

使用済燃料受入れ・貯蔵施設の
バーナブルポイズン取扱ピットにおける
プール水漏えいの原因と今後の対応について

平成 1 7 年 7 月

日本原燃株式会社

目 次

1 . はじめに	1
2 . 漏えいの概要	1
3 . 原因調査の結果	2
4 . 品質保証体制の評価	4
5 . 今後の対応	5

図 - 1	漏えい検知の構造
図 - 2	B P 取扱ピット漏えい箇所特定作業フロー図
図 - 3	B P 取扱ピット漏えい箇所
図 - 4	B P 取扱ピットの貫通箇所観察結果 (破面)
図 - 5	B P 取扱ピットの貫通箇所観察結果 (断面)
図 - 6	計画外溶接の施工手順 (推定)
図 - 7	貫通箇所の発生に至ったメカニズムの推定
図 - 8	B P 取扱ピットにおける改造工事状況

添付 - 1	漏えい箇所を前回の点検で発見できなかったことに係る要因分析図
添付 - 2	漏えい箇所を前回の点検で発見できなかったことに係る根本要因分析図
添付 - 3	三隅コーナーの切り欠き・肉盛溶接の点検
添付 - 4	補修方法概要
添付 - 5	三隅コーナーの曲げ加工部 再点検に係る考え方
添付 - 6	保安規定記載 (案) (プール水冷却系及び補給水設備)
添付 - 7	保安規定記載 (案) (巡視・点検)
添付 - 8	燃料貯蔵プール等からの漏えい水の処理方法
添付 - 9	漏えい箇所の特定方法と保全方法

1. はじめに

平成 17 年 6 月 8 日に発生した使用済燃料受入れ・貯蔵施設（以下「F 施設」という。）のバーナブルポイズン（以下「BP」という。）取扱ピットからの出水については、9日にプール水の漏えいと判断し、13日から20日にかけて漏えい箇所特定作業を実施し、南西角の床コーナー部付近において漏えい箇所1箇所を確認した。当該部を20日に切り出し、22日から社外研究施設において切り出し片の詳細調査、及び専門家の評価を行い、漏えいの原因調査を実施した。

漏えいの原因調査の結果と今後の対応について報告する。

2. 漏えいの概要

(1) プール水の漏えいであることの確認

6月8日23時20分頃、巡視点検中の当社社員がF施設のBP取扱ピット漏えい検知装置（図-1参照）において出水を確認した。

出水は、7～8秒に1滴程度で、継続して滴下していることから、滴下水の放射能分析、化学分析を実施した。その結果、放射性物質のコバルト60及びトリチウムの濃度がそれぞれ0.047Bq/cm³及び5Bq/cm³であり、ホウ素の濃度は0.86ppmであった。これらは、通常のプール水と比較して、トリチウムはほぼ同程度であり、コンクリート等に吸着される可能性があるコバルト60、ホウ素はそれぞれ約1/10、約1/7であった。

また、漏えい検知管からの真空引き操作を実施したところ、継続的な出水（約0.2l/3分）を確認した。

これらの状況から、6月9日11時47分、本出水はBP取扱ピットからのプール水の漏えいと判断した。

真空引き操作：漏えい検知管から真空ポンプで強制的に水を抜き出す操作

(2) BP取扱ピットからの漏えい箇所の特定

漏えい箇所を特定するため、BP取扱ピットをPWR燃料貯蔵プールから隔離し、6月9日から12日にかけて、水抜きを実施した。

本作業中に、ウラニン¹を用いたトレーサ調査²を行い、BP取扱ピットから真空引きした水にウラニンが検出されたことから、プール水の漏えいであることを改めて確認した。

漏えい箇所の特定作業は、BP取扱ピットのライニングプレートすべてを対象とし、作業フロー（図-2参照）に基づき、6月13日から20日にかけて実施した。その結果、漏えい箇所は、特定作業開始1日目の6月13日に確認したBP取扱ピット南西角の床コーナー部付近（図-3参照）の1箇所であった。

1 ウラニン：黄色の酸性染料の一種で、蛍光染料、浴剤、トレーサ等に使用

2 トレーサ調査：ある物質の移動や変化を追跡する調査

(3) B P 取扱ピットにおける漏えいの安全性評価

再処理施設安全審査指針において、使用済燃料の貯蔵については、「適切な貯蔵容量及び冷却の機能を有するとともに一般公衆の線量が十分低くなるように、適切な遮蔽等の機能を有する施設で行う設計であること」と定められている。また、発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針には、使用済燃料の「貯蔵設備の冷却水保有量が著しく減少することを防止し、適切な漏えい検知を行うことができること」とされている。

今回の B P 取扱ピットからの漏えいは、自然滴下で平均約 0.02l/h (最大約 0.06l/h)、真空引き操作による出水で平均約 0.7l/h であった。プール水の液面からの自然蒸発量は年間平均 100l/h であり、この値と比較して、自然滴下量で約 1/5,000、真空引きの出水で約 1/140 と非常に少ない漏えい量であった。

また、燃料貯蔵プール等への補給水設備の補給能力は約 50,000l/h、低レベル廃液処理設備の処理能力は、約 1,000l/h であり、今回の B P 取扱ピットからの漏えいにより、燃料貯蔵プール等の冷却水保有量が減少することはなく、漏えいしたプール水も漏えい検知装置から低レベル廃液処理設備に移送され、蒸発処理により、放射性物質等を除去し、水質及び放射能濃度を確認した後、海洋放出している。

これらのことから、今回の B P 取扱ピットからの漏えいは、安全に影響を及ぼすものではない。

3. 原因調査の結果

(1) 漏えいの原因

社外研究施設における調査結果

6月22日より社外研究施設(日本核燃料開発株式会社、以下「NFD」という。)において、漏えい箇所の切り出し片の外観観察(寸法測定、写真撮影)、表面拡大観察、切り出し片の破面・断面観察等の詳細調査を行った。

NFDにおける調査で当該部には、1箇所の不適切に施工された計画外の溶接(以下「計画外溶接」という。)を確認した。(図-4、5参照)

- ・計画外溶接部には、ほぼ連続的に2箇所の貫通箇所が存在し、それぞれの表面開口部の寸法は、長さ約1.2mm×最大幅約0.05mmと長さ約3.5mm×最大幅約0.05mmであった。
- ・貫通箇所の破面を観察したところ、表面から約0.05mmの厚さで、つぶれたディンプル模様¹の面及び比較的平坦な面が認められたことから、貫通は、延性破壊²により発生し、その後破面同士が接触したものと考えられる。
- ・このため、貫通箇所は、当初、計画外溶接により表面から約0.05mmの厚

さの接合部が存在していたが、何らかの力を受けて延性破壊し、貫通が生じたものと考えられる。なお、破壊した時期は、破面の元素分析等からは特定できなかった。

- ・これらの調査結果から、計画外溶接部は、建設時における三隅コーナーの曲げ加工部の寸法をあわせるための「切り欠き・肉盛溶接」であり、計画外溶接部の施工手順は、当該曲げ加工部に切り込みを入れた後、その一部に継ぎ足し部材を挿入し、表面から肉盛溶接後、グラインダ研削を行ったものと推定される。(図 - 6 参照)

1 ディンプル模様：強い力で引きちぎられた時にできる破面で特徴的に観察される微小な凹凸状のくぼみ

2 延性破壊：材料に引張荷重をかけて塑性変形を与え、引き伸ばして破壊させること

貫通箇所の応力解析結果

貫通箇所の形状を模擬した応力解析により、貫通が生じた原因を評価した。その結果、表層接合部の厚さを 0.05mm と仮定した場合には、プール水の水頭圧（プール水による圧力）による発生応力では、延性破壊は発生しないと評価された。一方、貫通箇所近傍約 50mm に約 100kg の荷重をかけると、表層接合部が破損すると評価された。(図 - 7 参照)

漏えいの推定原因

B P 取扱ピットは、平成 13 年の PWR 燃料貯蔵プールからの漏えいに端を発した一連の点検（以下「前回の点検」という。）及びその補修後、平成 15 年 10 月から水張りを行い、平成 16 年 1 月に使用前検査に合格した。また、平成 16 年 12 月までの 13 ヶ月以上の間、漏えいの発生はなく、平成 16 年 5 月及び 11 月に実施した定期的な漏えい検知管の真空引き操作でも出水は確認されなかった。

その後、B P 取扱ピットは、B P 切断装置の改造工事のために、平成 17 年 1 月から水を抜き、作業用の足場をピット内の周辺部に設置し、改造工事を実施した。(図 - 8 参照)

そして、5 月 31 日から水張りを開始したところ、6 月 8 日に出水を確認した。

以上のことから、2 箇所の貫通は、建設当時の切り欠き・肉盛溶接部（表層接合部）近傍に、B P 切断装置の改造工事期間中、何らかの荷重が加えられ、発生した可能性が高い。

(2) 前回の点検で発見できなかった要因

今回漏えいが発生した B P 取扱ピットは、前回の点検で、計画外溶接施工

の有無を点検しており、その記録を確認したところ、当該部には、計画外の施工の可能性を示す疑義のあるグライダ痕を確認していなかった。

このため、前回の点検について、体制、認識等の「人」、要領書及び映像の「物」、並びに点検状況である「環境」のそれぞれの要因に着目して分析を行った。

その結果、「人」「環境」について問題はなく、「物」のうち、要領書についても問題はないことを確認した。(添付 - 1 参照)

一方、三隅コーナーの点検は、PWR 燃料貯蔵プール漏えい事象(開先合わせのために「継ぎ足し・肉盛溶接」を溶接線に沿って計画外に行ったもの)点検のDVD録画映像を用いて行っていたが、今回当該箇所を見直したところ、三隅コーナーの曲げ加工部は曲面のため見にくかったこともあり、疑義のあるグライダ痕を発見できなかったことがわかった。

さらに、前回の点検で発見できなかったことに関して、品質保証上の継続的改善を図る目的で、ルール・管理上の改善点を抽出する根本原因分析を実施したところ、曲げ加工部の撮影に関するカメラや照明の調整についてのルールの改善が必要との結果を得た。(添付 - 2 参照)

(3) 再点検の実施範囲

曲げ加工部において、撮影ルールの改善の必要性が明らかとなったことから、再点検が必要となる範囲についても併せて検討した。

曲げ加工部に存在する可能性のある計画外溶接は、施工法を考慮すると「切り欠き・肉盛溶接」と「継ぎ足し・肉盛溶接」の2種類である。

「継ぎ足し・肉盛溶接」は溶接線に沿って行われることから、曲げ加工部に見にくい箇所があっても、前後の壁及び床の溶接線に疑義のあるグライダ痕を発見することができる。

「切り欠き・肉盛溶接」は、施工上三隅コーナーの曲げ加工部において行われている可能性があるため、ここを対象として再点検を行う。(添付 - 3 参照)

4. 品質保証体制の評価

(1) 現状の品質保証体制の評価

現状の品質保証体制は、J E A C 4 1 1 1 - 2 0 0 3「原子力発電所における安全のための品質保証規程」に基づき構築し、不適合管理や設計変更管理等を含む品質保証を支えるシステムを整備し、的確にP D C A(P:計画、D:実行、C:評価、A:改善)が廻るように改善を行ったものである。

この改善をプール水の漏えいという具体的な不適合の管理に当てはめた場合、

漏えい検知管からの滴下を定期的に点検すること

滴下した水がプール水かどうか特定すること
プール水の滴下であれば、漏えいした箇所を特定すること
漏えい箇所を補修すること

といった一連の対応がルールに従って、速やかにかつ確実に実施されるよう品質保証体制を整備してきた。

今回のB P取扱ピットからの漏えいでは、警報が鳴る前に漏えい検知管からの滴下を日常点検で発見し、ルールに従い関係部署へ迅速に通報連絡を実施した。また、速やかにプール水であることを特定し、その後、漏えい箇所を特定した。さらに、地域の皆さまに適時的確に状況をお知らせするため、日々の作業状況の報道関係者への情報提供や当社ホームページによる公表に努めたこと等、改善の余地はあるものの、現状の品質保証体制が機能し始めていると考える。

(2) 今回の事象の背景と前回の点検・補修の位置付け

B P取扱ピットからの漏えいの潜在的な原因であった三隅コーナーの曲げ加工部の計画外溶接は、建設時に行われていた。この当時の品質保証上の問題点（現場での施工管理が元請会社に任せ切りになっており、また、現場での当社社員による抜き取り立会い等がなく、当社の現場への関与が薄かった。協力会社とのコミュニケーションが悪く意思疎通が良好ではなかったこと等。）については、前回の点検や再処理施設の品質保証体制の総点検において、徹底的に洗い出しを行い、それらを踏まえて品質保証体制の改善を行い、現在に至っている。

また、前回の点検は、計画外の溶接がなされていることを踏まえ、構造物としての品質・信頼性の向上を目的として実施しており、当時考えられる最善の知見と方法からルールを定め点検し、F施設において229箇所の計画外溶接箇所を補修した。この結果、長期的な運転の中では、漏えいを想定することも必要と考えるが、燃料貯蔵プール等の信頼性は向上したものと考えられる。

5. 今後の対応

5.1 B P取扱ピットにおける漏えい箇所の補修

漏えい箇所の補修は、国に対して設計及び工事の方法の認可を申請し、認可後に実施する。補修方法は、切り出し調査箇所を含むライニングプレート的一部分を取り除き、新たに溶接線となる箇所に沿って漏えい検知溝付下地材を設定し、新規に製作したライニングプレートを据え付ける方法である。（添付 - 4 参照）

また、補修完了後は耐圧・漏えい検査等の国の使用前検査を受検する。

なお、補修作業については、改善された当社の品質保証体制に基づいて実施

し、品質管理に万全を期す。

5.2 今後の改善活動

今回の漏えいに関しては、品質保証上の継続的改善の観点から、以下の取り組みを行うものとする。

(1) 三隅コーナーの曲げ加工部の再点検（添付 - 5 参照）

再点検に当たっては、前回の点検におけるDVD録画映像を再チェックする。それを踏まえて、三隅コーナーの曲げ加工部の撮影に関して、カメラや照明の調整について改善したルールにより、工業用テレビ（以下「ITV」という。）を用いて、見やすくなるように撮影した画像で再度外観点検を実施する。さらに、その結果に基づき、必要に応じて拡大外観点検を実施する。

以上の結果は、品質記録として保存し、今後の品質保証活動の中で活用する。

(2) 保安規定への燃料貯蔵プール等における漏えいに関する運用ルールの追加 保安に係る措置

燃料貯蔵プール等において使用済燃料を貯蔵する場合は、補給水設備から必要に応じて補給水を供給することにより燃料貯蔵プール等の水位を確保し、使用済燃料からの放射線を遮へいするとともに、プール水冷却系（内部ループ）及び安全冷却水系（外部ループ）によりプール水を冷却することにより崩壊熱を除去する。

保安規定においては、安全上重要な施設である補給水設備、プール水冷却系及び安全冷却水系の機能の確保について定めている（アクティブ試験段階の保安規定においてはこれらの機能の確保について運転上の制限等を記載することとしている）。（添付 - 6 参照）

プール水位の有意な低下をもたらすような漏えいは構造的に考えられないが、仮にそのような事態が発生したとしてもこれらの規定に基づき措置すれば安全上問題となることはない。

日常の監視に係る措置

燃料貯蔵プール等は安全上重要な施設であり、巡視・点検において漏えいの有無を確認しているが、燃料貯蔵プール等に求められる機能はプール水の水位維持のための保持機能であり、仮にプール水が長期にわたり漏えいしたとしても、その量が微量で補給水設備（補給能力 約 50,000l/h）により支障なくプール水位を維持でき、かつ、漏えい水を所定の系統を通じて処理（廃液処理設備は約 1,000l/h で廃液を連続処理可能）できる範囲においては、安全上問題となることはない。

このため、プール水は日常的に年間平均約 100l/h で蒸発しており、補給により水位を維持していることから、このような管理に対して影響を与えることのないように、漏えいを確認した段階から、1日1回の通常の監視体制から1日3回の監視体制に強化する旨を保安規定の巡視・点検に係る条文に追記する。(添付 - 7 参照)

さらに、10l/h の漏えい量を管理上の目安値として、漏えい箇所の特定作業に着手するとともに、漏えい箇所特定後の補修については、漏えい量の増減傾向を評価し、計画的に実施する旨を下部規定に定める。

(添付 - 8 参照)

また、低レベル廃液蒸発缶の凝縮水、海洋放出前の処理済液等、放射性物質濃度が低い廃液を内蔵する再処理設備本体のライニング貯槽についても、その構造等は燃料貯蔵プール等と同様であり、仮に漏えいが生じたとしても漏えいした液は漏えい検知装置により収集して適切に処理できるので安全上問題となることはない。

再処理設備本体のライニング貯槽においても、燃料貯蔵プール等と同様の運用ルールを保安規定及び下部規定に定める。(添付 - 7 参照)

(3) 漏えい箇所の遠隔水中特定技術・補修技術の整備 (添付 - 9 参照)

今後、新たに漏えいが発生した場合に、操業を継続しつつ、漏えい箇所を特定する技術や補修を行う技術を速やかに整備する。

(4) トラブル事例集の拡充

これまでウラン試験で予想されるトラブル等を対象として作成、公表している事例集について、P D C Aを通じた改善活動の一環として、作成事例の対象をF施設を含む再処理工場全体に広げ、事例集の追記、充実を図ることとする。この中で今回のプール水漏えい事象も追加事例の対象とする。

