

狛江発第 193 号
平成 25 年 3 月 28 日

文部科学大臣
下村 博文 殿

住 所 東京都千代田区大手町 1-6-1
名 称 一般財団法人電力中央研究所
代表者の氏名 理事長 各務 正博

一般財団法人電力中央研究所狛江運営センター（東京都狛江市）
放射性同位元素使用施設における排水設備からの漏えいについて
（最終報）

標記の件について、同種の設備の点検結果、原因究明及び再発防止策について別紙通り
報告いたします。

(別紙)

1. 件名

放射性同位元素使用施設における排水設備からの漏えいについて（最終報）

2. 発生日時

平成 25 年 2 月 23 日(土) 12 時 10 分頃（漏えいの可能性を発見）

平成 25 年 2 月 24 日(日) 14 時 05 分頃（亀裂の発見）

平成 25 年 2 月 24 日(日) 16 時 00 分頃（汚染の確認）

3. 発生場所

一般財団法人電力中央研究所狛江運営センター（東京都狛江市岩戸北 2-11-1）

4. 放射線管理施設の名称

第 5 実験棟（アイソトープ施設・放射線管理区域）

5. 発生の状況

(1) 発生前

第 5 実験棟は、昭和 51 年に竣工し、トレーサー実験及び金相試験等を行う施設で、現在は軽水炉構造材料の照射特性評価や、軽水炉発電技術に関する燃料健全性・炉心評価技術の評価などの試験研究を行っている。ここでは、放射性同位元素を使用する放射線管理区域（以下、管理区域）とそれ以外の区域に分かれている。この管理区域から排出される手洗い水及び洗浄水等の一部放射性物質を含む廃液は、建屋内の排水管を經由して、建屋南側屋外にある排水処理設備内にある 3 つの貯留槽へ順次送られている。なお、漏えいが確認されたコバルト 60、セシウム 137 の最近 10 年間の使用状況は、コバルト 60 が 10 年間の総量で 1.7GBq、セシウム 137 が同 25kBq であり、大半は金相試験の試料に含まれたものである。金相試験片以外としては、塩化コバルトをトレーサー等として 10 年間の総量として 4.2MBq 使用した。

第 5 実験棟の排水設備の健全性検査（止水検査）については、第 5 実験棟と同様の塩化ビニル（以下、塩ビ）製地中埋設排水管を使用していた独立行政法人日本原子力研究開発機構大洗研究開発センター材料試験炉（JMTR）での平成 22 年 10 月の放射性同位元素の漏えい事故を契機に、しかるべきタイミングで自主検査を実施することとしていたが、ここにきて、平成 24 年 10 月の国立大学法人奈良女子大学アイソトープ総合実験室での排水設備からの漏水事故の報告を受け、平成 25 年 2 月 22 日から 24 日までの予定で排水設備の健全性検査を行っていた。

健全性検査は、排水を完全に休止した上で、排水ラインをいくつかのパートに区切り、パート毎に水道水を貯めて排水管からの漏水が無いことを確認する検査である。2 月 22

日に検査工程や作業手順に関する現場打合せを行い、23日朝から検査を開始した。

(2) 発生時

2月23日からの検査では、まず建屋から建屋外貯留槽（放射線管理区域内）までの排水管の漏水確認を行うため、建屋内排水管の屋外に出る直前の個所を切断し、検査準備のためのエルボ管を接続した。その後、第1貯留槽から第3貯留槽（図1）までの全てのバルブを閉止し、接続したエルボ管より水道水の注水を開始した。

毎分約10リットルの流量で1時間程度注水したが、排水管内部の水位が上がらない事象が確認できたため、排水管からの漏水の可能性があると判断し、12時10分頃に注水を停止した。注水停止後、約15分で排水管内部の水位が4cm程度下がった。作業員が直ちに当該排水管の目視観察できる範囲を確認したが、亀裂等は認められなかった。このことから建屋外の地中埋設されている部分の配管から漏水している可能性が高いことを確認した。この結果に基づき排水ライン周辺の土壌を掘削して漏水個所の特定を行うこととし、作業員や工具等の手配を行った。

2月24日9時頃、掘削作業に着手する前に施設周辺（埋設排水管の地上面を中心に施設境界まで）の線量率測定を行い、地表面及び地上1mの高さにおいて全てバックグラウンドレベルと変わらないことを確認した。

線量率測定終了後、地中埋設排水管（塩ビ製、内径150mm、肉厚9mmの配管）の目視確認を行うための土壌掘削を開始した。掘削した土壌は土嚢袋に封入し、位置・深さ毎（50cm四方×厚さ20cm）で区画識別管理を行った上で排水設備内に仮置きした。掘削はNaIシンチレーションサーベイメーターで土壌表面の線量率がバックグラウンドと変わらないレベルであることを確認しながら行った。

2月24日14時05分頃、地表面から68cm掘削したところで地中埋設排水管を確認した。排水管の表面が露出したところで表面の目視確認を行った結果、第1貯留槽に繋がる排水管の曲がり部で2mmから3mm幅の亀裂を確認した（図1、図2）。

(3) 発生後

亀裂個所の確認後、ゲルマニウム半導体検出器による放射能測定を実施するため、亀裂付近（直下及び横）、排水管が建屋から出てくる付近2個所の合計4個所の土壌を採取した（7.(3)参照）。

2月24日14時50分頃、ゲルマニウム半導体検出器による放射能測定を開始した。汚染の有無を速やかに確認するため、測定は試料の乾燥処理を行わずに実施した。測定の結果、亀裂付近で採取した土壌から最大でコバルト60が0.044 Bq/g (wet)、セシウム137が0.014 Bq/g (wet) 検出された（表1、試料番号1～4）。同日16時頃、以上を最終的に確認した後、掘削現場周辺の工具類を整理し、掘削場所をコンクリートパネルで覆った後、ブルーシートで現場を保存して作業を終了した。

6. 目視調査

(1) 亀裂が発生した塩ビ配管周辺の設置状況

亀裂が発生した塩ビ配管（以下、亀裂配管）は、昭和 51 年に竣工した第 5 実験棟建屋の地下ピットから建屋南側屋外にある排水設備の間を繋ぐ配管であり、屋外部分は地中埋設された配管である。管の内径は 150 mm、肉厚は 9 mm である。建屋からの出口付近で管上部までの埋設深さが約 68 cm で、自然流下させるため下流側はやや深く埋設されている。建屋の近くに敷設されているため、実際には建屋基礎のコンクリートフーチング上に設置された形（図 3）になっている。

(2) 亀裂配管の目視観察

亀裂発生の原因の候補を洗い出すために、構造工学を専門とする当所の研究者、衛生設備業者、および総合建築業者が、亀裂配管の現状（図 4）の目視観察を行った。以下に目視観察結果を示す。

<目視観察>

- ・ 掘削して露出させた配管の目視上の外見は、特に劣化や傷があるようには見えなかった。
- ・ 亀裂配管は、はめ込み部－曲がり部－はめ込み部で構成されており、曲がり部は一体成型された 45 度エルボ配管となっている。また、はめ込み部は曲がり部と同じ径の直管と接合するために径が一回り大きくなっている。亀裂発生個所は曲がり部で、はめ込み部と曲がり部の曲がり部側の境界付近である。
- ・ 亀裂は配管の上面側では境界部に沿ってほぼ直線状に入っており、配管側面では、一方ははめ込み側、他方はエルボ配管本体側に斜めに進んでいる。

以上の目視観察結果に基づき、破断状況の確認を行った。

- ・ 亀裂配管上部の亀裂の隙間から中が見える程度に開口していた。
- ・ 亀裂配管上部の亀裂近傍に大きな変形が発生したようなくびれや変色があるようには見えなかった。
- ・ 見える範囲では、配管には伸縮継手などの使用は確認できなかった。
- ・ 配管は自然流下であり、ポンプなどによる配管内部への加圧はない。
- ・ 亀裂発生個所のすぐ下流側の地表部には、塩ビ管の敷設時期より後（平成 11 年）に設置したモニタリング用の放射線計測装置等、及び同装置等を安定して設置するための基礎（コンクリート製、厚さ 25 cm 程度。以下、コンクリート基礎）がある。

以上の目視観察結果に基づくコメントは次の通りである。

- ・ エルボ配管周りについては特段問題となるような施工はなされていない。
- ・ 40 年程度では塩ビ配管の腐食は考えられない。
- ・ 建物と地面の境界面にずれ等がないことから、東日本大震災時に配管へ大きな応力がかかったとは考えにくい。

