

[原因と対策の報告の公表文（様式2）]

伊方発電所から通報連絡のあった異常に係る原因と対策の報告について（平成14年2月分他）

14. 4. 10
環境政策課
(内線2443)

1 四国電力(株)から、伊方発電所で平成14年2月に発生した設備異常3件及び平成13年12月26日に発生した復水流量計測用配管元弁からの漏えいについて、原因と対策の報告がありましたので、お知らせします。

なお、2月に発生した高圧タービンエンドウォール加熱蒸気圧力の低下、主給水制御弁の制御装置の故障、脱気器水面計配管からの漏えいについては、原因調査中等のため、原因と対策の報告があった段階で公表します。

[報告書の概要]

県の公表区分	異常事項	発生年月日	推定原因等	対策
C	復水流量計測用配管元弁からの漏えい (1号機)	13.12.26	当該部が海岸近くの屋外に設置されていること、破面観察結果、運転中に塩化物応力腐食割れ発生温度である50℃を超えること等から、海塩粒子の混入による塩化物応力腐食割れと推定される。	○当該部及び前後の弁・配管の取替え、外表面の塗装を実施し復旧する。 ○屋外のステンレス製弁・配管のうち、50℃を超えるもの全てについて、今定期検査中に点検を行うとともに、純水拭きのうえ塗装を実施する。 ○1号機脱気器周りに今年度中を目途に囲いを設置する。
C	給水ポンプのミニマムフロー弁駆動用空気配管からの空気漏えい (2号機)	14. 2. 4	ミニマムフロー弁駆動部の振動が当該空気配管に伝播し、残留応力の大きい配管継ぎ手の拡管部を起点に疲労破壊したものと推定される。	○当該空気配管を新品に取替え、復旧済。 ○次回定期検査において、配管取付位置を振動の影響の少ない場所へ変更するとともに、空気作動弁の配管継ぎ手を拡管部の無い型式に取替える。
C	低圧給水加熱器伝熱管の損傷 (1号機)	14. 2.14	製造工程での伝熱管挿入作業において、伝熱管外面に打痕（へこみ）が生じ、そこを起点に応力腐食割れが発生したものと推定される。	○漏えいのあった伝熱管1本の施栓を実施済。 ○伝熱管全数の渦流探傷検査の結果、施栓基準を超えた伝熱管9本について予防施栓を実施。

C	エタノールアミン排水処理装置の自動停止(1,2,3号機共用)	14. 2.22	電解槽の電極板めっき層の厚さが運転に伴い減少したため、電圧が徐々に上昇し、自動停止電圧に達したものと推定される。	○電圧高信号が発信したA系電解槽の全ての電極板を取替え、復旧済。 ○電極板の取替について、従来の累積運転時間による管理に加え、電圧値による管理を行うこととし、巡視点検チェックシートに追加する。
---	--------------------------------	----------	--	---

2 県としては、伊方発電所に職員を派遣し、当該部の復旧状況の確認など、四国電力の対策が確実に実施されていることを確認しています。

原運発 第2933号
平成14年4月9日

愛媛県知事
加戸守行 殿

四国電力株式会社
取締役社長 大西 淳

伊方発電所第2号機主給水ポンプ2Aミニマムフロー弁駆動用空気配管からの漏えい他3件にかかる報告書の提出について

平成14年2月4日に発生しました伊方発電所第2号機主給水ポンプ2Aミニマムフロー弁駆動用空気配管からの漏えい他2件及び昨年12月26日に発生しました伊方発電所第1号機復水流量計測用配管元弁溶接部近傍からの漏えいにつきまして、その後の調査結果がまとまりましたので、安全協定第10条第4項及び第11条第2項に基づき別添のとおり報告いたします。

今後とも伊方発電所の安全・安定運転に取り組んでまいりますので、ご指導賜りますようお願い申し上げます。

なお、伊方発電所第2号機高圧タービンエンドウォール加熱蒸気圧力制御弁の不具合(平成14年2月11日発生)及び伊方発電所第3号機原子炉制御系計器ラックの不具合(平成14年2月13日発生)につきましては、現在、原因調査等を行っており、また、伊方発電所第2号機脱気器水面計配管からの漏えい(平成14年2月14日発生)につきましては、2号機第16回定期検査において原因調査等を行うこととしており、結果がまとまりましたら報告いたします。

以 上

伊方発電所第1号機

第2 低圧給水加熱器B号機伝熱管の不具合について

平成14年4月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第1号機 第2低圧給水加熱器B号機伝熱管の不具合について

