

近年研究、開発促進の重要性が話題となって来たが、37年度は貿易自由化を控えていますその必要性が認識されるようになった。

世界市場で競争するためには特長のある製品であることが必要である。近代工業ではその基盤となる研究、開発、ならびに生産技術は多岐にわたり、かつそれらが互いに密接に関連しているので、個々の分野のある部分においては技術導入などの必要も生じて来るであろうが、全体として世界水準の技術的資産と能力がなければ発展は期しがたい。

日立製作所は創立以来研究、開発を重視し、わが国工業の発展に貢献して来たが、貿易自由化などの最近の情勢に対処して従来にも増した活動を行ない、さらに大きな飛躍を目ざしている。

研究、開発は川の流れるように常に流れてとどまるところを知らないものである。37年度の研究の成果としてこの章に述べられているものは日立製作所における研究、開発の一断面、しかもその一部を示しているにすぎなく、決して全貌を示すものではない。研究、開発の最終的な成果は優秀な製品あるいは生産技術であって、現在の製品あるいは生産技術は過去の研究、開発のたまものといつてよい。たとえば国際的にも注目をひいている日立教育訓練用原子炉は37年度に目標の出力に到達したが、これは数年にわたる研究、開発、ならびにさらに長期間つみあげて来た製作技術によるものであることを忘れてはならない。

現在の研究、開発は過去の実績の上に積み重ねられ、日立製作所の業績を一段と大きく発展させて行くことであろう。

29.1 原子力

29.1.1 原子炉圧力容器の応力解析

(1) 球および円筒部についているノズル部の光弾性実験

種々のノズルをつけた三次元モデルをエポキシ樹脂で作り、内圧およびフランジ締め付けによる各部の応力を凍結法にて求め、理論計算と比較検討した。

(2) 原子炉圧力容器の1/2モデルによる応力測定

ノズル径、溶接部形状、ノズル配列などを変えた種々のノズルをつけたJPDR圧力容器1/2モデルにつき、内圧およびフランジ締め付けによる各部の応力を抵抗線ひずみゲージを用いて測定し、これらの応力集中に及ぼす影響を明らかにした。

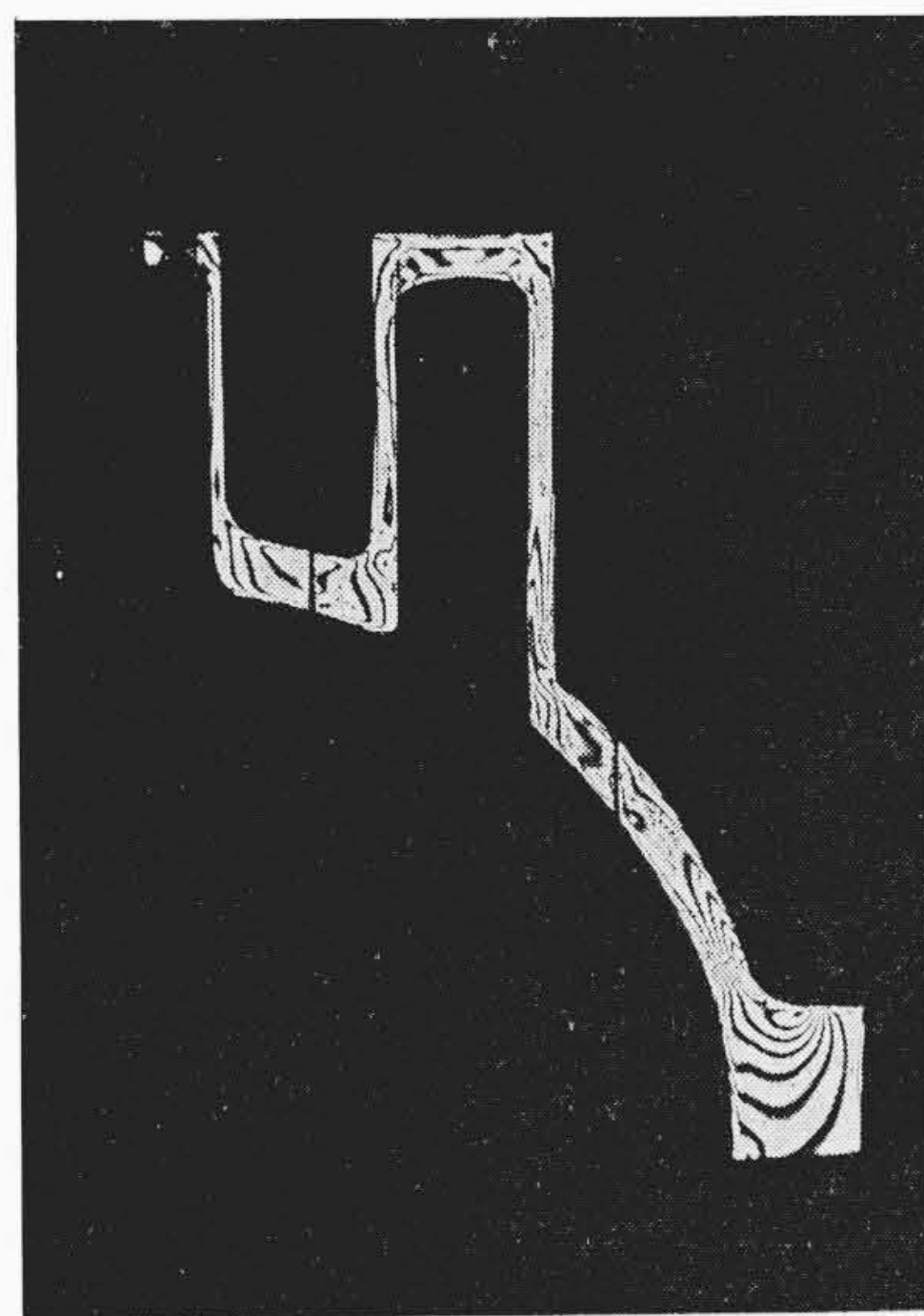
(3) JPDR圧力容器の応力測定

上記の光弾性および応力測定結果を参考にして、JPDRの水圧試験時(75℃, 118 kg/cm²)における各部の応力を抵抗線ひずみゲージ(約400点)およびデジタル式多点自動ひずみ記録計(100点)を用いて測定した。各部の応力は十分許容限界内にあり、強度上の安全性を確認することができた。

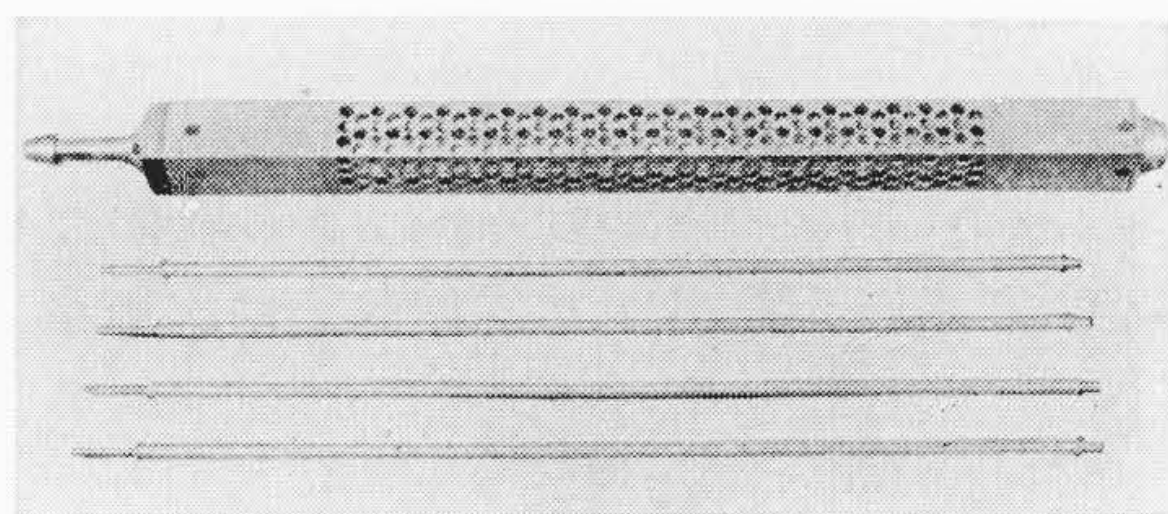
29.1.2 原子燃料

(1) セラミック燃料要素

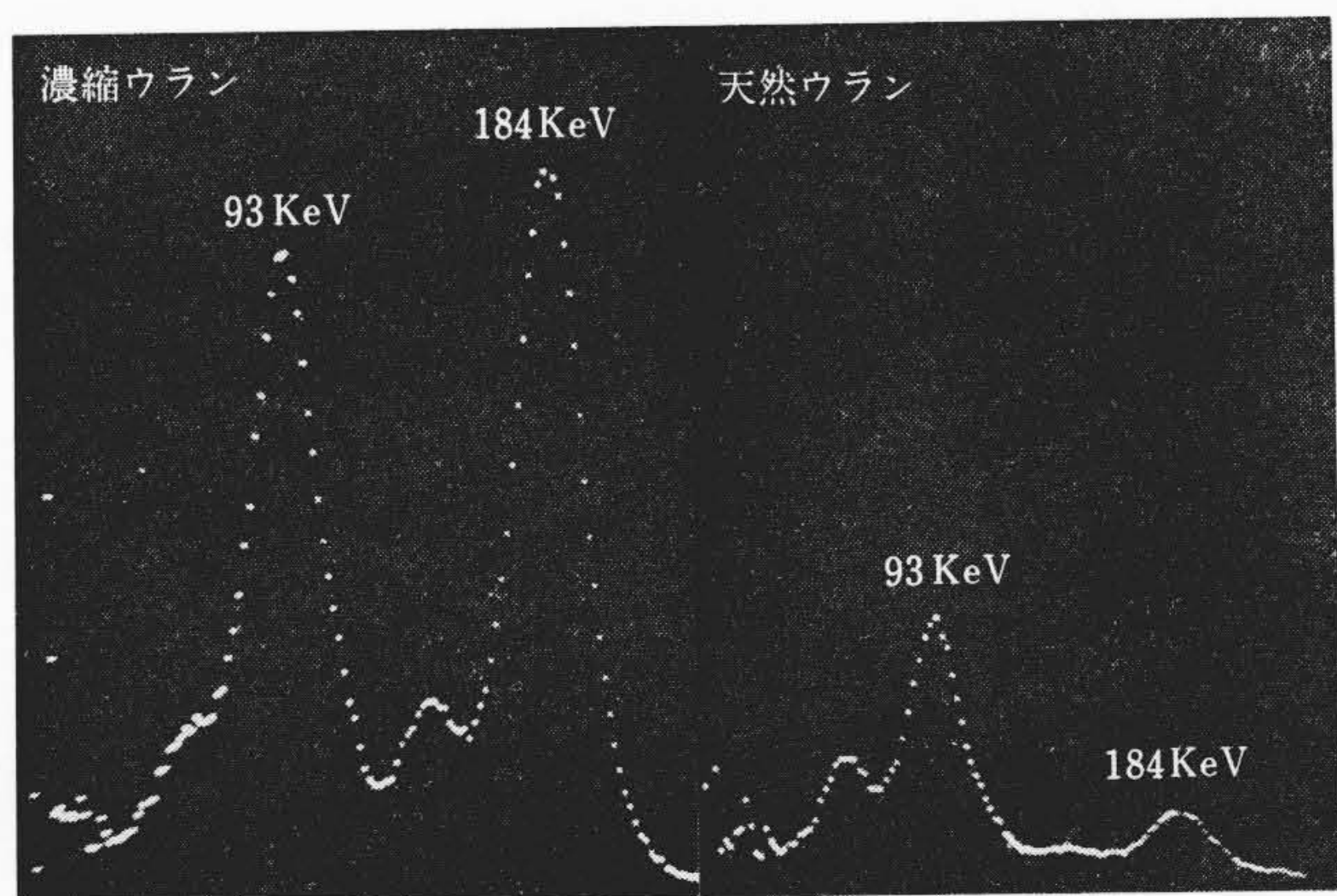
昭和36年8月中旬より日立教育訓練用原子炉HTR燃料要素の製造を開始し、12月上旬に完成した。この燃料は直径8mmの10%濃縮二酸化ウランペレットを外径9.8mm、肉厚0.8mmのアルミニウム被覆管によって被覆した構造である。濃縮ウラン燃料の加工には、臨界量の管理、放射線管理、計量管理および製造歩留りなどに厳重な制限が設けられたが、独自の技術を用い、高密度で寸法精度の良いペレット約12,000個を短期間に製造した。一方燃料棒総数は265本で、X線検査、Heリーク試験、表面汚



第1図 球からノズル付根部の光弾性縞



第2図 HTR燃料棒および燃料要素



第3図 濃縮および天然ウランのγ線スペクトル

染検査などにより厳重に完全性が確かめられた。原料粉末の使用しうる極限まで燃料棒化し、損耗はきわめて微量であった。第2図はHTR燃料要素である。

さらに昭和37年3月末よりOCF用低濃縮UO₂ペレットの製造に着手した。これはわが国最初の低濃縮セラミック燃料体の大量生産で、2.5%濃縮UO₂ペレット約120,000個を製造した。

(2) HTR燃料被覆管のうず電流探傷

日立教育訓練用原子炉HTR燃料要素の被覆アルミ管は、製造に先だち、うず電流法により全数非破壊検査を行なった。検査装置は、日立製作所において開発した差動内面形コイルを用いた

グリッジ平衡増幅方式によるもので、HTR 用外径 9.8φ、肉厚 0.8 mm のアルミ管を検査する場合深さ肉厚の 7% 程度の微小欠陥も十分検出可能なることを確認した。検査はあらかじめ各種の微小人工欠陥を付した感度標準試験片を基準として行ない、有害な欠陥があると認められるものをすべて不合格とした。

(3) U^{235} の濃縮度測定

U^{235} の濃縮度測定は mass spectrometer とか放射化法による方法がよく知られているが、手順は非常に複雑である。一方ウランの γ 線スペクトルを比較する方法は非破壊的であり、迅速に行なえる。

ウランは主として U^{235} と U^{238} の同位元素からなり、それぞれ固有の核崩壊を続けている。この際に放出する γ 線のスペクトルで U^{235} を示す 94 keV と 184 keV、 U^{238} を示す 93 keV をとり、93 keV と 94 keV の重なりあったものと 184 keV の強度の比を測定し、あらかじめ標準試料で求めた関係と比較することにより濃縮度が求まる。第 3 図に天然および 10% 濃縮二酸化ウランの γ 線スペクトルを示す。本法により、濃縮度を誤差 $\pm 1.3\%$ で測定することができた。

またミンチレーション・カウンタによりウランの γ 線スペクトルを測定するオートラジオグラフィによる燃料体中のウラン分布の一様性および含有量の非破壊検査法の検討も行ない、燃料体の品質管理上に有効な手段を確立した。

(4) セラミック燃料純化回収法の研究

セラミック燃料の製造に際して生ずる不良品は、これを再び使用可能な原料としてできうる限り回収する必要がある。これは濃縮度の高い場合ほど、その経済性の面などから重要な問題となる。

日立製作所において確立した湿式回収法は次の諸工程からなる。

- (1) 不良品の硝酸への溶解
- (2) 有機溶媒による抽出精製
- (3) 重ウラン酸アンモニウムの生成
- (4) 八三酸化ウランへの熱分解、酸化
- (5) 二酸化ウランへの還元

各工程における処理条件について検討した結果、製品である二酸化ウランの純度、粒度、焼結性および収率などについて十分満足しうる値が得られるようになった。本法を HTR 用 10% 濃縮ウランの場合について実施し、所期の目的を達成することができた。

(5) 原子燃料再処理用抽出塔の制御

原子燃料再処理プラントの中心となる脈動抽出塔の動特性な

らびに制御について検討した。まず抽料の濃度変化に対する抽出、抽残両液の濃度変化の応答を実測した。実測結果は、塔を集中定数系として解析した結果とよく一致し、塔内の流量、軽液ホールドアップなどの時定数におよぼす影響を知ることができた。次に抽出塔を正常に運転するために必要な軽液分離タンクの界面制御系について検討した。第 4 図(A)に本制御系を示すが、差圧変換器による界面の検出法は、パルスによる界面の見かけ上の脈動の影響を受けず、したがって制御系も良好に動作することがわかった。第 4 図(B)に抽料の流量変化に対する界面の応答の実測結果の一例を示す。また調節計の設定定数を種々変えて実験し、最適設定定数を求めることができた。さらに本制御系をアナログ計算機で解析した結果は、実測結果とよく一致し、抽出塔界面制御系を確立することができた。

29.1.3 高圧直流安定電源装置

誘導負荷マルチバイブレータを含む DC-DC 変換器を用いた本装置は能動素子を完全に半導体化したこの種の装置としては画期的な新製品である。これは中性子束あるいは一般放射線計数管用の高圧電源装置として設計したもので、出力電圧 900~1,500V、出力電流 0~5mA の範囲において次のような特性を有する。

- (1) 内部雑音 50 mV 以下
- (2) 電圧安定化率 2.4×10^{-3}
- (3) 直流動内部抵抗 1 k Ω 以下
- (4) ドリフト 0.1%/8 h
- (5) 安定化時間 1 min 以内
- (6) 温度係数 $+0.05\%/^{\circ}\text{C}$

なおこの電源装置は小形軽量であり、また機械的な安定度も高いので、従来よりある真空管式の同種装置に代わって、今後各分野での活用が期待される。

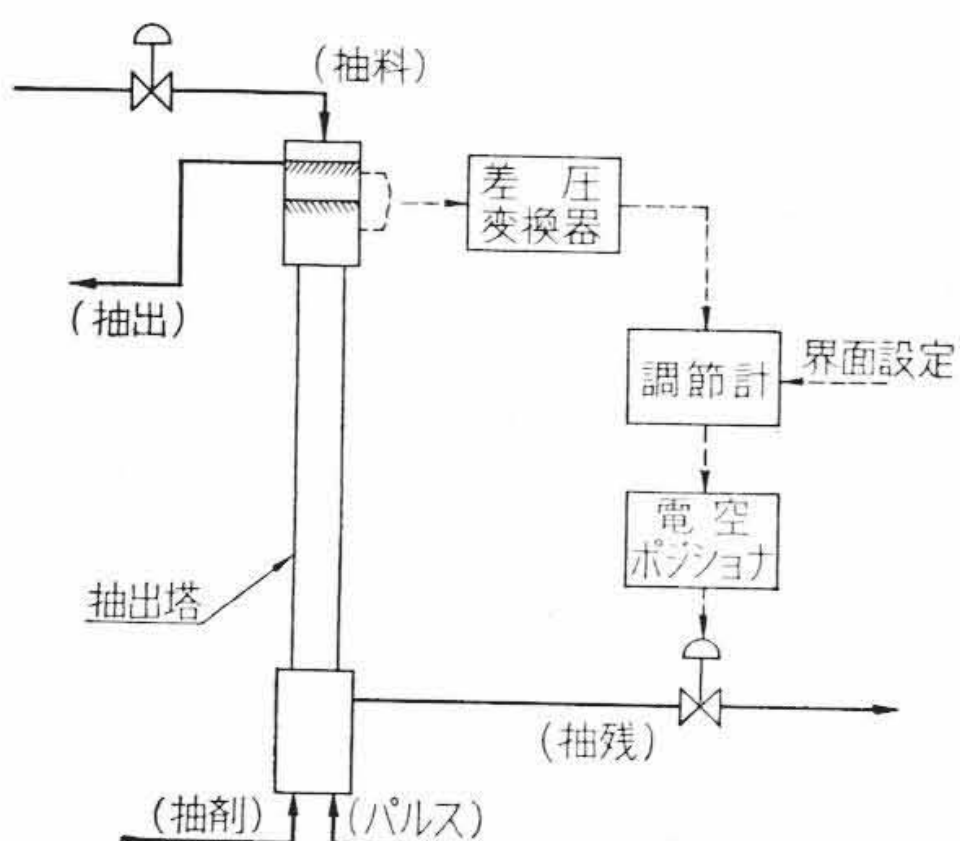
29.1.4 液体金属 Na による伝熱の研究

今までの知見を基にして、Na 循環回路用諸機器の開発と流動ならびに熱伝達特性を明らかにする目的で、第 5 図に示すように新しく Na 実験回路を作った。

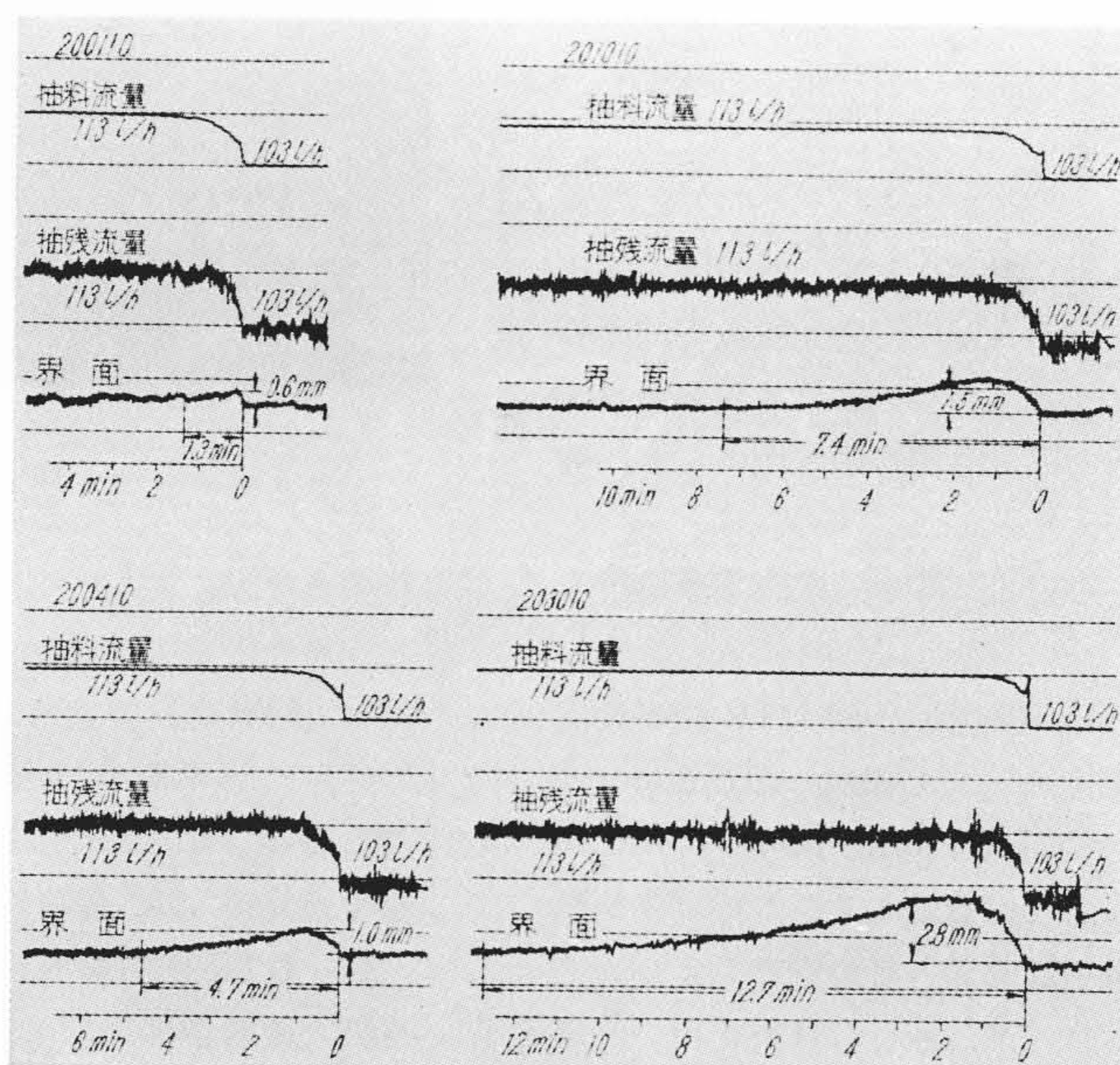
本回路は貯蔵タンク、膨張タンク、加熱器、冷却器、精製器、酸素濃度測定器、電磁ポンプ、電磁流量計ならびに熱伝達測定区間より構成されている。タンクは縦形にして計量タンクとして用い、流量計の更正を行なえるようにした点、冷却はすべて補助装置の簡単な空気冷却方式を、加熱は内そうヒーター加熱方式を採用した点などが旧 Na 実験回路と趣きを異にするところである。本装置により、伝熱に対するぬれの影響ならびに助走区間の熱伝達特性を明らかにし、さらに実験条件による影響について実験中である。

29.1.5 ウラン分析法の研究

核燃料として使用するウランは高純度のものが必要で、特に中性子吸収断面積の大きい不純物は、超微量であっても核的性質に影響を及ぼす。したがってこのような不純物を定量管理することは重要な問題で、われわれは約 3 年間にわたりこの研究を続けてき

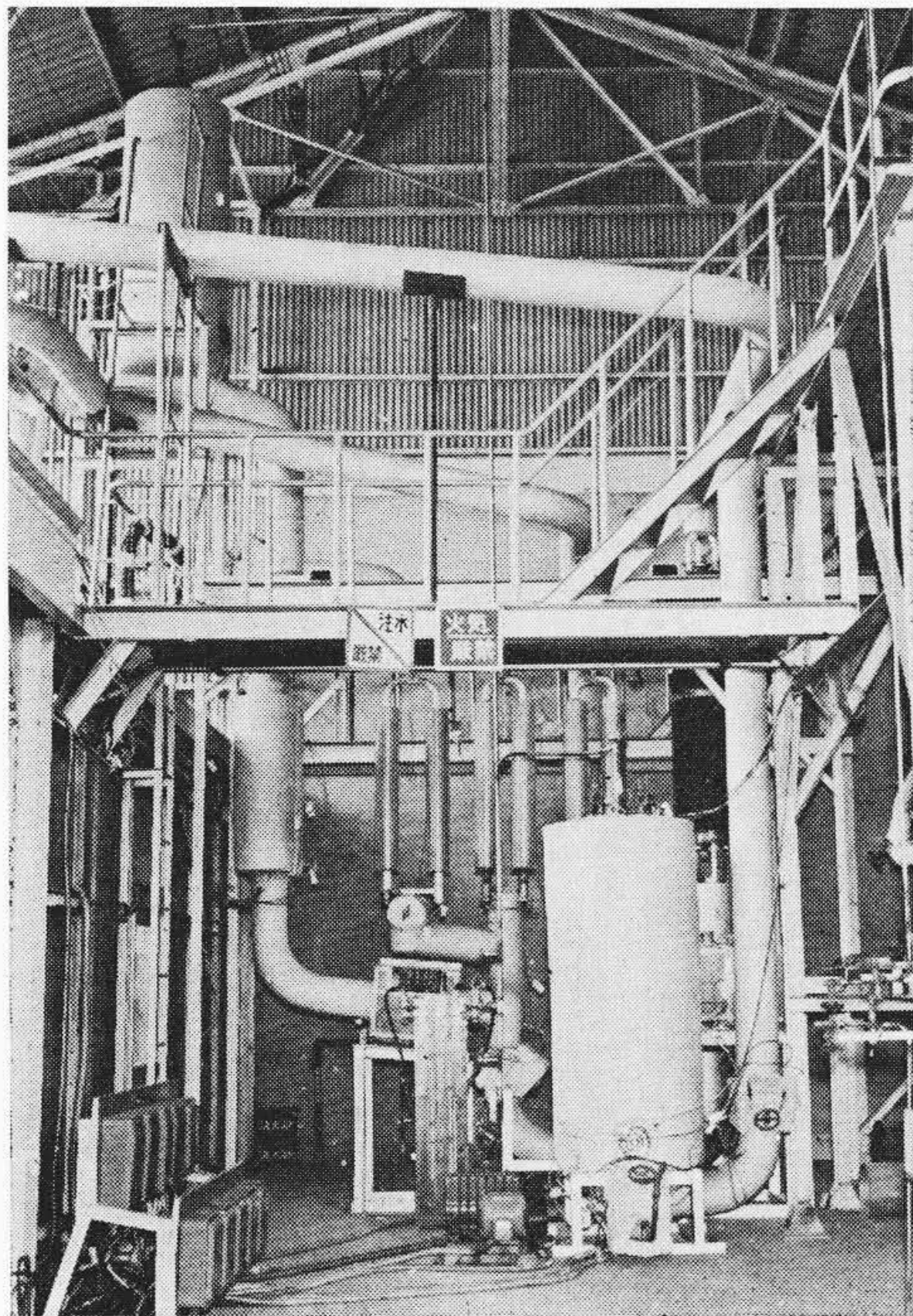


(A) 界面制御系ブロック線図

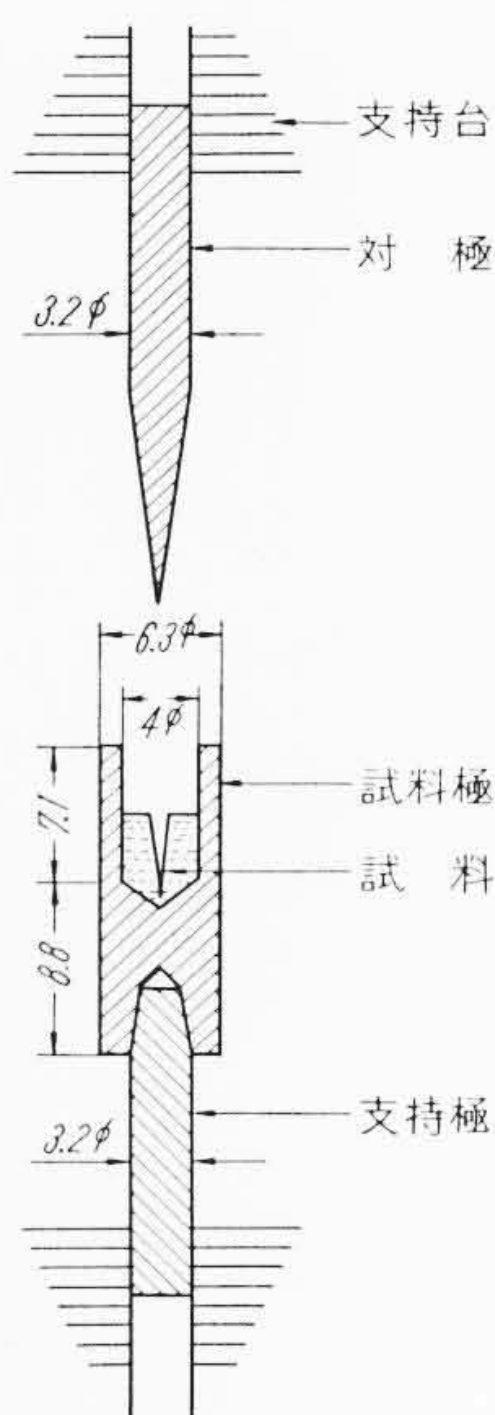


(B) 界面制御系の構成と特性

第 4 図 抽出塔界面制御系の構成と特性



第5図 Na 実験回路



第6図 ウラン分析用黒鉛電極

た。研究の初期においては分析の標準法ともいえるべき吸光光度計について検討し、さらに第6図に示すような黒鉛電極を使用して多数の不純物元素を能率的に定量する発光分光分析法、次いで超微量成分を精度よく定量するためのポーログラフ法と研究を進めた。第1表にこれまでの研究により確立した分析方法と定量可能成分ならびに定量下限を示す。すでにこれらの方法は東京大学サブクリ用燃料、HTR用10%濃縮ウラン、OCF用2.5%濃縮ウランなどの分析の実績を持ち、ウラン中の微量不純物分析法として実用に役だっている。

29.1.6 原子炉の設計計算

(1) 収斂加速法“Wielandt法”の確立

原子炉コード作成にあたって最も重要な問題の一つは、拡散コードの繰返し計算の収斂加速法である。従来より行なわれているChebyshev多項式による方法は収斂速度に限界があり、大幅に繰返し計算を少なくすることは不可能である。特に沸騰水形原子炉の臨界計算、燃焼度計算ではばく大な計算時間を必要とする。従来の方とまったく違った収斂加速法“Wielandt法”の拡散コードへの適用を考え、従来の拡散コードを次のように変更した。

(1) 従来の拡散方程式を次のような行列形に変形する。

$$-D \nabla^2 \phi^{(n)} + \left(\Sigma - W - \frac{1}{\lambda_e} F \right) \phi^{(n)} = \left(\frac{1}{k_{eff}} - \frac{1}{\lambda_e} \right) F \phi^{(n-1)}$$

n : 繰返し回数; λ_e : k_{eff} の推定値

(2) 従来の逆行列計算(行列要素実数)の漸化式を行列要素が小行列である場合に拡張する。

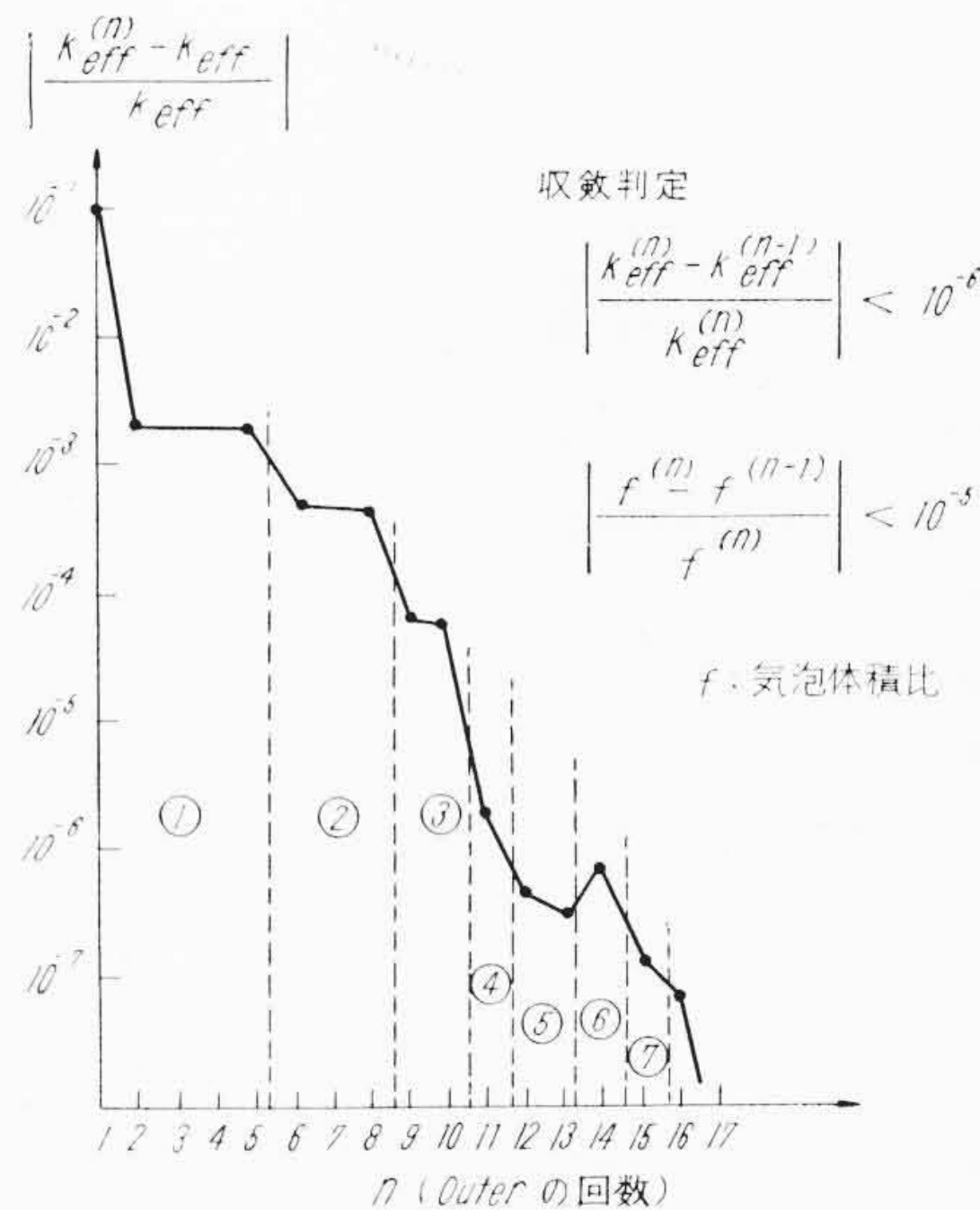
以上に基づき拡散コード Sunrise II (IBM 7070), Sunrise III (IBM 7090) を作成した。第7図は Sunrise II の収斂状況で、16回で完全に収斂している。従来の方法でこれまでに収斂させるには50~80回ぐらい繰返さねばならない。

(2) JRR-4の放射線対策解析

日本原子力研究所から日立製作所が受注したスウィミングプール形原子炉(JRR-4, 最大熱出力3,000 kW)の放射線被曝対策の基礎資料を得るために、プール水面での作業中の被曝線量を解析

第1表 ウラン中の不純物分析方法と定量成分

分類	方法	定量成分	定量下限
化学分析	吸光光度法	Cr, Co, Cu, F, Fe, Mn, N, Ni, P, Si, Th	1 ppm
	直流ポーログラフ法	O/U	0.0005 ppm
	矩形波ポーログラフ法 電気電導度測定法	Cd, Mn, Ni, Pb, C	0.02 ppm 10 ppm
分光分析	担体蒸留法	Ag, Al, B, Cr, Co, Cu, Fe, In, Mg, Mo, Ni, Pb, Si, Sn, V	0.25 ppm
	銅スパーク法	Dy, Eu, Gd, Sm	0.05 ppm



