

信頼性の心構え	57
日立製作所における信頼性活動	60
沸騰水型原子力発電所における安全設備の信頼性	63
計算機制御システムの信頼度向上策	69
しゃ断器の信頼性向上	75
国鉄座席予約システムMARS105の信頼性設計	81
交通用機器の稼動実績と信頼性向上策	87
電子交換機の信頼性設計	93
日立半導体集積回路の信頼性管理	100
信頼性活動に利用される試験装置	57
日立製作所から発表された信頼性に関する報文	104

沸騰水型原子力発電所における安全設備の信頼性

沸騰水型原子炉の非常用炉心冷却系について、その信頼性を定性的、定量的に評価した結果および設備の信頼度を維持するための保全計画を記述し、非常用炉心冷却系の信頼性、妥当性を明らかにした。また、冷却材喪失事故などの仮想的な事故が原子炉敷地周辺に与える影響を確率論的に評価し、自然のバックグラウンドなどと比較検討した。

計算機制御システムの信頼度向上策

計算機制御の適用は年々拡大の一途をたどっており、それに伴いシステム信頼度に対する要求も厳しくなっている。本稿はHIDIC シリーズ計算機制御システムの信頼性に対する基本的な考え方と計算機制御システムの高信頼化技術について、ハードウェア、ソフトウェアおよびシステム エンジニアリングの面から言及している。

しゃ断器の信頼性向上

電力系統の複雑化、大容量化が進む今日、各使用機器には高い信頼性が要求される。電力用しゃ断器は電気-機械系の構造物でその動作は間欠的で使用条件が様々であることから、信頼性プログラムについてはそれら条件に沿った考慮が必要である。すなわち、

- (1) フィールド データを折り込んだデザイン レビューの実施
 - (2) 開発試験における性能の裕度、各部寿命の検証技術
 - (3) 製造品質管理として、格付け管理、PC(プロセス コントロール)シート管理、購入部品の認定制度と品質の維持
 - (4) 信頼性試験(形式試験のほかにフィールドの検証技術)
 - (5) 保証試験(規格項目のほかに潜在的な初期故障のスクリーニング技術)
- などについて紹介する。

これら信頼性プログラムをバランスのとれたものとするよう、今後さらにフィールド データの入手、調査解析を進める。

国鉄座席予約システムMARS 105の信頼性設計

国鉄最初の座席予約システムMARS 1は昭和35年に開発されたが、その後、旅客数の増加に伴いMARSシステムも発展を続けてきた。すなわち、昭和45年の時点では、3システムで分担して50万座席/日进行处理していた。さらに、新幹線岡山開業に伴い、システムの能力拡大がいっそう必要となった。その量的拡大とともに新機能の拡充をも実現するため、従来のシステムを完全に統合したMARS105システムが昭和47年9月に稼動を開始した。

本稿は、MARS 105システムの信頼性設計の概要について述べたものである。

交通用機器の稼動実績と信頼性向上策

鉄道車両やエレベータには、交通機関としての特殊性がある。しかもこれらに使用されるサブシステムは、電子系機器と電気機械系機器との複合システムであり、各機器にも固有の性格がある。

製品の性格に適合した信頼性向上の方策を探るために製品の稼動実績を解析した。その結果、電子系機器と電気機械系機器とでは故障発生傾向に明らかな相違があること、すなわち、前者は一般に故障率減少形で、しかも構成部品数と平均故障間隔とは相関があること、後者は機器によってまちまちの傾向をもっていることが分かった。

この稼動実績の相違を吟味して、信頼度予測、設計および保全の面でそれぞれ独特の考え方が必要である理由を述べている。

われわれは稼動実績から導かれた基本的方法に従って、プロセスごとにそれぞれ特長のある信頼性保証活動を行なっている。

電子交換機の信頼性設計

D10形電子交換機は、既存の交換機の保守運用体系と両立し、今後多様化する公衆通信分野の要望に対処可能な融通性も持つ蓄積プログラム方式の大局用交換機である。これを実現するための信頼性目標として、30分以上のシステムダウンが20年間で1回以下の不稼動率、呼の誤処理率 2×10^{-4} が選ばれた。この目標を達成するために、実用ならびに開発段階において実施した信頼性設計の概要に関して、ソフトウェアおよびハードウェア両面より解説し、併せて商用5局の運用実績より目標が達成されていることを述べる。

