

2.44 放射性固体廃棄物等の管理施設及び関連施設（増設雑固体廃棄物焼却設備）

2.44.1 基本設計

2.44.1.1 設置の目的

増設雑固体廃棄物焼却設備は、放射性固体廃棄物等（その他雑固体廃棄物、使用済樹脂、瓦礫類、伐採木、使用済保護衣等）で処理可能なものについて焼却処理することを目的とする。

2.44.1.2 要求される機能

放射性固体廃棄物等の処理にあたっては、その廃棄物の性状に応じて適切に処理し、遮へい等の適切な管理を行うことにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること。

2.44.1.3 設計方針

(1) 放射性固体廃棄物等の処理

増設雑固体廃棄物焼却設備は、放射性固体廃棄物等の処理過程において放射性物質の散逸等の防止を考慮した設計とする。具体的には、焼却処理により発生する焼却灰は専用の密閉できる保管容器に詰めて密閉し、固体廃棄物貯蔵庫などの遮へい機能を有する設備に貯蔵保管する。処理過程においては、系統を負圧にし、放射性物質が散逸しない設計とする。

(2) 放射性気体廃棄物の考慮

増設雑固体廃棄物焼却設備は、敷地周辺の線量を合理的に達成できる限り低減できるように、焼却処理に伴い発生する排ガス及び汚染区域の排気を、フィルタを通し放射性物質を十分低い濃度になるまで除去した後、本建屋専用の排気筒から放出する設計としており、放出された粒子状の放射性物質の濃度は、試料放射能測定装置により、法令に定める濃度限度を下回ることを確認する。

なお、モニタリング設備にて排気中の放射性物質の濃度を監視しており、定められた値を上回った場合は、焼却運転を自動停止させる設計とする。

(3) 構造強度

「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（以下、「設計・建設規格」という。）に従うことを基本方針とし、必要に応じて JIS や製品規格に従った設計とする。

(4) 耐震性

増設雑固体廃棄物焼却設備の耐震設計は、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（平成 18 年 9 月 19 日）に従い設計するものとする。

(5) 火災防護

火災の早期検知に努めるとともに、消火設備を設けることで初期消火を可能にし、火災により安全性を損なうことのないようにする。

(6) 被ばく低減

増設雑固体廃棄物焼却設備は放射線業務従事者等の立入場所における線量を合理的に達成できる限り低減できるように、遮へい、機器の配置、放射性物質の漏えい防止、換気等の所要の放射線防護上の措置を講じた設計とする。

また、敷地周辺の線量を達成できる限り低減するため、遮へい等の所要の放射線防護上の措置を講じた設計とする。

2.44.1.4 供用期間中に確認する項目

増設雑固体廃棄物焼却設備は、焼却設備のフィルタとモニタリング設備の健全性を維持することにより排気筒から放出する排ガスについて、放射性物質の濃度を環境に放出可能な値まで低減できていること。

2.44.1.5 主要な機器

増設雑固体廃棄物焼却設備は、新たに設置する建屋内に設置され、焼却設備、換気空調設備、モニタリング設備等で構成され、放射性固体廃棄物等で処理可能なものを焼却する。

(1) 焼却設備

焼却設備はロータリーキルン・ストーカ・二次燃焼器（以下、焼却機器という。）、排ガス冷却器、バグフィルタ、プレフィルタ、一次排ガスフィルタ、二次排ガスフィルタ、排ガスブロワ、排ガス補助ブロワ、排気筒で構成される。

焼却機器は、ロータリーキルンを回転させることで攪拌させ、かつストーカ上で時間をかけて焼却処理を行い、二次燃焼器で排ガスを 800℃以上で2秒以上の滞留で完全燃焼させ、ダイオキシン類を完全に分解し安定した性状の排ガスを排ガス冷却器へ供給する。

排ガス冷却器では、水噴霧により排ガスを急冷しダイオキシン類の再合成を防止するとともに、高温に達した排ガスをフィルタ類で処理できる温度まで冷却する。

バグフィルタはケーシング内にろ布が装着され、排ガスを通すことによりろ布表面で集塵を行う。ダストが堆積した場合、逆洗により定期的にダストを払い落とし、回収を行う。なお、当該設備の除染係数（以下、DFとする。）は10以上を確保する。

一次排ガスフィルタ、二次排ガスフィルタは粒径 0.3 μm に対して 99.97%の粒子捕集率があるHEPAフィルタで構成され、バグフィルタで集塵しきれなかった排ガス中の微粒子を回収する。当該設備ではHEPAフィルタを一次排ガスフィルタ、二次排ガスフィルタの2段直列に配置することでDF=10⁵以上を確保する。なお、HEPAフィルタの目詰まり

抑制のため、その前段にプレフィルタを設ける。

排ガスブロワは、一連の系統を吸引しフィルタにて処理された排ガスを排気筒へ送り出す。また、系統を負圧にし、放射性物質の散逸等を防止する。

これらの焼却設備のDFは系統全体で 10^6 以上である。

なお、焼却処理にて発生する焼却灰は専用の密閉できる保管容器に保管する。

(2) 増設雑固体廃棄物焼却設備建屋

増設雑固体廃棄物焼却設備建屋（以下、増設焼却炉建屋という。）は、鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造および一部鉄骨造）の地上5階で、平面が約80m（東西方向）×約51m（南北方向）の建物で、地上高さは約39mである。

(3) 換気空調設備

換気空調設備は、送風機、排風機、排気フィルタ等で構成する。

送風機、排風機は、それぞれ50%容量のもの3台で構成する。建屋内に供給された空気は、フィルタを通した後、排風機により排気筒から大気に放出する。

(4) モニタリング設備

排気筒において排ガス中の放射性物質濃度をガス放射線モニタ及びダスト放射線モニタにより監視する。

(5) 遮へい壁

焼却設備、雑固体廃棄物、焼却灰からの放射線に対し、放射線業務従事者等を保護する目的として、主に機器まわりのコンクリート壁・天井による遮へいを行う。

また、敷地周辺の線量を達成できる限り低減するために、雑固体廃棄物及び焼却灰からの放射線について、建屋のコンクリート壁・天井により遮へいを行う。

2.44.1.6 自然災害対策等

(1) 津波

増設焼却炉建屋は、アウターライズ津波が到達しないと考えられるT.P.約32mの場所に設置する。このため、津波の影響は受けない。

(2) 火災

増設焼却炉建屋内では、可燃性の雑固体廃棄物を一時保管し、燃料を使用するため、火災報知設備、消火栓設備、消火設備、消火器等を消防法及び関係法令に基づいて適切に設置し、火災の早期検知、消火活動の円滑化を図る。

(3) その他の自然災害（台風、竜巻、積雪等）

台風・竜巻など暴風時に係る建屋の設計は、建築基準法及び関係法令に基づく風圧力に対して耐えられるように設計する。なお、その風圧力は、その地方における観測記録に基づくものとする。豪雨に対しては、構造設計上考慮することはないが、屋根面の排水等、適切な排水を行うものとする。

その他自然現象としては、積雪時に係る建屋の設計は、建築基準法及び関係法令、福島県建築基準法施行細則第 19 条に基づく積雪荷重に耐えられるように設計する。なお、その積雪荷重は、その地方における垂直積雪量を考慮したものとする。

2.44.1.7 構造強度及び耐震性

(1) 強度評価の基本方針

増設雑固体廃棄物焼却設備を構成する機器は、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」において、廃棄物処理設備に該当することから、クラス 3 に位置付けられる機器を含む。「設計・建設規格」のクラス 3 に該当するものについては、同規格に準拠した設計・製作・検査を行う。

(2) 耐震性評価の基本方針

増設雑固体廃棄物焼却設備の耐震設計は、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（平成 18 年 9 月 19 日）に従い設計するものとする。また、耐震性を評価するにあたっては、「JEA4601 原子力発電所耐震設計技術指針」を準用する。

2.44.1.8 機器の故障への対応

2.44.1.8.1 機器の単一故障

(1) 負圧維持機能を有する動的機器の故障

増設雑固体廃棄物焼却設備の負圧維持機能を有する動的機器に関しては予備機を設置する。負圧維持機能を有する排ガスブロワと排ガス補助ブロワは同時に運転することはないことから、いずれか一方が故障した場合には、もう一方の運転継続により負圧維持が可能となる。

(2) モニタリング設備の故障

ガス放射線モニタ及びダスト放射線モニタは、2 チャンネルを有し、1 チャンネル故障時でも他の 1 チャンネルで排気筒における放射性物質濃度を監視可能とする。

(3) その他の主要な機器の故障

その他の主要な機器が故障した場合、速やかに焼却運転を停止させる。

(4) 電源喪失

増設雑固体廃棄物焼却設備の電源は2系統より受電する設計とし、1系統からの受電が停止した場合でも全ての負荷に給電できる構成とする。

2.44.1.8.2 複数の設備が同時に機能喪失した場合

増設雑固体廃棄物焼却設備の複数の設備が同時に機能喪失した場合、速やかに焼却処理を停止する。外部電源喪失した場合、廃棄物の供給は停止するため、焼却は自然に停止に向かう。

2.44.2 基本仕様

2.44.2.1 主要仕様

(1) 焼却設備

a. ロータリーキルン・ストーカ・二次燃焼器

名 称			ロータリーキルン・ストーカ ・二次燃焼器	
容 量		kcal/h/基	約 13400000 (廃棄物 3960kg/h 相当)	
ロータリーキルン	主要寸法	長 さ	mm	8000
		胴 外 径	mm	3750
		外 殻 厚 さ	mm	25
	材料	外 殻	—	SS400
ストーカ	主要寸法	た て	mm	9262
		横	mm	3158
		高 さ	mm	7304
		外 殻 厚 さ	mm	9
	材料	外 殻	—	SS400
二次燃焼器	主要寸法	た て	mm	3718
		横	mm	3718
		高 さ	mm	12219
		外 殻 厚 さ	mm	9
	材料	外 殻	—	SS400
基 数		基	1	

b. 排ガス冷却器

名 称			排ガス冷却器	
主要寸法	高 さ	mm	26023	
	胴 外 径	mm	4468	
	外 殻 厚 さ	mm	9	
材料	外 殻	—	SS400	
基 数		基	1	

c. バグフィルタ

名 称		バグフィルタ	
容 量		Nm ³ /h/基	62000
主要寸法	た て	mm	10720
	横	mm	3060
	高 さ	mm	12000
材料	ケーシング	—	SS400
基 数		基	1

d. プレフィルタ

名 称		プレフィルタ	
容 量		Nm ³ /h/基	31000
主要寸法	胴 外 径	mm	2924
	長 さ	mm	4600
材料	ケーシング	—	SS400
基 数		基	2

e. 一次排ガスフィルタ

名 称		一次排ガスフィルタ	
容 量		Nm ³ /h/基	31000
主要寸法	胴 外 径	mm	2924
	長 さ	mm	6150
材料	ケーシング	—	SS400
基 数		基	2

f. 二次排ガスフィルタ

名 称		二次排ガスフィルタ	
容 量		Nm ³ /h/基	31000
主要寸法	胴 外 径	mm	2924
	長 さ	mm	6150
材料	ケーシング	—	SS400
基 数		基	2

g. 排気筒

名 称			排気筒
主要 寸法	洞 外 径	mm	2518
	高 さ	mm	16000
材 料	洞 板	—	SUS304
基 数		基	1

h. 煙道

名 称			煙道
主要 寸法	外 径 / 厚 さ	mm	1524.0 / 12.0
			1117.6 / 12.0
材 料	本 体	—	SS400

i. 排ガスブロワ

容 量 62000Nm³/h/基
基 数 1

j. 排ガス補助ブロワ

容 量 6800Nm³/h/基
基 数 1

(2) 廃液処理設備

a. 建屋ドレンサンプタンク

名 称		建屋ドレンサンプタンク	
容 量	m ³ /基	4.5	
最高使用圧力	MPa	静水頭	
最高使用温度	℃	66	
主 要 寸 法	胴 内 径	mm	2000
	胴 板 厚 さ	mm	6
	鏡 板 厚 さ	mm	6
	平 板 厚 さ	mm	12
	高 さ	mm	1944
材 料	胴 板	—	SUS304
	鏡 板	—	SUS304
基 数	基	1	
制 御 方 法	—	液位高による警報発報回路	

b. サンプルタンク

名 称		サンプルタンク	
容 量	m ³ /基	4.5	
最高使用圧力	MPa	静水頭	
最高使用温度	℃	66	
主 要 寸 法	胴 内 径	mm	2000
	胴 板 厚 さ	mm	6
	鏡 板 厚 さ	mm	6
	平 板 厚 さ	mm	12
	高 さ	mm	1944
材 料	胴 板	—	SUS304
	鏡 板	—	SUS304
基 数	基	1	
制 御 方 法	—	液位高による受入停止回路 液位高高による警報発報回路	

c. 建屋ドレンポンプ

容 量	2.4m ³ /h 基
基 数	1

d. サンプルポンプ

容 量	2.4m ³ /h/基
基 数	1

e. 主配管

名 称	仕 様	
建屋ドレンポンプから サンプルタンクまで (鋼管)	外径／厚さ	48.6mm／3.7mm 27.2mm／2.9mm
	材質	SUS304TP
	最高使用圧力	0.78MPa
	最高使用温度	66℃
サンプルポンプから 移送容器接続口まで (鋼管)	外径／厚さ	48.6mm／3.7mm 27.2mm／2.9mm
	材質	SUS304TP
	最高使用圧力	0.78MPa
	最高使用温度	66℃

f. 施設外への漏えいの拡大を防止するための堰その他の設備

名 称		ドレンタンク室 (F-1)
主要寸法	堰の高さ	30cm 以上
	床・壁の塗装	床面及び床面から堰の高さ以上までの壁面
材 料	堰	鉄筋コンクリート
	床・壁の塗装	エポキシ樹脂
取 付 箇 所		増設焼却炉建屋 地上1階

名 称		増設焼却炉建屋1階の施設外との境界壁面 (F-2) 及びこれに囲まれた床面 (F-3)
主要寸法	堰の高さ	—
	床・壁の塗装	床面及び床面から5cm以上までの壁面
材 料	堰	—
	床・壁の塗装	エポキシ樹脂
取 付 箇 所		増設焼却炉建屋 地上1階

名 称	搬出入室トラックヤード出入口	(F-4)
	送風機室前室出入口	(F-5)
	焼却炉室通路出入口	(F-6)
	出入管理エリア出入口	(F-7)
主要寸法	堰の高さ	5cm 以上
	床・壁の塗装	床面及び床面から堰の高さ以上までの壁面
材 料	堰	鉄筋コンクリート
	床・壁の塗装	エポキシ樹脂
取 付 箇 所	増設焼却炉建屋 地上 1 階	

名 称	増設焼却炉建屋 4 階の施設外との境界壁面 (F-8)	
	及びこれに囲まれた床面	
主要寸法	堰の高さ	—
	床・壁の塗装	床面及び床面から 5cm 以上までの壁面
材 料	堰	—
	床・壁の塗装	エポキシ樹脂
取 付 箇 所	増設焼却炉建屋 地上 4 階	

名 称	排気室出入口	(F-9)
	排気室出入口	(F-10)
主要寸法	堰の高さ	5cm 以上
	床・壁の塗装	床面及び床面から堰の高さ以上までの壁面
材 料	堰	鉄筋コンクリート
	床・壁の塗装	エポキシ樹脂
取 付 箇 所	増設焼却炉建屋 地上 4 階	

g. 漏えいの検出装置及び自動警報装置

	建屋ドレンサンプタンク, サンプルタンク (G-1)	
名 称	漏えい検出装置	警報装置
検出器の種類	電極式	—
動作範囲	ドレンタンク室集水ます底面 +20mm ～ドレンタンク室 1 階床面	ドレンタンク室集水ます底面 +20mm ～ドレンタンク室 1 階床面
取付箇所	ドレンタンク室	制御室表示

(3) 換気空調設備

a. 送風機

容 量 52500m³/h/基
基 数 3

b. 排風機

容 量 105000m³/h/基
基 数 3

c. 排気フィルタ

名 称		排気フィルタ	
容 量		m ³ /h/基	70000
主 要 寸 法	た て	mm	3070
	横	mm	4890
	高 さ	mm	3030
基 数		基	4

(4) モニタリング設備

名 称	検出器の種類	計測範囲	取付箇所
ダスト放射線モニタ	シンチレーション	10 ⁻¹ ~10 ⁵ s ⁻¹	増設雑固体廃棄物焼却設備排気筒出口 合計 2 チャンネル (監視・記録は制御室)
ガス放射線モニタ	シンチレーション	10 ⁻¹ ~10 ⁵ s ⁻¹	増設雑固体廃棄物焼却設備排気筒出口 合計 2 チャンネル (監視・記録は制御室)

(5) 補助遮へい

種類		主要寸法 (mm)	冷却方法	材料	
補助遮へい	増設焼却炉建屋	送風機室	南壁 (1階)	500	自然冷却 普通コンクリート (密度 2.15g/cm ³ 以上)
			南壁 (2階)	500	
			南壁 (3階)	500	
			天井 (3階)	300	
		送風機室前室	北壁 (1階)	500	
			東壁 (1階)	500	
		搬出入室	西壁 (1階)	500	
			西壁 (2階)	500	
			西壁 (3階)	500	
		搬出入室 トラックヤード	西壁 (1階)	500	
			南壁 (1階)	500	
			西壁 (2階)	500	
			南壁 (2階)	500	
			西壁 (3階)	500	
			南壁 (3階)	500	
灰充填室通路	南壁 (1階)	500			

種類			主要寸法 (mm)	冷却方法	材料	
補助遮へい	増設焼却炉建屋	焼却炉室	東壁 (2階)	650	自然冷却	普通コンクリート (密度 2.15g/cm ³ 以上)
			南壁 (2階)	500		
			東壁 (3階)	500		
			南壁 (3階)	500		
			東壁 (4階)	350		
			南壁 (4階)	500		
			西壁 (5階)	300		
			南壁 (5階)	300		
			天井 (5階)	200		
		焼却炉室通路	南壁 (1階)	500		
		廃棄物貯留ピット	北壁 (1階)	500		
			東壁 (1階)	650		
			北壁 (2階)	500		
			東壁 (2階)	650		
			東壁 (3階)	500		
			東壁 (4階)	350		
		灰ホッパ室	南壁 (2階)	500		
			南壁 (3階)	500		
		給気フィルタ室	天井 (2階)	300		

種類		主要寸法 (mm)	冷却方法	材料		
補助 遮へい	増設 焼却 炉建屋	廃棄物受入室	北壁 (3階)	350	自然冷却	普通コンクリート (密度 2.15g/cm ³ 以上)
			西壁 (3階)	500		
			東壁 (3階)	500		
			北壁 (4階)	350		
			東壁 (4階)	350		
		クレーン操作室	北壁 (3階)	200		
			東壁 (3階)	200		
			南壁 (3階)	200		
			天井 (3階)	200		
		排気室	北壁 (4階)	350		
			西壁 (4階)	350		
			天井 (4階)	300		
		廃油タンク室	西壁 (4階)	350		
			南壁 (4階)	500		
			天井 (4階)	300		
		排水タンク室	南壁 (4階)	500		
			天井 (4階)	300		
		冷却水タンク室	南壁 (4階)	500		
			天井 (4階)	300		

種類			主要寸法 (mm)	冷却方法	材料	
補助遮へい	増設焼却炉建屋	排ガスモニタ室	北壁 (4階)	350	自然冷却	普通コンクリート (密度 2.15g/cm ³ 以上)
		排ガス処理室	北壁 (5階)	300		
			西壁 (5階)	300		
			天井 (5階)	200		
		クレーン保守エリア	北壁 (5階)	300		
			東壁 (5階)	300		
			天井 (5階)	300		
		廃棄物供給室	東壁 (5階)	300		
			天井 (5階)	300		
		廃棄物供給室前室	南壁 (5階)	300		
			天井 (5階)	300		

2.44.3 添付資料

- 添付資料-1 焼却設備概略系統図
- 添付資料-2 増設雑固体廃棄物焼却設備の全体概要図
- 添付資料-3 増設焼却炉建屋平面図
- 添付資料-4 換気空調設備概略系統図
- 添付資料-5 排気中の放射性物質濃度に係る説明書
- 添付資料-6 設定根拠に関する説明書
- 添付資料-7 廃棄設備に係る機器の配置を明示した図面
- 添付資料-8 増設焼却炉建屋の構造強度に関する検討結果
- 添付資料-9 安全避難通路に関する説明書及び安全避難通路を明示した図面
- 添付資料-10 非常用照明に関する説明書及び取付箇所を明示した図面
- 添付資料-11 火災防護に関する説明書並びに消火設備の取付箇所を明示した図面
- 添付資料-12 生体遮へい装置の放射線の遮へい及び熱除去についての計算書
- 添付資料-13 補助遮へいに関する構造図
- 添付資料-14 放射性物質の散逸防止に関する説明書
- 添付資料-15 増設雑固体廃棄物焼却設備の設置について
- 添付資料-16 増設雑固体廃棄物焼却設備に係る確認事項
- 添付資料-17 増設雑固体廃棄物焼却設備の耐震性に関する説明書
- 添付資料-18 増設雑固体廃棄物焼却設備の強度に関する説明書
- 添付資料-19 増設雑固体廃棄物焼却設備に関する構造図
- 添付資料-20 流体状の放射性廃棄物の施設外への漏えい防止能力についての計算書
- 添付資料-21 流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置及び自動警報装置の構成に関する説明書

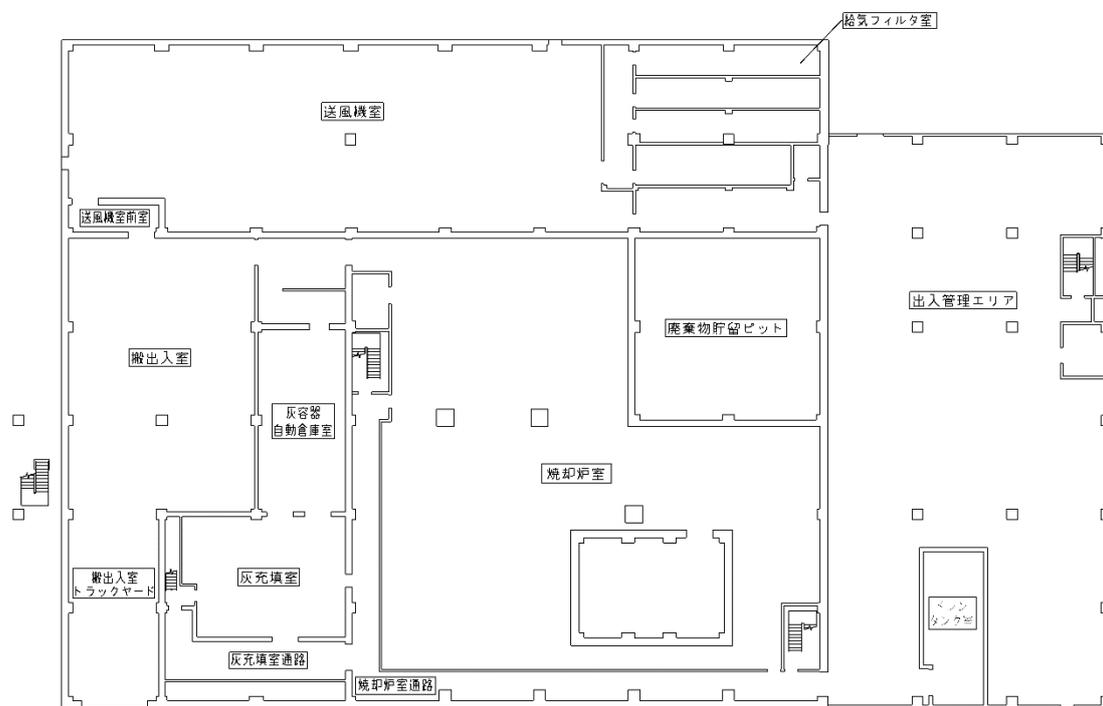


図-1 増設焼却炉建屋平面図 (1/6)

増設焼却炉建屋 1階

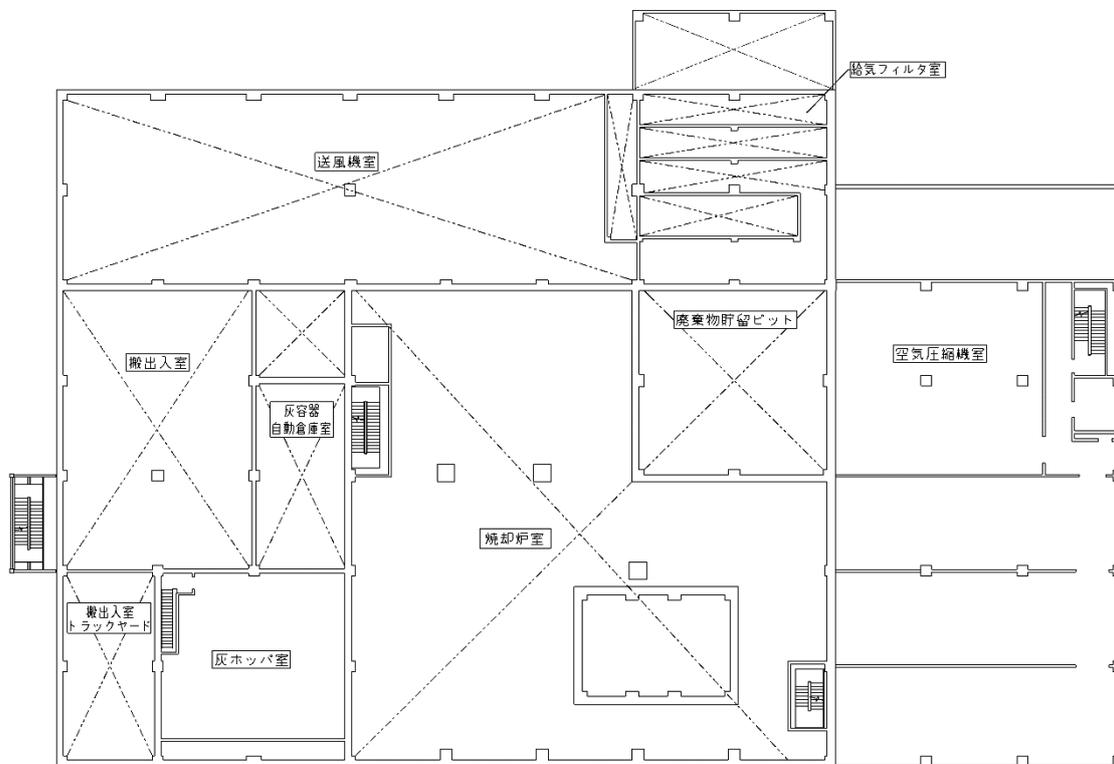


図-1 増設焼却炉建屋平面図 (2/6)

増設焼却炉建屋 2階

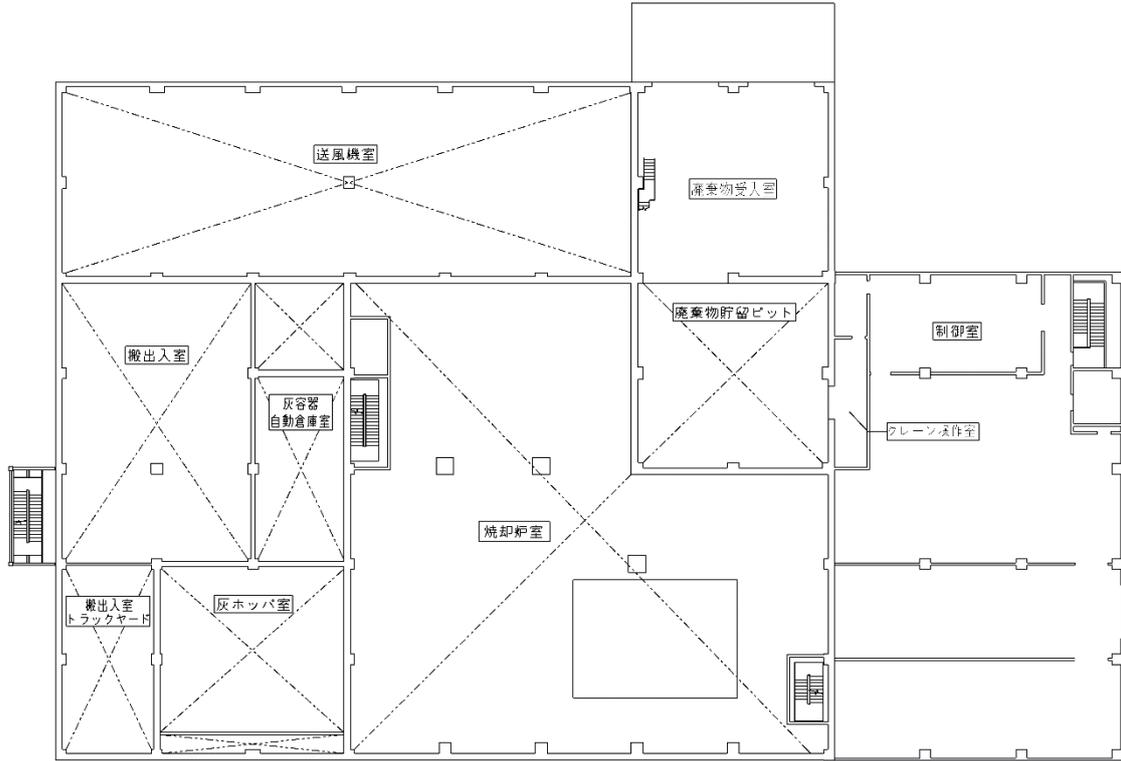


図-1 増設焼却炉建屋平面図 (3 / 6)