以 上

図 1 漏えい検知の構造

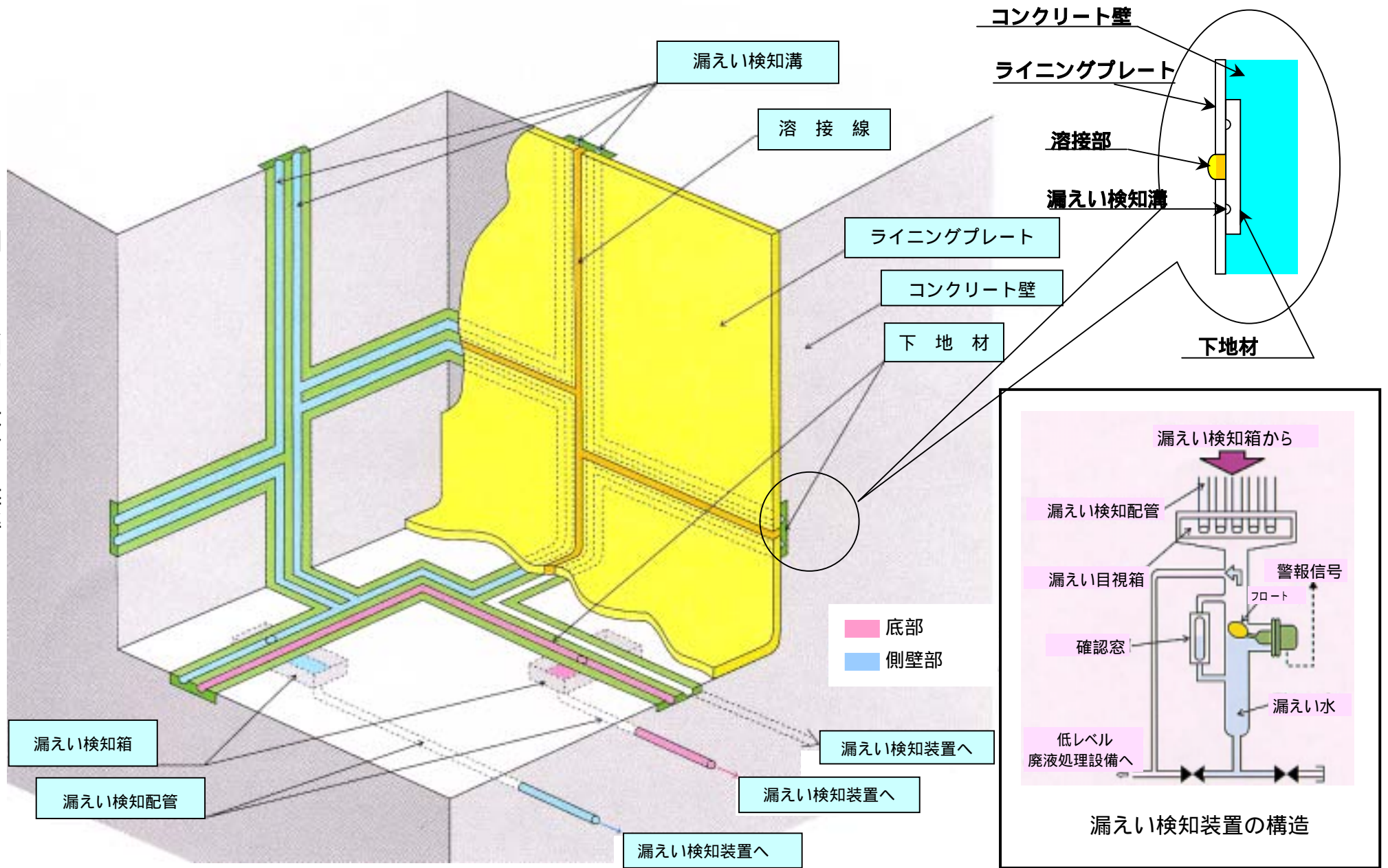
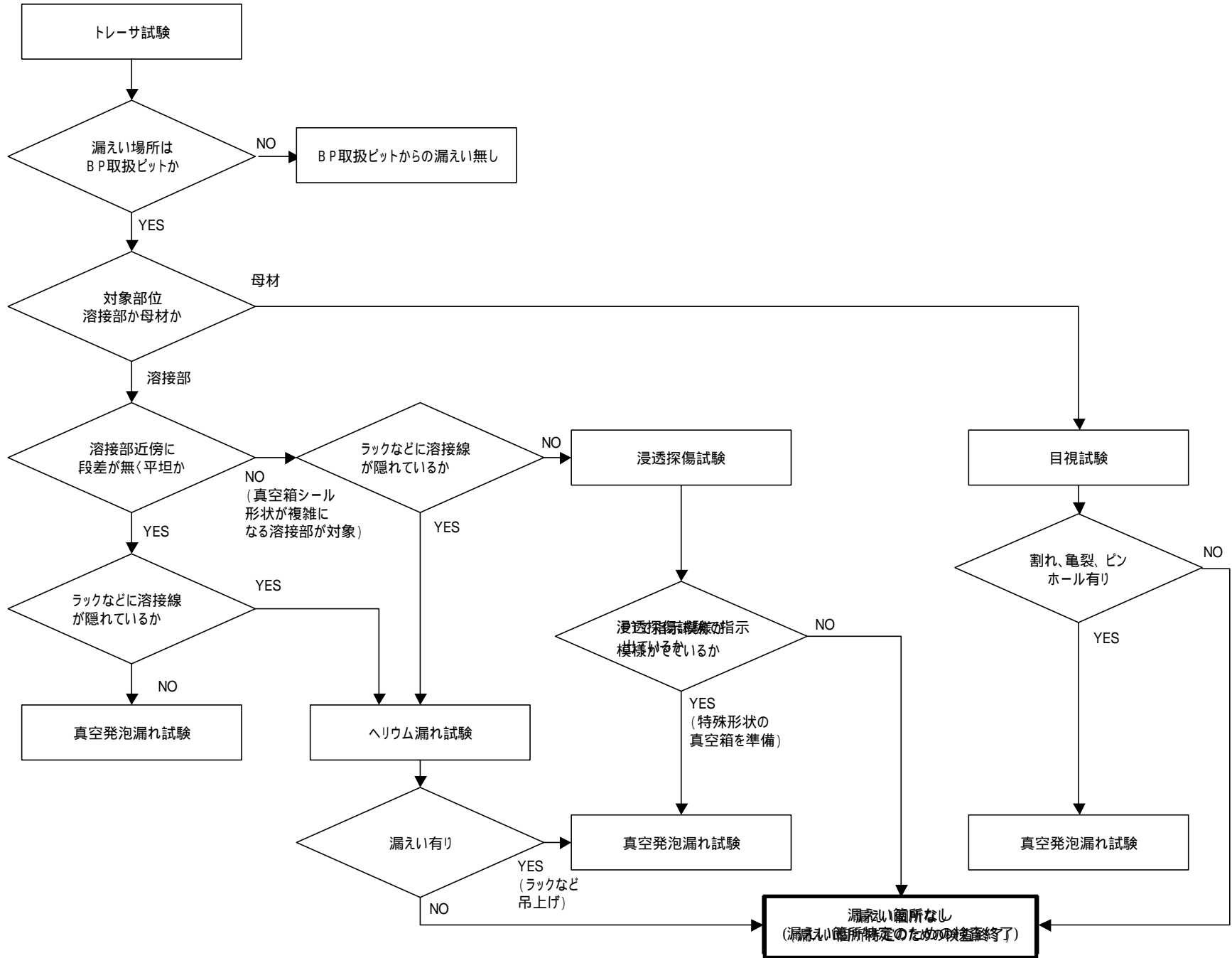
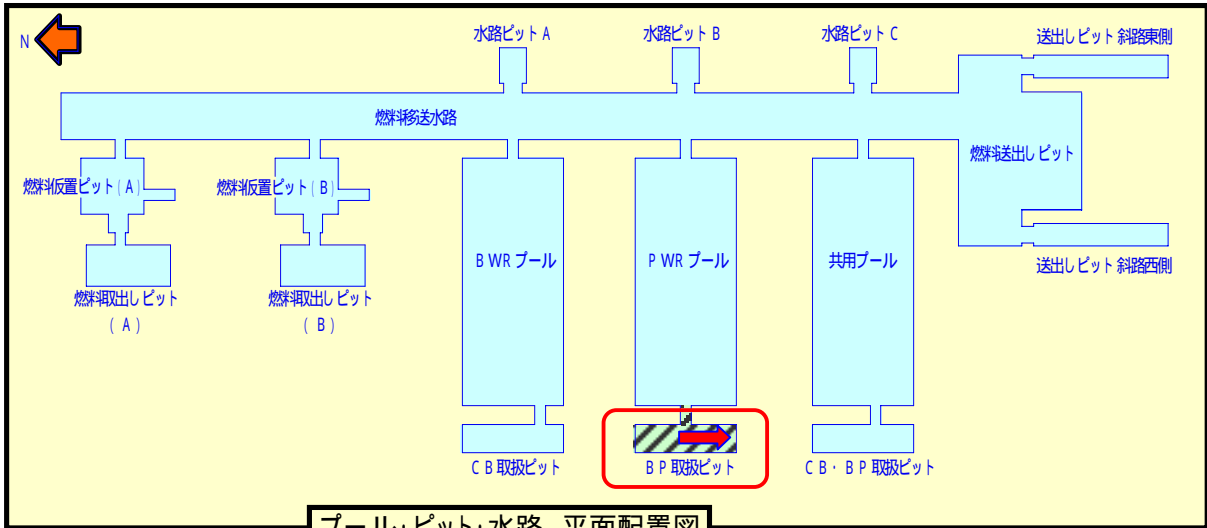


図 - 2 B P 取扱ビット漏えい箇所特定作業フロー図





〔凡例〕
 C B : チャンネルボックス
 B P : バーナブルポイズン

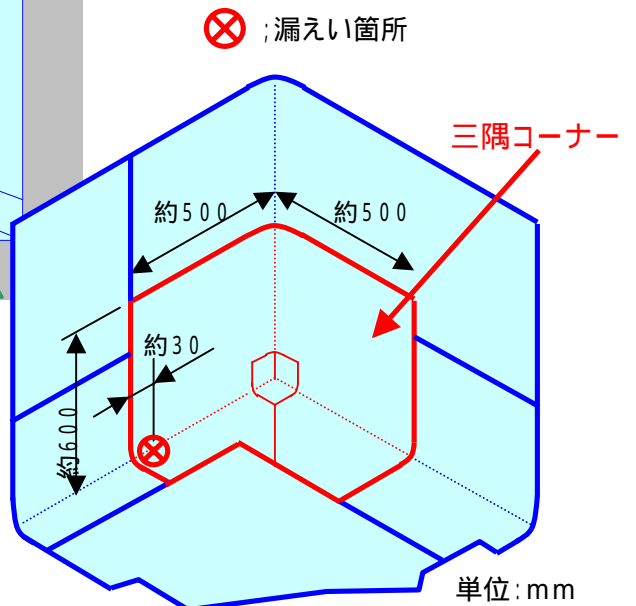
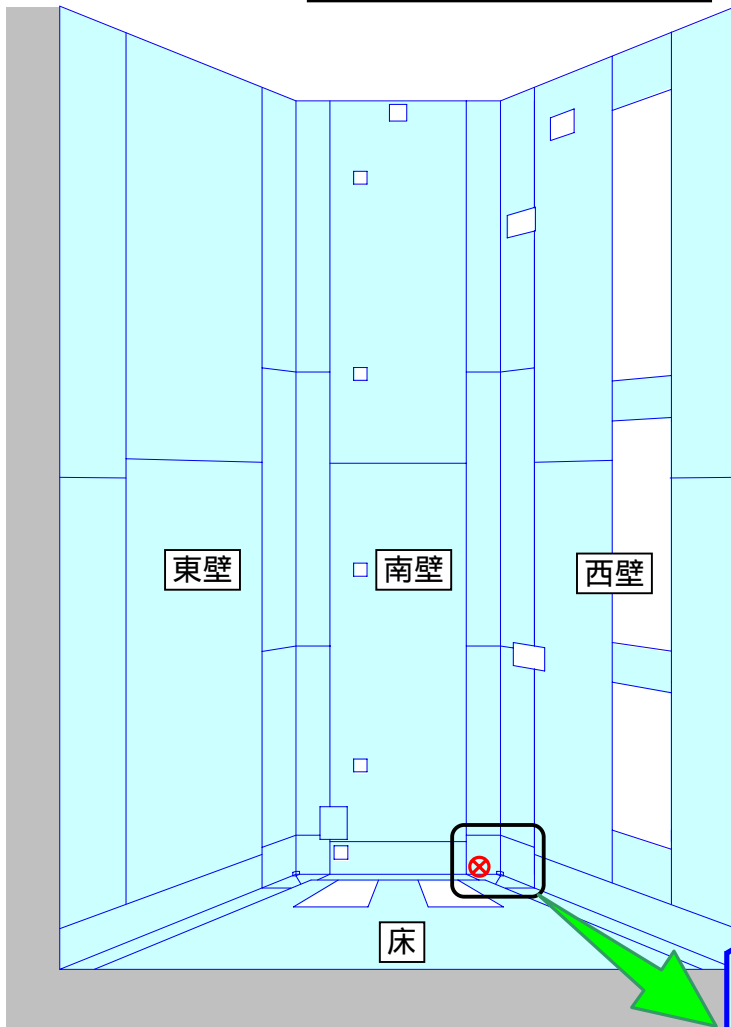
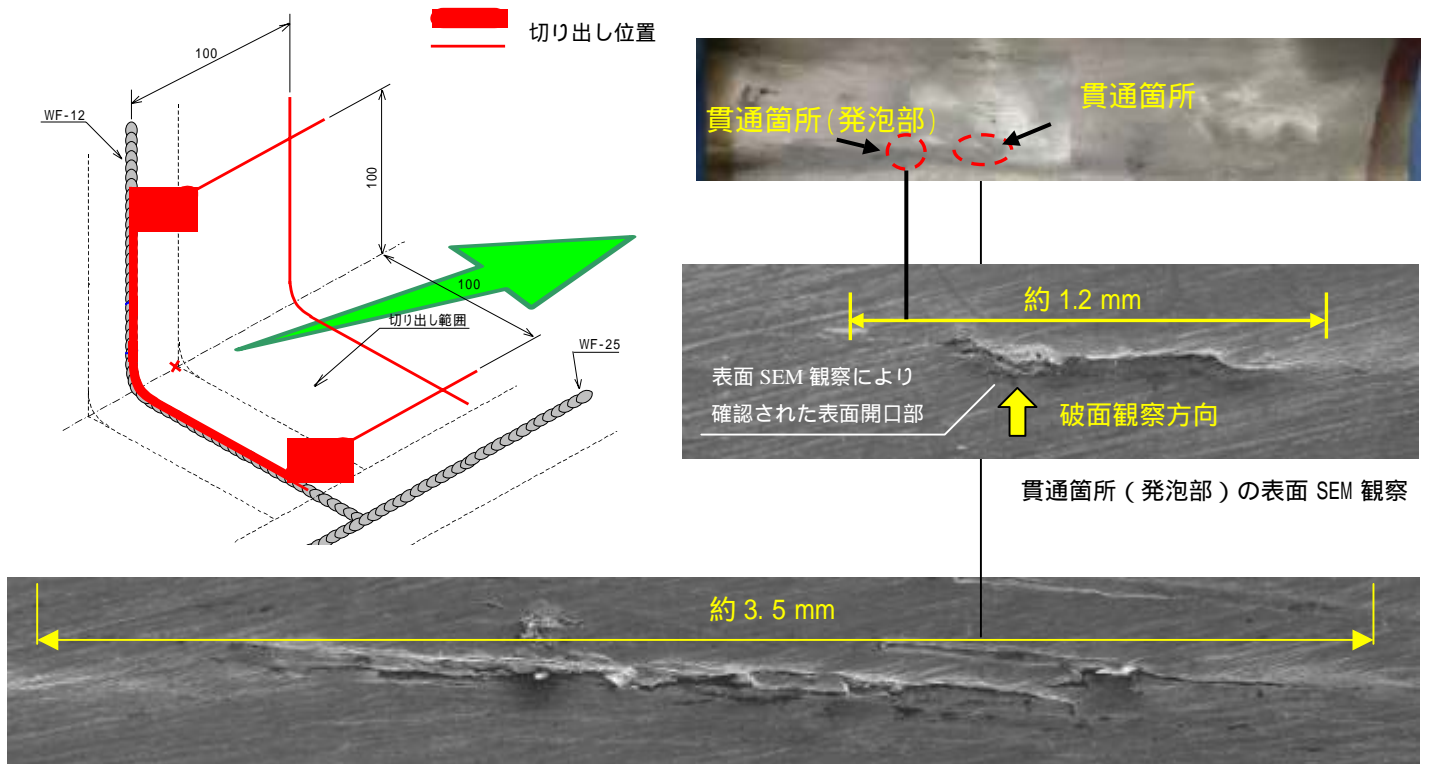
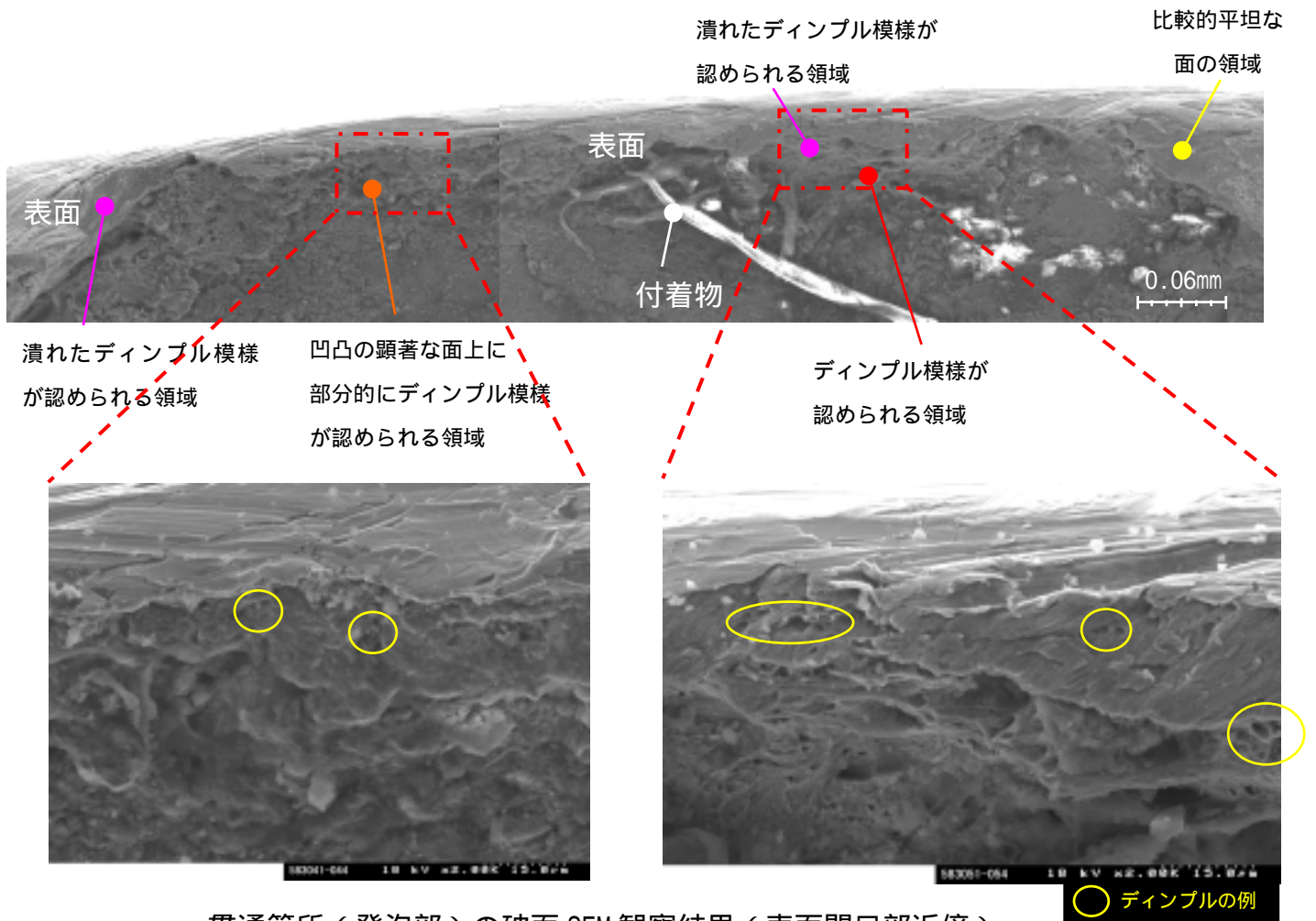


