東海第二発電所

設計及び工事計画変更認可申請書

補足説明資料

（改２）

令和５年４月

日本原子力発電株式会社

補足説明資料名称

工認添付書類	補足説明資料	
－	補足－1	設計及び工事計画変更認可申請における適用条文等の整理について
－	補足－2	設計及び工事計画変更認可申請書に添付する書類の整理について
－	補足－3	工事の方法に関する補足説明資料
－	補足－4	火災防護設備用ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベの設置場所，個数，名称等の変更（改２）
－	補足－5	原子炉補機冷却系熱交換器及び原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器の要目表における伝熱面積の変更（改２）

初版：2023年 4月 7日
改１：2023年 4月17日
　　補足－4：前回ヒアリング（ 4月 7日）コメント反映【p360～380】
　　補足－5：前回ヒアリング（ 4月 7日）コメント反映【p383～391】
改２：2023年 4月24日
　　補足－4：前回ヒアリング（ 4月17日）コメント反映【p360～381】
　　補足－5：前回ヒアリング（ 4月17日）コメント反映【p384～392】

本資料のうち，□は商業秘密又は核物質防護上の観点から公開できません。

補足－4【火災防護設備用ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベの設置場所，個数，名称等の変更】

（改２）

補足－4

火災防護設備用ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベの設置場所，個数，名称等の変更

本資料のうち、□は商業秘密又は核物質防護上の観点から公開できません。

火災防護設備用ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベの設置場所，個数，名称等の変更

- 本設計及び工事計画変更認可申請（以下｢今回工認｣という。）においては，2018年SA本体工認において認可された火災防護設備の消火設備のうち，容器（ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベ）及び主配管について，①格納容器圧力逃がし装置（以下｢FV｣という。）の兼用化，②所内常設直流電源設備（3系統目）の設置及び無停電電源装置等の設置場所の見直し，③消火設備設置場所の詳細調査結果を反映し，仕様を変更するとともに関連する添付書類を変更する。
- 表１に容器（ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベ）及び主配管の仕様の変更事項（要目表項目），表２に容器（ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベ）の変更内容及び変更理由，表３に主配管の変更内容及び変更理由，表４に今回工認に伴い変更する添付書類を示す。

火災防護設備用ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベの設置場所，個数，名称等の変更

表１　容器（ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベ）及び主配管の仕様の変更事項

No.	対象	変更内容	設備分類	変更事項（要目表項目）	理由	参照
1	容器	ケーブル処理室用ハロンボンベ	A	個数，設置床	①	P4，P5
		非常用ディーゼル発電機室用二酸化炭素ボンベ	A	個数，設置床		
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室用 二酸化炭素ボンベ	A	設置床		
		緊急用電気室（緊急用MCC他）用ハロンボンベ	B	名称，個数，系統名	②	P6～P8
		緊急用電気室（緊急用蓄電池）用ハロンボンベ	B	名称，容量，主要寸法（高さ）， 個数，系統名		
		緊急用電気室（緊急用125V MCC）用 ハロンボンベ	B	名称，系統名，設置床		
		低圧炉心スプレイ系ポンプ用ハロンボンベ	A	設置床	③	P9,P10
2	主配管	ケーブル処理室用	A	外径，厚さ，材料	①	P11～P13
		緊急用電気室（緊急用MCC他）用	B	名称	②	
		緊急用電気室（緊急用蓄電池）用	B	名称		
		緊急用電気室（緊急用125V MCC）用	B	名称		
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室用	A	外径，厚さ，材料	①	

【設備分類】
A：設計基準対象施設
B：常設耐震重要重大事故防止設備・常設重大事故緩和設備を防護する消火設備

【理由】
①：FVの兼用化
②：所内常設直流電源設備（3系統目）の設置及び無停電電源装置等の設置場所の見直し
③：消火設備設置場所の詳細調査結果を反映

火災防護設備用ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベの設置場所，個数，名称等の変更

表２　容器（ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベ）の変更内容及び変更理由（１／４）

【対象】ケーブル処理室用ハロンボンベ及び非常用ディーゼル発電機室・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室用二酸化炭素ボンベ

ボンベ種別	番号	対象	変更内容			変更理由
			項目	変更前 （2018年本体工認）	変更後 （今回工認）	
ハロン	①	ケーブル処理室用	個数	16	27	◆ケーブル処理室用ハロンボンベ及び非常用ディーゼル発電機室用二酸化炭素ボンベは，2018年本体工認申請検討時点において[redacted]（屋内）のEL.14.00mに設置することを検討していたが，FVの設置検討を受けて，当該ボンベの設置場所を[redacted]（屋外）のEL.22.50mに見直し，工認申請を行い認可を受けている。 ◆その後，FVの兼用化により[redacted]（屋内）にFV操作対象設備がなくなり，EL.14.00mエリアの使用が可能となったため，ボンベ等へのアクセス，保守点検が容易でかつ，風雨の影響を受けない当初の設置検討場所であった[redacted]（屋内）のEL.14.00mに変更する。【図１参照】 ◆また，当該ボンベの設置場所（設置床）変更に伴い配管経路が延長（配管体積増加）するため，ボンベ仕様（容量，個数等）の検討結果を踏まえて，ボンベ個数を変更する。【別紙 第2表，図１参照】
			設置床	[redacted] EL.22.50m	[redacted] EL.14.00m	
二酸化炭素	②	非常用ディーゼル発電機室用	個数	47	70	
			設置床	[redacted] EL.22.50m	[redacted] EL.14.00m	
	③	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室用	設置床	[redacted] EL.18.00m	[redacted] EL.14.00m	◆高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室用二酸化炭素ボンベについても上記と同様に[redacted]（屋内）のEL.14.00mに設置することを検討していたが，当該ボンベの設置場所を[redacted]（屋外）のEL.18.00mに見直し，工認申請を行い認可を受けているが，FV兼用化を踏まえてケーブル処理室用及び非常用ディーゼル発電機室用ボンベと同じエリアである[redacted]（屋内）のEL.14.00mに変更する。【図１参照】 ◆なお，当該ボンベの設置場所（設置床）変更によっても，2018年本体工認の設備仕様での消火能力は満足しているため，ボンベ仕様（容量，個数等）に変更はない。【別紙　第2表，図１参照】

図１　ケーブル処理室用ハロンボンベ及び非常用ディーゼル発電機室・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室用二酸化炭素ボンベの設置場所変更前後

表２　容器（ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベ）の変更内容及び変更理由（２／４）

【対象】緊急用電気室用ハロンボンベ

ボンベ種別	番号	対象	変更内容			変更理由
			項目	変更前（2018年本体工認）	変更後（今回工認）	
ハロン	④	緊急用電気室（緊急用MCC他）用	名称	ハロンボンベ（緊急用電気室（緊急用MCC他）用）	ハロンボンベ（緊急用電気室 1F用）	◆所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する必要が生じたことから，[redacted]内に新設する電源設備の設置場所の見直しが必要となったため，操作性及び消火設備の設計を考慮して設置場所を検討した。 その結果，2018年本体工認の緊急用直流125V MCC及び緊急用蓄電池の設置場所を変更することとした。 ◆上記を踏まえ変更前のハロンボンベには[redacted]1FエリアのZ消火機能を持たせることとした。対象消火エリアの体積が増加するため，ボンベ仕様（容量，個数等）の検討結果を踏まえて，ボンベ個数を変更する。【別紙　第2表，図２参照】 ◆また，ハロンボンベの使用先名称を，上記変更に併せて，具体的設備名ではなく，階層を使用した名称へ変更する。 ◆なお，ハロンボンベの設置場所（設置床）に変更はない。 【図２参照】，【別紙　図２参照】
			個数	4	6	
			系統名	ハロンボンベ（緊急用電気室（緊急用MCC他）用）消火系	ハロンボンベ（緊急用電気室 1F用）消火系	
	⑤	緊急用電気室（緊急用蓄電池）用	名称	ハロンボンベ（緊急用電気室（緊急用蓄電池）用）	ハロンボンベ（緊急用電気室 2F用）	◆緊急用電気室（緊急用蓄電池）用についても，緊急用MCC他と同様に新設する電源設備の検討を反映し変更することとした。 ◆上記を踏まえ変更前のハロンボンベには[redacted]2Fエリアの消火機能を持たせることとした。対象消火エリアの体積が増加するため，ボンベ仕様（容量，個数等）の検討結果を踏まえて，ボンベ容量，主要寸法（高さ）及び個数を変更する。 【別紙　第2表，図２参照】 ◆また，ハロンボンベの使用先名称を，上記変更に併せて，具体的設備名ではなく，階層を使用した名称へ変更する。 ◆なお，ハロンボンベの設置場所（設置床）に変更はない。 【図２参照】，【別紙　図２参照】
			容量(L/個)	24以上（24*）	68以上（68*）	
			主要寸法(mm)	（高さ）622*	（高さ）1500*	
			個数	4	3	
			系統名	ハロンボンベ（緊急用電気室（緊急用蓄電池）用）消火系	ハロンボンベ（緊急用電気室 2F用）消火系	

