

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1貯蔵区域に係る調査結果および評価】

2017年6月30日
日本原燃株式会社

目 次

1.	はじめに	1
2.	E B建屋 第1貯蔵区域に係る調査実績	2
3.	調査内容	3
3.1	E B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	貯蔵区域の竣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	6
4.1	施設の状態確認調査結果	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	10
4.1.3	A1溶射皮膜の膜厚測定	11
4.1.4	母材の肉厚測定	19
4.2	変色部等の発生原因に係る調査結果	25
4.2.1	サンプル採取・分析	25
4.2.2	洗浄等による変色等の状態確認	48
4.2.3	その他要因に係る調査	49
4.2.4	外部からの飛散物に係る調査	88
4.3	貯蔵区域の相対湿度評価	100
5.	変色部に対する評価等	116
5.1	他貯蔵区域との比較	116
5.2	その他要因に係る調査結果を踏まえた評価	121
6.	第1貯蔵区域の健全性評価	122

添付資料-1	第1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1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1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1貯蔵区域	冷却空気入ロルーバ外観観察結果
添付資料-5	第1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1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1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	廃棄物管理施設	ガラス固化体貯蔵建屋（E B建屋）およびガラス固化体貯蔵建屋B棟（E B 2建屋）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		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

2015年4月24日、自主点検としてガラス固化体貯蔵建屋（以下、「EB建屋」という。）第1貯蔵区域の下部プレナム全面を下部プレナム観察装置により観察していたところ、位置決め部材の一部に変色部が確認された。

当該部の分析結果より変色部が錆であることが判明し、本事象に対し「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」（2016 年 9 月 30 日一部改正）（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貯蔵する第 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 1 貯蔵区域における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。

2. EB建屋 第1貯蔵区域に係る調査実績

EB建屋 第1貯蔵区域の調査実績を表-1に示す。

表-1 EB建屋 第1貯蔵区域の調査実績

2017年3月6日～13日	目視による外観観察
2017年3月6日～8日	サンプル採取
2017年3月9日～21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）
2017年3月13日～20日	母材の板厚測定（建設時との比較）
2017年3月16日～21日	A1溶射の膜厚測定（変色部）
2017年3月16日～21日	母材の板厚測定（変色部）
2017年3月17日～21日	サンプル採取
2017年3月20日～23日	ファイバースコープによる外観観察
2017年3月21日	腐食電位測定
2017年3月21日～23日	引張試験機によるサンプル採取
2017年3月23日～24日	変色部洗浄作業
2017年4月4日～7日	A1溶射皮膜除去、A1再溶射

3. 調査内容

3.1 E B建屋の主な構造

E B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。）を經由し、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。）を經由して、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。

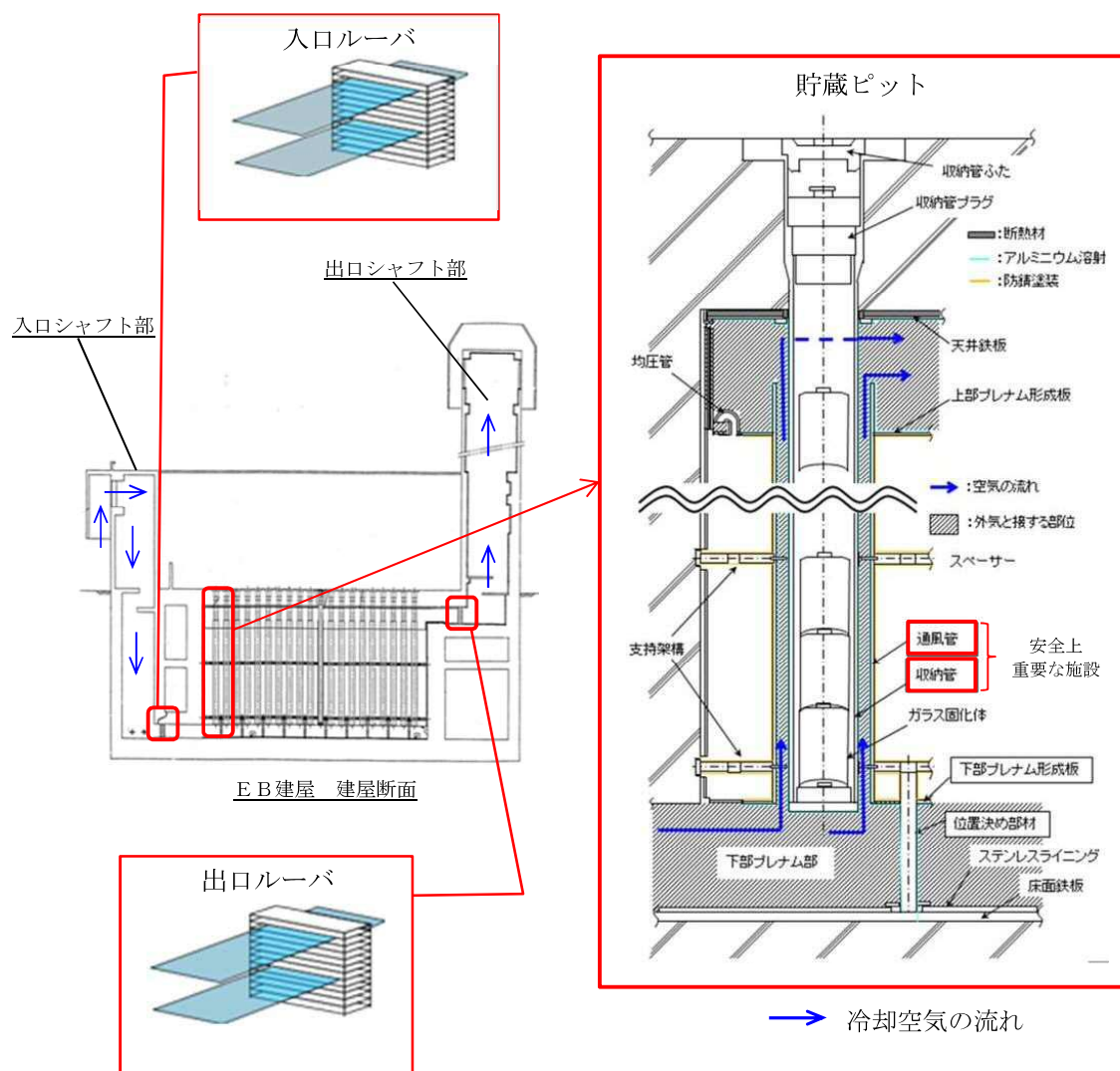


図-1 E B建屋の概要図

3.3 貯蔵区域の竣工時期と貯蔵開始時期

EB建屋は、1995年竣工後、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、「EB2建屋」という。）は、2011年4月竣工後、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 各貯蔵区域の竣工時期、貯蔵開始時期等

		EB建屋		EB2建屋	
		第1貯蔵区域	第2貯蔵区域	第3貯蔵区域	第4貯蔵区域
竣工時期		1995年1月		2011年4月	
貯蔵状況	未貯蔵期間	9ヶ月	9年2ヶ月	2年0ヶ月	4年2ヶ月
	貯蔵作業期間	1995年10月～ 2004年6月	2004年3月～ 2013年4月	2013年4月～	—
		(8年8ヶ月間)	(9年1ヶ月間)	(2年6ヶ月～)	—
	貯蔵期間	約22年	約12年	約2年	—
貯蔵本数 (調査開始まで)		711本	716本	147本	0本

(太枠は本報告の調査対象区域)

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

① 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

② 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
- ・ 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

① 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

② 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

① 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

② 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

① 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

② 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対し、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

① 調査対象

- ・ 下部プレナムに確認された変色部

② 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

① 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

① 調査内容

- ・ 付着物の発生由来についての評価

4. 調査結果

4.1 施設の状態確認調査結果

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、入口ルーバ、下部プレナム形成板、収納管（底面、外側面）、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目視観察した結果を以下に示す。（図-2 参照）

なお、床面に確認された堆積物は外観観察等の調査のため、清掃を実施している。

- ・ 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、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

		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 No. 1 	下部プレナム東側 No. 11 	下部プレナム西側 No. 1 	下部プレナム東側 No. 11 
		堆積物が多い		基部の変色部は床勾配に対し水側（東側）に多い	
	中央付近	No. 5 	No. 15 	No. 5 	No. 15 
		堆積物は中央付近から多くなる傾向		中央付近の床勾配に対し水側（東側）においても一部変色部が確認された	
入口ルーバ側	No. 10 	No. 20 	No. 10 	No. 20 	
	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		

図-2 下部プレナム床面の観察結果

(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、冬から春（2017年3月6日から4月14日）にかけて実施しており、第1貯蔵区域の下部プレナム内において結露は確認されなかった。

(3) 通風管、収納管の観察

通風管内面（全80本）、収納管底面および外側面（全80本）を目視観察した結果、以下の状態を確認した。（図-3および図-4参照）

また、詳細を添付資料-2に示す。

- ・ 収納管底面および外側面に変色部がないことを確認
- ・ 大半の通風管（78本）には変色部がないことを確認したが、通風管内面下端部の一部（2本）に変色部を確認

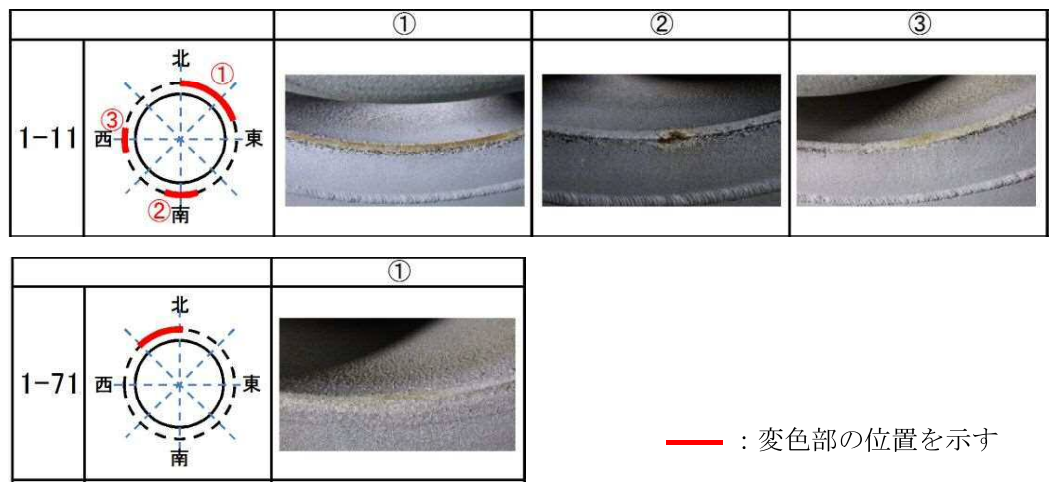


図-3 通風管内面下端部の観察結果

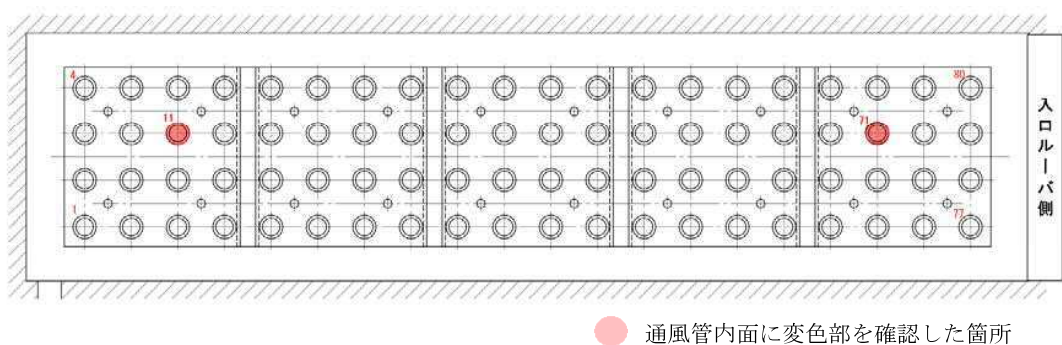


図-4 通風管内面の変色状況

(4) 下部プレナム形成板の観察

目視外観観察の結果、以下の状態を確認した。(図-5 参照)

また、詳細を添付資料-3 に示す。

- ・ 下部プレナム形成板の表面 (31箇所) に変色部を確認

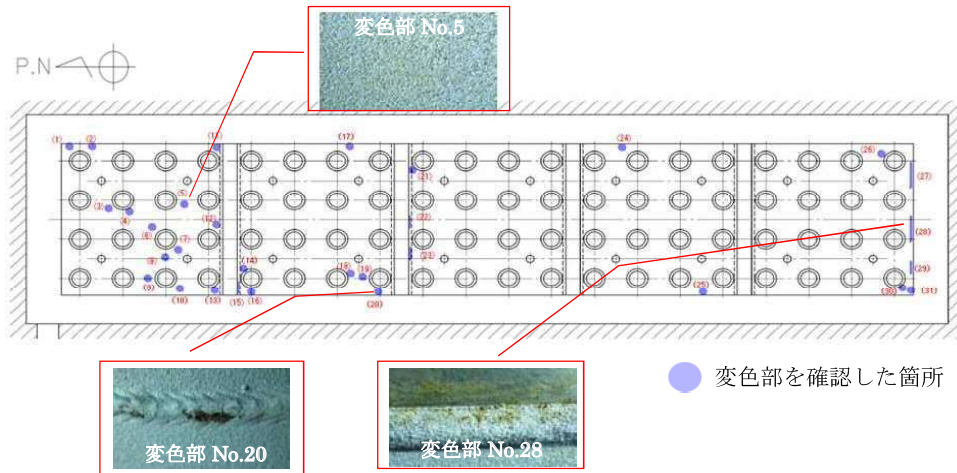


図-5 下部プレナム形成板の観察結果および変色状況

(5) 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-6 および図-7 参照)

また、詳細を添付資料-4 に示す。

- ・ 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

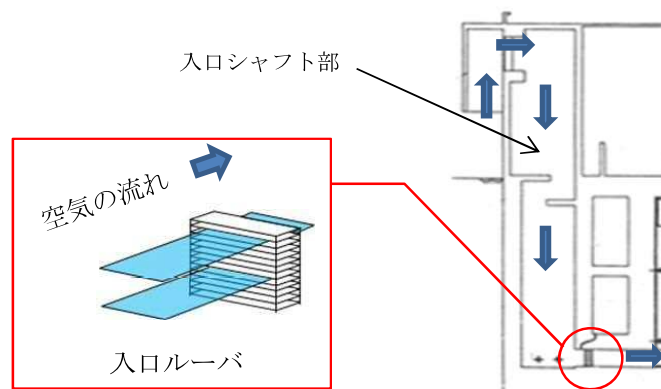


図-6 入口ルーバ設置概要図

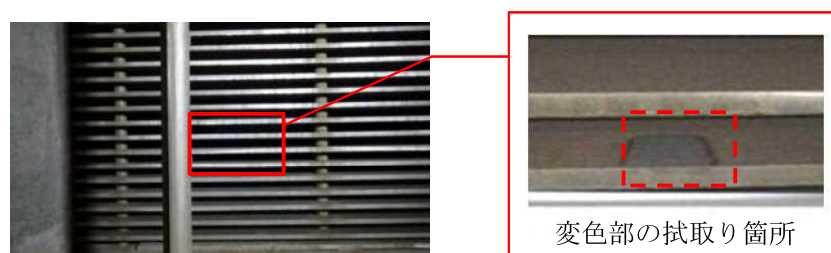


図-7 入口ルーバの観察結果

(6) 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-8および図-9参照）また、詳細を添付資料-5に示す。

- ・ 位置決め部材基部（5本）に茶褐色の変色部を確認され、第2貯蔵区域と同様に濃い変色部を確認
- ・ 位置決め部材側面（8本）に茶褐色の変色部を確認し、一部（2本）について他貯蔵区域と比較して濃い変色部を確認。

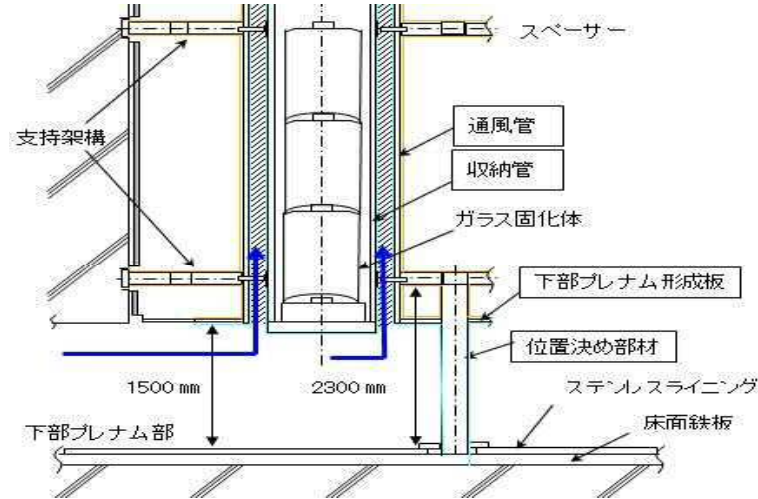


図-8 位置決め部材の構造

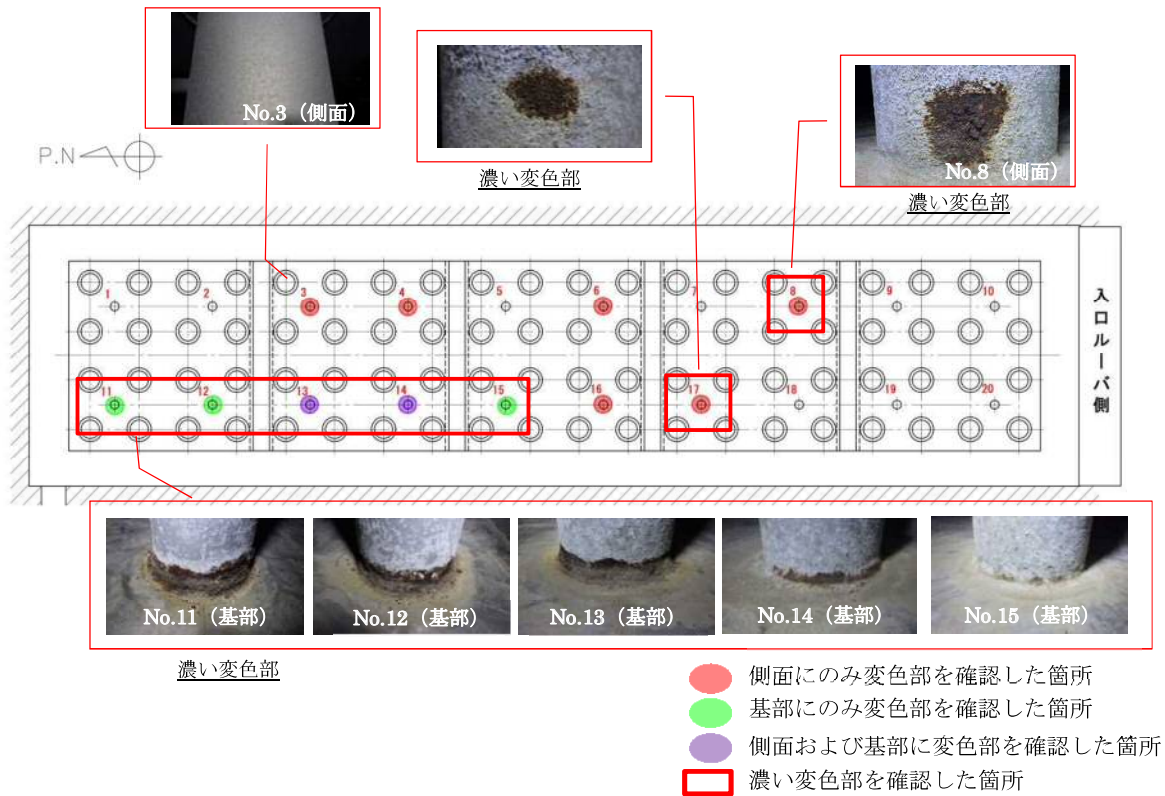


図-9 位置決め部材の観察結果および変色状況

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（収納管外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

