

電源開発株式会社西東京変電所納 156,000 kVA 制 振 変 圧 器

156,000 kVA Three-Phase Transformer with Controsurge Shield

小 川 毅*

内 容 梗 概

電源開発株式会社西東京変電所納 275 kV 156,000 kVA 三相変圧器 2 台が日立製作所において完成し、現地据付も完了した。この変圧器は東洋第一の大容量器であるのみならず、世界でも屈指のものである。この変圧器の製作に当っては九州電力上椎葉発電所納 135,000 kVA 変圧器はじめ、多くの大容量変圧器の製作経験を十分に取り入れるとともに、電磁模型、外観模型などにより慎重に事前検討を加え、制振遮蔽方式による衝撃電圧特性の改善、窒素循環式乾燥法による絶縁物劣化防止、コロナ防止、現地組立の簡易化など幾多の改善がなされたほか、現地における衝撃電圧試験が実施された。本文においてはこれらの概要を紹介する。

〔I〕 緒 言

電源開発株式会社西東京変電所納 275 kV 156,000 kVA (等価容量) 三相変圧器 2 台が最近日立製作所において完成し、現地据付ならびに現地における衝撃電圧試験も完了した。

本変圧器は佐久間発電所からの電力の東京受電用に使用されるもので、東洋第一の大容量変圧器であるとともに世界でも屈指のものである。

この変圧器は、一昨年完成した九州電力上椎葉発電所納 135,000 kVA 変圧器⁽¹⁾をはじめ、多くの超高压変圧器の製作経験を十分に取り入れるとともに、新しい試みをも加えて製作した。

