

米国南ターホ湖公共地区下水処理場の第三次下水処理施設について

橋 本 奨

まえおき

近年、下水中の有機性、無機性或は有害性の物質を除去するための第3次処理は増々必要となってきた。1次処理、2次処理の浄化水中に含まれる窒素やリン酸の無機栄養物は放流水域の藻類やプランクトンの増殖を刺戟し、又含有有機物は臭気、色の原因となり、処理水の再利用に問題があるといわれている。

現在、大阪市中浜下水処理場では、処理水に再度、第三次処理（細砂とアンスラサイトを充填した汙過塔で汙過して、処理水中の浮遊物を除き、曝気処理で更に発泡原因となるABS洗剤を除いてから、塩素消毒をしている）を施してから、その第三次処理水を大阪城公園の堀と滝の用水に再利用している。然し、同公園では若干の洗剤による発泡と嗅覚に感ぜられる程度の臭気発生が認められ、その除去が緊急を要する問題となっている。又、土木局下水道本部では、此花下水処理場に住友化学、大阪ガス等の北港六社の工場廃水を受け入れるべく、多くの工場廃水を含む下水の効率的な処理方法とその設計法の探究、確立に鋭意努力中である。然し、これら緊急課題の解明は、一つにかかって、第三次下水処理の技術習得に負うところ極めて大きい。

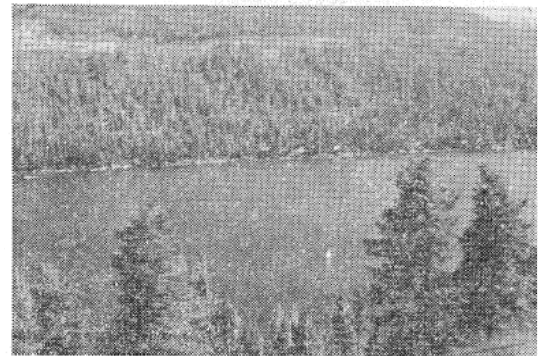
幸い、筆者は、去る昭和45年7月5日から8月5日に亘る欧米視察調査において、世界最初の実際規模の大きかりな第三次下水処理施設を米国ターホ湖公共地区下水処理場で視察調査す

大阪大学工学部教授環境工学教室水質管理工学研究室

(前大阪市土木局下水道本部中浜下水処理場長)

る機会にめぐまれ、見学することができたのでこれらの視察結果の概要について報告する。

1. タホー湖とその周辺

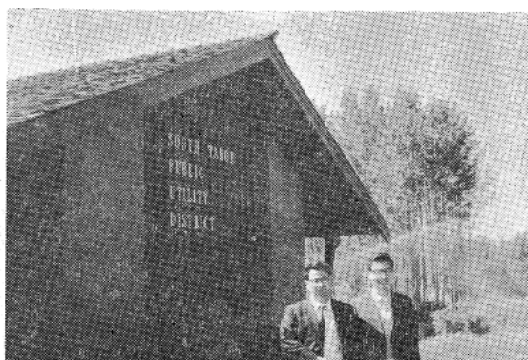


第1図 タホー湖の情景

ターホー湖はカリフォルニア州とネバダ州の境界にあるシーラ山脈の高地にあり、ソ連のバイカル湖とオレゴン州のクレイター湖と並び、世界で最も清澄且つ、最も美しい淡水湖の一つであるといわれている。又この湖では、窒素とリンの濃度が著しく低いので、藻類の増殖生産量が極めて低い。従って湖水の透明度は湖水上から130フィート（約40m）深さに沈めた磁性白色円板（直径8インチ）をみることが出来る程、極めて清澄であるといわれている。これまで、この湖の保全に対して米国民の関心は極めて高く、多くの人々は努力を払って来た。従って現在の水質は1873年試験当時の水質と殆んど同程度であるといわれ、将来も決して汚染されないという。

ターホー湖は長さ35.4km、幅19.3km、水面積497.3km²あり、深さは500mにも達しその水量は1兆5,000億m³、カリフォルニア州の全域を3.6m水没させる程の量であるといわれている。

タホー湖の周辺の行政区域は、506平方マイルあり、この中314平方マイルは陸地で、192平方マイルは水面になっている。湖上の人工境界には複雑な行政問題があり、これにはカリフォルニア州とネバダ州の二つの州と5つの行政区、65の地方区、政府地方機関を含んでいる。又下水道行政については、6つの公共地区があり、この中の3つはネバダ州に、後の3つはカリフォルニア州に属している。この公共地区の中で



第2図 南タホー湖公共地区

も南タホー湖公共地区（第2図）が最も大きく活発に活動している。この公共地区は1951年に組織され、当時の区域面積は140エーカー（171,360坪）であったが、現在は21,000エーカーにもなっている。この公共地区の陸地の $\frac{1}{2}$ 以上は、近年地域開発が著しく、その上レジャーやリクリエーションの増大で人口や観光旅行者が増大し、著しく発展している。

従って、タホー湖を昔ながらの清澄さに将来とも保全するために湖の汚濁や富栄養化の防止を必要とするようになった。

2. 第三次処理施設の概要

タホー湖公共地区の下水処理場は、世界で最も進歩した高度浄化処理場で、①飲料適合の水質の処理水をつくる。②処理水はタホー湖周辺から完全に他に移送して灌漑用水に使用する。③化学薬剤を加えて、高度に処理する。④固型物を生物学的、化学的に処理浄化する。等の目的で建造された。この処理場の各施設配置図は第3図に、又、処理工程は第4図に示した。

この施設は米国でも最初の完全実際規模のも

ので、プラントの特長としては、次のようなものがあげられる。

- ① 二次処理水の固型物に対する凝集剤として、消石灰を用いている。
- ② 消石灰は、石灰スラリーの焼却で、再生して再使用している。
- ③ $\text{NH}_3\text{-N}$ は、ストリップング塔で除去する。
- ④ 活性炭で臭、味、色の原因となる微量の有機物や無機物、又合成洗剤を除去する。
- ⑤ 活性炭は経済的に再生して、再使用する。

