

原子炉施設故障等報告書

平成 21 年 1 月 9 日

独立行政法人 日本原子力研究開発機構

件名	高速増殖原型炉もんじゅ 屋外排気ダクトの腐食孔の確認について
事象発生の日時	平成 20 年 9 月 9 日 (火) 15 時 30 分頃 (腐食孔を確認した時)
事象発生の場所	高速増殖原型炉もんじゅ
事象発生の原子炉施設名	原子炉格納施設 アニュラス循環排気装置 アニュラス循環排気装置主配管
事象の状況	<p>建設中 (低温停止中) の高速増殖原型炉もんじゅ (以下、「もんじゅ」という) において、原子炉補助建物の屋上に設置しているアニュラス循環排気装置主配管*1 (以下、「屋外排気ダクト」という) の計画的な補修塗装のため、屋外排気ダクト全体のケレン作業 (バフ掛け等の作業で錆が発生している箇所は錆を除去し、塗装が健全な箇所については、塗膜表面の目荒しをすることにより、塗料の接合性を良くする) を行い、錆を除去した箇所の下地塗装を行っていたところ、平成 20 年 9 月 9 日 15 時 30 分頃、屋外排気ダクトに腐食孔 (縦約 1cm、横約 2cm) があることを確認した。</p> <p>このため、15 時 40 分頃にアルミ材の補修テープにより屋外排気ダクトの腐食孔を塞ぐ応急処置を行った。</p> <p>その後、腐食孔部は原因調査のためサンプル切り出しを行い、切り出した箇所は外面から鋼板による当て板 (以下、「当て板」という) をベロメタル*2 で固定した。</p> <p>また、腐食孔部を切り出した際、内面を観察したところ、腐食孔の位置から左側の位置に錆のたれた痕を確認した。錆たれ部についても、原因調査のためサンプル切り出しを行い、切り出した箇所は内面から当て板をベロメタルで固定した。</p> <p>*1: アニュラス循環排気装置主配管のうち、屋外に設置しているダクト部分。原子炉格納容器内、アニュラス部及び燃料取扱設備室など管理区域の排気を排気筒に導く排気ダクト</p> <p>*2: 冷間溶接材</p>
事象の原因	<p>1. 状況調査</p> <p>(1) 仕様</p> <p>屋外排気ダクトは、炭素鋼製の補強材付角型ダクトであり、支持架構により原子炉補助建物の屋上に設置している。腐食孔が確認された部位のダクトの仕様は、厚さ 6.0mm、縦約 2.5m、横約 2.5m である。</p> <p>(2) 外観点検の結果</p> <p>屋外排気ダクトについて、外面の外観点検を実施した結果、腐食箇所 (約 660 箇所) を確認した。</p> <p>ダクト内面の外観点検を実施した結果、一部上塗り塗装の欠落は認められたものの錆の発生はなく健全な状態であった。</p> <p>(3) 肉厚測定の結果</p> <p>屋外排気ダクトについて、超音波厚さ計による肉厚測定を実施した。</p> <p>肉厚測定の結果、上面の雨水が溜まり易い箇所、並びに補強材及び支持架構の取付部とその直近において、減肉が確認された。</p> <p>切り出したサンプル 2 箇所を除き、最小肉厚は 1.8mm であり、技術基準*3 にて要求される必要厚さ (1.2mm 以上) を満足していることを確認した。</p> <p>*3: ナトリウム冷却型高速増殖炉発電所の原子炉施設に関する構造等の技術基準 (以下、「技術基準」という)</p> <p>2. 設備に係る原因調査</p> <p>屋外排気ダクトの腐食孔発生に係わる要因分析に基づき、以下のとおり原因調査を行った。</p>

事 象 の 原 因

(1) 材料

屋外排気ダクトに採用した炭素鋼 (SS41) は、技術基準に定められた材料であるとともに、他発電プラントにおいても屋外機器の材料として使用実績があり、材料選定に問題のないことを確認した。

また、所定の材料規格 (JIS G3101(1976) SS41) を満足しており、材料の成分に問題のないことを確認した。

(2) 環境条件

屋外排気ダクトは、沿岸部の屋外に設置されているため、外面は塩害腐食の発生しやすい環境下にあった。なお、内面はフィルターで処理された空気であり、腐食環境にはない。

平成 20 年 9 月 20 日及び 27 日に屋外排気ダクトの腐食孔部及び錆たれ部を切り出し、当該部の観察及び分析を行った。

腐食孔等を切り出したサンプル 2 箇所についての観察、分析の結果、腐食箇所は外面から減肉していることが確認された。また、腐食孔部の断面成分分析やスケールの同定分析の結果、腐食孔底部に塩素 (Cl) が認められ、Cl 含有環境における腐食生成物である β -FeOOH が検出された。腐食孔部周辺の水質分析より、当該部は周辺雨水により海塩成分 (NaCl) 濃度や pH の高い水環境に近接していることを確認した。

なお、貫通部は、湿潤雰囲気であるものの、ダクト側面にあって大気と接していることから、構造上直接局部電池を形成する経路を持たないため、周辺金属部や建屋などと定常的な局部電池を形成することはない。

(3) 構造

屋外排気ダクトは、耐震 A クラスであり、ダクトは強固な支持架構及び補強材によって構成されている。

補強材の溝形鋼及び L 型鋼の溶接 (ダクト本体の溶接を除く) は、断続すみ肉溶接で取り付けられていることから、ダクトと補強材のすき間に雨水が浸み込む構造となっていた。また、ダクトと支持架構は、断続すみ肉溶接で固定されている箇所 (アンカ) と固定されていない箇所 (レストレント: 地震時に摺動する構造) があり、そのすき間に雨水が浸み込む構造となっていた。

腐食孔の上部には、ダクト内通気時に伴う振動を抑制するための伸縮継手 (ネオプレンゴム製) があり、伸縮継手の取り付けフランジとして、溝形鋼を使用しているが、上側の溝形鋼は上に開いた形で取り付けられているため、雨水が溜まる構造となっていた。

また、腐食孔の直近に鉛直及び水平の支持架構 (中空角形はり) の溶接部があるが、一部の未溶接部分から、支持架構内部に雨水が浸入し、直下にある溝形鋼に少量ずつ滴下するようになっていた。溝形鋼に溜まった雨水は、腐食孔のほぼ真上に位置する溝形鋼の側面の水抜き穴 (直径約 7 mm: 平成 11 年に設けたもの) から流れ出る構造となっていた。

当該腐食孔付近は、雨水がほぼ真上の溝形鋼の水抜き穴からレインフード上に滴下し、そこに水溜りを形成し (レインフードには傾斜が設けられていない)、日陰で乾き難い環境とも相まって、晴天時においても、継続的に湿潤状態となっていた。

なお、ダクトの上面は補強材及び支持架構により、雨水が溜まり易い構造となっていた。

(4) 塗装

① 塗装仕様

平成 2 年及び平成 11 年の塗装仕様は、それぞれ「鋼道路橋塗装便覧」に示される「やや厳しい環境」及び「厳しい環境」に相当するものであることを確認した。

② 塗装施工

平成 11 年の全面補修塗装の記録を確認した結果、塗膜 (下・中・上塗り) の厚さを測定しており、膜厚は適切であった。また、平成 11 年のケレン作業は、ダクト、支持架構等をディスクサンダー、ワイヤーブラシを用いて 3 種ケレン (錆や劣化塗膜を除去し、母材を露出させる。ただし、健全な塗膜は残して洗浄する) を実施していることを全面補修塗装の記録で確認した。

しかしながら、腐食孔部の直近は支持架構とその当て板があり、突起物となっていることから、平成 11 年の全面補修塗装時に錆の除去が不完全な状態で塗装された可能性がある。

<p>事 象 の 原 因</p>	<p>なお、平成 20 年 9 月のケレン作業（バフ掛け）の作業員への聞き取りによれば、「腐食孔部は、塗膜は剥がれていないものの、表面の膨らみ及びその下部に錆が見られたため、手工具で膨らみ部を削ぎ取ったところ、塗膜下に錆が認められたが、錆の色が黒かったことから、この時には穴が開いているとは気が付かず、下地塗装（白色）の時に気が付いた」とのことであった。</p> <p>(5) き裂の可能性</p> <p>メーカーの研究所にて、き裂の可能性について当該部の観察及び分析を行った。</p> <p>光学顕微鏡での観察の結果、腐食孔部及び錆たれ部は、外面から減肉して貫通に至っていること、また、割れは確認されなかったことから疲労割れや延性破壊の可能性はない。</p> <p>また、屋外排気ダクトは炭素鋼であり、今回の腐食環境では、応力腐食割れの可能性はない。</p> <p>3. 保守管理に係る原因調査</p> <p>(1) 計画</p> <p>①建設段階における保守管理の重要度管理要領</p> <p>平成 3 年から平成 16 年 5 月までは、点検周期、点検項目についての定めはなかった。</p> <p>平成 16 年 6 月以降は、「建設段階における保守管理の重要度管理要領」で点検周期の目安、点検項目を定めていたことを確認した。</p> <p>外観点検（1 年毎）、肉厚測定（5 年毎）については、点検周期を目安として定めていたが、これらを年度毎の保全計画に反映していなかった。</p> <p>②年度毎の保全計画</p> <p>年度毎のアンユラス循環排気装置の点検に、静的機器である屋外排気ダクトを取り入れていなかった。</p> <p>これは、年度毎の保全計画の作成・管理方法を定めていなかったこと及び屋外排気ダクトの点検周期の目安（外観点検 1 年毎、肉厚測定 5 年毎）に対応した予算要求を行っていなかったことによるものである。</p> <p>③設備健全性確認計画書</p> <p>i) 設備健全性確認計画書</p> <p>設備健全性確認計画書では、屋外排気ダクトの外観点検、肉厚測定を実施する計画としていた。また、肉厚測定箇所については、設備健全性確認計画書の肉厚測定フローでは、「目視にて、最も減肉した箇所の肉厚を測定する」という基本的事項が記載されていることを確認した。</p> <p>ii) 作業計画</p> <p>設備健全性確認計画書では、「目視にて、最も減肉した箇所の肉厚を測定する」としているが、屋外排気ダクトの作業計画を作成する段階で実効性ある作業計画になっていなかった。</p> <p>(2) 実施</p> <p>①平成 3 年から平成 18 年までの点検・補修</p> <p>平成 10 年の塩害の調査、平成 11 年の全面補修塗装を除き屋外排気ダクトの点検・補修を実施していなかった。</p> <p>②平成 11 年全面補修塗装</p> <p>平成 10 年にもんじゅの安全総点検の水平展開として、換気空調設備の屋外排気ダクトについて塩害の有無、状況を確認することを目的として点検を実施した結果、屋外排気ダクト本体及び基礎部に塩害により錆と腐食の進行があることを記録により確認した。</p> <p>また、平成 11 年に平成 10 年の点検結果を踏まえ、全面補修塗装を実施したことを記録により確認した。なお、全面補修塗装作業の際に、肉厚測定は実施しなかった。</p> <p>③平成 19 年外観点検及び肉厚測定</p> <p>設備健全性確認計画書に基づき、平成 19 年 12 月に屋外排気ダクトの外観点検及び肉厚測定を実施した。肉厚測定については、外観点検において発錆が確認された屋外排気ダクトの上面（6 箇所）と下面（1 箇所）の肉厚測定を行ったが、側面の当該腐食孔にあたる部位を肉厚測定箇所としていなかった。</p> <p>④巡視点検</p> <p>i) プラント第 1 課巡視点検</p>
------------------	---

<p>事 象 の 原 因</p>	<p>プラント第1課（運転担当課）では、巡視点検手順書に基づき、毎日1回巡視点検を実施していることを確認した。</p> <p>巡視点検では、屋外排気ダクト近傍は巡視ルートとなっていたが、屋外排気ダクトについて錆のあることは確認したが異音、異臭及び破損がなかったことから、設備に異常があったとの報告はしていないことを聞き取りにより確認した。</p> <p>また、保修票運用手順書では、静的機器であっても性能に影響する場合は保修票を発行する基準となっているが、錆についての具体的な発行基準は定めていないため、屋外排気ダクトについては、保修票を発行していなかった。</p> <p>ii) プラント第2課巡視点検</p> <p>プラント第2課（保守担当課）では、もんじゅにおける設備の日常の巡視点検を協力会社に発注し、あらかじめ対象設備と点検項目を定めて実施しているが、屋外排気ダクトは点検対象に含まれていないことを記録により確認した。</p> <p>また、巡視点検対象設備の選定に対する考え方を定めたルールがなく、考え方が明確でなかったため、屋外排気ダクトが点検対象となっていなかった。</p> <p>iii) 安全パトロール</p> <p>「安全衛生推進協議会」*4による安全パトロールの結果、平成13年度、平成16年度及び平成20年度において、屋外排気ダクトの腐食について指摘していたことを記録により確認した。しかしながら、プラント第2課では、屋外排気ダクトの指摘事項に対して、設備補修の対応を行っていなかったことを、記録により確認した。</p> <p>このことは、安全パトロールの指摘を、その後の保全活動に結び付ける仕組みが明確でなかったことによるものである。</p> <p>*4：当機構の職員と、もんじゅ構内で作業等を行う業者との間で、安全衛生の意識高揚と災害防止等をはかることを目的に設置された協議会組織</p> <p>(3) 評価・改善</p> <p>①評価・改善</p> <p>平成11年当時は、点検結果を評価・改善するルールがなかったため、全面補修塗装の点検結果についての評価がなされなかった。そのため、平成12年以降の年度毎の保全計画では、屋外排気ダクトの点検が計画されなかった。</p> <p>また、平成19年5月に受注者からの提案、推奨事項を評価・改善するマニュアル（提案推奨改善管理マニュアル）を作成したものの、その後の年度毎の保全計画に反映する具体的な方法について明確になっていなかった。</p> <p>②不適合管理</p> <p>平成19年度の屋外排気ダクトの肉厚測定結果が国の使用前検査の判定基準である5.4mm*5を下回っていたが、保修票の発行のみで不適合報告書を発行しなかった。また、保修票の発行は、肉厚を測定した数ヶ月後であった。</p> <p>当時の「不適合管理要領」では、不適合管理の要否は処置担当課長のみでの判断であり、不適合管理の要否の確認が十分ではなかった。</p> <p>*5：屋外排気ダクトの設計及び工事の方法に係る認可申請書の板厚6.0mmにJIS規格の負の公差を差し引いた値</p> <p>4. 推定原因</p> <p>(1) 設備上の原因</p> <p>①屋外排気ダクト全体</p> <p>i) 屋外排気ダクトは、沿岸部の屋外に設置されているため、外面は塩害腐食の発生しやすい環境下にあった。</p> <p>ii) 補強材は、断続すみ肉溶接で取り付けられていること、及びダクトと支持架構は、断続すみ肉溶接で固定されている箇所と固定されていない箇所があることから、ダクトと補強材及び支持架構のすき間に雨水が浸み込む構造となっていた。</p> <p>iii) 補強材等の断続すみ肉溶接部は構造が不連続となることから、平滑面に比べて塗装状態が悪く、塗装劣化の発生の可能性が高いと推定される。</p> <p>iv) 補強材等は突起物となっていることから、それらの直近は、平成11年</p>
------------------	---

<p>事 象 の 原 因</p>	<p>の全面補修塗装時に錆の除去が不完全な状態で塗装された可能性がある。</p> <p>②腐食孔部及び錆たれ部周辺</p> <p>i) 腐食孔部及び錆たれ部周辺は、2本の支持架構が近接し、壁面を流れ落ちる雨水が停滞しやすい場所であった。</p> <p>ii) 停滞した雨水は、レインフードに外側への傾きがなかったことから、ダクト周辺に溜まる状態となった。</p> <p>iii) 腐食孔部及び錆たれ部に近接する水平の支持架構の内部には、未溶接部から雨水が入り込み停留し、雨が止んだ後も直下の溝形鋼に滴下する状況を形成した。</p> <p>iv) 溝形鋼には、平成11年に、停留した水を抜く穴が開けられており、近接したレインフード上に継続的に水が供給される環境となった。</p> <p>v) 腐食孔部及び錆たれ部は日陰にあり、蒸発しにくくなっていたものと推定され、極めて長時間湿潤雰囲気さらされる環境となり、腐食が進行した。</p> <p>③腐食孔部及び錆たれ部以外</p> <p>i) ダクト上面</p> <p>雨水が補強材等で囲まれた範囲に溜り、降雨後数時間から数日で蒸発して、乾湿が繰り返される環境にあった。その乾湿により海塩成分や雨水中の不純物の濃縮と希釈の繰り返しがあったものと推定される。</p> <p>ii) ダクト側面</p> <p>降雨時に補強材等に沿って流下する雨水にさらされる環境にある。流下雨水の勢いによっては、断続すみ肉溶接部に衝突、周辺の塗膜面の劣化を促した可能性がある。</p> <p>iii) 補強材及び支持架構の取付部</p> <p>補強材及び支持架構は断続すみ肉溶接で取り付けられており、雨天時には補強材等とダクトとのすき間に雨水が浸み込む可能性が高い。このため、晴天後も容易に乾き難い環境を形成するとともに、すき間部分の錆進行に伴い、内部の腐食部への酸素供給は制限される雰囲気であったと推定される。</p> <p>(2) 保守管理上の原因</p> <p>①計画</p> <p>i) 平成3年から平成16年5月までは、点検周期、点検項目については定めていなかった。平成16年6月以降、屋外排気ダクトについては、点検周期の目安(外観点検1年毎、肉厚測定5年毎)があったが、年度毎の保全計画に反映していなかった。</p> <p>ii) 年度毎の保全計画を策定するための作成・管理方法を定めていなかった。また、屋外排気ダクトの点検周期の目安に対応した予算要求を行っていなかった。</p> <p>iii) 設備健全性確認計画書に基づく屋外排気ダクトの作業計画では、「目視にて、最も減肉した箇所の肉厚を測定する」という方法が、作業計画の段階で実効性ある作業計画になっていなかった。</p> <p>②実施</p> <p>i) 平成3年から平成18年までの点検・補修では、平成10年の塩害の調査、平成11年の全面補修塗装を除き屋外排気ダクトの点検・補修は実施していなかった。また、平成11年の全面補修塗装では、全面補修塗装のみで肉厚測定は実施しなかった。</p> <p>ii) 平成19年12月に屋外排気ダクトの上面(6箇所)と下面(1箇所)の肉厚測定を行ったが、最も減肉した箇所を特定する方法が適切ではなかったため、側面の当該腐食孔にあたる部位を肉厚測定箇所としなかった。</p> <p>iii) 保守票運用手順書では、静的機器であっても性能に影響する場合は保守票を発行する基準となっているが、錆についての具体的な発行基準は定めていなかったため、屋外排気ダクトについては、保守票を発行していなかった。</p> <p>iv) プラント第2課の巡視点検対象設備の選定に対する考え方を明確にしていなかったため、安全上重要な設備である屋外排気ダクトが点検対象となっていなかった。また、巡視点検対象設備の選定に対する考え方を定めたルールがなかった。</p>
------------------	--

<p>事 象 の 原 因</p>	<p>v) 安全パトロールの指摘を、その後の保全活動（保守票発行）に結びつける明確な仕組みがなかった。</p> <p>③評価・改善</p> <p>i) 平成 11 年当時は、点検結果を評価・改善するルールがなかったため、全面補修塗装の点検結果についての評価がなされなかった。そのため、平成 12 年以降の年度毎の保全計画では、屋外排気ダクトの点検が計画されなかった。</p> <p>なお、平成 19 年 5 月に受注者からの提案、推奨事項を評価・改善する「提案推奨改善管理マニュアル」を作成したが、評価・改善に対して、その後の年度毎の保全計画に反映する具体的な方法までは明確になっていなかった。また、保守管理の定期的な評価の方法を具体的に定めたルールがなかった。</p> <p>ii) 平成 19 年 12 月に屋外排気ダクトの肉厚を測定した数ヶ月後に保守票を発行しており、対応が遅れた。</p> <p>iii) 不適合報告書を発行すべきであったが、当時の「不適合管理要領」では、不適合管理の要否は処置担当課長のみの判断であり、要否の確認が十分ではなかった。</p>
<p>保 護 装 置 の 種 類 及 び 動 作 状 況</p>	<p>なし</p>
<p>放 射 性 物 質 の 影 響</p>	<p>なし</p>
<p>被 害 者</p>	<p>なし</p>
<p>他 に 及 ぼ し た 障 害</p>	<p>なし</p>
<p>再 発 防 止 対 策</p>	<p>1. 当該面の処置 腐食孔部及び錆たれ部の調査のためサンプルを切り出した開口部 2 箇所については、屋外排気ダクトの内面から当て板をすみ肉溶接で取り付ける。当て板外面に対しては、コーキング材などで雨水の浸入防止を図る。</p> <p>2. 再発防止対策 (1) 設備上の対策 ①恒久対策 屋外排気ダクトについては、40%出力プラント確認試験の開始前までに全体取り替えを行う。 全体取り替え時には、次の構造上の対応を検討する。 ・ダクトと補強材等との接合面への雨水の浸入防止 ・雨水が溜まらない構造（ダクト上面、レインフード、上向の溝形鋼） ・支持架構内部への雨水の浸入防止 ・ダクト上面の点検を容易にするための措置 なお、今後、屋外排気ダクトの補修塗装を実施する場合には、下地調整において、錆が除去されていることを確認する。</p> <p>②短期的対策 i) 腐食が確認された箇所のうち、厚さが 4.0mm 未満*6 の範囲については、当該面と同様に、屋外排気ダクトの内面から当て板をすみ肉溶接で取り付ける。当て板の枚数は、現状で 120 枚程度を計画しているが、今後の詳細設計の過程で枚数を確定する。 ii) 当て板による補修作業は、耐震強度評価を行い、国による許認可手続きを経て、実施する。 iii) 雨水の浸入防止を図るため、補強材とのすき間（断続溶接部を含む）については、外気と遮断するように FRP 材（繊維をプラスチックの中に入れて強度を向上させた複合材）で塞ぐ。 iv) 支持架構とのすき間は、コーキング材などで雨水の浸入防止を図る。 v) 雨水により継続的に湿潤状態となる箇所については、レインフードに傾斜を設けるとともに排水管等を設置して、屋外排気ダクト外面が継続的に湿潤しないように処置する。また、支持架構内部への雨水浸入について</p>

再 発 防 止 対 策	<p>ては、コーキング材などで、雨水の浸入防止を図る。</p> <p>vi) 恒久対策までの間は、肉厚測定の頻度は最初の3ヶ月間は毎月、その後の測定結果の傾向を見て決定するが、3ヶ月を超えない期間ごとに測定する。</p> <p>肉厚測定は、代表的な箇所の肉厚測定を実施し、最小厚さ(2.0mm)を満足していることを確認する。代表的な箇所については、当て板をしない部位から、肉厚の薄い箇所を選定する。</p> <p>vii) FRP材やコーキング材を施さない屋外排気ダクト外面は、全面補修塗装を実施する。また、下地調整において、錆が除去されていることを確認する。</p> <p>*6: 技術基準で要求される必要厚さ(管の長径に応じて定められた管の厚さ:1.2mm)に対し、耐震上必要な厚さに裕度を考慮して、最小厚さを2.0mmとする。更に、錆が除去できないダクトの補強材等との接合面における腐食の進行を2.0mm/年(海岸近傍の炭素鋼の腐食(最大500~600μm/年)に加え、海水中の孔食(約1mm/年)や海水飛沫部の腐食(約890μm/年)を含めても十分保守的な腐食速度)と想定したうえで、最小厚さ2.0mmを満足させる値として4.0mmとした。</p> <p>(2) 保守管理上の対策</p> <p>①計画</p> <p>i) 屋外排気ダクトについては、1年毎の外観点検を実施し、塗装状況と発錆状況を確認する。その際に塗膜の劣化を確認した場合は、補修塗装を実施する。また、発錆している場合は錆を除去し、減肉していれば肉厚測定を実施する。</p> <p>なお、点検項目及び点検周期については、「保守管理要領」の下位文書で明確にし、年度毎の保全計画に反映する。</p> <p>ii) 年度毎の保全計画の作成・管理、予算資料作成に関するマニュアルを作成する。</p> <p>iii) 肉厚測定方法について作業計画の段階で内容を具体化するようにマニュアルを作成する。</p> <p>②実施</p> <p>i) プラント第1課の巡視点検について、腐食についても留意し保修票を発行するよう改善する。</p> <p>ii) 屋外排気ダクトについてはプラント第2課の巡視点検対象とする。また、巡視点検対象の選定に関するマニュアルを作成するとともに、巡視点検対象項目に応じプラント第2課員の立会いを実施する。</p> <p>iii) 安全パトロールの指摘のうち、設備上の補修が必要なものについては設備所掌課から保修票を発行するよう「保修票運用手順書」を見直す。</p> <p>③評価・改善</p> <p>i) 「提案推奨改善管理マニュアル」に、その後の年度毎の保全計画へ反映することを記載する。また、保守管理の定期的な評価の方法を具体的に定めたマニュアルを整備する。</p> <p>ii) 平成20年11月25日施行の「保修票運用手順書」にて、保修票発行基準を「点検作業において、工事要領書または仕様書にて、あらかじめ部品の取替えを計画している場合以外で建物、設備等が正常でない状態においては保修票を発行する」と改正し、速やかに保修票が発行されるよう運用している。</p> <p>iii) 不適合管理委員会(平成20年6月設置)を設け、保修票が発行された案件については不適合管理の可否を同委員会で判断する仕組みに改善し、運用している。</p> <p>3. 水平展開</p> <p>①屋外機器で炭素鋼を使用している安全上重要な設備のうち、排気筒(MS-1)については外観点検及び腐食部位の肉厚測定を実施し、健全性を確認する。なお、原子炉補機冷却海水系(MS-1)については、既に実施している点検結果により、健全性を確認した。</p> <p>②上記の設備及び屋外機器で炭素鋼を使用している設備^{*7}の点検項目及び点検周期については、「保守管理要領」の下位文書で明確にし、保全プログラムに反映する。</p>
-------------	---

高速増殖原型炉もんじゅ
屋外排気ダクトの腐食孔の確認について

平成 21 年 1 月 9 日

独立行政法人日本原子力研究開発機構

本文目次

1. 件名	1
2. 事象発生の日時	1
3. 事象発生の場所	1
4. 事象発生の原子炉施設名	1
5. 事象発生時の運転状況	1
6. 事象発生の状況	1
7. 環境への影響	3
8. 状況調査	3
8.1 仕様	3
8.2 外観点検の結果	3
8.3 肉厚測定の結果	3
9. 原因調査	4
9.1 設備	4
9.1.1 材料	4
9.1.2 環境条件	4
9.1.3 構造	4
9.1.4 塗装	5
9.1.5 き裂の可能性	6
9.2 保守管理	6
9.2.1 計画	6
9.2.2 実施	7
9.2.3 評価・改善	8
10. 推定原因	9
10.1 設備上の原因	9
10.2 保守管理上の原因	10
11. 対策	11
11.1 当該面の処置	11
11.2 再発防止対策	11
12. 水平展開	13
13. その他	13
〔添付資料一覧〕	15

1. 件名

高速増殖原型炉もんじゅ 屋外排気ダクトの腐食孔の確認について

2. 事象発生の日時

平成 20 年 9 月 9 日（火） 15 時 30 分頃（腐食孔を確認した時）

3. 事象発生の場所

独立行政法人日本原子力研究開発機構

敦賀本部 高速増殖炉研究開発センター

高速増殖原型炉もんじゅ

原子炉補助建物

アニュラス循環排気装置主配管のうち屋上部（非管理区域）

（添付資料-1 参照）

4. 事象発生の原子炉施設名

原子炉格納施設

アニュラス循環排気装置

アニュラス循環排気装置主配管

5. 事象発生時の運転状況

建設中（低温停止中）

6. 事象発生の状況

(1) 発生状況

建設中（低温停止中）の高速増殖原型炉もんじゅ（以下、「もんじゅ」という）において、原子炉補助建物の屋上に設置しているアニュラス循環排気装置主配管*1（以下、「屋外排気ダクト」という）の計画的な補修塗装のため、屋外排気ダクト全体のケレン作業（バフ掛け等の作業で錆が発生している箇所は錆を除去し、塗装が健全な箇所については、塗膜表面の目荒しをすることにより、塗料の接合性を良くする）を行い、錆を除去した箇所の下地塗装を行っていたところ、平成 20 年 9 月 9 日 15 時 30 分頃、屋外排気ダクトに腐食孔（縦約 1cm、横約 2cm）があることを確認した。

このため、15 時 40 分頃にアルミ材の補修テープにより屋外排気ダクトの腐食孔を塞ぐ応急処置を行った（添付資料-2 参照）。

その後、腐食孔部は原因調査のためサンプル切り出しを行い、切り出した箇所は外面から鋼板による当て板（以下、「当て板」という）をベロメタル*2で固定した。

また、腐食孔部を切り出した際、内面を観察したところ、腐食孔の位置から

左側の位置に錆のたれた痕を確認した。錆たれ部についても、原因調査のためサンプル切り出しを行い、切り出した箇所は内面から当て板をベロメタルで固定した（添付資料-3 参照）。

*1：アニュラス循環排気装置主配管のうち、屋外に設置しているダクト部分。
原子炉格納容器内、アニュラス部及び燃料取扱設備室など管理区域の排気を排気筒に導く排気ダクト

*2：冷間溶接材

(2) 腐食孔確認時のプラント状況

①低温停止中

②1次主冷却系

- ・ A～C ループポンプモータ運転中（1次主冷却系ナトリウム温度：約 200℃）

③2次主冷却系

- ・ A～C ループポンプモータ運転中（2次主冷却系ナトリウム温度：約 200℃）

④メンテナンス冷却系

- ・ 1次メンテナンス冷却系待機状態
- ・ 2次メンテナンス冷却系待機状態

(3) 主な時系列

〔事象発生前〕

- ・ 平成 2 年 9 月
屋外排気ダクトの据付の完了
- ・ 平成 10 年 6 月
もんじゅの安全総点検の水平展開として、屋外排気ダクトの外観点検を実施
- ・ 平成 11 年 8 月～11 月
屋外排気ダクトの全面補修塗装を実施
- ・ 平成 19 年 12 月
「長期停止プラント（高速増殖原型炉もんじゅ）の設備健全性確認計画書」（以下、「設備健全性確認計画書」という）に基づく外観点検及び肉厚測定を実施
- ・ 平成 20 年 3 月、6 月
平成 19 年 12 月の肉厚測定箇所の継続確認
- ・ 平成 20 年 8 月 18 日
屋外排気ダクトの全面補修塗装を開始

〔事象発生後〕

- ・ 平成 20 年 9 月 9 日
15 時 30 分頃 屋外排気ダクトの下地塗装を行っている時に腐食孔を確認
15 時 40 分頃 アルミ材の補修テープにより屋外排気ダクトを補修
16 時 35 分頃 屋外排気ダクトの腐食孔に係わる情報連絡 第 1 報

17時28分頃 本事象を、法令報告事象（研究開発段階炉規則 第43条の14 第1項 第3号（技術基準不適合））と判断

17時37分頃 通報連絡 第1報

18時01分頃 腐食孔周辺部のスミヤ測定の結果、検出限界値 ($3.0 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$) 未満を確認

- ・ 平成20年9月20日
腐食孔部（1箇所目の貫通部）のサンプル切り出し
- ・ 平成20年9月27日
錆たれ部（2箇所目の貫通部）のサンプル切り出し

7. 環境への影響

本事象が発生した前後1週間において、屋外排気ダクトの内部を流れている空気中の放射性物質の濃度は、希ガス、よう素とも検出限界値未満であり、屋外排気ダクトの上流側の各部屋の放射線モニタ、及び排気筒モニタ並びにモニタリングポストの指示値に異常はなかった。また、腐食孔周辺部のスミヤ測定の結果、検出限界値 ($3.0 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$) 未満であり異常はなかった。

以上より、本事象に伴う外部への放射性物質の漏えいはなく、環境への影響はなかった（添付資料-4, 5, 6 参照）。

8. 状況調査

8.1 仕様

屋外排気ダクトは、炭素鋼製の補強材付角型ダクトであり、支持架構により原子炉補助建物の屋上に設置している。腐食孔が確認された部位のダクトの仕様は、厚さ6.0mm、縦約2.5m、横約2.5mである。

8.2 外観点検の結果

屋外排気ダクトについて、外面の外観点検を実施した結果、腐食箇所（約660箇所）を確認した（添付資料-7 参照）。

ダクト内面の外観点検を実施した結果、一部上塗り塗装の欠落は認められたものの錆の発生はなく健全な状態であった（添付資料-8 参照）。

8.3 肉厚測定の結果

屋外排気ダクトについて、超音波厚さ計による肉厚測定を実施した。

肉厚測定の結果、上面の雨水が溜まり易い箇所、並びに補強材及び支持架構の取付部とその直近において、減肉が確認された。

切り出したサンプル2箇所を除き、最小肉厚は1.8mmであり、技術基準^{*3}にて要求される必要厚さ（1.2mm以上）を満足していることを確認した（添付資料-9 参照）。

*3: ナトリウム冷却型高速増殖炉発電所の原子炉施設に関する構造等の技術基準（以下、「技術基準」という）

9. 原因調査

屋外排気ダクトの腐食孔発生に係わる要因分析に基づき、原因調査を行った（添付資料-10 参照）。

9.1 設備

9.1.1 材料

屋外排気ダクトに採用した炭素鋼（SS41）は、技術基準に定められた材料であるとともに、他発電プラントにおいても屋外機器の材料として使用実績があり、材料選定に問題のないことを確認した。

また、所定の材料規格（JIS G3101(1976) SS41）を満足しており、材料の成分に問題のないことを確認した（添付資料-11 参照）。

9.1.2 環境条件

屋外排気ダクトは、沿岸部の屋外に設置されているため、外面は塩害腐食の発生しやすい環境下にあった。なお、内面はフィルターで処理された空気であり、腐食環境にはない。

平成 20 年 9 月 20 日及び 27 日に屋外排気ダクトの腐食孔部及び錆たれ部を切り出し、当該部の観察及び分析を行った。

腐食孔等を切り出したサンプル 2 箇所についての観察、分析の結果、腐食箇所は外面から減肉していることが確認された。また、腐食孔部の断面成分分析やスケールの同定分析の結果、腐食孔底部に塩素（Cl）が認められ、Cl 含有環境における腐食生成物である β -FeOOH が検出された。腐食孔部周辺の水質分析より、当該部は周辺雨水により海塩成分（NaCl）濃度や pH の高い水環境に近接していることを確認した。

なお、貫通部は、湿潤雰囲気であるものの、ダクト側面にあって大気と接していることから、構造上直接局部電池を形成する経路を持たないため、周辺金属部や建屋などと定常的な局部電池を形成することはない。

（添付資料-12, 15 参照）

9.1.3 構造

屋外排気ダクトは、耐震 A クラスであり、ダクトは強固な支持架構及び補強材によって構成されている。

補強材の溝形鋼及び L 型鋼の溶接（ダクト本体の溶接を除く）は、断続すみ肉溶接で取り付けられていることから、ダクトと補強材のすき間に雨水が浸み込む構造となっていた。また、ダクトと支持架構は、断続すみ肉溶接で

固定されている箇所（アンカ）と固定されていない箇所（レストレント：地震時に摺動する構造）があり、そのすき間に雨水が浸み込む構造となっていた。

腐食孔の上部には、ダクト内通気時に伴う振動を抑制するための伸縮継手（ネオプレンゴム製）があり、伸縮継手の取り付けフランジとして、溝形鋼を使用しているが、上側の溝形鋼は上に開いた形で取り付けられているため、雨水が溜まる構造となっていた。

また、腐食孔の直近に鉛直及び水平の支持架構（中空角形はり）の溶接部があるが、一部の未溶接部分から、支持架構内部に雨水が浸入し、直下にある溝形鋼に少量ずつ滴下するようになっていた。溝形鋼に溜まった雨水は、腐食孔のほぼ真上に位置する溝形鋼の側面の水抜き穴（直径約7mm：平成11年に設けたもの）から流れ出る構造となっていた。

当該腐食孔付近は、雨水がほぼ真上の溝形鋼の水抜き穴からレインフード上に滴下し、そこに水溜りを形成し（レインフードには傾斜が設けられていない）、日陰で乾き難い環境とも相まって、晴天時においても、継続的に湿潤状態となっていた。

なお、ダクトの上面は補強材及び支持架構により、雨水が溜まり易い構造となっていた。

（添付資料-13 参照）

9.1.4 塗装

(1) 塗装仕様

平成2年及び平成11年の塗装仕様（添付資料-14 参照）は、それぞれ「鋼道路橋塗装便覧」に示される「やや厳しい環境」及び「厳しい環境」に相当するものであることを確認した（添付資料-12 参照）。

(2) 塗装施工

平成11年の全面補修塗装の記録を確認した結果、塗膜（下・中・上塗り）の厚さを測定しており、膜厚は適切であった。また、平成11年のケレン作業は、ダクト、支持架構等をディスクサンダー、ワイヤーブラシを用いて3種ケレン（錆や劣化塗膜を除去し、母材を露出させる。ただし、健全な塗膜は残して洗浄する）を実施していることを全面補修塗装の記録で確認した。（添付資料-14 参照）

しかしながら、腐食孔部の直近は支持架構とその当て板があり、突起物となっていることから、平成11年の全面補修塗装時に錆の除去が不完全な状態で塗装された可能性がある。

なお、平成20年9月のケレン作業（バフ掛け）の作業員への聞き取りによれば、「腐食孔部は、塗膜は剥がれていないものの、表面の膨らみ及びその下部に錆が見られたため、手工具で膨らみ部を削ぎ取ったところ、

塗膜下に錆が認められたが、錆の色が黒かったことから、この時には穴が開いているとは気が付かず、下地塗装（白色）の時に気が付いた」とのことであった。

9.1.5 き裂の可能性

メーカーの研究所にて、き裂の可能性について当該部の観察及び分析を行った。

光学顕微鏡での観察の結果、腐食孔部及び錆たれ部は、外面から減肉して貫通に至っていること、また、割れは確認されなかったことから疲労割れや延性破壊の可能性はない（添付資料-15 参照）。

また、屋外排気ダクトは炭素鋼であり、今回の腐食環境では、応力腐食割れの可能性はない。

9.2 保守管理

9.2.1 計画

(1) 建設段階における保守管理の重要度管理要領

平成3年から平成16年5月までは、点検周期、点検項目についての定めはなかった。

平成16年6月以降は、「建設段階における保守管理の重要度管理要領」で点検周期の目安、点検項目を定めていたことを確認した（添付資料-16 参照）。

外観点検（1年毎）、肉厚測定（5年毎）については、点検周期を目安として定めていたが、これらを年度毎の保全計画に反映していなかった。

(2) 年度毎の保全計画

年度毎のアンユラス循環排気装置の点検に、静的機器である屋外排気ダクトを取り入れていなかった。

これは、年度毎の保全計画の作成・管理方法を定めていなかったこと及び屋外排気ダクトの点検周期の目安（外観点検1年毎、肉厚測定5年毎）に対応した予算要求を行っていなかったことによるものである。

(3) 設備健全性確認計画書

①設備健全性確認計画書

設備健全性確認計画書では、屋外排気ダクトの外観点検、肉厚測定を実施する計画としていた。また、肉厚測定箇所については、設備健全性確認計画書の肉厚測定フローでは、「目視にて、最も減肉した箇所の肉厚を測定する」という基本的事項が記載されていることを確認した（添付資料-17 参照）。

②作業計画

設備健全性確認計画書では、「目視にて、最も減肉した箇所肉厚を測定する」としているが、屋外排気ダクトの作業計画を作成する段階で実効性ある作業計画になっていなかった。

9.2.2 実施

(1) 平成3年から平成18年までの点検・補修

平成10年の塩害の調査、平成11年の全面補修塗装を除き屋外排気ダクトの点検・補修を実施していなかった。

(2) 平成11年全面補修塗装

平成10年にもんじゅの安全総点検の水平展開として、換気空調設備の屋外排気ダクトについて塩害の有無、状況を確認することを目的として点検を実施した結果、屋外排気ダクト本体及び基礎部に塩害により錆と腐食の進行があることを記録により確認した（添付資料-18参照）。

また、平成11年に平成10年の点検結果を踏まえ、全面補修塗装を実施したことを記録により確認した（添付資料-19参照）。なお、全面補修塗装作業の際に、肉厚測定は実施しなかった。

(3) 平成19年外観点検及び肉厚測定

設備健全性確認計画書に基づき、平成19年12月に屋外排気ダクトの外観点検及び肉厚測定を実施した。肉厚測定については、外観点検において発錆が確認された屋外排気ダクトの上面（6箇所）と下面（1箇所）の肉厚測定を行ったが、側面の当該腐食孔にあたる部位を肉厚測定箇所としていなかった。（添付資料-20参照）

(4) 巡視点検

①プラント第1課巡視点検

プラント第1課（運転担当課）では、巡視点検手順書に基づき、毎日1回巡視点検を実施していることを確認した（添付資料-21参照）。

巡視点検では、屋外排気ダクト近傍は巡視ルートとなっていたが、屋外排気ダクトについて錆のあることは確認したが異音、異臭及び破損がなかったことから、設備に異常があったとの報告はしていないことを聞き取りにより確認した。

また、保修票運用手順書では、静的機器であっても性能に影響する場合は保修票を発行する基準となっているが、錆についての具体的な発行基準は定めていないため、屋外排気ダクトについては、保修票を発行していなかった（添付資料-22参照）。

②プラント第2課巡視点検

プラント第2課（保守担当課）では、もんじゅにおける設備の日常の巡視点検を協力会社に発注し、あらかじめ対象設備と点検項目を定めて

実施しているが、屋外排気ダクトは点検対象に含まれていないことを記録により確認した（添付資料-23 参照）。

また、巡視点検対象設備の選定に対する考え方を定めたルールがなく、考え方が明確でなかったため、屋外排気ダクトが点検対象となっていなかった。

③安全パトロール

「安全衛生推進協議会」*4による安全パトロールの結果、平成 13 年度、平成 16 年度及び平成 20 年度において、屋外排気ダクトの腐食について指摘していたことを記録により確認した（添付資料-24 参照）。しかしながら、プラント第 2 課では、屋外排気ダクトの指摘事項に対して、設備補修の対応を行っていなかったことを、記録により確認した（添付資料-24 参照）。

このことは、安全パトロールの指摘を、その後の保全活動に結び付ける仕組みが明確でなかったことによるものである。

*4：当機構の職員と、もんじゅ構内で作業等を行う業者との間で、安全衛生の意識高揚と災害防止等をはかることを目的に設置された協議会組織

9.2.3 評価・改善

(1) 評価・改善

平成 11 年当時は、点検結果を評価・改善するルールがなかったため、全面補修塗装の点検結果についての評価がなされなかった。そのため、平成 12 年以降の年度毎の保全計画では、屋外排気ダクトの点検が計画されなかった。

また、平成 19 年 5 月に受注者からの提案、推奨事項を評価・改善するマニュアル（提案推奨改善管理マニュアル）を作成したものの、その後の年度毎の保全計画に反映する具体的な方法について明確になっていなかった（添付資料-25 参照）。

(2) 不適合管理

平成 19 年度の屋外排気ダクトの肉厚測定結果が国の使用前検査の判定基準である 5.4mm*5 を下回っていたが、保修票の発行のみで不適合報告書を発行しなかった（添付資料-26 参照）。また、保修票の発行は、肉厚を測定した数ヶ月後であった。

当時の「不適合管理要領」では、不適合管理の要否は処置担当課長のみの判断であり、不適合管理の要否の確認が十分ではなかった（添付資料-27 参照）。

*5：屋外排気ダクトの設計及び工事の方法に係る認可申請書の板厚 6.0mm に JIS 規格の負の公差を差し引いた値

10. 推定原因

10.1 設備上の原因

(1) 屋外排気ダクト全体

- ①屋外排気ダクトは、沿岸部の屋外に設置されているため、外面は塩害腐食の発生しやすい環境下にあった。
- ②補強材は、断続すみ肉溶接で取り付けられていること、及びダクトと支持架構は、断続すみ肉溶接で固定されている箇所と固定されていない箇所があることから、ダクトと補強材及び支持架構のすき間に雨水が浸み込む構造となっていた。
- ③補強材等の断続すみ肉溶接部は構造が不連続となることから、平滑面に比べて塗装状態が悪く、塗装劣化の発生の可能性が高いと推定される。
- ④補強材等は突起物となっていることから、それらの直近は、平成 11 年の全面補修塗装時に錆の除去が不完全な状態で塗装された可能性がある。

(2) 腐食孔部及び錆たれ部周辺

- ①腐食孔部及び錆たれ部周辺は、2 本の支持架構が近接し、壁面を流れ落ちる雨水が停滞しやすい場所であった。
- ②停滞した雨水は、レインフードに外側への傾きがなかったことから、ダクト周辺に溜まる状態となった。
- ③腐食孔部及び錆たれ部に近接する水平の支持架構の内部には、未溶接部から雨水が入り込み停留し、雨が止んだ後も直下の溝形鋼に滴下する状況を形成した。
- ④溝形鋼には、平成 11 年に、停留した水を抜く穴が開けられており、近接したレインフード上に継続的に水が供給される環境となった。
- ⑤腐食孔部及び錆たれ部は日陰にあり、蒸発しにくくなっていたものと推定され、極めて長時間湿潤雰囲気さらされる環境となり、腐食が進行した。

(3) 腐食孔部及び錆たれ部以外

①ダクト上面

雨水が補強材等で囲まれた範囲に溜り、降雨後数時間から数日で蒸発して、乾湿が繰り返される環境にあった。その乾湿により海塩成分や雨水中の不純物の濃縮と希釈の繰り返しがあったものと推定される。

②ダクト側面

降雨時に補強材等に沿って流下する雨水にさらされる環境にある。流下雨水の勢いによっては、断続すみ肉溶接部に衝突、周辺の塗膜面の劣化を促した可能性がある。

③補強材及び支持架構の取付部

補強材及び支持架構は断続すみ肉溶接で取り付けられており、雨天時には補強材等とダクトとのすき間に雨水が浸み込む可能性が高い。このため、晴天後も容易に乾き難い環境を形成するとともに、すき間部分の錆進行に

に伴い、内部の腐食部への酸素供給は制限される雰囲気であったと推定される。

10.2 保守管理上の原因

〔計画〕

- ①平成3年から平成16年5月までは、点検周期、点検項目については定めていなかった。平成16年6月以降、屋外排気ダクトについては、点検周期の目安（外観点検1年毎、肉厚測定5年毎）があったが、年度毎の保全計画に反映していなかった。
- ②年度毎の保全計画を策定するための作成・管理方法を定めていなかった。また、屋外排気ダクトの点検周期の目安に対応した予算要求を行っていなかった。
- ③設備健全性確認計画書に基づく屋外排気ダクトの作業計画では、「目視にて、最も減肉した箇所肉厚を測定する」という方法が、作業計画の段階で実効性ある作業計画になっていなかった。

〔実施〕

- ①平成3年から平成18年までの点検・補修では、平成10年の塩害の調査、平成11年の全面補修塗装を除き屋外排気ダクトの点検・補修は実施していなかった。また、平成11年の全面補修塗装では、全面補修塗装のみで肉厚測定は実施しなかった。
- ②平成19年12月に屋外排気ダクトの上面（6箇所）と下面（1箇所）の肉厚測定を行ったが、最も減肉した箇所を特定する方法が適切ではなかったため、側面の当該腐食孔にあたる部位を肉厚測定箇所としなかった。
- ③保修票運用手順書では、静的機器であっても性能に影響する場合は保修票を発行する基準となっているが、錆についての具体的な発行基準は定めていなかったため、屋外排気ダクトについては、保修票を発行していなかった。
- ④プラント第2課の巡視点検対象設備の選定に対する考え方を明確にしていなかったため、安全上重要な設備である屋外排気ダクトが点検対象となっていなかった。また、巡視点検対象設備の選定に対する考え方を定めたルールがなかった。
- ⑤安全パトロールの指摘を、その後の保全活動（保修票発行）に結びつける明確な仕組みがなかった。

〔評価・改善〕

- ①平成11年当時は、点検結果を評価・改善するルールがなかったため、全面補修塗装の点検結果についての評価がなされなかった。そのため、平成12年以降の年度毎の保全計画では、屋外排気ダクトの点検が計画されなかった。

なお、平成19年5月に受注者からの提案、推奨事項を評価・改善する「提案推奨改善管理マニュアル」を作成したが、評価・改善に対して、その後の年度毎の保全計画に反映する具体的な方法までは明確になっていなかった。また、保守管理の定期的な評価の方法を具体的に定めたルールがなかった。

- ②平成19年12月に屋外排気ダクトの肉厚を測定した数ヶ月後に保修票を発行しており、対応が遅れた。
- ③不適合報告書を発行すべきであったが、当時の「不適合管理要領」では、不適合管理の要否は処置担当課長のみの判断であり、要否の確認が十分ではなかった。

11. 対策

11.1 当該面の処置

腐食孔部及び錆たれ部の調査のためサンプルを切り出した開口部2箇所については、屋外排気ダクトの内面から当て板をすみ肉溶接で取り付ける。当て板外面に対しては、コーキング材などで雨水の浸入防止を図る。

11.2 再発防止対策

(1) 設備上の対策

〔恒久対策〕

屋外排気ダクトについては、40%出力プラント確認試験の開始前までに全体取り替えを行う。

全体取り替え時には、次の構造上の対応を検討する。

- ・ダクトと補強材等との接合面への雨水の浸入防止
- ・雨水が溜まらない構造（ダクト上面、レインフード、上向の溝形鋼）
- ・支持架構内部への雨水の浸入防止
- ・ダクト上面の点検を容易にするための措置

なお、今後、屋外排気ダクトの補修塗装を実施する場合には、下地調整において、錆が除去されていることを確認する。

〔短期的対策〕

- ①腐食が確認された箇所のうち、厚さが4.0mm未満^{*6}の範囲については、当該面と同様に、屋外排気ダクトの内面から当て板をすみ肉溶接で取り付ける。当て板の枚数は、現状で120枚程度を計画しているが、今後の詳細設計の過程で枚数を確定する。
- ②当て板による補修作業は、耐震強度評価を行い、国による許認可手続きを経て、実施する。
- ③雨水の浸入防止を図るため、補強材とのすき間（断続溶接部を含む）については、外気と遮断するようにFRP材（繊維をプラスチックの中に入

れて強度を向上させた複合材)で塞ぐ。

- ④支持架構とのすき間は、コーキング材などで雨水の浸入防止を図る。
- ⑤雨水により継続的に湿潤状態となる箇所については、レインフードに傾斜を設けるとともに排水管等を設置して、屋外排気ダクト外面が継続的に湿潤しないように処置する。また、支持架構内部への雨水浸入については、コーキング材などで、雨水の浸入防止を図る。
- ⑥恒久対策までの間は、肉厚測定の頻度は最初の3ヶ月間は毎月、その後の測定結果の傾向を見て決定するが、3ヶ月を超えない期間ごとに測定する。

肉厚測定は、代表的な箇所の肉厚測定を実施し、最小厚さ(2.0mm)を満足していることを確認する。代表的な箇所については、当て板をしない部位から、肉厚の薄い箇所を選定する。

- ⑦FRP材やコーキング材を施さない屋外排気ダクト外面は、全面補修塗装を実施する。また、下地調整において、錆が除去されていることを確認する。

*6: 技術基準で要求される必要厚さ(管の長径に応じて定められた管の厚さ: 1.2mm)に対し、耐震上必要な厚さに裕度を考慮して、最小厚さを2.0mmとする。更に、錆が除去できないダクトの補強材等との接合面における腐食の進行を2.0mm/年(海岸近傍の炭素鋼の腐食(最大500~600 μ m/年)に加え、海水中の孔食(約1mm/年)や海水飛沫部の腐食(約890 μ m/年)を含めても十分保守的な腐食速度)と想定したうえで、最小厚さ2.0mmを満足させる値として4.0mmとした。

(2) 保守管理上の対策

[計画]

- ①屋外排気ダクトについては、1年毎の外観点検を実施し、塗装状況と発錆状況を確認する。その際に塗膜の劣化を確認した場合は、補修塗装を実施する。また、発錆している場合は錆を除去し、減肉していれば肉厚測定を実施する。

なお、点検項目及び点検周期については、「保守管理要領」の下位文書で明確にし、年度毎の保全計画に反映する。

- ②年度毎の保全計画の作成・管理、予算資料作成に関するマニュアルを作成する。
- ③肉厚測定方法について作業計画の段階で内容を具体化するようにマニュアルを作成する。

[実施]

- ④プラント第1課の巡視点検について、腐食についても留意し保修票を発行するよう改善する。
- ⑤屋外排気ダクトについてはプラント第2課の巡視点検対象とする。また、

巡視点検対象の選定に関するマニュアルを作成するとともに、巡視点検対象項目に応じプラント第2課員の立会いを実施する。

- ⑥安全パトロールの指摘のうち、設備上の補修が必要なものについては設備所掌課から保修票を発行するよう「保修票運用手順書」を見直す。

〔評価・改善〕

- ⑦「提案推奨改善管理マニュアル」に、その後の年度毎の保全計画へ反映することを記載する。また、保守管理の定期的な評価の方法を具体的に定めたマニュアルを整備する。
- ⑧平成20年11月25日施行の「保修票運用手順書」にて、保修票発行基準を「点検作業において、工事要領書または仕様書にて、あらかじめ部品の取替えを計画している場合以外で建物、設備等が正常でない状態においては保修票を発行する」と改正し、速やかに保修票が発行されるよう運用している。
- ⑨不適合管理委員会（平成20年6月設置）を設け、保修票が発行された案件については不適合管理の要否を同委員会で判断する仕組みに改善し、運用している。

12. 水平展開

- ①屋外機器で炭素鋼を使用している安全上重要な設備のうち、排気筒（MS-1）については外観点検及び腐食部位の肉厚測定を実施し、健全性を確認する。なお、原子炉補機冷却海水系（MS-1）については、既に実施している点検結果により、健全性を確認した。
- ②上記の設備及び屋外機器で炭素鋼を使用している設備^{*7}の点検項目及び点検周期については、「保守管理要領」の下位文書で明確にし、保全プログラムに反映する。
*7：アルゴンガス供給系、窒素ガス供給系、ナトリウム・水反応生成物収納設備及び蒸気タービン附属設備
- ③これまでの安全パトロールの指摘のうち、設備上の補修が必要なものについては保修票を発行するよう対応している。
- ④保修票が不適合管理要領に取り込まれた平成18年2月22日から、不適合管理委員会設置までの平成20年6月19日までの期間において、保修票発行事象を調査し、不適合管理すべき事象については、不適合管理を実施するよう対応している。

13. その他

今回の屋外排気ダクトの腐食孔の発生については、もんじゅの保守管理に係る共通の背景要因があるとの認識に立ち、根本原因分析を実施している。根本原因分析では、「なぜ、腐食孔が発生するまで保守管理がなされなかったか（なぜ、未然に

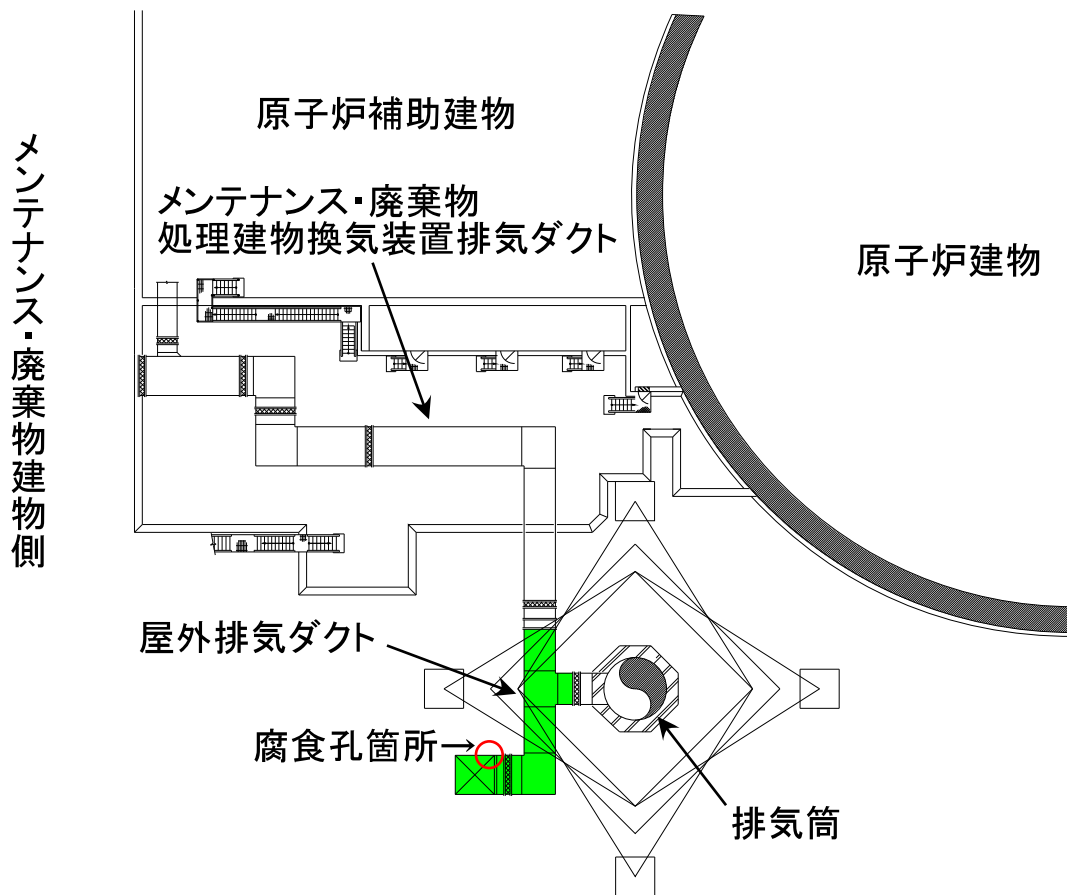
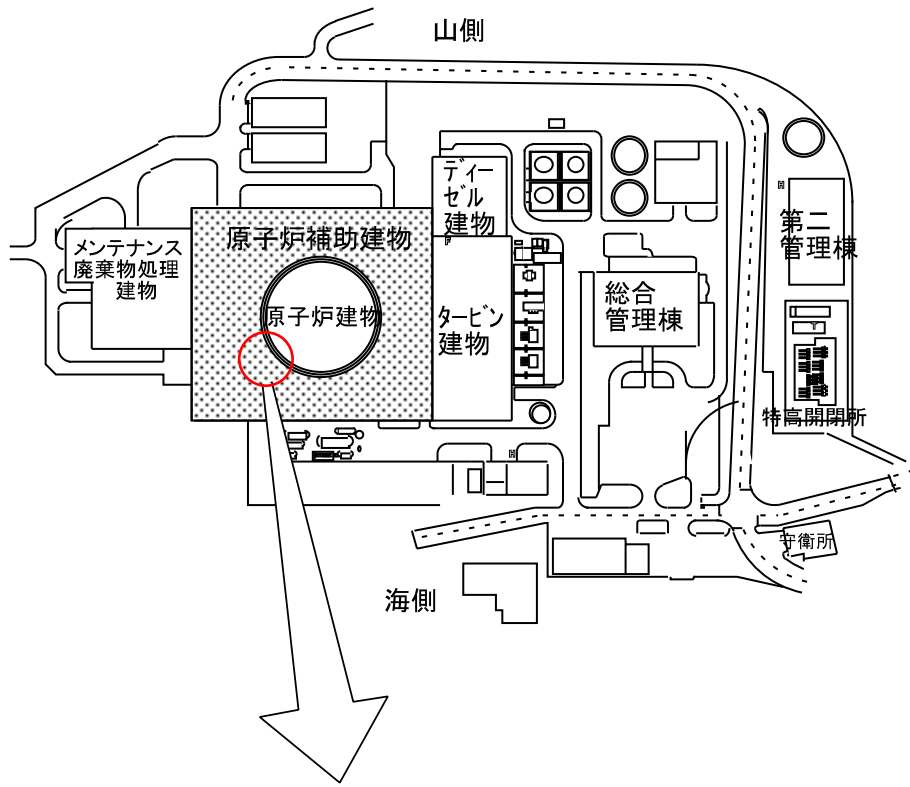
防止できなかつたか)」の観点から、背景にある組織・体制上の要因や安全文化に関する要因の抽出と対策の検討を行い、その結果を必要に応じ「高速増殖原型炉もんじゅに係る平成20年度第1回保安検査（特別な保安検査）における指摘に対する改善のための行動計画について（平成20年7月31日）」に反映するとともに、今後のもんじゅの保守管理及び運営管理に反映する。

以 上

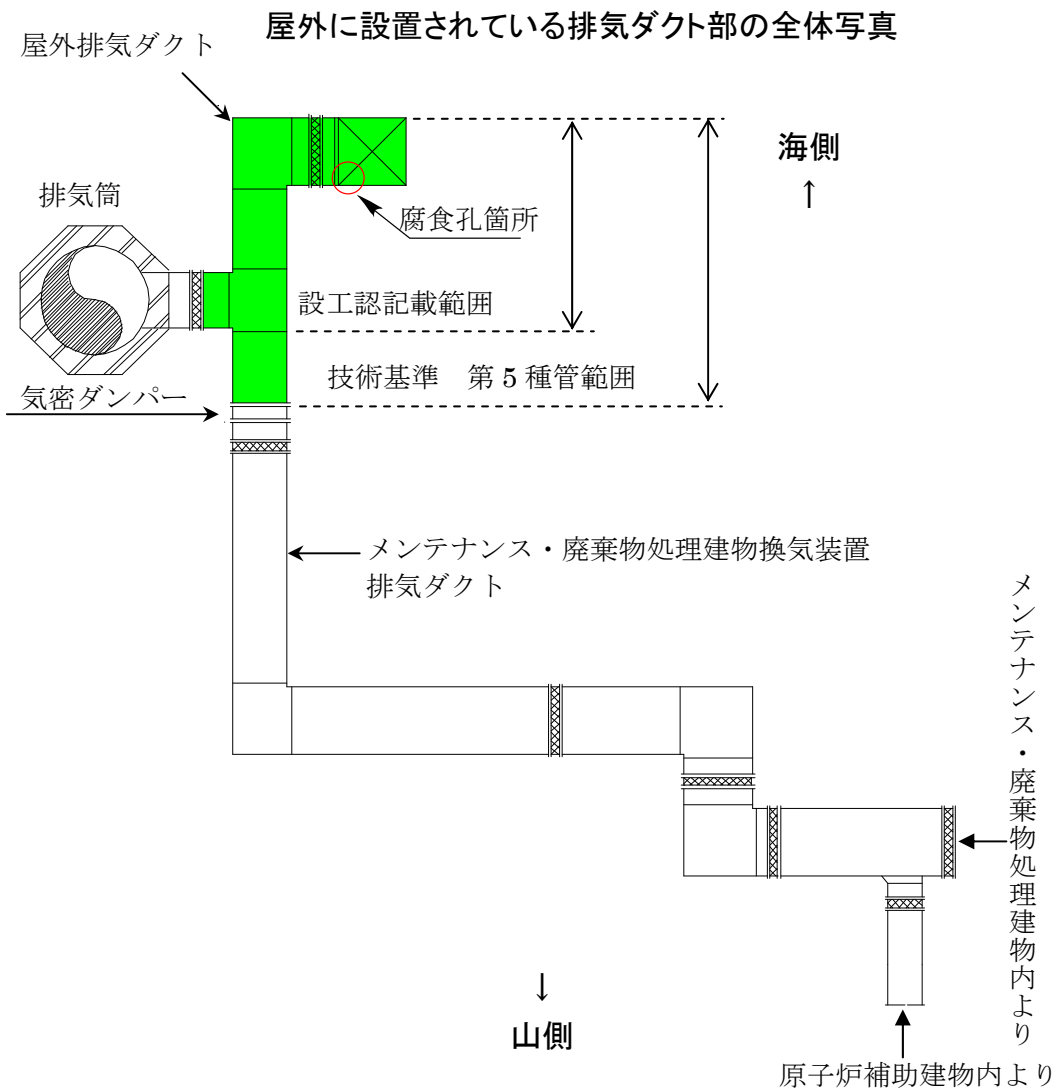
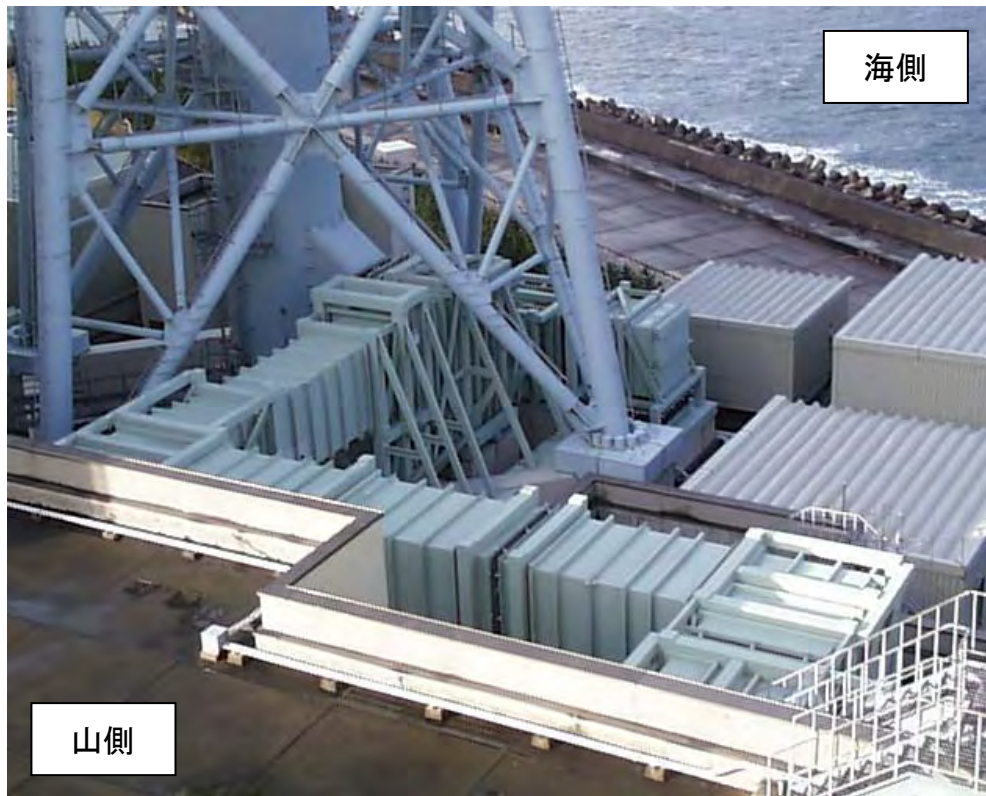
〔添付資料一覧〕

- 添付資料-1 屋外排気ダクト位置図
- 添付資料-2 腐食孔の状況について
- 添付資料-3 錆たれ部の状況について
- 添付資料-4 放射性気体廃棄物放出記録（排気筒における希ガス・よう素分析結果）
- 添付資料-5 モニタ指示記録・モニタリングポスト位置図
- 添付資料-6 腐食孔周辺部のスミヤ測定結果
- 添付資料-7 屋外排気ダクトの外観点検
- 添付資料-8 屋外排気ダクトの内面の状況写真
- 添付資料-9 屋外排気ダクトの肉厚測定結果
- 添付資料-10 屋外排気ダクトの腐食孔発生に係わる要因分析図
- 添付資料-11 材料の成分
- 添付資料-12 屋外排気ダクト貫通損傷に関する原因究明
- 添付資料-13 屋外排気ダクトの構造及び腐食孔廻りの特徴
- 添付資料-14 塗装仕様及びダクト補修の作業手順
- 添付資料-15 屋外排気ダクトの切り出しサンプルの調査
- 添付資料-16 建設段階における保守管理の重要度管理要領（抜粋）
- 添付資料-17 長期停止プラント（高速増殖原型炉もんじゅ）の設備健全性確認計画書（抜粋）
- 添付資料-18 もんじゅテクニカルメモ（換気空調設備屋外ダクト塩害状況について）〔表紙〕
- 添付資料-19 原子炉補助建物屋上ダクト塗装作業工事報告書（抜粋）
- 添付資料-20 設備健全性に係る使用前検査対象機器の肉厚測定作業（抜粋）
- 添付資料-21 プラント第1課巡視点検手順書（抜粋）
- 添付資料-22 保修票運用手順書（抜粋）
- 添付資料-23 平成20年度プラント第2課巡視点検一覧表
- 添付資料-24 安推協安全パトロール指摘・要望事項の処理状況について（抜粋）
- 添付資料-25 提案推奨改善管理マニュアル
- 添付資料-26 保修票（C）換気空調系アニュラス循環排気装置屋外ダクトの補修依頼
- 添付資料-27 不適合管理要領（抜粋）

