	転換工場	転換加工室	添付図 図イ配-1

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転2-1-2表に示す。

添説設3-1-転2-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
液受槽(1)(2)	添付図 図イ設-5

2. 液受槽(1)(2)の耐震計算

2. 1. 評価方法

液受槽(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

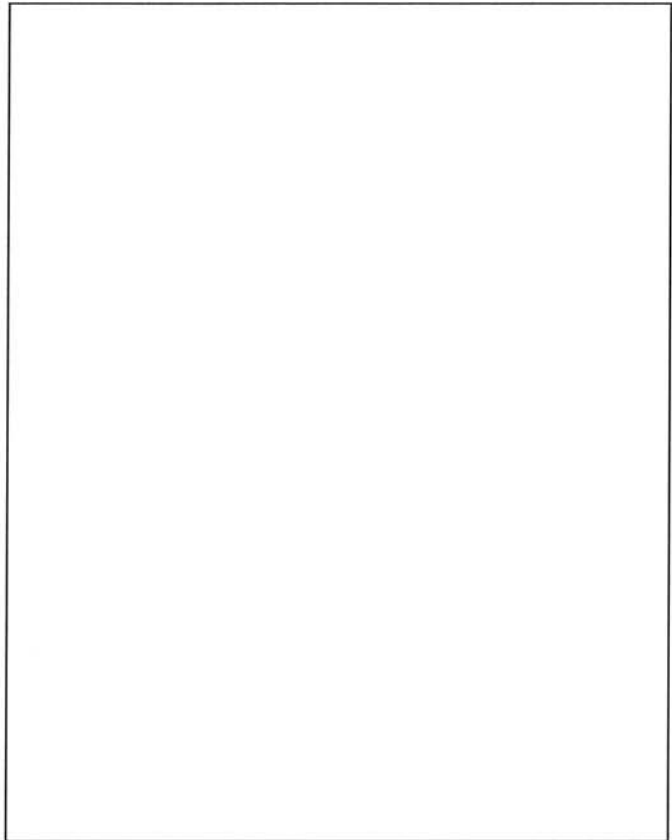
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転2-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転2-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転2-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転2-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転2-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 2-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 2-2-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	単位重量 [kg/m]	断面積 [mm ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
柱										計算値

添説設 3-1-転 2-2-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm ²]	せん断弾性係数 [N/mm ²]	ポアソン比 [-]	出典
				JSME S NJ1-2012

添説設 3-1-転 2-2-3 表 主な作用荷重

荷重値	作用場所*1

*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線()で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

*2: ウランを含む。

2. 1. 2. 設計用地震力

2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量 δ [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$ [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は \square [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造の設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

2. 2. 応力評価

2. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 2-2-4 表及び添説設 3-1-転 2-2-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 2-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	-	01_01								
圧縮応力度	-	01_01								
せん断応力度	-	-								
曲げ応力度	-	-								
組合せ応力度	-	01_01								
組合せ応力	-	01_01								

添説設 3-1-転 2-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	01_01								
圧縮応力度	X 正	01_01								
せん断応力度	X 正	01_01								
曲げ応力度	X 正	01_01								
組合せ応力度	X 正	01_01								
組合せ応力	X 正	01_01								

2. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 2-2-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 2-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	Mx [N・m]	Mz [N・m]	Mz [N・m]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	01_01									
せん断応力度	X 正	01_01									
引抜力	-	-									

調液貯槽の耐震計算書

1. 設備・機器概要

1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転3-1-1表に示す。

添説設3-1-転3-1-1表 対象設備 設置位置

機器名	建物名	区分	部屋名	参照図面
調液貯槽	工場棟	転換工場	転換加工室	添付図 図イ配-1

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転3-1-2表に示す。調液貯槽は安全機能を有する設備として調液貯槽(1)(2)-A、B、熱交換器(調液貯槽)(1)(2)及び熱交換器(調液貯槽)(2)架台を有する。

添説設3-1-転3-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
調液貯槽(1)(2)-A、B	添付図 図イ設-6
熱交換器(調液貯槽)(1)(2) 熱交換器(調液貯槽)(2)架台	添付図 図イ設-7

2. 調液貯槽(1)(2)－A,Bの耐震計算

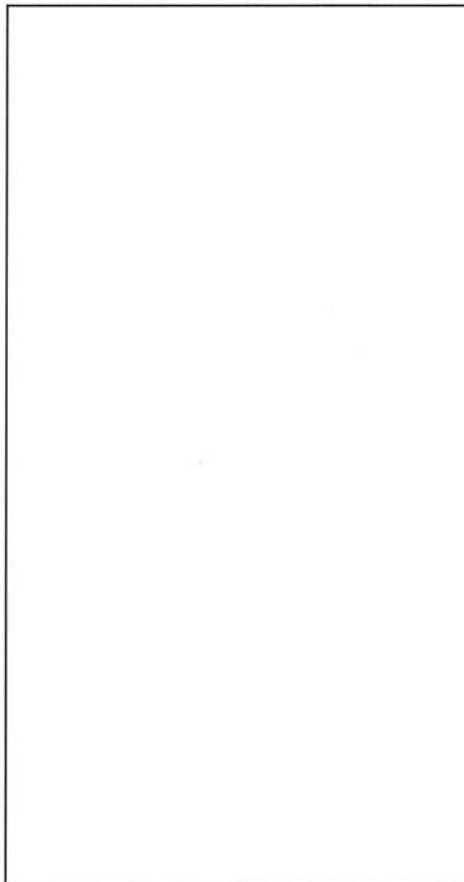
2. 1. 評価方法

調液貯槽(1)(2)－A,Bの地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

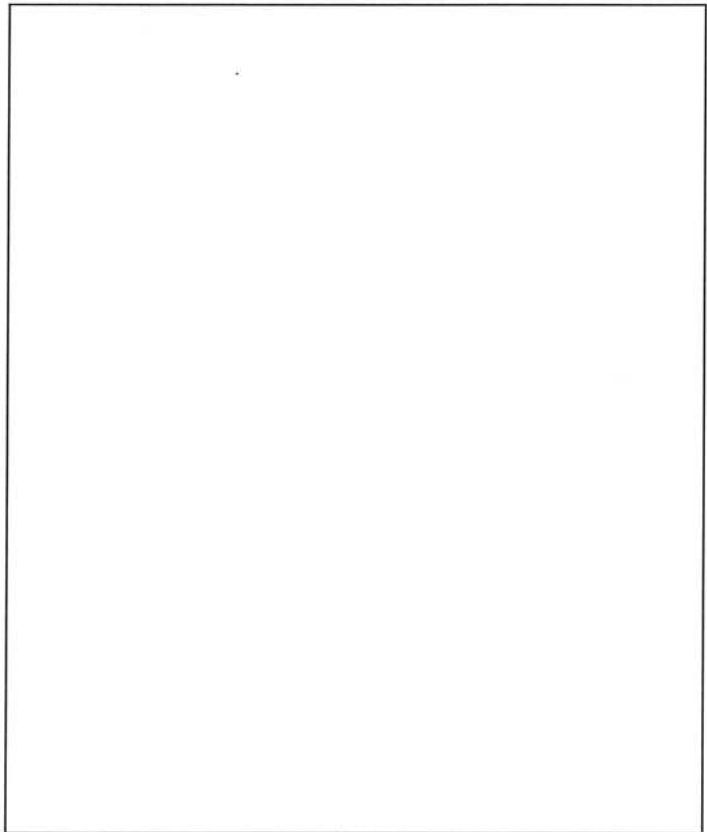
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転3-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転3-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転3-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転3-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転3-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 3-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 3-2-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	単位重量 [kg/m]	断面積 [mm ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
柱										計算値
柱										計算値
柱										計算値

添説設 3-1-転 3-2-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm ²]	せん断弾性係数 [N/mm ²]	ポアソン比 [-]	出典
				鋼構造設計規準
				JSME S NJ1-2012
				JSME S NJ1-2012

添説設 3-1-転 3-2-3 表 主な作用荷重

荷重値	作用場所*1

*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線()で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