第4図の処理工程は液状工程と固型物工程に分けることができる。液状工程は、①沈砂地、スクリーン、最初沈澱地の固型物分離、②曝気槽と沈澱地における活性汚泥による生物学的酸化と浄化、③化学処理による磷酸除去と窒素除去、④混合ろ過材（アンストラサイト、砂、ガーネット）の分離床によるろ過、⑤活性炭吸着、⑥塩素消毒が含まれ、固型物工程は、①最初沈澱汚泥と余剰活性汚泥の脱水、多段炉による焼却、②石灰泥漿の脱水、多段ろによる焼却再生と再利用、③粒状活性炭の多段ろによる再生と再利用を含んでいる。多段ろは、大気汚染の防止のためスクラバーをそなえている。

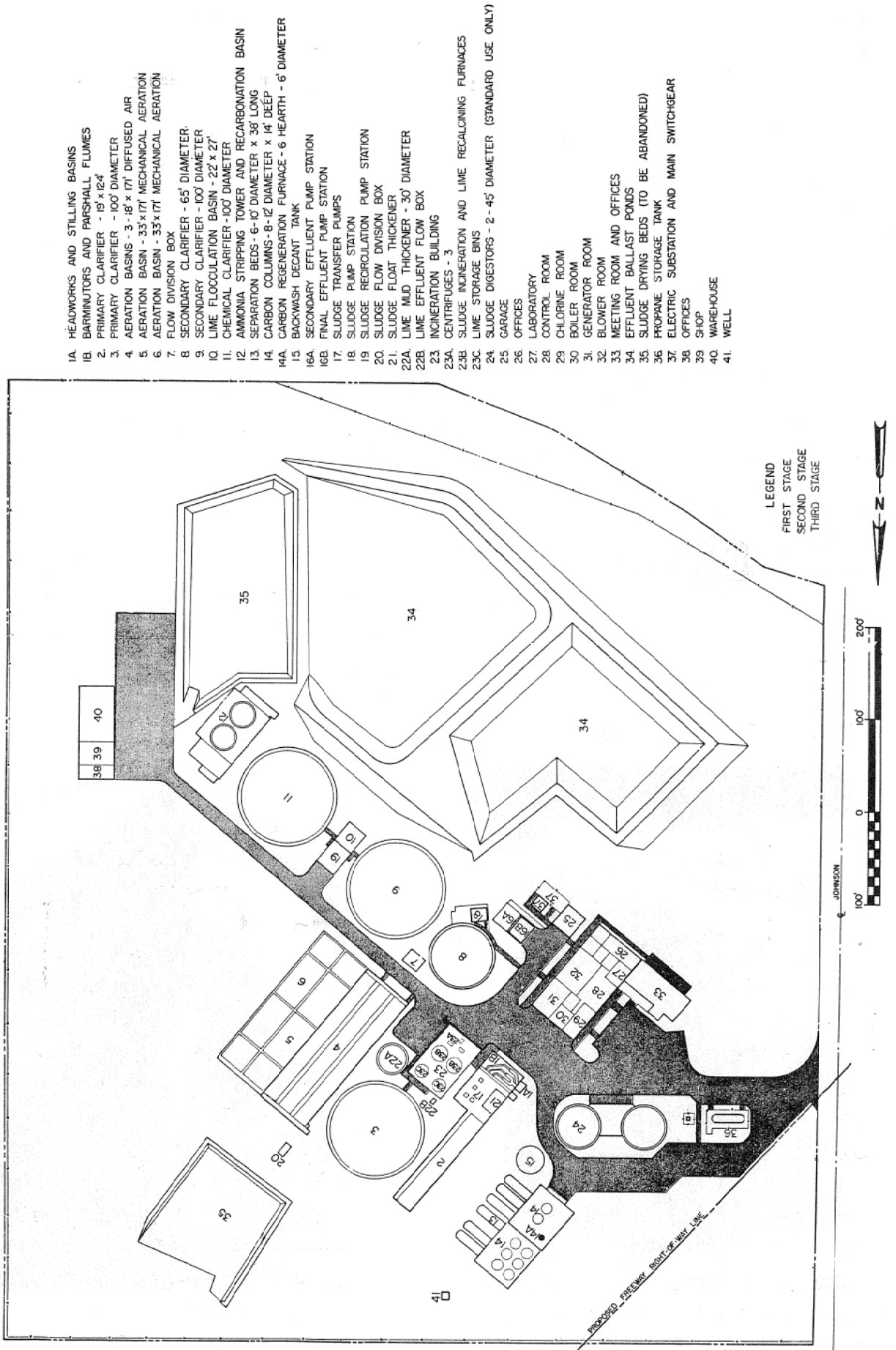
2-1 液状処理工程

◦流入施設：流入下水は処理施設にポンプ揚水され、前塩素処理して処理される。次にバキュームで粗大篩査を除き、パーシャルフリュームを通して計量される。

◦沈澱地：二基の最初沈澱池（1基は矩形、他の1基は円形）に入り、浮遊物を沈澱させる沈澱池では、石灰泥漿の濃縮槽からの溢流水も流入下水と一緒に流入され、ここで、流入水は沈澱汚泥と沈澱処理水に分離され、沈澱汚泥は別途固型物処理工程にかけられる。沈澱池流入下水には、消石灰や有機凝集剤（ポリアマイド）を添加して沈澱池の浄化を促進させることもあるという。矩形、円形両者の沈澱池には汚泥掻き寄せ機を設けている。

