

蒸気タービンプラント

暖機作業

(テキスト)



財団法人 海技振興センター

[蒸気タービンプラント]

[暖機作業]

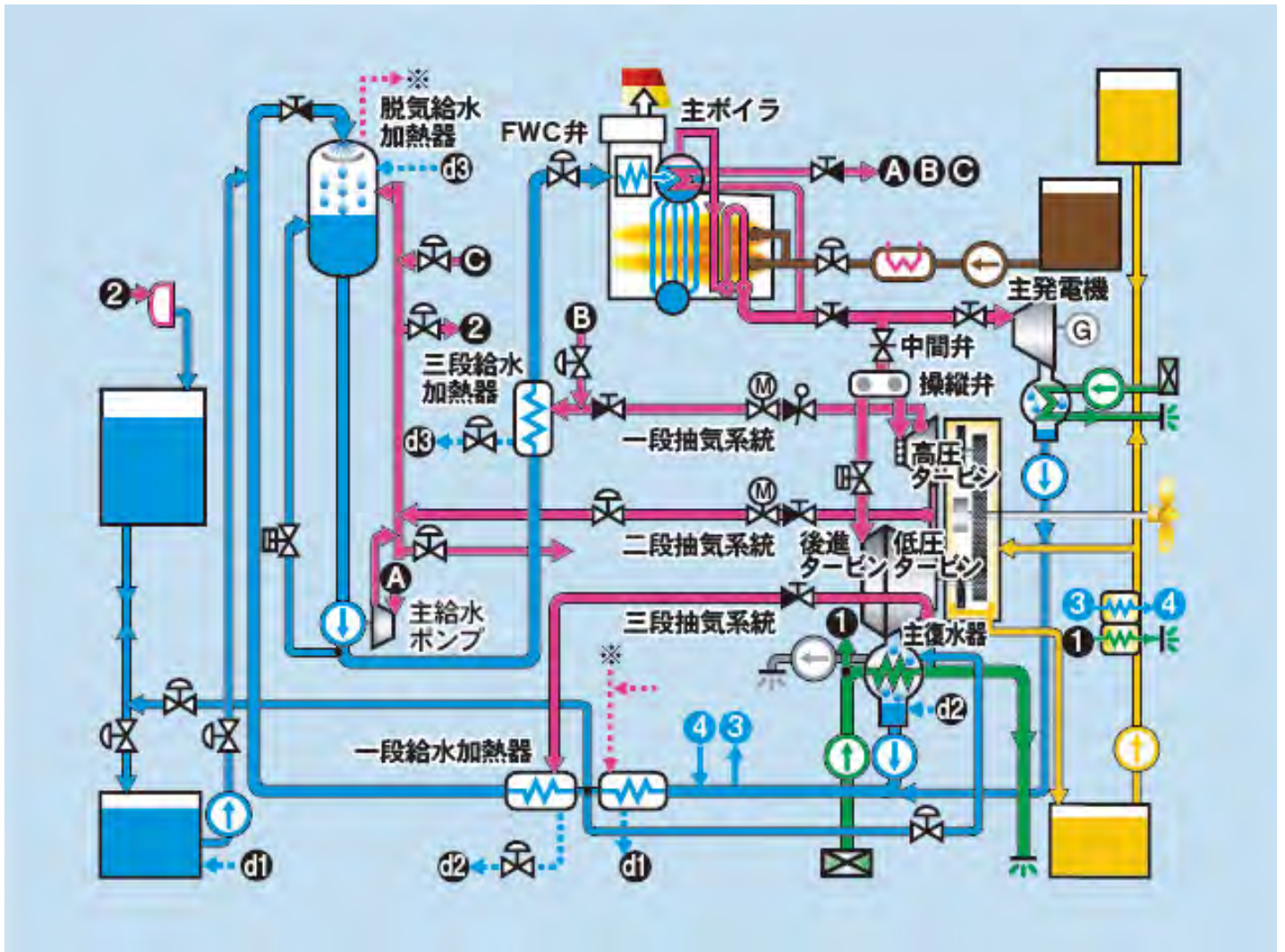
第1章 蒸気タービンプラントの系統

1. タービンプラントの概要
2. 主蒸気系統
3. 復水系統
4. 給水系統
5. 緩熱蒸気系統
6. 主ボイラと燃料系統
7. 抽気系統
8. グランド蒸気系統
9. 主ドレン系統
10. 主潤滑油系統
11. 主循環系統

第2章 運転準備・暖機作業

1. 暖機準備作業
 - ・ボイラの点火昇圧作業
 - ・点検準備・電源投入
 - ・主潤滑油系統の確立
 - ・主循環系統の確立
 - ・主復水系統の確立
 - ・主機制御装置の作動テスト
 - ・操縦弁の構造と作動
 - ・主機ターニング開始
2. 暖機作業
 - ・グランド蒸気の供給
 - ・主真空ポンプの始動
 - ・暖機蒸気の供給
 - ・蒸気管の暖管
3. 試運転準備作業
 - ・ボイラ共通作業
 - ・暖機蒸気の停止
 - ・主復水器の真空上昇
 - ・主蒸気中間弁開放
 - ・主機ターニング停止
 - ・主機スピニング開始
 - ・試運転

タービンプラント系統図

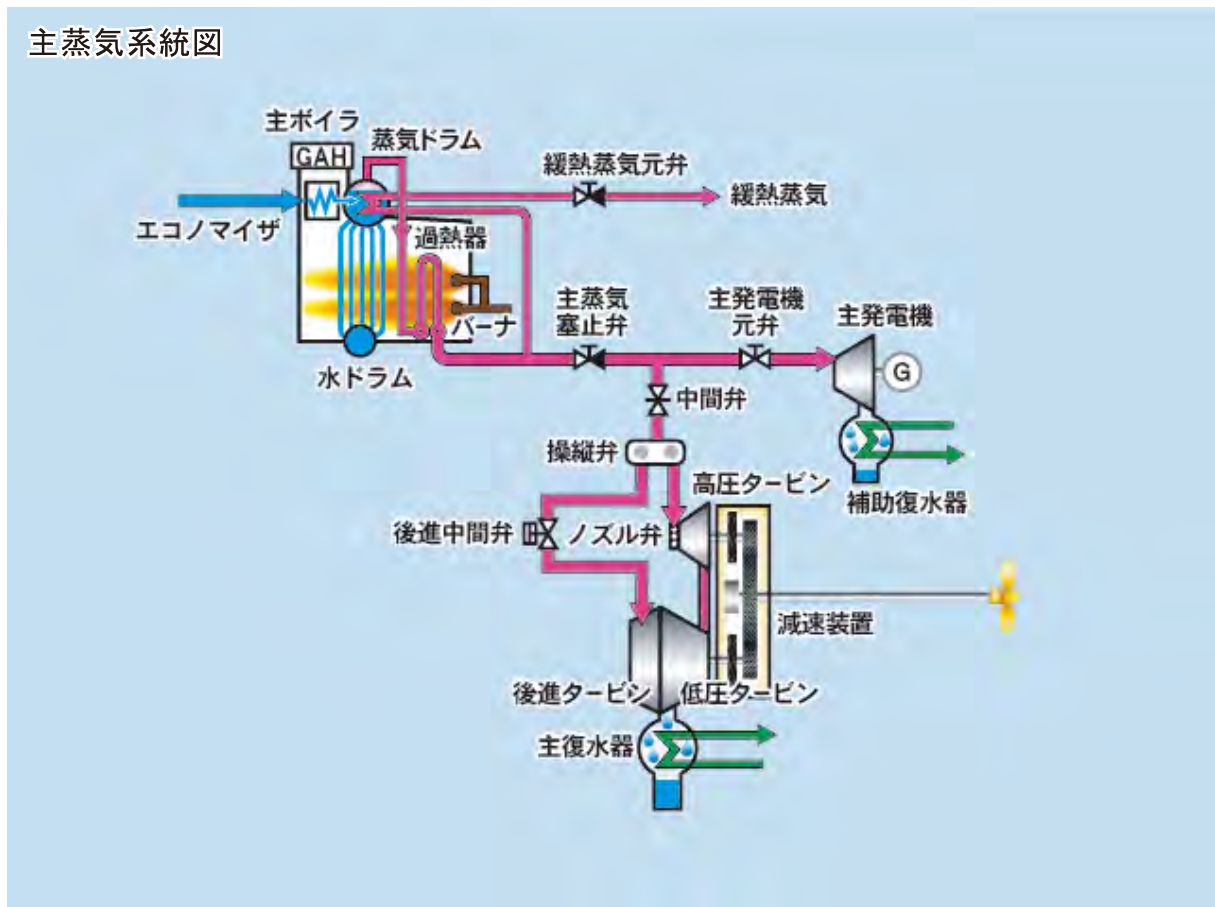


1. タービンプラントの概要

船舶における蒸気タービンプラントは、ボイラで発生させた蒸気で蒸気タービンを駆動し、この回転をプロペラ軸に伝えることで船舶を推進させる設備である。このプラントを効率よく運転するためにボイラでは、過熱蒸気と緩熱蒸気を発生させ、過熱蒸気は、主機タービンや発電機タービンの駆動に利用し、緩熱蒸気は、主給水ポンプの駆動や給水加熱などで幅広く利用し、仕事を終えた蒸気は、水として回収し再びボイラに給水として供給している。この一連の過程(サイクル)は、主蒸気系統、復水系統及び給水系統によって実現されているが、プラント全体としての熱効率を向上させるために緩熱蒸気系統、抽気系統、ドレン系統や補給水系統などの系統が加わり、蒸気タービンプラント全体を形成している。

2. 主蒸気系統

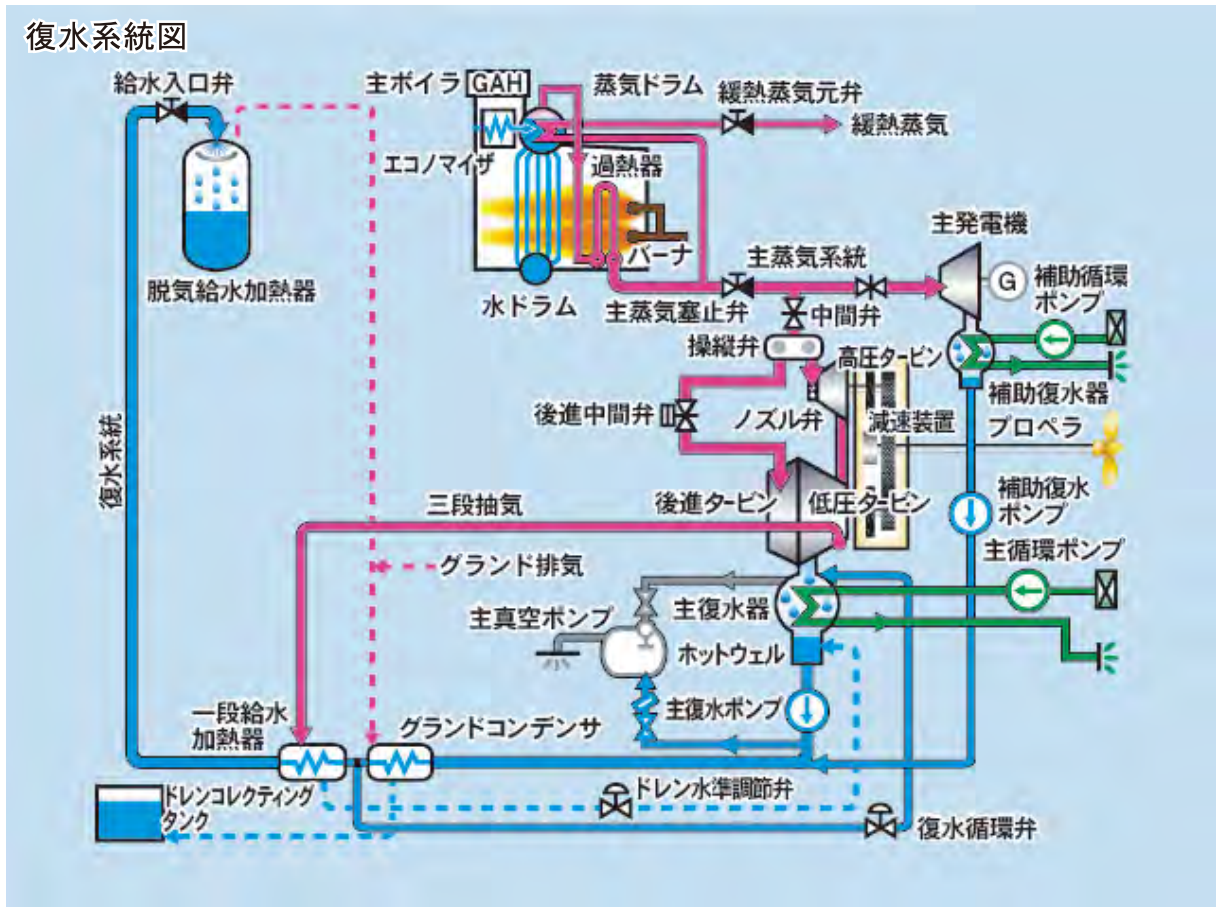
主蒸気系統図



過熱器	蒸気ドラムで発生した飽和蒸気を過熱器で加熱すると圧力一定のまま温度だけが上昇し、さらに高い熱エネルギーを持った過熱蒸気となる。
操縦弁	前進側操縦弁及び後進側操縦弁からなり、主機タービンに入る蒸気の圧力と流量を調整するとともに、タービンの回転方向を決める。
ノズル弁	高圧タービンケーシングのタービン入口に位置し、航海速力を調整するため、使用するノズルの数によって高圧タービンに入る蒸気の流量を加減する。
減速歯車	主機タービンの回転速度をプロペラの回転速度に適した回転速度まで減速する。

3. 復水系統

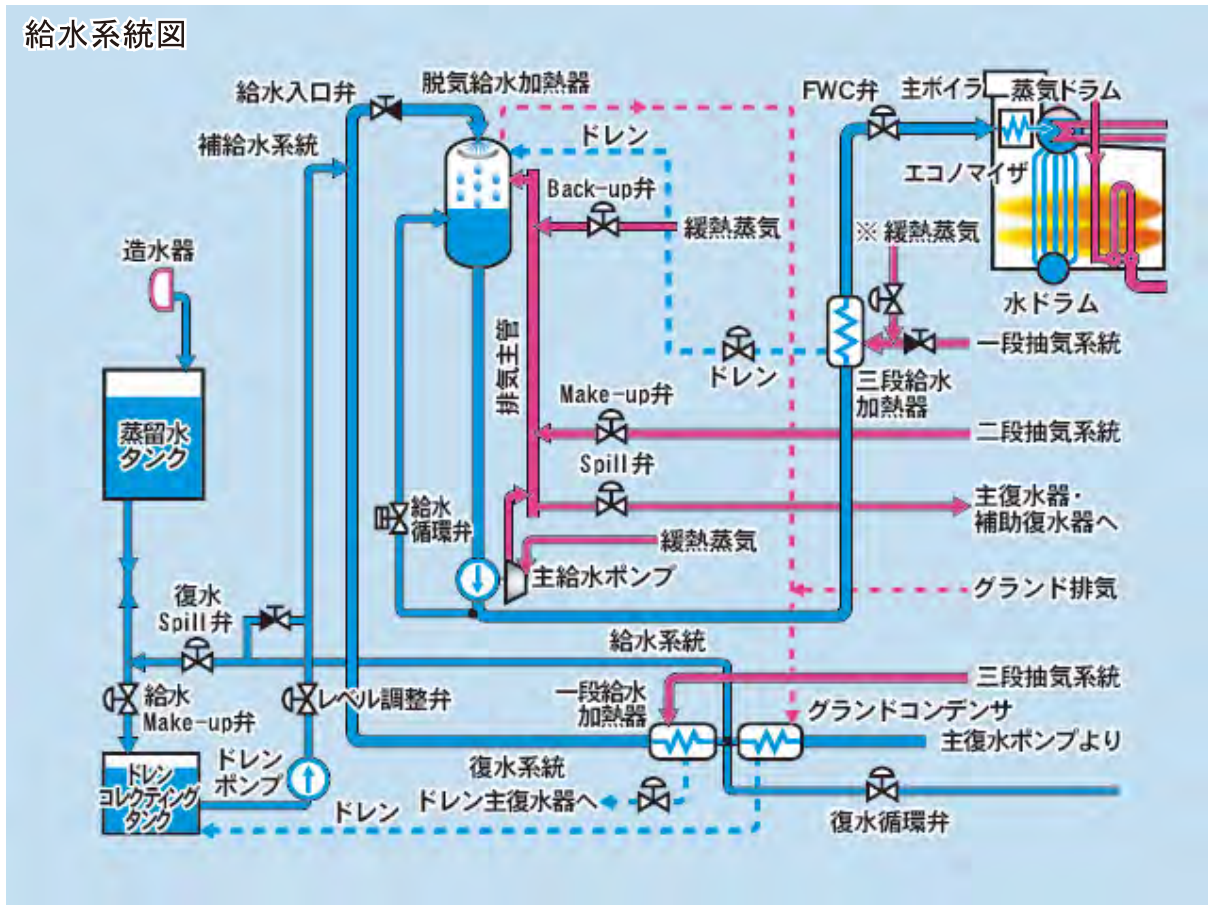
復水系統図



- 主復水器** 低圧タービンの排気室を出た排気を主循環ポンプからの海水で冷却し水に戻す。
この水は復水と呼ばれ、主復水器下部にあるホットウェルに溜まる。
- 真空ポンプ** 蒸気に十分な仕事をさせ、効率的な凝縮を実現するため、主復水器内の空気・不凝縮ガスを排出して主復水器の真空を保つ。
- 主復水ポンプ** 主復水器のホットウェルに溜まった復水を吸引し、グラントコンデンサ、一段給水加熱器を通して脱気給水加熱器まで復水を送る。
- グラントコンデンサ** 主機タービンや主発電機タービンのグラント部からの漏洩蒸気(グラント排気)等を熱源とし、復水を加熱する。復水を加熱したグラント排気等はドレンとなり、ドレンコレクティングタンクに導かれる。
一段給水加熱器と一体構造となっている。
グラントコンデンサには、グラント排気その他主機操縦弁・後進中間弁グラント部からの漏洩蒸気、脱気給水加熱器、ドレンコレクティングタンク上部のミストが導かれている。
- 一段給水加熱器** 低圧タービンからの三段抽気を熱源とし復水を加熱する。
復水を加熱した抽気はドレンとなり、主復水器のホットウェルに導かれる。
グラントコンデンサと一体構造となっている。
- 復水循環弁** 主復水器ホットウェルの水準を一定に保つため、グラントコンデンサ出口から主復水器へ戻す復水の流量を調節する。

