

富士製鉄株式会社室蘭製鉄所納
10,000Nm³/h 空気分離装置運転実績について
Operational Performance of 10,000 Nm³/h Air Separating Plant

中 村 清 美* 三 木 実** 五十嵐 隼 夫**
Kiyomi Nakamura Minoru Miki Akio Igarashi

内 容 梗 概

空気分離装置は製鉄工業の酸素製鋼への切り換えにより近年急速に大形化されてきた。本プラントは転炉吹込用として計画されたもので、10,000 Nm³/h という従来の 4,500 Nm³/h クラスの 2 倍以上の容量をもつわが国最大の超大形装置である。本装置はそれに組み合わせられた 5,500 kW 多段軸流圧縮機とともに記録品であり、昭和36年 6 月順調に営業運転にはいり、現在好調に稼働している。本稿はプラントの計画および運転実績についての報告である。

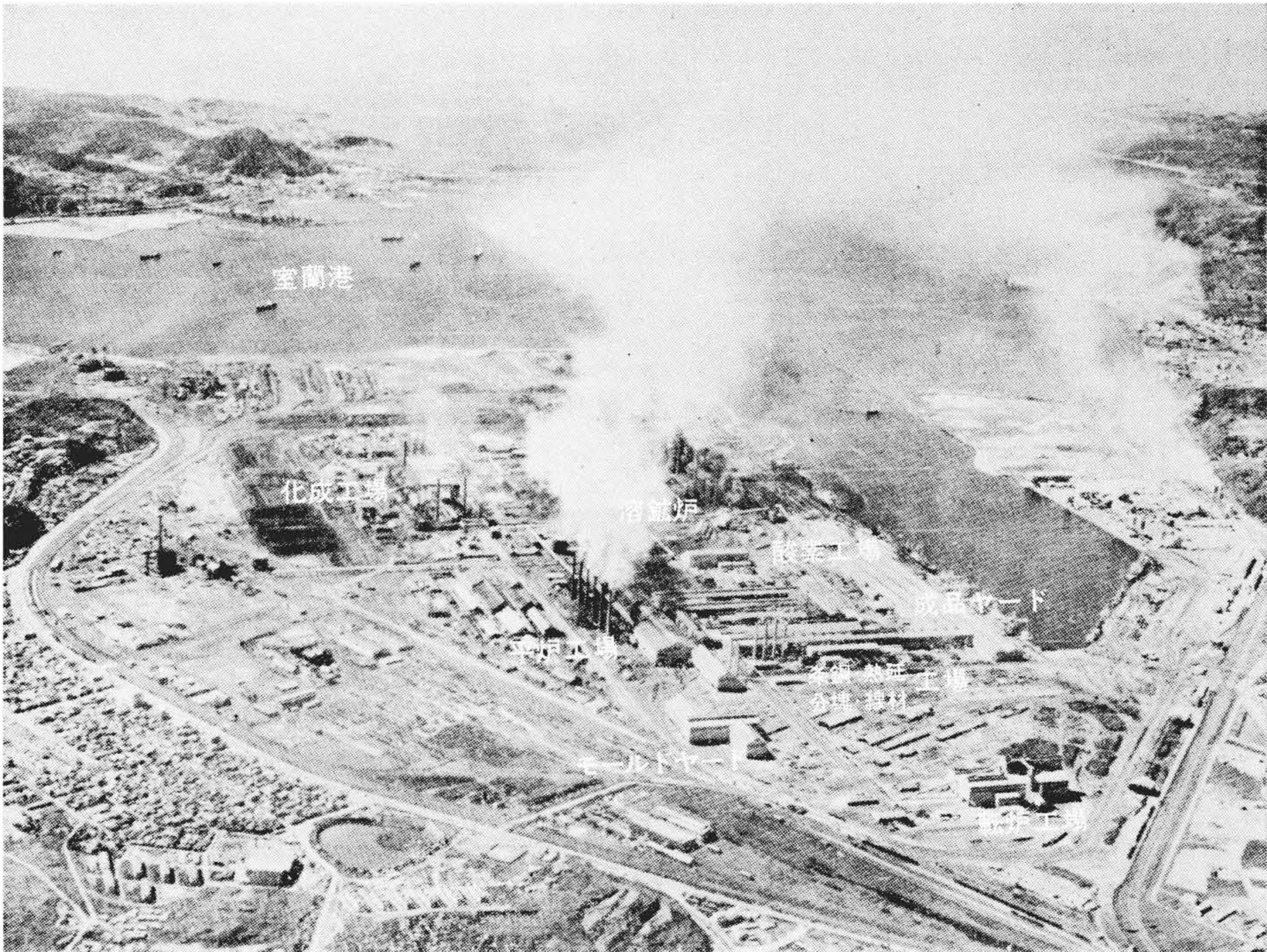
1. 緒 言

空気分離装置は 1894 年 Linde 氏により開発され工業化された。最初の方式は 150~200 kg/cm²G の高圧空気を断熱膨張させて空気の温度を下げ液化分離する装置であった。1935 年ごろより化学工業の需要によりプラントは大形化されはじめたが、ソ連の Kapitza 氏の低圧超高速の膨張タービンの成功により低圧で高効率を得られるようになり、低圧大量酸素製造への移行が行なわれてきた。わが国においては終戦後全低圧空気分離装置の試作研究が始められ、肥料工業および製鉄工業の平炉酸素吹き込みなどにより需要が増大し、2,000~4,500 Nm³/h の大形装置が製作された。さらに製鉄工業の転炉酸素吹き込みによる鉄鋼合理化によりますます容量が大きくなり、6,000~10,000 Nm³/h-TO プラントが計画されるようになった。本プラントは富士製鉄株式会社の第 3 次合理化計画 (1,700 t 高炉と 70 t 酸素上吹き転炉を中心とした設備) の中の重要設備として新設されたもので、36 年 6 月運転にはいってから好調に稼働中である。以下そのプラントの計画、特長および運転実績について紹介するが、本プラントを特長づけるものとして次の 4 点をあげることができる。

- (1) 超大形により酸素原単位の低下、運転人員の節約を計ったこと。
- (2) 全自動起動、遠隔操作化、集中運転管理方式の採用。
- (3) 自動記録のためのデータロガーの採用。
- (4) 安全運転確保のため水潤滑酸圧機を採用したこと。

2. 富士製鉄株式会社室蘭製鉄所における
第 3 次合理化計画の概要

富士製鉄株式会社室蘭製鉄所の第 3 次合理化計画は昭和 34 年国家的な鉄鋼増産の要請により立案されたもので、わが国内最大容量の 1,700 t 高炉と 70 t 酸素上吹き転炉 2 基の建設を軸としており、



第 1 図 第 3 次 合 理 化 計 画 設 備 配 置 状 況

第 1 表 第 3 次 合 理 化 計 画 主 要 設 備 一 覧

主 要 設 備	設 備 概 要
第 4 高 炉	日産 1,700 t 国内最大容量 (大幅な自動化を採用)
第 4 焼 結 機	日産 2,000 t ドワイトロイド式
第 3 コークス炉	高炉用、日産 1,200 t
純酸素上吹き転炉	70 t 同心形転炉 2 基、年産 55 万 t
酸素製造設備	国内最大容量「詳細本書参照」
化成設備	軽油、ベンゾール、タール、ナフタリン、石炭酸の各蒸留装置
動力関係設備	ボイラー (60kg/cm ² G×2)、発電機 (25,000kW) その他、変電設備
エネルギーセンタ	エネルギーの増加に伴う適切な需要調整設備
荷役設備	超大形 1,000 t アンローダ建設および大形船ふ頭増設

第 2 表 LD 転炉、高炉仕様概要

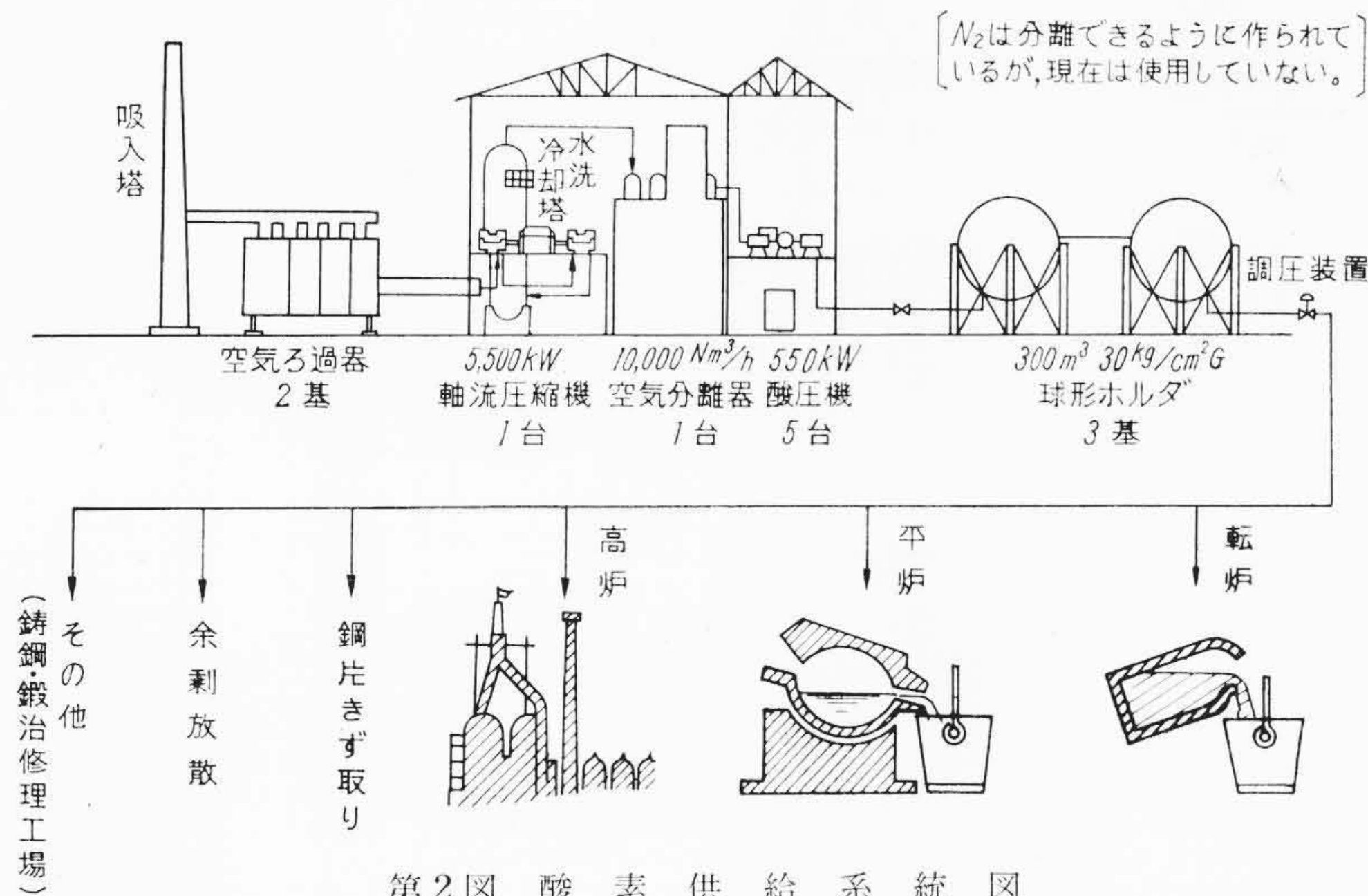
炉 別	炉 の 種 類	形 式	能 力	年 産 量	備 考
転 炉	純酸素上吹き転炉	同心非分離式	70 t × 2	840,000 t	酸素使用量 53~60 Nm ³ /t
高 炉			1,700 t/D	620,000 t	

