

供用期間中検査計画不備に対する原因究明及び再発防止対策について

平成 22 年 12 月

関西電力株式会社

1. 経緯

- (1) 平成 22 年 7 月 21 日、日本原子力発電（株）敦賀発電所 1 号機のポンプ本体（原子炉再循環ポンプ）および弁本体（原子炉圧力容器ドレン第一弁他）の溶接継手について、供用期間中検査（以下、「I S I」という）計画に反映されていない溶接継手が確認された事象を踏まえ、当社において同様の事象の有無について、調査を実施した。
- (2) 調査の結果、一部の弁の溶接継手が、I S I 計画に反映されていないことが判明したことから平成 22 年 11 月 11 日付で原子力安全・保安院へ報告した。
- (3) 平成 22 年 11 月 15 日付で原子力安全・保安院より、本事象についての再発防止対策の検討において以下の事項を含めて平成 22 年 12 月 15 日までに報告する旨の指示を受けた。
 - ・電気事業者と調達先である製造事業者との間で溶接箇所に係る設計情報を十分に共有し、I S I の計画に確実に反映できる体制を構築すること
 - ・I S I を規定する社団法人日本機械学会の維持規格の改訂が行われた場合には、その改訂内容を電気事業者内の関係部署において共有し、改訂内容が I S I の計画に確実に反映させる体制を構築すること
 - ・I S I の計画にある検査対象箇所と現場の設備における溶接箇所との不整合が生じないように確認体制を構築すること

2. 事象の内容

- (1) 高浜発電所 2 号機 化学体積制御系弁本体の溶接継手
高浜発電所 2 号機 1 次冷却材ポンプ封水注入口弁全 3 台（8350A・B・C）のうち 2 台（8350A・B）については、第 19 回定期検査（平成 13 年）において溶接継手のない弁へ取替を実施した。
一方、I S I 担当者は、弁担当者からこの連絡を受け I S I 計画に反映したが、その際、試験対象として「8350C」を残すべきところを、全 3 台とも溶接継手のない弁に変更したものと思い込み、I S I 計画から削除した。
- (2) 美浜発電所 2 号機、大飯発電所 1・2 号機 高圧安全注入系弁本体の溶接継手
美浜発電所 2 号機 ループ低温側高圧安全注入流量調整弁他（1860A・B、1861A・B）計 4 台、大飯発電所 1 号機 ループ高温側注入ライン絞り弁（8816A・B・C・D）計 4 台及び大飯発電所 2 号機 ループ高温側注入ライン絞り弁（8816A・B・C・D）計 4 台については、「電気技術規程 軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査 JEAC4205-2000（以下、「JEAC4205-2000」という）」の改訂において、平成 13 年に試験対象として追加されたものであるが、この際に I S I 計画へ正しく反映されなかった。

なお、上記 I S I 計画に未反映であった弁の溶接継手は、製造時に材料検査、寸法検査、外観・据付検査および耐圧検査を実施し、使用前検査に合格しており、異常がないことを確認していることおよび、I S I 計画に基づく漏えい試験により、異常のないことを確認していることから、健全性は確保できていると判断した。

3. 原因究明

I S I 計画に溶接継手が未反映となった原因調査として、I S I 計画策定時および計画変更時（規格改訂時、改造工事実施時）において、具体的な作業手順における問題点の有無を関係者への聞き取り等により確認した。

（1）I S I 計画策定時

30 年以上前のことであり、当時の I S I 対象箇所の抽出に使用した系統図等の記録は残っていないが、I S I 関係者（当社及びプラントメーカー）に確認した結果、I S I 対象箇所を抽出する手順は以下の通りであり、現在も変わっていない。

- ①規格規定内容の反映方法の検討
- ②系統図に規格要求の範囲を落とし込み、I S I 実施範囲系統図を作成
- ③ I S I 実施範囲系統図と構造図等に対応させ、I S I 配管アイソメ図を作成
- ④ I S I 実施箇所を明示した検査箇所図を作成
- ⑤ I S I 実施箇所について溶接継手番号（弁：弁番号、ポンプ：ポンプ名称）、試験方法および試験範囲等を記載した、I S I 対象箇所一覧表を作成
- ⑥上記②～⑤の照合を行い、I S I 計画を策定

この手順において、I S I 対象となる配管、容器の溶接継手は、溶接検査の対象であり、溶接継手番号が付番されていたことから、個々の溶接継手の管理・識別が容易にできる状況であった。

一方、弁本体およびポンプ本体の溶接継手は、溶接検査の対象外であり、溶接継手番号が付番されておらず、個々の溶接継手の管理・識別が容易にできるとまではいえない状況であった。

このような状況下であったが、高浜発電所 2 号機 化学体積制御系弁本体の溶接継手は、I S I 計画に反映されており問題はなかった。

また、美浜発電所 2 号機および大飯発電所 1・2 号機 高圧注入系弁本体の溶接継手については I S I 計画策定時には、当時の適用規格上、試験要求はなく問題はなかった。

（2）I S I 計画変更時

a. 規格改訂時

規格改訂時の具体的な I S I 計画の対象箇所変更の手順は、基本的には（1）I S I 計画策定時と同じ手順であり、規格改訂内容に関連する部分の変更を実施していた。

（a）平成 13 年の JEAC4205-2000 の規格改訂においても、I S I 計画策定時と同様の手順で変更を実施していた。

従って、I S I 計画策定時と同様に対象となる配管、容器は、個々の溶接継手の管理・識別が容易にできる状況であったが、弁本体およびポンプ本体は、個々の溶接継手の管理・識別が容易にできるとまではいえない状況であった。

