

# 6 化学プラント

## Chemical Plants

日本の化学工業界が昭和46年に直面した大きな問題は、従来から引き続いた量的な拡大、発展から豊かな人間生活を享受するという質的な発展への大きな転換であって、化学プラントのエンジニアリングの上に、公害防止ないし無公害プロセスの開発に大きな努力がなされ始めたことである。日立製作所は、この観点から、いわゆるクローズドサイクル無公害プロセスの開発を重点施策の一つとしてとりあげ、たとえば某社に亜硫酸ガスの回収と同時に無公害合成紙を製造するプラントの建設。また、ある種の塩素含有合成樹脂製造時の副成物質からの塩酸回収、プラスチックの裁断片、廃棄物などを焼却し、その排ガスより有効成分を回収して使用するプロセスの開発など新更時代に即応した各種プラントの実現に意欲的に取り組み始めた。

一方、昭和45年に引き続き、エンジニアリング企業ならびに機器メーカーとしての斯界への貢献は大きく、主要項目として次のものがある。

(1)計算機のエンジニアリング部門への導入を活発に推進し、今回さらに、エチレンプラント、水蒸気改質炉の計画に必要な、反応シミュレーションおよびそれに伴う伝熱シミュレーション技術を確認するとともにエチレン分解炉の計算制御技術を開発した。

(2)合成繊維、合成樹脂製造分野では昭和45年に引き続きポリエステル、アクリロニトリル、テレフタル酸、スチレンモ

ノマー、塩化ビニル製造プラントを建設し、医薬品関係では明治製薬株式会社に大規模な抗生物質製造プラントを納入した。外国向けとしては、アフリカに大形空気分離装置を、インドにアンモニア合成プラントおよび合成ガス製造プラントを輸出した。

(3)大形機器としては、最大直径11.5m全長25.7m重量400tの大形塔を納入した。そのほかフランス向けにチタン製リアクタをスウェーデン、米国、ソ連、東独などにアンモニアプラント、石油精製プラント用などの大形機器を輸出することができた。

(4)特殊な化学機械としては、遠心薄膜蒸発機（日立コントロール、日立ザンバイ、V.L.）、遠心抽出機（日立遠心抽出機）などを製造しているが、日立製作所が開発したポリプロピレンプラント用溶剤回収装置用として今回、日立コントロール装置をポーランド向けに、また、テレフタル酸製造用としてチタン製日立コントロール装置を Chinese Petro Co. に輸出した。また製品回収ならびに公害防止兼用のユニットプラントとして、製薬会社向けに日立コントロール装置、日立遠心抽出機を組合せ納入した。

従来から海外の諸研究機関など（F.R.I., H.T.R.I., I.G.T., B.M.I., S.R.I.など）に加入し、最新の技術を得るとともに、日立の研究成果を発表し、技術の向上に大きな貢献を行なっている。

### ■ インド向 輸出アンモニアプラントの完成

日立の輸出化学プラントとしてプロセス性能保証および試運転指導を含めたインド国 the Fertilisers and Chemicals, Travancore Ltd. (略称FACT) 向けアンモニアプラントおよび the Fertilizer Corporation of India Ltd. (略称FCI) 向けアンモニア合成ガス製造プラントの引渡しは、昭和46年5月に完了した。FACT社向けは、インドの南端に位置するKerala州Cochinに建設され、原料ナフサから液体アンモニアを製造するもので昭和41年3月に受注したものである。原料ナフサの脱硫部門には日立の技術提携先であるBPプロセス、改質部門には、改質炉として世界的に定評があり、日立が提携しているSELAS炉を用いたICIナフサ、スチームリホーミングプロセス、そして、合成部門には、ICIプロセスを採用し、ガス精製部門およびアンモニア回収部門には、日立独自で計画設計したプロセスを採用したもので、脱硫部門から合成、アンモニア回収までを日立自身でエンジニアリングした、一貫アンモニアプラントの完成をみたものである。FCI社向けは、インドの北東に位置するBihar州Dhanbadに建設され、原料ナフサから水素を得るプラントで、範囲としては原料ナフサの脱硫部門、改質部門およびその廃熱回収部門からなり、FACT社向けとほぼ同時期に受注したものである。FACT、FCI社向けとも、受注してから引渡しまでに、インドの特殊事情により、数多くの問題を有した

