別紙 6-1-4-10-3-3

航空機墜落火災と核燃料サイクル工学研究所内屋外貯蔵施設の重畳評価

1. 重畳評価で想定するケースの検討

航空機が核燃料サイクル工学研究所内屋外貯蔵施設（以下「屋外貯蔵施設」という。）に落下したことを想定して，航空機墜落火災と屋外貯蔵施設火災による重畳評価を実施した。

航空機墜落火災として想定する機種は添付資料 6-1-4-10-3「航空機墜落における火災熱影響評価：外壁に対する熱影響評価について」の評価結果より，最も熱影響が大きい F-15 とした。

想定する屋外貯蔵施設は添付資料 6-1-4-9-2「石油類貯蔵施設及び屋外貯蔵施設からの熱影響評価：外壁に対する熱影響評価について」の評価結果より，最も熱影響が大きい中央運転管理室屋外重油タンクとした。

航空機落下確率が 10^{-7}（回／年）に相当する面積と屋外貯蔵施設の位置関係を図 1-1 に示す。

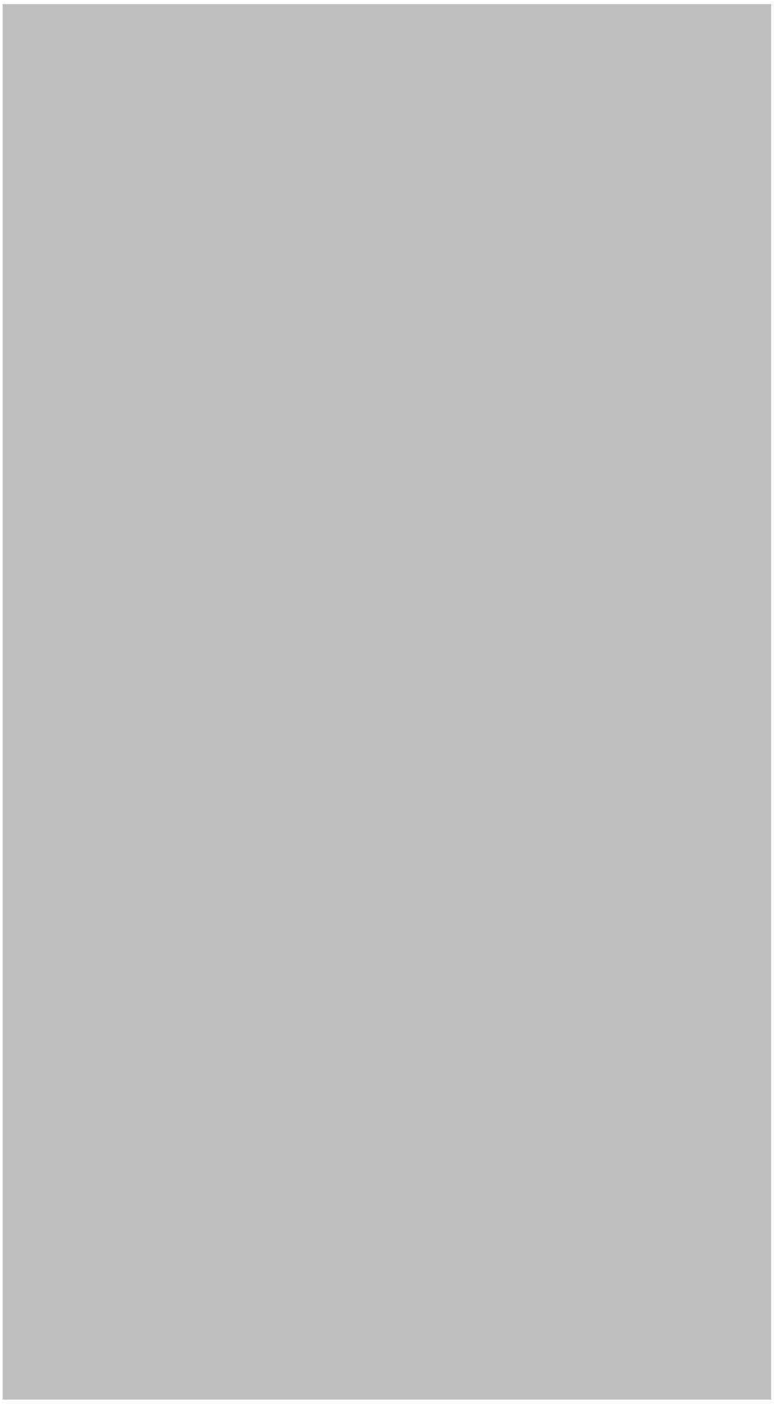


図 1-1　航空機落下確率が 10^{-7}（回／年）に相当する面積と屋外貯蔵施設の位置関係

2. 評価に使用したデータ

重畳評価に使用したデータを表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1　重畳評価に使用したデータ（コンクリート製建家）

火災源	HAW		TVF	
	壁面温度[℃]※	上昇温度[℃]	壁面温度[℃] ※	上昇温度[℃]
航空機墜落火災（F-15）	77.9	27.9	77.9	27.9
屋外貯蔵施設（中央運転管理室屋外重油タンク）	50.9	0.9	50.8	0.8

※初期温度は 50℃

表 2-2　重畳評価に使用したデータ（第二付属排気筒）

火災源	第二付属排気筒	
	壁面温度[℃]※	上昇温度[℃]
航空機墜落火災（F-15）	82.5	32.5
屋外貯蔵施設（中央運転管理室屋外重油タンク）	50.6	0.6

※初期温度は 50℃

3. 評価結果

両火災源の上昇温度より重畳評価を行った。重畳評価結果を表 3-1 に示す。

どのケースにおいてもコンクリートの許容温度 200℃及び鋼材（SMA41）の許容温度 350℃を下回ることを確認した。

表 3-1　重畳評価結果

施設	壁面温度[℃] ※	許容温度[℃]
HAW	78.8	200
TVF	78.7	200
第二付属排気筒	83.1	350

※初期温度は 50℃

添付資料 6-1-4-10-4

有毒ガス及びばい煙の影響評価について

1. 概要

外部火災により発生するばい煙については，火炎による上昇気流により上空に運ばれるため，ばい煙が防護対象設備の周辺に滞留する可能性は低いと考えられるが，ばい煙及び有毒ガスが設備に与える影響について，評価を実施する。

2. 評価対象

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド[1]」では，ばい煙による安全上重要な設備に対する影響として，燃焼生成物の換気又は空気供給系からの侵入による電気故障，非常用ディーゼル発電機の故障，有毒ガスによる影響等が挙げられている。

高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟に電力やユーティリティを供給する既設の恒設設備（外部電源及び非常用発電機，蒸気及び工業用水の供給施設）については事故対処設備として配備する設備により代替するため，ばい煙の影響が想定される設備として，「外気を取り込む空調系統」について評価を実施する。また，建家内にばい煙及び有毒ガスを含んだ外気が取り込まれた場合の居住性の観点から評価を実施する。影響評価対象設備を表2-1に示す。

なお，ばい煙の粒径については浮遊粒子状物質の粒径である10 μm[2] [3]を想定し，PM10により評価した。

表 2-1　ばい煙及び有毒ガスによる影響評価対象

分類		評価対象設備
機器への影響	外気を取り込む空調系統	換気系設備
居住性への影響	外気を取り込む空調系統	HAW 内居住空間 TVF 内居住空間

3. 評価結果

3.1 外気を取り込む空調系統

高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の換気系統の給気用のファン入口にはフィルタが設置されている。捕集率85%以上（粒径10 μm）のプレフィルタ及び捕集率97%以上（粒径0.3 μm）の高性能フィルタを有しているため，外部火災で発生する粒径が一定以上のばい煙は，このフィルタにより侵入を阻止可能である。また，ばい煙によるフィルタの閉塞については，フ

ィルタ差圧は常時監視しており，フィルタ差圧が運転範囲の上限まで上昇した場合には，フィルタを交換することで通常の差圧状態に復旧できる。

したがって，ばい煙の影響により外気を取り込む空調系統に直ちに影響を与えることはない。

HAW換気系の系統概略図を図3.1-1に，TVF換気系の系統概略図を図3.1-2に示す。

3.2 居住性評価

高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟に侵入する有毒物質（CO, CO_2及びPM10（ばい煙））の最大濃度を「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」[4]で判断基準とされているImmediately Dangerous to Life of Health※[5]（以下「IDLH」という。）と比較することで，有毒ガスに対する評価を実施し，作業員に影響を及ぼさないことを評価した。

なお，外部火災発生時に高放射性廃液貯蔵場（HAW）制御室に常駐する必要はなく，30分以内に退避可能である。

※30分曝露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限度値であり，脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている。

3.2.1 影響評価手法

火災による有毒ガス及びばい煙の発生量，風速及び大気拡散度に基づき，原子力施設の安全審査で使用される有風時プルーム式を用いて，評価対象施設入気口における有毒ガス濃度及びばい煙濃度C_{xyz}を評価した。

（有風時プルーム式）[6]

$$C_{xyz} = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)\left(exp\left\{-\frac{(z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + exp\left\{-\frac{(z+H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\}\right) \quad (1)$$

（Briggs の排煙上昇過程式）[7]

$$H_e = 1.6F^{\frac{1}{3}} \cdot x^{\frac{2}{3}} \cdot u^{-1} \quad (2)$$

C_{xyz} ：濃度
Q ：有毒ガス・ばい煙発生量（Nm^3/s）
H_e ：有効発生高さ（m）
σ_y，σ_z ：拡散パラメータ（m）
u ：風速（m/s）

F　　：排熱フラックス（m^4/s^3）＝0.037 Q_H

Q_H　　：排気熱量（kcal/s）＝$\dot{m}A\Delta H_{c,eff}$

$\Delta H_{c,eff}$：焼却時発熱量（kcal/kg）

A　　：燃焼面積（m^2）

$\dot{m}$　　：質量低下速度（$kg/m^2/s$）

x　　：発生源と入気口との離隔距離（m）

z　　：発生源と入気口との鉛直方向距離（m）

y　　：排気プルーム軸からの距離（m）

図 3.2.1-1 に，入気口における有害ガス・ばい煙濃度評価手法の概要を示す。

本評価では，航空機墜落火災を想定し，それぞれの火災により発生する有毒ガス及びばい煙の入気口位置における濃度を求める。評価手順は以下のとおりである。

① 火災源から発生する有毒ガス・ばい煙発生量 Q を算出する。
② 火災源における排気熱量 Q_H を算出する。
③ 式 (2) を用いて，入気口中央の地表面からの高さ H_e と等しくなる風速 u を求める。
④ 式（1）を用いて，入気口における有毒ガス・ばい煙濃度を求める。

有毒ガスの場合，それぞれの火災源に対して算出した入気口位置の有毒ガス濃度の合算値を評価値として，IDLHの値以下であることを確認した。評価結果を表3.2.1-1から表3.2.1-8に示す。算出に用いた詳細なデータを別紙6-1-4-10-4-1「有毒ガス及びばい煙の影響評価：データの算出について」に示す。

その結果，全ての評価対象においてIDLH以下であり，高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の居住性が直ちに損なわれることはないと評価できた。

運転員が常駐するガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の制御室については，30分以内に給気ダンパを閉止して外気と隔離することを可能とする措置を講じる。また，外部火災発生時に高放射性廃液貯蔵場（HAW）制御室に常駐する必要はないため，30分以内に退避可能であるとともに，外部火災の影響下で現場操作等が必要な場合に備えて，酸素マスク等の装備を配備する。以上の安全対策により航空機の墜落による火災時においても施設内で必要な活動を継続することができる。

なお，日本産業衛生学会の勧告する許容濃度[8]と比較しても有毒ガス濃度は低く，ばい煙濃度は許容道を超えるが大きく違わないことを確認している。詳細は別紙 6-1-4-10-4-2「有毒ガス・ばい煙濃度と許容濃度の比較」に示す。

表 3.2.1-1　ガス濃度評価結果(計器飛行方式民間航空機 B737-800)

評価対象	ガス濃度[ppm] (IDLH 値)			
	CO_2 (40000)	CO (1200)	SO_2 (100)	NO_2 (20)
HAW入気チャンバー	171	2.75	0.05	0.28
TVF給気塔	192	3.1	0.05	0.32

表 3.2.1-2　ばい煙濃度評価結果(計器飛行方式民間航空機 B737-800)

