

廃棄物管理施設ガラス固化体貯蔵建屋
下部プレナム等に係る調査等の実施計画に基づく
経過報告書

【第2貯蔵区域に係る調査結果および評価】

2016年9月30日
日本原燃株式会社

目次

1.	はじめに.....	1
2.	EB建屋 第2貯蔵区域に係る調査実績.....	2
3.	調査内容.....	3
3. 1	EB建屋の主な構造.....	3
3. 2	調査対象（ガラス固化体冷却用空気の流入箇所等）.....	3
3. 3	貯蔵区域のしゅん工時期と貯蔵開始時期.....	4
3. 4	調査項目・内容.....	4
4.	調査結果等.....	6
4. 1	施設の状態確認調査.....	6
4. 1. 1	目視による外観観察.....	6
4. 1. 2	ファイバースコープによる外観観察.....	13
4. 1. 3	A1溶射皮膜の膜厚測定.....	15
4. 1. 4	母材の肉厚測定.....	24
4. 2	変色部等の発生原因に係る調査.....	30
4. 2. 1	サンプル採取・分析.....	30
4. 2. 2	洗浄等による変色等の状態確認.....	58
4. 2. 3	外部からの飛散物に係る調査.....	59
4. 2. 4	貯蔵ピットの熱流動解析.....	70
5.	第2貯蔵区域で確認された変色部に対する評価等.....	86
5. 1	他貯蔵区域との比較.....	86
5. 1. 1	施設の状態確認の比較.....	86
5. 1. 2	変色部等の発生原因に係る調査の比較.....	91
5. 2	変色に対する評価.....	100
5. 3	第2貯蔵区域の健全性評価.....	106
6.	まとめ.....	110
添付資料- 1	第2貯蔵区域 位置決め部材基部における堆積物等の状況	
添付資料- 2	第2貯蔵区域 収納管および通風管 外観観察結果（変色部写真）	
添付資料- 3	第2貯蔵区域 下部プレナム形成板 外観観察結果（変色部写真）	
添付資料- 4	第2貯蔵区域 冷却空気入口ルーバ外観観察結果	
添付資料- 5	第2貯蔵区域 位置決め部材（基部および側面）外観観察結果（変色部写真）	
添付資料- 6	第2貯蔵区域 円環流路 下部からのファイバースコープによる外観観察結果	
添付資料- 7	第2貯蔵区域 円環流路 上部からのファイバースコープによる外観観察結果	
補足資料- 1	ガラス固化体貯蔵建屋およびガラス固化体貯蔵建屋B棟の比較	
補足資料- 2	アルミニウム溶射皮膜について	
補足資料- 3	封孔処理剤の特性について	
補足資料- 4	第2貯蔵区域アルミ溶射皮膜厚の測定値に対する評価	
補足資料- 5	使用機器・計器一覧	

1. はじめに

「日本原燃株式会社廃棄物管理施設ガラス固化体貯蔵建屋の下部プレナム等における変色部や錆の発生に係る調査について（指示）」（平成27年9月2日 原規規発第1509026号）を受け、2015年9月10日に提出した「廃棄物管理施設ガラス固化体貯蔵建屋下部プレナム等に係る調査等の実施計画」（以下、「実施計画書」という。）に基づき、調査対象であるガラス固化体を収納する第1貯蔵区域から第4貯蔵区域のうち、ガラス固化体貯蔵建屋（以下、「EB建屋」という。）第2貯蔵区域下部プレナムに係る調査結果および評価について報告するとともに、現在までの調査結果を踏まえ「外部からの飛散物に係る調査」および「調査結果に基づく変色等の発生メカニズム」について報告する。

なお、実施計画書に記載した「調査項目・内容」のうちの、残る第1貯蔵区域の調査および評価を進めるとともに、継続的な「外部由来物の発生元等の調査」および「中長期の健全性評価」を行い、「各貯蔵区域の調査結果等を踏まえた処置方法」の検討を踏まえて、最終報告書にて報告することとし、本報告書では経過報告を行う。

2. EB建屋 第2貯蔵区域に係る調査実績
 EB建屋 第2貯蔵区域の調査実績を表-1に示す。

表-1 EB建屋 第2貯蔵区域の調査実績

2016年3月29日	大気浮遊塵調査
2016年5月2日～10日	目視による外観観察
2016年5月2日～4日	サンプル採取
2016年5月5日～13日	ファイバースコープによる外観観察
2016年5月10日～16日	アルミニウム（以下、「A1」という。）溶射の膜厚測定（建設時との比較）
2016年5月17日～19日	A1溶射の膜厚測定（変色部）
2016年5月12日～18日	サンプル採取
2016年5月16日～18日	母材の板厚測定（建設時との比較）
2016年5月18日～19日	母材の板厚測定（変色部）
2016年5月11日～24日	変色部洗浄作業
2016年6月	5月調査実績の整理
2016年7月15日～21日	引張試験機によるサンプル採取
2016年8月1日～2日	第1貯蔵区域下部プレナム観察（結露状況）
2016年8月20日～24日	A1溶射皮膜除去、A1再溶射

3. 調査内容

3. 1 EB建屋の主な構造

EB建屋は、主に冷却空気入口シャフト（以下、「入口シャフト」という。）、貯蔵ピット（通風管、収納管、支持架構、上部/下部プレナム形成板等）および冷却空気出口シャフト（以下、「出口シャフト」という。）で構成し、第1貯蔵区域および第2貯蔵区域を有する。

3. 2 調査対象（ガラス固化体冷却用空気の流入箇所等）

ガラス固化体冷却用空気（外気）は、入口シャフトから冷却空気入ロルーバ（以下、「入ロルーバ」という。）を経由し、下部プレナムに流入後、通風管および収納管から形成される間隙部（以下、「円環流路」という。）を下から上に流れ、上部プレナムおよび冷却空気出ロルーバ（以下、「出ロルーバ」という。）を経由して、出口シャフトから放出される。（図-1参照）

ガラス固化体冷却用空気の流入箇所等に係る調査については、下部プレナム床面、下部プレナム形成板、円環流路、入ロルーバ、出ロルーバおよび位置決め部材を対象として実施した。

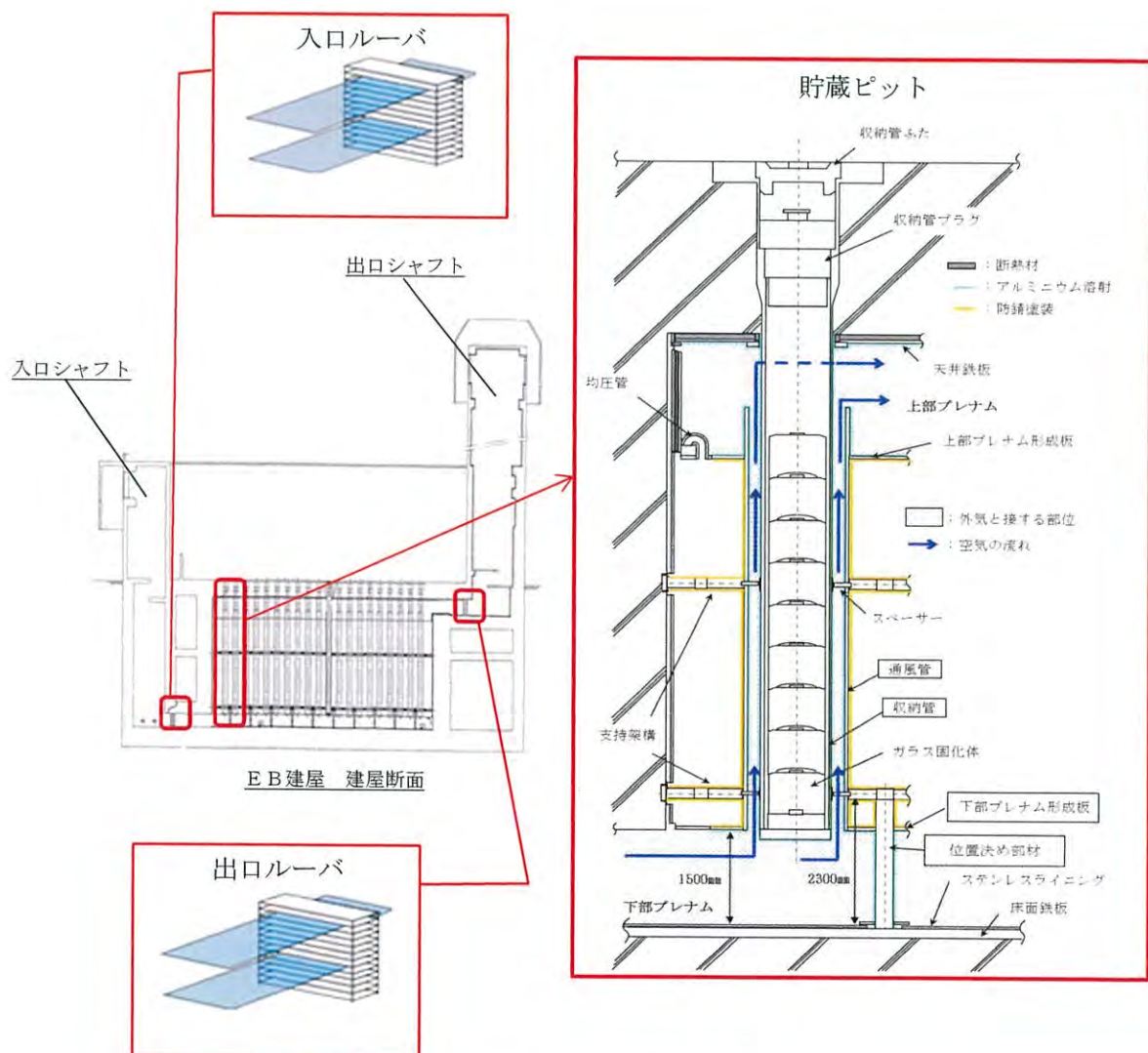


図-1 EB建屋の概要図

3. 3 貯蔵区域のしゅん工時期と貯蔵開始時期

E B 建屋は、1995年しゅん工後、第1貯蔵区域からガラス固化体の貯蔵を開始し、2004年から第2貯蔵区域への貯蔵を開始した。

一方、ガラス固化体貯蔵建屋B棟（以下、「E B 2 建屋」という。）は、2011年4月しゅん工後、2013年から第3貯蔵区域への貯蔵を開始した。（表－2参照）

表－2 各貯蔵区域のしゅん工時期、貯蔵開始時期等

（太枠は本報告の調査対象区域）

建屋	貯蔵区域	しゅん工時期	貯蔵開始時期	貯蔵本数 (調査開始前)	貯蔵本数 (2016年9月の貯蔵状況)
E B 建屋	第1貯蔵区域	1995年4月	1995年10月～	711本	711本
	第2貯蔵区域		2004年3月～	716本	0本
E B 2 建屋	第3貯蔵区域	2011年4月	2013年4月～	147本	707本
	第4貯蔵区域		—	未収納	280本

3. 4 調査項目・内容

実施計画書に基づく、調査項目、調査対象および調査内容を以下に示す。

(1) 施設の状態確認調査

① 目視による外観観察

a. 調査対象

- ・下部プレナム床面
- ・収納管および通風管（円環流路下部）
- ・下部プレナム形成板
- ・入口ルーバ
- ・位置決め部材

b. 調査内容

- ・冷却空気の流路を閉塞するような異物の有無の確認
- ・茶褐色等の変色部の有無の確認

② ファイバースコープによる外観観察

a. 調査対象

- ・収納管および通風管（円環流路上部および下部）
- ・出口ルーバ

b. 調査内容

- ・冷却空気の流路を閉塞するような異物の有無の確認

③ A1 溶射皮膜の膜厚測定

a. 調査対象

- ・下部プレナム形成板
- ・収納管および通風管（円環流路下部）
- ・位置決め部材

b. 調査内容

- ・建設当時の管理値以上の膜厚であることの確認
- ・下部プレナムに確認された変色部においても、建設当時の管理値以上の膜厚であることの確認

④ 母材の肉厚測定

a. 調査対象

- ・下部プレナム形成板
- ・収納管および通風管（円環流路下部）
- ・位置決め部材

b. 調査内容

- ・計画値以上の肉厚であることの確認
- ・下部プレナムに確認された変色部においても、計画値以上の肉厚であることの確認

(2) 変色部等の発生原因に係る調査

① サンプル採取・分析

a. 調査対象

- ・ 下部プレナムに確認された変色部

b. 調査内容

- ・ 変色部等のサンプルを採取し、元素分析等を実施
必要に応じ、レプリカ採取による表面凹凸評価、断面観察等を実施

② 洗浄等による変色等の状態確認

a. 調査内容

- ・ 洗浄等による変色部の状態変化の状況から、変色が表面的なものかどうかの確認

③ 外部からの飛散物に係る調査

a. 調査内容

- ・ 付着物の発生由来についての評価

4. 調査結果等

4. 1 施設の状態確認調査

4. 1. 1 目視による外観観察

下部プレナムに入域し、ガラス固化体冷却用空気が流れる流路（以下、「冷却流路」という。）を構成する部材（下部プレナム床面、入ロルーバ、下部プレナム形成板、収納管（底面、側面）、通風管内面およびその他の部材（位置決め部材）に対して、目視による外観観察を実施した。

(1) 下部プレナム床面の観察結果

下部プレナム床面を観察した結果、下部プレナム床面に堆積物を確認した。

なお、床面に確認された堆積物は、外観観察等の調査を行なうため、清掃を実施している。

①下部プレナム床面上の堆積物状況（表－ 3 参照）

- ・ 下部プレナム床面全体に多くの堆積物（塵、埃等）を確認
- ・ 位置決め部材基部周辺に特に多くの堆積物（塵、埃等）を確認（添付資料－ 1 参照）
- ・ 位置決め部材においては、特に出口シャフト側に近い No. 1 および No. 11 基部に最も堆積物が集積していることを確認

表－ 3 下部プレナム床面の観察結果

		清掃前		清掃後	
下部プレナム床面					
		床面全体に堆積物を確認		清掃後、ライニングの光沢を確認	
位置決め部材（基部）	出口シャフト側	下部プレナム西側	下部プレナム東側	下部プレナム西側	下部プレナム東側
					
	堆積物が多い		堆積物の清掃により変色部が無いことを確認		
	中央付近				
		堆積物は少ない		基部の変色部は中央付近東側に集中している	
	入ロルーバ側				
堆積物は少ない		堆積物の清掃により変色部が無いことを確認			

②調査期間における下部プレナムの結露状況






本調査期間は、梅雨時期を含めた春から夏（2016年5月2日から8月24日）にかけて実施しており、第2貯蔵区域の下部プレナム内において以下のとおり、結露を確認した。（表-4参照）

- ・ 2016年6月13日～8月24日の間、下部プレナムの下側（位置決め部材基部および下部プレナム床面）に結露水や潮解[※]等による水滴を確認
- ・ 下部プレナムの下側に水滴を確認した期間のうち約12日間（特に午前中。午後には結露がなくなる）は、下部プレナムの上側（収納管側面および底面、通風管内面ならびに下部プレナム形成板）においても、結露を確認

※潮解：物質が空気中の水（水蒸気）を取込み自発的に水溶液となる現象であり、結晶表面に微小体積の飽和水溶液があり、その飽和蒸気圧が大気中の水蒸気圧より小さいときに起こる。

本現象を起こす物質として、水酸化ナトリウム（NaOH）、塩化マグネシウム（MgCl₂）、塩化カルシウム（CaCl₂）等が挙げられる。

表-4 下部プレナム内の結露状況

確認日	対象部位	発生環境状況
7月6日		入口シャフト流入温度：17℃ 下部プレナム内温度：16.3℃ 下部プレナム内湿度：100.0% 状況：床面を含め、他の部位に水滴はなく、一部の位置決め部材基部にのみ発生。潮解と思われる。
8月3日	   	入口シャフト流入温度：26℃ 下部プレナム内温度：20.5℃ 下部プレナム内湿度：100.0% 状況：下部プレナム床面および位置決め部材基部に加え、収納管底面、通風管内面等においても結露を確認。 調査期間のうち、2016年8月1日～3日が最も結露環境が厳しい状態であった。

○：水滴

③第1貯蔵区域 下部プレナムの結露状態観察

上記②より、第2貯蔵区域下部プレナムの上側（収納管側面および底面、通風管内面ならびに下部プレナム形成板）に結露を目視確認した同日に、ガラス固化体が収納されている第1貯蔵区域下部プレナムの状態を確認するため、自走観察装置による観察を実施した。

第1貯蔵区域下部プレナムにおいて、収納管底面等に水滴（結露水）がないことを確認した。（表－5参照）

表－5 第1貯蔵区域 下部プレナム内の観察結果
第1貯蔵区域（カラーカメラによる撮影）



○：放射線の影響によるノイズ

(2) 通風管内面、収納管底面等の観察

通風管内面（全80本）、収納管底面および側面（全80本）を目視観察した結果、以下の状態を確認した。（図-2および図-3参照）（添付資料-2参照）

- ・ 収納管底面および側面に変色部がないことを確認
- ・ 大半の通風管（77本）には変色部がないことを確認したが、通風管内面の一部（3本）に変色部を確認

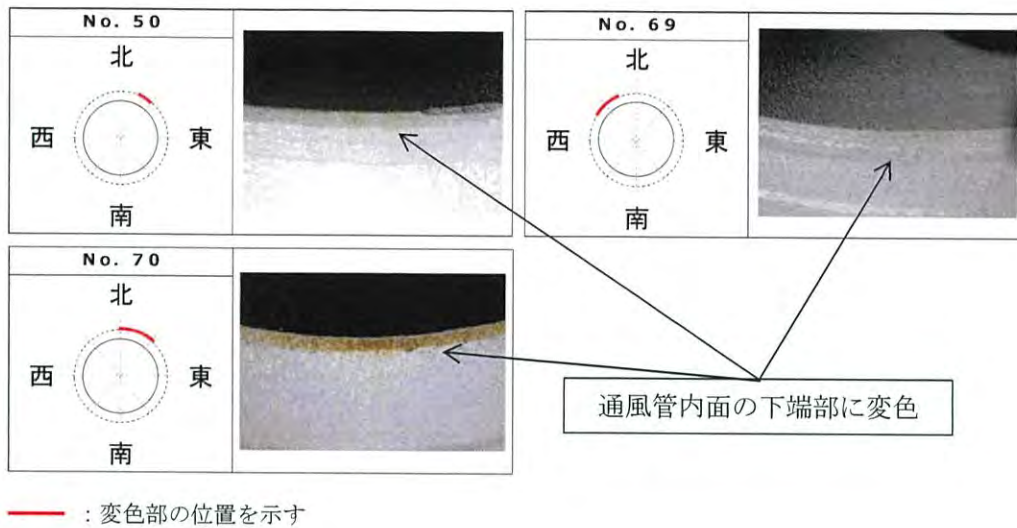


図-2 通風管内面の観察結果

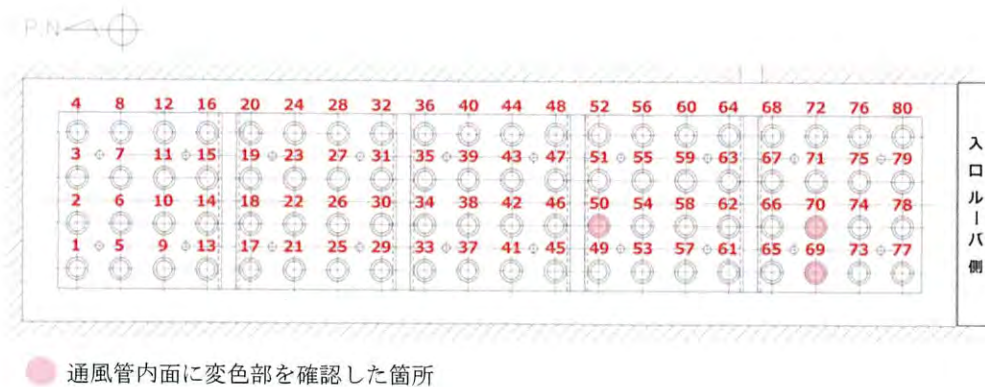


図-3 通風管内面の変色状況

(3) 下部プレナム形成板の観察

下部プレナム形成板を目視観察した結果、以下の状態を確認した。(図-4 参照) (添付資料-3 参照)

- ・ 下部プレナム形成板の表面 (29箇所) に変色部を確認

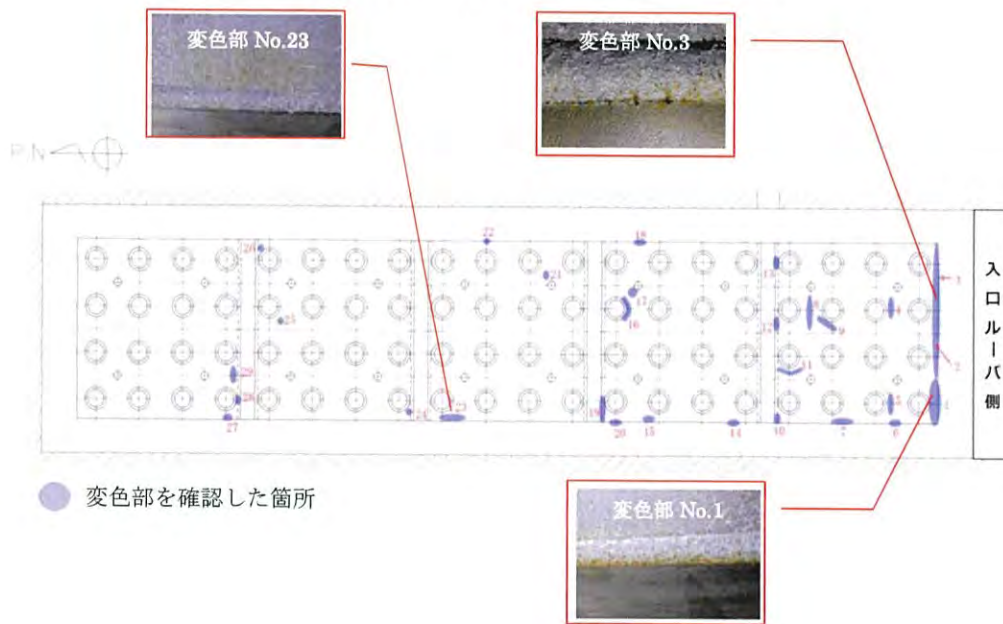


図-4 下部プレナム形成板の観察結果および変色状況

(4) 入口ルーバの観察

入口ルーバを観察した結果、以下の状態を確認した。(図-5および図-6参照) (添付資料-4参照)

- ・ 変色部または塵埃・異物等による閉塞が無いことを確認
- ・ 入口ルーバ表面に茶褐色の変色を確認
- ・ 入口ルーバ表面の変色は、拭取りにより除去可能であることを確認

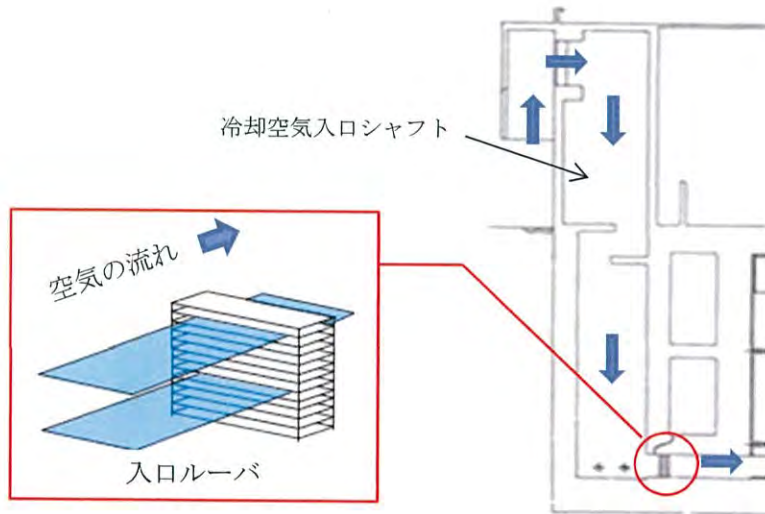


図-5 入口ルーバ設置概要図

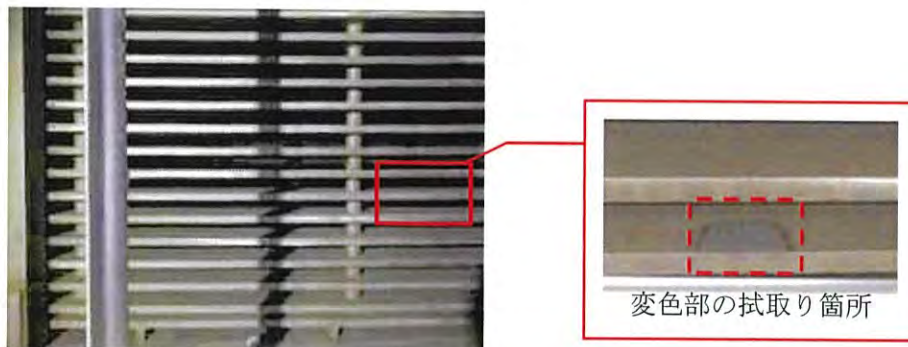


図-6 入口ルーバの観察結果

(5) 位置決め部材の観察

下部プレナム位置決め部材（全20本）を目視観察した結果、以下の状態を確認した。
 (図-7および図-8参照) (添付資料-5参照)

- ・ 位置決め部材基部（9本）に茶褐色の変色部を確認し、一部（3本）については、第3および第4貯蔵区域の下部プレナムにおいて確認した変色部と異なる変色部を確認
- ・ 位置決め部材側面（18本）に茶褐色の変色部を確認

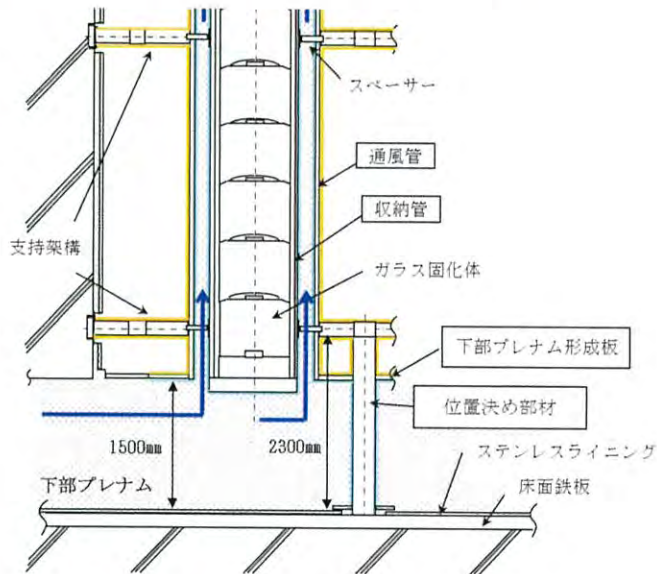


図-7 位置決め部材の構造

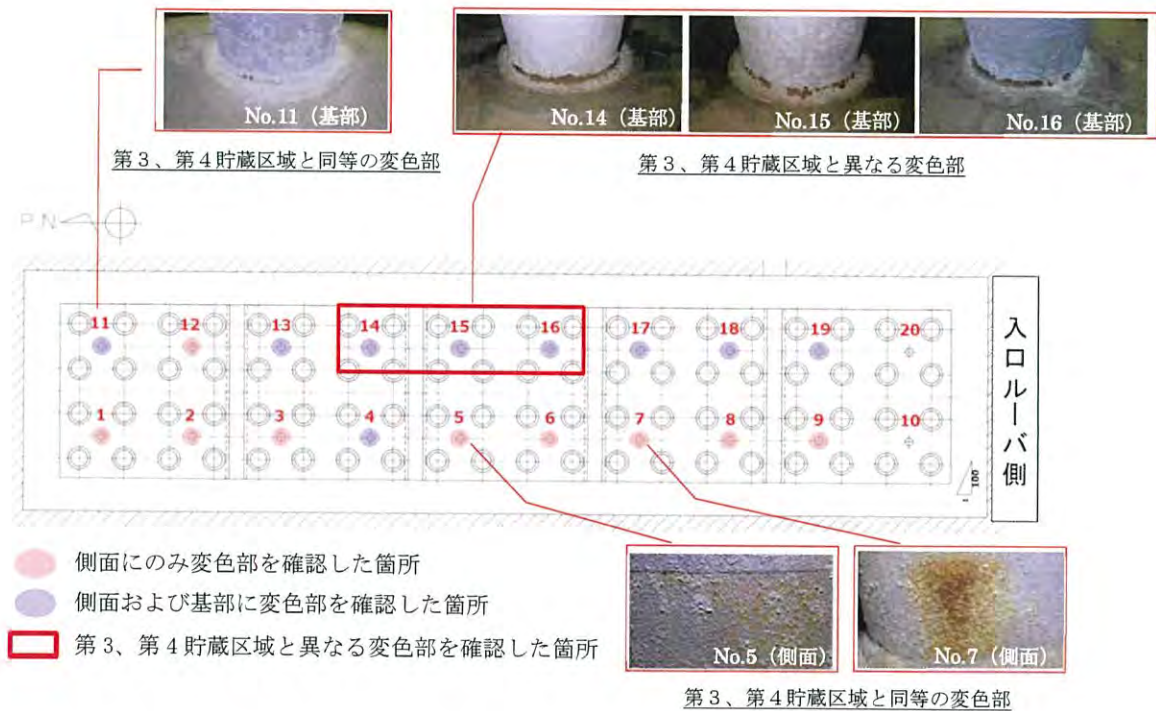


図-8 位置決め部材の観察結果および変色状況

4. 1. 2 ファイバースコープによる外観観察

冷却流路を構成する設備のうち、円環流路（収納管側面および通風管内面）および出口ルーバに対し閉塞の起因となる異物等の有無について、ファイバースコープによる観察を実施した。

観察範囲については、以下のとおり。

- ・ 下部プレナム内において、円環流路下端部から高さ約 800mm位置までの観察（全 80箇所）
- ・ 円環流路上部に設置している点検口からの観察（全5箇所）
- ・ 出口ルーバ上部に設置している点検口からの観察（全3箇所）