日立半導体集積回路の信頼性管理

日立半導体集積回路の開発から量産にわたる信頼性管理について、バイポーラ デジタル形集積回路を中心に述べた。

開発段階においては、信頼性目標仕様の検討、信頼性設計、信頼性の評価と実証、生産、使用段階における考慮などを重点に実施するとともに、ユーザーとの密接な連携、既存製品のフィールド情報の活用がポイントと考えている。

量産品の信頼性保証のために実施されている主要な信頼性管理は、部品材料の品質管理、工程品質管理、信頼性試験の諸点に要約され、信頼性に関する諸要因をプロセス、材料などに還元するように努めている。

終わりに信頼性管理における諸問題として、半導体メーカーおよびユーザーそれぞれに期待すべき信頼性活動について要点を述べた。

信頼性の心構え

泉 千 吉 郎
Senkichirô Izumi

信頼性は多くの技術的知恵の集積であるが、またその反面、一つにまとまった独立した考え方であるとも言えよう。

したがって、信頼性について論じようとすれば限りはないが、ここでは本特集の範囲である、電力・交通・産業関係を中心とした機器の信頼性における考え方の二、三について述べてみたい。

1. 信頼性、安全性と企業の社会的責任

最近、いろいろな面で企業の社会的責任が論じられているが、企業は信頼性、安全性についても大きな社会的責任を負わねばならない。

社会の仕組が複雑化し、使用される機器やシステムが大容量化するにつれて、その機能の及ぶ範囲は極めて広がっている。また、部品や製品も規格化され、量産品が多くなっているから、万一それらに故障要因があると、広範囲に同じ故障が起きるケースも少なくない。その他多くの要素がからみ合い、重なり合うために、製品の故障あるいは故障に伴って生ずる障害や事故によって、人や、地域社会、あるいは産業

全般が大きな損害を受けるようになってきている。

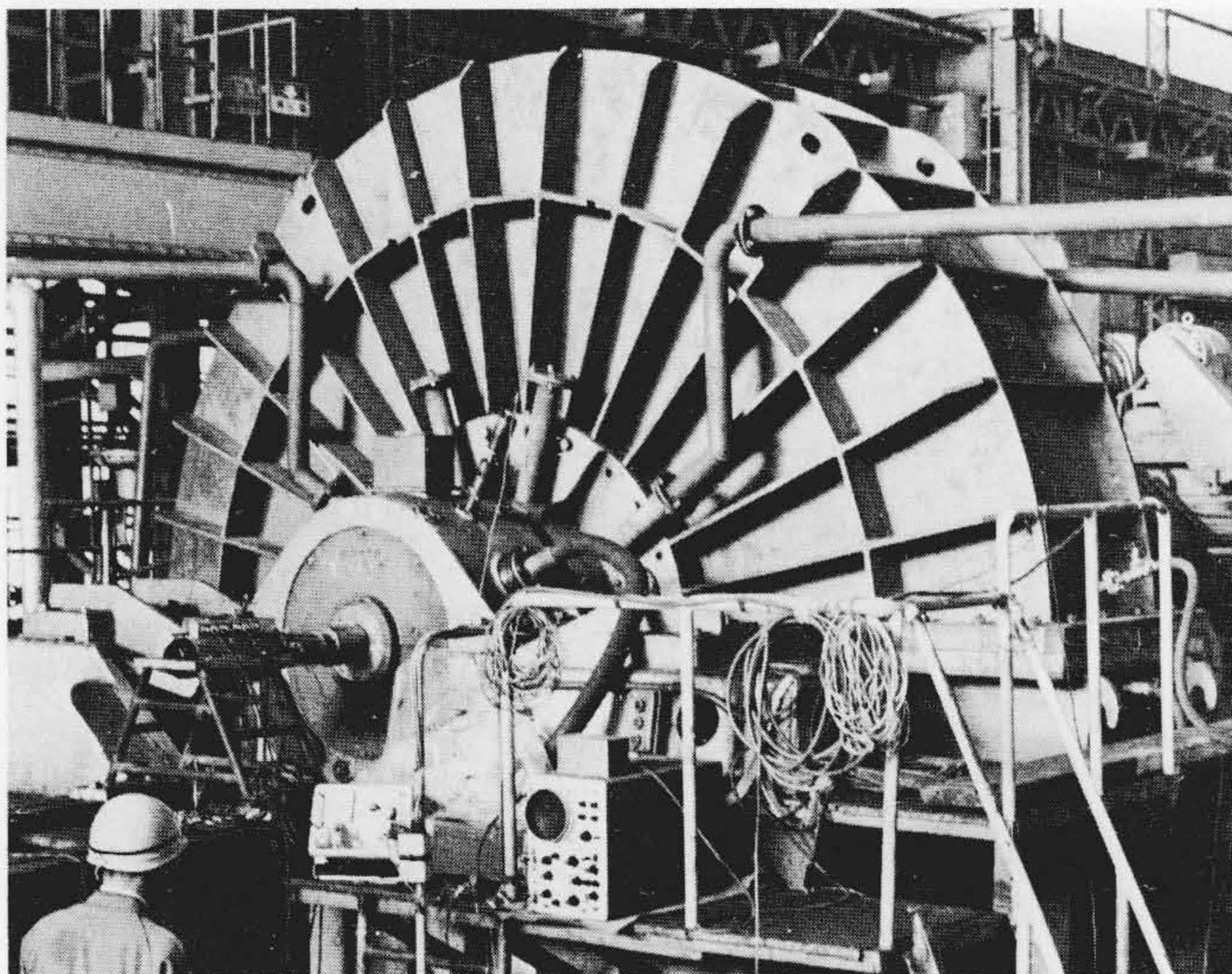
これは、最近の技術革新、あるいは生活の近代化が進むにつれ、非常に顕著になった傾向である。すなわち、製品が故障することは、それを購入した顧客のみならず、社会全般に大きな迷惑をおかけすることであり、したがって製品を世に送る企業の社会的責任の重大さは、昔日の比ではない。