おもな設備は第 1 表のとおりである。

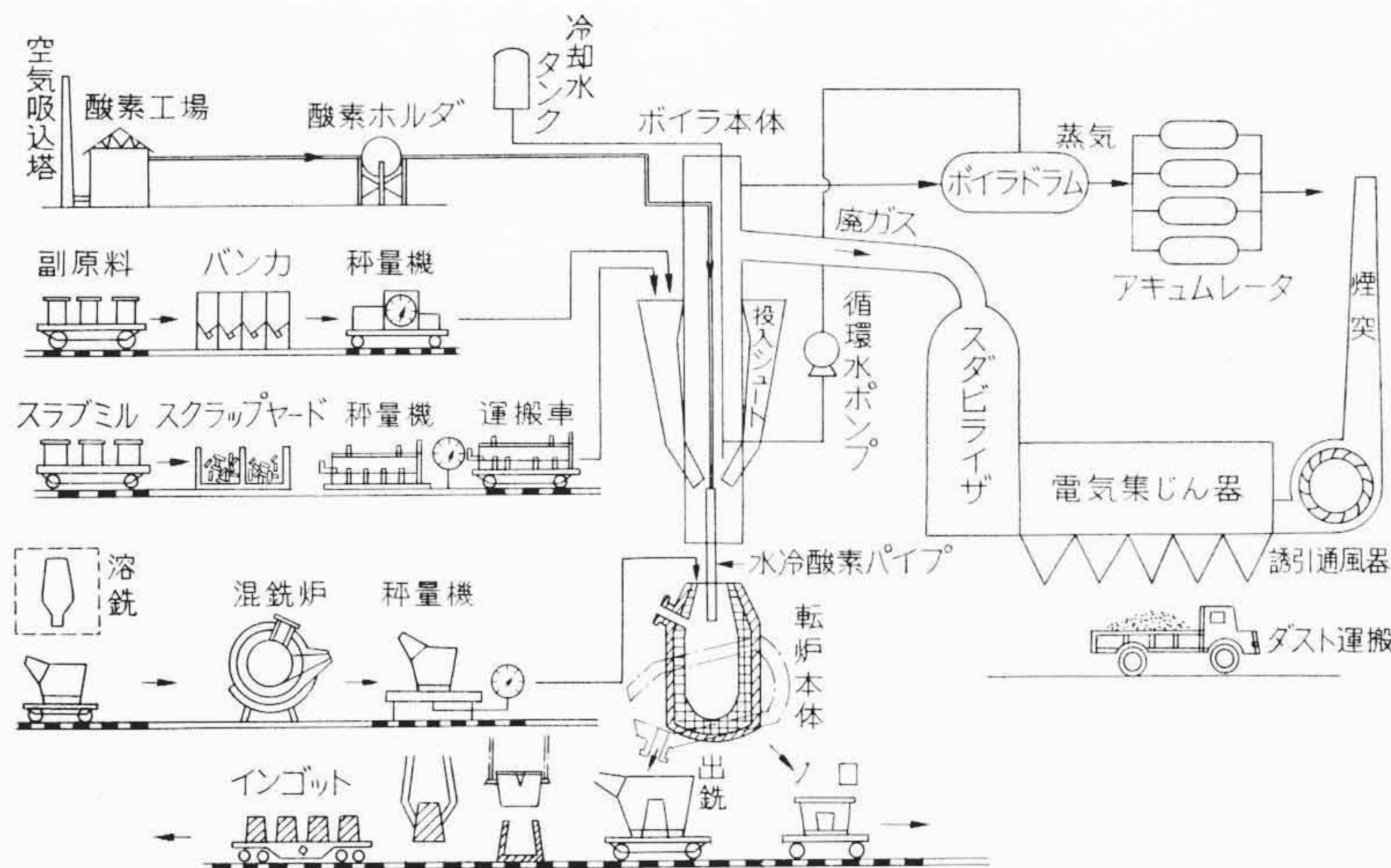
第 1 図は新設備の配置状況を示す。

上記中、酸素製造設備には日立全低圧式空気分離装置 (TO プラ

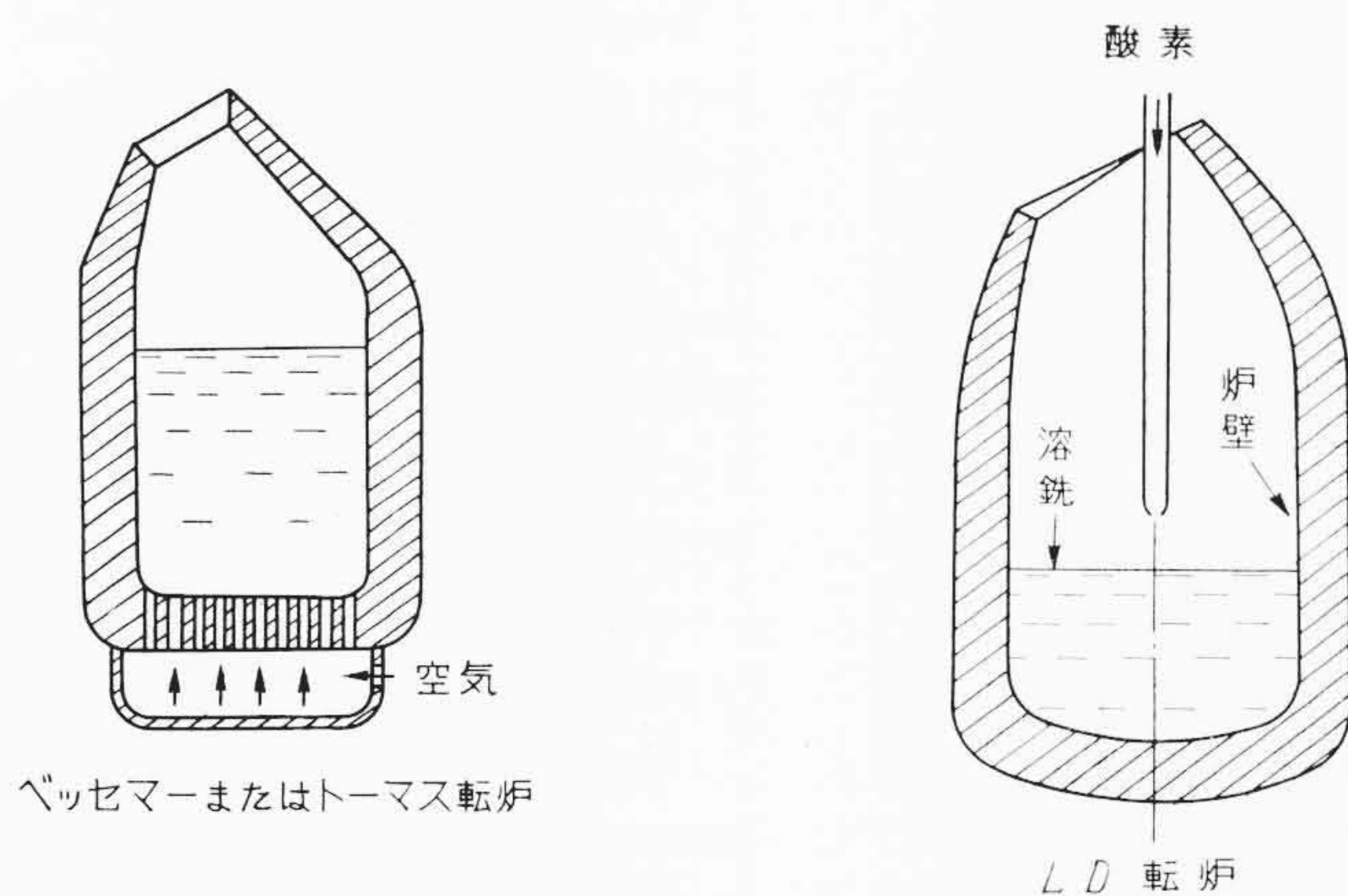
* 富士製鉄株式会社室蘭製鉄所
** 日立製作所日立工場



第2図 酸素供給系統図



第3図 LD 転炉作業系統図



第4図 酸素上吹転炉と従来の転炉との比較

ント）を採用し第2図に示すように転炉工場、高炉、平炉の各工場に送酸するとともに、所内の作業用にも一部使用している。

第3次合理化計画で特に酸素を大量に使用する上吹き転炉と超大形の高炉の仕様を第2表に示す。

3. 純酸素上吹き転炉工場について（LD 転炉工場）

近代的製鋼法として転炉法、平炉法、電気炉法などがあげられる。これらはいずれも19世紀後半に発達し、すでに百年に及ぶ歴史を有しているが、転炉法は其中最も古い歴史を持っている。最近ま

で転炉は第4図に示すような下吹き転炉法であったが、1952～1953年にオーストリアの Linz, Donawitz 工場で純度98%酸素ガスを転炉上側より吹き付ける、いわゆる酸素上吹き転炉法が実験された。その後、酸素純度をあげることにより粗鋼中の窒素を一層下げられることがわかり、現在では純度99.5%以上のガス酸素が用いられている。酸素上吹き転炉製鋼法（Linz Donawitz 転炉法、以下LD 転炉法と略す）は品質向上と単価低減のすぐれた点により鉄鋼合理化の主軸となっている。

3.1 LD 転炉法の概要

第3図にLD 転炉作業を系統図にして説明するとともに、酸素の吹込方式を従来の下吹き転炉と比較して第4図に示す。

LD 法は炉に溶銑その他の原料を装入し、水冷却された Lance により酸素を溶鋼上1,900～2,000 mm の位置から8～12 kg/cm²G の圧力で一操作18～20分の割合で吹き込む。LD 転炉の酸素使用量は主として溶銑成分によって支配されるが、一般には53～60 Nm³/t とされており、その他に炉口付近に付着した地金の除去用として0.5～1.0 Nm³/t の酸素を必要とする。酸素の使用効率は95%程度になっている。

(1) LD 転炉鋼の品質

LD 転炉方式が開発されるまでは平炉式製鋼法（シーメンスマルチン法および電気炉）が転炉法より品質においてすぐれていた。しかし平炉に使用される屑鉄および燃料費は高価であるため、一定の高品質が要求される場合のみ競争できた。LD 転炉方式で99.1%以上の高純度酸素を使用することにより、シーメンスマルチン平炉鋼より窒素含有量の少ない（0.002～0.005%）良質の鋼が得られるようになった（燐、イオウともに少なく良質）ので前記経済性のすぐれていることとあいまって平炉よりすぐれた製鋼法となった。

以上、富士製鉄株式会社室蘭製鉄所における第3次合理化計画のあらましと転炉法の概要、酸素の重要性について述べた。

4. 酸素工場計画概要

第5図は酸素工場全体配置を示したものである。以下機器の仕様概略を述べる。

各機器仕様概要

(1) 原料空気ろ過器

形式 密閉形真空式バグフィルタ
容量 28,000 m³/h 2基

(2) 原料空気圧縮機および電動機

一式

(a) 形式 日立800/400φ 17段軸流圧縮機(2IBMP-GH)

低圧段 9段 6,150 rpm

高圧段 8段 9,000 rpm

風量 56,000 m³/h N.T.P. Dry at 20°C

吐出圧 4.9 kg/cm²G

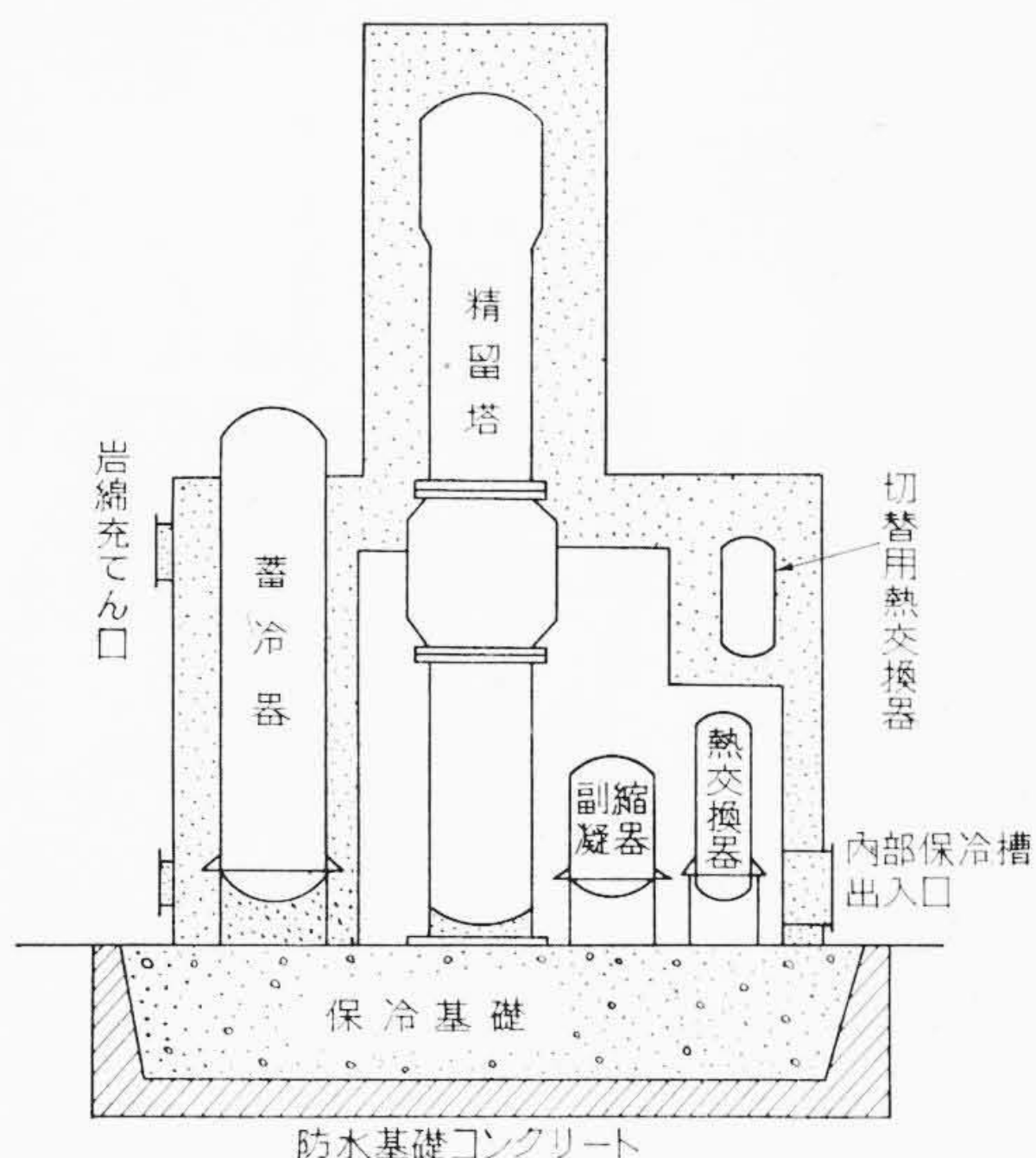
(b) 形式 5,500kW三相誘導電動機(両軸出し) (EFBL-CRI)