4. 給水系統

給水系統図



- 脱気給水熱器** 復水に溶存している酸素等を取り除くとともに復水を加熱する二段給水加熱器の役割を持っている。この装置は、脱気室と貯水槽で構成されており、脱気室では、復水が上部のノズルから器内に直接噴霧され、溶存酸素などが脱気され、同時に排気主管からの蒸気で加熱される。脱気・加熱された復水は、装置下部の貯水槽に溜まる。この貯水槽には、三段給水加熱器のドレン、各熱交換器のドレンも導かれている。貯水槽の水準は、サイクル全体の水量の過不足を調整するため一定に保たれている。
- 排気主管** 給水ポンプの排気、二段抽気からの蒸気を蓄え圧力を一定に保持しながら脱器給水加熱器に加熱用蒸気を送る。管内の圧力を一定に保つため、メイクアップ弁、バックアップ弁、スプール弁を有する。
- 給水ポンプ** 主給水ポンプは、蒸気タービン駆動のタービンポンプで、給水流量が変化しても給水圧力が一定になるように、ガバナで回転速度が自動調整されている。ボイラへの給水は、脱気給水加熱器の貯水槽から主給水ポンプで引かれ、ボイラ圧力以上に加圧された後、三段給水加熱器、給水制御弁(FWC弁)、エコマイザを経由して蒸気ドラムに供給される。
- 三段給水加熱器** ボイラに供給する高圧の給水を加熱する。停泊中は緩熱蒸気で加熱し、航海中は熱効率を上げるため一段抽気で給水を加熱する。給水を加熱した抽気、緩熱蒸気はドレンとなり、脱気給水加熱器に導かれる。
- 給水制御弁** 蒸気ドラムの水位を一定に保つため、水位と蒸気流量を検出し給水量を調節する。
FWC(Feed Water Control)弁

エコノマイザ	ボイラ構成機器の一つであり、ボイラ蒸発管を加熱した後の燃焼ガスで給水を加熱する。
補給水系統	タービンプラントでは、防ぎきれない水の損失がある。これを補うために補給水系統があり、復水器の水 準及びボイラは一定に保持されているので、脱気給水加熱器の水準変化を検出して補給水は、供給され る。
蒸留水タンク	海水または清水タンクからの水を造水装置で蒸留水に変え、この蒸留水を蓄える。
ドレンコレクティング タンク	機関室各部のドレンを集めると同時に、蒸留水タンクからの補給水を一旦蓄える。
ドレンポンプ	ドレンコレクティングタンクのドレンを補給水として脱気給水加熱器に送る。
給水メイクアップ弁	脱気給水加熱器の水準が低下すると開き、蒸留水タンクの蒸留水をドレンコレクティングタンクに送る。
ドレンコレクティング タンクレベル制御弁	ドレンコレクティングタンクのレベルを一定に保つため、ドレンポンプから脱気給水加熱器に送られるドレン の流量を制御する。
復水スピル弁	脱気給水加熱器の水準が上昇した場合に開き、グランドコンデンサを出た復水の一部が蒸留水タンクに 逃がされる。

5. 緩熱蒸気系統

緩熱蒸気は、過熱蒸気の一部をボイラ蒸気ドラム内の緩熱器を通すことによって温度を下げた蒸気であり、以下の機器などで使用されている。

緩熱蒸気の用途

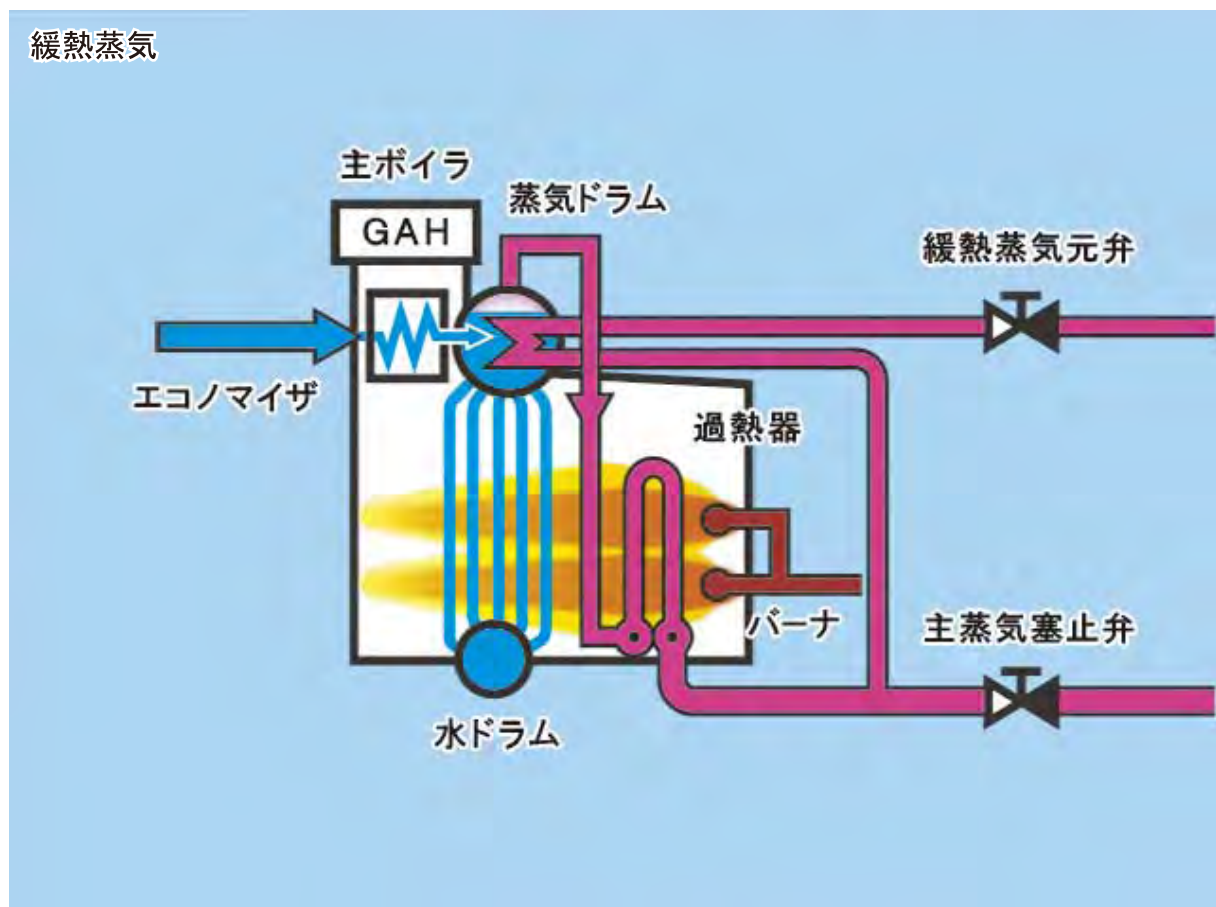
- ① 主給水ポンプタービンの駆動
- ② 抽気を行わないときの三段給水加熱器の加熱
- ③ 排気主管の圧力低下時のバックアップ
- ④ 主機タービン、主発電機タービンのグラウンド蒸気
- ⑤ 主機暖機
- ⑥ 休止ボイラ加熱
- ⑦ ボイラバーナアシスト蒸気
- ⑧ ボイラーストブロウ
- ⑨ 低圧蒸気発生器の加熱等

(参考)

低圧蒸気発生器 緩熱蒸気を加熱蒸気として低圧の飽和蒸気を発生する装置であり、雑用蒸気系統で油分その他の不純物を含むおそれのある系統から主ボイラへの給水系統を分離する目的で設置されている。

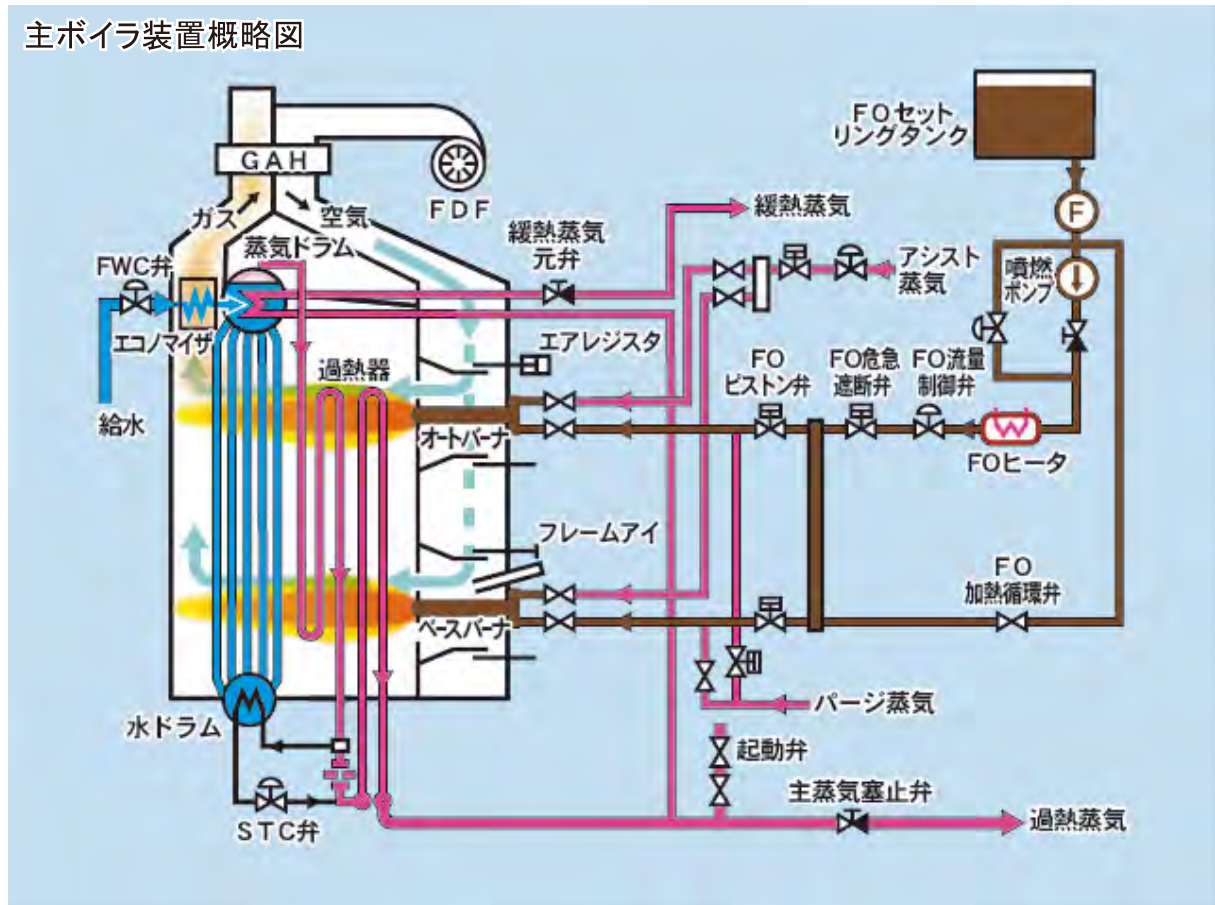
排気、復水、ドレン 緩熱蒸気の排気、復水、ドレンは、主復水器、補助復水器、脱気給水加熱器、ドレンコレクティングタンクの何れかに回収される。

緩熱蒸気



6. 主ボイラ

主ボイラ装置概略図

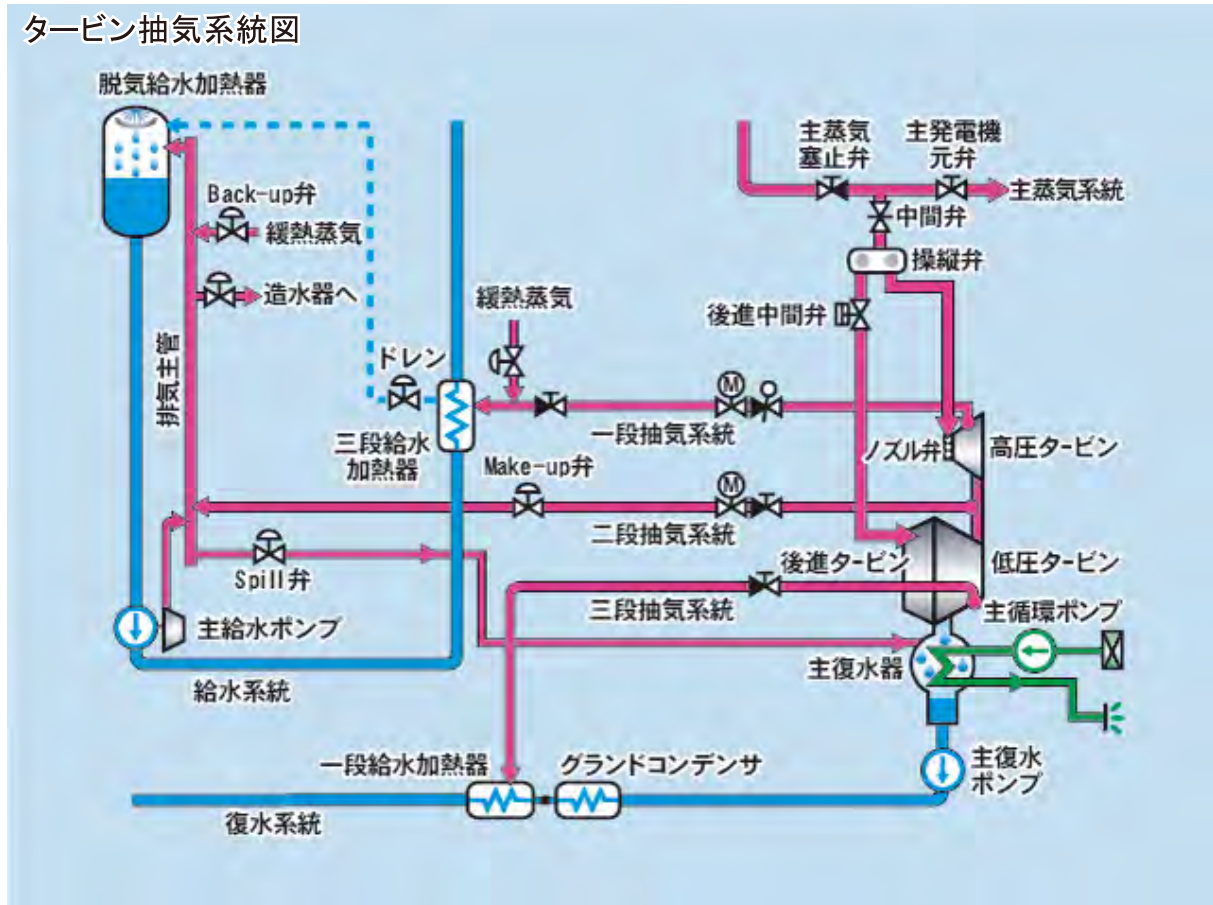


ボイラ本体	ボイラ本体は、蒸気ドラム、水ドラム、主蒸発管、燃料が燃焼する燃焼室、燃焼室を構成する水冷壁管、水冷壁管寄、飽和蒸気を加熱する過熱器、燃焼室と過熱器の間にあるスクリーン管、ボイラ水の自然循環を円滑に行わせる降水管、水冷壁管寄と蒸気ドラムをつなぐ上昇管、蒸気ドラムに入る給水を加熱するエコマイザ等で構成されている。
付属装置	燃焼装置、空気予熱器(GAH)、強圧送風機(FDF)、スートブロワ、ボイラ自動燃焼制御装置(ACC)などがある。
FOセットリングタンク	ボイラの燃料を加熱、静置して不純物を沈殿させるタンク。
噴燃ポンプ	ボイラのバーナに送る燃料油を噴霧に適した圧力まで加圧する。
FOヒータ	バーナの噴霧に最適な粘度とするため、燃料油を蒸気で加熱する。
FO流量制御弁	バーナに送る燃料の流量を調節する。
FO危急遮断弁	火炎の消失や水位の低下等、ボイラに危険な状況が生じたとき、燃料を遮断する。
FOピストン弁	バーナから噴霧する燃料油の遮断と通油を自動で行う。
FO加熱循環弁	ボイラ点火前にこのバルブを開き、FOピストン弁の入口までの系統の燃料油を循環しながら加熱する。

ベースバーナ	ボイラ負荷に関わらず連続燃焼する。
オートバーナ	ボイラ負荷によって点火・消火が制御されている。
フレイムアイ	ボイラの火炎の存在を監視する。火炎が喪失すると警報を発するとともに保護装置を働かせる。
アシスト蒸気	バーナからの燃料油の噴霧を助ける蒸気であり、燃料ノズルの周囲から噴霧される。
パージ蒸気	バーナ消火後、この蒸気でバーナ本体内に残った燃料油をパージする。
強圧送風機	燃焼に必要な空気を、燃焼室内に送り込む送風機であり、送風量は送風機空気吸入孔のインレットベーンで調整される。
空気予熱器	燃焼に必要な空気をエコノマイザを加熱した後の燃焼ガスで加熱する。加熱用エレメントが回転しながらガス側と空気側を通過しガス側で加熱されたエレメントが、空気側に入ると強圧送風機からの空気が加熱される。
エアレジスタダンパ	バーナ消火時、このダンパを閉鎖し燃焼用空気の供給を遮断する。
STC弁	STC (Steam temperature Control) 弁は、温調用緩熱器を通る過熱蒸気の流量を調整することで過熱器出口の蒸気温度を設定値に保持する。
緩熱蒸気	過熱蒸気の一部を蒸気ドラム内の緩熱器に送り、ドラム内の飽和水と熱交換させることで温度を下げた過熱蒸気であり、これを緩熱蒸気という。
ボイラ自動制御	
ACC	Automatic Combustion Control 蒸気圧力と流量及びFO流量を検出して、FO流量制御弁の開度、強圧送風機インレットベーンの開度を制御し、過熱蒸気圧力を設定値に保つ。
STC	Steam Temperature Control 蒸気温度と空気流量を検出し、STC弁の開度を制御し、過熱器出口の過熱蒸気温度を設定値に保つ。
FWC	Feed Water Control 蒸気ドラム水位と蒸気流量を検出し、FWC弁の開度を制御し、蒸気ドラム内の水位を設定値に保つ。