日立製作所は、小平社長が創業してより六十数年、国産技術と顧客尊重を第一の旨として今日に至っており、製品の信頼性を確保して顧客と社会の利益に寄与し、その見返りに会社自身も利益を得させていただき、そこにおのずから社業の発展があるという考え方を、連綿として今日まで受け継いできている。したがって、今後ますます重くなる企業の社会的責任に対しても、十分に認識し、これを果たすべく努力するというのが、全社的理念である。

2. 信頼性と経営

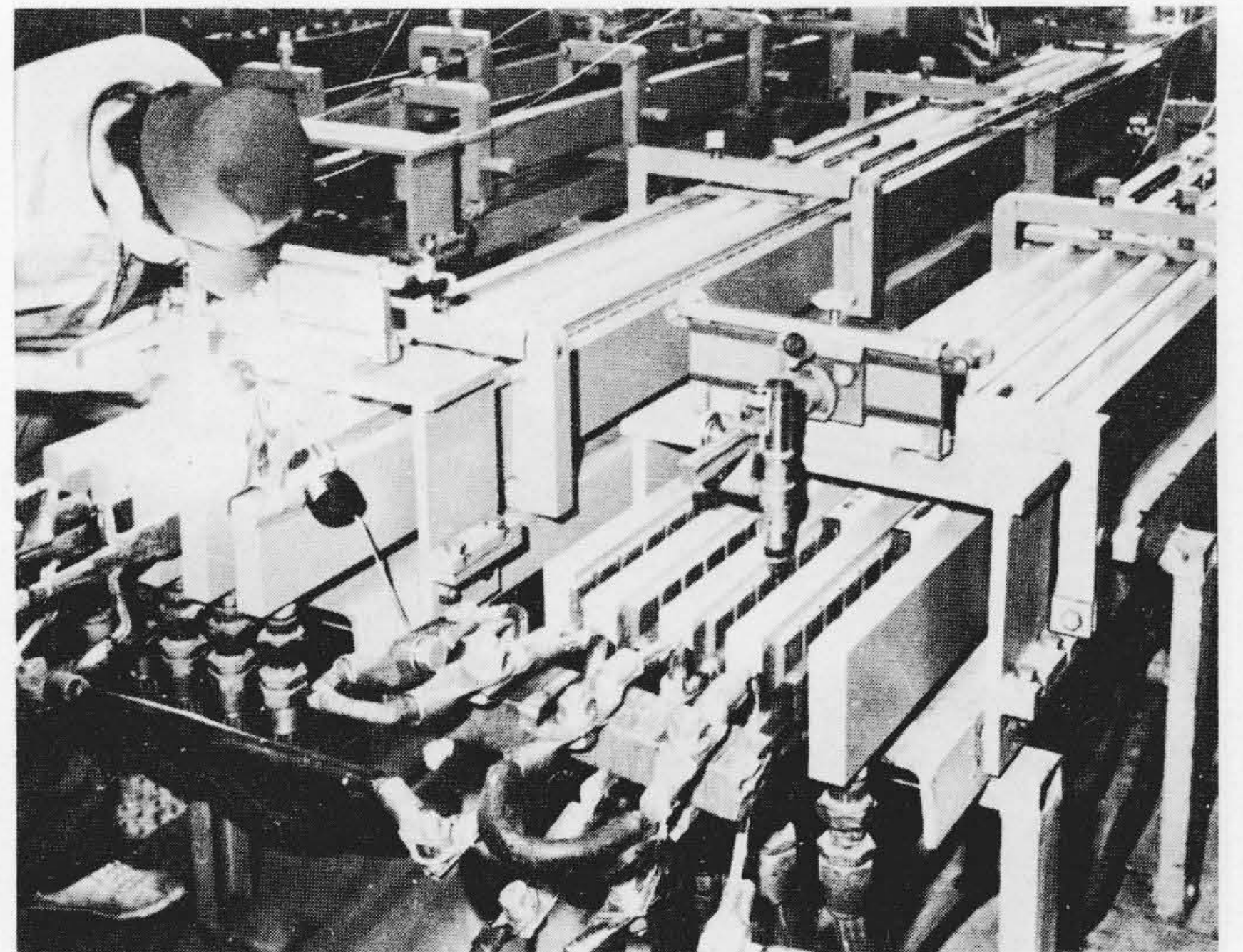
信頼性を確保する企業活動は、多くの部門の異質な活動を総合結集してはじめて効果が出るものであり、またその実行

信頼性活動に利用される試験装置



蒸気タービンホイールボックス試験

新しく設計されたタービン長翼は、実機と同一条件のもとで振動特性を確認する。1リング分の長翼を実際のディスクに植え込み、真空室内で定格速度まで回転数を上げて振動特性を測定する。このデータをもとにしてキャンベル線図を描き許容運転サイクルを定める。



タービン発電機固定子コイルヒートサイクル試験

新設計コイルの信頼性確認のため、コイルに通電→電流しゃ断→冷却という熱サイクルテストを行ない、熱履歴を繰り返し与え、長年月の使用に対する絶縁層の移動及び電気的諸特性並びに絶縁耐力の変化を確認したうえで製作にあたる。

には、多大の人員、設備、費用などの投入を必要とする。それゆえ、まず企業経営の基盤において、信頼性に対する考え方や計画が確立されていなければならないし、それによって大規模で、かつ組織的な実践がなされなければならない。

換言すれば、企業の基本的な思想とこれを実現する経営態度という強い裏づけがなくては、製品の高い信頼性は実現し得ないのである。すなわち、信頼性は経営の本質に深いかわりをもっている。

日立製作所は、優れた国産技術の開発と顧客尊重の伝統をふまえ、企業の社会的責任を強く自覚して、信頼性に関する社長方針がまず打ち出され、これに基づいて各事業所の計画が実行される仕組みになっており、経営の基本方針が信頼性を確保する活動と直結している。

3. 信頼性と人

信頼性の実現には、前述したように経営のあり方が大きくかかわっているが、実際にそれが活動となって展開されるときは、人が重要なポイントになる。私は、信頼性の基礎は人にあると確信する。

すべての製品には、その製作に携わった人の人柄が現われる。これを秘めたり隠したりすることはできない。その製品を世に送る企業の責任は、全従業員の責任感にあふれ、誠実に満ちた仕事に支えられるものである。