増設焼却炉建屋 3階

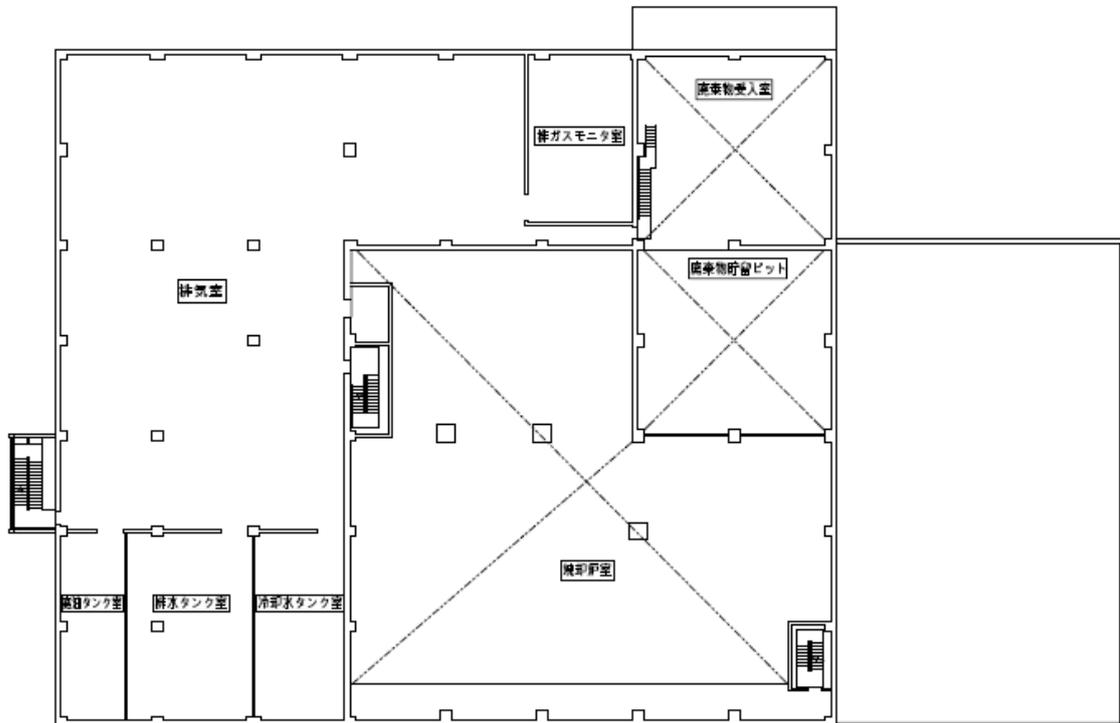
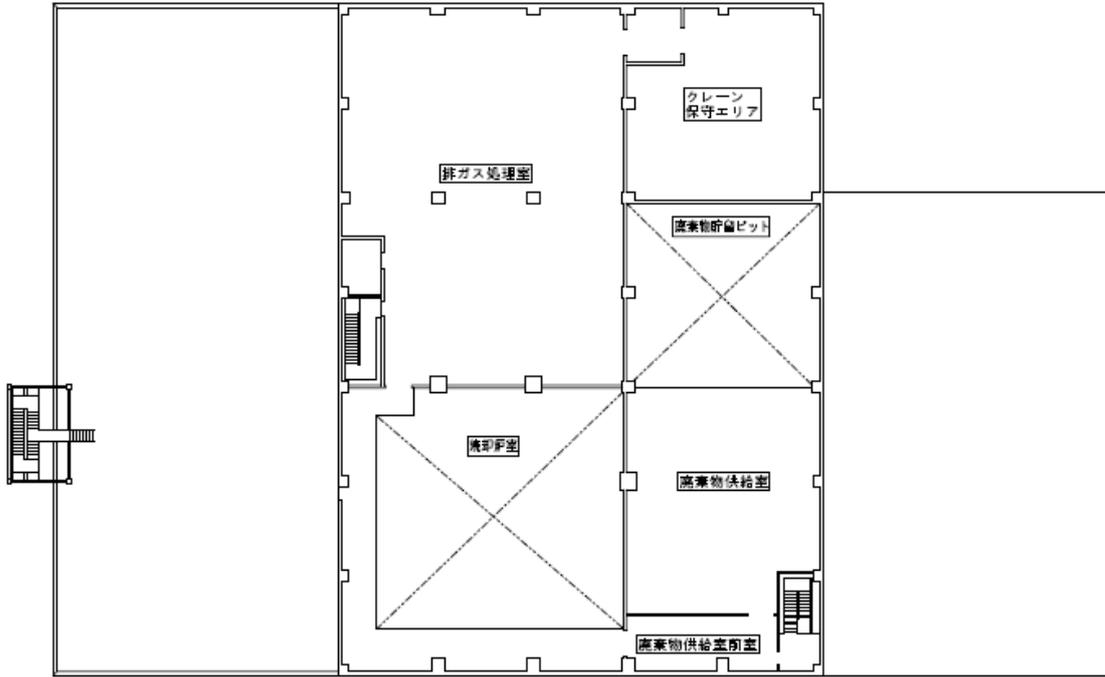


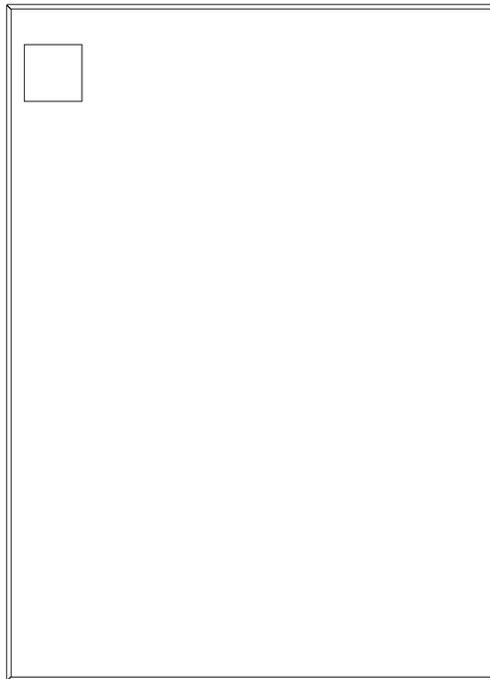
図-1 増設焼却炉建屋平面図 (4 / 6)

増設焼却炉建屋 4階



図一 1 増設焼却炉建屋平面図 (5 / 6)

増設焼却炉建屋 5階



図一 1 増設焼却炉建屋平面図 (6 / 6)

増設焼却炉建屋 屋上階

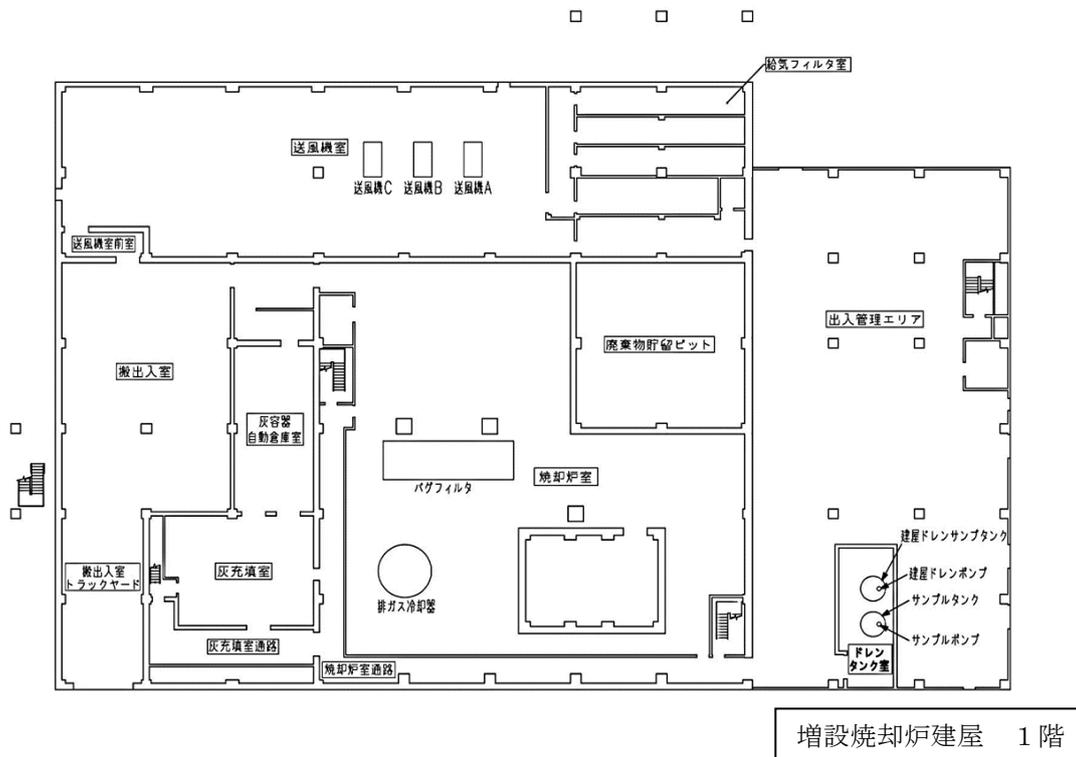


図-1 廃棄設備に係る機器の配置を明示した図面 (1 / 6)

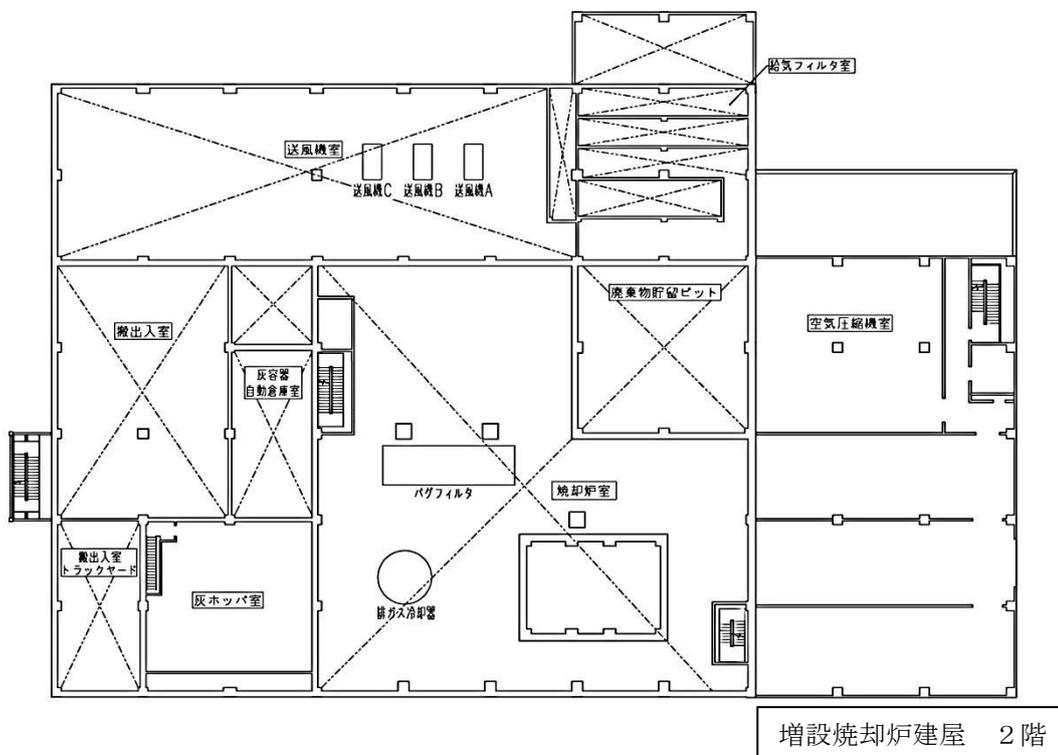
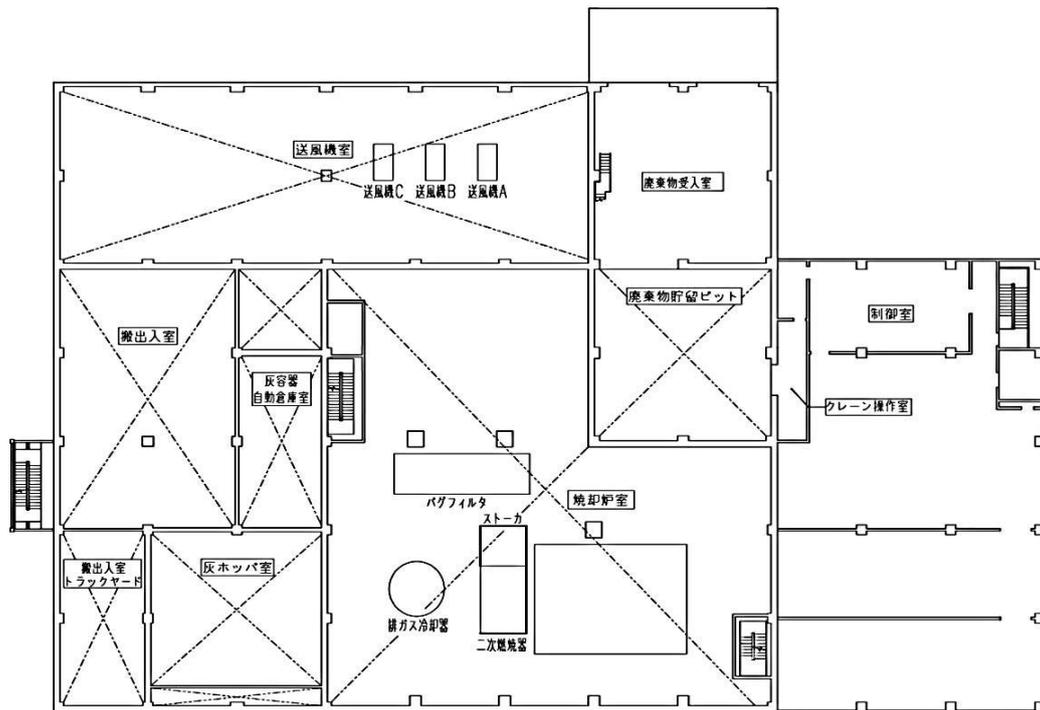
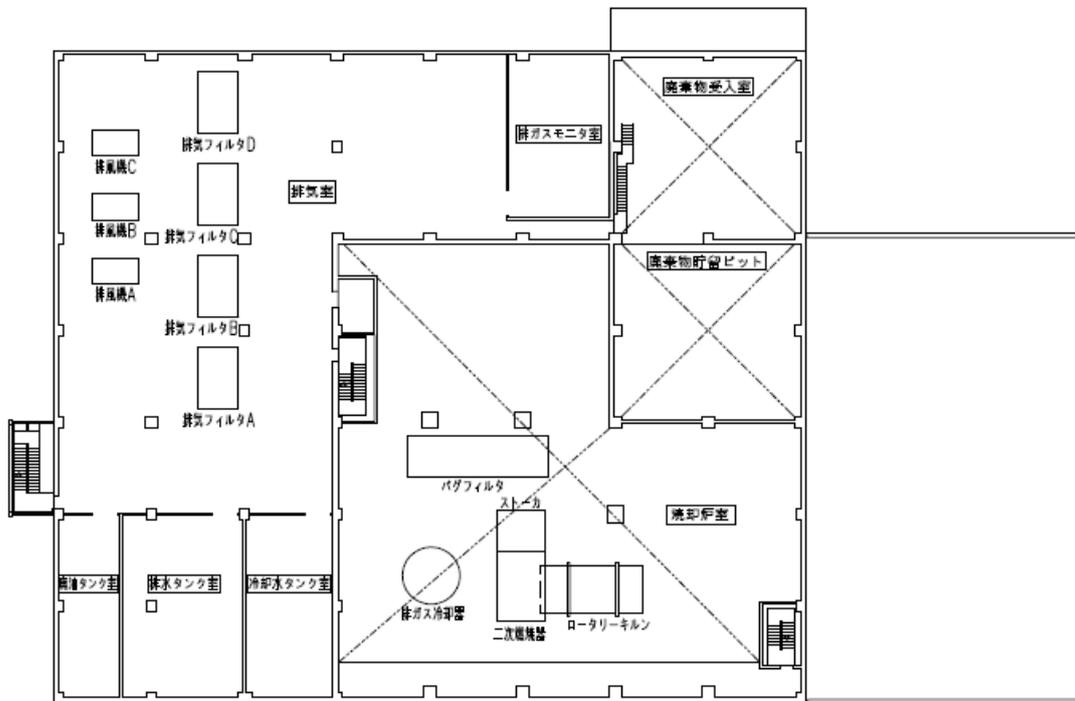


図-1 廃棄設備に係る機器の配置を明示した図面 (2 / 6)



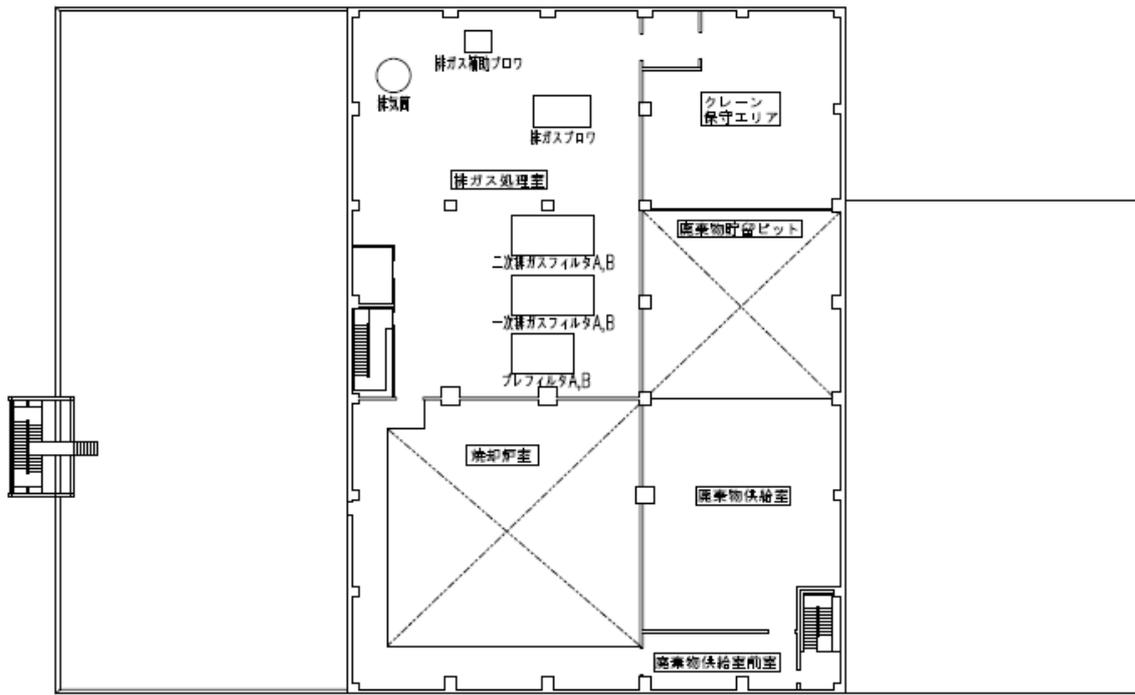
増設焼却炉建屋 3階

図-1 廃棄設備に係る機器の配置を明示した図面 (3 / 6)



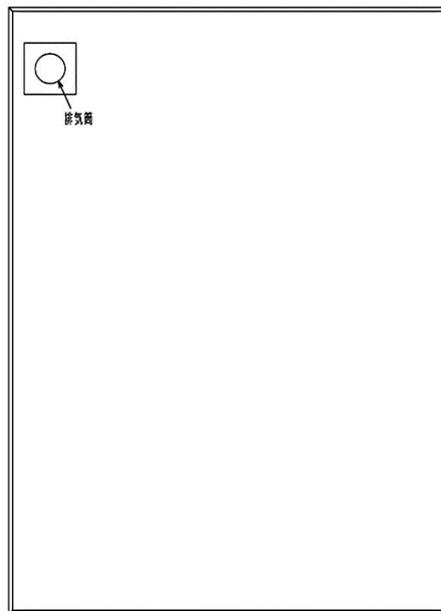
増設焼却炉建屋 4階

図-1 廃棄設備に係る機器の配置を明示した図面 (4 / 6)



増設焼却炉建屋 5階

図-1 廃棄設備に係る機器の配置を明示した図面 (5 / 6)



増設焼却炉建屋 屋上階

図-1 廃棄設備に係る機器の配置を明示した図面 (6 / 6)

増設焼却炉建屋の構造強度に関する検討結果

1. 評価方針

増設焼却炉建屋は、発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針上のBクラスの建物と位置づけられるため、耐震Bクラスとしての評価を実施する。なお、設計は建築基準法に準拠し、積雪荷重および風荷重についても評価する。

増設焼却炉建屋は、鉄筋コンクリート造(一部鉄骨鉄筋コンクリート造および一部鉄骨造)の地上5階で、平面が79.2m(EW方向)×50.4m(NS方向)の建物で、地上高さは36.7mである。

基礎は独立基礎フーチングとべた基礎で、改良地盤を介して設置する。増設焼却炉建屋の平面図および断面図を図-1から図-8に示す。

増設焼却炉建屋に加わる地震時の水平力は、耐震壁および柱と梁からなるラーメン構造で負担する。耐震性の評価は、地震層せん断力係数として $1.5 \cdot C_i$ を採用した場合の当該部位の応力に対して行う。増設焼却炉建屋の評価手順を図-9に示す。

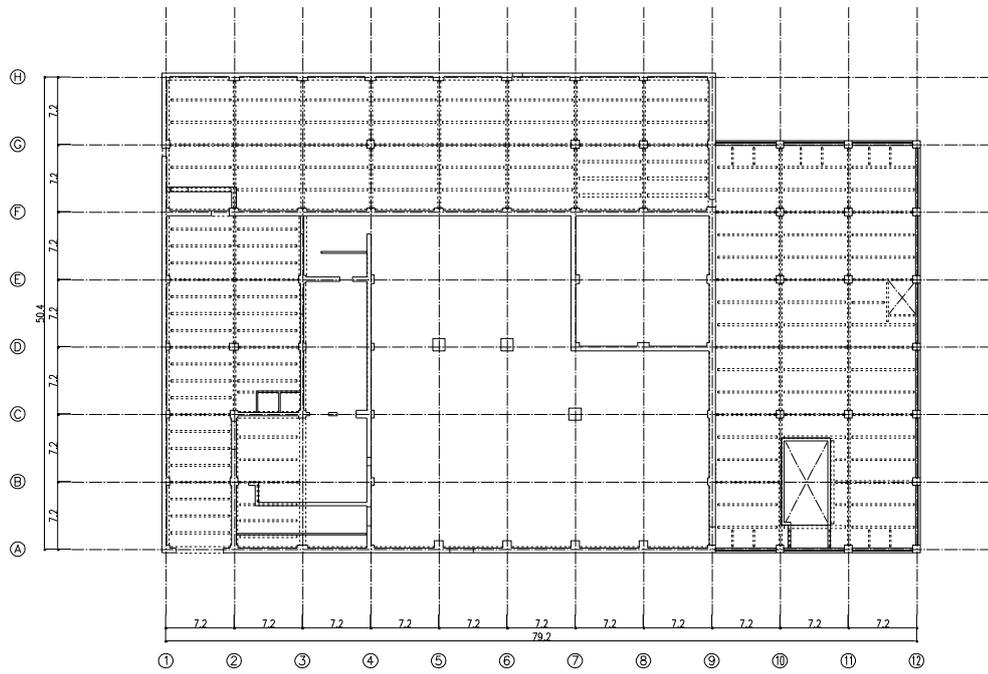


図-1 1階平面図(G.L. +0.2) (単位:m)

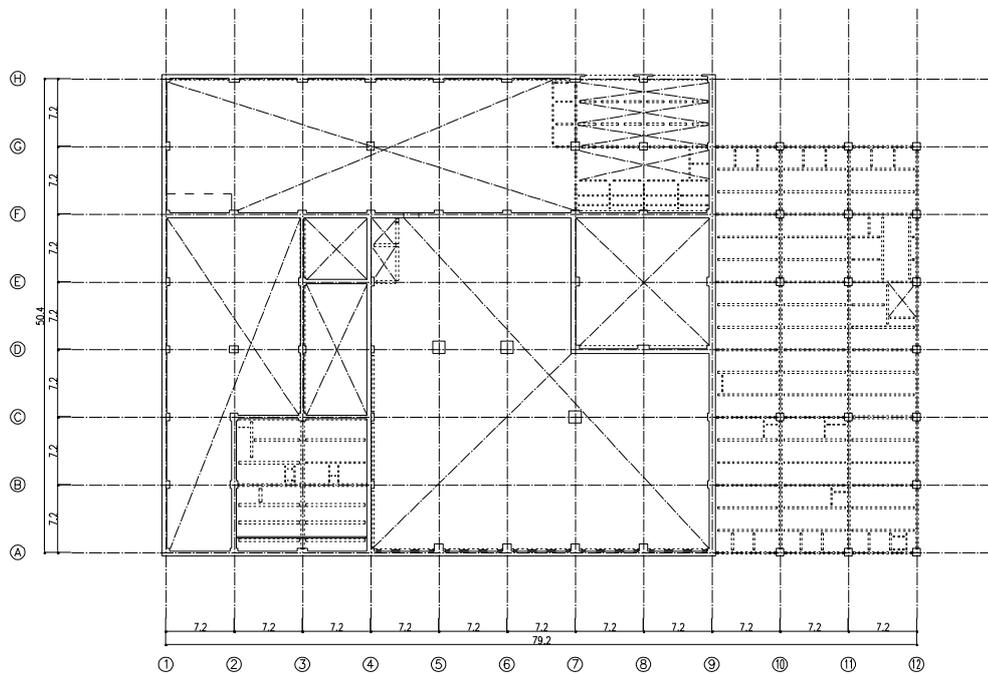


図-2 2階平面図(G.L. +4.2) (単位:m)

添付資料-8では、G.L. ±0m = T.P.32.2m^(※)とする。

(※) 構内基準点(2014.3 測量)からの測量値とする。

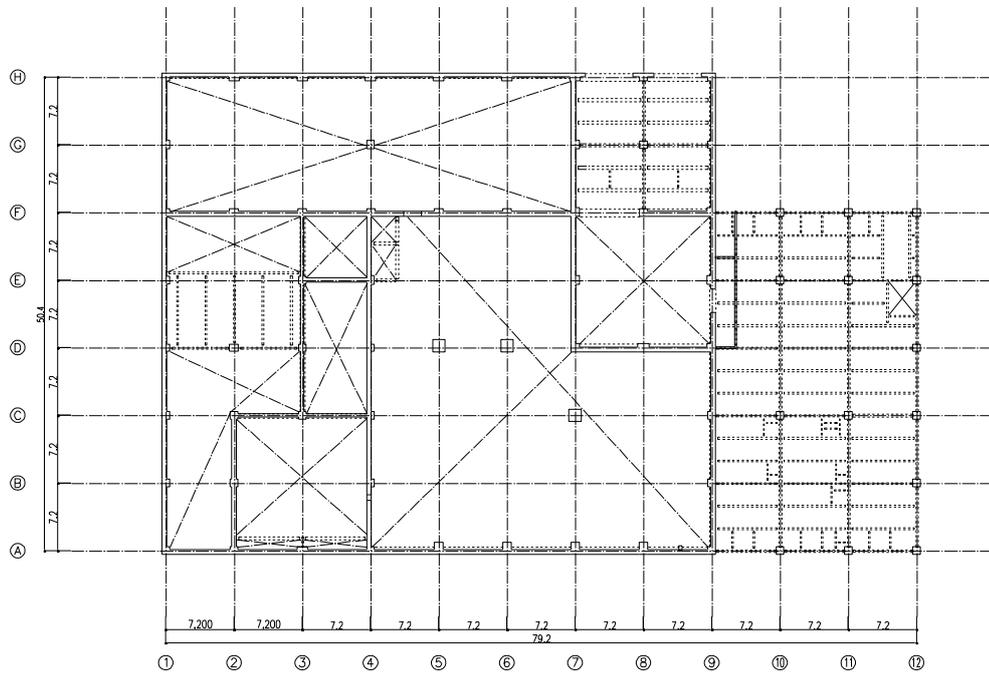


图-3 3階平面図(G.L. +9.2) (单位:m)