7. タービン抽気系統

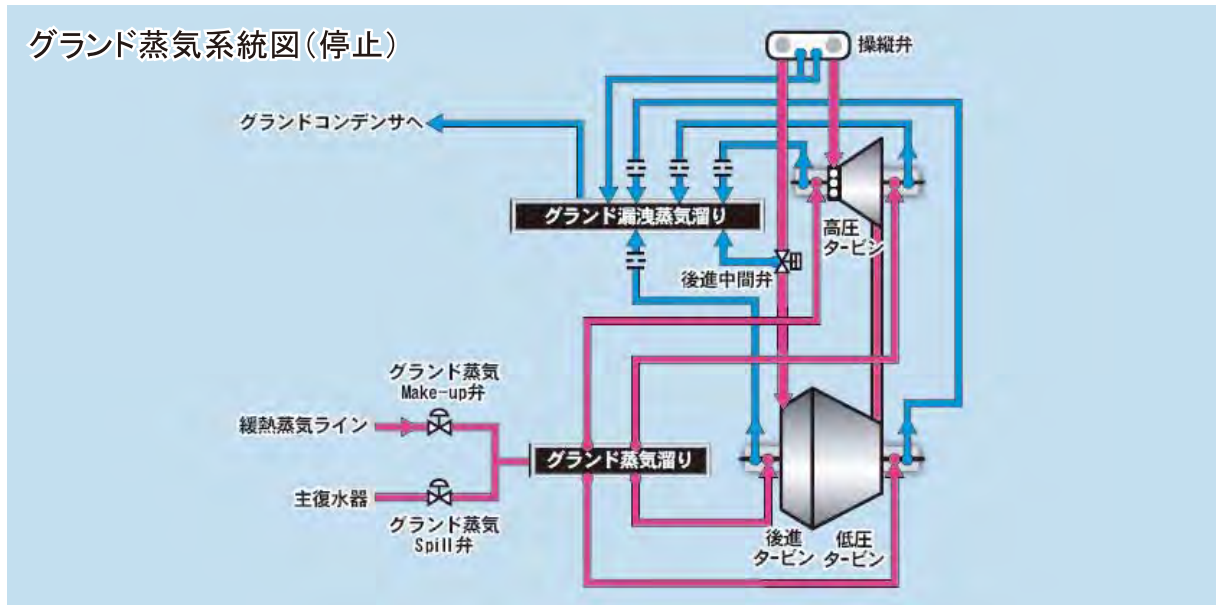
タービン抽気系統図



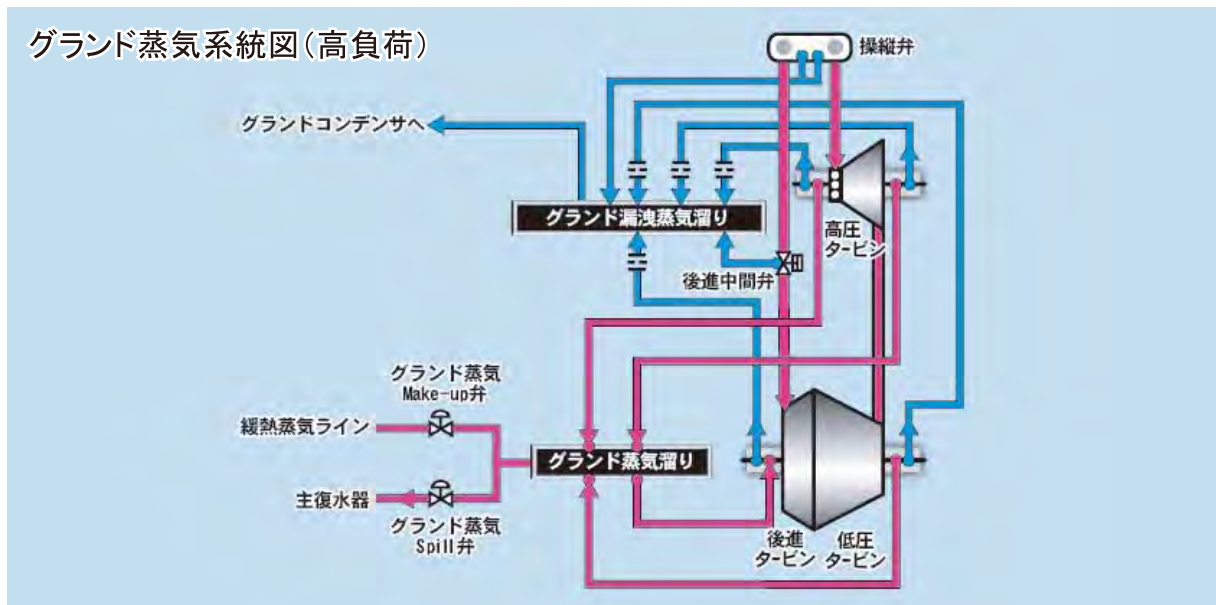
- | | |
|------|--|
| 抽気 | <p>主機の負荷が設定以上になったとき、抽気が行われる。抽気は給水の加熱源として使用する。これにより復水器に捨てる熱量が減少するので、プラント全体の熱効率を上げることができる。</p> <p>また、主機タービン内で蒸気の膨張に伴い増加する内部損失を軽減する効果を持つ。</p> |
| 一段抽気 | <p>三段給水加熱器の熱源とするため、高圧タービンの第3段から取り出した蒸気のことを言う。</p> <p>三段給水加熱器のドレンは、脱気給水加熱器に送られる。</p> |
| 二段抽気 | <p>脱気給水加熱器の熱源とするため、高圧タービンと低圧タービンを結ぶレシーバーパイプから取り出し、排気主管へ導いた蒸気のことを言う。</p> <p>排気主管までの経路には、Make-up弁があり、排気主管の圧力を一定に保つため、二段抽気の流量を調節している。</p> |
| 三段抽気 | <p>一段給水加熱器の熱源とするため、低圧タービンの第3段から取り出した蒸気のことを言う。</p> <p>一段給水加熱器のドレンは主復水器に送られる。</p> |

8. グランド蒸気系統

グランド蒸気系統図(停止)



グランド蒸気系統図(高負荷)



グランド蒸気 主機タービンのロータ軸が車室を貫通する4箇所のグランド部には、タービン内からの蒸気の漏洩、タービン内への空気の進入を防止するための気密装置、ラビリンスパッキンが設けられている。ラビリンスパッキンは、グランド蒸気が供給され気密を保つ構造となっている。

グランド蒸気溜り 高圧タービン、低圧タービンの間に設けられた蒸気溜りであり、グランド蒸気の供給圧力を一定に保持する。

グランド蒸気 Make-up弁 タービン停止、または低負荷の場合、車室内に吸い込まれるグランド蒸気が多いので、グランド蒸気の圧力が低下する。このため、グランド蒸気Make-up弁が開いて、緩熱蒸気をグランド蒸気溜りに供給する。

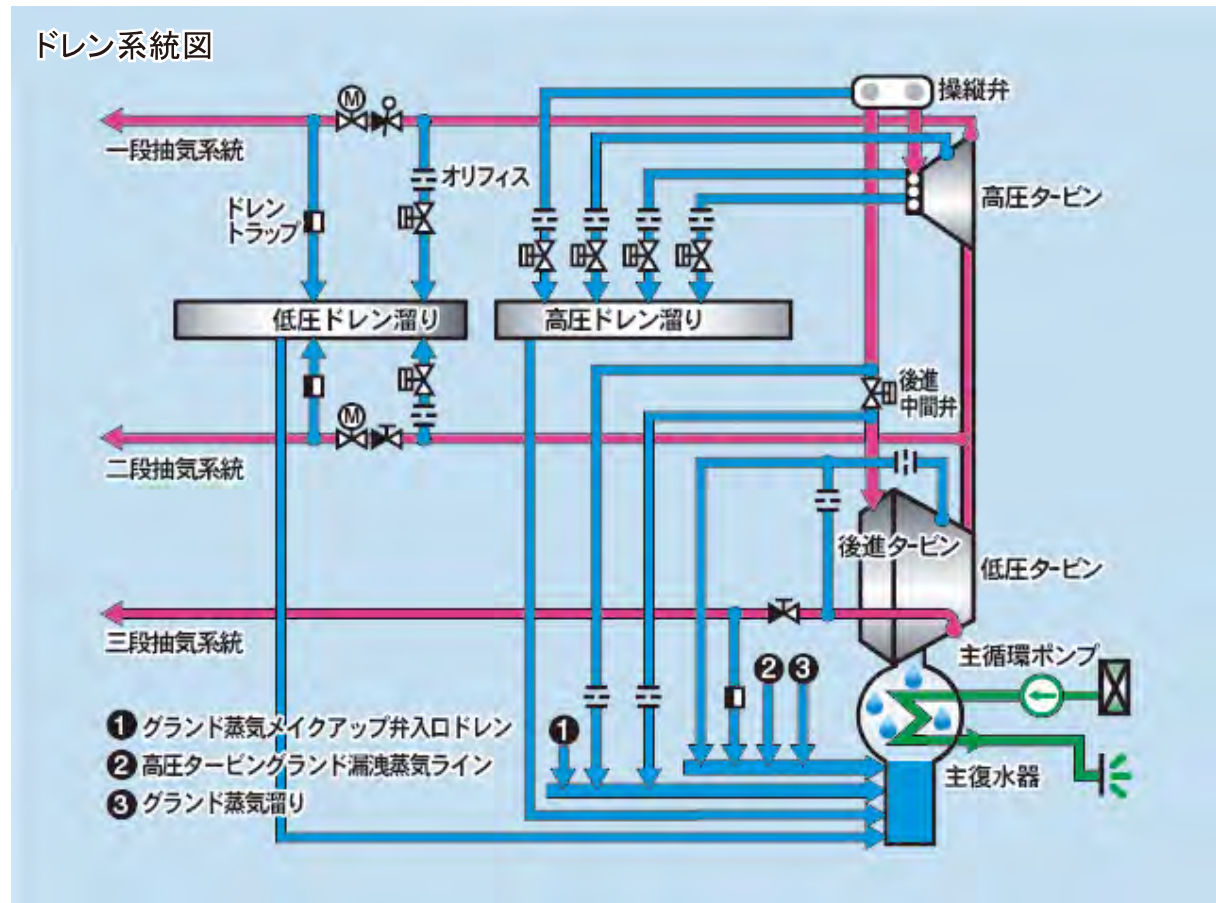
グランド蒸気 Spill弁 高負荷運転の場合、タービン内部圧力が高いのでグランド部内側からの漏洩蒸気が増すので、グランド蒸気の圧力が上昇する。このため、グランド蒸気Spill弁が開いて、グランド蒸気溜りから主復水器に逃す。

グランド漏洩蒸気溜り ラビリンスパッキン外側の漏洩蒸気を集めるために、高圧タービン、低圧タービンの間に設けられた蒸気溜りであり、操縦弁、後進中間弁のグランド漏洩蒸気もここに集められる。グランド漏洩蒸気は、グランド排気ファンで負圧となったグランドコンデンサに導かれ、ドレンとなった後、ドレンコレクティングタンクに回収される。

9. ドレン系統

蒸気タービンは、始動時、低負荷運転時に蒸気の一部がタービン内部で冷やされドレンとなる。

発生したドレンは、ドレンアタックを引き起こし、タービンの損傷の原因となるので、蒸気管の各系統を含め、タービンケーシングなどの各部からドレンを排除できるような装置と配管が設けてある。



ドレン溜り 各部のドレンを集めて、主復水器に送る。高圧ドレン溜りと低圧ドレン溜りがある。

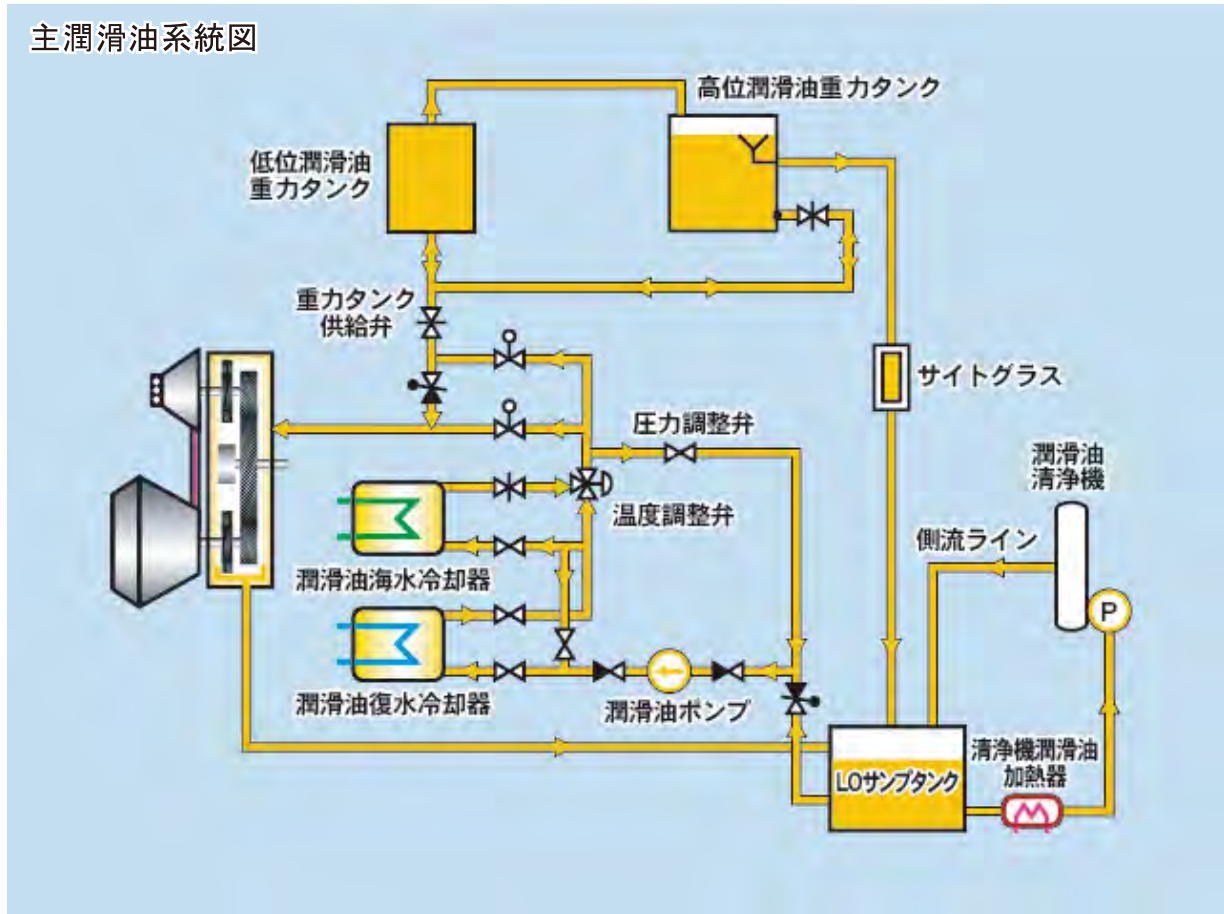
ドレン弁 主に高圧のドレン系統に設けられ、ドレンが発生しやすいタービン低負荷時に開く。

ドレントラップ 自動的にドレンのみを通過させ、蒸気の通過を制限する。

オリフィス ドレンと共に漏洩する蒸気量を制御する。

10. 主潤滑油系統

主潤滑油系統図



主潤滑油ポンプ 主機タービン、減速装置の軸受、減速歯車、たわみ継手の歯面などに潤滑油を送る。

潤滑油冷却器 2基の潤滑油冷却器があり、それぞれ復水または海水で潤滑油を冷却する。復水で冷却する冷却器を使用する場合は、廃熱の回収が可能となる。

温度調整弁 冷却器側を通る潤滑油とバイパス側を通る潤滑油の割合を調整することにより、主機入口の潤滑油温度を一定に保つ。

潤滑油重力タンク 機関室最上部に設けられブラックアウト等で主潤滑油ポンプが停止した場合、タービンの遊転が停止するまでの間、主機、減速歯車に潤滑油を供給するタンク。

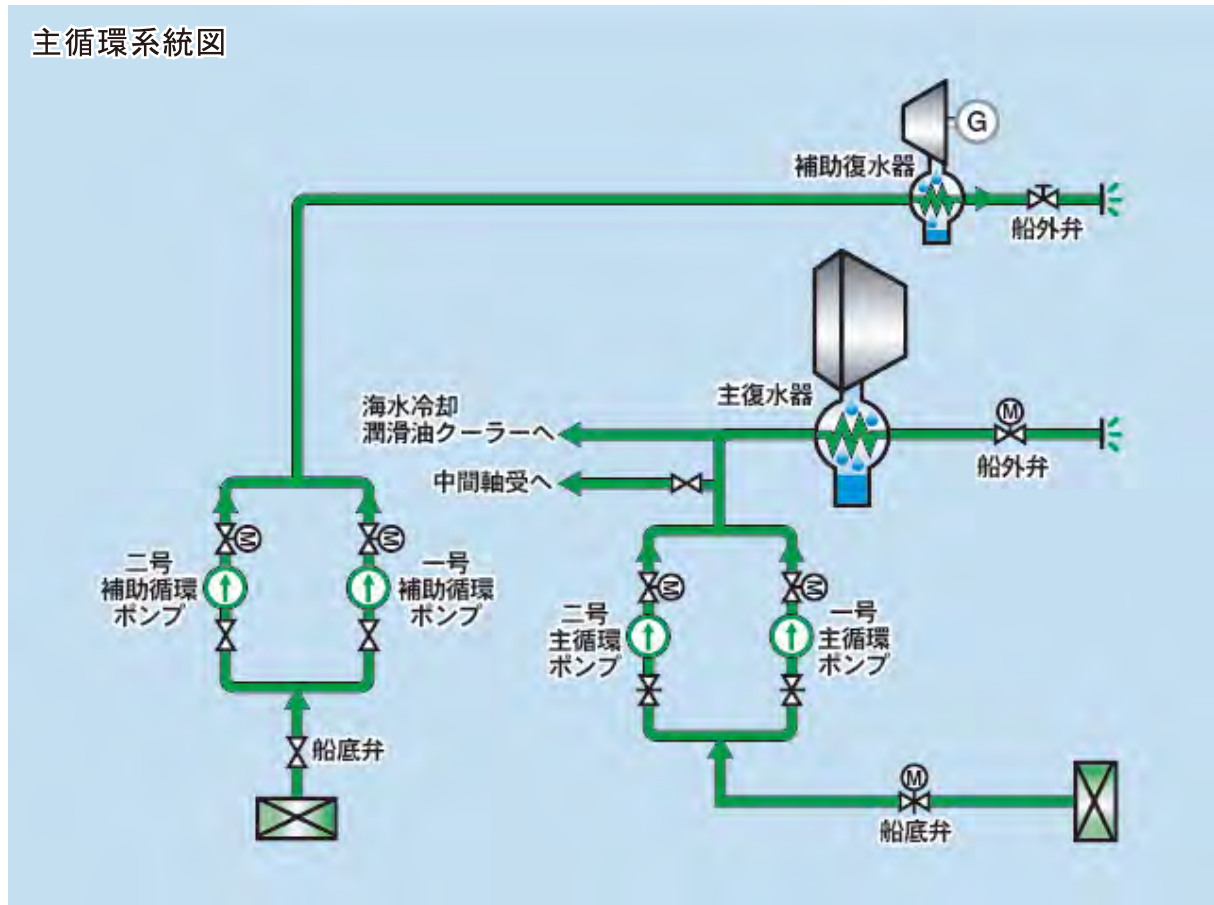
サイトグラス 潤滑油重力タンクのオーバーフローを確認する。
主潤滑油ポンプ運転中は、重力タンクには常に潤滑油が供給され、オーバーフローさせている。