注記　＊：公称値を示す。

火災防護設備用ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベの設置場所，個数，名称等の変更

表２　容器（ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベ）の変更内容及び変更理由（３／４）

【対象】緊急用電気室用ハロンボンベ

ボンベ種別	番号	対象	変更内容			変更理由
			項目	変更前（2018年本体工認）	変更後（今回工認）	
ハロン	⑥	緊急用電気室（緊急用125V MCC）用	名称	ハロンボンベ（緊急用電気室（緊急用125V MCC）用）	ハロンボンベ（緊急用電気室 3F用）	◆緊急用電気室（緊急用125V MCC）用についても，緊急用MCC他と同様に新設する電源設備の検討を反映し変更することとした。 ◆上記を踏まえ変更前のハロンボンベには[redacted]3Fエリアの消火機能を持たせることとし，ハロンボンベの設置場所（設置床）を対象消火エリア近傍の[redacted]EL.14.00mからEL.22.00mに変更する。 【図２参照】【別紙　第2表，図２参照】 ◆また，ハロンボンベの使用名称を，上記変更に併せて，具体的設備名ではなく，階層を使用した名称へ変更する。 ◆なお，ハロンボンベの設置場所（設置床）変更によっても2018年本体工認の設備仕様での消火能力は満足しているため，ボンベ仕様（容量，個数等）に変更はない。【別紙　第2表，図２参照】
			系統名	ハロンボンベ（緊急用電気室（緊急用125V MCC）用）消火系	ハロンボンベ（緊急用電気室 3F用）消火系	
			設置床	[redacted] EL.14.00m	[redacted] EL.22.00m	

図２　緊急用電気室用ハロンボンベの設置場所変更前後

表２　容器（ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベ）の変更内容及び変更理由（４／４）

【対象】低圧炉心スプレイ系ポンプ用ハロンボンベ

ボンベ種別	番号	対象	変更内容			変更理由
			項目	変更前（2018年本体工認）	変更後（今回工認）	
ハロン	⑦	低圧炉心スプレイ系ポンプ用	設置床	[redacted] EL.-4.00m	[redacted] EL.-4.00m	◆低圧炉心スプレイ系ポンプ用のガス消火配管の設置場所の詳細調査を実施した結果，常設高圧代替注水系ポンプ用タービン排気管との干渉が確認され，当該ガス消火配管の敷設ルートを見直す必要が生じた。 ◆当該ガス消火配管の干渉を回避するには，低圧炉心スプレイ系ポンプ用ハロンボンベの設置場所を含めて見直す必要があるため，当該ハロンボンベの設置場所（設置床）を[redacted]のEL.-4.00mから[redacted]のEL.-4.00mに変更する。【図３参照】 ◆なお，ハロンボンベの設置場所（設置床）変更によっても2018年本体工認の設備仕様での消火能力は満足しているため，ボンベ仕様（容量，個数等）に変更はない。【別紙　第２表，図３参照】

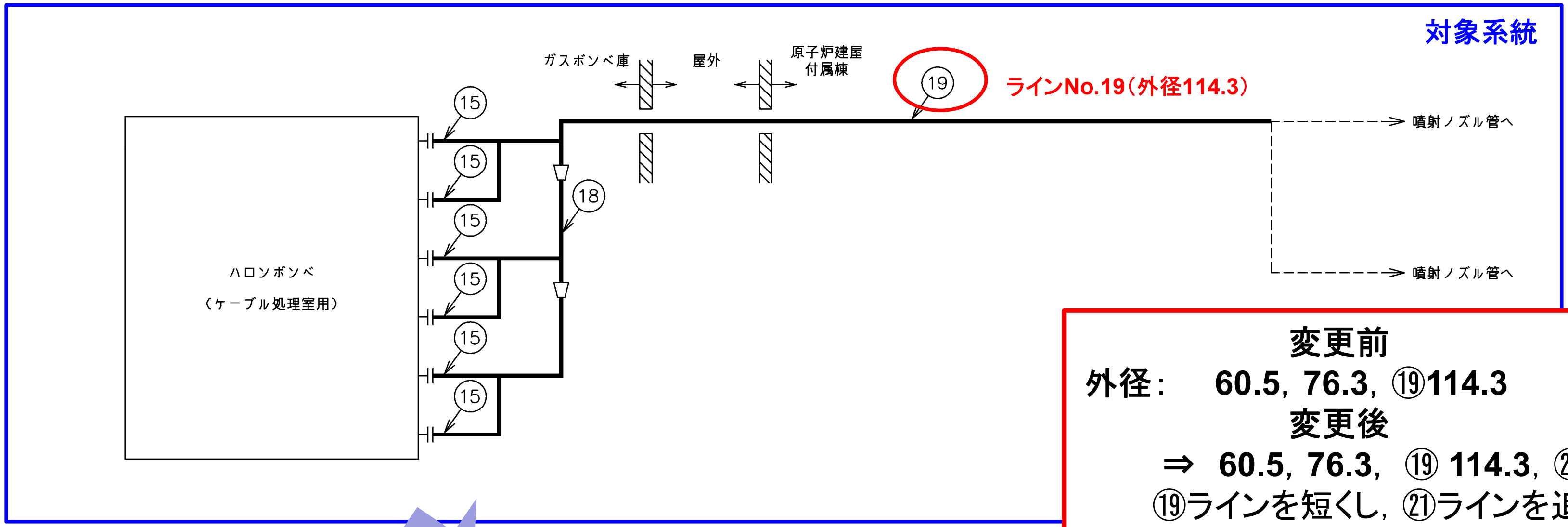
図３　低圧炉心スプレイ系ポンプ用ハロンボンベの設置場所変更前後

表３　主配管の変更内容及び変更理由

<table>
<tr><th rowspan="2">ボンベ種別</th><th rowspan="2">対象</th><th colspan="7">変更内容</th><th rowspan="2">変更理由</th></tr>
<tr><th>項目</th><th colspan="3">変更前（2018年本体工認）</th><th colspan="3">変更後（今回工認）</th></tr>
<tr><td rowspan="8">ハロン</td><td>緊急用電気室（緊急用MCC他）用</td><td>名称</td><td colspan="3">ハロンボンベ（緊急用電気室（緊急用MCC他）用）～緊急用電気室（緊急用MCC他）</td><td colspan="3">ハロンボンベ（緊急用電気室 1F用）～緊急用電気室 1F</td><td rowspan="3">◆ハロンボンベ（容器）名称変更に伴い，主配管の名称を変更する。
◆なお，ハロンボンベ（容器）の設置場所（設置床）変更によっても，2018年本体工認の設備仕様で消火能力は満足しているため，配管仕様（外径，厚さ，材料）に変更はない。
【別紙　第２表，図２参照】</td></tr>
<tr><td>緊急用電気室（緊急用蓄電池）用</td><td>名称</td><td colspan="3">ハロンボンベ（緊急用電気室（緊急用蓄電池）用）～緊急用電気室（緊急用蓄電池）</td><td colspan="3">ハロンボンベ（緊急用電気室 2F用）～緊急用電気室 2F</td></tr>
<tr><td>緊急用電気室（緊急用125V MCC）用</td><td>名称</td><td colspan="3">ハロンボンベ（緊急用電気室（緊急用125V MCC）用）～緊急用電気室（緊急用125V MCC）</td><td colspan="3">ハロンボンベ（緊急用電気室 3F用）～緊急用電気室 3F</td></tr>
<tr><td rowspan="5">ケーブル処理室用</td><td rowspan="5">配管仕様</td><td>外径（mm）</td><td>厚さ（mm）</td><td>材料</td><td>外径（mm）</td><td>厚さ（mm）</td><td>材料</td><td rowspan="5">◆ハロンボンベ（容器）の設置場所（設置床）変更による配管経路の延長（配管体積増加）に伴い，消火能力を満足させるため，配管仕様（外径，厚さ，材料）を変更する。【図４参照】，【別紙　第２表，図１参照】</td></tr>
<tr><td>60.5</td><td>3.9＊1</td><td>SUS304TP</td><td>60.5</td><td>3.9＊1</td><td>SUS304TP</td></tr>
<tr><td>76.3</td><td>5.2＊1</td><td>SUS304TP</td><td>76.3</td><td>5.2＊1</td><td>SUS304TP</td></tr>
<tr><td>－</td><td>－</td><td>－</td><td>89.1</td><td>5.5＊1</td><td>SUS304TP</td></tr>
<tr><td>114.3</td><td>6.0＊1</td><td>SUS304TP</td><td>114.3</td><td>6.0＊1</td><td>SUS304TP</td></tr>
<tr><td rowspan="7">二酸化炭素</td><td rowspan="7">高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室用</td><td rowspan="7">配管仕様</td><td>外径（mm）</td><td>厚さ（mm）</td><td>材料</td><td>外径（mm）</td><td>厚さ（mm）</td><td>材料</td><td rowspan="7">◆二酸化炭素ボンベ（容器）の設置場所（設置床）変更による配管経路の延長（配管体積増加）に伴い，消火能力を満足させるため，配管仕様（外径，厚さ，材料）を変更する。【図５参照】，【別紙　第２表，図１参照】</td></tr>
<tr><td>60.5</td><td>5.5＊1</td><td>SUS304TP</td><td>60.5</td><td>5.5＊1</td><td>SUS304TP</td></tr>
<tr><td>76.3</td><td>7.0＊1</td><td>SUS304TP</td><td>76.3</td><td>7.0＊1</td><td>SUS304TP</td></tr>
<tr><td>89.1</td><td>7.6＊1</td><td>SUS304TP</td><td>89.1</td><td>7.6＊1</td><td>SUS304TP</td></tr>
<tr><td>114.3</td><td>8.6＊1</td><td>SUS304TP</td><td>114.3</td><td>8.6＊1</td><td>SUS304TP</td></tr>
<tr><td>48.6</td><td>5.1＊1</td><td>SUS304TP</td><td>－</td><td>－</td><td>－</td></tr>
<tr><td>34.0</td><td>4.5＊1</td><td>SUS304TP</td><td>34.0</td><td>4.5＊1</td><td>SUS304TP</td></tr>
</table>

