

札幌市藻岩浄水場における自計装設備について

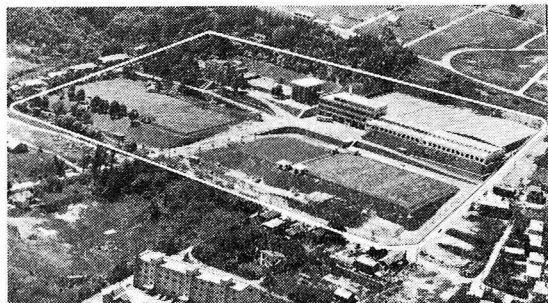
正 員 岡 本 成 之*

1. はじめに——札幌市の水道

札幌市における水道創設は昭和12年で、わが国における大都市水道としては、建設はむしろ遅い方に属する。藻岩第1浄水場は1日最大給水量 35,000 m³、25万人に給水し得る計画であったが、創設当時は給水希望が少なく、補助金を出した上、職員が取付を勧誘して歩いたなどというエピソードものこされている。このことは、当時の衛生思想の低さを物語るものとも言えようが、一面、豊富、清冽な地下水が、水道の必要性を感じしめなかったもので、建設の遅れた理由も実はここにあると言えるのである。

しかし、戦後における札幌市の人口増加傾向はとくに著しく、終戦時30万人に満たなかった人口も、昭和30年には50万人に迫り、20年後の現在では88万人を超えて、100万人都市も間近かと目されている状況である。したがって、これに伴う給水需要も急激に増大し、都市集中化による地下水の低下、枯渇あるいは汚染が、さらに拍車をかけている。

この急増する水需要に対処すべく、昭和29年から34年迄の5か年間に、藻岩第2浄水場建設を中心とする第1期拡張事業を施行し、給水能力を1日最大 98,000 m³ に増加させたのであるが、ますます急騰する需要に追い立てられ、日ならずして、昭和38年から42年迄の5か年間に、山鼻取水場建設を中心とする水源拡張事業を含め、藻岩浄水場の拡張を行ない、給水人口50万人、1日最大給水量 155,000 m³ の能力を持つ、藻岩系の増強を終了したのである。



写真—1 藻岩浄水場全景

(左から第1浄水場、薬注センター、第2浄水場)

この間、市町合併あるいは団地造成事業等により、藻岩水道のほか、月寒水道、定山溪水道(以上豊平町)、手稲水道、手稲東水道(以上手稲町)ひばりが丘水道および下野幌水道の6水道を併せて経営して、給水能力も合計 172,000 m³/d に及んでいるほか、近く道営真駒内水道を併合する気運にあるが、これらの施設だけでは、大札幌市における将来の水需要を、とうてい賄うことができないので、第3期拡張事業として、豊平峡ダム建設およびこれに関連する白川系水道施設の新設を中軸とした事業を、本年から5か年間の継続事業として発足させたのである。

本論文は、この機会に、完成した藻岩浄水場におけるプロセス管理用の自計装設備について、第2期拡張に際して藻岩第2浄水場管理室の大改造を行なったので、これらを中心とした計画、設計の要点について述べ、今後の参考に供したいと思う。

2. 第1期拡張における自計装設備

藻岩第1浄水場は、故倉塚良夫北大教授の設計になるもので、薬品沈澱—急速汜過のフローシートをはじめ、流量調節、薬品注入設備などは、現在においても近代的浄水場として、じゅう分通用するのであるから、当時としては、超近代的な施設であったに違いない。

藻岩第2浄水場建設を中心とする第1期拡張にあたっては、第1浄水場とのバランスを考慮しつつ、先人の残した偉大な技術を、幾分なりともさらに発展させるべく努力したものであって、その計画、設計に当っては、できるだけ集約された、コンパクトで機能的な配置とすること、フローシートにはさらに新しい水処理技術を取り入れ、浄水処理の合理性をたかめること、従来、カンに頼っていた浄水場の運転を、計測化し必要なものについては自動化して、さらにこれらを集中管理する、いわゆる one man control system を採用するなどの諸点について、とくに留意したものである。これらの内容の一部については、土木学会北海道支部研究発表会¹⁾ および水道協会上下水道研究発表会^{2,3)} などにおいて、既に発表したものもあるので、参照してほしい。

藻岩第2浄水場は、昭和33年8月に通水、運転を開始しているが、集中管理という面からみれば、ここでは水処

* 札幌市水道局拡張部 拡張課長

理を一つの生産プロセスと考え、浄水作業に必要な水量管理ならびに水質管理を合理化する目的で、必要なデータを工業計器によって計測、管理室に集約して管理者に判断資料を提供するとともに、その結論を各調節端への入力としてセットするほか、プロセス・コントロールに対しては、集中管理方式を採用したもので、浄水に直接必要な操作の大部分は、管理室においてコントロールしうるシステムである。このため、管理室の管理パネル (17 面) には、大型電子管平衡式工業計器 29 台と空気式調節器、電気式調節器 5 台、合計 34 台が設置されたのである。

これら自計装設備 instrumentation and automation を計画、設計するに際して、考慮が払われたポイントについてまとめてみると、

(1) 運転管理 (浄水処理) に必要な、水量 (原水、汙過、配水等)、水質 (濁度、pH、温度等) に関するデータを管理室に集中して、指示、記録する。これらは、合理的運転管理のための判断資料を、管理者に与える。

