

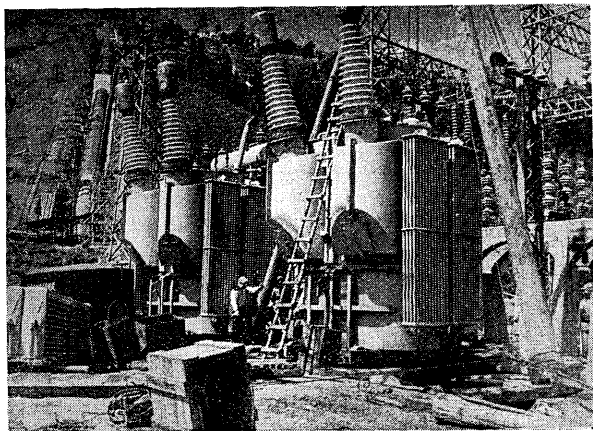
改良型完全遮蔽無振動型変圧器 161kV, 6,700kVA×3

(東京電力殿幸知発電所納入品)

Improved Type Perfectly Shielded Oscillation-free Power Transformer

1. 概要

本変圧器は電源開発五カ年計画の一環として建設された東京電力殿幸知発電所(20MW)の主変圧器として納入されたものであります。特に同発電所は雷害の最も多い甲種地域(群馬県利根川上流)内にあるため、高度の耐雷性が要請されますので、本器は非直接接地系統用の完全遮蔽無振動型変圧器として製作されました。さきに東京電力殿箱島発電所納入の同型変圧器の製作経験に鑑みて、本器は新たに改良型設計方式を採用し、重量、寸法を普通型変圧器なみに軽減縮小せしめるよう考慮されました。その内部電位振動特性は後述の如く極めて良好で、何等旧型と変る所はありません。この改良型設計方式の採用にあたっては、実物を縮小した電磁的模型、電解液使用の静電的模型、絶縁破壊試験用模型が製作され、本体の製作に関する十分な検討が行われました。



第1図 外形図

Fig. 1. Outline

本器外形は第1図に、仕様、寸法等は下記に示す通りであります。

屋外用単相油入自冷式 6,700kVA×3=21,000kVA

電圧 10.5/93-88.9-84.9 (161-154-140) kV,

バンク Δ/人 (予備一台)

周波数 50 C/s, インピーダンス 11%, 中性点高インピーダンス接地

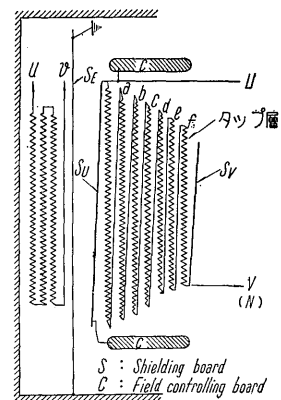
総重量 38,000 kg 中味重量 14,500 kg

総油量 14,400 l 輸送重量 17,700 kg

外形寸法 3.7m×4m×6.2m (高)

2. 電位振動特性

第2図に示した通り、高低圧共に同心配置円筒型巻線



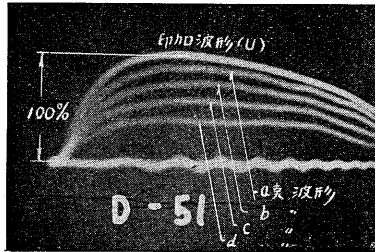
第2図 結線図

Fig. 2. Connection diagram

を使用し、線路端 U (内側) 中性点端 V (N , 外側) にそれぞれ遮蔽板 S_U, S_V を接続して高圧巻線の静電遮蔽を行います。この構造にあつては対地容量 C と線間容量 K との比 C/K が非常に小さいことと対地容量の絶対値が小さいので、サージ侵入時の初期電位分布は常に最終電位分布と一致し、過渡内部電位振動が皆無になることは既に発表されている通りであります。なお低圧巻線を高圧巻線に対して遮蔽する接地遮蔽板 S_E を設けて、サージの高圧より低圧への移行を防止しております。この S_E は更に低圧巻線端部の電界状態を改善する

