

使用済燃料受入れ・貯蔵施設における BWR 燃料貯蔵プールの
プール水冷却系ポンプの停止について

1. 発生日時

平成15年12月6日(土) 19時43分頃

2. 事象概要

平成15年12月6日 19時43分頃、使用済燃料受入れ・貯蔵施設において、「燃料貯蔵プール(BWR/PWR用) 出口配管 A 水位低」警報が発報し、BWR 燃料貯蔵プールを冷却していた「プール水冷却系ポンプ A」が停止した。

その後、BWR/PWR 燃料貯蔵プールの水位に異常のないことを確認し、21時58分頃に当該ポンプを再起動し、復旧した。

なお、本事象に伴う放射性物質による環境への影響はなかった。

3. 事象発生経緯(添付資料 - 1、2、3 参照)

事象発生時、使用済燃料受入れ・貯蔵施設は、燃料貯蔵プール等の補修工事のため、通常運転と異なる状態で運用していた。具体的には以下のとおり。

(1) プール、水路等

BWR 燃料貯蔵プール(以下「BWR プール」という。)及び BWR/PWR 燃料貯蔵プール(以下「共用プール」という。)を燃料貯蔵に使用し、他のプール、水路及びピットについては補修作業を行っていた。

(2) プール水の循環運転

- ・ BWR プールについては、BWR プール出口配管 A 及びプール水冷却系ポンプ A (以下、「ポンプ A」という。)を使用してプール水の循環を行っていた。
- ・ また、共用プールについては、共用プール出口配管 B 及びプール水冷却系ポンプ B (以下、「ポンプ B」という。)を使用してプール水の循環を行っていた。
- ・ プール水冷却系ポンプ C (以下、「ポンプ C」という。)は、ポンプ A 又はポンプ B の予備機として待機状態としていた。
- ・ なお、BWR プール出口配管 B 及び共用プール出口配管 A については弁を閉めて、隔離状態としていた。

(3) ポンプ保護回路

- ・ プール出口配管内の水位が低下した際にポンプを保護するため、ポンプ A は BWR プール出口配管 A 又は共用プール出口配管 A のいずれか一方の水位低信号により、自動停止する回路としていた。
- ・ また、ポンプ B は BWR プール出口配管 B、共用プール出口配管 B のいずれか一方の水位低信号により、自動停止する回路としていた。

この運転状態において、プール水の循環に使用していない共用プール出口配管 A の水位低信号が発信したことにより、運転中のポンプ A が停止した。

なお、事象発生前後の時間帯には、ポンプ A の自動停止に直接関連するような作業は行っておらず、またプールの水位、水温に有意な変動はなかった。

4 . 原因調査

(1) 要因分析 (添付資料 - 4 参照)

プール水位に変動がなかったにもかかわらず、「燃料貯蔵プール (BWR/PWR 用) 出口配管 A 水位低」警報が発報し、ポンプ A が停止した原因について、要因分析に基づき調査を行った。

その結果、水位検出器が動作するような作業は行っておらず、また、水位検出器自体や関連機器にも異常がなかったことから、水位検出器配管内に空気が混入したため、水位検出器が動作した可能性のあることがわかった。

(2) プール水出口配管内の水位の確認 (添付資料 - 5 参照)

共用プール出口配管 A 内の空気滞留の有無を調査するため、超音波を使用した調査を行ったところ、配管内に空気が滞留し、水位が「水位低警報設定値」近傍まで低下していることを確認した。

平成 15 年 3 月にプール等の点検・補修工事に伴い、共用プール出口配管 A の隔離弁を閉止した際には、共用プール出口配管 A 及び水位検出器配管内は満水状態であったと考えられることから、滞留していた空気はそれ以降に混入したものと考えられる。

また、同様にプールとの隔離弁を閉じている PWR プール出口配管 A、B 及び BWR プール出口配管 B についても調査を行った結果、PWR プール出口配管 A 内にも空気が混入していることを確認した。

(3) 配管内への空気混入の可能性に関する調査 (添付資料 - 6、7、8 参照)

BWR プールでは、10 月よりダイバーによるライニングプレートの補修工事のための補修用ダクトの設置作業を行っており、ダイバー作業中には作業場所で気泡が水面に出ていることが確認されていた。さらに、プール水冷却系戻り配管出口周辺においても、時折、気泡が出ていることが多数の作業員によって確認されていた。

このため、12月20日に行ったダイバーによる補修用ダクトの解体作業時において、ダイバーの吐き出す空気の動きについて水中カメラを用いて調査を行った結果、ダイバーの吐き出す空気がプール水冷却系吸い込み口よりBWR プール出口配管 A に吸い込まれることを確認した。

以上のことから、BWR プールにおいてダイバーの吐き出す空気が BWR プール出口配管 A に吸い込まれ、プール水冷却系 A 系統の配管内を循環する際に共用プール出口配管 A の下部へ混入し、同配管内を上昇して、上部に空気層を作ったものと推定される。

(空気混入のメカニズムについては添付資料 - 7、8 参照)

5. 推定原因 (添付資料 - 8 参照)

共用プール出口配管 A の水位検出器が動作した原因は、BWR プール内で作業していたダイバーの吐き出す空気を含んだプール水が、プール水冷却系 A 系統配管内を流れ、その一部が共用プール出口配管 A の下部に混入し、配管上部に空気が徐々に溜まったため、共用プール出口配管 A 内の水位が低下したことによるものと判断した。