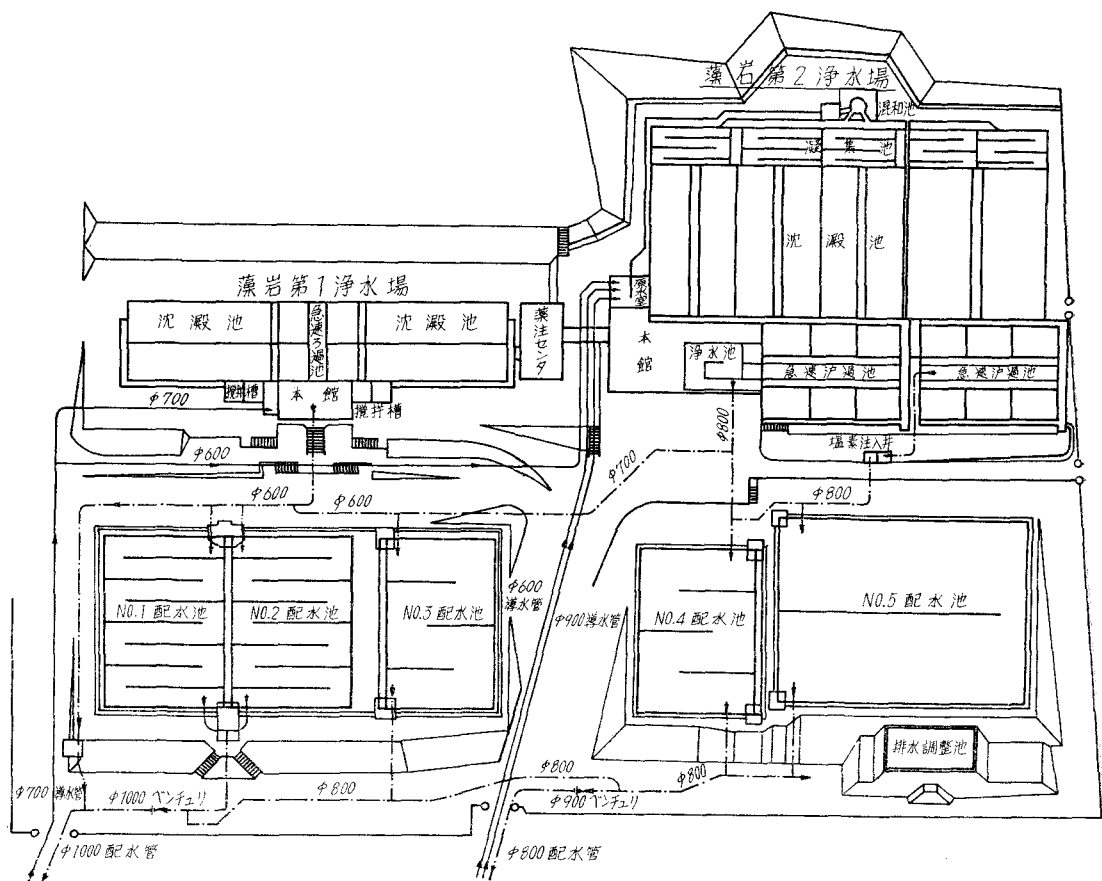
(2) データ集中化のため、藻岩取水場からの水量、水質データは、専用線ケーブルによりテレメータする。以上によれば、従来、カンに頼っていた浄水作業は、飛躍的な質

的向上をはかることができる。

(3) 合理的な薬品注入を行なうため、これらの装置を自動化する。これについては、第2 浄水場の石灰、硫酸ばんど、塩素についてのみ、オートメーションが完了したが^{1,3)}、第1 浄水場関係はいぜんとして手動であり、その後において必要となった KMnO_4 、活性珪酸も手動調節を個々に行なっていた。しかし、薬品使用量の合理化はかなり向上した。

(4) 汙過池の洗滌は、従来、各池に設けられた操作台によって、手動で汙過池の各弁 (水圧弁) を開閉して行なってきたが、洗滌時期は、汙過損失水頭および汙過継続時間のいずれかが設定値をこえたときの警報により、洗滌操作は各池の操作台を管理室に一括集中した撰択式プログラム洗滌装置 (リレー式) による、いわゆる、プログラム自動洗滌²⁾を行なうようにした。これにより、汙過池の操作は、完全に管理室で行なえるようになった。

(5) 藻岩取水場における取水量をはじめ、各池の汙過水量あるいは逆洗流量を、工業計器を使用した自動調節とした。このことは、在来の機械的調節に比して、調節の精度を著るしく向上させることができた。



図—1 藻岩浄水場【平】面図

(6) 従来、浄水管理について、それぞれ独立していた管理員と水質試験を、管理室において有機的に結合させ、科学的な浄水管理を行なわせようとした。このことは、両者の浄水管理に対する考え方の違い、体質的な差違もあって、単に容れものを作るだけでは問題の解決とはならなかった。今後の大切な問題の一つとして、慎重に研究する必要があると思われる。

以上のほか、直接、自計装設備としては関係はないが、管理室の体制としては、原水弁（電動弁）の操作、水処理に必須なフラッシュ・ミキサ、フロキュレータの運転、回転数制御、あるいは受配電関係機器およびポンプ類のコントロールも、管理室で行なえるようにしたので、管理室は浄水場における中枢的立場で、浄水処理を集中管理しうることになったのである。

3. 第2期拡張における自計装設備

3.1 第2期水道拡張事業

札幌市水道における水利権は、北海道電力藻岩発電所発電水槽をへて、藻岩取水場で取水する創設当時の1.057 m³/秒 (91,300 m³/d) と、昭和29年に南28条西8丁目豊平川左岸から取水を許可された0.835 m³/秒 (72,100 m³/d)、合計1.892 m³/秒 (163,400 m³/d) がある。