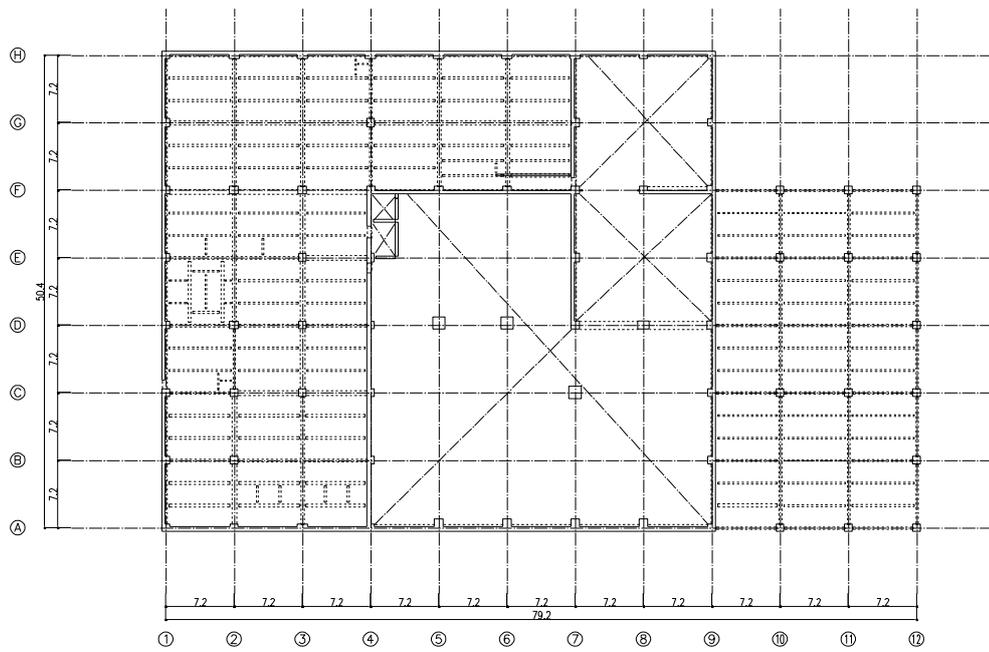
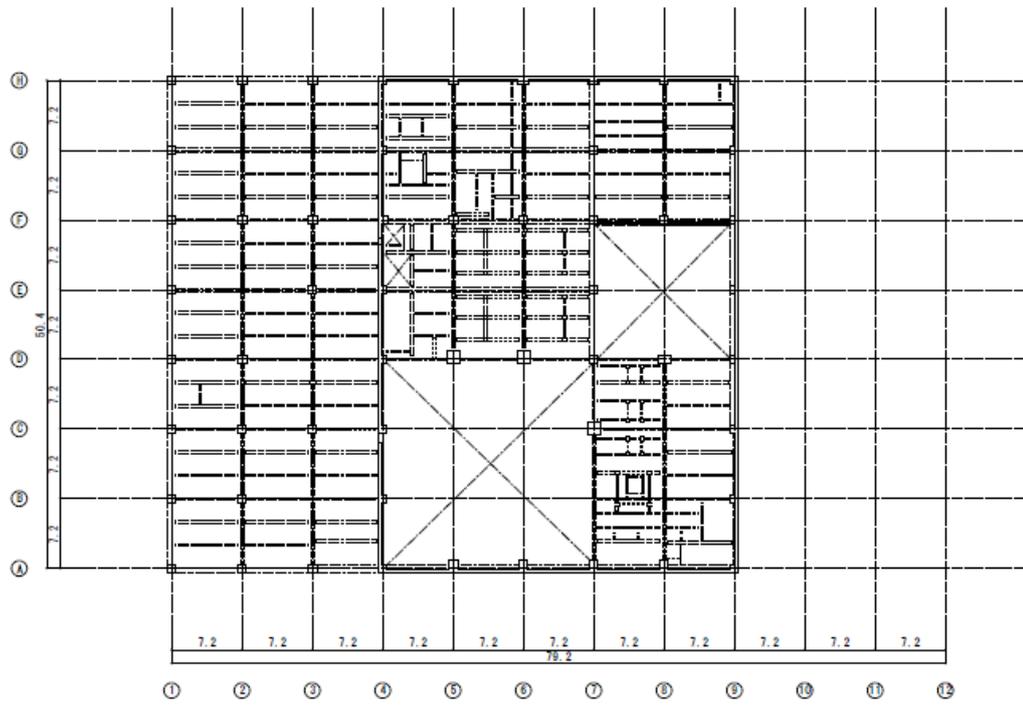
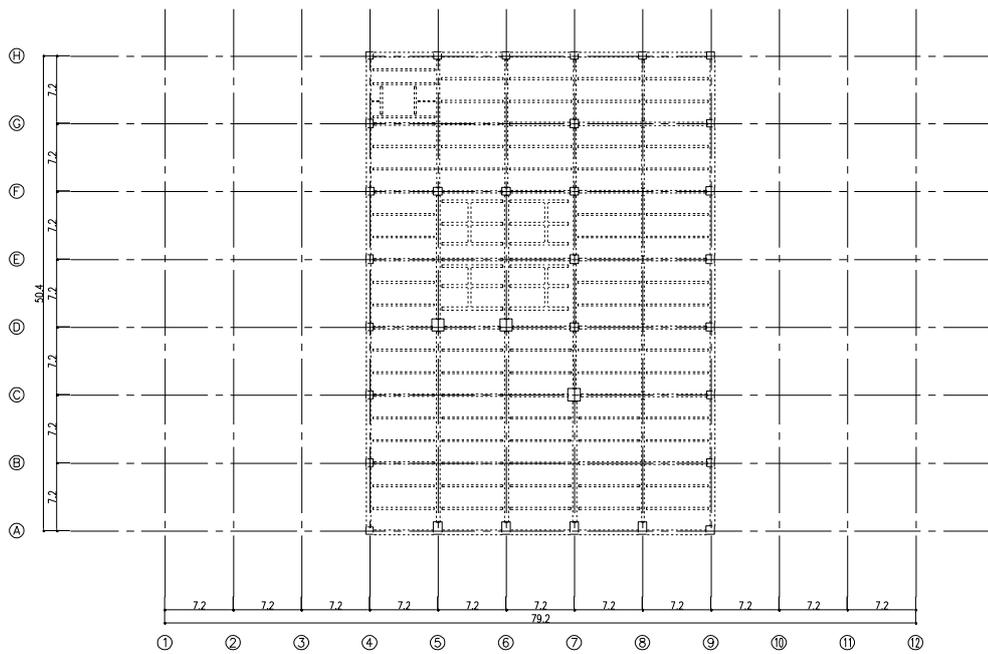


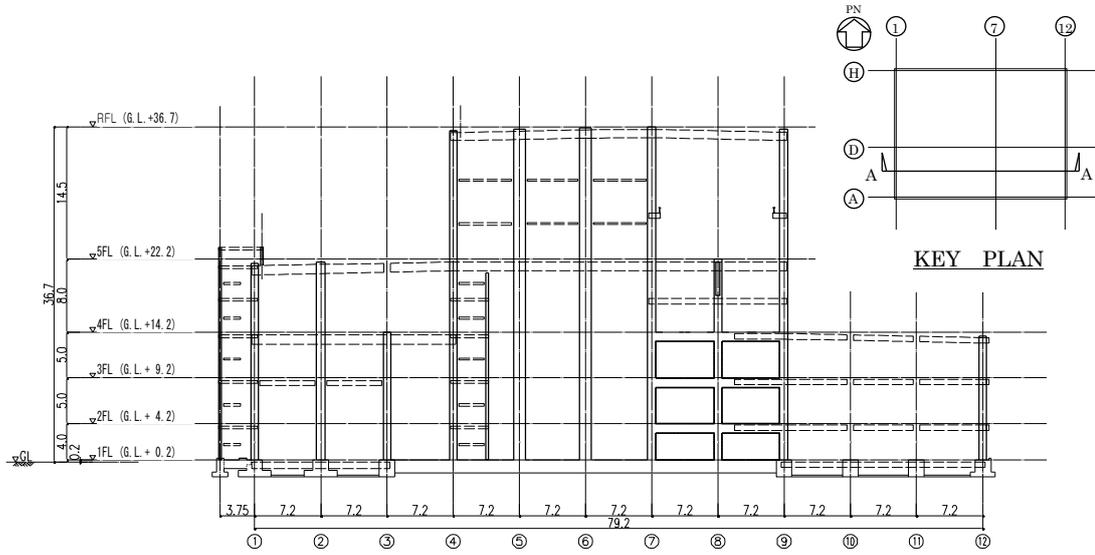
图-4 4階平面図(G.L. +14.2) (单位:m)



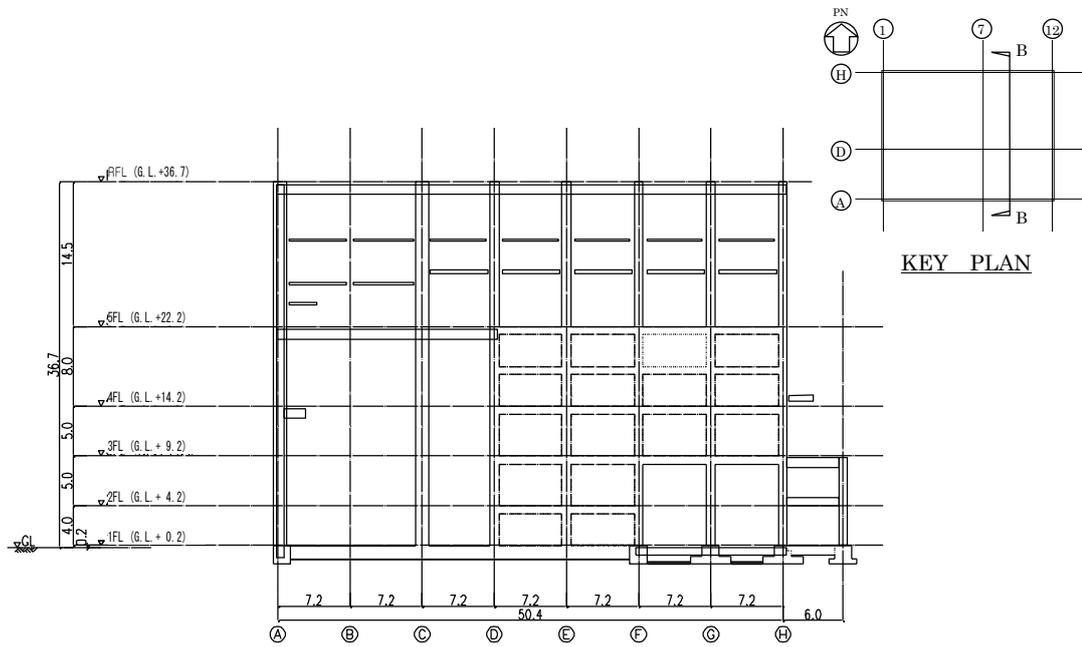
图一5 5 階平面図 (G. L. +22. 2) (单位:m)



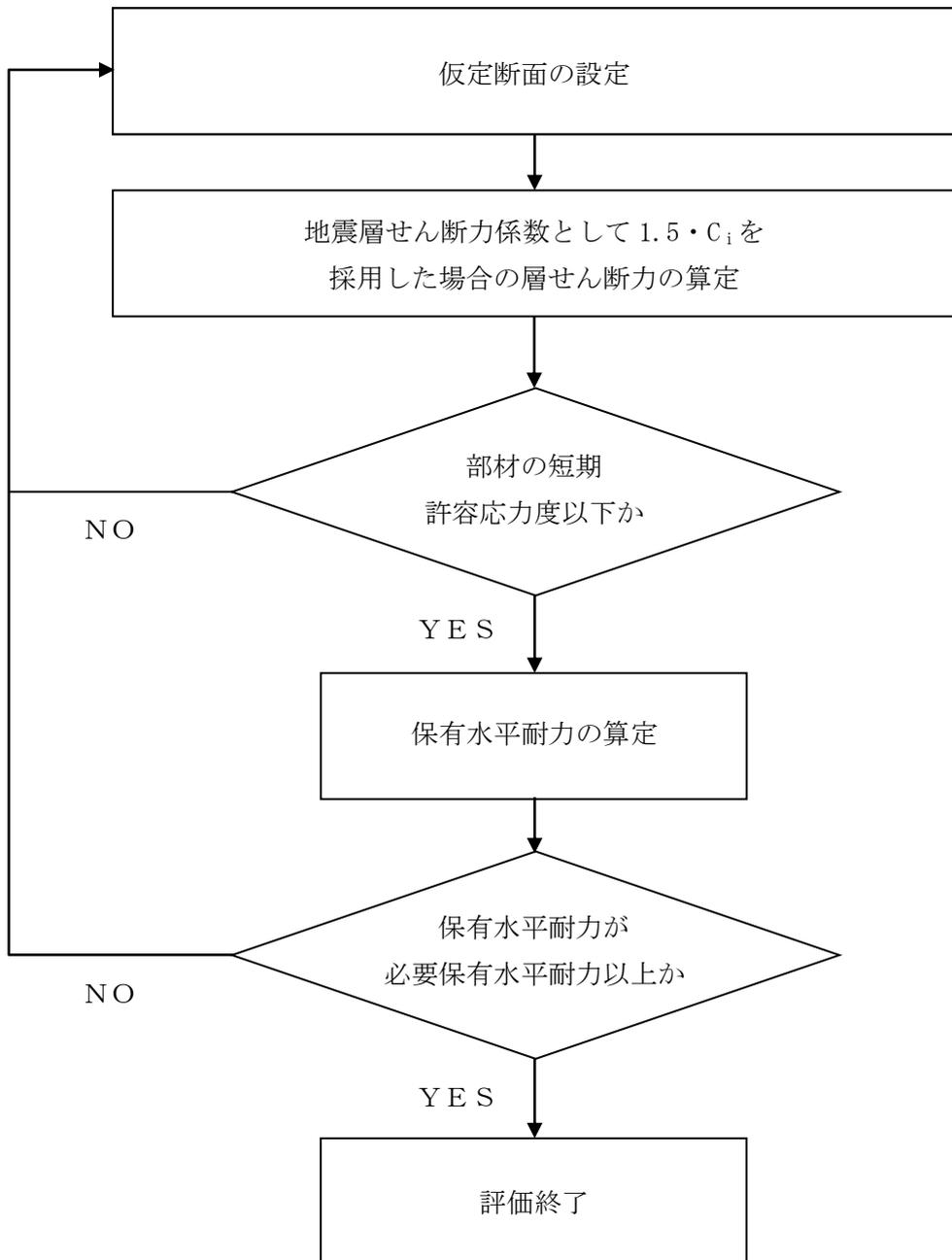
图一6 屋根平面図 (G. L. +36. 7) (单位:m)



图一 7 A - A 断面图(EW 方向) (单位:m)



图一 8 B - B 断面图(NS 方向) (单位:m)



図－9 Bクラス施設としての増設焼却炉建屋の耐震安全性評価手順

2. 評価条件

2.1 使用材料並びに材料の許容応力度および材料強度

増設焼却炉建屋の上部構造および基礎スラブに用いる材料のうち、コンクリートは普通コンクリートとし、コンクリートの設計基準強度 F_c は基礎スラブが 30N/mm^2 、その他が 36N/mm^2 とする。鉄筋はSD295A, SD345, SD390およびSD490とする。各使用材料の許容応力度および材料強度を表-1および表-2に示す。

表-1 コンクリートの許容応力度

(単位： N/mm^2)

	長期		短期	
	圧縮	せん断	圧縮	せん断
$F_c=30$	10	0.79	20	1.19
$F_c=36$	12	0.85	24	1.28

注：日本建築学会「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説」による。

表-2 鉄筋の許容応力度

(単位： N/mm^2)

		長期		短期	
		引張および圧縮	せん断補強	引張および圧縮	せん断補強
SD295A	D25 以下	195	195	295	295
SD345	D25 以下	215	195	345	345
SD390	D29 以上	195	195	390	390
SD490	D29 以上	195	195	490	490

注：日本建築学会「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説」による。

2.2 荷重および荷重の組合せ

(1) 荷重

設計で考慮する荷重を以下に示す。

1) 鉛直荷重(VL)

鉛直荷重は、固定荷重、機器荷重、配管荷重および積載荷重とする。

2) 積雪荷重(SNL)

積雪荷重は建築基準法施行令第86条、福島県建築基準法施行規則細則第19条に準拠し以下の条件とする。

- ・積雪量 : 30 cm
- ・単位荷重 : 20 N/m²/cm

3) 風荷重(WL)

風荷重は建築基準法施行令第87条、建設省告示第1454号に基づく速度圧および風力係数を用いて算定する。

- ・基準風速 : 30m/s
- ・地表面粗度区分 : II

4) 地震荷重(SEL)

地震力を算定する際の基準面は、基礎スラブ上端として、建屋の高さに応じた当該部分に作用する全体の地震力を算定する。水平地震力は下式により算定し、算定結果を表-3に示す。

$$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$$

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

ここで、

Q_i : 水平地震力(kN)

n : 施設の重要度分類に応じた係数($n=1.5$)

C_i : 地震層せん断力係数

W_i : 当該層以上の重量(kN)

Z : 地震地域係数($Z=1.0$)

R_t : 振動特性係数 ($R_t=1.0$)

A_i : 地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数

C_0 : 標準せん断力係数 ($C_0=0.2$)

表-3 水平地震力の算定結果

G. L. (m)	階	当該層以上の重量 W_i (kN)	地震層せん断力係数 $1.5 \cdot C_i$	設計用地震力 (kN)
36.7	5	23,100	0.705	16,300
		34,600	0.623	21,600
		44,600	0.577	25,800
22.2	4	90,300	0.463	41,900
		110,000	0.434	47,800
14.2	3	160,000	0.375	60,000
9.2	2	203,000	0.334	67,900
4.2	1	244,000	0.300	73,200
0.2				

(2) 荷重の組合せ

荷重の組合せについて表-4に示す。図-10に暴風時と地震時の層せん断力の比較結果を示す。

表-4 荷重の組合せ

荷重状態	荷重ケース	荷重の組合せ	許容応力度
常時	A	VL*1	長期
積雪時	B	VL+SNL	短期
地震時	C1	VL+SEL (W→E 方向)	
	C2	VL+SEL (E→W 方向)	
	C3	VL+SEL (S→N 方向)	
	C4	VL+SEL (N→S 方向)	

- *1: 鉛直荷重(VL)は固定荷重(DL), 配管荷重(PL), 機器荷重(EL)および積載荷重(LL)を加え合わせたものである。
- *2: 暴風時の風荷重(WL)は地震荷重(設計用地震力 $1.5 \cdot C_i$)に比べて小さいため, 荷重の組合せにおいては地震荷重によって代表させる。

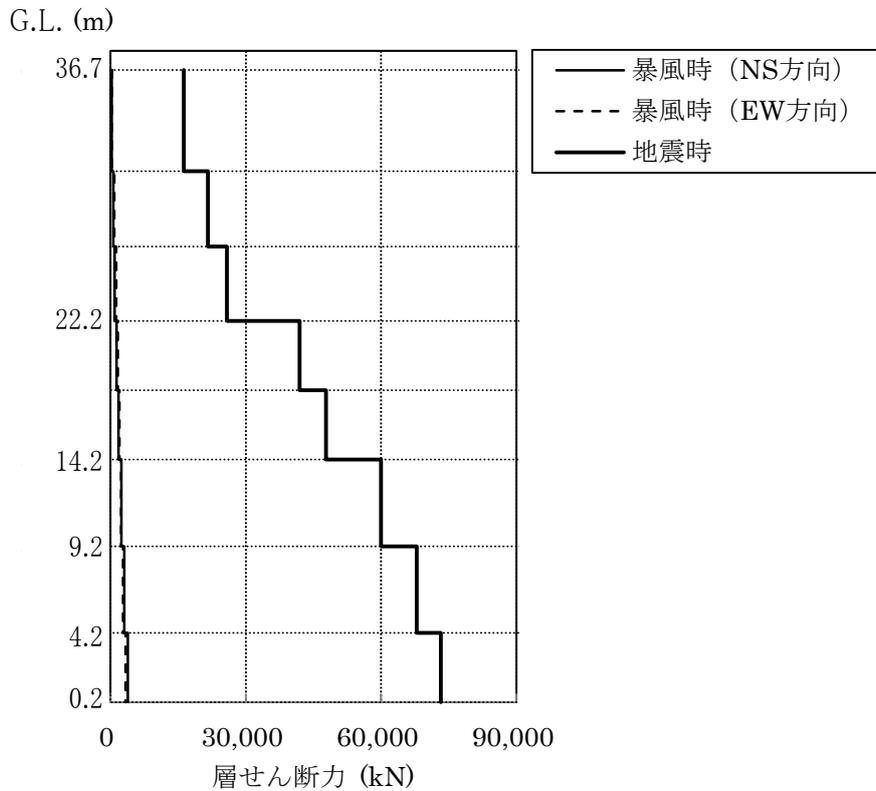


図-10 暴風時と地震時の層せん断力の比較結果*2

3. 評価結果

上部構造の応力解析は、耐震壁は壁エレメント置換した立体モデル、大梁および柱を線材置換したフレームモデルにより行う。

3.1 耐震壁の評価結果

検討により求められた耐震壁の作用応力を許容応力と比較し、検定比が最大となる部位について表-5に示す。配筋図を図-11に示す。

これより、耐震壁の作用応力は許容応力以下であることを確認した。

表-5 耐震壁の検討結果

部位	断面	荷重 ケース	作用応力 (kN)	許容応力 (kN)	検定比
3階9通り B~C通り間	壁厚 500 mm タテ 2-D29@200 ヨコ 2-D22@200	地震時 C4	4332	8358	$0.52 \leq 1.0$

注：日本建築学会「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説」による。

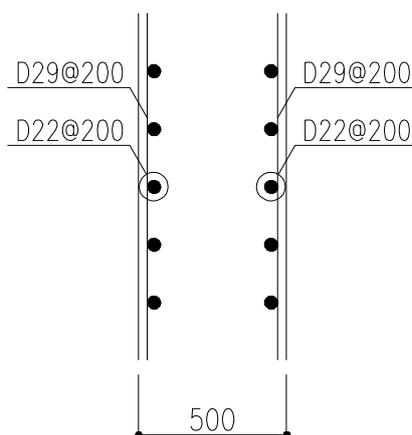


図-11 耐震壁の配筋図 (3階9通り B~C通り間)

3.2 ラーメン構造部の評価結果

検討により求められたフレーム部材の応力を許容応力と比較して、検定比が最大となる部位について表-6および表-7に示す。配筋図を図-12から図-14に示す。

これより、各部材の応力は、許容応力以下となっていることを確認した。

表-6 大梁断面算定表（鉄筋コンクリート）

検討箇所	断面	荷重ケース	応力	作用応力	許容応力	検定比
3階 H通り 8~9 通り間	B×D =800×1290 主筋 8-D38 あばら筋 4-D16@200	常時 A	曲げモーメント	487 kN・m	926 kN・m	0.53 ≤ 1.0
			せん断力	291 kN	1329 kN	0.22 ≤ 1.0
3階 H通り 8~9 通り間	B×D =800×1290 主筋 8-D38 あばら筋 4-D16@200	地震時 C1	曲げモーメント	1269 kN・m	2327 kN・m	0.55 ≤ 1.0
			せん断力	739 kN	1085 kN	0.69 ≤ 1.0

注：日本建築学会「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説」による。

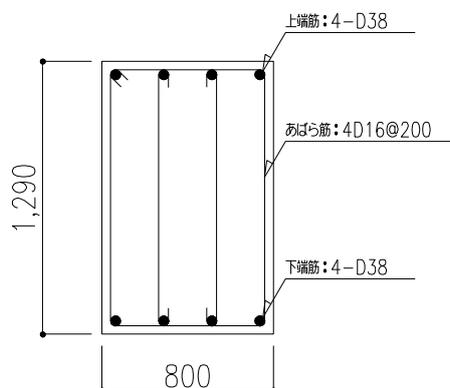


図-12 大梁の配筋図（3階H通り8~9通り間）

表-7 柱断面算定表 (鉄筋コンクリート)

検討箇所	断面	荷重ケース	応力	作用応力	許容応力	検定比
4階 1 / G 通り	B×D =800×900 主筋 12-D32 帯筋 2-2-D13@100	常時 A	曲げモーメント	743 kN・m	807 kN・m (軸力 918 kN 作用時*)	0.93 ≤ 1.0
			せん断力	188 kN	453 kN	0.42 ≤ 1.0
2階 9 / H 通り	B×D =800×800 主筋 20-D32 帯筋 4-4-D16@100	地震時 C1	曲げモーメント	1421 kN・m	1770 kN・m (軸力 5348 kN 作用時*)	0.81 ≤ 1.0
			せん断力	786 kN	969 kN	0.82 ≤ 1.0

注：日本建築学会「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説」による。

注記*：圧縮を正とする。

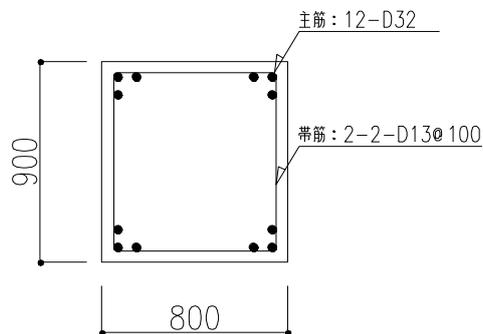


図-13 柱の配筋図 (4階 1 / G 通り)

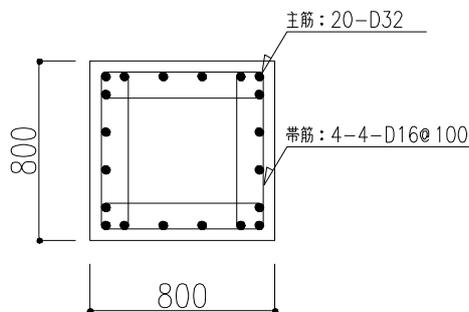


図-14 柱の配筋図 (2階 9 / H 通り)

3.3 基礎スラブの評価結果

基礎スラブの応力解析は、弾性地盤上に支持された版として有限要素法を用いて行う。解析モデルは、四辺形の均質等方な板要素により構成し、支持地盤は等価な弾性ばねとしてモデル化する。

必要鉄筋比および面外せん断力について、検定比が最大となる要素の断面検討結果を表-8および表-9に示す。基礎スラブ配筋図を図-15に示す。

これより、設計鉄筋比は必要鉄筋比を上回り、また面外せん断力は短期許容せん断力以下となっていることを確認した。

表-8 軸力および曲げモーメントに対する検討結果

荷重 ケース	応力		必要鉄筋比 (%)	設計鉄筋比 (%)	検定比
	軸力* (kN/m)	曲げモーメント (kN・m/m)			
常時 A	0	813	0.26	0.41	$0.64 \leq 1.0$
地震時 C3	8	1378	0.25	0.41	$0.61 \leq 1.0$

注記*：圧縮を正とする。

表-9 面外せん断に対する検討結果

荷重 ケース	応力 面外せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	検定比
常時 A	496	863	$0.58 \leq 1.0$
地震時 C2	1098	1294	$0.85 \leq 1.0$

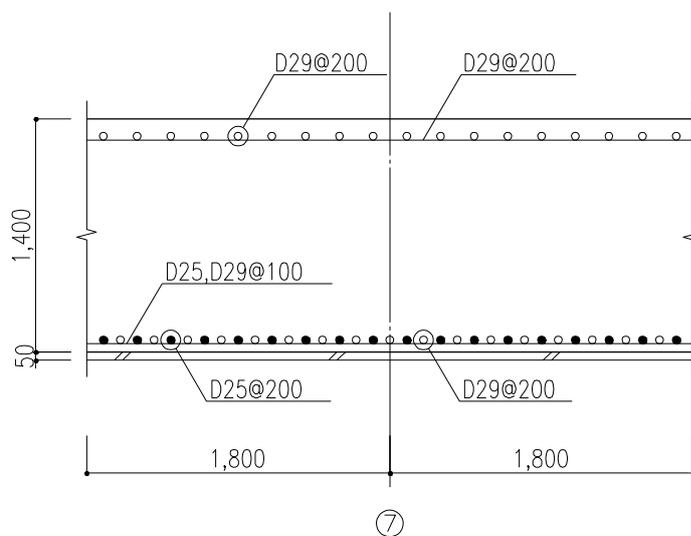


図-15 基礎スラブの配筋図 (7通り)

3.4 改良地盤の評価結果

(1) 設計方針

増設焼却炉建屋を支持する改良地盤は、基礎直下の地盤を南北方向に約56m、東西方向に約84m、改良体厚さ約2.5mとし、G.L. -4.1m の泥岩に支持する。

検討は「改定版 建築物のための改良地盤設計および品質管理指針 日本建築センター」に準拠し、改良地盤の支持力に対して、常時および地震時の改良地盤に生じる最大接地圧が許容支持力度以下であることを確認する。