評価対象	ばい煙濃度[mg/m^3]
	IDLH　1750[mg/m^3]
HAW入気チャンバー	17
TVF給気塔	19

表 3.2.1-3　ガス濃度評価結果(有視界方式民間航空機大型機 B747-400)

評価対象	ガス濃度[ppm] (IDLH 値)			
	CO_2 (40000)	CO (1200)	SO_2 (100)	NO_2 (20)
HAW入気チャンバー	643	10.36	0.16	1.06
TVF給気塔	719	11.58	0.17	1.19

表 3.2.1-4　ばい煙濃度評価結果(有視界方式民間航空機大型機 B747-400)

評価対象	ばい煙濃度[mg/m^3]
	IDLH　1750[mg/m^3]
HAW入気チャンバー	62
TVF給気塔	70

表 3.2.1-5　ガス濃度評価結果(自衛隊機及び米軍機(訓練空域外高高度飛行)KC-767)

評価対象	ガス濃度[ppm] (IDLH 値)			
	CO_2 (40000)	CO (1200)	SO_2 (100)	NO_2 (20)
HAW入気チャンバー	612	9.45	0.09	0.97
TVF給気塔	682	10.54	0.10	1.09

表 3.2.1-6　ばい煙濃度評価結果(自衛隊機及び米軍機(訓練空域外高高度飛行)KC-767)

評価対象	ばい煙濃度[mg/m^3]
	IDLH　1750[mg/m^3]
HAW入気チャンバー	59
TVF給気塔	66

表 3.2.1-7　ガス濃度評価結果(自衛隊機及び米軍機(基地-訓練空域往復)F-15)

評価対象	ガス濃度[ppm] (IDLH 値)			
	CO_2 (40000)	CO (1200)	SO_2 (100)	NO_2 (20)
HAW入気チャンバー	2929	45.24	0.42	4.94
TVF給気塔	2971	45.90	0.42	5.01

表 3.2.1-8　ばい煙濃度評価結果(自衛隊機及び米軍機(基地-訓練空域往復)F-15)

評価対象	ばい煙濃度[mg/m^3]
	IDLH　1750[mg/m^3]
HAW入気チャンバー	282
TVF給気塔	286

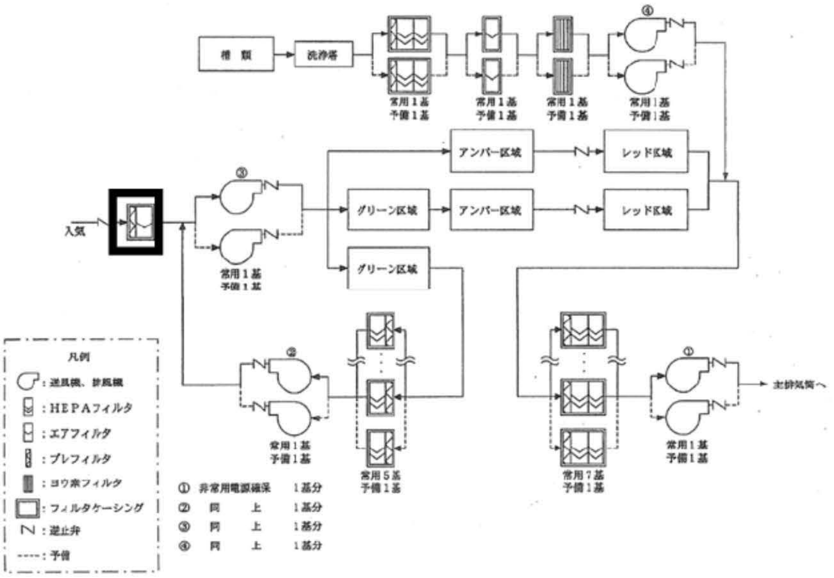


図 3.1-1　HAW 換気系の系統概略図

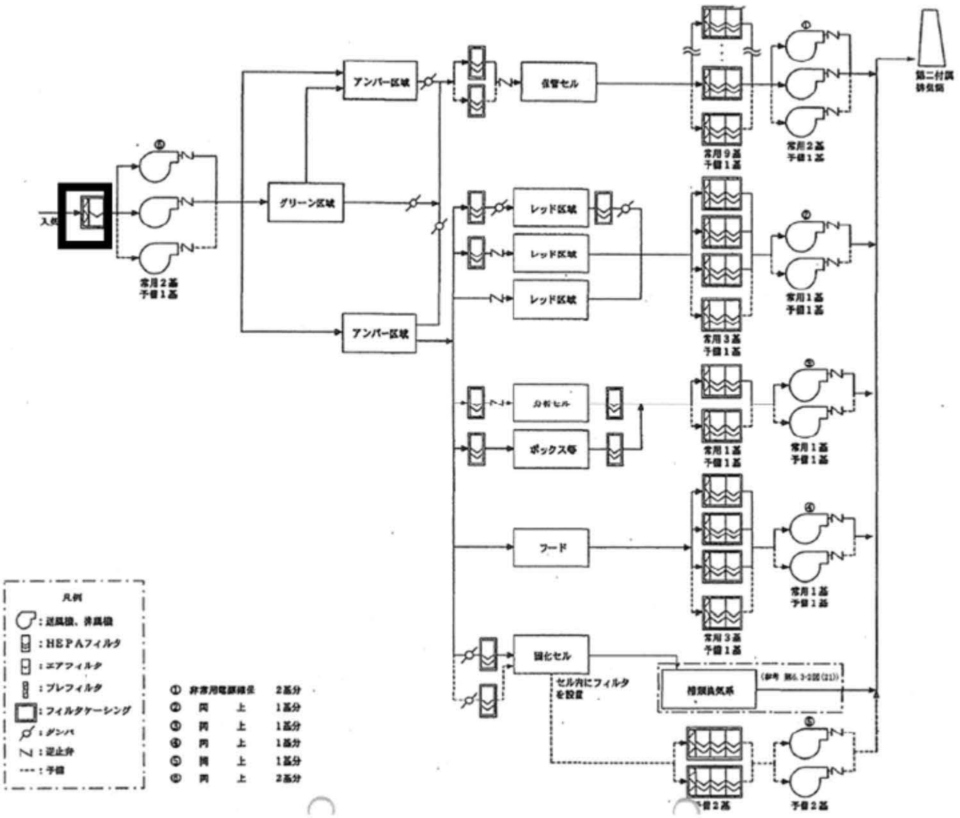


図 3.1-2　TVF 換気系の系統概略図

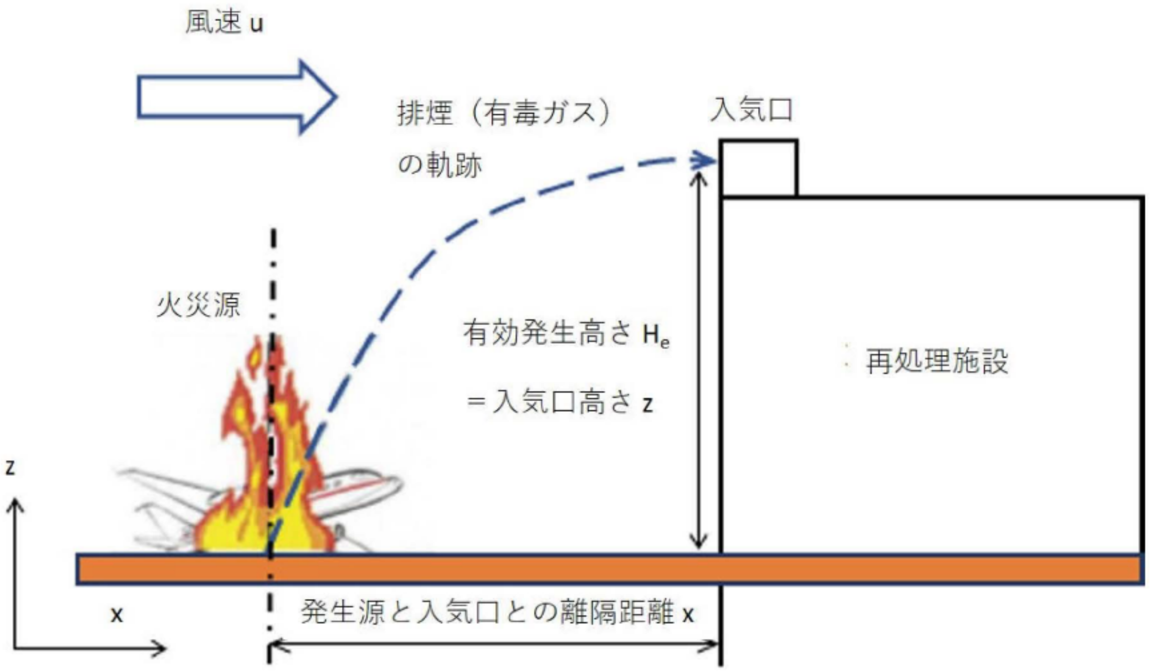


図 3.2.1-1　入気口における有害ガス・ばい煙濃度評価手法の概要

4. 参考文献

[1]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，（平成25年6月）
[2]環境庁告示25号，大気の汚染に係る環境基準について，（昭和48年5月8日）
[3]森本 正俊，ばい煙発生施設からのばいじん粒子の解析，愛知県環境調査センター所報，38号，p.1-6，（2010）
[4]原子力規制委員会，有毒ガス防護に係わる影響評価ガイド，（平成29年4月）
[5]The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Immediately Dangerous To Life or Health (IDLH) Values (https://www.cdc.gov/niosh/idlh/intridl4.html)
[6]公害研究センター窒素酸化物総量規制マニュアル
[7]S.R.Hanna, G.A.Briggs and R.P.Hosker, Jr.，"Handbook on Atmospheric Diffusion" , pp.13-15, DOE/TIC-11223., U.S. DOE.
[8]日本産業衛生学会，許容濃度等の勧告（2019年度），産業衛生学会誌，（2019年5月）

有毒ガス及びばい煙の影響評価：データの算出について

1. 評価対象及び火災源に関するデータ

表1-1から表1-4に評価対象からの距離に関するデータを示す。

表 1-1　計器飛行方式民間航空機 B737-800

評価対象	離隔距離 [m]	入気口高さ [m]
HAW入気チャンバー	228	
TVF給気塔	228	

表 1-2　有視界方式民間航空機大型機 B747-400

評価対象	離隔距離 [m]	入気口高さ [m]
HAW入気チャンバー	209	
TVF給気塔	209	

表 1-3　自衛隊機及び米軍機(訓練空域外高高度飛行)KC-767

評価対象	離隔距離 [m]	入気口高さ [m]
HAW入気チャンバー	200	
TVF給気塔	200	

表 1-4　自衛隊機及び米軍機(基地-訓練空域往復)F-15

評価対象	離隔距離 [m]	入気口高さ [m]
HAW入気チャンバー	39	
TVF給気塔	39	

2. 火災発生時の有毒ガス・ばい煙の発生量の算出

表2-1に燃焼特性に関するデータを，表2-2に火災源に関するデータ示す。

表 2-1　燃焼特性に関するデータ

	JetA-1	JP-4
発熱量　[kJ/kg]※1	43200	43500
[kcal/kg] ※2	10300	10300
質量低下速度 [kg/m²/s] ※1	0.039	0.051
Emission Factor [kg/kg]		
CO_2 ※3	2.9290	3.0530
CO ※4	0.0300	0.0300
SO_2 ※5	0.0010	0.0006
NO_2 ※5	0.0050	0.0050
ばい煙 ※6	0.1433	0.1493

※1：NUREG-1805 記載値

※2：4.184 J=1 cal で換算し百の位に丸めた。

※3：環境省の温室効果ガス排出量算定・報告マニュアルに基づき算出 [1]

※4：原油火災試験の計測結果を採用 [2]

※5：米国 EPA（環境省）及び FAA（連邦航空局）が提示する Emission Factor を使用 [3] [4]

※6：消防研報告書より，煙収率は 0.10～0.15 となることから，保守的に煙収率 0.15 として算出 [5]

表 2-2　火災源に関するデータ（航空機）

火災源	油種	燃焼面積	燃料消費速度	排出熱量	排熱フラックス	ガス発生量[Nm^3/s]				ばい煙発生量
		[m^2]	[kg/s]	[kcal/s]	[m^4/s^3]	CO_2	CO	SO_2	NO_2	[kg/s]
計器飛行方式民間航空機 B737-800	Jet A-1	126.0	4.91	50500	1868	7.322	0.118	0.0018	0.012	0.704
有視界方式民間航空機大型機 B747-400	Jet A-1	700.0	27.30	281100	10400	40.708	0.656	0.0096	0.067	3.913
自衛隊機及び米軍機（訓練空域外高高度飛行）KC-767	JP-4	406.0	20.70	213200	7888	32.174	0.497	0.0044	0.051	3.091
自衛隊機及び米軍機（基地-訓練空域往復）F-15	JP-4	45.0	2.29	23500	869	3.560	0.055	0.0005	0.006	0.342