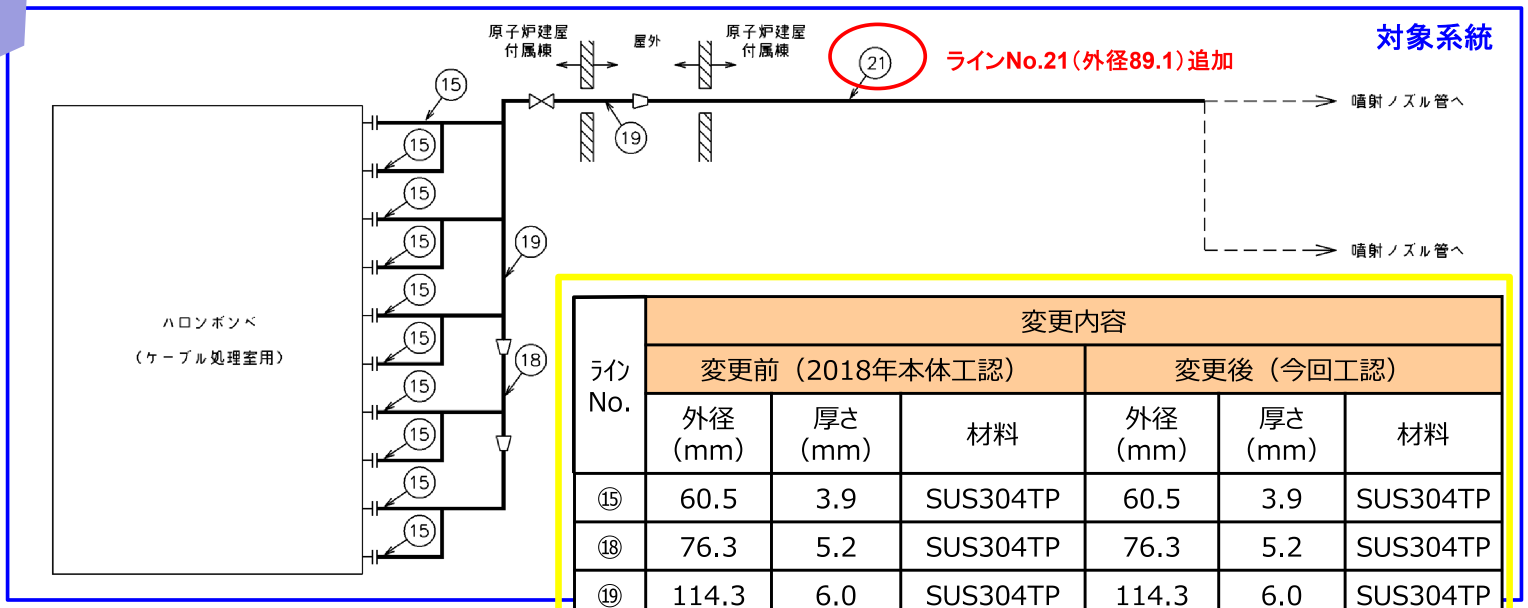
注記　＊1：公称値を示す。

火災防護設備用ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベの設置場所，個数，名称等の変更



変更前配管系統

変更前
外径：　60.5，76.3，⑲114.3
変更後
⇒　60.5，76.3，⑲ 114.3，㉑89.1（追加）
⑲ラインを短くし，㉑ラインを追加する

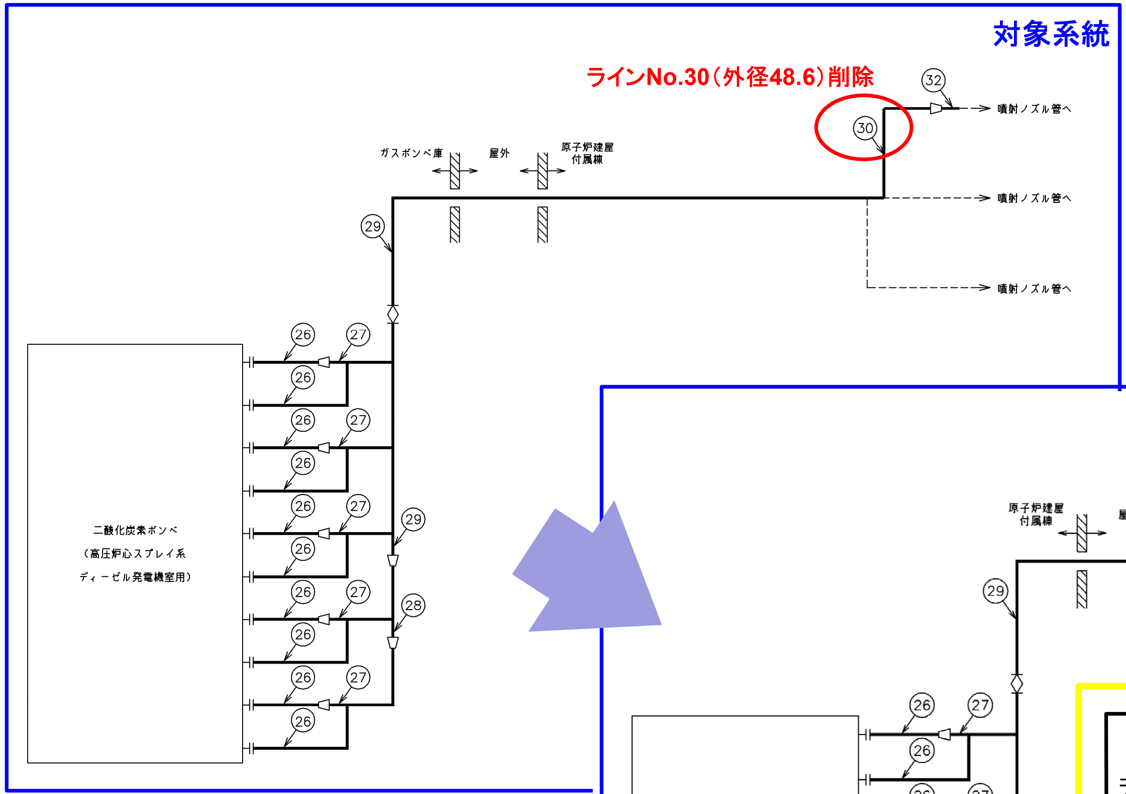


変更後配管系統

ライン No.	変更内容					
	変更前（2018年本体工認）			変更後（今回工認）		
	外径（mm）	厚さ（mm）	材料	外径（mm）	厚さ（mm）	材料
⑮	60.5	3.9	SUS304TP	60.5	3.9	SUS304TP
⑱	76.3	5.2	SUS304TP	76.3	5.2	SUS304TP
⑲	114.3	6.0	SUS304TP	114.3	6.0	SUS304TP
㉑	－	－	－	89.1	5.5	SUS304TP