(2) 常時における改良地盤の検討

常時における改良地盤に生じる最大応力と許容支持力度の比較を、検定比が最大となる位置について表-10に示す。

これより、改良地盤に生じる最大応力が許容支持力度以下であることを確認した。

表-10 改良地盤の許容支持力度と接地圧の比較

検討位置	接地圧 (kN/m ²)	許容支持力度* (kN/m ²)	検定比
F/9 通り	435	500	0.87 ≤ 1.0

* : G.L. -4.1m の地盤支持力と G.L. -1.6m の改良地盤を含んだ地盤支持力の小さい値を記載

(3) 地震時における改良地盤の検討

地震時における改良地盤に生じる最大応力と許容支持力度の比較を、検定比が最大となる位置について表-11に示す。

これより、改良地盤に生じる最大応力が許容支持力度以下であることを確認した。

表-11 改良地盤の許容支持力度と接地圧の比較

検討位置	接地圧 (kN/m ²)	許容支持力度* (kN/m ²)	検定比
F/9 通り	718	1000	0.72 ≤ 1.0

* : G.L. -4.1m の地盤支持力と G.L. -1.6m の改良地盤を含んだ地盤支持力の小さい値を記載

4. 保有水平耐力の検討

必要保有水平耐力(Q_{un}) に対して、保有水平耐力(Q_u)が上回っていることを確認する。

各層の保有水平耐力は、建築基準法・同施行令および平成19年国土交通省告示第594号に基づき算出する。各層の必要保有水平耐力と保有水平耐力の算定結果を表-12に示す。

これより、増設焼却炉建屋は必要保有水平耐力の1.29倍以上の保有水平耐力を有していることを確認した。

表-12 必要保有水平耐力と保有水平耐力の比較

(1)EW 方向 (長辺)

G. L. (m)	階	必要保有水平耐力 Q_{un} (kN)	保有水平耐力 Q_u (kN)	$\frac{Q_u}{Q_{un}}*$
36.7	5	30,000	59,000	1.96
		40,000	78,000	1.95
		48,000	93,000	1.93
22.2	4	77,000	152,000	1.97
		87,000	172,000	1.97
14.2	3	110,000	216,000	1.96
9.2	2	125,000	246,000	1.96
4.2	1	134,000	267,000	1.99
0.2				

注記*：安全余裕

(2)NS 方向 (短辺)

G. L. (m)	階	必要保有水平耐力 Q_{un} (kN)	保有水平耐力 Q_u (kN)	$\frac{Q_u}{Q_{un}} *$
36.7	5	30,000	54,000	1.80
		40,000	71,000	1.77
		48,000	85,000	1.77
22.2	4	85,000	139,000	1.63
		87,000	157,000	1.80
14.2	3	141,000	198,000	1.40
9.2	2	148,000	225,000	1.52
4.2	1	188,000	243,000	1.29
0.2				

注記* : 安全余裕

以上のことから、増設焼却炉建屋の耐震安全性は確保されているものと評価した。

安全避難通路に関する説明書及び安全避難通路を明示した図面

1. 安全避難通路の設置方針

増設焼却炉建屋には，廃棄物の分別，焼却炉運転及び定期的な放射線測定，建物及び建物内の巡視点検のための出入りを行うことから，建築基準法及び関係法令並びに消防法及び関係法令に基づく安全避難通路を設定する。

避難経路を，図－1 に示す。

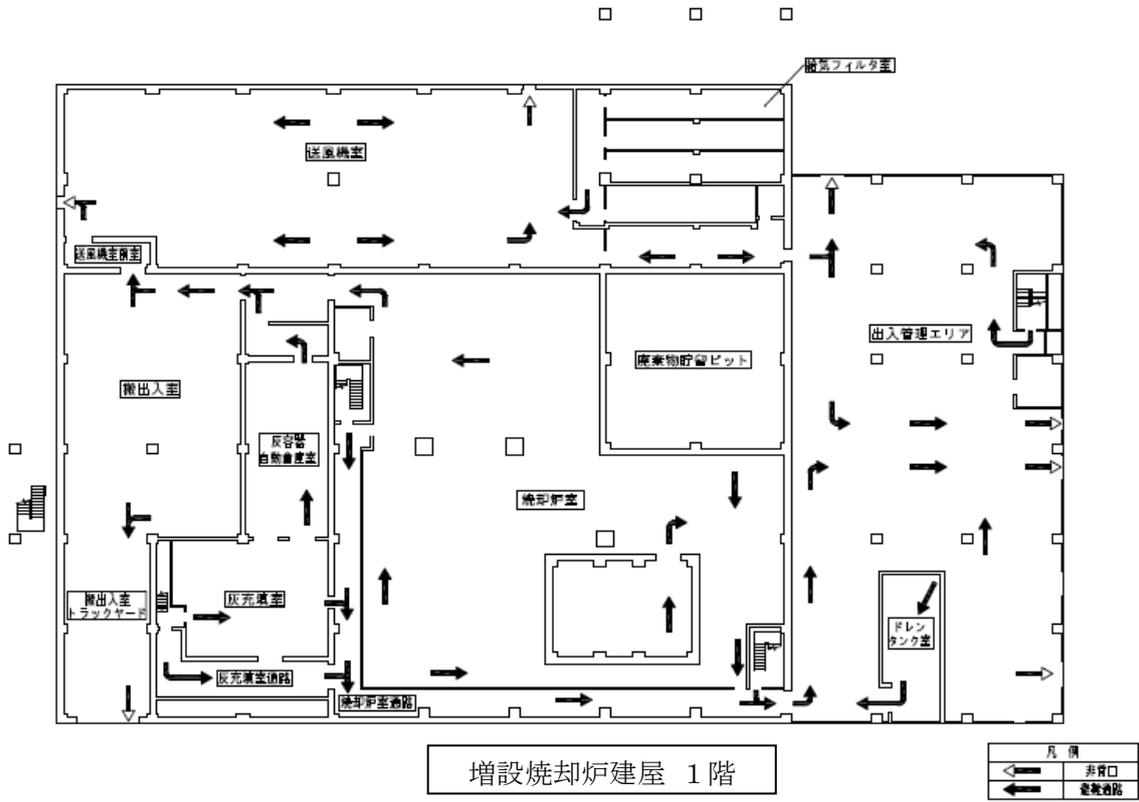


図-1 安全避難通路を明示した図面 (1 / 6)

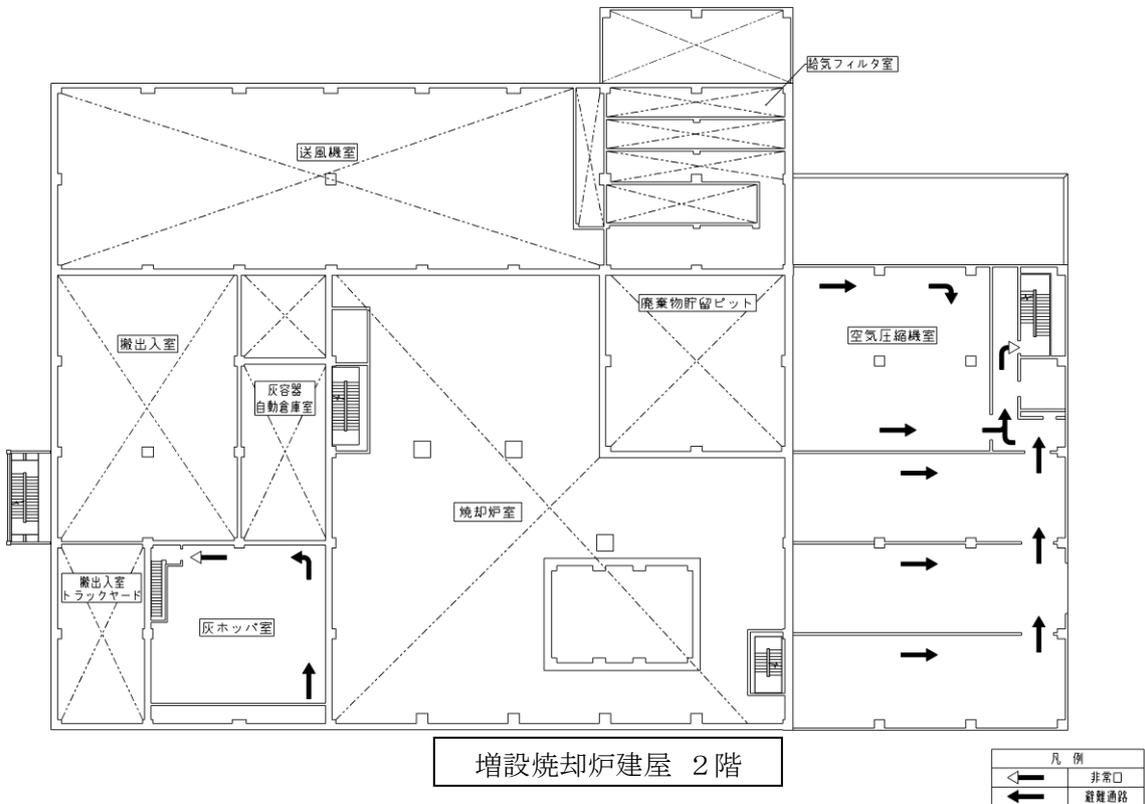


図-1 安全避難通路を明示した図面 (2 / 6)

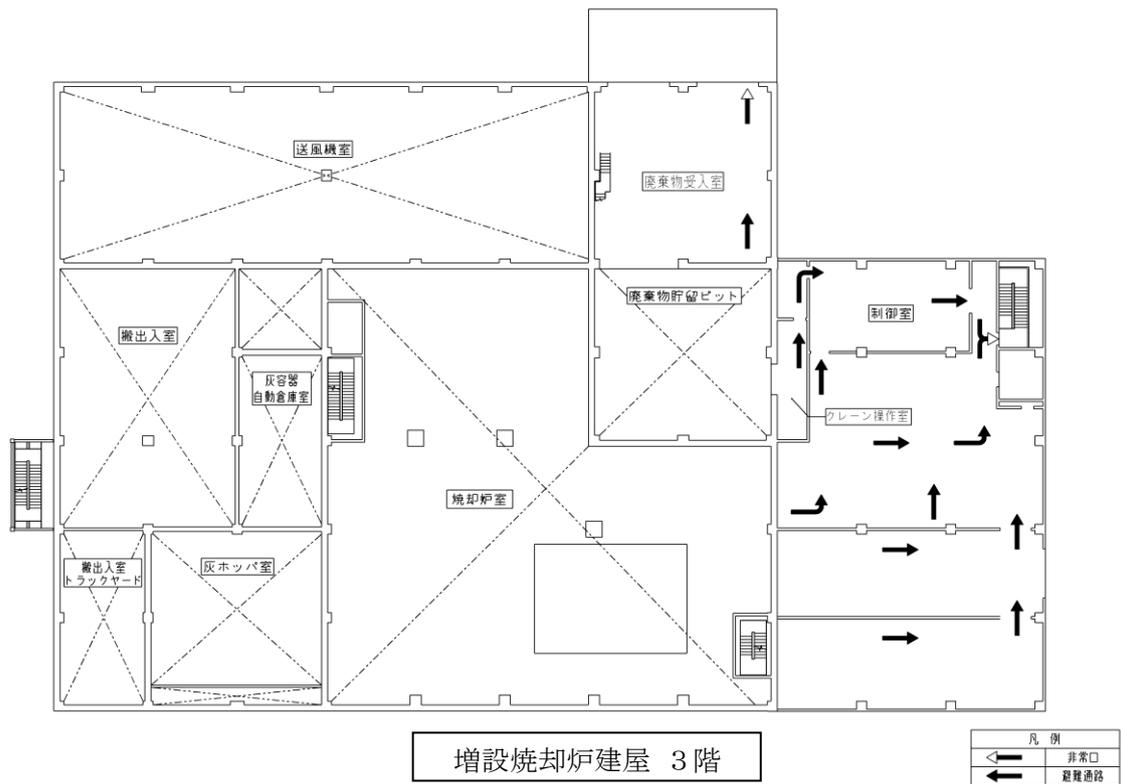


図-1 安全避難通路を明示した図面 (3 / 6)

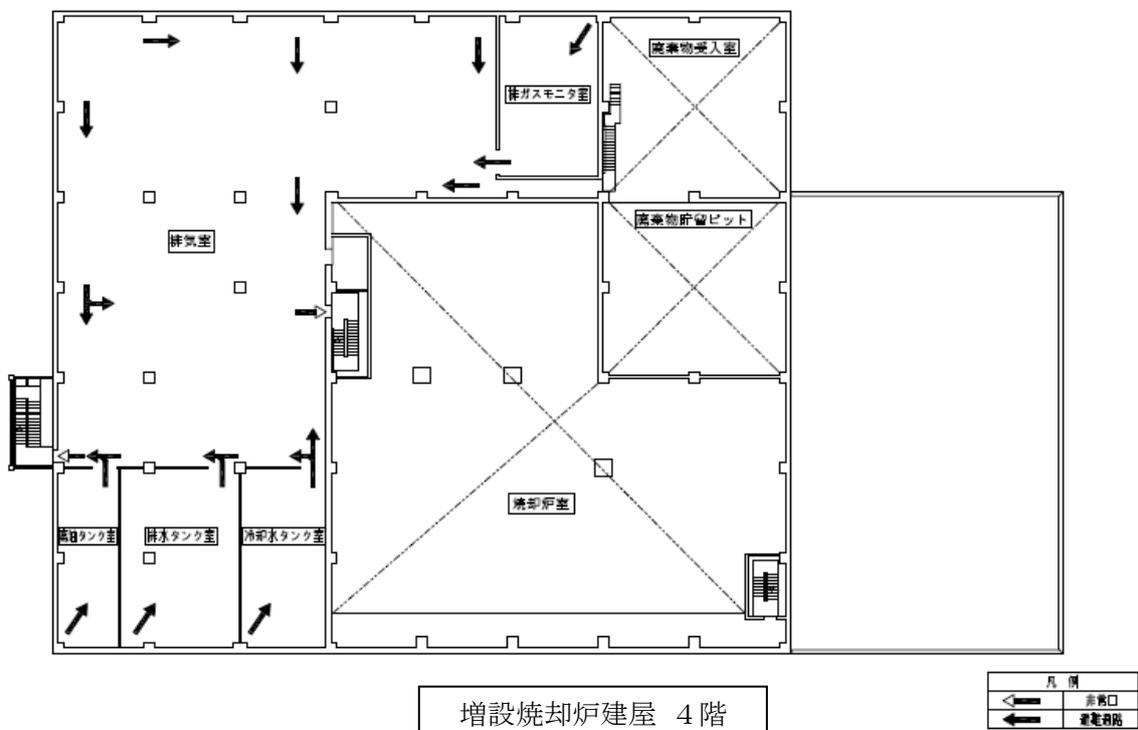


図-1 安全避難通路を明示した図面 (4 / 6)

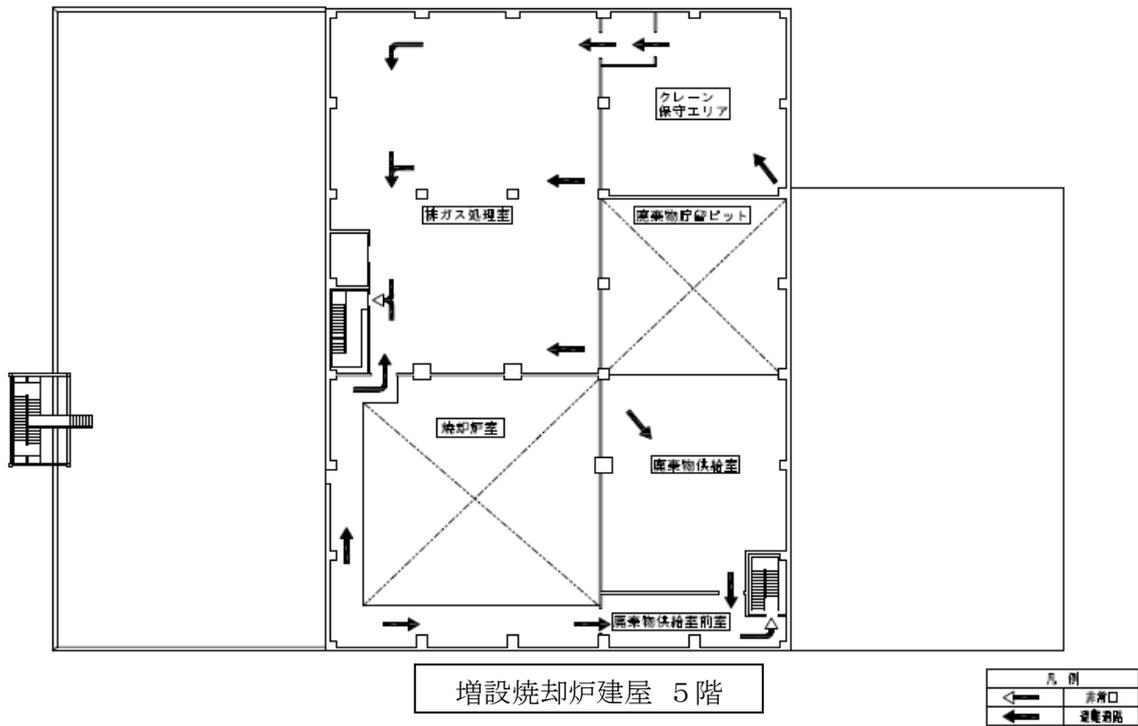


図-1 安全避難通路を明示した図面 (5 / 6)

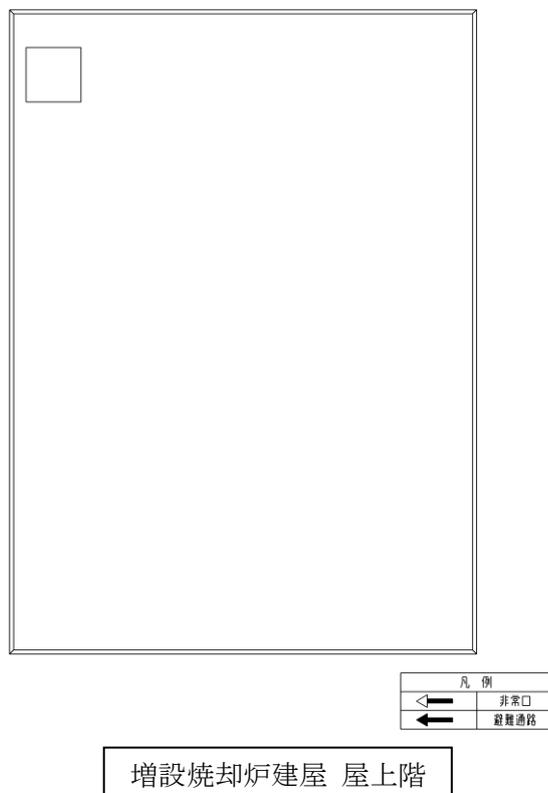


図-1 安全避難通路を明示した図面 (6 / 6)

非常用照明に関する説明書及び取付箇所を明示した図面

1. 非常用照明の設置方針

増設焼却炉建屋には，廃棄物の分別，焼却炉運転及び定期的な放射線測定，建物及び建物内の巡視点検のための出入りを行うことから，建築基準法及び関係法令に基づく非常用の照明装置，並びに消防法及び関係法令に基づく誘導灯を設置する。

非常用照明の取付箇所について，図－1に示す。

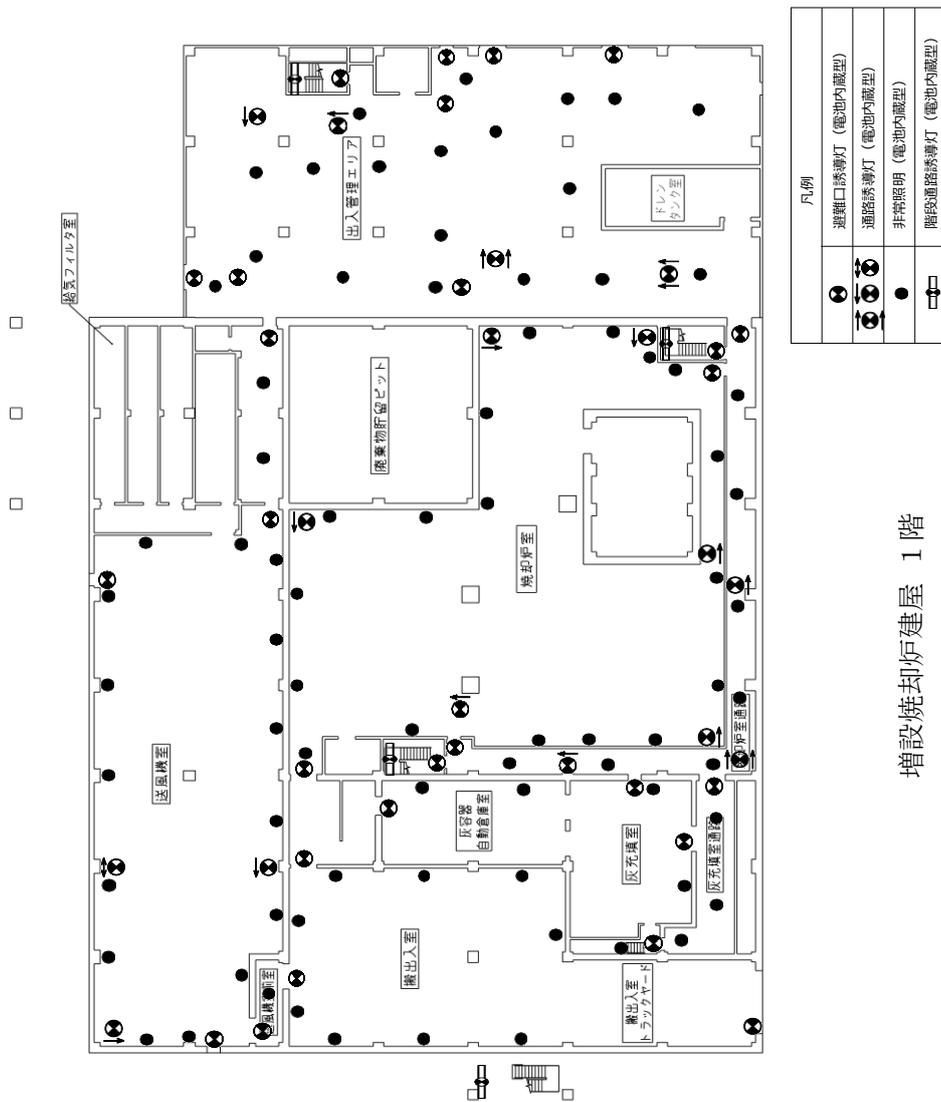
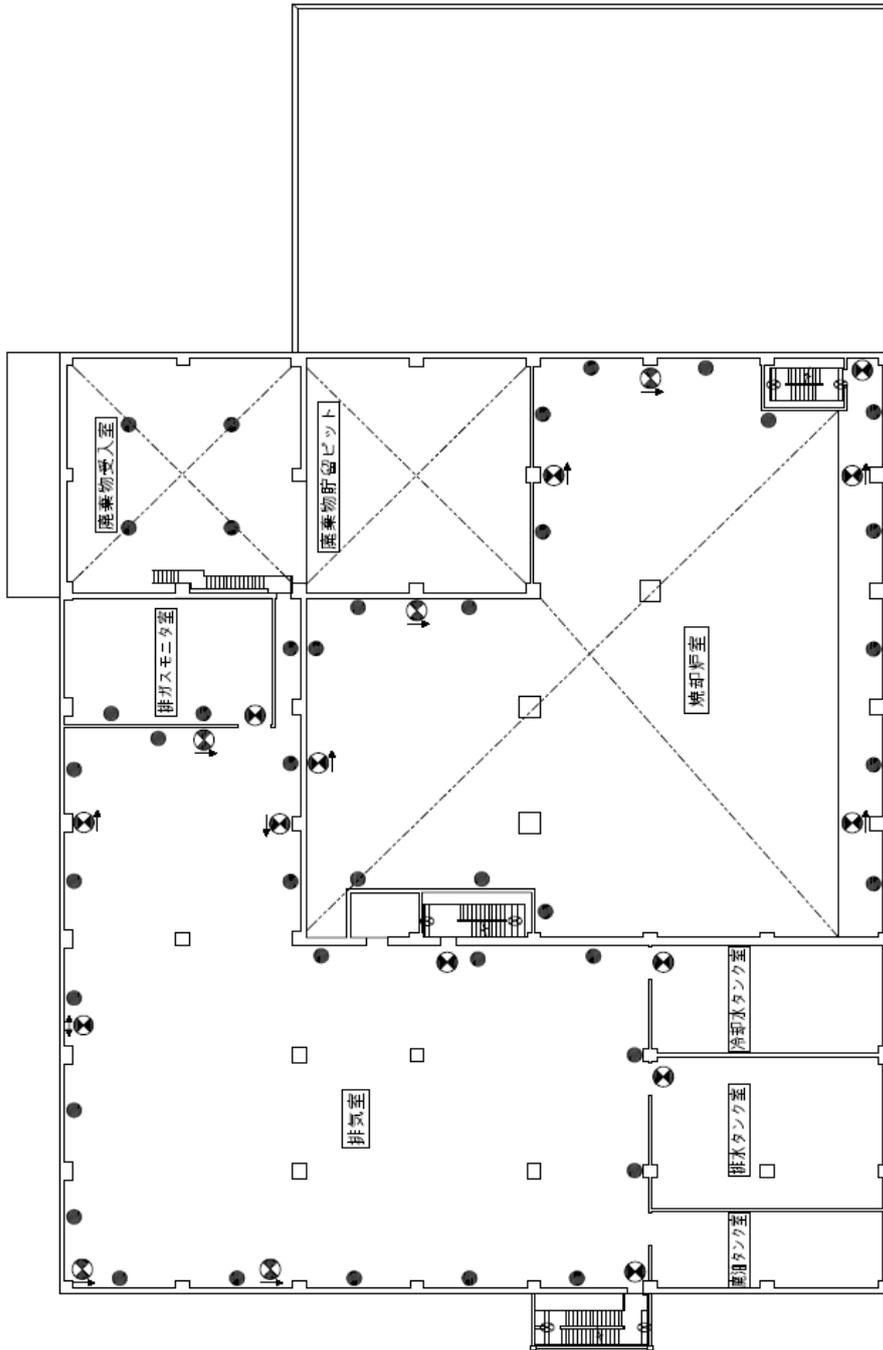


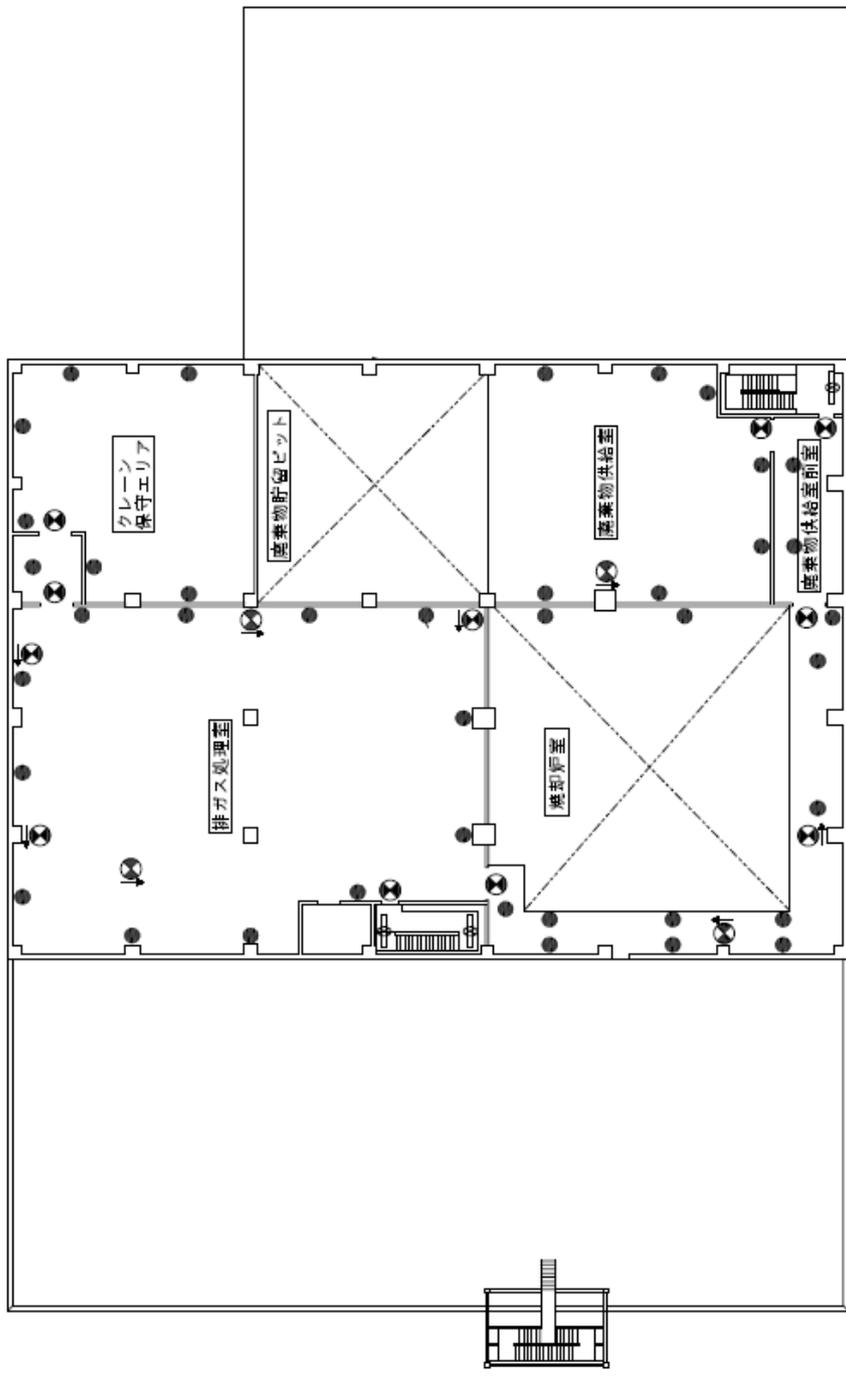
図-1 非常用照明の取付箇所を明示した図面 (1/6)