*2: ウランを含む。

2. 1. 2. 設計用地震力

2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量 δ [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$ [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は \square [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

2. 2. 応力評価

2. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転3-2-4表及び添説設3-1-転3-2-5表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設3-1-転3-2-4表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	03_01								
圧縮応力度	—	03_01								
せん断応力度	—	—								
曲げ応力度	—	—								
組合せ応力度	—	03_01								
組合せ応力	—	03_01								

添説設3-1-転3-2-5表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X正	03_01								
圧縮応力度	X正	03_01								
せん断応力度	X正	03_01								
曲げ応力度	X正	03_01								
組合せ応力度	X正	03_01								
組合せ応力	X正	03_01								

2. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転3-2-6表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設3-1-転3-2-6表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	Mx [N・m]	My [N・m]	Mz [N・m]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X正	03_01									
せん断応力度	X正	03_01									
引抜力	—	—									

3. 熱交換器(調液貯槽)(1)(2)の耐震計算

3. 1. 評価方法

熱交換器(調液貯槽)(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として評価する。

3. 2. 本体の評価方法

一次固有振動数を算出する。本体の上端に自重相当の水平荷重が作用した際の上端における変形量を算出する。ここで総重量 $W=□[N]$ である。

$$P=W=□[N]$$

本体上端に発生する最大たわみは下式より算出される。

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_y}$$

ここで、

P : 水平方向作用荷重

L : 評価長さ

E : ヤング係数

I_y : 断面二次モーメント

評価長さは重心高さから $L=□[mm]$ 、ヤング係数は使用部材であるステンレス鋼から $E=□[MPa]$ 、断面二次モーメントは最小断面積となる断面から $I_y=□[mm^4]$ を用いると、たわみ量は以下の通りとなる。

$$\delta = □[mm] = □[cm]$$

算出したその変位量を下記の式に用いて一次固有振動数 f を算出する。

$$f = \frac{5}{\sqrt{\delta}}$$

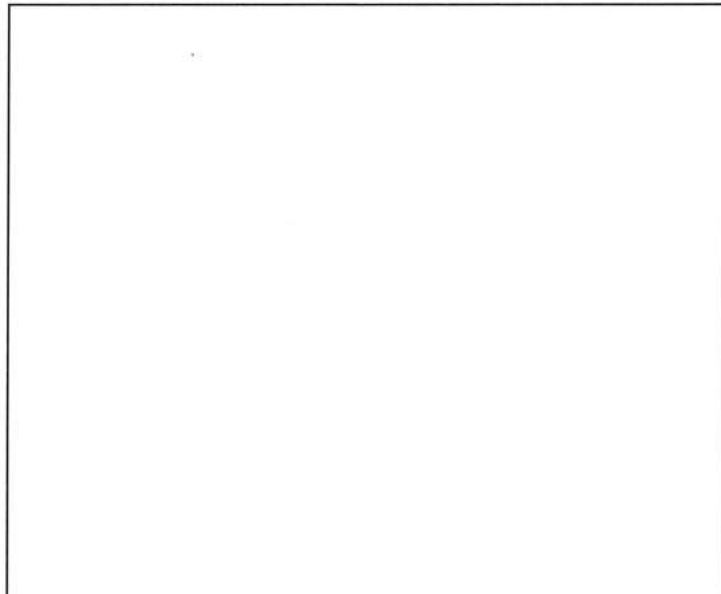
$$f = \frac{5}{\sqrt{□}} = □[Hz]$$

よって、一次固有振動数は $□[Hz]$ となり、 $20[Hz]$ 以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

3. 3. 据付ボルトの評価方法

3. 3. 1. 構造解析モデル

据付ボルトの評価モデルは添説設 3-1-転 3-3-1 図に示すとおりである。評価では、本体を質点としてモデル化し、重心位置に水平地震力Pが作用した際の転倒モーメント、安定モーメントを算出し、それらをもとに据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。許容限界は添付説明書一設 3-1-付 1 参照。



添説設3-1-転3-3-1図 熱交換器(調液貯槽)(1)(2) モデル図

3. 3. 2. 評価結果

熱交換器(調液貯槽)(1)(2)は剛構造のため、重心位置に水平地震力P(=W・K_H)が作用した際の転倒モーメントM₁、安定モーメントM₂を下式より算出する。ここで総重量W=□[N]、設計用水平震度K_H=□、重心高さh=□[mm]、ボルト支点間距離l₀=□[mm]、回転中心までの長さl₁=□[mm]を用いる。

$$M_1 = P \cdot h = \square [N \cdot mm]$$

$$M_2 = W \cdot l_1 = \square [N \cdot mm]$$

よって、ボルト本数nt=□、引抜力に作用するボルト本数nt'=□より、引抜力R_b、引張応力度σ_t、せん断応力度τは以下の通りであり、添説設 3-1-転 3-3-1 表にまとめる。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

$$R_b = \frac{M1 - M2}{l_0 \cdot nt'} = \boxed{} [N]$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \boxed{} = \boxed{} [N/mm^2]$$

$$\tau = \frac{P}{A \cdot nt} = \boxed{} = \boxed{} [N/mm^2]$$

$$A = \boxed{} = \boxed{} [mm^2]$$

A : ボルトの断面積

添説設3-1-転3-3-1表 据付ボルトの評価結果

評価対象	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度			
せん断応力度			
引抜力			

4. 熱交換器(調液貯槽)(2)架台の耐震計算

4. 1. 評価方法

熱交換器(調液貯槽)(2)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

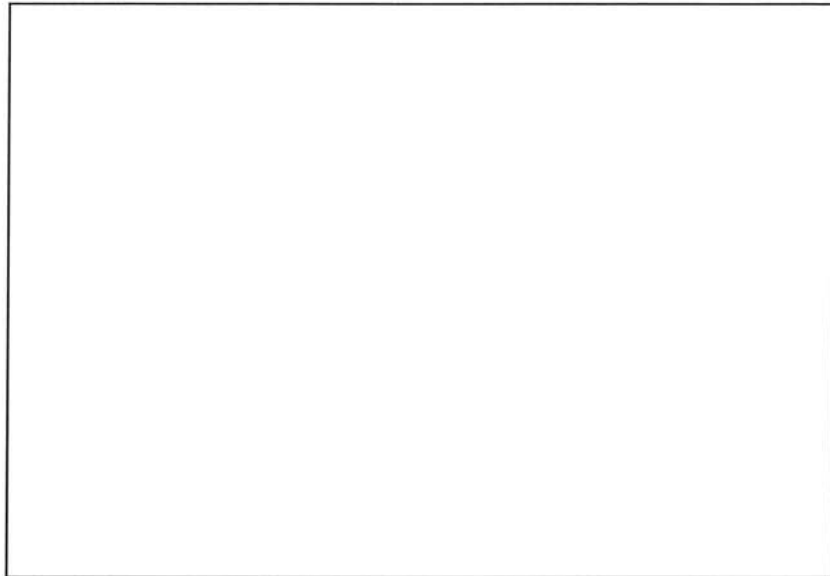
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転3-4-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転3-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転3-4-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転3-4-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転3-4-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 3-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 3-4-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	単位重量 [kg/m]	断面積 [mm ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり										JIS G4317
柱										JIS G4317

添説設 3-1-転 3-4-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm ²]	せん断弾性係数 [N/mm ²]	ポアソン比 [-]	出典
				JSME S NJ1-2012

添説設 3-1-転 3-4-3 表 主な作用荷重

荷重値	作用場所*

(注 1)熱交換器(調液貯槽)(2)の計算結果より設定

* : 節点番号は数字または階層と番号を下線()で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

4. 1. 2. 設計用地震力

4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量 δ [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$ [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdot \cdot \cdot \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は \square [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造の設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書－設 3－1－付 1 に示す。

4. 2. 応力評価

4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書－設 3－1－付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3－1－転 3－4－4 表及び添説設 3－1－転 3－4－5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 3-4-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	—								
圧縮応力度	—	00_01								
せん断応力度	—	01_01								
曲げ応力度	—	01_01								
組合せ応力度	—	01_01								
組合せ応力	—	01_01								