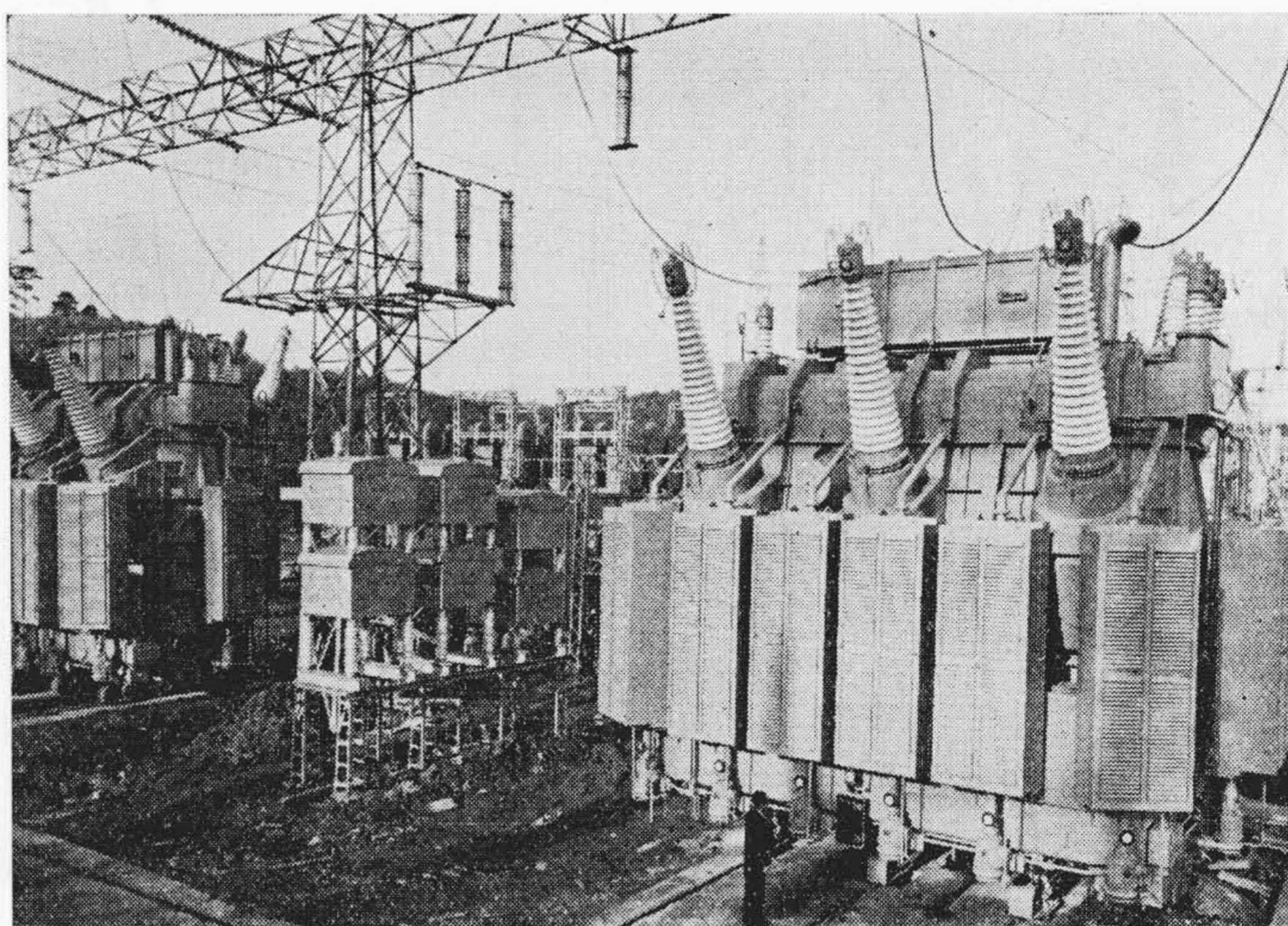
本器の仕様は下記の通りである。

一次	120,000 kVA	F 275-R 262.5-F 250 kV	人
	絶縁階級	線路端子	200 号
		中性点端子	30 号
二次	132,000 kVA	147 kV	人
	絶縁階級		140 号
三次	60,000 kVA	12.6 kV	△
	絶縁階級		20 号
三 相	50~	送油風冷式	内鉄型

〔II〕 内 部 構 造

巻線は内側から低圧、中圧、高圧の順に配置され、高圧巻線は高さの方向の中央部から線路端子を出し、上下巻線は並列に使用され中性点側にタップを設けてある。この構造は関西電力成発電所納 80,000 kVA (等価容量) 変圧器⁽²⁾以来超高压大容量変圧器の標準設計となつ

日立製作所日立国分分工場



第 1 図 156,000 kVA 変 圧 器
Fig. 1. 156,000 kVA Transformer
275~250/147/12.6 kV Three-Phase Forced-Oil-Cooled with Forced-Air Cooler