凡例	
	出口誘導灯 (電池内蔵型)
	通路誘導灯 (電池内蔵型)
	非常照明 (電池内蔵型)
	階段通路誘導灯 (電池内蔵型)

増設焼却炉建屋 4階

図-1 非常用照明の取付箇所を明示した図面 (4 / 6)



凡例	
	避難口誘導灯 (電池内蔵型)
	通路誘導灯 (電池内蔵型)
	非常照明 (電池内蔵型)
	階段通路誘導灯 (電池内蔵型)

増設焼却炉建屋 5階

図-1 非常用照明の取付箇所を明示した図面 (5/6)



凡例	
	避難口誘導灯 (電池内蔵型)
	通路誘導灯 (電池内蔵型)
	非常照明 (電池内蔵型)
	階段通路誘導灯 (電池内蔵型)

増設廃却炉建屋 屋上階

図一 1 非常用照明の取付箇所を明示した図面 (6 / 6)

火災防護に関する説明書並びに消火設備の取付箇所を明示した図面

1. 火災防護に関する基本方針

増設雑固体廃棄物焼却設備（以下、本設備という。）は、火災により安全性が損なわれることを防止するために、火災の発生防止対策、火災の検知及び消火対策、火災の影響の軽減対策の3方策を適切に組み合わせた措置を講じる。

2. 火災の発生防止

2.1 不燃性材料、難燃性材料の使用

増設焼却炉建屋の主要構造部である壁、柱、床、梁、屋根は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する。また、間仕切り壁及び天井材についても、建築基準法及び関係法令に基づき、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する。

更に、建屋内の機器、配管、ダクト、トレイ、電線路、盤の筐体、及びこれらの支持構造物についても、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用し、幹線ケーブル及び動力ケーブルは難燃ケーブルを使用する他、消防設備用のケーブルは消防法に基づき、耐火ケーブルや耐熱ケーブルを使用する。

2.2 発火性、引火性材料の予防措置

通常運転時はもとより、異常状態においても火災の発生を防止するための予防措置を講じる。

発火性又は引火性液体を内包する設備については、溶接構造、シール構造とし、液面監視により、漏えいの早期発見を図る。また、その内蔵量を運転上の要求に見合う最低量に抑える設計とする。

2.3 自然現象による火災発生防止

本設備の構築物、系統及び機器は、落雷、地震等の自然現象により火災が生じることがないように防護した設計とし、建築基準法及び関係法令に基づき避雷設備を設置する。

本設備は「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（平成18年9月19日）に従い設計を行い、破壊又は倒壊を防ぐことにより、火災発生を防止する設計とする。

3. 火災の検知及び消火

3.1 火災検出設備及び消火設備

火災検出設備及び消火設備は、本設備に対する火災の悪影響を限定し、早期消火を行える消防法及び関係法令に基づいた設計とする。

(1) 火災検出設備

放射線，取付面高さ，温度，湿度，空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して感知器の型式（熱・煙）を選定する。また，火災検出設備は外部電源喪失時に機能を失わないよう電池を内蔵した設計とする。

(2) 消火設備

消火設備は，屋内消火栓設備及び二酸化炭素消火設備及び連結送水口並びに消火器で構成する。

消防法に基づき，屋内消火栓設備の消火水槽（容量：約 5.2m³）及び，各階に屋内消火栓設備を設置し早期消火が行える設計とする。また，福島第一原子力発電所内の消防水利に消防車を連結することにより，本設備の消火が可能である。

3.2 自然現象に対する消火装置の性能維持

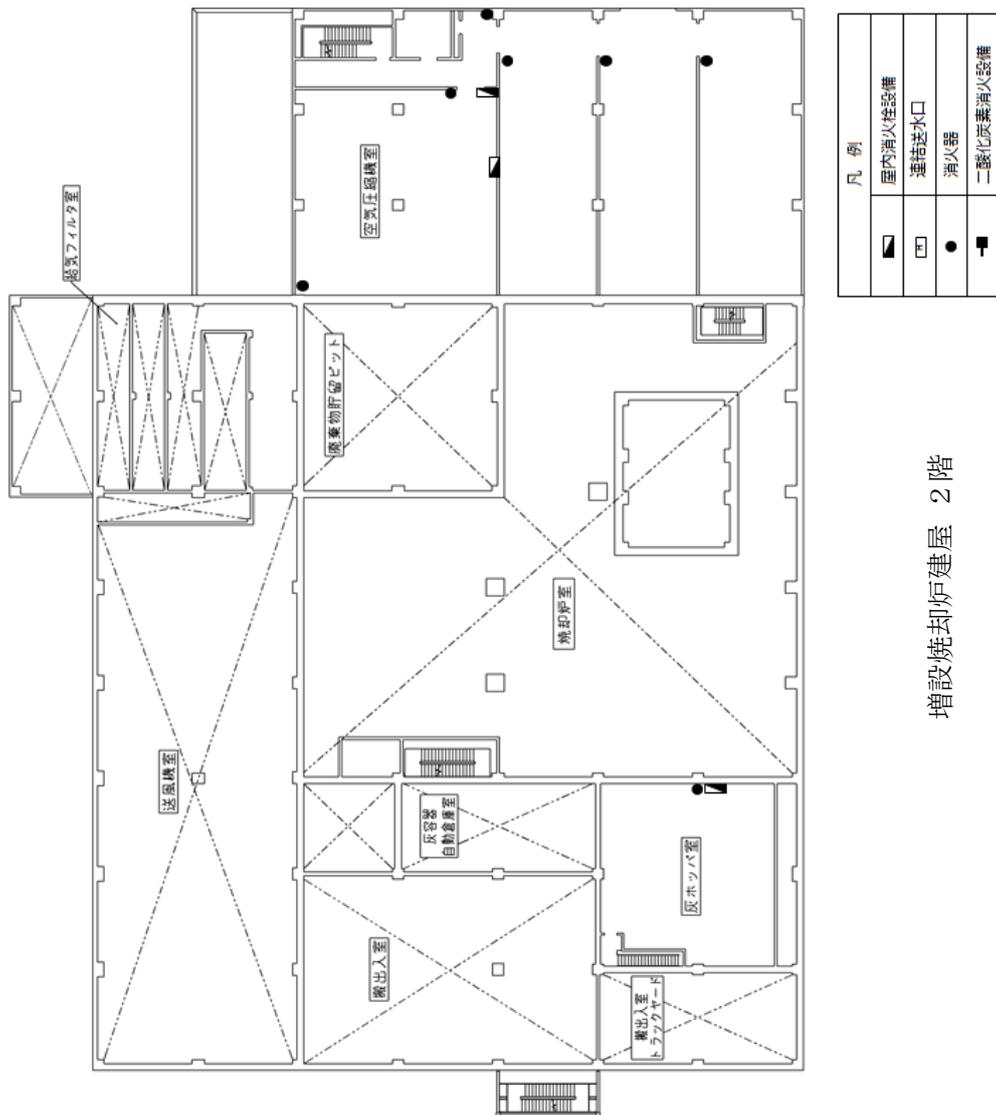
火災検出設備及び消火設備は地震等の自然現象によっても，その性能が著しく阻害されることがないように措置を講じる。消火設備は，消防法に基づいた設計とし，耐震設計は耐震設計審査指針に基づいて適切に行う。

4. 火災の影響の軽減

本設備は，建築基準法及び関係法令に基づき防火区画を設置し，消防設備と組み合わせることにより，火災の影響を軽減する設計とする。なお，主要構造部の外壁は，建築基準法及び関係法令に基づき，必要な耐火性能を有する設計とする。

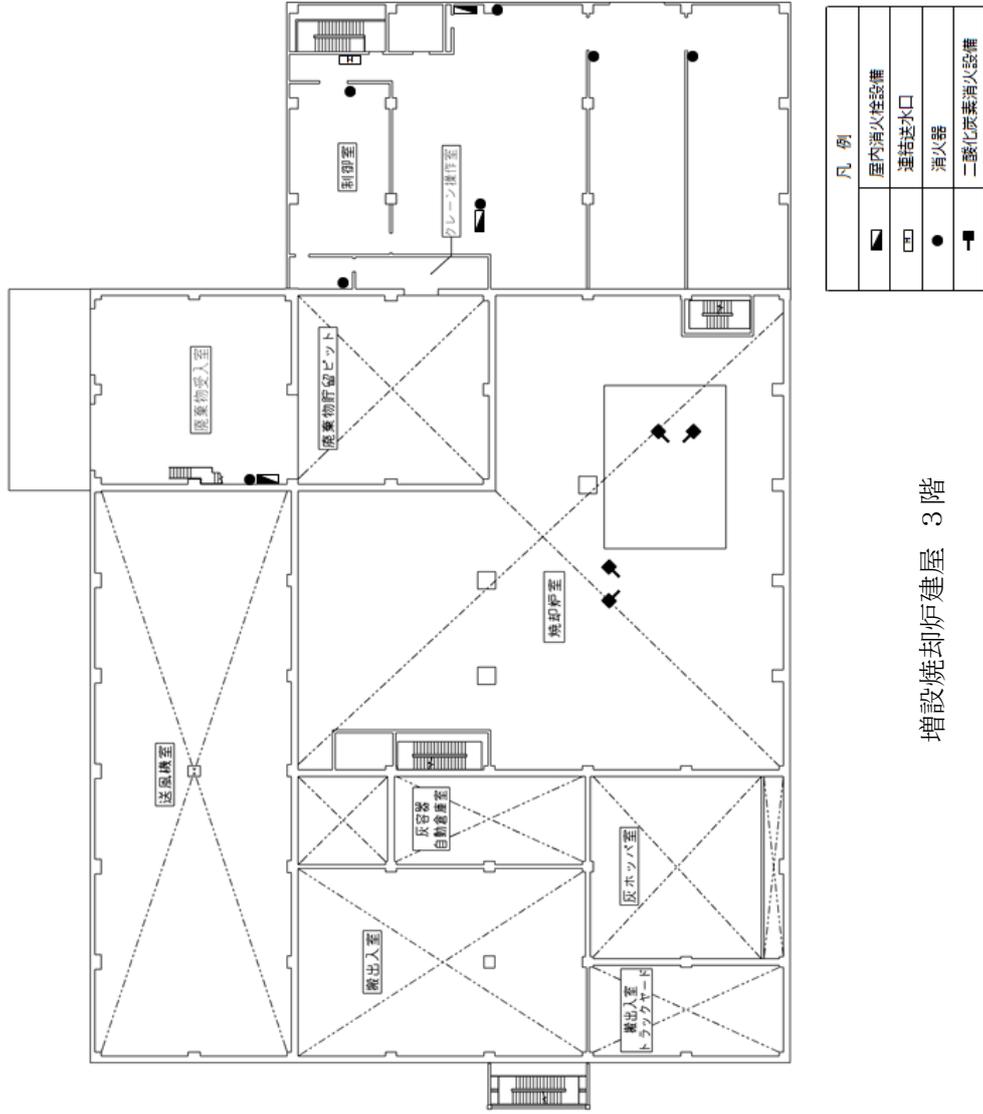
5. 消火設備の取付箇所を明示した図面

消火設備の取付箇所について，図－1に示す。



増設焼却炉建屋 2 階

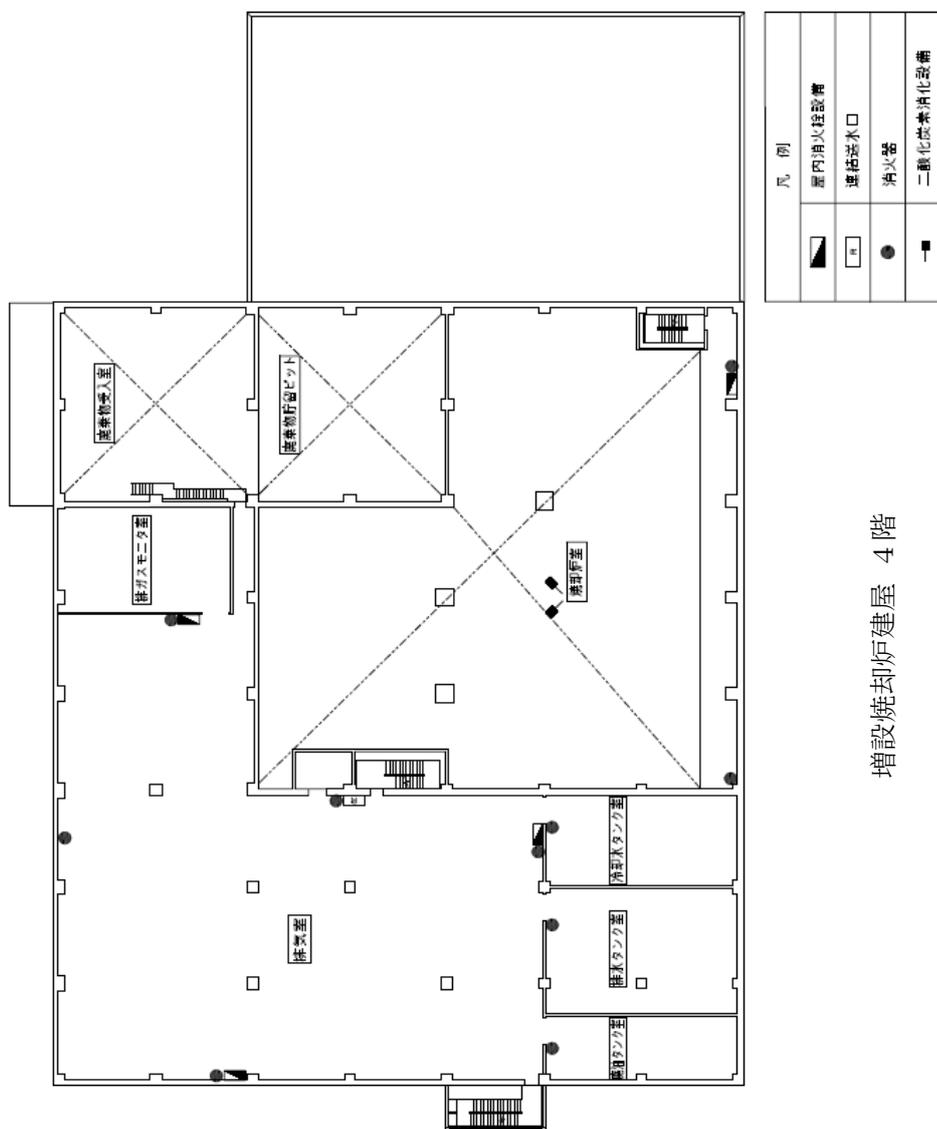
図一 1 消火設備の取付箇所を明示した図面 (2 / 6)



凡例	
■	屋内消火栓設備
□	連結放水口
●	消火器
■	二酸化炭素消火設備

増設焼却炉建屋 3階

図-1 消火設備の取付箇所を明示した図面 (3/6)



増設焼却炉建屋 4階

図-1 消火設備の取付箇所を明示した図面 (4 / 6)

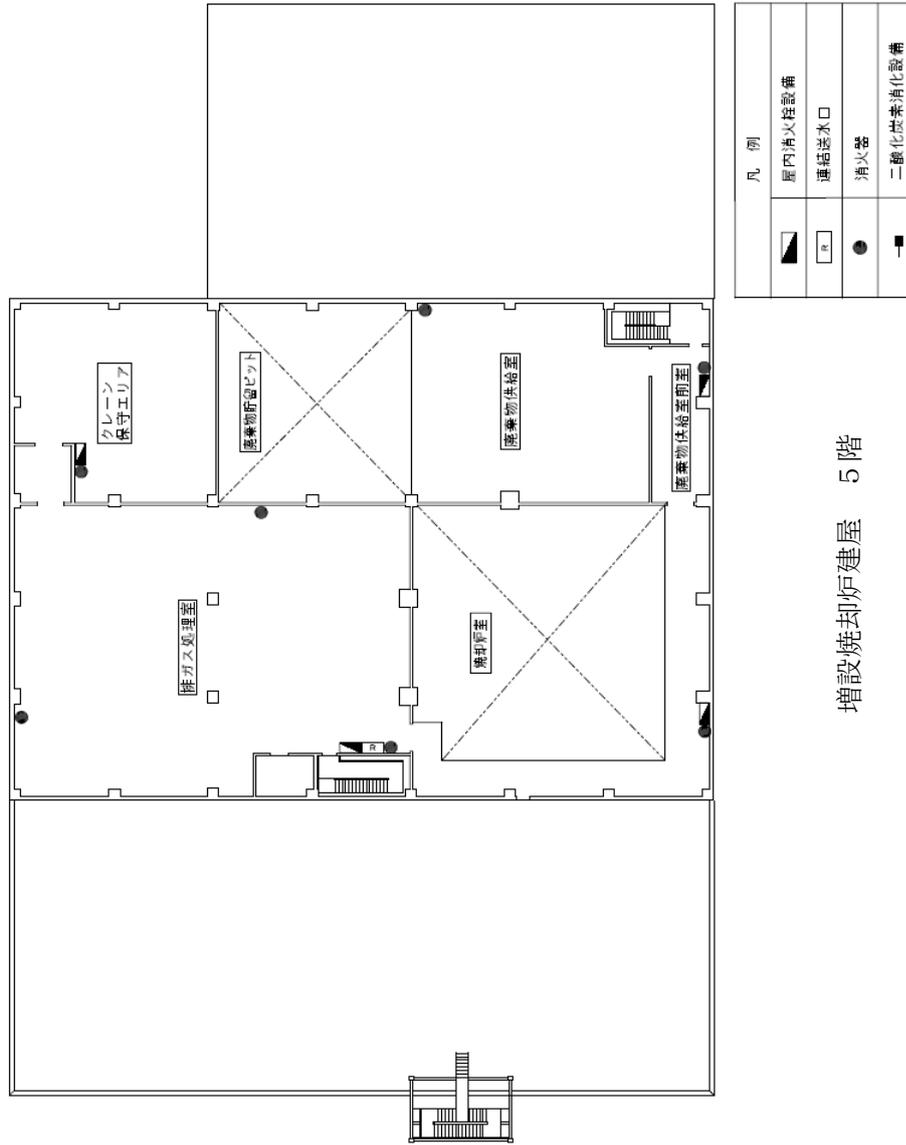


図-1 消火設備の取付箇所を明示した図面 (5/6)



増設焼却炉建屋 屋上階

凡 例	
	屋内消火栓設備
	連絡送水口
	消火器
	二酸化炭素消火設備

図-1 消火設備の取付箇所を明示した図面 (6 / 6)

生体遮へい装置の放射線の遮へい及び熱除去についての計算書

1. 一般事項

本計算書は、増設焼却炉建屋における生体遮へい装置（以下、補助遮へいという。）の放射線の遮へい及び熱除去に関する評価について説明するものである。

1.1 遮へい設計評価の基本方針

増設雑固体廃棄物焼却設備は、建屋躯体を用いた補助遮へいで区画し、その補助遮へいの厚さに対し、増設雑固体廃棄物焼却設備の各線源からの線量率計算結果が、外部放射線に係る設計基準線量率 $2.6 \times 10^{-3} \text{mSv/h}$ 以下を満足していることを確認することにより、遮へい設計が十分であることを評価する。

1.2 遮へい設計の設計基準線量率

通常運転時、放射線業務従事者の受ける線量が「東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示」（平成25年4月12日原子力規制委員会告示第3号）に定めた線量限度を超えないようにするとともに、放射線業務従事者の立入場所における線量を合理的に達成できる限り低減するように、放射線防護上の措置を講じた設計とする。遮へい設計に際しては、焼却設備の各線源からの外部放射線に係る線量率が、設計基準線量率 $2.6 \times 10^{-3} \text{mSv/h}$ 以下を満足する設計とする。

1.3 遮へい設計の方法

増設焼却炉建屋の補助遮へいの設計方法は、以下のとおりである。

- (1) 線源となる雑固体廃棄物、焼却灰は、原則としてコンクリートの遮へい壁で囲まれた区画に収容する。
- (2) 増設焼却炉建屋の通常運転時に予想される実効線量率が最大となる時の線源強度を計算する。
- (3) 遮へい計算は、対象となる線源の線源強度および幾何学的形状を勘案して適切な計算機コードを選択し、機器配置を考慮して補助遮へい外側表面の線量率を計算する。

1.4 遮へい設計の前提条件

補助遮へいの遮へい設計に用いる前提条件は、以下のとおりである。

- (1) コンクリートの密度は 2.15g/cm^3 とする。
- (2) 計算モデルは、保守的な評価となるようにする。

1.5 熱除去に関する設計

増設焼却炉建屋の補助遮へいは、取り扱われるものが雑固体廃棄物、焼却灰であることから、コンクリート壁に入射するガンマ線エネルギー束が低いので、コンクリート壁での発熱量は小さく、また建屋内は換気空調設備で熱除去される。

2. 補助遮へいの計算に用いる線源強度

増設焼却炉建屋における補助遮へいの対象となる線源は、雑固体廃棄物、焼却灰である。各線源は滞留水を汚染起源と仮定し、表-1に示す核種、放射能濃度を内包しているとする。なお、各線源のガンマ線源強度の計算はORIGEN2コードにより行う。

表-1 遮へい計算に用いる各線源の放射能濃度

核種	放射能濃度 (Bq/cm ³)	
	雑固体廃棄物	焼却灰
Mn-54	1.0E+00	1.7E+01
Co-58	4.8E-03	8.0E-02
Co-60	2.9E+00	4.8E+01
Sr-89	3.9E-02	6.5E-01
Sr-90	2.5E+02	4.2E+03
Ru-103	3.6E-05	6.0E-04
Ru-106	9.6E+00	1.6E+02
Sb-124	5.1E-03	8.5E-02
Sb-125	9.0E+00	1.5E+02
I-131	9.6E-26	1.6E-24
Cs-134	8.7E+01	1.5E+03
Cs-136	6.3E-18	1.1E-16
Cs-137	2.4E+02	4.0E+03
Ba-140	4.2E-16	7.0E-15
合計	6.0E+02	1.0E+04

3. 補助遮へい計算方法

3.1 計算方法

増設焼却炉建屋の遮へい計算には、計算機コード「MCNP」を用いる。計算機コードの主な入力条件は以下の項目である。

- ・線源の放射能濃度
- ・線源のエネルギースペクトル
- ・線源形状
- ・遮へい厚さ
- ・線源からの距離
- ・遮へい体の物質の指定

3.2 線量率計算

補助遮へい外側表面の線量率計算は、3.1 に示した入力条件を計算機コードに入力して行う。

3.2.1 線量率計算モデル

線量率の評価位置は、線源強度および遮へい厚さが異なる代表的な壁および天井スラブの外側表面において線量率が最大になる箇所とする。

図-1～6の計算配置図に増設焼却炉建屋の線源配置および評価点位置を示す。

(1) 廃棄物貯留ピットの計算モデル

廃棄物貯留ピットで取り扱う雑固体廃棄物は、容量をピット内に充填されている状態とした直方体線源とする。線源の放射能濃度は、表-1に示した放射能濃度とする。

a. 廃棄物貯留ピット1階の北壁（壁厚 500 mm）

廃棄物貯留ピット1階の北壁外側表面（評価点①）の線量率の計算に用いる線源の形状・寸法、壁の厚さ、評価点の位置を図-1及び図-7に示す。

b. 廃棄物貯留ピット2階の東壁（壁厚 650 mm）

廃棄物貯留ピット2階の東壁外側表面（評価点②）の線量率の計算に用いる線源の形状・寸法、壁の厚さ、評価点の位置を図-2及び図-8に示す。

c. 廃棄物貯留ピットの天井スラブ（スラブ厚 300 mm）

廃棄物貯留ピットの天井スラブ外側表面（評価点③）の線量率の計算に用いる線源の形状・寸法、天井の厚さ、評価点の位置を図-6及び図-9に示す。

(2) 灰容器自動倉庫の計算モデル

灰容器自動倉庫に保管する灰充填容器の数量は最大74個であるが、解析における線源形状・寸法は保守的に各灰充填容器間の空間も全て線源とした直方体線源とする。線源の放射能濃度は、表-1に示した放射能濃度とする。

a. 搬出入室1階の西壁（灰容器自動倉庫室壁厚300mm，搬出入室壁厚500mm）

搬出入室1階の西壁外側表面（評価点④）の線量率の計算に用いる線源の形状・寸法，壁の厚さ，評価点の位置を図-1及び図-10に示す。

(3) 主灰ホップ及び飛灰ホップの計算モデル

主灰ホップ及び飛灰ホップの解析における線源形状・寸法は，焼却灰が内包される範囲として主灰ホップ，飛灰ホップを直方体線源とする。線源の放射能濃度は，表-1に示した放射能濃度とする。

a. 灰充填室通路1階の南壁（灰ホップ室壁厚180mm，灰充填室通路壁厚500mm）

灰充填室通路1階の南壁外側表面（評価点⑤）の線量率の計算に用いる線源の形状・寸法，壁の厚さ，評価点の位置を図-1及び図-11に示す。

b. 冷却水タンク室の天井スラブ（4階床スラブ厚300mm，天井スラブ厚300mm）

冷却水タンク室の4階天井スラブ外側表面（評価点⑥）の線量率の計算に用いる線源の形状・寸法，天井の厚さ，評価点の位置を図-5及び図-12に示す。

3.2.2 線量率計算結果

線量率の計算結果を表-2に示す。

補助遮へい外側表面の線量率は，いずれのエリアも設計基準線量率 $2.6 \times 10^{-3} \text{mSv/h}$ 以下を満足することを確認した。

表-2 線量率の計算結果

評価点	評価箇所	線量率計算結果	設計基準線量率
①	廃棄物貯留ピット1階の北壁	$9.1 \times 10^{-5} \text{mSv/h}$	2.6×10 ⁻³ mSv/h 以下
②	廃棄物貯留ピット2階の東壁	$4.0 \times 10^{-5} \text{mSv/h}$	
③	廃棄物貯留ピットの天井スラブ	$1.9 \times 10^{-4} \text{mSv/h}$	
④	搬出入室1階の西壁	$8.6 \times 10^{-6} \text{mSv/h}$	
⑤	灰充填室通路1階の南壁	$2.5 \times 10^{-6} \text{mSv/h}$	
⑥	冷却水タンク室の天井スラブ	$5.5 \times 10^{-5} \text{mSv/h}$	

