

21原機（サ保）073
平成21年11月25日

文部科学大臣
川 端 達 夫 殿

茨城県那珂郡東海村村松4番地49
独立行政法人日本原子力研究開発機構
理事長 岡 崎 俊 雄

独立行政法人日本原子力研究開発機構
東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所
応用試験棟における漏水について
(最終報)

標記の件について、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律
第62条の3並びに核燃料物質の使用等に関する規則第6条の10第1項に基
づき、別紙のとおり報告いたします。

(別紙)

1. 件名

応用試験棟における漏水について

2. 発生日時

平成 21 年 9 月 17 日(木) 16 時 05 分頃(2 階会議室での漏水の発見日時)

3. 発生場所

独立行政法人日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター
核燃料サイクル工学研究所 応用試験棟 3 階試験室 2

4. 原子力施設の名称

応用試験棟

5. 発生の状況

(1) 発生前

核燃料サイクル工学研究所の応用試験棟は、地下 1 階、地上 4 階の管理区域と非管理区域から構成される施設である。応用試験棟では、天然ウラン、放射性同位元素等を用いた高速炉燃料サイクル技術開発のための基礎試験及び工学試験並びに高速炉燃料サイクル技術の基礎に関する研修生の実習等が行われている(図 1)。

平成 21 年 9 月 17 日、応用試験棟の 3 階試験室 2(管理区域)では、9 時 30 分頃から 16 時 00 分頃まで、作業員 2 名が酸化ウランペレットの溶解試験に伴う試料溶液の酸濃度分析を行っており、流しにおいて分析終了後の廃液の排出と器具(ビーカ)の洗浄作業を行っていた。なお、当日、断続的に流しに排出された廃液及び器具洗浄液の総量は約 3.5ℓであった(図 2)。

これらの排水は、地階廃液処理室(管理区域)の廃液受槽に送られる。

(2) 発生時

16 時 05 分頃、打合せのため応用試験棟の 2 階会議室(非管理区域)に入室した従業員が、床に落ちた水滴と吊天井下面のにじみを発見した。速やかに点検口から天井内を目視したところ、2 階天井の配管貫通部付近に漏水によるものと思われるにじみを確認した。目視で確認した状況から、2 階への漏水量は約 10mlと推定した(図 3、4)。

(3) 発生後

- ① 16 時 20 分頃から、放射線管理課員が 2 階会議室の水滴が落ちた床及び周辺のダイレクトサーベイとスミヤ測定を開始し、16 時 35 分頃、表面密度はいずれの箇所も検出下限値未満^{*1}であることを確認した。引き続き、2 階会議室の

吊天井内外のダイレクトサーベイ及びスミヤ測定を行い、18時49分頃までに、いずれの箇所も検出下限値未満であることを確認した(図5)。

- ② 16時30分頃、2階会議室の漏水箇所と上下位置が一致する階上の3階試験室2の流しの床板を剥がし、排水トラップ(内径約180mm、高さ約200mm)周辺を点検したところ、排水配管接続部表面に腐食を確認した。なお、2階への漏水は止まっており、3階試験室2の当該流しの使用も終了していることから、漏水の進展はないと判断した(図6、7)。
- ③ 16時56分頃、3階試験室2の当該流しの排水トラップに残留している排水から水試料を採取し、放射能濃度測定の前処理(濃縮・乾固処理)を開始した。
- ④ 17時15分頃より、放射線管理課員が腐食の認められた当該流しの排水配管接続部及び周辺のダイレクトサーベイ及びスミヤ測定を開始し、17時30分頃、 $\alpha : 5.6 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta(\gamma) : 1.3 \text{Bq/cm}^2$ の表面密度(それぞれ表面密度限度の1/70と1/30)を確認した。また、スミヤ測定の結果、17時50分頃、排水配管接続部から $\alpha : 5.0 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^2$ ($\beta(\gamma)$ は検出下限値未満)の表面密度を確認した(図5)。
- ⑤ 17時44分頃、応用試験棟での水試料の前処理が終了し、測定試料を安全管理棟へ搬出した。19時00分頃、水試料の放射能濃度測定が終了し、全 $\alpha : 2.8 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^3$ *2、全 $\beta : 4.6 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^3$ *3であることを確認した。
- ⑥ 19時05分頃、放射線管理課員が④で実施済みの3階試験室2の当該流しを除く床全域のスミヤ測定を開始し、19時15分頃、いずれの箇所も検出下限値未満であることを確認した(図5)。
- ⑦ 21時04分頃までに、3階試験室2の当該流しの給水元栓と排水口の閉止を終了し、新たな漏水を生じさせない措置を講じた。
- ⑧ 9月18日、3階試験室2の当該流しと同様な構造の他の流しについても、排水配管接続部及び排水トラップ周辺の床のダイレクトサーベイを実施し、10時25分頃までに、全て検出下限値未満であることを確認した。

なお、9月17日17時20分頃、放射線管理課員が3階試験室2内のエアスニファ試料を測定した結果、空气中放射性物質濃度が管理目標値*4(法令の濃度限度の1/10)未満であることを確認した(図5)。

また、9月23日、エアスニファ試料の再測定を行った結果、空气中放射性物質濃度が検出下限値未満*5であることを確認した。

*1 : ダイレクトサーベイ法 $\alpha : 4 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta(\gamma) : 4 \times 10^{-1} \text{Bq/cm}^2$ 、
スミヤ法 $\alpha : 4 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta(\gamma) : 4 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$

*2 : 当該水試料は環境に直接排水するものではないが、法令に定める天然ウラン核種の排水中濃度限度と比較すると約1.4倍に相当する。

*3 : ウランの崩壊生成物が放出する β 線を測定したもので、法令に定める排水中濃度限度の厳しい核種(^{234}Th)と比較しても約4分の1である。

*4 : $\alpha : 3 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$ 、 $\beta(\gamma) : 6 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$

*5 : $\alpha : 3.7 \times 10^{-10} \text{Bq/cm}^3$ 、 $\beta(\gamma) : 1.5 \times 10^{-9} \text{Bq/cm}^3$

6. 環境への影響等

非管理区域の 2 階会議室の床、吊天井内外の漏水によりにじんだ箇所及び周辺のダイレクトサーベイとスミヤ測定の結果、表面密度は検出下限値未満であった。

管理区域については、3 階試験室 2 の当該流しの排水配管接続部及び周辺のダイレクトサーベイとスミヤ測定において、一部に有意値を認めたが、表面密度限度未満であった。また、3 階試験室 2 内の空气中放射性物質濃度も検出下限値未満であり、従業員の汚染、負傷もなかった。