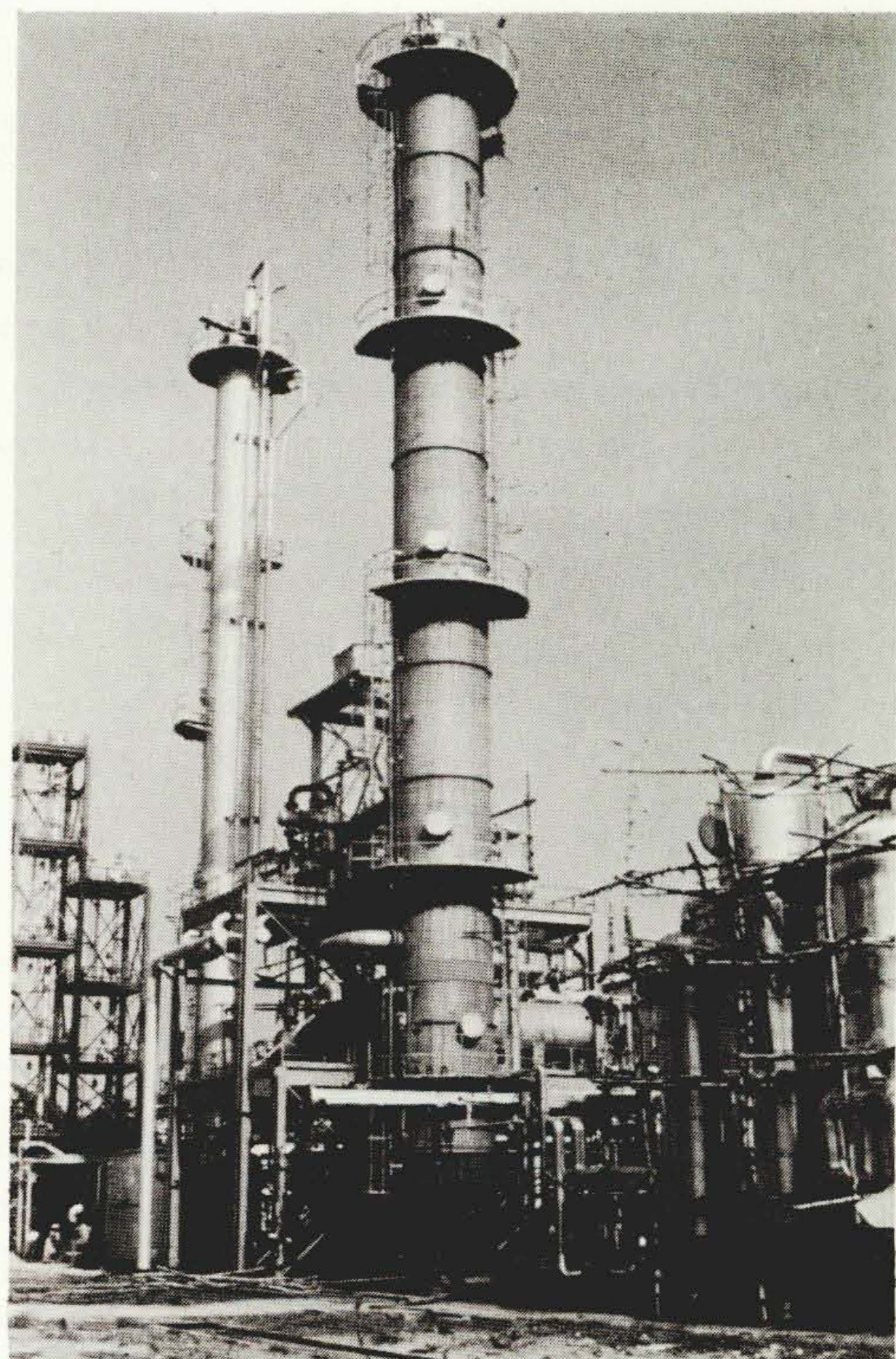


図1 FACT納ガス精製部門



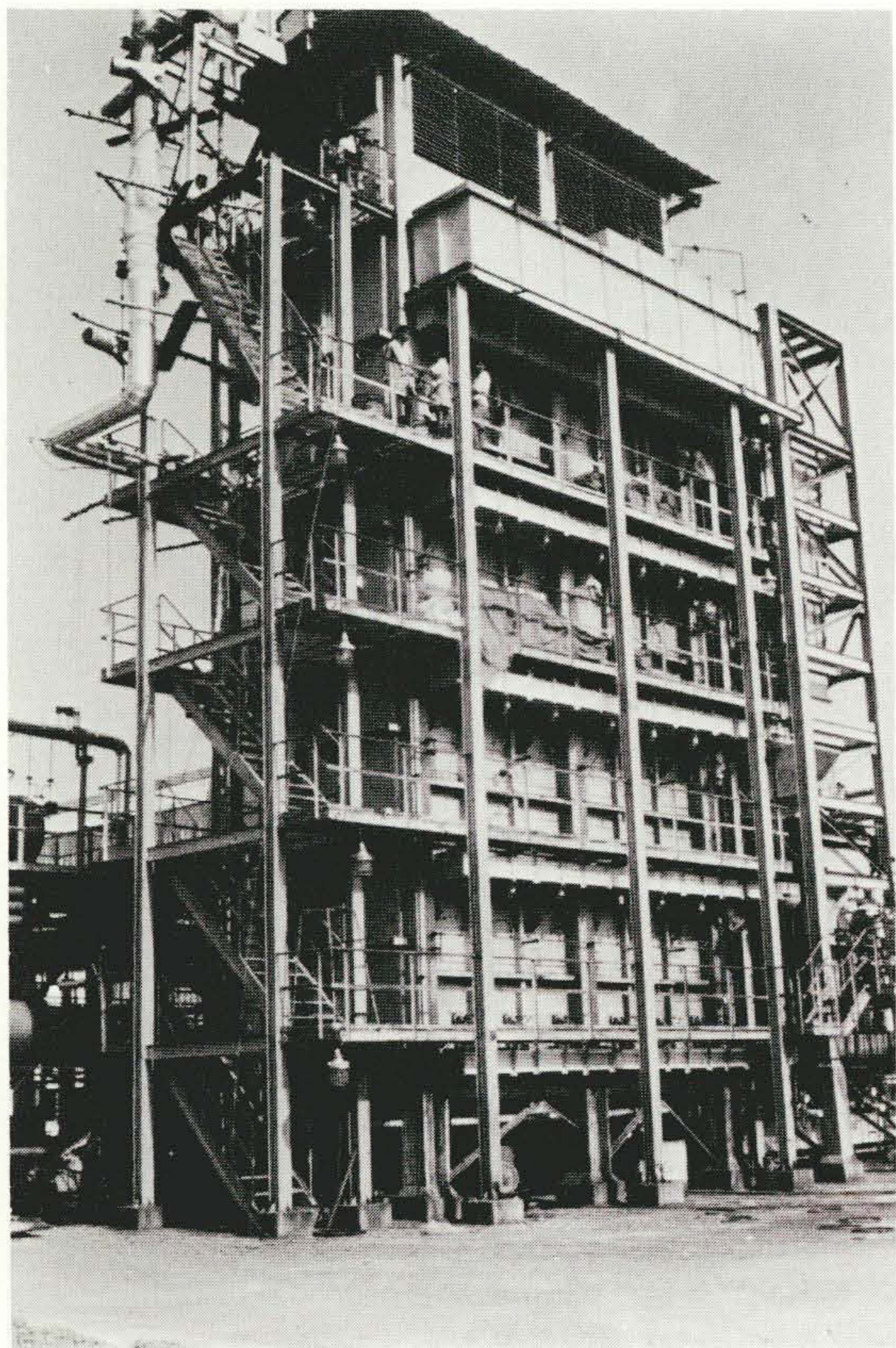


図2 FACT納 改質炉

が、それらを、一つ一つ誠意をもって処理し解決したこの実績が、今後化学プラントの輸出に対し多大の自信と光明をもたらすものと確信する。

### ■ 超大形TO-プラントの完成

近年、鉄鋼業界における転炉、高炉の製鋼技術の進歩発展はめざましいものがあり、年々、製鋼炉の設備容量は大形化の一途をたどっている。これに付帯する酸素設備（空気分離装置＝TO-プラント）も大容量化が要求され、昨年までは最大容量のものとして、15,000Nm<sup>3</sup>/hのTO-プラントが計画設置されていたが、昭和46年にはいってからは、1.5倍から2倍容量の20,000Nm<sup>3</sup>/hと30,000Nm<sup>3</sup>/hの超大形TO-プラントの設備が計画、建設されるようになった。表1は、最近の超大形TO-プラントの納入建設状況を示すものである。

超大形TO-プラントの特長は次のとおりである。

- (1) 酸素原価が安くできること。すなわち、酸素分離効率が良く、酸素1Nm<sup>3</sup>あたりの酸素発生電力原単位が約0.4kWH/Nm<sup>3</sup>O<sub>2</sub>程度ときわめて小さい。
- (2) 完全な集中監視、自動制御遠隔操作方式の採用により保守、運転操作が簡略化し、長期連続運転を可能にし、運転人員を少なくしている。
- (3) 熱交換部の主体には、アルミプレート式可逆熱交換器がほとんど採用され、起動時間を短縮して運転性を向上させている。
- (4) プラントの緊急停止、保守時に備えて、ガス酸素の需要にあわせ液体酸素も採取できるようにしてある。
- (5) プラントの寒冷発生源となる膨張タービンには、発電機と