◦曝気槽：先の沈澱処理水は曝気槽で活性汚泥法で処理される。曝気槽は3基あり、中1基は押し出し流水型の巡回流式曝気槽（第5図、

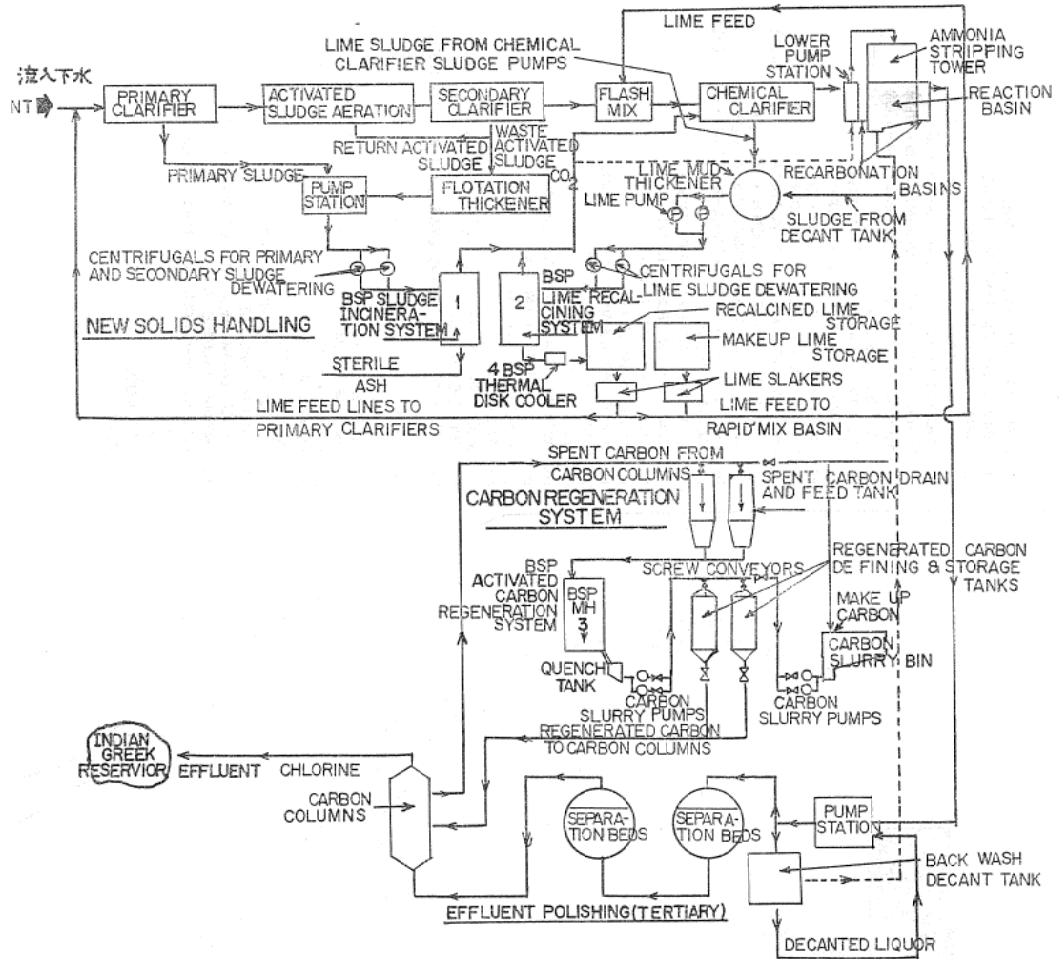
第3図 タホー湖公共事業区下水処理場の各施設配置図



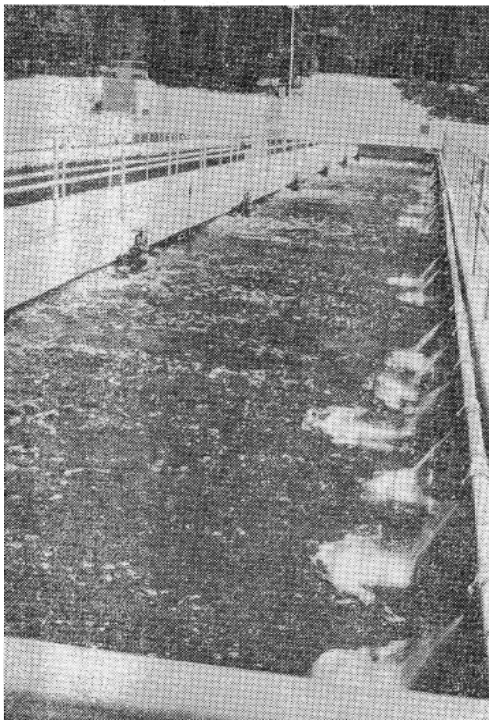
- 1A. HEADWORKS AND STILLING BASINS
- 1B. BARNMOTORS AND PARSHALL FLUMES
- 2. PRIMARY CLARIFIER - 19' x 124'
- 3. PRIMARY CLARIFIER - 100' DIAMETER
- 4. AERATION BASIN - 3 - 18' x 171' DIFFUSED AIR
- 5. AERATION BASIN - 33' x 171' MECHANICAL AERATION
- 6. AERATION BASIN - 33' x 171' MECHANICAL AERATION
- 7. FLOW DIVISION BOX
- 8. SECONDARY CLARIFIER - 65' DIAMETER
- 9. SECONDARY CLARIFIER - 100' DIAMETER
- 10. LIME FLOCCULATION BASIN - 22' x 27'
- 11. CHEMICAL CLARIFIER - 100' DIAMETER
- 12. AMMONIA STRIPPING TOWER AND RECARBONATION BASIN
- 13. SEPARATION BEDS - 6 - 10' DIAMETER x 38' LONG
- 14. CARBON COLUMNS - 8 - 12' DIAMETER x 14' DEEP
- 14A. CARBON REGENERATION FURNACE - 6 HEARTH - 6' DIAMETER
- 15. BACKWASH DECANT TANK
- 16A. SECONDARY EFFLUENT PUMP STATION
- 16B. FINAL EFFLUENT PUMP STATION
- 17. SLUDGE TRANSFER PUMPS
- 18. SLUDGE PUMP STATION
- 19. SLUDGE RECIRCULATION PUMP STATION
- 20. SLUDGE FLOW DIVISION BOX
- 21. SLUDGE FLOAT THICKENER
- 22A. LIME MUD THICKENER - 30' DIAMETER
- 22B. LIME EFFLUENT FLOW BOX
- 23. INCINERATION BUILDING
- 23A. CENTRIFUGES - 3
- 23B. SLUDGE INCINERATION AND LIME RECALCINING FURNACES
- 23C. LIME STORAGE BINS
- 24. SLUDGE DIGESTORS - 2 - 45' DIAMETER (STANDARD USE ONLY)
- 25. GARAGE
- 26. OFFICES
- 27. LABORATORY
- 28. CONTROL ROOM
- 29. CHLORINE ROOM
- 30. BOILER ROOM
- 31. GENERATOR ROOM
- 32. BLOWER ROOM
- 33. MEETING ROOM AND OFFICES
- 34. EFFLUENT BALLAST PONDS
- 35. SLUDGE DRYING BEDS (TO BE ABANDONED)
- 36. PROPANE STORAGE TANK
- 37. ELECTRIC SUBSTATION AND MAIN SWITCHGEAR
- 38. OFFICES
- 39. SHOP
- 40. WAREHOUSE
- 41. WELL

