

19. 化 学 装 置

CHEMICAL PLANTS

19.1 化 学 装 置

昭和36年度は第二期石油化学をはじめとし石油精製、合成繊維、合成樹脂、ガス化学および一般化学用の化学プラントを多数完成した。

年々増加する化学プラントの需要をまかなうためにプラント部の強化を図り、エンジニアリングならびに現地建設の陣容を充実し所期の目的を達成することができた。

一方プラントの容量の大形化に伴い、単一機器の重量ならびに寸法が大となり生産設備の面では大形焼鈍炉、フランジングマシン、ベンディングローラをはじめとし各種の新鋭工作設備が完成した。

新製品として本邦のみならず世界で最初の内燃機関によるアンモニア、メタノールなどの合成ガス製造装置を、またわが国で初めての放射線重合装置を完成した。

特記すべきは耐食材料としてハステロイおよびチタンを使用した記録品を多数製作し、また高温用として25Cr, 18Cr, 13Crなどの材料を使用した機器および低温用として3.5Ni鋼, アルミキルド鋼などの材料を使用した機器を多量に製作した。また化学プラントに必要かくべからざる定量給液装置を完成し、高圧軸封装置は常用圧力300 kg/cm²の製品を目標に研究を進め、製品化の確信をうるに至った。

一方各種の加熱炉、分解炉も新たに開発され、アンモニア、尿素合成用の熔接による合成筒、球形容器類も順調な実績を示し、ことに高圧合成剤類の自緊金属パッキングは、その成果に誇りうるものがあると考えられる。これらの技術は容易にプラントの高圧高温配管の設計製作に利用しうるものであり、この分野の技術確立に役立つ。

19.1.1 日立 HMS 式合成ガス製造装置

この装置は炭化水素（主としてメタン）を酸素を用いて部分酸化法により合成ガス（主として一酸化炭素と水素より成る）を製造するプロセスを、内燃機関（HMS 機関）により行わせ、発生する反応熱を動力として回収する画期的なものである。この考えは以前よりドイツ、アメリカなどでも研究されてはいるが、いまだ実用化の域に達していない。日立 HMS 方式は日本ガス化学工業株式会社との協同で研究開発、実用化に成功したもので、文字どおり世界でも最初のきわめてユニークな存在である。そのおもな特長は次のとおりである。

(1) 合成ガスの価格が安くなる。

発生熱が動力として取出せるため、運転費が大幅に節減でき、合成ガスの価格がほかの方法に比べて安くなる。

(2) 原料ガスの種類が豊富である。

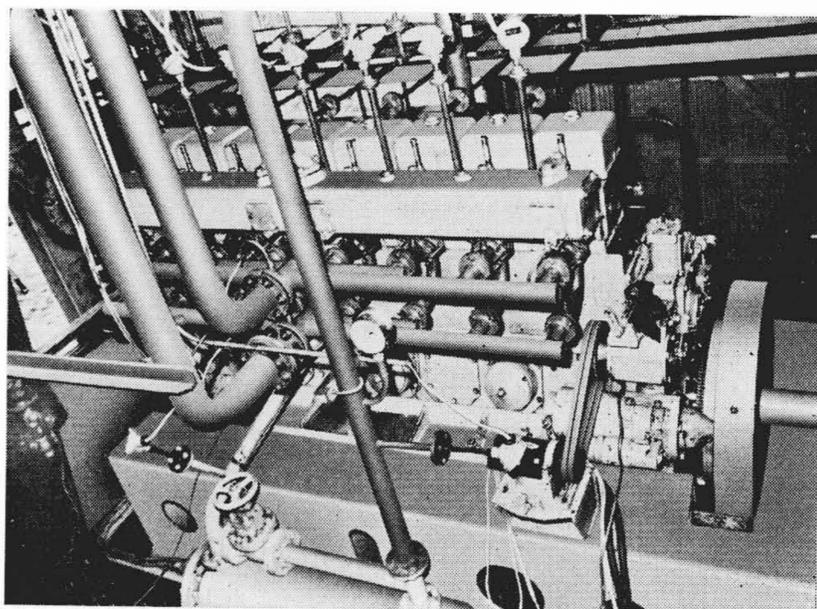
原料ガスはメタンを主体としているが、エタン、プロパン、ブタンなどおよびこれらの混合ガス、また N₂, CO₂ などの不活性ガスや CO, H₂ などが多量に混入している場合でも容易に運転できる。

(3) 据付面積が小さい。

機関はきわめてコンパクトにできているから、従来の炉を用いる場合に比べてはるかに小さい面積しか要しない。

(4) 装置の始動停止が容易。

HMS 機関では始動は通常の内燃機関と同様きわめて容易で、ただちに定常状態に達する。停止の場合も同様であり、そのため熱量損失や原料損失はほとんどない。



第1図 試験装置用 HMS 機関 (出力240馬力)

第1表 ガス量、ガス組成の一例
(中間プラントにおける実験値)

実 験 番 号		1	2	
天 然 ガ ス	流 量	m ³ /h	136	179
	組 成	Vol. %		
		CH ₄	94.4	95.1
		O ₂	0.2	0.2
		N ₂	3.2	3.0
		CO ₂	2.2	1.7
酸 素	流 量	m ³ /h	111	161
	組 成	Vol. %		
		O ₂	97.8	98.0
		Ar, N ₂	2.2	2.0
		CH ₄	0.5	0.4
		CO	36.8	35.4
生成ガス (乾ガス)	流 量	m ³ /h	335	412
	組 成	Vol. %		
		O ₂	0.3	0.3
		Ar, N ₂	2.1	2.2
		CH ₄	0.5	0.4
		CO	36.8	35.4
CO ₂	4.0	6.4		
H ₂	56.3	55.3		

(5) 運転保守が容易。

特に化学装置用として設計された機関であるから、年中無休の運転にも十分耐えられる。定常運転中は計器の監視のみで特に人手を要しない。

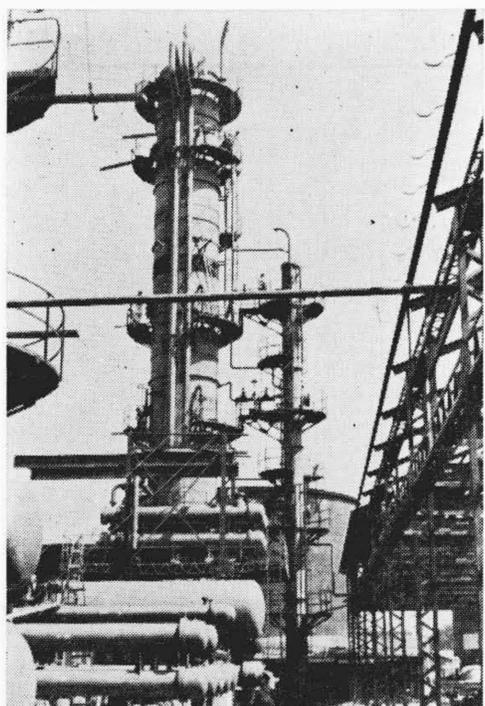
これらの長所を十分発揮させるには回収動力の有効利用が必須である。これに対しても酸素発生装置の動力に使用するなど種々の方式が確立している。

19.1.2 石油精製プラント

近ごろ石油製品の需要の増加は、国内外を問わずきわめて目ざましく、東南アジア方面における市場の開拓を目的とし、シンガポールに15,000バレルの製油所の建設が計画されるや、日立製作所は、このプラントのエンジニアリングのみならず、全設備の計画設計製作、および現地据付配管を一貫して担当した。

本プラントは、常圧蒸留、ガソリン洗浄、ケロシン洗浄の部門が主要部を占め、径3,140×高さ約31,000のメインタワーをはじめ、各種塔槽、熱交などから構成されている。

これらの主要機器は、輸出機器として慎重に製作され、すでに現地据付、配管工事をおわり好調に運転中である。



第2図 15,000 バレルトッピング装置主蒸溜塔

19.1.3 連続重合反応装置

重合反応には従来主として回分式が採用されてきたが最近では製造単位の増大、品質の均一化、操作の簡易化などの要求が強まり、重合の連続化が盛んに実施されるようになった。

最近完成した連続重合装置には下記のものがある。

(1) 合成繊維連続重合装置

従来回分式で行っていたが、今回より連続式を採用したもので、大幅に装置が縮小された。滞留時間の長い反応であるので、釜内液の流動および加熱の均一化のために特に装置の構造には苦心が払われた。

(2) 合成樹脂連続重合装置

溶剤中で重合物の生成する異相系の反応で、反応時間が短いので完全混合形の反応槽を使用している。反応温度調節には特に注意が払われた。

19.1.4 放射線重合装置

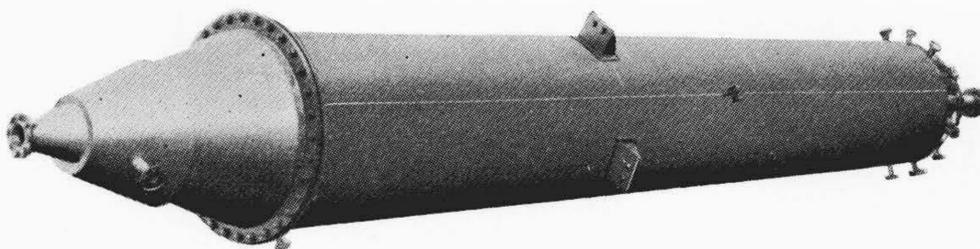
高分子の重合反応に放射線を利用する研究はかなり行われているが、種々の技術的困難があるため工業化に成功した例は少ない。最近日立製作所の完成した放射線を用いた重合装置はプラントの基本的エンジニアリングをはじめ、主機、補機、計器の設計製作、放射線源の選定製作、現地の建設工事など、文字どおり日立の総合技術を発揮したものである。-190°Cに達する極低温における機器、放射線の透過、防護の問題など多くの難問題にぶつかったが、これらを完全に克服し、この画期的なプラントを完成することができた。

19.1.5 合成繊維原料製造装置

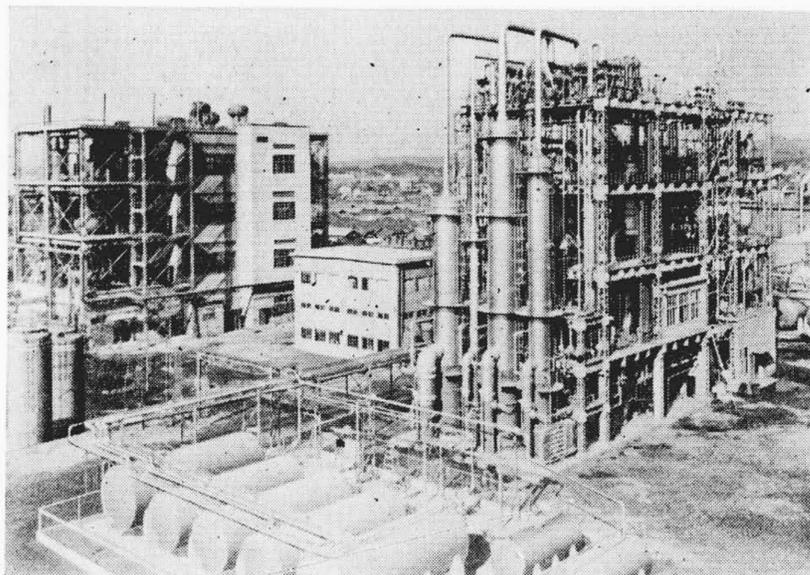
近来合成繊維の需要の伸びは目ざましく、各社とも設備増強を競っているが、日立製作所は特にこれらの製造装置には深い経験を有し、その実績は高く評価されている。最近納入した下記プラントは、エンジニアリング業務はもとより各機器の設計製作、据付配管工事までいっさいを担当して完成したもので、日立の総合技術が盛り込まれている。

(1) カプロラクタム製造装置

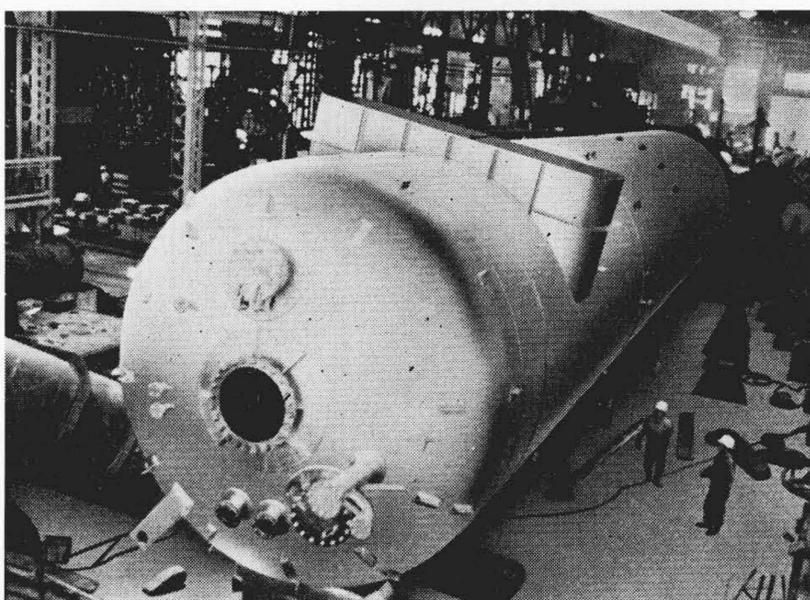
従来はフェノールを原料としていたが、このプラントでははるかに安価なベンゾールを原料とし、連続空気酸化により酸化アノンを得てカプロラクタムを製造するもので、酸化装置、精製装置、カプロラクタム装置より成り、モノマーの価格が大幅に低減され、またプロセスも単純化された。この中心となる酸化反応装置は数10気圧で運転されるが、異相系の反応であるため内部構造はきわめて特殊なもので、温度制御も厳格に要求された。現在収率すこぶる良好で予期どおりの運転を行っている。本プラントには、そ



第3図 連続重合反応缶



第4図 酸化アノンおよびカプロラクタム装置



第5図 製塩装置

のほか特殊ボイラ、フレーキングマシンなど日立技術をおり込んだ特殊な機器が使用されている。

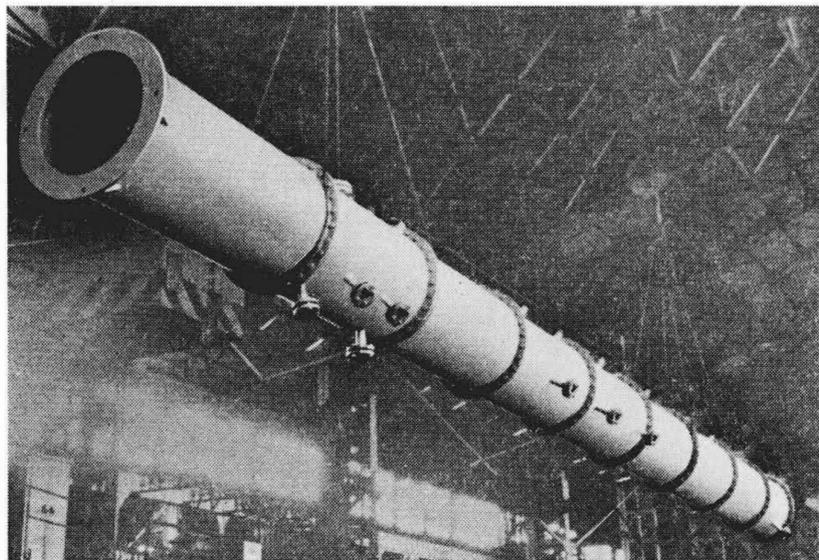
(2) ポリエステル製造装置

本装置はテレフタル酸からポリエステル重合までの装置で、第5期目の増設である。この関係は最初より一貫して日立の手で建設されている。反応釜は高温かつ減圧下で運転されるかくはん槽で、軸封部には日立独特のメカニカルシールが採用されており、0.3 mmHg 以下の高真空下で十分その機能を果している。