第1期拡張事業は、計画目標年次を昭和45年として実施したが、給水需要の急激な伸びについていけなくなり、計画目標年次を1年短縮した昭和44年とし、しかも、豊平川に有する既得水利権163,400 m³/dを、満度に利用する第2期拡張事業に着手せざるを得ない状態となったのである。もっとも、第1期拡張では、1日最大給水量を98,000 m³としているが、山鼻取水場から取水しうる水利権は91,300 m³/dであるから、いずれ、不足分を取水するための施設は必要となるはずではあったが、第2期拡張の計画年次が、第1期拡張のそれよりも、さらに短かくせざるを得ない程の給水需要の急騰ぶりであるから、事業はまず水源拡張から始められた。ちなみに、第2期拡張事業の概要はつぎのとおりである。計画目標年次～昭和44年、総人口812千人、給水区域内人口750千人、計画給水人口500千人、1日最大給水量155,000 m³。

水源拡張事業は、昭和38年から40年迄の3カ年間に実施され、総工事費243,000千円をもって、山鼻取水場（取入口、ポンプ場～530 m²、ポンプ～200 kW、18 m³/分～3台）および藻岩浄水場迄の導水管（φ900 m/m ダクタイル鋳鉄管～3,350 m）が完成した。

水源拡張事業と併行して、昭和39年から昭和42年迄の4カ年間にわたり、既得水利権を満度に使用する、藻岩浄水場拡張事業が、総工事費541,000千円をもって実施された。もともと、藻岩浄水場の全体計画は、1日最大給水量144,000 m³として計画されていたもので、これを11,000 m³

表-1 藻岩浄水場計画水量 (m³/d)

	第1期拡張計画			第2期拡張計画		
	第1 浄水場	第2 浄水場	計	第1 浄水場	第2 浄水場	計
受水量	37,400	65,600	103,000	40,100	121,600	161,700
濾過水量	36,700	64,300	101,000	39,800	120,800	160,600
配水量	35,800	62,200	98,000	38,400	116,600	155,000

増加して155,000 m³とするには、技術上かなりな困難もあったが、浄水場の敷地一帯いを利用して第2浄水場の効率的拡張を行なうとともに、多少第1浄水場にも増強を期待することとし（表-1）、さらに、新設の第5配水池は、在来配水池6,000 m³に比し容量15,000 m³として、2.5倍の大型化を行ない、有効容量6時間分を確保した。

第2浄水場拡張分のフロー・シートは今迄のものと変わりではなく、凝集池2池、沈殿池2池、汙過池6池をそれぞれ増加したほか、薬品注入合理化として、硫酸ばんど、過マンガン酸カリ、活性珪酸および塩素等の薬注関係施設を薬注センターを建設して集約する方針をとり、さらに水処理コントロールのためのフロキュレータなどの機械設備、あるいは電気設備や、自計装設の改装、新装なども併せて実施されている。

3.2 藻岩浄水場拡張計画のポイント

第1期拡張計画策定の際に考えられた藻岩浄水場の全体計画は、昭和60年を目途として、給水人口480,000人、1日最大給水量144,000 m³という構想であった。しかし、前述のような急激な給水需要の増大は、計画年次昭和60年を44年に短縮し、しかも、所有水利権を満度に利用する、1日最大給水量155,000 m³の計画に拡大せざるを得なかったのである。このために、浄水場用地をさらに買収することは、道路の関係から不可能であり、予定用地の面積による第2浄水場の拡張では、既設部分との関係を考慮すると、計画増分を賄うことができず、表-1のように、ある程度第1浄水場にも負担をかけざるを得ない状況となっている。

このため、両浄水場および第2浄水場の新旧部分における水処理上のバランスを保つという、技術的に重要な問題がのこされたが、この点についての克服を含めながら、策定された浄水場拡張計画の要点はつぎのとおりである。

(1) 藻岩浄水場における処理水量が増加しても、管理人員は在来と同じで増員しない。このことは、一面人件費の合理化とも考えられようが、現実としては、優秀な水処理技術者がそう簡単に得られないためであり、また、将来も同じ傾向と考えられたからである。

(2) このため、従来の集中管理をさらに押しすすめることとし、第1浄水場を無人化し、第1、第2ともに管理室で管理しうるシステムとする。また、藻岩・山鼻両取水場

との連絡は、テレメーターあるいは専用電話等を完備して、取水量管理の主導権にぎり、両取水場はできるだけ少人数で運営しうるようにすること。

(3) 前述のように、水量の面で技術的な困難があり、これは水処理技術の応用によって、カバーさるべきではあるが、在来人員でそのまま運転を続ける方針としたので、拡張分のみのフローシートを変えても、管理員が混乱するばかりであり、適当な研修の機会もないと思われるので、従来どおりのフローシートとした。そのため、高速沈澱池などもかなり研究されたが、採用されなかった。

(4) 水処理に必要な各種薬品（硫酸ばんど、石灰、活性珪酸、過マンガン酸カリ、塩素）の注入処理は、第1、第2浄水場で、夫々、個々に行なってきたが、処理量増加（1.6倍）を合理化するため、ドライ・フィーダで注入点に近い方がよい石灰を除き、他はすべて薬注センタに統合、集約化する。