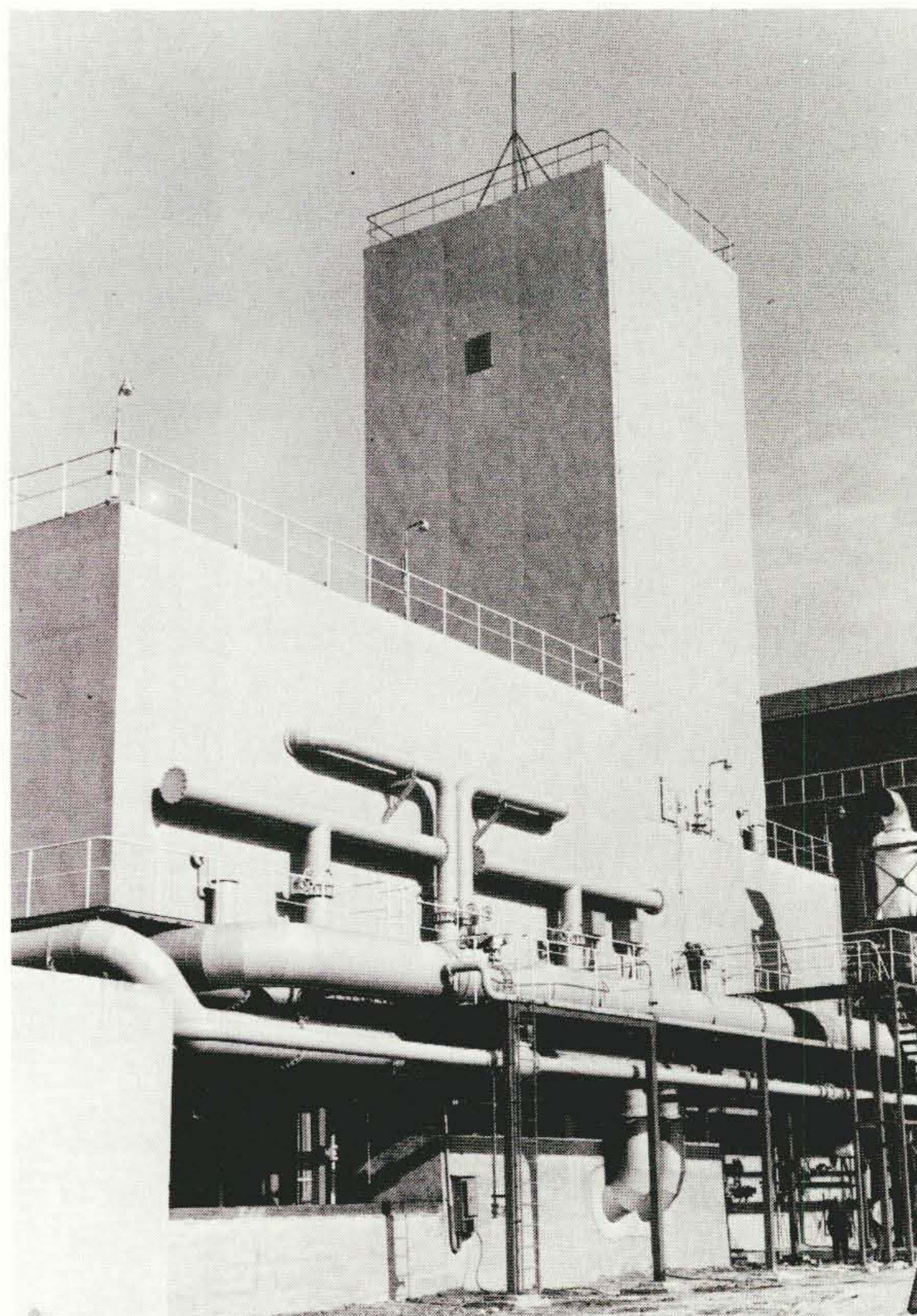


図3 30,000Nm<sup>3</sup>/h TO-プラント

接続した動力回収形を使用している。

- (6) 超大形プラントになると建屋建設費が莫大になるため、屋外設置プラントとしている。
- (7) 製品酸素ガスは発生量にマッチした容量の2,000mmAqより25～30kg/cm<sup>2</sup>Gまでワンタッチで起動できるターボ形酸素ブロワで圧縮されている。

表1 最近の超大形TO-プラント

|       | プラント容量                             |                                      |
|-------|------------------------------------|--------------------------------------|
|       | 酸素発生量, 純度                          | 窒素発生量, 純度                            |
| 実 例 1 | 17,500 Nm <sup>3</sup> /h<br>99.6% | 6,800 Nm <sup>3</sup> /h<br>99.99%   |
| 実 例 2 | 20,000 Nm <sup>3</sup> /h<br>99.6% | —                                    |
| 実 例 3 | 30,000 Nm <sup>3</sup> /h<br>99.6% | 20,000 Nm <sup>3</sup> /h<br>99.999% |
| 実 例 4 | 33,500 Nm <sup>3</sup> /h<br>99.6% | 11,000 Nm <sup>3</sup> /h<br>99.999% |

### ■ スチレンモノマープラントおよびリアクタの設計

今回、新日本製鐵化学工業株式会社向けに40,000t/yのスチレンモノマープラントを納入した。本プラントは昭和40年に納入したプラントをスケールアップしたもので、おもな特長は次のとおりである。

- (1) スチームスーパーヒータと再熱炉を一つの炉にまとめており2種類の流体を同時に加熱するため設計的に特別な注意が払われており、これにより装置の簡略化を果たすことができた。
- (2) このリアクタの詳細エンジニアリングには日立製作所も参画し、主要デイメンションを決定した。設計にあたって触媒





図4 スチレンモノマー製造プラント

層内の反応ガスの流動解析をはじめとする触媒層のスタディを行ない、リアクタのコンパクト化を図った。またリアクタは非常に高温にさらされるが、材質、構造、特に熱膨張差の吸収に注意が払われている。本プラントは、昭和46年7月にスタートして現在順調に運転中である。

### ■ 輸出向 大形アンモニアプラント用の ボイラ用熱交換器

このほど、TECより輸出向けの1,360t/d大形アンモニアプラント用のボイラ用熱交換器を通算6系列分受注し、一部はすでに納入した。本熱交換器の基本設計はアメリカM・W・KELLOGG社により行なわれたが、形式はバイオネット形(図5)と固定管板形である。

バイオネット形熱交換器については、

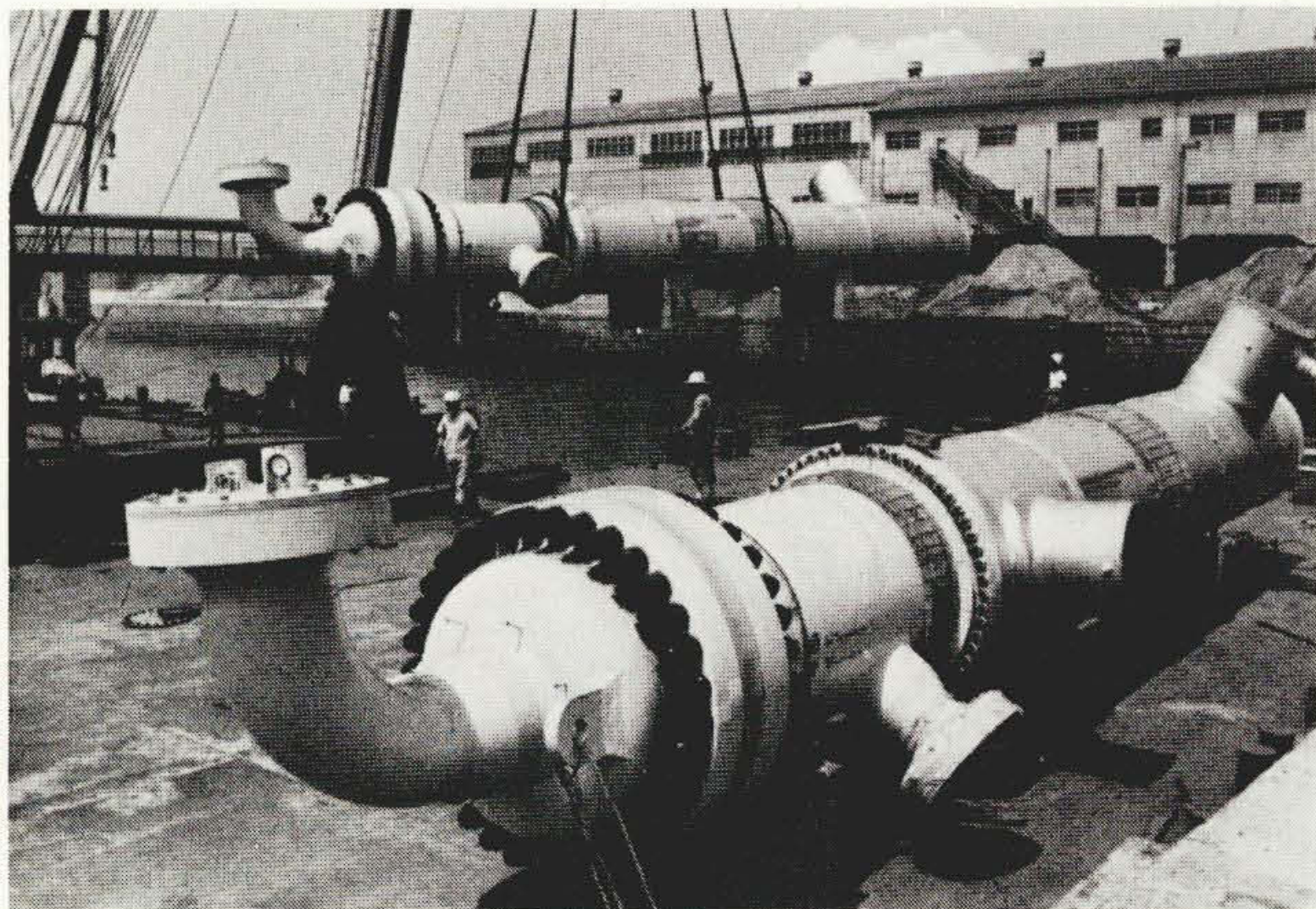


図5 アンモニアプラント用のボイラ用熱交換器

- (1) 管先端部の構造を決定するために水流実験を行ない、その結果に基づいて最適形状を選んだ。
- (2) プロセスガスの1,000℃、40atgという条件に耐えるため、キャストブライニングとシェルを一体と考えて設計した。
- (3) いずれの熱交換器についてもシェルの溶接には全面的にエレクトロスラグ溶接を採用した。
- (4) 管端溶接部については、特に入念な検査を行なった。

