

衛生設備・ユーティリティ設備の自動制御

Automatic Control of sanitation equipment and utility equipment

アズビル株式会社
Azbil Corporation
新津 正浩
Masahiro Niitsu

キーワード：水槽、ポンプ、自動制御、省エネルギー、中央監視

Key Word : water tank、pump、automatic control、energy conservation、building management system

1. 自動制御設備の目的

自動制御の目的は、建物の利用者に対して快適性、安全性、環境性を提供すると同時に、維持管理面での省エネルギー、省資源化、省力化を実現することである。建物内の空調、換気、衛生設備など各種設備を手動で制御・運転しようとした場合には膨大な手間と人件費がかかる上にヒューマンエラーが避けられないが、自動制御設備を適正に配置・付加することにより、求める結果を常に高品質で得ることができる。

2. 衛生設備・ユーティリティ設備の自動制御

衛生設備・ユーティリティ設備は、主に以下に挙げられるものから構成されている。

- ① 給水、排水、給湯、中水（雑用水）、雨水、消火、都市ガスなどの各設備
- ② 厨房排水、浄化槽、プールろ過、水景、浴場などの特殊設備
- ③ 圧縮空気、生産冷却水などのユーティリティ設備

本稿では、上記のうち主な衛生設備とユーティリティ設備（項目①、③）に関する自動制御について解説する。

2-1. 計測器・操作器の種類と用途

衛生設備・ユーティリティ設備の自動制御に用いられる各種の計測器、操作器の種類と用途を表1に示す。

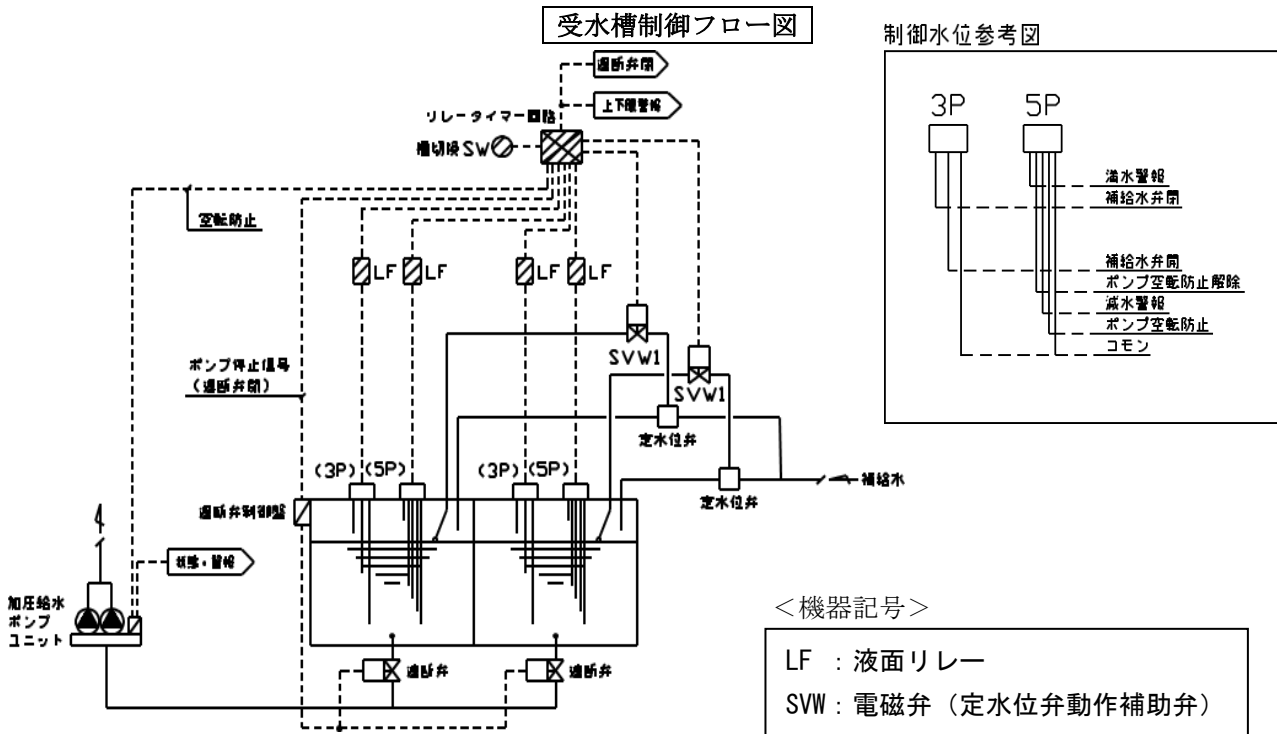
表1 計測器・操作器の種類と用途

計測対象	代表的な制御機器	主な用途と設備機器
温度	・温度センサー（測温抵抗体）	・貯湯槽内の温度計測
レベル	・電極棒＋液面リレー ・フロートスイッチ	・受水槽、高置水槽、湧水槽 ・汚水槽、オイルサービスタンク
圧力	・圧力センサー	・受水槽（圧力による水位検知の場合）
計量	・量水器 ・ガスメータ	・給水、給湯量積算 ・ガス量積算
気象状況	・感雨器 ・降雨強度計、降雨量計	・雨水貯留槽制御（雨水取入れ判断） ・計測