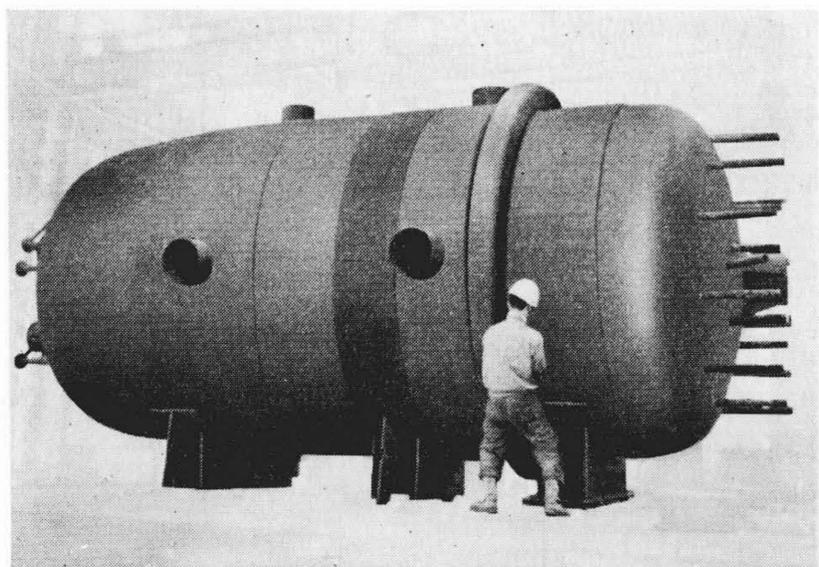
19.1.6 製塩用大形蒸発罐

イオン交換膜を使用して海水から濃厚鹹水を取り、濃厚鹹水を加熱蒸発して塩を製造する新しい製塩方式の企業化が、わが国において試みられ、この装置1式の建設を完遂した。その装置中の最重要部の一つである蒸発罐は、高さ20数メートルにも達する大形のもので、耐食性を考慮して13Cr系のステンレスクラッド鋼でできている。

このクラッド鋼を熔接するにあたり、鹹水腐食を考慮した熔接法やヘヤクラック防止のための熱処理法が事前に予備実験で確かめられたが、そのほか、本容器の巨大な循環配管には熱膨脹対策や内面バ



第6図 銅製精留塔



第7図 高温特殊反応器

フ研摩仕上などの諸問題あり、加えて大形であるだけに現地据付、配管熔接などについても格別の設計および工作技術が必要とされた。

19.1.7 石油化学用銅製機器

石油化学用機器として、大形蒸留塔10基を中心とする銅製機器1式を完成した。この装置は昭和32年本邦最初の石油化学装置として建設、注目を浴びた。IPA-アセトン装置の第2期増設用のもので、第1期に引き続き、特命受注納入したものである。この装置は胴径約1,400mm×高さ約17,000mm、トレー段数50余段にも及ぶ蒸留塔10基を主幹とする反応装置、精製装置の主要部分であり、各種の新熔接技術、精密プレス技術など、日立の最新の技術の粋を結集して完成された。

19.1.8 高温特殊反応器

この反応器は、圧力は0.2kg/cm²程度であるが温度は800°C近くで使用され、胴径3m全長7mに達する立て形の高管式熱交換器の形式をもった機器であり、管内側には特殊の触媒充てん装置を内蔵している。

設計上、高温強度や耐食およびプロセスの関係で、材質の選定が吟味され、18Cr鋼、2¼Crあるいは5Cr系統のクロムモリブデン鋼など数種の耐熱鋼が、胴体、厚板の管板部、伝熱管、内部装置などに適切に選定された。

これらの高、中、低、クロム耐熱鋼類を互に組み合わせ熔接することは高度の熔接技術を必要とすることは論をまたないが、加うるにこのように大形かつ複雑な構造をもつ機器を、十数回にわたる予熱、焼鈍などの熱処理作業を繰り返しながら実施された熔接技術は、この反応器を主体とする一群の高温機器およびこれが現地における複雑な高温配管の組立熔接技術とともに、高く評価されるべきであろう。

第2表 定量給液装置と各種ポンプとの比較

	揚程	定量性	漏洩
渦巻ポンプ	小	無	有
キャンドポンプ	小	無	無
タービンポンプ	大	無	有
ギヤポンプ	大	無	有
ウエスコポンプ	大	無	有
プランジャポンプ	大	有	有
ベローポンプ	小	無	無
ダイヤフラムポンプ	小	無	無
定量給液装置	大	有	無

第3表 定量給液装置標準仕様

吐出圧 (kg/cm ²)	吐出量 (l/h)		所要動力 (kW)
	60~	50~	
30	100~ 0	80~ 0	1.5
30	200~ 70	165~ 60	2.2

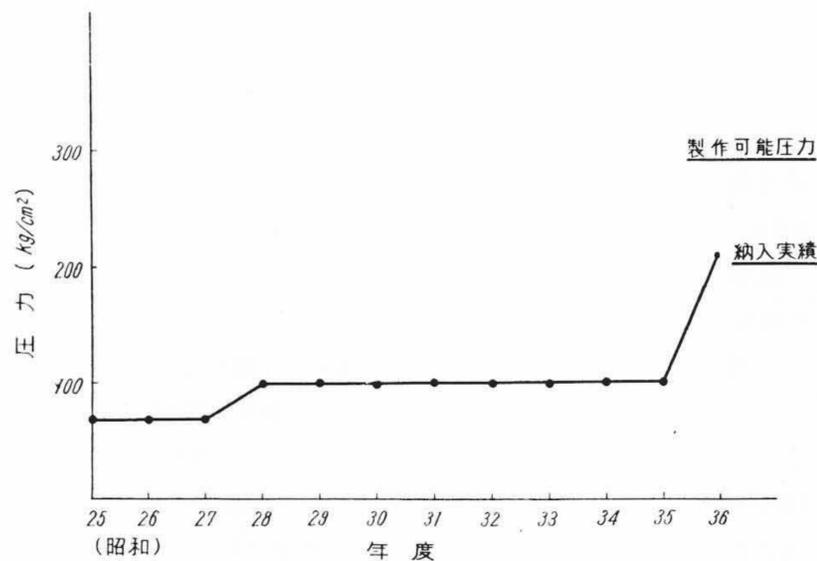
19.1.9 定量給液装置

化学プラントにおいては吐出圧が高く、定量性が良好で、漏えいのないポンプが要求されていたが、この要求を満足させるポンプがなかった。今回、この要求を十分に満足させる定量給液装置を完成した。

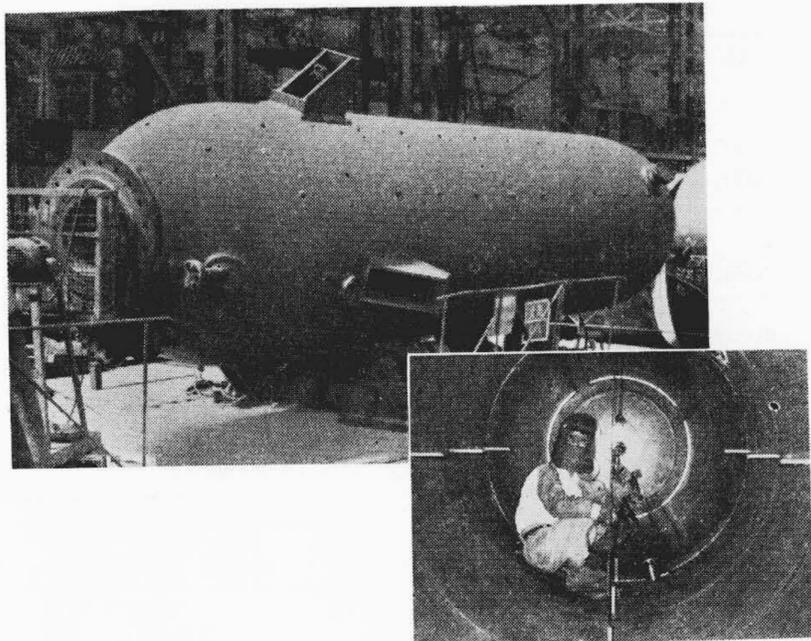
本定量給液装置はメタルダイヤフラムポンプ形式であって、優秀な精密加工技術と相まち、従来のダイヤフラムポンプとプランジャポンプの長所を兼ね備えた優秀な特性を発揮した。定量性は一定吐出圧に対し±0.6%以内で漏えいは絶無である。また流量を連続に調節することができ、高温、高圧に耐えて耐久性が大で、寿命が長く、信頼して使用できる。仕様は第3表のとおりである。

19.1.10 高圧軸封装置

高圧軸封装置はかくはん付きオートクレーブ、重合釜、反応釜用として多数製作されたが、使用圧力はさらに一段と向上した。35年までの高圧軸封装置の実績では圧力100kg/cm²前後のものを多数製作してきたが、36年は最高使用圧力210kg/cm²、かくはん軸回転数188rpm、使用温度160°Cの軸封装置付きオートクレーブを完成した。また実験用高圧軸封装置としては使用圧力300kg/cm²の軸封装置を完成しその実用性を十分確認することができた。これらはいずれも、化学装置用としては業界最高圧の軸封装置である。高圧軸封装置のシールには独特のメカニカルシールを使用しており、しゅう動面の形状、材質、潤滑などの問題を逐次解明した結果しゅう動面



第8図 高圧軸封装置の製作圧力の推移



第9図 チタンライニングオートクレーブ

を油圧とバランスさせないアンバランス方式でも圧力 300 kg/cm^2 まで使用可能となり、さらに軸封装置の構造をセミバランス式および多段減圧方式にしてしゅう動面の寿命をさらに向上させる成果をあげた。

19.1.11 特殊耐食材製機器

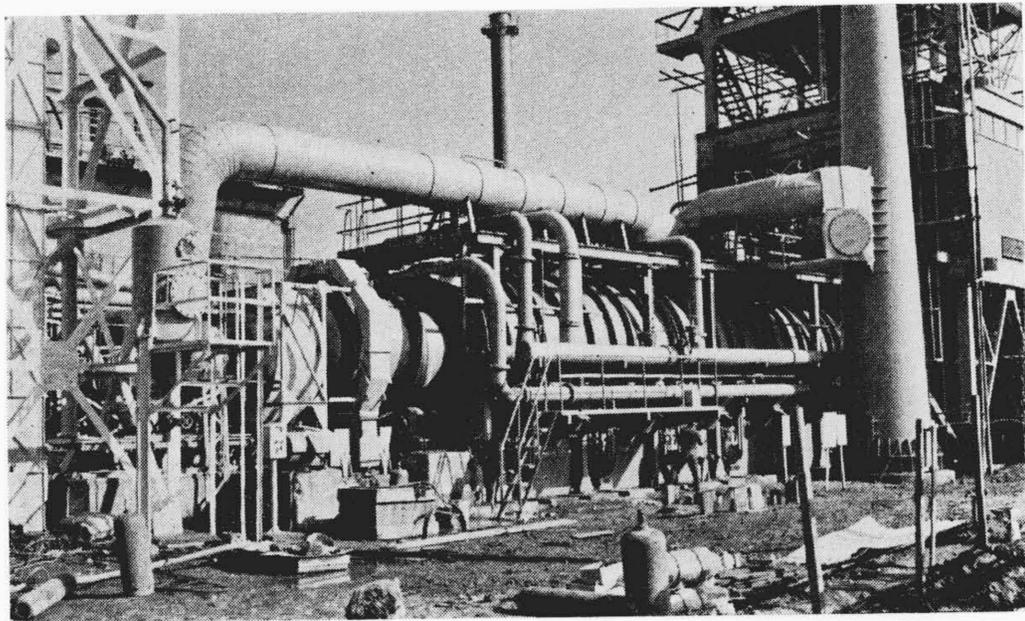
近年化学工業の進歩に伴い、耐食性合金鋼のほか、チタン、 Hastelloy などの特殊耐食性金属の使用が激増してきた。日立製作所はこれら特殊材の工作技術のみならず、これら金属のライニング技術についてもわが国にその例をみない新技術確立、幾多の大形機器および配管を完成、好評のうちに納入した。

(1) チタンライニング機器

炭素鋼の内面にチタンをライニングすることは、従来非常にむずかしい技術とされ、実用的にはライニング材の内側より多数のチタン製ネジにより、炭素鋼本体に固定、ネジの頭を溶接する方法があるのみであった。この方法は接液部に多数の溶接部ができるため、腐食などの事故のおそれなしとしない。日立製作所はこの欠点をなくする新しいライニング技術を完成した。すなわちライニングするチタンに孔をあけることなく、外側より特殊スタッドボルトを使用した。この方法は内部には板継手以外の溶接部がなく、画期的なものである(特許出願中)。この方法の完成により圧力 45 kg/cm^2 、温度約 270°C 、径 $1,700 \text{ mm}\phi$ × 高さ $9,500 \text{ mm}$ のかくはん機付オートクレーブが完成された。これはわが国における記録品である。

(2) チタン製蒸留塔

日立製作所はまたわが国最大のチタン製蒸留塔を完成納入した。



第10図 ドライヤ加熱炉

この蒸留塔は径 $1,900 \text{ mm}\phi$ × 高さ $33,000 \text{ mm}$ の屋外自立塔で塔本体は特殊耐食鋼とし、トレー、トレーサポートなど内部構造はすべて純チタン製である。

(3) Hastelloy 機器

Hastelloy ライニングは従来 Hastelloy の小片を炭素鋼に直接溶接することによって製作されていた。日立製作所は新しいライニング施工法(チタンライニングと同方法)により、輸入材を使用、大形 Hastelloy 機器を製作納入した。このライニング法により、Hastelloy は炭素鋼による希釈をうけることなく、ライニングの耐食性能を向上させることに成功した。

19.1.12 化学装置用炉および燃焼装置

日立製作所では石油化学プラントのうち開発の一重点を、高温熱分解装置に置き、その燃焼装置一式を含む加熱炉、分解炉の設計、取まとめに力を注いだ。次に実績の二、三を示す。

(1) カーボンブラック製造装置用炉

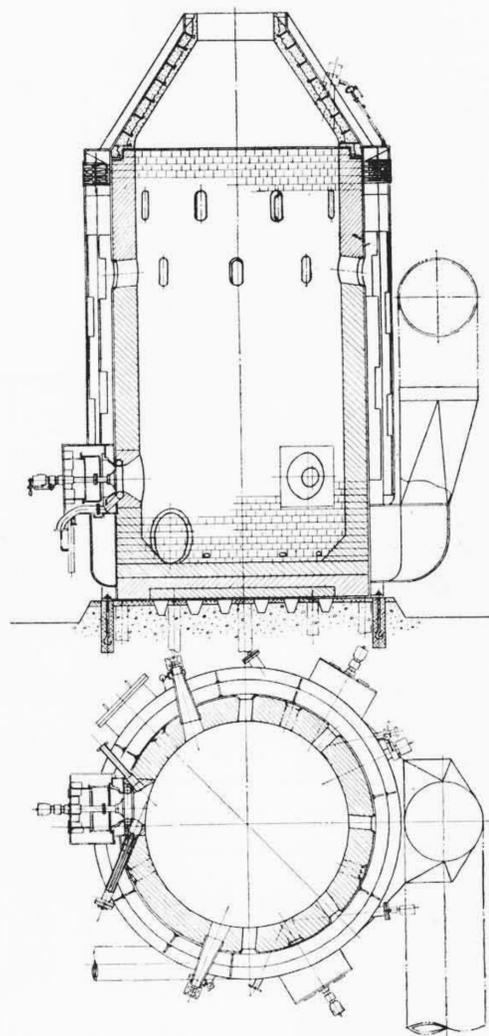
カーボンブラック製造装置のリアクタエリヤおよびドライヤ加熱炉に特に重点を置いて取まとめた。この外観を第10図に示す。本分解炉は空気を制限して供給し、たえず供給される液状炭化水素を分解してカーボンブラックを生成するもので、本炉は原料油、反応時間、温度の関係を変えることにより、各種熱分解炉として広く利用できるものである。

(2) 加圧式直接加熱炉

直接加熱炉として、従来その例をみない加圧式直接加熱炉を開発して、スチレンモノマープラントに応用、十分性能を発揮した。その構造概要を第11図に示す。本加熱炉の特色は、副生ガスと重油の混焼を可能とする日立式混焼バーナの採用と、加熱炉外壁に設けた一次空気と再循環ガスの環状流路により、放散熱を空気およびガスの予熱に利用することによって、熱効率の向上、加熱炉内ガス漏えいの完全防止、炉本体の軽量化に成功したことである。