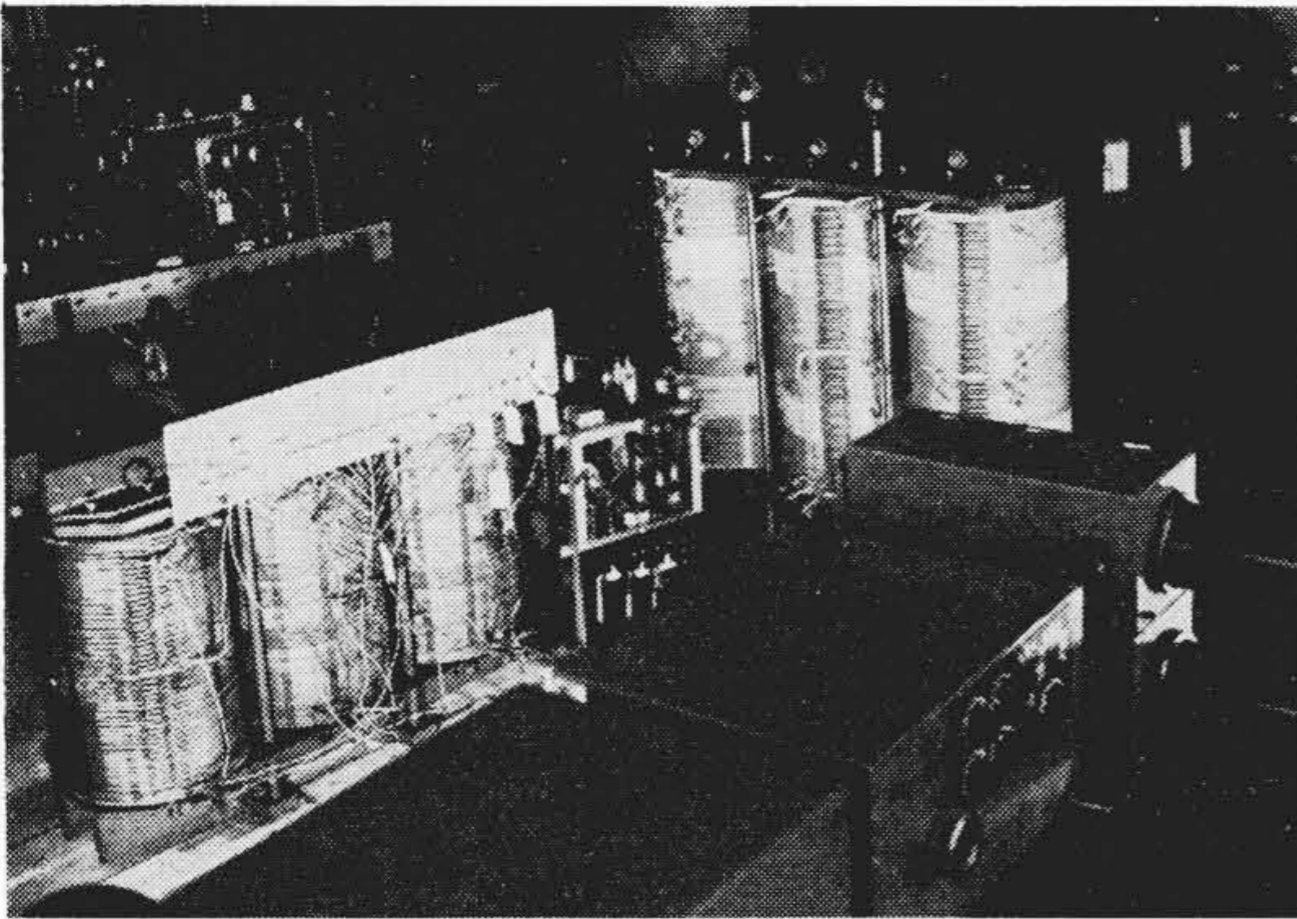
ているものである。

高圧および中圧巻線には衝撃電圧に対する特性のすぐれている制振遮蔽を施し、また第 2 図 (次頁参照) に示すように、あらかじめ実物と寸法比 1/5 の電磁模型を製作し詳細にその衝撃電圧特性を検討してから実物の製作を行った。

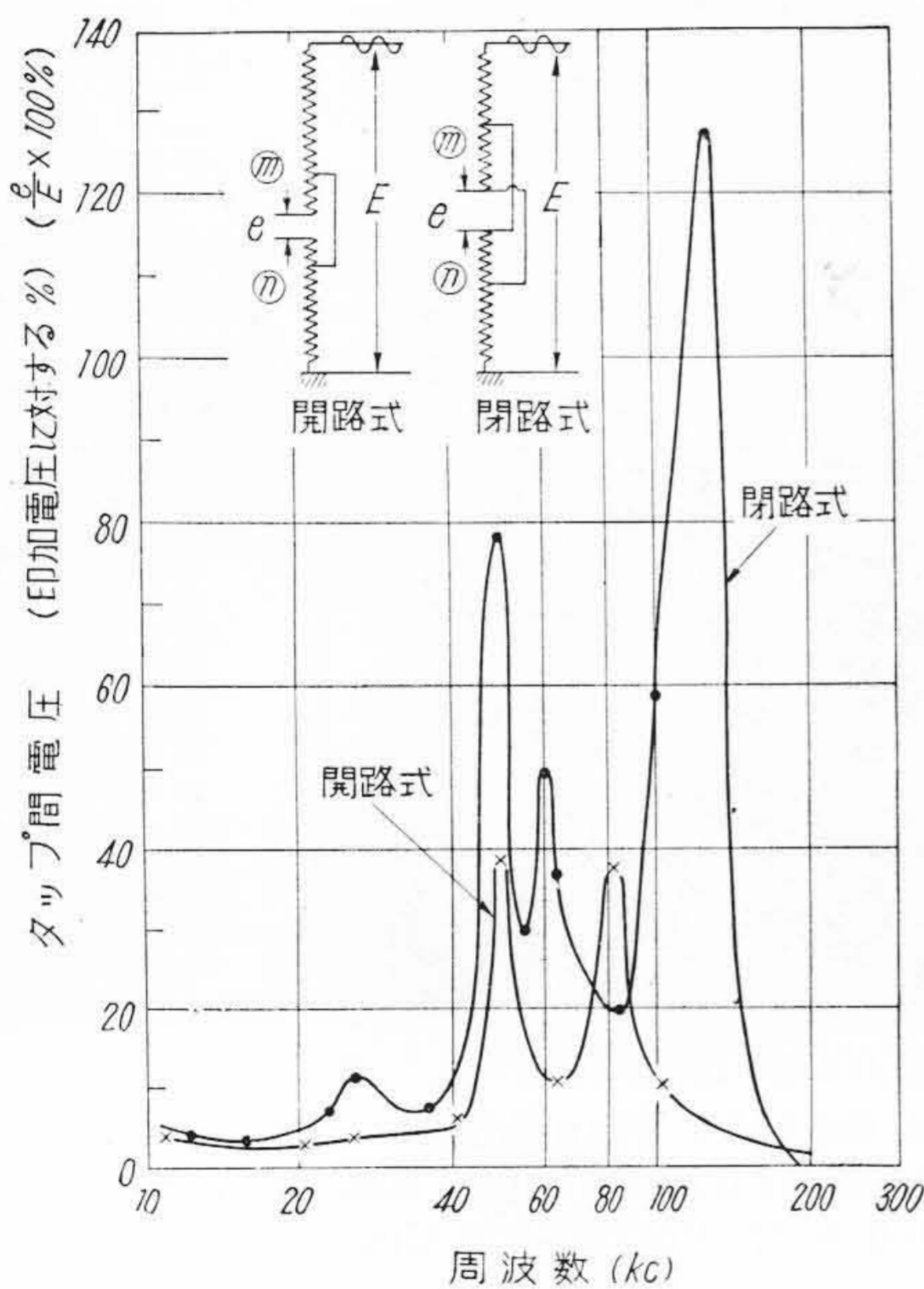
制振遮蔽についてはすでに紹介してある⁽¹⁾⁽³⁾通り、コイル導体間に遮蔽用導体を巻き込みその間の静電容量を遮蔽容量として利用するもので、簡単にして効果の大きい静電遮蔽方式である。昭和 29 年以來 100 kV 以上の巻線にはすべて制振遮蔽を実施し、その総容量は 2,000,000 kVA におよんでいる。