- ・ 当時の施工方法を鑑みると、現場合わせで応力がかかったまま埋設した可能性がある。
- ・ 亀裂下流側の上部に放射線計測装置やコンクリート基礎が置かれており、その荷重も影響している可能性がある。

目視観察結果については、基本的に当所研究者、衛生設備業者、総合建築業者の間で見解が一致していた。総合建築業者からは「当該配管は、第2貯留槽入口点で固定されている一方で第1貯留槽へ向かうラインが2m以上あり、上から荷重がかかったときに破断しやすい状況であると言える。亀裂の位置も、ちょうどコンクリート基礎の端の付近で発生しており、現場状況からは上部のコンクリート基礎の荷重が影響した可能性が高い。」とより具体的に指摘があった。

総合建築業者からは、この他にも次のようなコメントもあった。

- ・ 大きな地震による影響の可能性も消すことはできない。地震から1年以上たって配管が破損する事例も見られる。
- ・ 配管の耐熱温度は約60℃であるため、熱水を排水しているのであれば、劣化につながる可能性もある。

(3) 原因調査方法

以上の目視観察を踏まえ、更に3月4日には亀裂配管下の土を除いて触手により確認した結果、亀裂は配管の底側まで進み、配管が破断していることが分かった。(以下、亀裂を破断部という。)

亀裂が発生し破断に至った個所(以下、破断部)近傍に大きな変形が発生したようなくびれや変色が見受けられないこと、また、破断部のすぐ下流側の地表部に塩ビ配管の設置より後に設置された厚さ25cm程度のコンクリート基礎が敷設されていることに注目し、亀裂が発生した原因調査方法として、まずは機械的応力及び経年変化を想定して原因調査を進めることとした。また、破断部を含む配管を切り出し、亀裂による破断面の顕微鏡観察を実施することにより、機械的応力や経年変化の影響等に関わる情報の入手を試みた。

7. 原因調査

(1) 埋設配管の工事及び点検の経緯について

破断部を含む埋設配管は、昭和51年の竣工以来、今回の止水検査まで、特に検査や補修を実施していない。なお、平成11年に排水をモニタリングするための放射線計測装置を設置するため、図1に示すように、破断部から第1貯留槽へ向う下流側30cmから配管上の地表面を厚さ25cm程度のコンクリート基礎で覆った。

亀裂発見後は、次の手順で汚染範囲の確認及び排水施設の健全性検査を行った。

汚染範囲の確認は、(3)で後述するように、亀裂周辺の土壌を掘削又はパイプによるコ

ア抜きで採取して放射能濃度を測定することによって実施した。

排水施設の健全性検査は次の要領で行った。

3月20日に埋設配管の他の個所に亀裂が無いことを、目視観察及び触手による検査によって確認した。コンクリート基礎が設置されていない部分、すなわち建屋の外側境界から亀裂配管下流側約30cmまでの埋設配管は、上部土壌を全て掘削した後、観察を実施した。

次に、コンクリート基礎下部の埋設配管については、汚染範囲の確認（当該個所の土壌が汚染されていないことの確認）後、破断部から第1貯留槽への埋設配管上のコンクリート基礎及び土壌を掘削して、目視観察と触手による検査によって亀裂が無いことを確認した。

なお、コンクリート基礎下部の埋設配管上部土壌の掘削作業は、NaIシンチレーションサーベイメーターで土壌表面の線量率がバックグランドレベルと変わらないことを確認しながら行った。

その後、埋設配管をすべて新しい塩ビ管に交換して、排水設備を次の4つのパートに分けて、3月26日から28日にかけて下記の要領で健全性検査を実施し、健全性を確認した。

① 建屋から貯留槽まで埋設配管の健全性検査

建屋から貯留槽までの埋設配管については、第1、2、3貯留槽のバルブを閉止して埋設配管に水を貯めての水位変動検査及び目視観察により点検し、漏水が無いことを確認した。

② 建屋内排水ラインの健全性検査

建屋内排水ラインについては、管理区域内の全実験室・作業室の排水ラインに水を流し、天井裏やパイプスペースに設置されている排水ラインの表面に漏水がないか目視観察及び触手によって点検し、漏水が無いことを確認した。なお、天井裏の確認において点検口よりアクセスできない場合は、照明器具などを取り外してアクセスした。

③ 貯留槽・希釈槽の健全性検査

第1、2、3貯留槽及び希釈槽については、貯留槽及び希釈槽に満水量の80%程度の水を貯めての水位変動検査及び目視観察によって点検し、漏水が無いことを確認した。

④ 放流ラインの健全性検査

希釈槽から一般下水への放流ラインについては、希釈槽からの放流の際に漏水がないか目視観察及び触手によって点検し、漏水が無いことを確認した。なお、希釈槽から一般下水への放流ラインは地上設置となっている。

(2) 破断原因の調査

1) 機械的応力

① 施工方法

設計段階では当該の埋設配管は直管にて敷設する予定であったが、実際には45度エルボ配管を二つ使用し配管の敷設位置を変更して施工された。これはコンクリートフーチングを回避するために現場合わせて施工したものと考えられる。この際の配管と建物の位置関係について、破断部を境として第1貯留槽へ向かう下流側配管と上流側配管の敷設方向が平行になっておらず(図5)、破断部付近に曲げ応力を生じさせた可能性がある。このように、当時としては一般的な工法により施工されたものの、破断部周辺の応力の十分な逃げを確保できなかった可能性がある。

② 重量物であるコンクリート基礎と放射線計測装置等の設置

放射線計測装置等及びその基礎(コンクリート厚さ25cm程度)が、塩ビ管の敷設後に埋設配管上に設置され、第1貯留槽側の配管に重量物が乗った状態(コンクリートの比重を2.3とした場合、 1m^3 当たり460kg)になっていた。破断部は、コンクリート基礎の切れ目から約30cmの所であり、第1貯留槽側の配管を地方向へ押し下げる荷重がかかっていた可能性がある。また、破断部の直下にはコンクリートフーチングの盛り上がり部が数cmまで迫っており、小石が混入した土壌埋設により破断部近傍は自由度を失い力学的な支点となった可能性がある。これらが複合して破断部天頂付近に配管長手方向に引張応力が作用するとともに、破断部下部付近に圧縮応力が作用したものと考えられる。

破断部の破断面観察(図6)によると、破断部の天頂部付近の主に外側で平滑な破断面が観察され、数カ所で配管の内面にまで及んでいる(図7、図8)ことから、配管の許容応力以上の引張応力が天頂部付近に加わり、数カ所で亀裂発生の起点が生じたものと推定される。

③ 気温変化

破断面観察(図6～図8)において、亀裂発生の起点となった天頂部周辺の内側や配管側面部などに筋状の痕跡が認められ、このような個所では比較的時間を掛けながら繰り返し荷重が作用し亀裂が進展したものと考えられる。塩ビ管製造メーカーの資料によれば、温度変化 10°C に対する管長1mあたりの伸縮量は約0.7mm(鋼管の約6倍に相当)であり温度変化によって伸縮する特性を有しているため、当該配管は地表下(約70cm)に埋設された状態であるものの季節毎の気温変化の影響を受けて配管全体の伸縮が生じた可能性は否定できず、これによる破断部近傍の繰り返し荷重と前述の曲げ応力との複合作用により亀裂が進展し最終的には破断に至ったものと推定される。

④ 塩ビ管の品質

破断面を観察した結果（図 9）、配管材料の一部にボイド（空気の粒）がある部分が見られた。このボイドは、上述のとおり破断面の状況から亀裂が発生したと推定される個所とは一致しないため、亀裂の発生や進展との関連性は極めて低いと推定される。また、塩ビ製造メーカーからは、このようなボイドは製造過程でエルボ管の曲がり部の内側の肉厚部で発生しやすいものであるが、観察された寸法は小さく微量であるため配管の強度に影響を与える可能性はないとの見解を得ている。

⑤ 水圧

当該個所の配管は自然流下であり、ポンプなどによって配管内側に圧力をかける要素はない。また、当該部分で水圧により亀裂が進んだ形跡は認められなかった。このようなことから、当該部分に高圧の水圧がかかったことは認められない。