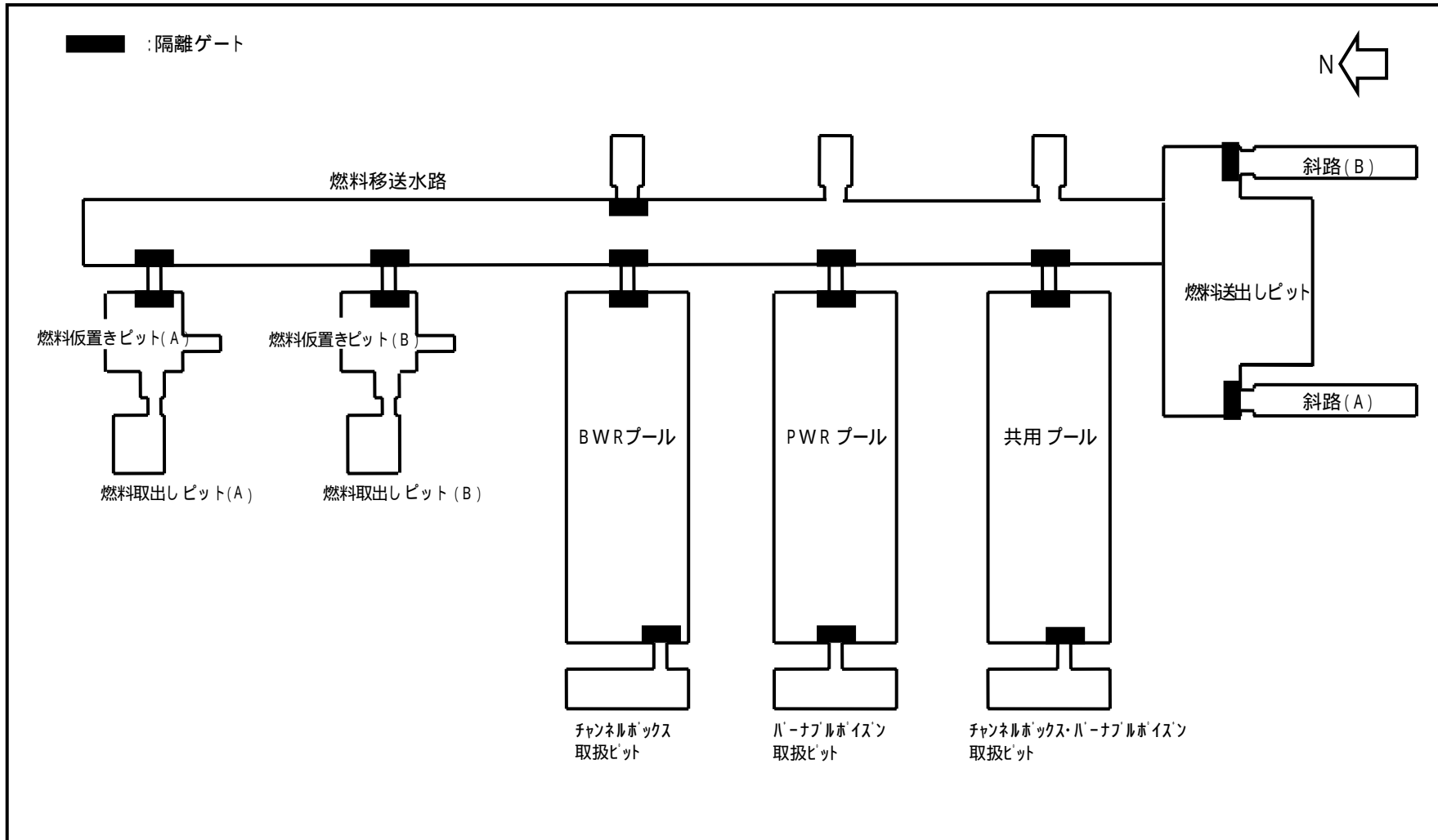
ポンプ A は、BWR プール出口配管 A 又は共用プール出口配管 A のいずれか一方の水位低信号で自動停止する回路としていたことから、プール水の循環に使用していない共用プール出口配管 A の水位検出器が動作したことにより自動停止に至ったものである。

6. 対策 (添付資料 - 9 参照)