※：ガス発生量＝燃料消費速度×Emission Factor×22.4(L/mol）÷ガス成分の分子量

※：ばい煙発生量＝燃料消費速度×Emission Factor

3. 評価対象

表3-1から表3-4に入気口における風速を示す。

表 3-1　計器飛行方式民間航空機 B737-800

評価対象	離隔距離 [m]	入気口高さ [m]	排熱フラックス [m^4/s^3]	風速 [m/s]
HAW入気チャンバー	228	[redacted]	1868	35.0
TVF給気塔	228	[redacted]	1868	28.8

表 3-2　有視界方式民間航空機大型機 B747-400

評価対象	離隔距離 [m]	入気口高さ [m]	排熱フラックス [m^4/s^3]	風速 [m/s]
HAW入気チャンバー	209	[redacted]	10400	58.5
TVF給気塔	209	[redacted]	10400	48.3

表 3-3　自衛隊機及び米軍機(訓練空域外高高度飛行)KC-767

評価対象	離隔距離 [m]	入気口高さ [m]	排熱フラックス [m^4/s^3]	風速 [m/s]
HAW入気チャンバー	200	[redacted]	7888	51.8
TVF給気塔	200	[redacted]	7888	42.7

表 3-4　自衛隊機及び米軍機(基地-訓練空域往復)F-15

評価対象	離隔距離 [m]	入気口高さ [m]	排熱フラックス [m^4/s^3]	風速 [m/s]
HAW入気チャンバー	39	[redacted]	869	8.3
TVF給気塔	39	[redacted]	869	6.8

4. 拡散パラメータ

前述の表3-1から表3-4において，風速は6 m/s以上となっている。

表4-1に示す大気安定度分類表より，風速6 m/s以上については大気安定度C又はDとなることから，保守性を考慮して大気拡散の弱い大気安定度Dを採用した。

表4-2に示すPasquill・Gifford図の近似関係（離隔距離＝風下距離0 ～ 1000 m）の安定度C，Dの式より拡散パラメータσ_y(x）及びσ_z(x）を算出した。算出した拡散パラメータは風による拡散しか考慮されていないため，鉛直方向の拡散パラメータσ_z(x）については，浮力拡散を考慮するために表4-3に示す$\Delta He^2/10$を加えた値を採用した。なお，ΔHeは入気口高さとした。

表 4-1　大気安定度分類表

風速（U）m/s	日射量（T）kW/m²				放射収支量（Q）kW/m²		
	T≥0.60	0.60＞T ≥0.30	0.30＞T ≥0.15	0.15＞T	Q≥ -0.020	-0.020＞ Q ≥-0.040	-0.040 ＞Q
U＜2	A	A-B	B	D	D	G	G
2≤U＜3	A-B	B	C	D	D	E	F
3≤U＜4	B	B-C	C	D	D	D	E
4≤U＜6	C	C-D	D	D	D	D	D
6≤U	C	D	D	D	D	D	D

（発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針[6]より抜粋）

表 4-2　拡散パラメータ（窒素酸化物総量規制マニュアル[7]より抜粋）

Pasquill・Gifford 図の近似関係

$\sigma_y(x) = Y_y \cdot x^{\alpha_y}$

安定度	α_y	Y_y	風下距離 x [m]
C	0.924	0.1772	0～1000
D	0.929	0.1107	0～1000

$\sigma_z(x) = Y_z \cdot x^{\alpha_z}$

安定度	α_z	Y_z	風下距離 x [m]
C	0.918	0.1068	0～1000
D	0.826	0.1046	0～1000

表 4-3　拡散パラメータ σ_z

TABLE 2. SUMMARY OF RECOMMENDATIONS FOR INTERIM CHANGES IN THE WORKBOOK VALUES OF THE DISPERSION PARAMETERS σ_y AND σ_z

23

For crosswind spread σ_y, irrespective of the terrain roughness, release height and sampling duration up to up to about 1 hour, use the formula*

$$\sigma_y/x = \sigma_\theta f(x), \ \sigma_\theta \text{ in radians}$$

with σ_θ† the best available estimate of the standard deviation of the wind direction fluctuation for the sampling time of interest and for the height at which $\bar{u}$ is specified, and with values of f(x) as follows:

x(km)	0.1	0.2	0.4	1	2	4	10	>10
f(x)	0.8	0.7	0.65	0.6	0.5	0.4	0.33	$0.33(10/x)^{1/2}$

For $x \geq 20$ km add to the square of the σ_y as obtained above the quantity $0.03\Delta\theta^2 x^2$ and take the square root to give the total σ_y, with $\Delta\theta$ the total change of mean wind direction over the depth of the plume.

For vertical spread σ_z, for any sampling time for a surface release, and say >10 min for an elevated release (see Section 2), use the existing Workbook curves with adjustment or constraint as follows:

(a) For terrain with z_0 different from 3 cm apply factors based on F. B. Smith's nomogram (Ref. 5 or Ref. 6, p 377)

(b) To allow for 'urban heating' adopt a stability category one-half category more unstable than that prescribed in the normal way in the Workbook

(c) For evaluating the concentration at the surface from a surface release, consider estimates of the effective mixed depth h' at the mid-time of sampling, recognizing especially its growth from very small values on stable nights, and then adopt either σ_z as given by the curves, or 0.8h', whichever is the smaller, for substitution in Eq (4).

(d) For buoyant plumes, increase the σ_z^2 obtained from the curves by adding $\Delta H^2/10$ where ΔH is the estimated plume rise.

*, † see 'Notes on Table 2'

(Atmospheric dispersion parameters in gaussian plume modeling Part II[8]より抜粋)

5. 参考文献

[1]環境省温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル（Ver3.4）

[2] Ross J.L., Ferek R.J. and Hobbs P.V., ”Particle and Gas Emissions from an In Situ Burn of Crude Oil on the Ocean”, J. Air & Water Manage. Assoc. , 46, pp.251-259, (1996).

[3] U.S. EPA AP-42, “Compilation of Air Pollutant Emission Factors Volume I: Stationary Point and Area Sources”.

[4] FAA, “Air Quality Procedures for Civilian Airports & Air Force Bases”.

[5]消防研究所研究資料第46号，大規模石油タンクの燃焼に関する研究報告書，（平成11年）.

[6]発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針，原子力安全委員会決定（初版），(昭和57年1月28日）

[7]公害研究対策センター，「窒素酸化物総量規制マニュアル[新版]」，(2000)

[8] Chandler, M W, Summary Report of the NCAQ Atmospheric Dispersion Modeling Panel Volume 2: Prepared for The National Commission on Air Quality, (March 1980)

有毒ガス・ばい煙濃度と許容濃度の比較

1. 概要

屋外貯蔵施設における火災により発生する有毒ガス・ばい煙濃度について，日本産業衛生学会の勧告する許容濃度※[1]の比較を行った。

※許容濃度とは，労働者が1日8時間，週間40時間程度，肉体的に激しくない労働強度で有害物質に曝露される場合に，当該有害物質の平均曝露濃度がこの数値以下であれば，ほとんど全ての労働者に健康上の悪い影響が見られないと判断される濃度である。

2. 評価結果

評価対象となる有毒ガス（CO_2及びCO）及びばい煙濃度の最大値と許容濃度を比較した。表2-1に最大濃度と許容濃度の比較結果を示す。なお，ばい煙濃度はカーボンブラックとして評価し，捕集率85%以上（粒径10 μm）のプレフィルタ及び捕集率97%以上（粒径0.3 μm）のフィルタによる低減効果を考慮した。また，SO_2及びNO_2については，まだ許容濃度が定まっていないため比較評価は行っていない。

その結果，有毒ガス（CO_2及びCO）は許容濃度に比べて低いことを確認した。また，ばい煙濃度は許容濃度を超えているが大きく違わないことを確認した。

表2-1　最大濃度と許容濃度の比較結果

物質名		CO_2 [ppm]	CO [ppm]	ばい煙※ [mg/m^3]
許容濃度		5000	50	1
最大濃度	HAW	2918	45.1	1.26
	TVF	2962	45.8	1.28

※ばい煙はカーボンブラックとして評価。

3. 参考文献

[1]日本産業衛生学会，許容濃度等の勧告（2019年度），産業衛生学会誌，（2019年5月）

再処理施設の溢水防護対策の基本的考え方

廃止措置段階にある再処理施設においては，リスクが特定の施設に集中しており，高放射性廃液に伴うリスクが集中する高放射性廃液貯蔵場（HAW）と，長期間ではないものの分離精製工場等の工程洗浄や系統除染に伴う廃液処理も含めて一定期間使用するガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟については，安全対策を最優先で講じる必要がある。

このため，高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟については，地震対策や津波対策と同様，施設内での溢水（以下「内部溢水」という。）に対しても，重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）が損なわれることのないよう以下の対策を講ずる。

１．防護対象について

① 高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の各建家に設置されている重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)を担う施設[※1]を内部溢水の防護対象とする。

２．溢水影響評価について

① 内部溢水の影響として，配管等の想定破損，地震による破損に伴う没水影響，被水影響，蒸気影響及び消火活動に伴う没水影響，被水影響を考慮する。

② 溢水源については，現場調査による配管ルート等の確認，開口部貫通部等の確認を行い，破損の想定においては単一の溢水源について系統の保有水量が漏えいする，地震についてはB,Cクラスの配管等は全て破損するものとして保守的な溢水量を設定する。

③ 保守的な溢水源の設定において「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」に基づく溢水影響評価を行い，重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)に係る防護対象設備に対して，没水影響，被水影響，蒸気影響により多重化された２系統が共に機能喪失に至る溢水源を特定する。

・没水影響については，没水高さが機能喪失高さを超えた場合に防護対象設備が損傷する。
・被水影響については，溢水源と防護対象機器の間に被水防止板等の障害物がなければ距離によらず被水するものとし，防滴仕様でない設備は被水により損傷する。
・蒸気影響については，防護対象設備がある区画内に蒸気配管がある場合には想定破損，地震起因の破損による蒸気漏えいにより防護対象設備が損傷する。

３．溢水防護対策について

①　重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）が損なわれることを防止するため，溢水源又は防護対象機器に対して以下のいずれかの対策を講じる。

・２系統が共に機能喪失に至ると評価された溢水源に対して，ガイドに基づく想定破損の応力評価又は基準地震動に対する応力評価を実施し，溢水源から除外できるかを評価する。許容応力を満足できないものについては補強対策により溢水源とならないよう対策を行う。

・被水影響により機能喪失に至るおそれのあるものは，被水防止板，被水防止シートの設置又は耐候仕様とする等の対策を行う。
なお，電気盤等の電気設備の消火には水を用いない手段で消火活動を行う。

・没水影響により機能喪失に至るおそれのあるものは，堰を設置する等の対策を実施する。なお，区画境界の扉を開放して消火活動を行う場合には，開放扉からの溢水流出を考慮する。

・蒸気影響等，建家外からの供給が継続することでの溢水影響により機能喪失に至るおそれがあるものは，供給停止操作を行うよう対策する。また，必要に応じて供給停止操作に必要な手動弁，遮断弁を設置する。

②　一方，重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う施設のうち，溢水影響に耐えるように対策することが困難又は合理的でない場合においては，代替策としての有効性を確認した上で事故対処設備※2 等により閉じ込め及び崩壊熱除去に必要な安全機能が維持できるようにする。

上記を踏まえ，高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の溢水影響評価，防護対策の設計を令和２年度末までに行い，設計及び工事の計画として溢水防護対策に係る廃止措置変更認可申請を令和３年４月に行う。溢水防護対策に係る対応スケジュールを表-1 に示す。

上記以外の施設については，今後とも安全かつ継続して施設を運用し計画的に廃止措置を進めることができるよう，それぞれのリスクに応じた対策を講じることとする。

※1　内部溢水に対して安全機能を維持すべき対象設備は，別添 6-1-2-1「再処理施設の廃止措置を進めていく上での地震対策の基本的考え方」で示した閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う設備とする。