添付資料-1
屋外排気ダクト位置図

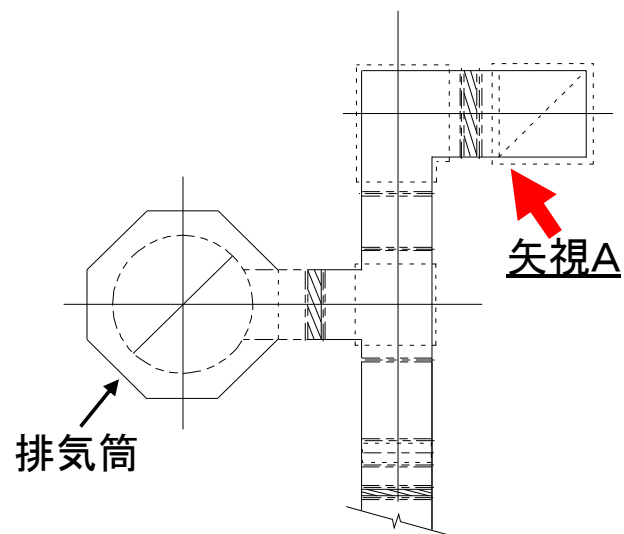


原子炉補助建物(屋上)平面図

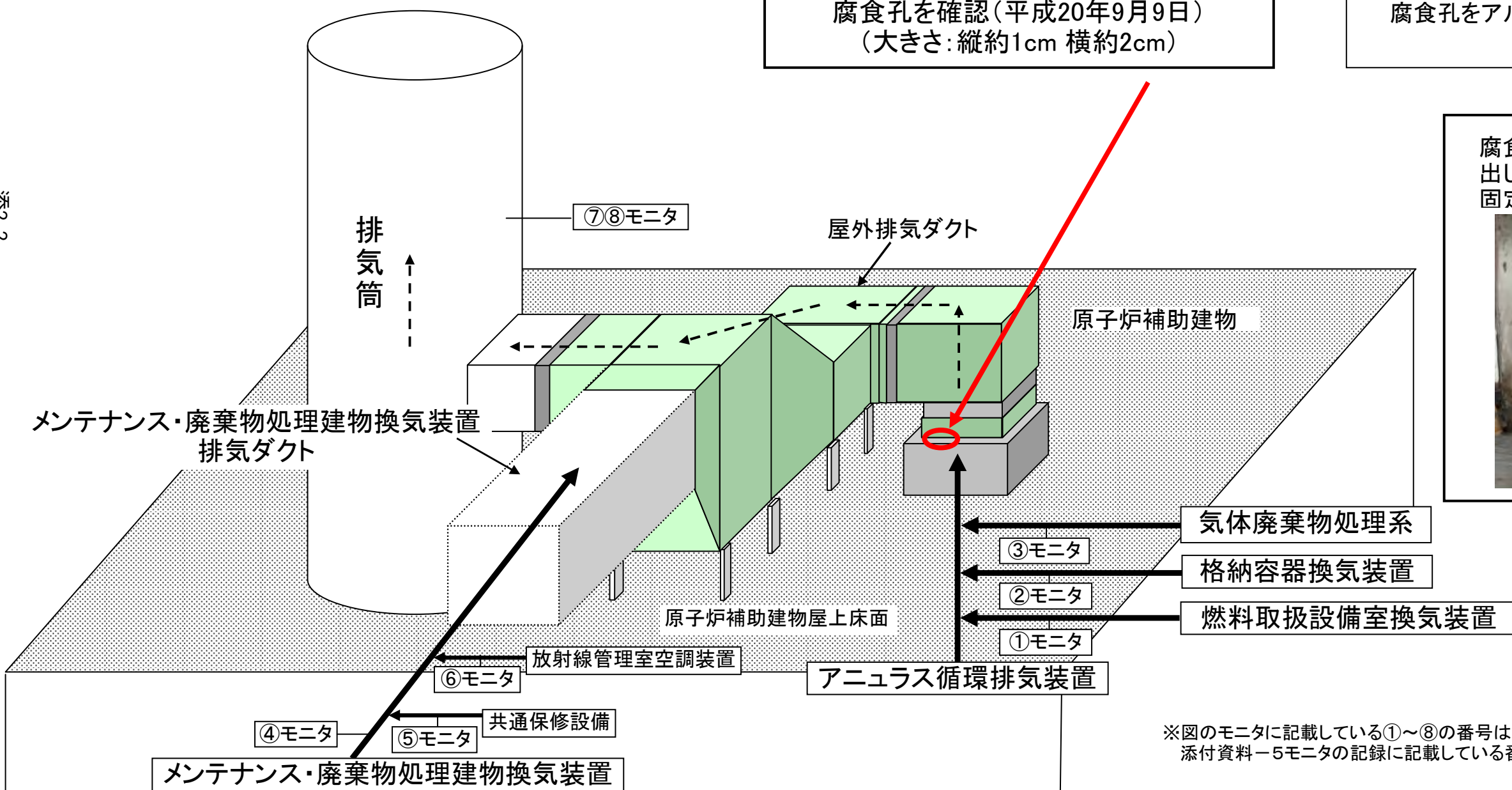


屋外に設置されている排気ダクト部の配置図

添付資料-2
腐食孔の状況について



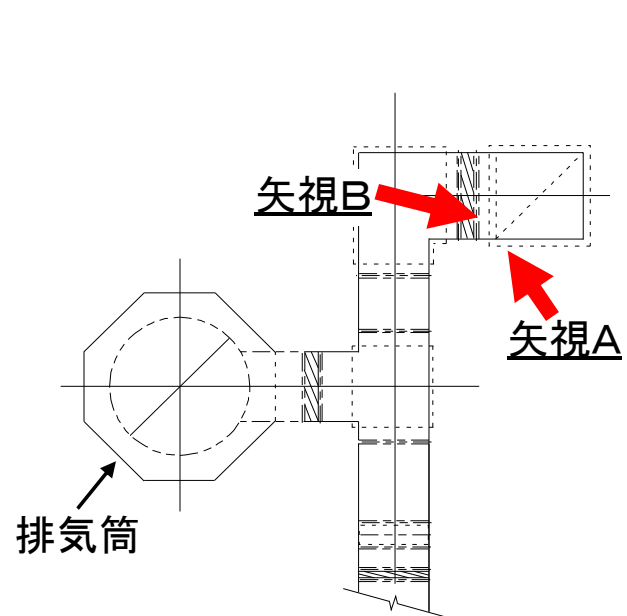
矢視A



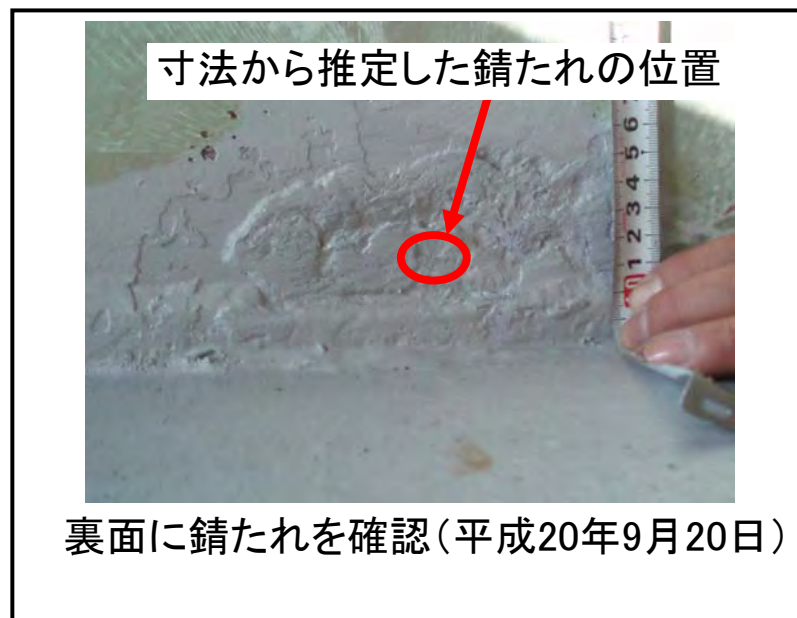
※図のモニタに記載している①～⑧の番号は
添付資料-5モニタの記録に記載している番号に対応している。

屋外排気ダクトの腐食孔の状況について

添付資料-3
錆たれ部の状況について

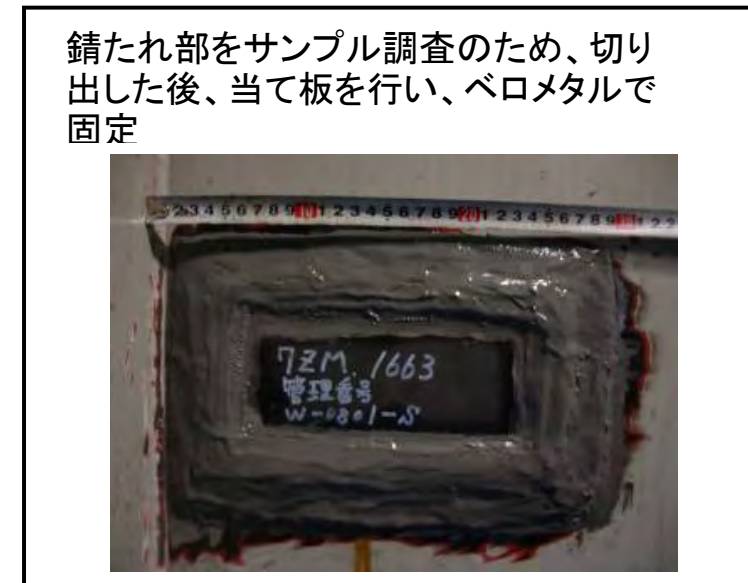
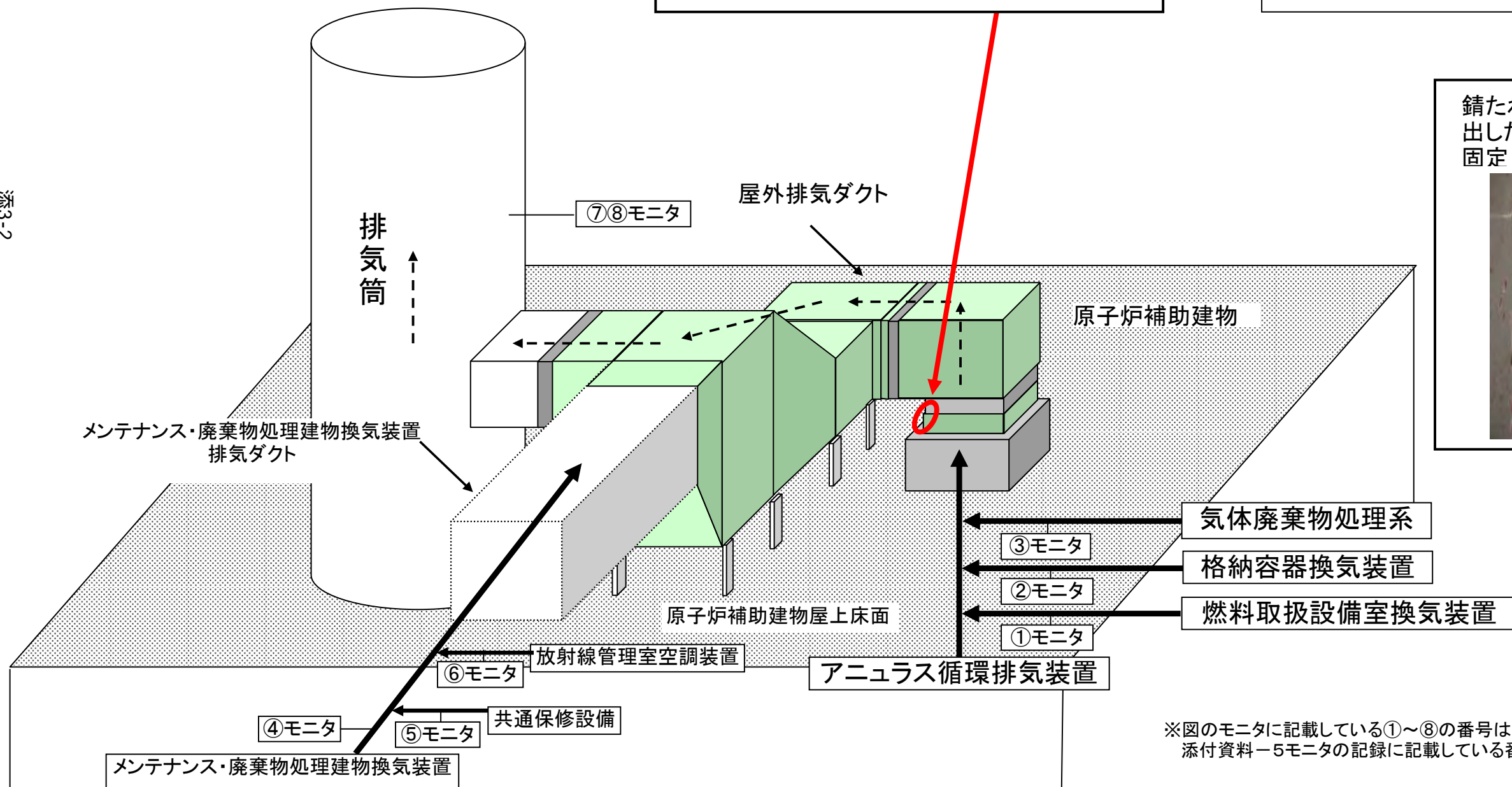


矢視B



矢視A

裏側



※図のモニタに記載している①～⑧の番号は
添付資料-5モニタの記録に記載している番号に対応している。

屋外排気ダクトの錆たれ部の状況について

添付資料-4
放射性気体廃棄物放出記録
(排気筒における希ガス・よう素分析結果)

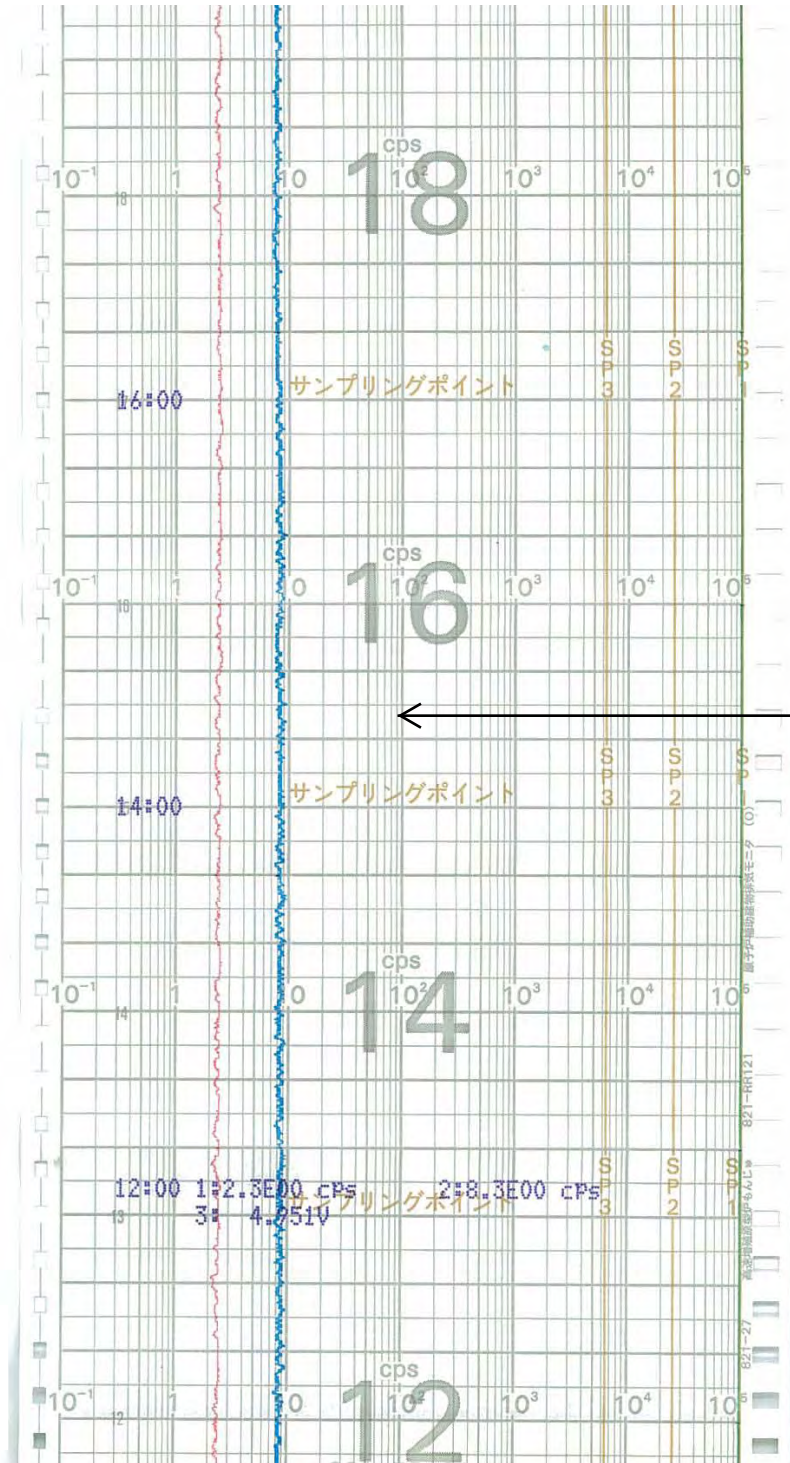
放射性気体廃棄物放出記録(排気筒における希ガス・よう素分析結果)

測定項目		採取期間	
		9/2～9/9	9/9～9/16
希ガス	放射能濃度(Bq/cm ³)	検出限界値未満	検出限界値未満
	検出限界濃度(Bq/cm ³)	3×10^{-3}	3×10^{-3}
よう素	放射能濃度(Bq/cm ³)	検出限界値未満	検出限界値未満
	検出限界濃度(Bq/cm ³)	1×10^{-9}	1×10^{-9}
備考			
<ul style="list-style-type: none"> ・希ガスについては、低レンジガスモニタ(連続測定)の読取値より評価した。 ・よう素については、1週間連続採取したフィルタを測定した結果より評価した。 			

添付資料-5

モニタ指示記録・モニタリングポスト位置図

原子炉補助建物排気モニタ

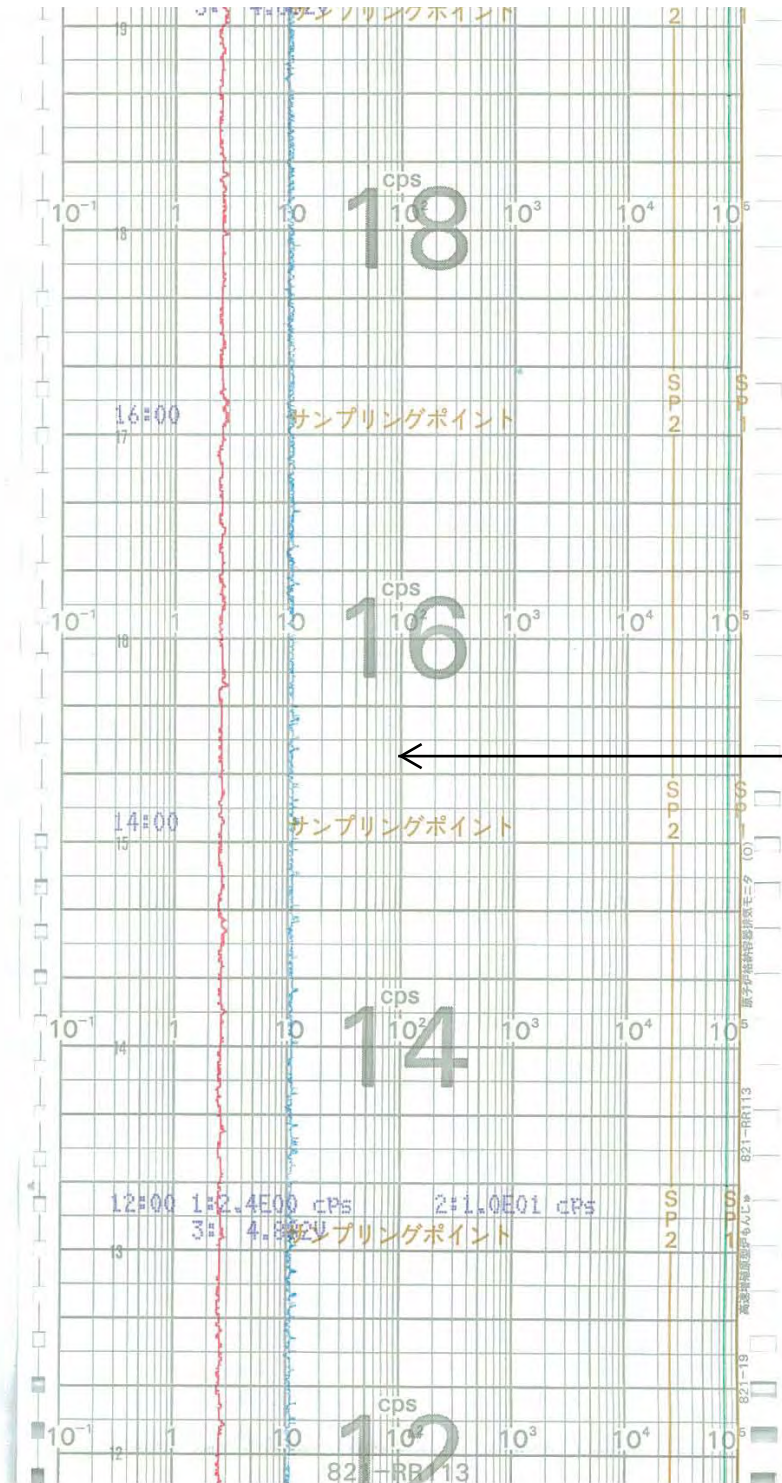


平成20年9月9日
15時30頃 腐食孔確認

— 原子炉補助建物排気モニタ
ガス放射能

— 原子炉補助建物排気モニタ
ダスト放射能

原子炉格納容器排気モニタ

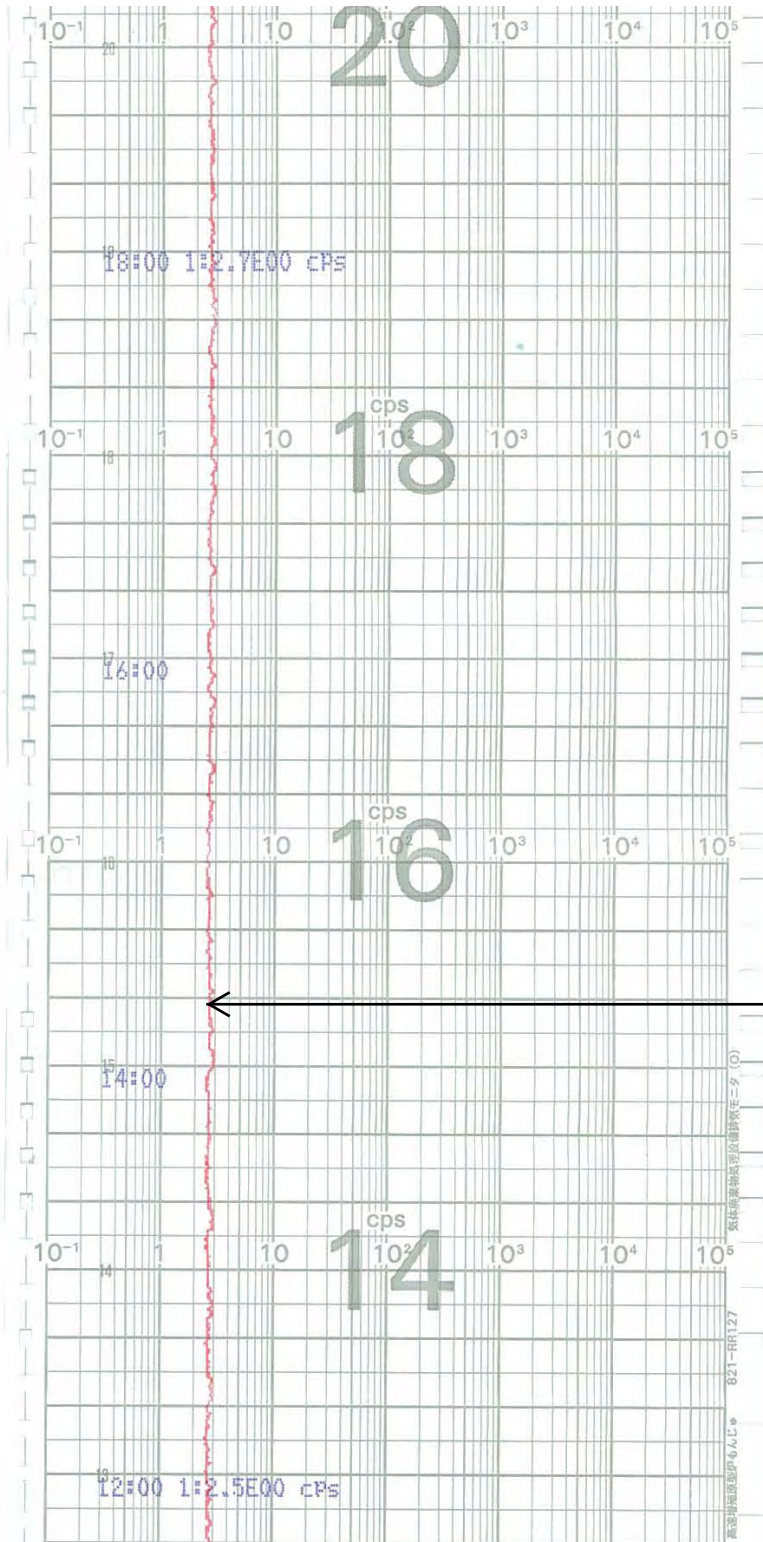


平成20年9月9日
15時30頃 腐食孔確認

原子炉格納容器排気モニタ
ガス放射能

原子炉格納容器排気モニタ
ダスト放射能

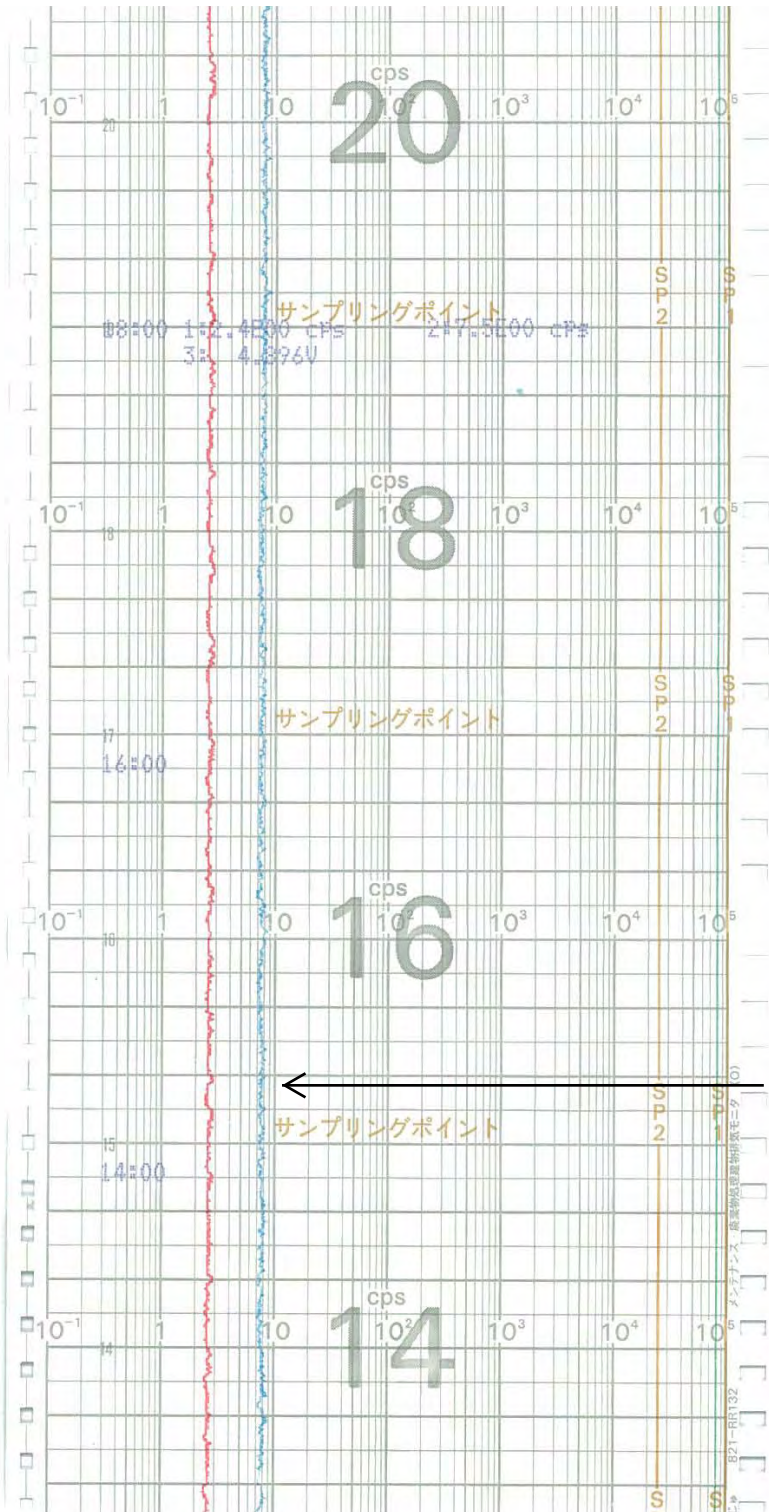
気体廃棄物処理設備排気モニタ



平成20年9月9日
15時30頃 腐食孔確認

気体廃棄物処理設備
排気モニタ放射能

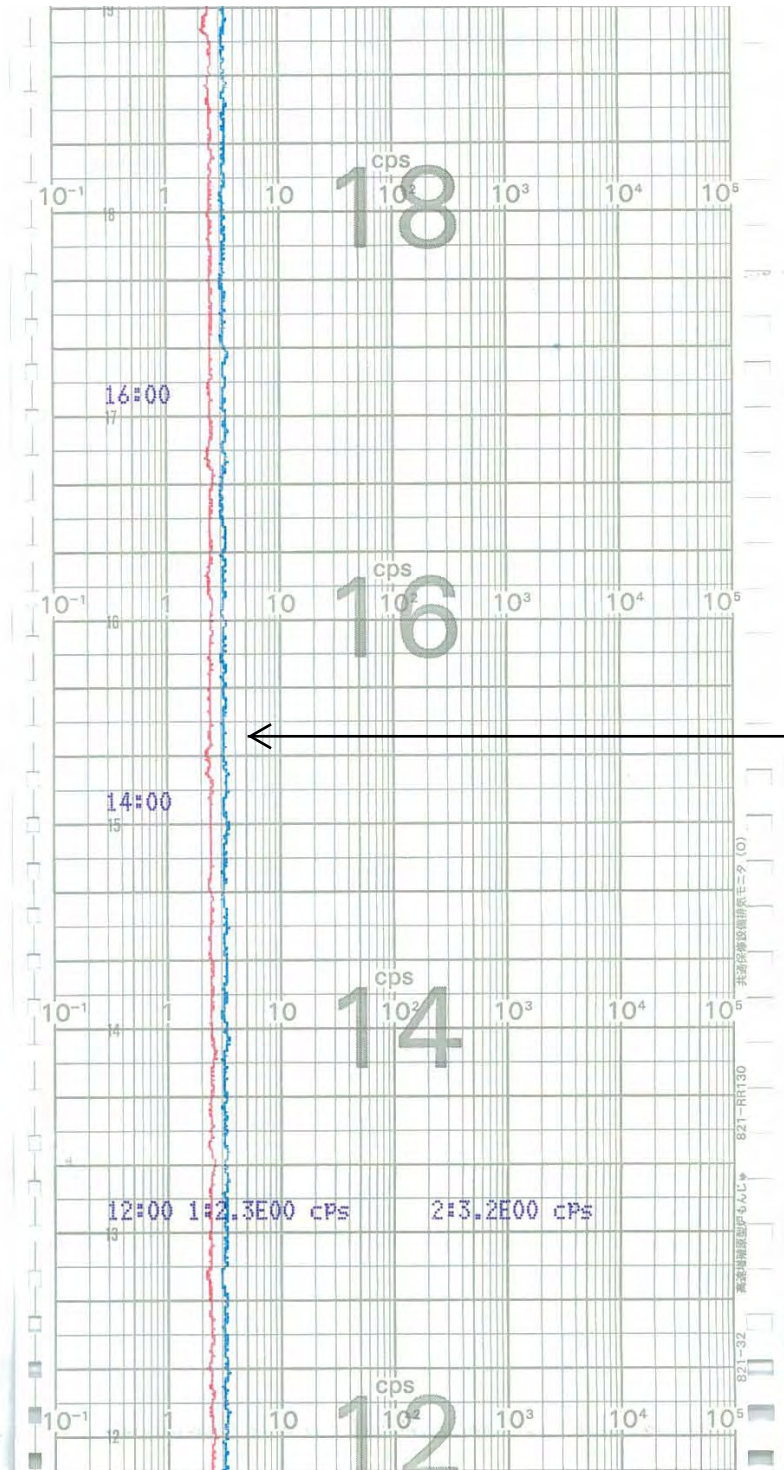
メンテナンス・廃棄物処理建物排気モニタ



平成20年9月9日
15時30頃 腐食孔確認

- メンテナンス・廃棄物処理建物
排気モニタガス放射能
- メンテナンス・廃棄物処理建物
排気モニタダスト放射能

共通保修設備排気モニタ

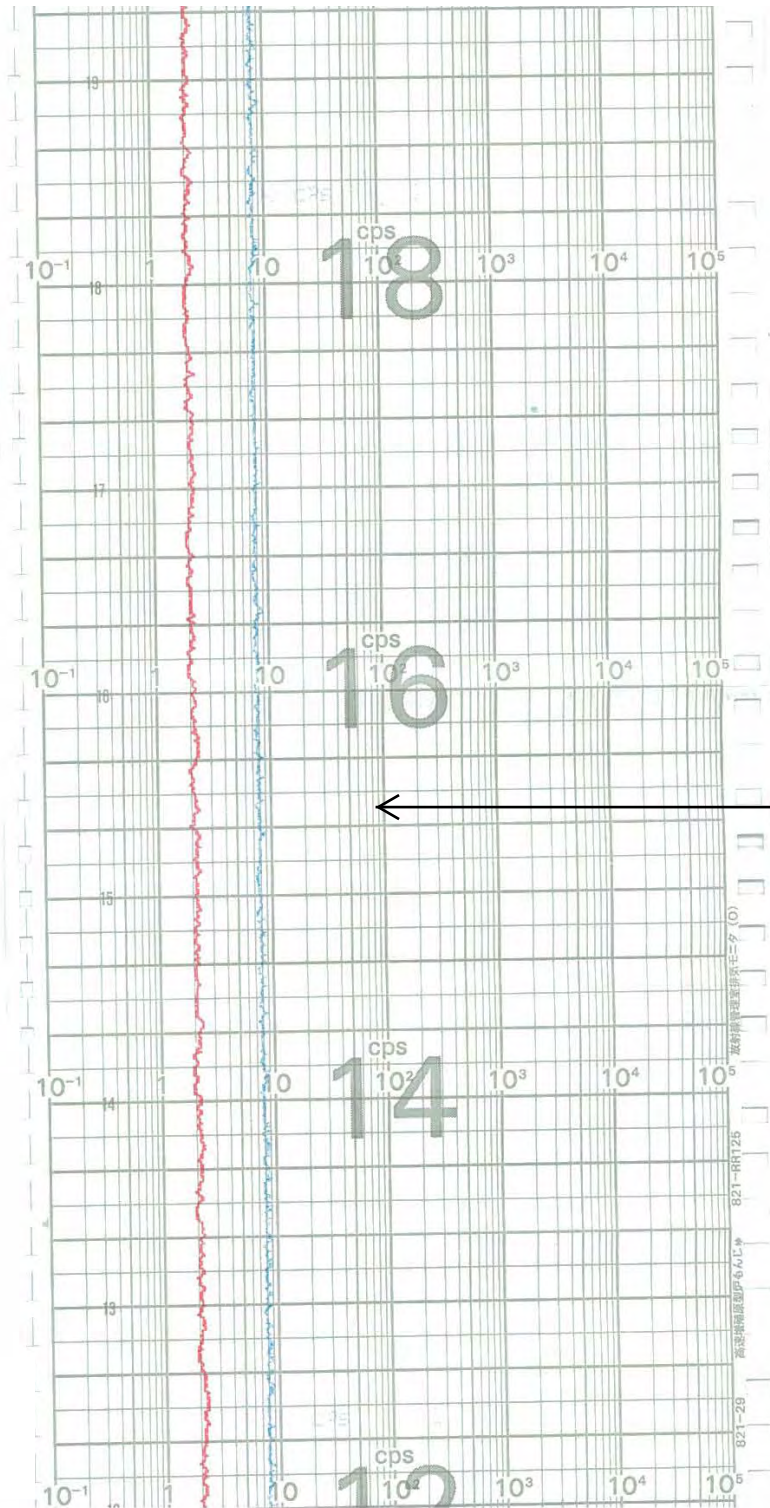


平成20年9月9日
15時30頃 腐食孔確認

共通保修設備
排気モニタガス放射能

共通保修設備
排気モニタよう素放射能

放射線管理室排気モニタ

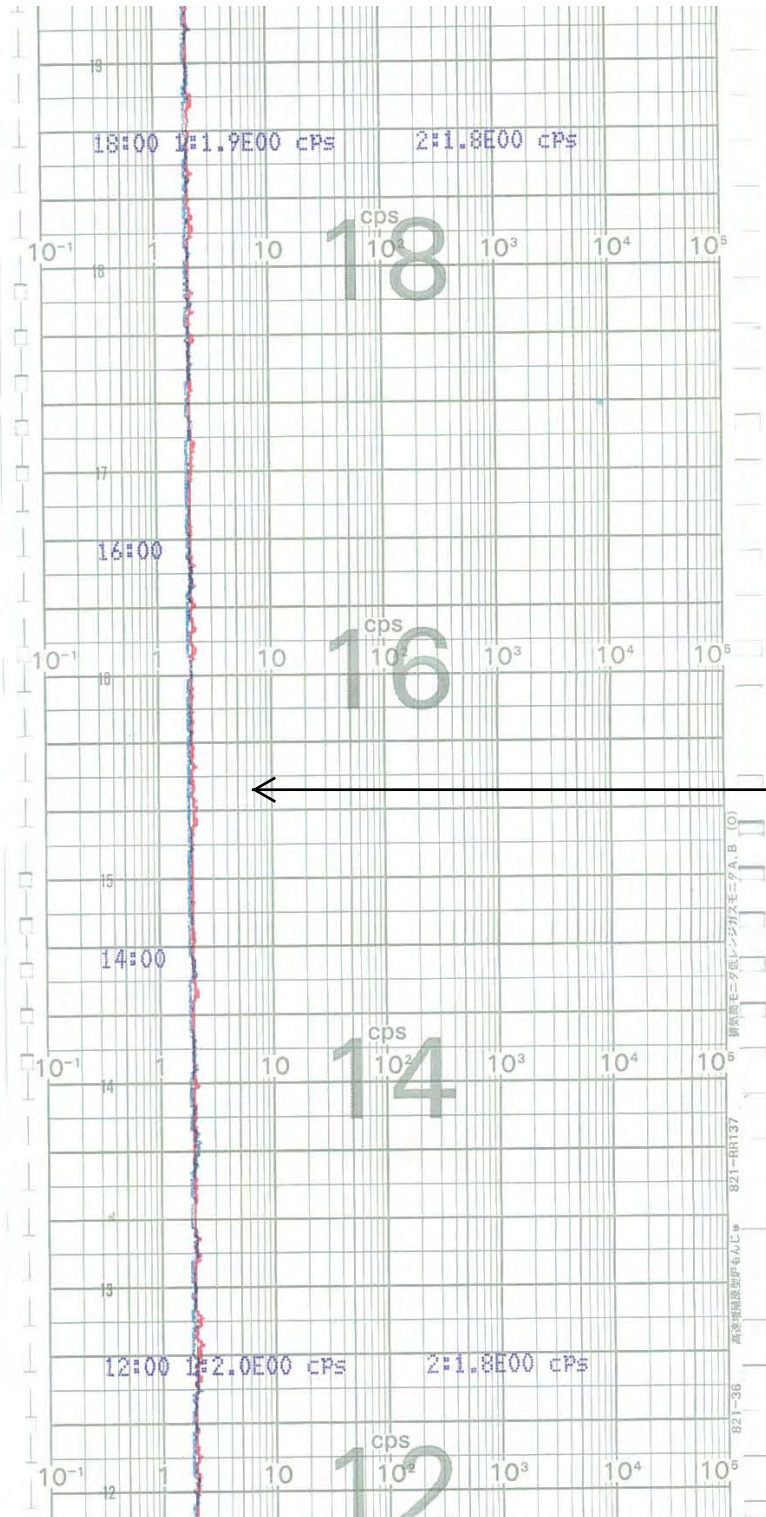


平成20年9月9日
15時30頃 腐食孔確認

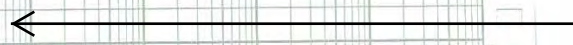
放射線管理室排気モニタ
ガス放射能

放射線管理室排気モニタ
ダスト放射能

排気筒モニタ 低レンジガスモニタ

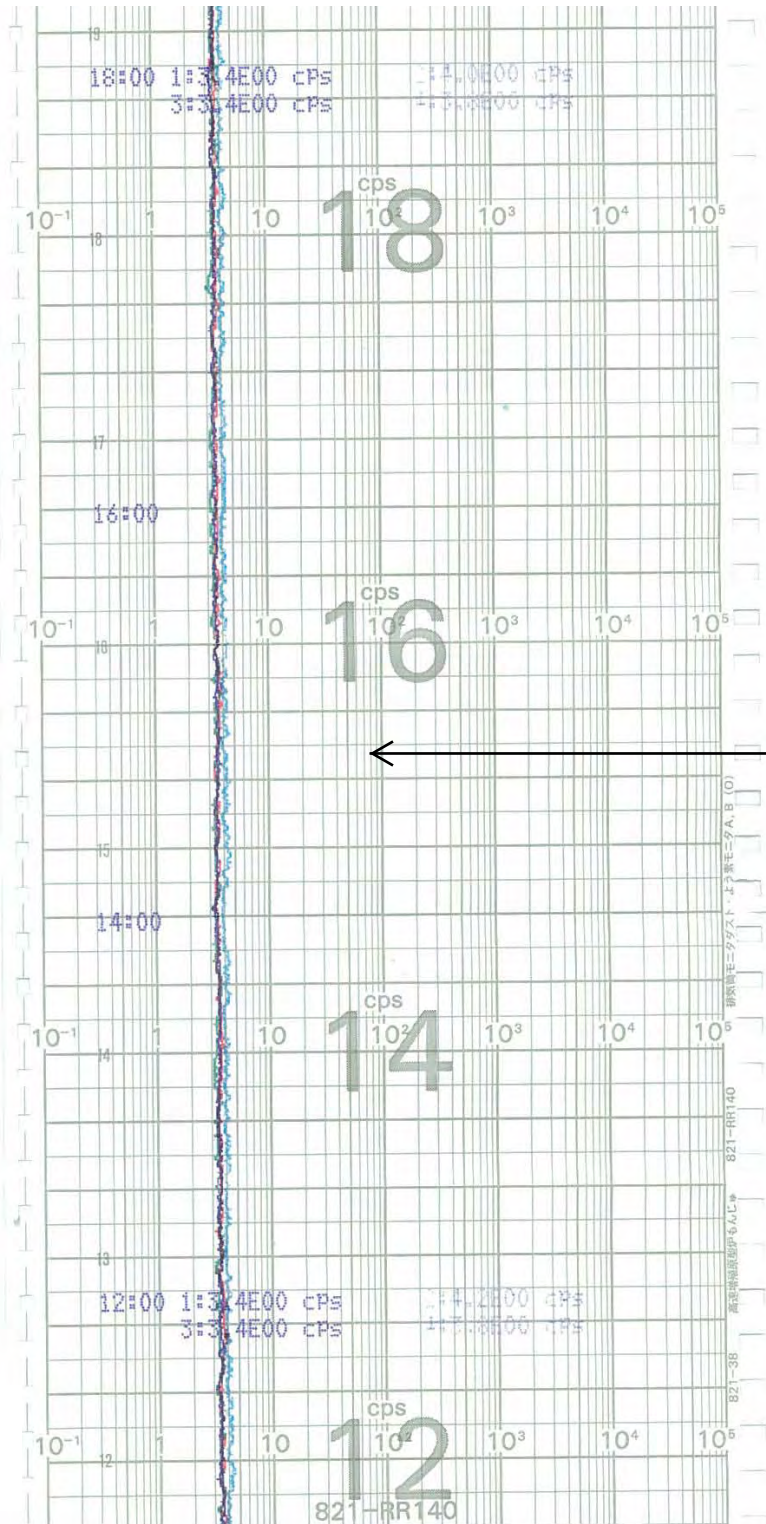


平成20年9月9日
15時30頃 腐食孔確認



- 排気筒モニタ
低レンジガスA放射能
- 排気筒モニタ
低レンジガスB放射能

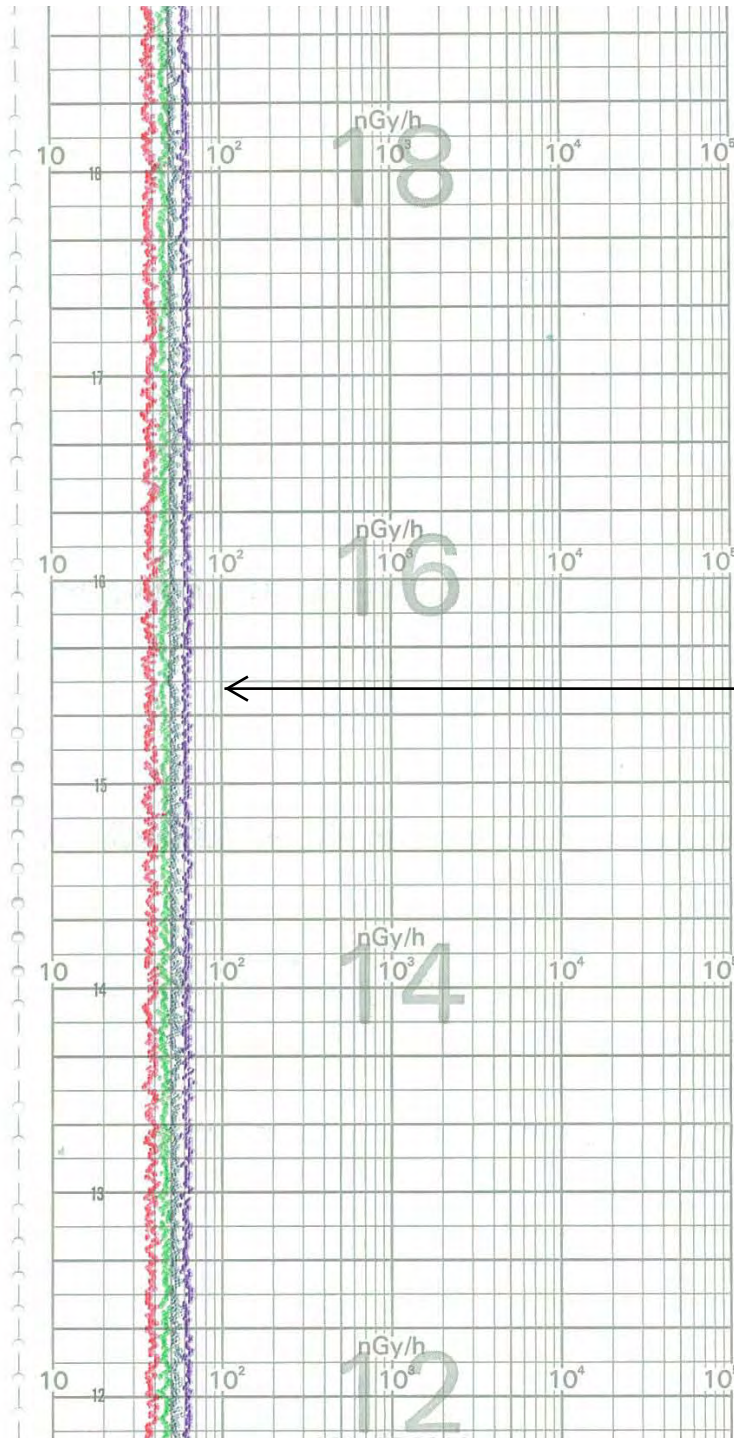
排気筒モニタ ダスト,よう素モニタ



平成20年9月9日
15時30頃 腐食孔確認

- 排気筒モニタ
ダストA放射能
- 排気筒モニタ
ダストB放射能
- 排気筒モニタ
よう素A放射能
- 排気筒モニタ
よう素B放射能

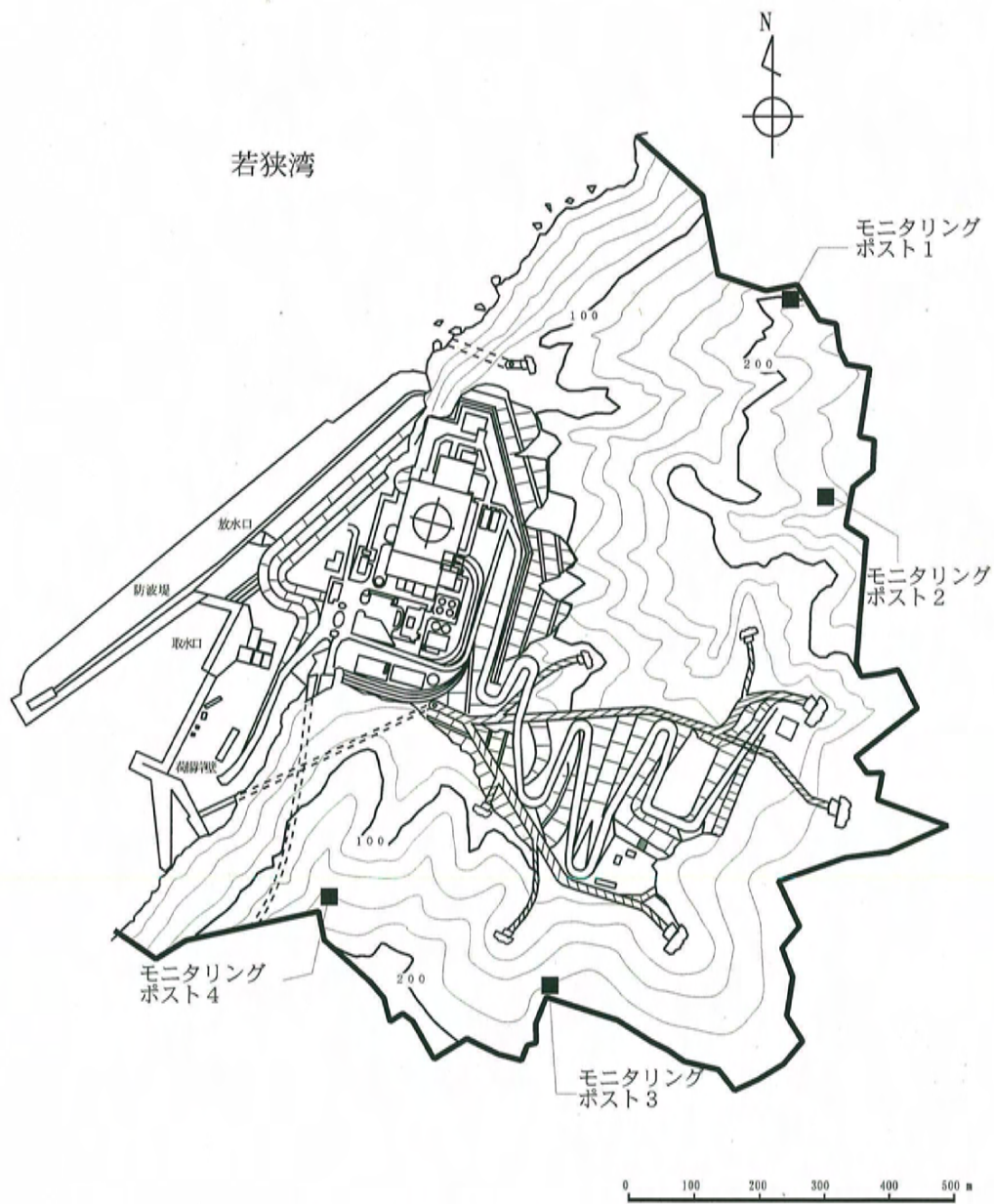
モニタリングポスト1～4低レンジモニタ



821-41 高速増速原型炉もんじゅ 821-RR201A モニタリングポスト1～4低レンジモニタ (O)

平成20年9月9日
15時30頃 腐食孔確認

- モニタリングポスト1
低レンジ吸収線量率
- モニタリングポスト2
低レンジ吸収線量率
- モニタリングポスト3
低レンジ吸収線量率
- モニタリングポスト4
低レンジ吸収線量率



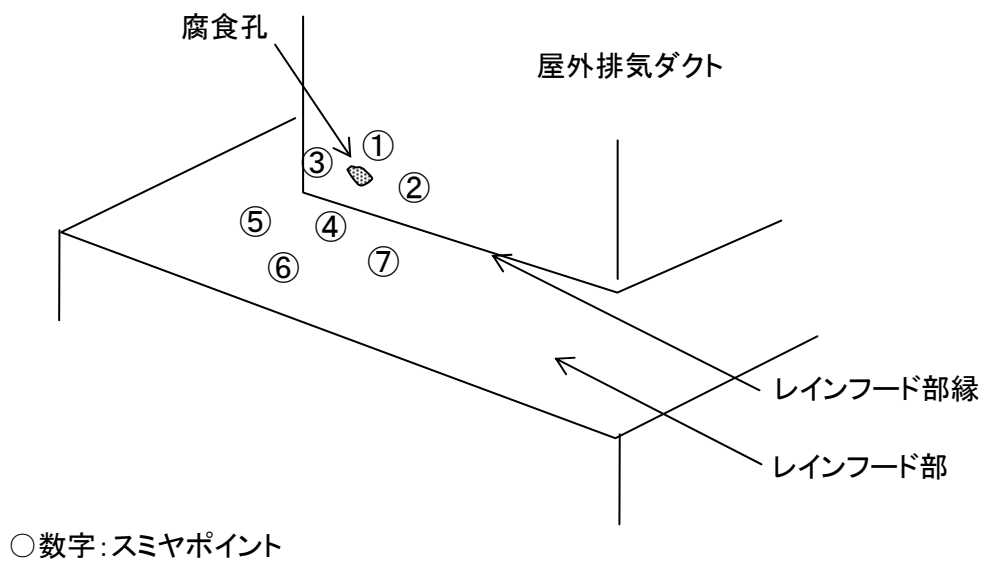
モニタリングポスト位置図

添付資料-6
腐食孔周辺部のスミヤ測定結果

屋外排気ダクトの腐食孔周辺部のスミヤ測定結果

屋外排気ダクトの腐食孔周辺部の表面密度をスミヤ法にて実施した結果、全て検出限界値($3.0 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$)未満であった。(採取点は下図参照)

測定日時:平成 20 年 9 月 9 日 17 時 30 分～18 時 00 分



採取 No.	採取面積 (cm ²)	表面密度 (Bq/cm ²)	採取箇所
①	100	検出限界値未満*1	腐食孔直近を含む周辺
②	〃	〃	〃
③	〃	〃	〃
④	〃	〃	腐食孔中心、レインフード部縁から約 10cm
⑤	〃	〃	腐食孔中心から約 20cm 左、レインフード部縁から約 20cm
⑥	〃	〃	腐食孔中心、レインフード部縁から約 30cm
⑦	〃	〃	腐食孔中心から約 20cm 右、レインフード部縁から約 20cm

*1: 検出限界値 ($3.0 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$)

添付資料-7
屋外排気ダクトの外観点検

屋外排気ダクト上面の 腐食箇所の写真 (No. A5202G)



補強材

- 腐食部撮影①
- ・下地塗装後(灰色)
 - ・塗装色の境界
 - ・旧塗膜(緑色)
 - ・線、数値は錆部情報

- 腐食部撮影 ②、③
- ・ケレン作業中に中断
 - ・旧塗膜の痕跡あり
 - ・線、数値は錆部情報
 - ・地金からの発錆あり



補強材

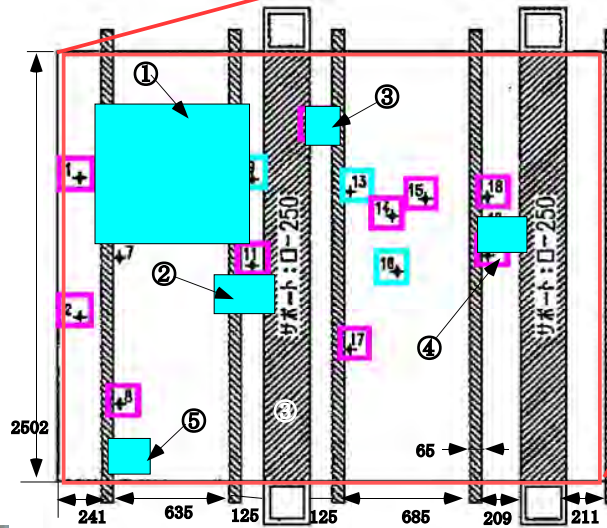
支持架構



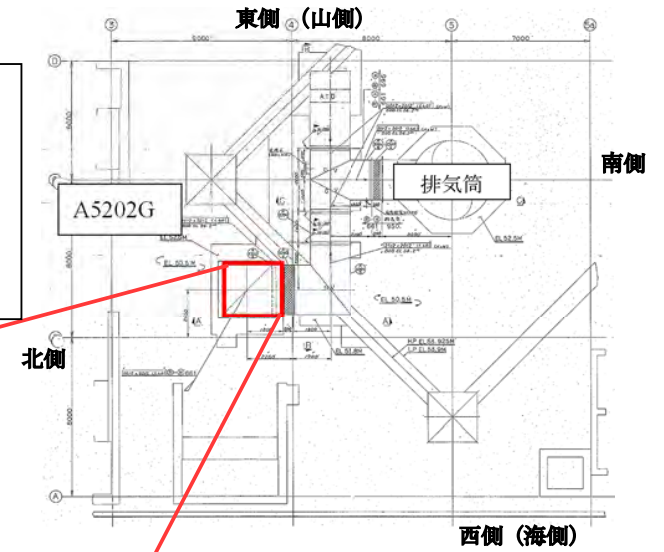
支持架構

補強材

屋外排気ダクトについて、外面の外観点検を実施した結果、腐食箇所約660箇所を確認した。今回の事象は、計画的な補修塗装の途中で発生したため、塗装作業を中断して外面の外観点検を行った。このため、既に下地塗装が行われた部分(写真①、④、⑤)とケレン作業途中の部分(写真②、③)とがある。いずれの部分もその状態で外観点検を行い、腐食箇所のマーキング(番号、寸法等)を行っている。



写真撮影位置



補強材

支持架構

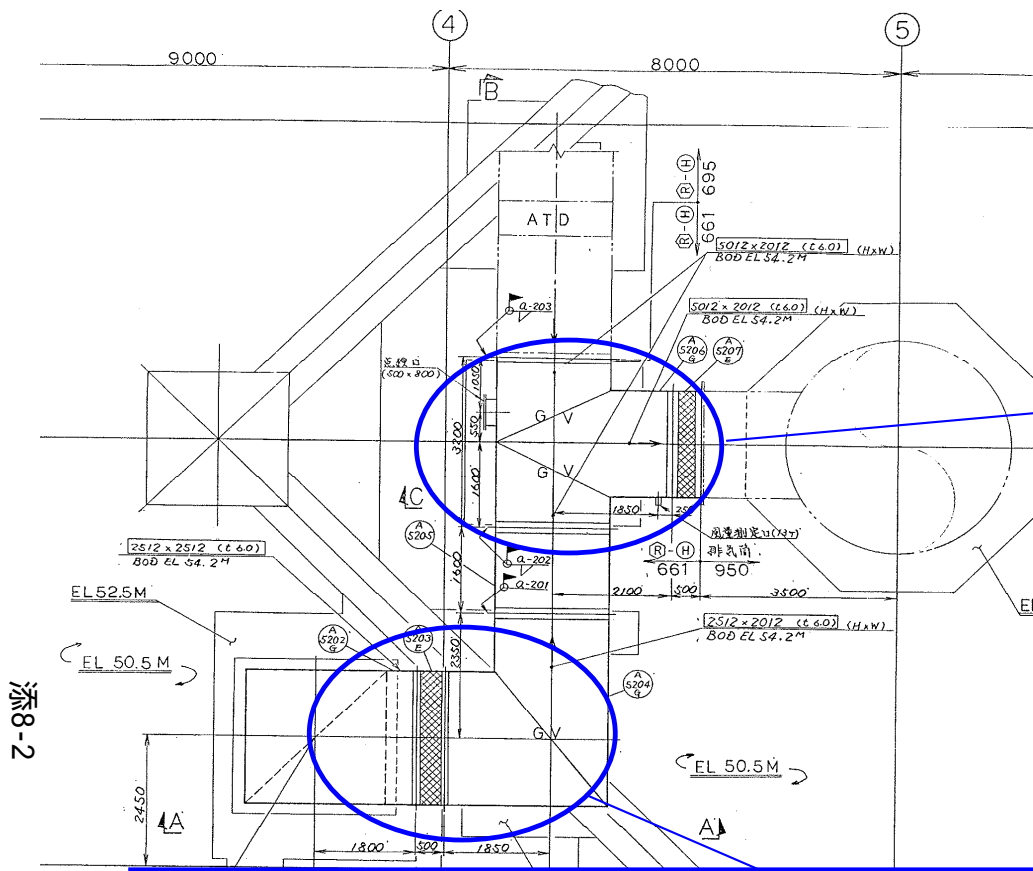
- 腐食部撮影 ④、⑤
- ・下地塗装後
 - ・塗装色の境界
 - ・旧塗膜は緑
 - ・線、数値は錆部情報



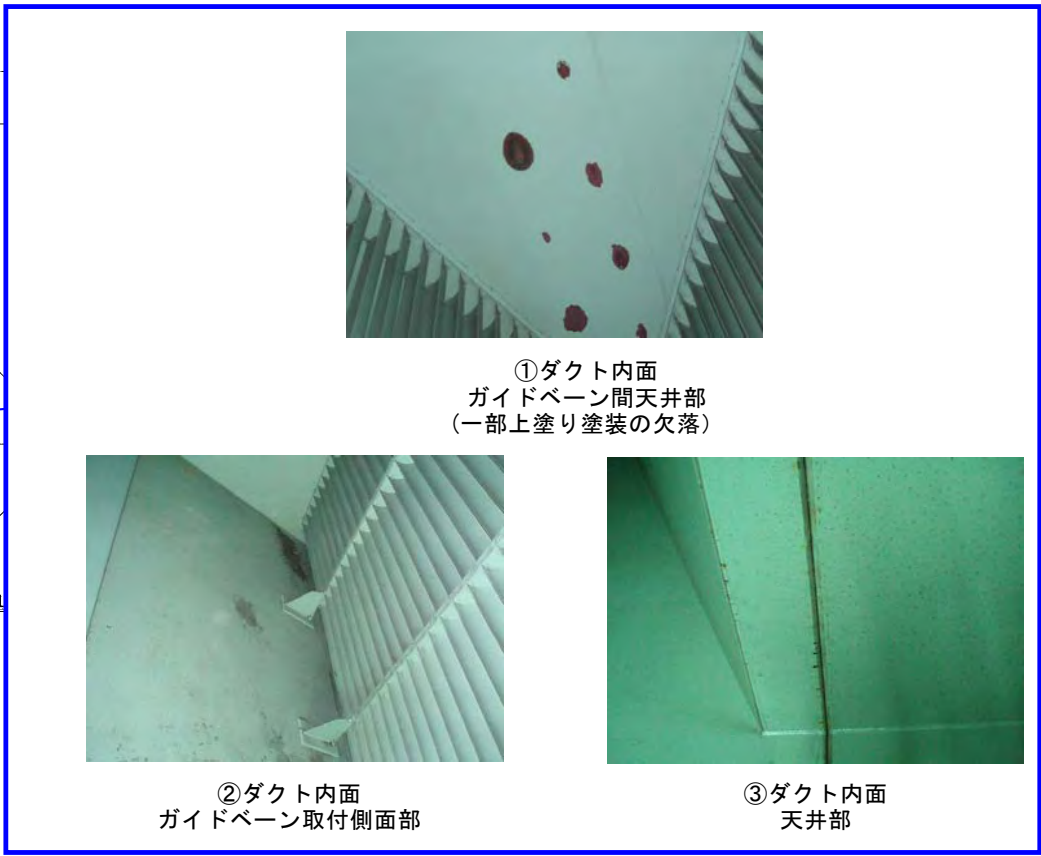
補強材 断続すみ肉溶接部

添付資料-8

屋外排気ダクトの内面の状況写真



添8-2



①ダクト内面
ガイドベーン間天井部
(一部上塗り塗装の欠落)

②ダクト内面
ガイドベーン取付側面部

③ダクト内面
天井部



④ダクト内面
ガイドベーン取付側面部

⑤ダクト内面
ガイドベーン取付天井部

屋外排気ダクトの内面の状況写真

添付資料-9
屋外排気ダクトの肉厚測定結果

1. 肉厚測定の方法

屋外排気ダクト*¹の腐食減肉の状態を把握するため、超音波厚さ計(手動及び自動超音波測定装置)により肉厚測定*²を実施する。(別添-1参照)

手順を以下に示す。

*1:屋外排気ダクトは、原子炉格納容器内、アニュラス部及び燃料取扱設備室など管理区域の排気を排気筒に導くものであり、屋外部分を指す。

*2:JIS Z 2355-2005(超音波パルス反射法による厚さ測定方法)に準拠する。

- (1) ダクト全体の腐食減肉の状況を把握するため、手動により一定間隔(200mm ピッチ)で肉厚測定を行なう。さらに、ダクト外面を目視点検し、腐食減肉箇所を確認し、手動により肉厚測定を行なう。
- (2) ダクトへの補強材及び支持架構の取付部は、ダクトの内面から自動超音波測定装置(別添-2参照)を用いて、連続した肉厚測定を行い、腐食減肉の状況を把握する。
- (3) ダクトコーナ部近傍、内部構造物(整流板部)近傍及びダクト接続部近傍は、自動超音波測定装置による連続した肉厚測定ができないため、手動にて一定間隔(20mm ピッチ)で測定を行なう。その結果、ダクトの肉厚が 5.4mm を下回る場合には、その周囲を 10mm ピッチで測定し、最小値を確認する。
- (4) これらの肉厚測定の結果、最も減肉している箇所について、ダクトのスパール毎に、10mm ピッチにて手動により詳細測定を行なう。

2. 肉厚測定の結果

(1) 肉厚測定の結果

屋外排気ダクトは、6個のスパールで構成され、アニュラスから上方に気体を排出するダクトA5183、A5202G、A5204G、A5205、A5206G、2J5001 と区別している。

ダクトの肉厚測定の結果は、肉厚毎に色別表示し、図 A5183 から図 2J5001 に示す。

また、それぞれの図には、手動による肉厚測定結果を表として示している。

(2) スパール毎の最小肉厚と特徴

屋外排気ダクトスパール(図1)毎の最小肉厚及びその箇所を「表-1 屋外排気ダクトの最小肉厚(スパール毎)」に示す。

減肉箇所は、ダクトの外面側で、上面の雨水が溜まり易い箇所、並びにダクトへの補強材及び支持架構の取付部とその直近において、減肉が確認された。

なお、屋外排気ダクトは、切り出したサンプル 2 箇所を除き、最小肉厚が 1.8mm であり、技術基準にて要求される必要厚さ(1.2mm 以上)を満足していることを確認した。

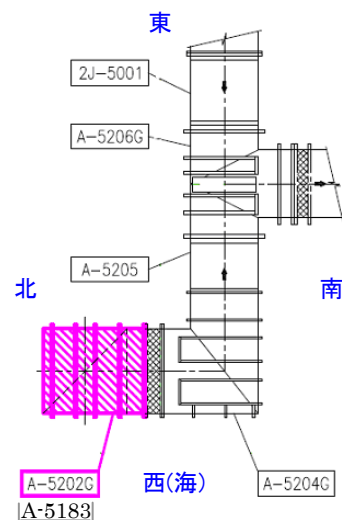
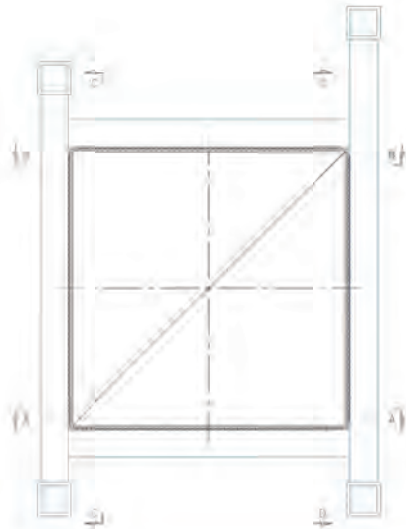


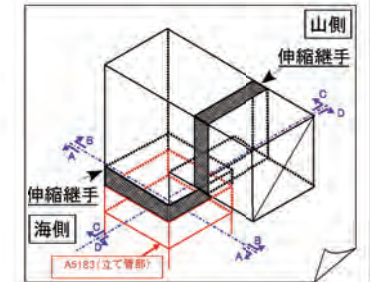
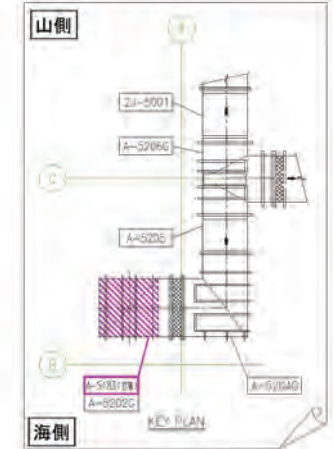
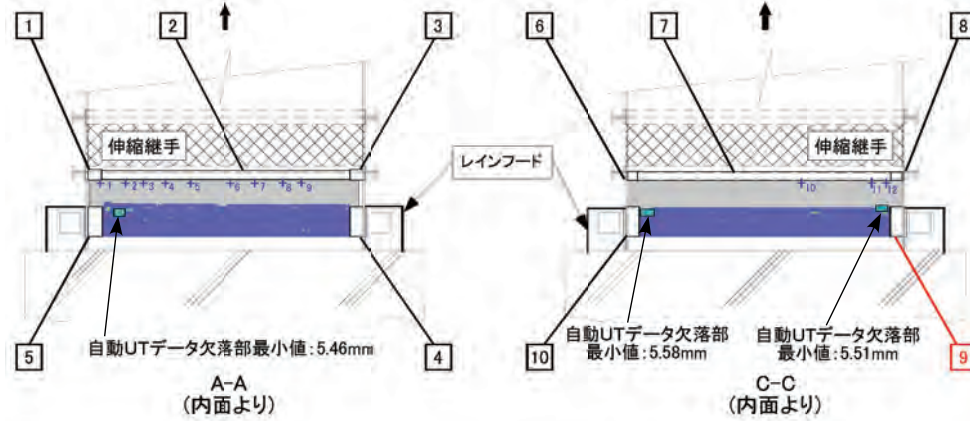
図1 屋外排気ダクトスパール図

表-1 屋外排気ダクトの最小肉厚（スプール毎）

スプール番号	最小肉厚	発生箇所	図番	備考
A5183	3.30mm	ダクト側面で支持架構と接する部位 No. 9 （腐食孔部及び錆たれ部を除く）	図 A5183-1、-2	
A5202G	2.57mm	ダクト側面で補強材近傍 No. 91 （目視点検で確認した腐食減肉部）	図 A5202G-1、-2	
A5204G	1.88mm	ダクト上面で補強材近傍 No. 54 （目視点検で確認した腐食減肉部）	図 A5204G-1、-2	
A5205	2.28mm	ダクト側面で補強材との接合部位 （連続測定で確認された箇所）	図 A5205-1、-2	
A5206G	2.22mm	ダクト側面で支持架構と接する部位 （連続測定で確認された箇所）	図 A5206G-1、-2	
2J5001	2.05mm	ダクト側面で補強材近傍 No. 60 （目視点検で確認した腐食減肉部）	図 2J5001-1、-2	
A5183	腐食孔部（貫通）	ダクト側面の当て板近傍	図 A5183-3-1、-2	
A5183	錆たれ部（貫通）	ダクト側面の当て板近傍	図 A5183-3-3、-4	



- ダクト面内の記号部の凡例(手動UT測定)
- ・外面腐食箇所・・・+ (4.00mm≦肉厚<5.40mm)
 - ◆ (肉厚<4.00mm)
 - ・外面一定間隔測定(200mmピッチ)・・・● (4.00mm≦肉厚<5.40mm)
 - × (肉厚<4.00mm)
 - ・内面一定間隔測定(200mmピッチ)・・・+ (4.00mm≦肉厚<5.40mm)
 - (肉厚<4.00mm)

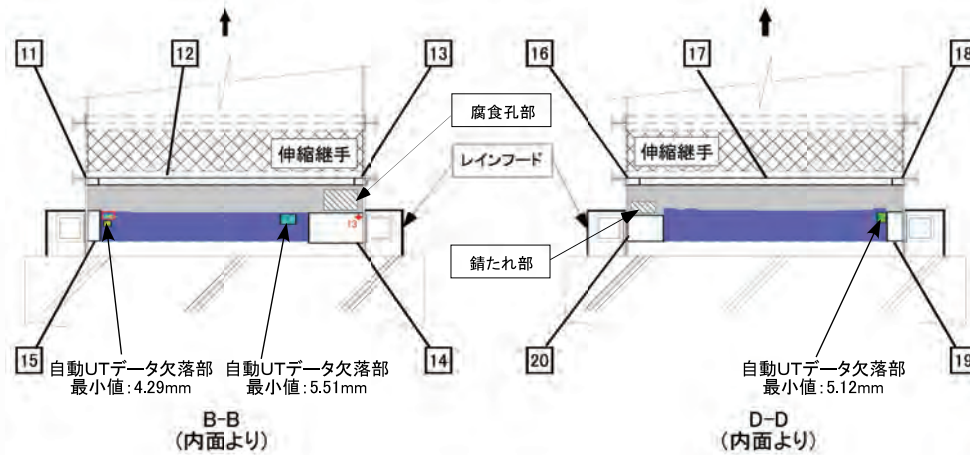


自動UT測定不可部の
最小値(番号付口枠)
単位:mm

口枠内 番号	測定最小値
1	5.82
2	5.72
3	5.69
4	5.74
5	4.97
6	5.67
7	5.79
8	5.84
9	3.30
10	5.64
11	5.85
12	5.73
13	5.68
14	4.32
15	5.51
16	5.88
17	5.83
18	5.81
19	4.90
20	4.67

ダクト面内の記号部
単位:mm

記号に付属する番号	測定値
1	4.46
2	5.12
3	4.96
4	5.01
5	5.34
6	4.29
7	4.98
8	4.58
9	4.49
10	4.45
11	4.85
12	4.55
13	5.28