これらのことから、本事象による従業員や環境への影響はなかった。

7. 原因調査

(1) 漏水箇所

漏水箇所を特定するため、腐食が確認された 3 階試験室 2 の当該流しの排水配管接続部を中心に、外観と内面の観察を行った。当該流しの排水配管の接続は陶器製の排水トラップ、塩化ビニル継手、鋳鉄製継手(樹脂コーティング)、炭素鋼製排水配管(内面塩化ビニルライニング)の順に接続された構造である。このうち、排水トラップ出口管が差し込まれた塩化ビニル継手の側面に縦方向の亀裂(外表面の長さ約 40mm)を確認した。また、排水配管接続部の鋳鉄製継手及び炭素鋼製排水配管の外側に腐食を確認した(図 8、9)。

排水配管接続部の水張り試験を行った結果、当該亀裂からの漏水が確認され、腐食が確認された鋳鉄製継手及び炭素鋼製排水配管を含め、当該亀裂以外の箇所からの漏水は確認されなかった。

(2) 漏水経路

漏水経路を調査するため、当該流し下の床材(塩化ビニルシート)の敷設状態を確認した結果、塩化ビニルシートがコンクリート床面から剥がれた状態で浮き上がり、排水配管との間に隙間が生じていた(図 10)。

排水配管接続部の水張り試験において、2 階天井への水の浸透状態を確認した結果、排水配管の貫通部に充填されたモルタルと 3 階コンクリート床との間の接合部及びコンクリート床のひびから水が染み出すことを確認した。また、当該塩化ビニルシートを剥がして排水配管の貫通部周囲の状況を確認した結果、排水配管貫通部周囲の床と塩化ビニルシートとの隙間に沿ってしみ跡があることを確認した(図 10、11)。

(3) 漏水時期

非管理区域の 2 階会議室天井への漏水時期については、平成 19 年 2 月 15 日に人形峠環境技術センターで発生した「製錬転換施設における放射性物質漏えい」に関連して平成 19 年 2 月に実施した点検において、2 階会議室吊天井内に漏

水の痕跡等の異常は認められなかったことから、それ以降と推定される。

なお当該亀裂の発生時期と推定される平成 15 年(8.(1)参照)以降は管理区域内での漏水があった可能性があるが、詳細な時期は特定できなかった。

また原因調査と併せ、応用試験棟管理区域内にある当該流しと同様な構造のすべての排水配管接続部を対象として流しの床板を取り外した目視点検を行い、流しの床板の下部に設置されている塩化ビニル継手の亀裂や塩化ビニルシートの剥がれがないことを確認した。

8. 原因

原因調査の結果、3 階試験室 2 の排水配管接続部の塩化ビニル継手の亀裂部からの漏水が鋳鉄製継手と排水配管の外表面を伝い、コンクリート床から剥がれた塩化ビニルシートと排水配管との間に浸入し、排水配管貫通部に充填したモルタルと 3 階コンクリート床との接合部及びコンクリート床のひびを通して 2 階会議室(非管理区域)の天井部にまで浸透し、2 階会議室の吊天井及び床に至ったことが分かった。

以下に漏水の発生原因となった塩化ビニル継手の亀裂、床と塩化ビニルシートの間隙発生及びこれらを非管理区域への漏水の発生前に点検で発見できなかった原因について述べる。

(1) 塩化ビニル継手の亀裂の発生原因

当該塩化ビニル継手に亀裂が発生した原因について検討を行った。結果を表 1 に示す。

当該流しは昭和 55 年に設置し、使用を開始した後、平成 15 年に排水トラップ入口側の塩化ビニル配管部を補修している。

昭和 55 年の設置工事では、排水トラップの設置状況等から推定される施工方法において亀裂を発生させる作業は抽出されなかった。しかし、当該塩化ビニル継手に熱をかけて口径を広げる加熱加工を施していること、当該塩化ビニル継手の外観観察の結果、当該亀裂箇所の肉厚に偏りが見られたことから、当該塩化ビニル継手の加熱加工により肉厚の偏りが生じて機械的強度が低下していた可能性がある(図 12)。

このような状況で平成 15 年に実施した補修工事では、ノコギリを使って排水トラップ入口側の塩化ビニル配管を切断する等の作業を行っており、この際に当該塩化ビニル継手に機械的応力がかかり亀裂が発生したものと考えられるが、当該工事の検査で発見できなかった。

(2) コンクリート床面と塩化ビニルシートの間隙の発生原因

当該排水配管のコンクリート床への貫通部を確認した結果、排水配管の周囲と塩化ビニルシートとの間に防水加工は行われていなかった。このことから、コンクリート床面と塩化ビニルシートとの間隙の発生は、亀裂部からの漏水が排水配管

の周囲と塩化ビニルシートの間から塩化ビニルシートとコンクリート床との接合面に染み込み、徐々に接合部が劣化したことが原因であると考えられる。

点検の結果、応用試験棟管理区域内にある当該流しと同様な構造の他の流し下の塩化ビニルシートには、剥がれによる隙間の発生は認められなかった。このことから、昭和 55 年の設置時は当該流し下の塩化ビニルシートの剥がれによるコンクリート床との隙間はなかったと推定される。なお、その他の流しについても排水配管のコンクリート床への貫通部周囲と塩化ビニルシートの上に防水加工は行われていなかった。

(3) これまでの点検で亀裂等を発見できなかった原因

当該流しの排水配管は、目視可能な部分について定期的な目視点検を実施しているとともに、前述の「製錬転換施設における放射性物質漏えい」を受けて目視点検を実施した。

しかしながら、当該排水配管接続部は流し内の固定された床板の下部に設置されており、床板を取り外さないと目視点検できない構造であるとともに、点検者が当該排水配管接続部に塩化ビニル継手を使用されていることを認識していなかったため、これまでの点検では塩化ビニル継手の亀裂、鋳鉄製継手と炭素鋼製排水配管の腐食、及び塩化ビニルシートの剥がれによる隙間を見落としていた(図 6)。

9. 対策

(1) 当該塩化ビニル継手の亀裂等の対策について

当該塩化ビニル継手の交換、当該塩化ビニルシートの張替え、当該排水配管のコンクリート床への貫通部周囲と当該塩化ビニルシートとの間の防水加工等を行う。

(2) 再発防止対策

今回の漏水事象に対して、応用試験棟では上述の原因を踏まえ、以下に示す再発防止対策を策定した。

① 塩化ビニル継手の亀裂発生の防止対策

- ・ 排水配管に係る工事の際には必要な情報を的確に工事業者に伝えることを徹底する。
- ・ 排水配管に係る工事の際には当該工事後の検査を工事箇所だけでなく周辺への影響を考慮して適切な内容にする旨を、点検マニュアルに記載する。
- ・ 管理区域から階下の非管理区域へ貫通する排水配管を有する流しの塩化ビニル継手の健全性を確認する。