出力 5,500 kW

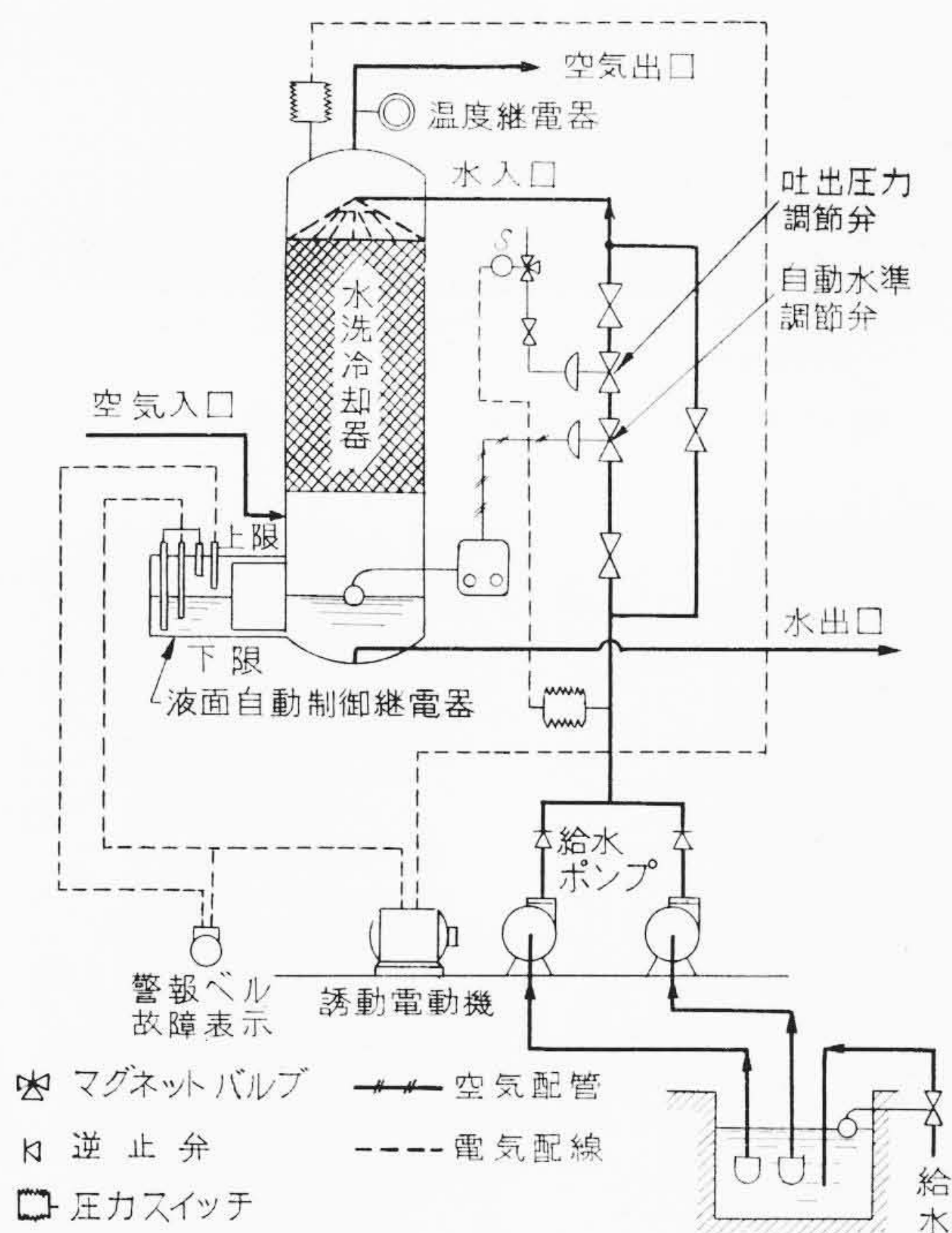
電圧 6,000 V

周波数 50～

極数 2極



第7図 二重保冷槽構造図



第8図 原料空気冷却系統図

て日立研究所の協力を得て実験研究を重ね、特殊な構造として精留効率の向上と安定化をはかった。

(4) 二重保冷槽の採用

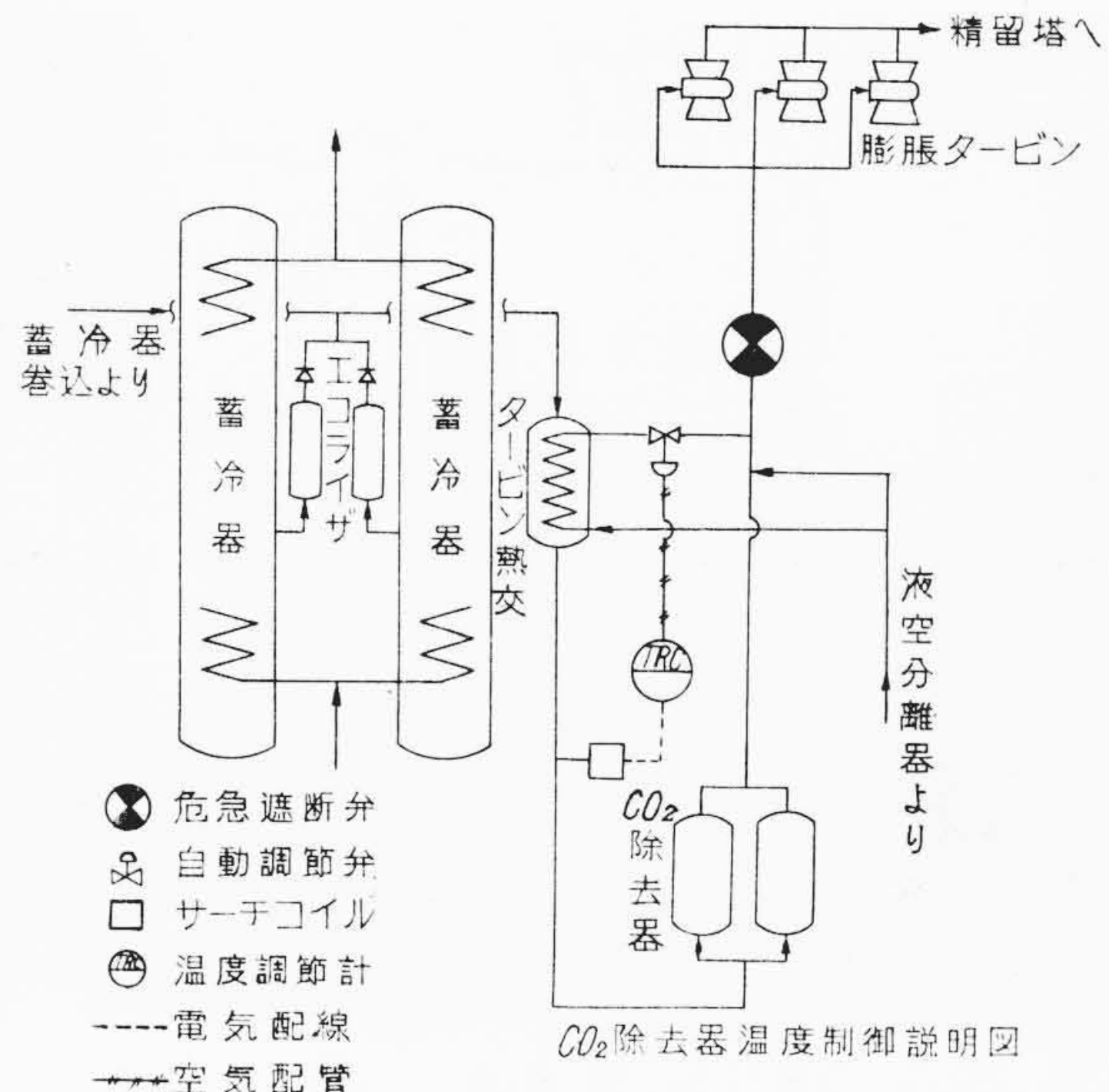
TOプラントは極低温で稼動するため、熱損失を防ぐ保冷槽の構造は常に問題となる。プラントが大形化すれば断熱材（岩綿、パーライトパウダー）の量が膨大となり、また内部機器の点検時の岩綿取り出しが大仕事になる。

このような問題をなくすため二重保冷槽形式を採用し、次の効果をねらった。

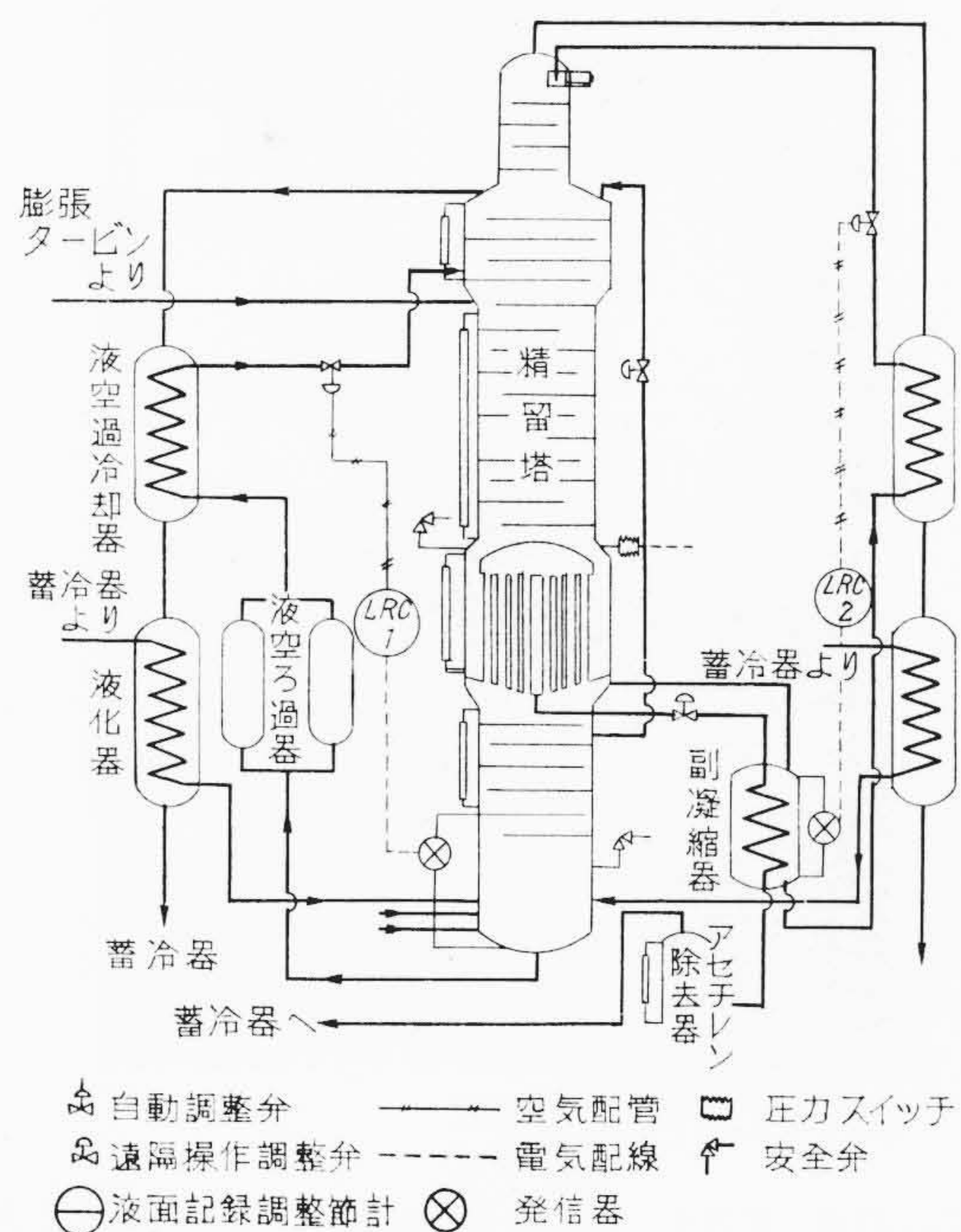
- (a) 岩綿の量を必要最小限とする。
- (b) 岩綿の熱慣性を減らし、起動所要時間を短縮する。
- (c) 保冷槽内の機器の点検が容易であり、万一事故発生の場合でも検出が早く修理が早い。