2. 事象発生の日時

平成14年 2月14日（発見）

3. 事象発生の電気工作物

蒸気タービン設備 第2低圧給水加熱器

4. 事象発生時の運転状況

1号機第20回定期検査中

（平成14年2月8日開始）

5. 事象発生の概要

伊方発電所第1号機は、平成14年2月8日より第20回定期検査を実施中であり、2月8日プラント停止時に復水系統の水圧による漏れ確認を実施したところ、第2低圧給水加熱器B号機の胴側のブロー量が他の低圧給水加熱器（第1低圧給水加熱器A,B号機、第2低圧給水加熱器A号機、第3低圧給水加熱器A,B号機）に比べて若干多かったことから、伝熱管漏えいの疑いがあることが認められた。

そこで、2月13日、14日、第2低圧給水加熱器B号機伝熱管全数の真空リークテストを実施したところ、伝熱管1本に漏えいが認められたため、真空発泡テスト、渦流探傷検査（ECT）等の詳細点検による調査を行うこととした。

当該設備には放射能は含まれないため、本事象による周辺環境への放射能の影響はなかった。

[\(添付資料-1、2、3、4、5、6\)](#)

6. 事象の時系列

平成14年2月8日

0時20分	伊方1号機解列
18時00分頃	復水系統の水圧による漏えい確認開始
21時00分頃	第2低圧給水加熱器B号機の胴側のブロー量が若干多いことを確認
平成14年2月9日	系統隔離、水抜き
平成14年2月10日～12日	マンホール開放、内部清掃等
平成14年2月13日～14日	伝熱管全数の真空リークテスト（1本に漏えいを確認）
平成14年2月15日	真空発泡テスト
平成14年2月16日～	渦流探傷検査（ECT）、胴側水張りテスト、内面調査等

7. 第2低圧給水加熱器B号機伝熱管の調査結果

真空リークテストで漏えいが認められた伝熱管1本（29列4番）について、以下の調査を実施した。

（1）伝熱管渦流探傷検査（ECT）

直管部及びU字管部のECTを実施した。

29列4番の伝熱管のU字管部の下部（入口側）に、約0.9Vの外面のへこみ信号指示が検出された。

（2）胴側水張りテストによる漏えい位置の調査

胴側に水を張り、CCDカメラを伝熱管に挿入し、漏えい位置を調査した。

29列4番の伝熱管は、伝熱管のU字管部の下部（入口側）の約45度の方向から水が出ていることを確認した。

[（添付資料-7）](#)

（3）伝熱管内面の調査

CCDカメラにより漏えい箇所の状況を調査した。

29列4番の伝熱管は、胴側の水張り時に水が出た位置の背側に約0.5mm×約0.2mmの傷が認められた。

この傷は、前回定検で確認された漏えい管の傷（約4mm×約1mm）と比較して、更に小さい極めて微少なものであった。

[（添付資料-7）](#)

（4）過去のECT結果の調査

前回（第19回）定検にて、今回と同様な伝熱管の漏えいが認められたことから、直管部及びU字管部のECTを実施しており、その結果について調査を実施した。

29列4番の伝熱管は、U字管部の下部（入口側）に約0.8Vの外面のへこみ信号指示が検出されていたが、前回定検で見直した施栓基準*の1

V未満であったため、施栓は実施していなかった。

* 施栓基準については、U字管部のECT検査を開始した当時（昭和59年）、へこみ信号指示に係る検出限界が約0.5mm（信号指示3V）であったことから、これを施栓基準として採用し適用してきたが、前回定検で信号指示3V未満であったものにも漏えい管が確認された。

当該漏えいは、発電所の運転には全く影響を与えないものであったが、検出精度の向上等を勘案して、施栓基準をへこみ深さ約0.3mm（信号指示1V）に見直した。

なお、清浄な伝熱管であれば0.4～0.5V程度の指示まで検出可能であるが、給水加熱器伝熱管内面には微少なスケール付着が見られ、その影響等によりノイズが発生することから、安定して検出可能である約1Vの信号指示を施栓基準としている。

前回定期検査で、へこみ信号が1V以上で施栓した伝熱管は15本、施栓基準以下の0.8V、0.9Vのものが10本あったが、いずれも20年以上の運転においても漏えいに至っておらず、今回の1本がわずかに漏えいしたものである。

従って、1V未満のへこみ信号で漏えいが発生する可能性は低い。

（5）その他の伝熱管等

第2低圧給水加熱器B号機の胴側水張りテスト及び真空発泡テストを実施した結果、伝熱管・管板及び伝熱管拡管部からの漏えいは、上記の1本（29列4番）以外には認められなかった。

以上のことから、29列4番の伝熱管については、U字管部の貫通穴から漏えいしたものと推定される。

8. 推定原因

過去の事例から、給水加熱器製造工程における伝熱管挿入作業において、U字管外面に打痕（へこみ）が生じ、そのへこみ部を起点に応力腐食割れが発生し貫通穴に至ったと推定される。

