

超 高 圧 実 験 室

Hitachi New High Voltage Laboratory

笈 川 俊 雄* 浅 野 次 夫**
Toshio Oikawa Tsugio Asano

内 容 梗 概

400 kV 級送電機器の開発研究および試験を行うため日立製作所国分工場内の日立研究所分室に超高圧実験室の設置を計画中であったが、このほど完成した。

本実験室の主要設備は

(1) 1,650 kV 試験用変圧器

(2) 5,000 kV 衝撃電圧発生装置

で、これらはいずれも世界有数の設備であり、今後の研究の成果が大いに期待されるものである。

本文にこの設備の概略を紹介する。

1. 緒 言

すでに諸外国では 400 kV 級送電が行われており、わが国においてもその調査研究が進められている。これに使用する機器の開発研究を行うために、新しく日立製作所国分工場内の日立研究所分室に超高圧実験室を建設中であつたがこのほど完成した。

本実験室は 1,650 kV 試験用変圧器、5,000 kV 衝撃電圧発生装置および 150 kA 衝撃電流発生装置を主体としたもので特に前二者はわが国では最大のもので、また世界でも屈指の設備であり、この完成によって絶縁研究が大いに促進され、400 kV 級送電機器の製作に大いに貢献するものと考えている。

以下にこの設備の概要と世界の著名な超高圧実験室の調査結果について述べてみたい。

2. 世界の超高圧実験設備の概観

現在のところ、400 kV 級送電機器の絶縁試験電圧は、商用周波で 600~800 kV、衝撃電圧 1,400~1,800 kV 程度であるが、これに対する絶縁破壊試験、そのほか絶縁研究を行うためには 1.5 倍程度を考え、少なくとも商用周波で 1,000 kV、衝撃電圧 2,500 kV 程度の電圧を発生する設備が必要であろう。

これに対して諸外国の著名試験設備をしらべて見ると第 1 表のとおりになる。本表は文献、その他現地調査の結果を集めたもので、その後多少変更になった点もあるかとも思われるがこの点はご了承願いたい。

この表でわかるように、著名超高圧実験室の設備は、商用周波 1,000 kV、衝撃電圧 3,000 kV 程度が最低であることがわかる。

しかしながら、すでに欧米には 500~700 kV 送電が計画されており、これに対する機器の製作研究も十分行いうるような設備とするため、種々検討の結果われわれの実験室としての主設備は、試験変圧器として 1,650 kV、衝撃電圧発生装置として、5,000 kV のものを設置することに決定した。この設備は第 1 表にてもわかるように世界でも有数のものである。

次におのおのの試験設備の構造について見ると概略下記のとおりになる。

2.1 試験用変圧器

大きく分類すると鉄槽形と、絶縁筒(がい管を含む)に中身を収めた形(これを筒形と呼ぶことにする)に分けられ、ヨーロッパでは後

者が多く見うけられる。特にフランスの Fontenay 中央研究所、イギリスの English Electric Co., では筒形の開磁路形の試験用変圧器を使用している模様であり、また対地絶縁兼油槽として合成樹脂の絶縁筒を使用しているものもある。

また一方鉄槽形にしても、鉄心に半分の電位を与えたもの、および鉄心を大地電位としたものの 2 種類に分けられ、AEG, Siemens National Physical Lab., などでは前者を採用、GE, Stockholm 大学などでは後者を採用している。

これらの形式にはそれぞれ一長一短あり、簡単にどの形が良いかを決めることはできぬが、特に単器発生電圧が高い場合は、製作上では鉄心に電位を与えた鉄槽形、床面積の節約のためには筒形が有効であることは明らかである。

なお本表の中で単器発生電圧の最高は Siemens 社の 1,600 kV であり、大部分は縦続接続によって高電圧を得ている。

2.2 衝撃電圧発生装置

衝撃電圧発生装置では GE の 7,500 kV 2 基(極性を変えて 15,000 kV を発生する)を例外とすれば、大体 3,000~4,000 kV 程度が公称発生電圧であり、この点各国ともほとんど同様の設備を有しているようである。

その形状は欧米とも絶縁として合成樹脂を使用した直立形が多く、これは湿度が少ないという気候上の利点があるためと思われるが、Siemens が屋外設備の関係からわが国に多く見られるがい子絶縁の直立形を採用しているのが珍しいくらいである。

なお単位充電電圧もケノトン整流によらず、セレンを使用して相当高くしている例もある。

3. 日立超高圧実験室

3.1 概 要

今回完成した超高圧実験室は幅 35 m × 奥行 36 m で日立製作所国分工場内日立研究所分室に設置されたものである。この実験室の外観を第 1 図、その平面配置を第 2 図に示す。