対象	代表的な制御機器	主な用途と設備機器
操作器	・水用電磁弁 ・定水位弁（衛生設備工事） ・ボール弁 ・ナイフゲート弁 ・ロータリ型電動弁	・定水位弁動作補助弁 ・受水槽一次給水 ・冷却塔補給水、自動灌水 ・雨水取入弁 ・貯湯槽内温度による蒸気量制御

2-2. 給水設備系の自動制御

(1) 受水槽の制御



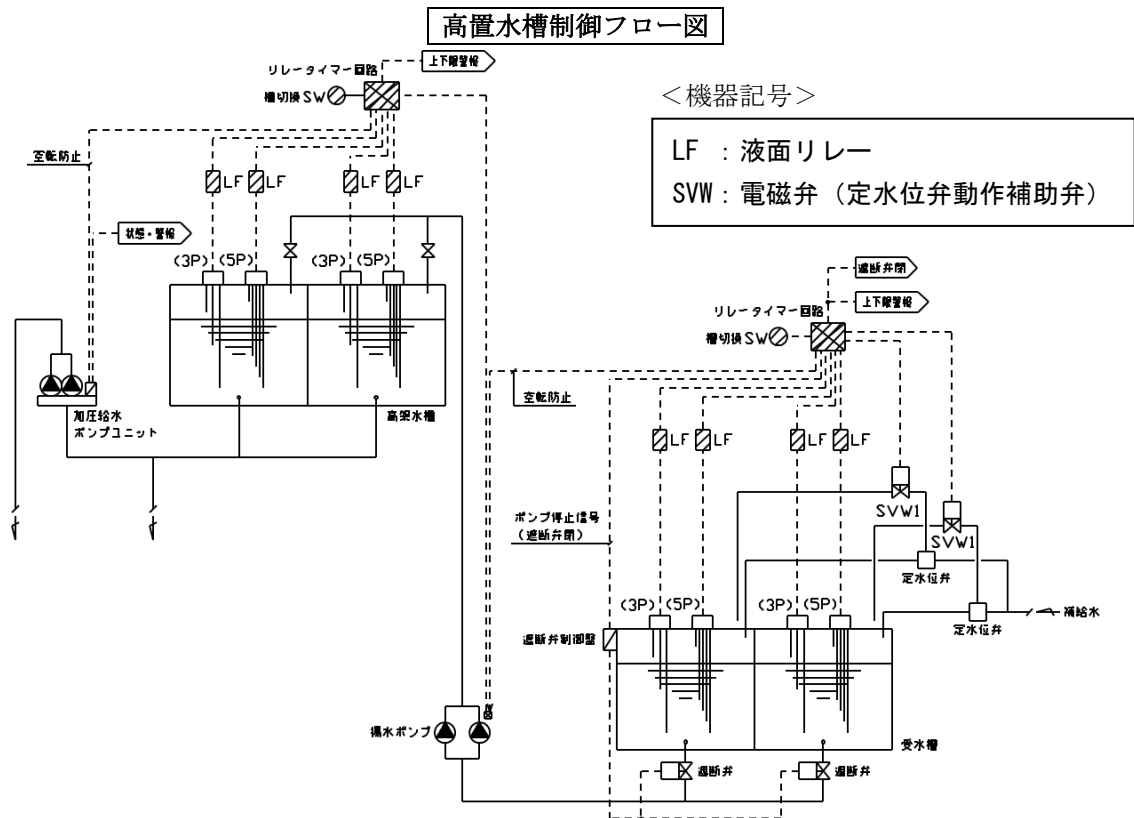
【制御項目】

- 水位制御
受水槽内水位により補助電磁弁を開閉することで、定水位弁による水位制御を行う。
（故障時にはボールタップによる制御を行う）
- 水位監視（満水・減水）
電極棒により満水・減水の監視を行い、水位異常時は警報出力を行う。
また、タイマーにより警報出力のハンチングを防止する。
- ポンプユニット空転防止制御
受水槽水位低下時、ポンプユニットへの空転防止信号出力を行う。
- 地震時の緊急遮断制御（遮断弁制御盤機能）
地震発生時、緊急遮断弁を閉とし、ポンプユニットは強制停止とする。

【その他 留意事項など】

- 感震器は緊急遮断弁操作盤に組込みが一般的。
- 加圧給水ポンプユニットは、ポンプメーカー付属制御盤により制御される。
- 満水警報はオーバーフロー管下端より 50～100mm 程度低い位置とする。
- 減水警報はポンプ吸水管上端より 100mm 程度高い位置とする。
- 各電極棒の長さの間隔は 100mm 以上とする。
- 共通（コモン）の電極棒はタンク底部より 100mm 程度高い位置とする。
- 電極棒の長さが長くなる場合、電極棒同士が接触しないようにセパレータを設ける。（1m 毎が望ましい）
- 電極棒の位置はメンテナンス性を考慮し、点検しやすい位置に設置する。
- 水面の波立ちの影響を受けないように、制御監視回路にはタイマーを組込み、ハンチングを防止する。
また、必要に応じて防波管の設置等も検討する。
- 純水などの非導電性液体の場合は、電極棒ではなくフロートスイッチを採用する。