9. 対策

（1）漏えいの認められた伝熱管1本（29列4番）について施栓を実施した。

（2）今回、伝熱管全数について実施したU字管部のECTの結果、施栓基準の1V以上のへこみ信号が検出された伝熱管9本についても予防保全のため施栓を実施した。

なお、第2低圧給水加熱器B号機の施栓本数は51本となり、許容施栓本数（約200本）に対して十分小さいが、今後、伝熱管取替の必要が生じた場合には伝熱管材質の改善等を検討する。

添付資料

[添付資料－1 系統概略図](#)

[添付資料－2 第2 低圧給水加熱器構造図](#)

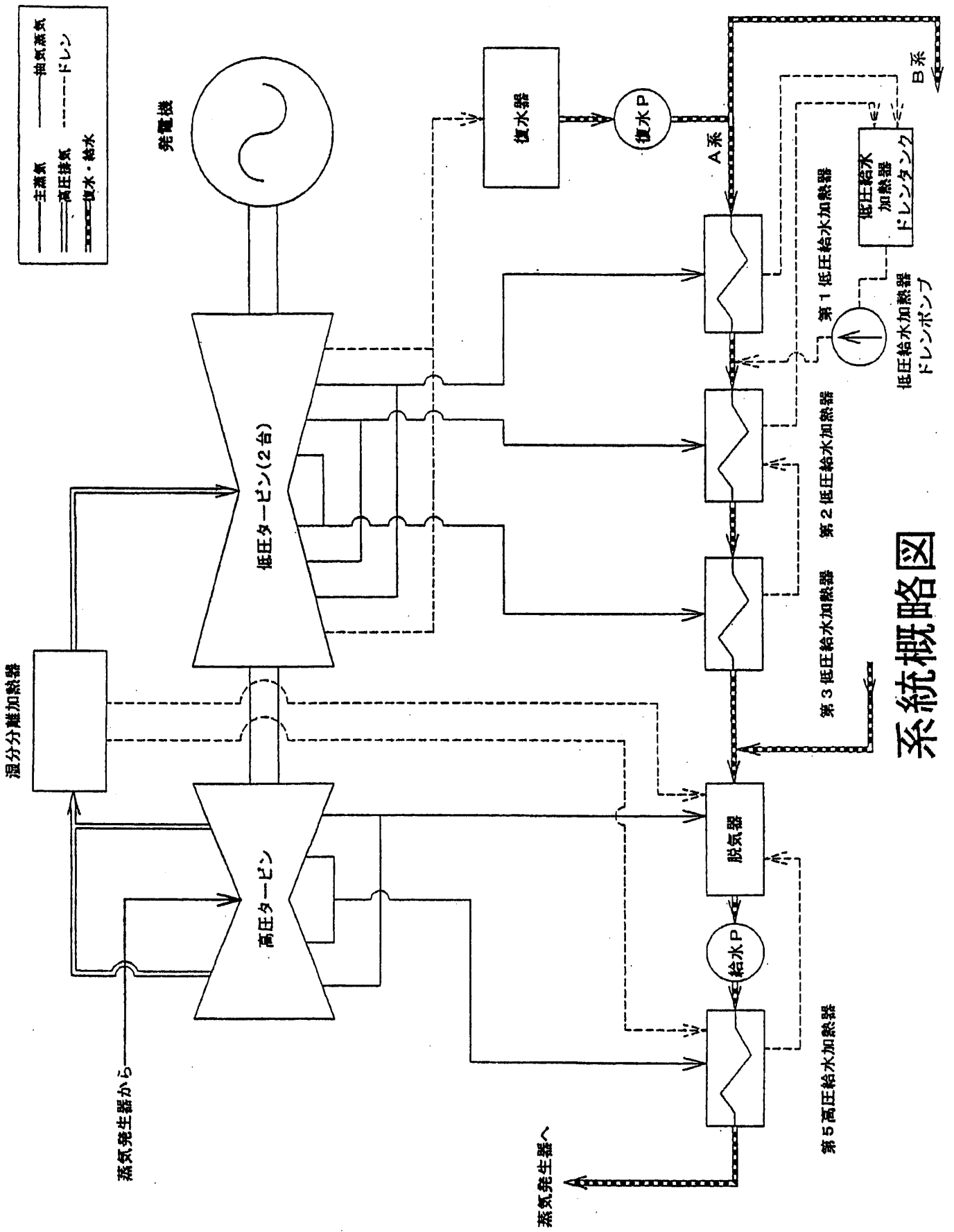
[添付資料－3 復水系統水圧による漏えい確認要領図](#)