添説設 3-1-転 3-4-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	Y 正	01_01								
圧縮応力度	Y 正	00_03								
せん断応力度	Y 正	01_03								
曲げ応力度	Y 正	01_03								
組合せ応力度	Y 正	01_03								
組合せ応力	X 負	01_01								

4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 3-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 3-4-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	Y 正	00_01						
せん断応力度	X 正	00_02						
引抜き	—	—						

沈殿槽の耐震計算書

1. 設備・機器概要

1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転4-1-1表に示す。

添説設3-1-転4-1-1表 対象設備 設置位置

機器名	建物名	区分	部屋名	参照図面
沈殿槽	工場棟	転換工場	転換加工室	添付図 図イ配-1

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転4-1-2表に示す。沈殿槽は安全機能を有する設備として沈殿槽(1)(2)-A, (1)(2)-B、沈殿槽(1)(2)架台、加水設備共通架台及び飛散防止カバー、 UO_2F_2 配管用防護カバー及び UO_2F_2 配管用防護カバー架台を有する。

添説設3-1-転4-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
沈殿槽(1)(2)-A, (1)(2)-B 沈殿槽(1)(2)架台	添付図 図イ設-8
加水設備共通架台及び飛散防止カバー	添付図 図イ設-123
UO_2F_2 配管用防護カバー UO_2F_2 配管用防護カバー架台	添付図 図イ設-4

2. 沈殿槽(1)(2)-A, (1)(2)-Bの耐震計算

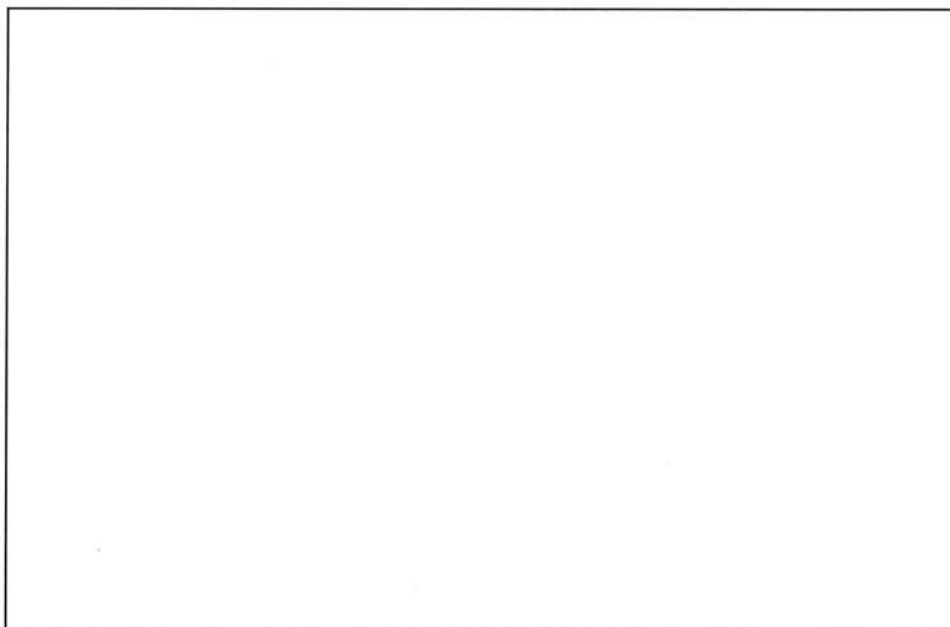
2. 1. 評価方法

沈殿槽(1)(2)-A, (1)(2)-Bの地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

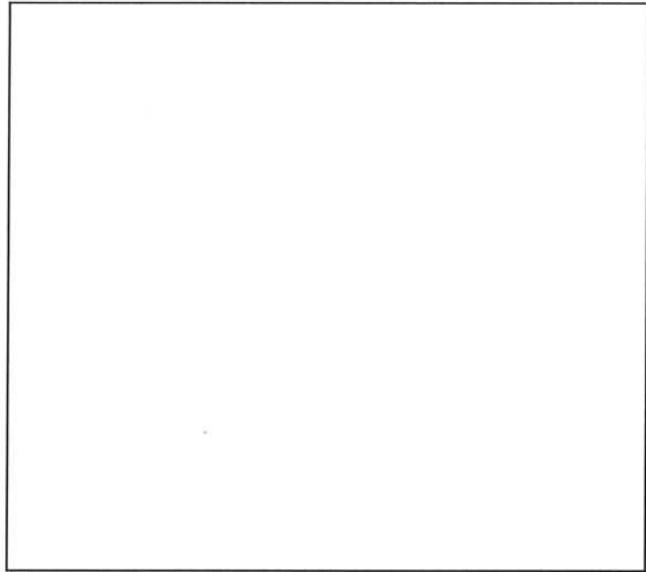
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転4-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転4-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転4-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転4-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転4-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 4-2-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	単位重量 [kg/m]	断面積 [mm ²]	断面二次 モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二 次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
柱										計算値
柱										計算値
柱										計算値

添説設 3-1-転 4-2-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm ²]	せん断弾性係数 [N/mm ²]	ポアソン比 [-]	出典
				鋼構造設計規準
				JSME S NJ1-2012
				JSME S NJ1-2012

添説設 3-1-転 4-2-3 表 主な作用荷重

荷重値	作用場所*1

*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線()で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

*2: ウランを含む。

2. 1. 2. 設計用地震力

2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量 δ [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$ [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は \square [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

2. 2. 応力評価

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 4-2-4 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 4-2-4 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	Mx [N・m]	My [N・m]	Mz [N・m]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 正	03_01									
せん断応力度	X 正	03_01									
引抜力	—	—									