(b) 最終の確認手順である⑥ I S I 計画変更時において、③ I S I 配管アイソメ図作成・修正の手順で I S I 対象外（溶接継手がない）とした弁本体およびポンプ本体の溶接継手は、構造図等が確認エビデンスとして添付されておらず、溶接継手の有無ならびに確認もれの有無について再確認、照合ができないことが判明した。

このような状況下において、美浜発電所 2 号機および大飯発電所 1・2 号機 高圧安全注入系の当該弁は JEAC4205-2000 適用時において I S I 計画の管理対象に確実に反映されなかった。

なお、溶接検査対象である、高圧安全注入系配管の溶接継手については同様に JEAC4205-2000 適用時において、新たに管理対象となったが、溶接継手番号が付番されていたことから、個々の溶接継手の管理・識別が可能であった。また最終段階での再確認、照合も可能であったことから問題なく I S I 計画に反映されていた。

b. 設備改造時

設備改造時の具体的な I S I 対象箇所の変更・修正手順は、改造内容・範囲を把握の上、改造部分について（1） I S I 計画策定時の③～⑥を行っていた。

高浜発電所 2 号機 化学体積制御系弁については第 19 回定期検査（平成 13 年）において同種弁全 3 台（8350A・B・C）のうち 2 台（8350A・B）について弁を取替えた際、試験対象として「8350C」を残すべきところを、全 3 台とも溶接継手のない弁に変更したものと思い込み、試験対象から削除した。

また、弁取替等の設備変更管理については、平成 13 年当時より「設備変更管理」（社内標準）として運用されている。これは現場に設置している弁等の設備図面や関連図書を最新版管理することを目的に制定されているものであるが、社内標準上、I S I 計画は変更管理対象とは明示されておらず、I S I 担当者が主体となり弁等の設備担当者へ都度変更の有無等を確認していることが判明した。

c. 規格改訂時及び設備改造時に共通的な問題点

具体的な作業手順の確認において、規格改訂時及び設備変更時に共通的な問題点について検討を行った。

(a) I S I 計画に使用（照合）される配管・容器・弁本体・ポンプ本体の溶接継手の有無に関する情報については、配管・容器・弁本体は構造図等に溶接継手が記載され情報共有されていたが、ポンプの溶接継手については製造メーカーが保有している製作図のみに溶接継手が記載されていた。この溶接継手の情報については、メーカーとのコミュニケーションにより I S I 計画には反映されていたものの、十分な設計情報の共有がなされていないとまでは言えなかった。

(b) 当社原子力事業本部は必要に応じ、プラントメーカーとコミュニケーションを図った上で、規格改訂内容を確認し、発電所の I S I 所管箇所に対して、規格改訂内容の反映について業務決定文書で指示をしていた。しかし、指示内容は、規格改訂内容を伝達することが主たる目的となっており、I S I 計画見直しに関して、発電所に対しては具体的な見直し手順についての指示が十分されておらず、プラントメーカーに対しては使用する図書、記録等について具体的な指示が十分なされていなかったことが判明した。

また、設備改造時の I S I 計画見直しに関しても同様に、具体的な見直し手順は定められておらず、プラントメーカーに対しては、使用する図書、記録等について具体的な指示が十分なされていなかった。

(c) I S I 計画は、溶接継手の有無が記載された構造図等を基に変更を行っており、正しく管理されている構造図等を使用（照合）し、確実に I S I 計画を変更しているため、現場との不整合は生じないものと考えられる。

なお、最新規格である維持規格 2008 年版とほぼ同内容である JEAC4205-2000 が適用になってから、検査間隔は概ね一巡しつつあり、今までの検査実施において、検査箇所の現場確認は実施されていること、I S I 計画は、当該定期検査時まで現場確認により検査対象の反映漏れのみならず検査方法の妥当性も含めて確認されている。

しかしながら、I S I 計画変更の際、現場機器との照合を実施していれば、反映漏れを防ぐことができたと考えられることから、更なる充実を図る上では、I S I 計画変更時において現場機器との照合が重要であることが分かった。

4. 原因

原因究明結果から、今回 I S I 計画に未反映があったことについての原因は以下の通りと推定される。

- (1) I S I 計画見直し（規格改訂時および設備改造時）の際、弁等は溶接検査対象外であり、溶接継手番号が付番されていないことから、I S I 計画における溶接継手の管理・識別が容易ではなく、当該弁の構造図等の確認が不十分となった。
- (2) I S I 計画見直し（規格改訂時および設備改造時）の最終手順である I S I 計画の修正・確認時において、溶接継手の有無を確認する際、確認エビデンスである構造図等が添付されていなかったことから、継手の有無ならびに確認もれの有無について、十分な再確認、照合がされなかった。
- (3) I S I 計画見直し（設備改造時）の際、弁の設備担当者と I S I 担当者のコミュニケーションが十分ではなく、設備担当者から I S I 担当者に適切に設備情報が伝達されず、正しく I S I 計画の変更がなされなかった。

なお、設備情報が伝達されなかった背景には、当該弁本体は溶接検査対象外であったことから、溶接継手の有無を確認するという意識が希薄となったことも一因であった。

- (4) I S I 計画の見直し（規格改訂時および設備改造時）の際、ポンプ本体の溶接継手の有無にかかる情報に関して十分な情報共有がなされなかった。

- (5) I S I 計画の見直し（規格改訂時および設備改造時）に関して、具体的な見直し手順、プラントメーカーに対しては、使用する図書、記録等について具体的な指示が十分なされていなかった。
- (6) I S I 計画の見直し（規格改訂時および設備改造時）の際、反映漏れ防止の更なる充実を図る上では、現場機器との照合が重要であることが分かった。