衝撃電圧印加の際にタップに発生する異常電圧は変圧器の設計にあたって考慮すべき重要な問題である。一般に衝撃電圧印加時にタップにあらわれる電圧は、

(1) 主巻線よりの電磁誘導分



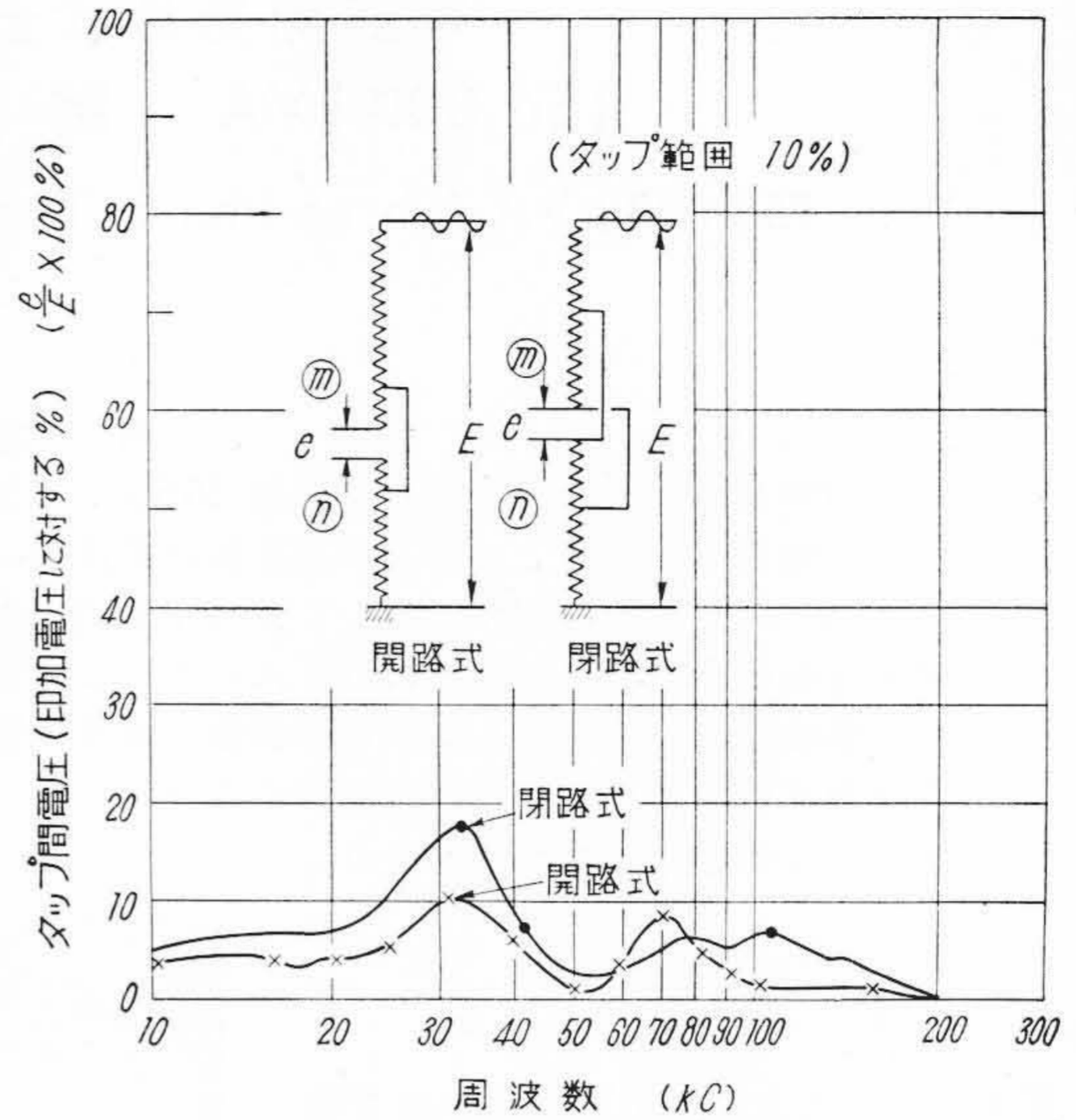
第2図 電磁模型変圧器
Fig.2. Electromagnetic Model of 156,000 kVA Transformer