本実験室の設備としては、

- (1) 1,650 kV, 1,650 kVA 試験用変圧器
- (2) 5,000 kV 衝撃電圧発生装置
- (3) 150 kA 衝撃電流発生装置
- (4) 1,500 mmφ 球間隙

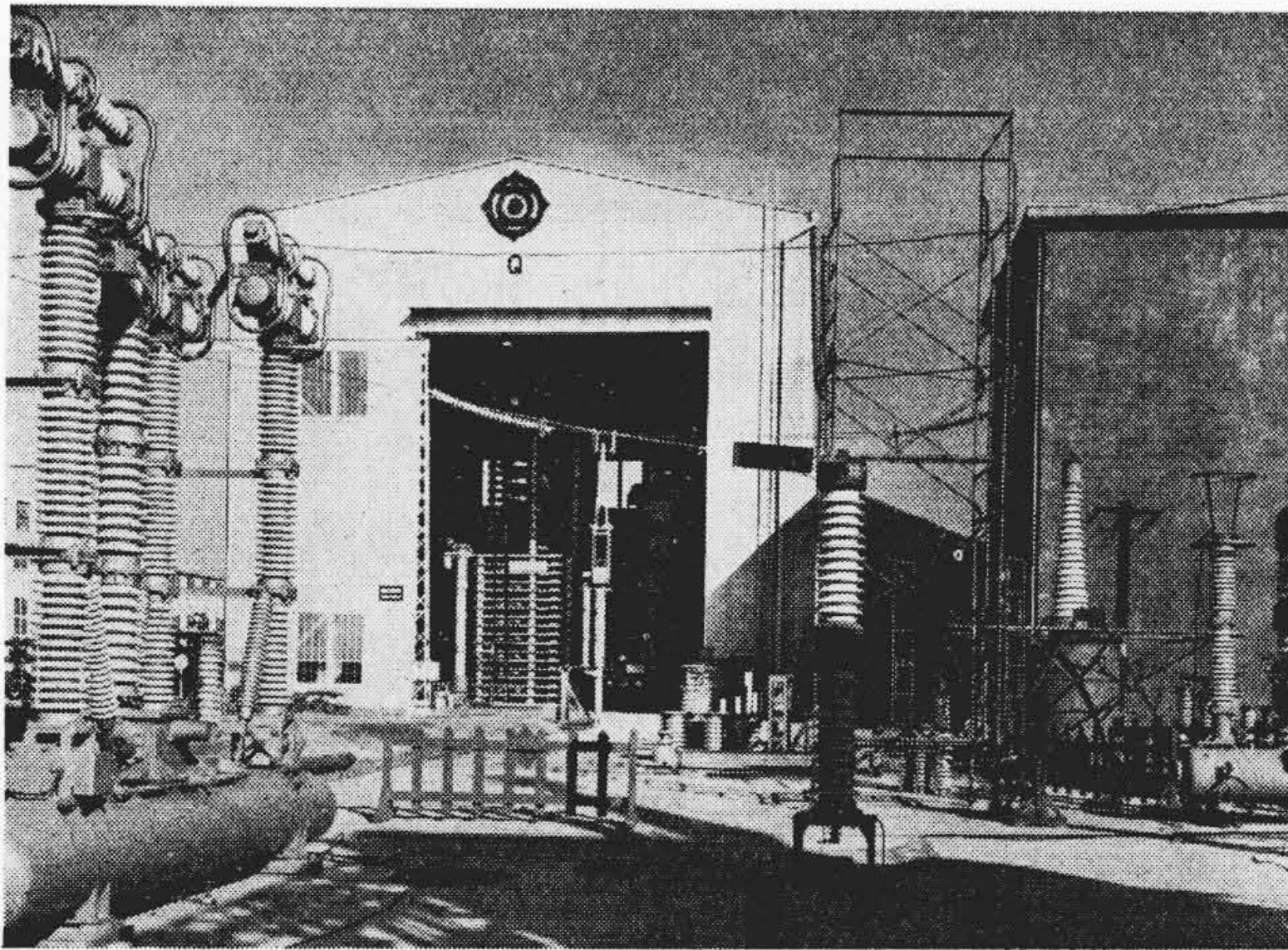
を主とし、このほかこの電源設備、600 kV 衝撃電圧発生装置、注水試験設備などが含まれており、さらにコロナ観測装置および高周波誘導絶縁試験設備も新設される予定である。