⑥ 地震

建物と地面の境界面にずれなどが無いことから、東日本大震災時に配管へ大きな応力がかかったとは考えにくい。

⑦ 高温排水

JIS K 6739によると、塩ビ管継手はヴィカット軟化点が76℃であり、高温で変形する特性がある。但し、本排水管への排水は、主に洗濯排水、管理区域退出時の手洗水、2回以上洗浄した実験器具等のすすぎ水などであり、常温の水を使用しているため高温の液体を流すことはない。また、目視による点検でも配管の変形は認められなかった。

⑧ その他（目視点検のための掘削作業における外力）

掘削作業時の外力により、当該配管に過大な応力が発生する可能性があるが、当該配管が破断している可能性を考慮しながら掘削を行ったこと、また、掘削して露出させた配管の目視上の破断面以外の部分の外見は、特に劣化や傷があるようには見えず、漏えいの痕跡もなかった。以上のことから、掘削作業時に過大な応力を加えたと推定される事象はなかったと判断する。

2) 化学的影響

第5実験棟管理区域内では、塩ビを腐食する腐食性排水（高濃度有機溶剤）は排出していない。また、塩ビ配管内部でも腐食等の異常は認められず、亀裂発生個所の破断面観察でも腐食等の痕跡は観察されなかった。（図6）

3) 経年変化

① 紫外線の影響

塩ビ配管は屋外に露出している場合、紫外線の影響で劣化が進行するとされている。そのため、配管表面を確認したが、紫外線の影響は認められなかった。紫外線による劣化は、当該個所は地表下 70cm 近くの地中埋設管であるため、塩ビ製の埋設配管の強度に有意な劣化を及ぼすような紫外線による影響はなかったと考えられる。

② 耐用年数

適切に施工され、使用温度範囲内で使用される場合、塩化ビニル管・継ぎ手協会が示しているように耐用年数は 50 年以上であり、当該配管の使用年数（約 37 年間）は十分耐用年数内である。

以上の調査結果から、排水設備からの漏えいの主たる原因として次の 3 点を挙げることにした。（図 10）

- ・施工不良
- ・重量物による荷重応力
- ・気温変化による配管の伸縮

(3) 検出限界値以上の放射能濃度が検出された範囲

漏えいによる影響の範囲を推定するため、主に破断部周辺を中心として、排水設備内外の土壌を掘削又は内径 32mm のパイプによるコア抜きで採取して放射能濃度を測定した。土壌試料としては、表 1 に示す 43 試料を採取した（図 11、図 12）。なお、埋設配管下には図 3 に示すコンクリートフーチングがあるため、採取深さは最大で 105cm である。

採取した試料については、2 月 24 日に汚染の有無を確認するために実施した 4 試料（表 1、試料番号 1～4）を除き、105℃で 16 時間の乾燥処理を行ってからゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線分析（測定時間：3,600 秒）に供した。

検出された人工核種は、コバルト 60 とセシウム 137 で、測定の結果、破断部付近で採取し乾燥させた土壌試料から最大でコバルト 60 が 0.073 Bq/g (dry)、セシウム 137 が 0.016 Bq/g (dry) 検出された。

人工核種が検出された範囲は次の通りである。水平方向が、破断部から東側：45 cm、西側：70 cm、北側：30 cm、南側：5 cm の範囲で検出限界に近い微量の人工核種が検出された。垂直方向は、最も浅いところだと地表面から 75cm で、最も深いところではコンクリートフーチングがあるため、地表面から 90cm（配管下 5cm）で人工核種が検出された。なお、配管上部（地表面から 40cm～60cm）の試料（表 1、試料番号 29～32）では人工核種が検出されなかった。

更に、トリチウム及び炭素 14 の表面汚染密度をトリチウムカーボンサーベイメータに

より測定した結果、上記 43 試料を採取した全てのポイントが検出限界値未満で、バックグラウンドレベルと変わらなかった。

以上の測定結果から、汚染された可能性のある範囲は、水平方向が、破断部から東側：55cm、西側：90cm、北側：40cm、南側：10cm の範囲であり、垂直方向が、地表面から 60cm から 95cm の範囲であると判断した。

(4) 亀裂発生及び破断の時期

破断面下部の黒ずんだ状況から、相当以前から配管に亀裂が生じていた可能性がある。しかし、亀裂の発生及び配管破断に至った正確な時期については、観察を行った各機関、及び当所構造材料の専門家とも推定することが出来なかった。

(5) 漏水時期の推定

漏水時期を推定するため貯留槽の貯水データを検討した。

第 5 実験棟管理区域からの排水は、一旦建屋外（管理区域内）に三つある貯留槽に貯め、排水中の放射能濃度を測定し、平成 12 年科学技術庁告示第 5 号（放射線を放出する同位元素の数量等を定める件）別表第 2 第 6 欄に示される濃度限度の 1/10 以下であることを確認した上で希釈槽に送水される。そして他の排水と混合の上、下水道へ放出する。通常、一つの貯留槽に 4m³ 程度貯まった後、次の貯留槽に貯水する運用を行っている。

一つの貯留槽が満水となる期間は、平成 24 年 9 月 24 日の満水までは概ね 13 日から 20 日前後で推移していたが、次の満水（11 月 5 日）までは 42 日、さらにその次の満水（12 月 13 日）までは 38 日を要していた。そして、12 月 13 日以降、止水検査のために貯水を停止した平成 25 年 2 月 22 日までの貯水量は 1.9m³ であり、71 日経過していたにもかかわらず、まだ満水に到達していなかった。

これまでの実績から、その時点での施設における作業状況等により、満水となる期間が 1 ヶ月を超えるケースもあることから、このデータをもって漏水時期を特定するのは難しい。しかし、このデータは、平成 24 年 9 月 24 日以降の時期に漏水が発生した可能性を示唆するものと考えられる。

8. 環境への影響等

2 月 24 日の掘削作業前に施設内及び周辺の空間線量率測定を行った結果、地表面及び地上 1m の高さにおいて全てバックグラウンドレベルと変わらなかった。掘削時も土壌表面の線量率がバックグラウンドと変わらないレベルであることを確認しながら行い、作業員の身体汚染もなかった。また、破断部の直下及び横、排水管が建屋から出てくる個所（破断部からの距離は約 200cm）の周辺 2 個所（合計 4 個所）の土壌を対象としたゲルマニウム半導体検出器による放射能測定では、破断部の直下及び横で採取した土壌からコバルト 60 及びセシウム 137 が検出されたが、いずれも極めて微量であり、作業員の身体汚染

もなかった。さらに、3月20日に実施したコンクリート基礎下部の埋設配管上部土壌の掘削作業と目視観察時にも空間線量率及び土壌表面の線量率がバックグラウンドと変わらないレベルであること、及び作業員の身体汚染がないことを確認した。以上から環境への影響等は無かったと判断した。

9. 汚染土壌の回収

7章で汚染された可能性があるとして判断された範囲（図11、図12）の土壌は、回収して鉄製容器に納め、当面の間、内容物を表示して第5実験棟の管理区域内で保管管理する。

10. 原因

(1) 塩化ビニル製配管の破断による漏えいの発生原因について

7.原因調査の(2)破断原因の調査で述べたように、破断した配管の目視観察と破断面の顕微鏡観察結果をもとに種々の観点から破断の原因を検討し、施工不良、重量物による荷重応力、及び気温変化による配管の伸縮が主たる原因となった可能性があるとして推察した。設計時は直管による敷設を予定していたところを、コンクリートフーチングを避けて配管するために現場合合わせでエルボ管を組み合わせて接続を行ったものの、結果的にはエルボ管の破断部近傍に曲げ応力を生じさせた可能性がある。また、コンクリートフーチングの影響により破断部近傍が自由度を失い力学的な支点となっていた可能性があることに加え、配管埋設後にコンクリート重量物を設置したことも破断部近傍の曲げ応力として作用した可能性があり、これらが複合して配管の亀裂発生の原因になったものと考えられる。また、これらの影響に加えて季節的な気温変化による配管の伸縮による繰り返し荷重が亀裂進展の原因として挙げられる。なお、破断面の観察では、製造時に生じたと推定される少量のボイドが見つかったが亀裂発生や進展との関連性はなく、当該塩ビ配管の製造上の不具合は認められなかった。

(2) これまで亀裂が発見できなかった原因について

昭和51年の第5実験棟竣工当時に、当該配管を埋設配管としたため、掘削による目視観察の実施が困難であったことが第一の原因として挙げられる。合わせて、塩ビ管の耐用年数が50年以上とされていることから、約37年の当該埋設配管使用期間中に検査を実施してこなかったことも、将来破断に至るような亀裂発生の兆候を見逃す結果に繋がったことも否定できない。また、配管の亀裂発生と貯留槽への貯水データの傾向（水位上昇速度の低下）の関連性が示唆された。