LEGEND
 FIRST STAGE
 SECOND STAGE
 THIRD STAGE

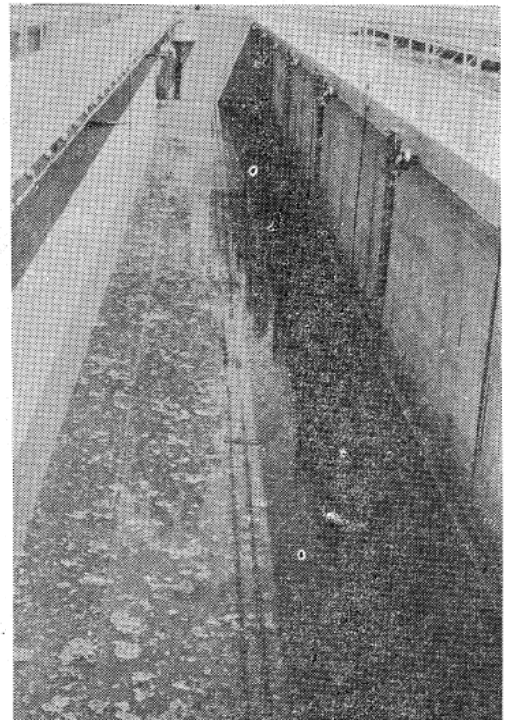




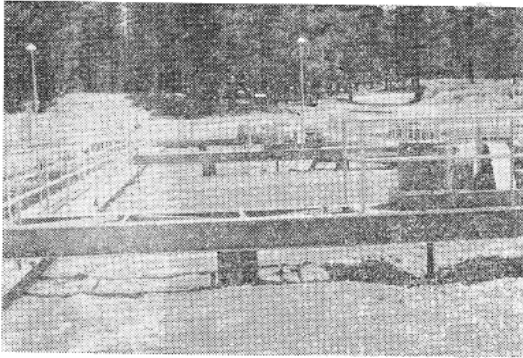
第4図 タホー湖公共事業区下水処理場の処理工程図



第5図 大気泡性スパージャー
型巡回流式曝気槽 (I)



第6図 大気泡性スパージャー
型巡回流式曝気槽 (II)



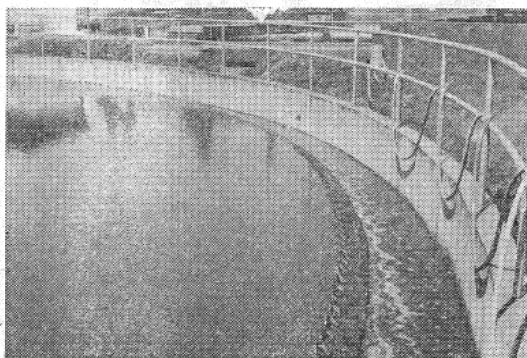
第7図 機械攪拌式表面曝気槽

第6図)で、大気泡性のスパージャー型の散気装置を備えている。又、2基は、完全混合型の散気と機械攪拌の併用方式の曝気槽(第7図)で、機械攪拌には表面曝気を採用している。

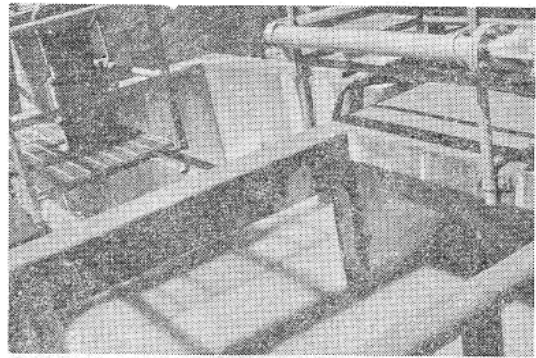
○ 沈澄池：曝気槽混合液は、二基の円形沈澄池(第8図)に入り、二次処理水と活性汚泥に沈澱、分離される。沈澱活性汚泥は、汚泥返送ポンプで返送されている。沈澄池へ流入する曝気槽混合液に塩素を加えて、活性汚泥の膨化を防止できるようになっている。余剰活性汚泥は又、一部を抜きとり、別途固型物処理工程にかけられる。

当初、沈澱池汚泥と余剰活性汚泥は消化槽と乾燥床にかけて処理処分していたが、容量不足と不完全な施設の故に種々困難に逢着したので消化槽にかけないで、生汚泥として浮上濃縮と遠心脱水、焼却で処理処分する工程にきりかえられたという。

○ 石灰凝集沈澱池：沈澄池の溢流水は、急速攪拌凝集混和槽(第9図)に入れ、ここで強力に機械攪拌を行ないながら、混合液のpHが11になるように消石灰を添加する。ここでpHを11にするのに4,000 mg/l (0.4%)の消石灰を

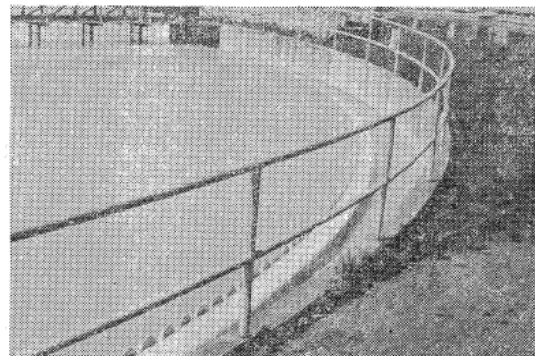


第8図 沈 澄 池



第9図 急速攪拌凝集混和槽

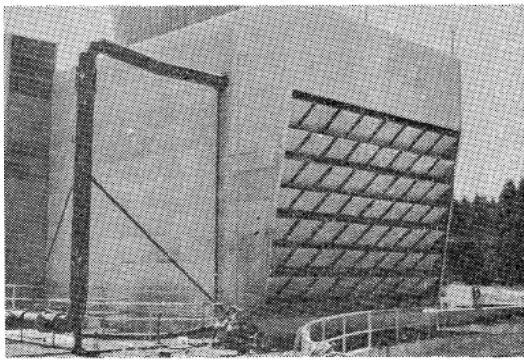
加える。次いで緩やかな空気攪拌を行ないながら、有機凝集剤のポリマー(ポリアמיד80~35)を0.2 mg/l加えて、化学凝集を完了させる。このpHの高い化学凝集混合液は石灰凝集沈澱池(第10図)で、沈澱され、溢流浄化水と大量の汚泥スラリーに分離される。ここで沈澄池からの二次処理水の磷酸は殆んど除去され、著しく澄明な浄化水が得られる。