② コンクリート床面と塩化ビニルシートの隙間発生の防止対策

- ・ 管理区域から階下の非管理区域へ貫通する排水配管の床の貫通部を調査し、

排水配管の周囲と塩化ビニルシートの間が防水加工されていない場合は防水加工を施す。

- ・ 管理区域から階下の非管理区域へ貫通する排水配管を有する流しの床材の健全性を確認する。

③ これまでの点検で亀裂等を発見できなかったことへの対策

- ・ 流しの床板の構造を改善し、床板下の排水配管接続部及び床貫通部周囲の防水加工が容易に目視点検できるようにするとともに、流しの床板下に配管接続部がある旨の注意表示を行う。
- ・ 従業員に対して就業中教育等の一環として、流しも含めた排水配管系統(構造、設備、配管経路等)及び本漏水事象に関する教育を行う。
- ・ 排水配管の点検対象部位を点検マニュアルに定める。

10. 水平展開

今回の漏水に係る対策を踏まえ、日本原子力研究開発機構内へ上記再発防止対策の水平展開を実施し、同種事象の再発防止を図る。

以 上

図表一覧表

- 図 1 核燃料サイクル工学研究所 施設配置図
 - 図 2 3階試験室 2(管理区域)
 - 図 3 応用試験棟平面図及び排水系統図(2階及び3階)
 - 図 4 2階会議室(非管理区域)の天井の状況
 - 図 5 放射線状況
 - 図 6 3階試験室 2(管理区域)流しの排水配管接続部
 - 図 7 排水配管の概略図
 - 図 8 排水配管接続部の概略図
 - 図 9 塩化ビニル継手の亀裂の位置
 - 図 10 流し床の塩化ビニルシート及び3階床の状況
 - 図 11 2階天井への水の染み出し状況(水張り試験)
 - 図 12 塩化ビニル継手上部の肉厚
 - 表 1 塩化ビニル継手の亀裂の発生に関する検討結果
- 添付資料 排水トラップ入口側の塩化ビニル配管部補修工事の概要

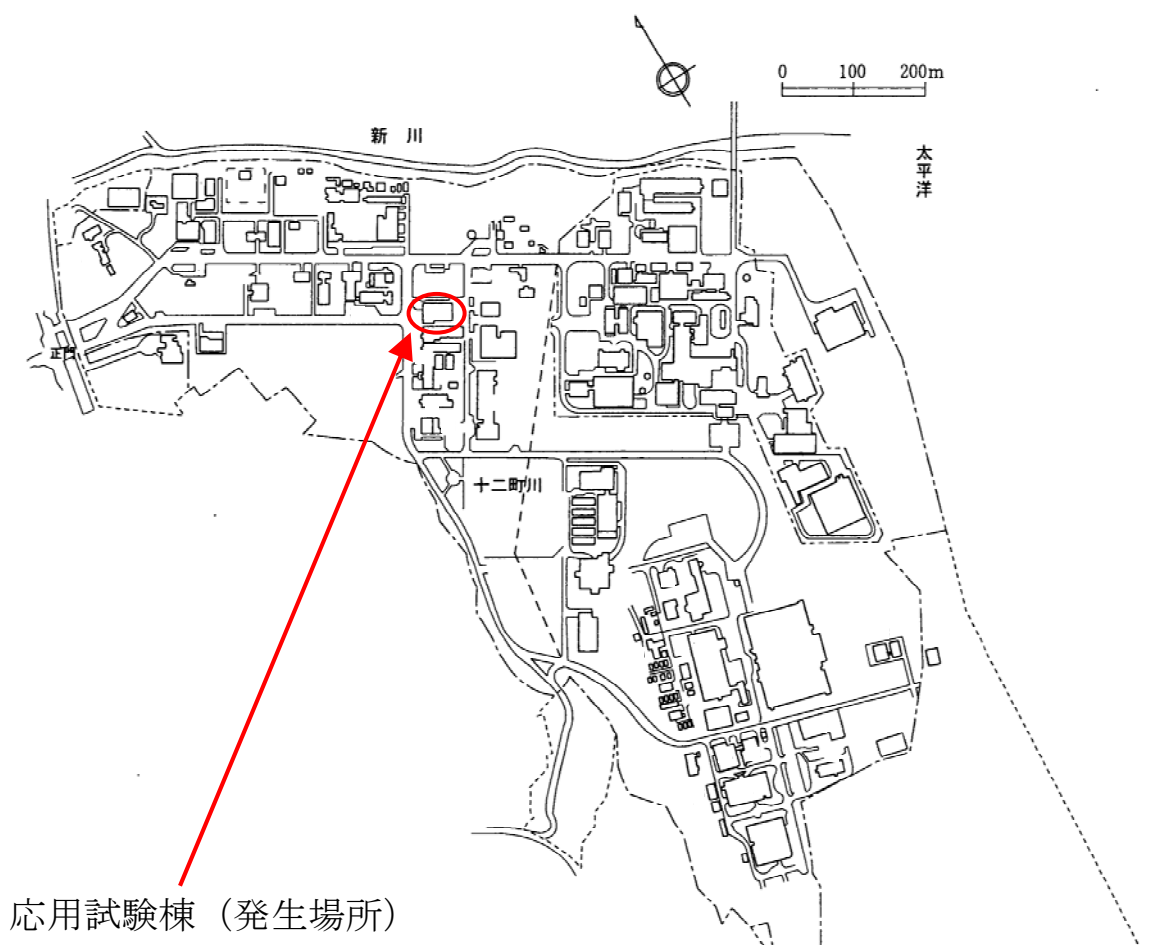
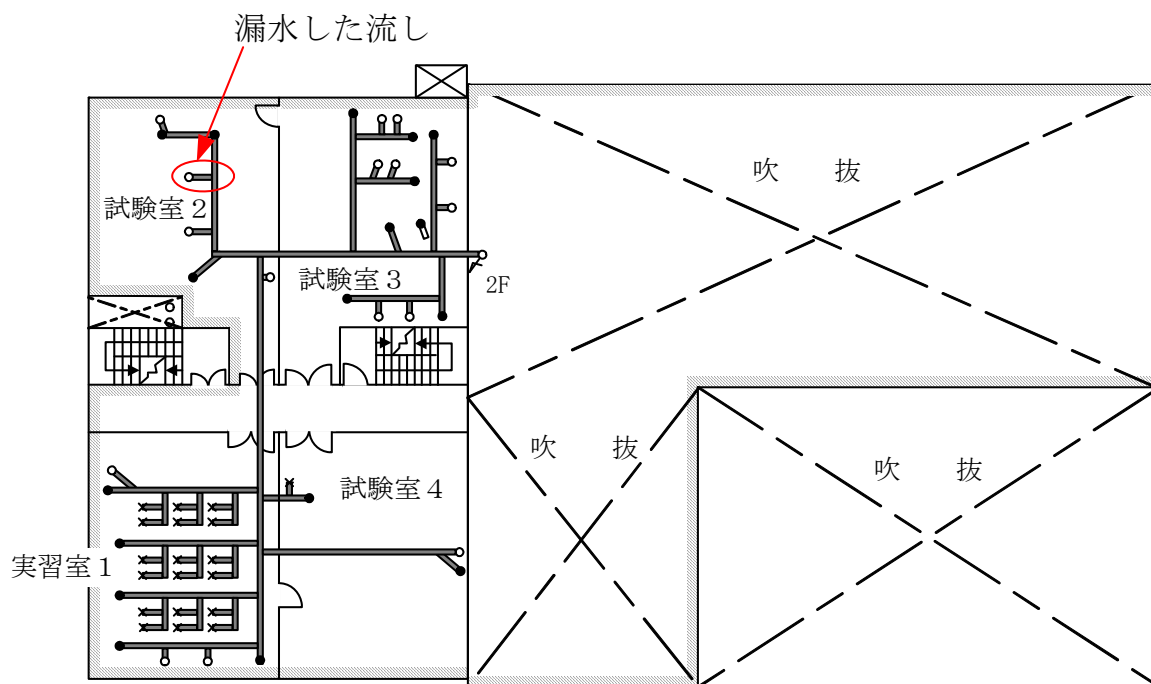