なお，重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う施設のうち，溢水影響により安全機能が損なわれない設備（容器，熱交換器，配管等）は溢水影響評価対象から除外する。また，屋上に設置する屋外設備は耐候性を有することから溢水影響評価対象から除外する。さらに，当該機器が機能喪失しても重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）に影響しない機器についても溢水影響評価対象から除外する（フェイルセイフ機能を持つ設備を含む）。

なお，非常用発電機については，建家の耐震性が担保できないことに伴う機器及び配管の様々な破損が想定され，基準の要求を合理的に満足することが困難であることから評価対象から除外する。

※2 別添 6-1-2-1「再処理施設の廃止措置を進めていく上での地震対策の基本的考え方」に示した事故対処設備。

表-1　溢水防護対策に係る対応スケジュール

		R2年度				R3年度				R4年度			
		第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1	第2	第3	第4	第1	第2	第3	第4
溢水防護対策に係る設計	溢水源等の現場調査 ・配管ルート等の確認 ・開口部，貫通部等の確認	HAW TVF											
	保守的な溢水量での溢水影響評価 （2系統が機能喪失するおそれのある溢水源の特定）	HAW TVF	HAW TVF										
	溢水源の特定と対策の検討 ・詳細応力評価による溢水源の特定 ・防護対策の検討 （配管補強，没水対策，被水対策，蒸気対策）		HAW TVF	HAW TVF	TVF								
	防護対策の設計 ・配管補強 ・被水防止板等の設置 ・堰等の設置 ・蒸気等の供給停止			HAW，TVF	HAW，TVF ▽変更申請								
対策工事	溢水防護対策工事の実施				準備（TVF）	準備/工事（HAW）※ 準備（TVF）	準備/工事（HAW）※ 準備（TVF）	準備/工事（HAW）※ 準備（TVF）	準備/工事（HAW）※ 工事（TVF）	準備/工事（HAW）※	準備/工事（HAW）※	準備/工事（HAW）※ 工事（TVF）	準備/工事（HAW）※ 工事（TVF）

※HAW の対策工事については，溢水防護対策の設計結果を踏まえて検討する。

再処理施設の制御室の安全対策の基本的考え方

廃止措置段階にある再処理施設においては，リスクが特定の施設に集中しており，高放射性廃液に伴うリスクが集中する高放射性廃液貯蔵場（HAW）と，長期間ではないものの分離精製工場等の工程洗浄や系統除染に伴う廃液処理も含めて一定期間使用するガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟については，安全対策を最優先で講じる必要がある。

このため，高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟については，制御室について想定される事象を踏まえて必要な安全機能を整理し，重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）が損なわれることのないよう以下の方針で対策を講じる。制御室の安全対策に係る対応スケジュールを表－１に示す。

1.　制御室の現状について

①　ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟については，TVF 制御室に工程監視盤等が設置されており，運転員が常駐してパラメータの監視を行っている。高放射性廃液貯蔵場（HAW）については，廃液の貯蔵を行っている施設であり運転員が常駐せずに，巡視によりパラメータの監視を行っており，通常時は，分離精製工場（MP）の中央制御室にて常駐する運転員が高放射性廃液貯蔵場（HAW）の警報等の監視を行っている。

2.　制御室の想定事象について

①　地震，津波，竜巻，外部火災等の外部事象の発生を想定する。外部火災等については，発生する有毒ガスの影響を考慮する。

②　重大事故として，高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟における高放射性廃液の蒸発乾固を想定する。蒸発乾固に伴い放出する放射性物質の影響を考慮する。

3.　制御室の安全対策について

①　地震，津波，竜巻，外部火災等の外部事象が発生した場合においても，高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）に係るパラメータを監視できるようにする。

②　高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発

棟に影響を及ぼすおそれのある地震，津波，竜巻，外部火災等の外部の状況を把握できるようにする。

③ 重大事故（高放射性廃液の蒸発乾固）が発生した場合においても，運転員が施設内にアクセスし，制御室にとどまって，事故対処に必要な運転・操作等として，温度，液位等のパラメータの監視を行えるようにする。

④ 制御室について対策することが施設の現況等に照らし，合理的ではない場合又はより難い事情がある場合には，代替策としての有効性を確認した上で事故対処設備※1等により閉じ込め及び崩壊熱除去に必要な安全機能が維持できるようにする。

上記を踏まえ，高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の制御室の安全対策に係る検討を行う。ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟については，設計及び工事の計画として制御室に係る廃止措置計画変更認可申請を令和2年10月に行う。高放射性廃液貯蔵場（HAW）については，検討結果を踏まえて，廃止措置計画変更認可申請及び対策工事を検討する。

上記以外の施設については，今後とも安全かつ継続して施設を運用し計画的に廃止措置を進めることができるよう，それぞれのリスクに応じた対策を講じることとする。

※1 別添 6-1-2-1「再処理施設の廃止措置を進めていく上での地震対策の基本的考え方」に示した事故対処設備。

表-1　制御室の安全対策に係る対応スケジュール

	R2年度				R3年度				R4年度			
	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1	第2	第3	第4	第1	第2	第3	第4
制御室の安全対策に係る設計	事故時の居住性，有毒ガス対策の設計		▽変更申請※									
制御室の対策工事※			準備，製作				工事					

※HAWの変更申請，対策工事については，制御室の安全対策の設計結果を踏まえて検討する。

（別冊 1-13）

再処理施設に関する設計及び工事の計画

（ガラス固化技術開発施設（TVF）の溶融炉の結合装置の製作及び交換）

その他再処理設備の附属施設（その１８）
ガラス固化技術開発施設

目　　　次

頁

１．　変更の概要 ･･･ 1

２．　準拠すべき法令、基準及び規格 ･････････････････････････････････････ 2

３．　設計の基本方針 ･･ 3

４．　設計条件及び仕様 ･･ 4

５．　工事の方法 ･･･ 6

６．　工事の工程 ･･･ 10

別　図　一　覧

別図－１　結合装置（G21M11）の構造概要

別図－２　流下ノズルと加熱コイルのクリアランスの確保方法

別図－３　加熱コイルの内径及び取付位置

別図－４　結合装置（G21M11）の系統概要

別図－５　結合装置（G21M11）の製作及び交換に係る工事フロー

表　一　覧

表－１　結合装置（G21M11）の仕様

表－２　結合装置（G21M11）の製作及び交換に係る工事工程表

１．変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 2 年 7 月 10 日付け原規規発第 2007104 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画（以下「廃止措置計画」という。）について、変更認可の申請を行う。

今回、工事を行うガラス固化技術開発施設（TVF）の溶融炉の結合装置の製作及び交換に係る廃止措置計画変更認可の申請は、平成元年 1 月 11 日に認可(63 安(核規)第 761 号）を受けた後、平成 13 年 12 月 13 日に「溶融炉等の更新」にて設計及び工事の方法の認可（平成 13・11・01 原第 6 号）を受け、その後、平成 14 年 5 月 30 日に「溶融炉等の更新に係る一部変更」にて設計及び工事の方法の変更の認可（平成 14・04・23 原第 6 号）を受けた「その他再処理設備の附属施設（その 18）ガラス固化技術開発施設」のうち、溶融炉（G21ME10）の運転に伴う加熱及び冷却により流下ノズルに傾きが生じ、流下ノズルが加熱コイルに接触して漏電リレーが作動し、流下操作の自動停止が生じたことから、流下ノズルの傾き方向に加熱コイルの取付位置を調整するとともに加熱コイル径を拡大することで、流下ノズルと加熱コイルのクリアランスを確保した結合装置（G21M11）を製作し、交換するものである。

本結合装置（G21M11）の製作及び交換に関する設計及び工事の計画に係る廃止措置計画変更認可の申請は、平成 16 年 11 月 24 日の使用前検査合格証（平成 14・03・20 原第 8 号）の取得後、最初のものである。

２．準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」

（昭和 32 年法律第 166 号）

「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」（昭和 46 年総理府令第 10 号）

「再処理施設の技術基準に関する規則」（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号）

「日本産業規格（JIS）」

３．設計の基本方針

本申請に係る溶融炉（G21ME10）の結合装置（G21M11）は、ガラス固化体容器上に搭載されたガラスサンプリング装置と溶融炉を結合し、溶融炉下部にある流下ノズルを加熱コイルにより加熱することで、溶融ガラスをガラス固化体容器に流下するための装置である。

本申請は、流下ノズルの傾き方向に加熱コイルの取付位置を調整するとともに加熱コイル径を拡大した結合装置（G21M11）を製作し、交換するものであり、再処理施設の技術基準に関する規則（令和２年原子力規制委員会規則第９号）第６条第２項並びに第16条第２項及び第３項に規定する技術上の基準を満足するよう行う。

４．設計条件及び仕様

(1) 設計条件

結合装置（G21M11）は、溶融炉（G21ME10）との着脱を行う結合クランプ、ガラス固化体容器上に搭載されたガラスサンプリング装置と溶融炉（G21ME10）の結合を行うベローズ駆動部、流下ノズルの加熱を行う加熱コイル、給電フィーダ、ガイド管、のぞき窓、流下ノズルの冷却空気配管、ベローズ駆動用の操作空気配管等から構成され、遠隔操作により装置一体での交換が可能なよう設計されており、本申請により製作する結合装置（G21M11）においても、これらの設計内容に変更はない。

本申請により製作する結合装置（G21M11）は、溶融炉（G21ME10）の運転に伴う加熱及び冷却により流下ノズルに傾きが生じ、流下ノズルが加熱コイルに接触して漏電リレーが作動し、流下操作の自動停止が生じた対策として、流下ノズルの加熱を行う加熱コイルについて、流下ノズルの傾き方向に取付位置を調整するとともに内径を拡大することで、流下ノズルと加熱コイルのクリアランスを確保する。

結合装置（G21M11）の構造概要を別図－１、流下ノズルと加熱コイルのクリアランスの確保方法を別図－２、加熱コイルの内径及び取付位置を別図－３、結合装置（G21M11）の系統概要を別図－４に示す。

(2) 仕様

結合装置（G21M11）の仕様を表－１に示す。

表－１　結合装置（G21M11）の仕様

項　目	仕　様
方　式	圧空駆動方式
主要材料	SUS304、SUS304LTP、 SUSF304、SUSF304L
最高使用温度（℃）	200
使用圧力（kPa）	0.0～-1.0
ベローズ変位量（mm）	約 40
設計重量（kg）	約 404

(3) 保守

結合装置（G21M11）は、遠隔交換可能な構造とする。また、その機能を維持するため、適切な保守ができるようにする。

保守において交換する付属品等は、ガイド管、冷却空気配管用ジャンパ管、操作空気配管用ジャンパ管及び給電ブスバ用ジャンパ管であり、これらの予備品を確保し、再処理施設保安規定に基づき、適宜、交換する。

5．工事の方法

本申請に係る結合装置（G21M11）は、再処理施設の事業指定を受けたものである。本申請における工事については、再処理施設の技術基準に関する規則に適合するよう工事を実施し、技術基準に適合していることを適時の試験・検査により確認する。

(1) 工事の手順

本申請により製作する結合装置（G21M11）は、材料確認検査、寸法検査、重量検査及び外観検査により、仕様を満足していることを確認する。

結合装置（G21M11）の交換作業は、遠隔操作にて結合装置（G21M11）に付帯するジャンパ管の取り外し後、遠隔交換装置等により既設結合装置を取り外す。また、新規結合装置を除染セル（R101）を介して固化セル（R001）へ搬入し、遠隔交換装置等により新規結合装置を取り付ける。その後、遠隔操作にて結合装置（G21M11）に付帯するジャンパ管を取り付け、試験・検査を適時行う。

結合装置（G21M11）の固化セル（R001）内への搬入及び交換作業に際しては、クレーン（G51M100,M101,M155）、両腕型マニプレータ（G51M120）、パワーマニプレータ（G51M160）、台車（G51M115）等による遠隔保守作業、重量物運搬等の所要の作業に対して安全対策を施して行う。