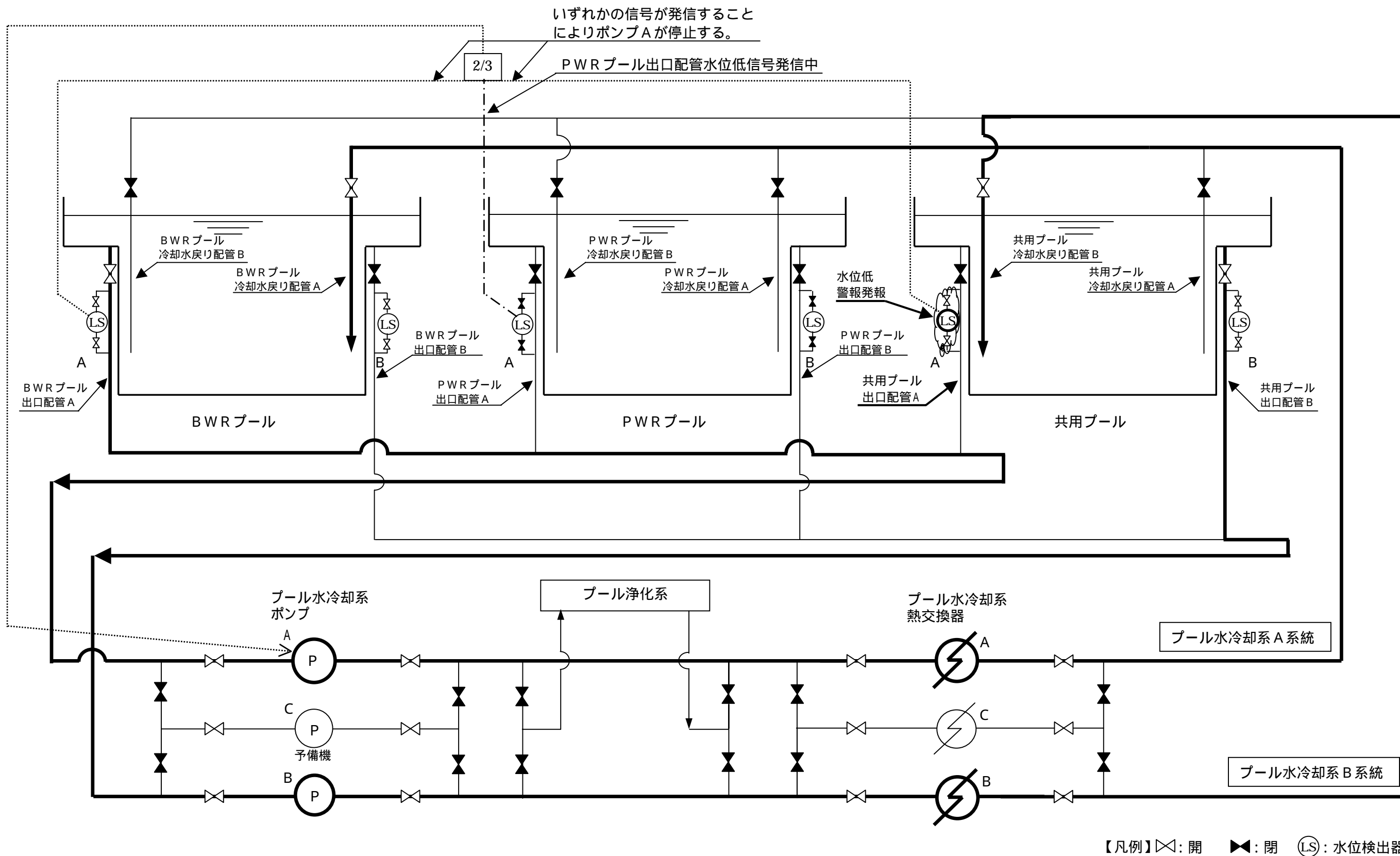
上記の原因を踏まえ、プール等の補修作業が終了し、通常状態に復旧するまでの間は、実際にプール水を循環している出口配管の水位検出器の信号のみをポンプ停止用として用いることとし、プール水が循環していない出口配管の水位検出器の信号は使用しないポンプ保護回路に変更した。