第3図 タップ共振特性
Fig.3. Tap Voltage Characteristic

(2) タップ巻線部分の共振によるものよりなる。タップ間異常電圧を抑制するには(1)より主巻線の内部電位振動を抑制することが肝要で、そのためには制振遮蔽を施すことが最善の方法である。

また(2)のタップ共振を避けるためにもタップ部分に制振遮蔽を施し、かつ簡単な遊びコイルありの構造を採用することによりタップ巻線の共振選択率を小さくすることが効果的である。第3図は同一のタップ電圧を有する遊びコイルのある開路式タップと、遊びコイルのない閉路式タップとを有する巻線について、巻線端子より各周波数の電圧を印加した場合にタップに発生する電圧を示したものである。これより開路式の方が電圧が小さく、共振選択率も小さいことがわかる。また第4図に示すようにタップ巻線に制振遮蔽を施した場合は開閉両方



第4図 制振遮蔽を施した場合のタップ共振特性
Fig.4. Tap Voltage Characteristic on Controsurge Shielded Winding

式ともに著しくタップ間電圧は小さくなるが、この場合でも開路式の方が有利である。

本変圧器においては前に述べたように主巻線のみならずタップ部分にも制振遮蔽を施すと同時に、タップ構造は開路式を採用してタップ間異常電圧の発生を有効に抑圧している。

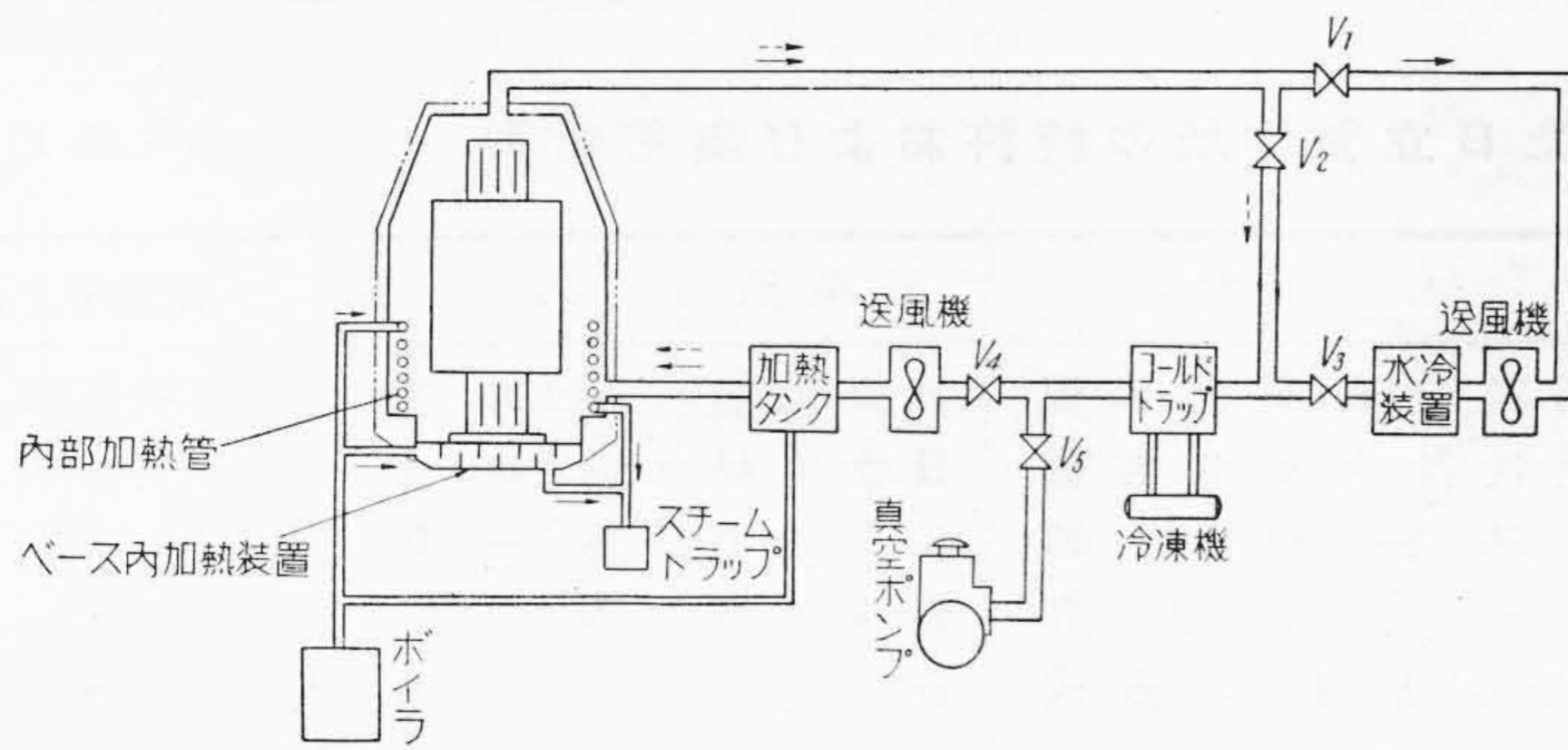
巻線の電流容量の大きな場合には導体として複導体を使用しているが(1)(3)、本変圧器においては芯線導体3本の三導体電線を採用して、巻線の占積率の向上に努めるとともに渦流損防止に効果あらしめた。