側流清浄ライン 潤滑油ポンプの系統とは別に、潤滑油清浄機によってLOサンブタンクのLOを連続的に循環清浄を行う。清浄効果を上げるため、清浄機の入口には加熱器が設けられ、潤滑油の粘度を適度に下げている。

制御油/作動油 潤滑油の一部は、操縦装置、保護装置の制御油及びターニングギヤ嵌脱の作動油として使用される。

11. 主循環系統

主循環系統図



主循環ポンプ 主復水器を冷却するための海水を送る。

補助循環ポンプ 補助復水器を冷却するための海水を送る。

補助復水器 主発電機タービンの排気を、補助循環ポンプからの海水で冷却し水に戻す。

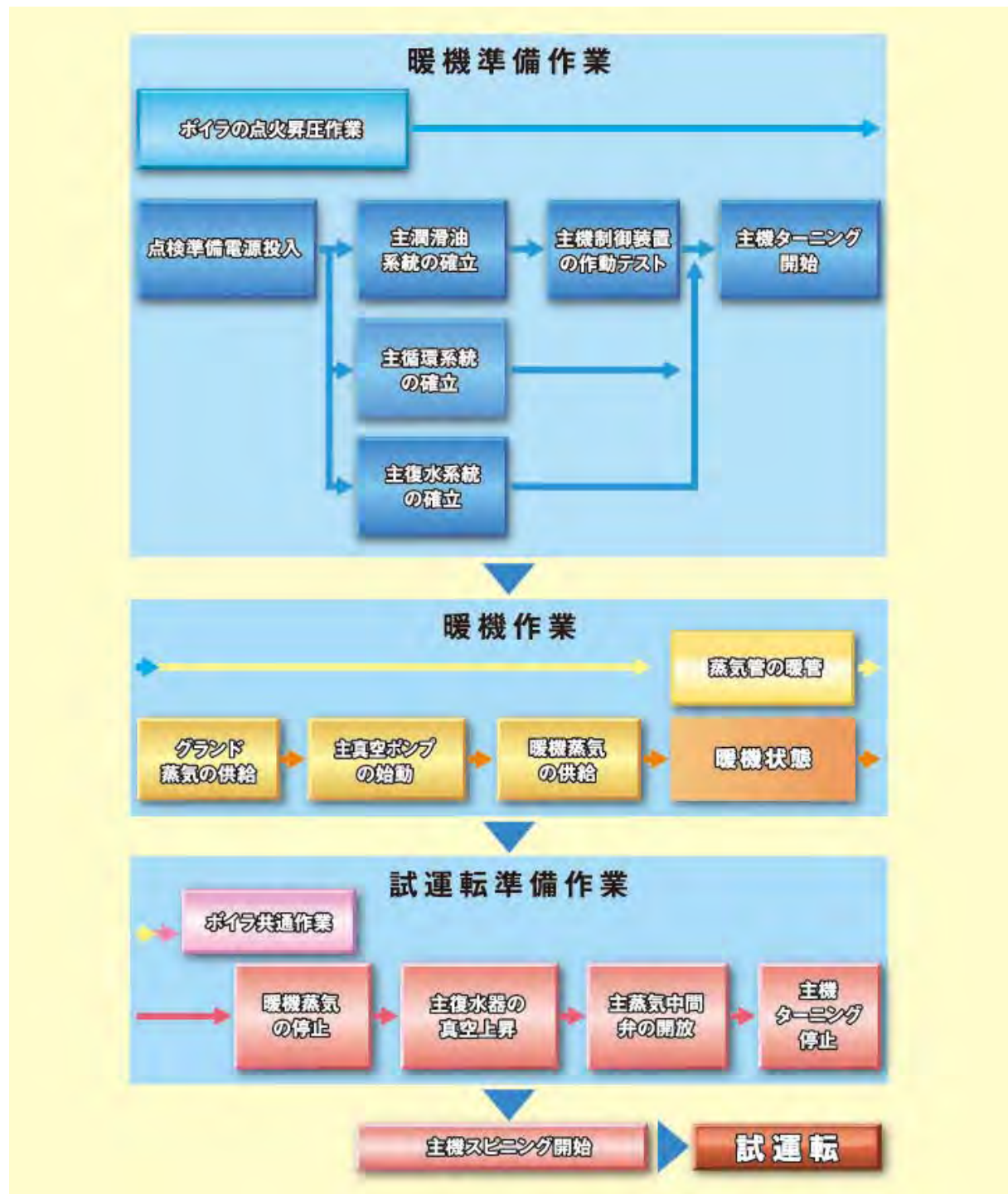
12. 運転準備、暖機作業

停止中の蒸気タービンに高温の蒸気を急に流入させると、タービンの損傷を招くドレンを発生させる。

また、過大な熱応力を発生させ、タービンロータや車室に不均一な膨張が生じ、回転部と静止部が接触を起こすなどの大きな事故を起こすことがある。

このため、運転の前には、タービン機関全体を十分に暖める必要がある。

この作業を大きく分けると、暖機準備作業、暖機作業、試運転準備作業があり、図に示す手順で行なう。



潤滑油清浄機始動 潤滑油は、適切な粘度で主機タービンの各軸受、減速歯車等へ供給する必要がある。このため、潤滑油
側流清浄開始 清浄機を出港12時間前に始動し、潤滑油サンプタンクの加熱を行う。

暖機準備作業

休止ボイラ点火・昇圧作業

航海中は、2ボイラを運転しているが、停泊中は1ボイラを休止しているので出航前に休止ボイラを汽醸する。通常、休止ボイラは、水ドラム内のボイラ加熱ライン(暖缶ライン)で圧力1.0MPaに保持されている。

- 燃料加熱循環開始(出港3時間45分前)
- 点火前確認[ボイラ水位・GAH(Gas Air Heater)運転状態確認]
- アシスト蒸気通気・パージ蒸気通気
- 燃料加熱循環停止
- BGB(Boiler Gauge Board)電源投入・プリパージ開始
- 諸弁開放

過熱器最終段ドレン弁微開 P20 図③参照

補助緩熱器出口ドレン弁微開 P20 図④参照

過熱器空気抜き弁(起動弁)1/4回転開 P20 図⑤参照

- 点火作業
- ACCセット(制御室)
- エアレジスタダンパ閉鎖
- 燃料遮断弁リセット
- FOピストン弁入口弁開
- イグナイタ挿入・スイッチON
- フットスイッチON(FOピストン弁開)
- 点火確認後、エアレジスタダンパ開
- 最低油圧燃焼(制御室)
- 暖缶(ボイラ加熱)停止

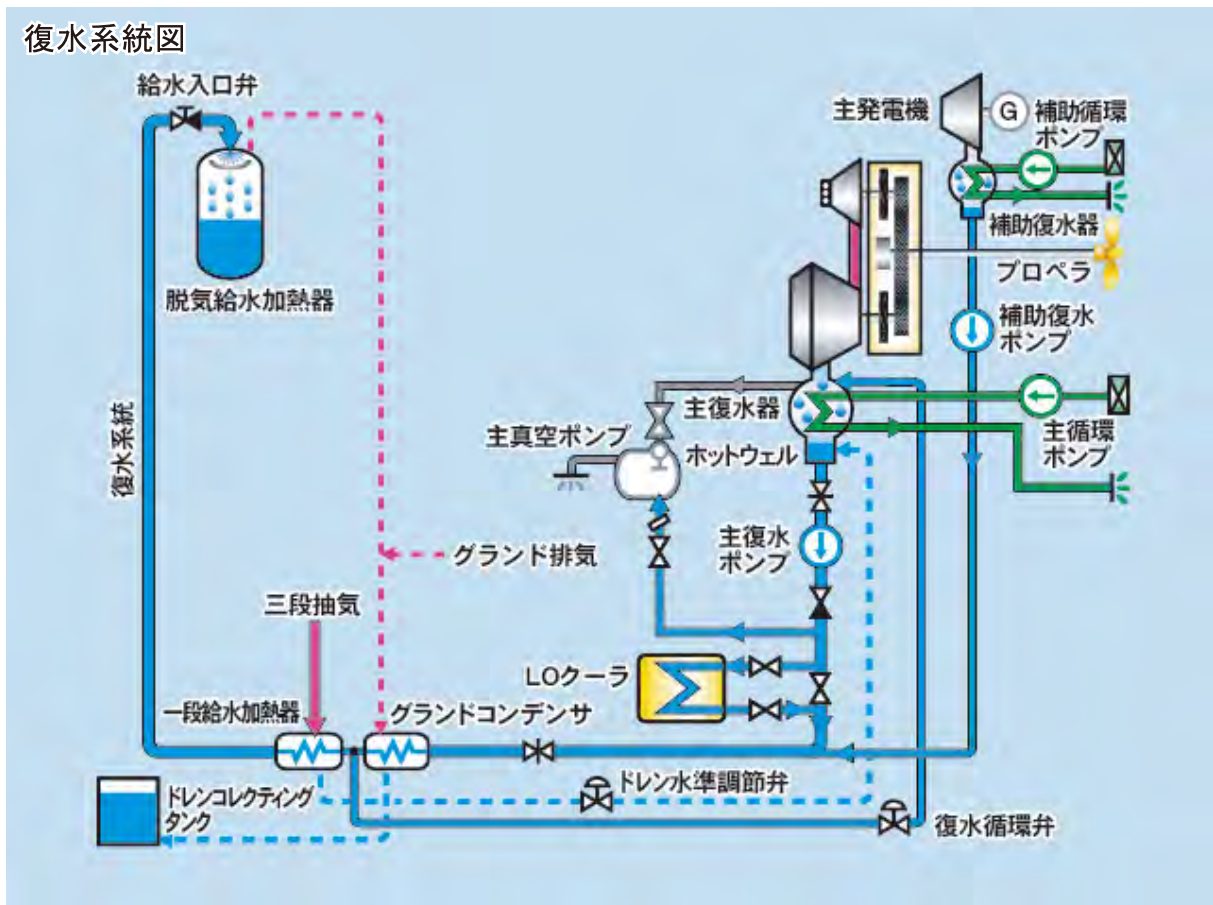
- 点検準備・電源投入
- 制御室各部電源を投入
 - 主機膨張度計測用ダイヤルゲージを「0」にセット

- 主潤滑油系統の確立
- LOサンプタンク油量確認
 - 主潤滑油ポンプ吸入弁・吐出弁・圧力調整弁開
 - 主潤滑油ポンプ始動
 - 圧力調整弁にて吐出圧力を調整(0.44～0.49MPa)
 - 重力タンク供給弁開ける
 - 高位重力タンクのオーバーフロー確認(サイトグラス)
 - 潤滑油温度を40℃～45℃に設定
 - 各軸受部・減速歯車スプレイヤ潤滑油供給確認(サイトグラス)

- 主循環系統の確立
- 海水吸入弁、主循環ポンプ吸入弁及び船外弁開(船外弁は、開度20%)
 - 主循環ポンプ始動
 - 主循環ポンプ吐出弁開
 - 主復水器水室のエア抜き
 - 中間軸受、主潤滑油冷却器の冷却海水弁開
 - 海洋生物付着防止装置運転開始

- 主復水系統の確立
- 主復水器ホットウエル水準確認
 - 主復水ポンプ関係諸弁開
 - 主復水ポンプ始動
 - 主復水ポンプ吐出弁開
 - 復水循環弁バイパス弁開→主復水器ホットウエルのレベル調整

復水系統図

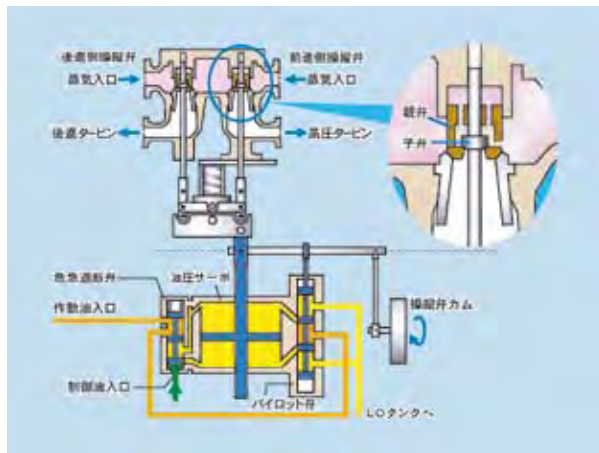


- | | |
|------------------|---|
| 主機制御装置の
作動テスト | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 主蒸気中間弁、同バイパス弁、一段及び二段抽気の手動弁閉鎖確認 ▪ 一段及び二段抽気弁の遠隔開閉テスト ▪ ドレン弁の遠隔開閉テスト ▪ 後進中間弁の遠隔開閉テスト ▪ 操縦弁の作動テスト |
|------------------|---|

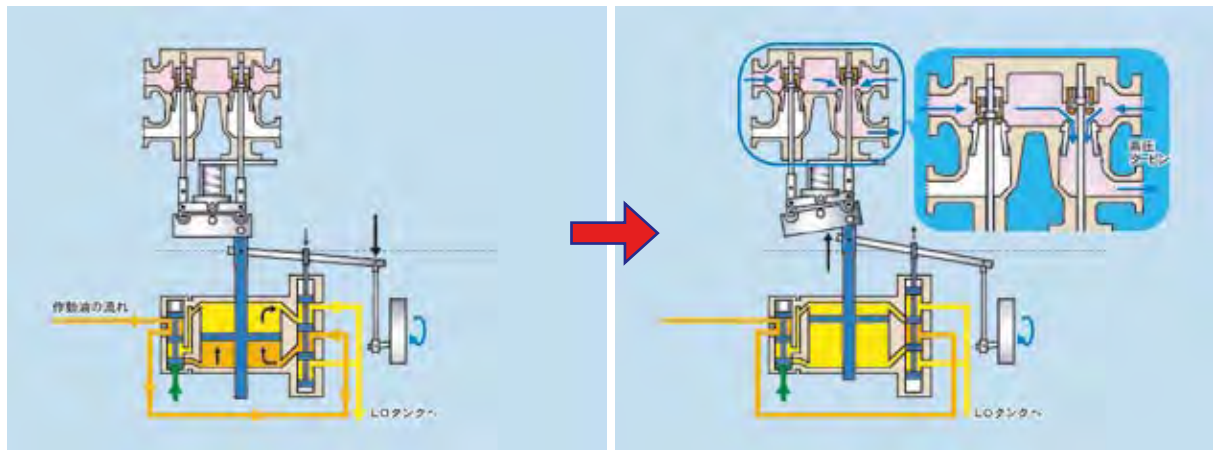
- 主機ターニングギア嵌合
- ターニング開始
- 電流値確認

操縦弁の作動

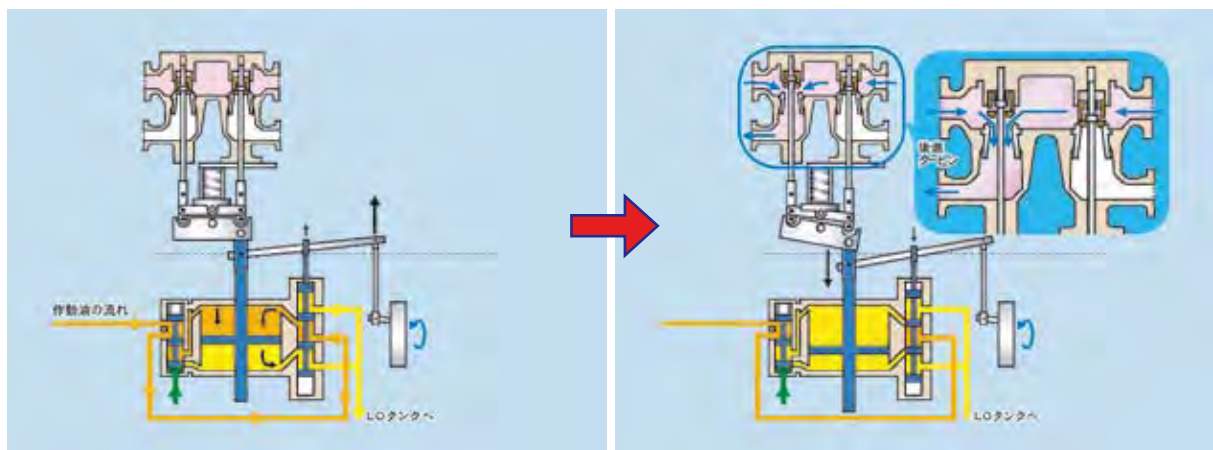
中立



前進



後進



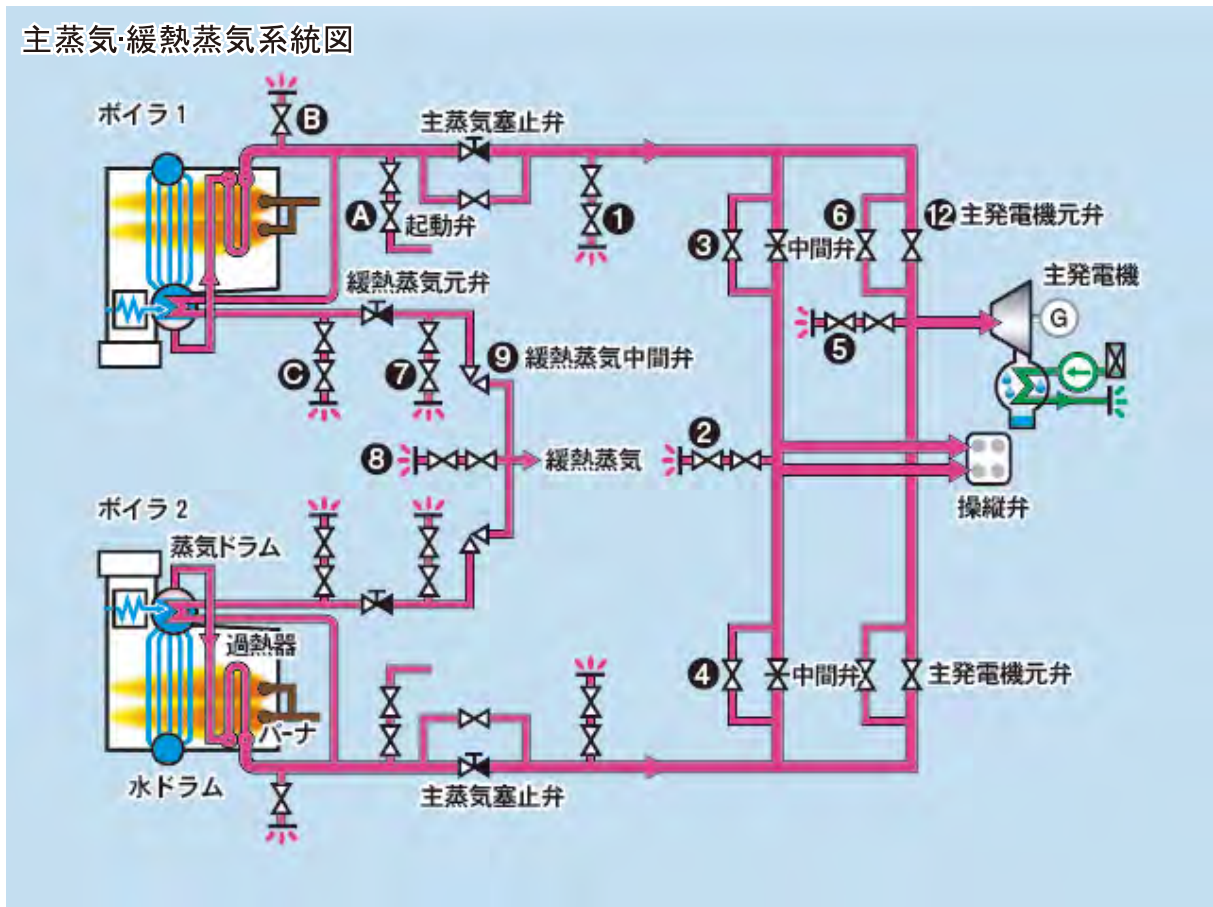
暖機作業

- グラント蒸気の供給
 - グラント排気ファン運転確認
 - グラント排気元弁開
 - グラント蒸気諸弁開
 - ドレン排除
 - コントローラ設定→0.02 MPa