なお、ポンプ保護のためにはプール水冷却系ポンプは水位低信号のほか、吸込圧力低下信号により、自動停止する保護回路も有している。

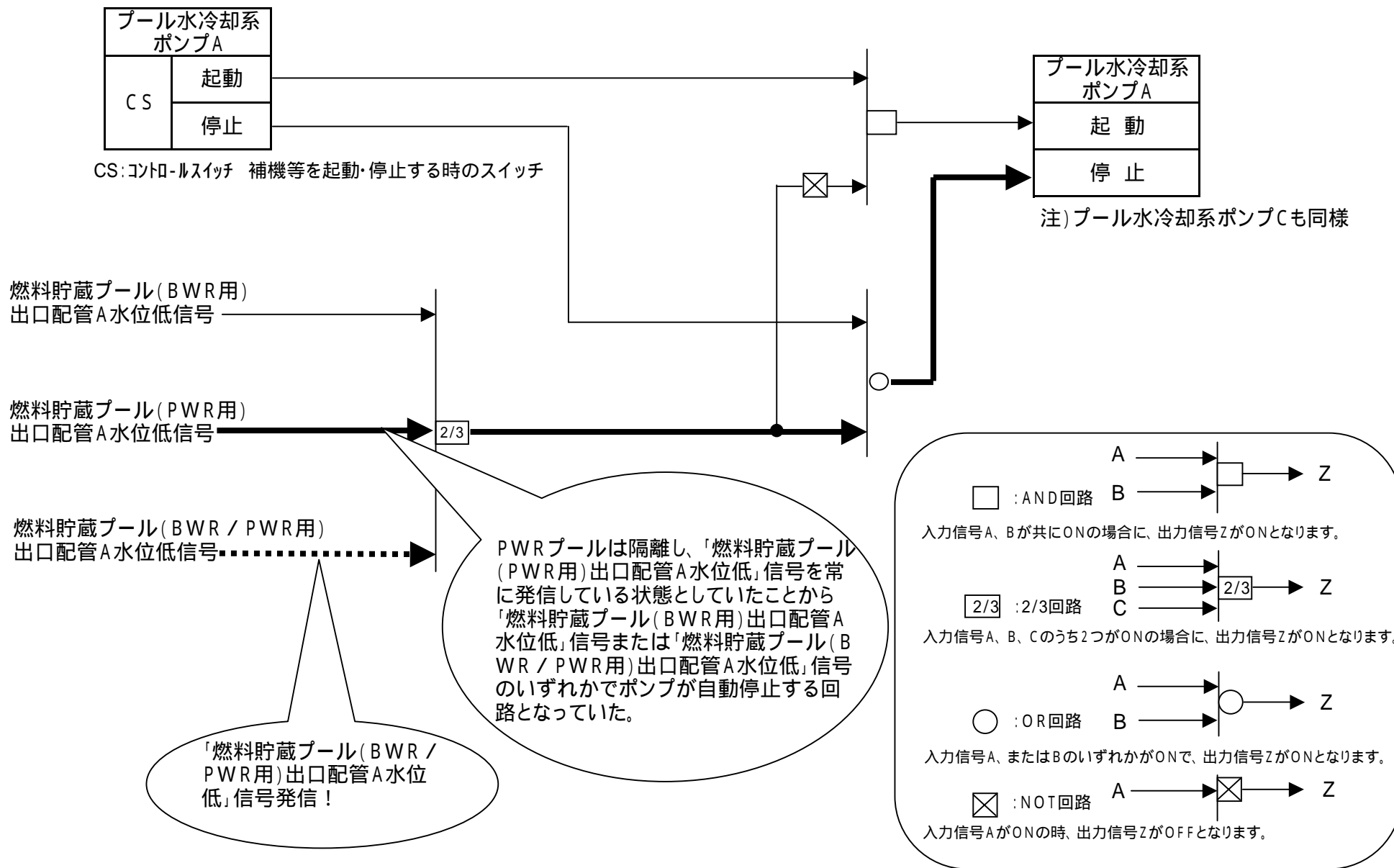
以上