円環流路下端から全80箇所を観察した結果、以下の状態を確認した。（図-10 参照）また、添付資料-6 に詳細を示す。

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

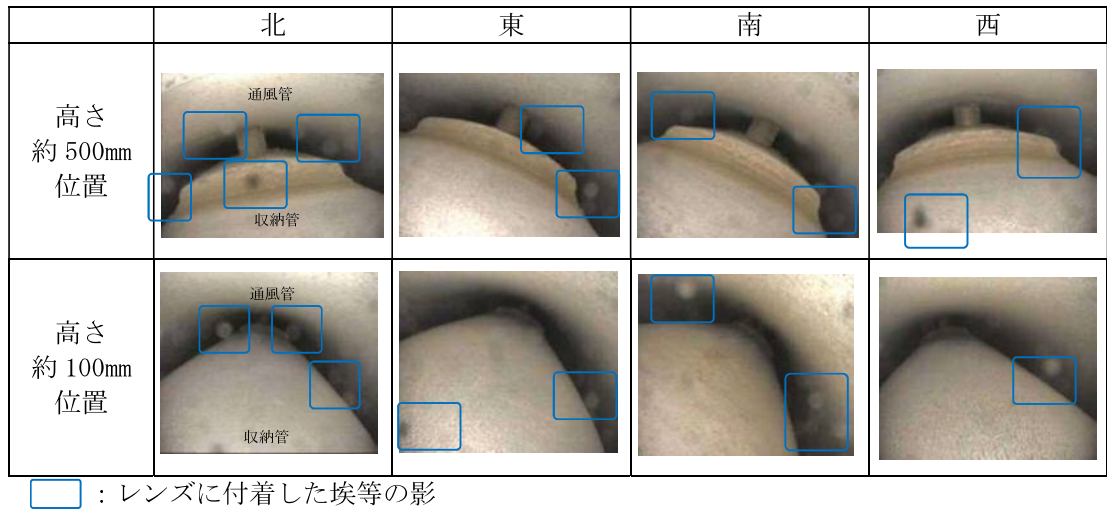


図-10 円環流路下部からのファイバースコープによる観察結果（収納管 No. 1）

(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。（図-11 参照）また、詳細を添付資料-7 に示す。

- ・ 冷却空気の流路を閉塞するような異物等がないことを確認
- ・ 下段スペーサ部および円環流入口部に埃、塵等を確認

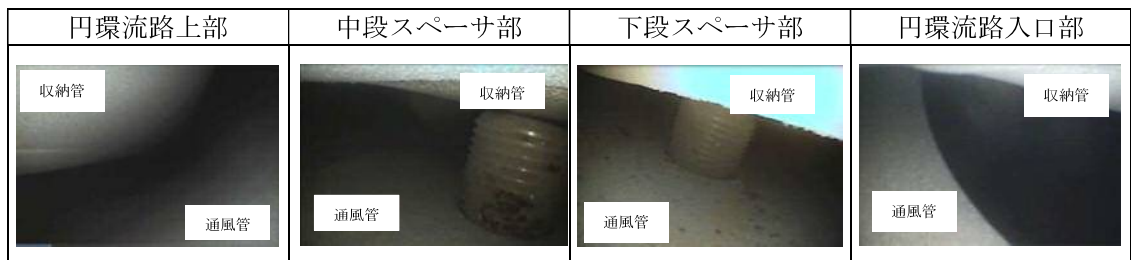


図-11 円環流路上部からのファイバースコープによる観察結果（収納管 No. 78）

(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）から観察の結果、以下の状態を確認した。（図-12参照）

- ・ 冷却流路を閉塞するような異物等がないことを確認

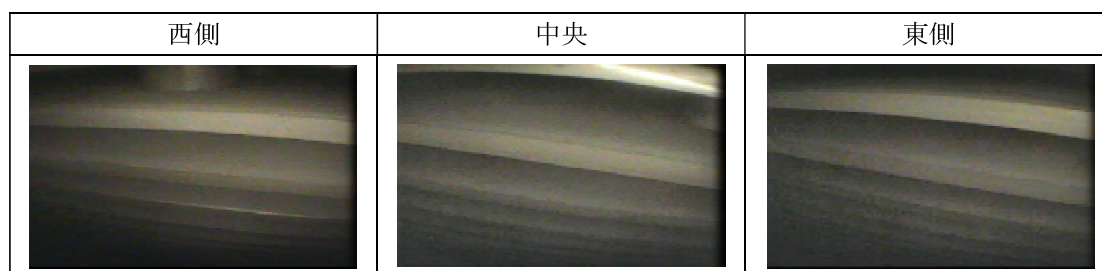


図-12 ファイバースコープによる出口ルーバ観察結果

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。（図-13、表-3 および表-4 参照）

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。また、確認された変色部においては、構造上計測できない箇所をのぞき、建設当時の管理値 160 μm 以上の膜厚であることを確認した。

なお、第1貯蔵区域の位置決め部材基部に確認された一部の濃い変色部については、表面に確認された腐食生成物の剥離が影響し計測できなかった。

表-3 A1 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に行う。 	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

※ 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

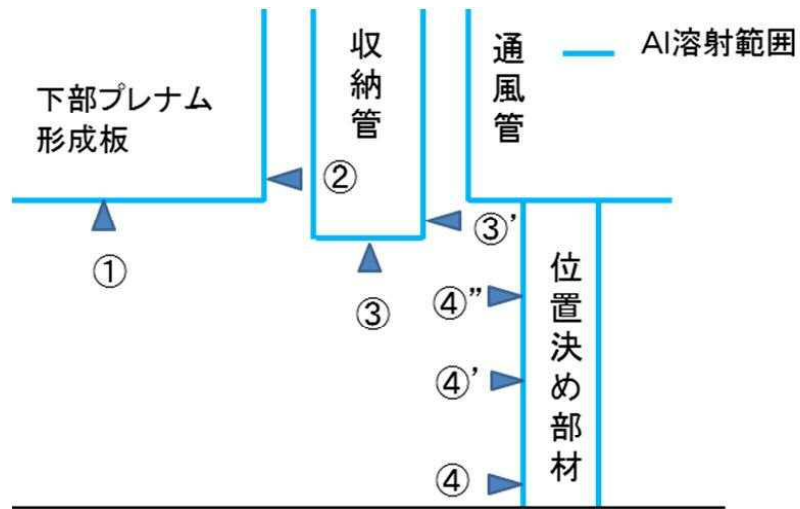


図-13 A1溶射皮膜の膜厚測定箇所

表-4 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' 収納管外側面		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

(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-14および図-15参照）

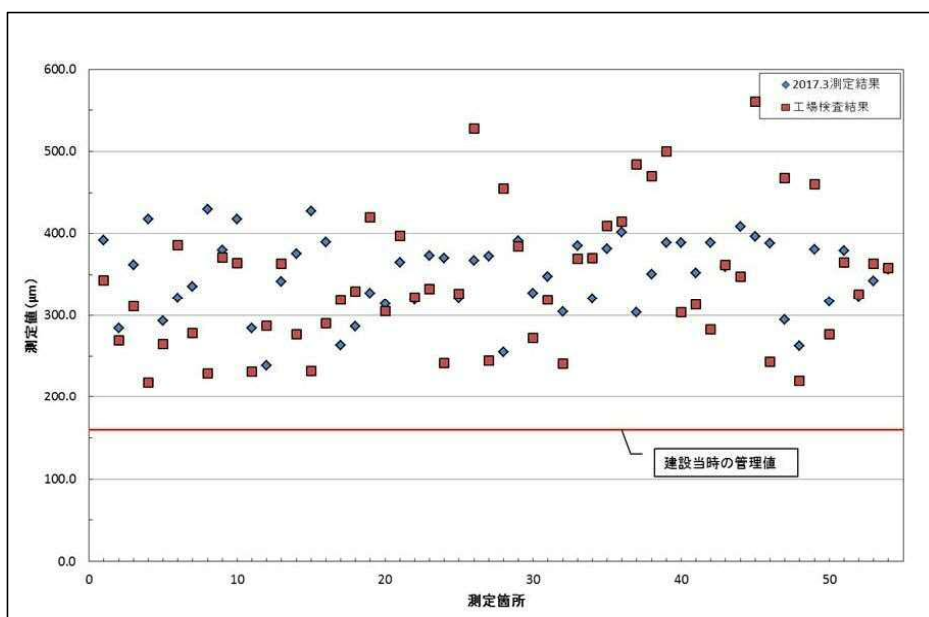


図-14 下部プレナム形成板（Aブロック）のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

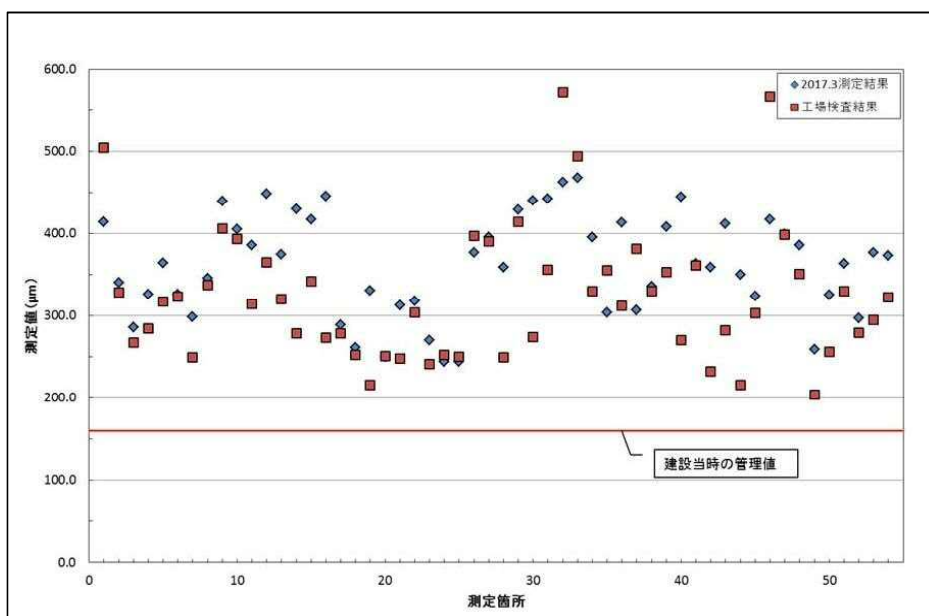


図-15 下部プレナム形成板（Bブロック）のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

※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-16 参照)

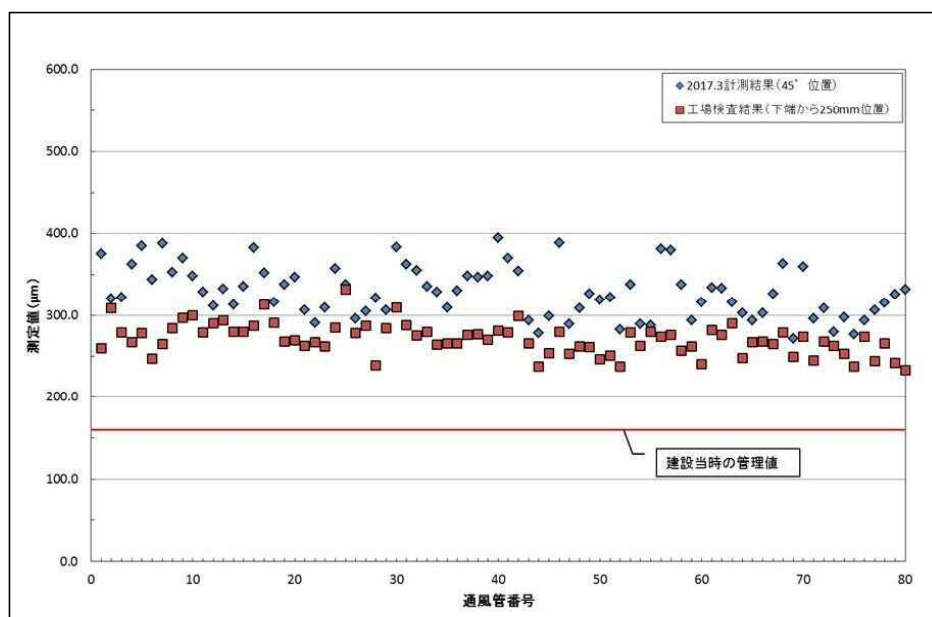


図-16 通風管内面のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

(3) 収納管底面および外側面

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-17 および図-18 参照)

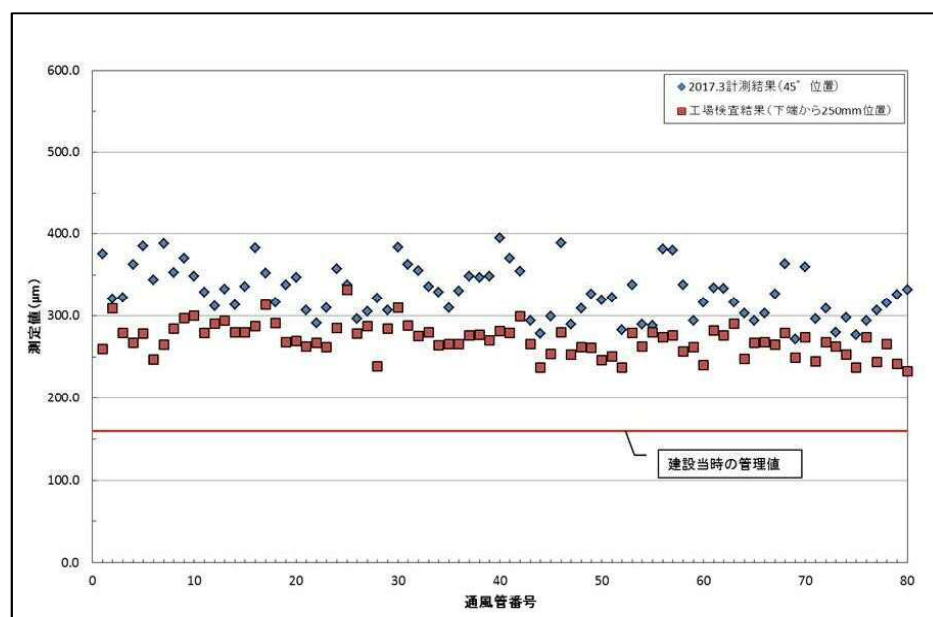


図-17 収納管底面のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

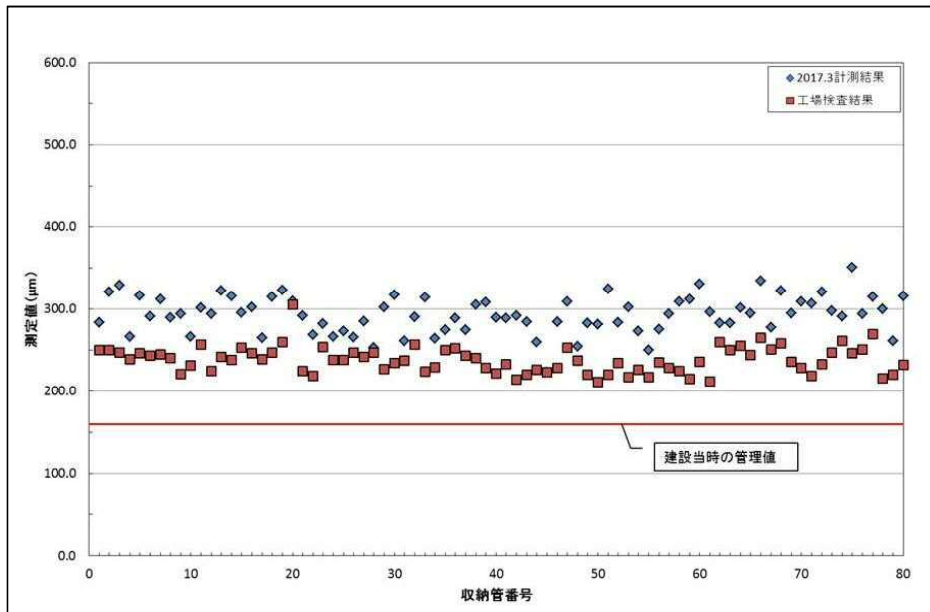


図-18 収納管外側面のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

(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-19～図-21 参照)

