

## 第7編 水道技術



# 第1章 浄水処理技術

## 第1節 久志浄水場

### 1 着水井

着水井は円筒形RC造であり、福地ダムより導水トンネルを經由した水は最初にここに届く。

### 2 混和池

混和池の攪拌方式はポンプによるジェット噴流攪拌方式を採用しており、滞留時間は1.1分間である。

### 3 フロック形成池

フロック形成池の攪拌方式は横軸フロッキュレータを使用した機械エネルギーによる攪拌方式となっており、滞留時間は30.2分間である。

この型式は損失水頭が小さく、処理水量や水質の変動に応じて攪拌強度を変えられる利点があるが、機械設備が水中にあるため維持管理が難しい短所もある。

攪拌強度はG値で64～29/Sの三段階に変化させ、全体のGT値が48,000となるように設計されている。

### 4 薬品沈でん池

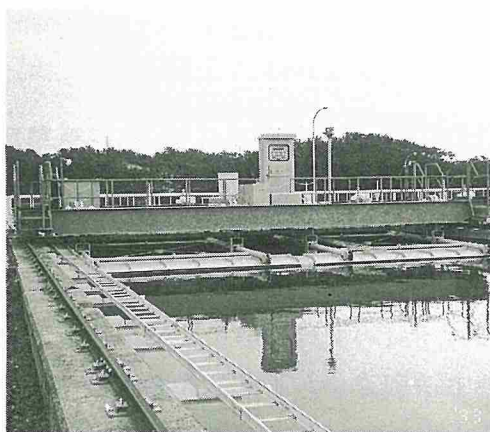
薬品沈澱池は横流式の傾斜板なしである。池内平均流速は0.35m/分であり滞留時間は3.3時間となっている。

排泥用に地上で点検整備が可能な走行式ミーダ形スラッジ掻寄機が整備されている。

### 5 浄水池

浄水池の滞留時間は1.0時間であり、処理水は一次処理水のため無蓋式の浄水池にしてある。

### 6 薬注設備



走行式ミーダ形スラッジ掻寄機

塩素は湿式真空注入機が設置されており、前塩素注入のみで、着水井に注入される。（平成3年度には、着水井に仮設次亜塩注入設備を設置した。）

凝集剤は液体硫酸アルミニウムを使用しており注入ポンプにより混和池に注入される。

アルカリ剤は水道用液体苛性ソーダを使用し、前苛性注入設備のみであり注入ポンプにより、混和池に注入される。

## 7 排水処理設備

濃縮槽、スラッジ貯留槽は円形RC造で、脱水機は遠心式である。

## 第2節 名護浄水場

### 1 着水井

着水井は矩形RC造であり、滞留時間は4.7分間となっている。

### 2 混和池

混和池の攪拌方式はポンプによるジェット噴流攪拌方式を採用しており、滞留時間は1.9分間である。

### 3 フロック形成池

フロック形成池の攪拌方式は横軸フロッキュレータを使用した機械エネルギーによる攪拌方式となっており、滞留時間は32.0分間である。

この型式は損失水頭が小さく、処理水量や水質の変動に応じて攪拌強度を変えられる利点があるが、機械設備が水中にあるため維持管理が難しい短所もある。

### 4 薬品沈でん池

薬品沈でん池は横流式の傾斜板なしである。池内平均流速は0.18m/分であり滞留時間は3.5時間となっている。

排泥用に地上で点検整備が可能な走行式ミーダ形スラッジ掻寄機が整備されている。



次亜塩素酸ナトリウム注入設備

## 5 ろ過池

構造は重力式急速ろ過池であり、矩形 R C 造、ろ材は砂で単層である。池数が 3 池ありその内予備が 1 池ある。3 池使用時のろ過速度は 80m/日となっている。

下部集水装置は有孔ブロック形が採用されている。

洗浄方式は、ポンプ圧力水による逆流洗浄方式であったが、浄水場の拡張に伴い改良され、現在は洗浄タンクによる方式になっている(平成 4 年度)。

## 6 浄水池

矩形 R C 造の地下式フラットスラブ形で滞留時間は 1.2 時間となっている。

## 7 薬注設備

塩素は湿式真空注入機が設置されていたが、1991 年(平成 3 年)には、安全性の面から生成次亜塩素酸ナトリウム注入設備に改良されている。

凝集剤は液体硫酸アルミニウムを使用し、注入ポンプにより混和池に注入される。

## 8 排水処理設備

排水池、排泥池は矩形 R C 造で、脱水機は遠心式である。

# 第 3 節 石川浄水場

## 1 原水池

場内に原水池が設置されており無蓋円筒形 R C 造である。容量は 37,300m<sup>3</sup>で滞留時間が 6.0 時間あるので、需要の変動や事故時等の水量調整に有効である。