[添付資料－4 真空リークテスト要領図](#)

[添付資料－5 真空リークテスト結果](#)

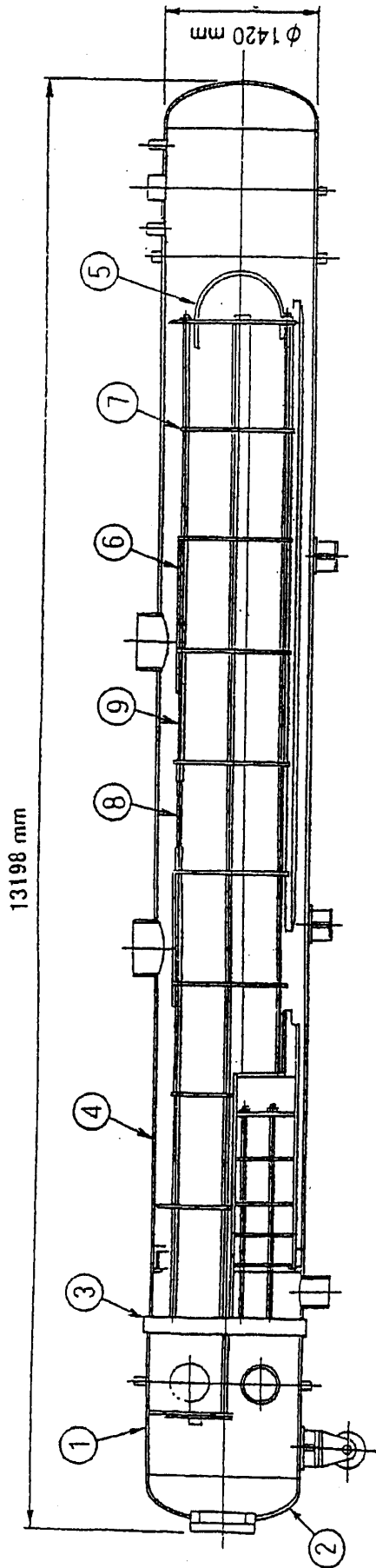
[添付資料－6 第2 低圧給水加熱器 B 真空低下管位置図](#)

[添付資料－7 漏えい箇所の位置及び状況図](#)