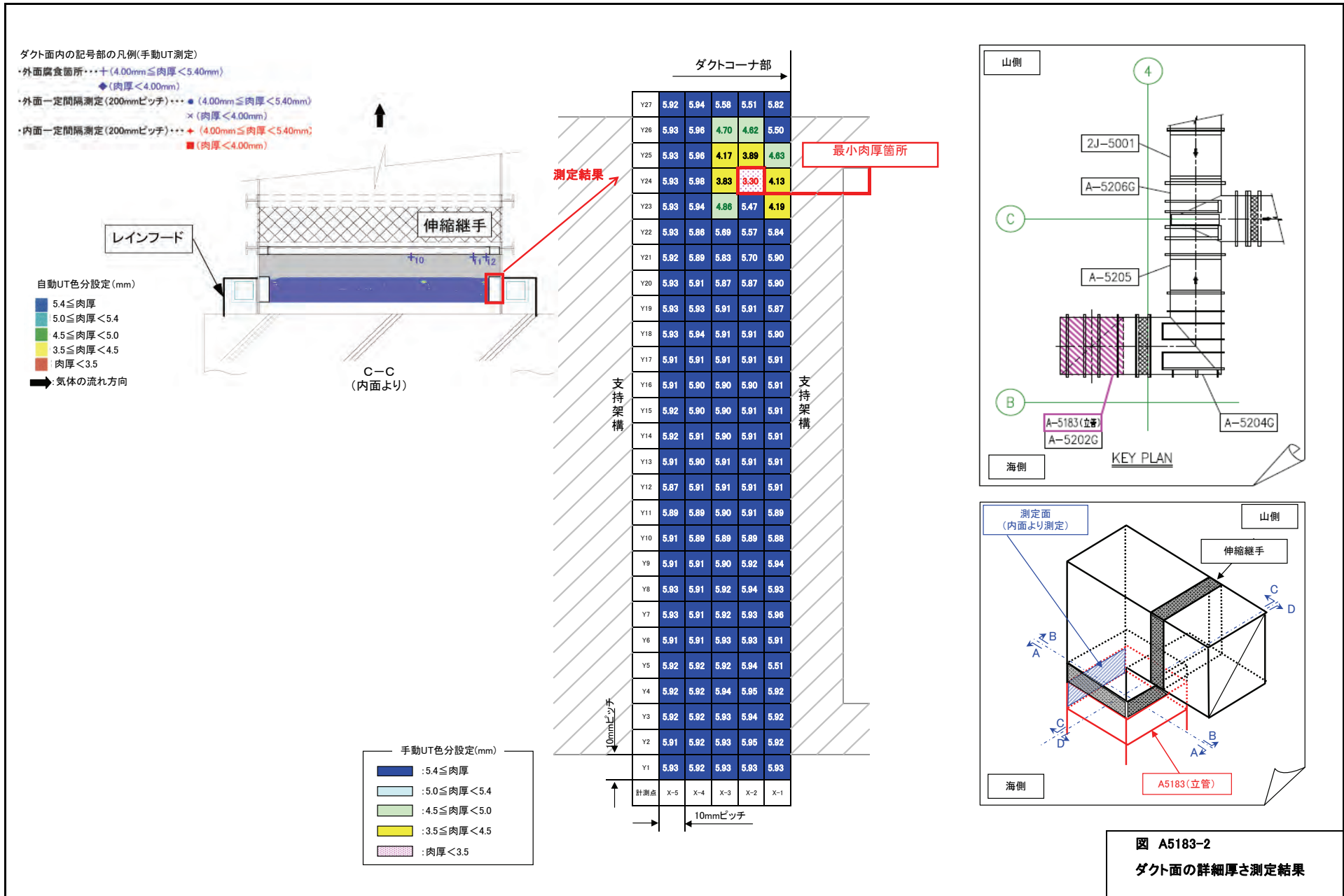
- : 自動UT測定不可部のため、手動UT測定を実施した範囲
- : 外面の手動UT測定で確認できる範囲
- : 自動UT測定範囲のデータ欠落部のため、手動UT測定を実施した範囲
- ← : 気体の流れ方向

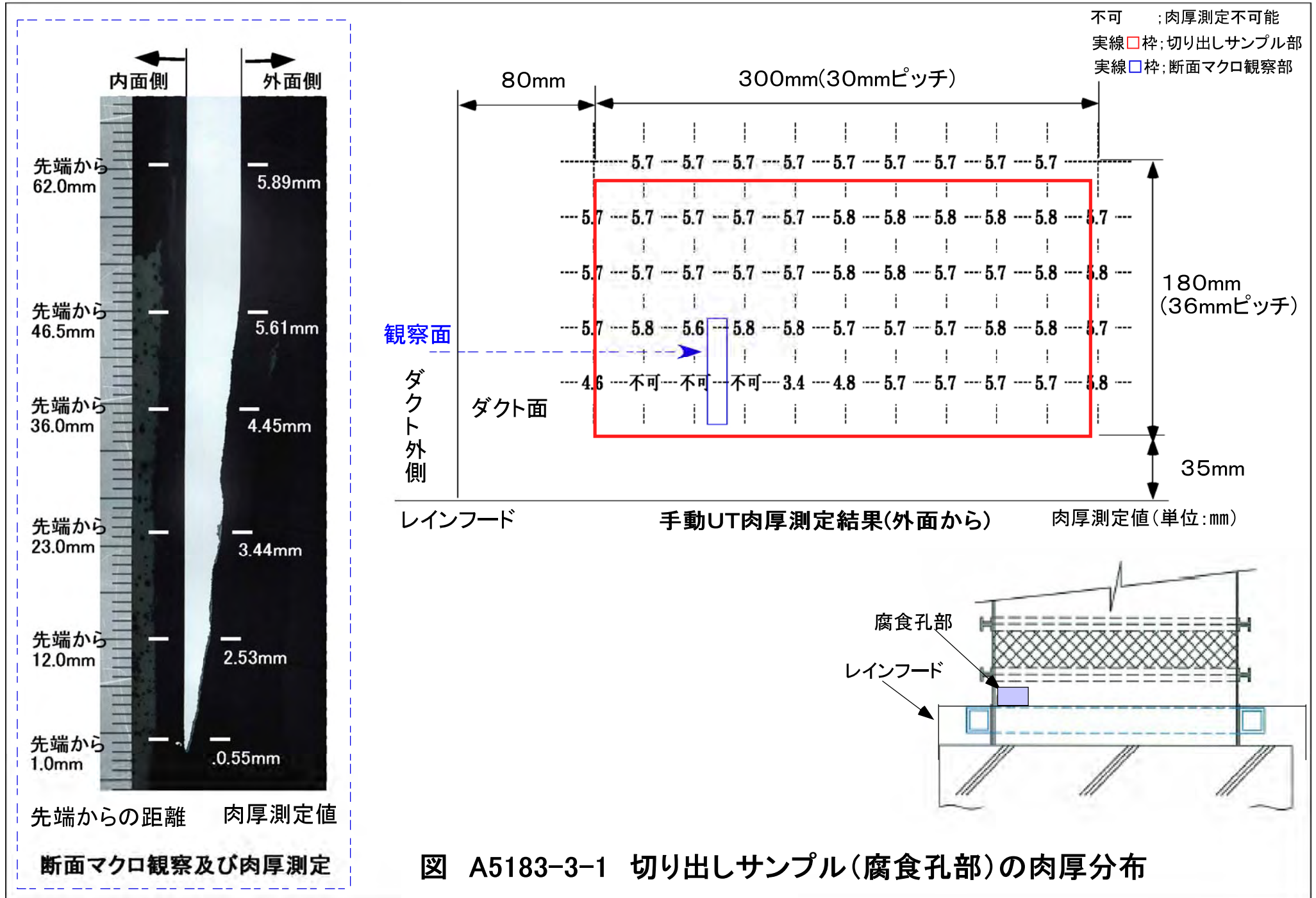
・自動UT色分設定(mm)

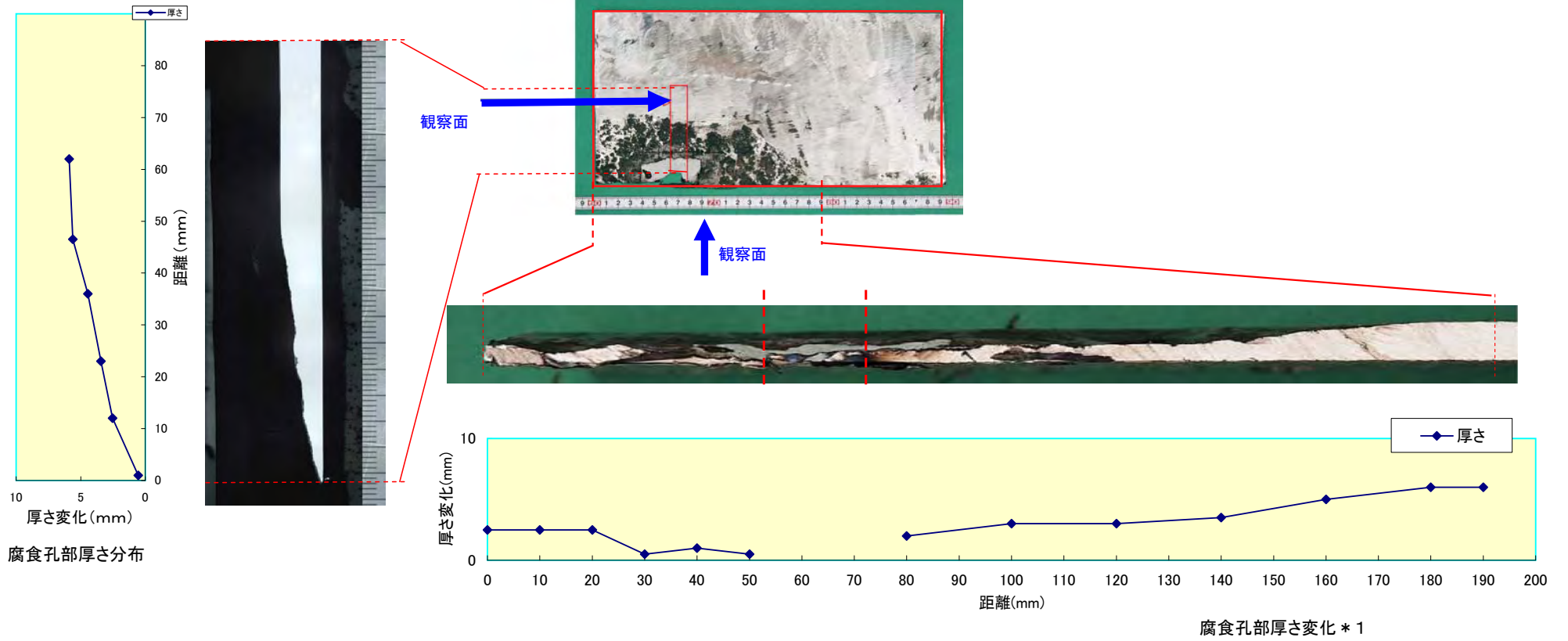
- 5.4≦肉厚
- 5.0≦肉厚<5.4
- 4.5≦肉厚<5.0
- 3.5≦肉厚<4.5
- 肉厚<3.5

□ : A5183における最小値(3.30mm)

図A5183-1
ダクト面の肉厚測定結果







* 1; 切り出しサンプルの腐食孔側からの断面マクロ観察を行なった写真を基に厚み及び位置を読み取ってプロットした。

図 A5183-3-2切り出しサンプル(腐食孔部)断面の肉厚変化

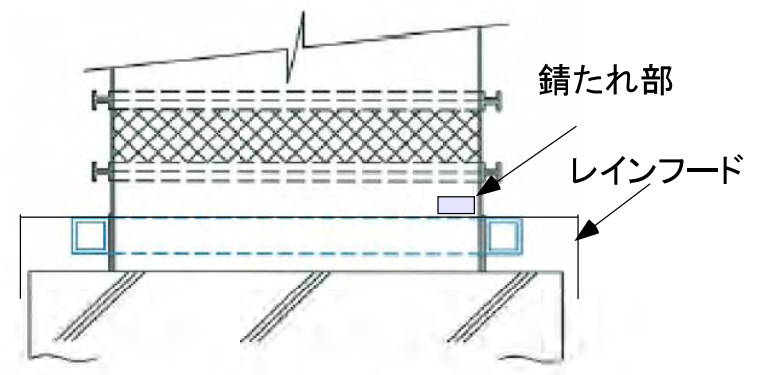
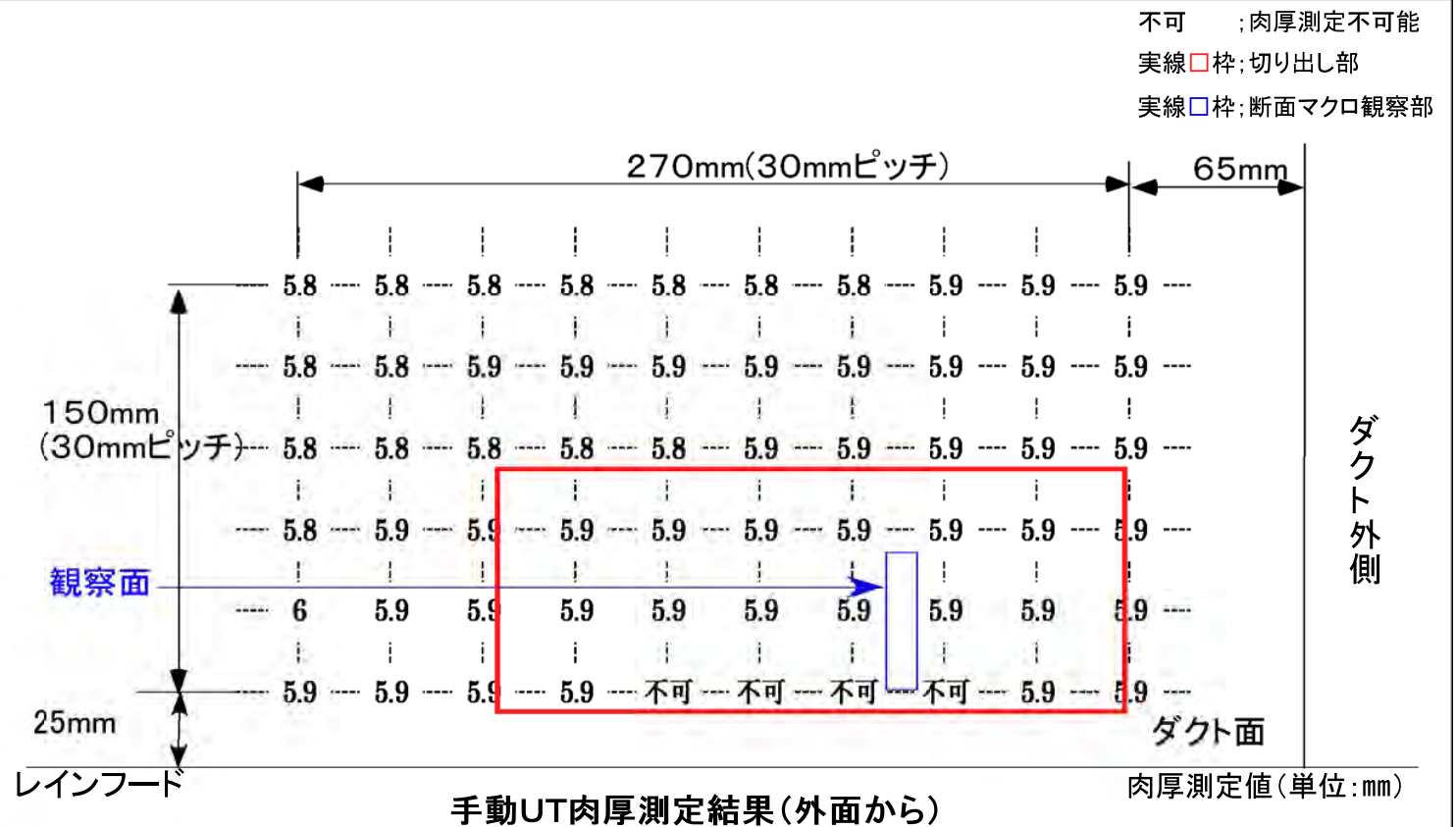
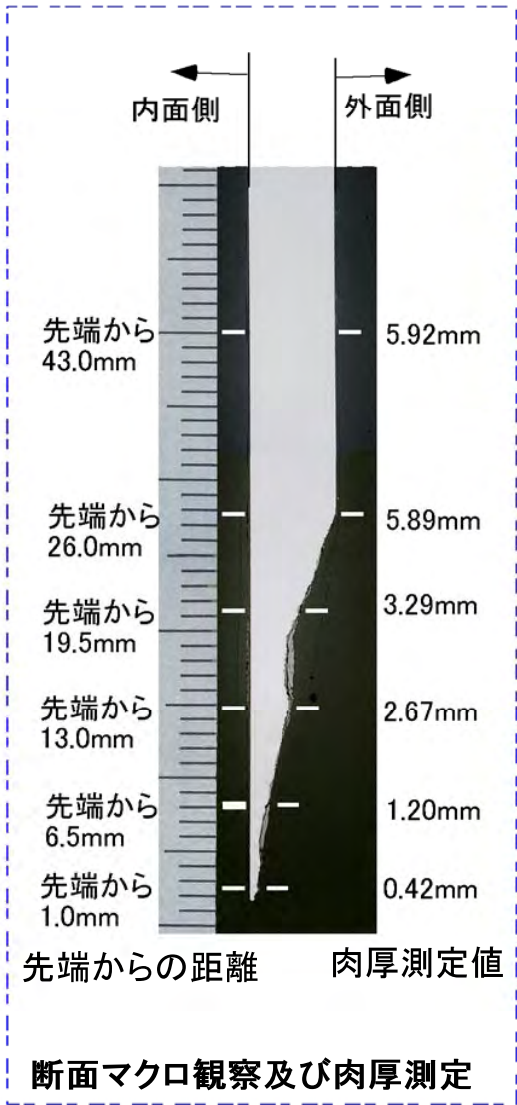
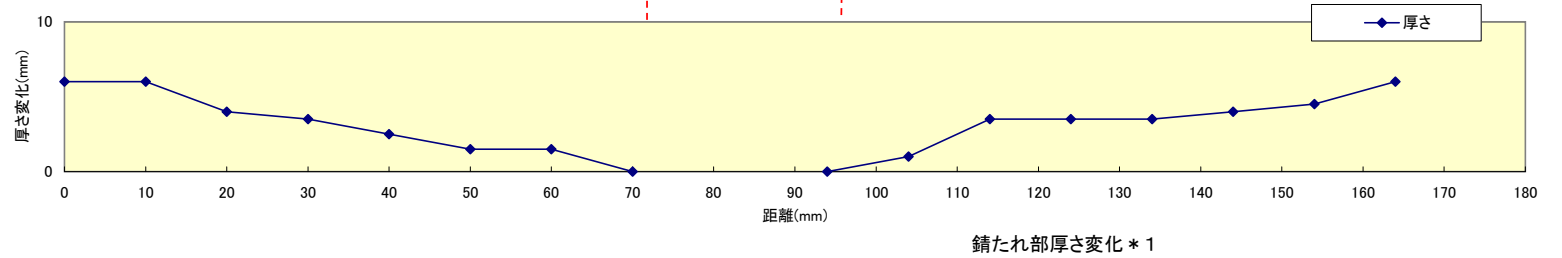
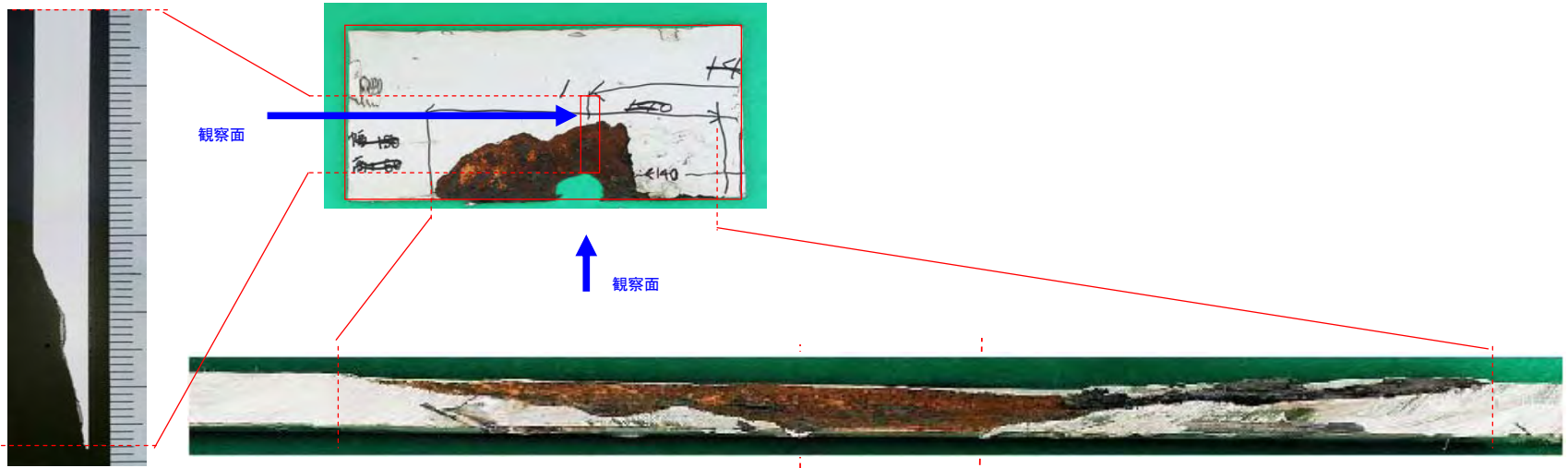
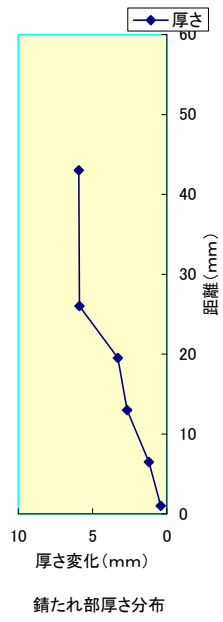


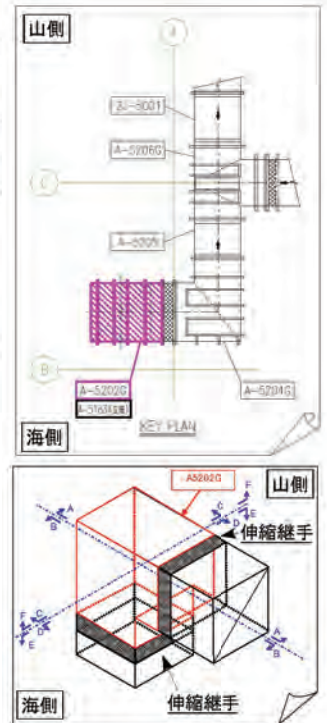
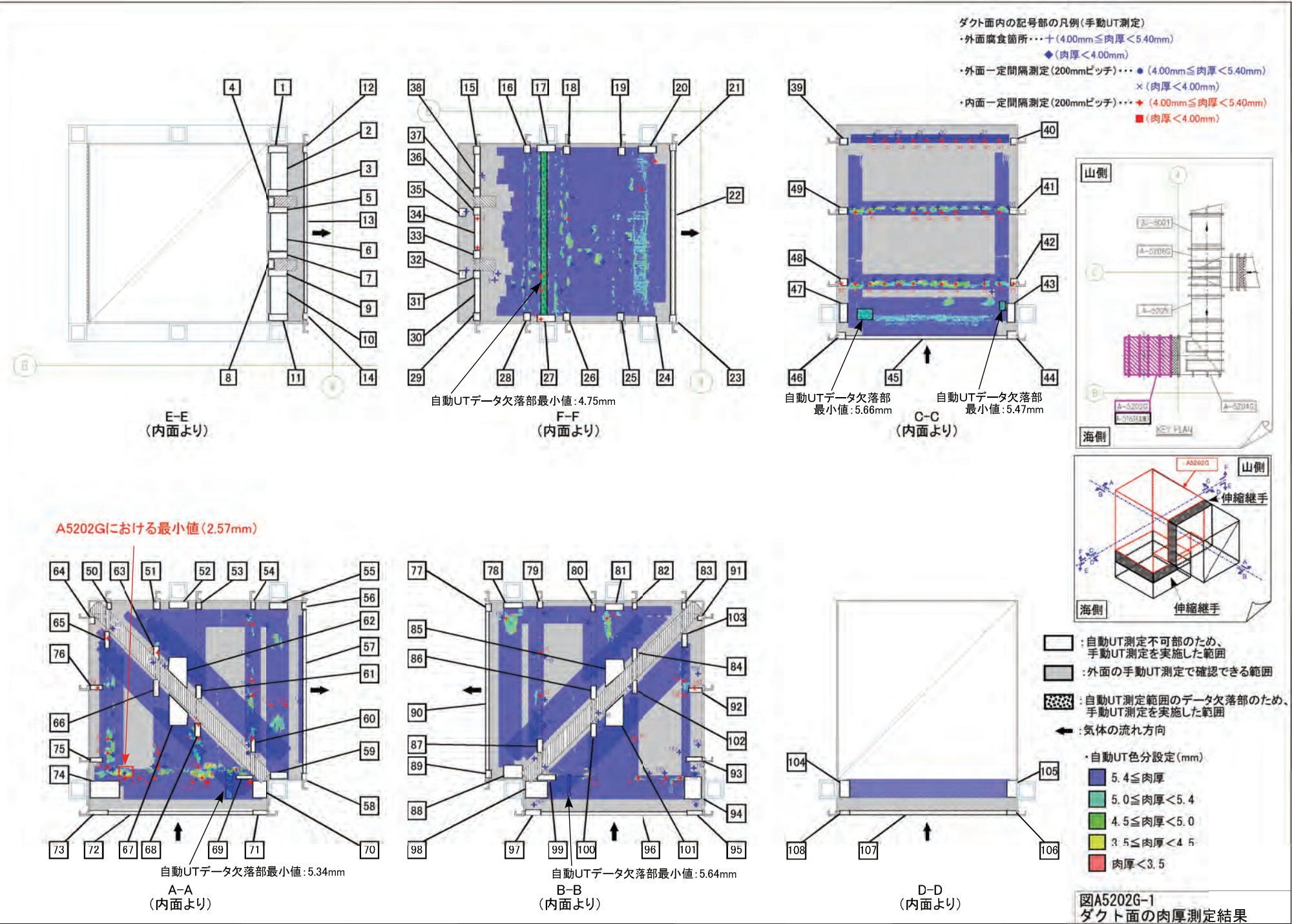
図 A5183-3-3 切り出しサンプル(鍍たれ部)の肉厚分布

添9-6



* 1: 切り出しサンプルの腐食孔側からの断面マクロ観察を行なった写真を基に厚み及び位置を読み取ってプロットした。

図 A5183-3-4 切り出しサンプル(鍍たれ部)断面の肉厚変化



- : 自動UT測定不可部のため、手動UT測定を実施した範囲
 - : 外面の手動UT測定で確認できる範囲
 - : 自動UT測定範囲のデータ欠落部のため、手動UT測定を実施した範囲
 - ← : 気体の流れ方向
- 自動UT色分設定(mm)
- 5.4 ≤ 肉厚
 - 5.0 ≤ 肉厚 < 5.4
 - 4.5 ≤ 肉厚 < 5.0
 - 3.5 ≤ 肉厚 < 4.5
 - 肉厚 < 3.5

表 A5202G-1 手動肉厚測定結果

自動UT測定不可部の最小値(番号付口枠)

単位:mm

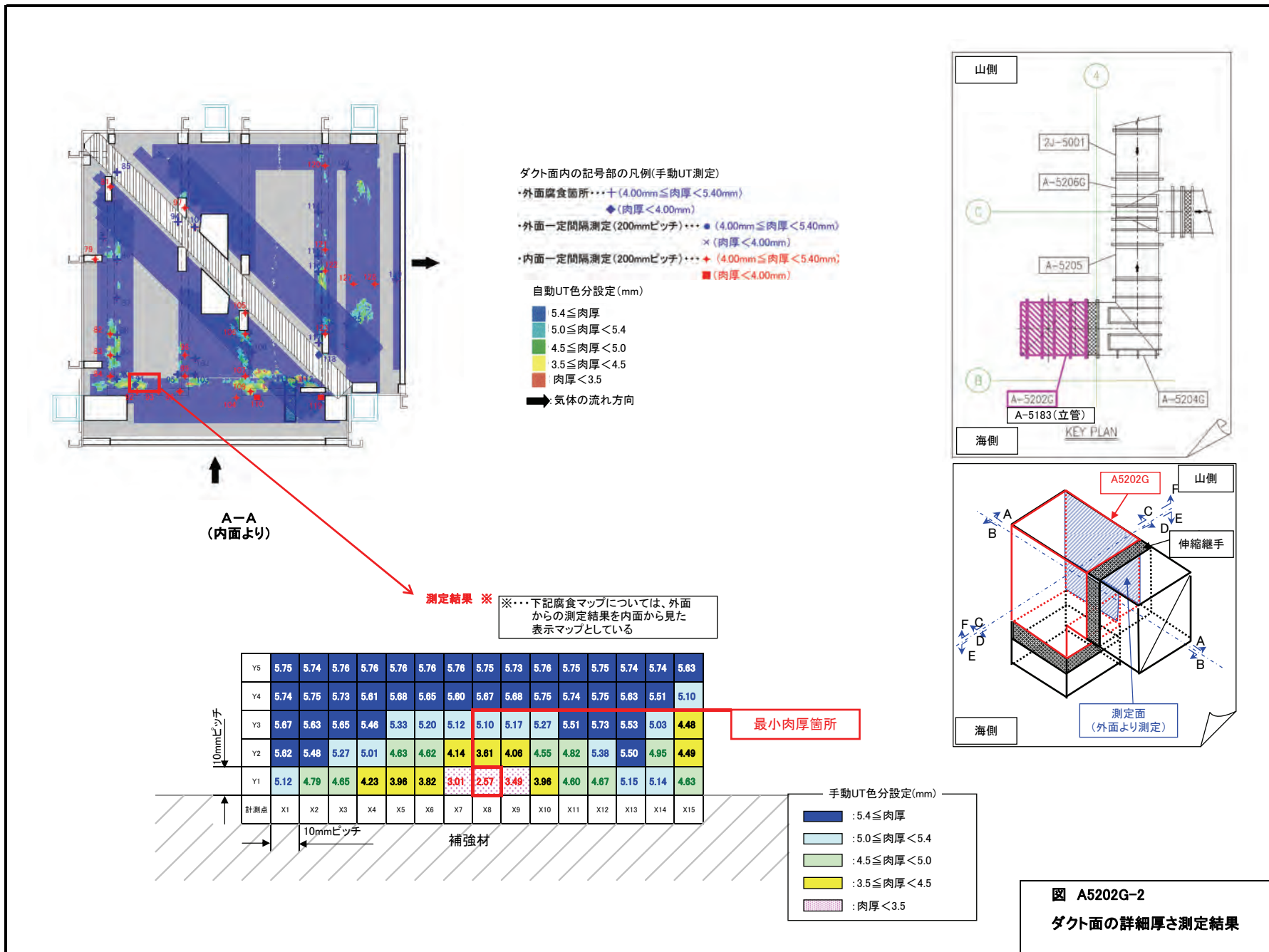
口枠内番号	測定最小値	口枠内番号	測定最小値	口枠内番号	測定最小値
1	5.29	51	5.27	101	5.81
2	4.99	52	5.23	102	4.96
3	5.65	53	5.22	103	5.11
4	5.67	54	5.41	104	4.09
5	5.61	55	5.11	105	3.31
6	5.55	56	5.69	106	5.76
7	5.62	57	5.47	107	5.70
8	5.61	58	5.68	108	5.73
9	5.60	59	5.10		
10	4.26	60	4.21		
11	3.31	61	5.53		
12	5.58	62	5.63		
13	5.52	63	5.08		
14	5.65	64	4.99		
15	5.51	65	5.11		
16	4.97	66	5.73		
17	4.66	67	5.70		
18	5.28	68	4.89		
19	5.10	69	4.09		
20	5.21	70	5.10		
21	5.39	71	5.64		
22	5.18	72	5.42		
23	5.52	73	5.72		
24	5.41	74	5.24		
25	5.01	75	5.73		
26	5.13	76	4.95		
27	5.05	77	5.78		
28	5.41	78	4.97		
29	4.96	79	4.81		
30	4.99	80	5.55		
31	4.63	81	5.62		
32	4.40	82	5.25		
33	4.67	83	5.28		
34	4.34	84	5.29		
35	4.27	85	5.12		
36	4.55	86	5.56		
37	4.91	87	5.01		
38	4.60	88	4.59		
39	4.54	89	5.70		
40	5.40	90	5.55		
41	5.45	91	4.49		
42	5.34	92	4.47		
43	4.50	93	4.27		
44	5.60	94	5.00		
45	5.62	95	5.62		
46	5.68	96	5.60		
47	4.56	97	5.24		
48	5.06	98	3.96		
49	5.66	99	5.12		
50	5.09	100	5.16		

ダクト面内の記号部

単位:mm

記号に付属する番号	測定値	記号に付属する番号	測定値	記号に付属する番号	測定値	記号に付属する番号	測定値
1	4.31	51	4.95	101	4.96	151	5.30
2	4.52	52	4.95	102	4.62	152	5.26
3	5.29	53	5.14	103	4.24	153	4.70
4	5.15	54	5.22	104	5.17	154	5.35
5	4.92	55	4.70	105	4.87	155	5.30
6	4.70	56	5.30	106	5.18	156	5.26
7	4.51	57	5.21	107	5.21	157	5.32
8	4.26	58	5.13	108	5.10	158	5.06
9	4.93	59	5.25	109	5.26	159	4.99
10	3.30	60	5.19	110	3.88	160	5.23
11	4.27	61	5.04	111	3.33	161	4.05
12	3.54	62	5.11	112	5.14	162	4.48
13	5.08	63	4.93	113	5.29	163	4.43
14	5.08	64	4.95	114	5.07	164	4.40
15	4.96	65	5.38	115	4.87	165	3.40
16	4.20	66	4.43	116	5.08		
17	5.38	67	5.34	117	5.24		
18	3.95	68	5.18	118	2.66		
19	4.82	69	4.46	119	3.50		
20	4.65	70	5.06	120	5.26		
21	3.69	71	4.81	121	5.39		
22	4.78	72	4.88	122	4.21		
23	4.72	73	4.33	123	5.17		
24	4.39	74	4.40	124	5.39		
25	5.25	75	5.24	125	5.17		
26	5.04	76	4.97	126	5.05		
27	4.36	77	5.39	127	4.92		
28	5.15	78	5.35	128	5.05		
29	4.44	79	5.29	129	5.32		
30	4.80	80	4.38	130	4.89		
31	5.21	81	5.30	131	5.14		
32	5.33	82	5.37	132	5.13		
33	4.91	83	5.33	133	5.05		
34	4.38	84	4.99	134	5.20		
35	5.26	85	5.34	135	4.89		
36	5.09	86	4.81	136	5.36		
37	4.97	87	5.11	137	5.25		
38	5.15	88	4.50	138	5.38		
39	5.21	89	4.57	139	5.13		
40	5.07	90	4.03	140	4.89		
41	5.14	91	2.57	141	5.31		
42	4.27	92	5.00	142	5.04		
43	4.47	93	5.03	143	5.33		
44	4.41	94	5.27	144	4.17		
45	4.33	95	4.95	145	5.17		
46	4.26	96	5.01	146	5.34		
47	4.67	97	5.16	147	4.44		
48	4.62	98	5.26	148	5.07		
49	4.74	99	5.11	149	4.95		
50	5.11	100	5.25	150	5.30		

□: A5202Gにおける最小値



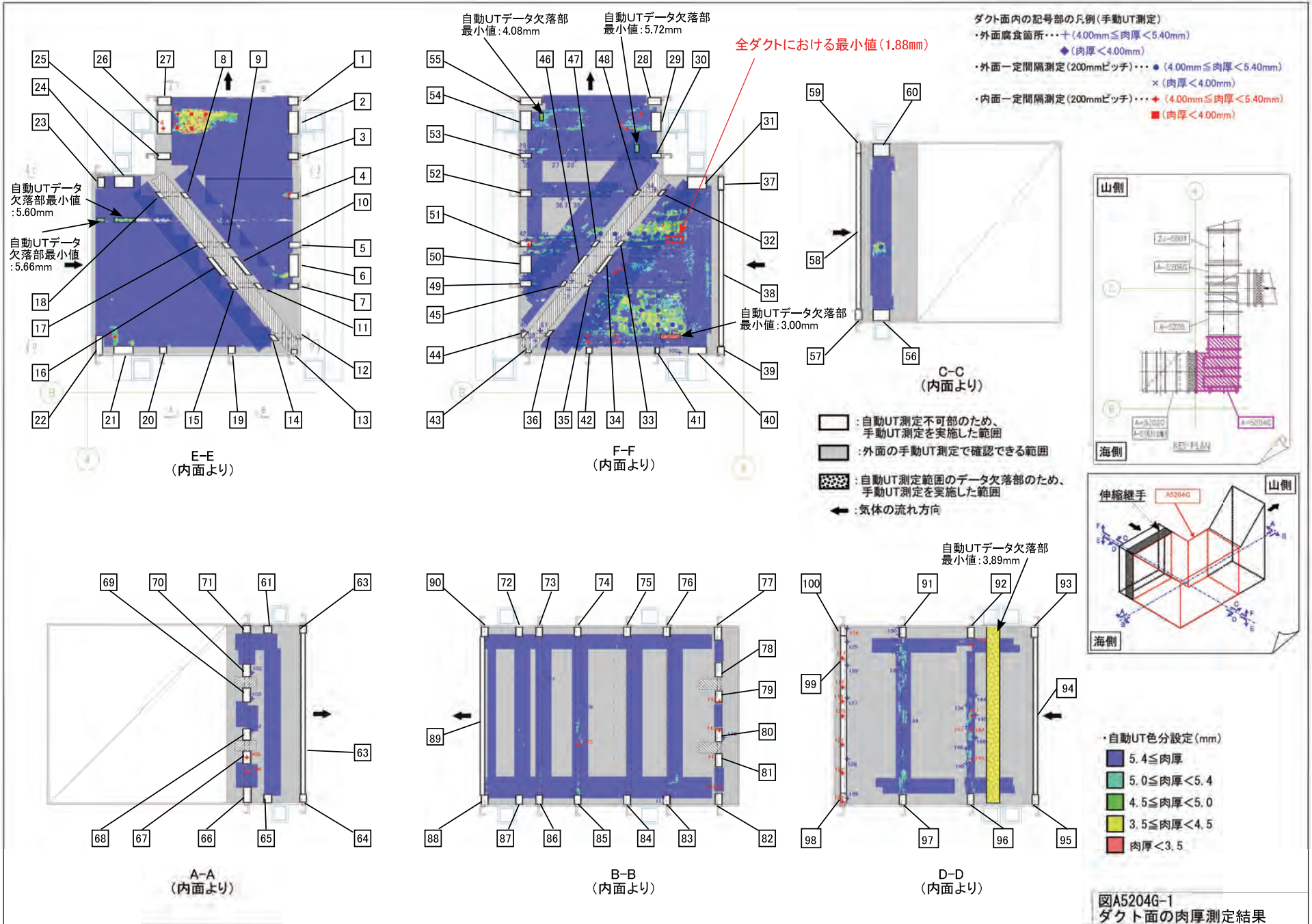


表 A5204G-1 手動肉厚測定結果

自動UT測定不可部の最小値(番号付口枠)

単位:mm

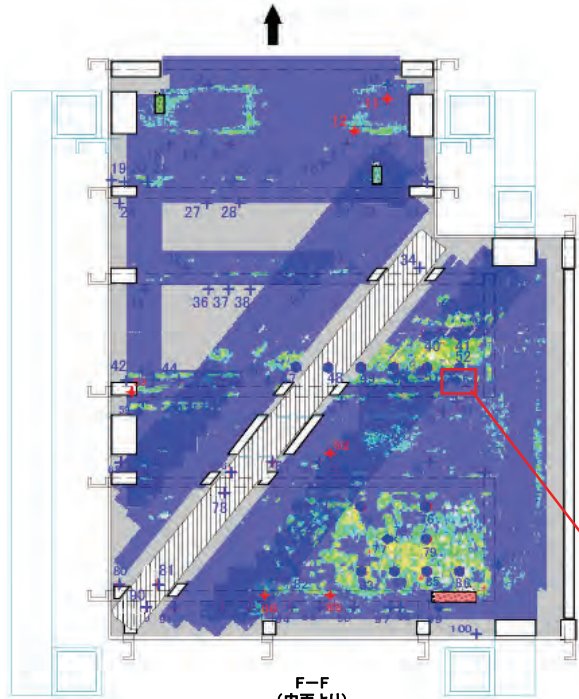
口枠内番号	測定最小値	口枠内番号	測定最小値
1	5.60	51	5.17
2	4.73	52	5.01
3	5.53	53	4.61
4	5.09	54	5.10
5	5.20	55	5.55
6	3.83	56	5.40
7	4.36	57	5.74
8	5.20	58	5.67
9	5.68	59	5.73
10	5.71	60	5.49
11	5.80	61	5.74
12	4.94	62	5.62
13	5.59	63	5.68
14	4.92	64	5.62
15	5.00	65	5.16
16	5.16	66	5.33
17	5.65	67	5.03
18	5.23	68	5.04
19	5.16	69	5.04
20	4.58	70	4.98
21	4.59	71	5.21
22	5.66	72	5.74
23	5.51	73	5.30
24	5.56	74	5.33
25	5.48	75	5.02
26	4.30	76	5.40
27	5.26	77	5.18
28	5.55	78	4.03
29	5.20	79	4.04
30	4.99	80	4.26
31	5.31	81	4.22
32	5.40	82	4.47
33	4.33	83	4.00
34	5.47	84	5.38
35	4.89	85	5.47
36	4.95	86	5.29
37	5.99	87	5.64
38	5.52	88	5.73
39	5.25	89	5.63
40	5.34	90	5.78
41	5.19	91	4.74
42	4.74	92	5.17
43	5.24	93	5.56
44	4.76	94	5.65
45	5.11	95	5.55
46	5.22	96	4.05
47	5.09	97	4.82
48	5.52	98	4.78
49	5.26	99	4.68
50	3.78	100	5.59

ダクト面内の記号部

単位:mm

記号に付属する番号	測定値	記号に付属する番号	測定値	記号に付属する番号	測定値
1	4.35	51	4.36	101	5.13
2	3.57	52	4.23	102	5.28
3	3.40	53	5.36	103	4.51
4	5.31	54	1.88	104	4.95
5	3.55	55	4.61	105	5.37
6	3.18	56	4.50	106	5.16
7	4.96	57	4.04	107	5.27
8	4.82	58	5.21	108	4.97
9	4.63	59	3.32	109	5.34
10	5.31	60	3.53	110	5.04
11	5.39	61	3.82	111	5.29
12	5.18	62	5.20	112	5.14
13	4.80	63	4.14	113	5.27
14	5.32	64	4.96	114	5.07
15	4.79	65	5.18	115	5.29
16	4.69	66	4.75	116	5.30
17	4.73	67	5.18	117	5.29
18	4.91	68	4.74	118	5.16
19	5.03	69	4.53	119	5.17
20	4.96	70	5.22	120	5.19
21	4.90	71	4.86	121	5.26
22	4.52	72	4.18	122	5.14
23	4.66	73	4.93	123	5.37
24	4.24	74	5.00	124	4.36
25	5.30	75	5.04	125	4.12
26	5.36	76	5.31	126	4.42
27	4.60	77	2.80	127	5.31
28	4.81	78	3.71	128	4.83
29	5.32	79	4.42	129	5.39
30	5.15	80	4.98	130	4.64
31	5.31	81	5.01	131	4.32
32	4.90	82	5.29	132	4.75
33	5.13	83	4.32	133	5.34
34	4.22	84	4.49	134	5.33
35	5.23	85	4.76	135	4.62
36	5.26	86	4.13	136	5.20
37	4.64	87	5.34	137	4.74
38	4.54	88	5.34	138	5.28
39	4.49	89	5.33	139	4.99
40	5.16	90	4.48	140	5.32
41	4.80	91	4.65	141	5.32
42	4.43	92	4.60	142	5.34
43	4.45	93	4.32	143	5.24
44	4.66	94	4.78	144	5.06
45	4.36	95	5.00	145	4.31
46	4.72	96	4.95	146	4.74
47	4.70	97	4.86		
48	4.51	98	5.36		
49	4.89	99	3.85		
50	4.34	100	5.36		

□:全ダクトにおける最小値



F-F
(内面より)

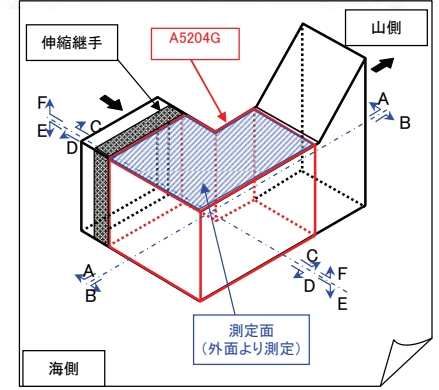
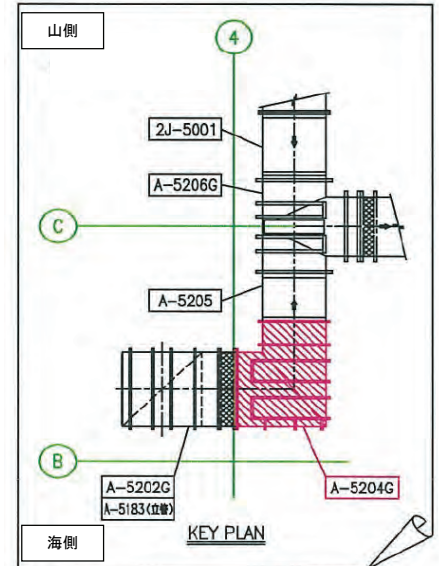
- 自動UT色分設定(mm) ダクト面内の記号部の凡例(手動UT測定)
- 5.4 ≤ 肉厚
 - 5.0 ≤ 肉厚 < 5.4
 - 4.5 ≤ 肉厚 < 5.0
 - 3.5 ≤ 肉厚 < 4.5
 - 肉厚 < 3.5
- 気体の流れ方向
- 外面腐食箇所...+ (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)
 - (肉厚 < 4.00mm)
 - 外面一定間隔測定(200mmピッチ)...● (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)
 - (肉厚 < 4.00mm)
 - 内面一定間隔測定(200mmピッチ)...+ (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)
 - (肉厚 < 4.00mm)

測定結果 ※

最小肉厚箇所

Y10	4.80	5.33	5.06	4.56	4.85	4.59	4.54	4.92	4.99	4.83
Y9	4.86	4.86	4.20	4.50	3.83	3.60	4.50	4.72	4.87	4.69
Y8	4.92	4.83	4.16	4.18	4.23	4.11	4.16	4.53	4.56	4.54
Y7	4.85	4.69	4.66	3.67	3.69	3.81	4.51	4.66	4.83	4.58
Y6	5.33	4.03	4.86	3.61	1.88	3.66	4.83	4.67	4.96	4.80
Y5	4.76	4.21	4.83	4.92	3.38	3.59	4.69	4.54	4.67	4.57
Y4	5.03	4.57	4.69	4.83	4.59	4.20	4.54	4.67	4.77	5.03
Y3	4.69	4.55	4.68	4.67	4.59	4.96	4.83	4.96	5.03	5.36
Y2	4.72	5.04	4.81	4.68	4.59	4.72	4.79	4.67	4.69	5.04
Y1	4.81	4.72	4.87	5.05	4.59	5.19	4.69	5.19	4.67	4.89
計測点	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10

※...右記腐食マップについては、外面からの測定結果を内面から見た表示マップとしている



- 手動UT色分設定(mm)
- 5.4 ≤ 肉厚
 - 5.0 ≤ 肉厚 < 5.4
 - 4.5 ≤ 肉厚 < 5.0
 - 3.5 ≤ 肉厚 < 4.5
 - 肉厚 < 3.5

図 A5204G-2
ダクト面の詳細厚さ測定結果

自動UT測定不可部の
最小値(番号付口枠)
単位:mm

口枠内 番号	測定最小値
1	5.47
2	5.11
3	5.21
4	5.21
5	5.71
6	5.71
7	5.56
8	5.43
9	5.60
10	5.58
11	5.51
12	5.16
13	5.09
14	5.18
15	5.03
16	5.00
17	4.93
18	5.62
19	5.67
20	5.12
21	3.67
22	5.49
23	5.45
24	5.33
25	4.91
26	5.16
27	5.45
28	5.22
29	4.76
30	5.26
31	5.05
32	5.70
33	5.70
34	5.77
35	4.42
36	5.28
37	5.20

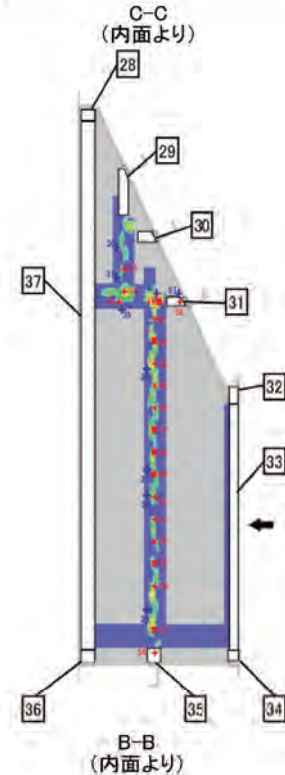
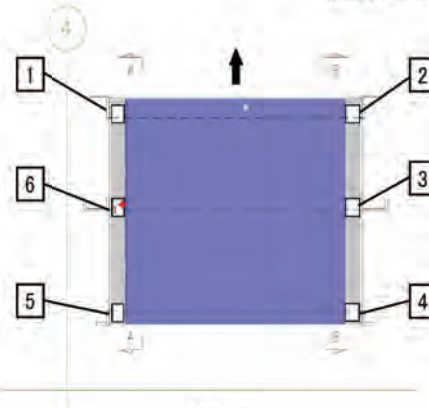
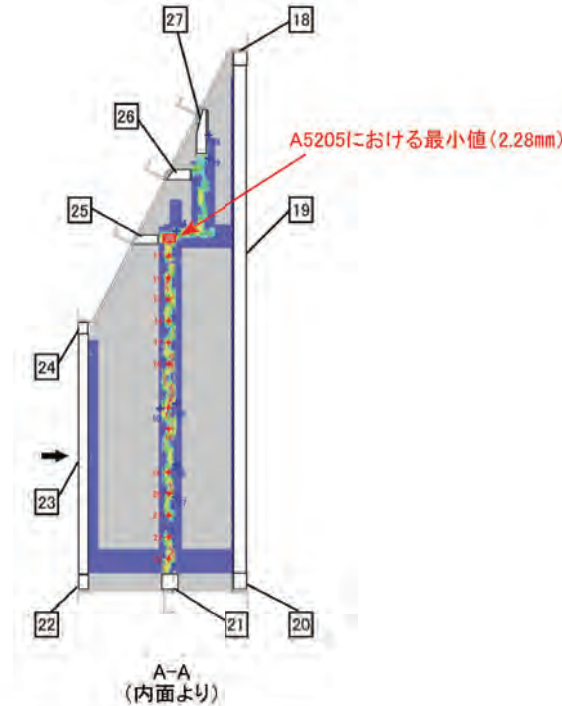
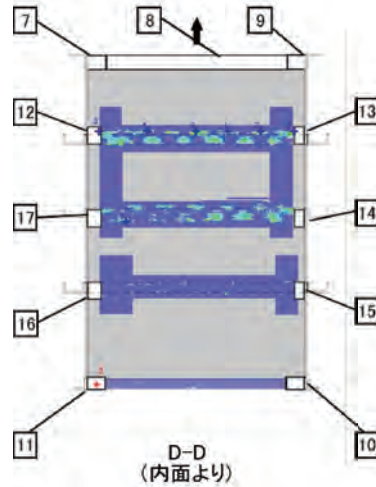
A5205における最小値
(2.28mm)

最小値は、自動UT測定で
部位を確認し、手動UT測定
で肉厚を計測

ダクト面内の記号部

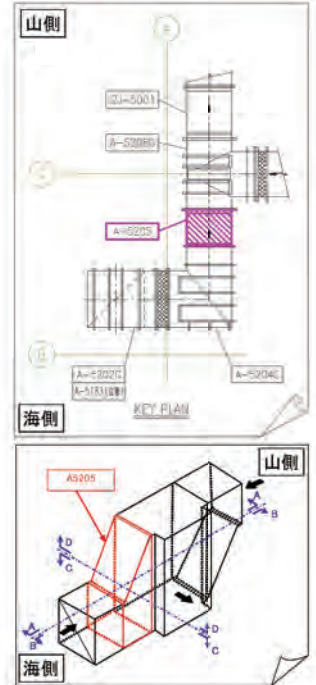
単位:mm

記号に付属 する番号	測定値
1	5.38
2	4.66
3	5.26
4	5.17
5	4.92
6	5.05
7	5.29
8	5.09
9	5.05
10	5.22
11	4.59
12	4.67
13	4.76
14	4.67
15	4.68
16	4.80
17	4.72
18	5.00
19	4.90
20	5.19
21	4.96
22	4.56
23	4.46
24	4.80
25	5.17
26	5.31
27	5.35
28	5.34
29	5.15
30	5.35
31	4.75
32	4.87
33	4.80
34	4.62
35	5.37
36	5.19
37	5.28
38	4.67
39	5.03
40	5.21
41	3.64
42	4.05
43	3.20
44	4.13
45	4.63
46	4.44
47	3.57
48	3.94
49	3.65
50	4.39
51	4.76
52	4.01
53	3.86
54	4.58
55	3.44
56	4.15
57	5.02
58	5.30



ダクト面内の記号部の凡例(手動UT測定)

- ・外面腐食箇所...+ (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)
◆ (肉厚 < 4.00mm)
- ・外面一定間隔測定(200mmピッチ)...● (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)
× (肉厚 < 4.00mm)
- ・内面一定間隔測定(200mmピッチ)...◆ (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)
■ (肉厚 < 4.00mm)



- : 自動UT測定不可部のため、手動UT測定を実施した範囲
- : 外面の手動UT測定で確認できる範囲
- : 自動UT測定範囲のデータ欠落部のため、手動UT測定を実施した範囲
- ← : 気体の流れ方向

・自動UT色分設定(mm)

- 5.4 ≤ 肉厚
- 5.0 ≤ 肉厚 < 5.4
- 4.5 ≤ 肉厚 < 5.0
- 3.5 ≤ 肉厚 < 4.5
- 肉厚 < 3.5

図A5205-1
ダクト面の肉厚測定結果

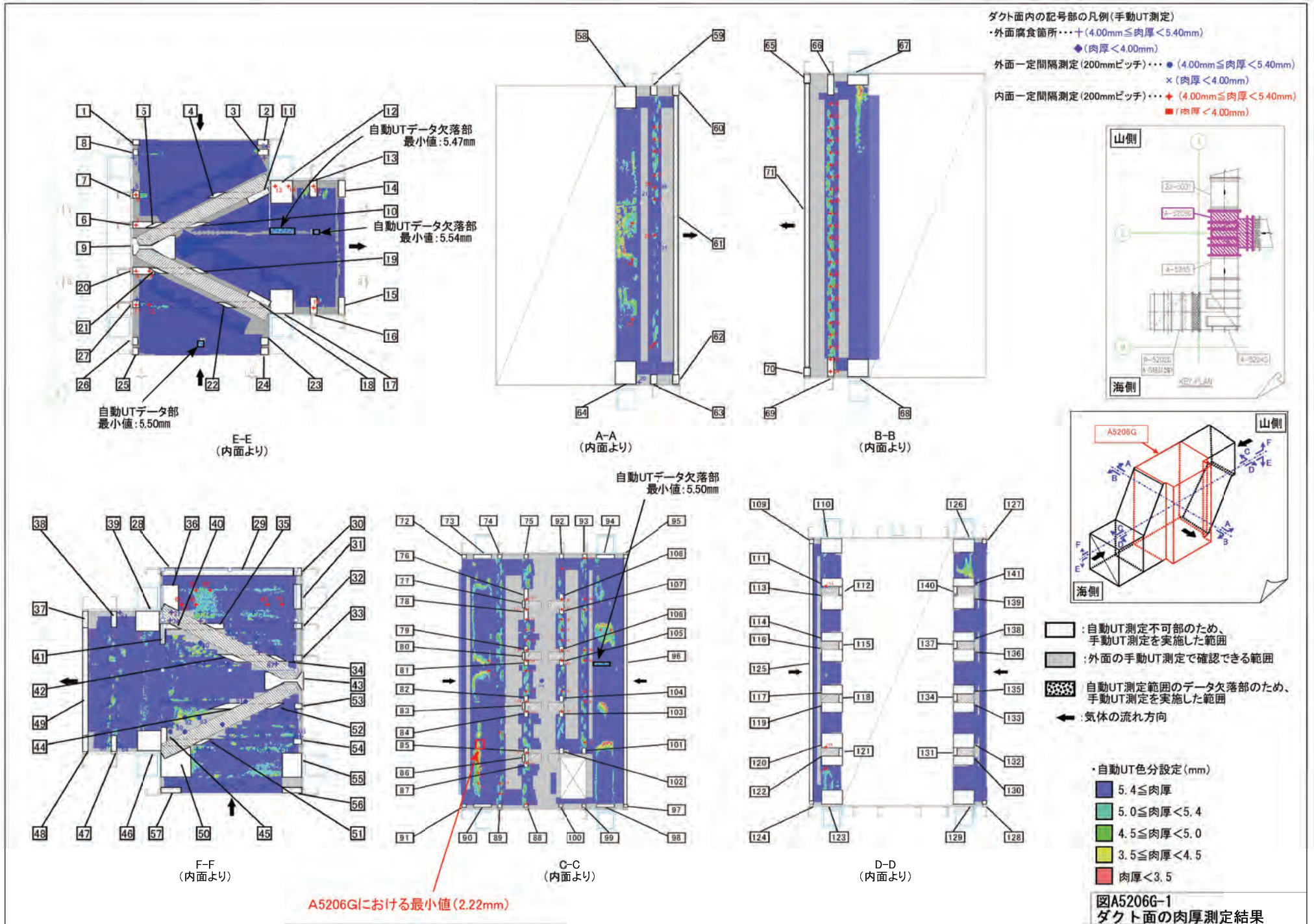


表 A5206G-1 手動肉厚測定結果

自動UT測定不可部の最小値(番号付口枠)

単位:mm

口枠内番号	測定最小値
1	5.75
2	5.44
3	4.62
4	5.60
5	5.20
6	4.29
7	4.37
8	5.33
9	5.45
10	5.50
11	5.61
12	2.92
13	4.00
14	5.40
15	5.67
16	4.06
17	4.05
18	5.58
19	5.69
20	4.57
21	4.99
22	5.62
23	5.57
24	5.06
25	5.45
26	5.56
27	4.73
28	5.80
29	5.26
30	5.70
31	4.54
32	5.26
33	4.81
34	5.10
35	5.15
36	5.33
37	5.65
38	4.28
39	5.15
40	5.11
41	5.38
42	5.36
43	4.99
44	4.25
45	4.50
46	5.16
47	4.72
48	5.70
49	5.57
50	5.50

口枠内番号	測定最小値
51	5.57
52	5.66
53	5.25
54	5.14
55	4.68
56	5.43
57	5.62
58	5.05
59	5.14
60	5.63
61	5.41
62	5.73
63	5.03
64	3.62
65	5.66
66	5.00
67	3.52
68	4.30
69	4.23
70	5.68
71	5.51
72	5.53
73	5.09
74	4.88
75	4.54
76	4.51
77	4.50
78	4.78
79	4.92
80	4.65
81	4.40
82	4.68
83	4.98
84	4.88
85	4.43
86	4.40
87	4.82
88	4.98
89	4.93
90	5.66
91	5.54
92	4.98
93	5.20
94	5.15
95	5.52
96	5.44
97	5.84
98	5.53
99	5.74
100	4.57

口枠内番号	測定最小値
101	5.84
102	5.75
103	4.83
104	4.96
105	5.05
106	4.15
107	4.79
108	4.71
109	5.64
110	4.93
111	4.70
112	5.22
113	5.17
114	4.35
115	5.64
116	4.46
117	4.52
118	5.62
119	5.60
120	4.51
121	5.62
122	5.47
123	3.32
124	5.61
125	5.15
126	3.61
127	5.77
128	5.93
129	5.81
130	5.85
131	5.82
132	3.71
133	5.84
134	5.82
135	3.49
136	4.85
137	4.70
138	4.46
139	4.92
140	5.75
141	3.08

A5206Gにおける最小値(2.22mm)
最小値は、自動UT測定で部位を確認し、
手動UT測定で肉厚を計測

ダクト面内の記号部

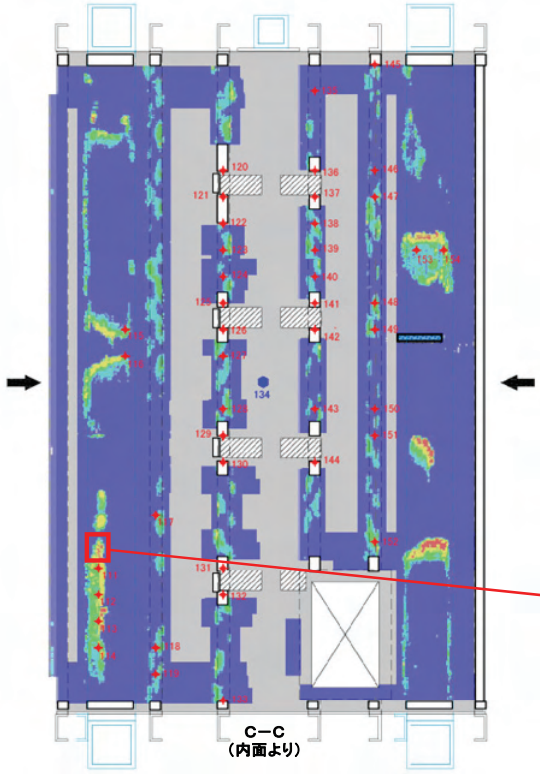
単位:mm

記号に付属する番号	測定値
1	4.86
2	4.69
3	5.07
4	4.68
5	4.33
6	4.98
7	5.34
8	5.31
9	4.90
10	4.20
11	5.22
12	5.03
13	4.97
14	4.41
15	4.96
16	4.71
17	5.33
18	5.20
19	5.35
20	5.07
21	5.14
22	5.26
23	5.15
24	5.10
25	5.04
26	5.30
27	5.29
28	5.33
29	5.20
30	5.35
31	5.29
32	5.28
33	5.30
34	5.29
35	5.28
36	5.28
37	5.35
38	5.18
39	5.09
40	5.15
41	5.26
42	5.32
43	5.02
44	5.19
45	5.24
46	5.10
47	4.99
48	5.29
49	5.19
50	5.27

記号に付属する番号	測定値
51	5.32
52	5.30
53	5.25
54	5.00
55	4.80
56	4.47
57	4.28
58	4.05
59	4.86
60	4.88
61	4.76
62	5.34
63	5.10
64	5.38
65	5.24
66	5.22
67	5.35
68	5.26
69	5.27
70	5.29
71	5.35
72	4.99
73	4.95
74	5.01
75	4.29
76	5.22
77	5.22
78	4.92
79	4.44
80	2.92
81	2.96
82	5.37
83	5.19
84	4.86
85	3.04
86	3.30
87	4.43
88	5.25
89	4.56
90	5.30
91	3.48
92	5.34
93	4.48
94	4.95
95	5.21
96	5.37
97	4.82
98	4.99
99	4.59
100	2.38

記号に付属する番号	測定値
101	4.81
102	5.33
103	4.98
104	4.97
105	5.30
106	4.32
107	4.64
108	4.35
109	5.26
110	5.38
111	4.55
112	4.41
113	4.43
114	4.88
115	4.48
116	5.13
117	5.31
118	5.35
119	5.28
120	5.10
121	4.86
122	5.23
123	5.18
124	5.26
125	5.32
126	5.06
127	5.29
128	5.18
129	5.28
130	5.28
131	4.95
132	4.96
133	5.23
134	5.33
135	5.31
136	5.13
137	5.13
138	5.20
139	5.19
140	5.31
141	5.14
142	5.27
143	5.37
144	5.15
145	5.32
146	5.30
147	5.15
148	5.15
149	5.20
150	5.38

記号に付属する番号	測定値
151	5.26
152	5.25
153	5.08
154	5.03
155	5.27
156	5.08
157	5.30



自動UT色分設定(mm)

- 5.4 ≤ 肉厚
- 5.0 ≤ 肉厚 < 5.4
- 4.5 ≤ 肉厚 < 5.0
- 3.5 ≤ 肉厚 < 4.5
- 肉厚 < 3.5

→ 気体の流れ方向

ダクト面内の記号部の凡例(手動UT測定)

- ・外面腐食箇所...+ (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)
- ◆ (肉厚 < 4.00mm)
- ・外面一定間隔測定(200mmピッチ)...● (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)
- × (肉厚 < 4.00mm)
- ・内面一定間隔測定(200mmピッチ)...+ (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)
- (肉厚 < 4.00mm)

手動UT色分設定(mm)

- : 5.4 ≤ 肉厚
- : 5.0 ≤ 肉厚 < 5.4
- : 4.5 ≤ 肉厚 < 5.0
- : 3.5 ≤ 肉厚 < 4.5
- : 肉厚 < 3.5

支持架構

最小肉厚箇所

Y13	5.62	5.86	5.62	5.83	5.60	5.67	5.61	5.60	5.60	5.07	5.64	5.88	5.61
Y12	5.64	5.62	5.61	5.61	5.56	5.04	5.60	4.41	4.32	5.63	5.62	5.62	5.63
Y11	5.63	5.62	5.62	5.62	5.60	5.64	4.63	4.39	3.48	5.08	5.64	5.64	5.68
Y10	5.63	5.60	5.67	5.63	5.70	2.46	3.13	4.08	4.36	5.88	5.67	5.88	5.64
Y9	5.63	5.60	5.67	5.40	2.84	3.15	2.55	2.53	5.65	5.88	5.88	5.88	5.67
Y8	5.61	5.61	5.67	5.03	4.93	3.75	3.86	2.66	3.13	5.29	5.68	5.88	5.65
Y7	5.65	5.61	4.11	4.61	2.22	3.31	3.54	3.59	4.46	5.07	5.67	5.88	5.68
Y6	5.65	5.60	5.58	5.34	3.07	3.12	3.16	3.36	2.85	5.11	5.68	5.88	5.62
Y5	5.64	5.65	5.04	2.53	3.31	3.04	3.07	3.00	3.24	5.28	5.67	5.88	5.69
Y4	5.65	5.64	4.16	3.81	2.96	2.88	3.38	2.84	4.92	5.68	5.67	5.88	5.68
Y3	5.65	5.66	5.65	4.88	4.01	3.21	3.11	3.30	4.19	5.66	5.68	5.67	5.68
Y2	5.65	5.65	4.88	5.21	3.87	3.83	3.25	2.88	4.52	5.67	5.68	5.88	5.66
Y1	5.64	5.64	5.60	4.89	4.51	4.25	3.14	4.48	5.67	5.67	5.67	5.67	5.65
Y0	5.60	5.11	4.85	4.15	4.62	4.68	4.59	4.61	5.62	5.83	5.63	5.83	5.63
Y-1	5.62	5.57	4.78	5.62	4.07	4.01	3.90	3.15	4.69	5.62	5.62	5.61	5.67
Y-2	5.63	5.63	5.69	4.86	3.82	4.27	3.42	3.31	4.09	5.83	5.63	5.84	5.65
Y-3	5.63	5.38	4.91	4.39	4.05	4.03	4.06	4.28	5.48	5.62	5.61	5.63	5.63
Y-4	5.59	5.31	4.95	4.62	4.45	4.14	4.62	4.23	4.25	5.83	5.65	5.23	5.66
Y-5	5.66	5.28	5.01	4.89	4.76	4.34	4.28	4.29	4.89	5.61	5.64	5.67	5.68
Y-6	5.68	5.64	5.07	5.08	4.89	4.63	4.36	4.44	5.59	5.64	5.62	5.88	5.64
計測点	X-5	X-4	X-3	X-2	X-1	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7

支持架構

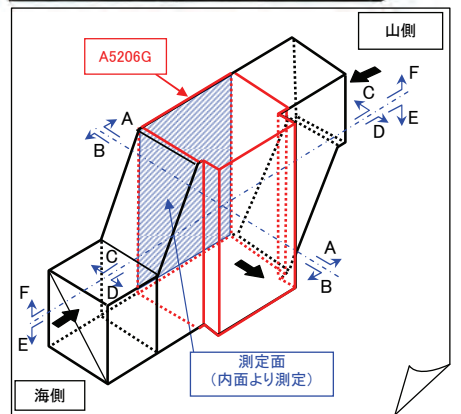
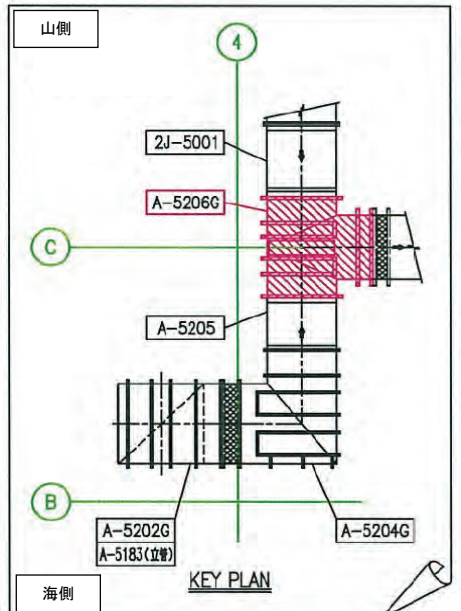


図 A5206G-2
ダクト面の詳細厚さ測定結果

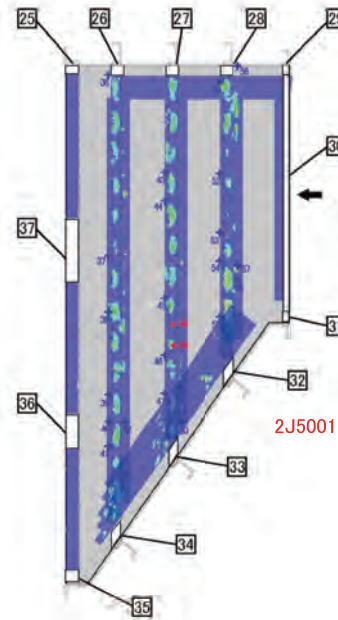
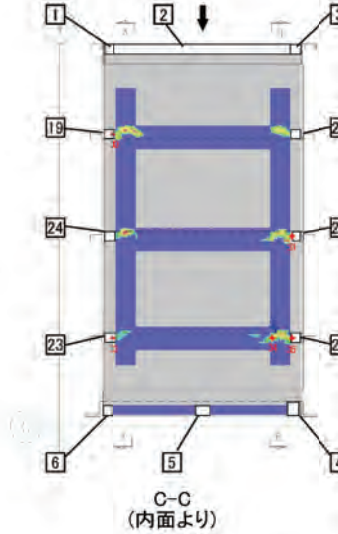
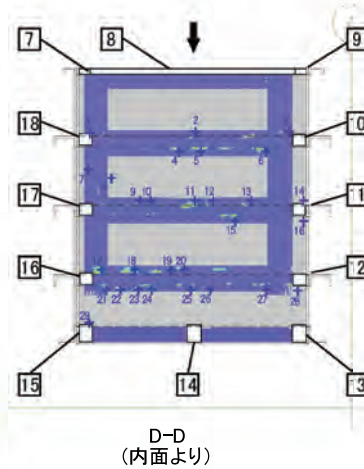
自動UT測定不可部の
最小値(番号付口枠)
単位:mm

口枠内 番号	測定最小値
1	5.88
2	5.75
3	5.83
4	5.54
5	5.63
6	5.27
7	5.84
8	5.72
9	5.81
10	5.73
11	5.19
12	5.34
13	5.69
14	5.70
15	5.79
16	5.15
17	4.46
18	5.32
19	4.63
20	5.29
21	4.37
22	4.71
23	5.14
24	4.82
25	5.79
26	4.61
27	5.40
28	4.87
29	5.83
30	5.23
31	5.74
32	4.78
33	5.22
34	5.37
35	5.65
36	5.68
37	5.68
38	5.44
39	4.99
40	5.12
41	5.14
42	5.70
43	5.49
44	5.75
45	5.74
46	4.62
47	5.40
48	4.91
49	5.80
50	5.49

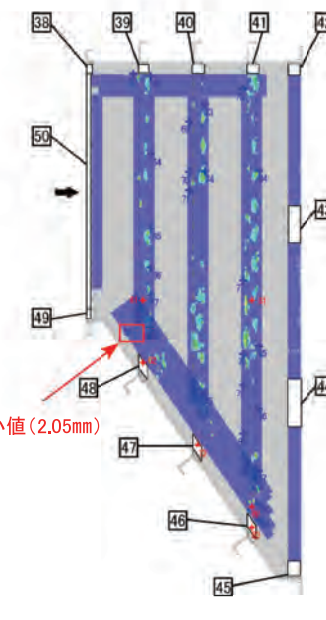
ダクト面内の記号部
単位:mm

記号に付属 する番号	測定値	記号に付属 する番号	測定値
1	4.97	51	4.88
2	5.03	52	5.30
3	5.22	53	4.80
4	5.09	54	4.52
5	5.22	55	5.34
6	4.97	56	5.34
7	5.37	57	4.48
8	5.10	58	5.32
9	5.27	59	5.39
10	5.15	60	2.05
11	5.16	61	5.38
12	5.27	62	5.34
13	5.18	63	4.65
14	5.16	64	5.22
15	5.00	65	4.96
16	5.18	66	5.37
17	4.68	67	4.95
18	5.09	68	5.25
19	5.10	69	5.30
20	4.86	70	4.87
21	5.03	71	5.30
22	5.08	72	5.36
23	4.96	73	5.27
24	4.97	74	5.13
25	5.11	75	5.17
26	4.96	76	4.96
27	5.01	77	5.18
28	4.97	78	5.29
29	4.76	79	4.88
30	4.68	80	4.93
31	4.73	81	5.36
32	4.90	82	5.37
33	5.23	83	5.37
34	5.04	84	4.89
35	4.61	85	5.16
36	4.98	86	4.64
37	5.13	87	4.72
38	5.36	88	4.97
39	4.66	89	4.77
40	4.83		
41	5.18		
42	4.74		
43	5.13		
44	5.14		
45	5.02		
46	4.83		
47	5.14		
48	5.39		
49	5.38		
50	4.78		

