

本原原発第20号
平成30年6月29日

原子力規制委員会 殿

名古屋市東区東新町1番地
中部電力株式会社
代表取締役社長 勝野 哲
社長執行役員

浜岡原子力発電所 廃棄物減容処理装置建屋（第1建屋）
2階における放射性物質を含む堆積物の確認に伴う
立入制限区域の設定について

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第134条の規定により、平成30年1月26日付け本原原発第40号をもって提出した発電用原子炉施設故障等報告書について、別紙のとおり補正致します。

別紙

発電用原子炉施設故障等報告書

浜岡原子力発電所 廃棄物減容処理装置建屋（第1建屋）2階における放射性物質を含む堆積物の確認に伴う立入制限区域の設定について

以上

発電用原子炉施設故障等報告書

平成 30 年 6 月 29 日
中部電力株式会社

件 名	浜岡原子力発電所 廃棄物減容処理装置建屋(第 1 建屋) 2 階における放射性物質を含む堆積物の確認に伴う立入制限区域の設定について
事象発生の日時	平成 30 年 1 月 18 日(木)14 時 09 分 (実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第 134 条第 10 号に定める報告事象に該当すると判断した時刻)
事象発生の場所	浜岡原子力発電所 廃棄物減容処理装置建屋(第 1 建屋)
事象発生の発電用原子炉施設名	廃棄設備一液体固体廃棄物処理設備
事象の状況	<p>平成 30 年 1 月 18 日 11 時 00 分頃、協力会社社員が換気系主排気フィルタ(A)点検のため、廃棄物減容処理装置建屋(第 1 建屋)(以下「NRW-I」という。)^{※1}の 2 階(放射線管理区域(以下「管理区域」という。))に設置された換気系主排気ユニット(A)内に入域したところ、排水枡まわりの床面に粒状の堆積物を発見した。その後、当社の放射線管理課員が現場を確認したところ、当該箇所に堆積物(約 130cm×約 80cm)を確認した。</p> <p>堆積物の表面汚染密度を測定した結果、105Bq/cm²であり、浜岡原子力発電所原子炉施設保安規定(以下「保安規定」という。)第 1 編第 93 条に定める管理区域内における特別措置^{※2}が必要な基準である 40Bq/cm²を超えていたため、14 時 00 分から 14 時 28 分にかけて、換気系主排気ユニット(A)(B)内に対して特別措置を講じた。</p> <p>その後、18 時 26 分から 18 時 50 分にかけて堆積物を回収した。</p> <p>本事象に伴う外部への放射性物質による影響はなかった。</p> <p>また、換気系主排気ユニット(A)内の堆積物による被ばくはなかった。</p> <p>事象発生時の対応にあたっては、対応者に管理区域の細区分に応じた防護装備等の着用を指示するとともに、異常が発生した際、直ちに作業中断・退避を指示できるよう放射線管理課員及び協力会社放射線管理員を配置した。</p> <p>この結果、換気系主排気ユニット(A)(B)内及びその他の場所での対応者の外部放射線による個人最大線量は 0.03mSv であり、浜岡原子力発電所で定める線量管理の目安値(1 日 1mSv)を十分に下回っていた。また、管理区域から退域する際の体表面モニタによる身体汚染検査においても汚染は検出されず、対応者の身体汚染及び内部被ばくはなかった。</p> <p>※1: 発電所の管理区域において発生した放射性固体廃棄物の減容を行うための機器等がある建屋</p> <p>※2: 人の立入制限措置として標識を設けて他の場所と区別し、区画、施錠等の措置を実施</p> <p style="text-align: right;">(詳細は別添参照)</p>

<p>事象の原因</p>	<p>1 原因調査</p> <p>1.1 調査方針</p> <p>本事象において、排水枡まわりの床面に確認した堆積物を走査型電子顕微鏡による観察及び定性分析を行った結果、堆積物は平成 30 年 4 月 13 日に「浜岡原子力発電所 廃棄物減容処理装置建屋(第 1 建屋)地下 2 階における放射性物質を含む堆積物の確認に伴う立入制限区域の設定について」(本原原発第 06 号)により報告した事象(以下「平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象」という。)と同様に粒状樹脂であることを確認した。</p> <p>また、粒状樹脂の堆積を確認した換気系主排気ユニット(A)内の排水枡に繋がる建屋内排水系配管内の状態を確認する過程で、ライザー線図及び建屋内排水系配管図と異なる建屋内排水系配管の接続(以下「現場の配管と図面の相違」という。)により、換気系主排気ユニット(A)内の排水枡が、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象で床面に堆積物を確認した排水枡に繋がる建屋内排水系配管に接続していることを確認した。</p> <p>加えて、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の原因調査結果において、建屋内排水系配管に粒状樹脂が流入する要因は、平成 29 年 4 月 6 日に実施した洗浄ドレン受タンクの洗浄操作のみであることを確認した。</p> <p>このため、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じ原因によって建屋内排水系配管内に粒状樹脂が流入し、この粒状樹脂が何らかの要因で換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりに移動した可能性が高いと考えられたが、他の要因も考慮し、排水枡まわりに粒状樹脂が発生した原因を調査するとともに、建屋内排水系配管内への粒状樹脂の流入が原因であった場合には粒状樹脂が換気系主排気ユニット内の排水枡まで移動した原因を調査することとし、要因分析図を作成し調査を実施した。</p> <p>また、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じ原因によって建屋内排水系配管内に粒状樹脂が流入し、この粒状樹脂が何らかの要因で換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりに移動した場合には、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応を確認することとした。</p> <p>1.2 粒状樹脂が流入した要因に関する調査</p> <p>1.2.1 平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の粒状樹脂の流入源特定調査</p> <p>平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象において実施した粒状樹脂の流入源を特定するための調査結果に加え、平成 29 年 5 月 2 日以降に建屋内排水系配管に粒状樹脂を流入した実績がないことを確認した。このため、粒状樹脂の建屋内排水系への流入源は洗浄ドレン受タンクのみであり、平成 29 年 4 月 6 日に実施した洗浄ドレン受タンクの洗浄操作により多くの粒状樹脂を含む廃液を排水したことを確認した。</p> <p>加えて、本事象において確認した排水枡まわりに堆積した粒状樹脂と、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象において確認した排水枡まわりの床面に堆積した粒状樹脂の性状を確認した結果、いずれも洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系配管に排水した粒状樹脂と同一であることを確認した。</p>
--------------	--

1. 2. 2 図面がない接続先による粒状樹脂の流入源特定調査

本事象において粒状樹脂の堆積を確認した排水枡と、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象において粒状樹脂の堆積を確認した排水枡に繋がる建屋内排水系配管に、図面がない接続先がある場合、その接続先が粒状樹脂の流入源となる可能性がある。このため、本事象において粒状樹脂の堆積を確認した排水枡と繋がる建屋内排水系配管内を CCD カメラによる調査を行い、図面がない接続先の有無を確認した。

この結果、換気系主排気ユニット(A)内の排水枡(NWF-424)及び換気系主排気ユニット(A)近傍の排水枡(NWF-430)の 2 箇所が図面がない接続先であることを確認したが、当該 2 箇所の排水枡付近において、粒状樹脂を取扱う作業実績はなかったことから、図面がない接続先による粒状樹脂の流入の可能性がないことを確認した。

なお、本調査で確認した範囲の建屋内排水系配管に、粒状樹脂の流入源となるものではないが、接続の合流箇所又は配管閉止の状態が図面と異なる箇所を 3 箇所確認した。

1. 2. 3 建屋内排水系配管以外からの粒状樹脂の流入の有無に関する調査

床面に粒状樹脂の堆積を確認した換気系主排気ユニット(A)内の排水枡は、換気系主排気ユニット内に設置されているため、建屋内排水系配管以外からの流入源として考えられるものには、空調ダクト、貫通配管及び貫通孔、並びに扉があることから、これらの要因による粒状樹脂の流入の可能性について調査を実施した。

この結果、空調ダクトについては、床面に粒状樹脂の堆積を確認した排水枡の上流側に設置しているプレフィルタの設計(メーカー試験の粒子径別捕集率:粒子径 10 μ m, 99%)が粒状樹脂(直径約 0.5mm)を通さないものであること、及び設計要求を満足するプレフィルタを健全な状態で取付けており劣化等がみられなかったことから、粒状樹脂の流入の可能性がないことを確認した。

貫通配管及び貫通孔については、換気系主排気ユニット内の貫通配管に腐食等による貫通孔がないこと、換気系主排気ユニットの劣化による貫通孔がないこと、及び換気系主排気ユニット内の貫通部は閉止処理していることから、粒状樹脂の流入の可能性がないことを確認した。

扉については、換気系主排気ユニット(A)内への扉は施錠管理しており、平成 28 年 12 月 13 日に実施した換気系主排気フィルタの点検のために入域した以降に換気系主排気ユニット(A)内への扉を開放していないこと、及び換気系主排気ユニット近傍での粒状樹脂を取扱う作業を実施していないことから、粒状樹脂の流入の可能性がないことを確認した。

以上の粒状樹脂が流入した要因に関する調査の結果から、粒状樹脂の建屋内排水系配管への流入源は、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じであり、本事象において排水枡まわりの床面に堆積した粒状樹脂は、平成 29 年 4 月 6 日に実施した洗浄ドレン受タンクの洗浄操作により多くの粒状樹脂を含む廃液が建屋内排水系配管に排水され、粒状樹脂が平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応を含め、何らかの原因により建屋内排水系配管内を移動し、換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりの床面に堆積したものであると推定した。

また、洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系配管に多くの粒状樹脂を含む廃液を排水した要因も、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じであり、洗浄ドレン受タンクは、運転操作手順書に記載される通常の洗浄操作であっても、約 5.0kg の粒状樹脂を含む洗浄廃液が建屋内排水系に排水される設備であったこと、乾燥機等の機器の異常による対応の中で、異常時の手順が具体的でなかったこと、異常時における廃棄物管理課内の役割と権限等が不明確であったこと、運転操作手順書の記載が不足していたこと、及び運転操作手順書の使用方法に関する社内規程の記載内容が不明確であったことを確認した。

1. 3 粒状樹脂が移動した要因に関する調査

1. 3. 1 粒状樹脂が気流により移動した要因に関する調査

(1)平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応の確認

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応として、建屋内排水系配管の内部調査を実施した後に排水枡への閉止措置を実施し、その後、内部調査により確認した範囲の堆積物は、全て回収したことを確認していた。

一方、本事象における建屋内排水系配管の内部調査では、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における建屋内排水系配管の内部調査では堆積物がないことを確認した範囲、及び建屋内排水系配管内の堆積物の回収を実施した範囲に堆積物が残存していることを確認した。

また、CCD カメラを用いた建屋内排水系配管の内部調査及び真空掃除機を用いた堆積物の回収に伴う気流の変化によって、地下 1 階及び地下 2 階の建屋内排水系配管内に堆積していた粒状樹脂が、閉止措置を実施していなかった 2 階の換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりの床面に移動した可能性がないことを確認した。

(2)平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の対応状況を模擬した気流確認

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の対応における排水枡への閉止措置の実施状況、及び換気系(汚染区域系統)の運転状況を模擬し、建屋内排水系配管内の気流の向き及び大きさを確認した。

この結果、地下 2 階から 2 階の換気系主排気ユニット(A)内の排水枡に繋がる建屋内排水系配管内において、閉止措置を実施する前の状態で、気流の向きが地下 1 階から地下 2 階へ向かう下向きとなることを確認し、閉止措置を実施する過程で、気流の向きが地下 2 階から地下 1 階へ向かう上向きに変化するとともに、粒状樹脂が建屋内排水系配管内を上向きに移動する気流の大きさとなることを確認した。

また、換気系主排気ユニット(A)(B)内の排水枡 2 箇所を除く、薬液床ドレンサンプルタンク(B)に繋がる排水枡に閉止措置を実施した以降、建屋内排水系配管内の堆積物の回収のために一時的に閉止措置の一部を解除した際も含め、粒状樹脂が建屋内排水系配管内を上向きに移動する気流が継続することを確認した。

1. 3. 2 粒状樹脂が水流により移動した要因に関する調査

粒状樹脂が建屋内排水系配管内を水流により移動する要因は、粒状樹脂の流入源

である洗浄ドレン受タンクと本事象において粒状樹脂の堆積を確認した排水枡との位置関係、建屋内排水系配管内の詰り及び多量の排水による逆流が考えられることから、これらの要因による粒状樹脂の移動の可能性について調査を実施した。

この結果、位置関係については、建屋内排水系への粒状樹脂の流入源である洗浄ドレン受タンクの設置階が地下 1 階であり、本事象において粒状樹脂の堆積を確認した排水枡の設置階が 2 階であり、本事象において粒状樹脂の堆積を確認した排水枡の方が高い位置に設置されていることから、水流により移動する可能性がないことを確認した。

建屋内排水系配管内の詰りによる逆流については、建屋内排水系配管の内部調査にあわせて詰りがないことを確認しており、詰りによる逆流により移動する可能性がないことを確認した。

多量の排水による逆流については、排水枡への閉止措置を実施した以降、薬液床ドレンサンプポンプ(B-1)及び(B-2)の運転実績がないことから多量の排水はなく、逆流により移動する可能性がないことを確認した。

以上の粒状樹脂が移動した要因に関する調査の結果から、排水枡への閉止措置の実施、及び粒状樹脂の回収のために一時的に閉止措置の一部を解除した際に、建屋内排水系配管内に粒状樹脂が移動する大きさの気流が発生し、地下 1 階及び地下 2 階の建屋内排水系配管内に堆積していた粒状樹脂が、閉止措置を実施していなかった 2 階の換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりの床面に移動したものと推定した。

また、1. 2 に記載した粒状樹脂が流入する要因に関する調査の結果から、粒状樹脂の建屋内排水系配管への流入源は、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じであると推定したことから、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応を確認することとした。

1. 4 平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応の確認

本事象は、建屋内排水系配管内に堆積した粒状樹脂が、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応において、換気系(汚染区域系統)の運転を継続した状態で、換気系主排気ユニット(A)(B)内の排水枡 2 箇所を除く薬液床ドレンサンプタンク(B)に繋がる排水枡へ閉止措置を実施したこと、及び粒状樹脂の回収のために一時的に閉止措置の一部を解除したことにより、建屋内排水系配管内に粒状樹脂が移動する大きさの気流が発生させたことで、換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりに移動したものと推定した。

このため、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象での排水枡への閉止措置に係る対応の時系列を関係者への聞き取り調査、及び閉止措置に係る対応の検討文書の確認により整理し、閉止措置に係る対応に問題があったか否かを確認した。

ア 排水枡の閉止措置対象の選定及び実施方法の検討段階における対応

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応において、建屋内排水系配管内に粒状樹脂の堆積を確認したことを踏まえ、事象発生時に実施した安全措置に加

え、更なる安全措置の検討を開始した。検討の結果、建屋内排水系の設備所管部署である設備保全課は、汚染の拡大防止を図るため、薬液床ドレンサンプタンク(B)に繋がる全ての排水枡に閉止措置を実施することとした。

一方、平成 29 年 5 月 2 日の事象発生時に堆積物を確認した排水枡から空気が噴き出していたため、換気系(汚染区域系統)の停止を検討したが、一時的に建屋内排水系配管内の気流が変化することで汚染が拡大することを懸念して、換気系(汚染区域系統)の運転を維持することとしていた。このため、設備保全課は、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所について、換気系主排気ユニット内への立ち入りができないこと、及び換気系主排気ユニット内は機器の内部であり建屋内排水系配管内の堆積物による汚染が発生した場合でも機器の内部に留まるため、換気系主排気ユニット外への汚染の拡大防止を図る必要はないと考えたことから、閉止措置対象とせず、また、閉止措置対象としないことのリスクの検討に至らなかった。

また、設備保全課は、閉止措置の実施方法について、排水枡ごとの空気の噴き出し、又は吸い込みの有無によって、粒状樹脂の堆積を確認した排水枡に繋がる他の排水枡から粒状樹脂の噴き出しを防止する観点でリスクを検討し、排水枡への閉止措置の実施方法等について、平成 29 年 5 月 19 日に社内の検討会^{※3}に諮った。

この際、設備保全課は、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を閉止措置の対象としていないにも係らず、検討会資料には「薬液床ドレンサンプタンク(B)に繋がる全ての排水枡に閉止措置を実施する」と記載していた。このため、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を閉止措置対象としないという情報が検討会委員に共有されなかった。これにより、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を安全措置から除外するリスクが幅広い観点で検討されなかった。

※3:社内規程に基づき、発電所長を委員長とし、発電所において事故・故障が発生した場合に、その防止対策を審議し、事故・故障の再発防止を図ることを目的とする検討会

イ 排水枡の閉止措置の実施段階における対応

設備保全課は、社内の検討会で示した排水枡への閉止措置の対象リストの不備を確認したため修正するとともに、修正した対象リスト及び検討会で定めた実施方法に基づき閉止措置を実施した。閉止措置の実施過程で、一部の排水枡において空気の噴き出し量が増加したことを確認したが、他の排水枡への閉止措置の実施による影響^{※4}と考えた。

※4:排水枡への閉止措置は、空気の吸い込みを確認した排水枡へ閉止措置を実施した場合、建屋内排水系配管内への空気の吸い込み量が減るため、空気の噴き出しを確認した排水枡からの空気の噴き出し量は減ると推定し、空気の吸い込みを確認した排水枡を先行して実施した

ウ 排水枡の閉止措置の維持段階における対応

廃棄物管理課は、排水枡の閉止措置の状況を日常の巡視点検にて確認するた

めの対象リストを作成し、巡視点検の範囲外である換気系主排気ユニット内、及びドラム保管室内の排水枡、並びに閉止器具を取付けた排水枡を除く排水枡の閉止措置の状況を確認した。

この際、廃棄物管理課は、検討会資料に「薬液床ドレンサンプタンク(B)に繋がる全ての排水枡に閉止措置を実施する」と記載されていたことから、薬液床ドレンサンプタンク(B)に繋がる全ての排水枡に閉止措置を実施している認識であった。

エ 排水枡の閉止措置の一時的な解除段階における対応

設備保全課及び廃棄物管理課は、社内の検討会で示した回収方法(真空掃除機による回収)で建屋内排水系配管内の堆積物を回収するため、一時的に閉止措置の一部を解除した。

なお、堆積物を回収するために一時的に閉止措置の一部を解除した以降、本事象の発生に至るまでの間、閉止措置は解除していない。

以上の平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応の確認の結果から、排水枡への閉止措置に係る対応における問題点及び問題点に至る背景を抽出した。

【問題点】

設備保全課は、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を閉止措置対象としていないにも係らず、検討会資料には「薬液床ドレンサンプタンク(B)に繋がる全ての排水枡に閉止措置を実施する」と記載していた。このため、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を閉止措置対象としないという情報が検討会委員に共有されなかった。これにより、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を安全措置から除外するリスクが幅広い観点で検討されなかった。

【問題点に至る背景】

平成 29 年 5 月 2 日の事象発生時に堆積物を確認した排水枡から空気が噴き出していたため、換気系(汚染区域系統)の停止を検討したが、一時的に建屋内排水系配管内の気流が変化し汚染が拡大することを懸念して、換気系(汚染区域系統)の運転を維持することとしていた。このため、設備保全課は、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所について、換気系主排気ユニット内への立ち入りができないこと、及び換気系主排気ユニット内は機器の内部であり建屋内排水系配管内の堆積物による汚染が発生した場合でも機器の内部に留まるため、換気系主排気ユニット外への汚染の拡大防止を図る必要はないと考えたことから、閉止措置対象とせず、また、閉止措置対象としないことのリスクの検討に至らなかった。

1.5 事象発生メカニズムの推定

要因分析図に基づく調査の結果から、本事象は、平成 29 年 4 月 6 日に実施した洗浄ドレン受タンクの洗浄操作により洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系配管に排水した多くの粒状樹脂が、建屋内排水系配管内に堆積し、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応において、換気系(汚染区域系統)の運転を継続した状態で、排水

枡へ閉止措置を実施したこと、及び堆積物の回収のために一時的に閉止措置の一部を解除したことにより、建屋内排水系配管内で粒状樹脂が移動する大きさの気流が発生し、地下1階及び地下2階の建屋内排水系配管内に堆積していた粒状樹脂が、閉止措置を実施していなかった2階の換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりの床面に移動し堆積したものと推定した。

ア 粒状樹脂の建屋内排水系配管への流入

平成29年4月6日に実施した洗浄ドレン受タンクの洗浄操作により、洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系配管に多くの粒状樹脂(約28.5kg)を含む廃液を排水した。

排水した廃液中の粒状樹脂は、形状や密度等から沈降速度が速いため、多くは建屋内排水系配管内に堆積(約25.3kg)した。

イ 地下2階の排水枡まわりの床面(5箇所)への粒状樹脂の移動

建屋内排水系配管内の粒状樹脂は徐々に乾燥し、平成29年5月2日に発生した事象で堆積物を確認した地下2階の排水枡まわりの床面(5箇所)に堆積した。堆積した粒状樹脂は平成29年5月2日に回収(約3.3kg^{※5})を実施した。

なお、平成29年5月2日に発生した事象における対応として、平成29年5月5日から5月29日にかけて建屋内排水系配管の内部調査を行い、その時点で換気系主排気ユニット近傍の建屋内排水系配管内に粒状樹脂の堆積がないことを確認している。

※5:一部粉末樹脂を含む

ウ 排水枡への閉止措置の実施による換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりの床面への粒状樹脂の移動

平成29年5月31日から6月7日にかけて、薬液床ドレンサンプタンク(B)に繋がる排水枡に閉止措置を実施したが、換気系主排気ユニット(A)(B)内の排水枡2箇所については、閉止措置を実施していなかった。

このため、排水枡に閉止措置を実施する過程で、建屋内排水系配管内の気流が下層階から上層階へ向かう上向きに変化し、建屋内排水系配管内に堆積していた粒状樹脂の一部が、閉止措置を実施していない換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりに移動した。

なお、換気系主排気ユニットは、ダクトの配置上、換気系主排気ユニット(A)側が換気系主排気ユニット(B)側と比較して負圧となるため、換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりのみに粒状樹脂は移動した。

エ 建屋内排水系配管内の堆積物回収に伴う一時的な閉止措置の一部の解除

平成29年6月13日から6月30日にかけて、建屋内排水系配管内に堆積した粒状樹脂の回収(約12.6kg)を実施した。

回収作業のため、排水枡の一時的な閉止措置の一部を解除した際、建屋内排水

系配管内に堆積した粒状樹脂の一部が気流により換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりに移動した。

回収作業後、回収範囲に粒状樹脂が残存していないことを確認した。

オ 洗浄ドレン受タンク下流部の配管内の堆積物回収に伴う洗浄ドレン受タンクドレン弁の一時的な開弁

平成 29 年 7 月 19 日から 7 月 24 日にかけて、洗浄ドレン受タンク下流部の配管内に堆積した粒状樹脂の回収(約 1.4kg)を実施した。

回収作業のため、洗浄ドレン受タンクドレン弁を一時的に開弁した際、建屋内排水系配管内に堆積した粒状樹脂の一部が気流により換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりに移動した。

回収作業後、回収した範囲に粒状樹脂が残存していないことを確認した。

カ 本事象において確認した粒状樹脂の回収

平成 30 年 1 月 18 日に、換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりの床面に堆積した粒状樹脂の回収(約 5.6kg)を実施した。また、平成 30 年 3 月 9 日から 3 月 20 日にかけて、建屋内排水系配管内に残存していた粒状樹脂の回収(約 2.4kg)を実施した。

2 事象の原因

原因調査の結果から、粒状樹脂が建屋内排水系配管内に流入した原因、及び建屋内排水系配管に堆積した粒状樹脂が換気系主排気ユニット内の排水枡まわりに移動した原因を推定した。

なお、現場の配管と図面の相違によって換気系主排気ユニット内の排水枡を閉止措置の実施対象から除外したという事実はないこと、現場の配管が図面どおりになっていたとしても閉止措置を実施していなかった換気系主排気ユニット(B)内の排水枡まわりの床面に粒状樹脂が移動したと推定していることから、現場の配管と図面の相違が今回の事象の直接的な原因とならないことを確認した。

2.1 粒状樹脂が流入した原因

粒状樹脂が流入する要因に関する調査の結果から、粒状樹脂が建屋内排水系配管内に流入した原因は、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じ原因であり、「平成 29 年 4 月 6 日に実施した洗浄ドレン受タンクの洗浄操作により、洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系配管に多くの粒状樹脂を含む廃液を排水したこと」であると推定した。また、粒状樹脂が建屋内排水系配管内に流入した原因に至った要因は、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じであり、以下のとおりである。

(1) 設備の要因

洗浄ドレン受タンクは、運転操作手順書に記載される通常の洗浄操作であっても約 5.0kg の粒状樹脂を含む洗浄廃液(希釈運転後の洗浄廃液)が建屋内排水系に排水される設備であった。

	<p>(2) 運転操作の要因</p> <p>乾燥機等の機器の異常による対応の中で、以下に示す要因により、洗浄ドレン受タンクから多くの粒状樹脂を含む廃液を建屋内排水系配管に排水することとなった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 警報処置手順書の処置を実施するための具体的な運転操作手順の不足 ② 警報点灯時(異常時)における廃棄物管理課副長(当直)の役割と権限が不明確 ③ 警報点灯時(異常時)における廃棄物管理課副長(当直)から廃棄物管理課長への報告事項が不明確 ④ 警報点灯時(異常時)における廃棄物管理課長の確認・判断すべき事項が不明確 ⑤ 運転操作手順書の使用方法に関する社内規程の記載内容が不明確 ⑥ 洗浄ドレン受タンク洗浄操作の運転操作手順書の不備(前提条件の記載なし) <p>2.2 粒状樹脂が移動した原因</p> <p>粒状樹脂が移動した要因に関する調査の結果から、粒状樹脂が換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりに移動した原因は、「換気系(汚染区域系統)の運転を継続した状態で、排水枡への閉止措置の実施、及び堆積物の回収のために一時的に閉止措置の一部を解除したことにより、建屋内排水系配管内に粒状樹脂が移動する大きさの気流が発生したこと」であると推定した。</p> <p>また、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応の確認結果から、「平成 29 年 5 月 2 日の事象発生時に堆積物を確認した排水枡から空気が噴き出していたため、換気系(汚染区域系統)の停止を検討したが、一時的に建屋内排水系配管内の気流が変化し汚染が拡大することを懸念して、換気系(汚染区域系統)の運転を維持することとしていた。このため、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所については、換気系主排気ユニット内への立ち入りができないこと、及び換気系主排気ユニット内は機器の内部であり建屋内排水系配管内の堆積物による汚染が発生した場合でも機器の内部に留まるため、換気系主排気ユニット外への汚染の拡大防止を図る必要はないと考えたことから、閉止措置対象とせず、また、閉止措置対象としないことのリスクの検討に至らなかった。」という背景から、「換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を閉止措置対象としていないにも係らず、検討会資料には「薬液床ドレンサンプタンク(B)に繋がる全ての排水枡に閉止措置を実施する」と記載をしていた。このため、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を閉止措置対象としないという情報が検討会委員に共有されなかった。これにより、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を安全措置から除外するリスクが幅広い観点で検討されなかった。」という問題点があることを確認した。</p> <p style="text-align: right;">(詳細は別添参照)</p>
保護装置の種類及び動作状況	なし
放射能の影響	なし

被害者	なし
他に及ぼした障害	なし
復旧の日時	平成 30 年 6 月 15 日 17 時 00 分 (保安規定第 1 編第 93 条に基づき実施した特別措置の原因となった粒状の堆積物を回収したことに加え、換気系主排気ユニット(A)内における排水枡まわりの床面に粒状の堆積物が発生した原因を特定し、換気系主排気ユニット(A)(B)内の除染が完了した日時)
再発防止対策	<p>1 再発防止対策</p> <p>粒状樹脂が建屋内排水系配管内に流入した原因、及び建屋内排水系配管に堆積した粒状樹脂が換気系主排気ユニット内の排水枡まわりに移動した原因に対し、以下のとおり再発防止対策を実施する。</p> <p>1.1 粒状樹脂が流入した原因に対する再発防止対策</p> <p>粒状樹脂が建屋内排水系配管内に流入した原因は、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じ原因のため、再発防止対策も同じである。</p> <p>事象の原因として抽出した設備の要因及び運転操作の要因に対して、以下のとおり再発防止対策を実施する。</p> <p>(1)設備の要因に対する再発防止対策</p> <p>洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系への排水を防止するため、洗浄ドレン受タンクのドレン弁 2 個を「常時閉」運用とする。また、運転操作手順書のうち、洗浄ドレン受タンク内の残水を建屋内排水系に自動排水する手順を削除するとともに、自動排水する操作を実施できない処置を講じる。</p> <p>なお、洗浄ドレン受タンクの点検時には、タンク内の残水を仮設設備により粉末樹脂受入槽又は濃縮廃液受入タンクへ移送することを社内規程に定め、工事要領書等に反映する。</p> <p>(2)運転操作の要因に対する再発防止対策</p> <p>ア 警報処置手順書の処置を実施可能な手順書の作成(要因①に対する対策)</p> <p>警報処置手順書の処置内容に具体的な手順、補足説明等を追加するとともに、設備を安定した状態にするための手順書として、設備非常停止運転操作手順書を新規制定する。</p> <p>イ 警報点灯時(異常時)における廃棄物管理課副長(当直)の役割と権限の明確化(要因②に対する対策)</p> <p>設備不具合発生時における行動フロー、確認・報告事項及び役割と権限等をまとめた異常時の対応ガイドを作成し、社内規程に反映する。</p>

	<p>ウ 警報点灯時(異常時)における廃棄物管理課長の確認事項及び廃棄物管理課副長(当直)の報告事項の明確化(要因③, ④に対する対策) 設備不具合発生時における行動フロー, 確認・報告事項及び役割と権限等をまとめた異常時の対応ガイドを作成し, 社内規程に反映する。</p> <p>エ 廃棄物管理課副長(当直)に対する警報点灯時(異常時)の対応訓練の実施(要因①から④に対する対策) 廃棄物管理課副長(当直)があらかじめ作成したシナリオに対して, 異常時の対応ガイドに従い対応できることを確認する。</p> <p>オ 運転操作手順書の使用方法に関する社内規程の記載の明確化(要因⑤に対する対策) 社内規程に「手順書どおりの操作」の詳細な説明を追加し, 運転操作手順書の一部流用は該当しないことを明確化する。</p> <p>カ 協力会社社員(委託運転員)に対する運転操作手順書の使用方法に関する教育の実施(要因⑤に対する対策) 協力会社社員(委託運転員)に対して運転操作手順書の使用方法に関する教育を実施する。</p> <p>キ 洗浄ドレン受タンク洗浄操作の運用変更(要因⑥に対する対策) 1. 1(1)に記載した設備の要因に対する再発防止対策と同様。</p> <p>(3)再発防止対策の実施による安全文化の醸成への寄与 平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における原因調査(要因分析)において確認した事実から, 廃棄物減容処理装置(以下「NRW」という。)の運転を管理する当社社員に対して, 自身の役割に対する責任を果たす姿勢を更に高めていく。</p> <p>ア 要因分析において確認した事実 (ア)NRW の運転操作は, 試運転時より協力会社へ委託しており, 協力会社社員(委託運転員)は, これまでの運転経験からNRWの運転操作を適切に実施することができ, NRW の運転操作に関する様々な運転経験も蓄積している。 (イ)廃棄物管理課副長(当直)は, NRW の運転に関する管理・監督を実施するため, NRW の設備知識及び異常時の処置を含む操作知識の教育を受け, 「NRW の運転管理, 監視及び異常時の対応操作の概要を把握し協力会社社員(委託運転員)に適切な業務依頼ができること」という力量を有している。ただし, NRW の運転操作を協力会社へ委託していることから, ポンプの起動停止や弁の開閉といった実操作を実施することはない。 (ウ)廃棄物管理課長は, 主に NRW の運転及び保守管理並びに放射性固体廃棄物の管理に関する業務を実施しているが, 廃棄物管理課副長(当直)と同様に NRW の実操作を実施することはない。</p>
--	---

イ 確認した事実からの考察

廃棄物管理課副長(当直)は、NRW の実操作を実施することはないため、運転操作に精通し、様々な運転経験を持つ協力会社社員(委託運転員)に対して、NRW の操作に係る提言については疑うことなく頼るといった協力会社社員(委託運転員)への依存心が高かったものと推定している。また、廃棄物管理課長は、力量(NRW の運転管理、監視及び異常時の対応操作の概要を把握し協力会社社員(委託運転員)に適切な業務依頼ができること)を有した者を廃棄物管理課副長(当直)として登用している。このため、NRW の操作については、廃棄物管理課副長(当直)に任せておけば問題ないと考え、NRW の運転操作の責任者という役割に対して責任を果たすことができなかつたと推定している。

ウ 安全文化の醸成に対する再発防止対策の有効性

1.1(2)に記載した運転操作の要因に対する再発防止対策イ、ウ、エを実施することにより、廃棄物管理課副長(当直)及び廃棄物管理課長は、自身の役割について理解を深め、自身の役割に対する責任を果たす姿勢を醸成することができるため、更なる安全文化の醸成に対して寄与するものとする。

(4)他の運転操作・機器への水平展開

他の運転操作・機器への水平展開として、水平展開対象の抽出フローを運転操作(運転操作による建屋内排水系への排水)と保守点検(保守点検時の建屋内排水系への排水)に分けて作成し、そのフローに従い水平展開対象の運転操作・機器を抽出した。

抽出した運転操作・機器に対して、以下の対策を実施する。

ア 本事象と同様に自動により建屋内排水系に排水される運転操作

インターロックの改造又は運転操作の削除等を実施し、自動による排水を防止する。

イ 手動による排水(運転操作及び保守点検)

濃縮廃液の場合は、サンプルの採取、測定を実施し、液体廃棄物処理系への排水基準値以内となるよう必要に応じて希釈したうえで排水する。また、固形物(粉末樹脂、粒状樹脂及び活性炭)を含む廃液の場合は、排水枡にフィルタを取り付けることにより、固形物を回収したうえで排水する。

1.2 粒状樹脂が移動した原因に対する再発防止対策

(1)排水枡への閉止器具や逆流防止器具の取付け又は水封管理

建屋内排水系配管内の気流の変化を防止するため、通常の状態では人が立入ることができない換気系主排気ユニット内の排水枡2箇所について閉止器具の取付けを実施する。また、その他の排水枡についても、閉止器具や逆流防止器具の取付け又は水封管理を実施する。

(2) 検討会資料の作成時における留意事項の追加

検討会においてリスクが幅広い観点で検討されないことを防止するため、検討会資料の作成における留意事項に、検討に至ったプロセス(例:検討の経緯, 特別な解釈を適用する考え方, 除外事項や例外事項とそれらに対するリスク評価)を明記するよう社内規程に追加する。また、この内容が検討会資料に反映されたことを、検討会終了前に、検討会委員長が確認する旨を社内規程に追加する。

加えて、社内規程の改訂目的が理解できるよう、当社の技術伝承のためのツールである「失敗に学ぶ回廊」、「技術史」等に本事象の教訓を追加する。

更に、過去の検討会におけるリスク検討事例を整理し、リスクに関する知見を確認しやすいようにすることで、リスクの検討に漏れが生じるリスクを低減する。

(3) 確認が困難な場所にある排水枡の識別

換気系主排気ユニット内は機器の内部であり建屋内排水系配管内の堆積物による汚染が発生した場合でも機器の内部に留まるため、換気系主排気ユニット外への汚染の拡大防止を図る必要はないと誤った認識をしたことを防止するため、確認が困難な場所にある排水枡については、機器リストにその情報を記載するとともに、現場にその旨を表示する。また、当社のヒューマンエラー防止のためのツールであるJITに反映し、教育に活用する。

その他、本事象は、平成29年5月2日に発生した事象の対応に問題があったことで事象を拡大させている。平成29年5月2日に発生した事象の対応のような明確な手順・管理方法を定めていない業務に対しては、平成30年4月26日に「北陸電力株式会社志賀原子力発電所2号炉の原子炉建屋内に雨水が流入した事象に係る対応について(指示)及び(追加指示)」に基づく報告(本浜岡発第421号)により報告した、浜岡原子力発電所4号機において原子炉機器冷却水系(A)トレンチ室へ雨水が浸入した事象の更なるリスク低減対策として実施しているプロジェクト管理の導入により、プロジェクトの進捗状況を把握し管理することで適切な対応ができるようにしていく。

(詳細は別添参照)

浜岡原子力発電所
廃棄物減容処理装置建屋（第1建屋）2階
における放射性物質を含む堆積物の確認
に伴う立入制限区域の設定について

平成30年1月提出
平成30年6月補正
中部電力株式会社

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	事象発生の発電用原子炉施設名	1
5	事象の状況	1
5. 1	事象発生時の対応及び堆積物の確認	1
5. 2	排水枡まわりの堆積物の測定	3
5. 3	特別措置の実施	4
5. 4	安全措置の実施 ^[1]	4
5. 5	建屋内排水系配管内の堆積物の確認及び回収	7
6	原因調査	8
6. 1	調査方針 ^[1]	8
6. 2	粒状樹脂が流入した要因に関する調査	8
6. 2. 1	平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の粒状樹脂の流入源特定調査 ^[1]	8
6. 2. 2	図面のない接続先による粒状樹脂の流入源特定調査	9
6. 2. 3	建屋内排水系配管以外からの粒状樹脂の流入の有無に関する調査	9
6. 3	粒状樹脂が移動した要因に関する調査	10
6. 3. 1	粒状樹脂が気流により移動した要因に関する調査	10
6. 3. 2	粒状樹脂が水流により移動した要因に関する調査	12
6. 4	平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応の確認	12
6. 5	事象発生メカニズムの推定 ^[1]	15
7	事象の原因	17
7. 1	粒状樹脂が流入した原因 ^[1]	17
7. 2	粒状樹脂が移動した原因	18
8	保護装置の種類及び動作状況	18
9	放射能の影響	18
10	被害者	18
11	他に及ぼした障害	19
12	復旧の日時	19
13	再発防止対策	19
13. 1	粒状樹脂が流入した原因に対する再発防止対策 ^[1]	19
13. 2	粒状樹脂が移動した原因に対する再発防止対策	22
14	本事象に係る対応者の放射線管理状況	23
15	現場の配管と図面の相違に関する事項	23
15. 1	現場の配管と図面の相違の状況	24
15. 2	原因調査	24

15.3	影響調査	26
15.4	再発防止対策	27
15.5	今後の対応	28
16	添付資料一覧	29
17	関連図書	29

報告書内に注記 [1] で示した内容は、平成 30 年 4 月 13 日に「浜岡原子力発電所廃棄物減容処理装置建屋（第 1 建屋）地下 2 階における放射性物質を含む堆積物の確認に伴う立入制限区域の設定について」（本原原発第 06 号）において一部を報告している内容である。

1 件名

浜岡原子力発電所 廃棄物減容処理装置建屋（第1建屋）2階における放射性物質を含む堆積物の確認に伴う立入制限区域の設定について

2 事象発生の日時

平成30年1月18日（木）14時09分（実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第134条第10号に定める報告事象に該当すると判断した時刻）

3 事象発生の場所

浜岡原子力発電所 廃棄物減容処理装置建屋（第1建屋）

4 事象発生の発電用原子炉施設名

廃棄設備－液体固体廃棄物処理設備

5 事象の状況

平成30年1月18日11時00分頃、協力会社社員が換気系主排気フィルタ（A）点検のため、廃棄物減容処理装置建屋（第1建屋）（以下「NRW-I」という。）^{※1}の2階（放射線管理区域（以下「管理区域」という。））に設置された換気系主排気ユニット（A）内に入城したところ、排水枡まわりの床面に粒状の堆積物を発見した。その後、当社の放射線管理課員が現場を確認したところ、当該箇所に堆積物（約130cm×約80cm）を確認した。

堆積物の表面汚染密度を測定した結果、105Bq/cm²であり、浜岡原子力発電所原子炉施設保安規定（以下「保安規定」という。）第1編第93条に定める管理区域内における特別措置^{※2}が必要な基準である40Bq/cm²を超えていたため、14時00分から14時28分にかけて、換気系主排気ユニット（A）（B）内に対して特別措置を講じた。

その後、18時26分から18時50分にかけて堆積物を回収した。

本事象に伴う外部への放射性物質による影響はなかった。

詳細について、以下に示す。

添付資料1, 2, 3, 4

5. 1 事象発生時の対応及び堆積物の確認

平成30年1月18日11時00分頃、協力会社社員が、換気系主排気フィルタ（A）点検のため、換気系主排気ユニット（A）内（1C区域）に入城^{※3}したところ、排水

※1 発電所の管理区域において発生した放射性固体廃棄物の減容を行うための機器等がある建屋

※2 人の立入制限措置として標識を設けて他の場所と区別し、区画、施錠等の措置を実施

※3 C区域の防護装備（下着、黄服、薄綿手袋、ゴム手袋、青靴下、黄靴下、黄帽子、黄フード、黄長靴）及び全面マスクを着用

枡まわりの床面に粒状の堆積物を発見したため、協力会社社員は、当社の廃棄物管理課員に連絡した。

なお、同様な点検のため、平成 28 年 12 月 13 日に換気系主排気ユニット (A) 内へ入域した際には、当該排水枡まわりの床面に堆積物は確認しておらず、これ以降、堆積物の発見に至るまでの間、換気系主排気ユニット (A) 内には入域していない。

廃棄物管理課員から連絡を受けた廃棄物管理課長は、11 時 50 分頃、社内関係課に連絡を実施した。

廃棄物管理課長から連絡を受けた放射線管理課長は、12 時 00 分、NRW- I の 2 階に設置されたエリア放射線モニタ及び建屋ダスト放射線モニタのトレンド表示値に有意な変動がないことを確認した。その後、現場汚染状況の確認のため、放射線管理課員及び協力会社放射線管理員を当該場所に派遣した。

廃棄物管理課長は、12 時 10 分頃、不用意な被ばく及び汚染の拡大防止を図るため、協力会社社員（委託運転員）に換気系主排気ユニット (A) (B) 内への立入規制を依頼した。また、放射線管理課長は、12 時 30 分頃、事象発生時の対応における内部被ばく防止のため、換気系主排気ユニット (A) (B) 内へ入域する対応者に対して C 区域の防護装備に加え、全面マスク及びタイベックスーツの着用を指示した。当該場所に派遣された放射線管理課員及び協力会社放射線管理員は、12 時 32 分より、換気系主排気ユニットの外側の汚染状況を確認し、汚染が拡大していないことを確認した。

その後、放射線管理課員は、換気系主排気ユニットの内部の汚染状況を確認するため、換気系主排気ユニット (A) 内に入域し、当該箇所堆積物を確認した。表 1 に堆積物の状況を示す。

表 1 堆積物の状況

堆積物の確認場所		堆積物の範囲	堆積物の体積 ^{※4}
排水枡の番号	場所		
NWF-424	換気系主排気ユニット(A)内	約 130cm × 約 80cm	約 4.9 × 10 ³ cm ³

放射線管理課長は、GM 汚染サーベイメータを用いた直接法^{※5}（以下「直接法」という。）による堆積物の表面汚染密度を測定した結果が 105Bq/cm²であり、保安規定第 1 編第 93 条に定める管理区域内における特別措置が必要な基準である 40Bq/cm²を超えていたため、14 時 00 分から 14 時 28 分にかけて、換気系主排気ユニット (A) (B) 内に対して特別措置を講じた。

このことから、総括管理課長は、14 時 09 分、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第 134 条第 10 号に定める報告事象に該当すると判断した。

※4 堆積物の範囲に対して、縦横 10cm 間隔で高さを測り、それぞれ求めた体積の合計値

※5 GM 汚染サーベイメータを用いて固定性表面汚染及び遊離性表面汚染を直接的に測定する方法

総括管理課長は、14時20分頃、NRW-I換気系の排気先である3号機排気筒モニタ及びモニタリングポストの指示値に有意な変動がないことから、放射性物質による外部への影響はないと判断した。

その後、堆積物が換気系主排気ユニット(A)(B)の高性能粒子フィルタの下流側に拡大していないことを直接法及びGM汚染サーベイメータを用いた間接法^{※6}(以下「間接法」という。)による表面汚染密度の測定結果により確認するとともに、18時26分から18時50分にかけて堆積物を回収し、19時36分に換気系主排気ユニット(A)(B)内の排水枡に閉止措置を実施した。

添付資料1, 2, 3, 4, 5

5. 2 排水枡まわりの堆積物の測定

放射線管理課員は、平成30年1月18日14時00分頃、換気系主排気ユニット(A)内に入域するためC区域の防護装備、全面マスク及びタイベックスーツを着用し、直接法により排水枡まわりの堆積物の表面汚染密度を測定したところ、 $105\text{Bq}/\text{cm}^2$ であることを確認した。

また、堆積物の放射エネルギーを算出するために代表サンプルを採取し、化学分析室において100mLポリ瓶に分取して重量を測定し、空の100mLポリ瓶との重量の差から堆積物の重量を算出した。この重量に、実測により得た比体積 $1.6\text{cm}^3/\text{g}$ を掛けて体積を算出したのちに、波高分析装置にて放射能濃度を測定した。その後、得られた放射能濃度から堆積物の放射エネルギーを算出した。

測定結果は、表2に示すとおりであり、放射エネルギーは $2.0 \times 10^6\text{Bq}$ 、放射エネルギーから算出した表面汚染密度は $1.9 \times 10^2\text{Bq}/\text{cm}^2$ であった。

なお、採取した堆積物の性状を確認するため、走査型電子顕微鏡による観察及び定性分析を行った結果、堆積物は一部の金属屑等を除き粒状樹脂であることを確認した。

添付資料3

表2 堆積物の測定結果(代表サンプルの測定結果)

排水枡の 番号	放射能濃度 [Bq/cm^3]		放射エネルギー ^{※7} [Bq]	表面汚染密度 ^{※8} [Bq/cm^2]
	検出核種			
NWF-424	4.0×10^2		2.0×10^6	1.9×10^2
	Co-60, Mn-54 Cs-137			

※6 スミヤ布を用いて物品等の表面を拭き取り、GM汚染サーベイメータを用いて遊離性表面汚染を間接的に測定する方法

※7 放射エネルギー [Bq] = 放射能濃度 [Bq/cm^3] × 堆積物の体積 [cm^3]

※8 表面汚染密度 [Bq/cm^2] = 放射エネルギー [Bq] ÷ 堆積物の範囲 [cm^2]

その後、代表サンプルと同様の方法で回収した堆積物全量の測定を実施した。

測定結果は、表 3 に示すとおりであり、放射エネルギーは $3.4 \times 10^6 \text{Bq}$ 、放射エネルギーから算出した表面汚染密度は $3.3 \times 10^2 \text{Bq/cm}^2$ であった。

表 3 堆積物の測定結果(堆積物全量の測定結果)

排水柵の 番号	堆積物の重量 [g]	検出核種	放射エネルギー [Bq]	表面汚染密度 [Bq/cm ²]
NWF-424	5633.9	Co-60, Mn-54 Cs-137, Zn-65	3.4×10^6	3.3×10^2

5. 3 特別措置の実施

(1) 管理区域の細区分の変更

放射線管理課長は、換気系主排気ユニット (A) 内の直接法により測定した堆積物の表面汚染密度が 105Bq/cm^2 であり、保安規定第 1 編第 93 条で定める管理区域内における特別措置が必要な基準である 40Bq/cm^2 を超えていたため、平成 30 年 1 月 18 日 14 時 00 分に、換気系主排気ユニット (A) (B) 内に対して保安規定第 1 編第 93 条に定める管理区域内における特別措置が必要と判断し、14 時 00 分から 14 時 28 分にかけて、管理区域の細区分を 1C 区域から 1D 区域に変更した。

添付資料 1, 5

(2) 排水柵まわりの堆積物の回収

不用意な被ばく及び汚染の拡大防止を図るため、平成 30 年 1 月 18 日 18 時 26 分から 18 時 50 分にかけて、排水柵まわりの堆積物を回収した。

なお、回収した堆積物の総重量は約 5.6kg であり、堆積物を回収した場所の床面に、液体又は液体が蒸発した痕跡はなかった。

表 4 に堆積物回収前後の表面汚染密度を示す。

添付資料 1, 5

表 4 表面汚染密度

排水柵の番号	表面汚染密度 [Bq/cm ²]	
	堆積物回収前 (直接法による測定)	堆積物回収後 (間接法による測定)
NWF-424	105	$< 2 \times 10^{-2}$

5. 4 安全措置の実施^[1]

原因調査等による不用意な被ばく及び汚染の拡大防止を図るため、平成 30 年 4 月 13 日に「浜岡原子力発電所 廃棄物減容処理装置建屋 (第 1 建屋) 地下 2 階における

放射性物質を含む堆積物の確認に伴う立入制限区域の設定について」(本原原発第 06 号)により報告した事象(以下「平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象」という。)から継続している安全措置に加え、以下に示す安全措置を実施した。

なお、実施した安全措置については、建屋内排水系配管内の堆積物を回収したのちに、順次解除した。

(1) 平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象から継続している安全措置

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象において床面に堆積物を確認した地下 2 階の 5 箇所の排水枡に繋がる建屋内排水系配管内の堆積物が、気流等の環境変化により、排水枡から噴き出すことによる汚染の拡大防止を図るため、薬液床ドレンサンプタンク (B) に繋がる排水枡 148 箇所に閉止措置を実施していた。

ただし、換気系主排気ユニット (A) (B) 内の排水枡 2 箇所については、以下の経緯から閉止措置を実施していなかった。

平成 29 年 5 月 2 日の事象発生時に堆積物を確認した排水枡から空気が噴き出していたため、換気系(汚染区域系統)の停止を検討したが、一時的に建屋内排水系配管内の気流が変化することで汚染が拡大することを懸念して、換気系(汚染区域系統)の運転を維持することとしていた。このため、建屋内排水系の設備所管部署である設備保全課は、換気系主排気ユニット内への立ち入りができなかった^{※9}こと、及び換気系主排気ユニット内は機器の内部であり建屋内排水系配管内の堆積物による汚染が発生した場合でも機器の内部に留まるため、換気系主排気ユニット外への汚染の拡大防止を図る必要はないと考えたことから、閉止措置を実施していなかった。

添付資料 6

(2) 事象発生時の安全措置

排水枡まわりの床面に堆積した粒状樹脂が、換気系主排気ユニット (A) 入口ダンパや主排気系ファンを通じて流出することを防止するため、主排気系ファン (A) (B) の「停止」及び電源「切」措置(換気系(汚染区域系統)の停止措置)を実施するとともに、換気系主排気ユニット (A) (B) の各入口ダンパ、換気系主排気ユニット切替ダンパ並びに主排気系ファン (A) (B) の各入口側ダンパ及び各出口側ダンパの「閉」措置を実施した。また、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同様に建屋内排水系配管内に堆積物がある場合、気流等の環境変化により、排水枡から噴き出すことで汚染が拡大する可能性があるため、換気系主排気ユニット (A) (B) 内の排水枡 2 箇所に閉止措置を実施した。

添付資料 6

※9 換気系(汚染区域系統)が運転状態である場合には、換気系主排気ユニット内外差圧により換気系主排気ユニット内への扉を開放することができない

(3) 原因の特定に至るまで実施した安全措置

排水枡まわりの床面に粒状樹脂が堆積した原因の特定に至るまでの間、同様の事象の発生並びにこれに伴う外部被ばく、内部被ばく及び身体の汚染の発生が懸念されるため、放射性物質の拡散防止措置、放射性物質の拡散がないことの確認の強化、及び NRW- I 全域への立入規制を実施した。

また、換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡に繋がる建屋内排水系配管内の状態を確認する過程で、ライザー線図及び建屋内排水系配管図と異なる建屋内排水系配管の接続 (以下「現場の配管と図面の相違」という。) を確認したため、追加の安全措置を実施した。

なお、本事象発生後、NRW- I の全ての排水枡^{※10}480 箇所^{※11}について外観点検を行い堆積物がないことを確認した。

添付資料 6, 7, 8

ア 放射性物質の拡散防止措置

放射性物質の拡散防止措置として、NRW- I の換気系 (汚染区域系統) の停止措置を実施しているため、気流による放射性物質の拡散防止措置は既に実施しているが、気流の他に、水流により放射性物質の拡散が生じる可能性があるため、NRW- I の各サンプタンクに設置されているポンプの「停止」措置を実施し、各サンプタンクへの排水禁止措置も実施した。

また、汚染の拡大防止を図るため、建屋内排水系配管内の点検等において排水枡の閉止措置を一時的に解除する場合等の安全措置として、作業エリアの管理区域の細区分を D 区域に変更した。また、作業中は空気中放射性物質濃度の測定を実施し、汚染が拡大していないことを確認した。

添付資料 6, 8

イ 放射性物質の拡散がないことの確認強化

放射性物質の拡散がないことの確認強化として、1 週間単位で NRW- I 内を一様に確認できるように表面汚染密度及び空気中放射性物質濃度の測定を実施し、汚染が拡大していないことを確認した。

添付資料 6, 8

※10 機器ドレンサンプタンク (A) (B), 薬液床ドレンサンプタンク (A) (B), シャワードレンタンク, 排気筒機器ドレンサンプタンク等に接続される排水枡

※11 ライザー線図を基に外観点検対象として抽出した排水枡 479 箇所に加え、現場の配管と図面の相違を踏まえ、NRW- I 内全域の床面の確認を行い、全ての排水枡に閉止措置を実施したところ、ライザー線図に記載のない排水枡を 1 箇所確認したため、その 1 箇所を足した数

ウ NRW- I 全域への立入規制

不用意な被ばく及び汚染の拡大防止を図るため、NRW- I 全域への立入規制を実施した。

添付資料 6

エ 現場の配管と図面の相違を踏まえて追加で実施した安全措置

床面に粒状樹脂の堆積を確認した排水枡に繋がる建屋内排水系配管とは別の建屋内排水系配管についても、現場の配管と図面の相違を懸念して、建屋内排水系配管内の気流による汚染の拡大防止を図るため、清浄区域側の換気系給排気ファンについても「停止」及び電源「切」措置（換気系（清浄区域系統）の停止措置）を実施した。

更に、汚染拡大防止措置として、NRW- I 全域の床面の確認を行い、全ての排水枡 480 箇所に関止措置を実施した。

なお、NRW- I 全ての排水枡への閉止措置を実施する過程で、床面に粒状樹脂の堆積を確認した排水枡に繋がる建屋内排水系配管とは別の建屋内排水系配管に繋がる、ライザー線図に記載のない排水枡を 1 箇所確認した。

添付資料 6, 7, 9

5. 5 建屋内排水系配管内の堆積物の確認及び回収

(1) 建屋内排水系配管内の堆積物の確認

床面に粒状樹脂の堆積を確認した排水枡に繋がる建屋内排水系配管内を確認するため、排水枡、点検口及び配管切断口から CCD カメラを挿入して調査を実施した。

なお、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象では、堆積物を確認した範囲の上流側及び下流側の建屋内排水系配管内を確認するとともに、堆積物を確認した範囲以外についても各建屋内排水系配管の合流部である母管を代表箇所として確認することとしていたが、本事象においては、床面に粒状樹脂の堆積を確認した排水枡に繋がる全ての建屋内排水系配管内を確認することとした。

調査の結果、床面に粒状樹脂の堆積を確認した排水枡に繋がる建屋内排水系配管のうち、2 階から繋がる集合部の配管（約 9.2m）、1 階から繋がる集合部の配管（約 0.1m）、地下 2 階から繋がる集合部の配管（約 9.7m）、及び地下 1 階の洗浄ドレン受タンクより流入するラインの下流側に繋がる配管（約 5.6m）に堆積物を確認した。

添付資料 10

(2) 建屋内排水系配管内の堆積物の回収及び観察

建屋内排水系配管内に確認した堆積物を回収するため、排水枡、点検口及び配管切断口から真空掃除機のホースを挿入して堆積物の回収を実施した。また、回収後に、再度 CCD カメラを挿入して堆積物が残存していないことを確認した。

また、回収した堆積物の性状を確認するため、顕微鏡による観察を行った結果、建屋内排水系配管内の堆積物は、一部の金属屑等を除き粒状樹脂であることを確認した。

なお、回収した堆積物の総重量は、約 2.4kg であった。

添付資料 1 1

6 原因調査

6. 1 調査方針^[1]

本事象において、排水枡まわりの床面に確認した堆積物を走査型電子顕微鏡による観察及び定性分析を行った結果、堆積物は平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同様に粒状樹脂であることを確認した。

また、粒状樹脂の堆積を確認した換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡に繋がる建屋内排水系配管内の状態を確認する過程で、現場の配管と図面の相違により、換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡が、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象で床面に堆積物を確認した排水枡に繋がる建屋内排水系配管に接続していることを確認した。

加えて、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の原因調査結果において、建屋内排水系配管に粒状樹脂が流入する要因は、平成 29 年 4 月 6 日に実施した洗淨ドレン受タンクの洗淨操作のみであることを確認した。

このため、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じ原因によって建屋内排水系配管内に粒状樹脂が流入し、この粒状樹脂が何らかの要因で換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりに移動した可能性が高いと考えられたが、他の要因も考慮し、排水枡まわりに粒状樹脂が発生した原因を調査するとともに、建屋内排水系配管内への粒状樹脂の流入が原因であった場合には粒状樹脂が換気系主排気ユニット内の排水枡まで移動した原因を調査することとし、要因分析図を作成し調査を実施した。

また、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じ原因によって建屋内排水系配管内に粒状樹脂が流入し、この粒状樹脂が何らかの要因で換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりに移動した場合には、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応を確認することとした。

添付資料 1 2

6. 2 粒状樹脂が流入した要因に関する調査

6. 2. 1 平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の粒状樹脂の流入源特定調査^[1]

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象において実施した粒状樹脂の流入源を特定するための調査結果に加え、平成 29 年 5 月 2 日以降に建屋内排水系配管に粒状樹脂を流入した実績がないことを確認した。このため、粒状樹脂の建屋内排水系への流入源は洗淨ドレン受タンクのみであり、平成 29 年 4 月 6 日に実施した洗淨ドレン受タンクの洗淨操作により多くの粒状樹脂を含む廃液を排水したことを確認した。

加えて、本事象において確認した排水枡まわりに堆積した粒状樹脂と、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象において確認した排水枡まわりの床面に堆積した粒状樹脂の性状を確認した結果、いずれも洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系配管に排水した粒状樹脂と同一であることを確認した。

添付資料 1 2, 1 3

6. 2. 2 図面がない接続先による粒状樹脂の流入源特定調査

本事象において粒状樹脂の堆積を確認した排水枡と、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象において粒状樹脂の堆積を確認した排水枡に繋がる建屋内排水系配管に、図面がない接続先がある場合、その接続先が粒状樹脂の流入源となる可能性がある。このため、本事象において粒状樹脂の堆積を確認した排水枡と繋がる建屋内排水系配管内を CCD カメラによる調査を行い、図面がない接続先の有無を確認した。

この結果、換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡 (NWF-424) 及び換気系主排気ユニット (A) 近傍の排水枡 (NWF-430) の 2 箇所が図面がない接続先であることを確認したが、当該 2 箇所の排水枡付近において、粒状樹脂を取扱う作業実績はなかったことから、図面がない接続先による粒状樹脂の流入の可能性がないことを確認した。

なお、本調査で確認した範囲の建屋内排水系配管に、粒状樹脂の流入源となるものではないが、接続の合流箇所又は配管閉止の状態が図面と異なる箇所を 3 箇所確認した。

添付資料 1 2, 1 4

6. 2. 3 建屋内排水系配管以外からの粒状樹脂の流入の有無に関する調査

床面に粒状樹脂の堆積を確認した換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡は、換気系主排気ユニット内に設置されているため、建屋内排水系配管以外からの流入源として考えられるものには、空調ダクト、貫通配管及び貫通孔、並びに扉があることから、これらの要因による粒状樹脂の流入の可能性について調査を実施した。

この結果、空調ダクトについては、床面に粒状樹脂の堆積を確認した排水枡の上流側に設置しているプレフィルタの設計(メーカー試験の粒子径別捕集率:粒子径 10 μ m, 99%)が粒状樹脂(直径約 0.5mm)を通さないものであること、及び設計要求を満足するプレフィルタを健全な状態で取付けており劣化等がみられなかったことから、粒状樹脂の流入の可能性がないことを確認した。

貫通配管及び貫通孔については、換気系主排気ユニット内の貫通配管に腐食等による貫通孔がないこと、換気系主排気ユニットの劣化による貫通孔がないこと、及び換気系主排気ユニット内の貫通部は閉止処理していることから、粒状樹脂の流入の可能性がないことを確認した。

扉については、換気系主排気ユニット (A) 内への扉は施錠管理しており、平成 28 年 12 月 13 日に実施した換気系主排気フィルタの点検のために入域した以降に換気

系主排気ユニット (A) 内への扉を開放していないこと、及び換気系主排気ユニット近傍での粒状樹脂を取扱う作業を実施していないことから、粒状樹脂の流入の可能性がないことを確認した。

添付資料 1 2

以上の粒状樹脂が流入した要因に関する調査の結果から、粒状樹脂の建屋内排水系配管への流入源は、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じであり、本事象において排水枡まわりの床面に堆積した粒状樹脂は、平成 29 年 4 月 6 日に実施した洗浄ドレン受タンクの洗浄操作により多くの粒状樹脂を含む廃液が建屋内排水系配管に排水され、粒状樹脂が平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応を含め、何らかの原因により建屋内排水系配管内を移動し、換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりの床面に堆積したものであると推定した。

また、洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系配管に多くの粒状樹脂を含む廃液を排水した要因も、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じであり、洗浄ドレン受タンクは、運転操作手順書に記載される通常の洗浄操作であっても、約 5.0kg の粒状樹脂を含む洗浄廃液が建屋内排水系に排水される設備であったこと、乾燥機等の機器の異常による対応の中で、異常時の手順が具体的でなかったこと、異常時における廃棄物管理課内の役割と権限等が不明確であったこと、運転操作手順書の記載が不足していたこと、及び運転操作手順書の使用方法に関する社内規程の記載内容が不明確であったことを確認した。

6. 3 粒状樹脂が移動した要因に関する調査

6. 3. 1 粒状樹脂が気流により移動した要因に関する調査

(1) 平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応の確認

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応は表 5 に示すとおりであり、建屋内排水系配管の内部調査を実施した後に排水枡への閉止措置を実施し、その後、内部調査により確認した範囲の堆積物は、全て回収したことを確認していた。

一方、本事象における建屋内排水系配管の内部調査では、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における建屋内排水系配管の内部調査では堆積物がないことを確認した範囲、及び建屋内排水系配管内の堆積物の回収を実施した範囲に堆積物が残存していることを確認した。

また、CCD カメラを用いた建屋内排水系配管の内部調査及び真空掃除機を用いた堆積物の回収に伴う気流の変化によって、地下 1 階及び地下 2 階の建屋内排水系配管内に堆積していた粒状樹脂が、閉止措置を実施していなかった 2 階の換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりの床面に移動した可能性がないことを確認した。

添付資料 1 0, 1 2, 1 5

表 5 平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応

時期	実施内容	建屋内排水系配管内部の堆積物の確認状況
平成 29 年 4 月 6 日	洗浄ドレン受タンクの洗浄操作により、粒状樹脂を建屋内排水系配管に排水	—
平成 29 年 5 月 2 日	地下 2 階の 5 箇所の排水枡まわりの床面に堆積物を確認	—
	ドラム運搬装置メンテナンス室とドレンサンプタンク室間の扉を開放	—
平成 29 年 5 月 5 日 ～5 月 29 日	建屋内排水系配管の内部調査	地下 1 階及び地下 2 階に堆積物を確認
平成 29 年 5 月 31 日 ～6 月 7 日	排水枡への閉止措置の実施(ただし、換気系主排気ユニット(A)(B)内の排水枡 2 箇所には実施していなかった。)	—
平成 29 年 6 月 13 日 ～6 月 30 日	建屋内排水系配管の内部調査で確認した範囲のうち、建屋内排水系の堆積物の回収(堆積物の回収のために一時的に閉止措置の一部を解除)	建屋内排水系配管の内部調査で確認した範囲のうち、堆積物があることを確認した範囲について、回収後に堆積物が残存していないことを確認
平成 29 年 7 月 19 日 ～7 月 24 日	建屋内排水系配管の内部調査で確認した範囲のうち、洗浄ドレン受タンク下流の堆積物の回収(堆積物の回収のために一時的に洗浄ドレン受タンクドレン弁を開弁)	建屋内排水系配管の内部調査で確認した範囲のうち、堆積物があることを確認した範囲について、回収後に堆積物が残存していないことを確認