図1 核燃料サイクル工学研究所 施設配置図

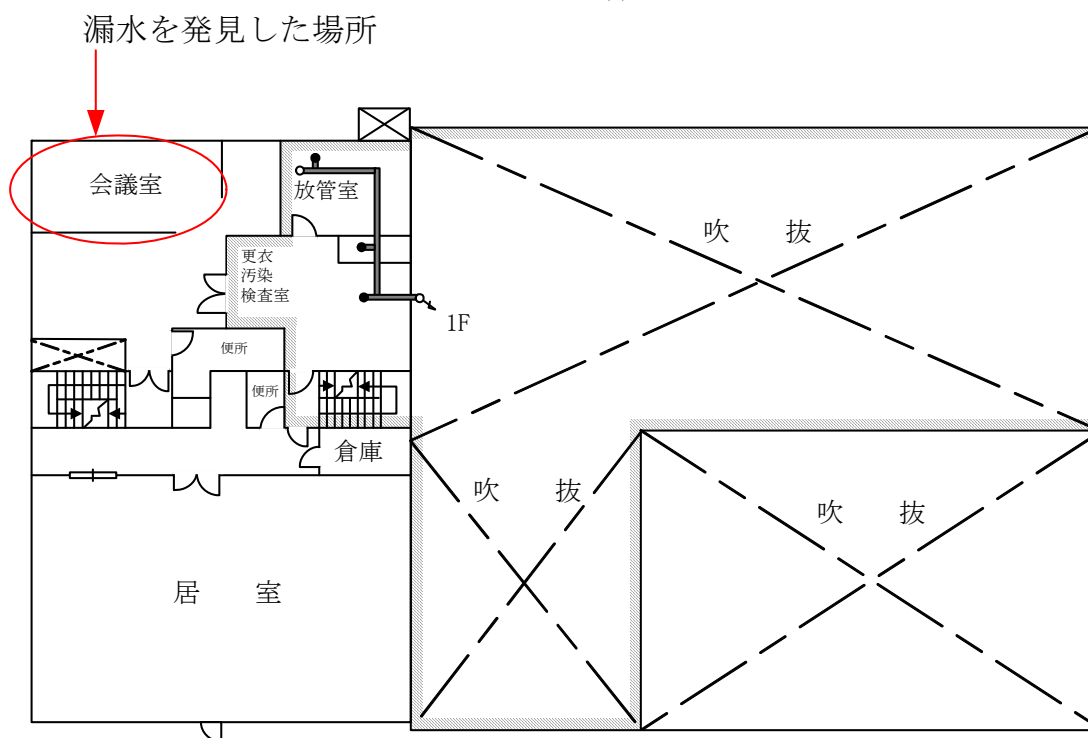


漏水した流し

図2 3階試験室2(管理区域)