□ : 2J5001における最小値(2.05mm)



A-A
(内面より)

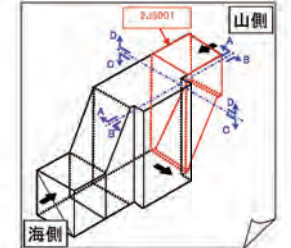
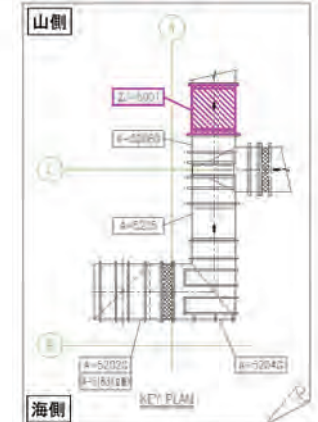


B-B
(内面より)

2J5001における最小値(2.05mm)

ダクト面内の記号部の凡例(手動UT測定)

- ・外面腐食箇所... (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)
◆ (肉厚 < 4.00mm)
- ・外面一定間隔測定(200mmピッチ)... (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)
× (肉厚 < 4.00mm)
- ・内面一定間隔測定(200mmピッチ)... ◆ (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)
■ (肉厚 < 4.00mm)

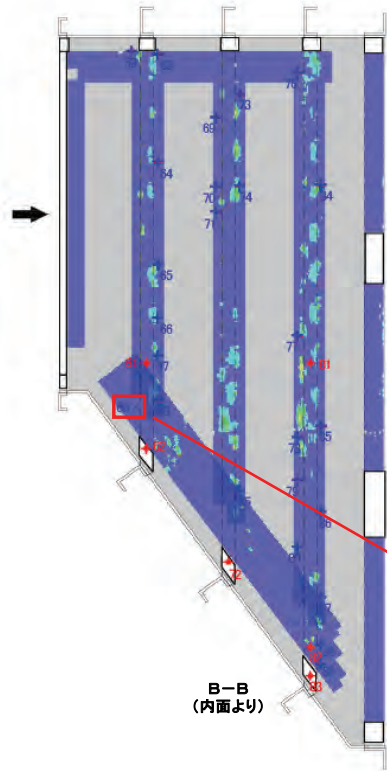


- : 自動UT測定不可部のため、手動UT測定を実施した範囲
- : 外面の手動UT測定で確認できる範囲
- : 自動UT測定範囲のデータ欠落部のため、手動UT測定を実施した範囲
- ← : 気体の流れ方向

自動UT色分設定(mm)

- 5.4 ≤ 肉厚
- 5.0 ≤ 肉厚 < 5.4
- 4.5 ≤ 肉厚 < 5.0
- 3.5 ≤ 肉厚 < 4.5
- 肉厚 < 3.5

図2J5001-1
ダクト面の肉厚測定結果



B-B
(内面より)

ダクト面内の記号部の凡例(手動UT測定)

・外面腐食箇所...+ (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)

◆ (肉厚 < 4.00mm)

・外面一定間隔測定(200mmピッチ)...● (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)

× (肉厚 < 4.00mm)

・内面一定間隔測定(200mmピッチ)...▶ (4.00mm ≤ 肉厚 < 5.40mm)

■ (肉厚 < 4.00mm)

自動UT色分設定 (mm)

- 5.4 ≤ 肉厚
 - 5.0 ≤ 肉厚 < 5.4
 - 4.5 ≤ 肉厚 < 5.0
 - 3.5 ≤ 肉厚 < 4.5
 - 肉厚 < 3.5
- ➡ 気体の流れ方向

※...下記腐食マップについては、外面からの測定結果を内面から見た表示マップとしている

測定結果 ※

Y10	5.56	5.62	5.61	5.62	5.62
Y9	5.54	5.60	5.62	5.63	5.64
Y8	5.61	5.61	5.64	5.62	5.64
Y7	5.61	5.60	5.62	5.64	5.54
Y6	5.61	5.63	5.63	5.60	4.48
Y5	5.80	5.62	5.61	4.76	2.05
Y4	5.54	5.62	5.63	5.62	4.56
Y3	5.60	5.63	5.62	5.61	5.62
Y2	5.61	5.61	5.64	5.60	5.61
Y1	5.61	5.63	5.63	5.62	5.61
計測点	X1	X2	X3	X4	X5

補強材

最小肉厚箇所

手動UT色分設定 (mm)

- : 5.4 ≤ 肉厚
- : 5.0 ≤ 肉厚 < 5.4
- : 4.5 ≤ 肉厚 < 5.0
- : 3.5 ≤ 肉厚 < 4.5
- : 肉厚 < 3.5

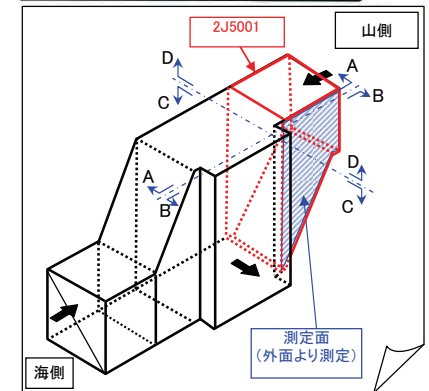
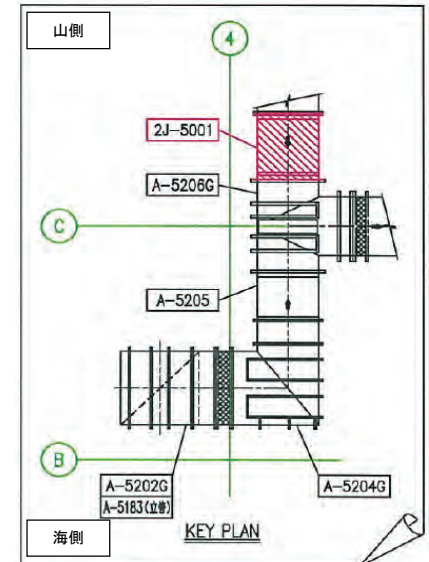
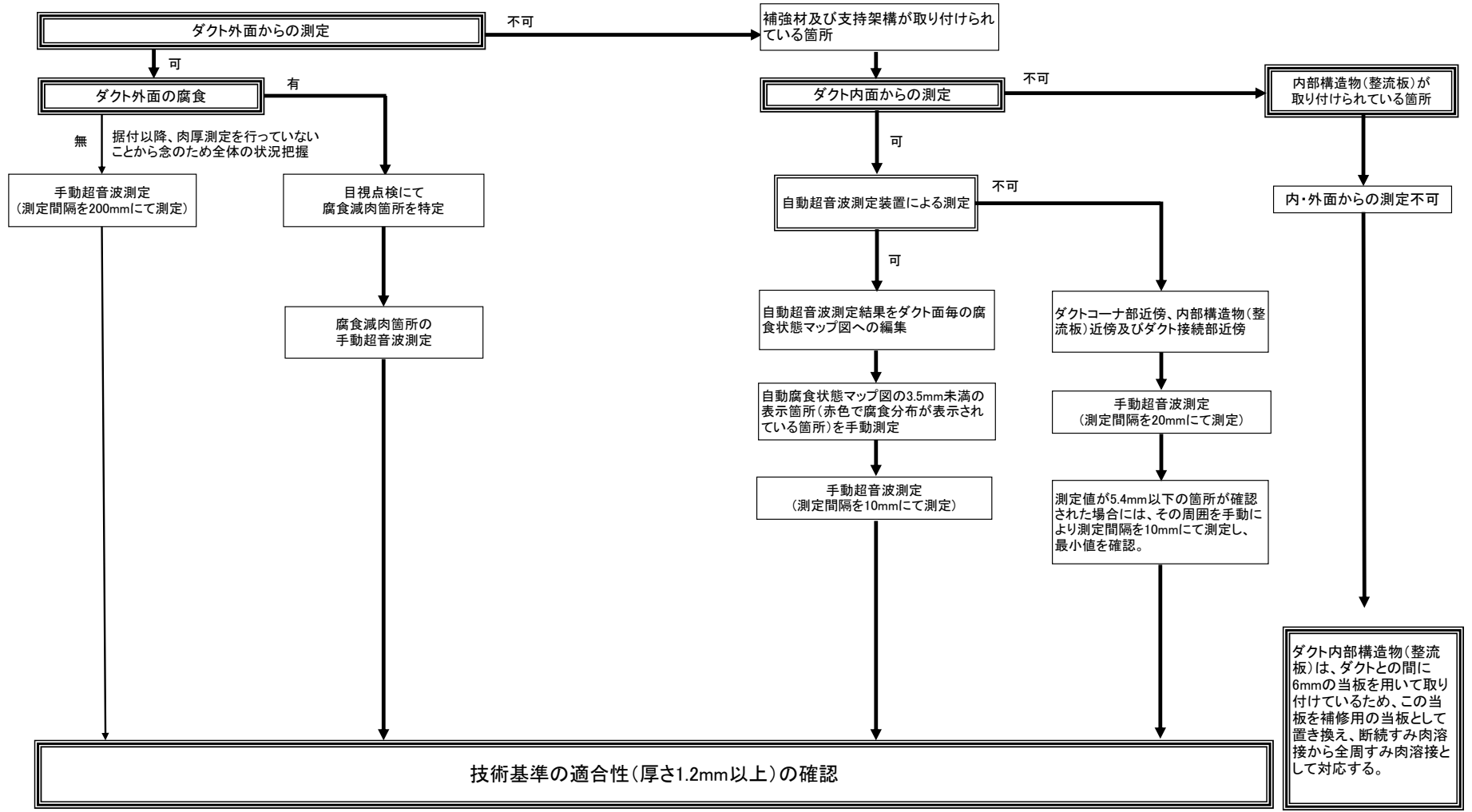


図 2J5001-2

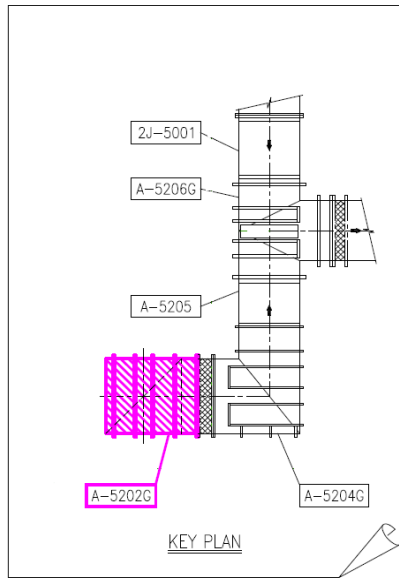
ダクト面の詳細厚さ測定結果

アニュラス循環排気装置屋外排気ダクトの肉厚測定フロー



肉厚測定方法とその範囲の一例

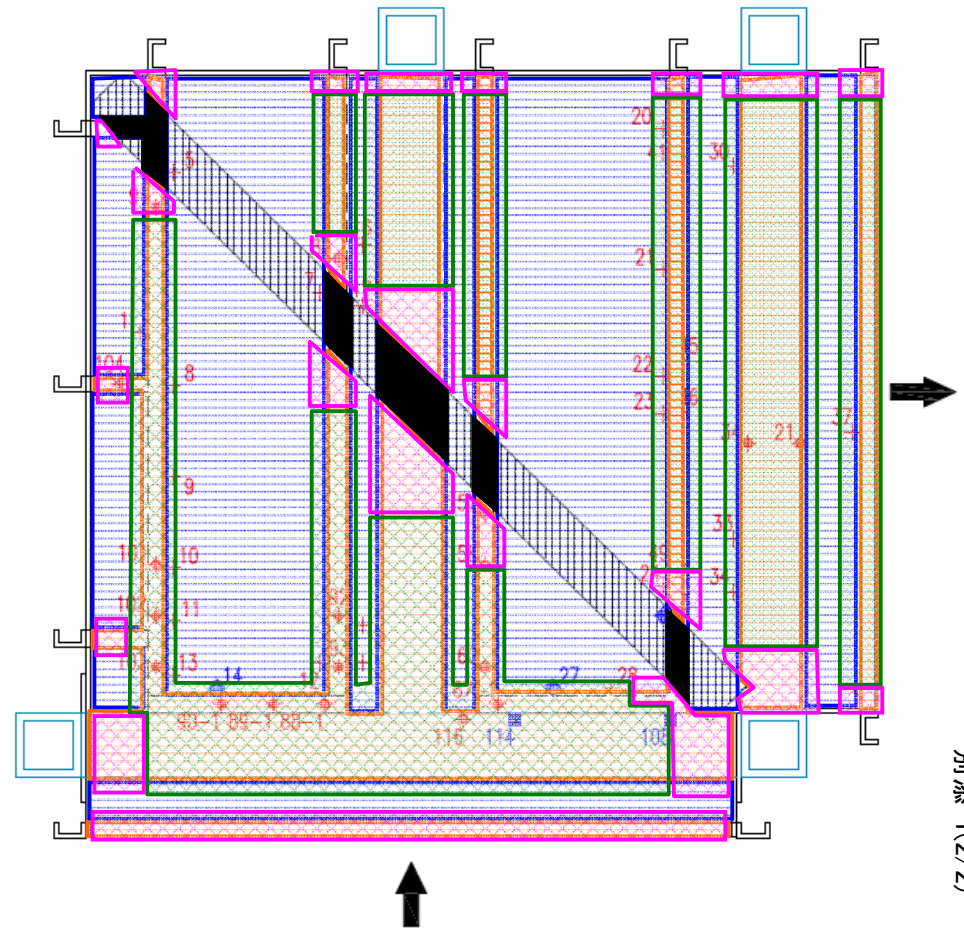
ダクト番号:A5202G
ダクト面番号:5-4



凡例

◆	: 外面腐食部計測点 板厚4.0mm未満
+	: 外面腐食部計測点 板厚4.0mm以上、5.4mm未満
■	: 内面計測点 板厚4.0mm未満
◆	: 内面計測点 板厚4.0mm以上、5.4mm未満

内面より見る



- ... 外面から測定可能箇所
(目視点検に基づく測定箇所及び200mmピッチ測定箇所)
- ... 外面から測定不可の箇所(200mmピッチ測定箇所)
- ... 自動UT装置走査した範囲
- ... 自動UT装置の測定不可箇所を手動による20mmピッチ測定箇所
- ... 内部構造物(整流板)
- ... 内面・外面から測定不可の箇所

自動肉厚測定装置を用いた肉厚測定の原理

1. 装置の構成

自動肉厚測定装置は、下記のように肉厚測定部、データ処理部、接触媒質（水を使用）供給部で構成されている。肉厚測定部の超音波探触子は、ユニットに収納されており、ユニットが測定方向に走行することで、測定対象部の肉厚測定を行う。肉厚測定部を走行する際に、測定対象部の肉厚測定値及び位置情報を取得し、データ処理部に保存、記録する。

また、肉厚測定部を走行する際には、水供給ポンプにより超音波探触子に接触媒質である水を連続で供給し、肉厚測定を行うものであるが、測定前には、校正試験片を用いて、接触媒質及び探触子内の受信信号の遅れの影響を補正するための、零点の補正設定を行っている。平滑面における測定精度は±0.1mmである。

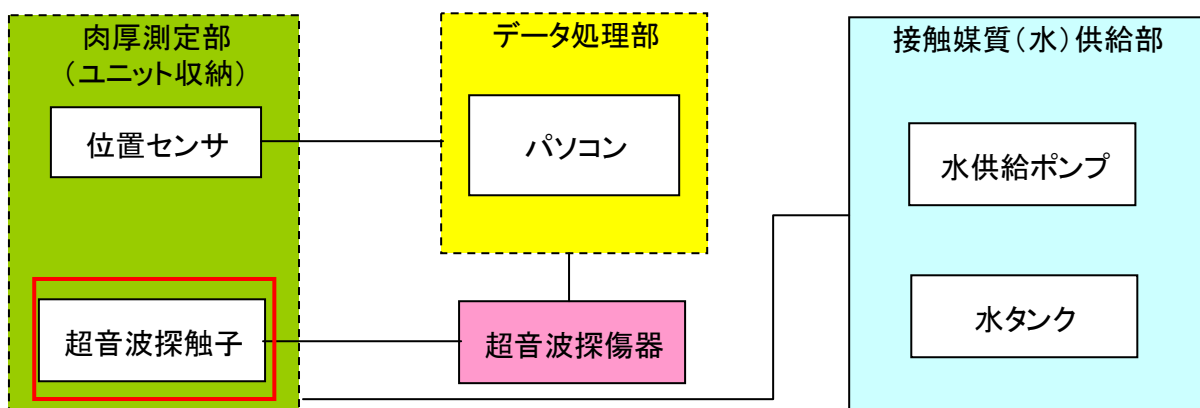


図1. 装置構成

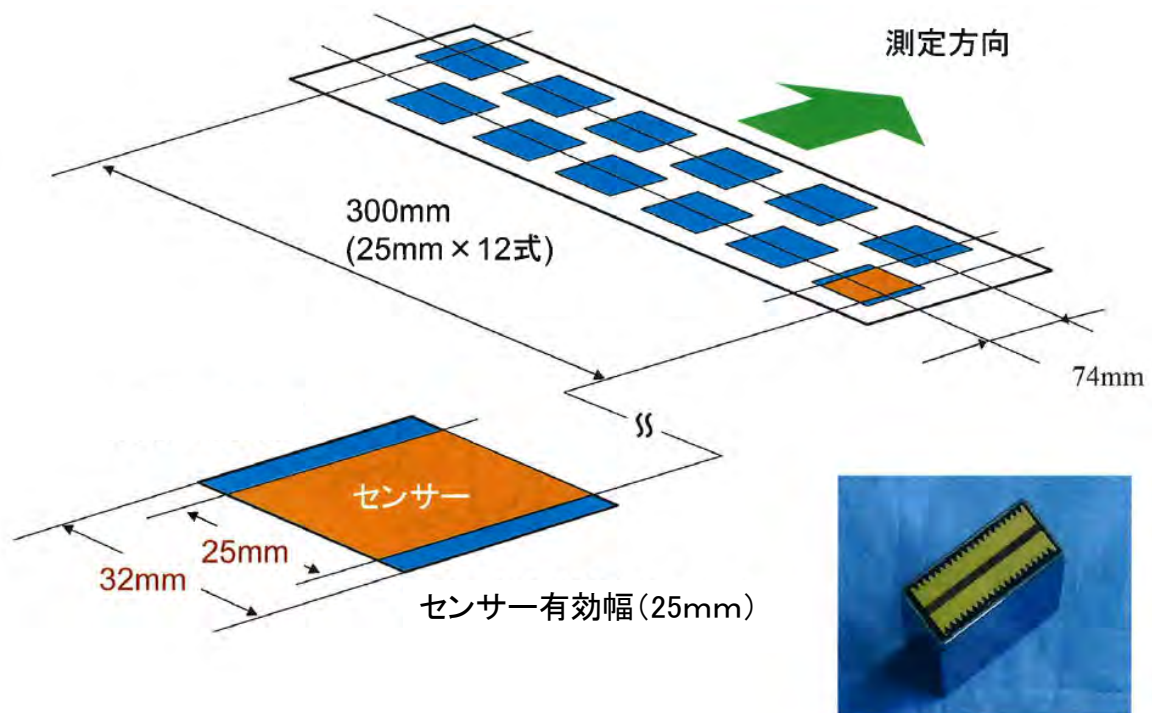
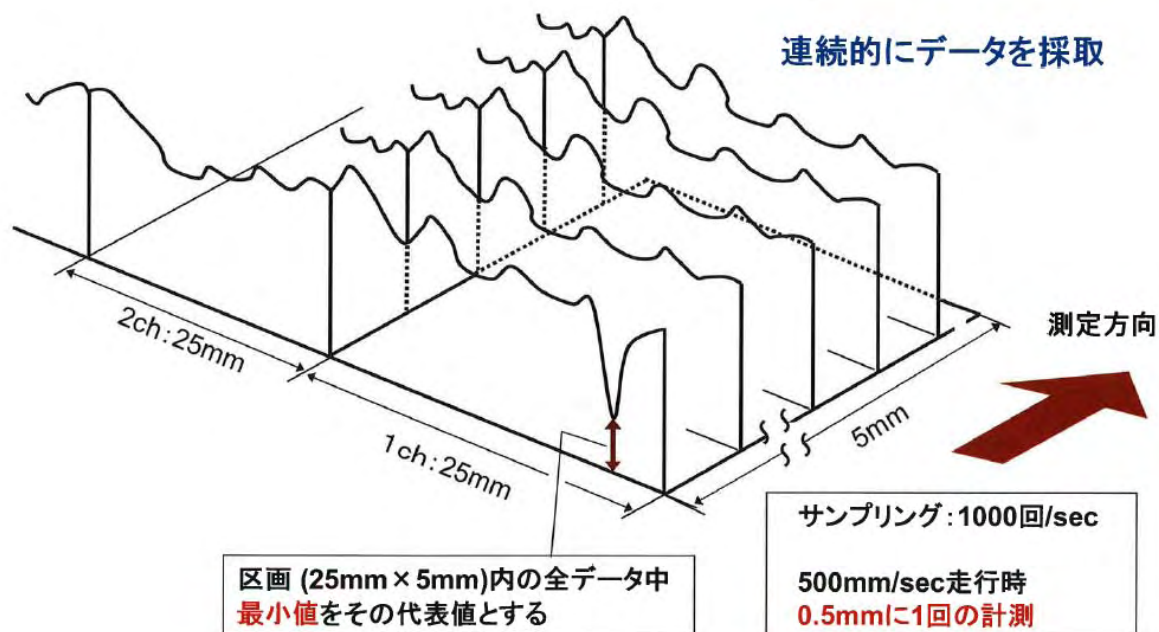


図2. 超音波探触子の配置

2. データ取得原理

図. 2 のように配置された超音波探触子は、測定対象部位に対し、1kHz (1000 回/sec) でサンプリングを行っている。これより探触子の走行速度が 500mm/sec の場合、測定方向に対し 0.5mm ピッチの間隔で肉厚測定を行っている。また、肉厚記録は 5mm 間隔となることから、5mm の範囲内において 0.5mm ピッチで取得したデータの最小値を表示し、これを肉厚測定値として記録する。



添付資料-10
屋外排気ダクトの腐食孔発生に
係わる要因分析図

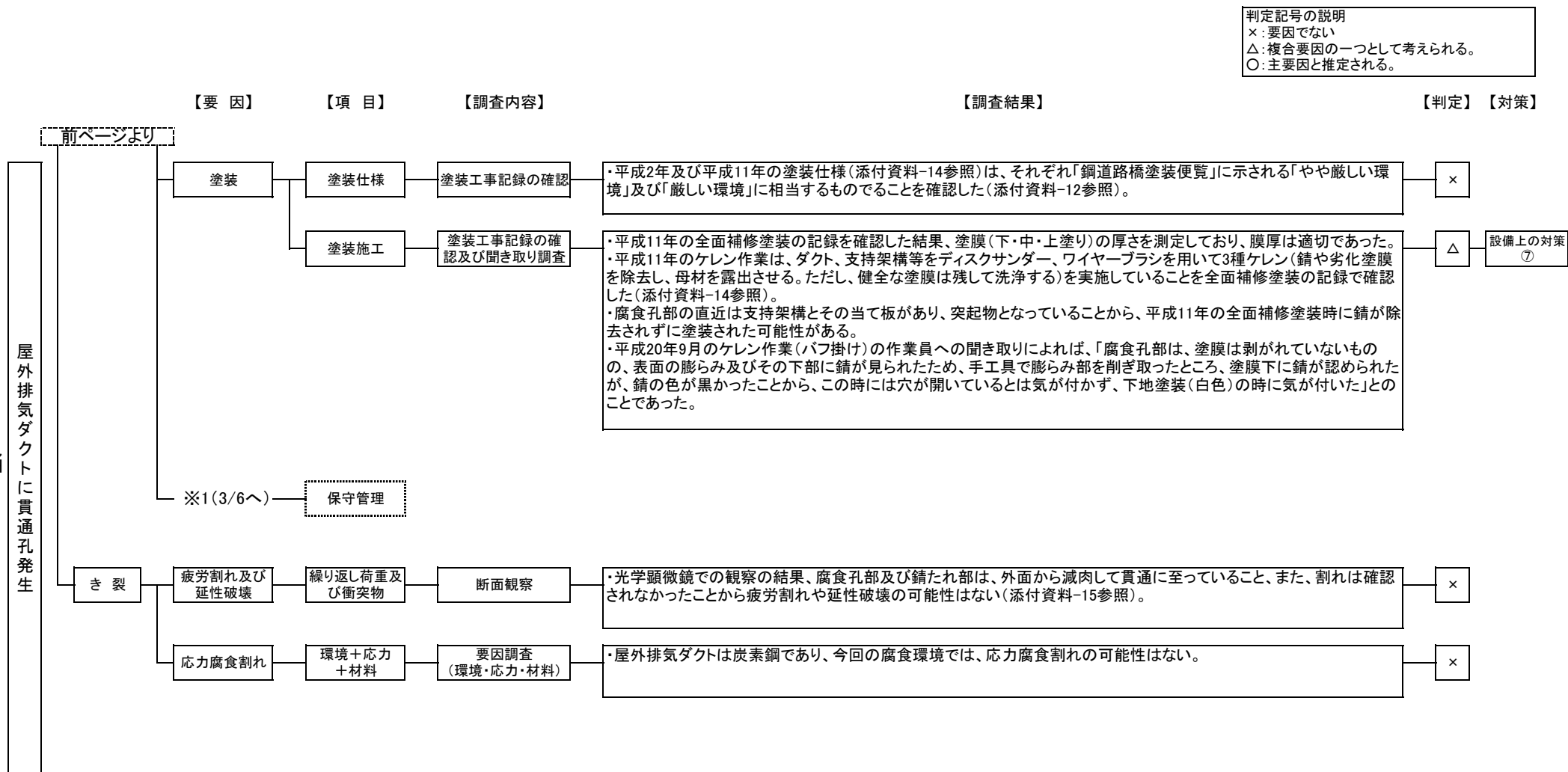
判定記号の説明
 ×: 要因でない
 △: 複合要因の一つとして考えられる。
 ○: 主要因と推定される。

添10-2
屋外排気ダクトに貫通孔発生

【要因】	【項目】	【調査内容】	【調査結果】	【判定】	【対策】	
腐食	材料	材料選定	屋外環境での同種材の採用実績調査	・屋外排気ダクトに採用した炭素鋼(SS41)は、技術基準に定められた材料であるとともに、他発電プラントにおいても屋外機器の材料として使用実績があり、材料選定に問題のないことを確認した。 ・屋外排気ダクトの炭素鋼は、塗装して使用していることから、問題のないことを確認した。	×	
		材料の成分	材料検査記録の確認	・所定の材料規格(JIS G3101(1976) SS41)を満足しており、材料の成分に問題のないことを確認した(添付資料-11参照)。	×	
	環境条件	外面	水質分析・スミヤ分析、断面EPMA分析及びスケール分析による調査	・屋外排気ダクトは、沿岸部の屋外に設置されているため、外面は塩害腐食の発生しやすい環境下にあった(添付資料-12参照)。 ・腐食孔等を切り出したサンプル2箇所についての観察、分析の結果、腐食箇所は外面から減肉していることが確認された。また、腐食孔部の断面成分分析やスケールの同定分析の結果、腐食孔底部に塩素(Cl)が認められ、Cl含有環境における腐食生成物であるβ-FeOOHが検出された。腐食孔部周辺の水質分析より、当該部は周辺雨水により海塩成分(NaCl)濃度やpHの高い水環境に近接していることを確認した。(添付資料-12, 15参照)	△	11.1 当該面の処置 設備上の対策 ①、②、⑥
			局部電池(マクロ・セル)の形成による腐食加速確認	・腐食貫通孔部は、湿潤雰囲気であるものの、ダクト側面にあって大気と接していることから、構造上直接局部電池を形成する経路を持たないため、周辺金属部や建屋などと定常的な局部電池を形成することはない(添付資料-12参照)。	×	
		内面	外観目視による確認	・ダクト内面の外観点検を実施した結果、一部上塗り塗装の欠落は認められたものの錆の発生はなく健全な状態であった(添付資料-8参照)。 ・内面はフィルターで処理された空気であり、腐食環境にはない。	×	
	構造	構造設計	設計図書の確認	・屋外排気ダクトは、耐震Aクラスであり、ダクトは強固な支持架構及び補強材によって構成されている。 ・補強材の溝形鋼及びL型鋼の溶接(ダクト本体の溶接を除く)は、断続すみ肉溶接で取り付けられていることから、ダクトと補強材のすき間に雨水が浸み込む構造となっていた。また、ダクトと支持架構は、断続すみ肉溶接で固定されている箇所(アンカ)と固定されていない箇所(レストレント:地震時に撓動する構造)があり、そのすき間に雨水が浸み込む構造となっていた。 ・腐食孔の上部には、ダクト内通気時に伴う振動を抑制するための伸縮継手(ネオプレンゴム製)があり、伸縮継手の取り付けフランジとして、溝形鋼を使用しているが、上側の溝形鋼は上に開いた形で取り付けられているため、雨水が溜まる構造となっていた。 ・レインフードに傾斜が設けられていなかった。 ・ダクトの上面は補強材及び支持架構により、雨水が溜まり易い構造となっていた。 (全ての項に対して添付資料-13参照)	△	設備上の対策 ③、④
		現場の状況	現場の調査	・腐食孔の直近に鉛直及び水平の支持架構(中空角形はり)の溶接部があるが、一部の未溶接部分から、支持架構内部に雨水が浸入し、直下にある溝形鋼に少量ずつ滴下するようになっていた。溝形鋼に溜まった雨水は、腐食孔のほぼ真上に位置する溝形鋼の側面の水抜き穴(直径約7mm:平成11年に設けたもの)から流れ出る構造となっていた。 ・当該腐食孔付近は、雨水がほぼ真上の溝形鋼の水抜き穴からレインフード上に滴下し、そこに水溜りを形成し(レインフードは傾斜が設けられていない)、日陰で乾き難い環境とも相まって、晴天時においても、継続的に湿潤状態となっていた。 (全ての項に対して添付資料-13参照)	△	設備上の対策 ⑤

次ページへ

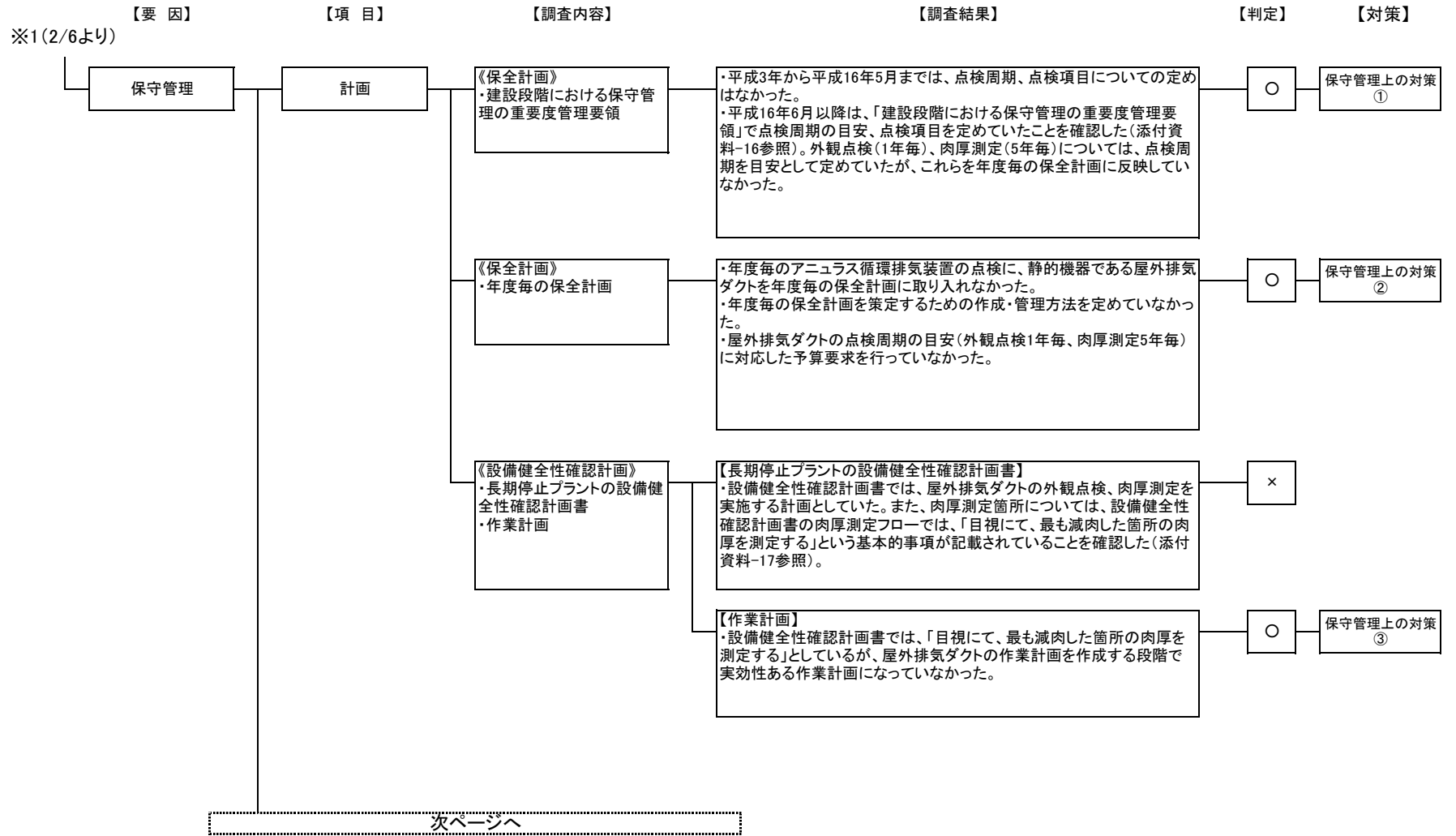
貫通孔発生に係わる要因分析図(1/6)



判定記号の説明
 ×: 要因でない
 △: 複合要因の一つとして考えられる。
 ○: 主要因と推定される。

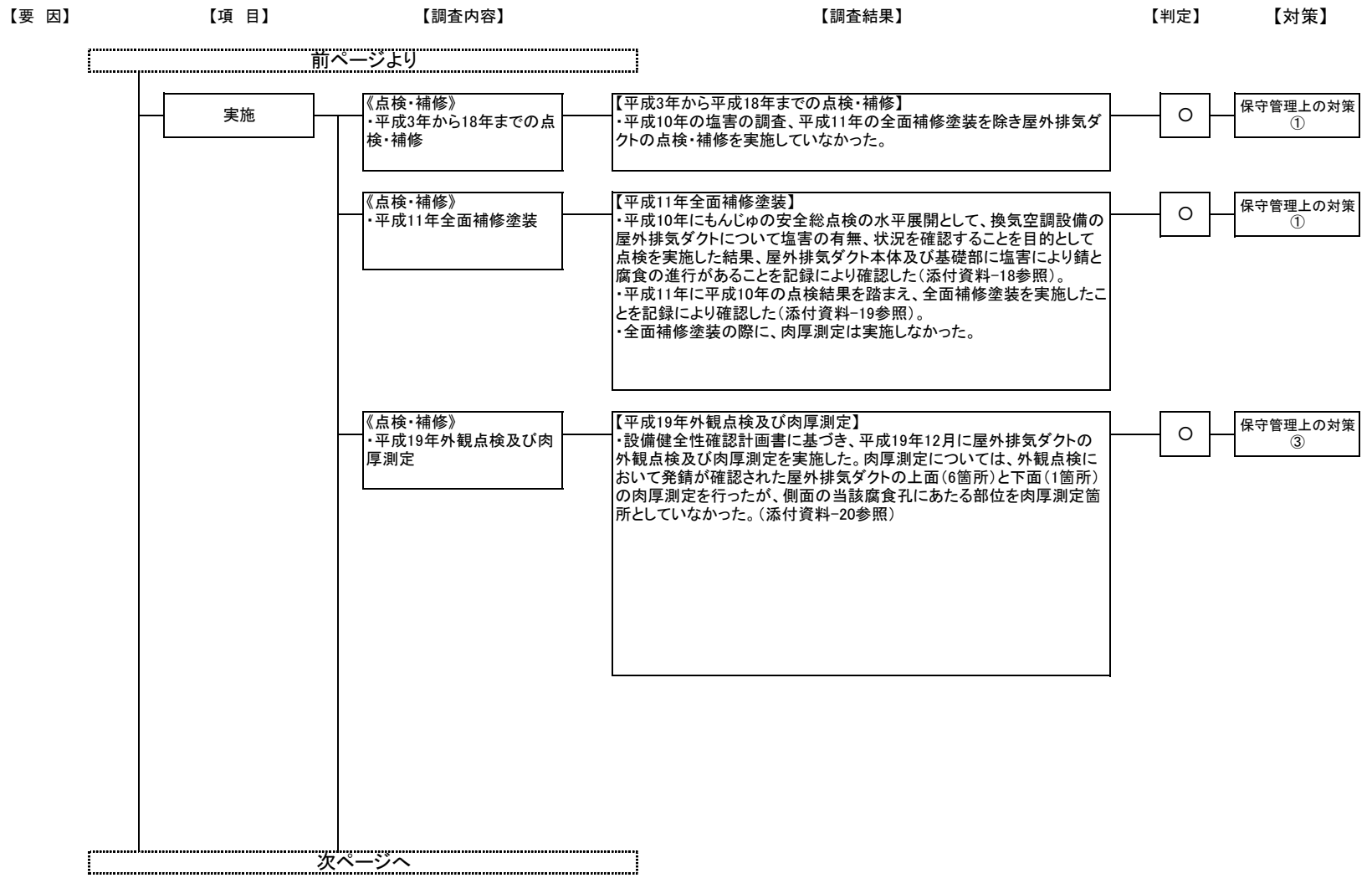
貫通孔発生に係わる要因分析図(2/6)

判定記号の説明
 ×: 要因でない
 △: 複合要因の一つとして考えられる。
 ○: 主要因と推定される。



貫通孔発生に係る要因分析図(3/6)

判定記号の説明
 ×: 要因でない
 △: 複合要因の一つとして考えられる。
 ○: 主要因と推定される。

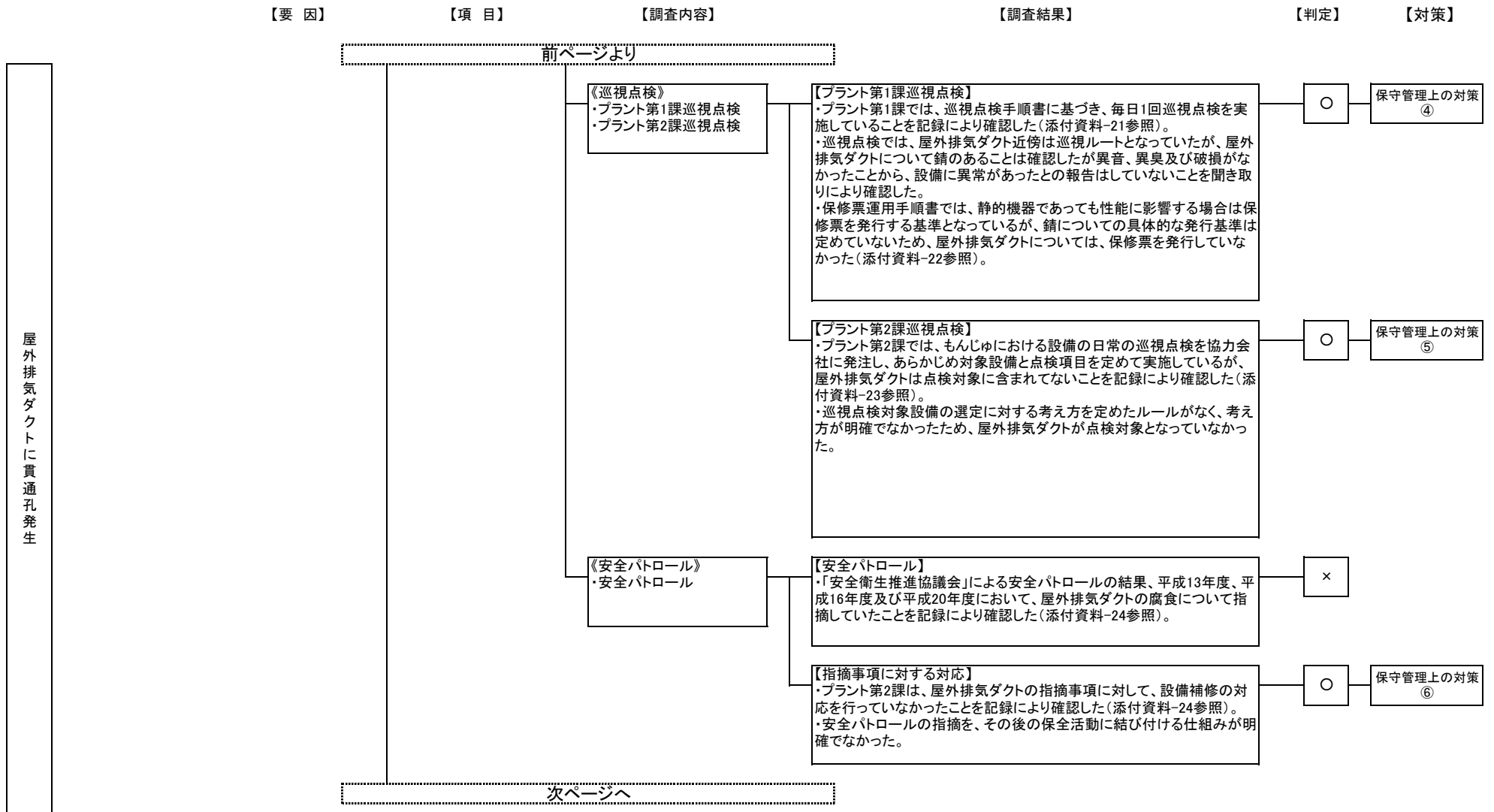


屋外排気ダクトに貫通孔発生

添10-5

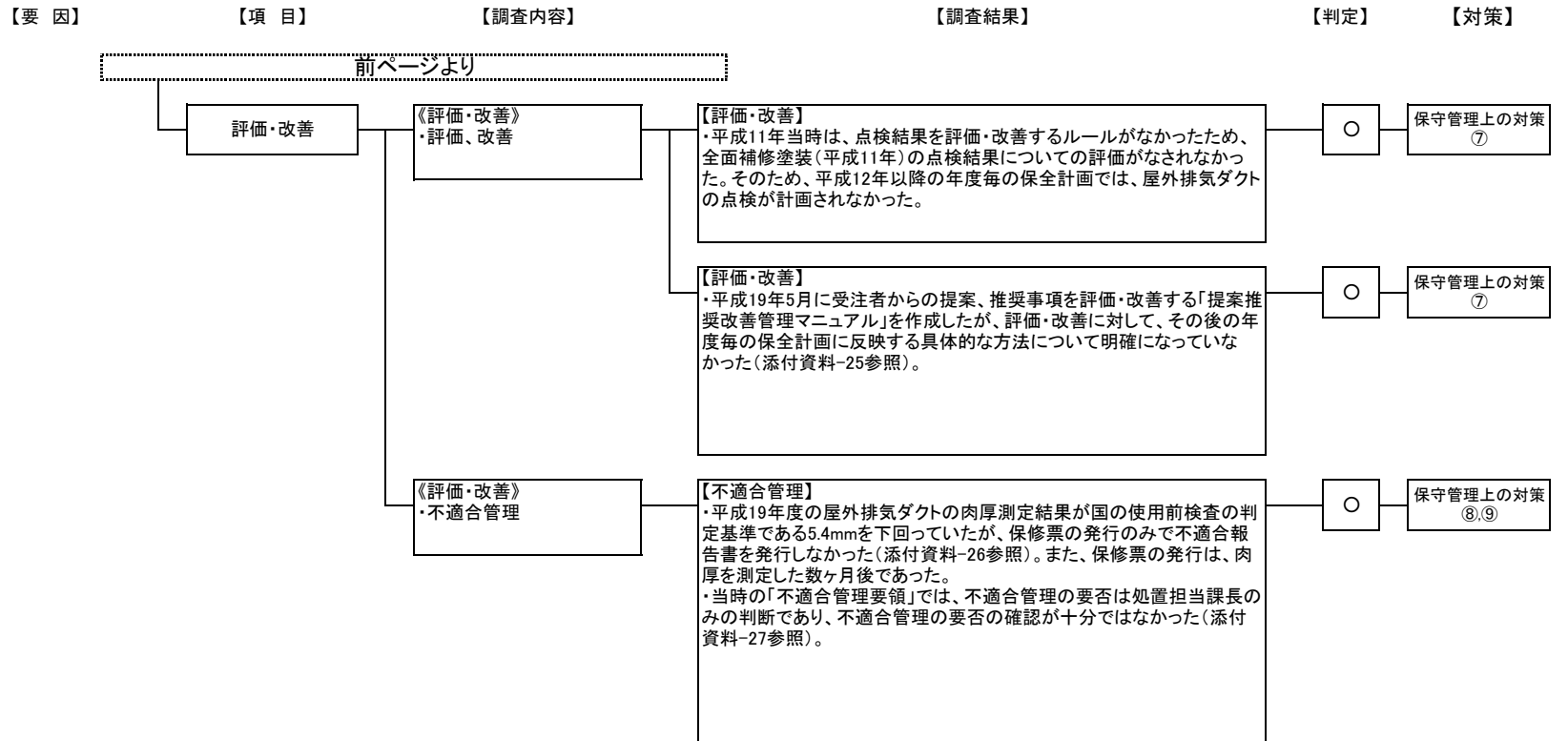
貫通孔発生に係る要因分析図(4/6)

判定記号の説明
 ×: 要因でない
 △: 複合要因の一つとして考えられる。
 ○: 主要因と推定される。



貫通孔発生に係る要因分析図(5/6)

判定記号の説明
 ×: 要因でない
 △: 複合要因の一つとして考えられる。
 ○: 主要因と推定される。



屋外排気ダクトに貫通孔発生

添10-7

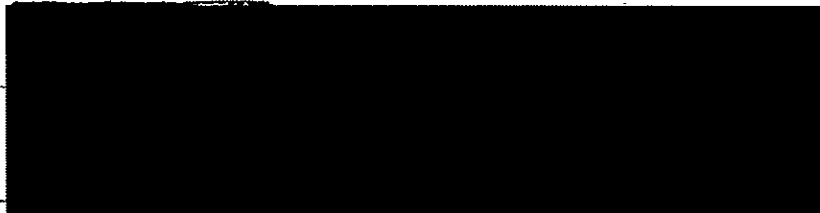
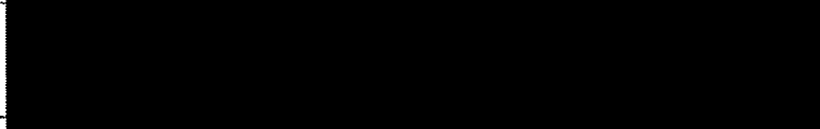
貫通孔発生に係る要因分析図(6/6)

添付資料-11

材料の成分

(管理番号 ME-ト-1)

使用前検査成績書

原子炉設置者及び 原子炉設置事業所名	動力炉・核燃料開発事業団 高速増殖炉もんじゅ発電所		
検査場所	高速増殖炉もんじゅ発電所		
検査対象	原子炉格納施設 アニュラス循環排気装置		
検査申請番号	62動燃(建運)265 昭和62年11月9日		
検査項目	検査年月日	結果	摘要
材料検査	平成2年9月25日	良	
寸法検査	平成2年9月25日	良	
外観検査	平成2年9月25日	良	
据付検査	平成2年9月25日	良	
耐圧試験	平成2年9月25日	良	
判定	合格		
検査官			
動燃立会者			
備考	検査範囲 1. アニュラス循環排気ファンA, B 2. アニュラス循環排気装置微粒子用フィルタユニットA, B 3. アニュラス循環排気装置よう素用フィルタユニットA, B 4. アニュラス循環排気装置主配管 5. アニュラス循環排気装置主要弁		

(1) (1) \

材 料 検 査 記 録

機器又は 配管の 名 称	部 品 名	材 料	チャージ番号又は ワークナンバー	備考
ア ニ ュ ラ ス 循 環 排 気 装 置 主 配 管	アニュラスから アニュラス循環排気装置 微粒子用フィルタユニットまで	SS41	ZS2252(E55137-2) 3979 9051	
	アニュラス循環排気装置 微粒子用フィルタユニット	SS41	1649 H03068011-9346	
	アニュラス循環排気装置 微粒子用フィルタユニットから アニュラス循環排気装置 よう素用フィルタユニットまで	SS41	ZS2252(E55137-2) 3979 9051	
	アニュラス循環排気装置 よう素用フィルタユニット	SS41	4338 L11111011-2146	
	アニュラス循環排気装置 よう素用フィルタユニットから アニュラス循環排気ファンまで	SS41	ZS2252(E55137-2) 3979 9051	
	アニュラス循環排気ファンから 排気筒まで	SS41	ZS2252(E55137-2), 3979, 9051 CA037-1.2(3340), 818251011-3429 BW019-7~9, 11~16(3529), 69615 BW019-1, 2, 5(3529), 3973-1, 8193 BW018-4~7(3529), 54662, 2068-1 932354 KA6464 (3139231, 5, 313924B~D) (3139244~6, 313925A~G) KA6464 (3139251~7, 313938A~C~G) (3139381~7)	
	「アニュラス循環排気ファンから 排気筒まで」のアニュラス循 環排気ファン出口分岐点から アニュラスまで	SS41	ZS2252(E55137-2) 3979 9051 CA037-1.2(3340)	

(2/4)

添付資料-12

屋外排気ダクト貫通損傷に関する原因究明

屋外排気ダクト貫通損傷に関する原因究明

1. 屋外排気ダクト仕様

屋外排気ダクトは、万一の放射性物質漏えい時に、チャコールフィルタにて浄化した管理区域内の空気を、排気筒に導くための設備である。そのため、当該部(貫通部)は5種管となっている。ダクトの材質は炭素鋼であり腐食防止の観点から、内外面ともに塗装を施工している(ただし、補強材の下面は塗装されていない)。また、ダクト寸法は2500mm角と大きく、補強材(溝形鋼)が溶接されている。補強材はダクト本体に断続すみ肉溶接で接合されており、写真1-1に示すように50mmの溶接部と250mmの非溶接部が交互になった構造である。



写真 1-1 補強材の断続すみ肉溶接様相

また、ダクトの耐震性確保のため250mm角の支持架構等が備えられており、写真1-2に示すようにダクトを囲うように配置されている。



写真 1-2 支持構造物

なお、ダクト外面は平成 11 年に再塗装されている。建設時を含む塗装仕様を表 1-1 に示す。建設時、再塗装時の仕様は、それぞれ鋼道路橋塗装便覧[1]に示される、「やや厳しい環境」及び「厳しい環境」での塗装仕様を満足するものとなっている。

表 1-1 屋外排気ダクト塗装仕様

	建設時				H11年度 塗装時			
	使用塗料	系統	製造メーカー	標準膜厚 (μ)	使用塗料	系統	製造メーカー	標準膜厚 (μ)
下塗り1回目	ズポイドHB 速乾下塗	亜鉛化鉛さび 止めペイント (JIS K5623)	大日本塗料	50	ハイボン20 エース	エポキシ樹脂 塗料 (JIS K5551)	日本ペイント	60
下塗り2回目	-	-	-	-	ハイボン20 エース	エポキシ樹脂 塗料 (JIS K5551)	日本ペイント	60
中塗り	ズポイド Z型中塗	フェノール 樹脂系雲母状 酸化鉄塗料 (JIS K5554 ^{*1})	大日本塗料	35	ハイボン30 マスチック 中塗	エポキシ樹脂 塗料 (JIS K5551)	日本ペイント	30
上塗り1回目	ズポイド Z型#30	塩化ゴム系塗料 (JIS K5639 ^{*1})	大日本塗料	25	ハイボン50 上塗	ポリウレタン 塗料 (JIS K5659 ^{*2})	日本ペイント	25
上塗り2回目	ズポイド Z型#30	塩化ゴム系塗料 (JIS K5639 ^{*1})	大日本塗料	20	-	-	-	-

※1 2008.10.1廃止
※2 旧JIS K5657

2. 貫通部の状況

明確な貫通部は 2 箇所発見されている。共に図 2-1 に示すようにアニュラス排気ダクト鉛直部位にあり、隣り合う 2 面に存在している。貫通部の下にはレインフードと呼ばれる水平パネルが存在しており、水平パネルのレベルから約 30mm 程度上の位置で貫通が生じている。なお、両貫通部の直下にはレインフードを支持するための当て板が断続すみ肉溶接でダクトに取り付けられている。

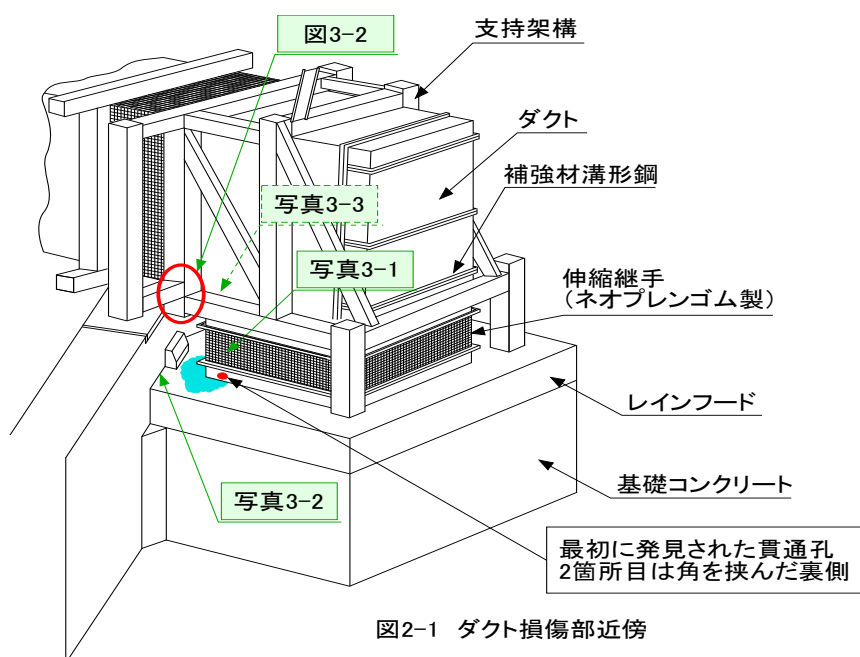


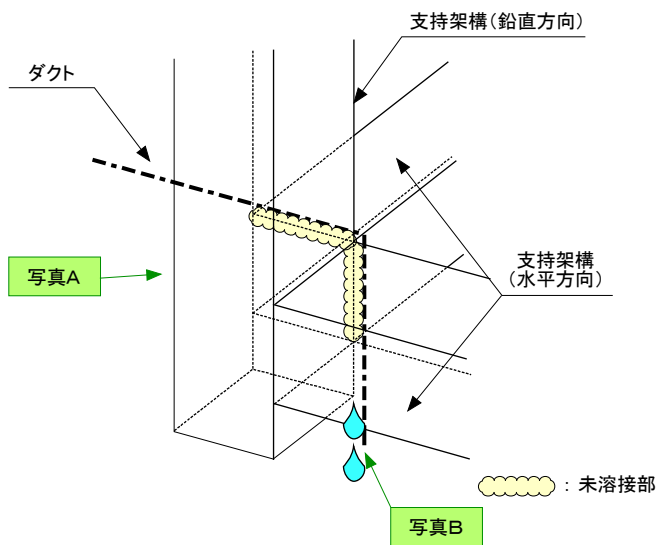
図2-1 ダクト損傷部近傍

3. 腐食環境

(1) 湿潤環境形成過程

2か所の貫通部近傍の簡略鳥瞰図を図 2-1 に示す。損傷部の特徴は以下である。

- 1) 2本の支持架構(支柱)が近接し(図 2-1 参照)、壁面を流れ落ちる雨水が他所より停滞しやすい場所である(写真 3-1,2 参照)。
- 2) 停滞した雨水はレインフードの傾きによりダクト周辺に溜まる状態となった(写真 3-3 参照)。
- 3) 当該位置ダクトに近接する水平架構は構造上の制約から上部及び側部の一部が開放(未溶接)された状態となっており、雨水が入り込み滞留、天気が好転した後も側下部から(図 3-2 参照)連続して直下の溝形鋼に滴下(~15ml/h)する状況を形成したと推定される。
- 4) 溝形鋼には、平成 11 年に最初の貫通部直上に滞留した水を抜く穴が穿たれており、当該部近接レインフード上に継続的に水が供給される環境を維持した。
- 5) さらに当該部は終日直接日が射すことが少ない、即ち日陰部にあり相対として蒸発速度は低くなっているものと推定される。
- 6) こうした条件により当該部付近は極めて長時間湿潤雰囲気中に晒される環境となった。



写真A



写真B

図 3-2 水滴落下部の詳細



2008年10月23日撮影(少雨)

写真 3-1 ダクト側フランジ上部及び側部の水流れ痕跡(着色及び錆の状況)



2008年10月23日撮影(少雨)

写真 3-2 ダクト近接(相対)部からの水流れ痕跡(着色の状況)



写真 3-3 2 か所目近傍のレインフード上の雨水の溜り状況

(2) 環境条件(水質)

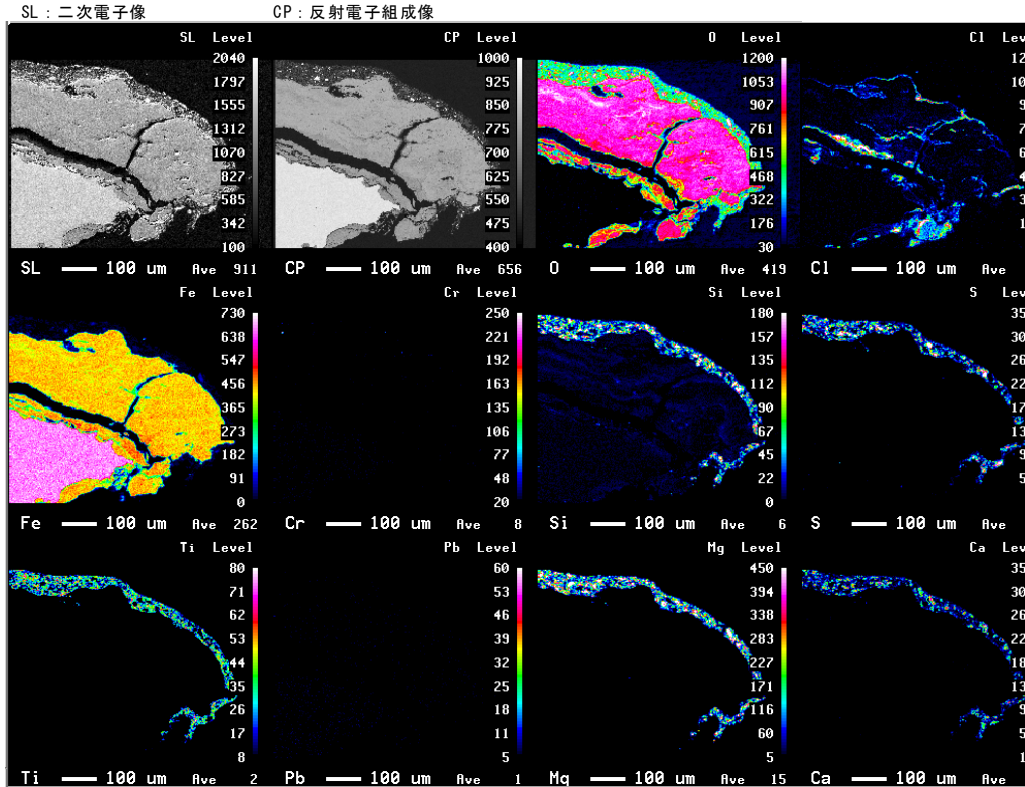
貫通部周辺の水質分析結果一覧を表 3-1 に示す。

表から明らかなように天気に関わりなく当該部分は海塩成分(NaCl)が混入した pH の高い水環境に近接することとなった。即ち、貫通部付近は、極めて長時間そうした湿潤環境(大気温度における湿度 100%に近いレベル)に晒されたものと推定される。なお、最初の貫通部については平成 11 年以降上部フランジに開けられた水抜き穴のために滴下する水の飛沫を受けた可能性も否定できない。

こうした環境条件にあったことは、腐食部の断面成分分析(図 3-1 参照、腐食部底部に Cl の存在が認められる)や腐食生成物の同定分析結果(表 3-2 参照、Cl 含有環境における腐食生成物、 β -FeOOH が検出されている)とも整合する。

表 3-1 腐食孔周辺における水質分析結果

番号	採取場所	採取日時	pH	導電率 ($\mu\text{S/cm}$)	Na ⁺ ppm	Ca ²⁺ ppm	Mg ²⁺ ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	NO ₂ ⁻ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	Fe ²⁺ ・Fe ³⁺ ppm	NH ₄ ⁺ ppm	CO ₃ ²⁻ ppm	備考
1	アニュラスダクトサポート水	9/25 17:40	10.0	287	55	1.5	ND	34	2.0	ND	0.2	—	—	—	天候 曇
3	アニュラスダクトラバー部の下	9/26 10:20	6.5	141	20	5.8	2.6	24	9.0	ND	2.6	—	0.2	—	天候 雨
4	アニュラスダクトサポート水	10/2 15:30	11.2	395	47	1.4	ND	29	1.0	ND	0.4	—	—	—	天候 晴
5	アニュラスダクトサポート水	10/20 10:00~11:00	9.5	210	47	ND	ND	23	1.4	ND	ND	1.8	—	—	天候:晴 採取量約15ml
6	アニュラスダクトサポート水	10/20 14:30~16:30	9.5	256	41	ND	ND	27	1.9	ND	ND	25.0	—	—	天候:晴 採取量約40ml
7	アニュラスダクトサポート水	10/20 16:30~10/21 9:15	9.5	223	40	0.6	ND	32	1.3	ND	0.2	20.0	—	28	天候:晴 採取量約230ml
8	アニュラスダクトサポート水	10/21 9:17~16:10	10.1	229	37	0.6	ND	32	1.7	ND	0.2	3.8	0.1	—	天候:晴 採取量約100ml
9	アニュラスダクトサポート水	10/21 16:10~10/22 9:00	9.6	228	37	0.6	ND	33	1.3	ND	0.2	1.7	—	45	天候:晴 採取量約220ml
10	アニュラスダクトサポート水	10/22 9:00~15:30	9.2	212	36	0.5	ND	33	1.6	ND	0.2	3.7	—	51	天候:曇
13	アニュラスダクトサポート水	10/22 15:30~10/23 9:15	9.5	291	32	1.2	0.5	40	4.7	ND	2.2	4.4	—	52	天候:曇り時々雨
15	アニュラスダクトサポート水	10/23 9:15~15:30	9.4	297	57	1.0	ND	45	3.5	ND	0.3	8.2	—	51	天候:曇り時々雨 採取量約80ml
16	アニュラスダクトサポート水	10/23 15:30~10/24 9:37	9.7	263	48	0.8	0.1	43	4.2	ND	0.8	3.3	—	51	天候:曇り時々雨 採取量約80ml
19	アニュラスダクトサポート水	10/24 09:40~16:10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	天候:曇り時々雨 採取量約0ml(滴下なし)
20	アニュラスダクトサポート水	10/24 16:10~10/27 09:30	10.7	239	43	1.2	0.3	37	2.6	ND	0.6	43	—	6.8	天候:曇り時々雨 採取量約500ml以上
21	アニュラスダクトサポート水	10/27 09:30~15:30	10.9	262	39	1.3	ND	28	1.7	ND	0.4	52	—	27	天候:曇り時々雨 採取量約300ml
22	アニュラスダクトサポート水	10/27 15:30~10/28 09:30	9.3	228	46	2.3	1.0	45	3.3	ND	0.6	490	—	36	天候:雨 採取量約100ml
23	アニュラスダクトサポート水	10/28 9:30~16:00	10.9	246	40	1.5	ND	30	1.6	ND	0.4	10	—	43	天候:曇り時々雨 採取量約500ml以上
24	アニュラスダクトサポート水	10/2816:00~10/29 10:50	10.5	196	31	3	ND	38	2	ND	0.2	90	—	10	天候:曇り時々雨 採取量約500ml以上
26	アニュラスダクトサポート水	10/29 10:50~16:30	10.1	188	32	4.7	0.4	41	3.6	ND	0.7	2.4	—	20	天候:曇り時々雨 採取量約50ml
28	アニュラスダクトサポート水	10/29 16:30~10/30 10:15	10.5	188	31	4.1	ND	39	1.8	ND	0.2	38	—	15	天候:曇り時々雨 採取量約500ml以上
31	アニュラスダクトサポート水	10/30 10:15~16:30	10.3	182	33	3.9	ND	38	1.6	ND	0.2	4.0	—	20	天候:曇り 採取量約300ml
32	アニュラスダクトサポート水	10/30 16:30~10/31 10:30	10.4	215	32	5.9	ND	42	1.4	ND	0.2	1.4	—	16	天候:曇り 採取量約500ml以上
34	アニュラスダクトサポート水	10/31 10:30~16:30	10.3	179	35	5.6	0.1	42	1.5	ND	0.2	0.9	—	26	天候:晴れのち曇り 採取量約250ml
35	アニュラスダクトサポート水	10/31 16:30~11/4 10:30	10.4	232	37	4.5	0.3	44	1.8	ND	0.2	9.1	—	18	採取量約500ml以上
36	アニュラスダクトサポート水	11/4 10:30~16:10	10.1	196	40	1.9	ND	37	2.3	ND	0.2	1.9	—	35	天候:晴れ 採取量約170ml
37	アニュラスダクトサポート水	11/4 16:10~11/5 9:00	9.8	161	38	2.9	ND	38	1.4	ND	0.2	3.6	—	27	天候:晴れ 採取量約350ml
38	アニュラスダクトサポート水	11/5 9:00~11/5 16:00	9.8	184	35	3.6	0.2	40	1.5	ND	0.2	3	—	28	天候:晴れ 採取量約170ml
39	アニュラスダクトサポート水	11/5 16:00~11/6 9:35	9.7	196	35	2.9	0.2	40	1.5	ND	0.2	4.6	—	26	天候:晴れ 採取量約350ml
40	アニュラスダクトサポート水	11/6 9:35~16:00	9.5	183	38	2.8	0.2	40	1.6	ND	0.2	10	—	30	天候:曇り 採取量約125ml
41	アニュラスダクトサポート水	11/6 16:00~11/7 10:00	9.5	235	48	4.6	0.8	50	4.7	ND	3.3	4.1	—	32	天候:曇り 採取量約250ml



※ Si、S、Ti、Mg、Caは塗料に含まれる。

図 3-1 減肉先端部分の EPMA 解析例

表 3-2 スケール分析結果

試料名	主成分注1)	その他
①腐食孔近傍	Fe ₃ O ₄ BCC相注2)	α-Fe ₂ O ₃ FeO α-FeOOH 非晶質化合物
②腐食孔周辺 (非バフ部かつ発錆部)	Fe ₃ O ₄ β-FeOOH TiO ₂ (Rutile)注3) CaCO ₃ (Calcite)注3) α-FeOOH γ-FeOOH 非晶質化合物	—

注 1) 各成分のメインピーク高さを比較し、最大のものに対して 50%以上の高さを持つものを主成分とした。(非晶質化合物は全体のピーク面積から推定)

注 2) 体心立方晶相、フェライト相、あるいはマルテンサイト相；母材成分と推定

注 3) 塗料成分と推定

4. 腐食の進行

貫通部付近には、表 3.1 に示したように、降雨時、晴天時に関わらず極端な酸性状態ではない水分の供給により、長時間腐食(湿潤)環境が形成された。

同環境における腐食進行メカニズムの推定を示す。

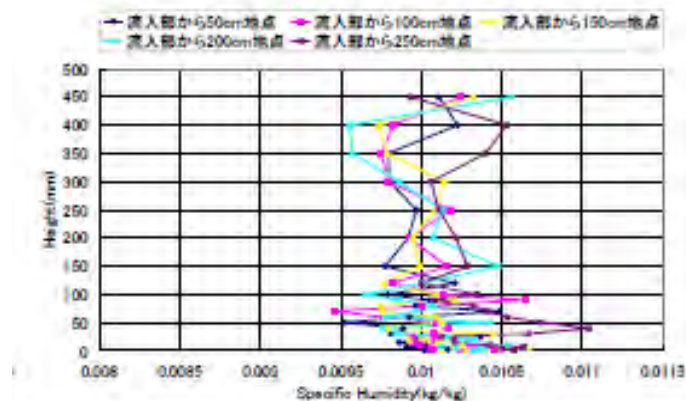
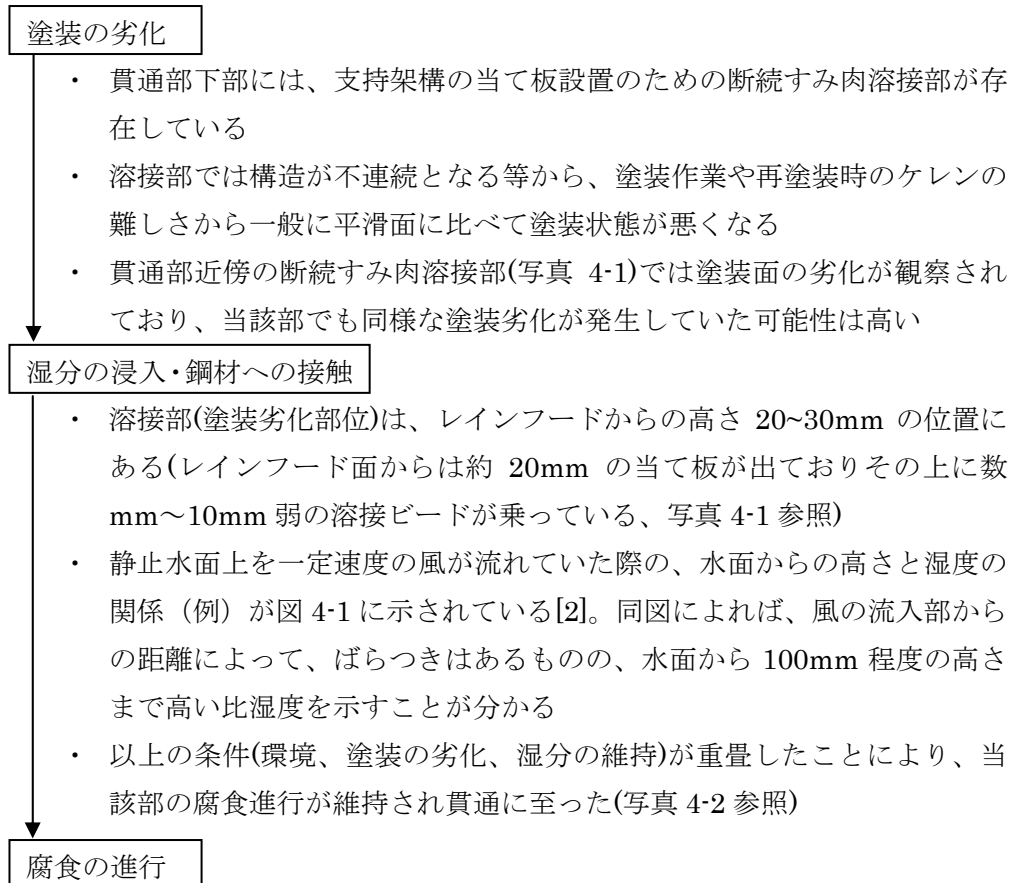


図 4-1 比湿鉛直分布

なお、当該部は建設時(平成 2 年)から 18 年間の間に一度再塗装されており、塗装が各 5 年程度(仮定)健全であったとすれば、約 8 年の間に貫通に至ったことになる。その際の平均腐食速度は $750 \mu\text{m}/\text{年}$ であり、一般に知られる海岸近傍における炭素鋼の比較的早い腐食速度($500\sim 600 \mu\text{m}/\text{年}$ [3])程度である。



写真 4-1 すみ肉溶接部における塗装の劣化例



写真 4-2(1) 最初の貫通孔発見時の様相(ペイント塗装途中)



写真 4-2(2) 2番目の貫通孔の様相

5. 局部電池(マクロ・セル)形成による貫通部腐食加速について

当該部(貫通部)はダクト側面、伸縮継ぎ手(ネオプレンゴム製)支持下部に当たり、湿潤雰囲気ながら外気と接する環境にあり、構造上直接局部電池を形成する経路を持たないことから、架構支持材、レインフード等の周辺金属部、あるいは建屋等と定常的な局部電池(マクロセル)を形成することはない。

一方、一般に塗膜下における腐食機構に関しては電池の形成により説明される[4]。例えば、当該部周辺の塗膜とダクト外板との剥離面(あるいはふくれ部)に水が存在することによる電池形成である(図 5-1)。例示は剥離部がカソード部に内部がアノード部になる環境を説明するものであるが、外気浸透を許す劣化塗膜のケースでは両部が逆になることもある。そうした腐食機構は、本件では当該部のみならず塗装が施されているほぼダクト全域における錆の発生、成長を説明するものであり、当該部に特異な事象ではない。このことは、当該部の切出し試料における断面観察を含む外観観察などから明瞭なカソード部(局部電池形成の場合、貫通部はアノード部となる)の存在が特定できないこと、貫通部周辺の腐食の様相からも支持される(添付資料-9 参照)。

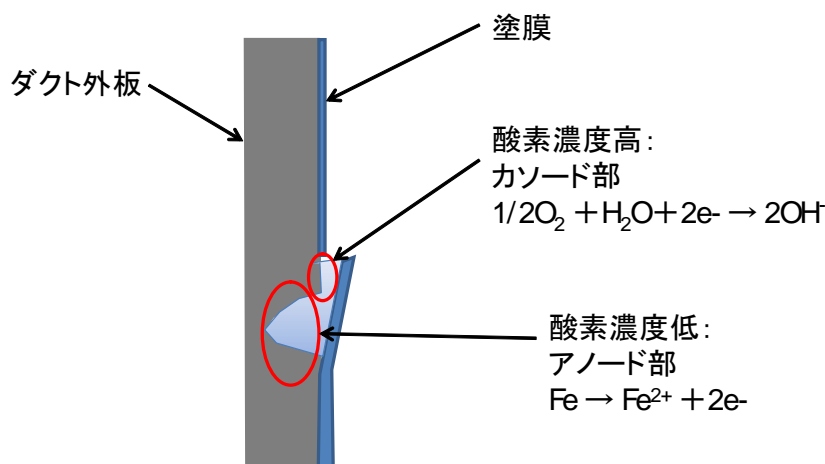


図 5-1 部分的塗膜剥離部に雨水が留まることによる電池形成

参考文献

- [1] 鋼道路橋塗装便覧、社団法人日本道路協会(1990).
- [2] 加藤他、第 33 回土木学会関東支部技術研究会、II-037(2006).
- [3] ASM Specialty Handbook, Carbon and Alloy Steel, ASM(1996).
- [4] 例えば、増子昇、防食技術、30 巻(1981)699-704.