(2) 平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の対応状況を模擬した気流確認

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の対応における排水枡への閉止措置の実施状況、及び換気系(汚染区域系統)の運転状況を模擬し、建屋内排水系配管内の気流の向き及び大きさを確認した。

この結果、地下 2 階から 2 階の換気系主排気ユニット(A)内の排水枡に繋がる建屋内排水系配管内において、閉止措置を実施する前の状態で、気流の向きが地下 1 階から地下 2 階へ向かう下向きとなることを確認し、閉止措置を実施する過程で、気流の向きが地下 2 階から地下 1 階へ向かう上向きに変化するとともに、粒状樹脂が建屋内排水系配管内を上向きに移動する気流の大きさとなることを確認した。

また、換気系主排気ユニット(A)(B)内の排水枡 2 箇所を除く、薬液床ドレンサンプタンク(B)に繋がる排水枡に閉止措置を実施した以降、建屋内排水系配管内の堆積物の回収のために一時的に閉止措置の一部を解除した際も含め、粒状樹脂が建屋内排水系配管内を上向きに移動する気流が継続することを確認した。

添付資料 1 2, 1 6, 1 7

6. 3. 2 粒状樹脂が水流により移動した要因に関する調査

粒状樹脂が建屋内排水系配管内を水流により移動する要因は、粒状樹脂の流入源である洗浄ドレン受タンクと本事象において粒状樹脂の堆積を確認した排水枡との位置関係、建屋内排水系配管内の詰り及び多量の排水による逆流が考えられることから、これらの要因による粒状樹脂の移動の可能性について調査を実施した。

この結果、位置関係については、建屋内排水系への粒状樹脂の流入源である洗浄ドレン受タンクの設置階が地下1階であり、本事象において粒状樹脂の堆積を確認した排水枡の設置階が2階であり、本事象において粒状樹脂の堆積を確認した排水枡の方が高い位置に設置されていることから、水流により移動する可能性がないことを確認した。

建屋内排水系配管内の詰りによる逆流については、建屋内排水系配管の内部調査にあわせて詰りがなかったことを確認しており、詰りによる逆流により移動する可能性がないことを確認した。

多量の排水による逆流については、排水枡への閉止措置を実施した以降、薬液床ドレンサンプポンプ（B-1）及び（B-2）の運転実績がないことから多量の排水はなく、逆流により移動する可能性がないことを確認した。

添付資料 1 2

以上の粒状樹脂が移動した要因に関する調査の結果から、排水枡への閉止措置の実施、及び粒状樹脂の回収のために一時的に閉止措置の一部を解除した際に、建屋内排水系配管内に粒状樹脂が移動する大きさの気流が発生し、地下1階及び地下2階の建屋内排水系配管内に堆積していた粒状樹脂が、閉止措置を実施していなかった2階の換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりの床面に移動したものと推定した。

また、6. 2に記載した粒状樹脂が流入する要因に関する調査の結果から、粒状樹脂の建屋内排水系配管への流入源は、平成29年5月2日に発生した事象と同じであると推定したことから、平成29年5月2日に発生した事象における対応を確認することとした。

6. 4 平成29年5月2日に発生した事象における対応の確認

本事象は、建屋内排水系配管内に堆積した粒状樹脂が、平成29年5月2日に発生した事象における対応において、換気系（汚染区域系統）の運転を継続した状態で、換気系主排気ユニット（A）（B）内の排水枡2箇所を除く薬液床ドレンサンプタンク（B）に繋がる排水枡へ閉止措置を実施したこと、及び粒状樹脂の回収のために一時的に閉止措置の一部を解除したことにより、建屋内排水系配管内に粒状樹脂が移動する大きさの気流が発生させたことで、換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりに移動したものと推定した。

このため、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象での排水枡への閉止措置に係る対応の時系列を関係者への聞き取り調査、及び閉止措置に係る対応の検討文書の確認により整理し、閉止措置に係る対応に問題があったか否かを確認した。

添付資料 1 8

ア 排水枡の閉止措置対象の選定及び実施方法の検討段階における対応

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応において、建屋内排水系配管内に粒状樹脂の堆積を確認したことを踏まえ、事象発生時に実施した安全措置に加え、更なる安全措置の検討を開始した。検討の結果、設備保全課は、汚染の拡大防止を図るため、薬液床ドレンサンプタンク (B) に繋がる全ての排水枡に閉止措置を実施することとした。

一方、平成 29 年 5 月 2 日の事象発生時に堆積物を確認した排水枡から空気が噴き出していたため、換気系 (汚染区域系統) の停止を検討したが、一時的に建屋内排水系配管内の気流が変化することで汚染が拡大することを懸念して、換気系 (汚染区域系統) の運転を維持することとしていた。このため、設備保全課は、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所について、換気系主排気ユニット内への立ち入りができないこと、及び換気系主排気ユニット内は機器の内部であり建屋内排水系配管内の堆積物による汚染が発生した場合でも機器の内部に留まるため、換気系主排気ユニット外への汚染の拡大防止を図る必要はないと考えたことから、閉止措置対象とせず、また、閉止措置対象としないことのリスクの検討に至らなかった。

また、設備保全課は、閉止措置の実施方法について、排水枡ごとの空気の噴き出し、又は吸い込みの有無によって、粒状樹脂の堆積を確認した排水枡に繋がる他の排水枡から粒状樹脂の噴き出しを防止する観点でリスクを検討し、排水枡への閉止措置の実施方法等について、平成 29 年 5 月 19 日に社内の検討会^{※12}に諮った。

この際、設備保全課は、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を閉止措置の対象としていないにも係らず、検討会資料には「薬液床ドレンサンプタンク (B) に繋がる全ての排水枡に閉止措置を実施する」と記載していた。このため、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を閉止措置対象としないという情報が検討会委員に共有されなかった。これにより、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を安全措置から除外するリスクが幅広い観点で検討されなかった。

※12 社内規程に基づき、発電所長を委員長とし、発電所において事故・故障が発生した場合に、その防止対策を審議し、事故・故障の再発防止を図ることを目的とする検討会

イ 排水枡の閉止措置の実施段階における対応

設備保全課は、社内の検討会で示した排水枡への閉止措置の対象リストの不備を確認したため修正するとともに、修正した対象リスト及び検討会で定めた実施方法に基づき閉止措置を実施した。閉止措置の実施過程で、一部の排水枡において空気の噴き出し量が増加したことを確認したが、他の排水枡への閉止措置の実施による影響^{※13}と考えた。

ウ 排水枡の閉止措置の維持段階における対応

廃棄物管理課は、排水枡の閉止措置の状況を日常の巡視点検にて確認するための対象リストを作成し、巡視点検の範囲外である換気系主排気ユニット内、及びドラム保管室内の排水枡、並びに閉止器具を取付けた排水枡を除く排水枡の閉止措置の状況を確認した。

この際、廃棄物管理課は、検討会資料に「薬液床ドレンサンプタンク（B）に繋がる全ての排水枡に閉止措置を実施する」と記載されていたことから、薬液床ドレンサンプタンク（B）に繋がる全ての排水枡に閉止措置を実施している認識であった。

エ 排水枡の一時的な閉止措置の解除段階における対応

設備保全課及び廃棄物管理課は、社内の検討会で示した回収方法（真空掃除機による回収）で建屋内排水系配管内の堆積物を回収するため、一時的に閉止措置の一部を解除した。

なお、堆積物を回収するために一時的に閉止措置の一部を解除した以降、本事故の発生に至るまでの間、閉止措置は解除していない。

以上の平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応の確認の結果から、排水枡への閉止措置に係る対応における問題点及び問題点に至る背景を抽出した。

【問題点】

設備保全課は、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を閉止措置対象としていないにも係らず、検討会資料には「薬液床ドレンサンプタンク（B）に繋がる全ての排水枡に閉止措置を実施する」と記載していた。このため、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を閉止措置対象としないという情報が検討会委員に共有されなかった。これにより、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を安全措置から除外するリスクが幅広い観点で検討されなかった。

※13 排水枡への閉止措置は、空気の吸い込みを確認した排水枡へ閉止措置を実施した場合、建屋内排水系配管内への空気の吸い込み量が減るため、空気の噴き出しを確認した排水枡からの空気の噴き出し量は減ると推定し、空気の吸い込みを確認した排水枡を先行して実施した

【問題点に至る背景】

平成 29 年 5 月 2 日の事象発生時に堆積物を確認した排水枡から空気が噴き出していたため、換気系（汚染区域系統）の停止を検討したが、一時的に建屋内排水系配管内の気流が変化し汚染が拡大することを懸念して、換気系（汚染区域系統）の運転を維持することとしていた。このため、設備保全課は、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所について、換気系主排気ユニット内への立ち入りができないこと、及び換気系主排気ユニット内は機器の内部であり建屋内排水系配管内の堆積物による汚染が発生した場合でも機器の内部に留まるため、換気系主排気ユニット外への汚染の拡大防止を図る必要はないと考えたことから、閉止措置対象とせず、また、閉止措置対象としないことのリスクの検討に至らなかった。

6. 5 事象発生メカニズムの推定^[1]

要因分析図に基づく調査の結果から、本事象は、平成 29 年 4 月 6 日に実施した洗浄ドレン受タンクの洗浄操作により洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系配管に排水した多くの粒状樹脂が、建屋内排水系配管内に堆積し、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応において、換気系（汚染区域系統）の運転を継続した状態で、排水枡へ閉止措置を実施したこと、及び堆積物の回収のために一時的に閉止措置の一部を解除したことにより、建屋内排水系配管内で粒状樹脂が移動する大きさの気流が発生し、地下 1 階及び地下 2 階の建屋内排水系配管内に堆積していた粒状樹脂が、閉止措置を実施していなかった 2 階の換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりの床面に移動し堆積したものと推定した。

添付資料 1 9

ア 粒状樹脂の建屋内排水系配管への流入

平成 29 年 4 月 6 日に実施した洗浄ドレン受タンクの洗浄操作により、洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系配管に多くの粒状樹脂（約 28.5kg）を含む廃液を排水した。

排水した廃液中の粒状樹脂は、形状や密度等から沈降速度が速いため、多くは建屋内排水系配管内に堆積（約 25.3kg）した。

イ 地下 2 階の排水枡まわりの床面（5 箇所）への粒状樹脂の移動

建屋内排水系配管内の粒状樹脂は徐々に乾燥し、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象で堆積物を確認した地下 2 階の排水枡まわりの床面（5 箇所）に堆積した。堆積した粒状樹脂は平成 29 年 5 月 2 日に回収（約 3.3kg^{※14}）を実施した。

※14 一部粉末樹脂を含む

なお、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応として、平成 29 年 5 月 5 日から 5 月 29 日にかけて建屋内排水系配管の内部調査を行い、その時点で換気系主排気ユニット近傍の建屋内排水系配管内に粒状樹脂の堆積がないことを確認している。

ウ 排水枡への閉止措置の実施による換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりの床面への粒状樹脂の移動

平成 29 年 5 月 31 日から 6 月 7 日にかけて、薬液床ドレンサンプタンク（B）に繋がる排水枡に閉止措置を実施したが、換気系主排気ユニット（A）（B）内の排水枡 2 箇所については、閉止措置を実施していなかった。

このため、排水枡に閉止措置を実施する過程で、建屋内排水系配管内の気流が下層階から上層階へ向かう上向きに変化し、建屋内排水系配管内に堆積していた粒状樹脂の一部が、閉止措置を実施していない換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりに移動した。

なお、換気系主排気ユニットは、ダクトの配置上、換気系主排気ユニット（A）側が換気系主排気ユニット（B）側と比較して負圧となるため、換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりのみに粒状樹脂は移動した。

エ 建屋内排水系配管内の堆積物回収に伴う一時的な閉止措置の一部の解除

平成 29 年 6 月 13 日から 6 月 30 日にかけて、建屋内排水系配管内に堆積した粒状樹脂の回収（約 12.6kg）を実施した。

回収作業のため、排水枡の一時的な閉止措置の一部を解除した際、建屋内排水系配管内に堆積した粒状樹脂の一部が気流により換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりに移動した。

回収作業後、回収範囲に粒状樹脂が残存していないことを確認した。

オ 洗浄ドレン受タンク下流部の配管内の堆積物回収に伴う洗浄ドレン受タンクドレン弁の一時的な開弁

平成 29 年 7 月 19 日から 7 月 24 日にかけて、洗浄ドレン受タンク下流部の配管内に堆積した粒状樹脂の回収（約 1.4kg）を実施した。

回収作業のため、洗浄ドレン受タンクドレン弁を一時的に開弁した際、建屋内排水系配管内に堆積した粒状樹脂の一部が気流により換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりに移動した。

回収作業後、回収した範囲に粒状樹脂が残存していないことを確認した。

カ 本事象において確認した粒状樹脂の回収

平成 30 年 1 月 18 日に、換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりの床面に堆積した粒状樹脂の回収 (約 5.6kg) を実施した。また、平成 30 年 3 月 9 日から 3 月 20 日にかけて、建屋内排水系配管内に残存していた粒状樹脂の回収 (約 2.4kg) を実施した。

7 事象の原因

原因調査の結果から、粒状樹脂が建屋内排水系配管内に流入した原因、及び建屋内排水系配管に堆積した粒状樹脂が換気系主排気ユニット内の排水枡まわりに移動した原因を推定した。

なお、現場の配管と図面の相違によって換気系主排気ユニット内の排水枡を閉止措置の実施対象から除外したという事実はないこと、現場の配管が図面どおりになっていたとしても閉止措置を実施していなかった換気系主排気ユニット (B) 内の排水枡まわりの床面に粒状樹脂が移動したと推定していることから、現場の配管と図面の相違が今回の事象の直接的な原因とならないことを確認した。

7. 1 粒状樹脂が流入した原因^[1]

粒状樹脂が流入する要因に関する調査の結果から、粒状樹脂が建屋内排水系配管内に流入した原因は、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じ原因であり、「平成 29 年 4 月 6 日に実施した洗浄ドレン受タンクの洗浄操作により、洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系配管に多くの粒状樹脂を含む廃液を排水したこと」であると推定した。また、粒状樹脂が建屋内排水系配管内に流入した原因に至った要因は、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じであり、以下のとおりである。

(1) 設備の要因

洗浄ドレン受タンクは、運転操作手順書に記載される通常の洗浄操作であっても約 5.0kg の粒状樹脂を含む洗浄廃液 (希釈運転後の洗浄廃液) が建屋内排水系に排水される設備であった。

(2) 運転操作の要因

乾燥機等の機器の異常による対応の中で、以下に示す要因により、洗浄ドレン受タンクから多くの粒状樹脂を含む廃液を建屋内排水系配管に排水することとなった。

- ①警報処置手順書の処置を実施するための具体的な運転操作手順の不足
- ②警報点灯時 (異常時) における廃棄物管理課副長 (当直) の役割と権限が不明確
- ③警報点灯時 (異常時) における廃棄物管理課副長 (当直) から廃棄物管理課長への報告事項が不明確

- ④警報点灯時（異常時）における廃棄物管理課長の確認・判断すべき事項が不明確
- ⑤運転操作手順書の使用方法に関する社内規程の記載内容が不明確
- ⑥洗浄ドレン受タンク洗浄操作の運転操作手順書の不備（前提条件の記載なし）

7. 2 粒状樹脂が移動した原因

粒状樹脂が移動した要因に関する調査の結果から、粒状樹脂が換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりに移動した原因は、「換気系（汚染区域系統）の運転を継続した状態で、排水枡への閉止措置の実施、及び堆積物の回収のために一時的に閉止措置の一部を解除したことにより、建屋内排水系配管内に粒状樹脂が移動する大きさの気流が発生したこと」であると推定した。

また、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応の確認結果から、「平成 29 年 5 月 2 日の事象発生時に堆積物を確認した排水枡から空気が噴き出していたため、換気系（汚染区域系統）の停止を検討したが、一時的に建屋内排水系配管内の気流が変化し汚染が拡大することを懸念して、換気系（汚染区域系統）の運転を維持することとしていた。このため、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所については、換気系主排気ユニット内への立ち入りができないこと、及び換気系主排気ユニット内は機器の内部であり建屋内排水系配管内の堆積物による汚染が発生した場合でも機器の内部に留まるため、換気系主排気ユニット外への汚染の拡大防止を図る必要はないと考えたことから、閉止措置対象とせず、また、閉止措置対象としないことのリスクの検討に至らなかった。」という背景から、「換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を閉止措置対象としていないにも係らず、検討会資料には「薬液床ドレンサンプルタンク（B）に繋がる全ての排水枡に閉止措置を実施する」と記載をしていた。このため、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を閉止措置対象としないという情報が検討会委員に共有されなかった。これにより、換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所を安全措置から除外するリスクが幅広い観点で検討されなかった。」という問題点があることを確認した。

8 保護装置の種類及び動作状況

なし。

9 放射能の影響

なし。

10 被害者

なし。

1 1 他に及ぼした障害

なし。

1 2 復旧の日時

平成 30 年 6 月 15 日 17 時 00 分

(保安規定第 1 編第 93 条に基づき実施した特別措置の原因となった粒状の堆積物を回収したことに加え、換気系主排気ユニット (A) 内における排水枡まわりの床面に粒状の堆積物が発生した原因を特定し、換気系主排気ユニット (A) (B) 内の除染が完了した日時)

1 3 再発防止対策

粒状樹脂が建屋内排水系配管内に流入した原因、及び建屋内排水系配管に堆積した粒状樹脂が換気系主排気ユニット内の排水枡まわりに移動した原因に対し、以下のとおり再発防止対策を実施する。

1 3. 1 粒状樹脂が流入した原因に対する再発防止対策^[1]

粒状樹脂が建屋内排水系配管内に流入した原因は、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象と同じ原因のため、再発防止対策も同じである。

事象の原因として抽出した設備の要因及び運転操作の要因に対して、以下のとおり再発防止対策を実施する。

(1) 設備の要因に対する再発防止対策

洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系への排水を防止するため、洗浄ドレン受タンクのドレン弁2個を「常時閉」運用とする。また、運転操作手順書のうち、洗浄ドレンタンク内の残水を建屋内排水系に自動排水する手順を削除するとともに、自動排水する操作を実施できない処置を講じる。

なお、洗浄ドレン受タンクの点検時には、タンク内の残水を仮設設備により粉末樹脂受入槽又は濃縮廃液受入タンクへ移送することを社内規程に定め、工事要領書等に反映する。

(2) 運転操作の要因に対する再発防止対策

ア 警報処置手順書の処置を実施可能な手順書の作成 (要因①に対する対策)

警報処置手順書の処置内容に具体的な手順、補足説明等を追加するとともに、設備を安定した状態にするための手順書として、設備非常停止運転操作手順書を新規制定する。

イ 警報点灯時（異常時）における廃棄物管理課副長（当直）の役割と権限の明確化（要因②に対する対策）

設備不具合発生時における行動フロー，確認・報告事項及び役割と権限等をまとめた異常時の対応ガイドを作成し，社内規程に反映する。

ウ 警報点灯時（異常時）における廃棄物管理課長の確認事項及び廃棄物管理課副長（当直）の報告事項の明確化（要因③，④に対する対策）

設備不具合発生時における行動フロー，確認・報告事項及び役割と権限等をまとめた異常時の対応ガイドを作成し，社内規程に反映する。

エ 廃棄物管理課副長（当直）に対する警報点灯時（異常時）の対応訓練の実施（要因①から④に対する対策）

廃棄物管理課副長（当直）があらかじめ作成したシナリオに対して，異常時の対応ガイドに従い対応できることを確認する。

オ 運転操作手順書の使用方法に関する社内規程の記載の明確化（要因⑤に対する対策）

社内規程に「手順書どおりの操作」の詳細な説明を追加し，運転操作手順書の一部流用は該当しないことを明確化する。

カ 協力会社社員（委託運転員）に対する運転操作手順書の使用方法に関する教育の実施（要因⑤に対する対策）

協力会社社員（委託運転員）に対して運転操作手順書の使用方法に関する教育を実施する。

キ 洗浄ドレン受タンク洗浄操作の運用変更（要因⑥に対する対策）

13.1（1）に記載した設備の要因に対する再発防止対策と同様。

（3）再発防止対策の実施による安全文化の醸成への寄与

平成29年5月2日に発生した事象における原因調査（要因分析）において確認した事実から，廃棄物減容処理装置（以下「NRW」という。）の運転を管理する当社社員に対して，自身の役割に対する責任を果たす姿勢を更に高めていく。

ア 要因分析において確認した事実

（ア）NRWの運転操作は，試運転時より協力会社へ委託しており，協力会社社員（委託運転員）は，これまでの運転経験からNRWの運転操作を適切に実施することができ，NRWの運転操作に関する様々な運転経験も蓄積している。

- (イ) 廃棄物管理課副長（当直）は、NRWの運転に関する管理・監督を実施するため、NRWの設備知識及び異常時の処置を含む操作知識の教育を受け、「NRWの運転管理、監視及び異常時の対応操作の概要を把握し協力会社社員（委託運転員）に適切な業務依頼ができること」という力量を有している。ただし、NRWの運転操作を協力会社へ委託していることから、ポンプの起動停止や弁の開閉といった実操作を実施することはない。
- (ウ) 廃棄物管理課長は、主にNRWの運転及び保守管理並びに放射性固体廃棄物の管理に関する業務を実施しているが、廃棄物管理課副長（当直）と同様にNRWの実操作を実施することはない。

イ 確認した事実からの考察

廃棄物管理課副長（当直）は、NRWの実操作を実施することはないため、運転操作に精通し、様々な運転経験を持つ協力会社社員（委託運転員）に対して、NRWの操作に係る提言については疑うことなく頼るといった協力会社社員（委託運転員）への依存心が高かったものと推定している。また、廃棄物管理課長は、力量（NRWの運転管理、監視及び異常時の対応操作の概要を把握し協力会社社員（委託運転員）に適切な業務依頼ができること）を有した者を廃棄物管理課副長（当直）として登用している。このため、NRWの操作については、廃棄物管理課副長（当直）に任せておけば問題ないと考え、NRWの運転操作の責任者という役割に対して責任を果たすことができなかつたと推定している。

ウ 安全文化の醸成に対する再発防止対策の有効性

13.1(2)に記載した運転操作の要因に対する再発防止対策イ、ウ、エを実施することにより、廃棄物管理課副長（当直）及び廃棄物管理課長は、自身の役割について理解を深め、自身の役割に対する責任を果たす姿勢を醸成することができるため、更なる安全文化の醸成に対して寄与するものとする。

(4) 他の運転操作・機器への水平展開

他の運転操作・機器への水平展開として、水平展開対象の抽出フローを運転操作（運転操作による建屋内排水系への排水）と保守点検（保守点検時の建屋内排水系への排水）に分けて作成し、そのフローに従い水平展開対象の運転操作・機器を抽出した。

抽出した運転操作・機器に対して、以下の対策を実施する。

ア 本事象と同様に自動により建屋内排水系に排水される運転操作

インターロックの改造又は運転操作の削除等を実施し、自動による排水を防止する。

イ 手動による排水（運転操作及び保守点検）

濃縮廃液の場合は、サンプルの採取，測定を実施し，液体廃棄物処理系への排水基準値以内となるよう必要に応じて希釈したうえで排水する。また，固形物（粉末樹脂，粒状樹脂及び活性炭）を含む廃液の場合は，排水枡にフィルタを取り付けることにより，固形物を回収したうえで排水する。

添付資料 2 0

1 3. 2 粒状樹脂が移動した原因に対する再発防止対策

（1）排水枡への閉止器具や逆流防止器具の取付け又は水封管理

建屋内排水系配管内の気流の変化を防止するため，通常の状態では人が立入ることができない換気系主排気ユニット内の排水枡 2 箇所について閉止器具の取付けを実施する。また，その他の排水枡についても，閉止器具や逆流防止器具の取付け又は水封管理を実施する。

（2）検討会資料の作成時における留意事項の追加

検討会においてリスクが幅広い観点で検討されないことを防止するため，検討会資料の作成における留意事項に，検討に至ったプロセス（例：検討の経緯，特別な解釈を適用する考え方，除外事項や例外事項とそれらに対するリスク評価）を明記するよう社内規程に追加する。また，この内容が検討会資料に反映されたことを，検討会終了前に，検討会委員長が確認する旨を社内規程に追加する。

加えて，社内規程の改訂目的が理解できるよう，当社の技術伝承のためのツールである「失敗に学ぶ回廊」，「技術史」等に本事象の教訓を追加する。

更に，過去の検討会におけるリスク検討事例を整理し，リスクに関する知見を確認しやすいようにすることで，リスクの検討に漏れが生じるリスクを低減する。

（3）確認が困難な場所にある排水枡の識別

換気系主排気ユニット内は機器の内部であり建屋内排水系配管内の堆積物による汚染が発生した場合でも機器の内部に留まるため，換気系主排気ユニット外への汚染の拡大防止を図る必要はないと誤った認識をしたことを防止するため，確認が困難な場所にある排水枡については，機器リストにその情報を記載するとともに，現場にその旨を表示する。また，当社のヒューマンエラー防止のためのツールである JIT に反映し，教育に活用する。

その他，本事象は，平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の対応に問題があったことで事象を拡大させている。平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の対応のような明確な手順・管理方法を定めていない業務に対しては，平成 30 年 4 月 26 日に「北陸電力

株式会社志賀原子力発電所 2 号炉の原子炉建屋内に雨水が流入した事象に係る対応について（指示）及び（追加指示）」に基づく報告」（本浜岡発第 421 号）により報告した，浜岡原子力発電所 4 号機において原子炉機器冷却水系（A）トレンチ室へ雨水が浸入した事象の更なるリスク低減対策として実施しているプロジェクト管理の導入により，プロジェクトの進捗状況を把握し管理することで適切な対応ができるようにしていく。

1 4 本事象に係る対応者の放射線管理状況

（1）事象発生時の対応（現場状況の確認，排水枡まわりの堆積物の回収）

換気系主排気ユニット（A）内の堆積物による被ばくはなかった。事象発生時の対応にあたっては，対応者に管理区域の細区分に応じた防護装備等の着用を指示するとともに，異常が発生した際，直ちに作業中断・退避を指示できるよう放射線管理課員及び協力会社放射線管理員を配置した。

この結果，換気系主排気ユニット（A）（B）内及びその他の場所での対応者の外部放射線による個人最大線量は 0.03mSv であり，浜岡原子力発電所で定める線量管理の目安値（1 日 1mSv）を十分に下回っていた。また，管理区域から退域する際の体表面モニタによる身体汚染検査においても汚染は検出されず，対応者の身体汚染及び内部被ばくはなかった。

添付資料 5， 2 1， 2 2

（2）事象発生後の対応（安全措置の実施・維持並びに建屋内排水系配管内の確認及び堆積物の回収作業）

事象発生後の対応にあたっては，対応者に管理区域の細区分に応じた防護装備等の着用を指示した。

この結果，対応者の外部放射線による個人最大線量は 0.24mSv であり，浜岡原子力発電所で定める線量管理の目安値（1 日 1mSv）を十分に下回っていた。また，管理区域から退域する際の体表面モニタによる身体汚染検査においても汚染は検出されず，対応者の身体汚染及び内部被ばくはなかった。

添付資料 2 2

1 5 現場の配管と図面の相違に関する事項

換気系主排気ユニット（A）内の排水枡に繋がる建屋内排水系配管内の状態を確認する過程で，現場の配管と図面の相違を確認したことから，この発生原因，影響，再発防止対策及び今後の対応を以下に示す。

なお，現場の配管と図面の相違によって換気系主排気ユニット内の排水枡を閉止措置の実施対象から除外したという事実はないこと，現場の配管が図面どおりになっていたとしても閉止措置を実施していなかった換気系主排気ユニット（B）内の排水枡

まわりの床面に粒状樹脂が移動したと考えられることから、現場の配管と図面の相違が今回の事象の直接的な原因とはならないことを確認した。

15.1 現場の配管と図面の相違の状況

粒状樹脂の堆積を確認した排水枡と繋がる建屋内排水系配管内を CCD カメラにより調査した結果、換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡 (NWF-424) に繋がる建屋内排水系配管 (以下「相違箇所①」という。) 及び換気系主排気ユニット (A) 近傍の排水枡 (NWF-430) に繋がる建屋内排水系配管 (以下「相違箇所②」という。) がライザー線図と相違する接続先となっていた他、排水枡 (NWF-248 他) に繋がる建屋内排水系配管 (以下「相違箇所③」という。) 及び排水枡 (NWF-317) に繋がる建屋内排水系配管 (以下「相違箇所④」という。) の接続の合流箇所がライザー線図と相違する箇所、並びに排水枡 (NWF-203 他) に繋がる建屋内排水系配管 (以下「相違箇所⑤」という。) の配管閉止の状態がライザー線図と相違することを確認した。

また、NRW-I 内の全ての排水枡に閉止措置を実施する過程で、粒状樹脂の堆積を確認した排水枡に繋がる建屋内排水系配管とは別の建屋内排水系配管に繋がるライザー線図に記載がない排水枡 (NWF-448) (以下「相違箇所⑥」という。) を確認した。

確認した現場の配管図面の相違箇所を表 6 に示す。

添付資料 9, 14

表 6 現場の配管と図面の相違箇所

相違箇所	排水枡番号	状態
①	NWF-424	ライザー線図と相違する接続先となっている
②	NWF-430	
③	NWF-248 他	接続の合流箇所がライザー線図と相違する
④	NWF-317	
⑤	NWF-203 他	配管閉止の状態がライザー線図と相違する
⑥	NWF-448	ライザー線図に記載がない

15.2 原因調査

建屋内排水系配管は、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則に基づくクラス 1, 2, 3 以外 (以下「クラス外」という。) の配管であり、埋設部が多いため、建屋の建設にあわせて他の配管と異なる施工方法で布設されていた。また、平成 7 年 10 月以前には現在とは異なる方法で図面が管理されていた。このため、現場の配管と図面の相違がいつ発生したものかを確認するとともに、建設時の施工方法及び建設時を含めた図面の管理方法の変遷、現場の配管と図面の相違箇所をどのように管理していたかを調査し、現場の配管と図面の相違の発生原因を推定した。

なお、記録等が残っていない範囲については、当時の関係者への聞き取りによって状況を確認した。

(1) 現場の配管と図面の相違の発生時期に関する調査

現場の配管と図面の相違の発生時期を特定するため、現場の配管と図面の相違箇所の工事履歴の調査を行った結果、相違箇所①，②，③，④は供用開始以降に改造及び修理をした履歴がなかった。このため、相違箇所①，②，③，④は建設時に現場の配管と図面が相違したものと推定した。また、相違箇所⑤は昭和 61 年度、相違箇所⑥は平成 9 年度の改造工事の際に現場の配管と図面が相違したことを確認した。

(2) 建設時における施工方法に関する調査

建屋内排水系配管及び建屋内排水系配管以外の配管（以下「その他の配管」という。）について、建設時の施工方法及び施工図面の記載事項を調査した結果を表 7 に示す。

建屋内排水系配管は、施工図面に配管ルートが示されており、施工時に定尺配管を施工現場へ持ち込み、据付の際に調整のための加工（以下「現地合わせ」という。）を行っていることを確認した。また、その他の配管は、施工図面に配管ルートに加え配管番号等の詳細な指定があり、工場製作した配管を施工現場へ持ち込み、据え付けている。

これらの違いにより、配管ルートに変更があった場合、工場製作した配管（その他の配管）は施工図面を変更した後でないため現場の配管と図面が一致するが、現地合わせをした配管（建屋内排水系配管）は施工後に図面に反映することを失念した場合、現場の配管と図面が相違する可能性があるとして推定した。

表 7 施工方法及び施工図面の記載事項

配管種別	施工方法	施工図面の記載事項
クラス外の建屋内排水系配管	現地合わせ (定尺配管を施工現場へ持ち込み、その後据付調整・加工)	配管ルートのみ指定し、配管番号・溶接継手番号等の指定なし
その他の配管	工場製作 (工場製作した配管を施工現場へ持ち込み、据付)	配管ルートの指定に加えて、配管番号・溶接継手番号等の指定あり

(3) ライザー線図の管理方法の変遷に関する調査

ア 建設時の管理方法

現地合わせのクラス外の建屋内排水系配管は、現場状況を踏まえて設計変更する場合があります。その場合はメーカーの配管施工部署から配管設計部署へ連絡を行うものの、施工図面及びライザー線図の改訂はその時点で実施せず、施工後にライザー線図を改訂する場合があります。

イ 原図管理の内製化以前の管理方法（平成7年10月以前）

平成7年10月以前は、当社で実施した改造工事の内容を、原図を保有している建設を担当したメーカーに修正の依頼を行い、メーカーが改訂したライザー線図にあわせて当社が保有するライザー線図を差替えていた。

その後、ライザー線図の原図を当社で管理することとし、当社が保有するライザー線図を基に移行作業を実施している。

ウ 現在の管理方法（平成7年11月以降）

平成7年11月以降、ライザー線図の図面改訂は、当社で実施することとしている。

（4）現場の配管と図面の相違が発生した推定原因

ア 建設時に相違した箇所（相違箇所①，②，③，④）

相違箇所①，②，③，④については、建設時に現場状況を踏まえて設計変更をする必要があり、現地合わせを行い施工したものの、その結果をライザー線図の改訂に反映することを失念したため、現場の配管と図面の相違が発生したものと推定した。

イ 原図管理の内製化以前の改造工事で相違した箇所（相違箇所⑤）

相違箇所⑤については、メーカーの原図は改訂をしていたことを確認したものの、当社が保有するライザー線図の差替えが実施されなかったため、原図管理の内製化への移行作業時に現場の配管と図面の相違が発生したものと推定した。

ウ 原図管理の内製化以降の改造工事で相違した箇所（相違箇所⑥）

相違箇所⑥については、建屋内排水系配管を含む改造工事を行ったにも係らず、改造を行った系統側の図面のみ改訂を行い、ライザー線図は改訂が必要という認識がなかったため、現場の配管と図面の相違が発生したものと推定した。

15.3 影響調査

現在の配管ルートが設計に与える影響について、建屋内排水系配管に対する要求事項への適合性を表8のとおり確認した結果、継続使用に問題ないことを確認した。

なお、建設時及び改造時における供用前の検査記録により、健全であることを確認した。

また、相違箇所①により、換気系主排気ユニット（A）（B）が建屋内排水系配管によって繋がるが、換気系（汚染区域系統）に分離要求はなく、接続変更による影響はない。

表 8 建屋内排水系配管に対する要求事項への適合性確認結果

建屋内排水系配管に対する 要求事項	要求事項への適合性
想定するドレンを適切に排水できること	予期せぬ床面への溢水を排水するために設置しており、接続変更により排水柵の接続数が増えなくても排水機能に影響はない。
床ドレン系として適切に収集されること	接続変更により排水経路が変わるものの、いずれの場合も排水先に影響はない。

15.4 再発防止対策

(1) 建設時に発生した現場の配管と図面の相違に対する再発防止対策

ア 当社における対策

平成 20 年 9 月より、調達時の品質管理として据付外観検査が当社立会項目となっており、同様事象の発生の可能性は低いと判断した。更なる改善のため、「図面と現場の配管施工状況が一致していることを据付時に確認する」旨を社内規程に明記する。

イ 施工会社における対策

平成 23 年 1 月以降は、当該施工会社は現地合わせであっても図面を最新化してから検査を行うこととしていることから、再発防止対策は不要と判断した。また、当該施工会社以外においても、設計変更を行った場合には、図面を最新化してから検査を行うことを確認した。

このため、再発防止対策は不要と判断する。

(2) 改造工事時に発生した現場の配管と図面の相違に対する再発防止対策

平成 7 年 11 月以降、ライザー線図の図面改訂を当社で実施することとしており、現状の社内規程には、ライザー線図も含めた図面の作成・修正プロセスが確立しているため、現場の配管施工状況と図面の相違が発生する可能性は低い。このため、新たな再発防止対策は不要と判断した。ただし、本事象を踏まえて、作業担当部署に対し、社内規程に従い適切に図面改訂を行う旨の注意喚起を行った。

また、新検査制度導入に伴う取組みとして実施している構成管理プロセスの構築に向けた検討の中で、「現場の工事を着手するまでに変更対象となる図面を確認するプロセス」及び「工事完了までに図面改訂の完了を確認するプロセス」を構築する。

15.5 今後の対応

(1) 建設時に発生した現場の配管と図面の相違に対する類似箇所の抽出

工場製作した配管（その他の配管）は現場の配管と図面が一致するが、現地合わせをした配管（建屋内排水系配管）は現場と図面が相違する可能性が否定できない。そのため、過去に現地合わせをした範囲について類似箇所の抽出を行った。抽出の結果は以下のとおりであり、今後、現場の配管と図面の相違の有無を確認する。

- ・浜岡 1～5 号機の建屋内排水系配管（タービン建屋除く）
- ・NRW-I の建屋内排水系配管

(2) 改造工事時に発生した現場の配管と図面の相違に対する類似箇所の抽出

改造工事において、系統図（配管計装線図及びライザー線図）の反映漏れがある可能性が否定できないことから、今後、系統図が変更となる過去の改造工事内容が、適切に系統図に反映されていることを確認する。

(3) 更なる対応

今後、抽出を行った類似箇所について順次確認を行うとともに、新検査制度導入に伴う取り組みとして実施している構成管理プロセスの構築に向けた検討の中で、「現場の工事を着手するまでに変更対象となる図面を確認するプロセス」及び「工事完了までに図面改訂の完了を確認するプロセス」を構築する。

16 添付資料一覧

- 添付資料1 事象発生時（平成30年1月18日）の時系列
- 添付資料2 粒状の堆積物の確認場所
- 添付資料3 粒状の堆積物の測定結果
- 添付資料4 放射線モニタチャート
- 添付資料5 事象発生時（平成30年1月18日）の放射線管理に係る時系列
- 添付資料6 安全措置に係る時系列
- 添付資料7 図面と異なる接続を確認した排水枡
- 添付資料8 作業エリアの区画状況及び安全措置に係る放射線環境測定
- 添付資料9 図面に記載のない排水枡
- 添付資料10 内部調査結果
- 添付資料11 建屋内排水系配管内の堆積物の回収
- 添付資料12 要因分析図
- 添付資料13 粒状樹脂の性状確認
- 添付資料14 図面にはない新たな接続先による粒状樹脂の流入源特定調査
- 添付資料15 建屋内排水系配管の内部調査結果の比較
- 添付資料16 平成29年5月2日に発生した事象の対応状況を模擬した気流確認
- 添付資料17 粒状樹脂が建屋内排水系配管内を上向きに移動する可能性のある気流の大きさ
- 添付資料18 平成29年5月2日に発生した事象における対応の時系列
- 添付資料19 事象発生メカニズム
- 添付資料20 水平展開対象の操作・機器の抽出結果及び対策
- 添付資料21 作業時における放射線測定
- 添付資料22 本事象に係る対応者の放射線管理状況

17 関連図書

- ・発電用原子炉施設故障等報告書 浜岡原子力発電所 廃棄物減容処理装置建屋（第1建屋）地下2階における放射性物質を含む堆積物の確認に伴う立入制限区域の設定について（本原原発第06号 平成30年4月13日）
- ・「北陸電力株式会社志賀原子力発電所2号炉の原子炉建屋内に雨水が流入した事象に係る対応について（指示）及び（追加指示）」に基づく報告（本浜岡発第421号 平成30年4月26日）

以上

事象発生時（平成 30 年 1 月 18 日）の時系列

時刻	内容
9 時 00 分	空調設備通常時定検工事に伴い NRW- I 換気系（汚染区域系統）を全停とするため、作業規制 ^{※1} を実施。
9 時 15 分	NRW- I 換気系（汚染区域系統）全停。
9 時 45 分頃	換気系主排気ユニット（A）（B）のフィルタ点検作業開始。
10 時 30 分頃	換気系主排気ユニット（B）のフィルタ点検を実施。
10 時 55 分頃	協力会社社員 A は、換気系主排気ユニット（A）のフィルタ点検のため、換気系主排気ユニット（A）へ移動。
11 時 00 分頃	換気系主排気ユニット（A）のフィルタ点検を実施していた協力会社社員 A が排水枡まわりの床面に粒状の堆積物を発見。その後、換気系主排気ユニット（B）内の排水枡まわりを確認し、異常がないことを確認。
11 時 30 分頃	協力会社社員 A から廃棄物管理課員に連絡。その後、廃棄物管理課員から廃棄物管理課長に連絡。
11 時 50 分頃	廃棄物管理課長から社内関係各課に連絡。
12 時 00 分	放射線管理課長は、エリア放射線モニタ及び建屋ダスト放射線モニタのトレンド表示値に有意な変動がないことを確認したうえで、放射線管理課員 A, B, C 及び協力会社放射線管理員 A, B を現場へ派遣。
12 時 10 分頃	廃棄物管理課長から協力会社社員（委託運転員）に換気系主排気ユニット（A）（B）内への立入規制を依頼。
12 時 30 分頃	放射線管理課長は、放射線防護装備の変更（C 区域の防護装備に全面マスク及びタイベックスーツを追加）を指示。
12 時 32 分 ～12 時 45 分	放射線管理課員 A, B, C 及び協力会社放射線管理員 A, B は、換気系主排気ユニット外の放射線測定を行い、ユニット外側に汚染が拡大していないことを確認。
12 時 45 分頃	廃棄物管理課長から協力会社社員（委託運転員）に「閉止板取付対象ファンネル巡視点検表」にて確認していない排水枡について確認するよう依頼。
12 時 46 分	換気系主排気ユニット（A）（B）内への立入規制の処置（入口扉に立入禁止の表示貼付）を実施。

※1 NRW- I 管理区域内全域において、1) 火災報知器に影響を及ぼすような発煙を伴う火気作業の禁止及び多量の粉塵発生作業の禁止、2) 多量の有機溶剤を使用する塗装作業の禁止、3) 管理区域との境界扉開閉禁止、4) 構内作業服での管理区域内への入域禁止、5) 緊急用トイレの使用禁止、6) 汚染の可能性のあるダスト発生作業の禁止

時刻	内容
13 時 10 分頃	放射線管理課員 A が換気系主排気ユニット (A) 内の放射線環境の把握のためユニット内に入域し、当該箇所粒状の堆積物を確認。
14 時 00 分	放射線管理課長は、以下の状況から、保安規定第 1 編第 93 条「管理区域内における特別措置」が必要と判断し、放射線管理課員 B に対して換気系主排気ユニット (A) (B) 内の管理区域の細区分を 1D 区域 ^{※2} に変更するよう指示。 1 GM 汚染サーベイメータによる直接法により、粒状の堆積物を発見した箇所での表面汚染密度が、「空気中の放射性物質濃度又は床、壁、その他人の触れるおそれのある物の表面汚染密度が、法令に定める管理区域に係る値の 10 倍 (40Bq/cm ²)」を超え、105Bq/cm ² であったこと。 2 今回の事象の原因が特定できておらず、事象収束に至ったと判断できないこと。
14 時 09 分	総括管理課長は、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第 134 条第 10 号に定める報告事象に該当すると判断し、発電所長へ事故・故障対応体制の発令を具申。発電所長は事故・故障対応体制を発令。
14 時 12 分 ～14 時 45 分	発見した堆積物の放射能濃度測定を実施。
14 時 20 分頃	総括管理課長は、浜岡 3 号機排気筒モニタ及びモニタリングポストの指示値に有意な変動がないことから、外部への放射性物質による影響はないと判断。
14 時 28 分	保安規定第 1 編第 93 条「管理区域内における特別措置」を実施。
14 時 37 分 ～14 時 55 分	トラブル速報 (第 1 報) を発信。原子力規制委員会への報告及び安全協定に基づく通報を実施。
14 時 50 分	薬液床ドレンサンプタンク (B) に接続された排水枡のうち、「閉止板取付対象ファンネル巡視点検表」にて確認していない排水枡の確認を実施。
18 時 26 分 ～18 時 50 分	粒状の堆積物の回収作業を実施。
19 時 30 分	換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡に閉止措置を実施。
19 時 36 分	換気系主排気ユニット (B) 内の排水枡に閉止措置を実施。

※2 管理区域の細区分を示す記号は、添付資料 5 別紙 8 を参照

粒状の堆積物の確認場所

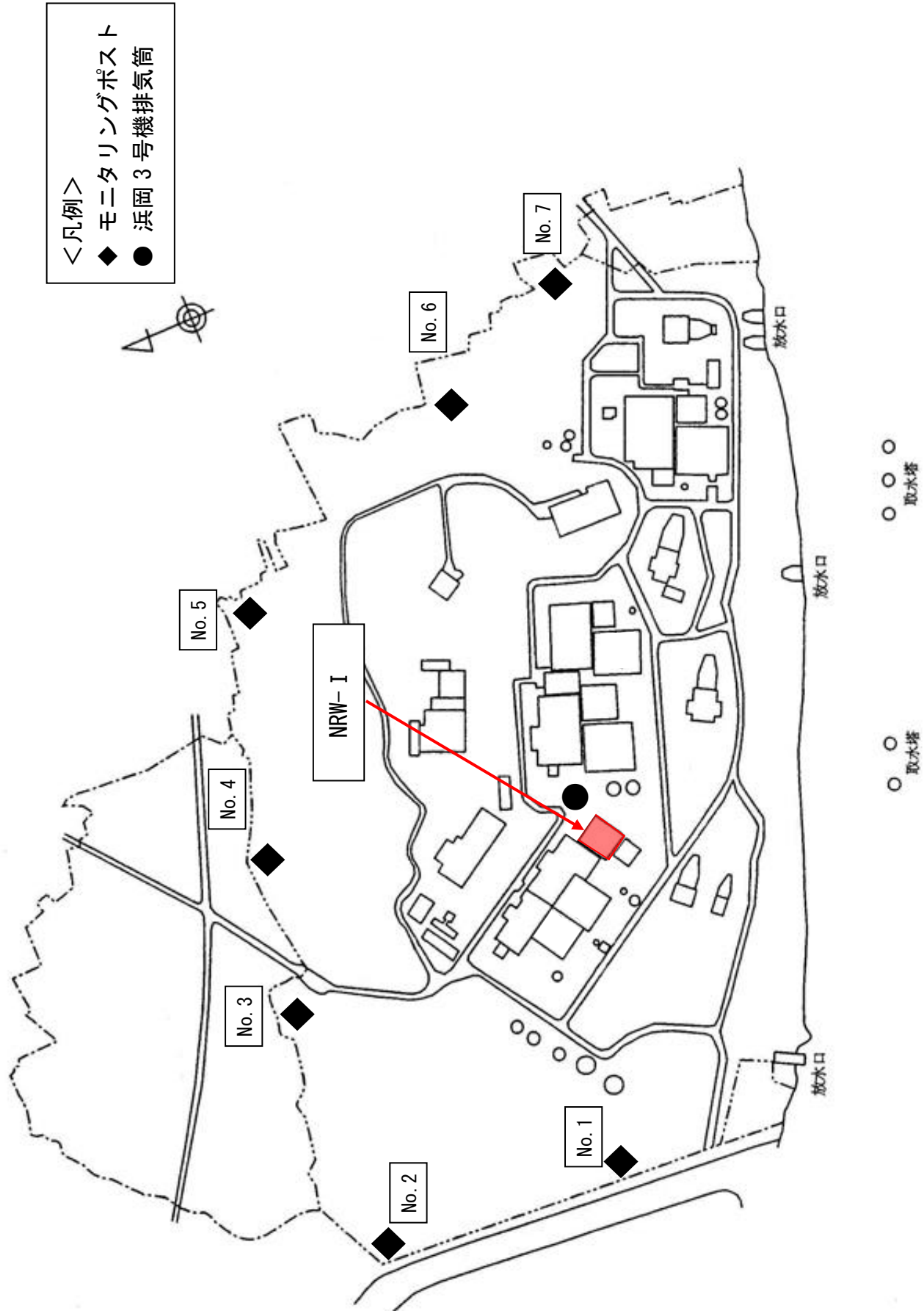


図 2-1 浜岡原子力発電所 構内配置図

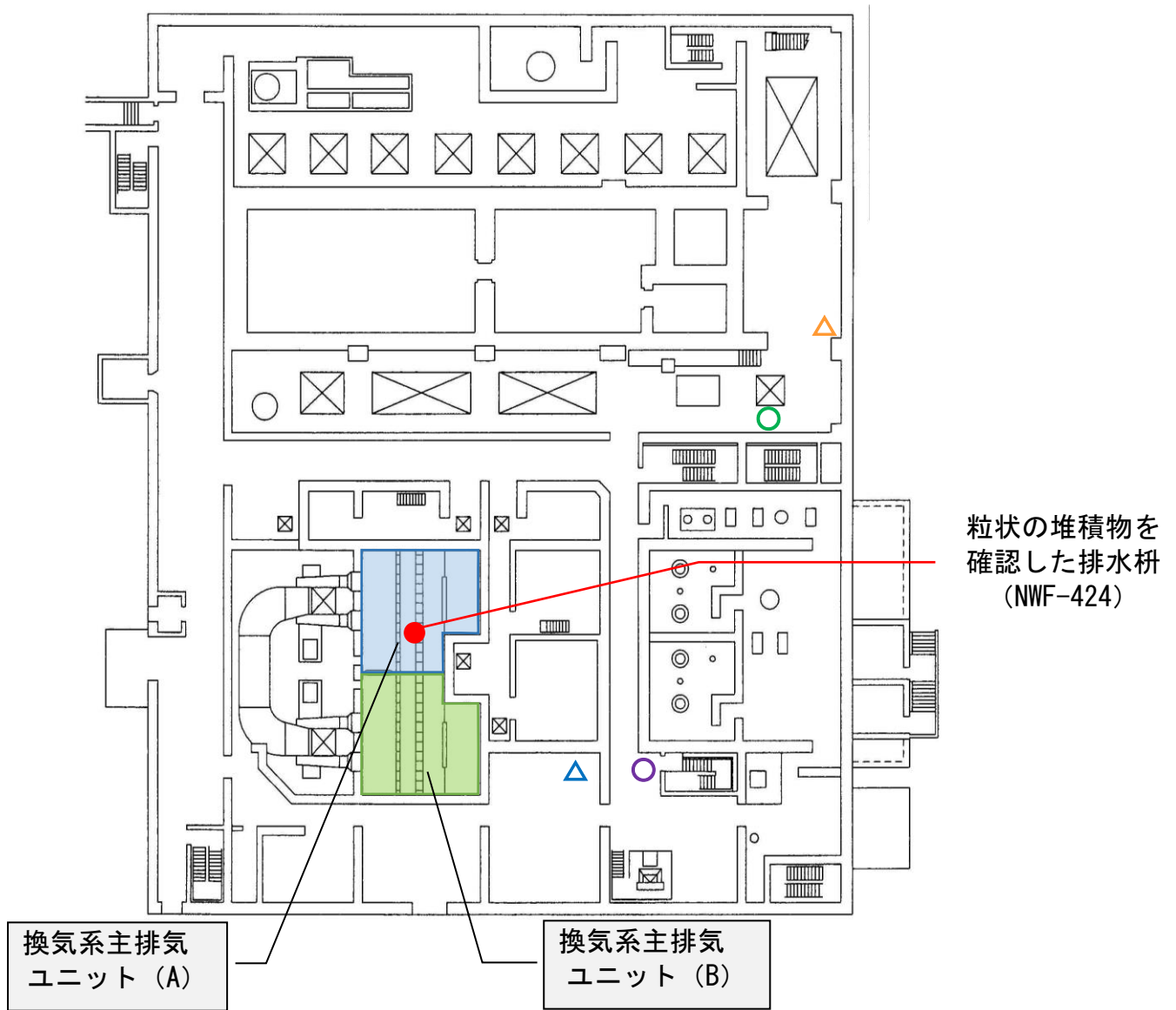


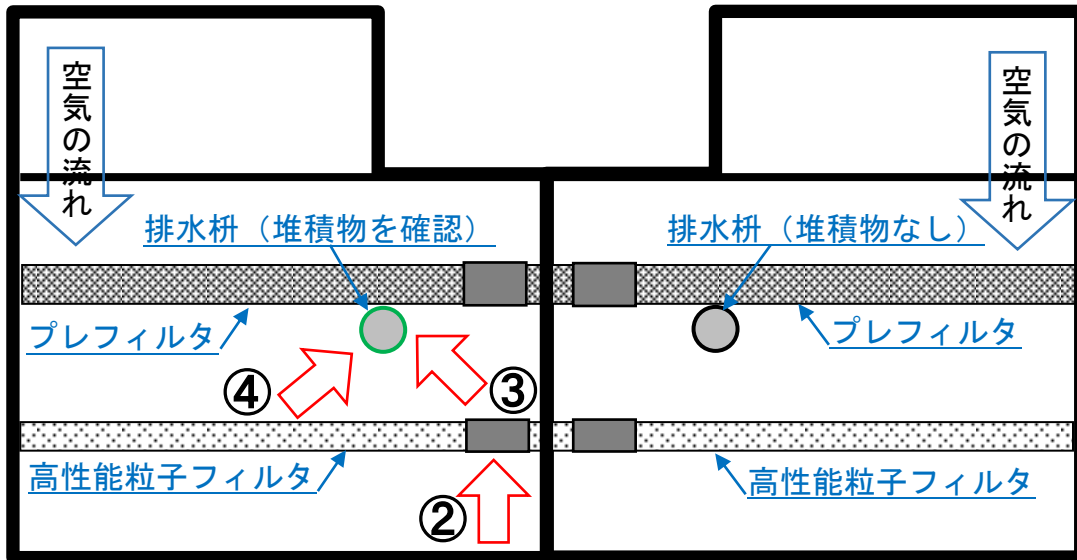
図 2-2 機器配置図 NRW-I 2階

- : 粒状の堆積物を確認した排水枡
- : エリア放射線モニタ (サイトバンカオペレーティングフロア)
- : エリア放射線モニタ (雑固体廃棄物取扱室)
- △ : 建屋ダスト放射線モニタ (サイトバンカプールエリア)
- △ : 建屋ダスト放射線モニタ (雑固体廃棄物取扱室)



④排水枡まわりの粒状の堆積物

③プレフィルタ及び排水枡



<換気系主排気ユニット (A) >

<換気系主排気ユニット (B) >

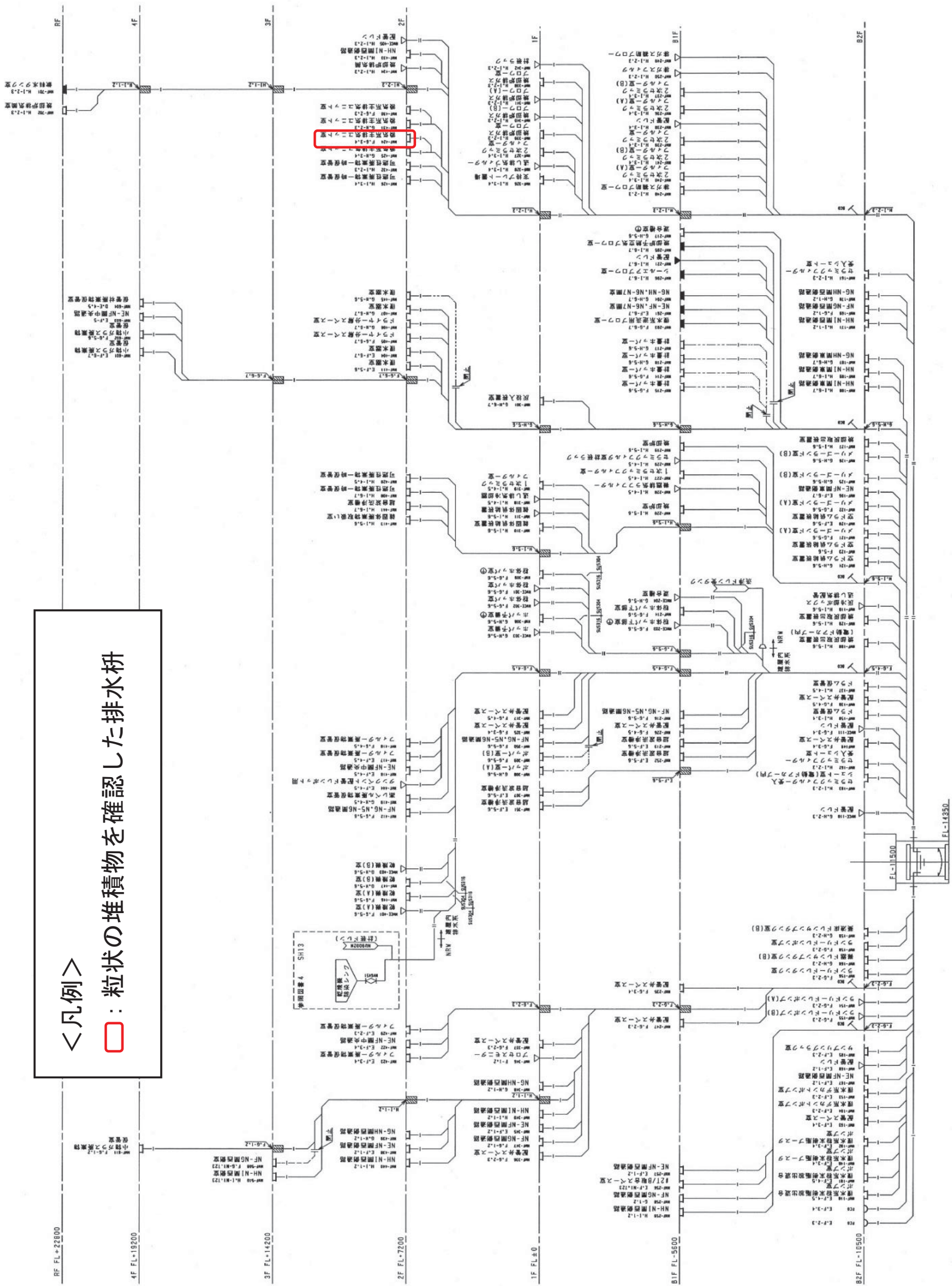


①換気系主排気ユニット (A) (B) 入口扉



②高性能粒子フィルタ入口扉

図 2-3 粒状の堆積物の状況





薬液床ドレンサンプタンク (B)

図 2-4 廃棄物減容処理装置床ドレン系、薬液ドレン系ライザー線図

粒状の堆積物の測定結果




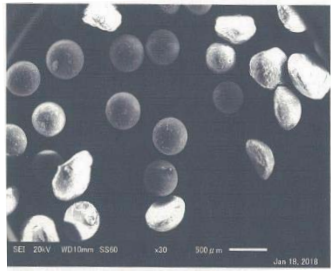
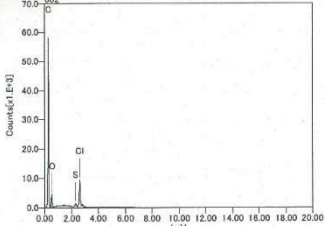
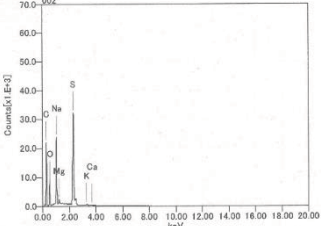
(表面汚染密度)

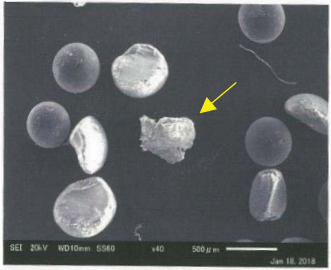
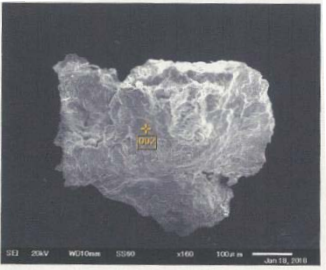
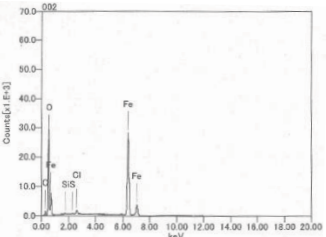
排水柵の番号	NWF-424
堆積物の範囲	
堆積物の測定箇所	
表面汚染密度 (直接法)	<p>表面汚染密度 : 105 Bq/cm²</p> <p>表面汚染密度 (Bq/cm²) = Kd × (Ns - Nb)</p> <p>Kd : 換算係数 7 × 10⁻³ Bq/cm² · cpm</p> <p>Ns : GM 汚染サーベイメータによる測定値 16,000 cpm</p> <p>Nb : バックグラウンド値 1,000 cpm</p>

(放射能量)


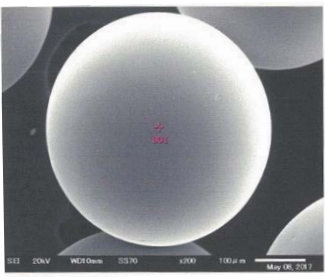
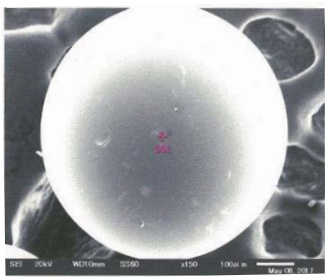
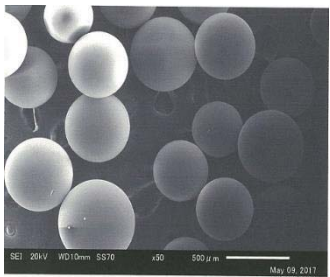
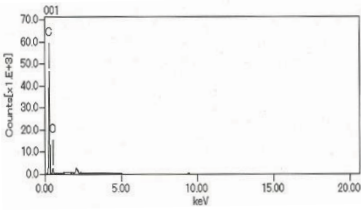
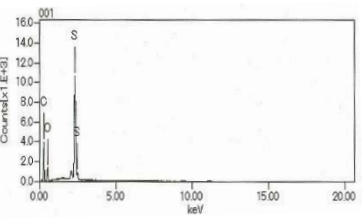
排水柵の番号	NWF-424
堆積物の採取箇所	
採取した堆積物 (粒状樹脂)	
放射能濃度 (波高分析装置) ①	(検出核種) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Co-60 : 402.0155 Bq/cm³ ▪ Mn-54 : 1.171350 Bq/cm³ ▪ Cs-137 : 0.7371804 Bq/cm³ = 403.9240304 Bq/cm ³
	4.0×10^2 Bq/cm ³
堆積物の範囲 ②	約 130cm × 約 80cm
堆積物の体積 ③	約 4.9×10^3 cm ³
放射能量 ④ (① × ③)	$4.0 \times 10^2 \times 4.9 \times 10^3 = 1,960,000$ Bq 2.0×10^6 Bq
表面汚染密度 ④ ÷ ②	$2.0 \times 10^6 \div (130 \times 80) = 192.31$ Bq/cm ² 1.9×10^2 Bq/cm ²

(走査型電子顕微鏡による観察及び定性分析)

	粒状樹脂	
	陰イオン交換樹脂 (写真：茶色)	陽イオン交換樹脂 (写真：白色)
		
	<p><定性分析></p> 	<p><定性分析></p> 

	金属屑
	
	<p><定性分析></p> 

(走査型電子顕微鏡による観察及び定性分析)