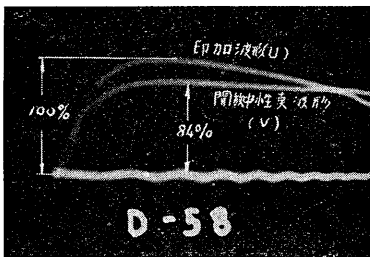
に役立つことは次節に述べる通りであります。

本変圧器の設計に当ってはまず内部電位振動特性本体と同等な電磁模型と過渡現象直視装置により振動特性の研究が行われました、又変圧器完成後同じ過渡現象直視装置を用いて、衝撃電圧接地試験、同非接地試験の場



第 3 図 接地試験電圧波形
Fig. 3. Voltage Wave form at the impulse test (V-terminal grounded)

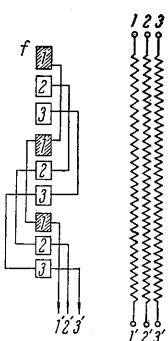
合に相当する電圧波形が記録されました。(第3, 4図) 接地試験にあつては各測定点における波形が印加波形と相似的に低減しており、非接地試験にあつては開放中性点波形が平坦で印加波高値を超過しません、かつい



第 4 図 非 接 地 試 験
Fig. 4. Voltage waveform at the impulse test (V-terminal open)

れも高調波振動分を含まず平滑な波形を示しております。これらの測定結果に基づき、本器にあつては内部電位振動の皆無なる事が確認されるものであります。

本器のタップ巻線層は最外部に位置し、その構造は第5図に示すように導体を3本並列に円筒状に巻いたもの

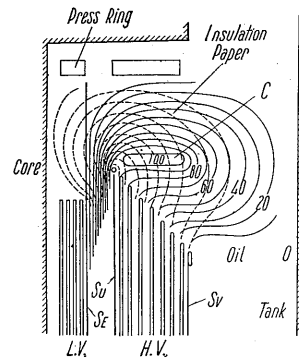


第 5 図 タップ層
Fig. 5. Tap layer

であります、この方式の採用によりサージ侵入時に遊びタップ間の過電圧発生(円板コイル使用の変圧器においては特に注意を要す)を避けることが可能で、タップ切換器の絶縁設計に有利であります、また半径方向の漏洩磁束が減少するため、短絡時の電磁機械力の軽減をはかることができます。

3. 巻線絶縁構造

前述の通り内部電位振動特性を良好ならしめるため、円筒型巻線を使用した結果、巻線絶縁構造は在来の変圧



第 6 図 巻線構造及び等電位線
Fig. 6. Construction of windings & equipotential lines

器と全く様相を異にしております。(第6図)

第1に高低圧巻線間の主絶縁部は油の空間を残さず全部絶縁紙で充填されております、巻線の冷却は巻線層間の油道を流通する油により行われるので、主絶縁部には油を通じる必要がなく、更に油含浸絶縁紙の高絶縁耐力は、この部分の寸法を在来の約半分に節減し、インピーダンス、重量及び寸法の減少に効果が大きいのであります。主絶縁部の乾燥には特に注意が払われ、その完全な乾燥、油含浸を達成するよう努力されました。加熱真空乾燥後、絶縁油を含浸し、50°Cにおいて主絶縁部の $\tan \delta = 0.15\%$ の結果を得ており、満足な乾燥が行われたと判定されました。

主絶縁部に限らず絶縁物としては油含浸絶縁紙を用い、油の劣化を早めるワニス類を使用していないことは、当社の特徴とする絶縁方式であります。

第2に注意すべき点として、高圧巻線端部を階段状にし、リード引出を容易ならしめると共に、線路端 U に接続した電界制御板 C を上下に設けております。

電界制御板 C はさきに述べた接地遮蔽板 S_E と共に、巻線端部の電界状態を改善する効果を持つもので、下記の如き比較実験の結果、このような絶縁構造が採用されたものであります。一般に絶縁構造が合理的であるか否か、経済的であるか否か、を検討するためには、その部分に生じている電界状態を明瞭ならしめることが必要であります。しかしながら実物について絶縁体内に生じている電界を測定することは不可能でありますから、実物

の相似模型について電解槽法によって電界状態が探索されました。第6図には衝撃電圧接地試験時に際しての等電位線群を上述の方法によって記録した結果を示してあります。等電位線(第6図実線)は均等に分布し、かつその方向が絶縁紙の成層方向と一致していることは、絶縁構造として適当であることを示すものであります。これに反して電界制御板 C 及び接地遮蔽板 S_E を設けない場合は等電位線(第6図点線)は巻線端部において密集しかつその方向が絶縁紙成層方向と直角な箇所多く、沿面閃絡の機会を増大し不利な絶縁構造と考えられます。