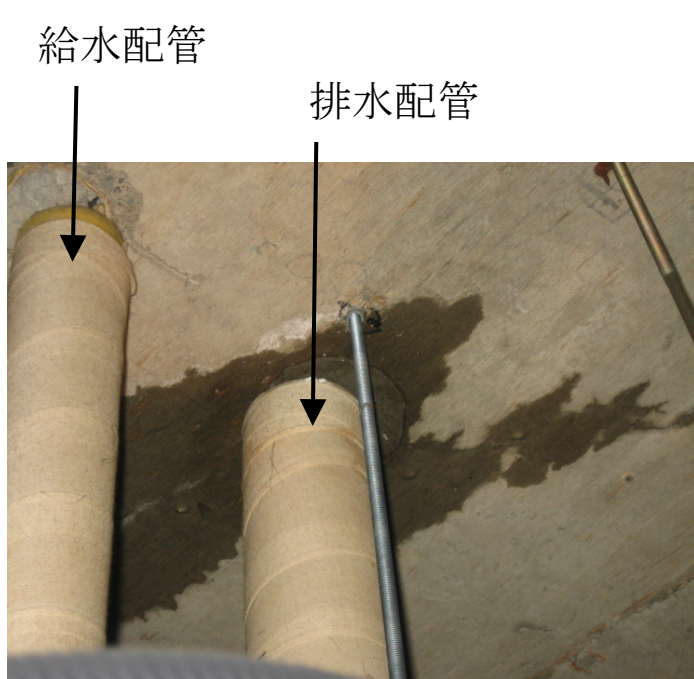
3階



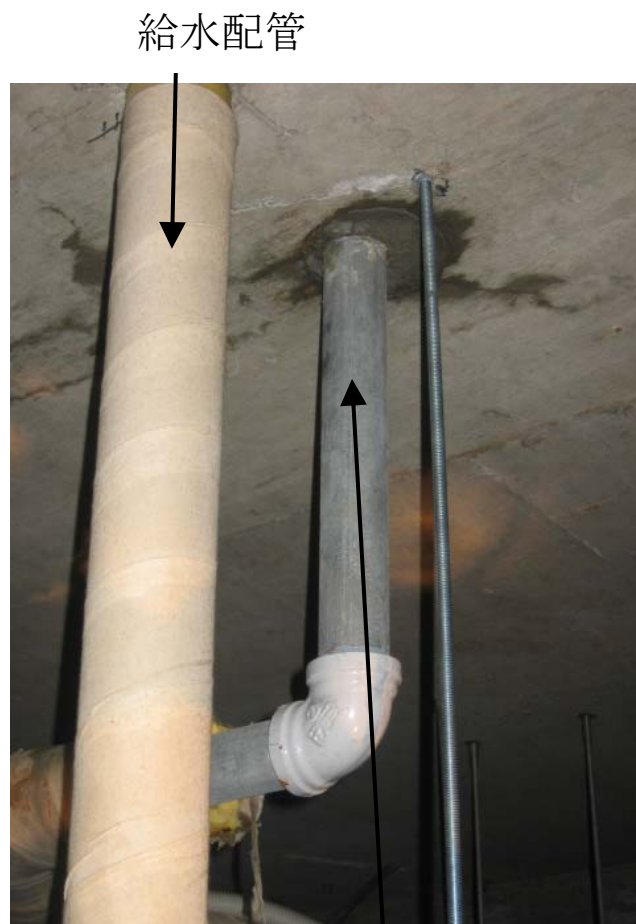
2階

- (凡例)
- 管理区域
 - 立上り
 - 立下り
 - 床上排水トラップ
 - 床下排水トラップ
 - × 排水閉止措置

図3 応用試験棟平面図及び排水系統図(2階及び3階)

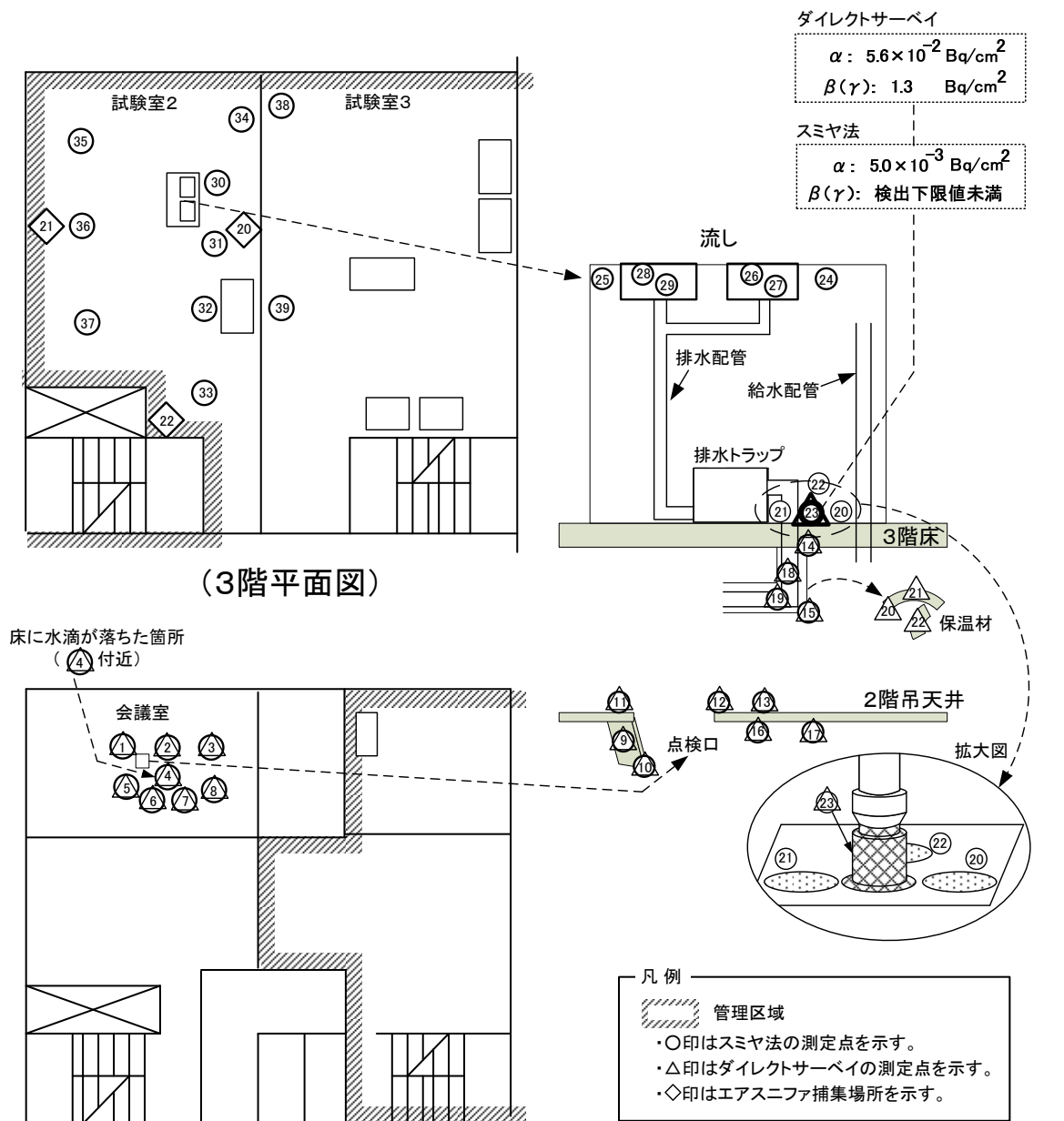


2階天井のにじみ箇所



保温材を除去した排水配管
(配管に傷や腐食なし)

図4 2階会議室(非管理区域)の天井の状況



(2階平面図)

○: 表面密度(スミヤ法)

採取測定日時: H21.9.17 16時25分頃
 ~H21.9.17 19時15分頃
 採取場所: 上記図面に示す(39点)

測定結果: ①~⑨の内③以外は
 $\alpha \beta(\gamma)$ 共に検出下限値未満

検出下限値 $\alpha: 4 \times 10^{-3} \text{ Bq/cm}^2$
 $\beta(\gamma): 4 \times 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$

△: 表面密度(ダイレクトサーベイ)

測定日時: H21.9.17 16時20分頃
 ~H21.9.17 18時40分頃
 測定場所: 上記図面に示す(23点)

測定結果: △~△の内△以外は
 $\alpha \beta(\gamma)$ 共に検出下限値未満

検出下限値 $\alpha: 4 \times 10^{-2} \text{ Bq/cm}^2$
 $\beta(\gamma): 4 \times 10^{-1} \text{ Bq/cm}^2$

◇: 空气中放射性物質濃度

捕集期間: H21.9.11~H21.9.17
 測定日時: H21.9.17 17時20分頃
 採取場所: 上記図面に示す(3点)

測定結果: $\alpha \beta(\gamma)$ 共に全て管理目標値未満

管理目標値 $\alpha: 3 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$
 $\beta(\gamma): 6 \times 10^{-5} \text{ Bq/cm}^3$