3. 沈殿槽(1)(2)架台の耐震計算

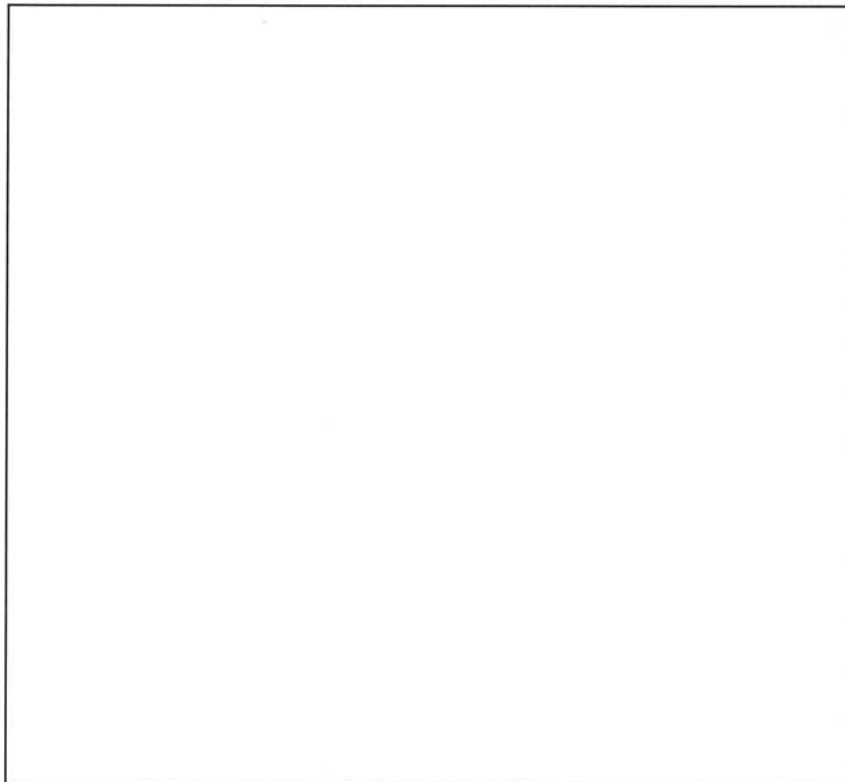
3. 1. 評価方法

沈殿槽(1)(2)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

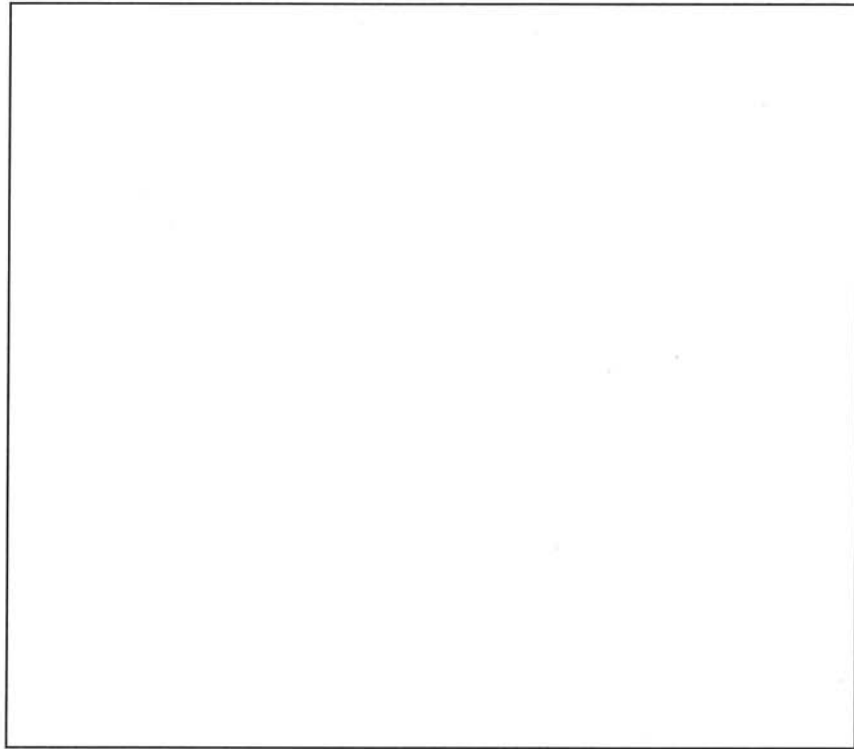
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転4-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転4-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転4-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転4-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転4-3-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 4-3-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	単位重量 [kg/m]	断面積 [mm ²]	断面二次 モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二 次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり										JIS G3192
柱										JIS G3192
はり										JIS G3192

添説設 3-1-転 4-3-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm ²]	せん断弾性係数 [N/mm ²]	ポアソン比 [-]	出典
				鋼構造設計規準

添説設 3-1-転 4-3-3 表 主な作用荷重

荷重値	作用場所*

(注 1) 沈殿槽(1)(2)-A, (1)(2)-B の計算結果より設定

* : 節点番号は数字または階層と番号を下線()で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

3. 1. 2. 設計用地震力

3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量 δ [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$ [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は \square [Hz]となり、20 [Hz]未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場1階に設置しており、耐震重要度分類第1類であることから、設計用地震力は静的地震力の1.0Gとする。

3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設3-1-付1に示す。

3. 2. 応力評価

3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転4-3-4表及び添説設3-1-転4-3-5表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 4-3-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	02_01								
圧縮応力度	—	00_03								
せん断応力度	—	00_07								
曲げ応力度	—	00_09								
組合せ応力度	—	00_09								
組合せ応力	—	00_09								

添説設 3-1-転 4-3-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 負	04_03								
圧縮応力度	Y 正	00_06								
せん断応力度	Y 正	00_07								
曲げ応力度	Y 正	00_06								
組合せ応力度	Y 正	00_06								
組合せ応力	Y 正	00_06								

3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 4-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 4-3-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 負	00_04						
せん断応力度	Y 負	00_02						
引抜力	—	—						

4. 加水設備共通架台及び飛散防止カバーの耐震計算

4. 1. 評価方法

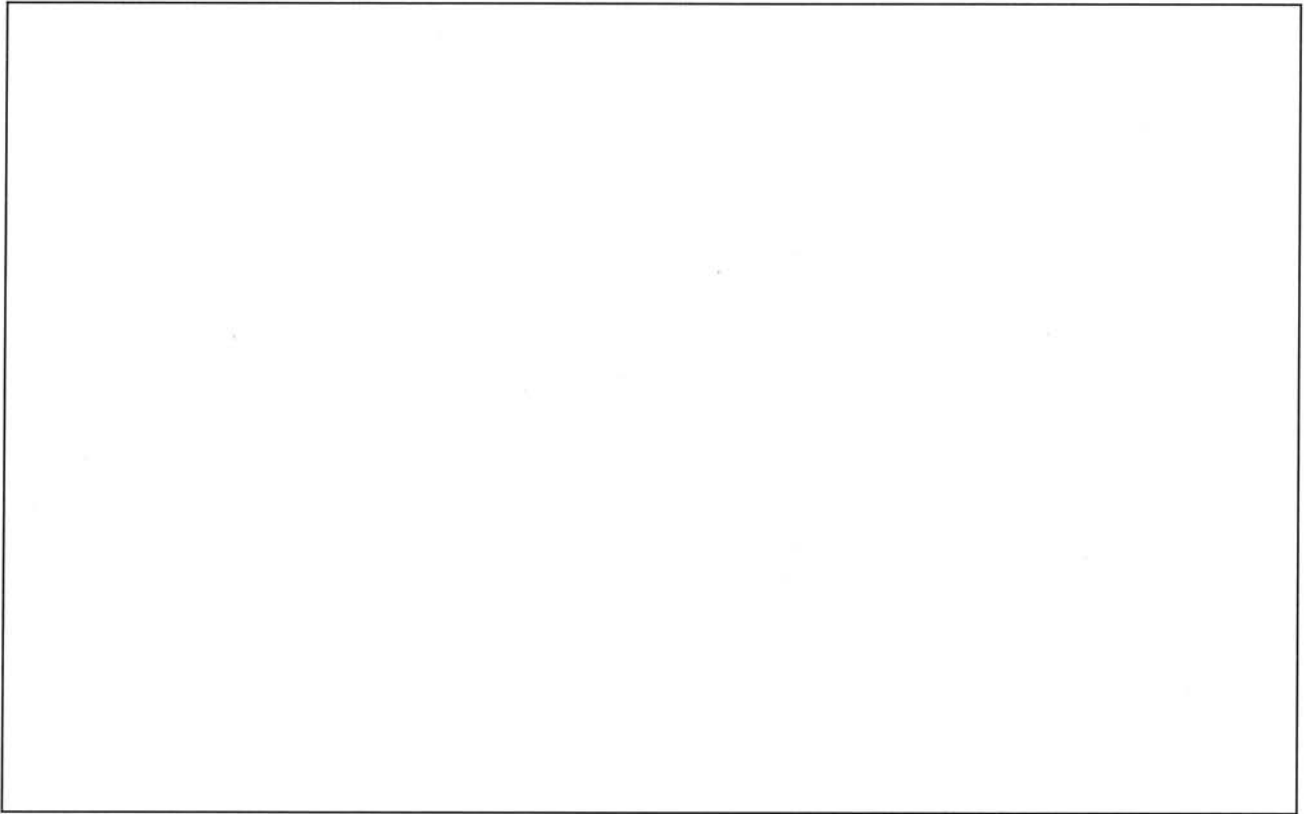
加水設備共通架台及び飛散防止カバーの地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは MSC. NASTRAN Ver. 2013. 1. 0^{*1} を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