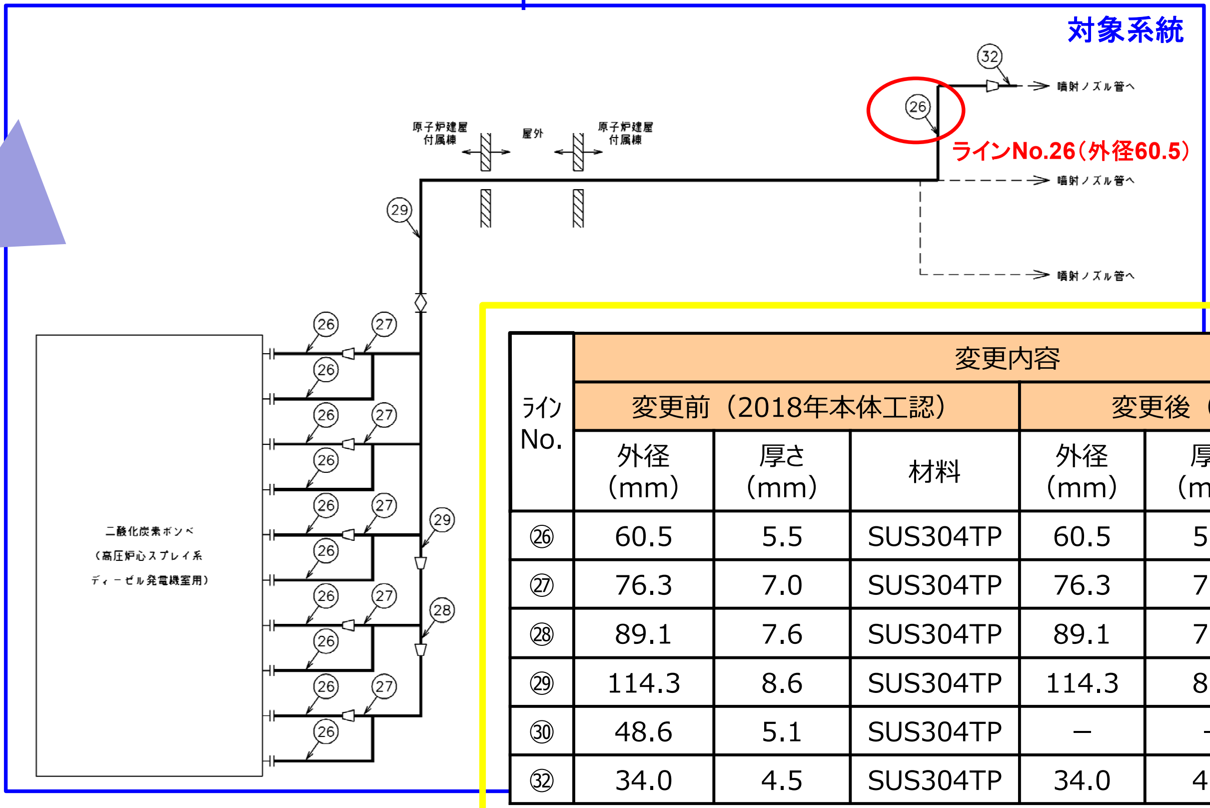
図４　ケーブル処理室用配管系統の変更前後

火災防護設備用ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベの設置場所，個数，名称等の変更



変更前配管系統

変更前
外径：　㉖60.5，76.3，89.1，114.3，㉚48.6，34.0
変更後
⇒　㉖60.5，76.3，89.1，114.3，34.0
㉚のラインをやめ，㉖のラインサイズとする



変更後配管系統

ライン No.	変更内容					
	変更前（2018年本体工認）			変更後（今回工認）		
	外径（mm）	厚さ（mm）	材料	外径（mm）	厚さ（mm）	材料
㉖	60.5	5.5	SUS304TP	60.5	5.5	SUS304TP
㉗	76.3	7.0	SUS304TP	76.3	7.0	SUS304TP
㉘	89.1	7.6	SUS304TP	89.1	7.6	SUS304TP
㉙	114.3	8.6	SUS304TP	114.3	8.6	SUS304TP
㉚	48.6	5.1	SUS304TP	－	－	－
㉜	34.0	4.5	SUS304TP	34.0	4.5	SUS304TP

図５　高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室用配管系統の変更前後

火災防護設備用ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベの設置場所，個数，名称等の変更

表４　今回の設計及び工事計画変更認可申請に伴い変更する添付書類

No.	添付書類		変更概要
1	Ⅴ-1-1-4-8-3　設備別記載事項の設定根拠に関する説明書（その他発電用原子炉の附属施設【火災防護設備】）	V-1-1-4-8-3-8　設定根拠に関する説明書（ハロンボンベ）	本申請に伴い，ハロンボンベの名称，容量及び個数を変更する。
		V-1-1-4-8-3-9　設定根拠に関する説明書（二酸化炭素ボンベ）	本申請に伴い，二酸化炭素ボンベの個数を変更する。
		V-1-1-4-8-3-10　設定根拠に関する説明書（消火系　主配管（常設））	本申請に伴い，消火系の主配管（常設）の名称及び外径を変更する。
2	Ⅴ-2-別添1　火災防護設備の耐震性についての計算書	V-2-別添1-7　二酸化炭素ボンベ設備の耐震計算書	本申請に伴い，二酸化炭素ボンベの据え付け場所及び床面高さを変更する。
		V-2-別添1-8　二酸化炭素供給選択弁の耐震計算書	本申請に伴い，二酸化炭素供給選択弁の据え付け場所及び床面高さを変更する。
		V-2-別添1-9　二酸化炭素消火設備制御盤の耐震計算書	本申請に伴い，二酸化炭素消火設備制御盤の据え付け場所及び床面高さを変更する。
		V-2-別添1-10　ガス供給配管の耐震計算書	本申請に伴い，ガス供給配管モデルの評価点及び支持構造物の評価結果を変更する。
3	Ⅴ-3-10　その他発電用原子炉の附属施設の強度に関する説明書	V-3-10-1-1-5-4　管の基本板厚計算書	本申請に伴い，ガス供給配管の概略系統図を変更する。
4	Ⅴ-6　図面 9.3　火災防護設備	機器の配置を明示した図面	本申請に伴い，名称・配置など関連図面を変更する。
		主配管の配置を明示した図面	
		系統図	
		構造図	

別紙：ボンベ（ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベ）の個数変更の概要（１／６）

● 貯蔵する消火剤の量の確認

今回工認におけるガス系消火設備の消火剤の量の算出については，2018年本体工認同様，全域放出方式ハロゲン化物消火設備及び局所放出式ハロゲン化物消火設備の貯蔵容器に貯蔵する消火剤の量は，消防法施行規則第二十条第3項，全域放出方式不活性ガス消火設備の貯蔵容器に貯蔵する消火剤の量は，消防法施行規則第十九条第4項により算出された消火剤以上の量とする。なお，消火剤の種類は，ハロン1301及び二酸化炭素である。

第1表に，ガス系消火設備毎の消火剤の量の算出方法を示す。

第1表　ガス系消火設備毎の消火剤の量の算出方法

ガス系消火設備	貯蔵容器に貯蔵する消火剤の量の算出方法
全域放出方式 ハロゲン化物消火設備	防護区画の体積×0.32＊1（kg/m^3）＋防護区画の開口部面積＊2×2.4＊1（kg/m^2） 【消防法施行規則第二十条第3項第一号】
局所放出式 ハロゲン化物消火設備	防護区画の体積＊3×$\left(4-3\frac{a}{A}\right)$ ＊1（kg/m^2）×1.25 a ：防護対象物の周囲に実際に設けられた壁の面積の合計（m^2） A ：防護区画の壁の面積(壁のない部分にあっては，壁があると仮定した場合における当該部分の面積)の合計（m^2） 【消防法施行規則第二十条第3項第二号】
全域放出方式 不活性ガス消火設備	防護区画の体積×0.75＊4（kg/m^3）＋防護区画 の開口部面積＊2×5（kg/m^2） 【消防法施行規則第十九条第4項第一号】

注記　＊1：防火対象物又はその部分及び消火剤の種別の区分に応じた防護区画の体積1m^3当たりの消火剤の量
＊2：防護区画の開口部に自動閉鎖装置を設けない場合
＊3：防護対象物の全ての部分から0.6 m離れた部分によって囲まれた空間の部分（m^3）
＊4：防護区画の体積に応じた防護区画の体積1m^3当たりの消火剤の量

別紙：ボンベ（ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベ）の個数変更の概要（２／６）

● ガス系消火設備の消火剤の量の見直しに伴うボンベ個数の算出について

第1表のガス系消火設備毎の消火剤の量の算出方法により算出された量以上の消火剤の量（消火剤総量）を確保し，消防法で要求される消火設備に関する基準（噴射ヘッドや貯蔵容器等の設置及び維持に関する基準）を満足するよう，ガス系消火設備の配置計画を見直し，これらの結果を反映した必要ボンベ個数とした。