第7図はこの二重保冷槽の構造を説明している。

(5) 自動操作および遠隔操作方式の採用



第9図 中間抽気の炭酸ガス除去温度自動制御回路図



第10図 精留塔自動液面制御説明図

従来プラントの運転は本体の正面に操作盤を設置して行なっていたが、本プラントでは遠隔操作方式を大幅に採用したので、運転管理操作盤を中央制御室に別設してすべて中央制御室にてシーケンス制御により自動起動と停止、遠隔操作運転を行なっている。また全電子式計器を使用し、ロガーと組み合わせ可能とするとともに、故障発見の容易な計装計画をした。

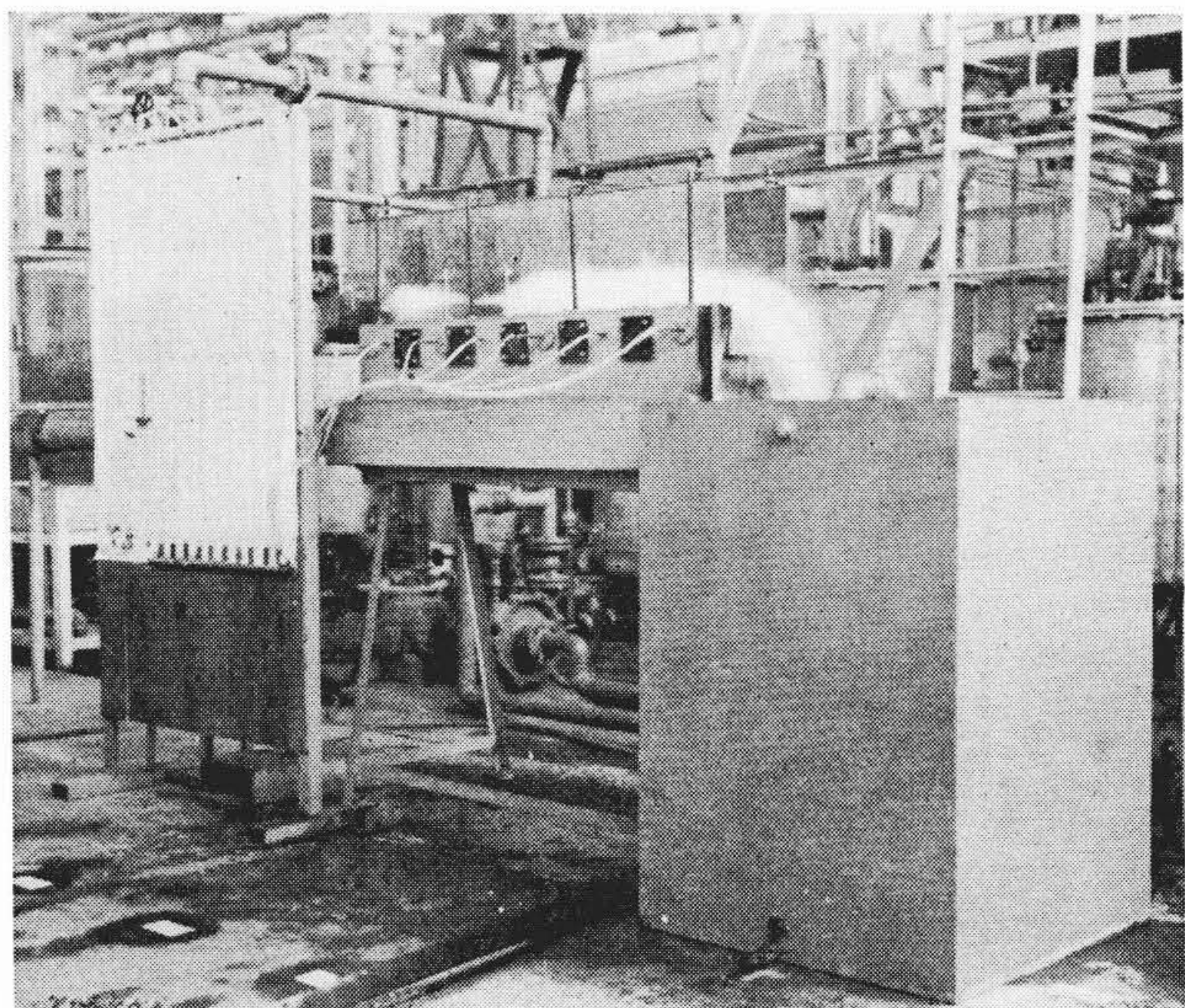
(a) One man control に近い運転性を持つ

原料空気圧縮機の自動起動および圧縮した空気の冷却水ポンプの起動の自動化、冷却水量の自動制御により原料空気冷却システムの安定、プラントの起動時間の短縮、円滑化をねらった。この系統図を第8図に示す。

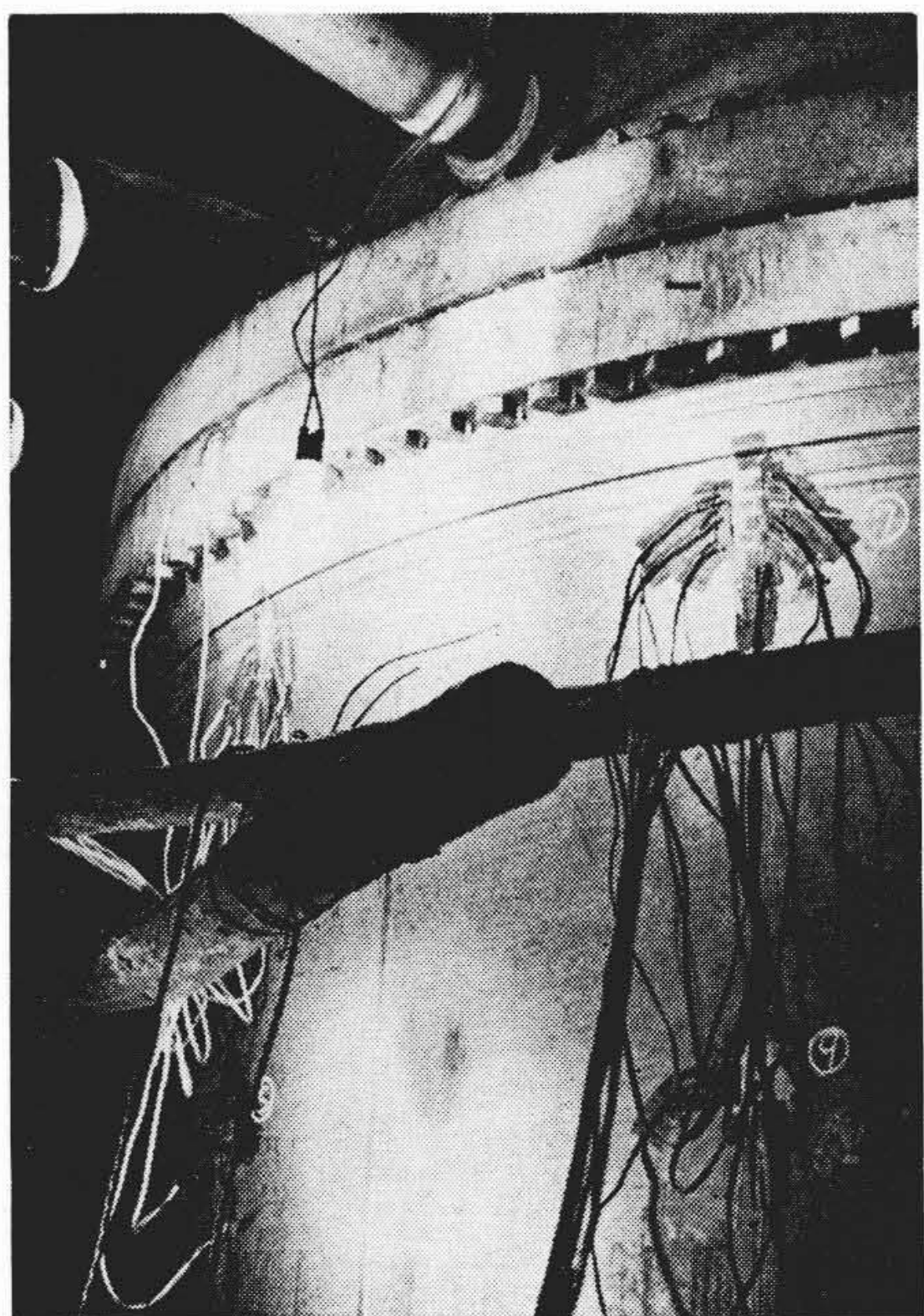
その他膨張タービンの遠隔操作、精留塔の自動調整により常に最良の状態での稼動できるよう計画した。

(b) プラント運転の安定化

大幅な自動制御の採用により安定な運転が常にできるようになっているが、特に中間抽気された空気のCO₂を除去するため、そ



第11図 精留皿の実験



第12図 ひずみ計による応力測定状況

の除去に最適の温度約 -130°C に自動調整することにより運転の安定化と長期運転を可能にするため、温度自動制御装置を計画した。第9図はその方式を示したものである。