第7図 Wielandt法による Sunrise II の収斂状況

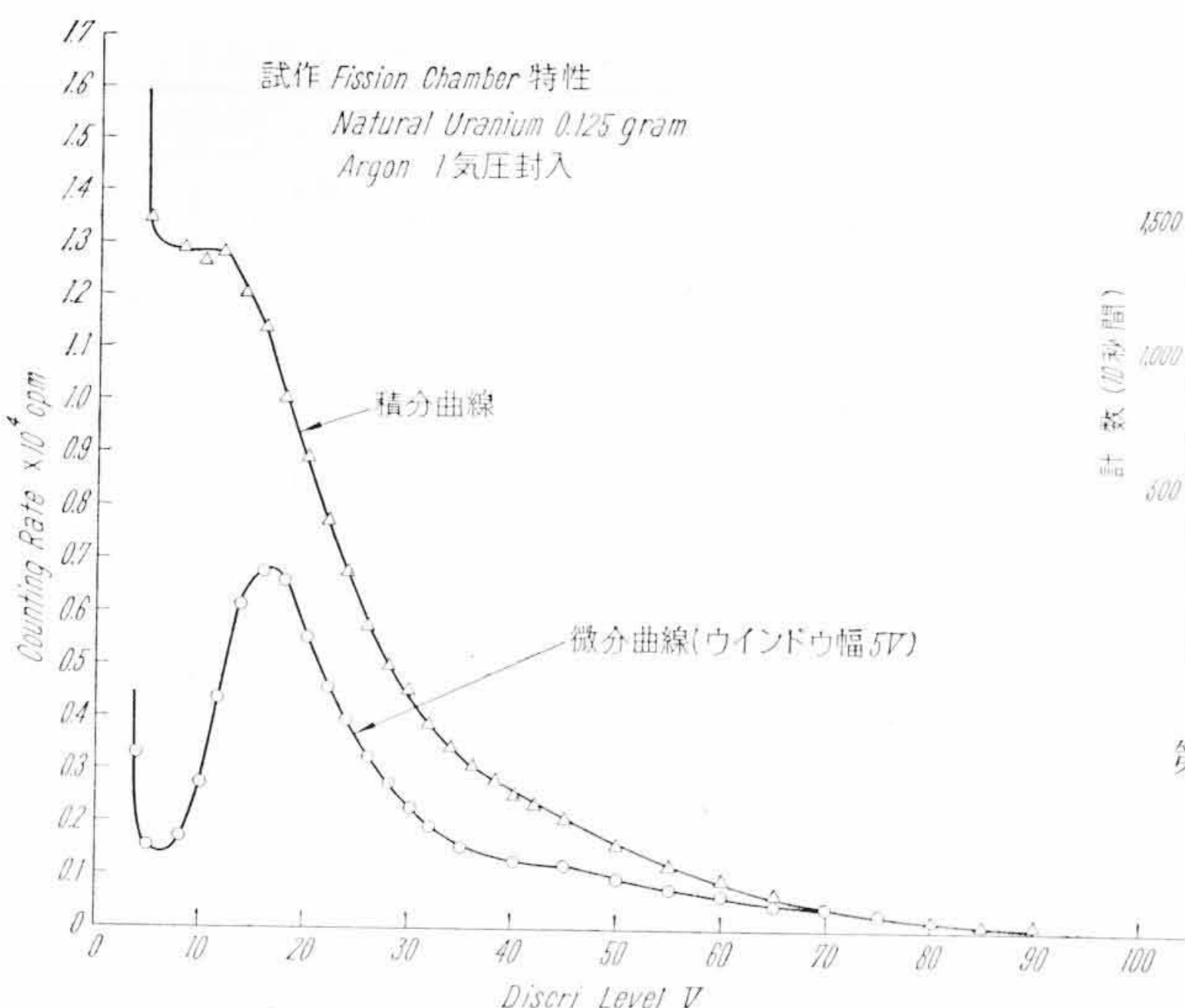
した。その解析は二つの異なった現象を含む。一つは炉心から放射される中性子、ガンマ線による線量解析で、深さが8mに及ぶ厚い水層のため従来の遮へい計算では計算誤差が大きくなるので中性子、ガンマ線に対してそれぞれ改良された計算方式を設定して解析を行ない、新しく光中性子による線量計算法を考案した。第二の問題は冷却材の放射化によるプール水面上の線量増大の問題で、閉回路循環系における冷却材比放射能の計算方法を設定し、冷却水自体の放射化、アルミ被覆材からの反跳原子核による汚染による放射線量を解析し、スウィミングプール形原子炉としては新しい半密閉式温水遮へい方式による放射線対策装置開発の基礎資料を完成した。

29.1.7 原子炉実験装置の開発研究

(1) 核分裂計数管

原子炉用検出器として核分裂計数管を試作した。試作に先だってアルミ電極に対する酸化ウラン電着の研究を行ない、0.5~2 mg/cm²の範囲で任意の厚さに一様に電着することができた。試作した核分裂計数管の主構造材はアルミニウムとし、絶縁材はアルミナを採用した。全長27 cmで、陰極、陽極、外筒、水封ケースの四重同軸円筒構造である。ウラン沈着面積は110 cm²であり、1.14 mg/cm²の厚さに電着した。充てんガスは純アルゴン1気圧である。天然ウランを用いた場合の中性子感度は約1×10⁻³ cps/nvである。したがって測定可能な中性子束密度範囲は約10³~10⁷ n/cm²/sである。

第8図は試作核分裂計数管に対する出力パルスの波高分布曲線(微分曲線ならびに積分曲線)である。またプラトー特性は100~800 Vにおいて平坦である。今後90%濃縮ウランを使用することによって感度は125倍増大することが期待できる。



第 8 図 核分裂計数管特性曲線

(2) TRS 化単チャンネル波高分析装置

単チャンネル波高分析装置を TRS 化した。

- ① 自動掃引方式を採用し、さらに Ramp 状と Step 状のバイアスを選択できるようにした。
- ② 計数率計指示のみでなく、計数表示もできるようにした。このため時定数と掃引速度の関係で生じるゆがみは生じないようになった。
- ③ 測定時間を除けば多チャンネル形と同一のデータが得られる。
- ④ γ 線のエネルギー分析を行ない、 Cs^{137} の光電ピークで 8% と良好な結果を得た (第 9 図)。
- ⑤ エネルギーとウインドウレベル間の直線性を測定した。2% 以下の値を得た。
- ⑥ 回路はユニット化して保守を容易にし、全寸法も小形軽量化してポータビリティが増加した (第 10 図)。

(3) 原子炉雑音周波数分析装置

原子炉、または臨界集合体における中性子密度の統計的な微小変動を炉雑音と呼び、これを生ぜしめるような等価的な反応度変化を考えて、これを雑音源と呼ぶ。もし雑音源が周波数に無関係な白色雑音ならば、炉雑音の周波数分析によって、炉の伝達関数を求めることができる。1 個の中性子吸収によって生ずる電荷を q 、中性子密度を n 、即発中性子平均寿命を l 、検出器の効率を ϵ 、1 回の核分裂によって生ずる中性子の数を V 、炉の伝達関数を $T(f)$ とすれば、検出器に生ずる雑音の電流スペクトル密度は

$$\langle | \pm(f) |^2 \rangle = \frac{2q^2\epsilon n}{l} + \frac{2q^2\epsilon^2}{l \cdot n} \left[\frac{V^2 - V}{V} \right] |T(f)|^2$$

であたえられ、第 1 項は検出器に電流が流れるために生ずる白色雑音であり、第 2 項が炉雑音によるものである。

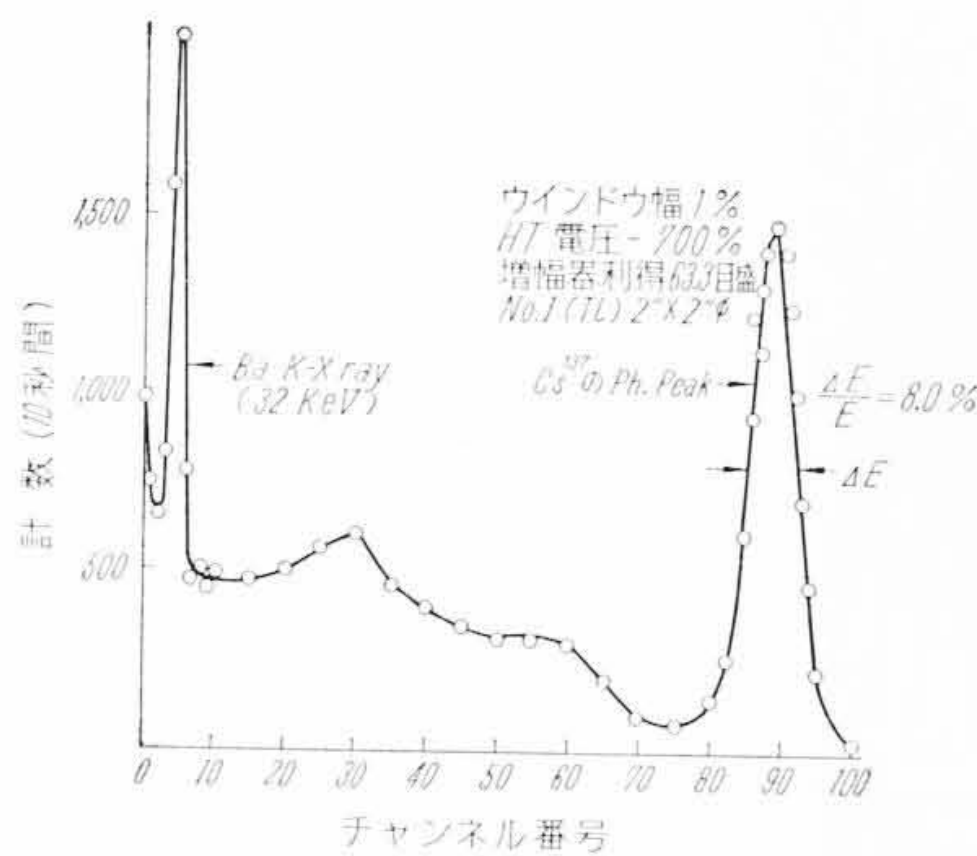
第 11 図に装置の概要を示す。この装置で JRR-1 の雑音解析を行なった結果、数ワット程度の低出力では零出力伝達関数が求められ即発中性子平均寿命 l が得られた。高出力では、複雑な周波数特性が得られ、この場合、雑音源が白色雑音でないことが想像された。

この装置は、磁気録音装置、掛算器、積分器などの並用によってデータの処理法を改善し、HTR、OCF、その他の炉雑音を解析して、炉動特性に関するデータを得る予定であるが、将来動力炉においても有力な手段となる。

29.1.8 加速器の改良研究

(1) グリッド方式パルス化イオンソース

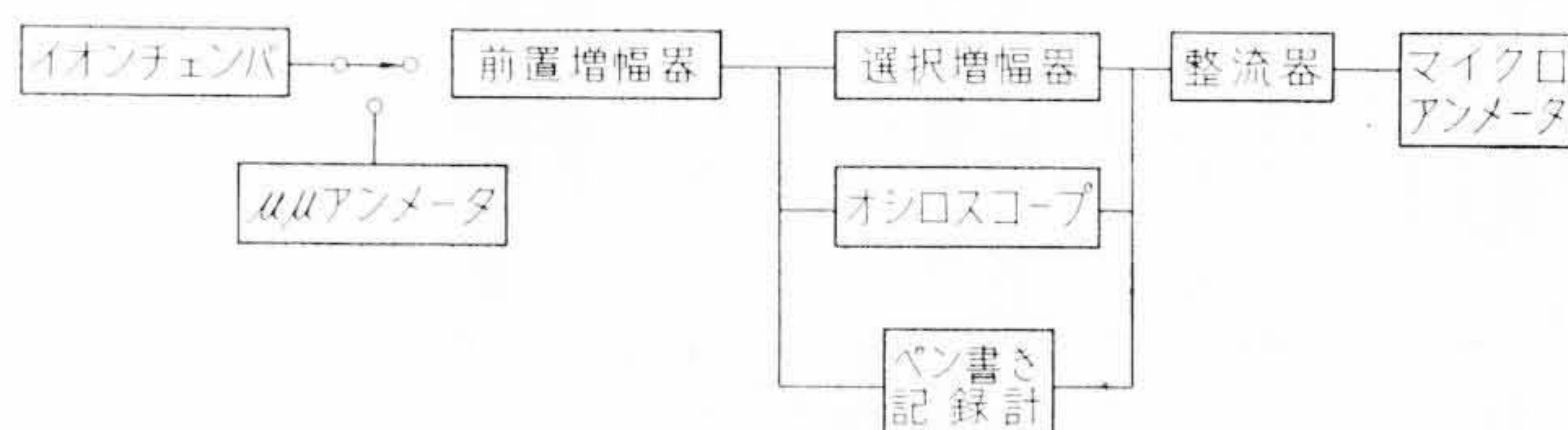
イオンソースよりパルス化されたイオンビームを出し、これを



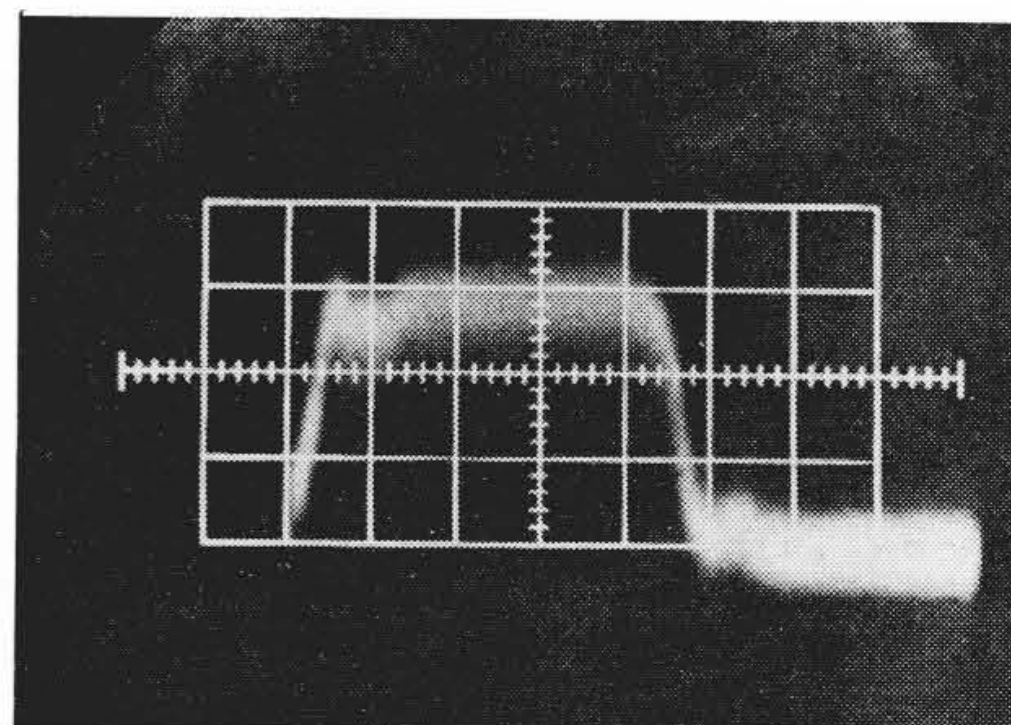
第 9 図 Cs^{137} の γ 線スペクトル



第 10 図 単 Ch 波高分析装置



第 11 図 雑音分析装置ブロック線図



第 12 図 パルス化イオンビームの検出波形
電 流 値 600 μA
シンクロスコープ 1 V/div, 1 μs /div

加速してターゲットにあてパルス状の中性子を発生させるために、従来行なわれているイオンビームを偏向させてこれを振らせる方法の代わりに、ビームの通路にメッシュ状のグリッドを置き、これにパルス電圧をかけてイオンビームのパルス化を行なう方法を考案し、この実験を行なった結果、パルス化されたイオンビームを得ることに成功した。第 12 図はパルス幅 5 μs でビーム電流 600 μA のときにコアによる電流パルス検出器を用いて撮影したものである。

またイオンソースをパルス化イオンソースとして使用せず、グリッド電位を 0 にしておくと普通のイオンソースとして使用できるが、次にこのメッシュグリッドに電位をあたえるとビーム電流の出力がその電位に対して変化し、またその変化がきわめてなだらかなことを見いだした。これによりイオンソースよりのビーム電流の量を加減したい場合、メッシュグリッドの電位を変化させてこれを行なえることになり、きわめて便利な方式であることがわかった。

(2) ベータトロンのエネルギー安定法

Integrator-Expander 法を用いてベータトロンの X 線エネルギーを安定にすることを試みた。この方法は磁極の 1 ターンに誘起される電圧を積分して、この積分値が設定電圧と等しくなるところで軌道拡大回路を動作させて X 線を発生させるものである。設定電圧を変えることにより X 線エネルギーを連続的に変えることができる。



第13図 電子線のエネルギー分析

安定度を測定するためにペータトロンより電子線を取りだし、これを60度偏向の電磁石で分析し、電子像をX線フィルム上に撮影した。X線フィルムは電磁石の偏向面と直角の方向に移動させる。第13図に2時間連続運転して撮った写真を示す。この結果エネルギーの安定度は0.5%以下と推定される。

29.1.9 放射線重合

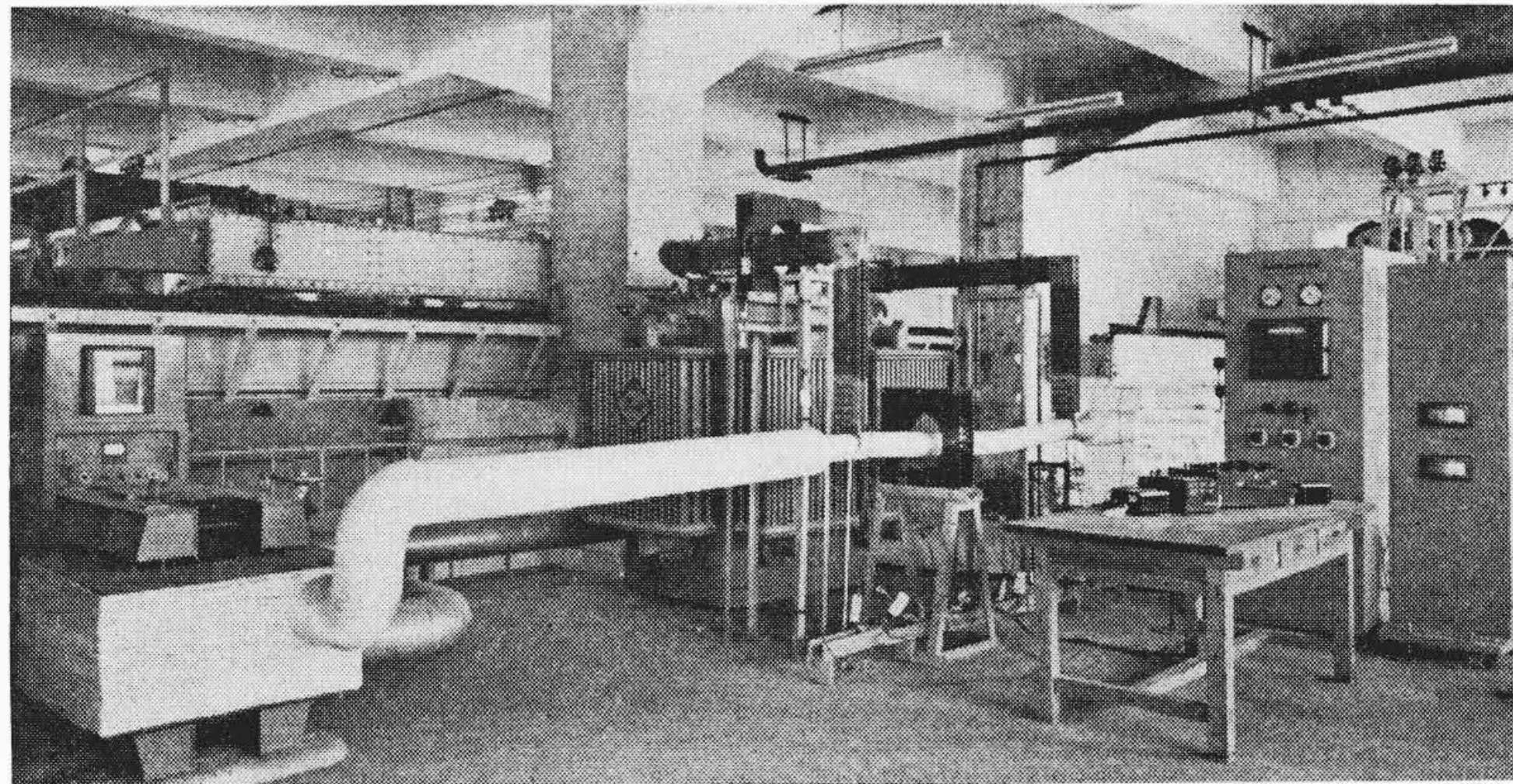
シクロペンタジェンの放射線重合、アセトアルデヒド、3-クロロメチル-3-エチルオキシセタン、3-フルオロメチル-3-エチルオキシセタンの放射線固相重合を行なった。シクロペンタジェンは塩化メチレンの添加により重合速度が著しく加速され、分子量も増大する。生成高分子はクロロホルムに可溶であるが、空気中では非常に酸化されやすく、不溶不融の高分子に変化する。アセトアルデヒドは重合のG値は約 10^6 で非常に大きく、生成高分子の分子量も大きい。3-クロロメチル-3-エチルオキシセタンからは、固相開環重合により結晶性の高いポリマーが得られた。3-フルオロメチル-3-エチルオキシセタンからも同様に高分子が得られた。これらは大部分新しい物質であり、製造法の特許3件を出願中である。

なお放射線による固相重合反応の機構を理論的に考察し、反応を開始、成長、停止の3つの素過程に分けて取り扱い、最も可能性の大きい反応および活性化エネルギーの性質について明らかにした。また重合による自由エネルギーの変化を簡単なモデルから計算して熱力学的に重合率の極限値を求めた。以上の結果により固相重合を行なう場合、モノマー選択の基準の幾つかを明らかにすることができた。

29.2 電力

29.2.1 火力実験所の概観

現在火力実験所では超臨界圧火力プラント(SP装置)による蒸気実験、タービン、プラント補機および振動の実験を行なっている。



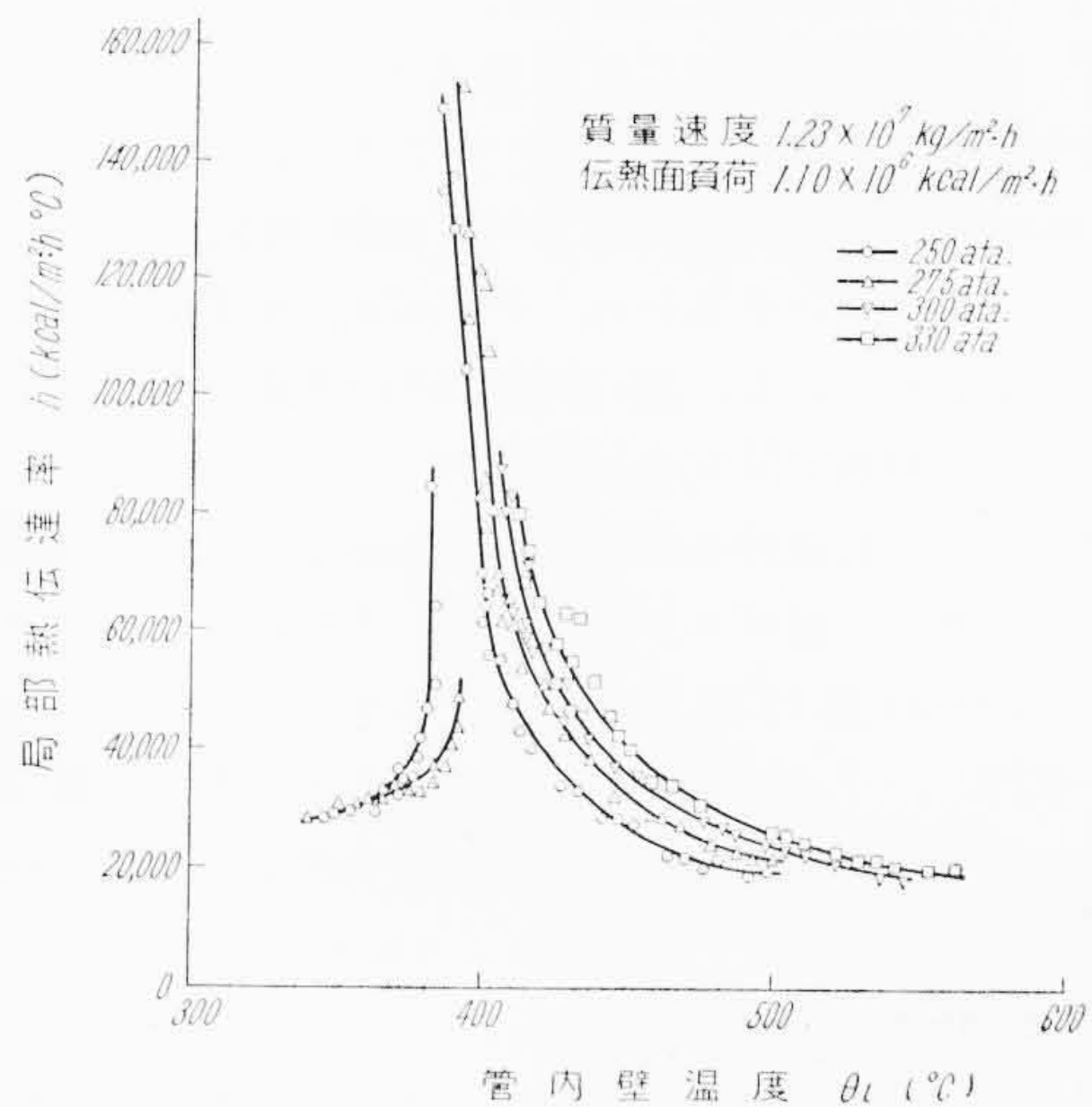
第14図 テストセクションの外観

SP装置は実験に着手して2年半経過し、制御回路、流体の熱伝達、給水処理の研究などはすでに着々と成果を収めている。タービンの研究は長翼の実物大のモデルによる流動状態、回転中の翼の振動応力を実負荷試験を行なって詳細に調べ、翼形状を変えた実験も行なってタービン翼設計への指針をあたえた。また大形タービン排気室のモデル実験により流線、損失およびガイドベンの効果などについて詳細に検討を行なった。プラント補機では鋼管加熱器の基礎データを得、低圧エゼクタ、制御弁などの基礎実験および試作研究を進めている。振動関係はタービン翼群の固有振動の振動数および振動モードについて計算と実験を行ない、ローターの危険速度については10軸受モデルにより危険速度と軸受こわさの関係につき実験中である。

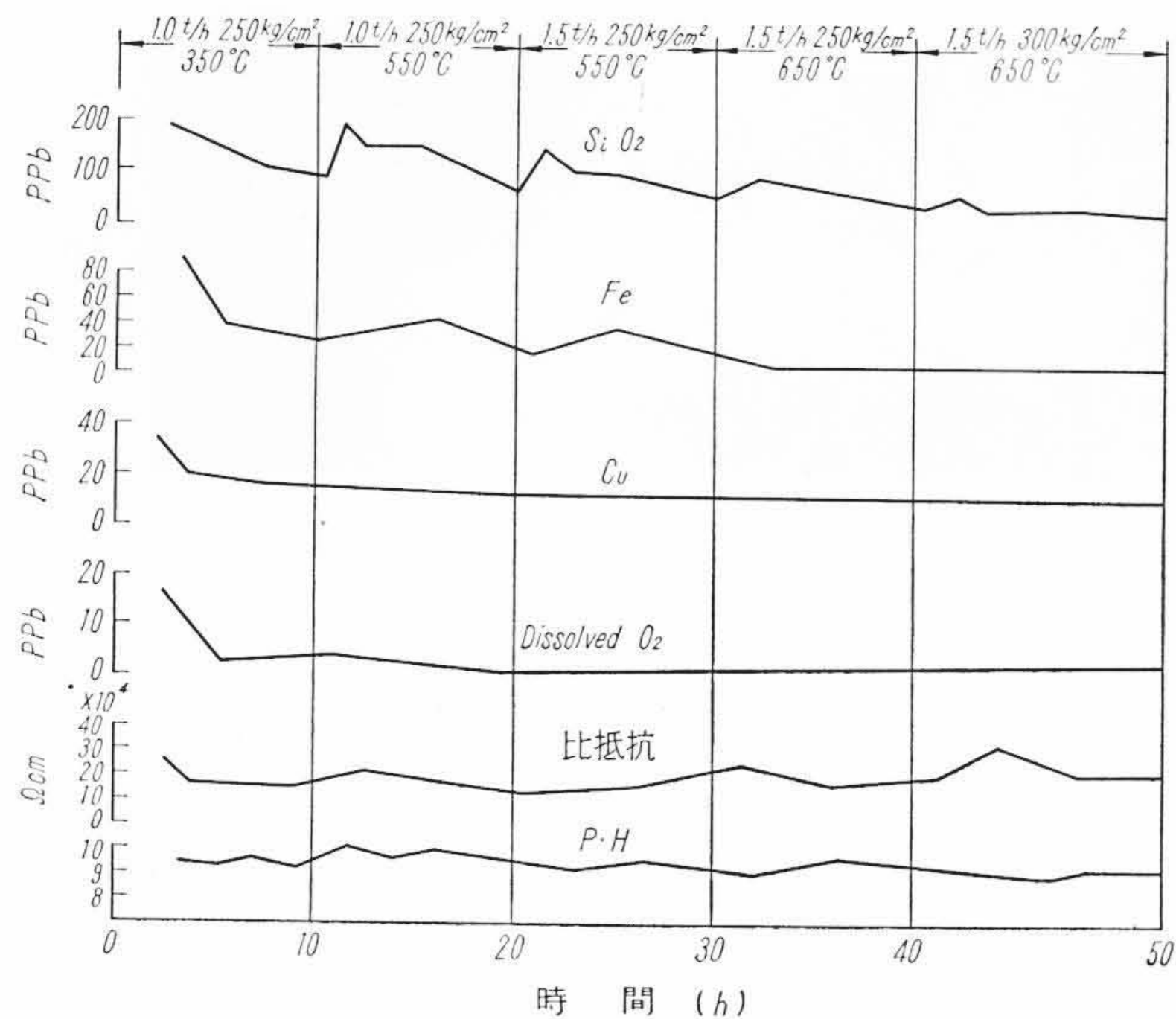
29.2.2 超臨界圧火力プラントの研究

超臨界圧水の熱伝達および圧力損失は超臨界圧ボイラの設計に重要な一因子である。本テストプラントにはボイラ出口に主蒸気管と並列に熱伝達率および摩擦係数測定用のテストセクションがあり、ここで熱伝達、流動抵抗に関する基礎的研究を行なっている。第14図はテストセクションの外観である。第15図は質量速度 $1.23 \times 10^4 \text{ kg/m}^2\text{h}$ 、伝熱面負荷 $1.10 \times 10^6 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ 一定で圧力をパラメータとし、管内壁温度を変えた場合の超臨界圧水の局部熱伝達率を示している。局部熱伝達率は質量速度、伝熱面負荷、圧力が一定の場合管内壁温度の上昇とともに大きくなりPseudotransition Pointより少し低い温度で最高となり、さらに温度が上昇すると減少する。局部熱伝達率の最高点は圧力が大きくなると高温側に移動している。超臨界圧水の熱伝達率は亜臨界圧水のように膜沸騰を起こすと熱伝達率が急激に低下する現象が見られない特長がある。また超臨界圧水の熱伝達率は質量速度の0.8乗に比例している。

超臨界圧ボイラはドラムボイラのようにブローができないことと、高圧のためボイラへの給水制限値に対する要求が厳格になって



第15図 超臨界圧水の熱伝達率



第16図 ボイラ出口の分析値

いる。本テストプラントの復水脱塩装置は復水タンクを出た水が前置ろ過器、ポリリッシャ、セルローズフィルタを通して純水タンクに貯えられる。前置ろ過器には活性炭フィルタとリーフ形のセルローズフィルタの2種類が並置してあり、両者の性能を比較検討できるようになっている。

第16図は運転経過に対するテストボイラ出口の SiO_2 、Fe、Cu、 O_2 、PHおよび比抵抗の変化を示す。この運転は10時間おきに温度、圧力、流量を変えている。各種とも運転後5時間位でほとんど最終的に近い値に減少している。 SiO_2 は運転条件の変化によって変わっているが、長時間経過すると落ち着く傾向にある。

超臨界圧プラントは、従来のプラントに比較して急激な負荷変動に速応する運転上の利点があるため、この特性にマッチした安定で応答性のよい制御方式を開発する必要がある。

第17図はテストボイラによる過渡応答試験結果の一例で、このようにボイラ動特性を実験的に解析すると同時に理論的解析を行ない、その結果を用い超臨界圧ボイラをアナログコンピュータで模擬することによってボイラ自体の制御性およびプラントの制御方式について検討を進めている。

29.2.3 火力発電所ボイラ用水自動分析機

(1) シリカ分析計

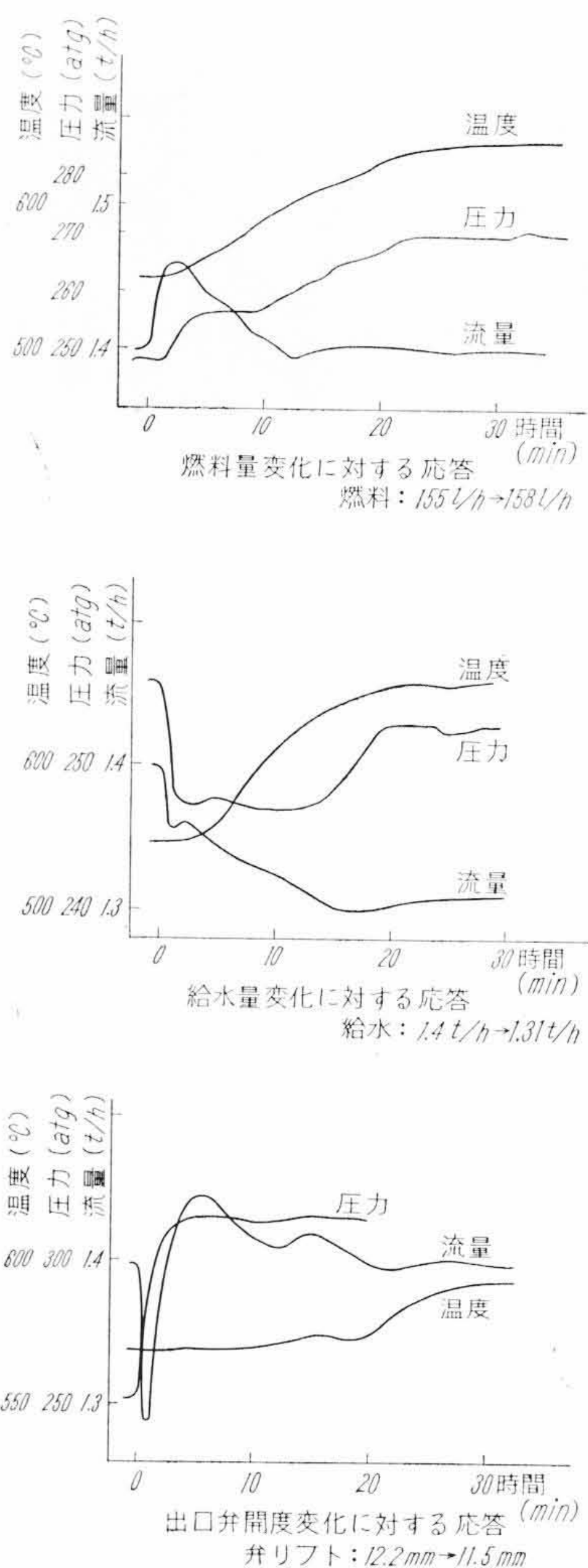
高温、高圧大容量ボイラの給水では、シリカの制限値は15~20 ppBのところが多いが、従来の分析計は定量下限がせいぜい20 ppBである。本機は通産省鉱工業技術試験研究補助金の交付を受け、低濃度専用機として開発されたもので、制限値を越せば警報を発する。分析原理はモリブデン青吸光光度法(815 mμ, 200 mm セル)、濃度範囲は0~30 ppB、時間は20分、精度は1~2%で、高感度とするため、フィルタ、光電池、セルなどに種々くふうがされている。第18図はその外観を示す。