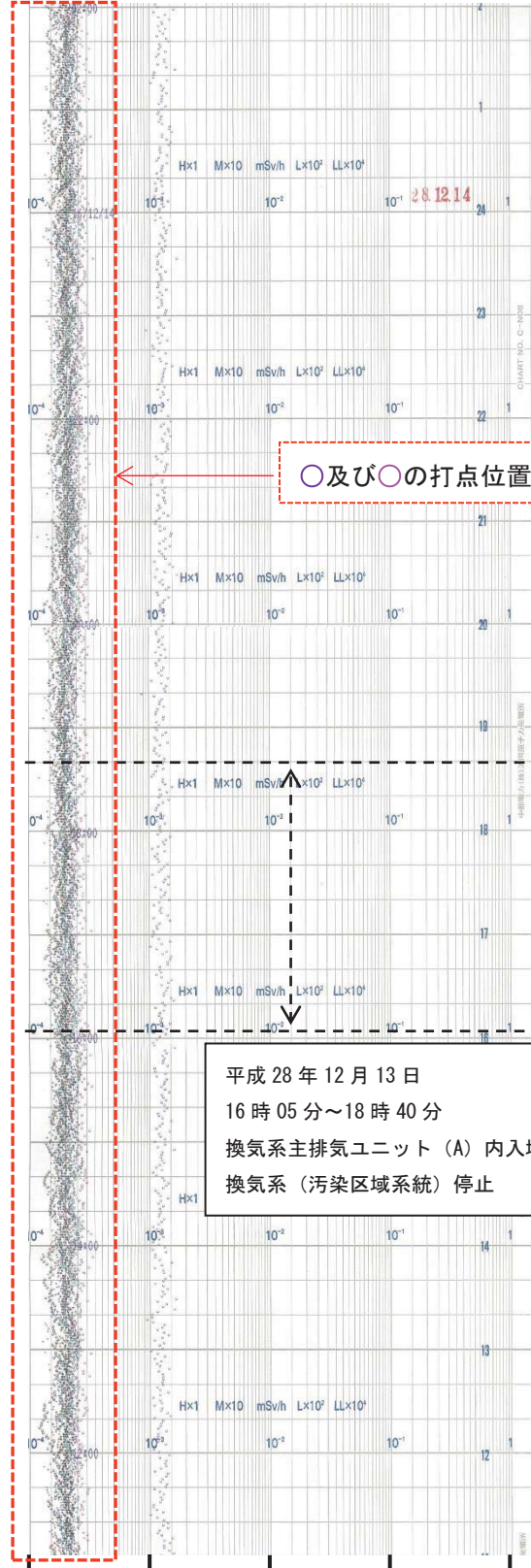
	粒状樹脂 (新品)	
	陰イオン交換樹脂	陽イオン交換樹脂
		
	<p><定性分析></p> 	<p><定性分析></p> 

放射線モニタチャート

エリア放射線モニタ

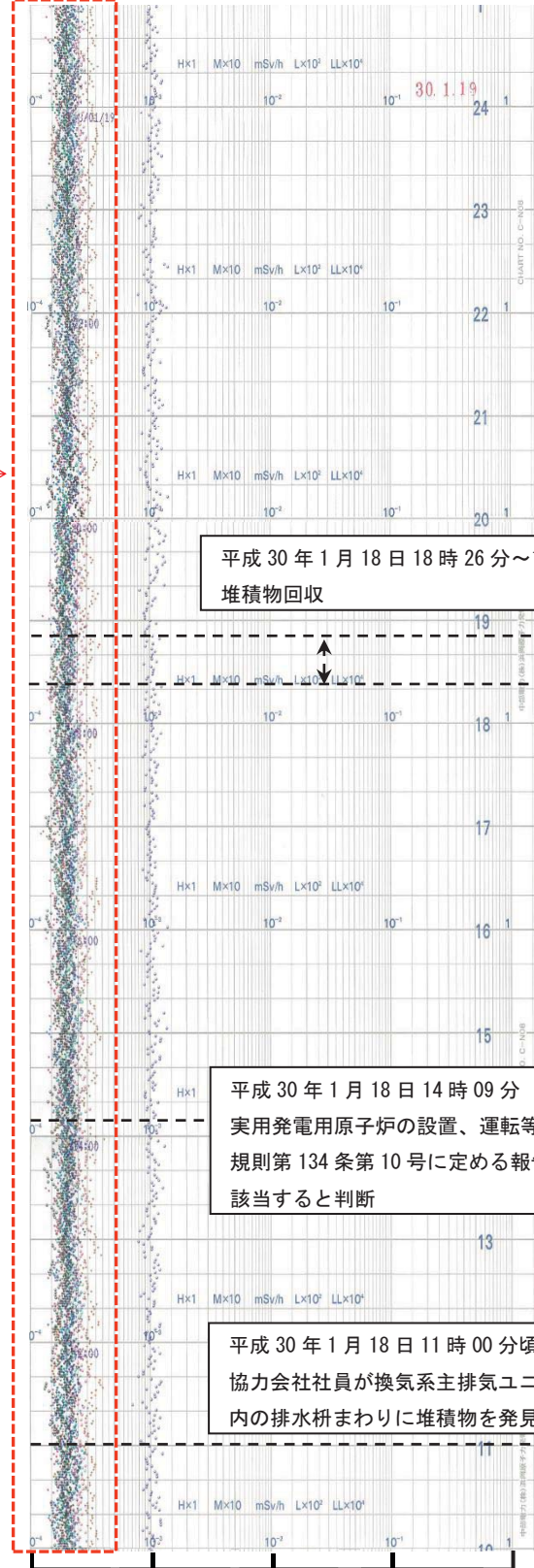
①平成 28 年 12 月 13~14 日

(換気系主排気ユニット (A) 内への最終入域時)



②平成 30 年 1 月 18~19 日

(本事象発生時)



○及び○の打点位置

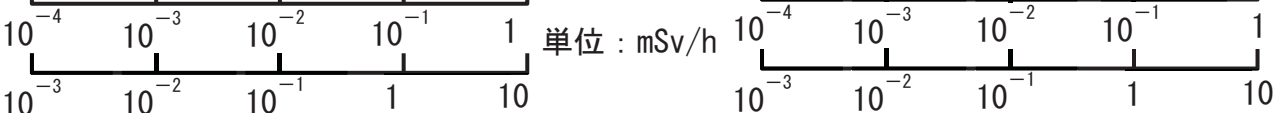


平成 28 年 12 月 13 日
16 時 05 分~18 時 40 分
換気系主排気ユニット (A) 内入域のため
換気系 (汚染区域系統) 停止

平成 30 年 1 月 18 日 18 時 26 分~18 時 50 分
堆積物回収

平成 30 年 1 月 18 日 14 時 09 分
実用発電用原子炉の設置、運転等に関する
規則第 134 条第 10 号に定める報告事象に
該当すると判断

平成 30 年 1 月 18 日 11 時 00 分頃
協力会社社員が換気系主排気ユニット (A)
内の排水枡まわりに堆積物を発見

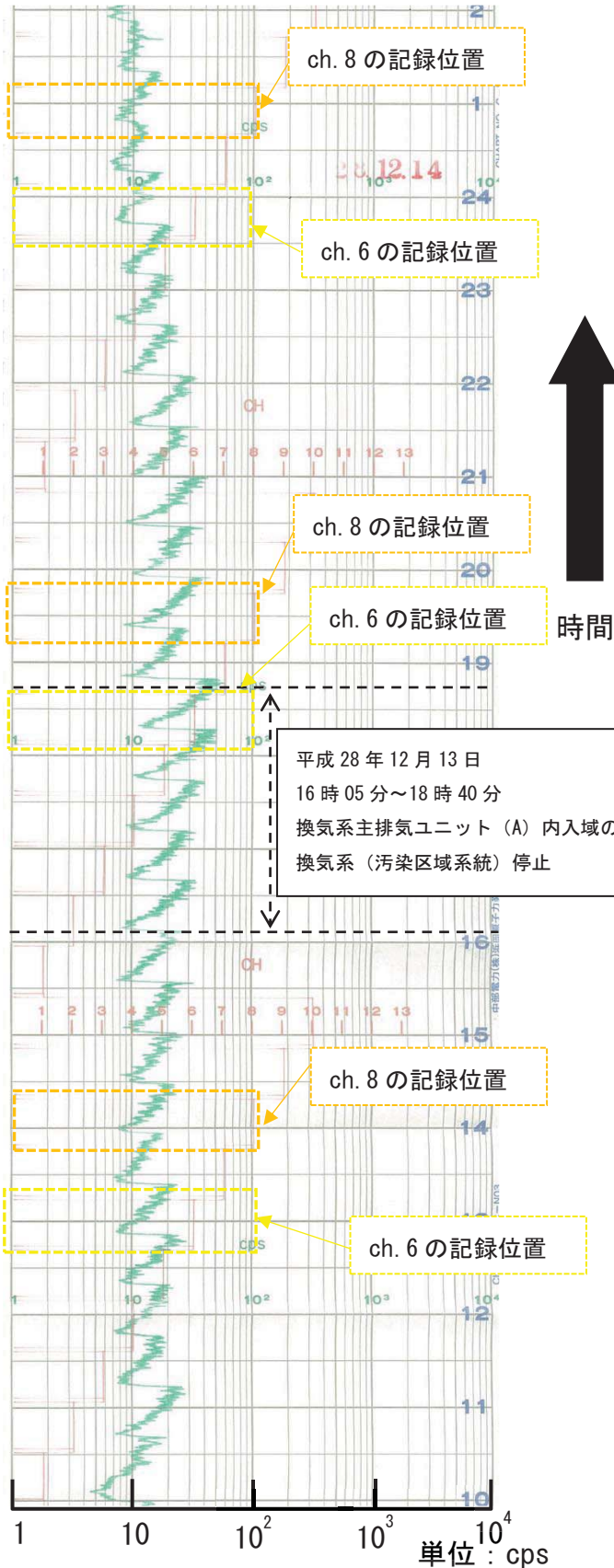


- サイトバンクオペレーティングフロア (ch. 7) (測定範囲 : $10^{-4} \sim 1$ mSv/h)
- 雑固体廃棄物取扱室 (ch. 8) (測定範囲 : $10^{-3} \sim 10$ mSv/h)

建屋ダスト放射線モニタ

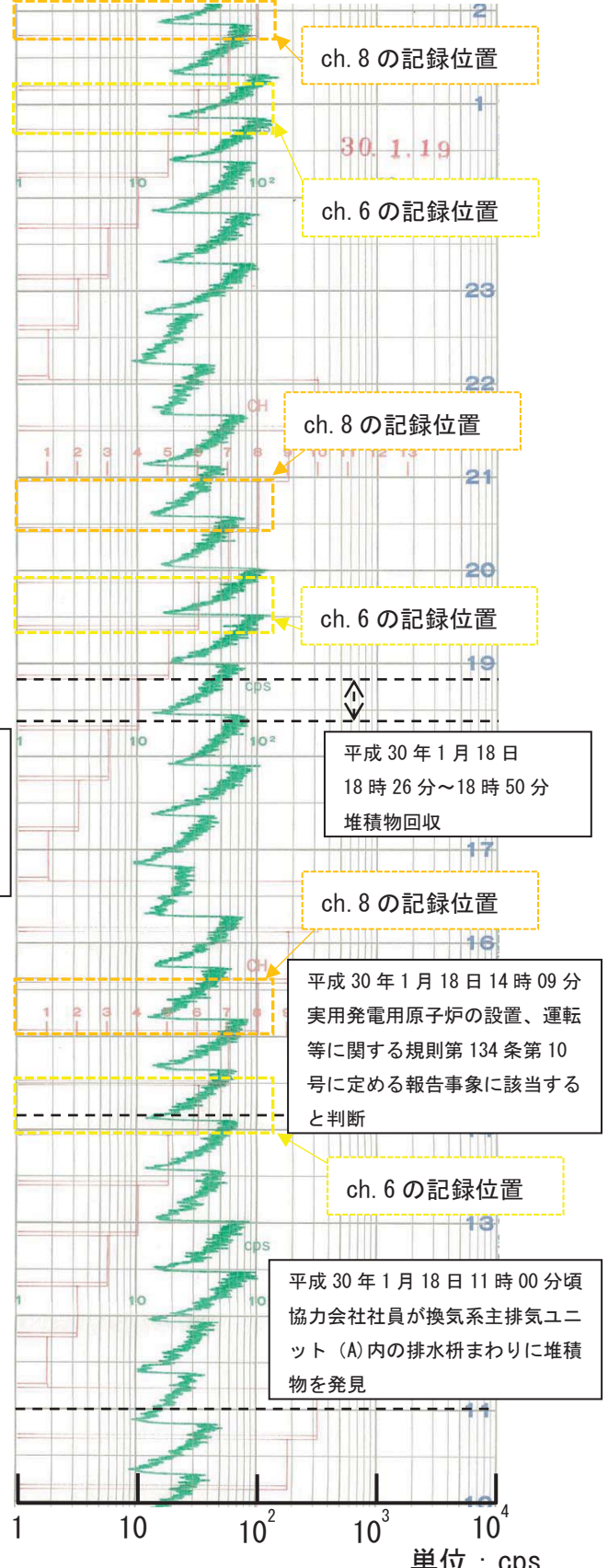
①平成 28 年 12 月 13～14 日

(換気系主排気ユニット (A) 内への最終入域時)



②平成 30 年 1 月 18～19 日

(本事象発生時)

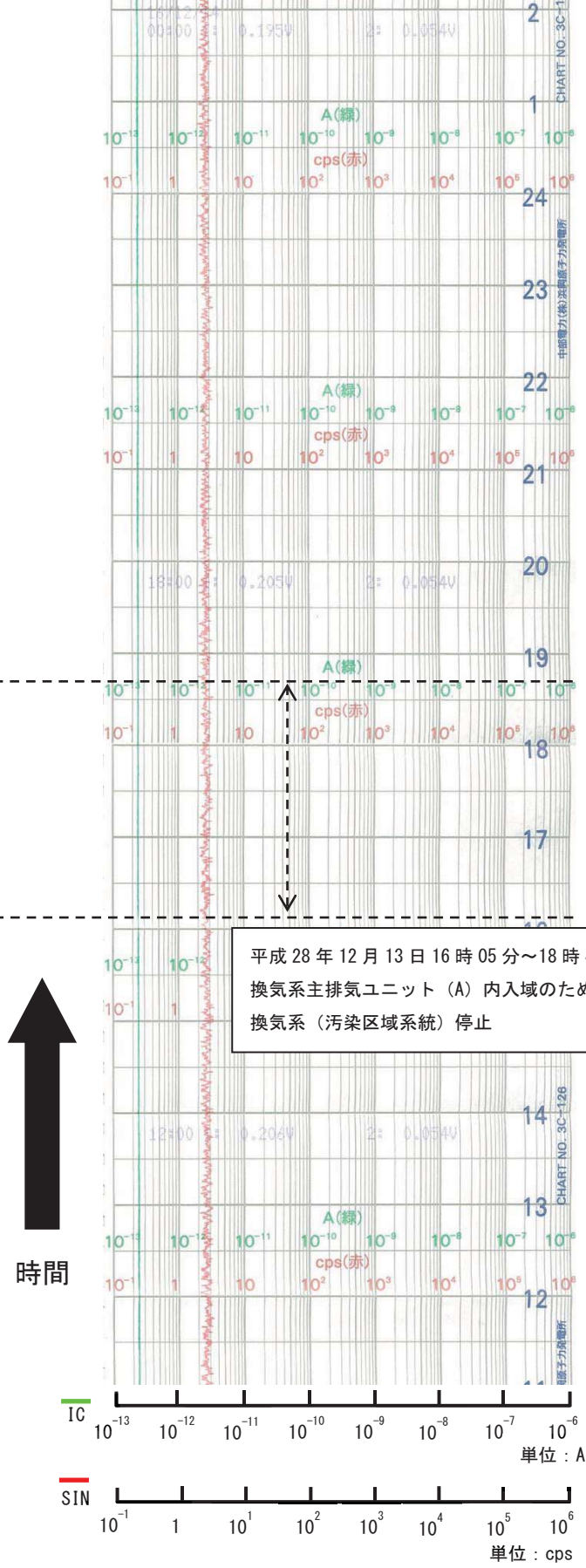
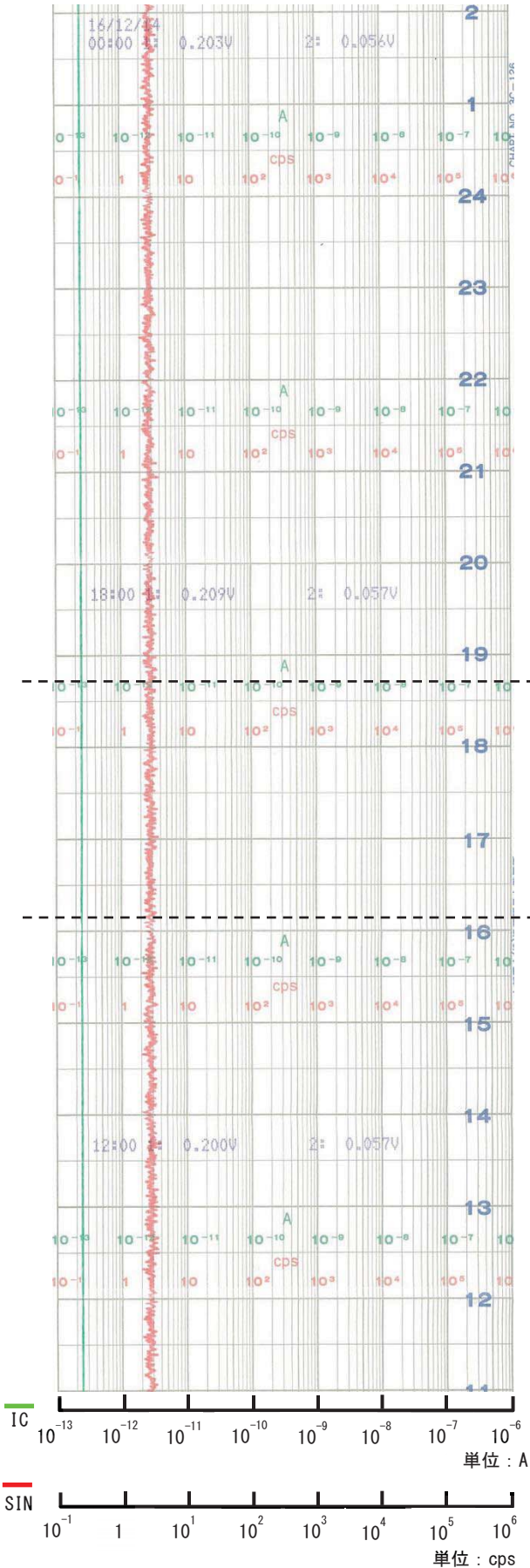


(モニタの指示値はチャートの読み値の 10^{-1} である。)

- ・ サイトバンクプールエリア (ch. 6)
- ・ 雑固体廃棄物取扱室 (ch. 8)

①平成 28 年 12 月 13～14 日（換気系主排気ユニット（A）内への最終入域時）
排気筒ガスモニタ（A）

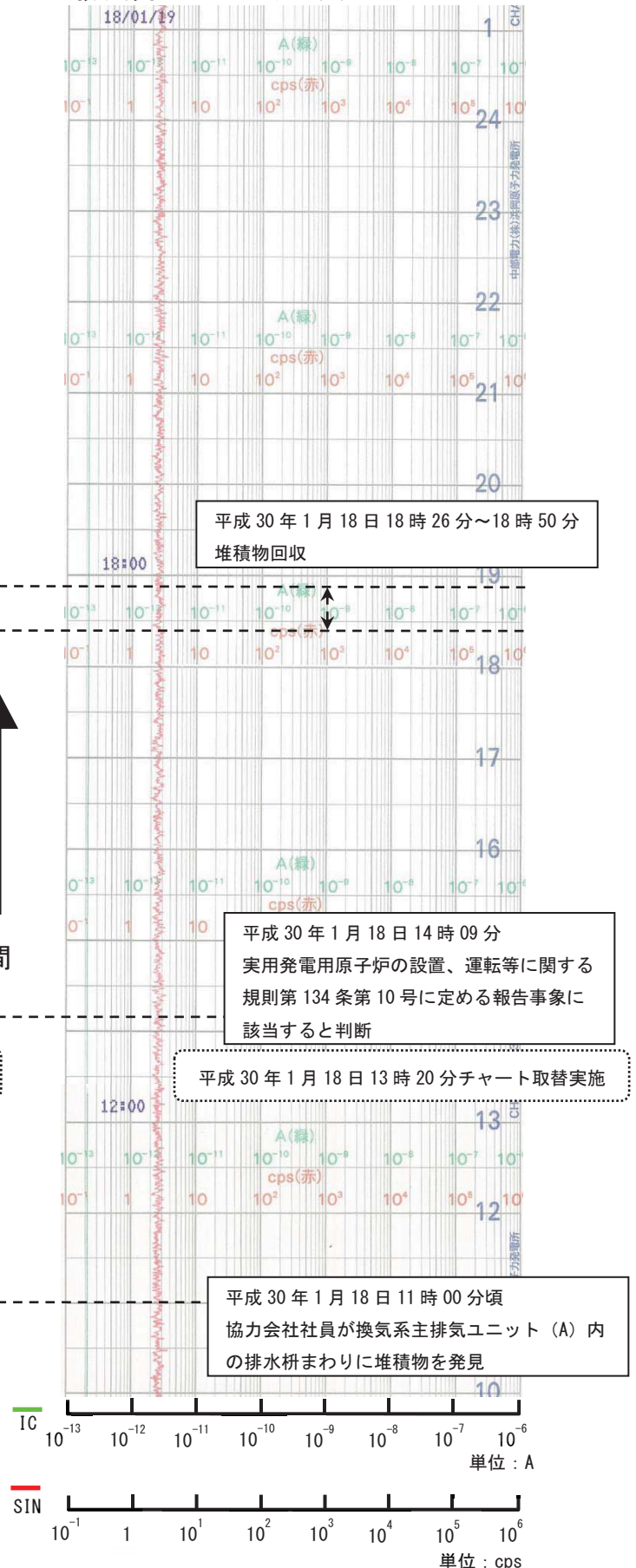
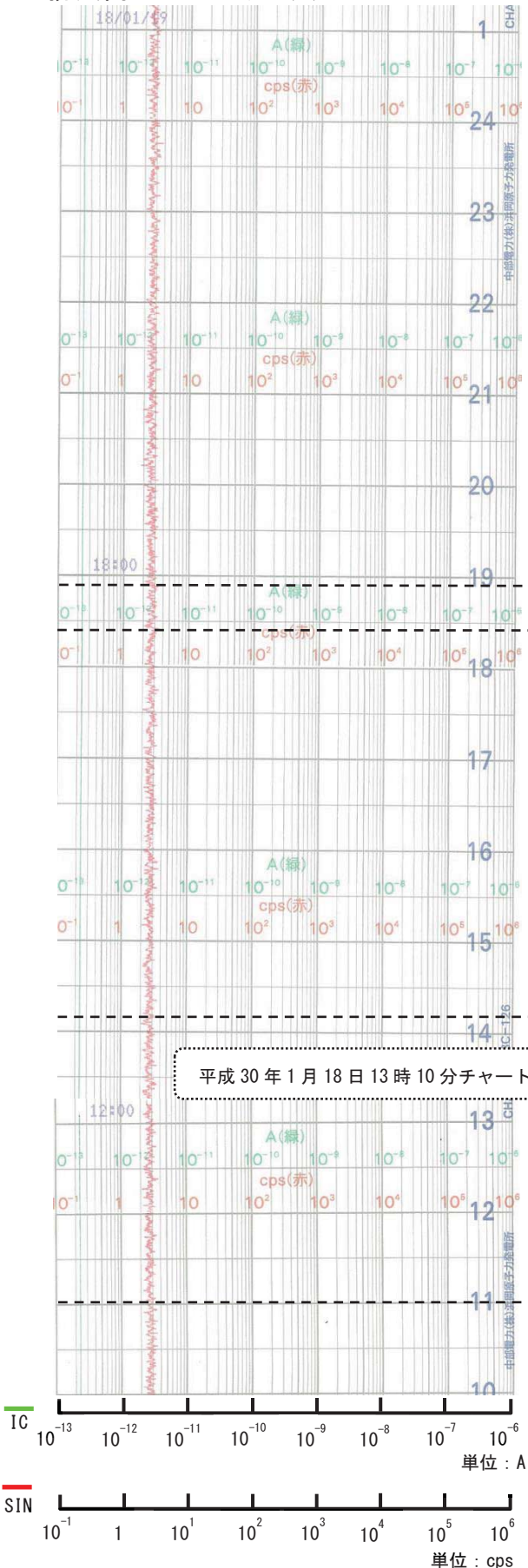
排気筒ガスモニタ（B）



②平成 30 年 1 月 18～19 日 (本事象発生時)

排気筒ガスモニタ (A)

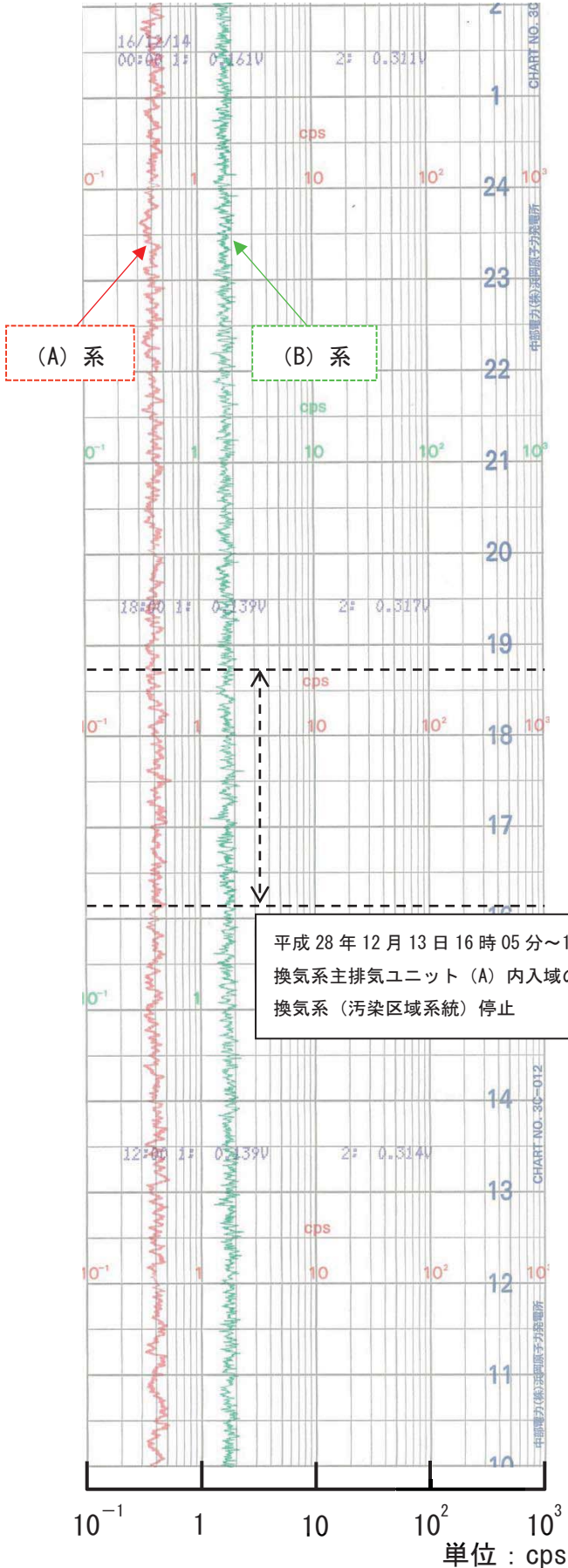
排気筒ガスモニタ (B)



排気筒ダストモニタ

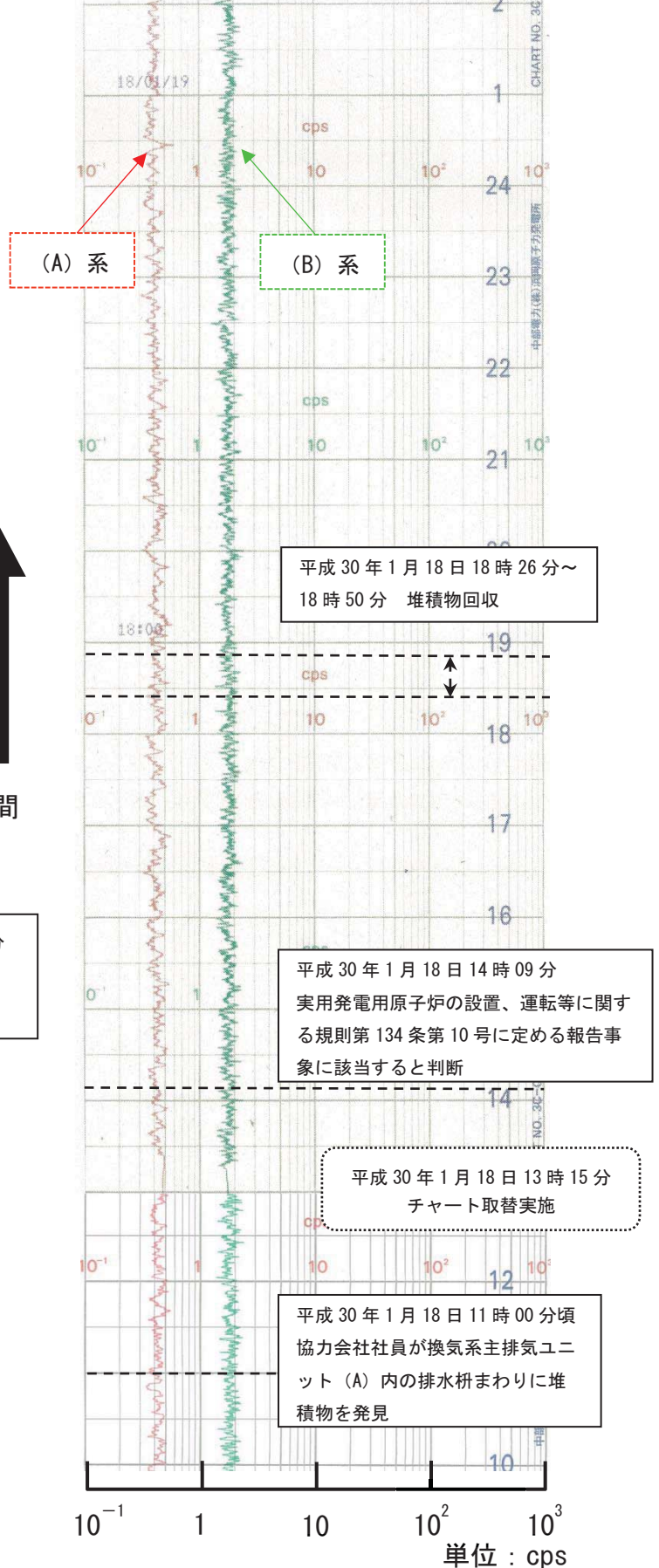
①平成 28 年 12 月 13~14 日

(換気系主排気ユニット (A) 内への最終入域時)



②平成 30 年 1 月 18~19 日

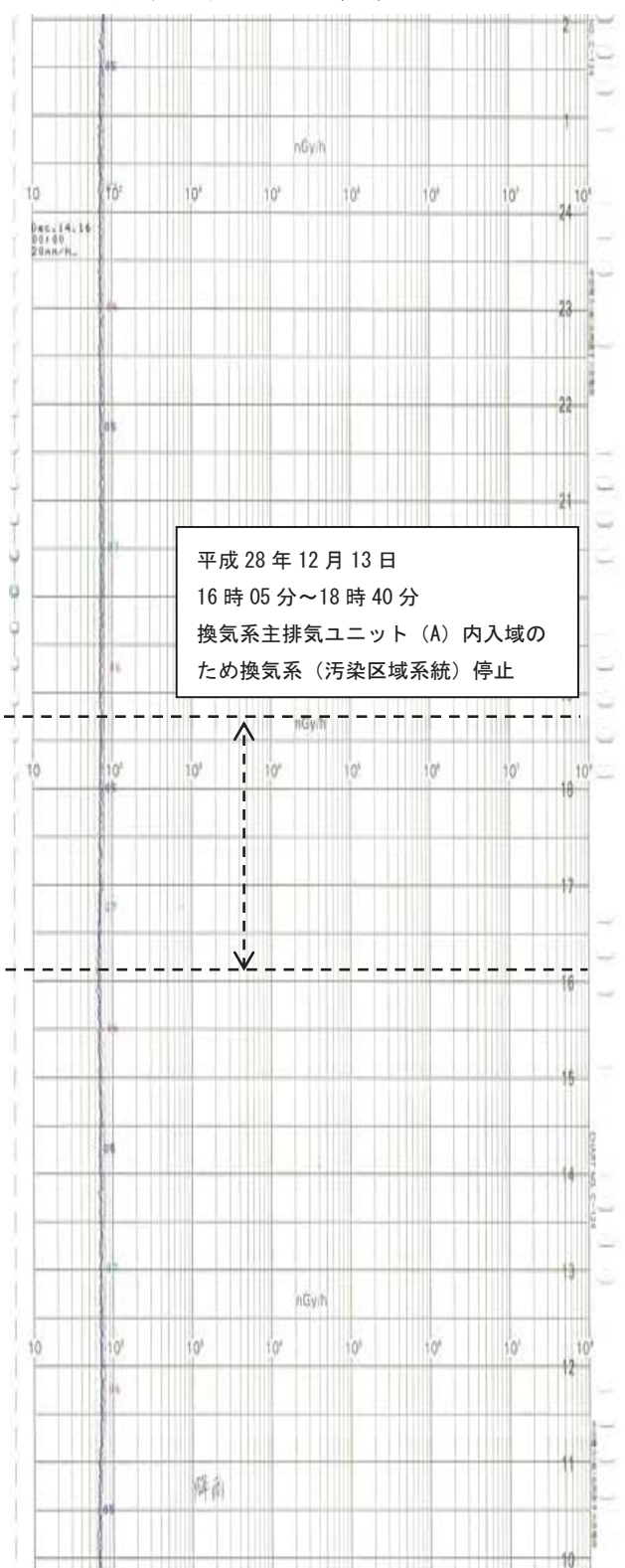
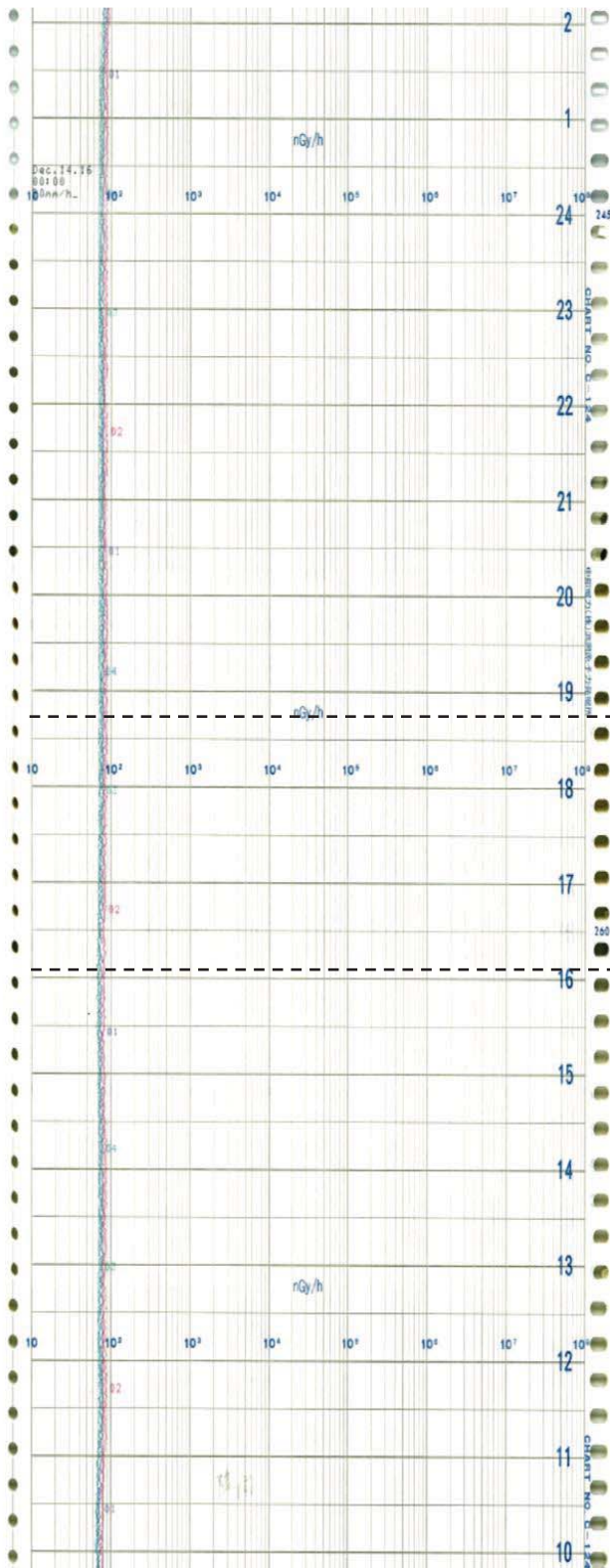
(本事象発生時)



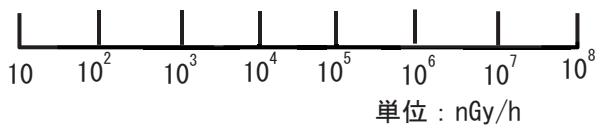
①平成28年12月13~14日(換気系主排気ユニット(A)内への最終入域時)

モニタリングポスト(IC) No. 1~4

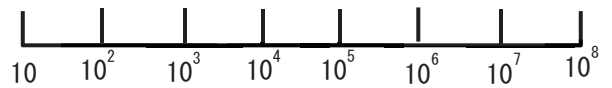
モニタリングポスト(IC) No. 5~7



平成28年12月13日
16時05分~18時40分
換気系主排気ユニット(A)内入域の
ため換気系(汚染区域系統)停止



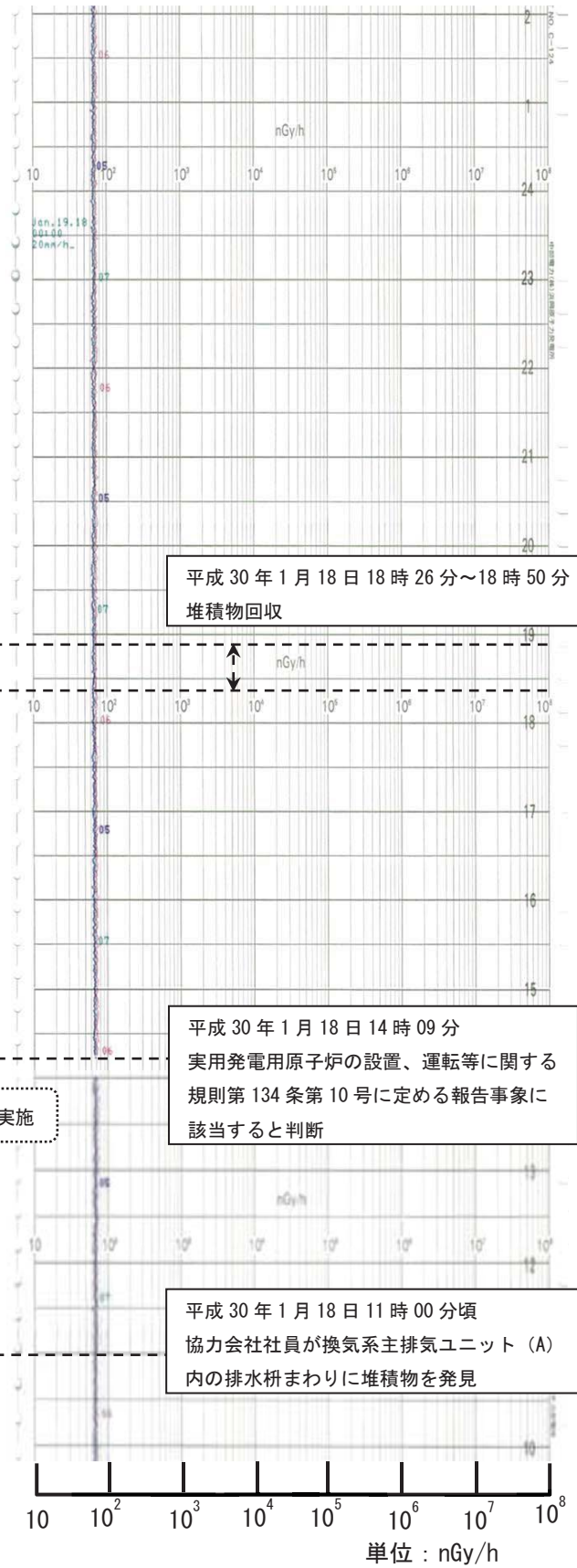
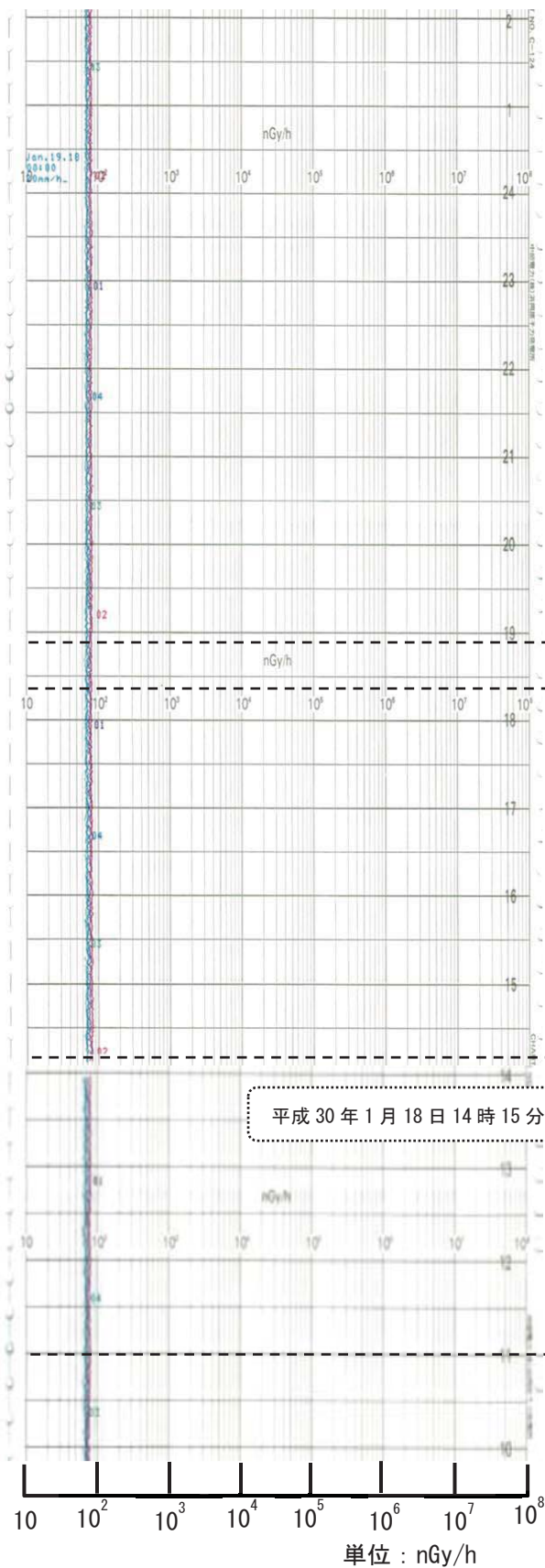
単位 : nGy/h



単位 : nGy/h

②平成30年1月18~19日(本事象発生時)
モニタリングポスト(IC) No.1~4

モニタリングポスト(IC) No.5~7

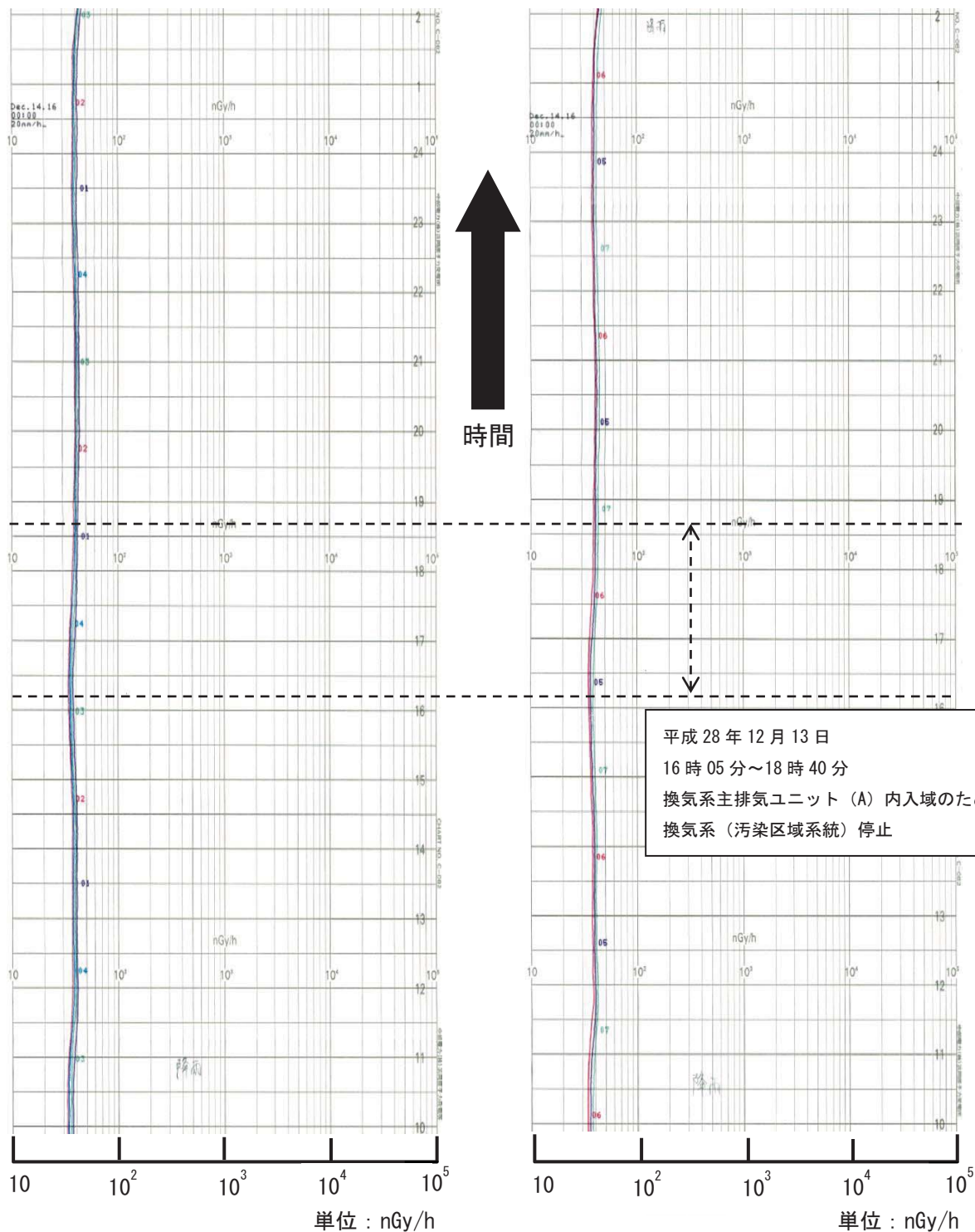


平成30年1月18日18時26分~18時50分
堆積物回収

平成30年1月18日14時09分
実用発電用原子炉の設置、運転等に関する
規則第134条第10号に定める報告事象に
該当すると判断

平成30年1月18日11時00分頃
協力会社社員が換気系主排気ユニット(A)
内の排水枡まわりに堆積物を発見

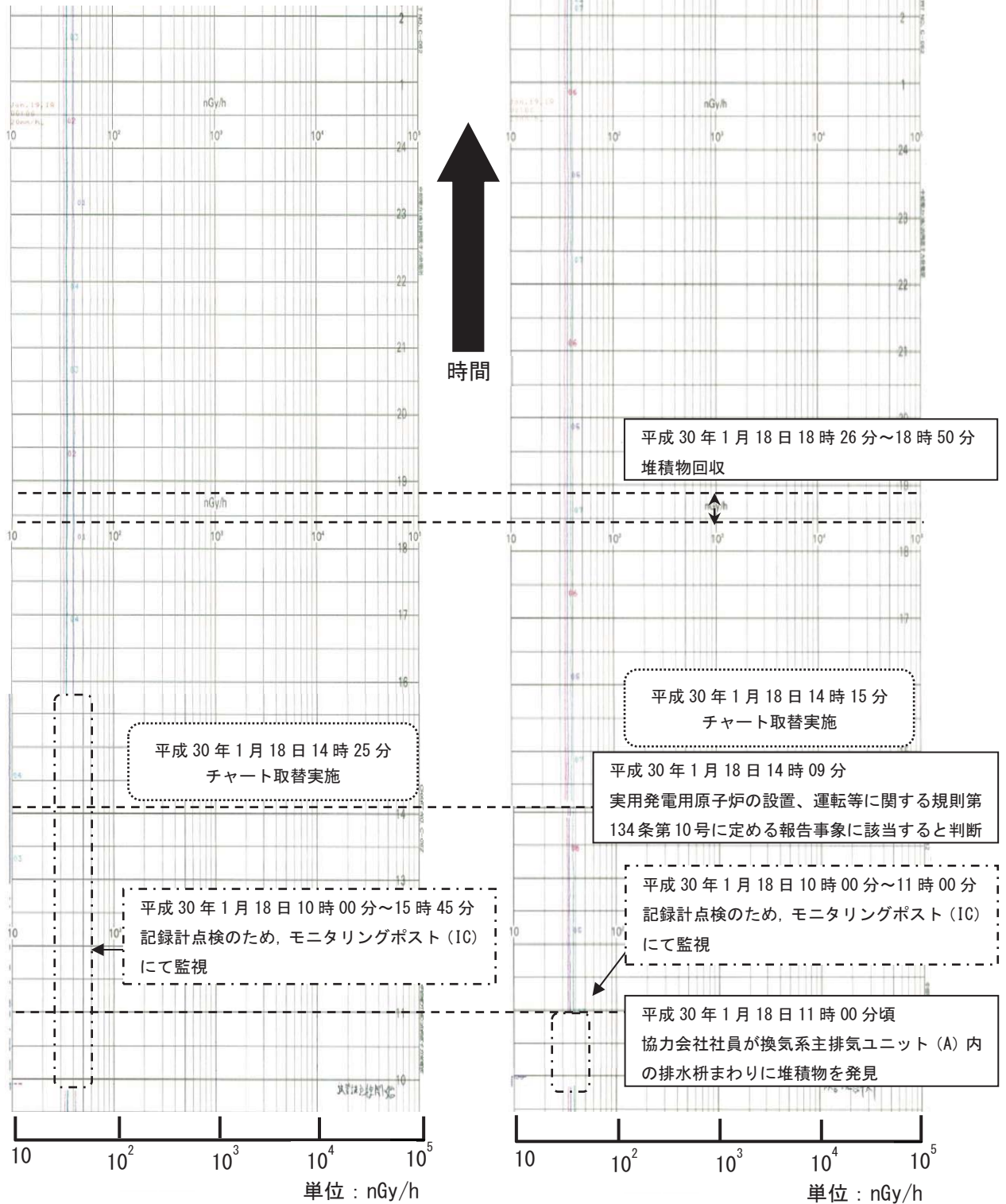
①平成 28 年 12 月 13～14 日 (換気系主排気ユニット (A) 内への最終入域時)
 モニタリングポスト (NaI) No.1～4 モニタリングポスト (NaI) No.5～7



②平成 30 年 1 月 18～19 日 (本 事 象 発 生 時)

モニタリングポスト (NaI) No. 1～4

モニタリングポスト (NaI) No. 5～7



事象発生時（平成30年1月18日）の放射線管理に係る時系列

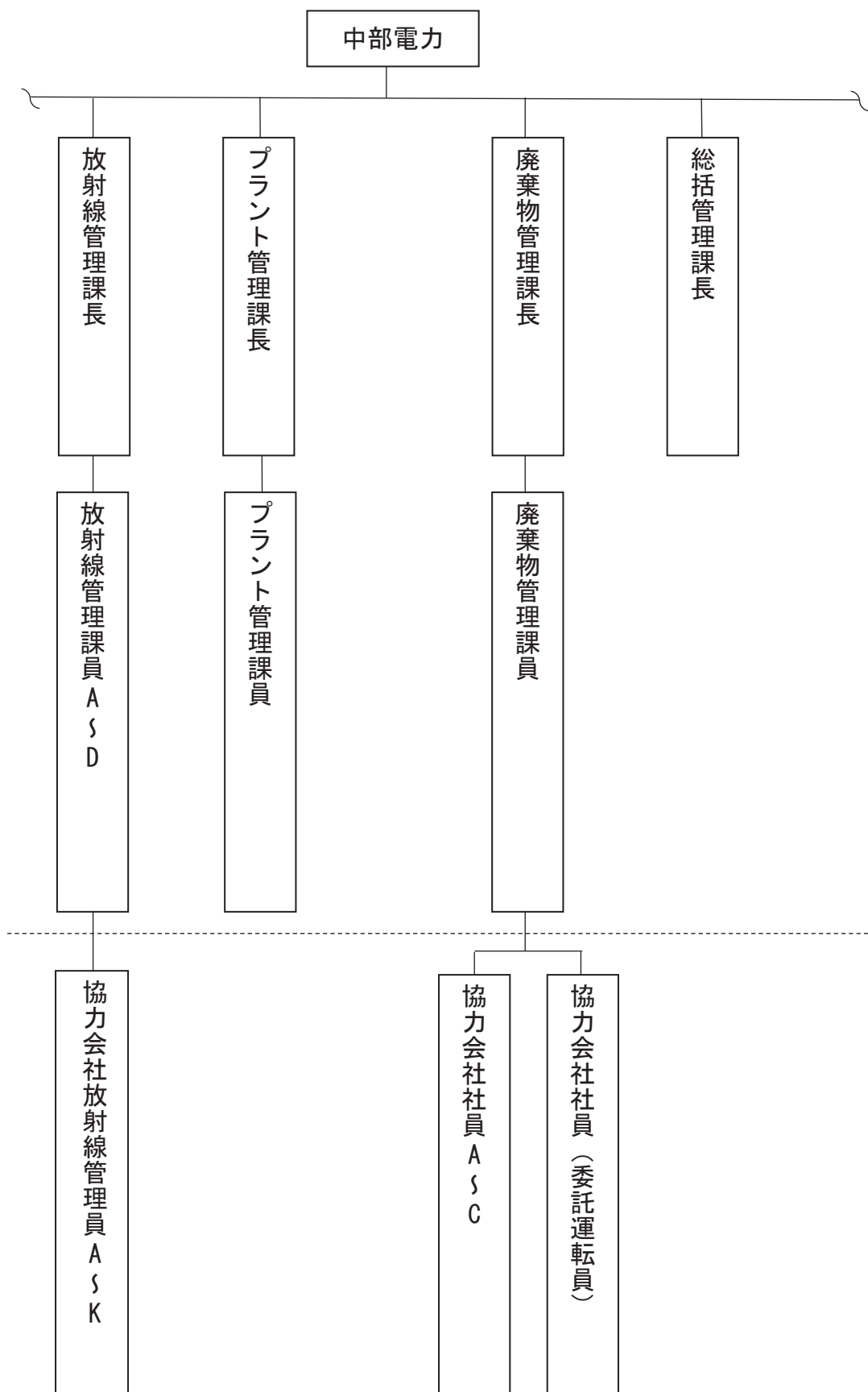
時刻	対応者	対応事項	現場における放射線管理内容	備考
11時00分頃	協力会社社員 A, B, C	<ul style="list-style-type: none"> 換気系主排気ユニット(A)のフィルタ点検を実施していた協力会社社員Aが排水枡まわりの床面に堆積物を発見。その後、換気系主排気ユニット(B)内の排水枡まわりを確認し、異常がないことを確認 協力会社社員Aから廃棄物管理課員に連絡。その後、廃棄物管理課員から廃棄物管理課長に連絡 社内通報連絡部署へ報告→社内関係各課へ連絡 エリア・ダストデータ収集システムにより、NRW-I 2階に設置されたエリア放射線モニタ及び建屋ダスト放射線モニタのトレンド表示値を確認し、有意な変動がないことを確認 漏えい発生に伴う初期対応のため、放射線管理課員 A, B, C 及び協力会社放射線管理員 A, B を現場へ派遣 換気系主排気ユニット(A)(B)内への立入規制を協力会社社員(委託運転員)に依頼 	<ul style="list-style-type: none"> C区域の防護装備及び全面マスクを着用 	別紙8
11時30分頃	廃棄物管理課員			
11時50分頃	廃棄物管理課長			
12時00分	放射線管理課長			
12時10分頃	廃棄物管理課長			
12時30分頃	放射線管理課長	<ul style="list-style-type: none"> 放射線防護装備を指示 	<ul style="list-style-type: none"> C区域の防護装備に全面マスク及びタイベックスーツの追加着用を指示(堆積物により黄服を汚染させるおそれがあったためタイベックスーツの追加着用を判断) 	別紙8
12時32分～ 12時45分	放射線管理課員 A, B, C 及び 協力会社放射線管理員 A, B	<ul style="list-style-type: none"> 換気系主排気ユニットの外に汚染が拡大していないことを確認するため、間接法による表面汚染密度測定、空気中放射性物質濃度測定及び雰囲気線量当量率測定を実施 	<ul style="list-style-type: none"> C区域の防護装備に全面マスク及びタイベックスーツを追加着用 	別紙1 別紙8

時刻	対応者	対応事項	現場における放射線管理内容	備考
12時55分～ 13時40分	協力会社放射線管理員 B	<p>◆測定結果： 表面汚染密度：検出限界未満 ($<2 \times 10^{-2}$Bq/cm²) 空气中放射性物質濃度※：3×10^{-3}Bq/cm³ (250cpm) 雰囲気線量当量率：<0.0010mSv/h</p> <p>※：核種分析の結果、天然核種のみであることを確認</p> <p>・換気系主排気ユニット (A) 内の放射線環境を把握するため、間接法による表面汚染密度測定、空气中放射性物質濃度測定及び雰囲気線量当量率測定を実施</p> <p>◆測定結果： 表面汚染密度：検出限界未満 ($<2 \times 10^{-2}$Bq/cm²) (床、壁面) 空气中放射性物質濃度：検出限界未満 ($<3 \times 10^{-6}$Bq/cm³) 雰囲気線量当量率：~ 0.0020mSv/h</p>	<p>・C 区域の防護装備に全面マスク及びびタイベックスーツを追加着用</p>	別紙 2 別紙 8
13時10分頃	放射線管理課員 A	<p>・換気系主排気ユニット (A) 内の堆積物の汚染の有無を確認するため、堆積物の一部を袋に採取し、直接法による表面汚染密度測定及び表面線量当量率測定を実施</p> <p>◆測定結果： 表面汚染密度：3×10^1Bq/cm² (3,000cpm) 表面線量当量率：0.035mSv/h</p>	<p>・C 区域の防護装備に全面マスク及びびタイベックスーツを追加着用</p>	別紙 2 別紙 8
13時45分頃	プラント管理課員及び協力会社放射線管理員 B	<p>◆ポリ瓶表面の測定結果 表面汚染密度：検出限界未満 ($<2 \times 10^{-2}$Bq/cm²) 表面線量当量率：0.0030mSv/h</p> <p>・換気系主排気ユニット (A) 内の堆積物の表面汚染密度を確認するため、直接法による表面汚染密度測定を実施し、放射線管理課長に報告</p> <p>◆測定結果 表面汚染密度：105Bq/cm² (15,000cpm)</p>	<p>・C 区域の防護装備に全面マスク及びびタイベックスーツを追加着用</p>	別紙 2 別紙 8
14時00分頃	放射線管理課員 A	<p>◆測定結果 表面汚染密度：105Bq/cm² (15,000cpm)</p>	<p>・C 区域の防護装備に全面マスク及びびタイベックスーツを追加着用</p>	別紙 2 別紙 8

時刻	対応者	対応事項	現場における放射線管理内容	備考
14 時 00 分	放射線管理課長	<ul style="list-style-type: none"> 保安規定第 1 編第 93 条に該当と判断（「管理区域内における特別措置」が必要と判断） 		
14 時 09 分	総括管理課長	<ul style="list-style-type: none"> 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第 134 条第 10 号に定める報告事象に該当すると判断 		
14 時 12 分～ 14 時 45 分	プラント管理課員及び協力会社放射線管理員 B	<ul style="list-style-type: none"> 化学分析室において、換気系主排気ユニット (A) 内の堆積物の放射能濃度測定を実施 		
14 時 28 分	放射線管理課員 B	<ul style="list-style-type: none"> 換気系主排気ユニット (A) 内の堆積物の表面汚染密度測定結果より、管理区域の細区分を 1C 区域から 1D 区域に変更 		別紙 7
14 時 45 分～ 17 時 04 分	放射線管理課員 A 及び協力会社放射線管理員 C, D, E, F, G, H, I, J, K	<ul style="list-style-type: none"> 堆積物を確認した排水枡と建屋内排水系配管で繋がっている排水枡に汚染がないことを確認するため、同系統の排水枡表面及び排水枡まわり床面について堆積物が無いことを目視確認するとともに、間接法により表面汚染密度測定を実施 測定結果 表面汚染密度：検出限界未満 ($<2 \times 10^{-2}$Bq/cm²) 	<ul style="list-style-type: none"> 各エリアの管理区域細区分 (B₁, B₂, D) に合わせた防護装備 (B₁ 区域についてはゴム手袋追加着用) 	別紙 3 別紙 8
14 時 55 分～ 16 時 25 分	放射線管理課員 D	<ul style="list-style-type: none"> 換気系主排気ユニット (B) 内へ汚染が拡大していないことを確認するため、間接法による表面汚染密度測定、空気中放射性物質濃度測定及び雰囲気線量当量率測定を実施 測定結果： 表面汚染密度：検出限界未満 ($<2 \times 10^{-2}$Bq/cm²) (床、壁面) 空気中放射性物質濃度：検出限界未満 ($<3 \times 10^{-6}$Bq/cm³) 雰囲気線量当量率：<0.0010mSv/h 	<ul style="list-style-type: none"> D 区域の防護装備に全面マスク及びびタイベックスーツを追加着用 	別紙 4 別紙 8
15 時 50 分～ 16 時 31 分	放射線管理課員 D	<ul style="list-style-type: none"> 換気系主排気ユニット (A) (B) 高性能粒子フィルタ下流へ汚染が拡大していないことを確認するため、直接法及び間接法により表面汚染密度測定を実施 	<ul style="list-style-type: none"> D 区域の防護装備に全面マスク及びびタイベックスーツを追加着用 	別紙 6 別紙 8

時刻	対応者	対応事項	現場における放射線管理内容	備考
<p>18 時 20 分～ 19 時 43 分</p>	<p>放射線管理課員 D</p>	<p>◆測定結果 高性能粒子フィルタ (A 系) : (直接法) $\sim 3\text{Bq}/\text{cm}^2$ ($\sim 400\text{cpm}$) (間接法) 検出限界未満 ($< 2 \times 10^{-2}\text{Bq}/\text{cm}^2$) 高性能粒子フィルタ (B 系) : (直接法) $\sim 2\text{Bq}/\text{cm}^2$ ($\sim 150\text{cpm}$) (間接法) 検出限界未満 ($< 2 \times 10^{-2}\text{Bq}/\text{cm}^2$) 下流側壁面, 床面 : (間接法) 検出限界未満 ($< 2 \times 10^{-2}\text{Bq}/\text{cm}^2$)</p> <p>・換気系主排気ユニット (A) 内における堆積物の回収作業時の空气中放射性物質濃度を測定し, 放射線環境を確認するとともに, 堆積物回収後の放射線環境を確認するため, 直接法及び間接法による表面汚染密度, 空气中放射性物質濃度並びに線量当量率測定を実施</p> <p>◆測定結果 表面汚染密度 (回収後) : (直接法) $3 \times 10^1\text{Bq}/\text{cm}^2$ ($4,000\text{cpm}$) (間接法) 検出限界未満 ($< 2 \times 10^{-2}\text{Bq}/\text{cm}^2$) 空气中放射性物質濃度※ (回収作業中及び回収後) : $\sim 2 \times 10^{-5}\text{Bq}/\text{cm}^3$ ($\sim 150\text{cpm}$) 堆積物を回収した袋表面の線量当量率 $\sim 0.055\text{mSv}/\text{h}$</p> <p>※: 核種分析の結果, 天然核種のみであることを確認</p>	<p>・D 区域の防護装備に全面マスク及びタイベックスーツを追加</p>	<p>別紙 5 別紙 8</p>

<体制表>



堆積物発見時における換気系主排気ユニット外の放射線測定

1 測定日時

平成30年1月18日12時32分から12時45分

2 測定目的

換気系主排気ユニット(A)内の排水枘まわりに堆積物を確認したことに伴い、換気系主排気ユニット外の表面汚染密度及び空气中放射性物質濃度を測定し、換気系主排気ユニット外に汚染が拡大していないことを確認するとともに、線量当量率を測定し、放射線環境を確認する。

3 測定箇所

(1) 表面汚染密度

NRW-I 2階

換気系主排気ユニット外の床面、壁面及び扉面

(2) 空气中放射性物質濃度

NRW-I 2階

換気系主排気ユニット外

(3) 線量当量率

・雰囲気線量当量率

NRW-I 2階

換気系主排気ユニット外

詳細については、図5-1参照

4 測定方法

(1) 表面汚染密度

堆積物がないことを目視により確認したため、間接法により測定し、表面汚染密度を算出した。

(2) 空气中放射性物質濃度

ダストサンプラ(600L/min以上)により床上約1mの空気を10分間サンプリングした後、ろ紙をGM汚染サーベイメータにより測定し、空气中放射性物質濃度を算出した。