また酸素の発生量の増減に対して副凝縮器の液体窒素液面の自動制御装置と精留塔下塔液面を常に一定に保持させる目的で液体空気液面自動調整弁を取り付けた（第10図）。

6. 空気分離装置の製作と据え付け

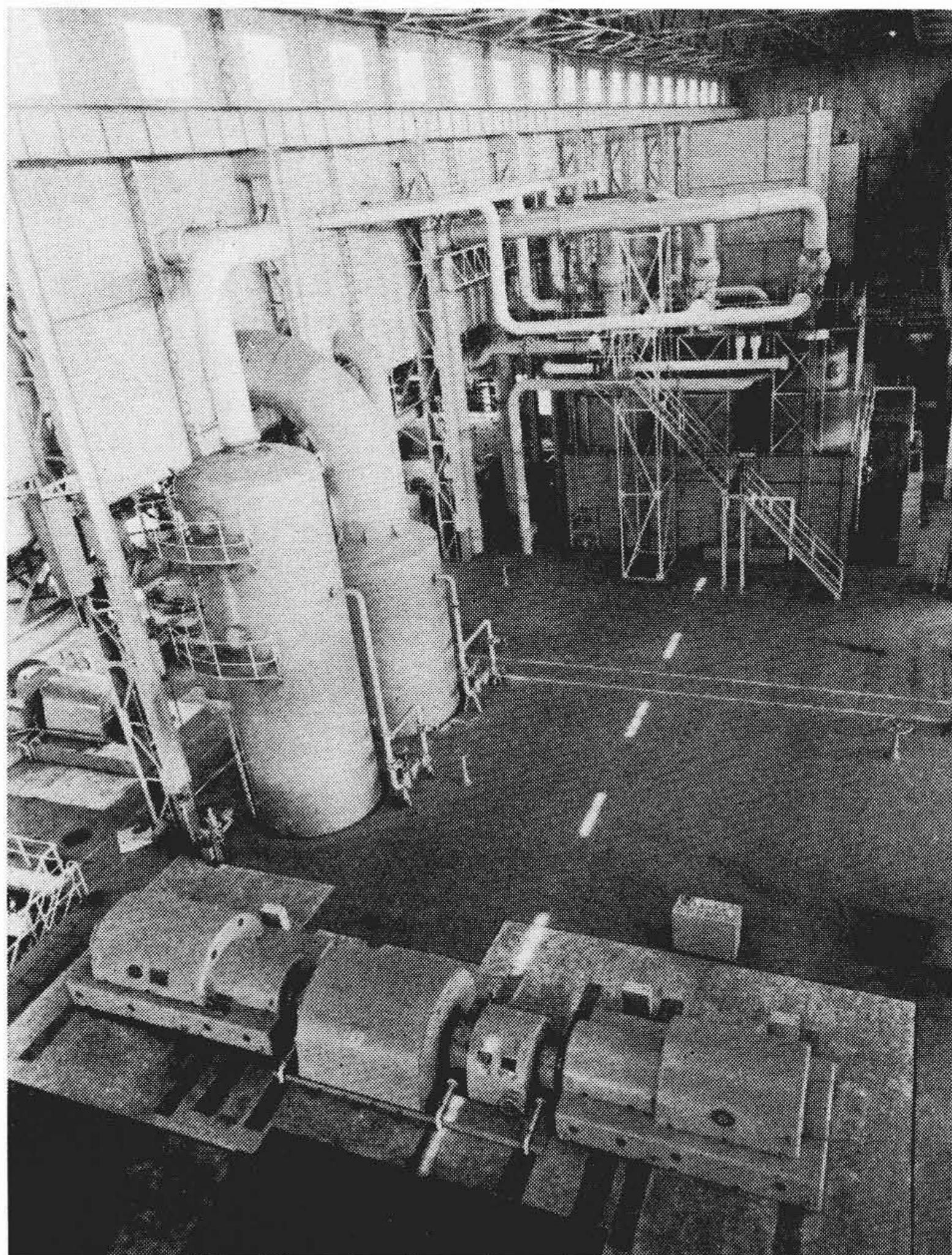
次に工場製作より据え付け、試運転、営業運転に至るまでの大要を説明する。

6.1 試作実験および工場製作

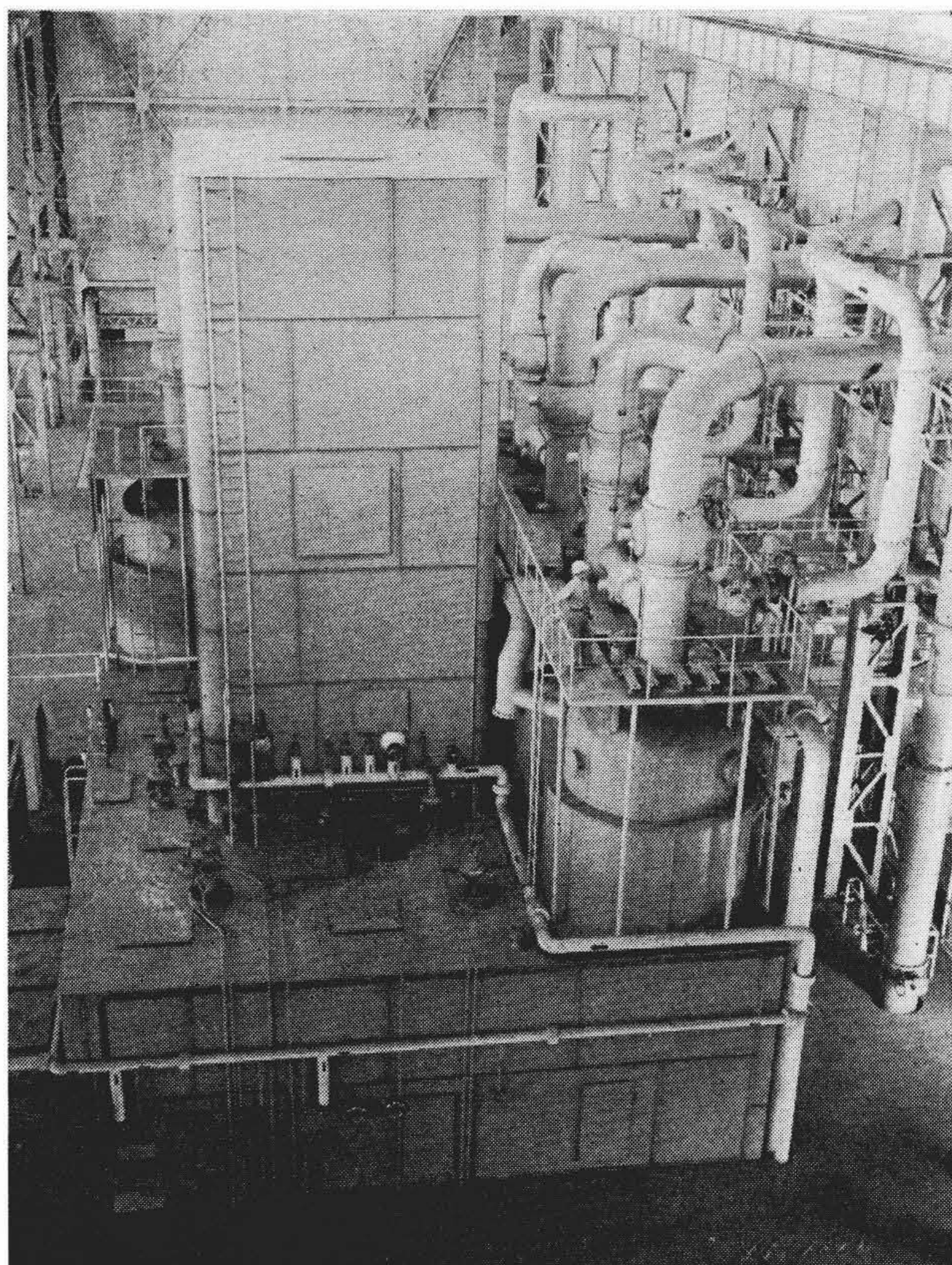
従来日立製作所で製作してきたプラントは $4,500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ TO プラントが最も大形装置であったが、本プラントは2倍以上の容量に飛躍している。このため設備を拡充するとともに試作実験を行ない、過去のデータを再検討して設計製作を行ない、所期の成果をうることができた。

(1) 試作研究

大形化したプラントの各機器に対し、従来の設計に再検討を加え、大容量プラントにおける運転上の諸現象を正確には握する必



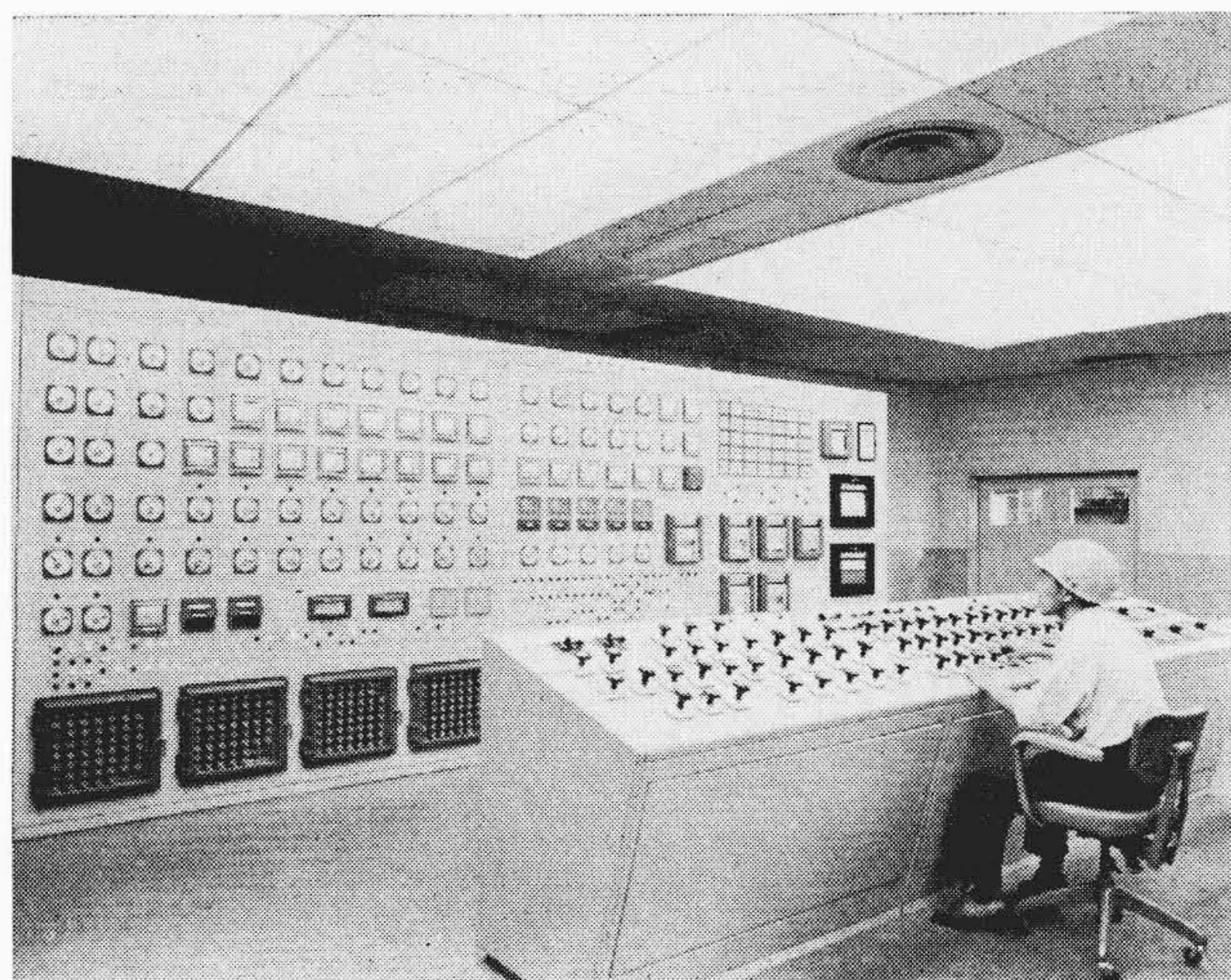
（手前は $5,500 \text{ kW}$ 原料空気軸流圧縮機、中間の塔は原料空気水洗冷却塔、蒸発冷却塔）

第13図 $10,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 空気分離装置の全景

第14図 空気分離装置全景

要があり、そのため理論検討と同時に実験結果を基礎として計画および製作の再検討を行なった。

特に大形蓄冷器の物質交換、熱収支、精留塔における精留効率の検討には実物大のモデルを製作し、実物に近似した実験を行な



第 15 図 中央操作室の運転管理盤と操作デスク

った。第 11 図は実物大モデルにて実験中の装置を示す。

これらの実験により大形プラントにおける諸問題をほとんど解決し製作した。この結果プラントは非常に良好な性能をうることができた。

(2) 製作

プラントが大形化すると作業工数が増加し、製作日数がかさむ傾向があるが、本プラントについては作業を事前に再検討して作業方法を改善し、能率を上げるとともに品質の向上に大きな成果を上げた。また主要機器は大容量の内圧容器のため、内部応力の分布が問題となるが、主要機器については応力集中度をひずみ計により測定し、適切な処置をした。

応力測定状況を第 12 図に示す。

6.2 据え付け

据付工事は 2 月初めより開始したが、積雪や長距離の大物運搬などに苦しめられた。しかし 4 月末には関係者の協力によりほぼ作業完了して試運転調整にはいり、6 月 7 日プラント冷却運転を行ない 6 月 15 日より営業運転にはいった。

第 13、14 図は据え付けを完了し営業運転中のプラントを示す。

(1) 本体据付工事

第 13 図および第 14 図に本体の据付状態を示す。

本装置の精留塔は直径が約 4m、高さが 18m、水洗冷却塔および蒸発冷却塔はそれぞれ直径 3.2 m および 3.6 m という大きさである。したがって現地据え付けについては一品一品に対し慎重な作業計画を立て特殊な雇金具を準備し、指導員をそのつど現地に派遣して作業の指導に当たらせた。

(2) 計装工事

第 15 図に中央制御盤を示す。

全電子式プロセス制御装置の全面的採用による自動制御化およびデータロガーの設備による自動記録と遠隔操作機構の採用によって集中管理方式としたため、作業量が多く工期的に困難を窮めた。作業に要した電線は約 30,000 m となったことから考えても判断できると思われる。本格的な作業にはいったのに 4 月中旬で 6 月初めに全作業を完了した。