第2表に，ガス系消火設備の消火剤必要量及びボンベ個数の算出結果を示す。

第2表　ガス系消火設備の消火剤必要量及びボンベ個数の算出結果（１／２）

番号	対象	ガス系消火設備	防護区画の体積	消火剤量*1	配置計画の変更概要*2	配置計画を反映した必要ボンベ個数			ボンベ個数
						ボンベ容量	ボンベ個数	消火剤総量	
①	ケーブル処理室	全域放出方式ハロゲン化物消火設備	2694m³	863kg	・ボンベ設置位置変更に伴う配置計画の見直しを行った結果，主配管の総延長が約130m増加した。それに伴い，放射圧力*4及び消火剤量が不足することになったため，ボンベ個数の変更及び配管口径の一部を変更（縮小）する。	68L*3 (60kg)	15	900kg	16*3
			変更なし	変更なし		変更なし	26	1560kg	27*3
②	非常用ディーゼル発電機室	全域放出方式不活性ガス消火設備	3191m³	2472kg	・ケーブル処理室同様に消火能力に対し見直しを行った結果，主配管の総延長が約130m増加した。それに伴い，放射圧力*4が不足することになったため，ボンベ個数を変更する。配管口径については，2018年本体工認と同様な設備構成が可能なため，変更はない。	82.5L*3 (55kg)	46	2530kg	47*3
			変更なし	変更なし		変更なし	69	3795kg	70*3
③	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室	全域放出方式不活性ガス消火設備	3100m³	2393kg	・ケーブル処理室同様に消火能力に対し見直しを行った結果，主配管の総延長が約120m増加した。それに伴い，放射圧力*4が不足することになったため，配管口径の一部を変更（拡大）する。配管口径の一部変更（拡大）による圧力損失の低減を図ることにより，放射圧力*4の確保が可能なことから，ボンベ個数は変更なく配管口径のみ変更する。	82.5L*3 (55kg)	44	2420kg	45*3
			変更なし	変更なし		変更なし			

（上段が2018年本体工認の設計根拠，下段が今回工認の設計根拠）

注記　＊1：消防法で規定される防護区画の体積から算出される消火剤必要量を示す。
＊2：ボンベ個数及び配管口径の変更に影響した主な配置計画の変更概要を示す。
＊3：要目表の記載値を示す。
＊4：消防法施行規則第十九条第2項第二号に規定される噴射ヘッドの放射圧力を示す。

別紙：ボンベ（ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベ）の個数変更の概要（３／６）

図１　ケーブル処理室用及び非常用ディーゼル発電機室用・
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室用ボンベ設置配管経路の変更概要

別紙：ボンベ（ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベ）の個数変更の概要（４／６）

第2表　ガス系消火設備の消火剤必要量及びボンベ個数の算出結果（２／２）

番号	対象	ガス系消火設備	防護区画の体積	消火剤量*1	配置計画の変更概要*2	配置計画を反映した必要ボンベ個数			ボンベ個数
						ボンベ容量	ボンベ個数	消火剤総量	
④	緊急用電気室（緊急用MCC他）用	全域放出方式ハロゲン化物消火設備	536m³	172kg	・対象防護区画の見直しによる体積増加に伴い消火剤量が増加したため，ボンベ個数を変更する。設備の配置計画を見直したが，大きな配管経路の変更がなく，2018年本体工認同様の設備構成が可能なことから，配管口径の変更はない。	68 L*4（60kg）	3	180kg	4*4
	緊急用電気室1F用		802m³	257kg		変更なし	5	300kg	6*4
⑤	緊急用電気室（緊急用蓄電池）用		155m³	50kg	・対象防護区画の見直しによる体積増加に伴い消火剤量が増加したため，ボンベ容量及び個数を変更する。設備の配置計画を見直したが，配管経路等の変更があるものの，2018年本体工認同様の設備構成が可能であることから，配管口径の変更はない。	24 L*4（19kg）	3	57kg	4*4
	緊急用電気室2F用		260m³	84kg		68L*4（50kg）	2	100kg	3*4
⑥	緊急用電気室（緊急用125V MCC）用		191m³	62kg	・対象防護区画の見直しが必要となったが，2018年本体工認時の防護区画の体積に差がないこと，設備の配置計画を見直したが，2018年本体工認と同様な設備構成が可能なことから，ボンベ個数及び配管口径の変更はない。	24 L*4（24kg）	3	72kg	4*4
	緊急用電気室3F用		199m³	64kg		変更なし			
⑦	低圧炉心スプレイ系ポンプ用	局所放出式ハロゲン化物消火設備	70m³ *3	350kg	・干渉物回避によるボンベ設置位置及び配管経路の変更が生じたため，設備の配置計画の見直しを行った。その結果，配管経路等の変更があるが，2018年本体工認と同様な設備構成が可能なため，ボンベ個数及び配管口径の変更はない。	68L*4（60kg）	6	360kg	7*4
	変更なし		変更なし	変更なし		変更なし			

（上段が2018年本体工認の設計根拠，下段が今回工認の設計根拠）

注記　＊1：消防法で規定される防護区画の体積から算出される消火剤の量を示す。
＊2：ボンベ個数及び配管口径の変更に影響した主な配置計画の変更概要を示す。
＊3：局所放出式のため，防護空間体積を示す。
＊4：要目表の記載値を示す。併記している（kg）は，防護区画の体積の必要消火剤量を満足する消火剤総量を考慮して設定している。

別紙：ボンベ（ハロンボンベ及び二酸化炭素ボンベ）の個数変更の概要（５／６）

図２　緊急用電気室用の防護区画の体積及び配管経路等の変更概要

図３　低圧炉心スプレイ系ポンプ用配管経路の変更概要

参考：全域放出方式ハロゲン化物消火設備の消火剤の量の算出方法（例：⑥緊急用電気室3F）

<全域放出方式>

消防法施行規則　第20条　第3項1号　ロに基づき防護対象機器に対して防護空間体積を算出する。

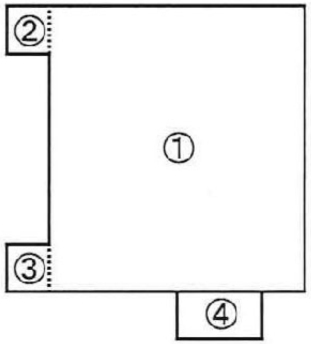
防護区画の体積×0.32（kg/m^3）＋防護区画の開口部面積×2.4（kg/m^2）

防護空間体積計算（代表例）

V　m^3 ＝ L × W × H

＝ S × H

⑥【緊急用電気室3F】



S（面積）	①：	7.8	×	5.75	＝ 44.9	m^2
	②：	1.0	×	0.7	＝ 0.7	m^2
	③：	1.0	×	0.7	＝ 0.7	m^2
				①＋②＋③	＝ 46.3	m^2
	④：	0.8	×	1.6	＝ 1.3	m^2
V（体積）	①＋②＋③：	46.3	×	4.2 H	＝ 195	m^3
	④：	1.3	×	2.7 H	＝ 4	m^3
				（合計）	199	m^3

消火剤量：　199　×　0.32　＋　0　×　2.4　＝ 63.68　ｋｇ　≒　64　ｋｇ

参考：局所放出式ハロゲン化物消火設備の消火剤の量の算出方法（例：⑦低圧炉心スプレイ系ポンプ用）

<局所放出式>
消防法施行規則　第20条　第3項2号　ロに基づき防護対象機器に対して防護空間体積を算出する。

$$防護区画の体積 \times \left(4-3\frac{a}{A}\right)\ (kg/m^2) \times 1.25$$

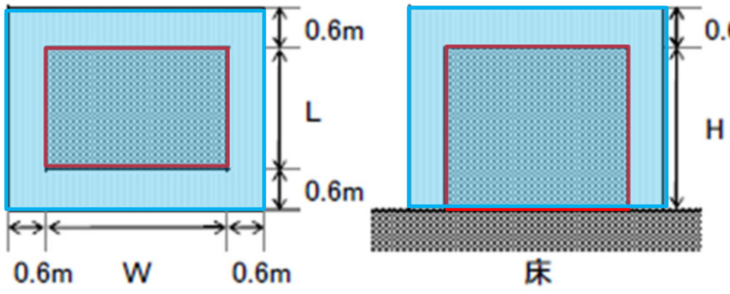
防護空間体積計算

V m^3 = (L + 1.2) × (W + 1.2) × (H + 0.6)

消火剤係数計算

Q kg/m^3 = 4 − 3 × a / A

a: 防護空間の実際の壁の面積(床、天井を除く)
A: 防護空間の周囲面積(上面、底面を除く)