したがって、従業員の教育と管理は、信頼性問題を解決するうえで基本となるものであり、技術の教育もさることながら、我々は、誠実な人格を育成することに、格段の努力を注

いでいる。

4. 組織と機能

4.1 信頼性と設計

機器・システムの信頼性の根幹は、その設計にある。

信頼性を取り入れた設計には、多くの実績データの積み上げ、信頼性設計技法の利用、信頼性解析の手法及びデザインレビューなどのプロセスの利用、標準化の考え方などが重要である。これらの細部については、本特集各論文が触れることになっているから、ここでは省略する。

4.2 資源と情報の充実

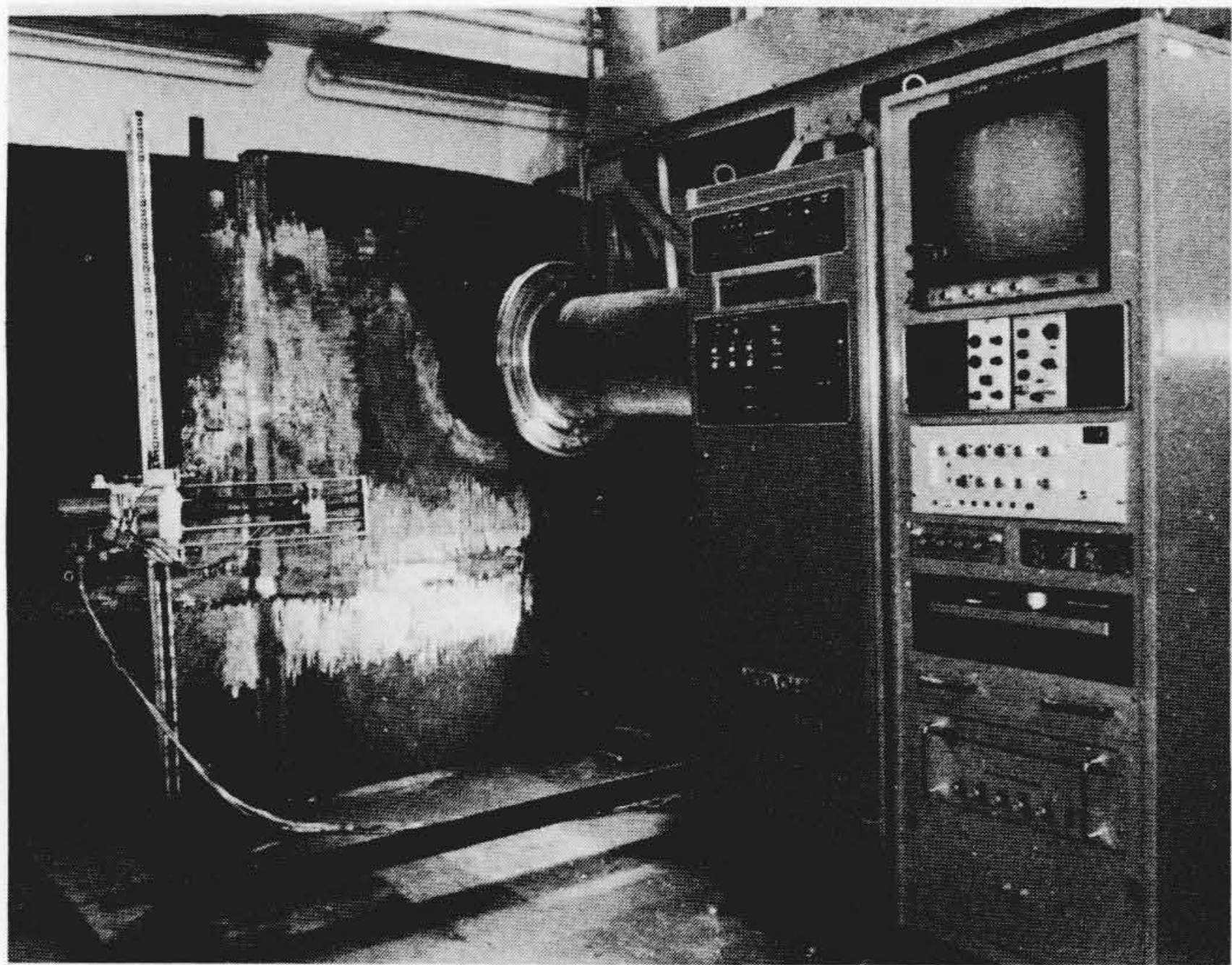
信頼性を確保するために、企業は多大の人員、設備、費用などを投入しなければならない。このことは先にも述べたが、日立製作所では、国産技術を旨とし自力で技術を開発する建て前から、信頼性についても、各種の試験設備の充実に特に意を注いでいる。