(1) ファイバースコープによる円環流路下部から観察

円環流路下端からの観察した結果、以下の状態を確認した。（表- 6 参照）（添付資料- 6 参照）（全80箇所）

- ・ 冷却空気の流路を閉塞するような異物がないことを確認
- ・ 塵、埃等を確認

表- 6 円環流路下部からのファイバースコープによる観察結果（収納管 No. 1）

	北	東	南	西
高さ 約 800mm 位置				
高さ 約 100mm 位置				

□ : レンズに付着した埃等の影



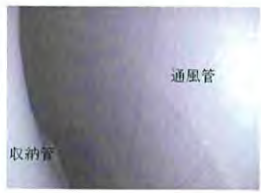

□ : 通風管等の表面に付着した埃等

(2) ファイバースコープによる円環流路上部から観察

円環流路上部（点検口全5箇所）から観察した結果、以下の状態を確認した。（表-7 参照）（添付資料-7 参照）

- ・ 冷却流路を閉塞するような異物がないことを確認
- ・ 下段スペーサ部および円環流路下部に埃、塵等を確認

表-7 円環流路上部からのファイバースコープによる観察結果（収納管 No. 78）

円環流路上部	中段スペーサ部	下段スペーサ部	円環流路下部
			

(3) ファイバースコープによる出口ルーバの観察

出口ルーバ（点検口全3箇所）から観察した結果、以下の状態を確認した。（表-8 参照）

- ・ 冷却流路を閉塞するような異物がないことを確認

表-8 ファイバースコープによる出口ルーバ観察結果

西側	中央	東側
		

4. 1. 3 A1 溶射皮膜の膜厚測定

下部プレナムの各部位において、A1 溶射皮膜の膜厚測定を実施し、膜厚測定の結果、建設当時の管理値*以上であることを確認した。(図- 10~図- 21 参照)

なお、各部位におけるA1 溶射皮膜の測定箇所は以下のとおりであり、「溶射皮膜の厚さ試験方法」(JIS H 8401:1999)で定める磁力式試験方法に基づき実施した。(表- 9、表- 10 および図- 9 参照)

※建設当時の管理値：製作および施工時の膜厚検査の判定基準

表- 9 A1 溶射皮膜の膜厚測定箇所

測定部位	測定箇所数	測定位置
① 下部プレナム形成板	5ブロック (全 270 箇所)	JIS に基づき 54 点/ブロック
	ブロック間接合板 4 枚 (全 24 箇所)	JIS に基づき 6 点/枚
② 通風管内面	全 80 本	底面より 75mm 北西 1 点
③ 収納管底面		中心部 1 点
③' 収納管側面		底面より 100mm 北東 1 点
④ 位置決め部材基部	全 20 本	底面より 115mm 北、南東、南西 各 1 点
④' 位置決め部材側面 (1)		底面より 500mm 北、南 各 1 点
④'' 位置決め部材側面 (2)		底面より 1000mm 北、南 各 1 点

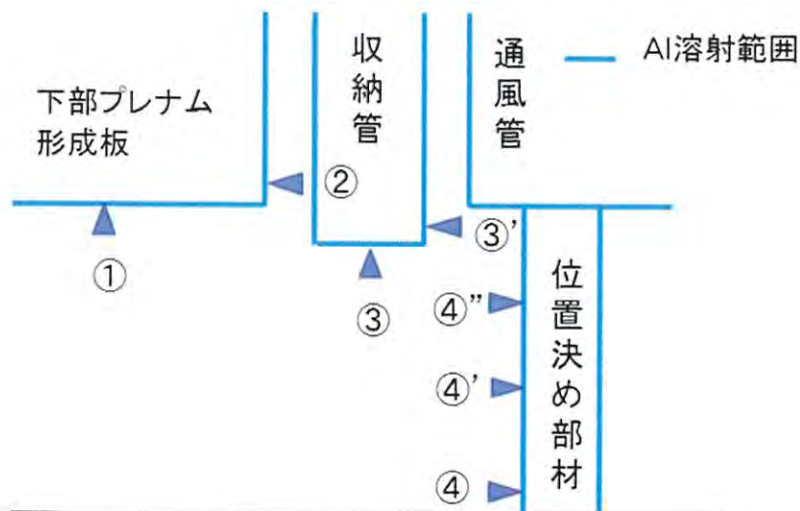


図- 9 A1 溶射皮膜の膜厚測定箇所

表一 10 A 1 溶射皮膜の厚さ試験方法(JIS H 8401:1999)

項目	内容	今回測定への適用
装置の調整	<ul style="list-style-type: none"> ・ 厚さ試験に先立って装置の調整を行う。 ・ 調整で使用する標準板は表示厚さに対する誤差が 2%以内のものを用いる。 ・ 調整は標準板の厚さの 5%以内に測定できるよう行う。 	測定器は左記にて校正しているものを使用
操 作	<ul style="list-style-type: none"> ・ 検出器は溶射皮膜に垂直にあてる。 ・ 強く当て過ぎると溶射皮膜にへこみが生じ、また軽く当て過ぎると溶射皮膜と密着せず、正しい値とならないので注意する。 	左記のように注意して操作を実施
測 定	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同一箇所について 3 回以上行い、測定値の平均値をその箇所の溶射皮膜の厚さとする。 	同一箇所を 3 回以上測定し測定値とする。
測定箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製品の有効面の面積が 1 m²を超えるときは 1/3 m²について 1 箇所以上の割合で測定を行う。 ・ それぞれの箇所の溶射皮膜の厚さの平均値を製品の溶射皮膜の厚さとする。 	1/3 m ² について 1 箇所以上の割合で測定

(1) 下部プレナム形成板

下部プレナム形成板（全294箇所）において、A1溶射皮膜の膜厚を測定した結果を以下に示す。（図-10および図-11参照）

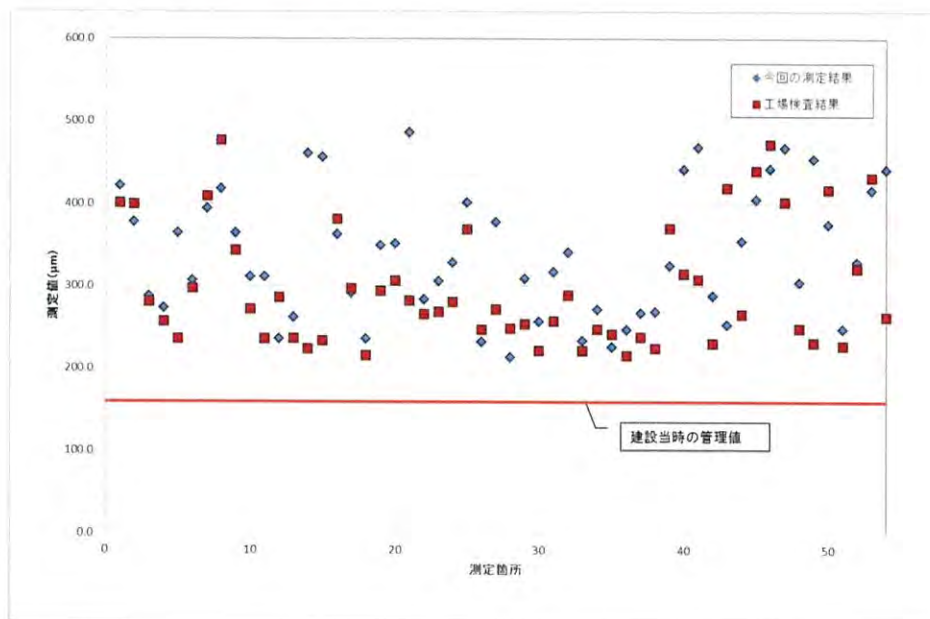


図-10 下部プレナム形成板（Aブロック）のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

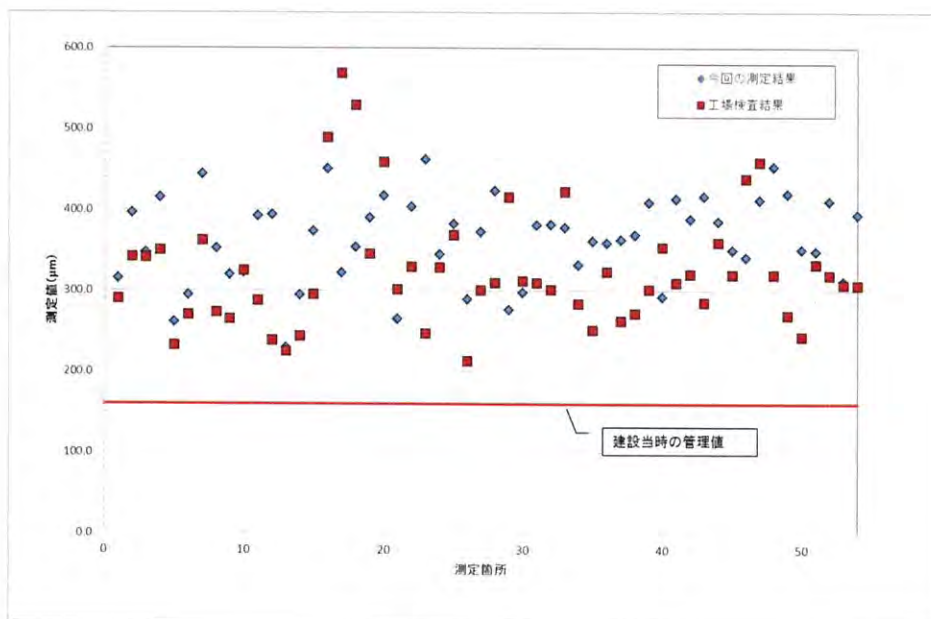


図-11 下部プレナム形成板（Bブロック）のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

※下部プレナム形成板については、上記の他にC～Eブロックおよびブロック間接合板の測定を行っており、同様に建設当時の管理値以上であることを確認した。

(2) 通風管内面

通風管内面（全80本）において、A1溶射皮膜の膜厚を測定した結果を以下に示す。
(図-12 参照)

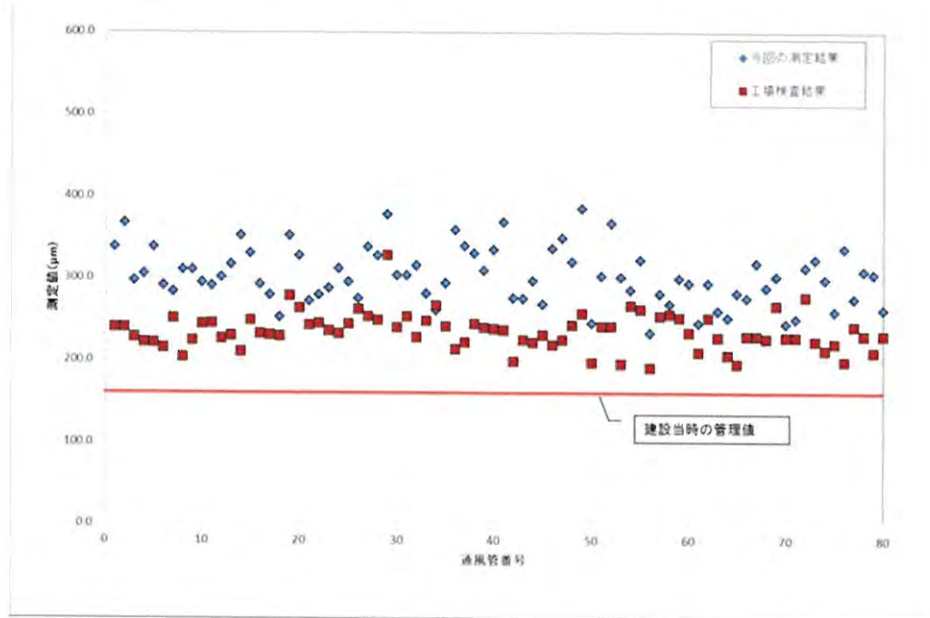


図-12 通風管内面のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

(3) 収納管底面および側面

収納管底面および側面（全80本）において、A1溶射皮膜の膜厚を測定した結果を以下に示す。（図-13および図-14参照）

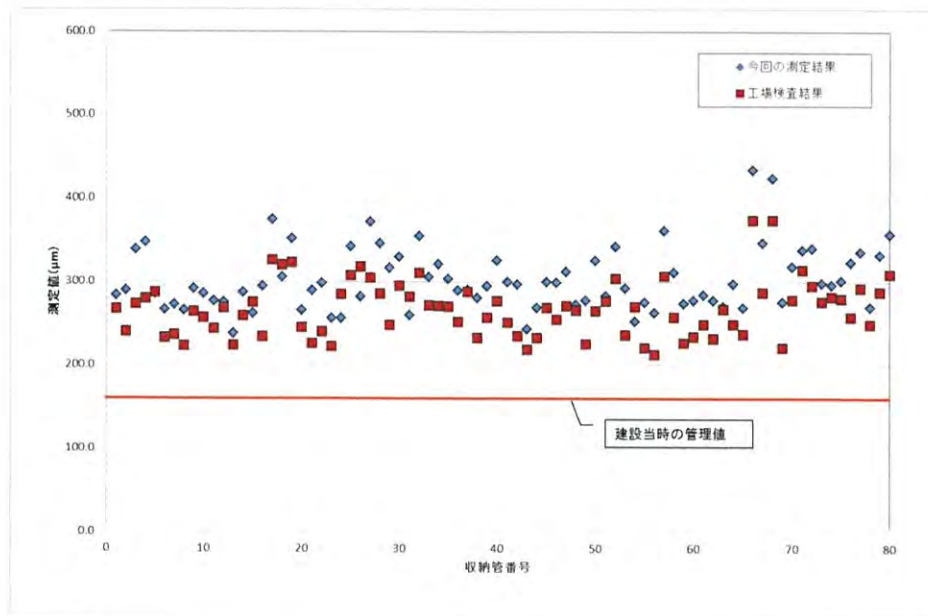


図-13 収納管底面のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

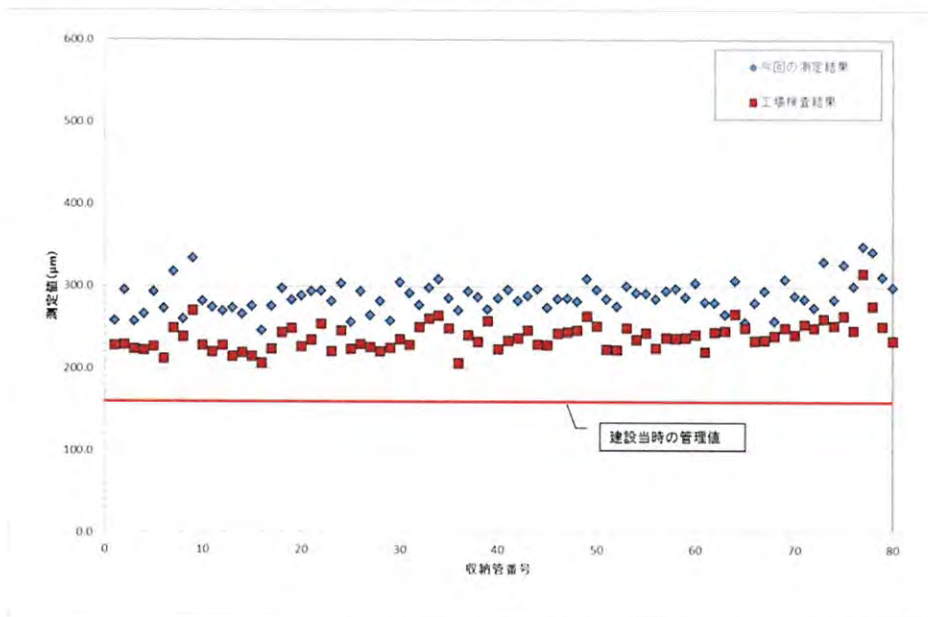


図-14 収納管側面のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

(4) 位置決め部材

位置決め部材（全20本）において、A1溶射皮膜の膜厚を測定した結果を以下に示す。
 (図-15～図-17参照)

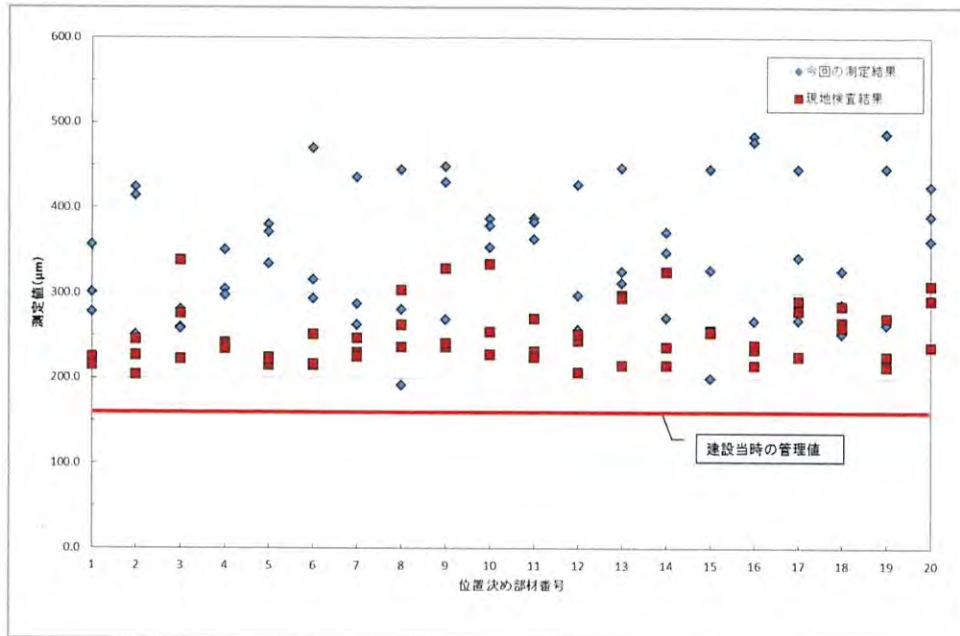


図-15 位置決め部材基部のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

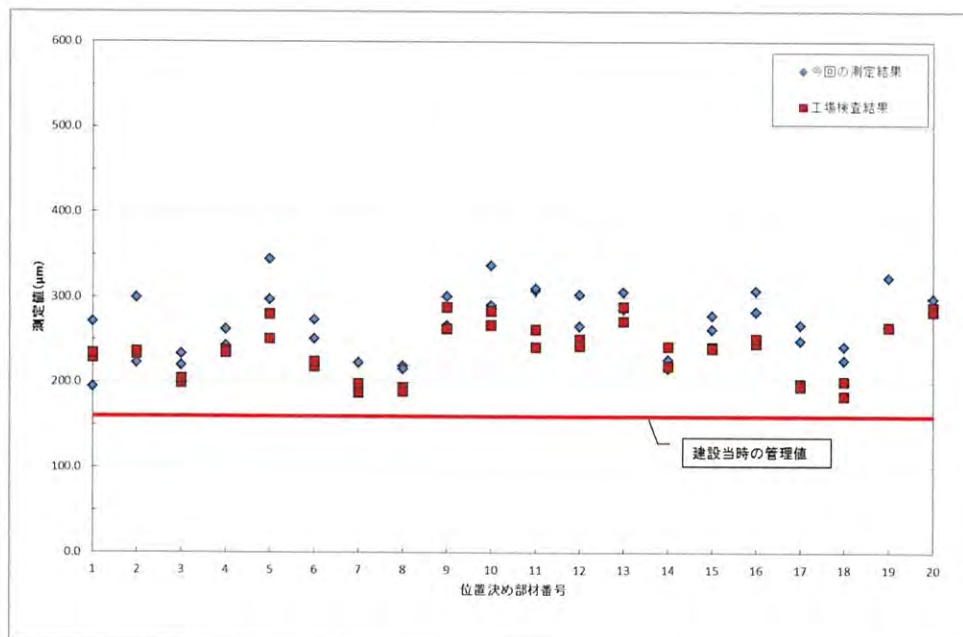


図-16 位置決め部材側面(1)のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

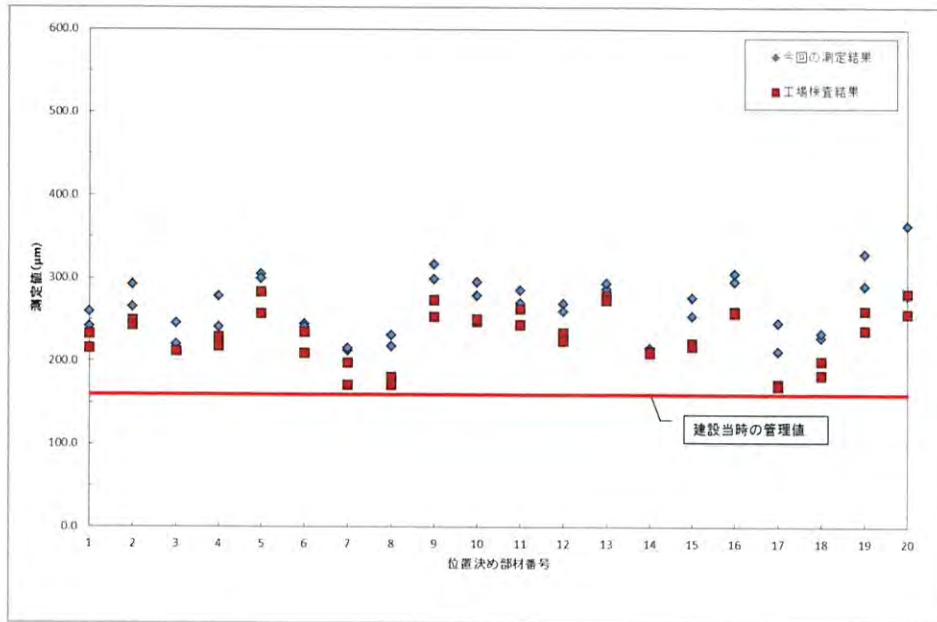


図- 17 位置決め部材側面（2）のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

(5) 変色部

通風管内面、下部プレナム形成板および位置決め部材に確認された変色部に対して、A1溶射皮膜の膜厚測定した結果を以下に示す。(図-18~図-21 参照)

なお、通風管内面等、一部、構造上測定できない箇所があった。

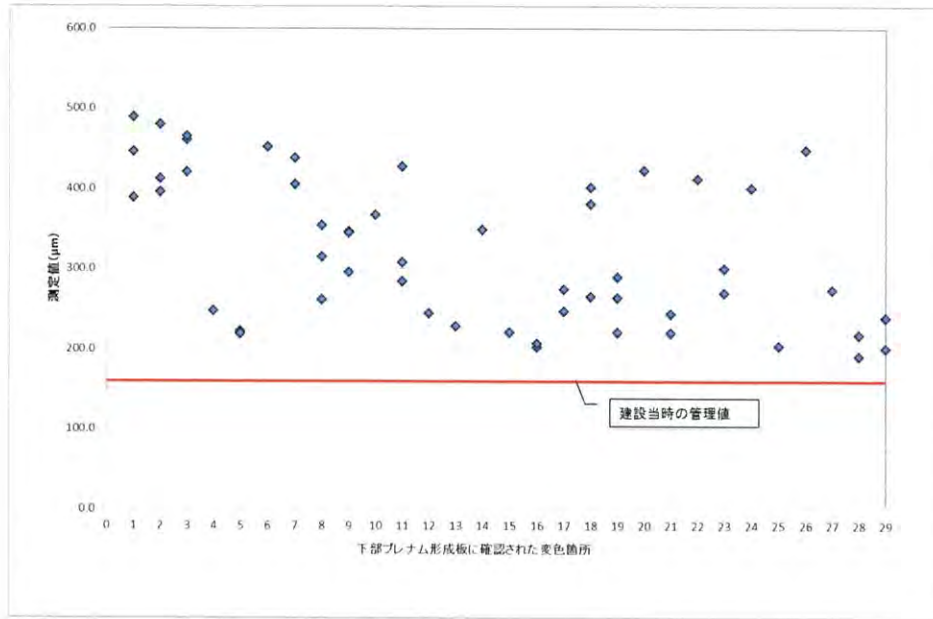


図-18 下部プレナム形成板 変色部のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

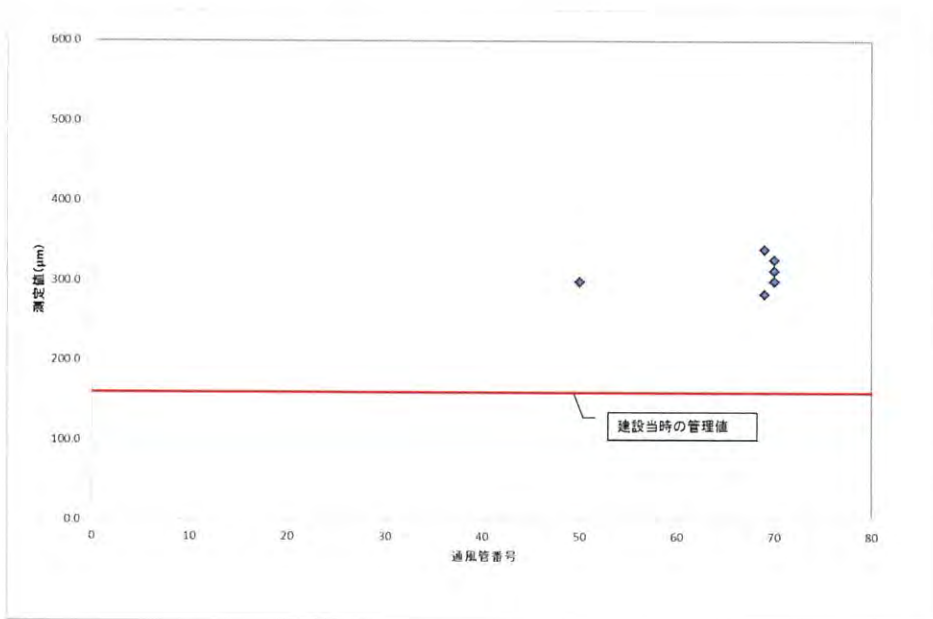
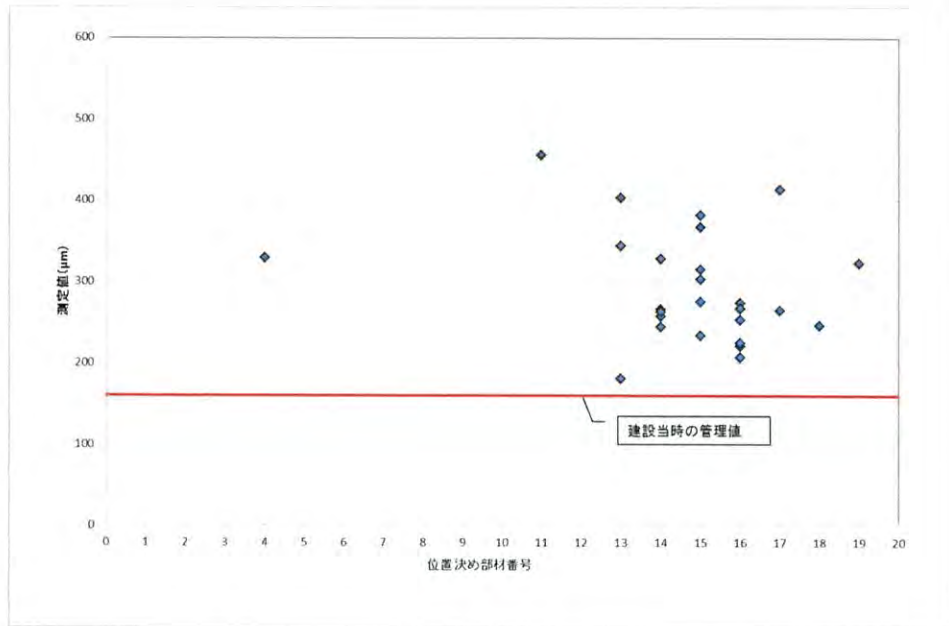
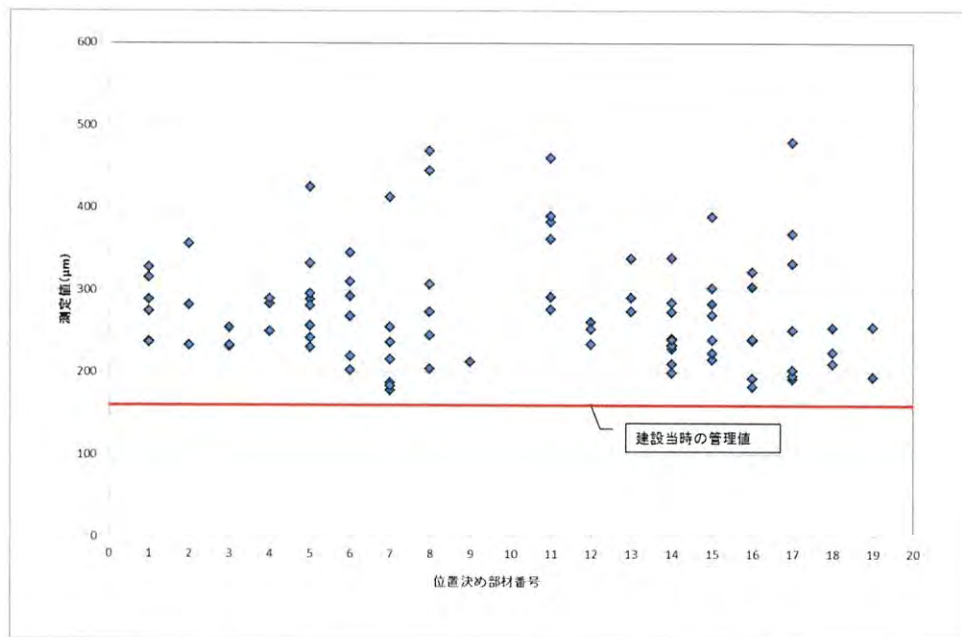


図-19 通風管 変色部のA1溶射皮膜の膜厚測定結果



図ー 20 位置決め部材基部 変色部の A1 溶射皮膜の膜厚測定結果



図ー 21 位置決め部材側面 変色部の A1 溶射皮膜の膜厚測定結果

4. 1. 4 母材の肉厚測定

下部プレナムの各部位において、母材の肉厚測定を実施し、肉厚測定の結果、計画値*以上であることを確認した。(図- 23～図- 31 参照)

各部位における母材の肉厚測定箇所を以下に示す。(図- 22 および表- 11 参照)

*計画値：設計寸法に JIS に定める公差を考慮した値をいう。

表- 11 母材の肉厚測定箇所

測定部位	測定箇所数	測定位置
① 下部プレナム形成板	1ブロック1箇所 (全5ブロック)	中心部1点
② 通風管内面	全80本	下端部より50mm 東西南北 各1点
③ 収納管底面		中心部1点
③' 収納管側面		底面より100mm 東西南北 各1点
④ 位置決め部材基部	全20本	底面より115mm 東西南北 各1点
④' 位置決め部材側面(1)		底面より500mm 東西南北 各1点
④'' 位置決め部材側面(2)		底面より1000mm 東西南北 各1点