屋外排気ダクト外板の腐食環境推定と保守的腐食速度の設定

1. 腐食環境の推定

屋外排気ダクト(図1参照)外板の腐食(発錆)環境をその特徴から以下の4ケースに区分して推定する。仔細には、(d)は製作過程の制約もあり、製作時塗装面(支持架構との接触面)と無塗装面(補強材との接触面)に分けられる。

- (a) 貫通部(孔)周辺
- (b) ダクト上面
- (c) ダクト側面
- (d) 支持架構及び補強材裏面との接触ダクト外板

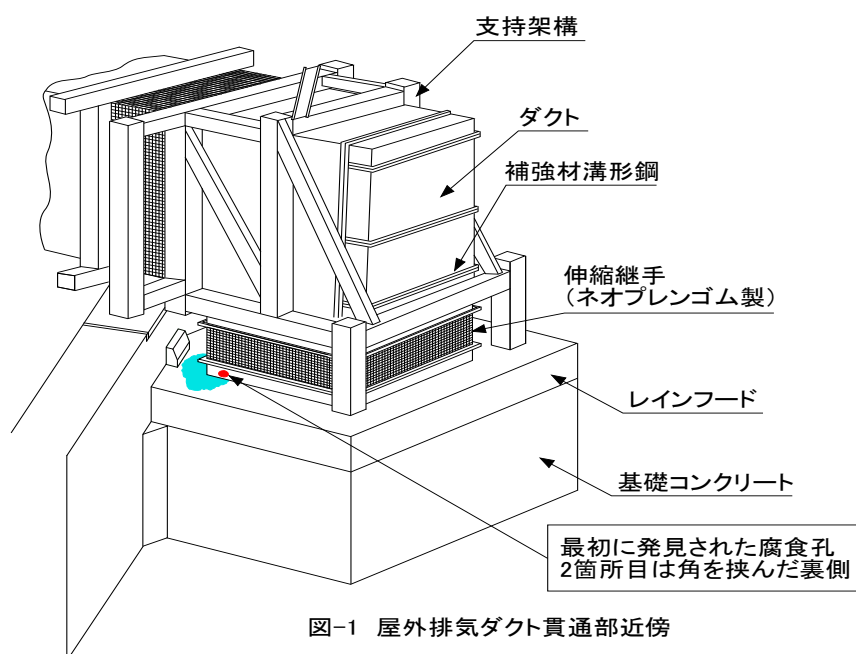


図-1 屋外排気ダクト貫通部近傍

以下に各部の推定腐食環境を示す。

(1) 貫通部(「屋外排気ダクト貫通損傷に関する原因究明」参照)

当該部は、ダクト構成部材の関係から雨水が溜り易く、蒸発し難い、かつ特殊な構造の影響から晴天時にも水分が供給される環境にあったと推定される。また、周辺からの流下/滴下水の水質分析(表 1.1 参照)及び腐食生成物分析(表 1.2 参照)から裏付けられるように、その腐食環境は、海塩を含む pH の高い水溜りに近接する環境であったと推定する。

貫通部周辺(湿潤状態+支持架構当て板直近：公称板厚 6mm)の最大減肉部厚さは、

0mm であり、この場合の腐食速度は約 330 μ m/y と推算できる。

表 1.2 貫通部近傍の腐食生成物分析結果

試料名	主成分注1)	その他
①腐食孔近傍	Fe ₃ O ₄ BCC相注2)	α -Fe ₂ O ₃ FeO α -FeOOH 非晶質化合物
②腐食孔周辺 (非パフ部かつ発錆部)	Fe ₃ O ₄ β -FeOOH TiO ₂ (Rutile)注3) CaCO ₃ (Calcite)注3) α -FeOOH γ -FeOOH 非晶質化合物	—

注 1) 各成分のメインピーク高さを比較し、最大のものに対して 50%以上の高さを持つものを主成分とした。(非晶質化合物は全体のピーク面積から推定)

注 2) 体心立方晶相，フェライト相，あるいはマルテンサイト相；母材成分と推定

注 3) 塗料成分と推定

(2) ダクト上面減肉部

雨水が補強材等の溶接の影響による変形凹部に溜り(写真 1.1 参照)、降雨後数時間から数日間で蒸発する、乾湿が繰り返される環境にある。雨水成分(表 1.3 参照)としては、この地方の平均的な水質範囲[1]にあったものと考えられるが、その乾湿により水質は含有成分の濃縮/希釈等(表 1.4)があったもの推定される。



写真 1.1 ダクト上面における溜り水の様相

表 1.1 貫通部周辺における水質分析結果

番号	採取場所	採取日時	pH	導電率 (μ S/cm)	Na ⁺ ppm	Ca ²⁺ ppm	Mg ²⁺ ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	NO ₂ ⁻ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	Fe ²⁺ ・Fe ³⁺ ppm	NH ₄ ⁺ ppm	CO ₃ ²⁻ ppm	備考
1	アニュラスダクトサポート水	9/25 17:40	10.0	287	55	1.5	ND	34	2.0	ND	0.2	—	—	—	天候:曇
3	アニュラスダクトラバー部の下	9/26 10:20	6.5	141	20	5.8	2.6	24	9.0	ND	2.6	—	0.2	—	天候:雨
4	アニュラスダクトサポート水	10/2 15:30	11.2	395	47	1.4	ND	29	1.0	ND	0.4	—	—	—	天候:晴
5	アニュラスダクトサポート水	10/20 10:00~11:00	9.5	210	47	ND	ND	23	1.4	ND	ND	1.8	—	—	天候:晴 採取量約15ml
6	アニュラスダクトサポート水	10/20 14:30~16:30	9.5	256	41	ND	ND	27	1.9	ND	ND	25.0	—	—	天候:晴 採取量約40ml
7	アニュラスダクトサポート水	10/20 16:30~10/21 9:15	9.5	223	40	0.6	ND	32	1.3	ND	0.2	20.0	—	28	天候:晴 採取量約230ml
8	アニュラスダクトサポート水	10/21 9:17~16:10	10.1	229	37	0.6	ND	32	1.7	ND	0.2	3.8	0.1	—	天候:晴 採取量約100ml
9	アニュラスダクトサポート水	10/21 16:10~10/22 9:00	9.6	228	37	0.6	ND	33	1.3	ND	0.2	1.7	—	45	天候:晴 採取量約220ml
10	アニュラスダクトサポート水	10/22 9:00~15:30	9.2	212	36	0.5	ND	33	1.6	ND	0.2	3.7	—	51	天候:曇
13	アニュラスダクトサポート水	10/22 15:30~10/23 9:15	9.5	291	32	1.2	0.5	40	4.7	ND	2.2	4.4	—	52	天候:曇り時々雨
15	アニュラスダクトサポート水	10/23 9:15~15:30	9.4	297	57	1.0	ND	45	3.5	ND	0.3	8.2	—	51	天候:曇り時々雨 採取量約80ml
16	アニュラスダクトサポート水	10/23 15:30~10/24 9:37	9.7	263	48	0.8	0.1	43	4.2	ND	0.8	3.3	—	51	天候:曇り時々雨 採取量約80ml
19	アニュラスダクトサポート水	10/24 09:40~16:10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	天候:曇り時々雨 採取量約0ml(滴下なし)
20	アニュラスダクトサポート水	10/24 16:10~10/27 09:30	10.7	239	43	1.2	0.3	37	2.6	ND	0.6	43	—	6.8	天候:曇り時々雨 採取量約500ml以上
21	アニュラスダクトサポート水	10/27 09:30~15:30	10.9	262	39	1.3	ND	28	1.7	ND	0.4	52	—	27	天候:曇り時々雨 採取量約300ml
22	アニュラスダクトサポート水	10/27 15:30~10/28 09:30	9.3	228	46	2.3	1.0	45	3.3	ND	0.6	490	—	36	天候:雨 採取量約100ml
23	アニュラスダクトサポート水	10/28 9:30~16:00	10.9	246	40	1.5	ND	30	1.6	ND	0.4	10	—	43	天候:曇り時々雨 採取量約500ml以上
24	アニュラスダクトサポート水	10/2816:00~10/29 10:50	10.5	196	31	3	ND	38	2	ND	0.2	90	—	10	天候:曇り時々雨 採取量約500ml以上
26	アニュラスダクトサポート水	10/29 10:50~16:30	10.1	188	32	4.7	0.4	41	3.6	ND	0.7	2.4	—	20	天候:曇り時々雨 採取量約50ml
28	アニュラスダクトサポート水	10/29 16:30~10/30 10:15	10.5	188	31	4.1	ND	39	1.8	ND	0.2	38	—	15	天候:曇り時々雨 採取量約500ml以上
31	アニュラスダクトサポート水	10/30 10:15~16:30	10.3	182	33	3.9	ND	38	1.6	ND	0.2	4.0	—	20	天候:曇り 採取量約300ml
32	アニュラスダクトサポート水	10/30 16:30~10/31 10:30	10.4	215	32	5.9	ND	42	1.4	ND	0.2	1.4	—	16	天候:曇り 採取量約500ml以上
34	アニュラスダクトサポート水	10/31 10:30~16:30	10.3	179	35	5.6	0.1	42	1.5	ND	0.2	0.9	—	26	天候:晴れのち曇り 採取量約250ml
35	アニュラスダクトサポート水	10/31 16:30~11/4 10:30	10.4	232	37	4.5	0.3	44	1.8	ND	0.2	9.1	—	18	採取量約500ml以上
36	アニュラスダクトサポート水	11/4 10:30~16:10	10.1	196	40	1.9	ND	37	2.3	ND	0.2	1.9	—	35	天候:晴れ 採取量約170ml
37	アニュラスダクトサポート水	11/4 16:10~11/5 9:00	9.8	161	38	2.9	ND	38	1.4	ND	0.2	3.6	—	27	天候:晴れ 採取量約350ml
38	アニュラスダクトサポート水	11/5 9:00~11/5 16:00	9.8	184	35	3.6	0.2	40	1.5	ND	0.2	3	—	28	天候:晴れ 採取量約170ml
39	アニュラスダクトサポート水	11/5 16:00~11/6 9:35	9.7	196	35	2.9	0.2	40	1.5	ND	0.2	4.6	—	26	天候:晴れ 採取量約350ml
40	アニュラスダクトサポート水	11/6 9:35~16:00	9.5	183	38	2.8	0.2	40	1.6	ND	0.2	10	—	30	天候:曇り 採取量約125ml
41	アニュラスダクトサポート水	11/6 16:00~11/7 10:00	9.5	235	48	4.6	0.8	50	4.7	ND	3.3	4.1	—	32	天候:曇り 採取量約250ml

表 1.3 雨水の水質分析結果一覧

番号	採取場所	採取日時	pH	導電率 (μ S/cm)	Na ⁺ ppm	Ca ²⁺ ppm	Mg ²⁺ ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	NO ₂ ⁻ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	Fe ²⁺ ・Fe ³⁺	NH ₄ ⁺ ppm	CO ₃ ²⁻ ppm	備考
												ppm			
2	A/B屋上雨どい	9/26 09:40	4.4	21	2	ND	0.4	2	2.0	ND	1.0	—	0.1	—	天候: 雨
11	A/B屋上雨どい	10/23 9:15	4.6	38.1	1.5	0.4	1.1	3.2	3.4	ND	3.9	0.4	—	0.5	天候: 曇り時々雨 採取量約250ml
42	雨水1(降水量5.5mm) 洗浄した水盤使用	11/7 9:45 11/6夕方から11/7朝の雨	4.8	9.6	0.4	0.4	ND	0.6	2.1	ND	1.8	0.1	—	1.0	天候: 曇り一時雨 採取量約250ml
43	雨水2(降水量5.5mm) 洗浄した水盤使用	11/7 9:45 11/6夕方から11/7朝の雨	4.6	12.8	0.4	0.4	ND	0.6	2.1	ND	1.8	0.2	—	1.0	天候: 曇り一時雨 採取量約250ml

表 1.4 ダクト上面溜り水の水質分析結果

番号	採取場所	採取日時	pH	導電率 (μ S/cm)	Na ⁺ ppm	Ca ²⁺ ppm	Mg ²⁺ ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	NO ₂ ⁻ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	Fe ²⁺ ・Fe ³⁺	NH ₄ ⁺ ppm	CO ₃ ²⁻ ppm	備考
												ppm			
12	アニュラスダクト上部溜まり水	10/23 9:20	5.4	1160	61	34.0	23	120	180	ND	86	23	—	1.5	天候: 曇り時々雨 採取量約500ml
14	アニュラスダクト上部溜まり水	10/23 15:25	5.6	1530	140	100	30	180	260	ND	130	26	—	1	天候: 曇り時々雨 採取量約250ml
17	アニュラスダクト上部溜まり水	10/24 09:25	5.8	201	16	9.8	3.5	29	37	ND	19	3.4	—	1	天候: 曇り時々雨 採取量約250ml
18	アニュラスダクト上部溜まり水	10/24 16:05	5.6	219	16	12	3.7	33	39	ND	22	2.8	—	2	天候: 曇り時々雨 採取量約250ml
25	アニュラスダクト上部溜まり水	10/29 10:40	6.9	406	47	20	8.5	95	47	ND	17	5.0	—	8	天候: 曇り時々雨 採取量約250ml
27	アニュラスダクト最上段溜まり水	10/29 16:30	6.8	406	43	12	8.6	110	39	ND	13	6.3	—	1.5	天候: 曇り時々雨 採取量約250ml
29	アニュラスダクト上部溜まり水	10/30 13:30	7.0	485	47	28	8.7	85	52	ND	15	2.2	—	11	天候: 晴れのち曇り時々一時雨 採取量約250ml
30	アニュラスダクト最上段溜まり水	10/30 13:30	5.9	2020	260	66	48	440	200	ND	70	11	—	1	天候: 晴れのち曇り時々一時雨 採取量約50ml
33	アニュラスダクト上部溜まり水	10/31 10:15	7.9	995	110	60	18	200	120	ND	32	5.9	—	26	天候: 晴れのち曇り 採取量約250ml

※ サンプル 25 と 29 及び 27 と 30 はそれぞれ同一場所における次第に減少していく水溜りからの採取分析結果

表 1.5 ダクト側面流下水の水質分析結果

番号	採取場所	採取日時	pH	導電率 (μ S/cm)	Na ⁺ ppm	Ca ²⁺ ppm	Mg ²⁺ ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	NO ₂ ⁻ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	Fe ²⁺ ・Fe ³⁺	NH ₄ ⁺ ppm	CO ₃ ²⁻ ppm	備考
												ppm			
44	側面滴水1 (降雨時に“上部溜まり水”の側面 (南)を流れる水を採取)	11/7 15:00	4.7	677	65	19	11	120	79	ND	70	9.3	—	2.0	天候: 曇り一時雨 採取量約50ml
45	側面滴水2 (降雨時に下部写真の側面を流れる 水を採取)	11/7 15:00	5.2	679	70	15	13	130	84	ND	73	0.7	—	1.5	天候: 曇り一時雨 採取量約50ml

表 1.4 より水分の蒸発に従い、当該部環境(水溜り)の海塩成分や雨水中の不純物濃度が増加していくことが分かる。

ダクト上面(雨水溜り+補強材直近：公称板厚 6mm)の最大減肉部厚さは、±0.1mmの精度を持つ超音波厚さ計による計測結果に基づけば、1.8mm であり、この場合の腐食速度は約 230 μ m/y と推算できる。

(3) ダクト側面減肉部

雨天時に補強材あるいは支持架構に沿って流下する雨水に晒される環境にある。流下雨水の勢いによっては、断続的に存在する溶接ビード(250mm 間隔に 50mm の溶接；断続すみ肉溶接)に衝突、周辺の塗膜面の劣化を促した可能性がある。流下雨水の水質は、純粋な雨水(表 1.3)に比して、やや海塩成分や雨水中の不純物成分が濃化している(表 1.5)。

ダクト側面(流下雨水+補強材直近：公称板厚 6mm)の最大減肉部厚さは、±0.1mmの精度を持つ超音波厚さ計による計測結果に基づけば、2.0mm であり、この場合の腐食速度は約 220 μ m/y と推算できる。

(4) 支持架構及び補強材裏面との接触ダクト外板

上面、側面部分とも既述の断続すみ肉溶接が施されており、雨天時には雨水が入り込む可能性が高い。接触面の隙間はほとんどなく、晴天後も容易に乾き難い環境を形成するとともに、隙間開口部分の腐食(錆)進行に伴い、内部の腐食部への酸素供給は制限される雰囲気となると推定される。また、同様環境ながら、支持架構部裏面との接触ダクト外板は施工時(平成 2 年)に塗装されているが、補強材裏面との接触面は無塗装のままである。

表 1.6 に上面、側面の支持架構や補強材隙間部の大気開放部分近傍(支持架構や補強材の端部接触面)から採取した腐食生成物(錆)の X 線回折(XRD)分析結果を示す。表中には、比較のため完全大気開放部(⑥)及び貫通部周辺におけるサンプリング(⑦)分析結果を併記している。元素分析の結果、サンプリング試料の主成分はいずれも鉄(Fe)であり、XRD による形態分析では、いずれの試料も鉄酸化物(Fe_3O_4 , FeOOH 及び $\text{Fe}_3\text{O}_4/\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ の混合物等のスピネル化合物)が主たる化合物として同定された。これらの分析結果は水質(pH や海塩、 SO_4^{2-} や NO_3^- などの大気汚染物質の濃度)がやや異なるものの表 1.2 に示した貫通部周辺からのサンプリング試料と同じであり、基本的に、この地方の雨水に海塩が混じる環境における腐食(錆)進行として理解できる。

補強材裏面との接触ダクト外板(非塗装部：公称板厚 6mm)の最大減肉部厚さは、±0.1mm の精度を持つ超音波厚さ計による計測結果に基づけば、2.1mm であり、この場合の腐食速度は約 220 μ m/y と推算できる。

表 1.6 上面、側面の支持架構及び補強材との接触面近傍の腐食生成物分析結果

No.	試料名	同 定 成 分注1)		備考
		主成分	その他	
1	スケール ①	スピネル化合物 注2)	α -FeOOH 結晶性の悪い FeOOH 非晶質化合物	注5)
2	スケール ②	Fe ₃ O ₄ スピネル化合物 注2) TiO ₂ (Rutile)	BCC相 注3) BaSO ₄ α -FeOOH γ -FeOOH CaCO ₃ (Calcite) Magnesium Silicate Hydroxide 注4) 非晶質化合物	注5)
3	スケール ③	スピネル化合物 注2)	α -FeOOH γ -FeOOH 結晶性の悪い FeOOH 非晶質化合物	—
4	スケール ④	Fe ₃ O ₄ α -FeOOH γ -FeOOH	結晶性の悪い FeOOH 非晶質化合物	注5)
5	スケール ⑤	スピネル化合物 注2)	α -FeOOH γ -FeOOH 結晶性の悪い FeOOH 非晶質化合物	—
6	スケール ⑥	スピネル化合物 注2)	α -FeOOH γ -FeOOH 結晶性の悪い FeOOH 非晶質化合物	—
7	スケール ⑦	スピネル化合物 注2)	γ -FeOOH α -FeOOH 結晶性の悪い FeOOH 非晶質化合物	注5)

注1) 同定成分：主成分とは、回折ピーク高さが最大の成分を100とし、相対的にピーク高さが50以上の成分を主成分とし、50以下の成分をその他とした。

注2) 例えば Fe₃O₄及び γ -Fe₂O₃の混合物あるいは固溶体の様な化合物。

注3) 体心立方晶相：フェライト相あるいはマルテンサイト相。

注4) 例えば Mg₃Si₂O₁₀(OH)₂ [Talc]の様な化合物。

注5) ICDD/JCPDS カードで同定(解析)出来ないピークが若干認められた。

2. 腐食機構の推定

(1) 塗装の効果について

ダクトは平成2年の製作時及びその後保守を目的として平成11年(8~10月)に塗装、再塗装されている。各塗装仕様は表2.1に示す通りである。これらの仕様は、それぞれ鋼道路橋塗装便覧[2]に示される、「やや厳しい環境」及び「厳しい環境」での塗装仕様

を満足するものとなっている。

表 2.1 屋外排気ダクトの塗装仕様

	建設時				H11年度 塗装時			
	使用塗料	系統	製造メーカー	標準膜厚 (μ)	使用塗料	系統	製造メーカー	標準膜厚 (μ)
下塗り1回目	ズボイドHB 速乾下塗	亜鉛化鉛さび 止めペイント (JIS K5623)	大日本塗料	50	ハイボン20 エース	エポキシ樹脂 塗料 (JIS K5551)	日本ペイント	60
下塗り2回目	-	-	-	-	ハイボン20 エース	エポキシ樹脂 塗料 (JIS K5551)	日本ペイント	60
中塗り	ズボイド Z型中塗	フェノール 樹脂系雲母状 酸化鉄塗料 (JIS K5554 ^{*1})	大日本塗料	35	ハイボン30 マスチック 中塗	エポキシ樹脂 塗料 (JIS K5551)	日本ペイント	30
上塗り1回目	ズボイド Z型#30	塩化ゴム系塗料 (JIS K5639 ^{*1})	大日本塗料	25	ハイボン50 上塗	ポリウレタン 塗料 (JIS K5659 ^{*2})	日本ペイント	25
上塗り2回目	ズボイド Z型#30	塩化ゴム系塗料 (JIS K5639 ^{*1})	大日本塗料	20	-	-	-	-

※1 2008.10.1廃止
※2 旧JIS K5657

一方、塗替えにおいて劣化発生の要因として重要な素地調整については、平成 11 年度再塗装時には 3 種ケレンを施している。3 種ケレン採用自体は許容されるものであるが、鋼材表面の凹部に発生した錆はディスクサンダー等の電動工具によって完全除去することは難しく凹部や狭隘部に錆が残存することになり、また、旧塗膜下に錆が発生していても、表面上は健全塗膜と差異がない場合、活膜として判断され上塗りされるため、旧塗膜下の錆が成長、早期の劣化につながるとの指摘[3]がされている。

(2) 腐食環境及び腐食進行機構の推定と影響因子について

前述の対象部位は基本的に海塩の混入した雨水に接触する環境に晒されることで腐食が進行したものと推定できる。個々部位の腐食進行の差は、主に 1) 塗膜の有無や塗膜の失効時期、2) 腐食環境(海塩含有雨水)曝露時間、3) 酸素供給条件(大気開放条件/構造物隙間)、により生じたと考えられるが、仔細には 4) 海塩成分(主に NaCl 組成)、等の水質の差異、5) pH: 4.4~10.9、6) 導電率: $\leq 2,020[\mu S/cm]$ 、7) 大気腐食成分(SO_4^{2-} や NO_3^- など)濃度: $\leq 260ppm$ の影響、についても考慮が必要である。

また、腐食部位(d)を除く箇所では、① 水溜り等腐食環境の形成、② 塗膜の劣化、③ 発錆、④ 腐食環境維持/形成の繰り返しにより、⑤ 腐食(錆)進行、が促されたと推定され、(d)では、④' 大気供給部(非溶接部)における錆の成長に伴う、⑤' 酸素供給が抑制された条件下での腐食(錆)が進行したものと推定される。

非塗装部(補強材裏面と接触するダクト外板: 公称板厚 6mm)の最大減肉部厚さは、 $\pm 0.1mm$ の精度を持つ超音波厚さ計による計測結果に基づけば、2.1mm であり、この場合の腐食速度は約 $220 \mu m/y$ と推算できる。

3. 想定腐食速度の設定

(1) 腐食抑制措置

腐食した当該ダクトは全体を取り替える計画であるが、その完了までに約1年間を要する。そのため、その間の暫定対応として、

- ① 腐食孔サンプル切り出し部及び減肉が著しい部位については、当該面と同様に、腐食速度を2mm/年と想定して屋外排気ダクトの内面から鋼板当て板をすみ肉溶接で取り付ける。
- ② 腐食進行防止を図るため、補強材との接合面及び支持架構との接合面については、外気と隙間内に酸素供給がないよう未溶接部分をコーキングする対策を施す。
- ③ 雨水により継続的に湿潤状態となる箇所については、レインフードに傾斜を設けるとともに排水管等を設置して、屋外排気ダクト外面が継続的に湿潤しないように処置する。
- ④ 恒久対策までの間は、3ヶ月を超えない期間（当初1ヶ月毎に確認し決定）ごとに、代表的な箇所の肉厚測定を実施し、必要厚さを満足していることを確認する。代表的な箇所については、当て板をしない部位から、肉厚の薄い箇所を選定する。

(2) 想定腐食速度の設定

前述の処置は、錆が除去されない支持架構及び補強材裏面との接触ダクト外板における腐食速度が、2mm/y未滿に留まることを前提としている。

以下にこの腐食速度設定妥当性/保守性の論拠を記述する。

① 海浜地区における炭素鋼暴露試験の知見に基づく妥当性の検討

推定類似環境における炭素鋼(軟鋼、鉄)の腐食速度に関する知見を整理する。対象は、海岸地方を中心とする大気暴露試験や損傷報告事例に止まらず類似環境である海水中(とりわけ厳しい条件となる干満部や飛沫部を含む)実験報告も含める。

上記条件における無塗装炭素鋼の腐

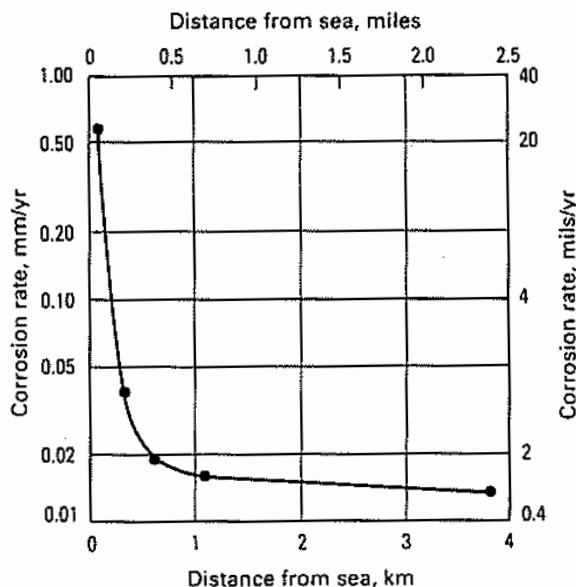


図 3.1 炭素鋼の腐食速度と海岸からの距離の関係(ブラジル、Aracaju)[5]

食データは、環境暴露試験の比較材としてしばしば採用されることからかなり広範に報告されている。大気及び海水に関する収集試験事例を添付資料-1 にまとめた。また、真水に対する試験については Handbook of Corrosion Data[4]にまとめられている。これらに基づけば、海浜地区、工業地区を含めた大気中暴露では、最大年間減肉量は約 $200 \mu\text{m/y}$ であり、海水(海水中、干満部、飛沫部を含む)暴露では試料中孔食深さでは約 1mm/y (但し、平均孔食速度としては約 $80 \mu\text{m/y}$ が記載されている)、腐食速度では海水飛沫部における約 $890 \mu\text{m/y}$ が報告中最大である。また、真水環境については $150\sim 180 \mu\text{m/y}$ (工業排水を含むデータであるが汚染度は不明)という腐食速度が報告されている[4]。さらに、立地条件としては類似する、海岸から 1km 以内の炭素鋼の腐食が約 $550 \mu\text{m/y}$ であること、対象が置かれる高さの影響を検討すると海拔約 8m 付近が最大であり、約 $600 \mu\text{m/y}$ (海岸から 25m の地点)であることが報告されている(図 3.1 及び図 3.2 参照)[5]。

なお、こうした環境暴露試験の通例として、期間が長期にわたるほど平均腐食速度は遅くなる。それは、酸化物(錆)自身が環境との接触を妨げる保護層となったり、生成物が酸素拡散の障害となるためである。前述の年間腐食速度の値はそうしたことを考慮して、資料中に数値として与えられない限り、1 年未満の値の外挿や連続するグラフの 1 年以内のほぼ直線部分の読み取りに基づいた値である。

以上の調査結果に基づけば、年間の想定腐食速度は、海岸近傍の炭素鋼腐食速度(最大 $500\sim 600 \mu\text{m/y}$ 、図 3.1 及び 2 参照)に基づき議論するのが自然だと思われるが、設定腐食速度は、腐食様相が異なる海水中の孔食($\approx 1.0\text{mm/y}$)や腐食生成物による腐食抑

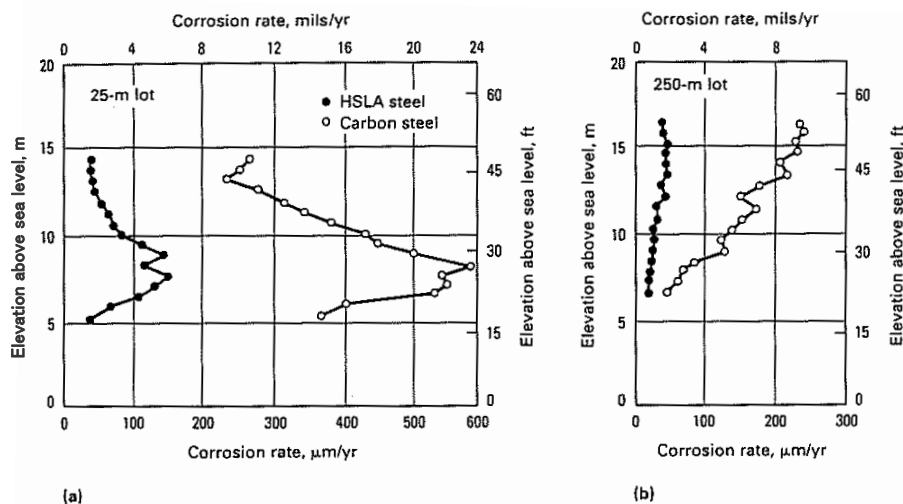


図 3.2 炭素鋼の腐食速度に与える海拔高度の効果、(a) 海岸から 25m 地点、
(b) 250m 地点[5]

制が期待できない飛沫部の腐食($\approx 890 \mu\text{m/y}$)を含めても十分裕度を有する値であるこ

と分かる。

また、腐食形態に関わらず、海浜(工業)地区大気、海中、潮の干満部及び飛沫部を含めた炭素鋼の暴露試験から得られた最大値に対して十分な裕度を持たせたことにより、既述 2.(2)で述べた腐食速度への影響因子のうち、1) 塗膜の有無や塗膜の失効時期、2) 腐食環境(海塩含有雨水)曝露時間、4) 海塩成分濃度、6) 導電率、7) (福井地方の)大気腐食成分の影響、について想定腐食速度(2mm/y)は余裕を持って包含することが期待できる。

② その他影響因子についての検討

1) pH について

炭素鋼の腐食速度に対する pH の依存性について図 3.3 に示す[6]。図によれば、pH4~10 程度では室温条件で大きな依存性はない。なお、この図は溶存酸素が 1cc/l に対する腐食速度を示しているが、大気と平衡(飽和空気条件)にある場合溶存酸素量は凡そ 6cc/l になることから年間腐食速度は、室温で 300 μ m/y、40°Cでは約 600 μ m/y に達するものと推定できる。対象とする水質は時間とともに濃化が進めば、pH は高くなることからある時点を越えてはやや速度は鈍るものと考えられる。

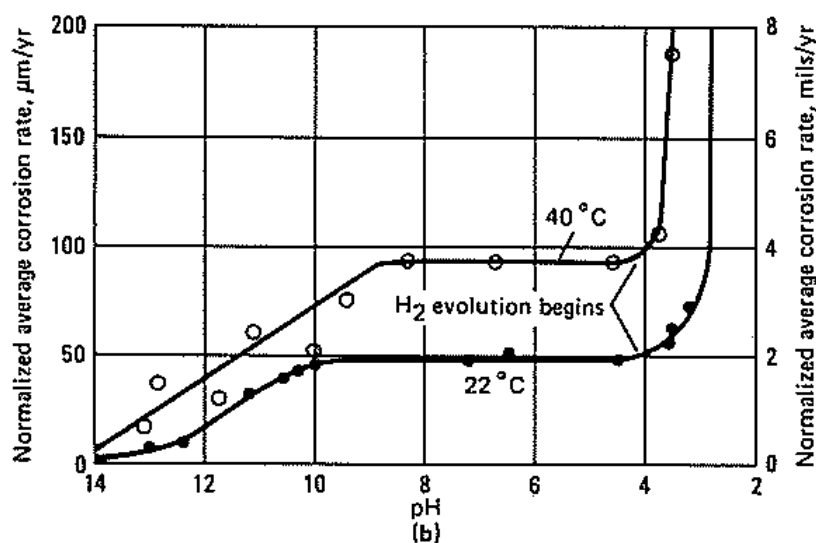


図 3.3 炭素鋼の腐食速度と水の pH の関係、溶存酸素 : 1cc/l[6]

2) 溶存酸素及び停留環境(静止水)について

溶存酸素が空気飽和条件にあって、静止水(純水)環境にあるとき炭素鋼の自然浸漬電位は Fe^{2+} の溶解域に対応する電位(-0.5V(SCE))以下であることが報告されている[7]。これは、同環境に炭素鋼の母(生)地が晒されている場合、腐食は全く止まらず進行する

ことを示しており、1000 時間 30℃の条件では 12.6mg/cm² (減重量を鉄により深さ換算；約 16 μ m、≒142 μ m/y)の腐食量が報告されている。報告中には試料の全体観察結果、及び表面粗さ計測結果も示されており、それによれば炭素鋼の場合はほぼ全面腐食様相であるが、最大深さ(粗さの偏り)は 200 μ m(そのままの時間外挿で約 1.75mm/y)であったと報告されている。同報告では、試験条件として飽和空気条件の湿潤雰囲気(湿度≧100%)についても示されており、腐食量は 7.44mg/cm²(減重量を鉄により深さ換算；約 9.5 μ m、≒84 μ m/y)であって、腐食性状などは水滴凝結部では静止水条件と同じであると報告されている。

一方、研磨されていない表面に酸化物が存在する条件では、腐食量は静止水中、湿潤環境とも約 1/4 に留まることも示されている。

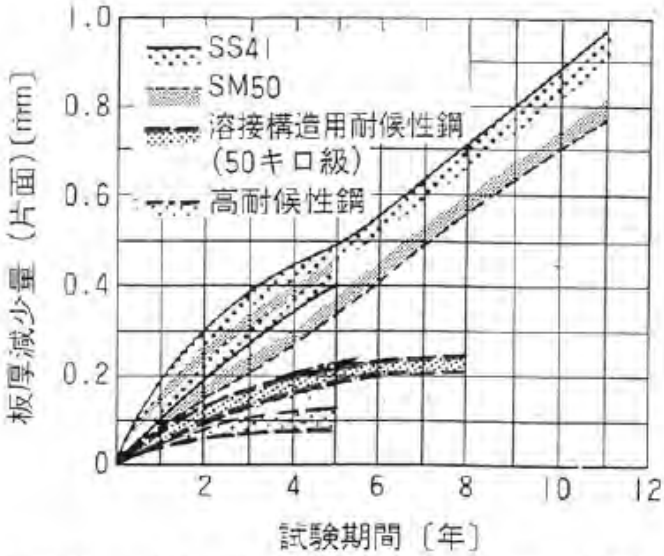
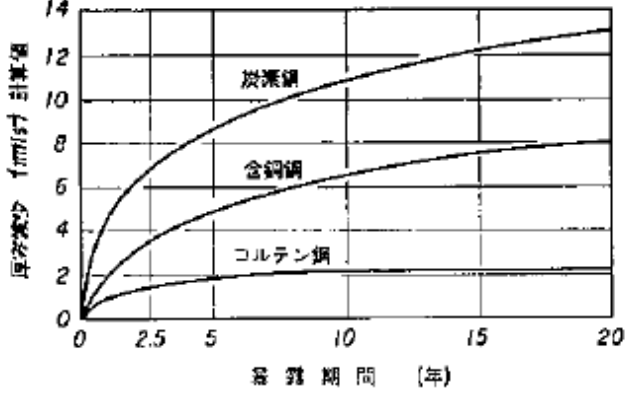
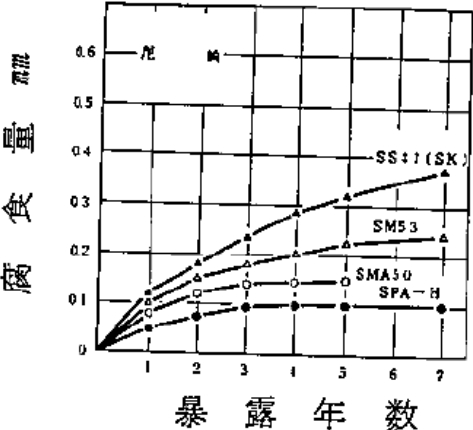
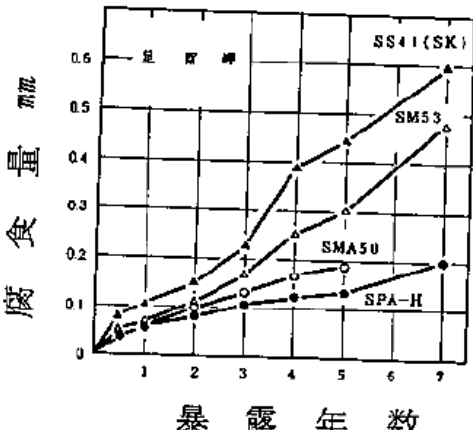
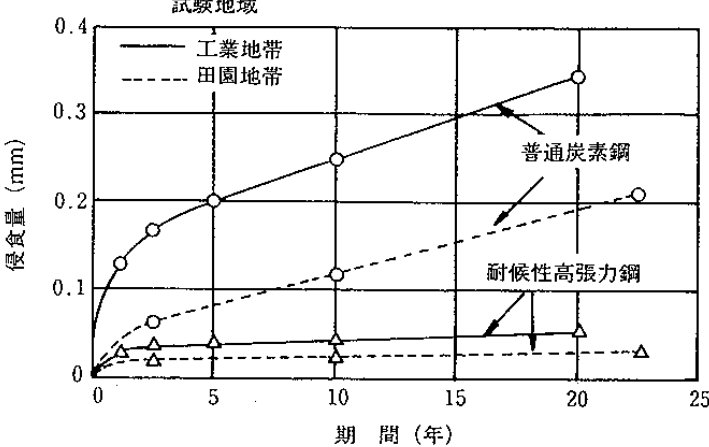
これらの結果に基づけば、想定腐食速度は 3) 酸素供給条件や 5) pH(4.4~10.9)のばらつきを考慮しても余裕を有していることが期待できる。

一方、現実的に問題となる支持架構及び補強材裏面と接触するダクト外板には空気が流入する開口部(未溶接部)を含め既に錆が発生していることから、内部の酸素供給は抑制されるものと推定される。海水中の溶存酸素が低くなると炭素鋼の腐食速度が著しく低くなることが報告[8]されており、当該部の腐食速度は想定速度よりも十分低くなるものと推定される。

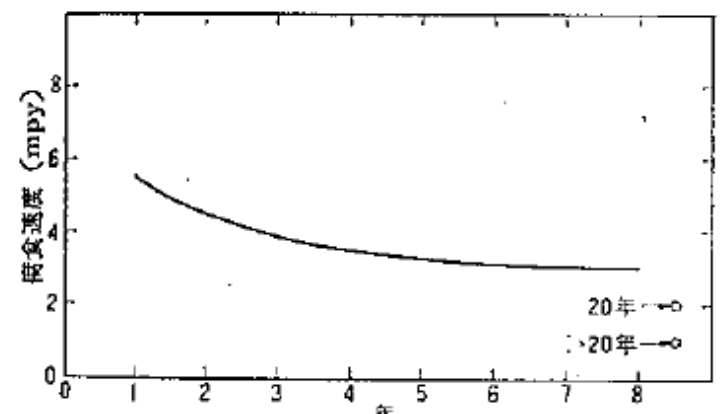
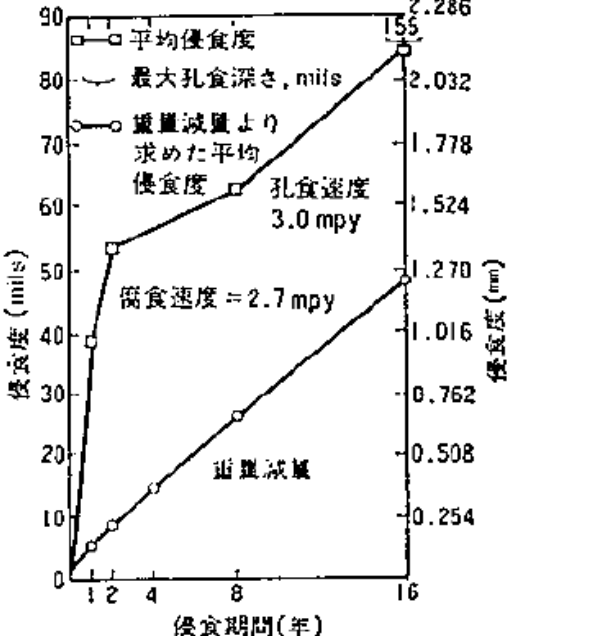
参考文献(添付資料については省略)

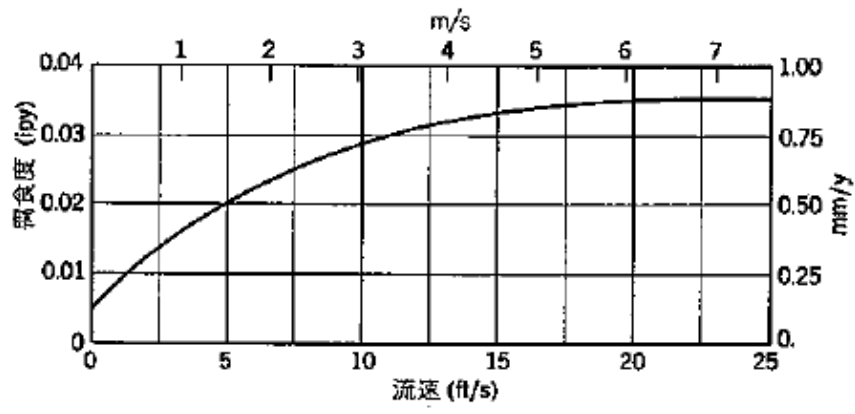
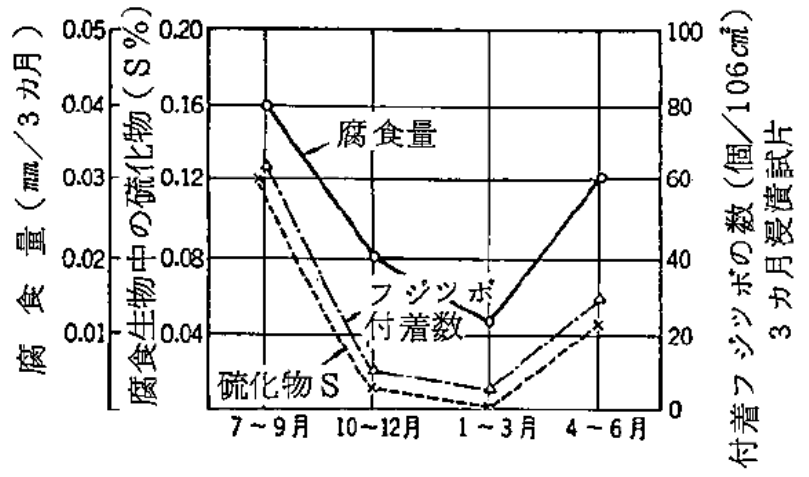
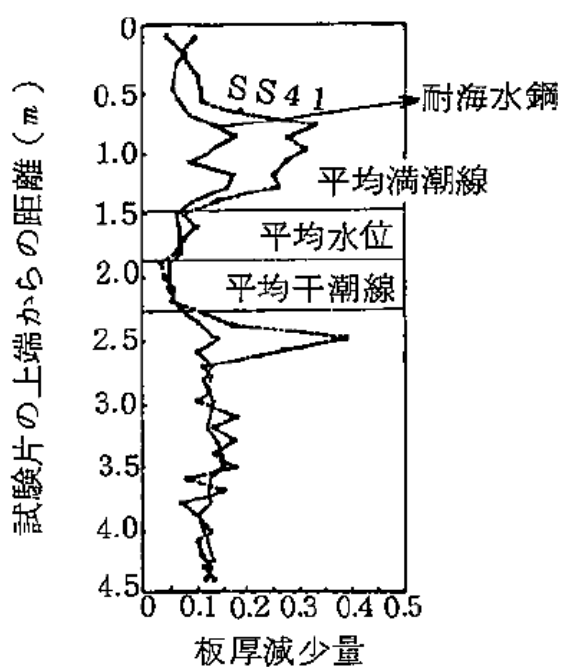
- [1] 例えば、北村、公害と対策、Vol.27、No.2(1991)150-153.
- [2] 鋼道路橋塗装便覧、社団法人日本道路協会(1990).
- [3] 林田ら、北海道開発土木研究所月報、No.629(2005)18-26.
- [4] Handbook of Corrosion Data, 2nd Edition(Ed. B.D.Craig and A.S.Anderson), ASM International(1995).
- [5] ASM Specialty Handbook, Carbon and Alloy Steel, ASM(1996).
- [6] G.W.Whitman, et al., Industrial & Chemistry(1924).
- [7] 岩堀ら、火力原子力発電、Vol.35、No.5(1983).
- [8] 佐藤ら、第 55 回材料と環境討論会、D-103(2008).

海水中、大気中腐食関連図表

環境	図表	出展
大気中	 <p>図10. 臨海工業地帯及び海岸地帯の板厚減少量の暴露試験期間依存性</p>	腐食防食協会編：腐食防食データブック、丸善（1998）
大気中	 <p>図5 Kearny (N. J.)における大気暴露試験結果</p> <p>* 1mils=0.0254mm</p>	各種腐食事例と最新防食設計・施工技術—総合資料集— 経営開発センター出版部（昭和54年） p 69
大気中	 <p>図6 工業地帯の耐候性試験例</p>  <p>図7 海岸地帯の耐候性試験例</p>	各種腐食事例と最新防食設計・施工技術—総合資料集— 経営開発センター出版部（昭和54年） p 70
大気中	 <p>図1.3 鋼の長期大気暴露試験による侵食量⁷⁾</p>	防錆・防食技術総覧編集委員会編：防錆・防食技術総覧、（株）新協、p100（2000）

<p>大気中</p>	<p>① 暴露地区別腐食量 (キルド鋼)</p> <p>*g/dm²=g/100cm²→鉄換算で 1.27×10⁻²mm</p>	<p>日本学術振興会編： 金属防蝕技術便覧、 日刊工業新聞社 p213 (1972)</p>
<p>大気中</p>	<p>図 4.13 各種鋼材の地区別大気腐食量比較図 (暴露期間昭和35~40年)</p> <p>*g/200cm²→鉄換算で 0.64×10⁻²mm</p>	<p>日本学術振興会編： 金属防蝕技術便覧、 日刊工業新聞社 p214 (1972)</p>

<p>大気中</p>	<p>表 8.5 鋼の大気腐食に対する低合金成分の効果 (8年間暴露).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">鋼種</th> <th colspan="4">化学成分 (%)</th> <th colspan="2">厚さの減少</th> </tr> <tr> <th>C</th> <th>P</th> <th>Cu</th> <th>その他</th> <th>mm</th> <th>mil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">工業大気(Kearney, N. J.)²⁰⁾</td> </tr> <tr> <td>炭素鋼</td> <td>0.2</td> <td>0.02</td> <td>0.03</td> <td></td> <td>0.20</td> <td>8.0</td> </tr> <tr> <td>含銅鋼</td> <td>0.2</td> <td>0.02</td> <td>0.3</td> <td></td> <td>0.11</td> <td>4.4</td> </tr> <tr> <td>低Cr鋼</td> <td>0.09</td> <td>0.2</td> <td>0.4</td> <td>1Cr</td> <td>0.048</td> <td>1.9</td> </tr> <tr> <td>低Ni鋼</td> <td>0.2</td> <td>0.1</td> <td>0.7</td> <td>1.5Ni</td> <td>0.051</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">温暖海洋大気^{a)} (Kure Beach, N. C.)²⁰⁾</td> </tr> <tr> <td>炭素鋼</td> <td>0.2</td> <td>0.02</td> <td>0.03</td> <td></td> <td>0.24</td> <td>9.5</td> </tr> <tr> <td>含銅鋼</td> <td>0.2</td> <td>0.01</td> <td>0.2</td> <td></td> <td>0.15</td> <td>5.8</td> </tr> <tr> <td>低Cr鋼</td> <td>0.1</td> <td>0.14</td> <td>0.4</td> <td>1Cr</td> <td>0.069</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>低Ni鋼</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.7</td> <td>1.5Ni</td> <td>0.076</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">熱帯海洋大気(Panama 運河)³¹⁾</td> </tr> <tr> <td>炭素鋼</td> <td>0.25</td> <td>0.08</td> <td>0.02</td> <td></td> <td>0.52</td> <td>20.4</td> </tr> <tr> <td>含銅鋼</td> <td>0.2</td> <td>0.004</td> <td>0.24</td> <td></td> <td>0.45</td> <td>17.6</td> </tr> <tr> <td>低Cr鋼</td> <td>0.07</td> <td>0.008</td> <td>0.1</td> <td>3.2Cr</td> <td>0.23</td> <td>9.1</td> </tr> <tr> <td>低Ni鋼</td> <td>0.2</td> <td>0.04</td> <td>0.6</td> <td>2.1Ni</td> <td>0.19</td> <td>7.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>a) 7.5年間暴露.</p>	鋼種	化学成分 (%)				厚さの減少		C	P	Cu	その他	mm	mil	工業大気(Kearney, N. J.) ²⁰⁾							炭素鋼	0.2	0.02	0.03		0.20	8.0	含銅鋼	0.2	0.02	0.3		0.11	4.4	低Cr鋼	0.09	0.2	0.4	1Cr	0.048	1.9	低Ni鋼	0.2	0.1	0.7	1.5Ni	0.051	2.0	温暖海洋大気 ^{a)} (Kure Beach, N. C.) ²⁰⁾							炭素鋼	0.2	0.02	0.03		0.24	9.5	含銅鋼	0.2	0.01	0.2		0.15	5.8	低Cr鋼	0.1	0.14	0.4	1Cr	0.069	2.7	低Ni鋼	0.1	0.1	0.7	1.5Ni	0.076	3.0	熱帯海洋大気(Panama 運河) ³¹⁾							炭素鋼	0.25	0.08	0.02		0.52	20.4	含銅鋼	0.2	0.004	0.24		0.45	17.6	低Cr鋼	0.07	0.008	0.1	3.2Cr	0.23	9.1	低Ni鋼	0.2	0.04	0.6	2.1Ni	0.19	7.5	<p>「腐食反応とその制御 (第3版)」、産業図書、1989.12.20 P.175</p>
鋼種	化学成分 (%)				厚さの減少																																																																																																																			
	C	P	Cu	その他	mm	mil																																																																																																																		
工業大気(Kearney, N. J.) ²⁰⁾																																																																																																																								
炭素鋼	0.2	0.02	0.03		0.20	8.0																																																																																																																		
含銅鋼	0.2	0.02	0.3		0.11	4.4																																																																																																																		
低Cr鋼	0.09	0.2	0.4	1Cr	0.048	1.9																																																																																																																		
低Ni鋼	0.2	0.1	0.7	1.5Ni	0.051	2.0																																																																																																																		
温暖海洋大気 ^{a)} (Kure Beach, N. C.) ²⁰⁾																																																																																																																								
炭素鋼	0.2	0.02	0.03		0.24	9.5																																																																																																																		
含銅鋼	0.2	0.01	0.2		0.15	5.8																																																																																																																		
低Cr鋼	0.1	0.14	0.4	1Cr	0.069	2.7																																																																																																																		
低Ni鋼	0.1	0.1	0.7	1.5Ni	0.076	3.0																																																																																																																		
熱帯海洋大気(Panama 運河) ³¹⁾																																																																																																																								
炭素鋼	0.25	0.08	0.02		0.52	20.4																																																																																																																		
含銅鋼	0.2	0.004	0.24		0.45	17.6																																																																																																																		
低Cr鋼	0.07	0.008	0.1	3.2Cr	0.23	9.1																																																																																																																		
低Ni鋼	0.2	0.04	0.6	2.1Ni	0.19	7.5																																																																																																																		
<p>大気中</p>	<p>銑子における炭素鋼の暴露試験結果：1年、もしくは2年の試験で0.1mm/年を超える様な腐食は生じていない。</p> <p style="color: red; text-align: center;">* 転用不可のため、結果のみ記載。</p>	<p>NIMS 腐食データシート No.3A</p>																																																																																																																						
<p>海中</p>	 <p>図 2.18 海水中における軟鋼の腐食速度</p> <p>* 1mpy=0.0254mm/year</p>	<p>海中構造物 腐食の実態と対策 —データを中心として—</p> <p>善 一章 鹿島出版会 P30</p>																																																																																																																						
<p>海中</p>	 <p>図 2.21 海水中における炭素鋼の腐食</p> <p>* 1mpy=0.0254mm/year * 1mils=0.0254mm</p>	<p>海中構造物 腐食の実態と対策 —データを中心として—</p> <p>善 一章 鹿島出版会 P31</p>																																																																																																																						

<p>海水</p>	 <p>図 6.11 海水による銅の腐食に対する流速の影響 (F. LaQue, <i>Corrosion Handbook</i> (H. H. Uhlig, ed.), p. 391, Wiley, New York, 1948).</p> <p>* 1mpy=0.0254mm/year</p>	<p>「腐食反応とその制御 (第3版)」、産業図書、1989.12.20 P.107</p>
<p>海中</p>	 <p>図 16 各季節ごとの鋼 (SS 41) の腐食要因の関係</p>	<p>各種腐食事例と最新防食設計・施工技術—総合資料集—</p> <p>経営開発センター出版部 (昭和 54 年) p 80</p>
<p>大気～海中</p>	 <p>図 20 1Cr-0.2Cu-0.8Si-0.2Mo系耐海水鋼と普通鋼 (SS 41) の腐食量の比較 (戸畑, 1年間)</p>	<p>各種腐食事例と最新防食設計・施工技術—総合資料集—</p> <p>経営開発センター出版部 (昭和 54 年) p 84</p>

<p>大気～海中</p>	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">板厚減少量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.10</td> <td>0.18</td> </tr> <tr> <td>0.33</td> <td>0.61</td> </tr> <tr> <td>0.11</td> <td>0.51</td> </tr> <tr> <td>0.05</td> <td>0.52</td> </tr> <tr> <td>0.05</td> <td>0.37</td> </tr> <tr> <td>0.12</td> <td>0.11</td> </tr> <tr> <td>0.14</td> <td>0.11</td> </tr> <tr> <td>0.13</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>0.12</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>0.12</td> <td>0.12</td> </tr> <tr> <td>0.10</td> <td>0.13</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">図 1.4 海中深さ別の鋼材の腐食</p>	板厚減少量		0.10	0.18	0.33	0.61	0.11	0.51	0.05	0.52	0.05	0.37	0.12	0.11	0.14	0.11	0.13	0.10	0.12	0.10	0.12	0.12	0.10	0.13	<p>「金属の腐食事例と各種防食対策」、(株)テクノシステム (1993.10.23 初版) P.42</p>
板厚減少量																										
0.10	0.18																									
0.33	0.61																									
0.11	0.51																									
0.05	0.52																									
0.05	0.37																									
0.12	0.11																									
0.14	0.11																									
0.13	0.10																									
0.12	0.10																									
0.12	0.12																									
0.10	0.13																									
<p>海中</p>	<p>海洋環境における普通鋼の腐食速度としては、腐食試験片を海洋各環境（大気、飛沫帯、干満帯、海水中、海底土中）に暴露又は浸せきして得られた測定値がある。代表的な腐食速度の値（単位mm/year）を年代順に整理して記述すると、Larrabee¹⁵⁾ (1944) はいずれも海水中の値として0.191 (Brusc), 0.097 (Dunkerque), 0.084 (Concarneau), 0.196 (Brest), 0.147 (Sandy Hook), 0.102 (Kure Beach), 0.168 (San Francisco), 0.104 (Bayonne), 0.097 (Cape May), Hudson¹⁶⁾ (1950) ไร่はいずれも海水中の値として0.137~0.160 (Plymouth), 0.069 (Emsworth), 0.124 (Gosnort), 0.109 (Caernarvou), Hudson¹⁷⁾ (1957) ไร่は海水中の値として0.122 (Kure Beach), Marin¹⁸⁾ (1963) ไร่は飛沫帯0.026, 干満帯0.077, 海水中0.112 (以上いずれもHalifax), 大気0.038, 干満帯0.113, 海水中0.069 (以上いずれもPlymouth); 大気0.045, 干満帯0.024, 海水中0.093 (以上いずれもAuckland), Brauns¹⁹⁾ (1967) ไร่は飛沫帯0.088, 干満帯0.138, 海水中0.107 (以上いずれもHeloland), 久保田²⁰⁾ (1969) ไร่は海水中の値として0.136 (川崎港), 森本²¹⁾ (1970) ไร่は大気0.18, 干満帯0.24, 海水中0.23 (以上いずれも炭路島), 高村²²⁾ (1970) ไร่は大気0.45, 飛沫帯0.052~0.058, 干満帯0.31 (以上いずれも尼崎), 玉田²³⁾ (1972) ไร่は海水中0.118 (川崎), 大気0.044~0.058 (福山), 干満帯0.052~0.058 (福山) というような値を発表している。</p>	<p>各種腐食事例と最新防食設計・施工技術—総合資料集— 経営開発センター出版部 (昭和54年) p.574</p>																								
<p>海中</p>	<p style="text-align: center;">図 1.5 海中部の鋼材の板厚減少量の経年変化</p>	<p>「金属の腐食事例と各種防食対策」、(株)テクノシステム (1993.10.23 初版) P.43</p>																								

添付資料-13

屋外排気ダクトの構造及び腐食孔廻りの特徴

1. 屋外排気ダクトの構造

屋外排気ダクトは、耐震Aクラスで設計しており、強固な支持架構及び補強材によって構成されている。

・主な特徴

- ① ダクト補強材には溝形鋼及びL型鋼が使用され、ダクトの歪み防止のため、断続すみ肉溶接にて取り付けられている。(写真A)
- ② 伸縮継手取り付けフランジにも溝形鋼を採用し、ネオプレンゴム製の伸縮継手を外側から取り付ける構造としている。このため、伸縮継手の設置場所によっては、溝形鋼は雨樋のように上に開いた形となっている。当該箇所については、平成11年の全面補修塗装の際に、溝形鋼の側面に水抜き穴を設けている。(写真C、E、G、拡大図①)
- ③ ダクト支持架構については、ダクトを基礎上に配置してから、支持架構を据付けるため、ダクトと接する面について、全周溶接を施せない部分がある。(写真B、C、D、拡大図②)

2. 現場調査

屋外排気ダクトで発生した腐食孔箇所の上部の支持架構(鉛直)から晴天にも係わらず水滴の滴下が認められたため、この滴下水により継続的に湿潤状態となって、部分的に腐食の進行が進み易い状態になっている可能性について調査した。図-1に全体の排気ダクト図を示し、その滴下水が確認された拡大図を図①に示す。

1) 滴下水箇所の観察

腐食孔の上部の支持架構(鉛直)下部の観察の結果は以下のとおり。

- ① 支持架構(中空角型はり)下部の一角から2秒に1滴程度の滴下水が確認された。その一角のみ著しい発錆が確認される。
- ② その滴下水が流れ出す伸縮継手取付フランジ上部(雨樋構造)内側は、錆が厚く堆積して、水により濡れている。
- ③ その水は、伸縮継手取付フランジ上部の水抜き穴を通り、伸縮継手、伸縮継手取付フランジ下部へと伝わって落ち、伸縮継手取付フランジ下部の一部が発錆していた。(写真E)
- ④ さらに、水は伸縮継手取付フランジ下部上面を伝わり、腐食状況の痕跡から、もう片方の錆たれ部貫通孔側にも流れこんでいた。(写真F・H)
- ⑤ 伸縮継手取付フランジ下部から滴下した水は、レインフード上に水溜りとなっていた。(写真H)

2) 滴下水に至る水の浸入経路の調査

滴下水に至る水の浸入経路特定のため、上述の支持架構(鉛直)について、最上部から、滴下水箇所(最下部)にかけて、目視による調査を行った。調査の結

果は以下のとおり。

①支持架構(鉛直)の最上部とダクト上部の支持架構(水平)(写真B)

屋外排気ダクトを設置する際、工場で製作されたダクトを基礎上に配置し、その後、支持架構を取り付けるため、ダクトと接する面については、溶接ができない部分があるため、この未溶接部から、支持架構内部に雨水が浸入する可能性がある。

②支持架構(鉛直)中間部

水の浸入できるような腐食、割れは確認されない。

③支持架構(鉛直)の最下部とダクト下部の支持架構(水平)

(写真C、D、拡大図①・②)

①と同様な理由から、ダクトと接触する面については、溶接ができない部分があるため、この未溶接部から、支持架構内部に雨水が浸入する可能性がある。その直下の一角から、滴下水が確認された。

④滴下水があった支持架構(鉛直)と同様の構造、取り付けを行っている支持架構が、1箇所のみ確認され、最下部の支持架構(水平)との未溶接部から水たれの痕跡があることを確認した。図-2にその写真を示す。

3. 滴下水の発生原因

ダクト上面、側面部に降った雨水が、支持架構(鉛直)最下部の未溶接部分から支持架構(水平)内に浸入し、その水が滴下していると特定した。

腐食孔箇所の上部に位置する支持架構(鉛直)の滴下水により、伸縮継手取付フランジ(雨樋構造)上部の水抜き穴、伸縮継手、伸縮継手取付フランジ下部からの滴下水により当該腐食貫通部付近は継続的に湿潤状態となって、腐食が進行し易い状態になっていた。

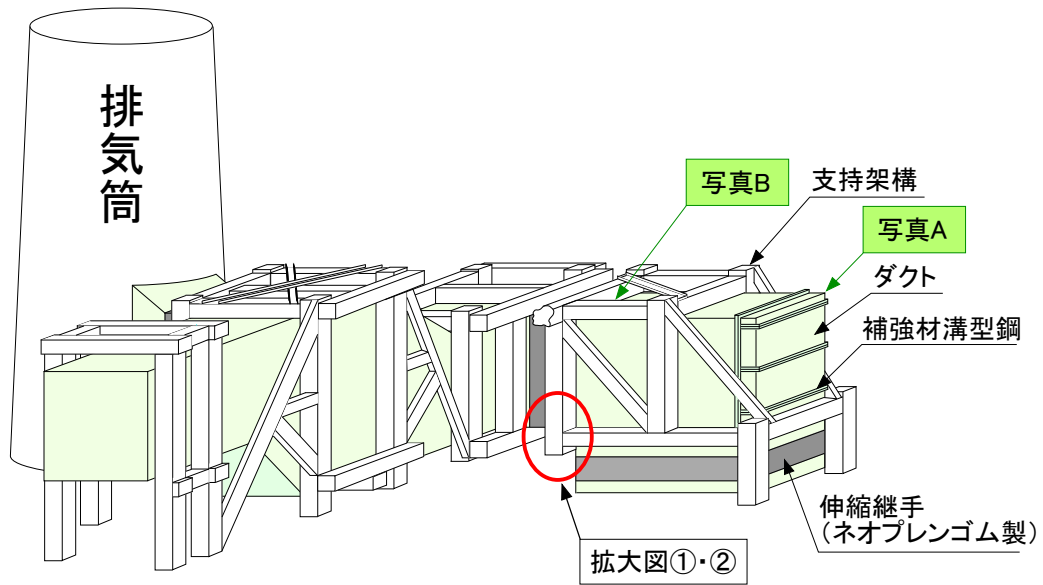
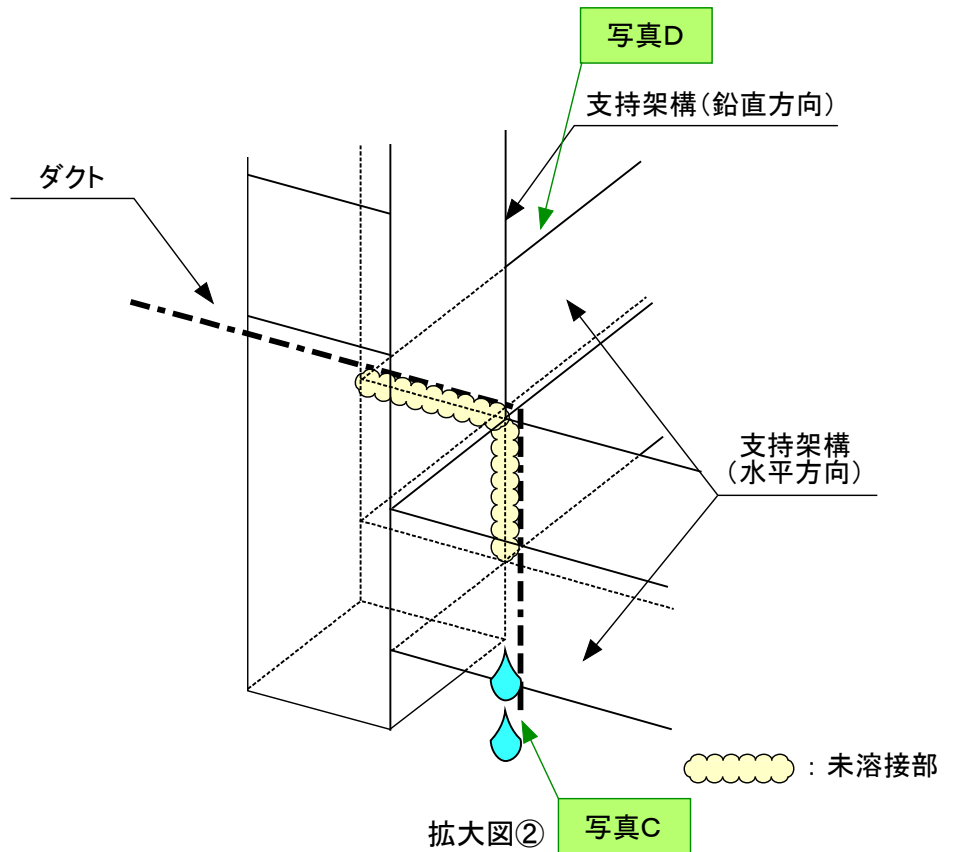
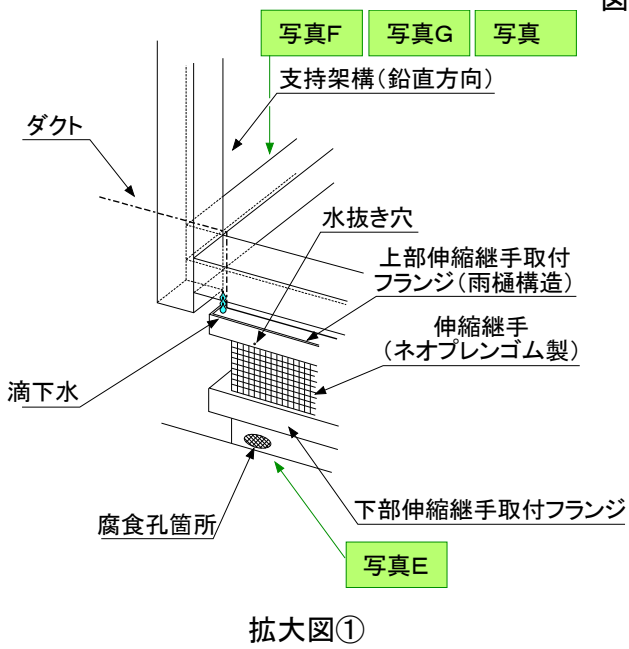
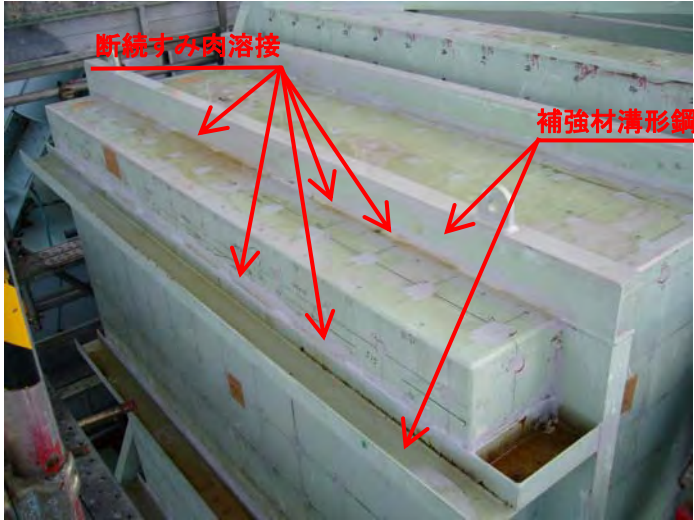
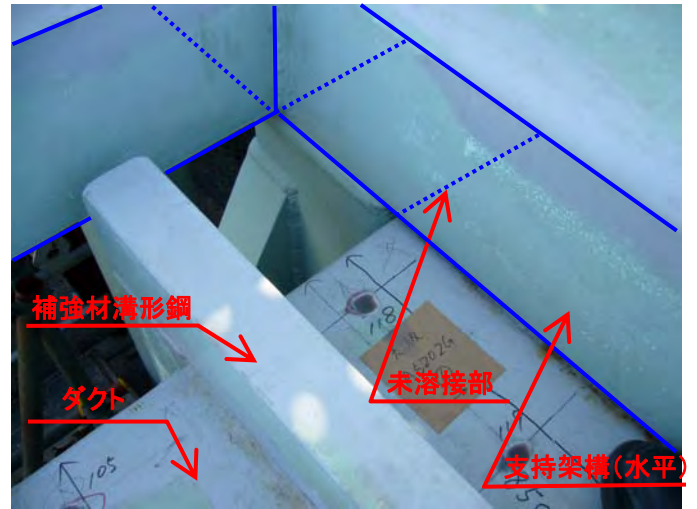