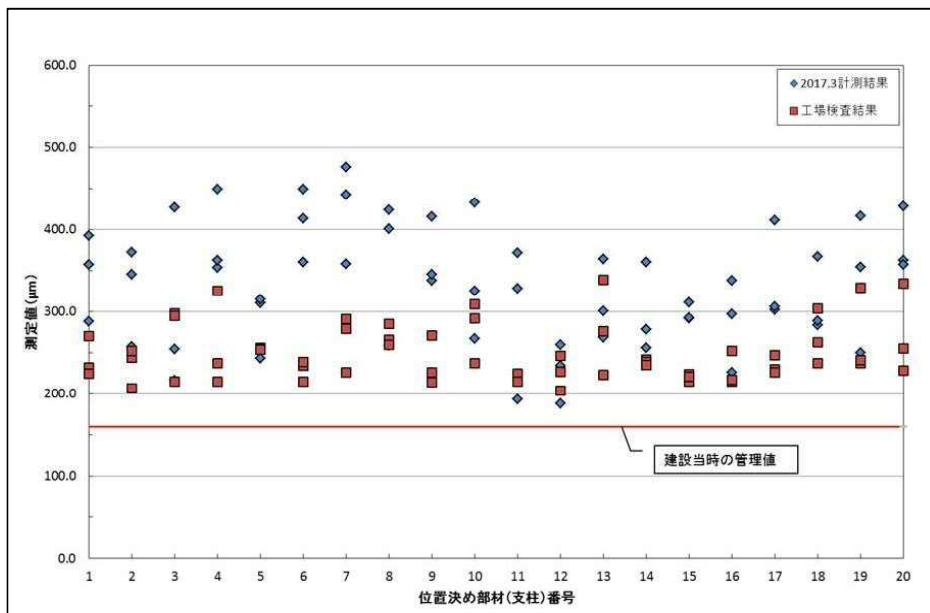


図-19 位置決め部材基部（底面より115mm）のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

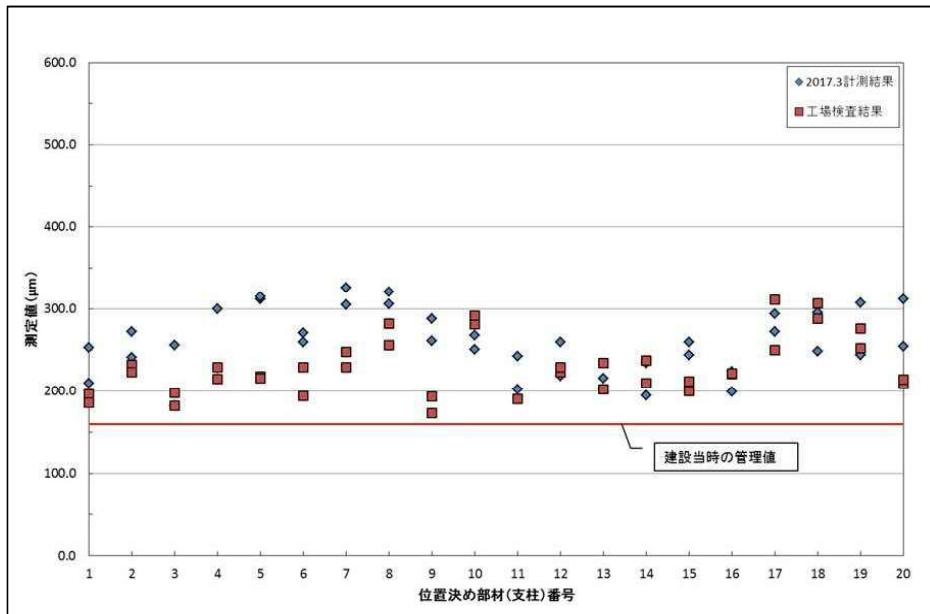


図-20 位置決め部材側面（1）（底面より 500mm）のA1 溶射皮膜の膜厚測定結果

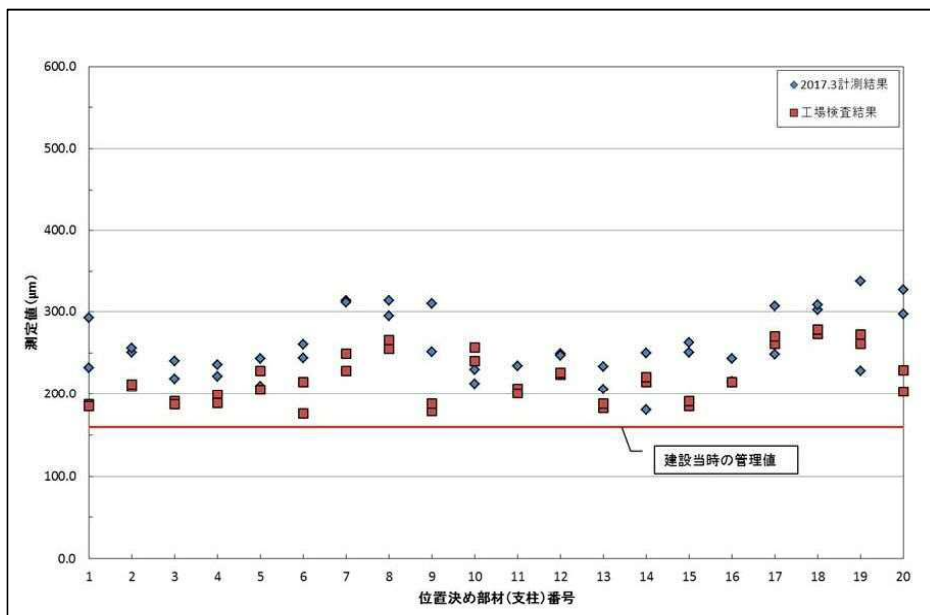


図-21 位置決め部材側面（2（底面より 1000mm））のA1 溶射皮膜の膜厚測定結果

(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-22～図-25 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。

また、位置決め部材に確認された濃い変色部の一部については、表面に確認された腐食生成物の剥離が影響し測定不可であった。

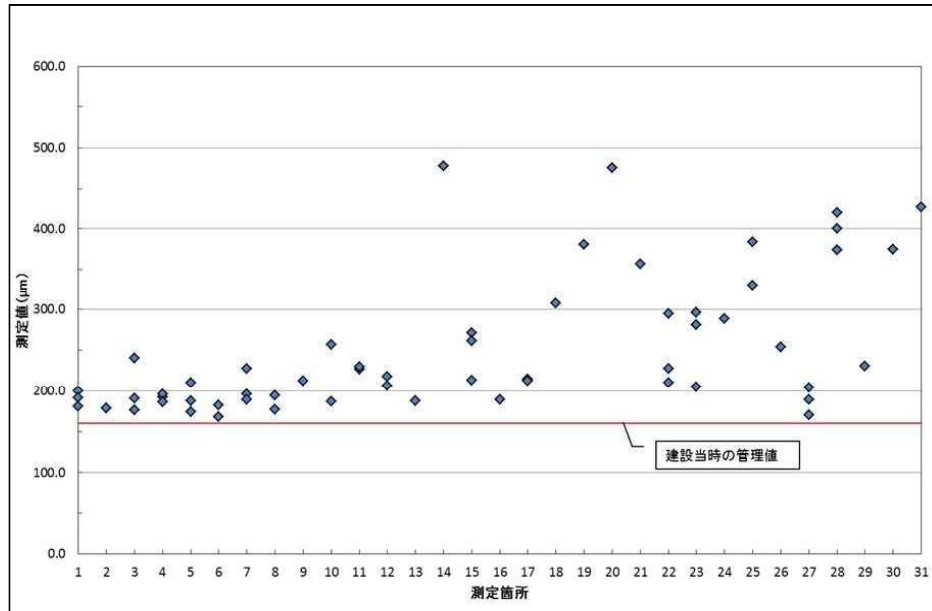


図-22 下部プレナム形成板 変色部のA1 溶射皮膜の膜厚測定結果

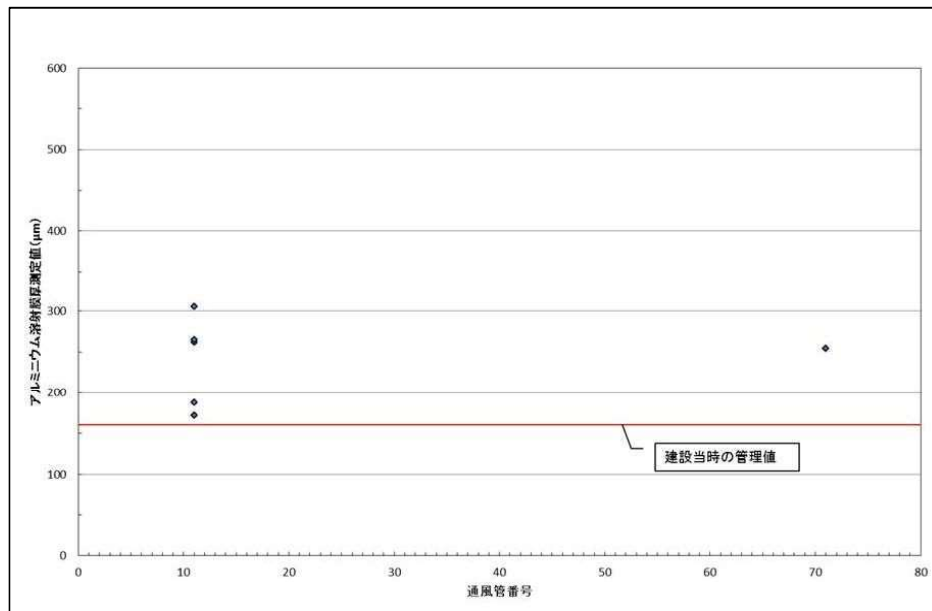


図-23 通風管 変色部のA1 溶射皮膜の膜厚測定結果

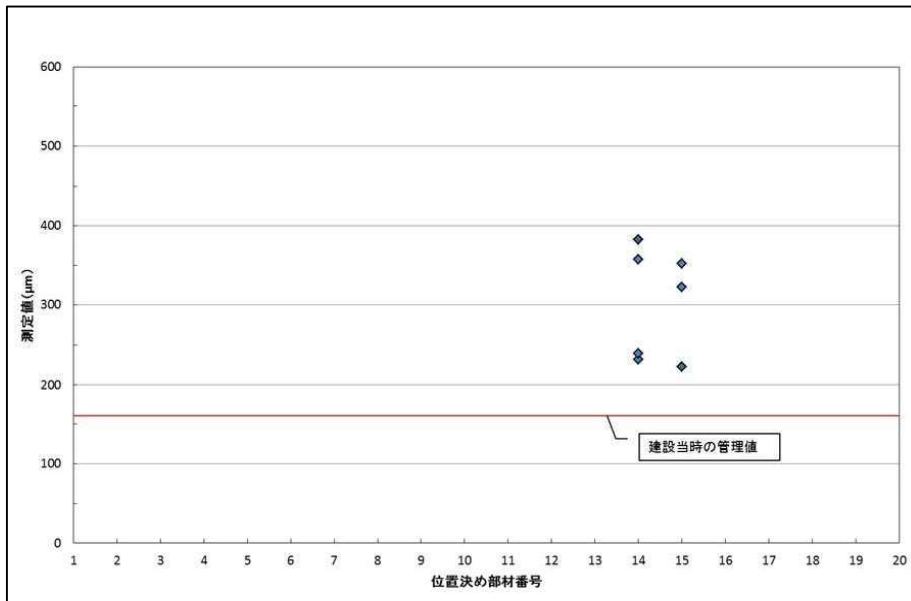


図-24 位置決め部材基部 変色部のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

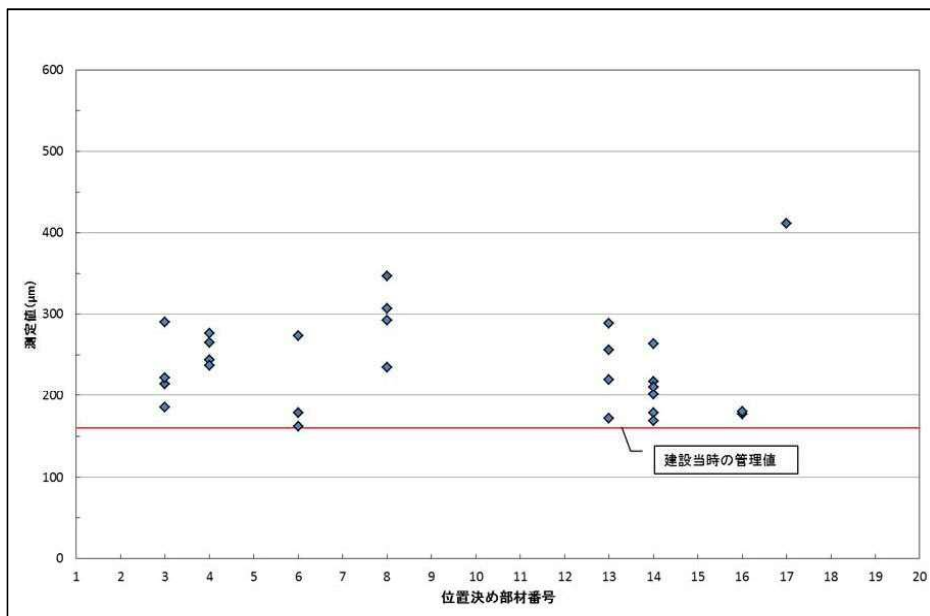


図-25 位置決め部材側面 変色部のA1溶射皮膜の膜厚測定結果

4.1.4 母材の肉厚測定

下部プレナムの各部位において、母材の肉厚測定箇所を以下に示す。（図-26 および表-5 参照）母材の肉厚測定の結果、おおむね計画値*以上であることを確認した。

なお、位置決め部材基部に確認された濃い変色部に関しては、構造上測定できない箇所をのぞき、当該位置決め部材において変色がない部分との比較によって評価した。

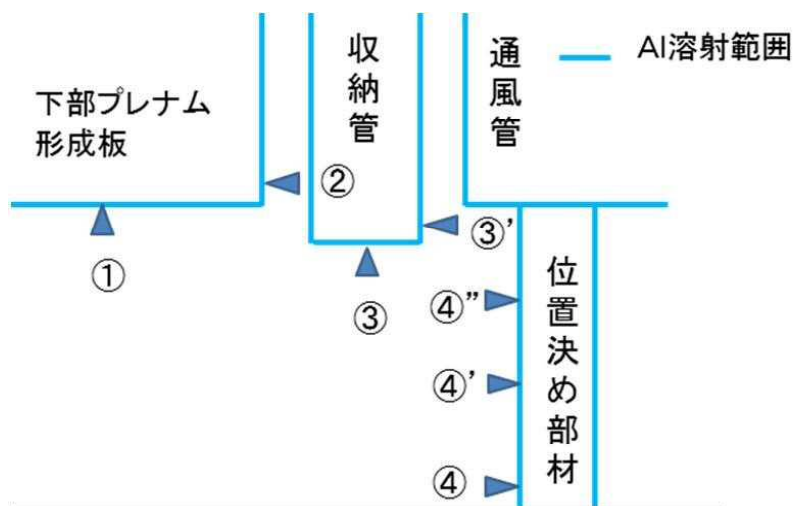


図-26 母材の肉厚測定箇所

表-5 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' 収納管外側面		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

* 計画値：設計寸法に対し、JISに定める公差を考慮した値をいう。

(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-27 参照)

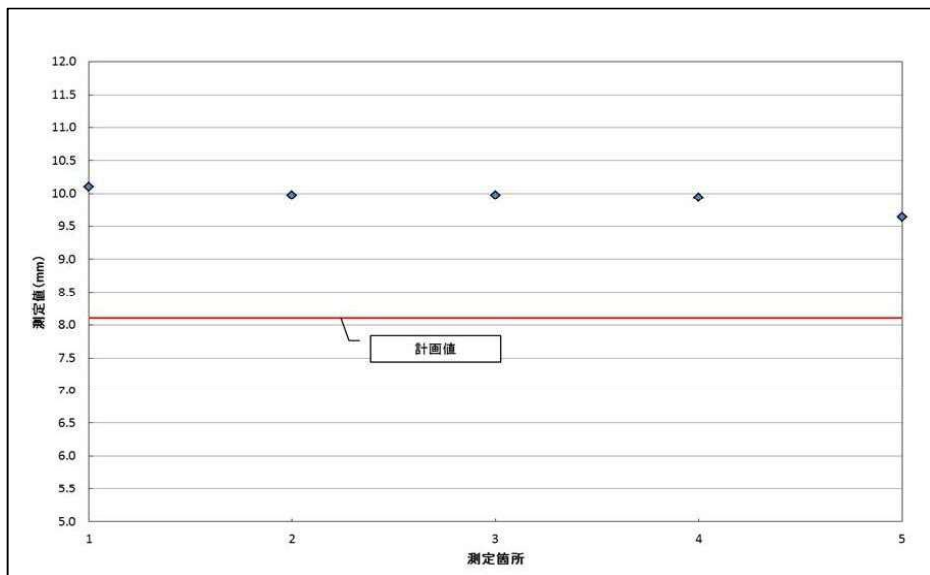


図-27 下部プレナム形成板の肉厚測定結果

(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-28 参照）

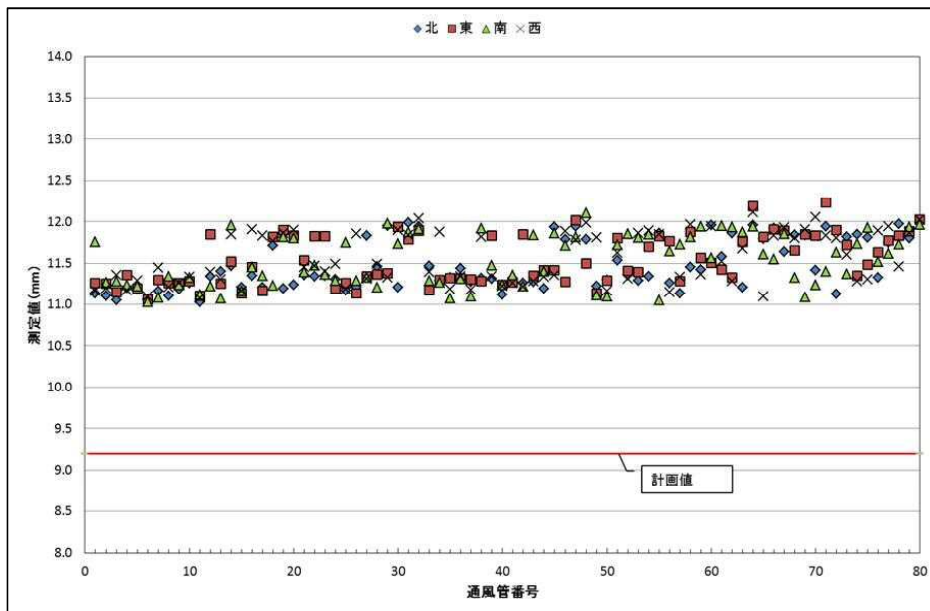


図-28 通風管内面の肉厚測定結果

(3) 収納管底面および外側面

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-29 および図-30 参照)