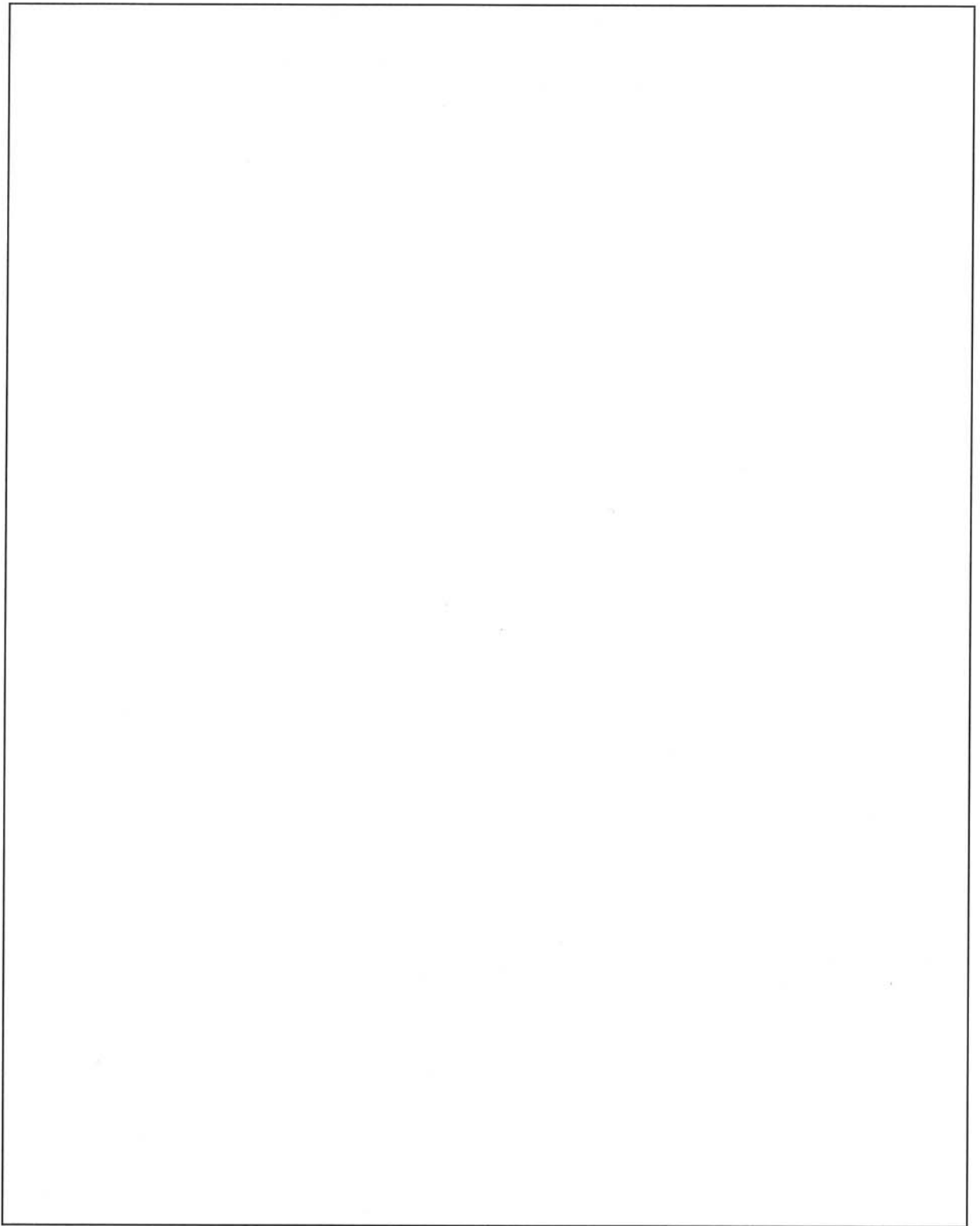
*1 NASTRAN は NASA の「有限要素法プログラム作成プロジェクト」により、航空機の機体強度解析用として開発された有限要素法による汎用構造解析用計算機コードである。1971 年に The MacNeal-Schwendler から MSC NASTRAN として一般商業用にリリースされた。現在では PWR 原子力発電施設の応力解析をはじめ、航空宇宙、自動車、造船、機械、土木及び建築など様々な分野の使用実績を有している。

4. 1. 1. 構造解析モデル

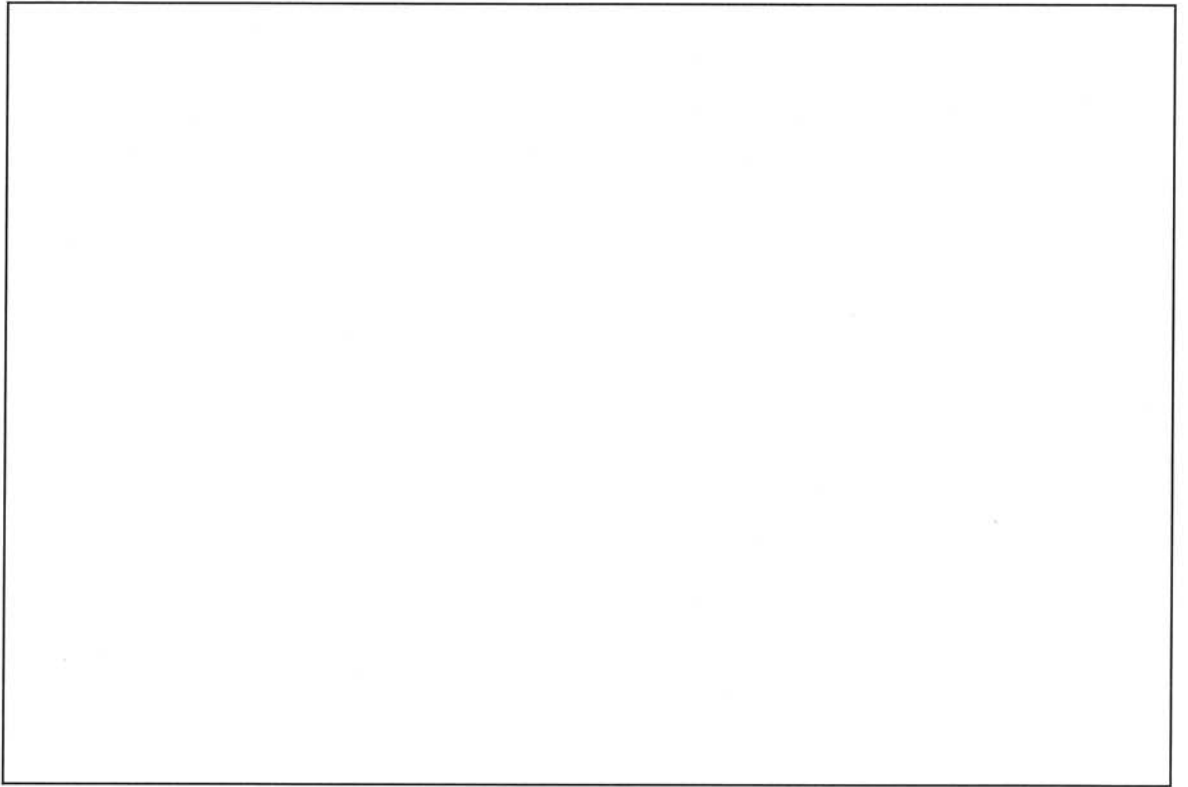
はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 4-4-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 4-4-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 4-4-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 4-4-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



