

新しい誘導電圧調整器

—— 磁気増幅器による操作と窒素封入オイルコンサベータ ——

Recent Induction Voltage Regulator

—— Automatic Voltage Control by Magnetic Amplifier and Nitrogen Gas Sealed Oil Conservator ——

森 山 昌 和*

Masakazu Moriyama

内 容 梗 概

誘導電圧調整器は、主回路電流を開閉せずに連続的に電圧調整が行えるので、保守容易で信頼性が大きく他の電圧調整器とはまた異つた特長を有している。今回電々公社東京浜町局に納入した 167 kVA 誘導電圧調整器は、磁気増幅器を利用した無接点操作方式として、接点保守および接点开閉の騒音や火花によるラジオ障害を皆無とすると共に、本体を窒素封入オイルコンサベータ型として絶縁信頼度と寿命の著しい向上を計つた。

最近誘導電圧調整器に代つて負荷時電圧調整器や自動昇圧器の採用が目立っているが、このように誘導電圧調整器の特長を十分に発揮できる方式のものとする事により、一般配電用はもとより各種の電源調整用として今後ますます重要な地位を占めるものと期待される。

〔I〕 緒 言

3~6 kV 級の配電系統の電圧調整には、古くから用いられている誘導電圧調整器に代つて、最近小型負荷時電圧調整器や自動昇圧器がかなり進出してきた。しかしながら、誘導電圧調整器には、電圧の調整が階段状でなく連続的にできることと、他の二者のように、主回路電流を開閉する部分がないので、接点保守が不要で非常に信頼度が高いという捨て難い特長がある。

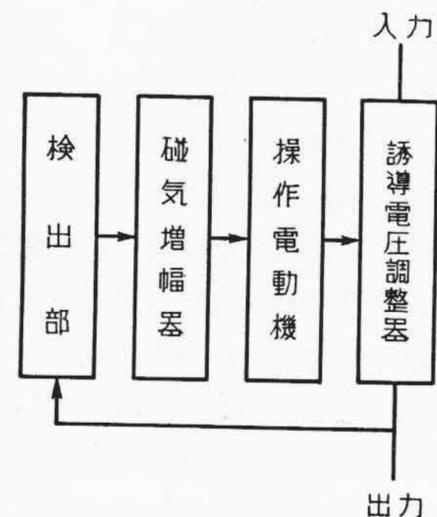
最近日立製作所で製作した電々公社納 167 kVA 誘導電圧調整器は、この特長を完全に発揮できるように、自動制御回路に磁気増幅器を使用して主回路同様、接点保守の必要をまったくなくし、本体には窒素封入オイルコンサベータを設けて、絶縁信頼度と油の寿命を著しく向上することができたので、以下にその概要を述べる。

〔II〕 無接点操作方式

(1) 本方式の特長

誘導電圧調整器による自動電圧調整は、従来電圧調整継電器によつて、操作誘導電動機と、電磁ブレーキとの接触器を開閉して行う方式が用いられてきたが、この方式では、継電器、電動機、ブレーキの各回路にかならず接点开閉部分が必要で、その開閉の騒音、接点保守、開閉火花によるラジオ障害などがしばしば問題となつた。

しかるに、近來各方面の自動制御に広く用いられている磁気増幅器を用いて操作電動機を制御すれば、以上の欠点はすべて解決することができる。すなわち、電圧検出部として、磁気飽和を利用した非直線回路を用い、電磁接触器の代りに磁気増幅器を使用し、さらに制動発電機を採用して電磁ブレーキを除くことにより、完全な無接点制御回路を構成することができる。第1図はその基



第1図 無接点操作方式説明図

本回路である。

この方式にすれば、下記のごとく多くの利点が得られる。

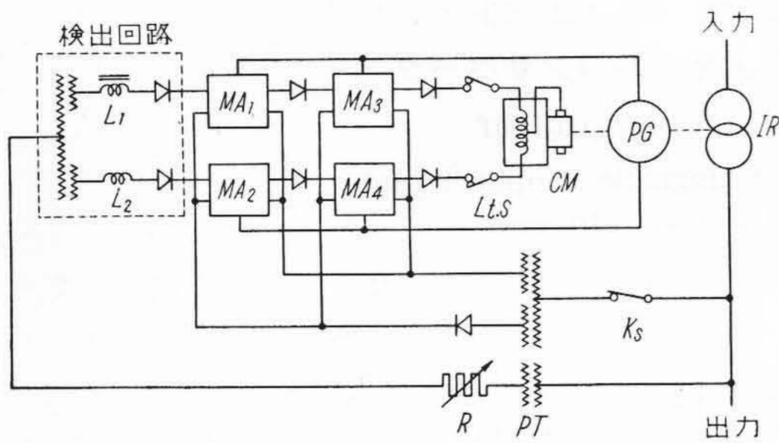
- (A) 接点の開閉や、電磁ブレーキの動作によつて生ずる騒音を一切除くことができる。
- (B) 接点がないので保守が不要となり、かつ、きわめて信頼性が増す。
- (C) 接点开閉時の火花によるラジオ障害をさけることができる。
- (D) 磁気増幅器、制動発電機などの適当な選択調整により、乱調を起こすことなく、従来方式以上に調整の精度を上げることができる。