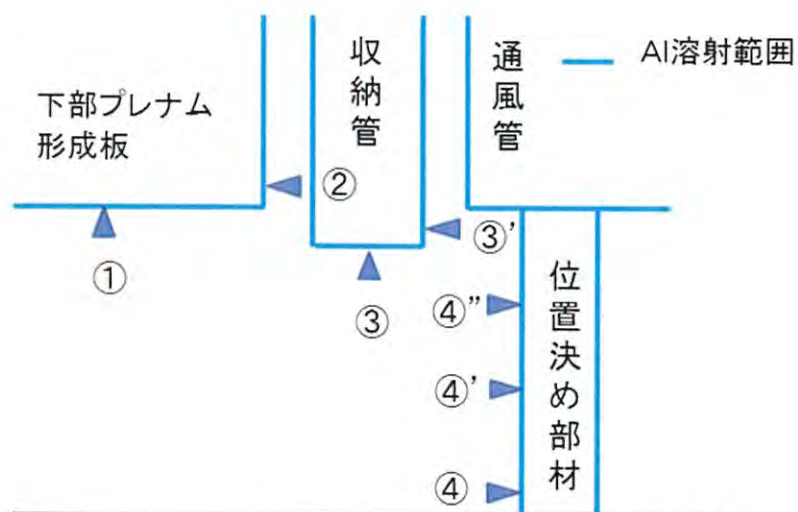


図- 22 母材の肉厚測定箇所

(1) 下部プレナム形成板

下部プレナム形成板（全5箇所）において、母材の肉厚測定した結果を以下に示す。（図-23参照）

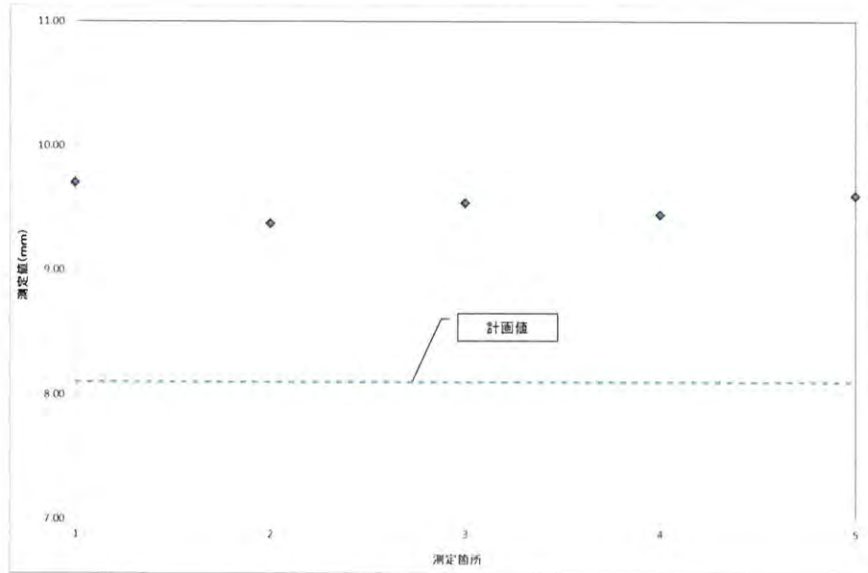


図-23 下部プレナム形成板の肉厚測定結果

(2) 通風管内面

通風管内面（全80本）において、母材の肉厚測定した結果を以下に示す。（図-24参照）

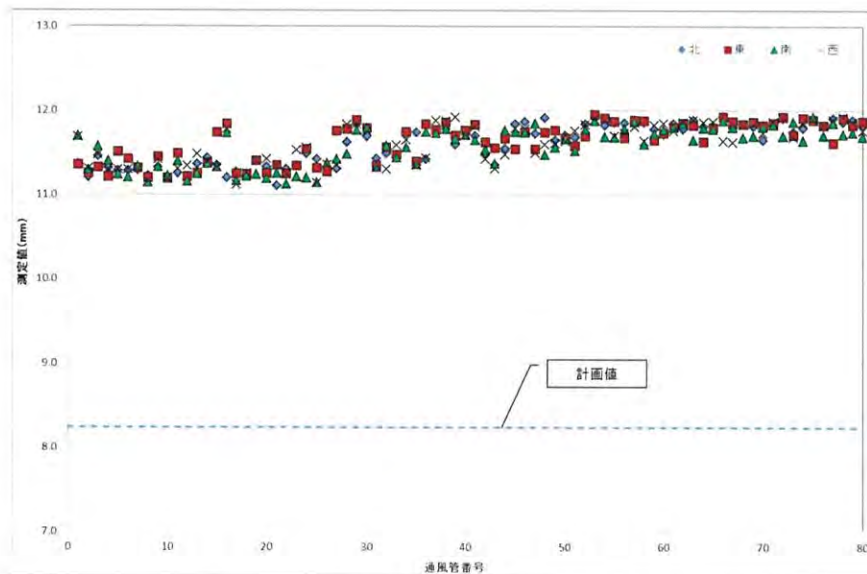


図-24 通風管内面の肉厚測定結果

(3) 収納管底面および側面

収納管底面および側面（全80本）において、母材の肉厚測定した結果を以下に示す。
(図-25および図-26照)

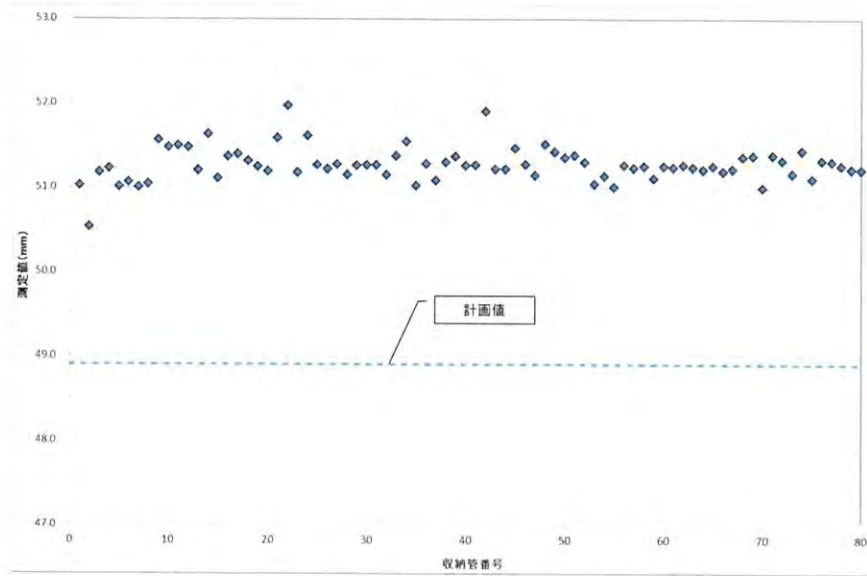


図-25 収納管底面の肉厚測定結果

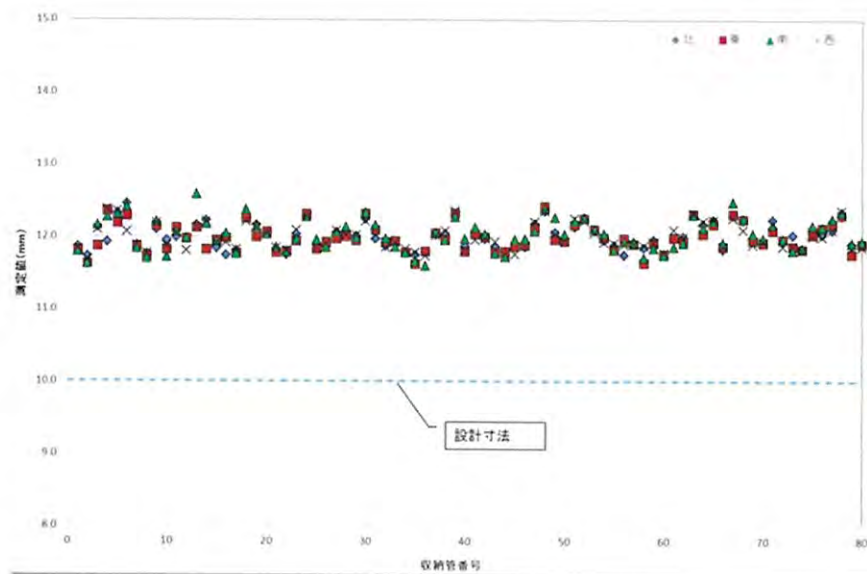


図-26 収納管側面の肉厚測定結果

(4) 位置決め部材

位置決め部材（全20本）において、母材の肉厚測定した結果を以下に示す。（図-27～図-29参照）

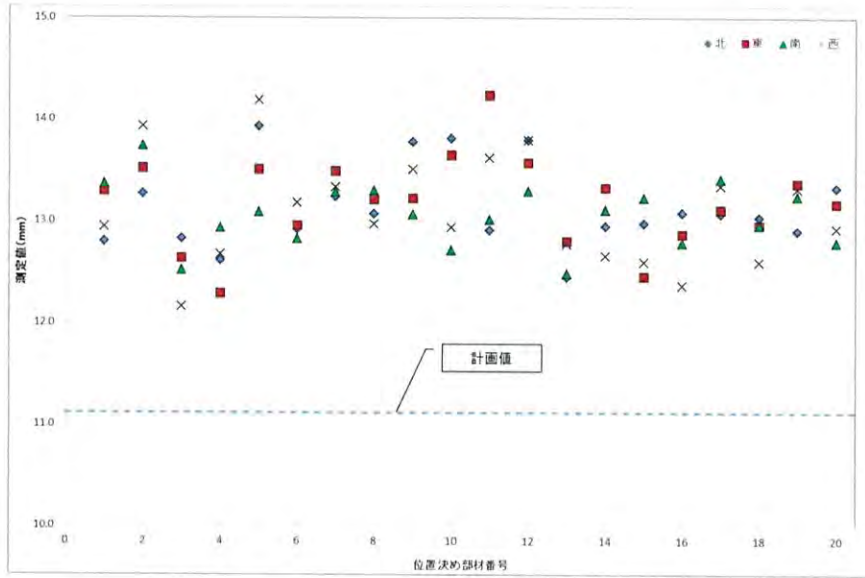


図-27 位置決め部材基部の肉厚測定結果

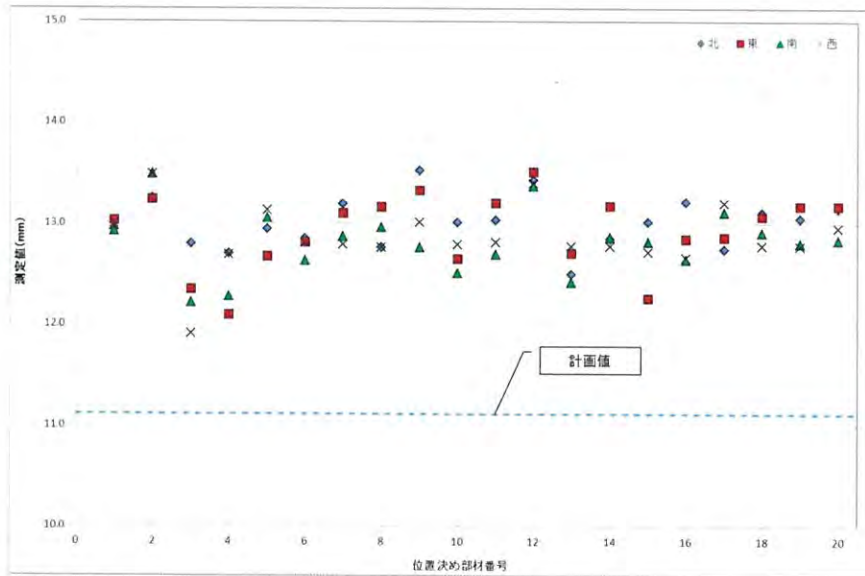
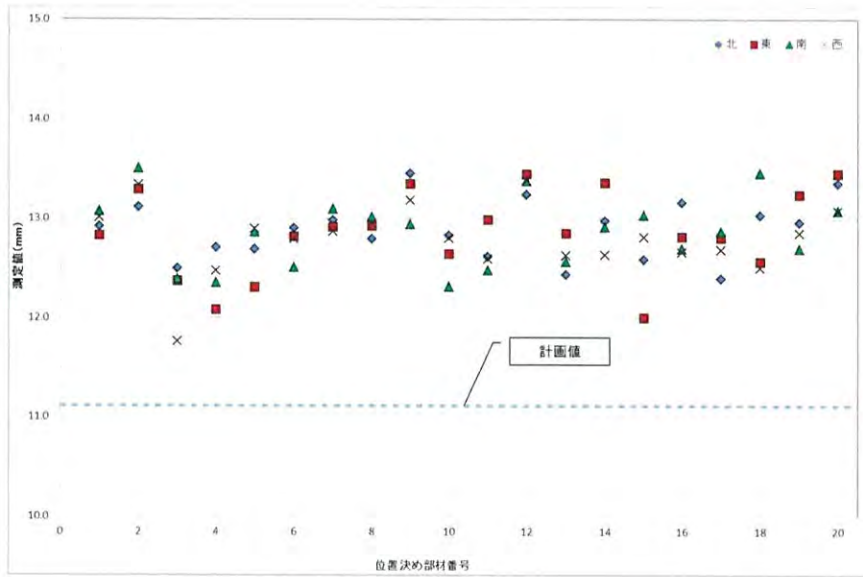


図-28 位置決め部材側面（1）の肉厚測定結果



図一 29 位置決め部材側面（2）の肉厚測定結果

(5) 変色部

通風管内面、下部プレナム形成板および位置決め部材に確認された変色部に対して、母材の肉厚測定した結果を以下に示す。(図- 30 および図- 31 参照)

なお、通風管内面の変色部等、一部、構造上測定できない箇所があった。

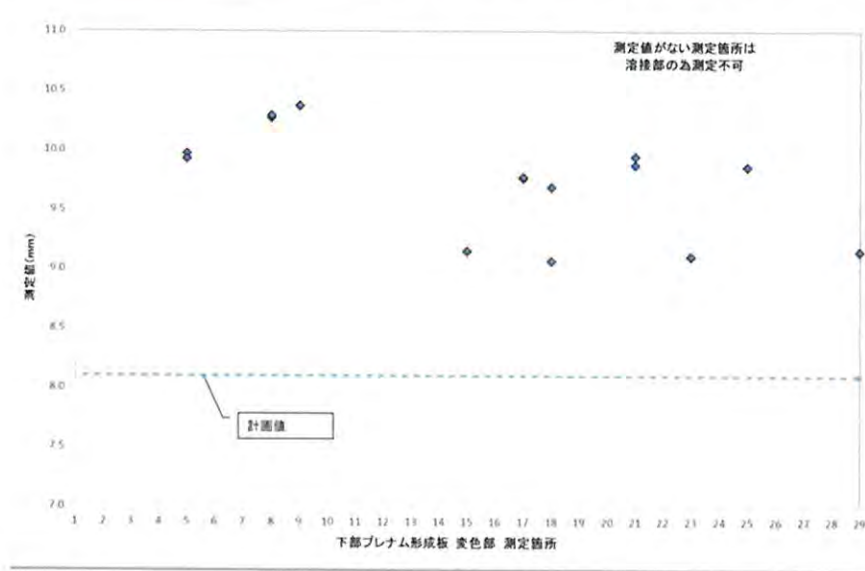


図- 30 下部プレナム形成板 変色部の肉厚測定結果

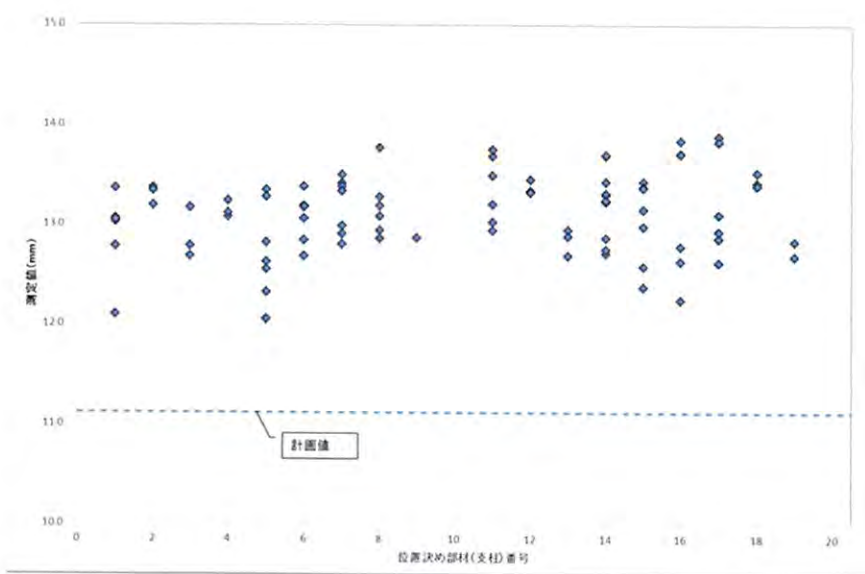


図- 31 位置決め部材側面 変色部の肉厚測定結果

4. 2 変色部等の発生原因に係る調査

下部プレナムにおける変色部等の表面観察、サンプル採取による元素分析等を行なった結果、鉄（以下、「Fe」という。）酸化物およびAl酸化物を確認した。

また、断面観察を行なった結果、第3および第4貯蔵区域の観察結果と同様にAl酸化物の上部に酸化鉄が付着していたこと、および洗浄液による除去確認の結果、一部変色が残るものの除去できた。

さらに、元素分析においては、ごく微量ではあるが、マグネシウム（以下、「Mg」という。）、イオウ（以下、「S」という。）、ナトリウム（以下、「Na」という。）、塩素（以下、「Cl」という。）が確認されており、これらは下部プレナムの構成設備に含有されない元素であり、周辺土壌等からのサンプル採取による元素分析の結果、これら元素とともに、Fe、Al、Cl等が確認された。

以上のことから、変色部は母材由来のものではなく、外部飛来物質に同伴したFe（Fe酸化物を含む）が付着した可能性が高いものと考えている。

4. 2. 1 サンプル採取・分析

(1) 両面テープによるサンプル採取・分析

サンプルの採取は、目視による外観観察で確認した変色部の表面に対し、両面テープを貼り付け、剥がすことにより採取を実施した。（図- 32 参照）

採取した両面テープサンプルの分析方法として、変色部の3次元的な状態を把握するために、表面（皮膜側）および断面（皮膜側および大気側）における元素分布状態を観察することが可能なSEM^{※1}-EDS^{※2}で分析を実施した。（表- 12 参照）

他の元素分析方法としてはICP-MS等があるが、試料の湿式分解が必要となり、分布状態の把握が不可となるため、本分析方法を採用した。

※1「SEM」とは、走査電子顕微鏡（Scanning Electron Microscope）の略で、電子線を試料に当てて表面を観察する装置であり、X線検出器（EDS等）を取り付けて元素分析を行うこともできる。

※2「EDS」とは、エネルギー分散型X線分析（Energy dispersive X-ray spectrometry）の略で、電子線やX線などの一次線を、物体に照射した際に発生する特性X線もしくは蛍光X線を半導体検出器などのようなエネルギー分散型検出器にて検出し、そのエネルギーと強度から、物体を構成する元素と濃度を調べる元素分析手法である。

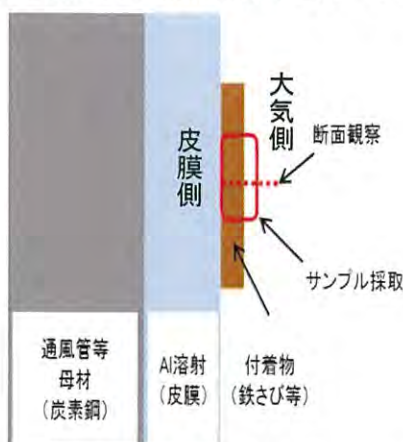


図- 32 両面テープによるサンプル採取イメージ

表- 12 両面テープによるサンプル採取箇所

	観察対象		EDS 元素分析点数		EDS マッピング	
			表面観察	断面観察	表面観察	断面観察
①	通風管	No. 70	3箇所	6箇所	○	○
②	下部プレナム形成板	変色 No. 26	3箇所	3箇所	○	○
③	位置決め部材側面	No. 7 (北側)	4箇所	4箇所	○	○
④	位置決め部材基部	No. 16 (東側)	2箇所	2箇所	○	○

①No. 70 通風管

No. 70 通風管内面下部の変色部から採取したサンプルに対して、デジタルマイクロスコープによる外観観察およびSEM-EDSによる元素分析を行った。

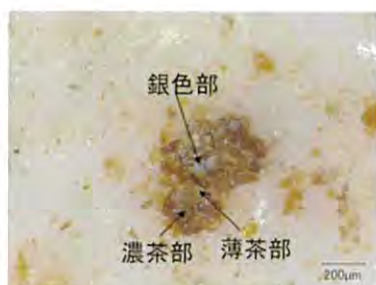
a. 表面観察 (図- 33 参照)

両面テープによりサンプルを採取し、皮膜側の表面観察を以下のとおり実施した。

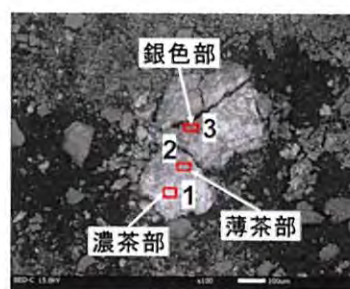
a) 元素分析結果 (表- 13 参照)

分析点1～3における、元素分析の結果、以下を確認した。

- ・分析点1は、元素濃度順に酸素 (以下「O」という。)、FeおよびAlを確認
- ・分析点2は、元素濃度順にO、AlおよびFeを確認
- ・分析点3は、元素濃度順にO、AlおよびFeを確認
- ・分析点3は、分析点2と比較して、Al濃度が高く、Fe濃度が低いことを確認
- ・断面観察において確認されていない硫黄 (以下、「S」という。)を確認
- ・それぞれの分析点においてO、AlおよびFeの濃度が高いが、その他に濃度は微量であるものの、ナトリウム (以下、「Na」という。)、S、Mg、ケイ素 (以下、「Si」という。)およびカルシウム (以下、「Ca」という。)を確認



デジタルマイクロスコープ



反射電子像・元素分析位置

図- 33 通風管 サンプル表面のSEM-EDS 反射電子像 (BEC※) (No. 70)

※「BEC」とは、反射電子像 (BEI) の1つで組成像のことをいう。

表- 13 通風管 サンプル表面の元素分析結果 (No. 70)

分析点		元素濃度 (質量%)												
		N	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	Ca	Cr	Fe	Ni	Zn
1	濃茶部	-	46.97	2.52	0.84	12.27	0.72	1.58	-	0.87	-	34.24	-	-
2	薄茶部	-	57.02	3.18	1.99	22.18	1.07	1.96	-	0.83	-	11.78	-	-
3	銀色部	-	59.93	3.74	1.20	25.32	1.06	2.99	-	0.79	-	4.96	-	-

b) EDSマッピング観察結果 (図- 34 参照)

サンプル表面 (皮膜側) のEDSマッピングの結果、以下を確認した。

- ・ほぼ全体にOおよびAlを確認
- ・主に茶色部でFeを確認
- ・その他元素として、同程度の濃度でS、NaおよびMgを確認、CaおよびSiの順に濃度が低く確認

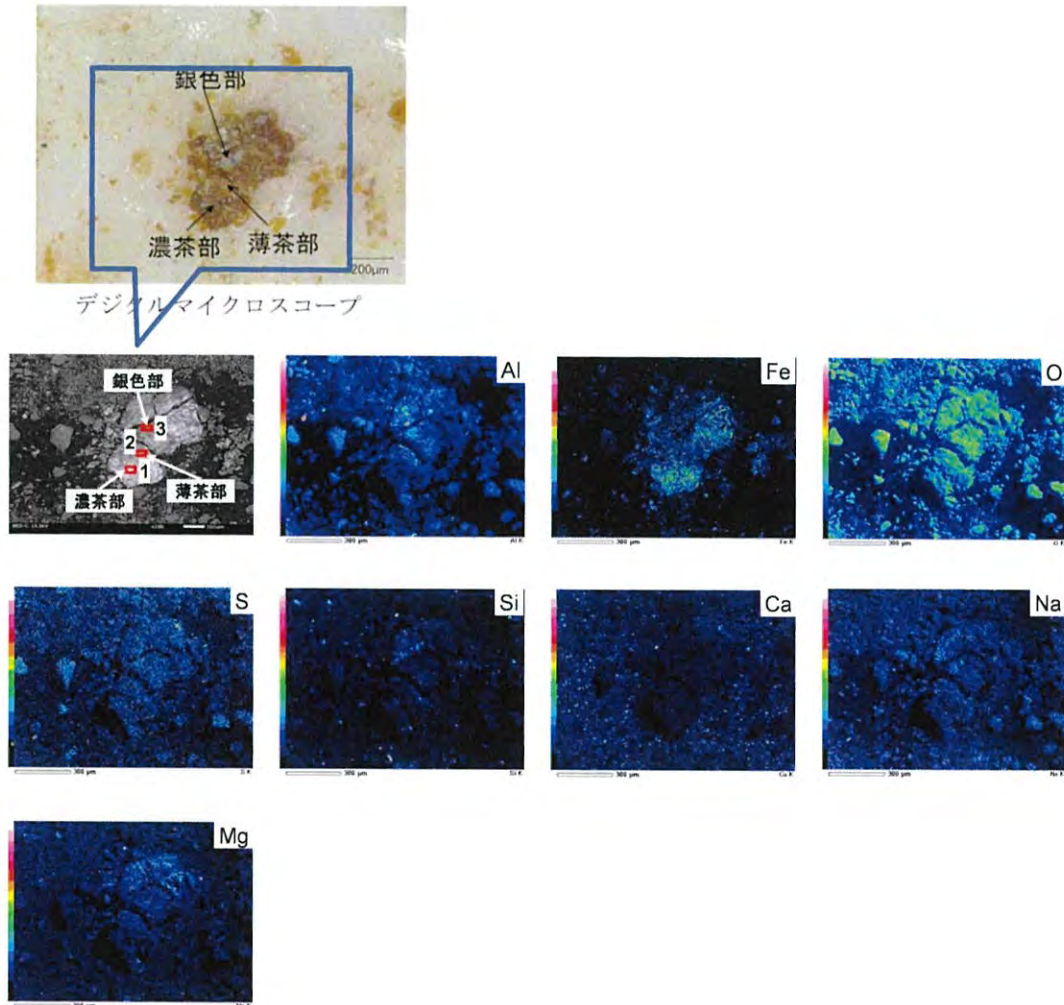


図- 34 通風管 サンプル表面のEDSマッピング結果 (No. 70)

b. 断面観察 (図- 35 参照)

a) 元素分析結果 (表- 14 参照)

分析点 1～6 における、元素分析の結果、以下を確認した。

- ・分析点 1 は、O の元素濃度が高く、ほぼ同程度の濃度で Al および Fe を確認
- ・分析点 2 および 4 は、O および Al が主成分であり、少量の Fe を確認
- ・分析点 5 は、O、Al および Fe の順に濃度が高いことを確認
- ・分析点 6 および 3 は、O、Fe および Al の順に濃度が高いことを確認
- ・表面観察において確認されていないごく微量の Cl を確認

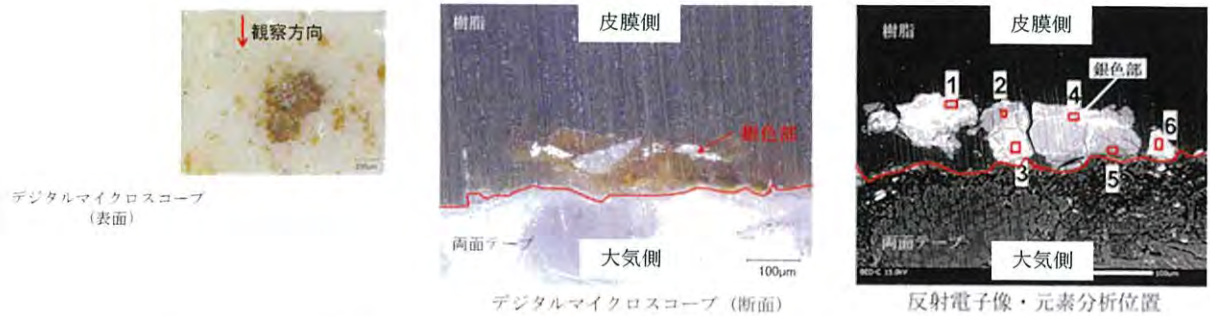


図- 35 通風管 サンプル断面の SEM-EDS 反射電子像 (BEC) (No. 70)

表- 14 通風管 サンプル断面の元素分析結果 (No. 70)

分析点		元素濃度 (質量%)												
		N	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	Ca	Cr	Fe	Ni	Zn
1	皮膜側	-	51.36	1.01	1.63	22.90	0.32	-	0.77	0.43	-	21.59	-	-
2	皮膜側	-	54.55	0.86	2.43	30.75	1.38	-	1.09	0.43	-	8.50	-	-
3	大気側	-	50.80	0.58	1.83	20.93	0.83	-	0.70	0.42	-	23.90	-	-
4	皮膜側	-	41.61	1.08	1.89	36.35	8.97	-	0.48	0.41	-	9.22	-	-
5	大気側	-	53.10	1.48	2.66	25.48	1.23	-	1.39	0.94	-	13.72	-	-
6	大気側	-	46.75	2.00	1.80	14.71	0.67	-	0.77	0.68	-	32.63	-	-

b) EDSマッピング観察結果 (図- 36 参照)

サンプル断面のEDSマッピングの結果、以下を確認した。

- ・ Oは皮膜側までサンプル断面全体で確認
- ・ A lは皮膜側にて残っていること確認
- ・ F eはサンプル断面全体で若干色濃く確認
- ・ M gとS iが、同じ位置に分布していることを確認
- ・ C lはサンプル断面部以外も含めて全体に確認

(試料の断面加工に湿式研磨を採用したため、断面全体に溶出して低濃度に分布し、図のように視野全体にノイズ様に検出された可能性が考えられる)