- 主真空ポンプの始動
 - 関係諸弁開放
 - 主真空ポンプ始動
 - 主復水器真空度が-46kPaになったら主真空ポンプ停止
 - 主復水器真空度を-36~-46kPaに保つよう適宜運転

- 暖機蒸気の供給
 - 暖機蒸気中間弁開放
 - ドレン排除
 - 前後進暖機蒸気入口弁開放
 - 暖機完了の判断基準
 - 高圧タービン車室の内外壁温度差
 - 低圧タービン排気室の温度
 - 高圧及び低圧タービン車室の伸び量

主蒸気・緩熱蒸気系統図



- 蒸気管の暖管
- ・ 休止側主蒸気塞止弁出口ドレン弁微開 ①
 - ・ 緩熱蒸気元弁出口ドレン弁微開 ⑦
 - ・ 緩熱蒸気中間弁開放 ⑨
 - ・ 主蒸気ラインドレン弁微開 ②
 - ・ 主蒸気中間弁バイパス弁開放 ③ ④
 - ・ 主発電機元弁ドレン弁微開 ⑤
 - ・ 主発電機元弁バイパス弁開放 ⑥

試運転準備作業

ボイラ共通作業 ▪ 休止側ボイラ給水系統の確立

- バーナ交換
- 蒸気関係諸弁開放 P20 図参照
 - 主蒸気塞止弁開放
 - 加熱器最終段ドレン弁閉鎖 ⑤
 - 主蒸気塞止弁出口ドレン弁閉鎖 ①
 - 緩熱蒸気元弁開放
 - 主発電機元弁バイパス弁閉鎖 ⑥
 - 主発電機元弁ドレン弁閉鎖 ⑤
 - 主発電機元弁開放 ⑫
 - 緩熱蒸気元弁出口ドレン弁閉鎖 ⑦
 - 緩熱器出口ドレン弁閉鎖 ③
 - 起動弁閉鎖 ④

暖機蒸気の停止 ▪ 暖機蒸気中間弁閉鎖

- 前後進暖機蒸気入口弁閉鎖

主復水器の真空上昇 ▪ 主真空ポンプ連続運転

主蒸気中間弁開放 ▪ 主蒸気中間弁開放

- 主蒸気中間弁バイパス弁閉鎖 P20 図 ③ ④ 参照
- 主蒸気ラインドレン弁閉鎖 P20 図 ② 参照

主機ターニング停止 ▪ ターニング停止

- 主機ターニングギア離脱

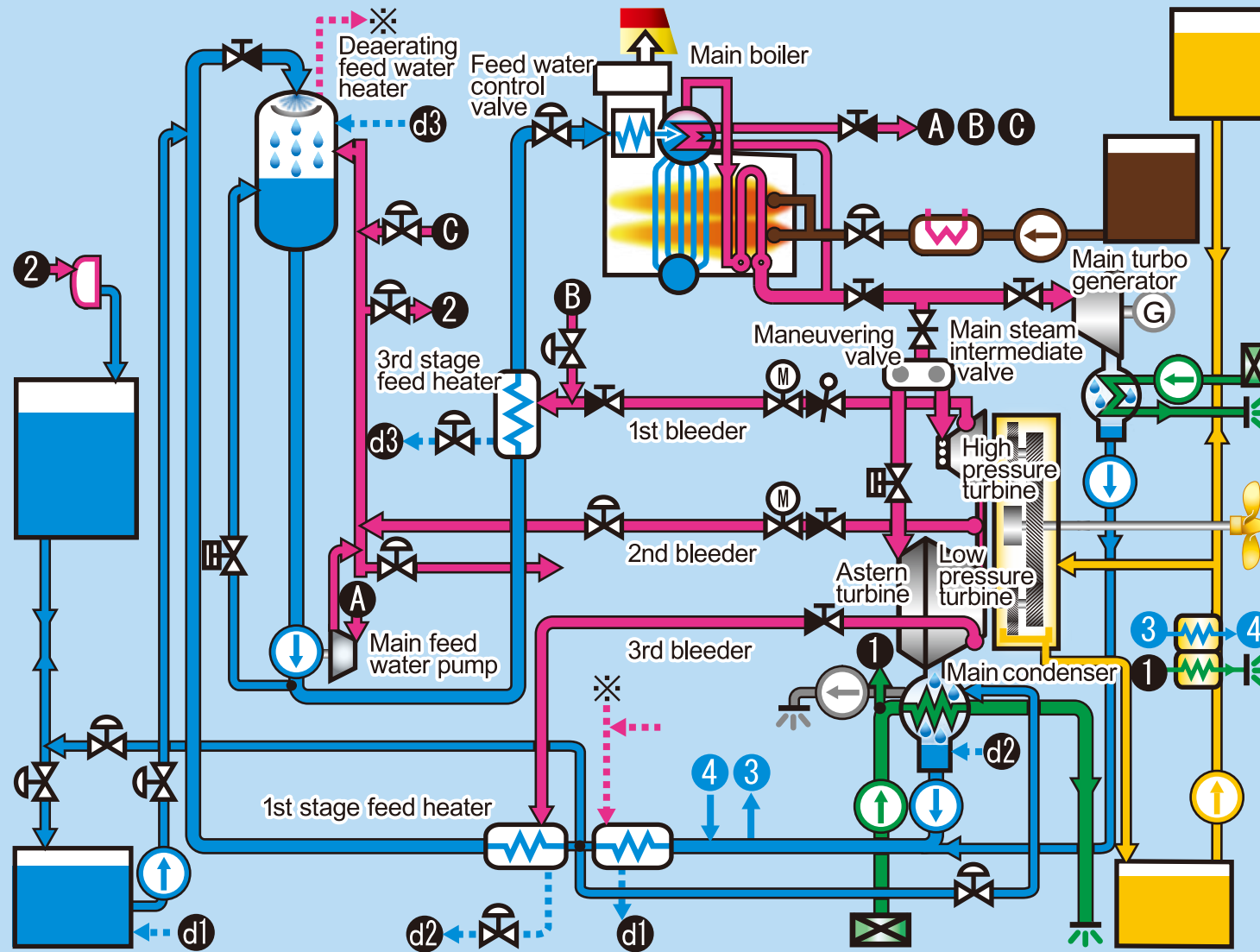
スピニング試運転 ▪ 制御油圧リセット

- オートスピニング開始

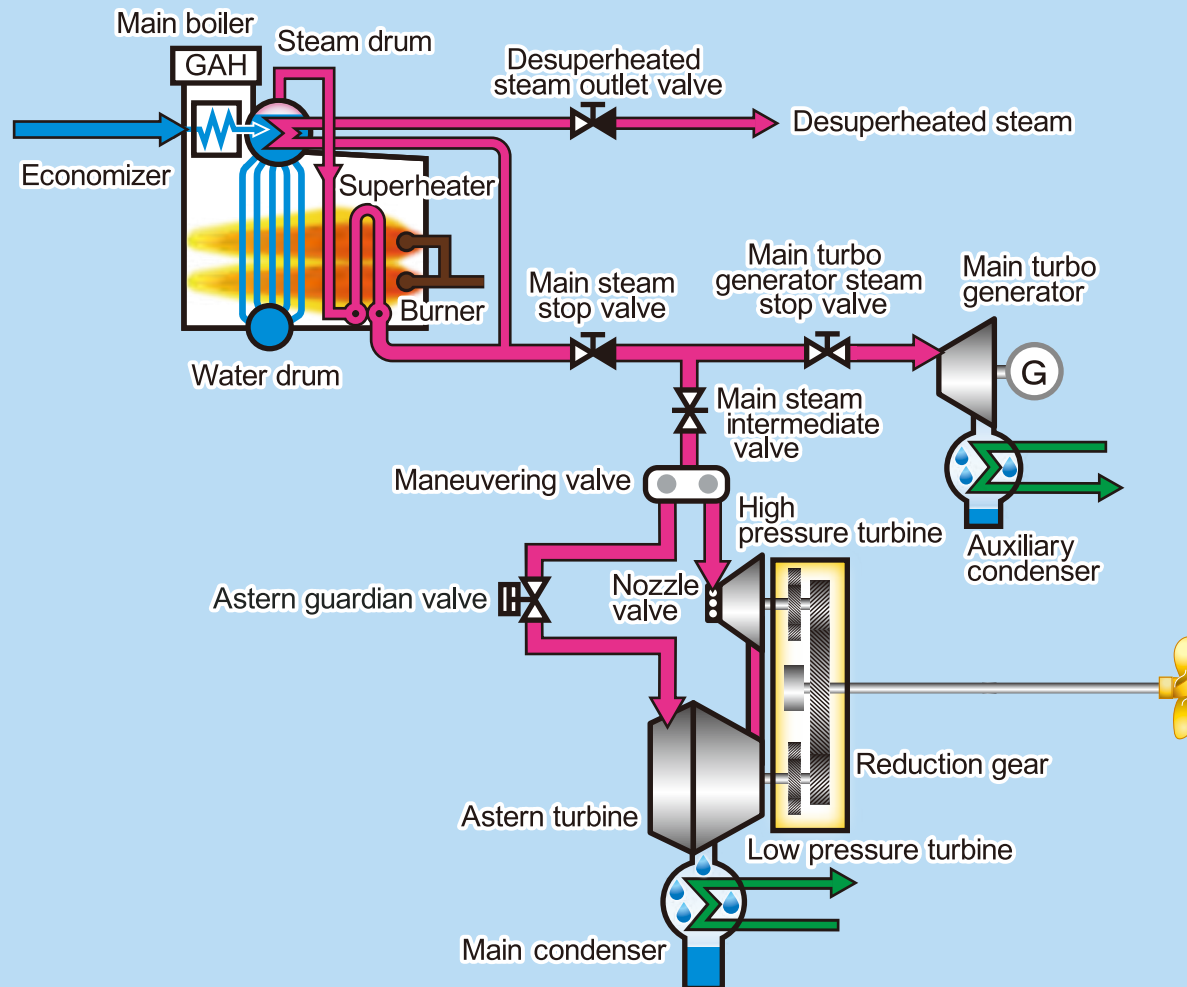
試運転 ▪ 制御室レバーコントロール方式による試運転

- 制御室ダイレクトスイッチコントロール方式による試運転
- 機側非常用手動操縦ハンドル方式による試運転

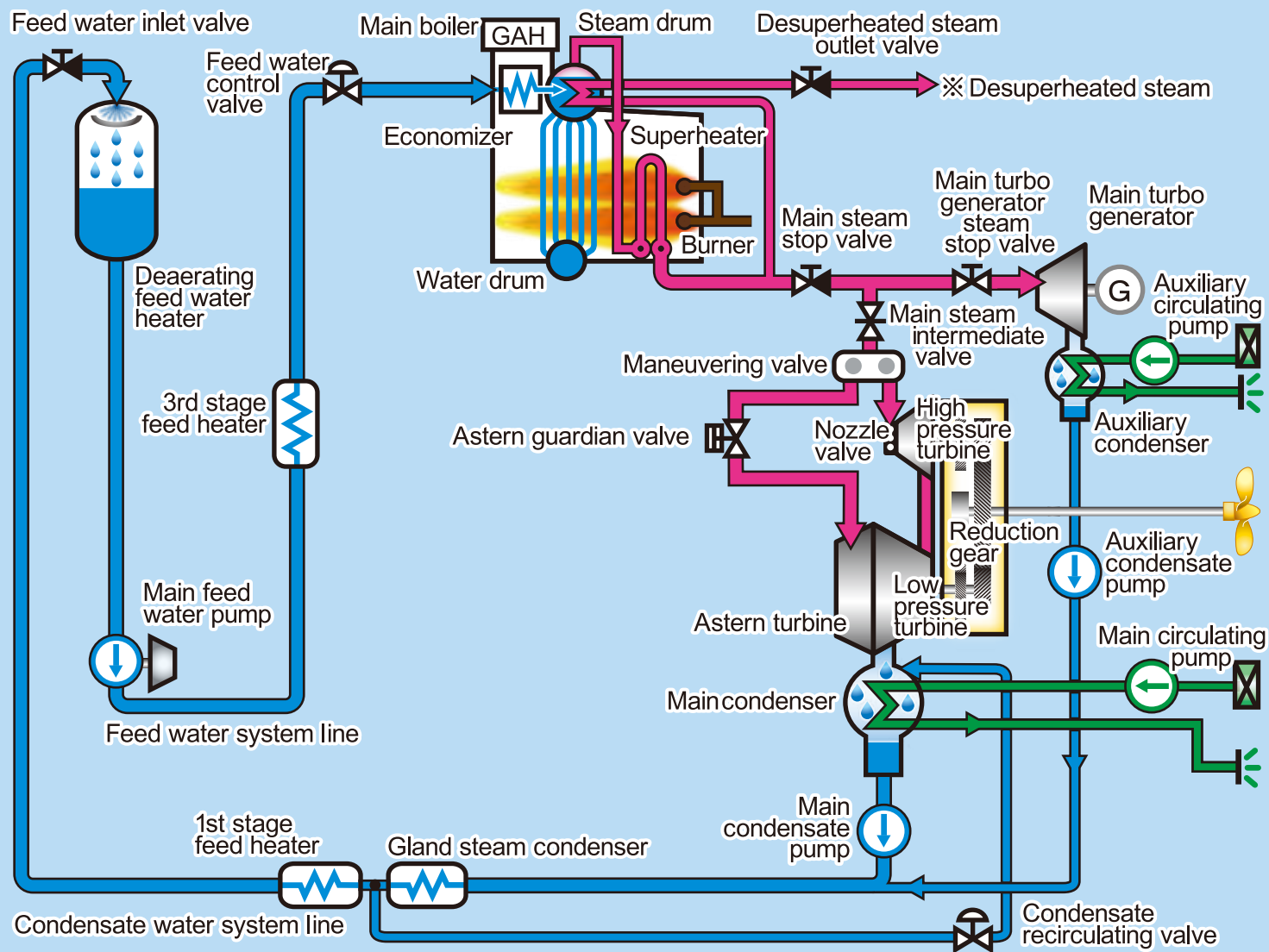
Overall steam turbine system configuration