また、各事業所の製品の特質に応じた、フィールドデータの収集、試験結果評価などの情報処理の進歩が、信頼性活動に大きく寄与している。

4.3 保証部門の独立

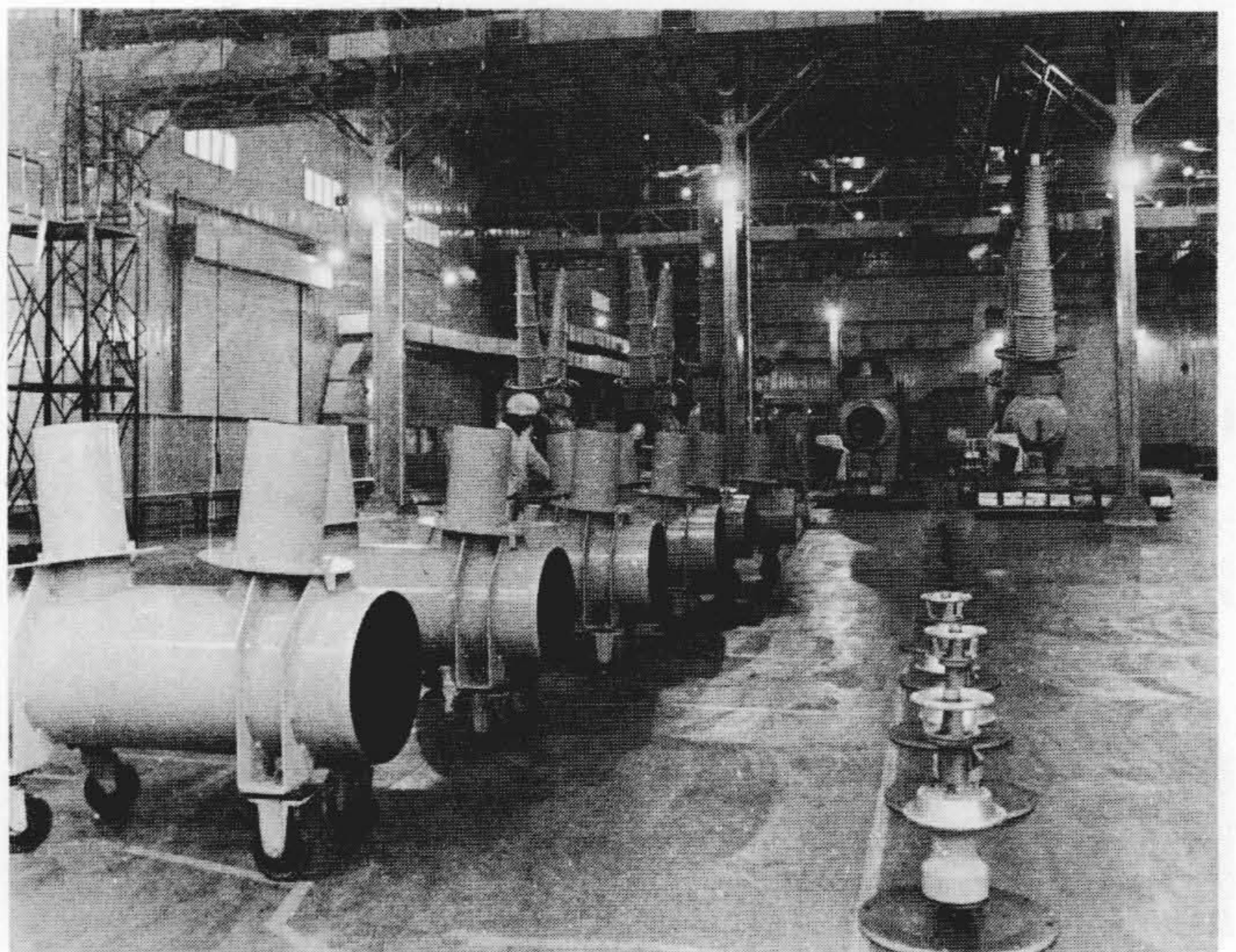
各事業所においては、品質・信頼性保証を行なう部門が、設計や製造部門から完全に独立し、受注仕様の完璧な充足を心がけ、独自の立場から顧客の満足を得るよう働くことが、一般の原則である。日立製作所では、創業時よりこの原則は確立されており、検査は設計・製造部門から完全に独立し、顧客の立場になって製品に対する保証をすることは、永い社