取り外した既設結合装置は、放射性廃棄物として保管廃棄する。

結合装置（G21M11）の製作及び交換に係る工事フローを別図－５に示す。

本工事において実施する試験・検査項目、検査対象、検査方法及び判定基準を以下に示す。

① 材料確認検査

対　象：結合装置（G21M11）の主要部材

方　法：結合装置（G21M11）の主要部材の材料（材質・化学成分・機械的性質）について、材料証明書等により確認する。

判　定：結合装置（G21M11）の主要部材が、表－１に示す材料（材質・化学成分・機械的性質）であること。

② 寸法検査

対　象：結合装置（G21M11）の主要な寸法、加熱コイルの内径及び取付位置

方　法：結合装置（G21M11）の主要な寸法、加熱コイルの内径及び取付位置について、適切な測定機器（ノギス、金属製直尺、鋼製巻尺等）等により確認する。

判　定：結合装置（G21M11）の主要な寸法が、別図－１に示す所定の寸法であること。

結合装置（G21M11）の加熱コイルの内径及び取付位置が、別図－３に示す所定の寸法及び取付位置にあること。

③　重量検査

対　象：結合装置（G21M11）の重量

方　法：結合装置（G21M11）の重量について、適切な測定機器（はかり等）等にて測定する。

判　定：結合装置（G21M11）の重量が 404 kg以下であること。

④　外観検査(1)

対　象：結合装置（G21M11）の外観

方　法：結合装置（G21M11）の外観を目視により確認する。

判　定：結合装置（G21M11）の外観に使用上有害な傷、変形がないこと。

⑤　外観検査(2)

対　象：結合装置（G21M11）の設置位置、流下ノズルと加熱コイルのクリアランス

方　法：交換した結合装置（G21M11）の設置位置を ITV カメラにより確認する。

交換した結合装置(G21M11)の流下ノズルと加熱コイルの位置関係を ITV カメラにより撮影し、撮影した画像から求まる加熱コイルの内径、流下ノズルと加熱コイルの距離及び結合装置（G21M11）製作時の加熱コイル内径の実測寸法等を用いて、流下ノズルと加熱コイルのクリアランスを確認する。

判　定：交換した結合装置（G21M11）が溶融炉下部に設置されていること。

画像処理により求めた流下ノズルと加熱コイルのクリアランスが 4 mm 以上確保されていること。

⑥ 作動試験(1)

対　象：台車と結合装置のインターロック機能

方　法：A台車（G51M118A）が流下位置で、結合装置（G21M11）が非結合状態において、流下ノズルの加熱が行えないことを確認する。

A台車（G51M118A）が非流下位置で、結合装置（G21M11）がB台車（G51M118B）上の結合装置スペーサと結合状態において、流下ノズルの加熱が行えないことを確認する。

判　定：工程制御装置（DC）の温度計（G21TIRA+10.12）が温度上昇を示さず、流下ノズルが加熱されないこと。

⑦ 作動試験(2)

対　象：溶融炉（G21ME10）の流下操作

方　法：溶融炉（G21ME10）を運転状態とし、溶融炉（G21ME10）とガラス固化体容器上に設置されたガラスサンプリング装置との間が結合装置（G21M11）により結合された状態で流下操作を行い、流下ノズルの加熱ができ正常に流下できることを確認する。

判　定：流下操作中に流下ノズルと加熱コイルの接触がなく、正常に流下できること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の工事上の注意事項に従い行う。

① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、労働安全衛生法に従い、作業者に係る労働災害の防止に努める。

② 結合装置（G21M11）の交換は、溶融炉（G21ME10）の停止中に行う。

③ 結合装置(G21M11)の除染セル(R101)への搬入は、作業員が直接セルに入域し、作業を行うことから、作業手順、装備、汚染管理、連絡体制等について十分に検討した特殊放射線作業計画書を作成し、作業を実施する。また、系統及び設備の経年変化により、作業場所が高線量となっていることを考慮し、作業場所の線量評価を実施するとともに、必要に応じ、除染、遮蔽の設置等を行い作業者の被ばくの低減を図る。

④ 結合装置（G21M11）の交換に係る溶融炉（G21ME10）の遠隔保守及び重量物の運搬については、クレーン（G51M100,M101,M155）、両腕型マニプレータ（G51M120）、パワーマニプレータ（G51M160）、台車（G51M115）等により行い、既設構造物に破損等の影響を与えないよう作業を行う。

⑤ 本工事においては、経年変化を考慮して作業場所の汚染確認を実施するとともに、必要に応じ、除染、遮蔽等の処置を講じて作業者の被ばく及び作業場所の汚染拡大を防止する。

⑥ 結合装置（G21M11）の交換作業に伴うジャンパ管等の取り外し前に、圧空系統のセル外第１弁（G21W209,G21W212,G21W224,G21W233,G21W237）、冷却水系統の入口側弁（G21W244,G21W245）及び出口側弁（G21W248,G21W250）を閉止するとともに、「操作禁止」の表示を行う。

⑦ 結合装置（G21M11）の交換作業後の炉内圧力が正常な範囲内にあることを確認する。また、結合装置（G21M11）の交換作業に伴い遠隔コネクタを取り外す熱電対の温度指示値について、作業前後の指示値を確認し、正常に復帰していることを確認する。

⑧ 本工事においては、周辺設備の状態に変化がないことを確認し、設備の異常の早期発見に努める。

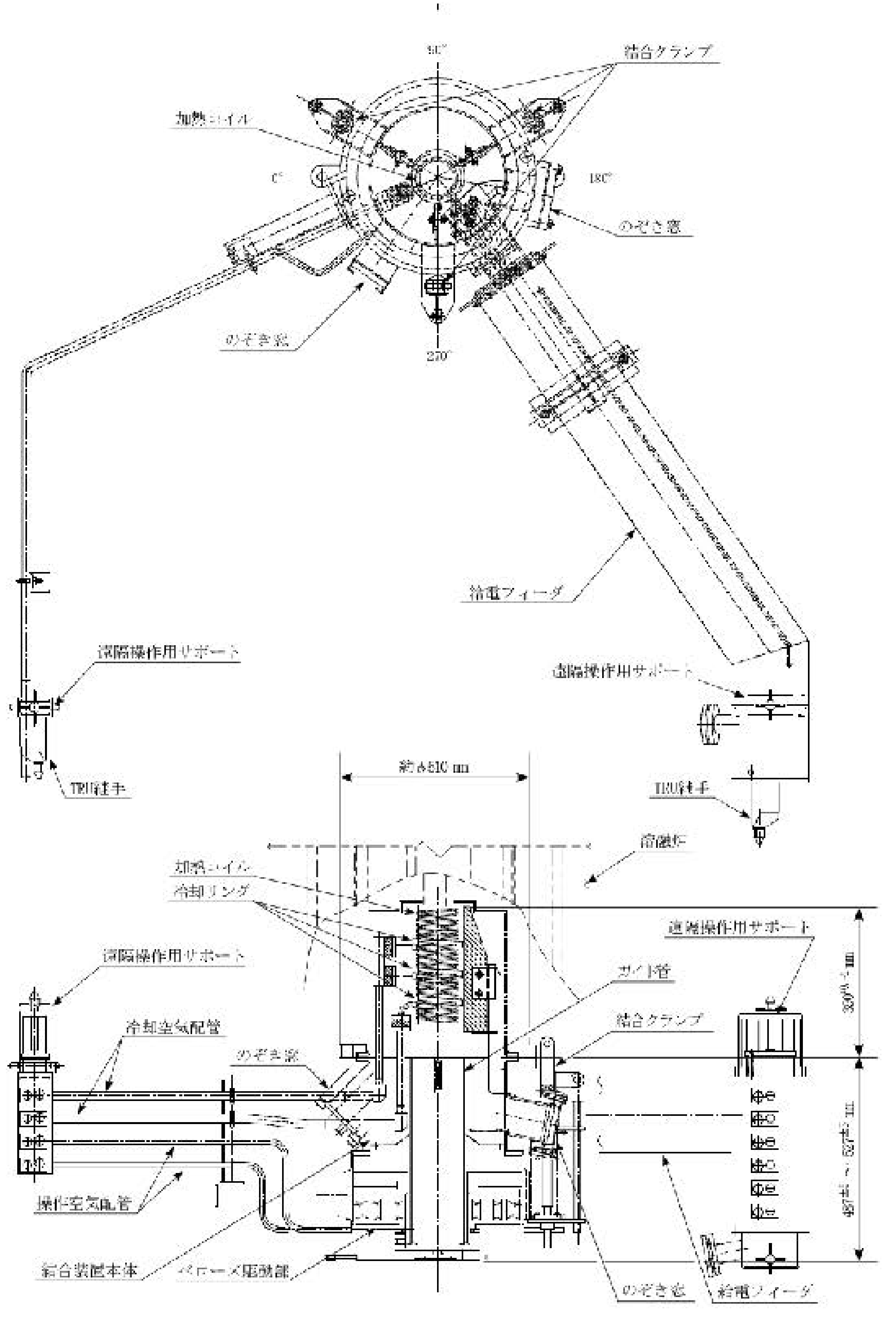
６．工事の工程

本申請に係る工事の工程を表－２に示す。

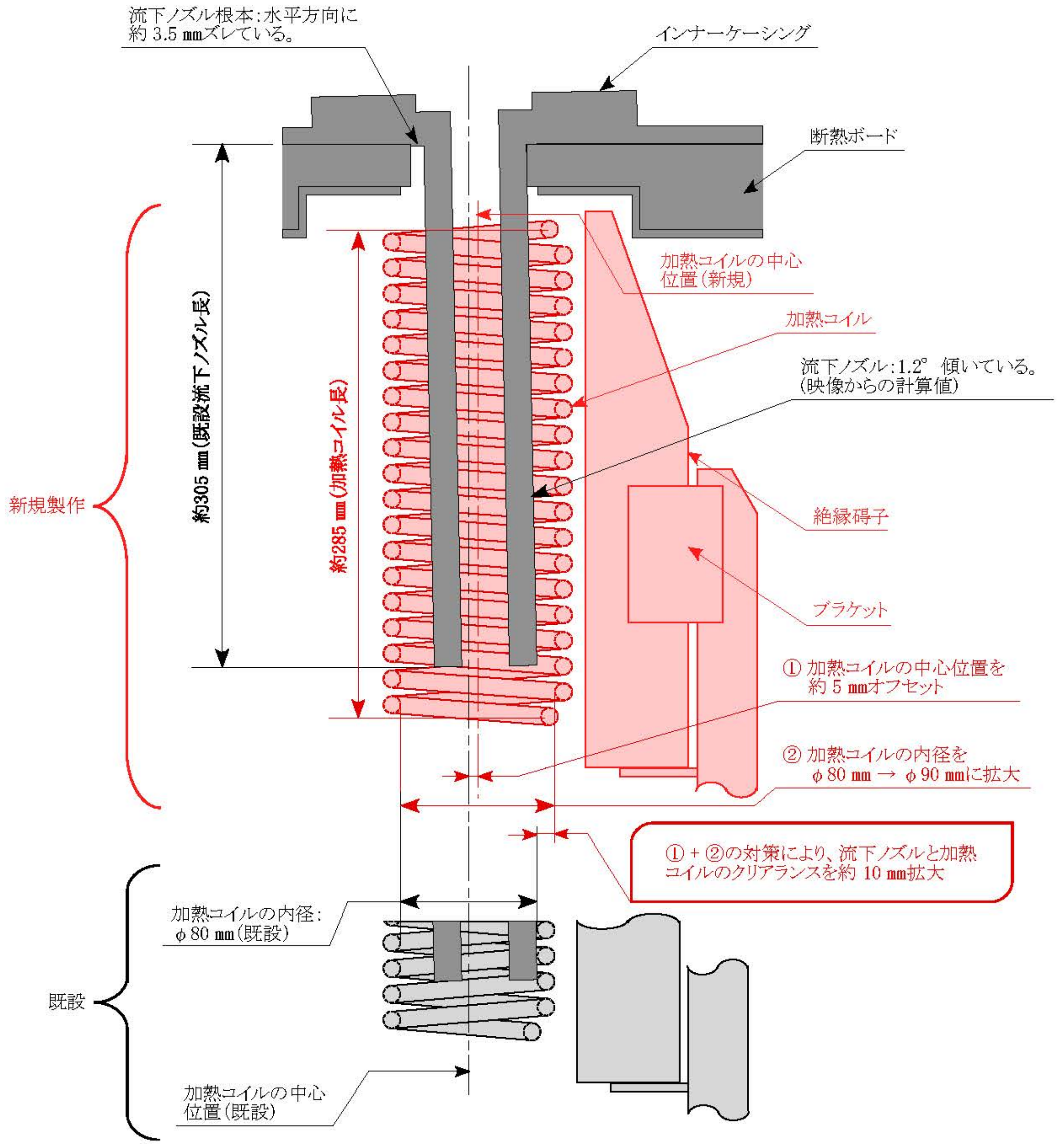
表－２　結合装置（G21M11）の製作及び交換に係る工事工程表

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="3">令和２年度</td><td colspan="3">令和３年度</td><td rowspan="2">備考</td></tr>
<tr><td>1月</td><td>2月</td><td>3月</td><td>4月</td><td>5月</td><td>6月</td></tr>
<tr><td>結合装置（G21M11）の製作及び交換</td><td></td><td colspan="5">工　事</td><td></td></tr>
</table>