燃料貯蔵プール隔離状況図



プール水冷却系 運転状態概要



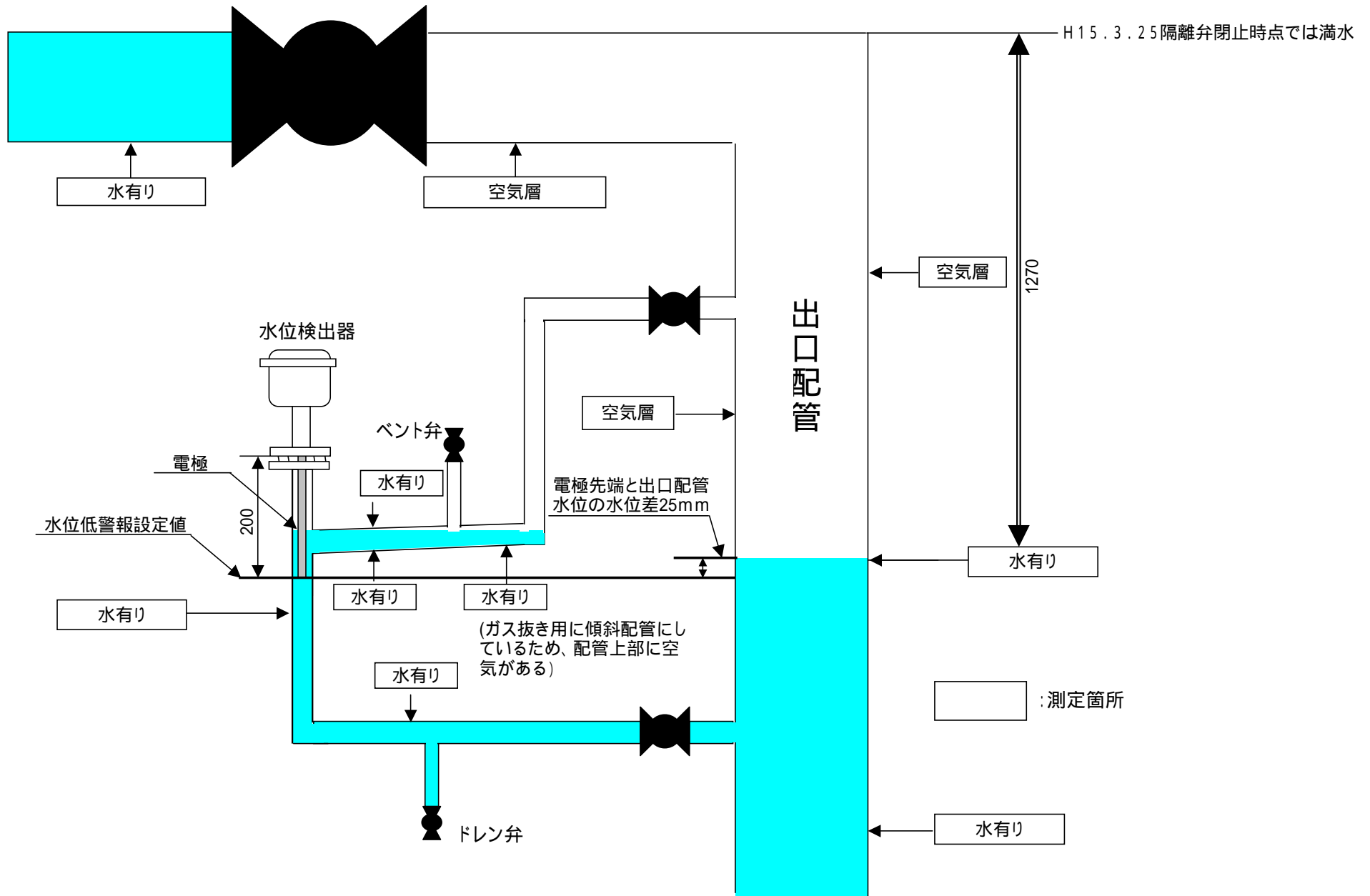
プール水冷却系ポンプAの停止に係る回路図

要因分析図