以上のような新絶縁構造の実際の絶縁耐力を確認し、且つ、設計の資料を得るため実物大の巻線端部模型が製作され、破壊試験が行われました。これら各種の模型試験により本体に関しては十分な検討を加えて設計製作が行われたものであります。

4. 鉄心, タンク, その他

鉄心用珪素鋼板としては八幡製 T-105 級鉄板を使用し、重量及損失の軽減の要請を満足せしめております。御承知の通り T-105 は八幡とアームコの技術提携に依る新製品でこれを具体的に大電力変圧器に使用したのは本器が最初ではないかと考えます。鉄心の冷却効果を良好ならしめるため、鉄板の成層方向と直角に油道を設けた構造を採用しております。

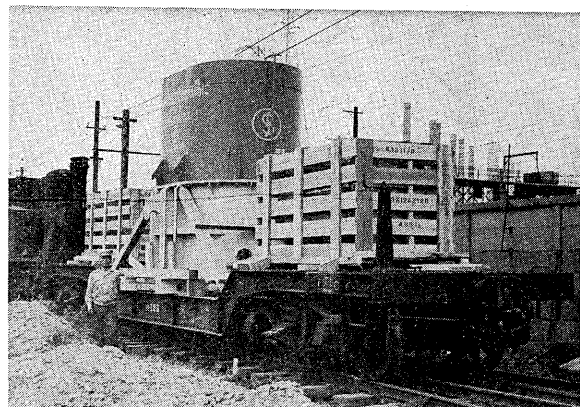
変圧器のタンクは輸送制限の関係上、中段で二つ割とし、輸送の際は上部を取外して仮蓋を付けます。タンクは 0.3 kg/cm^2 、10 分間の水圧試験及び 650 mm、10 分間の真空試験に耐えるよう保証されております。

高圧側套管は絶縁階級 140 号のもので、変圧器の上部カバー上に取付けるときは甚だ高くなりますので、タンクの側壁に設けたポケットより、斜上方に突出せしめる構造が採用されました。套管油は外気及び本体油に対して全く遮断され、窒素封入密閉構造となっておりますから。套管油の劣化、油漏れ等の危険は皆無であります。套管油面はマグネット式ダイヤル油面計により指示されます。

コンサベータは3室式イナータ型とし、変圧器本体と爆発安全管をこれに接続し、その1室を本体カバー上に取付け、他の2室は本体タンク側壁に取付け、外観を損わないよう考慮されております。この方式のイナータコンサベータは機械的可動部がなく運転保守が簡単であり動作は確実であります。また封入窒素は常に外気に対して陽圧を保つ構造でありますから外気の内部侵入の恐れはありません、更に封入窒素は常時酸素吸収装置を

通して流通する構造とし、窒素の純度を高く保つよう考慮されております。以て変圧器本体油の劣化は完全に防止され得るものと考えられます。

輸送に際しては、輸送制限の関係上上部タンク、套管、コンサベータ、安全管及び放熱器を除き、仮蓋を被せ窒



第7図 東京電力幸知変電所向変圧器荷姿
Fig. 7. Transportation style

素を封入して輸送重量の軽減を計っております(第7図)なお中味は全く分解せず輸送されます。組立における最大吊上重量は3トンであります。

5. 結 言

完全遮蔽を施した円筒型線輪を用いた変圧器は完全に無振動である事以外に数々の特徴を有しており、独逸に発達したこの方式が英国から米国にわたり、特に直接接地系統用として大量に生産されている事は夙に御承知の通りと存じます。当社ではこの超高压直接接地系統用の完全遮蔽無振動型変圧器としては関西電力殿椿原発電所向3相変圧器 45,000 kVA、10.5/275-262.5-250kV を既に完成しております。

非直接接地系統用としては中性点の電位上昇を除去する唯一の方式であり当社が先年東京電力箱島発電所に納入した 9,000 kVA 4台が唯一の実例であります。その経済性について吟味し改良を加えたのが本項幸知発電所向 6,700 kVA 4台でありまして、電力用変圧器界に記録さるべき重要な進歩と考えております。

引き続き本器と同様の設計方式によって非直接接地系統用完全遮蔽無振動変圧器として関西電力殿角川発電所向3相変圧器 13,000 kVA、10.5/161-154-140 kV を製作中であります。

(技術部変圧器課 川島 弘)



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。