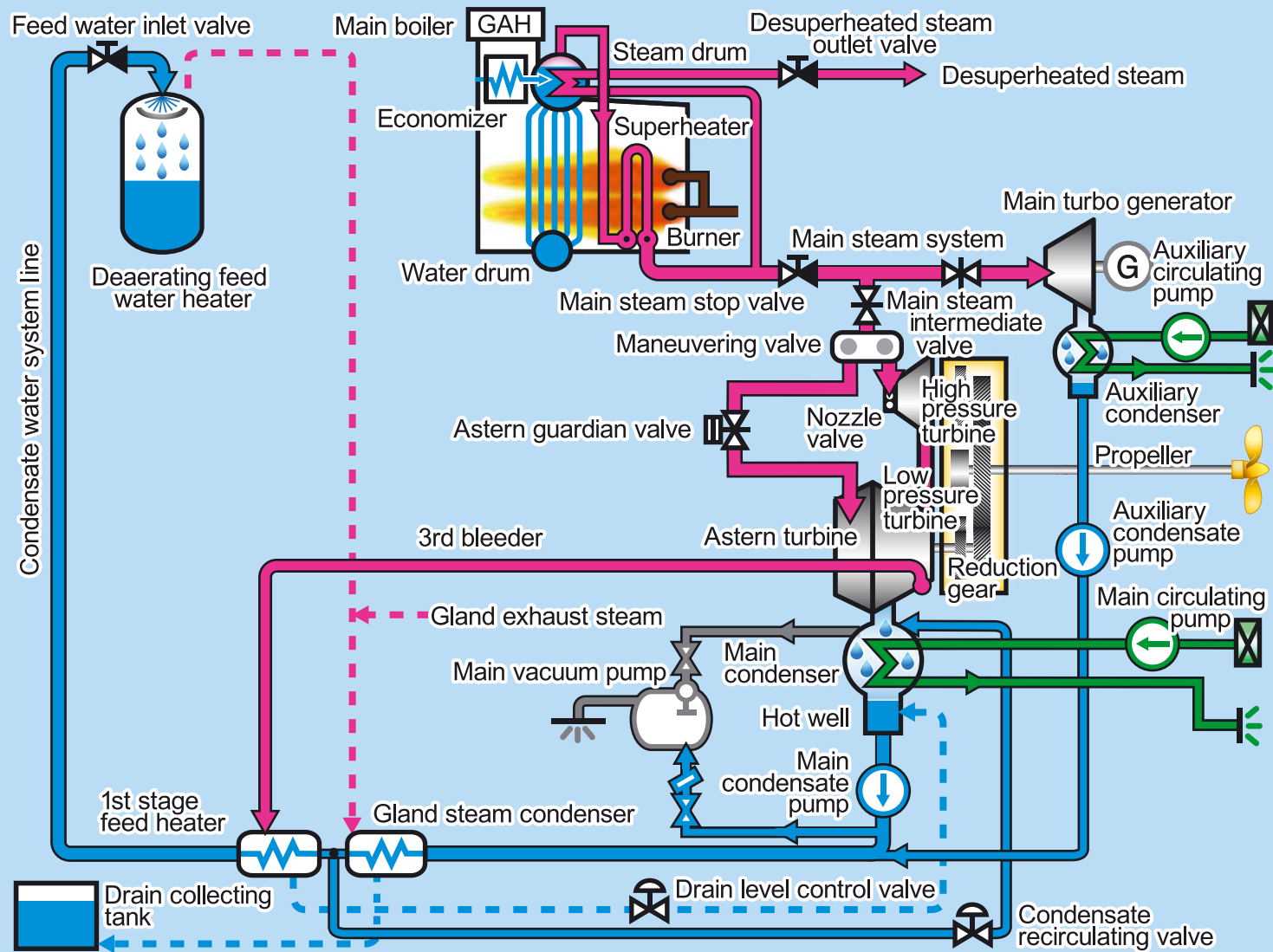
Main steam system diagram



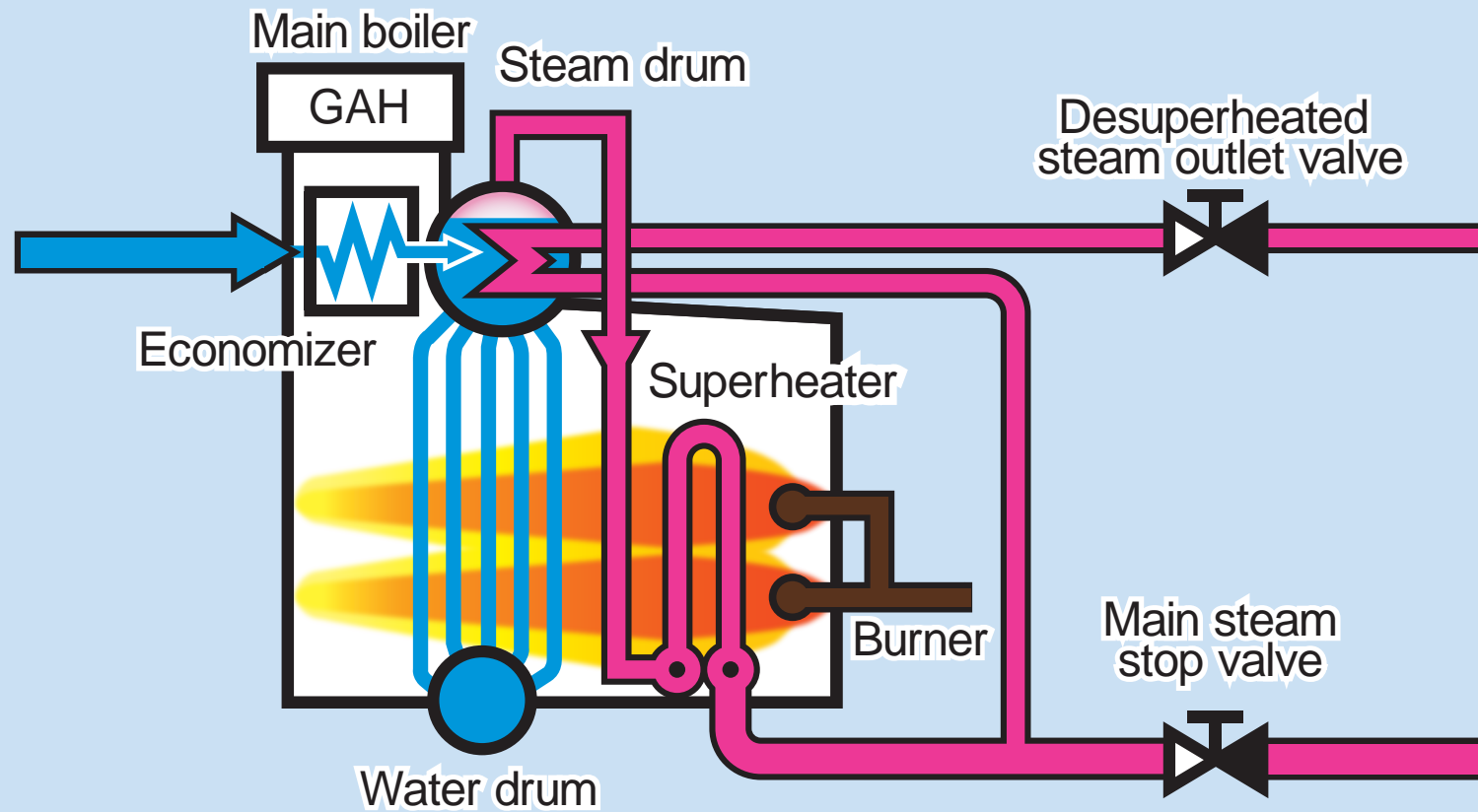
Condensate water system diagram



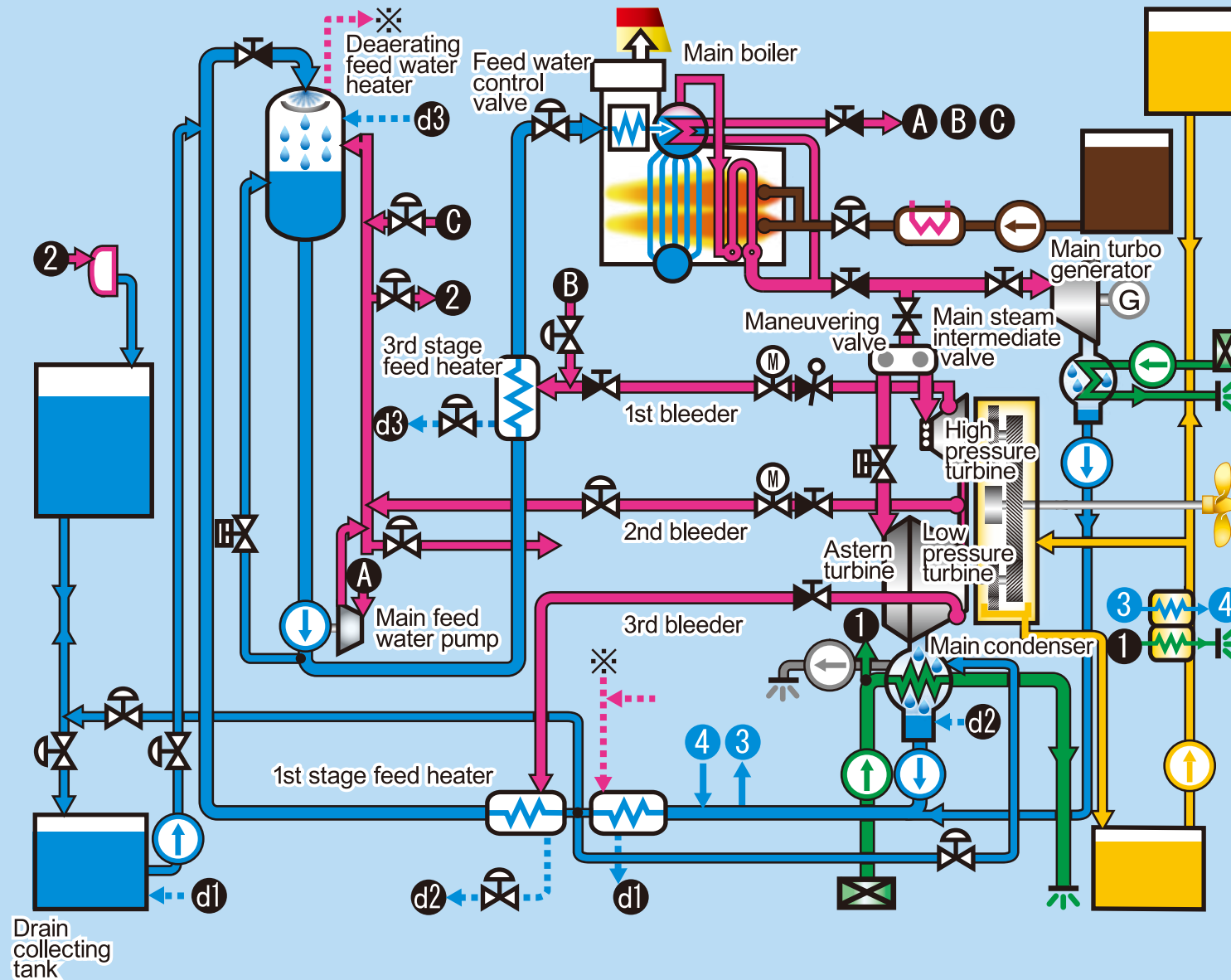
Feed water system diagram



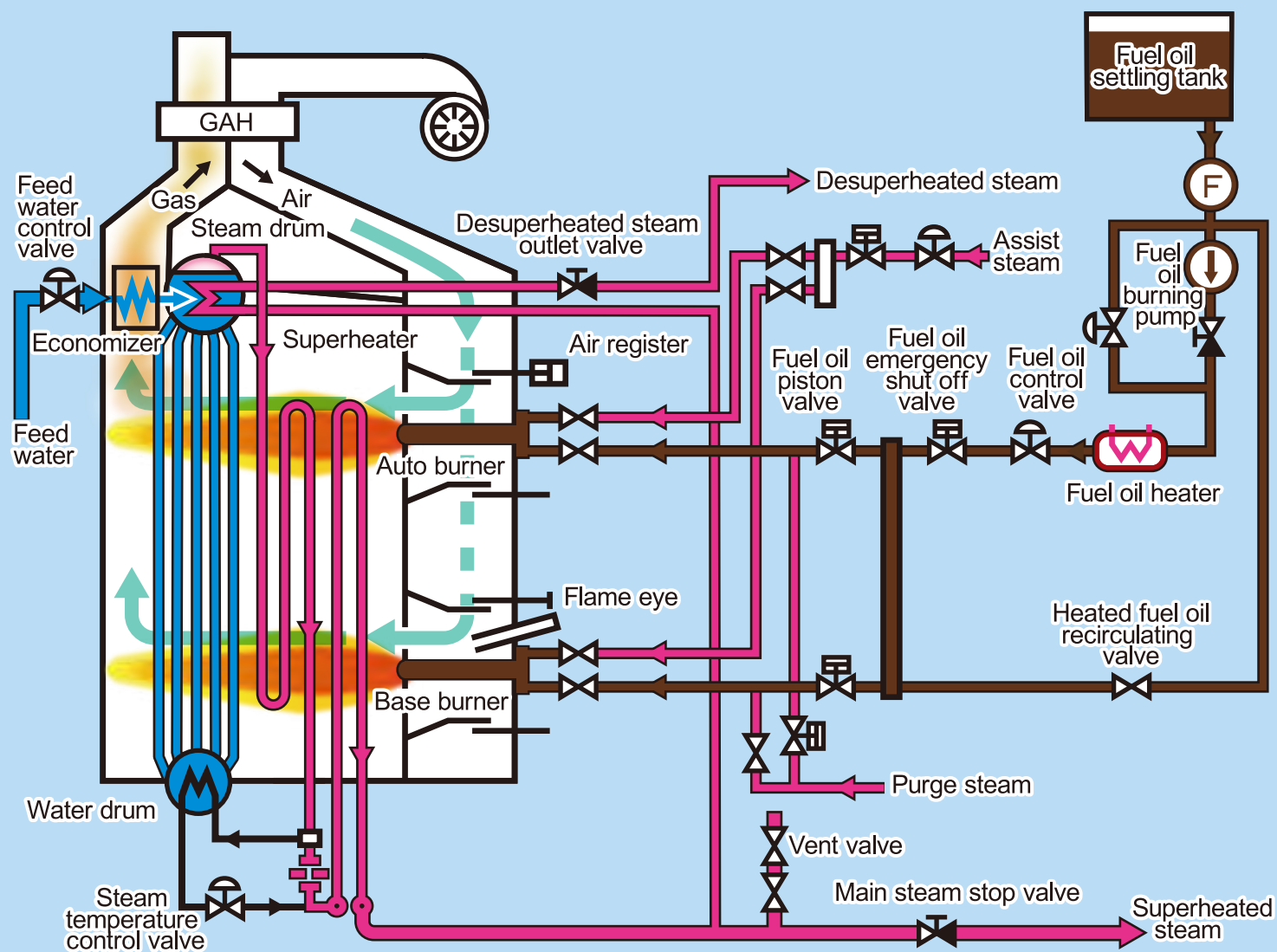
Desuperheated steam system diagram



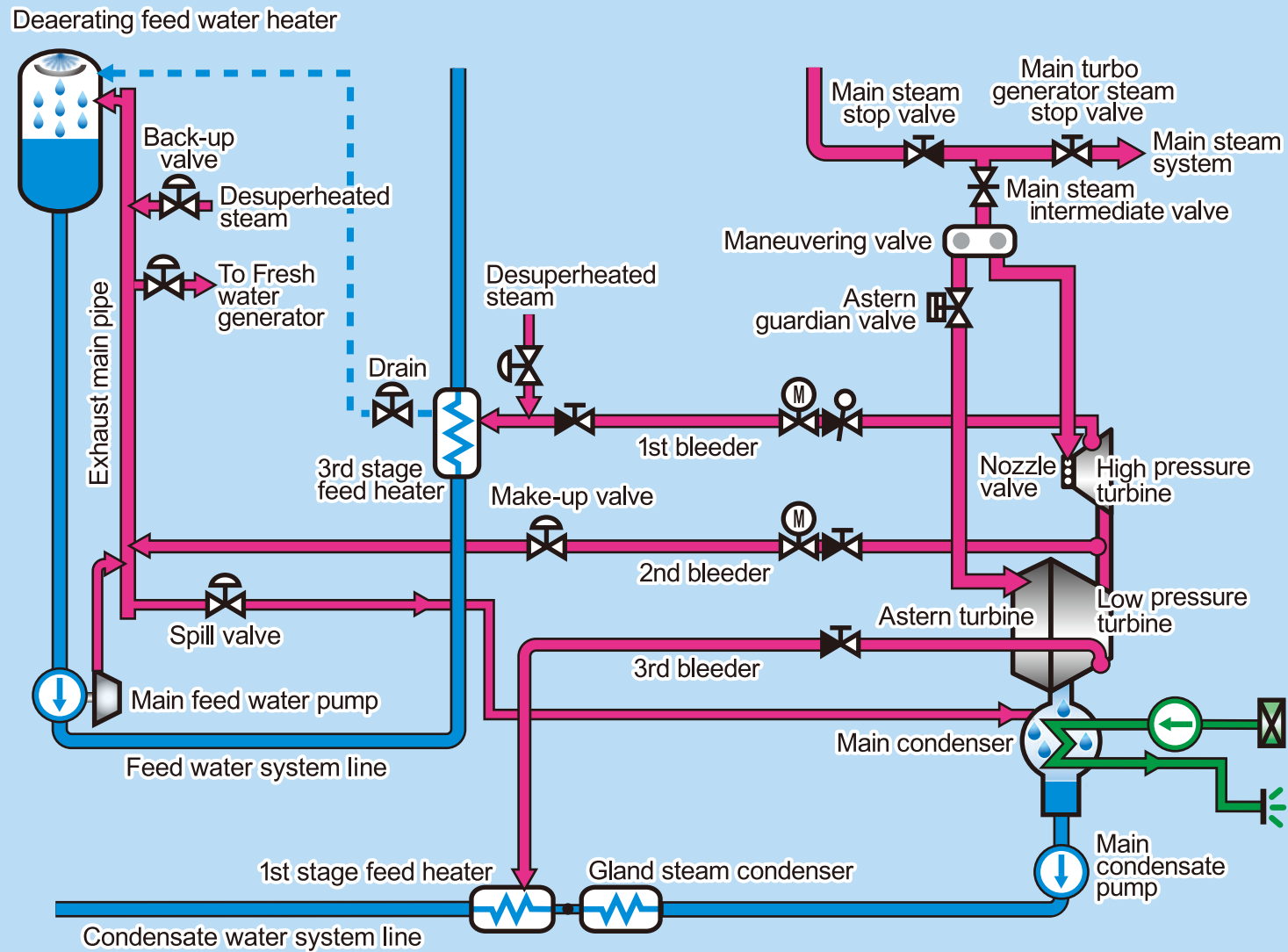
Desuperheated steam system diagram