(5) 浄水場運営管理面での安全性をたかめること。これは労働安全の面と、設備保安の面の両面から考えられるが大量化する薬注関係のうち、塩素漏洩事故対策としての塩素中和装置（写真-2）、石灰粉塵対策のサイクロン集塵装置（写真-3）、珪酸ソーダの硫酸による活性化を安全なハンド

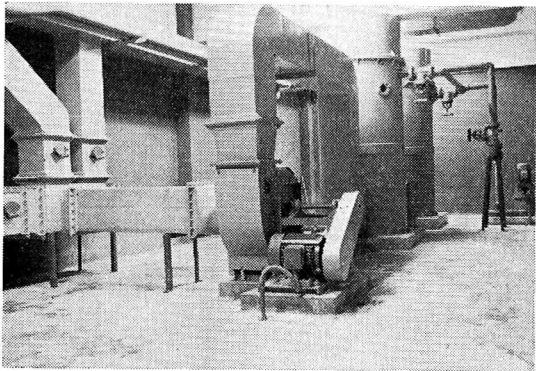


写真-2 塩素中和装置 (薬注センタ地下)

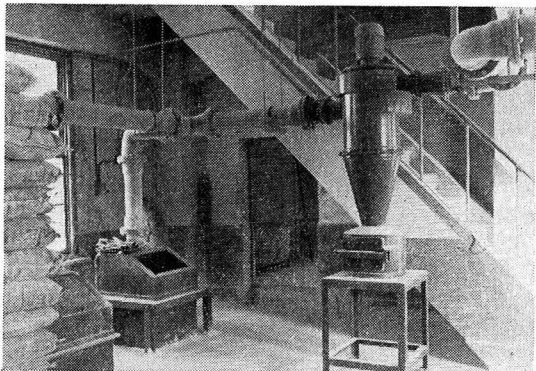


写真-3 藻岩浄水場 (石灰注入用除塵装置・サイクロン)

化した汚濁池洗滌装置をバック・アップして、ポンプの運転、池番号、各弁の開閉等を四六時中記録しつつづけるフライト・レコーダ (II 32) は後者の例である。

3.3 自計装設備計画のポイント

以上に述べた方針にしたがって、第2期拡張事業における自計装設備の計画、設計が行なわれたのであるが、藻岩浄水場関係として、取水場も含め、設置した自計装用工業計器の台数は、表-2にみるとおり91台に及んでおり、その内の77台（85%）が第2浄水場管理室に集中しているということは、あきらかに集中管理を狙った結果といえる。

表-2 藻岩浄水場関係自計装設備（計器台数）

設置場所	台数	内 訳						
		指示計	記録計	計装用	自装用	既設	改造	新設
藻岩取水場	3	3	—	2	1	3	—	—
山鼻取水場	2	—	2	2	—	2	—	—
藻岩第1浄水場	9	8	1	9	—	4	—	5
藻岩第2浄水場	77	42	35	35	25	23	16	38
管理パネル	42	20	22	28	14	18	8	16
薬注管理パネル	16	4	12	5	11	1	1	14
バック・パネル	1	—	1	1	—	1	—	—
アナロシエータ	1	1	—	1	—	—	—	1
洗滌操作台	17	17	—	17	—	3	7	7
合計	91	53	38	65	26	32	16	43

(撤去計器8台：第2浄水場用)

各種計器のかんたんな一覧表は表-3に、その機能的な役割を示す主なブロック・ダイアグラムは図-2に示すとおりである。使用工業計器および自動洗滌装置の製作は、第1期拡張の際に株式会社横河電機製作所が担当したので、今回も引続いて同社が製作、納入している。本論文では、これら自計装設備の一つ一つについて解説する余裕はないので、個々の詳細は後日に譲ることとし、その計画、設計の要点について述べることにする。

(1) 拡張の基本方針として、施設を拡張しても管理人員は現状のままであること、第1浄水場を無人化、第1、第2浄水場をともに管理室で集中管理することなどが要求されるが、このため、管理室における情報の集中傾向、これに伴う計装化傾向は、従来よりもさらに高密度化することが考えられ、管理者の監視・判断業務がより煩雑化するとともに、管理技術もさらに高度なものが要求されると思われる。しかし、管理室としては、今迄のスペース以外には適当な場所がなく、拡張分に新設する、本館内の他の場所に移転するなどが真剣に検討されたが、結局もとの場所に落着いた。したがって、計装密度が高くなる反面、計装面積をひろげることができない上、在来計器等を生かして浄水