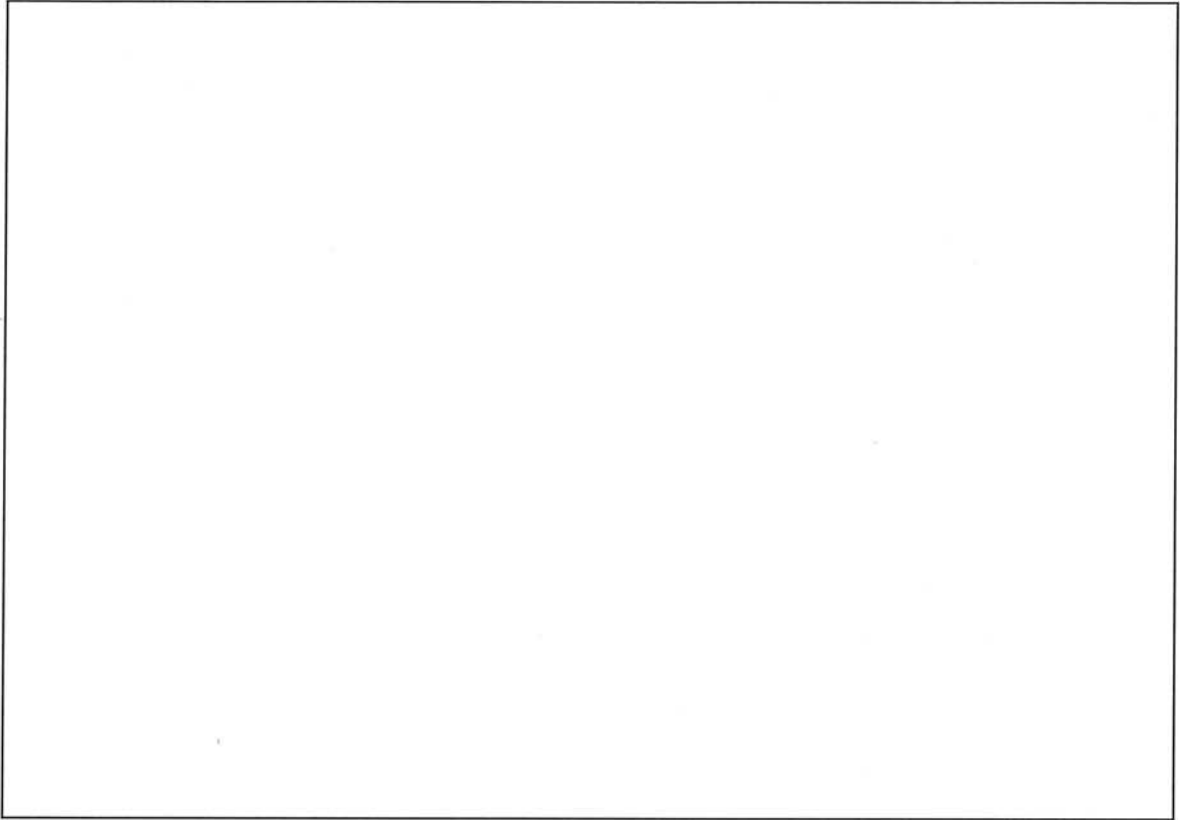
添説設 3-1-転 4-4-1 図(1/72) 構造解析モデル



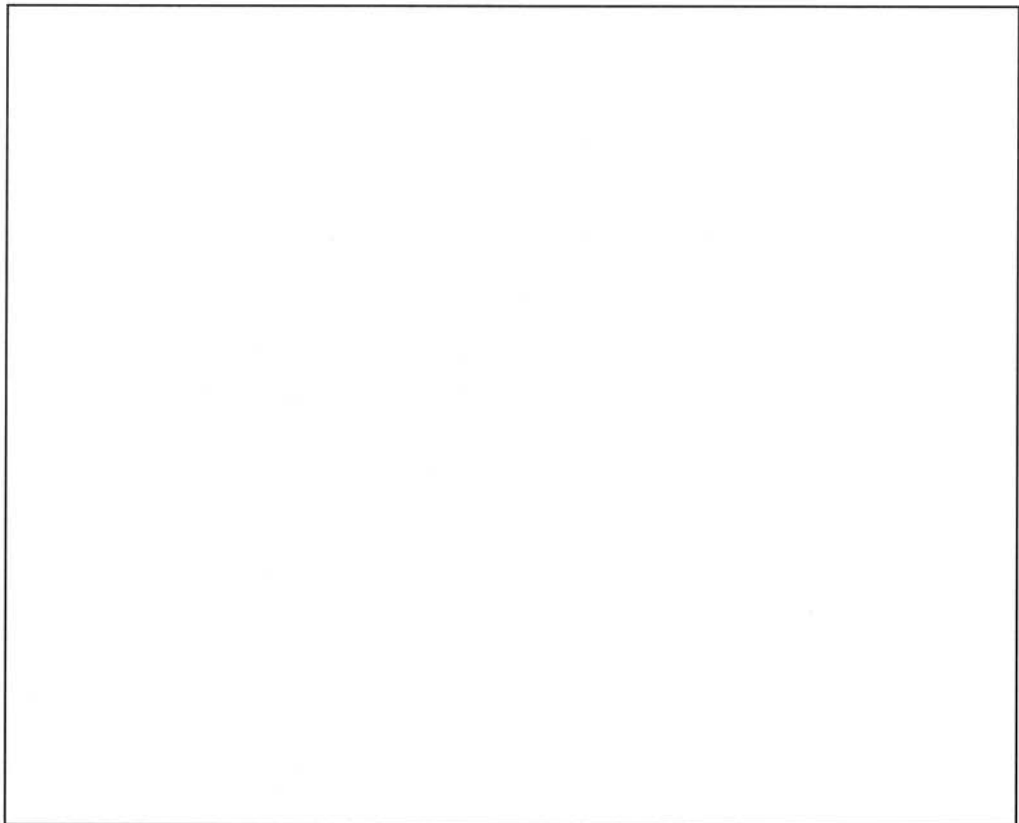
添説設 3-1-転 4-4-1 図(2/72) 構造解析モデル



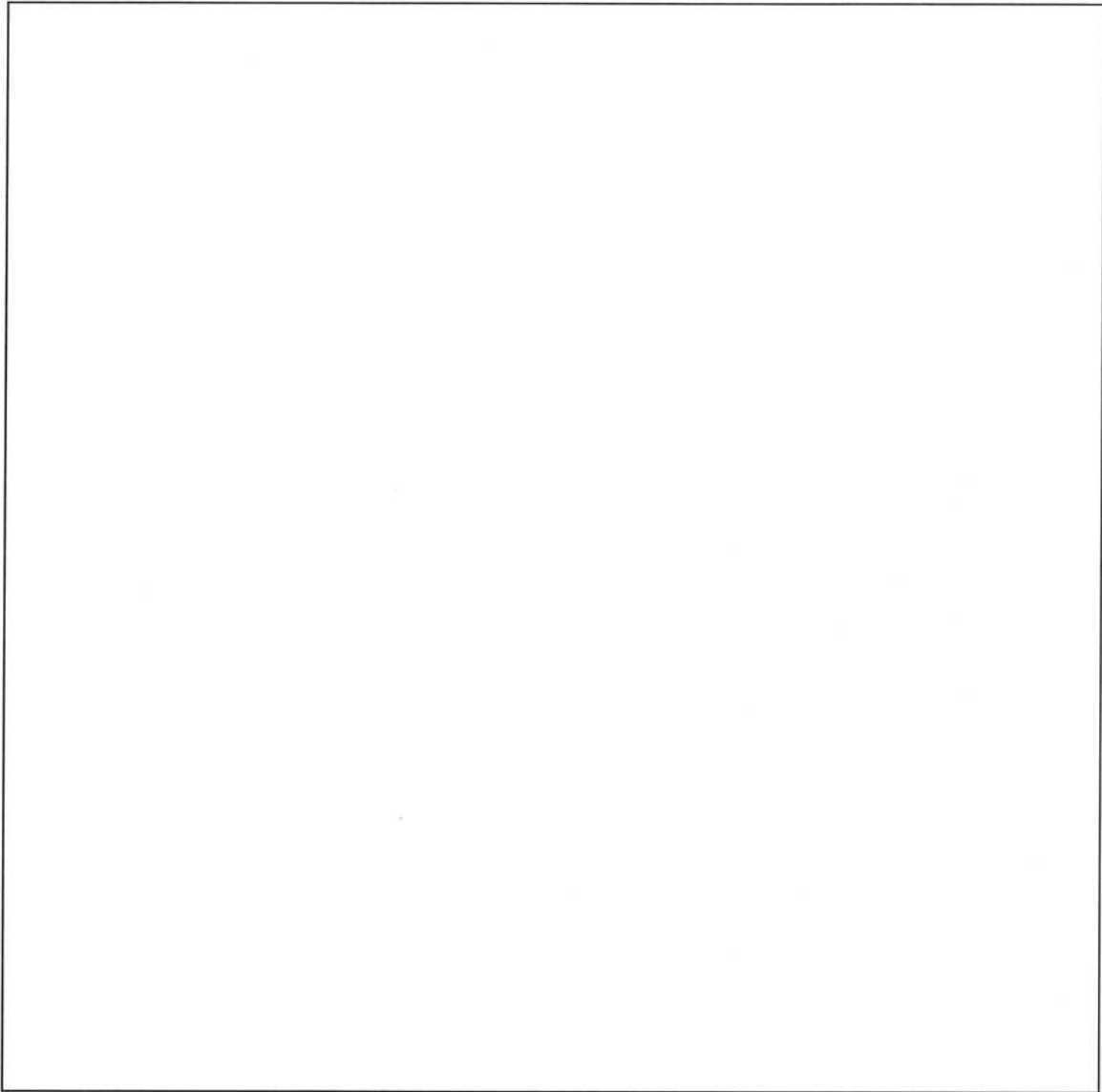
添説設 3-1-転 4-4-1 図(3/72) 構造解析モデル



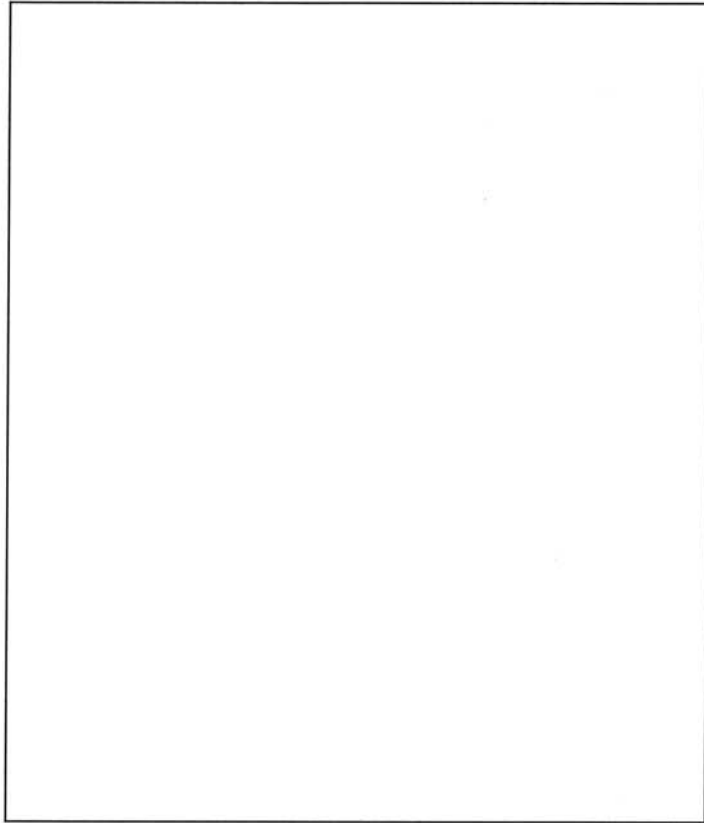
添説設 3-1-転 4-4-1 図(4/72) 構造解析モデル