系統概略図

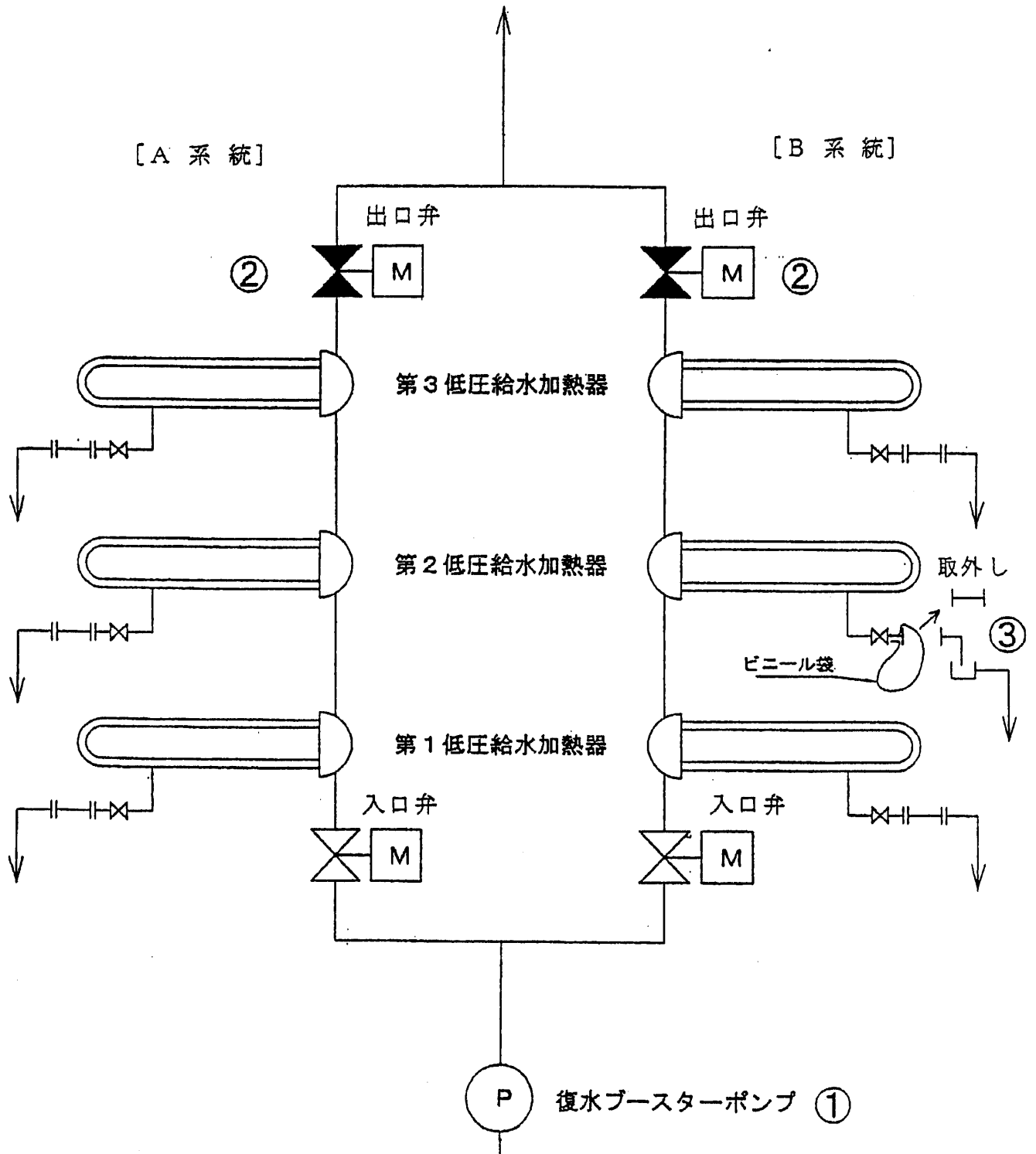
第2 低圧給水加熱器構造図



設計仕様		
最高使用圧力 (Mpa)	一次側 (胴側)	Full Vac.
	二次側 (水室側)	2.85
最高使用温度 (°C)	一次側 (胴側)	100
	二次側 (水室側)	95

No	名称	材質
1	水室胴板	SB46 ポイラ及びびり力容器用炭素鋼
2	水室鏡板	SB46 ポイラ及びびり力容器用炭素鋼
3	管板	SB46 ポイラ及びびり力容器用炭素鋼
4	胴板	SS41 一般構造用圧延鋼材
5	伝熱管	BsTF2 復水器用黄銅継目無管
6	受衝板	SUS27 ステンレス鋼鋼板
7	邪魔板	SS41 一般構造用圧延鋼材
8	支持棒	SS41 一般構造用圧延鋼材
9	間隔管	SGP 配管用炭素鋼鋼管

復水系統水圧による漏えい確認要領図



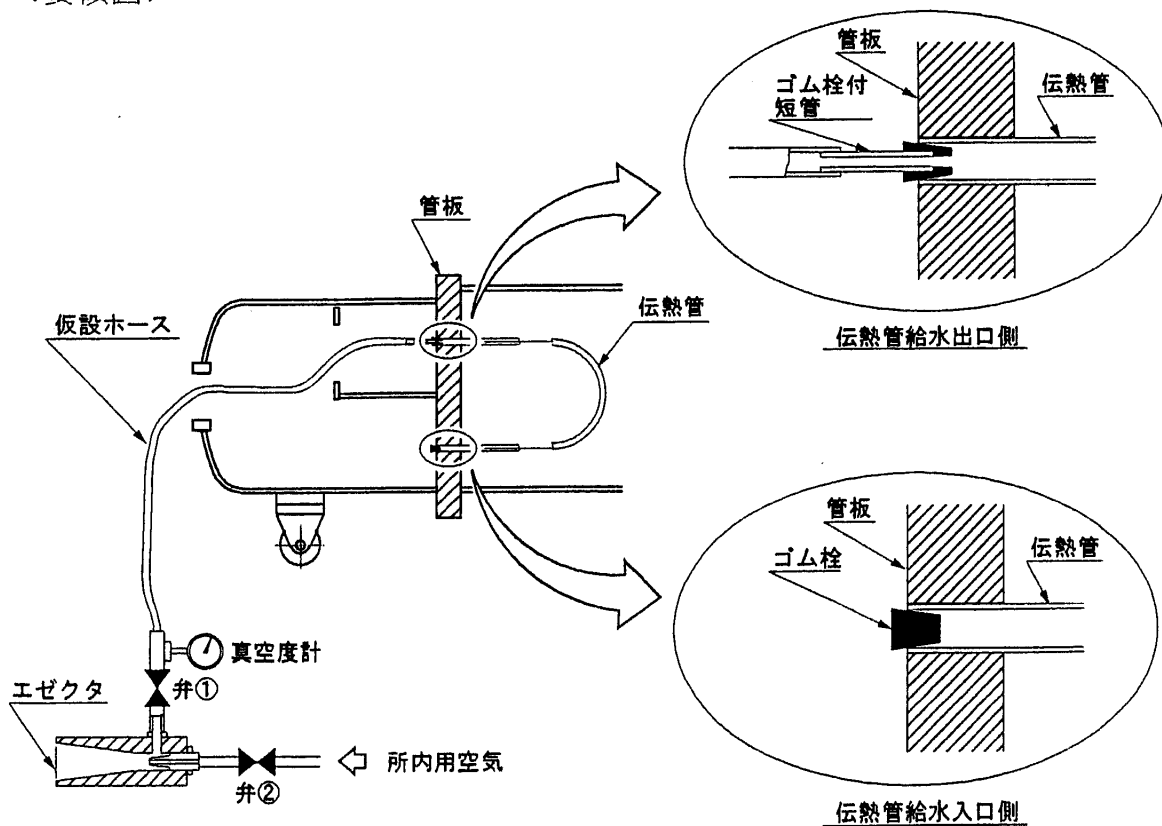
- ① 復水プースターポンプで加圧する。
- ② 第3 低圧給水加熱器出口弁を全閉する。
- ③ 低圧給水加熱器ブロー管の短管を取り外し
ブロー量を袋に受け、その量を測定する。