第10図 石灰凝集沈澱池

この化学凝集沈澱施設では、当初は凝集剤として、硫酸バンドが用いられたが、大量の硫酸バンド汚泥スラリーが発生するので、その埋立処分や硫酸バンドの再生利用等を計画、実施された。しかし、何れも経済的に高価につき、著しく困難で、不可能であることが判明したので凝集剤として消石灰を用いることにしたという。

○ アンモニアストリッピング塔：石灰凝集沈澱池からの溢流水は重力で貯槽に入り、ここで二基のポンプによって、アンモニアストリッピング塔(第11図)の頂上に揚水して、塔内を落下させるとともに塔の下部から大量の空気を循環通気するようになっている。石灰凝集沈澱池からの溢流水はpHが11であるので、容存ガ



第11図 アンモニアストリッピング塔

スや NH_3 ガスが逸散される。塔の内部構造は、循環空気の動力や水頭損失を最小にするよう、又 NH_3 の逸散が効果的になるように、工夫され、塔の頂上から下部まで高さ 24 ft あり、化学凝集処理水が頂上から落下するとき、約 240 回水滴状になるといわれ、 NH_3 の逸散がくりかえされるといふ。下部からの大量の空気は水滴の間を通過して大気に逸散される。

空気量は最大能力 700,000 $\text{ft}^3/\text{分}$ の送風機で送風され、塔壁のよろい戸を通じて入っている。塔の負荷速度は 2 gal/分/ ft^2 又通気速度は 390 $\text{ft}^3/\text{分}$ 処理水 gal で、アンモニアの除去率は空気量、水温、負荷量により種々変化するが、大略 30~98% であるといわれ現在 95% で運転しているという。しかし、まだ可成りのアンモニア臭がするので、 NH_3 の除去にイオン交換による除去を目下研究中であるという。塔から出る処理水は pH 11~11.5 という著しく高い pH の故に、パイプ配管や汚過床等に炭酸カルシウムのスケールが沈着して各種のトラブルの因となるので、固型物処理工程の燃焼炉の廃ガスから得られる CO_2 を吹きこんで、pH 7.5 に中和し、炭酸カルシウムとして沈析除去される。塔の下部から流出する処理水は、ウエアーを通過して三個の並列した脱炭酸カルシウム槽に入る。この第一段の槽では、汚泥と石灰汚泥の焼却炉からの焼却ガスの CO_2 を圧縮して、吹き込み、液の pH を 11.5 から 9.3 まで低下させ、その第二段の槽では、更に CO_2 を 30 分間吹き込んで、完全に炭酸カルシウムの沈析物を析出させ、この槽には、沈析炭酸カルシウムの泥漿を連続的に掻き寄せ除去する装

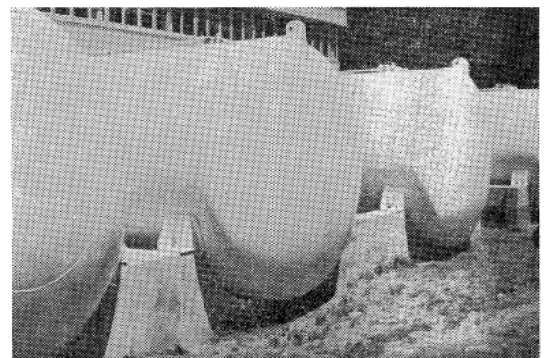
置が備えられている。第三番目の槽では更に CO_2 を吹き込んで、pH を 9.3 から 7.5 まで低下させる。

炭酸カルシウムのスケール沈着は冬季において著しく、トラブルが多いという。又炭酸カルシウムの結晶析出を促進させるため、槽内に炭酸カルシウムの粉末か炭酸ソーダを添加するのがよいという。

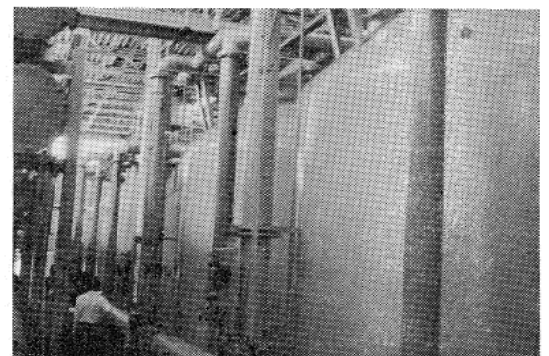
次に処理水は並列の二基の砂利を敷いた池に入れられ、ここでは汚過床の逆洗水の貯蔵や活性炭汚過塔へのピーク流量の調整を行ない得るようになっている。

・汚過床：比重 1.4 のアンスラサイト、比重 2.65 の砂、比重 4.5 のガーネットの汚材からなる汚過床（第 12 図）二基を用いて、処理水を汚過する。汚過前に約 5 mg/l の硫酸バンドを加えている。又汚過床には表面洗滌設備が設けられている。汚過床は全部で 6 基あり、直列或は並列に設けられ、真空、全自動で汚過される。