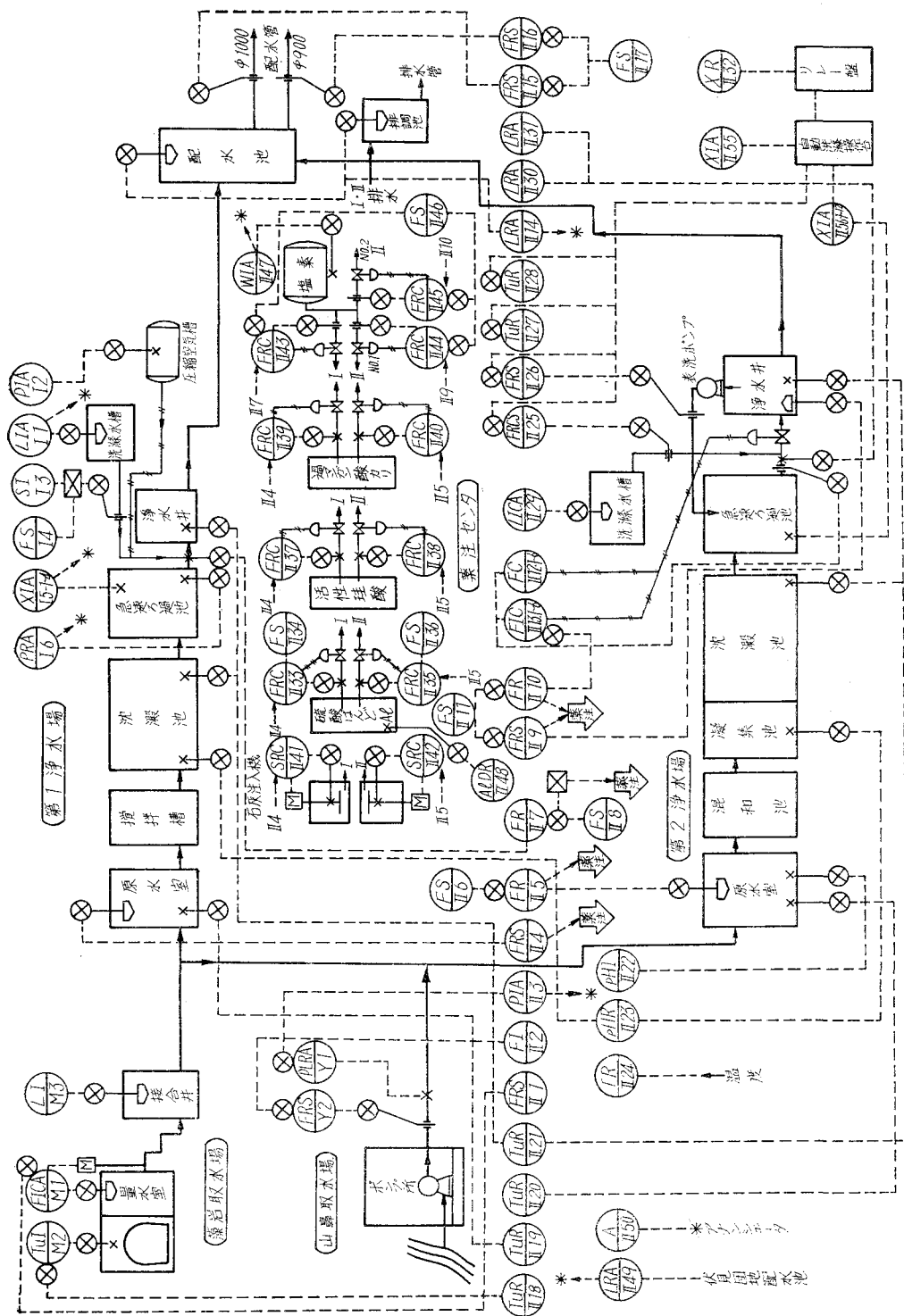


図-2 藻岩浄水場 (自計装設備ブロックダイヤグラム)

場を運転のまま、改修、つなぎ込み、テスト等を行なわねばならないという、二重の問題点があり、工事施工の際に相当の困難が予想される。

(2) 情報の集中については、藻岩、山鼻取水場および第1浄水場から、設備計器14台のうち12台が専用線あるいは公社線によるテレメーター⁴⁾で、情報を管理室計器およびアナンシェータに伝送しており、必要最小限のものが得られるようになっていて、管理室から取水量の管制あるいは汙過池洗滌に関する指令が適確に与え得る。

(3) 管理室要員は、現在管理者(主直)のほかに補助者(副直)2名の計3名で、変則三交替制、24時間拘束、断続監視業務という形で運営されている。第1浄水場の無人化により、第1浄水場の勤務者は、管理要員として配置転換することは、技術的レベル面からも充分可能であるが、1直の管理室要員数は、計装密度、監視面積(パネル面)あるいは薬注合理化の面から考えても、従来どおりの3名が適当で、これ以上人数を増せば、かえって管理の緊密性が損われて、散漫な管理になり易いと考えられる。

(4) 以上の管理体制から考えられることは、人間工学的配慮も加えて、パネル面積を従来よりも増やさないと必要であるが、これは集中管理の強化、情報密度、計装密度の高度化という必然性に対しては、正反対の要求である。

計装技術の面からみると、この様な場合は、計器の小型化をはかりつつ、パネル計装上は、セミ・グラフィックあるいはグラフィック・パネルとするのが望ましく、監視、自動化ポイントがさらに増加すれば、データ・ロガー、コンピューティング・ロガーあるいはコンピュータ・コントロールに迄進むのが、普通考えられる方法である。

第2期拡張の場合は、計器台数も91台を数え、スキニング・ポイントは恐らく100点を優に超えるものと思われる、データ・ロガー使用可能の領域に入るのであるが、第1期拡張による管理室を完成してから、数年を経ずしてこれらを御破算とするのは、経済的投資効果を考えてと全く考慮外のことであり、むしろ、既設の計器を尊重し、新設



写真一四 藻岩第2浄水場 管理室



写真一五 藻岩第2浄水場 管理室(自計装パネル)
(第1期拡張)



写真一六 藻岩第2浄水場 管理室(自計装パネル)
(第2期拡張改造)