## 2 着水井

着水井は矩形 R C 造であり、滞留時間は 4.8 分間となっている。

## 3 混和池

混和池の滞留時間は 1.3 分間であり、攪拌方式は損失水頭がほとんどない鉛直軸フラッシュミキサを使用した機械エネルギーによる方式となっている。

## 4 フロック形成池

フロック形成池の攪拌方式は横軸フロッキュレータを使用した機械エネルギーによる攪拌方式となっており、滞留時間は 32.3 分間である。

この形式は損失水頭が小さく、処理水量や水質の変動に応じて攪拌強度を変えられる利点があるが、機械設備が水中にあるため維持管理が難しい短所もある。

## 5 薬品沈でん池

1系薬品沈澱池は、横流・1階層・傾斜板式沈でん池として建設された。

2系薬品沈澱池は3階層式沈でん池として建設されたが、清掃時の排泥作業等の難易性の問題があり後に横流・1階層・傾斜板式沈でん池に改良された。

池内平均速度は0.38m/分であり滞留時間は1.4時間となっている。

排泥用に水中牽引式スラッジ掻寄機が設置されている。

## 6 ろ過池

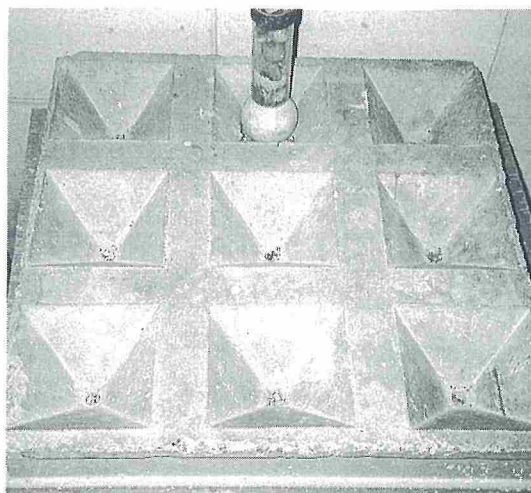
構造は重力式急速ろ過池であり、矩形RC造で、ろ材はアンサラサイトと砂の2層ろ過となっている。

池数は16池ありその内予備が2池ある。16池使用時の、ろ過速度は、180m/日となっている。下部集水装置は、1系が有孔ブロック形であり、2系がホイラー形である。

洗浄方式は、ポンプ洗浄方式となっている。



有孔ブロック形下部集水装置



ホイラー形下部集水装置

## 7 浄水池

浄水池はろ過池の下部に位置し、滞留時間3.0時間である。

## 8 薬注設備

塩素は湿式真空注入機が整備されており、前塩素は着水井に、後塩素はろ過池の流入部に注入している。

凝集剤は液体硫酸アルミニウムを使用しており、注入ポンプにより混和池に注入される。

## 9 排水処理設備

排水池、濃縮槽は矩形 R C 造であり、脱水機は当初縦型のフィルタープレスが設置されていたが維持管理等の難点があり、その後遠心式に改良された。

## 第 4 節 天願浄水場

天願浄水場は1961年（昭和36年）に米軍によって基地給水を目的に建設された浄水場で、当初の構造は円筒形鉄板製の沈でん池及びろ過池であった。その後、1961年（昭和36年）に矩形 R C 造に改良、拡張して浄水能力は26,500m<sup>3</sup>/日になった。1991年（平成3年）には老朽化が著しいため、施設を廃止し、北谷浄水場へその機能を統合した、次に天願浄水場の機能を説明する。

### 1 着水井

混和池が着水井を兼ねる。

### 2 混和池

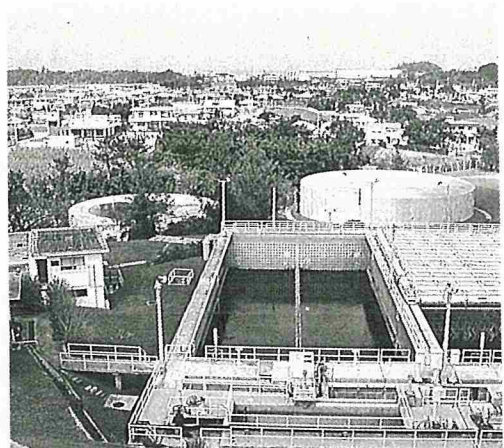
混和池は矩形 R C 造となっており、総容量は約75m<sup>3</sup>で滞留時間は3.9分間となっている。攪拌方式は損失水頭がほとんどない鉛直軸フラッシュミキサーを使用した機械エネルギー方式となっている。

### 3 フロック形成池

フロック形成池の攪拌方式は横軸フロッキュレータを使用した機械エネルギー方式となっており、総容量は約274m<sup>3</sup>で滞留時間は14.3分間である。この型式は損失水頭が少なく、処理水量や水質の変動に応じて攪拌強度を変えられる利点があるが、機械設備が水中に没しているため維持管理が難しい短所もある。

### 4 薬品沈澱池

矩形 R C 造で、天願川系統が横流式傾



天願浄水場

斜板方式で、久志系統が、横流式の傾斜板なしとなっている。形状は長さ35.0m×幅15.6m水深4.0mの2池で合計容量約4,400m<sup>3</sup>となっている。

池内平均流速は0.15m/分であり滞留時間は3.8時間である。

排泥用に水中牽引式スラッジ掻寄機が設置されている。

#### 5 ろ過池

矩形RC造の重力式急速ろ過池で、ろ材はアンフラサイトで単層になっている。ろ過面積は39.5m<sup>2</sup>×4池で合計158m<sup>2</sup>、ろ過速度は175m/日となっている。

下部集水装置は多孔板形で、「おこし」状の成形板を敷き詰めたものである。多孔板は、一般的に砂利層を省略出来るので池の構造を浅くできるが、洗浄時に多孔板の破損等の問題があり、熟練した技術が必要である。洗浄方式は、洗浄用タンクによる方式でタンクの容量は1,500m<sup>3</sup>となっている。