信頼性活動に利用される試験装置



原子炉圧力容器の遠隔自動超音波検査装置

高放射能レベルの環境下で、圧力容器溶接部の欠陥検査を遠隔自動的に行なうために試作した自動超音波探傷装置である。超音波探傷ヘッドを溶接線に沿って数値制御により自動走行させ、新開発の超音波レーダ方式によって溶接部各部の断面映像をテレビ・モニタ上に表示して、欠陥の有無を検知する。



ガスしゃ断器空調防塵組立室

ガスしゃ断器は高性能を有しているが、内部のガス中に水分や塵埃が混入すると性能を阻害されるので、組立は防塵防湿を完全にするため、隔離した空調室で行なっている。空調室内の空気中に浮遊している微小塵埃の量は、普通の職場の1/100であり、相対湿度は60%以下に管理されている。

業を通して定着している。

4.4 緊急の事故処置

機器・システムの信頼性は、反面、緊急の事故にどう対処するかという一点に絞られるということもできる。

万一、フィールドにおいて事故が発生した場合、どのような対策が講じられるか、一つはダウンタイムを最小にするために現地に駐在員をおき、監視及び応急処置をすることである。あるいは予備品のデポを設けてサービス員を常駐待機させること、あるいは工場にも24時間体制をしいて、事故通報があるときは直ちに出勤できるようにすることなど、どのような方策をとるかは、製品の性格に応じて決定される。

5. 企業間の情報交換・協力の必要

今日の機器・システムは、前に述べたように複雑化し、機能も広範囲にわたるので、その信頼性確保には膨大な量の情報が必要となる。たとえ、一企業が全力を傾けて、正しい信頼性活動が続けたとしても、その収集し得る情報では十分とはいえない。欧米においては、国家または公共機関の活動で有効な情報が企業に提供される仕組みになっているが、我が国の現状ではその方面からの情報の提供は少なく、ほとんど企業自身の努力にまたねばならない。

そこで、最終ユーザー、取りまとめメーカー及び部品メー

カーがそれぞれ情報を提供・交換し、互いに利用しあって信頼性確保という共通目的達成に努めなければならない。取りまとめメーカーなど、たとえ営業的には競争関係にあるとしても、信頼性活動には仲間意識をもち、協力して情報の交換を図り、社会的ニーズに応えることが望まれる。

この意味において、昨48年設立された日本電子部品信頼性センターは、電子部品の認証、信頼性情報の相互利用を目的としており、日立製作所は同センターに、全面的な協力を行っている。