5. 再発防止対策

本調査で判明した I S I の管理対象とすべき溶接継手については、今後の I S I 計画に反映するとともに、以下の再発防止対策を実施する。

- (1) I S I 計画見直し（規格改訂時および設備改造時）に係る具体的な手順において I S I 配管アイソメ図には配管だけでなく、弁等の溶接継手の有無を記録することを社内標準に規定する。
- (2) I S I 計画見直し（規格改訂時および設備改造時）の最終手順である I S I 計画の修正・確認時において、I S I 計画の妥当性確認エビデンスとして溶接継手の有無に関わらず溶接継手が記載される構造図等を添付することを社内標準に規定する。
- (3) I S I 計画は設備担当箇所からの口頭情報ではなく、I S I 担当箇所に変更図面等が書面で伝達されることにより、確実に変更される体制となるよう社内標準に規定する。
- (4) 改造工事の計画において、溶接継手等で I S I 対象となる機器（部位）が有る場合は、明示し、当社へ提出することを調達要求事項として追加する。
- (5) I S I 計画見直し時（規格改訂時および設備改造時）において、具体的な見直し手順、プラントメーカーに対しては、使用する図書、記録等について具体的な指示を行い、確実な I S I 計画が維持・管理できる体制となるよう社内標準に規定する。
- (6) I S I 計画見直し時（規格改訂時および設備改造時）は、変更箇所の最新図面と現場との整合確認を行うことを社内標準に規定する。

6. 「供用期間中検査の適切な実施について（指示）」の指示事項に対する評価

今回、同様事象が認められた当社を含む、他社との共通要因を踏まえ原子力安全・保安院から指示を受けた事項に関して当社の再発防止対策に対する確認を行った。

- (1) 「電気事業者と調達先である製造事業者との間で溶接箇所に係る設計情報を十分共有し、I S I の計画に確実に反映できる体制を構築すること。」

溶接箇所に係る設計情報の共有に関しては、配管、容器、弁本体については、構造図等により当社とメーカーにおいて十分な共有がなされていた。

一方、ポンプ本体については、当社とメーカーのコミュニケーションにより I S I 計画には反映されていたものの、溶接箇所に係る設計情報を十分共有しているとは言えなかった。

今回の再発防止対策では、改造工事の計画において、溶接継手等で I S I 対象となる機器

(部位)が有る場合は、明示し、当社へ提出することを調達要求事項として追加することとしていることから、溶接箇所に係る設計情報を十分に共有し、I S Iの計画に確実に反映させる体制が構築できるものとする。

- (2)「I S Iを規定する社団法人日本機械学会の維持規格の改訂が行われた場合には、その改訂内容を電気事業者内の関係部署において共有し、改訂内容がI S Iの計画に確実に反映させる体制を構築すること。」

I S Iを規定する規格の改訂の際には、規格改訂内容については当社内において共有していたが、具体的な反映方法を定めておらず、I S I計画に確実に反映させるための体制としては不十分であった。

今回の再発防止対策では、I S Iの計画変更の際には、具体的な見直し手順、プラントメーカーに対しては、使用する図書、記録等について具体的な指示を行うように社内標準に定めることから、規格の改訂が行われた場合には、その改訂内容を当社内の関係部署において共有し、改訂内容をI S Iの計画に確実に反映させる体制を構築できるものとする。

- (3)「I S Iの計画にある検査対象箇所と現場の設備における溶接箇所との不整合が生じないように確認体制を構築すること。」

I S I計画に関しては、正しく管理されている溶接継手の有無を記載した構造図等を使用(照合)し、確実に計画変更することにより、現場との不整合は生じることはないが、更なる充実を図る上では、I S I計画変更時において現場機器との照合が重要であると考えられる。

今回の再発防止対策では、(1)の当社とメーカーとの溶接箇所に係る設計情報の共有が確実に図られることおよび、更なる充実を図るためI S I計画変更時には、変更箇所の最新図面と現場との整合確認を行うことを社内標準に定めることから、I S Iの計画にある検査対象箇所と現場の設備における溶接箇所との不整合が生じないように確認体制が構築できるものとする。