* 日立製作所日立研究所 工博

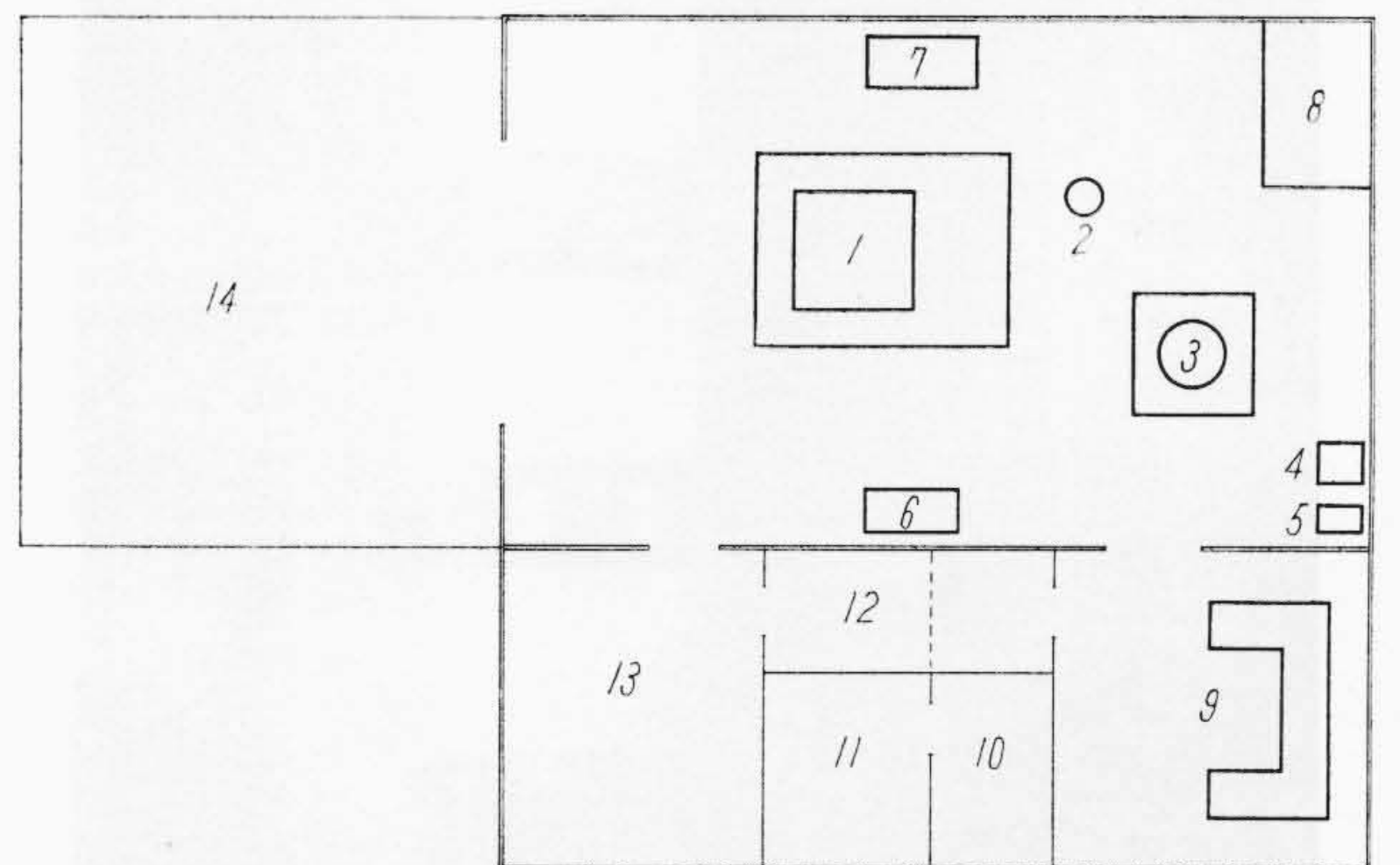
** 日立製作所国分工場

第1表 世界著名超高圧実験室設備一覧表

設置場所 (製作者)	試験用変圧器					衝撃電圧発生装置		
	最大発生電圧 (kV)	出力 (kVA)	定 格	構 成 (kV×台)	形 式	公称発生電圧 (kV)	エネルギー (kWs)	形 式
AEG	1,200	1,200	1時間	600×2	両脚直列, 鉄槽形 鉄心中間電位	3,000	31.5	絶縁筒直立形
BBC	1,600	1,600	連 続	1,200+400	鉄 槽 形 鉄心, 鉄槽同電位	2,400	25.0	絶縁筒直立形
Siemens	1,600	1,500	—	1,600×1	両脚直列, 鉄槽形 鉄心中間電位	3,600	50.4	碍子絶縁直立形
GE	1,750	5,000	—	350×5	鉄 槽 形 鉄心, 鉄槽同電位	7,500×2	180.0	絶縁筒直立形
English Elect.	1,500	—	—	—	筒形開磁路形	—	—	—
El. Mec.	1,000	—	—	—	筒 形	—	—	—
Feranti	—	—	—	—	—	4,000	285	—
Fontenay Lab.(Savoisien)	1,000	2,000	—	1,000×1	筒形開磁路形	3,500	80	絶縁筒直立形
National Physic.Lab.(Feranti)	1,000	—	—	1,000×1	両脚直列, 鉄槽形 鉄心中間電位	3,200	77	—
Lab.MIVA, Italy(—)	1,000	150	—	500×2	筒 形 二 段	—	—	—
Stockholm University(ASEA)	1,500	—	—	750×2	鉄 槽 形 鉄心, 鉄槽同電位	3,600	—	絶縁筒直立形
C.E.S.I. Italy	2,000	—	—	350×6	—	3,600	300	—