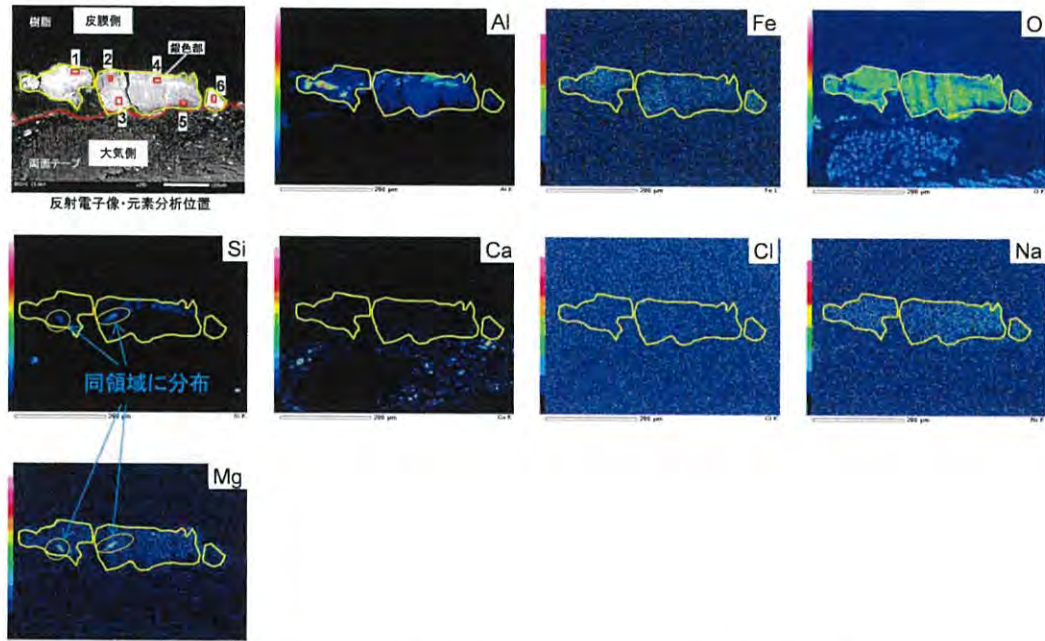


図- 36 通風管 サンプル断面のEDSマッピング結果 (No. 70)

c. 観察結果を踏まえた考察

a) 皮膜側

- ▶ 表面観察において、OおよびA lをほぼ全体で確認しており、両者の元素で検出位置が符合するので、A l酸化物が存在すると考えられる。
- ▶ 表面観察において、OおよびF eをサンプル全体でなく、茶色の変色部分で確認しており、茶色部全体にF e酸化物が存在すると考えられる。
- ▶ 断面観察において、A lを色濃く確認しており、Oの検出位置と符合するので、その部分にはA l酸化物が存在すると考えられる。

b) 大気側

- ▶ 断面観察において、元素濃度はO、F eおよびA lの順であり、OとF e、A lで検出位置が符合するので、大気側においてF e酸化物が主成分であり、A l酸化物が共存する状態と考えられる。

c) 全体

- ▶ 皮膜側においてA l酸化物が主成分であり、変色部において部分的にF e酸化物が共存する状態を確認しており、また大気側ではF e酸化物が主成分であることから、F e酸化物は付着による可能性が高いものと考えられる。
- ▶ その他、ごく微量ではあるがM g、S、N aおよびC lが検出されており、それらは下部プレナムの構成部材に含有されない元素であることから外部由来物質が付着していると考えられる。
- ▶ 封孔処理剤に含まれるS iも検出されたが、M gと同領域で検出されており、また封孔処理剤に含まれるZ nが検出されていないことから、S iについても外部由来物質が付着していると考えられる。

②下部プレナム形成板

下部プレナム形成板の変色部 No. 26 から採取したサンプルに対して、デジタルマイクロスコープによる外観観察およびSEM-EDSによる元素分析を行った。

a. 表面観察 (図- 37 参照)

a) 元素分析結果 (表- 15 参照)

分析点 1～3 における、元素分析の結果、以下を確認した。

- ・分析点 1 は、元素濃度順に O、Al、亜鉛 (以下、「Zn」という。) および Fe を確認
- ・分析点 2 は、元素濃度順に、O、Al、Zn および Si を確認し、ごく微量の Fe を確認
- ・分析点 3 は、元素濃度順に、Al、O、Zn および Si を確認し、ごく微量の Fe を確認
- ・その他、ごく微量であるが、全分析点において Mg、S、Cl および Ca を確認

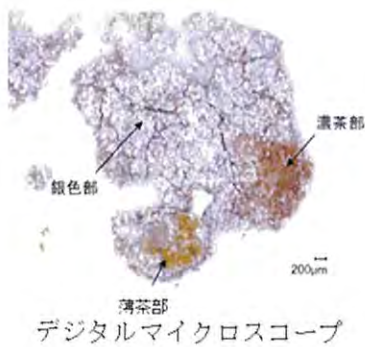


図- 37 下部プレナム形成板 サンプル表面のSEM-EDS 反射電子像 (BEC) (No. 26)

表- 15 下部プレナム形成板 サンプル表面の元素分析結果 (No. 26)

分析点		元素濃度 (質量%)												
		N	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	Ca	Cr	Fe	Ni	Zn
1	薄茶部	-	40.41	-	0.80	21.95	2.83	0.50	0.08	0.79	-	16.20	-	16.45
2	濃茶部	-	55.49	-	2.60	21.39	7.19	2.95	0.56	0.54	-	1.45	-	7.82
3	銀色部	-	33.37	-	1.59	42.61	9.58	1.77	0.50	0.12	-	0.52	-	9.94

b) EDSマッピング観察結果 (図- 38 参照)

サンプル表面のEDSマッピングの結果、以下を確認した。

- ・全体にOおよびAlが色濃く検出されているほか、Si、ZnおよびSを確認
- ・Feは、薄茶部で部分的に確認
- ・一部に低濃度でClおよびMgを確認

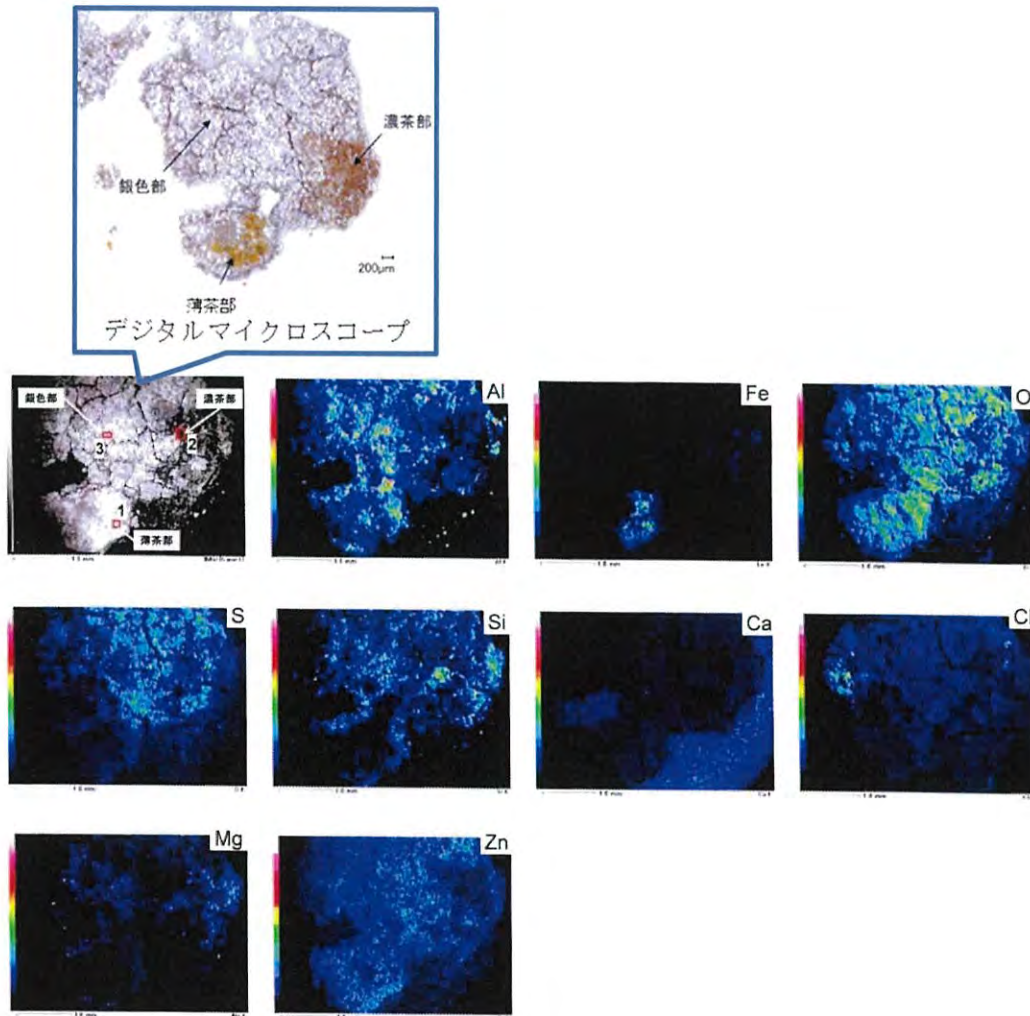


図- 38 下部プレナム形成板 サンプル表面のEDSマッピング結果 (No. 26)

b. 断面観察 (図- 39 参照)

a) 元素分析結果 (表- 16 参照)

分析点 1 ~ 3 における、元素分析の結果、以下を確認した。

- ・分析点 1 ~ 3 で濃度の高い Al を確認
- ・分析点 2 および 3 では、Fe が検出されなかった
- ・分析点 3 では、高濃度の O および Al が確認され、少量の Si および Zn を確認

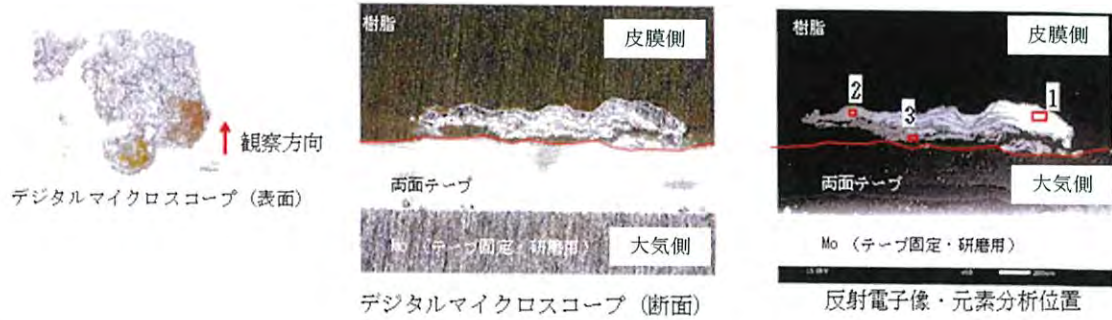


図- 39 下部プレナム形成板 サンプル断面の SEM-EDS 反射電子像 (BEC) (No. 26)

表- 16 下部プレナム形成板 サンプル断面の元素分析結果 (No. 26)

分析点	元素濃度 (質量%)												
	N	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	Ca	Cr	Fe	Ni	Zn
1 皮膜側	-	6.63	-	0.02	90.34	1.50	-	0.49	0.08	-	0.27	-	0.67
2 皮膜側	-	7.45	-	-	88.75	2.60	-	-	-	-	-	-	1.20
3 大気側	-	32.07	-	1.08	42.68	15.75	-	0.90	0.34	-	-	-	7.18

b) EDSマッピング観察結果 (図- 40 参照)

サンプル断面のEDSマッピングの結果、以下を確認した。

- ・皮膜側に、Alの濃度が高く、Oの濃度が低いことを確認
- ・大気側には、O、AlおよびSiが存在することを確認
- ・断面全体に濃度の高い順にZn、MgおよびFeを確認
- ・その他の元素として、Clをサンプル断面以外にも確認し、溶出している可能性がある。

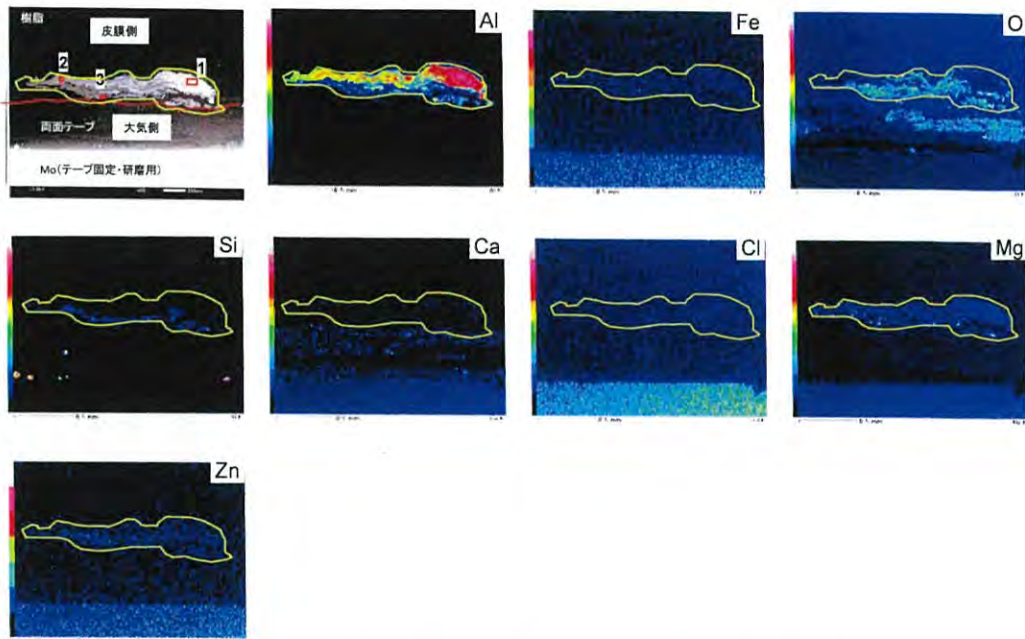


図- 40 下部プレナム形成板 サンプル断面のEDSマッピング結果 (No. 26)

c. 観察結果をふまえた考察

a) 皮膜側

- 表面観察において、OとAlがほぼ全体で検出されており、Al酸化物が存在すると考えられる。
- 表面観察において、Feが一部の薄茶部で若干確認されており、Oの検出位置と符号するので、薄茶部にFe酸化物が存在すると考えられる。
- 濃度が高かったSiおよびZnの検出は封孔処理剤に含有するものが検出されたものと考えられる。

b) 大気側

- 大気側で特にOおよびAlが確認されており、それらはAl酸化物によるものと考えられる。
- Siも大気側で確認されており、Znの濃度も高いことから、それらは封孔処理剤によるものと考えられる。
- 濃度が高かったSiおよびZnの検出は封孔処理剤に含有するものが検出されたものと考えられる。

c) 全体

- 皮膜側に金属状のAlおよび全体にAl酸化物を確認しており、部分的に確認された薄茶色部のFe酸化物は付着による可能性が高いものと考えられる。
- SiおよびZnも少量確認されており、それらは封孔処理剤に含まれるものであると考えられる。
- その他、ごく微量であるがMg、S、NaおよびClが検出されており、それらは下部プレナムの構成部材に含有されない元素であることから外部由来物質が付着していると考えられる。

③位置決め部材側面

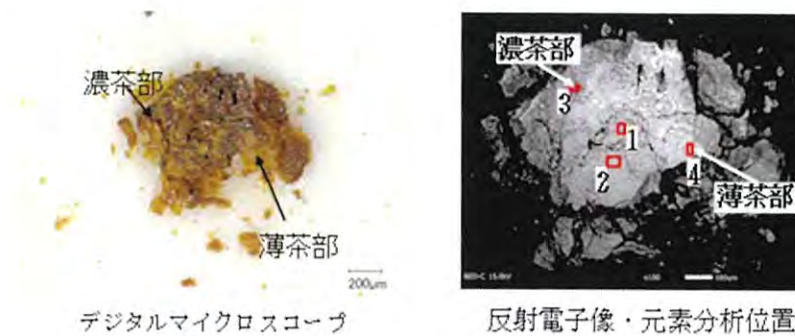
位置決め部材 No. 7 側面（北側）の変色部から採取したサンプルに対して、デジタルマイクロスコープによる外観観察および SEM-EDS による元素分析を行った。

a. 表面観察（図－ 41 参照）

a) 元素分析結果（表－ 17 参照）

分析点 1～4 における、元素分析の結果、以下を確認した。

- ・分析点 1～4 は、元素濃度順に O、F e および A l を確認
- ・分析点 1～4 は、通風管および下部プレナム形成板に比べて若干濃度が高い C l を確認
- ・それぞれの分析点において、濃度はごく微量であるものの N a、M g、S i および C a を確認



図－ 41 位置決め部材側面 サンプル表面の SEM-EDS 反射電子像 (BEC) (No. 7)

表－ 17 位置決め部材側面 サンプル表面の元素分析結果 (No. 7)

分析点		元素濃度 (質量%)												
		N	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	Ca	Cr	Fe	Ni	Zn
1	粒子中央	-	42.89	0.57	0.41	10.45	0.19	1.34	1.83	0.89	-	41.43	-	-
2	粒子下側	-	44.98	0.67	0.38	9.96	0.14	1.28	1.77	0.82	-	39.99	-	-
3	濃茶部	-	50.69	0.92	0.55	18.06	0.61	1.50	1.92	1.21	-	24.55	-	-
4	薄茶部	-	46.33	0.47	0.09	8.83	0.25	1.37	2.12	0.84	-	39.70	-	-

b) EDSマッピング観察結果 (図- 42 参照)

サンプル表面のEDSマッピングの結果、以下を確認した。

- ・変色部全体にO、FeおよびAlを色濃く確認し、S、Na、MgおよびClも色は薄いものの全体に確認

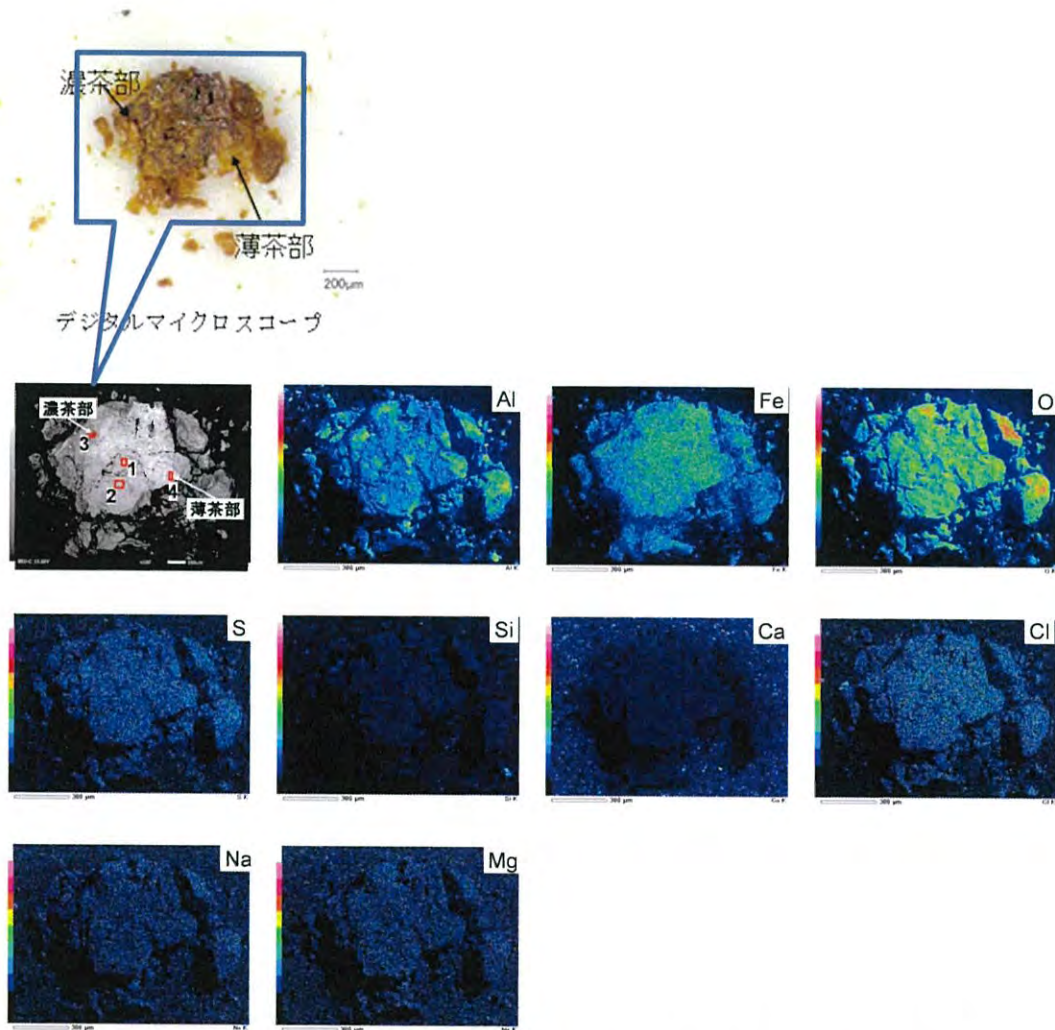


図- 42 位置決め部材側面 サンプル表面のEDSマッピング結果 (No. 7)

b. 断面観察 (図- 43 参照)

a) 元素分析結果 (表- 18 参照)

分析点 1～4 における、元素分析の結果、以下を確認した。

- ・分析点 1 は、濃度の高い Al を確認
- ・分析点 1 は、低濃度の O および Fe を確認
- ・分析点 2 は、元素濃度順に O、Al および Fe を確認
- ・分析点 3 および 4 は、元素濃度順に O、Fe および Al を確認
- ・分析点 2～4 に通風管および下部プレナム形成板に比べて、若干高い濃度の Cl を確認
- ・分析点 2～4 においてごく微量ではあるものの Na、Mg および Ca を確認

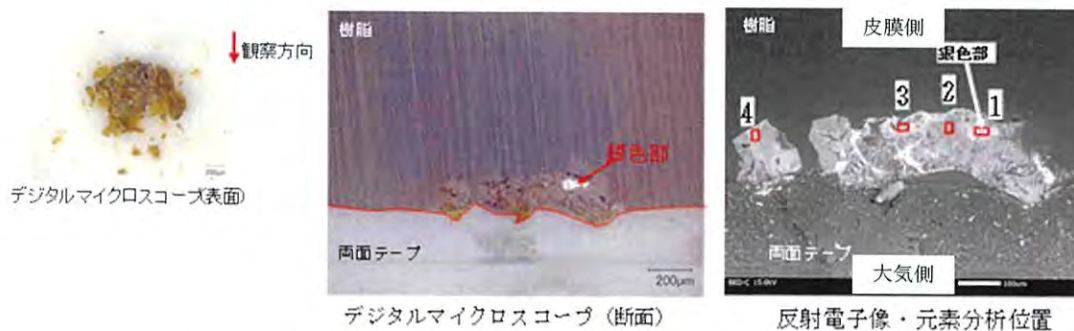


図- 43 位置決め部材側面 サンプル断面の SEM-EDS 反射電子像 (BEC) (No. 7)

表- 18 位置決め部材側面 サンプル断面の元素分析結果 (No. 7)

分析点		元素濃度 (質量%)												
		N	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	Ca	Cr	Fe	Ni	Zn
1	皮膜側	-	15.25	-	-	80.85	0.69	-	0.83	-	-	2.38	-	-
2	皮膜側	-	58.14	0.89	0.42	21.95	1.33	-	2.06	-	-	15.22	-	-
3	皮膜側	-	49.21	0.48	-	12.51	-	-	2.76	0.36	-	34.68	-	-
4	皮膜側	-	53.39	0.81	-	13.27	-	-	3.57	0.48	-	28.47	-	-

b) EDSマッピング観察結果 (図- 44 参照)

サンプル断面のEDSマッピングの結果、以下を確認した。

- ・断面全体でOおよびFeを確認
- ・皮膜側の銀色部で、Alを色濃く確認
- ・サンプル断面部で、Clを特に色濃く確認したが、サンプル断面以外にも薄く確認 (溶剤による溶出によるものと考えられる)
- ・サンプル部断面全体にNaおよびClも薄い色で確認

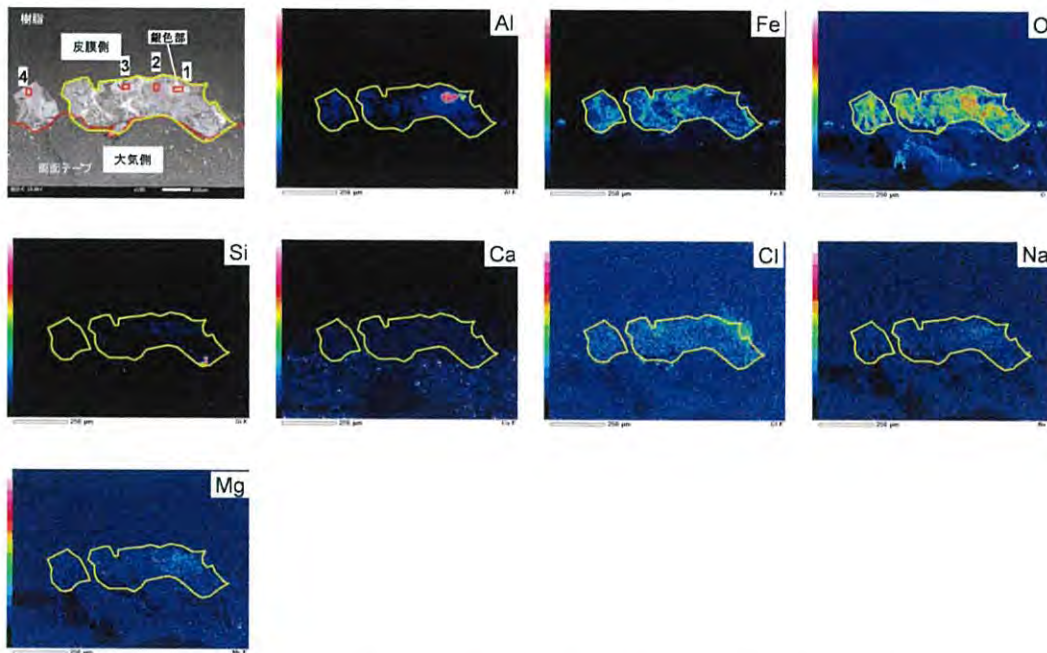


図- 44 位置決め部材側面 サンプル断面のEDSマッピング結果 (No. 7)

c. 観察結果を踏まえた考察

a) 皮膜側

- O、FeおよびAlがほぼ全体で検出されており、皮膜側表面でFe酸化物およびAl酸化物が存在すると考えられる。
- 全体的にAl濃度に比べてFe濃度が高く、変色部において主成分がFe酸化物で、Al酸化物が共存している状態と考えられる。
- 一部に確認された銀色部は、Al濃度が全体の8割で、その他O等の濃度を確認したことを踏まえると、主成分はAl金属でAl酸化物が共存している状態と考えられる。
- 通風管および下部プレナム形成板と比べて、若干ながら高い濃度のClが確認された。Clは下部プレナムの構成設備に含有されない元素である。

b) 大気側

- OおよびFeが検出されており、大気側表面ではFe酸化物が主成分として存在すると考えられる。

c) 全体

- 皮膜側に高い濃度のAlが検出され、Oの位置を考慮すると金属状および酸化物の形態であると考えられ、その周りを覆うようにFe酸化物が確認されていることから、Fe酸化物は付着によるものと考えられる。
- その他Mg、SおよびNaが検出されており、それらは下部プレナム内の設備に含有されない元素であることから、外部由来物質が付着していると考えられる。
- Siは封孔処理剤に含有される元素でもあるが、下部プレナム形成板のように高い濃度で検出されず、また封孔処理剤に含まれるZnが検出されていないことから、Siも外部由来物質であると考えられる。

④位置決め部材基部

位置決め部材 No.16 基部（東側）の変色部から採取したサンプルに対して、デジタルマイクロスコープによる外観観察および SEM-EDS による元素分析を行った。

a. 表面観察（図－ 45 参照）

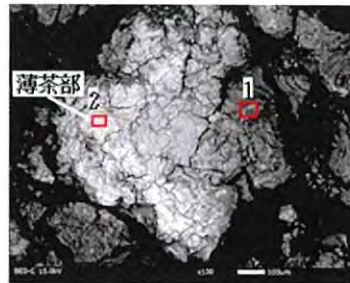
a) 元素分析結果（表－ 19 参照）

分析点 1 および 2 における、元素分析の結果、以下を確認した。

- ・分析点 1 は、元素濃度順に O、Al および Fe を確認
- ・分析点 2 は、元素濃度順に O、Fe および Al を確認
- ・他の部位に比べて明らかに高い濃度の Cl を確認
- ・それぞれの分析点において、濃度は微量であるものの Na、Mg、Si、S および Ca を確認



デジタルマイクロスコープ



反射電子像・元素分析位置

図－ 45 位置決め部材基部 サンプル表面の SEM-EDS 反射電子像 (BEC) (No.16)

表－ 19 位置決め部材基部 サンプル表面の元素分析結果 (No.16)

分析点		元素濃度 (質量%)												
		N	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	Ca	Cr	Fe	Ni	Zn
1	銀色部	-	51.33	0.29	0.14	21.39	1.43	0.31	9.88	1.00	-	14.23	-	-
2	薄茶部	-	43.37	0.30	0.18	14.25	0.62	0.36	10.03	0.60	-	30.28	-	-

b) EDSマッピング観察結果 (図- 46 参照)