図5 放射線状況



漏水した当該流し



床板を剥がした後の状態



図6 3階試験室2(管理区域)流しの排水配管接続部

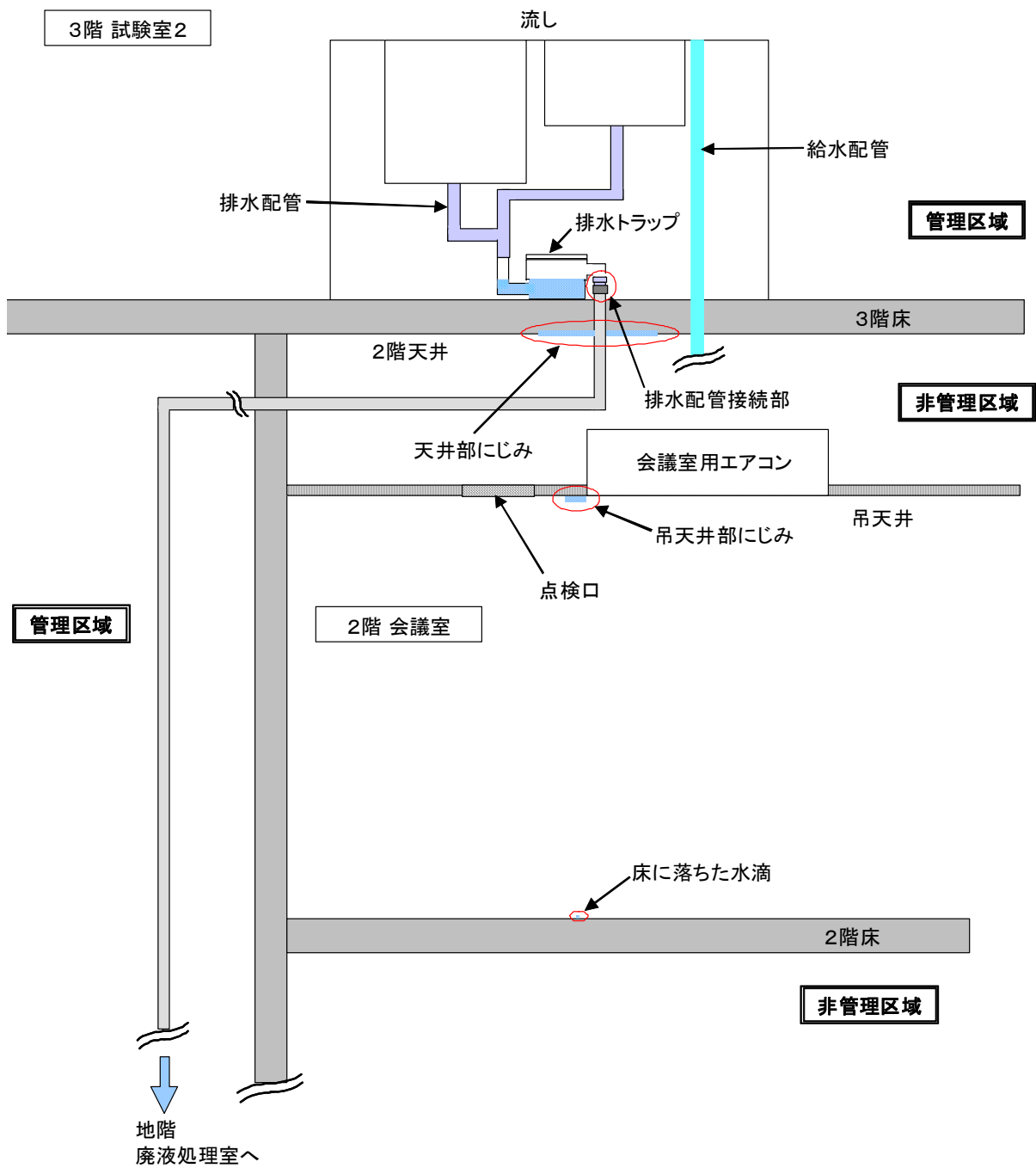


図7 排水配管の概略図

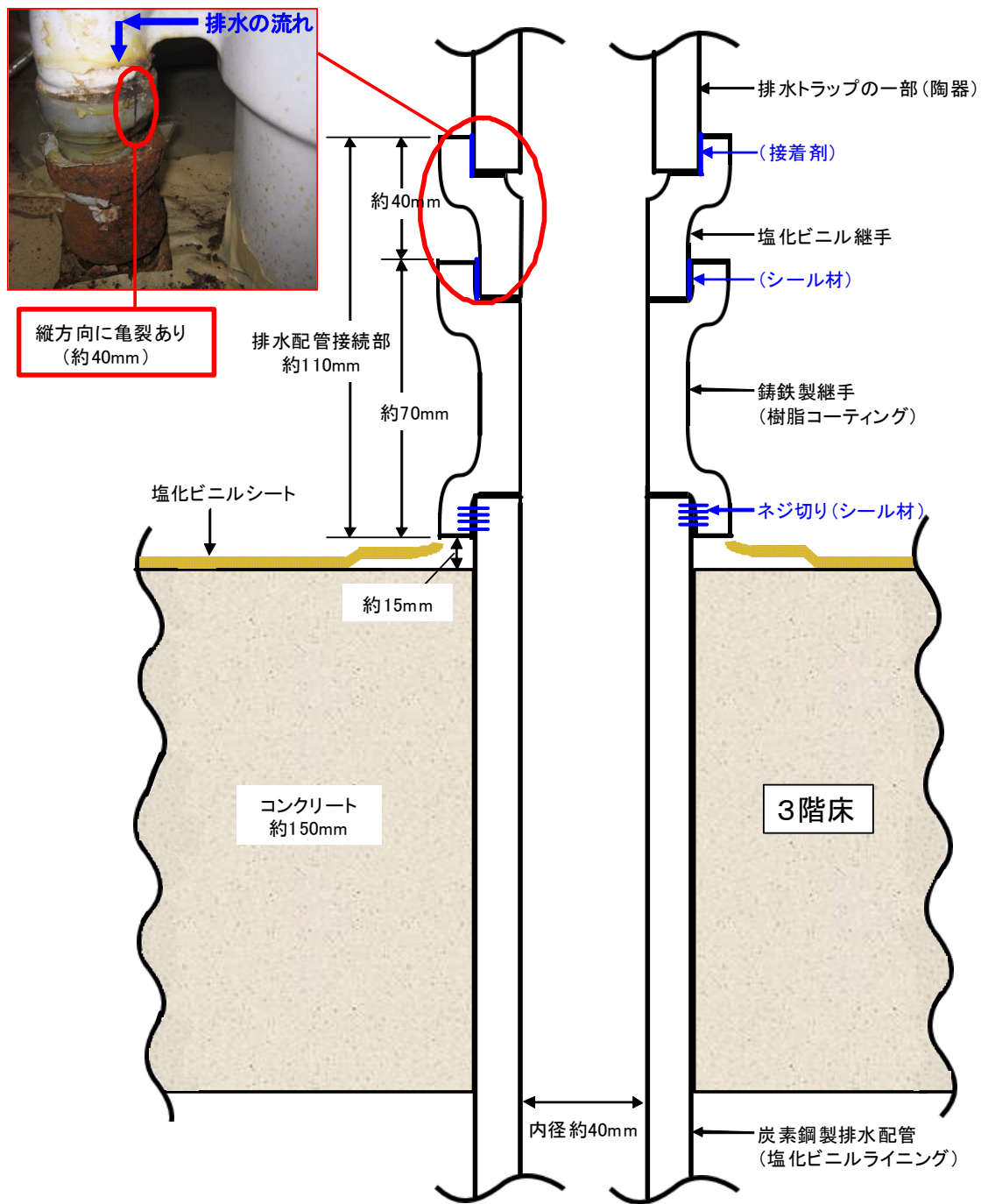