第1図 超高圧実験室外観



1. 5,000 kV 衝撃電圧発生装置
2. 1,500 mmφ 球間隙
3. 1,650 kV 試験用変圧器
4. 825 kVA 電圧調整器
5. 825 kVA 変圧器
6. 600 kV 衝撃電圧発生装置
7. 高周波発電機
8. コロナ観測室
9. 150 kA 衝撃電流発生装置
10. 測定室
11. 事務室
12. 観測室(二階)
13. 基礎実験室
14. 屋外試験場

第2図 超高圧実験室平面配置図

以下にその主設備の概要を述べる。

3.2 1,650 kV 試験用変圧器

3.2.1 概 要

本試験用変圧器は、その発生電圧においてわが国における記録品であり、かつ世界有数のものであるため、その形式の決定に当っては、所要床面積、製作の難易、価格の点から慎重に検討した結果、床面積の点から筒形を採用することにしたが、その対地絶縁として合成樹脂を採用することは湿度の高いわが国の気候上の制約から採用不可と考え、最も信頼性のあるがい管を使用することにした。これは外径2 mにおよぶ膨大なものであり、もちろん従来例のないもので、慎重に検討の結果日立製作所多賀工場で製作したものである。

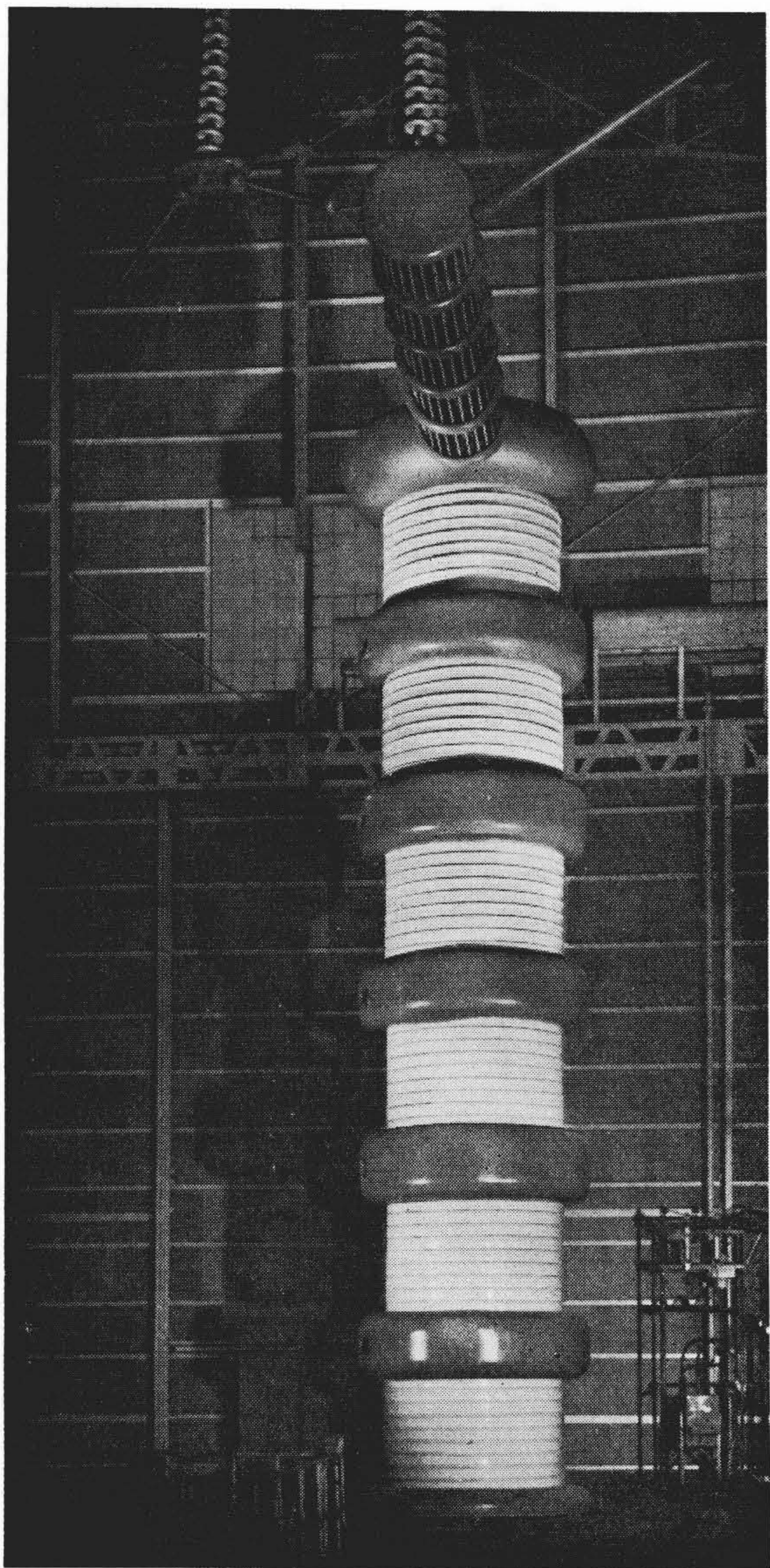
また、単器 1,650 kV として製作することは製作上の制約と、電圧上昇速度の点から単器 550 kV 3段縦続接続とし、これら3台を直立に積上げ各器の鉄心は中間の電位をもたせてある。