図 - 3 B P 取扱ピット漏えい箇所

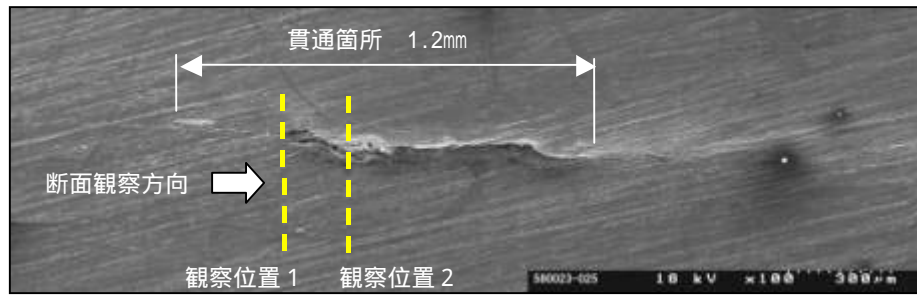


貫通箇所の表面 SEM 観察

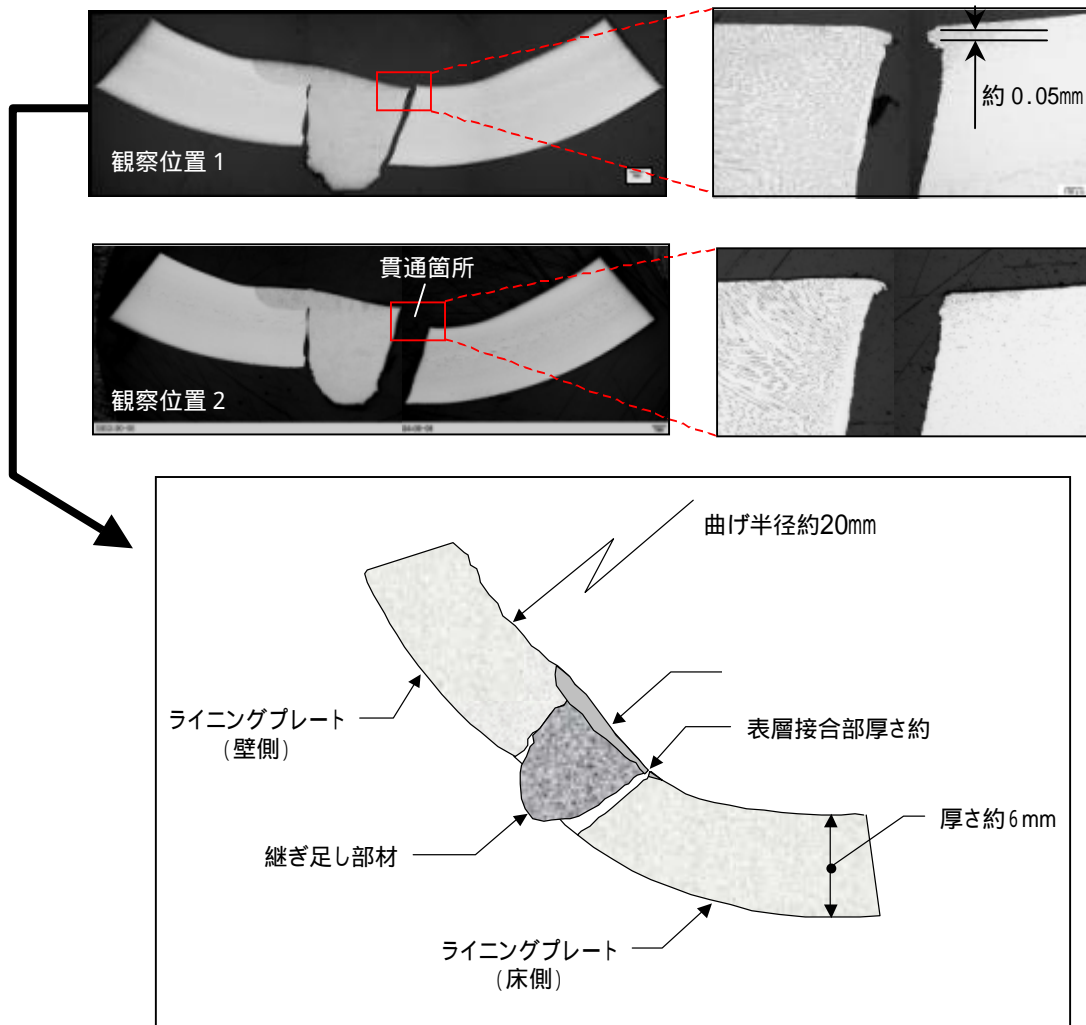


貫通箇所（発泡部）の破面 SEM 観察結果（表面開口部近傍）

図 - 4 B P取扱ピットの貫通箇所観察結果（破面）



断面観察位置図



断面観察結果

図 - 5 B P 取扱ピットの貫通箇所観察結果 (断面)

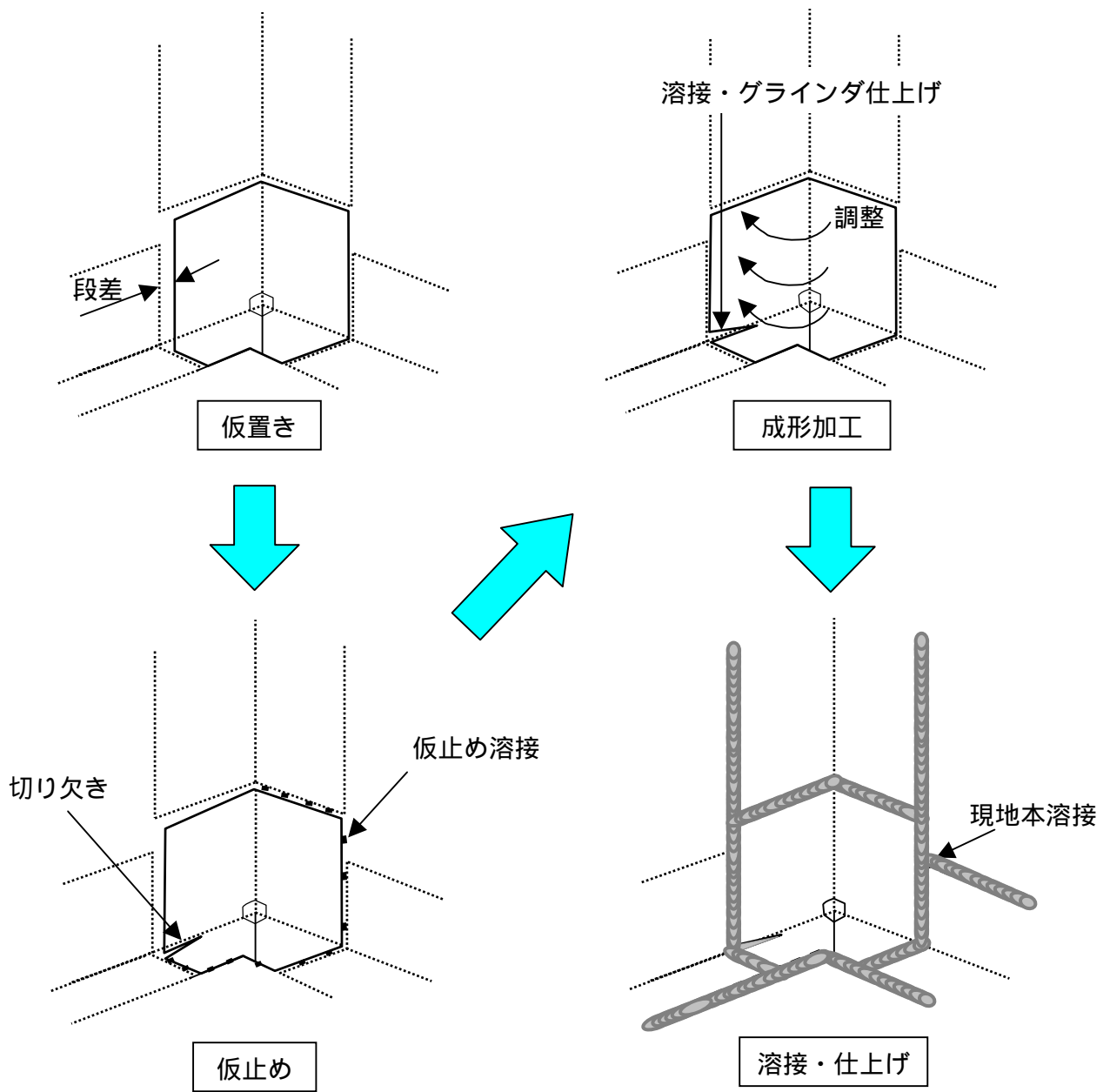
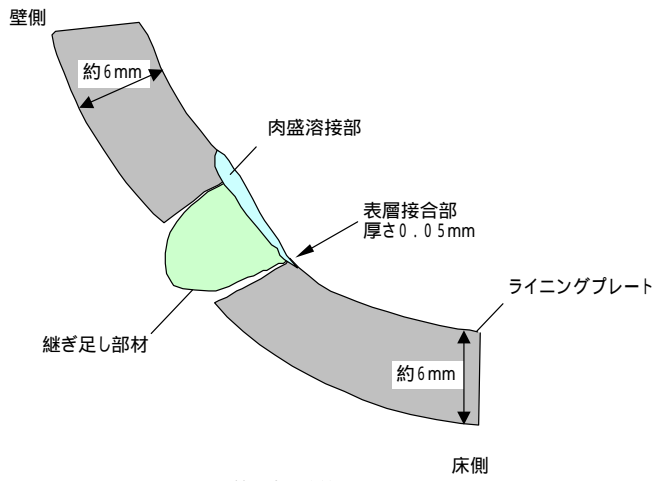
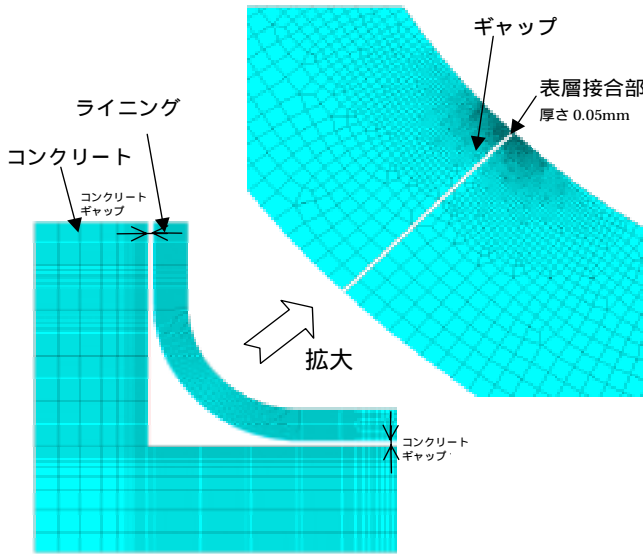


