

下水処理場、抽水所の電気・計装の思い出

後條哲夫

人生を随分長い間歩いて来て、やっとたそがれと言う年代に入りました。過ぎ去ってしまうと本当に短いものであります。

下水処理場などの電気・計装も当時は最新の技術であっても、年を経た現在では陳腐化したものになっているのは当然であります。

私が土木局下水道部の建設関係（主として下水処理場・抽水所の電気、計装関係）の仕事に携わっていたのは、昭和32年5月から昭和40年9月までの係員の時期、昭和44年4月から昭和49年10月までの係長の時期と昭和50年7月から昭和54年6月までの日本下水道事業団に出向し、大阪支社電気課長の時期であります。

日本下水道事業団へ出向した頃は事業団の草創期でありまして、受託都市の下水処理場の設計施工をしながら、今後の後輩が設計の参考にするための電気計装の設計指針を作成しました。本社、東京支社、大阪支社の電気担当者が作成したのでありますが、当時としては処理場、ポンプ場（抽水所を事業団等ではポンプ場と言う）の電気関係の設計施工の経験者は、東京都と大阪市の出身者で、その他の都市の出身者には経験者がいなかったもので、殆ど東京都と大阪市の出身者で作成しました。

受託都市の処理場については水処理方式、汚泥処理方式として種々の方式を設計施工されていましたが、電気・計装については特に変わったことはなく、従来の方を踏襲したので今回は割愛します。

退職して相当の年月(23年程)が経っており、自宅に保管していた、わずかな資料も阪神大震災に被災、家屋を建て替えたとき散逸してしまったりして、存命の方には電話で確認はしておりますが、殆ど記憶をたよりに書いたので間違

いがあるかも知れませんが御了承下さい。

下水道の諸先輩

私は、土木局内の電気設備の電気主任技術者として、維持管理の仕事をしておりましたが、昭和32年5月に土木局下水道部下水管理課機械係へ転勤になりました。

今から思えば、そろそろ下水処理場の建設をしなければならない時期にさしかかり、それに伴い電気、機械の技術者を集め始めたのではないかと思います。

さて機械係に配属当初は、さしたる仕事もなく、当時としてはかなり大きな抽水所の電気関係の担当者の手伝いをしたり、小さな仮排水ポンプ場のポンプを、電極式水位計により自動運転するための設計施工をしたりしていました。

当時、機械係長は岩田半三さん(名古屋高等工業(現名古屋工業大学)卒)と言う機械屋さんで、電気のリーダーは栗生茂さん(都島工業(現都島工業高校)卒)で、係長の次に位置する人でした。

栗生さんは軍隊に召集され、フィリピンに派遣、敗戦後日本に復員されて、下水の機械係に配属されたと聞いております。

その頃下水処理場の電気、計装関係の設計コンサルタントはなかったので、栗生さんは下水処理場の電気・計装について一生懸命勉強していました。そんな栗生さんに私はいろいろ指導を受けて、設計施工のやり方を勉強していました。

津守、海老江下水処理場建設時の電気計装に関する設計施工の責任者は、当時の大阪市電気局（現在の大阪市交通局と関西電力(株)の大阪市内の配電を業務範囲とした局）から出向で来

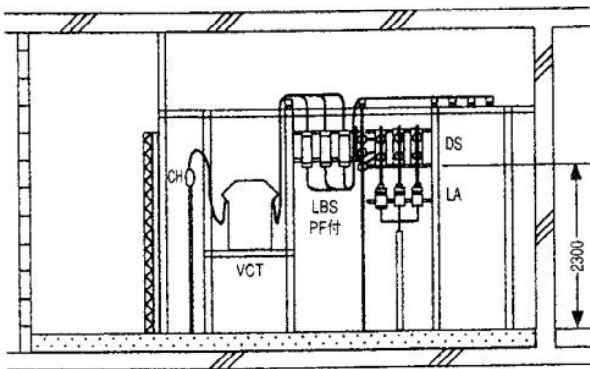
られていましたが、下水処理場が完成すると元の電気局に戻られました。その方はその後大阪市を退職されましたが、消息は不明と聞きました。そんなわけで、技術の継承が十分になされていませんでした。