#### 6 薬注設備

塩素は湿式真空注入機が設置されている。

凝集剤は、液体硫酸アルミニウムを使用しており、注入ポンプにより混和池に注入される。

#### 7 排水処理設備

排水、排泥池及び濃縮槽とも矩形RC造であり、脱水機は遠心式である。

### 第5節 コザ浄水場

コザ浄水場は1949年（昭和24年）に米軍によって基地給水を目的に建設された浄水場で、浄水能力は56,800m<sup>3</sup>/日である。そのほか塩素消毒処理のみの井戸群が34,000m<sup>3</sup>/日あり、合計90,800m<sup>3</sup>/日の処理能力を有している。1990年（平成2年）には老朽化が著しいため、施設を休止し北谷浄水場へその機能を統合した。次にコザ浄水場の機能を説明する。

#### 1 着水井

小容量の着水チャンバーはあるが着水井に相当するものはない。

そのほか井戸群の沈砂池が浄水池に隣接して設置されているが、嘉手納井戸群の水は最初にここに集められ沈砂させた後に塩素滅菌して、直接浄水池へ注入する方式となっている。



## 2 混和池

矩形 R C 造で播り鉢底、頂部は6.9×3.4 m水深3.3m中仕切壁で2室に分かれてる。総容量約66m<sup>3</sup>で滞留時間は1.7分間となっている。

攪拌方式は水自身の持つエネルギーを利用する堰落ちによる方式となっている。

## 3 フロック形成池

矩形 R C 造で播り鉢底、頂部は15.9×7.9m水深3.7mで2池に分かれていて、合計容量約800m<sup>3</sup>である。滞留時間は19.5分間となっている。

攪拌方式は鉛直軸フラッシュミキサーを使用した機械エネルギー方式となっている。

## 4 薬品沈でん池

矩形 R C 造で、横流式の傾斜板なしである。長さ36.6m幅10.0m深さ4.5mの5池と長さ36.6m幅9.6m深さ4.3mの1池で合計容量約9,400m<sup>3</sup>となっている。池内平均流速は0.16m/分であり滞留時間は3.8時間である。

排泥用に水中牽引式スラッジ掻寄機が設置されている。

## 5 ろ過池

矩形 R C 造の重力式急速ろ過池で、ろ材はアンスラサイトで単層になっている。

ろ過面積は35m<sup>2</sup>×8池で合計280m<sup>2</sup>、ろ過速度は175m/日となっている。

下部集水装置は多孔板形で、「おこし」状の成形板を敷き詰めたものである。多孔板は一般的に砂利層を省略出来るので池の構造を浅くできるが、洗浄時に多孔板の破損等の問題があり、その後有孔ブロック形に改良された。

洗浄方式は、洗浄用タンクによる方式でタンクの容量は341m<sup>3</sup>となっている。

## 6 浄水池

矩形 R C 造・半地下式・フラットスラブ式で長さ42.4m幅42.0m水深4.14mの1池と長さ63.8m幅49.1m水深4.3mの1池の合計2池となっている。

## 7 薬注設備

塩素は湿式真空注入機が設置されている。

凝集剤は、液体硫酸アルミニウムを使用しており、注入ポンプにより混和池に



コザ浄水場

注入される。

## 8 排水処理設備

排水、排泥池及び濃縮槽とも矩形RC造であり、脱水機は遠心式である。

## 第6節 西原浄水場

### 1 着水井

混和池が着水井を兼ねる。

### 2 混和池

混和池の形式は水自身の持つエネルギーを利用する形式が採用されている。混和池における滞留時間は、計画水量（ $174,000\text{m}^3/\text{日}$ ）の1.1分間としている。混和池での攪拌強度としては、GT値23,000を採用し、混和池の有効滞留時間を80%として目標のGT値を28,750としている。

### 3 フロック形成池

フロック形成池は、上下迂流攪拌方式を採用し、容量は計画処理水量の33分間とし開口部通過流速を $25\sim 15\text{cm}/\text{s}$ まで三段階に変化させる方式としている。（第一段階の開口部平均流速は、 $25\text{cm}/\text{s}$ 、第二段は $20\text{cm}/\text{s}$ 、第三段は $15\text{cm}/\text{s}$ である。）

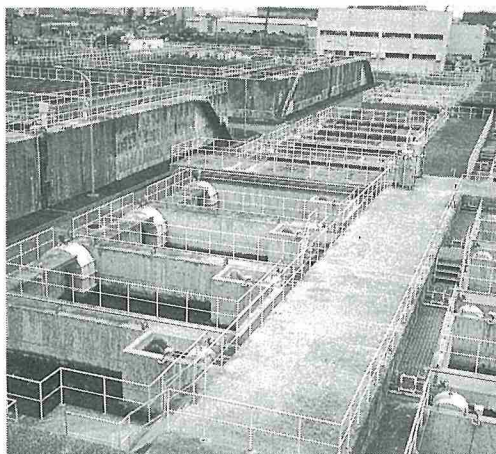
計画処理水量時における攪拌強度はG値で $58\sim 28/\text{s}$ （平均 $44/\text{s}$ ）、GT値で $32,422\sim 23,492$ （全体88,176）である。

### 4 薬品沈でん池

薬品沈でん池の形式は、横流・傾斜板式である。池内平均流速は計画処理水量時に $0.365\text{m}/\text{分}$ であり滞留時間は48.0分である。

傾斜板は段数が6列11列であり、傾斜板のピッチは0.1mで1列当たりの組数は117組である。

排泥用に水中牽引式スラッジ掻寄機が設置されている。



自己逆流洗浄型ろ過池

## 5 2次混和池

2次混和池の形式はジェットポンプによる急速攪拌方式である。攪拌強度は、G T値23,000を採用することとし、有効滞留時間率を80%として目標のG T値を28,750としている。