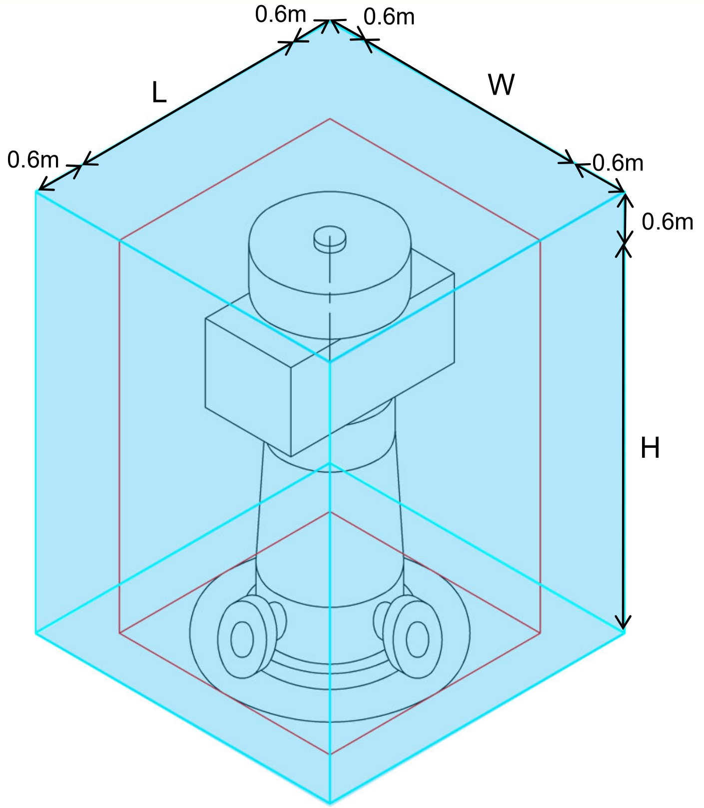


a ： 0 （防護区画に実際に設けられた壁がないため）

消火剤量： 70 × （ 4 − 3 × 0/A ） × 1.25 ＝ 350 ｋｇ

⑦【低圧炉心スプレイ系ポンプ用】

V ＝ (2.35 + 1.20) × (2.35 + 1.20) × (4.95 + 0.60)
＝ 70 m^3



参考：配置計画の変更概要の補足

項目	①ケーブル処理室		②非常用ディーゼル発電機室		③高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室	
ボンベ設置位置変更に伴う配置計画の見直し内容	主配管の延長（130m）		主配管の延長（130m）		主配管の延長(120m)	
配置計画の見直しの影響	配管体積増加により放射圧力及び消火剤量不足		配管体積増加により放射圧力不足		配管体積増加により放射圧力不足	
2018年本体工認の設備構成による消火能力に対する要求事項の確認	放射圧力＊1	消火剤量	放射圧力＊2	消火剤量	放射圧力＊2	消火剤量
	×	×	×	○	×	○

↓

消火設備の見直し検討	ボンベ追加		ボンベ追加		配管口径変更	
消火設備の見直し検討結果	放射圧力が規定圧力（0.9MPa）に達しない状況及び消火剤の量が不足のため，ボンベ個数追加により，放射圧力を確保。ボンベ個数は，消火剤濃度＊3基準（10%以下）により27本の制限		放射圧力が規定圧力（1.4MPa）に達しない状況及び圧力損失が大きい選択弁等を構成していることから，供給圧力を確保するため，ボンベ個数追加により，放射圧力を確保		放射圧力が規定圧力（1.4MPa）に達しないことから，配管口径の一部変更（拡大）を行い，配管圧力損失の低減を図り，放射圧力を確保	
消火能力に対する要求事項の確認	放射圧力＊1	消火剤量	放射圧力＊2	消火剤量	放射圧力＊2	消火剤量
	○	×	○	○	○	○

②：終了　③：終了

↓（①消火剤量）

消火設備の見直し検討	配管口径変更	
消火設備の見直し検討結果	ボンベ個数追加においても，配管体積増加による消火剤の量が不足することから，配管口径の一部変更（縮小）を行い，配管体積の低減を図り，消火剤の量を確保	
消火能力に対する要求事項の確認	放射圧力＊1	消火剤量
	○	○

終了

＊1：消防法施工規則第二十条第1項第二号に規定される噴射ヘッドの放射圧力

＊2：消防法施工規則第十九条第2項第二号に規定される噴射ヘッドの放射圧力

＊3：消火剤濃度（%）$= \dfrac{\text{消火剤量（kg）} \times 0.16}{\text{防護区画の容積（m}^3\text{）}} \times 100$

＜通達＞消防予第六号　昭和五十一年五月二十二日

【ケーブル処理室】

$\dfrac{60\text{（kg）} \times 27\text{（本）} \times 0.16}{2694\text{（m}^3\text{）}} \times 100 = 9.7\text{（%）}$

補足－5【原子炉補機冷却系熱交換器及び原子炉冷却材浄化系

非再生熱交換器の要目表における伝熱面積の変更】

（改２）

補足－5

原子炉補機冷却系熱交換器及び原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器の要目表における伝熱面積の変更

げんでん

本資料のうち、□は商業秘密又は核物質防護上の観点から公開できません。

原子炉補機冷却系熱交換器及び原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器の要目表における伝熱面積の変更

- ➢ 2018年SA本体工認において，原子炉補機冷却系（以下「RCW」という。）熱交換器及び原子炉冷却材浄化系（以下「CUW」という。）非再生熱交換器の伝熱面積の[redacted]としていたものを，本設計及び工事計画変更認可申請（以下「今回工認」という。）において以下のように変更する。
  - 保守的に算出していた公称値の伝熱面積について，他プラント及び2018年SA本体工認時の残留熱除去系熱交換器の算出方法に合わせて，伝熱管接液部の全表面積に変更する。（図１，図２）
  - 設計確認値の伝熱面積について，公称値の伝熱面積に対し許容施栓率を考慮した値に変更する。（表２）
- ➢ 表１にRCW熱交換器及びCUW非再生熱交換器の要目表における伝熱面積の変更前後を示す。

表１　RCW熱交換器及びCUW非再生熱交換器の要目表における伝熱面積の変更前後

RCW熱交換器

◆伝熱面積「[redacted]（1580）」を「[redacted]（1722）」に変更する。
◆伝熱面積の記載は，「設計確認値（公称値）」としている。

RCW熱交換器　要目表

			変　更　前＊4	変　更　後
名　称			原子炉補機冷却系熱交換器	変更なし
種　類		－	横置直管式	
容量（設計熱交換量）		MW/個	[redacted]（14.9＊1）	
管側	最高使用圧力	MPa	0.86	
	最高使用温度	℃	66	
胴側	最高使用圧力	MPa	0.86	
	最高使用温度	℃	66	
伝熱面積		m²/個	[redacted]（1580＊1）	[redacted] 以上＊2（1722＊1，＊3）

注記　＊1：公称値を示す。
＊2：記載の適正化を行う。既工事計画書には「[redacted]」と記載。記載内容は，設計図書による。
＊3：記載の適正化を行う。既工事計画書には「1580」と記載。記載内容は，設計図書による。
＊4：記載の適正化を行う。平成30年10月18日付け原規規発第1810181号にて認可された既工事計画書の変更前の記載。

CUW非再生熱交換器

◆伝熱面積「[redacted]/1胴×2胴（139/1胴×2胴）」を「[redacted]/1胴×2胴（144/1胴×２胴）」に変更する。
◆伝熱面積の記載は，「設計確認値（公称値）」としている。

CUW非再生熱交換器　要目表

			変　更　前＊4	変　更　後
名　称			非再生熱交換器	変更なし
種　類		－	横置二胴U字管式	
容量（設計熱交換量）		MW/個	[redacted]（8.84＊1）	
管側	最高使用圧力	MPa	9.79	
	最高使用温度	℃	302	
胴側	最高使用圧力	MPa	0.86	
	最高使用温度	℃	188	
伝熱面積		m²/個	[redacted]（139＊1/1胴×2胴）	[redacted]（144＊1，＊3/1胴×2胴）

注記　＊1：公称値を示す。
＊2：記載の適正化を行う。既工事計画書には「[redacted]」と記載。記載内容は，設計図書による。
＊3：記載の適正化を行う。既工事計画書には「139」と記載。記載内容は，設計図書による。
＊4：記載の適正化を行う。平成30年10月18日付け原規規発第1810181号にて認可された既工事計画書の変更前の記載。

原子炉補機冷却系熱交換器及び原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器の要目表における伝熱面積の変更

- 表２に伝熱面積の公称値と設計確認値の関係について，図１及び図２に2018年SA本体工認及び今回工認における公称値の設定方法を示す。

伝熱面積（公称値） ＞ **伝熱面積（設計確認値）** ≧ **必要最小伝熱面積**

表２　伝熱面積の公称値と設計確認値の関係

RCW熱交換器	伝熱面積（公称値）	伝熱面積（設計確認値）	必要最小伝熱面積（参考値）
2018年SA本体工認	**1580m²/個**＊１ 保守的な伝熱管長さより算出	[redacted]**m²/個**＊１＊２ [redacted]として設定	**1272m²/個** 設計熱交換量14.9MW/個より算出
今回工認	**1722m²/個**＊１ 伝熱管外形，総本数，長さより算出	[redacted]**m²/個**＊１ 伝熱面積（公称値）から，伝熱管総本数の[redacted]＊３を差引いて算出	**1272m²/個** 設計熱交換量14.9MW/個より算出