・活性炭汚過塔：汚過床の汚過水を圧力下で活性炭汚過塔（第 13 図）に入れ、汚過される。



第12図 汚 過 床



第13図 活性炭汚過塔

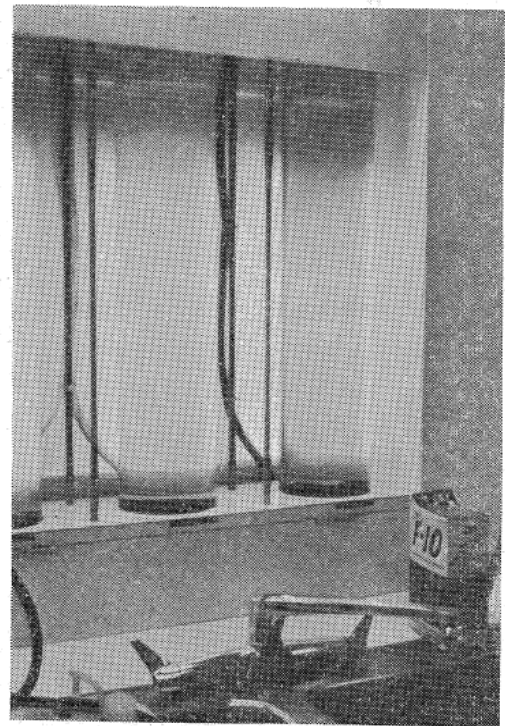
この汚過塔は直径12 ft, 高さ24 ft あり、8～30メッシュの粒状活性炭22トンを充填している。塔内では水と活性炭は向流状態即ち水は下層から上層へ流れ、又活性炭は上層から下層へ動くようになっている。水と活性炭の接触時間は15～45分で、水中の有機物が活性炭に吸着される。有機物を飽和吸着した活性炭は塔の下部から水と一緒に抜きとられ、分離層で自然沈澱して活性炭と処理水を分離する。活性炭汚過塔に何らかの故障があれば、Headloss に表示が現れるので、新しい活性炭と交換される。有機物を吸着した活性炭は固形物処理工程の焼成炉で焼いて再生している。

処理水は無色、無臭で、有機物含量は極めて低く、澄明である。最後に遊離残留塩素がでる程度に、十分な時間、塩素で完全滅菌される。

○ 処理水の水質：第三次処理水の水質は極めて良好で第14図、第1表に示した。

流入下水の浮遊物質は 120～590 ppm になるが、処理水の浮遊物質は 0 ppm で、第三次処理で浮遊物質は完全に除去されている。濁度は上水試験法で試験され、約0.3 Jackson 単位である。第三次処理の効率も浮遊物質で判定されている。

流入下水の BOD は200～300 ppm で、最初



第14図 第三次処理水

沈澱で BOD 100 ppm, 最終沈澱で BOD 30 ppm になる。又、石灰凝集沈澱と汚過床、活性炭汚過にかけると BOD は 3, 塩素消毒で BOD は 1 になる。

COD は最初沈澱で 220 ppm, 最終沈澱で 40 ppm, 第三次処理で 12 ppm になる。

第1表 南タホー湖処理場の1969年における第三次処理水の水質

測定項目	1 月			2 月			3 月		
	滞留時間のパーセント			滞留時間のパーセント			滞留時間のパーセント		
	50	80	100	50	80	100	50	80	100
ABS mg/l	0.16	0.28	0.35	0.20	0.27	0.28	0.11	0.13	0.20
BOD mg/l	1.6	2.9	3.1	1.6	1.6	1.6	0.9	1.5	1.7
COD mg/l	11	13	19	11	16	25	9	12	16
SS mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0
濁度 JU	1.5	2.7	6.2	0.7	1.2	3.0	0.3	0.4	0.9
磷 mg/l	0.15	0.26	0.54	0.13	0.31	0.49	0.22	0.28	0.51
PH	6.4～8.9			6.6～7.4			6.6～8.5		
大腸菌群最確数/100ml	2.2以下			2.2以下			2.2以下		
流入水量 million gal	69.0			53.9			57.5		

合成洗剤 (MBAS) は流入下水で 7 ppm, 二次処理で 0.5 ppm, 三次処理で 0.15 ppm である。流入下水の大腸菌は 50 million/100 cc, 二次処理水の大腸菌は 2.4 million/100 cc, 三次処理水 2.2/100 cc. である。又三次処理水中のウィルスは陰性である。

流入下水の P は 12 ppm, 一次処理水の P は 9.3 ppm, 二次処理水の P は 5.7 ppm, 石灰凝集沈澱処理水の P は 1.6 ppm, 最終処理水の P は 0.2 ppm である。流入下水の N は 21 ppm であるが, 三次処理水の N は 1~10 ppm に減少する。一次と二次処理で P と N の除去は僅かであるが, 三次処理で著しく減少する。

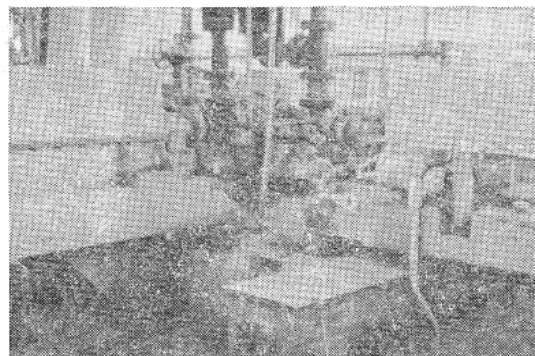
一次, 二次, 三次の高度処理施設によって, 流入下水の浮遊物質, 色, 臭気, 細菌は殆んど除去され, BOD は 99.8%, COD は 96%, 洗剤 (MBAS) は 98%, P は 94%, N は 50~98% 除去される。N の除去はアンモニアストリッピング塔の送風量と水温に関係するので, 冬季は除去が低下するという。

以上のような水質の高度処理水は, 年間 750 million gallon の量を Alpine 郡に送水され, アルファルファ, 乾草, 牧草の灌漑に用いられ, 浮遊物質と溶存物質を約 950 トン除去されているという。又話によれば, 第三次処理水を上水に混ぜて, 飲料水に使用したいが, ビールスの問題がまだ残されているので現在研究中であるという。現在, タホー湖下水処理場と同様の第三次処理施設がデンバーで建設中で, 一部運転中のものは工業用に利用されているときいている。