(2) 167 kVA 誘導電圧調整器の無接点操作方式

今回製作した 167 kVA 誘導電圧調整器の仕様は下記のごとくで、第2図に示す操作回路を採用した。

型 式	屋内用油入自冷式窒素封入コンサベータ付
線路容量	1,500 kVA
自己容量	167 kVA

* 日立製作所日立国分分工場



- L_1 : 可飽和リアクトル
- L_2 : 非飽和リアクトル
- R : 調整抵抗
- $MA_1 \sim MA_4$: 磁気増幅器
- K_s : 自動手動切換開閉器
- CM : 操作電動機
- PG : 制動発電機
- IR : 誘導電圧調整器
- $Lt.S$: 制限開閉器

第 2 図 誘導電圧調整器の磁気増幅器による自動操作方式

相 数 三相
 周 波 数 50~
 一次電圧 3,300 V ± 330 V
 二次電圧 3,300 V

(二次電圧変動範囲 ± 2%以内)

次に、この操作方式につき説明する。第 2 図に示すように、誘導電圧調整器の二次側（定電圧とすべき側）に PT を設け、その二次電圧を調整抵抗 R を経て検出回路に加える。検出回路としては、飽和、非飽和リアクトルを組合せて使用している。すなわち誘導電圧調整器二次電圧が定格値であると、この二つのリアクトルの励磁電流が一致するので、出力電流は平衡して磁気増幅器はどちらも励磁されないが、仮に二次電圧が上昇すると、飽和リアクトル側の出力電流が増加して磁気増幅器 MA_1 が励磁され、さらに MA_1 の出力電流が、第二段の磁気増幅器 MA_3 に加えられて、十分に増幅された電流が操作電動機に与えられ、誘導電圧調整器を降圧方向に回転させる。磁気増幅器はそれぞれプッシュプルに接続されており、操作電動機は二重界磁としてあるので、二次電圧が下がったときは、非飽和リアクトルの励磁電流の方が、飽和リアクトルのそれより大きくなり、前と逆に MA_2, MA_4 が動作して操作電動機を逆転させ、誘導電圧調整器を昇圧方向に回転せしめる。

この操作電動機には、制動発電機が直結されており、この回転によりその出力電流を各段の磁気増幅器に加えて、回転部分の惰性に対する制動作用を行わせているので、電磁ブレーキは使用しないでもよい。

調整抵抗 R を変化させれば、検出回路に加わる電圧が変化するので、この調整によつて二次電圧の整定値を変化

させることができる。

誘導電圧調整器が昇、降圧の極限にきた場合の保護は、第 2 図の制限開閉器により操作電動機回路を切り離すようになっている。また手動操作を必要とする場合には、 K_s を開き、誘導電圧調整器の操作ハンドルで操作することができる。

(3) 本操作方式の特性

本器は現地据付後に、各種の試験を行うことができたので、本操作方式の特性として現地試験における成績について次に述べる。ただし本器の定格二次電圧は 3,300 V となっているが、現地試験の際には、変電所運転の都合で二次電圧の整定値を 3,210 V として各試験を行った。

(A) 感度試験

誘導電圧調整器の一次電圧を変化させ、操作電動機が自動調整のために起動し始める電圧を測定した。実測値は下記のごとくである。

- 一次電圧上昇時の感度 +1.18%
- 一次電圧下降時の感度 -0.91%

(B) 動作試験

試験の便宜上、誘導電圧調整器の一次電圧を直接変化させる方法をとらず、調整抵抗 R を変化させて検出回路に一次電圧変動と等価な電圧変動を与える方法によつた。すなわち、一次電圧の変動 ±5~6% に対し、制御誤差 ± 0.19~0.55% を示し、制御時間は 12~14 秒であつた。