(2) 全固形物定量用濃縮装置

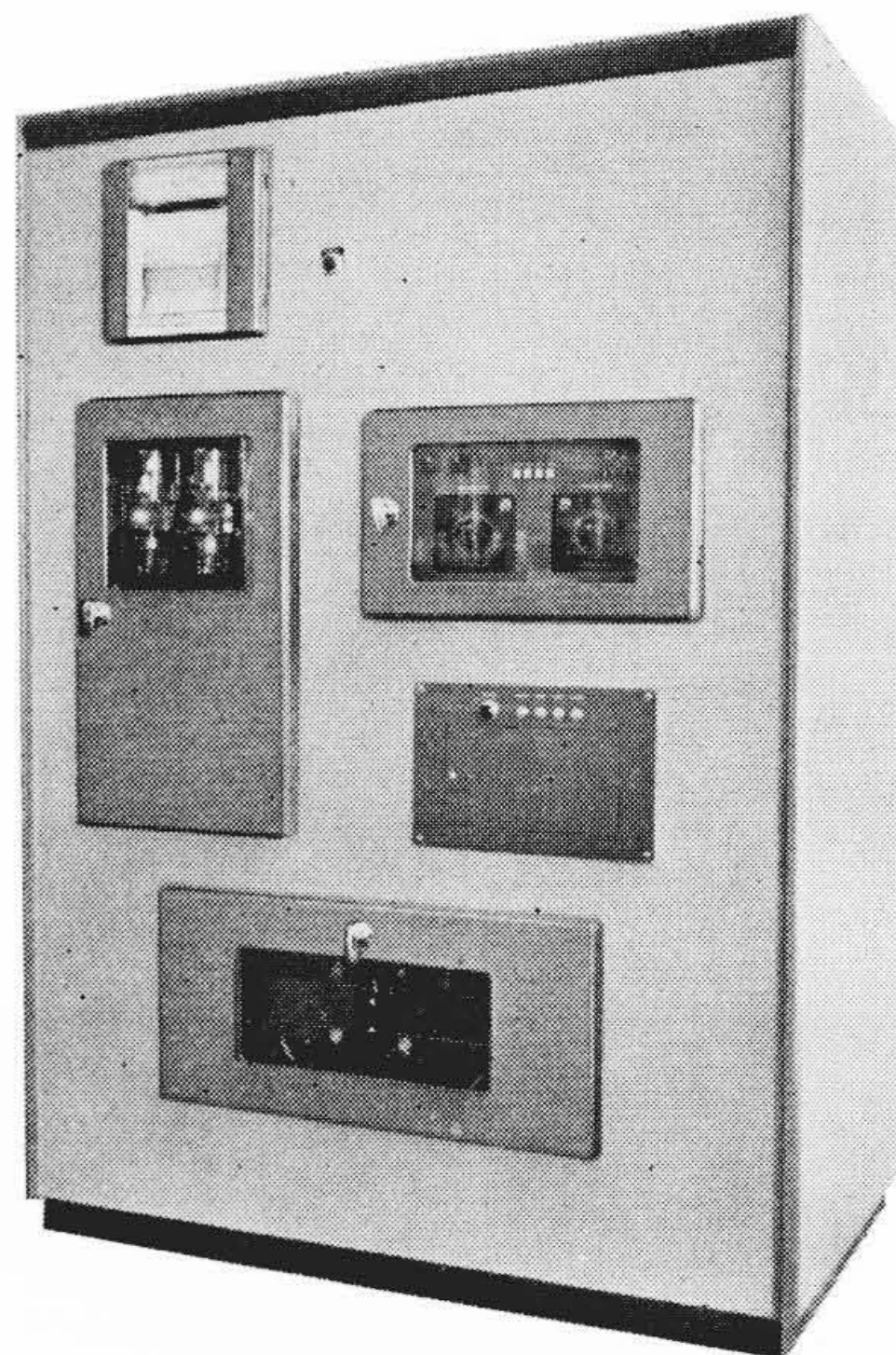
貫流ボイラ給水の全固形物の制限値は0.05~0.5 ppm程度であるが、従来法ではダストが混入し、50 ppm以下では適用できない。このため第19図のように、ベルジャーを用いた自動濃縮装置を試作し、イオン交換水のような高抵抗水でも動作するよう、直流電磁弁と増幅回路を設けた制御装置を連結し、1 ppmにつき±2%以内の精度で分析できるようにした。

29.2.4 新水力実験所の概観

世界的な電源開発の進展に伴い、日立製作所の水車発電機の国内はもちろん海外進出も著しく、従来の水力実験所では不便、狭あい

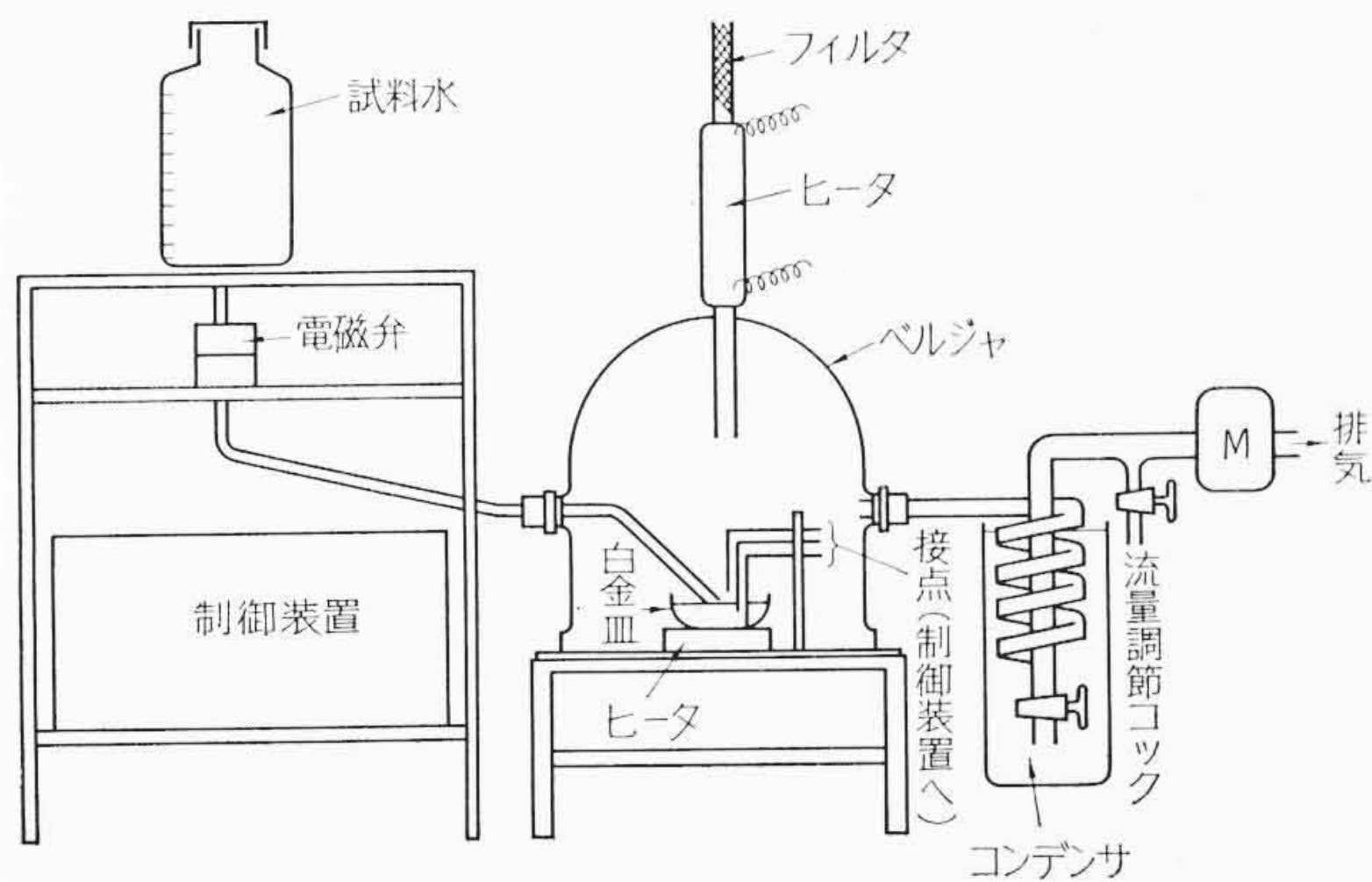


第17図 超臨界圧テストボイラの過渡応答



第18図 シリカ分析計

をきたしたため、数年前より新たな総合水力実験所の建設を進めてきたが、37年度に至りその完成を見た。新水力実験所は日立製作所日立工場構内の15m段差の地形を利用し、水車に関する完全なキャビテーション特性試験の実施を可能とすることを目ざしたものである。ここでは水車模型試験のほか、水車に関する諸研究および一般流体機器に関する研究も担当している。



第19図 全固形物定量用濃縮装置

水車模型試験設備は、ペルトン、フランシス、斜流、カプランおよび筒形各形式のいずれの水車にも対応し得るように、各装置の給水ポンプの揚程および水量に関して配慮されており、特にこれら設備中の5基は、あらゆる形のポンプ水車両用機の実験研究を行ない得るように計画され、水車およびポンプの一般効率試験、両者のキャビテーション特性試験などが、単に連絡弁の切替操作のみで容易に同一模型水車につき行ない得る。

なおこれらの設備はすべて従来に比べ、きわめて高い精度の実験方法を採用し、しかも測定はすべて自動的に行なわれ、かくして得られた実測値より、模型試験専用として所内に設置された HITAC-502 電子計算機により、ただちに所要の計算結果が得られ、測定値とともに各設備直属のタイプライタにより記録紙上に印字される。

以上のように高精度測定法の採用、自動測定および精密高速度計算の採用により、水形試験法における一大変革を実現したものである。

29.2.5 発電機用スラスト軸受の潤滑

揚水式水力発電所用の発電電動機に使用するスラスト軸受は、運転始動時における軸受起動摩擦係数の極力少ないことが要望されるため、軸受部の潤滑方法に関し特別な対策が必要である。

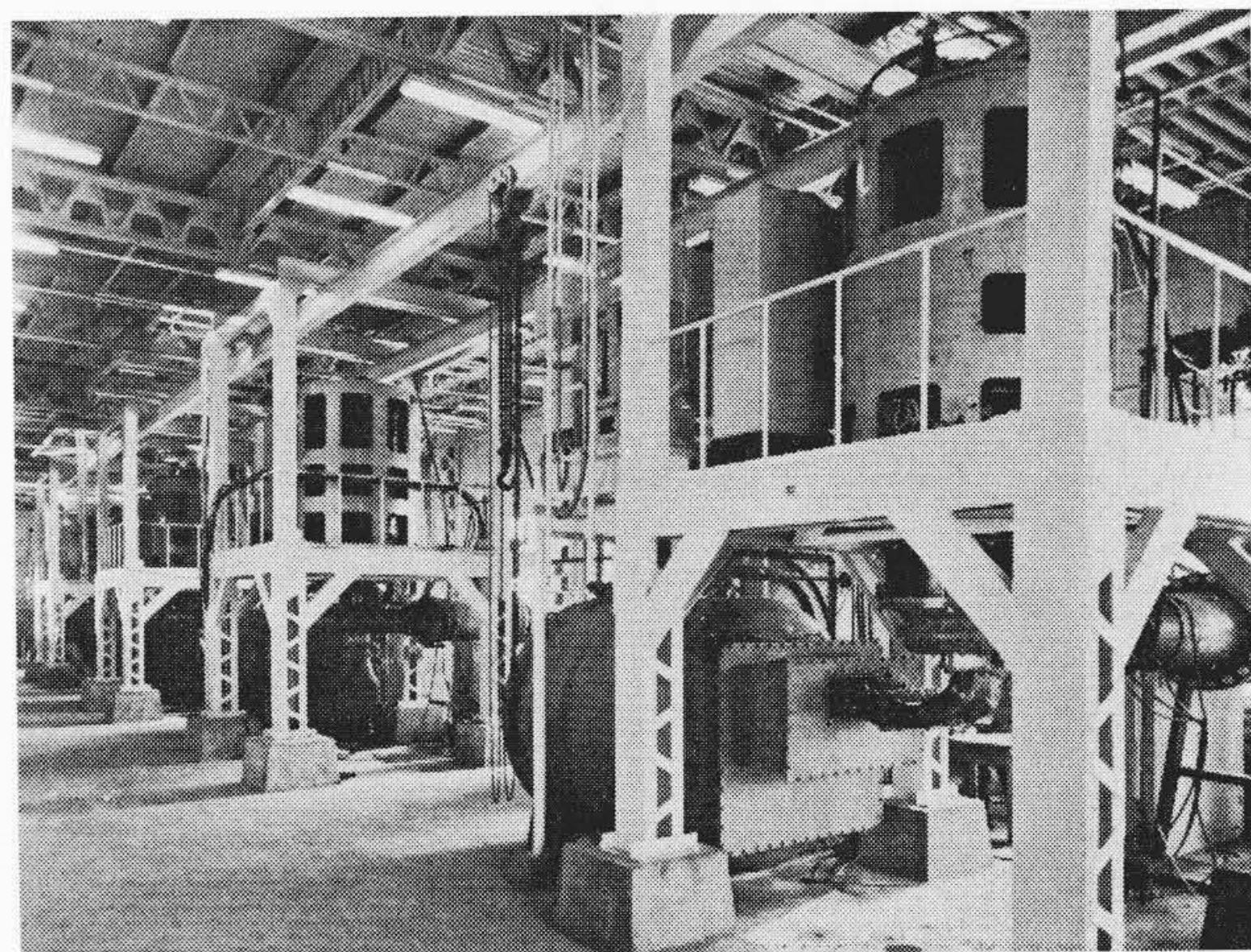
この具体策として軸起動時に対する静圧潤滑法の併用を計画、起動摩擦に対する軸受給油溝ならびに給油諸条件の影響を検討し、発電機用スラスト軸受の摩擦低減に効果的な潤滑設計の基礎資料を明らかにした。すなわち実際と相似の模型軸受について Oil Lift 量、軸受負荷容量などの特性を解析し、給油溝および給油諸条件に対する適正選択条件を求めた。その結果、軸受起動摩擦係数は 10^{-3} 以下のきわめて少ない状態が容易に実現し得ることが実証された。

29.2.6 極数変換機の解析

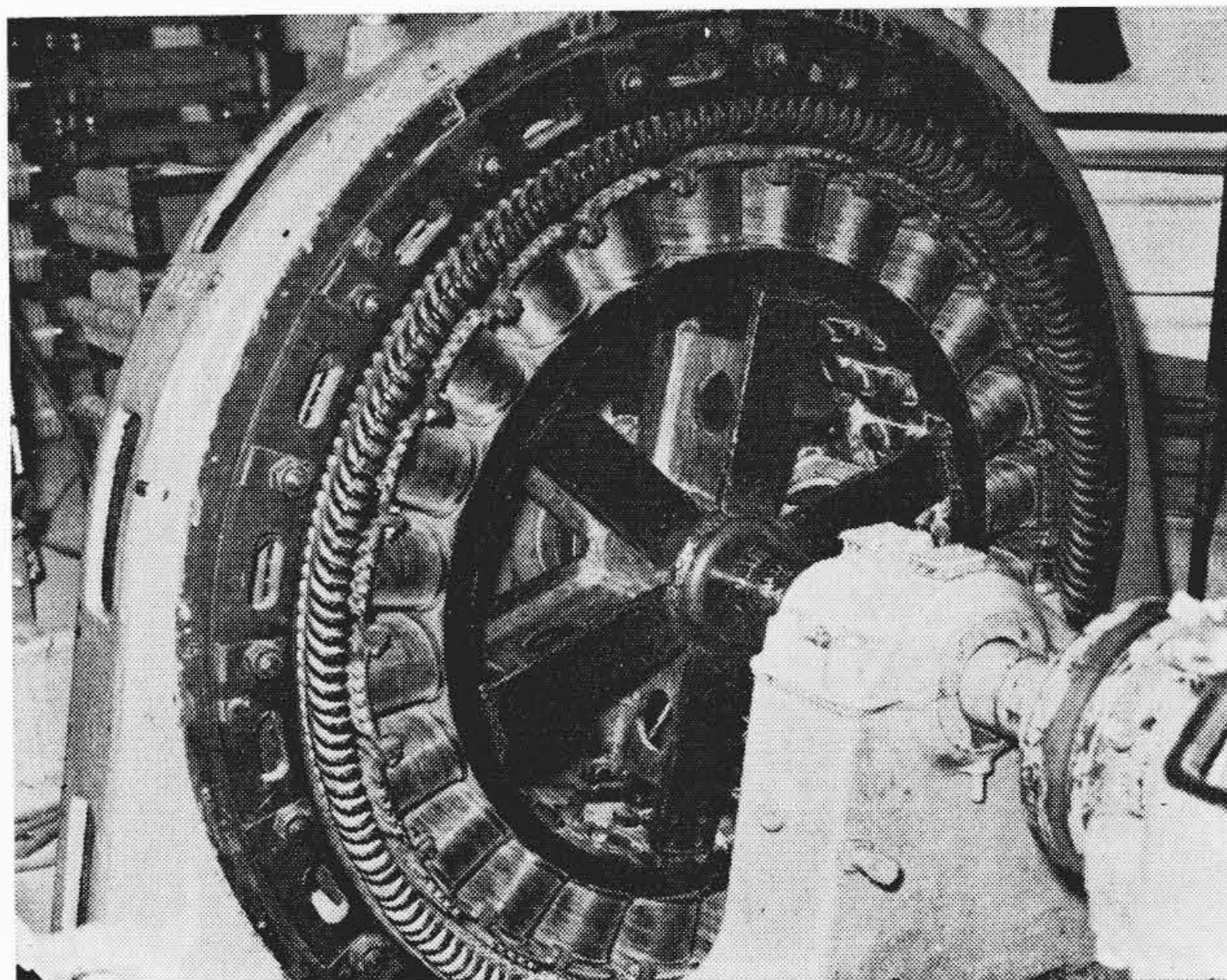
解析の対象にした変換機は構造的に正規の P_1 極同期機であって、これの P_2 極変換は消磁極方式による場合である。 P_2 極の場合は本質的に空けき磁束波の高調波成分を P_2 極成分として利用するので、まず機械の効率を支配する磁束利用率について検討し、あわせて鉄損および漂遊損の正規運転時に対する異常増加を磁束波の特異性を考慮にいれて解析し、これらの算出式を導いた。また同期機としての基本特性である無負荷飽和特性と短絡特性を界磁電流との関係において算出式を求め、特に磁束波の異常調波が電機子巻線の電圧に混入しないようにするための巻線法を確立し、また電機子反作用の横軸成分と直軸成分との差が消滅するという特異性を解析的に明らかにした。さらに起動時の誘導機としての特性に対しては等価回路定数の算出式を一般的に導き、同時にダンパー回路の電流分布について理論的、実験的に検討し、起動時の特性が等価的に円筒形回転子の誘導機特性と同一にみなしうるといふ特異性のあることを明らかにした。



第20図 新水力実験所



第21図 新模型試験設備の一部



第22図 実験機 150 kVA, 24/20 P

29.2.7 車両補助発電機用トランジスタ AVR

ディーゼル電気機関車用補助発電機の制御器には従来からおもに励磁機を備えたカーボンパイル式あるいはチリル式のものが用いられているが、摩耗部があるため性能、寿命などに限界があり、事故の原因となっている。かかる欠点を除くため、励磁機を用いない全トランジスタ式制御器の開発を行ない試作装置の完成をみた。

本装置は 110 V, 40 kW 用として開発したもので端子電圧の誤差を検出し、これをデジタル変換する機構を備え、発電機界磁巻線には検出回路からの信号に応じてパルス幅変調された出力が供給されるようにしたもので比較的容量の小なるトランジスタを用いて目

的を達することができる。本装置での実験結果によれば常温における電圧変動率は $\pm 0.1\%$ 以下であり、周囲温度が $-20\sim +60^{\circ}\text{C}$ まで変化した場合でも電圧変動率は最大 $\pm 2\%$ 以内である。また本装置は励磁機を必要としないためきわめて小形軽量となる。第 23 図に試作装置の外観を示す。

29.2.8 電力用コンデンサ小形化のための基礎実験

電力用コンデンサを小形化するには電位傾度を高くとることが一つの方法であるが、寿命を短かくすることなしにこれを行なわねばならない。コンデンサ絶縁において、最も電位傾度の高いのは電極箔端であり、箔内の電位傾度は余裕をもっている。箔端と箔内の電位傾度の比は電極間距離が小なるほど小さくなる性質より、素子の直列個数を増し、従来 3.3 kV を 1 素子で負担していたのに対し、2 素子で負担させ、1 素子は 1.65 kV を負担するようにして、箔端の電位傾度を小さくした。これらについて V-t 特性、コロナ開始および消滅電圧、過電圧印加中の誘電特性、スイッチングサージコロナ特性などの比較試験を行ない、2 個直列形はいずれの場合も従来品よりすぐれていることを明らかにした。特に定格電圧の 3 倍付近の長時間破壊特性では第 24 図のように従来品の 10 倍以上の寿命を有している。また第 25 図、第 2 表に示すような格段の小形化が自信をもって行ない得た。

第 2 表 従来形と新形コンデンサの寸法・重量比較

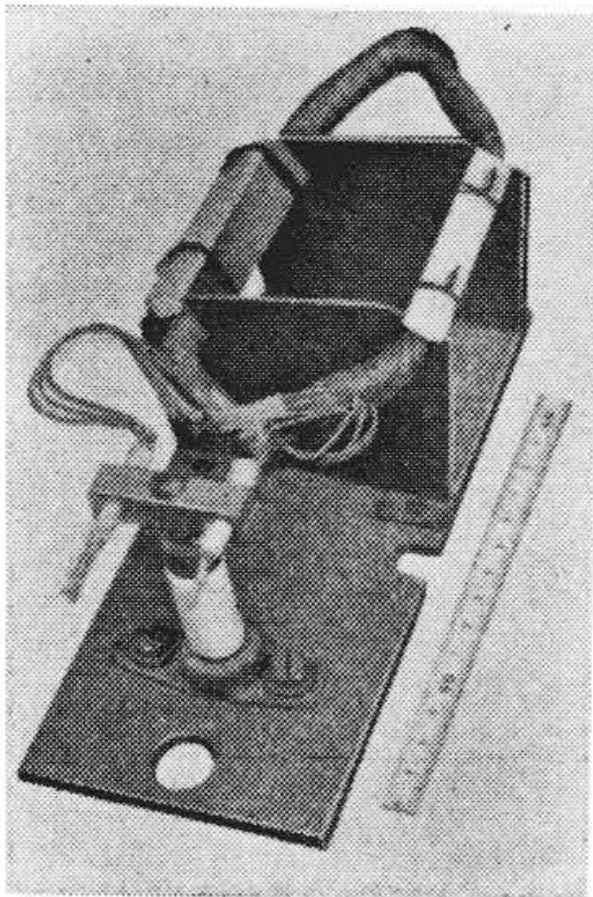
	50 kVA		100 kVA	
	従 来 形	新 形	従 来 形	新 形
重 量 比	100	44.5	100	38.5
容 積 比	100	48	100	36.5
床 面 積 比	100	59.3	100	42.5

29.2.9 3.3 kV 級形巻コイルの耐熱寿命試験

3.3 kV 級マイラマイカ絶縁形巻コイルの B 種としての耐熱寿命を評価するため、第 26 図、第 3 表に示すモデルモータコイルとモデルモータにより試験を行なった。

モデルモータコイルは AIEE の No. 511 に準拠したモータレット試験により検討した。各温度ともに 10 サイクルを過ぎても寿命に至らなかったため、適当なサイクル数で破壊試験を行ない劣化程度を検討した。その結果を第 27 図に示した。この寿命—温度直線から明らかなように BDV 低下率が約 50% になるのに 20,000 時間を要する温度はともに 135°C 以上であり B 種には十分合格する。

モデルモータは自己加熱法により加熱し、加熱運転中は常規対地電圧を印加する方法で検討した。試験開始後 4 年近くになるが、まだ 1 台の絶縁破壊も出ていない。

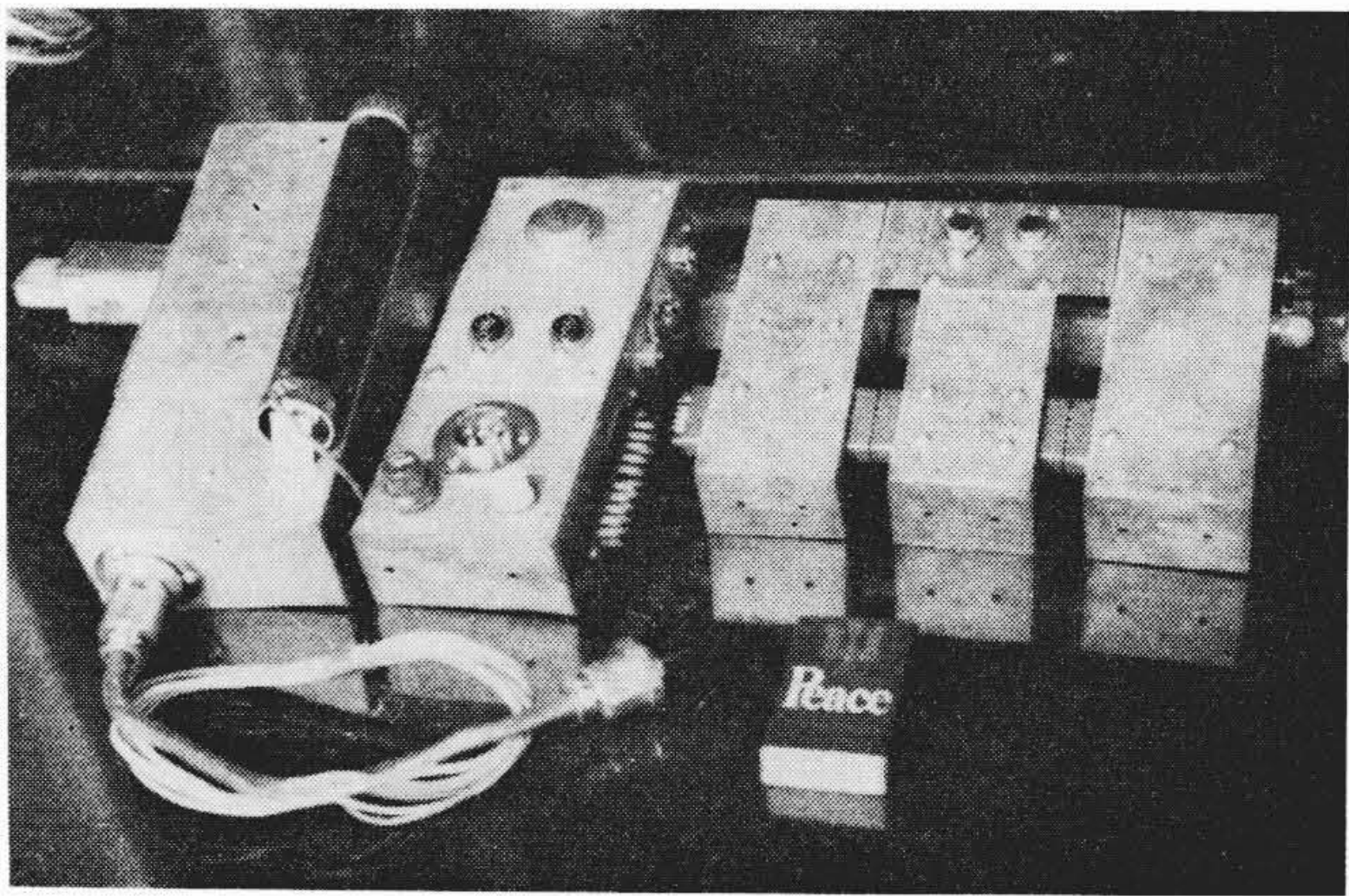


第 26 図 モデルモータコイル試験用試料

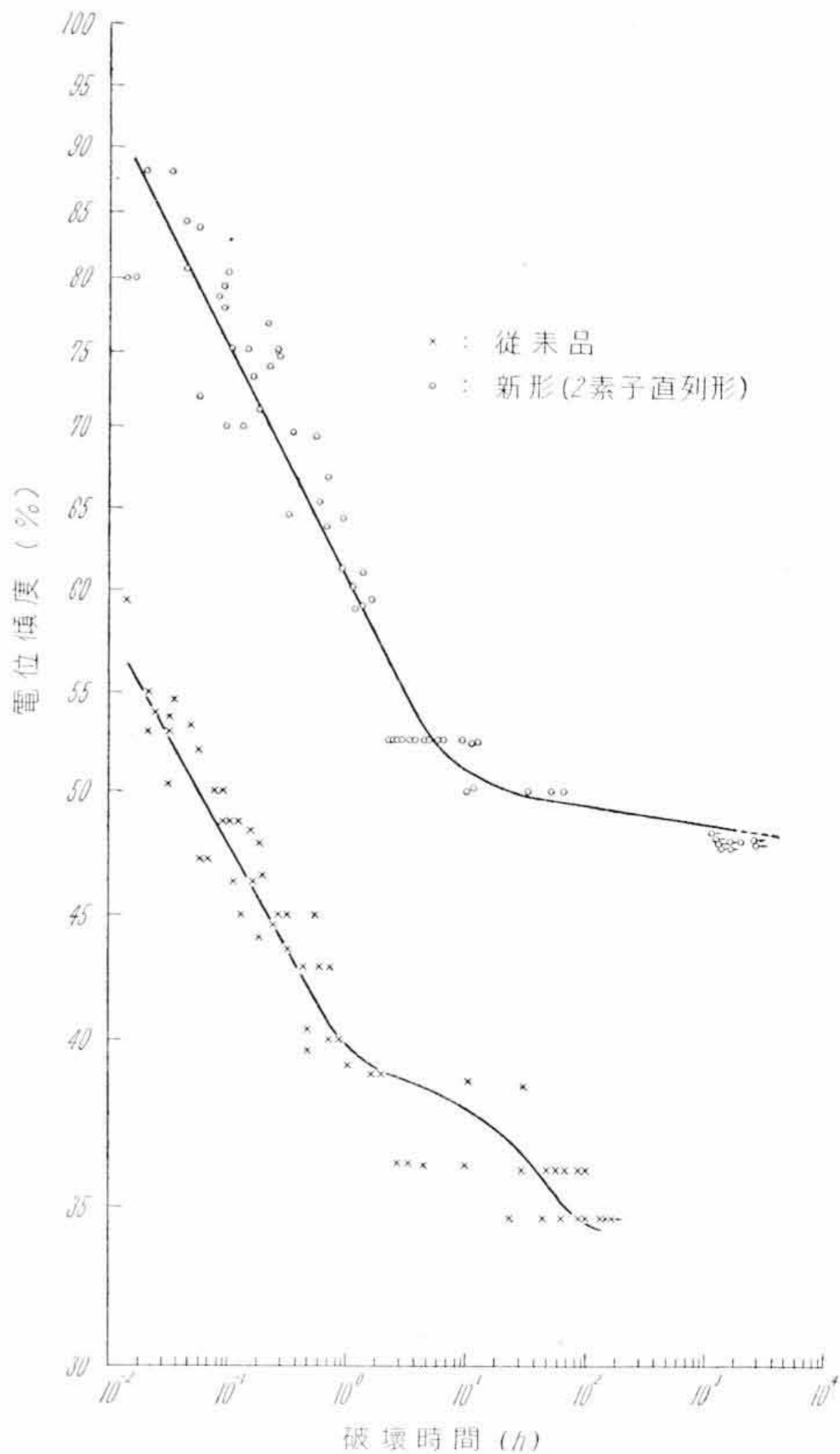
この結果、3.3 kV 級マイラマイカの耐熱寿命は B 種として十分使用できる性能をもっていることを明らかにするとともに、この種形巻巻線の耐熱寿命評価試験方法として本方法は有意義なものと認められた。

29.2.10 モデルによる超高压ケーブルの絶縁構成の研究

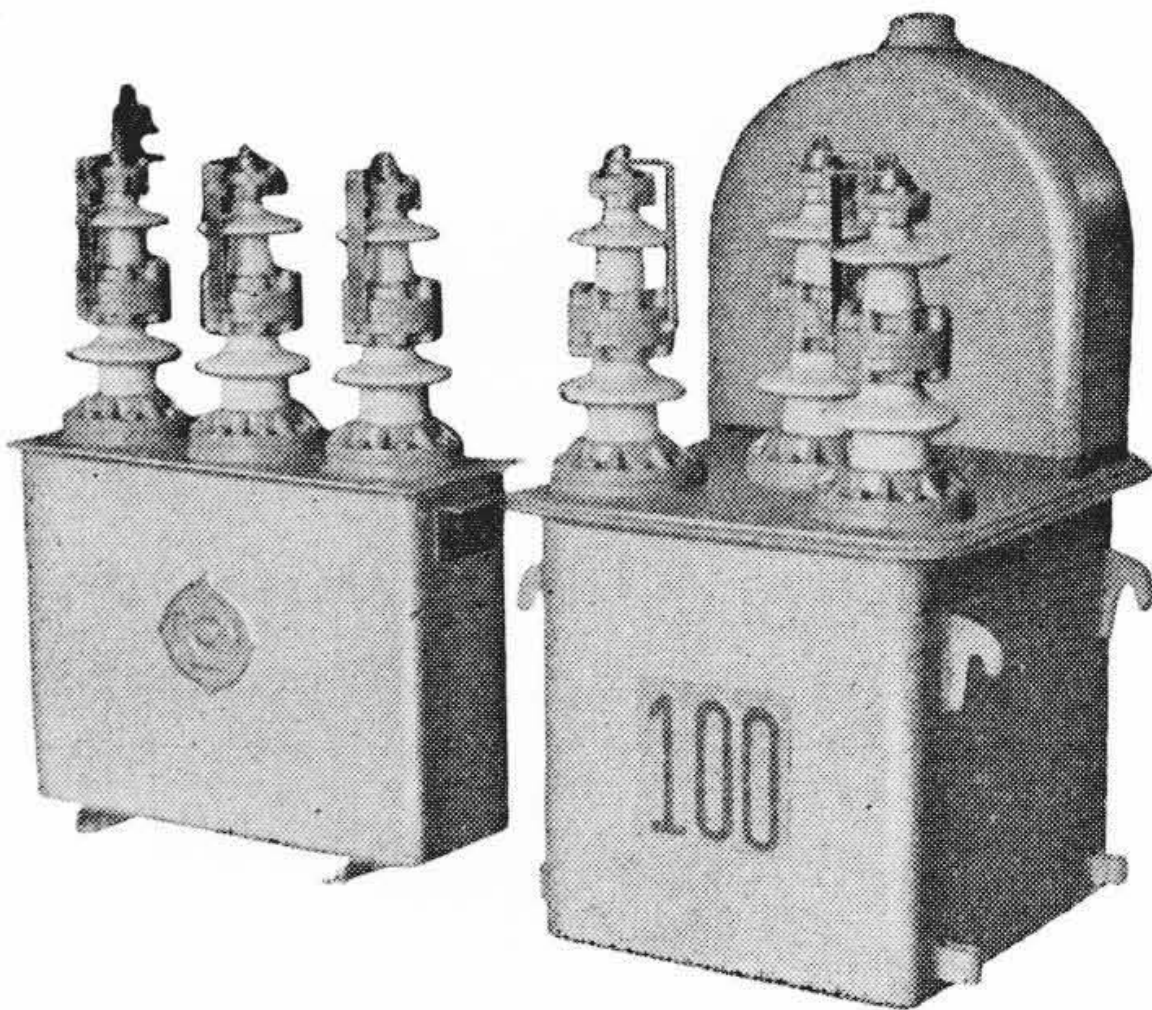
超高压ケーブルとしては紙に代わってプラスチックを使用した OF ケーブルが考えられている。この種ケーブルでは誘電正接の小さいものが得られ、また一般に誘電率も小さいので油中コロナの開始電圧すなわち交流の破壊電圧も高いものが得られるが、インパルス破壊電圧を高めるには特別な考慮が必要である（特許出願済）。たとえばポリエチレンと紙とを組み合わせた場合には、第 4 表に示すように導体に接して少量の紙を使用すれば両者の長所が



第 23 図 補助発電機用トランジスタ AVR



第 24 図 長時間 V-t 特性



(左) 新 形 (右) 従 来 形
第 25 図 100 kVA コンデンサの比較

生さかれ、誘電正接が小さく、かつ破壊電圧は各材料単独使用の場合より高いものが得られることが明らかとなった。また使用中の劣化の原因としては、開閉サージなどで発生した油中コロナが使用電

第3表 モデルモータ試験およびモデルモータコイル試験の供試コイル仕様と加熱温度一覧表

主絶縁	試験項目 加熱温度 素線	モデルモータ試験		モデルモータコイル試験			
		160℃	180℃	140℃	160℃	180℃	200℃
マイラマイカ	二重ガラス巻線	—	—	10本	10本	10本	10本*
	二重テリレンガラス巻線	2台	2台	10本	10本	9本	9本*
マイカペーパー	二重ガラス巻線	2台	2台	—	—	—	—
	二重テリレンガラス巻線	—	—	—	—	—	—

