

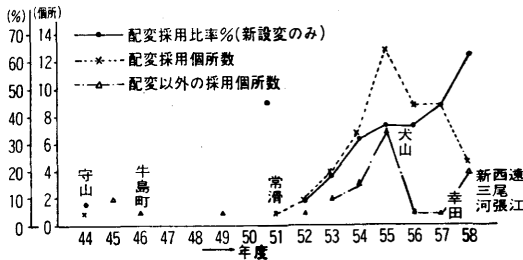
# 変電所におけるガス絶縁機器の動向

工務計画部 次長 川原 正

## 1 ま え が き

SF<sub>6</sub>ガスの優れた絶縁性能、消弧性能を電力用機器に適用することが考えられてから約40年が経過している。変電所機器への具体的適用として開閉装置、変圧器などがあるが、特にSF<sub>6</sub>ガス絶縁開閉装置の進歩・発展には目覚ましいものがあり、当社においても昭和40年岩塚変電所で77kVガス遮断器が、また昭和44年守山変電所で77kVガス絶縁開閉装置（以下GIS……Gas Insulated Switchgearという。）が初めて運転に入って以来、性能向上、改善がなされ現在に至っており、今後はさらに高電圧、大容量化へ向って発展していくものと考えられる。

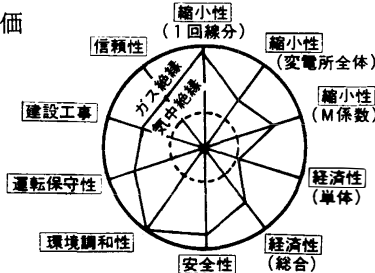
第1図は当社におけるGISの採用状況を示すもので、最近の配電用変電所では新設の40%以上に採用し、また昭和58年運転開予定の新三河変電所では、500kV、275kV側とも全GIS設計である。



第1図 変電所設備へのGIS採用の推移

GISは、変電所スペースの効果的な縮小手段として広く使用されているが、その技術評価を象徴的に表わしたのが第2図であり、空中絶縁を使った従来形変電所に比べ殆どどの点で優れているが、唯一つ高価

なことが難点である。このため、当社においても全一括GIS（A-GIS）



第2図 GISの技術評価

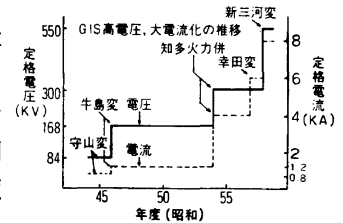
の開発、77~500kVの三相一括化の開発などを行い、設計の合理化をはかって極力低廉となるよう努力してきた。

以下これら技術を中心に、最近のGIS技術開発動向を紹介する。

## 2 高電圧、大電流化

GISも系統の拡大に伴い、順次高電圧大電流化されてきた。

第3図は、当社における高電圧、大電流化の推移を示すもので、全国的にもほぼ同じ傾向である。これらの発展は、遮断器、ガス絶縁PT



第3図 GIS高電圧、大電流化の推移

などの技術進歩や、特性の良い酸化亜鉛形避雷器の開発によって促進されたものと考えられる。

新三河変電所の500kV GISは、当社はもち論、全国的にみても最大級のものであり、引込口設備は定格電流6,000A、母線は8,000A（将来12,000Aに改造可能）で通過可能電力は、それぞれ約5百万kW、6.5百万kW（1千万kW）という大容量のものである。その特徴は、次のとおりである。

- (1) 特性の良い酸化亜鉛形避雷器を適切に配置し、LIWLを一般に適用されている1,800kVから1550kVに低減し、母線を相分離形から三相一括化して合理化を計った。このためGISのサージ特性の調査、サージ計算手法（デジタル計算）の見直しを行って、サージ電位分布予測の信頼度を高めた。
- (2) 大電流化に伴い、母線タンクの渦電流対策が必要となってくるが、タンクのアルミ化または鉄タンクの場合はタンク内部に磁気シールドを設けることにより対応できる。
- (3) 高電圧、大電流化すると設備が大形化し、組立および保守上の問題が出てくるとともに、