11. 対策

(1) 塩ビ配管の破断による漏えい発生への対策について

第5実験棟排水設備の屋外埋設排水管を更新し、あらためて排水設備全体を対象とし

た止水検査を実施することにより、適切な施工ならびに設備の健全性を確認した。

配管の敷設に当たっては、曲げ応力が配管にかからないよう、従前と同じようにエルボを用いて曲げて配管するのではなく、直管で敷設した。なお、配管同士の接続には伸縮継手を用いて、気温変化によって生じる配管の伸縮による荷重を逃がす構造とした。

(図 13)

また、上部からの荷重が配管にかからないよう地中埋設とせず、配管の周囲にコンクリート製のU字溝を設置し、U字溝の中に配管が設置される構造とする。U字溝の上部には鉄製の蓋を設置して紫外線による配管の劣化を防ぐ。U字溝のコンクリート表面にはコーティングを施し、万一に漏えいが発生した場合でも土壌への浸透を防止する。

なお、更新した配管は、耐薬品性を考慮し、かつ前述の対策により施工時にかかる曲げ応力や外部からの荷重がかかるリスクを解消できることから、従来と同じ材質とした。

(2) これまで亀裂が発見できなかったことへの対策について

(1)に記載したように、更新した配管は地中埋設とせずU字溝内に設置することで、地上からの目視観察等による検査が容易に行える構造とする。今後、当該配管について月1回の頻度で目視観察を行い、漏えいの発生という万一の場合も想定した上で、適切に管理する。また、配管の経年劣化による破損を防止するため、屋外設置の配管は損傷の有無にかかわらず10年を目途に更新する。更に、管理区域からの排水量を組織的に把握するため、これまで貯留槽の貯水量が一定量に達した時点で放射能濃度を計測して放流していたが、今後は毎月定期的に放流を行うこととし、毎月開催される定例会議の場で1ヶ月毎の排水量の推移を確認する。

なお、第5実験棟管理区域における工事については、従来と同様に当該施設の管理部門が工事内容の確認を行うとともに、今回の対策工事に関連する図面等の文書については保管場所や保管期間などを明確にして適切に管理する。

12. 水平展開

今回の事象発生とそれへの対策の検討を踏まえ、第5実験棟がある一般財団法人電力中央研究所狛江以外の他地区における放射性同位元素使用施設についても水平展開を図る。

以 上

図表一覧

- 表 1. 土壌中の放射能濃度および表面汚染密度の測定結果

- 図 1. 亀裂個所の平面図

- 図 2. 現場写真

- 図 3. 第 5 実験棟排水設備断面図

- 図 4. 第 5 実験棟屋外配水管の破断部外観

- 図 5. 埋設配管と建屋との距離の関係

- 図 6. 配管破断部

- 図 7. 配管破断部の天頂部上流側 A 付近の破面

- 図 8. 配管破断部の天頂部上流側 B 付近の破面

- 図 9. 破断面に観察されるボイド

- 図 10. 埋設塩ビ配管の破断原因の調査

- 図 11. 土壌試料採取位置図（平面図）

- 図 12. 土壌試料採取位置図（断面図）

- 図 13. 配管更新後の現場写真

表1 土壌中の放射能濃度および表面汚染密度の測定結果

試料番号	状態等	亀裂からの 水平距離 (cm)	地表面から の深さ (cm)※1	濃度 (Bq/g)				表面汚染密度 (Bq/cm ²)	
				コバルト60		セシウム137		トリチウム/炭素14	
				測定結果	検出限界値	測定結果	検出限界値	測定結果	検出限界値
1	wet	205	85	検出限界値未満	0.0099	検出限界値未満	0.010	検出限界値未満	2.5
2	wet	180	85	検出限界値未満	0.010	検出限界値未満	0.0092	検出限界値未満	2.5
3	wet	0	85	0.032	0.0094	検出限界値未満	0.0086	検出限界値未満	2.5
4	wet	0	85	0.044	0.0045	0.014	0.0041	検出限界値未満	2.5
5	dry	0	85	0.073	0.0074	0.013	0.0061	検出限界値未満	2.5
6	dry	380	85	検出限界値未満	0.0070	検出限界値未満	0.0062	検出限界値未満	2.5
7	dry	45	85	検出限界値未満	0.0084	0.0068	0.0057	検出限界値未満	2.5
8	dry	90	85	検出限界値未満	0.0095	検出限界値未満	0.0071	検出限界値未満	2.5
9	dry	135	85	検出限界値未満	0.0078	検出限界値未満	0.0062	検出限界値未満	2.5
10	dry	30	75	0.013	0.0081	0.011	0.0058	検出限界値未満	2.5
11	dry	30	85	検出限界値未満	0.0080	検出限界値未満	0.0060	検出限界値未満	2.5
12	dry	5	90	0.029	0.0085	0.016	0.0078	検出限界値未満	2.5
13※2	dry	0	85	0.0043	0.0041	検出限界値未満	0.0034	検出限界値未満	2.5
14	dry	0	85	0.014	0.0081	0.010	0.0064	検出限界値未満	2.5
15	dry	45	85	0.029	0.0076	0.0076	0.0061	検出限界値未満	2.5
16	dry	10	90	検出限界値未満	0.0088	検出限界値未満	0.0069	検出限界値未満	2.5
17	dry	15	95	検出限界値未満	0.0074	検出限界値未満	0.0055	検出限界値未満	2.5
18	dry	20	100	検出限界値未満	0.0063	検出限界値未満	0.0052	検出限界値未満	2.5
19	dry	25	105	検出限界値未満	0.0076	検出限界値未満	0.0051	検出限界値未満	2.5
20	dry	55	85	検出限界値未満	0.0077	検出限界値未満	0.0061	検出限界値未満	2.5
21	dry	60	70	検出限界値未満	0.0073	検出限界値未満	0.0054	検出限界値未満	2.5
22	dry	70	65	検出限界値未満	0.0073	検出限界値未満	0.0053	検出限界値未満	2.5
23	dry	40	70	検出限界値未満	0.0067	検出限界値未満	0.0052	検出限界値未満	2.5
24	dry	50	65	検出限界値未満	0.0066	検出限界値未満	0.0049	検出限界値未満	2.5
25	dry	40	75	検出限界値未満	0.0069	0.0074	0.0068	検出限界値未満	2.5
26	dry	50	70	検出限界値未満	0.0065	検出限界値未満	0.0058	検出限界値未満	2.5
27	dry	55	65	検出限界値未満	0.0082	検出限界値未満	0.0060	検出限界値未満	2.5
28	dry	60	90	検出限界値未満	0.0075	検出限界値未満	0.0060	検出限界値未満	2.5
29	dry	0~50	40~60	検出限界値未満	0.0064	検出限界値未満	0.0065	検出限界値未満	2.5
30	dry	0~50	40~60	検出限界値未満	0.0073	検出限界値未満	0.0051	検出限界値未満	2.5
31	dry	0~50	40~60	検出限界値未満	0.0082	検出限界値未満	0.0055	検出限界値未満	2.5
32	dry	0~50	40~60	検出限界値未満	0.0058	検出限界値未満	0.0054	検出限界値未満	2.5
33	dry	70	90	検出限界値未満	0.0069	0.0080	0.0055	検出限界値未満	2.5
34	dry	220	85	検出限界値未満	0.0068	検出限界値未満	0.0061	検出限界値未満	2.5
35	dry	260	85	検出限界値未満	0.0061	検出限界値未満	0.0058	検出限界値未満	2.5
36	dry	90	85	検出限界値未満	0.0066	検出限界値未満	0.0060	検出限界値未満	2.5
37	dry	110	85	検出限界値未満	0.0065	検出限界値未満	0.0049	検出限界値未満	2.5
38	dry	130	85	検出限界値未満	0.0070	検出限界値未満	0.0053	検出限界値未満	2.5
39	dry	160	85	検出限界値未満	0.0074	検出限界値未満	0.0047	検出限界値未満	2.5
40	dry	180	85	検出限界値未満	0.0057	検出限界値未満	0.0060	検出限界値未満	2.5
41	dry	200	85	検出限界値未満	0.0050	検出限界値未満	0.0044	検出限界値未満	2.5
42	dry	240	85	検出限界値未満	0.0057	検出限界値未満	0.0055	検出限界値未満	2.5
43	dry	260	85	検出限界値未満	0.0062	検出限界値未満	0.0056	検出限界値未満	2.5