そのほか絶縁の信頼性の点から油量調整装置(フィーディングタンク)を付属した完全密封形とし劣化を防止しており、冷却方式としては送油風冷式を採用した。その外観を第3図に示す。

3.2.2 仕 様

仕様詳細は下記のとおりである。

- (1) 形式, 屋内用送油風冷式, 密封がい子形
- (2) 一次電圧 4 kV
- (3) 二次電圧 1,650 kV (3段縦続接続)
1,100 kV (2段縦続接続)
550 kV
- (4) 励磁電圧 4 kV
- (5) 定 格 30 分
- (6) 周 波 数 50~
- (7) 電圧上昇速度 約 7.5—3.0 kV/s (3段縦続接続)
(二段切替) 約 3.75—1.5 kV/s (2段縦続接続)
約 2.5—0.75 kV/s
- (8) 総 重 量 76,000 kg
- (9) 概略寸法 高 12.5 m
床面積 4.5 m 角



第 3 図 1,650 kV 試 験 用 変 圧 器

3.2.3 構 造

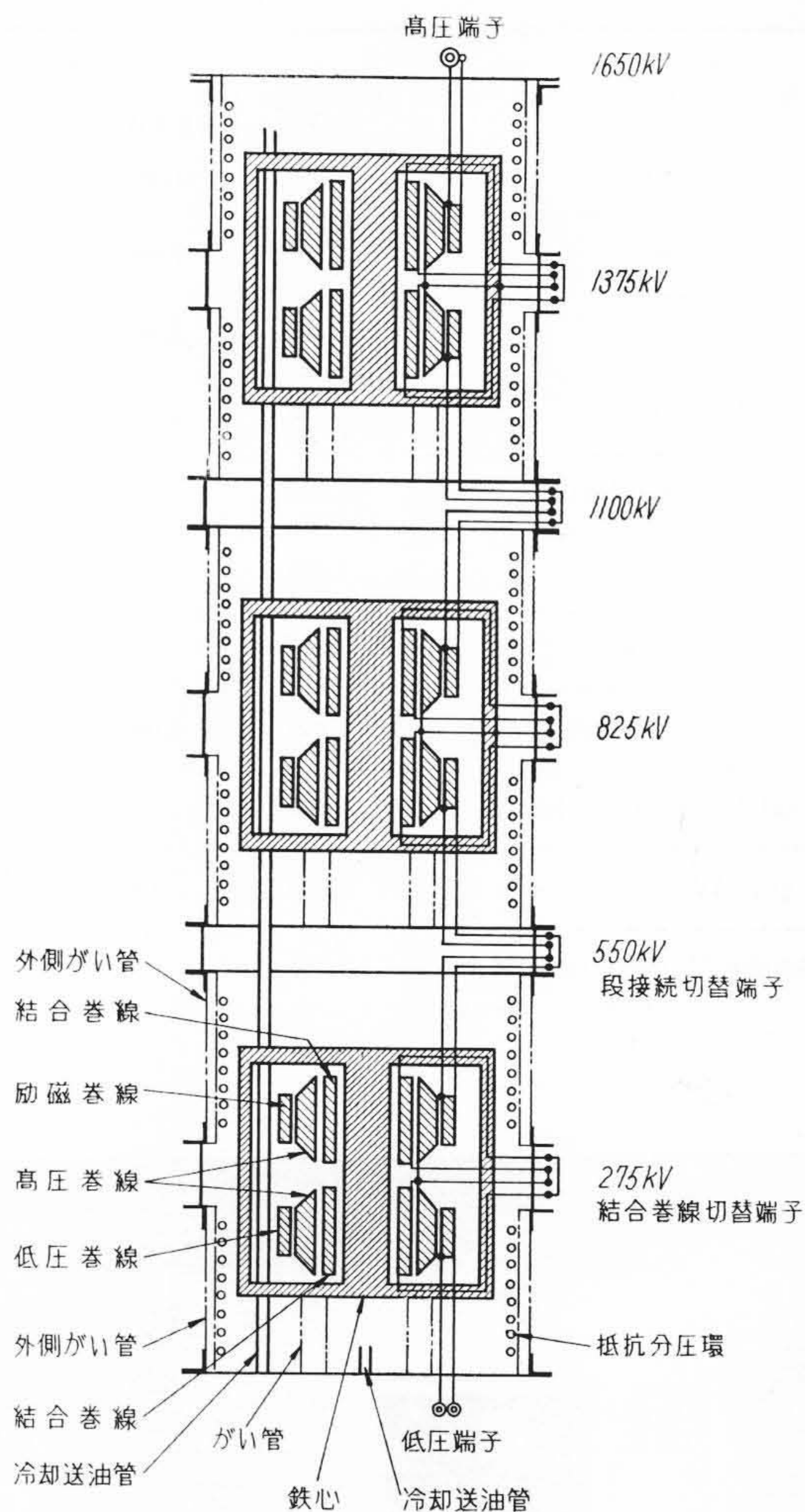
巻線構造としては円筒巻線を採用、層間絶縁には油ダクトを使用せぬ紙絶縁とし、電位傾度を極力上げて寸法の節減を図った。