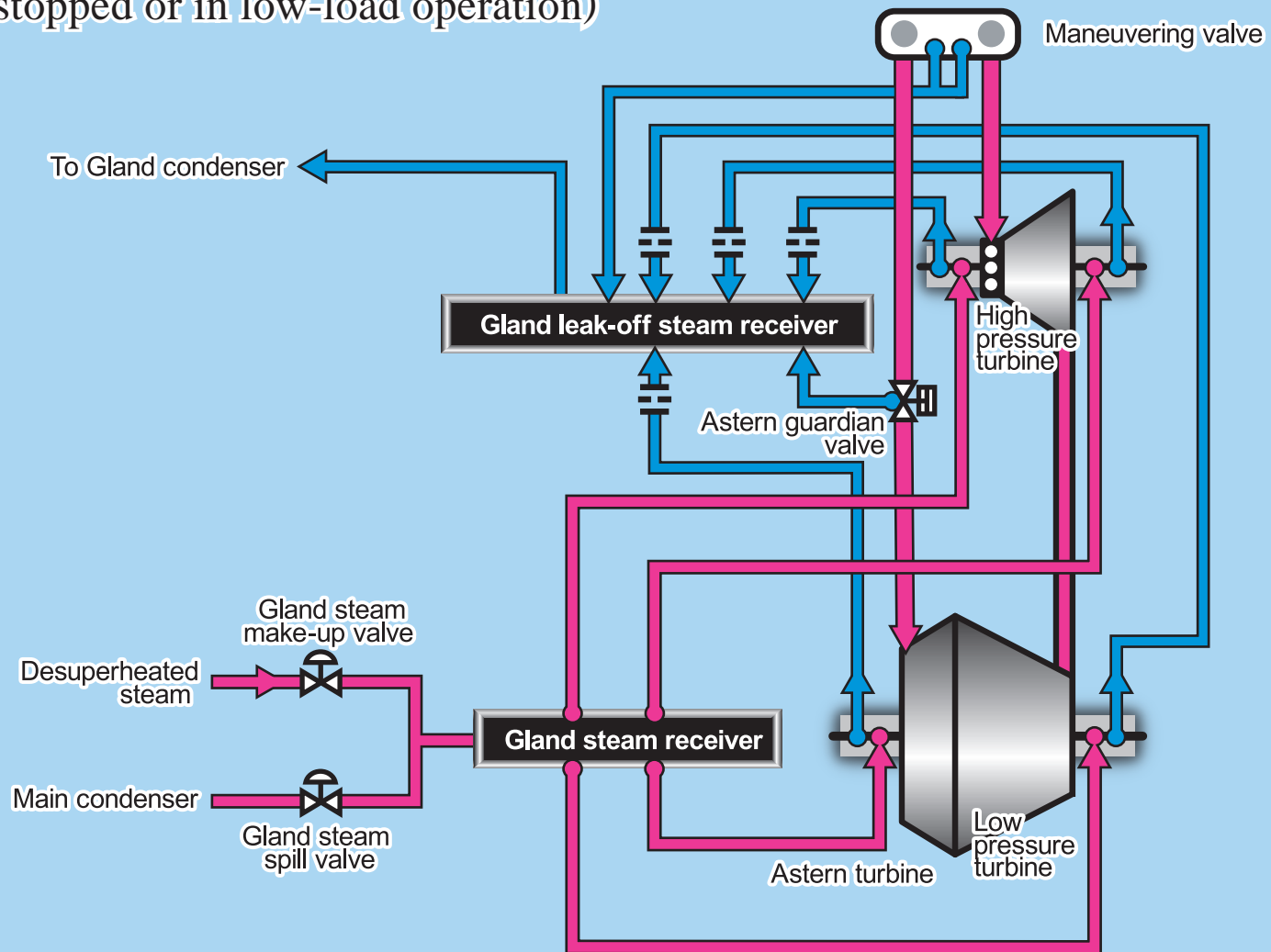
Main boiler system diagram



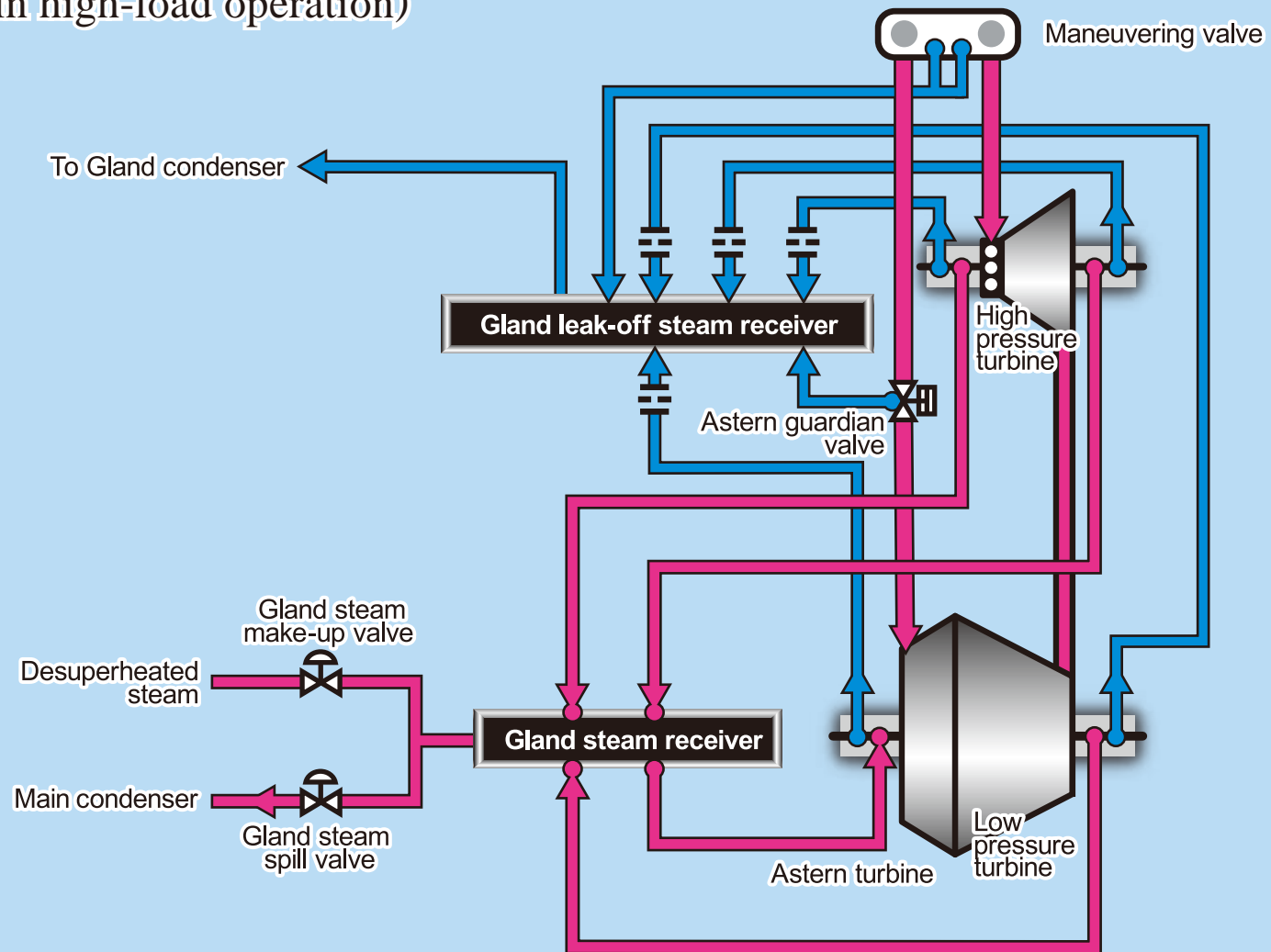
Steam bleed system diagram



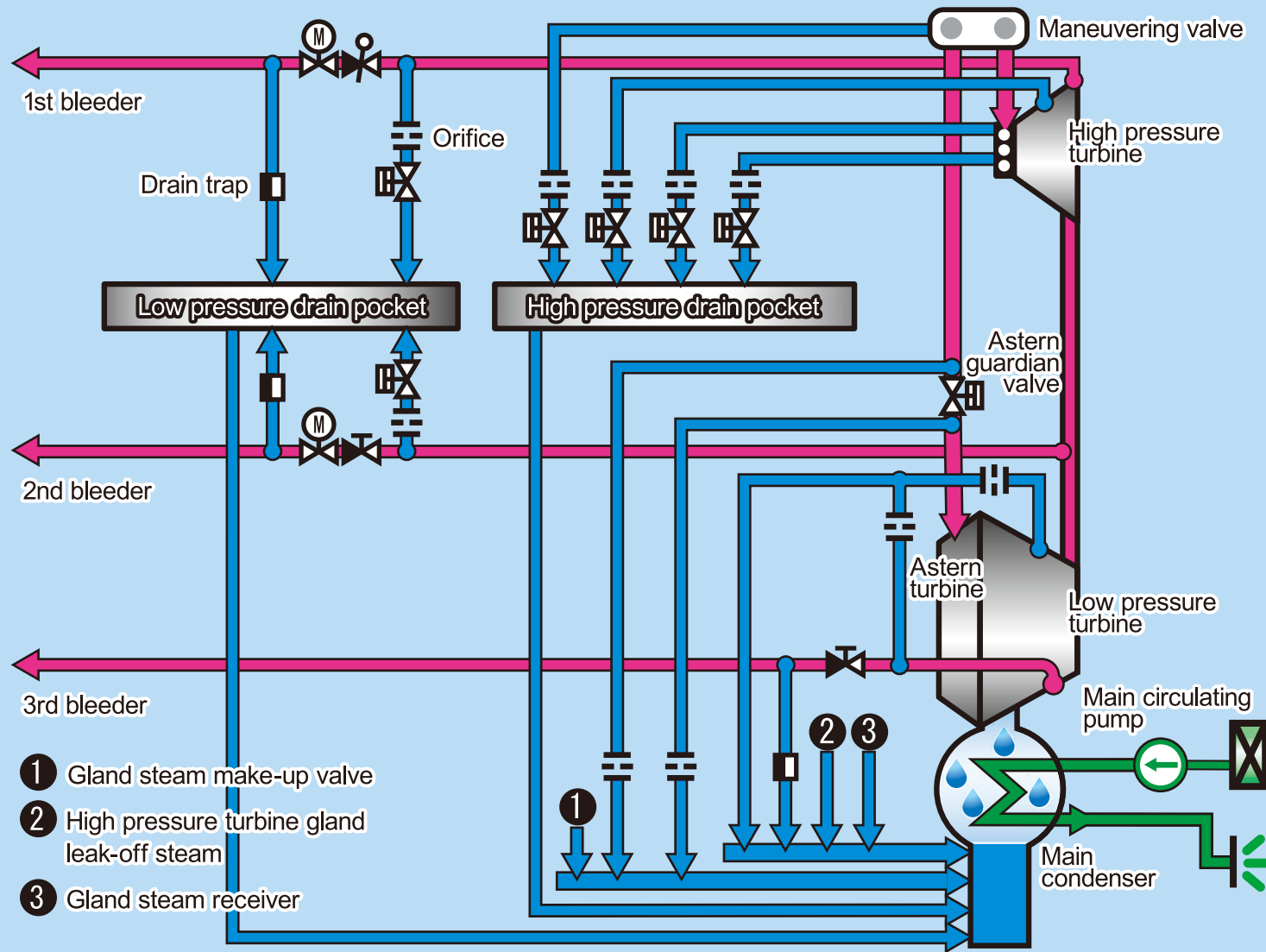
Gland steam system diagram (when stopped or in low-load operation)



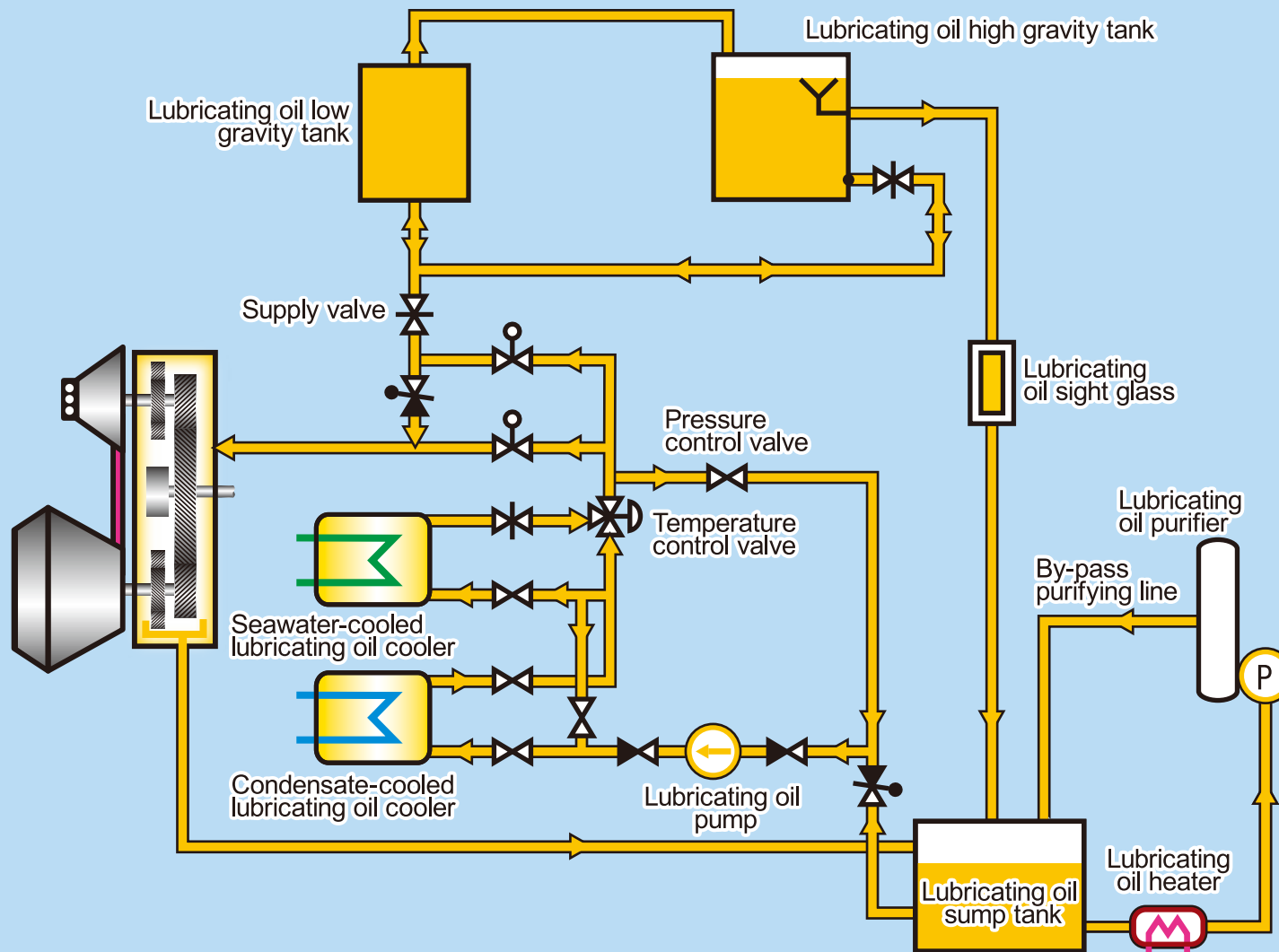
Gland steam system diagram (when in high-load operation)