(3) その他

石油精製用原油加熱炉、各種分解設備用原料予熱炉(天然ガス、



第11図 日立加圧式直接ガス加熱炉

第4表 高压容器の製作実績の一部と使用パッキン

納先	名称	容器の仕様					パッキンの仕様	
		寸法 (φ×L)	基数	圧力 kg/cm ² g	温度 (°C)	流体	形式	材質
日産化学長岡	凝縮胴 液安分離器	内 500×3,800	1	300	-20	NH ₃ , N ₂ , H ₂	デルタパッキン	S10C
		内 600×2,055	1	300	-20	NH ₃ , N ₂ , H ₂	デルタパッキン	S10C
日研 丸善石油松山	加压モールドタンク ブラットホーミングリアクター	400×1,700	1	100	130	シリコンオイル, N ₂	デルタパッキン	S10C
		1,525×4,574	1	49.2	543	油	オクタゴナルリングパッキン	5Cr-0.5Mo
八幡化学戸畑 原研	アンモニア合成塔 リアクタ	910×16,000	1	300	200	NH ₃ , N ₂ , H ₂	デルタパッキン, 金属Oパッキン	SUS-27
		2,083×8,180	1	77.3	343	水, 蒸気	内圧式管状パッキン	A-299-304銀メッキ
八幡戸畑	アキュムレータ	内1,216×5,761	5	80	40	乳化油+空気	オクタゴナルリングパッキン	S10C

酸素, ナフサなど) およびそれらの燃焼装置の設計, 取まとめを行い, これら既納のプラントおよび機器は, いずれも好成績で稼働を続けている。

19.1.13 高压容器用金属パッキン

日立製作所における高压円筒容器の製作は, 第4表に示すようにすでに20基に及ぶが, これら化機向高压容器はすべてカバーのボルト取付構造を有している。

フランジおよびカバーの設計には, ボルトに働く荷重が大きく影響し, 初締付圧をできるかぎり小さくとりうるパッキン構造が必要となる。高压容器のパッキンは, 金属パッキンになるが, これに対する研究は国内, 国外とも少なく設計者がみずから開拓すべき分野であろう。ASME-CODE に準拠した最近の, パッキン撰択基準を, 米JM社の資料より, 第5表に示す。

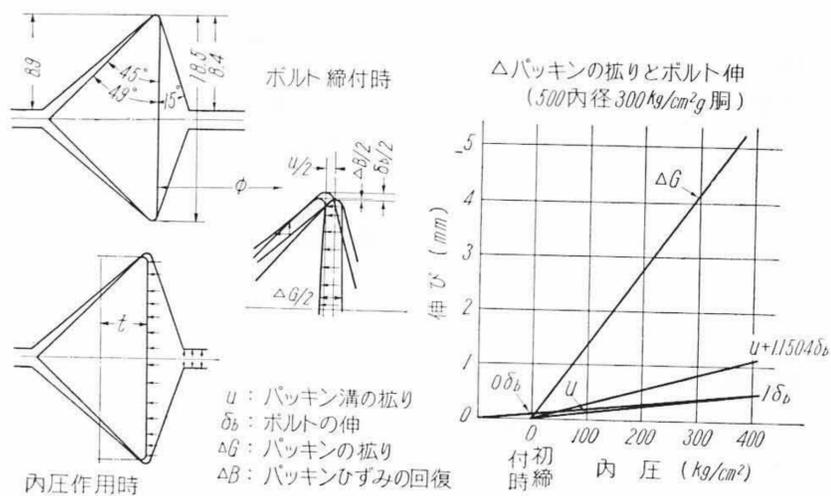
日立製作所では, 高压容器の重量減少は, カバーおよびフランジの設計いかんによつて, 自緊式金属パッキンの設計開発を取上げ, オクタゴナルリング, 二重円すい, デルタ式, 管状Oリング, その他を開発した。結果の二, 三を紹介する。

デルタパッキンについては, すでに数基の使用実績がある。デルタパッキンの効果は, 第12図に示すように内圧によるパッキンの変形を, シール効果に利用, 初締付圧の減少を計るもので, 半径方向自緊式の代表的なものと考えられる。二重円すい, 内圧式管状パッキンにおいても, 自緊作用を利用して初締付圧の減少を計ることは

第5表 パッキン撰択基準

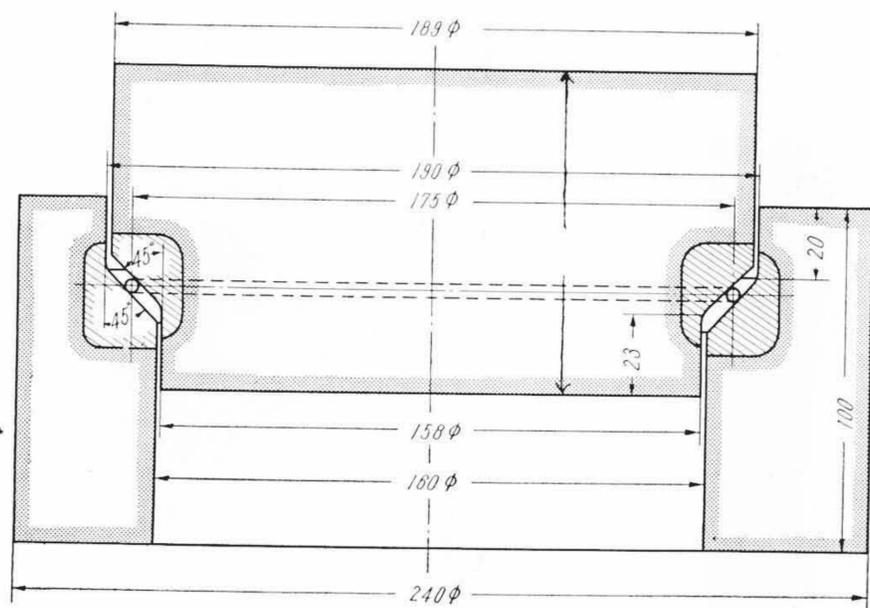
PRESSURE-TEMPERATURE VALUE FOR GASKET MATERIALS		
MATERIAL	MAX. Pi×T	MAX. TEMP, °F
RUBBER	15,000	300
VEGETABLE FIBER	40,000	250
RUBBERIZED DOTH	125,000	400
COMPRESSED ASBESTAS	250,000	850
METAL TYPES	>250,000	DEPENDS ON METAL

NOTE: Pi: Operating Pressure. Psi T: Operating Temp. °F



第12図 Δパッキンの構造と作用

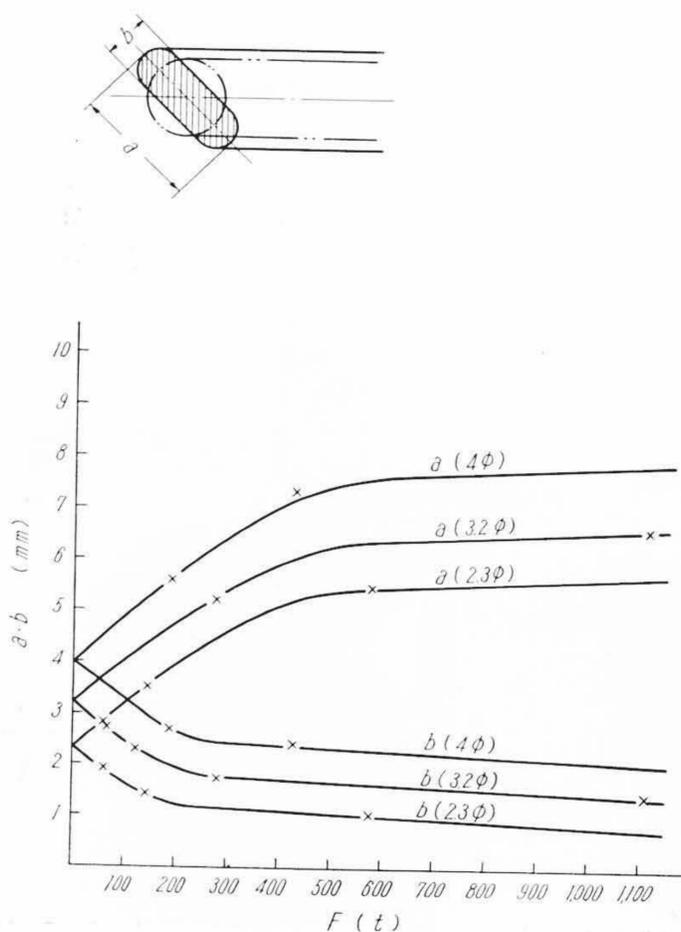
軸方向自緊式Oリングパッキン試験治具



注) パッキン材質 US-308L ユニオン溶接棒 (20Cr-10Ni)
母体材質 SS-41
肉盛部材質 NC-39Mo (25Cr-12Ni-2.5Mo)

第13図 軸方向自緊式Oリングパッキン試験結果

リングパッキン負荷後のひずみ状態



同様である。

内圧式管状パッキンは、原子炉圧力容器用として、近時開発されたものであるが、日立製作所では、大形試験容器を作成し、設計および取扱の実際資料を採取した。

高圧合成胴類の下部端には、ブリッジマン式で代表される軸方向自緊式パッキン構造が広く採用される。日立製作所では、これのパッキングに対しても、簡単な、ソリッドリングの設計を開発した。模型試験による結果を第13図に示す。

上記の各種パッキングの有効な使用には、フランジ構造ボルト構造などの十分な考慮が伴うべきことはもちろんで、高圧高温火力機器における実例実績が十分利用できた。高圧合成筒類のみでなく、化学工業設備中に大きい比重を占める高圧高温配管、各種弁類のフランジ継手にも、これらの利用を計っている。

19.1.14 化学装置計装盤

(1) シンガポール精油所用計装盤

題記シンガポール精油所用計装盤はプラント全部とともに日立で一括受注したもので、この種プラント用計装盤としては初めての輸出品であるため、使用計器の信頼性、保守の容易さなど現地の条件に適した設計を行い、好成績裡に納入した。おもな特長は次のとおりである。

(1) 全グラフィック盤とし、シンボルの単純化、フローの簡略化などによって従来のものに比し、保守、運転状態の把握が容易になった。

(2) 新しく開発された小形空気作動式調節計(PKB₆₂-P)を使用し、精度の向上と保守面の改善を行い、制御動作にいつそうの信頼性をもたせた。

第14図は本計装盤の外観を示す。

(2) 合成繊維プラント用計装盤

本盤は化学プラント計装中に大幅に電機制御を取入れたもので、チップレベルの検出に光電管を使用し、複雑な工程の制御を電気的な連動で処理している。第15図はその一例で、今後この種の電気的制御と連動する計装装置の要求が増大するものと思われる。

(3) アセテートプラント用計装盤

これは従来バッチ方式で行なっていた溶解工程を、バッチの特性を生かしつつ全自動の連続工程とし、作業能率の向上と、溶解精度の向上を計ったものである。

化学プラント用計装としては、上記のほかに石油化学プラント、特殊食品工業用など数多くの計装装置を製作納入した。

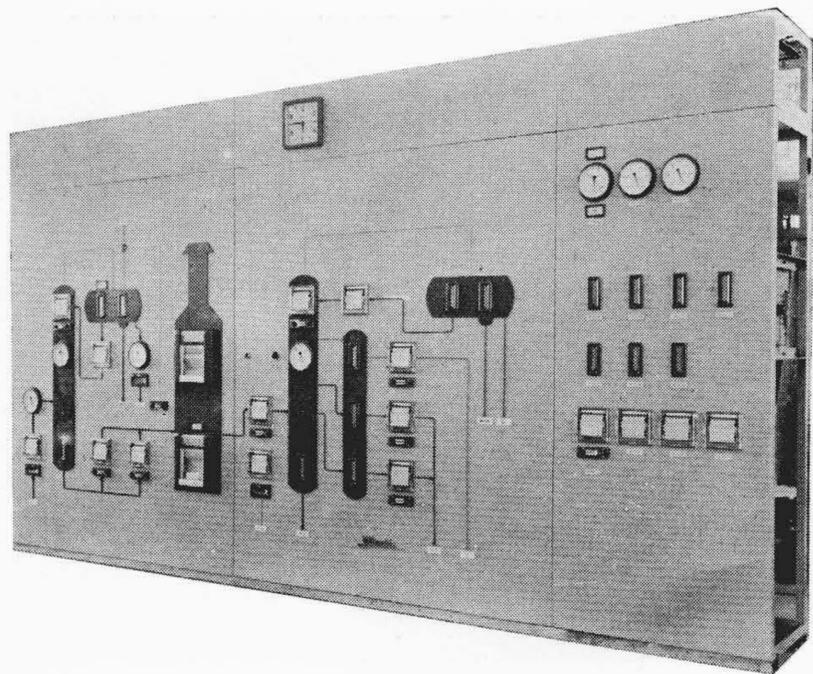
(4) 計算制御装置

化学プラントの計算制御、ないし計算機制御はようやくわが国でも実施の気運にあり、日立製作所では某石油化学会社と協同研究を行っていたが、このほど計算制御装置を納入した。また京都大学数理工学研究室へ追利計算制御装置を納入した。これはあらかじめ求められた最適値を論理回路によって選択し、外乱の変化に追従して最適運転を行なうものである。

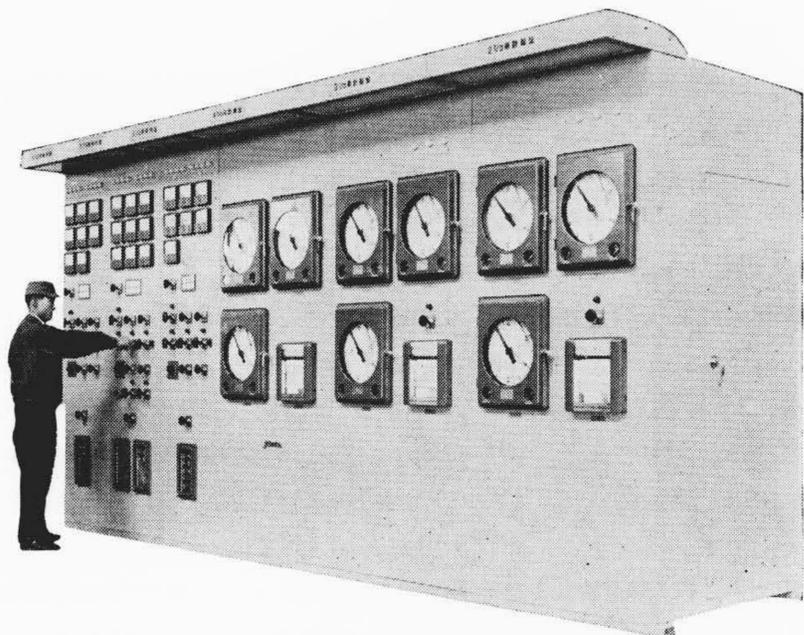
19.2 TO-プラント

昭和36年度を顧みると、特に製鋼用に計画されるTO-プラントの大容量化がめだっている。TO-プラントの容量は、年とともに大容量化し、数年前には予想もしなかったような大形プラントが要求されるようになった。

36年6月完成した富士製鉄株式会社室蘭製鉄所納の10,000 Nm³/h TO-プラントは、その顕著なものであり、国内はもちろん、世界でも最高級の大容量プラントである。このほか36年8月完成した八幡製鉄株式会社西前田酸素工場納の6,000 Nm³/h TO-プラントをはじめ、6,000 Nm³/h TO-プラントを数台受注しており、従



第14図 計装盤



第15図 計装盤

来の最大容量 4,500 Nm³/h TO-プラントから一躍倍以上の大形プラントの製作実績をもつにいたった。

性能上は原料空気圧縮機のDH形ターボ圧縮機の効率の向上、および軸流圧縮機の採用により、電力原単位が0.4 kWh/O₂Nm³ 台の時代が現実に出現したことは大きな成果である。