一段の变压器は 2 個のがい管を油槽兼用としたがい子形でその鉄心は 4 個のがい管と、上下がい管の中間金具によって支持、絶縁し一段の半分の 275 kV の電位を与えているので、必要によっては中間金具から供試品に電位を印加することも可能である。

また本鉄心には方向性けい素鋼帯を用い、重量の軽減を図るとともにラジアルコア形として外周を極力小さくし、がい子形に最も適した構造となっている。

第 4 図に示すように低圧巻線は下部の外側、次段励磁巻線は上部外側に配置し、またインピーダンスを減らすために最内側に上下に結合巻線を設けてある。この構造は巻線対鉄心の最高の電位差が 275 kV となるので、絶縁上きわめて有利で鉄心の両脚巻線を直列にする場合にもよく用いられている。

鉄心が 275 kV の電位を有しそれが相当の高さを有するため、がい管表面の電位分布が不均一になることは当然考えられることで、この表面の電位分布を改善することが筒形を製作するに当って最も必要なことである。したがって本変圧器ではがい管の内面に均圧環をおき抵抗分圧を利用して良好な分布をうるよう考慮を払ってある。



第 4 図 1,650 kV 試験用変圧器内部接続図

三段の变压器は各個に組立てそれぞれ真空処理、注油を行い、積重ねたのち大気にふれないように油を通じ、油量調整装置をつけ密封しうるよう考慮されており、さらに油は最上部から 3 段を通した油道を通して冷却器に送り冷却されるが、その油温はサーチャイルによって制御室から監視できる。

3.2.4 結 線

本試験用変圧器の結線は第 4 図に示すとおりで、常に最上部の端子から電流制限抵抗を通じて供試品に接続されるように上中段の結合巻線の接続を変更し、変圧器のインピーダンスを直列として使用できるような構造としてある。したがって使用電圧による接続変更は主回路を変更することなく行いうるので、非常に簡単で取扱いが容易である。