(2) 高置水槽方式の制御



【制御項目】

<受水槽>

1. 水位制御
受水槽内水位により補助電磁弁を開閉することで、定水位弁による水位制御を行う。
2. 水位監視 (満水・減水)
電極棒により満水・減水の監視を行い、水位異常時は警報出力を行う。
また、タイマーにより警報出力のハンチングを防止する。
3. 揚水ポンプ空転防止制御
受水槽水位低下時、揚水ポンプへの空転防止信号出力を行う。
4. 地震時の緊急遮断制御 (遮断弁制御盤機能)
地震発生時、緊急遮断弁を閉とし、揚水ポンプは強制停止とする。

<高置水槽>

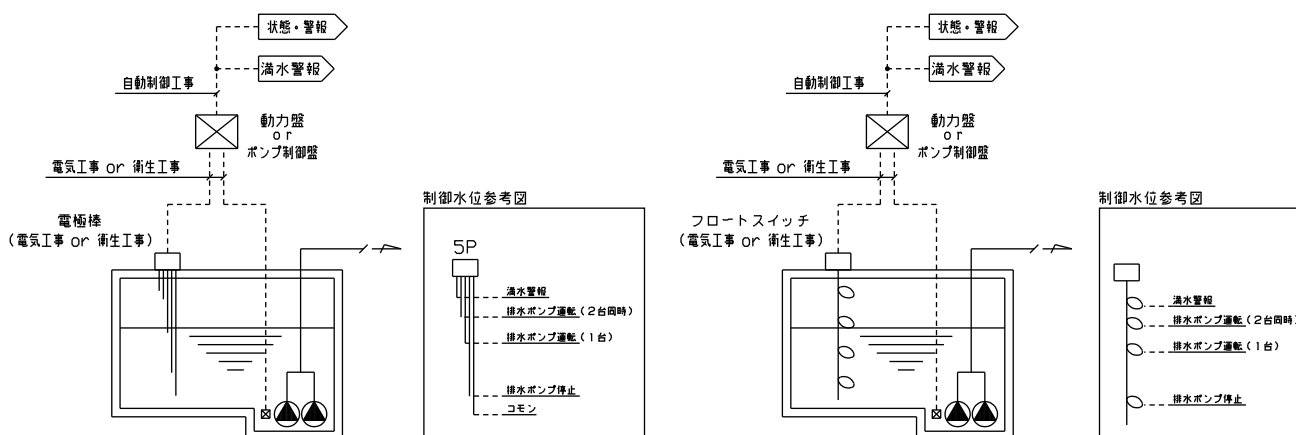
1. 水位制御
高置水槽内水位により、揚水ポンプの発停制御を行う。
(水槽容量の50%以上の水量を保持できるように制御水位を設定する)
2. 水位監視 (満水・減水)
電極棒により満水・減水の監視を行い、水位異常時は警報とする。
また、タイマーにより警報出力のハンチングを防止する。
3. 加圧給水ポンプユニット空転防止制御
高置水槽水位低下時、加圧給水ポンプユニットへの空転防止信号出力を行う。

【その他 留意事項など】

1. 揚水ポンプ起動時のウォーターハンマー対策として、インバータを設置したケースも存在する。

2-3. 排水設備系の自動制御

制御フロー図



(A) 湧水槽、雨水槽等の場合

(B) 雑排水槽、汚水槽等の場合

【制御項目】

1. 水位制御（動力盤／ポンプ付属制御盤機能）
排水槽内水位により、排水ポンプの発停を行う。
2. 水位監視（満水）（動力盤／ポンプ付属制御盤機能）
電極棒またはフロートスイッチにより満水の監視を行い、水位異常時は警報出力を行う。
また、タイマーにより警報出力のハンチングを防止する。
3. ポンプ交互運転（動力盤／ポンプ付属制御盤機能）
排水ポンプは原則2台のポンプを自動交互運転とする。但し、水位上昇時にはポンプ同時運転を行う。

【その他 留意事項など】

<共通>

1. 厨房排水や汚水のように浮遊物などを含む排水槽は、フロートスイッチを採用する。(図(B))
2. 排水槽の水位監視・ポンプ発停制御は動力盤、もしくはポンプ制御盤で行うことが多い。
3. 満水警報、及びポンプ2台同時運転の水位は流入水管下端より 100mm 程度低い位置とする。
4. 電極棒、フロートスイッチの位置はメンテナンス性を考慮し、点検しやすい位置に設置する。
5. 水面の波立ちの影響を受けないように、制御監視回路にはタイマーを組込み、ハンチングを防止する。
また、必要に応じて防波管の設置等も検討する。