### ■ メタノール合成塔の製作

従来の高圧合成法に代わり、低圧でメタノールを合成する方法が開発され、欧米では大形のメタノール・プラントの建設が盛んに行なわれている。

今回、アメリカのセラニーズ社に納入したメタノール合成塔は、新しい低圧合成法プラントの主機で、世界でも屈指の大形合成塔である。総重量200t、使用材質 $\frac{1}{2}$ Mo鋼の同機器の設計、製作にあたっては厚肉胴であるため、ぜい性破壊という点に特に注意を払い、応力の集中を緩和する構造の採用とともに、製作途上での非破壊検査の大幅採用と、高度の製作技術により厚肉容器の製作技術を確認した。

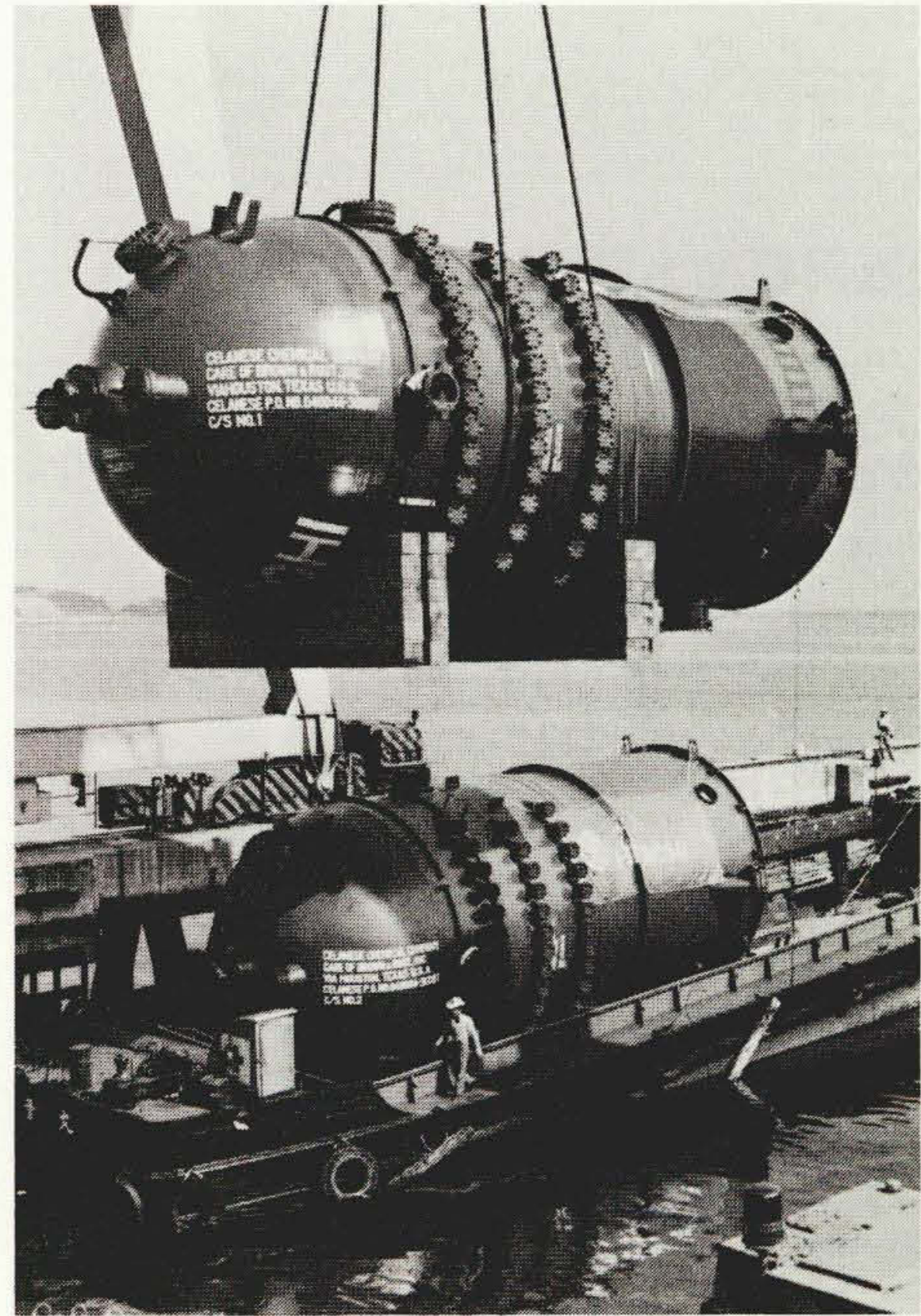


図6 船積される  
メタノール  
合成塔

### ■ 石油精製プラント用大形蒸留塔

石油精製プラント用蒸留塔は常圧あるいは減圧で運転され、しかも水蒸気蒸留を併用してもなお高温となる。機器材料は石油に含まれる硫黄(イオウ)などによる腐食が問題となるためオーステナイト系あるいはフェライト系ステンレス鋼を使用することが多いので、水素による遅れ破壊防止、大径薄肉による変形防止など高度な溶接、製作技術が必要である。従来の石油化学用大形蒸留塔の製作で得た軽量化、合理化技術の経験を生かし、次のような国内外向け石油精製プラント用大形蒸留塔を製作納入した。なお、現在さらに大形の蒸留塔を製作中である。



表2 46年度納入の石油精製プラント用大形蒸留塔

| 内径(m) | 全長(m) | 材 質        | 板厚(mm) | 重量(t) | 備 考 |
|-------|-------|------------|--------|-------|-----|
| 7     | 50    | SUS38クラッド鋼 | 35     | 270   | 国内  |
| 7     | 30    | SUS33クラッド鋼 | 20     | 130   | 国内  |
| 6     | 33    | 炭 素 鋼      | 65     | 290   | 国外  |
| 7     | 50    | 炭 素 鋼      | 30     | 275   | 国外  |