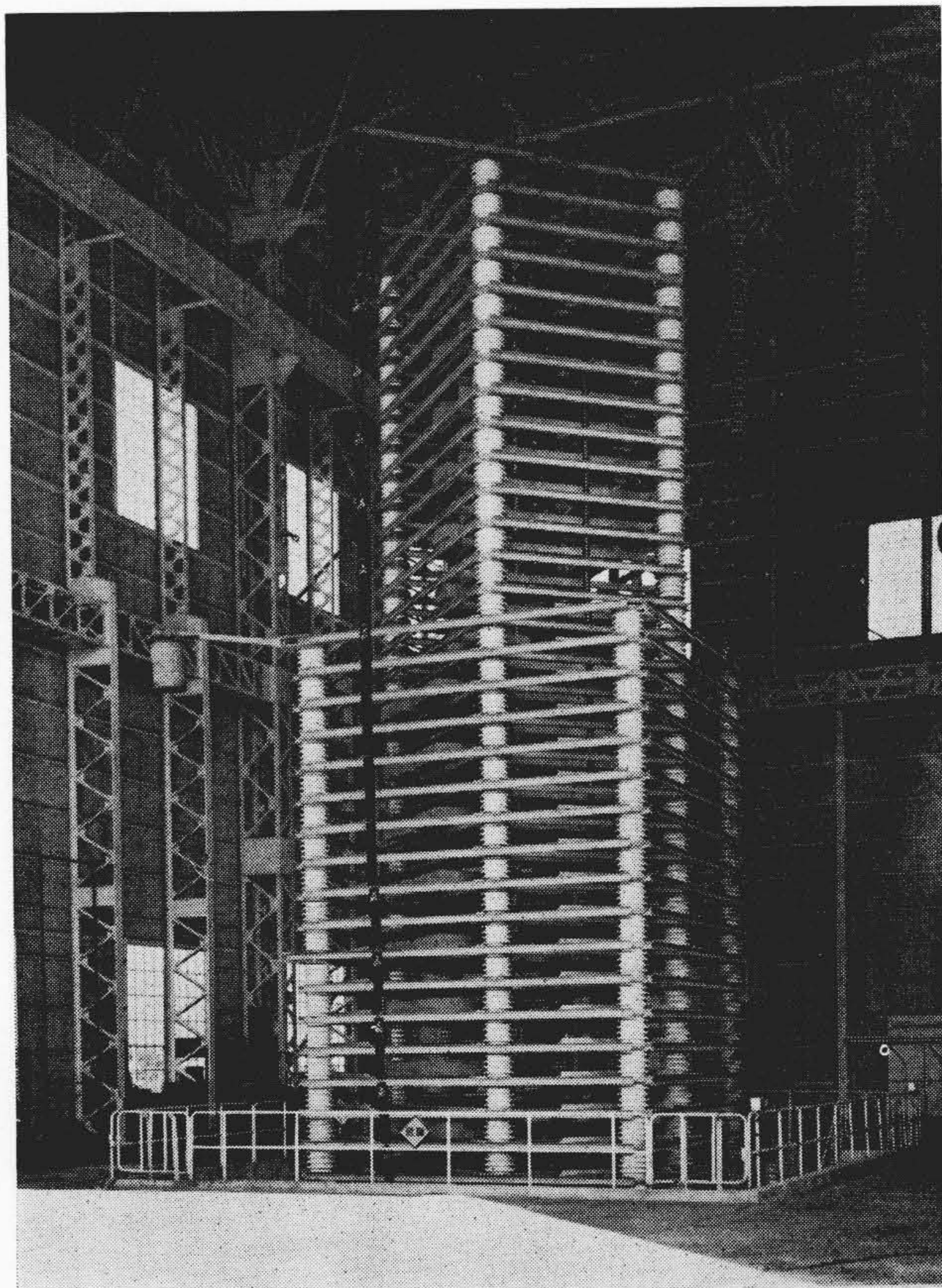
3.3 5,000 kV 衝撃電圧発生装置

本設備は、第 5 図に示したように、高さの減少を図るためコンデンサを 2 個ずつ対向させた直立形であって、充電方式は倍電圧充電を採用している。

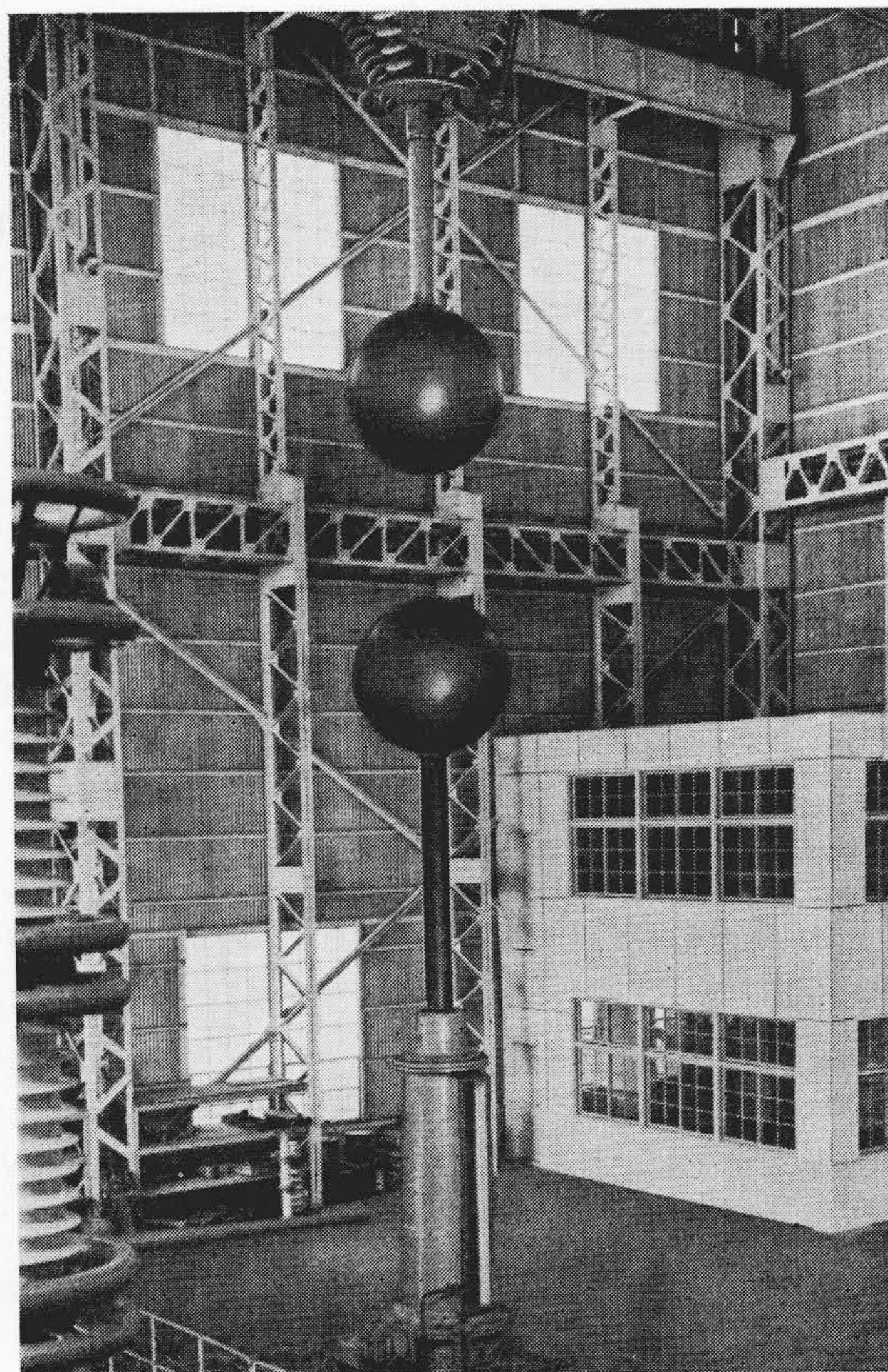
この形は 15 m におよぶ高さにもかかわらず、保守が容易であるという大きな特長を有している。また耐震には十分の考慮が払われている。