* 200℃はF種として検討した。

第4表 ポリエチレン、紙組合せ絶縁モデルケーブルのインパルス破壊電圧

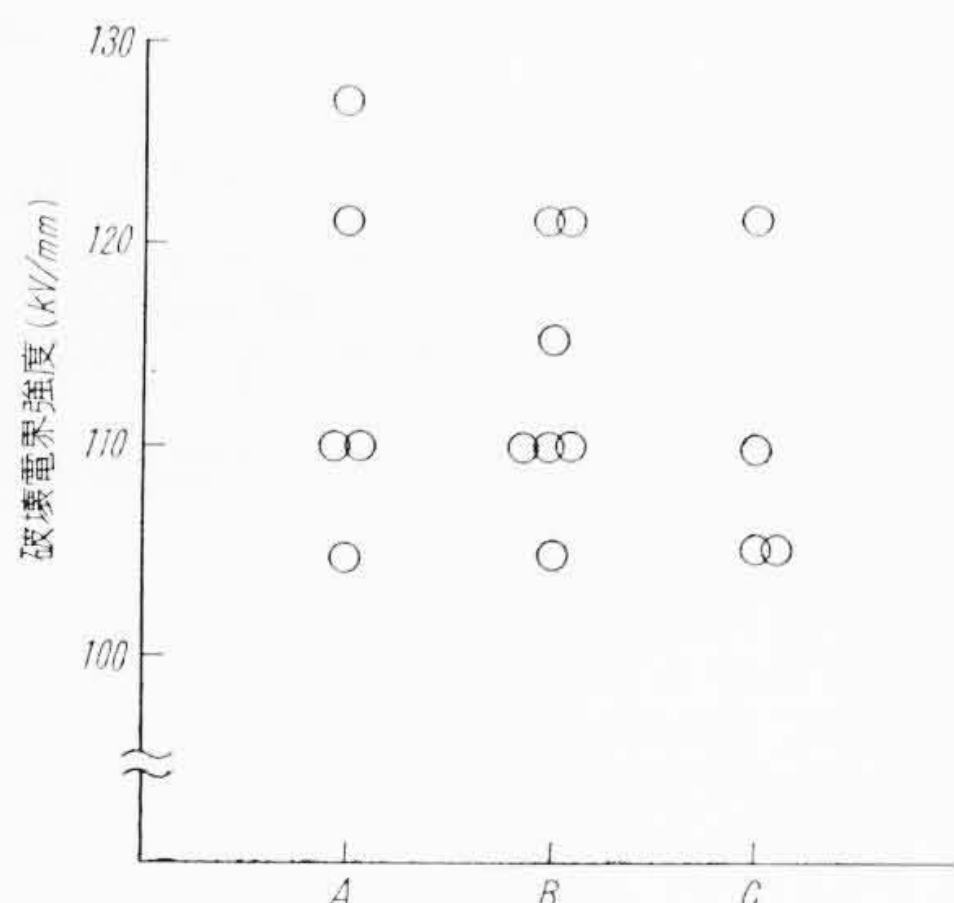
No.	絶縁構成 (テープ No.)											破壊電圧 (kV)	誘電正接(%)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		10 kV	20 kA
1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	145	0.02	0.02
2	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	115	0.25	0.27
3	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	155	0.07	0.08
4	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	155	0.06	0.06
5	×	×	○	○	○	○	○	○	○	×	×	160	0.09	0.09
6	○	※	○	○	○	○	○	○	○	※※	○	190	0.10	0.10
7	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	145	0.11	0.11
8	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	150	0.13	0.13

- (注) 1. 絶縁厚 1 mm
2. 電圧 負極性 各電圧 5 回印加, 5 kV/mm 昇圧
3. ○: ポリエチレン (100 μ 厚)
×: 紙 (100 μ 厚)
※: 紙 (40 μ 厚)
4. 破壊電圧は 3 ~ 5 回の平均

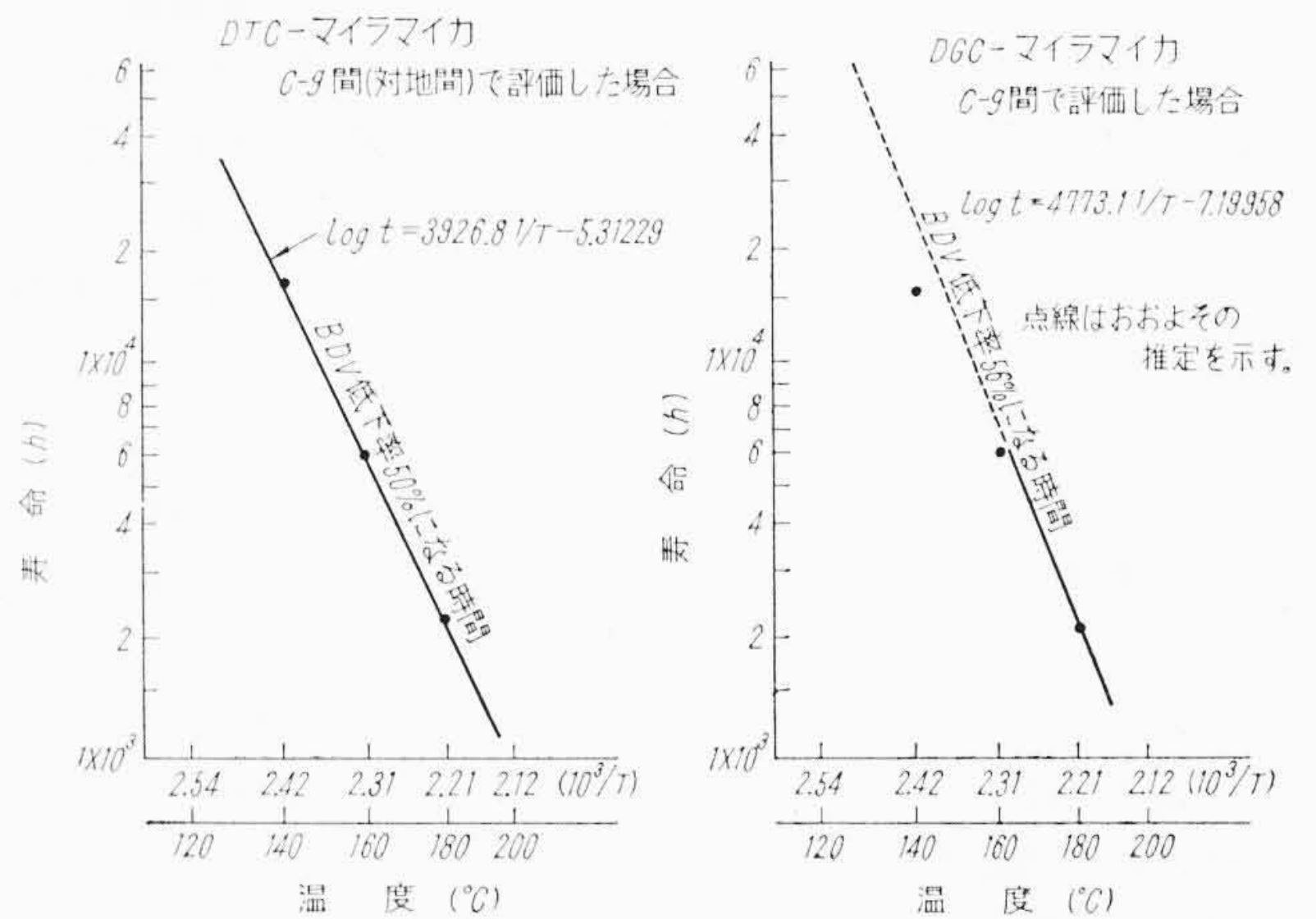
圧下で継続して起こることが考えられるが、第28図に示すように、サージに後続して交流電圧を印加しても破壊電圧に差はなく、実用的にはこの種劣化は起こらず、サージ自体による絶縁破壊の対策が必要であることが判明した。

29.2.11 可逆運転用静止レオナード装置

正逆運転の可能な静止レオナード方式には、交差接続式、単基切替式などがあるが、後者の中の電機子切替方式に関する試作成果を略述する。この方式における技術的な問題点は、順逆変換の全範囲をカバーしうる高速応性広角度格子制御装置、電動機の要求する電力に適応するチェンジオーバスイッチの操作法、円滑な切替操作を行なうための制御回路などの3点にある。第1の問題点についてはトランジスタを用いた200度以上の移相角をもつ格子制御装置を開発し、第1の点については切替必要条件と十分条件を論理的に判定する検出操作装置を速応性磁気増幅器により製作し、第3の点につ



第28図 中間周波振動電圧に対する破壊強度
注: 試料 50 μ マイラ油浸状態, 一枚おきに穿孔
電圧 1 kc, 減衰時間 6 ms
30秒ごと 5回印加後 5 kV/mm 昇圧



第27図 モデルモータコイル試験によるマイラマイカ絶縁の寿命温度直線

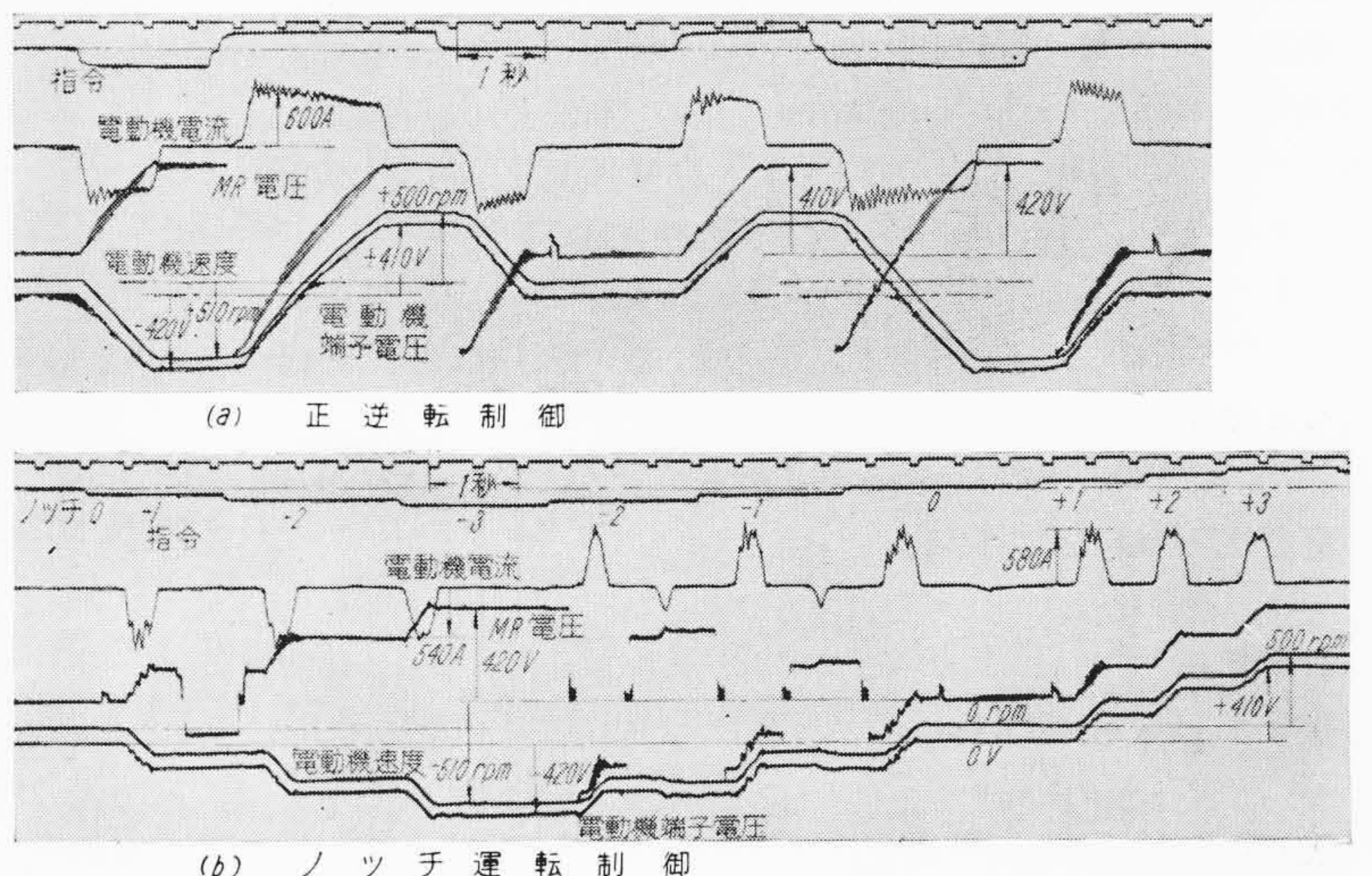
いては可飽和リアクトルと磁気増幅器の組み合わせにより、過電流制限回路を含む電圧制御系を構成した。チェンジオーバスイッチ以外はすべて無接点方式である。第29図に代表的実験結果を示したが、本装置は正逆転はもちろん正負トルクに対してもイルグナ方式などとほとんど同様な自由な運転操作が可能である。

29.2.12 直流機の過渡時の整流

補極磁路に塊状鉄心を含む直流機において、負荷急変時の整流悪化は補極磁束の遅れに原因し、過渡時の整流火花は定常時の無火花整流帯をはずれると発生する。磁気回路の等価回路をアナログ計算機により解析し、磁束追従特性の計算式を求めた。第30図に実測曲線および計算曲線の一例を示す。計算結果より負荷急変時の整流改善には補極磁路をすべて積層することが最も望ましい。塊状鉄心を使用した場合には、磁束遅れを補償する一方法として補極巻線に誘導分路をそう入する方法がある。この誘導分路の効果について解析を進めた結果、誘導分路の値には最適値が存在し、あまり大きなリアクトルを接続すると磁束はオーバシュートして、かえって整流を悪化させることがわかり、実験でも確認された。誘導分路の最適値は補極巻線の時定数、塊状鉄心のうず電流時定数、分流率などにより求めることができる。

29.2.13 製練用電気集じん装置の研究

電極面の煙じん沈積状態は不規則に変わるので高電圧運転ではかなりひんぱんにスパークが起る。これがたまたま電弧になると消弧しにくく、その持続中は集じん率が著しく低下する。かような場合には回路を瞬時遮断して確実に消弧させ、すぐ自動再投入すればよ



第29図 可逆静止レオナード実験結果オシログラム

い。効果の一例を鉛製練排ガス処理について示すと、定電流自動再閉路制御装置を取り付けることによって年間平均集じん率94%が97%に改善した。このことは集じん器を23%増設したのと等価でしかも捕集物のPb品位が平均61%から63%に向上し、かつ保守が著しく簡易になった。ガス状態の変動がさらに激しい場合にはHAQ式自動制御の採用で同様の効果が得られる。

煙じんの電気抵抗が著しく高い場合にはガス調湿によって顕著に荷電状態が改善し集じん率が向上する。Ca製練排ガス処理について示すと第31図給湿を止めてガス温度が75℃を越えると顕著に排煙状態が悪くなるが、給湿するとすぐに良好になる。

製練排ガス中には電気集じんされ易いものとされにくいものがある。たとえばAl、Fe、Cuなどは採取しやすく前段集じん物に多く、Pb、Zn、As、Sbなどは取れにくいから後段区捕集物に多く含まれる。捕集物の再生処理工程の合理化にはこのような選択集じん性を考慮にいれることが望ましい。

29.2.14 全トランジスタ式キャリヤリレー

送電線保護継電器を高速度化し、故障除去時間を極力短縮することは、特に重要な送電系統の過と安定度向上に、最も有効な手段である。このためトランジスタを主体とした静止形保護継電器の開発が望まれていたが、今回60c/s高抵抗接地系用電力方向比較キャリヤリレーの試作装置を完成した。本装置は大きく分けるとリレー装置とキャリヤ装置からなり、いずれもトランジスタを主体とした電子素子により構成されている。リレー装置は1端局当たり22台の主継電器と12台の補助継電器およびこれらを連絡する論理回路よりなっている。主継電器は種々ある回路方式の中で最も本装置に適した直接位相比較方式を採用している。キャリヤ装置は、非変調搬送波送受装置で30dBの出力容量を持っている。両装置とも電源はDC-DCコンバータ方式を採用し無停電電源となっている。本装置は各種社内試験ですぐれた性能を示し、昭和37年5月より実系統で試験運転にはいっている。本装置のおもな特性は次のとおりである。

- (1) 動作時間 約1~3c/s
- (2) 消費VA 1端局1相当り PT-10 VA
CT-10 VA
- (3) 周囲温度 -10~50℃

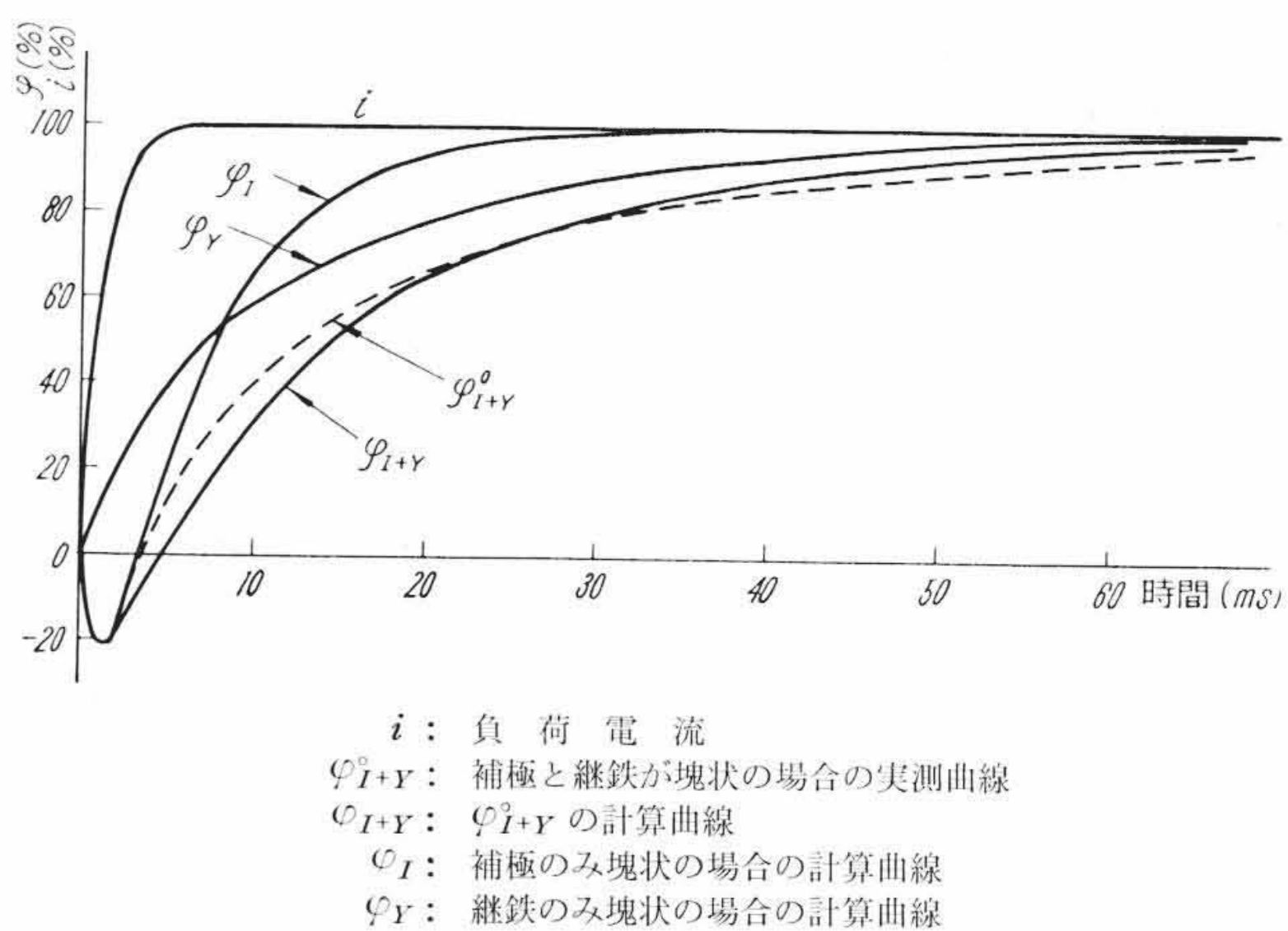
これらの特性より、本装置は従来の電磁形のものに比較し高速動作であるとともに、PT、CTの負担が約1/10程度に軽くなっている。第32図に本装置の模擬送電線による試験結果の一例を示す。

29.2.15 エレベータ群管理方式のモンテカルロ法による研究

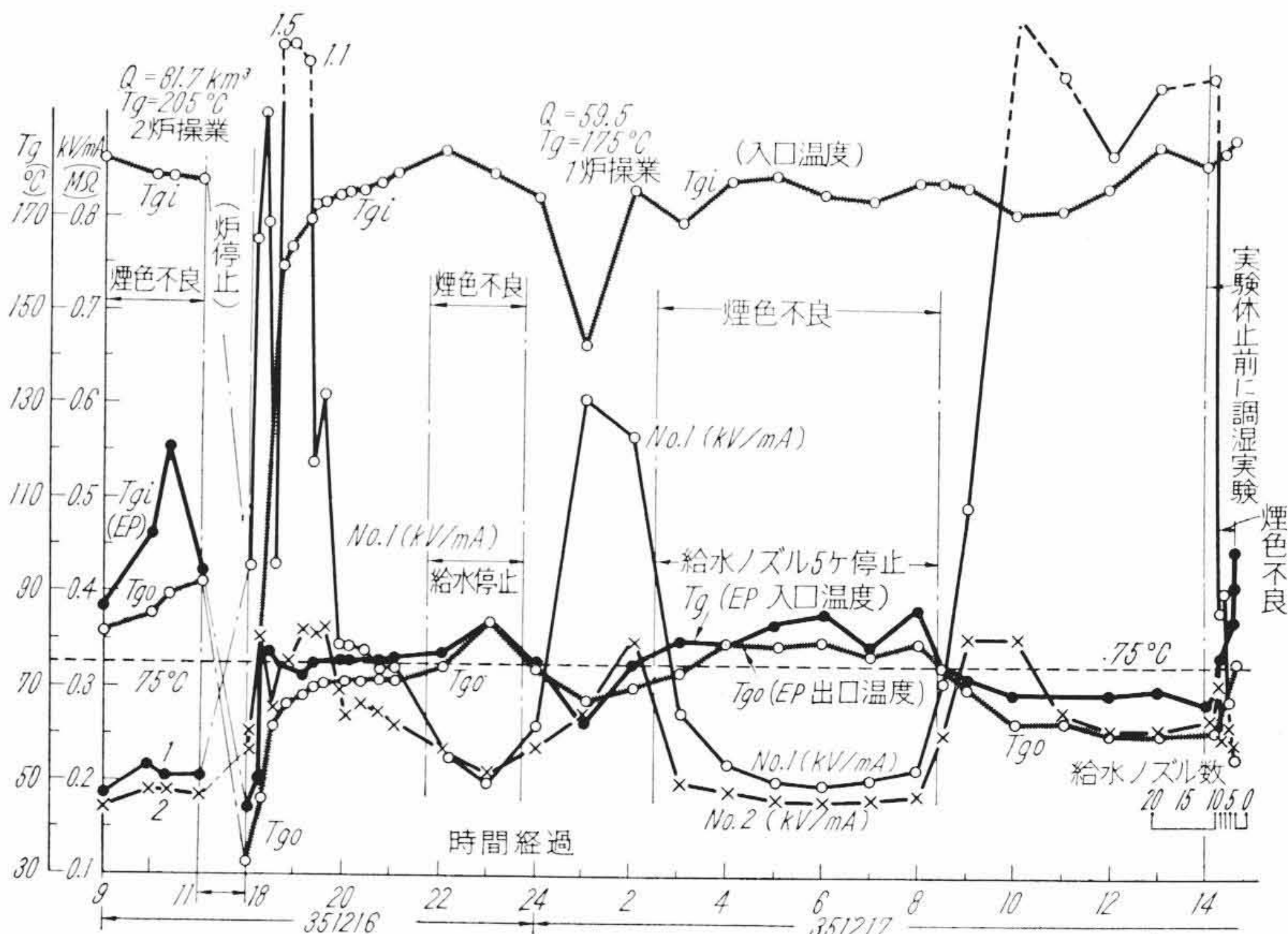
最近多くのビルで採用されているエレベータの全自動群管理方式の効果をMonte Carlo Simulationを用いて研究し、上下層群に分割して輸送能力強化を自動的に行なう群管理方式の特長を解明した。モデルとして関西電力株式会社本社納全自動群管理方式エレベータ1バンク3台を用いUp Peak Pattern時における待時間、サービス完了時間、かご内乗客数、積み残し数、階床運転数、1周時間などを求めて検討し以下の結果が判明した。

- (1) 現在の各階収容人口と乗客到着状態に対して、上下層行2群の分割階は6階が良い。
- (2) 群管理方式は従来の整理者つき運転方式と比較して運転回数が多く、したがってサービス時間が短縮され、かご内乗客数は少なく、階床運転数が多い。すなわち合理的運転を行なっている。
- (3) 乗客到着間隔が短くなるにしたがって群管理方式の効果が現われる。

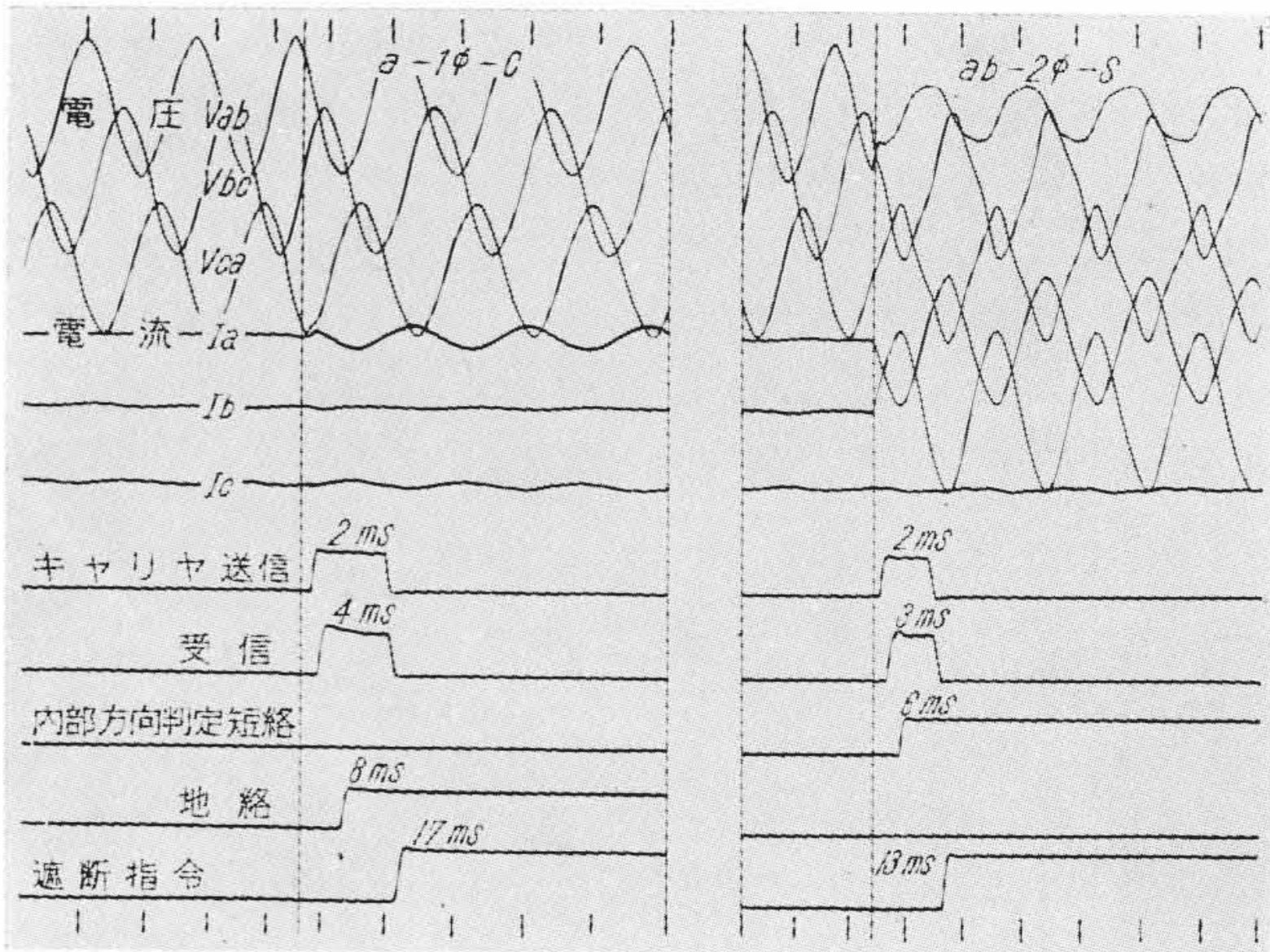
第33図は乗客平均到着間隔が2秒の場合、分割階6階の群管理



第30図 補極磁束追従特性の実測曲線と計算曲線

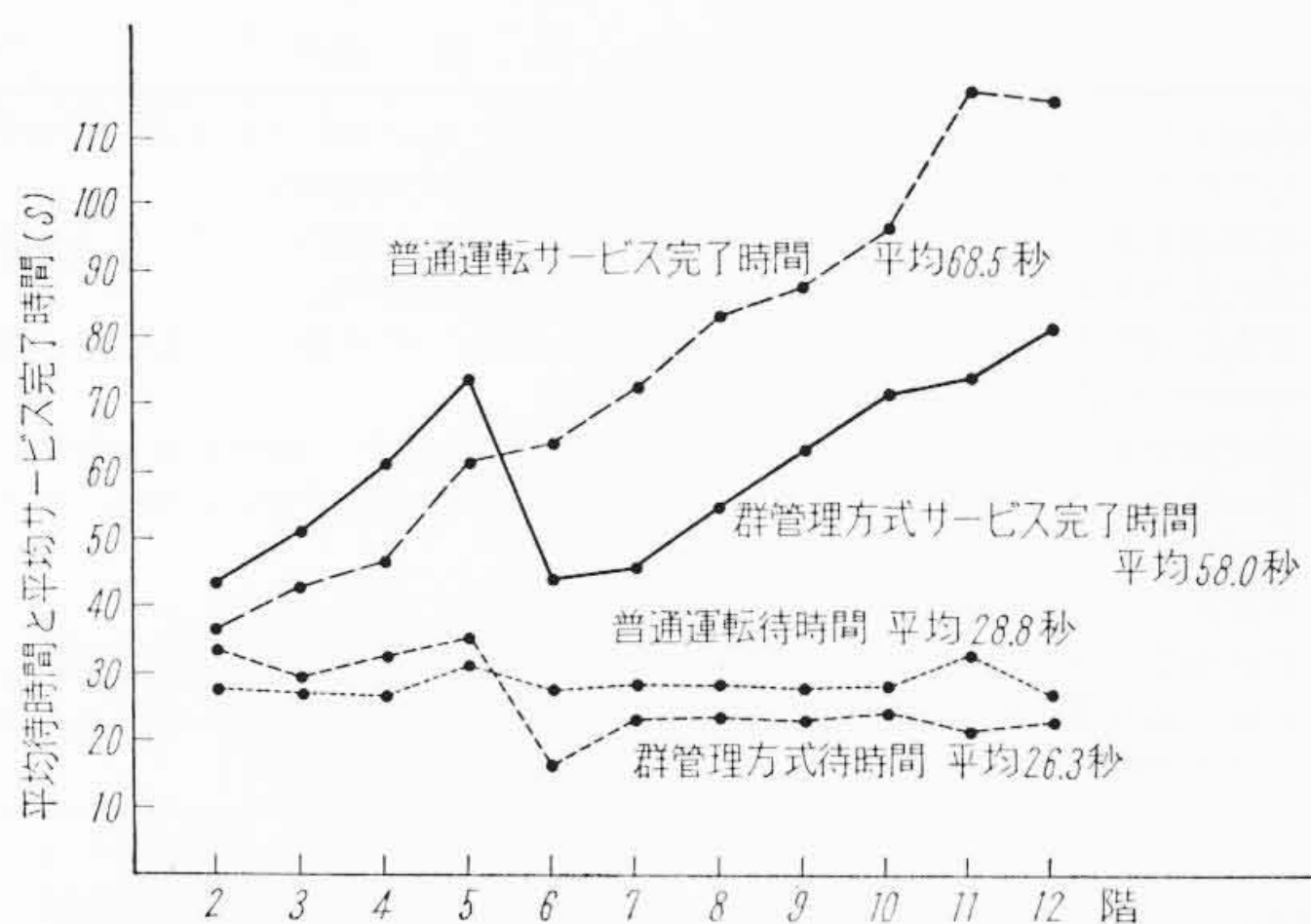


第31図 高抵抗 dust 集じんにおける調湿効果 (Ca 製練排ガス処理におけるガス調湿による逆電離防止の例)



第32図 模擬送電線による本装置のオシログラム
本オシログラムは、模擬鉄電線で各種試験を行なったうちのa相1接地故障、a b相2線短絡故障を示す。いずれも1c/s内の高速度遮断を行なっている。

方式と整理者つき運転方式を待時間、サービス完了時間で比較したもので、群管理方式が平均待時間を約2秒平均サービス完了時間を10秒以上も短縮している。



第33図 平均待時間および平均サービス完了時間

29.2.16 無接点コントローラの研究

(1) 構成

本コントローラは第34図に示すようにトランジスタ・タイマDとトランジスタ・メモリMeなどの基本回路を組み合わせて構成されている。したがって性能は主としてタイマにより決定される。

(2) 動作原理

第34図(A')に基本回路の動作を表わすタイム・チャートを示す。第34図(B')は一般的な場合が書かれていて、タイマDの時間調整により、たとえば $t_2=0$ にすることも可能である。このタイム・チャートの組み合わせにより、複雑なタイム・シーケンスが作られている。

(3) 性能

性能はほぼタイマにより決まる。研究の末、日立製作所日立工場で製品化されたタイマを第35図に示す。そのおもな性能は調整時間0.03~60秒、 $-20\sim 55^{\circ}\text{C}$ の温度影響 $\pm 1\%$ 、周波数、電圧影響は0.0%、同一繰返し使用精度は $\pm 0.2\%$ 以内である。

(4) 特長

従来のカムスイッチ式と異なり、本コントローラは無接点のすべての特長を有する。強電回路におけるか酷な使用条件に耐え、周囲温度 55°C まで使用でき、精度が高い。

29.3 電子工業

29.3.1 アナログ計算機の研究

(1) 大形アナログ計算機

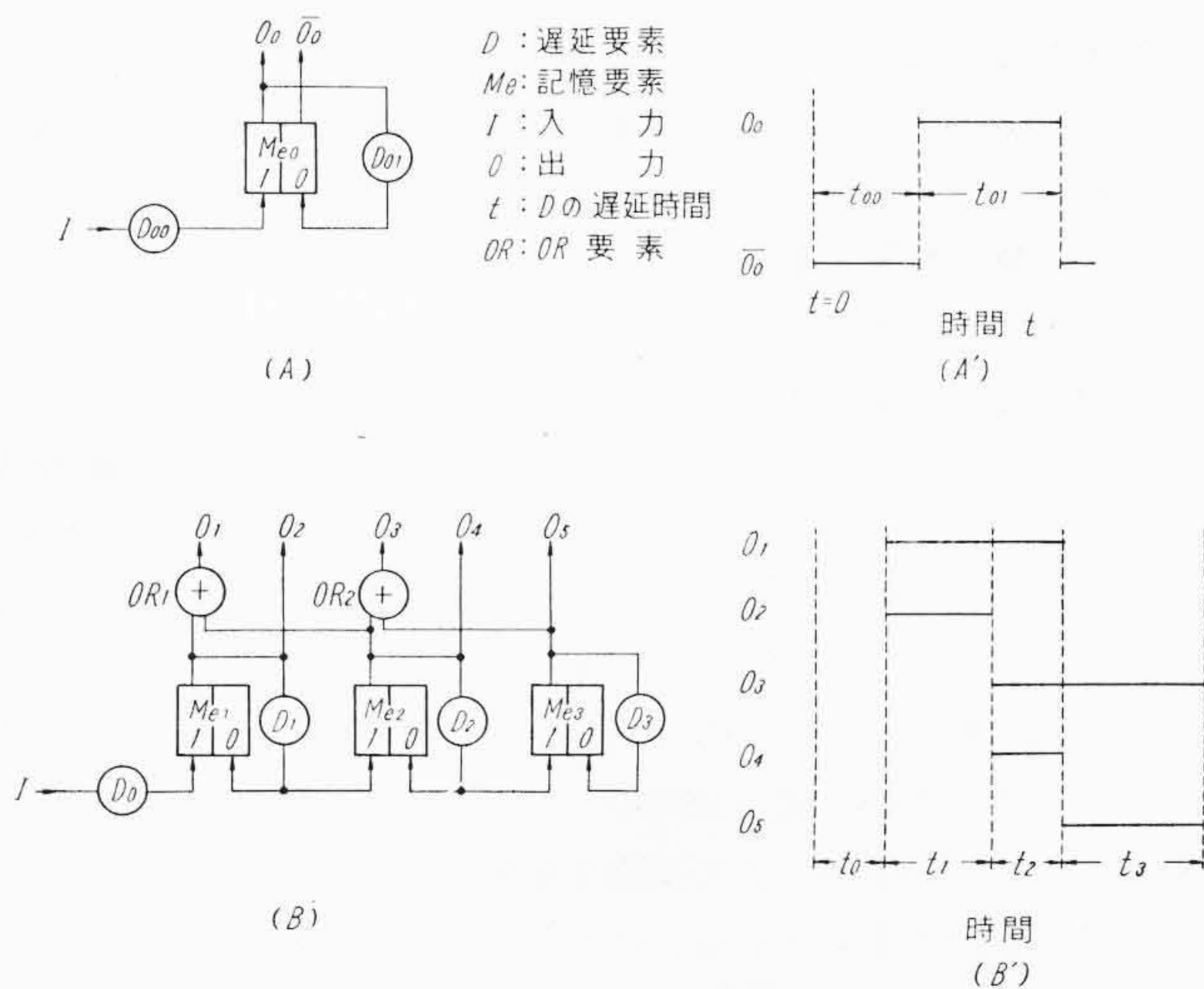
昭和37年3月中央研究所における大形アナログ計算機設置に関する全計画が完了した。その規模は東洋最大のものである。

中央に設置された制御卓は、全アナログ計算機を一括、または分離して演算制御するための装置であり、同時にデジタル入出力装置万能形自動プログラム装置としての機能も有している。自動プログラム装置は日立製作所独自の方式であり、最近海外で問題になっているIterative Computationを可能ならしめたものである。