現地組立のための建家ならびに吊上設備費を節約するために、鉄心は135,000 kVA変圧器の場合(1)と同様な特殊な構造を採用した。この方法によればクレーンは鉄心一脚を吊りうれば十分で、わずか40tのクレーンで本変圧器の組立を行うことができた。

〔III〕外部構造

本変圧器の外部関係を設計するに際し、縮尺率1/10の模型を製作してブッシング、冷却器、コンサベータ、外函等の形状、配置ならびに外部における部分コロナの抑制のための空間配置をも検討した。

外函は台車付底板、中部、下部外函ならびに上部蓋に四分割し、トレーラにて輸送を行い現地において組立後全部溶接を行った。変圧器の騒音を小さくするために、外函側壁の各部分の振動共振周波数を振動エネルギーの最も大きい磁歪振動周波数100, 200, 300サイクルに共振しないよう考慮を払った。



予備乾燥時 本体→V₁→送風機→水冷装置→コールドトラップ→V₄→送風機→加熱タンク→本体
 真空乾燥時 本体→V₂→コールドトラップ→V₅→真空ポンプ

第5図 乾燥方式 Fig. 5. Drying System

〔IV〕 乾燥方式の改善

本変圧器は1台は工場において完全に組立てて試験を行つたが、他の1台は乾燥の繰返しによる劣化を防ぐため、工場においては仮組立とし、乾燥注油を行わず現地において正規の処理を実施した。

変圧器本体の乾燥は従来初期には加熱空気を送り、ある程度乾燥が進んでから真空にして本乾燥を行う方式が採用されて来たが、予備乾燥中における酸素による絶縁材料の劣化を防止するため、本変圧器の乾燥に際しては熱風空気の代わりに乾燥加熱した不活性の窒素ガスを循環させる方式を採用した。

窒素循環式により絶縁物の特性を損うことなく予備乾燥を行い、ついで真空乾燥にはいる。この場合の乾燥効果を高めるために第5図に示すように外函内側に永久的に取り付けられた加熱管およびベース下部の加熱室より加熱するとともに、真空ポンプで排気する途中にコールドトラップを設けた。これにより排気ガス中の水分を急激に凝固せしめて変圧器中身に含まれた水分とタンク中の水分との分圧差を大きくして、中身よりの水分蒸発を容易迅速にし、乾燥効果を高め、かつ乾燥日数を著しく短縮することができた。なお内部加熱管は永久取付型としたので、乾燥終了後取り外しの必要なく、組立中の中身露出時間ははなはだしく短縮された。

〔V〕 試験

本変圧器は2台中1号器は工場にて実際に組立てられ性能試験、絶縁試験など一般試験のほかにコロナ試験、吸収電流測定、騒音測定、移行電圧測定などの特殊試験を行い、2号器は現地組立のため3,500kV 衝撃電圧発生器を現地に設備して衝撃電圧試験を行つた。

最高回路電圧の130%の電圧において内部コロナを発生せぬことの仕様に基いて試験を行つたが、本変圧器は円形巻線を使用

し、また高圧線路端子を巻線高さの中央に持つてくるなどの方法を講じてあるので、内部ではこの程度の電圧ではコロナの発生は全然認められなかつた。なお高圧ブッシングの単独コロナ試験を行い、線路側のコロナ影響を避けてブッシング頭部で発生するコロナの大きさを測定すると同時に可視コロナの発生状況を試験した。定格の130%すなわち $\frac{275\text{kV}}{\sqrt{3}} \times 1.3 = 206\text{ kV}$ では可視コロナは認められず、370 kV において附属ギャップ上部電極よりコロナの発生を認めた。高圧ブッシングにはコロナ防止のためにケージ型シールドを取りつけたが、シールドの有無によるコロナ発生状況を比較することによつてシールドの有効なことが認められた。