CUW非再生熱交換器	伝熱面積（公称値）	伝熱面積（設計確認値）	必要最小伝熱面積（参考値）
2018年SA本体工認	**139m²/1胴×2胴**＊１ 保守的な伝熱管長さより算出	[redacted]＊１＊２ [redacted]として設定	**99m²/1胴×2胴** 設計熱交換量8.84MW/個より算出
今回工認	**144m²/1胴×2胴**＊１ 伝熱管外形，総本数，長さより算出	[redacted]＊１ 伝熱面積（公称値）から，伝熱管総本数の[redacted]＊４を差引いて算出	**99m²/1胴×2胴** 設計熱交換量8.84MW/個より算出

＊１：要目表記載値
＊２：建設時工認では記載がなかったため，2018年SA本体工認時には[redacted]として設定
＊３：許容施栓率（メーカ推奨値）であり，他プラントの値も参考に設定
＊４：許容施栓率（メーカ推奨値）であり，RCW熱交換器に合わせた値

原子炉補機冷却系熱交換器及び原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器の要目表における伝熱面積の変更

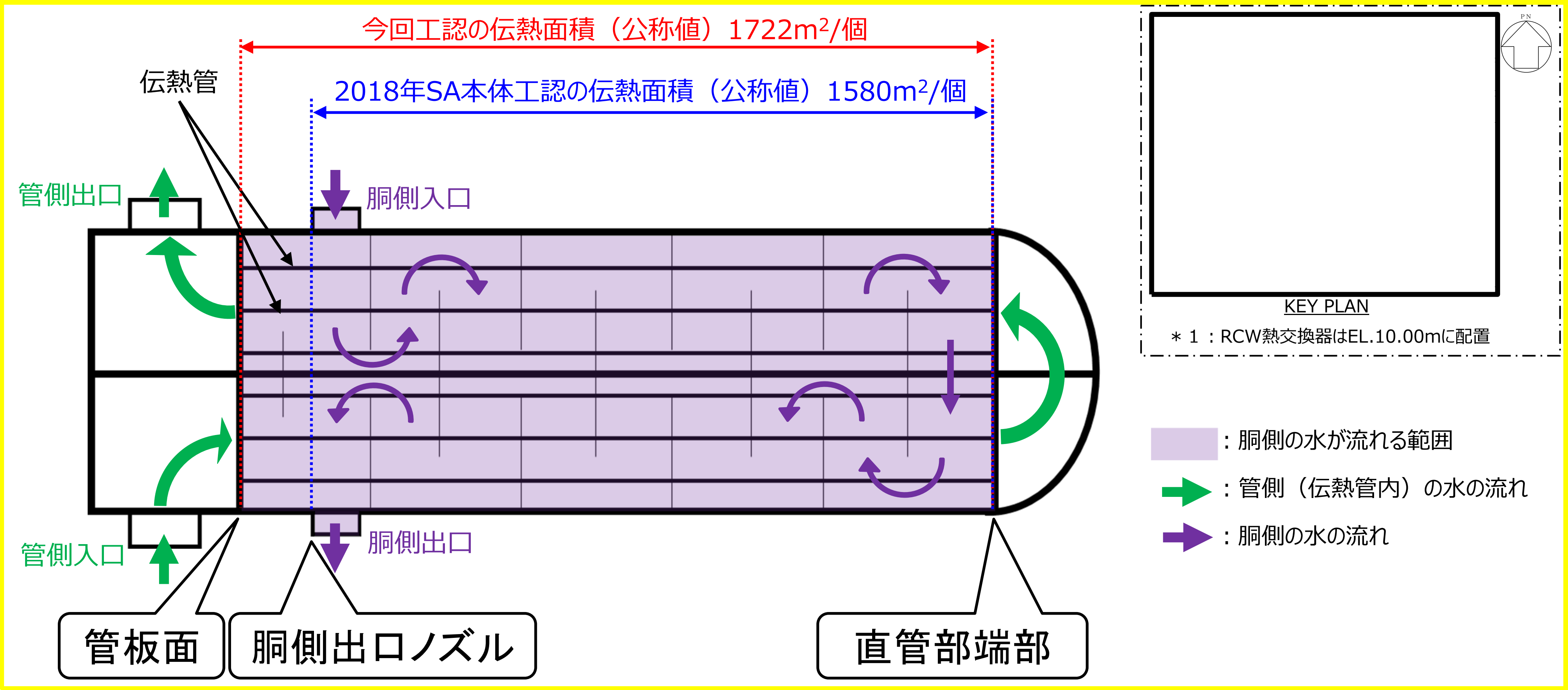


図１　RCW熱交換器の伝熱面積（公称値）の設定方法

◆2018年SA本体工認では，建設時工認を踏襲して，保守的に胴側出口ノズルの位置から直管部端部までの伝熱管表面積を伝熱面積（公称値）としていた。

◆今回工認では，他プラント及び2018年SA本体工認時の残留熱除去系熱交換器の伝熱面積（公称値）の算出方法に合わせて，伝熱管接液部の全表面積を伝熱面積（公称値）とする。熱交換器の胴側管板面と出口ノズル間においても流れが生じており伝熱性能は同等であることから，伝熱面積として期待できる。

原子炉補機冷却系熱交換器及び原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器の要目表における伝熱面積の変更

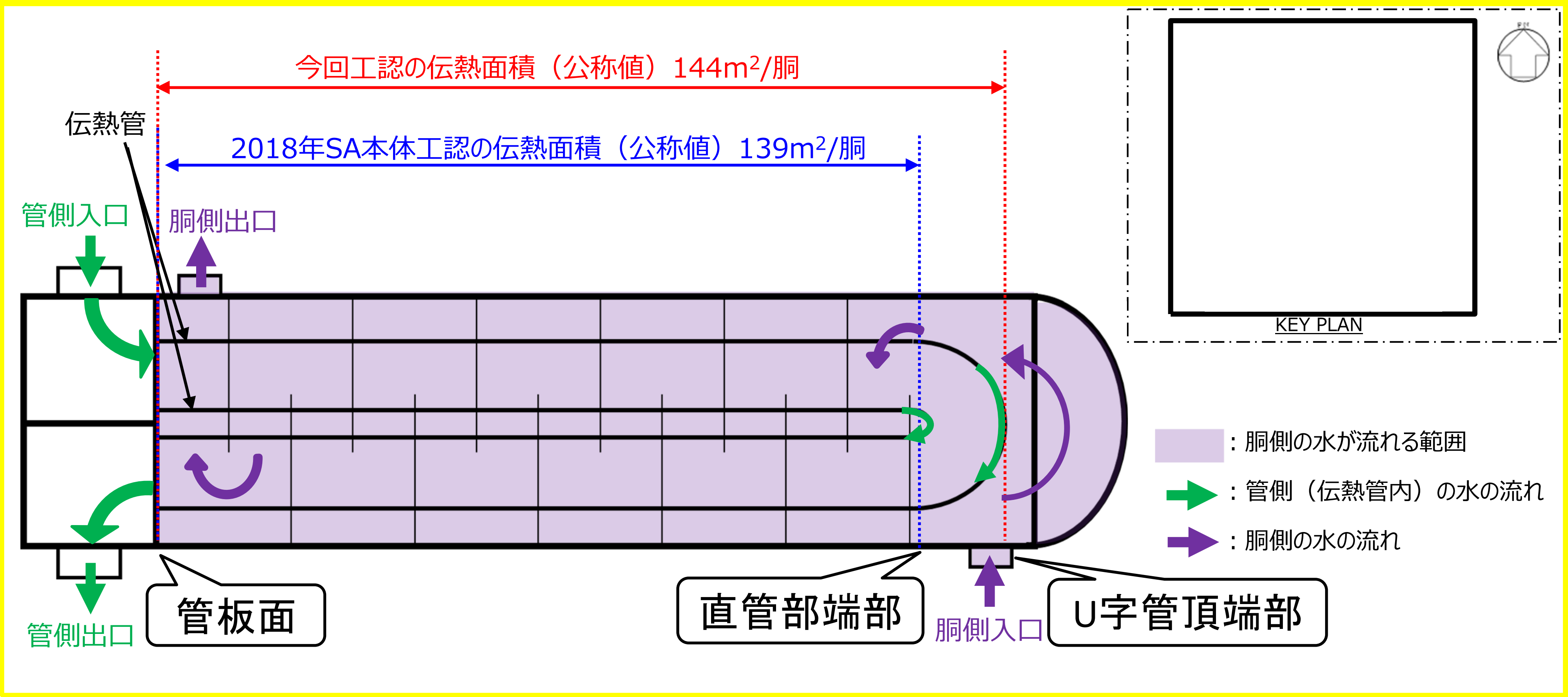


図２　CUW非再生熱交換器の伝熱面積（公称値）の設定方法

◆2018年SA本体工認では，建設時工認を踏襲して，保守的に管板面の位置から直管部端部（U字管除く。）までの伝熱管表面積を伝熱面積（公称値）としていた。

◆今回工認では，他プラント及び2018年SA本体工認時の残留熱除去系熱交換器の伝熱面積（公称値）の算出方法に合わせて，伝熱管接液部の全表面積を伝熱面積（公称値）とする。U字管部においても流れが生じており直管部とU字管部の伝熱性能は同等であることから，伝熱面積として期待できる。