## 6 ろ過池

構造は矩形R C造の重力式急速ろ過池であるが、洗浄方式が、局では初めての重力式自己逆流洗浄形である。

将来マイクロブロック法の併用が考えられるため、ろ材としてはアンスラサイトと砂の2層ろ過としアンスラサイトは有効径1.2mm均等係数は1.3、ろ層厚400mmであり、砂は有効径0.6mm均等係数1.3、ろ層厚300mmとしてある。

下部集水装置は自動逆洗型有孔ブロックを用いてある。

表面洗浄は固定式であり、表洗速度は0.2m/分である。

ろ過速度は計画処理水量時において120m<sup>3</sup>/日で設計されている。

## 7 浄水池

浄水池の容量は計画処理水量の1時間分とし、施工工期の短縮のため、有効水深は2.5mと浅くしている。

## 8 薬注設備

塩素は、湿式真空注入機が整備されている。前塩素は建設当時は混和池上流の減圧弁室で注入していたが、その後混和池に注入するように改良工事が行われた。中塩素は建設当時は設置されていなかったが2次混和池に注入出来るよう整備された。後塩素は浄水池の流入部に注入されている。

凝集剤は、液体硫酸アルミニウムが使用されており、注入ポンプにより混和池に注入されている。

アルカリ剤は、水道用液体苛性ソーダを使用し、注入ポンプにより2次混和池に注入されている。

## 9 排水処理設備

排水排泥池・濃縮層は矩形R C造である。

排水池の水位により弁が上下するテレスコープ弁を採用し上澄水は混和池に返送される構造となっている。

脱水機の構造は遠心式である。

## 第7節 北谷浄水場

### 1 着水井

浄水場のGLが+2.0と低く、1/2、1/4水量時には残存圧力が大きいいため、その圧力を調整する必要があり、原水に対する適応性、キャビテーションに対する適応性を比較するとジェットフローゲートが最適という結論となり、採用された。

### 2 混和池

混和池での滞留時間は1分間とし、G値は300/sとしている。攪拌方式は、損失水頭を増加させないこと、確実な混和ができること等により機械式（フラッシュミキサー型）が採用された。

### 3 フロック形成池

フロック形成池の形状は保守点検や短絡流対策が有利であるという点から3段の上下迂流方式が採用された。滞留時間は40分間程度とし、G値は70、45、20/sと3段階としている。

GT値は全体で114,069となっている。

### 4 薬品沈でん池

薬品沈でん池は専用スペースと水流の安定性を重視して傾斜板式が選定された。池内流速は0.4m/分とし、粒子の沈降速度は0.5m/時とした。

傾斜板の有効容量は1ユニット当たり471.9m<sup>3</sup>で滞留時間は62分間である。

排泥用に水中牽引式スラッジ掻寄機が設置されている。

### 5 2次混和池

THMの発生を抑えるため中塩素注入設備が計画された。混和時間は急速ろ過池に入る前に混和を完了する必要があることから、5分間程度とし、混和方法は凝集反応とは違い、混和すればよいだけのことなので、堰落ち及び水平迂流とした。

### 6 ろ過池

ろ過池の構造は矩形RC造の重力式急速ろ過池で、洗浄方式は、経済性、維持管理及び水利条件等の面で有利ということで自己逆流洗浄型で砂層（単層）ろ過式が採用された。

1池当たりのろ過面積は50.5m<sup>2</sup>であり、ろ過速度は120m/日となっている。

砂層厚は60cmとし、有効径は0.6mm（調和平均径0.75mm）均等係数は1.35である。

砂利層は最上段（2～3.4mm）第2段（3.4～8.2mm）第3段（8.2～13mm）最下段

(13～20mm) とし、各々の層厚は50mmとしてある。

下部集水装置は自動逆洗型有孔ブロックを採用している。

## 7 浄水池

本浄水池は南部地域の重要な施設となるため導水施設の事故等に備え1.2時間分の容量としている。また有効水深については用地が平坦地で地下水位が高いため、浄水池を深くすることは後続の施設（送水ポンプ棟）に多大の影響を与えることになるので、有効水深を2.5mとした。

## 8 薬注設備

塩素注入機は湿式真空注入機が設置されており前塩素は着水井に、中塩素は2次混和池に後塩素は浄水池の流入部に注入されている。

凝集剤は液体硫酸アルミニウムが使用されており、薬品貯蔵層から注入ポンプにより圧力タンクに移送される。圧力タンクは一次圧を一定に保つためコンプレッサーにより圧縮空気が送られている。圧力タンクからはコントロール弁により必要量が混和池に注入されている。

アルカリ剤としては、水道用苛性ソーダが使用されており、注入設備は凝集剤と同じ方式となっている。前苛性は着水井に後苛性は2次混和池に注入されている。

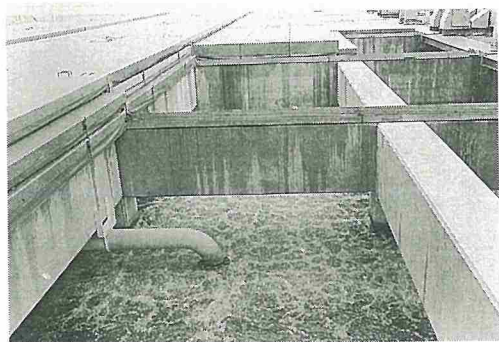
## 9 排水処理設備

排水排泥池及び濃縮槽は矩形RC造である。

脱水方式は、局では初めての無薬注型長時間加圧脱水方式である。無薬注であるため、脱水した水は、場外へ排水することなく再利用するクローズドシステムになっている。このことより、排水池のみならず排泥池、濃縮槽及び脱水機の処理水も混和池へ返送することが可能になった。