図-1 屋外排気ダクト全体図

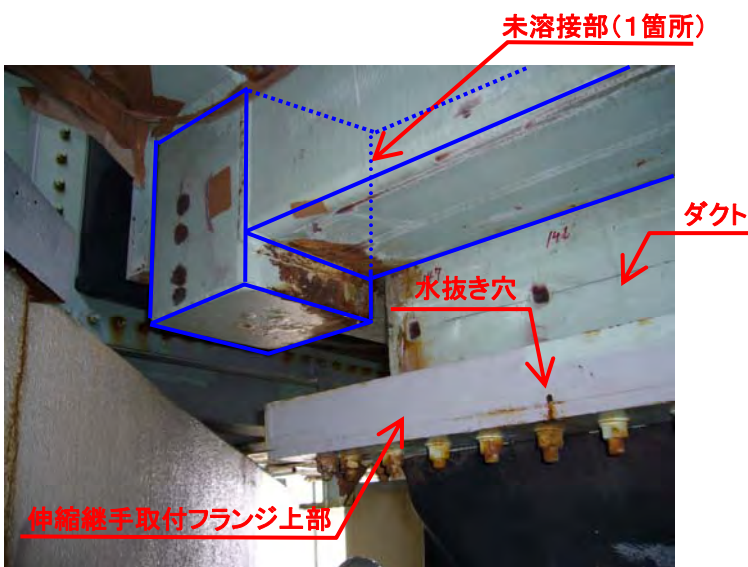




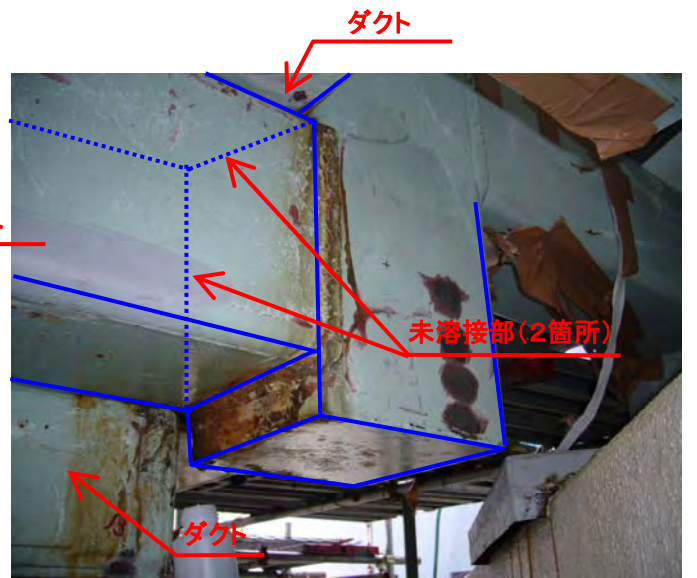
写真A



写真B



写真C



写真D

伸縮継手取付フランジ上部

水抜き穴



写真E

伸縮継手取付フランジ上部



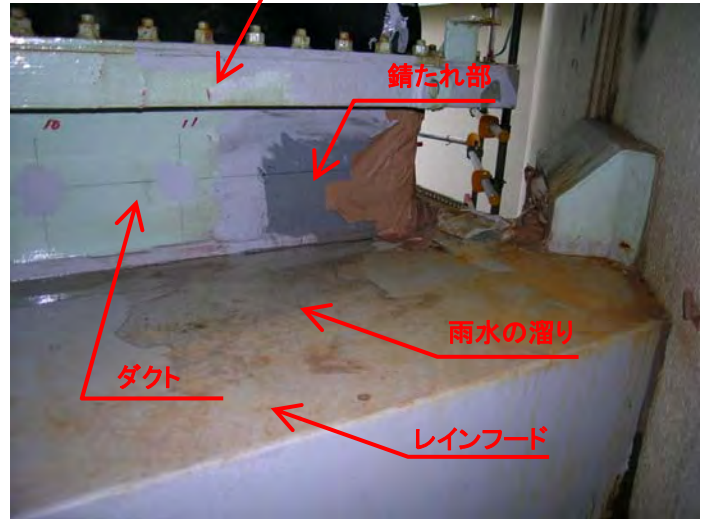
写真F

伸縮継手取付フランジ下部

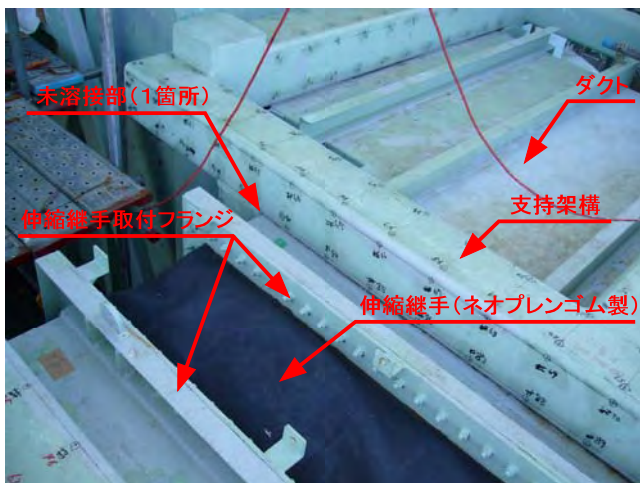
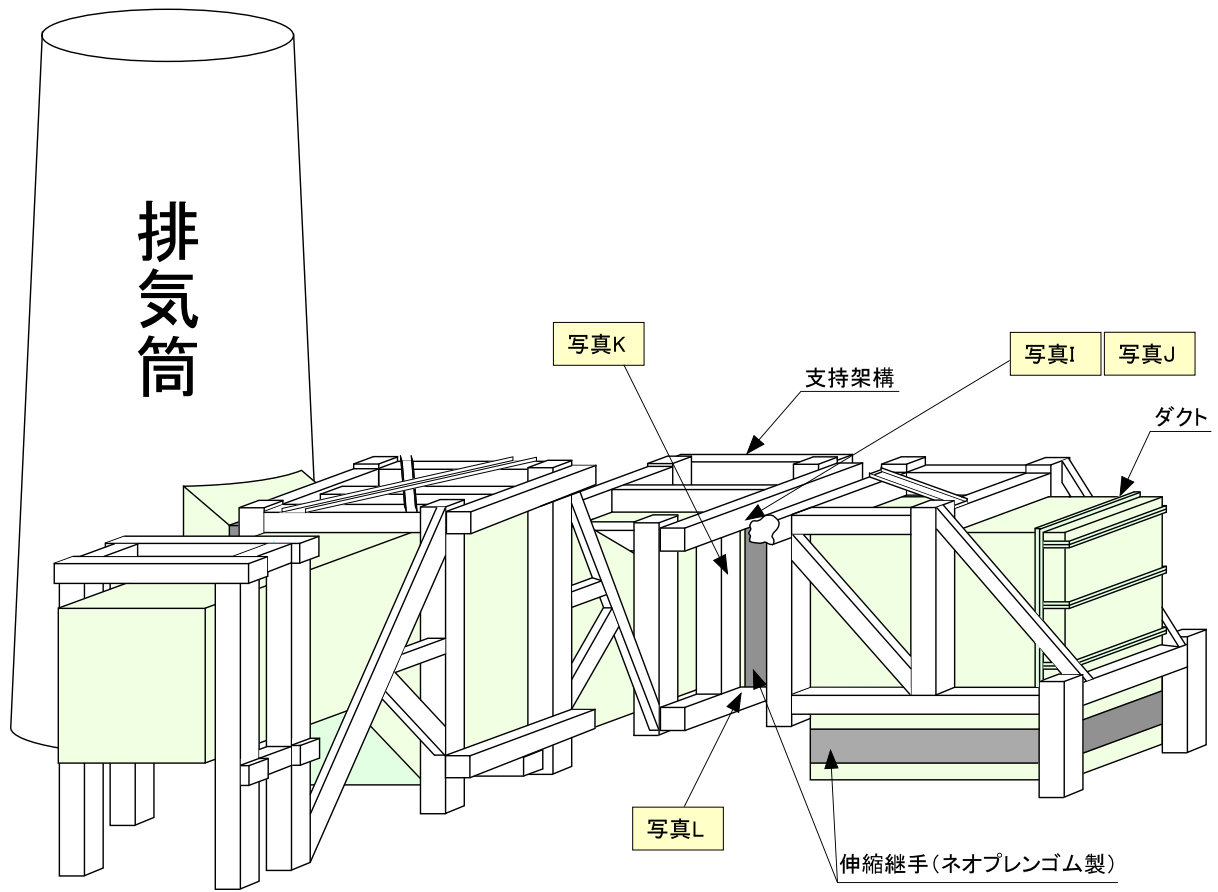


写真G

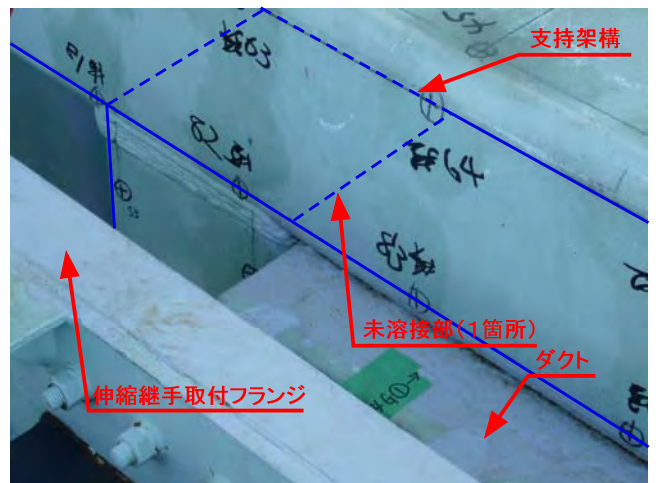
伸縮継手取付フランジ下部



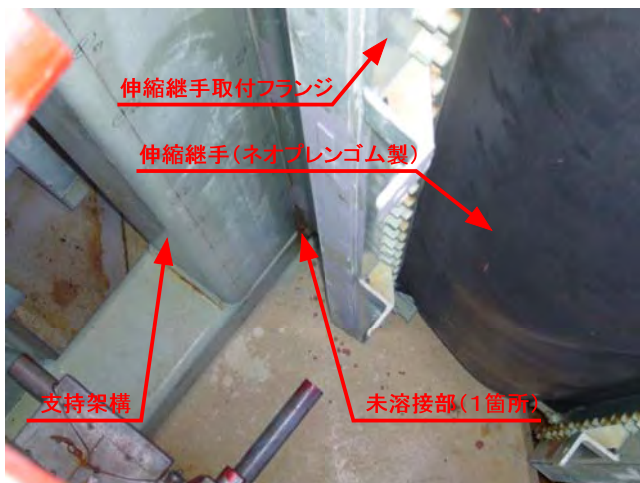
写真



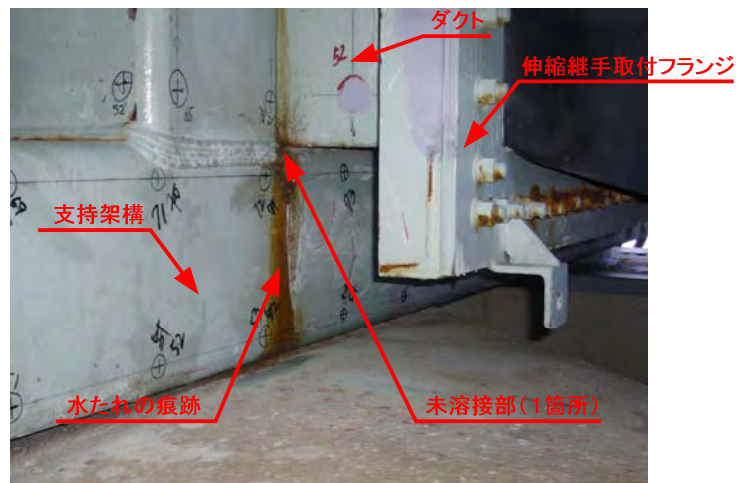
写真I



写真J(写真I拡大)



写真K



写真L

図-2 滴下水場所と同様の構造をした支持架構部
添13-7

添付資料-14

塗装仕様及びダクト補修の作業手順

屋外排気ダクト 塗装仕様

	建設時				H11年度 塗装時			
	使用塗料	系統	製造メーカー	標準膜厚 (μ)	使用塗料	系統	製造メーカー	標準膜厚 (μ)
下塗り1回目	ズボイドHB 速乾下塗	亜鉛化鉛さび 止めペイント (JIS K5623)	大日本塗料	50	ハイポン20 エース	エポキシ樹脂 塗料 (JIS K5551)	日本ペイント	60
下塗り2回目	—	—	—	—	ハイポン20 エース	エポキシ樹脂 塗料 (JIS K5551)	日本ペイント	60
中塗り	ズボイド Z型中塗	フェノール 樹脂系雲母状 酸化鉄塗料 (JIS K5554 ^{※1})	大日本塗料	35	ハイポン30 マスチック 中塗	エポキシ樹脂 塗料 (JIS K5551)	日本ペイント	30
上塗り1回目	ズボイド Z型#30	塩化ゴム系塗料 (JIS K5639 ^{※1})	大日本塗料	25	ハイポン50 上塗	ポリウレタン 塗料 (JIS K5659 ^{※2})	日本ペイント	25
上塗り2回目	ズボイド Z型#30	塩化ゴム系塗料 (JIS K5639 ^{※1})	大日本塗料	20	—	—	—	—

※1 2008.10.1廃止

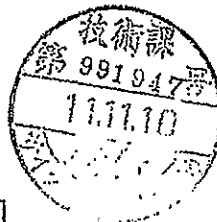
※2 旧JIS K5657

高速増殖炉もんじゅ

図 書 番 号											改 訂				
図書分類			全 系 統				サブシステム				補 助		番 号		
R	3	4	6	6	1	Y	9	9	2	3	7	-	-	Z	0

担当課	課 長	合 議	担 当
P2課			

核燃料サイクル開発機構、高速増殖原型炉もんじゅ



<p>図 書 名</p> <p>原子炉補助建物屋上ダクト塗装作業</p> <p>工 事 報 告 書</p>

MASTER

平成11年11月10日

会社名



										サイクル機構	承認	審査	承認	担当
										承認	担当	作成		

外観検査記録 (ケレン)									
工 事 件 名	原子炉補助建物屋上ダクト塗装作業	検 査 場 所	屋上ダクト						
検 査 年 月 日	平成 11年 9月 29日	検 査 者							
No	点 検 項 目	判 定 基 準	判 定 備 考						
1	側面外観検査	屋上ダクト側面に錆、ケレン粉が無い事。	Ⓔ・否						
2	上部外観検査	屋上ダクト上部に錆、ケレン粉が無い事。	Ⓔ・否						
3	サポート、架台 外 観 検 査	"	Ⓔ・否						
4	膜 厚 確 認	各個所のケレン後膜厚を記録する。	Ⓔ・否						
5	総合外観検査	上部項目に全て適している事。	Ⓔ・否						
6			良・否						
7			良・否						
8			良・否						
9			良・否						
10			良・否						
特 記 事 項									
<table border="1"> <tr> <td>JNC 股</td> <td>品 質</td> <td>担 当</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="background-color: black; height: 20px;"></td> </tr> </table>				JNC 股	品 質	担 当			
JNC 股	品 質	担 当							

外観検査記録 (塗装後)										
工 事 件 名	原子炉補助建物屋上ダクト塗装作業	検 査 場 所	屋上ダクト							
検 査 年 月 日	平成 11年 10月 27日	検 査 者	[Redacted]							
No	点 検 項 目	判 定 基 準	判 定	備 考						
1	側面外観検査	屋上ダクト側面に塗膜のムラ、スケ等が無い事。	Ⓔ・否							
2	上部外観検査	屋上ダクト上部に塗膜のムラ、スケ等が無い事。	Ⓔ・否							
3	塗装状態確認	屋上ダクト、サポート、架台の塗装の状態を確認する。	Ⓔ・否							
4	総合外観検査	上部項目に全て適している事。	Ⓔ・否							
5	膜厚検査	各個所の下塗の膜厚をチェック記録する。	Ⓔ・否	下塗 2 回						
6	"	各個所の中塗の "	Ⓔ・否							
7	"	各個所の上塗の "	Ⓔ・否							
8			良・否							
9			良・否							
10			良・否							
特 記 事 項										
<table border="1"> <tr> <td>JNC 殿</td> <td>品 質</td> <td>担 当</td> </tr> <tr> <td colspan="3">[Redacted]</td> </tr> </table>					JNC 殿	品 質	担 当	[Redacted]		
JNC 殿	品 質	担 当								
[Redacted]										

最終外観検査記録

核燃料サイクル開発機構		高速増殖原型炉もんじゅ	管理番号							
系統番号	系統名称	場所	機器名称							
		A/B 屋上	A/B 屋上ダクト							
検査日	平成11年11月9日	検査者	[Redacted]							
No	点検項目	判定基準	結果	備考						
1	ダクト外観状態	腐蝕や劣化等がないこと 塗装状態に異常がないこと 屋上ダクトの健全性が確保されていること	⊙							
2	片付け、清掃状況	異常のないこと	⊙							
3	その他異常はないか	異常のないこと	⊙							
立会確認年月日： 11年11月9日			<table border="1"> <tr> <td colspan="2">樽田辺商行</td> </tr> <tr> <td>品質</td> <td>担当</td> </tr> <tr> <td colspan="2">[Redacted]</td> </tr> </table>		樽田辺商行		品質	担当	[Redacted]	
樽田辺商行										
品質	担当									
[Redacted]										
客先担当殿： 〇〇 [Redacted]			判定： 合格							

工事要領 工事名：原子炉補助建物屋上ダクト塗装作業

No	作業手順	注意事項	機材等	確認				備考	
				請負会社		客先			
				作責	品管	安全	作責		
3	足場組み立て 1) ダクトの周囲に作業用の足場の組み立てを行う。 2) 足場組み立て後の確認	<ul style="list-style-type: none"> 高所作業時は安全帯着用の事。 作業場の整理整頓がなされていることを確認する事。 養生ネットを張る、飛散防止・落下防止 	<ul style="list-style-type: none"> 足場材一式 工具一式 	9/26 9/27 9/30 9/31 9/1 9/2 9/3 9/6 9/7 9/8 9/9 9/10	/	9/26 9/27 9/30 9/31 9/1 9/2 9/3 9/6 9/7 9/8 9/9 9/10	◎	9/10	工事写真
4	ダクト、サポート及び架台ケレン 1) ディスクサンダー、ワイヤブラシを使用して、ケレンを行う。	<ul style="list-style-type: none"> 高所作業時は安全帯着用の事。 周囲の状況を確認する事。 防じんマスク、メガネを使用する事。 第3種ケレンを確実にを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ディスクサンダー ワイヤブラシ 発電機 	9/8 9/9 9/10 9/13 9/14 9/15 9/16 9/17 9/18 9/20 9/24 9/27 9/28 9/29	/	9/8 9/9 9/10 9/11 9/12 9/13 9/14 9/15 9/16 9/17 9/18 9/20 9/24 9/27 9/28 9/29	/	/	工事写真
5	外観目視検査 1) ケレン後のダクトの外観目視点検を行う。 ①著しい発錆箇所のチェックを行う。 ②塗膜の劣化箇所のチェックを行う。	<ul style="list-style-type: none"> 高所作業時は安全帯着用の事。 周囲の状況を確認する事。 	<ul style="list-style-type: none"> 一般工具一式 検査記録 	◎	/	◎	◎	9/29	工事写真

〔確認部分の立会項目〕 ◎：作業中に同時立会 ○：作業完了後の立会 /：該当無し又は不要

工事要領 工事名：原子炉補助建物屋 クト塗装作業

No	作業手順	注意事項	機材等	確認				備考
				請負会社			客先	
				作責	品管	安全	作責	
6	塗装 1) すけ、ムラ無く塗装する。 ①下塗2回塗をハケ、ローラーで行う。 ②下塗乾燥後中塗、上塗を行う。 ③各工程、膜厚検査。	<ul style="list-style-type: none"> 高所作業時は安全帯着用の事。 周囲の状況を確認する事。 各工程間の乾燥時間の確認。 下塗膜厚はハケ、ローラー1回塗りで45~50μm以上にする事。 中塗膜厚はハケ、ローラー1回塗りで25μm以上にする事。 上塗膜厚はハケ、ローラー1回塗りで25μm以上にする事。 トータルで150μm以上の膜厚があること。 有機溶剤塗装中には、換気に充分注意する。 	<ul style="list-style-type: none"> ハケ、ローラー 塗料 膜厚測定器 検査記録 	◎	◎	/	◎	工事 工程 写真
				9/9	9/9	—	—	
				9/10	9/10	—	—	
				9/13	9/13	—	—	
				9/14	9/14	—	—	
				9/15	9/15	—	—	
				9/16	9/16	—	—	
				9/17	9/17	—	—	
				9/18	9/18	—	—	
				9/20	9/20	—	—	
				9/24	9/24	—	—	
				9/27	9/27	—	—	
				9/28	9/28	—	—	
				9/29	9/29	—	—	
				9/30	9/30	—	—	
				10/1	10/1	—	10/1 (塗)	
				10/2	10/2	—	—	
				10/4	10/4	—	—	
				10/5	10/5	—	—	
				10/6	10/6	—	—	
				10/7	10/7	—	—	
				10/8	10/8	—	—	
				10/13	10/13	—	—	

(確認部分の立会項目) ◎：作業中に同時立会 ○：作業完了後の立会 /：該当無し又は不要

添付資料-15

屋外排気ダクトの切り出しサンプルの調査

屋外排気ダクトの腐食孔部の調査

1. 調査用サンプルの調査

屋外排気ダクトから腐食孔部を調査用サンプルとして、約 30cm(巾)×20cm(高さ)の寸法で切り出し、分析に供した。さらに、当該貫通孔から上方に矩形(幅1cm、長さ8cm程度)のサンプルを切り出し、ダクトの断面観察に供した。なお、腐食孔は錆止め塗装を行っている時に確認され、排気ダクト外面側は目荒し(バフ研磨)、錆止め塗装が施されていた。

① 外観観察(光学顕微鏡)

断面観察により、腐食孔部の断面形態及び肉厚分布を確認する。

また、減肉部以外の肉厚状態を確認する。

② 断面の成分分析(EPMA;電子線マイクロアナライザー^{*1})、

ダクト外面側の腐食生成物(スケール)の成分分析(断面分析)を実施し、腐食性物質である塩素(Cl)及び硫黄(S)の存在及びその分布を確認する。

③ 表面の成分分析(電子線励起X線^{*2}、X線回折^{*3})

ダクト外面側のスケール成分を分析し、塩素(Cl)及び硫黄(S)の有無を確認する。

④ ダクト表面のスミヤ分析(イオンクロマトグラフ)

ダクト表面の塩素イオン(Cl⁻)及び硫酸イオン(SO₄²⁻)濃度を確認する。

*1; 元素分析、*2; 元素分析、*3; 化合物形態分析

2. 調査結果

主な結果は以下の通り。

① 外観観察(図1-1~2-4)

約20mm(長さ)×10mm(幅)の腐食孔が確認された。

腐食孔は、ダクト外面側で減肉面積が広く、ダクト内面側が小さくなっていることが確認された。

本貫通事象は外面からの減肉であることが確認された。

腐食孔は外面から減肉して貫通に至っていることが確認された。

減肉部表面に割れ、傷は認められなかった。

減肉部表面に腐食生成物(スケール)の堆積が認められた。

減肉部以外の肉厚は5.89mmであった。

ダクト内面側の観察範囲では塗膜の欠陥(損傷、凹凸など)は認められなかった。

② 断面の成分分析(EPMA)(図3-1~3-2)

腐食孔部の腐食生成物(スケール)から塩素(Cl)が検出された。

腐食孔部の腐食生成物(スケール)から下塗り塗装材に含まれるチタン(Ti)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)が検出された。

③ 表面の成分分析(表1-1, 1-2)

腐食孔周辺のスケールから塩素(Cl)及び硫黄(S)が確認された。

腐食孔近傍及び周辺のスケールから塩化物イオンを含む環境で生成しやすいと言われてい

る鉄オキシ水酸化物 (β -FeOOH) が確認された。

④ ダクト表面のスミヤ分析 (表 2-1)

腐食孔近傍及びその他腐食孔周辺(減肉部)以外(錆止め塗装の前処理のバフ掛けしていない発錆箇所)のダクト表面において塩素イオン (Cl^-) 及び硫酸イオン (SO_4^{2-}) が検出された。

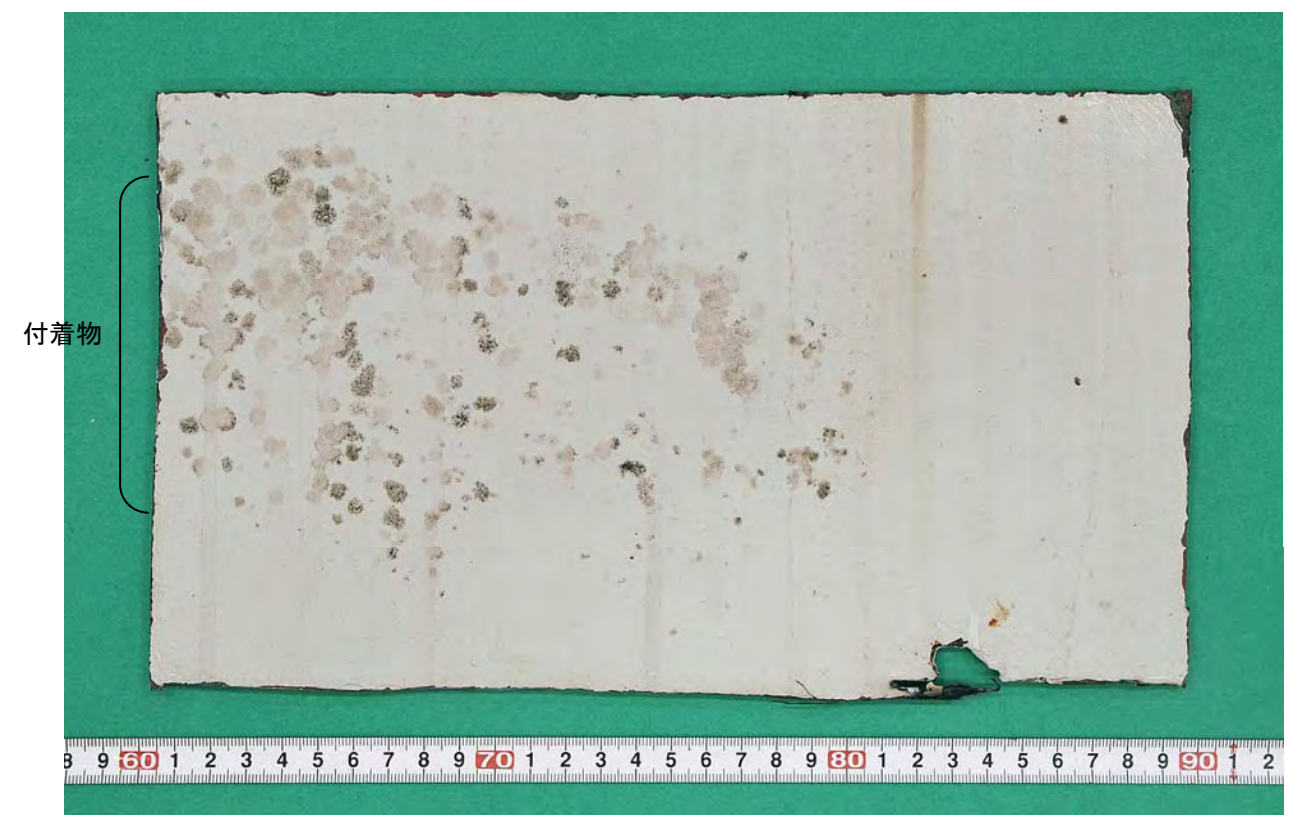
3. まとめ

腐食孔部では腐食生成物(スケール)から塩素(Cl)や塩化物イオンを含む環境で生成しやすいと言われている酸化物である β -FeOOH が検出され、ダクト表面のスミヤ分析では腐食性物質である塩素イオン (Cl^-) が確認されている。

また、腐食孔部には割れや傷は認められなかった。

以上のこと及び腐食孔の外面側で減肉が確認されていることから、本事象は外面からの腐食(塩素(Cl)が腐食を助長)進行により、貫通に至ったものと判断された。

なお、腐食孔は錆止め塗装を行っている時に確認されており、下塗り塗装材に含まれるチタン(Ti)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca) が検出された。



補修塗装の
下塗り

腐食孔
外面

10mm



腐食孔
内面

塗装の劣化

10mm

図1-1 外観状況

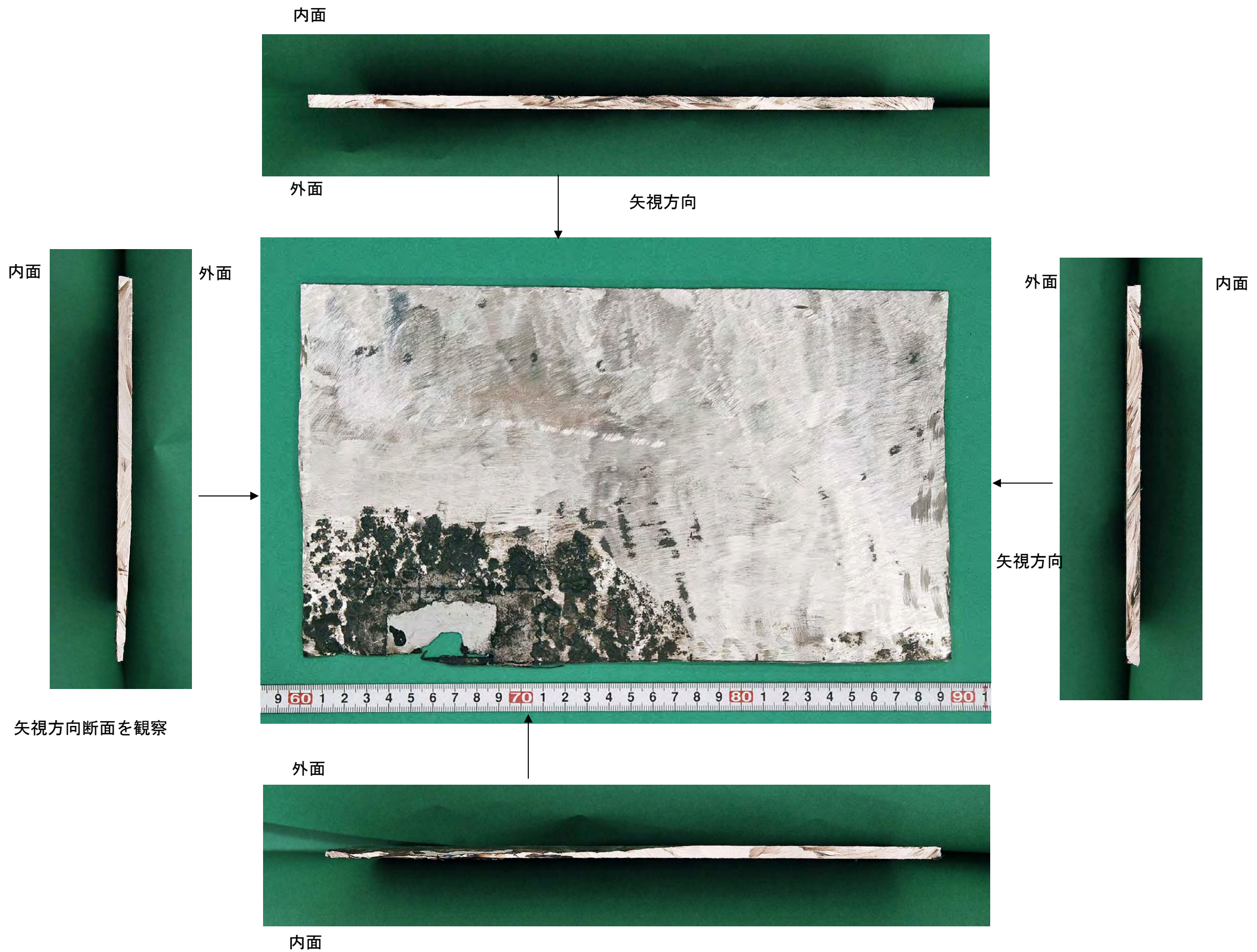


図1-2 外面減肉状況(その1、全景)

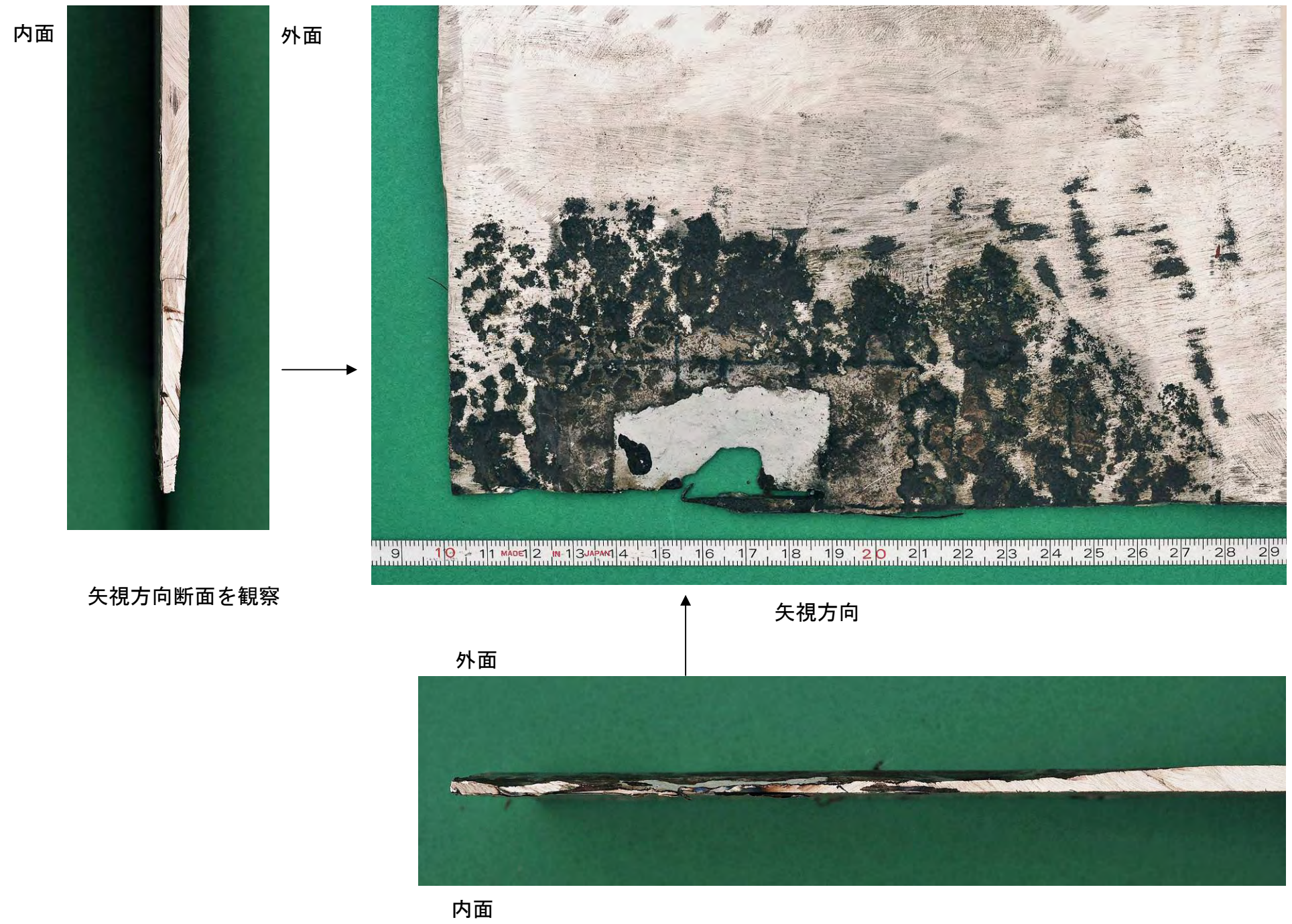


図1-3 外面減肉状況(その2、減肉部)

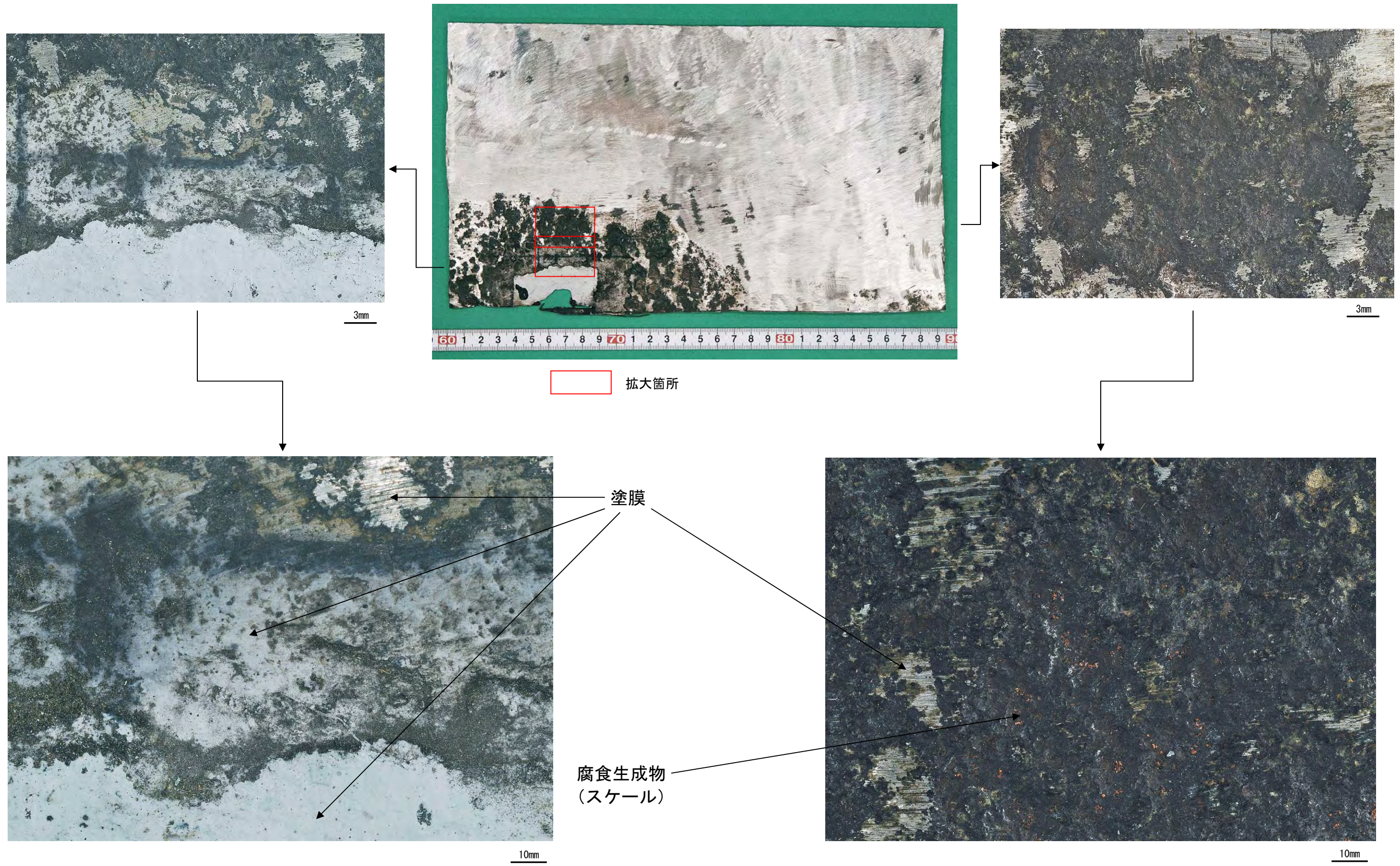


図1-4 外面減肉部の拡大状況



添15-8

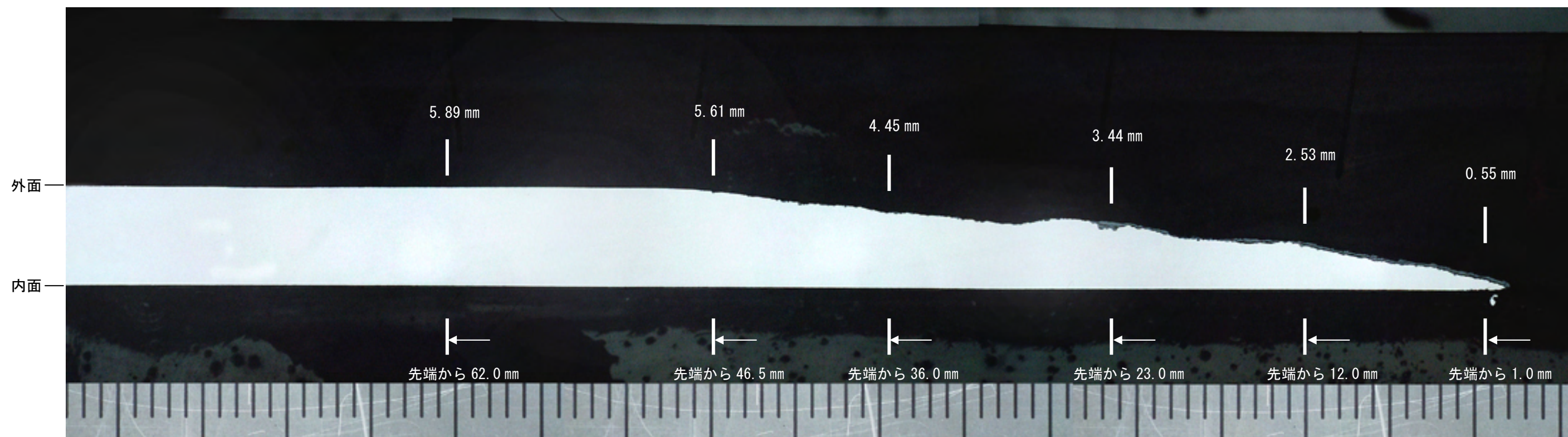


図2-1 断面マクロ観察および肉厚測定結果

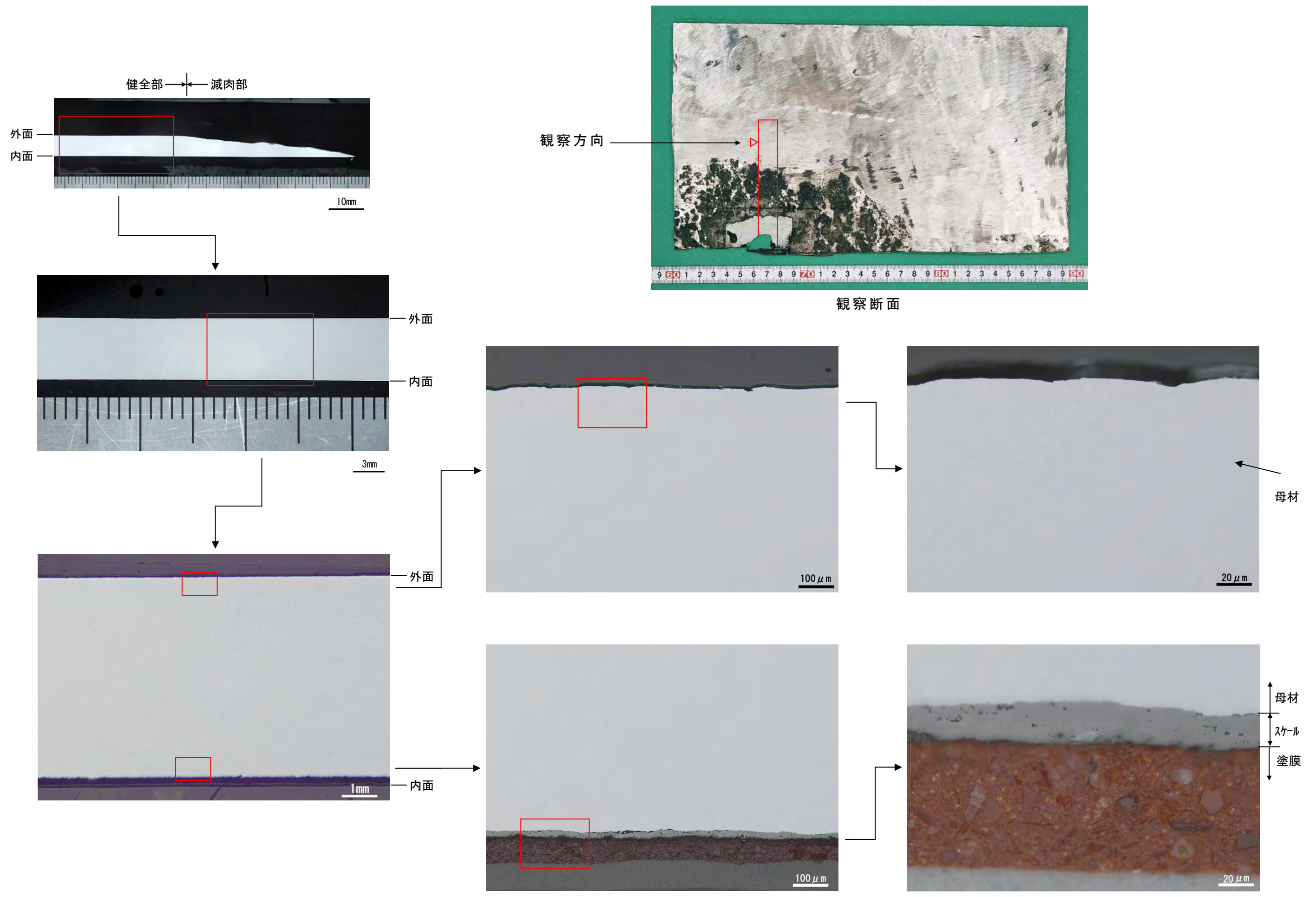


図2-2 断面観察結果(その1、健全部)

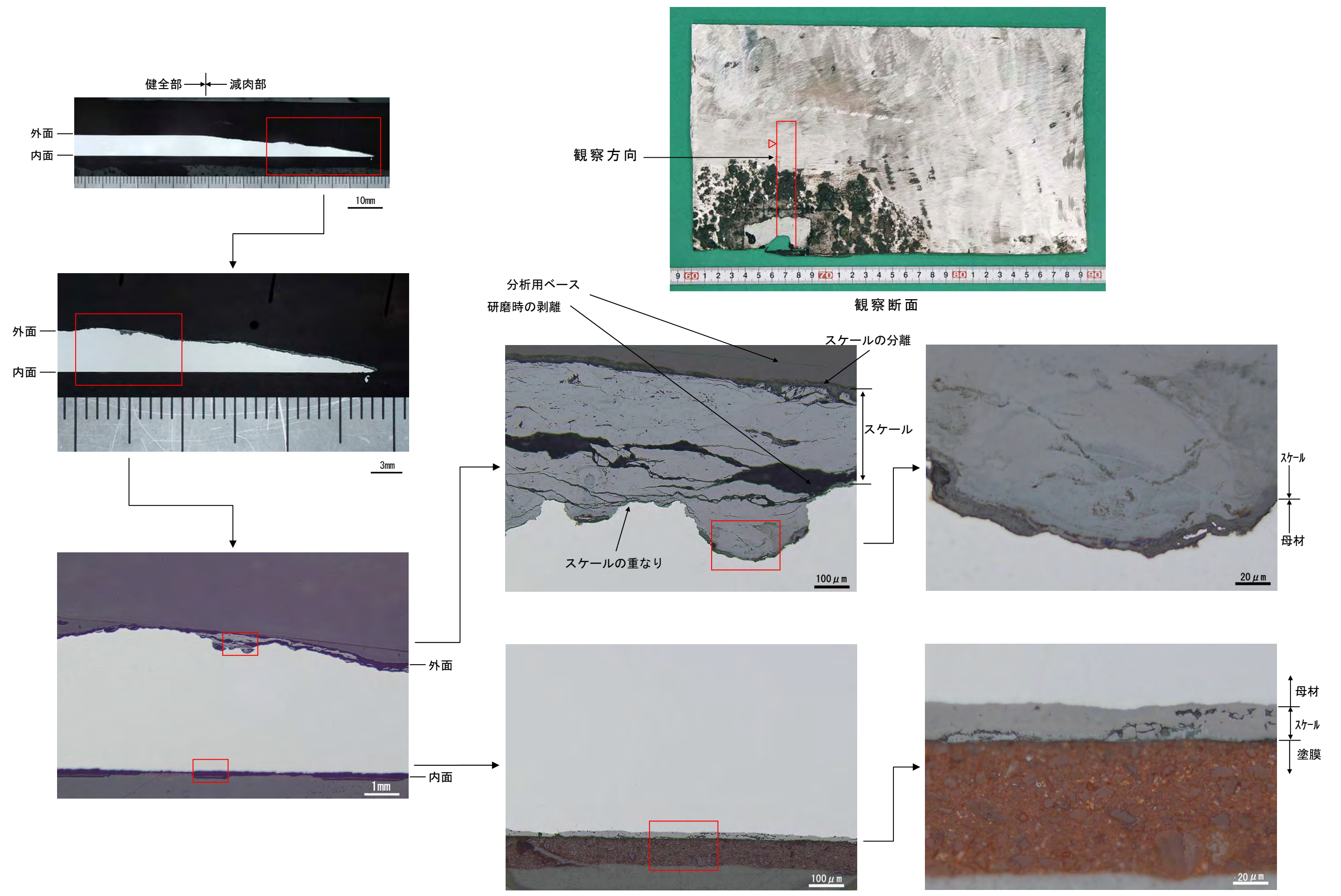


図2-3 断面観察結果(その2、減肉部中央)

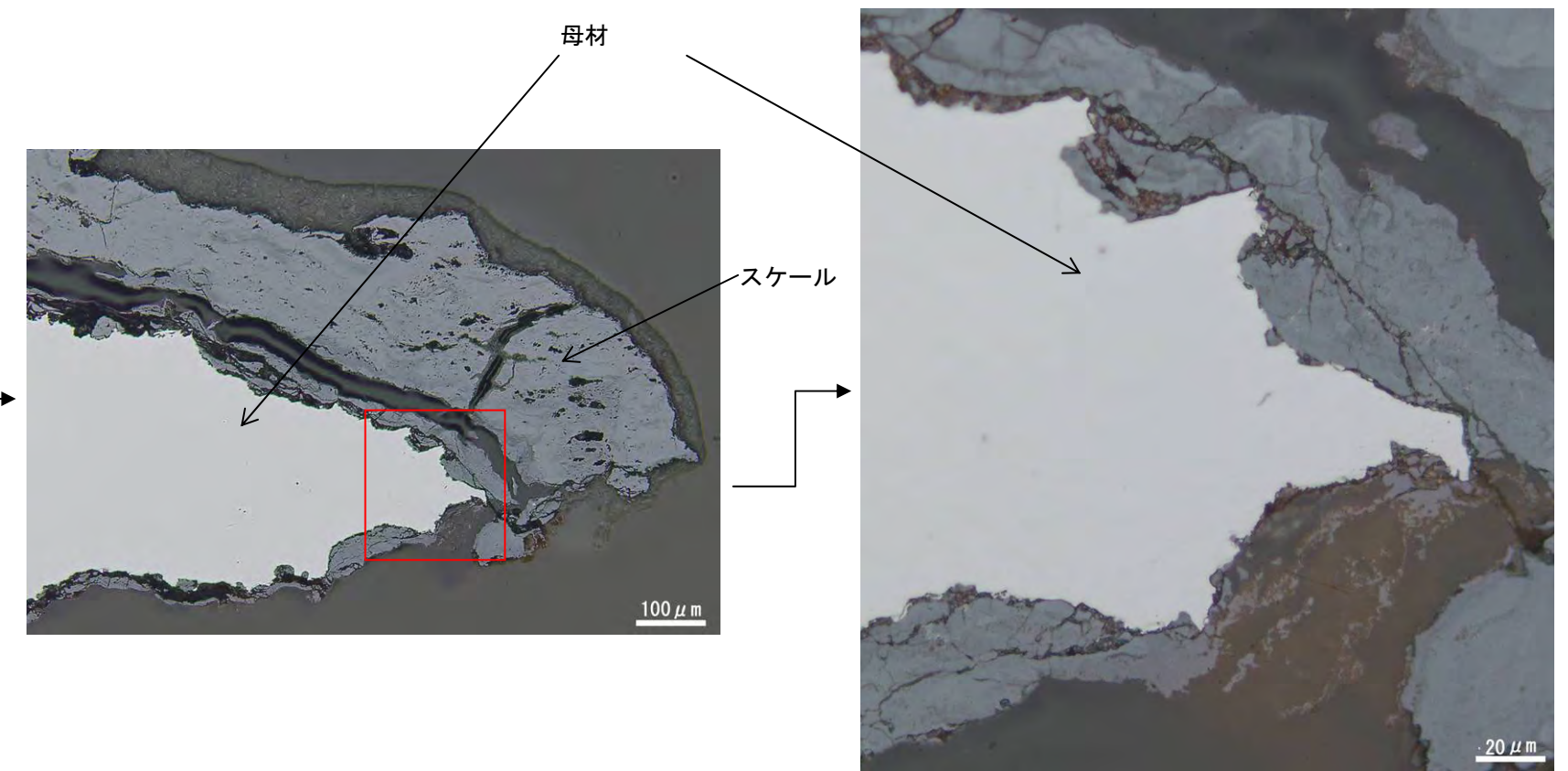
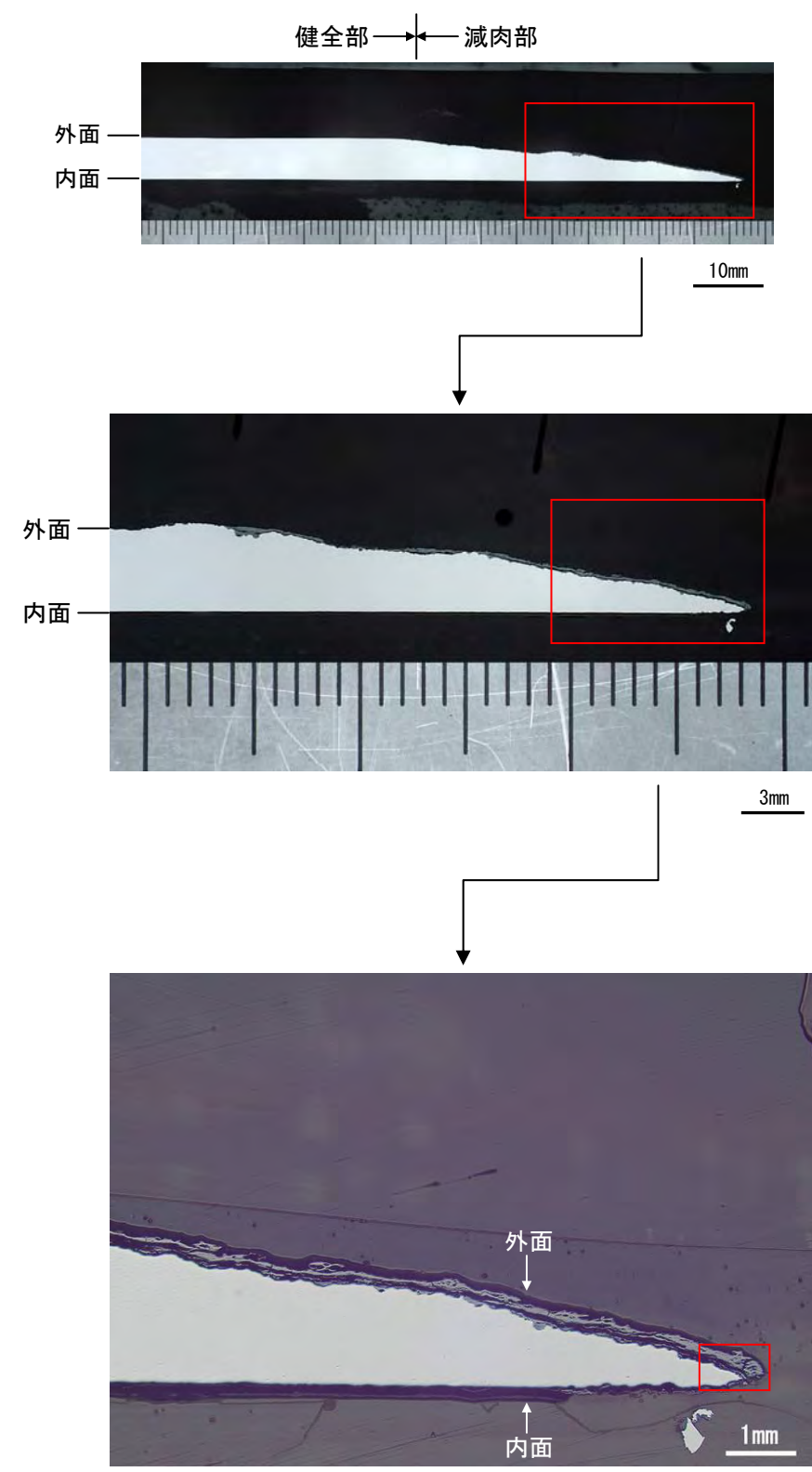
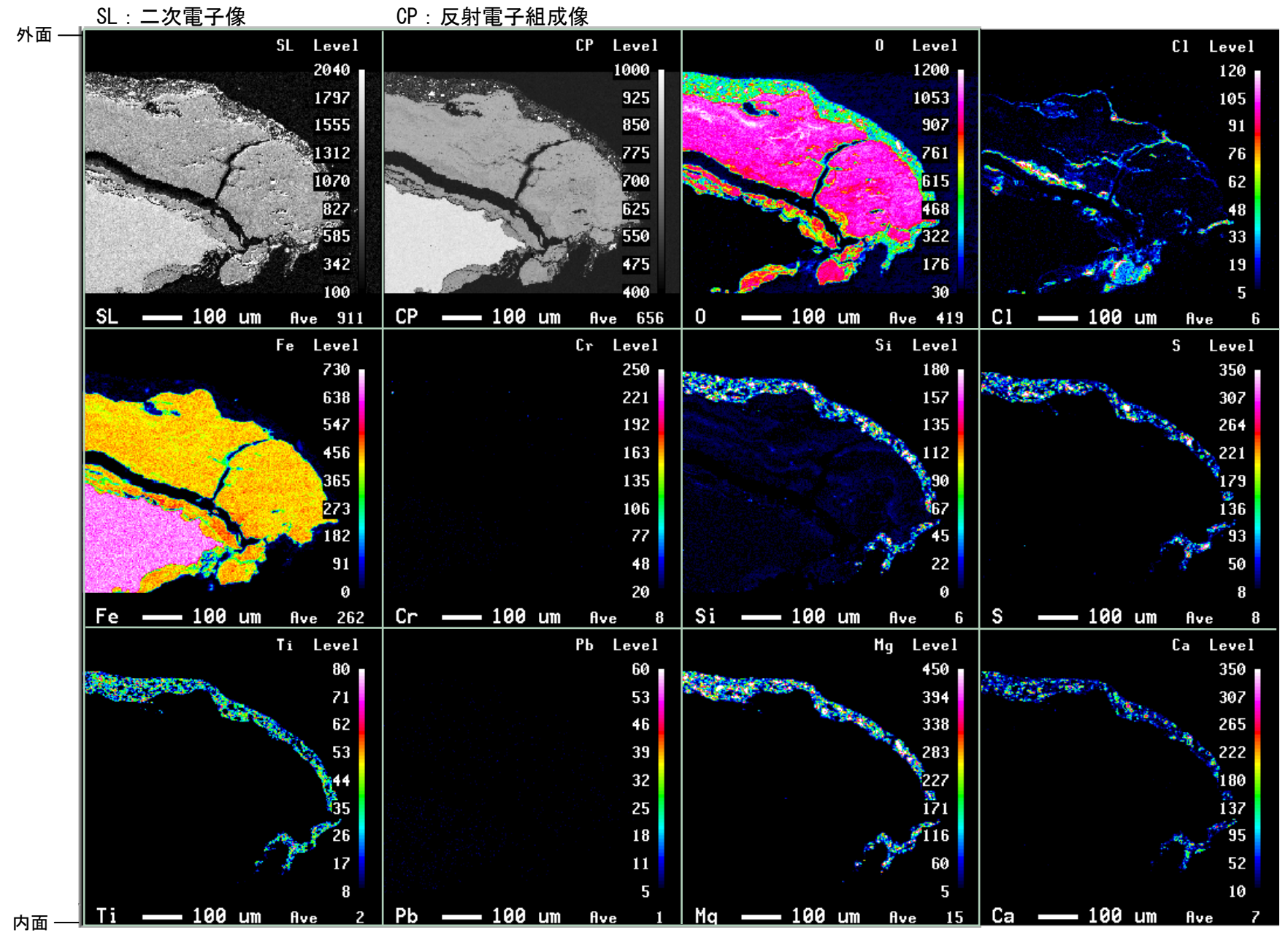
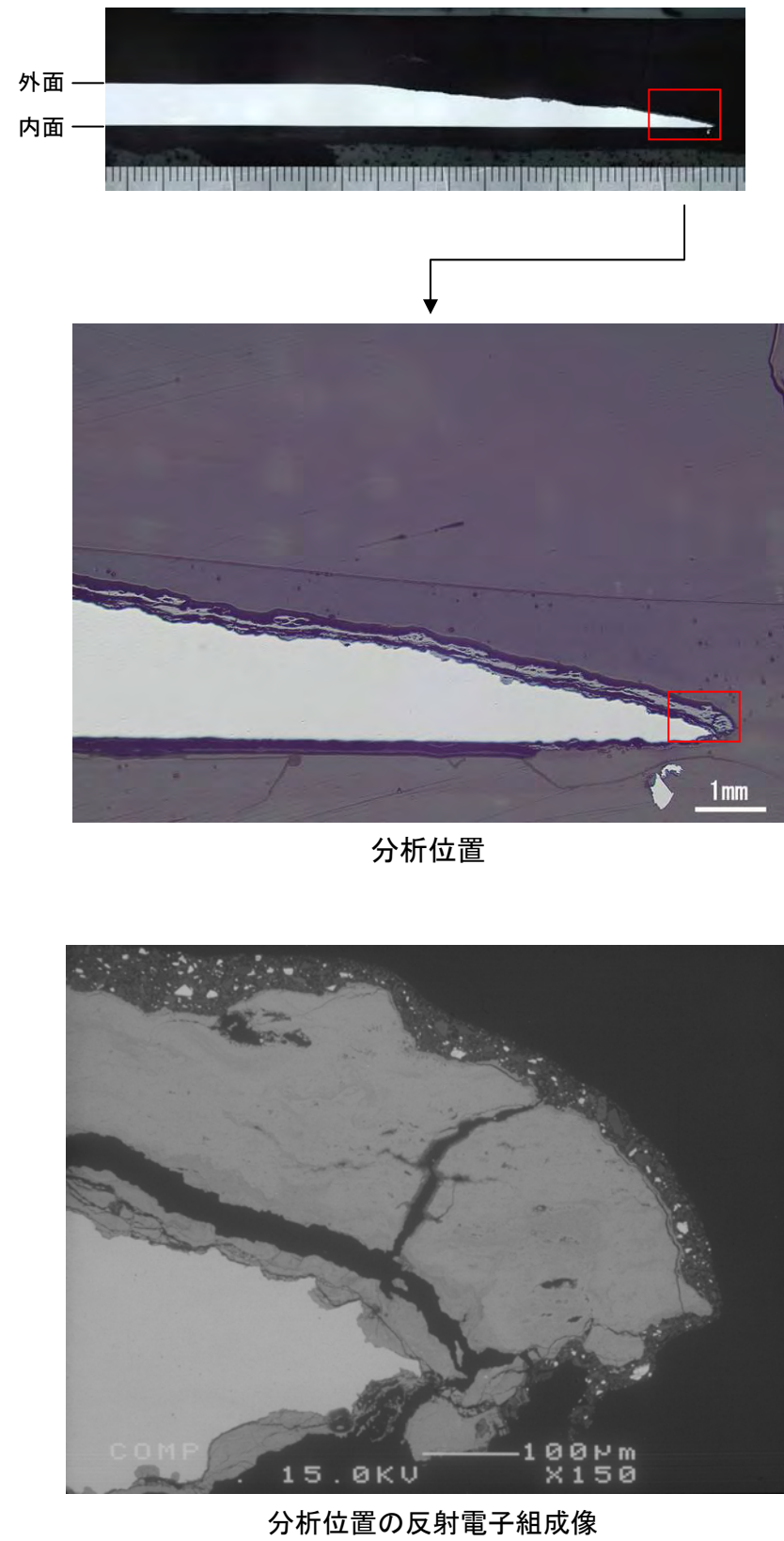


図2-4 断面観察結果(その3、減肉部先端)



※ Si、S、Ti、Mg、Caは塗料に含まれている。

COMP : 反射電子組成像
15.0KV ; 加速電圧

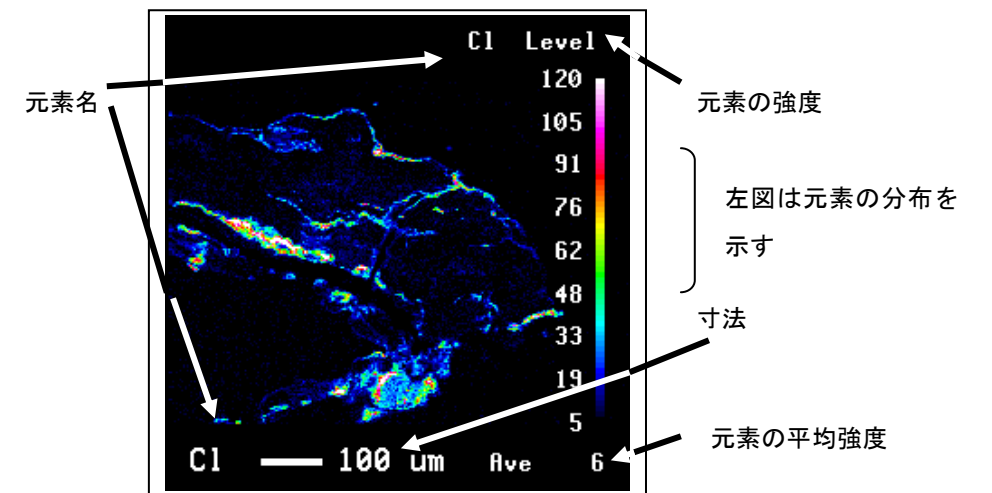
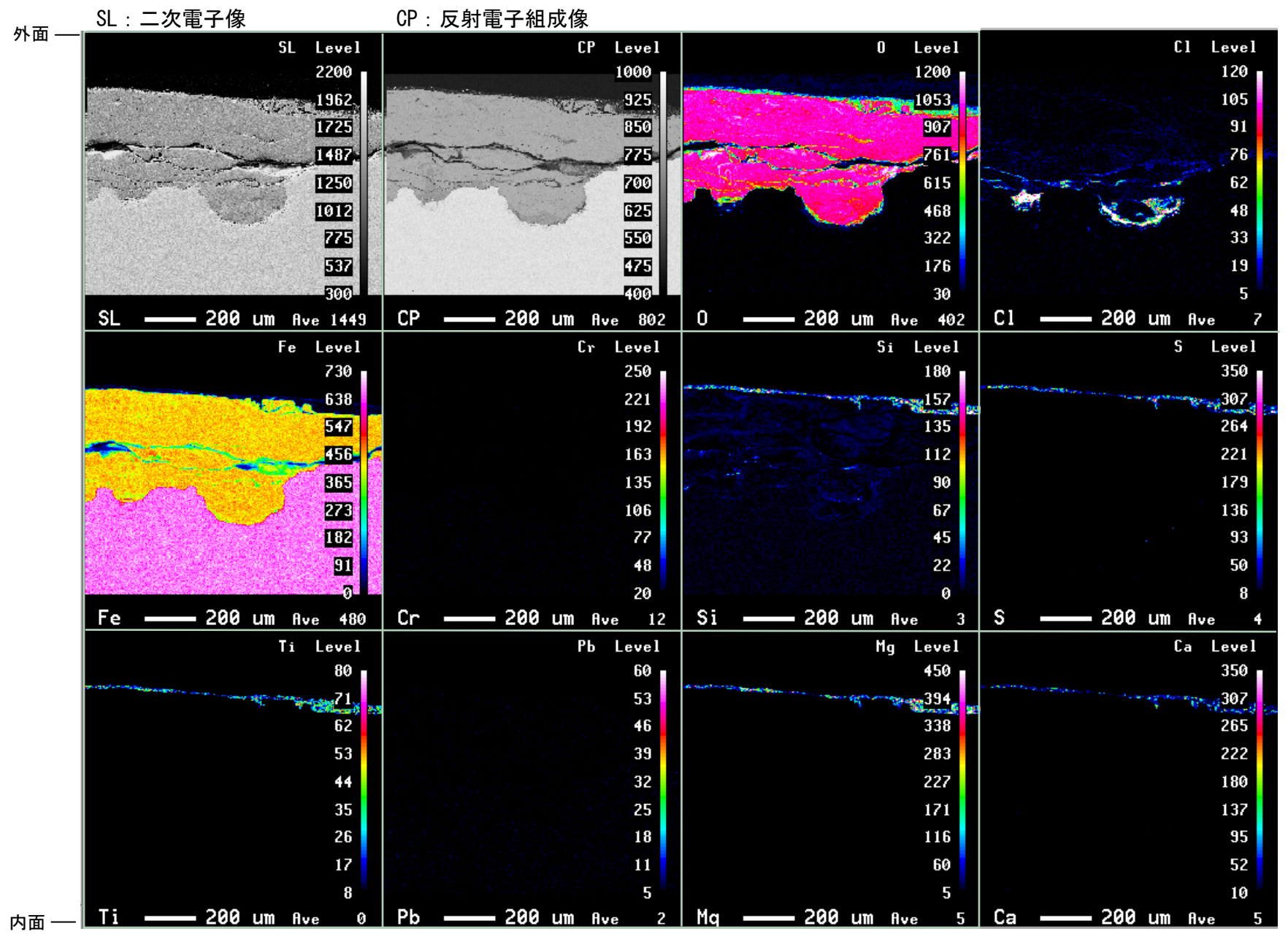
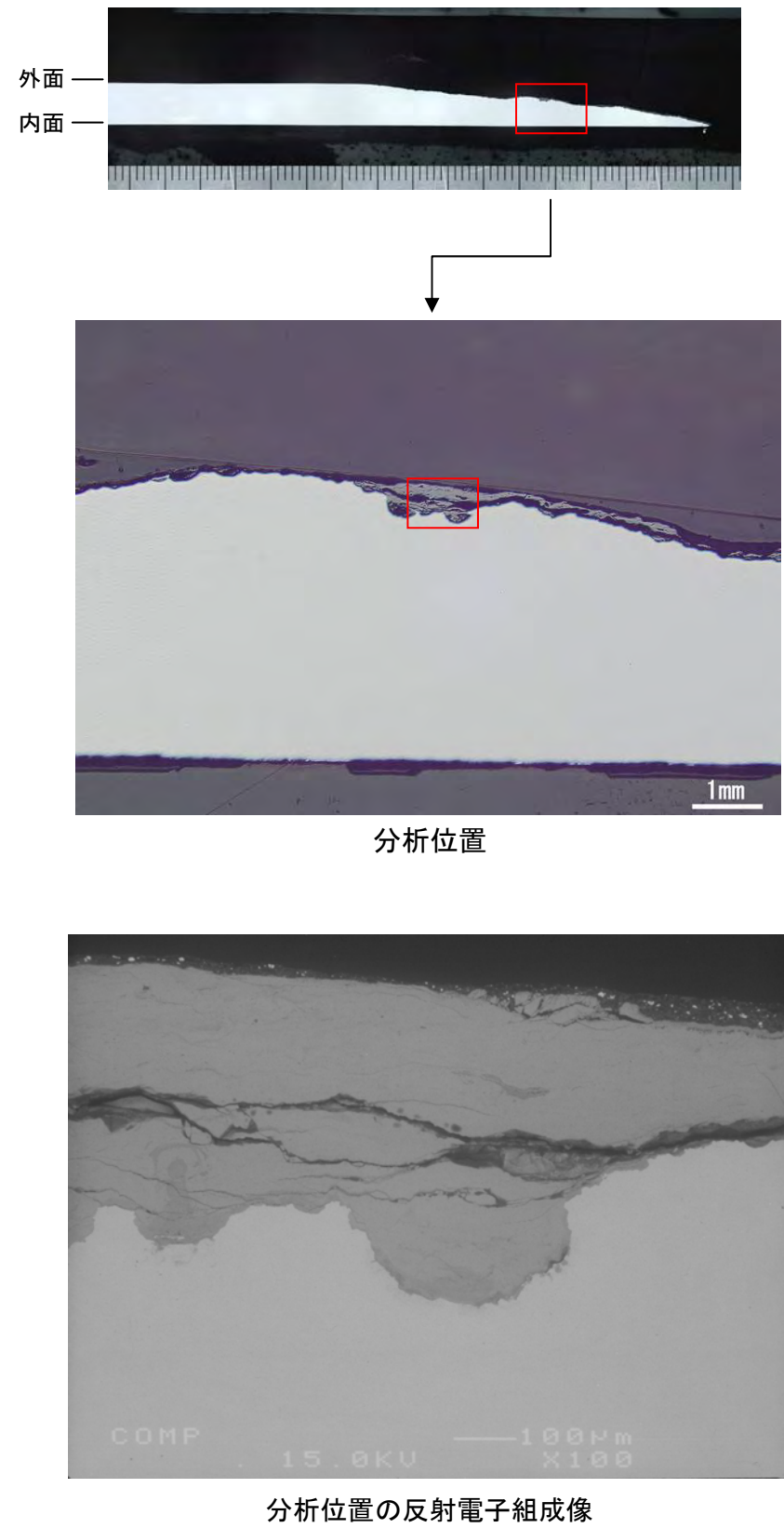