※1 配管は地表面から68~85cmの深さに埋設されている。

※2 本試料はフォーチング表面のコンクリートを削った試料で土壌も含まれている。

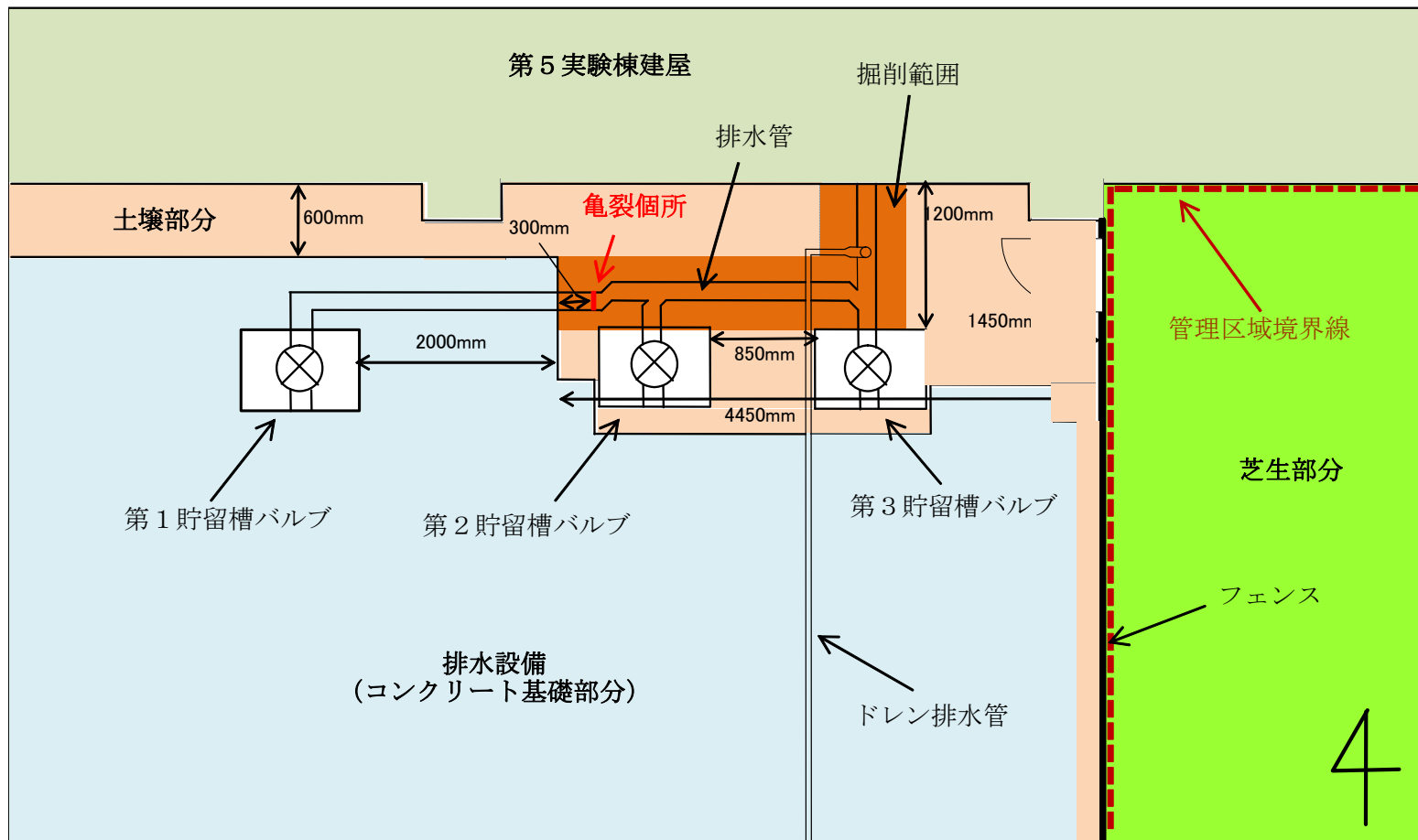


図1 亀裂箇所の平面図



図2 現場写真

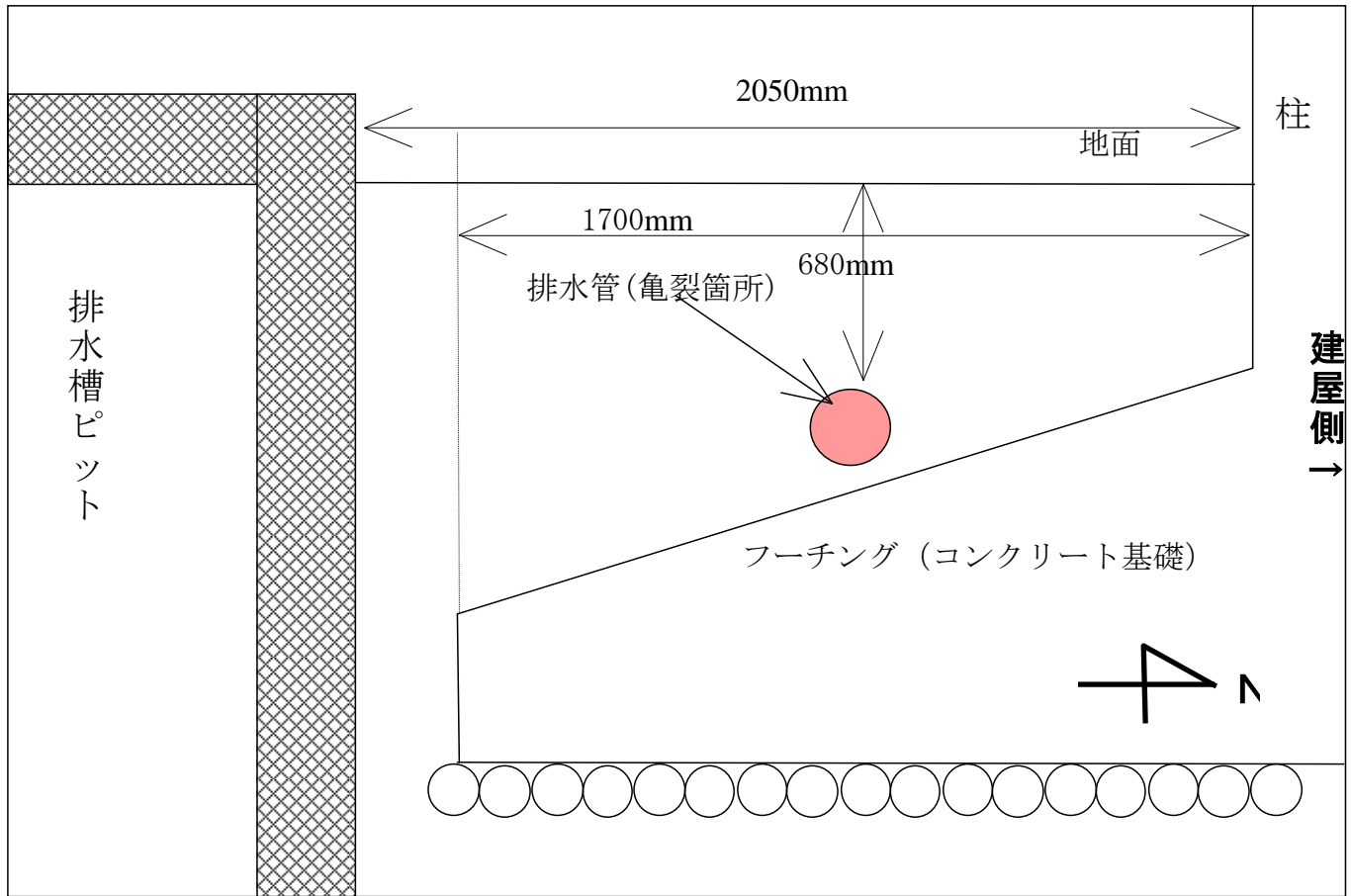
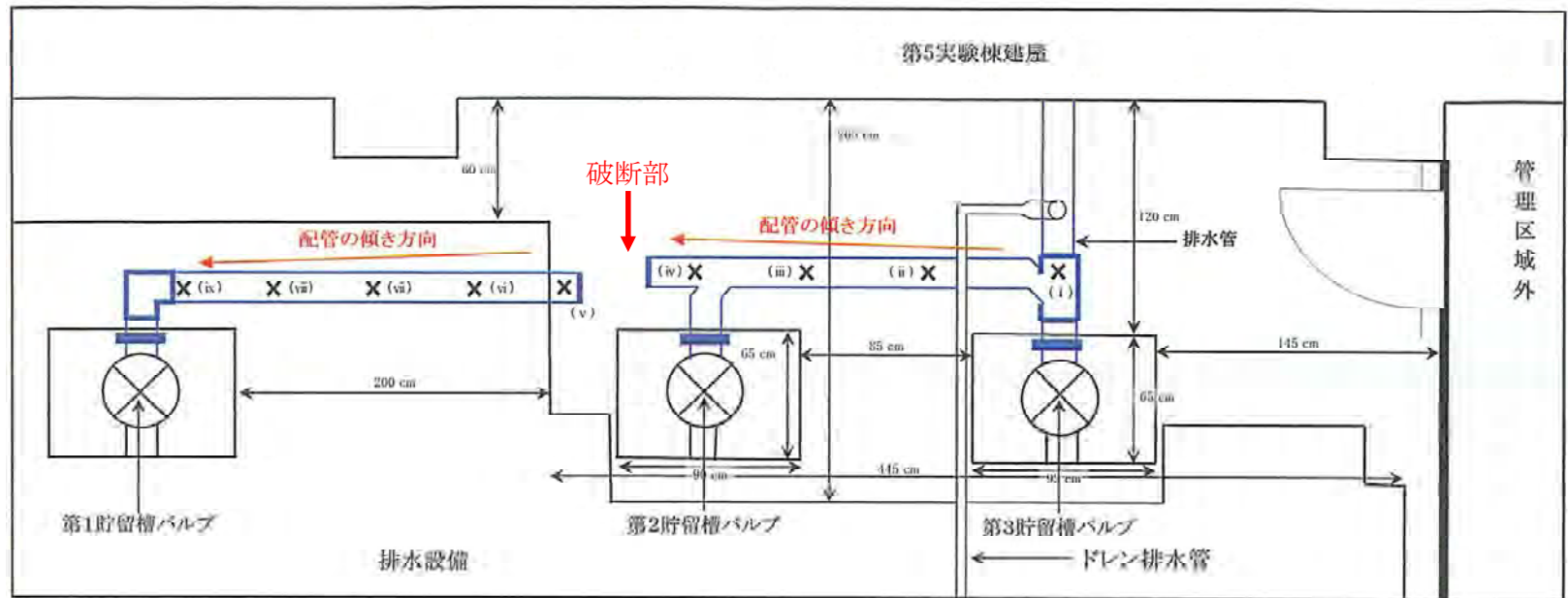