## 10 生物接触酸化池

構造は矩形RC造（正方形）で池の数は4系列8列（1列3段）24槽となっている。



生物接触酸化池

1 槽の形状寸法は長さ10.2m幅10.2m有効水深 5 mとなっており、滞留時間は1.5時間となっている。

接触方式は浸漬ろ床ハニコーンチューブ・交互ばき方式である。

北谷浄水場の生物接触酸化池は水利的にも配置的にも既存施設である着水井と沈でん池の間に建設するため設置スペースが狭小である。したがって、平面積をできる限り小さくして与えられたスペースに設置できるようにするためハニコーンチューブの段数は5段になっている。ハニコーンチューブの形状は蜂の巣の六角形をした塩化ビニールのシートでできていてセルサイズは13mmとなっている。

池の底には排泥設備として水中牽引式スラッジ掻寄機が設置されている。

#### 11 オゾン接触池

オゾン接触池の構造は矩形 R C 造で 4 池あり、上下迂流式、気液対抗流ディフューザー散気方式である。

池の容量は700m<sup>3</sup>／池で合計2,800m<sup>3</sup>で接触時間は10分間となっている。オゾン注入率は0.5mg～4mg／ℓとなっている。

#### 12 粒状活性炭接触池

粒状活性炭吸着池の構造は矩形 R C 造で16池（内予備 2 池）あり、重力式自己水洗浄型固定床となっている。

1 池当たりの面積は51.0m<sup>2</sup>／池で活性炭の層厚は2.0m、空間速度（SV：Space Velocity）は、5／hで線速度（LV：Linear Velocity）は、240m／日で設計されている。



北谷浄水場浄水処理フロー図

## 第2章 電気計装技術

### 第1節 電気設備

電気設備は、水道施設を稼動させるための動力源を供給する重要な設備であって、その故障はただちに断減水につながるばかりでなく、電力会社の供給系統に影響して、広い範囲の他の需要者にまで支障を与えることがあり、さらにその取り扱う電気は感電や火災の原因となりえる危険性のあるものである。

場合によっては、埋設管などの電食や他の弱電線路への誘導傷害など微弱電力による場合であっても、水道施設の運転不能に陥り、断水を引き起こす可能性も少なくない。

このことから近年の電気設備は、供給系統と器機の信頼性の向上、保守管理上の安全性と省力化のためのフリーメンテナンス化へと進展してきた。

#### 1 電力設備関係

受電方法については、他府県で2回線以上の受電方法が進んでいく中、久志浄水場において2回線切替の常用予備1CB受電方法がとられた。(沖縄電力の金武発電所系統及び新名護変電所系統で受電線事故等には停電するが、予備線に切換えることにより停電時間を短縮できる。受電線保守のための回線切り換えには停電が必要である。)

それと並行して、他の浄水場及びポンプ場においても、主変圧器を2器設置して負荷を振り分ける方式で整備されていき、北谷浄水場においては低圧動力や制御電源まで2系統化されている。

受電設備については、かつて屋外型が主であったが、沖縄特有の塩害による絶縁劣化や腐食などをふせぐため、断路器以降が屋内型に整備されてきた。北谷浄水場においては、周囲環境を考慮して引込線も地下埋設にし、屋内型のガス絶縁式特別高圧受変電設備になっている。

#### 2 器機の小型化・高信頼化

電気設備を構成する主な器機に、しゃ断器と変圧器等がある。

遮断器は気中で接触させる方式や小油量しゃ断機等から真空しゃ断機、ガス封入式のしゃ断機へと、保守が容易で容積も半分以下のものになってきた。

変圧器には、油入、モールド（固体絶縁）式、ガス絶縁方式等があるが、防災・保守の面から可燃性である油入方式よりモールド式・ガス絶縁方式へと変わってきた。

用途は、小電力・屋内用にモールド式、大電力・屋内外用にガス絶縁方式と、電力容量により別れる。

変圧器、しゃ断機ともにオイルレス化に進む方向である。

## 第2節 計装関係

計装設備は、センサーからの信号をオペレータが指示計などから読取り判断する監視の部分と、機器の運転停止や自動運転などの制御、及び各種データの収集・管理を行う情報処理の三つに大別される。

全体的には、手動による機器の運転停止や指示計器の監視から、リレーやシーケンサーによるシーケンス制御やフィードバック制御の自動制御になり、遠方監視制御・データロギングを含めコンピュータによる総合的な計装設備に発展してきた。

### 1 監視制御設備

監視制御設備は、当初現場側での監視や運転停止操作であったが、計器類を特定場所に集中させ、そこで監視制御を行う「中央集中監視制御」になり、コンピュータやプログラマブルコントローラの発達に伴い制御機能を現場近くの数カ所に分散する「集中監視分散制御」方式に発展してきている。

かつての、金武・天願・知念浄水場は、その規模から監視制御は現場中心であった。

本格的な監視制御設備ができたのは、オペレータが即対応できる場内ではなく、調整に重要であり距離的にも迅速な対応が困難な場外データの監視をはじめからである。

コザ浄水場では、ポンプ場、ダム、調整池など11カ所の場外設備を無線（70 MHz帯）を使用して、遠方監視制御をおこなっていたが、場内の中央監視制御設備ができたのは遠方監視制御施設の完成から数年後の昭和56年である。