図3-1 減肉部先端のEPMA分析結果(その1)



※ Si、S、Ti、Mg、Caは塗料に含まれている。

COMP ; 反射電子組成像
15.0KV ; 加速電圧

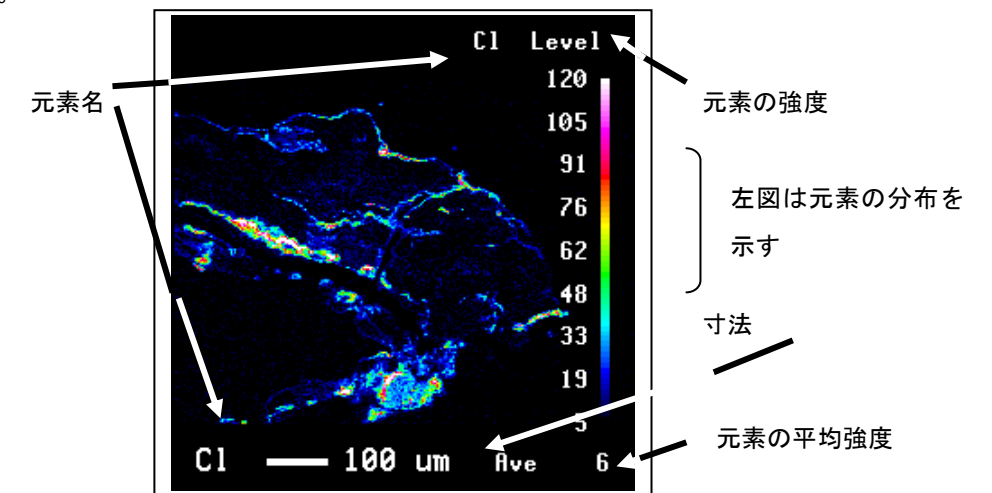


図3-2 減肉部中央のEPMA分析結果(その2)

表 1-1 成分分析結果（スケールの元素分析） 注1）

試料名	判定量値（質量%）注2）															備考
	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Zn	Pb	
①腐食孔近傍	検出せず	1	4	3	2	1	1	2	2	検出せず	<1	8×10 ¹	検出せず	検出せず	3	注3)
②腐食孔周辺 （非バフ部かつ発錆部）	<1	3	1	4	注4)	5	検出せず	5	4	<1	<1	7×10 ¹	<1	1	1×10 ¹	注3)

注1) 表中の数値は電子線励起X線分析による¹¹Na～の検出元素間質量%比を示す。

注2) ¹H～³Li は検出不可。⁴Be～¹⁰Ne は半定量分析不可。

注3) C及びOは試料固定用カーボンテープ中の成分であるため、試料中のC及びOの存在については判別不可。

注4) Pbとピークがかぶり判別不可。

表 1-2 成分分析結果（スケールの形態分析）

試料名	同定成分	備考
①腐食孔近傍	Fe ₃ O ₄ BCC相 注1) α-Fe ₂ O ₃ FeO α-FeOOH 非晶質化合物	注2)
②腐食孔周辺 （非バフ部かつ発錆部）	Fe ₃ O ₄ β-FeOOH TiO ₂ (Rutile) CaCO ₃ (Calcite) α-FeOOH γ-FeOOH 非晶質化合物	注2)

注1) Fe(Cr, Fe)₂O₄の様な化合物。

注2) ICDD/JCPDSカードで同定(解析)出来ないピークが若干認められた。

表 2-1 ダクト表面のスミヤ分析結果

試料名	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
	(mg/m ²)	(mg/m ²)	(mg/m ²)
①腐食孔近傍 注1)	2.6	8.7	17
②腐食孔周辺（減肉部以外） （非バフ部かつ発錆部）	8.6×10 ²	1.5×10 ³	5.0×10 ²

注1) 腐食孔近傍は、補修塗装のため外面を目荒し(バフ研磨)し、錆止め塗装が施されていた。

屋外排気ダクトの錆たれ箇所の調査

屋外排気ダクトから錆たれ箇所を調査用サンプルとして、約 20cm(巾)×10cm(高さ)の寸法で切り出し、観察に供した。さらに、当該貫通孔から上方に矩形(幅1cm、長さ8cm程度)のサンプルを切り出し、ダクトの断面観察に供した。また、当該箇所の切り出し時に剥離した剥離物について分析に供した。

なお、錆たれ箇所は、腐食孔部の切り出し時に確認され、排気ダクト外面側は目荒し(バフ研磨)、錆止め塗装が施されていた。

1. 調査用サンプルの調査

① 外観観察(光学顕微鏡)

断面観察により、錆たれ箇所の断面形態及び肉厚分布を確認する。

② 剥離物断面の成分分析(EPMA;電子線マイクロアナライザー^{*1})

錆たれ箇所の剥離物①の成分分析(断面分析)を実施し、腐食性物質である塩素(Cl)及び硫黄(S)の存在及びその分布を確認する。

③ 剥離物の有機元素分析(有機元素定量分析装置)

錆たれ箇所の剥離物①の炭素、水素、窒素濃度を確認する。

④ 剥離物の成分分析(電子線励起X線^{*2}、X線回折^{*3})

錆たれ箇所の剥離物①の成分を分析し、塩素(Cl)及び硫黄(S)の有無を確認する。

*1; 元素分析、*2; 元素分析、*3; 化合物形態分析

2. 調査結果

主な結果は以下の通り。

① 外観観察(図1-1~3-2)

ダクト表面に割れ、傷は認められなかった。

約20mm(長)×10mm(短)の貫通孔が確認された。

ダクト外面側に減肉が認められ、本貫通事象は外面からの減肉であることが確認された。

錆たれ箇所の外面母材がアバタ状に肌荒れしていることが確認された。

錆たれ箇所は外面から減肉して貫通に至っていることが確認された。

減肉部表面に腐食性生物(スケール)の堆積が認められた。

減肉部以外の肉厚は5.92mmであった。

② 剥離物断面の成分分析(EPMA)(図4-1)

剥離物①は主として鉄酸化物であり、塩素(Cl)が認められた。

剥離物①から下塗り塗装材に含まれるチタン(Ti)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)が検出された。

③ 剥離物の有機元素分析(図5-1、表1-1)

剥離物②は主として鉄酸化物であり、接着補修材等の成分(カーボン)は認められなかった。

④ 剥離物の成分分析(表2-1, 2-2)

剥離物②は主として鉄酸化物であり、塩化物イオンを含む環境で生成しやすいと言われていた鉄オキシ水酸化物(β -FeOOH)が認められた。

3. まとめ

錆たれ箇所の切り出し時に錆が剥離し、母材に貫通孔が確認された。

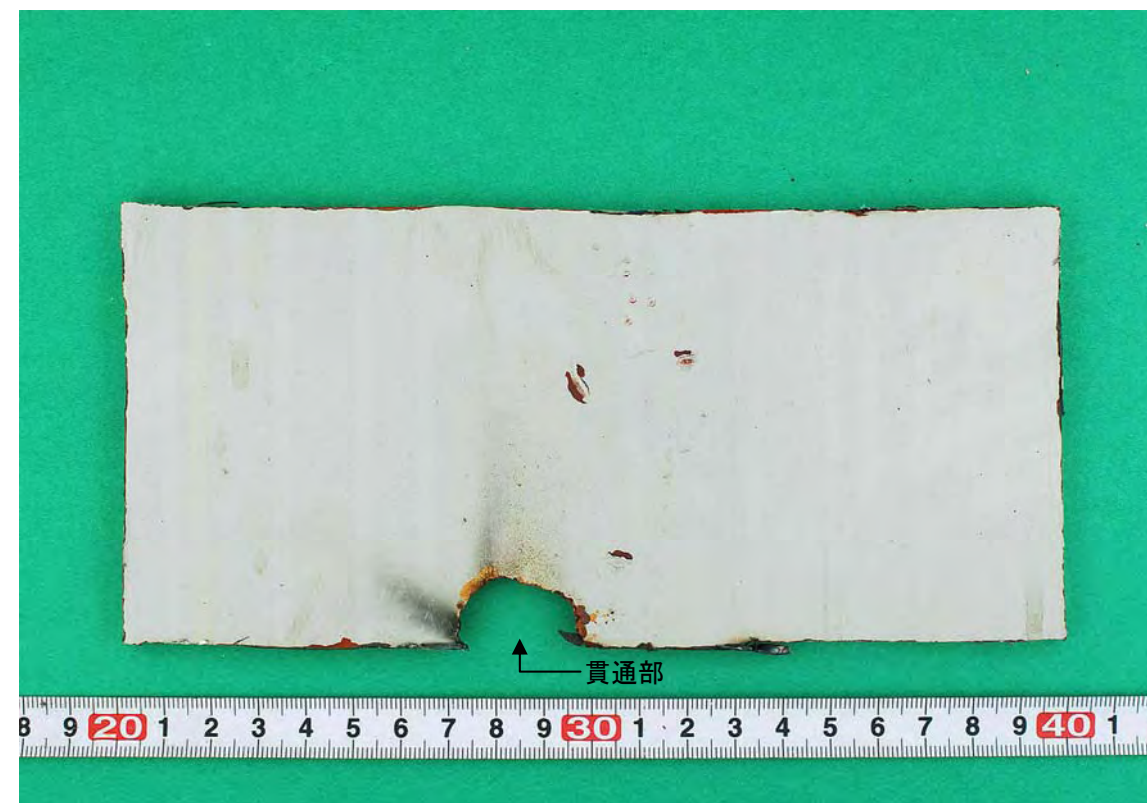
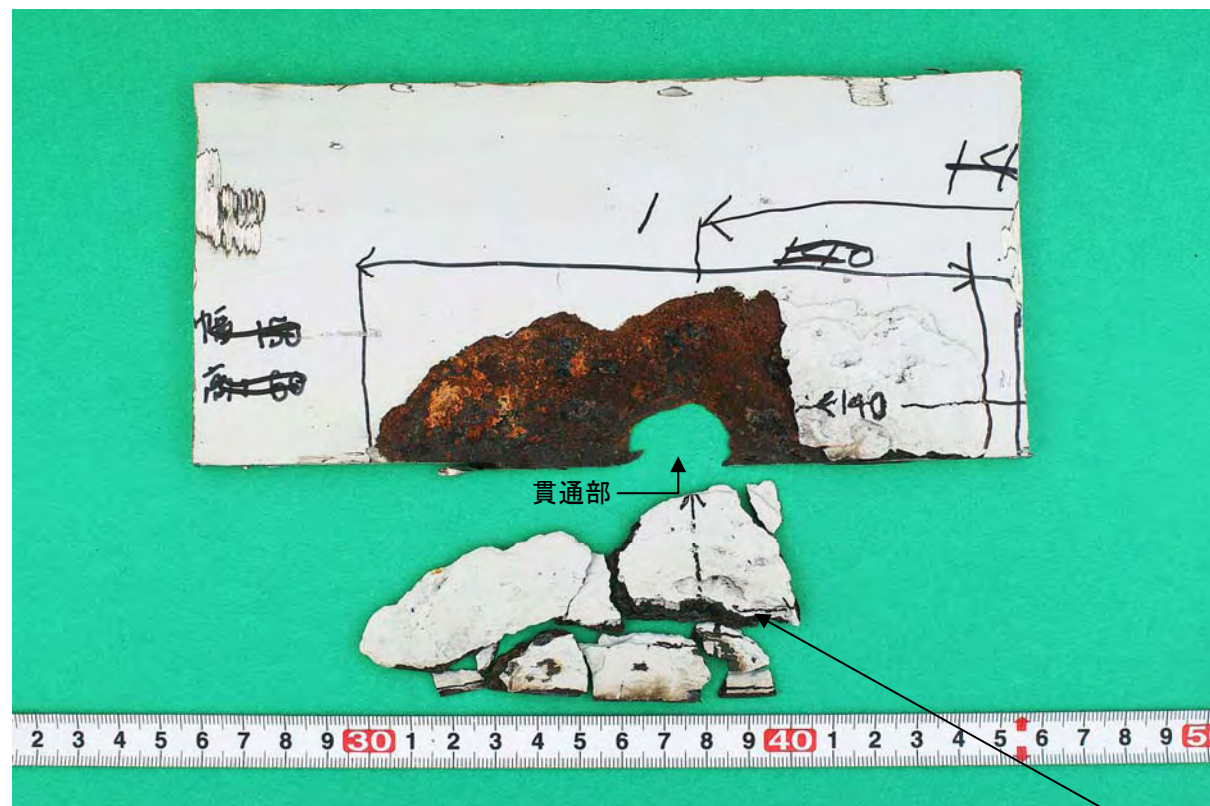
この貫通孔は、外面側からの腐食による減肉が確認された。

当該貫通孔周辺には割れや傷は認められなかった。

また、錆たれ箇所の剥離物から塩素 (Cl) や塩化物イオンを含む環境で生成しやすいと言われている酸化物 (β -FeOOH) が検出されている。

以上のことから本事象も排気ダクト貫通孔と同様に塩害によってダクト外面からの腐食 (塩素 (Cl) が腐食を助長) が進行し、貫通に至ったものと考えられる。

なお、錆たれ箇所は腐食孔の切り出し時 (錆止め塗装後) に確認されており、下塗り塗装材に含まれるチタン (Ti)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca) が検出された。



内面

剥離物② (上面; 塗膜)



剥離物②

外面

図1-1 外觀狀況 (受入時)

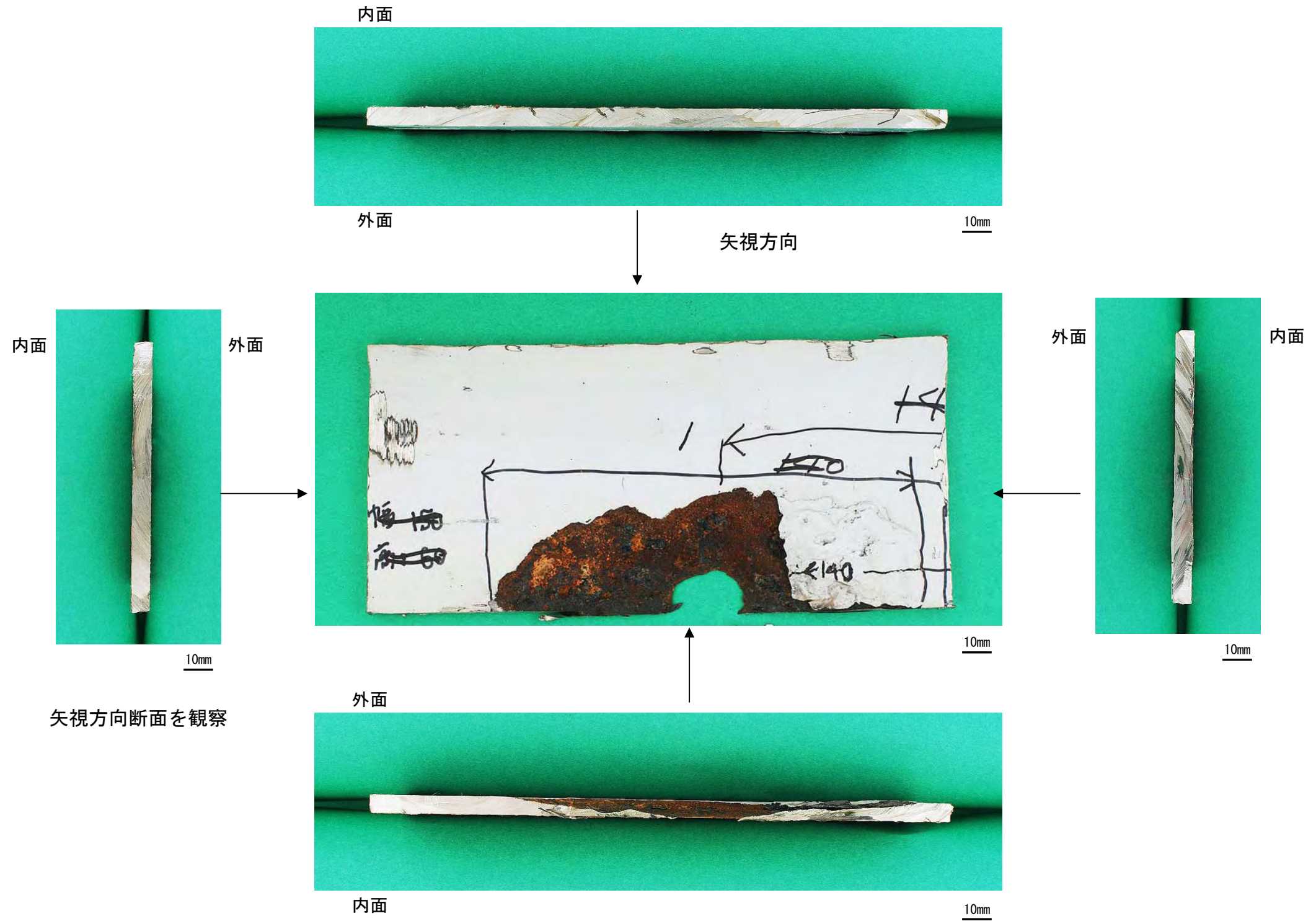
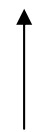


図 1 - 2 減肉状況



外面

10mm



矢視方向

外面



内面

10mm

矢視方向断面を観察



塗膜の剥がれ

内面

10mm

図1-3 減肉部及び貫通部の内外面状況

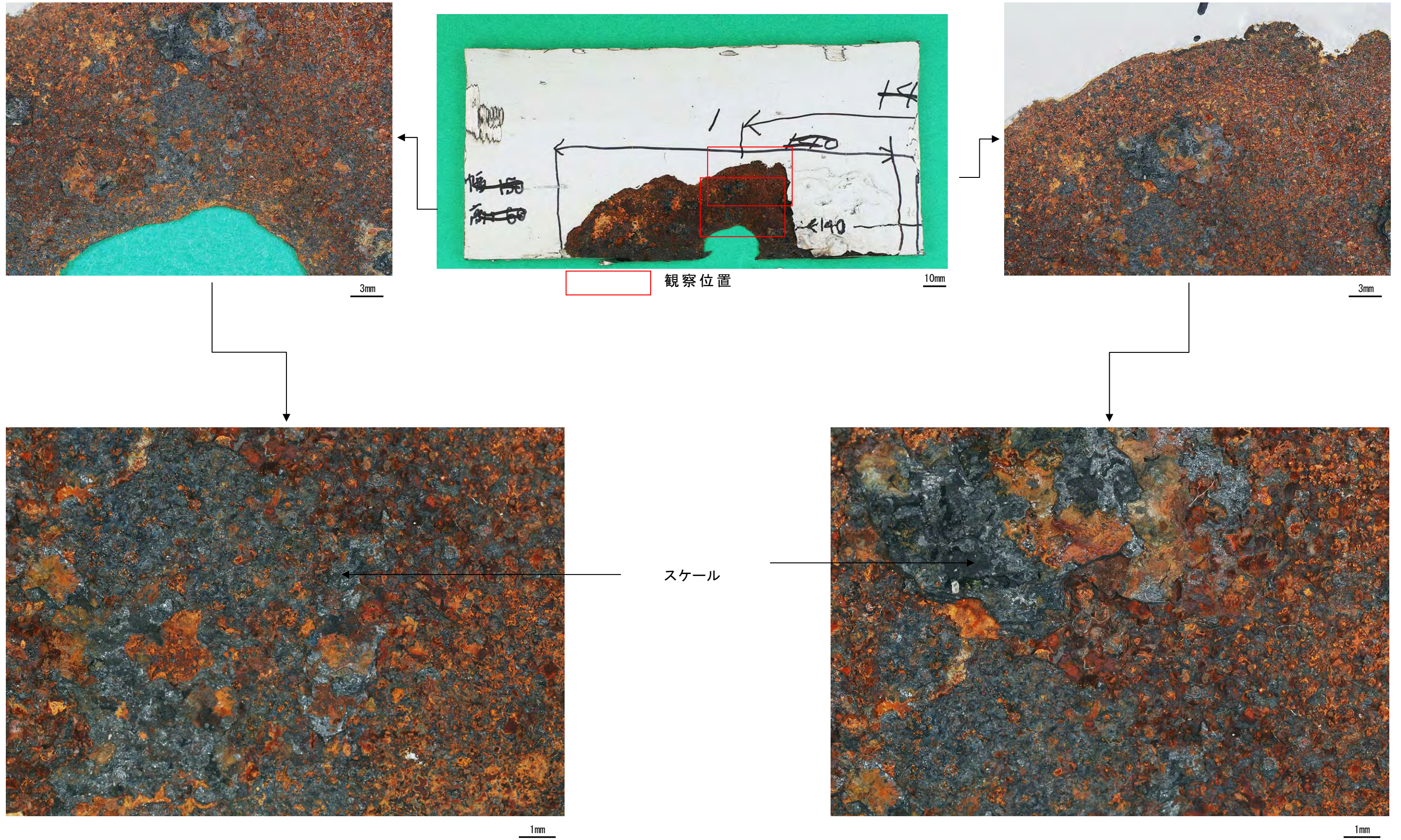
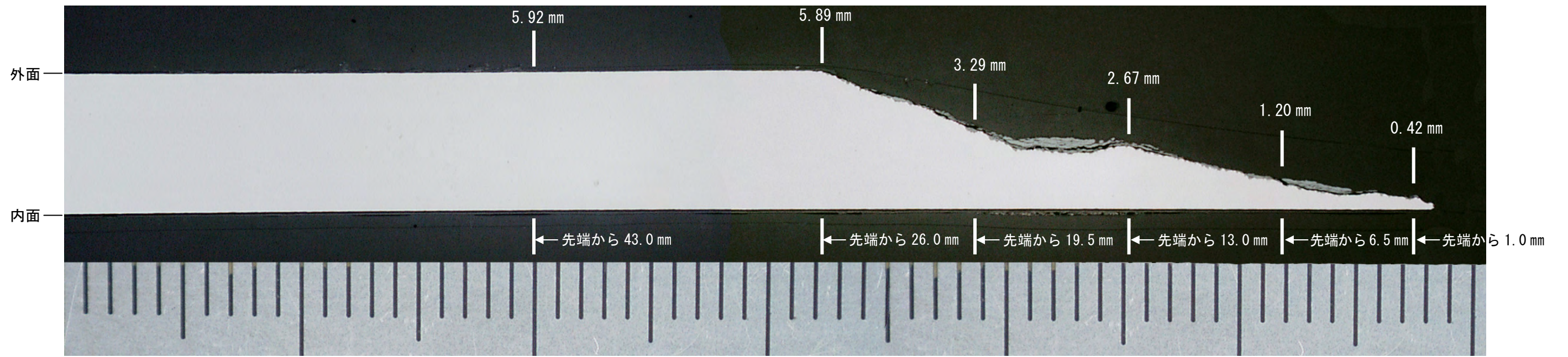
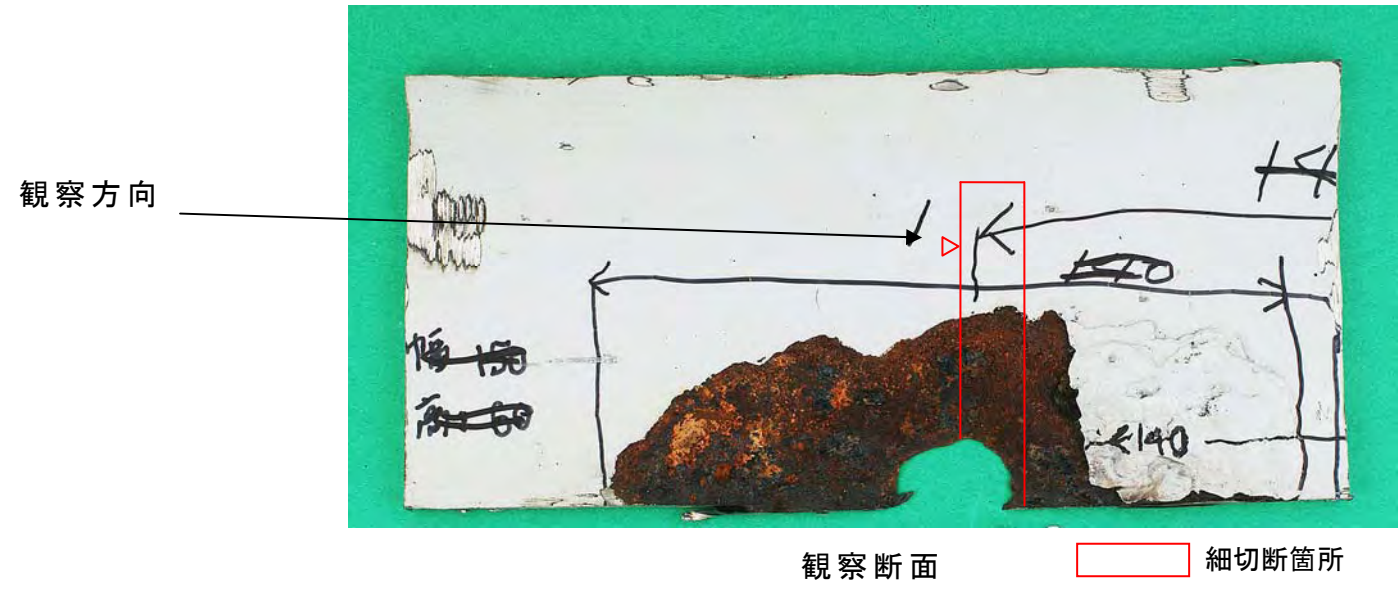
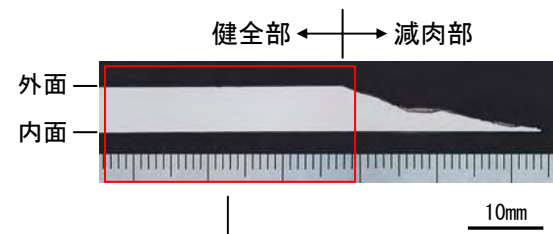


図1-4 外面減肉部の拡大状況

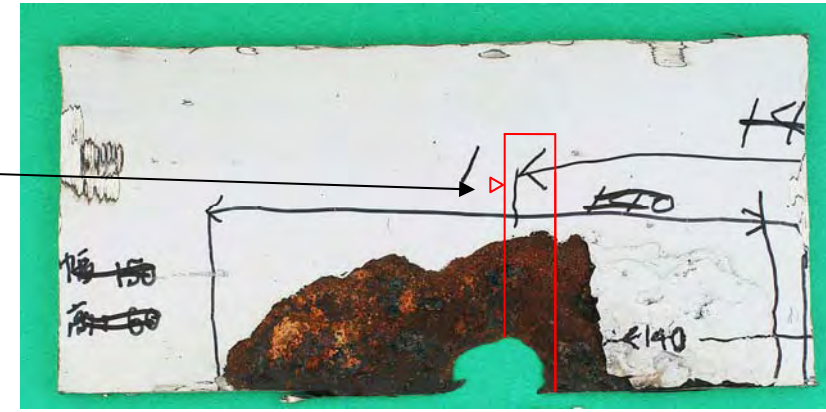


添15-21

図2-1 断面マクロ観察及び肉厚測定結果



観察方向



観察断面

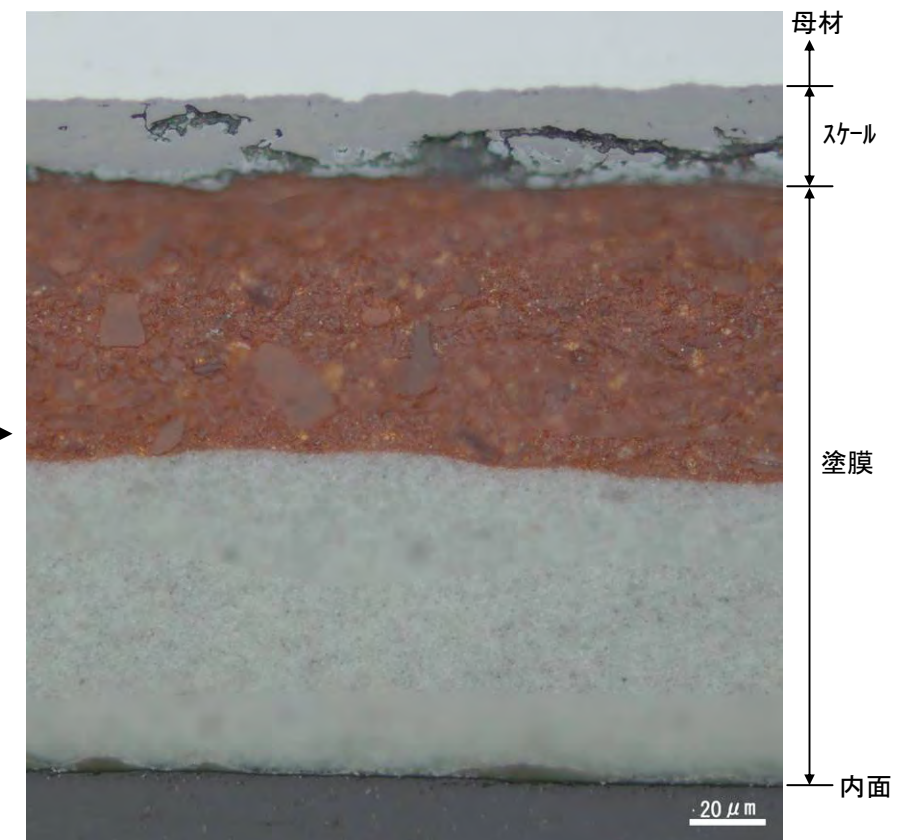
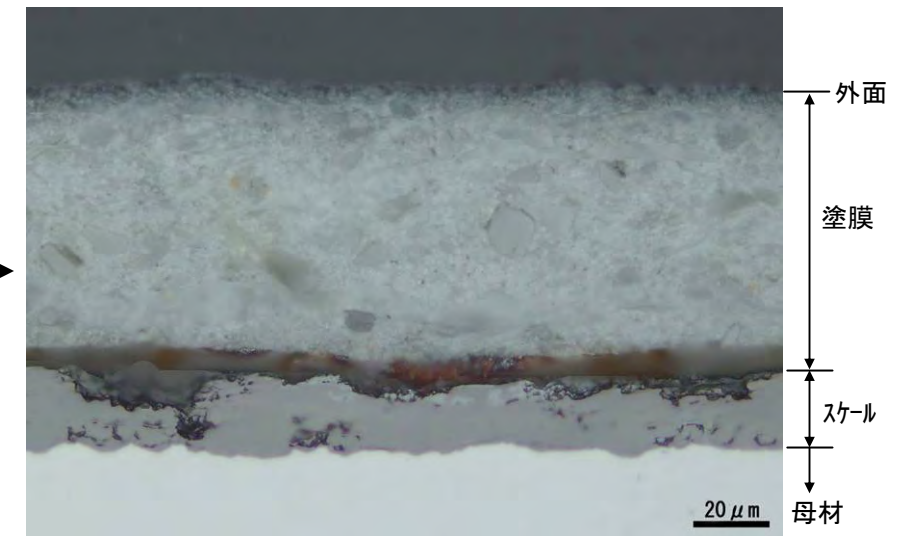
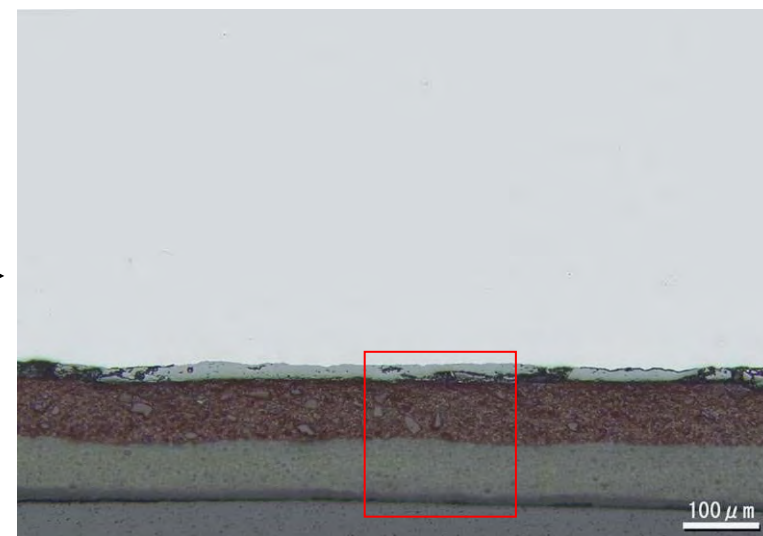
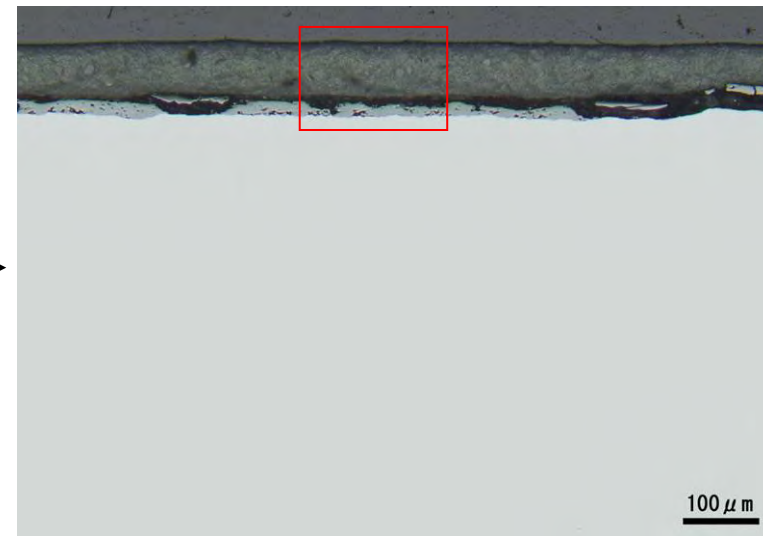
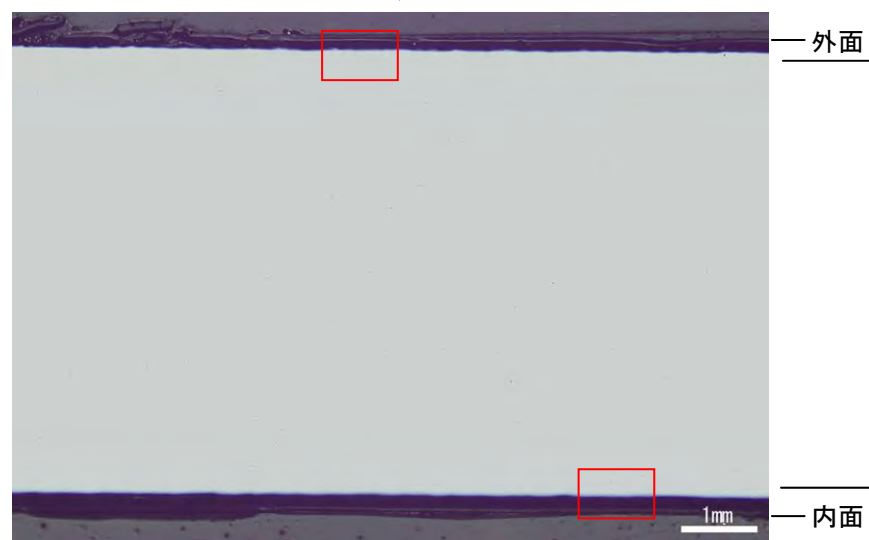
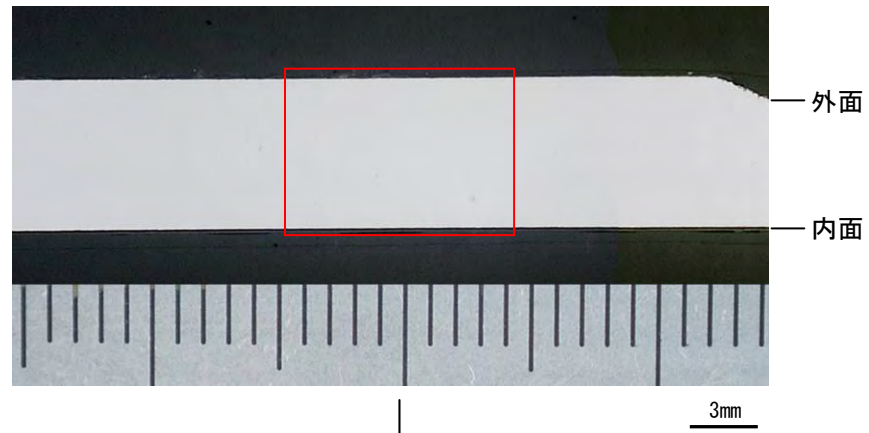


図3-1 断面ミクロ観察結果(その1、健全部)

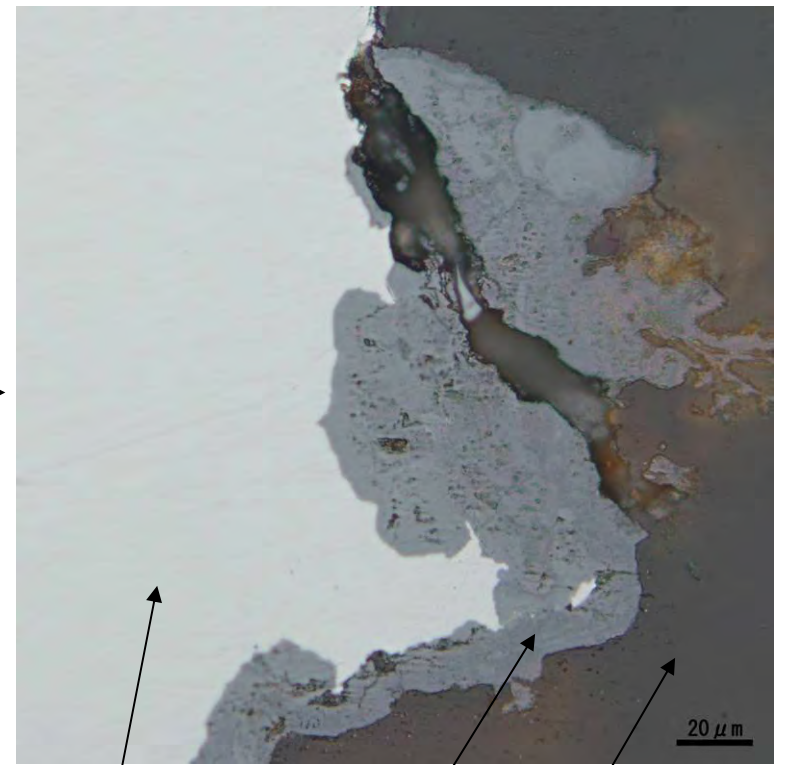
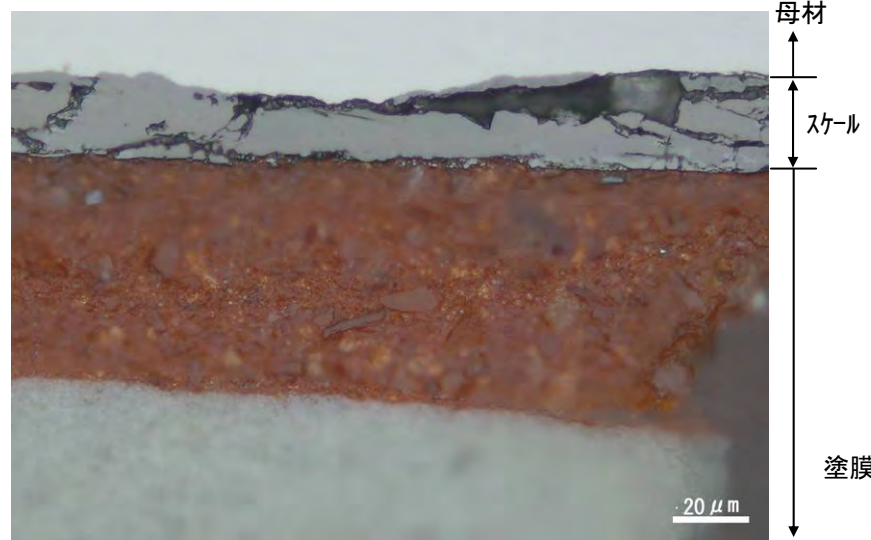
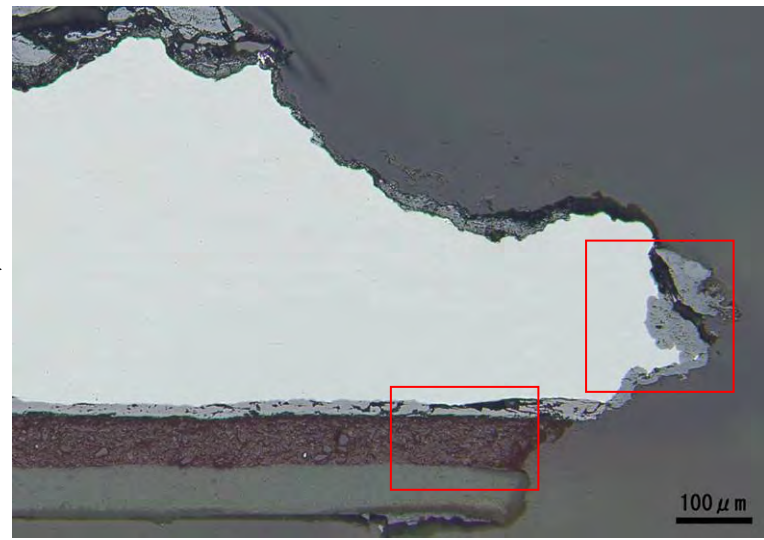
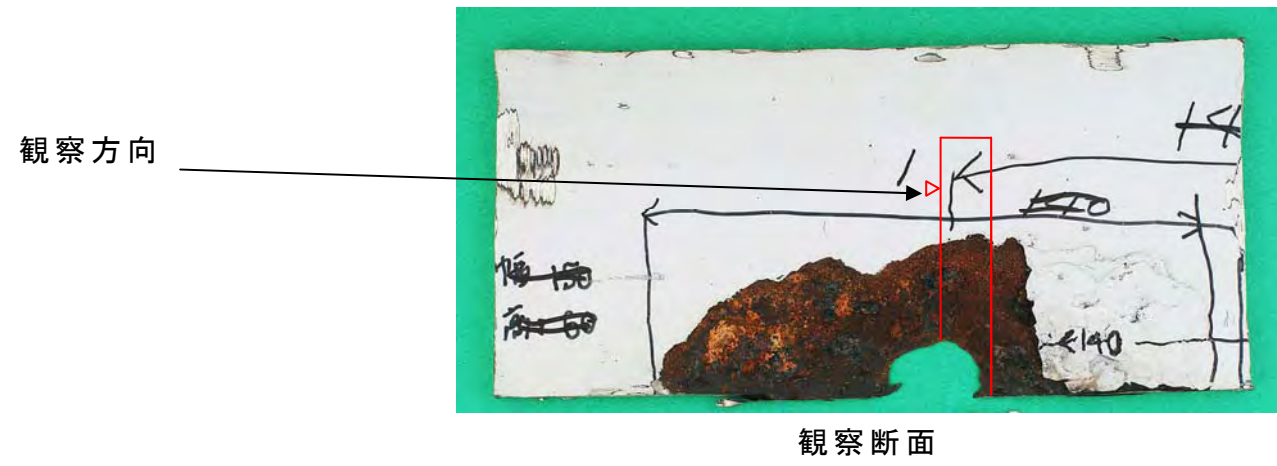
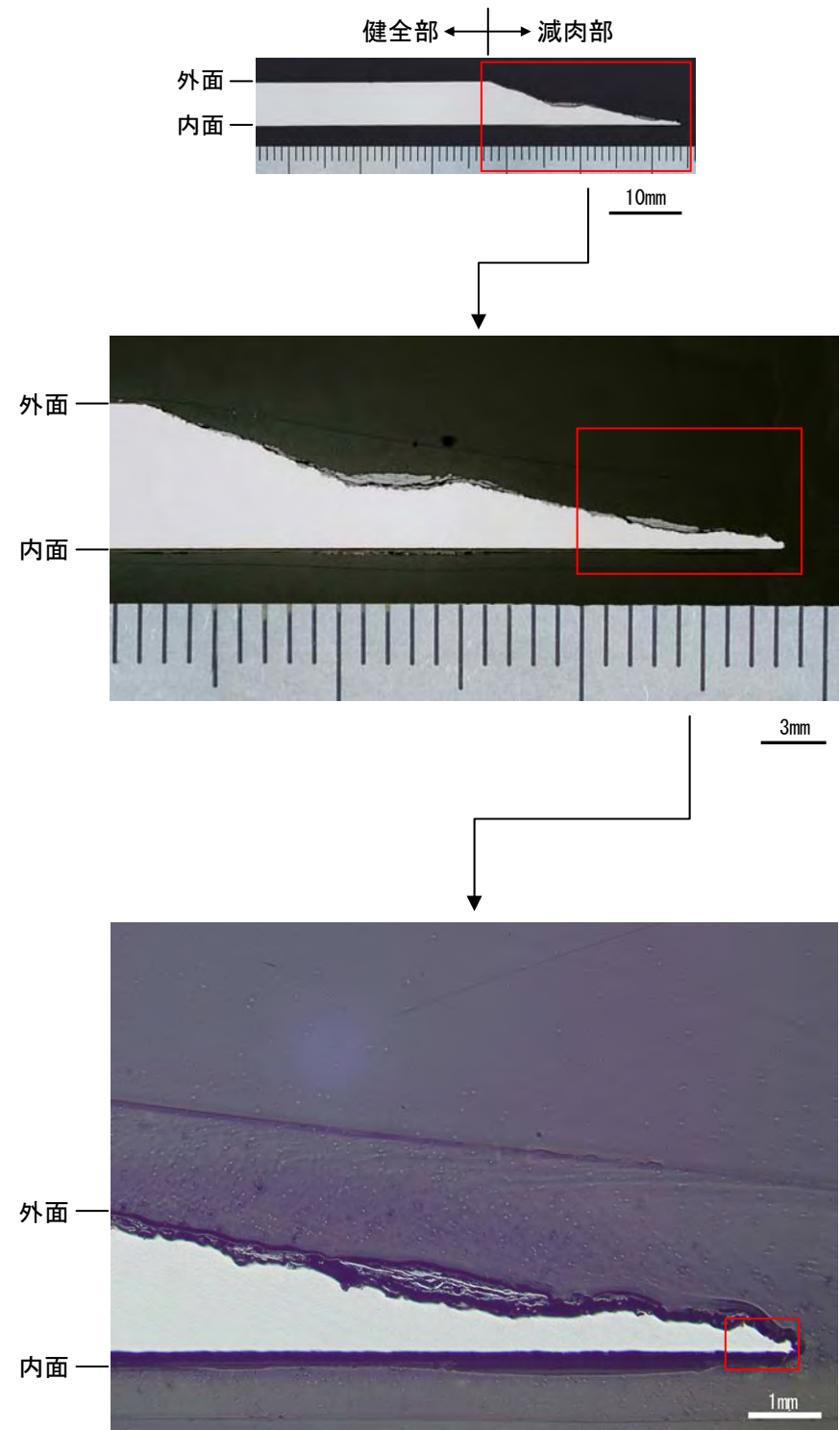
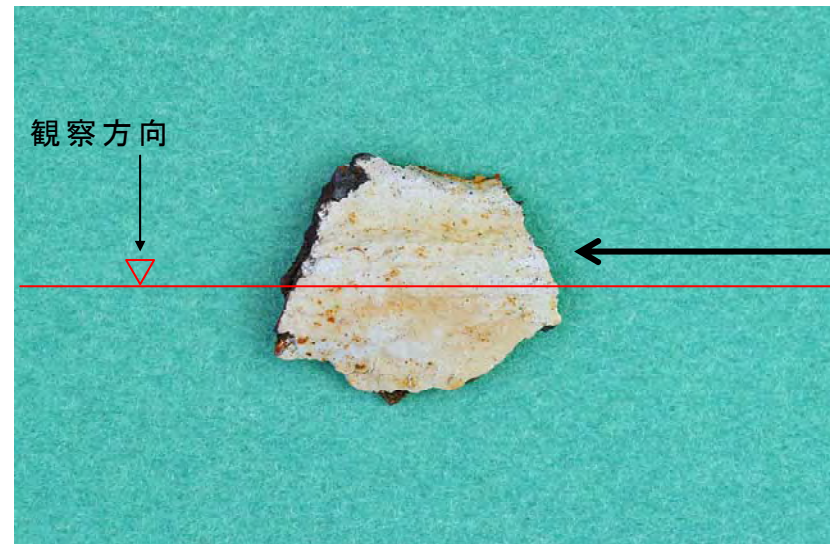
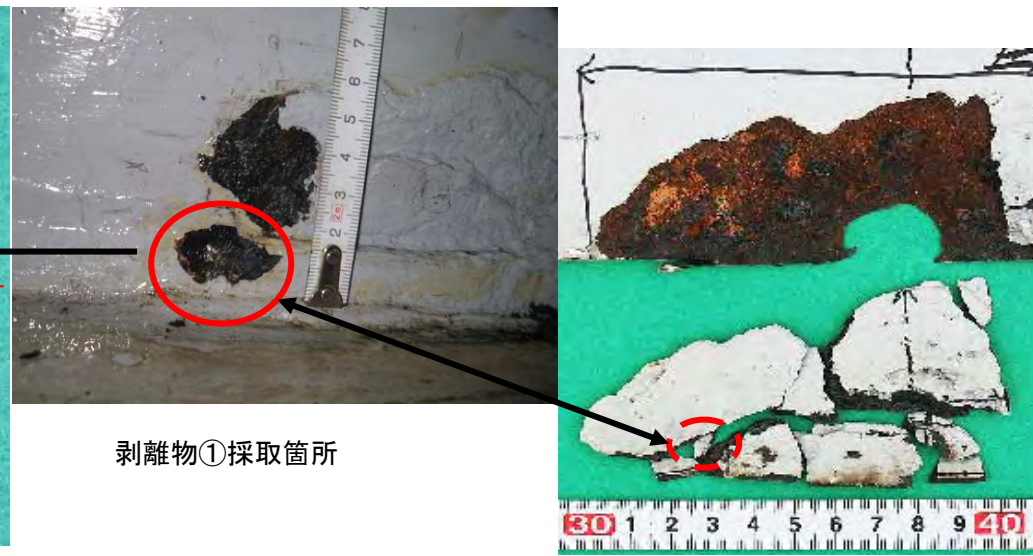


図3-2 断面ミクロ観察結果(その2、減肉部先端)

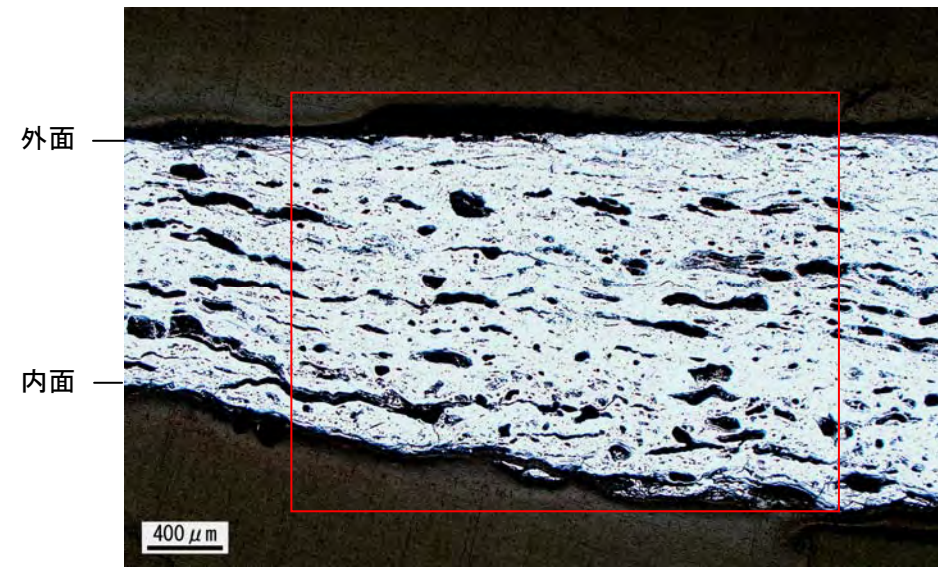
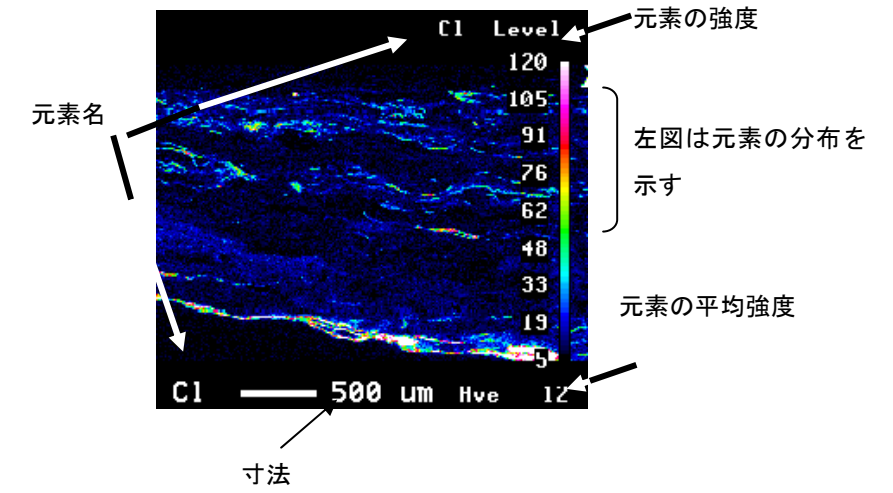


分析断面（表面がダクト外側）

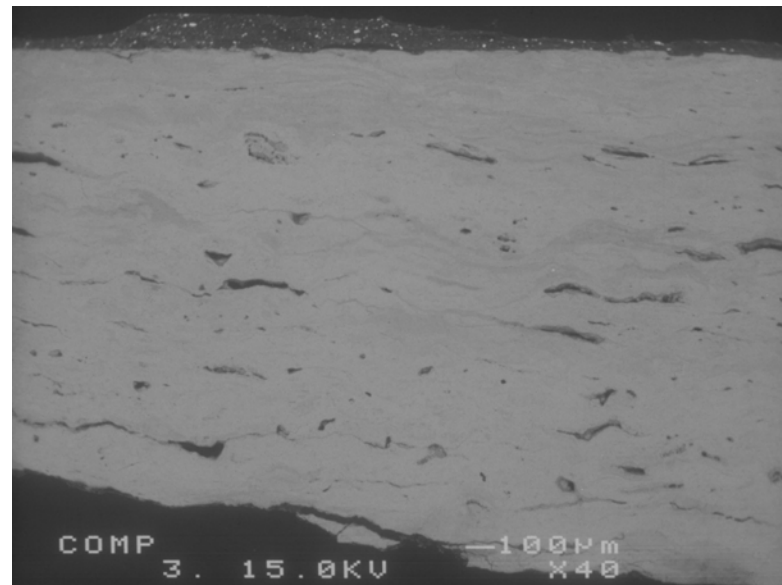
3mm



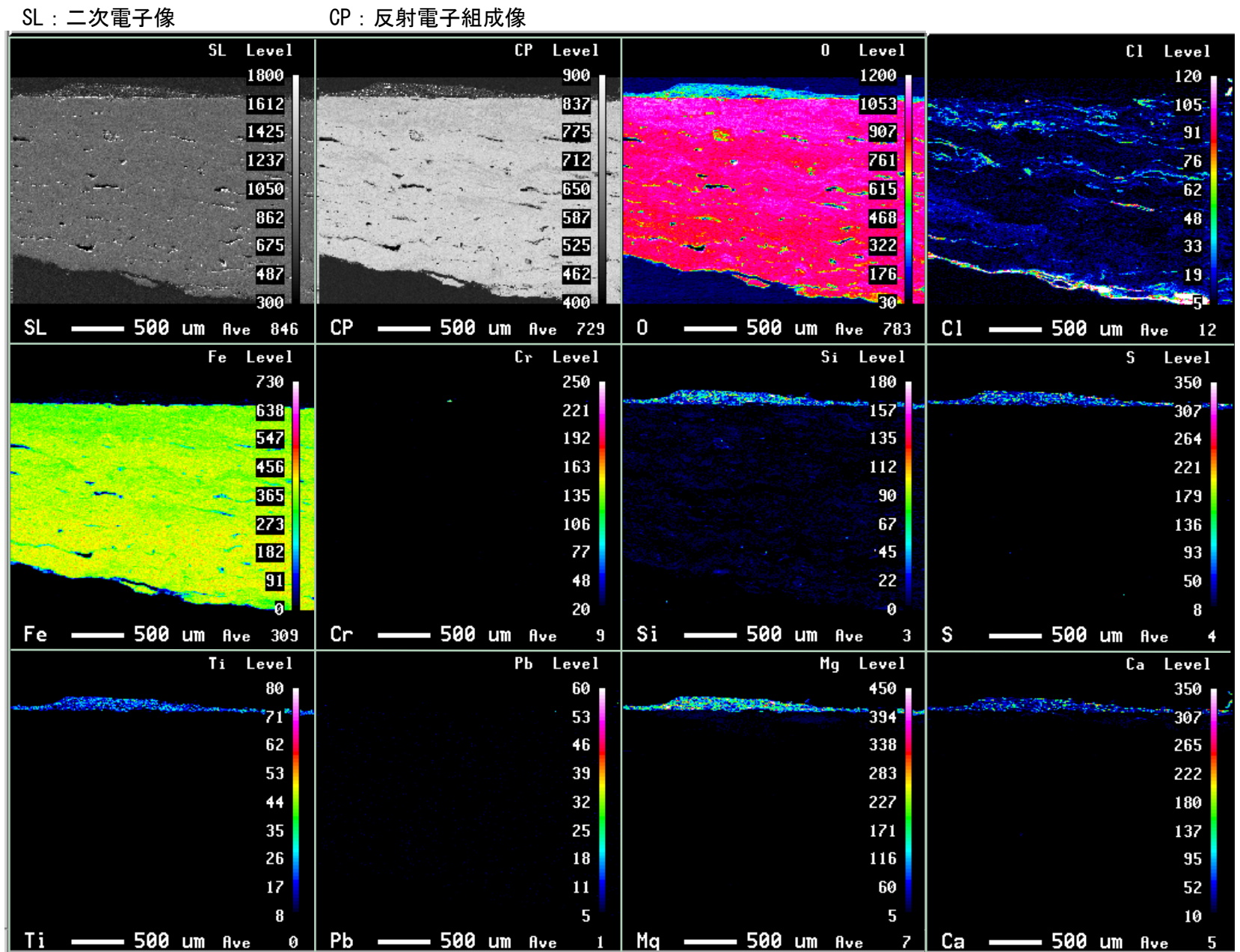
剥離物①採取箇所



分析位置



分析位置の反射電子組成像

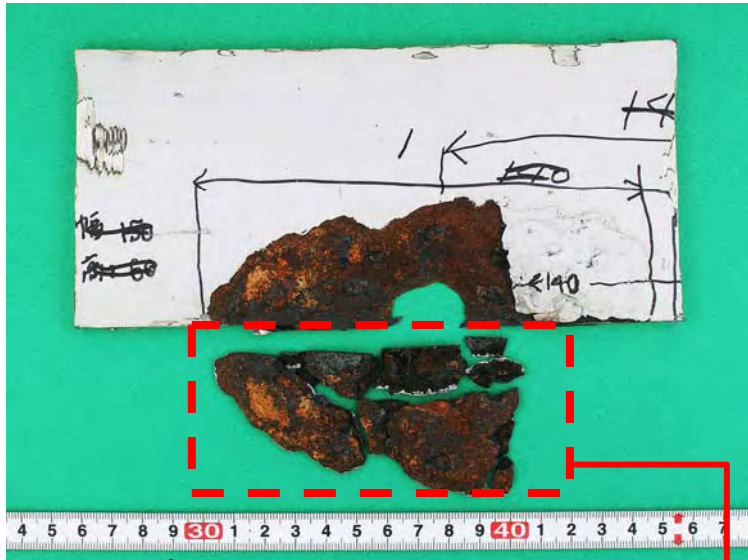


COMP ; 反射電子組成像

※ Si、S、Ti、Mg、Ca は塗料に含まれている。

15.0KV ; 加速電圧

図4-1 剥離物①のEPMA分析結果



受入サンプル



分析用サンプル外観

(剥離物②から外面下塗り材を含まないように採取したもの)

図5-1 剥離物分析試料の採取状況

表 1 - 1 有機元素定量分析結果

試料名	炭素 (質量%)	水素 (質量%)	窒素 (質量%)
剥離物	<1	<1	<1

表 2 - 1 成分分析結果 (元素分析) 注1)

試料名	判定量値 (質量%比) 注2)				備考
	Si	Cl	Mn	Fe	
剥離物	<1	<1	<1	1×10^2	注3)

注1) 表中の数値は電子線励起X線分析による $_{11}\text{Na}$ ~の検出元素間質量%比を示す。

注2) $_{1}\text{H}$ ~ $_{3}\text{Li}$ は検出不可。 $_{4}\text{Be}$ ~ $_{10}\text{Ne}$ は半定量分析不可。

注3) C及びOは試料固定用カーボンテープ中の成分であるため、試料中のC及びOの存在については判別不可。

表 2 - 2 成分分析結果 (形態分析)

試料名	同定成分	備考
剥離物	スピネル化合物 注1) $\alpha\text{-FeOOH}$ $\beta\text{-FeOOH}$ 非晶質化合物	注2)

注1) Fe_3O_4 及び $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ の混合物あるいは固溶体の様な化合物。

注2) ICDD/JCPDSカードで同定(解析)出来ないピークが若干認められた。

添付資料-16

建設段階における保守管理の重要度管理要領 (抜粋)

高速増殖炉研究開発センター
識別番号：MQ715-12

管理外文書

建設段階における保守管理の重要度管理要領

高速増殖炉研究開発センター

(所管：プラント第2課)

- 3 建設段階における保守管理の重要度分類と保全方法
表-1に「建設段階における保守管理の重要度分類」を示す。
保全の方法は以下のとおりとする。

重要度分類 MA:「予防保全」

重要度分類 MB:「予防保全」又は「事後保全」

重要度分類 MC:「事後保全」

「予防保全」「事後保全」の保全方法は、「保守管理要領」第8章に記載されている保全方法に従う。(予防保全とは、時間計画保全、傾向監視保全(状態監視保全)、日常保全を言う。)

但し、実際の点検計画においては、各機器毎に設工認/工認の有無、設備の使用条件、系統及び機器の稼動状況、運転経験、経年劣化傾向等を考慮する。

- 4 プラント長期停止に対する考慮

使用前検査合格前で長期停止状態にある期間については、以下の事項を考慮することができる。

- 1) 長期保管のため、設備を分解又は隔離保管しているものは、保守管理の重要度分類に係わらず、保管状態を巡視にて監視する保守管理とすることができる。尚、長期保管解除時に本格的な点検を実施する。
- 2) 予備機を有している設備は、保守管理の重要度を一ランク下げることができる。
- 3) MA, MB クラスの設備で、長期低温停止状態を考慮した場合、事後保全でも、原子炉の保安を確保できるものは、運転再開時に点検を実施することを前提に事後保全とすることができる。
- 4) MA, MB クラスの設備で、長期低温停止状態と機器の運転時間を考慮した場合、原子炉施設の保安に支障がなく、点検周期の延長が可能なものは点検周期を延長することができる。
- 5) 供用期間中検査(ISI)については、供用期間に入っていないこと、長期停止中は、低温状態に維持されており、欠陥が発生する確率は非常に低いことから実施しなくてもよい。

(点検周期の目安と根拠)

第5条 MA, MB クラス設備の点検周期は、高速実験炉「常陽」の運転・保守経験及び日本原子力研究開発機構内関係箇所における各種研究開発成果、海外 FBR・軽水炉のトラブル事例と最新の技術知見を基に、整備の重要性、主要部品の交換時期、使用環境、先行炉の実績を勘案し対象設備ごとに設定する。また、もんじゅのこれまでの運転・保守実績及び補修実績を考慮する。表-2に FBR 特有機器の点検周期の目安(ナトリウム及びナトリウムベーパーを内包する機器)及び表-3に軽水炉と同様機器の点検周期の目安(ナトリウム及びナトリウムベーパーを内包しない機器)を示した。表-4に、点検周期(目安)の考え方を示す。

表-2~4に示す点検周期は目安として定めているものであり、運転実績、保守実績の反映、停止期間、原子炉の状態により、点検周期を定めることができる。

表-1 建設段階における保守管理の重要度分類

品質に係る重要度分類		保守管理の重要度	定義	適用範囲	設備・機器	
機械設備	電気・計装設備				機械設備の代表例	電気・計装設備の代表例
B	X	MA	(つづき)	6. 多量の放射性物質を内蔵している設備であって、その故障、損壊等により公衆に放射線傷害を及ぼすおそれを直接に生じさせるものの属する機器	<ul style="list-style-type: none"> ・1次ナトリウム純化系のうち該当部分 ・1次ナトリウム充填ドレン系のうち該当部分 ・ナトリウム冷却系のうち該当部分 ・炉外燃料貯蔵槽 ・燃料出入設備 ・燃料移送ポット 	
				7. 放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するために必要な機器	<ul style="list-style-type: none"> ・アニュラス循環排気装置 ・1次アルゴンガス系常温活性炭吸着塔(管側) 	
C			安全上重要な設備に準ずる設備	1. 工学的安全施設の間接系に属する設備 2. 使用済燃料の貯蔵及び取扱いに係る設備 3. ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響を緩和させるための設備	<ul style="list-style-type: none"> ・補助冷却設備空気冷却器 ・原子炉補機冷却海水系ポンプ ・原子炉補機冷却水系ポンプ及び熱交換器 ・制御用圧縮空気設備 ・2次ナトリウム冷却系空気冷却器 ・中央制御室空調設備 ・1次アルゴンガス系常温活性炭吸着塔(容器側) ・炉外燃料貯蔵槽冷却系 ・新燃料貯蔵ラック ・燃料洗浄設備 ・燃料缶詰装置 ・2次ナトリウム補助設備 ・蒸気発生器室換気空調設備 ・圧力開放ダンパ ・炉外燃料貯蔵槽冷却系共通配管室窒素雰囲気調節装置 	<ul style="list-style-type: none"> ・煙感知型ナトリウム漏えい検出器 ・熱感知型ナトリウム漏えい検出器

添16-4

表-3 (1/2)

軽水炉と同様機器の点検周期の目安

(ナトリウム及びナトリウムベーパーを内包しない機器並びに電気計装設備)

機 器	点検項目	点検周期	記 事
ポンプ類 (送風機含む)	外観点検	毎定検	
	性能・機能点検	毎定検	換気空調設備のファンは6~10定検とする
	分解点検	毎定検~10定検	換気空調設備のファンは、 簡易点検を6~10定検とする
熱交換器類	外観点検	毎定検	
	開放点検	毎定検~10定検	
タンク類	外観点検	毎定検	
	開放点検	毎定検~10定検	
主 配 管	外観点検	毎定検	
	肉厚測定	5定検	
支持構造物	外観点検	毎定検	
	分解点検	10定検	オイルスリッパのみ
モータ	一般点検	2~6定検	
	簡易点検	2~6定検	
	本格点検	5~15定検	
計装品	外観点検	毎定検	
	簡易点検	3~10定検	
	性能・機能点検	1~10定検	
	分解点検	5~10定検	
制御盤、計装盤等	外観点検	毎定検	
	性能・機能点検	毎定検	
	一般点検	5定検	
分電盤等	外観点検	5~15定検	
メタクラ	一般点検	2定検	
	簡易点検	2定検	
	本格点検	10~15定検	

注) 建設段階においては、「定検」を「年」読み替える。

添付資料-17

長期停止プラント（高速増殖原型炉もんじゅ） の設備健全性確認計画書（抜粋）

長期停止プラント(高速増殖原型炉もんじゅ)の
設備健全性確認計画書

平成 18 年 9 月
(改正 2 平成 19 年 9 月)

独立行政法人日本原子力研究開発機構

なお、プラント確認試験の項目は、過去に実施した総合機能試験*10を参考に、試験項目を設定*11した。

また、「もんじゅ」設備の健全性はプラント確認試験を実施して確認できるものであるが、燃料取扱設備、燃料貯蔵設備については、新燃料受入作業、燃料交換作業等主要な作業開始時期までに必要な点検・試験を実施し、健全性を確認し、その時点から燃料取扱設備等の供用を開始できるものとする。

*10:総合機能試験は、プラントの安全性能及び運転性能に係る主要設備の機能・性能を確認するため性能試験開始前の平成3年5月から平成4年12月にかけて実施した125項目の試験である。「もんじゅ」は冷却材にナトリウムを用いていることから、ナトリウム系機器に関しては、気中試験、アルゴンガス中試験、ナトリウム中試験と段階を踏んで試験を実施した。

*11:プラント確認試験項目は、長期停止状態にあったプラント(系統)の機能・性能を確認することを目的として、過去に実施した総合機能試験の中から試験項目を設定した。総合機能試験で実施した項目のうち、プラント停止期間中も運転されている設備の試験項目、検査装置の性能を確認するための試験項目、ナトリウムの受入などプラント建設時に一度実施すればよい試験項目を除き、ナトリウム中の試験項目を実施する。

4.2.4 使用前検査状態の維持確認

上記4.2.2項、4.2.3項の中では、すでに受検した工事に係る使用前検査及び性能に係る使用前検査(燃料装荷前)の対象設備が、試運転(性能試験)するための前提条件として、使用前検査を受検した状態に維持されているかどうかを以下の要領で確認することとする。なお、使用前検査を受検した状態に維持されていることの判定基準は、既使用前検査時に用いた判定基準を原則とする。また、この判定基準を満足しない場合は、計画的に機器等を交換または補修する。

使用前検査対象機器の健全性確認計画を表-7に示す。

(1) 構造強度に関する健全性確認(図-3参照)

工事に係る使用前検査では、「材料、寸法、耐圧・漏えい、外観、据付」の各検査を実施している。「材料」は、機器・設備を更新しない限り変わらないため、基本的には実施する必要はない。ただし、「寸法」のうち肉厚は機器の設置環境、材質によっては、経年的影響による内面・外面からの腐食・浸食が発生し減肉の可能性がある。減肉が予想される機器・設備については点検時に目視あるいは代表部位の肉厚測定を行い、健全性を確認することとする。また、減肉の可能性が僅少と評価された

機器については、耐圧漏えい試験にて貫通性の欠陥がないことを確認するとともに、念のため、安全機能上の重要度クラス2以上またはプラント安定運転へ影響の大きい機器については、代表機器及び代表箇所を選定し、肉厚を確認する。(肉厚測定の方法については別添4参照。)
「耐圧漏えい」は運転圧によって漏えいのないことを確認する。「外観、据付」は、過去使用前検査を受検した設備について可視可能範囲を目視により確認する。

(2) 機能・性能に関する健全性確認(図-3参照)