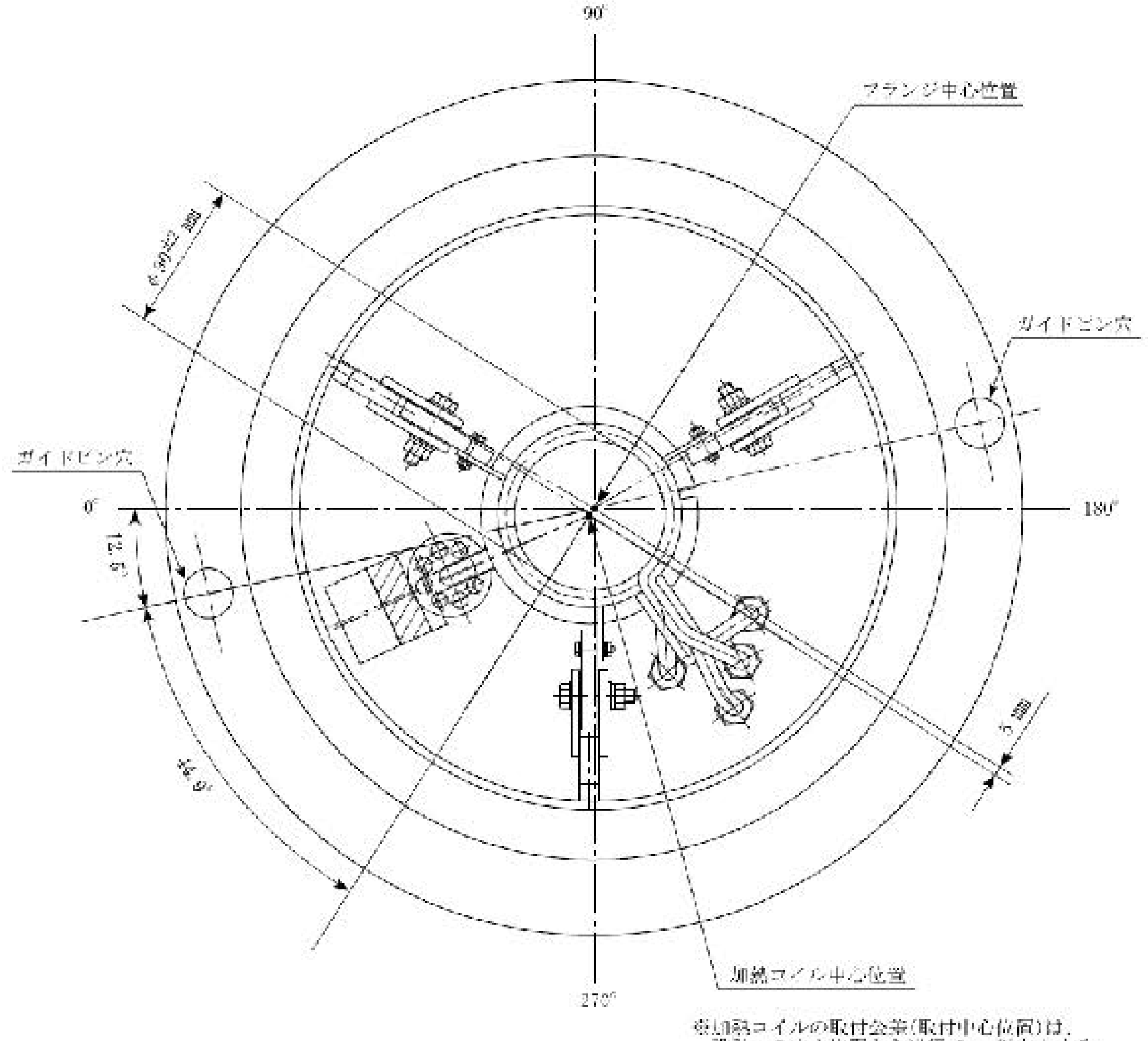
別　　　図



別図－１　結合装置（G21M11）の構造概要

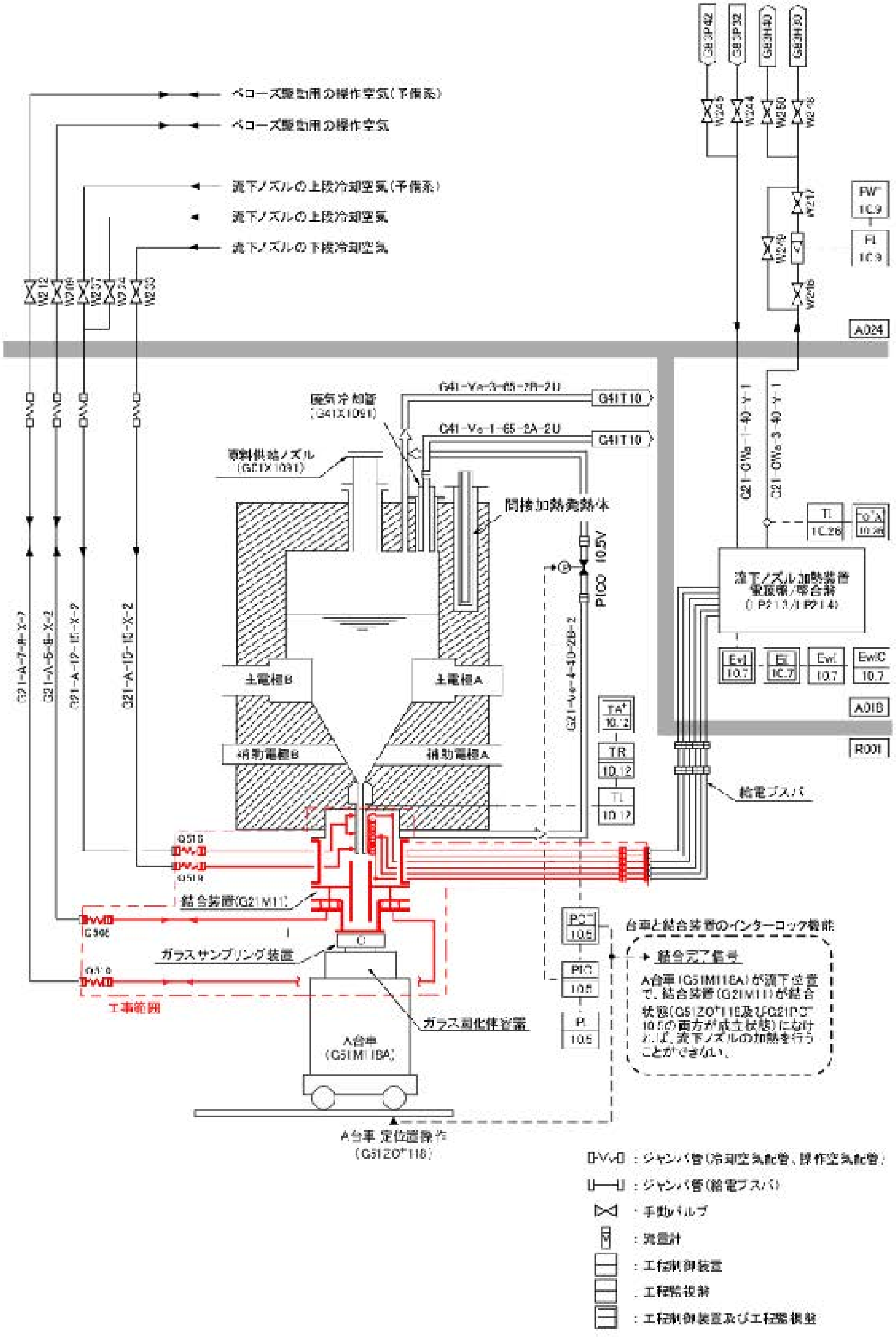


別図－２　流下ノズルと加熱コイルのクリアランスの確保方法

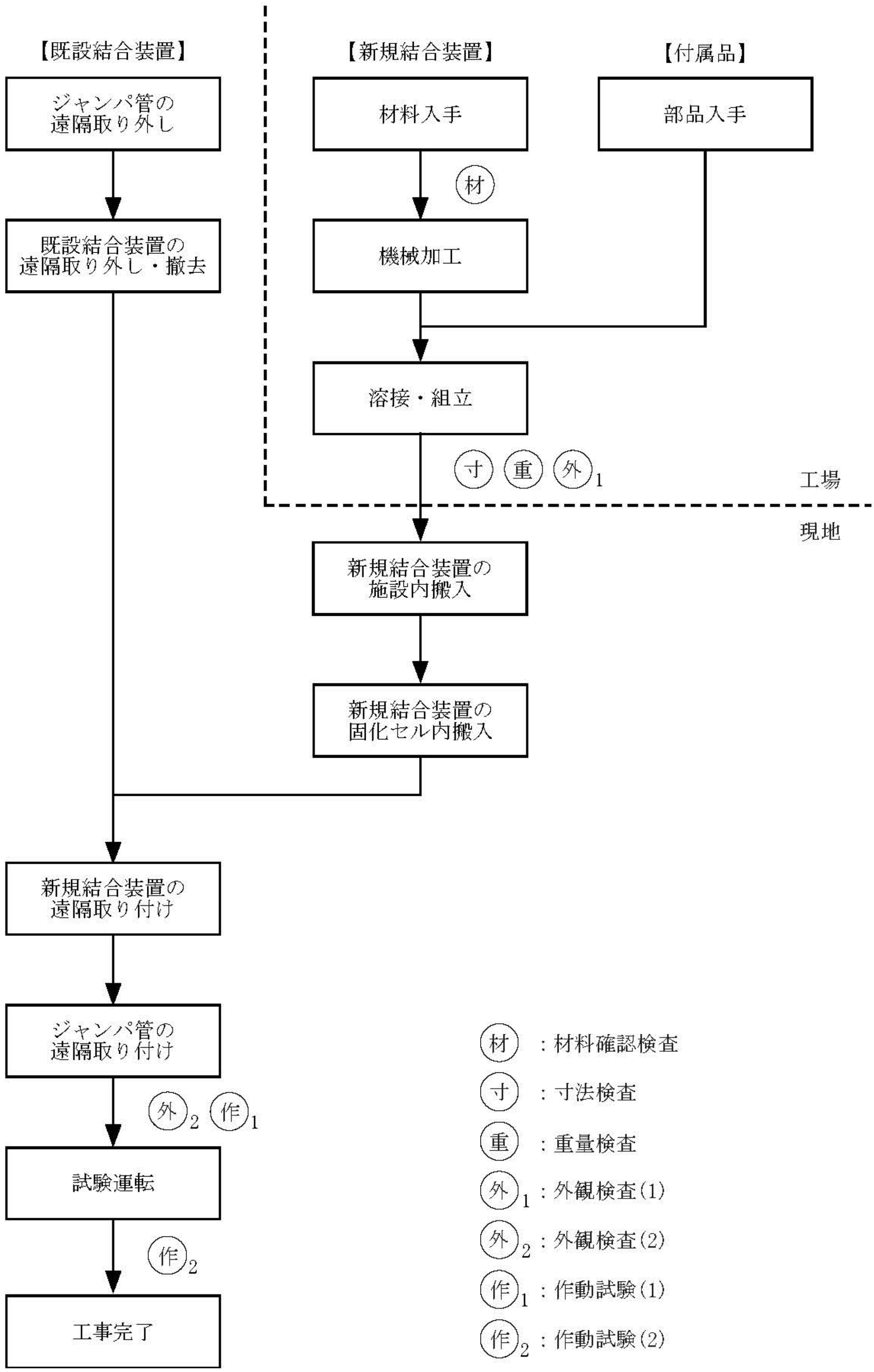


※加熱コイルの取付公差(取付中心位置)は、
設計上の中心位置から半径 3 mm以内とする。

別図－３　加熱コイルの内径及び取付位置



別図－４　結合装置（G21M11）の系統概要



別図－５　結合装置（G21M11）の製作及び交換に係る工事フロー

添　付　書　類

１．申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性

２．申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

１．申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	―	―	―
第二条	特殊な設計による再処理施設	―	―	―
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	―	―	―
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	―	―
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	―	―
第六条	地震による損傷の防止	有	第２項	別紙－１に示すとおり
第七条	津波による損傷の防止	無	―	―
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	―	―
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	―	―
第十条	閉じ込めの機能	無	―	―
第十一条	火災等による損傷の防止	無	―	―
第十二条	再処理施設内における溢(いつ)水による損傷の防止	無	―	―
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	―	―
第十四条	安全避難通路等	無	―	―
第十五条	安全上重要な施設	無	―	―
第十六条	安全機能を有する施設	有	第２、３項	別紙－２に示すとおり
第十七条	材料及び構造	無	―	―
第十八条	搬送設備	無	―	―
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	―	―
第二十条	計測制御系統施設	無	―	―
第二十一条	放射線管理施設	無	―	―
第二十二条	安全保護回路	無	―	―