計器をできるだけおさえるという方向で考える。この結果既設計器のうち、34%が改造して使用され、撤去されたのは17%、83%が何等かの形で使用されているのである。

パネル面積を増やさない為には、新型の小型計器を採用する一方、情報の性質をできるだけ厳しく吟味し、面積の小さい指示計を採用して、記録計をへらすようにした。

(5) 情報を記録するという必要性を分析してみると、運転管理上、自動用も含めて、水量・水質の監視・判断・調節のために直接必要なものと、直接は必要でないが、水処理管理上のデータを取り、将来これを利用とするものの二つに分けられるが、実際上後者は実行が難しく、専門のアナリストを置く場合はとかく、多くはデータのチャート類は戸棚に眠りがちとなるようである。

したがって、第2期拡張では前者に力点を置き、必要のない記録計は指示計に、指示計は警報に、警報はアナンシェータに統一、という方向で計画、設計した。また、たとえ記録計であっても、II 1 [藻岩] 取水量、II 4 [I] 原水量または II 5 [II] 原水量、あるいは II 12~1~6 [II] No. 1 汙過調節のように、記録紙チャートを外して、指示計として使用するものもあるから、実質的な記録計の比率は39%

表-3 藻岩浄水場関係自計装設備計器一覧表

計装番号	計測対象	JIS計測要素	計器型名 (YEW)	既設 改造 別 新設	備 考
	(藻岩取水場)				
M 1	取水量調節	FICA	EIK-141 F	既 設	テレメーター→II 1
M 2	取入口濁度	TuI	EI-192 F	既 設	テレメーター→II 18
M 3	接合井水位	LI	EI-141	既 設	
	(山鼻取水場)				
Y 1	送水圧・ポンプます水位	PLRA	ER 3-10 L 4	既 設	テレメーター→II 3
Y 2	導水ポンプ流量	FRS	ER 1-14 ST	既 設	テレメーター→II 2
	(藻岩第1浄水場)				
I 1	水槽水位	LIA	大 型	新 設	アナシシエータ →* } 濾過池操作廊
I 2	洗滌空気圧	PIA	大 型	新 設	
I 3	逆洗速度	SI	大 型	新 設	
I 4	逆洗流量	FS	ESG-33	新 設	
I 5・I 4	濾過時間タイマ	XIA	立石 YT タイマ×4	既 設	→*第2浄水場から流用
I 6	濾過損失水頭	PRA	ER 6-10 K・21 HQ	新 設	→*
	(藻岩第2浄水場)				
	【管理パネル】				[I] 第1浄水場 [II] 第2浄水場
II 1	[藻岩]取水量	FRS	ERS-122 R	既 設	←M 1
II 2	[山鼻]取水量	FI	EIG-10	既 設	←Y 2
II 3	[山鼻]導水圧	PIA	EIG-10 K	既 設	←Y 1 →*
II 4	[I]原水量	FRS	ERS-41	改 造	VA 変換
II 5	[II]原水量	FR	ER 1-13	改 造	VA 変換
II 6	[II]原水量積算	FS	ESG-34	新 設	
II 7	[I]濾過水量	FR	ER 1-113	改 造	開平演算
II 8	[I]濾過水量積算	FS	ESG-14	既 設	
II 9	[II] No. 1 濾過水量	FRS	ERS-41 FH	改 造	伝送・積算スライド
II 10	[II] No. 2 濾過水量	FR	ER 1-333-123	新 設	←II 13・1~6
II 11	[II]濾過水量積算	FS	ESG-34	新 設	←II 9+II 10
II 12・I 6	[II]濾過調節 No. 1~6	FC	EDA-41	既 設	ブラインド・コントローラ
II 13・I 6	[II]濾過調節 No. 7~12	FIC	EIEC 4-14	新 設	
II 14	配水池・排調池水位	LRA	ERK-141	改 造	→* 発信器レンジチューブ
II 15	φ1000 配水量	FRS	ERS-41	改 造	加算スライド
II 16	φ900 配水量	FRS	ERS-41	改 造	加算スライド
II 17	総配水量	FS	ESG-34	新 設	←II 15+II 16
II 18	豊平川濁度	TuR	ER-122 R	既 設	←M 2
II 19	[I]原水濁度	TuR	ER 1-90 Z-193	既 設	ダブル・スケール
II 20	[II]原水濁度	TuR	ER-192 F	既 設	ダブル・スケール
II 21	[I][II]沈澱・濾過濁度	TuR	ER 6-30-194	新 設	
II 22	[II]原水 pH	pH I	EIG-10	新 設	既設計器を取替
II 23	[I][II]凝集 pH	pH R	ER 2 P-10/10	新 設	
II 24	温 度	TR	ER-32	既 設	
II 25	[II]逆洗調節	FACS	ERAS-41 F	既 設	セルシン→操作台
II 26	[II]表洗水量	FRS	ERS-41 F	既 設	セルシン→操作台
II 27	[II] No. 1 排水濁度	TuR	ER-192 F	既 設	No. 1~6 セルシン→操作台
II 28	[II] No. 2 排水濁度	TuR	ER 1-30-194	新 設	No. 7~12 セルシン→操作台