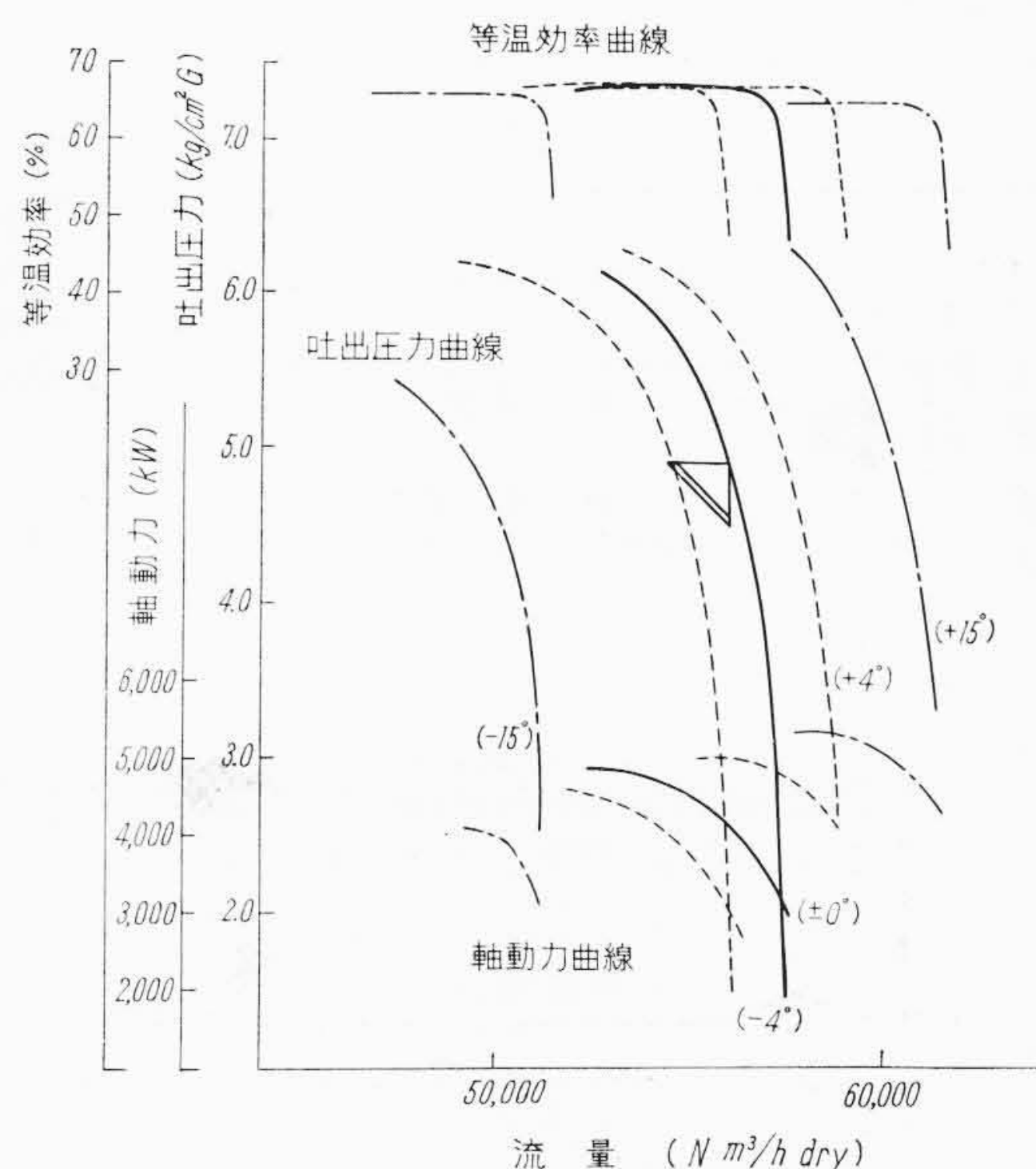
7. 試 運 転

試運転はプラント回りの補機から開始し、軸流圧縮機、空気分離装置本体、圧送の順で行なった。空気分離装置には岩綿を充てんする前に一度予備冷却運転を行ない、各部の機能に異常のないことを確かめてから保冷材（岩綿）を充てんし本運転にはいった。また酸素圧機は空気運転で調整を終わってから酸素運転にはいった。その間

第 4 表 5,500 kW 軸流圧縮機特性表(昭. 36. 5. 7 測定)

	仕 様	実 測 値
風 量	56,000 m ³ /h(N.T.P.Dry)	55,000 m ³ /h(N.T.P.Dry)
吐 出 圧 力	4.9 kg/cm ² G	4.9 kg/cm ² G
電 動 機 入 力	軸入力4,986±4% kWh	4,963.3 kWh
等 温 効 率		67%
電 動 機 効 率	96%	95.5%

(注) 電動機効率は試験時電圧が低下していたため悪くなっている。



第 16 図 原料空気圧縮機性能曲線

全自動操作の採用と大形化による問題もなく岩綿充てん期間も含み 45 日で調整運転を終わり送酸運転にはいった。

7.1 原料空気圧縮機の試運転

本圧縮機は昭和 36 年 3 月中旬に据付開始し、約 1 箇月後の 4 月 20 日より試運転にはいり、5 月初めに順調に試運転を終了した。試運転の結果は振動も少なく騒音も消音材を裏張りした防音ケーシングとしたため、低い値を示した。

昭和 36 年 5 月 7 日行なった性能試験では第 4 表のような結果が得られ高効率で特性もすぐれている。第 16 図は特性曲線を示す。特に TO プラントの原単位を左右する組合せ特性は、特性曲線よりわかるとおり風量風圧の仕様値付近にて等温効率がほとんど変化せず、常に最高効率で運転できる。これは、

- (1) 圧縮機の静翼を可変ピッチコントロールとしたため効率がよく容量調整が可能である。
- (2) 翼形は抗力係数が小さく、揚抗比の大きい日立製作所独特の層流翼(LA₄)を使用し、高精度の加工を行ないマッハ数の影響で効率が低下しないよう考慮した。

これらの効果が良く認められ、理想的な特性をもっていることを示している。

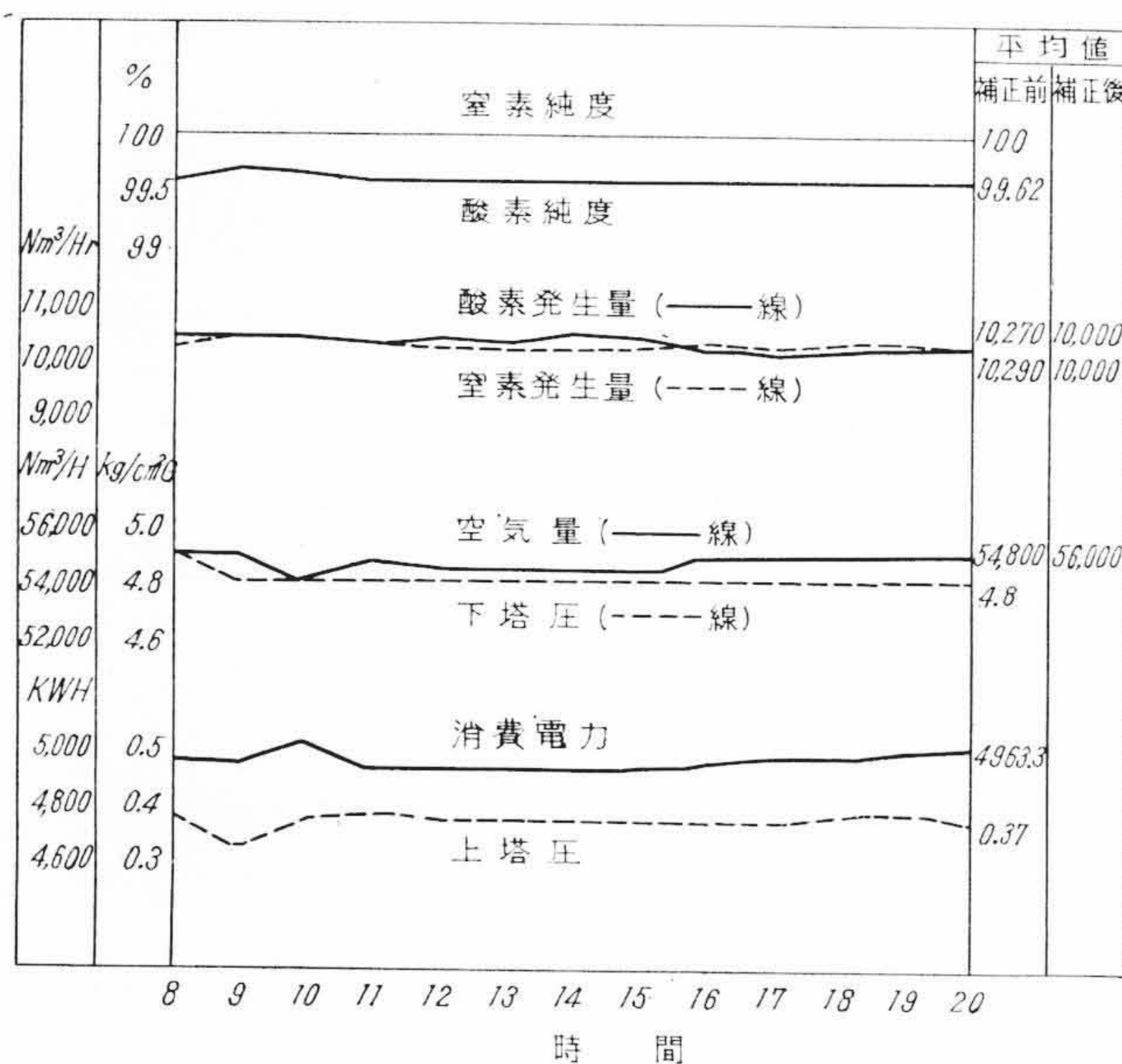
7.2 TO プラントの試運転

昭和 36 年 5 月末までに予備試運転を行ない、本質的な問題もなく、同年 6 月 7 日に起動した。起動時補機インターロックの誤動作により約 3 時間程度停止したが、起動して 48 時間後には定格値、すなわち酸素流量 10,000 Nm³/h、純度 99.6%、窒素 10,000 Nm³/h、純度 99.99% で安定し、運転調整を完了した。

大形化による各機器の特性もすぐれており、集中管理室よりの全自動運転もスムーズに行なわれ、計画どおりの One man control に近い管理を行なうことができた。昭和 36 年 6 月 15 日運転管理を富士製鉄株式会社側に引き渡し、富士製鉄株式会社の手により日立製作所立ち会いのもと、同年 6 月 25 日性能試験を行ない、第 5 表のよ

第 5 表 10,000 Nm³/h TO プラント性能表

	仕 様	測 定 値
酸素発生量	10,000 Nm ³ /h	10,000 Nm ³ /h
酸素純度	99.6%	99.62%
窒素発生量	10,000 Nm ³ /h	10,000 Nm ³ /h
窒素純度	99.99%	99.99%
原料空気量	55,000 Nm ³ /h	55,000 Nm ³ /h
吐出圧	4.9 kg/cm ² G	4.8 kg/cm ² G
消費電力	4,986 kW	4,963 kW
酸素原単位		0.496 kWh/O ₂ Nm ³
空気比	5.6	5.6