(3) 線量当量率

・ 雰囲気線量当量率

電離箱サーベイメータにより床上約1mの雰囲気線量当量率を測定した。

5 測定結果

(1) 表面汚染密度

換気系主排気ユニット外の床面, 壁面及び扉面: 7箇所

すべて検出限界未満 ($<30\text{cpm}$, $<2 \times 10^{-2}\text{Bq/cm}^2$) (間接法)

(2) 空气中放射性物質濃度

換気系主排気ユニット外: 1箇所

サンプリング時間 12時35分から12時45分

250cpm , $3 \times 10^{-5}\text{Bq/cm}^3$

(核種分析の結果, 天然核種のみであることを確認)

(3) 線量当量率

・ 雰囲気線量当量率

換気系主排気ユニット外: 1箇所 $<0.0010\text{mSv/h}$

6 評価結果

換気系主排気ユニット外(1C区域)床面, 壁面及び扉面の表面汚染密度を測定した結果, 検出限界未満であることを確認した。なお, 壁面に汚染が検出されなかったことから, 天井面への汚染の拡大のおそれはないと評価した。換気系主排気ユニット外の空气中放射性物質濃度について, 核種分析の結果, 天然核種のみであることを確認した。

以上のことから, 換気系主排気ユニット外に汚染が拡大していないと評価した。また, 雰囲気線量当量率については, 現状の線量区分(1区域)の基準(0.1mSv/h 以下)を満足していることを確認した。

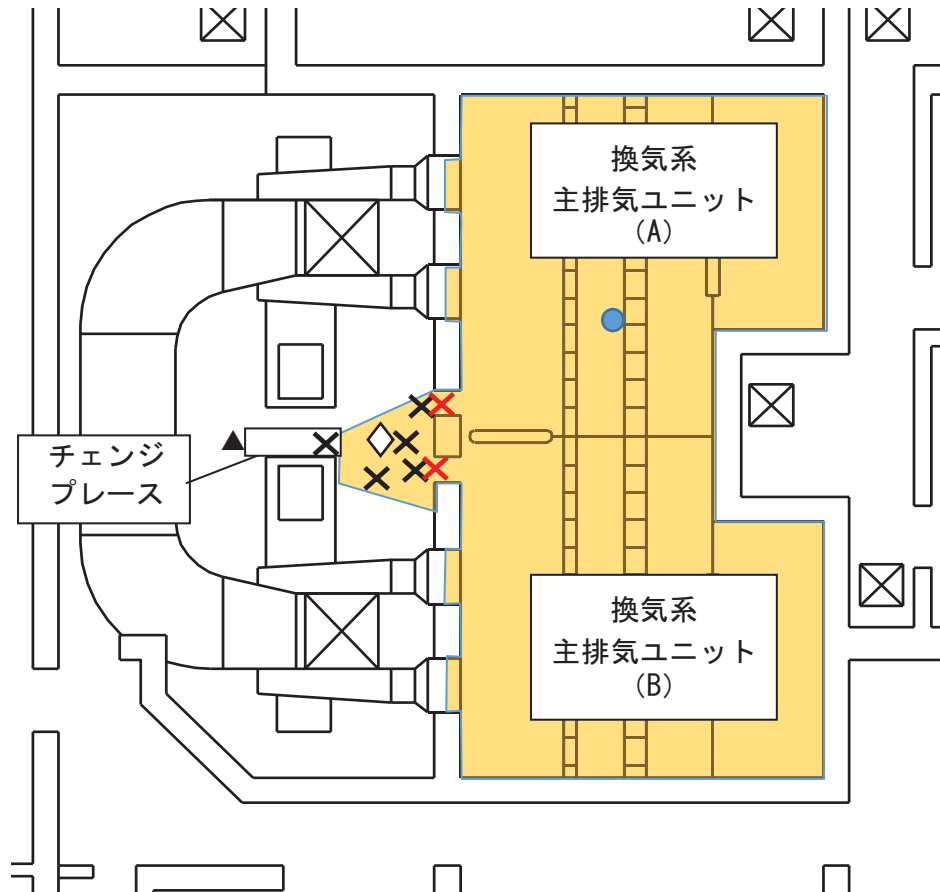
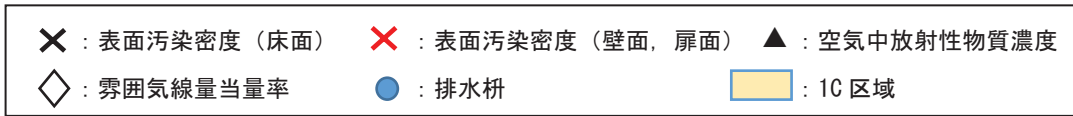


図 5-1 測定箇所 (NRW-I 2階 換気系主排気ユニット)

換気系主排気ユニット (A) 内における放射線測定

1 測定日時

平成30年1月18日12時55分から14時00分頃

2 測定目的

換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりに堆積物を確認したことに伴い、堆積物の表面汚染密度及び線量当量率並びに換気系主排気ユニット (A) 内の表面汚染密度、空气中放射性物質濃度及び線量当量率を測定し、放射線環境を確認する。

3 測定箇所

(1) 表面汚染密度

NRW-I 2階

換気系主排気ユニット (A) 内の堆積物表面、床面、壁面、プレフィルタ表面、高性能粒子フィルタ表面、堆積物を一部採取した袋表面及びポリ瓶 (100mL) 表面

(2) 空气中放射性物質濃度

NRW-I 2階

換気系主排気ユニット (A) 内

(3) 線量当量率

ア 表面線量当量率

NRW-I 2階

堆積物を一部採取した袋表面及びポリ瓶 (100mL) 表面

イ 雰囲気線量当量率

NRW-I 2階

換気系主排気ユニット (A) 内

詳細については、図 5-2 参照

4 測定方法

(1) 表面汚染密度

換気系主排気ユニット (A) の床面、壁面、プレフィルタ表面及び高性能粒子フィルタ表面を間接法により測定し、表面汚染密度を算出した。

堆積物の汚染の有無を確認するため、堆積物の一部を袋に採取し、換気系主排気ユニット (A) 外にて直接法により測定し、表面汚染密度を算出した。

また、化学分析室において堆積物の放射能濃度を測定するため、堆積物の一部をポリ瓶(100mL)に採取し、換気系主排気ユニット(A)エリア外に持ち出す前に間接法により測定し、表面汚染密度を算出した。

換気系主排気ユニット(A)内の堆積物の表面汚染密度を確認するため、直接法により測定し、表面汚染密度を算出した。

(2) 空气中放射性物質濃度

ダストサンプラ(600L/min以上)により床上約1mの空気を10分間サンプリングした後、ろ紙をGM汚染サーベイメータにより測定し、空气中放射性物質濃度を算出した。

(3) 線量当量率

ア 表面線量当量率

堆積物を一部回収した袋表面及びポリ瓶(100mL)表面を換気系主排気ユニット(A)外にて電離箱サーベイメータにより表面線量当量率を測定した。

イ 雰囲気線量当量率

電離箱サーベイメータにより床上約1mの雰囲気線量当量率を測定した。

なお、上記測定に伴う換気系主排気ユニット(A)入域時に入口扉を開放する際、換気系主排気ユニット外に空気汚染が拡散するおそれがあったことから、測定者以外の者を室外へ退避させた。

5 測定結果

(1) 表面汚染密度

・換気系主排気ユニット(A)内の床面、壁面、プレフィルタ表面及び高性能粒子フィルタ表面

: 26箇所 すべて検出限界未満 ($<30\text{cpm}$, $<2 \times 10^{-2}\text{Bq}/\text{cm}^2$) (間接法)

・堆積物(換気系主排気ユニット(A)外にて表面を測定)

袋表面: 1箇所 $3,000\text{cpm}$, $3 \times 10^1\text{Bq}/\text{cm}^2$ (直接法)

ポリ瓶(100mL)表面: 1箇所

検出限界未満 ($<30\text{cpm}$, $<2 \times 10^{-2}\text{Bq}/\text{cm}^2$) (間接法)

・堆積物表面

: 1箇所 $15,000\text{cpm}$, $105\text{Bq}/\text{cm}^2$ (直接法)

(2) 空气中放射性物質濃度

・換気系主排気ユニット(A)内(測定箇所: 図5-2の▲1): 1箇所

サンプリング時間 13時01分から13時11分

検出限界未満 ($<30\text{cpm}$, $<3 \times 10^{-6}\text{Bq}/\text{cm}^3$)

- ・換気系主排気ユニット (A) 内 (測定箇所：図 5-2 の▲2)：1箇所
 サンプリング時間 13時30分から13時40分
 検出限界未満 ($<30\text{cpm}$, $<3 \times 10^{-6}\text{Bq/cm}^3$)

(3) 線量当量率

ア 表面線量当量率

- ・堆積物を一部採取した袋表面
 : 1箇所 0.035mSv/h
- ・堆積物を一部採取したポリ瓶 (100mL) 表面
 : 1箇所 0.0030mSv/h

イ 雰囲気線量当量率

- ・換気系主排気ユニット (A) 内
 : 5箇所 $\sim 0.0020\text{mSv/h}$

6 評価結果

堆積物の汚染の有無を確認するため、堆積物の一部を袋に採取し、床面の堆積物からの影響を考慮し、換気系主排気ユニット (A) 外で表面汚染密度を測定した結果、 $3 \times 10^1\text{Bq/cm}^2$ の汚染を検出した。

その後、換気系主排気ユニット (A) 内の汚染状況を詳細に確認するため、堆積物の表面汚染密度を測定した結果、 105Bq/cm^2 の汚染が検出され、C区域の基準 (汚染： 40Bq/cm^2 以下) を超える汚染が検出されたことから、保安規定第1編第93条に定める「管理区域内における特別措置」が必要と判断した。

換気系主排気ユニット (A) 内の床面、壁面、プレフィルタ表面及び高性能粒子フィルタ表面の表面汚染密度を測定した結果、検出限界未満であることを確認した。空气中放射性物質濃度についても、測定の結果、検出限界未満であることを確認した。

なお、壁面に汚染が検出されなかったことから、天井面への汚染の拡大のおそれはないと評価した。

堆積物を一部採取した袋表面、及びポリ瓶 (100mL) 表面の線量当量率については、現状の線量区分 (1区域) の基準 (0.1mSv/h 以下) を満足していることを確認した。

以上のことから、換気系主排気ユニット (A) (B) 内を平成30年1月18日14時28分に1D区域に変更した。

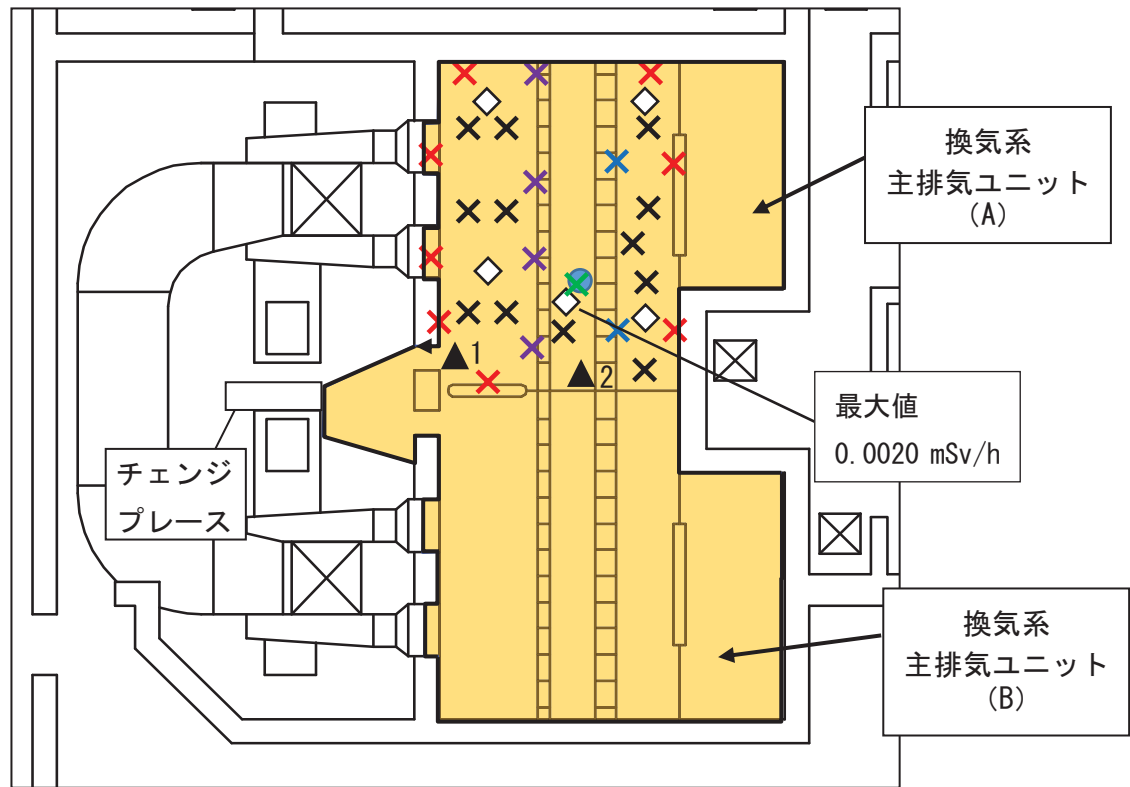
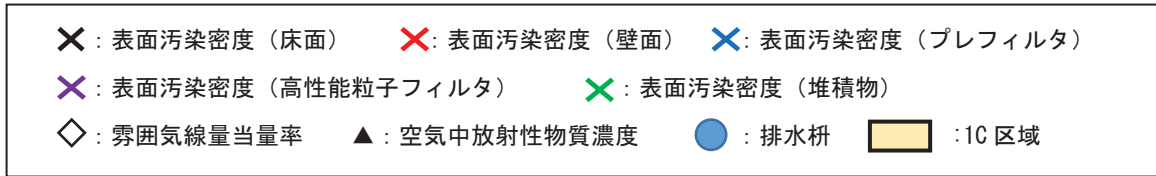


図 5-2 測定箇所 (NRW-I 2階 換気系主排気ユニット)

堆積物を確認した排水枡と配管で繋がっている排水枡及び 排水枡周辺の表面汚染密度の測定

1 測定日時

平成30年1月18日14時45分から17時04分

2 測定目的

換気系主排気ユニット(A)内の排水枡まわりに堆積物を確認したことに伴い、堆積物を確認した排水枡と建屋内排水系配管で繋がっている排水枡について、堆積物の有無を目視確認するとともに、当該排水枡及び排水枡周辺床面の表面汚染密度を測定し、汚染の有無を確認する。

3 測定箇所

・表面汚染密度

NRW-I 屋上階から地下2階

堆積物を確認した排水枡と建屋内排水系配管で繋がっている排水枡(閉止板)の表面及び排水枡まわりの床面
詳細については、図5-3から図5-8参照

4 測定方法

・表面汚染密度

堆積物がないことを目視により確認したため、間接法により測定し、表面汚染密度を算出した。

5 測定結果

・表面汚染密度

堆積物を確認した排水枡と建屋内排水系配管で繋がっている排水枡(閉止板)の表面及び排水枡周辺の床面：142箇所
すべて検出限界未満($<30\text{cpm}$, $<2 \times 10^{-2}\text{Bq/cm}^2$) (間接法)

6 評価結果

排水枡設置箇所はC, D区域も含まれるが、すべての測定箇所において、検出限界未満であり、汚染がないことを確認した。

また、目視により堆積物がないこと及び排水枡に閉止措置が実施されていることを確認した。

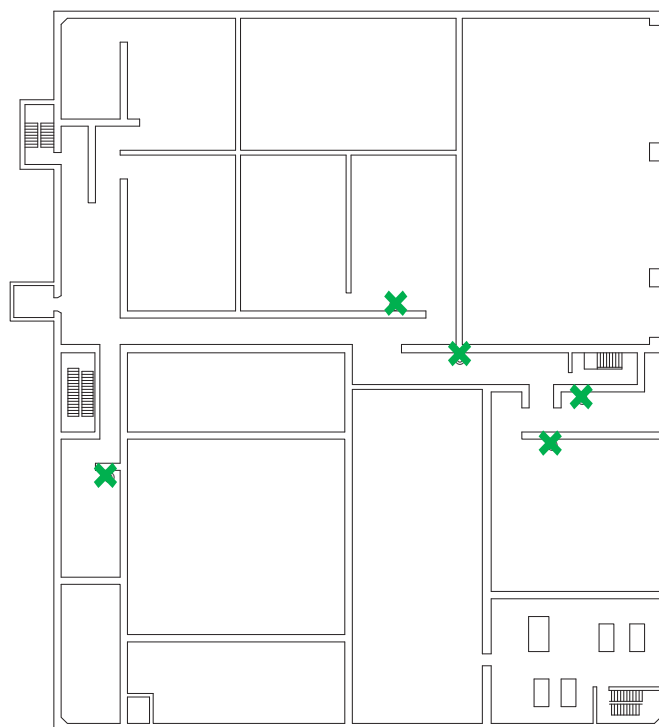


図 5-3 測定箇所 (NRW- I 4 階)

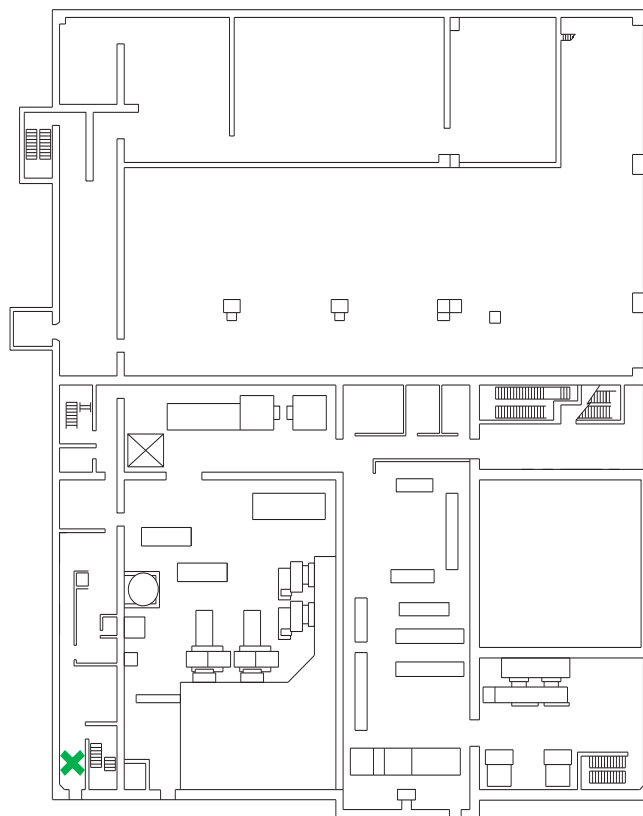


図 5-4 測定箇所 (NRW- I 3 階)

✕ : 表面汚染密度 (排水枡 (閉止板) 及び周辺床面)

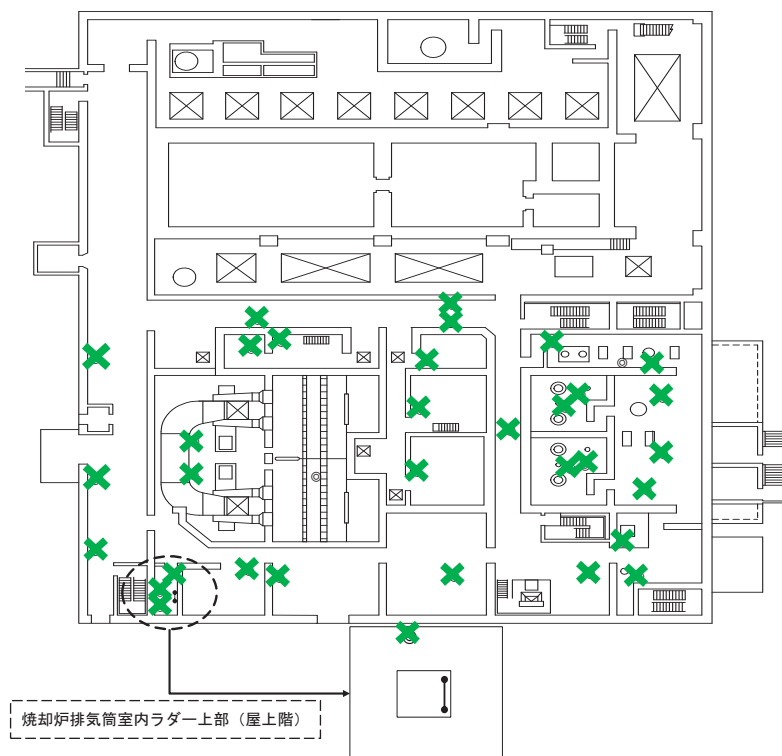


図 5-5 測定箇所 (NRW- I 2階)

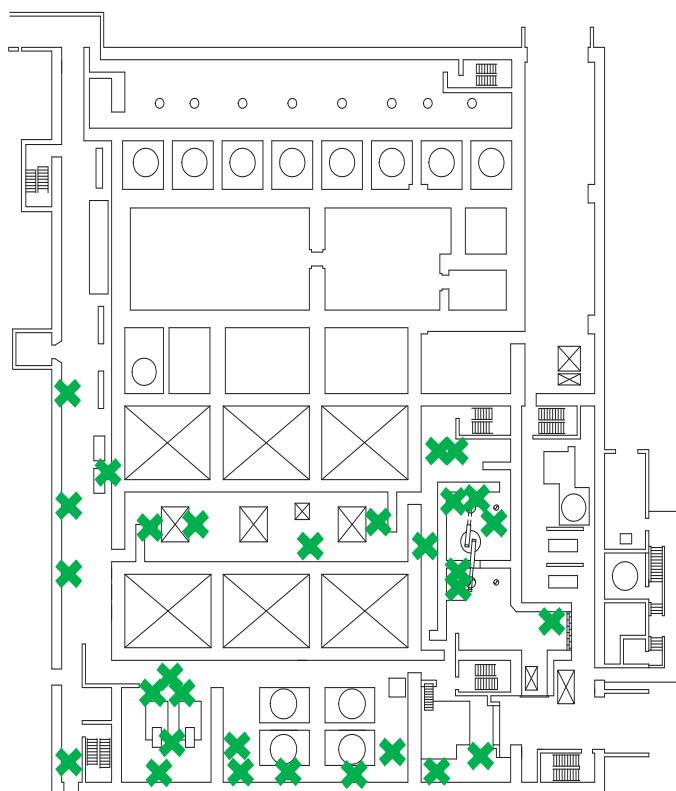


図 5-6 測定箇所 (NRW- I 1階)

✕: 表面汚染密度 (排水枡 (閉止板) 及び周辺床面)

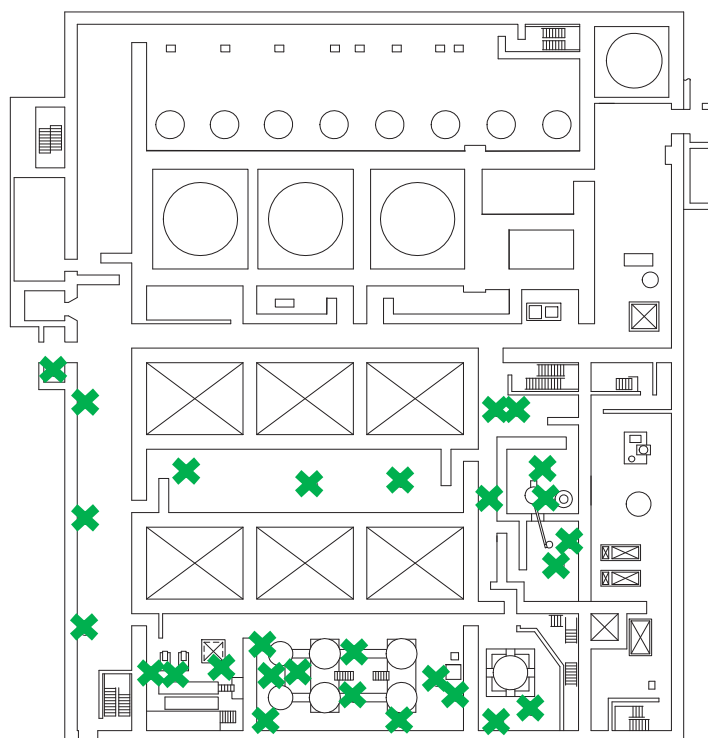


図 5-7 測定箇所 (NRW-I 地下1階)

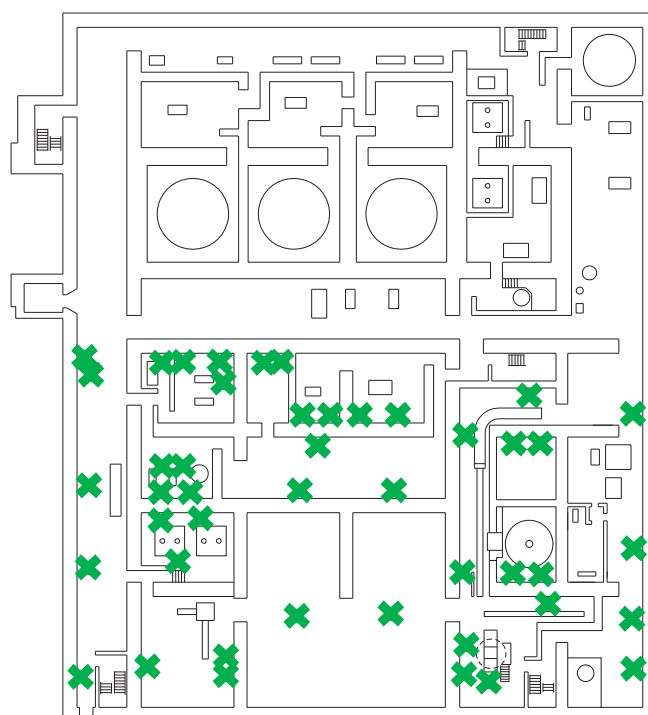


図 5-8 測定箇所 (NRW-I 地下2階)

✕ : 表面汚染密度 (排水枡 (閉止板) 及び周辺床面)

換気系主排気ユニット (B) 内における放射線測定

1 測定日時

平成30年1月18日14時55分から16時25分

2 測定目的

換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりに堆積物を確認したことに伴い、換気系主排気ユニット (B) 内へ汚染が拡大していないことを確認するため、表面汚染密度、空气中放射性物質濃度及び線量当量率を測定し、放射線環境を確認する。

3 測定箇所

(1) 表面汚染密度

NRW-I 2階

換気系主排気ユニット (B) 内の床面、壁面、プレフィルタ表面、高性能粒子フィルタ表面及び排水枡表面

(2) 空气中放射性物質濃度

NRW-I 2階

換気系主排気ユニット (B) 内

(3) 線量当量率

・ 雰囲気線量当量率

NRW-I 2階

換気系主排気ユニット (B) 内

詳細については、図5-9参照

4 測定方法

(1) 表面汚染密度

堆積物がないことを目視により確認したため、間接法により測定し、表面汚染密度を算出した。

(2) 空气中放射性物質濃度

ダストサンプラ (600L/min以上) により床上約1mの空気を10分間サンプリングした後、ろ紙をGM汚染サーベイメータにより測定し、空气中放射性物質濃度を算出した。

(3) 線量当量率

・ 雰囲気線量当量率

電離箱サーベイメータにより床上約1mの雰囲気線量当量率を測定した。

5 測定結果

(1) 表面汚染密度

換気系主排気ユニット (B) 内の床面, 壁面, プレフィルタ表面, 高性能粒子フィルタ表面及び排水枡表面 : 29箇所

すべて検出限界未満 ($<30\text{cpm}$, $<2 \times 10^{-2}\text{Bq/cm}^2$) (間接法)

(2) 空气中放射性物質濃度

換気系主排気ユニット (B) 内 : 1箇所

サンプリング時間 14時55分から15時05分

検出限界未満 ($<30\text{cpm}$, $<3 \times 10^{-6}\text{Bq/cm}^3$)

(3) 線量当量率

・ 雰囲気線量当量率

換気系主排気ユニット (B) 内 : 4箇所

すべて $<0.0010\text{mSv/h}$

6 評価結果

換気系主排気ユニット (B) 内の床面, 壁面, プレフィルタ表面, 高性能粒子フィルタ表面及び排水枡表面の表面汚染密度を測定した結果, 検出限界未満であることを確認した。なお, 壁面に汚染が検出されなかったことから, 天井面への汚染の拡大のおそれはないと評価した。空气中放射性物質濃度についても, 測定の結果, 検出限界未満であることを確認した。

以上のことから, 換気系主排気ユニット (B) 内に汚染が拡大していないと評価した。また, 換気系主排気ユニット (B) 内の雰囲気線量当量率については, 現状の線量区分 (1区域) の基準 (0.1mSv/h 以下) を満足していることを確認した。

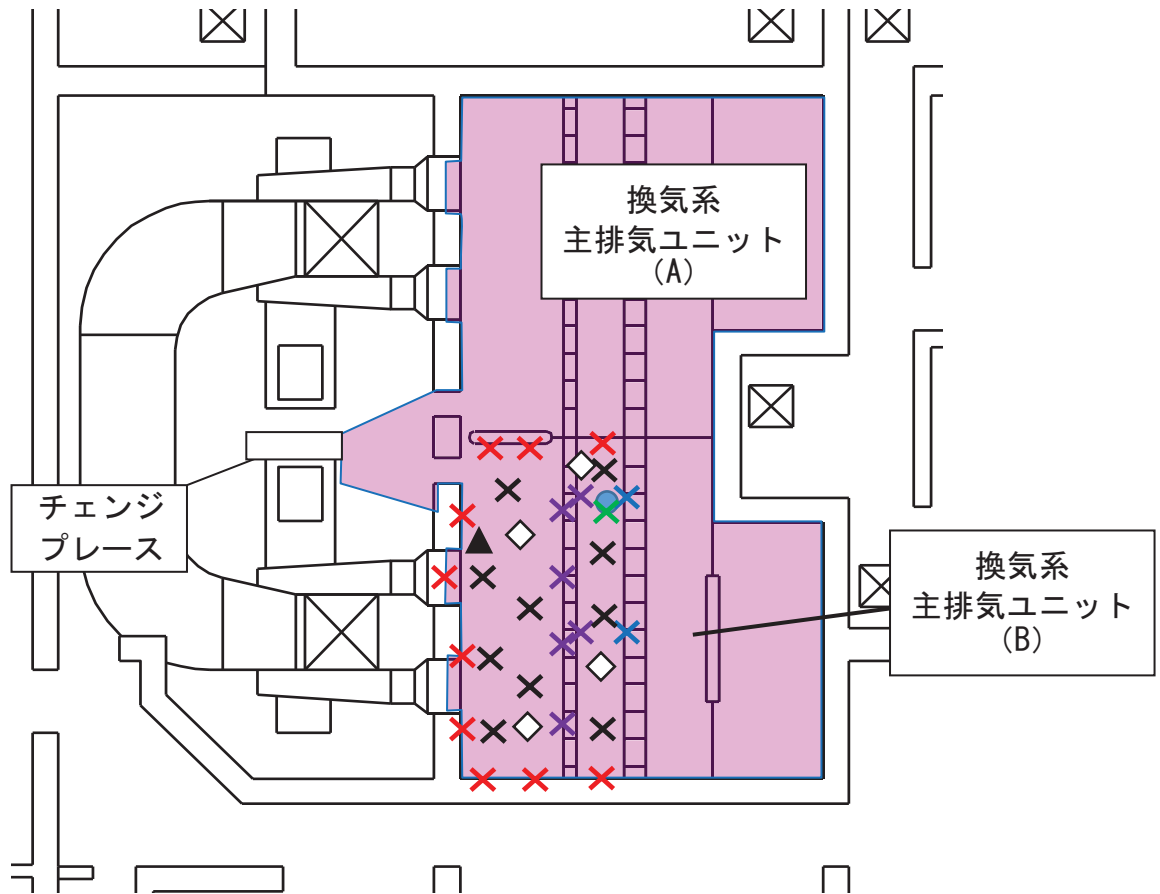
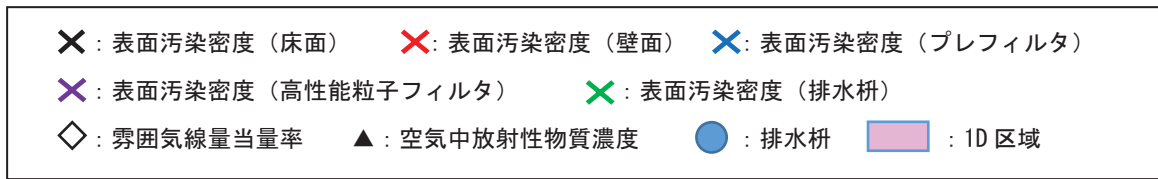


図 5-9 測定箇所 (NRW-1 2階 換気系主排気ユニット)

換気系主排気ユニット（A）内排水枡まわりの 堆積物回収作業における放射線測定

1 測定日時

平成30年1月18日18時20分から19時43分

2 測定目的

換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりにおける堆積物の回収作業時の空气中放射性物質濃度を測定し、放射線環境を確認する。

また、堆積物回収作業後における換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりの表面汚染密度、空气中放射性物質濃度及び堆積物を回収した袋の線量当量率を測定し、放射線環境を確認するとともに、換気系主排気ユニット外の表面汚染密度を測定し、汚染が拡大していないことを確認する。

3 測定箇所

（1）回収作業時

ア 空气中放射性物質濃度

NRW-I 2階 換気系主排気ユニット（A）内

（2）回収作業終了後

ア 表面汚染密度

NRW-I 2階

- ・換気系主排気ユニット（A）内の堆積物を確認した排水枡表面（閉止板）及び周辺床面
- ・換気系主排気ユニット外の床面

イ 空气中放射性物質濃度

NRW-I 2階 換気系主排気ユニット（A）内

ウ 線量当量率

- ・表面線量当量率

堆積物を回収した袋表面

詳細については、図5-10参照

4 測定方法

（1）表面汚染密度

堆積物回収後、換気系主排気ユニット（A）内の排水枡表面（閉止板）は直接法、排水枡まわりの床面については直接法及び間接法により測定し、表面汚染密度を算出した。

換気系主排気ユニット外床面については、堆積物がないことを目視により確認したため、間接法により測定し、表面汚染密度を算出した。

(2) 空气中放射性物質濃度

堆積物の回収作業中及び回収作業後の換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりをダストサンプラ (600L/min 以上) により床上約 1m の空気を 10 分間サンプリングした後、ろ紙を GM 汚染サーベイメータにより測定し、空气中放射性物質濃度を算出した。

(3) 線量当量率

・表面線量当量率

堆積物を回収した袋表面を電離箱サーベイメータにより測定した。

5 測定結果

(1) 回収作業中

ア 空气中放射性物質濃度

換気系主排気ユニット (A) : 1 箇所

サンプリング時間 18 時 33 分から 18 時 43 分

検出限界未満 ($<30\text{cpm}$, $<3 \times 10^{-6}\text{Bq}/\text{cm}^3$)

(2) 回収作業終了後

ア 表面汚染密度

・換気系主排気ユニット (A)

排水枡表面 (閉止板) : 1 箇所 $4,000\text{cpm}$, $3 \times 10^1\text{Bq}/\text{cm}^2$ (直接法)

排水枡まわりの床面 : 2 箇所 $\sim 600\text{cpm}$, $\sim 5\text{Bq}/\text{cm}^2$ (直接法)

3 箇所 すべて検出限界未満

($<30\text{cpm}$, $<2 \times 10^{-2}\text{Bq}/\text{cm}^2$) (間接法)

・換気系主排気ユニット外

床面 (1B₁ 区域) : 9 箇所

すべて検出限界未満 ($<30\text{cpm}$, $<2 \times 10^{-2}\text{Bq}/\text{cm}^2$) (間接法)

イ 空气中放射性物質濃度

換気系主排気ユニット (A) : 1 箇所

サンプリング時間 19 時 20 分から 19 時 30 分

150cpm , $2 \times 10^{-5}\text{Bq}/\text{cm}^3$

(核種分析の結果、天然核種のみであることを確認)

ウ 線量当量率

・表面線量当量率

堆積物を回収した袋表面 : 1 袋目 $0.055\text{mSv}/\text{h}$

: 2 袋目 $0.044\text{mSv}/\text{h}$

6 評価結果

(1) 回収作業時

空气中放射性物質濃度を測定した結果、検出限界未満であることを確認した。

(2) 回収作業終了後

換気系主排気ユニット (A) 内の堆積物を確認した排水枡まわりの床面の表面汚染密度を測定 (間接法) した結果、検出限界未満であることを確認した。空气中放射性物質濃度について、核種分析の結果、天然核種のみであることを確認した。

また、換気系主排気ユニット外床面 (1B₁ 区域) の表面汚染密度を測定した結果、検出限界未満であることを確認したことから、換気系主排気ユニット外に汚染が拡大していないと評価した。

なお、堆積物を回収した2袋の表面線量当量率はそれぞれ0.055mSv/h, 0.044mSv/hであった。

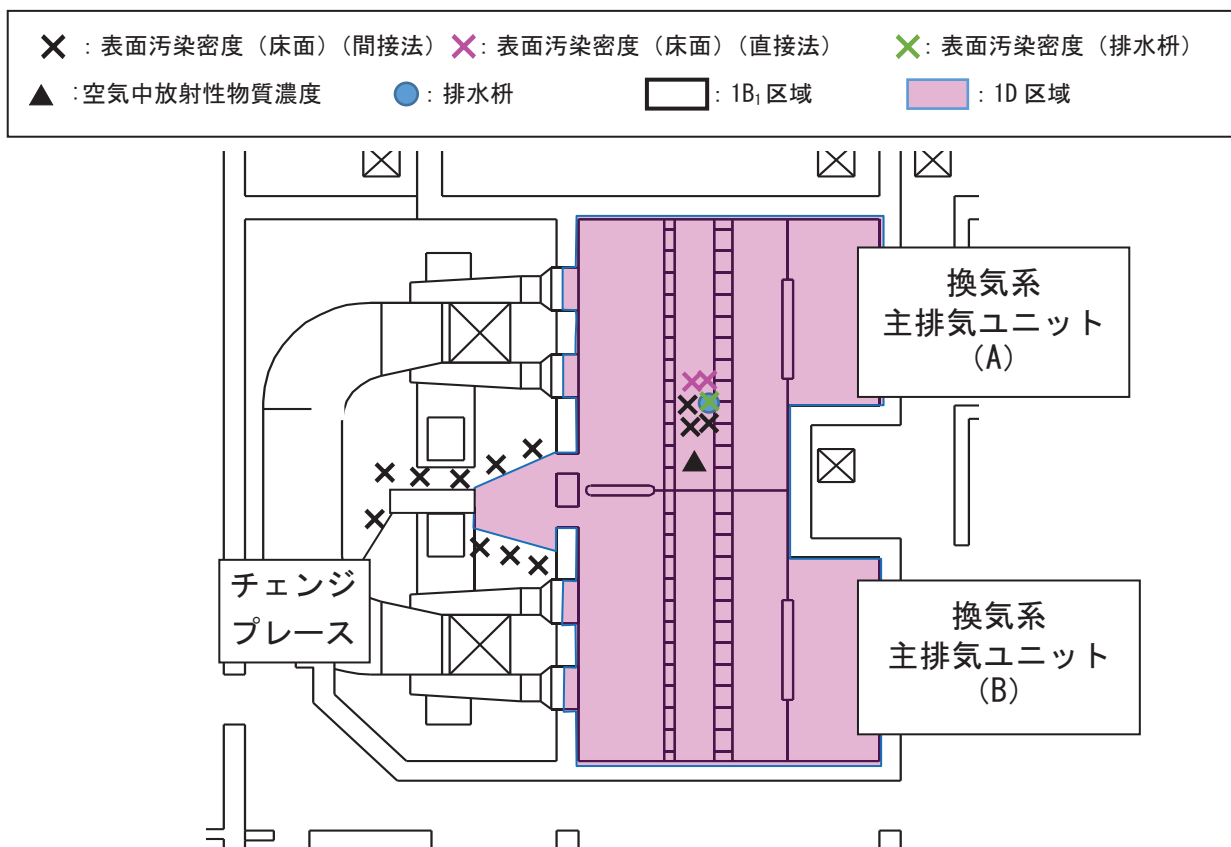


図 5-10 測定箇所 (NRW-1 2階 換気系主排気ユニット)

換気系主排気ユニット内下流側における放射線測定

1 測定日時

平成30年1月18日15時50分から16時31分

2 測定目的

換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりに堆積物を確認したことに伴い、高性能粒子フィルタ下流側の表面汚染密度及び空气中放射性物質濃度を測定し、換気系主排気ユニット（A）（B）高性能粒子フィルタ下流側へ汚染が拡大していないことを確認する。

3 測定箇所

（1）表面汚染密度

NRW-I 2階

換気系主排気ユニット（A）（B）高性能粒子フィルタ表面、下流側床面及び壁面

（2）空气中放射性物質濃度

NRW-I 2階

換気系主排気ユニット（B）高性能粒子フィルタ下流側
詳細については、図5-11参照

4 測定方法

（1）表面汚染密度

高性能粒子フィルタ表面は直接法及び間接法により測定し、表面汚染密度を算出した。また、堆積物がないことを目視により確認したため、床面及び壁面については、間接法により測定し、表面汚染密度を算出した。

（2）空气中放射性物質濃度

ダストサンプラ（600L/min以上）により床上約1mの空気を10分間サンプリングした後、ろ紙をGM汚染サーベイメータにより測定し、空气中放射性物質濃度を算出した。

5 測定結果

(1) 表面汚染密度

- ・高性能粒子フィルタ (A系)

表面：4箇所 ～400cpm, ～3Bq/cm² (直接法)

すべて検出限界未満 (<30cpm, <2×10⁻²Bq/cm²) (間接法)

下流側壁面及び床面：11箇所

すべて検出限界未満 (<30cpm, <2×10⁻²Bq/cm²) (間接法)

- ・高性能粒子フィルタ (B系)

表面：5箇所 ～150cpm, ～2Bq/cm² (直接法)

すべて検出限界未満 (<30cpm, <2×10⁻²Bq/cm²) (間接法)

下流側壁面及び床面：14箇所

すべて検出限界未満 (<30cpm, <2×10⁻²Bq/cm²) (間接法)

(2) 空气中放射性物質濃度

高性能粒子フィルタ (B系) 下流側：1箇所

サンプリング時間 16時08分から16時18分

検出限界未満 (<30cpm, <3×10⁻⁶Bq/cm³)

6 評価結果

換気系主排気ユニット (A) (B) 高性能粒子フィルタ表面を直接法で測定した結果、汚染を検出したが、下流側壁面及び床面の表面汚染密度を間接法で測定した結果は検出限界未満であり、下流側へ汚染が拡大していないと評価した。また、換気系主排気ユニット (B) 下流側の空气中放射性物質濃度を測定した結果についても検出限界未満であった。換気系主排気ユニット (A) 下流側の空气中放射性物質濃度は別紙2での測定の結果、検出限界未満であったことから、換気系主排気ユニット (A) (B) 高性能粒子フィルタ下流側へ汚染が拡大していないと評価した。

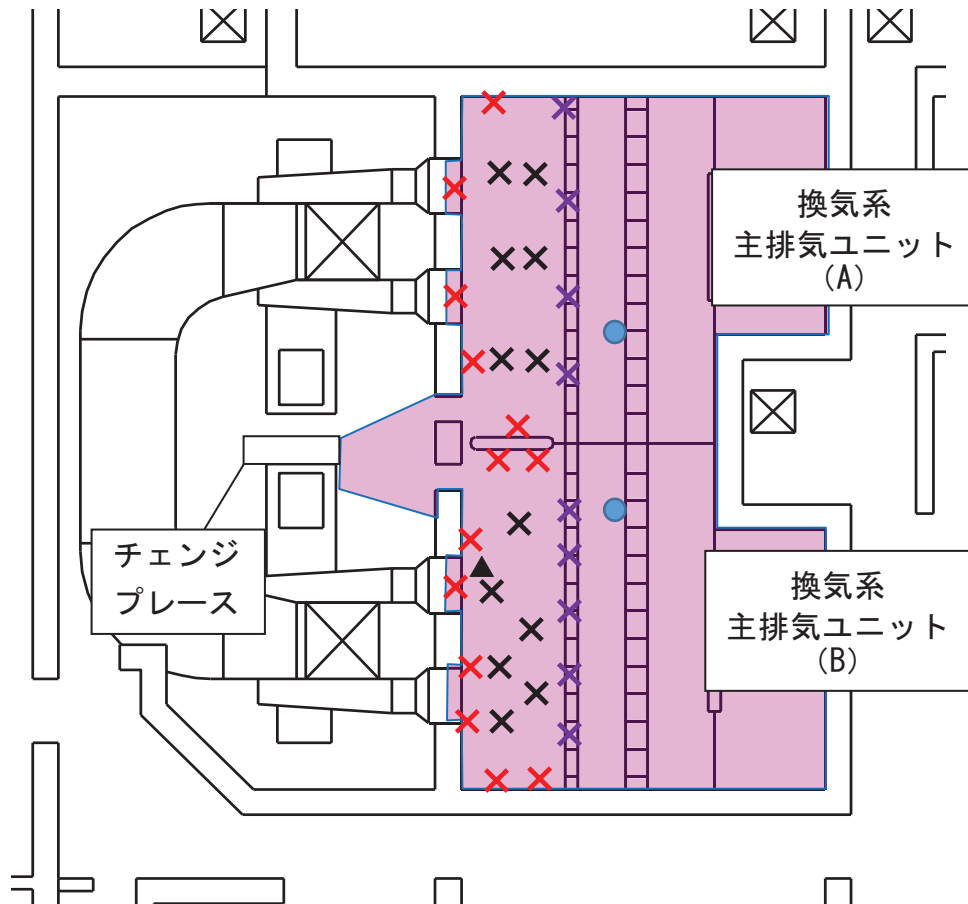
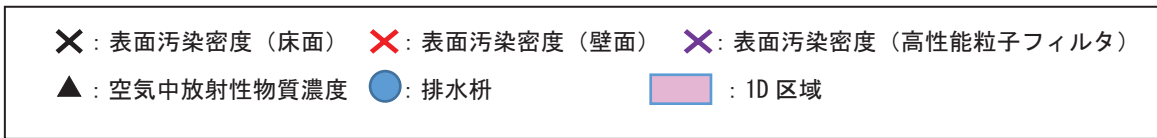


図 5-11 測定箇所 (NRW-I 2階 換気系主排気ユニット)

エリア区画の時系列

① 通常時定期点検作業開始時 平成30年1月18日9時45分頃

- ・空調設備のフィルタ点検作業に伴い換気系（汚染区域系統）全停後，通常時定期点検作業開始。その後，換気系主排気ユニット（A）（B）内に立ち入るため，換気系主排気ユニット入口付近を平成30年1月18日10時30分に1B₁区域から1C区域に変更した（換気系主排気ユニット内は常設1C区域）。

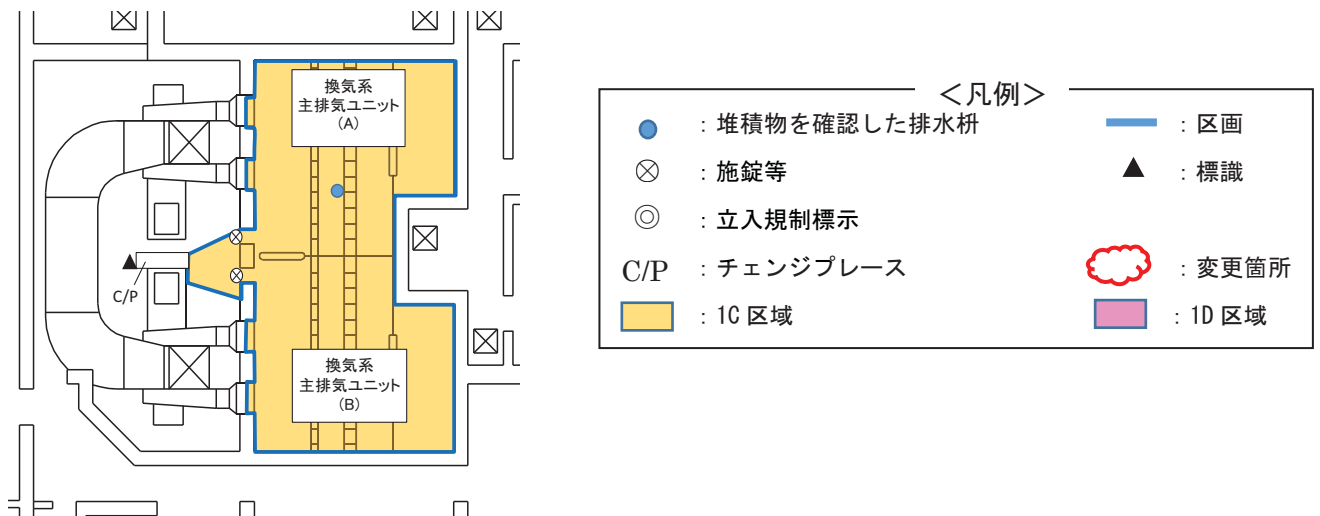


図5-12 通常時定期点検作業開始時のエリア区画

② 区画等の一時的な処置 平成30年1月18日12時45分頃

- ・堆積物を発見したことに伴い，平成30年1月18日12時10分頃，廃棄物管理課長から協力会社社員（委託運転員）に，換気系主排気ユニット（A）（B）内への立入規制を指示。その後，平成30年1月18日12時46分に協力会社社員（委託運転員）により立入規制の処置を完了。

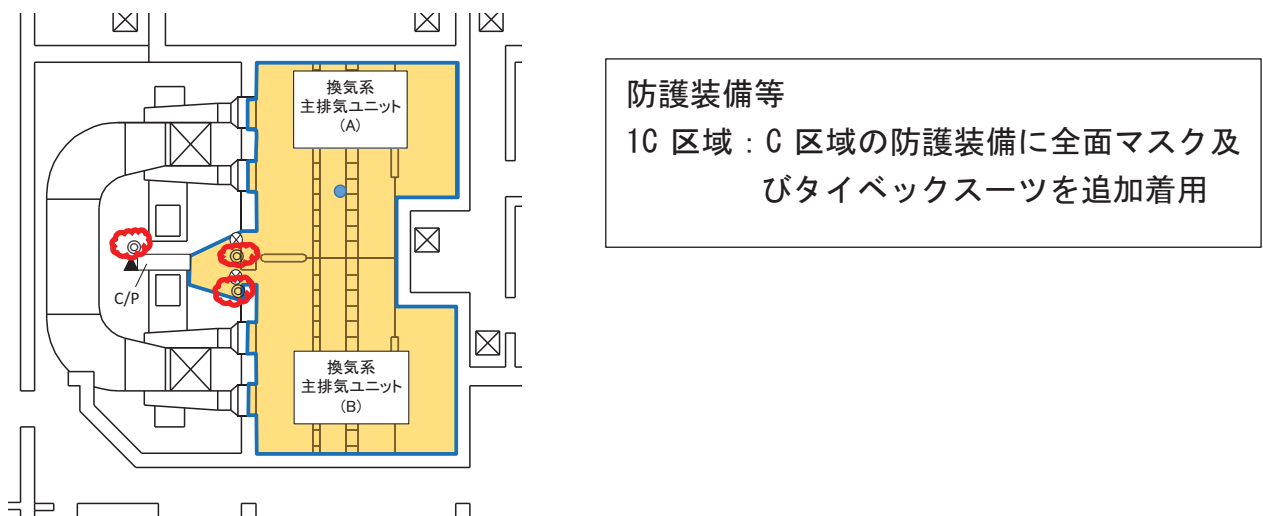
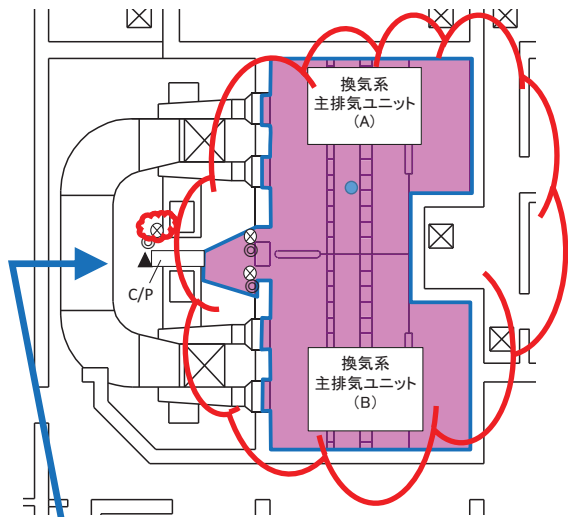


図5-13 区画等の一時的な処置を実施した際のエリア区画

③ 放射線防護上の必要な措置 [1D 区域への変更] 平成30年1月18日14時28分

- ・ 堆積物の表面汚染密度を測定した結果、 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ を超えていることを確認したため、換気系主排気ユニット (A) (B) 内及び入口付近を保安規定第1編第93条に基づく特別措置として、標識を設け、ポール及びロープによる区画を行い1D区域に変更した。



防護装備等

1D 区域 : D 区域の防護装備に全面マスク及びタイベックスーツを追加着用

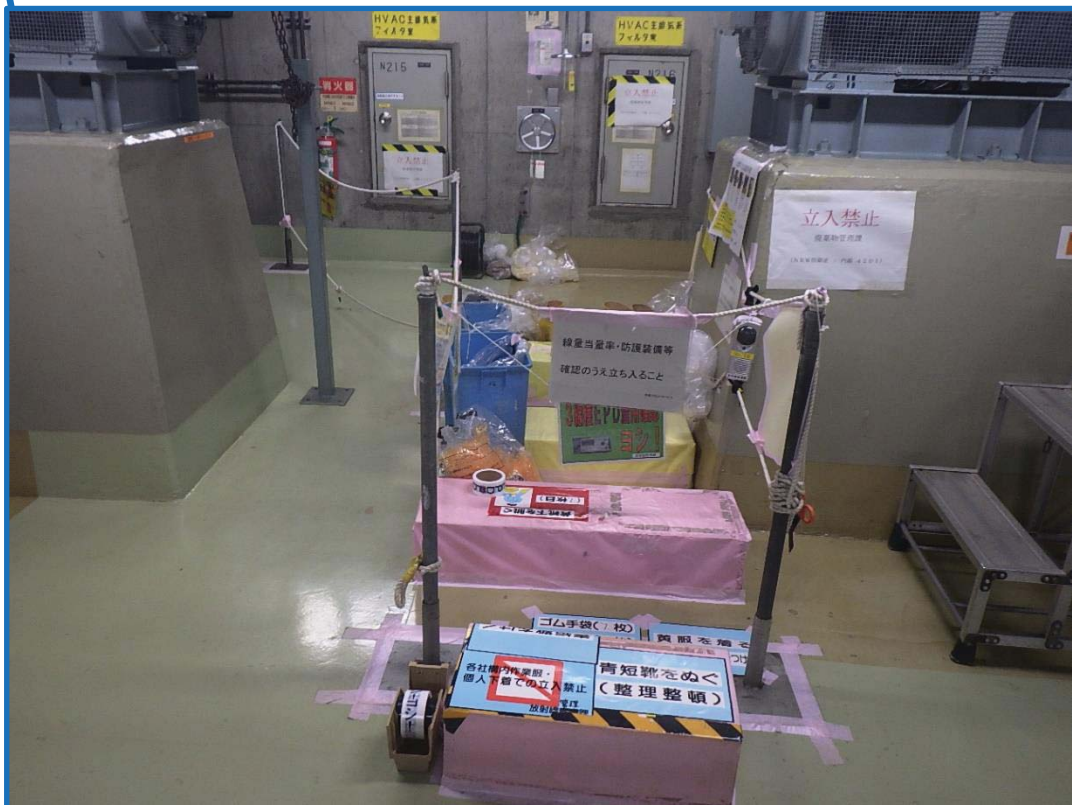


図5-14 放射線防護上の必要な措置を実施した際のエリア区画

管理区域に係る基準

1 管理区域の細区分に係る基準

区 分	基 準 値
外部放射線に係る線量当量率に基づく区分	1 0.1mSv/h 以下
	2 1 mSv/h 以下
	3 1 mSv/h 超過
表面汚染密度及び空気中の放射性物質濃度に基づく区分	A※ ¹ 表面汚染密度 α線を放出する核種が存在する場合 0.4Bq/cm ² 以下 α線を放出する核種が存在しない場合 4 Bq/cm ² 以下 空気中の放射性物質濃度 0.1×(DAC) 以下
	B※ ¹
	C 表面汚染密度 α線を放出する核種が存在する場合 4 Bq/cm ² 以下 α線を放出する核種が存在しない場合 40 Bq/cm ² 以下 空気中の放射性物質濃度 1×(DAC) 以下
	D 表面汚染密度 α線を放出する核種が存在する場合 4 Bq/cm ² 超過 α線を放出する核種が存在しない場合 40 Bq/cm ² 超過 空気中の放射性物質濃度 1×(DAC) 超過

(補足) 表面汚染密度及び空気中の放射性物質濃度による区分が異なる場合には、基準の高い区分とする。

※1 区分-Aは基準値を超えるおそれのない区域、区分-Bは基準値を超えるおそれのある区域をいう。

2 管理区域の細区分-Bに係る基準

区分-B ₁	GM 汚染サーベイメータの測定で、検出限界未満を目安とする区域
区分-B ₂	B 区域の防護装備、靴の履き替え及びゴム手袋の着用等により、他のエリアへの汚染拡大防止が図れる区域

(補足) 表面汚染密度及び空気中の放射性物質濃度による区分が異なる場合には、基準の高い区分とする。

3 管理区域に係る防護装備の着用基準

細区分	防護装備			
	身体	頭	手	足
区分-B ₁ (B ₁ 区域装備)	<ul style="list-style-type: none"> ・必要に応じて下着 ・構内作業服又は青服 	<ul style="list-style-type: none"> ・青帽子 	<ul style="list-style-type: none"> ・薄綿手袋 ・必要に応じゴム手袋 	<ul style="list-style-type: none"> ・青靴下 ・青短靴
区分-B ₂ (B ₂ 区域装備)	<ul style="list-style-type: none"> ・下着 ・青服 	<ul style="list-style-type: none"> ・青帽子 	<ul style="list-style-type: none"> ・薄綿手袋 ・ゴム手袋 	<ul style="list-style-type: none"> ・青靴下 ・青長靴
区分-C (C区域装備)	<ul style="list-style-type: none"> ・下着 ・黄服 	<ul style="list-style-type: none"> ・黄帽子 ・黄フード 	<ul style="list-style-type: none"> ・薄綿手袋 ・ゴム手袋 	<ul style="list-style-type: none"> ・青靴下 ・黄靴下 ・黄長靴
	<追加装備 ^{※2} > <ul style="list-style-type: none"> ・空気中の放射性物質の濃度に応じ全面マスク又はフードマスク ・作業状況に応じタイベックスーツ又はPVCスーツ ・作業状況に応じ顔面保護用マスク 			
区分-D (D区域装備)	<ul style="list-style-type: none"> ・下着 ・黄服 	<ul style="list-style-type: none"> ・黄帽子 ・黄フード 	<ul style="list-style-type: none"> ・薄綿手袋 ・ゴム手袋 (2重) 	<ul style="list-style-type: none"> ・青靴下 ・黄靴下 (2重) ・黄長靴
	<追加装備 ^{※2} > <ul style="list-style-type: none"> ・空気中の放射性物質の濃度に応じ全面マスク又はフードマスク (必要に応じエアラインマスク, セルフエアセット等) ・作業状況に応じタイベックスーツ又はPVCスーツ ・作業状況に応じ顔面保護用マスク 			

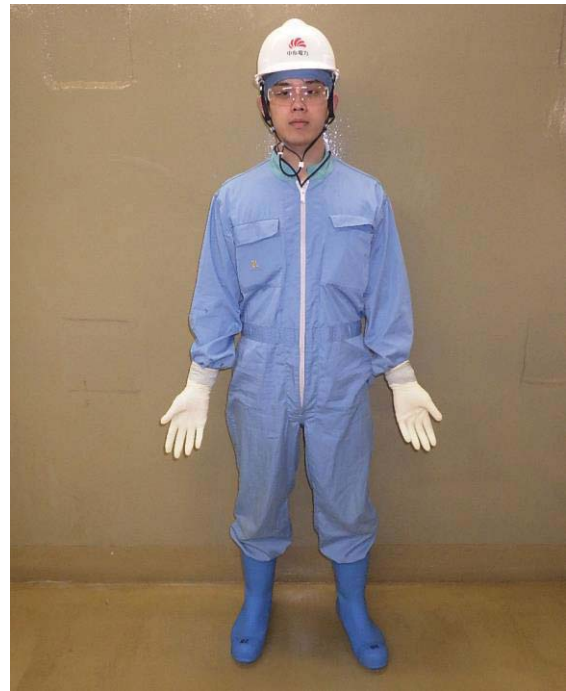
※2 追加装備の着用基準

装 備	着用基準
全面マスク又はフードマスク	<ul style="list-style-type: none"> ・空気汚染（放射性物質）の発生するおそれのある作業（天然核種を除く）
顔面保護用マスク	<ul style="list-style-type: none"> ・C区域以上で機器，床又は壁の表面汚染密度が⁶4Bq/cm²を超えるか，超えるおそれのある作業で，黄服を汚染させるおそれのある作業（汚染拡大防止措置を講じた場合は除く） ・空気汚染（放射性物質）の発生するおそれのない作業
タイベックスーツ	<ul style="list-style-type: none"> ・C区域以上で機器，床又は壁の表面汚染密度が⁶4Bq/cm²を超えるか，超えるおそれのある作業で，黄服を汚染させるおそれのある作業（汚染拡大防止措置を講じた場合は除く）
PVCスーツ	<ul style="list-style-type: none"> ・C区域以上で水を取扱う作業において，水の飛散等のおそれがある作業



B₁ 区域装備

- ・青服
- ・青帽子
- ・薄綿手袋
- ・青靴下
- ・青短靴



B₂ 区域装備

- ・下着
- ・青服
- ・青帽子
- ・薄綿手袋
- ・ゴム手袋
- ・青靴下
- ・青長靴



C 区域装備

- ・下着
- ・黄服
- ・黄帽子
- ・黄フード
- ・薄綿手袋
- ・ゴム手袋
- ・青靴下
- ・黄靴下
- ・黄長靴



D 区域装備

- ・下着
- ・黄服
- ・黄帽子
- ・黄フード
- ・薄綿手袋
- ・ゴム手袋 (2重)
- ・青靴下
- ・黄靴下 (2重)
- ・黄長靴



追加装備：全面マスク



追加装備：タイベックスーツ



D 区域装備（追加装備：全面マスク及びタイベックスーツ）

安全措置に係る時系列

日時	対応内容	場所	放射線防護装備	備考
平成 30 年 1 月 18 日 事象発生 以前	<p><事象発生時の状況（平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の対応における安全措置）></p> <ul style="list-style-type: none"> ・薬液床ドレンサンプタンク (B) に接続された排水桁への閉止措置の実施（換気系主排気ユニット (A) (B) 内を除く） <p><事象発生時に継続中の作業規制></p> <ol style="list-style-type: none"> ①乾燥機 (A) (B) 停止 ②固化設備洗浄ドレン受タンク及び乾燥機抽気タンク排水禁止 ③閉止措置の維持管理を目的に NRW-I における全ての作業を許可制 <p><事象発生当日に実施した作業></p> <p>NRW-I 換気系主排気ユニット (A) 点検のため、換気系（汚染区域系統）停止措置</p>			別紙 1
1 月 18 日	粒状の堆積物を確認			
1 月 18 日 12 時 46 分	換気系主排気ユニット (A) (B) 内への立入規制を実施			
1 月 18 日 14 時 28 分	特別措置の実施（立入制限）管理 区域の細区分の変更 (1C 区域→1D 区域)	NRW-I 2 階 ・換気系主排気ユニット (A) (B) 内	・D 区域の防護装備に全面マスク及び びタイベックスーツを追加着用	
1 月 18 日 14 時 50 分	薬液床ドレンサンプタンク (B) 「閉止板取付対象ファンネル巡 視点検表」にて確認していない排 水桁の確認	NRW-I 全域	・B ₁ , B ₂ , C 又は D 区域の防護装備	
1 月 18 日	<p><作業規制④発行></p> <ul style="list-style-type: none"> ・薬液床ドレンサンプタンク (A) 及び (B) に繋がる排水桁への排水禁止措置開始 			