一方、土木関係の人は、津守、海老江の処理場建設に関係された方が土木局内に下水道部長、課長、係長で居られたので技術の継承がなされていたと思います。

中浜(東)処理場の特別高圧・

高圧電気設備の工事

中浜(東)処理場の建設が決まり、その設計準備のためたびたび津守、海老江処理場に一緒に連れていかれ、特高受電室、高圧配電室の調査をしました。現在では、キュービクルを並べ設置する方式であります。当時の津守、海老江処理場では本館(主ポンプ室、事務所、公舎も含まれていた)内の特高受電室、高圧配電室に油入変圧器、油入遮断器、避雷器、コンデンサー等の機器単体をむき出しで据付け、油入変圧器、油入遮断器等の間をパイプフレーム等により絶縁電線で接続し、碍子で固定する方式でありました。



中浜(東)処理場は、ポンプ室の中に特高受電室は造らず(予算の関係と思う)、処理場入口の北側に土地を用意することに決まりました。そのため屋外型鉄構方式(変圧器、避雷器は屋外型、遮断器等は屋外型キュービクルの中に収納する方式)で設計施工しました。そして長い間、森小路・大和川線を通るたびに特高受電所が見られました。

当時はまだ、日本全体が貧しく(現在の若い人には信じてもらえないと思うが)蛍光灯を採用するにも、何故安い白熱灯ではいけないのか、

とか、ケーブルを採用するにもできるだけ碍子と絶縁電線を使用する架空方式にして、価格の高いケーブルを極力使用せず安くせよと言われて、中浜(東)処理場の特高受電所から消化槽室、脱水機室、(西)処理場のポンプ室に配電するのに電柱と絶縁電線による架空方式を採用しました。そのため中浜(東)処理場と南側の民家との境に配電用電柱を一定の間隔で建てました。

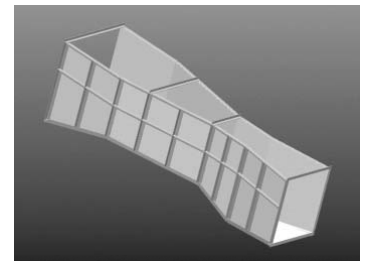
また、昭和27年に完成した塚本抽水所の高圧電気設備の1期工事も、請負工事にかかる予算がなく、栗生さんの指導の元機械係作業班(修理班と言った)の直営で、電線、碍子、遮断器、変圧器、絶縁テープ等の材料だけを購入して据付配線工事をしたと聞いています。

計装設備の機能不足

この頃栗生さんが心を悩ませていた問題は、既設津守、海老江処理場の計装設備が全く機能していないので、新設処理場ではこれをどうするか、とすることでした。

当時は修理部品もなく、故障したら、そのまま放っておくといった状態でした。流量、風量も「ポンプの定格流量×運転時間」「ブロワーの定格風量×運転時間」で計算して、日報に記入していました。また、既設処理場では流入下水量を計るため、最初沈殿池の入口にパーシャルフリューム型の流量計を取り付けていました。開溝部にくびれ部を造り、その前後の水位差によって流量を算出してメータに表示する方式ですが、水位を検出する所は何回ゴミ掃除をしてもすぐに詰まり作動しなくなり、いつの間にか水位計部分を取り外した状態になっていました。

同様に風量計も差圧の取り出し部分に不備があったのか、全然機能していませんでした。



ある日、栗生さんが何処から手に入れたかは不明ですが、アメリカの下水処理場に採用されている計装関係の資料を渡され、「後條君、いついつまでに翻訳してくれ」との指示があり、帰宅後、毎晩翻訳をして提出したことが思い出されます。

その中に電磁流量計についての節があり、簡

単に言えば電磁理論に基づき電極部分に流速に比例した電圧が発生するので、流速×断面積により流量が測定できることが書いてありました。電磁流量計には差圧取出部分がないので下水流量計、汚泥流量計に最適ではないかと考えました。

早速、栗生さんに採用するように進言しましたが、「OK」は出ませんでした。今になって考えてみると、そんなに性急にせんでも、いずれ日本のメーカーのどこかがアメリカのメーカーと技術提携するだろう、その方が故障のとき対応も迅速に出来、何かと便利ではないか、と考えておられたのではないかと思います。

まもなく、北辰電機（現在の横河電機--北辰電機は横河電機に吸収合併された）がアメリカの電磁流量計メーカー・フォックスボロウ？と技術提携をしたと言う情報を得て、北辰電機の技術者に来局してもらい栗生さんと一緒に説明を受け、疑門点を質問して納得されやっとな「OK」が出ました。

中浜（東）処理場の処理水量測定用に、口径600mmの電磁流量計2台（故障したときを考慮して2台並列にした）を設置しました。恐らく下水処理場に設置したのは本邦最初だと思います。