計装番号	計 測 対 象	JIS 計測要素	計器型名 (YEW)	既設 改造 別 新設	備 考
II 29	[II] 水槽水位	LICA	EIKBLB-141	改 造	ディファレンシャル・ギャップ
II 30	[II] No. 1 濾過損失水頭	LRA	ERKM 4-141	既 設	No. 1~6 →リレー盤 (シーケンス)
II 31	[II] No. 2 濾過損失水頭	LRA	ER 6-10 K・21 HQ	新 設	No. 7~12 →リレー盤 (シーケンス)
II 32	[II] 洗滌動作	XR	XP-360	新 設	15 pt. フライト・レコーダ
【薬注管理パネル】					
II 33	[I] 硫酸ばんど調節	Al (F) RC	EREC 4-10	新 設	注入率設定
II 34	[I] 硫酸ばんど使用量	Al (F) S	ESG-34	新 設	←II 33
II 35	[II] 硫酸ばんど調節	Al (F) RC	EREC 4-10	新 設	注入率設定
II 36	[II] 硫酸ばんど使用量	Al (F) S	ESG-34	新 設	←II 35
II 37	[I] 活性珪酸調節	SiO ₂ (F) RC	EREC 4-10	新 設	注入率設定
II 38	[II] 活性珪酸調節	SiO ₂ (F) RC	EREC 4-10	新 設	注入率設定
II 39	[I] 過マンガン酸カリ調節	KMnO ₄ (F) RC	EREC 4-10	新 設	注入率設定
II 40	[II] 過マンガン酸カリ調節	KMnO ₄ (F) RC	EREC 4-10	新 設	注入率設定
II 41	[I] 消石灰調節	Lm (S) RC	ERCH-122	既 設	テーブル・フイーダ 第2浄水場用を流用
II 42	[II] 消石灰調節	Lm (S) RC	ER 1 C 5-10 D	新 設	テーブル・フイーダ
II 43	[I] 塩素調節	Cl (F) RC	EREC 4-10	新 設	注入率設定
II 44	[II] No. 1 塩素調節	Cl (F) RC	EREC 4-10	新 設	注入率設定
II 45	[II] No. 2 塩素調節	Cl (F) RC	EREC 4-10	新 設	注入率設定
II 46	塩素使用量	Cl (F) S	ESG-34	新 設	←II 43+II 44+II 45
II 47	塩素計量	Cl (W) IA	EIG-10 K	新 設	→*
II 48	硫酸ばんど濃度	AIDR	ER 1-10	改 造	取引用バブル・チューブ
【バック・パネル】					
II 49	伏見団地配水池水位	LRA	ER 1-10 K 22	既 設	→*
II 50	*【アナンシェータ】 [山鼻] 導水圧 [山鼻] ポンプ運転 [山鼻] テレメータCH故障 配水池水位 [I] 水槽水位 [I] 濾過池洗滌要求 [II] 逆洗ポンプ故障 [II] 表洗ポンプ故障 薬注センタ・塩素障害 伏見団地配水池水位			新 設	16 pt. ←II 3 下限 No. 1~4 公社線テレメータ ←II 14 上下限 ←I 1 下限 ←I 5, 1~4+I 6 ←塩素注入設備 アナンシェータ →II 49 下限
【洗滌操作台】					
II 51	逆洗水量	FI	XB-22	既 設	第2浄水場 濾過池運転用 セルシン←II 25
II 52	表洗水量	FI	XB-22	既 設	セルシン←II 26
II 53	No. 1 排水濁度	TuI	XB-22	既 設	No. 1~6 セルシン←II 27
II 54	No. 2 排水濁度	TuI	XH-180	新 設	No. 7~12 セルシン→II 28
II 55	洗滌操作時間	XIA	立石 YT タイマ	改 造	操作遅延 →リレー盤 (シーケンス)
II 56・ 1~12	濾過継続時間	XIA	立石 YT タイマ×12	既設×6 新設×6	→リレー盤 (シーケンス)

にとどまっている。

(6) 薬品注入設備関係は、石灰を除いて、その他は一切薬注センタに集約され、従来、第1、第2浄水場で夫々、箇々に行なわれていた薬品の貯蔵、注入装置(タンク)が一か所にまとめられ、非常に合理化された。これらの機器、およびその自動化等については、後日報告することにするが、液体硫酸ばんどの採用、あるいは塩素の1tコンテナの採用、珪酸ソーダの硫酸活性の合理的装置の開発は、薬注の集約、合理化をより容易にしたともいえるが、管理室において、注入率をダイヤル・セットするだけで自動的に自由な薬品注入が可能となったことは、集中管理を進める上で、極めて大きなプラスとなっている。

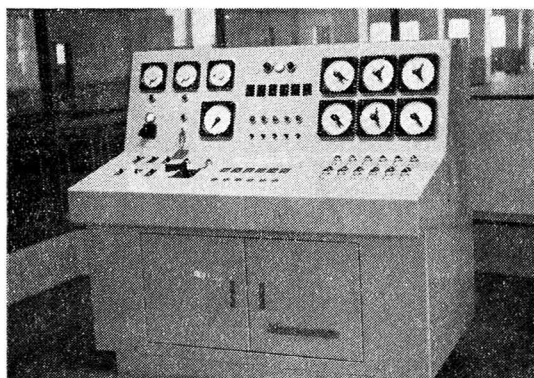
さらに、これら水処理プロセスの水質管理のために、濁度計、pH計等を設置しているが、フロックの生成状態監視のために設置された工業用テレビ(ITV)は、より直接的な監視という面で、極めて大きな効果をあげている。

惜しいのは汙過池の拡張の際、原水および排泥渠の関係から既設と新設とが、管廊で直接連絡できず、それぞれの連絡管から配水池に入っていることで、このため塩素の注入が、第1浄水場と第2浄水場既設分、新設分と3カ所に分れることで、このことは汙過関係の自計装すべてに何等かの影響を与えており、今後、将来拡張を前提に浄水場を建設する場合、とくに注意しなければならない重要ポイントの一つであろう。