〔VI〕 結 言

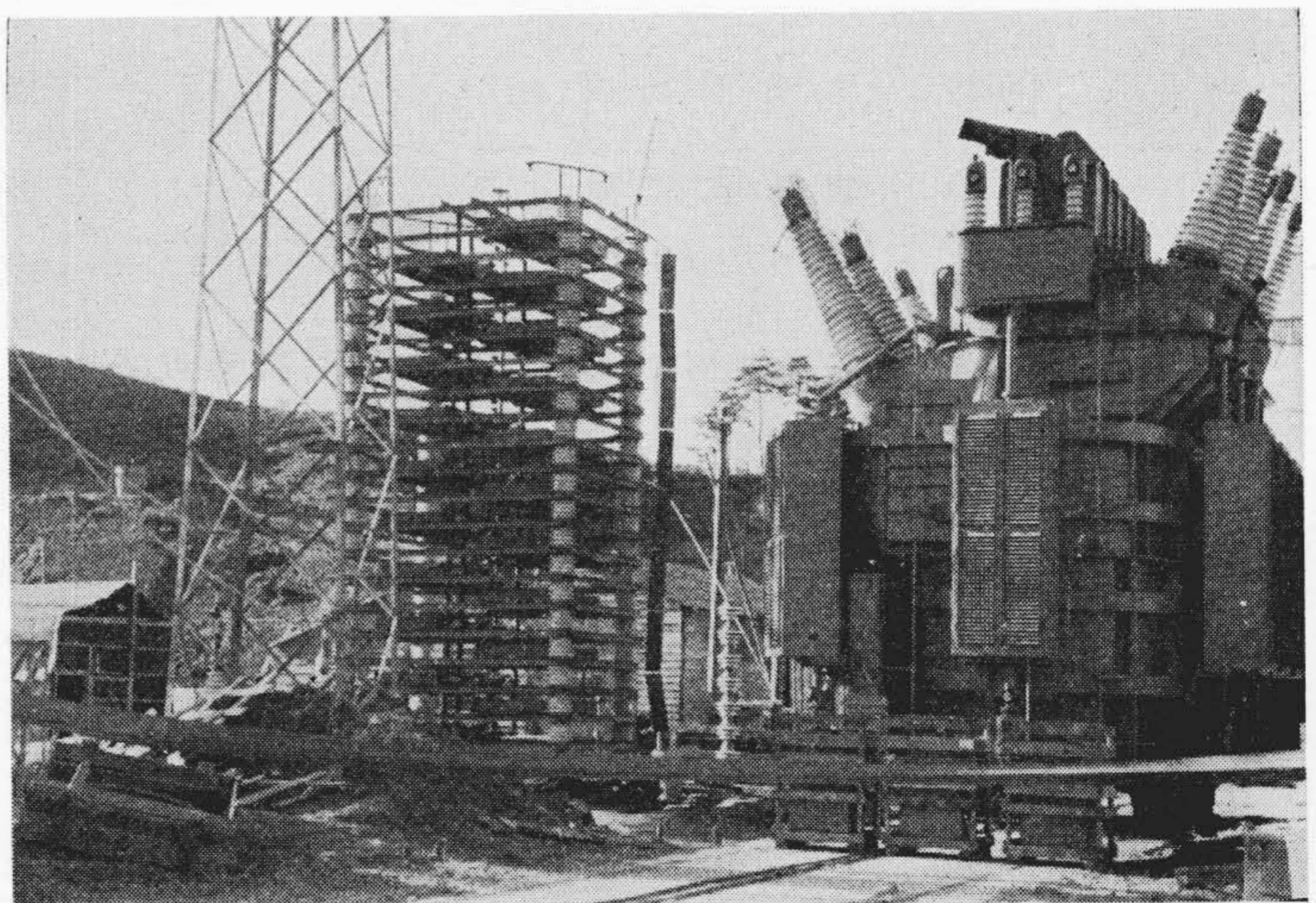
記録的超高压大容量器である本変圧器は、過去における幾多の大容量器製作の経験を根底とし、不断の研究試作の成果を取り入れ、さらに近代的に一新された生産および試験設備を駆使して製作した。