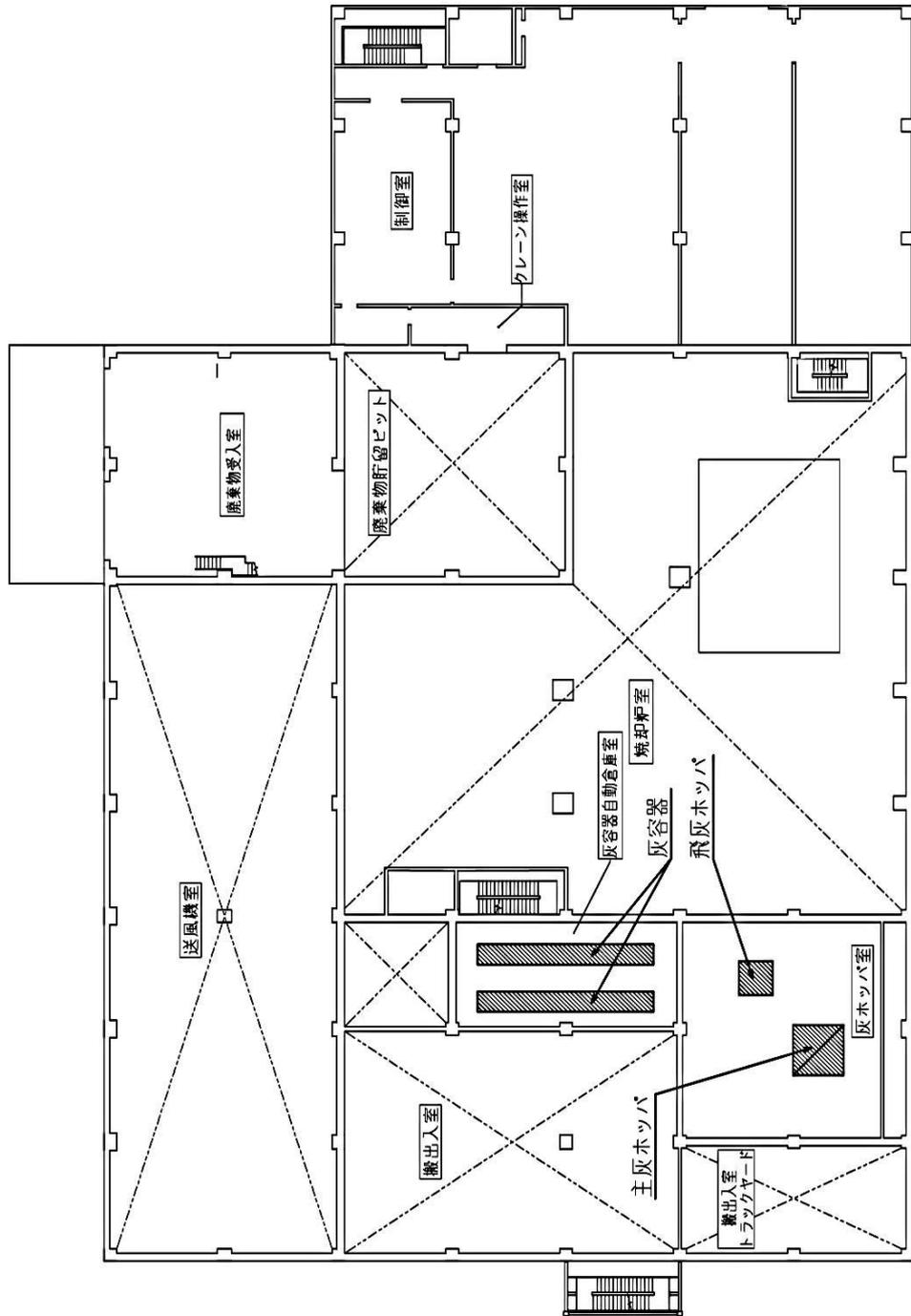
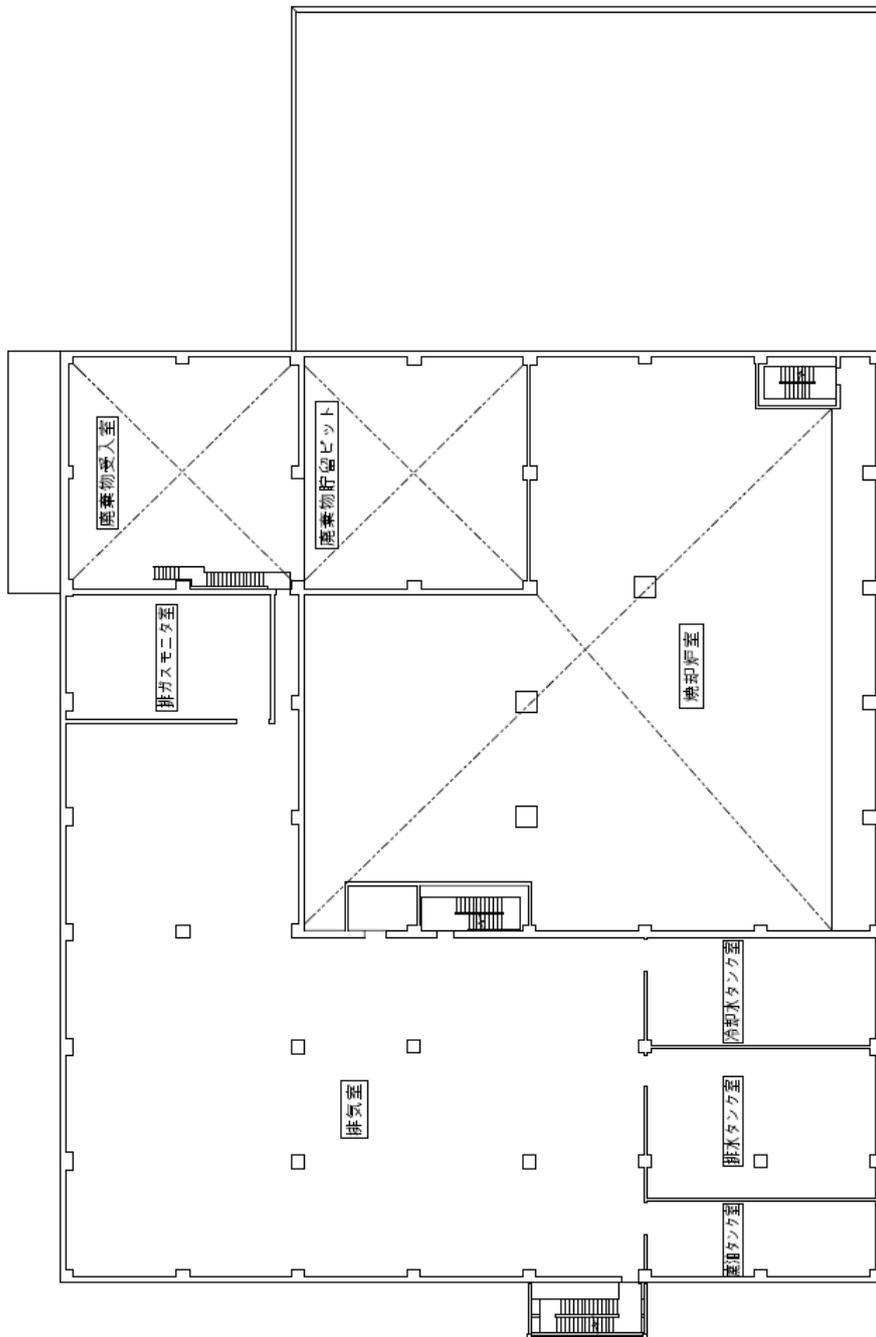


図-3 増設雑固体廃棄物焼却設備の計算配置図(3階)



図一4 増設雑固体廃棄物焼却設備の計算配置図（4階）

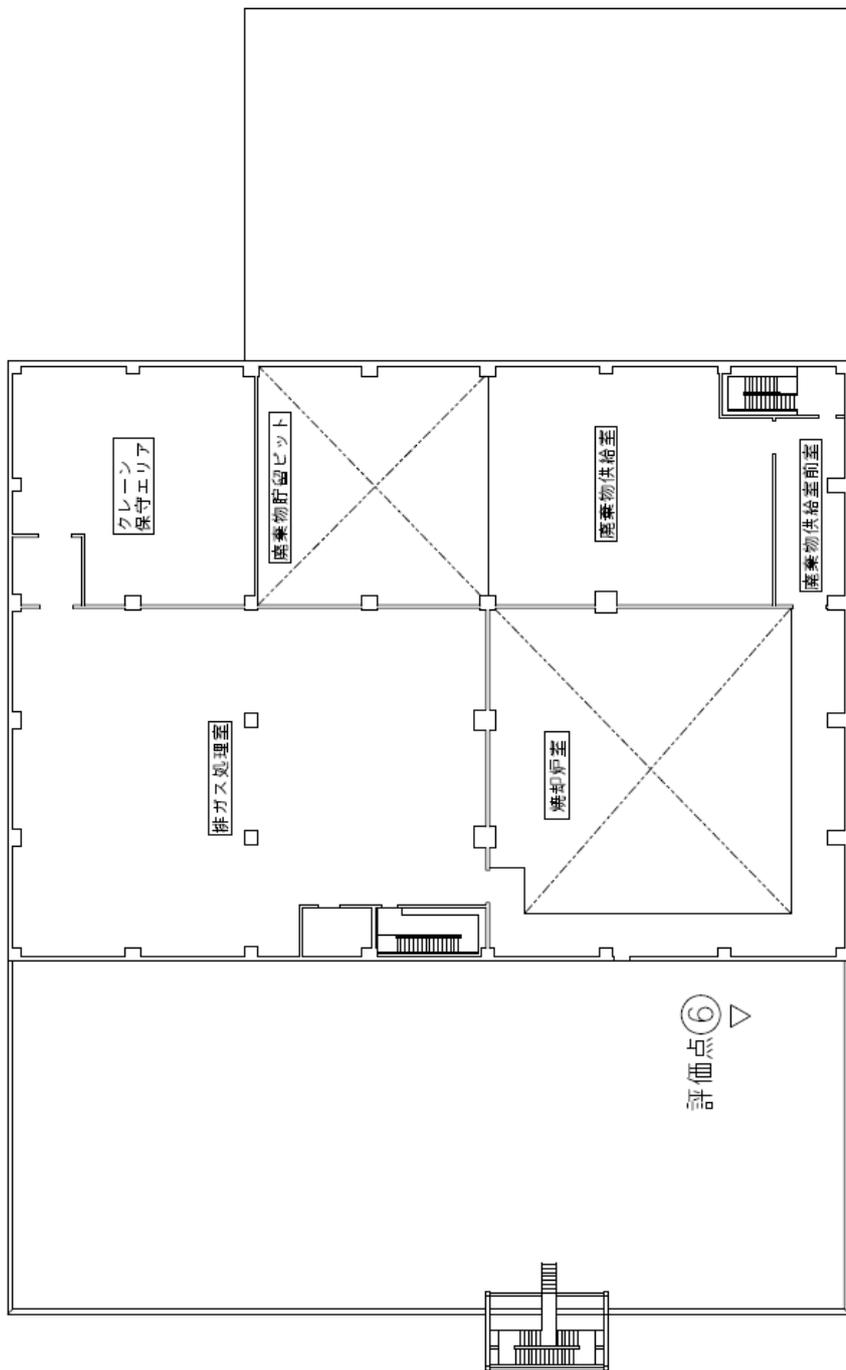
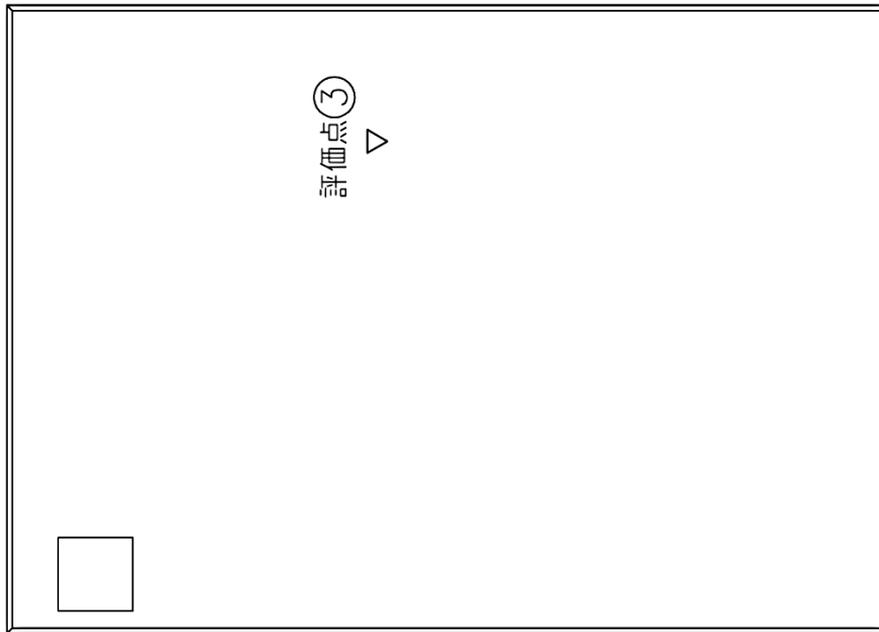


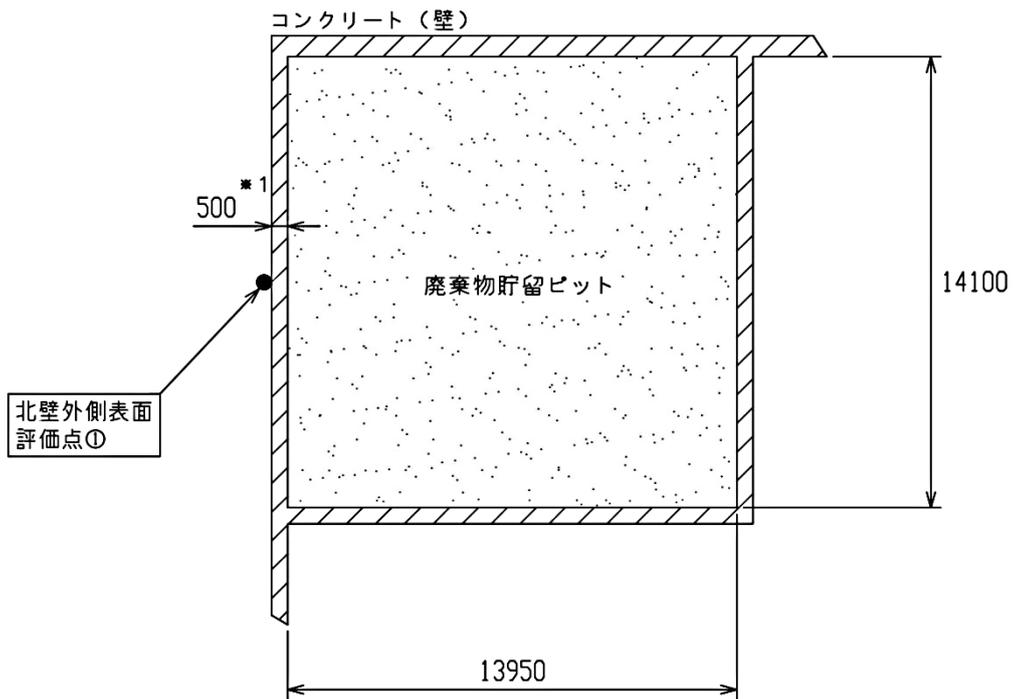
図-5 増設雑固体廃棄物焼却設備の計算配置図(5階)



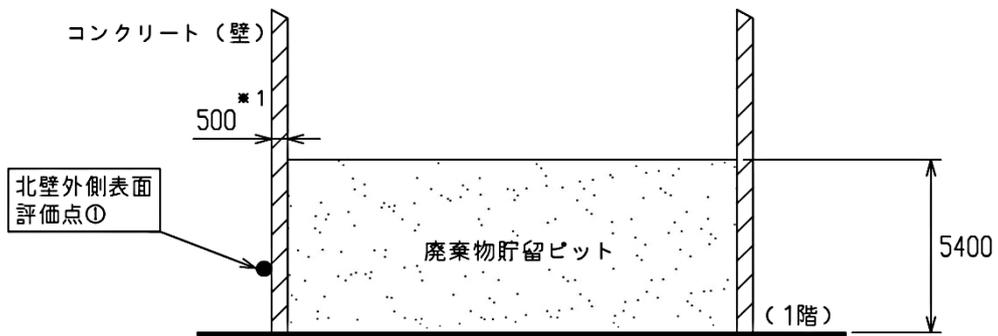
図一六 増設雑固体廃棄物焼却設備の計算配置図（5階天井）



[平面図]



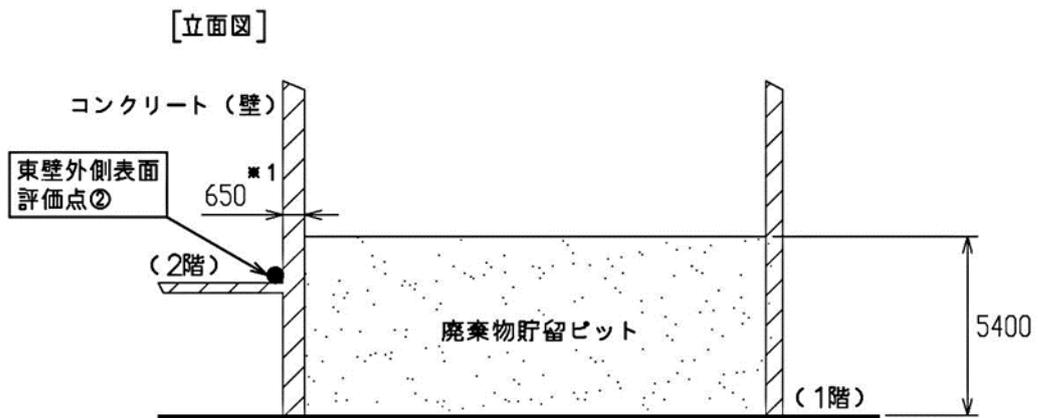
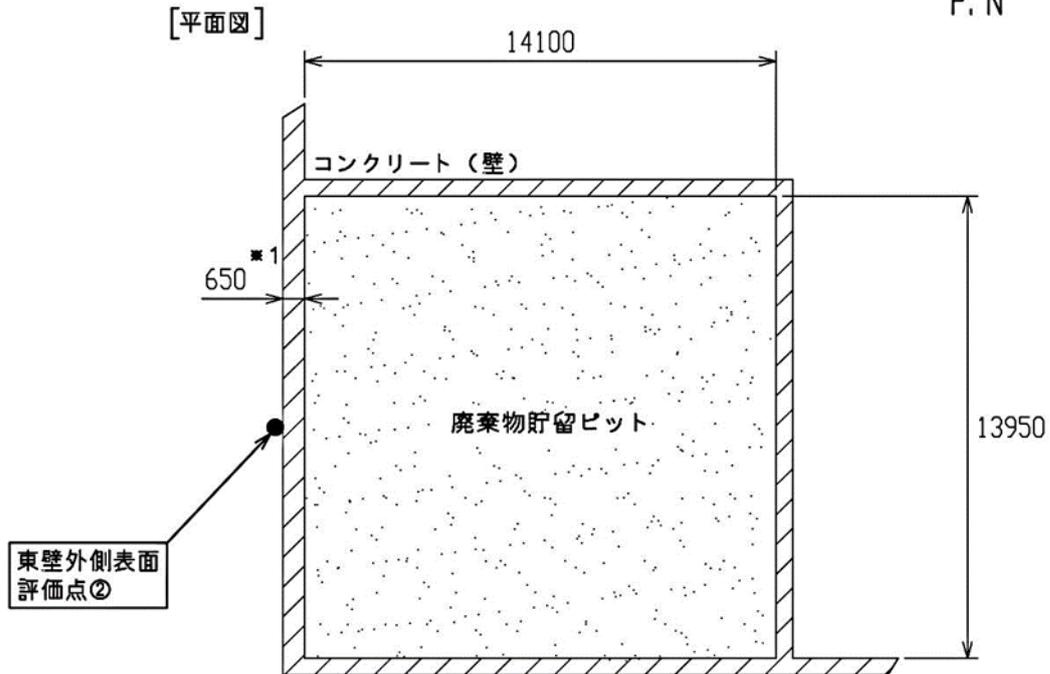
[立面図]



(単位：mm)

注記 ※ 1：公称値を示す

図-7 廃棄物貯留ピット1階の北壁外側表面の計算モデル



注記 ※1：公称値を示す

(単位：mm)

図-8 廃棄物貯留ピット2階の東壁外側表面の計算モデル

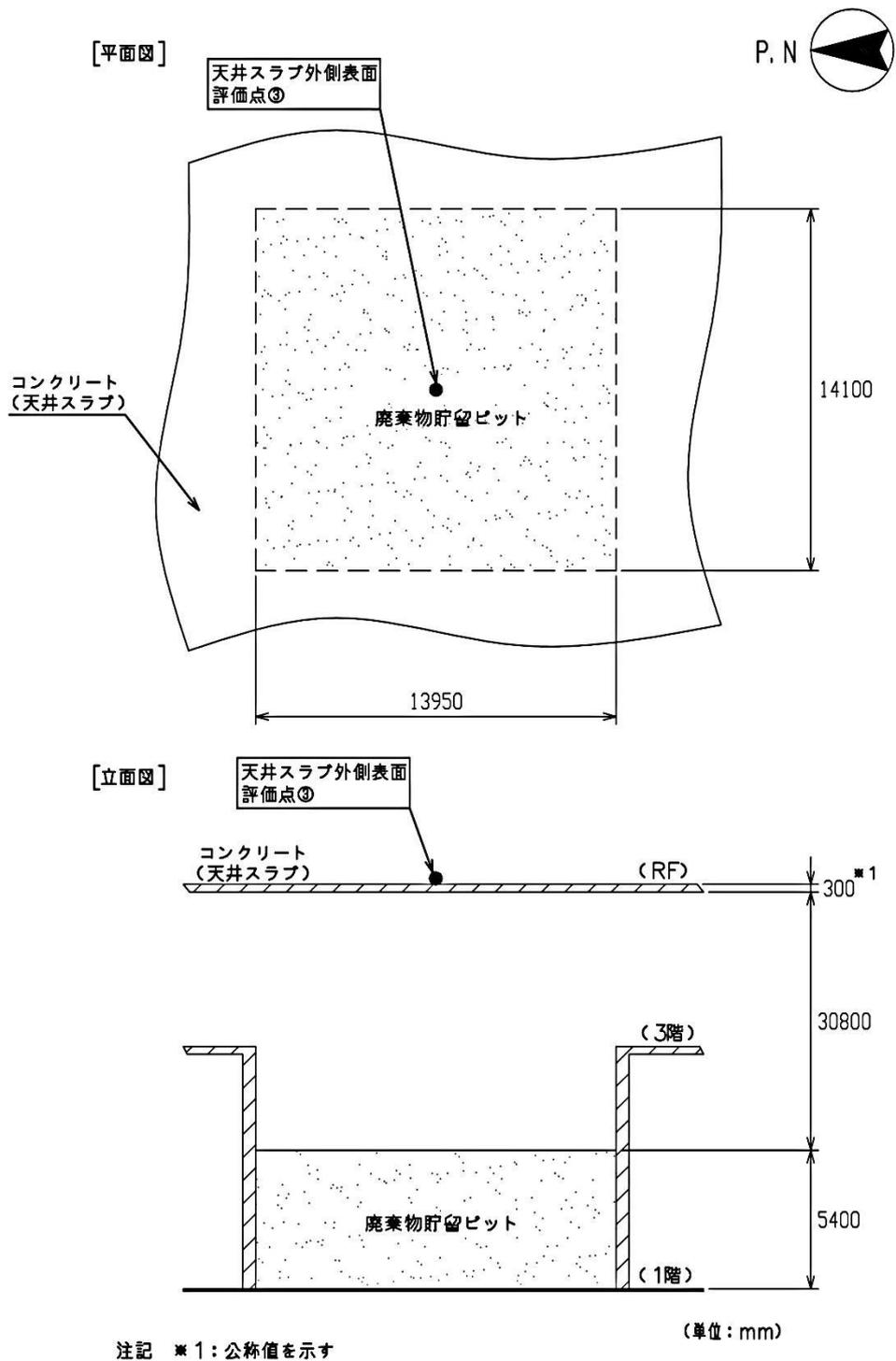
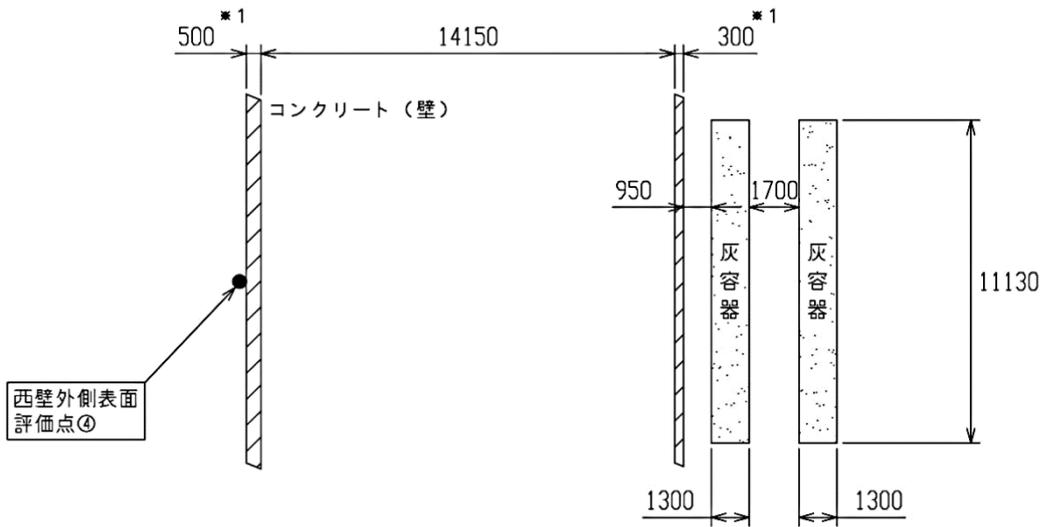


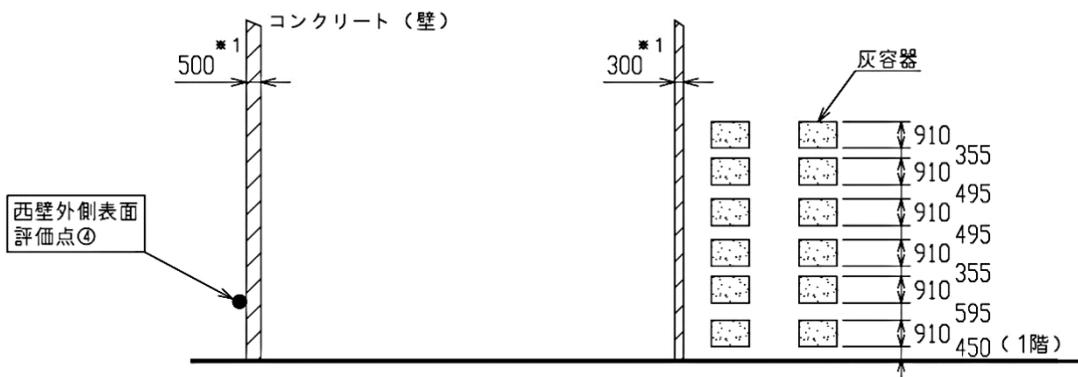
図-9 廃棄物貯留ピットの天井スラブ外側表面の計算モデル



[平面図]



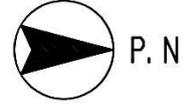
[立面図]



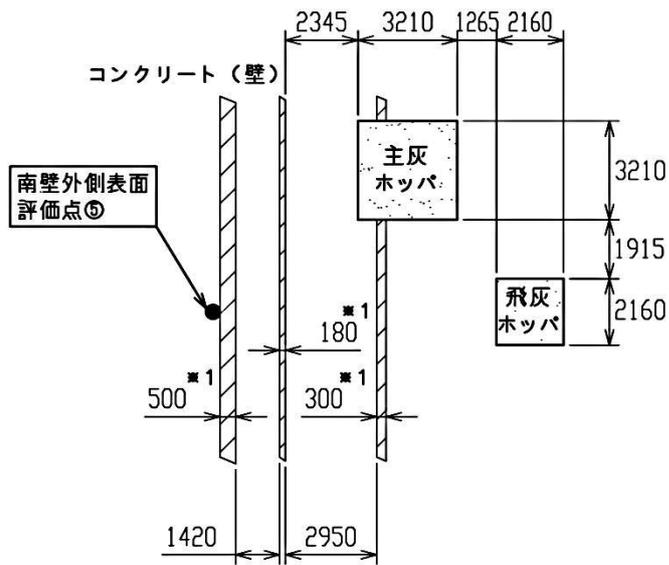
注記 *1: 公称値を示す

(単位: mm)

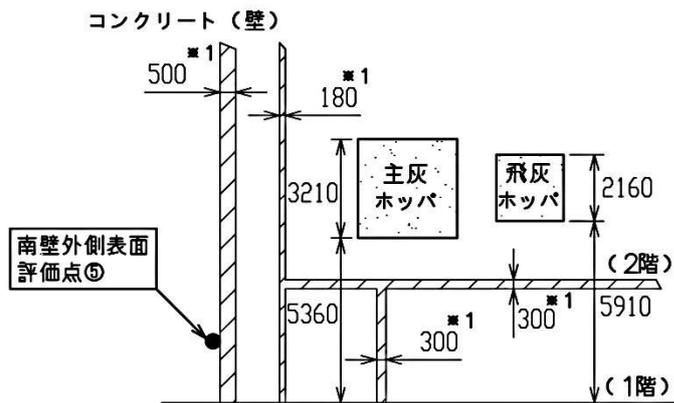
図-10 搬出入室1階の西壁外側表面の計算モデル



[平面図]



[立面図]



注記 ※1: 公称値を示す

(単位: mm)