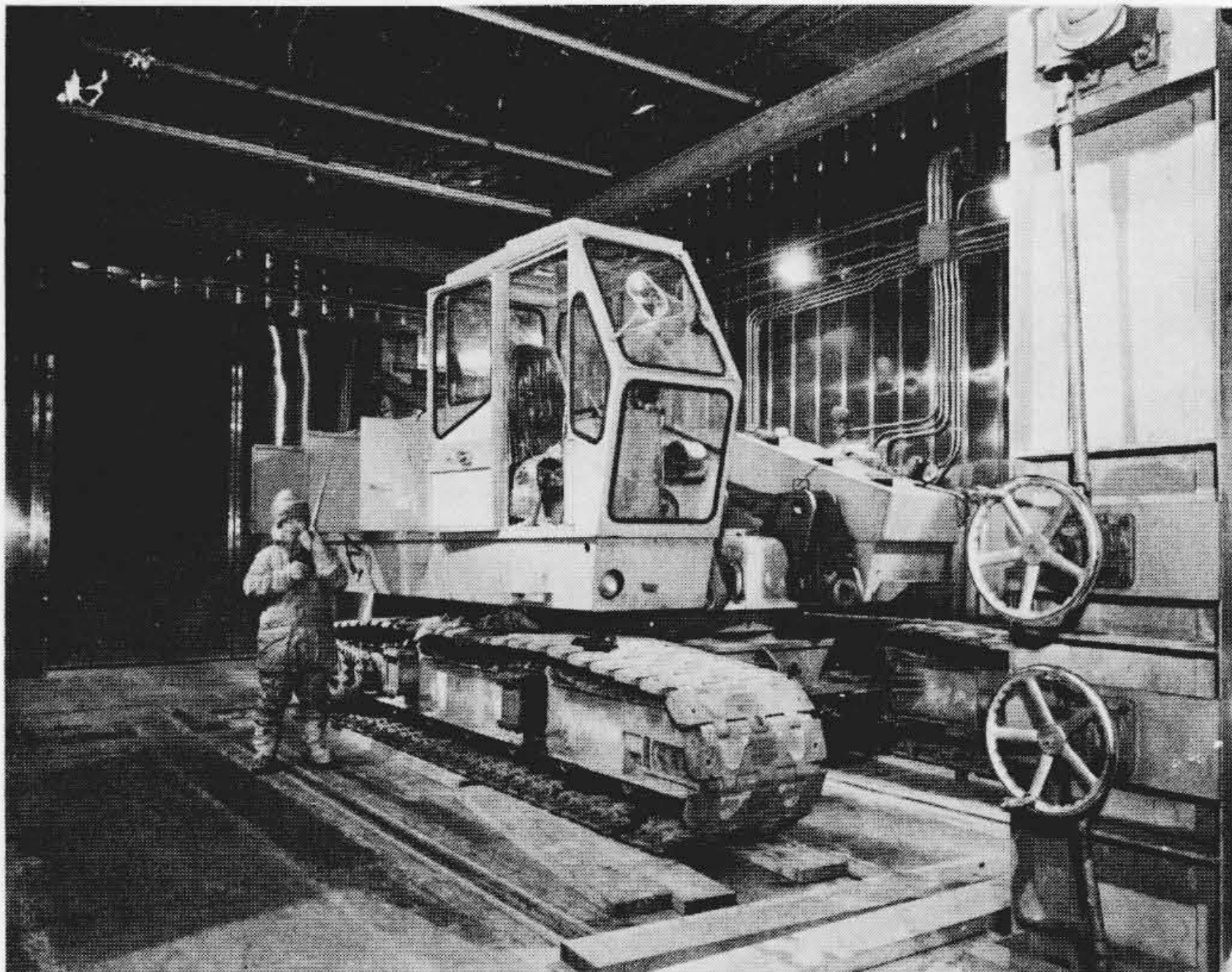
6. まとめ

これらの活動を続け、信頼性に万全の備えはしているものの、遺憾ながら、出荷後における製品事故が発生し顧客にご迷惑をおかけしていることがある。その原因の大部分は、関係者の連絡や打合せ不十分とか、現地の実情把握が不足していたとかいうような事柄によるものが多い。

我々は、これらの原因を根本的に究明し、その反省を、今後における製品の信頼性計画に迅速に織り込むとともに、一方、これを得難い教訓として後輩の教育に力を注いでいる。そして、顧客に対して再度ご迷惑をおかけしないよう、強く念願している次第である。

(日立製作所取締役 機電事業本部本部長)

信頼性活動に利用される試験装置



クローラ式クレーンの寒冷時試験

本体を -40°C の低温室に入れ、国内、国外の極寒時における稼動状況を再現して、限界性能を把握しようとするものである。写真はKH150クローラ式クレーンの油圧機器の応答を中心に調査実施中のものである。

世界一の高さを誇る
エレベータ研究塔

高速エレベータでは速度比あるいは速度の自乗比で外乱が増加するため、実使用条件と等価な条件で試験を繰り返し、速度制御や振動、騒音など乗り心地に関する向上策、また非常時における各種の安全装置を開発し、併せて信頼性の確認をも行なっている。