真空リークテスト要領図

<手順>

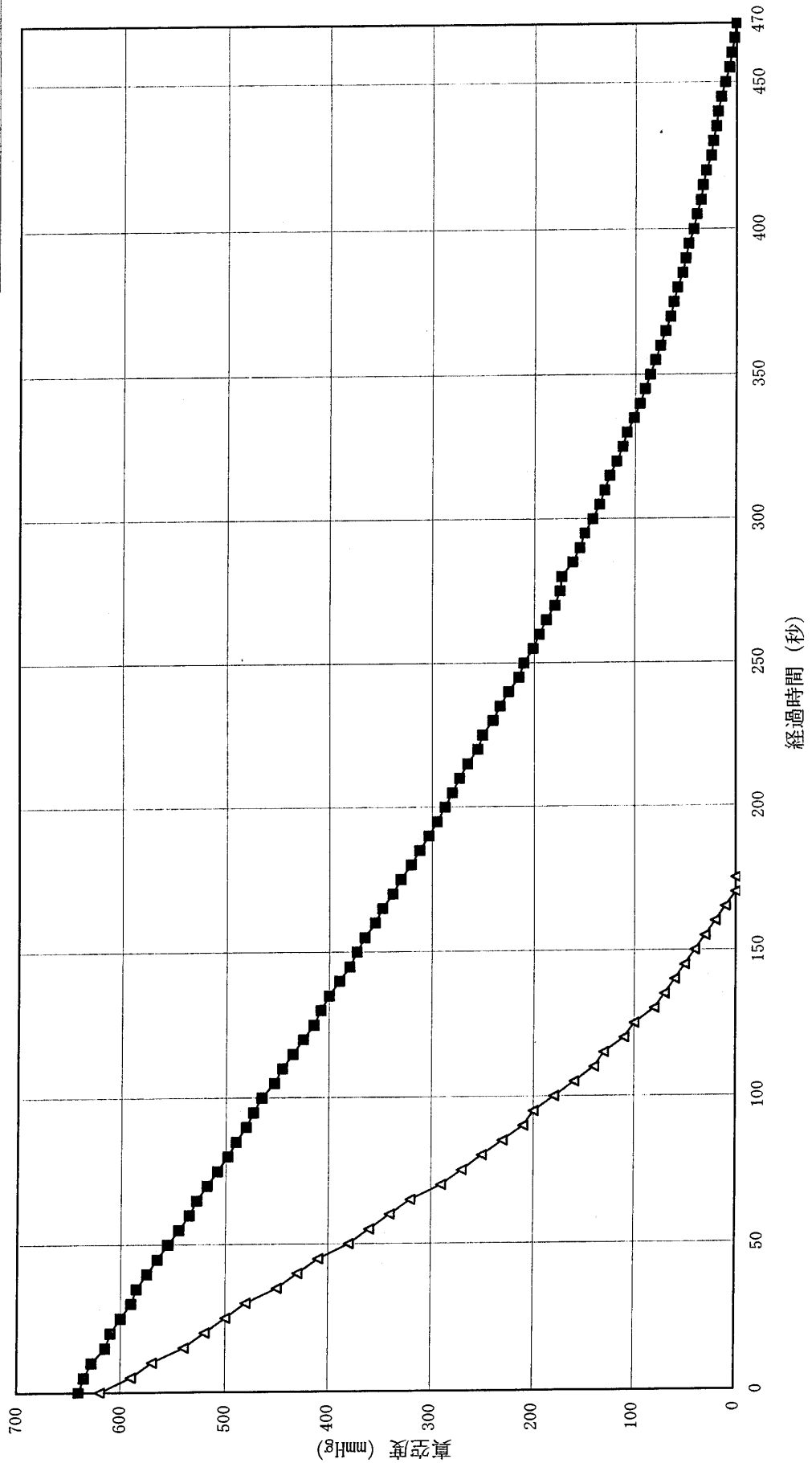
1. ゴム栓を伝熱管の給水入口側に取り付ける。
2. エゼクタ、真空度計と接続されたゴム栓付き短管を伝熱管の給水出口側に接続する。
3. 弁①を「開」の状態、弁②を「開」とする。
4. 真空計の真空度が600mmHg以上になれば弁①、弁②を順次「閉」とする。
5. 真空度計の指示の低下状況により、漏えいの有無を確認する。
(伝熱管に漏えいがあれば、真空度が低下する。)