- サンプル表面のEDSマッピングの結果、以下を確認した。
- ・ O、AlおよびClが色濃く確認。Naも薄く全体に確認
 - ・ Feは点状に薄く全体に確認

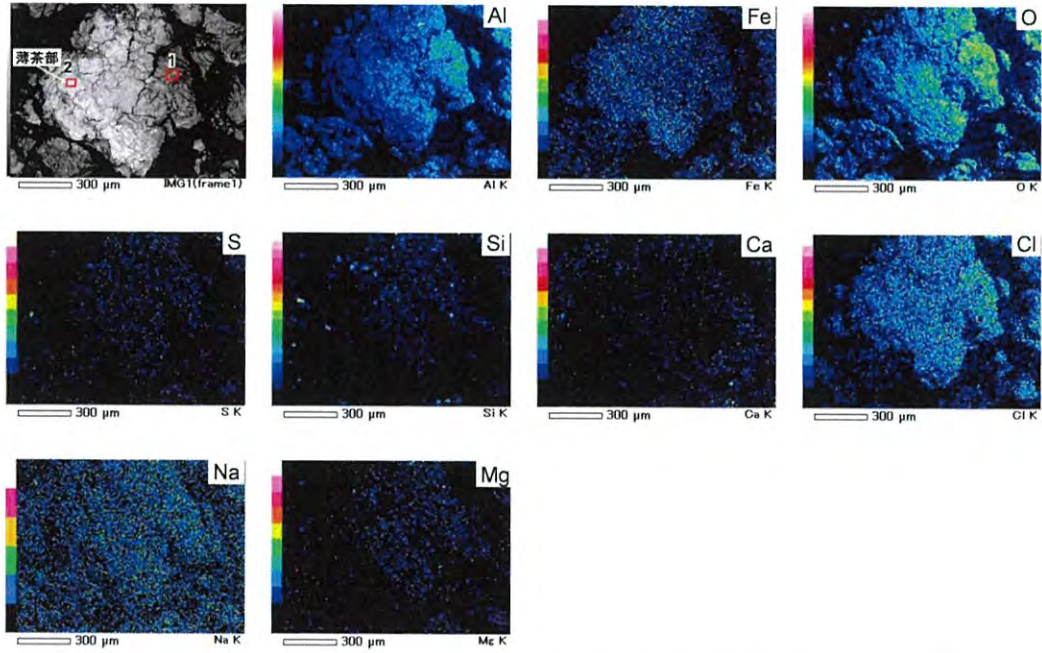


図- 46 位置決め部材基部 サンプル表面のEDSマッピング結果 (No. 16)

b. 断面観察 (図- 47 参照)

a) 元素分析結果 (表- 20 参照)

分析点 1 および 2 における、元素分析の結果、以下を確認した。

- ・分析点 1 に、元素濃度順に O、Al および Cl を確認
- ・分析点 2 に、元素濃度順に Cl、O および Al を確認
- ・他の部材と比べて明らかに高い濃度の Cl を確認

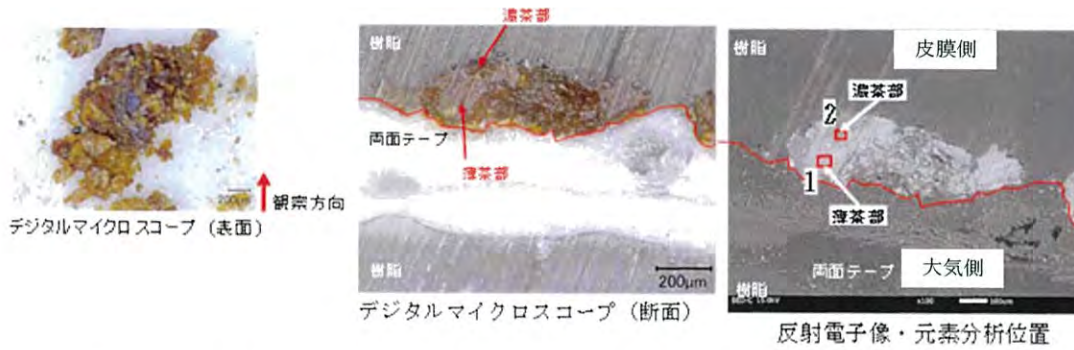


図- 47 位置決め部材基部 サンプル断面の SEM-EDS 反射電子像 (BEC) (No. 16)

表- 20 位置決め部材基部 サンプル断面の元素分析結果 (No. 16)

分析点		元素濃度 (質量%)												
		N	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	Ca	Cr	Fe	Ni	Zn
1	大気側	-	51.83	0.14	0.34	23.57	1.82	1.18	15.40	0.33	-	5.39	-	-
2	皮膜側	-	37.05	-	0.04	13.62	0.21	1.07	44.05	0.44	-	3.52	-	-

b) EDSマッピング観察結果 (図- 48 参照)

サンプル断面のEDSマッピングの結果、以下を確認した。

- ・ Al が皮膜側に色濃く確認
- ・ Al とほぼ同じ位置にOを確認
- ・ 断面全体に色濃くClを確認
- ・ 断面全体に色薄いFeおよびNaを確認

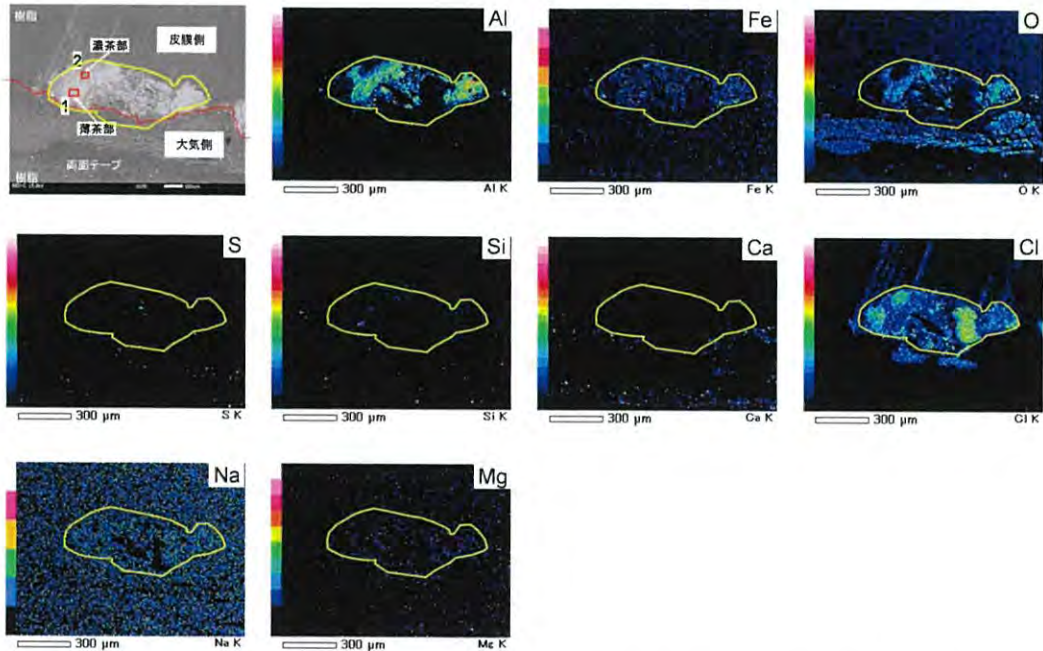


図- 48 位置決め部材基部 サンプル断面のEDSマッピング結果 (No. 16)

c. 観察結果を踏まえた考察

a) 皮膜側

- 薄茶色部では、OおよびFeが高い濃度で確認され、Alも少量確認されていることから、Fe酸化物が主成分であり、Al酸化物が共存しているものと考えられる。
- 一部確認された銀色部は、OおよびAlが高い濃度で確認され、若干低い濃度でFeが確認されていることから、Al酸化物にFe酸化物が共存している状態と考えられる。
- 他の部材と比べて明らかに高い濃度のClが確認された。Clは下部プレナムの構成設備に含有されない元素である。

b) 大気側

- 高い濃度のO、AlおよびClが確認された。

c) 全体

- 皮膜側の銀色部でAlが検出されたものの、Feも同程度の量で確認されており、変色部全体で、Feが高い濃度で確認され、Oの位置と符号することからFe酸化物が主成分であり、Al酸化物が共存している状態である。
- 皮膜側および大気側で高い濃度のClが確認され、下部プレナムの設備に含有されない元素であることから、Clは外部由来物質であると考えられる。

⑤表面及び断面観察まとめ

表面観察および断面観察の結果を踏まえたまとめは、以下のとおり。

a. Al

表面観察において、皮膜側の観察を行った結果、銀色部において以下を確認した。

- AlとOが多く検出され、EDSマッピングにおいてもAlとOの検出位置が符合していることから、Al酸化物が主成分であるもの
 - O、AlおよびFeが確認されており、主成分はAl酸化物であるものの、Fe酸化物と共存しているもの
 - Al濃度が全体の約8割、O濃度が残りであり、Alが金属状であるもの
- 断面観察においても銀色部は主に皮膜側で確認されている
また、銀色部においてはAlとともにSiやZnが共存しているものも確認されており、それらは封孔処理剤に含有する元素である。

以上より、検出されたAlは後述する「4. 2. 3 外部からの飛散物に係る調査(3)」に含まれる元素であることも考慮すると、以下に由来するものが検出されているものと考える。

- ・封孔処理剤に含まれるAl
- ・Al溶射皮膜に含まれるAl
- ・外部由来物質に含まれるAl

b. Fe

表面観察で、濃茶色や薄茶色を呈した変色部からFe濃度がAl濃度より高い割合で検出されており、その検出位置はEDSマッピングにおいて変色部と符号し、またその位置にはOも検出されていることから、茶色の変色部はFe酸化物であると考え

る。
Feは後述する「4. 2. 3 外部からの飛散物に係る調査(3)」に含まれる元素であること、またAlは皮膜側に主体的に検出されており、そのAlを覆うようにFeが検出されていること、さらに下部プレナムの設備に含有されない元素Mg、Cl、SおよびNaがあわせて検出されていることを考慮すると、Feは外部由来物質によるものと考え

る。
ただし、通風管、下部プレナム形成板および位置決め部材の母材が炭素鋼であり、その成分であるFeが浸み出している可能性は否定できない。

c. SiおよびZn

表面観察および断面観察において、高濃度のSiおよびZnが確認された。封孔処理剤にはこれら元素とともにAlが含まれ、分析結果においてAlとともに検出されていることから、この高濃度のSiおよびZnは封孔処理剤に含有される元素である

と考える。
ただし、観察結果では、ごく微量のSiやZnが検出される結果もあり、SiやZnは後述する「4. 2. 3 外部からの飛散物に係る調査(3)」に含まれる元素であり、下部プレナムの設備に含有されない元素とともに検出されたことから、ごく微量に検出されたSiやZnは外部由来物質である可能性もある。

d. Cl

上述した元素以外において、特に位置決め部材の基部において高い濃度のClが確認された。「5. 2 変色に対する評価(4)」に後述する塩による皮膜への影響が考えられる。

e. Mg、S、NaおよびCa

観察の結果、ごく微量に検出されたMg、SおよびNaは下部プレナムの構成設備に含有していない元素であり、後述する「4. 2. 3 外部からの飛散物に係る調査(3)」に含まれる元素と考える。

また、ごく微量でCaも確認されており、躯体のコンクリートの成分でもあるが、Mg等とともにごく微量で検出されており、外部由来物質によるものである可能性もある。

表- 21 下部プレナムの構成設備に含まれる元素

構成設備	部材	主な元素
通風管、収納管、下部プレナム形成板および位置決め部材のAl溶射皮膜に表面に塗布	封孔処理剤	Si、Zn、Al
通風管、収納管、下部プレナム形成板および位置決め部材の表面に皮膜	Al溶射皮膜	Al、O（大気側に酸化皮膜を形成）
通風管、収納管、下部プレナム形成板および位置決め部材の母材	炭素鋼	Fe
躯体	コンクリート	Ca、Si、Al、Fe
入口ルーバおよび下部プレナムの床面	ステンレス鋼	Fe、Cr、Ni

(2) 母材近傍までの皮膜剥離によるサンプル採取・分析

位置決め部材において、第3および第4貯蔵区域で確認された変色とは異なる変色部および変色のない部位に対して、以下に示すサンプルの採取方法により、A1溶射皮膜を母材近傍まで剥離し、採取した皮膜サンプルの断面観察および元素分析を実施した。

断面観察および元素分析の結果、変色部を採取したサンプルのほぼ全域がA1酸化物およびFe酸化物であること確認した。

なお、後述に記載しているとおり、A1溶射の再施工ための前処理として、A1溶射皮膜除去した状態では、母材表面の外観に有意な変化はなく、母材の肉厚についても計画値以上であることを確認した。また、再溶射後にはA1溶射皮膜の膜厚測定を実施し、管理値以上であることを確認した。

①サンプル採取方法

皮膜サンプル採取は、JISに「A1溶射の密着性調査の方法」として定められる「引張密着性試験」を参考として実施した。図-49にA1溶射皮膜サンプルの採取方法の概要を示す。

また、採取前後において、電磁式膜厚計を用いて皮膜の厚さ計測を行い、採取前の厚さに対して、十分な厚さの評価サンプルを採取することができた。

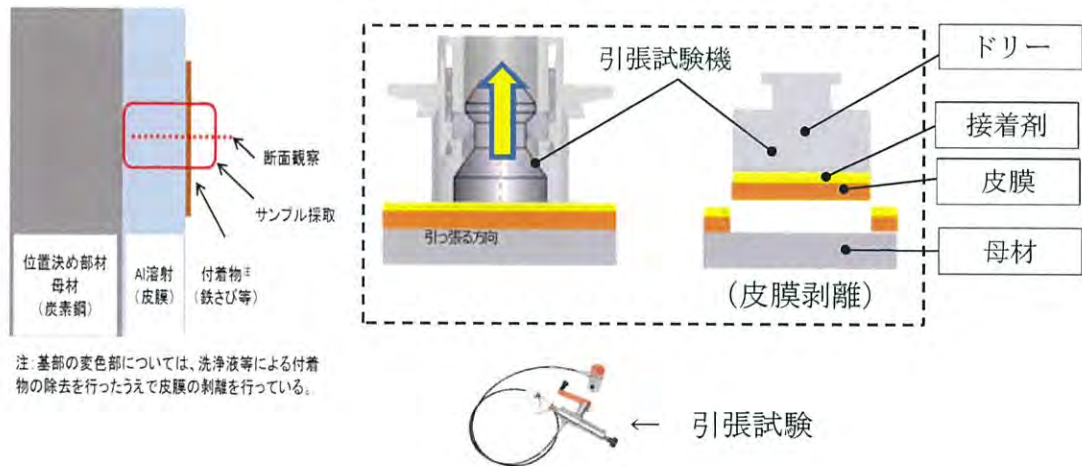


図-49 A1溶射皮膜サンプルの採取方法 (概要図)

②断面観察および元素分析

サンプルの元素分析および断面観察に際しては、両面テープによるサンプルの分析と同様にSEM-EDSにより実施した。

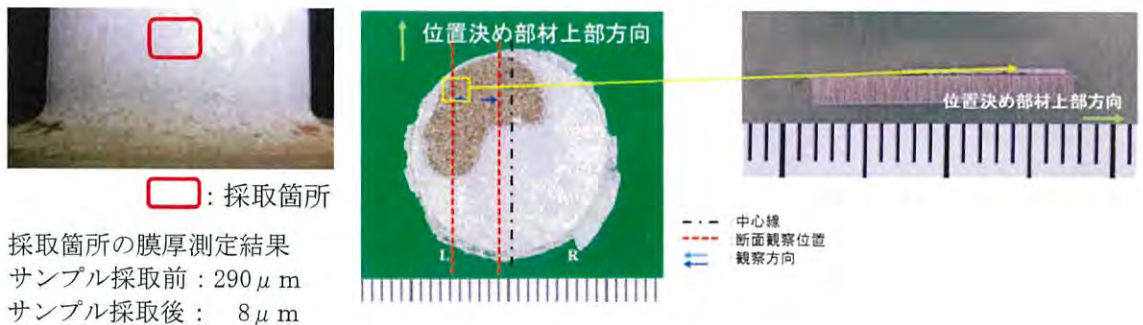
a. 変色が確認されていない部位

位置決め部材側面の変色が確認されていない部位における元素分析とEDSマッピングの結果は以下のとおりである。

- 分析点2の皮膜内部での分析結果、Al濃度が9割を超え、少量のO、ごく微量のFe、Si、Cl、Cr、NiおよびCuを確認
- 分析点1の母材側での分析結果、AlおよびFeで約5割であり、Oは少量であった。また、約3割のCrおよびNiを確認
- Fe、CrおよびNiは母材側で色濃く確認
- Oは全体でほぼ検出されておらず、若干点状で確認

これらの観察結果から以下を考察した。

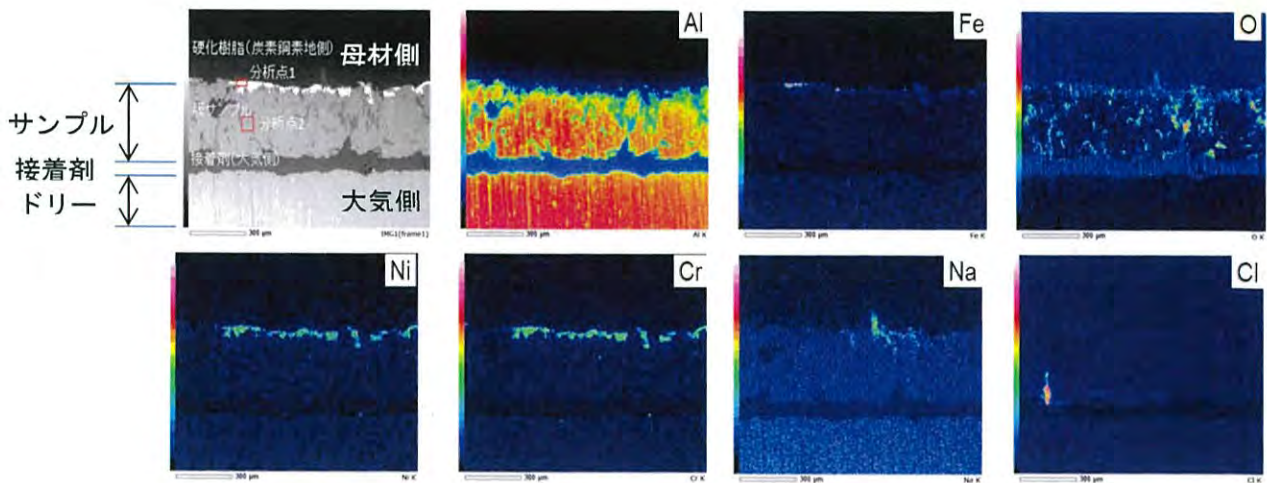
- 変色が確認されていない部位において、分析点2の皮膜内部の分析結果からOは少量でありAlが約9割であることから、金属の形態であると考えられる
- EDSマッピングの結果を踏まえると、Alは皮膜全体で色濃く検出され、Oが全体で若干の点状に検出されていることを踏まえると、変色が確認されていない部位では、大半のAlが金属の形態であると考えられる
- 母材側のFeは、母材の炭素鋼によるものと考えられる
- 母材側でCrおよびNiは、建設時のAl溶射時の母材の素地調整をした際に床面のSUSライニングから生じたSUSの微粉によるものと考えられる



図一 50 観察試料 (No. 15/健全部)

表一 22 皮膜サンプル断面の元素分析結果 (No. 15/健全部)

分析点	元素濃度 (質量%)													
	O	Na	Al	Si	S	Cl	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn
1 (母材側)	7.88	0.51	36.07	0.65	-	0.36	-	-	15.41	-	22.38	16.74	-	-
2 (皮膜内部)	5.87	-	91.30	0.95	-	0.34	-	-	0.31	-	0.38	0.39	0.47	-



図一 51 皮膜サンプル断面のEDSマッピング結果 (No. 15 / 健全部)

b. 変色部

位置決め部材基部の変色部における元素分析とEDSマッピングの結果は以下のとおりである。

【元素分析の結果】

- 分析点1の母材側および3の皮膜内部でのO濃度はいずれも5割弱であり、Al濃度およびFe濃度も高い値を確認
- 分析点2の母材側では、CrおよびNiが高い濃度で確認
- いずれの分析点においてもごく微量のClを確認

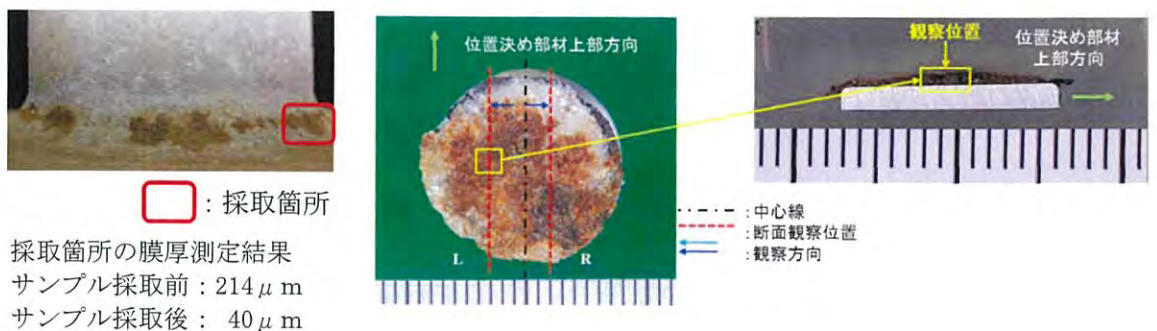
【EDSマッピングの結果】

- 皮膜全体でOとFeが色濃く確認され、Alも準じて確認
- 皮膜側の左部位でCrとNiが色濃く確認
- Clはサンプル断面のみでなく、接着剤と樹脂を含めた全体で確認

【考察】

これらの観察結果から以下を考察した。

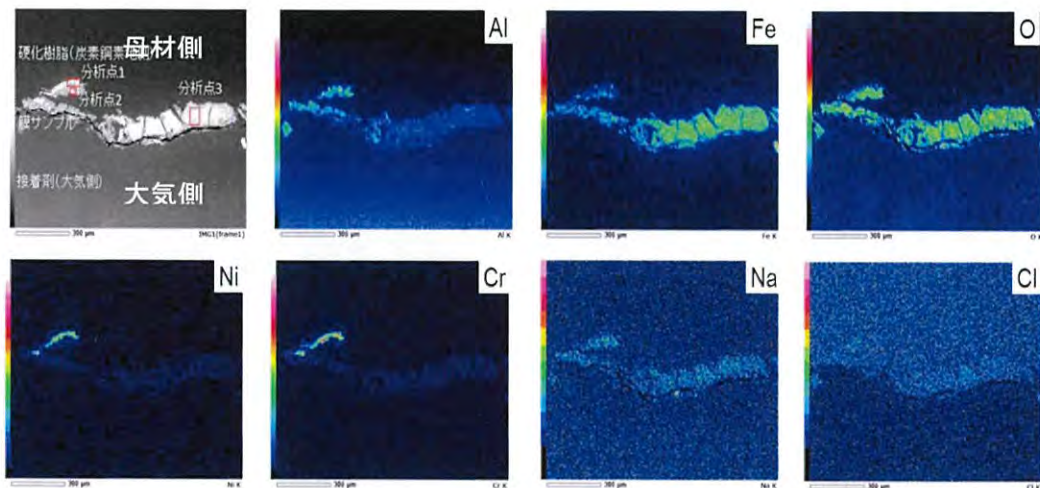
- 皮膜全体でOが確認され、それに準じてFeとAlが確認されていることから、皮膜全体でFe酸化物とAl酸化物が共存している状態と考えられる
- 同位置における両面テープによる分析結果からは、高い濃度のClが確認されていたが、ごく微量の結果しか検出されず、EDSマッピングの結果、接着剤および樹脂にも検出がされ、試料作成時の水に溶出した可能性が考えられる
- 母材側でCrおよびNiは、建設時のAl溶射時の母材の素地調整をした際に床面のSUSライニングから生じたSUSの微粉によるものと考えられる



図一 52 観察試料 (No. 15 / 変色部)

表一 23 皮膜サンプル断面の元素分析結果 (No. 15/変色部)

分析点	元素濃度 (質量%)													
	O	Na	Al	Si	S	Cl	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn
1 (母材側)	44.19	1.54	15.32	0.93	-	0.70	0.57	-	-	-	36.76	-	-	-
2 (母材側)	14.16	-	8.19	1.59	-	0.49	-	-	32.62	-	4.38	38.56	-	-
3 (皮膜内部)	46.36	0.59	28.66	1.77	0.27	0.72	0.24	-	2.29	-	14.24	3.08	-	1.78



図一 53 皮膜サンプル断面のEDSマッピング結果 (No. 15/変色部)

③ A 1 溶射皮膜の再施工

A 1 溶射皮膜のサンプル採取を実施後は、母材近傍まで皮膜が剥離した状態となることから、対象とした位置決め部材基部に対して、A 1 溶射皮膜の再施工を実施した。

以下に、A 1 溶射の施工方法および状況を示す。(表一 24 参照)

a. A 1 溶射の施工方法

a) A 1 溶射皮膜除去

- ・加圧式ブラスト機器を用いて、A 1 溶射皮膜を除去
- ・皮膜除去後、母材の肉厚測定を実施

b) 素地調整

- ・加圧式ブラスト機器を用いて、母材表面の粗面処理を実施

c) A 1 溶射

- ・母材と A 1 溶射皮膜の密着性をより向上させるため、アーク溶射およびフレーム溶射を実施













d) 封孔処理剤の塗布

- ・スプレー等を用いて封孔処理剤の塗布を実施
- ・封孔処理剤の塗布前後において、皮膜の膜厚測定を実施

b. A1 溶射再施工時の状況

- ・再溶射に際しての前処理として、A1 溶射皮膜の除去後、母材表面の外観に変色など有意な変化は確認されなかった。
- ・また、A1 溶射皮膜を除去した状態において、母材の肉厚測定を行い、計画値以上あることを確認した。
- ・A1 再溶射後、皮膜の膜厚測定を実施し、管理値以上あることを確認した。

表- 24 A1 溶射皮膜の剥離後および再施工後の状況

箇所	変色部の状況	皮膜剥離後の状況	A1 再溶射後 (封孔処理後)
No. 14	 膜厚測定結果：242 μ m	 肉厚測定結果：12.9mm	 膜厚測定結果：352 μ m
No. 15	 膜厚測定結果：214 μ m	 肉厚測定結果：11.8mm	 膜厚測定結果：359 μ m
No. 16	 膜厚測定結果：207 μ m	 肉厚測定結果：12.8mm	 膜厚測定結果：459 μ m
No. 7	 膜厚測定結果：170 μ m	 肉厚測定結果：12.9mm	 膜厚測定結果：461 μ m

(3) レプリカ分析

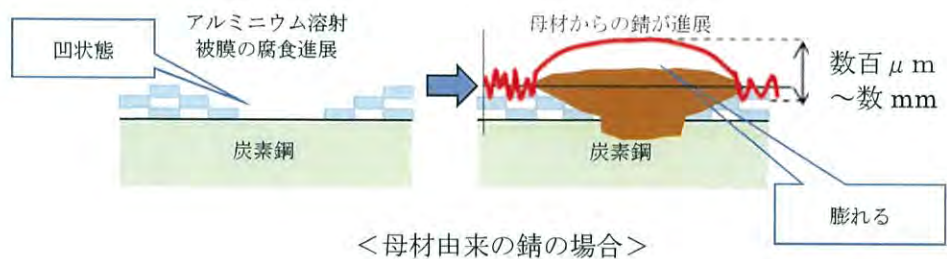
母材の腐食に起因する錆が発生する場合、まずA1溶射皮膜の消耗が進展し、露出した母材が腐食することで腐食生成物（錆）となり体積膨張するものと考えられる。（図-54参照）

A1溶射皮膜に凹凸があるのは、表面仕上げ（粗面処理）と封孔処理を行うためであるが、母材が露出した状態では、A1溶射皮膜が消耗していることから、 $160\mu\text{m}$ 以上（建設当時の管理値）と比べ凹状態になると考えられる。

一方、錆によって膨れ上がった場合は、 $160\mu\text{m}$ 以上（建設当時の管理値）と比べ凸状態になると考えられる。

例として、鉄が 1mm 腐食すると 2.3mm に膨張するとの知見^{*}が確認されている。

※「さび厚と腐食深さの相関関係に基づく腐食環境の定量評価に関する基礎的研究 土木学会第64回年次学術講演会（平成21年9月）」



<母材由来の錆の場合>

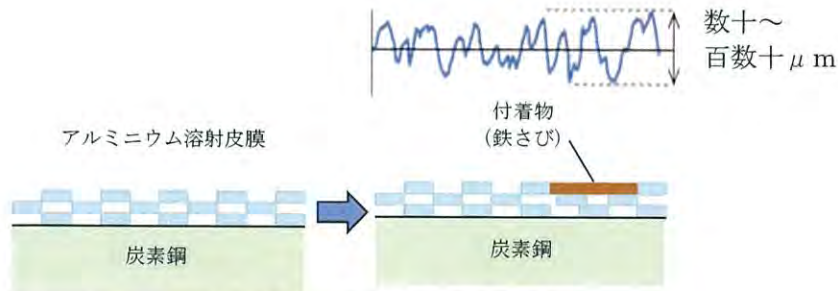


図-54 付着物の凹凸概念図

<付着物（鉄さび）の場合>

変色のない箇所（表面仕上げ状態）における凹凸は、第3および第4貯蔵区域下部プレナムにおける調査実績から数十～百数十 μm であることが確認されており、変色部においても優位な凹凸は確認されていない。

したがって、茶褐色部と周辺の健全部との凹凸の傾向を確認し、凹凸に有意な差がない場合は、A1溶射皮膜表面のみが変色しているものと考えられ、付着物（鉄さび）や鉄イオンの浸み出しの可能性が高いと判断できる。

そのため、変色部と周辺部を再現精度の高い歯科用レプリカ採取用樹脂で型取りし、レプリカ表面の凹凸を3次元計測装置にて測定した。

レプリカの凹凸測定を行い、変色部と周辺の健全部との凹凸の傾向を評価した結果、母材の腐食が推定される凹凸は確認されなかったことから、変色部はA1溶射皮膜の欠損による腐食性生物による体積膨張はないものとする。

①通風管変色部の凹凸評価

通風管に確認した変色部のうち、No. 70 に対して、レプリカによるサンプリングを実施した。(図- 55 および図- 56 参照)

採取したレプリカは、レプリカ側に転写された変色部の中央と端、および変色が無い健全部に該当すると思われる箇所との3か所について凹凸を測定し、評価を行った。(測定結果を表- 25 に示す)