図3 第5実験棟排水設備断面図



図 4 第5実験棟屋外配水管の破断部外観



配管と建屋の距離関係(平面図)

測定ポイント	配管と建屋の距離(mm)	備考
(i)	847	(i)~(iv) 500mm間隔
(ii)	826	
(iii)	815	
(iv)	805	
(v)	1050	(v)~(ix) 500mm間隔
(vi)	1070	
(vii)	1090	
(viii)	1100	
(ix)	1135	

図5 埋設配管と建屋との距離の関係

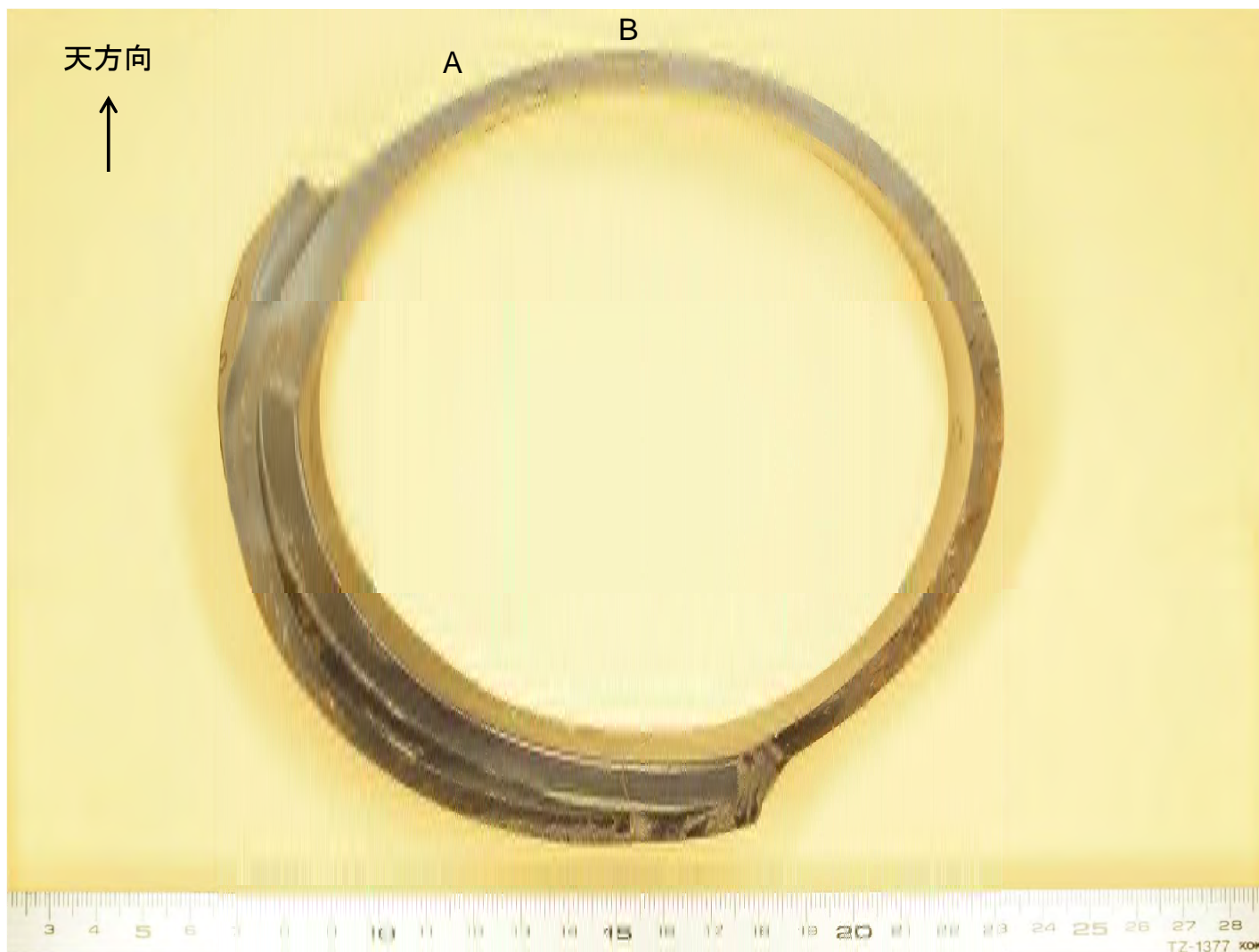


図 6 配管破断部の上流側破断面

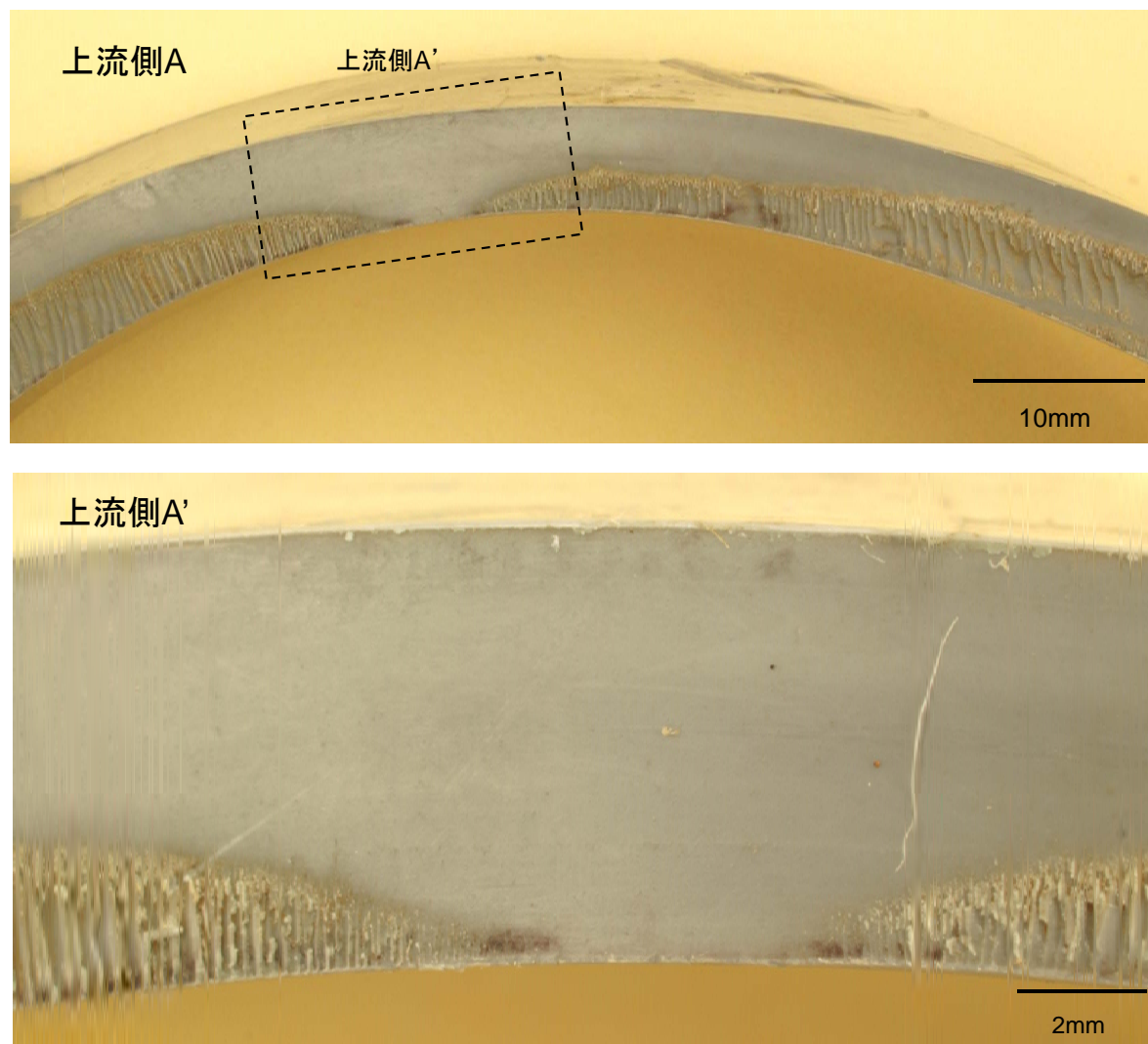


図 7 配管破断部の天頂部上流側 A 付近の破断面（点線枠は下段写真の拡大部を示す）

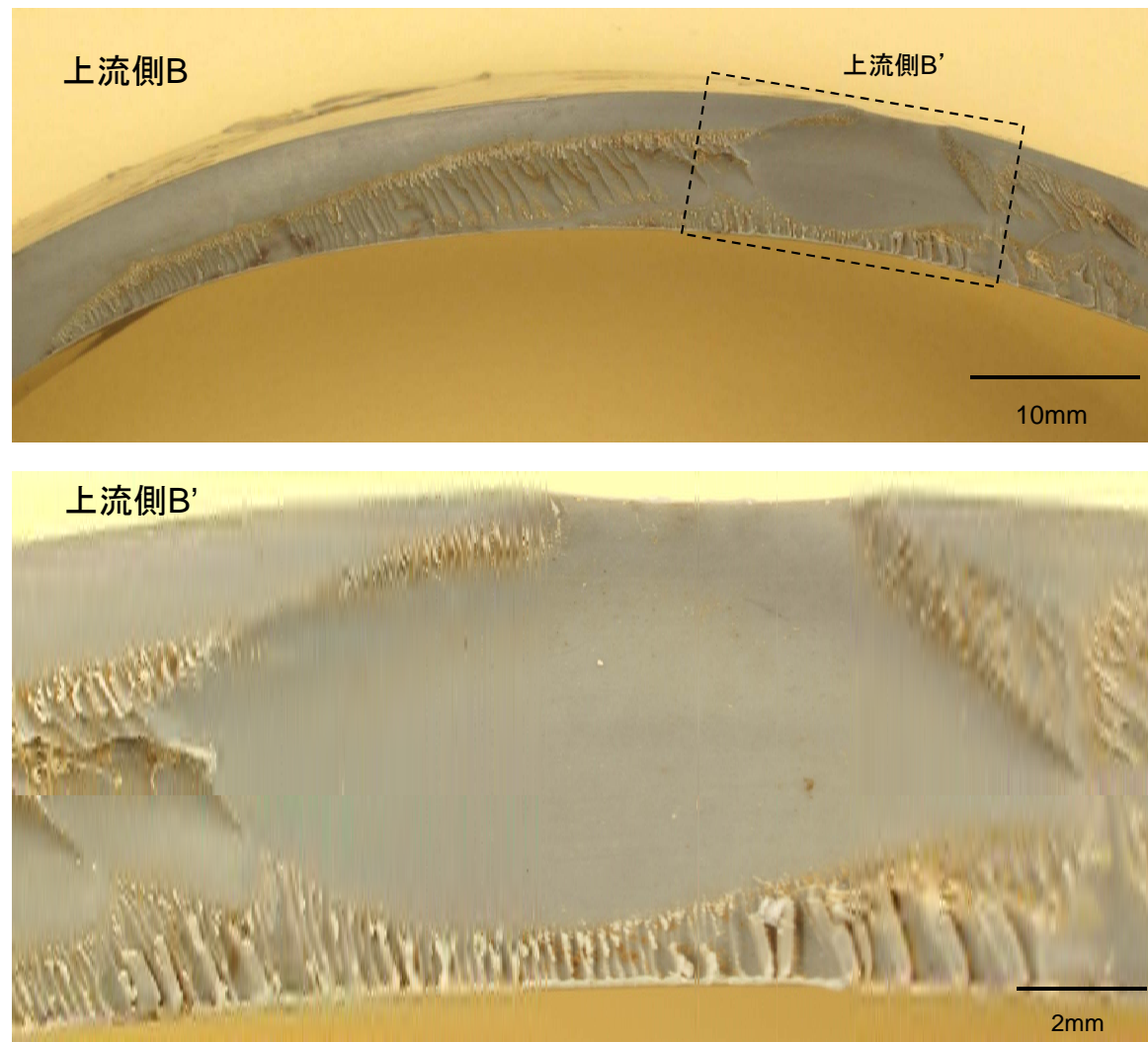
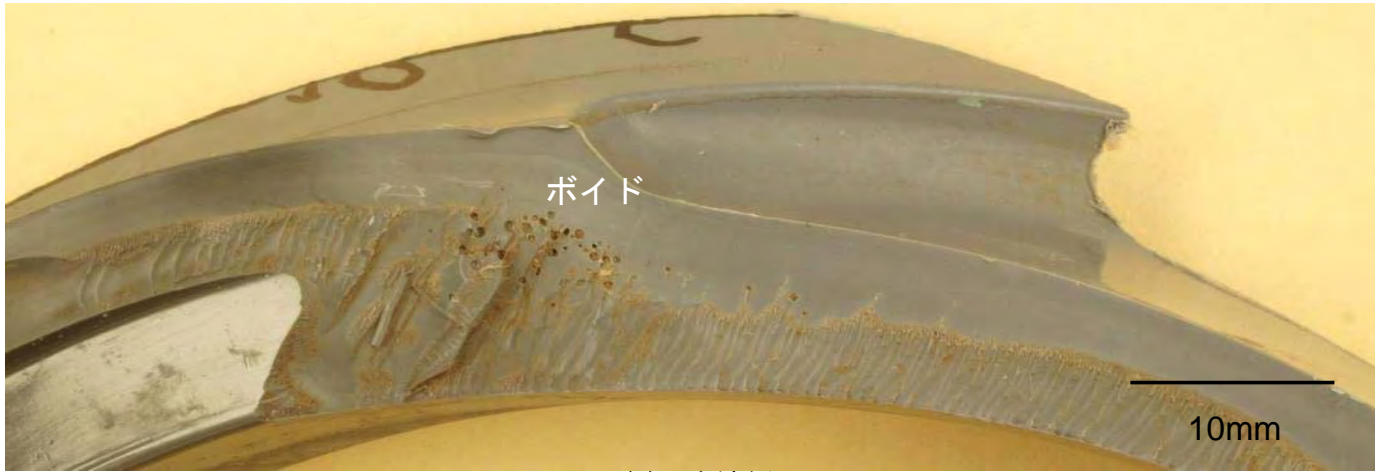