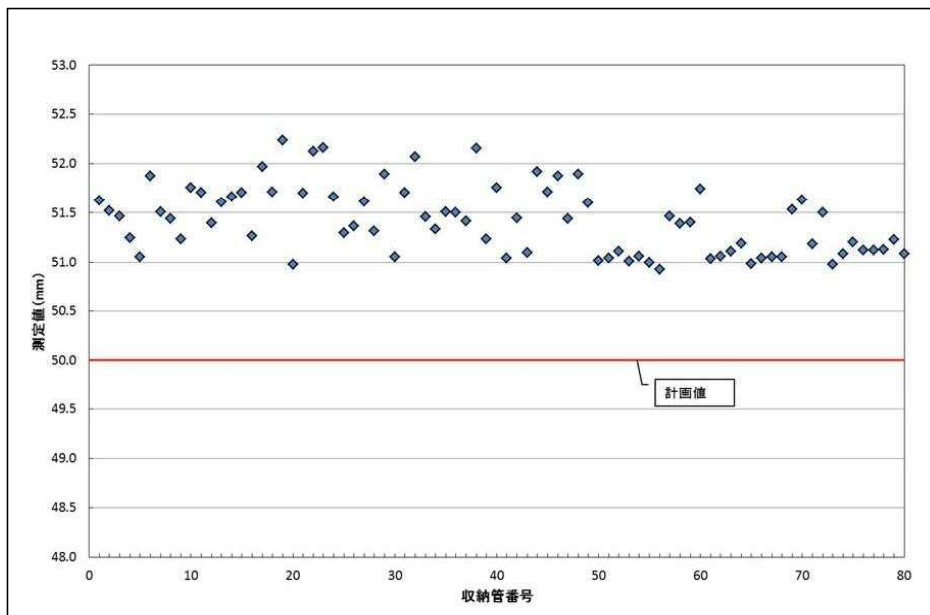


図-29 収納管底面の肉厚測定結果

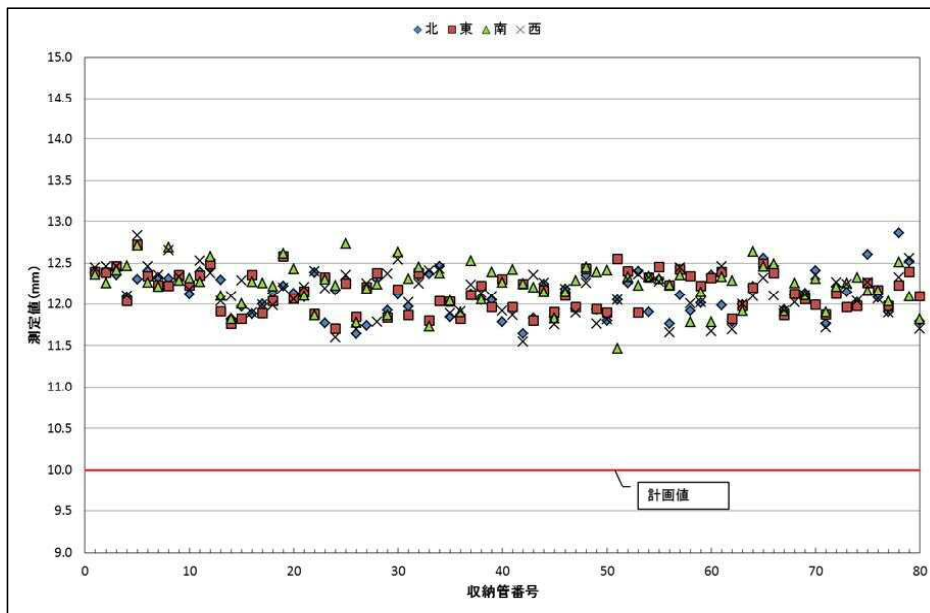


図-30 収納管外側面の肉厚測定結果

(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-31～図-33 参照）

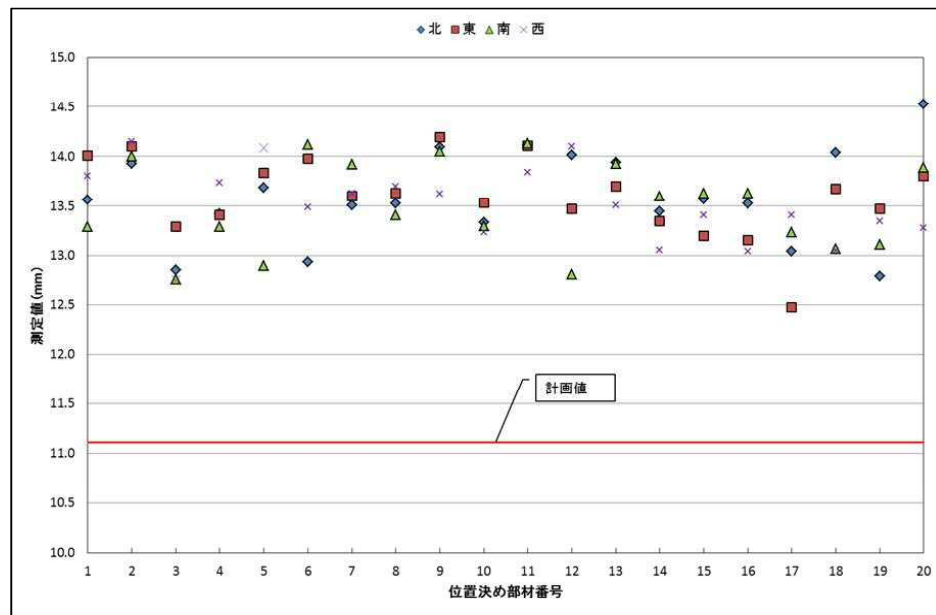


図-31 位置決め部材基部（底面より115mm）の肉厚測定結果

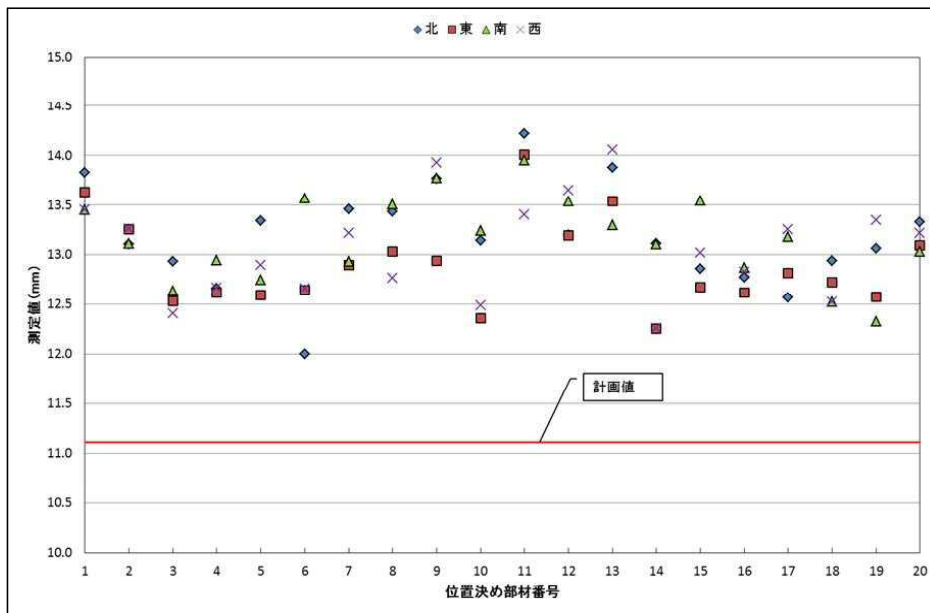
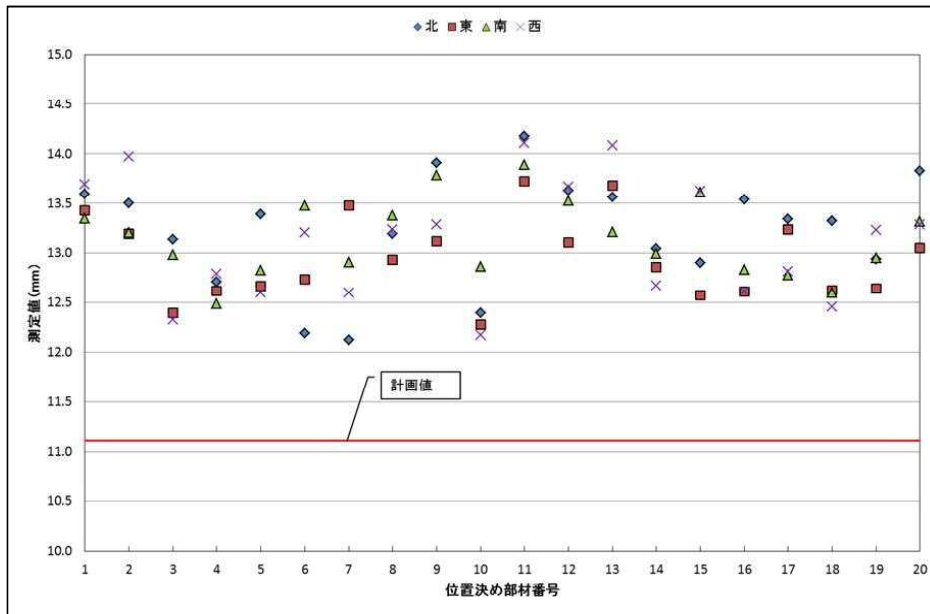


図-32 位置決め部材側面（1）（底面より500mm）の肉厚測定結果



図一33 位置決め部材側面（2）（底面より 1000mm）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側面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-34 および図-35 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。

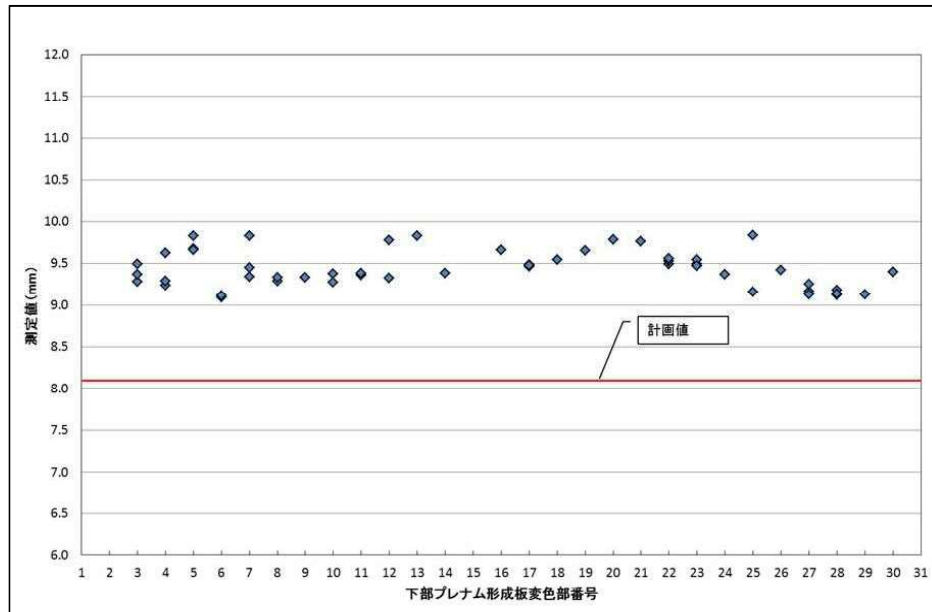


図-34 下部プレナム形成板 変色部の肉厚測定結果

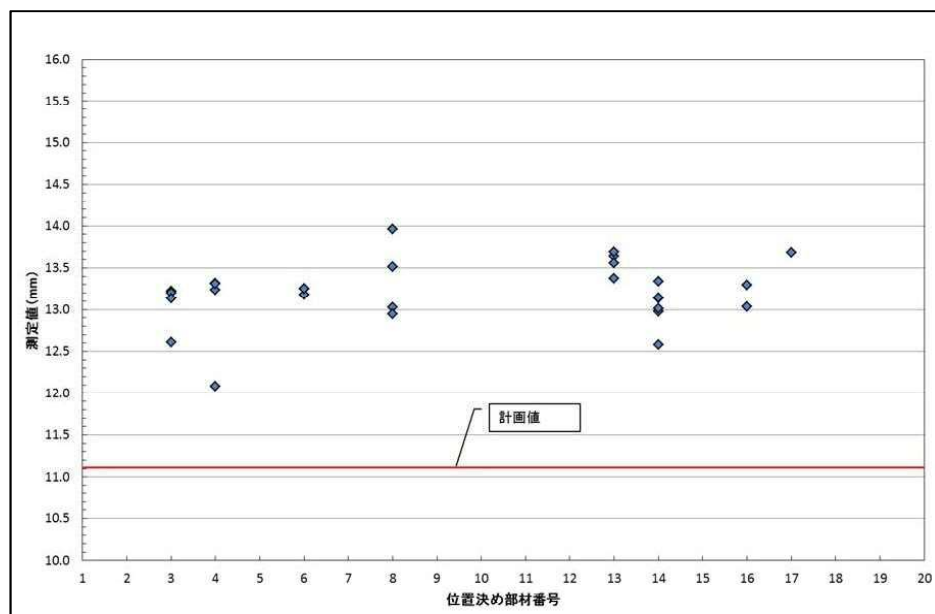


図-35 位置決め部材側面 変色部の肉厚測定結果

(6) 位置決め部材基部に確認された濃い変色部の母材の肉厚測定

目視による外観観察の結果、位置決め部材に濃い変色部が確認されており、その外観からは、母材腐食の可能性が考えられる。

当該部分の母材の肉厚測定を実施し、変色していない箇所との比較結果から若干肉厚の薄い箇所(減少量:約1.8mm)があることを確認したものの、母材は十分な厚さを有していることを確認した。

4.2 変色部等の発生原因に係る調査結果

4.2.1 サンプル採取・分析

下部プレナムにおいて、テープを用いてサンプルを採取し表面観察および元素分析等を行なった結果、以下の特徴が確認された。

- ・ 鉄（以下、「F e」という。）酸化物およびA l酸化物を確認した。
- ・ 微量であるが下部プレナムの構成設備に含有されない元素である、マグネシウム（以下、「M g」という。）、イオウ（以下、「S」）、ナトリウム（以下「N a」という。）、塩素（以下、「C l」という。）を確認した。
- ・ 採取した一部のサンプルの断面観察結果において、大気側（テープ粘着面）からF e、A lの順に成分を確認した。

以上のことから、下部プレナム内の各部材には外部由来の飛散物が付着していることを確認できた。よって、外部飛来物質に同伴したF e（F e酸化物を含む）が付着し変色の要因となった可能性について考えられる。（表-6、表-7参照）

以降に各部材のサンプル採取、分析結果の詳細を示す。

表-6 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	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 収納管 ・ 通風管 ・ 上部、下部プレナム形成板 ・ 位置決め部材 	母材	炭素鋼 F e	
	保護皮膜	A l溶射皮膜	A l、O（大気側に酸化皮膜を形成）
		封孔処理剤（皮膜表面に塗布）	S i、Z n、A l
<ul style="list-style-type: none"> ・ 貯蔵区域躯体 	コンクリート	C a、S i、A l、F e	
<ul style="list-style-type: none"> ・ EB建屋 下部プレナム床面 ①床面鉄板 ②ステンレスライニング ※EB2建屋の下部プレナム床面は躯体コンクリートのみ 	炭素鋼（躯体上に鉄板を敷設）	F e	
	ステンレス鋼（床面鉄板上に敷設）	F e、C r、N i	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 入口ルーバ ・ 出口ルーバ 	ステンレス鋼	F e、C r、N i	

表-7 一般的な外部由来の飛散物に含まれる元素と変色部に確認された元素との比較

由来物質	主要含有元素	変色部に確認された主な元素
大気浮遊塵 ^{※1}	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">N a</div> 、A l、S i、K、C a、F e、 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">M</div> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">g</div> 、Z n、T i… （存在比の高い順）	O、A l、F e、S i、 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">M g</div> 、 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">N a</div> 、 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">S</div> 、 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">C l</div> 、 C a、Z n
海塩粒子 ^{※2}	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">C l</div> 、 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">N a</div> 、 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">S</div> 、 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">M g</div> 、C a、K、C、 O… （存在比の高い順）	
融雪剤	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">M g</div> 、 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">N a</div> 、C a、 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">C l</div>	

：下部プレナム構成部材に含まれない共通元素

※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) テープによる変色部のサンプル採取・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、テープを貼り付け、剥がすことにより採取を実施した。(図-36 参照)