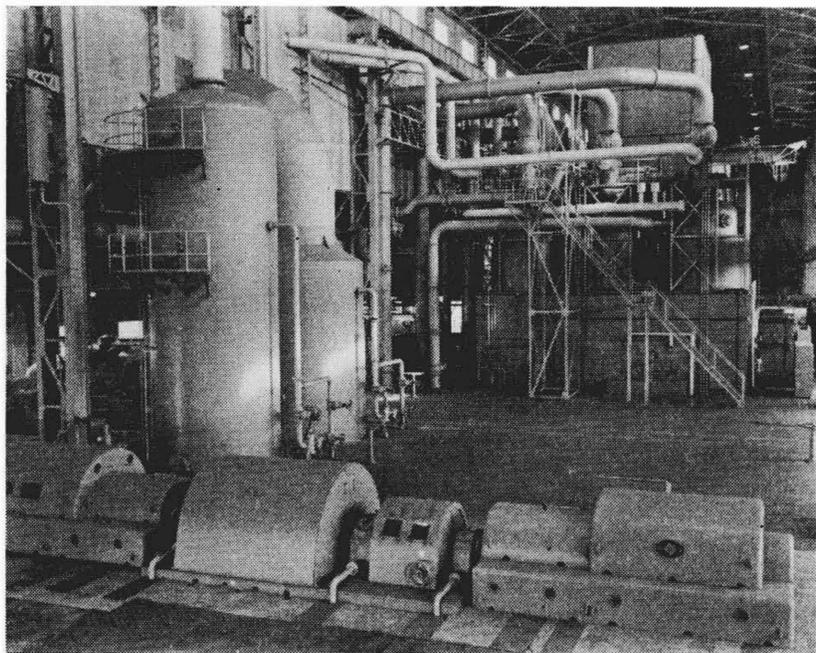
大容量プラントの製作にたいし、500 Nm³/h 以下の酸素発生装置に採用する中圧式のTO-M-プラントを開発完成したことも36年度の成果である。TO-M-プラントとしては日本合成化学工業株式会社大垣工場納 300 Nm³/h TO-M-プラントおよび日立酸素株式会社鮎川工場納 250 Nm³/h TO-M-プラントがある。

今後の方向としては、20,000 Nm³/h の超大形TO-プラントの開発と、エチレン分離装置、およびコークス炉ガス分離装置の開発を積極的にすすめることが大きな課題である。

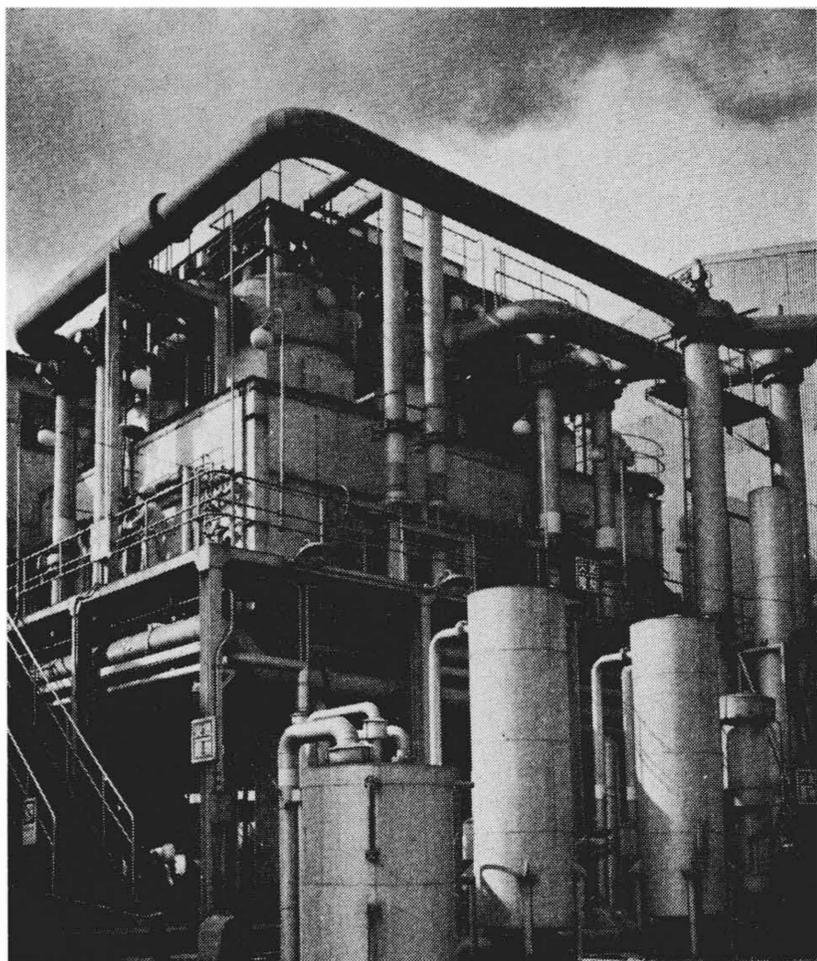
19.2.1 富士製鉄株式会社室蘭製鉄所納 10,000 Nm³/h

TO-プラント

本プラントは、10,000 Nm³/h 99.6% の高純酸素と同時に 10,000 Nm³/h 99.99% の高純窒素をも採取できる大容量プラントで、国内はもちろんのこと、高純度酸素を発生する空気分離装置として世界でも最高級の記録品である。TO-プラントとしては、4,500 Nm³/h の酸素発生能力をもつものをすでに数台製作納入した実績をもってい



第 16 図 富士製鉄株式会社室蘭製鉄所納
10,000 Nm³/h TO-プラント
(全電子式計測制御装置ならびに自動運転装置)



第 17 図 日本鋼管株式会社鶴見製鉄所納
3,000 Nm³/h TO-プラント

るが、これらが従来の国内での最大容量のものであった。4,500Nm³/h TO-プラントから一挙に 10,000 Nm³/h TO-プラントへと 2 倍以上の飛躍を成功させるためには、各部の設計製作に慎重を期し、必要な予備研究の集積が今回大形プラントの成功に導いたものと考えている。

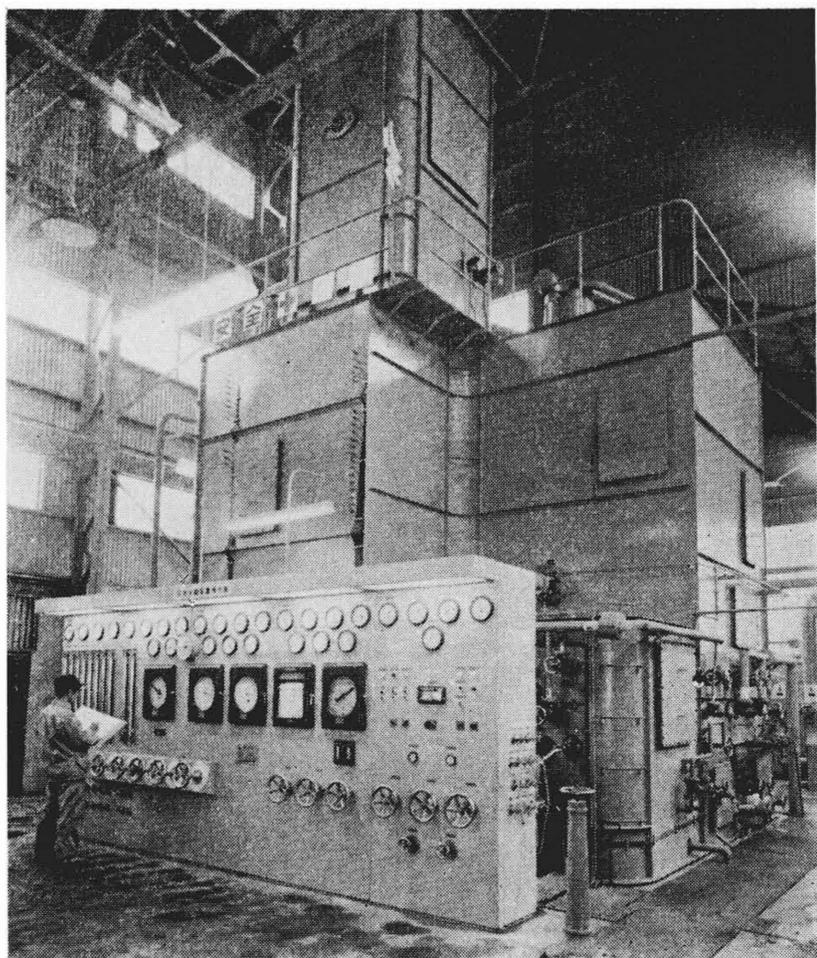
精溜塔は直径約 4 m、高さ 18 m、水洗塔および蒸発冷却器はそれぞれ直径 3.2 m および 3.6 m という大きさである。蓄冷器は、普通 4 基(2 基 1 組で切替使用する)であるが本プラントは 6 基(3 組)の蓄冷器を設置してある。原料空気圧縮機には 5,500 kW の軸流圧縮機を採用した。これも TO-プラントとしては初めてのことである。

また、本プラントは、単に大容量というばかりでなく中央制御室を設けて、遠隔操作および自動制御を適宜取入れ、原料空気圧縮機および酸圧機を含めた全プラントを集中制御できるようにしてあることも大きな特長である。

36年 6 月好調のうちに試運転を終って以来順調に営業運転しているが、運転実績は次の表に示すとおりで、原単位は 0.496 kWh/O₂Nm³ で 0.5 kWh/O₂Nm³ 以下にすることができたことは大きな成果である。

第 6 表 富士製鉄株式会社室蘭製鉄所納
10,000 Nm³/h TO-プラント実績

酸素発生量	10,000 Nm ³ /h	原料空気量	56,000 Nm ³ /h
同上純度	99.62%	同上主管圧	4.8 kg/cm ² G
窒素発生量	10,000 Nm ³ /h	原単位	0.496 kWh/O ₂ Nm ³
同上純度	99.99%	酸素収率	84.7%



第 18 図 日本合成化学工業株式会社大垣工場納
300 Nm³/h TO-M プラント

19.2.2 日本鋼管株式会社鶴見製鉄所納 3,000 Nm³/h TO-プラント

日本鋼管株式会社には、すでに水江転炉工場用として 4,500Nm³/h TO-プラントを 2 機納入し、さらに 4,500 Nm³/h TO-プラントを 1 機受注製作中であるが、本装置は、鶴見製鉄所用で、日本鋼管株式会社納としては、3 号機目に相当する。

酸素は 99.6% の高純度で、発生量は 3,000 Nm³/h である。特長としては、蓄冷器の方式に日立独特の再熱方式を採用し、流路の簡易化、運転の簡単化を行っているほか、屋外式であること、および、冷蔵庫式の二重保冷槽を採用していることなどがあげられる。二重保

冷槽は、保冷材の出入の手間がはぶけるので、定修期間が短縮されるなどの利点をもっているが、とくに、本プラントのような屋外式のプラントの場合には、この点大きな利点と考えられる。

19.2.3 日本合成化学工業株式会社大垣工場納 300 Nm³/h TO-M プラント

本プラントは、酸素発生量 500 Nm³/h 以下の小容量の空気分離装置に採用する日立の中圧式空気分離装置の第 1 号機で昭和 36 年 8

月以來好調に営業運転にはいつている。

本装置の特長を列挙すると次のとおりである。

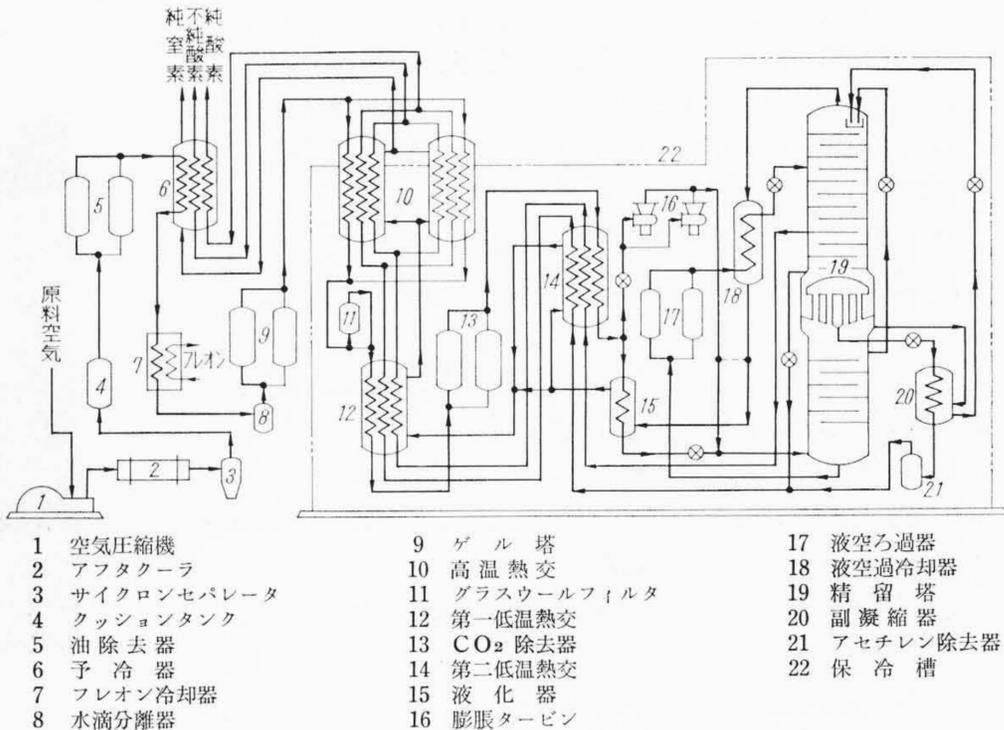
- (1) 原料空気の所要圧力は、TO-プラントが約5 kg/cm²G であるのに対し、中圧タイプのプラントは、常用 10~13 kg/cm²G で起動時は 15 kg/cm²G である。
- (2) 寒冷発生には、中圧式膨脹タービンを使用している。
- (3) 蓄冷器を使用せず熱交換器はすべて伝熱管使用のハンブソン熱交換器を採用してフローシートの簡略化を実施している。
- (4) 原料空気中の脱水および炭酸ガスの除去にはゲルによる吸着を採用しており、ソーダによる洗浄などの化学処理は使用していない。

フローシートの概略を、第19図により説明する。

原料空気は、10~13 kg/cm²G に圧縮され、アフタクーラで常温まで冷やされる。サイクロンセパレータ③、クッションタンク④、油除去器⑤、予冷器⑥、フロン冷却器⑦、水滴分離器⑧、ゲル塔⑨を通る間に原料空気は、水分、油分を除去され高温熱交⑩にはいる。ここで、空気は酸素および窒素などと熱交換して-80~-100°Cに冷やされ、さらに第1低温熱交⑫で-130°C前後に冷やされCO₂除去器⑬にはいる。第2低温熱交⑭で空気は約-150°Cになり大部分が、この装置の寒冷発生機である中圧膨脹タービン⑯にはいり下塔圧(約5 kg/cm²G)まで断熱膨脹する。タービンにはいらないごく一部の空気はさらに液化器⑮を通過して冷却され、タービンからの空気と合流して精溜塔⑰にはいる。精溜塔⑰はTO-プラントの場合と同様で、製品酸素は上塔下部の主凝縮機器の部分から、窒素は上塔頂部から取出されて、前述の各熱交換器により常温まで温度回復して製品となる。

19.2.4 日立酸素株式会社鮎川工場納 250 Nm³/h TO-M プラント

前述の日本合成化学工業株式会社納と同様な中圧式の小形プラントである。したがってフローシートは、基本的には日本合成化学工業株式会社納のものとかわっていない。しかし本装置の場合、精