以 上

<添付資料>

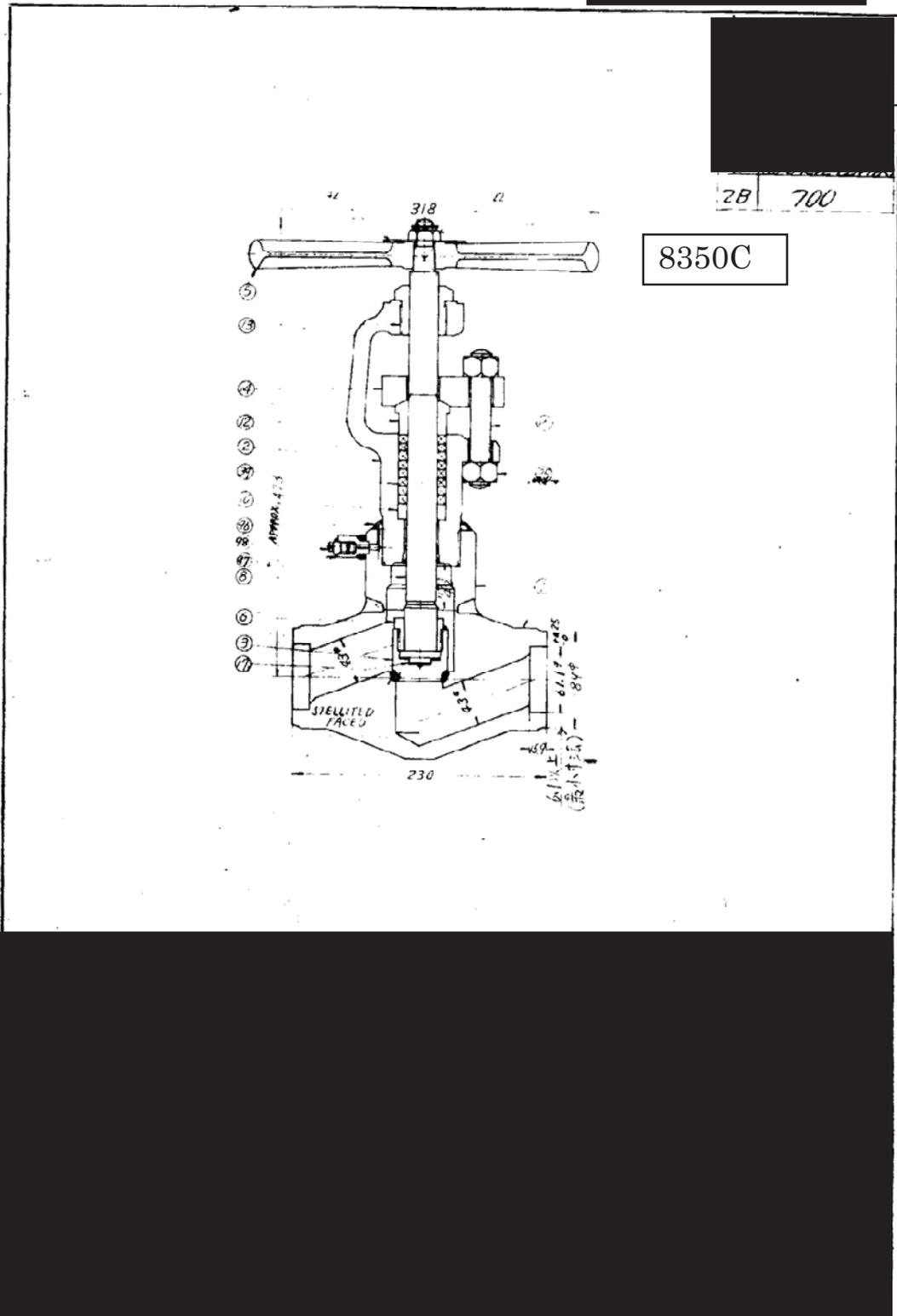
添付資料1：当該弁構造図・概略系統図

添付資料2：供用期間中検査計画作成、修正作業手順

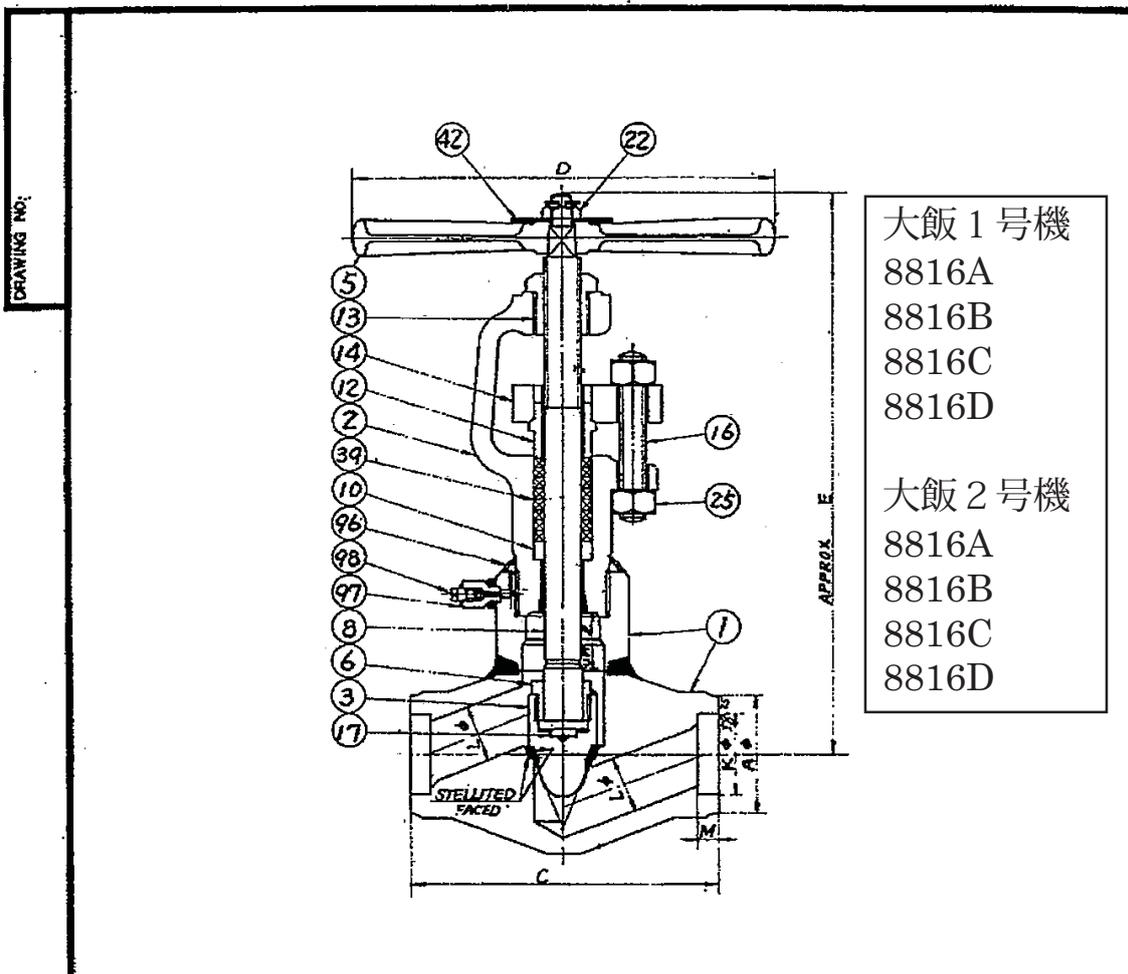