この電磁流量計の実績を見ながら続いて、汚泥流量計にも小口径の電磁流量計を採用しました。

汚泥処理設備の電気計装

津守、海老江処理場には汚泥処理設備はなく、電気エネルギーを使って処理水と汚泥に分離し、処理水は河川に放流し、汚泥は汚泥運搬船で大阪湾の沖の方に運搬し海中投棄をしていました。これも法律では猶予期間はありましたが禁止されましたので、中浜（東）処理場では、消化→脱水→脱水ケーキ運搬→埋立ての方式で計画され、消化槽を築造し消化槽加温用ボイラーが設置されました。

消化槽加温用ボイラーの燃料は消化ガスと重油の2種類の燃料を使用するので、バーナーは2種類の燃料（ガスと重油）が燃焼できる構造でした。計装関係では着火装置、炎監視装置等は米国製で、当時の下水処理場では画期的なものでした。

また、消化ガスが漏れた時、電気スイッチの

火花により爆発する恐れがあるので、消化槽関係の電装品（電磁開閉器、継電器等）と電動機は防爆型を採用しました。

また、最初の脱水機は中浜（東）処理場はヤング型脱水機（三菱化工機製）、海老江処理場はオリバー型脱水機（三機工業製）、その後はベルト型脱水機（月島機械製）が採用されました。

最初に採用したヤング型脱水機、オリバー型脱水機の汚泥槽の液面制御は、人間が目視により汚泥の流入バルブの開度を調整する方式でした。これをベルト型脱水機からは、汚泥槽にディスプレイメント式液面計を取付け、液面が下がればバルブを自動的に開き、液面が上昇すれば自動的にバルブを閉める方式に、電気の方からアイデア



を出し、機械の人と協力してメーカーに指示し完成させ、省力化に努めました。これらも下水処理場では、本邦最初だと思っています。その後、オリバー型脱水機、ヤング型脱水機はろ布の取替に非常に手間がかかるので、比較的手間のかからないベルト型脱水機に取って代われ長い間主流でしたが、それも陳腐化し現在は遠心脱水機が主流になっています。

国次（親局）と相川（子局）抽水所間の

遠方監視制御設備（テレメータ）

中央の監視室から、遠く離れた施設のポンプ等の運転・停止・運転故障表示等や水位などの計測値を表示するための設備を遠方監視制御設備と言い、中央監視室側を「親局」、監視制御される側を「子局」と呼びます。また、水位・圧力・電流などの計測値を親局で表示することを遠隔測定と言います。

従来、運転・停止操作、故障等のランプ表示、水位などの計測値などの信号を送受するためには、1信号ごとに1~2本の電線が必要でした。（直送式）そのため、ポンプ台数、ランプ表示数、計測項目数が増えると電線の芯線数も増える方式でした。これらの電線には多芯ケーブルを使い、親局と子局の間を関西電力（株）や電電公社（現NTT）の電柱に共架（自営線）し、共架料を払

っていました。

この方式では、距離が長くなると次第に信号電圧が下がり、正しく信号が伝わらなくなるため、1 Km以下に適用が限られていたように思います。また、遠隔測定では、計測値を直流4～20mAに変えて送りますが、遠くなればなるほどいろいろな影響が出てきてそう簡単にはいきません。例えば、外気温により電線路の電気抵抗が変化すること、電流のリーク(外部に漏れること)する量が増えるとか、近くの電力線から誘導による雑音が入るなどして、本来の数値と異なった計測値が伝わることもあります。

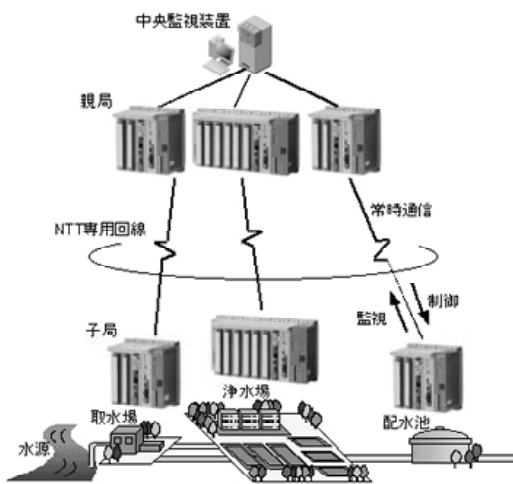
従って従来の遠方監視制御では、比較的短距離で、項目点数が少ない仮排水ポンプ場で採用され、数kmも離れている抽水所間に、従来の直送式を採用するのは無理でした。