第19図 TO-M プラント系統図

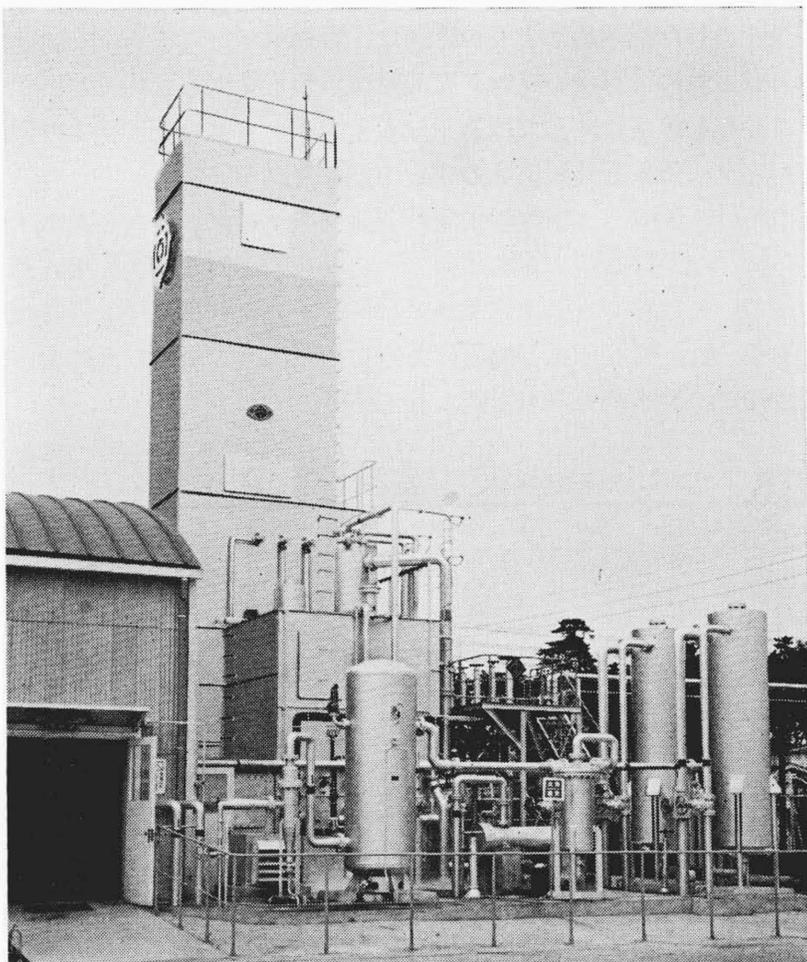
溜塔について、まったく新しい方式をこころみた。すなわち、従来のいわゆる複式精溜塔(上塔、下塔、主凝縮器が一体となっている)の上塔、下塔、主凝縮器を別々につくって3つにわけ、とくに主凝縮器は従来の直管式熱交換タイプをハンブソン熱交タイプにした。精溜塔を三つにわけたのは主として主凝縮器部の熱交換率の向上をねらったものである。

その他、粗アルゴン採取用粗アルゴン塔を設置してあることも本プラントの特長である。

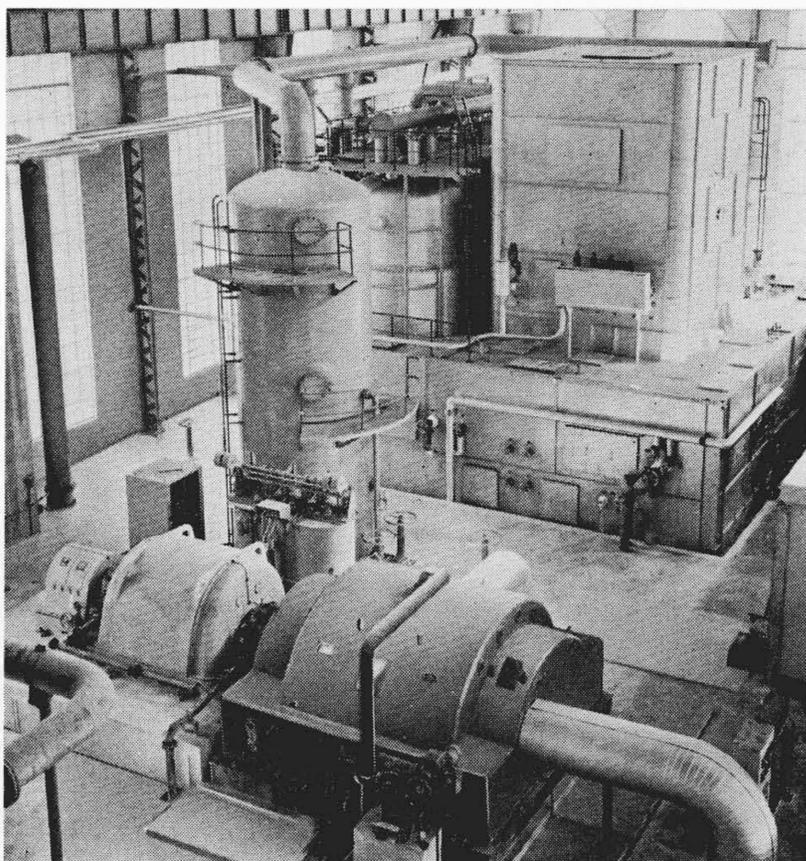
19.2.5 八幡製鉄株式会社西前田酸素工場納 6,000 Nm³/h TO-プラント

本プラントは、西前田酸素工場の既納 4,500 Nm³/h TO-プラントにつぐ西前田酸素工場の第5号プラントである。大容量プラントであることが特長で、6,000 Nm³/h 純度 99.6% の酸素と同時に、5,000 Nm³/h 99.99% の高純度の窒素を採取できるように計画されている。その他のおもな特長として次の4項目があげられる。

- (1) 液酸タンク(容量 30 t)と液酸蒸発器を傍設し液酸タンク



第20図 日立酸素株式会社鮎川工場納 250 Nm³/h TO-M プラント



第21図 八幡製鉄株式会社西前田酸素工場納 6,000 Nm³/h TO-プラント

にたまった液酸を気化させて使用する設備がついている。

(2) 蓄冷器空気入口弁など大形弁で操作上必要と考えられる弁には電動弁を採用して操作を便利にした。

(3) 屋内式であるが保守点検上便利であるため保冷槽には冷蔵庫式二重保冷槽を採用した。

(4) 原料空気圧縮機はDH形ターボ圧縮機を採用した。風量は33,600 Nm³/hでDH形ターボとしては最大のものである。

現地運転実績は、酸素 6,150 Nm³/h 99.6%, 窒素 5,000 Nm³/h 99.99% で仕様を上まわる性能を示し、酸素収率は86.2%, 原単位は0.496 kWh/O₂Nm³ という優秀な値である。

なお、本 6,000 Nm³/h TO-プラントと同じ仕様のプラントをさらに増設する計画があり、4基をすでに受注し、製作中である。

19.2.6 コークス炉ガス分離装置

最近、鉄鋼各社においてC.O.G. (Coke Oven Gas)ともよばれるコークス炉ガスの化学工業原料としての利用があいついで計画され、すでに二三で着手されつつある。

C.O.G. はその大半を水素およびメタンでしめるところから、これを窒素洗浄装置と本質的に同様な方法、すなわち過冷却した液体窒素で洗浄することによりアンモニア合成用の水素を得るのが効果的である。

コークス炉ガス分離装置と窒素洗浄装置の異なる点は、C.O.G. にメタン、エチレン、エタンなどの比較的高い沸点をもつ成分が多くふくまれるところからコークス炉ガス分離装置では予冷工程に液化分を相当生成することである。このために、装置も窒素洗浄装置より複雑となる。国内では、このコークス炉ガス分離装置の製作実績はいずれももっていない。

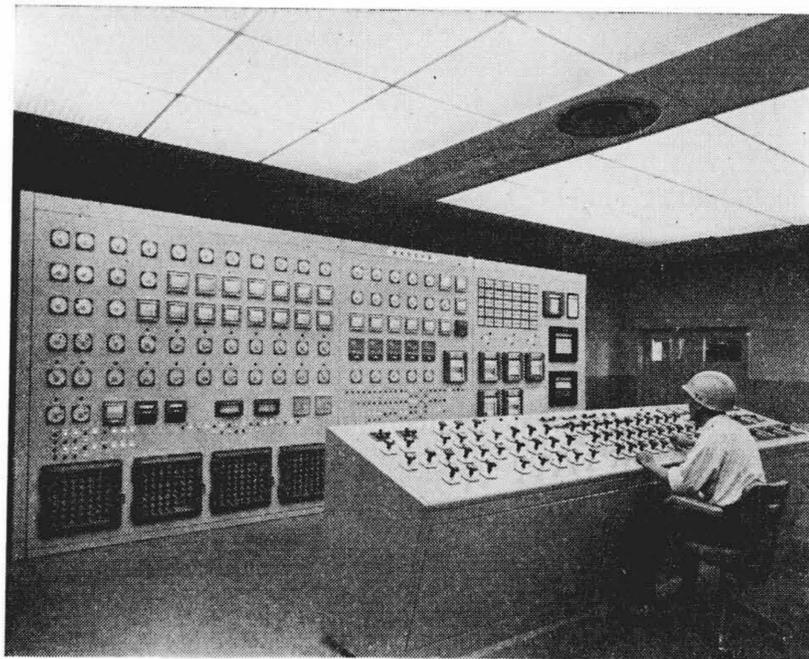
日立製作所では、これまでの空気分離装置、窒素洗浄装置の経験をもとにしてあたらしくコークス炉ガス分離装置を開発した。その第1号プラントは、原料C.O.G.を毎時500m³処理するもので、その特長としているところは次である。

- (1) 寒冷発生は空気分離装置の膨脹タービンの発生する寒冷をもらうようにしたこと。
- (2) 高純度のエチレン、メタンを同時に採取できるようにしていること。
- (3) 操作圧力を10 kg/cm²gと低圧としたこと。

写真は、製作中の熱交換器である。



第 22 図 熱 交 換 器



第 23 図 10,000 Nm³/h TO プラント
中央計器盤および中央制御卓

19.2.7 TO プラント用計装制御装置

富士製鉄株式会社室蘭工場納 10,000 Nm³/h TO-プラント計測ならびに自動運転制御装置はプラントの管理および運転操作を容易にし、労力の節減を図るため中央制御室に設けられた画期的な操作盤で、中央集中管理ならびに遠方操作ができる。第23図は富士製鉄株式会社室蘭製鉄所納 10,000 TO プラントの中央計器盤および中央制御卓を示している。計測制御装置には日立製工業計器を用いた全電子式方式を採用し、中央制御室にて一括監視できるように中央計器盤には小形計器を配置した。小形計器の採用によりスペースファクタを非常によくしている。また装置の性能を十分発揮できるように多くの電子式調節計を配置してプロセス自動制御を行ってプラントの性能を高効率化した。

原料空気圧縮機をはじめ多数の付属電動機および電動弁の起動停止操作ならびに酸圧機の任意単独起動停止などは、シーケンス制御によりすべて自動化しており、これらの自動運転操作は中央制御卓に設けられた操作器により合理的な総合運転ができる。運転表示は中央計器盤にて行ないランプ式故障表示器も完備している。各機器の自動起動停止に関しては適正なるインタロックの配置により誤操作を完全に防止し装置全体の安定を期した。

このほか鉄鋼および化学工業の急速な発展に伴い現在多数のTO-プラントが受注され、これに伴った自動運転設備も続々完成されつつある。これらの自動運転設備はプラントの大形化に伴う補機類の増加を一括制御し中央制御室による総括制御方式により人件費の節減、操作の簡略統一化を主眼としている。

第 7 表 おもな煙霧の発生源と性質および状態の概要

煙霧体の発生源	ガス主成分	ダスト主成分	煙 霧 の 状 態				主 煙 害 の 性 質					
			温 度 (°C)	圧 力 (atg)	含じん量 (g/Nm ³)	粒 子 径 (μ)	汚染	遮へい	機能	損失	腐食	害毒
微火分灰ボイラ	N ₂ , CO ₂ , O ₂	フライアッシュ	130~150	0.03~0.05	2.0~60	3~100	○	○	○	○		
重油ボイラ	N ₂ , CO ₂ , O ₂ , SO ₃	煤 じ ん	130~150	0.03~0.05	0.3~1.2	1~50					○	
製鉄高炉	N ₂ , CO	鉄 じ ん	120~250	0.03~1.00	5~25	1~100						
コークス炉	CO, H ₂ , CH ₄ , N ₂	タール, 鉄じん	220~100	0.01~0.05	1~10	1~40						
酸素製鋼炉	N ₂ , CO ₂	酸化鉄, 亜鉛	300~600	0.00~0.01	3~30	0.2~50	○	○	○	○		
セメント焼成窯	N ₂ , CO ₂	半成セメント	90~250	0.00~0.01	15~50	1~100	○	○	○	○		
アルミナ電解炉	N ₂ , CO, NaF	アルミナ, Na, C	100~200	0.00~0.01	1~3	1~30	○	○	○	○		○
顔染料粉碎機	空 気	製 品	常 温	0.00	3~5	3~50	○					○
硫化鉄焙焼	N ₂ , SO ₂ , O ₂	鉄 じ ん	250~550	0.00	5~70	1~100						○
磷鉄焙焼	N ₂ O, P ₄ , CO	鉄 じ ん	200~350	0.00	10~50	1~100	○	○	○	○		○
パルプ廃液ボイラ	N ₂ , CO ₂	Na ₂ CO ₃ , Na ₂ SO ₄	60~120	0.00	10~20	0.5~50	○	○	○	○		○
カーボンブラック炉	N ₂ , O ₂	製 品	200~300	0.00~0.01	0.5~1.5	0.01~0.15	○	○	○	○		○
じん芥処理炉	N ₂ , O ₂ , H ₂ O	ダスト, ミスト	40~600	0.00	0.5~50	0.5~	○	○	○	○		○
蒸 汽 機 関	N ₂ , CO ₂ , CO	ダスト, カーボン	常 温~	0.00	0.005~0.15	0.01~1,000	○	○	○			○

第8表 各種集じん装置で取扱われる微粒子の
大きさ範囲と通風損失、実用的集じん率

集 じ ん 器 の 形 式	取扱れる粒度 (μ)	圧 力 損 失 (mmAq)	実用集じん率 (%)
沈 降 室	1,000~50	5~10	40~60
慣 性 分 離 室	100~10	20~5	50~70
タイゼン洗浄機	100~10	(昇圧)100~150	90~99
サイクロンおよびマルチサイクロン	100~2	50~100	85~95
超音波集じん器	20~0.1	60~100	80~95
ベンチュリースクラバ	100~0.1	500~800	80~90
バッグフィルタ	20~0.05	100~200	90~99
電気集じん器	20~0.005	10~20	80~100

19.3 電気集じん装置

最近の急速な電力需要の伸長に伴う火力発電設備の増設、製鉄工業、セメント工業、化学工業など一般産業部門の設備拡張によって、大気中に放出される煙霧は年々増加の傾向にある。このため大気汚染の公害問題は環境衛生、器物汚損の面はもちろん、農産物、果樹、魚類、植林などの煙霧害防止の面から特に関心が高まりつつあり、集じん装置は各産業部門において、製品の向上、有価物の回収、および煙害防止対策として重要な役割を果している。

煙霧の発生源は主として燃焼、粉碎、乾燥、焙焼、混合、製錬などであるが、この煙霧質の性質および状態は発生源の物理的条件、化学的反應によってきわめて広範囲にわたる差異を生じており、この煙霧質の発生源とその性状の概要を示すと第7表のようである。

これらの煙霧質を工業的かつ経済的に集じんする方法としては、沈降法、ろ過法、水洗法、遠心分離法などの機械的集じん法と、コロナ放電を利用する電気集じん法があり、機械的集じん器では第8表に示すように煙霧の取り扱いうる粒度と実用的集じん率には限界がある。石炭ガス化炉の発出ガス中に含まれるカーボンブラック清浄の例をとってみると、タイゼンワッシャでは清浄度を $0.1\text{g}/\text{Nm}^3$ 以下にすることは経済的にほとんど不可能であり、また音波集じん器では、煙じんの濃度稀薄、粒径微細の点で経済性がなく、水洗法によるものでは粒径微細、煙じんの浸水性の点で技術面から好ましくない。

結局カーボンブラックのように平均粒子径 0.03μ 前後のごく微細なものを高集じん率で捕集するには、機械的なものでは不可能で、工業的には湿式電気集じん器が最も合理的である。