添付資料3：供用期間中検査計画の見直し方法の概要および今回の問題点について

添付資料4：設備変更管理の手順及び問題点について

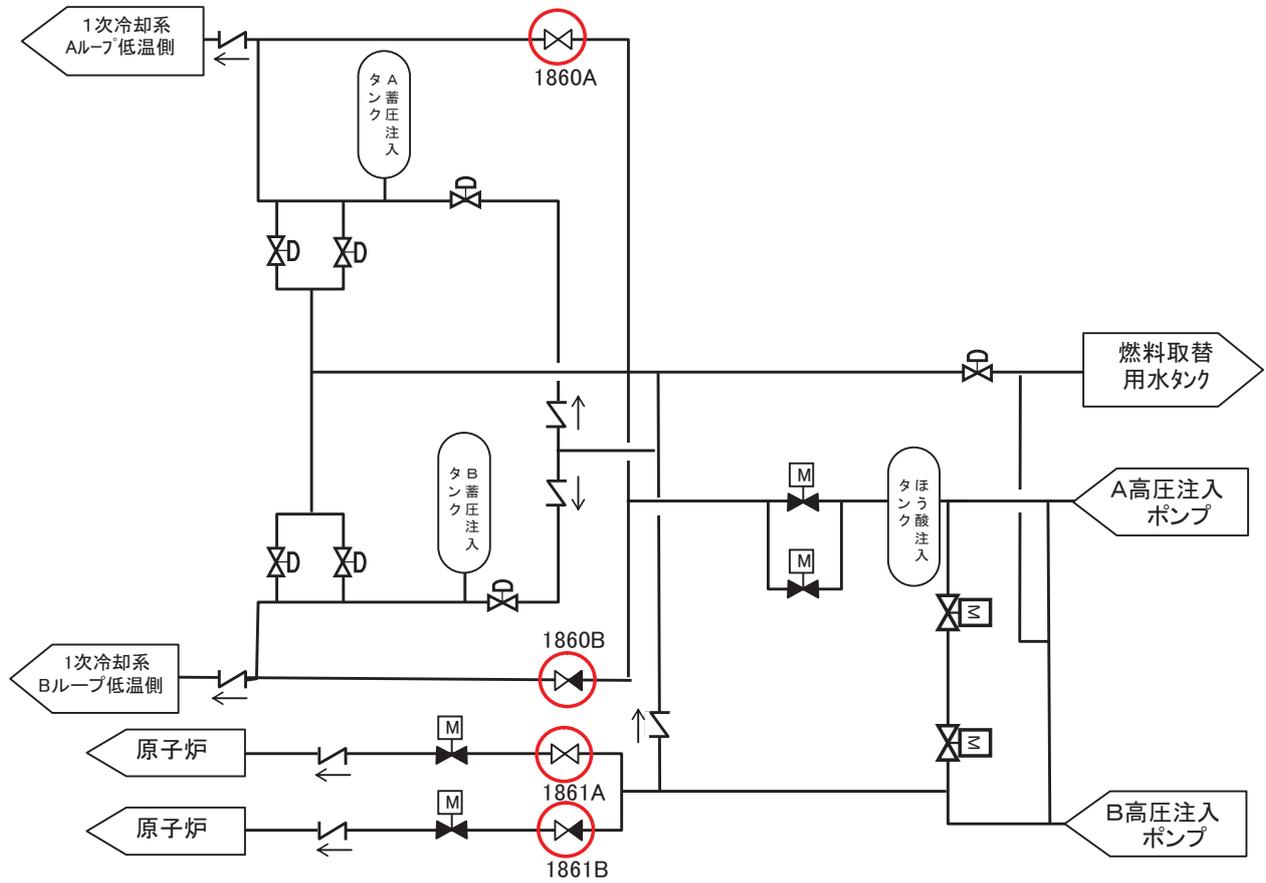
高浜2号機



大飯 1・2号機

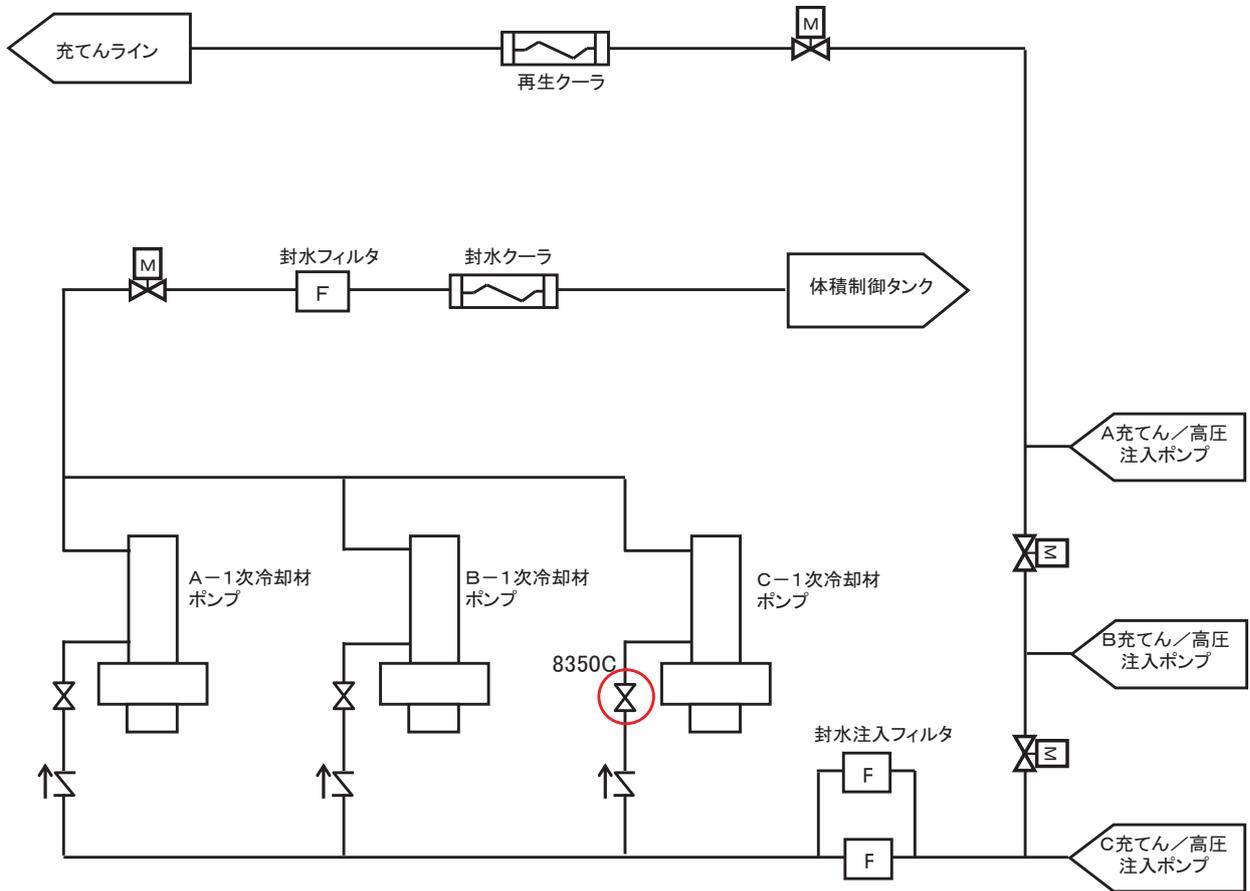


美浜2号機 高圧安全注入系統



