

最近のガス絶縁開閉装置

Recent Aspects of Gas Insulated Switchgear

最近、ガス絶縁開閉装置は優れた信頼性により需要が急増し、電圧も66～500kVまで幅広く使用されている。それに伴い、よりいっそう都市部、近郊への設置が多くなり、小形化、環境調和への配慮が必要となってきた。また超高压、超々高压では大電流、大容量化の傾向にあり新しい技術が必要となってきている。

以上のような最近の新しい問題に対して、機器の小形化、低層化及び大容量化についての技術開発を行なったので以下、これらの点について述べる。

菊地武広* Takehiro Kikuchi

坂口 実* Minoru Sakaguchi

椿 徹* Tôru Tsubaki

1 緒 言

ガス絶縁開閉装置は、据付面積の大幅な縮小、高信頼性、保守点検の省力化など数多くの特長をもち、良好な運転実績が確認されるにつれガス絶縁開閉装置の使用が急増しているが、日立製作所は既に昭和44年77kVガス絶縁開閉装置を納入して以来66～500kVクラスで約600台の製作納入実績をもちている。一方、近年電力系統の増大に伴って系統の送電容量及び短絡容量が増大し、定格電流6,000～12,000Aの機器、しゃ断電流63kAのしゃ断器が必要とされてきている。更に、自然環境整備に対する意識の高まりもあり、ガス絶縁開閉装置もいっそうの小形コンパクト化に加えて低層化し、周囲の環境と調和する設計とする必要が生じてきている(図1)。日立製作所は、以上のような情勢に対処するため鋭意技術開発を行なってきたが、その幾つかにつき要約し述べる。