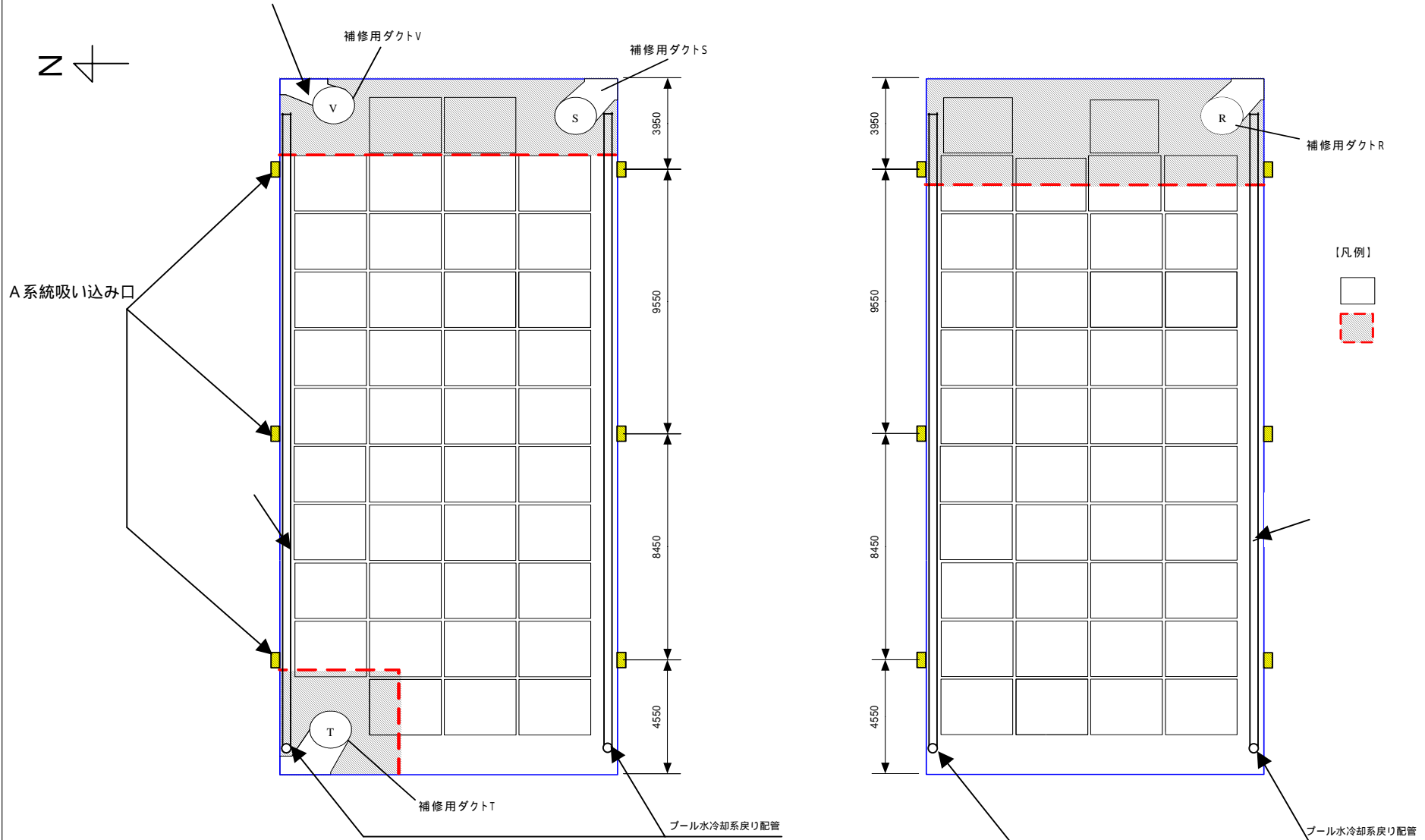


凡例 :可能性あり
 × :可能性なし

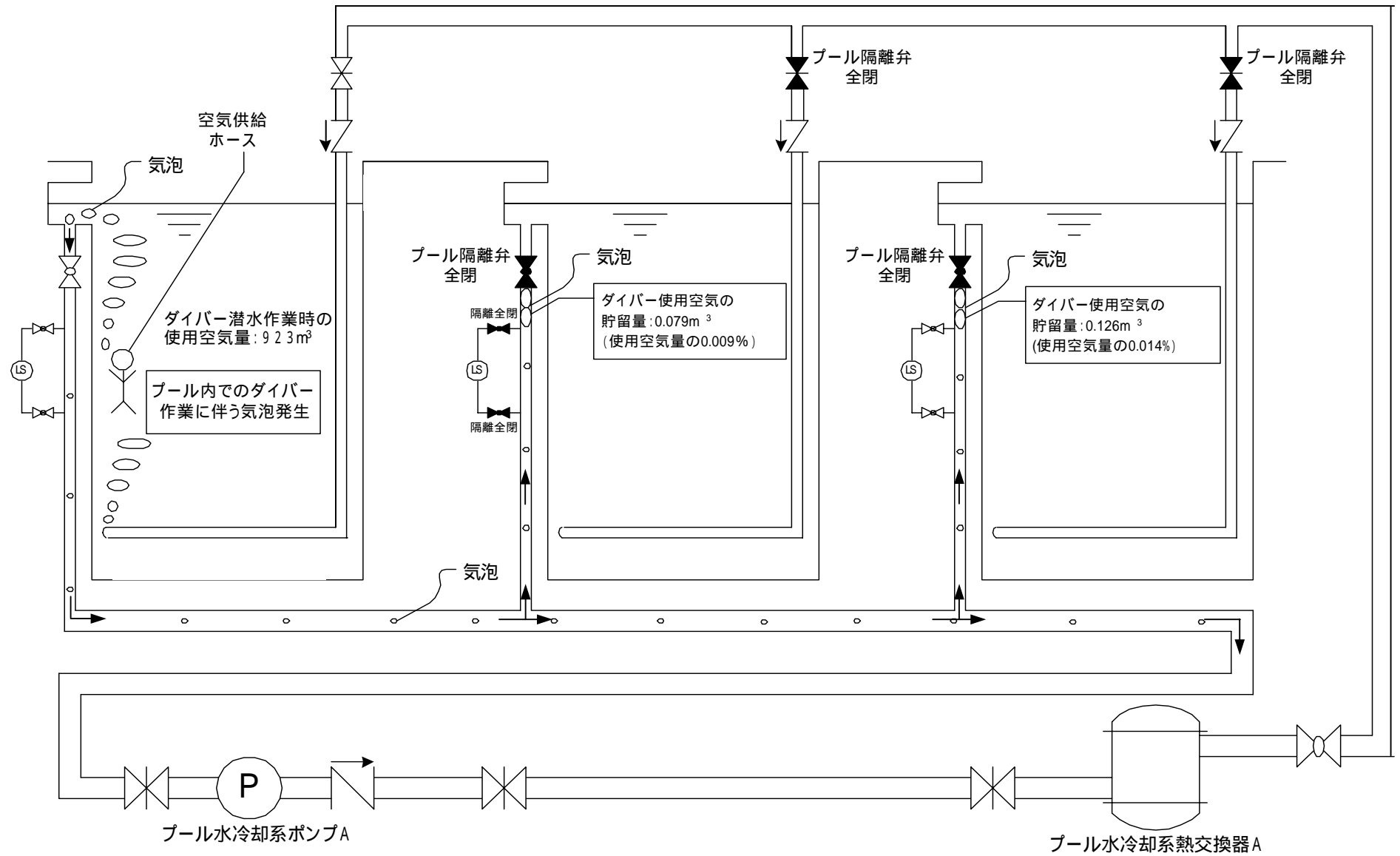
超音波調査結果(共用プール出口配管A水位)