耐震的にも苛酷となる。このため配置を適切に行い、ロープロフィール化を計った。

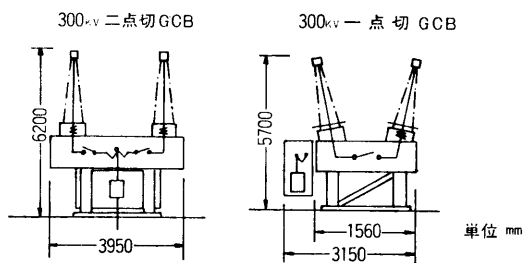
全国大では、現在UHVGISが検討されているが、現状技術で実現可能であると言われている。今後275kV以下のGISにおいては、LIWLの低減による合理化や、ヒートパイプなどを使って電流容量を必要に応じ段階的に増加していく、いわゆる“成長形”機器の開発が課題と考えられる。

次に、大容量化に関連の深い遮断器技術については、ガス遮断器も開発当初は空気遮断器と同じ発想で、コンプレッサにより高圧としたSF<sub>6</sub>ガスをノズルから低圧側に吹き付ける二重圧力式であったが、やがてふいごの原理を応用した自力方式のパウファ式が開発され、現在ガス遮断器の主流となっている。

また、ノズル構造の研究により遮断電流の増加、しゃ数点数の減少が進み、最近では、遮断電流63kA（当社では50kAが最大）、275kV遮断器で一点切、500kV遮断器で二点切というものが製作されるようになってきた。

遮断点数の減少は、遮断器の小形化を意味しGISの小形・軽量化に寄与している。

第4図に275kVの二点切と一点切のGCBの概要を示す。



第4図 2点切GCBと1点切GCBの比較

### 3 設計製作の合理化

GISは、既に述べたようにスペース縮小化・環境調和、保守、安全性の向上など優れた特長を持っているが、現状では価格が高いという欠点がある。したがって一般には、土地価格の高いところに採用してきたが、最近では地域対策上GIS使用が要請されることが多く、このため設計製作

の合理化をさらに進め、GIS使用による変電所建設費の上昇を極力抑制することが課題である。

当社でもGISの開発以来、次のような合理化をはかってきた。

- 三相一括化、全一括化など機器の複合化による合理化
- 配置の適正化による母線長の短縮
- 架台の簡素化・ガス区分の拡大など付属品の合理化
- 標準化

この中でも複合化によって得られるメリットが大きく、当社における複合化の推移を図で示すと第5図のとおりである。

相分離形		3相一括形		全一括形	
守山 (配変GIS)	牛島町 (154kV GIS)	77kV 3相 GIS (常滑)	275kV 3相 (知多 併設 母線)	77kV A GIS (里小 牧他)	500kV 3相 (新三 河母 線)
44年	46年	51年	54年	57年	58年

第5図 GIS複合化の推移

GIS機器および母線は三相一括化は、母線の構成部品点数の減少、分岐母線の短縮に効果があり、価格の低減につながる。

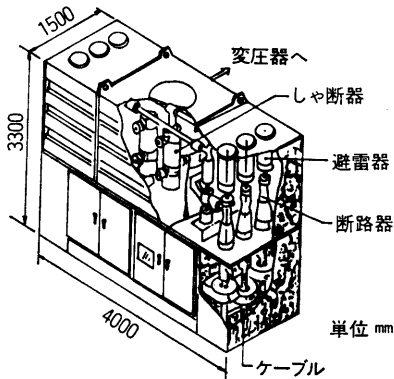
第1表は、新三河変電所の500kV GISの母線を相分離形と三相一括形にした場合の諸元を比較したものである。

第1表 相分離形と3相一括形GISの比較

	単相分割母線	3相一括母線
断面図		
寸法		
A (長さ)	31 m	23 m
B (高さ)	5 m	5 m
C (中) 1cc	18 m	18 m
C3相分	100%	90%
機械部品数		
母線長		
主母線	1φ×210 m	3φ×94 m
分岐母線	255 m	135 m
価格	100%	85%