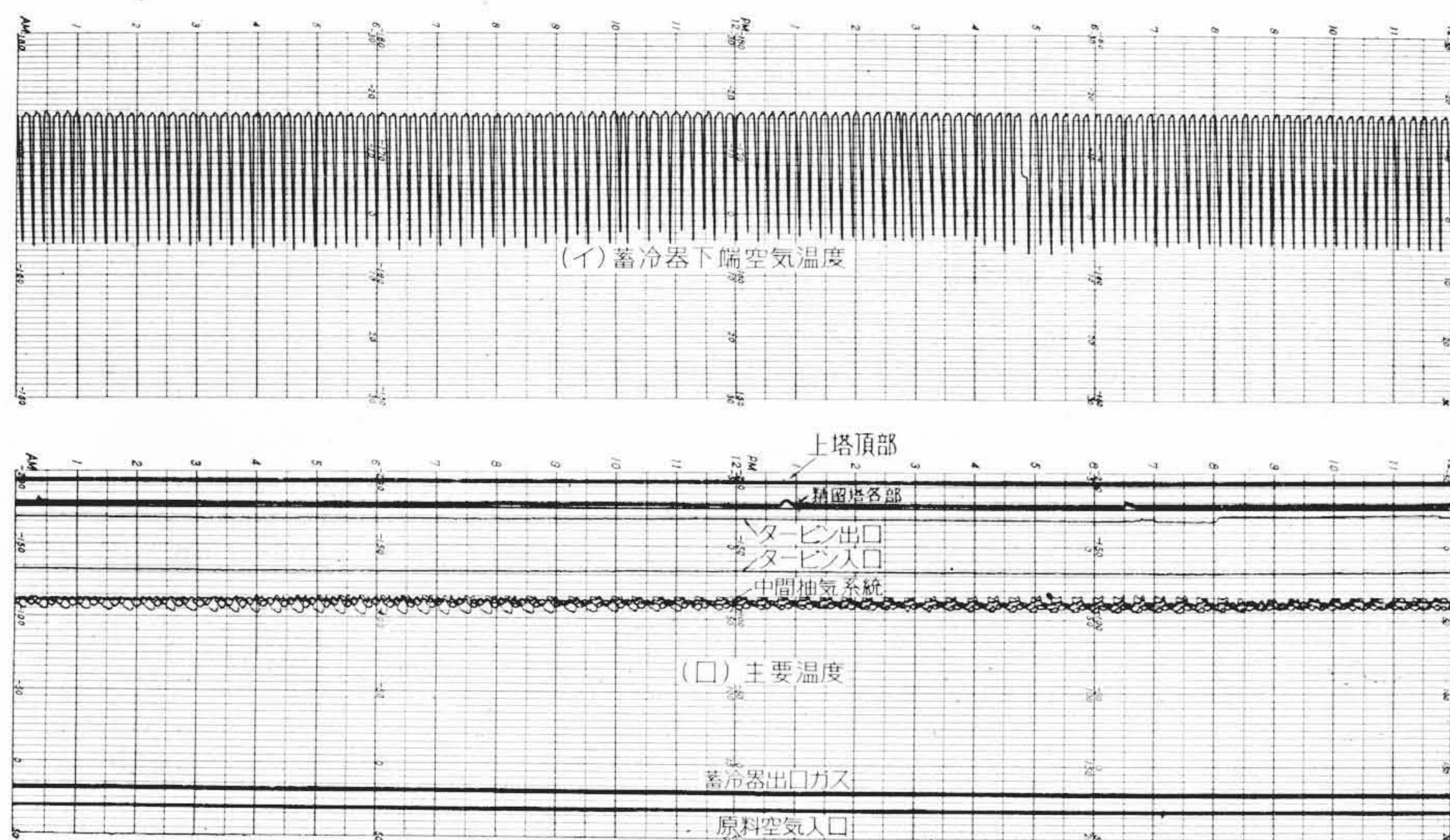
第 17 図 性能試験経過図

うな優秀な性能を得た。第 17 図は性能試験経過図を示す。

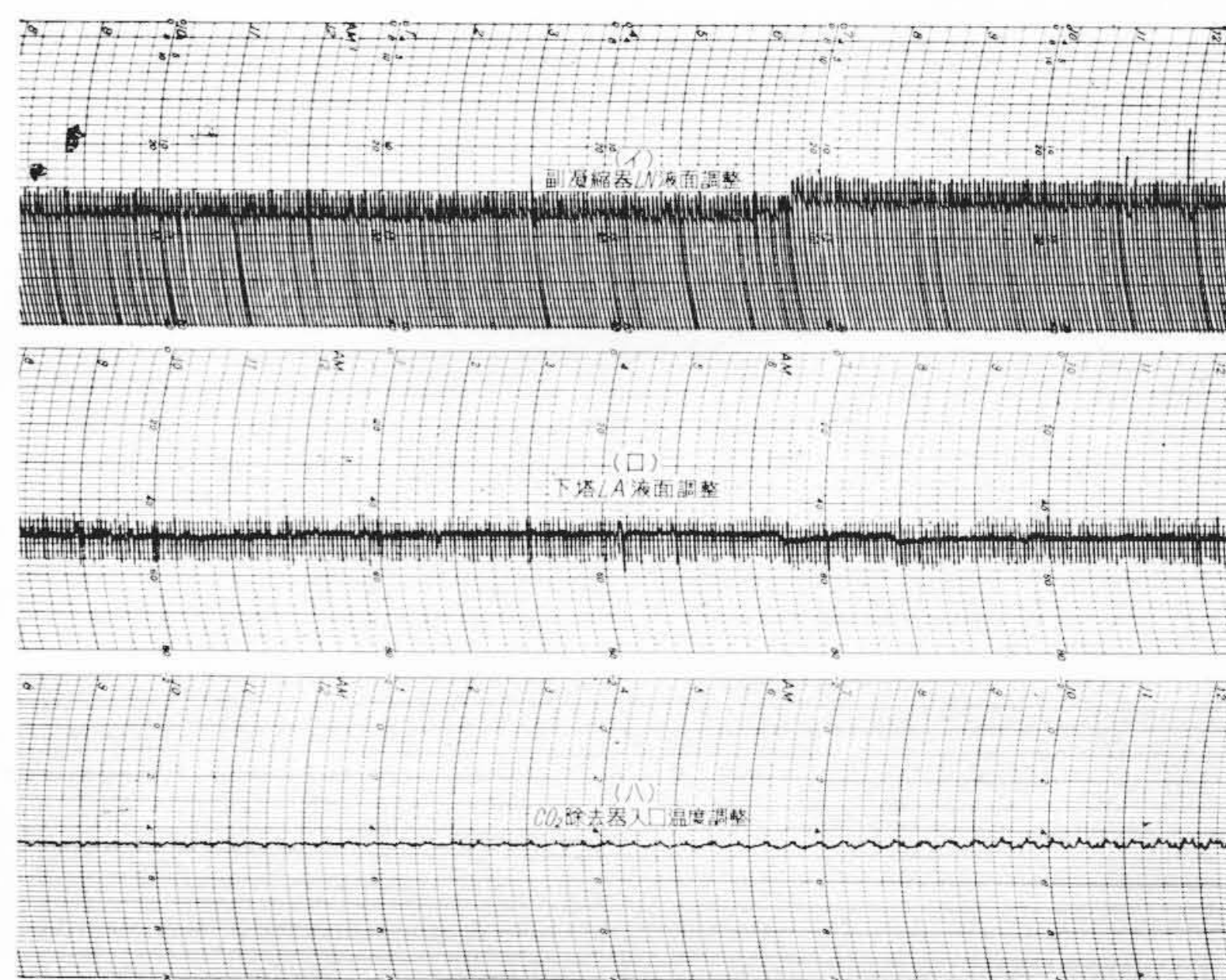
8. 試運転および性能試験結果の検討

試運転の結果次のような点が特長といえる。

- (1) 一時停止後の再起動でも停止中の寒冷損失の影響が少なく、起動が容易で蓄冷器に再起動による不平衡の発見はほとんど認められない。
- (2) プラントの寒冷損失が少なく、平常運転でかなり膨張タービンを絞って運転しており、このため下塔吹込空気量を増加することができて分離効率が高くなっている。



第 18 図 10,000-TO 定常運転各部主要温度



第 19 図 自動制御記録

(3) 超大形精留塔にもかかわらず、分離効率は高く、酸素分離後放出している窒素中に含まれる酸素量はきわめてわずかで（純窒素を採取したのちの放出不純窒素純度 96%）、原料空気中の酸素の 88% を回収している分離効率の良い精留塔である。

(4) また圧縮機の特長がよくプラントにマッチし、すぐれた分離性能とあいまって、酸素原単位が 0.496 kWh/O₂Nm³ と空気分離装置の原単位について 0.5 kWh/O₂Nm³ をわる技術史上輝やかな成果を上げることができた。

8.1 プラントの稼動状況

前述のとおり本プラントは 36 年 6 月 15 日より営業運転にはいつて現在まで約 1 年間を経過した。その間の性能および運転過程を次にまとめた。

(1) プラントの安定運転状況

第 18 図に主要部の温度状況をチャートにより示す。

各部ともきわめて安定しており、計画温度付近で運転しており起動当時とほとんど変化なくプラントがよく、運転、保守管理されて安定に運転が行なわれていることがわかる。

(2) 自動装置の運転状況

第 19 図に精留塔下塔の液体空気液面の制御状況を示す。本図に示すように設定値付近で良好に液面制御しており、成功している。

第 19 図 (イ) は副凝縮器の液体窒素の液面制御状況であるが、制御状態は良好である。なお定期的に指示値が振れているが、これは蓄冷器の切り換えのショックによるものである。このショックを極力抑えるために蓄冷器を 3 組にしたのであるが、かなりの効果が表われている。

(3) 製品ガス発生量および純度

第 20 図に酸素発生量、窒素発生量、酸素純度記録を示す。

図に示すように各製品ガスは計画値の 10,000 Nm³/h を上回り純度も計画値 (99.6%) を上回り 99.6~99.7% の純度で運転しており、安定したすぐれた性能をもっていることを示している。1 年間の連続運転結果でも純度、発生量ともに低下は認められず、高分離効率を維持しており、超大形プラントに絶対の自信を得たといっても過言ではない。

(4) 原単位管理状況

36 年 7 月より 37 年 3 月までの原単

位管理図を第21図に示す。

(a) 空気分離装置の酸素原単位は予想値の 0.498 kWh/O₂Nm³ に対し最悪の場合でも予想値を割らず運転してきた。特に冬期間になって外気温の低下に伴い吸込風量の増量の処置として軸流圧縮機の静翼調整を行ない、プラントとのマッチング調整を適切に行なった結果37年3月に至っては 0.45 kWh/O₂Nm³ 台の驚異的な原単位をうることができた。

(b) 圧送および総合原単位

酸圧機の前単位はそのときの酸素の使用状況により大きな変化があるが参考として示した。総合原単位は平均 0.65 kWh/Nm³ となっており、優秀な性能を示している。

(i) 軸流圧縮機の性能が67%の等温効率で冬期においても静翼調整により効率低下することなく運転できている。

(ii) TO本体、特に超大形精留塔の分離効率がすぐれており原料空気中の酸素の 87~89% を回収し、高効率を示している。

(iii) 酸圧機に余裕ある設計をとったため効率よく稼動し、圧送原単位が低い。

これらの結果により以上のような原単位が得られるとともに、安定運転継続が可能になったものと思われる。

(5) 停止記録および対策

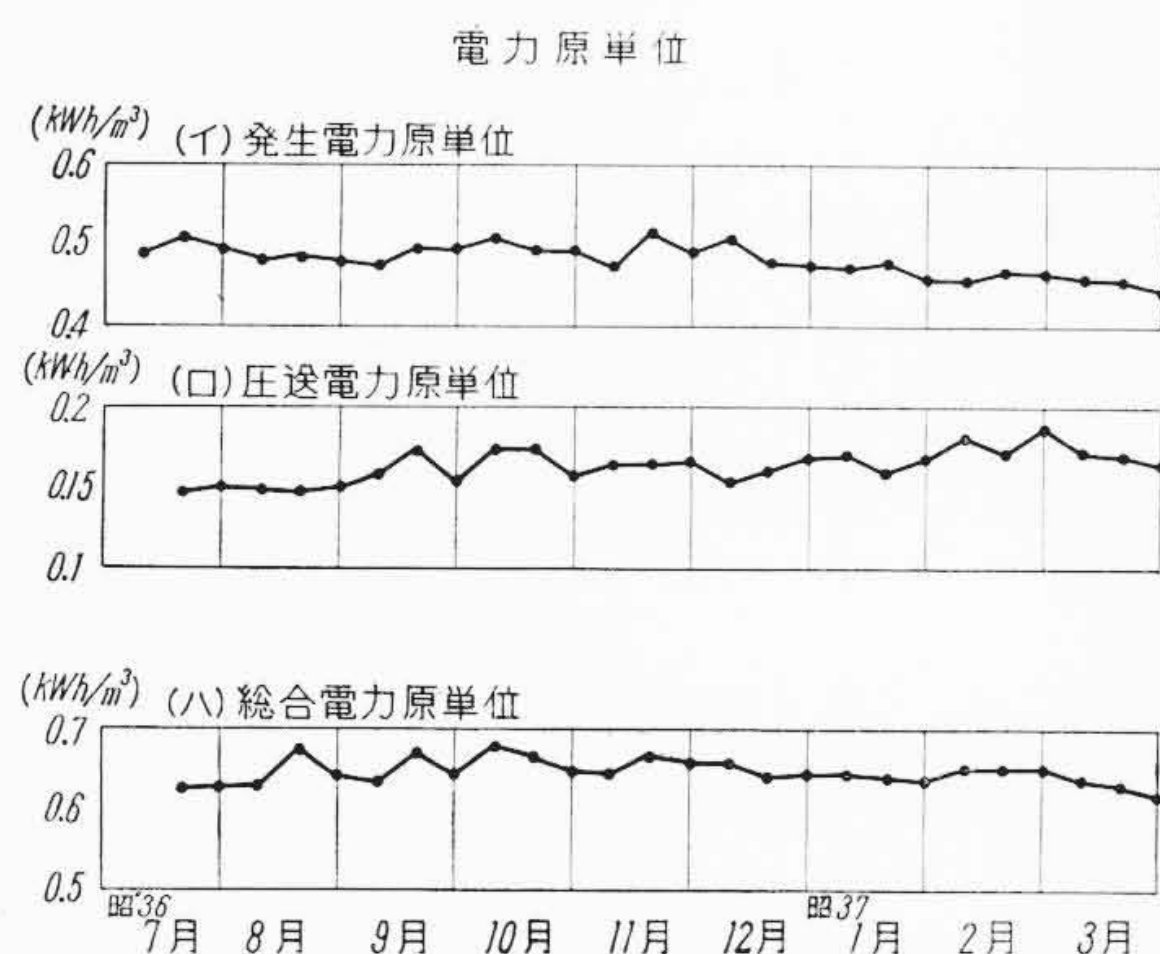
第22図は36年7月より現在までの停止記録を示す。図に示すように運転開始初期には停止することもあったが、再調整が終わり運転になれた11月以降事故による停止はほとんど起こしていない。これは