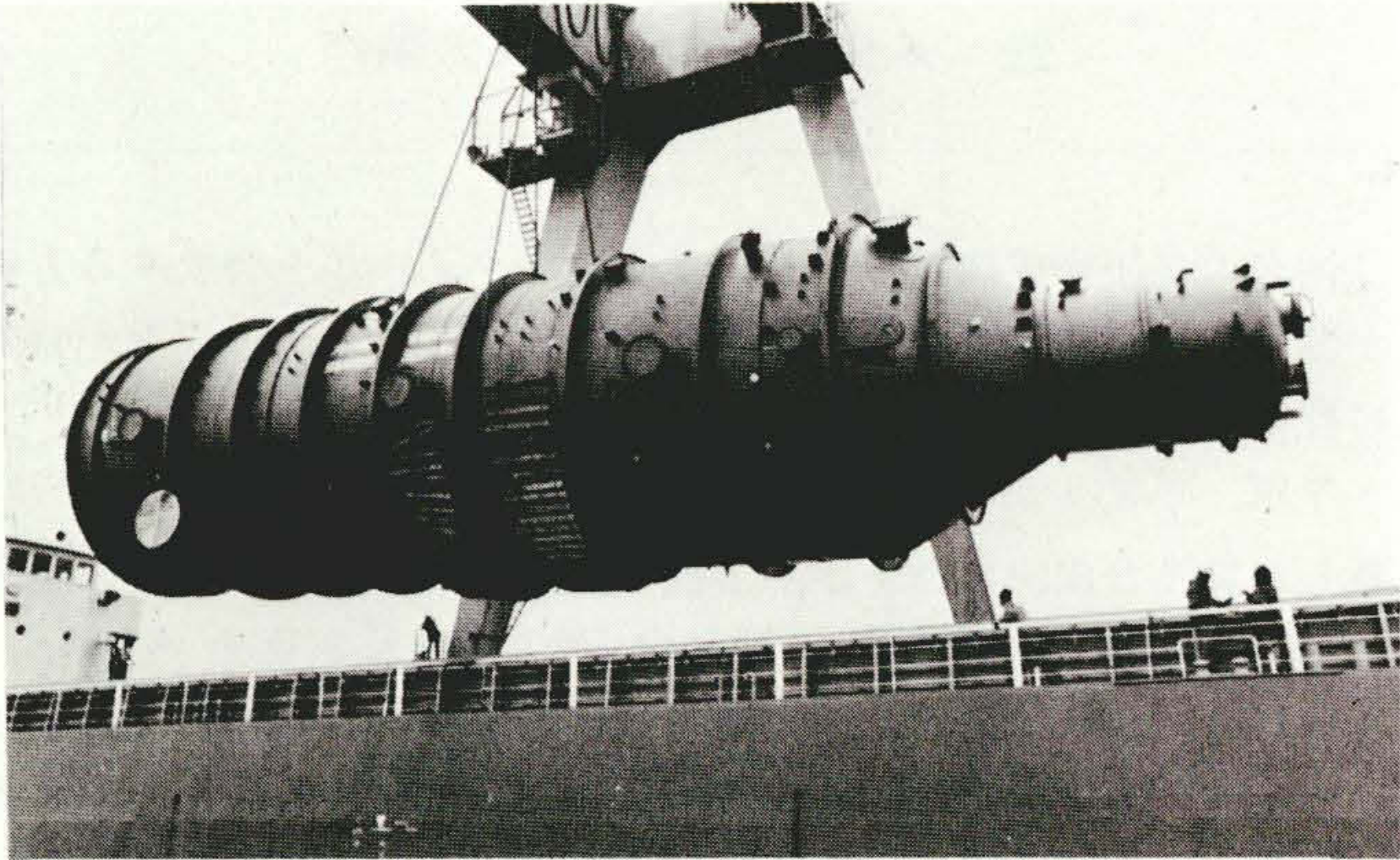


図7 船積中の大形蒸留塔

日立回転円板抽出塔（R.D.C.）の製作

ここ1年間にシンガポール、アルジェリア、南アフリカに向けR.D.C.（Rotating Disc Contactor）を5基納入した。

本機器の概略仕様は、槽径3～4m、高さ20～30m、圧力10～40kg/cm<sup>2</sup>G、温度180℃であるが、特に大形槽の攪拌（かくはん）機、高温高圧下の軸封装置の製作技術の優秀性が買われ、これが今回の受注に結びついたものである。軸封装置はすべて、メカニカル・シールで槽内に圧力を保有したままメカニカル・シールの分解補修のできる装置およびメカニカル・シール漏えい時の緊急しゃ断装置など、新しい技術が組み込まれている。

また、駆動、軸封、攪拌装置の槽本体への組み込みは現地で顧客側が施工するため、ロータシャフトの構造、槽本体との組立公差など、従来にない新技術が採用されている。

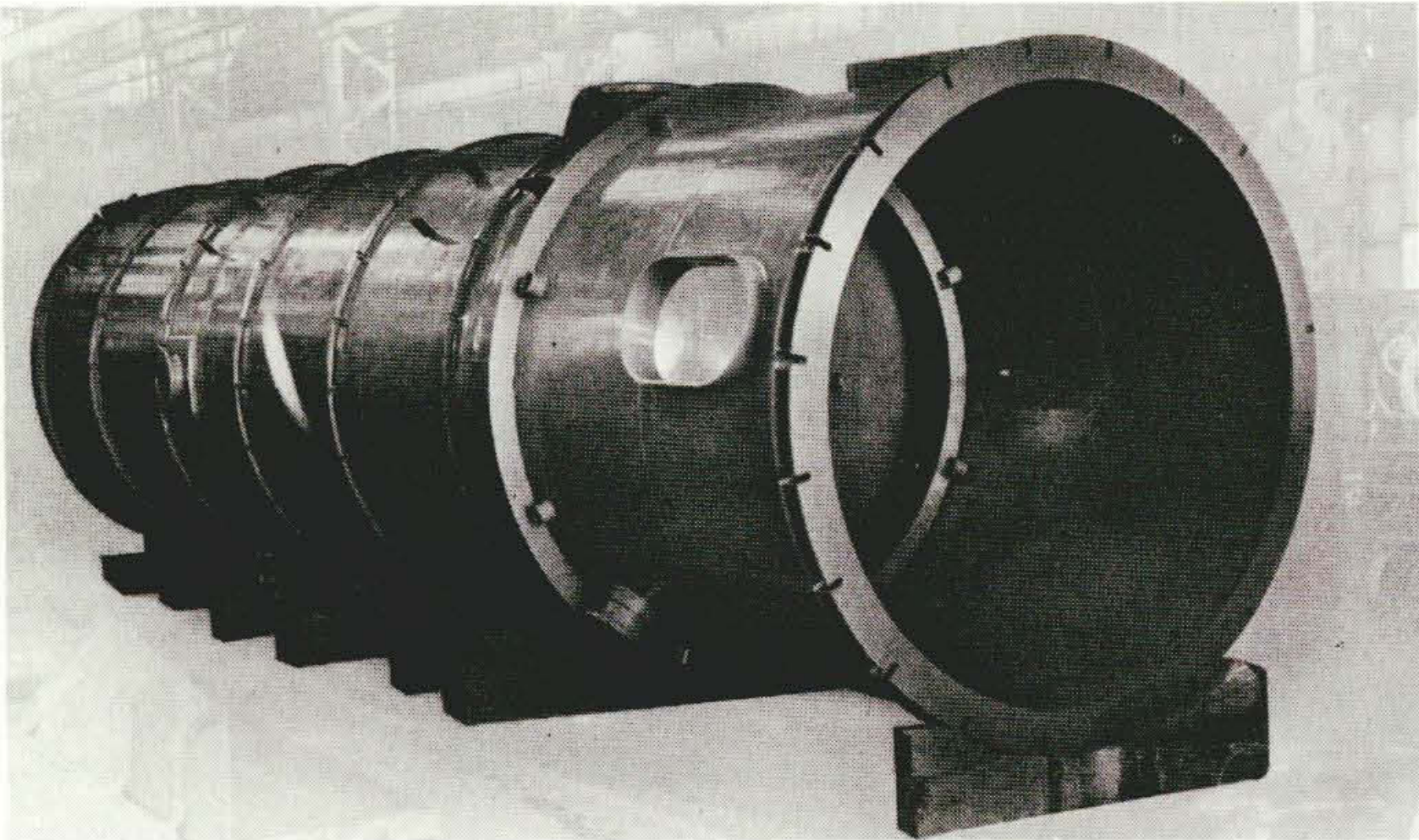


図8 日立回転円板抽出塔の本体

大形遠心抽出機の製作

ペニシリン製造装置用培養液（ろ）液からペニシリンの溶剤抽出用の大形遠心抽出機を製作した。

おもな特長は次のとおりである。

(1) 大量の培養液を短時間で溶剤抽出することができるので、処理液の変質や分解を防止することができる。

(2) 回転数と、ロータ内の液清澄域をコントロールすることによって、エマルジョン化しやすい培養液も容易に処理できる。

(3) 溶剤や培養液のロスがきわめて少なく収率が良い。

おもな機器仕様は次のとおりである。

(1) 回転数                    max.                    2,000 rpm

(2) ロータ寸法            直径×幅            36"×36"

(3) 変速装置                流体変速機



図9 大形日立遠心抽出機

チタンクラッド製日立コントロール装置

日立コントロール装置は、化学工業、医薬品工業、食品工業などのプロセス中にある、蒸発、蒸留、反応、濃縮などの工程の合理化、連続化に使用されるが、最近酢酸関係のプロセスにおいて、チタ