海洋博にそなえ拡張された石川浄水場において本格的な場内の集中監視制御



設備ができ、ろ過池洗浄などが自動で行えるようになった。また、場外については、上間調整池がテレメータにより監視できた。その後、上間調整池の監視設備は廃止されたが、中部関係の場外については中部地域遠方監視制御施設の導入により、整備された。

久志浄水場と西原浄水場は、同時期に計画段階から中央集中監視制御を考慮されており近代的で総合的な設備が取り入れられて完成した。

西原浄水場においてテレメータ装置と400MHZ帯の多重無線設備が導入され、久志浄水場、石川浄水場、平良川増圧や喜仲調整池、前田を始め津嘉山・伊波など南部地域の各調整池と広範囲の施設の遠方監視制御設備ができた。

それは、水位の監視を始め、手動の運転停止、ポンプ場の全ポンプを統括しての自動運転、さらにはポンプ場と浄水場の送水ポンプや圧力調整弁を連動させた自動運転など高度な設備であった。

その後建設が始まった西系列ポンプ場とその遠方監視制御設備は、無人の原水取水ポンプ場であるため、監視制御も重要な位置を占めるものであり、静止画像ではあるが河川の状況や魚類監視も行っている。

現在建設中である北谷浄水場は、さまざまな高度技術が導入されている。

その中には、危険分散を目的にマイクロコンピュータを現場近くに配置した中央集中監視分散制御方式があり、ローカルステーションを光ファイバーで二重化されたLANで接続し、DDC（ダイレクトデジタルコントロール）により制御している。

DDCはソフトウェアで工業計器の替りもするので、工業計器の数や配線がかなり削減された。また安全性確保のため、ステーション内部ではCPUが二重化されている。

## 2 情報処理設備

コザ浄水場の無線による遠方監視制御設備は、数カ所のポンプ場や調整弁の制御と、ダム・調整池の水位・雨量等のデータを収集しそれをタイプライタで印字することができた。しかし、それは制御については手動のみであり、データ収集については定時になると各施設と無線による交信でデータ収集を行う機能と、オペレータが任意で収集できる機能のみであり、保存・管理については、記録用紙によるものであった。

水道におけるコンピュータは、当初、運転の自動監視と自動記録が中心であっ

たが、逐次、各種の水量制御や薬品注入制御、ろ過池の制御などに利用されるようになってきた。

石川浄水場にコンピュータ（T O S B A C - 40 C）が導入され、場内及び場外データの自動収集と合計・最大最小などの集計ができるようになった。

プログラムの入出力は紙テープで行われ、データ出力については I B M 製のタイプライタであったが、メーカーが部分供給を停止したため、後にシリアルドットプリンタに取り換えた。

その後、中部地域遠方監視制御設備工事にともない新しいコンピュータによる監視制御システム（T O S W A C S - A D）が導入された。T O S W A C A - A D によるシステムは、分散形計装制御システム、電気計装統合化システムとして、機器の統合化と同時に、高機能化、高性能化をはかった新しい監視制御となっている。

プロセス用 L A N としてミニ M A P をベースにして、メーカー独自の機能を付加し高性能化をはかった二重化同軸ケーブルによるプロセス用幹線 L A N を採用している。

北谷浄水場と共に、機器の接続方式に L A N を採用することにより、さまざまな機器と柔軟に接続することができるようになるとともに、ケーブルの本数が減少した。

久志および西原浄水場建設時には、H I D I C - 08 と H I D C - 80 が導入された。データロギングや計算機自動運転機能などがあり、かなりの省力化できるようになった。

西原浄水場においては、当初、薬品注入設定値出力・パターン注入制御・送水ポンプ運転制御などが計算機で自動制御できるようになっていたが、その後の場内外の施設の拡充にともない、現在では計算機自動制御はおこなっていない。

南部地域遠方監視制御設備工事にともない新しいコンピュータ（V - 90 / 65）が西原浄水場に導入されたが、監視制御・データ処理に使用されており、自動制御は行っていない。

北谷浄水場には、C E N T U M 及び Y E W C O M の 2 系統のシステムが設置されており、C E N T U M により分散処理の監視制御を行い、Y E W C O M でデータ処理および管理をしている。

配水管理課と各浄水場に整備中である水管理システムは、各浄水場のコンピュー

タ、テレメータ、場内データを電話回線でむすんだ広域ネットワークシステムである。

水管理センターにHP-9000モデル800、各サブセンターにモデル400及びモデル425eが設置されており、OS（オペレーティングシステム）はこれまでのメーカー独自のものではなく、汎用OSのUNIXが使用されている。このことにより、すでに開発済みのパッケージソフトなどを利用することができ、ソフトウェアの開発効率が向上している。

#### 設置システム構成一覧

##### 石川浄水場

T O S B A C - 40 C	主記憶容量 32K B
	紙テープリーダー・ライター 4 台

##### 久志浄水場

H I D I C - 80	主記憶容量 8 ~ 64 K W
	入出力点数 255
H I D I C - 08	主記憶容量 4 ~ 64 K W
	入出力点数 64

##### 西原浄水場

H I D I C - 80	主記憶容量 8 ~ 64 K W
	入出力点数 255
H I D I C V 90 / 65	主記憶容量 32 M B
	ステーション台数 32台 (最大)

##### 北谷浄水場

C E N T U M	主記憶容量 1 ~ 8 M B
	入出力点数 512、1536
Y E W C O M	主記憶容量 24 M B
	監視項目数 60項目

## 水管理システム

H P - 9000 / 800	主記憶容量	32M B	15M I P S
H P - 9000 / 400	主記憶容量	16M B	

### 3 センサー関係

計装設備は、水源、取水、導水、洗浄、浄水、配水の各施設において、人に代わって、水処理及び輸送に必要な流量、圧力、水位を主に水質関係、気象関係のプロセスの測定値を電気信号に変換し中央監視室までの伝送を行い、水処理及び輸送の各過程において、電子計算機（プロセスコンピュータ）等の演算、制御により各々の調節系に指令を出し、バランスを取ることを目的とする設備である。