採取したテープサンプルの分析方法として、変色部の三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。

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。

各部材のサンプル採取箇所を表-8 に示す。

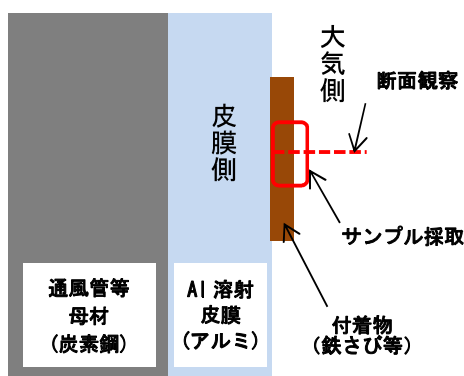


図-36 テープによる変色部のサンプル採取イメージ

表-8 テープによる変色部のサンプル採取箇所

	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. 11 (1) 北東	2	1	○	○
2)		No. 11 (2) 南	2	1	○	○
3)	位置決め部材基部	No. 14 (基部・南南西)	1 箇所	1 箇所	○	○
4)	位置決め部材側面	No. 16 (表面・南西・上から約 90mm 位置)	1 箇所	1 箇所	○	○
5)	下部プレナム形成板	No. 78 収納管付近	1 箇所	1 箇所	○	○

※1 SEM: 走査型電子顕微鏡 (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: 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。

1) 通風管 No. 11(1)北東

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

① 外観観察結果

変色していない箇所（観察点1）と変色部（観察点2）の2箇所から粒子状物を選択した。（図-37 参照）

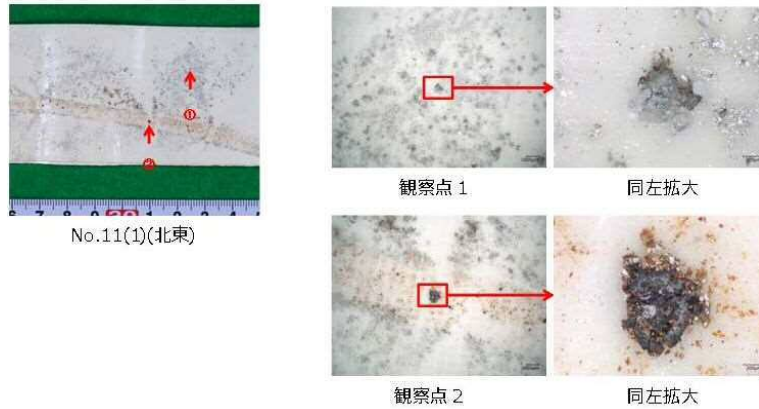


図-37 通風管 No. 11(1)サンプル表面のデジタルマイクロスコープ拡大像

② 元素分析結果

各分析点の元素分析の結果は以下に示す。（図-38、表-9 参照）

i. 観察点1（変色していない箇所）

- ・ 各分析点に共通してA l 濃度が高く、特に分析点2の銀色部のA l 濃度が高い
- ・ C l 濃度は比較的低い

ii. 観察点2（変色部）

- ・ 銀色部はA l 金属の存在可能性があり、濃茶部はF e 濃度が高い。
- ・ C l 濃度は比較的低い

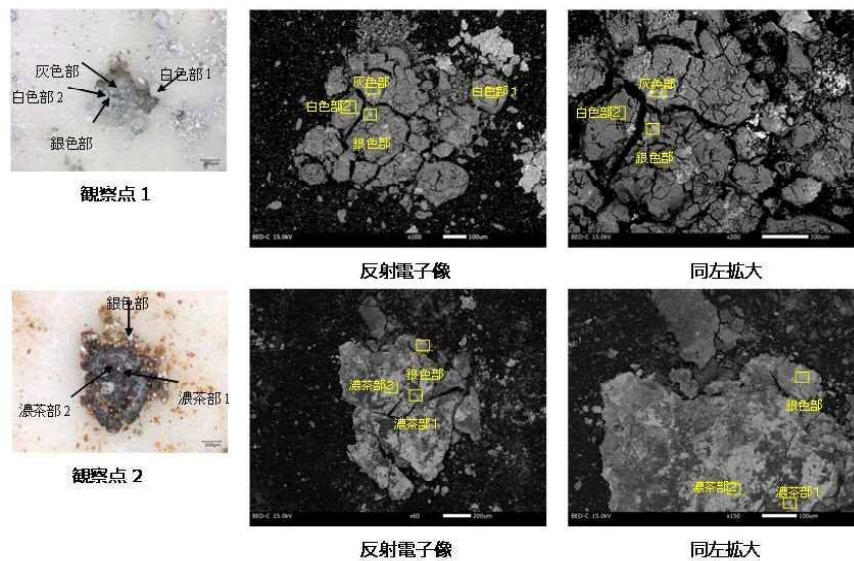


図-38 通風管 No. 11(1)サンプル表面のSEM反射電子像

表-9 通風管 No. 11(1) サンプル表面の元素分析結果

No. 11(1) 観察点 1 (変色していない箇所)

分析点	サンプル名称		元素濃度 (質量%)													
	(採取部位)		O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn
1	通風管 No. 11(1) (北東) 観察点1	白色部1	53.24	1.39	1.22	20.71	12.41	3.37	0.46	-	0.09	0.01	0.19	-	-	6.9
2		銀色部	4.24	-	-	94.75	0.43	0.28	-	0.02	-	-	-	0.16	0.14	-
3		灰色部	63.39	0.37	0.1	24.82	1.36	8.51	0.49	0.03	0.18	-	0.06	0.05	-	0.64
4		白色部2	69.05	0.29	0.03	22.14	0.83	6.95	0.33	-	0.01	-	0.03	-	0.02	0.33

No. 11(1) 観察点 2 (変色部)

分析点	サンプル名称		元素濃度 (質量%)													
	(採取部位)		O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn
1	通風管 No. 11(1) (北東) 観察点2	銀色部	5.28	0.36	-	87.04	0.77	0.12	0.04	0.09	0.15	-	5.79	0.29	-	0.06
2		濃茶部1	41.06	36.26	0.05	0.25	0.55	0.06	0.07	0.19	0.03	-	21.21	0.28	-	0
3		濃茶部2	36.55	4.54	0.05	1.2	0.84	0.06	0.05	0.21	0.09	0.1	55.67	0.2	-	0.44

③ EDSマッピング観察結果

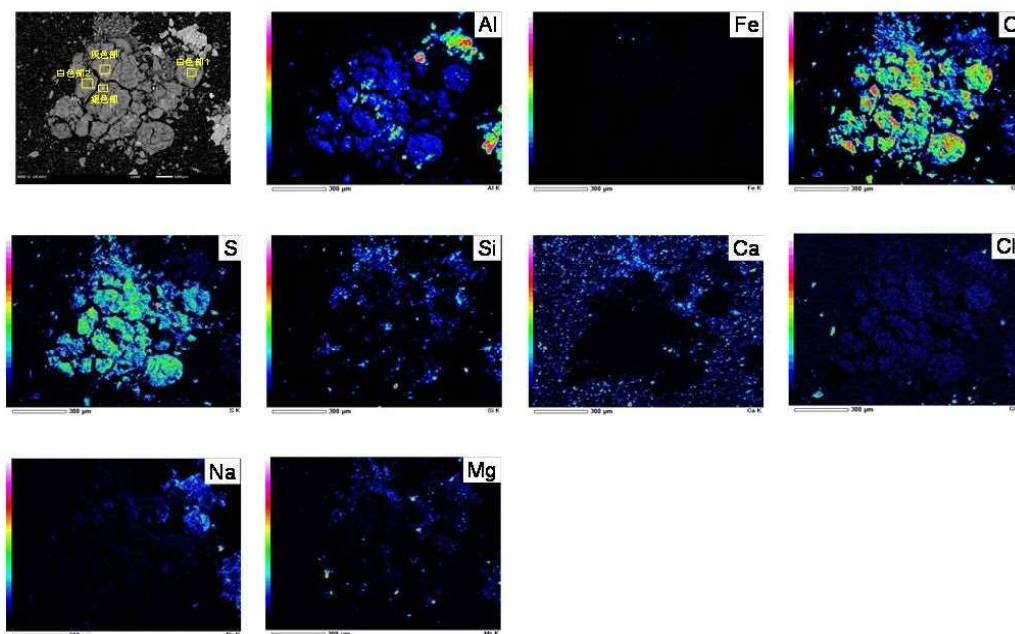
サンプル表面 (皮膜側) のEDSマッピングの結果を以下に示す。(図-39 および図-40 参照)

i. 観察点 1 (変色していない箇所)

- ・ ほぼ全体に酸素 (以下「O」という。) およびAlが分布している
- ・ Feはほぼ検出されていない
- ・ 比較的高い濃度でSが分布している

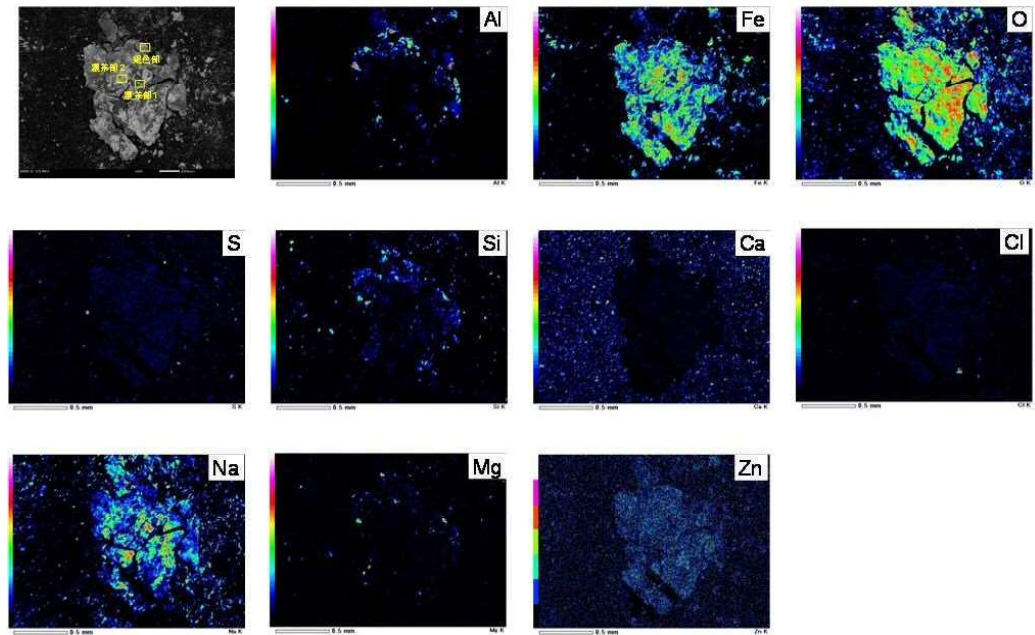
ii. 観察点 2 (変色部)

- ・ ほぼ全体にNa、OおよびFeが分布している
- ・ Alは粒状物の周囲に分布している



No. 11(1) 観察点 1 (変色していない箇所)

図-39 通風管 No. 11(1) 観察点 1 (変色していない箇所) サンプル表面のEDSマッピング



No. 11(1) 観察点 2 (変色部)

図-40 通風管 No. 11(1) 観察点 2 (変色部) サンプル表面のEDSマッピング

b. 断面観察

① 外観観察結果

変色部（観察点 2）粒子状物を対象として、断面観察を実施した。（図-41 参照）

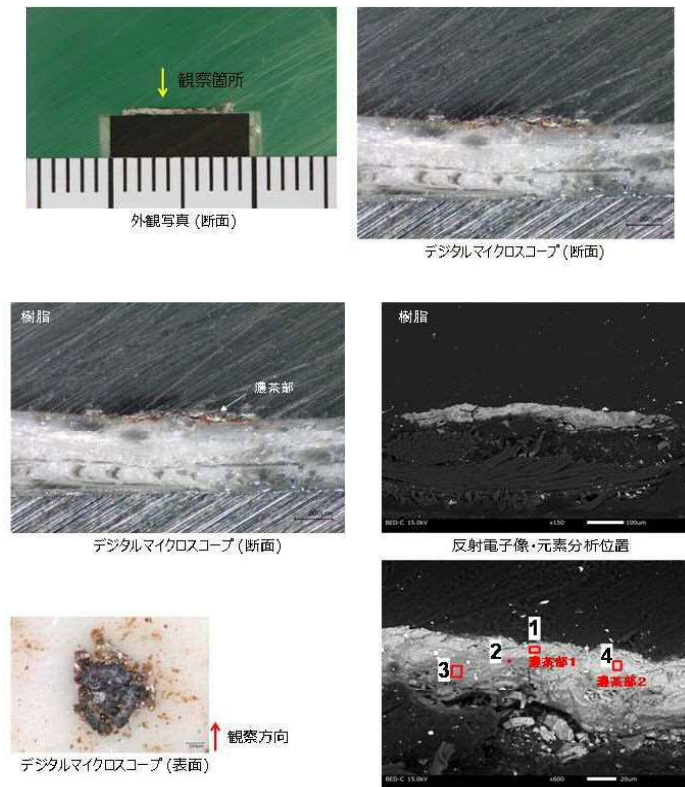


図-41 通風管 No. 11(1) 観察点 1 サンプル断面のデジタルマイクロスコープ・SEM反射電子像

② 元素分析結果

元素分析の結果、以下に示す。(表-10 参照)

- ・ 濃茶部の Fe 濃度が高く、その他分析点は Al 濃度が高い
- ・ Cl 濃度は比較的低い

表-10 通風管 No. 11(1) 観察点 2 サンプル断面の元素分析結果

分析点	サンプル名称 (採取部位)	元素濃度 (質量%)													
		O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn
1	通風管 濃茶部1	39.94	1.81	0.2	6.22	1.63	-	1.58	0.09	0.46	-	46.1	-	-	1.98
2	No. 11(1)	-	19.09	0.41	0.06	68.27	2.24	-	0.53	0.25	0.28	-	8.14	-	0.73
3	(北東)	-	26.28	0.87	0.28	51.51	5.47	-	0.51	0.15	0.48	-	13.67	-	0.78
4	観察点2 濃茶部2	39.72	2.22	0.13	7.19	1.92	-	0.48	0.22	0.57	-	44.77	-	-	2.79

③ EDSマッピング観察結果

サンプル断面のEDSマッピングの結果を以下に示す。(図-42 参照)

- ・ ほぼ全体に Fe および O が分布している
- ・ Al は Fe より部材側に高濃度で分布している

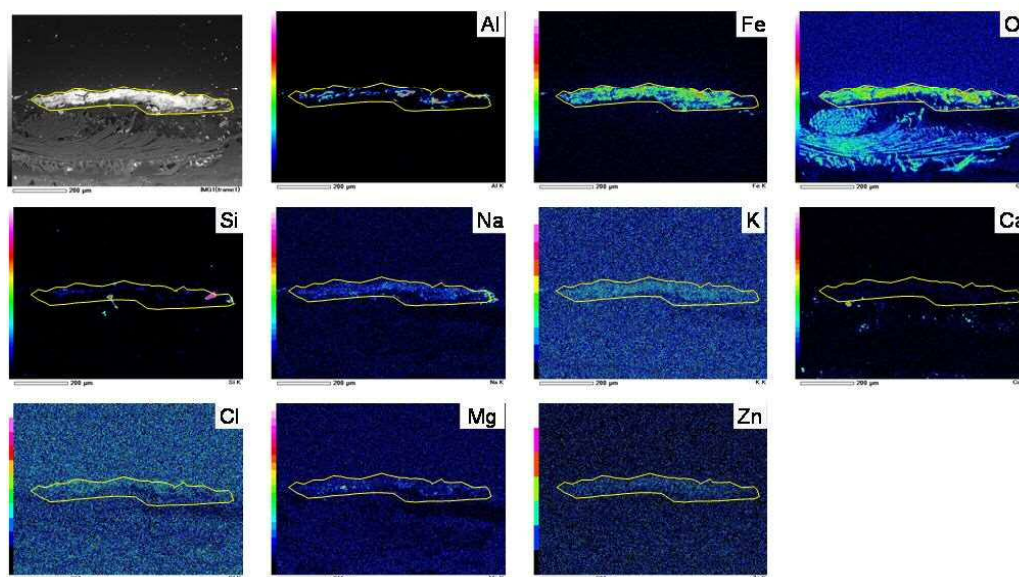


図-42 通風管 No. 11(1) 観察点 2 サンプル断面のEDSマッピング

2) 通風管 No. 11(2)南

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

① 外観観察結果

変色部（観察点1）と変色していない箇所（観察点2）の2箇所から粒子状物を選択した。（図-43 参照）

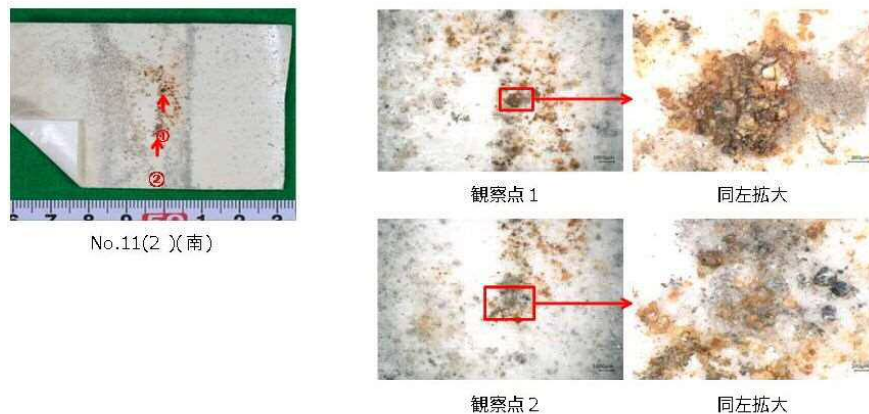


図-43 通風管 No. 11(2)サンプル表面のデジタルマイクロスコープ拡大像

② 元素分析結果

各分析点の元素分析の結果を以下に示す。（図-44、表-11 参照）

i. 観察点1（変色部）

- ・ 薄茶部1では $Al > Fe$ 、その他分析点では $Fe > Al$ となっている。
- ・ C、S濃度が比較的高い

ii. 観察点2（変色していない箇所）

- ・ 銀色部では $Fe > Al$ 、その他分析点は $Al > Fe$ となっている。
- ・ C、S濃度が比較的高い。（C濃度は観察点1と比較すると低い）