技　術　基　準　の　条　項		評価の必要性の有無		適　合　性
		有・無	項・号	
第二十三条	制御室等	無	―	―
第二十四条	廃棄施設	無	―	―
第二十五条	保管廃棄施設	無	―	―
第二十六条	使用済燃料等による汚染の防止	無	―	―
第二十七条	遮蔽	無	―	―
第二十八条	換気設備	無	―	―
第二十九条	保安電源設備	無	―	―
第三十条	緊急時対策所	無	―	―
第三十一条	通信連絡設備	無	―	―
第三十二条	重大事故等対処施設の地盤	無	―	―
第三十三条	地震による損傷の防止	無	―	―
第三十四条	津波による損傷の防止	無	―	―
第三十五条	火災等による損傷の防止	無	―	―
第三十六条	重大事故等対処設備	無	―	―
第三十七条	材料及び構造	無	―	―
第三十八条	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	―	―
第三十九条	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	―	―
第四十条	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	―	―
第四十一条	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	―	―
第四十二条	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	―	―
第四十三条	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	―	―
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	―	―
第四十五条	重大事故等への対処に必要となる水の供給設備	無	―	―
第四十六条	電源設備	無	―	―

技　術　基　準　の　条　項		評価の必要性の有無		適　合　性
		有・無	項・号	
第四十七条	計装設備	無	―	―
第四十八条	制御室	無	―	―
第四十九条	監視測定設備	無	―	―
第五十条	緊急時対策所	無	―	―
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	―	―
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	―	―	―

第六条（地震による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、これに作用する地震力（事業指定基準規則第七条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないものでなければならない。

２　耐震重要施設（事業指定基準規則第六条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（事業指定基準規則第七条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

３　耐震重要施設は、事業指定基準規則第七条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

２　本申請により製作・交換する結合装置（G21M11）は、既設と同仕様であり、既設結合装置の重量（設計重量：約 404 kg、製作重量：約 388 kg）に対して加熱コイル径の拡大に伴う重量増加は約 0.5 kgと十分に小さく、設計重量に変更は生じないことから、溶融炉（G21ME10）の耐震評価に影響は生じない。

溶融炉（G21ME10）の耐震評価に影響が生じないことを結合装置（G21M11）の重量検査により確認する。

第十六条（安全機能を有する施設）

安全機能を有する施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その安全機能を発揮することができるように設置されたものでなければならない。

２　安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるように設置されたものでなければならない。

３　安全機能を有する施設は、その安全機能を維持するため、適切な保守及び修理ができるように設置されたものでなければならない。

４　安全機能を有する施設に属する設備であって、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、再処理施設の安全性を損なうことが想定されるものは、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

５　安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性が損なわれないように設置されたものでなければならない。

２　結合装置（G21M11）は、制御室からの圧力、温度状況の確認及び ITV カメラによる外観確認により、検査又は試験（台車と結合装置のインターロックの作動試験）が可能である。

交換後においても、結合装置（G21M11）の検査又は試験（台車と結合装置のインターロックの作動試験）ができるように施設された構造を変更するものではないため、影響はない。

３　結合装置（G21M11）は、遠隔操作により交換等の適切な保守及び修理が可能である。

交換後においても、結合装置（G21M11）の適切な保守及び修理ができるように施設された構造を変更するものではないため、影響はない。

２．申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第 44 条第 1 項の指定若しくは同法第 44 条の 4 第 1 項の許可を受けたところ又は同条第 2 項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第5条第6項において読み替えて準用する同法第4条第1項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成16年法律第155号）附則第18条第1項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和2年4月22日付け令02原機（再）007により届出を行っているところによる。

（別冊１－14）

再処理施設に関する設計及び工事の計画

（高放射性廃液貯蔵場（HAW）の耐津波補強工事）

建物（その16）高放射性廃液貯蔵場

目　　　次

頁

１．　変更の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1

２．　準拠すべき法令、基準及び規格　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2

３．　設計の基本方針　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3

４．　設計条件及び仕様　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・4

５．　工事の方法　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7

６．　工事の工程　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・10

別　図　一　覧

別図-1　再処理施設の構成及び申請範囲
別図-2　高放射性廃液貯蔵場（HAW）平面図（1階）
別図-3　高放射性廃液貯蔵場（HAW）断面図（26’通り）
別図-4　増打ち壁　配筋詳細図(建家内側部)
別図-5　増打ち壁　配筋詳細図(建家外側部)
別図-6　増打ち壁及び床　配筋詳細図(a断面、b断面、c断面、d断面)
別図-7　増打ち壁　配筋詳細図(e断面、f断面)
別図-8　増打ち床　配筋詳細図(g断面、h部)
別図-9　壁及び床の鉄筋コンクリート増打ち補強工事フロー図

表　一　覧

表-1　設計条件
表-2　設計仕様
表-3　鋼材等の種類
表-4　鉄筋の継手の長さ
表-5　鉄筋の定着の長さ
表-6　鉄筋と型枠とのかぶり厚さ
表-7　型枠の寸法許容差
表-8　コンクリートの材料表
表-9　構造体強度補正値と適用期間
表-10 高放射性廃液貯蔵場（HAW）の耐津波補強工事工程表

1．変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 2 年 7 月 10 日付け原規規発第 2007104 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画（以下「廃止措置計画」という。）について、変更認可の申請を行う。

高放射性廃液貯蔵場(HAW) 建家開口部補強に係る廃止措置計画変更認可の申請は、昭和 57 年 11 月 8 日に認可（57 安（核規）第 584 号）を受けた「再処理施設に関する設計及び工事の方法（その 25）」について、再処理施設の技術基準に関する規則に基づき実施するものである。

今回、高放射性廃液貯蔵場(HAW) の津波防護として HAW 建家開口部周辺外壁の増打ち補強を行う。補強後の開口部周辺外壁の強度評価を別添 6-1-3-2-3 に示す。

２．準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(昭和 32 年法律第 166 号)

「再処理施設の技術基準に関する規則」（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号)

「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

(平成 25 年 原子力規制委員会規則第 27 号)

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

(平成 25 年 原子力規制委員会規則第 5 号)

「建築基準法・同施行令」（昭和 25 年法律第 201 号)

「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601）」（日本電気協会)

「原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC4601）」（日本電気協会)

「2015年版建築物の構造関係技術基準解説書」（建築行政情報センター)

「建築物の構造規定」（日本建築センター)

「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」（国土交通省)

「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（国総研資料　第673号、平成24年）」

「公共建築工事標準仕様書」（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修)

「公共建築改修工事標準仕様書」（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修)

「建築工事監理指針」（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修)

「建築改修工事監理指針」（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修)

「建築工事標準仕様書・同解説（JASS）」（日本建築学会)

「日本産業規格（JIS）」

「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（日本建築学会)

「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」(日本建築学会)

「建築物荷重指針・同解説」(日本建築学会)

「道路橋示方書・同解説　Ⅰ共通編、Ⅴ耐震設計編」（日本道路協会、2017年)

３．設計の基本方針

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の津波時における耐津波性向上のため、壁及び床の鉄筋コンクリート増打ち補強を行う。

４．設計条件及び仕様

(1) 設計条件

表-1　設計条件

名　　　　　称	高放射性廃液貯蔵場 (HAW)
耐震重要度分類	セル　Sクラス (旧A類) 建家　Bクラス (旧B類)
構　　　　　造	鉄筋コンクリート造

(2) 仕様

高放射性廃液貯蔵場(HAW)の耐津波性向上のため、以下の施工を行う。

表-2　設計仕様

名　　称	高放射性廃液貯蔵場 (HAW)
仕　　様	壁及び床の鉄筋コンクリート増打ち補強
補強部材 主要材料	鉄筋　　　　　　：SD295A (JIS G 3112) コンクリート　　：普通コンクリート (JIS A 5308) アンカー筋　　　：SD295A (JIS G 3112)
図	別図-1～別図-8

表-3　鋼材等の種類

部材	材料	備考
鉄筋	SD295A(D13、D16、D22)	JIS G 3112
アンカー筋	SD295A(D13、D16、D22)	JIS G 3112
あと施工アンカー (接着系・カプセル型)	D13～D22 用	JCAA 認証品

表-4　鉄筋の継手の長さ

鉄筋の種類	継手の長さ		備考
SD295A	重ね継手	35d 又は 25d フック付き	JASS 5N
共通	フレア溶接	片面 10d 又は両面 5d	建築改修工事監理指針

表-5　鉄筋の定着の長さ

鉄筋の種類	定着長さ		備考
SD295A	鉄筋	30d 又は 20d フック付き	JASS 5N

表-6　鉄筋と型枠とのかぶり厚さ

部位			かぶり厚さ(mm)	備考
土に接しない部分	床スラブ		40	JASS 5N
	耐力壁	屋内	40	
		屋外	50	
土に接する部分	耐力壁		50	

表-7　型枠の寸法許容差

項目	許容差 (mm)	備考
壁・スラブの断面寸法	-5 +15	JASS 5N

表-8　コンクリートの材料表

普通コンクリート		備考
設計基準強度(N/mm^2)	品質基準強度(N/mm^2)	
24	24	JASS 5N

表-9　構造体強度補正値と適用期間

（強度管理材齢 28 日）

適用期間	構造体強度補正値 (N/mm²)
3 月 12 日～ 7 月 27 日	3
7 月 28 日～ 8 月 23 日	6
8 月 24 日～11 月 14 日	3
11 月 15 日～ 3 月 11 日	6

茨城県北部生コンクリート協同組合の通達による。

５．工事の方法

(1)　工事の方法及び手順

本工事のフローを別図-9 に示す。また、本工事において実施する試験・検査項目、検査方法及び判定基準を以下に示す。

１）　試験・検査項目

①材料検査

方法：イ．鉄筋及びアンカー筋の材料を材料証明書等により確認する。

ロ．あと施工アンカー（接着系・カプセル型）の材料が認証品であることを確認する。

判定：イ．鉄筋及びアンカー筋が表-3 に示す材料であること。

ロ．あと施工アンカー（接着系・カプセル型）が表-3 に示す材料であること。

②構造検査 1（配筋検査）

方法：イ．鉄筋及びアンカー筋の径（呼び径）を目視により確認する。

ロ．鉄筋及びアンカー筋の本数又は間隔を目視又は測定により確認する。

ハ．アンカー筋の埋め込み長さ及び定着長さが確保されていることを目視又は測定により確認する。

ニ．鉄筋の継手長さ及び定着長さを目視又は測定により確認する。また、フレア溶接を行う継手については、フレア溶接部を目視により確認する。

ホ．鉄筋と型枠とのかぶり厚さを目視又は測定により確認する。

判定：イ．鉄筋及びアンカー筋が別図-4～別図-8 に示す径（呼び径）であること。

ロ．鉄筋及びアンカー筋が別図-4～別図-8 に示す本数又は間隔であること。

ハ．アンカー筋の埋め込み長さ及び定着長さが別図-4～別図-8 に示す埋め込み長さ及び定着長さを確保していること。

ニ．鉄筋の継手長さ及び定着長さが表-4 及び表-5 に示した値以上で

あること。また、フレア溶接部について、割れ等の有害な欠陥がないこと。

ホ．鉄筋と型枠とのかぶり厚さが表-6に示す値以上であること。

③構造検査2（型枠検査）

方法：型枠の寸法を測定により確認する。

判定：型枠が表-7に示す寸法許容差の範囲内であること。

④強度検査（コンクリート及び無収縮モルタルの強度試験）

方法：コンクリート及び無収縮モルタルの強度を圧縮強度試験により確認する。なお、無収縮モルタルについてはグラウト圧入を行う壁頂部の無収縮モルタルを対象とする。

判定：普通コンクリートの圧縮強度の平均値が表-8に示す品質基準強度に表-9に示す構造体強度補正値を加えた値以上でありかつ個々の値が表-8に示す品質基準強度に表-9に示す構造体強度補正値を加えた値の85%以上であること。無収縮モルタルの圧縮強度の個々の値が30 N/mm^{2}以上であること。