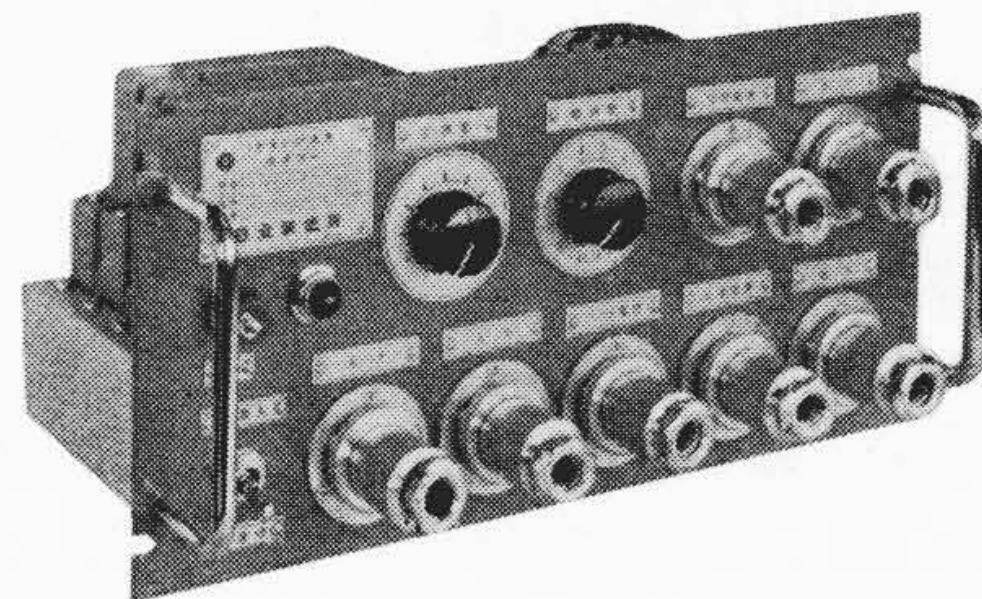
(2) 汎用ハイブリッドリンクージの試作

汎用のアナログ計算機とデジタル計算機とを結合して、ハイブリッド計算機とするための変換結合装置(ハイブリッドリンクージ)を試作した。おもな特長は

- (1) 直列、並列両計算方式の切替使用が可能なおよび両計算機間のデータ授受の周期が変えられること。
- (2) 汎用デジタル計算機に対する改造を最少限度にとどめるために、信号読取口としてはテープリードの読取口を利用し、データ出力はAccumulatorより直接引き出し、またデジタル計算機よりの制御信号としてはタイプライタ制御コードの一



第34図 基本回路の構成と動作



第35図 トランジスタタイマ

部を流用した。

(3) プロセスなど制御対象との結合実験のための前置増幅器を持っている。

(3) 磁気増幅器演算器の開発

50 c/s 電源用磁気増幅器演算器については、ほぼ製品化の段階に達したので、応用に関し検討した。おもなものをあげると

- (1) AFC (Automatic Frequency Control) など電力系統の制御
- (2) オンライン ELD (Economic Load Dispatcher) の検討
- (3) 原単位ロガー用増幅ならびに演算要素
- (4) 最適化制御装置
- (5) PID (Proportional Integral Differential) 制御装置

などである。演算増幅器そのものに関しては、鉄心特性ならびに巻線仕様のうちで最も問題となる制御巻線と演算器性能との結びつきを解析し、その結果から最適設計基準の資料を得た。

一方磁気増幅器の時定数を改善するために3kcの電源による演算器を試作し、0.1%、120 c/s(-3 dB)の係数器を得ている。

29.3.2 汎用高速計算機

(1) 本体の設計

超高速直列デジタル計算機の中央処理装置、入出力チャンネルの方式設計、論理設計、回路設計などを終了し、試作手配を完了した。

本機はメサトランジスタを使用した超高速回路方式で、少ない部品によって、大形高性能電子計算機と同等な性能を発揮し、かつ安価で信頼性の高いものをねらった。その結果、安価なる直列計算機によって、IBM 7044に比肩する性能を保証できる計算機の設計を完結した。おもな特長は第5表のとおりである。

(2) 高速磁心記憶装置

二次元配置磁心記憶装置の設計研究を行なった。記憶装置は1ブロック4,096語(1語32ビット、サイクル時間4 μs)で、1筐

体に 4 ブロック 16,384 語収容できるものである。

使用磁心は RCA 高速磁心 400 MI (外径 30 mil) で磁心の性能、磁心スタックの構成、選択駆動回路、読取り増幅器などを検討し、高速大容量化に妥当と思われる方式を採った。

29.3.3 新形質量分析計

(1) マッタフ形質量分析器

金属分析に主眼をおいた装置で、高周波放電によってイオンを発生させるが、発生イオンのエネルギー分布幅が広いため第 36 図に示すようにイオンをまず磁場とともに色消条件を形成する静電的エネルギーセクタを通した後、分析磁場に入れる。磁場にはいったイオンは、その質量の相違によって、それぞれのイオン固有の軌道を描いて写真乾板に到達し、スペクトルを形成する。放電を使用するために電気回路をコレクタとして使用できないので乾板を用いているが、この反面多種類のイオンが同時に検出できるという利点をもっている。また電場と磁場の組み合わせ（二重収斂）により分解能が非常に大きくなるのも特長の一つである。現在イオン源部分に問題を残しているが、これを解決すれば極微量不純物の分析 (PPB 程度) も可能となる。

(2) トロコイド形質量分析計

トロコイド形質量分析計は、36 年度日立製作所中央研究所における予備実験的な第 1 次試作により製品化への見通しが得られたので、同研究所と日立製作所那珂工場との協力のもとに第 2 次試作機（高さ 1,550，幅 1,300，奥行き 750）を製作した。この装置は永久磁石を用い、磁場強度約 5,000 ガウスであるが、イオン源とコレクタ間の距離は約 3 cm できわめて小形なものである。これは感度、分解能ともに従来の製品 RMS 形（イオン軌道半径 10 cm，偏向角 60 度）に匹敵する性能を目標としている。これが完成されればかなり廉価で、かつ小形となるので質量分析計の普及が期待できる。

29.3.4 工業計器

日立製作所独自の特色をもった工業計器の開発を目ざし、低ドリフト用 Twin 化トランジスタチョップの基礎研究を主体とし、日立式各種調節計、記録計および電子式計器などの開発を行なっている。

まず伝送器の主体をなす変位—電気変換素子として、半導体ピエゾ素子を製作し圧力変換器への応用を検討した。また従来の電流伝送方式の現場に電源や高級な増幅器を必要とするなどの根本的な欠点を除くため、周波数 (10~20 kc/s) 伝送方式を検討し、伝送器の徹底した簡易化、密封化が可能となり、さらに受量器の入力インピーダンスによる誤差、誘導や線路による誤差を著しく下げることが可能な見とおしをえた。計器としては可変インダクタンス形の圧力伝送器、ロータメータ伝送器、可変容量形のレベル伝送器、成分伝送器、サーミスタを使用した温度伝送器などを試作した。

応用面としては、系としての価格の低減を図るため、簡易なクランプ機構を応用した記録計（2 個の指示計に取替え可能）とトランジスタチョップを使用した調節器とよりなる全トランジスタ化 PID 記録（指示）調節計を試作し、さらにチャート有効幅 250 mm，フルスケール，ペン走行速度 1/4 秒，最少入力レンジ 10 mV の機能的に使いやすくしたコントロール部分を持つ高性能の高速度記録計を完成した（第 37 図）。

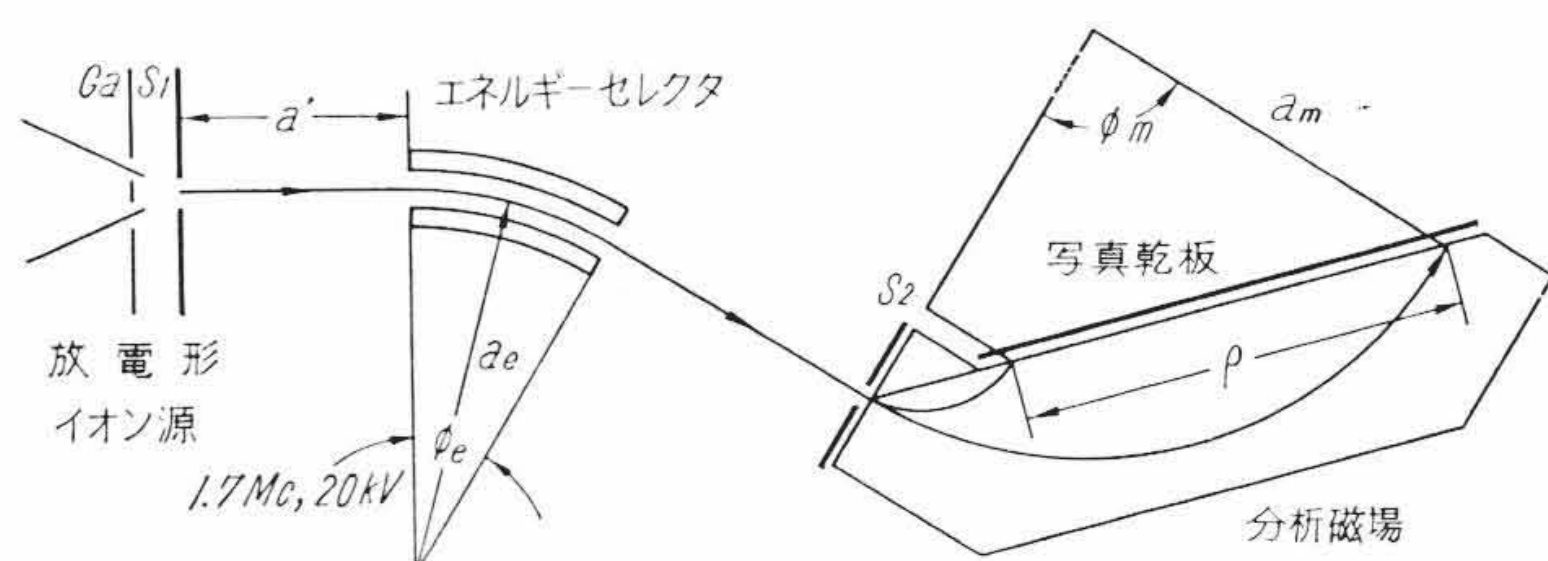
なお工業用記録計の最大目標の一つであるポテンショメータの無摺動化の一案として、ストレンゲージを使用した変換器を設計、検討中で特許も数件出願した。

29.3.5 低雑音高利得 MD トランジスタ (TA 27, TA 37)

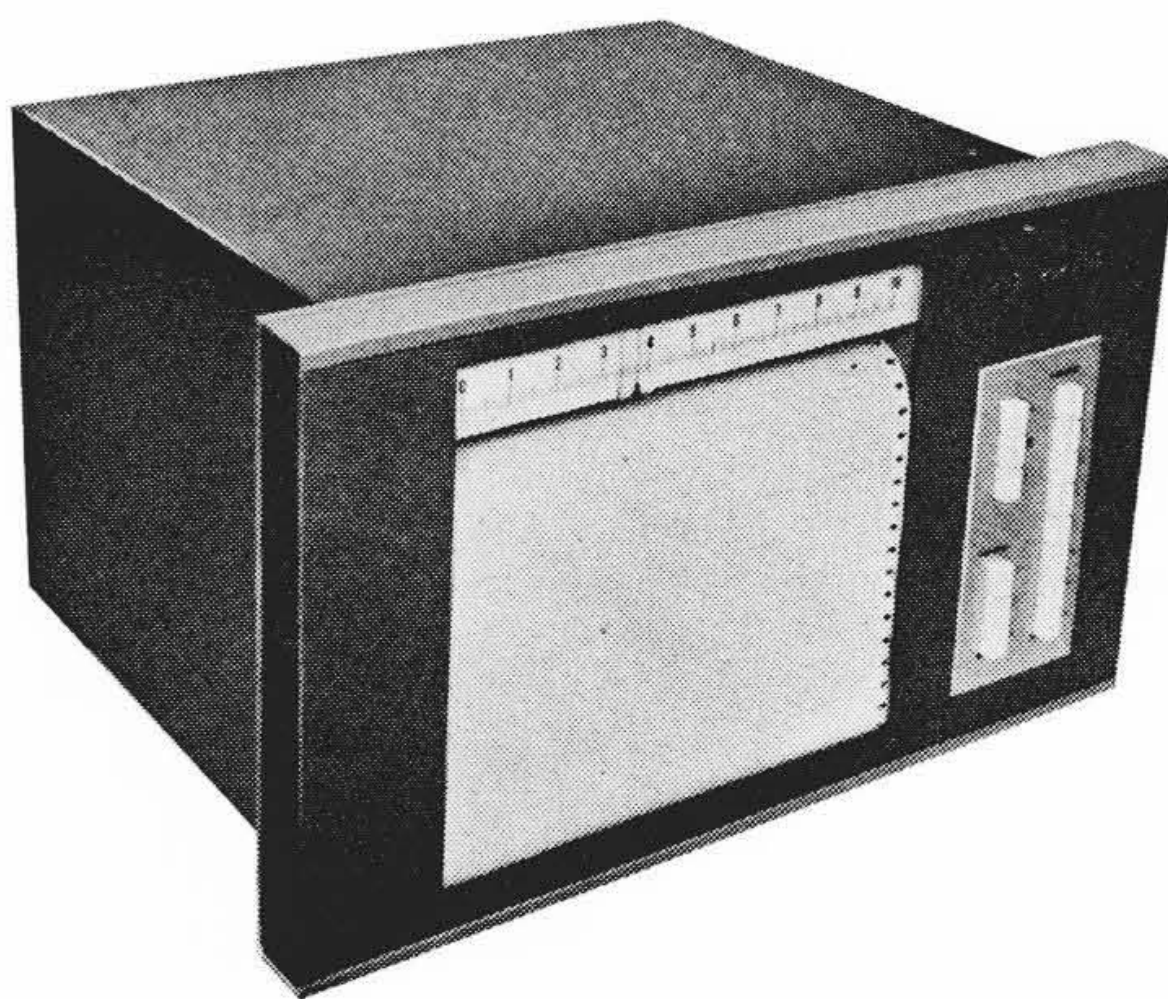
1/f 雑音成分の著しく少ないゲルマニウム高周波トランジスタとして TA 37 を開発した。TA 37 は MD トランジスタを改良し、コ

第 5 表 主 なる 特 長

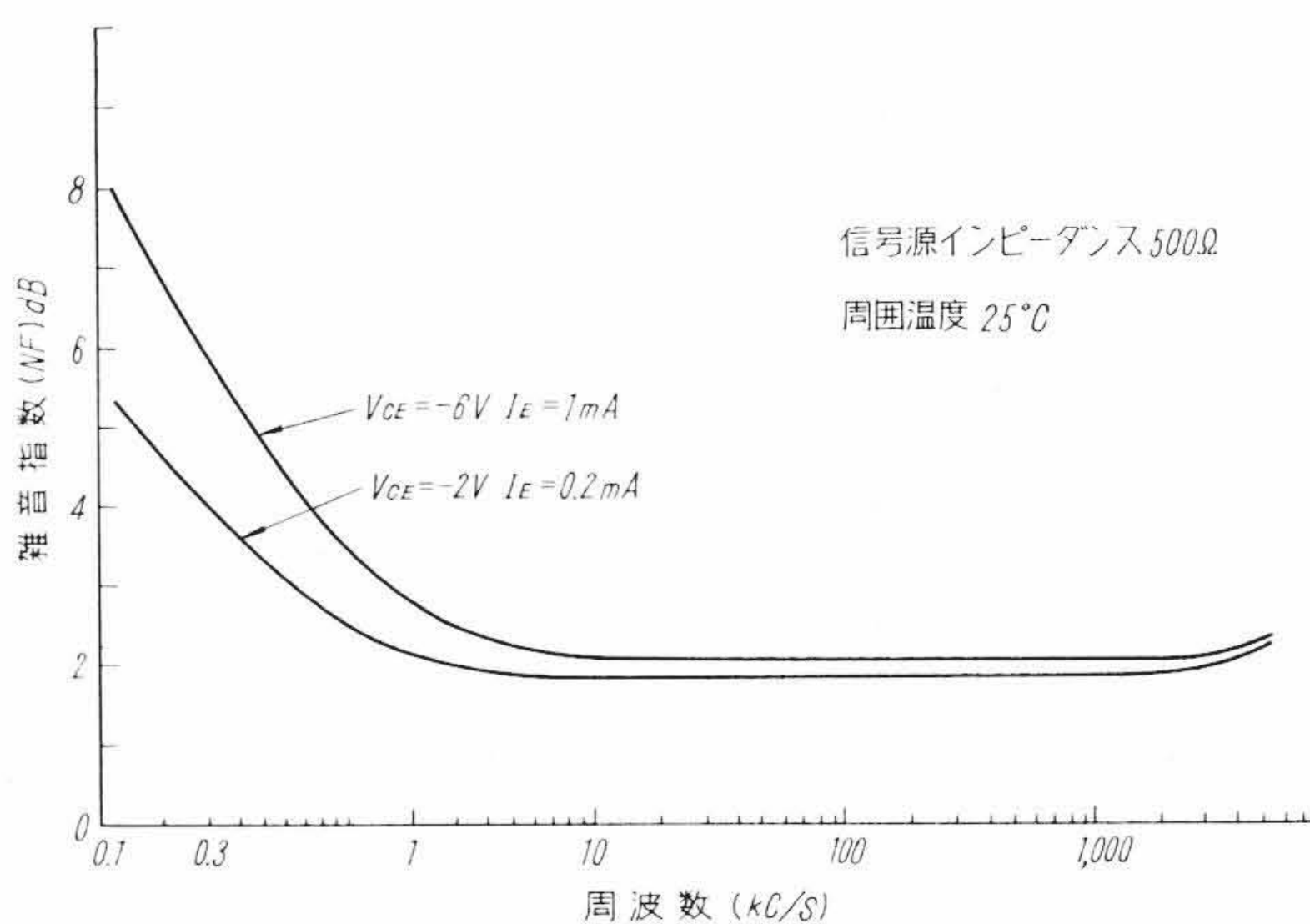
- (1) 高速トランジスタを武蔵工場と共同開発した。メガサイクルコンピュータ用としてはわが国唯一のもので、36/上から戸塚工場で実施中。
- (2) 電磁遅延線を用いたレジスターの実用化によって、従来のフリップフロップ方式に比べ 1/4 に cost down できる（特許 2 件出願中）。
- (3) 完全な同時処理 (Simultaneous Processing) を可能とするための割込み system の設定。
- (4) 高速処理を可能とするための諸命令の論理方式の設計（特許 2 件出願中）。
- (5) 特に乗除算方式の高速化のために system に最も適した方式の開発（特許 3 件出願中）。
- (6) 可変長データの処理方式の開発（特許 1 件出願中）。
- (7) 倍長演算を含む固定小数点、浮動小数点の統一した論理制御方式の開発。
- (8) 直接入出力機を中央処理装置に結合し、同時操作を可能ならしめる入出力チャンネルの開発（上記関連特許として計 12 件出願中）。



第 36 図 マッタフ形質量分析器原理図



第 37 図 試作高速度記録計



第 38 図 TA37 雑音指数の周波数特性

レクタ領域表面にベース半導体領域を拡張した低抵抗拡散層を設け、これよりベースリードを引き出したもので、成長形トランジスタとしては画期的なリングベース構造となっている。第 38 図に TA37 の雑音指数の周波数特性を示した。このように数 100c/s から数 Mc/s にかけて一定で、しかも低い雑音レベルを維持しているため、低雑音広帯域増幅器、たとえばビデオ増幅器の初段などに最適なトランジスタであり、特に雑音の温度特性も優秀で 0~50°C で 1.5 dB 以内の変化を示すに過ぎない。さらにこれをシリコン化した TA27 (2SC 166, 167 として登録予定) は高信頼度—高電流増幅率 ($h_{FE} > 100$) と

いう特長に高逆耐圧 ($V_{CE0} > 50 \text{ V}$) 特性をもち、製造上相矛盾する要素がみだされた量産品種で、最近のシリコン化ブームのなかで論理回路素子、工業用、通信用素子として、さらにはユニバーサルトランジスタとして汎用などに広い用途が広がっている。

29.3.6 特殊サーミスタ (クリテジスタ)

特殊サーミスタ材料として $65 \sim 70^\circ\text{C}$ で電気抵抗が2~4けた急変する負性抵抗体を発見した。この急変点の温度係数は $-100\%/^\circ\text{C}$ にも達し、これは白金線の $+0.4\%/^\circ\text{C}$ 、普通のサーミスタ $-3.5\%/^\circ\text{C}$ に比べて -250 倍、 30 倍の大きい値である。当初は安定性にとぼしかったが、その後の研究結果、実用化に十分な安定性を持つようになった。これを用いれば特定温度の温度調節器、赤外デテクタ、火災警報器およびバイメタルにかわる無接点温度リレーとして広い応用面が期待できる。第39図は特殊サーミスタの比抵抗-温度特性を従来のサーミスタおよび白金線のそれと比較したものである。

29.3.7 マイクロモジュールの研究

35年度に各種部品の超小形化ならびにブロック試作に成功し、37年度は部分回路のマイクロモジュール化と各種電子機器の開発を行った。

イヤホンラジオは4石スーパーヘテロダイナ方式で、外形寸法は幅 18 mm 、高さ 22 mm 、長さ 106 mm である。イヤホンガイドはピックアップコイルを含む音声増幅器で、電力利得 60 dB 、外形寸法は幅 24 mm 、高さ 16 mm 、長さ 69 mm である。これは展覧会場などにおいて騒音の妨害をうけることなく説明を聴取するに便利である (第40図)。

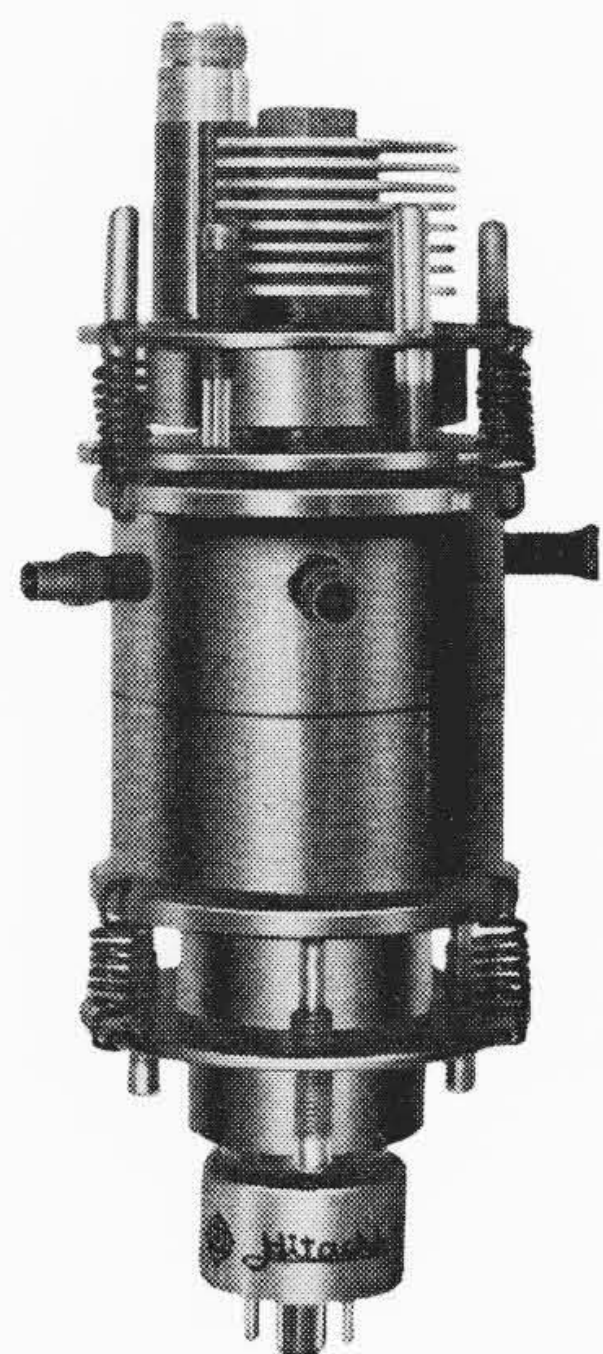
またNHK技術研究所との協同で試作した映像増幅ブロックおよびパルス回路ブロックを利用してNHKでビジコンカメラのヘッドアンプのMM化ならびに同期信号発生器のMM化に成功している。

29.3.8 赤外ビジコンの感度向上

赤外ビジコンの感度、画質の向上および製作法の安定化を目的として、光導電膜の蒸着法を中心に、従来の製作法に全面的な再検討を加えた。その結果、試作管の感度を著しく向上させることができた。第41図に従来の管および最近の試作管の光電変換特性を比較して示した。テレビ系、光学系を含めた赤外ビジコンの総合性能を調べるために暗視管との比較実験を行ない、ほぼ同等の性能であることがわかった。

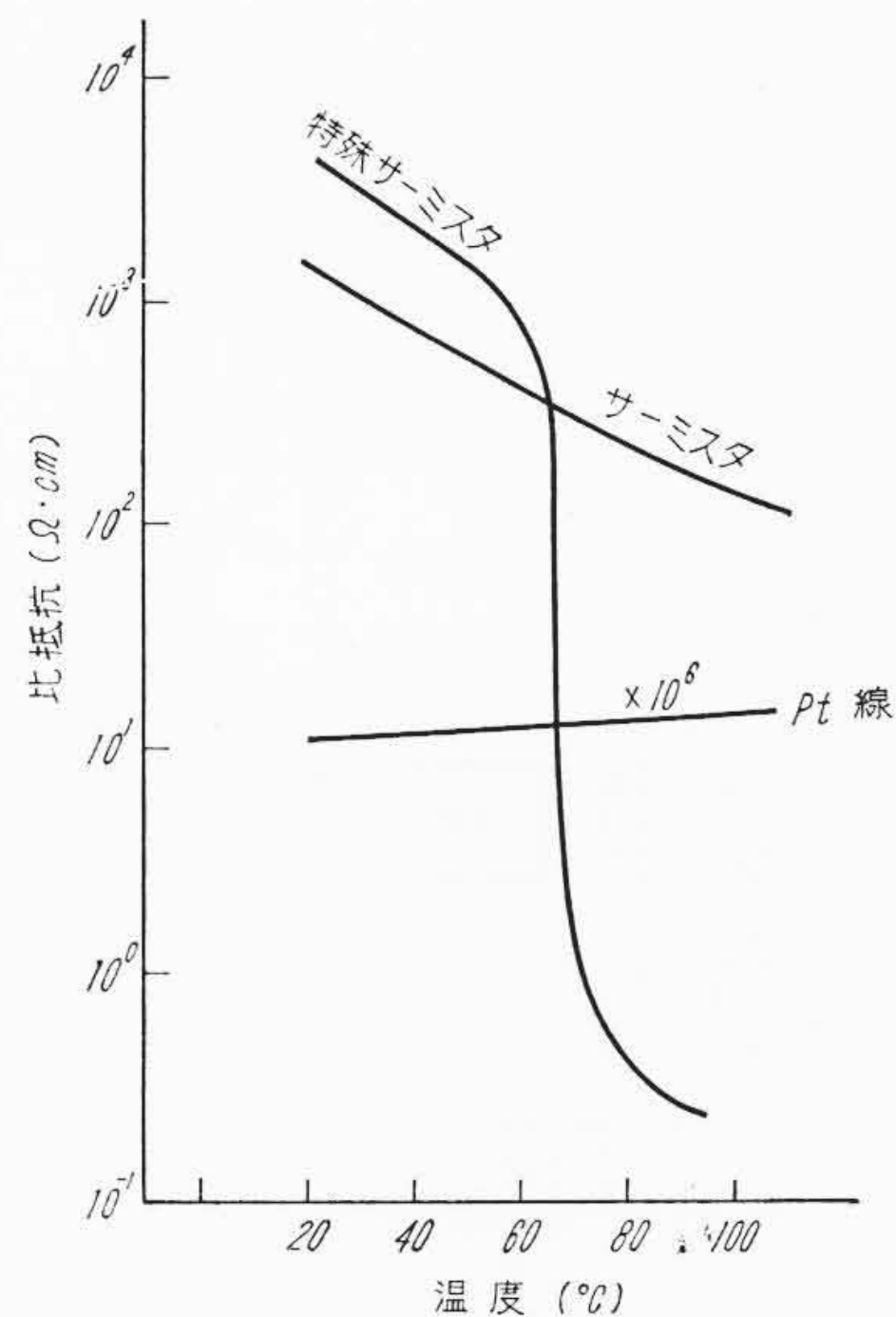
29.3.9 二重速度変調管 (Duotron)

二重速度変調管は、電子振動を利用するマイクロ波管の解析研究中に発見された管で、日本、アメリカ、イギリス、西ドイツに特許出願中である。

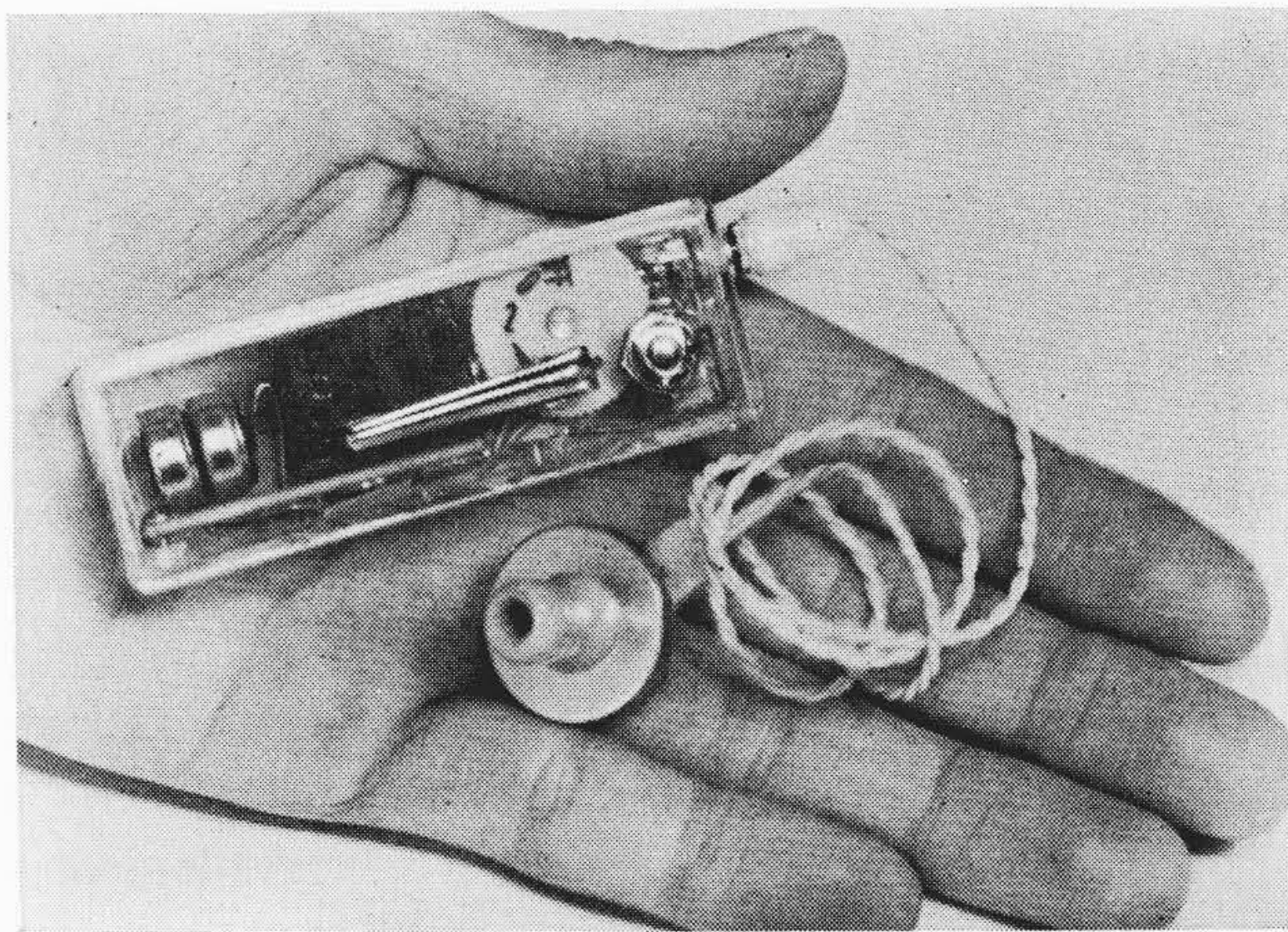


第42図 二重速度変調管

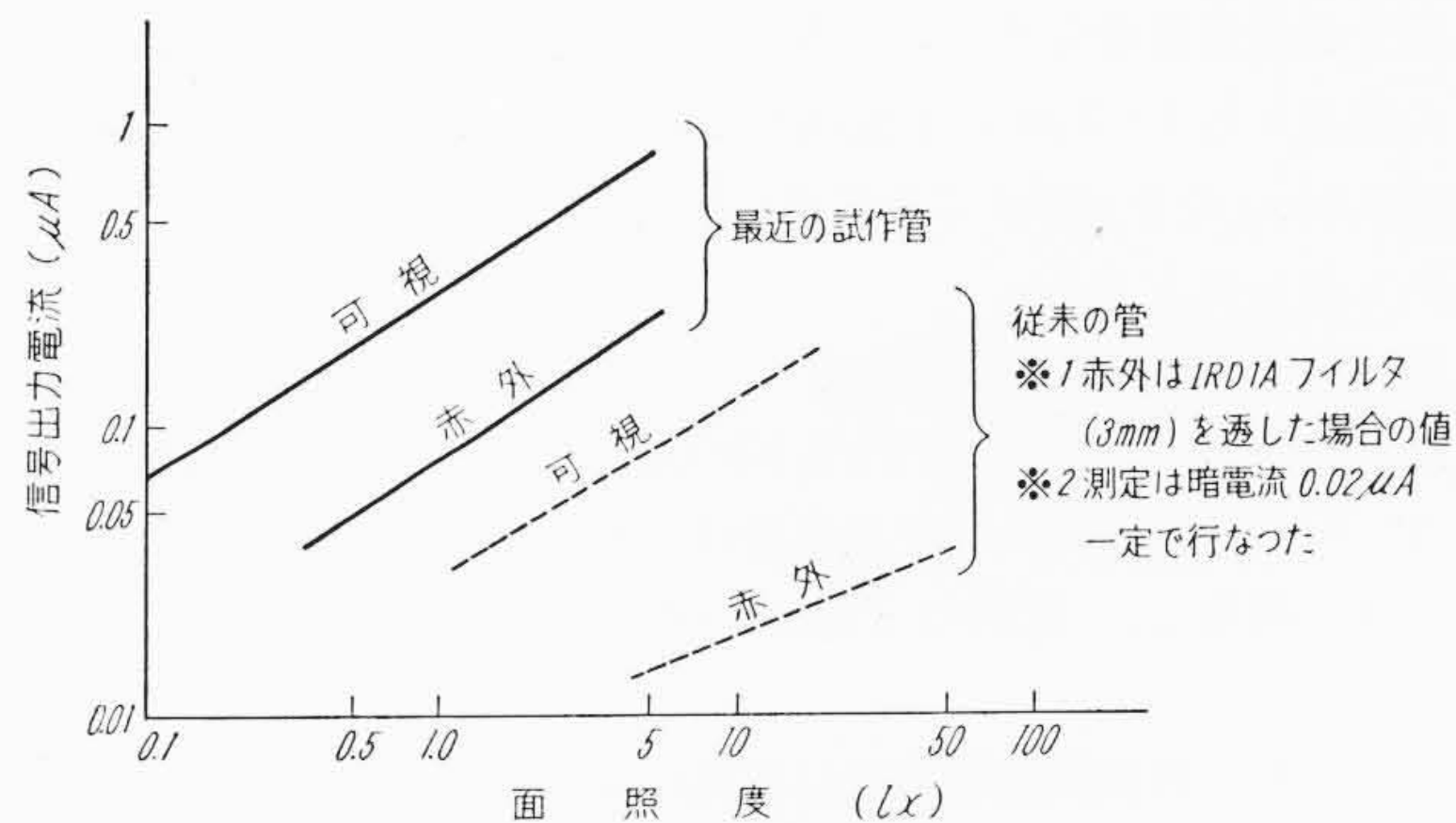
出力空洞つきの二重速度変調管は、理論的に高効率であることが期待されるので、 $2,800 \text{ Mc}$ 帯パルス 500 W 球の試作実験を行なった。第42図は試作管の外観であるが、最適の調整を行なったとき出力部で最大 680 W を得ることができた。この球の特長は、周波数安定度がきわめてよいことであるが、反面パルス立ち上がり時間が約 $2 \mu\text{s}$ 以上でかなり大きい。しかし発振部に外部からわずかの信号を加えておくと、立ち上がり時間は無視できる程度に短縮できる。実際の出力効率は十数%で従来の二空洞