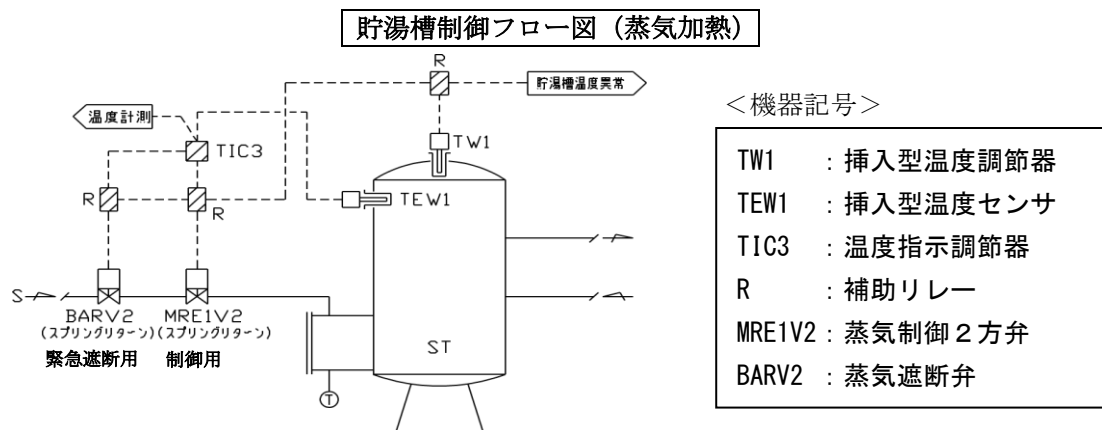
<電極棒>

1. 各電極棒の長さの間隔は 100mm 以上とする。
2. 共通（コモン）の電極棒は水槽底部より 100mm 程度高い位置とする。
3. 警報が発報しない、ポンプが動作しないなどのトラブル原因は電極棒の腐食や結露であることがほとんどである為、流体の腐食性、粘性、導電性を考慮し適正な材質を選定する。(SUS、チタン、HAS 等)

<フロートスイッチ>

1. フロートスイッチの制御間隔は制御性の観点から 100mm 以上とする。また制御間隔を 400mm 以内とした場合はワイヤアンカーを2系統に分けて設置する必要がある。
2. フロートスイッチを釜場内に設置する場合、アンカー下端から 500mm 以内には設置不可であり、釜場深さがそれ以上必要。また、釜場上部にフロートが乗らないように、浮遊防止の措置を取る。

2-4. 給湯設備系の自動制御



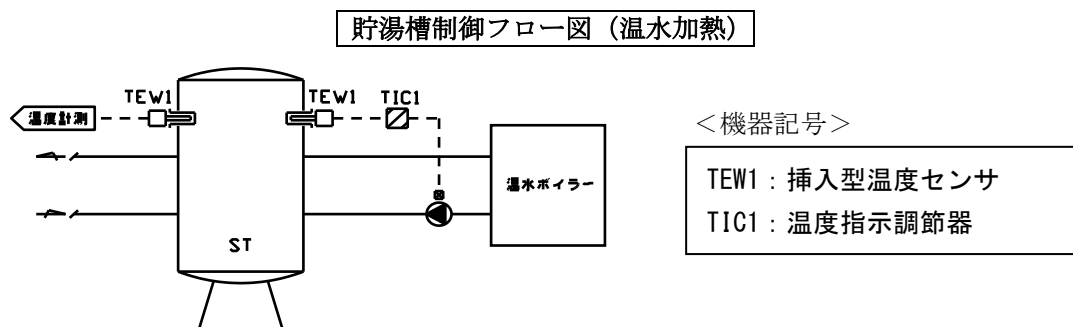
【制御項目】

1. 槽内温度制御

貯湯槽内温度により、蒸気 2 方弁の比例制御を行う。

2. 温度異常時制御

貯湯槽内温度が異常温度に達した場合は警報出力を行い、制御 2 方弁及び蒸気遮断弁を全閉とする。制御 2 方弁および蒸気遮断弁はスプリングリターン式の電動弁を使用し、停電時には全閉とする。