図 - 6 計画外溶接の施工手順（推定）

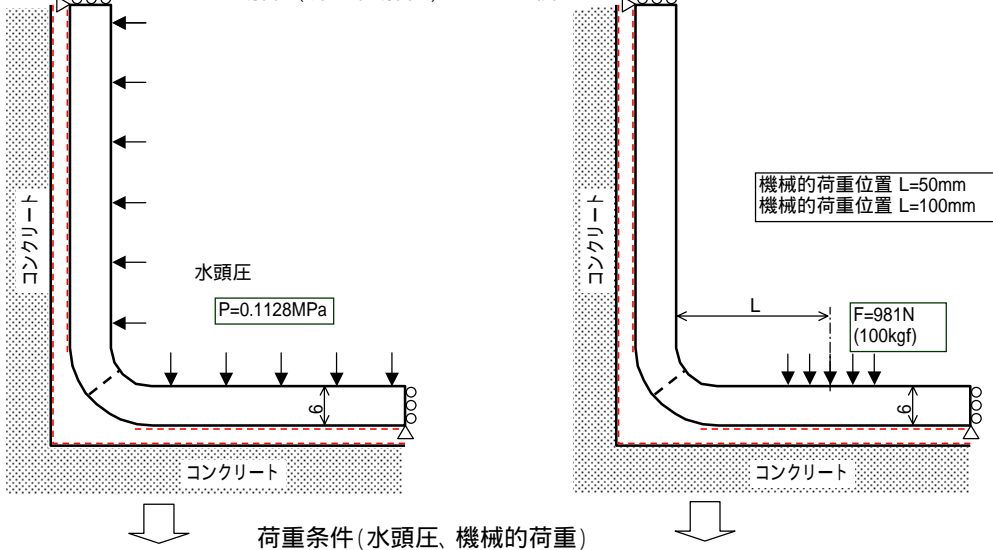


貫通箇所断面詳細図

NFDでの調査結果に基づき、計画外溶接施工終了の状態では、厚さ0.05mmの表層接合部が残っていたと推定



解析(弾塑性解析)モデルの例

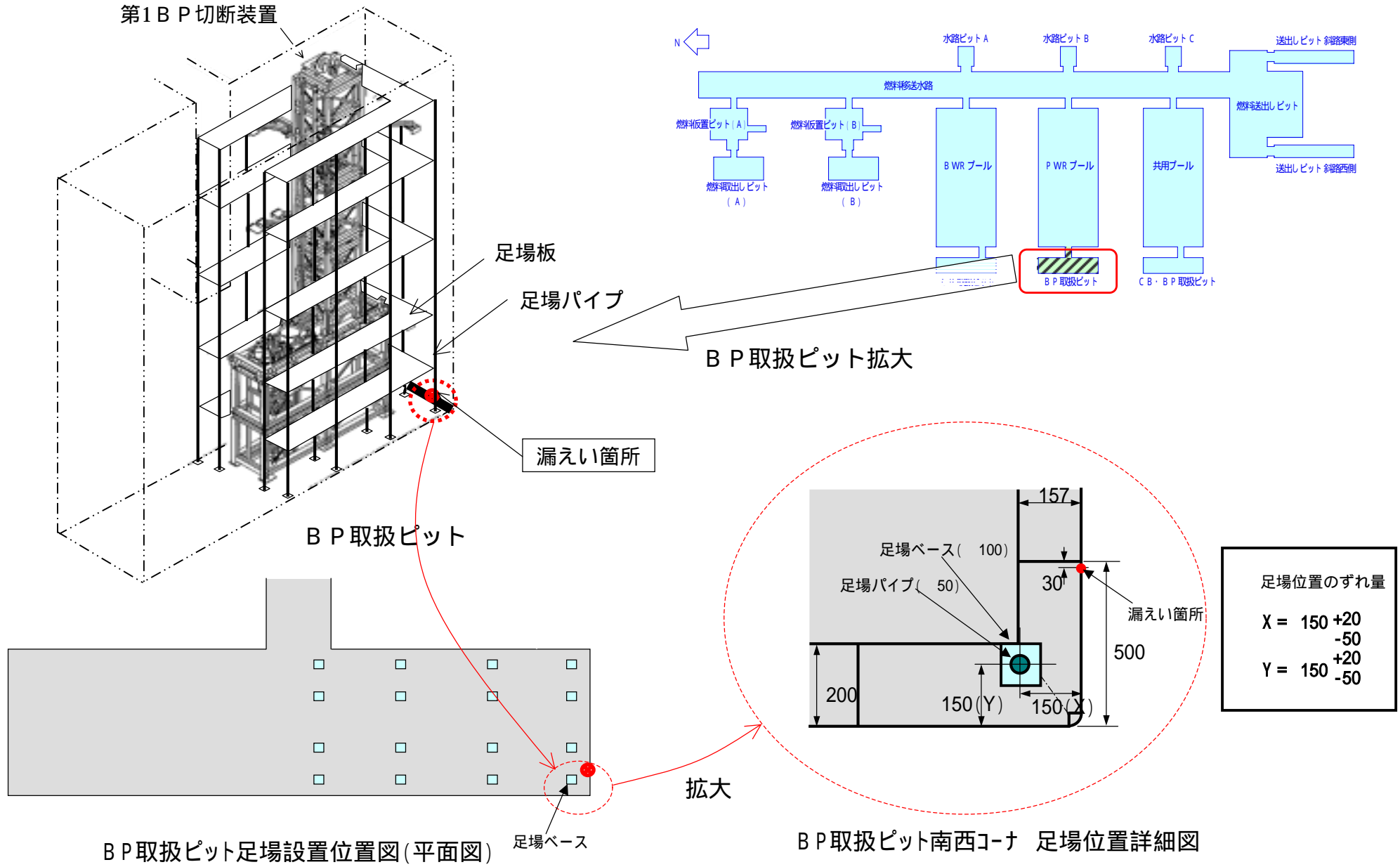


最大主応力¹ < 流動応力²
水頭圧での破損は生じない。

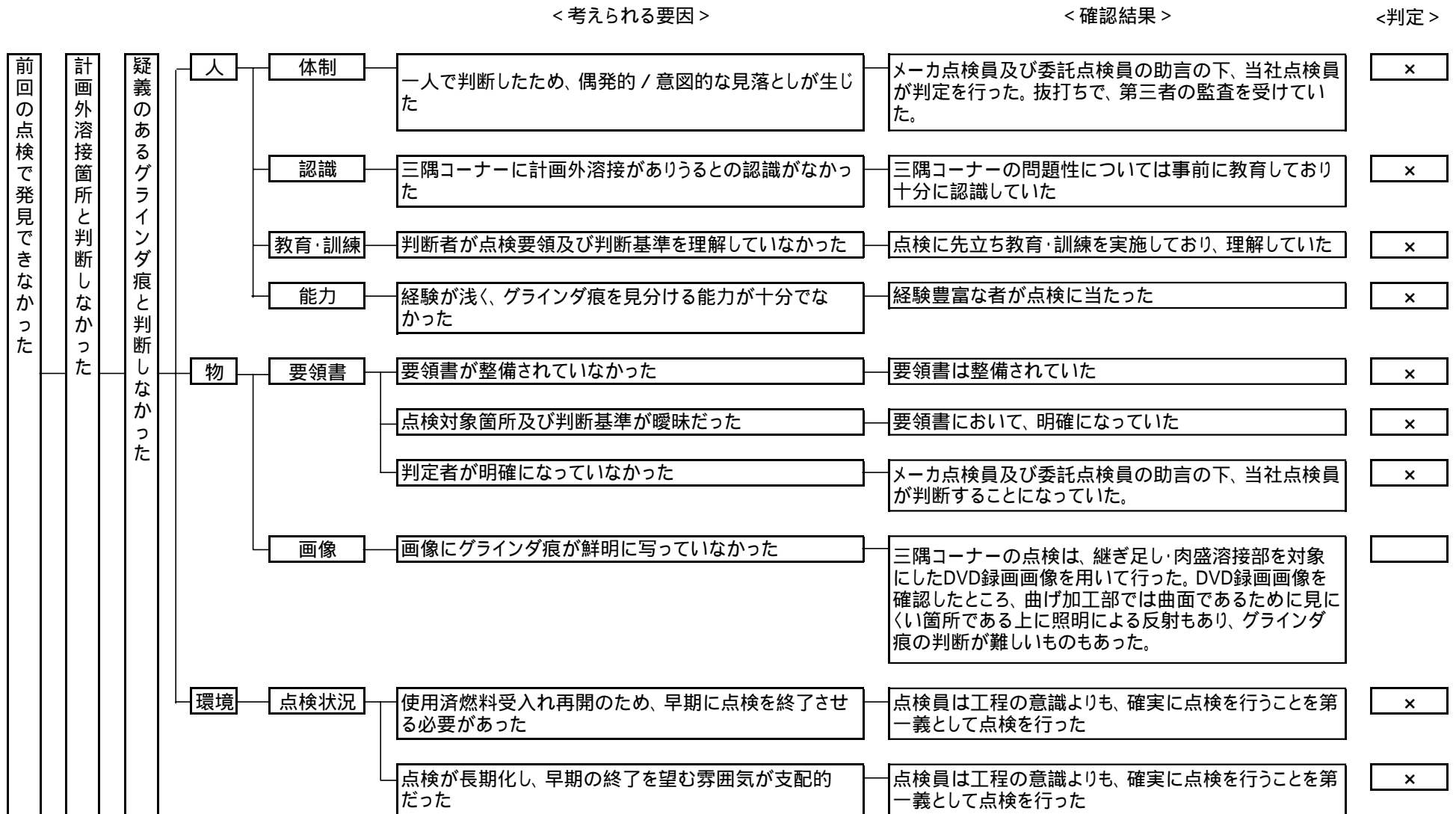
L=100mm 最大主応力 < 流動応力
L=50mm 最大主応力 > 流動応力
荷重位置を貫通箇所から約50mmとした場合には流動応力の1.4倍となり破損する可能性がある。

1: 主応力とは、せん断応力が零となる方向の応力であり、強度評価に用いる。
本解析では表層結合部を引っ張って広げようとする方向が最大の主応力の方向となっている。
2: 欠陥を有する断面の破壊限界応力であり、一般に次式を適用する。(出典: 日本機械学会: 発電用原子力設備規格 維持規格)
引張応力 (u) + 降伏応力 (y)
流動応力 (f) = $\frac{\text{引張応力 (u) + 降伏応力 (y)}{2}$

図 - 7 貫通箇所の発生に至ったメカニズムの推定



漏えい箇所を前回の点検で発見できなかったことに係る要因分析図



漏えい箇所を前回の点検で発見できなかったことに係る根本要因分析図

分析対象とした問題点 （「防護」が機能しな かった事項）	局所的な作業要因		組織要因			改善策（素案）
	不安安全行為、または人 間の不適切な行為					
	1 Why	2 Why	3 Why	4 Why	5 Why	
三隅コーナーの点検で 疑義のあるグラインダ 痕を見つけることが出 来なかった。	点検要領書の判定基準に は、当該箇所のグライン ダ痕に該当するグライン ダ痕パターンが存在し、 点検は点検要領書どおり に実施したが、疑義のあ るグラインダ痕を見つけ ることが出来なかった。	三隅コーナー点検に使用 したDVD画像には、当 該部のグラインダ痕が曲 面であるために見にくい 箇所である上に照明によ る反射もあり鮮明に写っ ていなかったため、疑義 のあるグラインダ痕と判 定しなかった。	過去の点検時に撮影した DVD画像の撮影手法 が、三隅コーナーの曲げ 加工部のグラインダ痕を 鮮明に撮影する手法でな かった。	三隅コーナーの曲げ加 工部は、撮影にあっ て、曲面であるため 見にくい箇所である上 に照明による反射によ りグラインダ痕が不鮮 明になる可能性があ ったが、グラインダ痕 が不鮮明になった場合 の対処方法等の具体的 な撮影ルールがなかつ た。	DVD画像を撮影した時 点の点検は、溶接線に 沿って連続した計画外溶 接を確認するためのもの であり、三隅コーナーの 曲げ加工部の溶接線は短 いため、コーナー部のグ ラインダ痕を撮影する ルールがなくても、計画 外溶接のグラインダ痕の 判定には影響がなかつ た。	三隅コーナーの曲げ加工部について は、カメラや照明の調整に関する具 体的な撮影ルールを規定した上で再 点検を行う。
			点検要領書の判定基準に 新たなグラインダ痕が照 明の反射等によりパター ンを追加して追加の点検 を実施する場合でも、過 去の点検時に撮影したD VD画像をそのまま使用 して追加点検を行った。	過去の点検時に撮影し たDVD画像を使用し て追加の点検を行う場 合、新たに点検要領書 の判定基準に追加した パターンのグラインダ 痕が照明による反射等 により鮮明に写ってい ない場合を想定でき ず、その場合の再撮影 等の処置ルールがな かった。	DVD画像を撮影した時 点の点検では、溶接線に 沿って連続した計画外溶 接のグラインダ痕が見や すくなるように現場で調 整しながら撮影したた め、再撮影等の処置ル ールが必要なかった。	

☒ 内の太字は、根本原因を示す。

三隅コーナーの切り欠き・肉盛溶接の点検

1. 前回の点検は計画外溶接のモードにより以下の4つの点検に分類される。
(添付 - 3 - 1 参照)
 - (1)「三隅コーナーの切り欠き・肉盛溶接の点検」
 - (2)「燃料送出しピット漏えい事象点検における切り欠き・肉盛溶接の点検」
 - (3)「先張りコーナーライニングプレート点検における母材貫通補修溶接の点検」
 - (4)「PWR燃料貯蔵プール漏えい事象点検における継ぎ足し・肉盛溶接の点検」

2. 今回の漏えい箇所は、三隅コーナーの曲げ加工部における切り欠き・肉盛溶接であり、「三隅コーナーの切り欠き・肉盛溶接の点検」で発見されるべき計画外溶接であったが、外観点検において「疑義のあるグラインダ痕なし」と判定していた。
「三隅コーナーの切り欠き・肉盛溶接の点検」では、「PWR燃料貯蔵プール漏えい事象点検における継ぎ足し・肉盛溶接の点検」時に録画したDVD画像を用いて外観点検を行った。

3. 「PWR燃料貯蔵プール漏えい事象点検における継ぎ足し・肉盛溶接の点検」における外観点検は、PWR燃料貯蔵プール漏えい事象がライニングプレートの開先寸法を合わせるために行われた計画外溶接が原因であったため、継ぎ足し・肉盛溶接の点検は、本溶接線に沿って連続したある長さを持ったグラインダ痕を調査したものであった。

4. また、「PWR燃料貯蔵プール漏えい事象点検における継ぎ足し・肉盛溶接の点検」においては、溶接線に沿って連続した計画外溶接のグラインダ痕が見やすくなるように現場で調整しながら撮影したため、疑義のあるグラインダ痕の判別が難しいものはない。

5. 今回の漏えい箇所について、当時点検に使用したDVD画像を確認したところ、以下の理由により一部判別が難しいものであった。
 - (1)「三隅コーナーの切り欠き・肉盛溶接の点検」は、「PWR燃料貯蔵プール漏えい事象点検における継ぎ足し・肉盛溶接の点検」で録画したDVD画像を用いたことから、本溶接線に沿って連続したグラインダ痕を調査することに主眼を置いて実施した点検に適した映像であったため、三隅コーナーの切り欠き・肉盛溶接の点検のためのカメラの調整等が一部

なされておらず、曲げ加工部は曲面であるために見にくい箇所である上に照明による反射もあり、グラインダ痕の判別が難しかったこと。

(2) 当該部がライニングプレートの床曲げ加工部であり、作業員の被ばく低減の観点から、床に数 cm 水を張った状態であったため、水面の影響等で画像の確認が難しかったこと。

6. 「三隅コーナーの切り欠き・肉盛溶接の点検」に使用したその他のDVD画像の確認を行ったが、曲げ加工部については、曲面であるために見にくい箇所である上に照明による反射もあり、疑義のあるグラインダ痕の判別が難しいものがあつたが、平面部の画像では、グラインダ痕は鮮明であり判別は可能であつた。(添付 - 3 - 2 参照)

7. 1. ~ 5. より、「PWR 燃料貯蔵プール漏えい事象点検における継ぎ足し・肉盛溶接の点検」で撮影したDVD画像を用い、ライニングプレートの曲げ加工部に存在する可能性のある計画外溶接を抽出する点検は不十分であつた箇所があると判断される。

8. DVD画像を用いての外観検査を行った点検は、上記 1. で述べた4つの点検のうち、

(1) 「三隅コーナーの切り欠き・肉盛溶接の点検」

(2) 「燃料送出しピット漏えい事象点検における切り欠き・肉盛溶接の点検」

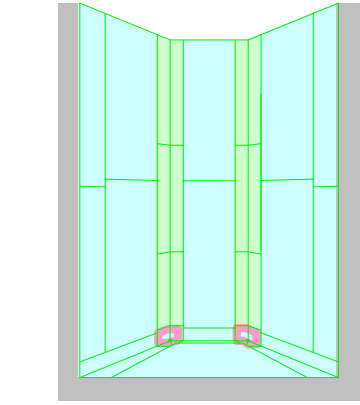
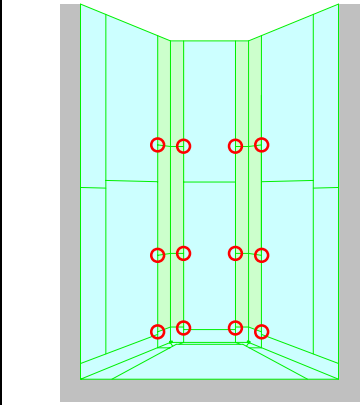
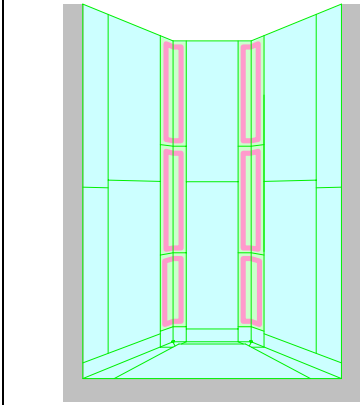
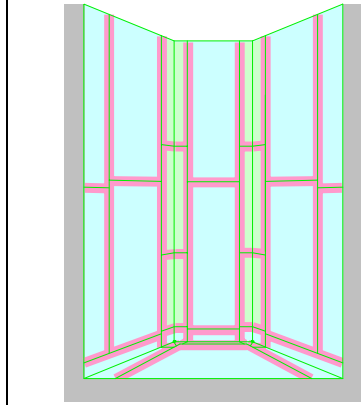
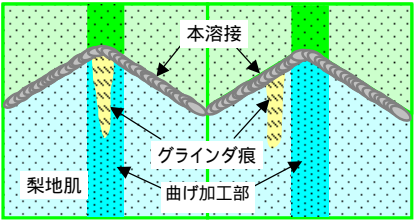
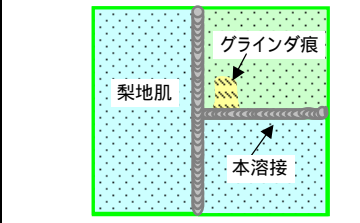
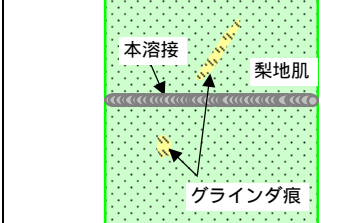
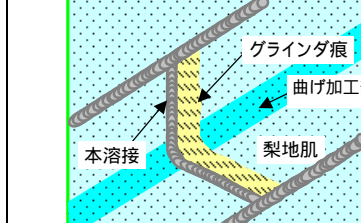
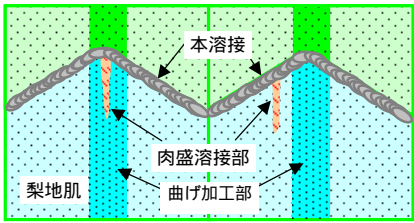
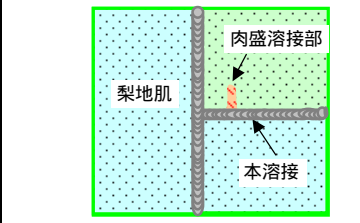
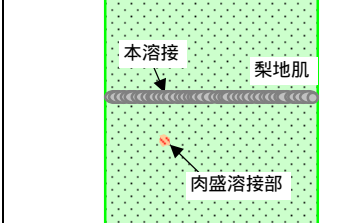
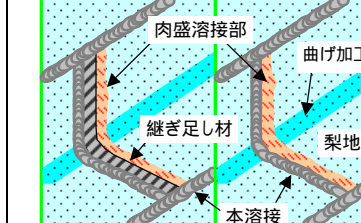
(3) 「先張りコーナーライニングプレート点検における母材貫通補修溶接の点検」

であるが、(1) 三隅コーナーの切り欠き・肉盛溶接以外の、(2) 燃料送出しピット漏えい事象点検における切り欠き・肉盛溶接及び、(3) 先張りコーナーライニングプレート点検における母材貫通補修溶接については、どちらの溶接も曲げ加工部には行われぬ。

上記の内容を添付 - 3 - 3 にまとめた。

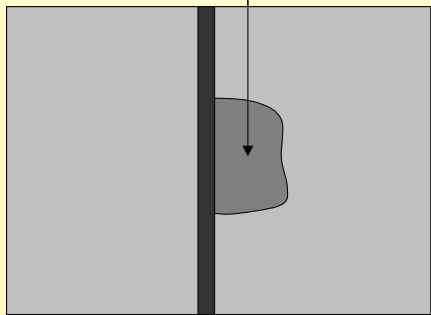
また、「三隅コーナー点検」において、据付調整のための切り欠き・肉盛溶接の点検対象を三隅コーナーの曲げ加工部のみとした理由を添付 - 3 - 4 に示す。

以上

No.	点検項目	切り欠き・肉盛溶接		先張り壁コーナーライニングプレートの母材貫通溶接の点検	PWR燃料貯蔵プール漏えい事象の点検
		三隅コーナーの切り欠き・肉盛溶接の点検	燃料送出しピット漏えい事象の点検		
1	点検対象				
		・三隅コーナーのうち、本溶接線に対し垂直又は本溶接線からコーナー方向へ向かった箇所	・先張りライニングプレートと後張りライニングプレートの下地材が交差する箇所 ・先張りライニングプレート同士の間隔時期が異なり、お互いの下地材が交差する箇所	・現地で先張り壁コーナーライニングプレートを裏側から下地材を溶接にて取り付けた箇所	・ライニングプレート同士、ライニングプレートと埋め込み金物との溶接線の近傍箇所
2	外観検査で抽出したグラインダ痕の形状例				
3	計画外溶接の形状				
4	外観点検の方法	PWR燃料貯蔵プール漏えい事象の点検で撮影したDVD画像による確認	PWR燃料貯蔵プール漏えい事象の点検で撮影したDVD画像による確認	PWR燃料貯蔵プール漏えい事象の点検で撮影したDVD画像による確認	ITVによる撮影画像のモニタ確認(ダイバー、ロボット等による) 撮影した画像はDVDに録画