変圧器は今後ますます大容量化する傾向にあるが、われわれ製作者はさらに超高压大容量の変圧器の製作の体勢をととのえている。

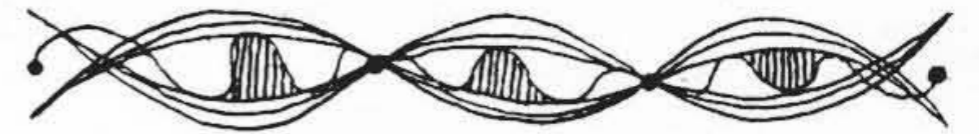
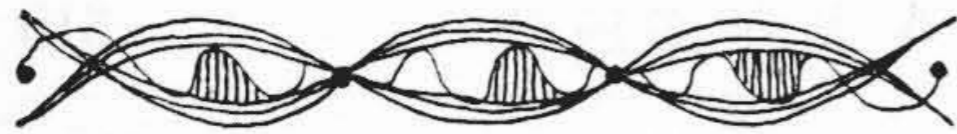
終りにのぞみこの変圧器の製作に当り、多大の御指導を賜つた日立製作所日立工場変圧器部長谷崎義一氏をはじめ設計、製作、試験に多大の努力をされた担当の方々に深甚な感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) 首藤：日立評論 別冊 No. 7, 15 (昭 29-7)
- (2) 首藤：日立評論 33 915 (昭 26-11)
- (3) 首藤：日立評論 別冊 No. 5, 63 (昭 28-12)



第6図 現地における衝撃電圧試験 Fig. 6. Impulse Test at Site



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その1)

区別	登録番号	名称	工場別	氏名	登録年月日
特許	218016	電気車電気制動自動制御装置	日立工場	平田 憲一	30.12.3
"	218017	液圧による逐次往復聯動装置	日立工場	逸見 文彦	"
"	218018	電動操作界磁調整器	日立工場	豊田 隆太郎	"
"	218019	油圧遮断式主塞止弁	日立工場	浦田 星	"
"	218020	電動移動体の速度制御装置	日立工場	藤森 和夫	"
"	218021	ペルトン水車の洪水時運転方式	日立工場	井原 一男	"
"	218026	避雷器用直列多間隙	日立工場	桑山 正俊 落中戸川 清武	"
"	218027	速度差計	日立工場	滑川 清	"
"	218028	速度差検出装置	日立工場	木田 真吉 浜田 正夫	30.12.3
"	218693	タップ付変圧器	日立工場	首藤 清	30.12.27
"	218702	空気吹付遮断器	日立工場	小林 哲郎	"
"	218703	タップ巻線を有する変圧器	日立工場	首藤 亮 菅原 為治 石堀 梅栄 梅田 知光	"
"	218696	キャタピラクレンなどにおけるブームの俯仰操作装置	亀有工場	園 清 赤木 進	"
"	218699	鋳物用鉄セメントの製造方法	亀有工場	渡部 富治 細田 益三	30.12.27
"	218700	ケーブルクレン用コンクリートバケット	亀有工場	間宮 健次	30.12.3
"	218705	巻上機の速度監視用速度計	亀有工場	広田 博次 佐藤 栄治	30.12.27
"	218030	螺旋加工用歯車列の油圧変換装置	川崎工場	山田 金正 明山 雄元	30.12.27
"	218701	ロール鋳造法	川崎工場	神原 豊三	30.12.3
"	218706	傘歯車の連続創成加工法	多賀工場	川崎 光彦 横江 邦治	"
"	217960	質量分析器選択的記録装置	多賀工場	菊地 嘉夫	"
"	218022	遠心分離機駆動装置	多賀工場	柿沼 俊男 小田 甲二 田中 貞之助	30.12.3
"	218024	永久磁石型電子レンズ装置	多賀工場	河村 三郎	30.12.27
"	218029	フライホイールマグネト	多賀工場	柿沼 俊男 小田 甲二	"
"	218695	複式歯車ポンプ	多賀工場	野上 邦茂 江森 五郎	"
"	218704	フライホイールマグネト	多賀工場	南野 幸雄	"
"	218522	多数共同加入における話中表示方式	戸塚工場	西野 静男 西猪 口瀨 北条 徳彦	30.12.27
"	218697	方向性可変結合装置	戸塚工場	宇高 幸彦 多村 昇平	30.12.3
"	218698	微小変位測定装置	戸塚工場	鶴田 四憲 高間 喜幸	"
"	218692	バイプレータ	戸塚工場	宇高 幸彦 多村 昇平	30.12.27
"	218023	X線管陽極製造方法	茂原工場	鶴田 四憲 高間 喜幸	30.12.3
特許	218690	絶縁電線	日立電線工場	鶴田 四憲 高間 喜幸	30.12.27