図 8 排水配管接続部の概略図

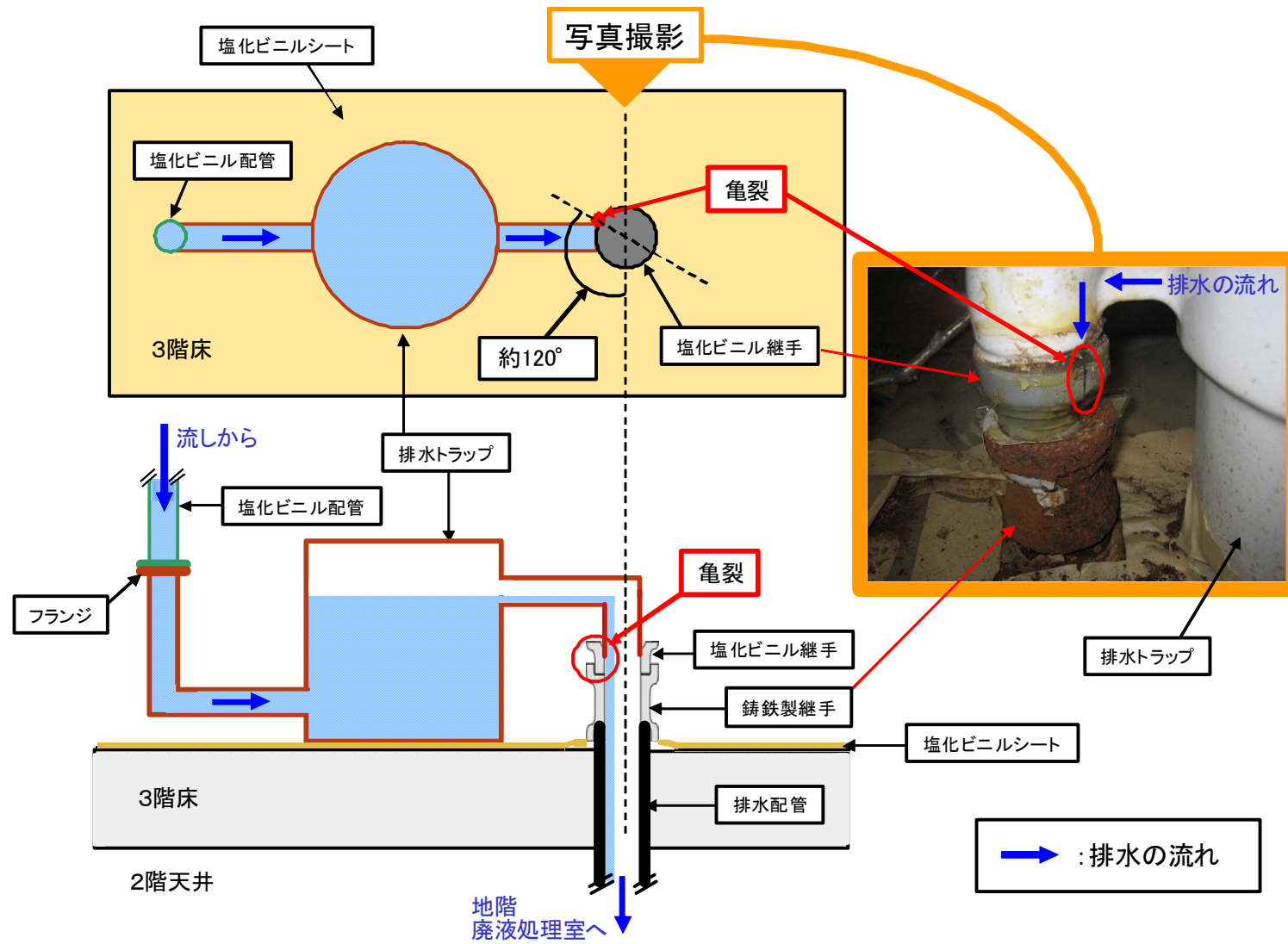


図9 塩化ビニル継手の亀裂の位置



塩化ビニルシートの剥がれによる排水配管との隙間



排水配管周囲のしみ
(塩化ビニルシートを剥がした後)