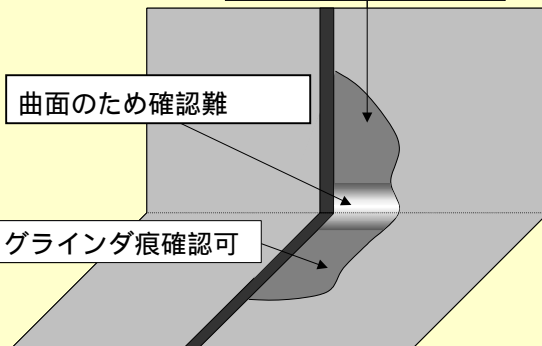
前回の点検における「計画外溶接」の点検方法

グラインダ痕確認可



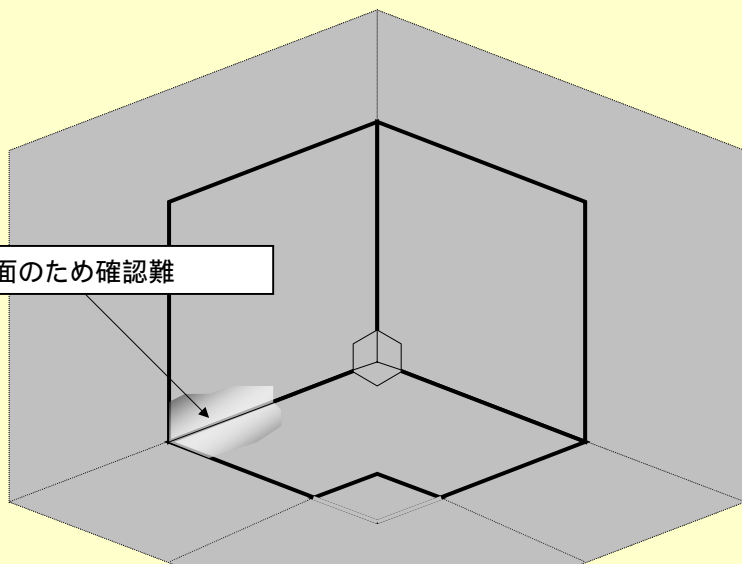
平面部の溶接部の表面

グラインダ痕確認可



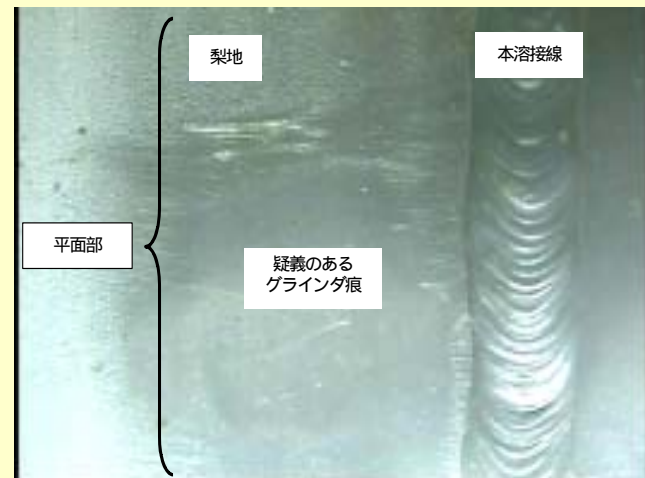
継ぎ足し・肉盛溶接の表面

曲面のため確認難

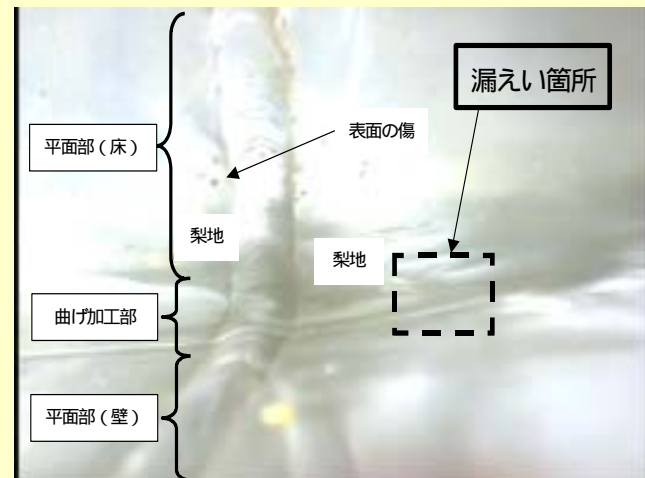


三隅コーナー部の切り欠き・肉盛溶接部の表面

前回の点検時のDVD画像の例



平面部の例



曲げ加工部の例(漏えい箇所)

本画像は上方から厚さ数cmの水を通して床部を写している
(ミラー映像のため左右が逆転)

外観点検におけるグラインダ痕の判別について

再点検が必要となる過去の点検の検討

BP 取扱ピット漏えい箇所の点検が不十分であった要因：
 PWR 燃料貯蔵プール漏えい事象の点検で撮影した DVD 画像を用いて、ライニングプレートの曲げ加工部に存在する計画外溶接に関する点検を行ったこと。

	使用済燃料受入れ・貯蔵施設				(参考)再処理設備本体
点 検	(1)三隅コーナーの切り欠き・肉盛溶接の点検	(2)燃料送出しピット漏えい事象の点検	(3)先張り壁コーナーライニングプレートの母材貫通溶接の点検	(4)PWR 燃料貯蔵プール漏えい事象の点検	左記(1)、(4)
PWR 燃料貯蔵プール漏えい事象で撮影した DVD 画像を用いた点検か。	(注)	(注)	(注)	× ITV による画像のモニタ確認(ダバ、ホット等)溶接線に沿って連続した計画外溶接のグラインダ痕が見やすくなるように現場で調整しながら撮影	× 現場での目視確認
ライニングプレート曲げ加工部に局所的に存在する計画外溶接があるか。	・三隅コーナーについては曲げ加工部に据付調整のため切り込みを入れ、肉盛溶接を施す場合がある。 (添付-3-4 参照)	× ・燃料送出しピット漏えい事象類似の切り欠き・肉盛溶接は寸法合わせのためではなく、漏えい検知溝の後施工のために実施されるため、曲げ加工部には行われない。	× ・母材貫通補修溶接施工は下地材とライニングプレートの固定のための点付け溶接に対する補修であるため、曲げ加工部には行われない。	× ・開先合わせのために継ぎ足し溶接、肉盛溶接を行うため、溶接線に沿って連続した計画外溶接であるため、曲げ加工部に局所的に存在する計画外溶接はない。	・三隅コーナーについては曲げ加工部に据付調整のため切り込みを入れ、肉盛溶接を施す場合がある。 (添付-3-4 参照)



(注) 平面部は他の点検の DVD 画像を用いて判別できる

再点検が必要なものは、三隅コーナーの曲げ加工部の点検のみである。

据付調整のための切り欠き・肉盛溶接の点検対象を 三隅コーナーのみとした理由

前回の点検においては、切り欠きを入れての据付調整の可能性を想定される3つのパターン(1)壁または床の平面、(2)床、壁の二面、(3)三隅コ - ナ - の三面について検討し、据付時に切り欠き・肉盛溶接の点検対象を三隅コーナーのみとした。

(1) 壁または床の平面での調整方法

壁または床の平面でのライニングプレートの施工では、開先ギャップ調整が必要になるが、この場合にはライニングプレートをずらして調整を行うことができるので、ライニングプレートに切り欠きを入れて調整を行う可能性はない。(図1参照)

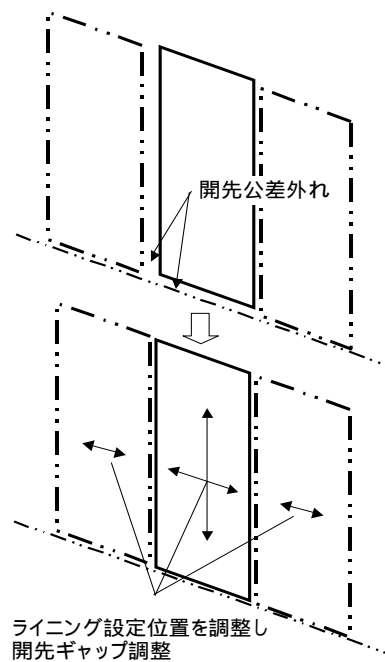


図1 平面での調整方法

(2) 床壁の二面の調整方法

床と壁のつなぎ部は、壁と床の二面を一枚の曲がったライニングプレートで施工する。

ライニングプレートの施工時に発生する調整作業には、(1)床や壁との間に隙間が生じた場合に隙間を解消し下地材に密着させること、(2)隣り合う二面コ - ナ

板との開先ギャップを調整すること、の2種類がある。

(1)の調整については、ライニングプレートを下地材に押し付けることで調整を実施する。二面コ - ナープレートは一枚のライニングプレートを直角に曲げて製作しており、壁（または床）に押し付けることによって容易に下地材に密着させることができるので、ライニングプレートに切り込みを入れて調整を行う可能性はない。

(2)の調整については、ライニングプレート同士の隙間調整なので、平面での調整と同様に二面コ - ナープレートをずらして調整を行うことができるので、板に切り込みを入れて調整を行う可能性はない。

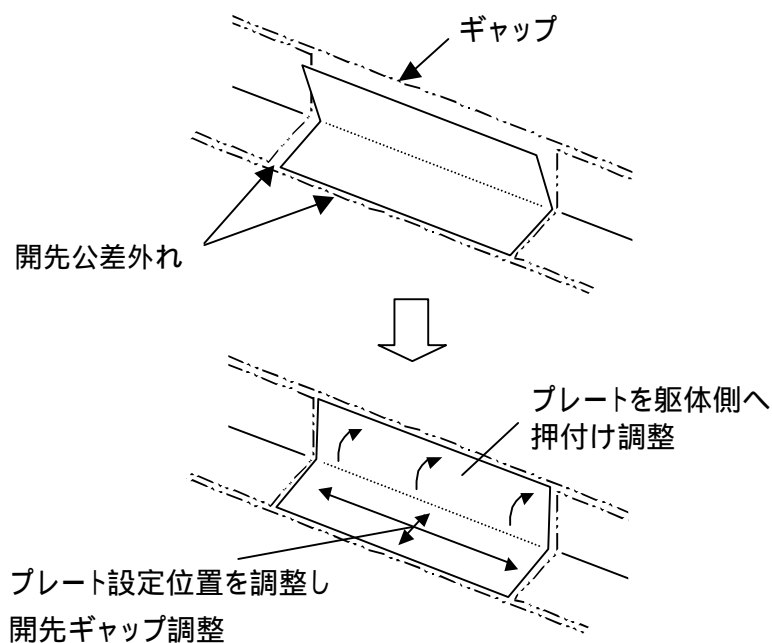


図2 床壁の二面の調整方法

(3) 三隅コ - ナ - の三面の調整

三隅コーナーは、工場で作られた三隅コ - ナ - 形状のライニングプレートを床壁に設定された下地材上に設置する。

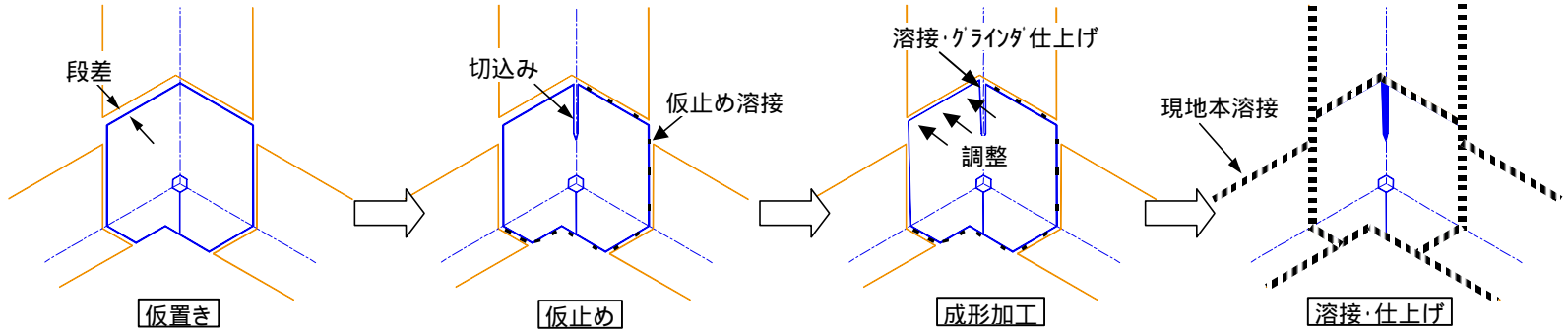
ライニングプレートの施工時に発生する調整作業には、床を基準とした場合には、(1)三隅コーナープレートの上で壁との間に隙間が生じた場合に隙間を解消し下地材に密着させること、(2)三隅コーナープレートの側部で壁との間に隙間が生じた場合に隙間を解消し下地材に密着させること、(3)壁側及び床側の隣り合うライニングプレートとの開先ギャップを調整すること、がある。

(1)の調整については、三隅コ - ナ - 形状に成型されているために、床側を基準とした場合（固定した場合）には、上部壁面にコ - ナ - プレートを押し付けて調整することが困難な場合があり、壁側の曲げ加工部に切り込みを入れ変形しやすくし、壁面の下地材に密着させるような調整を行う可能性がある。（図3 パターン1参照）

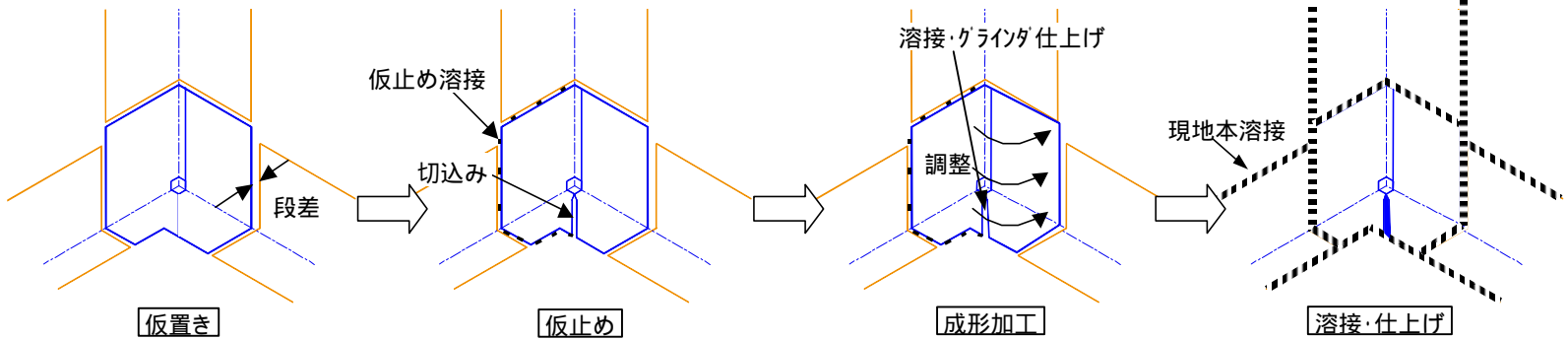
(2)の調整については、三隅コ - ナ - 形状に成型されているために、床側を基準とした場合（固定した場合）には、側部壁面にコ - ナ - プレートを押し付けて調整することが困難な場合があり、床面中央部付近に切り込みを入れて変形しやすくし（図3 パターン2参照）あるいは床壁曲げ加工部に切り込みを入れ変形しやすくし（図3 パターン3参照）壁面の下地材に密着させるような調整を行う可能性がある。

(3)の調整については、ライニングプレート同士の間隙調整なので、平面での調整と同様に隣り合うライニングプレート（床 / 壁 / 床壁二面コ - ナ - 板）をずらして調整を行うことが可能なので、板に切り込みを入れて調整を行う可能性はない。