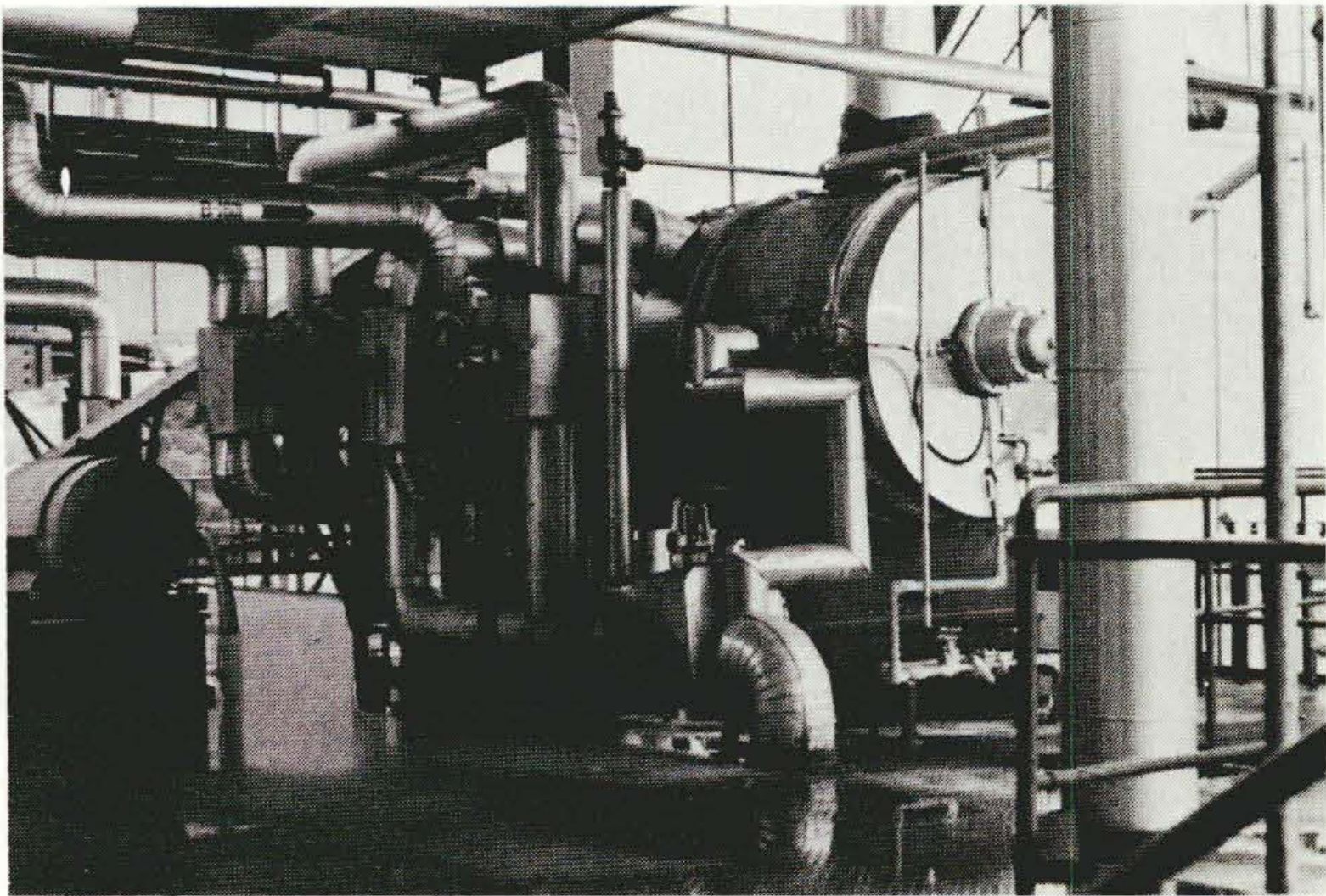


図10 チタンクラッド製8m<sup>2</sup>日立横形コントロール装置



ンクラッド鋼が適用材種として使用され活況を呈し始めている。

昭和46年3月に某社に納めたチタンクラッド製、8m<sup>2</sup>日立コントロ装置を契機として、46年当初より、輸出を含め4台製作納入している。今後、耐食材料としてチタンクラッド製日立コントロ装置の受注増大が予想される。

8m<sup>2</sup>日立コントロ装置の仕様は次のとおりである。

|      | 本 体                     | ジャケット                  |
|------|-------------------------|------------------------|
| 設計圧力 | 2.5kg/cm <sup>2</sup> G | 5 kG/cm <sup>2</sup> G |
| 設計温度 | 320°C                   | 320°C                  |
| 材 質  | TP28+SS41クラッド           | SS41                   |

## ■ 地上平底二重殻形1000t 液酸貯槽の完成

本貯槽は空気分離装置より発生した液体酸素の一部を貯蔵し、需要に応じて気化させて使用するための設備である。本形式による貯槽は大気圧力で大容量の液化ガスを貯蔵する場合に適しており、今後の需要が期待される。

貯槽の仕様は次のとおりである。

|      |                                                              |
|------|--------------------------------------------------------------|
| 形式   | 地上平底球面屋根二重殻形                                                 |
| 容量   | 1,000t                                                       |
| 設計圧力 | 0.1kg/cm <sup>2</sup> G                                      |
| 設計温度 | -183°C                                                       |
| 材質   | 内槽：A5083（耐食アルミ合金，JIS H 4000）<br>外槽：SMA-41A（耐候性鋼板，JIS G 3114） |
| 保冷   | 常圧パーライト粉末                                                    |

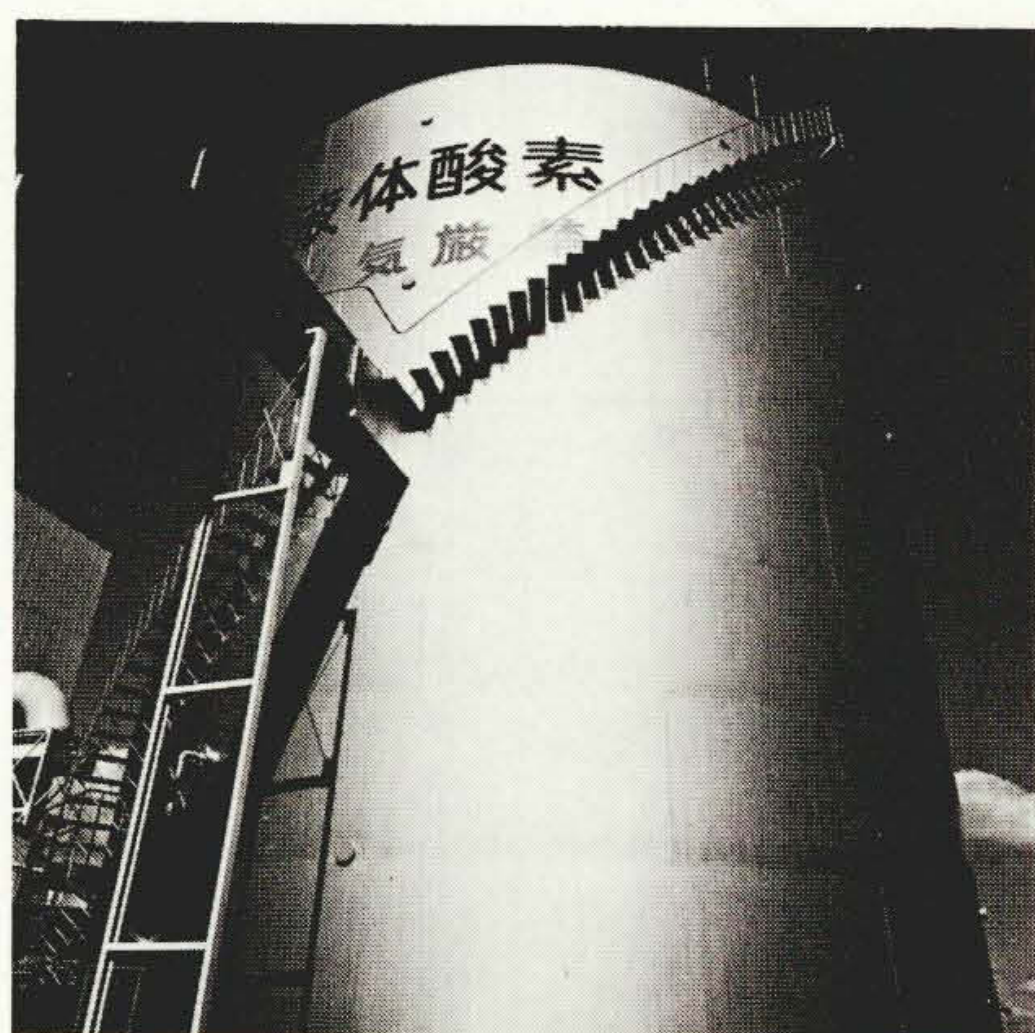


図11 地上平底二重殻形1,000t 液酸貯槽

## ■ 化学プラントの騒音対策

化学プラントにおいても、近年とみに騒音公害の問題がクローズアップされ、行政機関による規制もしだいにきびしさを加えつつある現状にかんがみ、当然化学プラントの建設においても、騒音対策を考慮せざるを得ない状態に立ち至っている。