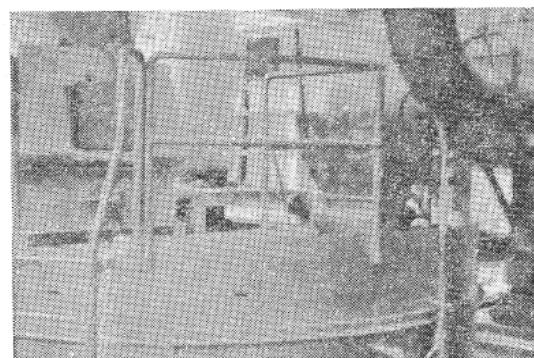
2-2 固型物処理工程

先の液状工程で生成する最初沈澱池汚泥, 余剰活性汚泥, 石灰凝集泥漿, 有機物を吸着した活性炭, スクリーンカス, 浮渣等は焼却炉で焼却処分或は焼成再利用される。

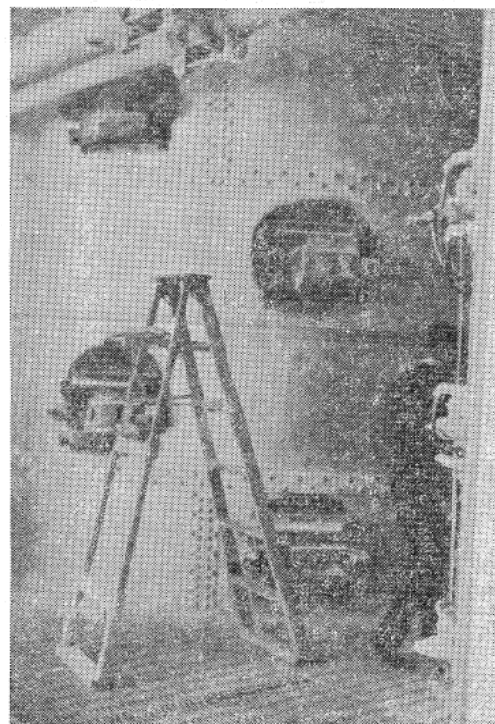
汚泥焼却炉: 二次処理の余剰活性汚泥は浮上濃縮槽で濃縮され, この濃縮汚泥と最初沈澱汚泥の混合汚泥に有機凝集剤 (ポリアמיד) を加えて 1,800 rpm の遠心脱水機 (第15図) にかけて遠心脱水し, 水分 81% の汚泥脱水ケーキとして, これを堅型多段焼却炉 (第16図) で, 燃料



第15図 遠心脱水機

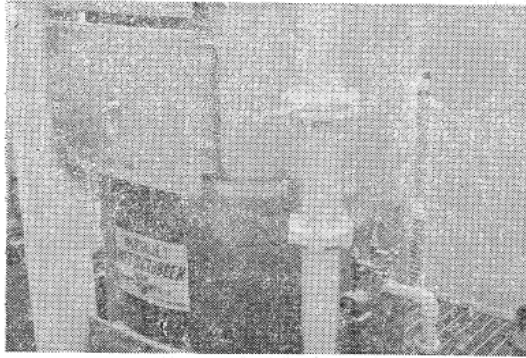


第16図-1 焼却炉 (頂上)



第16図-2 焼却炉 (下部)

として天然ガス 或は プロパンを用いて 1,600 deg F (864°C) で焼却される。焼却炉からの廃ガスは 175 deg F (94.5°C) に冷却して, スクラバー (第17図) で洗滌される。この廃ガスは



第17図 廃ガススクラバー

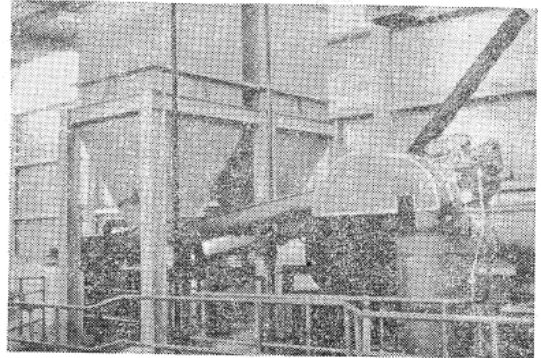
臭気や色がなく、殆んど蒸気で大気汚染にはならないという。

汚泥の脱水、焼却時には、古い消化槽は汚泥の貯溜槽に使用されている。又焼却灰はトラック輸送で塵芥埋立地に処分している。又この灰はコンクリート骨材、アスファルト材料にも使い得るが、これは実施していないという。

。石灰凝集汚泥の焼成炉：石灰凝集汚泥は濃縮槽で1~20%の固型物濃度に濃縮され、これを更に1,800 rpm の遠心脱水機にかけて、固型物濃度約50~65%の脱水石灰ケーキに脱水される。この石灰ケーキは、燃料として天然ガス或はプロパンを用いて1,850 deg F (1,010°C) で焼成すると CaO を約60~80%に含む生石灰に再成される。ここでも焼却炉からの廃ガスは冷却、洗滌して大気汚染のないようにしている。再成された消石灰の約75%は再使用され、残りの約25%は最初沈澱池の前で流入下水に混和して、凝集沈澱に使用され、この沈澱汚泥は遠心脱水して汚泥焼却炉で焼却される。最初沈澱池の前で再生消石灰を添加するのは、最初沈澱池におけるPの除去と石灰凝集汚泥焼却炉に不活性物質が入るのを防止するためであるという。

再生された消石灰は貯蔵槽に入れて再利用される。焼却炉の運転は操作室の操作盤で調整されている。

。活性炭再成炉：有機物を飽和吸着した活性炭は、吸着力が減るので、再生炉（第18図）で再活性化される。再生には活性炭汚過塔に圧力をかけて、塔の底部から活性炭スラリーを抜きとり、貯槽に入れ、約10分間静置沈澱させ、又、約40%水分含量の活性炭泥漿にしてから再



第18図 活性炭再生炉

生炉にかける。活性炭泥漿は負荷速度を高速スクルーコンベアーで調整しながら、炉に入れる。再生炉は、蒸気を加えた酸素含量の少ない大気を送入して、約1,680 deg F (907°C) で焼成される。再生活性炭の比重が0.48~0.49に保持されるように炉の活性炭泥漿負荷速度と温度を調整される。