第39図 特殊サーミスタと従来のサーミスタおよび白金線の比抵抗-温度特性の比較



第40図 第2次試作イヤホンガイド

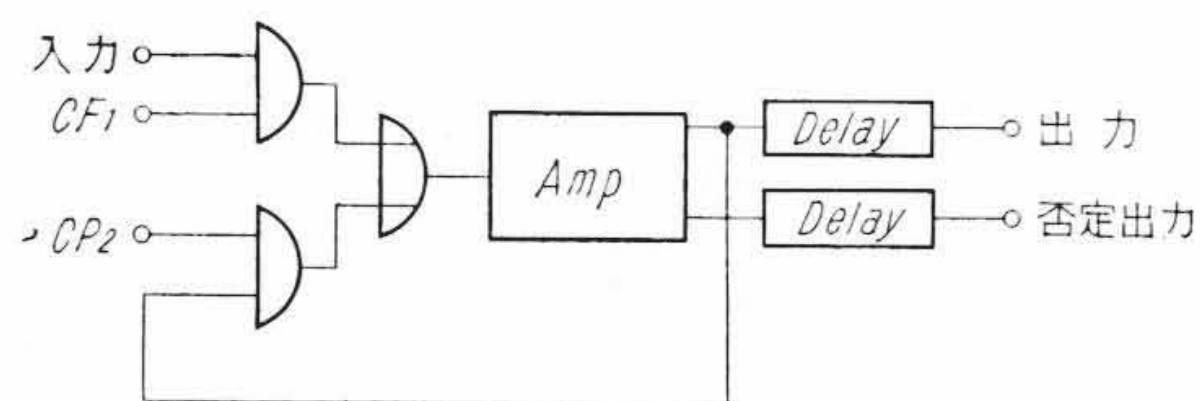


第41図 赤外ビジコンの光電変換特性

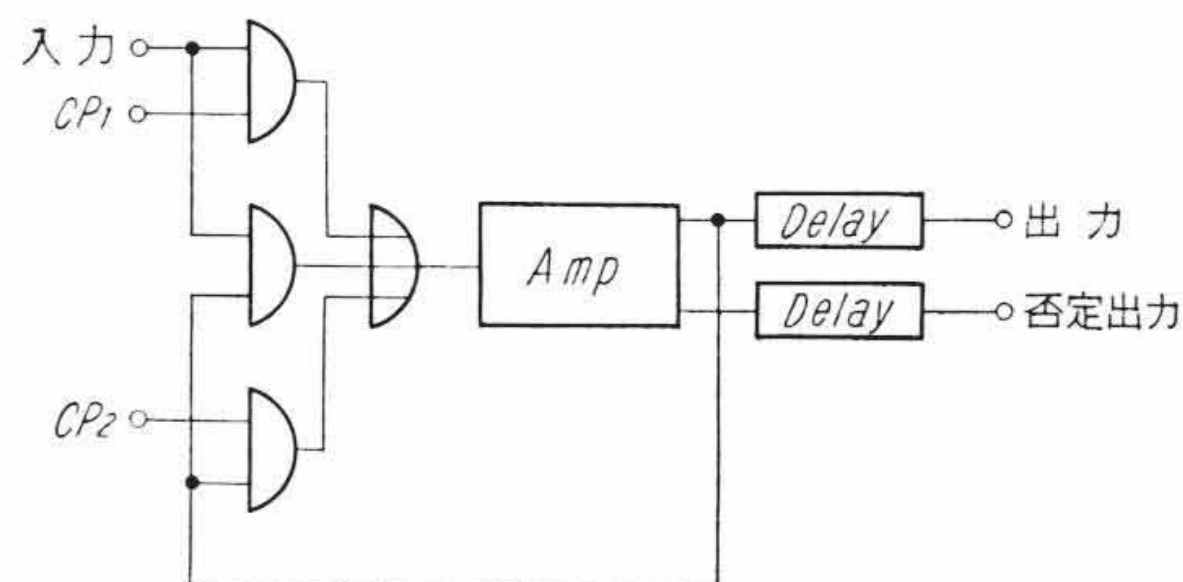
クライストロン程度であるが、ビーム変換効率としては $30 \sim 60\%$ までは観測された。試作管の動作は詳細な解析結果とよく一致した。このパルス 500 W 球の結果からつぎに実験計画をしているCW (連続波動作) 球の効率を大幅に改善する方策を見いだした。

29.3.10 電子交換機用論理演算基本回路

時分割電子交換機の制御装置用同期式論理演算基本回路の実験を重ね、新たに高速で非常に安定な外部帰還形の単相基本回路を得た。これは電流切替回路を採用したのでスイッチ速度が早く、日立製作所中央研究所で開発されたMDトランジスタTA34を用いて $1 \sim 5 \text{ Mc/s}$ のクロックに適用可能なものである。 5 Mc/s 以上ではクロック波形のなまりやずれが問題になるので、ゲート部について



第43図 回路の論理構成



第44図 論理構成の改良

非同期順序論的検討を行ない、第43図の基本回路の構成を第44図のように改め、この問題を解決し、この形の高速基本回路の設計に新たな方向を見いだした(特許申請中)。

なお現在計画中の超高速電子計算機の基本回路の一部にこのアイデアが取り入れられることになっている。

29.3.11 光メーザーに関する研究

光メーザー(レーザー)研究の第一段階として、ルビーを用いた固体レーザーの実験を行なっている。現在までにアメリカ製ルビーロッドおよび日立製作所中央研究所で研磨したルビーロッドでいずれも $694\text{ m}\mu$ のレーザー発振に成功した。発振の確認は

- (1) 発生した光波形のシンクロスコープによる観察
- (2) Fabry-Perot 干渉計による観測
- (3) 無限遠に調整した望遠レンズによる写真撮影

などにより行なった。第45図は5 mmの間隔の Fabry-Perot 干渉計で撮影したレーザー光のスペクトルである。この干渉縞は詳細に観察すると微細構造を有している。その原因を明らかにする目的でこの干渉縞を高速流しカメラにより時間的に撮り分け、いわゆる高分解能高速分光写真を撮影した。その一例を第46図に示す。この結果から $1\sim 3\text{ }\mu\text{s}$ の不規則な間隔で起こる緩和振動(relaxation oscillation)の各 spike ごとに $0.2\text{ }\text{\AA}$ 程度の波長変動があることが明らかとなった。

29.3.12 電子冷凍応用製品

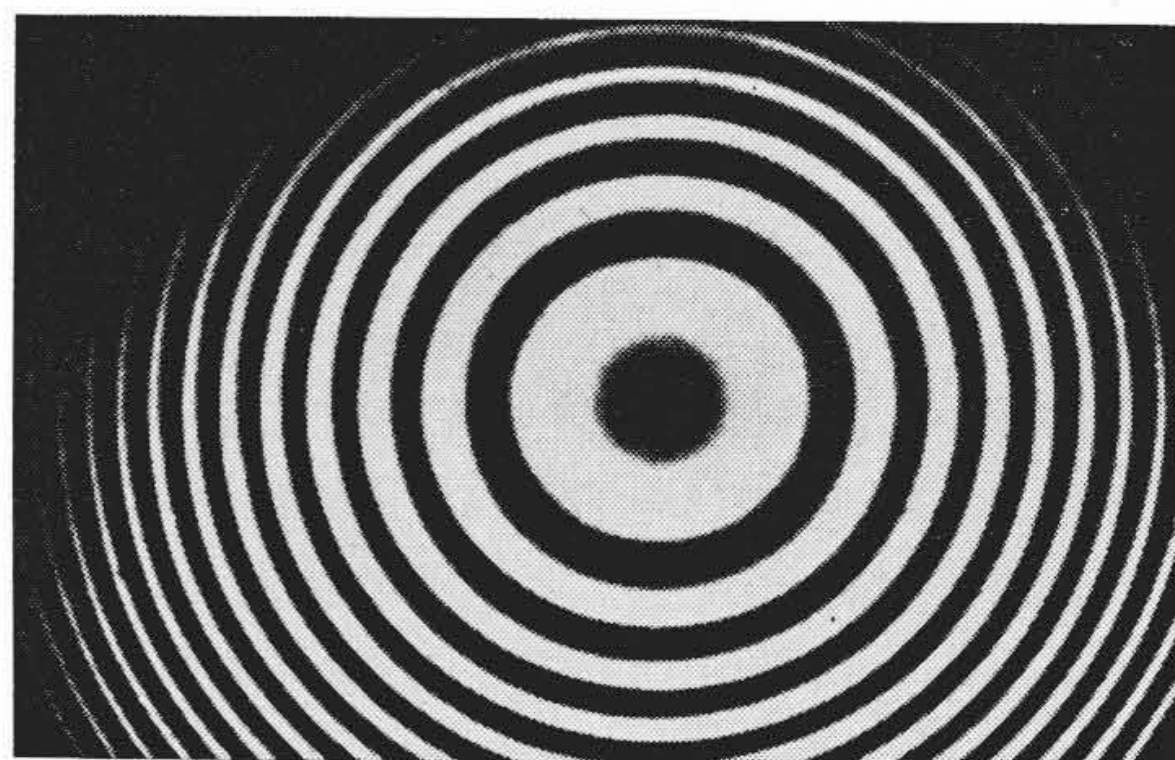
熱電材料としてはBiとTeを用いた二元系の金属間化合物半導体が用いられているが、日立製作所はさらに多成分系の金属間化合物半導体を開発し、材料の Figure of merit を向上することができた。

この材料の最高到達温度差は常温において 100 deg 以上が得られた。また材料の新しい製法を開発し強度が強く、かつ熱伝導率が従来のものの $1/2$ のものを作りだした。熱伝導率が $1/2$ になったため、材料の使用量を $1/2$ に減少させることができ、また材料の強度が増大したため材料の破損による事故をなくすことができた。

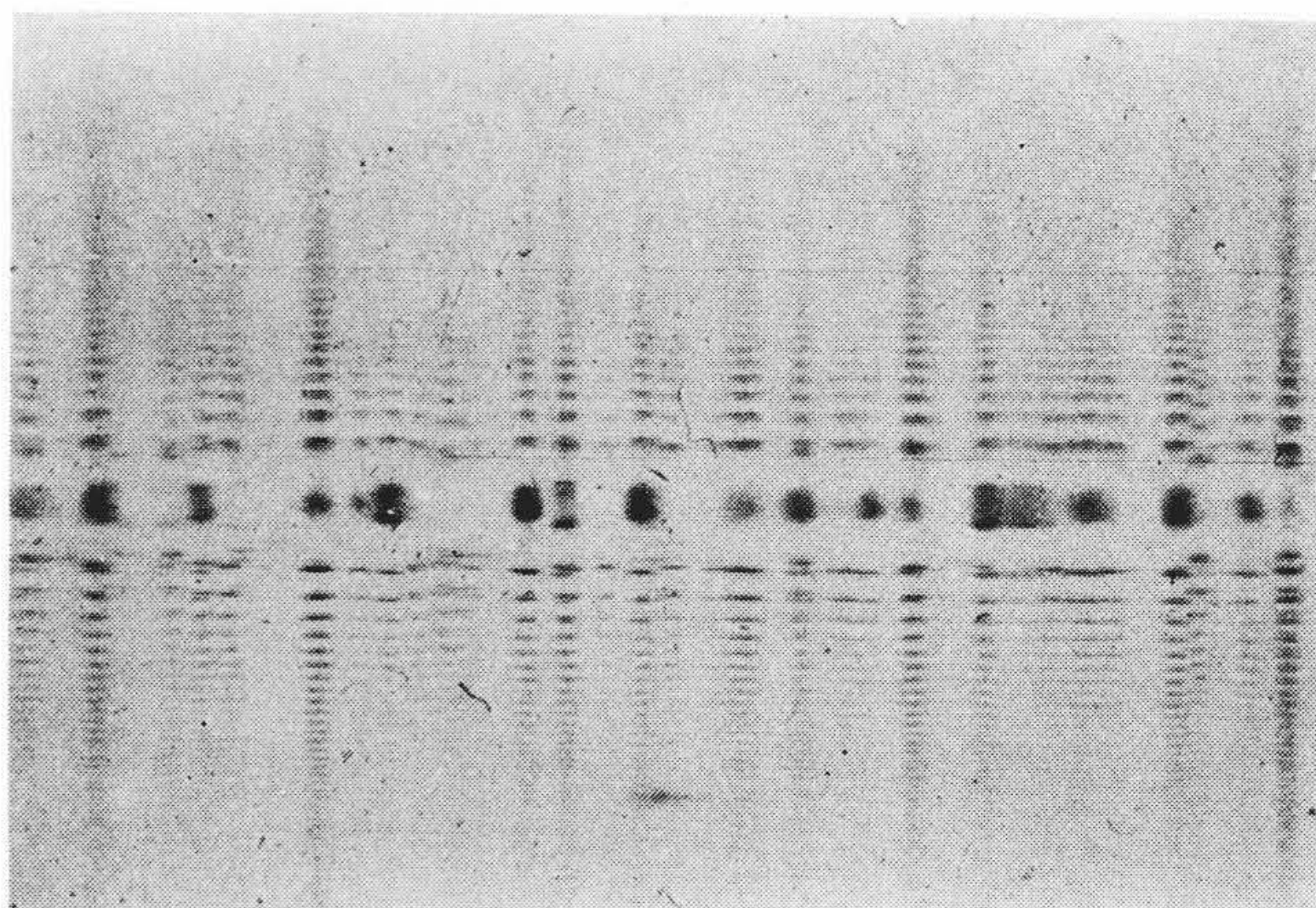
電子冷凍応用製品としてはポータブル電子冷温水器、写真現像用電子恒温バットなどの小形応用製品の試作を行なった。

(1) ポータブル電子冷温水器

フロン圧縮式冷凍機は圧縮機を有しているため、小形冷凍機製品の場合は容積が大きくなるが、電子冷凍は圧縮機を必要としないので小形の応用製品に適する。フロン圧縮式冷蔵庫や吸収式冷蔵庫では振動や傾斜があると使用不可能になるが、電子冷凍ではどのような状態でも冷却性能がほとんど変わらないのでポータブルの冷凍機製品に適している。また電子冷凍では電流の向き



第45図 Fabry-Perot 干渉計で撮影したルビーレーザー光の干渉縞



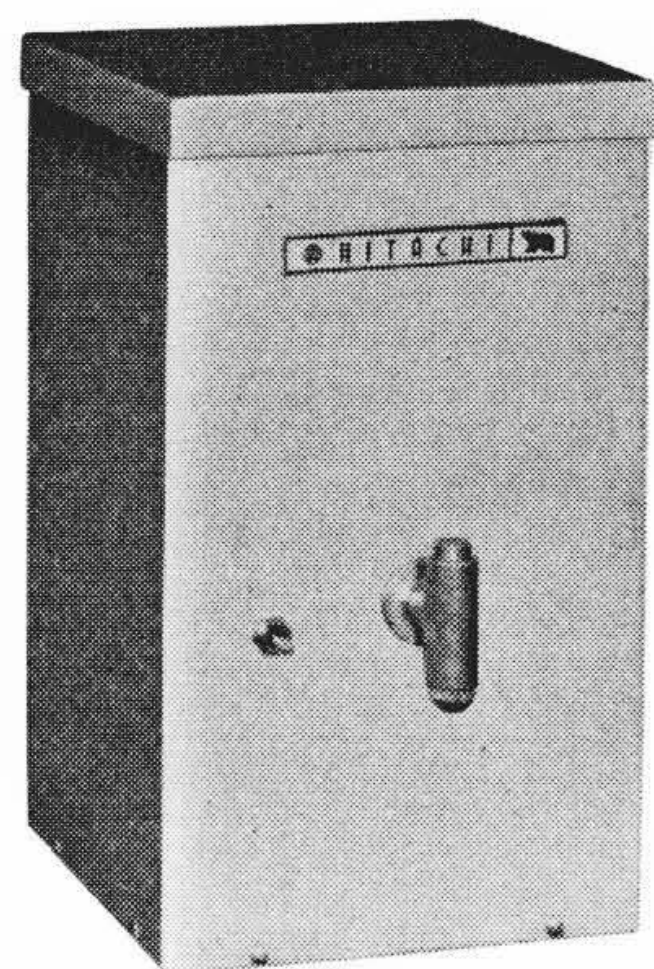
第46図 ルビーレーザー発振光の高分解能高速分光

を逆にすると加熱となるので、冷水器は温水器としても使用できる。

ポータブル電子冷温水器は自動車や船で使用するものであり、DC 6 V、または12 Vの電源を使用するものであるが、付属の整流器を使用すればAC 100 Vを使用することができる。自動車内で使用するには短時間に冷却することが必要で、このための考慮がなされている。

第47図は試作したポータブル電子冷温水器で内容積は2 lであり、外形寸法は幅200 mm、高さ320 mm、奥行き190 mmの小形である。高温側の放熱には強制空冷を採用している。

冷却性能は外気温度 30°C のとき 25°C で2 lの水を冷却して30分後には飲めるようになる。冷水器としては 4°C まで冷却する能力を有するが、水温を 12°C に保持することは断続運転となり、その運転率は32.8%である。



第47図 ポータブル電子冷温水器

インスタントコーヒー、紅茶、緑茶などを飲むときには温水が必要となるが、スイッチを切り替えることによって温水器として使用できる。外気温度 10°C のとき水温は 95°C 以上になり、このときの入力 72 W である。 75°C に保持するときは断続運転となり、その運転率は32.5%である。この冷温水器の重量は水を入れない状態で約7 kgであり、手軽に持ち運ぶことができる。

(2) 写真現像用電子恒温バット

白黒写真やカラー写真の現像は 20°C の現像液や定着液中で行なわなければならない。加熱して 20°C に液温を保つことは比較

的簡単であるが、冷却するには氷やドライアイスを使うため液温を 20°C に保つことが技術的にむずかしく、また手数がかかる。大きな現像所では冷凍機を使用するが、これでは大きな設備が必要である。

電子冷凍を利用すると小形にできるので場所をとらず、また電流のみの制御で加熱にも冷却にも使え、一年中 20°C に一定にすることができるため現像の手数がはぶける。

バットの内寸法は幅 400 mm、奥行き 350 mm、深さ 50 mm で四ッ切印画紙の現像が可能である。外形寸法は幅 440 mm、高さ 110 mm、奥行き 390 mm で小形になるから狭い暗室の中でもじやまにならない。

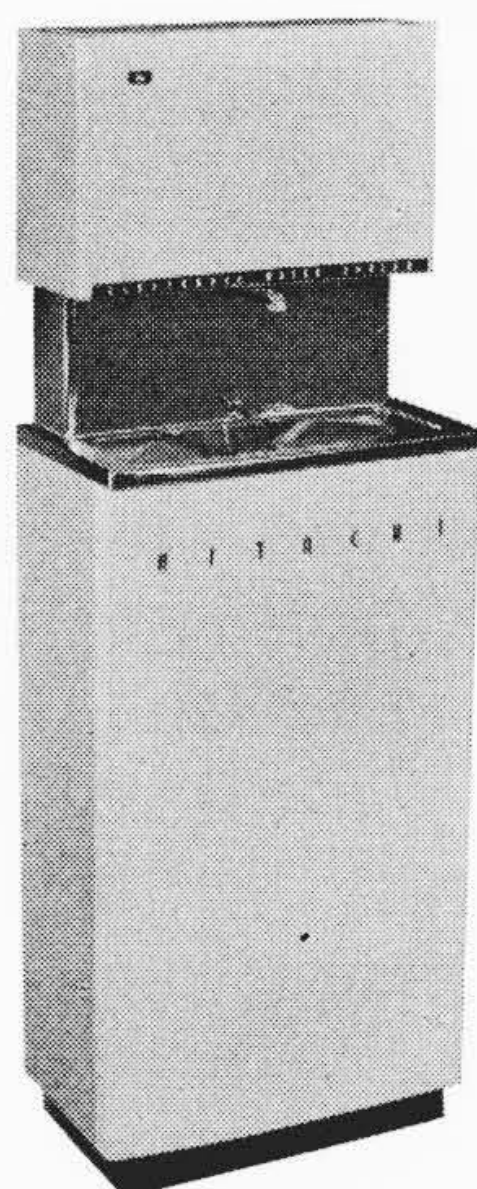
冷却能力は室温 30°C のとき 30°C で 2 l の液を 30 分で 20°C に冷却することができ、温度精度は $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ である。エレメントの電流および電圧は、12 A, 13 V である。温度精度が高いのでカラー写真の現像にも十分使用することができる。

29.3.13 電子冷水器

電子冷凍では利用する温度差が少ないほど、また熱交換器の性能が高いほど成績係数は大きくなり、材料使用量は少なくてよい。冷水器に電子冷凍を応用するときは適温は 12°C で比較的溫度が高く、高温側の放熱には水を利用できるので熱交換器の性能は高い。このような条件では電気冷水器と比較して性能的に同等であり、小形にできる利点がある。

35年度に発表した試作品にさらに改良を加えたものを試作した。

この電子冷水器は 4 l のタンクを内蔵し、電子冷凍熱電素子によって冷却された水をこのタンクに貯蔵しておく構造のものである。



第 48 図 電子冷水器

構造の改良と材料性能の向上により、熱電材料の使用量を前回の試作品のときの 1/3 に減らすことができた。

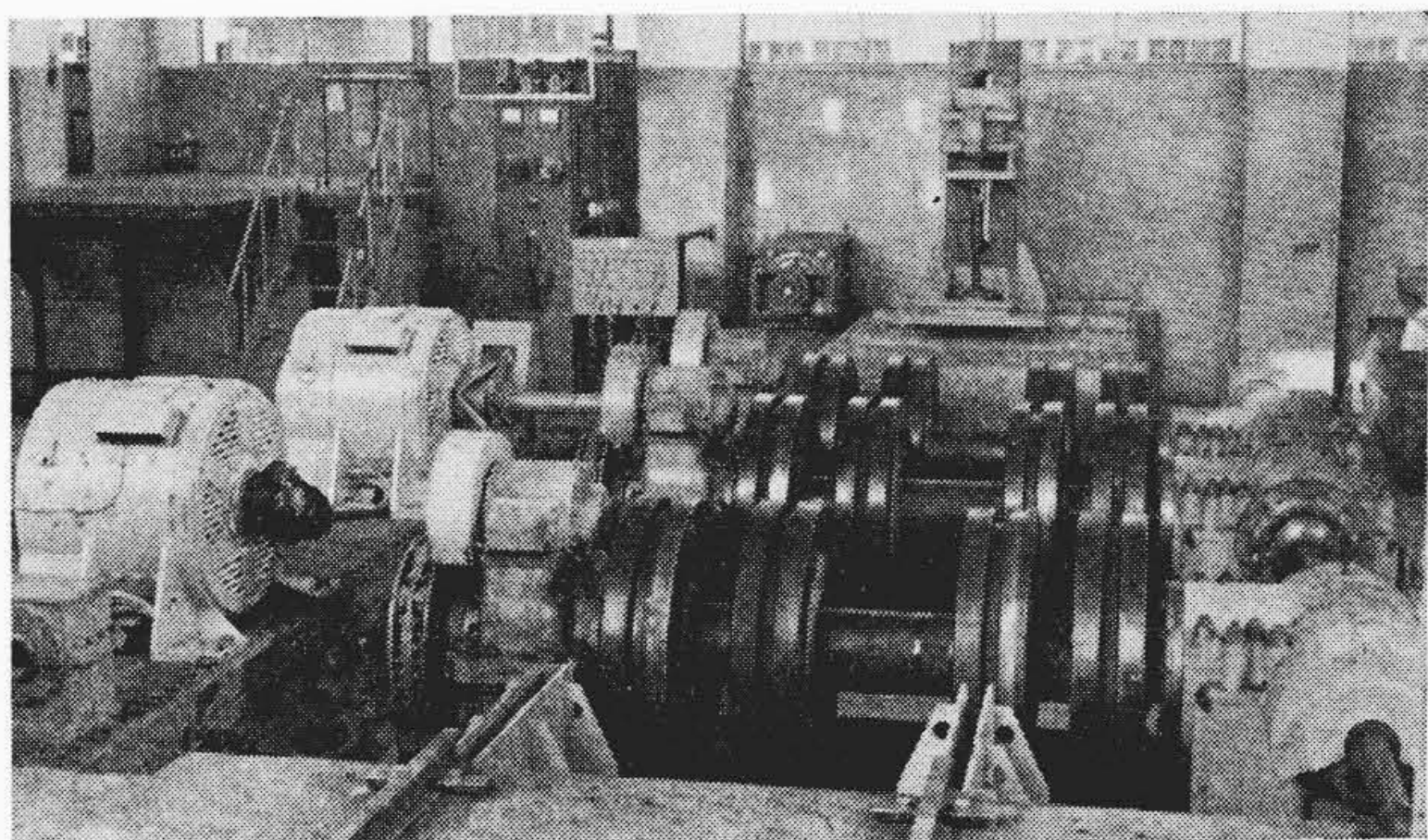
この電子冷水器の外形寸法は幅 440 mm、高さ 1,240 mm、奥行き 268 mm で、特に奥行きが少ないことが特長であり、電子冷凍を使用することにより、このような薄形の冷水器を作ることが可能になった。また騒音がまったくないので廊下、事務所あるいは会議室で使用することができる。

冷却性能は入口水温が 25°C のとき飲料水温度は 12°C であり、飲料水流量は 51 l/h である。またエレメントの電流および電圧は 8 A, 50 V で、電源は 50/60 c/s, 100 V を使用し、冷水器下部に内蔵するシリコン整流器で DC に変換し、エレメントに供給する。

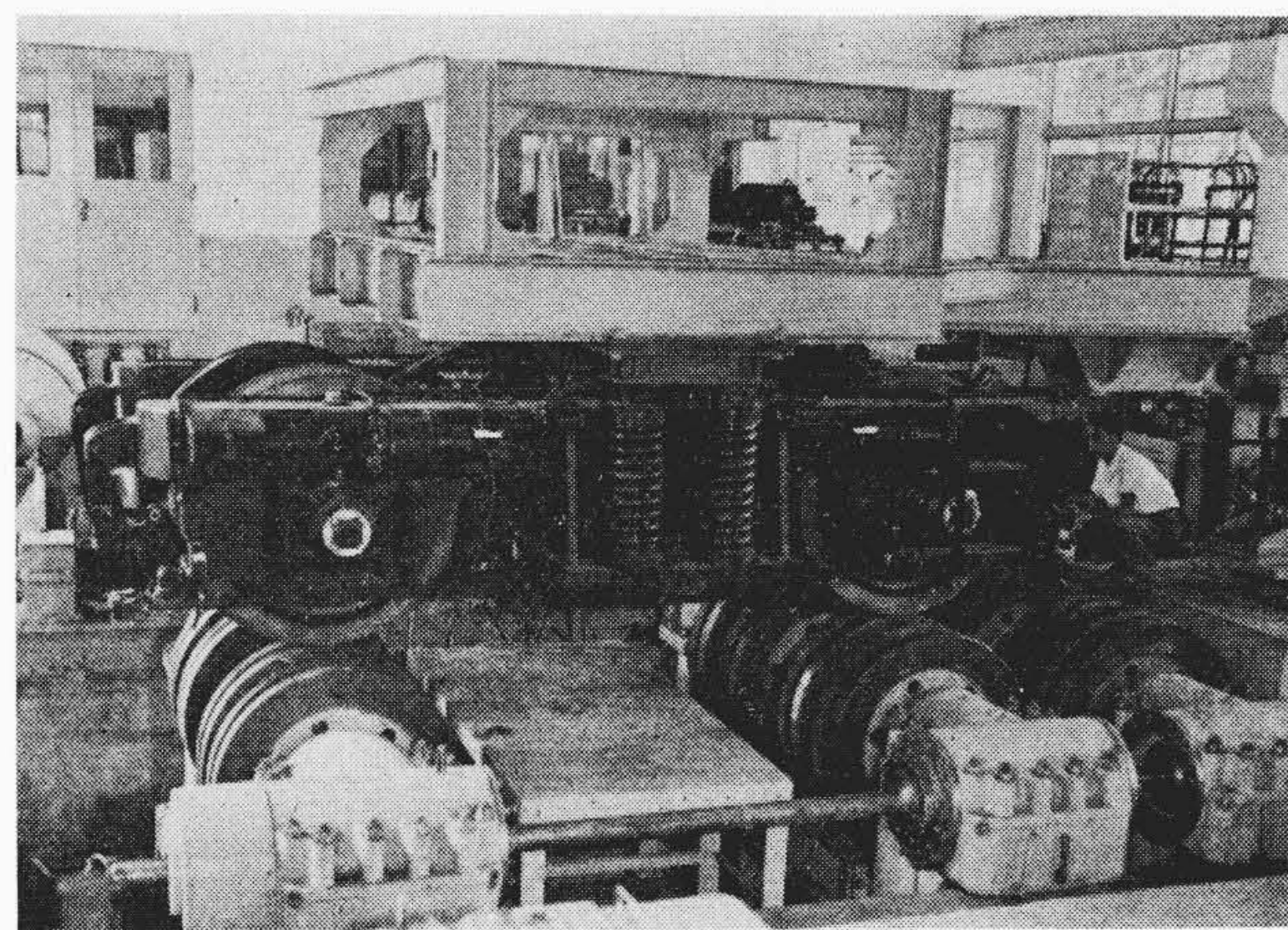
29.4 車 両

車両実験所は本格的活動の時期にはいり、関係工場の協力を得て電気車両の各種新方式の開発研究を強力に推進した。特に37年度は機械関係の研究態勢の拡充に力を注ぎ、研究設備および研究人員を強化した。一方電気関係においては磁気増幅器およびエレクトロニクス関係の研究室を拡充強化した。

また研究設備のうち特に台車実験設備の性能を強化するため、動力吸収用発電機として、600 kW 直流発電機 2 台を増備した。本機は軌条輪に連結せられ、これによって 2 軸或は 3 軸台車に対し、1 軸当たり最大 600 kW の負荷をかけて実験を行なうことができる。また必要な場合にはこの発電機を電動機として台車を運転することもできる。これによって電氣的ならびに機械的に実負荷を分けて、電動台車に関する各種の実験を行なうことが可能となった。第 49 図



第 49 図 電動台車実験設備



第 50 図 台車試験装置による粘着試験状況

は 600 kW 動力吸収用発電機を装備した電動台車実験設備を示す。

29.4.1 シリコン式電気機関車の粘着性能改善の研究

粘着性能は機関車にとって最も重要な性能の一つである。電氣的に粘着性能を向上させるには、動輪の速度変化/引張力変化、したがって主電動機電源装置の電圧変化/電流変化を十分小さくし、かつできるだけ電圧を微細に調整する必要がある。

可飽和リアクトル式無電弧連続制御方式は、無電弧タップ切替えという特長を別にしても、本質的には低圧制御で Regulation が小さく、かつ電圧の連続制御が可能であるから粘着性能の向上が期待できる。

日立製作所日立研究所では、先に完成した台車試験装置と ED 71 形機関車の台車とを使用し、シリコン式機関車の粘着性能に関する実験を行なった。第 50 図は実験状況である。第 51 図は実験結果の一例を示すオシログラムで、無電弧連続制御装置を使用した場合には(A図)、空転しても直に再粘着し大きな引張力を発揮することができるが、高圧タップ切替方式による場合には(B図)、いったん空転すれば大空転に至り、再粘着は期待できないことが知られた。

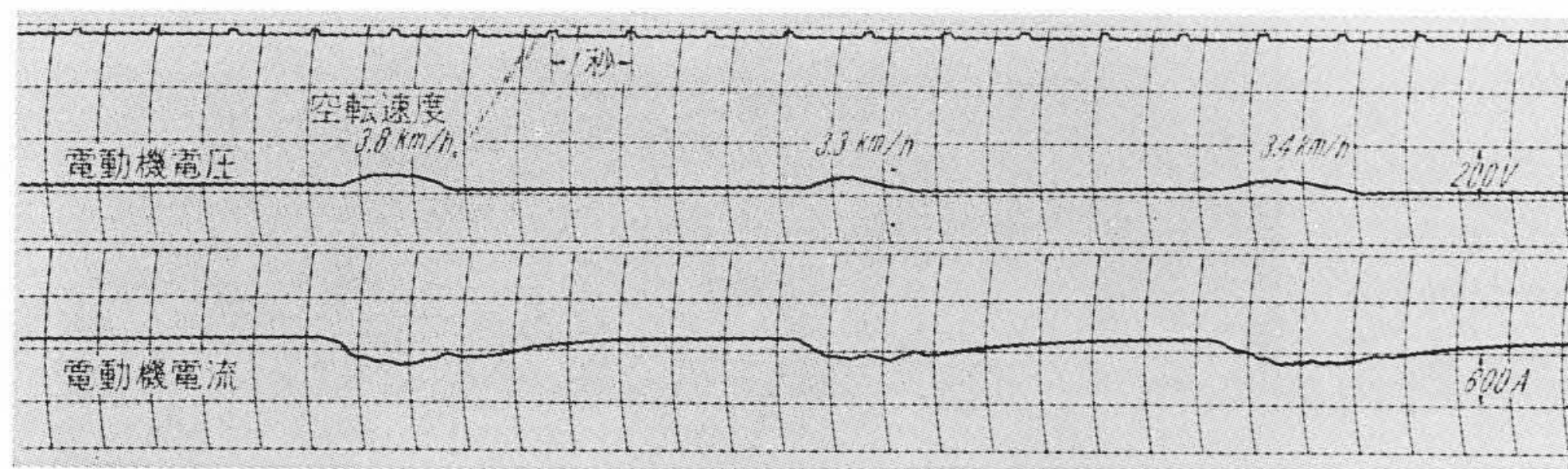
一方粘着係数試験機により列車速度と粘着係数、空転速度と動摩擦係数の関係について実験した。測定結果の一例を示せば列車速度 0 における粘着係数は、接触面を乾燥状態とした場合 0.3~0.4、撒水状態では 0.13~0.23、湿潤状態では 0.08~0.15 であるが、直径 1 mm の砂をまくと 0.5~0.6 程度に大きくなる。

29.4.2 列車自動制御の研究

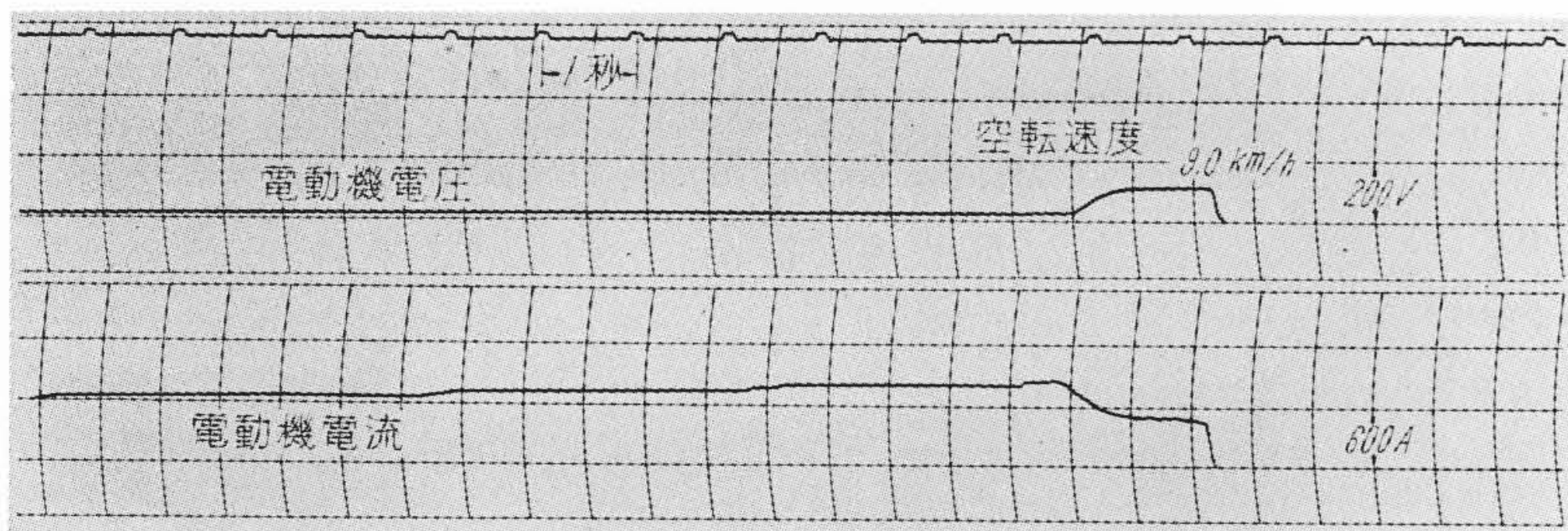
運輸省試験研究補助金の交付を受け製作中であった車上テーププログラム式列車自動運転装置 HITATO-101 (Hitachi Tape-system Automatic Train Operation の略) を完成した。

この装置のおもなる特長と機能は次のとおりである。

(i) 定位置停車を含む駅間自動運転を行なう。運転中、車内信



(A) 無電弧連続制御方式



(B) 高圧タップ切替方式

第 51 図 粘着性能試験オシログラム (E D71 台車使用, 軸重 8 t)

号により現示される制限速度がテープによって与えられる基準速度よりも低くなると車内信号が優先し, その制限速度にまで列車速度を制限する。

(ii) 任意の地点で手動に切り替えられるが, このときは本装置は ATC 装置 (自動速度制限装置) として動作する。

(iii) テープの切断, 停電, バイアス回路の断線などの事故の際は自動的に非常停止する。

(iv) 運転指令によりプログラムの変更が命ぜられたときは別のプログラムに容易に変更できる。

(v) 距離補正が自動的に行なわれる。この補正装置の機構から, テーププログラムにより与えられる基準速度が次の閉そく区間まで一定のときはテープの送りを自動的に次の閉そく区間まで停止して一定の基準速度電圧が発生し, テープの長さを著しく短縮し, かつ局内送信機の動作も著しく減少する。