⑤外観検査1（外観検査）

方法：壁及び床の増打ちの表面を目視により確認する。

判定：壁及び床の増打ちの表面に有害な傷、へこみ等がないこと。

⑥外観検査2（配置検査）

方法：壁及び床の増打ちを目視により確認する。

判定：壁及び床の増打ちが別図-2及び別図-3に示す位置に配置されていること。

(2)　工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、労働安全衛生法に従い、作業者に係る労働災害の防止に努める。

② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、作業を実施する。

③ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。

④ 本工事における火気作業時は、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。

⑤ 本工事における高所作業時は、墜落制止用器具等の保護具を着用し、災害防止に努める。

６．工事の工程

本申請に係る工事の工程を表-10 に示す。

表-10　高放射性廃液貯蔵場（HAW）の耐津波補強工事工程表

	令和2年度								備　考
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
増打ち補強			工事						

（別図）

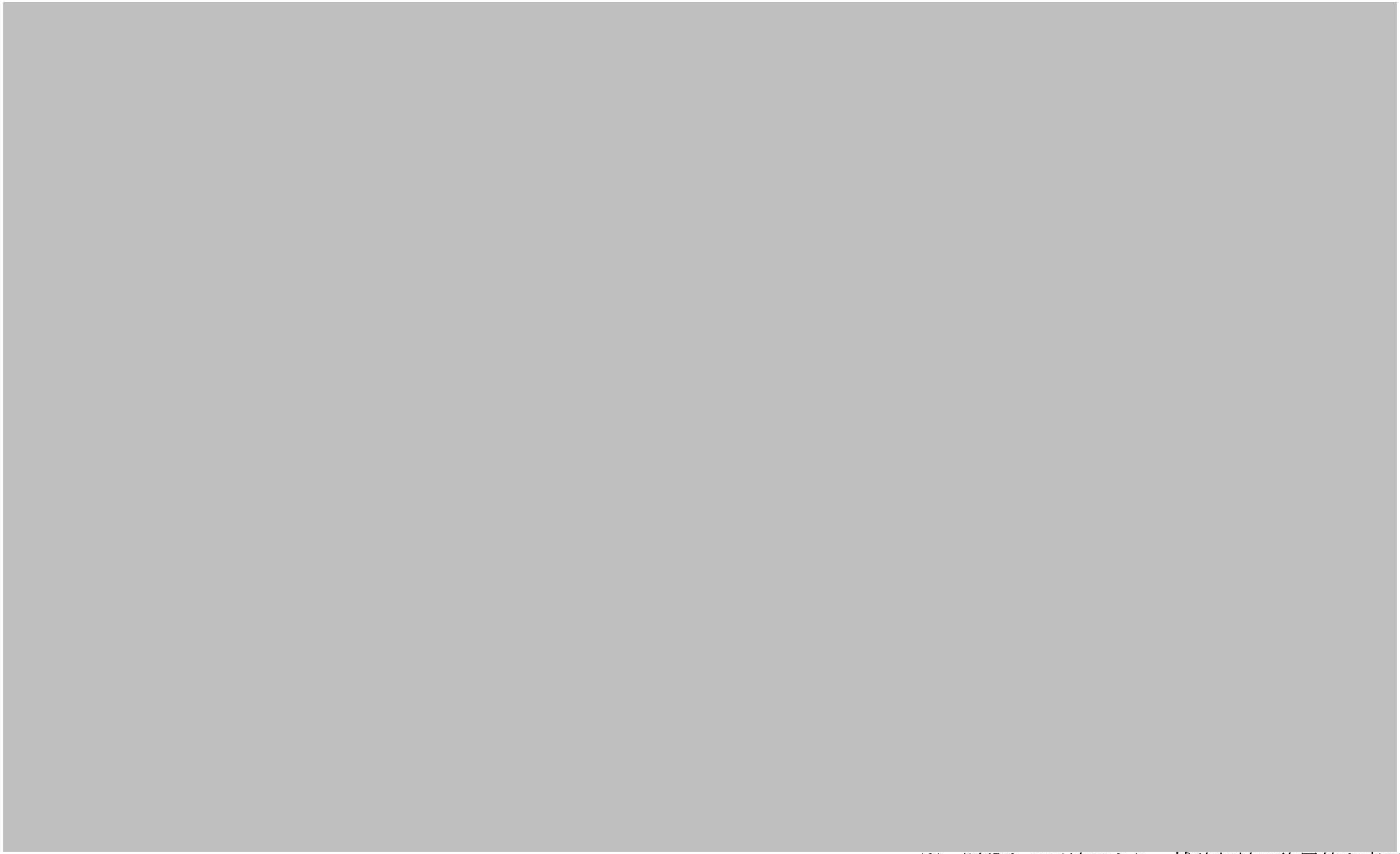
別図-1　再処理施設の構成及び申請範囲

別図-2　高放射性廃液貯蔵場（HAW）平面図（1 階）

別図-2　高放射性廃液貯蔵場（HAW）平面図（1 階）

別図-3　高放射性廃液貯蔵場（HAW）断面図（26'通り）

別図-3　高放射性廃液貯蔵場（HAW）断面図（26'通り）



別図-4　増打ち壁　配筋詳細図(建家内側部)

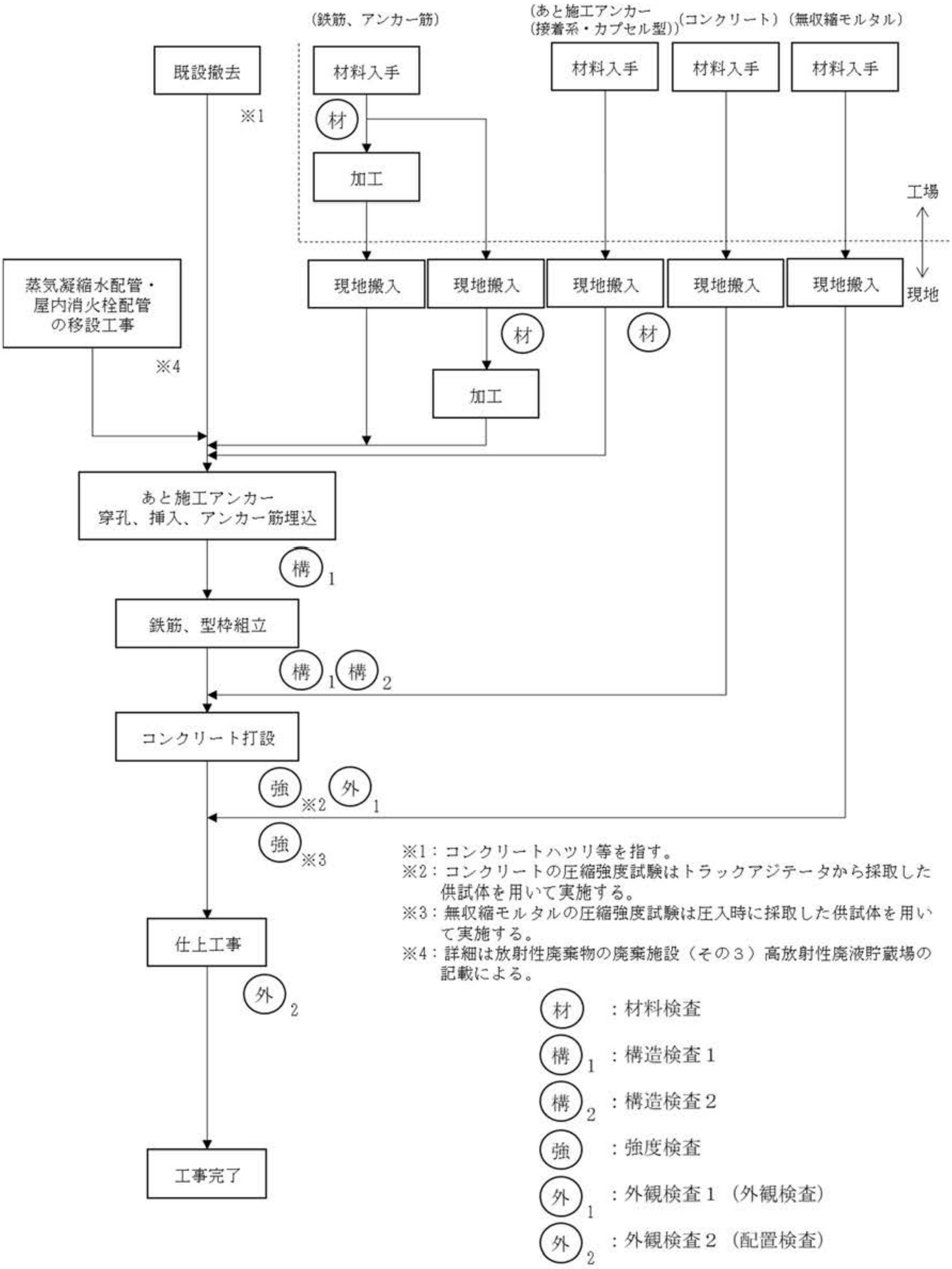
※　既設との干渉により、補強部材の位置等を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

別図-5　増打ち壁　配筋詳細図(建家外側部)

別図-6　増打ち壁及び床　配筋詳細図（a 断面、b 断面、c 断面、d 断面）

別図-7　増打ち壁　配筋詳細図(e 断面、f 断面)

別図-8　増打ち床　配筋詳細図(g断面、h部)



別図-9　壁及び床の鉄筋コンクリート増打ち補強工事フロー図

添　付　書　類

１．申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性

２．申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第 44 条第 1 項の指定若しくは同法第 44 条の 4 第 1 項の許可を受けたところ又は同条第 2 項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

１．申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	―	―	―
第二条	特殊な設計による再処理施設	無	―	―
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	無	―	―
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	―	―
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	―	―
第六条	地震による損傷の防止	無	―	―
第七条	津波による損傷の防止	有	―	別紙－１に示すとおり
第八条	外部からの衝撃による損傷防止	無	―	―
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	―	―
第十条	閉じ込めの機能	無	―	―
第十一条	火災等による損傷の防止	無	―	―
第十二条	再処理施設内における溢（いつ）水による損傷の防止	無	―	―
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	―	―
第十四条	安全避難通路等	無	―	―
第十五条	安全上重要な施設	無	―	―
第十六条	安全機能を有する施設	無	―	―
第十七条	材料及び構造	無	―	―
第十八条	搬送設備	無	―	―
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	―	―
第二十条	計測制御系統施設	無	―	―
第二十一条	放射線管理施設	無	―	―

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十二条	安全保護回路	無	—	—
第二十三条	制御室等	無	—	—
第二十四条	廃棄施設	無	—	—
第二十五条	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六条	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七条	遮蔽	無	—	—
第二十八条	換気設備	無	—	—
第二十九条	保安電源設備	無	—	—
第三十条	緊急時対策所	無	—	—
第三十一条	通信連絡設備	無	—	—
第三十二条	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三条	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四条	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六条	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七条	材料及び構造	無	—	—
第三十八条	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九条	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十条	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一条	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二条	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三条	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	－	－
第四十五条	重大事故等への対処に必要となる水の供給設備	無	－	－
第四十六条	電源設備	無	－	－
第四十七条	計装設備	無	－	－
第四十八条	制御室	無	－	－
第四十九条	監視測定設備	無	－	－
第五十条	緊急時対策所	無	－	－
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	－	－
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	無	－	－

第七条（津波による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、基準津波（事業指定基準規則第八条に規定する基準津波をいう。第三十四条において同じ。）によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

本申請は、廃止措置計画用設計津波に対して、津波防護施設である高放射性廃液貯蔵場(HAW)の建家外壁が地震後の遡上波による浸水に伴う津波荷重及び余震、津波漂流物の衝突に対し、安全機能が損なわれるおそれがないものとするため、高放射性廃液貯蔵場(HAW)建家の一部壁を鉄筋コンクリートの増し打ちにより補強するものである。補強後の建家の一部壁の強度評価を別添 6-1-3-2-3「高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の外壁の補強について」に示す。

２．申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第 44 条第 1 項の指定若しくは同法第 44 条の 4 第 1 項の許可を受けたところ又は同条第 2 項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第5条第6項において読み替えて準用する同法第4条第1項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成16年法律第155号）附則第18条第1項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和2年4月22日付け令02原機（再）007により届出を行っているところによる。