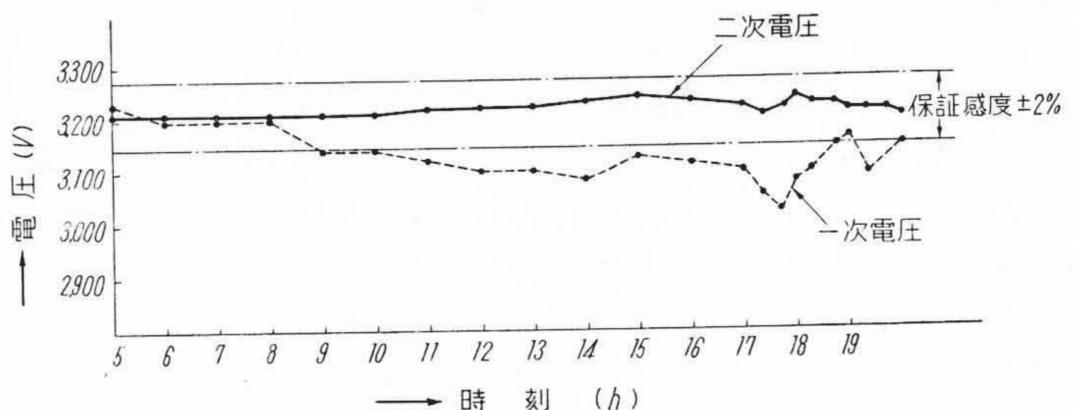
(C) 実負荷運転の特性

長時間にわたる実負荷運転の電圧の一例を示すと第 3 図のごとくである。この場合、負荷そのほかの条件は次のごとくであつた。

- 整 定 値 3,210 V
- 負 荷 50~75%
- 周 波 数 48~49~

すなわち、要求仕様の電圧変動 ± 2% 以内に対し、試期間中の変動は、+0.9~-0.3% 以内に収まり、非常によい記録を示している。

以上のように、今回使用した操作回路は、(1) 項に述べた特長に加えて、制御系としても優秀な特性を有する



第 3 図 実負荷における自動電圧調整特性

ことが明らかになったが、制動発電機などを適当に調整すれば、さらに感度、制御誤差をよくすることも可能であろう。

〔III〕 窒素封入オイルコンサベータ

(1) 窒素封入の必要性

従来の誘導電圧調整器は油入式でも一般に電圧が低く、かつ回転子を回転させる軸を外函外から駆動させる必要があるために、油面が直接外部の空気に接触する低油面構造となっていた。

しかしながら低圧とはいえ、油の劣化は矢張り絶縁上大きな問題であり、かつ化学工場など腐蝕性ガスのある場合などは、油はもとより、外函の内面や、内部リード線などを直接そのよなう雰囲気に触れさせることは、はなはだ好ましくない。

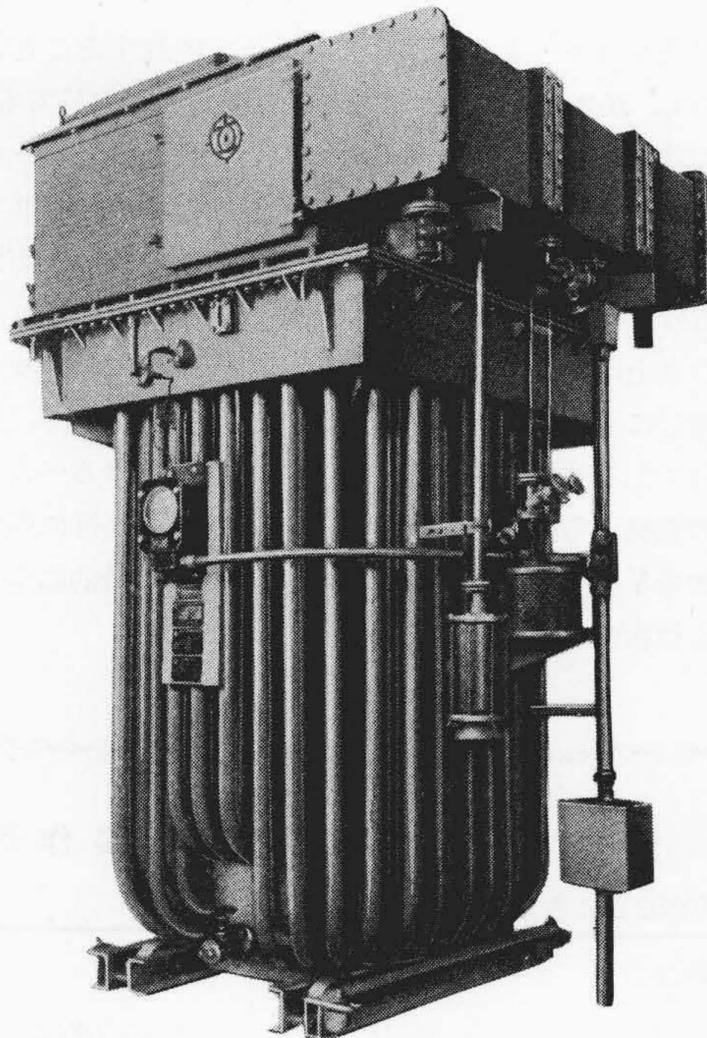
したがって誘導電圧調整器の信頼度を高めるためには、最近の変圧器のごとく密封構造あるいは窒素封入オイルコンサベータ付として、絶縁油や外函内部品の劣化を防ぐ必要がある。

