

日立500kV送変電機器の動向

Recent Trends of Hitachi 500kV Substation Equipment

我が国の500kV系統は大電力輸送の重大使命を帯びており、1ルート当たりの送電電力も諸外国に比べて格段に大きく、更に塩害、地震などの地理的特殊条件があり、機器には高い信頼性と安全性が要求される。これに対し日立製作所は、技術の確立、及び製造設備・品質管理体制の整備を行ない、これらの要求に答え得る製品を作りだすことに努力を重ねている。本稿では製作実績、及び信頼性・安全性に対する取組み方、並びに今後の問題について概説する。

富田繁信* *Shigenobu Tomita*

加藤 寧* *Yasushi Katô*

山崎精二* *Seiji Yamazaki*

1 緒 言

電力需要の増大に伴い、世界の主要電力国では送電電圧が逐次高められてきた。我が国で275kV超高压送電が開始されたのは昭和27年であるが、この年既にスウェーデンでは380kVの長距離送電線が完成している。その後、ソ連、アメリカ、オーストラリア、カナダなどで、400～765kVの送電が実用化されている。

我が国では、昭和40年に系統電圧として500kVの決定を見て以来、関係者はその実現に努力を重ね昭和48年に500kV商用送電に成功した。その後、500kV系統は次々と完成し、電力輸送の基幹としての地歩を固めつつある。

我が国の500kV送電系統は、遠隔化する大電源基地から過密負荷地域に電力を輸送するという重大な使命を帯びており、加えて送電線用地の取得難からルート当たりの送電電力が、諸外国に比べ格段に多くなっている。このような送電系統が万一停止すると、その社会生活に与える影響は極めて大きいので、我が国の500kV機器には、高い信頼性と安全性が要求されている。加えて我が国特有の問題である耐震、耐塩害の条件に対する十分な配慮も必要である。このような背景の下に、日立製作所は、高電圧技術をはじめ幾多の問題点を解決して500kV機器の開発を行なうとともに、製造及び品質管理体制を整え、製品の信頼性と安全性の向上に努めている。

今後、ますます増大が予想される電力需要に対処するため、次期送電電圧、送電方式の研究が世界的に進められているが、我が国の場合、これを実現するためには、従来にも増して社会環境などの諸条件が厳しく、また、歴史的にみてもここ当分は500kV送電が、電力輸送の重責を担い続けるものと思われる。従って、500kV機器に対して信頼性及び安全性、並びに経済性についていっそうの向上が望まれるわけである。

以下、日立製作所における500kV機器の信頼性、安全性に対する取組み方を主体に、最近の500kV機器について述べる。

2 500kV機器の納入実績

変圧器については、昭和44年にアメリカのボンネビル電力庁(BPA)に525kV、336MVA単相単巻変圧器3台を、引き続き同国内務省開拓局(USBR)に525kV、448MVA単相単巻変圧器3台をそれぞれ納入し、500kV変圧器に関する諸経験を重ねてきた。

次いで、国内仕様の500kV、 $\frac{1,000}{3}$ MVA単相単巻変圧器を試作し、過電圧試験を含む多くの検証試験を行なった後、昭和48年より関西電力株式会社奥多々良木発電所用500kV、

640MVA三相変圧器1台、東京電力株式会社新福島変電所用525kV、 $\frac{1,000}{3}$ MVA単相単巻変圧器6台をはじめ、表1(a)に示すように製作のうえ納入した。これらは、いずれも現在順調に運転している。

しゃ断器については、昭和45年にカナダのブリティッシュコロンビア水利電力局(B.C.Hydro)に550kV、3kA、35GVA空気しゃ断器3台を納入、昭和46年にアメリカのテネシー河流域公社(TVA)に550kV、3kA、38GVA空気しゃ断器7台をそれぞれ納入した。引き続き関西電力株式会社京北変電所に対し550kV、4kA、しゃ断電流50kA空気しゃ断器12台を製作納入した(表1(b)参照)。