パターン 1



パターン 2



パターン 3

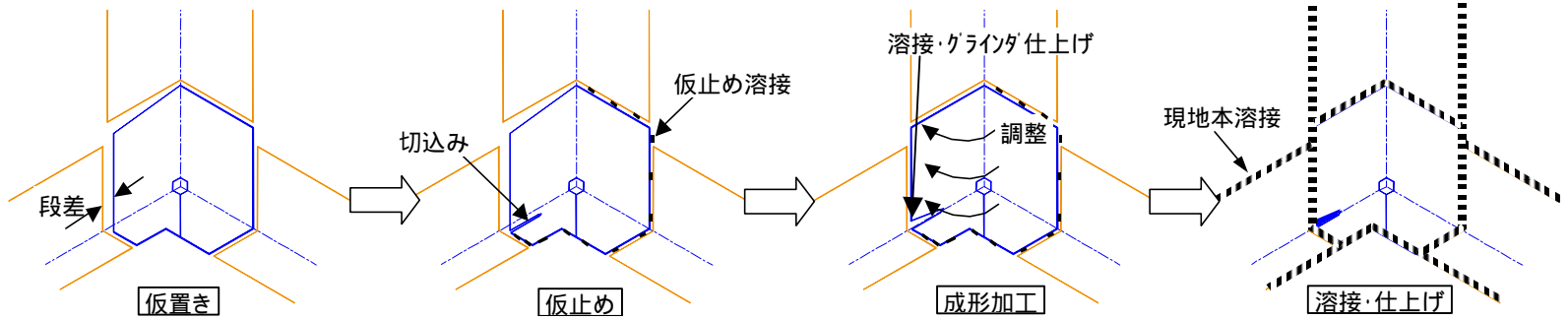
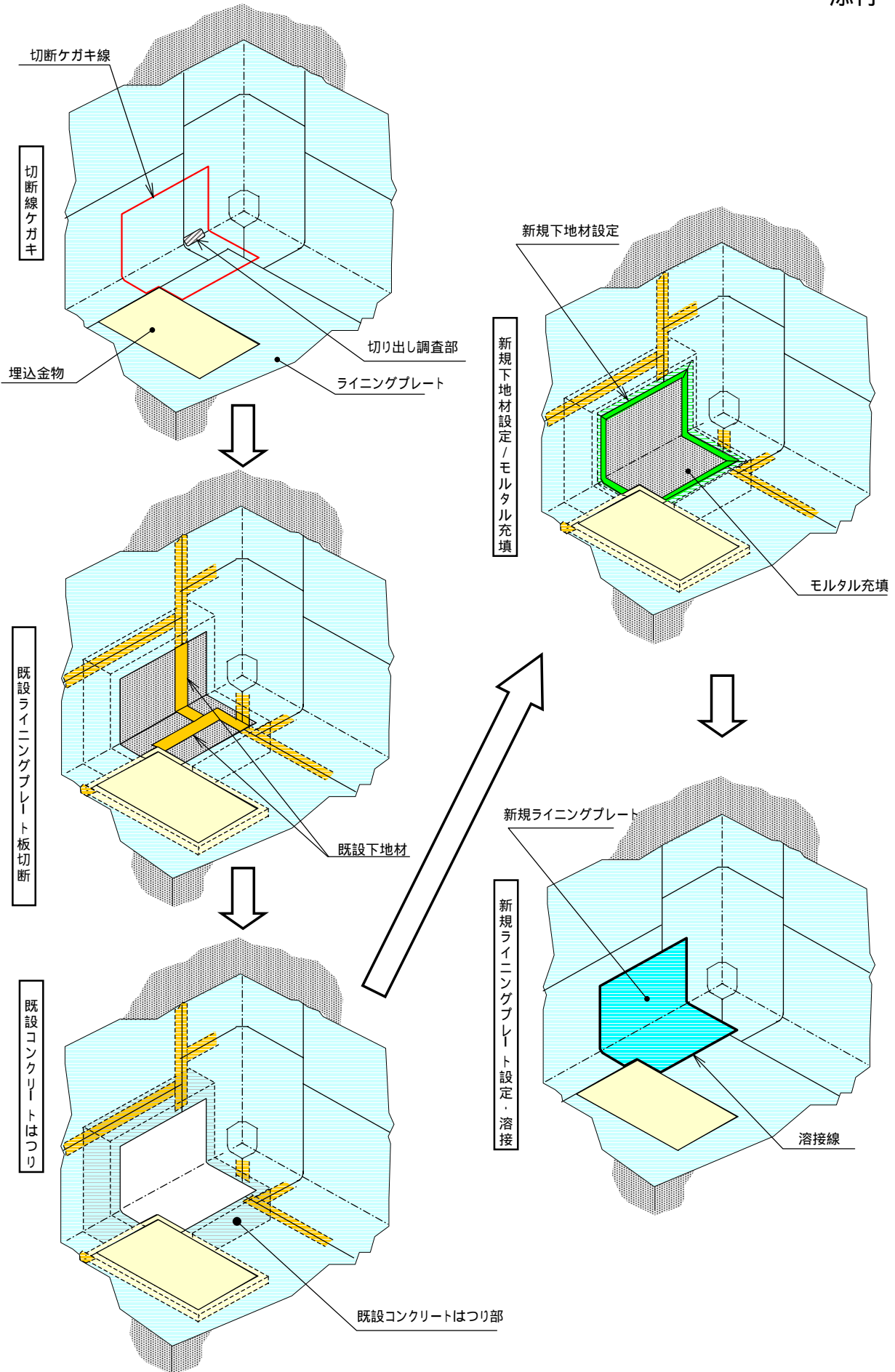


図 3 三隅コーナーの計画外溶接の推定手順



補修方法概要

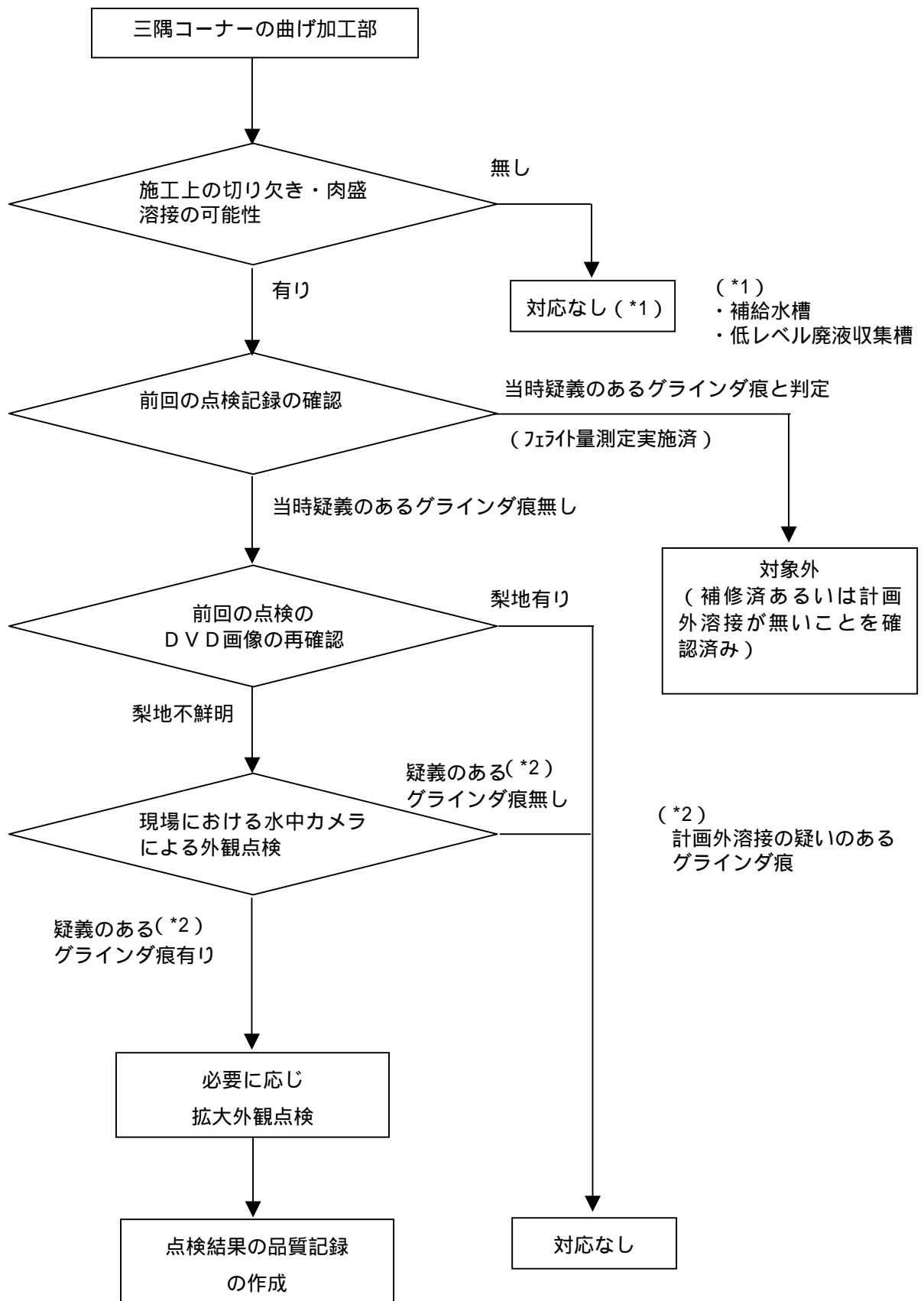
三隅コーナーの曲げ加工部 再点検に係る考え方

三隅コーナーの曲げ加工部の再点検に係る考え方を以下に示し、フロー図を添付 - 5 - 1 に示す。

- 1 . 前回の点検で追加実施した「三隅コーナー部の切り欠き・肉盛溶接の点検」で実施した箇所について、三隅コーナーの曲げ加工部を抽出する。
- 2 . 曲げ加工部のうち、「施工上の切り欠き・肉盛溶接の可能性」の観点で、以下の箇所を点検対象外とする。

補給水槽及び低レベル廃液収集槽は、ライニングプレートと規格化された下地材を溶接していることから製作精度が高いこと、また、前回の点検で、グラインダ痕は各設備3箇所あったが、すべて計画外溶接ではなかったことから、点検対象外とする。
- 3 . 前回の点検記録を確認し、「当時疑義のあるグラインダ痕」と判定したものについては、補修工事を実施したかあるいは計画外溶接が無いことを確認しているため、点検対象外とする。
- 4 . 前回の点検の結果、「当時疑義のあるグラインダ痕無し」と判定したものについては、前回の点検で撮影したDVD画像を再確認する。
- 5 . DVD画像の確認の結果、「梨地不鮮明」と判定された場合、「現場における水中カメラによる外観点検」(以下、「現場外観点検」という。)を実施する。
- 6 . 「疑義のあるグラインダ痕有り」と判定されたものについては、必要に応じ拡大外観点検を実施し、品質記録を作成する。

以 上



三隅コーナーの曲げ加工部 再点検フロー図

保安規定記載（案）

（プール水冷却系及び補給水設備）

第 31 条 燃料貯蔵プール等において、使用済燃料の取扱い又は貯蔵を行う場合において、プール水冷却系及び補給水設備は、別表 8 に定める事項を運転上の制限とする。

2 統括当直長は、前項に定める運転上の制限を満足していないと判断した場合は、同表に基づく措置を講じる。

別表 8 プール水冷却系及び補給水設備に係る運転上の制限等（第 31 条関係）

設 備	運転上の制限	運転上の制限を満たさない場合の措置		
		条 件	要求される措置	完了時間
プ ー ル 水 浄 化・冷却系	プール水冷却系 1 系列が運転状態、同系列の予備ポンプ又は他の系列が運転可能であること。	A . 運転上の制限を満足していないと判断した場合	A1. 運転上の制限を満足するように復旧させる措置を開始する。	速やかに
補給水設備	補給水ポンプ 2 台が運転可能であること。	A . 運転上の制限を満足していないと判断した場合	A1. 運転上の制限を満足するように復旧させる措置を開始する。 及び A2. 他にプール水の補給手段が確保されていることを確認する。	速やかに 及び 1 直 1 回

[補足]

プール水冷却系 1 系列を運転状態とする旨の規定には、プール水位をプール水冷却系取水位置以上に維持する（満たさない場合には復旧する）ことが含まれる。

また、当該水位を確保することで放射線しゃへいを担保できる。

（巡視・点検）

第 25 条 統括当直長及び別表 2 に定める課長は、毎日 1 回以上、同表に示す設備等について巡視・点検を行う。

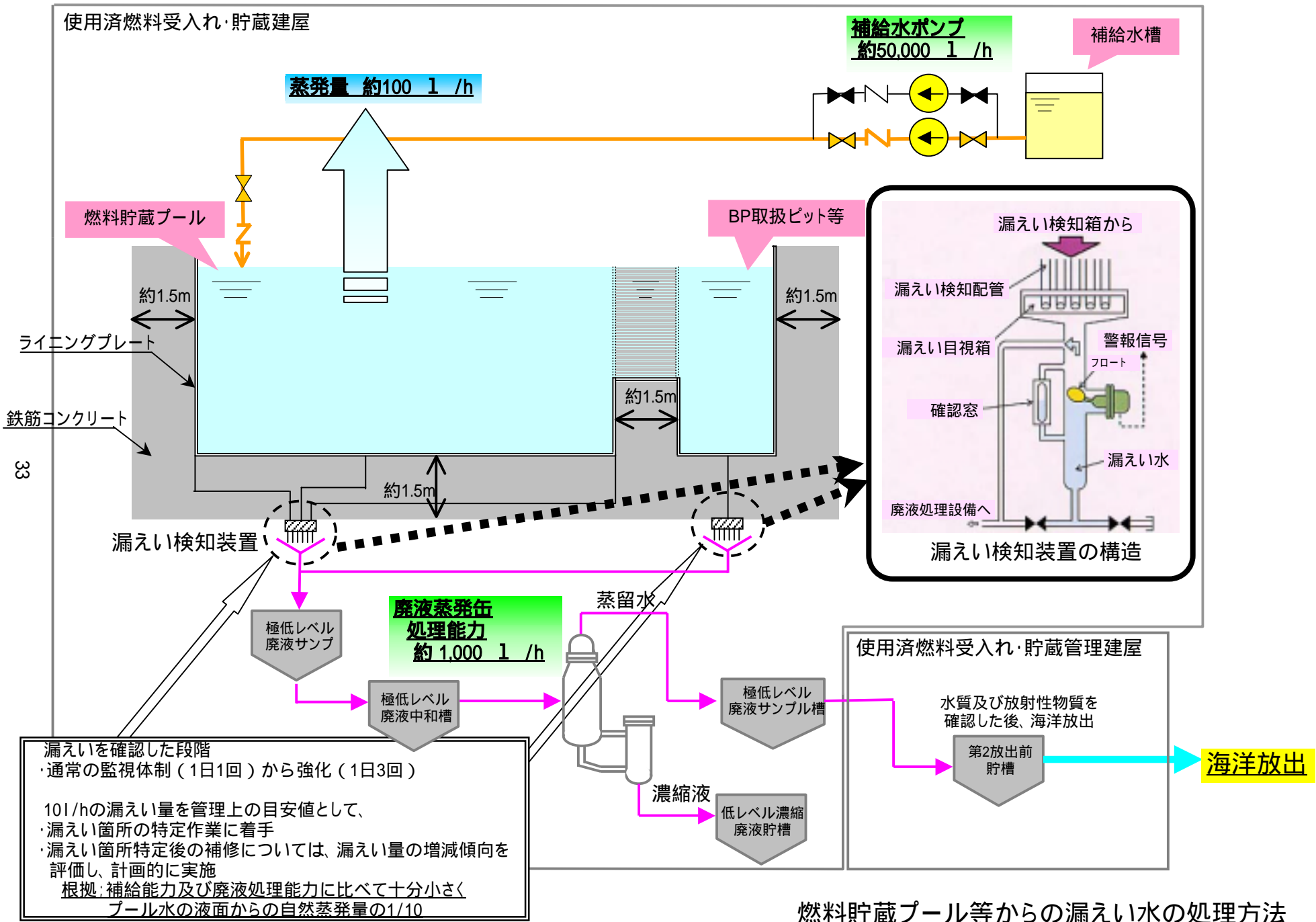
別表 2 巡視・点検を行う設備等（第 25 条関係）

設備等	巡視・点検項目	実施責任者
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	(1) 使用済燃料を収納した輸送容器の一時保管及び仮置き状況 (2) 使用済燃料の仮置き及び貯蔵の状況、プール水温度及びプール水位 (3) 燃料取出しピット、燃料仮置きピット、燃料移送水路、燃料貯蔵プール、燃料送出しピット、チャンネルボックス取扱ピット、パーナブルボックス取扱ピット、チャンネルボックス・パーナブルボックス取扱ピットの漏えいの有無 ^{*1} (4) 使用済燃料及び使用済燃料を収納した輸送容器を取扱う移送設備の状態 (5) プール水浄化・冷却設備及び補給水設備の状態	燃料管理課長
せん断処理施設及び溶解施設	(1) 核燃料物質を取扱う設備の状態 (2) 核燃料物質を取扱う場所の状況 (3) 核燃料物質を含む溶液を内蔵する貯槽等からの漏えいの有無 (4) 核燃料物質の保管状況	統括当直長
分離施設	(1) 核燃料物質を取扱う設備の状態 (2) 核燃料物質を取扱う場所の状況 (3) 核燃料物質を含む溶液を内蔵する貯槽等からの漏えいの有無	
精製施設	(1) 核燃料物質を取扱う設備の状態 (2) 核燃料物質を取扱う場所の状況 (3) 核燃料物質を含む溶液を内蔵する貯槽等からの漏えいの有無	
脱硝施設	(1) 核燃料物質を取扱う設備の状態 (2) 核燃料物質を取扱う場所の状況 (3) 核燃料物質を含む溶液を内蔵する貯槽等からの漏えいの有無 (4) 核燃料物質の保管状況	
酸及び溶媒の回収施設	(1) 設備の状態 (2) 核燃料物質を含む溶液を内蔵する貯槽等からの漏えいの有無 ^{*2}	
製品貯蔵施設	(1) 核燃料物質を取扱う設備の状態 (2) 核燃料物質を取扱う場所の状況 (3) 核燃料物質の保管状況	
計測制御系統施設	(1) 監視制御盤、安全系監視制御盤の状態及び計測制御設備の指示値の異常の有無 (2) 制御室換気設備の状態	統括当直長 燃料管理課長 ^{*3}
放射線管理施設	(1) 放射線監視盤、環境監視盤の状態及び指示値の異常の有無	放射線安全課長 燃料管理課長 ^{*4}
気体廃棄物の廃棄施設	(1) 設備の状態(負圧の状態を含む) (2) 排気側の高性能粒子フィルタの前後の差圧 (3) 核燃料物質を含む溶液を内蔵する貯槽等からの漏えいの有無	統括当直長 燃料管理課長 ^{*3}
液体廃棄物の廃棄施設	(1) 設備の状態 (2) 核燃料物質等を含む溶液を内蔵する貯槽等からの漏えいの有無 ^{*2}	
固体廃棄物の廃棄施設	(1) 固体廃棄物を処理する設備の状態 (2) 核燃料物質等を含む溶液を内蔵する貯槽等からの漏えいの有無 ^{*2} (3) 固体廃棄物の保管廃棄の状況	

電気設備	(1) 設備の状態 (2) 電流、電圧及び周波数の指示値の異常の有無	
冷却水設備	(1) 設備の状態	
圧縮空気設備 給水処理設備 蒸気供給設備	(1) 設備の状態	
分析設備	(1) 分析作業を行うセル、グローブボックス等の状況 (2) 核燃料物質を含む溶液を内蔵する貯槽等からの漏えいの有無	
建 物 ^{*5}	(1) 建物の外観	
		統括当直長 燃料管理課長 ^{*6}

核燃料物質を取扱う設備、貯槽等には仮設備を含む。

- * 1 : 漏えい検知装置において目視により水の滴下の有無を確認する。
 なお、滴下を確認した場合は、放射性物質濃度の分析等によりプール又はピットの漏えいの有無を判断するとともに、漏えいの状況の推移を1直1回確認する。
- * 2 : ライニング槽において漏えいを確認した場合は、漏えいの状況の推移を1直1回確認する。
- * 3 : 使用済燃料の受入れ及び貯蔵に係る施設は燃料管理課長とする。ただし、電気設備、圧縮空気設備、冷却水設備、給水処理設備及び蒸気供給設備であって、* 5 に掲げる建屋外の設備（安全冷却水系は除く）は除く。
- * 4 : 使用済燃料の受入れ及び貯蔵に係る施設の放射線管理施設は燃料管理課長とする。
- * 5 : 使用済燃料輸送容器管理建屋、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋、使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋、前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン脱硝建屋、ウラン酸化物貯蔵建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋、低レベル廃液処理建屋、低レベル廃棄物処理建屋、第1低レベル廃棄物貯蔵建屋、第2低レベル廃棄物貯蔵建屋、制御建屋、分析建屋及び非常用電源建屋
- * 6 : 使用済燃料輸送容器管理建屋、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋、使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋及び第1低レベル廃棄物貯蔵建屋は燃料管理課長とする。