原子炉補機冷却系熱交換器及び原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器の要目表における伝熱面積の変更

- **表２に記載のRCW熱交換器１個当たりの伝熱面積（公称値）は，下式より算出した。**

伝熱面積（公称値）$A_1 = \pi \times d_0 \times N \times L$

$$= \pi \times \square \times \square \times \square = 1722 m^2/個$$

（引用文献：「伝熱工学資料　改訂第4版」（1986年　日本機械学会））

- **表２に記載のCUW非再生熱交換器１胴当たりの伝熱面積（公称値）は，下式より算出した。**

伝熱面積（公称値）$A_1 = \pi \times d_0 \times (N \times L + L_U)$

$$= \pi \times \square \times (\square \times \square + \square) = 144 m^2/胴$$

（引用文献：「伝熱工学資料　改訂第4版」（1986年　日本機械学会））

d_0　:伝熱管外径（m）
N　:伝熱管総本数（本）
L　:伝熱管直管部長さ（m）
L_U　:伝熱管U字部長さの総合計（m）

- **表２に記載のRCW熱交換器の伝熱面積（設計確認値）は，伝熱管外形のマイナス公差を考慮した伝熱面積から，伝熱管総本数[redacted]の本数について，伝熱管外径のプラス公差を考慮した伝熱面積を引いて算出した。**
（伝熱面積（設計確認値）は保守的に設定するため，メーカ製作時の公差を考慮し算出した。）

伝熱管外形のマイナス公差を考慮した伝熱面積 $A = \pi \times (d_0 - \Delta d_2) \times (N \times L)$

$= \pi \times ($[redacted]$-$[redacted]$) \times ($[redacted]$\times$[redacted]$) =$ [redacted] m^2

伝熱面積（設計確認値）$A' = A - \pi \times (d_0 + \Delta d_1) \times (N$[redacted]$\times L)$

$=$ [redacted] $- \pi \times ($[redacted]$+$[redacted]$) \times ($[redacted]$\times$[redacted]$) =$ [redacted] m^2/個

（引用文献：「伝熱工学資料　改訂第4版」（1986年　日本機械学会））

- **表２に記載のCUW非再生熱交換器の伝熱面積（設計確認値）は，伝熱管外形のマイナス公差を考慮した伝熱面積から，伝熱管総本数[redacted]の本数について，伝熱管外径のプラス公差を考慮した伝熱面積を引いて算出した。**
（伝熱面積（設計確認値）は保守的に設定するため，メーカ製作時の公差を考慮し算出した。）

伝熱管外形のマイナス公差を考慮した伝熱面積 $A = \pi \times (d_0 - \Delta d_2) \times (N \times L + L_U)$

$= \pi \times ($[redacted]$-$[redacted]$) \times ($[redacted]$\times$[redacted]$+$[redacted]$) =$ [redacted] m^2

伝熱面積（設計確認値）$A' = A - \pi \times (d_0 + \Delta d_1) \times (N$[redacted]$\times L_{MAX})$

$=$ [redacted] $- \pi \times ($[redacted]$+$[redacted]$) \times ($[redacted]$\times$[redacted]$) =$ [redacted] m^2/胴

（引用文献：「伝熱工学資料　改訂第4版」（1986年　日本機械学会））

d_0	:伝熱管外径（m）	L	:伝熱管直管部長さ（m）
Δd_1	:伝熱管外径プラス公差（m）	L_U	:伝熱管U字部長さの総合計（m）
Δd_2	:伝熱管外径マイナス公差（m）	N	:伝熱管総本数（本）
L_{MAX}	:伝熱管最大長さ（m）	N[redacted]	:伝熱管総本数の[redacted]に相当する本数（本）

げんでん

原子炉補機冷却系熱交換器及び原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器の要目表における伝熱面積の変更

- 表２に記載のRCW熱交換器の必要最小伝熱面積は，設計熱交換量，伝熱管熱通過率及び高温側と低温側の温度差平均値である対数平均温度差を用いて下式より算出した。

$$\text{必要最小伝熱面積} = \frac{Q}{K_o \times \Delta T}$$

$$= \frac{14.9 \times 10^6}{\square \times \square} = 1272m^2/\text{個}$$

（引用文献：「伝熱工学資料　改訂第4版」（1986年　日本機械学会））

- 表２に記載のCUW非再生熱交換器の必要最小伝熱面積は，設計熱交換量，伝熱管熱通過率及び高温側と低温側の温度差平均値である対数平均温度差を用いて下式より算出した。

$$\text{必要最小伝熱面積} = \frac{Q}{K_o \times \Delta T}/2$$

$$= \frac{8.84 \times 10^6}{\square \times \square}/2 = 99m^2/\text{胴}$$

（引用文献：「伝熱工学資料　改訂第4版」（1986年　日本機械学会））

Q　:設計熱交換量（W）

K_o　:伝熱管熱通過率（W/(m²・K)）

ΔT　:対数平均温度差（K）

➢ **RCW熱交換器及びCUW非再生熱交換器伝熱管の施栓状況を別紙表１に示す。**

別紙表１　RCW熱交換器及びCUW非再生熱交換器伝熱管の施栓状況

対象熱交換器		伝熱管本数＊１	必要伝熱管本数＊２	施栓可能本数	施栓本数
RCW熱交換器	A号機	□本	□本	□本	26本
	B号機				13本
	C号機				24本＊３
CUW非再生熱交換器		□本	□本	□本	4本

＊１：表２に記載の今回工認時の伝熱面積（公称値）で対応する本数

＊２：表２に記載の今回工認時の伝熱面積（設計確認値）で対応する本数

＊３：2018年SA本体工認認可後である2021年度に１本施栓を実施

➢ **2018年SA本体工認認可前の手続きについて以下に示す。**

◆「電気事業法施行規則」の届出手続きの範囲は，別表第2下欄にて定められていた。

> 2　修理であって、次に掲げるもの
> (2) 熱交換器（蒸気発生器及び非常用のものに限る。）…（中略）…の性能又は強度に影響を及ぼすもの

◆RCW熱交換器及びCUW非再生熱交換器は“非常用のもの”に該当しないため，施栓により工事計画記載値が変更になる場合でも，工事計画に係る手続きは不要であった。

➢ **2018年SA本体工認認可後の手続きについて以下に示す。**

◆「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」の届出手続きの範囲は，別表第1下欄にて定められている。

> 2　沸騰水型発電用原子炉施設に係るものの修理（蒸気タービンに係るものの修理を除く。）であって、次に掲げるもの
> (2)（中略）原子炉補機冷却設備（非常用のものに限る。）又は原子炉冷却材浄化設備に係るものの性能又は強度に影響を及ぼすもの

◆RCW熱交換器は 2021年度に伝熱管１本に対して施栓を行っているが，“非常用のもの”に該当しないため，施栓により工事計画記載値が変更になる場合でも，工事計画に係る手続きは不要であった。

別紙：RCW熱交換器及びCUW非再生熱交換器伝熱管の施栓状況（２／２）

➢ **今回申請の経緯を以下に示す。**

◆2018年SA本体工認時の伝熱面積について

- 新規制基準対応である「発電用原子炉施設の工事計画に係る手続きガイド」において，伝熱面積の記載は設計確認値と公称値を併記することとなった。
- SA設備ではないRCW熱交換器及びCUW非再生熱交換器については，新規制基準の認可対象設備でなかったものの，前述のガイドに従った記載に変更する必要があったことから，「工事計画に係る補足説明資料　補足-1（工事計画認可申請書における本文及び添付書類の作成要領について）」にて記載している作成要領に基づき，[redacted]とした。

◆今回申請の伝熱面積について

- [redacted]
- 要目表の変更（適正化）に当たっては，新たに公称値及び設計確認値を設定する必要があるため，他プラント及び2018年SA本体工認時の残留熱除去系熱交換器の実績並びに許容施栓率に係るメーカ推奨値等を勘案し設定した。