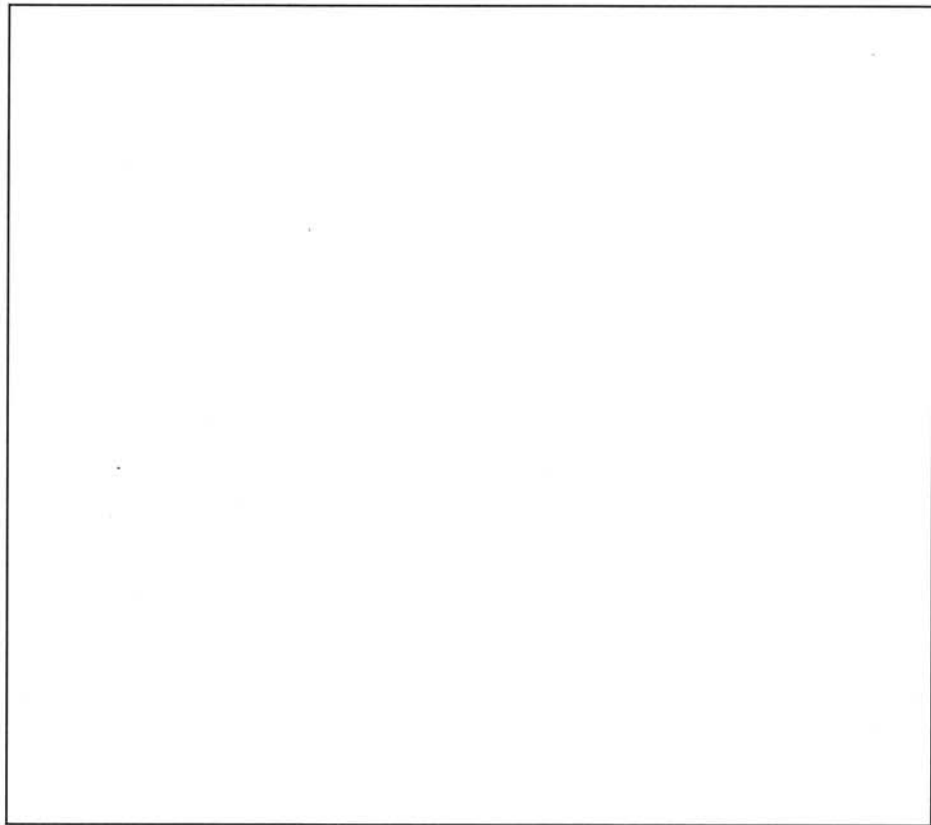
添説設 3-1-転 4-4-1 図(5/72) 構造解析モデル



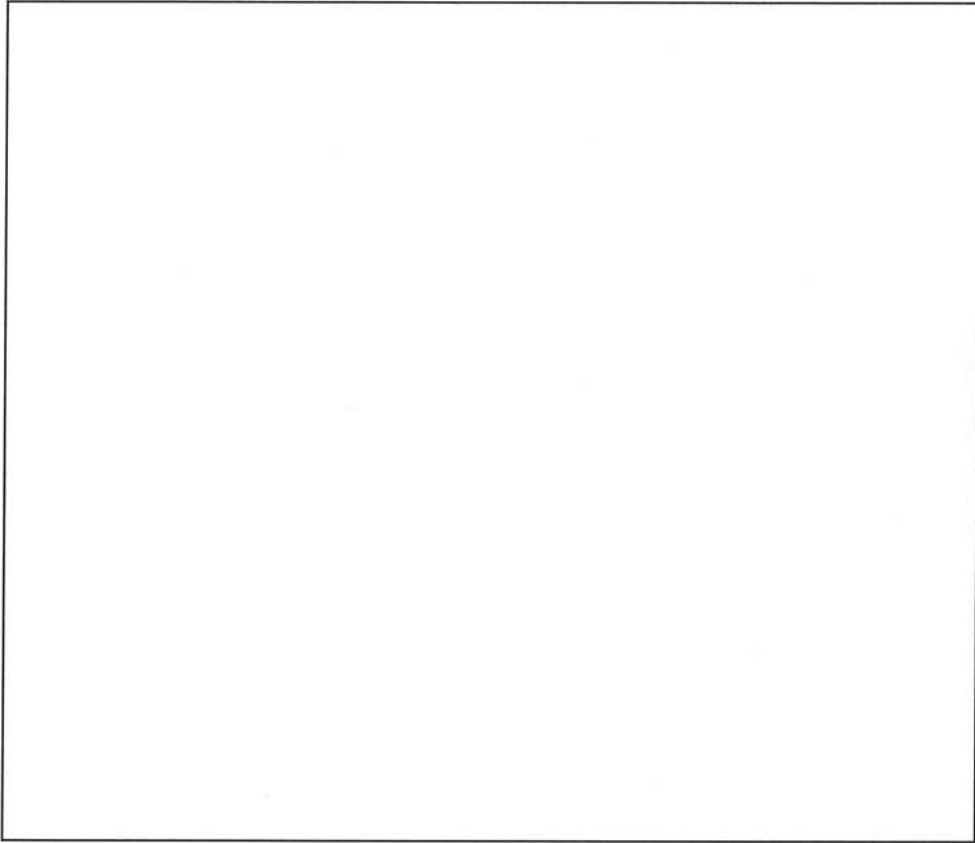
添説設 3-1-転 4-4-1 図(6/72) 構造解析モデル



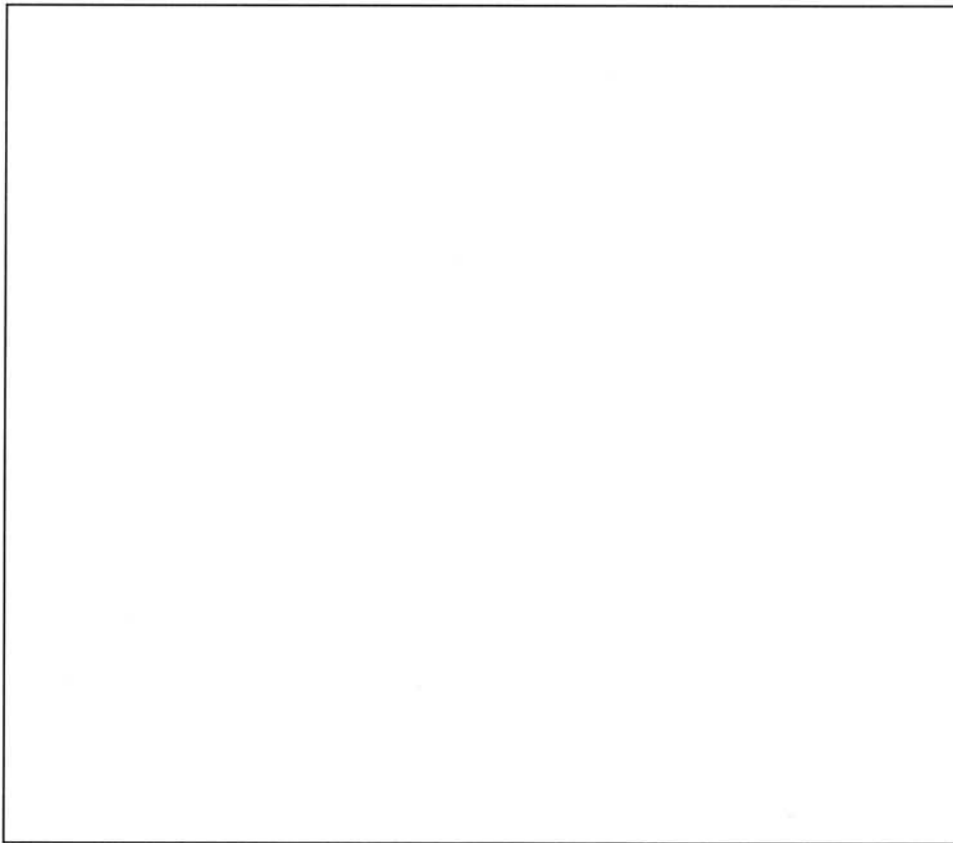
添説設 3-1-転 4-4-1 図(7/72) 構造解析モデル



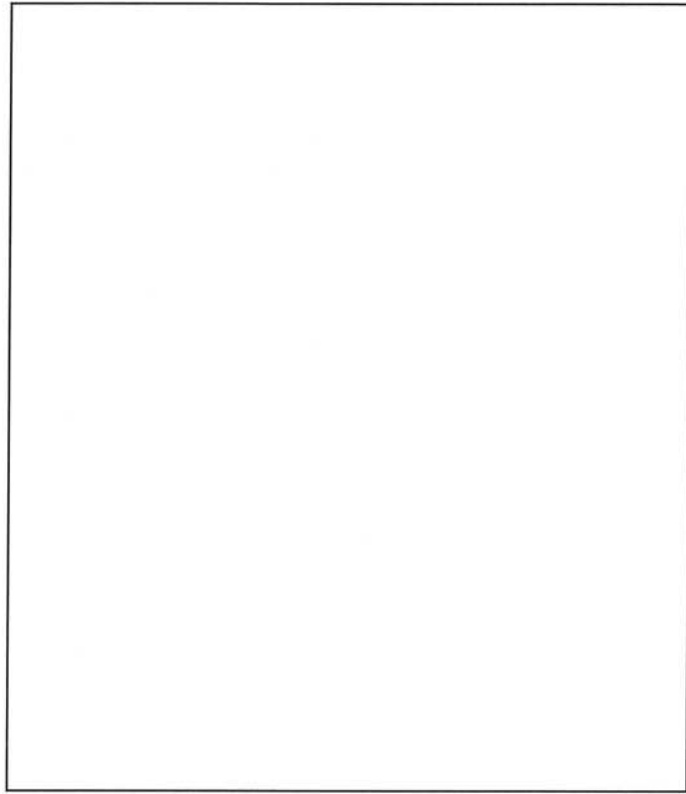