当日のダイバー作業実施箇所（BWR燃料貯蔵プール北東コーナ）



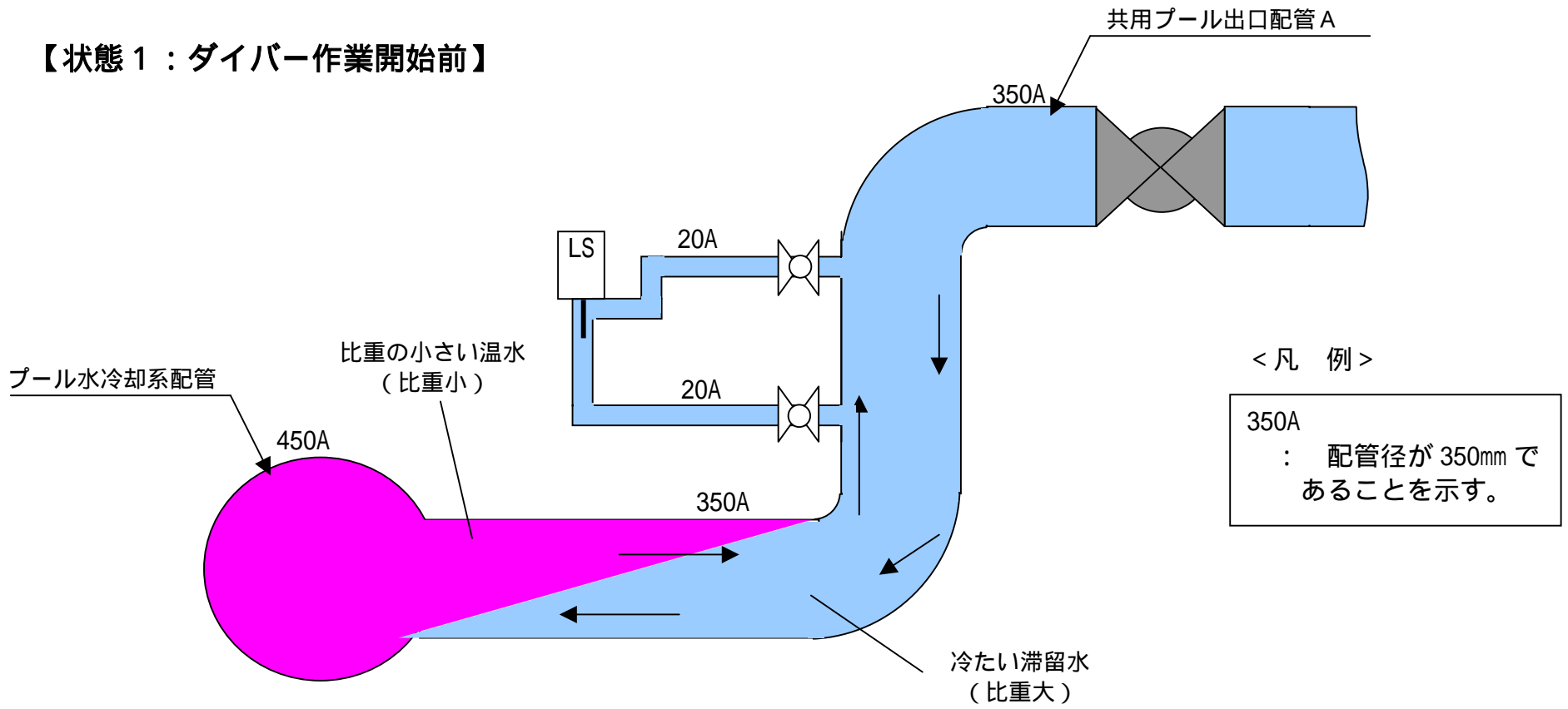
ダイバー作業エリアと吸い込み口位置関係



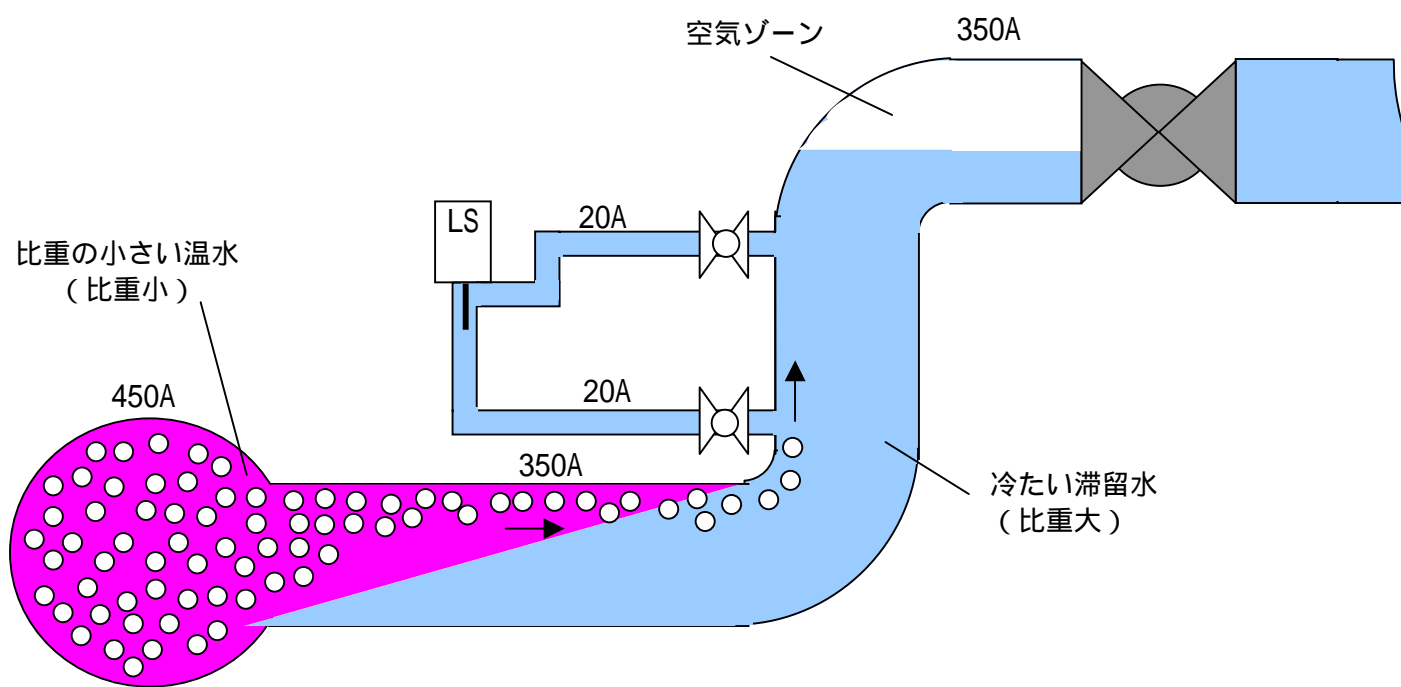
空気混入原因推定図

空気混入メカニズム図

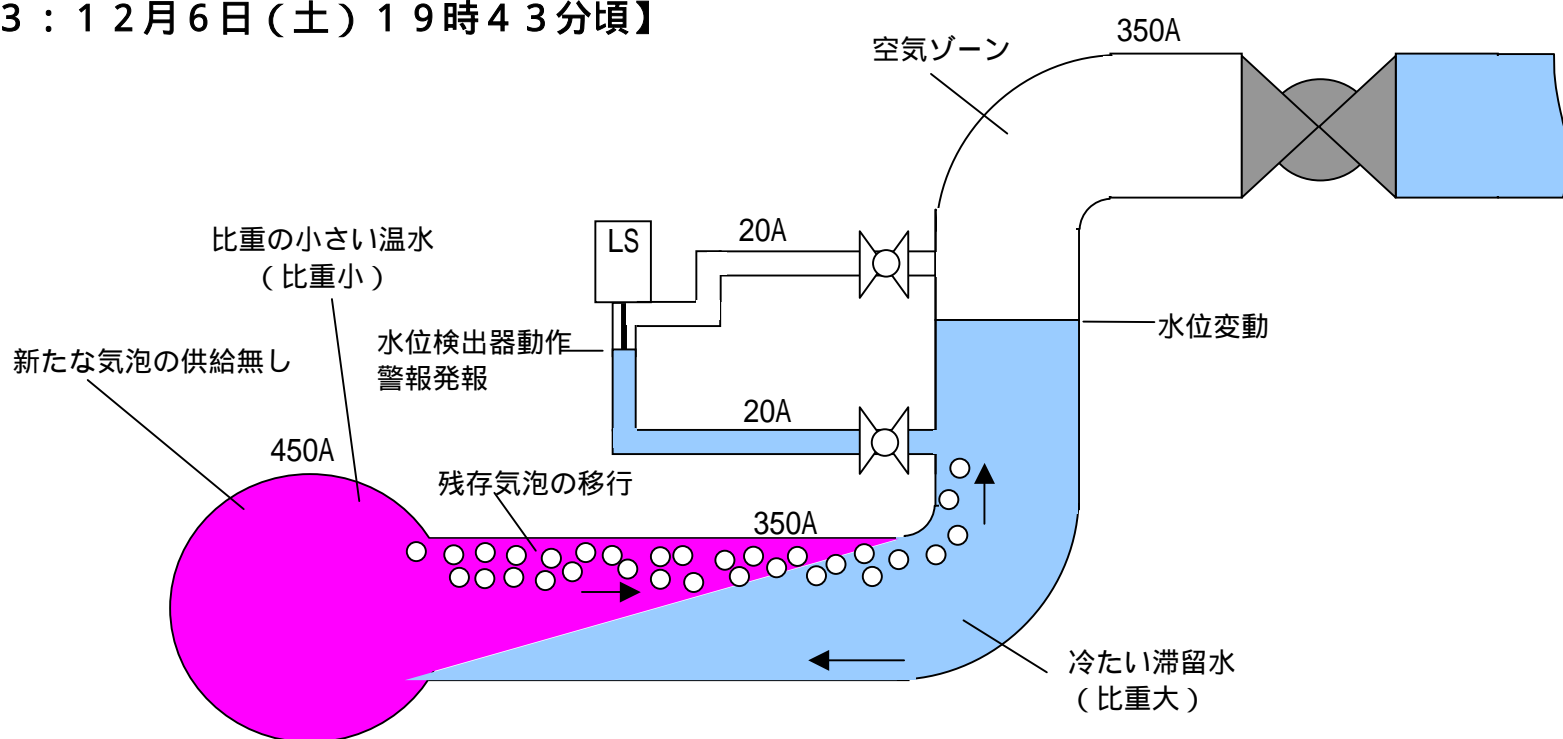