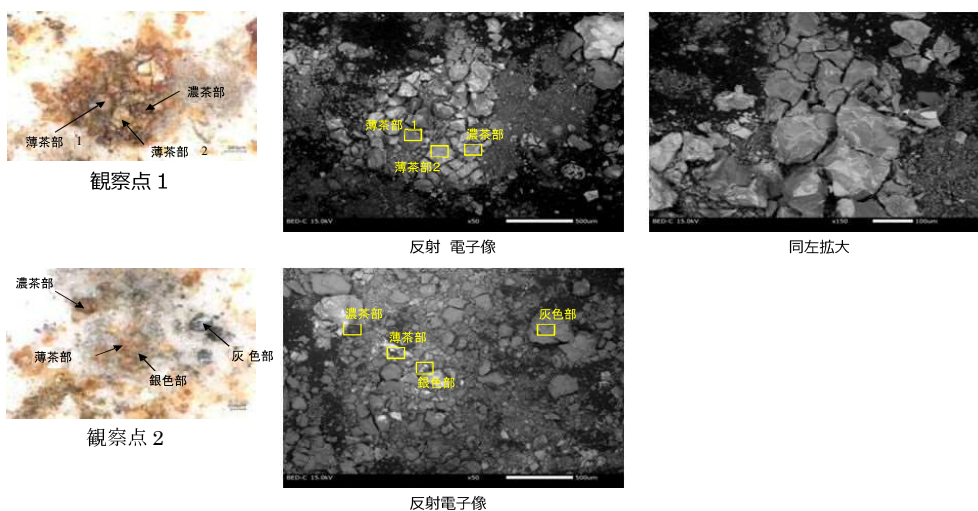


図-44 通風管 No. 11(2)サンプル表面のSEM反射電子像

表-11 通風管 No. 11(2) サンプル表面の元素分析結果

No. 11(2) 観察点 1 (変色部)

分析点	サンプル名称		元素濃度 (質量%)													
	(採取部位)		O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn
1	通風管	濃茶部	32.18	0.2	0.48	7.56	2.26	2.43	4.02	0.17	1.72	0.06	48.92	-	-	-
2	No. 11(2) (南)	薄茶部1	57.65	0.21	0.59	19.42	1.31	2.87	6.02	0.01	0.64	0.07	11.03	-	-	0.17
3		薄茶部2	38.85	0.11	0.53	9.89	1.72	2.98	6.4	0.11	1.07	0.11	37.97	0.21	-	0.05
4	観察点1	濃茶部	32.18	0.2	0.48	7.56	2.26	2.43	4.02	0.17	1.72	0.06	48.92	-	-	-

No. 11(2) 観察点 2 (変色していない箇所)

分析点	サンプル名称		元素濃度 (質量%)													
	(採取部位)		O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn
1	通風管	濃茶部	56.69	1.31	0.69	21.19	1.66	2.23	1.64	0.17	0.96	-	12.95	-	-	0.5
2	No. 11(2) (南)	灰色部	60.59	1.35	0.57	25.13	1.92	3.62	1.73	0.22	1.5	0.04	2.77	-	0.27	0.29
3		観察点2	銀色部	45.44	1.56	1.11	13.51	1.7	2.46	1.19	0.22	1.47	-	31.02	-	0.21

③ EDSマッピング観察結果

サンプル表面のEDSマッピングの結果を以下に示す。(図-45、図-46 参照)

i. 観察点 1

- ・ ほぼ全体にO、Fe、ClおよびAlが分布している
- ・ カルシウム (以下「Ca」という。)、Si等についても分布している
- ・ 比較的高い濃度でSが分布している

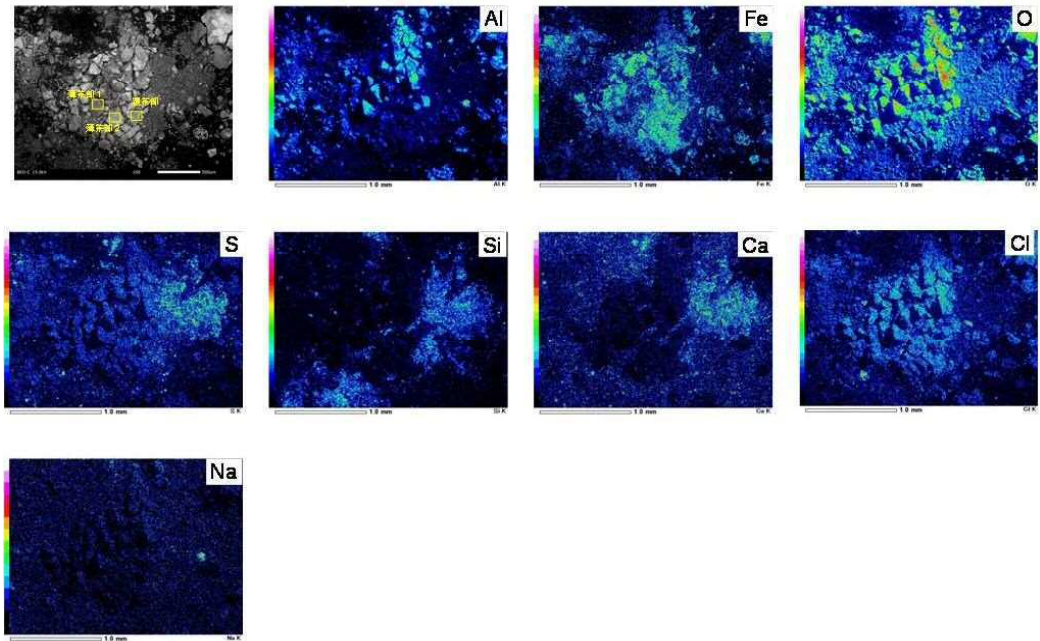


図-45 通風管 No. 11(2) 観察点 1 サンプル表面のEDSマッピング

ii. 観察点 2

- ・ ほぼ全体に Al、O および S が分布
- ・ Fe の分布は局所的となっている
- ・ 比較的高い濃度で S が分布している
- ・ Ca、Si、Na 等についても分布している

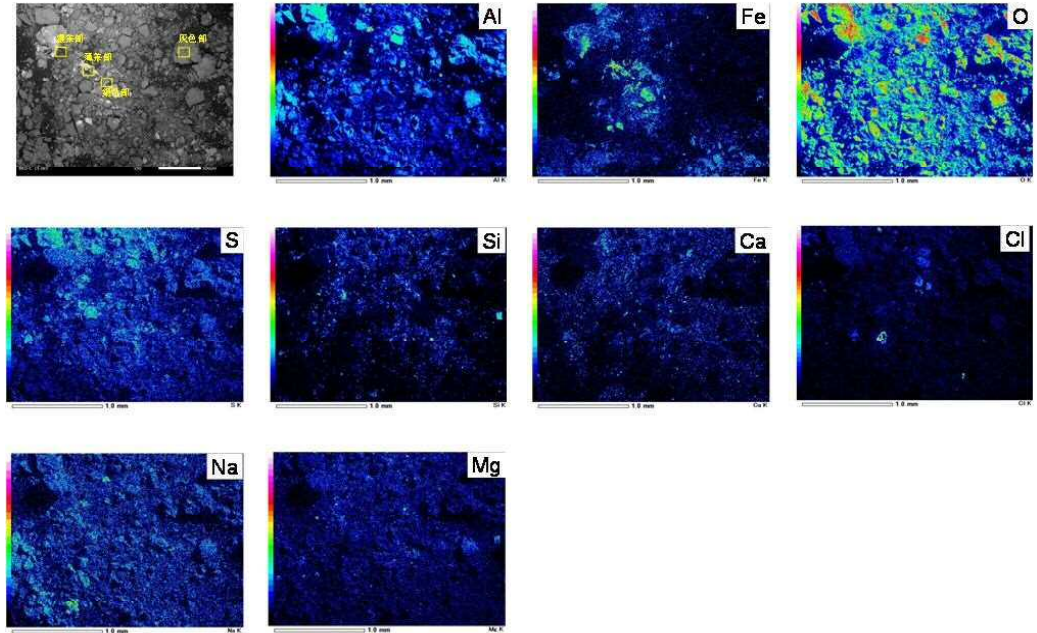


図-46 通風管 No. 11(2) 観察点 2 サンプル表面の EDS マッピング

b. 断面観察

① 外観観察結果

変色部（観察点 1）粒子状物を対象として、断面観察を実施した。（図-47 参照）

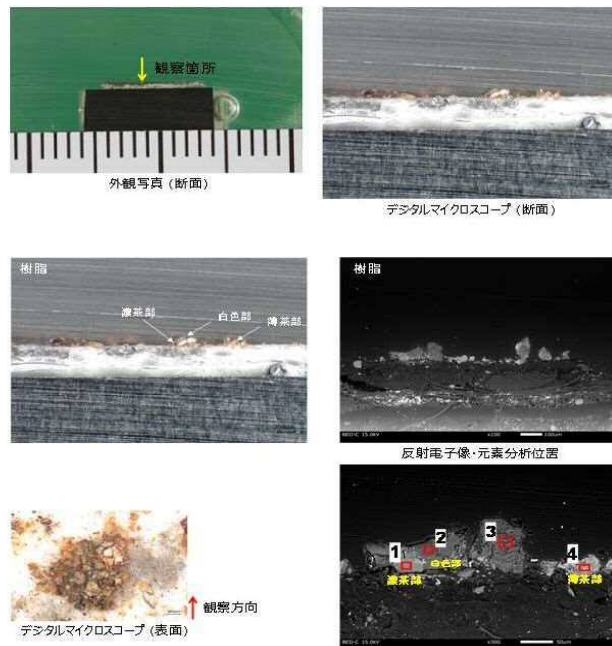


図-47 通風管 No. 11(2) 観察点 1 サンプル断面のデジタルマイクロスコープ・SEM 反射電子像

② 元素分析結果

各分析点の元素分析の結果を以下に示す。（表-12 参照）

- ・ 薄茶部で Fe > Al であり、その他分析点は Al > Fe となっている
- ・ Cl 濃度が比較的高い

表-12 通風管 No. 11(2) 観察点 1 サンプル断面の元素分析結果

分析点	サンプル名称 (採取部位)	元素濃度 (質量%)													
		O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn
1	通風管 濃茶部	58.83	-	0.36	20.49	0.8	-	5.53	0.06	0.29	-	13.63	-	-	-
2	No. 11(2) 白色部	53.71	-	0.02	14.81	4.09	-	11.4	-	1.23	-	13.52	-	-	1.22
3	(南)	-	58.65	-	0.52	26.13	1.59	-	10.13	-	0.37	-	2.61	-	-
4	観察点1 薄茶部	37.96	-	1.14	7.49	8.9	-	4.19	0.52	1.01	-	38.8	-	-	-

③ EDSマッピング観察結果

サンプル断面のEDSマッピングの結果を以下に示す。（図-48 参照）

- ・ Al が部材側、Fe が大気側にそれぞれに高濃度で分布している
- ・ Cl 濃度の高い部分が Al や Fe と同じ場所に存在する

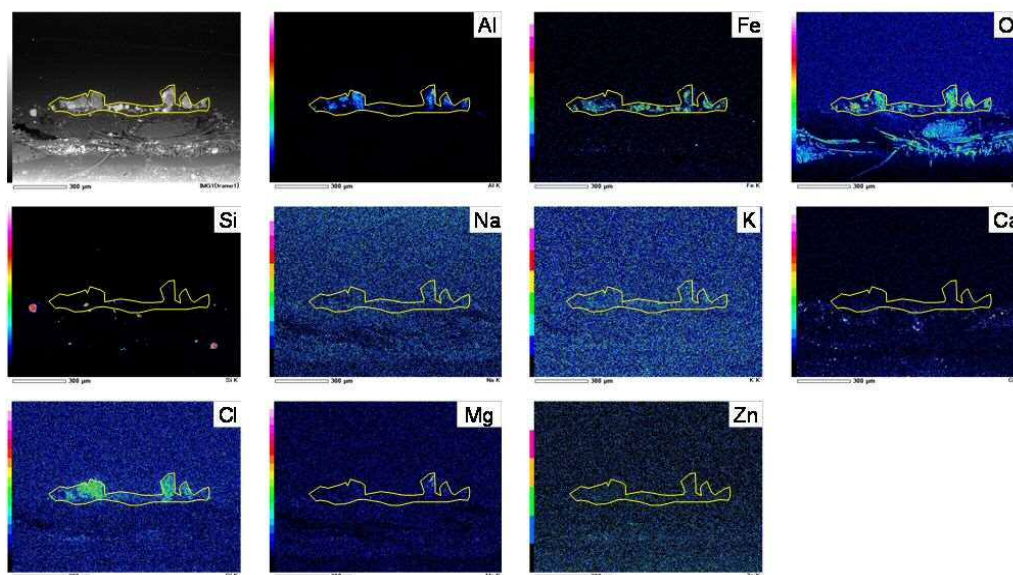


図-48 通風管 No. 11(2) 観察点 1 サンプル断面のEDSマッピング

3) 位置決め部材 No. 14 (基部・南南西)

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

① 外観観察結果

変色部の1箇所から粒子状物を選択した。(図-49 参照)

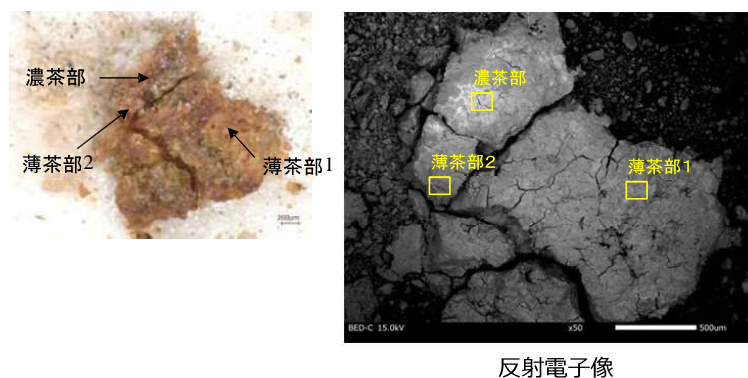


図-49 位置決め部材 No. 14 (基部・南南西) サンプル表面のデジタルマイクロスコープ拡大像

② 元素分析結果

各分析点の元素分析の結果を以下に示す。(図-50、表-13 参照)

- ・ 各分析点に共通してAl濃度が高い(濃茶部のみFe濃度がAl濃度に近い)
- ・ Cl濃度が比較的高い



反射電子像

図-50 位置決め部材 No. 14 (基部・南南西) サンプル表面のSEM反射電子像

表-13 位置決め部材 No. 14 (基部・南南西) サンプル表面の元素分析結果

No. 14 基部・南南西

分析点	サンプル名称		元素濃度 (質量%)													
	(採取部位)		O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn
1	位置決め部材	薄茶部1	50.39	0.33	0.4	21.76	1.36	0.17	9.87	0.07	0.79	0.06	13.78	0.07	0.03	0.92
2	No. 14	濃茶部	49.05	0.39	0.51	18.62	1.32	0.23	9.12	-	1.39	0.08	18.51	0.02	-	0.74
3	(基部・南南西)	薄茶部2	50.08	0.38	0.35	24.83	1.55	0.2	9.59	0.04	1.59	0.04	9.21	0.08	0.22	1.85

③ EDSマッピング観察結果

サンプル表面のEDSマッピングの結果を以下に示す。(図-51 参照)

- ・ ほぼ全体にAl、Fe、OおよびClを確認
- ・ Cl濃度が他のサンプルと比較して高い

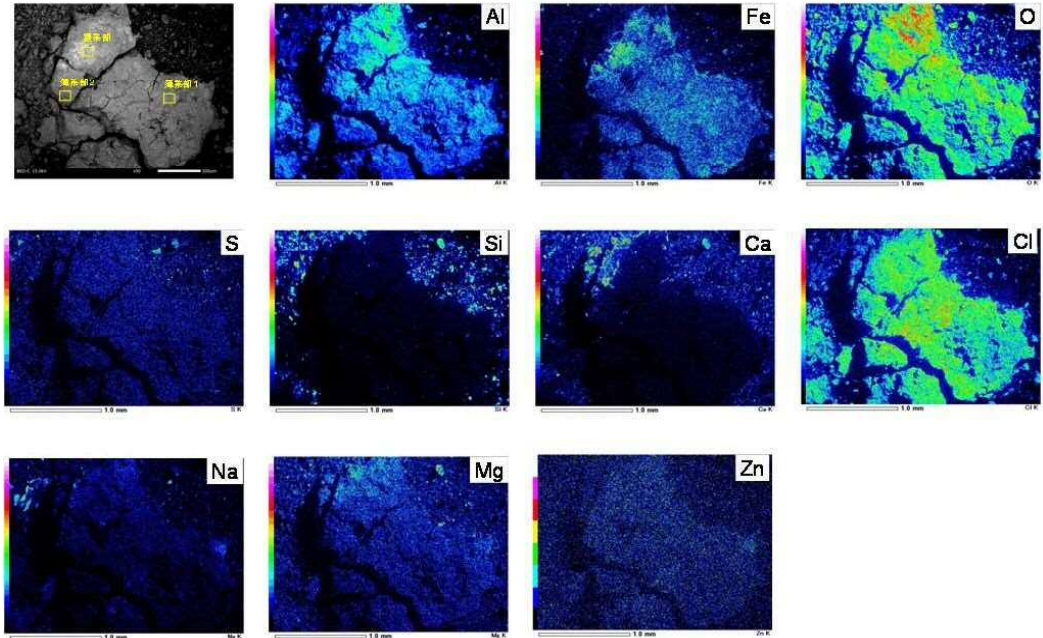


図-51 位置決め部材 No. 14 (基部・南南西) サンプル表面のEDSマッピング

b. 断面観察

① 外観観察結果

変色部の粒子状物を対象として、断面観察を実施した。(図-52 参照)