燃料貯蔵プール等からの漏えい水の処理方法

漏えい箇所の特定方法と保全方法

1. プールからの漏えいの判定方法と漏えい箇所の特定方法

(1) プールからの漏えいの判定方法

漏えい検知管から出水が確認された場合、まずそれがプ - ル水の漏えいであるか否かの確定を行い、漏えいと確定された場合は漏えい箇所を特定する。

プ - ルからの漏えいは、漏えい検知管からの出水の有無で判断するが、やませの時期に見られるライニングプレ - トとコンクリ - トの間の結露水が出水する場合もあることから、添付 - 9 - 1 の判定フロ - に従いプ - ルからの漏えいであるか否かの判断を実施する。

(2) 漏えい箇所の特定方法

漏えいエリアの特定方法

F 施設のプールライニング設備では、壁や床ライニング箇所を複数のエリアに区分し、個々に漏えい検知管を設置している。漏えい検知管を確認することにより漏えい発生エリアの特定が可能である。添付 - 9 - 2 に漏えい検知の区分を示す。

特定された漏えい発生エリアにおいて、局部的に仕切りを作り、局部的なトレ - サ試験を繰り返すことで、更にエリアの絞込みが可能である。添付 - 9 - 3 に局部トレーサ試験の概要を示す。

なお、床面については、トレーサの比重が水よりも大きく、水流が無い状態では拡散速度が遅く底部に滞留するので、プ - ル水の循環が無い場合には局部トレーサ試験を実施可能である。

漏えい箇所の特定方法

漏えいエリアが特定された後の漏えい箇所の特定は、水中にて調査対象部位に試験箱を被せ、内部を負圧に維持し、貫通欠陥部から発生する水中の気泡を確認することにより場所を特定可能である。添付 - 9 - 4 に水中気泡試験装置の概要を示す。

また、水中気泡試験の試験操作を更に進めて、試験箱内の水を全て排出し所定の負圧を維持した上で、発泡剤を調査部位に噴射塗布し、発泡有無を確認する水中真空発泡漏えい試験による漏えい箇所特定の方法もある。

なお、狭隘部においては、遠隔操作ロボットを使用して水中気泡試験を実施する。添付 - 9 - 5 に遠隔操作ロボットによる水中気泡試験の概要を示す。

2. 事後保全の方法

今回のBP取扱ピットからの漏えいを踏まえ、今後、新たに漏えいが発生した場合は事後保全を実施する。

事後保全のための施工方法は、溶接による方法と樹脂による方法があるが、下記の理由により、溶接による施工を優先して適用する。

なお、これらの施工方法については平成15年当時に実機適用を前提とした適用調査や溶接施工性に関する確認試験などを実施した。

- ・樹脂コ-ティングは、気中および水中でのライニング面への施工が可能であり、海外を含めて施工例がある。樹脂コ-ティングは、母材に熱影響を与えることがないことの利点があるものの、エポキシ樹脂などを使用していることから施工時の雰囲気温度や施工対象面の温度、施工時のライニングプレート面の清浄度や表面粗さなどの表面状態の影響を受けやすい性質を持っている。
- ・一方、溶接による施工は、樹脂コ-ティングの様なライニングプレートの表面状態の影響を受けにくく、確立された施工条件（電圧、電流、溶接速度など）を適用することで、安定した施工が可能である。

(1) 溶接による施工方法

ライニングプレートの溶接による施工方法には、当て板による方法やオーバーレイ溶接による方法などがある。

当て板による方法

当て板による方法は、事後保全を行う箇所に当て板をすみ肉溶接にて取り付ける方法であり、気中、水中の施工が可能である。

添付 - 9 - 6 に水中当て板施工の概要を示す。

なお、水中での当て板施工は、当て板の設定、初層溶接、レ-ザ溶接のための溶接ヘッド位置調整等のために、ダイバ-作業が発生する。特に燃料貯蔵プ-ルの作業においては、施工箇所近傍の燃料を移動することによりダイバ-の放射線被ばくの防御措置を実施することが必要である。

オーバーレイ溶接による方法

近年、原子力発電用機器の経年劣化対応として、各種の補修方法が開発実用化されており、ライニングプレートの事後保全に適用できる。

a) 現状の原子力発電用機器の補修方法

原子力発電用機器の補修技術は、被ばく低減などを目的に多数の遠隔式水

中補修技術が開発されており、既に(財)発電設備技術検査協会による施工法確性試験の認可を取得しているものもある。これら技術の適用対象部位の多くは原子炉炉内補修を想定したものであり、溶接施工法はTIG溶接とYAGレーザー溶接が主流となっている(添付-9-7参照)。これらの溶接施工法は応力腐食割れを防止するために低入熱溶接の熱源が良いという理由で選定されている。

b) ライニングプレートの事後保全の検討

ライニングプレートに事後保全としてオーバーレイ溶接を施工する場合、原子力発電用機器の補修溶接との相違は、ライニングプレートが4mm又は6mmと薄いことである。このため、低入熱溶接が必要となるが、原子力発電機器の補修溶接技術のTIG溶接またはレーザー溶接技術が応用可能である。また、今回のライニングプレートの場合は、局部的に薄肉のところがあることも想定されるため、最も入熱が低い溶接方法であるレーザー溶接が適切である。

なお、今回対象のライニングプレートは、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律に規定される溶接検査対象部位ではなく、補修工法の選定に関しては法の規制を受けない。

c) ライニングプレート遠隔式水中オーバーレイ溶接の実機施工への課題

ライニングプレートの遠隔式水中オーバーレイ溶接について、実機適用に当たっては以下の課題があるが、これらの課題は容易に解決可能である。

・実機施工条件の確立

確性試験認可取得範囲は主に原子炉炉内補修を目的としており、今回のように板厚が4mm又は6mmと薄いライニングプレートへのオーバーレイ溶接である場合と比較すると、板厚、オーバーレイ溶接反対側の雰囲気、水中など条件的に相違があることから、予め実機施工条件を確立しておく必要がある。また、局部的に薄肉のところがあることを想定して、実機施工条件については薄肉箇所でも健全な溶接ができる溶接施工条件として、モックアップ試験を行い、結果を学識経験者の評価を行った後に、実機施工を開始する。

・実機施工後の補修溶接部の健全性確認手法

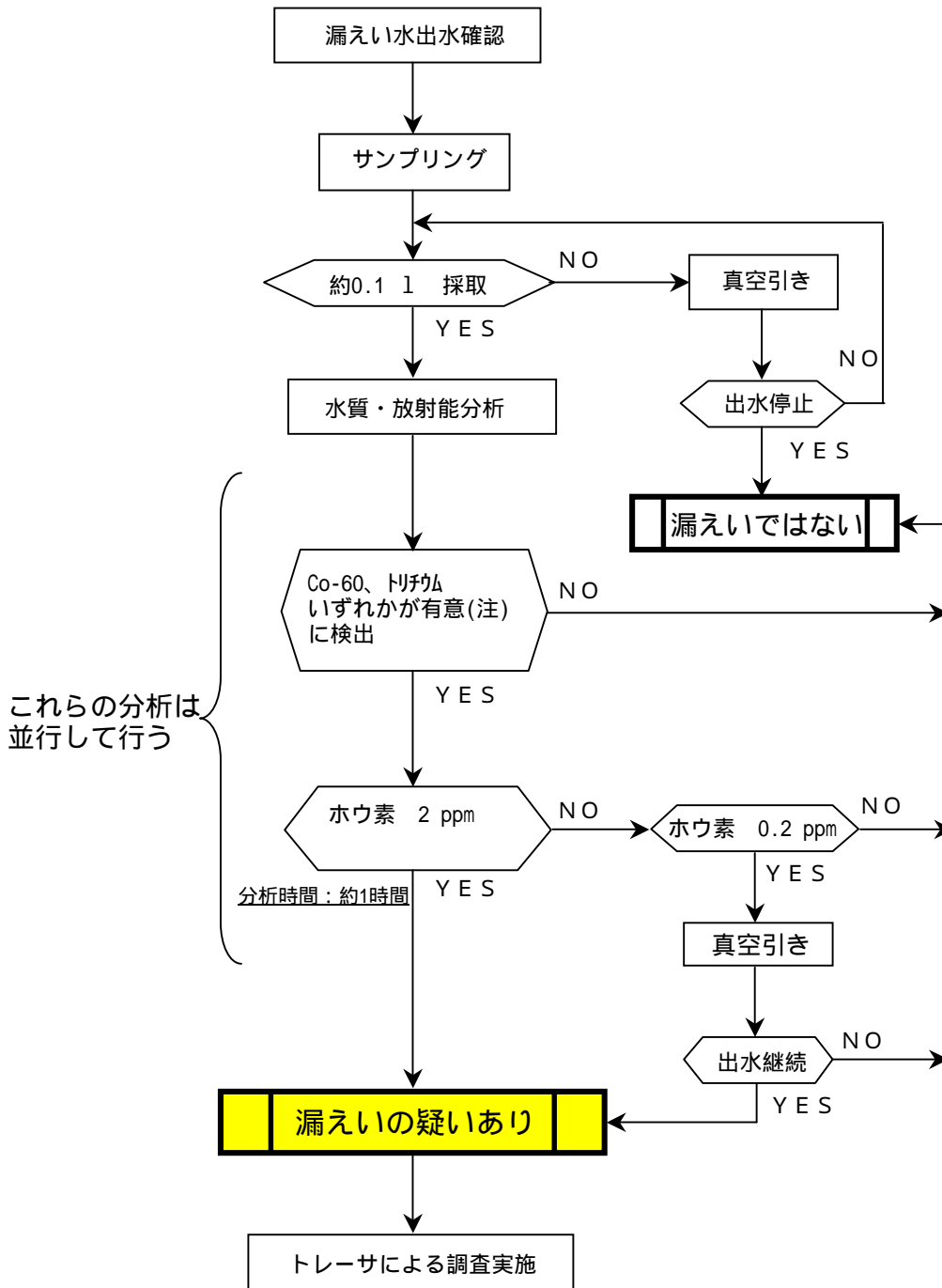
オーバーレイ溶接部健全性確認検査手法については、水中での検査であることを考慮して遠隔目視検査(以下、「VT」という)を適用することに

なっており、(財)発電設備技術検査協会による施工法確性試験の認可取得時の検査手法にはVTで健全性が担保されるとされている。従って、今回のライニングプレートへのオーバーレイ溶接後の検査もVTを適用することで健全性は確認できる。

(2) 樹脂による施工方法

ライニングプレートの漏えいを防止する技術として、ライニングプレートの上にエポキシ系樹脂を塗布する方法もあり、国内では予防保全工事として実施された実績を有する。また、施工技術としては気中施工、水中施工両方の技術があるが、実績としては気中施工が多く、水中施工は適用箇所に対応した塗布技術開発が必要となる。添付 - 9 - 8 に樹脂コ - ティング施工の概要を示す。

以 上



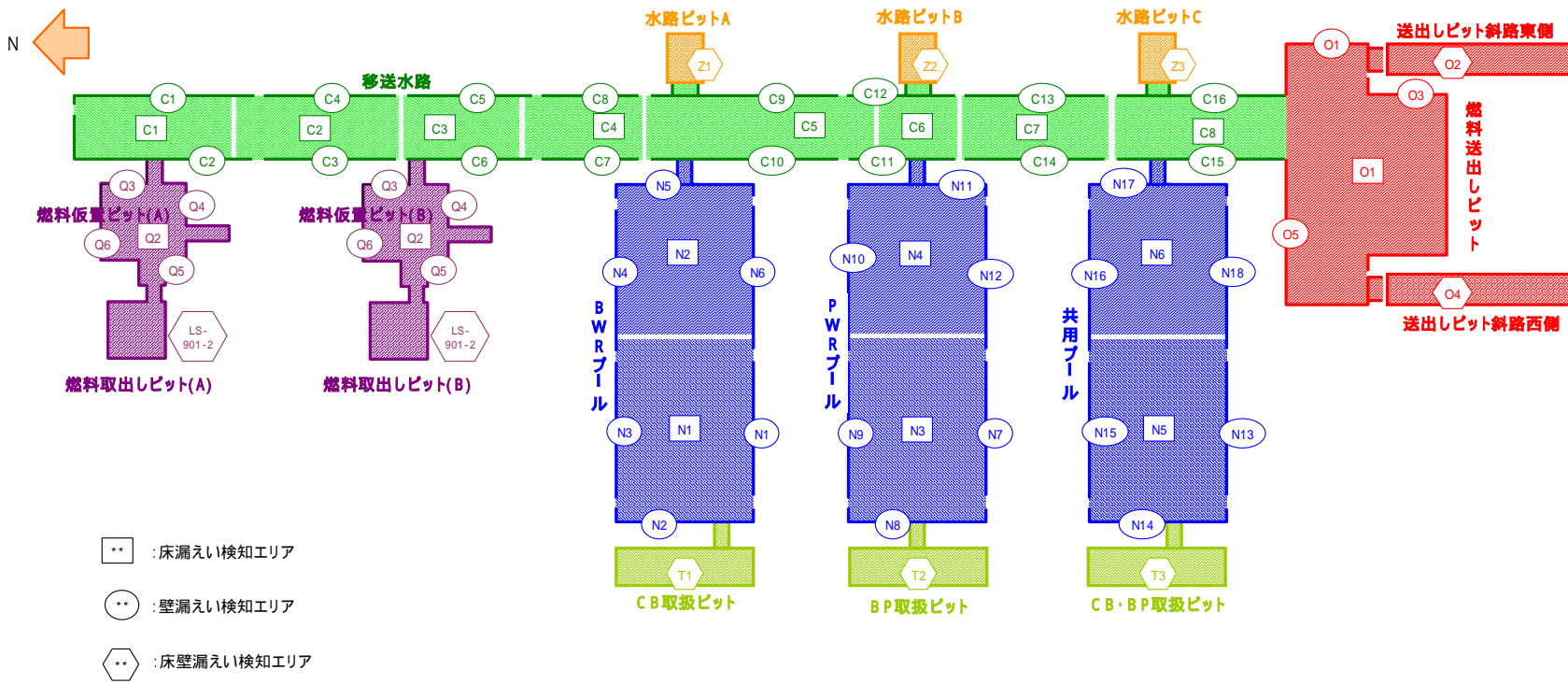
(注)

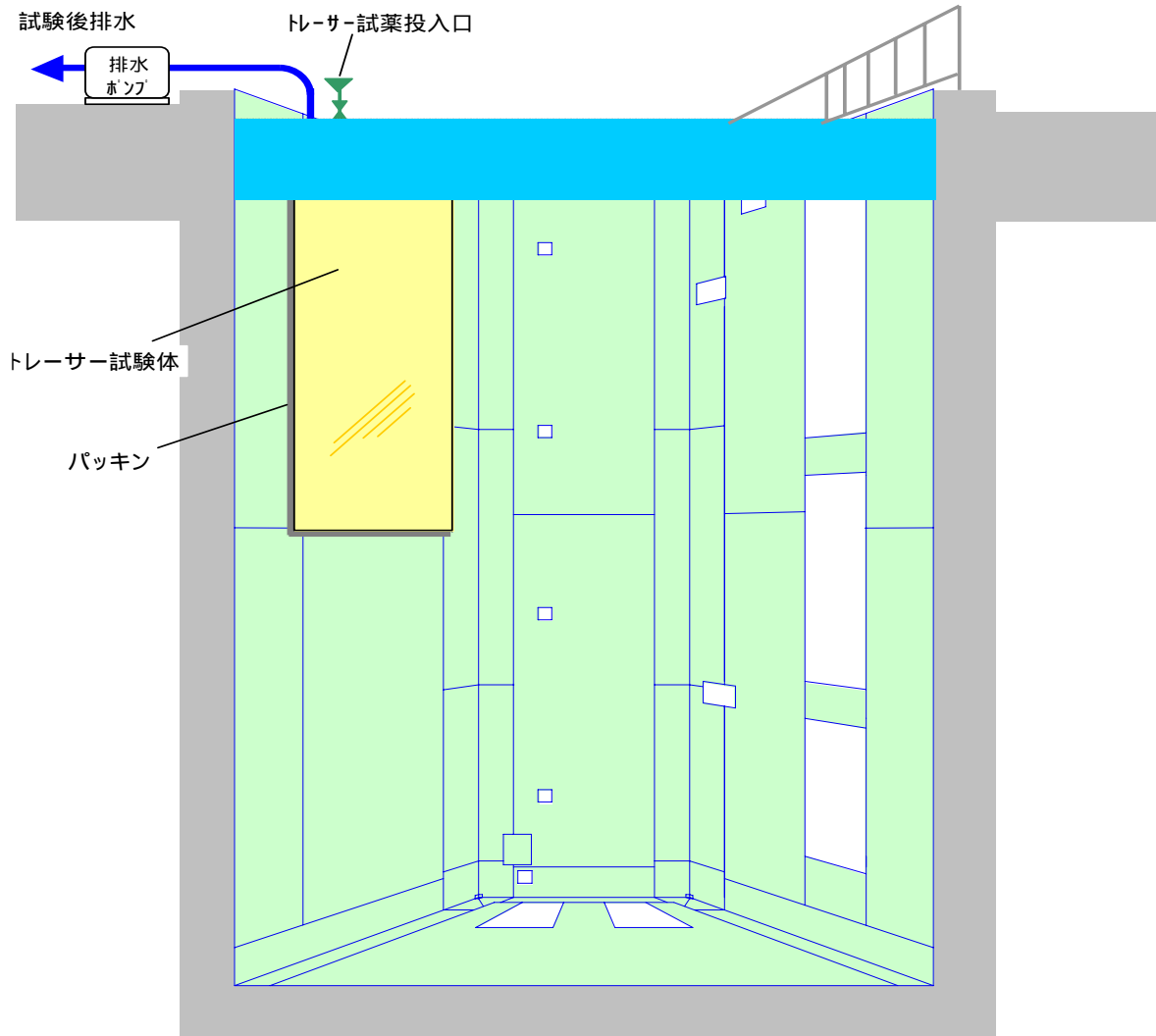
Co-60	検出限界値以上 (約0.005 Bq/cm ³) 分析時間：約1時間
トリチウム	検出限界値以上 (約0.1 Bq/cm ³) 簡易分析時間：約1時間 (*) 分析時間 : 約6時間