昭和47年（復帰）以前は、ほとんどの設備が米国製であり計装設備においては、アナログ式、センサーは、機械式が中心であった。

まず、流量計側は、流速式の羽根車（タービン）式、ベンチュリー及びオリフィス等の差圧式が主流であった。次に水位計測もフロート式を中心に水銀を用いた差圧式等があった。次に圧力計測にはブルドン管式を中心にベローズ式、ダイヤフラム式及び井戸群においては、手押しの空気入れを用いて基準水深からの水位を空気圧で測定する簡易エアージ式等があった。これらに共通して言える事はその測定原理が単純で、保守管理が容易であった事であろう。

昭和47年以降、日本製の精度の高い工業計器の導入により、そのほとんどが改良された。

まず、流量計測は、小口径の取引用に関するもの以外はその精度と安定性から電磁流量計が導入された。電磁流量計も技術革新が早く、昭和50年代前半の交流励磁方式から、後半の低周波励磁方式及び方形波励磁方式が採用された事により、ゼロ点の安定性、耐ノイズ特性が向上し、精度も良くなった。又、超音波流量計は、昭和60年以前はその精度及び安定性にやや問題があったが、マイコンを内蔵することにより、脈流等の異状値排除機能を付加し精度及び、安定性においても、電磁流量計に迫っており、施工性の良さから電磁流量計の設置が困難な箇所で使用されている。現在、電磁流量計は用水供給事業の受水市町村との取引用に約40台、及び、当局の取水から導水、浄水、送水の各施設に多数使用されている。又、超音波流量計は、久志浄水場、天願ダム取水ポンプ場、豊見城村供給施設、及び前田～上間送水施設に管理用として3台の計6台が設置されている。

その他、ベンチュリー管差圧式は、石川浄水場及び名護浄水場のろ過流量測定

用に使用されている。また、オリフィス差圧式は久志、西原、北谷の各浄水場の塩素注入機の注入量の測定等に使用されている。

次に水位計測は、フロート式、投込半導体圧力式、導圧管圧力式、超音波式、静電容量式、エアパージ式がその用途に応じて設置されている。フロート式は、ポテンションメーターと組合せて電気信号に変換する形がとられ、取水、浄水、送水の各施設に数多く使用されている。投込半導体圧力式は精度が向上し、また保守管理が容易なことから、調整池を中心に使用されている。導圧管圧力式は南上原調整池、天底調整池及び薬品の貯蔵タンク等に使用されている。超音波式は根路銘調整池、静電容量式は嘉手納井戸群、エアパージ式は、浄水場等の排泥池等に使用されている。水位計においては屋外設置の場合、雷害対策を充分に行う必要がある。

次に圧力計測は、半導体式の圧力伝送器が多く使用されており、精度も良い。その他では、ブルドン管とポテンションメーターを組合わせた方式が普天間増圧に、ダイヤフラム式は、許田増圧等に設置されている。

終わりに、水質計器について述べる。濁度計は取水施設と浄水場に数多く設置されており、透過光・散乱光比較方式と表面散乱方式の2種類がある。PH計は、硝子電極法の機器が取水施設及び浄水場に設置されている。残塩計は、各浄水場、及び調整池に設置されているがほとんどが無試薬式で、北谷浄水場にのみ、有試薬式の機器が設置されている。

水質計器については、安定性と精度の維持に問題があり、当局においては、水質計器の測定値は通常の運転管理業務においては薬注制御を自動で行っているが、変動が大きい場合は、必ず手分析を行い判断している。また、北谷浄水場においては、高度浄水処理施設の建設に伴い、塩素要求量計、オゾン濃度測定器等の特殊な水質計器が設置されている。

#### 4 遠方監視制御設備の変遷

復帰前、原則として各ポンプ場には運転員を配置し運転管理を行っていたため、遠方監視制御設備（以後、『TM/TC設備』と呼ぶ。）は少なかったが、嘉手納井戸群の内、コザ浄水場から近い数カ所の井戸で多芯の制御ケーブルを使用し、直接シーケンス回路を動かし運転管理を行っていた。

復帰後は、昭和50年に名護浄水場～天底調整池、今泊増圧、志味屋配水池、本部配水池間と、石川浄水場～上間調整池にNTT回線によるTM/TC設備が設

置されたのを皮切りに多数のT M / T C設備が導入設置された。また、無線によるT M / T C設備は昭和51年から平成2年まで使用された、70M H Z帯と、昭和54年から平成4年まで使用された400M H Z帯多重無線設備があった。

70M H Z帯無線設備は、コザ浄水場をセンターに、天願ダム、瑞慶山ダム、天願浄水場、コザ増圧、白川増圧、渡口増圧、牧港増圧、山里調整池、大謝名調整池、南上原調整池、前田N O . 1調整池の11カ所を結び監視制御を行っていた。

また、400M H Z帯多重無線設備は、西原浄水場をセンターに、久志浄水場、石川浄水場、天願浄水場、平良川増圧、西原増圧、宜野座調圧水槽、金武調圧水槽、喜仲調整池、前田N O . 1調整池、津嘉山調整池、伊覇調整池の11カ所を結び監視制御を行っていた。