図 8 配管破断部の天頂部上流側 B 付近の破断面（点線枠は下段写真の拡大部を示す）



(a) 上流側



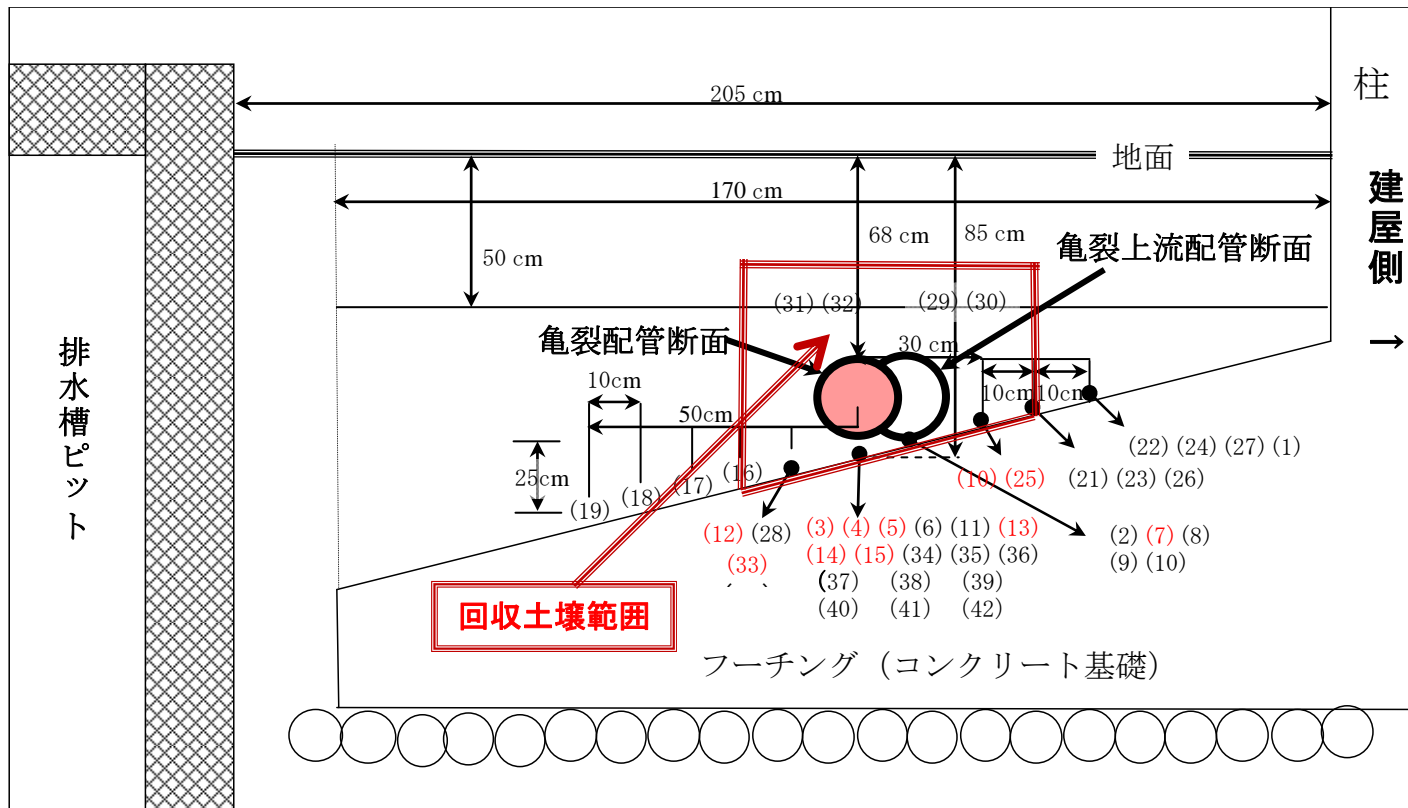
(b) 下流側

図9 破断面に観察されるポイド

発生事象	異常発生要因	調査内容	調査結果	
塩ビ配管の 破断	1) 機械的応力	①施工方法	配管施工方法の調査	○
		②コンクリート重量物の設置	重量物の荷重が影響した可能性の調査	○
		③気温変化	気温変化が影響した可能性の調査	○
		④塩ビ管の品質	破断面内の欠陥等の調査	×
		⑤水圧	過大な圧力が生じた可能性の調査	×
		⑥地震	地盤等の地震影響の調査	×
		⑦高温排水	排水履歴及び配管内面の調査	×
		⑧その他(掘削作業の外力)	掘削作業状況の確認	×
	2) 化学的影響	腐食性液体の排水	排水履歴及び配管内面の調査	×
	3) 経年変化	①紫外線の影響	配管表面の確認	×
		②耐用年数	配管仕様の調査	×

○:可能性が高い
×:可能性が低いあるいはない

図 10 埋設塩ビ配管の破断原因の調査



(数字) : 土壌サンプリング箇所

(数字) : RI検出箇所

図12 土壌試料採取位置図 (断面図)

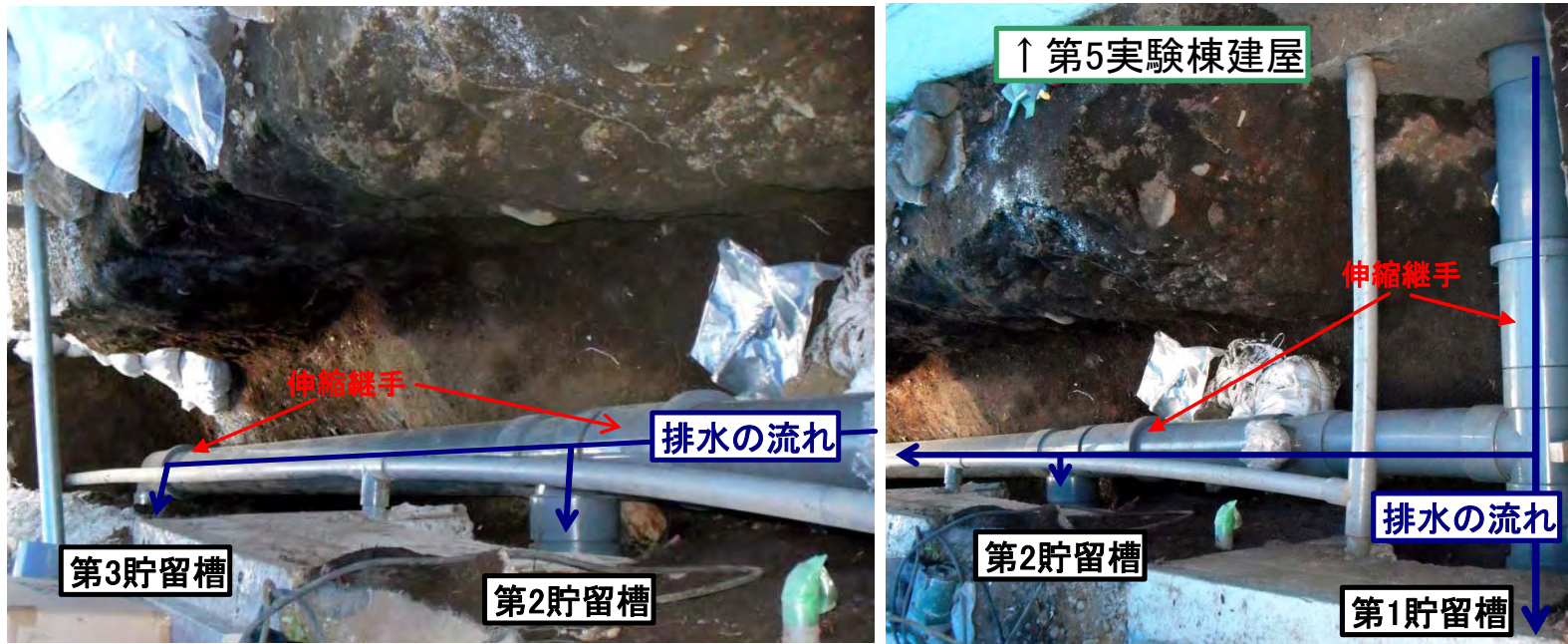
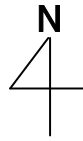


図13 配管更新後の現場写真