(*) トリチウムは分析に時間を要するため、分析結果が出るまでに、簡易分析により存在を確認する。

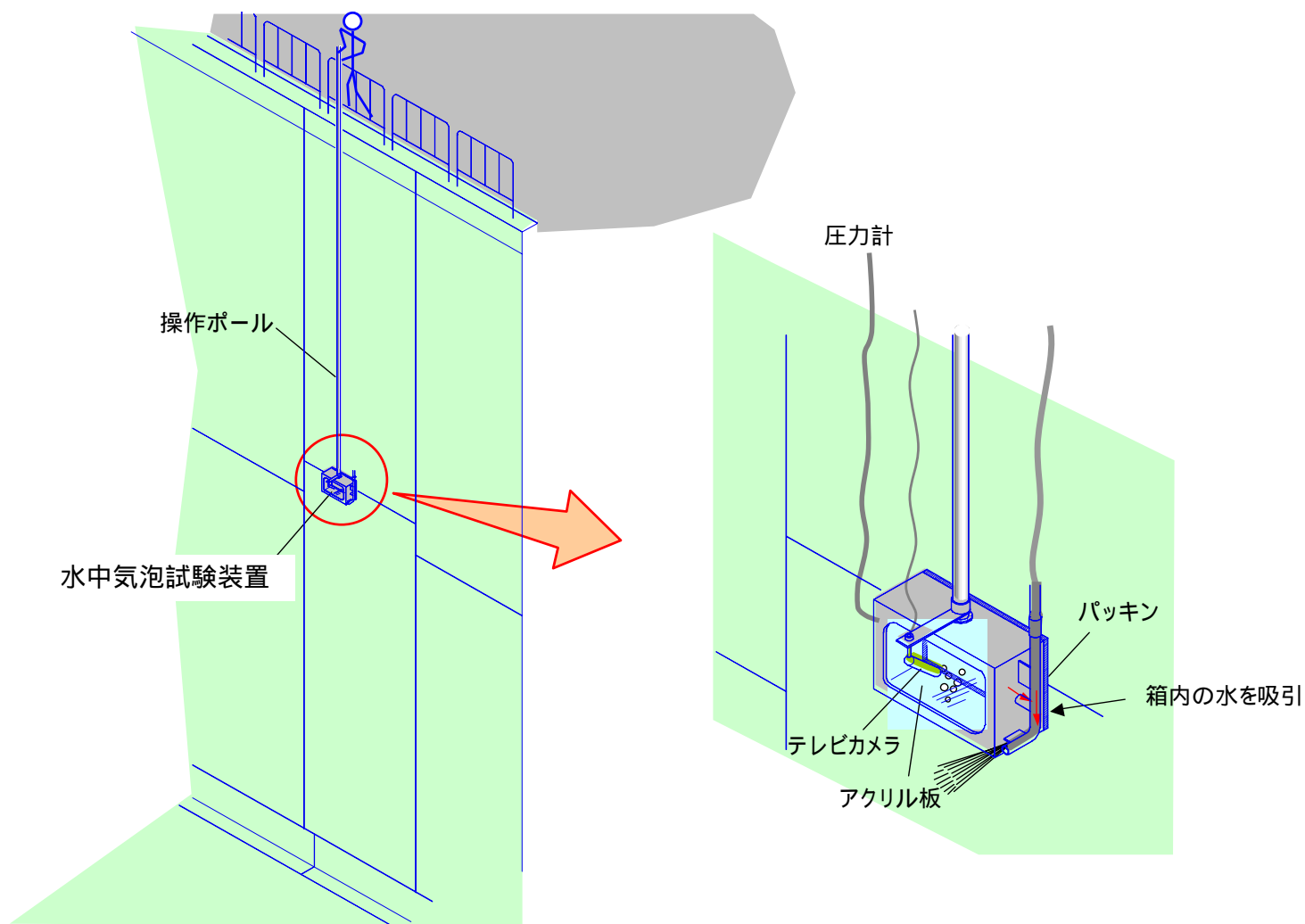
検知装置からの出水による漏えい判定フロ -

漏えい検知の区分

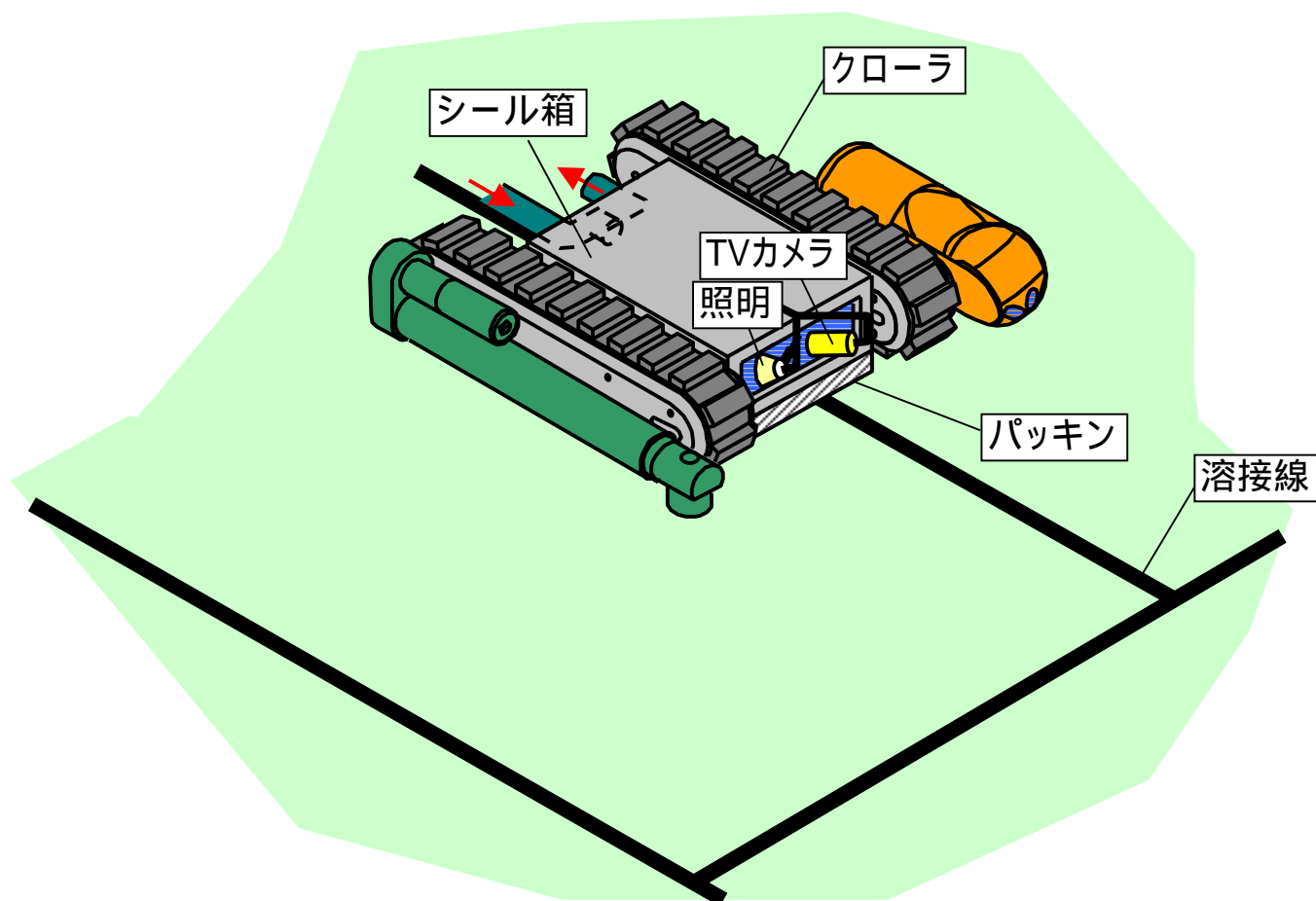




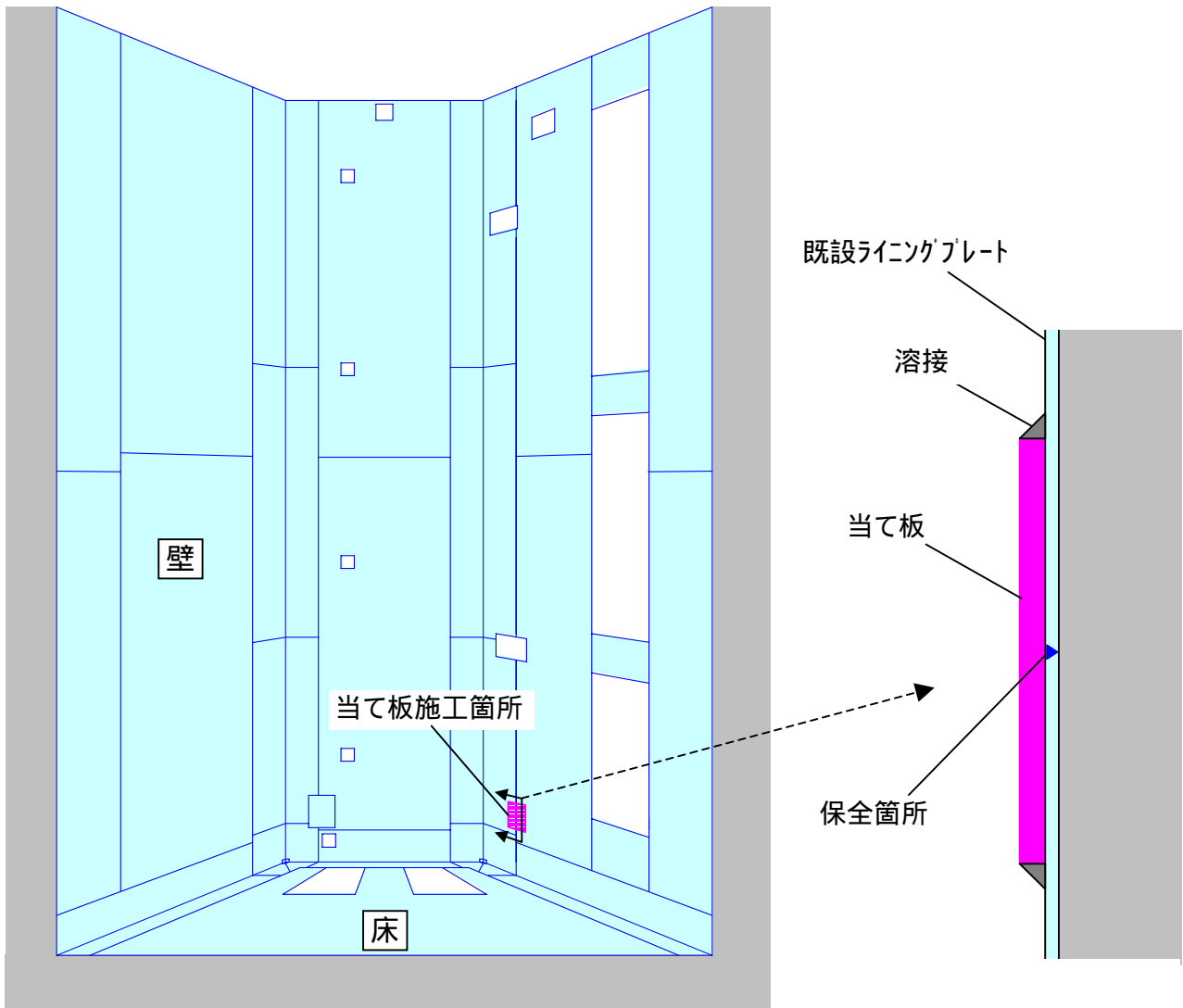
局部トレーサ試験の概要



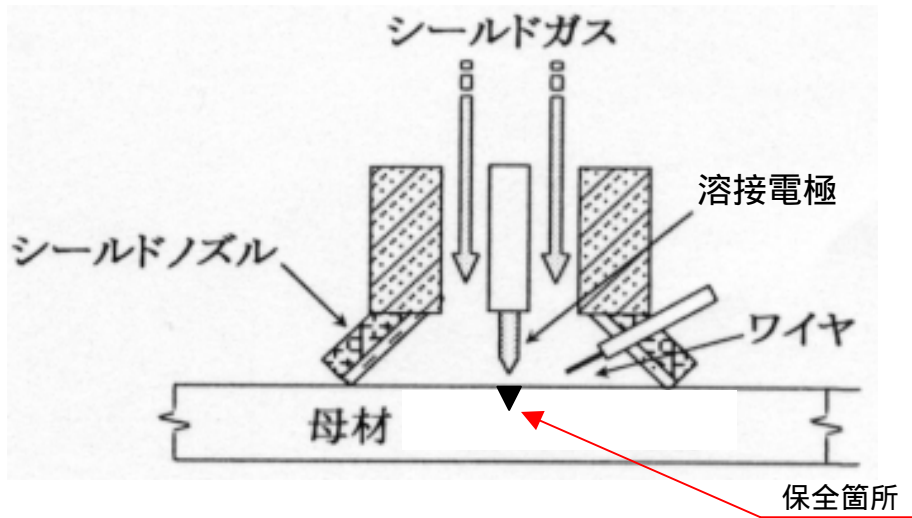
水中気泡試験装置の概要



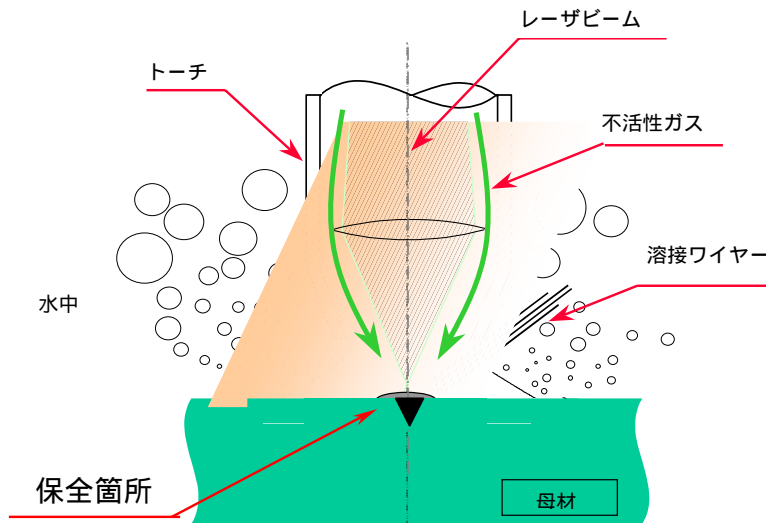
遠隔操作ロボットによる水中気泡試験の概要



水中当て板施工の概要

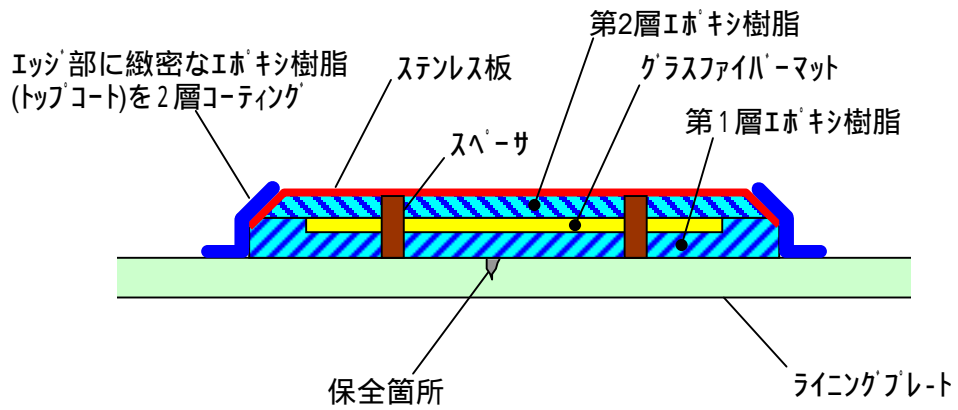


(a) 水中TIG溶接の概要

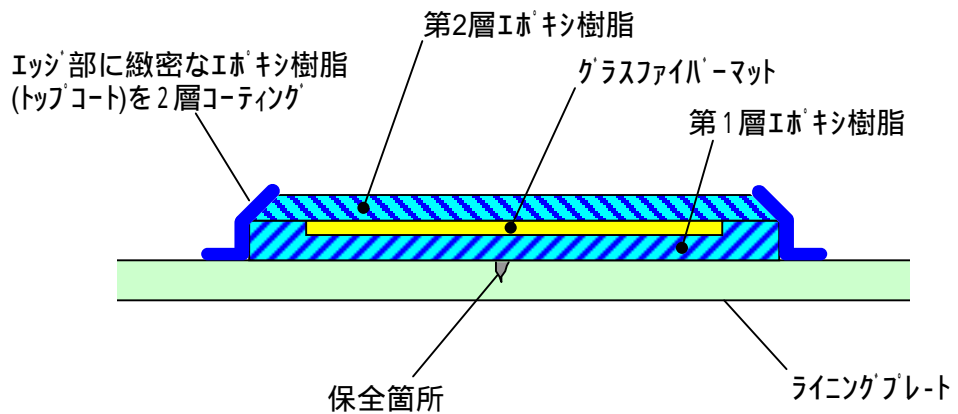


(b) 水中レーザー溶接の概要

水中溶接施工法の概要



(a) 樹脂コ - ティングの施工例 (ステンレスカバー - あり)



(b) 樹脂コ - ティングの施工例 (ステンレスカバー - なし)

樹脂コ - ティング施工の概要