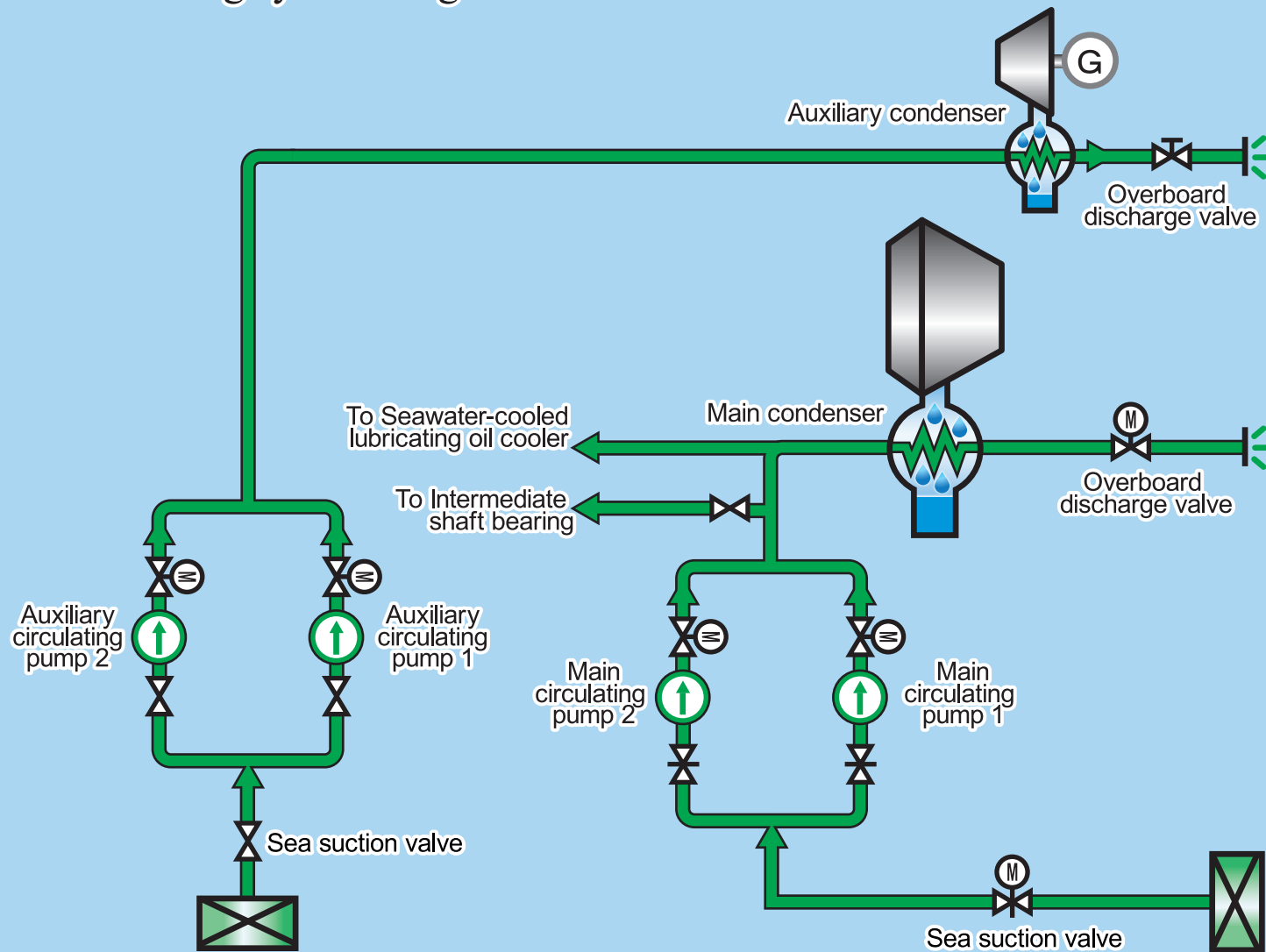
Drain system diagram



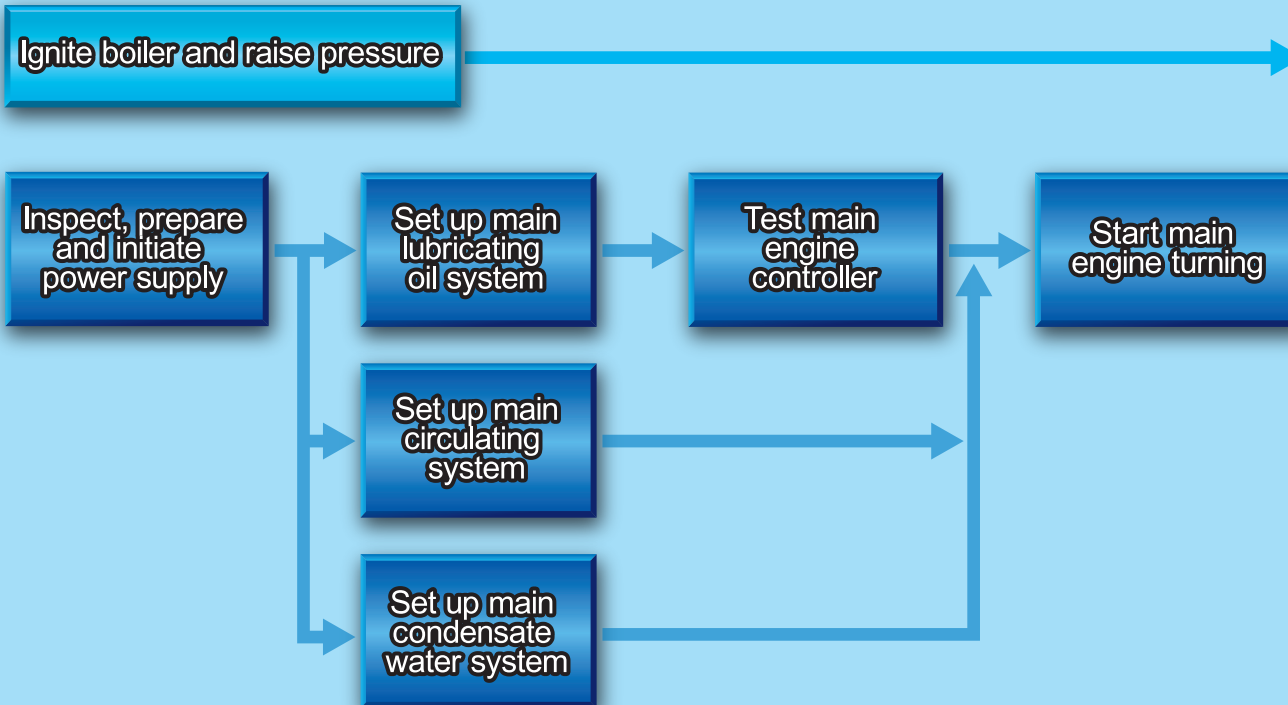
Main lubricating oil system diagram



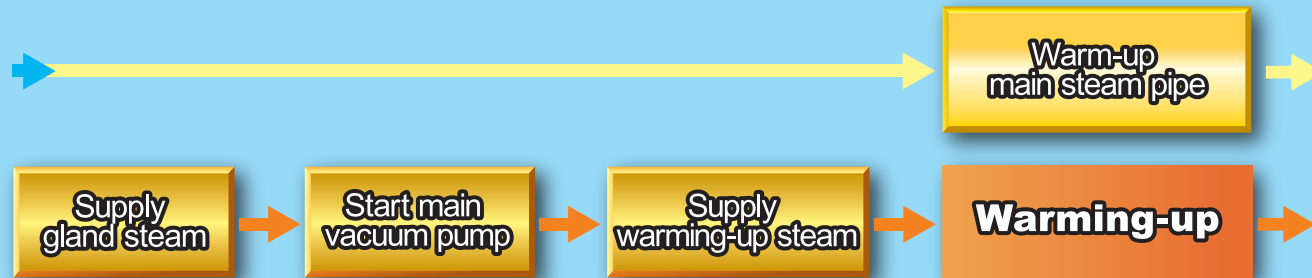
Main circulating system diagram



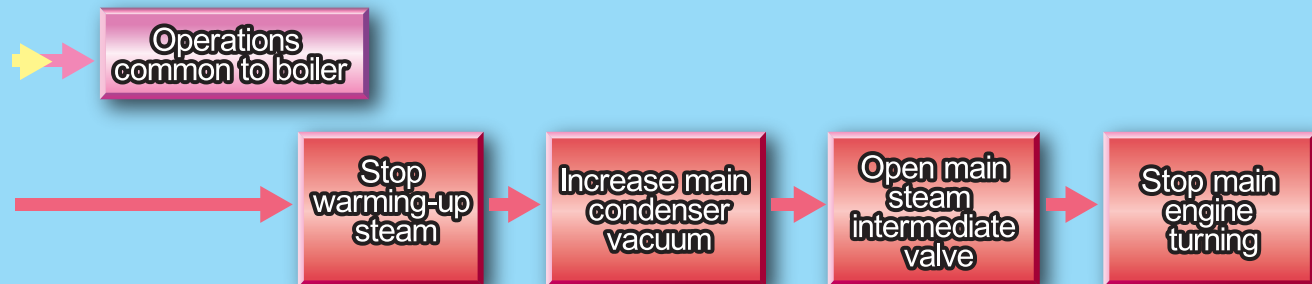
Warming-up preparations



Warming-up operations



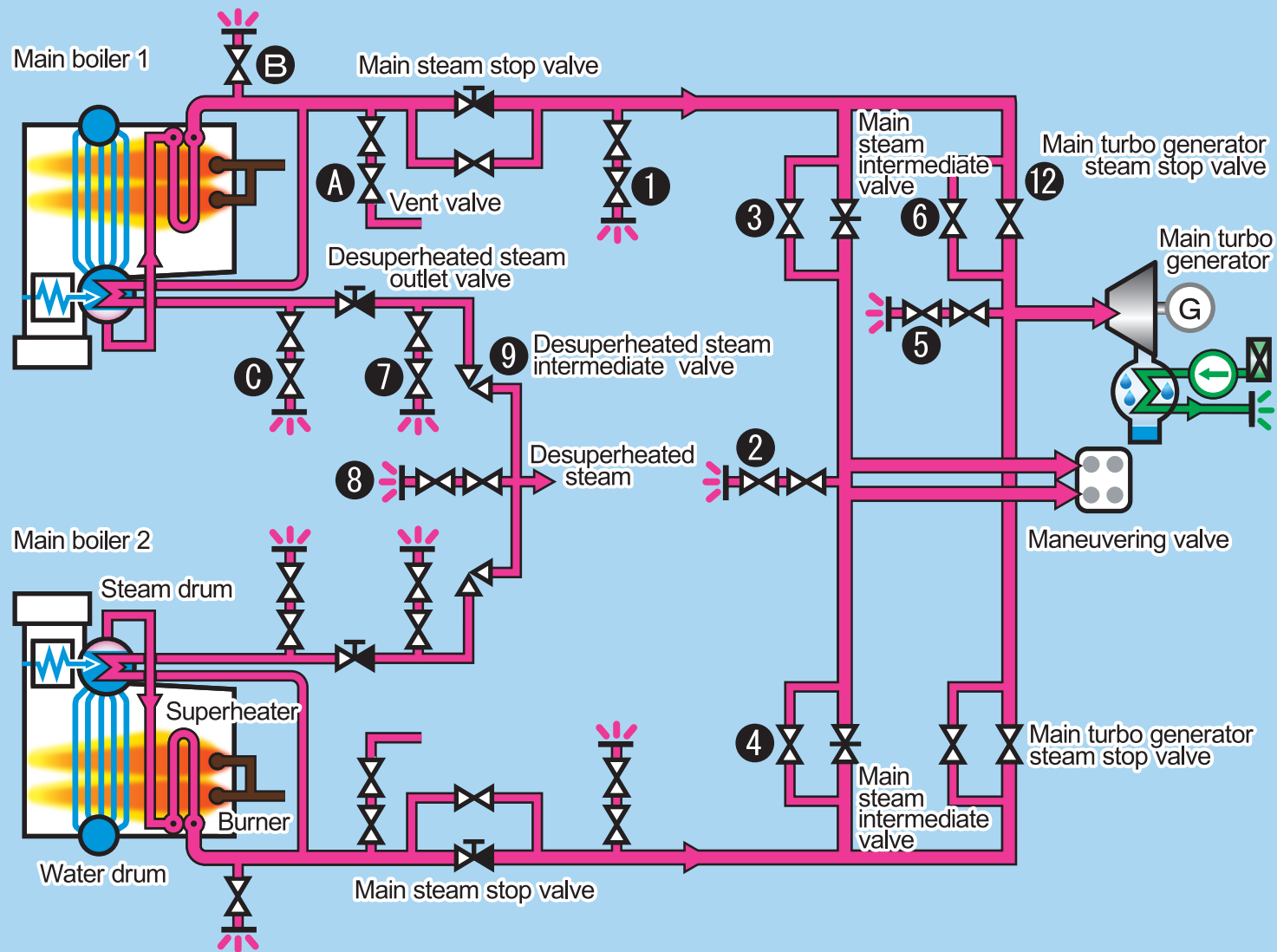
Trial operation preparations



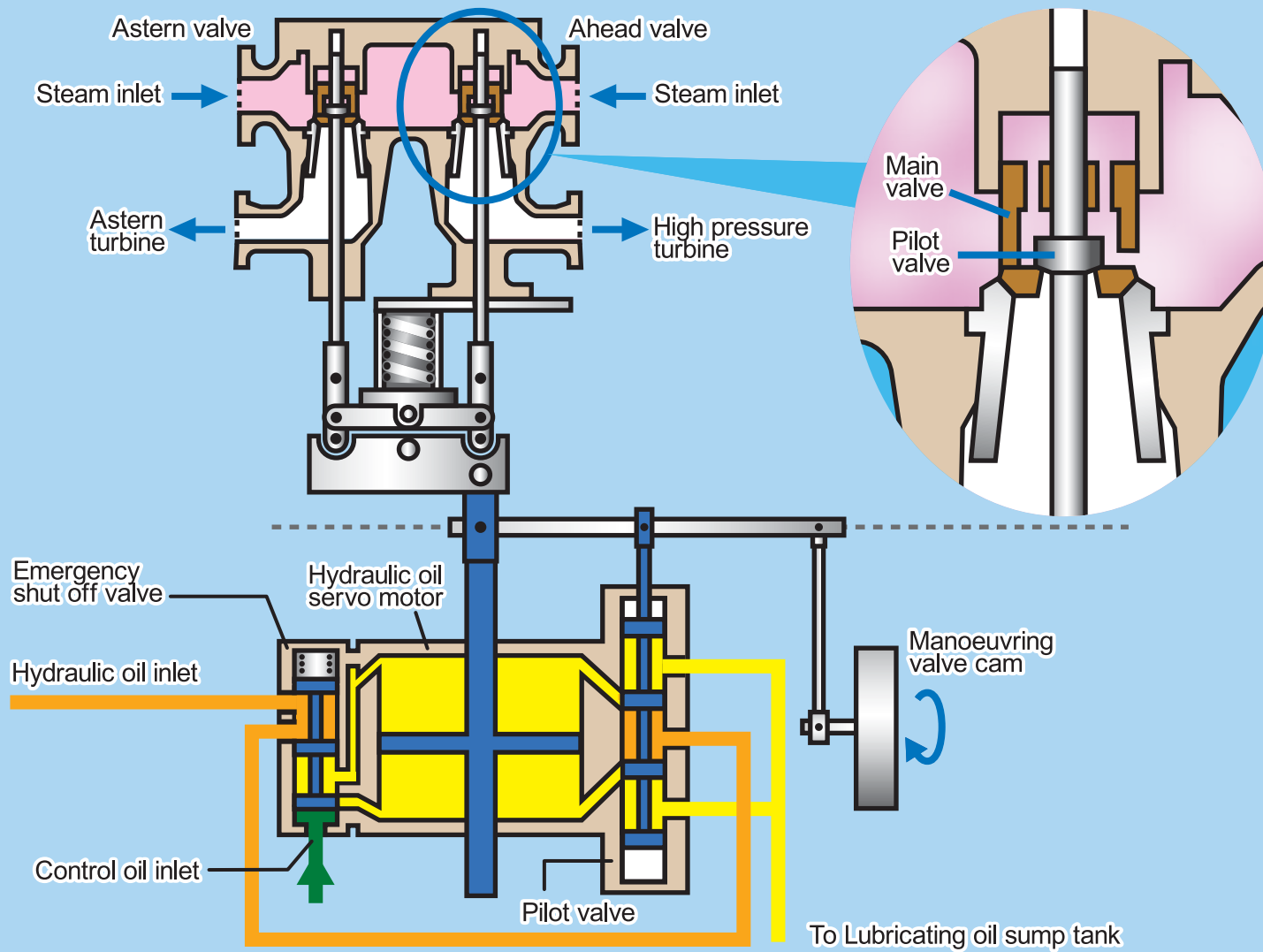
Start main engine spinning

Trial operation

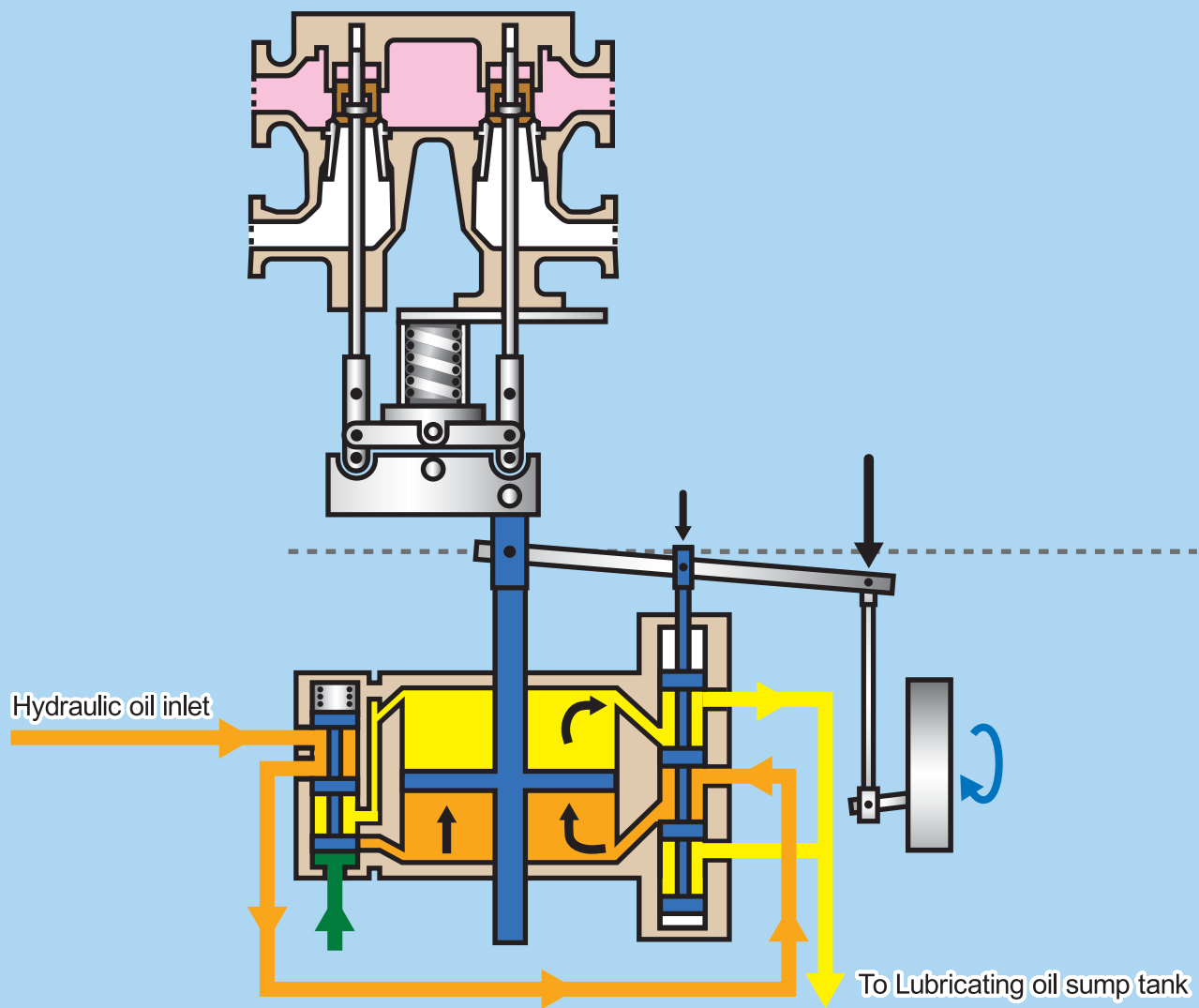
Main steam system diagram · Desuperheated steam system diagram



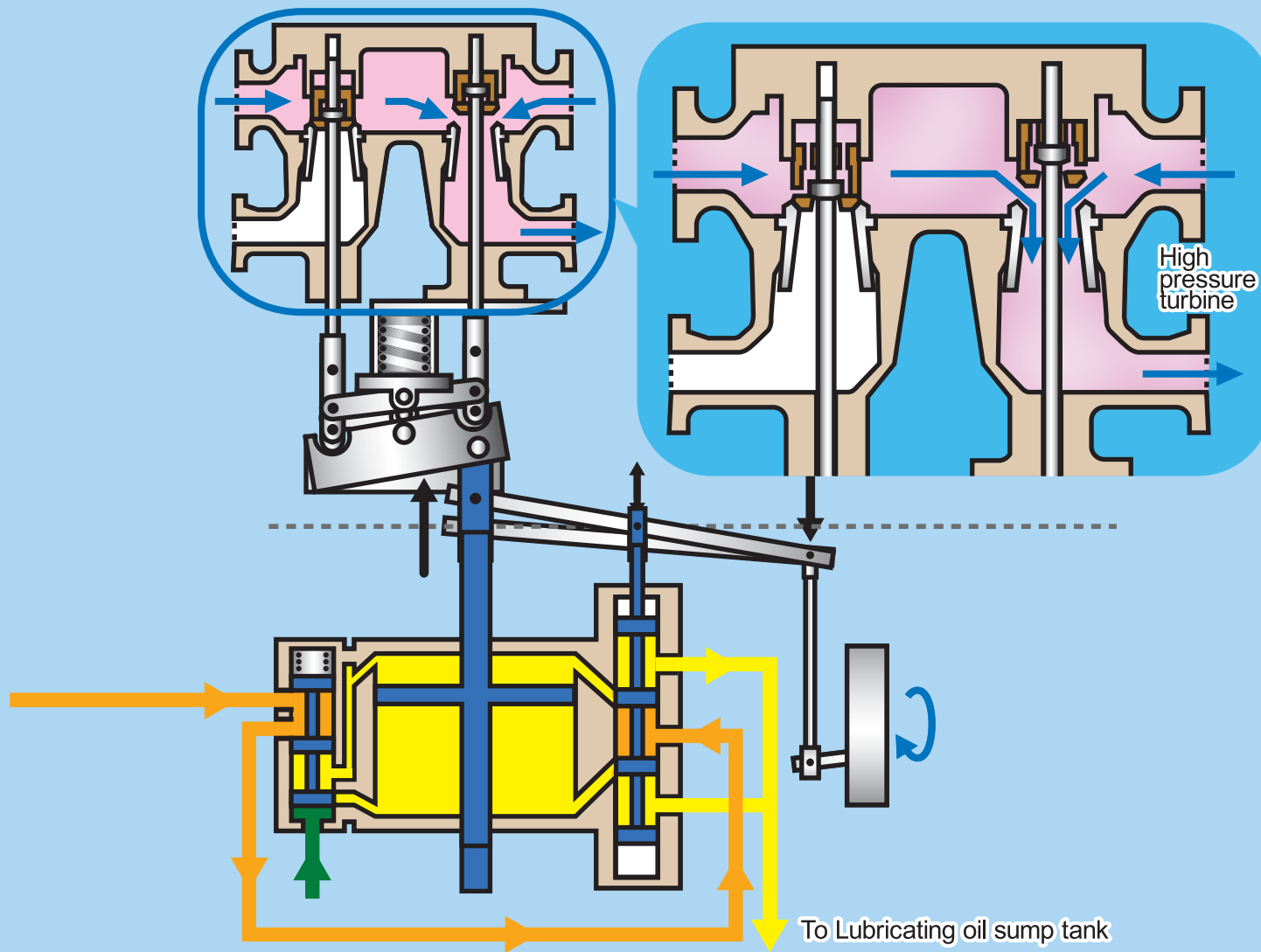
Neutral



Ahead 1



Ahead 2



Astern 2