これらの問題点を解決するにはパルス通信方式が良いと思いました。即ち電気信号をパルス(脈を打つように一定の周期で短く起る電圧または、電流の波)の数に変えて伝送すると、パルスの数さえ確実に数えれば途中でのパルス波形の多少の歪は心配しなくてよいわけです。しかし雑音によりパルスの数が変化して誤選択、誤操作、誤測定をしないよう信頼性を上げるため様々なチェック方式が追加され、搬送波に乗せて伝送するのです。

この方式ですと電々公社の電話回線1回線を借り、小額の使用料を払うだけですみ、しかも線路の維持管理は電々公社がするので経済的です。

昭和46年10月から国次(抽)と相川(抽)の距離約3kmの間をデジタル方式、符号を直列伝送、時分割(タイムシェアリング)方式で、伝送速度50ボーの遠方監視制御方式が稼動しました。

因みに操作項目数は5、監視項目数は25、計測項目数は6、データロギング数は10でありま



す。即ち親局の国次(抽)では相川(抽)の機器の操作、監視が出来、また水位、ポンプの運転・停止、排水ゲートの開閉状態等をデータロギ装置で定時(1時間毎)日報を打ち出せ、故障があれば自動的にフェイルセーフ方式で対処し、警報表示をするようにしました。

国次(抽)ー相川(抽)の遠方監視制御が支障なく出来ていることを確認して、大阪市全体の抽水所をいくつかのグループに分けて無人抽水所を増やす計画を立てました。当初は処理場を親局として関連する抽水所を子局として集約する方針を立てたのですが、抽水所の所管は機械課、処理場は処理場と夫々所管が違っていたので、調整が難しい状況にありました。そこで機械課だけで計画できる抽水所について大規模抽水所を親局、小規模抽水所を子局とする方式で遠方監視制御を立案しました。その後、市岡(抽)を親局、北福崎(抽)を子局とし、ITV(工業用テレビ)カメラによる監視を追加し、無人抽水所を増やしていきました。

十八条処理場のコンピュータ制御

昭和48年頃、十八条(処)の監視制御方式にコンピュータを採用しました。

制御の内容は多分、流入下水量に応じたポンプの台数制御(ポンプ井水位一定制御)、流入下水量による返送汚泥量の制御(流入下水量比率制御)、曝気槽の溶存酸素を一定にするためブロウ風量制御(DO一定制御)、などでした。また、ポンプの運転故障状態をCRTディスプレイに表示、機器故障の際には、警報表示し重故障の時は自動停止するようになっていたかと思います。日報は、データロギ装置により、帳票を作成するようにしていました。

この時、大きなモザイク式監視盤とCRTディスプレイを併用するようにしたのは、一挙にCRTディスプレイのみによる監視制御方式に替えた場合、CRTディスプレイに監視員が慣れるまで戸惑いが生じるのではないかと危惧したからでした。設備更新後の現在は、CRTディスプレイのみによる監視制御で、大きな監視盤は撤去されました。工事が完了して、コンピュータ方式の運転状況のみをみて不備な点を手直し作業に入る時期(昭和49年10月頃)に、異動で関係がなくなりました。最近、電話で当時のこ

とを尋ねると、水質などによるコンピュータ制御は出来るようになっていましたが、水質センサーなどのメンテ手間や信頼性の問題で、あまり使われていなかったということでした。最近、他都市の処理場を見学した時、監視室にはCRTディスプレイのみで監視制御が行われており、十八条(処)はCRTディスプレイ監視制御の「はしり」であったと思いました。

私達が大阪市の下水处理場、抽水所で電気、計装について新しい方式で設計施工し稼動していたころ、他都市(例えば京都市、神戸市等)ではやっと処理場の建設に着手し始めました。そ

のため他都市は、大阪市の下水处理場や抽水所の電気、計装を参考にして設計施工すると思われましたので、細心の注意を払って設計施工しました。

また技術的問題とは別に、昭和48年後半から昭和49年前半にかけてオイルショックによる狂乱物価により、工事を入札にかけても不調が続出し、契約にこぎつけるのに非常に苦労したことが思い出されます。

振り返って見て私の在任中に、大した事故も汚職事件もなく、無事退職できたことに感謝しております。



下水処理場の太陽光発電