昭和45年、松山石油化学株式会社より石油化学プラントの騒音対策について検討依頼を受けたが、化学プラントの騒音対策に関してはわが国における歴史も浅く、したがって適切な手法もなんら確立されておらないため、日立製作所の機械研究所を中心に顧客の協力を得て、既設プラントから発生する単独機器騒音および環境騒音を、数次にわたって測定し、これらのデータを基礎にコンピュータにより理論的解析を行なうという基本から着手し、こ

れが解決にあたった。

その結果、環境騒音を、所定の規制値に押えるための、騒音源および遮蔽(しゃへい)物の配置、間隔ならびに単独機器よりの許容限界騒音度を推定する手法を考案し、これを新設プラントに適用した結果、所期の成果をあげることができた。

騒音対策は、プラントの性能をそこなうことなく施す必要があり、また気象条件および周囲の他設備環境よりの影響が、測定結果を左右することが多々あり、今後解明を要する問題も若干残っているが、一応化学プラントの騒音対策に関するエンジニアリング手法を確立した。

## ■ エチレンプラント 熱分解炉の 反応シミュレーション技術の確立

日立製作所はエチレンプラントの中心をなすナフサ熱分解炉メーカーとして数プラントの納入実績を持っている。最近の急速な石油化学工業の発展に伴い、ナフサに代わって灯、軽油留分もエチレン原料として利用される傾向にあるが、広範な原料変化に対して収率の良い熱分解炉を設計し、最適な制御法を見いだすことが急務となっている。

これに対して日立製作所は、昭和42年より重質留分の熱分解に関する研究を開始し、ナフサから軽油に至る広範な原料の熱分解反応過程を詳細に検討して反応量論式からなる生成物分布の推算モデルを作成した。さらにその成果を拡大し反応管内伝熱モデル、管応力の考察も組み合わせて原料変化に汎用な熱分解反応管シミュレーションモデルを開発し、最適設計技術を確立した。

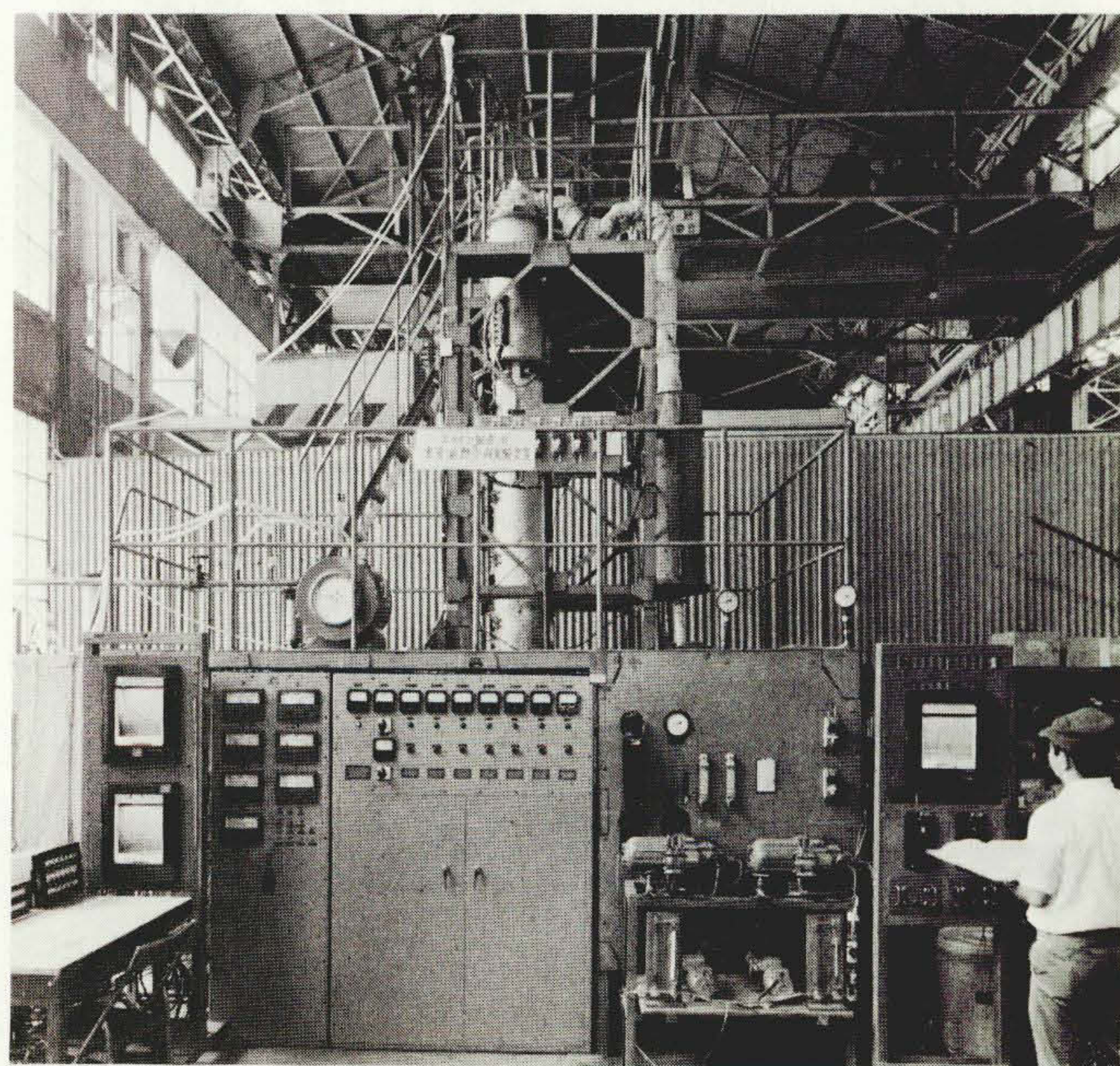


図12 エチレン製造用重質油熱分解実験装置

## ■ エチレンプラントの計算制御

エチレンプラントは年産30万tと大規模になり、高効率で安定な運転を図ることが必要である。そのため、プラントと計算機の両面から検討し計算制御方式を確立した。利益最大か運転費最小を



目標に分解炉群を各種制約条件下において最適運転条件で操作させる方式である。最適化計算には熱分解の研究成果の熱分解モデルを使用し、マイクロパイロライザで原料変化に追従させるなどの特色を備えている。使用計算機にはHIDIC 500を想定している。計算制御導入の利益増加は年間6～7%が見込まれている。

水素製造用スチームリホームの技術確立

重油の脱硫用水素ならびにアルコール、アンモニアなどの合成原料となる水素の製造に用いられるスチームリホームは日立製作所としてはすでに10プラント以上の納入実績を有している。従来、スチームリホームの心臓部にあたる反応管の仕様決定は触媒が関与するなどのため困難とされてきたが、この難問を解決するために実装置の1/2サイズの反応管を有する加圧運転も可能な実験装置を設置して反応工学的に解析し、反応過程ならびに伝熱過程を的確に説明できるシミュレーションモデルを作成した。これにより日立製作所はカーボン析出防止策も含むスチームリホームの最適設計技術を確立した。