測定では、図- 56 の丸印の範囲で縦方向および横方向の2方向で測定した。

また、縦方向の評価長さについては、形状の都合から横方向や他のレプリカでの測定と比較し長さを短くした。

前述したように、母材由来の腐食の場合には数百 μm ~数 mm の膨らみが考えられるため、凹凸の傾向を把握するために評価長さとして5 mm 程度で十分と考えた。

本計測においては、横方向の評価長さは4,500 μm とし、縦方向の評価長さは形状の制約から2,700 μm とした。

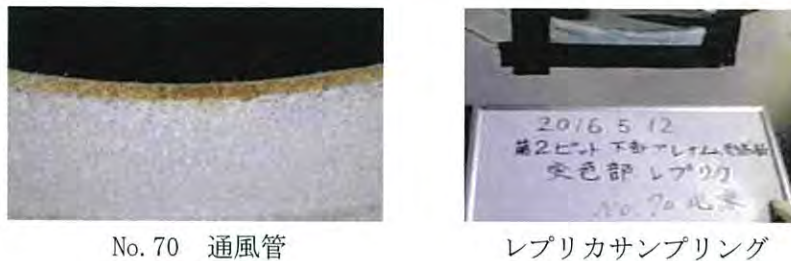


図- 55 レプリカ対象箇所および作業状況 (通風管 No. 70)

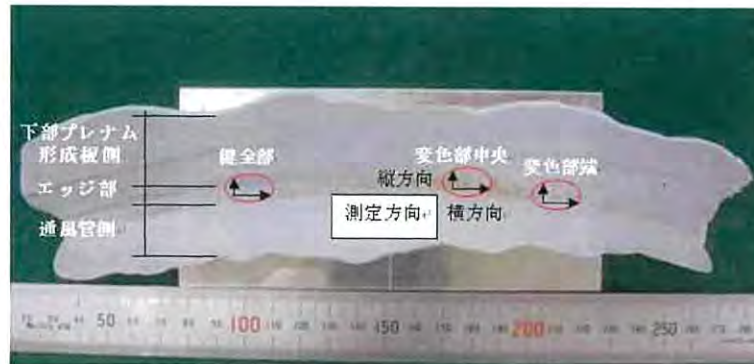


図- 56 レプリカ採取結果 (通風管 No. 70)

表- 25 レプリカ凹凸測定結果 ($Rz/\mu\text{m}$) (通風管 No. 70)

測定位置	健全部	変色部中央	変色部端
縦方向 (評価長さ 2,700 μm)	137	112	63
横方向 (評価長さ 4,500 μm)	131	132	136

Rz : 最大深さ高さ

測定結果から、以下のように考察できる。

- 健全部、変色部中央、変色部端ともに100 μm 前後の凹凸であった。また、測定箇所での大きな差は無い。

以上から、通風管変色部等に対するレプリカによる凹凸評価から、変色部および健全部で特に凹凸測定結果に差は見られず、同程度の凹凸であることが分かった。

したがって、母材の腐食が推定される大きな凹凸はないものと考えられる。

② 位置決め部材基部の凹凸評価

変色を確認した位置決め部材基部のうち、No. 14、No. 15、No. 16 に対して、レプリカ分析を実施した。(図- 57 ~ 図- 59 参照)

採取したレプリカは、東・西・南・北側より各 3 点ずつ、測定範囲は、目視で、垂直面が始まる位置から上側 5mm(図- 59：黒枠)および溶接ビードより離れた高い位置で垂直方向に 5mm(図- 59：青枠)の範囲を対象として評価した。(測定結果を表- 26 および表- 27 に示す)



図- 57 レプリカ作業状況 (位置決め部材 No. 16)

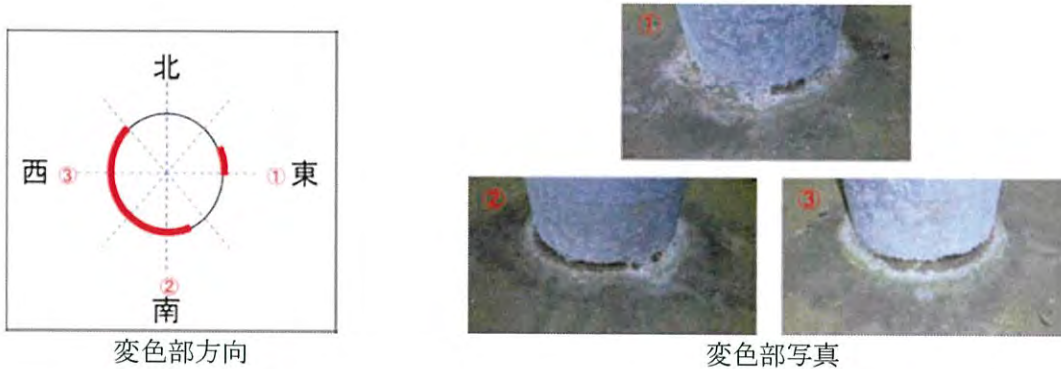


図- 58 レプリカ対象箇所 (位置決め部材 No. 16 基部)

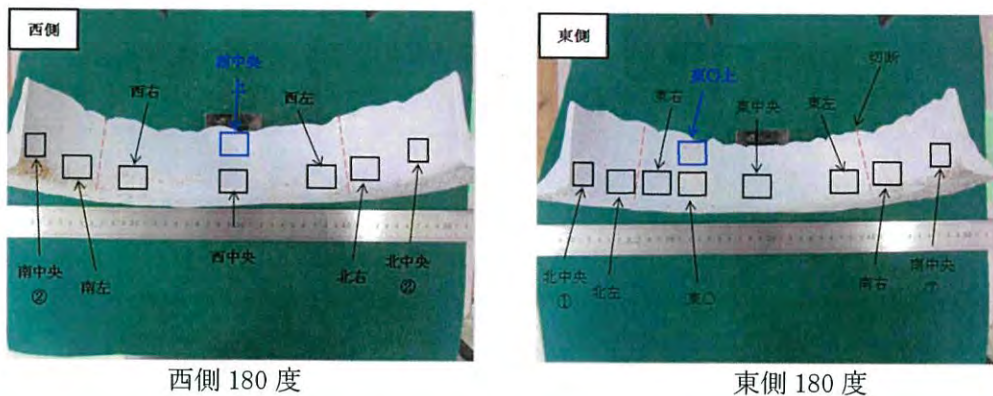


図- 59 レプリカ採取結果 (位置決め部材 No. 16)

表一 26 レプリカ凹凸測定結果 (Rz/μm) (位置決め部材 No. 16)

測定位置	北			東			南			西			
	右	中央 ①/②	左	右	○	中央	左	右	中央 ①/②	左	右	中央	左
Rz/μm	277	166/267	279	207	207	219	100	155	233/285	195	156	183	169

Rz : 最大深さ高さ

□ : 位置決め部材基部 溶接ビードの健全部

表一 27 レプリカ凹凸測定結果 (Rz/μm) (溶接ビード部との比較)

測定位置	東○		西中央	
	位置決め部材側面※	溶接ビード上	位置決め部材側面※	溶接ビード上
Rz/μm	127	207	95	183

Rz : 最大深さ高さ

□ : 位置決め部材基部 溶接ビードの健全部

※凹凸測定を実施した基部の溶接ビード真上に位置する位置決め部材側面の位置を示す。

測定結果から、以下のように考察できる。

- ▶ 表一 27 より、溶接ビード上と溶接ビード上ではない部分との凹凸測定結果の比較から 100μm 程度の差が生じる。
- ▶ 表一 26 より、位置決め部材基部の凹凸測定結果 (100μm ~ 285μm) から、溶接ビードの影響を考慮し、100μm を差し引いた 0 ~ 185μm 程度となる。

以上のことから、位置決め部材基部は、溶接ビードの影響により凹凸が増加しているものの、それらを考慮した結果からも母材の腐食が推定される数 mm の凹凸ではないことを確認した。

また、No. 14 および No. 15 についても同様の評価であることを確認した。

4. 2. 2 洗浄等による変色等の状態確認

通風管等に確認された変色部について、外部由来の付着物である可能性が高いと考えていることから、変色部が表面的なものであるかどうかを確認するため、洗浄液等による洗浄を実施した。

(1) 洗浄等の実施方法

洗浄にあたっては、除去効果およびA1溶射皮膜への影響を考慮し、中性タイプ洗浄液を使用した。変色部に対し、洗浄液を直接塗布し、布でふき取ることにより、変色部の除去を実施した。

また、位置決め部材については、ワイヤブラシによる変色部の除去を実施した。

(2) 実施結果

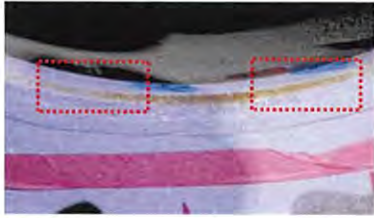
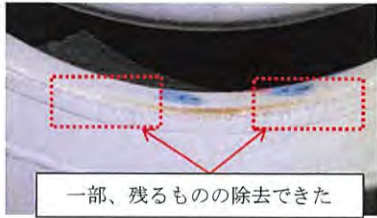
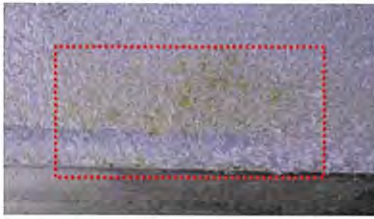
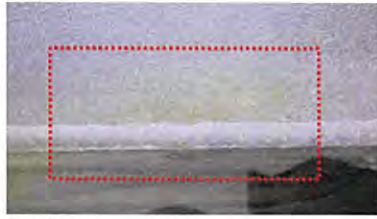
一部に残った変色部は、A1溶射皮膜表面の凹凸に入り込んでいる可能性が高く、完全に除去することは、A1溶射皮膜を損傷するおそれがあることから実施できないものの、一部に残った変色部以外は洗浄液等により除去することができた。

また、除去の前後においてA1溶射皮膜の膜厚を測定し、ほとんど変化がないことを確認した。(表-28参照)

(3) 考察

以上の結果から、変色部は付着物である可能性が高いと考えられる。

表-28 通風管等の変色部に対する洗浄結果

対象	洗浄液による洗浄	
	洗浄前	洗浄後
通風管	 <p>膜厚：312 μm</p>	 <p>膜厚：316 μm</p>
下部プレナム形成板	 <p>膜厚：269 μm</p>	 <p>膜厚：267 μm</p>

4. 2. 3 外部からの飛散物に係る調査

外部からの飛散物は一般的に表-29に示すとおりであり、付着物の発生由来を調査するため、建屋外の調査として、EB2を代表とした空気の流入経路である入口シャフトでの大気浮遊塵分析および第2貯蔵区域での床面堆積物を実施した。

また、付着物との相互関係を明確にし、外部由来であることを示すため、建屋給気フィルタ、土壌サンプルの分析を実施した。

下部プレナム内の調査として、第2貯蔵区域の入口ルーバ、下部プレナム床面および壁面に対して、表面のふき取りによる分析を実施した。

表-29 外部由来の飛散物

由来物質	主要含有元素	下部プレナムにおける存在状態
大気浮遊塵 ^{※1}	Na、Al、Si、K、Ca、Fe、Mg、Zn、Ti… (存在比の高い順)	・ 鉱物粒子 (変性・風化後含む) (乾燥時期) ・ 結露水・雨水等で一部成分が溶解・移動して広く分布 (結露時期)
海塩粒子 ^{※2}	Cl、Na、SO ₄ 、Mg、Ca、K、HCO ₃ … (存在比の高い順)	・ 結露水・雨水等で溶解・移動して広く分布 (結露時期) ・ 乾燥状態あるいは潮解性で一定の水分と共存 (乾燥時期)
融雪剤	Mg、Na、Ca、Cl	・ 結露水・雨水等で溶解・移動して広く分布 (結露時期) ・ 乾燥状態あるいは潮解性で一定の水分と共存 (乾燥時期)

※1 平成27年度微小粒子状物質 (PM2.5) 成分分析 調査結果, 青森県, 2015

※2 H. J. M. Bowen, Environmental Chemistry of the Elements, Academic Press (1979)

(1) 下部プレナム内の環境調査

① 入口シャフト下による大気浮遊塵の測定

入口シャフト下にて「大気粉じん中の重金属類の測定」に係る環境省の有害大気汚染物質測定方法マニュアルに準拠して、ハイボリュームエアサンプラにて約20×25cmのフィルタに、流量約1000ℓ/minにて2016年3月29日～3月30日の期間 (24時間) で採取した試料に対して、ICP質量分析法^{※1}およびICP発光分光分析法^{※2} (以下、ICP法という) にて金属粒子を分析した。(表-30参照)

ここで、表-30に示された定量分析^{※3}した元素については、予めICP法による定性分析^{※3}を実施し、その結果より分析対象とする元素を選定した。

※1 ICP質量分析法は、高周波誘導結合プラズマ質量分析法 (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry: ICP-MS) の略でICP法と同様に多元素同時分析法の1つである。分析試料にプラズマのエネルギーを外部から与えてイオン化させ、このイオンを利用して検出器によりパルスカウント方式で計測することにより高い感度で測定する方法である。

※2 ICP発光分光分析法は、高周波誘導結合プラズマ発光分光分析法 (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry: ICP-AES) の略で分析試料にプラズマのエネルギーを外部から与えると含有されている成分元素 (原子) が励起され、その励起された原子が低いエネルギー準位に戻るときに放出される発光線 (スペクトル線) を測定する方法である。

※3 定性分析と定量分析

定性分析は、元素組成（試料の含有元素の種類・濃度）の情報が無い、ある試料の成分（含有元素）を調べるための化学分析を指す。

定量分析は、試料中の成分量（含有元素の濃度）を調べるための化学分析を指す。試料中の成分が未知の場合、定量分析の前に定性分析を実施し、試料中の成分を特定する。

なお、ICP-MS（質量分析）およびICP-AES（発光分析）ともに、スペクトルと強度がそれぞれ、元素の種類と濃度に対応し、定性・定量分析の両方に対応できる。必要な①「分析用溶液必要量」と②「測定時間」を考慮し、最初に①②とも少ない定性分析で元素を特定した後、①と②を十分に用意して定量分析を行う。

分析した結果から、外気（浮遊塵）には、金属粒子が含まれており、FeおよびAlのほか、Ca、K、Na、S等も多く含まれていることを確認した。

また、上記の元素より少ないが、Ni、Mg、Zn等を確認した。

これにより、両面テープにて採取した変色部サンプルの表面および断面分析で観察した下部プレナム内に存在しないMg等は、外部（大気浮遊塵）から下部プレナム内に流入したものと考えられる。

表－30 大気浮遊塵に含まれる粒子の分析結果

項目	単位	今回測定結果 (H28. 3/29-30)	前回測定結果 (H27. 9/24-25)	備考※ ²
浮遊粉じん量	μg/m ³	60	16	
Al	ng/m ³	540	180	観測期間平均 399ng/m ³ (黄砂観測日 3185)※ ³
Ba	ng/m ³	12 未満	—	
Fe	ng/m ³	450	150	
Mg	ng/m ³	13	—	観測期間 24ng/m ³ (黄砂観測日 55)
Mn	ng/m ³	0.61	—	観測期間平均 1.9ng/m ³ (黄砂観測日 5.8)
Ni	ng/m ³	180	1.1	観測期間平均 555ng/m ³ (黄砂観測日 2888)
Ti	ng/m ³	26	—	
V	ng/m ³	5.9 未満	—	
Zn	ng/m ³	33	13	
Ca	ng/m ³	580	—	
K	ng/m ³	500	—	
Na	ng/m ³	2500	—	
P	ng/m ³	42	—	
S	ng/m ³	2100	—	
Sr	ng/m ³	12 未満	—	
Cr	ng/m ³	—	1.4	観測期間平均 1.3ng/m ³ (黄砂観測日 4.7)
Cu	ng/m ³	—	0.61	観測期間平均 1.9ng/m ³ (黄砂観測日 5.8)

※1：宮崎県衛生環境研究所「大気浮遊塵中の微量金属濃度について」2010年報告の例であり、表中の「()」内は黄砂日の値を示す。

※2：貯蔵区域風量を1.2kg/sとした場合、年間47gが流入する量に該当する。

②下部プレナム床堆積物の分析

下部プレナム床4隅より塵や砂埃などの堆積物を採取し、元素分析を行った。(図-61および表-31参照)

上記試料に対し、蛍光X線分析※(以下、「X線分析」という。)により元素分析を実施した。

採取した堆積物は固体試料となることから、固体試料の成分分析、定量分析の一般的な方法として、X線分析を実施した。その他の方法としてICP法があるが、液体試料とする必要がありX線分析と比較して時間を要するため、固体試料でも測定可能なX線分析を用いた。

※蛍光X線分析

X線を照射した際に発生する元素に固有のX線(蛍光X線)のエネルギーまたは波長を測定することにより、物質の化学的な結合状態や物質の状態(固体、粉体、液体、結晶質、非結晶質など)には無関係で、非破壊で比較的簡単に元素分析ができる。金属・鉱物・セメント・石油工業などにおける各種材料の分析、食品中の有害物質や大気・河川環境などの分析など広い分野で利用されている。

分析した結果から、全サンプル採取位置において、ピット内に混入した砂塵、コンクリート由来と推定されるCa、FeおよびSiが多く検出された。

Feは北側で、CrやNiは北東側で比較的によく検出された。

【EB建屋とEB2建屋の比較】

以下にEB建屋とEB2建屋の床堆積物の分析結果を比較した考察を示す。

- ▶ EB建屋の第2貯蔵区域と比較して、EB2建屋の第3貯蔵区域では、Ca濃度が高い値で確認された。この高い濃度は、第3貯蔵区域の下部プレナム床面に施工されたコンクリートに由来していると考えられる。第2貯蔵区域の下部プレナムでは床面にSUSライニングを敷設しており、直接コンクリートが露出していないため、Caの影響が少なかったと考えられる。
- ▶ 第3貯蔵区域と比較して、第2貯蔵区域ではFeが高い濃度で確認された。これは第2貯蔵区域の運用期間が第3貯蔵区域より長く、外部由来の主に大気浮遊塵に含まれるFeの蓄積が進んだためと考えられる。
- ▶ これと同様の傾向と見られたのは、Cl、NaおよびSであり、運用期間の長く、外部由来の海塩粒子の蓄積が進んだためと考えられる。

表-31 下部プレナム床堆積物 X線分析結果

(単位 質量%)

採取場所	EB建屋				EB2建屋			
	第2貯蔵区域				第3貯蔵区域			
	Y1北東	Y2北西	Y3南東	Y4南西	Y1南東	Y2南西	Y3北東	Y4北西
Fe	22.9	27.1	14.8	19.3	7.8	5.1	20.1	18.9
Si	17.9	15.7	27.9	34.1	21.9	27.9	28.2	31.2
Ca	13.8	17.6	20.8	18.9	58.9	58.0	20.2	19.9
Cl	12.8	22.6	7.4	4.0	0.4	0.1	3.3	1.3
Na	11.2	4.3	7.4	5.2	2.8	0.8	5.0	4.9
Al	5.5	4.9	7.9	9.7	3.0	3.1	9.2	9.8
S	3.4	1.4	7.5	1.8	1.2	0.9	1.0	1.1
Zn	3.4	0.8	0.5	0.9	0.2	0.4	3.0	2.6
Cr	2.9	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	1.7	1.8
K	2.0	1.6	2.7	2.9	1.7	1.6	2.4	2.4
Ni	1.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	2.4	2.2
Ti	0.8	1.2	1.2	1.4	0.7	0.9	1.3	1.3
Mg	0.7	0.4	0.7	0.7	0.4	0.3	0.6	0.6
P	0.5	0.5	0.4	0.4	0.2	0.2	0.5	0.5
Mn	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6

③入口ルーバ、下部プレナム床面および壁面のふき取りによる分析

入口ルーバは、通風管等のように表面にA1溶射皮膜が施工された構造物と異なり、A1溶射皮膜のないSUS材である。

入口ルーバの表面において茶褐色の変色が確認されており、入口ルーバ表面に錆が生じている可能性が考えられるものの、ふき取りにより、変色が除去可能であったことから外部由来のものと考えられる。

また、通風管等、下部プレナムで確認されている変色部においても、外部由来のものと考えているが、入口ルーバ表面に発生したSUS由来の錆が下部プレナム内に飛散し、付着している可能性について、ルーバからのSUS由来成分の飛散状況を確認するため、下部プレナム床面および壁面のふき取りによるサンプルを採取し、分析を実施した。

分析に際しては、ルーバ由来であるかを確認するため、SUS特有のCrおよびNiの割合を確認した。

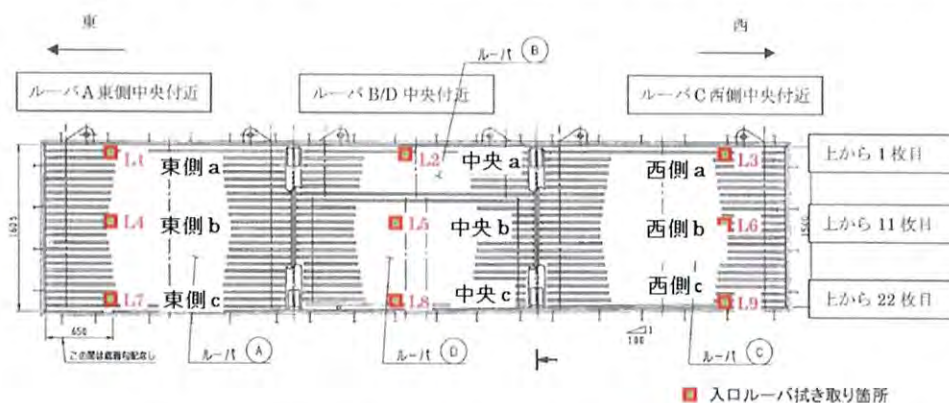
a. 入口ルーバ変色部の分析

入口ルーバの変色部に水分を含ませたガーゼを用いて50mm×50mmの範囲の入口ルーバ表面（9箇所）を拭き取りサンプルを採取した。ガーゼにより拭き取ったサンプルに含まれるFe、CrおよびNi量をICP法で分析した。（図－60および表－32参照）

なお、拭き取りサンプルは、ガーゼに付着しているために湿式採取（希釈した塩酸に溶かし、分析試料を溶液とする。）とした。

今回の分析手法には、溶液そのままの測定が可能であり、高感度な分析法であるICP法を採用した。他の方法としてはX線を用いた分析方法があるが、ガーゼに付着した微量の元素分析であることから、微量の元素測定に適用性があるICP法とした。

分析した結果、Feと比較して、CrおよびNiの割合が少ない結果となった。



図－60 入口ルーバのサンプル採取箇所

表－32 入口ルーバのFe、CrおよびNi拭き取り量

(単位：mg/2500mm²)

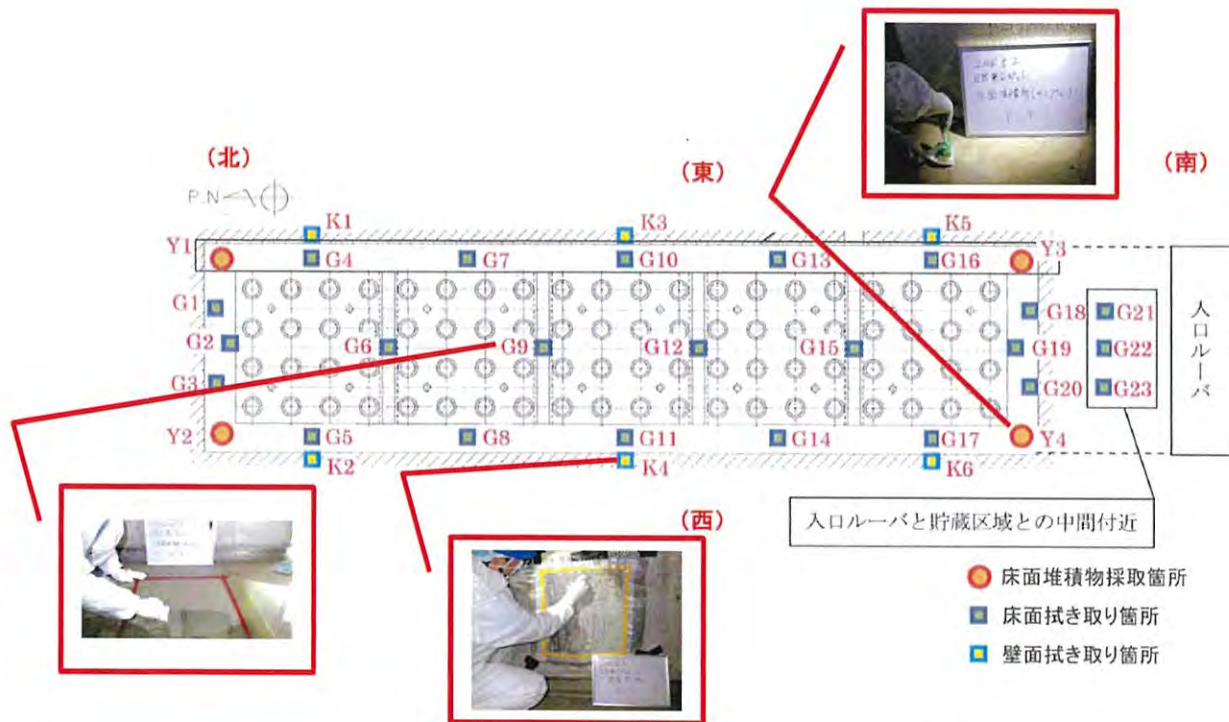
採取場所	Fe	Cr	Ni
東側 a	3.6	0.1 以下	0.1
東側 b	3.7	0.1 以下	0.1 以下
東側 c	4.0	0.1 以下	0.2
西側 a	4.7	0.2	0.2
西側 b	3.4	0.1 以下	0.1
西側 c	2.8	0.1 以下	0.1 以下
中央 a	2.6	0.1 以下	0.1 以下
中央 b	2.4	0.1 以下	0.1 以下
中央 c	3.6	0.1 以下	0.1 以下

b. 下部プレナム床面

下部プレナム床面（全23箇所）について、500mm×500mmの範囲をガーゼで拭き取りサンプルを採取した。ガーゼにより拭き取ったサンプルに含まれるFe、CrおよびNi量をICP法で分析した。（図－61および表－33参照）

分析した結果、全採取点において、Feと比較して、CrおよびNiの割合が少ないことを確認した。

また、入口ルーバ側の採取箇所G21では、堆積物の量が多く他の位置と比較してFe、CrおよびNiが特に多い値を示した。南側の入口ルーバ側の下部プレナム床面は、北側の出口ルーバ側に比べ、堆積物の量が多く、Fe、CrおよびNiが高い値を示した。



図－61 下部プレナム床面等のサンプル採取箇所

表－33 下部プレナム床面のFe、CrおよびNi拭き取り量

(単位 mg/2500mm²)

採取場所	Fe	Cr	Ni	採取場所	Fe	Cr	Ni
G1	147.5	2.4	1.8	G11	257.3	3.6	2.6
G2	231.0	6.2	4.0	G12	275.4	5.5	4.1
G3	181.9	2.9	1.8	G13	418.3	7.2	8.0
G4	229.5	8.6	5.6	G14	326.2	4.8	3.5
G5	128.9	1.8	1.2	G15	319.0	5.6	5.1
G6	225.3	13.0	7.4	G16	538.0	9.0	9.9
G7	258.5	7.4	5.9	G17	541.1	8.0	6.0
G8	200.9	2.8	2.1	G18	405.0	6.5	6.4
G9	242.9	7.7	4.3	G19	520.7	8.3	6.6
G10	370.7	6.5	6.2	G20	553.4	8.8	8.0
				G21	873.4	23.0	16.6
				G22	332.9	8.7	3.0
				G23	654.1	17.2	10.1

c. 下部プレナム壁面

下部プレナム壁面（全6箇所）について、500mm×500mmの範囲をガーゼで拭き取りサンプルを採取した。ガーゼにより拭き取ったサンプルに含まれるF e、C rおよびN i量をI C P法で分析した。（図－ 61および表－ 34参照）

分析した結果、全採取点において、F eと比較して、C rおよびN iの割合が少ないことを確認した。

表－ 34 下部プレナム壁面のF e、C rおよびN i拭き取り量

(単位 mg/2500mm²)

採取場所	F e	C r	N i
東壁 K1	14.8	1.1	1.0
東壁 K3	15.2	1.3	1.0
東壁 K5	2.0	0.1	0.1
西壁 K2	14.6	1.2	1.0
西壁 K4	13.7	0.8	0.7
西壁 K6	2.1	0.1	0.1

d. 下部プレナム床堆積物

上記「4. 2. 3 (1) ② 下部プレナム床堆積物の分析」で行った分析とともに、堆積物内にもS U S由来の錆の飛散状況を確認するために、F e、C r、N i量をI C P法により分析した。（図－ 61および表－ 35参照）

分析した結果、全採取点において、F eと比較して、C rおよびN iの割合が少ないことを確認した。

表－ 35 S U S成分に着目した床面堆積物のX線分析結果

(F eを100%とした場合のC rおよびN i割合)

採取場所	F e	C r	N i
Y1 北東	100	13	7
Y2 北西	100	2	1
Y3 南東	100	2	1
Y4 南西	100	1	1

e. 入口ルーバ表面に確認された変色による他設備への影響

入口ルーバ、下部プレナム床面および壁面のふき取りによるサンプル分析の結果より、各設備において、F eと比較して、C rおよびN iの割合が少ない結果が得られた。入口ルーバに関しては、表面の変色がふき取りにより除去可能であったことおよびC r、N iの割合を踏まえ、S U S材表面の変色は外部由来の付着物が主な要因である。

よって、入口ルーバからS U S由来成分の錆が飛散する状況ではなく、外部由来の浮遊塵（浮遊塵に含まれるF e）が主な要因であることが考えられる。

(2) 外部環境調査

付着物の発生由来を調査するため、土壌のサンプル採取、建屋外の大気浮遊塵および建屋の給気フィルタのサンプルを採取し、外気に含まれる浮遊物質を分析した。

①建屋周辺の土壌サンプル測定

下部プレナムに確認された変色部から採取したサンプルを分析（SEM-EDS）した結果、AlやFeの他、Mg等の各種金属の元素を確認している。

AlやFeは建屋内部に由来する可能性がある一方、Mg等は、下部プレナムの構成部材には含有しない元素であり、建屋外部からの飛散物（外部由来物質）の可能性が高いと推察できる。

これらの結果より、大気浮遊塵として建屋内に取り込まれる外部由来物質の調査として土壌に含まれる元素分析を行なった。

a. 分析対象とする土壌サンプル

当社敷地内のうち、主に西風の影響が強く、定期的に採取している土壌サンプルの採取地点を踏まえ、敷地内の西側（

図－62に示す再処理事業所西門付近）の土壌を対象とした。

また、今回の調査にて採取したサンプルに加え、同場所において、過去に採取した各建屋の建設時期に相当する土壌サンプルについても対象とした。以下に、分析対象のサンプルを示す。