(a) プラントの機械そのもののなじみ調整期間を試運転後、2~3箇月とすればその期間を過ぎて機械的に安定したものと考えられる。

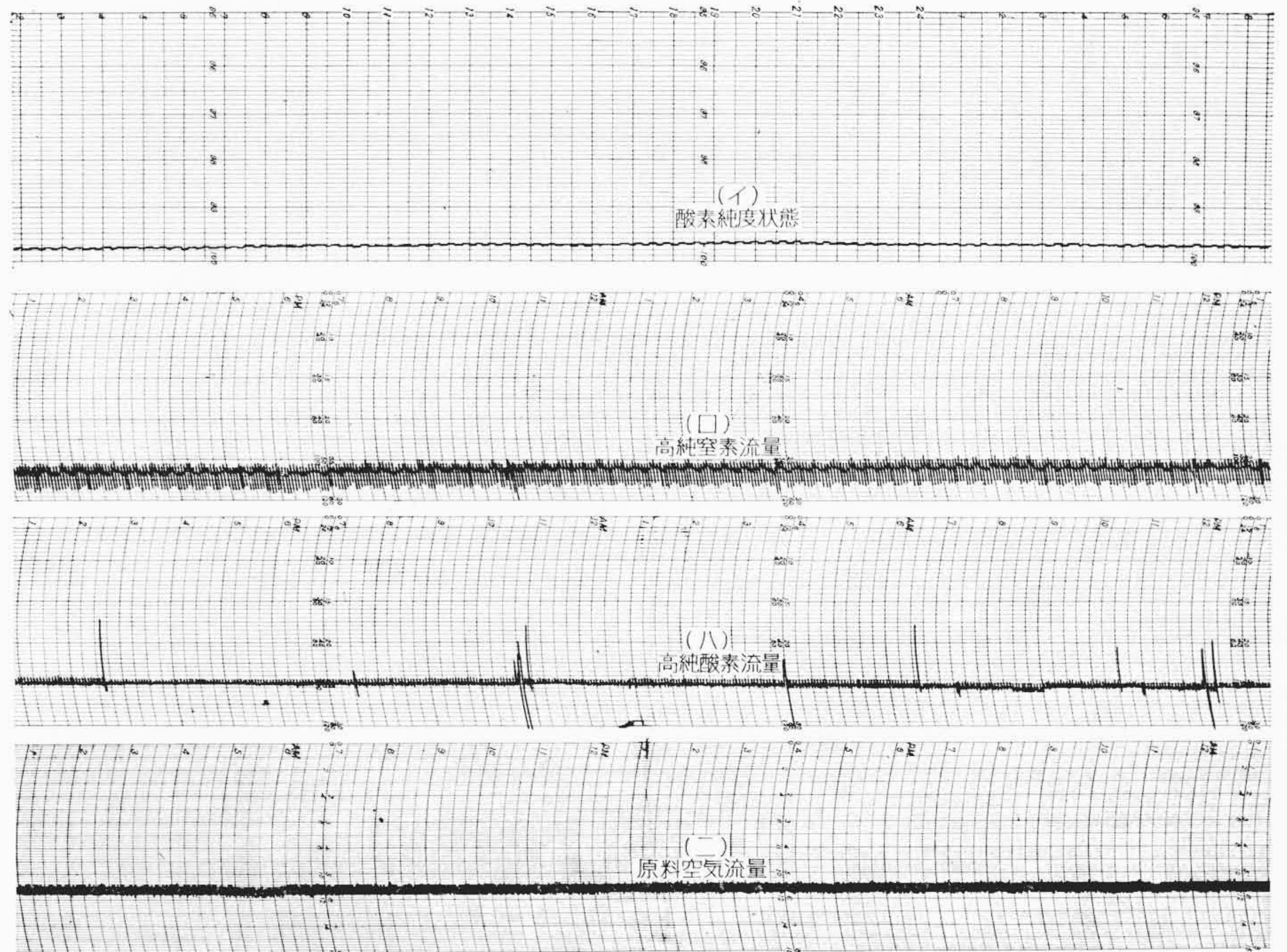
(b) 運転員が取り扱いに習熟するとともに、安全管理が徹底したことも事故減少に大きい効果をあげたものと思われる。

9. 今後の計画上の問題点

以上計画、据え付け、試運転、稼動状況について述べてきた。現在まで大過なく高性能で稼動していることは



第21図 原単位管理図

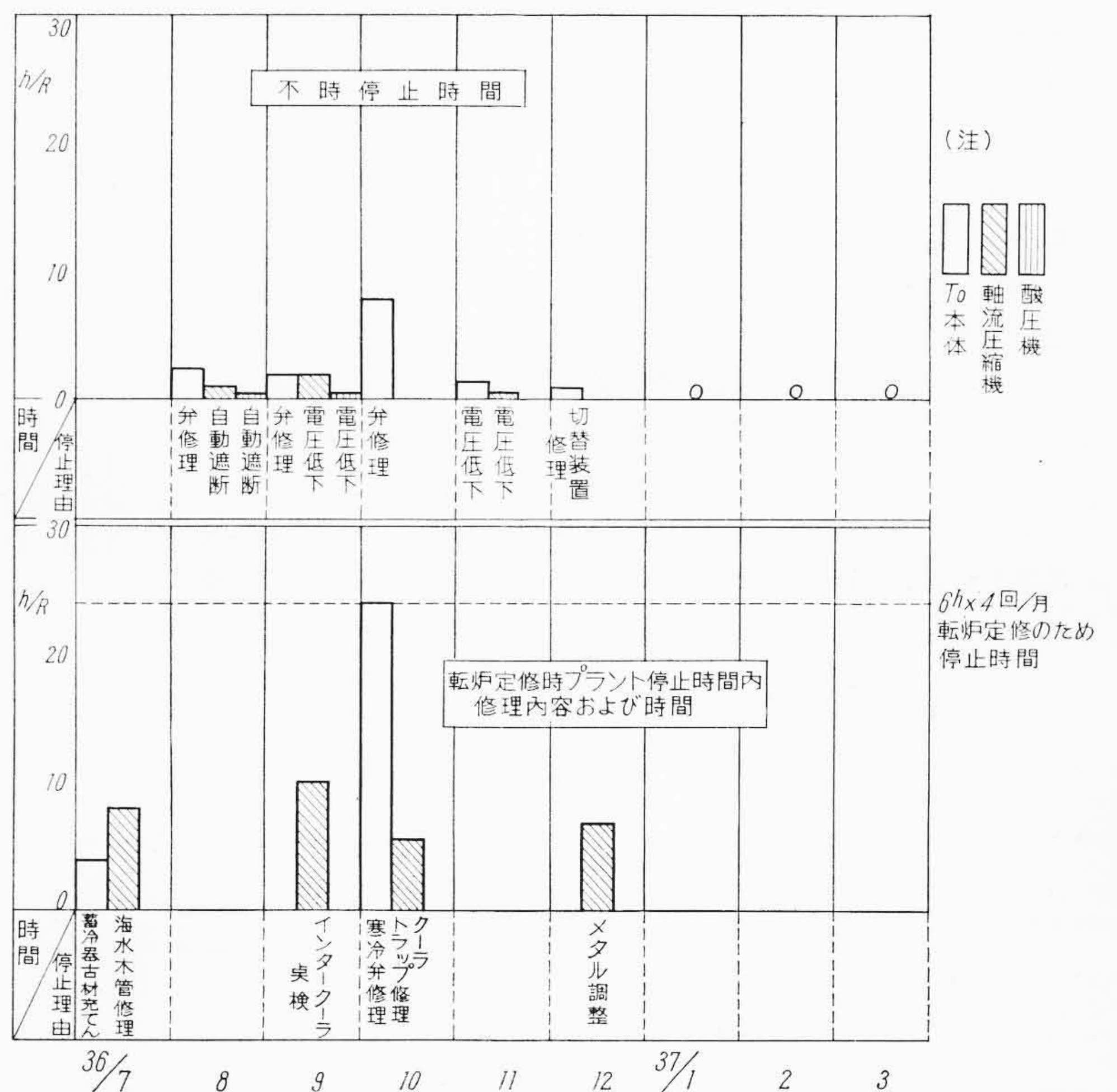


第20図 定常運転時の流量、純度記録

非常に喜ばしいことである。しかしTOプラントとして今後に残された問題点は多く、本プラントの実績に基づいて今後の問題点を検討し、これをプラントの計画に採り入れることにより、より高い安定性をもつ高性能で経済的なプラントへと進歩させていきたいと考える。

(1) プラントの全体計画について

(a) 全体的に計画は成功であったと思われるが、定修時の分解点検、騒音防止を考えて、原料空気圧縮機、酸素圧縮機は棟をわけて透明な壁で仕切ったほうがより便利ではなかったかと思わ



(酸圧機は予備機があるのでプラント停止として記録が残っておらず、停止時間記録には記載しなかった)

第22図 プラント運転停止記録

れる。

(b) 大形装置を数台にわけて今後設備する場合は、大形の軸流圧縮機 2～3 台と組み合わせて原料空気圧縮機をより高効率のものとするのが望ましい。これにより原単位をより低下させることができる。

(c) 空気分離装置に二重保冷槽を採用することは、熱慣性を小さくして起動時間を早めるのに有効であり、かつ定修などにおける岩綿の取り扱いが少なくすむので非常に有利である。今後大形装置は二重保冷槽にて計画すべきであるが、部分的には岩綿内に配置したほうが有利な機器があるので、この考慮を払うべきである。

(d) 本プラントは積雪地のため屋内プラントとしたが、保守の容易、定修時の便、プラントの寿命などを考えて、できるかぎり屋外プラントとすることが望ましい。

(2) プラントの信頼性、安定性について

(a) 低い酸素原単位、割安な建設費をねらって、空気分離装置を大形化する場合、運転の信頼性、安定性が最も重要な点になる。10,000 Nm³/h 以上をねらって all or nothing の危険を覚悟するか、6,000 Nm³/h 2 基として安全を選ぶかは最も問題となる点であるが、本プラントの運転実績よりみても今後は 10,000 Nm³/h 以上を計画しても十分信頼できると思われる（ただし計画上の注意と運転管理が重要である）。

(b) プラントの保安装置は必要最小限度の数に止めるとともに十分吟味した作動確実な装置を組み合わせるべきである。重故障をむやみと増加すると誤動作のためプラントの停止する回数が増加する傾向になる。

(c) 計器は精度の許すかぎり構造簡単で、作動確実、保守容易なものを選ぶべきである。現状では見やすい中形計器が最良と思われる。

(3) プラントの自動化、遠隔操作化

(a) 空気分離装置のように自己安定性のあるプラントは、自動化をできるからといってすべきではない。必要最小限度に止め有効に利用すべきである。また故障時手動で調整できるような考慮を忘れてはならない。むやみと自動化をすると計装の保守に保守要員を確保しなければならず、かえって人手を要することになる。遠隔操作化も同様で一度設定するとほとんど調整しないような操作回数の少ないものは遠隔化すべきでない。

(b) 調整弁のうち、精留塔膨張弁などは人為的に指令を与えないかぎり開度の変化しない電動弁が望ましい。自動制御弁は空気式もやむを得ないが、操作空気圧喪失、電源喪失などの場合はプラントの安全な側に開閉するよう計画時に注意が必要である。

(c) 計装計画と One man control

プラントの計装を集中して One man control 方式とすることは望ましいが、運転員の事故、プラント故障時の非常処置などを

考えれば、人員を極端に絞ることは望ましくない。自動化を大掛りにすれば計装関係の故障により停止が起り保守点検手入が必要になる。かつ計器により検出される事項は限られるので、運転員の巡回点検は必ず必要である。したがって運転員の監視しやすい監視盤にするとともに誤りにくい見やすい操作卓にして、One man control 方式に近い運転管理にするとともに、予備員および巡回監視員を配置し、かつ毎日定期的に保守員が保守作業する方式が望ましい。

(d) データロガー

全電子式計器を採用したデータロガーも 36 年末より据付完了し運転にはいって好調に稼動している。プラント主要部分の自動記録、故障時の記録など非常に有効であるが、運転員による巡回点検記録は必ず必要であって、これによる故障の事前発見は重要である。

(4) 酸素圧送設備

(a) 酸素圧縮機の選定

酸圧機は必ず予備機を持つことが望ましく、かつ事故の多い箇所であるからいたずらに新規性、高効率を望まず、安全第一に計画すべきである。かつ起動、停止の多い機器であるので自動起動、自動圧力流量調整は、ぜひ必要で、この点本プラントは成功であった。

(b) 酸素貯蔵設備（発生量と需要の調整について）

L D 転炉平炉の操業による酸素の使用量は定量連続でなく、一定時間に大量に集中使用する。これは酸素ホルダの容量でカバーできるが炉壁の修理のめた週 1 回の割合で停止させる。この場合酸素使用量が減り、減量運転を行なうが圧縮機のサージングその他により限度があり、全体として分離酸素量の数%を放酸している現状である。液酸貯蔵のできるプラントの開発が望ましい。

10. 結 言

以上、富士製鉄株式会社室蘭製鉄所における大形 10,000 Nm³/h-T O プラントの紹介と約 1 年間の運転実績について述べた。本プラントは日立製作所における記録品の集りで、36 年 6 月初め稼動にはいってより約 1 年後の現在まで、優秀な性能を発揮し、安定な運転を続けている。酸素発生原単位も 0.45～0.49 kWh/O₂Nm³を保ち、年間平均 0.48 kWh/O₂Nm³の記録的な数字を示している。

終わりに当たり本プラントの計画より完成に至るまでご指導、ご激励を賜った富士製鉄株式会社室蘭製鉄所平田副所長および関係者各位に謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 内山, 前原: 鉄と鋼 第 44 年 12 号 (昭和 33 年)
- (2) 木下: 鉄と鋼 第 46 年 7 号 (昭和 35 年)
- (3) Dipl, Friedrich, Krupp, 磯村, 行方: 高圧ガス 第 25 巻 第 1 号 (昭和 36 年)