【制御項目】

1. 槽内温度制御

貯湯槽内温度により、1 次側循環ポンプの ON/OFF 制御を行う。

2. 温水ボイラー停止時のインターロック制御

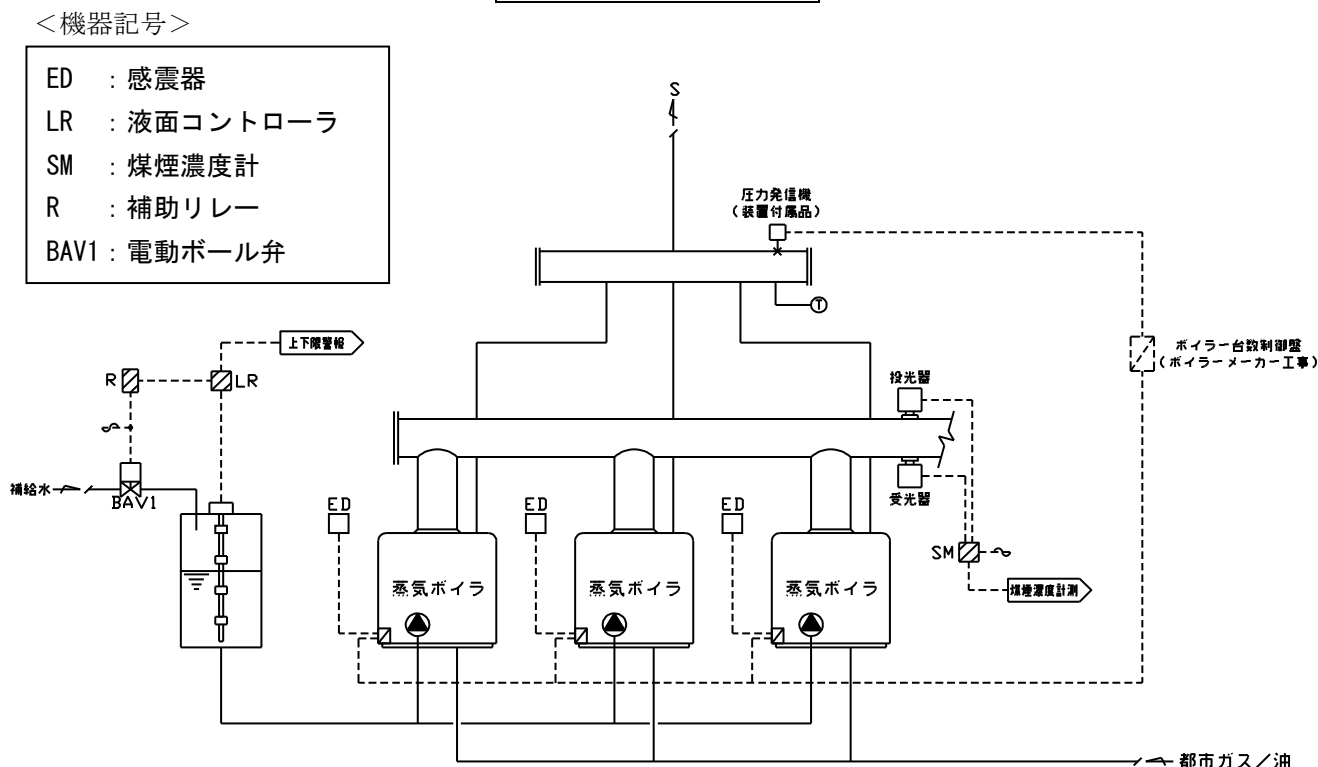
【その他 留意事項など】

1. 1 次側がガス式マルチ給湯器など温水加熱方式の場合、温水器メーカーのユニット型制御盤により制御が完結する場合が多い。
2. 給湯設備系のトラブルは、センサ設置位置が適切でないことに起因するものが多い。制御を行うに当たって適切な温度が計測できるように、センサ設置位置に留意する必要がある。
 - ・センサー設置位置は貯湯タンク上部とする。（貯湯槽下部は温度が低く、適切な制御ができない）
 - ・センサーはタンク内に 200mm 以上挿入する。（短すぎると適切な温度が計測できない）
3. 省エネを目的として、貯湯槽 2 次側の管内温度を計測し、温度が下がりすぎない範囲で循環ポンプの間欠運転を行うケースもある。（レジオネラ汚染の防止対策として、貯湯槽内温度は 60℃、末端の給湯栓でも 55℃以上を維持する。厚生労働省「建築物における維持管理マニュアル（平成 20 年）」より）
4. 蒸気加熱式の貯湯槽においては、温度制御弁とは別に遮断弁を必ず設置する。（温度制御弁と遮断弁を 1 台のバルブで兼用していた現場において、制御弁モータの不具合によりバルブ閉動作が不可となり高温のまま給湯を供給、施設利用者に火傷を負わせる事故が発生した事例もある）
5. 蒸気遮断弁は UPS を利用した停電時のバルブ全閉対策は行わない。（UPS は消耗品であるため）

2-5. ボイラー設備系の自動制御

(1) 蒸気ボイラー廻りの制御

ボイラー廻り制御フロー図



【制御項目】

<ボイラー廻り>

1. ボイラー台数制御 (ボイラーメーカー機能)
2. 地震時ボイラー停止制御
地震時、ボイラーを強制停止とする。

<還水槽廻り>

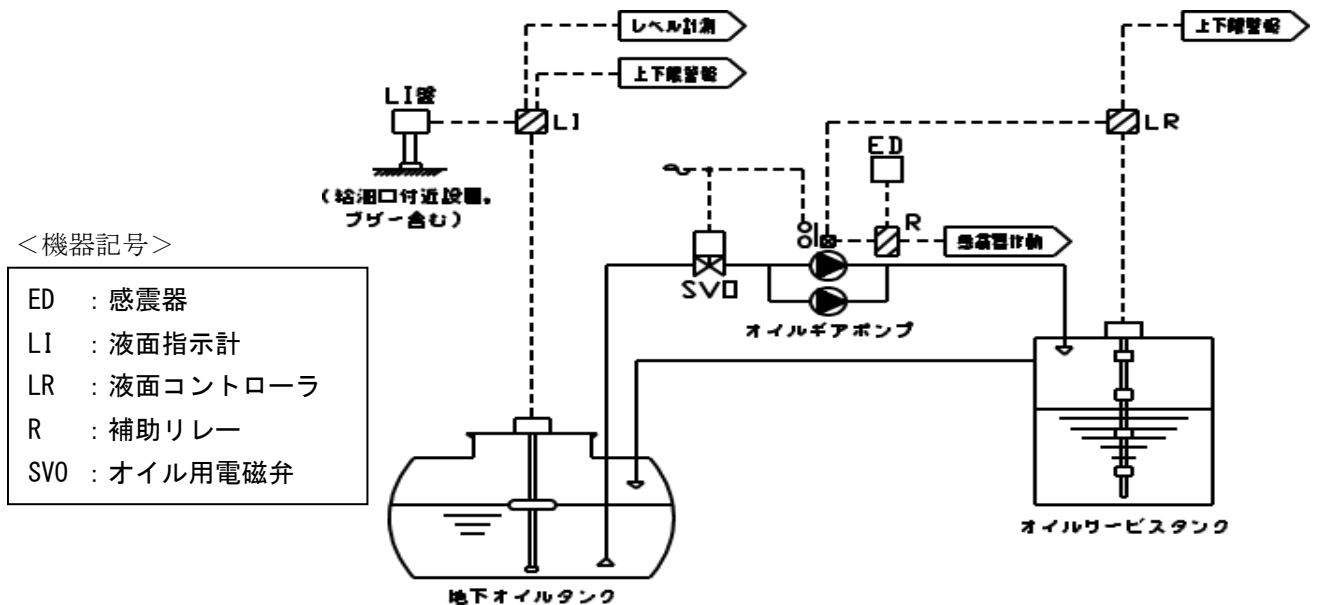
1. 水位制御
槽内水位により補給水弁の開閉制御を行う。
2. 水位監視
水位異常時、警報を出力する。(上限/下限)