図-11 灰充填室通路1階の南壁外側表面の計算モデル

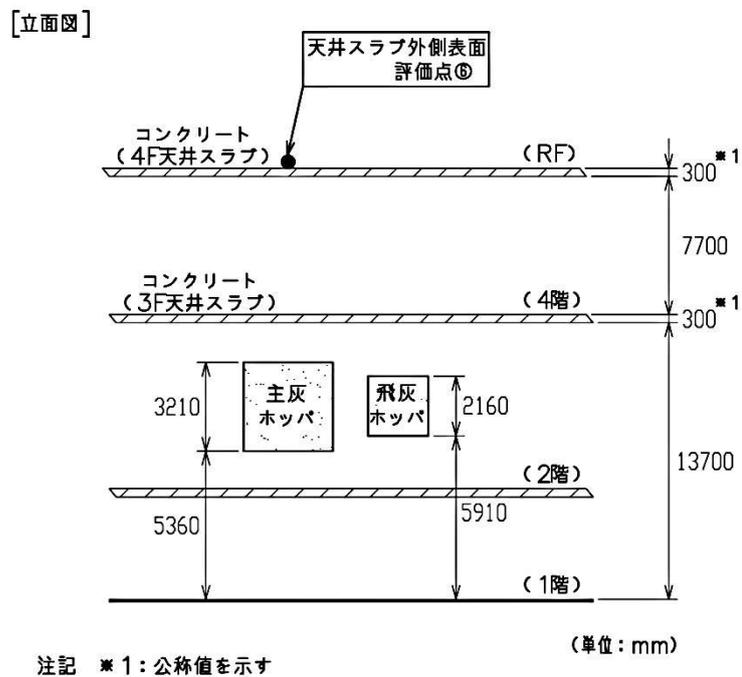
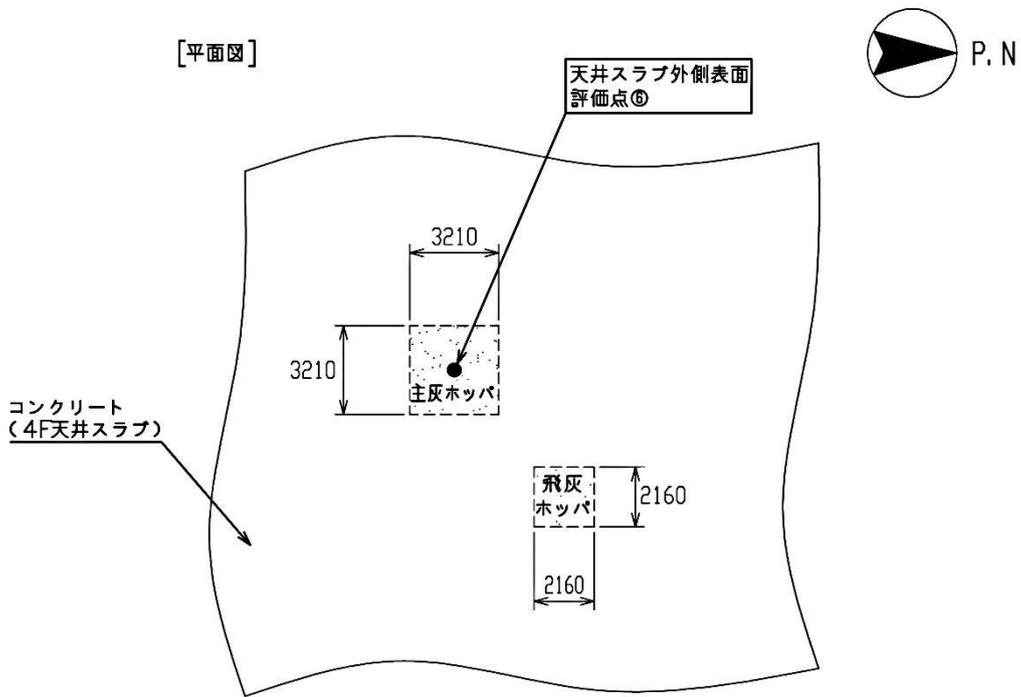


図-12 冷却水タンク室の天井スラブ外側表面の計算モデル

4. 補助遮への貫通部に対する考慮

増設焼却炉建屋の高線量率区域と低線量率区域の間の補助遮への貫通部は、原則として放射線の通過が問題とならないようにその位置を決める。

ただし、放射線の通過が問題となる位置に設置せざるを得ない場合は、配管等の貫通部に遮へい補償材（鉛毛またはモルタル）を詰め、放射線の通過を防止する措置を講じることとする。

貫通部に対する放射線の通過防止措置の例を図-13、14に示す。

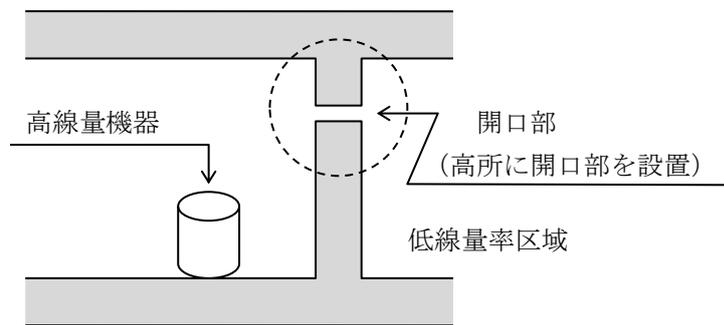


図-13 開口部の高所設置 (例)

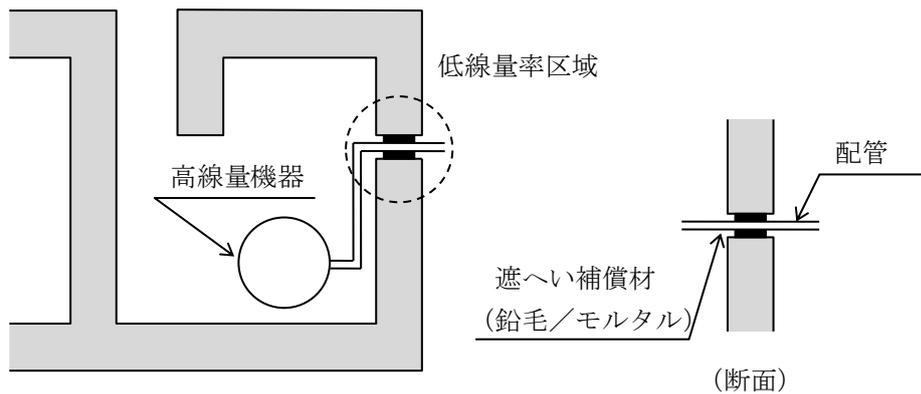


図-14 貫通孔の補償遮へい (例)

5. 補助遮へいの熱除去計算

5.1 補助遮へいの熱除去計算方法

補助遮へいであるコンクリート中のガンマ発熱密度はコンクリート中のガンマ線フラックスの減衰に応じて減少する。しかし、安全側にガンマ線の減衰を無視して入射面の最大のガンマ発熱密度でコンクリート全体が均一に発熱するものと仮定すると、コンクリート中の温度と表面温度の差の最大値 ΔT_{\max} は、内部発熱が均一とした平板の温度分布の計算式 (6. 引用文献(1)参照) を引用した下式により求められる。

$$\Delta T_{\max} = T_{\max} - T_s = Q' \cdot L^2 / 2\lambda$$

ここで、

- T_{\max} : コンクリート厚さ中心での最高温度 (°C)
- T_s : コンクリート表面温度 (°C)
- Q' : コンクリートの発熱密度 (W/m³)
- L : コンクリートの厚さの1/2 (m)
- λ : コンクリートの熱伝導率 (W/m・°C)

また、上記のコンクリートの発熱密度は、下式により求められる。

$$Q' = 10^6 \cdot \rho \cdot Q$$

ここで、

- ρ : コンクリート密度 (g/cm³)
- Q : ガンマ発熱密度 (W/g)
 $= K \cdot \phi$
- K : ガンマ発熱密度換算係数 (W・s・cm²/g)
 $= C \cdot E \cdot (\mu_{en}/\rho)$
- C : 換算係数 (W・s/MeV) (1.602×10⁻¹³)
- E : ガンマ線エネルギー (MeV)
- (μ_{en}/ρ) : コンクリートの質量エネルギー吸収係数 (cm²/g)
- ϕ : ガンマ線フラックス (photons/cm²・s)

上記において、ガンマ発熱密度は補助遮へいの灰容器自動倉庫室西壁内側の最大となる点について計算機コード「MCNP」にて計算を行う。

5.2 補助遮へいの熱除去計算結果

補助遮へい中のガンマ発熱による発熱密度は約 4×10^{-2} W/m³ となり, 温度上昇は 0.1℃ 未満であり, 自然冷却で十分である。

6. 引用文献

- (1) 日本機械学会「伝熱工学資料 改訂第5版」(2009)

人が常時勤務し、又は頻繁に出入する原子力発電所内の場所における
線量率に関する説明書

1. 遮へい設計上の基準線量率

本説明書は、通常運転時に人が常時勤務し、又は頻繁に出入する原子力発電所内の場所における外部放射線に係る線量率による区域区分を示すものである。各区域区分の外部放射線に係る設計基準線量率は、次の通り設定する。

区分		外部放射線に係る設計基準線量率
管理区域外	A	0.0026mSv/h 以下
管理区域内	B	0.01mSv/h 未満
	C	0.05mSv/h 未満
	D	0.25mSv/h 未満
	E	1 mSv/h 未満
	F	1 mSv/h 以上

上記の設計基準線量率を基にした増設焼却炉建屋の遮へい設計上の区域区分を次頁以降に示す。区域区分のうち、C-E、C-F、D-E、E-Fは、雑固体廃棄物等の線源の収納又は取扱い状態により、その範囲内で区域区分が変動することを示す。

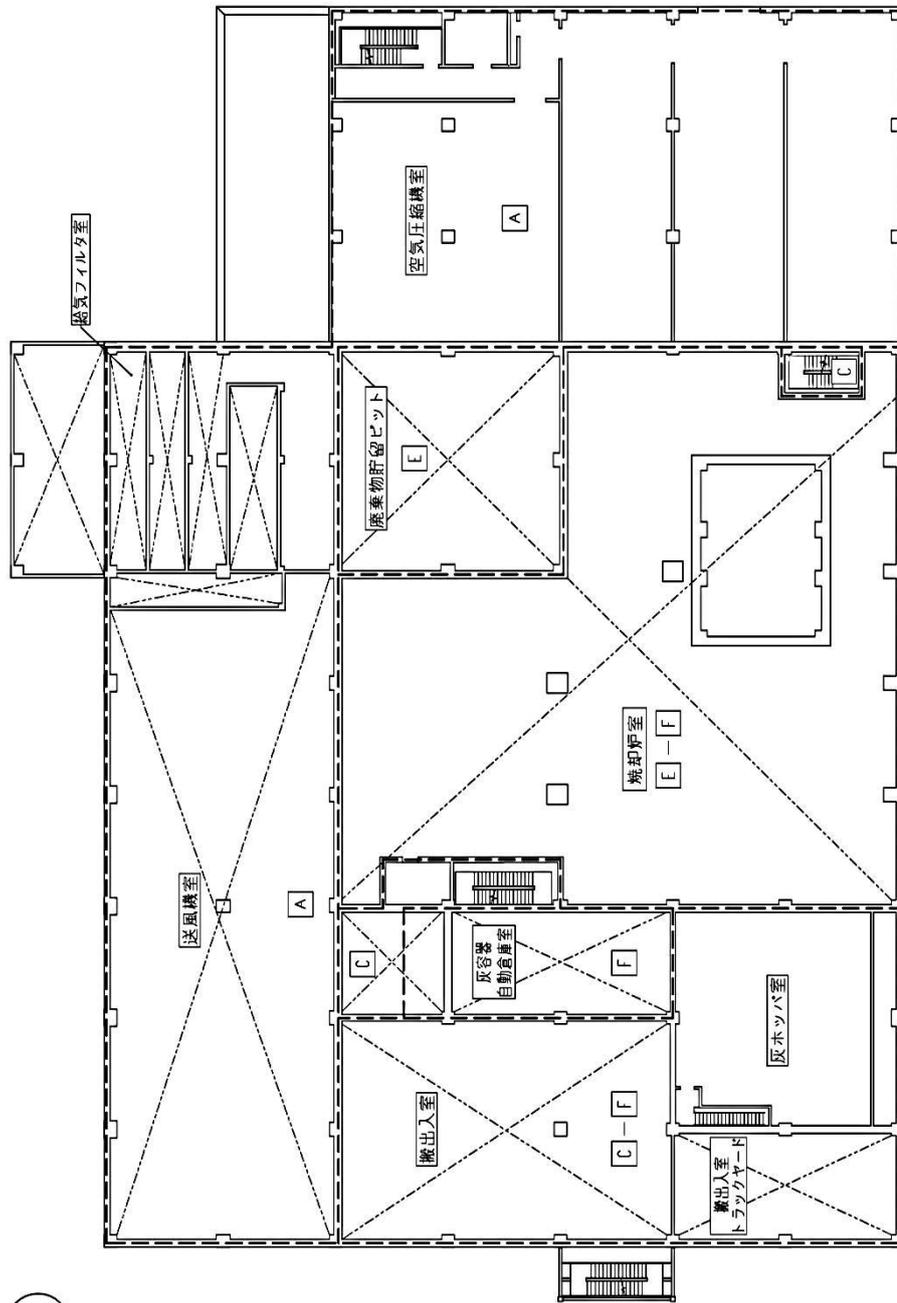


図-2 区域区分図 (増設焼却炉建屋2階)

区分	基準値
管理区域外	
A	0.0026mSv/h以下
B	0.01mSv/h未満
C	0.05 mSv/h未満
管理区域内	
D	0.25 mSv/h未満
E	1 mSv/h未満
F	1 mSv/h以上

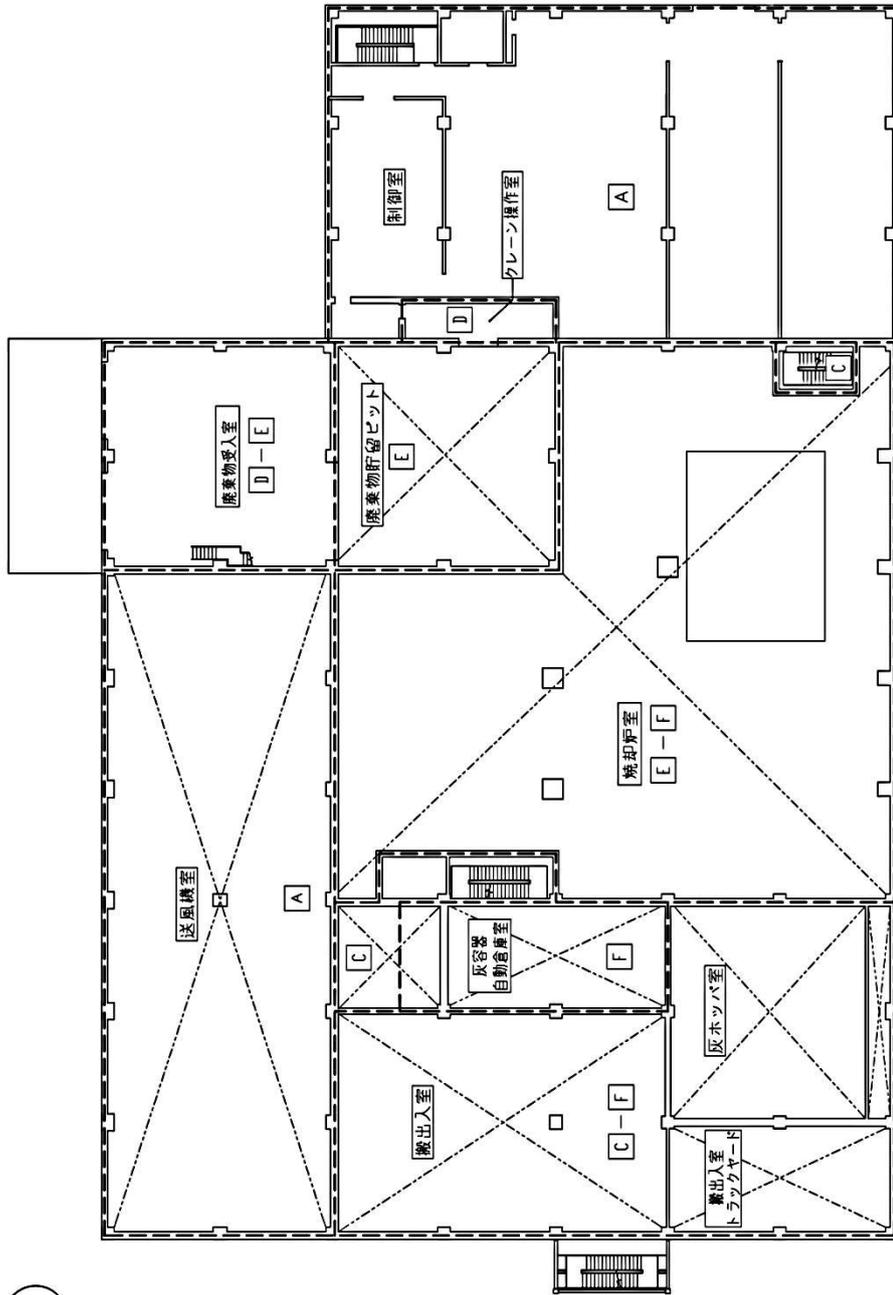


図-3 区域区分図 (増設焼却炉建屋3階)

区分	基準値	
	管理区域外	A
管理区域内	B	0.01 mSv/h未満
	C	0.05 mSv/h未満
	D	0.25 mSv/h未満
	E	1 mSv/h未満
	F	1 mSv/h以上

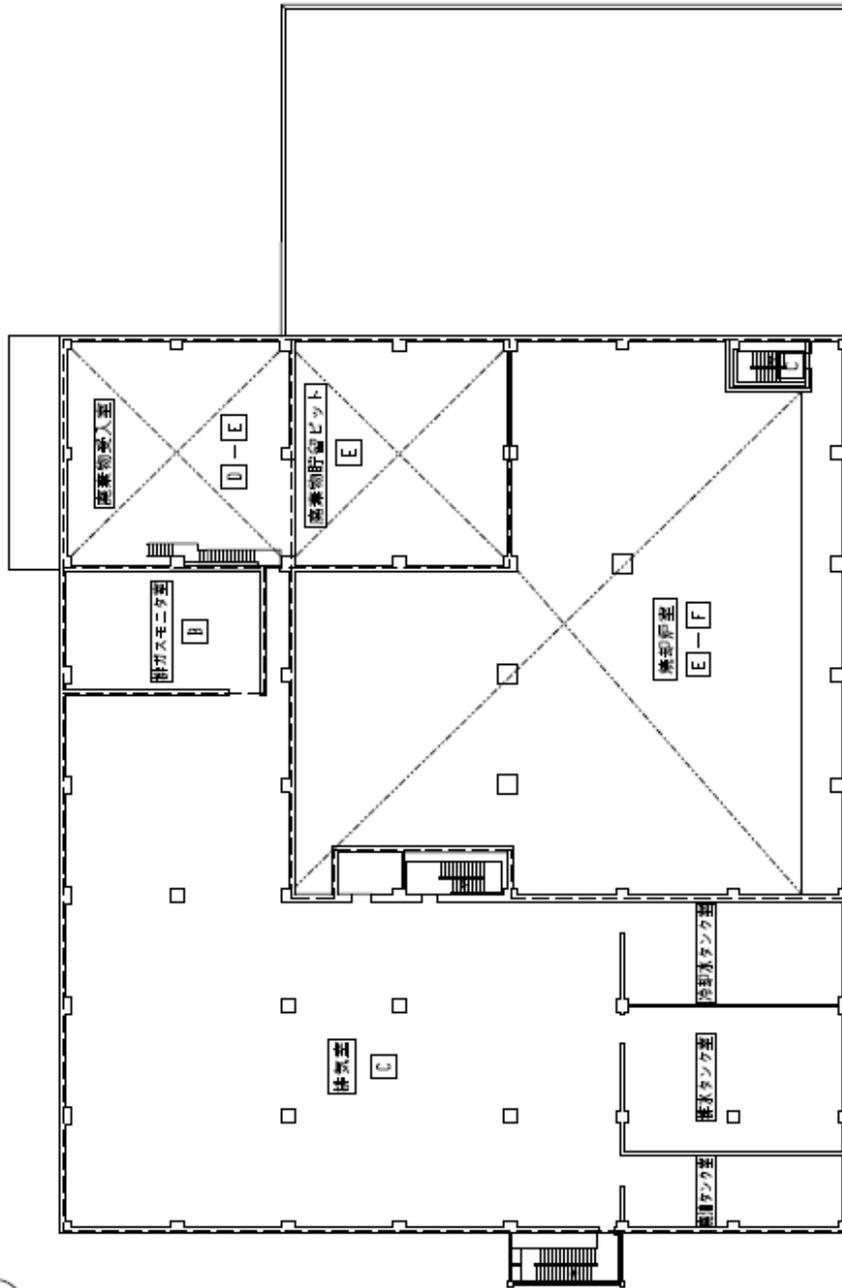
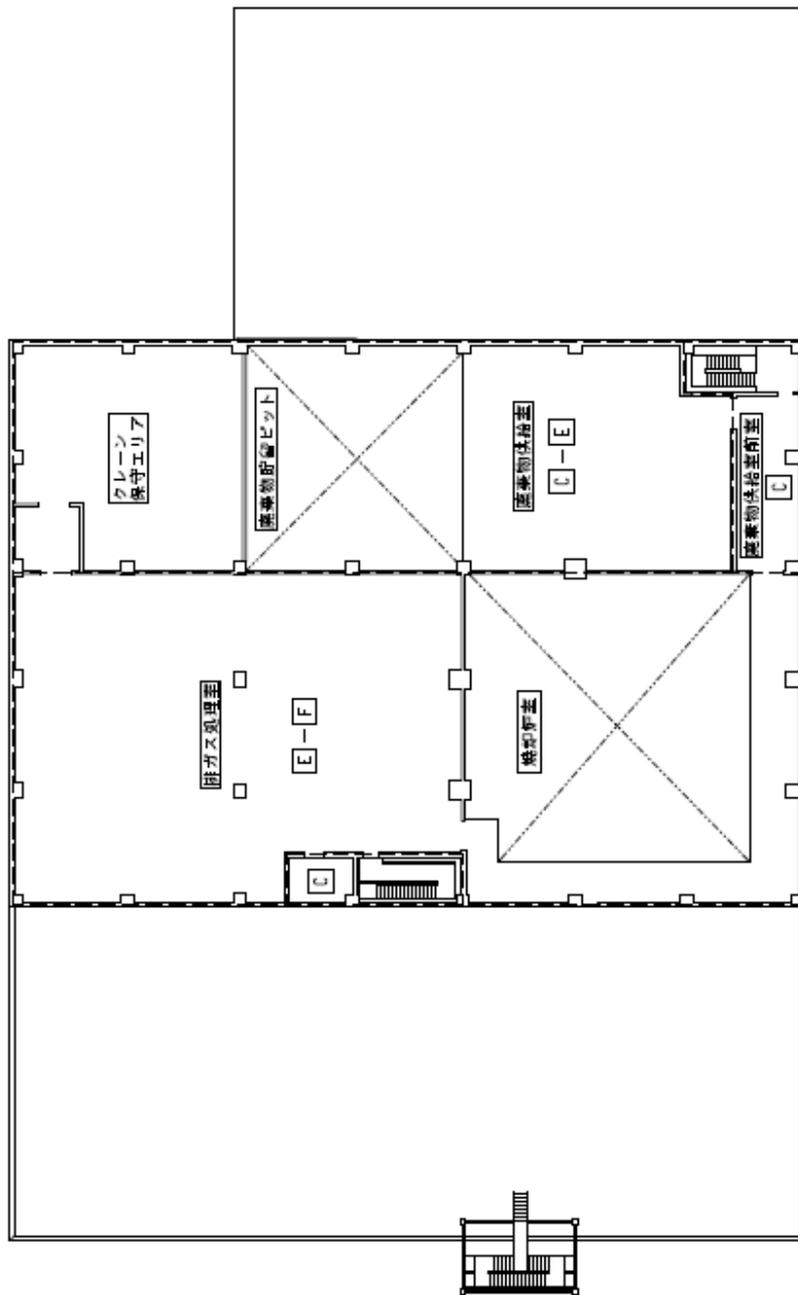


図-4 区域区分図 (増設焼却炉建屋4階)

区分	基準値
管理区域外	A 0.0026mSv/h以下
	B 0.01mSv/h未満
管理区域内	C 0.05 mSv/h未満
	D 0.25 mSv/h未満
	E 1 mSv/h未満
	F 1 mSv/h以上



図一5 区域区分図 (増設焼却炉建屋5階)

区分	基準値
管理区域外	A 0.0026mSv/h以下
	B 0.01mSv/h未満
	C 0.05 mSv/h未満
管理区域内	D 0.25 mSv/h未満
	E 1 mSv/h未満
	F 1 mSv/h以上

2. 作業エリアの区域区分

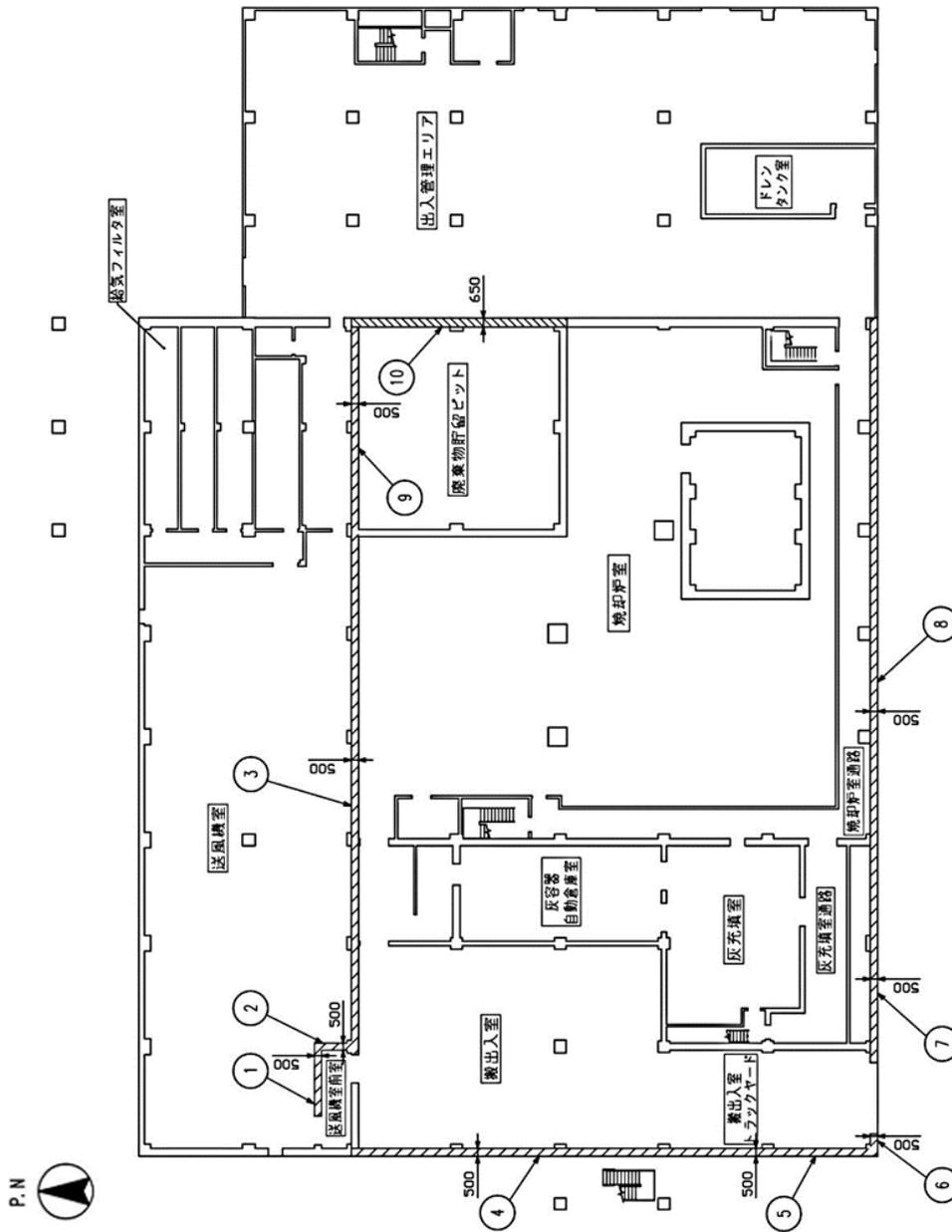
増設焼却炉建屋内で、設計上想定される作業エリアの区域区分を以下に示す。

エリア名称	区分	区分の設定根拠
廃棄物受入室	D-E	通常時はD区分となるが、廃棄物を取扱う時に限りE区分となる。
灰充填室	C-F	灰充填時は高線量の焼却灰を取扱うため作業時間の管理を行う。 作業員が滞在する灰容器蓋ボルト締め外しエリアは、高線量の焼却灰に対して機器遮へいを設置することでC区分となる。
搬出入室	C-F	灰容器搬出時は高線量の焼却灰を取扱うため作業時間の管理を行う。 搬出入室は、灰容器搬出時以外は機器遮へいを設置することでC区分となる。
クレーン操作室	D	廃棄物貯留ピットの廃棄物によりD区分となる。
制御室	A	焼却設備の運転は、焼却炉建屋の制御室より行うため、非管理区域に設定する。