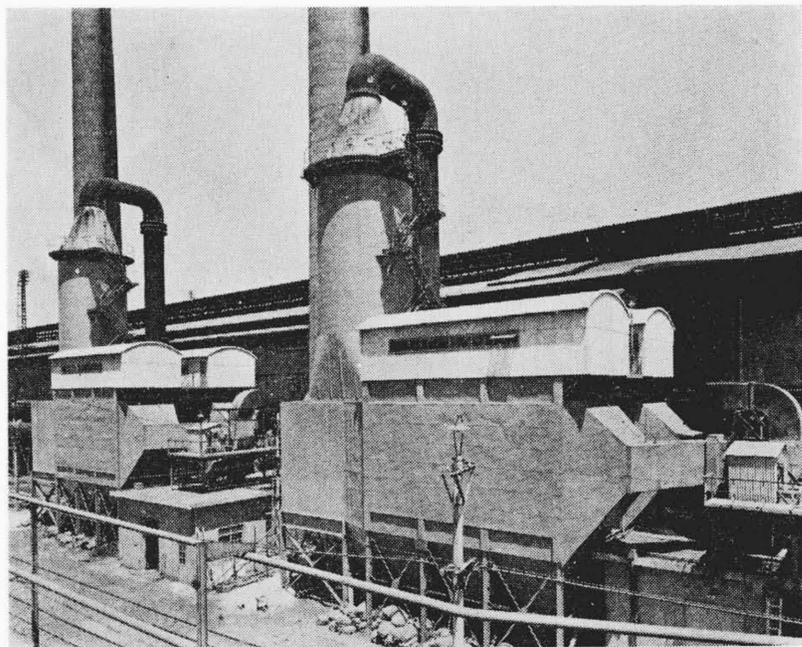
日立製作所では各種の発生源から放出される煙霧質の性質および状態の調査、これに基づく工場内の基礎実験、既納数百基の集じん装置の実績の集積によって、最もその煙霧質に合致した集じん装置を設計納入してきた。36年度にも下記のように、火力発電、製鉄工業、セメント工業、硫酸工業、製紙工業、燃料ガス工業、非鉄金属工業、化学工業など、広範囲にわたってそれぞれの煙霧質に適応した電気集じん装置を納入し好評を得た。

19.3.1 火力発電用電気集じん装置

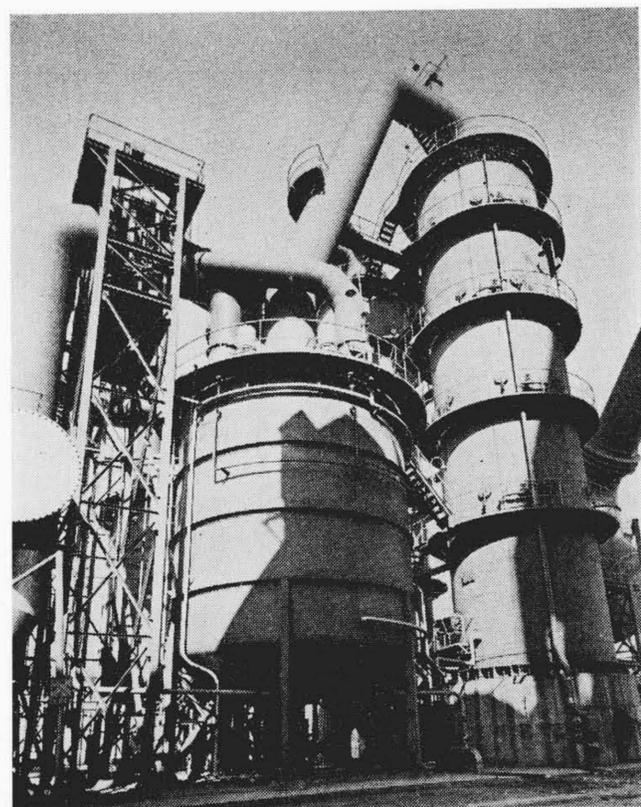
36年度火力発電設備用としては、九州電力株式会社納新小倉火力発電所用 VZ-MC-EP 形集じん装置はじめ5基を納入、営業運転にはいった。詳細は2.7火力発電所用集じん装置をご参照願いたい。

19.3.2 製鉄製鋼用電気集じん装置

酸素製鋼平炉排煙は酸素の使用量増加に比例してその赤褐色の濃度を増し、大きな社会問題になっている。すでにこの解決のため昭和34年度に川崎製鉄株式会社千葉製鉄所に1号機を完成、その貴重な経験を生かして36年4月に八幡製鉄株式会社八幡製鉄所第一製鋼課に新設計の2基を納入、好調に運転中である。第24図はその外観図である。形式はSH-EP(SO-HP₂₃) 処理ガス量 $50,000\text{Nm}^3/\text{h}$ 、ガス温度 $500\sim 600^\circ\text{C}$ 、入口含じん量 $20\text{g}/\text{Nm}^3$ 、集じん率99.5%で



第24図 八幡製鉄株式会社八幡製鉄所第一製鋼課納酸素製鋼平炉用電気集じん装置



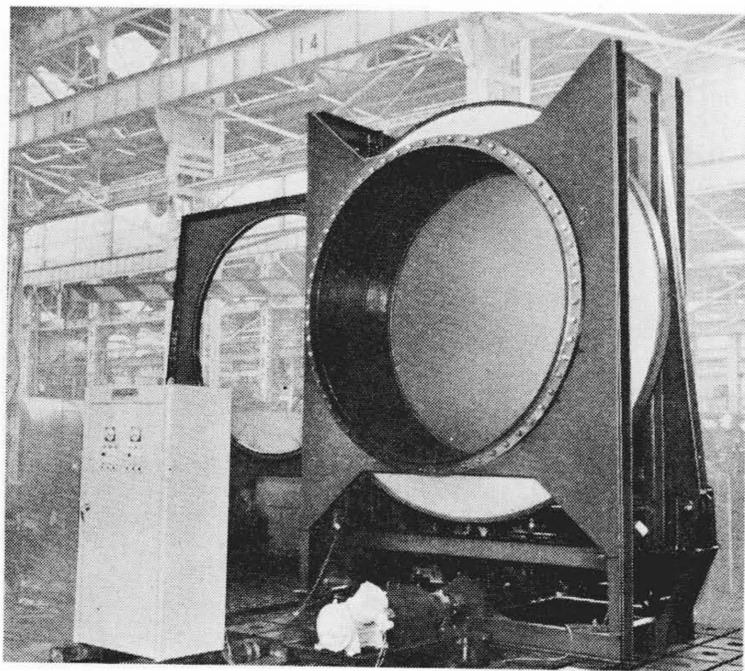
第25図 住友金属工業株式会社和歌山製鉄所納高炉ガス清浄用湿式集じん装置

ある。特長はスタビライザー(調湿調温装置)を前置し高温の排ガスを冷却すると同時に増湿し、湿度を 150°C ガス中水分25%(容積)程度とし、乾式電気集じん器に最も都合の良い条件で、高集じん率が得られる構造を持っている。煙突から排煙中のダスト量は $0.1\text{g}/\text{Nm}^3$ 以下という少量で運転時と休止時とをまちがうほどの良好な煙色で、煙害問題を完全に解決したものである。

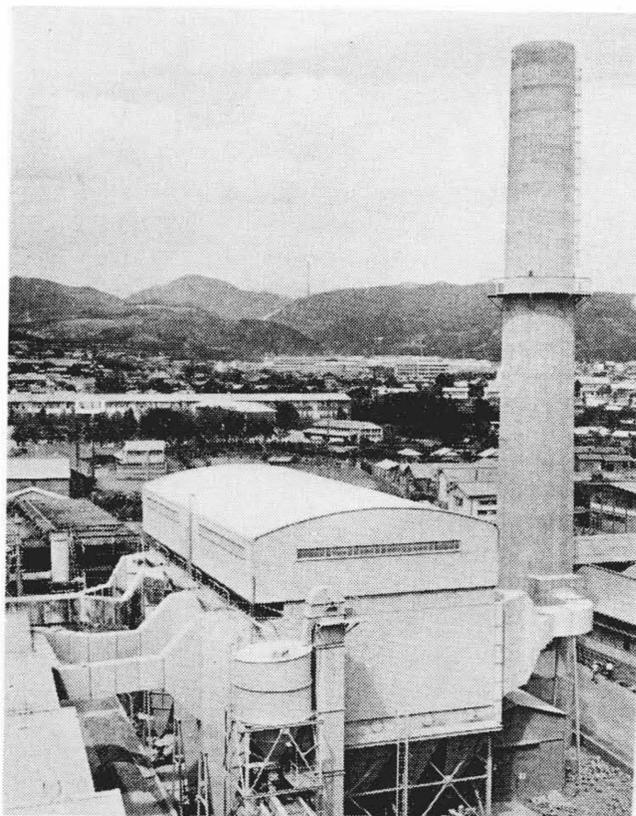
高炉ガス清浄用湿式電気集じん装置は、従来からの実績ある日立標準の冷却洗浄塔と管形電極の湿式電気集じん装置の組合せによるもので、日本鋼管株式会社鶴見製鉄所に処理ガス量 $120,000\text{Nm}^3/\text{h}$ 、集じん率99.9%1基、また第25図に示す住友金属工業株式会社和歌山製鉄所に $140,000\text{Nm}^3/\text{h}$ 、集じん率99.9%1基を納入、順調に運転中である。

なお工場製作中のものには富士製鉄株式会社室蘭製鉄所の平炉用電気集じん装置 $60,000\text{Nm}^3/\text{h}$ 6基、および川崎製鉄株式会社千葉製鉄所の転炉用集じん装置処理ガス量 $270,000\text{Nm}^3/\text{h}$ 1基などがある。

高炉ガス遮断装置としてゴグルバルブを高炉ガス清浄装置の付属



第 26 図 富士製鉄株式会社釜石製鉄所納
電動操作式ゴグルバルブ
形式 GV-HHE 2500 電動機 220 V 60~ 1.5 kW



第 27 図 日立セメント株式会社日立工場納
乾式セメントキルン用電気集じん装置

第 9 表 36 年度納入ゴグルバルブ一覧表

納 先	形 式	台数
日本鋼管株式会社鶴見製鉄所	GD-HH 2500	1
日本鋼管株式会社鶴見製鉄所	GD-VH 2000	3
日本鋼管株式会社鶴見製鉄所	GD-VL 1500	2
住友金属工業株式会社和歌山製鉄所	GD-VH 2000	2
住友金属工業株式会社和歌山製鉄所	GD-VL 1800	8
八幡製鉄株式会社八幡製鉄所	GD-HL 2500	2
富士製鉄株式会社釜石製鉄所	GD-HHE-2500	1

形 式	G : ゴグルバルブ	D : 複 座	H : 横 形
	V : 縦 形	H : 高 温 度	L : 低 温 度
	2500 : 口 径	E : 電 動 式	

で納入し各所で好調な実績をあげている。

36 年度は、時代の要求たる自動運転について昨年来研究を続けた電動操作式ゴグルバルブを完成、富士製鉄株式会社釜石製鉄所に 2,500 φ 1 基を納入した。第 26 図は工場試験中の本器外観を示す。

36 年度の納入実績は第 9 表のとおり。

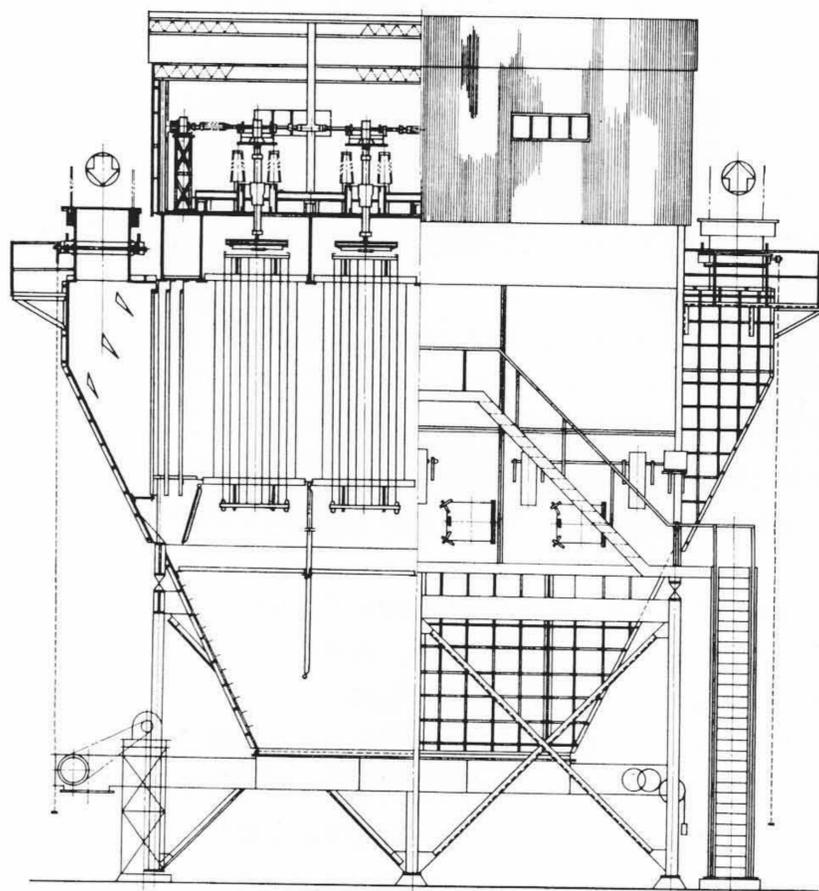
19.3.3 セメント産業用電気集じん装置

各種キルンの中で最も実績の多いレポールキルン用電気集じん装置を大阪窯業セメント株式会社高知工場に 2 基納入した。形式 CO-HP₂₃ 処理ガス量 133,500 Nm³/h, ガス温度 85°C, 集じん率 99% で集じん極槌打方式は縦打とし、波形鉄板電極板に堆積するダストの離脱を容易にし、放電線には実績ある角線を採用し、スパークによる線の振動を防止、安定した荷電状況を持続できる特長を持っている。

また、乾式セメントキルン用電気集じん装置は近来煙害問題がやかましく取り上げられ、高集じん率を要求されるが、ダストが高抵抗で湿分がきわめて少ないので、かなりむずかしいことで決定的な製品は見られなかったが、今回第 27 図の日立セメント株式会社日立工場に、処理ガス量 170,000 m³/h, ガス温度 190°C, 集じん率 99% の電気集じん装置 1 基を納め好評を博している。

すなわち、特殊な放電線支持による振動防止と電圧調整範囲 100% の過飽和リアクトル制御方式を採用することなどにより、乾式キルンでも高集じん率電気集じん装置の設計が可能であることを実証した。

同じく、日立セメント株式会社日立工場にねん土ドライヤ用電気集じん装置 1 基を納入した。ガス量 170,000 m³/h, ガス温度 70°C, 集じん率 99% で集じん電極には従来の波形と特殊平板形を組み合わせ、ダストの再飛散防止と電極板の腐食の考慮を払ったものである。