70M H Z帯無線設備は、保守管理が専門的である事及び浄水場の統廃合計画により、廃止する事となった。又、400M H Z帯多重無線設備は、自動車電話、携帯電話に代表される様な、電波の高度利用の施策が取られ、周波数帯域のナロー化（狭隘化）の必要が生じたため、無線設備を廃止することになった。

これにより、平成5年以降は当局のT M / T C設備は全てが有線方式となり、そのほとんどがN T T専用回線を利用している。その他、石川浄水場～天願ダム取水ポンプ場～瑞慶山ダム取水ポンプ場と前田N O . 1調整池～前田N O . 2調整池は、地下埋自営線による有線方式である。次に、嘉手納井戸群米軍中継局舎（砂辺）～北谷浄水場は、架空自営線による有線方式である。又、嘉手納基地内の井戸群～嘉手納井戸群中継局舎（砂辺）は、米軍の専用回線を利用している。

最後に、唯一の無線設備である150M H Z帯業務用無線設備は業務連絡用として、使用されており、沖縄本島北部の八重岳中継局と南部の糸数中継局で全域をカバーし、2チャンネル方式で運用されている。

計装及び無線設備は、巾が広く、その技術は日進月歩であり、今後とも、保守性、拡張性、経済性に視点をおき、その技術動向に注目する事が大切である。

### 第3節 ポンプ制御等

#### 1 ポンプ制御設備

ポンプによる制御は水量が主である。それには台数可変と回転数可変とがあるが、復帰当初の昭和47年は、施設がほとんどが米国方式の制御方式であった。水量制御も送水先の調整池の水位の増減によりポンプの運転台数を可変させる簡単なシステムで、更に細かい調整は弁の組合せとにより行っていた。しかし、その後の施設の整備・拡張にともない、水系もより複雑になり、それに対応する水量及び水圧の制御が必要となってきた。そのため、ポンプの制御についても、これまでの台数可変から、より詳細な水量制御等ができる回転数可変制御へと移行していった。

ポンプの可変速の制御を行う方法は誘導電動機の2次抵抗制御法、サイリスタ素子を使用したサイリスタセルビウス装置、そして1次周波数制御方式とがある。そのうち、企業局で多く採用されているのがサイリスタセルビウス方式と一次周波数制御方式である。また、一部には、二次抵抗（液体）制御方式もある。

主な施設のポンプ制御方式は次のとおりである。

#### 取水施設

すべて、台数制御とバルブ制御の組み合わせである。

#### 浄水場

台数とバルブの組合せ

石川浄水場、久志浄水場、名護浄水場

サイリスタセルビウス方式

北谷浄水場、西原浄水場

#### 増圧ポンプ場

サイリスタセルビウス方式

西原増圧ポンプ場、根路銘増圧ポンプ場、平良川増圧ポンプ場、山内増圧ポンプ場、大城増圧ポンプ場

一次周波数制御方式（電圧形）

許田増圧ポンプ場（一部）、具志川増圧ポンプ場、読谷増圧ポンプ場、一次周波数制御方式（電流形）

奥間増圧ポンプ場、許田増圧ポンプ場（一部）

2次抵抗（液体）制御方式

## 普天間増圧ポンプ場

### 2 自家発電施設

自家発電設備は、水道施設の中でも主に浄水場等の最重要施設に設置される。復帰から暫くの間は、本県の電力施設も建設の途上にあり、停電も多かったが、最近では電力会社の送・配電系統もかなり強化され、停電はかなり少なくなっている。しかし、台風の襲来時には、断線や塩害等により、まだ停電が発生しており、しばし水道も施設停止による断水の影響を受けてきた。そのため、復帰後、重点的に整備が図られてきた。

#### 復帰当時

当時はまだ、米軍からの引継施設がほとんどで、それらの施設には現在のようなディーゼルやガスタービンのような自家発電施設はなかった。代わりにポンプ直結のディーゼルエンジンが装備され、停電時等にはそれで送水を行っていた。

浄水場：金武、天願

増圧ポンプ場：許田

#### 復帰後

水道用水供給事業開始後、その事業計画に基づき、新設浄水場を中心に自家発電施設の整備が図られてきた。発電機駆動力機関は当初、ディーゼル機関が主であったが、最近では、保守及び環境面から有利なガスタービン機関が設置されてきている。

#### 浄水場

久志場水場	(S 52年度)	交流発電機 (ディーゼル)	2,000KVA × 2台
西原場水場	(S 54年度)	交流発電機 (ディーゼル)	2,000KVA × 2台
石川場水場	(S 55年度)	交流発電機 (ディーゼル)	2,700KVA × 1台
北谷場水場	(S 61、63年度)	交流発電機 (ガスタービン)	2,500KVA × 2台
名護場水場	(S 63年度)	交流発電機 (ガスタービン)	300KVA × 1台

#### 増圧ポンプ場

平良川増圧ポンプ場	(S 52年度)	交流発電機 (ディーゼル)	1,250KVA × 1台
山内増圧ポンプ場	(S 62年度)	交流発電機 (ガスタービン)	1,000KVA × 1台
西原増圧ポンプ場	(S 63年度)	交流発電機 (ガスタービン)	1,500KVA × 1台



大 城増圧ポンプ場 (S 63年度) 交流発電機 (ガスタービン) 375K V A × 1 台

瑞慶山ダムポンプ場 (S 54年度) 交流発電機 50K V A × 1 台

具志川増圧ポンプ場 (H 1 年度) 交流発電機 (ガスタービン) 375K V A × 1 台

※ ( ) 内は建設年度