なお、母線のガス区画は組立時・事故復旧時のガス処理時間に関係するが、実用的な範囲で拡大し、価格の高いガストップスペースを節約し、コストダウンを計ることもあわせて考慮している

最近開発したA-GISは、複合化をさらに進めたもので、必要な全ての機器を角形の容器に一括して収納し、封入するSF<sub>6</sub>ガスを低圧(0.5気圧)とすることにより構造上の合理化をはかったものである。その構造がユニット形であるため、配電用変電所の77kV開閉装置などに適している  
第6図にA-GISの外形を、第2表にその特長を示す。



第6図 A-GIS

第2表 従来形GISとA-GISの比較

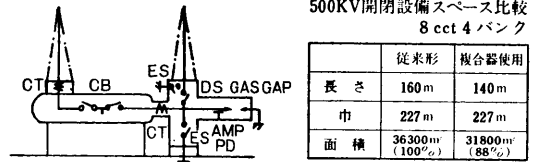
比較項目	従来形GIS	A-GIS	比率
据付面積	10m <sup>2</sup>	6m <sup>2</sup>	60%
総重量	12t (トレーラ輸送)	8.5t (トラック輸送)	70%
部品点数	15,000点	12,000点	80%
据付日数	13日	6日	45%

#### 4 適用方法の多様化

GISの進歩に伴って、変電所全体の設計手法も年々進歩し、状況に応じGISの長所を生かした適切な設計が行われるようになった。

##### (1) 複合開閉器

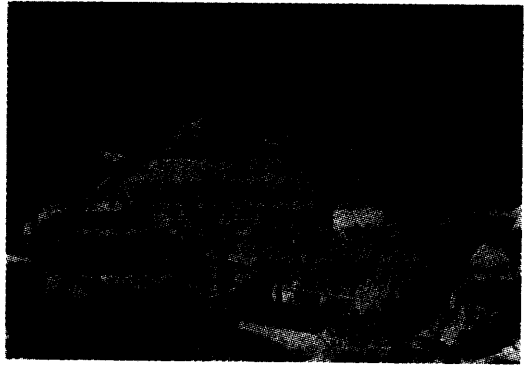
GISの部分適用ともいべき分野であり、GISのうち比較的価格の高い母線部分は、従来の空気絶縁方式(具体的にはアルミパイプ母線)とし、引出口設備の開閉装置などを一つのタンクに一括して収納し、単体機器として扱い標準化したものである。その概要を第7図に示す。



第7図 500kV複合開閉器

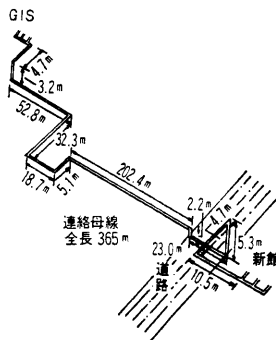
(2) ガス絶縁母線(以下GIB…Gas Insulated Busと呼ぶ)と変形用地での適用  
山岳地や用地形状から、二つ以上に機器ヤードが分割されたり、著しく変形した用地に変電所の建設を余儀なくされることがあるが、GISはこのような場合に優れた効果を発揮する。

第8図に示す275kV犬山変電所は、犬山市南東部の丘陵地に建設されたが、77kVと154kV、変圧器と275kV(変圧器建屋の屋上に開閉設備設置)、調相設備の三つのヤードに分割し、それぞれ離段状に整地し、自然環境保全と土地造成費を削減し、GISを使用したにも拘らず、総工事費では従来設計より安く、しかもすべての個所で充電部の露出がない変電所の例である。