日時	対応内容	場所	放射線防護装備	備考
1月18日 18時26分 ～ 18時50分	排水枅まわりの堆積物の回収	NRW-I 2階 ・換気系主排気ユニット (A) 内	・D 区域の防護装備に全面マスク及び びタイベックスーツを追加着用	
1月18日 19時36分	換気系主排気ユニット内の 排水枅への閉止措置の実施	NRW-I 2階 ・換気系主排気ユニット (A) (B) 内	・D 区域の防護装備に全面マスク及び びタイベックスーツを追加着用	別紙 1
1月18日 20時55分	換気系 (清浄区域系統) 停止措置		・なし	
1月18日 ～ 1月23日	排水枅の外観点検	NRW-I 全域	・B ₁ , B ₂ , C又はD区域の防護装備 ・非管理区域はなし	
1月18日 ～ 1月19日	換気系主排気ユニットの 隔離措置	NRW-I 2階 ・主排気系ファン室 ・換気系主排気ユニット (A) (B) 内	・D 区域の防護装備に全面マスク及び びタイベックスーツを追加着用	別紙 2
1月19日	<作業規制⑤発行> ・NRW-I 全域への立入規制開始 <作業規制⑥発行> ・換気系 (汚染区域系統) 及び換気系 (清浄区域系統) の停止に伴う作業規制開始			
1月20日	<作業規制⑦発行> ・NRW-I 全域の建屋内排水系への排水規制開始			
1月20日	<放射線測定・監視開始> 1週間単位で建屋内を一樣に確認 できるように表面汚染密度及び 空気中放射性物質濃度の測定を 開始	NRW-I 全域	・B ₁ , B ₂ , C又はD区域の防護装備	

日時	対応内容	場所	放射線防護装備	備考
1月22日 ～ 2月2日	NRW-I 全域の排水桁への 閉止措置の実施	NRW-I 全域	・ B ₂ 又は D 区域の防護装備 ・ 非管理区域はなし	
2月13日 ～ 3月19日	作業中の空気中の放射性物質濃 度測定（建屋内排水系配管の内部 調査、堆積物の回収）	NRW-I 全域	・ D 区域の防護装備全面マスク又は フードマスクを着用し、タイベッ クスーツを追加着用	
3月23日 以降	< 安全措置の解除 > 建屋内排水系配管内の堆積物の回収完了に伴い、安全措置を順次解除した。			

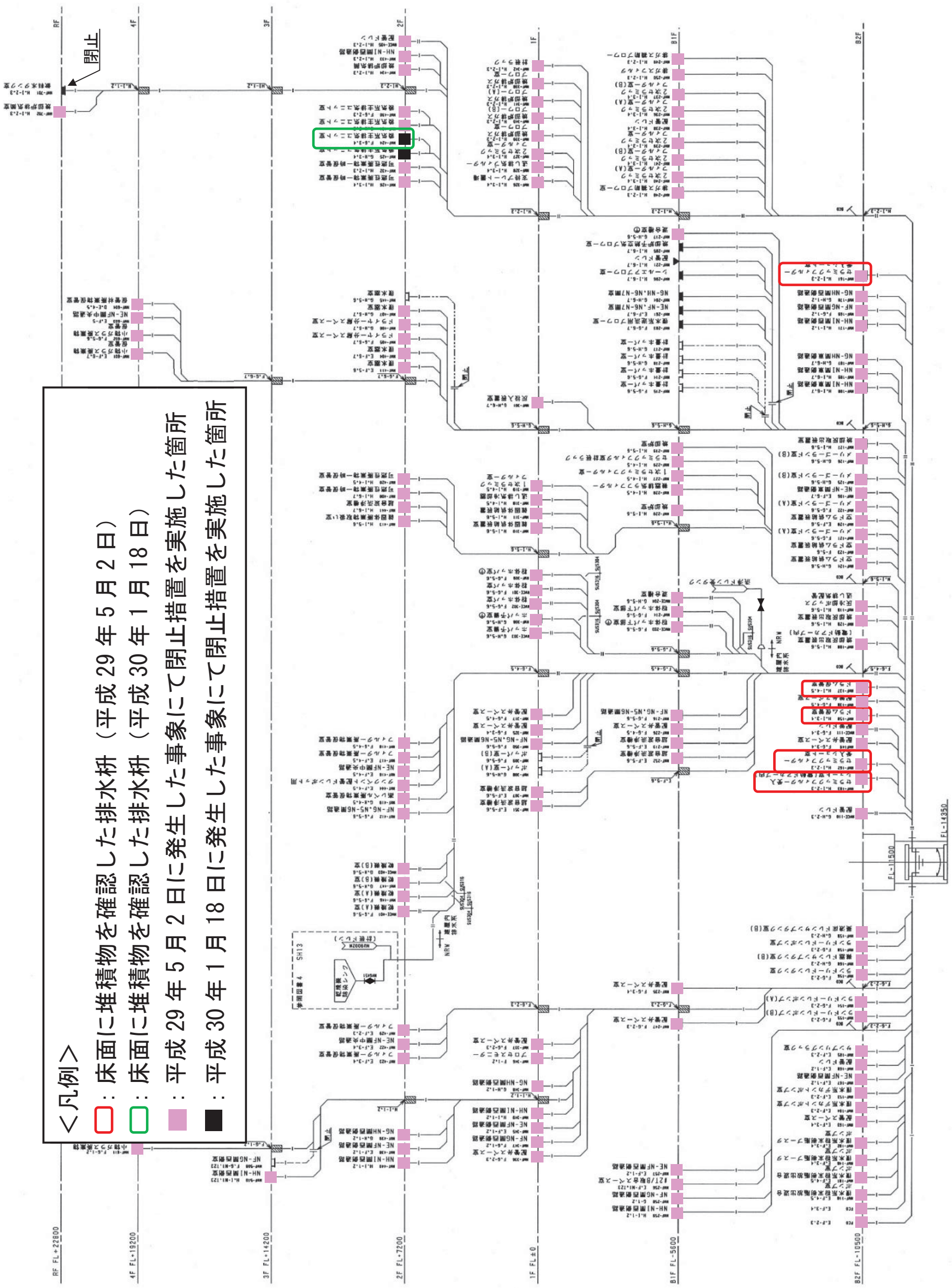
排水枡への閉止措置実施状況



図 6-1 NRW-I 地下1階 南西側エリア



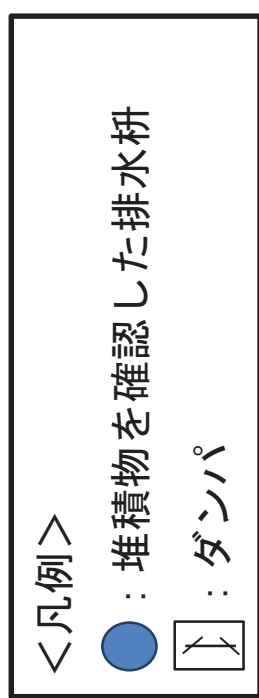
図 6-2 NRW-I 地下2階 南西側エリア



<凡例>

- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成29年5月2日)
- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成30年1月18日)
- : 平成29年5月2日に発生した事象にて閉止措置を実施した箇所
- : 平成30年1月18日に発生した事象にて閉止措置を実施した箇所

薬液床ドレンサンプタンク (B)
 図6-3 廃棄物減容処理装置床ドレン系, 薬液ドレン系ライザー線図



閉止措置を実施した排水枡 (NWF-424) の様子

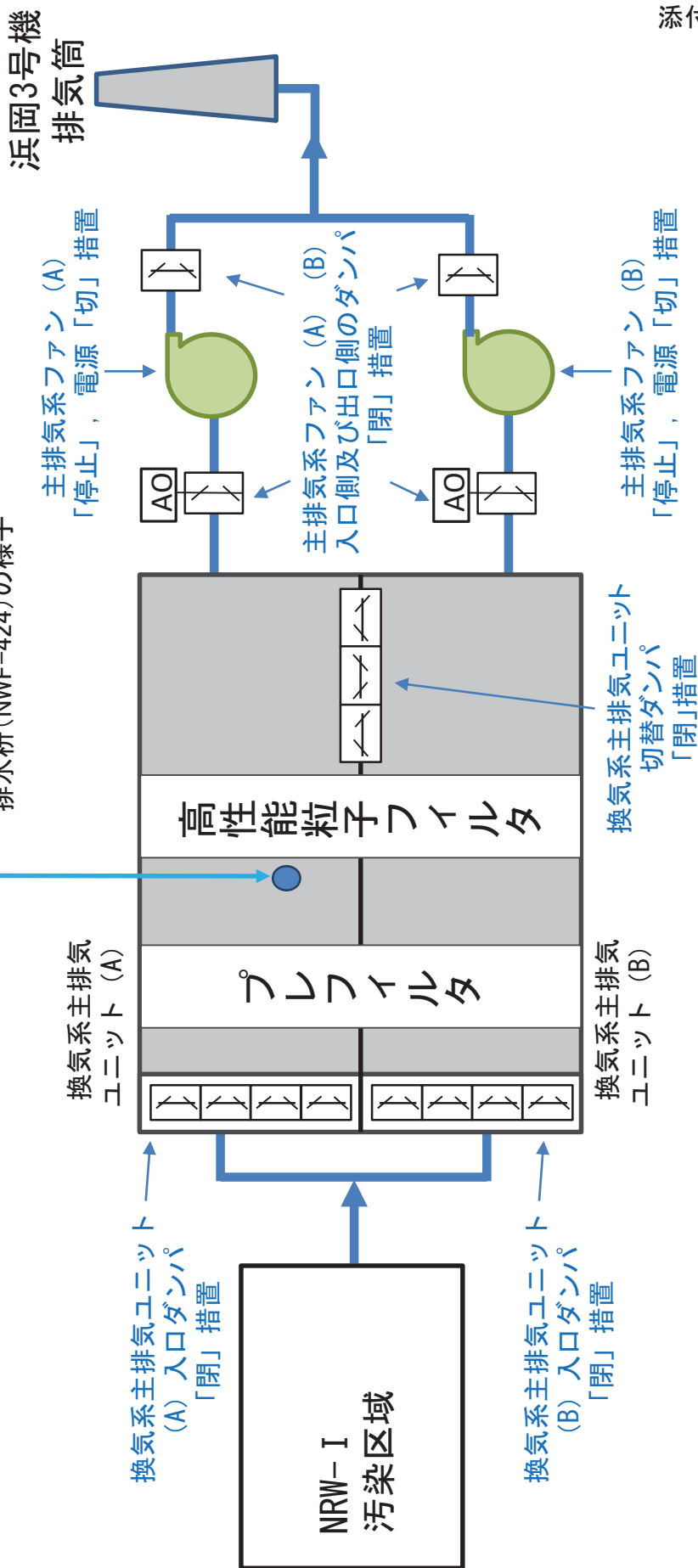


図6-4 NRW-I 換気系 (汚染区域系統) 系統概要図

図面と異なる接続を確認した排水枡

<凡例>

- : 排水枡
- : 床面に堆積物を確認した排水枡
- : 配管図に記載された配管ルート
- : 地下1階への配管貫通部
- : 1階への配管貫通部
- : 配管の流れ方向を示す

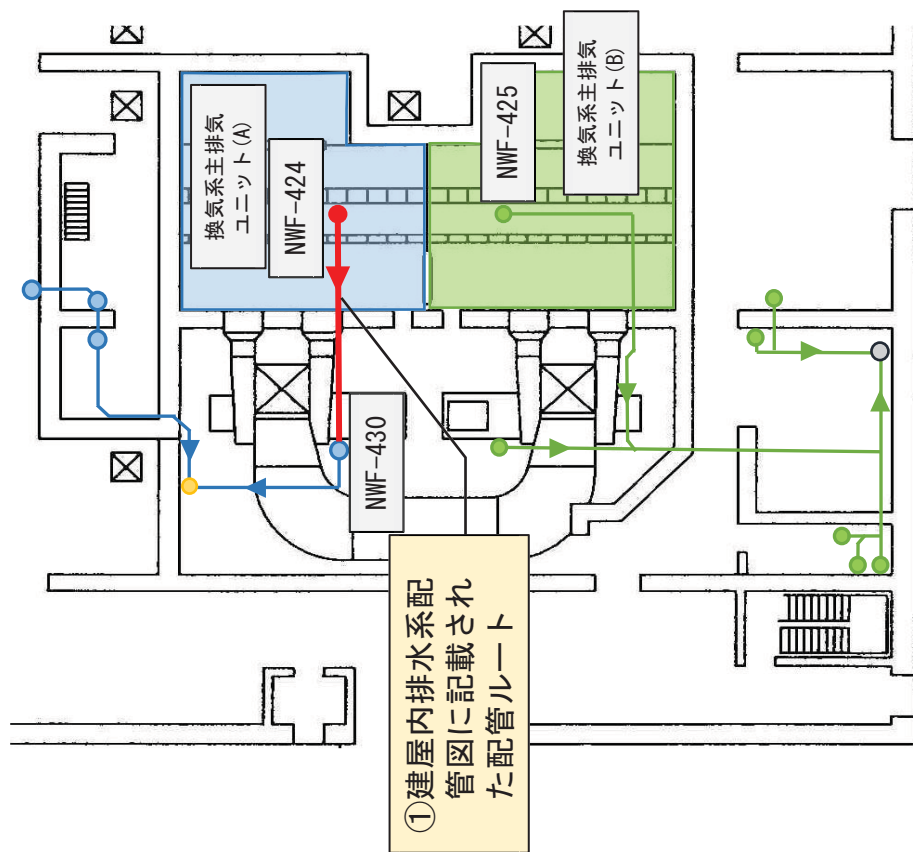


図 7-1 建屋内排水系配管図に記載された配管ルート図

建屋内排水系配管図では、左図①のルートで排水枡 NWF-430 に接続すべきところ、①のルートでは接続しておらず、右図②のルートで排水枡 NWF-425 と接続していることを確認した。

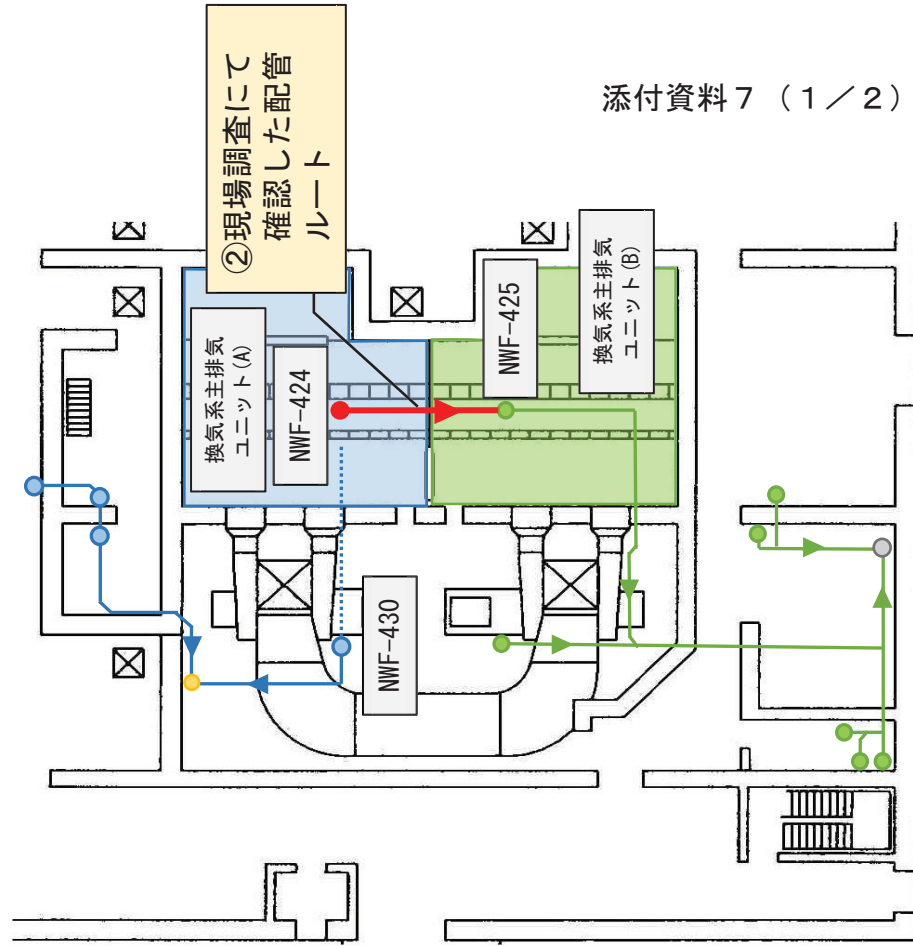
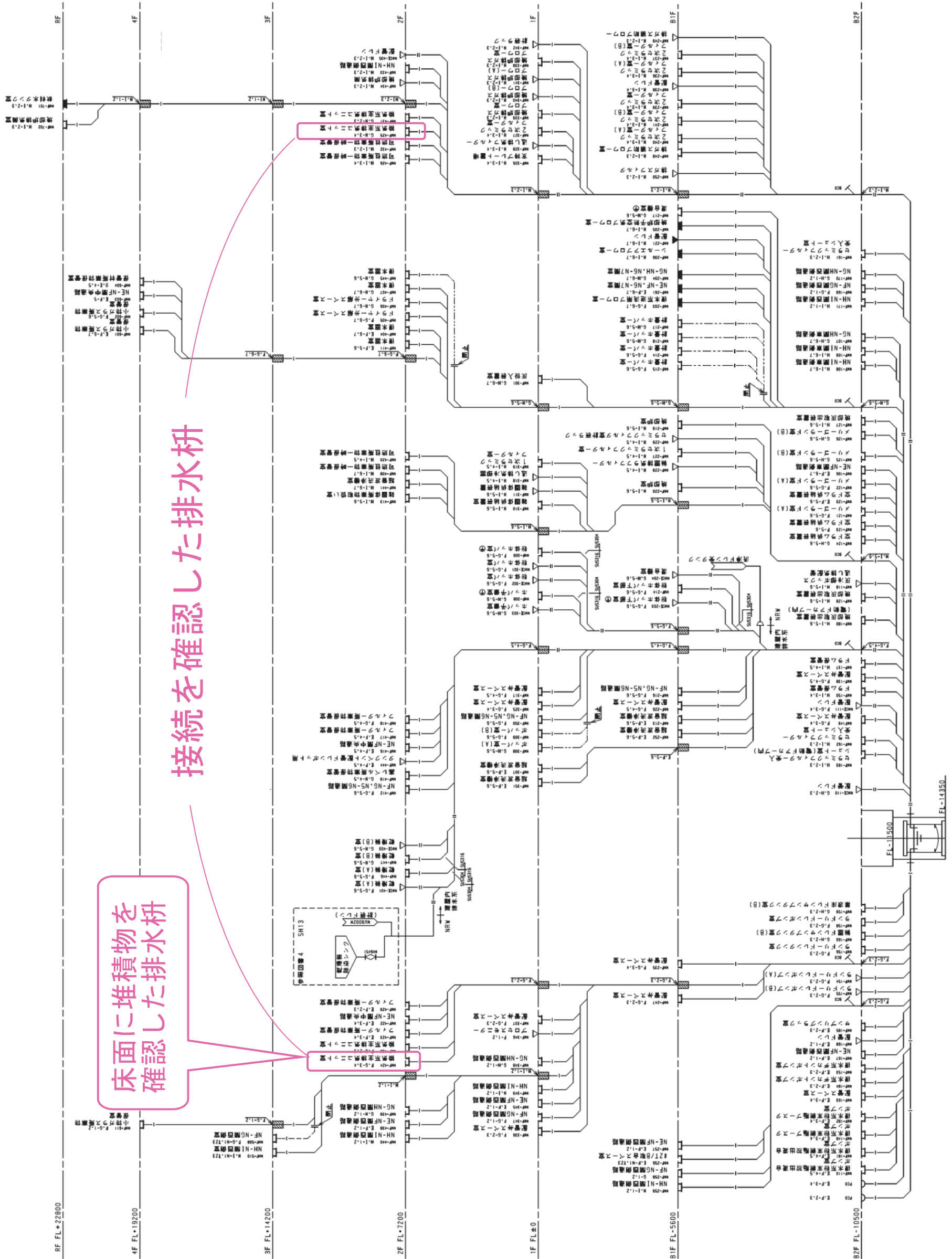


図 7-2 現場調査にて確認した配管ルート図



薬液床ドレンサンプタンク (B)

図 7-3 廃棄物減容処理装置床ドレン系, 薬液ドレン系ライザー線図

作業エリアの区画状況及び安全措置に係る放射線環境測定

1 測定期間

平成 30 年 1 月 20 日から 4 月 11 日

2 測定目的

本事象に伴う安全措置として実施する放射性物質の拡散防止措置について、放射性物質の拡散がないことの確認を強化するため、堆積物の除去が完了し閉止措置を解除するまでの期間、NRW-I 各階における表面汚染密度及び空气中放射性物質濃度を測定し、汚染が拡大していないことを確認する。

3 測定箇所

(1) 表面汚染密度

NRW-I 屋上階から地下 2 階 各階の床面

(2) 空气中放射性物質濃度

NRW-I 屋上階から地下 2 階 各階の通路、中央付近

詳細については、図 8-1 から図 8-8 参照

4 測定方法

(1) 表面汚染密度

堆積物がないことを目視により確認したため、間接法により測定し、表面汚染密度を算出した。なお、1 週間で建屋内を一様に確認できるように日ごとに測定ポイントを変更して測定した。

(2) 空气中放射性物質濃度

ダストサンプラ (600L/min 以上) により床上約 1m の空気を 10 分間サンプリングした後、ろ紙を GM 汚染サーベイメータにより測定し、算出した。

なお、1 週間で建屋内を一様に確認できるように日ごとに測定ポイントを変更して測定した。

5 測定結果

(1) 表面汚染密度

NRW-I 屋上階から地下 2 階 各階の床面 : 438 箇所/週

すべて検出限界未満 ($<30\text{cpm}$, $<2 \times 10^{-2}\text{Bq/cm}^2$) (間接法)

(2) 空气中放射性物質濃度

NRW-I 屋上階から地下 2 階 各階の通路, 中央付近 : 36 箇所/週
~2,700cpm, $\sim 3 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$
(核種分析の結果, 天然核種のみであることを確認)

6 評価結果

NRW-I 各階について, 表面汚染密度はすべての測定箇所において検出限界未満, 空气中放射性物質濃度は検出限界未満又は核種分析の結果, 天然核種のみであったことから汚染が拡大していないと評価した。

< 凡例 >

: 立入規制範囲
 : 管理区域範囲
 : D 区域

× : 表面汚染密度 (床面)
 ▲ : 空气中放射性物質濃度
 No : 管理区域測定箇所
 (No) : 非管理区域測定箇所

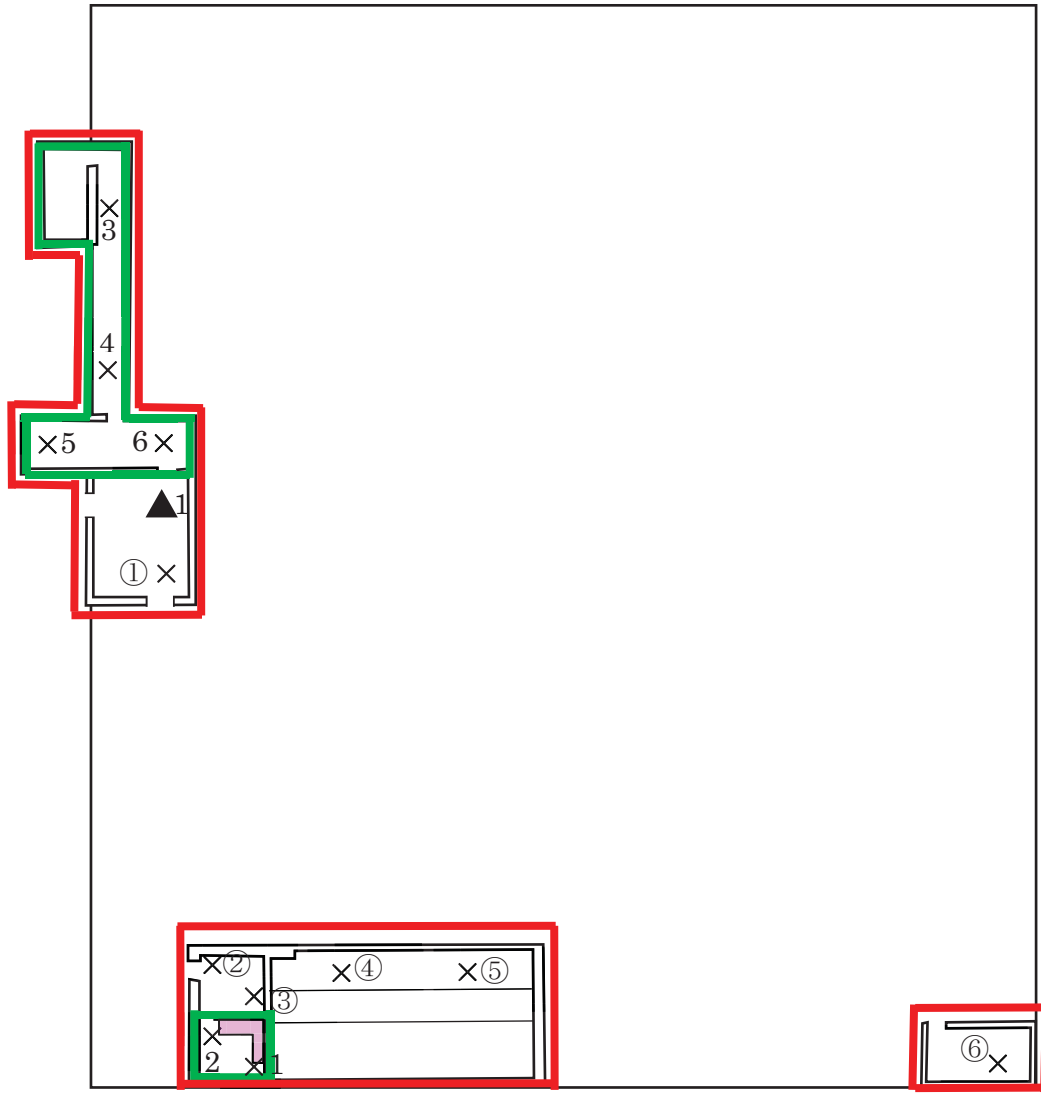


図 8-1 測定箇所 (NRW-I 屋上階)

※1 表面汚染密度検出限界値
30cpm, $2 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$

	表面汚染密度 [cpm, Bq/cm ²] ^{※1}		空气中放射性物質濃度	
	測定箇所	測定結果	測定箇所	測定結果
管理区域	1~6	すべて検出限界未満		
非管理区域	①~⑥	すべて検出限界未満	▲1	~1, 100cpm, $\sim 1 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}

※2 核種分析の結果, 天然核種のみであることを確認

<凡例>

: 立入規制範囲
 : 管理区域範囲
 : D 区域

× : 表面汚染密度 (床面) ▲ : 空气中放射性物質濃度 No : 管理区域測定箇所 (No) : 非管理区域測定箇所

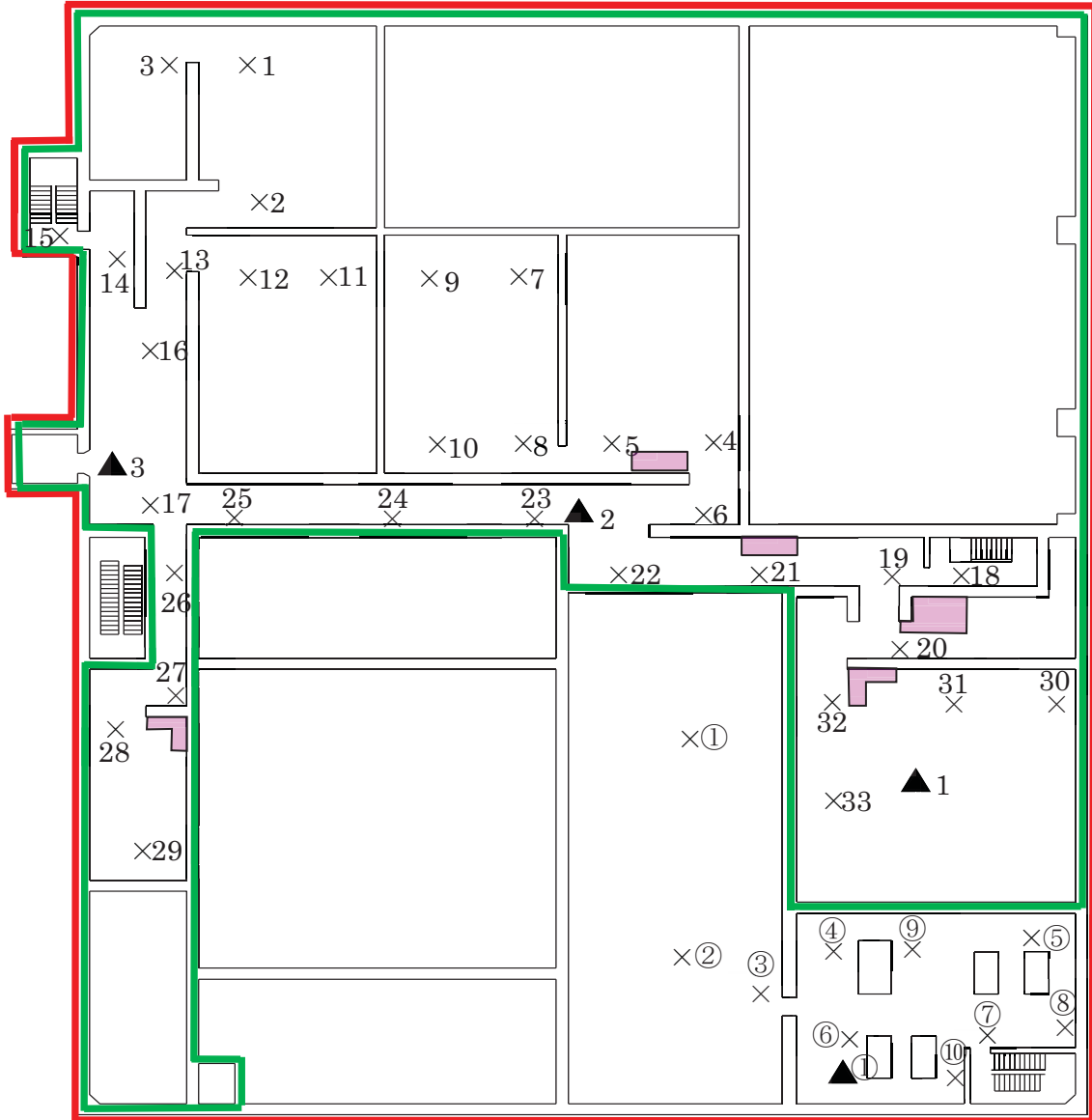


図 8-2 測定箇所 (NRW-I 4 階)

※1 表面汚染密度検出限界値
 30cpm, $2 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$

	表面汚染密度 [cpm, Bq/cm ²] ^{※1}		空气中放射性物質濃度	
	測定箇所	測定結果	測定箇所	測定結果
管理区域	1~33	すべて検出限界未満	▲1	~2,200cpm, ~ $2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
			▲2	~1,400cpm, ~ $2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
			▲3	~2,100cpm, ~ $2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
非管理区域	①~⑩	すべて検出限界未満	▲①	~600cpm, ~ $6 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}

※2 核種分析の結果, 天然核種のみであることを確認

< 凡例 >

- : 立入規制範囲
 : 管理区域範囲
 : D 区域
 : B₂ 区域
 × : 表面汚染密度 (床面)
 ▲ : 空气中放射性物質濃度
 No : 管理区域測定箇所
 (No) : 非管理区域測定箇所

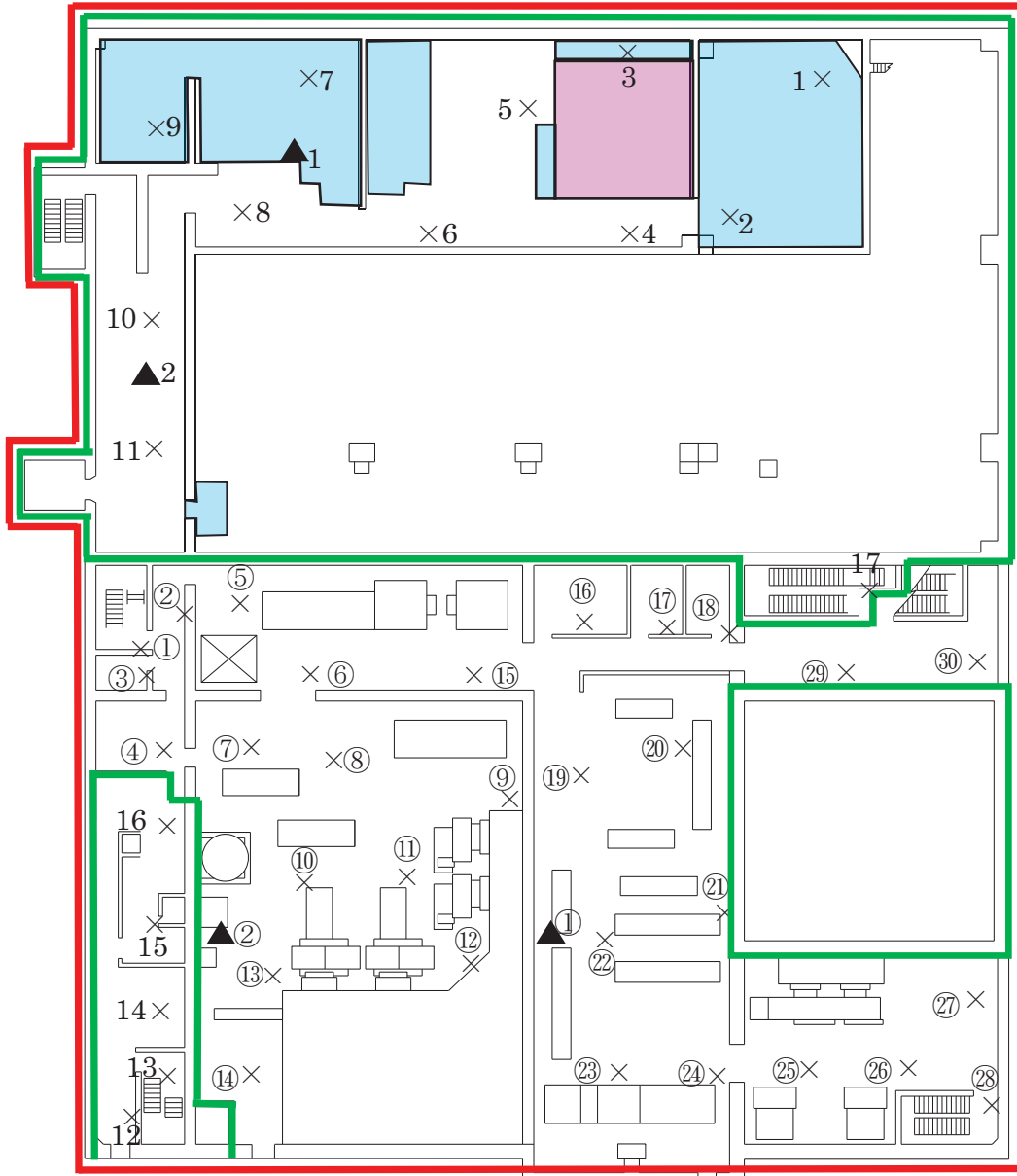


図 8-3 測定箇所 (NRW- I 3 階)

※1 表面汚染密度検出限界値
30cpm, $2 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$

	表面汚染密度 [cpm, Bq/cm ²] ※1		空气中放射性物質濃度	
	測定箇所	測定結果	測定箇所	測定結果
管理区域	1~17	すべて検出限界未満	▲1	~2,700cpm, ~ $3 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ※2
			▲2	~1,500cpm, ~ $2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ※2
非管理区域	①~③⑩	すべて検出限界未満	▲①	~600cpm, ~ $6 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ※2
			▲②	~1,200cpm, ~ $2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ※2

※2 核種分析の結果, 天然核種のみであることを確認

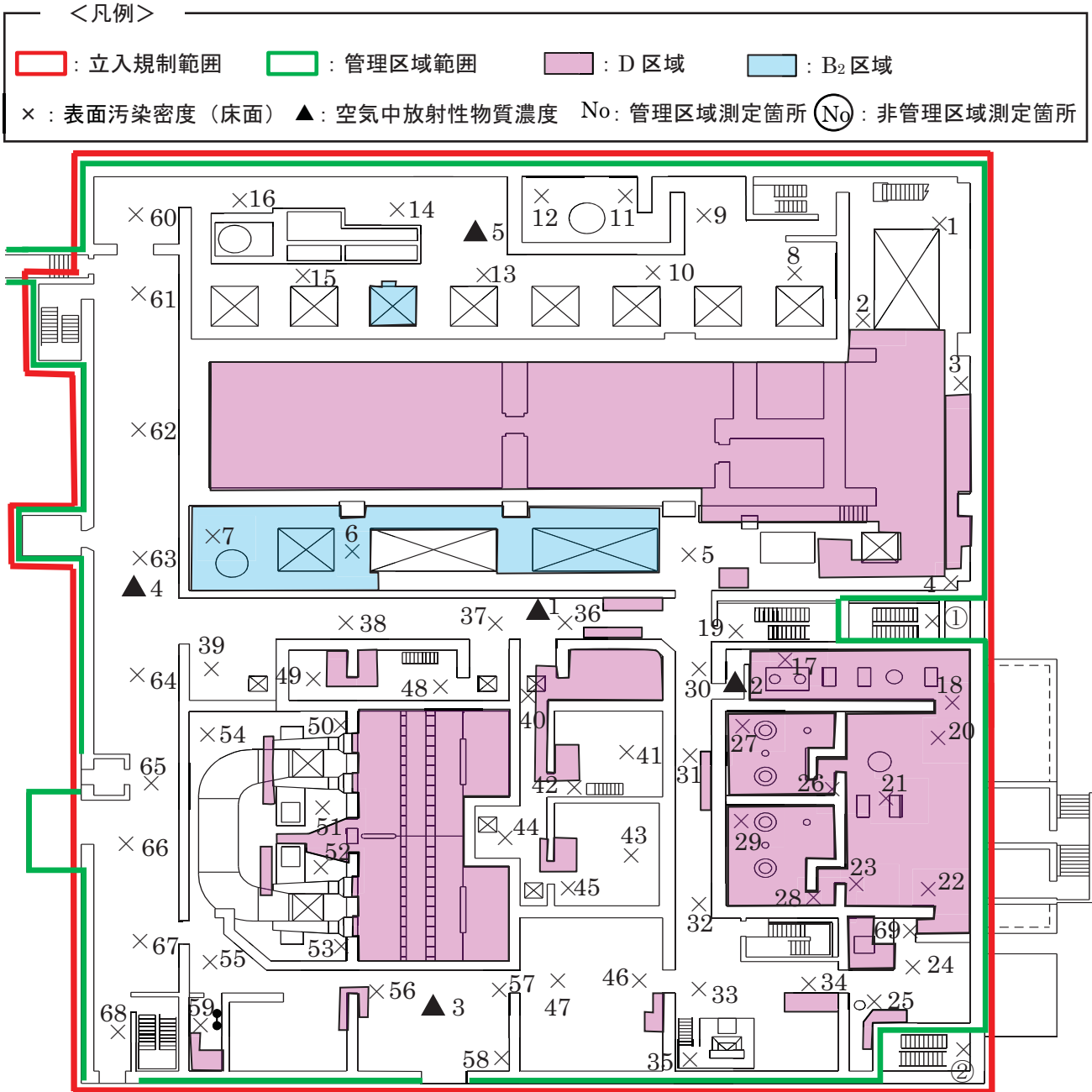


図 8-4 測定箇所 (NRW- I 2 階)

※1 表面汚染密度検出限界値
30cpm, 2×10^{-2} Bq/cm²

	表面汚染密度 [cpm, Bq/cm ²] ^{※1}		空气中放射性物質濃度	
	測定箇所	測定結果	測定箇所	測定結果
管理区域	1~69	すべて検出限界未満	▲1	~1,000cpm, ~ 9×10^{-5} Bq/cm ³ ^{※2}
			▲2	~1,700cpm, ~ 2×10^{-4} Bq/cm ³ ^{※2}
			▲3	~1,100cpm, ~ 1×10^{-4} Bq/cm ³ ^{※2}
			▲4	~500cpm, ~ 5×10^{-5} Bq/cm ³ ^{※2}
			▲5	~1,800cpm, ~ 2×10^{-4} Bq/cm ³ ^{※2}
非管理区域	①, ②	すべて検出限界未満		

※2 核種分析の結果, 天然核種のみであることを確認

<凡例>

: 立入規制範囲
 : 管理区域範囲
 : D 区域

× : 表面汚染密度 (床面) ▲ : 空气中放射性物質濃度 No : 管理区域測定箇所 (No) : 非管理区域測定箇所

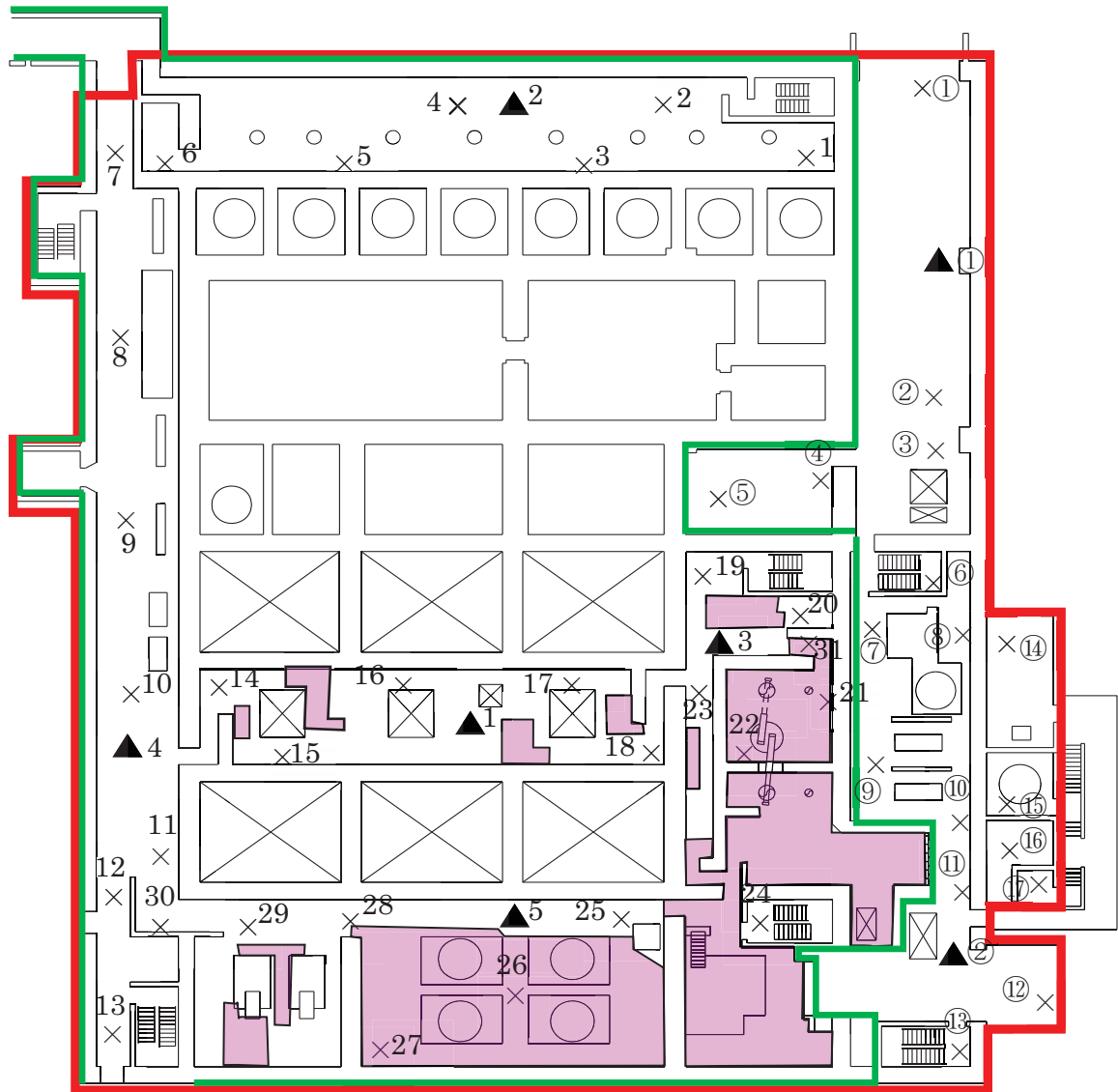


図 8-5 測定箇所 (NRW-I 1階)

※1 表面汚染密度検出限界値
 30cpm, $2 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$

	表面汚染密度 [cpm, Bq/cm ²] ^{※1}		空气中放射性物質濃度	
	測定箇所	測定結果	測定箇所	測定結果
管理区域	1~31	すべて検出限界未満	▲1	~1,000cpm, ~ $9 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
			▲2	~2,000cpm, ~ $2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
			▲3	~1,200cpm, ~ $2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
			▲4	~600cpm, ~ $6 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
			▲5	~1,600cpm, ~ $2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
非管理区域	①~⑰	すべて検出限界未満	▲①	~1,200cpm, ~ $2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
			▲②	~950cpm, ~ $9 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}

※2 核種分析の結果, 天然核種のみであることを確認

<凡例>

- : 立入規制範囲
 : 管理区域範囲
 : D 区域
 : B₂ 区域
 × : 表面汚染密度 (床面)
 ▲ : 空气中放射性物質濃度
 No : 管理区域測定箇所
 (No) : 非管理区域測定箇所

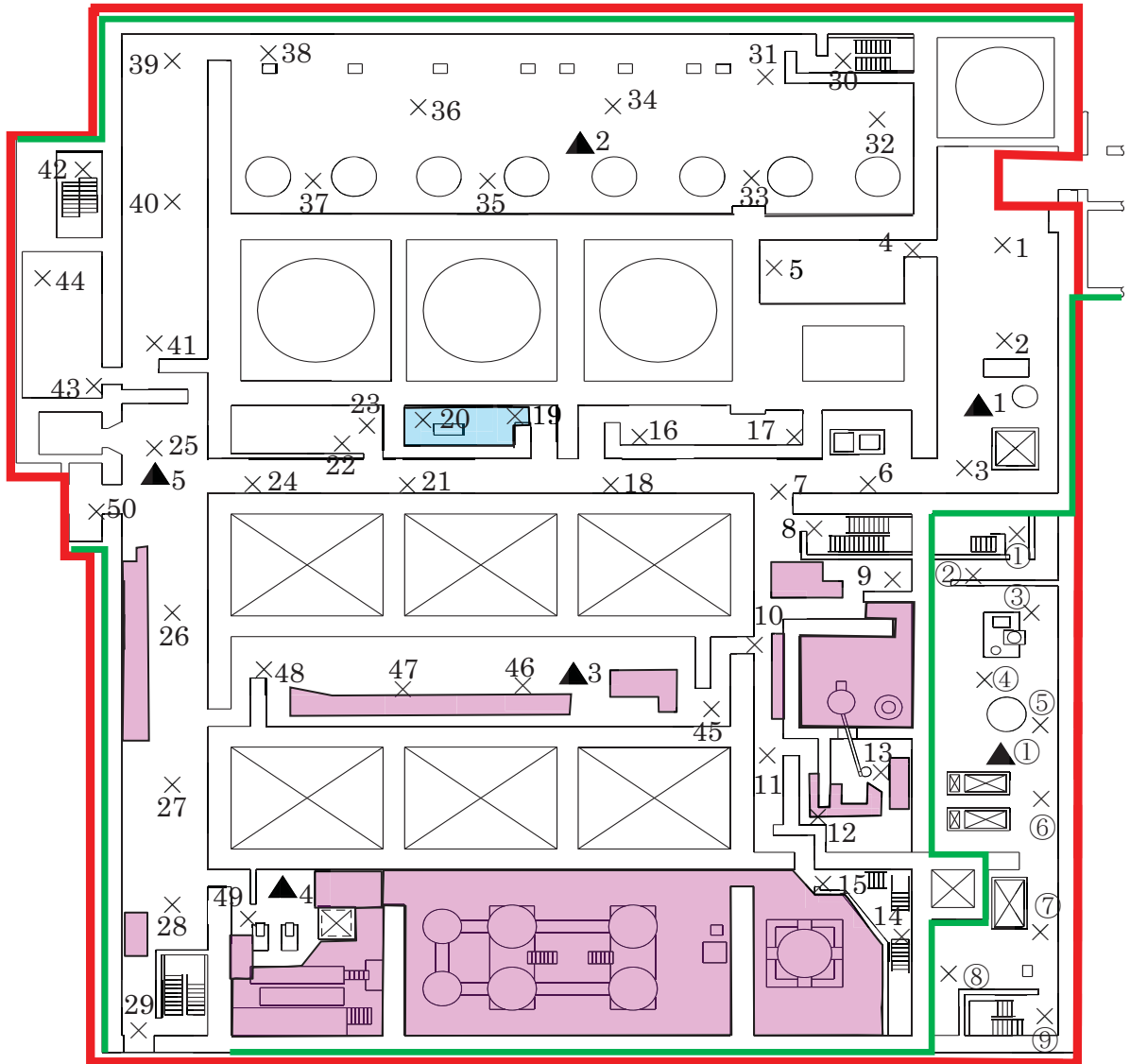


図 8-6 測定箇所 (NRW-I 地下 1 階)

※1 表面汚染密度検出限界値
30cpm, $2 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$

	表面汚染密度 [cpm, Bq/cm ²] ^{※1}		空气中放射性物質濃度	
	測定箇所	測定結果	測定箇所	測定結果
管理区域	1~50	すべて検出限界未満	▲1	~800cpm, $\sim 8 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
			▲2	~1,700cpm, $\sim 2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
			▲3	~1,200cpm, $\sim 2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
			▲4	~1,300cpm, $\sim 2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
			▲5	~700cpm, $\sim 7 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
非管理区域	①~⑨	すべて検出限界未満	▲①	~1,300cpm, $\sim 2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}

※2 核種分析の結果, 天然核種のみであることを確認

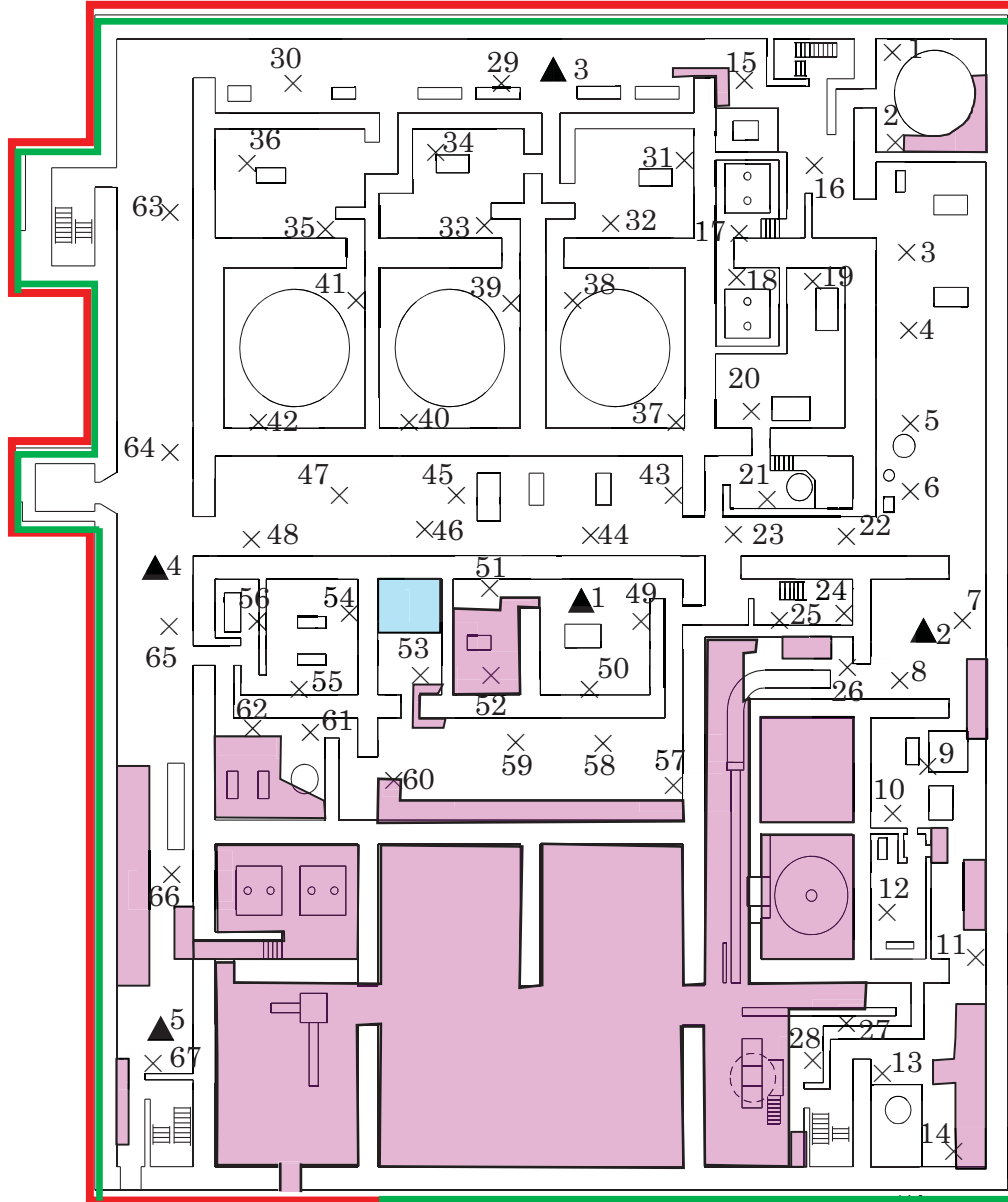
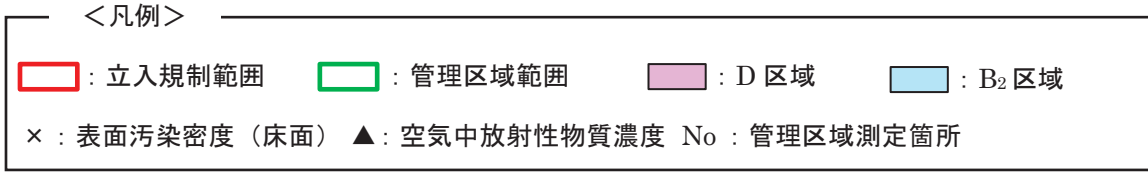


図 8-7 測定箇所 (NRW- I 地下 2 階)

※1 表面汚染密度検出限界値
30cpm, $2 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$

表面汚染密度 [cpm, Bq/cm ²] ^{※1}		空气中放射性物質濃度	
測定箇所	測定結果	測定箇所	測定結果
管理区域 1~67	すべて検出限界未満	▲1	~1,000cpm, $\sim 9 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
		▲2	~900cpm, $\sim 9 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
		▲3	~800cpm, $\sim 8 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
		▲4	~700cpm, $\sim 7 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}
		▲5	~500cpm, $\sim 5 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ^{※2}

※2 核種分析の結果, 天然核種のみであることを確認

<凡例>

: 立入規制範囲
 : 管理区域範囲
 : D 区域
 : B₂ 区域

× : 表面汚染密度 (床面)
 ▲ : 空气中放射性物質濃度
 No: 管理区域測定箇所

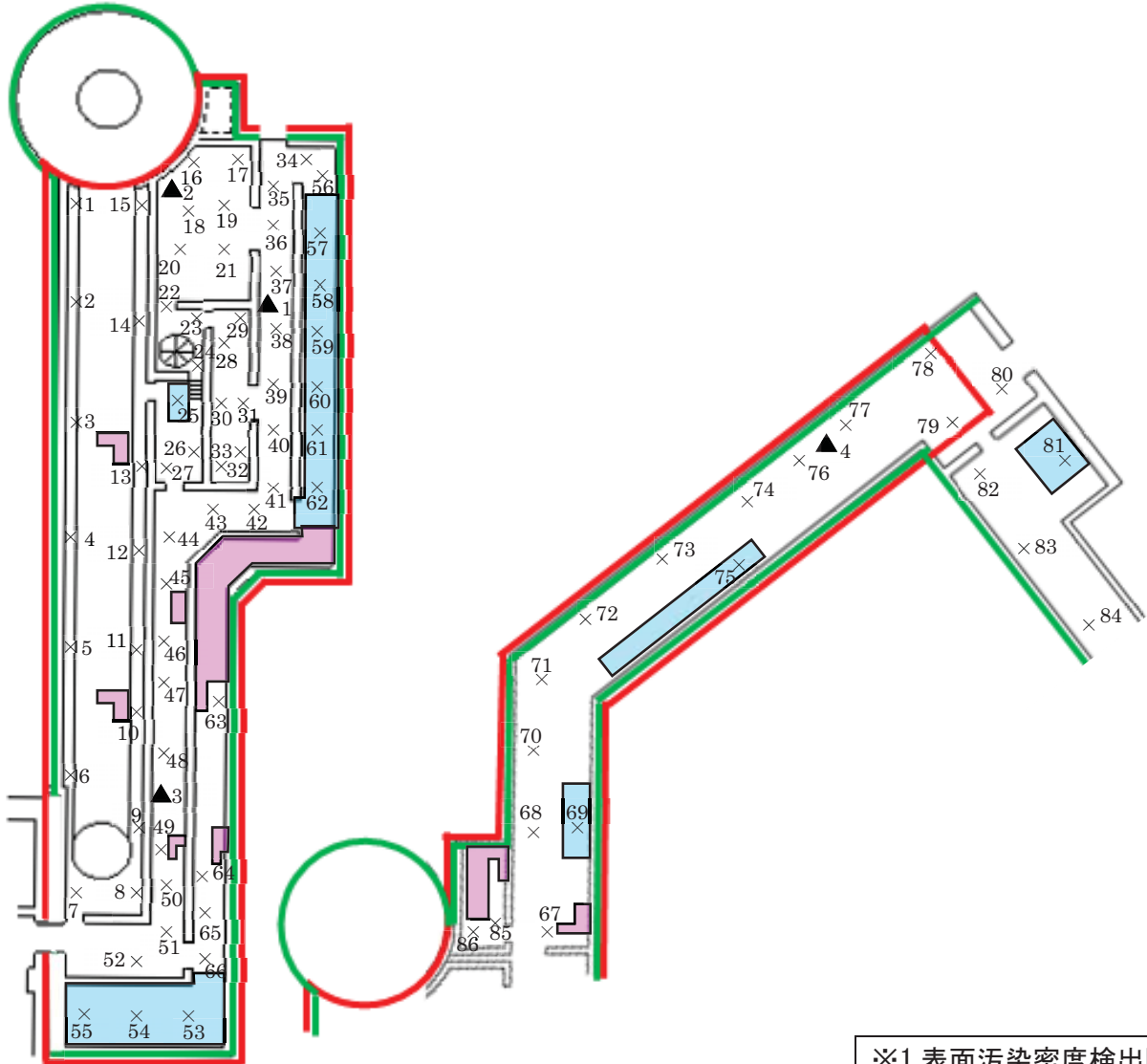


図 8-8 測定箇所 (NRW-I 地下 1 階連絡通路)

※1 表面汚染密度検出限界値
30cpm, $2 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$

表面汚染密度 [cpm, Bq/cm ²] ^{※1}		空气中放射性物質濃度	
測定箇所	測定結果	測定箇所	測定結果
管理区域 1~91 (中地下 1 階 5 箇所を含む)	すべて検出限界未滿	▲1	~1,200cpm, $\sim 2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ※2
		▲2	~800cpm, $\sim 8 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ※2
		▲3	~800cpm, $\sim 8 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ※2
		▲4	~600cpm, $\sim 6 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ ※2