一方、SF₆ガスの優れたしゃ断性能、絶縁性能に着目し、ガスしゃ断器の開発シリーズ化に努力した結果、既に72～300kV接地タンク形ガスしゃ断器を1,000台余を納入したが、550kVしゃ断器についても、我が国特有な地震、塩害などを考慮して、部品点数が少なく、且つ構造も簡単な接地タンク形パuffers式ガスしゃ断器を、また、小形化並びに機器配置の合理化を目標に複合開閉器とガス絶縁開閉装置をそれぞれ開発した。

保護継電装置については、関西電力株式会社紀ノ川変電所、東京電力株式会社新栃木変電所他に母線保護継電装置を含む各種保護継電装置を納入し、また、500kV線路保護用として、関西電力株式会社京北変電所、嶺南変電所に、各相位相比較式キャリヤリレー装置を納入した。

3 500kV機器の信頼性

500kV変圧器は、電力供給安定確保の面から高い信頼性と安全性とが要求される。このため、日立製作所は、設計から現地納入据付けに至るまで一貫した品質管理及び品質保証体制を確立している。変圧器は代表的な多品種少量生産品であるが、新設計品については設計段階で実績のある信頼性技術のもとにデザインレビューを行なうとともに、新構造の採用、あるいは実績を超える大形器を製作する場合は、各種試作要素による試験、及び実規模試作による信頼性確認試験を行なった後、それらを実器に適用することを原則としている。また製作段階では、製作工程ごとに作業品質チェックや各種表示、作業者の教育認定制度により、安定した製品の製作に努めている。更に輸送から据付けに至るまでの一連の作業に対しても、油中水分、紙中水分などの各種管理値も含めた作業手順を示すフローチャートを完備して、作業管理の徹底を図

* 日立製作所電力事業本部

表1 500kV変圧器及び550kVしゃ断器製作実績 我が国では、地震、塩害などの特殊条件があり、またルート当たりの送電電力も格段に大きく、機器には高い信頼性と安全性が要求される。

(a) 500kV変圧器製作実績

納入先	容量 (MVA)	相数	台数	電圧 (kV)	周波数 (Hz)	納入年
超高压電力研究所武山研究所	10	1	1	$\frac{500}{\sqrt{3}} / \frac{275}{\sqrt{3}} / 69$	50	昭和41年 (1966)
アメリカ BPA	336	"	3	$\frac{525}{\sqrt{3}} / \frac{241.5}{\sqrt{3}} / 34.5$	60	昭和44年 (1969)
アメリカ USBR	448	"	"	$\frac{525}{\sqrt{3}} / \frac{241.5}{\sqrt{3}} / 15$	"	昭和46年 (1971)
関西電力株式会社奥多々良木発電所	640	3	1	18 / 18 / 550	"	昭和48年 (1973)
同 紀ノ川変電所	$\frac{1,000}{3}$	1	6	$\frac{500}{\sqrt{3}} / \frac{275}{\sqrt{3}} / 73.5$	"	"
同 新生駒変電所	$\frac{750}{3}$	"	"	$\frac{500}{\sqrt{3}} / \frac{154}{\sqrt{3}} / 22$	"	"
東京電力株式会社新福島変電所	$\frac{1,000}{3}$	"	"	$\frac{525}{\sqrt{3}} / \frac{275}{\sqrt{3}} / 63$	50	昭和49年 (1974)
"	"	"	"	$\frac{525}{\sqrt{3}} / \frac{275}{\sqrt{3}} / 63$	"	製作中
関西電力株式会社西京都変電所	"	"	3	$\frac{500}{\sqrt{3}} / \frac{275}{\sqrt{3}} / 73.5$	60	"

(b) 550kVしゃ断器製作実績

納入実績	相数	台数	定格			納入年
			電圧 (kV)	電流 (A)	しゃ断容量	
超高压電力研究所武山研究所	1	1	550	4,000	35GVA	昭和43年 (1968)
カナダ B.C. Hydro	3	2	"	2,000	"	昭和45年 (1970)
"	"	1	"	"	"	昭和46年 (1971)
アメリカ TVA	"	6	"	3,000	38GVA	"
"	"	1	"	"	"	昭和47年 (1972)
関西電力株式会社京北変電所	"	12	"	4,000	50kA	昭和50年 (1975)