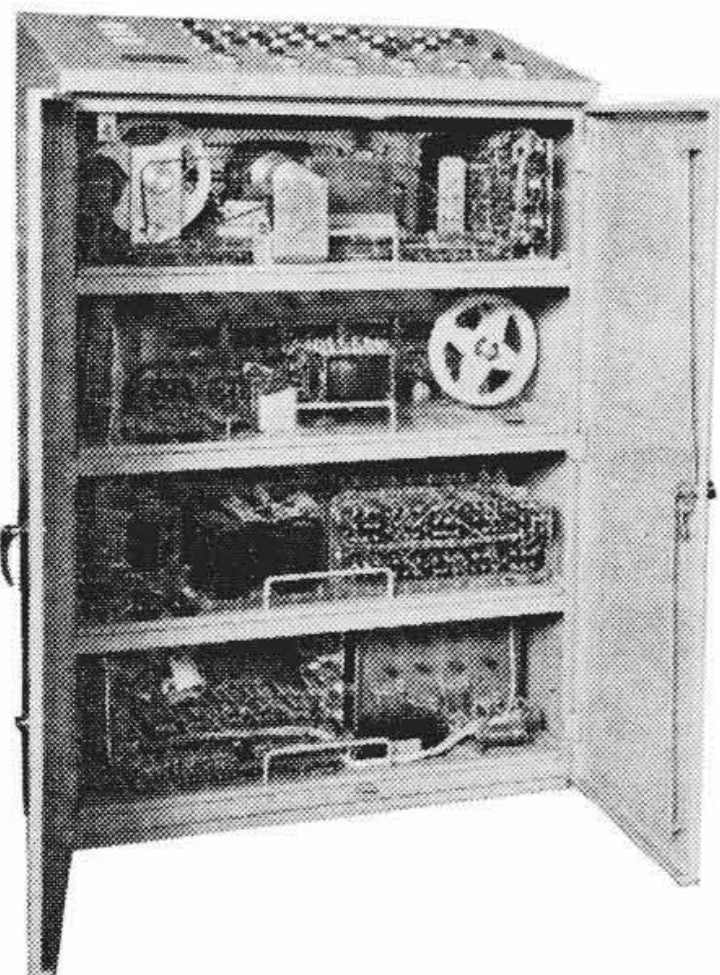
(vi) 装置を多少追加することにより時間の補正も行ない定時間運転を行なう。

(vii) 比較器, その他の論理回路は, この目的のために開発した高性能磁気無接点継電器を使用しているので, 周囲温度に特に制限はない。

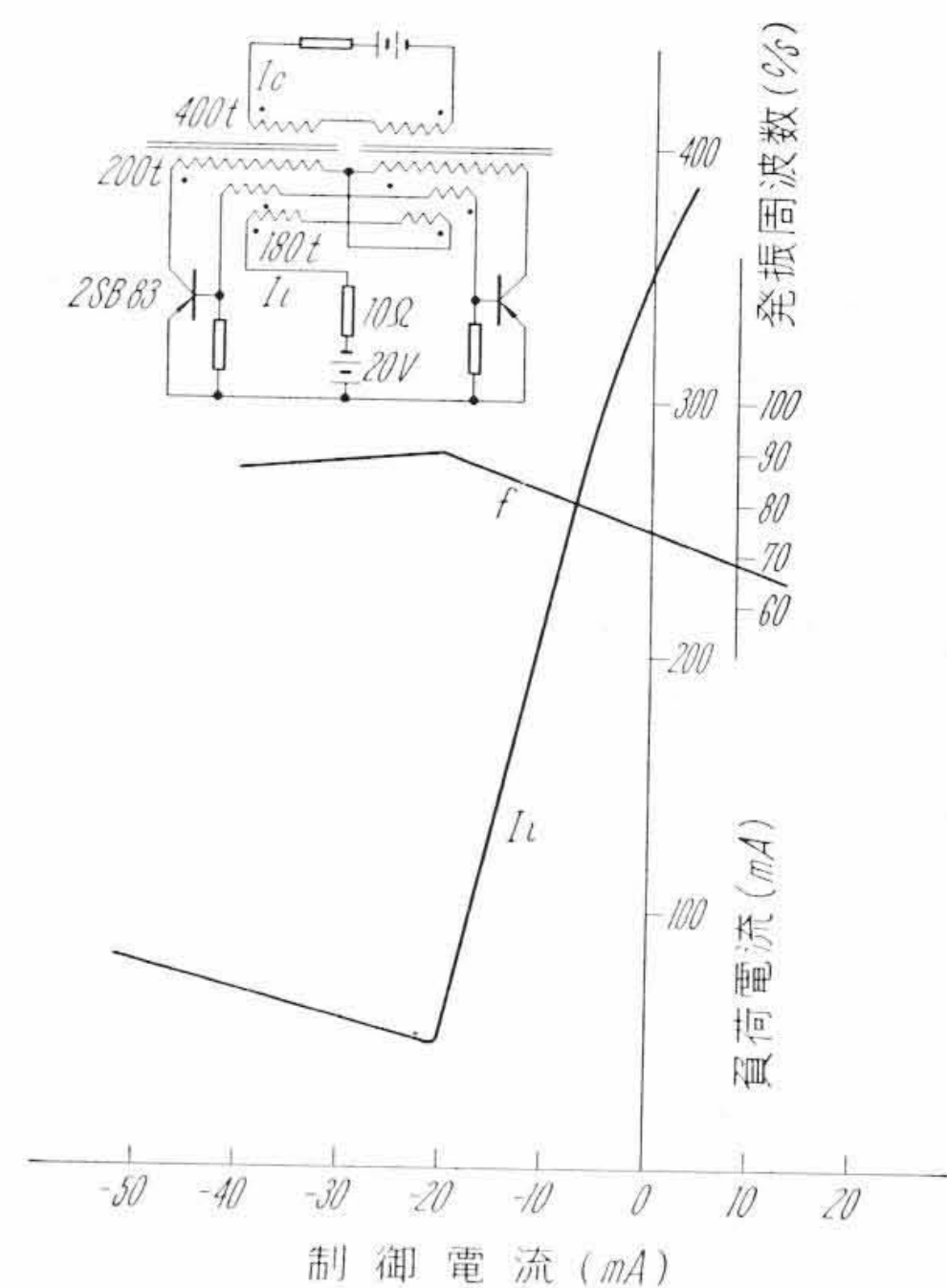
このように多くの機能を備えているにもかかわらず極めて簡単な回路構成であり, 軽量で信頼度が大きく画期的なものと考えられる。第 52 図に本装置の概観を示す。

一方車内信号装置についても引き続き研究を行なった。すなわち最近周波数変移 (FS) 信号が SN 比の点ですぐれているとされ, その信号の発生にトランジスタを用いた装置が採用されているが, さきに開発したキロサイクル磁気変調器を 2 個使用することにより極めて簡単な回路で FS 信号を発生し得るものを開発した。

さらに列車自動制御装置のみならず一般の制御装置にも広く採用されている磁気増幅器は, 電源が交流でないと動作しないという欠点があり, 電源が直流しかないところでは使用できなかったが, これについて検討し



第 52 図 穿孔テープ式列車自動運転装置 HITATO-101



第 53 図 直流電源で動作する磁気増幅器の特性

電源が直流でも動作するものを開発した。

この磁気増幅器はこれまで使用されていた正帰還回路用整流器の代わりにトランジスタ, もしくは SCR を 2 個使用するものであり, 磁気増幅器の特長である電流により制御することができ, 制御入力と出力の間が絶縁されているということのほかに, 応答がきわめて早いという特長がある。このような磁気増幅器は世界最初のものであり, 列車自動制御装置のみならず多方面に応用が期待できる。この特性の一例が第 53 図である。

また従来空気ブレーキの制御は運転手がブレーキ弁ハンドルを操作し, 制御空気圧によって空気ブレーキ圧力を制御する方式がとられていたが, 装置の小形軽量化, 高精度化, 速応化および空気ブレーキと電気ブレーキの併用を円滑に行なうことを目標に, 可動線輪形変圧器を主体とする磁気無接点式ブレーキ指令装置を開発した。

29.4.3 シリコン式電車の無電弧連続制御

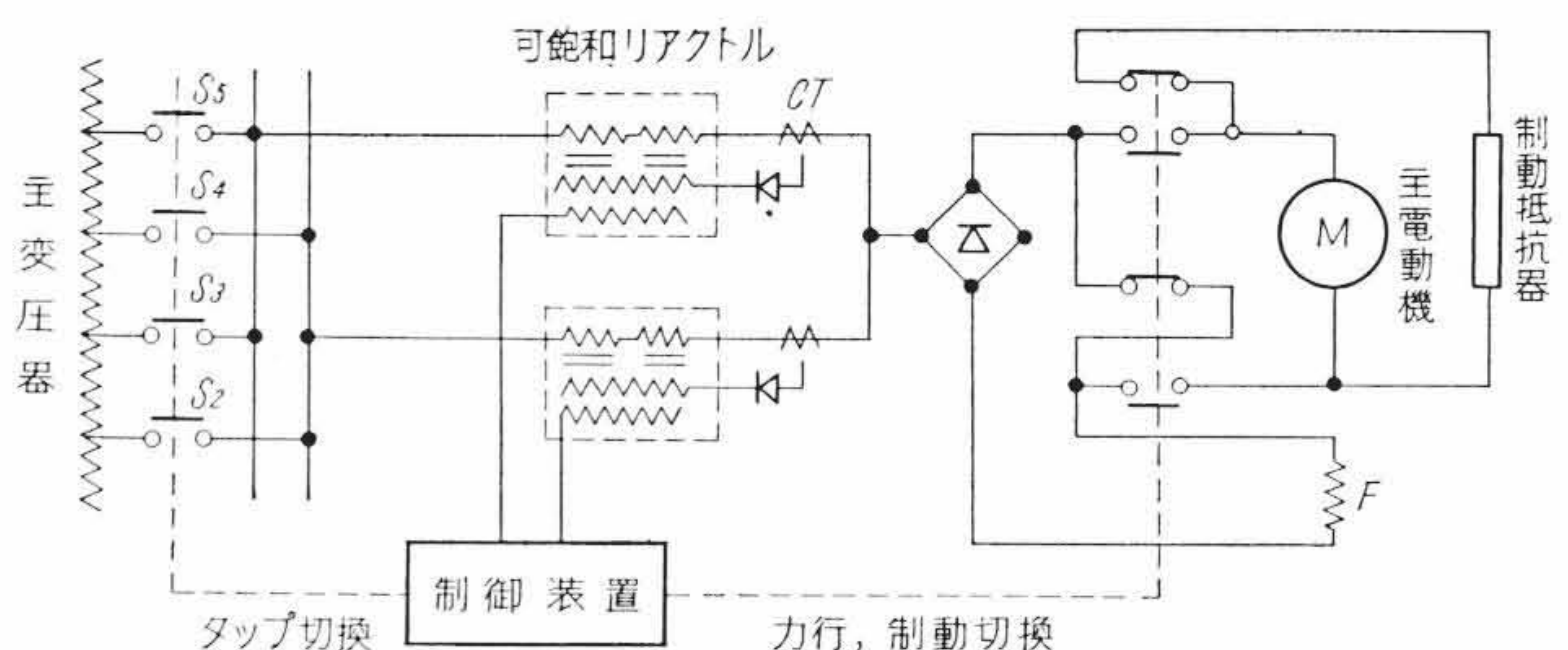
従来の交流電気車両用負荷時タップ切替変圧器には, 限流抵抗器もしくはリアクトル方式が一般に使用されている。この方式はタップ切替えのたびごとに負荷電流を遮断するスイッチを必要とし, 特にタップをひんばんに切り替える自動運転電車においては, スwitchの保守がやっかいな問題となる。

第 54 図は, シリコン式電車用無電弧連続制御装置の原理図で, 力行時には可飽和リアクトルの飽和度を交互に増減することにより, 主変圧器タップを無負荷 (無電弧) で切り替えるとともに主電動機電圧を連続的に制御する。一方制動時には可飽和リアクトルを励磁装置として使用し, 制動電流の連続制御を行なう。さらに CT を介しタップ電流を帰還することにより, 可飽和リアクトル自身と前段増幅器の軽量化を図っている。

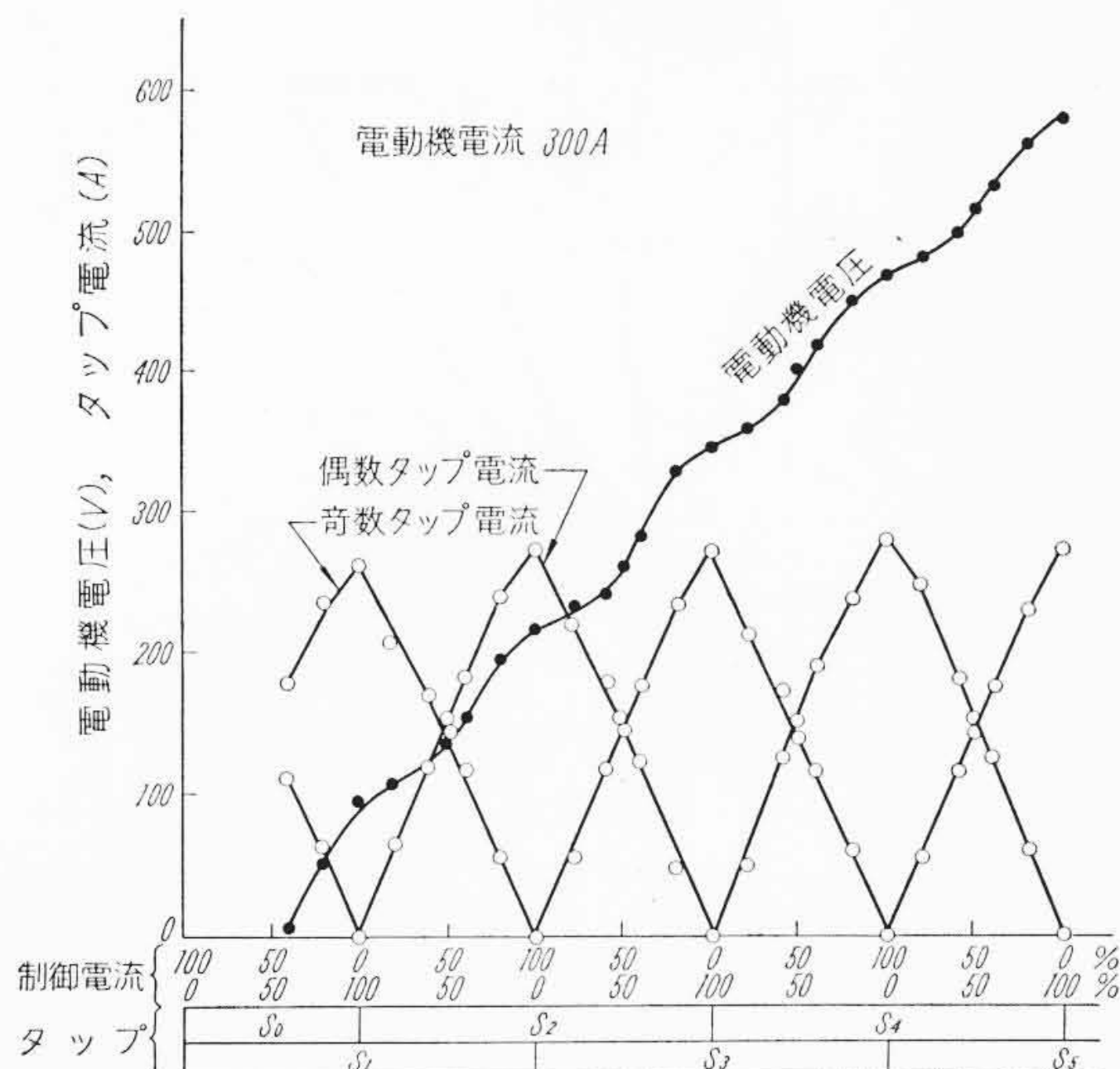
第 55 図は無電弧タップ切替特性の実験結果である。

29.4.4 台車振動応力測定に対する研究

駆動用電動機を半釣かけとし, 減速歯車のかみ合い反力による駆



第 54 図 無電弧連続制御装置の原理図



第55図 無電弧連続制御装置を使用した場合の電動機電圧とタップ電流特性

電動機傾きをねじり棒で吸収するねじり棒付可撓釣かけ式駆動方式を採用したED 71増備台車の振動応力を、さきに完成した電動台車実験設備で測定し新駆動方式の特性を調べた。本試験設備は駆動電動機、動力吸収用発電機、けん引力測定装置および操作盤を主体とし実験台車を軌条輪上に乗せて実負荷をかけて運転するもので、軌条輪にブレーキをかけて起動し動輪がスリップする直前での静的応力から、車速250 km/hまでの運転中の振動応力を定置状態で測定できる。上記ED 71増備台車の試験結果は、駆動電動機位置決めパネの応力が最大で、スリップ直前の静的応力は最大約20 kg/mm²、95 km/hまでの振動応力は最大2.3 kg/mm²で強度上十分安全であることがわかった。

29.5 その他

29.5.1 大電流接触子に関する研究

(1) 溶着現象の究明

接触子の溶着電流は

$$I = k_1 F^{0.5} R^{0.15} \div k_2 S^{0.65}$$

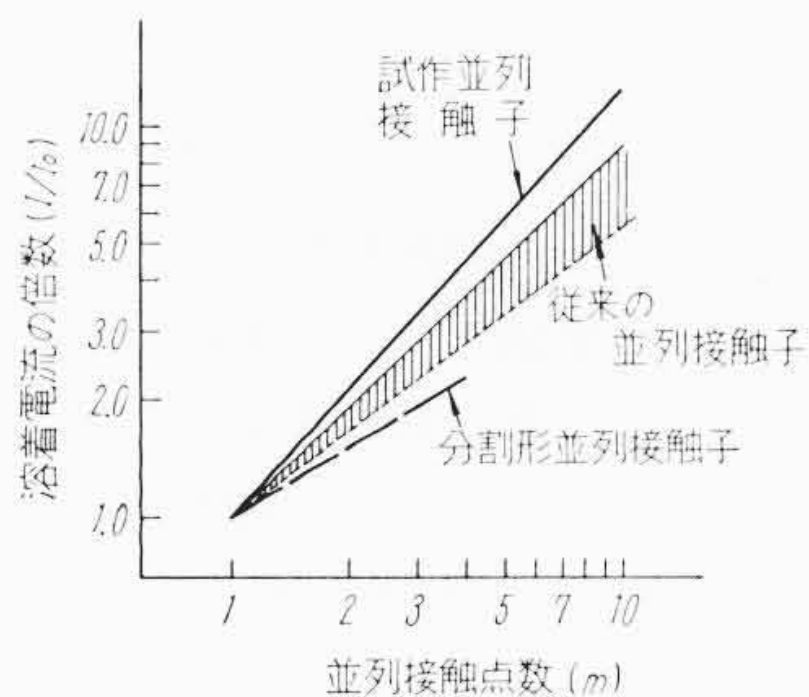
ここに F : 接触力

R : 接触子球面の曲率半径

S : 真の接触面積

で表わされ、近似的な理論式

$$I = \beta \times 5.65 \cdot S^{0.5} \sqrt{\frac{\lambda \theta_s}{\rho_0}} \frac{\sqrt{1 + \frac{1}{2} \alpha \theta_s}}{1 + \frac{2}{3} \alpha \theta_s}$$



第56図 並列接触子の溶着電流特性

ここに β : 1~1.16の定数
 θ_s : 融点
 λ : 熱伝導度
 ρ_0 : 固有抵抗
 α : ρ_0 の温度係数

とは S が4 mm²の付近で一致すること、溶着電流はかなり大電流を通電して変化した後の接触抵抗とほぼ反比例の関係にあること、電磁反発力は溶着時に接触力の25%程度であることなどが判明した。

(2) 摺動接触子の損傷電流

空気遮断器の集電子など摺動しつつ電流を流す接触子の損傷電流を基礎実験により調べた結果、静止接触子の溶着電流の約2/3で損傷を開始し、速度の影響は少ないことなどが明らかになった。

(3) 並列接触子の溶着電流

従来断路器などに使われている各種並列接触子および試作並列接触子の溶着電流特性について検討した結果、並列回路部の分流抵抗を増して電流分布の均一と安定化を図れば溶着電流をほぼ並列接点数に比例して増加させることができること、電磁吸引力は計算の約6~7割が接触力に加わると考えられることなどが判明した。第56図は試作接触子と従来品の性能を比較したものである。

(4) 大容量空気遮断器用接触子の溶着電流

リング状接触子につき実験検討の結果、くさび接触では理論的予想以上に溶着電流が増加することが判明した。この結果300kAp級の溶着電流を持つ接触子が比較的容易に製作可能となった。

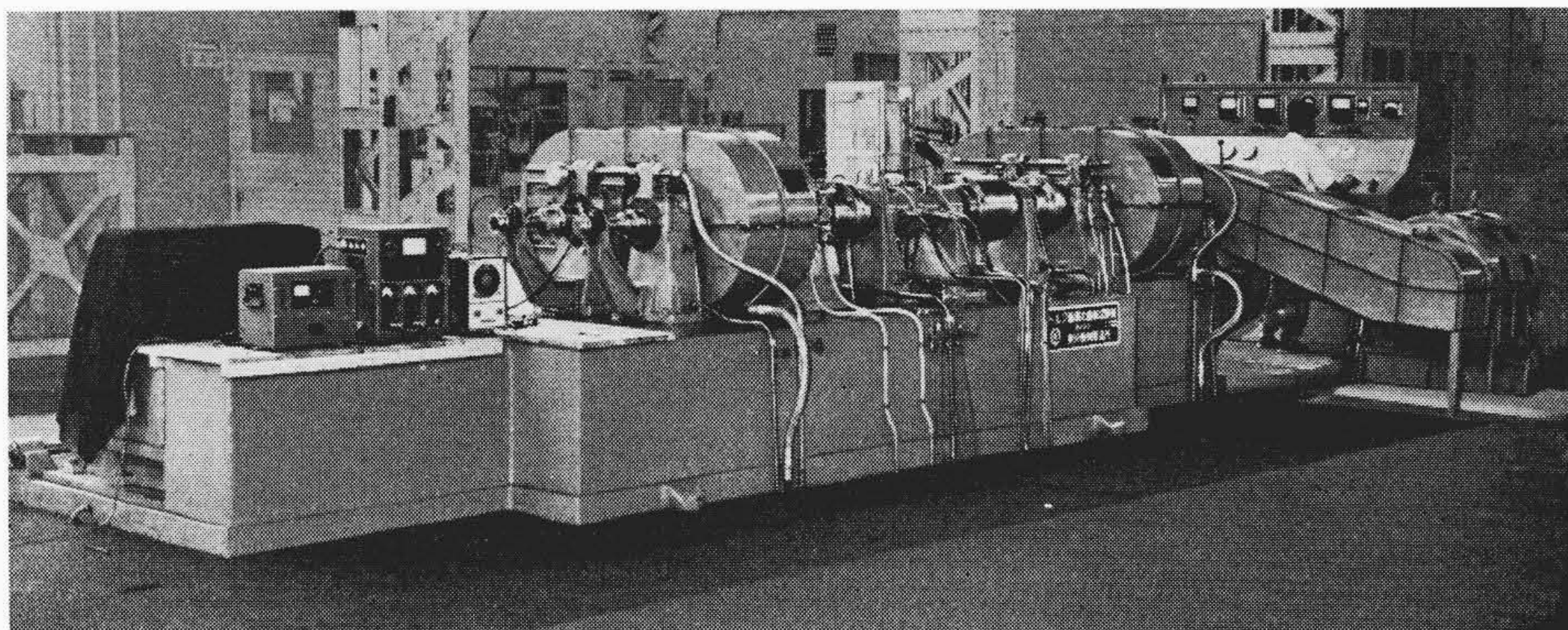
29.5.2 配管系の熱応力解析

火力発電所が高温、大容量化するにつれて、高温時に生ずる配管の熱応力も大きくなり、熱応力の厳密な解析が必要となってきたが、配管の形状が複雑なものほど解析は容易ではない。次の二つの方法を採用し解析を行なっている。

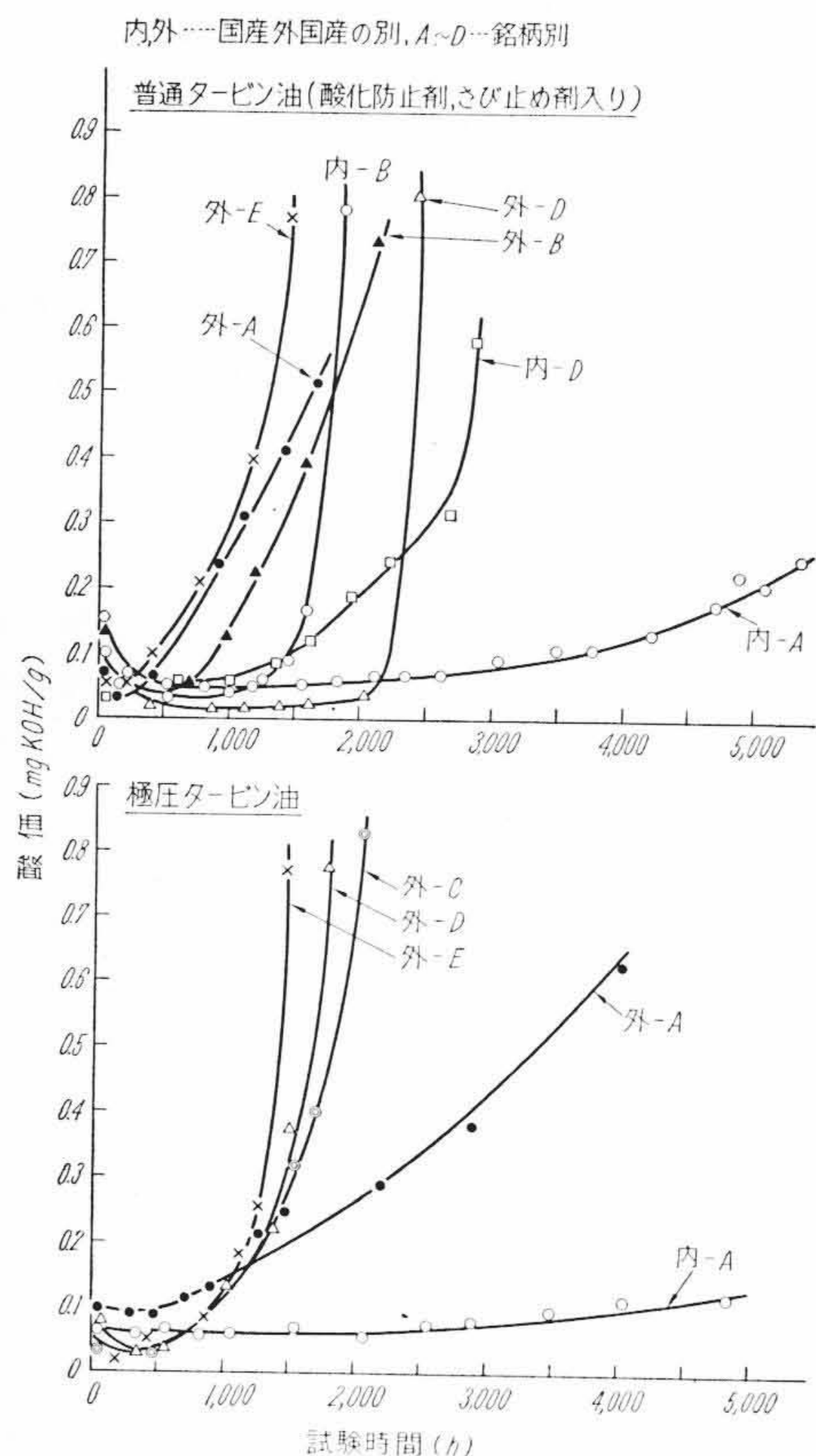
(1) モデルテストによって実験的に解析する方法

(2) 電子計算機により理論的に解析する方法

このうちモデルによる方法は6分力計 (F_{xyz} , M_{xyz} の力の6成分をおのおの分離して求める計器) でタービンやボイラに作用する力やモーメントを実験的に求める方法で、同時に配管の変形を光学的方法で容易に求めることができるため、配管の熱応力を考慮しながらハンガー位置、拘束位置などを決定する設計初期段階では理論計算より有力な方法である。理論計算はKelloggの方法をすでにプログラム化したが、最近配管支持点をすべてrigid barによって原点に集め、かつMatrixによる座標変換を十分に活用した解析法を開発し、さらに複雑な配管計算も可能になった。なお実物配管と解析結果との比較は仙台火力3号機で行ない好結果を得ている。



第57図 動力循環式歯車試験機 (循環動力最大500 HP 負荷トルク最大700 kgm)



第 58 図 酸化安定度試験例

29.5.3 歯車材の面圧強度

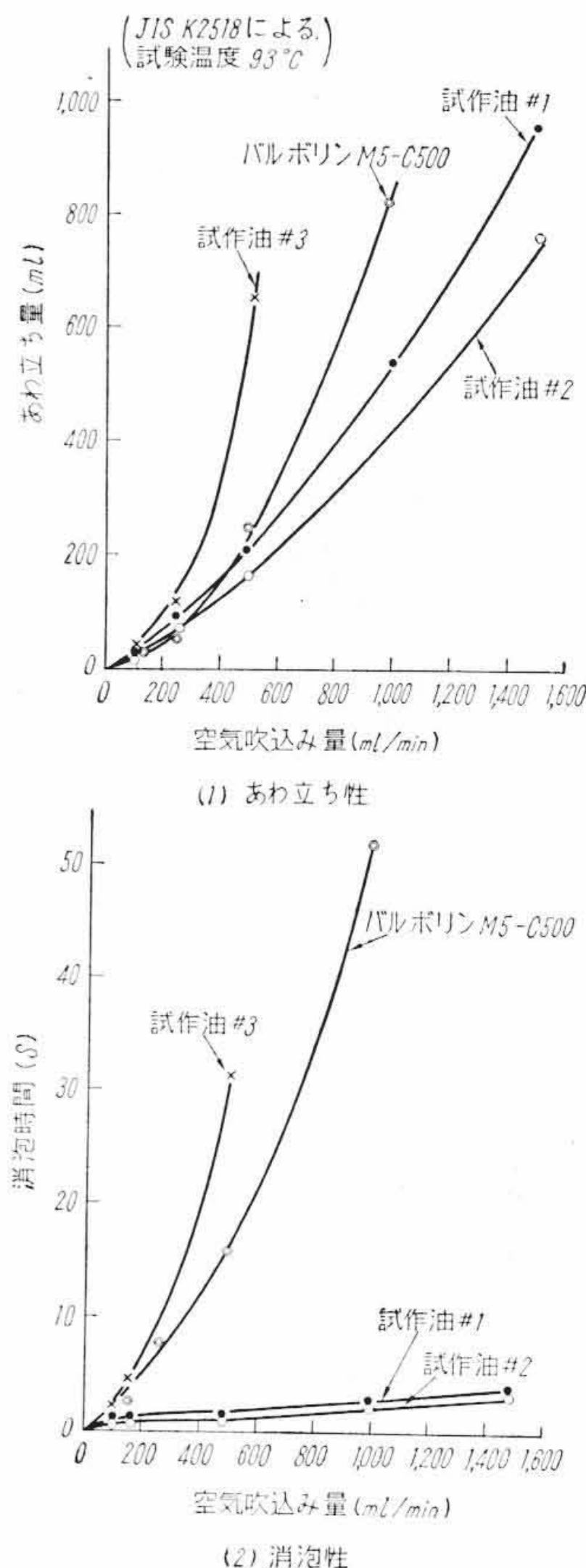
高負荷運転時の歯車歯面にはよくピッチングの発生をみるが、それが進行性であると歯車の動荷重が増大し運転中止という事態が起きる。したがってピッチングが進行しない許容限界荷重を明確にするとともにその発生原因および防止策検討のため、第 57 図に示すような動的負荷を任意に変えうる動力循環式歯車試験機により、圧延機用歯車材について種々実験を行なった。そして炭素鋼および特殊鋼などその材質により発生するピッチングの形態を異にすることを明らかにするとともに従来ピッチングがあまり発生しないと言われている歯末面において、実際には多数のきれつが発生していること、またそれらのき裂の向きは駆動、従動歯車によりその様相を異にすることを確認した。

29.5.4 船用極圧タービン油

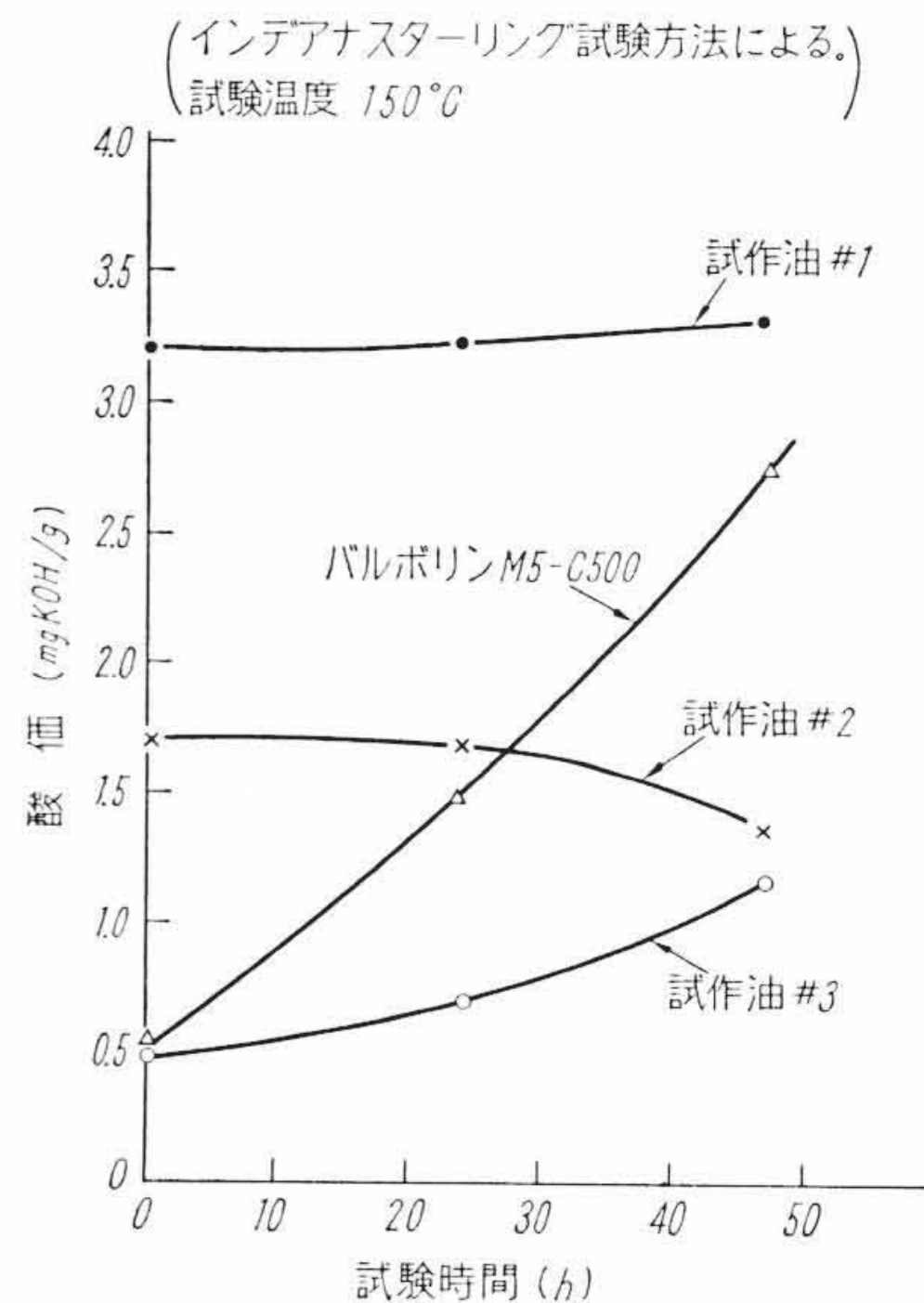
極圧タービン油はわが国ではまだ試作段階とみられるものが多く規格化されていない新形油である。しかし欧米ではすでに艦船用として重視され軍規格がある。このような状況下にその性能について不明の点が多いので、広く内外各種油を集めて詳細に検討した。極圧油では含有する極圧添加剤のためタービン潤滑上に要求される高度な化学的安定性が低下する懸念があるが、1.2 の例外を除き問題ない。第 58 図は酸化安定度試験結果で、試験時間 1,000 時間まで酸価を急上昇しないという普通油 (酸化防止剤、さび止め剤入り油) に対する要求は、極圧タービン油も満足する。他方問題の耐荷重能は曾田 4 球試験によると普通油に比べ 1.5 倍前後で向上しているが、極圧添加剤に関する分析およびその作用に対する温度効果の吟味などによると、極圧添加剤の使用法にはなお検討の余地があると考えられる。なお国産油にも現状の極圧タービン油としては好成績を示すものがある。