【状態1：ダイバー作業開始前】

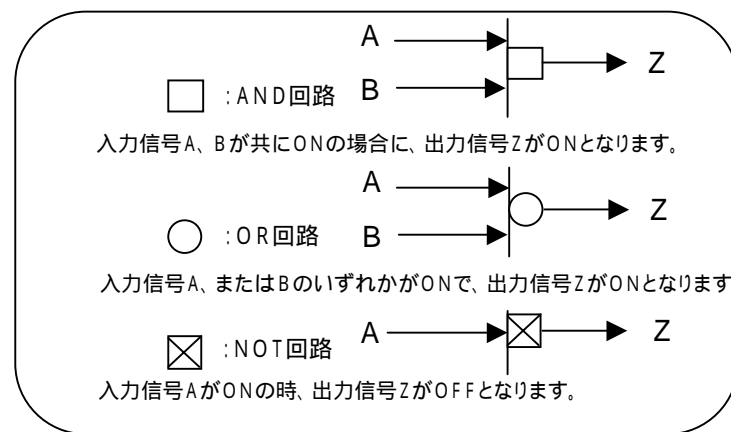
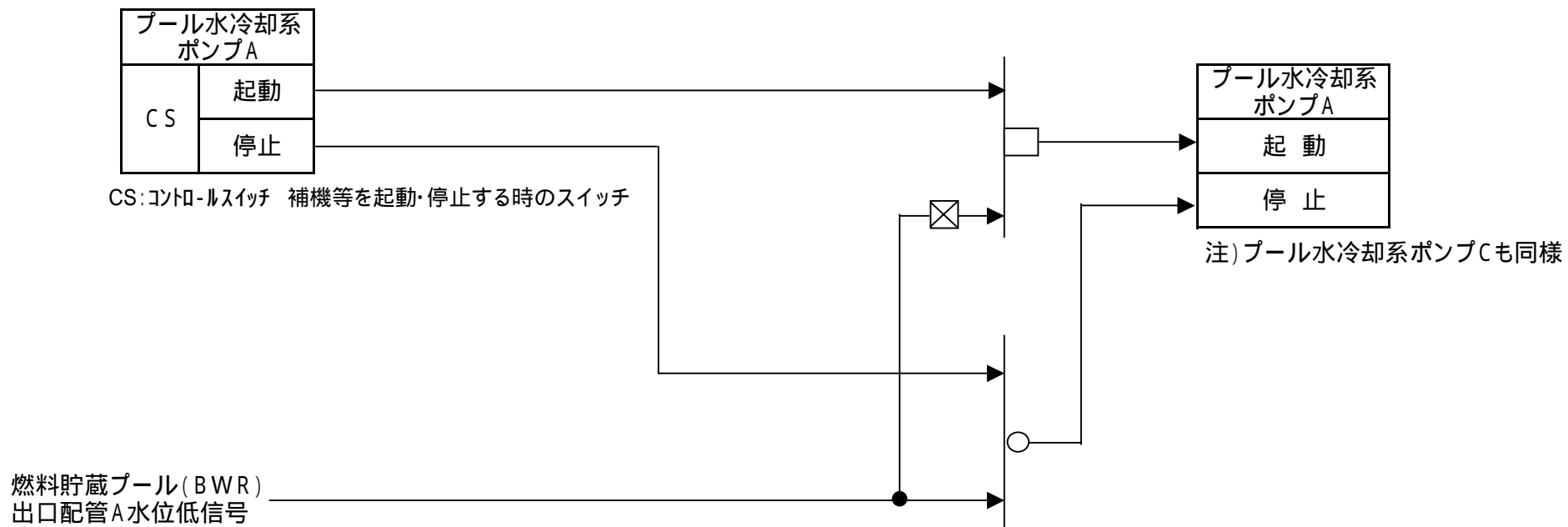


【状態2：ダイバー作業により母管に気泡混入】



【状態3：12月6日(土)19時43分頃】





プール水冷却系ポンプAの停止に係る回路図(変更後)