再生効率も再生活性炭のヨード数（吸着能の相対的尺度）を実験室で測定して、決定される。再生率は約95%で、損失は約5%になるという。再生活性炭は冷却して、ダイヤフラムスラリーポンプで輸送して、微細粒の活性炭を水洗除去してから、活性炭汚過塔に返送して再生利用される。

3. その他

1966年~1968年に拡張された処理場施設と新設の第三次処理施設は1968年4月1日から運転操業を開始したが、施設の設計計画水量は7.5 mgd であるが、実際の処理水量は2.5 mgd で夏季には4.5 mgd の水量に増加するという。

処理経費は一次処理、二次処理、三次処理（焼却再生を含まない）を含めると、74.5ドル/100万 gallon で、ポンプ揚水や焼却炉や再生炉も含めると390ドル/100万 gallon になるという。三次処理までの運転経費は従来二次処理までの費用の倍になるという。

南タホー湖公共地区下水処理場の総員は30名で、中、操作員8名、常時操作員は3名だという。

第2表はカリフォルニア州と Alpine 郡の水質基準と高度処理水の水質成績を示した。

第2表 Alpine County とカリフォルニア州の水質基準と高度処理水の水質

項目	水質基準				高度処理水		
	Alpine. Co.	カリフォルニア州			滞留時間のパーセント		
		滞留時間のパーセント					
		50	80	100	50	80	100
ABS mg/l	0.5	0.3	0.5	1.0	0.01	0.03	0.05
BOD mg/l	5	3	5	10	1.3	2.9	4.8
COD mg/l	30	20	25	50	18	21	22
SS mg/l	2	1	2	4	2*	5*	11*
濁度 JU	5	3	5	10	1.3	1.6	2.0
pH	6.5~8.5	6.5~9.0			7.6~9.0		
大腸菌 MNP/ 群数 100 ml	十分滅菌	50%の時は2以下, 50%以上の時は最大2.			50%の時, 2.2以下, 50%以上の時0		

※ SS濃度が高くなっているのは、新しい活性炭カラムから流れ出した活性炭微粒子によるものである。

又、南タホー湖公共地区は指導者5人委員会で運営されている。

第三次処理の各種施設とその建設施工会社を一覧表で示せば、第3表の通りである。

第3表 第三次処理施設とその建設施工会社

施設ならびに装置	会社名
沈殿槽, 曝気装置, ポンプ	Dorr-Oliver, Inc
窒素除去塔	Marley Co.
混層濾過器, 制御盤	Neptune Microfloc, Inc.
粒状活性炭	Calgon Corp.
焼却設備 (活性炭, 汚泥石灰)	B-S-P Corp.
遠心脱水機	Bird Machine Co.
濃縮槽	Komline-Sanderson Engr. Corp.
薬品投入装置	Wallace & Tiernon, Inc.
ポンプ	Byron Jackson Pump Div
電気間御盤	Westinghouse Electrical Corp.

おわりに

南タホー湖公共地区の高度化処理場は1968年4月より運転操業を開始しているが、流入水量は計画設計水量の1/3程度で、運転されていたので、完全運転での各施設の処理機能を充分調剤することができなかったが、留意された若干の問題点や特記事項を列記してみると次の通り

である。

① 一次、二次、三次の処理で得られた極めて清澄な処理水は、磷酸塩や窒素などの栄養塩類も殆んど含まれていないにもかかわらず、第三次処理水といえどもタホー湖に直接放流することをカリフォルニア州法は禁じている。

従って、清澄な処理水は処理場の地面から高さ約1,300 ft (390 m) の山を越えて、27マイル (43.5 km) の距離にあるダム貯水池に送水して、灌漑用水に利用している。これは徹底した水質汚濁防止の措置で、極めて注目に値する。

② 説明者の言によれば、公共地区の運営は指導者5人委員会でなされ、この委員会には極めて強大な権力が付与されているので、重要事項の議決も極めて容易に行ない得るという。

③ 米国の水資源の需要と水質汚濁は、我が国程深刻でないにもかかわらず、調査研究や建設に膨大な投資を行なって、官産、学が相互に協調しながら下水の高度処理と、処理水の再利用を力強く押し進めているように思われた。我が国でも米国におけるようにありたいものである。

- ④ 消石灰凝集沈澱後の上澄水は pH 11 もあり、炭酸カルシウムのスケールが管路やピット壁に附着し易く、将来管閉塞の危険がある。冬季はスケールの発生が甚しく、その処置は非常に困難であるから、特に注意を要する。
- ⑤ アンモニアストリップング塔では pH 11 の高アルカリの処理水を水滴状に散布しながら、下部から送風して、アンモニアを逸散させるが、これは液がアルカリである方がよい。従って、pH 11 のアルカリ条件でアンモニアストリップング塔にかけねばならないから、やはり、炭酸カルシウムのスケール発生トラブルの問題が起る可能性がある。
- ⑥ 脱炭酸カルシウム槽での炭酸カルシウムの析出効果を促進させるために、炭酸ソーダを入れている。結晶析出の最適条件と槽の設計に、まだ検討すべき問題が残されているように思われる。冬季は炭酸カルシウムのスケール析出が甚しい。
- ⑦ アンモニアストリップング塔でのアンモニア除去は水温と風量に関係し、冬季は除去率が著しく低下するので、冬季における除去率の向上を研究開発せねばならない。現在、イオン交換樹脂による方法が検討されているという。
- ⑧ 消石灰と活性炭の再生炉による再生利用は極めて効率的、経済的な良法である。何れも化学工業プラントの様で、種々複雑な配管がなされている。処理場では人件費が増々高騰するから、これら施設は全自動の施設とせねばならない。
- ⑨ 消石灰と活性炭の再生利用については、我が国でも将来は大々的に利用せねばならないようになってくる。
- ⑩ 焼却炉は可成り大きいものであるが、建屋内に収められ、本体の低部の一部は地下に置いて、炉頂部の高さを低めている。これはケーキ輸送のコンベヤーを短かくとれるためのものである。
- ⑪ 石灰凝集スラリーを焼いて得られる再生消石灰の約25%は流入下水に添加して、最初沈澱池で凝集沈澱に利用されている。消石灰が下水処理や第三次処理に極めて貴重な薬剤であるから、今後我が国においても処理場における石灰の再生利用或は石灰岩からの直接製造等を将来考慮すべきである