今回納入した 167 kVA 誘導電圧調整器は、以上の見地から、窒素封入オイルコンサベータを附属せしめた。

(2) 窒素封入構造

今回の 167 kVA 誘導電圧調整器のコンサベータおよび外函上部の構造は第 4 図のごとくで、三室型コンサベータの A 室に相当する部分を外函上部で兼用し、外部のコンサベータは二室のみとした。すなわち誘導電圧調整器は一般に、回転子リード線の構造上、比較的外函上部が長いので、ここを有効に利用してコンサベータ室分の容積、油量、重量を節減せしめた。

このコンサベータの機構は、一般の変圧器用三室型コンサベータと同様であるが、一応その概要を述べる。第 5 図に示すように、本体外函上部が A 室で本体の油面変化によつて外函内の窒素ガスの圧力が変り、酸素吸収器

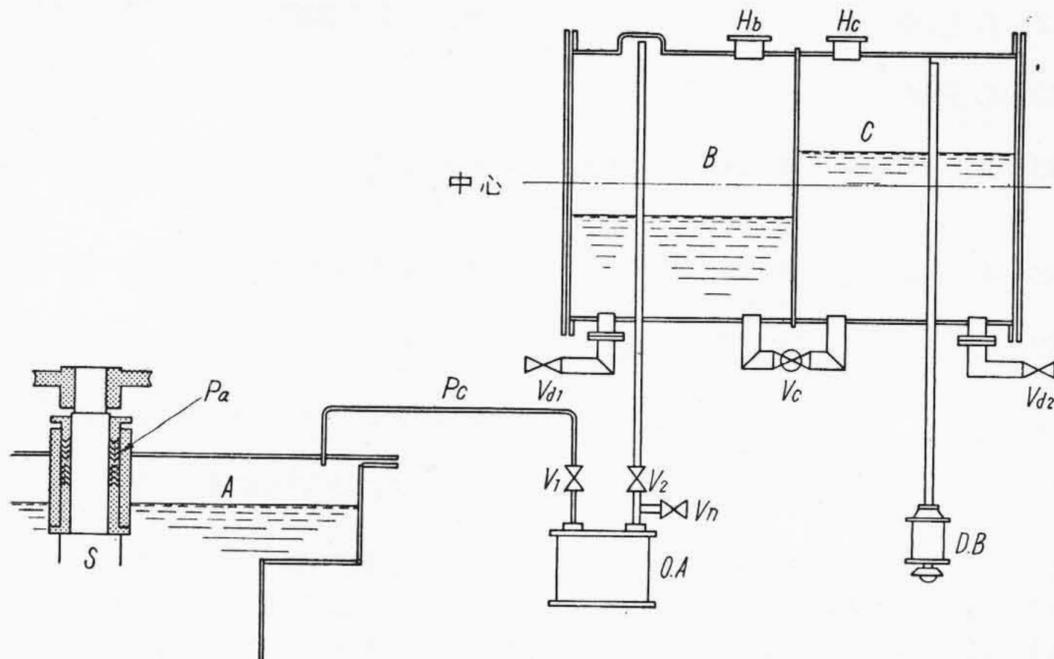


第 4 図 167 kVA 誘導電圧調整器

を通じて連結されたコンサベータ B 室の窒素ガス圧力を変化せしめ B 室、C 室の油面が変動し、本体外函の液面変動と平衡することとなる。こうすれば、本体の油は直接大気に触れることはまったくなく、また窒素ガス中に含まれる僅かな酸素も、酸素吸収器によつて吸収されるので、本体の油の劣化を著しく減少させることができると同時に、リード線や外函内部が有毒ガスにより侵されることも完全に防止できる。