<要領図>

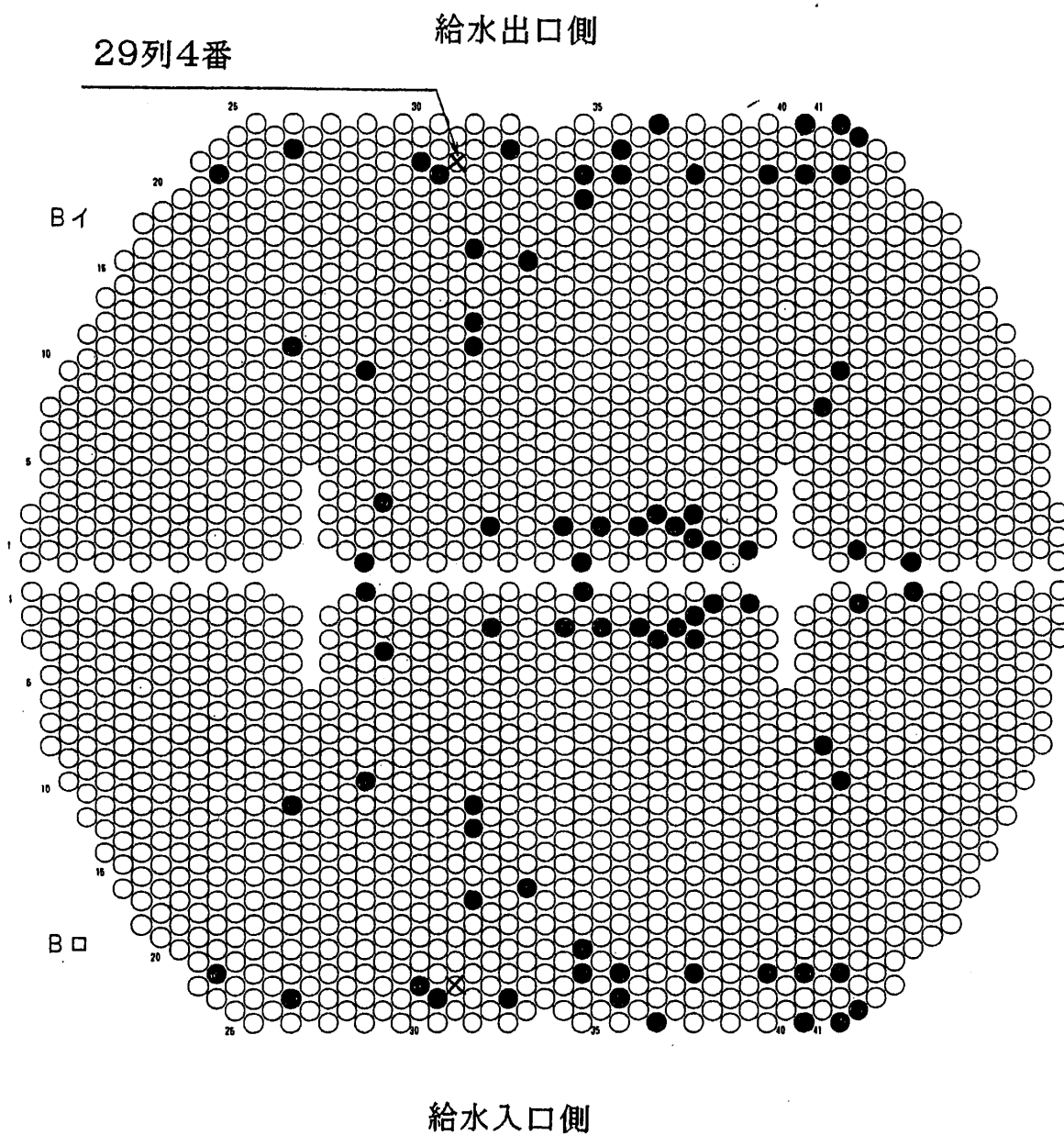


真空リークテスト結果

■—今回リーク管(29列4番)
▲—前回リーク管(31列21番)