上記エリアにおける作業では作業員の被ばくを低減させる目的として、作業の自動・遠隔化、機器遮へい、装置の密閉化等の対策を実施する。

3. 実効線量の管理方針

運用開始後の実効線量の管理は、必要に応じ、外部放射線に係る線量当量率及び空気中の放射性物質の濃度を測定し、作業時間の制限等を実施することで、法令に定める線量限度を遵守することはもとより、作業員の線量を合理的に達成出来る限り低減する。

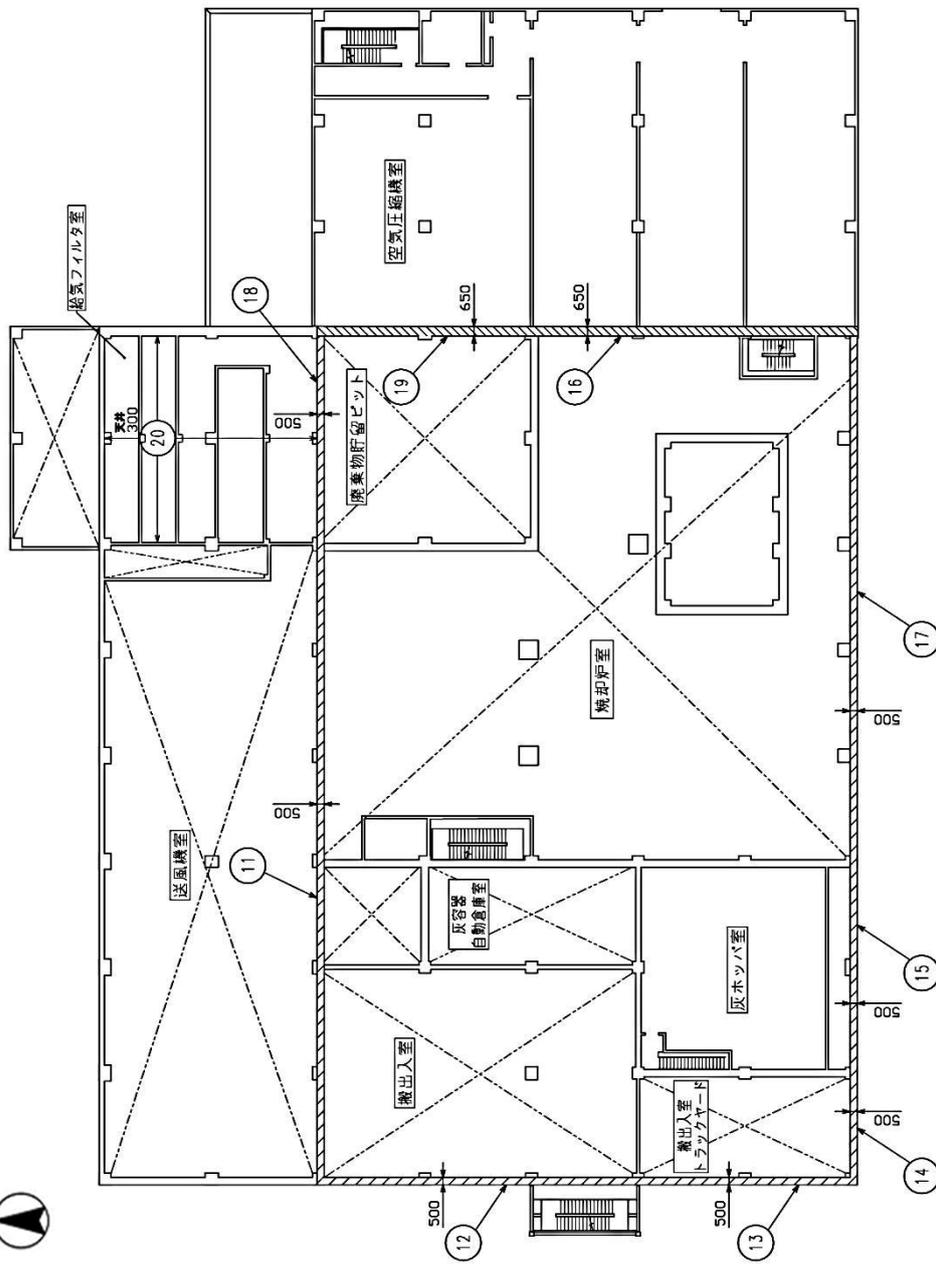


No.	種類	壁
①	送風機室前室	北壁
②		東壁
③	送風機室	南壁
④		西壁
⑤	搬出入室	西壁
⑥		南壁
⑦	灰充填室通路	南壁
⑧		南壁
⑨	焼却炉室通路	北壁
⑩		東壁

注1：寸法は、mmを示す。

増設焼却炉建屋 1階

図-1 補助遮へいに関する構造図 (1/5)

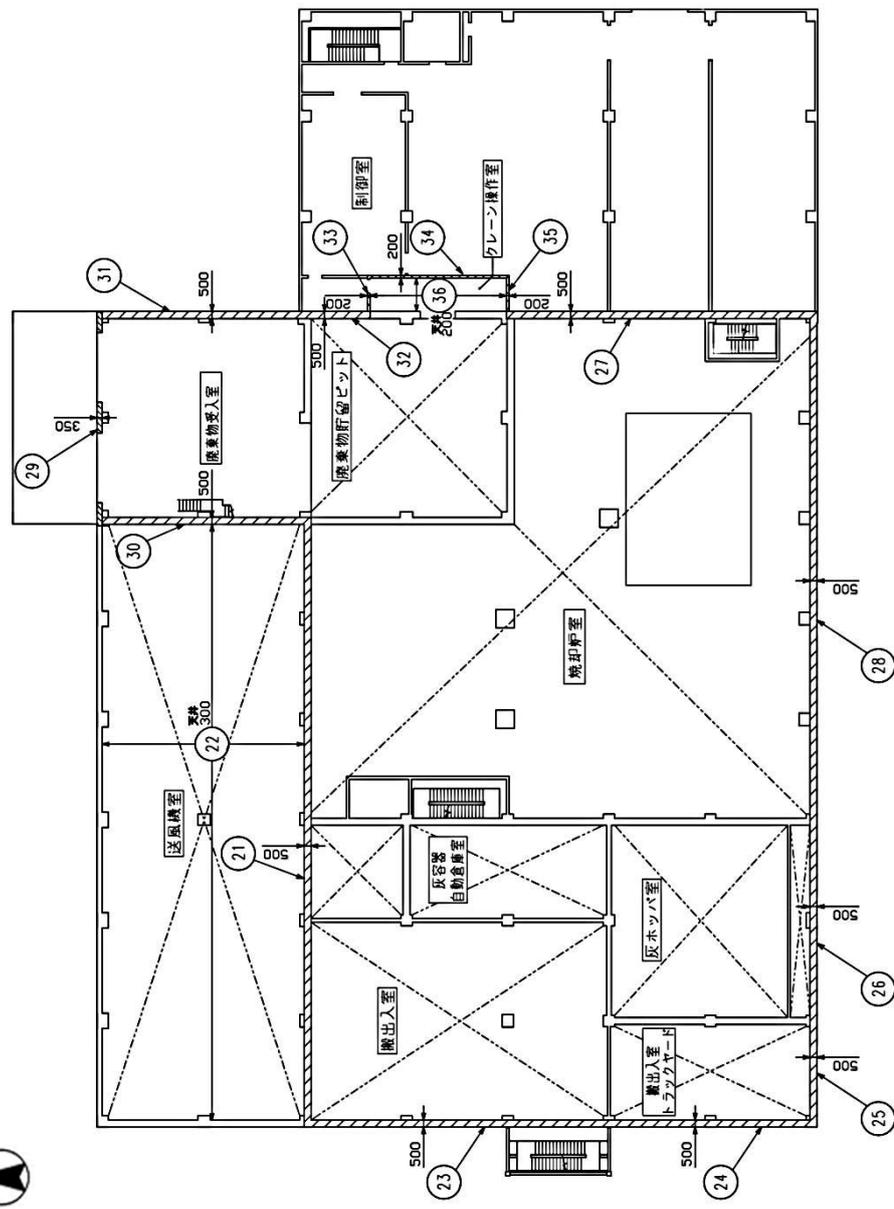


No.	種類	種類
(11)	送風機室	南壁
(12)	搬出入室	西壁
(13)	搬出入室トラックヤード	西壁
(14)		南壁
(15)	灰ホツパ室	南壁
(16)	焼却炉室	東壁
(17)		南壁
(18)	塵棄物貯留ピット	北壁
(19)		東壁
(20)	給気フィルタ室	天井

注1：寸法は、mmを示す。

増設焼却炉建屋 2階

図一1 補助遮へいに関する構造図 (2/5)

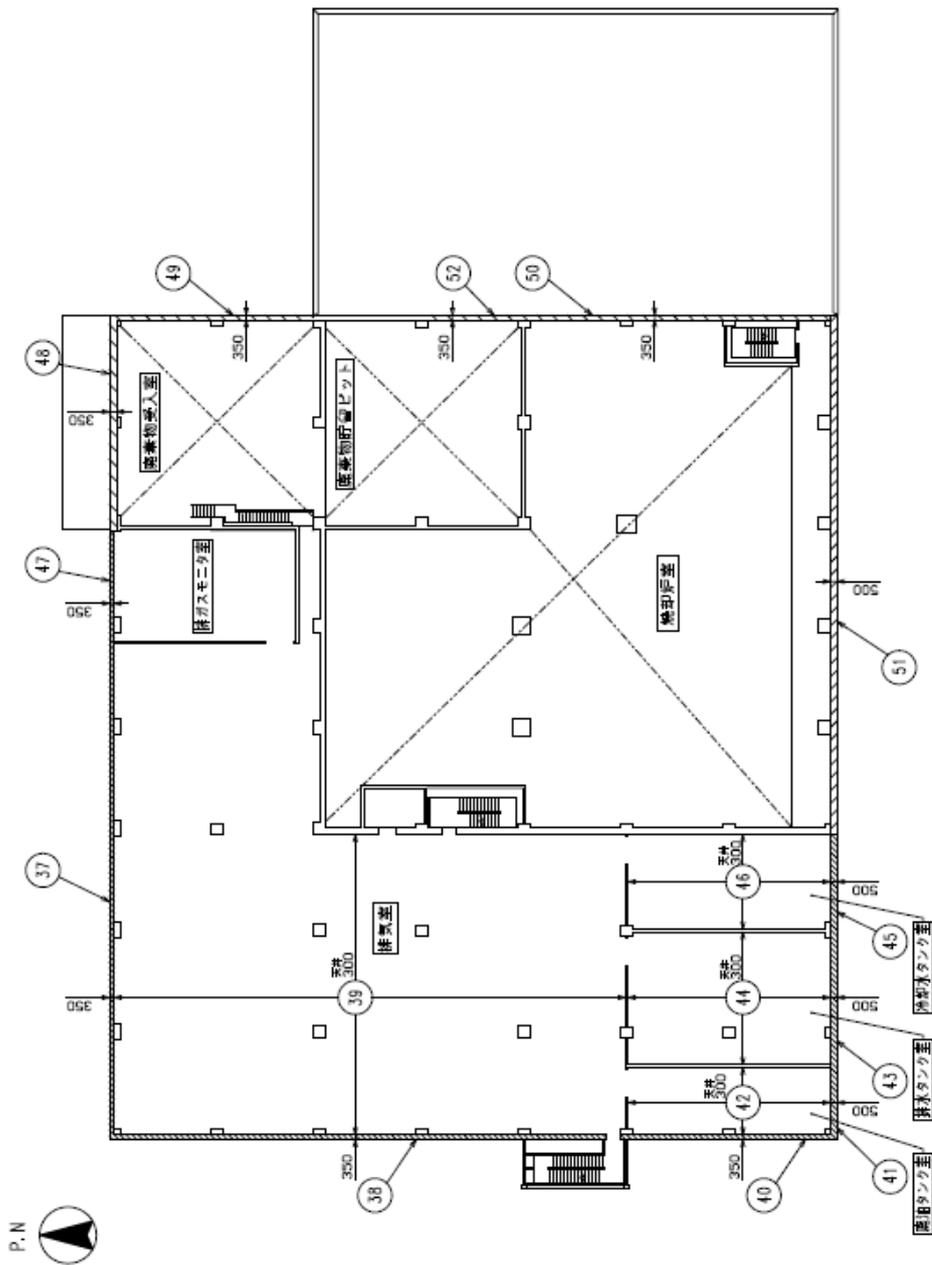


増設焼却炉建屋 3階

図一1 補助遮へいに関する構造図 (3 / 5)

No.	種類	
21	送風機室	南壁
22		天井
23	搬出室	西壁
24		西壁
25	搬入室トトラックヤード	南壁
26		南壁
27	焼却炉室	東壁
28		南壁
29	廃棄物受入室	北壁
30		西壁
31		東壁
32	廃棄物貯留ピット	東壁
33		北壁
34	クレーン操作室	東壁
35		南壁
36		天井

注1:寸法は、mmを示す。

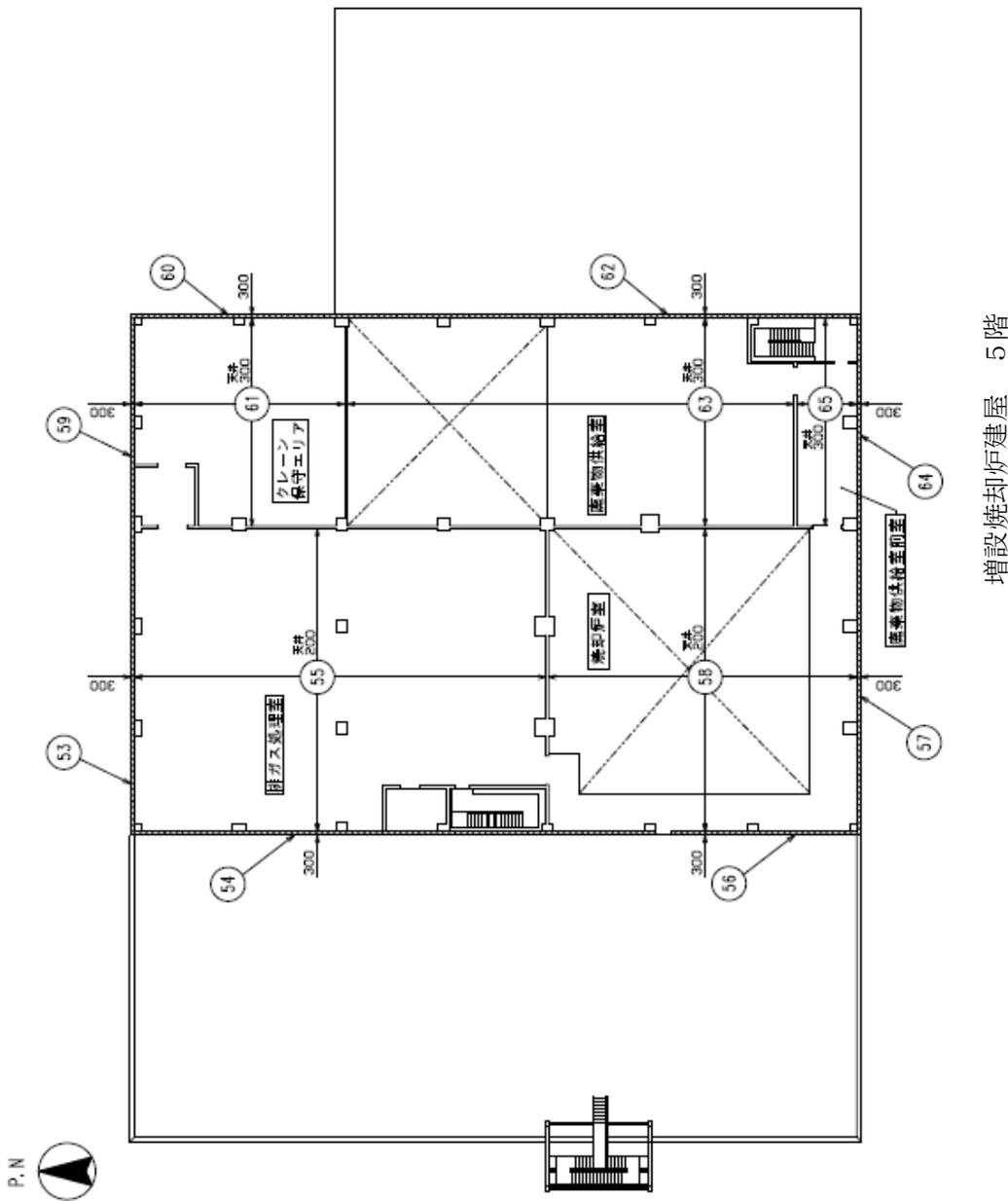


増設焼却炉建屋 4階

図一I 補助遮へいに関する構造図(4/5)

No.	種 類	壁 類
37	排気室	北壁
38		西壁
39		天井
40	廃油タンク室	西壁
41		南壁
42	排水タンク室	天井
43		南壁
44	冷却水タンク室	天井
45		南壁
46	排ガスモニタ室	天井
47		北壁
48	廃棄物受入室	北壁
49		東壁
50	焼却炉室	東壁
51		南壁
52	廃棄物貯留ピット	東壁

注1:寸法は、mmを示す。



増設焼却炉建屋 5階

図一 補助遮へいに関する構造図 (5 / 5)

No.	種 類	
(53)	排ガス処理室	北壁
(54)		西壁
(55)		天井
(56)	焼却炉室	西壁
(57)		南壁
(58)		天井
(59)	クレーン保守エリア	北壁
(60)		東壁
(61)		天井
(62)	廃棄物供給室	東壁
(63)		天井
(64)		南壁
(65)	廃棄物供給室前室	天井

注1: 寸法は、mmを示す。

流体状の放射性廃棄物の施設外への漏えい防止能力についての計算書

1. 流体状の放射性廃棄物の施設外への漏えい防止能力の評価

放射性廃液を内包する容器からの漏えい事故が起きた場合、漏えい廃液は床ドレン受口より建屋ドレンサンプタンクに回収される。

廃液漏えい時には建屋ドレンサンプタンクの水位高の警報等により廃液の異常な漏えいが検知され、対処が可能である。

ここでは、放射性廃液を内包する容器に対し、廃液全量の漏えいを想定しても、施設内に留めることが可能であることを確認した。

容器設置区画に廃液が全量流出した場合の評価を表-1に示し、容器設置区画以外の箇所における当該容器のポンプ移送配管から廃液が全量流出した場合の評価を表-2に示す。

表-1 流体状の放射性廃棄物の施設外への漏えい防止能力の評価（容器設置区画における漏えい）

容器名称	設置場所		容器容量 (m ³)	漏えい想定区 画内床面積*1 (m ²)	基礎・機器 断面積*2 (m ²)	漏えい廃液全量を 貯留するために 必要な堰の高さ (cm)	拡大防止 堰の高さ (cm)	評 価
	建屋名	据付床レベル (m)	①	②	③	④=①/ (②-③) ×100	⑤	
建屋ドレンサフタンク	増設焼却炉 建屋	G. L. -3.9	4.5	(ドレンサフ室) 40.1	10.0	15.0	30 以上	容器設置区画の拡大 防止堰の高さは、漏え い廃液全量を貯留す るために必要な堰の 高さを満足しており、 漏えいの拡大を防止 できる。
サンプルタンク		同上	G. L. -3.9			4.5	15.0	

注記*1 : 漏えい想定区画内の内り面積

*2 : 当該容器設置区画内に設置される基礎及び機器断面積を減じて、床面積を補正する。

添付資料-20 では、G. L. ±0m= T. P. 32. 2m^(※)とする。
 (※) 構内基準点(2014. 3 測量)からの実測値に基づき設定している。

表-2 流体状の放射性廃棄物の施設外への漏えい防止能力の評価（容器設置区画以外の箇所における漏えい）

容器名称	設置場所		容器容量 (m ³)	漏えい想定区 画内床面積 ^{*1} (m ²)	基礎・機器 断面積 ^{*2} (m ²)	漏えい廃液全量を 貯留するために 必要な堰の高さ (cm)	拡大防止 堰の高さ (cm)	評 価
	建屋名	据付床レベル (m)	①	②	③	④=①/ (②-③) ×100	⑤	
建屋トレンサップタンク ^{*3}	増設焼却炉 建屋	G. L. -3.9	4.5	(トレンサップ室等) 100.0	10.0	5.0	5以上	漏えい想定区画の拡大防止堰の高さは、漏えい廃液全量を貯留するために必要な堰の高さを満足しており、漏えいの拡大を防止できる。
サンプルタンク ^{*3}	同上	G. L. -3.9	4.5			5.0	5以上	
スプレー水タンク ^{*3}	同上	G. L. +0.2	36	(焼却炉室等) 1577.6	41.9	2.4	5以上	同上
排水タンク ^{*3}	同上	G. L. +14.2	30	(排気室等) 1358.1	129.8	2.5	5以上	同上
冷却水タンク ^{*3}	同上	G. L. +14.2	20			1.7	5以上	同上

注記*1 : 漏えい想定区画内の内り面積

*2 : 漏えい想定区画内に設置される基礎及び機器断面積を減じて、床面積を補正する。

*3 : ここでは当該容器のポンプ移送配管からの漏えいを想定。

2. 床及び壁の塗装

2.1 塗装の耐水性

床、壁及びドレンタンク室は耐水性エポキシ樹脂を使用して塗装することにより耐水性を確保する。

2.2 塗装の範囲

本施設内に設置する放射性廃液を内包する容器は図-1に示すように設置される区画の堰内に設置し、容器からの漏えい廃液を堰内に留めることを可能にする。塗装範囲は、当該容器設置区画の床、堰及び床面から堰の高さ以上までの壁面とする。

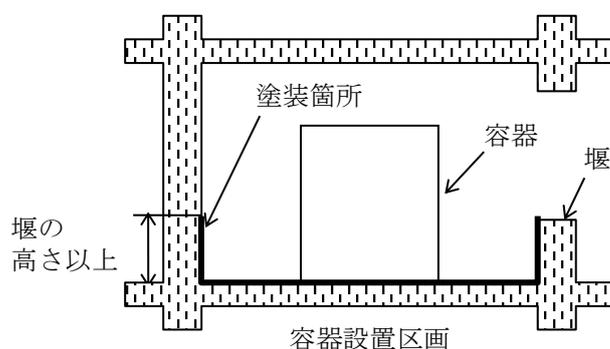


図-1 放射性廃液を内包する容器の配置の概念図

また、容器設置区画外における配管からの漏えいを考慮し、本施設の施設外への漏えいを防止するための堰の配置及び塗装を実施する。本施設の施設外への漏えいを防止するための堰の配置及び建屋内の塗装範囲を図-2～3に示す。

3. 配管、電気配線及び空調ダクトの貫通部

3.1 配管

放射性廃液を内包する容器が設置される区画の貫通部は原則として、壁については堰の高さ以上に設け、床については堰の高さ以上までスリーブを立ち上げる。やむを得ず堰の高さ未満となる場合には図-4に示すように防水処置を施す。

上記以外の管理区域内の貫通部についても原則として、壁については基準床面より10cm以上の高さに設け、床については基準床面より10cm以上の高さまでスリーブを立ち上げる。やむを得ずこれ未満となる場合には防水処置を施す。

3.2 電気配線

(1) ケーブルトレイ

放射性廃液を内包する容器が設置される区画の貫通部は原則として図-5に示すように、壁については堰の高さ以上に設け、床については貫通部を設けない。

上記以外の管理区域内の貫通部についても、壁については基準床面より 10cm 以上の高さに設け、床については貫通部の廻りに基準床面より 10cm 以上の高さのカーブを設ける。

(2) 電線管

放射性廃液を内包する容器が設置される区画の貫通部は原則として図-5 に示すように、壁については堰の高さ以上に設け、床については貫通部を設けない。

上記以外の管理区域内の貫通部についても、壁については基準床面より 10cm 以上の高さに設け、床については電線管の接続部が基準床面より 10cm 以上の高さにする。

3.3 空調ダクト

放射性廃液を内包する容器が設置される区画の貫通部は原則として、壁については堰の高さ以上に設け、床については貫通部の廻りに堰の高さ以上のカーブを設ける。やむを得ず堰の高さ未満となる場合には図-6 に示すように防水処置を施す。

上記以外の管理区域内の貫通部についても原則として、壁については基準床面より 10cm 以上の高さに設け、床については基準床面より 10cm 以上の高さのカーブを設ける。やむを得ず基準床面より 10cm 未満の高さとなる場合には防水処置を施す。

4. 建屋ドレンサンプタンク、サンプルタンク及び配管

4.1 漏えい防止を考慮した材料

液体廃棄物を内包する建屋ドレンサンプタンク、サンプルタンク及び配管は、万一腐食性物質が混入する可能性を考慮して、耐食性のあるステンレス鋼とする。

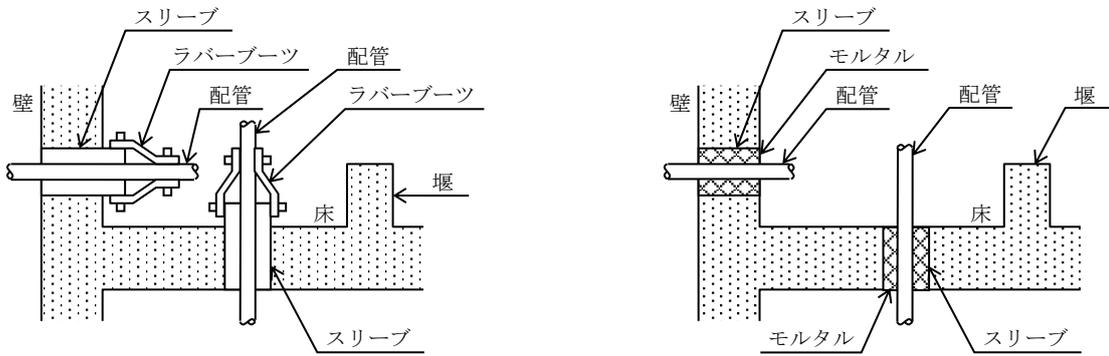


図-4 配管貫通部構造図例（堰の高さ未満の場合）

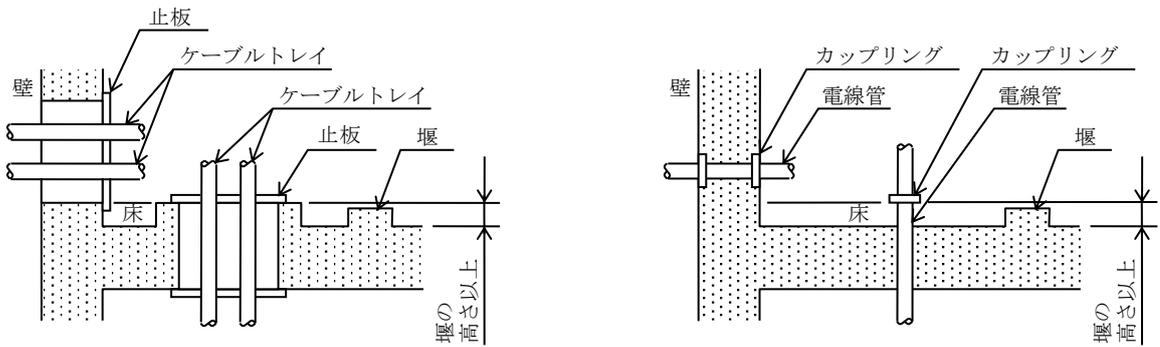


図-5 電気配線貫通部構造図例（ケーブルトレイ及び電線管）

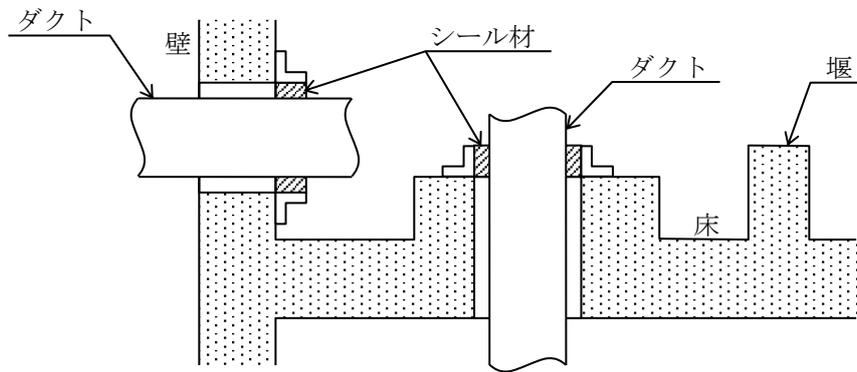


図-6 空調ダクト貫通部構造図例（堰の高さ未満の場合）