※2 核種分析の結果, 天然核種のみであることを確認

図面に記載のない排水枡

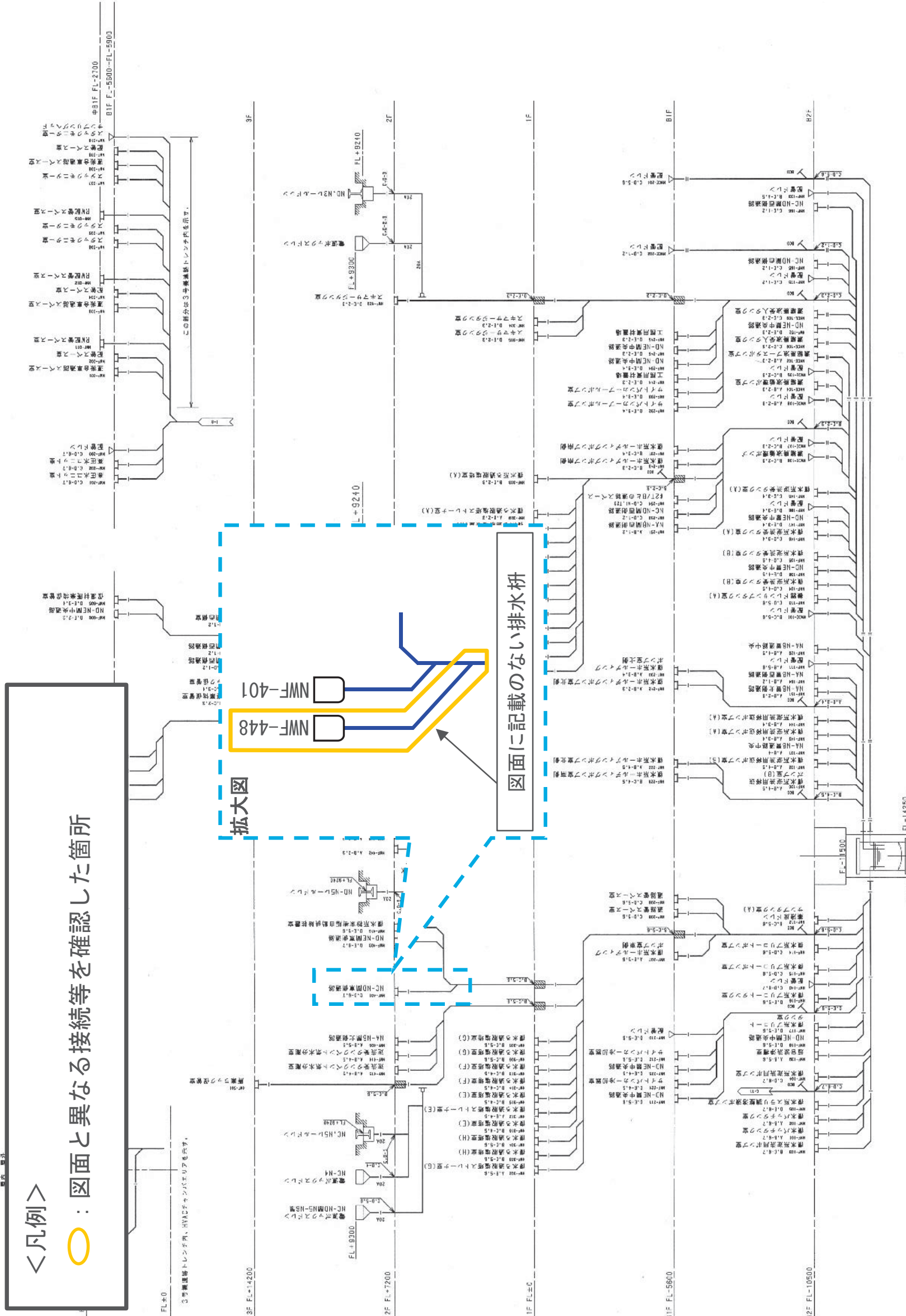


図9-1 廃棄物減容処理装置床ドレン系, 薬液ドレン系ライザー線図

内部調査結果

1 調査目的

床面に堆積物を確認した排水枡に繋がる建屋内排水系配管の内部を確認し、堆積物の範囲を特定する。

2 調査方法

堆積物を確認した排水枡に繋がる建屋内排水系配管内に排水枡、点検口及び配管切断口から CCD カメラを挿入して配管内部を確認する。

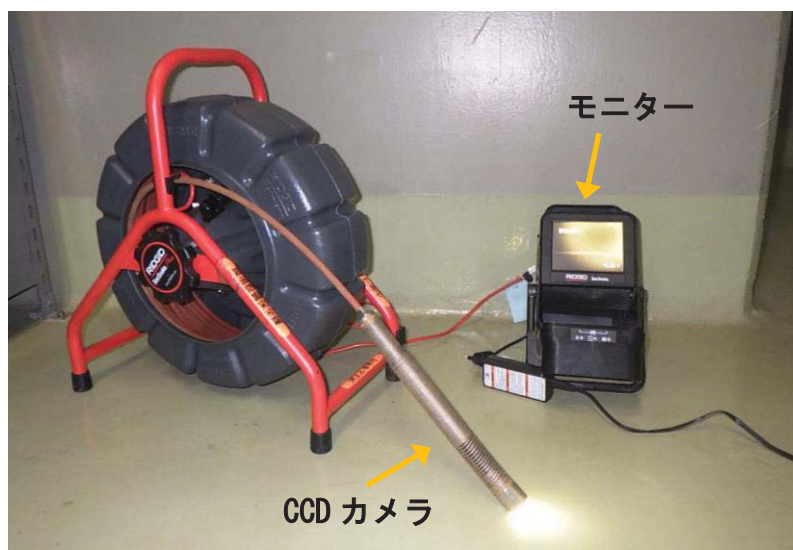


図 10-1 内部調査に用いた CCD カメラ

3 調査結果

(1) 調査期間

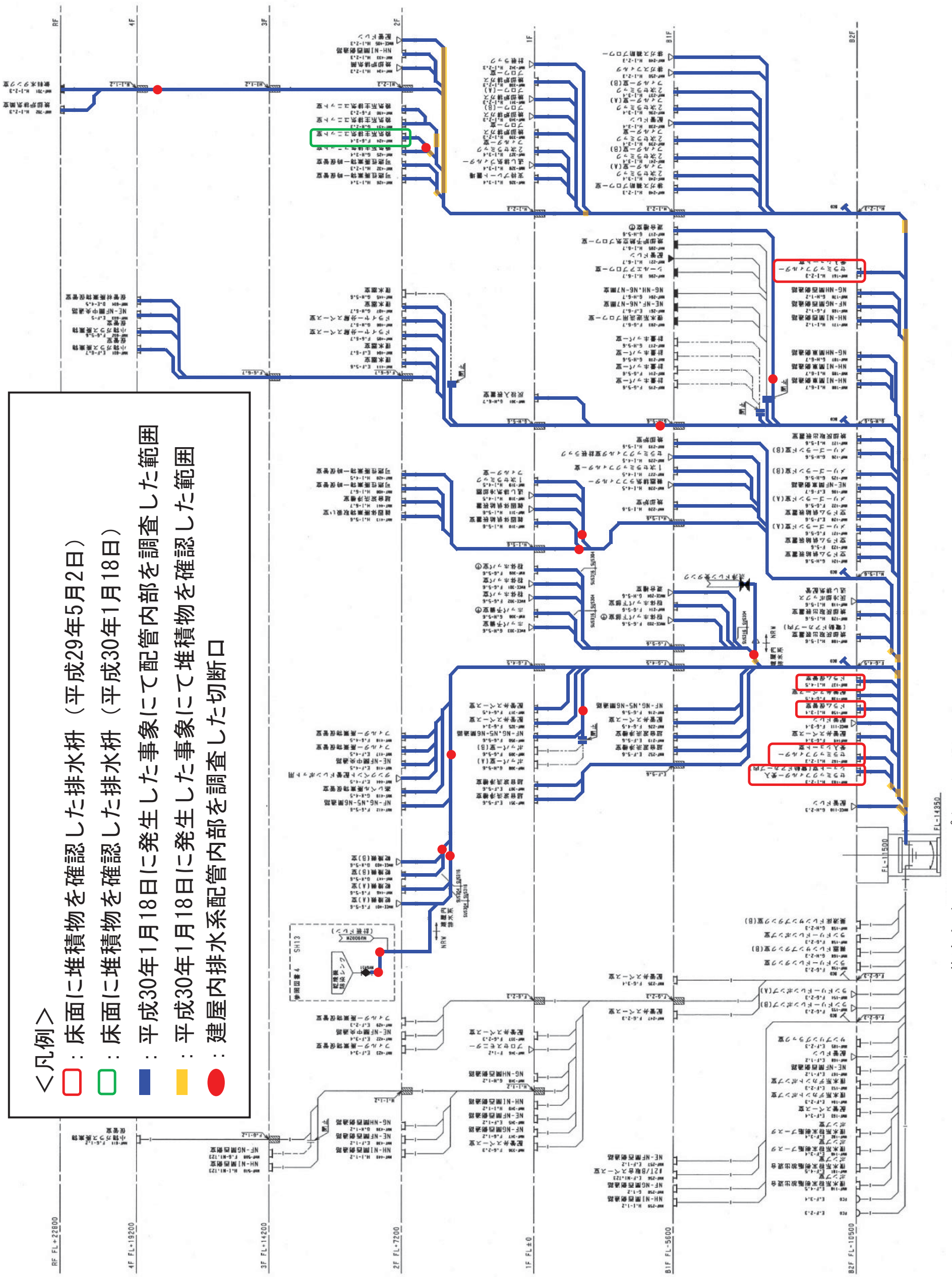
平成 30 年 2 月 13 日から 3 月 4 日 (実作業日数 : 19 日)

(2) 調査範囲

堆積物を確認した排水枡に繋がる建屋内排水系配管

(3) 調査結果

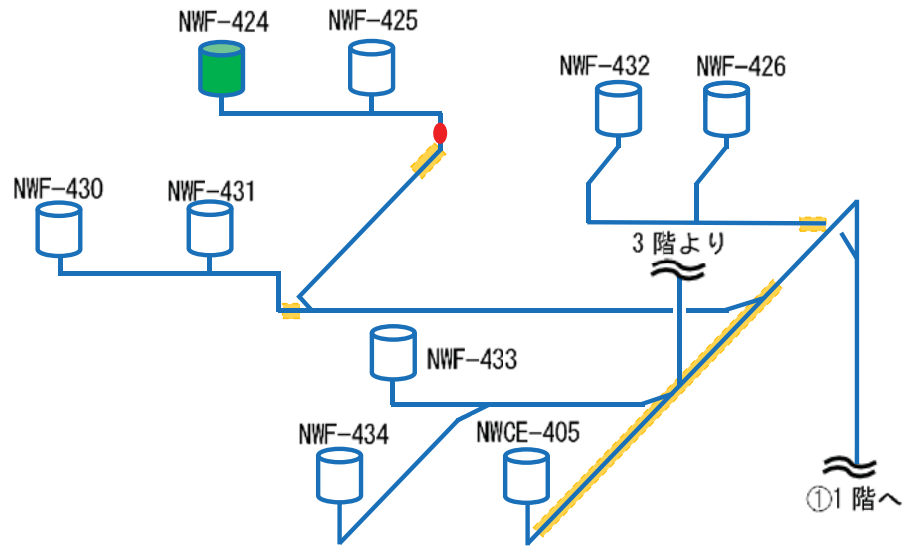
堆積物を確認した排水枡に繋がる建屋内排水系配管のうち、2 階から繋がる集合部の配管 (約 9.2m)、1 階から繋がる集合部の配管 (約 0.1m)、地下 2 階から繋がる集合部の配管 (約 9.7m)、及び地下 1 階の洗浄ドレン受タンクより流入するラインの下流側に繋がる配管 (約 5.6m) に堆積物を確認した。



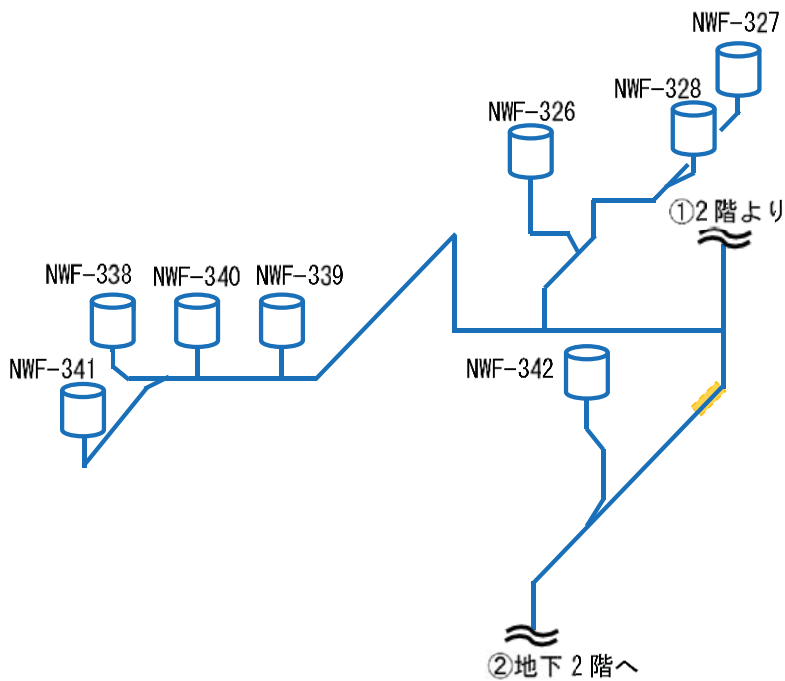
薬液床ドレンサンプタンク (B)
 図10-2 廃棄物減容処理装置床ドレン系, 薬液ドレン系ライザー線図

<凡例>

- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成29年5月2日)
- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成30年1月18日)
- : 平成30年1月18日に発生した事象にて配管内部を調査した範囲
- : 平成30年1月18日に発生した事象にて堆積物を確認した範囲
- : 建屋内排水系配管内部を調査した切断口



NRW-I 2階



NRW-I 1階

<凡例>







-  : 排水枡
-  : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成 29 年 5 月 2 日)
-  : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成 30 年 1 月 18 日)
-  : 平成 30 年 1 月 18 日に発生した事象にて配管内部を調査した範囲
-  : 平成 30 年 1 月 18 日に発生した事象にて堆積物を確認した範囲
-  : 建屋内排水系配管内部を調査した切断口

図 10-3 内部調査結果 (2 階及び 1 階)

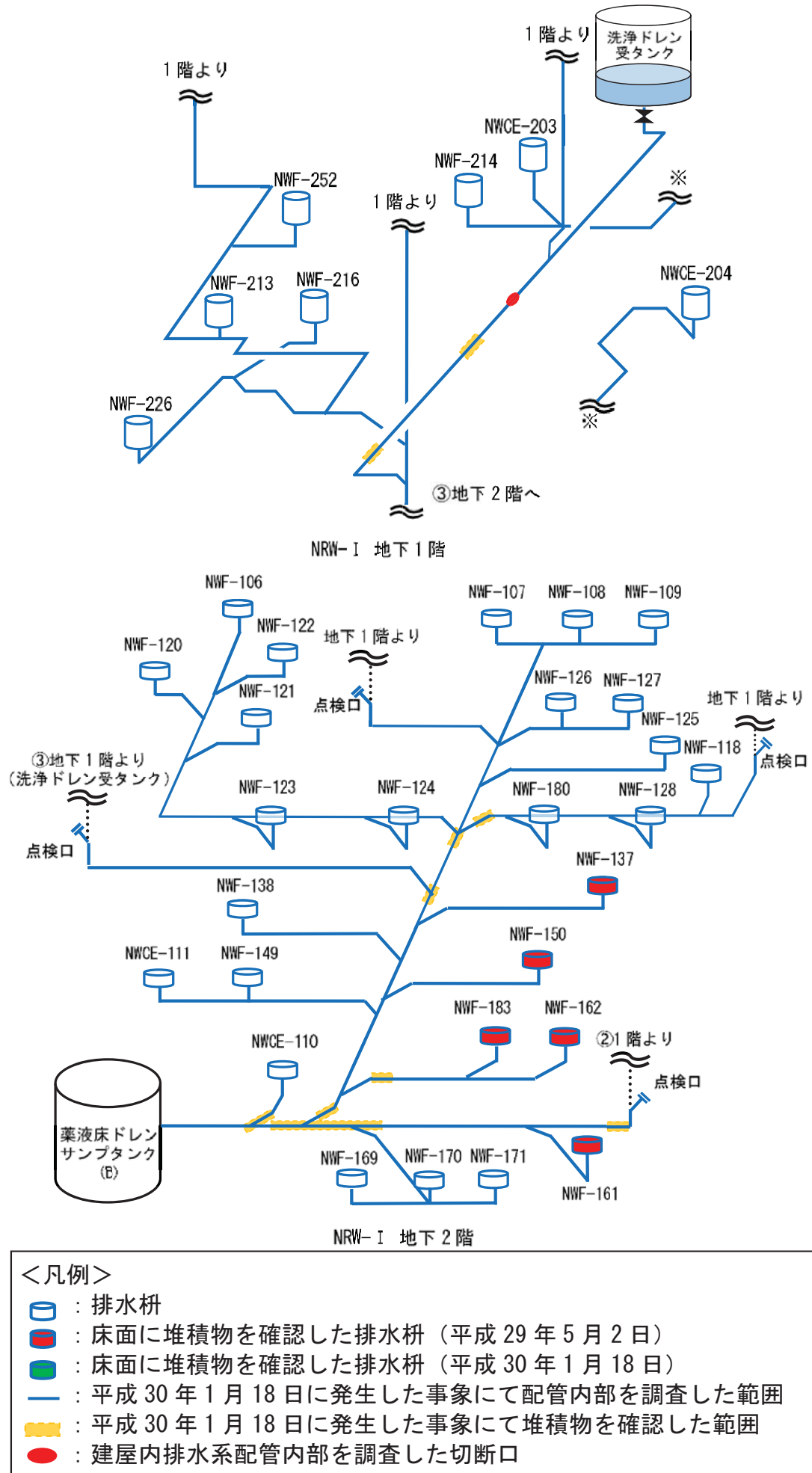


図 10-4 内部調査結果 (地下 1 階及び地下 2 階)

建屋内排水系配管内の堆積物の回収

1 回収目的

建屋内排水系配管内に確認した堆積物を回収する。

2 回収方法

堆積物を確認した建屋内排水系配管内に排水枅, 点検口及び配管切断口から真空掃除機のホースを挿入して堆積物を回収する。

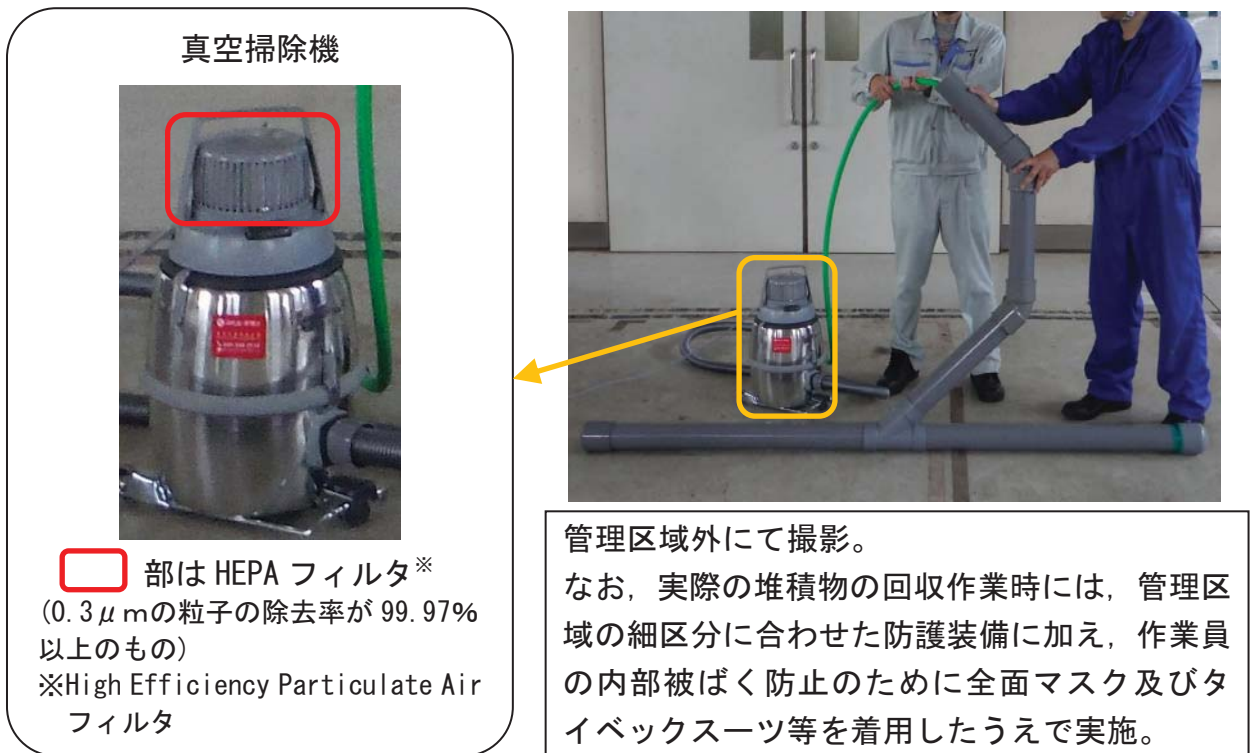


図 11-1 回収に用いた真空掃除機

3 回収結果

(1) 作業期間

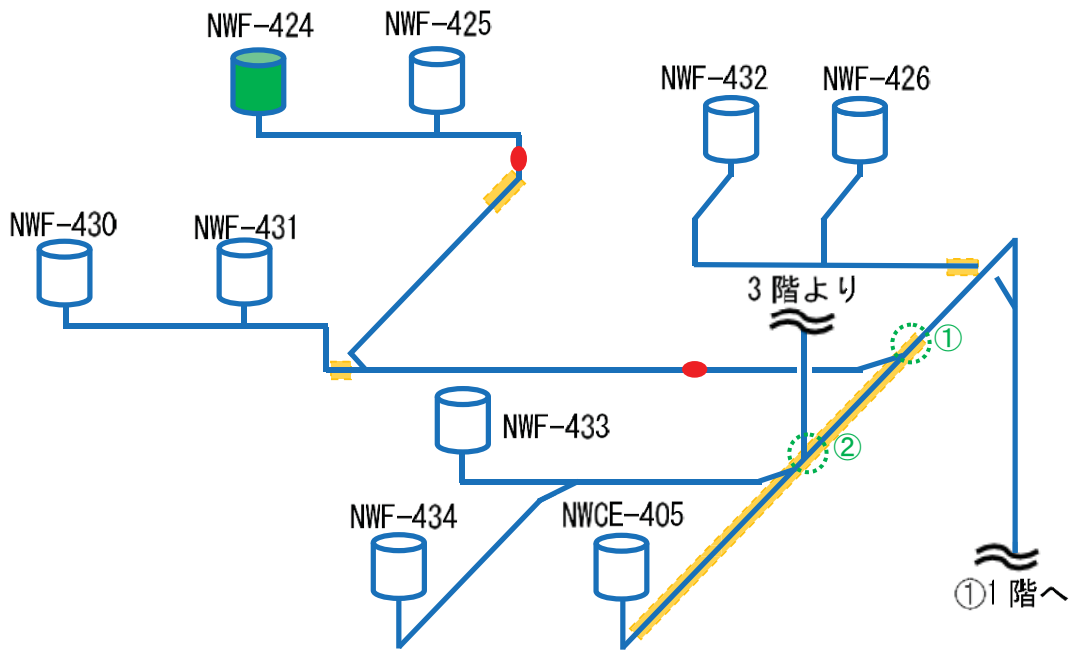
平成 30 年 3 月 9 日から 3 月 20 日 (実作業日数 : 9 日)

(2) 回収範囲

床面に堆積物を確認した排水枅と繋がる NRW-1 2 階から地下 2 階に設置されている建屋内排水系配管のうち, 堆積物が確認された箇所及び配管内部調査, 堆積物回収の実施に伴い堆積範囲の拡大が想定される範囲

(3) 回収結果

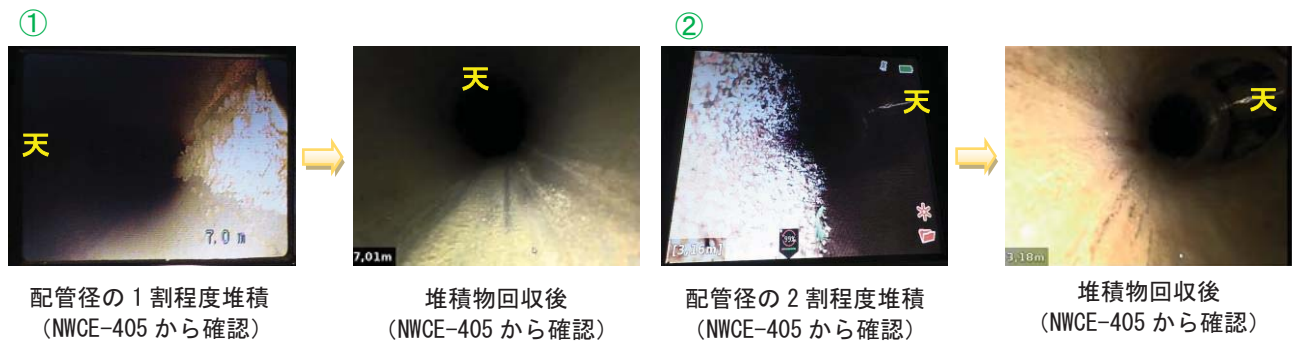
2 階 (回収量 : 約 2.09kg), 1 階 (回収量 : 約 0.02kg), 地下 1 階 (回収量 : 約 0.14kg) 及び地下 2 階 (回収量 : 約 0.16kg) の建屋内排水系配管内に確認した堆積物を全て (約 2.4kg) を回収した。



NRW-I 2階

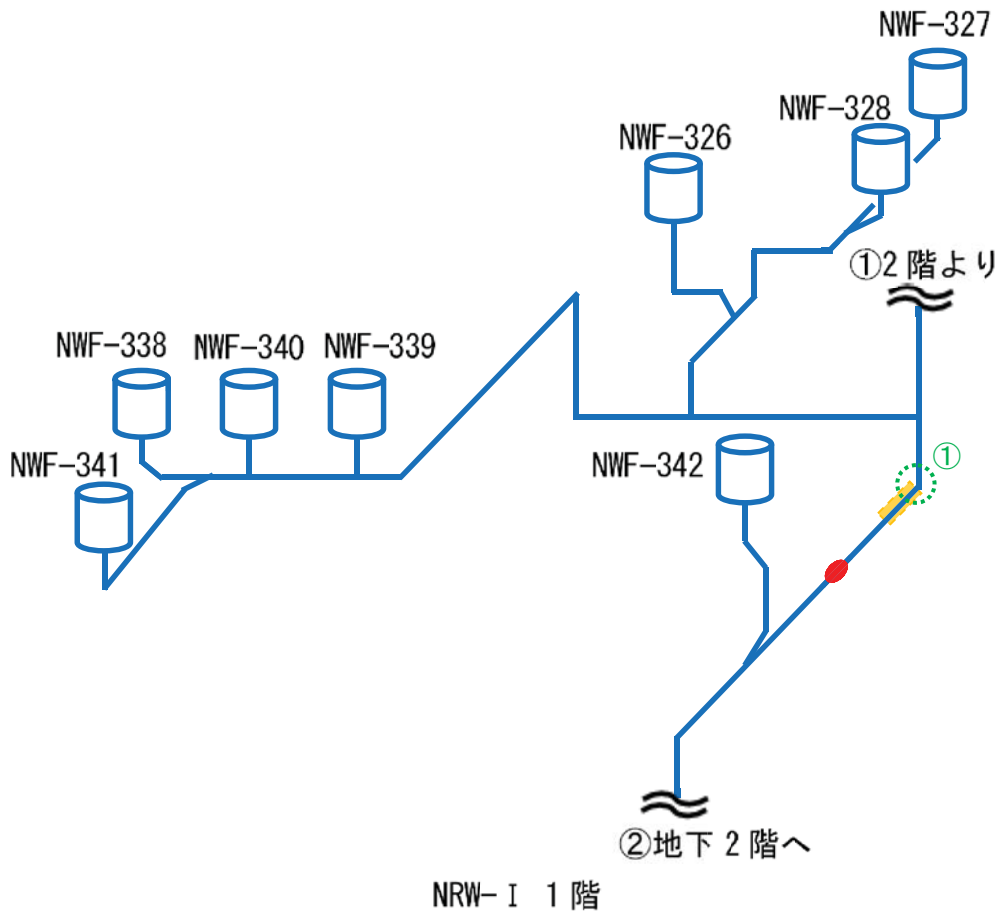
<凡例>

- : 排水枡
- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成 29 年 5 月 2 日)
- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成 30 年 1 月 30 日)
- : 平成 30 年 1 月 18 日に発生した事象にて配管内部を調査した範囲
- : 平成 30 年 1 月 18 日に発生した事象にて堆積物を確認した範囲
- : 切断口
- : 配管内部の上部側を示す



顕微鏡による観察結果
(粒状樹脂)

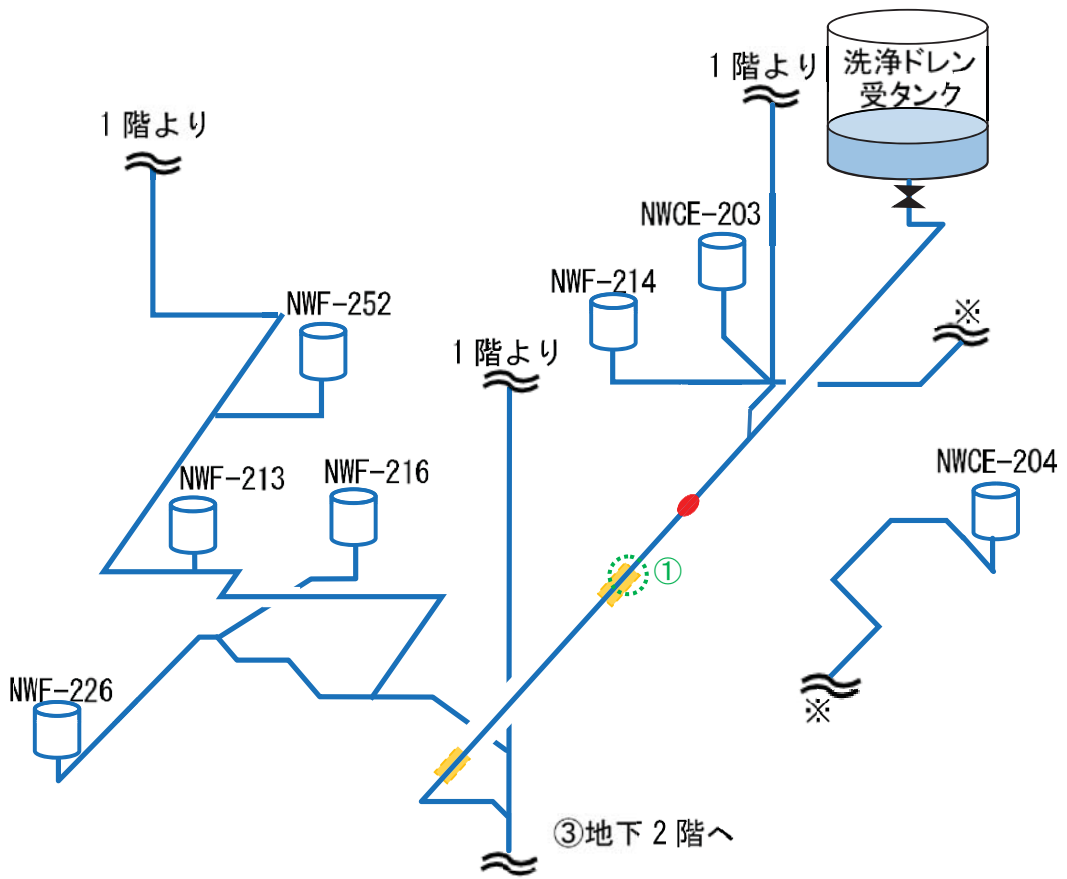
図 11-2 回収結果(2階)



- <凡例>
- : 排水柵
 - : 床面に堆積物を確認した排水柵 (平成 29 年 5 月 2 日)
 - : 床面に堆積物を確認した排水柵 (平成 30 年 1 月 18 日)
 - : 平成 30 年 1 月 18 日に発生した事象にて配管内部を調査した範囲
 - : 平成 30 年 1 月 18 日に発生した事象にて堆積物を確認した範囲
 - : 切断口
 - : 配管内部の上部側を示す



図 11-3 回収結果(1 階)



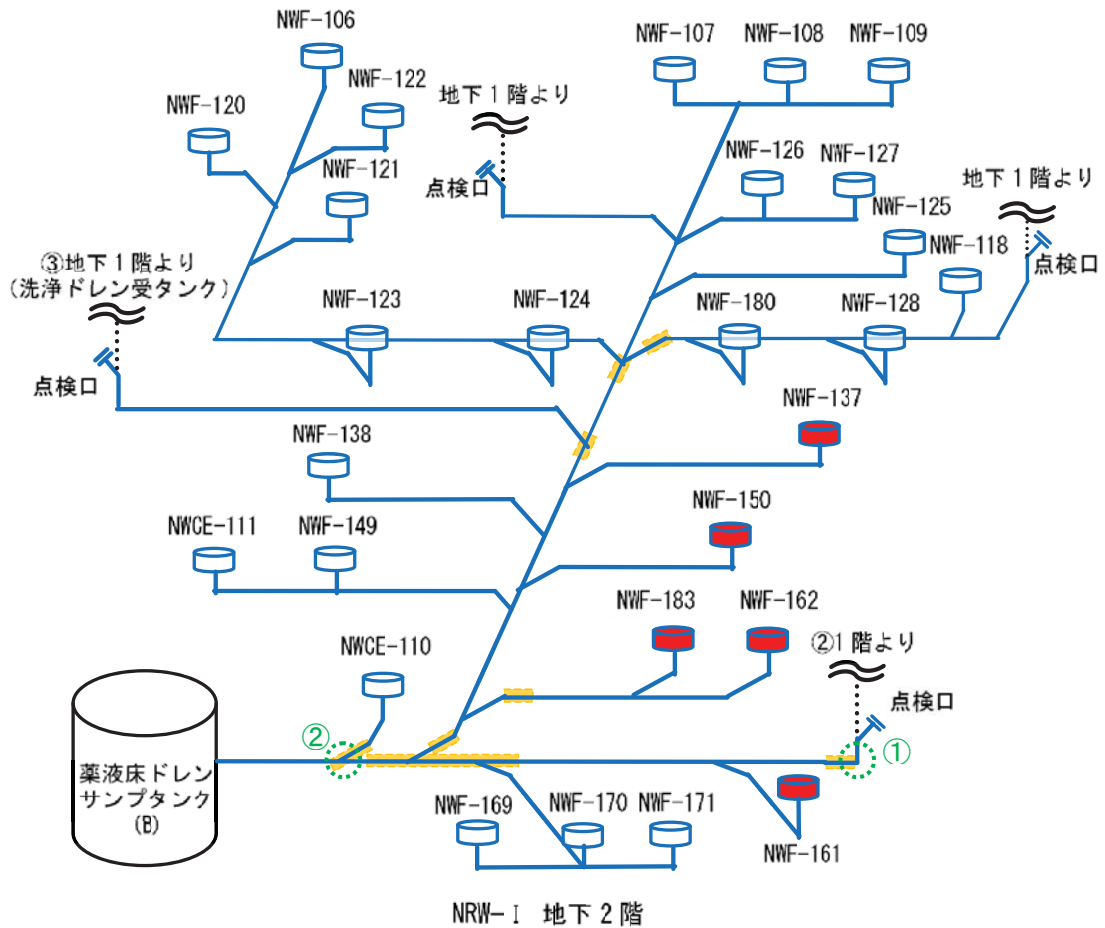
NRW-I 地下1階

<凡例>

- : 排水枡
- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成 29 年 5 月 2 日)
- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成 30 年 1 月 18 日)
- : 平成 30 年 1 月 18 日に発生した事象にて配管内部を調査した範囲
- : 平成 30 年 1 月 18 日に発生した事象にて堆積物を確認した範囲
- : 切断口
- : 配管内部の上部側を示す



図 11-4 回収結果(地下1階)



<凡例>

- : 排水枘
- : 床面に堆積物を確認した排水枘 (平成 29 年 5 月 2 日)
- : 床面に堆積物を確認した排水枘 (平成 30 年 1 月 18 日)
- : 平成 30 年 1 月 18 日に発生した事象にて配管内部を調査した範囲
- : 平成 30 年 1 月 18 日に発生した事象にて堆積物を確認した範囲
- : 切断口
- : 配管内部の上部側を示す

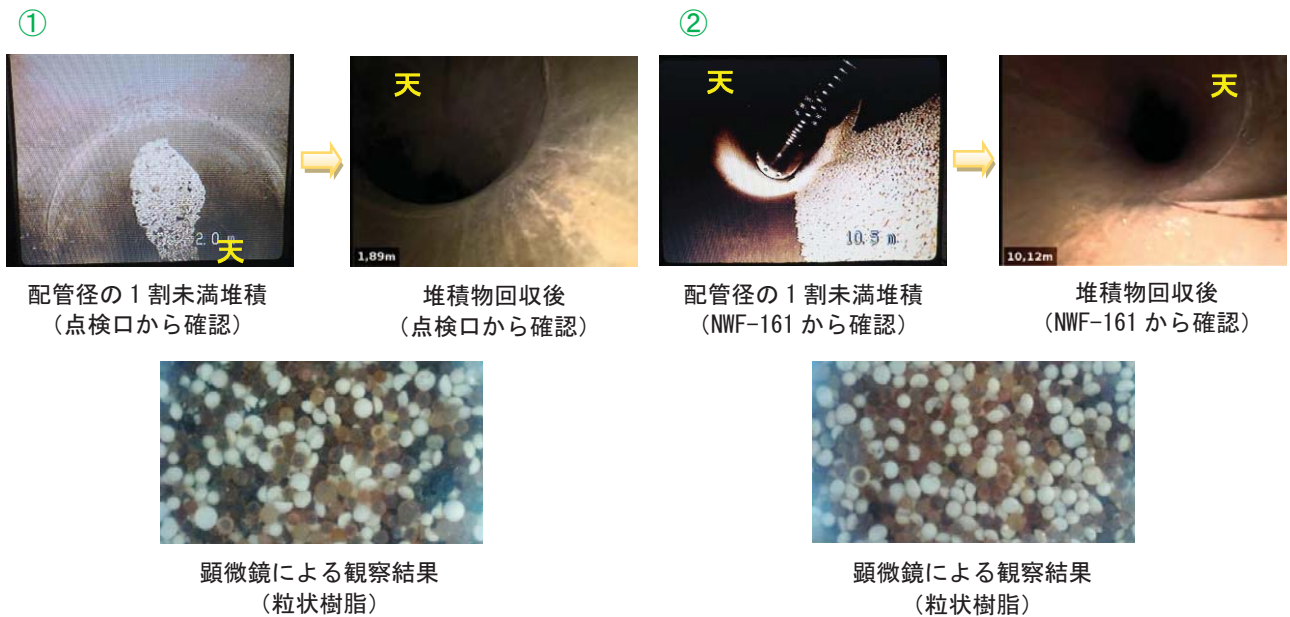


図 11-5 回収結果(地下 2 階)

要因分析図

発主事象	要因	要因の説明	調査方法	調査結果	評価	備考
換気系主排気ユニット(A)内の排水桁まわりの床面に粒状樹脂の堆積を確認した	建屋内排水系配管	除染シンクからの流入	(1)除染シンクからの排水実績の確認	(1)除染シンクからの排水実績の確認	×	別紙2
	排水桁からの流入	排水桁へ向かう排水実績の確認	(1)排水桁への排水実績の確認	(1)排水桁への排水実績の確認	×	別紙2
	洗浄ドレン受タンクからの流入	洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系に粒状樹脂を含む廃液の排水した実績がある	(1)運転操作による建屋内排水系への排水実績の確認 (2)点検による建屋内排水系への排水実績の確認	(1)平成29年4月6日の洗浄操作において、洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系に粒状樹脂を含む廃液を排水した実績がないことを確認した。 (2)点検に伴う排水において、洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系に粒状樹脂を含む廃液を排水した実績がないことを確認した。	○	別紙1, 2
	図面でない新たな接緑先からの流入	図面でない新たな接緑先から、建屋内排水系配管内に粒状樹脂の堆積する可能性がある	(1)図面でない新たな接緑先である換気系主排気ユニット(A)内の排水桁(NWF-424)及びその近傍の排水桁(NWF-430)に、粒状樹脂を含む廃液を排水した実績がないことから、建屋内排水系配管内での粒状樹脂堆積の要因とならないことを確認した。	(1)図面でない新たな接緑先である換気系主排気ユニット(A)内の排水桁(NWF-424)及びその近傍の排水桁(NWF-430)に、粒状樹脂を含む廃液を排水した実績がないことから、建屋内排水系配管内での粒状樹脂堆積の要因とならないことを確認した。	×	別紙3
	空調ダクト	換気系主排気ユニット内に設置されているプレフィルタの破れや隙間を通し、換気系主排気ユニット内に粒状樹脂が流入し排水桁まわりの床面に堆積する可能性がある	(1)プレフィルタの設計調査 (2)プレフィルタの購入及び取付け実績の調査 (3)プレフィルタの点検実績調査(破損、取付け不良)	(1)プレフィルタが粒状樹脂を捕集することが可能な設計仕様であることを確認した。 (2)設計仕様を満足するプレフィルタが取付けられていることを確認した。 (3)取付けられているプレフィルタの機能・性能に影響を及ぼす破損・損傷がないことを確認した。	×	別紙4
	貫通配管及び貫通孔	換気系主排気ユニット上に貫通配管及び貫通孔(扇形部)による貫通孔が存在する	(1)換気系主排気ユニットへの貫通配管及び貫通孔は、計器の検出管及び電線管のみであることを確認した。 (2)当該貫通配管の貫通部はシール処理がされていること及び当該貫通配管に腐蝕等の異常がないことを確認した。	(1)換気系主排気ユニットへの貫通配管及び貫通孔は、計器の検出管及び電線管のみであることを確認した。 (2)当該貫通配管の貫通部はシール処理がされていること及び当該貫通配管に腐蝕等の異常がないことを確認した。	×	別紙5
	扉(点検口)	換気系主排気ユニット近傍で粒状樹脂を採取し、換気系主排気ユニット内に粒状樹脂が流入し排水桁まわりの床面に堆積する可能性がある	(1)換気系主排気ユニット扉は、前回の換気系主排気ユニット点検時から今回の事業発生までに開放実績がないことを確認した。 (2)換気系主排気ユニット近傍における粒状樹脂取扱い作業がないことを確認した。	(1)換気系主排気ユニット扉は、前回の換気系主排気ユニット点検時から今回の事業発生までに開放実績がないことを確認した。 (2)換気系主排気ユニット近傍における粒状樹脂取扱い作業がないことを確認した。	×	別紙3

運転操作による建屋内排水系への排水実績調査結果

1 調査目的

洗浄ドレン受タンクから樹脂濃度の高い廃液を建屋内排水系へ排水した場合、廃液が適切に排水されず、建屋内排水系配管内に樹脂が堆積する可能性があるため、運転操作（洗浄操作及びタンク内水抜き操作）により洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系へ排水した実績を調査する。

2 調査方法

廃棄物減容処理設備運転引継日誌（以下「NRW 運転引継日誌」という。）^{※1}により、本事象を確認した平成 30 年 1 月 18 日までの運転操作によって洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系へ排水した実績及び廃液の性状を確認する。

3 調査結果

NRW 運転引継日誌^{※2}より、洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系へ排水した実績及び廃液の性状を確認した結果を表 12-1 に示す。

表 12-1 排水実績及び廃液の性状

排水日	廃液の性状		洗浄操作 ^{※4} の有無
	種類	濃度 ^{※3}	
平成 24 年 11 月 21 日	粉末樹脂を含む廃液	低い	なし (手動排水)
平成 26 年 1 月 10 日	濃縮廃液	低い	あり
平成 27 年 12 月 9 日	濃縮廃液	低い	あり
平成 28 年 8 月 12 日	濃縮廃液	低い	あり
平成 28 年 10 月 10 日	濃縮廃液	低い	あり
平成 29 年 4 月 5 日	粉末樹脂を含む廃液	低い	あり
平成 29 年 4 月 6 日	粒状樹脂を含む廃液	高い	あり

4 考察

洗浄ドレン受タンクから粒状樹脂を含む廃液を建屋内排水系へ排水した実績は平成 29 年 4 月 6 日の洗浄操作のみであり、その際の排水には希釈していない樹脂濃度の高い廃液が含まれていた。そのため、排水に含まれていた樹脂が建屋内排水系配管内に堆積した可能性がある。

※1 平成 26 年 6 月以前は廃棄物減容処理設備第 1・2 運転引継日誌という

※2 本調査は残存するものすべてを対象に実施した（NRW 運転引継日誌の保存期限は、平成 23 年 4 月 11 日以前は 5 年間、平成 23 年 4 月 12 日以降は「廃止措置が終了し、その結果が原子力規制委員会規則で定める基準に適合していることについて、原子力規制委員会の確認を受けるまでの期間」としている）

※3 給液系の希釈運転後における洗浄廃液の濃度以下の廃液を「低い」、洗浄廃液の濃度より高い廃液を「高い」とする

※4 洗浄ドレン受タンク洗浄操作（運転操作手順書）

点検作業による建屋内排水系への排水実績調査結果

1 調査目的

点検作業に伴う建屋内排水系への排水について、樹脂濃度の高い廃液を排水していた場合、廃液が適切に排水されず、建屋内排水系配管内に樹脂が堆積する可能性があるため、点検作業による建屋内排水系への排水実績及び廃液の性状を調査する。

2 調査方法

固化設備運転開始後から平成 30 年 1 月 18 日までの排水実績を以下の方法で調査する。(昭和 63 年※以降)

- ・ 保全作業報告書の記載内容の確認
- ・ 作業管理者及び現場監督者への聞き取りによる確認

※記録の残っているもので最も古い記録

3 調査結果

(1) 洗浄ドレン受タンク点検 (表 12-2 に点検実績を示す)

至近のタンク点検は平成 22 年度に実施しており、乾燥機の運転実績等から当該点検時に建屋内排水系へ排水した洗浄ドレン受タンク内の廃液は、粒状樹脂を含んでおらず、粉末樹脂であったことを確認した。また、作業管理者及び現場監督者への聞き取りによる確認の結果、点検時にタンク内に残存していた粉末樹脂は少量であり、多量の樹脂がタンク内に残存していたことはないことを確認した。

(2) 除染シンクの使用 (表 12-3 に使用実績を示す)

作業管理者及び現場監督者への聞き取りによる確認の結果、除染シンクは、乾燥機 (A) (B) 点検時に乾燥機の主軸の洗浄のみに使用しており、主軸の洗浄以外に使用した実績がないことを確認した。また、乾燥機主軸に付着していた樹脂は隙間等に付着したものなどわずかな量であり、多量の樹脂が乾燥機主軸に付着していたことはないことを確認した。

なお、除染シンクの排水口にフィルタ等を設置して樹脂及び濃縮廃液の回収はしていなかった。

(3) 排水枡からの排水

点検時に排水枡へ直接廃液を排水する作業について、排水実績を聞き取りにより確認した結果、乾燥機抽気ポンプ (A) (B) 点検において排水枡に直接排水していたことを確認した。

乾燥機抽気ポンプ点検に伴い、排水枡に直接排水する廃液の性状を確認した結果、乾燥機抽気ポンプ内部の残水（乾燥機の凝縮水）を排水するものであり、樹脂を含む可能性がないことを確認した。

その他機器の点検においては、排水枡へ排水するような作業はなかった。

4 考察

上記調査結果より、点検に伴う樹脂を含む廃液の建屋内排水系への排水が、建屋内排水系配管への樹脂堆積の要因とならないことを確認した。

表 12-2 洗浄ドレン受タンク点検実績

点検完了日	排水物	排水作業	特記事項
昭和 63 年 5 月 24 日	不明	作業前：タンク底部の残水を排水 作業中：タンク内部の洗浄水を排水	なし
平成 9 年 10 月 27 日	不明	作業前：タンク底部の残水を排水 作業中：タンク内部の洗浄水を排水	なし
平成 22 年 11 月 19 日	粉末樹脂を含む廃液	作業前：タンク底部の残水を排水 作業中：タンク内部の洗浄水を排水	タンク点検前の乾燥機の運転実績等から排水物の種類を確認

表 12-3 除染シンクの使用実績

点検完了日	点検乾燥機	付着物	特記事項
平成元年 8 月 10 日	A	不明	なし
平成 6 年 3 月 19 日	A	不明	なし
平成 6 年 3 月 19 日	B	不明	なし
平成 8 年 6 月 19 日	A	不明	なし
平成 9 年 10 月 31 日	B	不明	なし
平成 12 年 6 月 29 日	A	不明	なし
平成 13 年 3 月 30 日	B	不明	なし
平成 16 年 1 月 30 日	A	不明	なし
平成 19 年 11 月 29 日	B	樹脂 [※]	なし
平成 22 年 11 月 24 日	B	樹脂 [※]	なし
平成 24 年 9 月 4 日	A	濃縮廃液 [※]	なし
平成 26 年 3 月 18 日	B	樹脂 [※]	聞き取りにより、排水時にフィルタ等は設置していないことを確認。
平成 26 年 9 月 11 日	A	濃縮廃液 [※]	聞き取りにより、乾燥機の主軸に付着した濃縮廃液をスチーム洗浄で除去した際に除染シンクを使用しており、排水時にフィルタ等は設置していないことを確認。
平成 29 年 10 月 10 日	A	濃縮廃液 [※]	聞き取りにより、平成 28 年 12 月に乾燥機の主軸の洗浄で除染シンクを使用しており、付着物はほとんどなかったことを確認。また、排水時にフィルタ等は設置していないことも確認。

※ 平成 17 年 9 月 12 日より、乾燥機 (A) は濃縮廃液、乾燥機 (B) は樹脂を乾燥する運用とした

換気系主排気ユニット近傍での作業による粒状樹脂の流入実績調査

1 目的

換気系主排気ユニット近傍で粒状樹脂を取扱う作業を実施した場合、扉やその隙間を通じ、換気系主排気ユニット内に粒状樹脂が流入する可能性があるため、主排気ユニット近傍での粒状樹脂取扱い作業及び扉開放実績を調査する。

また、建屋内排水系配管の内部調査によって、換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡 (NWF-424) 及び換気系主排気ユニット (A) 近傍の排水枡 (NWF-430) の 2 箇所が、図面がない接続先であることを確認したため、2 箇所の排水枡への粒状樹脂の流入の可能性を合わせて確認する。

2 調査方法

換気系主排気ユニット内への扉は施錠管理されており、主給排気系ファンを全停にするか、又は主排気系ファン (A) (B) の何れかの起動防止措置をするとともに換気系主排気ユニット切替ダンパ (HVNE-59) を全閉にしないと換気系主排気ユニット内外差圧により開放することはできない。

このため、換気系主排気ユニット (A) 内への最終立入日であり換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりに粒状樹脂の堆積が無いことを確認した平成 28 年 12 月 13 日以降に、主給排気系ファンを全停にした日又は主排気系ファン (A) (B) の何れかの起動防止措置をするとともに換気系主排気ユニット切替ダンパ (HVNE-59) を全閉にした日の扉の鍵の使用履歴を調査することで、換気系主排気ユニット内への扉を開放した可能性のある作業を抽出し、その作業において扉を開放した実績があるかを確認する。

また、作業票管理システムの作業票履歴を調査することで、換気系主排気ユニット近傍で作業を実施した可能性のある作業を抽出し、その作業において粒状樹脂を取扱うかを確認する。

3 調査結果

主給排気系ファンを全停にした日又は主排気系ファン (A) (B) の何れかの起動防止措置をするとともに換気系主排気ユニット切替ダンパ (HVNE-59) を全閉にした日の扉の鍵の使用履歴の調査により、鍵借用者に聞き取りを行った結果、換気系主排気ユニット (A) 扉を開放した実績はなく、換気系主排気ユニット (B) 扉を開放した実績があることを確認した。

また、作業票管理システムの作業票履歴より換気系主排気ユニット近傍で粒状樹脂を取扱う作業を実施していないことを確認した。

4 考察

換気系主排気ユニット (A) 内に最終立入した日以降、換気系主排気ユニット (A) 内への扉の開放実績はなく、粒状樹脂を取扱う作業も実施していない。また、換気系主排気ユニット (B) は扉を開放した作業を実施しているものの粒状樹脂を取扱う作業を実施していない。

このため、換気系主排気ユニットの扉の開放及び換気系主排気ユニット近傍における作業による扉からの粒状樹脂の流入は要因とならないことを確認した。

また、図面にはない接続先である換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡 (NWF-424) 及び換気系主排気ユニット (A) 近傍の排水枡 (NWF-430) への粒状樹脂の流入の可能性もないことを確認した。

空調ダクトからの粒状樹脂の流入実績調査

空調ダクトの吸込口から空調ダクトを通じて換気系主排気ユニット内に粒状樹脂が流入する場合、換気系主排気ユニット内の排水枡より上流側に設置しているプレフィルタにて捕捉が可能であることを以下のとおり調査する。

1 プレフィルタの設計調査

1. 1 目的

換気系主排気ユニット内に設置されているプレフィルタの性能が粒状樹脂を捕捉することができない場合、空調ダクトを通じ、換気系主排気ユニット内に粒状樹脂が流入する可能性があるため、粒状樹脂を捕捉することが可能な設計仕様であることを確認する。

1. 2 調査方法

以下の図書により、プレフィルタの性能が粒状樹脂を捕捉することが可能な設計仕様であることを確認する。

- ・ 機器設計仕様書 プレフィルタ ES-MI-826N
- ・ 中高性能エアフィルター・シリーズ (メーカーカタログ)
- ・ 浜岡発電所第 5 号機復水脱塩塔イオン交換樹脂性能試験報告書

1. 3 調査結果

(1) プレフィルタの性能

- ・ メーカー試験による平均捕集効率：65%以上 (メーカー聞き取り値)
- ・ メーカー試験の粒子径別捕集率：粒子径 0.4 μm 50% 粒子径 10 μm 99% (中高性能エアフィルター・シリーズ (メーカーカタログ))

(2) 粒状樹脂の粒径

- ・ 陽イオン交換樹脂：0.50～0.65mm
(浜岡発電所第 5 号機復水脱塩塔イオン交換樹脂性能試験報告書)
- ・ 陰イオン交換樹脂：0.45～0.60mm
(浜岡発電所第 5 号機復水脱塩塔イオン交換樹脂性能試験報告書)

1. 4 考察

調査結果より、プレフィルタの性能が粒状樹脂を捕捉することが可能な設計仕様であるため、プレフィルタの設計仕様が粒状樹脂流入の要因とならないことを確認した。

2 プレフィルタの購入及び取付け実績調査

2. 1 目的

換気系主排気ユニット内に設置されているプレフィルタが設計仕様と異なる場合及び誤ったプレフィルタが取付けられていた場合、空調ダクトを通じ、換気系主排気ユニット内に粒状樹脂が流入する可能性があるため、設計仕様どおりのプレフィルタが購入されていること及び取付けられていることを確認する。

2. 2 調査方法

以下の図書により、粒状樹脂が流入しない設計仕様どおりのプレフィルタが購入されていること及び取付けられていることを確認する。

- ・ 機器設計仕様書 プレフィルタ ES-MI-826N
- ・ 機器設計仕様書 遠心送風機 ES-MI-833N
- ・ 貯蔵品購入手配書本票
- ・ 不適合処理報告書

2. 3 調査結果

(1) 設計仕様どおりのプレフィルタが購入されていることの調査結果

○機器設計仕様

- ・ 型式：#1060
- ・ 寸法：610×610×480
- ・ 効率：50～55% (NBS 法)
- ・ 最高許容温度：80℃

○購入仕様

- ・ 型式：#1060 相当品
- ・ 寸法：610×610×528
- ・ 効率：50～55% (比色法)
- ・ 最高許容温度：80℃

(2) 設計仕様どおりのプレフィルタが取付けられていることの調査結果

プレフィルタは差圧が管理値 (140Pa) に到達した場合に取替えを実施しており、至近では、平成 19 年 6 月にプレフィルタ (A) の全数取替え (59/59 枚) を実施している。また、平成 24 年 11 月にプレフィルタ (B) の全数取替え (59/59 枚) を実施している。

2. 4 考察

調査結果より、購入したプレフィルタは相当品であるが設計仕様を満足するものであること及び取付けられていることを確認した。このため、取付けたプレフィルタの仕様が粒状樹脂流入の要因とならないことを確認した。

3 プレフィルタの点検実績調査

3. 1 目的

換気系主排気ユニット内に設置されているプレフィルタに破損や取付け不良がある場合、空調ダクトを通じ、粒状樹脂が流入する可能性があるため、プレフィルタが適切に点検されていることを確認する。

3. 2 調査方法

以下の図書により保全の計画及び実績を確認することにより、適切な保全が実施されていたことを調査する。

- ・点検計画（廃棄物管理編）機器別一覧
- ・NRW- I 主排気ユニットプレフィルタの点検結果について（報告）

3. 3 調査結果

プレフィルタは、点検計画にて1回/年の頻度で外観点検の実施を定めており、至近の外観点検は平成30年1月に実施している。

この外観点検時の点検記録を確認した結果、プレフィルタの機能・性能に影響を及ぼす破損、取付け不良がないことを確認した。

3. 4 考察

平成30年1月に実施した至近の保全作業実績より、プレフィルタの機能・性能に影響を及ぼす破損、取付け不良がないことを確認した。このため、プレフィルタの破損、取付け不良が粒状樹脂流入の要因とならないことを確認した。

貫通配管及び貫通孔からの粒状樹脂の流入実績調査

1 目的

換気系主排気ユニットに貫通配管及び劣化（局部腐食等）による貫通孔が存在する場合、換気系主排気ユニット内に粒状樹脂が流入する可能性があるため、貫通配管及び貫通孔の有無を確認する。

2 調査方法

換気系主排気ユニットに貫通配管及び貫通孔が存在しているかを調査する。貫通配管及び貫通孔がある場合、粒状樹脂の流入の痕跡・実績を調査する。

3 調査結果

- (1) 現場確認した結果、換気系主排気ユニットの躯体に劣化による貫通孔がないことを確認した。
- (2) 換気系主排気ユニット内の貫通配管及び電線管に腐食等による貫通孔がないことを目視により確認した。
- (3) 換気系主排気ユニット内外を貫通するフィルタ差圧計配管及び電線管を確認した。確認した貫通配管の貫通部は閉止されており、換気系主排気ユニット外部から粒状樹脂が流入した痕跡・実績がないことを確認した。また、換気系主排気ユニット内において配管端部が開放されているフィルタ差圧計配管については、換気系主排気ユニット外部を含め、腐食等による貫通孔がないことを目視により確認した。

4 考察

調査結果より、換気系主排気ユニット内に粒状樹脂が流入する可能性がある貫通配管及び貫通孔がないことを確認した。このため、貫通配管及び貫通孔が粒状樹脂流入の要因とならないことを確認した。

配管内部調査，排水枡への閉止措置及び回収作業による 気流の影響の確認結果

1 調査目的

建屋内排水系配管の内部調査方法，排水枡への閉止措置の実施方法及び堆積物の回収方法の影響により，地下 1 階及び地下 2 階の建屋内排水系配管内に堆積していた粒状樹脂が，閉止措置を実施していなかった 2 階の換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりの床面に移動した可能性の有無を調査する。

2 調査方法

下記の項目について，調査を行う。

- (1) 建屋内排水系配管の内部調査方法の確認
- (2) 排水枡への閉止措置の実施方法の確認
- (3) 堆積物の回収方法の確認

3 調査結果

(1) 建屋内排水系配管の内部調査方法の確認

建屋内排水系配管の内部調査には，CCD カメラを用いた配管内部の確認による方法を適用しており，気流を発生させる作業を実施していないことを確認した。

(2) 排水枡への閉止措置の実施方法の確認

排水枡への閉止措置の実施において，換気系主排気ユニット内の排水枡に閉止措置を実施していなかったこと及び主排気系ファンが運転中であったことから，閉止措置の実施により，建屋内排水系配管内に気流が発生する可能性があることを確認した。

(3) 堆積物の回収方法の確認

堆積物の回収には，配管内部調査にて堆積物を確認した範囲（地下 1 階及び地下 2 階）を対象に，真空掃除機による回収方法を適用しており，2 階へ向かう気流を発生させる作業を実施していないことを確認した。

4 考察

建屋内排水系配管の内部調査及び堆積物の回収に伴う気流の変化によって，地下 1 階及び地下 2 階の建屋内排水系配管内に堆積していた粒状樹脂が，閉止措置を実施していなかった 2 階の換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりの床面に移動した可能性がないことを確認した。

また，排水枡への閉止措置の実施により，建屋内排水系配管内の気流の変化が発生することから，建屋内排水系配管内の粒状樹脂が，換気系主排気ユニット（A）内の排水枡まわりに移動する可能性があることを確認した。

粒状樹脂が水流により移動した要因に関する調査

1 調査目的

粒状樹脂が建屋内排水系配管内を水流により移動する要因は、粒状樹脂の流入源である洗浄ドレン受タンクと床面に粒状樹脂の堆積を確認した排水枡の位置関係による移動、配管内の詰り及び多量の排水による移動が考えられることから、建屋内排水系配管内の詰りの有無、洗浄ドレン受タンクと粒状樹脂の堆積を確認した排水枡の位置関係及び薬液床ドレンサンプタンク（B）への多量の排水実績の有無を調査する。

2 調査方法

下記の項目について、調査を行う。

(1) 建屋内排水系配管内の詰り調査

建屋内排水系配管の内部調査に合わせて、CCD カメラを用いて詰りの有無を調査する。

(2) 位置関係の調査

NRW-I 機器配置図を用いて、洗浄ドレン受タンク及び換気系主排気ユニット（A）の設置階を調査する。

(3) 多量の排水実績の有無調査

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の際に実施した排水枡への閉止措置の実施以降で、薬液床ドレンサンプポンプ（B-1）及び（B-2）の自動起動運転の実績を調査する。

3 調査結果

(1) 建屋内排水系配管内の詰り調査

建屋内排水系配管の内部調査にて配管内に詰りが無いことを確認した。

(2) 位置関係の調査

洗浄ドレン受タンク及び換気系主排気ユニット（A）の設置階は表 12-4 のとおりであり、換気系主排気ユニット（A）の方が高い位置に設置されていることを確認した。

表 12-4 対象設備の位置関係

対象	設置階
洗浄ドレン受タンク	地下 1 階
換気系主排気ユニット(A)	2 階

(3) 多量の排水実績の有無調査

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の際に、排水枡への閉止措置の実施以降で、薬液床ドレンサンプンプ (B-1) 及び (B-2) の自動起動運転の実績がないことを確認した。

4 考察

建屋内排水系配管内に詰りが無いこと、粒状樹脂の流入箇所である洗浄ドレン受タンクより換気系主排気ユニット (A) の方が高い位置に設置されていること及び建屋内排水系配管の設計流量を超える多量の排水実績がないことから、建屋内排水系配管内に流入した粒状樹脂が水流により換気系主排気ユニット (A) 内へ移動した要因としないことを確認した。

粒状樹脂の性状確認

1 目的

換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡 (NWF-424) まわりの床面に確認した堆積物は, 平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象で確認した排水枡 (NWF-161, NWF-150, NWF-137) まわりの堆積物と同様な粒状樹脂であることを確認している。また, 洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系に, 浜岡 5 号機の海水混入時に使用していた復水脱塩装置の粒状樹脂を排水した実績を踏まえ, これらの粒状樹脂が同一の樹脂であるか否かを確認する。

2 確認方法

洗浄ドレン受タンクに排水した粒状樹脂 (復水浄化系使用済樹脂貯蔵タンク (B) から採取), 及び排水枡 (NWF-424, NWF-137, NWF-150, NWF-161) まわりの床面に確認した堆積物 (粒状樹脂) について, 中性塩分解容量に対する R-Na⁺型イオン交換容量の割合を算出した。

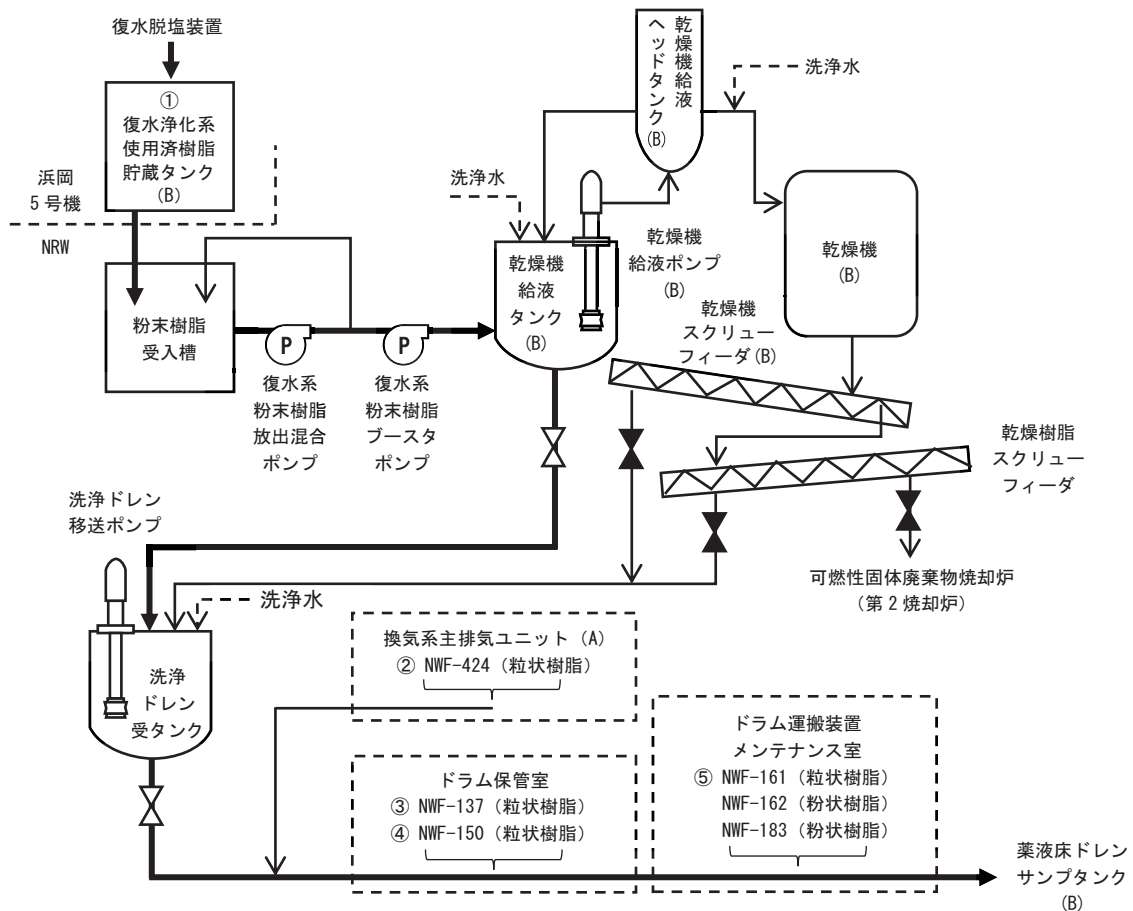


図 13-1 系統概要図

3 確認結果

それぞれの粒状樹脂について、中性塩分解容量に対する R-Na⁺型イオン交換容量の割合を算出した結果、排水枡まわりの床面に確認した粒状樹脂は、いずれも浜岡 5 号機の海水混入時に使用していた復水脱塩装置の粒状樹脂と同等な R-Na⁺型イオン交換容量であり、浜岡 1~5 号機の海水混入を経験していない復水脱塩装置の粒状樹脂の R-Na⁺型イオン交換容量とは大きく異なることを確認した。

以上のことから、排水枡まわりの床面に確認した粒状樹脂は、いずれも平成 29 年 4 月 6 日の洗浄操作により、洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系配管に排水した粒状樹脂と同一であると評価する。

表 13-1 粒状樹脂 (R-Na⁺型イオン交換容量) の算出結果

粒状樹脂		R-Na ⁺ 型イオン交換容量
① 浜岡 5 号機 復水浄化系使用済樹脂貯蔵タンク (B) ※1		72.6 %
平成 30 年 1 月 18 日の事象	② 排水枡 (NWF-424)	73.8 %
平成 29 年 5 月 2 日の事象	③ 排水枡 (NWF-137)	75.3 %
	④ 排水枡 (NWF-150)	71.0 %
	⑤ 排水枡 (NWF-161)	76.5 %
浜岡 1~5 号機 復水脱塩装置 ※2		0.011 % ~ 1.18 %