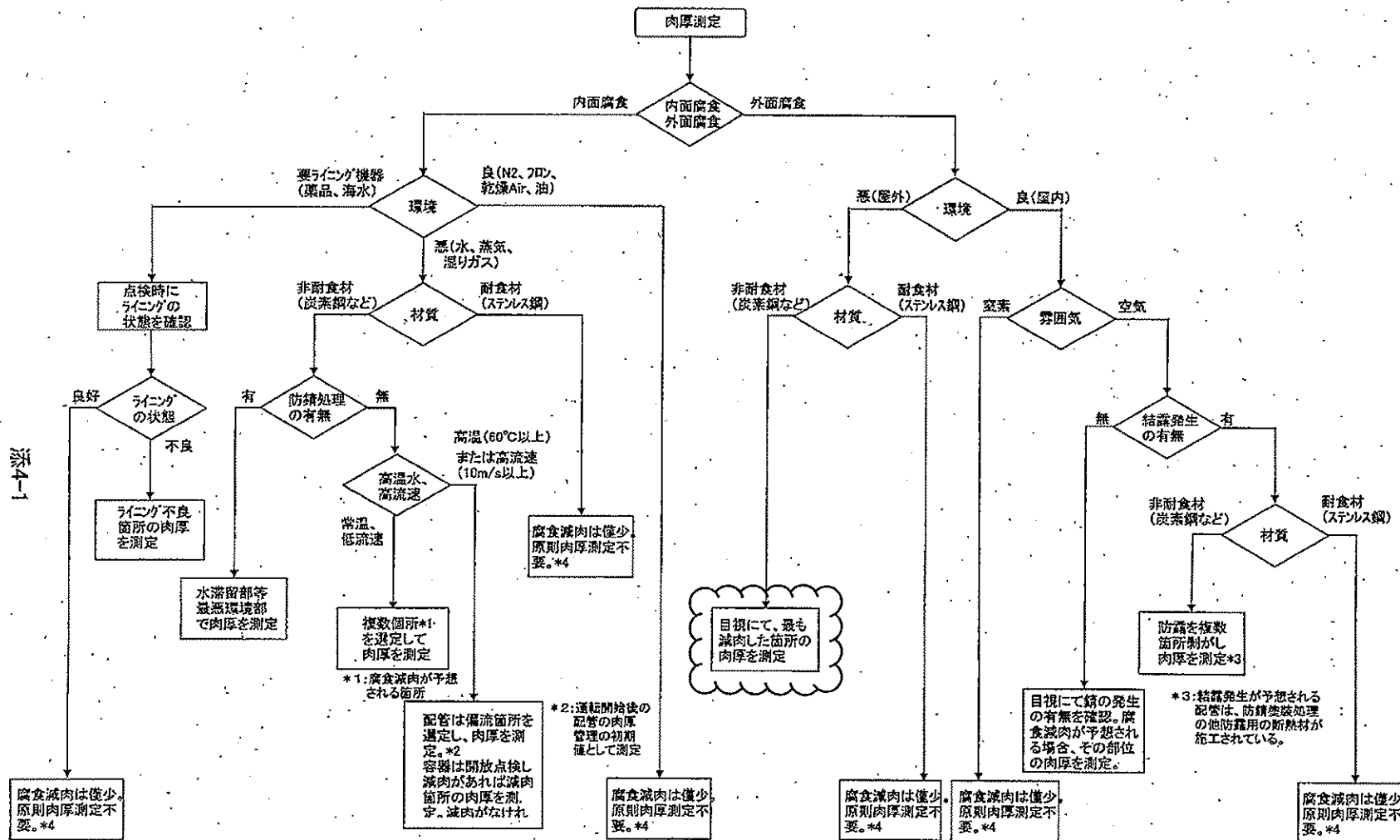
性能に係る使用前検査では、警報検査、インターロック検査、運転性能検査(ポンプ性能、ブロワ性能など)、燃料装荷検査、反応度停止余裕測定検査などを実施している。検査は、燃料装荷前の検査及び燃料装荷後の検査に分けられるが、制御棒引抜を始める前までに実施できる性能に係る項目については原則全項目の検査内容について確認を実施する。

ただし、燃料装荷前に実施した検査のうち、燃料が装荷されている現時点では確認できない項目(模擬炉心構成で実施した燃料交換機の試験)、あるいは、据付時に性能を確認しておけばよい項目(原子炉格納容器のナトリウム充填前の気密性能)は、他の試験または評価によって機能・性能が確保されていることを確認する。燃料装荷後に実施した検査のうち、制御棒を引抜かずに確認できる項目(タービン保安装置検査の一部、総合インターロック検査)については、予備試験として機能・性能を確認する。

表-7 使用前検査対象設備の健全性確認 整理表

設備区分		安全機能の重要度分類	建設段階における保守管理の重要度分類	設備状態 (*1)	主たる経年劣化事象	経年劣化事象に対する評価	健全性の確認方法 (*2)	
(2) 附属設備	(原子炉格納容器貫通部)	MS-1	MA	運転中	腐食(屋内)	機器の内外面とも屋内環境のため、腐食の程度は小さいと評価。気密性能の低下が考えられると評価。	性能・機能確認 外観点検 肉厚測定	再起動前のB種LRT(漏えい率試験)にて、パウンドリ機能を確認する。JEAQ4203(「原子炉格納容器の漏えい試験規程」)による漏えい試験を実施する。 アニユラス部の配管の外観点検を実施し、腐食減肉が予想される場合、その部位の肉厚を測定する。
	電線貫通部				腐食(屋内)	性能・機能確認	B種LRT(漏えい率試験)にて、パウンドリ機能を確認する。JEAQ4203(「原子炉格納容器の漏えい試験規程」)による漏えい試験を実施する。	
	バキュームブレーカ				部品の故障(寿命を含む)	シール材及び構成部品の劣化が考えられると評価。	分解点検 性能・機能確認	分解点検し、清掃を行い、作動機能を確認する。 C種LRT(漏えい率試験)にて、パウンドリ機能を確認する。JEAQ4203(「原子炉格納容器の漏えい試験規程」)による漏えい試験を実施する。
	アニユラスシール				腐食(屋内)	機器の内外面とも屋内環境のため、腐食の程度は小さいと評価。アニユラスシール部の気密性能の低下が考えられると評価。	外観点検	外観点検を実施する。
2) 原子炉建物	外部しゃへい壁	MS-1	区分外	運転中	腐食(屋外)	建設時に製作した試験体を屋外に暴露して長期的にモニタリングを行い、コンクリートの圧縮強度試験等を実施し、健全性を確認している。	外観点検 コンクリート耐久性 モニタリング試験	
	基礎版					屋内設置コンクリートであるから環境影響による経年劣化はほとんどないと考えられるが、建設時に製作したコンクリート試験体を屋外に暴露し長期的にモニタリングして健全性に問題ないことを別途確認しており、その評価結果を以って当該設備も健全であると判断している。	コンクリート耐久性 モニタリング試験	
	基礎					建物が竣工している現時点では、竣工前と同じ使用前検査項目を行うことは出来ない。岩盤等の経年劣化の要因は風化によるものであるが、地中に位置するため日光や風雨にさらされることがなく、経年劣化はないと判断している。		
	(内部コンクリート構造物)	内部コンクリート構造物	MS-1			屋内設置コンクリートであるから環境影響による経年劣化はほとんどないと考えられるが、建設時に製作したコンクリート試験体を屋外に暴露し長期的にモニタリングして健全性に問題ないことを別途確認しており、その評価結果を以って当該設備も健全であると判断している。	外観点検 コンクリート耐久性 モニタリング試験	
	ライナ	MS-1 MS-2		腐食(N2)	1次冷却室のセルライナは、夏期野田気環境下(酸素濃度3%以下で管理)にあり、腐食劣化を考慮すべき環境にないと評価。	外観点検		
	3) アニユラス循環排気装置	アニユラス循環排気ファン	MS-1	MA	運転中	部品の故障(寿命を含む)	軸受けの劣化が考えられると評価。	分解点検 性能・機能確認
(排気装置フィルタユニット)		アニユラス循環排気装置 炭素粒子用フィルタユニット				フィルタの劣化が考えられると評価。	一般点検 開放点検 性能・機能確認	定期的にサーベランス(差圧確認、外観点検)を実施する。 フィルタを交換する。
アニユラス循環排気装置 よう素用フィルタユニット								
アニユラス循環排気装置 主配管		腐食(屋内空気)				屋内環境であるため、腐食程度は小さいと評価。内面は、空気であるため、腐食の程度は小さいと評価。	一般点検 肉厚測定 性能・機能確認	定期的にサーベランス運転を行い、外観点検を実施し、腐食減肉が予想される場合、その部位の肉厚を測定する。
アニユラス循環排気装置 主要弁		部品の故障(寿命を含む)				シール材及び構成部品の劣化が考えられると評価。	分解点検 性能・機能確認	

もんじゅの機器・設備(ナトリウム系機器を除く)の肉厚測定フロー



*4: 耐圧漏えい試験にて貫通性の欠陥がないことを確認。安全機能の重要度分類クラス2以上または安定運転への影響が大きい機器(保守管理上の重要度MA)については、念のため代表となる箇所(測定不能機器については合理的な説明根拠があれば同一環境下にある機器で代表させてもよい)を選定し肉厚を測定。

注: 熱交換器伝熱管にあっては肉厚測定が困難なことから、目視による腐食減肉が無いことの確認、ECTによる減肉評価でも可とする。

添17-6

添4-1

別添4

添付資料-18

もんじゅテクニカルメモ

(換気空調設備屋外ダクト塩害状況について)

[表紙]



標 題 換気空調設備屋外ダクト塩害状況について	資料番号 MS - 98 - 010
----------------------------	--------------------

発行日	平成10年6月10日	発行元	プラント第二課	協議	
-----	------------	-----	---------	----	--

報告 検討 コメント 確認 参考 依頼 回答 その他()

経緯

もんじゅの安全総点検において、D/G燃料タンク廻り等の塩害対策が必要であるとの指摘があったことから、換気空調設備の屋外ダクトについて塩害の有無、状況を確認することを目的として、点検を実施した。

点検結果

アニュラス循環排気ラインは、アニュラス部からの排気はもとより、格納容器換気装置、燃料取扱設備室換気装置、M/B換気装置等の管理区域からの排気及び気体廃棄物処理系の排気ラインが接続しており、最終的にはスタックを通して環境に放出している。

この最終的にスタックとつながる部分の排気ダクト約60mが屋外設置（添付-1参照）となっている。

今回の点検の結果、添付-2に示す通り、ダクト本体及び基礎部に塩害による著しい錆と腐食の進行が認められた。このまま腐食が進行すると、ダクト基礎部の損壊、ダクト本体に穴が開く可能性が非常に高い。

今後の対策

このダクトの一部が破損した場合、前記の管理区域及び気廃系からの排気が一切出なくなることから、本ダクトの健全性確保のため、腐食部分の交換・補修溶接、全面塗装等の塩害対策をH10年度末予算で繰越し実施するか、H11年度の塩害対策予算枠の中で（概算12,000千円程度必要）実施していく予定である。

以 上

(別添 有・無 別添ページ数12)

配布先	所長	副所長	広報担当	QA担当	原子炉主任	電気主任	B・T主任	R・I主任	管理課	経理課	技術課	安全管理課	プラント一課	プラント二課	技術開発部	対策検討班	総点検総括班	計画管理課	
													1	1	1	1			

*表紙のみ

部・課内の検討のための資料であるため発行元の許可なく当該技術資料を複写、複製、転載並びに第三者への開示を行わないで下さい。

動力炉・核燃料開発事業団 高速増殖炉もんじゅ建設所

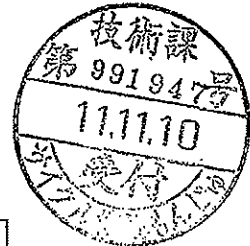
添付資料-19
原子炉補助建物
屋上ダクト塗装作業工事報告書(抜粋)

高速増殖炉もんじゅ

図書番号											改訂				
図書分類			全系統				サブシステム				補助		番号		
R	3	4	6	6	1	Y	9	9	2	3	7	-	-	Z	0

担当課	課長	合議	担当
P2課	[Redacted]		

核燃料サイクル開発機構、高速増殖原型炉もんじゅ



<p>図書名</p> <p>原子炉補助建物屋上ダクト塗装作業</p> <p>工事報告書</p>

MASTER

平成11年11月10日

会社名 [Redacted]

サイクル機構	承認	審査	チーム	担当
--------	----	----	-----	----

主任	副主任	安全	保安	環境	衛生	放射線	設備	電気	機械	化学	材料	計測	情報	庶務	総務



1. 工事概要

1. 目的

屋外ダクトが塩害により腐食(錆等)が全面に渡り発生している状態にある。その為、今回、全面塗替え作業を行うことにより機器の健全性確保と機能維持を図ることを目的とする。

2. 適用範囲

本報告書は、核燃料サイクル開発機構高速増殖炉もんじゅにおける原子炉補助建物屋上ダクト塗装作業に適用する。

3. 工事期間

平成11年 8 月25日 ～ 平成11年11月 9 日

4. 施工場所

高速増殖炉もんじゅ建設所 A/B 屋上

5. 工事内容

1. 屋外ダクト周囲に塗装の足場の組立てを行う。
2. 周田に飛散防止、落下防止の養生ネットをはる。
3. ダクト、サポート及び架台の素地調整(3種ケレンB)を行う。
4. ダクト、サポート及び架台の塗装を行う。
5. 清掃、点検終了後 作業用足場の解体を行う。

5. 特記事項

1. ダクト内部の腐食で発生した錆じるが外壁の外観の印象を悪くしていたので、今回の工事で外壁の塗装も行いました。
2. ダクト構造上、水がたまりやすくなっているため、JNC殿の立合いのもと、必要に応じて、排水処理を行いました。
3. 2で対処できなかったダクトの上部、架台部分の排水溝設置等の対策を講じられますと、より長期間の防食効果が得られると考えます。

6. 考察

1. 工事について

塗装前に行なったケレンにより、ボルト廻り、架台等のひどかった錆を解消することが出来ました。また、今回のダクト塗装によって、酸、アルカリ塩分などの腐食成分に対して強い防錆力が得られ、同時に美観の印象も向上したと思います。

2. 工程について

工期中、天気にめぐまれず、ダクトが雨にうたれ塗装出来ないことがありました。台風の通過や場所的に強風がよく吹くのでシートの張り、たたみにに手間がかかりましたが、当初の工程どおり作業を進めることが出来ました。

3. 安全について

毎朝のTBMにより、その日の作業内容を作業員全員に周知徹底すると共に、危険予知を行ない、事故の回避に努めた結果、事故や危険行為も無く、工事を完了することが出来ました。又、高所作業時における安全帯の着使用、有機溶剤を取り扱う時には防毒マスクを着用させるなど、墜落、転落、有機溶剤中毒等の災害防止には特に安全に努めました。

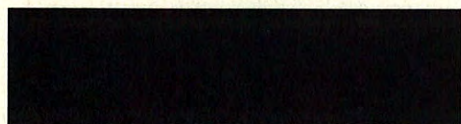
添付資料-20
設備健全性に係る
使用前検査対象機器の肉厚測定作業(抜粋)

担当課 P2課 (日本原子力研究開発機構 押印スペース)	図書番号							改訂 番号
	図書分類	全系統		サブシステム		補助		
	Q 4 4 *			Y	0 7 2 0 6	0 1	Z 0	
	今回改訂日			新規作成				
	管理番号			2007C 1046				
							管理区域内作業番号	
							5586	



図 書 名
設備健全性に係る使用前検査対象機器の肉厚測定作業
 保守点検報告書

平成 20 年 3 月 14 日



配 備 先		配 備 先	
技 術 課	配 備 先	技 術 課	配 備 先
管 理 課	配 備 先	管 理 課	配 備 先
品 質 保 障 課	配 備 先	品 質 保 障 課	配 備 先
P 1	配 備 先	P 1	配 備 先
P 2	配 備 先	P 2	配 備 先
P 3	配 備 先	P 3	配 備 先
安全 課	配 備 先	安全 課	配 備 先
環 境 課	配 備 先	環 境 課	配 備 先
N 課	配 備 先	N 課	配 備 先
研 究 課	配 備 先	研 究 課	配 備 先
計 画 課	配 備 先	計 画 課	配 備 先
経 理 課	配 備 先	経 理 課	配 備 先
総 務 課	配 備 先	総 務 課	配 備 先
庶 務 課	配 備 先	庶 務 課	配 備 先
共 通 補 修 設 備	配 備 先	共 通 補 修 設 備	配 備 先
射 線 修 理 室	配 備 先	射 線 修 理 室	配 備 先
中 央 制 御 室	配 備 先	中 央 制 御 室	配 備 先
シ ミ ム レ ー シ ョ ン	配 備 先	シ ミ ム レ ー シ ョ ン	配 備 先
P 2 課 室	配 備 先	P 2 課 室	配 備 先
P 1 課 室	配 備 先	P 1 課 室	配 備 先

Q44*Y0720601Z0

資料回収票
 (併封)

点検前外観確認記録

記録 No. T-1

日本原子力研究開発機構 殿 高速増殖炉研究開発センター		管理番号	2007C 1046
系統番号	系統名称	機器名称	
661	アニュウス循環排気装置	アニュウス循環排気ファンからスクリュー付減速機まで (ダクトNo. A5202G / A5204G / A5205G / A5206G)	
場所	A/B 屋上	確認者	[Redacted]
確認日	平成19年12月4日		

1. 確認方法

・目視にて確認を行う。

2. 確認範囲

管理 No	確認箇所	確認内容	確認結果
内訳規定 リスト 管理No. 39	1. ダクト表面 2. 据付状態	<ul style="list-style-type: none"> ・配管表面及び保温外装板の外観に有害な損傷 腐食等の有無 ・据付状態に異常の有無 	良 (⊕)

検査対象箇所の管理No.は添付-2 参照。

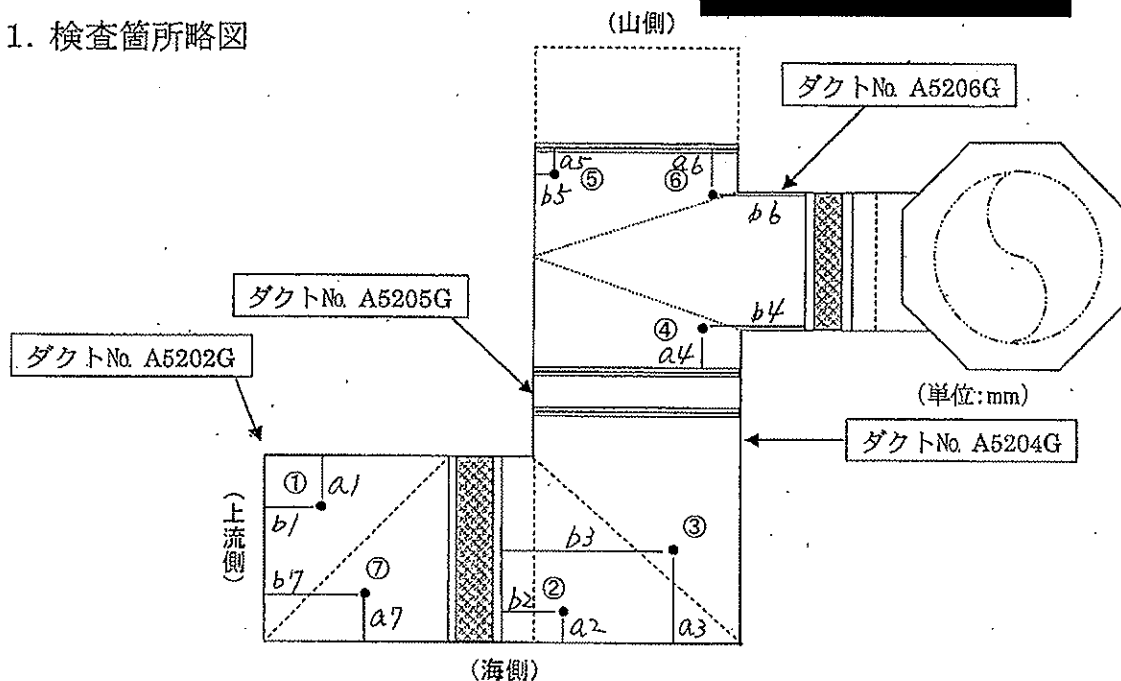
※ダクト天井部に発錆・腐食あり。

肉厚測定記録

記録 No. T-2-39

日本原子力研究開発機構 高速増殖炉研究開発センター		管理番号	2007C 1046
系統番号	系統名称	機器名称	
661	アニュラス循環排気装置	アニュラス循環排気ファンからスタック合流点まで (ダクトNo. A5202G/A5204G/A5205G/A5206G)	
場所	A/B屋上	試験員	[REDACTED]
検査日	平成19年12月4日	検査員	[REDACTED]

1. 検査箇所略図



測定箇所	設計値	許容値	実測値 (t)
① (天板) $a1 \times b1 = 800 \times 1100$	6.0	± 0.6	3.6
② (天板) $a2 \times b2 = 580 \times 1280$			2.3
③ (天板) $a3 \times b3 = 1750 \times 1420$			3.5
④ (天板) $a4 \times b4 = 990 \times 1400$			3.4
⑤ (底板) $a5 \times b5 = 360 \times 50$			5.3
⑥ (天板) $a6 \times b6 = 1450 \times 1480$			4.2
⑦ (天板) $a7 \times b7 = 515 \times 1500$			2.1

2. 判定基準

・許容値以内であること。

3. 判定

不合格

品名	管理No	校正年月日
超音波厚さ計	TI-65C	2007年4月24日

立会年月日 平成19年12月4日
 客先担当殿 [REDACTED]

点検後外観目視検査記録

記録No.T-3

日本原子力研究開発機構 殿 高速増殖炉研究開発センター		管理番号	2007C 1046
系統番号	系統名称	機器名称	
661	アニュラス循環排気装置	アニュラス循環排気ファンからスタック合流点まで (ダクトNo.A5202G/A5204G/A5205G/A5206G)	
場所	A/B屋上	試験員	[Redacted]
検査日	平成19年12月4日	検査員	[Redacted]

1. 検査内容及び検査方法

- ・点検対象部の状態を目視にて検査する。

2. 検査箇所及び判定基準

管理No.	検査箇所	判定基準	検査結果
肉厚測定 リスト 管理No.39	ダクト表面	表面に著しいかき傷, 打こん, クラック等がないこと。	良(否)

減肉が発生しており、局所的に使用前検査合格基準を満足していない部位有。
記録No.T-2-39参照。

検査対象箇所の管理No.は添付ー 2 参照。

3. 判定

不合格

立会年月日:平成19年12月4日

客先担当殿: [Redacted]

添付資料-21

プラント第1課巡視点検手順書(抜粋)

第 13 編
巡 視 点 検 手 順 書

1. 概要

1.1 目的

本巡視点検手順書は、「運転管理要領」に基づき作成されたものであり、もんじゅの機器保全上必要な日常の運転、巡視点検にかかわる遵守事項を定め、安全かつ確実な巡視点検を実施することにより、機器異常の早期発見に努め、プラントの安定安全運転の維持向上を計ることを目的とする。

1.2 巡視点検区分

巡視点検区分は以下のとおりとする。

(1) 通常区域巡視点検

通常区域巡視点検は、原子炉施設保安規定において毎日1回以上巡視及び点検する必要のある施設、設備について、巡視点検手順を定めたものである。但し、原子炉格納容器内、アニュラス内、窒素ガス供給系設備の窒素ガス注入区画、又は原子炉施設保安規定第83条に基づき安全管理課長が管理区域内における特別措置を行った区域は本巡視点検から除外する。

(2) 特別区域巡視点検

特別区域巡視点検は、原子炉施設保安規定において1ヶ月に1回以上巡視及び点検する必要のある施設、設備について、巡視点検手順を定めたものである。対象区域は、原子炉施設のうち、原子炉格納容器内、窒素ガス供給系設備の窒素ガス注入区画、原子炉施設保安規定第83条に基づき安全管理課長が管理区域内における特別措置を行った区域を指す。アニュラス内、第26条で定める炉外燃料貯蔵槽室および炉外燃料貯蔵槽冷却系室等、第56条で定める1次冷却材ナトリウムを含む機器、配管が置かれている各室は、特別区域の対象外である。

(3) 重点区域巡視点検

通常区域巡視点検、特別区域巡視点検において巡視及び点検する必要のある施設、設備のうち、自主保安の観点から機器の重要性等を考慮し、選定した回転機器、現場の制御盤等を対象に巡視及び点検することを目的とした巡視点検。

1.3 巡視点検ルート

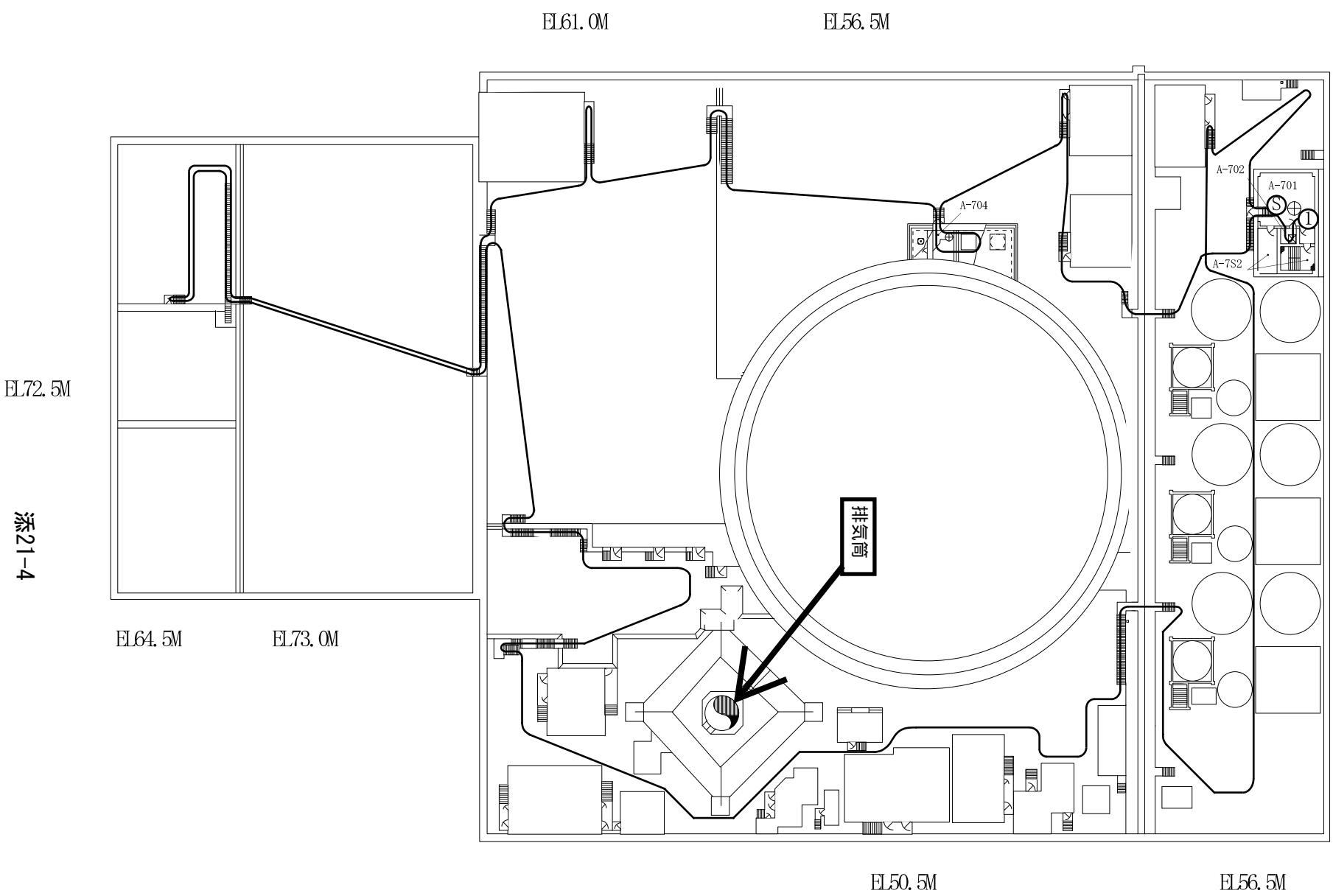
巡視点検ルート区分は以下のとおりとする。

(1) 通常区域巡視点検ルート

- ① 中央制御室
- ② 燃料取扱操作室
- ③ 原子炉補助建物（非管理区域）
- ④ 原子炉補助建物（管理区域）
- ⑤ タービン建物
- ⑥ ディーゼル建物
- ⑦ メンテナンス・廃棄物処理建物
- ⑧ 屋外廻り

(2) 特別区域巡視点検ルート

- ① 原子炉建物



5.1 通常区域巡視点検ルート図〔原子炉補助建物（非管理区域）〕 1 / 7

添付資料-22
保修票運用手順書(抜粋)

高速増殖炉研究開発センター
識別番号：MQ830-01

管理外文書

保 修 票 運 用 手 順 書

高速増殖炉研究開発センター

(所管：プラント第1課)

(目 的)

第1条 本手順書は、「不適合管理要領」に基づき、高速増殖炉原型炉もんじゅ原子力発電施設（以下「原子力発電施設」という）に係る設備の故障に関する保修依頼、所要の手続き及び保修に係わる記録の作成、保存を行うために定める。

(適用範囲)

第2条 本手順書は、原子力発電施設の性能を維持するために必要な設備の故障に関する保修依頼、所要の手続き及び保修に係わる記録について適用する。ただし、「計測器類管理手順書」に定める可搬型放射線計測器類は、「計測器類管理手順書」による。

(保修票発行基準)

第3条 本手順書における「保修」とは、「故障した設備の機能、性能を復帰するための修理作業及び運転の継続により設備の機能、性能の低下、故障が発生する恐れがある場合の点検・調査」をいう。

2 保修票発行基準を以下のとおりとする。

- (1) 建物、設備等が破損、機能・性能低下、機能喪失により正常でない状態となった場合（空調用フィルタの差圧上昇等、定期的に交換を要するものは除く）。
 - ・異音、異臭が確認された場合
 - ・流量、圧力、温度、液位、荷重等の値が運転中に於ける基準値を外れた場合。ただし、運転操作等に起因し、一時的な事象であることが明らかな場合は除く。
 - ・建物、設備、機器等の破損が確認された場合
 - ・気体、液体の漏えいが確認された場合
 - ・その他異常が確認された場合
- (2) 建物、設備等が運転の継続、現状態での使用により、上記(1)の状態へ移行する恐れがあり、調査が必要な場合。
- (3) 機器の点検作業において、交換・取替えを計画していない部品類に、交換・取替えを必要とする損傷、劣化を発見した場合。
- (4) 機器の点検作業において、当該機器又は他の機器を損傷させた場合。

添付資料-23

平成 20 年度プラント第 2 課巡視点検一覧表

《平成20年度プラント巡視点検一覧》

平成20年度実施項目・内容(計画) 本範囲が仕様書記載作業内容となる							頻度	備考
No.	件名	対象				確認内容、方法		
		系統	名称	確認項目	数量			
1	1次主循環ポンプM/Gセット装置	112	交流発電機 (A, B, C) 誘導電動機 (A, B, C)	外観状態、室温 絶縁抵抗 機内状態	一式	外観目視点検 測定・記録採取	A-119 A-120	1回 / 1ヶ月
		112	交流励磁機 (A, B, C)	外観状態 絶縁抵抗 機内状態	一式	外観目視点検 測定・記録採取	A-119 A-120	
		112	流体継手 (A, B, C)	外観状態	一式	外観目視点検	A-119 A-120	
		112	潤滑油装置 (A, B, C)	外観・運転状態	一式	外観目視点検	A-119 A-120	
		—	点検結果報告書		—	提出	—	1回 / 1ヶ月
2	1次主冷却系設備	110	1次主冷却系計器	外観状態 取付状態 指示値	24台	外観目視点検 記録採取 指示安定	R-403 R-406 R-409	1回 / 1ヶ月
		111	1次主冷却系循環ポンプ潤滑油系計器	外観状態 取付状態 指示値	57台	外観目視点検 記録採取 指示安定	R-403 R-406 R-409	
		112	1次主冷却系循環ポンプM-Gセット計器	外観状態 取付状態 指示値	63台	外観目視点検 記録採取 指示安定	A-120 A-119 D-305	
		120	1次Naオーバーフロー系計器	外観状態 取付状態 指示値	2台	外観目視点検 記録採取 指示安定	R-204 R-113	
		130	1次Na純化系計器	外観状態 取付状態 指示値	13台	外観目視点検 記録採取 指示安定	R-113 A-321	
		130	Naサンプリング装置	外観状態	一式	外観目視点検	A-306	
		150	1次Arガス系計器	外観状態 取付状態 指示値	46台	外観目視点検 記録採取 指示安定	A-154 R-403 他	
		430	1次メンテナンス冷却系計器	外観状態 取付状態 指示値	2台	外観目視点検 記録採取 指示安定	R-115 R-113	
		431	2次メンテナンス冷却系計器	外観状態 取付状態 指示値	1台	外観目視点検 記録採取 指示安定	A-510	
		440	機器冷却系	外観状態 取付状態 指示値	9台	外観目視点検 記録採取 指示安定	A-101 R-406 他	
		440	機器冷却系 冷凍機設備	外観状態 取付状態 指示値	51台	外観目視点検 記録採取 指示安定	A-101 A-102 A-103	1回 / 2週間
		—	点検結果報告書		—	提出	—	1回 / 1ヶ月
3	2次主冷却系設備	270	ナトリウム・水反応生成物収納設備 点炎器ドレンボット	外観状態 取付状態	一式	外観目視点検 水抜き	屋上	1回 / 3ヶ月
		200	油圧防振器	外観状態 油量	一式	外観目視点検 測定・記録採取 油補充	A-446 他	
		211	油ポンプオイル	油量	一式	外観目視点検 油量測定 油補充	A-532 A-536 A-540	
		210	循環ポンプ及びピネーモータ	外観状態 指示値	一式	外観目視点検 測定・記録採取	A-532 A-536 A-540	1回 / 1ヶ月
		211	循環ポンプ潤滑油系設備	外観状態 指示値	一式	外観目視点検 測定・記録採取	A-532 A-536 A-540	1回 / 1ヶ月
		260	補助冷却設備	外観状態 指示値	一式	外観目視点検 測定・記録採取	A-433 A-437 A-441	1回 / 1ヶ月
		230	CT冷却用送風機 電磁ポンプ冷却用送風機	外観状態 指示値	一式	外観目視点検 測定・記録採取	A-232 A-235 A-238 他	1回 / 1ヶ月
		250	VT冷却用送風機	外観状態 指示値	一式	外観目視点検 測定・記録採取	A-230 A-233 A-236	1回 / 1ヶ月
		—	点検結果報告書		—	提出	—	1回 / 1ヶ月

《平成20年度プラント巡視点検一覧》

平成20年度実施項目・内容(計画) 本範囲が仕様書記載作業内容となる							頻度	備考	
No.	件名	対象				確認内容、方法			場所
		系統	名称	確認項目	数量				
4	水・蒸気長期保管	371	グランド蒸気排風機	保管状態	2台	ハンドターニング	T-201	1回 / 1ヶ月	
		385	相分離母線冷却ファン	保管状態	2台	ハンドターニング	T-201		
		311	復水脱塩装置循環ポンプ	保管状態	1台	ハンドターニング	T-201		
		310	脱気器循環ポンプ	保管状態	1台	ハンドターニング	T-101		
		350	海水ブースターポンプ	保管状態	1台	ハンドターニング	T-102		
		300	除湿乾燥機第2系統 (低圧給水加熱器ライン)	運転状態 温湿度	一式	外観目視点検 測定・記録採取	T-301	1回 / 1週間	
		300	除湿乾燥機第1系統 (低圧復水ライン)	運転状態 温湿度	一式	外観目視点検 測定・記録採取	T-102		
		300	除湿乾燥機第2系統 (高圧給水加熱器FWP-Tライン)	運転状態 温湿度	一式	外観目視点検 測定・記録採取	T-102		
		300	除湿乾燥機第2系統 (低圧給水加熱器ライン)	運転状態 温湿度	一式	記録用紙交換 計器校正	T-301	1回 / 1ヶ月	
		300	除湿乾燥機第1系統 (低圧復水ライン)	運転状態 温湿度	一式	記録用紙交換 計器校正	T-102		
		300	除湿乾燥機第2系統 (高圧給水加熱器FWP-Tライン)	運転状態 温湿度	一式	記録用紙交換 計器校正	T-102		
		—	点検結果報告書	—	—	提出	—	1回 / 1ヶ月	
		5	水・蒸気長期保管 (電気分)	380	タービン発電機 界磁巻線 電機子巻線、回路	絶縁抵抗	2回路	測定・記録採取	T-201 他
300	タービン補機電動機			絶縁抵抗	38台	測定・記録採取	T-401 他		
381 385	タービン発電機水素ガスクーラー 相分離母線冷却クーラー			窒素充填状態	2台	充填 記録採取	T-201		
380	タービン発電機保管用スペースヒータ			健全性	1組	外観目視点検	T-301 他		
380	タービン発電機固定子コイル 保管用窒素ガス			圧力	1台	監視	T-201		
382	固定子冷却装置保管用窒素ガス			圧力 窒素充填状態	1台	監視 充填	T-301 他		
—	点検結果報告書			—	—	提出	—	点検終了毎	
6	硫酸第一鉄注入装置	420	原子炉補機冷却海水系 硫酸第一鉄注入装置流量計	流量計清掃	9台	流量計清掃	A-104 D-104	1回 / 1ヶ月	
		—	点検結果報告書	—	—	提出	—	点検終了毎	
7	換気空調設備 フィルター	661	微粒子フィルタ (A, B) 多層フィルタ (A, B) 中性能フィルタ (A, B)	指示値	6	外観目視点検 記録採取	A-445	1回 / 1ヶ月	
		664	給気ユニット平型フィルタ 給気ユニット粗フィルタ 外気取入平型フィルタ	指示値	5	外観目視点検 記録採取	A/B屋上 A-551		
		665	空調ユニット粗フィルタ (A, B)	指示値	2	外観目視点検 記録採取	R-501		
		672	給気ユニット I, II 平型フィルタ 給気ユニット I, II 粗フィルタ 排気フィルタユニット粗フィルタ 微粒子フィルタ	指示値	12	外観目視点検 記録採取	A/B屋上 A-356 A-457		
		673	給気ユニット平型フィルタ 給気ユニット粗フィルタ 排気フィルタユニット粗フィルタ 微粒子フィルタ	指示値	6	外観目視点検 記録採取	A/B屋上 A-678		
		681	電気設備室 I 外気取入平型フィルタ 空調ユニット粗フィルタ	指示値	3	外観目視点検 記録採取	A/B屋上 A-501		
		682	給気ユニット I, II 平型フィルタ 給気ユニット I, II 粗フィルタ	指示値	4	外観目視点検 記録採取	A/B屋上		
		683	外気取入平型フィルタ (A, B, C)	指示値	3	外観目視点検 記録採取	A/B屋上		
		684	外気取入平型フィルタ	指示値	1	外観目視点検 記録採取	A/B屋上		
		685	空調ユニット粗フィルタ	指示値	2	外観目視点検 記録採取	A-601		
		686	外気取入平型フィルタ 空調ユニット粗フィルタ	指示値	3	外観目視点検 記録採取	A-513		
		688	外気取入平型フィルタ (A, B, C)	指示値	3	外観目視点検 記録採取	A-620		

《平成20年度プラント巡視点検一覧》

平成20年度実施項目・内容(計画) 本範囲が仕様書記載作業内容となる							頻度	備考	
No.	件名	対象			確認内容、方法	場所			
		系統	名称	確認項目			数量		
7	換気空調設備 フィルター	691	外気取入Ⅰ、Ⅱ平型フィルタ	指示値	2	外観目視点検 記録採取	T/B屋上	1回 / 1ヶ月	
		692	空調ユニット粗フィルタ	指示値	2	外観目視点検 記録採取	D-502		
		693	外気取入平型フィルタ (A、B、C)	指示値	3	外観目視点検 記録採取	D-504		
		694	給気ユニット平型フィルタ 給気ユニット粗フィルタ	指示値	2	外観目視点検 記録採取	T/B屋上		
		695	給気ユニット平型フィルタ 給気ユニット粗フィルタ 排気ユニット粗フィルタ 微粒子フィルタ (A、B、C、D)	指示値	12	外観目視点検 記録採取	M/B屋上 M-751		
		715	FFDL計測室ローカルクーラーフィルタ	指示値	1	外観目視点検 記録採取	A-451		
		—	点検結果報告書	—	—	提出	—		1回 / 1ヶ月
8	CRD保持用マグネット用 M/Gセットサーベランス	065	M-Gセット (A、B)	運転状態	一式	測定・記録採取	A-424	1回 / 3ヶ月	
		—	点検結果報告書	—	—	提出	—	1回 / 3ヶ月	
9	特高開閉所設備	750	特高開閉所各施設	外観状態 指示値、液位	一式	外観目視点検 確認・記録採取	特高 開閉所	1回 / 1ヶ月	
		750 (480)	特高開閉所碍子洗浄設備 (淡水供給設備建屋内設置)	外観状態 指示値	一式	外観目視点検 確認・記録採取	淡水 建屋		
		—	点検結果報告書	—	—	提出	—	1回 / 1ヶ月	
10	ISI校正建物内受電設備	927	ISI校正建物電源供給設備 (高圧受変電設備) ISI校正建物電源盤(H1) 動力盤No.1・動力盤No.2 (H2A/B) 電灯1次盤(H3A) 動力変圧器盤(H4) 動力変圧器盤(H5) 電灯変圧器盤(H6)	負荷運転状況 外観状態 異臭・異音 電圧・電流指示値 遮断器動作回数 指示値	一式	外観目視点検 確認・記録採取	ISI校正建物	1回 / 3ヶ月	
		—	点検結果報告書	—	—	提出	—	1回 / 3ヶ月	
11	変圧器設備	754	所内変圧器 集合端子箱内端子 F11~F43 冷却器制御盤 (C-TY003) 油温度・油面計 冷却ファン No.11~No.53	外観状態 温度・湿度 絶縁抵抗 運転・振動状態	1器 4台 15台	外観目視点検 測定・記録採取	変圧器 ヤード	1回 / 1ヶ月	
		753	主変圧器 保護装置盤内ポンプ側端子 タップ切替装置 冷却器制御盤 (E-TY501) 油温度・油面計 冷却ファン No.1~No.4	外観状態 温度・湿度 絶縁抵抗 運転・振動状態	1器 5台 4台	外観目視点検 測定・記録採取	変圧器 ヤード	1回 / 1ヶ月	
		755	起動変圧器 油温度・油面計	外観状態 温度・湿度	2器	外観目視点検 測定・記録採取	変圧器 ヤード	1回 / 1ヶ月	
		—	点検結果報告書	—	—	提出	—	1回 / 1ヶ月	
12	所内電気設備 負荷状況	761	メタクラ	負荷運転状況 外観状態 異臭・異音 電圧・電流指示値 遮断器動作回数	5面	記録採取	D-301 T-401 他	1回 / 3ヶ月	
		762 763	パワーセンタ コントロールセンタ	運転状態 外観状態 異臭・異音 電圧・電流指示値 遮断器動作回数	P/C 19 C/C 45	記録採取	A-401 T-401 他		
		772 775	計測制御電源	指示値	20面	記録採取	A-401 他		
		100 200 430 431他	予熱ヒータ電源盤	運転状態	32面	記録採取	A-221 他		
		—	点検結果報告書	—	—	提出	—		点検終了毎

《平成20年度プラント巡視点検一覧》

平成20年度実施項目・内容(計画) 本範囲が仕様書記載作業内容となる							頻度	備考	
No.	件名	対象			確認内容、方法	場所			
		系統	名称	確認項目			数量		
13	照明・雑動力・作業用分電盤	764	T/B, D/B 非常用照明主分電盤 T/B, D/B 照明主分電盤 T/B, D/B 雑動力主分電盤	外觀状態 温度・異臭 電圧・電流	3面	外観目視点検 測定・記録採取	T-401	1回 / 1年	
		764	A/B 照明・雑動力高圧受電盤 A/B 雑動力分岐盤 A/B 照明分岐盤 A/B 非常用照明主分電盤	外觀状態 温度・異臭 電圧・電流	4面	外観目視点検 測定・記録採取	A-309 A-411		
		764	M/B 雑動力分岐盤 M/B 照明分岐盤 M/B 非常用照明主分電盤	外觀状態 温度・異臭 電圧・電流	3面	外観目視点検 測定・記録採取	M-552		
		764	R/B 雑動力分岐盤 R/B 照明分岐盤 R/B 非常用照明主分電盤	外觀状態 温度・異臭 電圧・電流	3面	外観目視点検 測定・記録採取	R-501		
		764	照明, 非常用照明分電盤 (A/B)	外觀状態 温度・異臭	18面	外観目視点検 測定・記録採取	A-116 他		
		764	照明, 非常用照明分電盤 (M/B)	外觀状態 温度・異臭	6面	外観目視点検 測定・記録採取	M-121 他		
		764	照明, 非常用照明分電盤 (T/B)	外觀状態 温度・異臭	4面	外観目視点検 測定・記録採取	T-102 他		
		764	照明, 非常用照明分電盤 (D/G)	外觀状態 温度・異臭	3面	外観目視点検 測定・記録採取	D-104 他		
		764	照明, 非常用照明分電盤 (R/B)	外觀状態 温度・異臭	4面	外観目視点検 測定・記録採取	R-501 他		
		764	雑動力, 作業用分電盤 (A/B)	外觀状態 温度・異臭	24面	外観目視点検 測定・記録採取	A-111 他		
		764	雑動力, 作業用分電盤 (M/B)	外觀状態 温度・異臭	11面	外観目視点検 測定・記録採取	M-121 他		
		764	雑動力, 作業用分電盤 (T/B)	外觀状態 温度・異臭	9面	外観目視点検 測定・記録採取	T-102 他		
		764	雑動力, 作業用分電盤 (D/G)	外觀状態 温度・異臭	2面	外観目視点検 測定・記録採取	D-104 他		
		764	雑動力, 作業用分電盤 (R/B)	外觀状態 温度・異臭	9面	外観目視点検 測定・記録採取	R-501 他		
		—	点検結果報告書			提出	—		点検終了毎
14	蓄電池設備	772	直流充電器盤	交流入力電圧・電流 充電器出力電圧・電流 直流受電盤電圧・電流	6面	記録採取	A-401 A-411 A-317 他	1回 / 6ヶ月	
		772	蓄電池 (A, B, C, D, E)	外觀状態・清掃 電圧・総電圧 電解液温 電解液比重 液位	500 セル	外観目視点検 測定・記録採取 電解液補給	A-415 A-412 A-318 他		
		772	直流充電器盤	均等充電時状態	10面	測定・記録採取	A-401 他	1回 / 1年	
		772	蓄電池	均等充電時状態	678 セル	測定・記録採取	A-415 他		
			ページング・特高直流充電器盤 所外通信・ISI	交流入力電圧・電流 充電器出力電圧・電流 直流受電盤電圧・電流	4面	測定・記録採取	特高 開閉所他	1回 / 6ヶ月	
			ページング・特高蓄電池 所外通信・ISI	外觀状態・清掃 電圧・総電圧 電解液温 電解液比重 液位	196 セル	外観目視点検 測定・記録採取 電解液補給	特高 開閉所他		
		—	点検結果報告書			提出	—	1回 / 6ヶ月	
15	所内通信設備	781	ページング ハンドセット	通話状態 外觀状態	210 台	外観目視点検 確認	全域	1回 / 6ヶ月	
		—	点検結果報告書			提出	—	1回 / 1ヶ月	

《平成20年度プラント巡視点検一覧》

平成20年度実施項目・内容(計画) 本範囲が仕様書記載作業内容となる							頻度	備考
No.	件名	対象			確認内容、方法	場所		
		系統	名称	確認項目			数量	
16	回転機器	65	制御棒駆動機構関連設備回転機器	外観状態 振動・温度	4台	外観目視点検 測定・記録採取	A-424	【注記】 ・振動・温度測定については、回転機器が運転状態にある場合に実施 ・各回転機器の巡視点検には、計画的なグリス注油及び異常時のグリス注油を含む。(グリスはJAEA支給)
		110	1次主冷却系回転機器	外観状態 振動・温度	3台	外観目視点検 測定・記録採取	R-304 他	
		111	1次主冷却系回転機器	外観状態 振動・温度	12台	外観目視点検 測定・記録採取	R-403 R-406 R-409	
		112	1次主冷却系回転機器	外観状態 振動・温度	9台	外観目視点検 測定・記録採取	A-119 A-120	
		150	1次A ₂ ガス系回転機器	外観状態 振動・温度	6台	外観目視点検 測定・記録採取	A-154	
		151	1次A ₂ ガス系回転機器	外観状態 振動・温度	2台	外観目視点検 測定・記録採取	A-257	
		210	2次主冷却系回転機器	外観状態 振動・温度	2台	外観目視点検 測定・記録採取	A-532 A-530 A-536	
		211	2次主冷却系回転機器	外観状態 振動・温度	4台	外観目視点検 測定・記録採取	A-532 A-536 A-540	
		230	2次Na純化系回転機器	外観状態 振動・温度	6台	外観目視点検 測定・記録採取	A-231 A-232	
		250	2次A ₂ ガス系回転機器	外観状態 振動・温度	8台	外観目視点検 測定・記録採取	A-230 他	
		410	原子炉補機冷却水系回転機器	外観状態 振動・温度	5台	外観目視点検 測定・記録採取	A-104 A-109	
		420	原子炉補機冷却海水系回転機器	外観状態 振動・温度	7台	外観目視点検 測定・記録採取	取水口	
		431	2次メンテナンス冷却系回転機器	外観状態 振動・温度	1台	外観目視点検 測定・記録採取	A-315	
		440	機器冷却系回転機器	外観状態 振動・温度	12台	外観目視点検 測定・記録採取	A-101 他	
		460	制御用圧縮空気設備回転機器	外観状態 振動・温度	2台	外観目視点検 測定・記録採取	A-117 A-123	
		461	所内圧縮空気設備回転機器	外観状態 振動・温度	1台	外観目視点検 測定・記録採取	T-101	
		470	補助ボイラ設備回転機器	外観状態 振動・温度	9台	外観目視点検 測定・記録採取	T-151	
		472	補助ボイラ設備回転機器	外観状態 振動・温度	2台	外観目視点検 測定・記録採取	T-151	
		661	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	2台	外観目視点検 測定・記録採取	A-553	
		664	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	4台	外観目視点検 測定・記録採取	A-551	
		665	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	3台	外観目視点検 測定・記録採取	R-501	
		667	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	6台	外観目視点検 測定・記録採取	A-101 A-102 A-103	
		672	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	6台	外観目視点検 測定・記録採取	A-356 A-457 A-551	
		673	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	4台	外観目視点検 測定・記録採取	A-608 A-678	
		674	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	4台	外観目視点検 測定・記録採取	A-101 A-102	
		675	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	4台	外観目視点検 測定・記録採取	A-103 A-104	
		681	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	2台	外観目視点検 測定・記録採取	A-501	
		682	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	8台	外観目視点検 測定・記録採取	A-101 A-601 他	
		683	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	4台	外観目視点検 測定・記録採取	A-513 A-609	
		684	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	2台	外観目視点検 測定・記録採取	A-513	

《平成20年度プラント巡視点検一覧》

平成20年度実施項目・内容(計画) 本範囲が仕様書記載作業内容となる								頻度	備考
No.	件名	対象				確認内容、方法	場所		
		系統	名称	確認項目	数量				
16	回転機器	685	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	2台	外観目視点検 測定・記録採取	A-601	1回 / 1ヶ月	
		686	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	2台	外観目視点検 測定・記録採取	A-513		
		687	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	6台	外観目視点検 測定・記録採取	A-212 A-608 他		
		692	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	2台	外観目視点検 測定・記録採取	D-502		
		694	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	7台	外観目視点検 測定・記録採取	D-204 T-402 T-552		
		695	換気空調設備回転機器	外観状態 振動・温度	5台	外観目視点検 測定・記録採取	M-652 M-751		
		755	起動用変圧器回転機器	外観状態 振動・温度	8台	外観目視点検 測定・記録採取	ヤード		
		360	軸受冷却水系回転機器	外観状態 振動・温度	3台	外観目視点検 測定・記録採取	T-107		
		310	復水、給水、補給水系回転機器	外観状態 振動・温度	1台	外観目視点検 測定・記録採取	T-101		
		370	制御油、潤滑油系回転機器	外観状態 振動・温度	6台	外観目視点検 測定・記録採取	T-107		
		480	淡水供給系回転機器	外観状態 振動・温度	44台	外観目視点検 測定・記録採取	淡水建屋		
		483	排水処理系回転機器	外観状態 振動・温度	44台	外観目視点検 測定・記録採取	排水建屋		
		—	点検結果報告書		—	提出	—		1回 / 1ヶ月
17	サンプリングポンプ	110	1次主冷却系回転機器	外観状態 振動・温度	16台	外観目視点検 測定・記録採取 データグラフ化	R-304 R-306	1回 / 1ヶ月	
		120	1次Naオーバーフロー系回転機器	外観状態 振動・温度	6台	外観目視点検 測定・記録採取 データグラフ化	R-109		
		200	2次主冷却系設備回転機器	外観状態 振動・温度	32台	外観目視点検 測定・記録採取 データグラフ化	R-501 A-333		
		430	1次メンテナンス冷却系回転機器	外観状態 振動・温度	1台	外観目視点検 測定・記録採取	R-206		
		821	放射線監視設備回転機器	外観状態 振動・温度	37台	外観目視点検 測定・記録採取 データグラフ化	R-501 A-271 M-401		
		—	点検結果報告書		—	提出	—		1回 / 1ヶ月
18	1次冷却系 Na漏えい検出設備	110	Na漏洩検出設備計器	外観状態 取付状態 指示値	105台	外観目視点検 記録採取 指示安定	R-304 A-512 他	1回 / 1ヶ月	
		120	Na漏洩検出設備計器	外観状態 取付状態 指示値	42台	外観目視点検 記録採取 指示安定	R-109 R-306 A-512		
		430	Na漏洩検出設備計器	外観状態 取付状態 指示値	7台	外観目視点検 記録採取 指示安定	R-206 A-512		
		—	点検結果報告書		—	提出	—		1回 / 1ヶ月
19	1次主冷却系(Ⅱ) Na漏洩検出設備	110	Na漏洩検出設備 DPD、SID	外観状態 異音・異臭 稼働状況 差圧値 電流値	16台	外観目視点検 測定・記録採取	A-512	1回 / 1週間	
		—	点検結果報告書		—	提出	—	1回 / 1ヶ月	
20	放射線監視設備	821	原子炉容器室雰囲気モニタ (R-RF013)	圧力 流量	一式	記録採取 流量調整	R-501	1回 / 1週間	
		821	1次主冷却系室雰囲気モニタ (R-RF007)	圧力 流量	1	記録採取 流量調整	R-501		
		821	1次A ₁ ガス系設備設置雰囲気モニタ (R-B2711)	圧力 流量	1	記録採取 流量調整	A-271		
		821	原子炉補助建物内 1次A ₁ ガス系室雰囲気モニタ (R-B2714、R-RF009)	圧力 流量 電流・周波数	1	測定・記録採取 流量調整	R-501 A-271		
		821	炉上部ピット雰囲気モニタ (R-RF003)	圧力・流量 電流・周波数	1	測定・記録採取 流量調整	R-501		

《平成20年度プラント巡視点検一覽》

平成20年度実施項目・内容(計画) 本範囲が仕様書記載作業内容となる							頻度	備考
No.	件名	対象			確認内容、方法	場所		
		系統	名称	確認項目			数量	
20	放射線監視設備	821	気体廃棄物処理設備排気モニタ (R-B2792)	圧力・流量 電流・周波数	1	測定・記録採取 流量調整	A-279	1回 / 1週間
		821	気体廃棄物処理設備 塵ガス貯留室雰囲気モニタ (R-B2793)	圧力・流量 電流・周波数	1	測定・記録採取 流量調整	A-279	
		821	液体廃棄物処理設備出口モニタ (R-M3532)	圧力・流量 電流・周波数	1	測定・記録採取 流量調整	M-353	
		821	原子炉格納容器モニタ よう素サンブラ (R-B5535)	チャコフィルタ	1	交換	A-553	
		821	共通保修設備排気モニタ (R-M4014)	チャコフィルタ	1	交換	M-401	
		821	固体廃棄物処理設備 ベントガスモニタ (R-M4512)	チャコフィルタ	1	交換	M-451	
		821	中央制御室給気モニタ (R-A5151)	ロールろ紙 フィルタ	1	交換	A-515	1回 / 7週間
		821	放射線管理室排気モニタ (R-B6782)	ロールろ紙 フィルタ	1	交換	A-678	
		821	原子炉補助建物排気モニタ (R-B3561)	ロールろ紙 フィルタ	1	交換	A-356	
		821	原子炉格納容器モニタ ダストサンブラ (R-5533)	ロールろ紙 フィルタ	1	交換	A-553	
		821	原子炉格納容器排気モニタ (R-B5582)	ロールろ紙 フィルタ	1	交換	A-558	
		821	メンテナンス・廃棄物処理建物 雰囲気モニタ (R-M4012)	ロールろ紙 フィルタ	1	交換	M-401	
		821	メンテナンス・廃棄物処理建物 排気モニタ (R-M7512)	ロールろ紙 フィルタ	1	交換	M-751	
		—	点検結果報告書			—	提出	—
21	電気盤・制御盤	65	制御棒駆動機構関連設備	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	28台	外観目視点検	A-304 R-414 他	1回 / 1ヶ月
		66	制御棒駆動機構気中試験設備	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	6台	外観目視点検	M-101 M-501	
		100	1次主冷却系設備	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	182台	外観目視点検	D-305 A-512 他	
		200	2次主冷却系設備	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	197台	外観目視点検	R-501 A-211 他	
		430	1次メンテナンス冷却系	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	2台	外観目視点検	A-304 A-317	
		440	機器冷却系	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	3台	外観目視点検	A-101 A-102 A-103	
		600	放射性廃棄物処理設備	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	37台	外観目視点検	取水口	
		700	計測制御設備	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	115台	外観目視点検	R-414 A-514 他	
21	電気盤・制御盤	420	原子炉補機冷却海水系	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	3台	外観目視点検	取水口	1回 / 2ヶ月
		462	アルゴンガス供給系	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	2台	外観目視点検	A-212 他	
		463	窒素ガス供給系	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	1台	外観目視点検	A-212	
		300	水・蒸気、タービン発電機設備	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	65台	外観目視点検	T-101 A-531 他	1回 / 3ヶ月
		480	淡水供給系	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	10台	外観目視点検	淡水建屋	
		483	排水処理系	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	11台	外観目視点検	排水建屋	

《平成20年度プラント巡視点検一覧》

平成20年度実施項目・内容(計画) 本範囲が仕様書記載作業内容となる							頻度	備考
No.	件名	対象			確認内容、方法	場所		
		系統	名称	確認項目			数量	
21	電気盤・制御盤	821	放射線監視設備	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	72台	外観目視点検	放水口/排 気筒を除く	1回 / 3ヶ月
		942	スクリーンポンプ室 (含 取水口スクリーン)	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	1台	外観目視点検	取水口	
		466	窒素注入設備	外観・内部状態 取付機器 ヒューズ	2台	外観目視点検	A-116 A-322	
		—	点検結果報告書		—	提出	—	1回 / 1ヶ月
22	危険物施設月例点検 (日常点検)	999	補助ボイラー燃料タンク	外観状態 漏洩 ボルト等の緩み タンクアース	一式	外観目視点検 記録採取	屋外	1回 / 1ヶ月
		999	ディーゼル燃料タンク	外観状態 漏洩 ボルト等の緩み タンクアース	一式	外観目視点検 記録採取	屋外	
		999	ディーゼル建物 配管・弁・計器類 床面・壁面・階段 電動機等 標識・標示 避雷針	外観状態 漏洩 ボルト等の緩み 異音・振動・発熱	一式	外観目視点検 記録採取	D-101 D-201 他	
		999	タービン建物 配管・弁・計器類 床面・壁面・階段 電動機等 標識・標示 避雷針	外観状態 漏洩 ボルト等の緩み 異音・振動・発熱	一式	外観目視点検 記録採取	T-111 T-301 他	
		999	メンテナンス・廃棄物処理建物 配管・弁・計器類 床面・壁面・階段 電動機等 標識・標示 避雷針	外観状態 漏洩 ボルト等の緩み 異音・振動・発熱	一式	外観目視点検 記録採取	M-554 M-665 他	
		999	原子炉補助建物 配管・弁・計器類 床面・壁面・階段 電動機等 標識・標示 避雷針	外観状態 漏洩 ボルト等の緩み 異音・振動・発熱	一式	外観目視点検 記録採取	A-119 A-473 他	
		—	点検結果報告書		—	提出	—	1回 / 1ヶ月
23	危険物施設定期点検 (法定年次点検)	999	補助ボイラー燃料タンク ディーゼル燃料タンク	タンク本体 計測装置、配管・バルブ ポンプ設備 防油堤 電気設備 標識、掲示板 消火設備 警報装置	一式	外観目視点検 記録採取	屋外	1回 / 年 (下期実施)
		999	ディーゼル建物 タービン建物 メンテナンス・廃棄物処理建物 (固化処理建物含む) 原子炉補助建物 原子炉建物	建築物、架溝 換気、排出設備 二十号タンク ・本体 ・付属装置 ・計測装置 ・配管・バルブ ポンプ、電気設備 標識、掲示板 消火設備 警報装置	一式	外観目視点検 記録採取	D-101 D-201 T-111 T-301 M-554 M-665 A-119 A-473 R-403 他	
		—	点検結果報告書(消防設備点検記録とりまとめ含む)		—	提出	—	1回 / 年

添付資料-24

安推協安全パトロール指摘・要望事項の
処理状況について(抜粋)

パトロール日	指摘箇所	指摘事項及び要望事項	所管課(担当者)	改善措置予定日	改善措置内容/完了日
4月19日	A/B 屋上	機器ハッチを補修する事(発錆)	電2課	年度内実施予定	他の指摘箇所と合わせて、平成14年度中に補修予定。(10月初旬)
"	A/B 屋上	スタック排気ダクト補修する事(発錆)	電2課	"	平成14年度中に実施予定。(12月もしくは1月に実施予定)
"	"	熱交換器フランジ開放一固定(地震対策)	電2課	年度内実施予定	実施完了
"	"	海水BPモータ、ホイスト用チェーンの収納カバー取付の事	"	"	実施完了
"	"	起動用給水ポンプ、ホイスト用チェーンの収納カバー取付の事	"	"	実施完了
6月21日	A/B 屋上 C/V 給気ユニット	ドレン仮設ホース、本設を検討のこと。	電2課	14年度中	H14.交換済
"	T/B B1F 油保管庫	蛍光灯、防爆対応の事	電2課	年度内実施予定 (電気チームに、依頼済)	防爆仕様、照明器具購入手配申 平成14年度中に交換終了予定
"	守衛所前倉庫	廃材処分し、整理整頓の事	管理課		倉庫内の調査を行ったところ、重油事故時に各課で購入した物品もあることから、各課との調整を図った後、実施したい 平成14年度中に実施予定。
7月6日	A254 通路	空調配管廻りが結露している。恒久的対策(セキの設置)を検討の事	電2課	14年度以降	14年度計画中。H14.完了(保安対策) (12月もしくは1月に実施予定 現状改善、恒久対策検討)
"	淡水設備	洗眼器の水の出が悪い、補修の事	電2課	14年度に実施予定	14年度に実施予定 完了

平成20年 4月21日 (現在)

安推協安全パトロール指摘・要望事項の処理状況について
 (平成13年度～19年度下半期に実施した安推協パトロール結果の残件処理分の調査について)

平成13年度安全パトロール結果処理票 (上半期残件リスト)

パトロール日	指摘箇所	指摘事項及び要望事項	所管課(担当者)	改善措置予定日	改善措置内容/完了日
4月19日	A/B 屋上	スタック排気ダクト補修する事(発錆)	P2課/機械II [REDACTED]	T/B給気ガラリについては実施済。 残りはH16年度より逐次実施し、平成19年度完了予定。	平成21年～平成22年にかけて更新予定。
8月23日	A-309 照明主分電盤室	空調用冷水配管弁付近の結露対応検討の事	P2課/機械II [REDACTED]	パナソニックの保冷強化は、操作性が↓、室内環境改善はコスト↑。恒久策は継続検討するが、当面は、結露の拭取り、結露がひどい場合は、簡易除湿機を設置する。	平成19年調査は実施済。 平成20年にメーカーからの提案を検討後、予算を確保し平成22年までに実施予定。

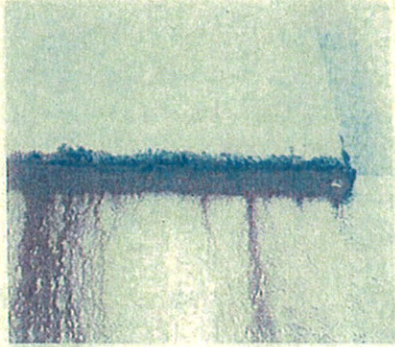
平成13年度安全パトロール結果処理票 (下半期残件リスト)

パトロール日	指摘箇所	指摘事項及び要望事項	所管課(担当者)	改善措置予定日	改善措置内容/完了日
12月13日	A-257 1次Arガス系冷凍機・弁操作室	1次Ar系サージタンク架台、結露による腐食大きい、対策要	P2課/機械I [REDACTED]	解除時に併せて実施する(H19年度)	151系フロン冷凍機長期保管解除時に併せて実施する。(H20年度対応予定)

第166回 安全（衛生）パトロール結果処理票（平成16年9月15日実施）

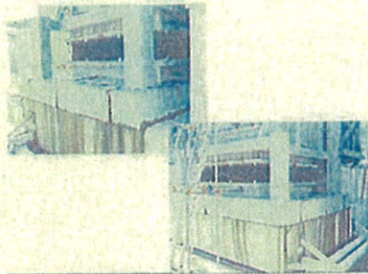
A/B 建屋屋上 (海側)	P2課 写真 16	スタックダクトの腐食が激しい。要補修のこと。	ダクトサポートの両仕舞部であり、屋上の他のところも腐食が激しいため、全体を調査の上、予算が確保され次第実施する。
------------------	--------------	------------------------	--

16



第210回 安全（特別）パトロール結果処理票（平成20年5月21日実施）

A/B 屋上 排気筒周り	P2課 写真 9、10	換気系ダクトのダンパ部の腐食が激しい。保修されたし。	H21年からH22年にかけて実施予定。(5/29)
-----------------	-------------------	----------------------------	---------------------------



H21年に更新予定。(予算を検討中)

A/B屋上 排気筒への換気ダクト、屋上床貫通部養生カバー（鋼製）の腐食が激しいので更新を検討されたし。

第212回 安全（特別）パトロール結果処理票（平成20年7月17日実施）

A/B屋上	P2課 写真 8、9	排気筒への換気ダクト、屋上床貫通部養生カバー（鋼製）の腐食が激しいので更新を検討されたし。	H21年に更新予定。(予算を検討中)
-------	------------------	---	--------------------



H21年からH22年にかけて実施予定。(5/29)

A/B屋上 換気系ダクトのダンパ部の腐食が激しい。保修されたし。

添付資料-25
提案推奨改善管理マニュアル

高速増殖炉研究開発センター プラント第2課	マニュアル番号：MQ-P2-22	1/5
マニュアル名	提案推奨改善管理マニュアル	
制定日：平成19年5月14日	改正日：-	改正番号：0

管理外文書

提案推奨改善管理マニュアル

独立行政法人日本原子力研究開発機構

高速増殖炉研究開発センター

プラント第2課

高速増殖炉研究開発センター プラント第2課	マニュアル番号：MQ-P2-22	2/5
マニュアル名	提案推奨改善管理マニュアル	
制定日：平成19年5月14日	改正日：-	改正番号：0

改正履歴

改正 番号	改正 年月日	改正の内容	承認	確認 (副総研長)	審査	作成
0	平成19年 5月14日	新規作成				

高速増殖炉研究開発センター プラント第2課	マニュアル番号：MQ-P2-22	3/5
マニュアル名	提案推奨改善管理マニュアル	
制定日：平成19年5月14日	改正日：-	改正番号：0

1. 目的

本マニュアルは、保守管理のプロセスにて、受注者が物品等調達管理要領に基づき提出する「次回点検以降に反映するための提案・推奨・改善」の管理について定める。
2. 適用範囲

本マニュアルは、プラント第2課がセンターにおいて実施した工事等により、受注者から提出された提案書、工事報告書等の提案・推奨・改善事項の管理に適用する。
3. 定義

本マニュアルにおける用語の定義は、「保守管理要領」及び「物品等調達管理要領」の定めに従う。
4. 提案・推奨・改善管理票の作成

プラント第2課工事担当者は、受注者から提出された提案書、工事報告書等の中の提案・推奨・改善事項、及び、自ら必要と判断した提案・推奨・改善事項について、以下の事項を明記した「提案・推奨・改善管理票」を作成する。(様式-1参照)

 - (1) 件名(図書番号)
 - (2) 担当チーム(担当者)
 - (3) 作成日
 - (4) 提案・推奨・改善内容
 - (5) 機構対応方針(採用の要否を含む)
5. 提案・推奨・改善管理票の了解

プラント第2課工事担当者は、作成した「提案・推奨・改善管理票」を関連図書とともに課長まで回覧し、原子力機構対応方針についての了解を得る。
6. 提案・推奨・改善管理票の管理

プラント第2課工事担当者、チームリーダーは、課長了解を得た「提案・推奨・改善管理票」を保管し、次回以降の保全計画に反映するための資料及び業務引継ぎ等に使用する。

高速増殖炉研究開発センター プラント第2課	マニュアル番号：MQ-P2-22	4/5
マニュアル名	提案推奨改善管理マニュアル	
制定日：平成19年5月14日	改正日：-	改正番号：0

(附則)

0. この規則は、平成19年6月1日から施行する。

高速増殖炉研究開発センター プラント第2課	マニュアル番号：MQ-P2-22	5/5
マニュアル名	提案推奨改善管理マニュアル	
制定日：平成19年5月14日	改正日：-	改正番号：0

課長	TL	担当者

提案・推奨・改善管理票

件名： _____ (図書番号： _____)
 担当チーム(担当者)： _____ (_____) 作成日： _____ 年 _____ 月 _____ 日 改正： _____ 年 _____ 月 _____ 日

番号	提案・推奨・改善内容	機構対応方針

注) 本票の記載内容について、変更が発生した場合はその都度課長了解を得ること。

添付資料-26

保修票（C）換気空調系アニュラス循環 排気装置屋外ダクトの補修依頼

添付資料-27
不適合管理要領(抜粹)

旧文書

不適合管理要領

高速増殖炉研究開発センター
(所管：品質保証課)

表-1 不適合のグレード

	事象の内容
<p>グレードⅠ (法令、安全協定により速やかに外部に通報連絡を行うべき事象及び類する重要事象)</p>	<p>① 研究開発段階炉規則第43条の14に基づく報告事象 ② 電気関係報告規則第3条に基づく報告事象 ③ 安全協定の異常時連絡に該当する事象 (地震、周辺監視区域外の火災等に基づくものを除く。) ④ 法令に基づき、規制当局から改善命令を受けた事象 ⑤ 上記①～④に類似する事象であって、部長が再発防止の観点から是正処置あるいは予防処置が必要と判断した事象</p>
<p>グレードⅡ (外部に情報連絡を行うべき事象及び類する事象)</p>	<p>① グレードⅠの報告には至らない、安全上重要な機器・設備^(注)の不具合事象又は労災であって直ちに情報連絡が必要な事象。(注)表-2参照 ② 法令等の不履行が発見された場合の当該事象(グレードⅠ④に該当するものを除く。) ③ 保安規定違反事象 ④ 原子力安全・保安院又は原子力安全基盤機構が実施する検査における検査不合格の場合の当該事象 ⑤ 規制当局に提出した公式な申請書や報告書に直に対応が必要な重要な誤りが発見された場合の当該事象 ⑥ 上記①～⑤に類似する事象であって、部長が再発防止の観点から是正処置あるいは予防処置が必要と判断した事象</p>
<p>グレードⅢ (グレードⅠ、Ⅱ以下の事象でそのまま放置すると、グレードⅠ、Ⅱの事象に進展する恐れのある事象等)</p>	<p>① 保安検査において「監視」に判定された事象 ② 規制当局に提出した公式な申請書や報告書に軽微な誤りが発見された場合の当該事象(明らかな誤記等は除く) ③ 品質マネジメントシステム文書の放置できない不備や意図的な不履行が発見された場合の当該事象(明らかな誤記等は除く) ④ 官庁検査(使用前検査、定期事業者検査)等の前に原子力機構が受注者に対して実施する自主検査において不合格となった事象 ④ 社内監査においてシステム上の欠陥とされた事象 (軽微なものを除く) ⑥ 上記①～⑤に類似する事象であって、品質保証課長が再発防止の観点から是正処置あるいは予防処置が必要と判断した事象 ⑦ グレードⅣの事象のうち、処置担当課長あるいは品質保証課長が、是正処置あるいは予防処置の必要があると判断した事象</p>
<p>グレードⅣ</p>	<p>・ 日常小修理や、社内規則、手順書等の明らかな誤記などの軽微な事象</p>