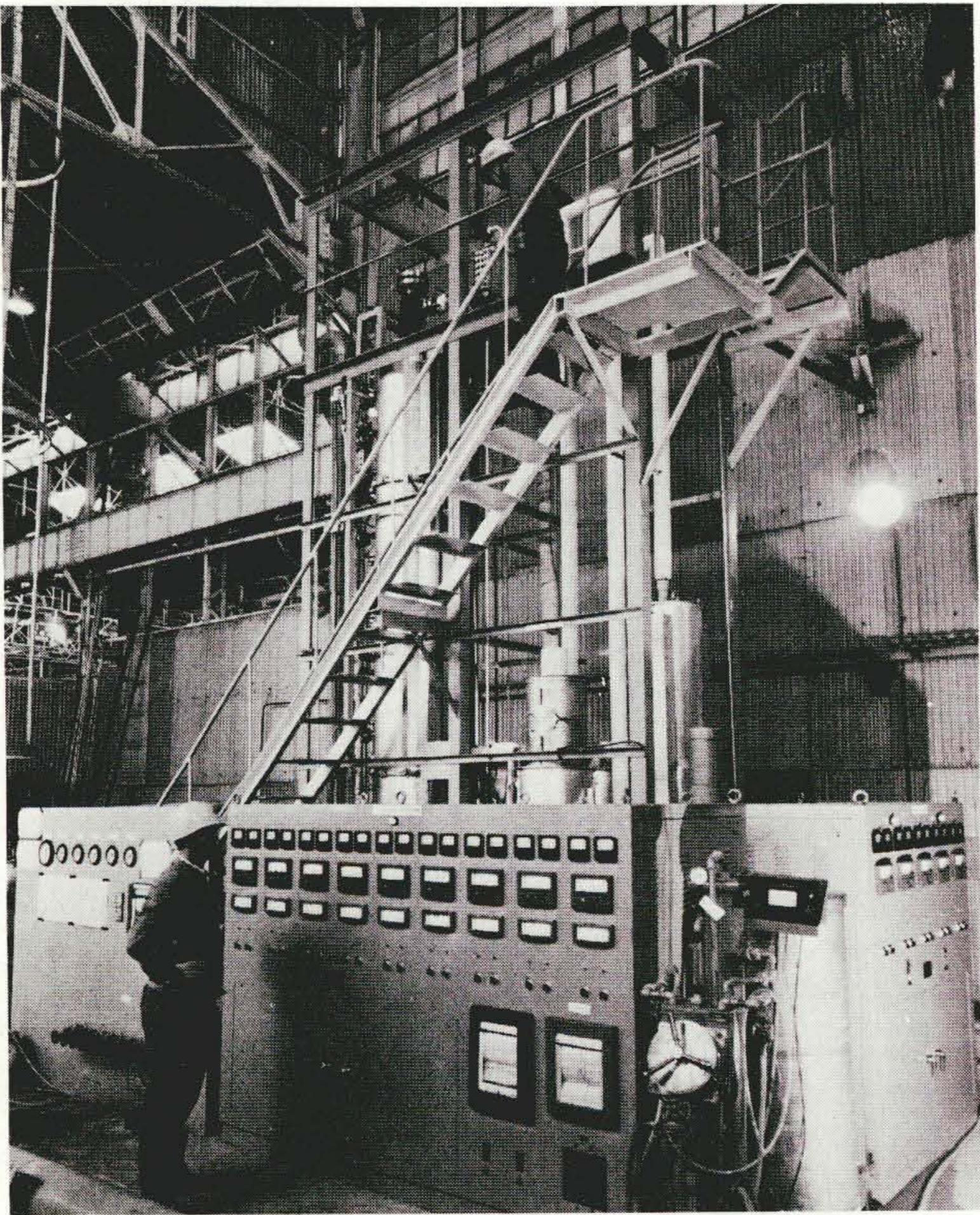
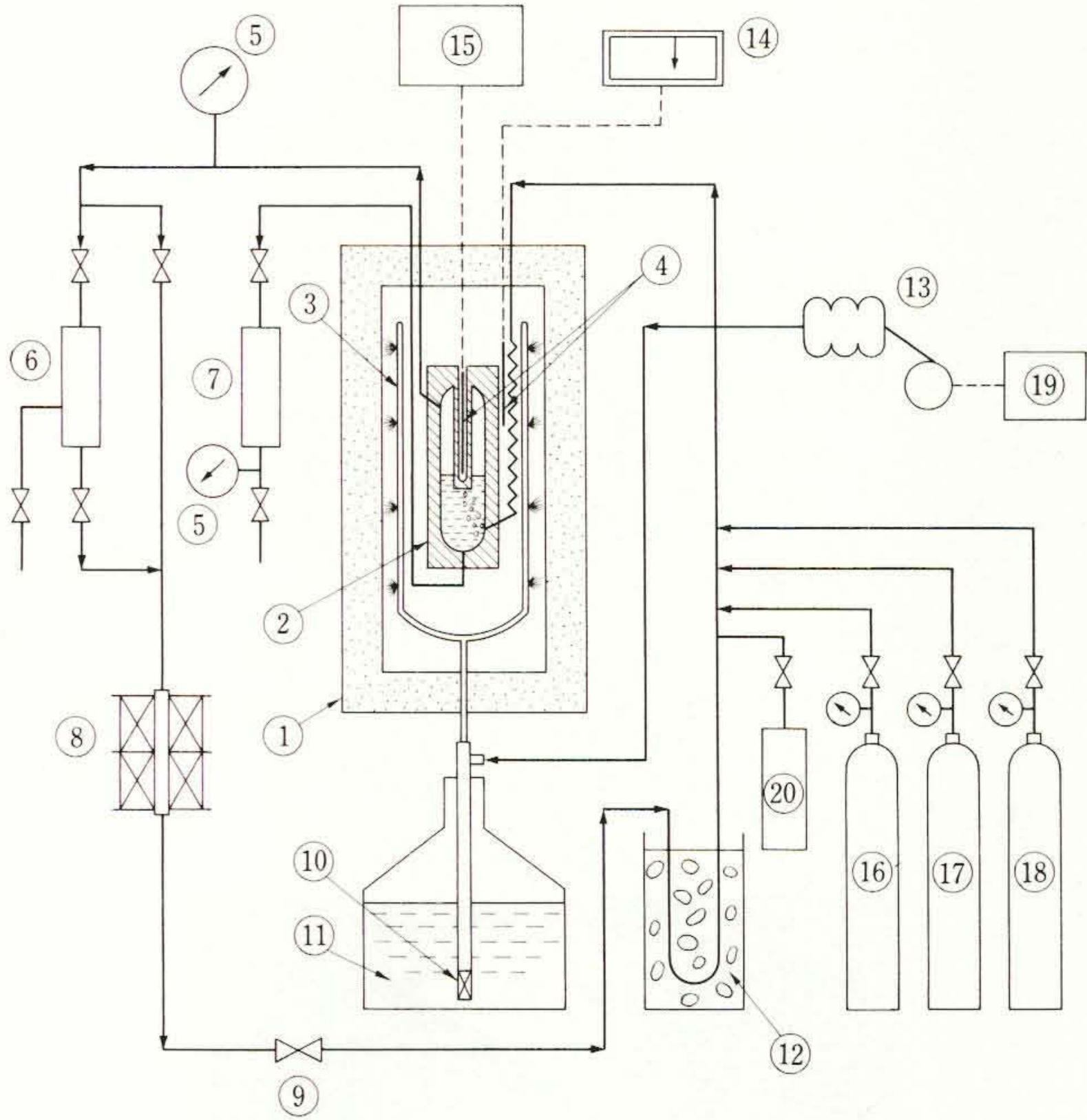


図13 スチームリホーム実験装置

高純度水素精製技術の確立

高純度水素は種々の分野で需要の伸びが著しいので、これに応ずるため、このほど石油化学系の低純度原料より99.999%以上の高純度水素精製技術を確立した。これには低温、高圧（-194℃、42kg/cm<sup>2</sup>G）下における水素とメタン、一酸化炭素、窒素などの種々の組成の混合ガスの気液平衡常数や不純物濃度を10ppm以下に除去する吸着操作が必要であり、従来からの深冷分離技術をもとにこれらを解明して、独自の新方式を考案することに成功した。



|   |               |   |                 |
|---|---------------|---|-----------------|
| ① | 保 冷 槽         | ⑪ | 液 体 窒 素         |
| ② | 平 衡 セ ル       | ⑫ | ア セ ト ン バ ス     |
| ③ | 噴 霧 管         | ⑬ | ベ ロ ー ポ ン プ     |
| ④ | 白 金 抵 抗 温 度 計 | ⑭ | 温 度 指 示 計       |
| ⑤ | 圧 力 計         | ⑮ | 電 位 差 計         |
| ⑥ | 液 相 採 集 管     | ⑯ | 水 素 ポ ン ペ       |
| ⑦ | 気 相 採 集 管     | ⑰ | 一 酸 化 炭 素 ポ ン ペ |
| ⑧ | 循 環 ポ ン プ     | ⑱ | メ タ ン ポ ン ペ     |
| ⑨ | 流 量 調 整 弁     | ⑲ | タ イ マ           |
| ⑩ | ク ラ イ オ ポ ン プ | ⑳ | ガ ス ホ ル ダ       |

図14 低温高圧気液平衡測定装置