- a) EB建屋しゅん工年で工事時期に近い土壌（1996/7/2採取）
- b) K施設の建設期間の中間時期の土壌（2002/7/26採取）
- c) EB2施設のしゅん工年の土壌（2010/7/28採取）
- d) 今回の調査時期の土壌（2016年8/4採取）



図－62 土壌サンプル採取地点

b. 分析・評価方法

採取したサンプルは、ふるいで分級した土壌サンプル中の微細粒子を対象として元素濃度をX線分析により求める。

なお、測定対象の微細粒子は、粒子の小さいサンプルの106 μm 未満および粒子の大きい106~600 μm の2項目について測定し、測定結果は元素の重量比で算出した。

c. 測定結果

粒子の大きさの違いおよび採取年度の違いによる土壌サンプルの組成の大きな違いはなかった。(表-38参照)

全体の約5割がSiで、AlおよびFeで約3割、その他少量でカリウム(K)、CaおよびNaが確認された。

表-36 土壌サンプルの分析結果

(単位：重量%)

元素	1996/7/2 採取		2002/7/26 採取		2010/7/28 採取		2016/8/4 採取	
	<106 μm	106~600 μm	<106 μm	106~600 μm	<106 μm	106~600 μm	<106 μm	106~600 μm
Si	52.60	47.89	51.75	48.30	50.02	46.73	50.52	47.95
Al	16.77	16.31	16.87	16.05	16.00	15.89	14.20	14.40
Fe	16.14	20.93	16.68	20.54	18.89	22.35	20.12	22.02
K	4.89	4.20	4.91	4.27	4.89	4.27	4.50	4.29
Ca	2.84	3.51	3.00	3.73	3.25	3.78	3.11	3.77
Na	2.04	1.86	2.02	1.86	1.83	1.85	2.24	1.99
Ti	1.79	1.87	1.91	1.94	1.95	1.98	1.82	1.91
P	0.92	0.97	0.87	0.89	0.93	0.84	0.98	1.01
S	0.60	0.68	0.58	0.66	0.70	0.63	0.67	0.73
Mn	0.47	0.67	0.48	0.65	0.58	0.65	0.68	0.75
Mg	0.28	0.30	0.29	0.30	0.28	0.30	0.29	0.27
Cl	0.20	0.17	0.21	0.19	0.21	0.18	0.24	0.23
Ba	0.16	0.13	0.15	0.18	0.13	-	0.15	0.17
Br	0.062	0.065	0.061	0.11	0.075	0.13	0.10	0.12
Cr	0.062	0.11	0.041	0.073	0.065	0.068	0.070	0.062
Zn	0.046	0.078	0.051	0.072	0.064	0.090	0.080	0.086
Zr	0.045	0.076	0.037	0.053	0.049	0.076	0.076	0.075
Ni	0.025	0.033	0.029	0.039	0.034	0.034	0.030	0.027
Rb	0.022	0.038	0.019	0.032	-	0.040	0.036	0.043
Sr	0.017	0.064	0.018	0.024	0.023	0.068	0.034	0.059
Cu	0.013	0.030	0.018	0.047	0.018	0.025	0.030	0.021
Y	0.007	0.015	0.008	0.014	0.006	0.016	0.014	0.016
Nb	0.004	0.006	0.003	0.005	0.004	0.007	0.007	0.006

②建屋の給気フィルタ

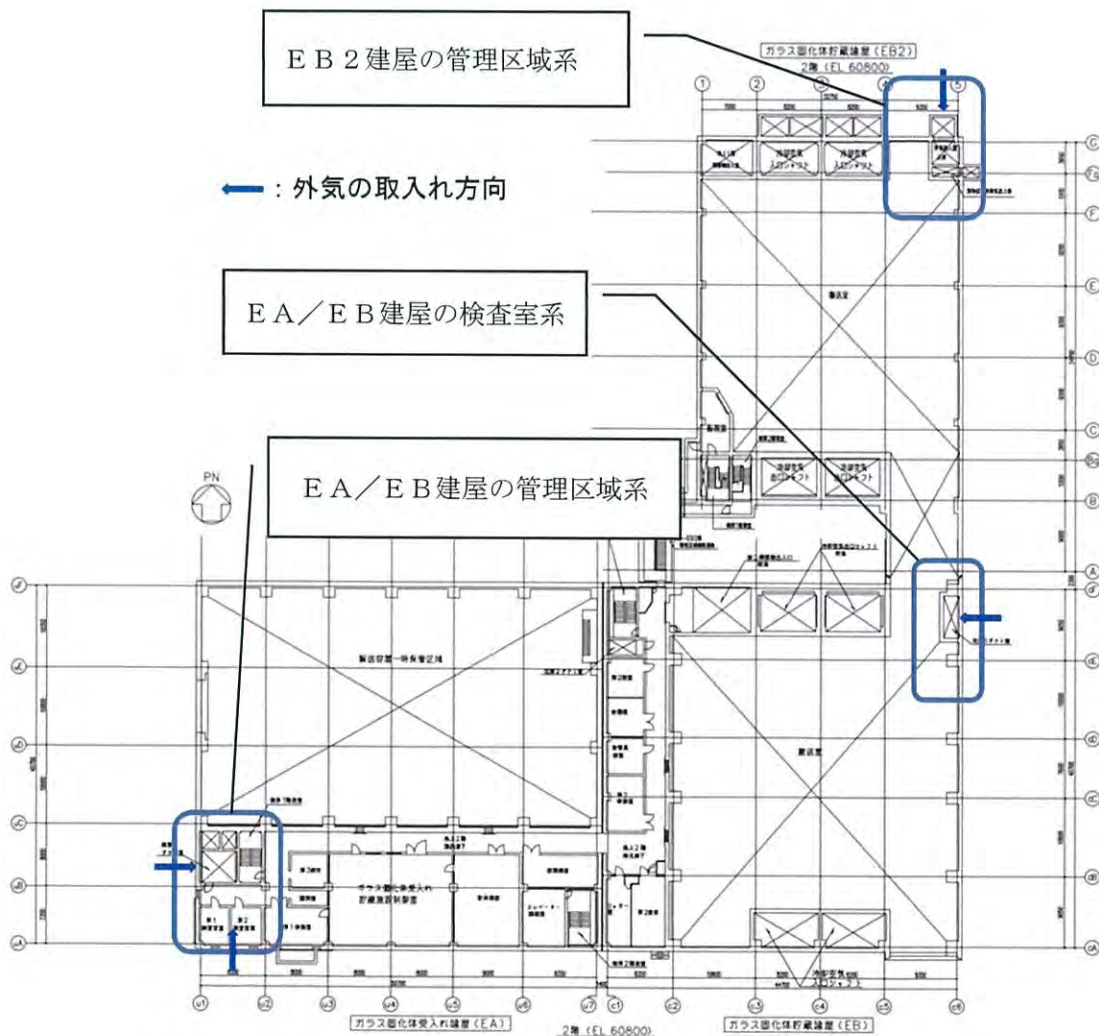
外気取り込み口の向きによる違いを確認するため、廃棄物管理施設における建屋換気設備の給気フィルタ（管理区域系および検査室系の3地点）を対象とした。（図－ 63 参照）

分析のため採取した給気フィルタは、次に示す3地点・4種類である。

- E A / E B 検査室系 使用期間：2013年3月1日～2016年3月11日
（使用日数 1106 日）
- E A / E B 検査室系 使用期間：2016年3月11日～2016年3月28日
（使用日数 18 日）
- E A / E B 管理区域系 使用期間：2015年9月9日～2016年3月28日
（使用日数：201 日）
- E B 2 管理区域系 使用期間：2015年9月9日～2016年3月28日
（使用日数：201 日）

建屋換気設備のフィルタ部の外気側（黒ずんでいる側）四隅および中央を無作為に採取した。フィルタ毎に、採取したサンプルを混合し、分析試料の溶液を作成後、I C P 発光分光分析法により金属粒子の含有量を分析した。

また、未使用フィルタについても分析を行った。



図－ 63 廃棄物管理施設 各給気フィルタの外気取り入れ口の向き

分析した結果、未使用フィルタと比較して、金属粒子としてFeが多く検出された。AlやMgについては、Feより多い値であるが、未使用フィルタでも多く検出しており、フィルタで捕集された成分として評価に採用はできない。

Sについてはある程度の使用期間があると高い値が得られたが、工事車両が多いことから、車両からの排ガスの硫黄分が影響した可能性と、EA/EB/EB2建屋の北側に位置するボイラ建屋の煙突から排出された排煙中の硫黄物の影響が考えられる。

表一 37 建屋換気設備の給気フィルタにおける金属粒子等の分析結果

項目	単位	未使用 フィルタ	EA/EB 検査室系 (使用期間：1106日)	EA/EB 検査室系 (使用期間：18日)	EA/EB 管理区域系 (使用期間：201日)	EB2 管理区域系 (使用期間：201日)
Al	μg/g	36000	39000	36000	36000	36000
Mg	μg/g	5900	6100	6000	6000	5000
Fe	μg/g	690	1700	710	1900	1200
Sr	μg/g	510	730	510	450	970
S	μg/g	330	14000	750	14000	10000
P	μg/g	130	190	130	190	130
Mn	μg/g	19	220	20	60	110
Cu	μg/g	25 未満	370	25 未満	910	820
Pb	μg/g	50 未満	70	50 未満	60	50 未満

※EA建屋：ガラス固化体受入れ建屋

(3) 現段階までの調査状況

外部由来の飛散物は表一 29 に示すとおり、大気浮遊塵、海塩粒子および融雪剤によるものが考えられ、入口シャフトにおける大気浮遊塵の調査結果では、FeおよびAlが確認されており、また、その他としてCa、Na、Cl、Mgなど、両面テープによる変色部の分析結果と一部符合している元素が確認されている。

また、下部プレナム内の構成部材である入ロルーバはSUS材で製作されており、そのSUS材表面で発生する可能性のあるSUS由来の錆が付着の原因と考え、入ロルーバ表面および他設備への飛散状況の確認のために、ふき取りによる分析を行ったが、入ロルーバ表面においてふき取りにより変色が除去できたこと、またそれぞれの部位で検出されたFeと比較して、CrおよびNiの割合が少ない結果となったを考慮すると、SUS由来の錆が飛散している状況ではないと考える。

さらに土壌分析により採取した分析結果によると、全体の5割にSiがあり、FeおよびAlで約3割であり、その比率は変色部で確認されたものとSiの観点から大きく異なることを確認した。

今後においても、定期的に屋外の試料採取を行うとともに、その時期の廃棄物管理施設周辺の風向を調査し、飛来してくる方向の評価を行う。

また、飛来方向と分析結果等をもとに付着物の発生元の評価を行い、発生元が特定できた場合は、発生量を低減する等の検討を行う。ただし、飛来物の発生を防止することが困難な場合には、発生元の評価結果をもとに、飛来物があることを前提にした長期健全性評価を行う。

4. 2. 4 貯蔵ピットの熱流動解析

ガラス固化体貯蔵区域が結露しやすい環境にあるかを確認するため、熱流動解析※¹による解析を実施した。

実施に際しては、ガラス固化体の収納率やガラス固化体を長期間貯蔵することに伴うガラス固化体発熱量の減衰を考慮し、以下の確認を実施した。

- 施設全体の温度分布
- 収納管外表面および通風管内表面における相対湿度
- 下部プレナム天井面における相対湿度
- 位置決め部材における相対湿度
- 上部プレナム形成板における相対湿度

※1 「熱流動解析」とは、廃棄物管理施設のガラス固化体貯蔵ピットについて、有限体積法流体解析プログラム Fluent を用いた 3 次元定常熱流動解析のことである。

(1) 解析条件

ガラス固化体の収納率やガラス固化体を長期間貯蔵することに伴うガラス固化体発熱量の減衰を考慮して解析実施ケースを設定した。(表- 38 参照)

また、解析条件を表- 39 に示す。

表- 38 解析実施ケース

収納率 (%)	ガラス固化体 1 本あたりの発熱量 (kW/本)		
	1.0	0.5	0.25
100	○	—	—
50	○	○	○
25	○	—	—
0	○	—	—

表- 39 熱流動解析 解析条件

項目	設定値	備考
外気温	25℃	気象庁ホームページの過去の気象データ検索結果より、2014 年青森県内気象データのうち、1 日の平均湿度が 100% で且つ最高気温の高かった気温 24.9℃ を参考に外気温を 25℃ とする
下部プレナム床面	10℃	下部プレナム内床面は、地中深くなることで温度が冷えて一定になる効果を考慮し、地中温度 10℃ で一定とする
冷却空気入口境界における相対湿度	99%	下部プレナム内で結露が発生する状況か否かを確認するため、相対湿度の変化を確認する必要があることから、入口境界における相対湿度を 99% とした。

(2) ガラス固化体の収納率に応じた解析

ガラス固化体の収納率 0%、25%、50%および 100%の 4 ケースにおいて解析を実施した。結果は以下のとおり。

a. 施設全体の温度分布 (表- 40 参照)

- ▶ ガラス固化体の発熱量により暖められた冷却空気からの対流伝熱、および貯蔵ピットの各構造物からの熱伝導等により熱が伝わるため、ガラス固化体の収納に従って温度が上昇する。
- ▶ 入口シャフトから流入する空気は下部プレナム内部に流入し、下部プレナムは収納率に係らず低い温度に維持される。

b. 収納管外表面および通風管内表面における相対湿度 (表- 41 および表- 42 参照)

- ▶ ガラス固化体を収納した状態では、ガラス固化体を収納している領域の収納管外面および通風管内面は温度が高くなるため、相対湿度は低下し、収納率が25%を超えるといずれの表面においても結露しない。
- ▶ ガラス固化体を収納していない状態 (収納率0%) では、出口シャフト側の収納管および通風管で温度が低いことから、結露しやすい状態となる。

c. 下部プレナム天井面における相対湿度 (表- 43 参照)

- ▶ 収納率0%では、出口シャフト側の下部プレナム天井面で温度が低いことから、結露しやすい状態となる。
- ▶ 収納率25%以上では、ガラス固化体を収納している領域の下部プレナム天井面は温度が高くなるため、相対湿度は低下する。

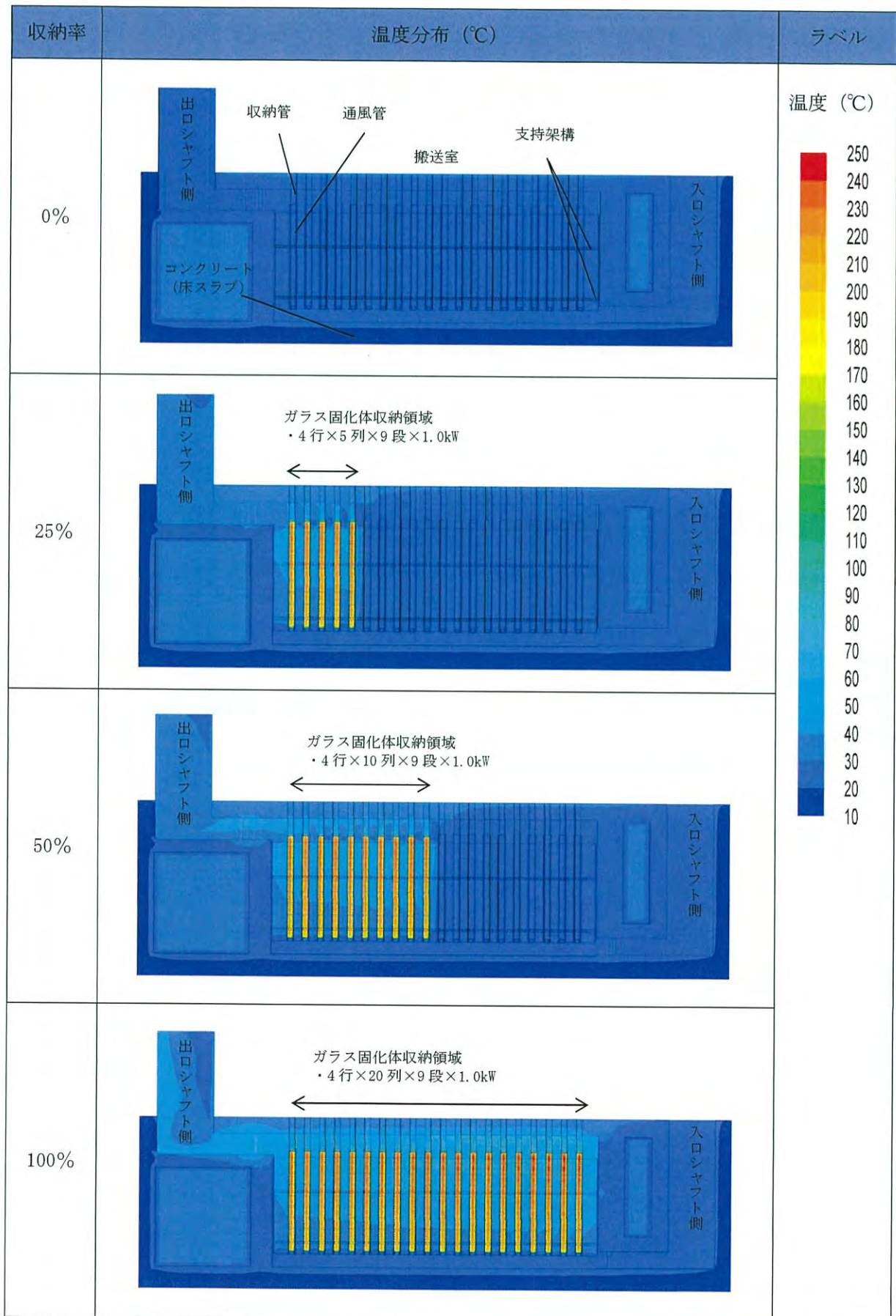
d. 位置決め部材における相対湿度 (表- 44 参照)

- ▶ ガラス固化体を全て収納した状態では、ガラス固化体を収納している領域の位置決め部材は温度が高くなるため、位置決め部材基部も含めて相対湿度は低下する。
- ▶ ガラス固化体の収納状況に応じて、ガラス固化体の収納領域と非収納領域の境界では、下部プレナム内床面により位置決め部材基部が冷やされるため、相対湿度が上昇し、位置決め部材基部が結露しやすい状態となる。
- ▶ ガラス固化体を収納していない状態では、出口シャフト側の位置決め部材で温度が低いことから、結露しやすい状態となる。

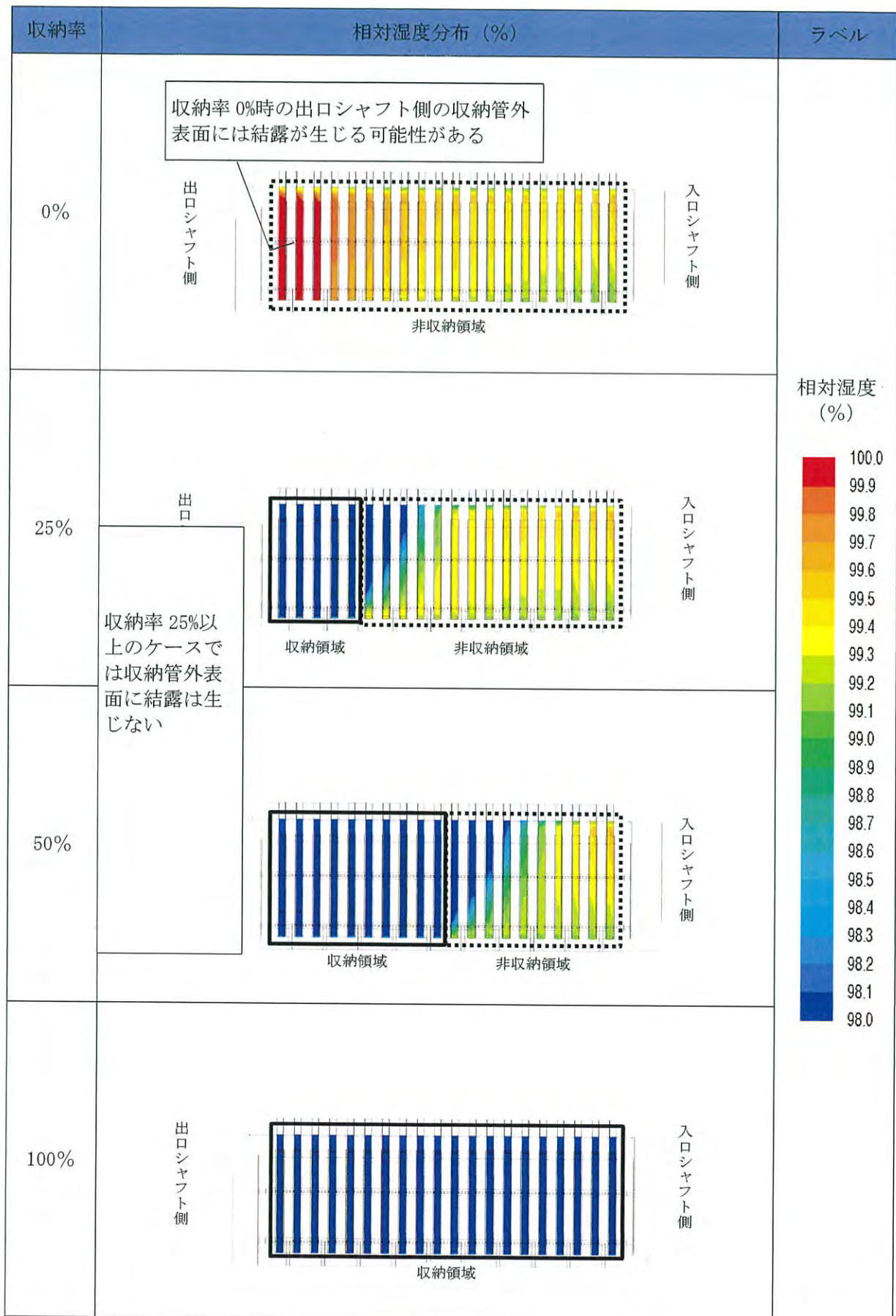
e. 上部プレナム形成板における相対湿度 (表- 45 参照)

- ▶ ガラス固化体を収納の有無に係わらず、相対湿度は 100%に達せず、結露は発生しない。

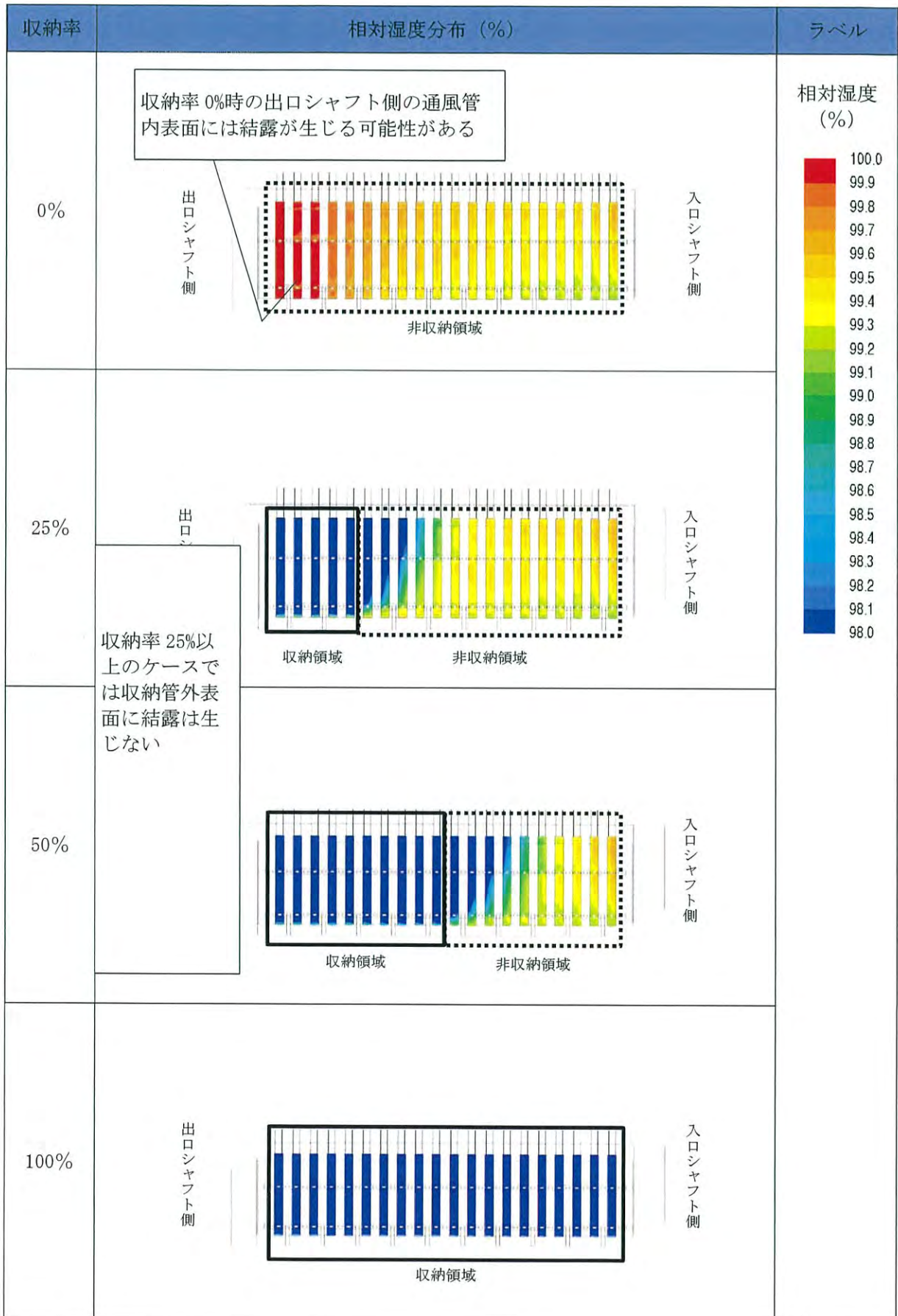
表- 40 ガラス固化体の収納率に応じた施設全体温度分布の比較



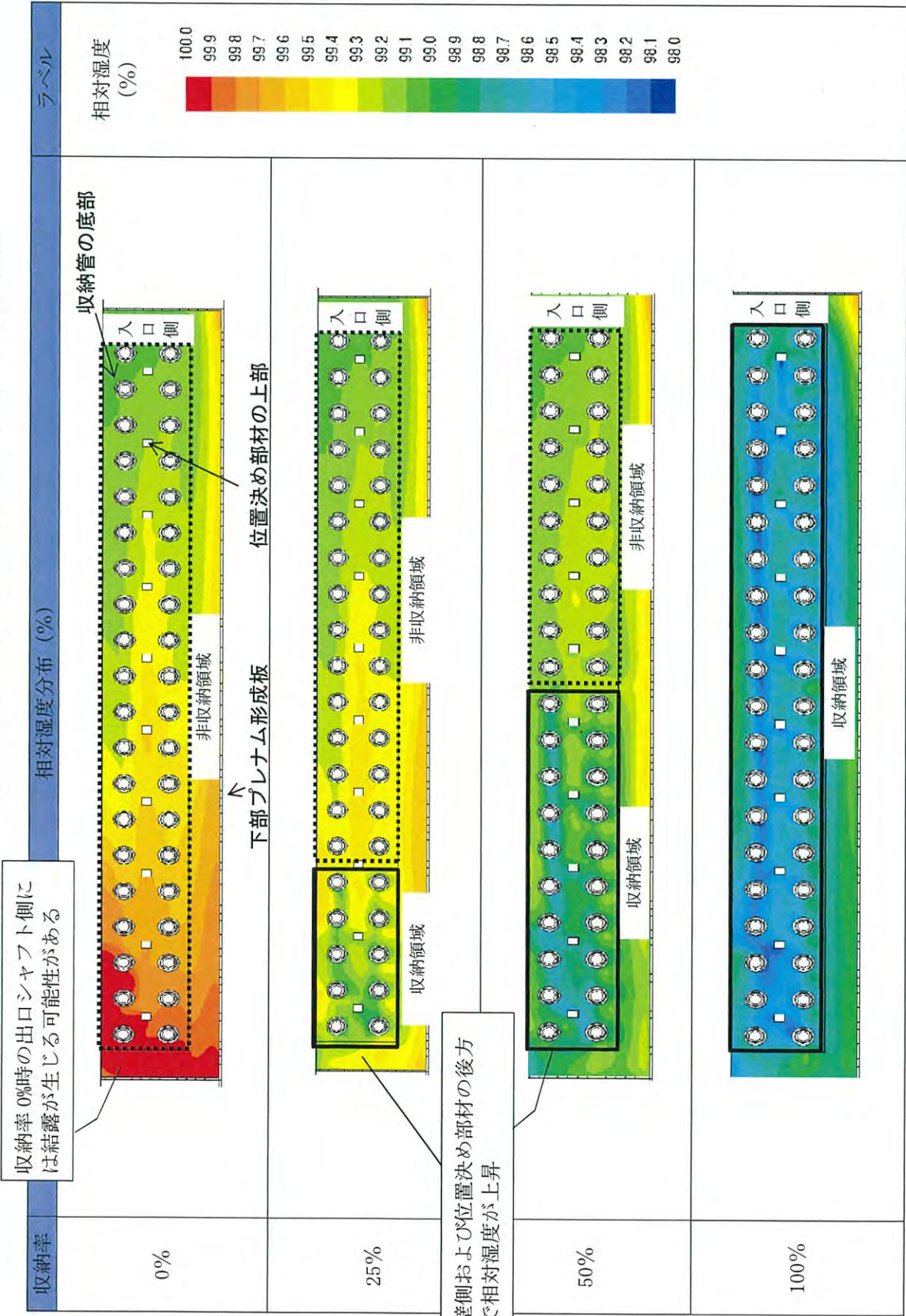
表一 41 ガラス固化体の収納率に応じた相対湿度の比較 (収納管外表面)