誘導電圧調整器にオイルコンサベータを取付ける場合、変圧器と異つて問題となるのは、回転子軸のカバー貫通部分の密封構造である。本器では第 5 図のように軸

- Hb, Hc 注油口
- Vd₁, Vd₂ 油濾過弁兼排油弁
- Vn ガス封入弁兼検出弁
- O.A 酸素吸収器
- Pa V型パッキング
- Vc B, C 室連結弁
- V₁, V₂ ガス停止弁
- D.B 吸湿呼吸器
- Pc 接続管
- S 回転子軸



第 5 図 窒素封入オイルコンサベータ説明図

受部分をカバーより下げ、油面以下で密封することとしたので、ガス洩れの恐れはなく、万一漏油を生じて、外部に直ちに障害を与えることはない。貫通軸のパッキングは負荷時電圧調整器で多くの経験を有するV型リングを採用してある。水銀パッキングその他、各種の方法も考えられるが、パッキング部分が、電圧の印加される巻線の真上にある誘導電圧調整器としては、このパッキング部分に万一事故を生じたとしても、その影響が、主要部分である巻線部分に及ぶことは絶対に避けるべきで、この意味から、本器のパッキングには耐摩耗性に強い絶縁物のV型リングを使用し、電氣的にも機械的にももつとも信頼性のある構造とした。

〔IV〕 結 言

誘導電圧調整器も種々改良が加えられ、面目を新たにしているが、特に以上に述べたように無接点操作方式を採用しかつコンサベータ付とすれば、連続制御、長寿命信頼性大という誘導電圧調整器の利点を十二分に発揮せしめることができるので、近來著しく発展してきた各種電圧調整器の中にあつて、なお一般配電用は勿論各種の電源調整用として、誘導電圧調整器の占める地位はますます重要なものとなり、さらに多くの新たな適用分野が期待される現状にあるので、今後とも本器の改良進歩に不断の努力を続ける所存である。

日立製作所社員社外講演一覽 (その2)

(第32頁より続く)

(昭和31年11月受付分)

講演月日	主 催	講 題	所 属	講 演 者
11. 15	日本規格協会	分散の加性について	中央研究所	島田正三
11. 16	日刊工業新聞社	インベントリープロブレムについて	中央研究所	島田正三
4. 上旬	電気四学会連合大会	セルシンをコントロールトランスホームとして使用するときの注意	中央研究所	鴨井章
4. 上旬	電気四学会連合大会	RC進相回路による1型自動制御系の補償	中央研究所	沼倉俊郎 三浦武雄 衣川武
4. 上旬	電気四学会連合大会	任意函数発生装置の試作	中央研究所	沼倉俊郎 三浦武雄
12. 10	材料試験協会	最近のクリープの金属組織学的研究に関する展望	中央研究所	大原秀晴
4. 上旬	電気四学会連合大会	改良型折線近似函数発生器の実験的検討	中央研究所	雨宮洋雄 三浦武雄
32~4. 上旬	電気四学会	指向特性計算装置について	中央研究所	三浦武雄 沼倉俊郎 阿部善右エ門 長谷川毅(昭電子)
32~4. 上旬	電気四学会	ポータブル型アナログ計算機について	中央研究所	三浦武雄 安藤文雄 阿部善右エ門 長谷川毅(昭電子)
32~4. 上旬	電気四学会	直流再生交流増幅器を用いた積分器の動作についての検討	中央研究所	三浦武雄
32~4. 上旬	電気四学会	振幅差変調法による電子管自動平衡計回路	中央研究所	阿部善右エ門 沼倉俊郎
32~4. 上旬	電気四学会	組合せ増幅器による微小電流の増幅	中央研究所	阿部善右エ門 永田穰雄 三浦武雄
32~4. 上旬	電気四学会	蛍光放電電極損耗度の測定法	中央研究所	中村純之助 岡垣博
32~4. 上旬	電気四学会	進行波管の動作電圧	中央研究所	鈴木喜久 上妻沖
11. 21	電気通信技術委員会	日立におけるデジタル型電子計算機の研究	中央研究所	高田昇平
12. 14	日本学術振興会	化学実験室に便利な新しい器具ならびに操作(第1報)	中央研究所	栗田常雄
12. 14	日本学術振興会	鋼種簡易鑑別法の研究(第16報)	中央研究所	栗田常雄
12. 14	日本学術振興会	鋼種簡易鑑別法の研究(第17報)	中央研究所	栗田常雄
11. 12~13	名古屋電機部会	高電圧カーボンパイル式充電発電機について	本社	古屋勇
11. 9	日本科学技術連盟	設備投資の計算について	本社	村川武雄