図 10 流し床の塩化ビニルシート及び3階床の状況

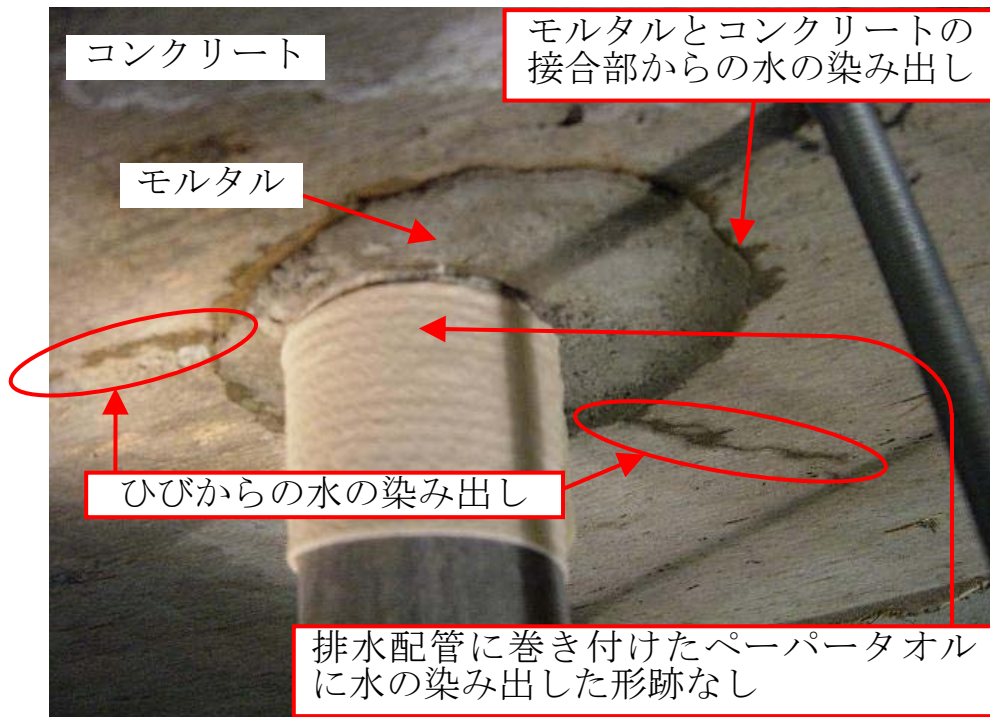


図 11 2階天井への水の染み出し状況（水張り試験）



図 12 塩化ビニル継手上部の肉厚

表1 塩化ビニル継手の亀裂の発生に関する検討結果

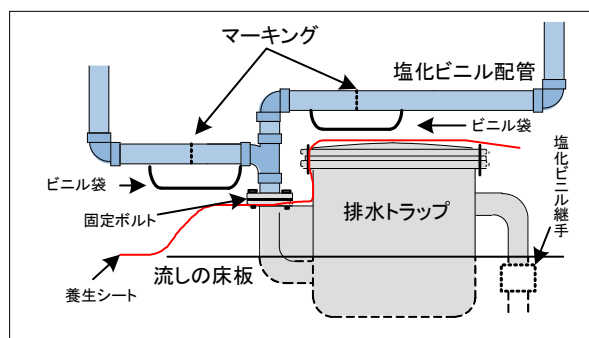
要因	発生時期	調査内容	検討結果	可能性 1)
機械的応力	設置時 (昭和 55 年)	不適切な施工方法	排水トラップの設置状況等から推定される施工方法において塩化ビニル継手に過度な機械的応力が発生する作業は抽出されなかった。また、亀裂が発生していれば取付時に容易に見えてきたと考えられることから、設置時に亀裂が発生した可能性は低い。 ただし、当該塩化ビニル継手に熱をかけて口径を広げる加熱加工を施している。また、当該塩化ビニル継手の外観観察の結果、当該亀裂箇所の肉厚に偏りが見られたことから、加熱加工により偏りが生じて機械的強度が低下していた可能性がある。	△ (間接的影響)
	補修時 (平成 15 年)	配管の切断方法	当該流しのシンクと排水トラップ入口側の間の塩化ビニル配管をノコギリを使って切断した後、切断した箇所から排水トラップの入口フランジまでを塩化ビニル製のソケット、配管及びフランジで接続する施工方法のため、本作業において塩化ビニル継手に機械的応力が生じた可能性が高い。	○
	通常使用時 (昭和 55 年～現在)	地震	当該地域では震度 4 以上の地震が発生しているが、他の流しでは亀裂が発生していないことから可能性は低い。	×
		流し下への物品保管	保管していた物品はポリ瓶、プラスチック製ビーカー等の軽量物であり、空間的余裕も十分であることから排水配管継手に機械的応力がかかる可能性は低い。	×
化学的影響	設置時 (昭和 55 年)	塩化ビニルを腐食させる接着剤の使用	接着剤の成分が不明ではあるが、同時期に設置された他の流しの塩化ビニル継手に亀裂がないことから可能性は低い。	×
	通常使用時 (昭和 55 年～現在)	有機溶剤を含んだ廃液の排水	腐食の原因となる有機溶剤（ピリジン、リン酸トリブチル等）は直接排水せずに別容器に保管しており、流しから排水されたとしても極微量であることから可能性は低い。また、当該塩化ビニル継手の内面観察の結果、腐食は認められなかった。	×
その他	通常使用時 (昭和 55 年～現在)	不適切な使用環境	腐食を起こす有機溶剤は直接排水せずに別容器に保管している。また、当該流しから温水を排水することはない。さらに、当該継手は流し床下に設置されており、直射日光による劣化はない。	×

1) ○：高い、 △：ある（間接的影響を含む）、 ×：低い又ははない

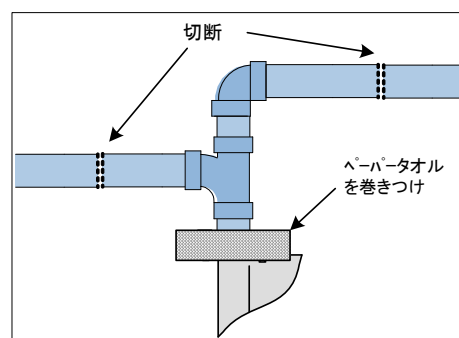
添付資料 排水トラップ入口側の塩化ビニル配管部補修工事の概要

平成 15 年に、当該流しの排水トラップ入口側のフランジを金属製から塩化ビニル製に交換する補修工事を実施した。フランジ部は付近の配管と一体で交換しており、工事の際に上流側配管の切断を行った。

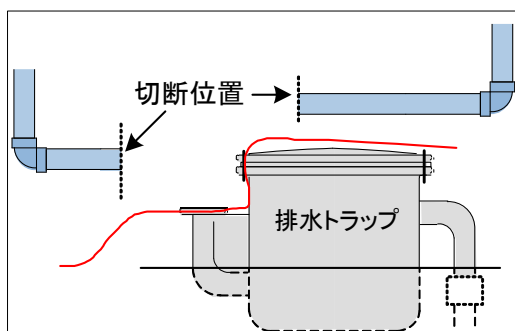
- (1) 排水トラップ上流側配管の切断予定箇所をマーキングし、周辺を養生。
- (2) ノコギリを用いて塩化ビニル配管のマーキング位置を切断。フランジ部にペーパータオルを巻きつけ、ボルト・ナットを取外し。
- (3) 切断した塩化ビニル配管をフランジとともに撤去。
- (4) 新しい塩化ビニル配管を、ソケット、エルボを用いて接着剤により接着。接着剤乾燥後、フランジ部にボルト・ナットを入れ締め付けて固定。



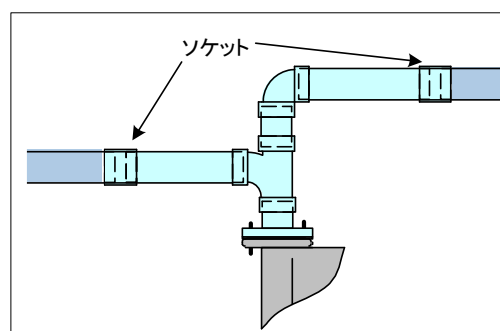
(1)補修箇所全体



(2)切断作業



(3)切断部の撤去



(4)新配管の取り付け