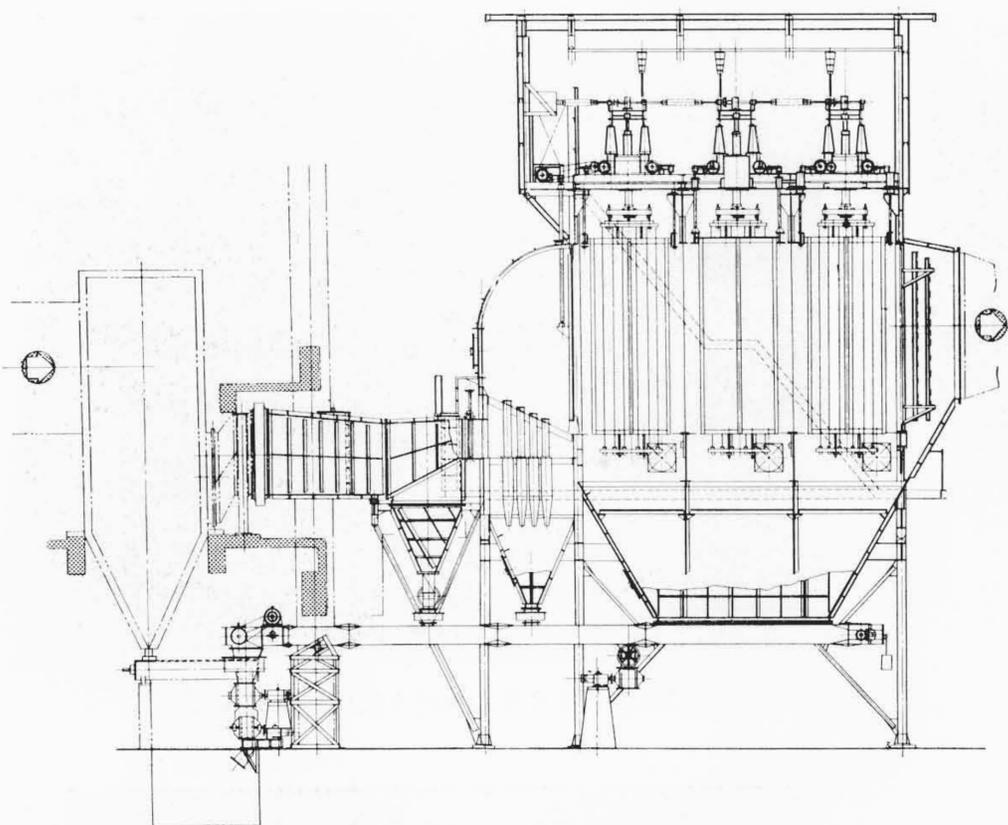
第 28 図 硫酸工業用電気集じん装置

19.3.4 硫酸工業用電気集じん装置

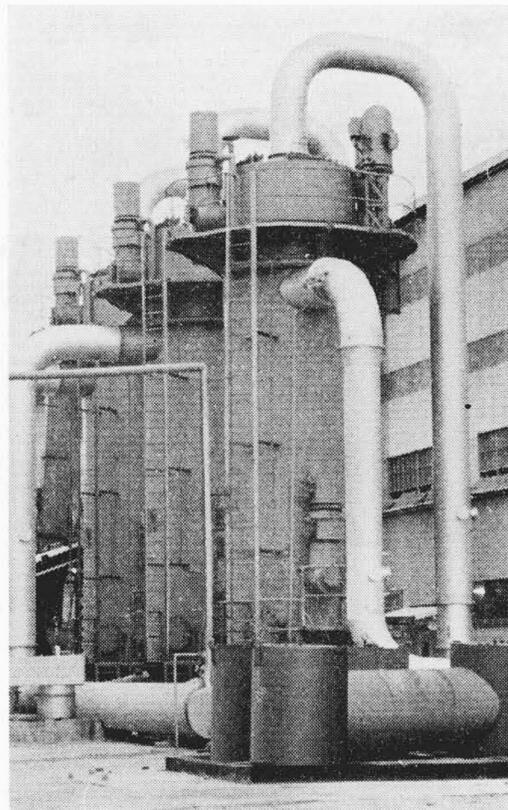
硫酸製造設備の一環として SO₂ ガス清浄用として電気集じん装置が使用されるが、36 年度も硫酸ダスト電気集じん装置 (EP) 2 基および硫酸ミスト EP 4 基を納入した。

日本鋳業株式会社佐賀製錬所納硫酸ダスト EP は亜鉛鋅を含む硫化鋅転炉排ガス中の鋅じん除去用の高温用 EP で、形式 SO-HP₂₄, 処理ガス量 55,600 m³/h, ガス温度 450°C, 入口含じん量 25 g/Nm³, 集じん率 99% の計画である。第 28 図はその外観を示す。

また日本製錬株式会社敦賀工場納硫酸ダスト EP は亜鉛鋅流動焙焼炉排出ガス清浄用高温 EP で、形式 SO-HP₂₄, 処理ガス量 27,250 m³/h, ガス温度 300°C, 入口含じん量 20 g/Nm³, 集じん率 99% であり、いずれも鉄板製屋外形建屋で、従来の高温用 EP がすべて耐火煉瓦積建屋であったものに対し小形軽量とガスもれ防止に



第29図 アルミナキルン用電気集じん装置



第30図 昭和電工株式会社大町工場納
カーボン電極焼成炉用電気集じん装置

よる性能向上が計られた。また硫酸ミストEPとしては三菱化成黒崎工場既設EPの改修として8室2区分を順次改修するが、36年度は完全屋外形のミストEPとして4室分を納入した。

19.3.5 化学工業用電気集じん装置

近来アルミニウムの需要増加に伴い、生産設備の拡充がなされ、その一環としてボーキサイト焼成キルン用電気集じん装置1基を34年度に引き続き納入、好調に運転中である。

特長は高含じん量 200 g/Nm³ 以上に対して十分な性能を発揮するようにマルチサイクロンと電気集じん装置とを組み合わせた、MC-EP (SO-HP₂₃)形式を採用し、有価物回収と煙害問題を同時に解決したことであって経済的設計である。外観は第29図に示す。

	処理ガス量 (Nm ³ /h)	ガス温度 (°C)	入口含じん量 (g/Nm ³)	集じん率 (%)
計 画	30,700	340	214	99.3
実 測	37,180	312	206	99.9

電気炉の利用が盛んになりカーボン電極の生産が急増している。

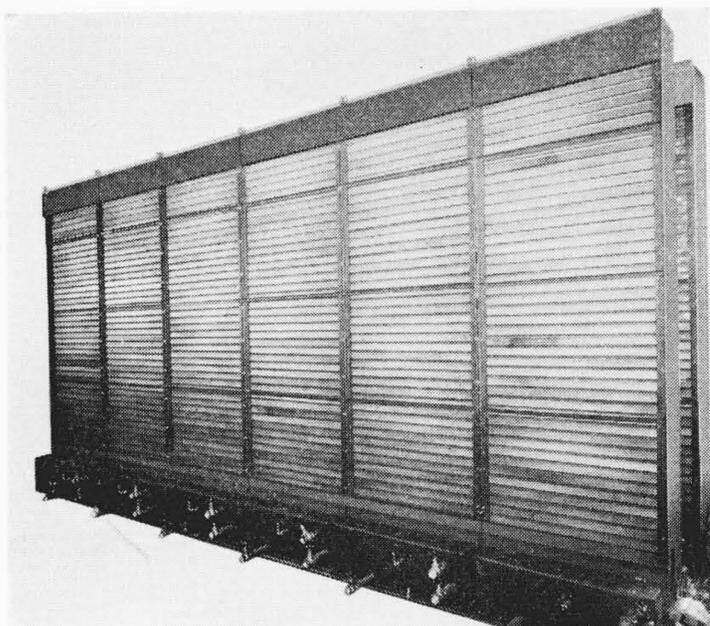
今回昭和電工株式会社大町工場にカーボン電極焼成炉用電気集じん装置3基を納入し順調に運転中である。

第30図は運転中の集じん装置の外観図である。本装置はカーボン電極整形に使用するピッチ中のタール分が焼成時に、煙突から黄色のミストとなって排出され煙害を起すが、この捕集に管形のタールミスト用電気集じん装置を納入した。形式SO-VT₁₁、処理ガス量8,000 Nm³/h、入口含じん量9 g/Nm³、集じん率98%のものである。

従来集じんはスプレーワッシャ程度で国内各社ではまだ実用化されていなかったもので、今後国内でも使用されるものと期待される。

ガス工業関係として、東京ガス株式会社豊洲工場にTOG式油ガス化炉用電気集じん装置3基を納入した。これはすでにCWGガス用として同一設計のものが33年度末2基納入され、その好実績に基づくものである。

本装置は管形集じん極により均一な電界強度を得、円筒形でガスをリークの完全防止ができる構造を持つものである。形式SO-VT₁₁、処理ガス量24,000 Nm³/h、ガス温度45°C、入口含じん量10 g/Nm³、集じん率99.5%、無機化学関係では、日本化学工業株式会社小松川工場にクローム酸焼成キルン用電気集じん装置を1基納入した。こ



第31図 日新製鋼株式会社大阪工場納センジマール
コールドミル用日立回転油膜式エアフィルタ

の装置は日立製作所が昭和11年納入した電気集じん装置の好成績に基くもので、今回納入せる装置の仕様は次のとおりである。形式SO-HP₂₃、処理ガス量57,000 Nm³/h、ガス温度300°C、入口含じん量5 g/Nm³、集じん率98%で現在好調に稼働中である。

製紙工業用としては、トムリンソンボイラ用ぼう硝回収電気集じん装置を株式会社巴川製紙所新宮工場に1基納入した。この装置の仕様は次のとおりである。形式CO-HP₂₃、処理ガス量87,000 Nm³/h、ガス温度170°C、入口含じん量5 g/Nm³、集じん率97%。

19.3.6 電動機用エアフィルタ

大形電動機、ミルモータ用冷却空気の清浄用として、従来から各種のものを多数製作納入してきたが、36年度に納入した最大容量のものは日新製鋼株式会社大阪工場納のセンジマールコールドミル用日立回転油膜式エアフィルタであり、清浄空気容量600,000m³/h at 常温である。

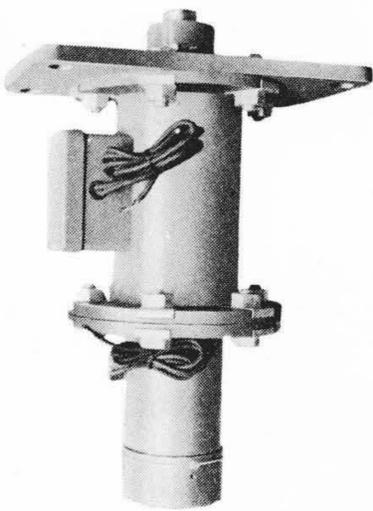
第31図は工場内組立試験中の本機の一部を示す。

19.3.7 電気集じん装置荷電用配電盤

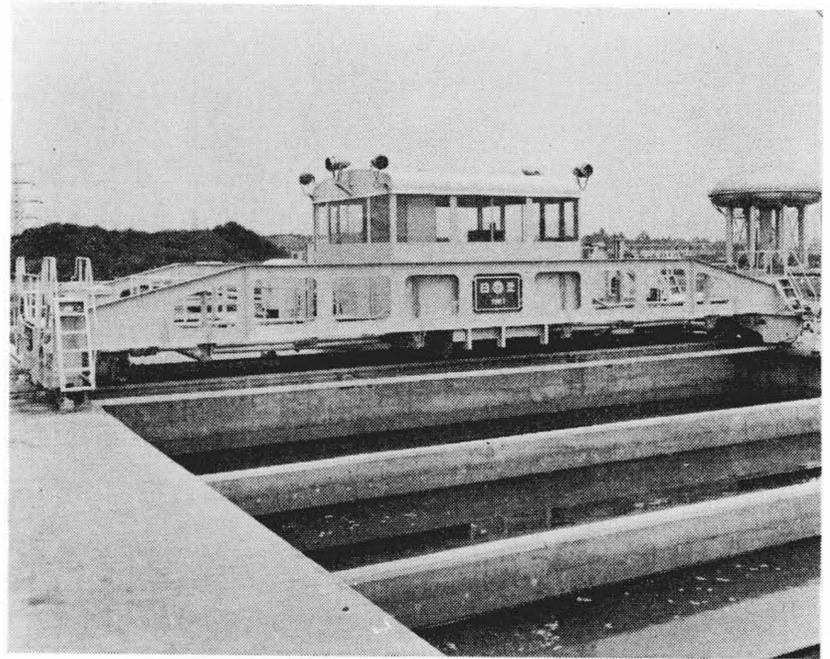
電気集じん装置の制御方式は可飽和リアクトルと磁気増幅器による高効率運転方式を採用しており、装置内における電弧短絡に対しては可飽和リアクトルが急速に応答し、運転電圧を低減して消弧さ



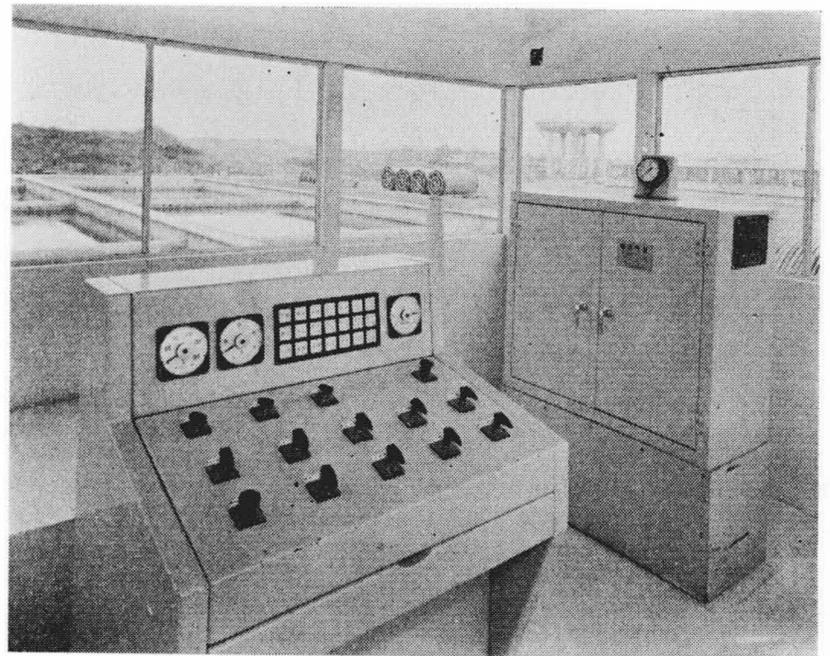
第 32 図 日立セメント株式会社納
電気集じん装置用操作配電盤



第 33 図 CS 形 SL 式コットレル用電磁ハンマ



第 34 図 東京都水道局東村山浄水場沈でん池



第 35 図 クラリファイヤの運転室

せ約 5 サイクルでもとの状態に回復させる。また永続的故障に対しては電源回路を自動遮断して警報を発する。

本装置は無接点方式であるので従来の方式に比べ格段とすぐれている。第 32 図は日立セメント株式会社納電気集じん装置の操作配電盤である。

19.3.8 コットレル用電磁ハンマ

コットレル集じん装置においておもにフライアッシュの回収用として用いられている。

電磁ハンマは電磁石の吸引力を利用し、その吸引力により集じん電極板の槌打を行うものである。

従来の機械的槌打法（モータ駆動により重量物を落下させ衝撃を与える方法）に比較して下記のような特長をもっている。

- (1) 電磁線輪への通電電流と変えることにより槌打力を変えることができる。
- (2) 電磁線輪への通電間隔を変えることにより槌打間隔を自由にすることができる。
- (3) 構造が簡単で保守点検が容易である。
- (4) 小形軽量で取付面積が少なくすむ。

19.4 水 処 理 装 置

19.4.1 クラリファイヤ

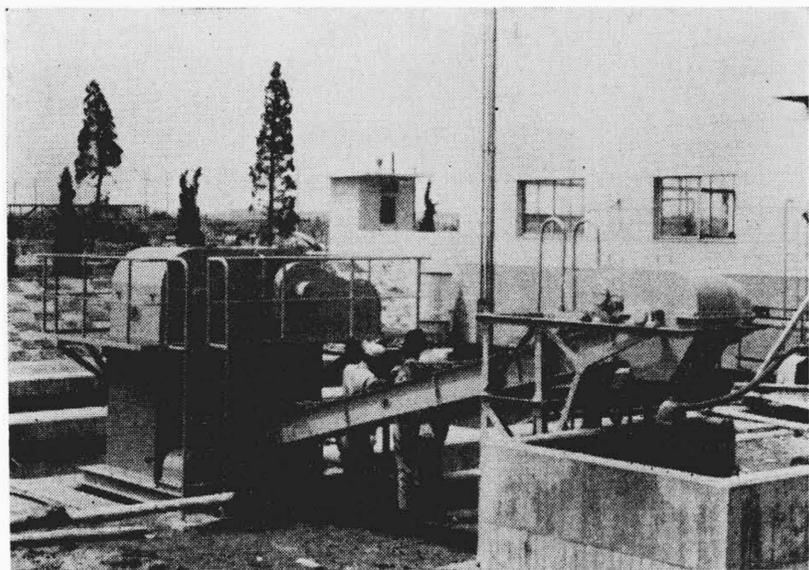
東京都水道局東村山浄水場納クラリファイヤは、日本最大と称される東村山浄水場に設置され、一台につき中間整流壁式沈澱池の第一沈澱帯 4 池 8 区画の沈澱汚泥を汚泥ホッパにかき寄せせるもので、その設置状況は、第 35 図のとおりである（今年度 2 台）。横行距離は、116.25 m、走行距離は 22 m で、横行、走行速度は、高速時 5 m/min、低速時 0.167 m/min となっている。