※1 浜岡 5 号機 復水脱塩装置 (A) 塔の使用済樹脂 (海水混入あり)

※2 復水器細管のピンホールによる軽微な海水混入を経験した樹脂を含む

図面がない新たな接続先による粒状樹脂の流入源特定調査

1 調査目的

堆積物を確認した排水枡が図面と異なる建屋内排水系配管と接続されていることを踏まえ、図面がない新たな接続先の有無を建屋内排水系配管の内部調査により確認する。

2 調査方法

接続を確認する排水枡等から目印となるもの（以下「ターゲット」という。）を挿入し、接続を確認するもう一方の排水枡等から CCD カメラを挿入してターゲットを確認するとともに、その間に他の配管との接続がないか確認することにより図面がない新たな接続先の有無を確認する。

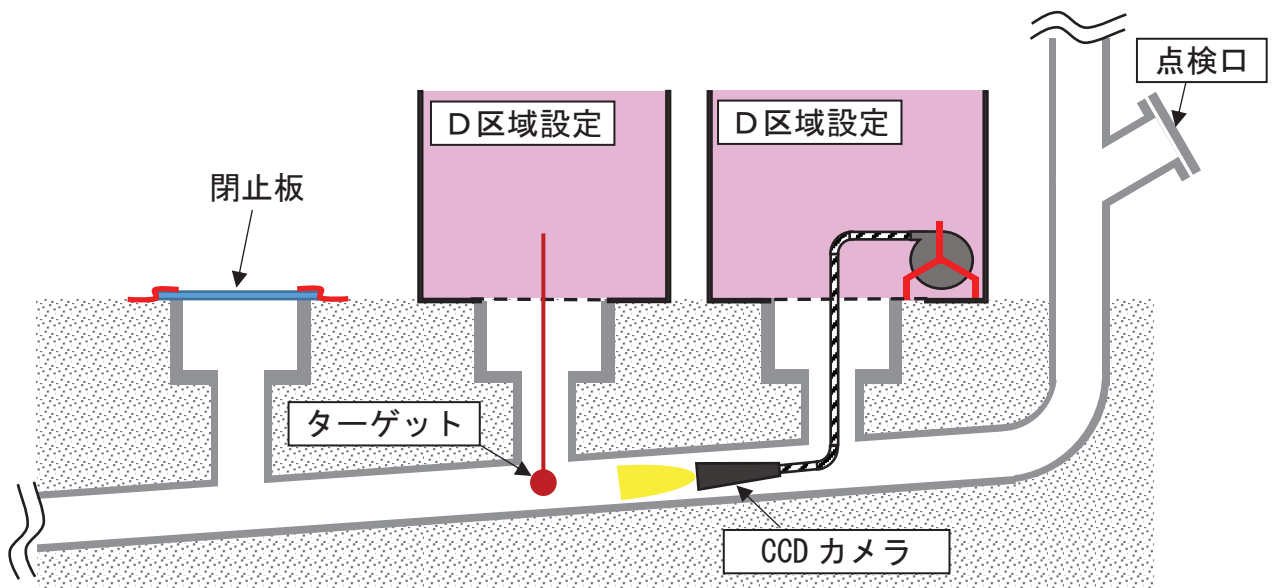
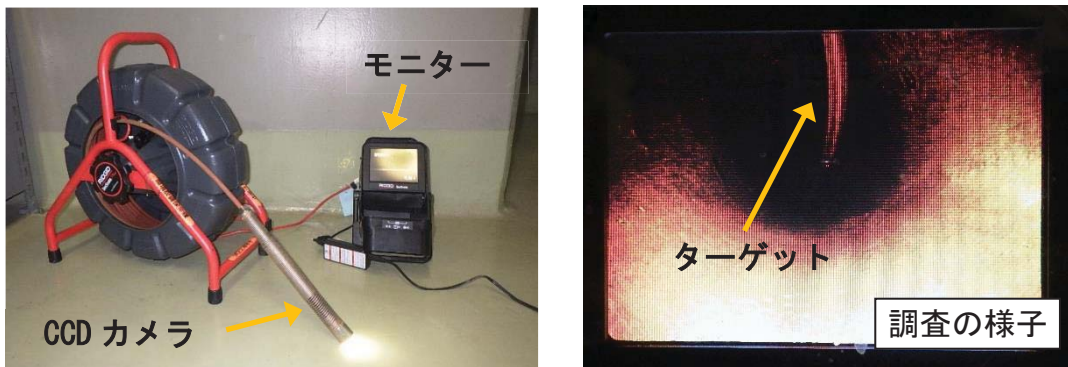
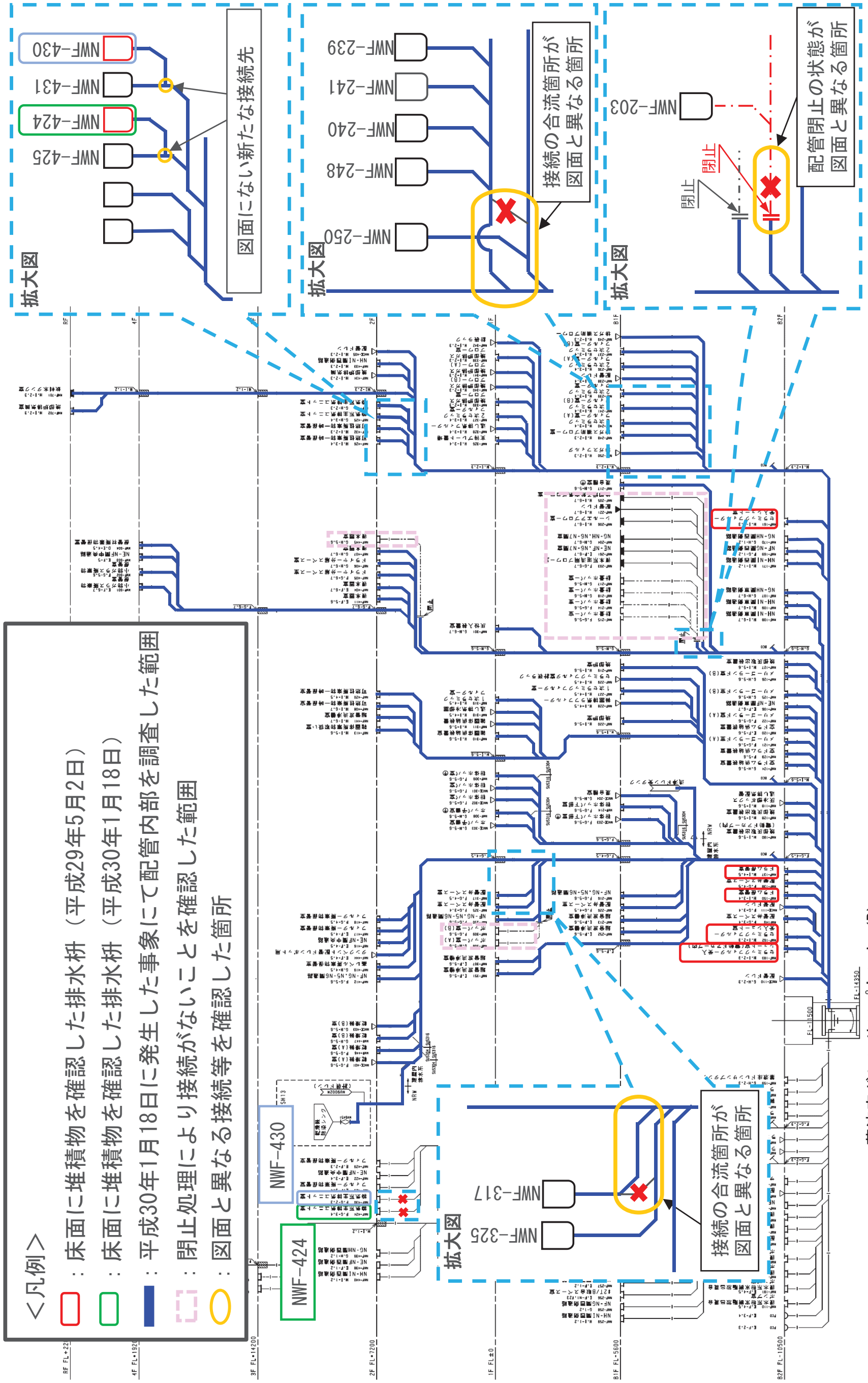


図 14-1 内部調査方法

3 調査結果

図面にはない新たな接続先は、床面に堆積物を確認した換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡及びその近傍の排水枡の 2 箇所のみであることを確認した。

なお、本調査において確認した範囲の建屋内排水系配管に、粒状樹脂の流入源となるものではないが、接続の合流箇所又は配管閉止の状態が図面（ライザ一線図）と異なる箇所を 3 箇所確認した。（図 14-2）



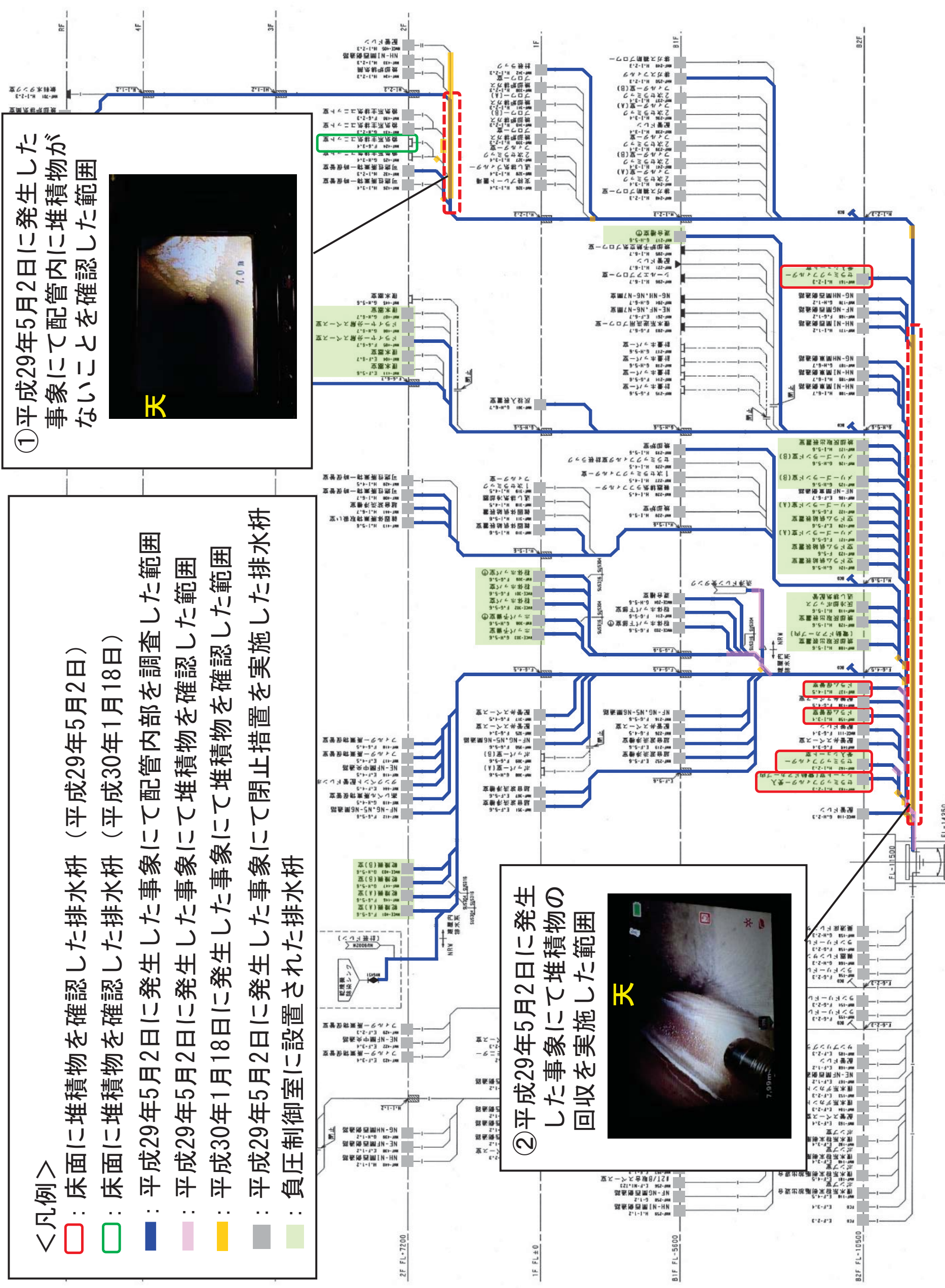
< 凡例 >

- 床面に堆積物を確認した排水柵 (平成29年5月2日)
- 床面に堆積物を確認した排水柵 (平成30年1月18日)
- 平成30年1月18日に発生した事象にて配管内部を調査した範囲
- 閉止処理により接続がないことを確認した範囲
- 図面と異なる接続等を確認した箇所

薬液床ドレンサンプタンク (B)

図 14-2 建屋内排水系配管の内部調査結果

建屋内排水系配管の内部調査結果の比較



①平成29年5月2日に発生した
 事象にて配管内に堆積物が
 ないことを確認した範囲

＜凡例＞
 □：床面に堆積物を確認した排水柵（平成29年5月2日）
 □：床面に堆積物を確認した排水柵（平成30年1月18日）
 ■：平成29年5月2日に発生した事象にて配管内部を調査した範囲
 ■：平成29年5月2日に発生した事象にて堆積物を確認した範囲
 ■：平成30年1月18日に発生した事象にて堆積物を確認した範囲
 ■：平成29年5月2日に発生した事象にて閉止措置を実施した排水柵
 ■：負圧制御室に設置された排水柵

②平成29年5月2日に発生
 した事象にて堆積物の
 回収を実施した範囲

薬液床ドレンサンプタンク (B)
 図15-1 廃棄物減容処理装置床ドレン系, 薬液ドレン系ライザー線図

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の対応状況を模擬した気流確認

1 目的

建屋内排水系配管内に流入した粒状樹脂が、排水枡への閉止措置の実施の影響により気流が変化し移動した可能性があることを踏まえ、平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の対応当時の閉止措置の実施状況及び換気系（汚染区域系統）の運転状況等を模擬し、建屋内排水系配管内の気流の向き及び大きさを確認する。

2 確認方法

(1) 建屋内排水系配管内の気流に影響を及ぼす作業の実績調査

当時の建屋内排水系配管内の気流の状況を模擬するため、建屋内排水系配管内の気流に影響を及ぼす作業の実績の有無について、粒状樹脂の流入時期から事象発生時までの NRW-I 全域における作業実績を調査する。

(2) 建屋内排水系配管内の気流確認

建屋内排水系配管内に粒状樹脂を排水した平成 29 年 4 月 6 日から建屋内排水系配管内の堆積物を回収した平成 29 年 7 月 24 日までの排水枡への閉止措置の実施状況及び換気系（汚染区域系統）の運転状況等を模擬し、建屋内排水系配管内の気流の変化の有無及び気流の大きさを、風速計等を用いて確認する。気流確認箇所を図 16-1、気流確認の実施方法を図 16-2 に示す。

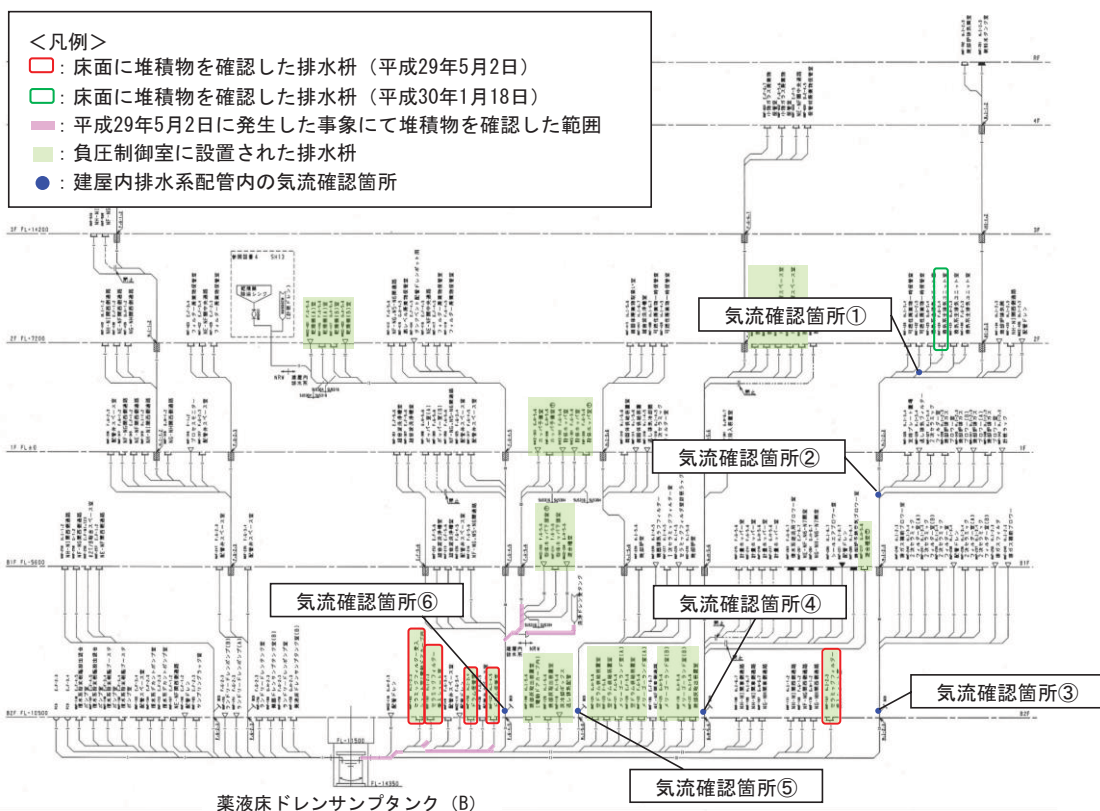


図 16-1 建屋内排水系配管内の気流確認箇所

配管径方向の測定箇所 (各 3 点)

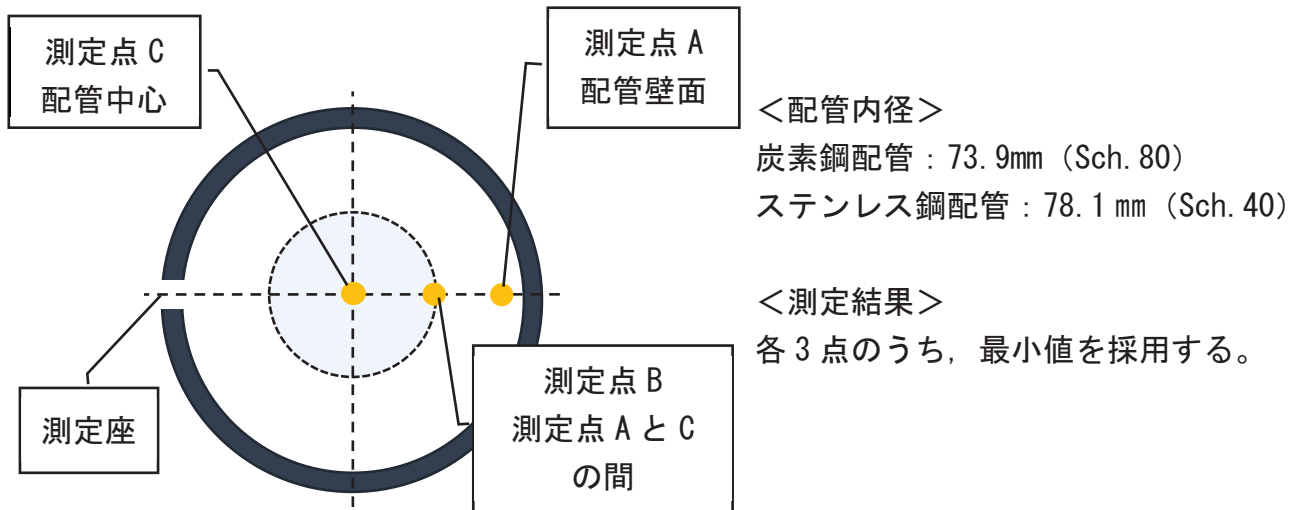


図 16-2 建屋内排水系配管内の気流確認の実施方法

3 結果

(1) 建屋内排水系配管内の気流に影響を及ぼす作業の実績調査結果

建屋内排水系配管内の気流に影響を及ぼす作業の調査結果及び模擬の方法を表 16-1 に示す。

表 16-1 建屋内排水系配管内の気流に影響を及ぼす作業の調査結果

調査結果	模擬の方法
空調ダクト清掃作業	吹出口近傍のダンパの開度調整を実施し, 当時の部屋間差圧に調整することにより模擬する。
扉の運用変更	当時の扉の開閉状態を模擬する。 扉の位置を図 16-3 及び図 16-4 に示す。

上記を踏まえ, 建屋内排水系配管内の気流確認における排水枡への閉止措置の実施状況及び換気系 (汚染区域系統) の運転状況等の詳細な模擬条件を図 16-5 に示す。

(2) 建屋内排水系配管内の気流確認結果

図 16-5 の模擬条件のもとで建屋内排水系配管内の気流確認を実施した結果を表 16-2, 図 16-5, 図 16-6, 16-7 及び 16-8 に示す。

気流確認を実施した結果から、地下 2 階から 2 階の換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡に向かう建屋内排水系配管内において、閉止措置を実施する前の状態で、気流の向きが地下 1 階から地下 2 階へ向かう下向きとなることを確認し、閉止措置を実施する過程の状態で、気流の向きが地下 2 階から地下 1 階へ向かう上向きに変化し、それ以降、堆積物の回収のために一時的に閉止措置の一部を解除した際も含め、気流の向きが地下 2 階から地下 1 階へ向かう上向きとなることを確認した。

4 考察

上記のとおり、閉止措置を実施する前の状態で、気流の向きが地下 1 階から地下 2 階へ向かう下向きとなることから、建屋内排水系配管内に堆積した粒状樹脂が 2 階の換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりに移動する要因とはならないことを確認した。

また、閉止措置を実施する過程の状態で、気流の向きが地下 2 階から地下 1 階へ向かう上向きに変化し、それ以降、堆積物の回収のために一時的に閉止措置の一部を解除した際も含め、気流の向きが地下 2 階から地下 1 階へ向かう上向きとなることから、建屋内排水系配管内に堆積していた粒状樹脂が 2 階の換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりに移動する要因となると推定した。

平成29年5月2日に発生した事象の対応にて、ドラム運搬装置メンテナンス室の排水枡からの空気の噴き上がりを抑制するため、平成29年5月2日に①及び②の扉を開放した。

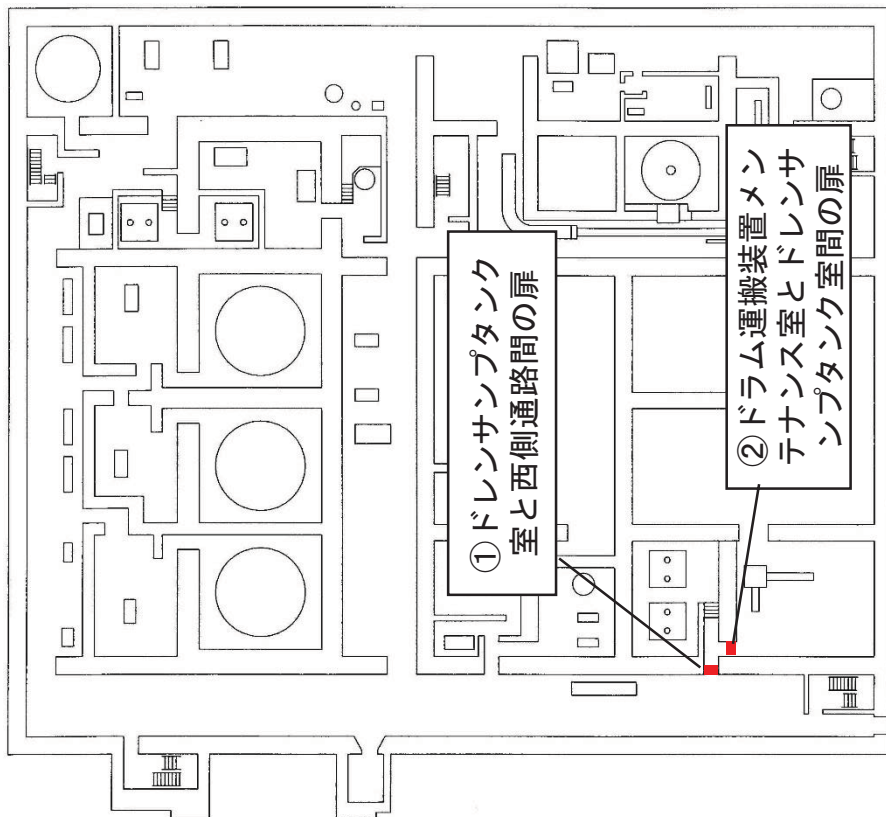


図16-3 ドラム運搬装置メンテナンス室入口扉
(NRW-I 地下2階)

浜岡1, 2号機の防護区域解除に伴う出入管理の運用変更のため、平成29年7月18日に NRW-I 地下1階とNRW-I 連絡トレンチ間の扉の閉運用を開始した。

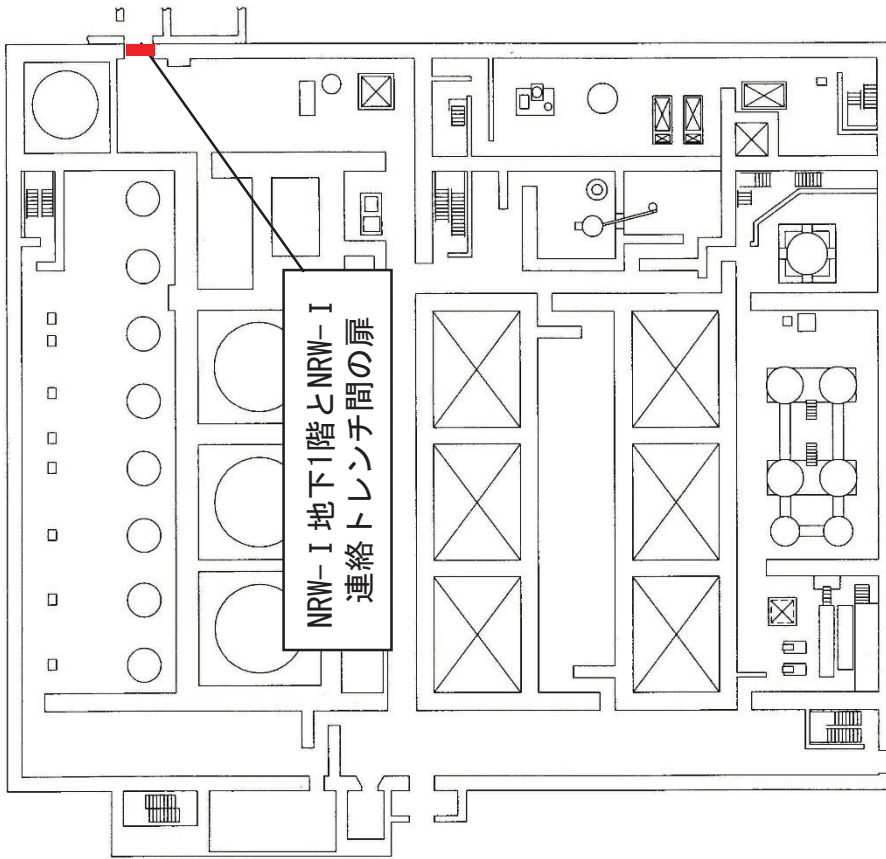


図16-4 NRW-I 連絡トレンチ境界扉
(NRW-I 地下1階)

	平成29年4月	平成29年5月	平成29年6月	平成29年7月				
	▽4月6日 粒状樹脂を含む 廃液の排水実施	▽5月2日 地下2階の5箇所の排水枡まわりの 床面に堆積物を確認		7月24日▽ 堆積物の 回収完了				
平成29年5月 2日に発生し た事象にお ける対応の 時系列	閉止措置の実施前		閉止措置の継続					
		5月5日～5月29日 建屋内排水系 配管内部調査	6月13日～6月30日 堆積物回収 (建屋内排水系)	7月19日～7月24日 堆積物回収 (洗浄ドレ ン受タンク下流部)				
	▽5月2日 ドラム運搬装置 メンテナンス室入口扉「閉→開」	5月31日～6月7日 閉止措置の実施		▽7月18日 NRW-I 連絡トレンチ 境界扉「開→閉」				
		実施日	6月2日	6月5日	6月6日	6月7日		
		実施箇所数	15箇所	16箇所	38箇所	65箇所	85箇所	103箇所
主排気系ファン (A) 運転中								
気流確認 結果	1 閉止措置の実施前	2 閉止措置の実施過程	3 閉止措置の完了後及び堆積物回収中					
	閉止措置の実施前において、ドラム運搬装置メンテナンス室入口扉の開閉状態によらず、建屋内排水系配管内に上層階から下層階に向かう下向き気流が発生することを確認した。 (測定結果を図16-6に示す)	閉止措置の実施過程において、建屋内排水系配管内の気流の向きが変化し、下層階から上層階に向かう上向き気流が発生することを確認した。 (測定結果を図16-7に示す)	閉止措置の完了後及び堆積物回収のために一時的に閉止措置の一部を解除)において、建屋内排水系配管内に下層階から上層階へ向かう上向き気流が発生することを確認した。 (測定結果を図16-8に示す)					

図16-5 建屋内排水系配管内の気流確認の模擬条件及び確認結果

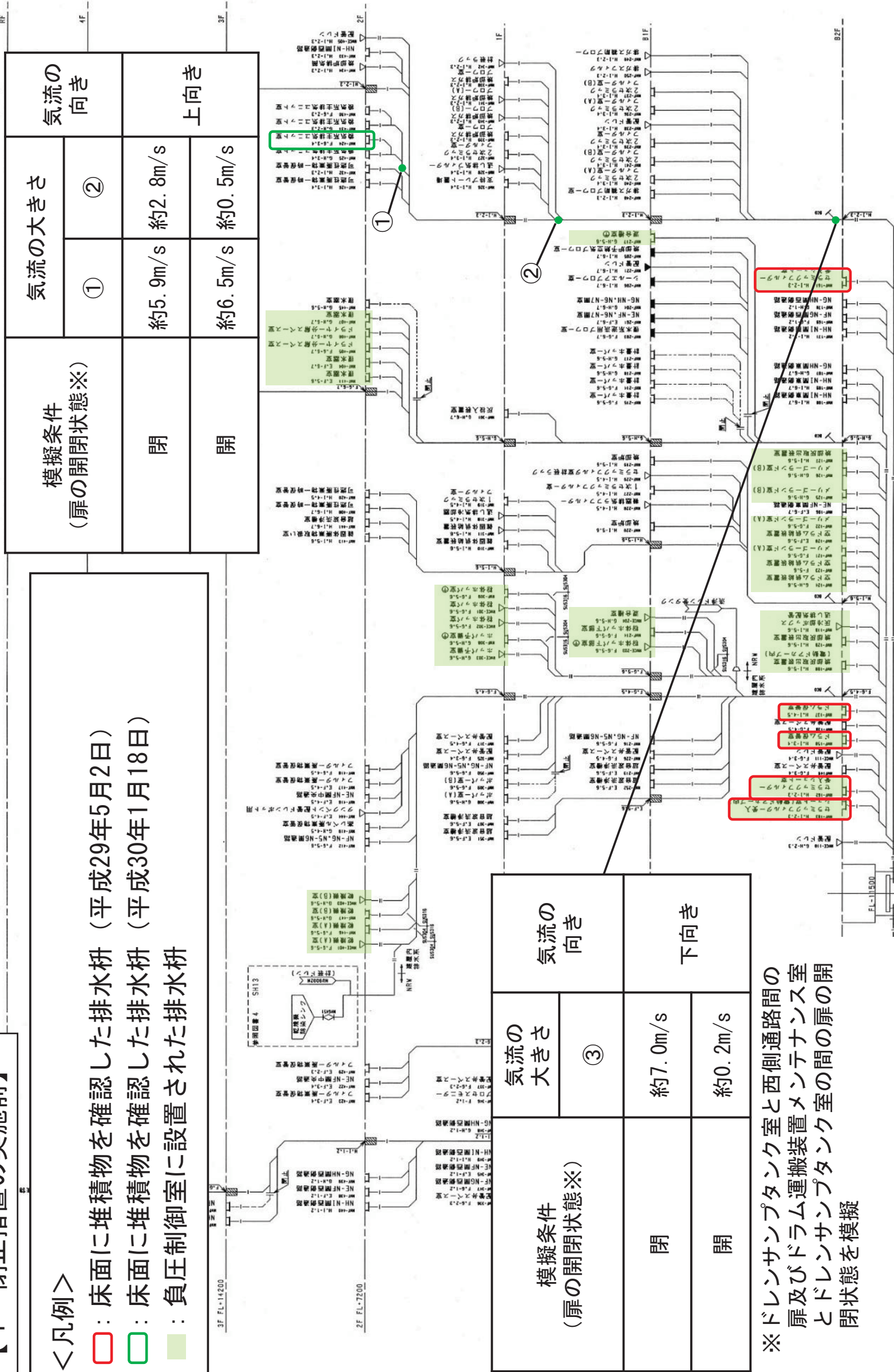
表16-2 気流確認結果

模擬条件	気流確認箇所①			気流確認箇所②			気流確認箇所③			気流確認箇所④			気流確認箇所⑤			気流確認箇所⑥				
	気流の大きさ [m/s]			気流の大きさ [m/s]			気流の大きさ [m/s]			気流の大きさ [m/s]			気流の大きさ [m/s]			気流の大きさ [m/s]				
	測定点A	測定点B	測定点C	測定点A	測定点B	測定点C	測定点A	測定点B	測定点C	測定点A	測定点B	測定点C	測定点A	測定点B	測定点C	測定点A	測定点B	測定点C		
閉止措置の実施前	ドラム運搬装置 メンテナンス室 入口扉「閉」	6.00	5.90	6.00	2.85	3.10	3.12	7.04	7.10	7.09	1.75	1.82	1.75	6.20	5.56	5.48	5.72	5.90	6.03	気流の向き 下向き
	ドラム運搬装置 メンテナンス室 入口扉「開」	6.61	6.55	6.63	0.51	0.62	0.55	0.24	0.30	0.25	0.65	0.61	0.67	4.28	4.19	4.22	4.62	4.17	4.13	気流の向き 下向き
閉止措置の実施過程	15箇所閉止	6.70	6.68	6.55	0.59	0.66	0.75	0.11	0.14	0.13	0.48	0.55	0.56	4.63	4.24	4.24	4.75	4.74	4.59	気流の向き 下向き
	16箇所閉止	6.75	6.65	6.70	0.75	0.63	0.70	0.20	0.29	0.47	0.51	0.57	0.61	4.83	4.45	4.22	4.52	4.45	4.33	気流の向き 下向き
	38箇所閉止	14.7	12.7	11.9	2.52	2.75	2.65	0.99	1.03	1.01	0.73	0.64	0.64	3.81	4.01	3.99	4.33	4.28	4.22	気流の向き 下向き
	65箇所閉止	15.0	12.2	12.0	4.20	4.35	4.25	3.25	3.09	3.14	1.05	1.25	1.06	2.38	2.48	2.30	2.72	2.78	2.70	気流の向き 下向き
閉止措置の実施完了	85箇所閉止	9.32	9.15	9.12	7.76	7.91	7.76	7.10	7.14	6.96	0.13	0.12	0.12	0.25	0.28	0.29	0.48	0.44	0.43	気流の向き 下向き
	103箇所閉止	6.25	6.03	5.90	4.55	4.90	4.85	3.65	3.67	3.84	0.50	0.53	0.55	1.60	1.93	1.58	3.10	3.11	3.05	気流の向き 下向き
閉止措置の一時的な解除 (堆積物の回収時)	NWF-162開放	8.90	8.45	8.38	6.90	7.25	7.15	6.63	6.32	6.22	0.37	0.26	0.23	0.27	0.34	0.33	0.36	0.41	0.38	気流の向き 下向き
	NWF-214開放 (NRW-I連絡トレンチ 境界扉「閉」)	7.25	7.45	7.40	5.95	6.15	6.38	4.65	4.64	4.77	0.40	0.48	0.52	0.54	0.45	0.43	4.38	4.32	4.22	気流の向き 下向き

【1 閉止措置の実施前】

<凡例>

- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成29年5月2日)
- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成30年1月18日)
- : 負圧制御室に設置された排水枡



※ドレンサンプタンク室と西側通路間の扉及びビドラム運搬装置メンテナンス室とドレンサンプタンク室の間の扉の開閉状態を模擬

気流の大きさは、測定点A, B, Cのうち、最小値を示す。

薬液床ドレンサンプタンク (B)

図16-6 建屋内排水系配管内の気流確認結果

模擬条件 (閉止措置の 実施数)	気流の大きさ		気流の 向き
	①	②	
16箇所	約6.6m/s	約0.6m/s	上向き
38箇所	約11.9m/s	約2.5m/s	
65箇所	約12.0m/s	約4.2m/s	
85箇所	約9.1m/s	約7.7m/s	
103箇所 (閉止完了)	約5.9m/s	約4.5m/s	

【2 閉止措置の実施過程】

<凡例>

□: 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成29年5月2日)

□: 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成30年1月18日)

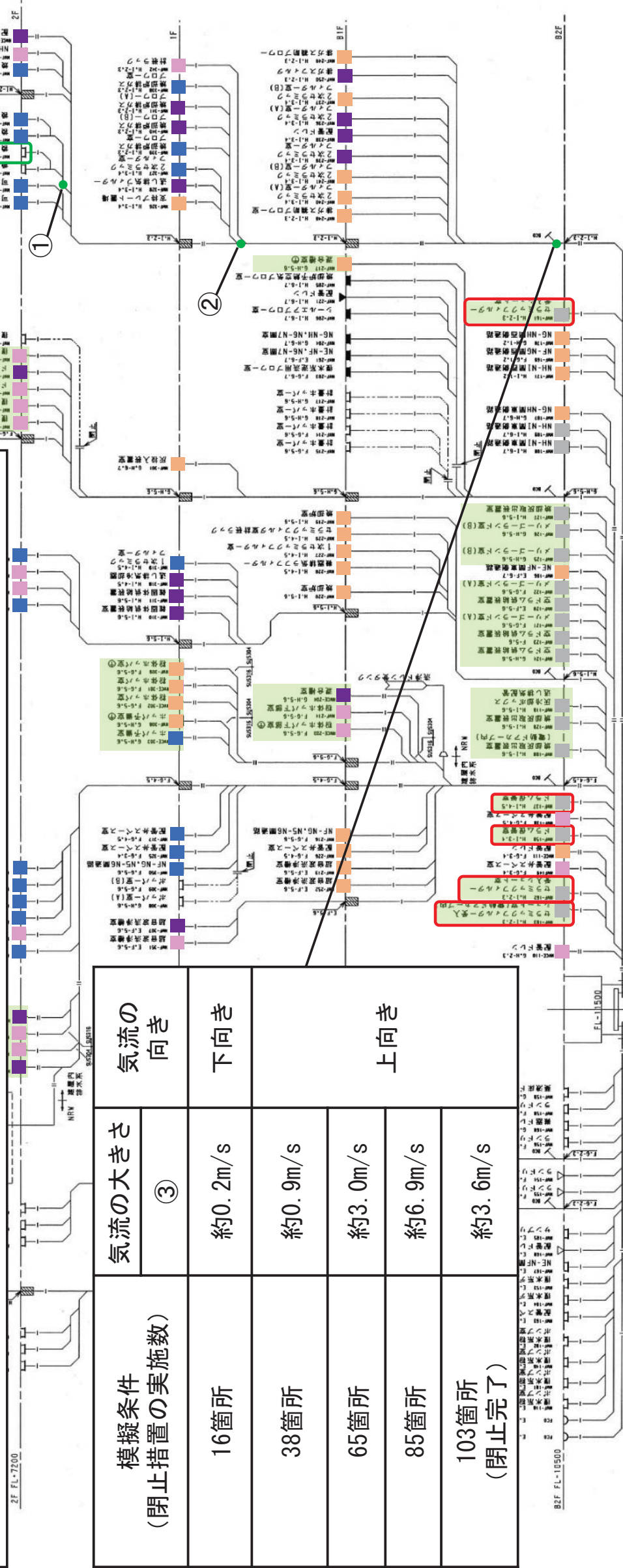
閉止措置を実施した排水枡

■: 平成29年6月1日までに実施した箇所 ■: 平成29年6月6日までに実施した箇所

■: 平成29年6月2日までに実施した箇所 ■: 平成29年6月7日までに実施した箇所

■: 平成29年6月5日までに実施した箇所

■: 負圧制御室に設置された排水枡



気流の大きさは、測定点A, B, Cのうち、最小値を示す。

薬液床ドレンサンクタンク (B)

図16-7 建屋内排水系配管内の気流確認結果

【3 閉止措置の完了後及び堆積物回収中】

<凡例>

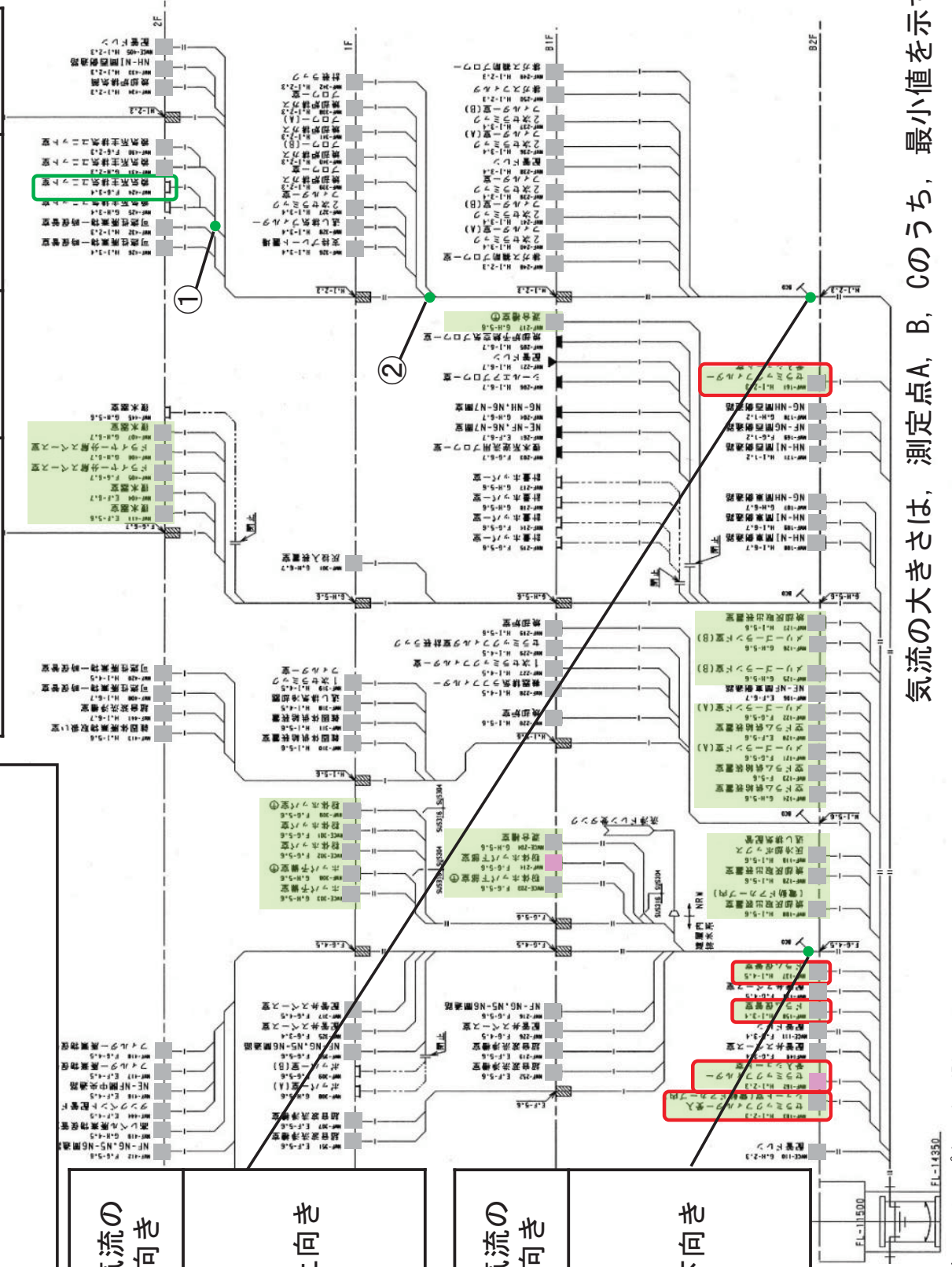
- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成29年5月2日)
- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成30年1月18日)
- : 閉止措置を実施した排水枡
- : 建屋内排水系配管内の堆積物回収のため、一時的に閉止措置の一部を解除した排水枡
- : 負圧制御室に設置された排水枡

模擬条件	気流の大きさ		気流の向き
	①	②	
閉止措置完了後	約5.9m/s	約4.5m/s	上向き
堆積物回収時 (NWF-162開放)	約8.3m/s	約6.9m/s	
堆積物回収時 (NWF-214開放) ※	約7.2m/s	約5.9m/s	

模擬条件	気流の大きさ		気流の向き
	③		
閉止措置完了後	約3.6m/s	約6.2m/s	上向き
堆積物回収時 (NWF-162開放)	約6.2m/s	約4.6m/s	
堆積物回収時 (NWF-214開放) ※	約4.6m/s		

模擬条件	気流の大きさ		気流の向き
	⑥		
閉止措置完了後	約3.0m/s	約0.3m/s	下向き
堆積物回収時 (NWF-162開放)	約0.3m/s	約4.2m/s	
堆積物回収時 (NWF-214開放) ※	約4.2m/s		

※洗浄ドレン受タンク下流部の配管内の堆積物回収に伴い、洗浄ドレン受タンク下流に設置されたドレン弁を開弁した状況を模擬 (NRW-I 連絡ドレン手境界扉「閉」) 薬液床ドレンサンブタンク (B)



気流の大きさは、測定点A, B, Cのうち、最小値を示す。

図16-8 建屋内排水系配管内の気流確認結果

粒状樹脂が建屋内排水系配管内を上向きに移動する可能性のある気流の大きさ

1 目的

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の対応状況を模擬した気流確認の結果、地下 2 階から地下 1 階へ向かう気流を確認した。確認した気流の大きさにより、粒状樹脂が建屋内排水系配管内を上向きに移動する可能性があるか確認する。

2 算出方法

粒状樹脂が上方向へ移動する現象は、「粒状樹脂が上向きの気流により受ける上向きの力」が「粒状樹脂が重力により受ける下向きの力」に比べて大きくなった場合に発生する。このため、終末速度^{※1}の考え方をを用いて、粒状樹脂が建屋内排水系配管内を上向きに移動する可能性のある気流の大きさを算出する。終末速度の公式^{※2}を式①に示す。

$$v = \sqrt{\frac{2mg}{c\rho f}} \dots \textcircled{1}$$

v : 終末速度 [m/s]
 mg : 粒状樹脂に作用する重力 [N]
 ρ : 空気の密度 [kg/m³]
 c : 抵抗係数 [-]^{※3}
 f : 落下方向に対する物体の最大断面積 [m²]

算出に用いた粒状樹脂の仕様を表 17-1 に示す。

表 17-1 算出に用いた粒状樹脂の仕様

項目	算出に用いた値
粒状樹脂の直径 [mm]	0.35, 0.45, 0.55, 0.65
粒状樹脂の密度 [kg/m ³]	1139

なお、粒状樹脂の直径については、換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりに堆積した粒状樹脂 (乾燥状態) のサンプルを実測した値 (0.41mm~0.59mm) 及び納入時の基準値 (0.45 mm~0.65 mm) を考慮し、表 17-1 に示す 4 ケースとし、終末速度を算出した。

また、粒状樹脂の密度は、粒状樹脂の重量 (実測値) と直径 (実測値) の平均値から算出した。

3 算出結果

終末速度の算出結果を表 17-2 に示す。

表 17-2 終末速度の算出結果

粒状樹脂の直径 [mm]	0.35	0.45	0.55	0.65
終末速度 [m/s]	1.52	1.98	2.41	2.82

表 17-2 より、終末速度は粒状樹脂の直径が大きくなるにつれて増加する結果となった。

4 考察

粒状樹脂が建屋内排水系配管内を上向きに移動する可能性のある気流の大きさを算出した結果、最小値は、粒状樹脂の直径が 0.35mm の場合の 1.52m/s であった。

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の対応状況を模擬した気流確認において確認した地下 2 階から地下 1 階へ向かう上向きの気流の大きさは、閉止措置を 65 箇所実施した時点で約 3.0m/s であり、算出結果の最小値 (1.52m/s) より大きいため、粒状樹脂は建屋内排水系配管内を上向きに移動する可能性があると評価する。(図 17-1 参照)

なお、算出に用いた抵抗係数は、実験式に本事象の粒状樹脂の直径及び流速を代入した値であるため、粒状樹脂が移動しにくい条件となる飛来物評価において使用している抵抗係数^{※4}及び粒状樹脂の直径(最大値)を用いた場合の算出結果との比較を行った。

算出結果を表 17-3 に示す。

表 17-3 飛来物評価における抵抗係数を用いた終末速度の算出結果

粒状樹脂の直径 [mm]	0.65
終末速度 [m/s]	4.19

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の対応状況を模擬した気流確認において確認した地下 2 階から地下 1 階へ向かう上向きの気流の大きさは、閉止措置を 85 箇所実施した時点で約 6.9m/s であり、粒状樹脂が移動しにくい条件で算出した結果 (4.19m/s) よりも大きいため、粒状樹脂は建屋内排水系配管内を上向きに移動する可能性があるとして評価する。

- ※1:終末速度とは、物体が重力または遠心力などの体積力と、速度に依存する抗力を受けるときに、それらの力が釣り合って変化しなくなったときの速度
- ※2:機械工学便覧 改訂第6版 3-24頁
- ※3:流体中の抵抗係数を示す実験式の一つである Schiller and Naumann の式（「球状粒子の沈降速度について」 井伊谷鋼一 粉体工学研究会誌 3巻 (1966) 1号 p. 420-423）を用いて算出
- ※4:NRC Regulatory Guide 1.76 (DESIGN-BASIS TORNADO AND TORNADO MISSILES FOR NUCLEAR POWER PLANTS) rev1 8頁の値より算出

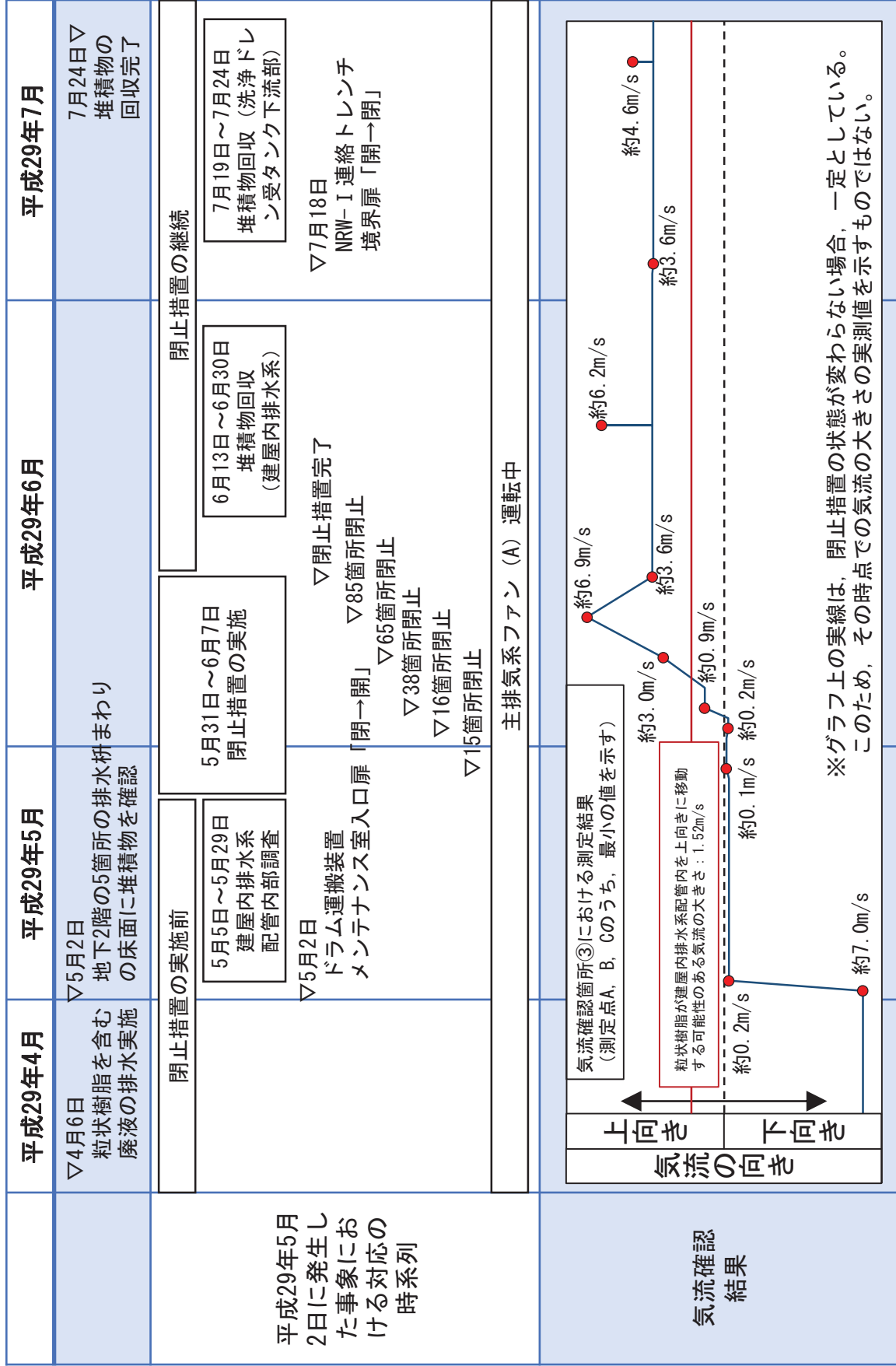


図17-1 建屋内排水系配管内の気流調査結果と粒状樹脂が移動する可能性のある気流の大きさ

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象における対応の時系列

No	年月日	対応	詳細	対応部署	換気系主排気ユニット内の排水枡に対する認識	問題点
01	平成 28 年 12 月 13 日	NRW-I : 2 階 空調設備定期点検工事に伴う換気系主排気ユニット (A) 内への立ち入り	排水枡 (NWF-424) まわりに粒状樹脂の堆積は、確認されていない。 なお、これ以降、換気系主排気ユニット (A) 内への立ち入りはない。	廃棄物管理課	—	—
02	平成 29 年 4 月 6 日	洗浄ドレン受タンクから粒状樹脂を含む廃液を建屋内排水系に排水	粒状樹脂を乾燥機 (B) により乾燥処理していた際に「乾燥機・B 圧力高」警報が点灯し、その後の対応において、洗浄ドレン受タンクから粒状樹脂を含む廃液が建屋内排水系に自動排水された。	廃棄物管理課	—	—
03	平成 29 年 5 月 2 日	NRW-I : 地下 2 階 排水枡 (5 箇所) まわりに堆積物 (粉状樹脂及び粒状樹脂) を確認	堆積物の表面汚染密度が、40Bq/cm ² を超えていたため、保安規定第 1 編第 93 条に基づき、管理区域内における特別措置として、ドラム保管室及びドラム運搬装置メンテナンス室の立入制限及び管理区域の細区分を変更した。	廃棄物管理課 緊対本部	—	—
04	NRW-I : 地下 2 階 ドラム運搬装置メンテナンス室とドレンサンプタンク室間の扉を開放	排水枡 (NWF-161) から空気の噴き出しがあることを確認したため、負圧制御室であるドラム運搬装置メンテナンス室とドレンサンプタンク室間の扉を開放したところ、排水枡からの空気の噴き出しは抑制された。	放射線管理班	—	—	—
05	NRW-I : 全域 (放射線管理区域内) 換気系 (汚染区域系統) の運転状態維持	部屋間の差圧による影響で排水枡から空気の噴き出しを確認したが、換気系 (汚染区域系統) の停止を検討したが、一時的に建屋内排水系配管内の気流が変化し汚染が拡大することを懸念して、換気系 (汚染区域系統) の運転を維持することとした。	復旧班	—	—	—
06	NRW-I : 全域 (放射線管理区域内) 排水枡の外観点検 (堆積物を確認した排水枡と繋がるその他の排水枡)	堆積物を確認した排水枡と繋がるその他の排水枡まわりの堆積物の有無を確認することとした。 排水枡 (堆積物を確認した排水枡 5 箇所を除く 93 箇所) の外観点検を実施し、樹脂の堆積等の異常がないこと・噴き出しを確認した。このうち、外観点検を実施できない排水枡を複数確認した。 外観点検の結果をもとに、点検結果 (リスト) を作成した。	復旧班 放射線管理班	換気系 (汚染区域系統) 停止時に一時的に建屋内排水系配管内の気流が変化し汚染が拡大することを懸念して、換気系 (汚染区域系統) の運転を維持することとしており、換気系主排気ユニット内への立ち入りができないため、換気系主排気ユニット内の排水枡は外観点検を実施できない箇所と判断した。(聞き取り調査により確認) 復旧班の指示に基づき、外観点検に伴う放射線管理を行っており、換気系主排気ユニット内に排水枡がある認識はあったが、復旧班と同様に、換気系主排気ユニット内への立ち入りできない箇所と判断した。(聞き取り調査により確認)	—	

No	年月日	対応	詳細	対応部署	換気系主排気ユニット内の排水枙に対する認識	問題点
07		NRW-1: 全域 (放射線管理区域外) 排水枙の外観点検 (ライザー線図の堆積物を確認した排水枙と繋がるその他の排水枙)	堆積物を確認した排水枙と繋がるその他の排水枙まわりの堆積物の有無を確認することとした。排水枙 (箇所数は不明) の外観点検を実施し、樹脂の堆積等の異常がないことを確認した。(一部の排水枙で空気の吸い込み・噴き出しを確認した。) このうち、外観点検を実施できない排水枙を複数確認した。外観点検の結果をもとに、点検結果 (リスト) を作成した。	復旧班	—	—
08	平成29年5月2日～5月3日	NRW-1: 地下2階 堆積物の回収及び管理区域の細区分変更	堆積物を回収したのちに当該エリアを除去し、表面汚染密度が管理区域内における特別措置が必要な基準を下回ったため、管理区域の細区分を設定変更前に復旧した。	放射線管理班	—	—
09	平成29年5月3日	<安全措置> 管理区域の細区分変更 ・ドラム運搬装置メンテナンス室 ・ドラム保管室	堆積物を確認した排水枙に繋がる建屋内排水系配管内の確認作業のため、管理区域の細区分を変更した。	放射線管理課	—	—
10	平成29年5月4日	<安全措置> 葉液床ドレンサンブタンク (B) への排水規制	建屋内排水系配管内の状態維持の観点から、葉液床ドレンサンブタンク (B) への排水を禁止した。	廃棄物管理課	—	—
11	平成29年5月5日～5月29日	NRW-1: 地下2階～地下1階 (一部) 建屋内排水系配管の内部調査	堆積物を確認した排水枙に繋がる建屋内排水系の配管内部を確認するため、排水枙及び点検口からCCDカメラを挿入して調査を実施し、一部の建屋内排水系配管内で堆積物を確認した。	設備保全課	—	—
12	平成29年5月10日	更なる安全措置の検討	建屋内排水系配管内で堆積物を確認したこと等を踏まえ、更なる安全措置を検討した。	設備保全課 放射線管理課 プラント管理課 廃棄物管理課	換気系 (汚染区域系統) 停止時に一時的に建屋内排水系配管内の気流が変化し汚染が拡大することを懸念して、換気系 (汚染区域系統) の運転を維持することとしており、換気系主排気ユニット内への立ち入りができること、及び換気系主排気ユニット内は機器の内部であり建屋内排水系配管内の堆積物による汚染が発生した場合でも機器の内部に留まるたいため、汚染の拡大防止を行う必要はないと考えたことから、安全措置の検討に考慮していなかった。(聞き取り調査により確認)	換気系主排気ユニット内に立ち入りできないため、換気系主排気ユニット内は安全措置 (放射線測定) を実施できない箇所と判断した。(聞き取り調査により確認)

No	年月日	対応	詳細	対応部署	換気系主排気ユニット内の排水枡に対する認識	問題点
13	平成29年 5月11日 ～ 5月23日	NRW-I：全域（放射線管理区域内） 管理区域の細区分変更 ・堆積物を確認した排水枡に繋がる他 の排水枡周辺37箇所	建屋内排水系配管内の堆積物が排水枡を通じて拡散した場合の予防措置として、堆積物を確認した排水枡に繋がる他の排水枡周辺の管理区域の細区分を変更した。	設備保全課	—	—
14	平成29年 5月11日 ～ 7月26日	<更なる安全措置> 差圧監視の強化	排水枡から空気の噴き出しがないことを確認するため、ドラム運搬装置メンテナンス室及びドラム保管室の差圧計指示値をNRW-I制御室にて監視可能とするとともに、1時間毎に記録した。	廃棄物管理課	—	—
15	平成29年 5月12日	<更なる安全措置> 主給排気系ファンの切替え禁止措置	汚染拡大防止措置として、主給排気系ファンの切替えによる一時的な気流の変化を防止するため、換気系主給排気系ファンの切替えを禁止（運転業務連絡票）した。	廃棄物管理課	—	—
16	平成29年 5月12日	<更なる安全措置> 洗浄ドレン受タンク及び乾燥機抽気タンクからの排水禁止措置	建屋内排水系配管内の状態維持の観点から、洗浄ドレン受タンク及び乾燥機抽気タンクからの排水を禁止（運転業務連絡票）した。	廃棄物管理課	—	—
17	平成29年 5月16日	<更なる安全措置> 建屋内の差圧に影響を与える可能性のある作業の禁止措置	NRW-I及びNRW-II内の差圧に影響を与える可能性のある作業及び運転操作（1,2号機の運転操作等も含む）を禁止した。	廃棄物管理課	—	—
18	平成29年 5月18日 ～ 5月19日	NRW-I：全域（放射線管理区域内外） 排水枡の外観点検（ライザ一線図の薬液床ドレンサンブタンク（B）に繋がる排水枡）	復旧班で実施した点検結果（リスト）をもとに、排水枡の外観点検を行った結果、樹脂の堆積等の異常がないことを確認した。（一部の排水枡で空気の吸い込み・噴き出しを確認した。） また、5月23日に、この結果を踏まえ、外観点検の対策リストを作成した。上記リストのうち、外観点検を実施できない排水枡を複数確認した。	廃棄物管理課	換気系（汚染区域系統）停止時に一時的に建屋内排水系配管内の気流が変化し汚染が拡大することを懸念して、換気系（汚染区域系統）の運転を維持することとしており、換気系主排気ユニット内への立ち入りができないため、換気系主排気ユニット内の排水枡は外観点検を実施できない箇所と判断した。（点検記録および聞き取り調査により確認）	—