っている。

一方、安全性確保の面でも各種故障モードにおける電気式及び機械式リレーの検出感度、検出速度と、タンク強度の関係を明らかにして、万一の場合でも、火災などの重大事故に進展しないよう保護協調を確保している。このため、タンクについても溶接フランジ部へC形クランプの適用などにより強化を図っており、モデルタンクによる強度の確認を行なっている。

500kVしゃ断器についても変圧器と同様、徹底した品質管理及び品質保証体制により設計、製作を行なっている。

今回開発した550kVバッファ形ガスしゃ断器は、既開発の300kV、50kA、2サイクルしゃ断器と同一しゃ断部ユニットで構成されており、操作器についても実績のある構成と動作原理を用いている。機構部分の信頼性については、10,000回の連続開閉試験を行ない、これを確認した。

また、絶縁性能については、130%過電圧長期課電試験を行なったガス絶縁開閉装置の技術を採用している。このため既に1,000台余の納入実績のある300kVまでのしゃ断器と同様、十分な信頼性をもっているものと考えている。

500kV系統に用いられる保護継電装置については、二重化、自動監視の採用など、装置構成上の配慮のほかに使用部品については、十分なディレーティング、十分なエージングなどにより長期にわたって高い信頼性を維持できるように努めている。また、模擬送電線、模擬変圧器などにより所期の特性が得られていることを確認し、更に実系統における長期フィールドテストにより信頼性及び性能の確認を行なっている。

4 500kV機器の今後の方向

以上述べたように、500kV機器については、各電力会社の指導のもとに、信頼性の面では、現状において一応の成果を得たものと考えているが、我が国特有の地理的制約、社会的要請を配慮しつつ、ますます拡充される500kV系統に対応していくためには、更に信頼性、安全性の向上に努めるほか、次のような諸問題に対しても精力的に対処していく考えである。

(1) 変圧器 用地問題、あるいは輸送問題から小形軽量化が望まれているが、信頼性との関連を配慮しつつ分割又は分解輸送技術の研究推進を図る必要がある。また、重大事故に進展することを防ぎ、早期復旧を図るために故障の早期発見が必要である。このため、現状では油中ガス分析、内部コロナ測定などにより成果を挙げているが、今後はこれらのデータを積み重ね、更に簡易で正確な分析、測定装置の開発などに努める必要がある。

(2) 開閉装置 用地面積及び環境問題から、SF₆ガス絶縁縮小形開閉装置に更に大きな期待が掛けられてくるものと考えられるが、これについての合理化、経済性の追究を行なう必要がある。また、短絡容量の増大に対処して、しゃ断電流容量の増大に不断の努力が必要と考えている。

(3) 系統制御の計算機化 今後ますます巨大化、複雑化していく電力系統の事故未然防止、信頼性制御のためには、広範な系統情報を総合判断して制御、保護することが必要となる。これに対処するためには、制御、保護及び調整を一体化した計算機制御が考えられており、実用性のあるシステム並びに装置の開発が望まれる。

(4) 大容量・長距離送電の高安定化 電源の遠隔化と送電線用地問題から、極限的大容量・長距離送電の安定化技術が必要になるが、これに有効な超速応励磁、制動抵抗、直列コンデンサなどが実用化されていくであろう。

5 結 言

以上、日立製作所における500kV機器の実績、信頼性及び安全性に対する取組み方、並びに今後の問題について概説した。電力系統は流動的性格をもつものであり、電力を取り巻く諸情勢の変動も加わって、機器に対する要求は漸次変化していく。

我々はこの変化を十分理解したうえで技術開発、技術改良を進め、信頼性と安全性の高い機器を製作・納入し、機器製作者としての使命を果たしていく考えである。