運転方式は、半自動で運転室内の操作盤における切替開閉器を自動側とすれば、横行、走行の二つの操作開閉器を操作するのみで、順次、各区画のかき寄せ作業を自動的にかつ確実に行うことができる。すなわち、横行動作は最初高速にて進行し、末端行程 300 mm のみ低速となり、走行位置で停止し、横行車輪を上昇、ロックングして終る。走行動作は高速にて前進し、池端付近の所定位置で低速となり、停止すればかき寄せ板せん端が池底上約 300 mm の位置まで下り、さらに低速前進し、池端より約 200 mm で停止する。この時かき寄せ板はさらに下って池底に達すれば低速にて後進し、かき寄せ作業を行い、汚泥ホッパ上端に至り停止し、最初の位置にもどる。次に横行位置まで高速と末端行程 300 mm 間を低速で後進し、横行車輪を下降することにより軌条に接せしめ、全体を規定位置まで上昇させた後ロックングして終る。

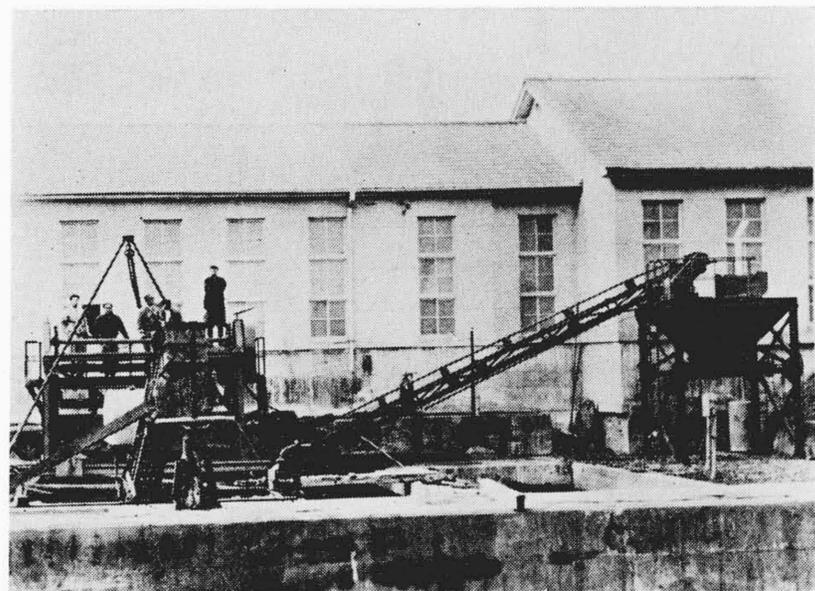
構造、機構に対しては次の点に改良が施されている。ケーブル巻取装置にトルクモータを使用し、高低両速時に対し円滑な動作が行われる。運転室内の電動機、減速機などの機械部分を床面下に設置し、操作盤などの配置が運転に便利である。かき寄せ板の巻上装置の昇降用ドラムで鋼索を巻き取るとき、イコライザシブの作用で鋼索張力に不平衡を生じない。横行および走行装置は一個の電動機で駆動され、低速と高速の切替は電磁クラッチによる。横行車輪昇降装置は、油圧式で動作が円滑でしかも小形であり、昇降時間の調整も容易である。

第10表 昭和36年度における沈砂かき揚機と自動除じん機とのおもな納入実績

納 入 先	機 種
八 代 市 役 所	自動除じん機 (内かき)
宇 部 市 役 所 芝 中 ポンプ場	自動除じん設備 (外かき)
大 垣 市 役 所 築 捨 下 水 処 理 場	沈砂かき揚げ設備 (Vバケット)
宇 部 市 役 所 居 能 下 水 処 理 場	沈砂かき揚げ設備 (Vバケット)
首 都 高 速 道 路 公 団 汐 溜 ポンプ場	自動除じん設備 (外かき)
横 浜 市 建 設 局 本 牧 下 水 処 理 場	沈砂かき揚げ設備(Vバケット移動式)
名 古 屋 市 水 道 局 岩 塚 下 水 処 理 場	自動除じん設備 (外かき)
芦 屋 市 役 所	沈砂池設備 (外かき・Vバケット)
岡 山 市 役 所	自動除じん機 (外かき)
徳 島 市 下 水 道 建 設 事 務 所 中 央 ポンプ場	自動除じん機設備(外かき)
堺 市 水 道 事 業 所 三 宝 処 理 場	沈砂かき揚げ機設備(Vバケット式)
神 戸 市 建 設 局 魚 崎 ポンプ場	自動除じん機設備(外かき)
尼 崎 市 建 設 局 東 部 下 水 処 理 場	沈砂かき揚げ機設備(Vバケット式)



第36図 宇部市居能下水処理場納沈砂かき揚げ機



第37図 宇部市芝中ポンプ場納除じん設備の据付状況

19.4.2 沈砂池用設備

下水終末処理場または排水ポンプ場などでは流入下水中の砂、木片その他異物を除去するためにポンプ室の前に沈砂池を設ける。

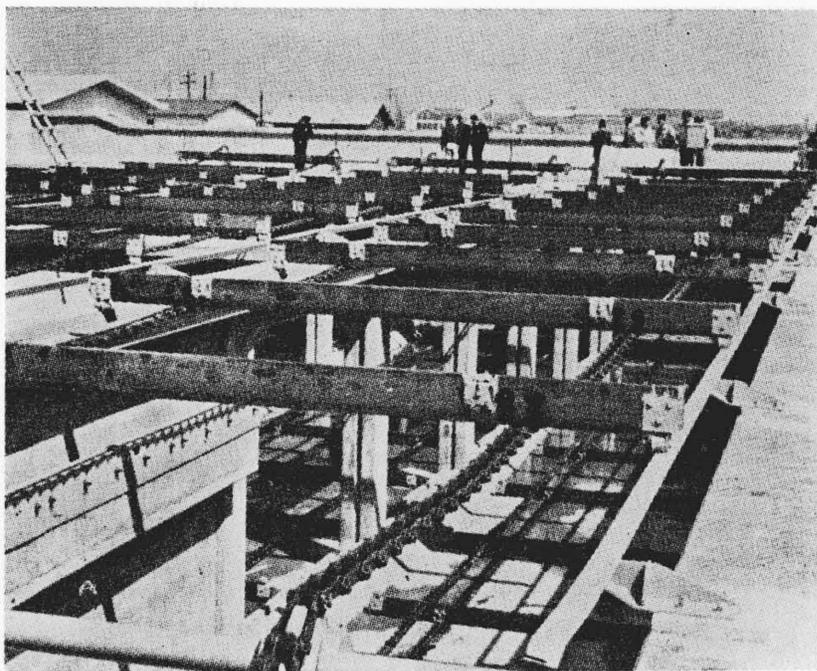
この沈砂池で除去される沈砂および篩渣の処理は従来主として人力に頼っていたが、近年下水処理機械の発達に伴い沈砂かき揚げ機、自動除じん機などの機械設備を設けるようになった。またその機械設備も逐次改良され規模もしだいに大形化し完全無人運転化する傾向にある。

(1) 沈砂かき揚げ機

沈砂池の形状は近年矩形を採用する傾向にあり、したがって沈砂かき揚げには第36図に示すようなVバケット式またはスクレーパ式との併用が多く用いられる。Vバケット式は二列のチェーンの間に取り付けられたVバケットにより沈砂をかき揚げるもので、さらに

第11表 沈でん池用汚泥掻集機のおもな納入実績

納 入 先	池 別
大 垣 市 役 所	築捨下水処理場
名 古 屋 市 水 道 局	千年下水処理場
東 京 都 水 道 局	小台下水処理場
長 野 市 役 所	終末処理場
徳 島 市 下 水 道 廻 設 事 務 所	中央ポンプ場
大 阪 市 土 木 局	千島処理場
神 戸 市 建 設 局	中部下水処理場



第38図 大垣市役所築捨処理場汚泥掻集機

ドラグチェーンコンベヤなどにより砂溜まで搬出される。

(2) 自動除じん機

自動除じん機には内かき式と外かき式とがあるが、雨水沈砂池などの大形のものには外かき式のものが多く採用されている。第37図は宇部市芝中ポンプ場に設置した格子有効幅約3.3mの自動除じん設備を示す。

19.4.3 汚泥掻集機

近年全国的に下水終末処理場の整備が急がれているが、なかでも従来主として大都市を中心に進められて来た処理場の整備計画も逐次地方都市において実施されるようになってきた。

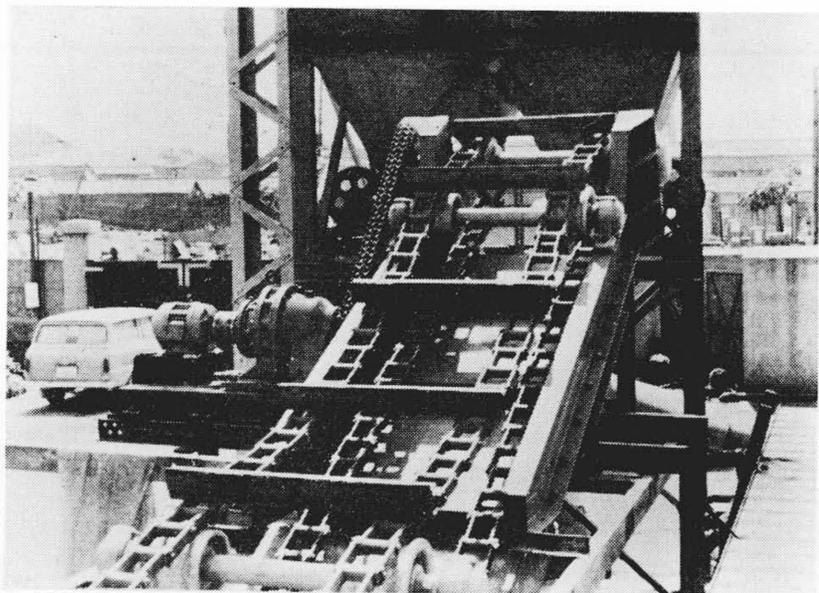
また沈でん池は処理水量の増加に伴い合理的な大形矩形池を採用する傾向にあり池の全長50mに達するものさえある。したがって機械設備もそれに応じ種々改良されている。第38図は大垣市築捨下水処理場に納入した汚泥掻集機の一部を示すもので特にスクレーパの回り側走行部にローラを付したので走行抵抗が減少し運転が円滑である。

19.4.4 スケール掻集機

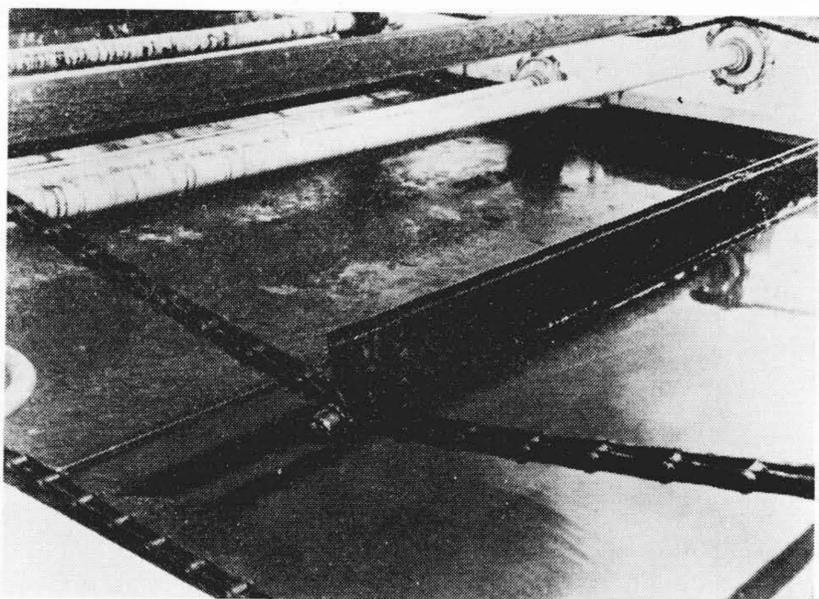
製鉄所での工業用水の使用量は設備の増強に伴い、近時飛躍的に増加し、排水の一部を浄化しこれを再使用して工業用水の不足を補っている。特に圧延工場から排出される水には多量の圧延スケール

第12表 スケールコレクタのスカムコレクタのおもな納入実績

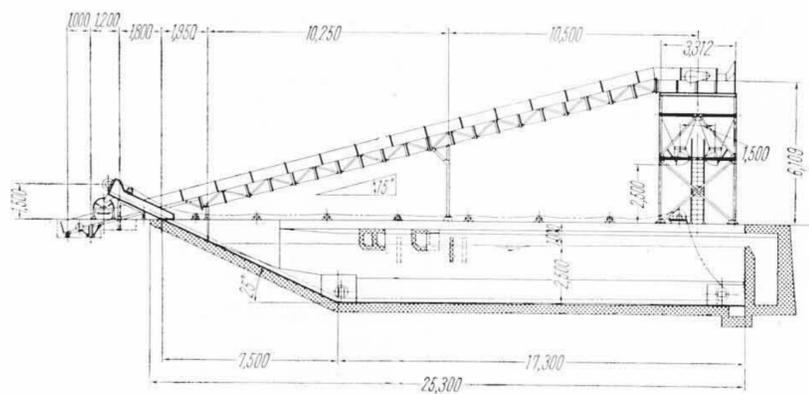
製作年度	納 入 先	形 式
1959	富士製鉄株式会社広畑	スケールコレクタ
1959	八幡製鉄株式会社戸畑	スカムコレクタ
1960	尼崎製鉄株式会社	スケールコレクタ
1960	丸善石油株式会社	スカムコレクタ
1961	富士製鉄株式会社広畑	スケールコレクタ
1961	住友金属株式会社小倉	スケールコレクタ



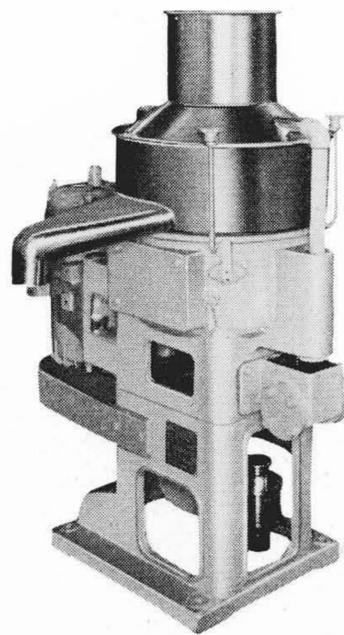
第39図 富士製鉄株式会社広畑製鉄所におけるスケールコレクタの工場試運転の状況



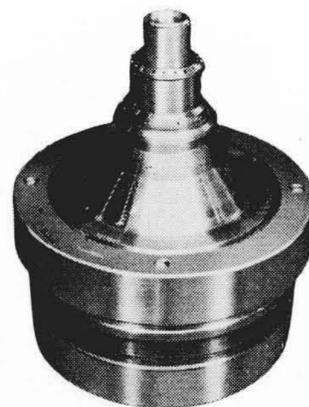
第40図 スカムコレクタの浮遊油のかき寄せ状況



第41図 スケールコレクタ概略寸法図



第42図 6 DOCS-F 形遠心清浄機



第43図 6 DOCS-F 形遠心清浄機ボウル

が含まれており、それを除去回収するためにスケール掻集機が用いられる。36年度も富士製鉄広畑製鉄所および住友金属小倉製鉄所に納入し好評を得ている。

特に従来のもとは異なる点は2台の掻集機を並列に配置し、かつ圧延排水を掻集機の間側面より導入し流入扉により使用すべきコレクタに任意に流路を切り替えられるようにしたことである。また流入口前面には整流壁を設け流入水の流速を落とすとともに沈でん池内を水が一様に流れスケールの除去率が高まるようにくふうされている。

また水面上に浮いた油の除去には第41図に示すようなスカムコレクタを使用することがある。

19.5 遠心清浄機

従来一液とそれより重い固形微粒物との混合液を分離する場合には軽、重二液分離用清浄機を流用してきたが、臭化銀やカーボン微粒粒子のように、固形物がきわめて微粒で、しかも固形物の回収のみ

に使用する場合にはその取り扱いが不便であった。昭和36年度に開発された6 DOCS-F形はボウルにくふうを加えこの欠点をなくした清澄専用機であり、臭化銀分離回収用に納入し成果をあげた。

このボウルは重、軽二液の比重差に対する調整部分および重液通路をはぶいた簡単な構造のもので、分離度および分離固形物の回収率が高くかつボウルの掃除が簡単である。このため分離が困難でしかも貴重な固形物の分離回収用に最適である。なおモートル、ボウル回転数などの仕様は標準形と同様である。