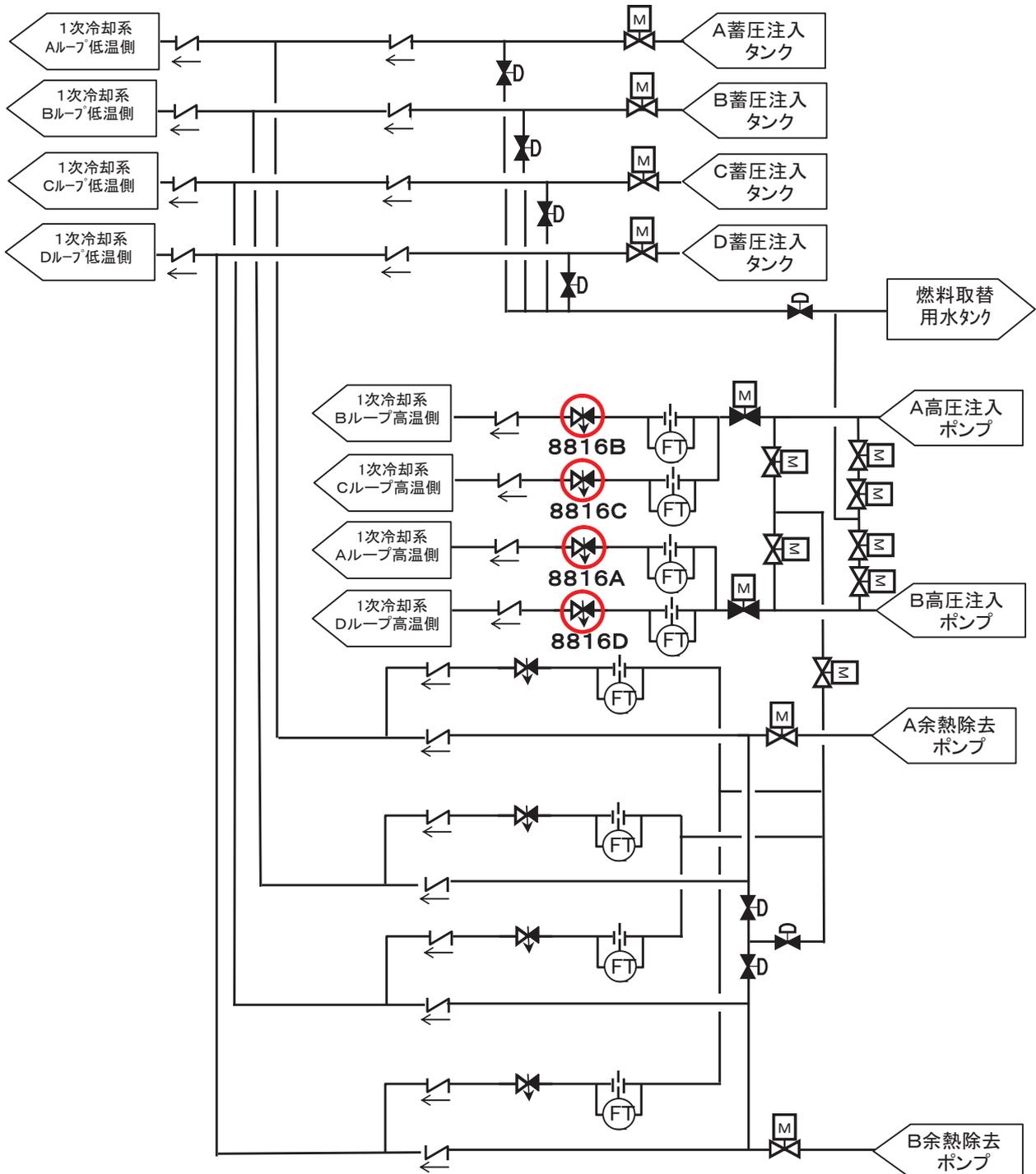
- 1860A: Aループ低温側高圧安全注入流量調整弁
- 1860B: Bループ低温側高圧安全注入流量調整弁
- 1861A: A原子炉容器高圧安全注入流量調整弁
- 1861B: B原子炉容器高圧安全注入流量調整弁