29.5.5 高出力液体変速機油

日立製作所は国鉄ディーゼル機関車用としてわが国に例のない 1,000 PS 液体変速機を開発したが、これに用いる変速機油には酸化

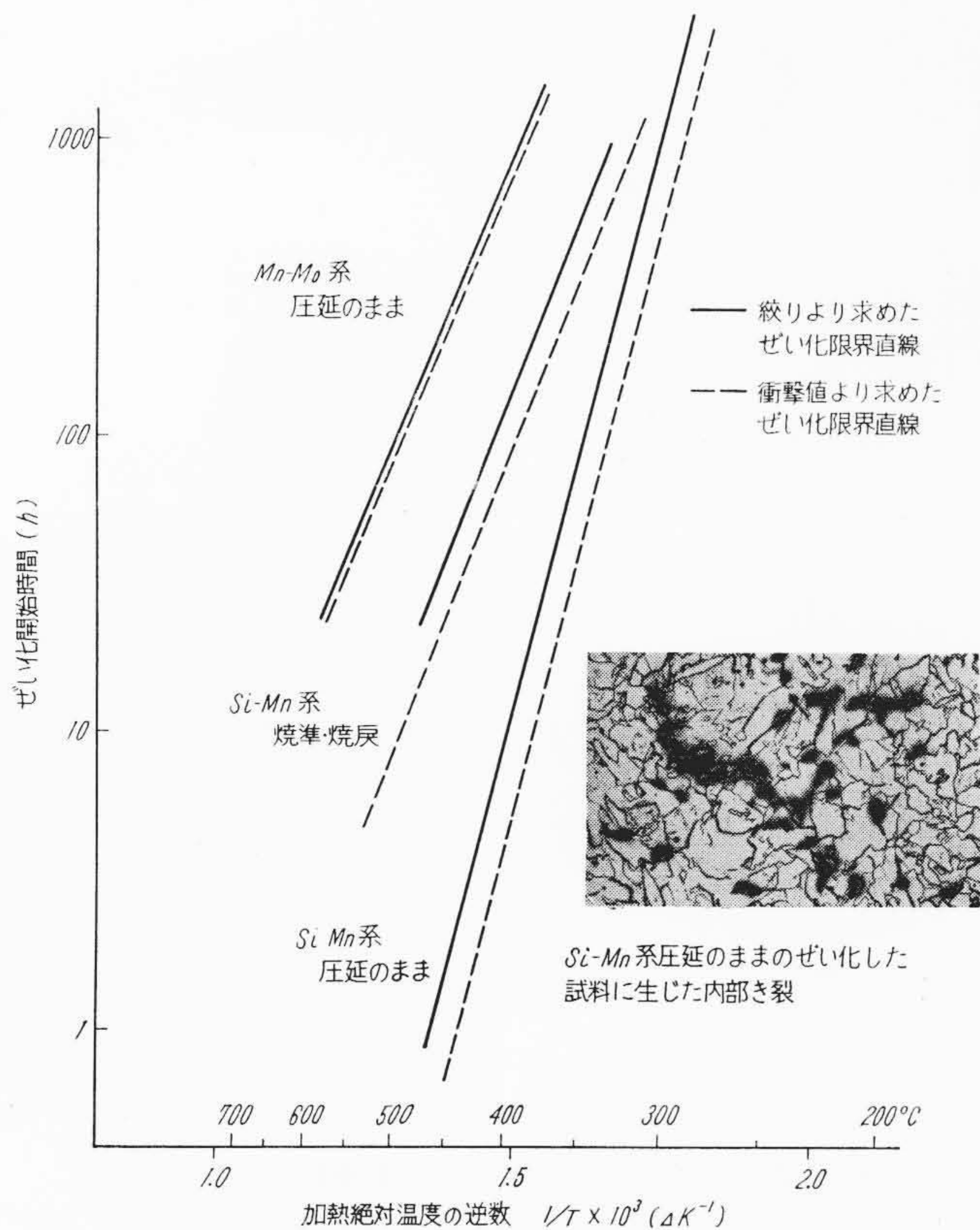


第 59 図 あわ立ち試験結果



第 60 図 酸化安定度試験における酸価の変化

安定度、耐極圧性、あわだち性に対する要求がきびしい。すでにこの種の高出力液体変速機油としてドイツの Voith 社がバルボリン M 5-C 500 油を開発しているが、検討の結果満足すべきものでなかった。よって国産油による開発を期し石油業界の協力を求め、国鉄技術研究所と協同で研究し所期性能のものを開発した。開発油は比重 0.860 以上 (15/4°C) 粘度 4.0 ± 0.3 cst (99.8°C), 粘度指数 110~140 であり第 59, 60 図に示す試作油 #1 の系統のもので、あわだちにくく、高温の酸化安定度試験で酸価の変化が小さい。耐極圧性能もこの程度の低粘度油としては著しくすぐれたものである。またいうまでもなく前記したバルボリン M 5-C500 油よりも高性能を有する。



第61図 各種高張力鋼の200 kg/cm² 水素中加熱による脆化開始時間と加熱温度との関係

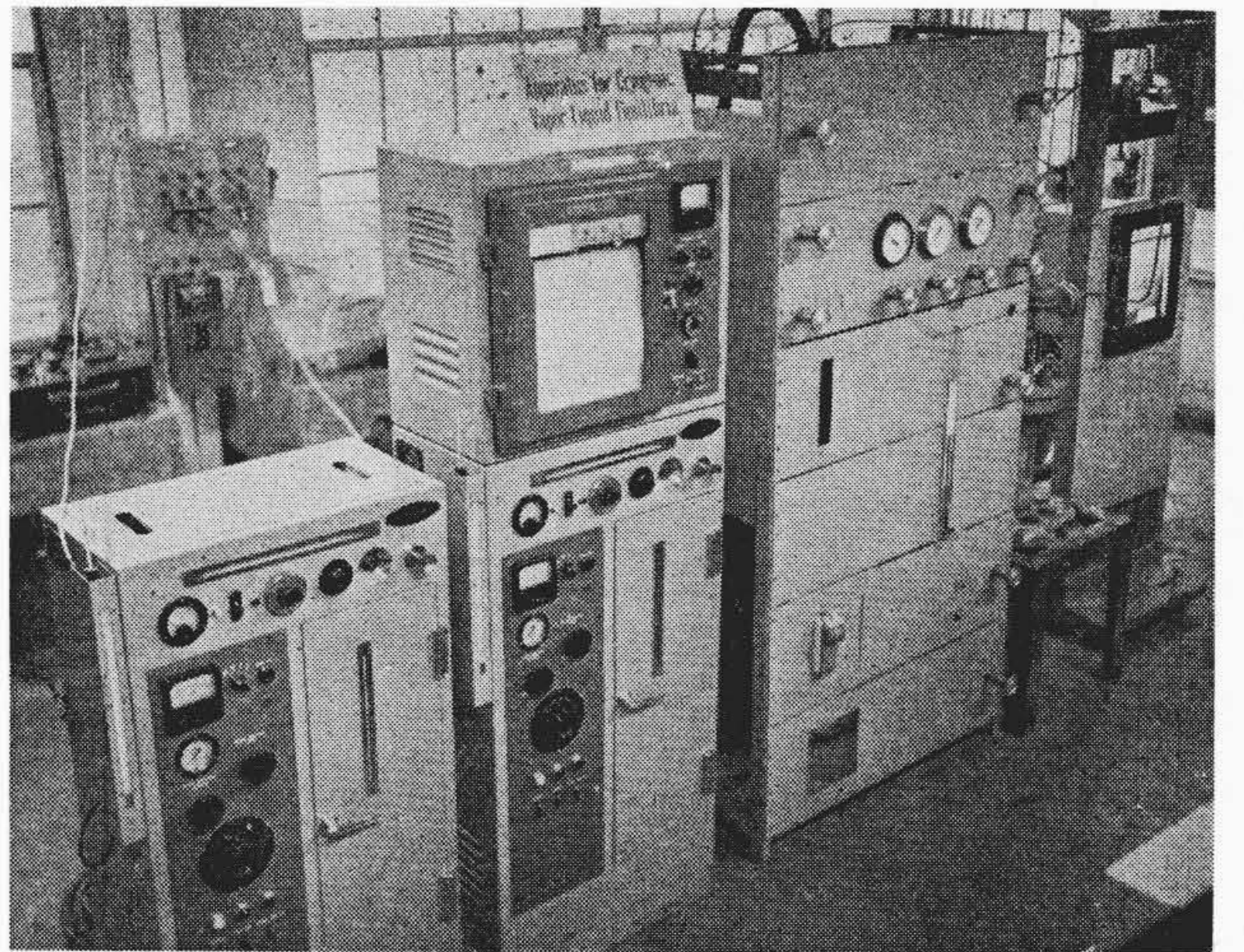
29.5.6 化学機器用溶接筒材の水素脆性

アンモニア合成、尿素合成などの化学工業では圧力容器が高温高压水素によって脆化破損しやすいので圧力容器用高張力鋼およびその溶接部は耐水素性に富むものでなければならない。そこでSi-Mn系圧延のままおよび焼準焼戻、Mn-Mo系などの高張力鋼およびその溶接部について200 kg/cm²の高压水素中に長時間加熱し機械的性質および組織の変化を調べた。その結果高温高压ほど短時間に脆化するが、同一圧力の下で脆化開始にある潜伏時間を要し、脆化開始時間の対数と加熱絶対温度の逆数とは直線関係にあることがわかった。第61図はこの関係を示すが、これはこれらの高張力鋼の使用限界線を示すことになる。脆化が開始すると写真に示すような内部亀裂を生じ、そのため引張強さを減じ全く靱性（じんせい）を失う。これらの溶接部は特に熱影響部が著しく脆化限界は約50℃も低い。3者の鋼を比較すればMoの添加および焼準焼戻熱処理が有効であることが明らかである。別にCr添加の高張力鋼についても基礎実験を行ない耐水素性高張力鋼として製品に適用された。

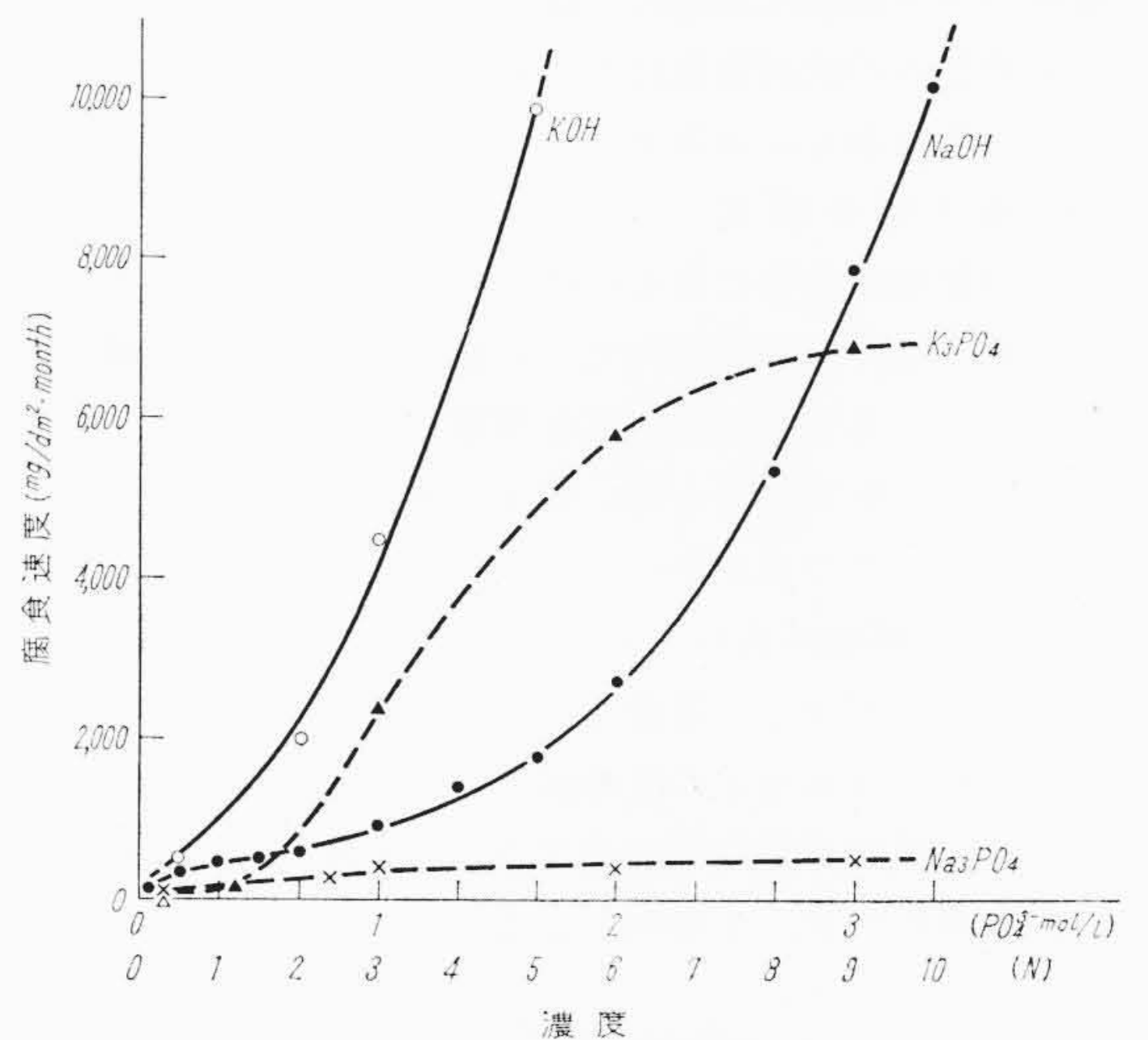
29.5.7 精留塔流動の研究

近年TOプラントの容量は1基当たり10,000~15,000Nm³O₂/hと次第に大形化され、これに伴って使用される多孔板形精留塔もかなり大きくなっている。

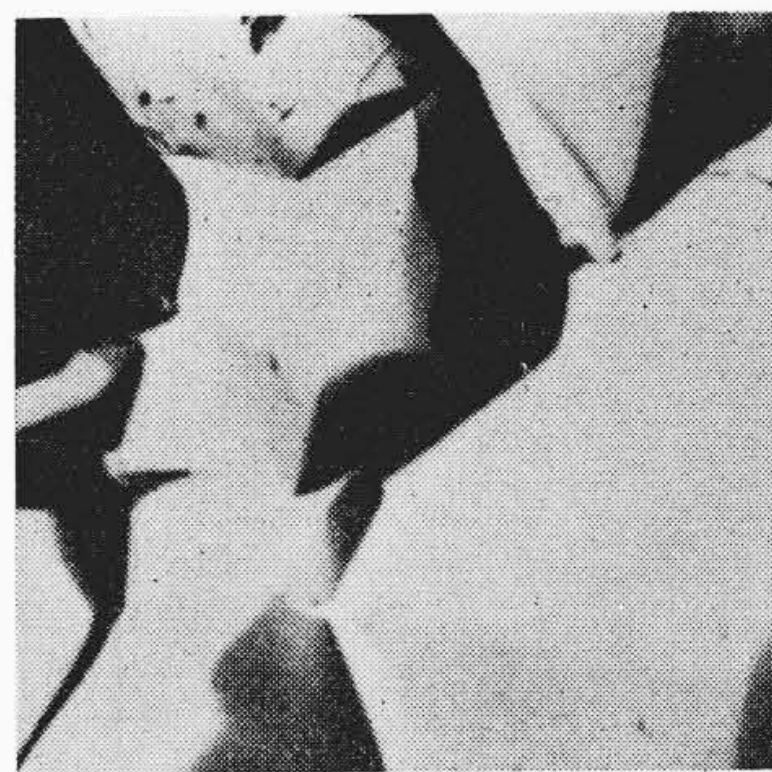
大形化された精留塔の多孔板棚段上における流動は、従来からの比較的小形のものと比較して相当違ってきている。精留塔の流動はその塔が安全に操業できるか否かを決定する重要な因子であり、多孔板上におけるほうまつ（泡）の状態あるいは塔の流動上の容量線図などを明らかにした上で設計する必要がある。このために水と空気をを用いた種々の流動模型実験装置および実物大の多孔板実験塔を作り、種々の条件下における流動状態を明らかにした。すなわち単一ノズル孔よりの気泡を用いて噴出圧力、気泡の大きさおよび気泡生成機構を解明し、次いで多孔板上におけるあわの高さを実測して



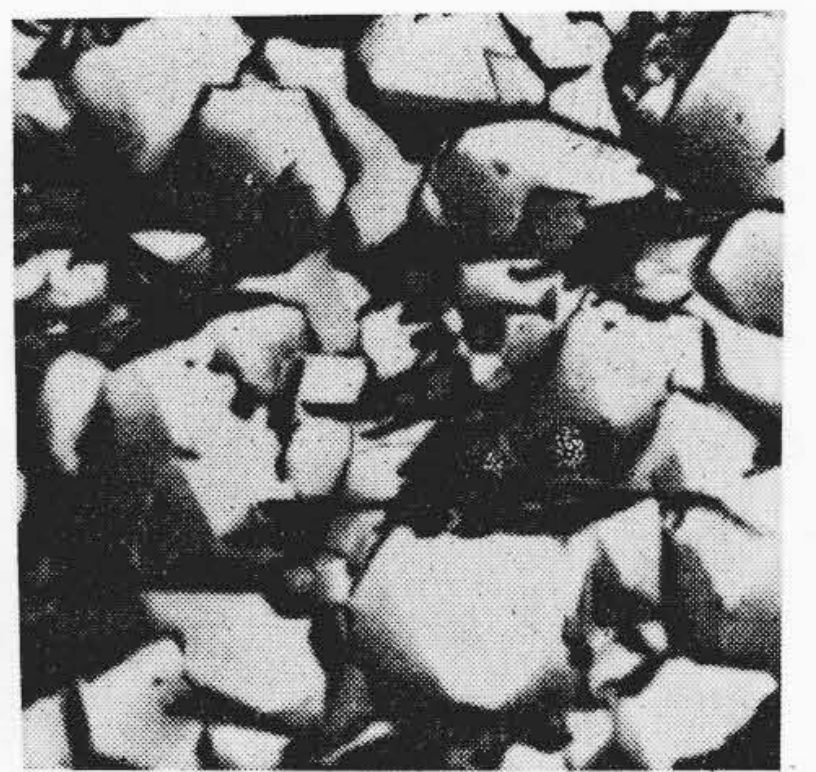
第62図 低温気液平衡測定装置



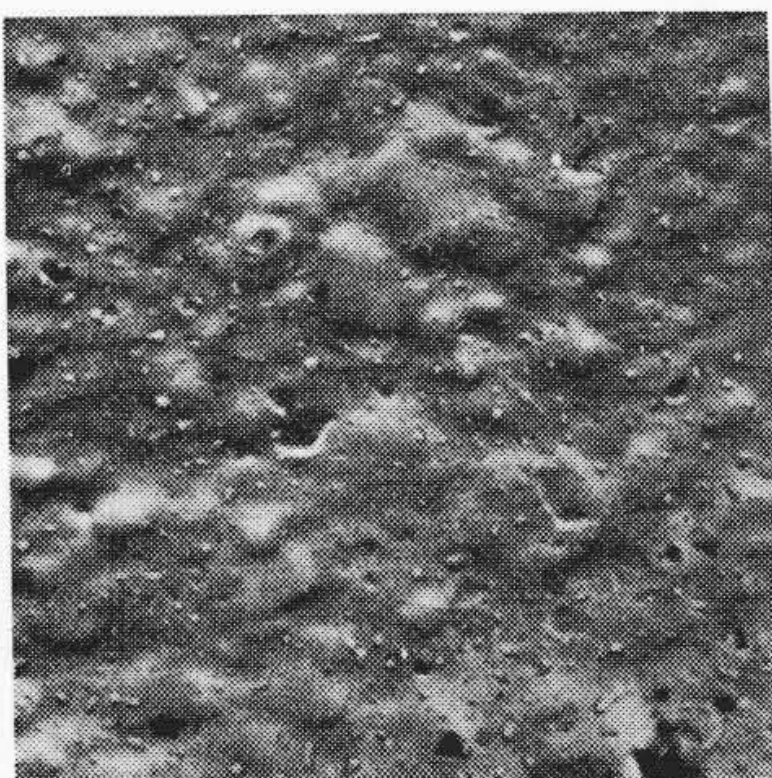
第63図 各種アルカリ溶液による300℃での腐食速度の比較



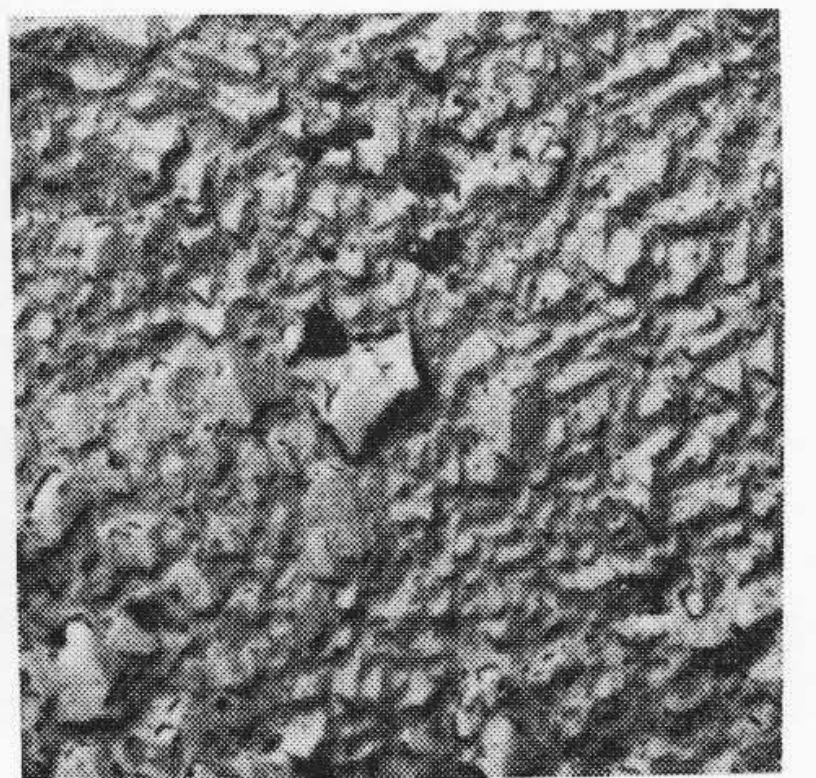
5 N NaOH 300℃, 100時間(×3,000)



5 N KOH 300℃ 100時間(×3,000)



0.25M/l, Na₃PO₄, 300℃, 100時間(×3,000)



0.25M/l K₃PO₄ 300℃, 100時間(×3,000)

第64図 酸化物表面の電子顕微鏡写真

ほうまつ密度を求めた。

さらに矩形直線流路により多孔板上における気液の接触状態を知

るため、液量、空塔速度、孔径、開口比などの因子と多孔板上における発ぼう面積比、すなわち発ぼう率との関係を明らかにした。

次いで比較的小形の実験装置により旋回流多孔板についての流動特性曲線を求め、各流れ形式における容量線図、すなわち安定操作範囲を求めて多孔板塔のフラッディング現象を究明した。

これらの総合的な結果として実物大の流動実験装置を作り、流動特性曲線を求めるとともにスケールアップの問題を検討し、大形化する場合の問題点を指摘した。

29.5.8 気液平衡定数の実測

精留塔の段数計算を始め、種々の蒸留計算に当たって、気液平衡関係がその基礎になることは明らかであるが、ガス分離プラントに関連する低温度、加圧下における気液平衡定数は、発表されているものが少ないので、常用圧力 $35 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ 、常温から -180°C までの任意温度に設定可能な測定装置を試作して、天然ガス、重油熱分解ガスなどを試料として、主要成分の気液平衡定数を測定した。

測定装置のガス流路は流通式を採用し、低温槽の冷却は液体窒素により、平衡器内の液面検出はのぞき窓によっている。また気相および液相の分析はおもにガスクロマトグラフを用いている。

29.5.9 冷水塔の研究

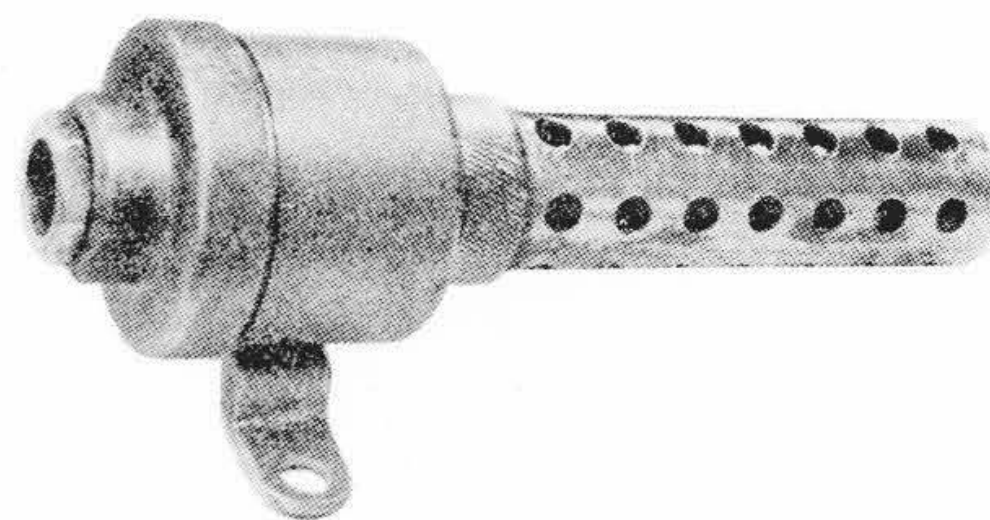
冷却水の再使用が重要になるに伴い、冷水塔は次第に大形化の傾向がある。冷水塔の性能は塔内充填物により大きく影響される。一例として布による垂直平板方式を採用し、その材質、寸法、配列などについて、小形実験塔を用い種々の運転条件下で諸特性の検討を行ってきたが次の点が明らかとなった。

- (1) 水-空気接触が良好である。
- (2) 圧力損失が少なく流動特性が向上した。
- (3) 耐久性、価格などの経済面についても有利である。

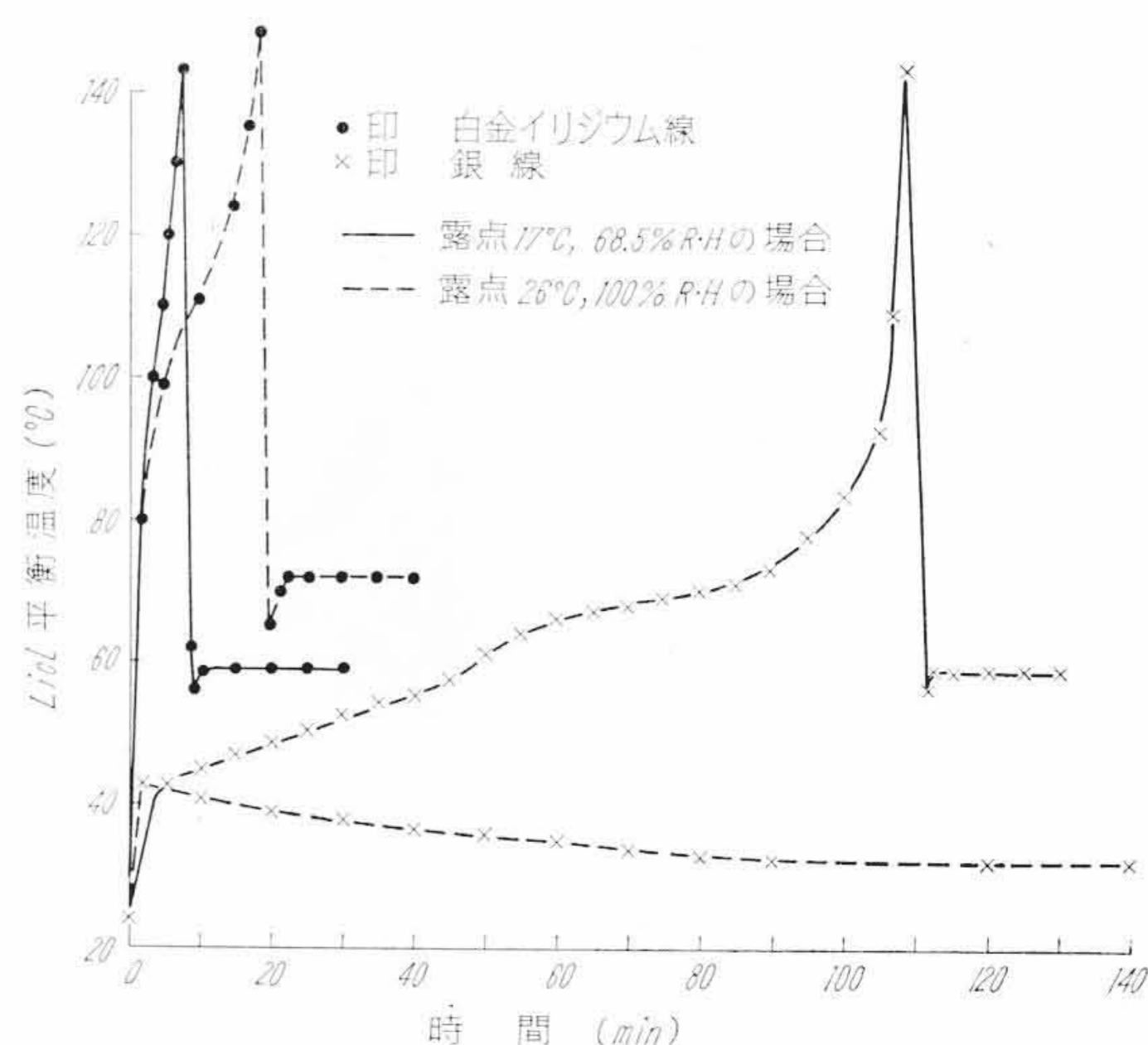
このため本方式は大量処理に適するものと推定されるので、さらに大形の試作塔につき、小形塔によるデータとのスケール、アップの検討を行なっている。

29.5.10 ボイラ管材腐食の研究

高温、高圧ボイラのアルカリ腐食現象究明のため、かねてより高温、高圧のカセイソーダ溶液によるボイラ用鋼材の腐食研究を水素放出法（カプセル法ともいう）により行ってきたが、最近の新鋭火力発電所においては、そのほとんどがボイラ水の pH 調節剤として、リン酸塩を使用しているので、カセイソーダのほかにリン酸ソーダ、リン酸カリおよびカセイカリ溶液による腐食実験も行ない、第 63 図の結果を得た。これよりカセイカリが最も腐食性がはげしく、



第 65 図 試作した露点計用発信器



第 66 図 LiCl 飽和水溶液の塗布直後動作させた場合の起動特性（白金イリジウム線と銀線の場合）

次いでリン酸カリ、カセイソーダ、リン酸ソーダの順に腐食性が弱くなることおよびカリウム塩はナトリウム塩より腐食性はるかに強いことを明らかにした。またこのような差が現われる原因を腐食により生じた酸化物表面の電子顕微鏡写真および酸化物断面の顕微鏡写真を参照して考察した結果、酸化物皮膜の厚さよりもむしろ保護性の差によることを推定した。

29.5.11 塩化リチウムを使用した露点計

本形式の露点計は塩化リチウム（以後 LiCl と略す）飽和水溶液の水蒸気圧を利用し、LiCl 飽和水蒸気圧と大気中の水蒸気圧とが等しくなる LiCl 水溶液温度から大気の露点温度を測定するようにしたもので、比較的応答が速く、構造が簡単で取り扱いも容易であるなどの多くの特長を持っている。

第 65 図は試作した発信器の外観で、感湿素子は露点に対応する



第 67 図 日立研究所新本館（第一期）

LiCl 水溶液の平衡温度を測定するための白金測温抵抗体を内部にそう入した表面を絶縁した細い金属パイプの上に LiCl 水溶液を含浸させたガラス繊維を巻き、その上に 2 本の白金抵抗線を平衡に巻いて、これに交流電圧を印加するようになっている(特許申請中)。

なおガラス繊維は焼損などの事故を防止するため、特殊加熱処理(特許申請中)を施してある。

実用計器として一番問題になるのは起動特性で、特に安定時間が短かく、いかなる湿度の大気中でも確実に動作することが必要である。従来のように電極線に銀線を用いた場合は第 66 図に示すように起動時の安定時間が長く、しかも高温高湿の大気中では起動しないという実用上好ましくない欠点がある。しかし抵抗線を用いると露点、相対湿度が変わっても安定時間は 5~20 分で、起動特性の改善にきわめて有効であることがわかった。また安定時間の長短には LiCl 飽和水溶液の塗布量の多いさが関係するが、小筆で液を塗布する場合多量に塗布しないよう注意すれば安定時間は露点 100℃、相対湿度 100% の大気中でも 10~20 分となり良結果が得られる。

本試作品の標準測定範囲は露点で -20~60℃ であるが、露点

100℃、被測定対象温度 150℃ まで測定可能であり、精度は露点で ±1℃ である。

29.5.12 日立研究所新本館第一期工事の完成

日立研究所では日立製作所日立工場構内にある本館ならびに分館の日立市内大甕地区への移設計画を進めてきたが、今回大甕の台地に建設中であった新本館第一期工事が完成し昭和 37 年 10 月末移転を完了した。

今回完成した研究棟建家は鉄骨鉄筋コンクリート造、地下 2 階、地上 7 階、延坪 3,600 坪の高層建築で塔屋 2 階の展望室は標高約 160m となり、晴れた日には水戸、勝田付近より遠望することができる。

今回移転の対象となったものは旧本館内の電気、化学部門の研究室と管理部門の一部および機械工作硝子細工室など総人員約 400 名で、日立研究所全体の約 30% を占める。

将来研究棟の増築工事および研究棟の前後面に予定している別棟が完成すれば新本館全体の容姿は鳥の羽ばたきを連想させ「世界の日立」としての雄飛を象徴することになる。

……………編集後記……………

金融引締めにあけた昭和 37 年も国際収支の改善の目標を達し、下期において金融緩和、公定歩合の再度引下げなどの一連の政策が押し進められ、ここに経済面において明るい希望のもてる新年を迎えたことは、まことに同慶にたえない。

日立製作所は、この間にあって市場の維持開拓、新分野の開発等にさらに徹底した経営方策を採り、＜技術の日立＞の真価を遺憾なく発揮し、ますますその業績を伸張しえたことは注目すべきである。ここに最近の技術の成果のうち特筆すべきものをひろって見よう。

◎

まず技術面では、6 ノズル形として世界最大容量の 95,000 kW 立軸ペルトン水車(関西電力・黒部第四発電所納)、わが国における記録の大容量を誇る 45,400 kW ポンプ水車(中部電力・畑薙発電所納)の完成、火力プラントの大容量高能率化に脚光を浴びて登場した UP ボイラ、わが国で最初に運転開始した貫流ボイラ採用の 75,000 kW 発電設備(清水共同・新清水火力発電所納)、400 kV 級送電機器の総合研究用 330 kV 850 MVA 短絡変圧器(超高压電力研究所納)、世界で類がないといわれる経済負荷配分装置(関西電力納)、分解能 7 Å を保証する HU-11A 形電子顕微鏡、各種企業の事務合理化にその活躍が期待される汎用ディジタル計算機 HITAC-3010、全自動管理方式を採用したエレベータ(安田生命保険相互納)、凸版と平版の特長を生かしたドライリリーフオフセット輪転機(静岡新聞社納)、待望の夢の超特急・試作旅客電車(国鉄納)、都市交通緩和の解決策としてのモノレール(名古屋鉄道納)の運転開始、超長スパンの海峡横断線として世界的な超高压送電線(電源開発中四連絡線)、純国産原子炉として最初に臨界に入った日立教育訓練炉の 100 kW 出力上昇試験の成功、国産一号実験用原子炉(日本原子力研究所納)の臨界達成等々、国際水準を抜く技術の数々は、枚挙にそのいとまがない。

◎

輸出面では、アメリカ・クリヤクリーク発電所納 120,000 HP フランス水車の現地据付開始、世界的大容量機として注目されてい

謹 賀 新 年

昭和 38 年 1 月 1 日

日 立 評 論 社

る目下製作中のガーナ・アコソソボ発電所納 212,000 HP フランス水車など水力機械をはじめ、変圧器、車両、電子部品、電子機器、電線ケーブル、鉄鋼材料、家庭電気品等々、これまた数多い。

海外より最近受注した二三を挙げてみると、アメリカ内務省カリフォルニア州サンルイス揚水発電所用 68,400 HP ポンプ水車 8 台、アメリカ・コロラド州ブリューメサ発電所用 41,500 HP 水車 2 台、シンガポール市政庁パシルパンジャン火力発電所納 60,000 kW タービン発電機 2 組などがあり、世界の日立として海外への飛躍もまた目ざましい。

◎

日立製作所では、日ごろから＜技術の日立＞を標榜し、国産技術の育成に力を注いでいるが、昭和 36 年 10 月 1 日から昭和 37 年 9 月末日までの 1 ケ年間に理学、工学関係で 89 人という新博士が誕生し、これで日立の生んだ博士は理博 69 人、工博 164 人、医博 112 人、合計 345 人という多勢にのぼった。

創立 20 周年を迎えた中央研究所、大甕に新本館を建設移転した日立研究所などとともに、研究面においても昭和 37 年度は意義深いものがあつた。

◎

恒例により昭和 37 年度における日立製作所の数々の業績と、技術の進歩を収録して、本号を「技術の成果号」とした。記録の一つ一つはいずれも、わが国の工業技術発達史の一コマとして貴重な資料であることを確信する。

日 立 評 論 第 45 卷 第 1 号

昭和 38 年 1 月 20 日印刷 昭和 38 年 1 月 25 日発行

(毎月 1 回 25 日発行)

＜禁 無 断 転 載＞

定価 1 部 150 円 (送料 48 円)

© 1963 by Hitachi Hyoronsha Printed in Japan

乱丁落丁本は発行所にてお取りかえいたします。

編集兼発行人
印刷人
印刷所
発行所

伊 藤 廉
浅 野 浩
株式会社 日立印刷所
日立評論社

東京都千代田区丸の内 1 丁目 4 番地
電話 東京 (211) 1411 (大代)
振替口座 東京 71824 番

取次店

株式会社 オーム社書店
東京都千代田区神田錦町 3 丁目 1 番地
振替口座 東京 20018 番 電話 東京 (291) 0912