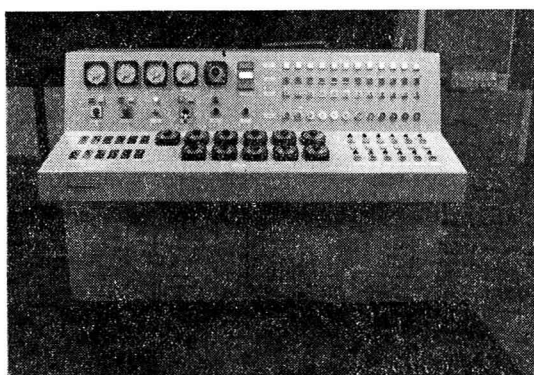
(7) 水処理プロセスの水質管理用計器としては、上述の濁度計、pH計のほかに、アルカリ度計、残留塩素計あるいは水質計などが考えられるが、一部には実用に供されているものもあるとはいいいながら、水質分析計器としては、安定性に未だ信頼度が低いこと、保守がかなり面倒でそれだけの時間があれば、じゅう分現場分析も可能なことなどから今回は一応保留としている。

(8) 汙過池の洗滌については、第1浄水場関係は、損失水頭あるいは汙過時間タイマによる警報により洗滌時期を判断、第1浄水場に赴き水槽水位、ルーツフロアの空気圧を確かめた上、手動で各弁を開閉して行なうものであるが、第2浄水場については、汙過池各地には現場の操作台はなく、集中撰択操作台であり、汙過池洗滌動作をプログラムにして、損失水頭あるいは汙過時間タイマによる警報により、自動的に当該汙過池を撰択、所定の洗滌準備条件が満たされておれば、自動的に組込まれたプログラムによる洗滌パターンにしたがって汙過池を洗滌する方式としている。

第2浄水場は汙過池数が12池で、一度に一池ずつ洗滌するという条件でもよいことなどを条件に、同時待ち合せ洗滌要求汙過池も3池とするなど、電磁リレー方式としては水槽水位低下、逆洗・表洗ポンプの故障、停電などの緊急事故に対する補償・保護回路も考えて、かなり複雑なもの



写真一 藻岩第2浄水場 濾過池プログラム洗滌操作台
(第1期拡張)



写真二 藻岩第2浄水場 濾過池自動洗滌操作台
(第2期拡張)

となっており、使用電磁リレーの数からいっても、これ以上は無理という限界的设计である。幸い、国産の電磁リレーにほとんど障害がなく、現在のところ信頼度の高い装置となっているが、設計が複雑でかなり苦しんだ経験からいっても、コンピューティング・ロガーの採用の方が技術的には楽であったと思われる。操作台は既設にくらべて12池分となったので大きくはなかったが、自動にセットしておけば、殆んど手を触れることなく汙過池の洗滌がづぎと片付いていき、むしろ知らない内に洗滌が済んでしまうことも考えられたので、保安のために、フライト・レコーダを採用して各弁等の動作を記録しておくことにしている。なお、新旧つなぎかえの関係から、既設操作台を生かしながら施工するため、新操作台の位置をかねて設置し完全につなぎこみを終えてからこれを撤去し、受配電関係コントロール盤の増設スペースとした。

4. おわりに——浄水場における自計装設備の将来

水処理技術の進歩が水処理プロセスをかね、それとともに、そのプロセスに最も適合する自計装設備のパターンが確立するであろうことは論をまたない。私はひさしく浄水

場の規模に応じた最適自計装設備の存在をばく然と脳裏に描いていた。それは技術的に見て、浄水場の規模からみたオペタマム・コントロール（最適制御）のパターンが、それぞれに存在するという意味のようでもあったが、現実的にはこれといった結論をまとめる迄に至らずにいた。

しかし、第2期拡張において、制約条件の非常に多い自計装設備の計画・設計を行ない、それを実施に移した段階で土木計画学的にいつて、投資による経済効果の最適化とその効果を測定する方法が私の考えの中に一枚加われれば、それは、浄水場の経済的設計・計画というふうにいわれてよいものであることに気付いたのである。

この第2期拡張における自計装設備も、考え方を変えれば、いろいろなパターンのものが出来たと思われるが、私としては、10万 m^3 級浄水場のそれとしては多少後進的ではあるが、出来るだけ事業費をかけない方向で、電磁リレー式で考えられる限界に挑戦したつもりである。しかし、投資効果を測定・比較する方法が確立されていないことが甚だ残念に思っている点であり、今後はこの方面についても研究を進めていきたいと考えている。

第2期拡張を終えて直ちに、札幌市水道は第3期拡張に

入っている。これは豊平峡ダム関連の1日最大給水量48万 m^3 拡張を目的す、白川浄水場建設を中軸とするものであるが、この自計装設備計画・設計に当っては、上記の点をじっくり分勘案して、さらに発展した形のシステムの実現に努力したいものである。終りに本設備の計画・設計ならびに施工に際し、ともに努力された平賀岑吾技師にあつく感謝する。

参 考 文 献

- 1) 岡本成之・乙川照夫：Chemical Feeders の Automation について、土木学会北海道支部、技術資料、第17号（昭和36年）、p. 74.
- 2) 岡本成之：ろ過池プログラム洗滌装置について、水道協会第9回上下水道研究発表会概要集、p. 32.
- 3) 岡本成之：塩素注入機の自動制御について、水道協会第11回上下水道研究発表会概要集、p. 85.
- 4) 田沢紀陽：公社線を利用した水道用テレメーターについて、水道協会第17回全国水道研究発表会概要集、p. 114.
- 5) A. S. Young：An Introduction to Process Control System Design.