高浜2号機 化学体積制御系統



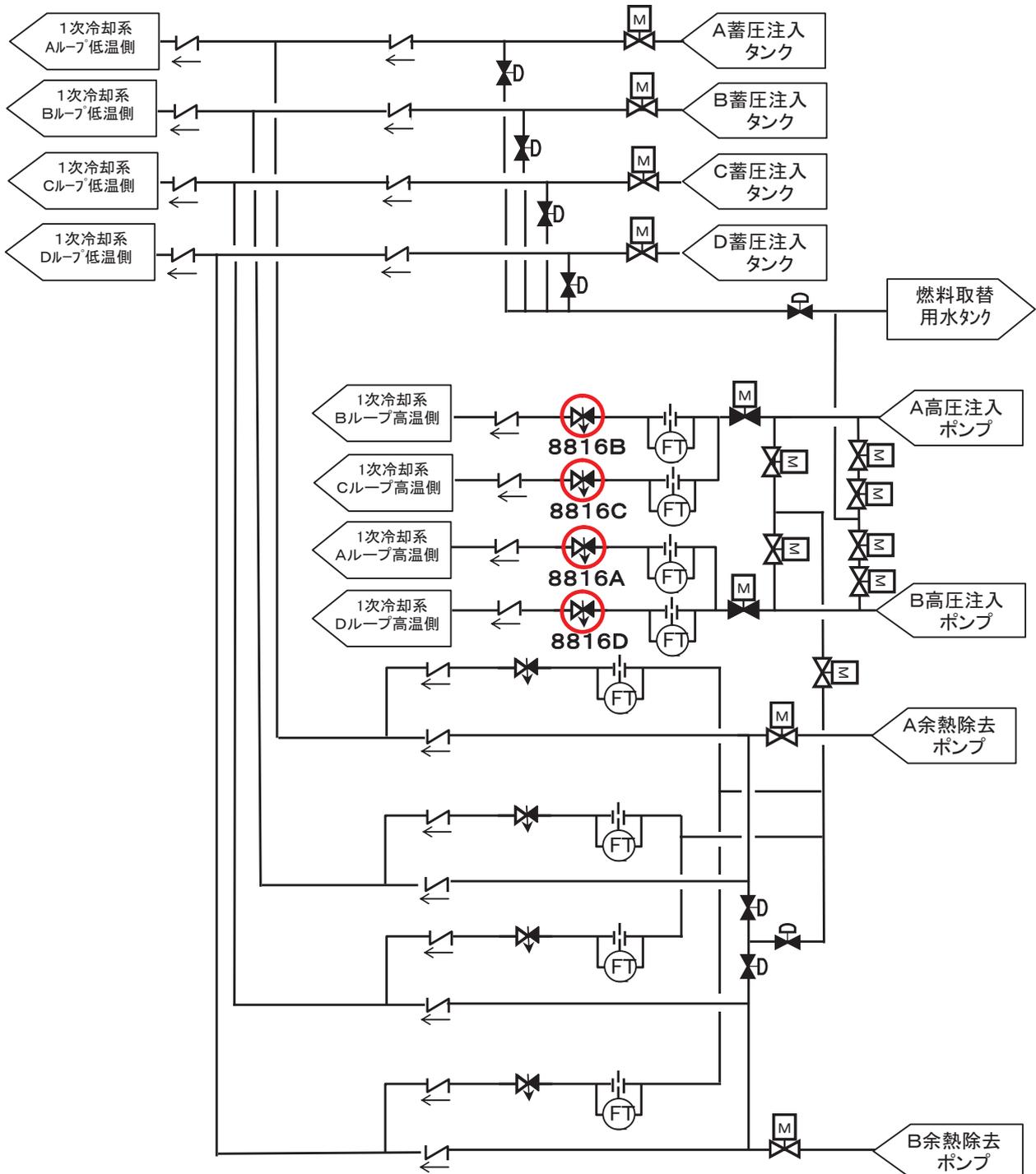
8350C: C-1次冷却材ポンプ封水注入入口弁

大飯1号機 高圧安全注入系統



- 8816A: Aループ高温側注入ライン絞り弁
- 8816B: Bループ高温側注入ライン絞り弁
- 8816C: Cループ高温側注入ライン絞り弁
- 8816D: Dループ高温側注入ライン絞り弁