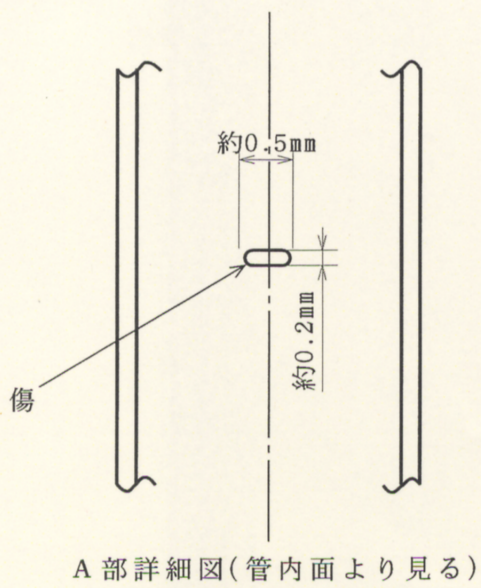
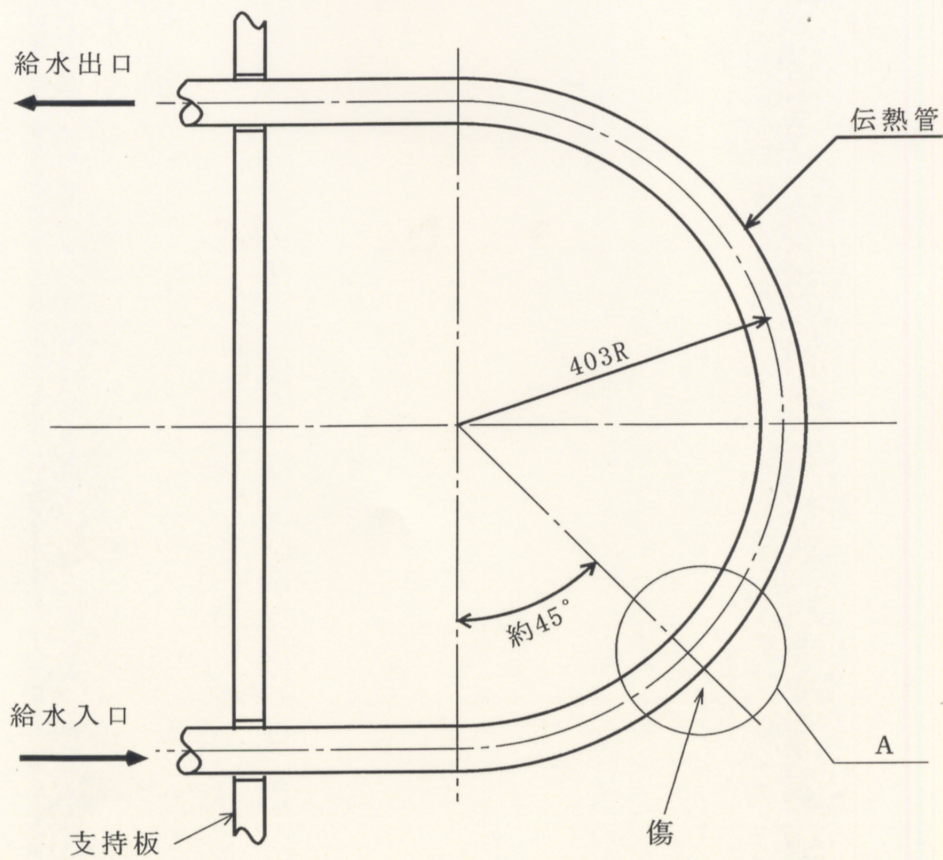


第2給水加熱器B真空低下管位置図

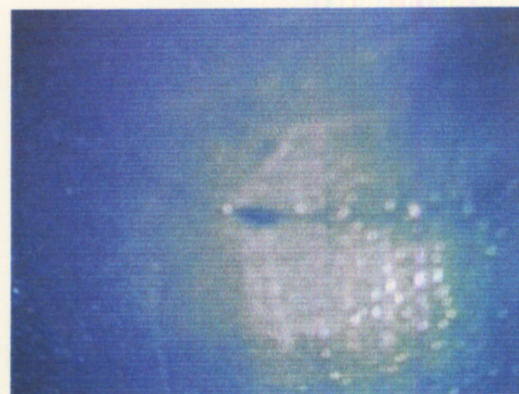


- 既施栓管:40本
- ⊗真空低下管:1本(位置:29列4番)

漏えい箇所の位置及び状況図



A部詳細図(管内面より見る)



管内写真(CCDカメラ)