【その他 留意事項など】

1. ボイラーの台数制御はボイラーメーカーの台数制御盤で行う。
2. ボイラーが重油方式の場合、煤煙濃度を計測するケースが多い。
3. 還水は蒸留水であり電気を通しにくい為、水位検知には電極棒ではなくフロートスイッチを使用する。
還水は高温であり湯気が発生する為、高感度型の電極棒を使用しても電極保持器内部が結露して電極間が導通してしまい誤作動が起こりやすい。
4. 還水槽の沈殿物対策として、タイマーによる強制ブロー制御などを採用するケースもある。

(2) オイルタンク廻りの制御

オイルタンク廻り制御フロー図



【制御項目】

<オイルサービスタンク廻り>

1. レベル制御
オイルサービスタンク内レベルにより、オイルギアポンプの発停制御を行う。
2. レベル監視
レベル異常時、警報を出力する。(上限/下限)
3. 落流防止電磁弁制御
オイルギアポンプ停止時、電磁弁を全閉とする。
4. オイルギアポンプ強制停止制御
地震時、オイルギアポンプの強制停止を行う。

<オイルタンク廻り>

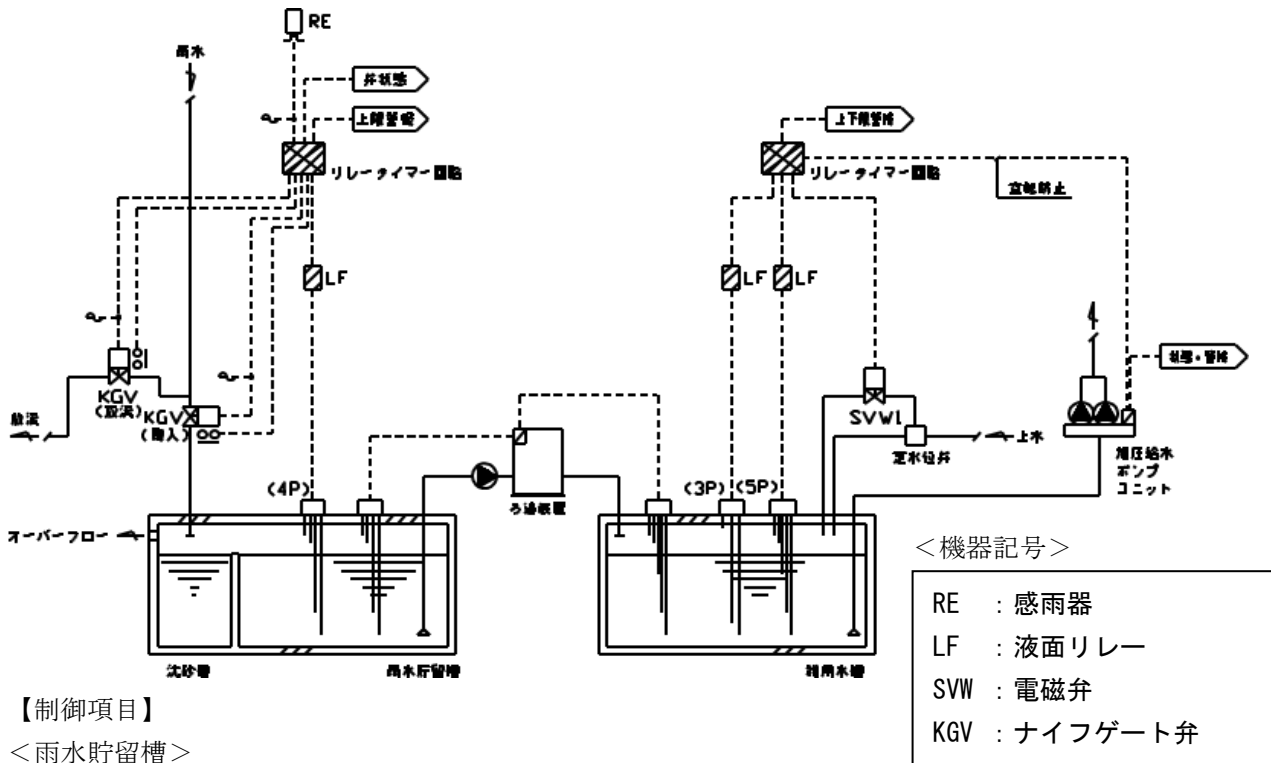
1. レベル監視
レベル異常時、警報を出力する。(上限/下限)
また、給油口付近で目視できるように、指示盤を設置する。