添説設 3-1-転 4-4-1 図(8/72) 構造解析モデル



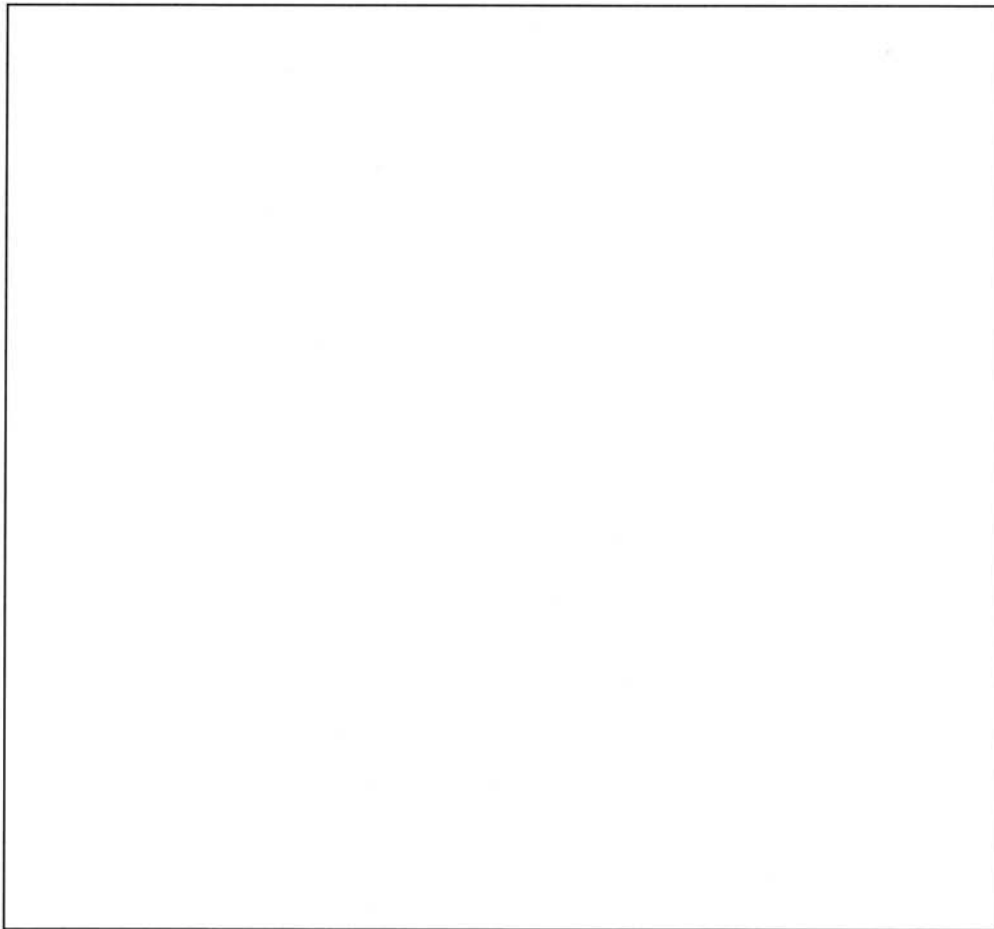
添説設 3-1-転 4-4-1 図(9/72) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-4-1 図(10/72) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-4-1 図(11/72) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-4-1 図(12/72) 構造解析モデル