No	年月日	対応	詳細	対応部署	換気系主排気ユニット内の排水枙に対する認識	問題点
19	平成 29 年 5 月 19 日	第 114 回原子力発電所トラブリング検討会	<p>審議 1 原因調査の方針及び建屋内排水系配管内の堆積物を除去する作業が、原因調査に影響を与えないことを審議した。(審議了承)</p> <p>審議 2 建屋内排水系配管の内部調査(地下 1 階～4 階)、閉止措置の実施(148 箇所)及び堆積物の回収方法を審議した。(審議了承)</p>	<p>廃棄物管理課</p> <p>設備保全課</p>	<p>換気系(汚染区域系統)停止時に一時的に建屋内排水系配管内の気流が変化し汚染が拡大することを懸念して、換気系(汚染区域系統)の運転を維持することとしており、換気系主排気ユニット内への立ち入りができず、換気系主排気ユニット内は機器の内部であり建屋内排水系配管内の堆積物による汚染が発生した場合でも機器の内部に留まるため、汚染の拡大防止を行う必要はないと考えたことから、閉止措置対象としていなかった。</p> <p>また、換気系主排気ユニット内 2 箇所の排水枙を閉止措置対象としないことについてリスクの検討に至らなかった。(聞き取り調査により確認)</p>	<p>換気系(汚染区域系統)停止時に一時的に建屋内排水系配管内の気流が変化し汚染が拡大することを懸念して、換気系(汚染区域系統)の運転を維持することとしており、換気系主排気ユニット内への立ち入りができず、換気系主排気ユニット内は機器の内部であり建屋内排水系配管内の堆積物による汚染が発生した場合でも機器の内部に留まるため、汚染の拡大防止を行う必要はないと考えたことから、閉止措置対象としていなかった。</p> <p>このことから、設備保全課は、換気系主排気ユニット内の排水枙 2 箇所を閉止措置の対象としないにもかかわらず、検討会資料には「薬液床トレンサンブタンク(B)に繋がる全ての排水枙に閉止措置を実施する」と記載しており、換気系主排気ユニット内の排水枙 2 箇所に閉止措置が実施されないという情報が検討会委員に共有されなかった。</p>
20			<p>閉止措置の実施方法については、排水枙ごとの空気の吸い込み・噴き出しの有無によって、堆積物を確認した排水枙以外の排水枙から堆積物が噴き出すことがないようにする観点でリスクの検討を実施した。</p>	<p>検討会委員</p>	<p>換気系主排気ユニット内に排水枙があることを認識していなかった。(聞き取り調査により確認)</p>	
21	平成 29 年 5 月 19 日 ～ 5 月 29 日	NRW-I : 地下 1 階～4 階 建屋内排水系配管の内部調査	<p>第 114 回原子力発電所トラブリング検討会で審議了承された調査範囲について建屋内排水系配管の内部調査を行い、No.11 で確認した範囲以外に堆積物がないことを確認した。</p>	<p>設備保全課</p>	<p>換気系(汚染区域系統)停止時に一時的に建屋内排水系配管内の気流が変化し汚染が拡大することを懸念して、換気系(汚染区域系統)の運転を維持することとしており、換気系主排気ユニット内への立ち入りができず、換気系主排気ユニット内は機器の内部であり建屋内排水系配管内の堆積物による汚染が発生した場合でも機器の内部に留まるため、汚染の拡大防止を行う必要はないと考えたことから、閉止措置対象としていなかった。(聞き取り調査により確認)</p>	
22	平成 29 年 5 月 31 日 ～ 6 月 7 日	NRW-I : 全域(放射線管理区域内外) 排水枙への閉止措置の実施	<p>第 114 回原子力発電所トラブリング検討会で示した排水枙への閉止措置の実施対象リストをもとに作業下員を実施していたところ、対象リストに不備(排水枙の不足や重複)があることを確認したため、閉止措置の実施対象とする排水枙の再直しを行った。閉止措置の実施過程で排水枙の空気の噴き出し量に変化したが、他の排水枙への閉止措置の実施による影響と考えた。</p>	<p>設備保全課</p>	<p>設備保全課は、第 114 回原子力発電所トラブリング検討会で示したリストの不備があることに気づいたものの、閉止措置の実施対象である「薬液床トレンサンブタンク(B)に繋がる全ての排水枙」に合わせたため、関係者に修正したものであったため、関係者に情報共有しなかった。</p>	

No	年月日	対応	詳細	対応部署	換気系主排気ユニット内の排水枞に対する認識	問題点
23	平成 29 年 6 月 1 日 ~ 平成 30 年 3 月 23 日	NRW- I : 全域 (放射線管理区域内外) 閉止措置の実施状況確認	外観点検の対象リストをもとに、「閉止措置の実施対象排水枞巡視点検表」を作成して、閉止措置の実施状況 (閉止措置が確実に実施されていること、閉止措置を実施した排水枞上に水がないこと) を日常の巡視点検に合わせて実施した。 ただし、換気系主排気ユニット内 (2 箇所)、ドラム保管室 (2 箇所) 及び閉止プラグ取付け排水枞 (7 箇所) については日常の巡視点検の範囲外であることから実施していない。	廃棄物管理課	第 114 回原子力発電所トランプ検討会の資料に「薬液床ドレンサンプタンク (B) に繋がる全ての排水枞に閉止措置を実施する」と記載されていたことから、薬液床ドレンサンプタンク (B) に繋がる全ての排水枞に閉止措置を実施している認識であった。(聞き取り調査により確認) また、換気系主排気ユニット内への立ち入りができないため、換気系主排気ユニット内の排水枞は、閉止措置の実施状況を確認できない箇所として判断した。(点検記録及び聞き取り調査により確認)	—
24	平成 29 年 6 月 13 日 ~ 6 月 30 日	NRW- I : 地下 2 階~地下 1 階一部 建屋内排水系配管内の粒状樹脂の回収	建屋内排水系の配管内部調査で確認した配管内の堆積物を回収した。 また、換気系主排気ユニット内 2 箇所の排水枞に閉止措置を実施しないことについてリスクの検討においても考慮していないことから、回収後に回収した範囲に堆積物が残存していないことのみを確認した。	設備保全課	—	—
25	平成 29 年 7 月 19 日 ~ 7 月 24 日	NRW- I : 地下 1 階一部 洗浄ドレン受タンク下流側の配管内部調査	洗浄ドレン受タンク底部から配管内部調査を実施した結果、堆積物を確認したため回収した。 また、薬液床ドレンサンプタンク (B) に繋がる全ての排水枞に閉止措置を実施している認識であったことから、回収後に回収した範囲に堆積物が残存していないことのみを確認した。	廃棄物管理課	—	—
26	平成 29 年 7 月 26 日	<安全措置の解除> 主給排気系ファンの切替え禁止措置の解除	建屋内排水系配管の内部調査及び堆積物の回収が完了したことから、主給排気系ファンの切替え禁止措置を解除した。	設備保全課 廃棄物管理課 放射線管理課	換気系主排気ユニット内への立ち入りができる状態となったが、建屋内排水系配管内の堆積物は地下 2 階及び地下 1 階の範囲のみで確認したこと及び堆積物の回収は完了していたことから排水枞の外観点検を実施するという検討はしていない。(聞き取り調査により確認)	—

No	年月日	対応	詳細	対応部署	換気系主排気ユニット内の排水枙に対する認識	問題点
27	平成29年 11月8日 ～ 11月10日	発電用原子炉施設故障等報告書の適切 性確認	報告書の作成に使用したエビデンスには、換気系主排気ユニット内の排水枙は、密閉された機器の内部で汚染の拡大防止が図られていると考えていたことから、「閉止済」と記載した。 上記内容を踏まえて発電用原子炉施設故障等報告書を作成した。	設備保全課 プラント管理課 廃棄物管理課	換気系主排気ユニット内の排水枙は、機器の内部にあり汚染の拡大防止を図る必要はないと考えていたことから、「閉止済」と記載した。 第114回原子力発電所トラブル検討会の資料に「薬液床ドレンサンブタのク(B)に繋がる全ての排水枙に閉止措置を実施する」と記載されていたことから、薬液床ドレンサンブタのク(B)に繋がる全ての排水枙に閉止措置を実施している認識であったため、エビデンスに記載された換気系主排気ユニット内の「閉止済」に疑問を感じなかった。(聞き取り調査により確認)	—

事象発生メカニズム

<凡例>

- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成29年5月2日)
- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成30年1月18日)
- : 平成29年5月2日に発生した事象にて配管内部を調査した範囲
- : 平成29年5月2日に発生した事象にて堆積物を確認した範囲
- : 負圧制御室に設置された排水枡

①粒状樹脂の建屋内排水系配管への流入

平成29年4月6日に洗浄ドレン受タンクから建屋内排水系配管に多くの粒状樹脂 (約28.5kg) を含む廃液を排水した。

②建屋内排水系配管内への粒状樹脂の堆積

排水した廃液中の粒状樹脂は、形状や密度等から沈降速度が速いため、多くは建屋内排水系配管内に堆積 (約25.3kg) した。

③地下2階の排水枡まわりの床面 (5箇所) への粒状樹脂の移動

建屋内排水系配管内の粒状樹脂は徐々に乾燥し、平成29年5月2日に発生した事象で堆積物を確認した地下2階の排水枡まわりの床面 (5箇所) に堆積した。堆積した粒状樹脂は平成29年5月2日に回収 (約3.3kg※) を実施した。※一部粉末樹脂を含む

なお、平成29年5月2日に発生した事象における対応として、平成29年5月5日から5月29日にかけて建屋内排水系配管の内部調査を行い、その時点で換気系主排気ユニット近傍の建屋内排水系配管内に粒状樹脂の堆積がないことを確認している。

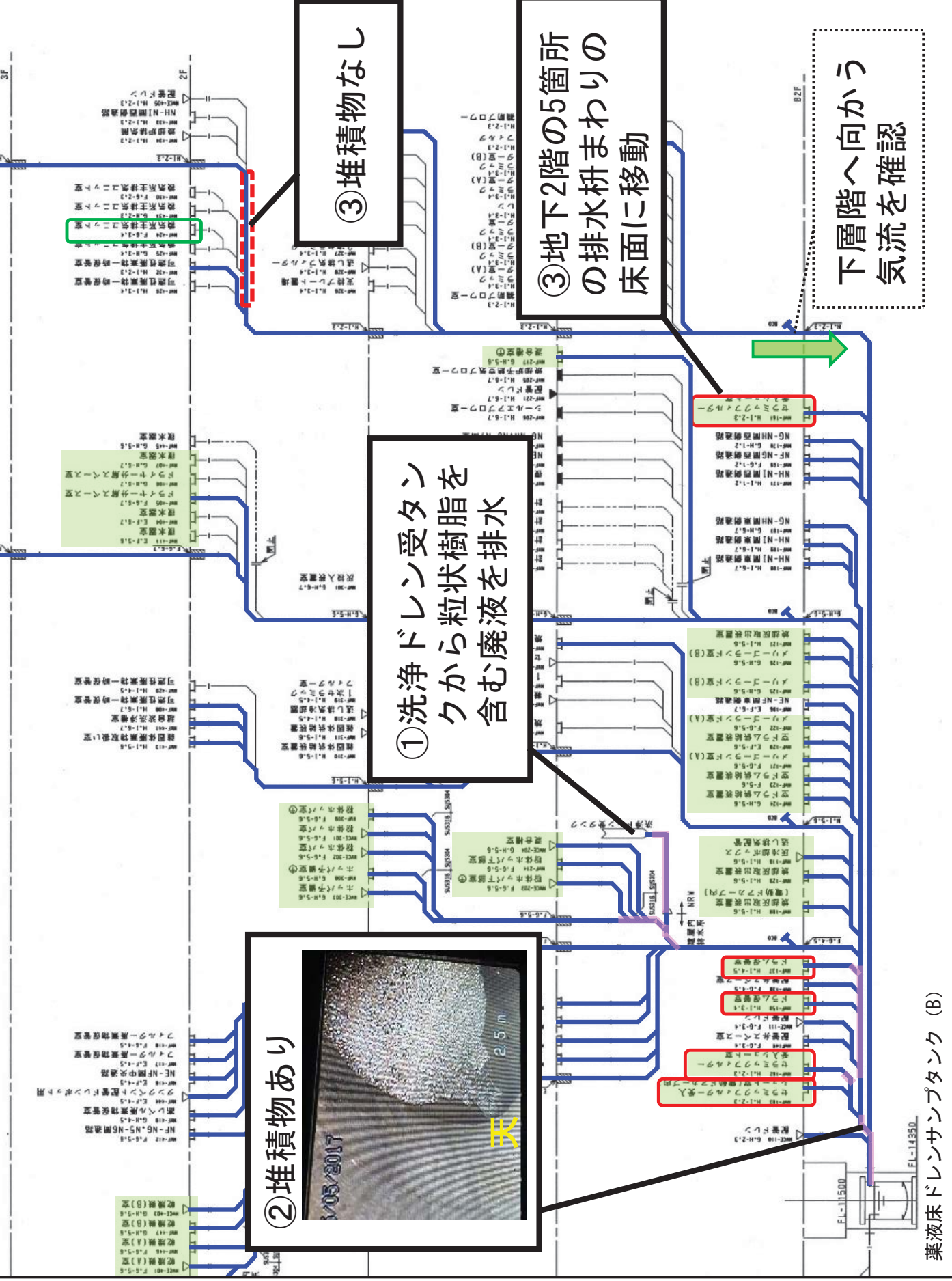
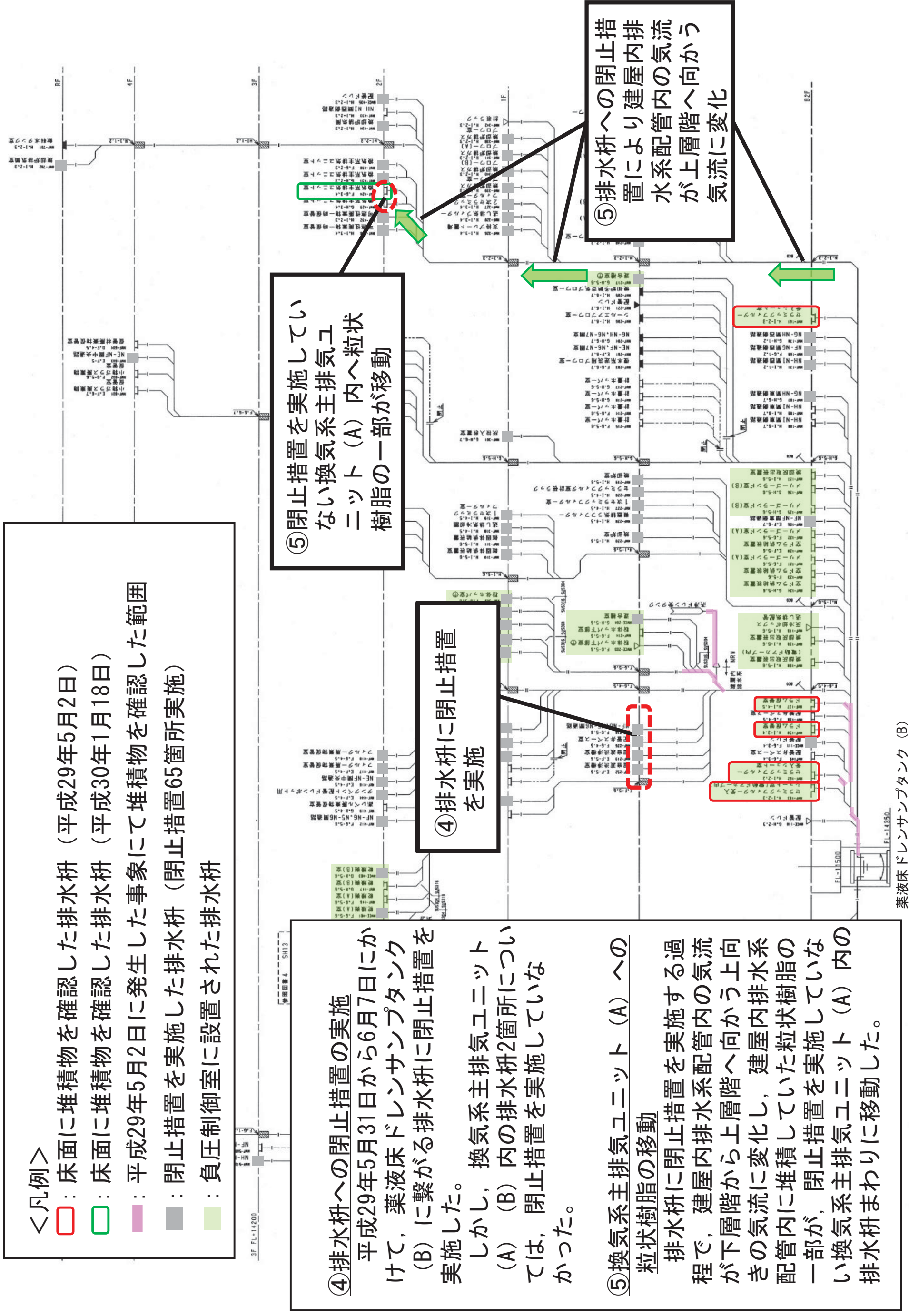


図19-1 粒状樹脂の建屋内排水系配管への流入



＜凡例＞

- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成29年5月2日)
- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成30年1月18日)
- : 平成29年5月2日に発生した事象にて堆積物を確認した範囲
- : 閉止措置を実施した排水枡 (閉止措置65箇所実施)
- : 負圧制御室に設置された排水枡

④排水枡への閉止措置の実施
 平成29年5月31日から6月7日にかけて、薬液床ドレンサンプタンク (B) に繋がる排水枡に閉止措置を実施した。
 しかし、換気系主排気ユニット (A) (B) 内の排水枡2箇所については、閉止措置を実施していなかった。

⑤換気系主排気ユニット (A) への粒状樹脂の移動
 排水枡に閉止措置を実施する過程で、建屋内排水系配管内の気流が下層階から上層階へ向かう上向き気流に変化し、建屋内排水系配管内に堆積していた粒状樹脂の一部が、閉止措置を実施していない換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりに移動した。

⑤閉止措置を実施していない換気系主排気ユニット (A) 内へ粒状樹脂の一部が移動

④排水枡に閉止措置を実施

⑤排水枡への閉止措置により建屋内排水系配管内の気流が上層階へ向かう気流に変化

薬液床ドレンサンプタンク (B)

図19-2 排水枡への閉止措置の実施による粒状樹脂の移動

<凡例>

- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成29年5月2日)
- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成30年1月18日)
- : 平成29年5月2日に発生した事象にて堆積物を確認した範囲
- : 閉止措置を実施した排水枡
- : 堆積物を回収するため一時的に閉止措置を解除した排水枡
- : 負圧制御室に設置された排水枡

⑥閉止措置の一時的な解除

平成29年6月13日から6月30日に実施した建屋内排水系配管内堆積物の回収作業において、排水枡への閉止措置を一時的に解除した。その際、建屋内排水系配管内に堆積した粒状樹脂の一部が気流により換気系主排気ユニット(A)内へ移動した。

⑦配管内の堆積物回収 (建屋内排水系)

平成29年6月13日から6月30日にかけて、建屋内排水系配管内に堆積した粒状樹脂の回収 (約12.6kg) を実施した。回収作業完了後、回収範囲に粒状樹脂が残存していないことを確認した。

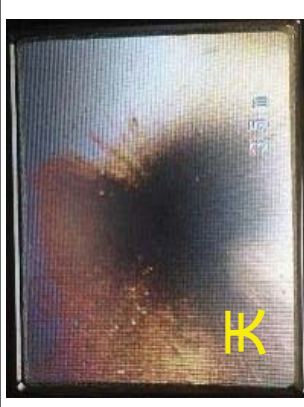
⑦建屋内排水系配管内に堆積した粒状樹脂を回収

回収作業完了後、回収範囲に粒状樹脂が残存していないことを確認

平成29年5月2日に発生した事象の配管内部調査

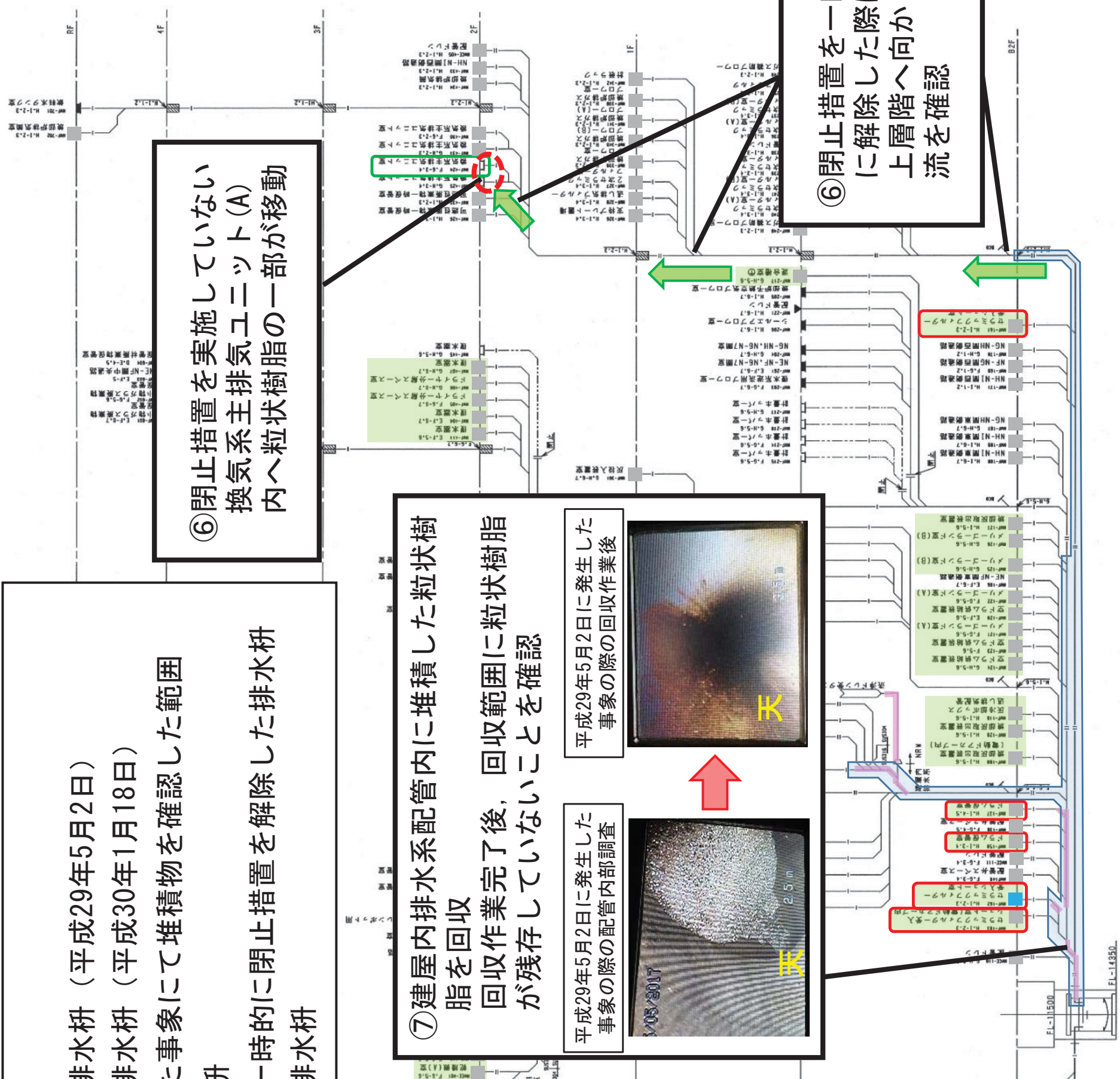


平成29年5月2日に発生した事象の回収作業後



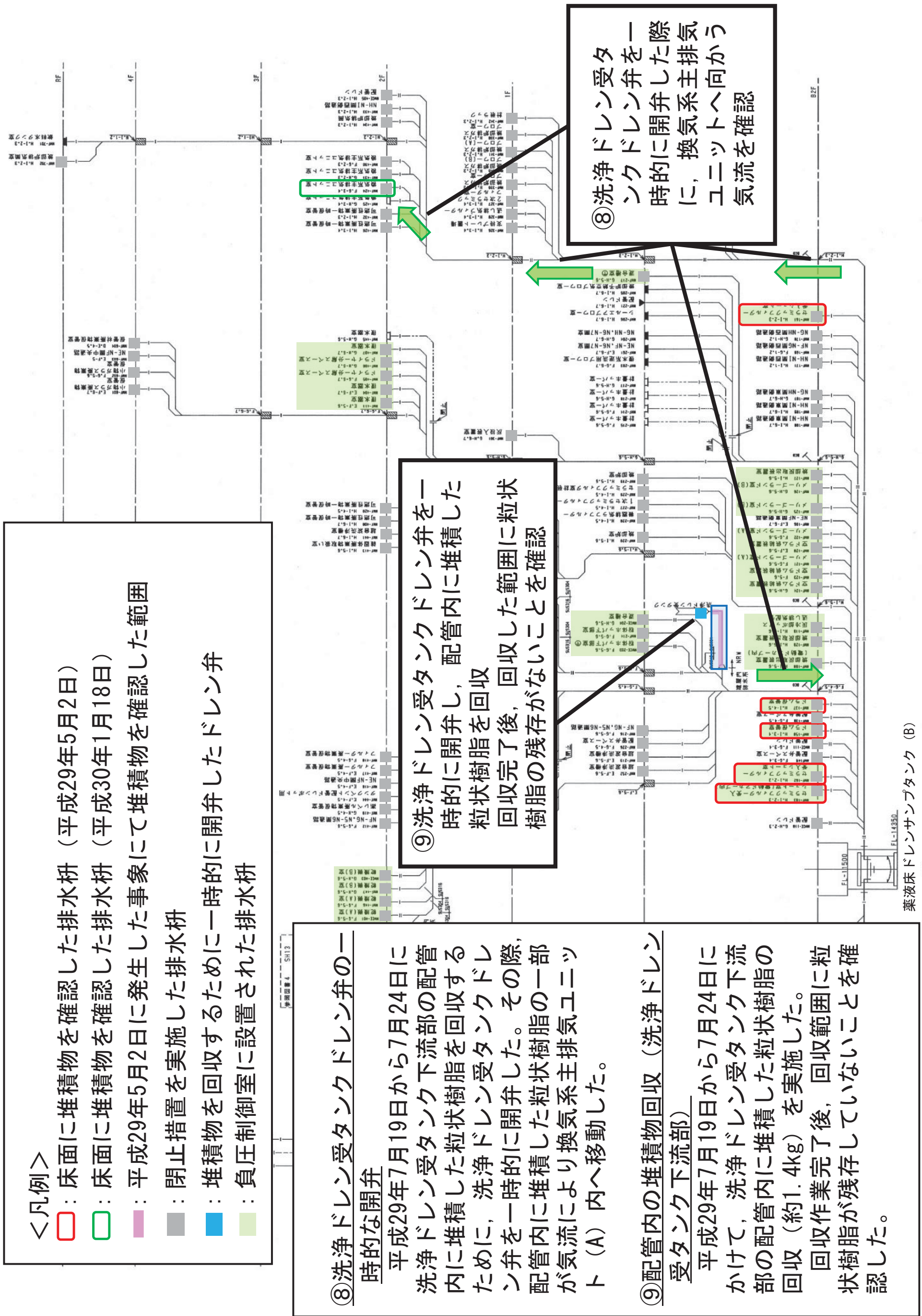
⑥閉止措置を実施していない換気系主排気ユニット(A)内へ粒状樹脂の一部が移動

⑥閉止措置を一時的に解除した際に、上層階へ向かう気流を確認



薬液床ドレンサンプタンク (B)

図19-3 堆積物回収に伴う閉止措置の一時的な解除



<凡例>

- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成29年5月2日)
- : 床面に堆積物を確認した排水枡 (平成30年1月18日)
- : 平成29年5月2日に発生した事象にて堆積物を確認した範囲
- : 閉止措置を実施した排水枡
- : 堆積物を回収するために一時的に開弁したドレン弁
- : 負圧制御室に設置された排水枡

⑧ 洗浄ドレン受タンクドレン弁の一時開弁

平成29年7月19日から7月24日に洗浄ドレン受タンク下流部の配管内に堆積した粒状樹脂を回収するために、洗浄ドレン受タンクドレン弁を一時的に開弁した。その際、配管内に堆積した粒状樹脂の一部が気流により換気系主排気ユニット (A) 内へ移動した。

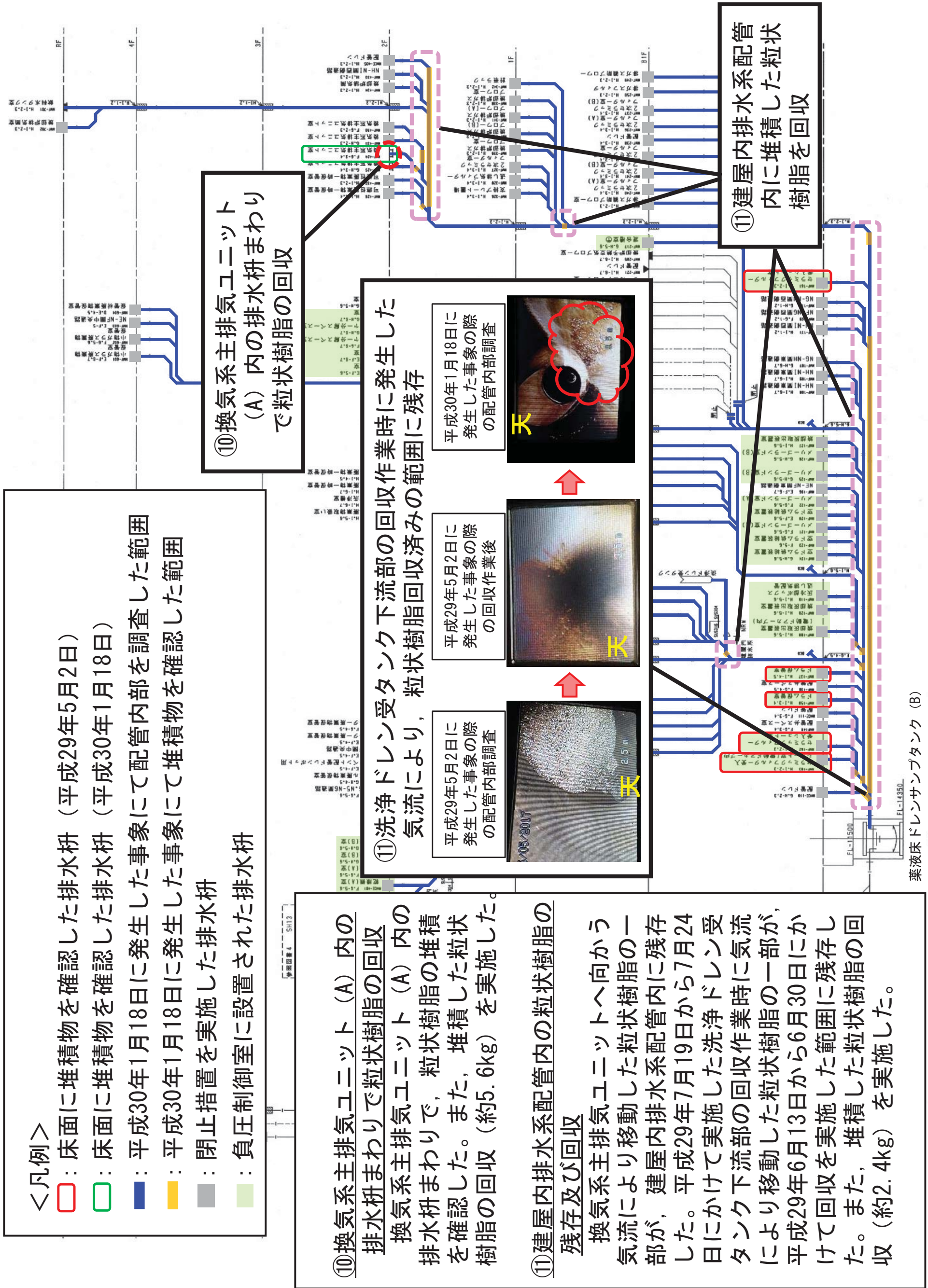
⑨ 配管内の堆積物回収 (洗浄ドレン受タンク下流部)

平成29年7月19日から7月24日にかけて、洗浄ドレン受タンク下流部の配管内に堆積した粒状樹脂の回収 (約1.4kg) を実施した。回収作業完了後、回収範囲に粒状樹脂が残存していないことを確認した。

⑨ 洗浄ドレン受タンクドレン弁を一時的に開弁し、配管内に堆積した粒状樹脂を回収。回収完了後、回収した範囲に粒状樹脂の残存がないことを確認。

⑧ 洗浄ドレン受タンクドレン弁を一時的に開弁した際に、換気系主排気ユニットへ向かう気流を確認。

図19-4 洗浄ドレン受タンクドレン弁の一時開弁



⑩換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりで粒状樹脂の回収
 換気系主排気ユニット (A) 内の排水枡まわりで、粒状樹脂の堆積を確認した。また、堆積した粒状樹脂の回収 (約5.6kg) を実施した。

⑪建屋内排水系配管内の粒状樹脂の残存及び回収
 換気系主排気ユニットへ向かう気流により移動した粒状樹脂の一部が、建屋内排水系配管内に残存した。平成29年7月19日から7月24日にかけて実施した洗浄ドレン受タンク下流部の回収作業時に気流により移動した粒状樹脂の一部が、平成29年6月13日から6月30日にかけて回収を実施した範囲に残存した。また、堆積した粒状樹脂の回収 (約2.4kg) を実施した。

図19-5 排水枡まわりの床面に堆積した粒状樹脂の回収

水平展開対象の操作・機器の抽出結果及び対策

1 水平展開対象の抽出

平成 29 年 5 月 2 日に発生した事象の水平展開として、建屋内排水系配管内への樹脂等の堆積を防止するため、図 20-1 の水平展開対象操作・機器の抽出フローに従い、運転操作及び保守点検（保守点検時のアイソレによる水抜き、機器の洗浄）において、樹脂等を含んだ廃液を建屋内排水系へ排水する可能性のある操作及び機器の抽出を行った。

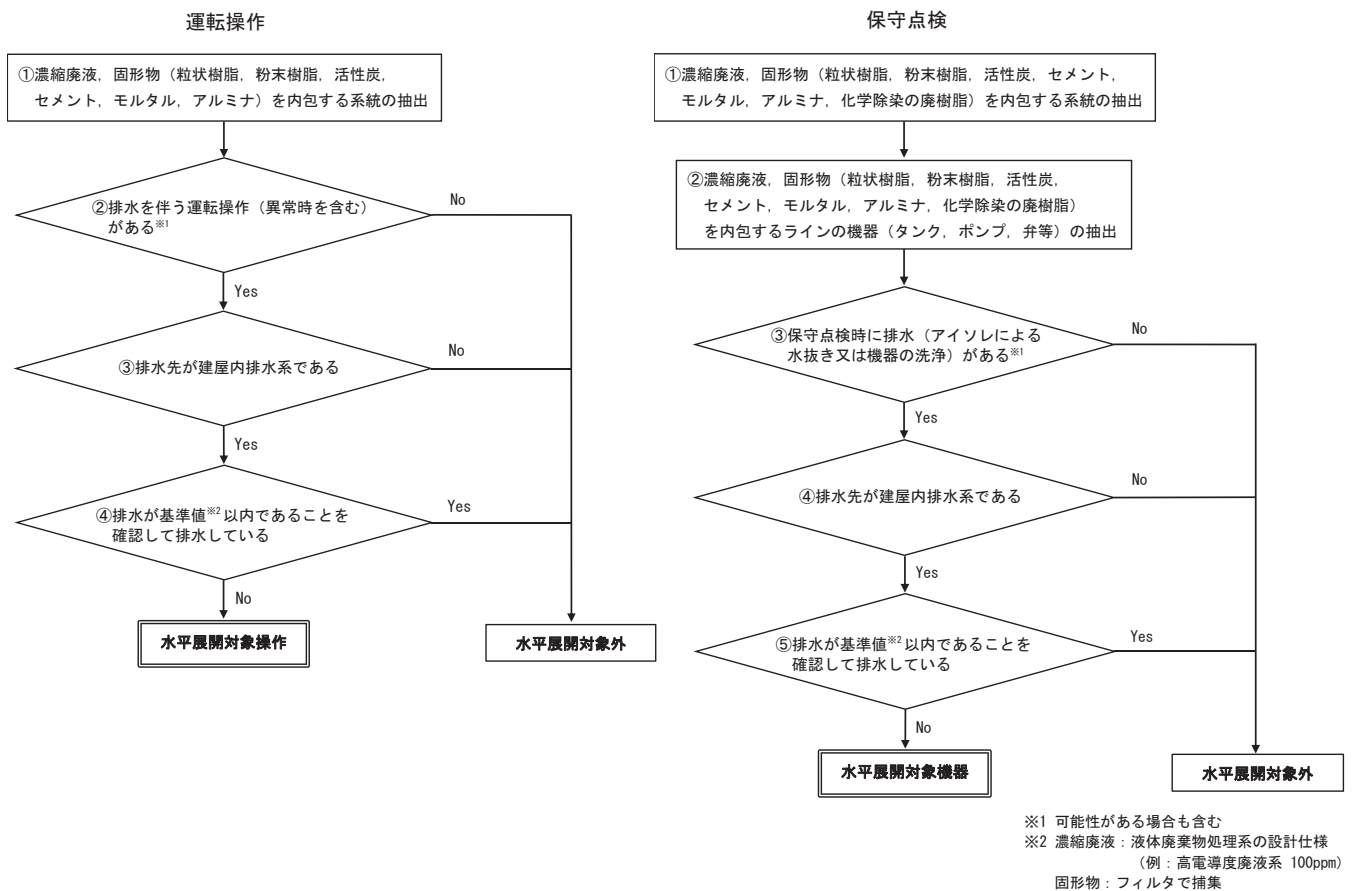


図 20-1 水平展開対象操作・機器の抽出フロー

2 水平展開対象の抽出結果

運転操作において水平展開対象として抽出した操作を別紙に、保守点検において水平展開対象として抽出した機器を表 20-1 に示す。なお、保守点検において抽出した機器のうち、同じ系統内に多数の機器がある場合は、系統名のみ記載とした。

表 20-1 保守点検における水平展開対象機器

号機	系統・機器名※
1号機	CD, FPC, RW
2号機	CD, FPC, RW
3号機	CUW, FPC, CD, LCW, HCW, SS, CONW, SAM, 超音波洗浄機
4号機	CUW, FPC, CD, LCW, HCW, SS, CONW, SAM, 超音波洗浄機
5号機	CUW, FPC, CD, LCW, HCW, SS, CONW, SAM
NRW	乾燥機・除染シンク, 除染シンク

※ CD：復水脱塩装置，FPC：燃料プール冷却浄化系，RW：液体廃棄物処理系及び固体廃棄物処理系，
CUW：原子炉冷却材浄化系，LCW：低電導度廃液系，HCW：高電導度廃液系，SS：使用済樹脂系，
CONW：濃縮廃液系，SAM：試料採取系

3 水平展開対象操作・機器に対する対策

水平展開対象として抽出した操作・機器に対して、以下のとおり対策を実施する。

3. 1 運転操作

(1) 自動操作による排水

本事象と同様に自動操作により、管理されていない状態（廃液の濃度の確認ができていない状態）で建屋内排水系に排水される操作については、インターロックの改造又は運転操作の削除等を実施することにより、自動操作による排水を防止する。ただし、液体廃棄物処理系への排水基準値以内であることを確認できる場合には、十分に希釈したうえで排水する。

(2) 手動操作による排水

濃縮廃液の場合は、サンプルの採取、測定を実施し、液体廃棄物処理系への排水基準値以内であることを確認したうえで排水する（必要に応じて希釈する）。また、固形物（粒状樹脂、粉末樹脂及び活性炭）を含む廃液の場合は、排水枡にフィルタを取り付けることにより、固形物を回収したうえで排水する。

3. 2 保守点検

「3. 1 (2) 手動操作による排水」と同様の対策を実施する。更に、対策の内容を社内規程に反映する。

運転操作における水平展開対象操作

1号機 廃止措置設備手順書 対象系統	運転操作手順	内包物	水抜き有無	移送又は排出先	操作の種類	備考
濃縮廃液貯蔵系	濃縮廃液貯蔵タンクA (B, C) サンプル採取操作	濃縮廃液	有	排水拵	手動操作	原液・洗浄水
	濃縮廃液貯蔵タンクA (B, C) →NRW・濃縮廃液貯蔵タンク送り出し後の洗浄操作 (自動)	濃縮廃液	有	排水拵	自動操作	洗浄水
	廃液濃縮器 缶水サンプリング操作	濃縮装置底液	有	排水拵	手動操作	原液・洗浄水

2号機 廃止措置設備手順書 対象系統	運転操作手順	内包物	水抜き有無	移送又は排出先	操作の種類	備考
化学廃液系	廃液濃縮器A (B) 缶水サンプリング操作	濃縮装置底液	有	排水拵	手動操作	原液・洗浄水
	濃縮貯蔵タンクA (B, C) サンプル採取操作	濃縮廃液	有	排水拵	手動操作	原液・洗浄水
濃縮廃液貯蔵系	2号機OWT A (B, C) →NRW・OWT送り出し後の洗浄操作 (自動)	濃縮廃液	有	排水拵	自動操作	洗浄水

NRW 運転操作手順書 対象系統	運転操作手順	内包物	水抜き有無	移送又は排出先	操作の種類	備考
復水系粉末樹脂貯蔵設備	復水系粉末樹脂サンプリングライン洗浄	粉末樹脂	有	排水拵	自動操作	洗浄水
		粒状樹脂				
濃縮廃液系	濃縮廃液サンプリング操作 (自動洗浄)	濃縮廃液	有	排水拵	自動操作	原液
	濃縮廃液サンプリングライン洗浄操作	濃縮廃液	有	排水拵	自動操作	洗浄水
	洗浄ドレン受タンク洗浄操作	粉末樹脂 粒状樹脂 濃縮廃液	有	サンプタンク	自動操作	洗浄水

3号機
運転操作手順書

対象系統	運転操作手順	内包物	水抜き有無	移液又は排出先		操作の種類	備考
				移液又は排出先	移液又は排出先		
高電導度廃液系	フローモード	任意液	有	サンブタンク	自動操作	洗浄水	
濃縮廃液系	移送及び洗浄モード (通常ライン)	濃縮廃液・洗浄水	有	排水槽	自動操作	洗浄水	
復水脱塩装置	樹脂ストレーナの逆洗	粒状樹脂	有	排水槽	手動操作	樹脂リークの場合、粒状樹脂の可能性有	
試料採取系	高電導度廃液系濃縮装置底のサンプル採取	濃縮装置底底液	有	排水槽	自動操作	原液・洗浄水	
	濃縮廃液サンプル採取 (自動採取)	濃縮廃液	有	排水槽	自動操作	洗浄水	
	濃縮廃液サンプル採取 (手動採取)	濃縮廃液	有	排水槽	手動操作	洗浄水	
業務処置手順書							
警報名称	対応操作内容	有・無	種別	移行先手順書	手順	内包物	備考
脱塩塔 (A) 入口流量低	ストレーナ洗浄	無	タービン	樹脂ストレーナ	樹脂ストレーナの逆洗	粒状樹脂	B系も同様 樹脂ストレーナが詰まっている場合、洗浄する処置となっている。運転操作手順書を使用すると逆洗前にサンプル採取があり、樹脂漏えいによる詰りの場合、排水槽へ流入する可能性がある。
樹脂ストレーナ (A) 差圧高	ストレーナ洗浄	無	タービン	樹脂ストレーナ	樹脂ストレーナの逆洗	粒状樹脂	B系も同様 樹脂ストレーナが詰まっている場合、洗浄する処置となっている。運転操作手順書を使用すると逆洗前にサンプル採取があり、樹脂漏えいによる詰りの場合、排水槽へ流入する可能性がある。
復水脱塩装置母管差圧高	逆洗	無	タービン	樹脂ストレーナ	樹脂ストレーナの逆洗	粒状樹脂	B系も同様 樹脂ストレーナが詰まっている場合、洗浄する処置となっている。運転操作手順書を使用すると逆洗前にサンプル採取があり、樹脂漏えいによる詰りの場合、排水槽へ流入する可能性がある。
樹脂形成不良	詰まり除去	無	—	—	—	粒状樹脂	樹脂ストレーナが詰まっている場合、洗浄する処置となっている。運転操作手順書を使用すると逆洗前にサンプル採取があり、樹脂漏えいによる詰りの場合、排水槽へ流入する可能性がある。
ウエストストレーナ差圧高	サンプリング	無	—	—	—	粒状樹脂	目詰まりを起したウエストストレーナのトレン井 (3034+454A、B) にてサンプリングし、樹脂の有無を確認する処置となっている。サンプリングラインの先はHClの排水槽であり、樹脂が排水槽へ流入する可能性がある。
LOWろ過装置 (A) 再生不可	水処理	無	廃棄物	移送及び洗浄モード (通常ライン)	移送及び洗浄モード (通常ライン)	濃縮廃液	B系も同様 受入中の濃縮廃液貯蔵タンクの水位を確認し、濃縮廃液の移送を行うが、受入タンクを切り替える処置となっている。運転操作手順書にてNRWへ濃縮廃液を移送すると、移送後の洗浄工程にて、NRW側の排水槽へ濃縮廃液を含んだ洗浄水が排出される。
LOWろ過装置 (A) 連続逆洗不可	水処理	無	廃棄物	移送及び洗浄モード (通常ライン)	移送及び洗浄モード (通常ライン)	濃縮廃液	B系も同様 受入中の濃縮廃液貯蔵タンクの水位を確認し、濃縮廃液の移送を行うが、受入タンクを切り替える処置となっている。運転操作手順書にてNRWへ濃縮廃液を移送すると、移送後の洗浄工程にて、NRW側の排水槽へ濃縮廃液を含んだ洗浄水が排出される。
HCl濃縮装置 (A) 濃縮液比重高	サンプリング	無	共通補機	HCl濃縮装置底のサンプル採取	HCl濃縮装置底のサンプル採取	濃縮装置底底液	B系も同様 濃縮装置完了後、生水サンプリングを実施し、排出基準に達していれば、部分排出を行う処置となっている。運転操作手順書にてNRWへ濃縮廃液を移送すると、サンプリング採取時に濃縮装置底底液がHClの排水槽へ流入する。
CUW系使用済樹脂貯蔵槽子カント水濁度高	エアー抜き	無	—	—	—	粉末樹脂	濃縮装置内に気泡が溜り込んでいる場合は、可能であればエア抜きを実施する処置となっている。エア抜きをする場合、サンプリング配管内に含まれる粉末樹脂がHClの排水槽へ排出される。
CF系使用済樹脂貯蔵槽子カント水濁度高	その他	無	—	—	—	粉末樹脂	濃縮装置内に気泡が溜り込んでいる場合は、可能であればエア抜きを実施する処置となっている。エア抜きをする場合、サンプリング配管内に含まれる粉末樹脂がHClの排水槽へ排出される。
CUW系使用済樹脂貯蔵槽 (A) 漏えい	サンプリング	無	—	—	—	粉末樹脂	B系も同様 漏えい検出後よりサンプル採取しプラント管理課に測定依頼する処置となっている。サンブル採取時に、HClの排水槽へ流入する可能性がある。
CF系使用済樹脂貯蔵槽 (A) 漏えい	サンプリング	無	—	—	—	粉末樹脂	B系も同様 漏えい検出後よりサンプル採取しプラント管理課に測定依頼する処置となっている。サンブル採取時に、HClの排水槽へ流入する可能性がある。
濃縮廃液ポンプシール水圧力低	水抜き	無	—	—	—	濃縮廃液	濃縮ポンプシール水ラインから、濃縮廃液が流入し、シール水タンクの導電率が上昇してしまつた場合は、必要に応じてシール水タンクの水を全フロ一、水張りを行う処置となっている。濃縮廃液が流入したシール水タンクをHClの排水槽へフローする。

4号機
運転操作手順書

対象系統	運転操作手順	内包物	水抜き有無	移送又は排出先	操作の種類	備考
低電導度換液系	樹脂交換工程手動停止操作	粒状樹脂	有	サンブ	自動操作	配管ドレン (ストレーナ無)
		粒状樹脂	有	サンブ	自動操作	残留新樹脂が流出する可能性
濃縮廃液系	移送及び洗浄モード (NRV)	濃縮廃液洗浄水	有	排水弁	自動操作	洗浄水
		粒状樹脂	有	排水弁	自動操作	樹脂リークの場合、粒状樹脂の可能性あり
復水脱塩装置	濃縮装置 蒸発缶底液サンブル採取 (自動採取)	濃縮装置底液	有	排水弁	自動操作	原液・洗浄水
		濃縮装置底液	有	排水弁	自動操作	洗浄水
試料採取系	高電導度換液脱塩塔出口サンブル採取	粒状樹脂	有	排水弁	自動操作	樹脂リークの場合、粒状樹脂の可能性あり

警報処置手順書

警報名称	対応操作内容	移行先手順書		内包物	備考
		種別	手順		
脱塩塔 (A) 入口流量低	ストレーナ洗浄	タービン	樹脂ストレーナの逆洗	粒状樹脂 クラッド	B~H塔も同様 樹脂ストレーナが詰まっている場合、洗浄する処置となっている。運転操作手順書を使用すると逆洗前にサンブル採取があり、樹脂漏えいによる詰まりの場合、排水弁へ流入する可能性がある。
樹脂ストレーナ (A) 差圧高	ストレーナ洗浄	タービン	樹脂ストレーナの逆洗	粒状樹脂 クラッド	B~H塔も同様 樹脂ストレーナが詰まっている場合、洗浄する処置となっている。運転操作手順書を使用すると逆洗前にサンブル採取があり、樹脂漏えいによる詰まりの場合、排水弁へ流入する可能性がある。
復水脱塩装置 母管差圧高	ストレーナ洗浄	タービン	樹脂ストレーナの逆洗	粒状樹脂 クラッド	B~H塔も同様 樹脂ストレーナが詰まっている場合、洗浄する処置となっている。運転操作手順書を使用すると逆洗前にサンブル採取があり、樹脂漏えいによる詰まりの場合、排水弁へ流入する可能性がある。
HOW濃縮装置 (A) 蒸発缶レベル異常高	サンプリング	共通補機	濃縮装置蒸発缶底液 サンブル採取	濃縮装置 缶底液	B系も同様 濃縮処理完了後、缶水サンプリングを実施し、排出基準に達していれば、部分排出を行う処置となっている。運転操作手順書を使用し缶水サンプリングを実施すると、サンブル採取時に濃縮装置缶底液がHOWの排水弁へ流入する。
HOW濃縮装置 (A) 濃縮液密度高	サンプリング	共通補機	濃縮装置蒸発缶底液 サンブル採取	濃縮装置 缶底液	B系も同様 濃縮処理完了後、缶水サンプリングを実施し、排出基準に達していれば、部分排出を行う処置となっている。運転操作手順書を使用し缶水サンプリングを実施すると、サンブル採取時に濃縮装置缶底液がHOWの排水弁へ流入する。
HOW脱塩塔出口ロスストレーナ (A) 差圧高	サンプリング	共通補機	高電導度換液脱塩塔出口 サンブル採取	粒状樹脂	B系も同様 (LOW系は処置にサンプリングの記載なし)
COM系使用済樹脂貯蔵槽 (A) 漏えい	サンプリング	-	-	粉末樹脂	B系も同様 サンプリング時排水弁に流入 (ライナードレン)
COM系使用済樹脂貯蔵槽 (A) 漏えい	サンプリング	-	-	粒状樹脂	B~G系も同様 サンプリング時排水弁に流入 (ライナードレン)
COM系逆洗タンクレベル異常	水抜き	-	-	粉末樹脂	「流入可能レベルまでフロー」の記載あり。
SP250プロロー工程異常	その他	-	-	濃縮廃液	
SP250採取工程異常	その他	-	-	濃縮廃液	
SP250洗浄工程 (1) 異常	その他	-	-	濃縮廃液	面蓋A0弁に対し「手動で開閉し、作動状態を確認する」際、濃縮廃液 (原液又は洗浄水) が排水弁に流入する可能性あり。
SP250洗浄工程 (2) 異常	その他	-	-	濃縮廃液	
SP250洗浄工程 (3) 異常	その他	-	-	濃縮廃液	
SP211プロロー工程異常	その他	-	-	濃縮装置 缶底液	
SP211採取工程異常	その他	-	-	濃縮装置 缶底液	
SP211洗浄工程 (1) 異常	その他	-	-	濃縮装置 缶底液	面蓋A0弁に対し「手動で開閉し、作動状態を確認する」際、濃縮廃液 (原液又は洗浄水) が排水弁に流入する可能性あり。
SP211洗浄工程 (2) 異常	その他	-	-	濃縮装置 缶底液	
SP211洗浄工程 (3) 異常	その他	-	-	濃縮装置 缶底液	

5号機 運転操作手順書		対夜系統		運転操作手順		内包物		水抜き有無		移送又は排出先		操作の種類		備考	
警報名称	対応操作内容	有・無		種別		移付先手順書		種別		手順		内包物		備考	
		濃縮廃液系	送り出し及び洗浄 洗浄	濃縮廃液洗浄水	有	排水拵	自動操作	濃縮廃液洗浄水	有	排水拵	自動操作	濃縮廃液洗浄水	有	排水拵	自動操作
復水脱塩装置	樹脂ストレーナの逆洗	粒状樹脂	有	排水拵	手動操作	粒状樹脂	有	排水拵	手動操作	樹脂ストレーナの場合、粒状樹脂の可能性あり					
試料採取系	濃縮装置蒸気底液のサンプル採取	濃縮装置底液	有	排水拵	手動操作	濃縮装置底液	有	排水拵	手動操作	濃縮装置底液をプロロー中、脱塩水にて手動希釈。					
	濃縮液貯蔵タンクサンプル採取	濃縮廃液	有	排水拵	手動操作	濃縮廃液	有	排水拵	手動操作	濃縮廃液をプロロー中、脱塩水にて手動希釈。					
警報名称	対応操作内容	有・無		種別		移付先手順書		種別		手順		内包物		備考	
LWI収集槽・CWI使用済補注貯蔵槽 濡えい	サンプリング	無	—	—	—	無	—	—	—	—	—	粉末樹脂	B系及びC系も同様 サンプリング時排水拵に流入する。		
復水脱塩装置母管差圧高	ストレーナ洗浄	無	タービン	樹脂ストレーナの逆洗	粒状樹脂	無	タービン	樹脂ストレーナの逆洗	粒状樹脂	B～F塔も同様 クランプ等の異物による原因及び樹脂流出による原因なのかを判断するために実施するサンプリングにより、排水拵に流入する。					
復水脱塩塔 (A) 入口流量低	ストレーナ洗浄	無	タービン	樹脂ストレーナの逆洗	粒状樹脂	無	タービン	樹脂ストレーナの逆洗	粒状樹脂	B～F塔も同様 クランプ等の異物による原因及び樹脂流出による原因なのかを判断するために実施するサンプリングにより、排水拵に流入する。					
樹脂ストレーナ (A) 差圧高	ストレーナ洗浄	有	タービン	樹脂ストレーナの逆洗	粒状樹脂	有	タービン	樹脂ストレーナの逆洗	粒状樹脂	B～F塔も同様 クランプ等の異物による原因及び樹脂流出による原因なのかを判断するために実施するサンプリングにより、排水拵に流入する。					
LWI収集槽・CWI使用済貯蔵槽 濡えい	サンプリング	無	—	—	—	無	—	—	—	—	—	粉末樹脂	サンプリング時排水拵に流入する。		

作業時における放射線測定

1 測定期間

平成 30 年 1 月 18 日から 5 月 11 日

2 測定目的

巡視点検, 建屋内排水系配管内の確認及び堆積物回収作業等における作業時の床面等の表面汚染密度及び空气中放射性物質濃度を測定し, 作業員の汚染防止及び汚染が拡大していないことを確認するとともに, 線量当量率を測定し, 放射線環境を確認する。

3 測定箇所

NRW-I 屋上階から地下 2 階

巡視点検, 建屋内排水系配管内の確認及び堆積物回収作業等における作業エリア

4 測定方法

(1) 表面汚染密度 (作業時適宜)

堆積物及び使用した資機材については直接法, 堆積物がないことを目視により確認した床面等については間接法により測定し, 表面汚染密度を算出した。

(2) 空气中放射性物質濃度 (作業時適宜)

ダストサンプラ (600L/min 以上) により床上約 1m の空気を 10 分間サンプリングした後, ろ紙を GM 汚染サーベイメータにより測定し, 空气中放射性物質濃度を算出した。

(3) 線量当量率 (作業時適宜)

ア 表面線量当量率

各作業エリアにおける作業開始時に線量当量率の高い箇所が存在する場合は, 電離箱サーベイメータにより表面線量当量率を測定した。また, 回収堆積物の表面線量当量率を測定した。

イ 雰囲気線量当量率

電離箱サーベイメータにより床上約 1m の雰囲気線量当量率を測定した。

5 測定結果

(1) 表面汚染密度
 ~20,000cpm, ~ 2×10^2 Bq/cm² (直接法)

(2) 空气中放射性物質濃度
 ~3,000cpm, ~ 3×10^{-4} Bq/cm³
 (検出限界未満への減衰を確認)

(3) 線量当量率

ア 表面線量当量率
 ~0.77mSv/h

イ 雰囲気線量当量率
 ~0.25mSv/h

各作業における測定結果については、「表 21-1 作業時における放射線環境測定結果」参照。

6 評価結果

表面汚染密度について測定した結果、最大値は NRW-I 2 階焼却炉煙道室で回収した堆積物の 2×10^2 Bq/cm² であった。作業の実施にあたっては、D 区域装備にフードマスク及びタイベックスーツを追加着用することにより、身体汚染や汚染拡大の防止を図った。

空气中放射性物質濃度について測定した結果、検出限界未満又は核種分析の結果、天然核種のみであることを確認した。

各作業における雰囲気線量当量率の最大値は、排水枡の閉止措置作業時の NRW-I 2 階サイトバンカプール室において 0.25mSv/h であった。また、表面線量当量率の最大値については、同室内における配管の 0.77mSv/h であった。当該エリアでの作業については短時間であることから、鉛遮蔽等の措置を講じる必要はないと判断した。

堆積物の表面線量当量率については最大値で 0.018mSv/h であり、作業エリアの雰囲気線量当量率に影響しないと評価した。

表 21-1 作業時における放射線環境測定結果

作業内容	装備	表面汚染密度	空气中放射性物質濃度	雰囲気線量当量率	表面線量当量率
巡視点検 (1月18日～5月11日)	・B ₁ , B ₂ , C 又はD区域の 防護装備を着 用し, 作業内 容に応じ全面 マスク着用	2階 換気系主排気ユニッ ト(A)回収堆積物 直接法 ～10,000cpm ～7×10 ¹ Bq/cm ²	2階 換気系主排気ユニッ ト(A)入口 ～1,600cpm ～2×10 ⁻⁴ Bq/cm ³ 検出限界未満への 減衰を確認	地下2階 ドラム保管室 ～0.22mSv/h	2階 換気系主排気ユニッ ト(A)回収堆積物 ～0.0050mSv/h
他の堆積物及び漏えい 確認のための全域調 査, NRW-I排水枅の閉 止措置作業 (1月22日～2月15日)	・B ₂ 又はD区 域の防護装 備を着用し, 作 業内容に応じ 全面マスク着 用	2階 サイトバンカプール 室内排水枅 間接法 ～6,000cpm ～3 Bq/cm ²	2階 温水供給ポンプ室 ～2,200cpm ～2×10 ⁻⁴ Bq/cm ³ 検出限界未満への 減衰を確認	2階 サイトバンカプー ル 室 ～0.25mSv/h	2階 サイトバンカプー ル 室内配管 ～0.77mSv/h
高性能粒子フィルタ 取替作業 (2月6日～3月29日)	・D区域の防 護装備を着用 し, 作業内容 に応じ全面マ スク及びタイ ベックスーツ 着用	2階 換気系主排気ユニッ ト(A)内 高性能粒子フィルタ 直接法 ～300cpm ～3 Bq/cm ²	2階 換気系主排気ユニッ ト(A)(B)内 ＜30cpm ＜3×10 ⁻⁶ Bq/cm ³	2階 換気系主排気ユニ ット(A)(B)内 ＜0.0010mSv/h	

表 21-1 作業時における放射線環境測定結果

作業内容	装備	表面汚染密度	空气中放射性物質濃度	雰囲気線量当量率	表面線量当量率
薬液床ドレン (B) 系 建屋内排水系配管内部 調査 (2月13日～3月4日)	・D区域の防 護装備を着用 し、作業内容 に応じ全面マ スク着用	2階 乾燥機抽気ポンプ室 配管内 間接法 ～500cpm ～ 3×10^{-1} Bq/cm ²	2階 保管室 2-2 ～3,000cpm ～ 3×10^{-4} Bq/cm ³ 検出限界未満への 減衰を確認	地下2階 ドラム保管室 ～0.15mSv/h	
薬液床ドレン (B) 系 建屋内排水系配管内堆 積物回収作業 (3月8日～3月23日)	・D区域の防 護装備を着用 し、作業内容 に応じ全面マ スク又はフー ドマスク及び タイベックス 一ツ着用	2階 焼却炉煙道室 回収堆積物 直接法 ～20,000cpm ～ 2×10^2 Bq/cm ²	2階 温水供給ポンプ室 ～2,300cpm ～ 3×10^{-4} Bq/cm ³ 検出限界未満への 減衰を確認	地下2階 ドラム保管室 ～0.22mSv/h	2階 焼却炉煙道室 回収堆積物 ～0.018mSv/h
堆積物の移動推定メカ ニズム検証 (3月30日～5月11日)	・B ₁ 又はD区 域の防護装備 を着用し、作 業内容に応じ 全面マスク着 用	各作業エリア床面 間接法 <30cpm < 2×10^{-2} Bq/cm ²	地下2階 ドラム保管室 ～400cpm ～ 2×10^{-5} Bq/cm ³ 核種分析の結果、天然核種 のみであることを確認	地下2階 ドラム保管室 ～0.22mSv/h	

本事象に係る対応者の放射線管理状況

本事象における対応者の放射線管理状況は以下のとおりであり、平成 30 年 1 月 18 日から 5 月 11 日の外部放射線による総線量は 4.29 人・mSv であった。また、個人最大線量は 0.24mSv/日であり、浜岡原子力発電所で定める線量管理の目安値（1 日 1mSv）を十分に下回っていた。また、管理区域から退域する際の体表面モニタによる身体汚染検査においても汚染は検出されず、対応者の身体汚染及び内部被ばくはなかった。

1 初期対応に係る放射線管理状況

1 月 18 日の事象発生時における対応者の実績線量は以下のとおり。

区 分		従事者数 (人)	総線量 (人・mSv)	個人最大 (mSv/日)
社 員	外部被ばく※ ¹	36	0.00	0.00
			0.08	0.03
	内部被ばく		(なし※ ²)	(なし※ ²)
社員外	外部被ばく	26	0.00	0.00
	内部被ばく		(なし※ ²)	(なし※ ²)
合 計		62	0.08	—

※¹ 上段に換気系主排気ユニット（A）（B）内での対応者、下段にその他の場所での対応者の実績線量を示す。

※² 管理区域退出時の体表面モニタにおいて汚染が検出されていないことから、吸入摂取及び経口摂取のおそれはないと評価した。

2 巡視点検, 建屋内排水系配管の内部確認及び堆積物回収作業等に係る放射線管理状況

巡視点検, 建屋内排水系配管の内部確認及び堆積物回収作業等 (1月19日から5月11日) における対応者の実績線量は以下のとおり。

作業内容	区 分		従事者数 (人・日)	総線量 (人・mSv)	個人最大 (mSv/日)
建屋内排水系配管 の内部確認, 堆積物回収作業 及び閉止措置の実施	社員	外部被ばく	113	0.24	0.07
		内部被ばく		(なし※3)	(なし※3)
	社員外	外部被ばく	865	1.43	0.19
		内部被ばく		(なし※3)	(なし※3)
高性能粒子 フィルタ取替	社員	外部被ばく	0	—	—
		内部被ばく		—	—
	社員外	外部被ばく	33	0.00	0.00
		内部被ばく		(なし※3)	(なし※3)
巡視点検	社員	外部被ばく	182	0.49	0.11
		内部被ばく		(なし※3)	(なし※3)
	社員外	外部被ばく	1,134	1.82	0.24
		内部被ばく		(なし※3)	(なし※3)
放射線管理	社員	外部被ばく	43	0.01	0.01
		内部被ばく		(なし※3)	(なし※3)
	社員外	外部被ばく	685	0.22	0.04
		内部被ばく		(なし※3)	(なし※3)
堆積物の分析	社員	外部被ばく	33	0.00	0.00
		内部被ばく		(なし※3)	(なし※3)
	社員外	外部被ばく	133	0.00	0.00
		内部被ばく		(なし※3)	(なし※3)
合 計			3,221	4.21	—

※3 管理区域退出時の体表面モニタにおいて汚染が検出されていないことから、吸入摂取及び経口摂取のおそれはないと評価した。

3 被ばく線量の主要因の推定

今回の被ばく線量の主な要因は、放射性廃棄物を収納したドラム缶や高線量当量率（表面線量当量率最大 0.77mSv/h）の配管・機器近傍で作業を実施したことによるものであり、堆積物（表面線量当量率最大 0.055mSv/h）からの影響ではないと評価した。