本器の仕様は下記のとおりである。

- | | |
|----------------|--------------------|
| (1) 公称発生電圧 | 5,000 kV |
| (2) 最大蓄積エネルギー | 92 kW _s |
| (3) コンデンサ 単位容量 | 0.5 μ F |
| 最大充電電圧 | DC 75 kV |
| 個 数 | 68 個 |
| 全 容 量 | 0.00735 μ F |



第5図 5,000 kV 衝撃電圧発生装置



第6図 1,500 mmφ 球間隙

3.4 1,500 mmφ 球間隙

1,650 kV 試験用変圧器の電圧校正用として 1,500 mmφ の球間隙を設置した。球は銅板で製作し、上部銅球は3本の懸垂がい子連にてつり下げ、下部接地側銅球は電動操作によって間隙を変えるようになっている。間隙長の最大は2 mでその所要時間は15分である。放電時の電流制限用としては液体抵抗を使用し電極の損傷を防いでいる。第6図にこの外観を示す。

3.5 150 kA 衝撃電流発生装置

本設備は避雷器の放電耐量試験用設備で、充電電圧 DC 75 kV、

全静電容量は 36 μ F、最大蓄積エネルギーは 100 kWs である。

4. 結 言

以上、今回日立製作所国分工場内日立研究所分室に設置した超高圧実験室の概要を紹介したが、これら設備を有効に活用することによって 400 kV 級送電機器の開発研究の促進と機器の試験に大いに寄与することを期待するものである。

日 立
Vol. 22 No. 5

目 次

- ◎電化は文化.....扇谷正造
- ◎ビールので き る ま で
- ◎オートメーションの夢
- ◎新しい照明施設
- ◎ルームクーラーの A B C
- ◎明日への道標 (ただ一つの国産大形分塊ミル富士鉄室蘭で運転開始)
- ◎お店の実用的マスコット
- ◎ハイライト (キングサイズの電気掃除機)
- ◎歯車とホブ盤の話
- ◎新しい簡易冷房装置
- ◎マイクロ波と通信用測定器
- ◎日立だより
- ◎信号を遅らせるケーブル

発行所 日立評論社
東京都千代田区丸ノ内1丁目4番地
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の1
振替口座 東京 20018 番

日 立 造 船 技 報

Vol. 20 No. 4

目 次

- ◎超大形船の厚板熔接施工法に関する研究
- ◎円筒形内容器胴板の丸さについて
- ◎製かん工作における自動熔接の研究
- ◎循環水ポンプのケーシング内速度について
- ◎かじ性能に及ぼすプロペラの後流の影響について (Ⅱ)

——かじの流体力学的研究 (その4)——

本誌につきましての御照会は下記発行所へ
御願いたします。

日立造船株式会社技術研究所

大阪市此花区桜島北之町