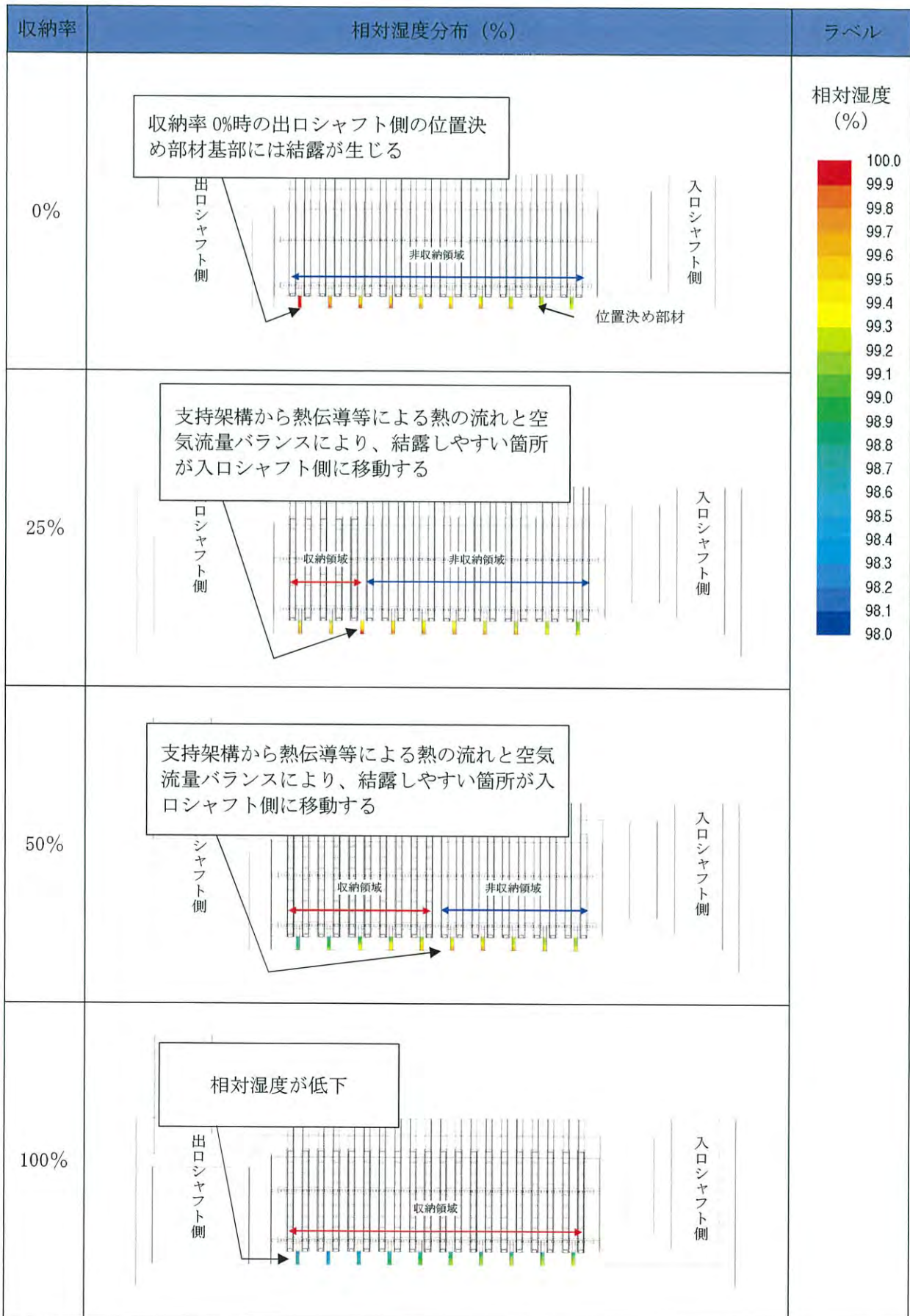
表一 42 ガラス固化体の収納率に応じた相対湿度の比較 (通風管内表面)



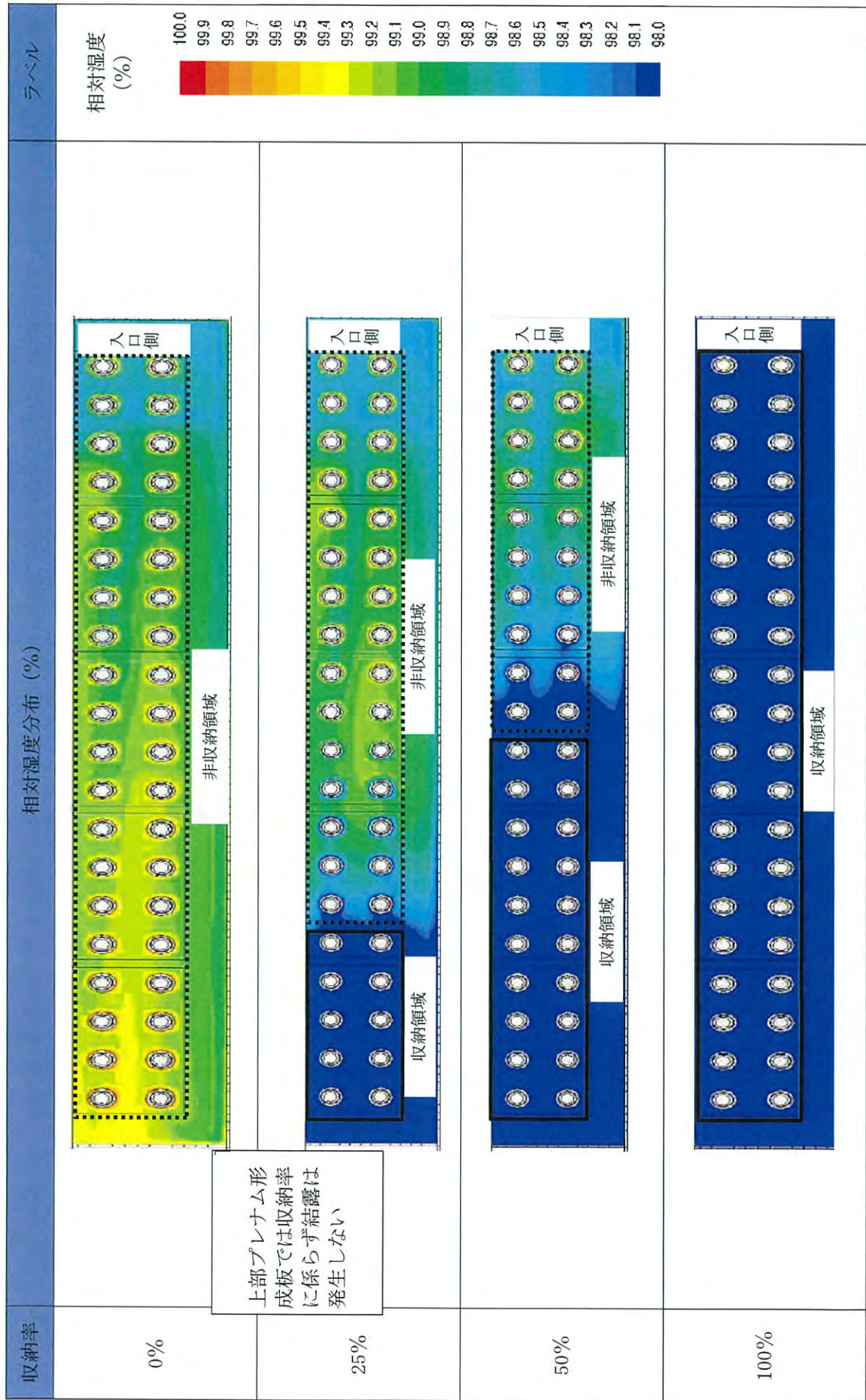
表一 43 ガラス固化体の収納率に応じた相対湿度の比較 (下部プレナム天井面)



表一 44 ガラス固化体の収納率に応じた相対湿度の比較 (位置決め部材)



表一 45 ガラス固化体の収納率に応じた相対湿度の比較（上部プレナム形成板）



(3) ガラス固化体発熱量に応じた解析

ガラス固化体の返還実績等に配慮した発熱量 1.0kW/本と、更にガラス固化体の発熱量の減衰を考慮した 0.5 kW/本および 0.25 kW/本（約 50 年間貯蔵後）の 3 ケースについて、収納率 50%を代表例として、解析を実施した。結果は以下のとおり。

a. 施設全体の温度分布（表－ 46 参照）

➤ ガラス固化体の発熱量が小さい場合、貯蔵ピット内の温度を上げる効果が低下する。

b. 収納管外表面および通風管内表面における相対湿度（表－ 47 および表－ 48 参照）

➤ ガラス固化体が収納されている収納領域では、ガラス固化体の発熱量に係わらず、ガラス固化体を収納している領域の収納管外表面および通風管内表面は、温度が高くなるため、相対湿度は 100%に達せず、結露は発生しない。

➤ ガラス固化体を収納していない非収納領域では、発熱量 0.25 kW/本および収納率 50%においても、相対湿度は 100%に達せず、結露は発生しない。

c. 下部プレナム天井面における相対湿度（表－ 49 参照）

➤ いずれの発熱量であっても、下部プレナム天井面における相対湿度は 100%に達せず、結露は発生しない。ただし、発熱量が減ずるに従い、下流側において相対湿度が高くなる。

d. 位置決め部材における相対湿度（表－ 50 参照）

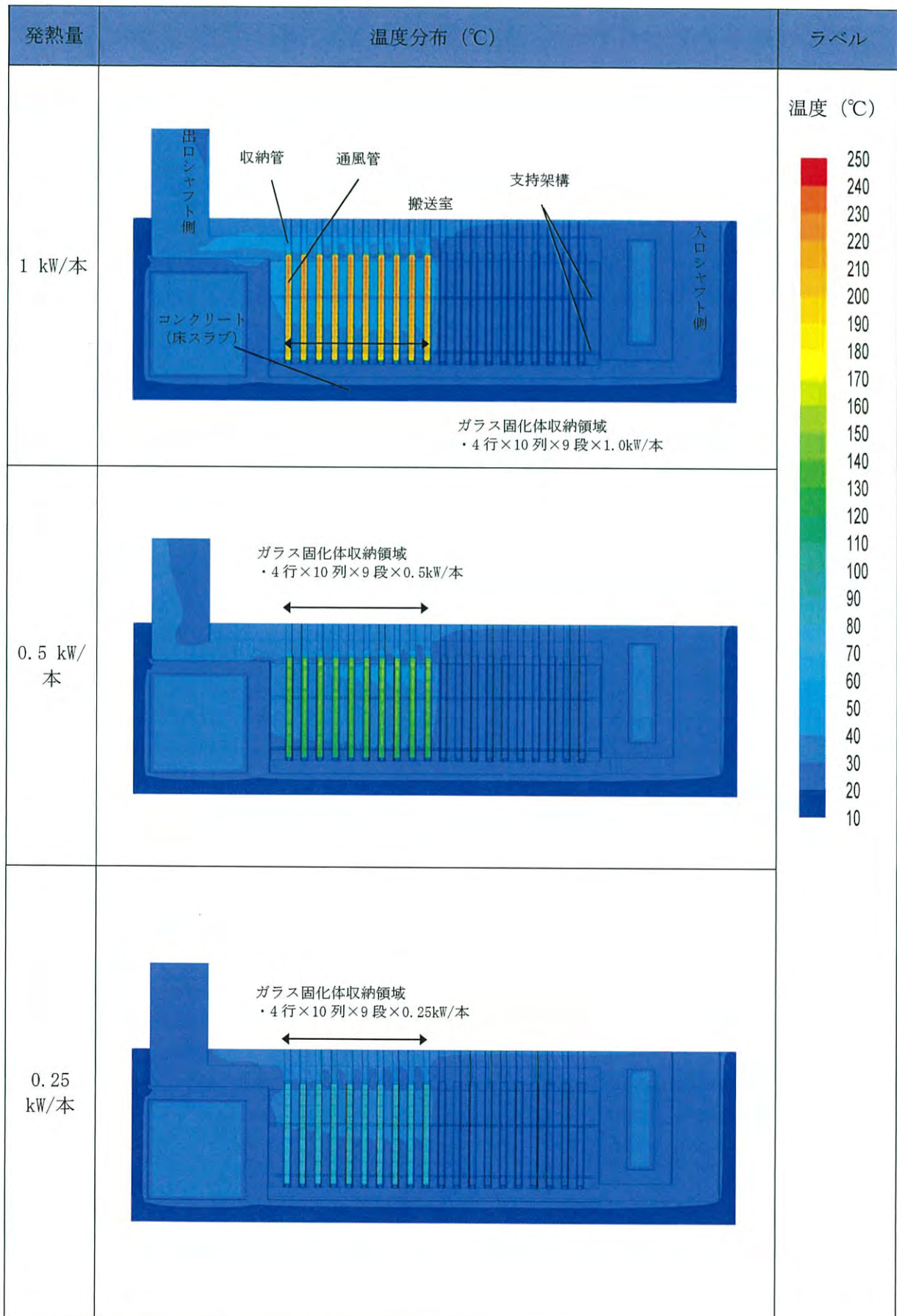
➤ ガラス固化体の発熱量が大きいほど、ガラス固化体を収納している領域の位置決め部材は、温度が高くなるため、相対湿度は低下する。

➤ 発熱量 0.25 kW/本では、出口シャフト側の位置決め部材基部の相対湿度は上昇して結露する可能性がある。

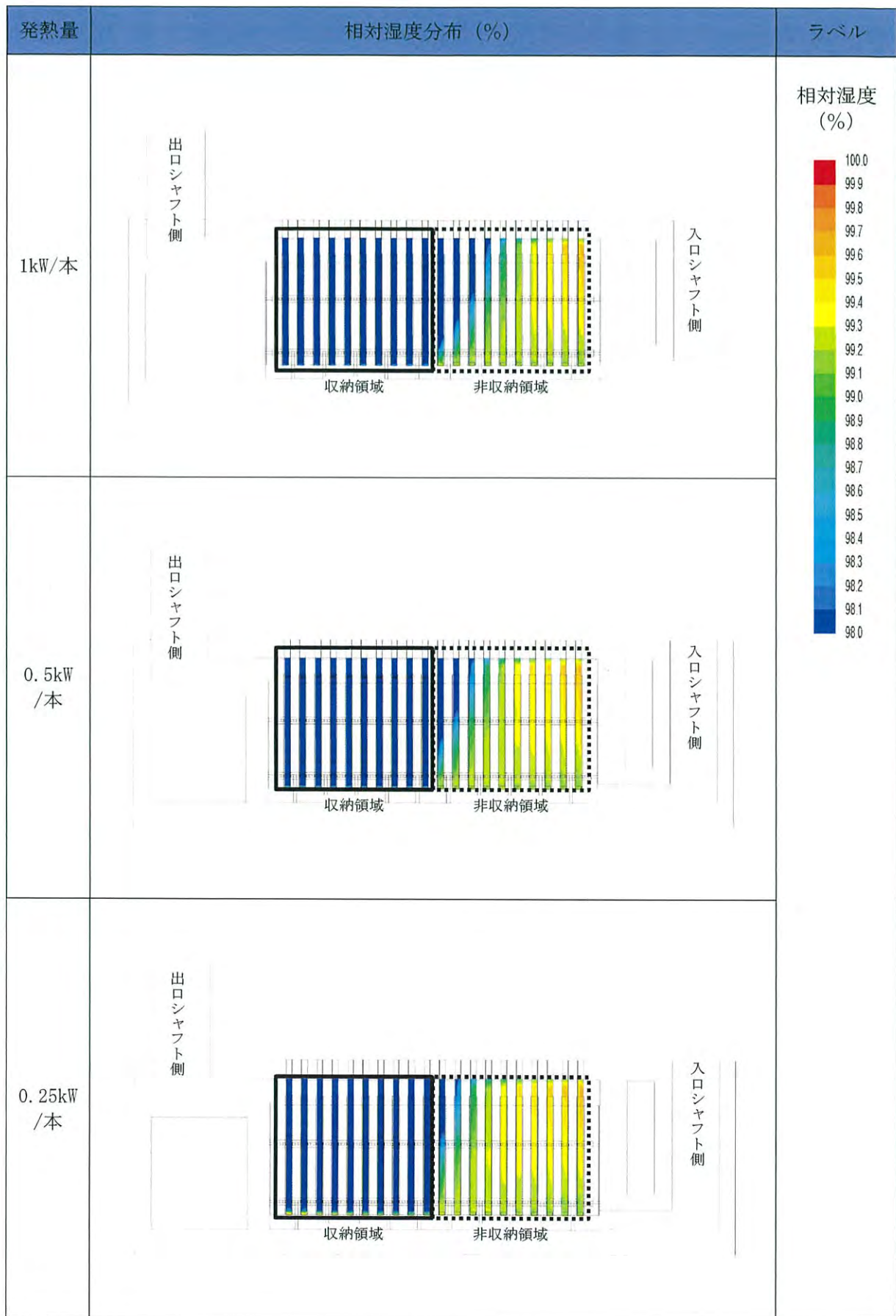
e. 上部プレナム形成板における相対湿度（表－ 51 参照）

➤ いずれの発熱量であっても、上部プレナム形成板における相対湿度は 100%に達せず、結露は発生しない。

表一 46 ガラス固化体発熱量に応じた施設全体温度分布の比較



表一 47 ガラス固化体発熱量に応じた相対湿度の比較 (収納管外表面)



表一 48 ガラス固化体発熱量に応じた相対湿度の比較 (通風管内表面)

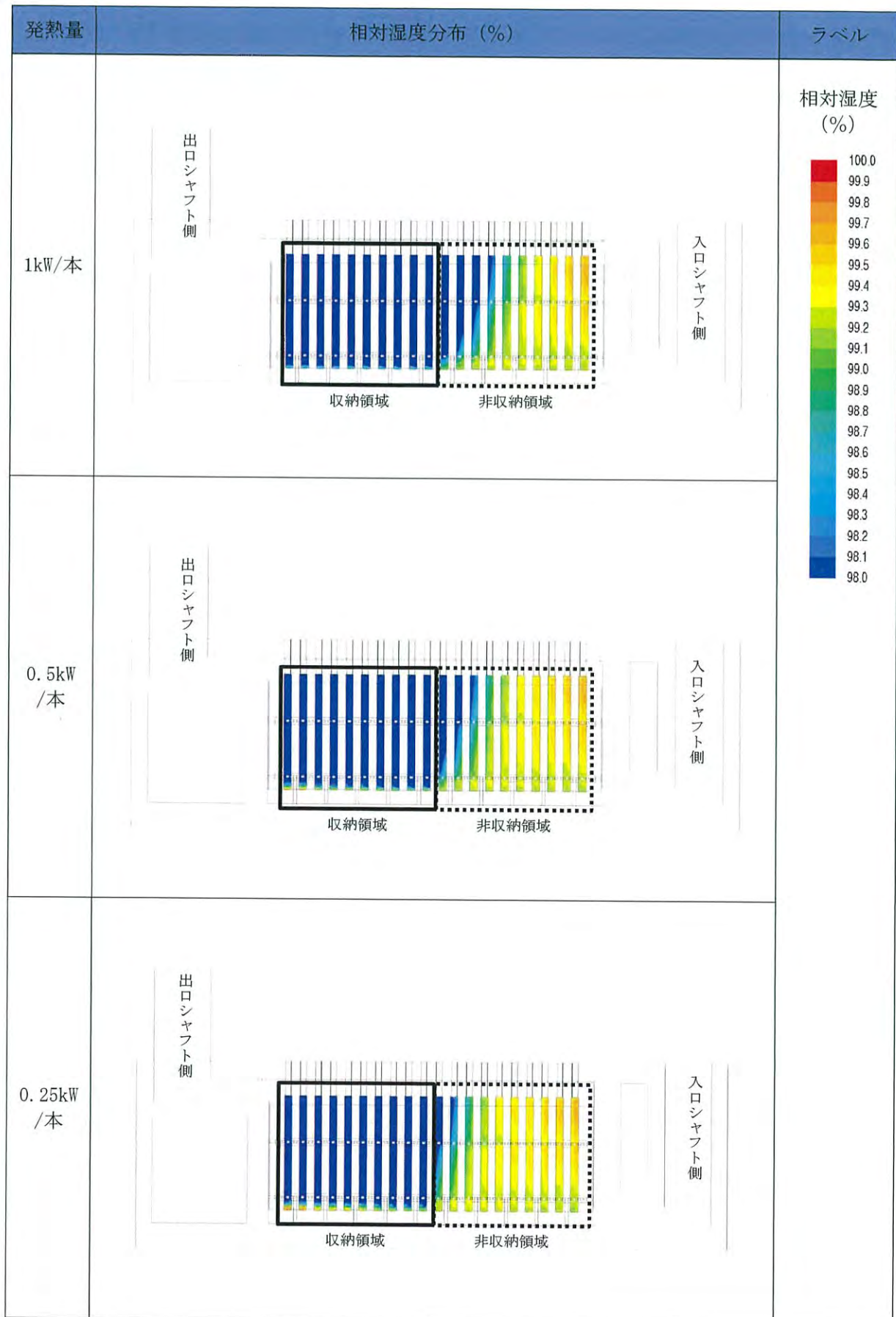
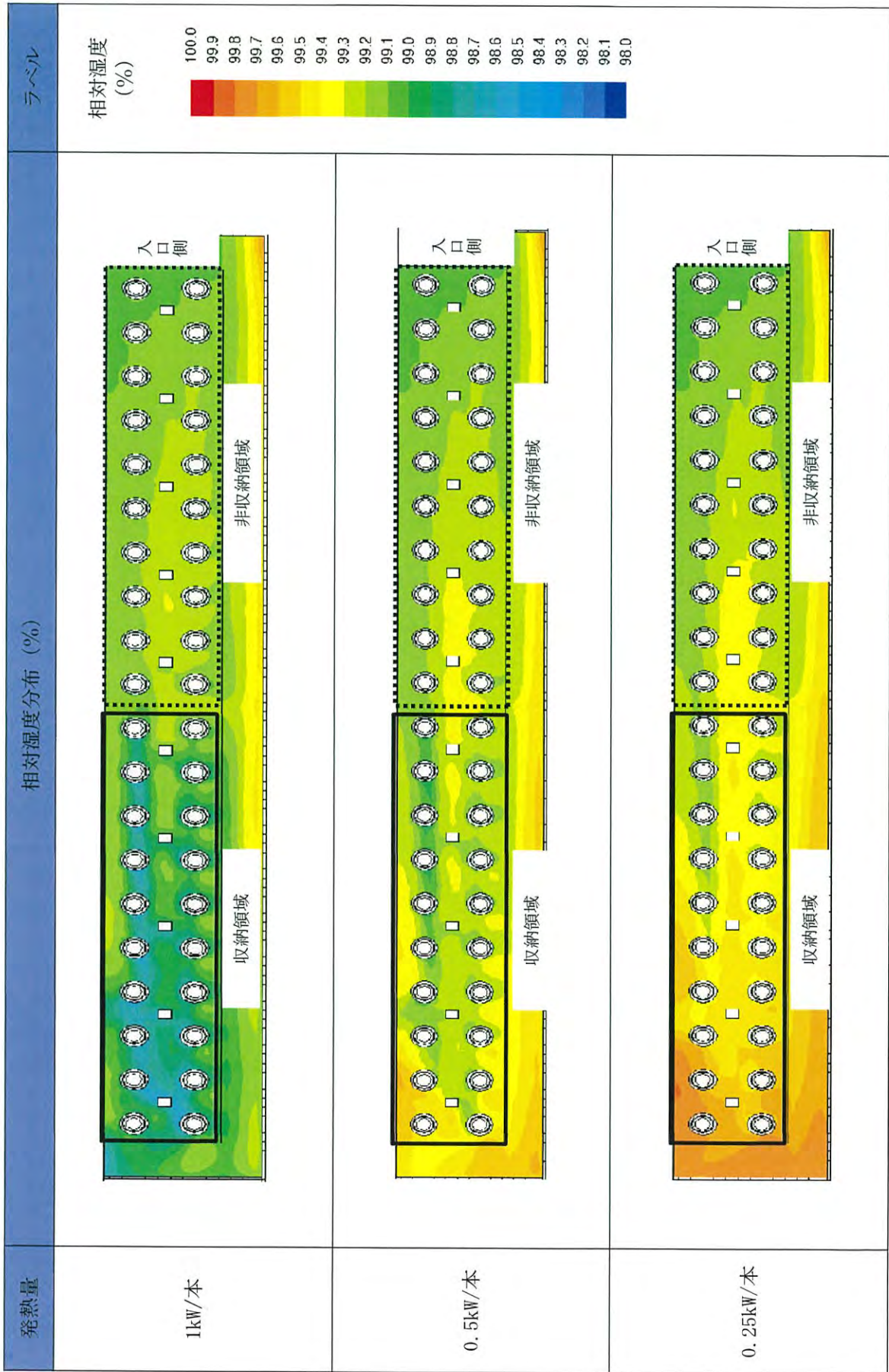


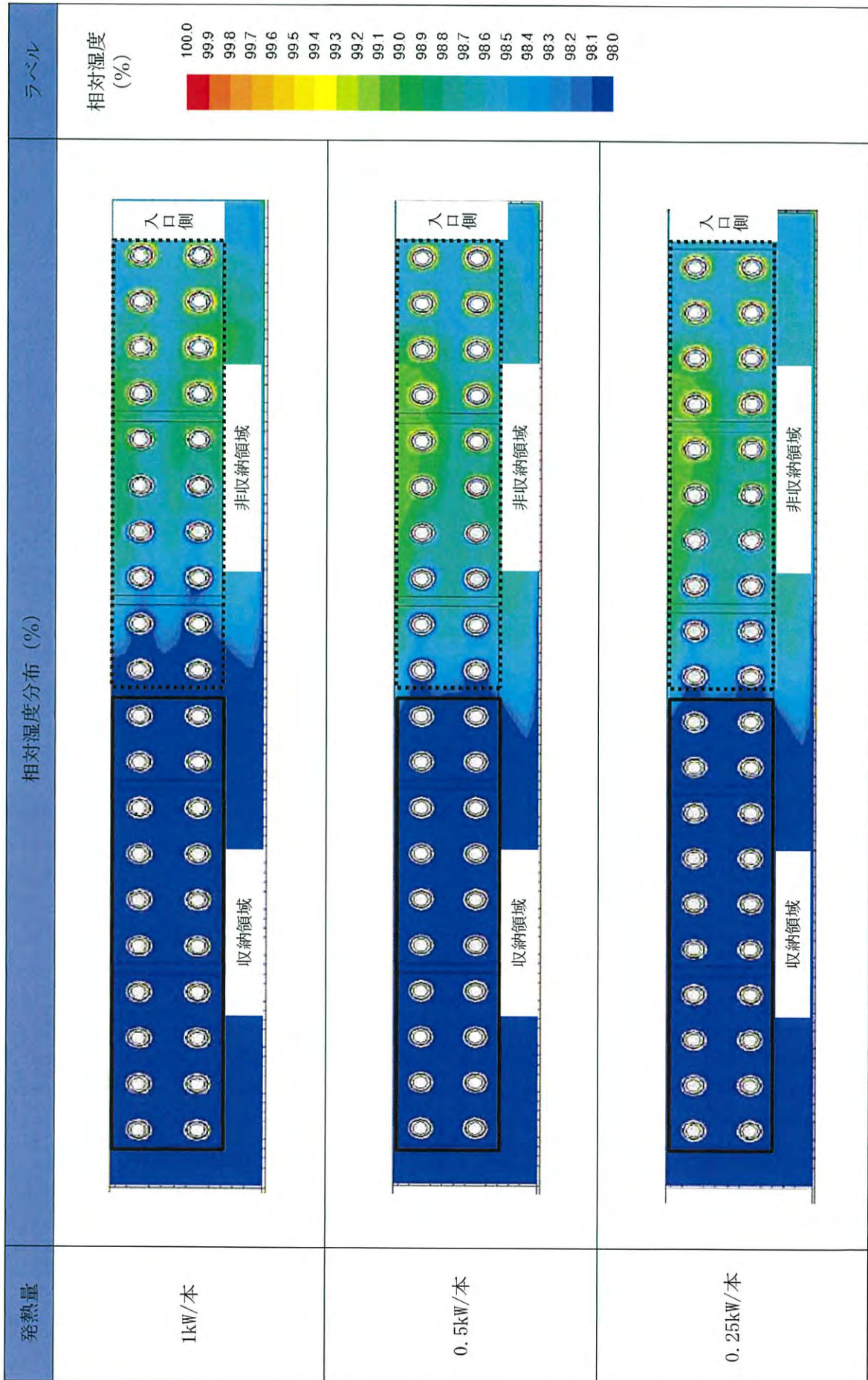
表-49 ガラス固化体発熱量に応じた相対湿度の比較（下部プレナム天井面）



表一 50 ガラス固化体発熱量に応じた相対湿度の比較 (位置決め部材)

発熱量	相対湿度分布 (%)	ラベル
1 kW/本		<p>相対湿度 (%)</p>
0.5 kW /本		
0.25kW /本		

表一 51 ガラス固化体発熱量に応じた相対湿度の比較（上部プレナム下面）



(4) 熱流動解析の結果

熱流動解析により、以下の傾向を確認した。

①下部プレナム

ガラス固化体が収納されていない状態（収納率0%）において、冷却空気が床面で冷やされることで、冷却空気の下流側（出口シャフト側）において、収納管、通風管、下部プレナム天井面および位置決め部材において結露が生じることを確認した。

一部のガラス固化体が収納されている状態（収納率25%および50%）においては、冷却空気の下流側（出口シャフト側）にある収納管からガラス固化体を収納していくことから、下流側（出口シャフト側）の空気が暖められるため、以下の傾向を確認した。

- ▶ 収納領域で、収納管、通風管、下部プレナム形成板および位置決め部材において結露が生じないこと
- ▶ 収納領域と非収納領域の境界に位置する位置決め部材においては、その基部で結露が生じる可能性があること
- ▶ 上記以外の非収納領域においては結露が生じないこと

また、収納率50%において、発熱量を減じた場合の想定では、

- ▶ 発熱量が減じるに従い、下部プレナム天井面の下流側において相対湿度が100%に達せず、結露は生じないと評価できるものの、その増加が認められること
- ▶ その天井面を除く、収納管および通風管には、いずれの発熱量においても相対湿度が100%に達せず、結露が生じないこと
- ▶ 位置決め部材の基部においては、下流側（出口シャフト側）において結露が生じる可能性があること

ガラス固化体が収納されている状態（収納率100%）においては、冷却空気が十分に暖められることから、収納管、通風管、下部プレナム形成板および位置決め部材において相対湿度が100%に達せず、結露が生じないことを確認した。

②上部プレナム形成板

上部プレナム形成板においては、収納率0%であったとしても、相対湿度が100%に達せず、結露が生じないことを確認した。