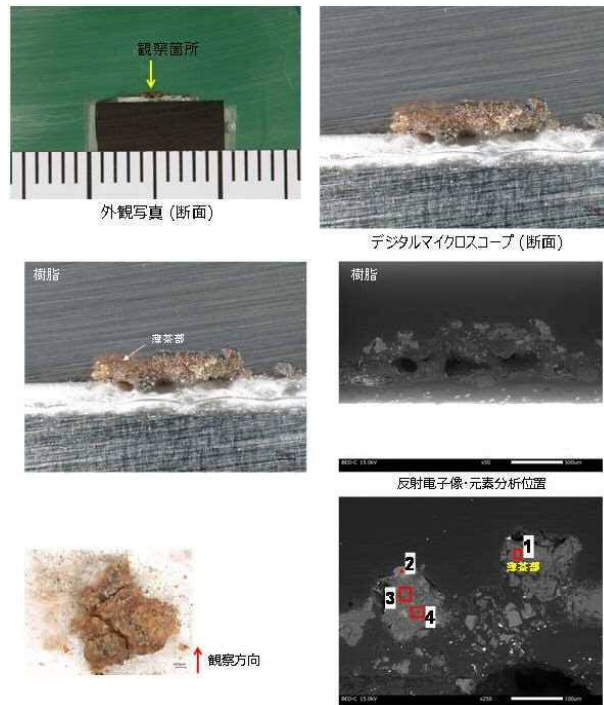


図-52 位置決め部材 No. 14 (基部・南南西) サンプル断面のデジタルマイクロスコープ・SEM反射電子像

② 元素分析結果

元素分析の結果を以下に示す。（表-14 参照）

- ・ 全分析点でA 1 濃度が高い。
- ・ 特に分析点 No.2 はA 1 金属相当と考えられる。
- ・ C 1 濃度が比較的高い

表-14 位置決め部材 No.14（基部・南南西）サンプル断面の元素分析結果

分析点	サンプル名称		元素濃度（質量%）													
	（採取部位）		O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn
1	位置決め部材	薄茶部	51.95	-	0.34	28.73	1.13	-	9.67	0.11	0.43	-	6.54	-	-	1.1
2	No.14 （基部・南南西）	-	11.86	-	0.1	82.97	1.2	-	1.88	0.02	0.33	-	0.79	-	-	0.85
3		-	52.85	0.28	0.78	32.17	1.48	-	7.1	-	1.4	-	1.7	-	-	2.24
4		-	50.87	-	0.72	31.41	1.83	-	9	-	2.05	-	2.95	-	-	1.17

③ EDSマッピング観察結果

サンプル断面のEDSマッピングの結果を以下に示す。（図-53 参照）

- ・ 母材側にA 1 濃度の高い部分が分布している
- ・ C 1 濃度が母材側で高く分布している

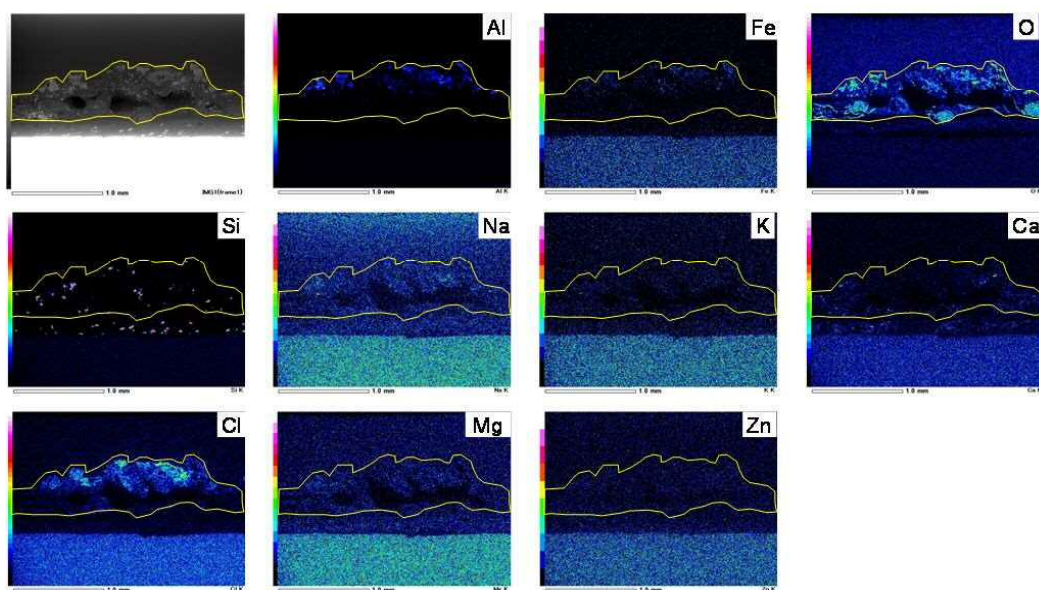


図-53 位置決め部材 No.14（基部・南南西）サンプル断面のEDSマッピング

4) 位置決め部材 No. 16(側面・南西・上から約 90mm 位置)

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

① 外観観察結果

変色部の1箇所から粒子状物を選択した。(図-54 参照)

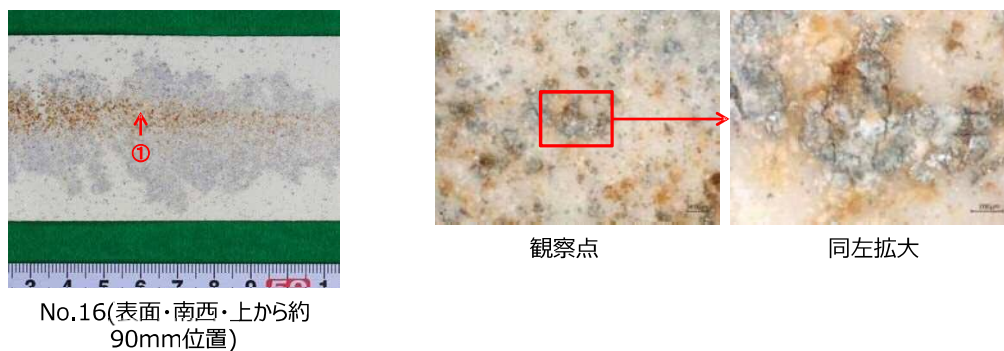


図-54 位置決め部材 No. 16(側面・南西・上から約 90mm 位置)サンプル表面のデジタルマイクロスコープ拡大像

② 元素分析結果

各分析点の元素分析の結果を以下に示す。(図-55、表-15 参照)

- ・ 各分析点に共通してAl濃度が高い
- ・ 濃茶部のみFe濃度がAlと同程度に高い
- ・ Cl濃度は比較的低い

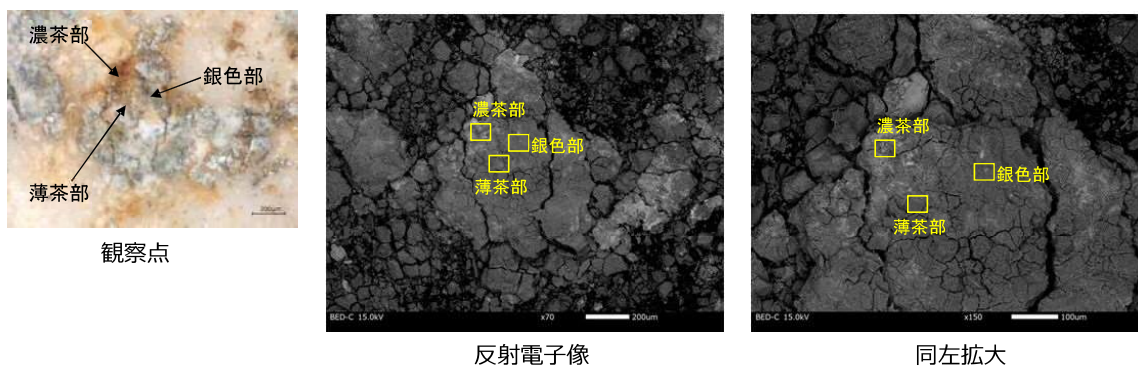


図-55 位置決め部材 No. 16(側面・南西・上から約 90mm 位置)サンプル表面のSEM反射電子像

表-15 位置決め部材 No. 16(側面・南西・上から約 90mm 位置)サンプル表面の元素分析結果

分析点	サンプル名称 (採取部位)	元素濃度 (質量%)													
		O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn
1	位置決め部材 濃茶部	56.73	0.39	0.07	19.81	0.79	2.73	0.15	0.1	0.27	0.01	16.86	0.03	-	2.07
2	No. 16 銀色部	60.15	0.35	0.12	28.4	1.09	3.42	0.16	-	0.26	0.08	4.17	-	-	1.79
3	(側面) 薄茶部	59.79	0.29	0.14	29.12	0.95	4.26	0.16	-	0.28	-	3.5	0.16	0.23	1.12

③ EDSマッピング観察結果

サンプル表面のEDSマッピングの結果を以下に示す。(図-56 参照)

- ・ ほぼ全体にO、Al、SおよびNaが分布している
- ・ Feは一部に低濃度で分布している
- ・ 局所的に比較的高い濃度のSiが分布している

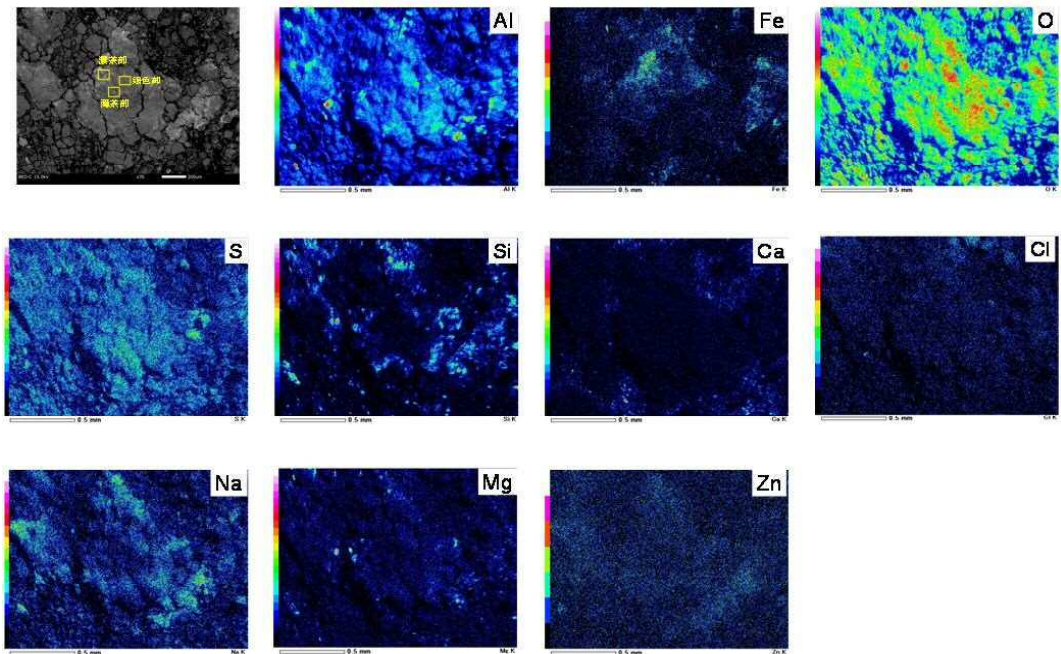


図-56 位置決め部材 No. 16(側面・南西・上から約90mm位置)サンプル表面のEDSマッピング

b. 断面観察

① 外観観察結果

粒子状物を対象として、断面観察を実施した。(図-57 参照)

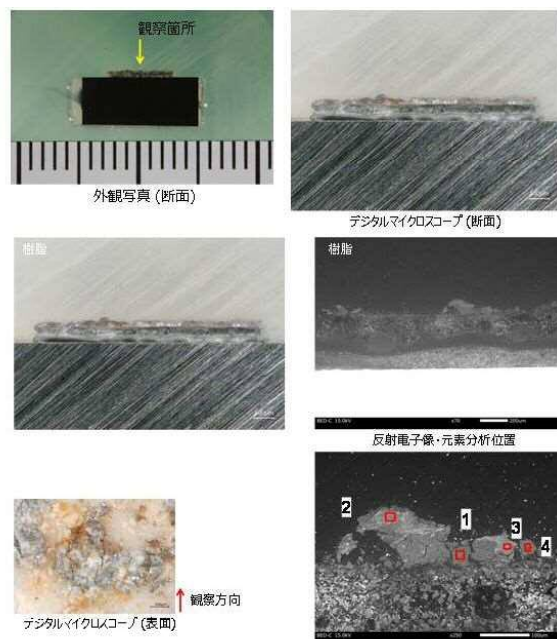


図-57 位置決め部材 No. 16(側面)南西・上から約90mm位置)サンプル断面のデジタルマイクロスコップ・SEM反射電子像

② 元素分析結果

各分析点の元素分析の結果を以下に示す。(表-16 参照)

- ・ 各分析点に共通してA l 濃度が高い
- ・ 分析点 No. 3 のみF e 濃度がA l と同程度に高い
- ・ C l 濃度は比較的低い

表-16 位置決め部材 No.16(側面・南西・上から約90mm位置)サンプル断面の元素分析結果

分析点	サンプル名称 (採取部位)	元素濃度 (質量%)														
		O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	
1	位置決め部材	-	64.14	0.81	0.1	28.97	1.8	-	0.77	0.01	0.41	-	1.86	-	-	1.12
2	No.16	-	55.77	0.51	0.19	29.86	5.43	-	0.72	0.05	0.26	-	5.15	-	-	2.05
3	(側面・南西)	-	54.97	0.53	0.09	21.72	1.7	-	0.85	0.03	0.56	-	18.43	-	-	1.11
4	-	-	55.5	0.89	0.1	28.53	1.83	-	1.03	0.07	0.68	-	9.5	-	-	1.87

③ EDSマッピング観察結果

サンプル断面のEDSマッピングの結果を以下に示す。(図-58 参照)

- ・ A l とO がサンプル (以下黄色線) 内に分布している。特にA l は部材側に分布している。
- ・ F e はサンプル内に薄く分布している (部材・大気側に依らず均一)。

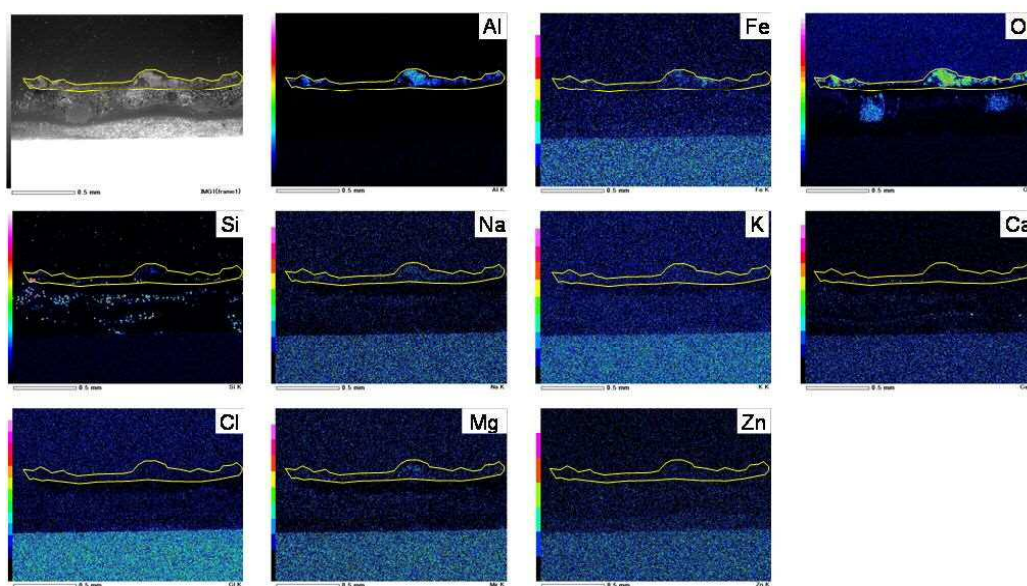


図-58 位置決め部材 No.16(側面・南西・上から約90mm位置)サンプル断面のEDSマッピング

5) 下部プレナム形成板 (No. 78 収納管付近)

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

① 外観観察結果

変色部から粒子状物を選択した。(図-59 参照)

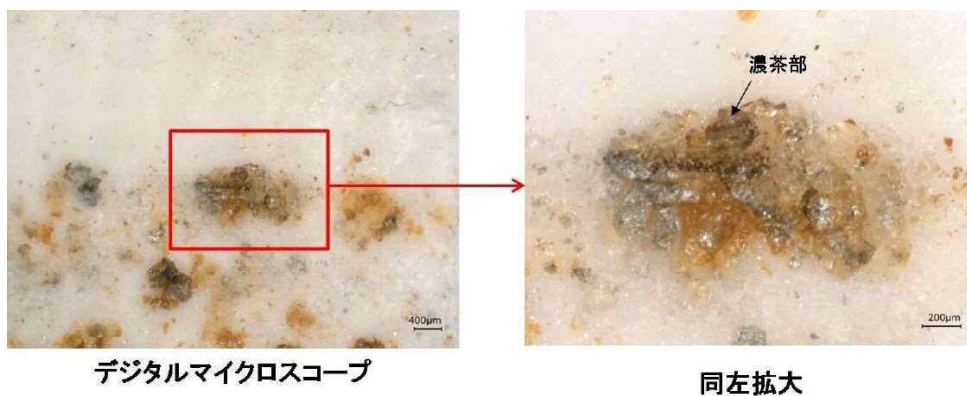


図-59 下部プレナム形成板 (No. 78 収納管付近) サンプル表面のデジタルマイクロスコープ拡大像

② 元素分析結果

各分析点の元素分析の結果を以下に示す。(図-60、表-17 参照)