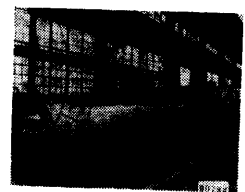


第8図 犬山変電所全景

(a) GIB 配器概要図



(b) GIB 製作単位12m



(b) GIB 製作単位・12m

第9図 知多火力併設変GISB

GISはもともと、変圧器や各電圧別GISなどのヤードを自由に配置し、用地を効果的に利用するのに適した機器であり、このためこれらのヤード間やGISと引出口鉄塔間をケーブル等で、連絡することが必要である。GISはこの目的に開発されたもので、現在主に経済性から154kV以下では、CVケーブルを専ら採用しているが、高電圧・大電流(275kV, 4,000Aクラス)領域では、当社でも知多火力併設変電所、新三河変電所などでGISを採用している。

GISは、運搬可能な8~10mを製作単位とし、価格が高くなるフランジ構造を止め、溶接構造としており、またGISと同様従来の相分離形を今回三相一括形に変更開発し、ガス区画の見直しを行うなど合理化を計った。

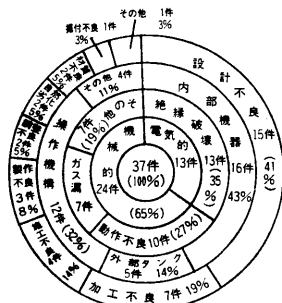
### 5 内部診断技術

GISは、導電部がSF<sub>6</sub>ガス中に密封されているため、本来劣化故障が少ない安定したメンテナンスフリーの機器であり、このことは故障率が如実に示しており、開発初期には累積障害率(累積障害件数/累計ユニット)が0.016~0.017であったが、最近では0.006~0.007と非常に少なくなっている。

第10図は、昭和43~53年の障害(37件)を分析したもので、これからみると

- ① 機械的故障が多い
- ② 絶縁破壊が結構多い
- ③ 操作機構等外部機器の故障が多い
- ④ 設計不良に基づく故障が多い

などが挙げられるが、開発当初のものが多く、現状では障害は少なくなっている。



第10図 GISの障害分析

GISは、このように安定した機械であるが、反面

- ① 内部が目視できない。
  - ② 故障時のDown Timeが長い
- など運転保守上従来と異なった得失をもっており、より信頼度を向上する意味から、適切な内部診断技術の開発が望まれている。

現在、GISの内部(一部外部も含まれている)診断法として研究されている項目には、第3表のようなものがあるが、実用化という点ではまだ十分な段階ではない。

当社においてもメーカーと共同で、第4表に示すような内部異常監視装置を開発し、南岐卓(変)で昭和55年12月~56年12月の1年間フィールド試験を行い、実用性能を検証したが、今後ともニーズに対応した実用的な開発が望まれるところがある。

項目	内 容	常時監視	定期診断
絶縁機能	ガス圧低下	○	○
	ガス中水分量	○	○
	分解ガス	○	○
	内部コロナ異常音	○	○
	異常音	○	○
通電機能	コンタクト温度上昇	○	○
	温度上昇	○	○
	温度上昇	○	○
閉閉機能	閉閉時間	○	○
	動作回数	○	○
ZnOアレスタ	漏れ電流	○	○

第3表 故障予知システム例

項目	センサ	検知方法	常時監視
絶縁性能	コロナセンサ	コロナ電流検出	○
	ガス密度センサ	ガス圧力をアナログ検出	○
閉閉機能	閉閉センサ	トリップ電流通電時間測定	○
ZnOアレスタ	アレスタセンサ	低抗分漏れ電流検出	○

第4表 内部異常監視装置

### 6 あとがき

SF<sub>6</sub>ガス絶縁機器が開発されて以来、我が国においては優れた性能と相まって国情にマッチして急速な進歩をとげ、500kVの実用化はもとより、UHV級も実現可能な段階であり、世界に誇れる技術に成長してきた。

今後も、ユーザ、メーカーが一体になって低コスト化を目標に、全国大の標準化はもとより、性能の向上、配置の適正化、付属品の適切化などの設計製作の合理化ならびに組立の容易性、完全性を追求し、さらには所要のメンテナンスの万全が期せるよう期待するものである。