大飯2号機 高圧安全注入系統

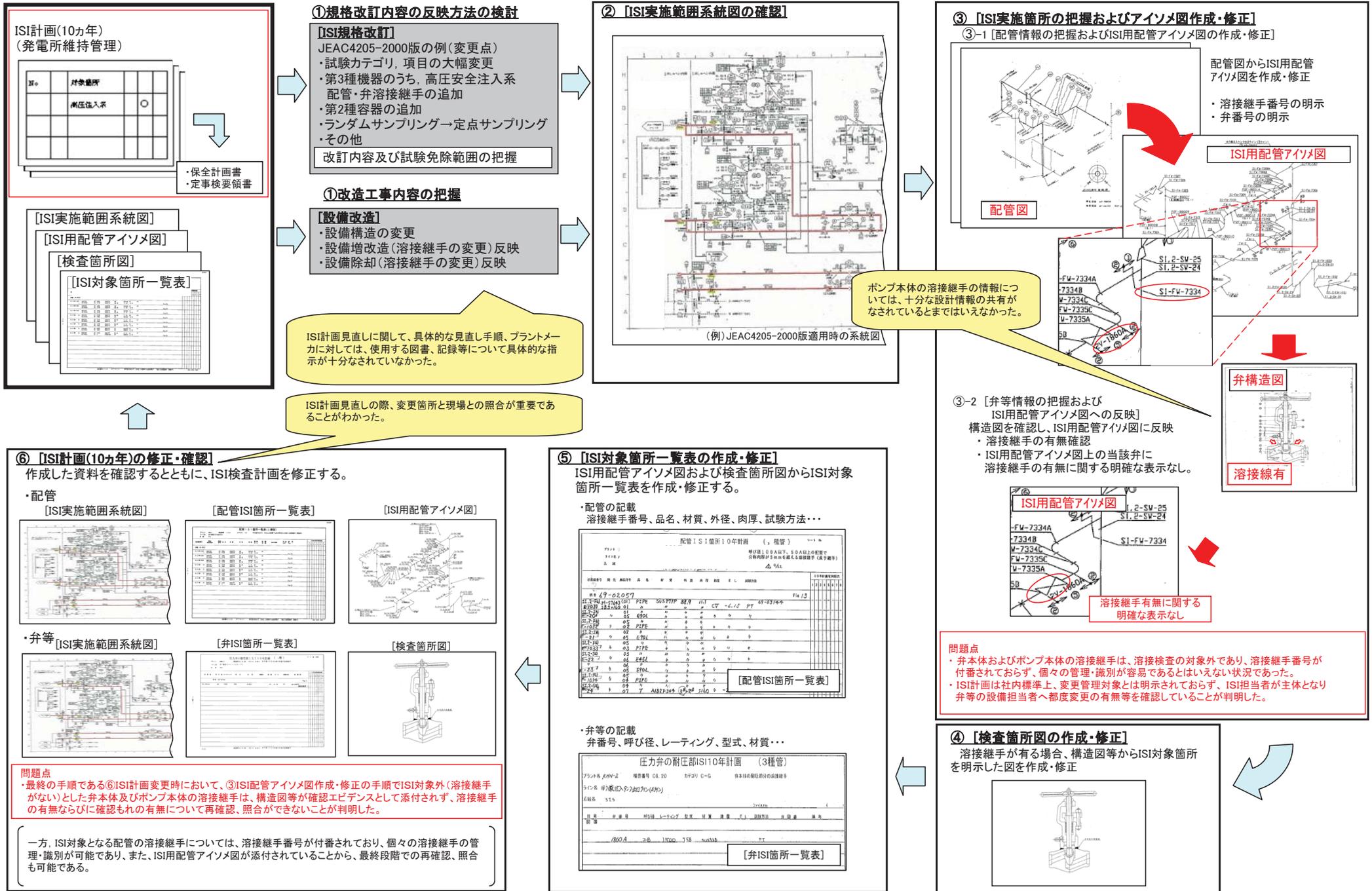


- 8816A: Aループ高温側注入ライン絞り弁
- 8816B: Bループ高温側注入ライン絞り弁
- 8816C: Cループ高温側注入ライン絞り弁
- 8816D: Dループ高温側注入ライン絞り弁

供用期間中検査計画作成(修正)作業手順



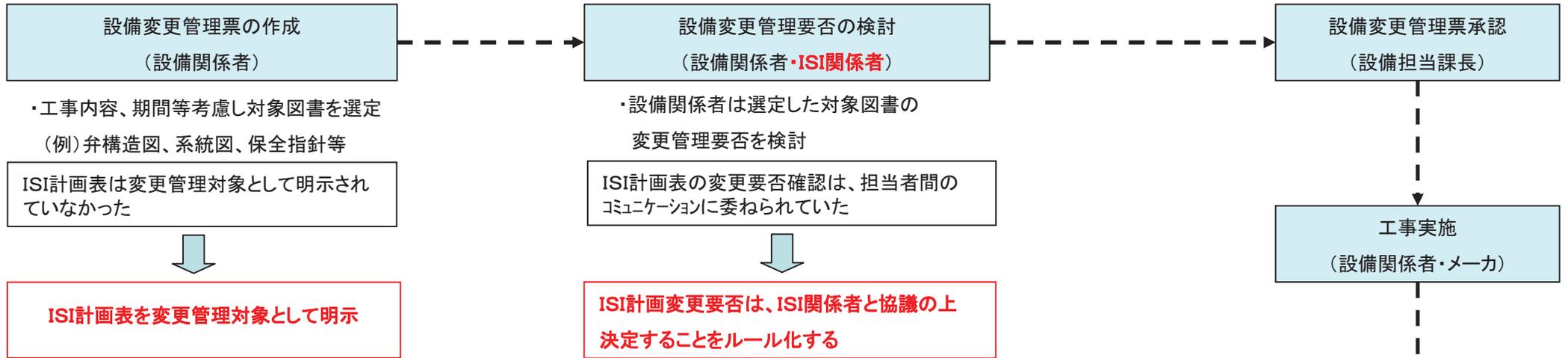
1次系機器供用期間中検査計画の見直し方法の概要および今回の問題点について



設備変更管理の手順における問題点と改善策について

従来の流れ - - - - - →
 改善後の流れ ————— →
 設備側業務
 ISI側業務

変更管理計画承認段階



変更管理実施段階