【その他 留意事項など】

1. 液面計発信部から指示計 (LI)、フロートスイッチから液面リレー (LR) の回路は本質安全回路であり、配線工事は単独の金属電線管施工を行う。
2. 液面計発信部、フロートスイッチ以外の全ての機器は非危険場所に設置する。
3. オイルサービスタンクが地下に設置されるなどオイルタンクの方が高い位置にある場合は、オイルタンクへの返油ポンプが設置される。返油ポンプの制御は以下のように行う。
 - ・オイルサービスタンク油面上昇時、返油ポンプを運転する。
 - ・返油ポンプ運転時は緊急遮断弁を閉とし、給油ポンプは運転禁止とする。
 - ・緊急遮断弁の復帰、給油ポンプの運転禁止解除は、手動操作とする。

2-6. 雨水利用設備の自動制御

雨水貯留槽～雑用水槽 制御フロー図



【制御項目】

<雨水貯留槽>

1. 雨水取入弁制御

降雨時、雨水取入弁を開として雨水の取入れを行う。

但し、初期降雨はタイマーにより放流弁を開、取入弁を閉として一定時間の排水を行う。

また、雨水貯留槽満水時についても排水を行う。

2. 水位監視 (満水)

電極棒により水位監視を行い、水位異常時は警報を出力する。

<雑用水槽>

1. 水位制御

雑用水槽内水位により補助電磁弁を開閉することで、定水位弁による水位制御を行う。

2. 水位監視 (満水・減水)

電極棒により水位監視を行い、水位異常時は警報とする。

また、タイマーにより警報出力のハンチングを防止する。

3. ポンプユニット空転防止制御

雑用水槽水位低下時、ポンプユニットへの空転防止信号出力を行う。

【その他 留意事項など】

1. ろ過機廻りの制御はろ過機メーカー工事。

(雑用水槽水位によるろ過装置発停、雨水貯留槽水位によるろ過装置の空転防止、逆洗など)

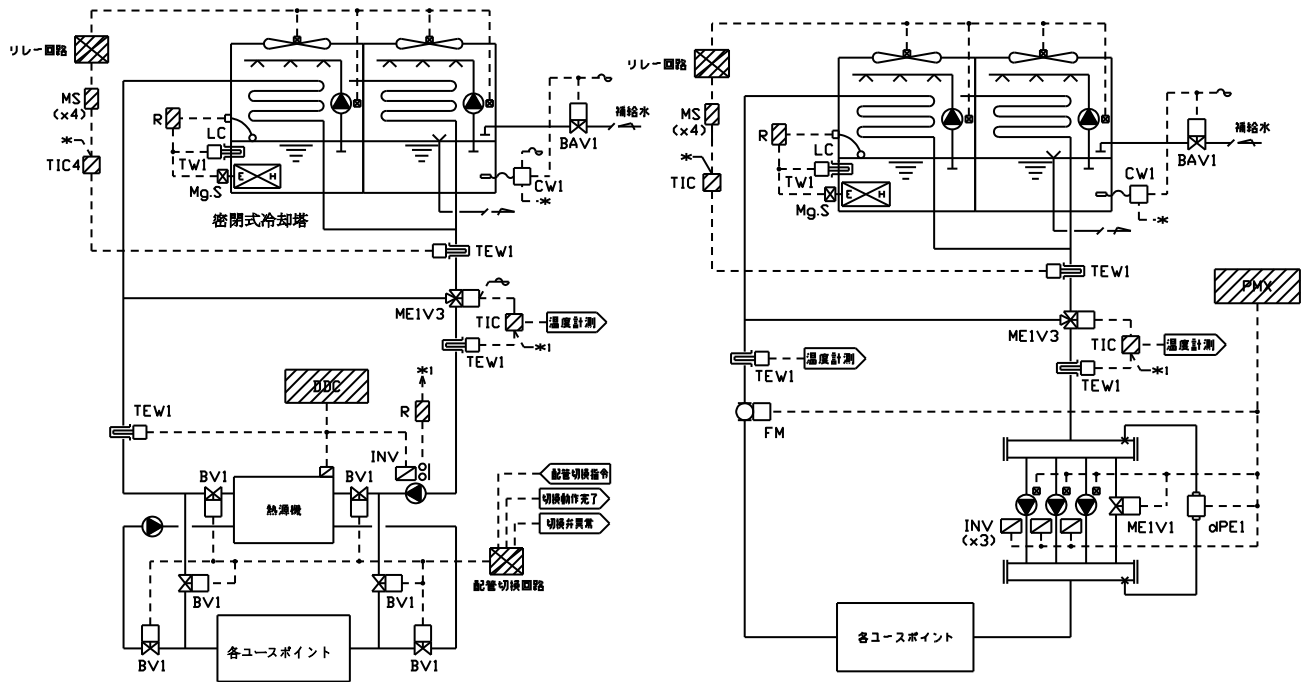
2. 雨水取入弁について

- ・流体には枯葉や泥などスラリーが含まれる為、ゴミ噛みに強いナイフゲート弁を採用することが多い。
- ・雨水には腐食性の強い酸性雨が含まれる為、本体や要部の材質にはステンレス鋼を採用する。
- ・停電時に雨水取入弁を全閉としたい場合には、停電対策を講じる。

(近年ではゴミ噛み時の自動リトライ機能を有し、停電時にも自動遮断を行うキャパシタ搭載型の遮断弁なども登場している)