- ・ 全分析点で Fe > Al 濃度となっている
- ・ Cl、S 濃度が比較的高い

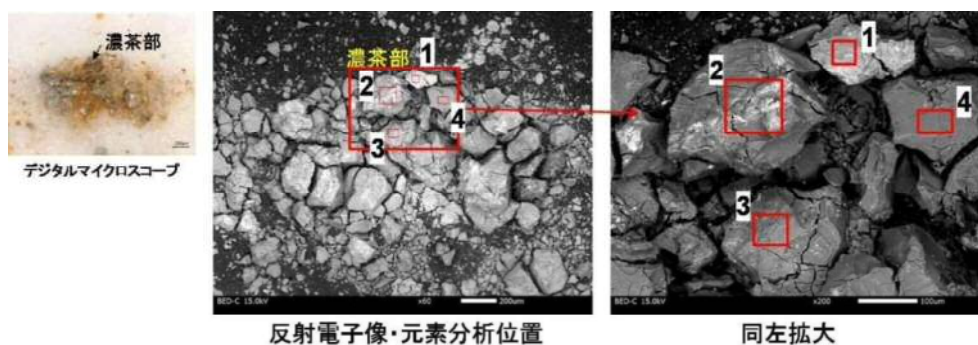


図-60 下部プレナム形成板 (No. 78 収納管付近) サンプル表面のSEM反射電子像

表-17 下部プレナム形成板 (No. 78 収納管付近) サンプル表面の元素分析結果

分析点	サンプル名称 (採取部位)	元素濃度 (質量%)														
		O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	
1	下部プレナム 形成板	濃茶部	59.11	0.3	0.12	15.18	4.65	2.97	1.27	0.01	0.64	0.41	14.3	0.14	-	0.89
2		-	57.97	0.26	0.04	17.73	1.27	4.17	1.96	0.02	0.72	0.74	14.23	0.1	0.13	0.67
3	(No. 78収納 管付近)	-	63.26	0.14	0.01	21.98	0.95	5.37	1.99	-	0.38	0.03	5.04	0.09	-	0.76
4		-	65.22	0.2	0.04	23.19	0.68	5.42	2.06	0.01	0.48	0.04	1.87	-	-	0.8

③ EDSマッピング観察結果

サンプル表面のEDSマッピングの結果を以下に示す。(図-61 参照)

- ・ ほぼ全体にAl、O、S、ClおよびNaを確認
- ・ Feは中央に分布している

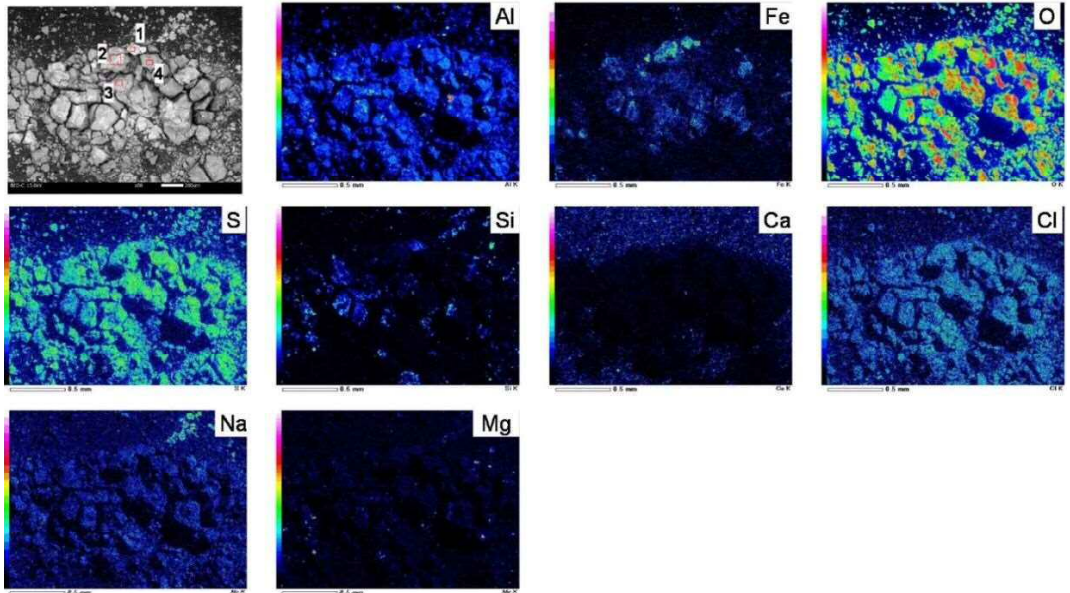


図-61 下部プレナム形成板 (No. 78 収納管付近) サンプル表面のEDSマッピング

b. 断面観察

① 外観観察結果 (図-62 参照)

変色部の粒子状物を対象として、断面観察を実施した。

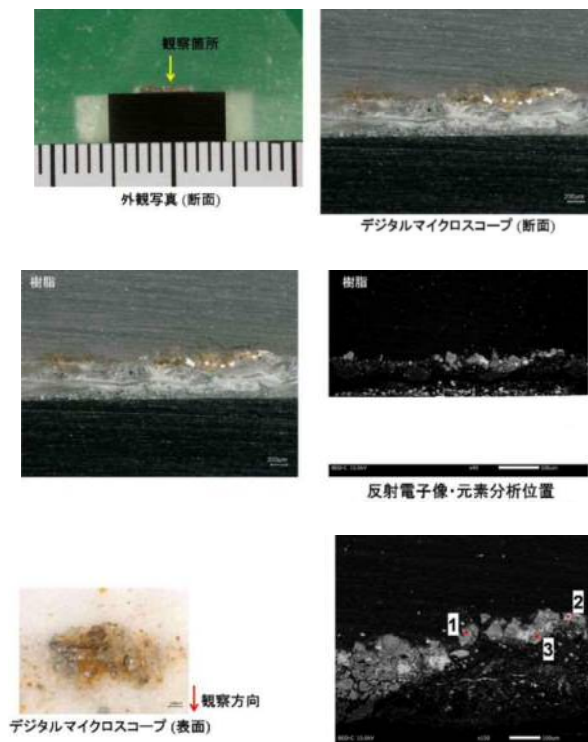


図-62 下部プレナム形成板 (No. 78 収納管付近) サンプル断面のデジタルマイクロスコープ・SEM反射電子像

② 元素分析結果

サンプル断面のEDSマッピングの結果を以下に示す。（表-18 参照）

- ・ 濃茶、銀色部ともAl > Fe 濃度、分析点No.2のみFe > Al 濃度となっている
- ・ 比較的高い濃度でClが分布している

表-18 下部プレナム形成板（No.78 収納管付近）サンプル断面の元素分析結果

分析点	サンプル名称		元素濃度（質量%）													
	（採取部位）		O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn
1	下部プレナム 形成板 (No.78収納 管付近)	濃茶部	58.53	0.1	-	33.6	1.09	-	2.4	0.1	0.06	-	3.48	-	-	0.64
2		-	3.02	-	-	96.45	0.21	-	0.02	-	0.06	-	0.21	-	-	0.04
3		-	64.59	0.21	-	32.09	0.74	-	1.33	0.02	0.04	-	0.25	-	-	0.73

③ EDSマッピング観察結果

サンプル断面のEDSマッピングの結果を以下に示す。（図-63 参照）

- ・ Al、O濃度が高い。Alと比較してFe濃度が低い。
- ・ AlとOが主であり、FeはAlと同じ位置に低濃度で検出されている。
（FeがAlに対して大気側または部材側のみに分布する傾向は見られない）
- ・ Clが検出されている。

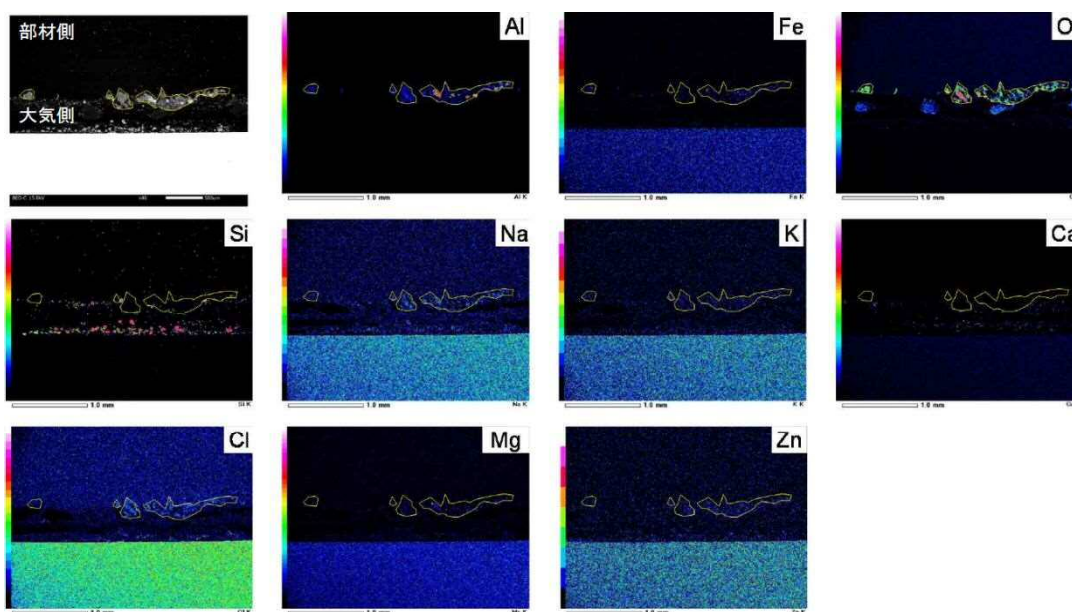


図-63 下部プレナム形成板（No.78 収納管付近）サンプル断面のEDSマッピング

(2) 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捗し、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-64 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。

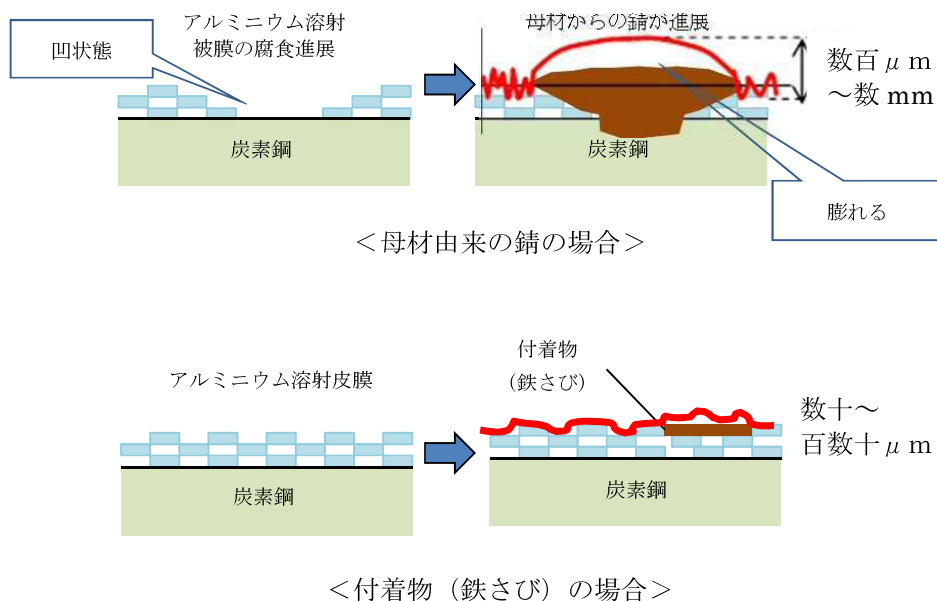


図-64 付着物の凹凸概念図

変色のない箇所（表面仕上げ状態）における凹凸は、第2、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考えられる。

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。

^{*}「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）」

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. 11 に対して、レプリカによるサンプリングを実施した。(図-65 参照)

採取したレプリカは、レプリカ側に転写された中央の変色部と変色が無い両端の健全部に該当する図-66 に示すの丸印の縦方向の3か所について凹凸を測定し、評価を行った。

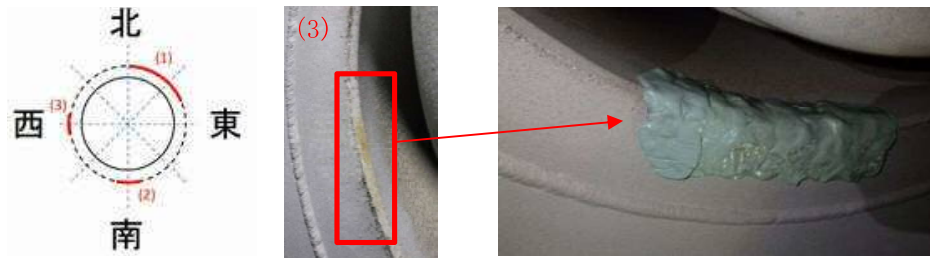


図-65 レプリカ対象箇所 (通風管 No. 11)

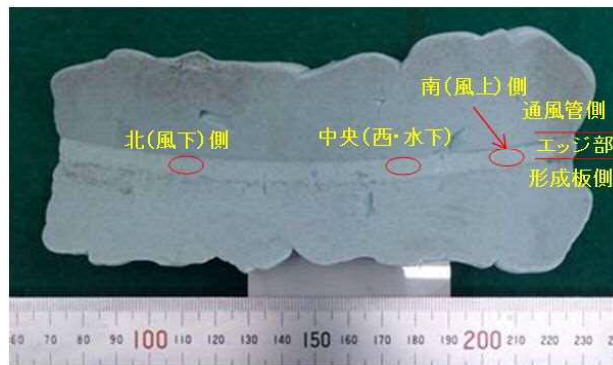


図-66 レプリカ採取結果 (通風管 No. 11)

【測定結果】

変色部中央、両端健全部ともに $100\mu\text{m}$ 前後の凹凸であった。また、測定箇所での大きな差は無い。(表-19 参照)

表-19 レプリカ凹凸測定結果 ($Rz/\mu\text{m}$) (通風管 No. 11)

測定箇所	北側	中央	南側
縦方向 (評価長さ $28\sim 125\mu\text{m}$)	108	106	98

Rz : 最大深さ高さ

評価長さ: 図-66 の丸印の中の適当な位置で設定

【評 価】

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

変色部が確認された位置決め部材基部のうち、No. 13 に対して、レプリカ作業を実施した。(図-67～図-69 参照) 測定箇所および測定範囲を次のように設定した。

- ・ 測定箇所：東・西・南・北側より各々3点(中央および左右)
南北側の中央が切断面となった場合は、中央近傍左右より各1点を測定
- ・ 測定範囲：基部変色部から銀白色に変化した箇所を選定



図-67 レプリカ対象箇所 (位置決め部材 No. 13)



図-68 レプリカ作業状況 (位置決め部材 No. 13)

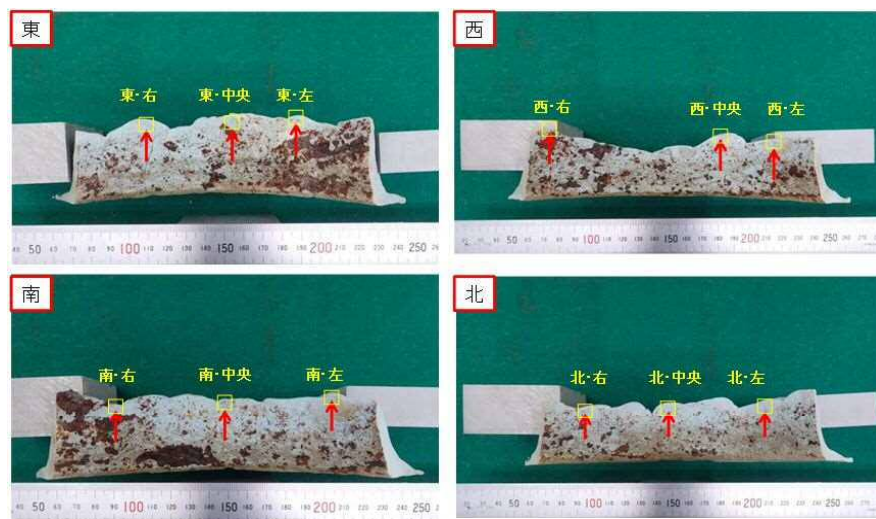


図-69 レプリカ採取結果 (位置決め部材 No. 13)

【測定結果】

レプリカの表面では、次に示す傾向があった。

- ・ 目視で分かるレベルの凹凸が多く存在する。
- ・ 基部の変色部には大きな形状変化がある一方、変色部の直上にある銀白色部の凹凸は比較的小さい。

各測定位置における測定結果を以下に示す。（表-20 参照）

- ・ 凹凸測定結果（Rz）として、全体的に 200～400 μm 程度となった。
- ・ NO. 13 の東側中央では 500 μm を超える結果が得られた。

表-20 レプリカ凹凸測定結果（Rz/ μm ）（位置決め部材 No. 13）

測定位置	北			東			南			西		
	右	中央	左	右	中央	左	右	中央	左	右	中央	左
位置決め部材 NO. 13	283	246	328	294	539	324	182	361	180	200	217	251

Rz：最大深さ高さ

【評価】

位置決め部材基部の濃い変色部について数 mm の凹凸ではないものの、わずかではあるが一部において母材腐食による凹凸の影響が考えられる。

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。

(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考えられ、皮膜の凹部にある変色部を取り去るほどの洗浄は避けた。その結果、凹部以外のほとんどの変色部は除去することができ、洗浄前後において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。(図-70 参照)


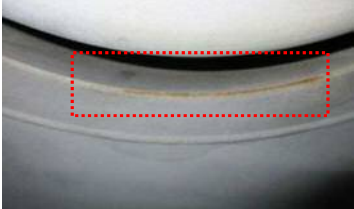

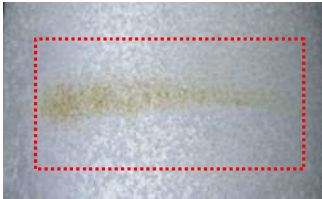
対象	洗浄液による洗浄	
	洗浄前	洗浄後
通風管	 膜厚：284 μm	 膜厚：261 μm
位置決め部材	 膜厚：274 μm	 膜厚：241 μm

図-70 通風管等の変色部に対する洗浄結果