2-7. 冷却塔設備の自動制御（生産冷却水）

冷却塔廻り制御フロー図



(例1) 冷却水変流量制御＋フリークーリング制御

(例2) 冷却水ポンプ台数制御＋送水圧力制御

<機器記号>

TW1 : 挿入型温度調節器	DDC : デジタル式コントローラ	INV : インバータ
TEW1 : 挿入型温度センサ	PMX : 台数制御コントローラ	ME1V1 : 電動2方弁
FM : 流量計	TIC : 温度指示調節器	ME1V3 : 電動3方弁
CW1 : 冷却水ブロー調節器	MS : モニタスイッチ	BAV1 : 電動ボール弁
LC : レベルスイッチ	R : 補助リレー	BV1 : 電動バタフライ弁

【制御項目】

<共通>

1. 冷却塔ファン発停制御
冷却塔出口温度により、冷却塔ファン、及び散水ポンプの ON/OFF 制御を行う。
2. 冷却水3方弁制御
冷却水往温度が一定温度となるように、3方弁の比例制御を行う。
3. 凍結防止、及び空焚き防止制御
冷却水が凍結しないように、冷却水温度により電気ヒータの ON/OFF 制御を行う。
また、レベルスイッチにより空焚き防止の制御を行う。
4. 冷却水水質制御
冷却水の強制ブローによる水質維持を目的として、冷却水の導電率により、補給水バルブの開閉を行う。
5. 冷却水ポンプ停止時のインターロック制御
(対象：冷却塔ファン／3方弁／補給水バルブ)

<例1（冷却水変流量制御＋フリークーリング制御）のみ>

6. 冷却水変流量制御

冷熱源機出口温度により、冷却水ポンプインバータの比例制御を行う。

インバータ周波数の下限値、変化スピードなどは熱源機メーカーと打合せの上、決定する。

7. フリークーリング制御

フリークーリング有効時、配管切換を行い熱源機を運転せずにユーティリティ設備への冷却水供給を行う。

<例2（冷却水ポンプ台数制御＋送水圧力制御）のみ>

6. 冷却水ポンプ台数制御

負荷流量によりポンプ必要運転台数を演算し、ポンプの台数制御を行う。

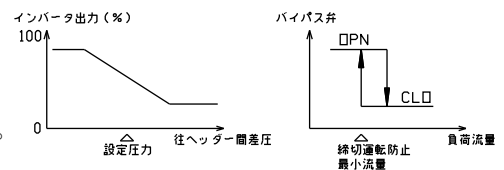
ベースポンプは自動ローテーションを行い、故障機については台数制御対象から除外する。

7. 送水圧力制御

往ヘッダー間差圧により、右図のようにインバータの

比例制御を行う。負荷流量が一定値以下となった場合には

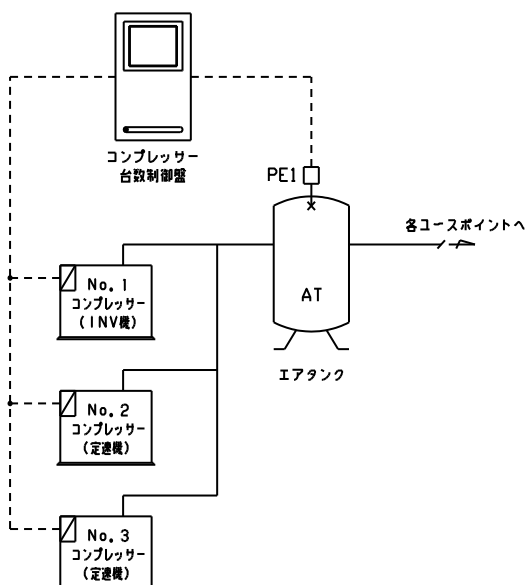
ポンプ締切運転防止の為、バイパス弁の ON/OFF 制御を行う。



【その他 留意事項など】

1. 開放式冷却塔でフリークーリングを行う場合、水質の観点から熱交換器を設けて冷却水の縁切りを行う。
2. フリークーリングで得られる冷却水温度は「外気湿球温度＋8℃」程度であり、必要な冷却水温度と比較して有効（省エネ）かどうかの判断を行う。
3. 密閉式冷却塔のコイル凍結防止は、冷却塔メーカーオプションの凍結防止ユニットによる制御を採用する場合もある。
4. 冷却塔ファン／散水ポンプの台数制御は、段数を増やして動作隙間を細かく設定しすぎるとハンチングを起こすので留意する。（冷却塔ファン／散水ポンプはそれぞれ同時起動として2段階の制御とする、等）

2-8. 圧縮空気設備の自動制御



【制御項目】

1. エア供給圧力制御

エア供給圧力により、以下の制御を行う。

- ・コンプレッサの増減段、ロード／アンロード指令
- ・インバータ機がある場合は回転数制御

2. ローテーション運転（故障機スキップ付）

3. スケジュール運転

4. 停復電制御（復電時の台数制御自動再開を選択）

【その他 留意事項など】

1. コンプレッサの台数制御はコンプレッサメーカー付属の台数制御盤で行うケースが多い。
2. 圧縮空気コンプレッサの INV 機は容積式の為、回転数を変えても流量のみが変化して出口圧力は一定となる。空調用のポンプやファンの場合は圧力の関係で採用が難しい「複数台の内1台のみを INV 制御」を行っても問題ない。

3. 近年では減少しているが、空気式のバルブやダンパなど、計装でも圧縮空気が用いられるケースもある。（防爆エリアでのダンパや、既設空気式機器採用現場の機器リプレイスなど）