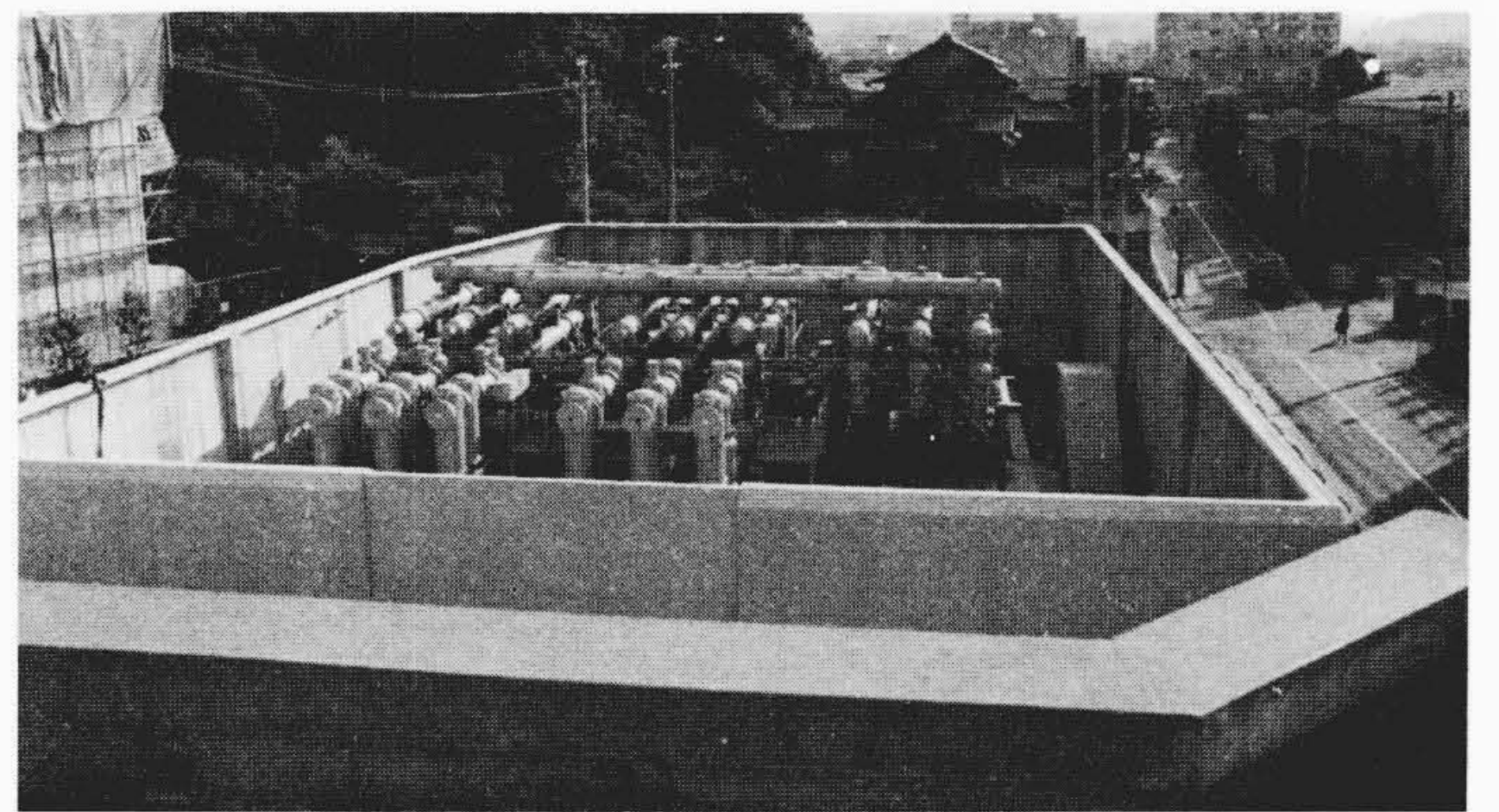


図1 220kVガス絶縁開閉装置 環境調和を図ったガス絶縁開閉装置の適用例を示す。

2 ガス絶縁開閉装置の大容量化へのアプローチ

2.1 300～550kV, 12,000A, 63kA大容量SF₆ガスしゃ断器の開発

ガスしゃ断器は、これまで72kV, 25kAから550kV, 63kAまで、既に単一圧力のSF₆ガスしゃ断器で系列化しており、

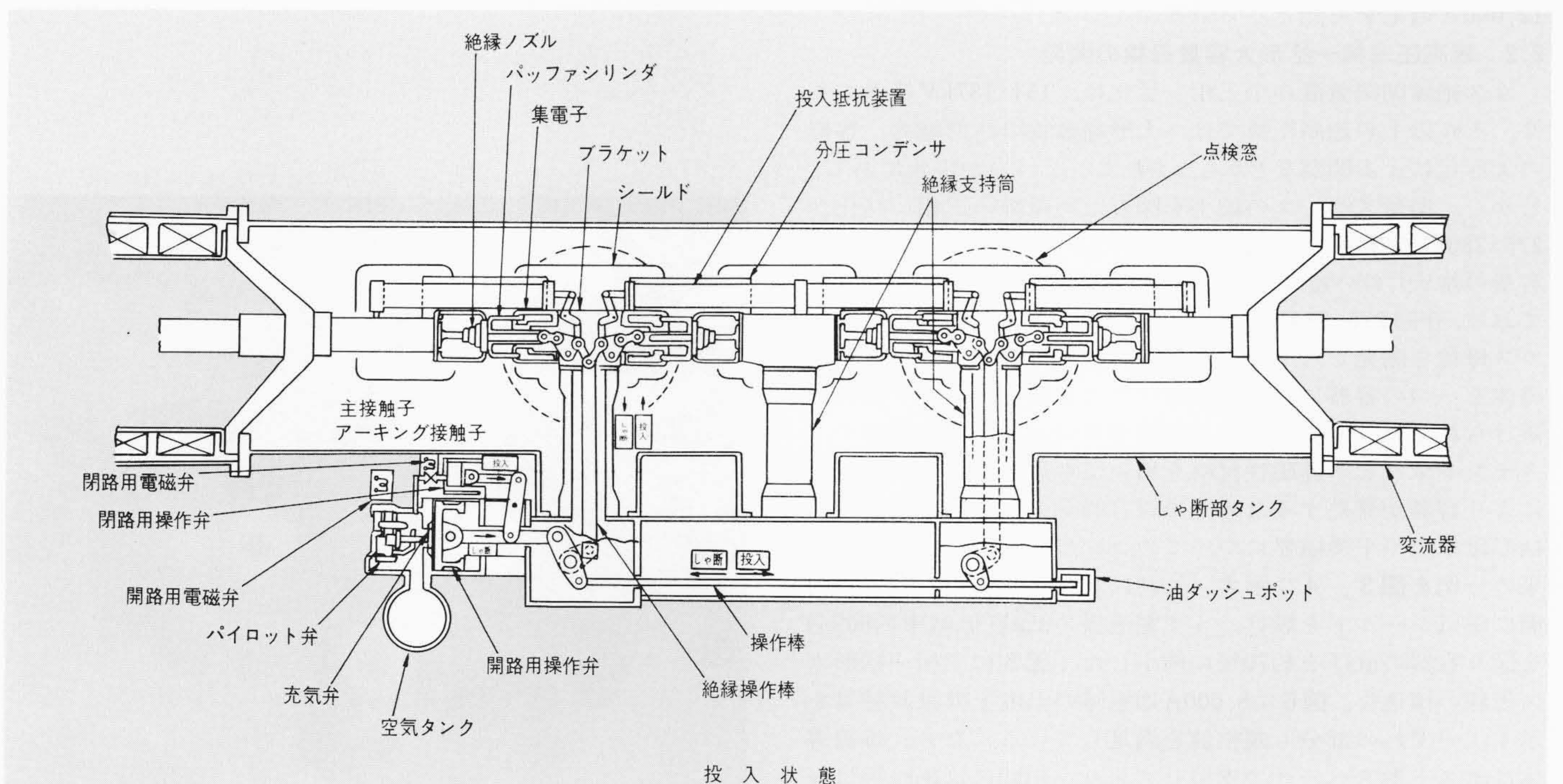


図2 550kV, 63kA, 12,000Aガスしゃ断器の内部構造図

4しゃ断点構成とし、重心位置が低くタンク側面の点検窓から保守点検ができる。

* 日立製作所国分工場

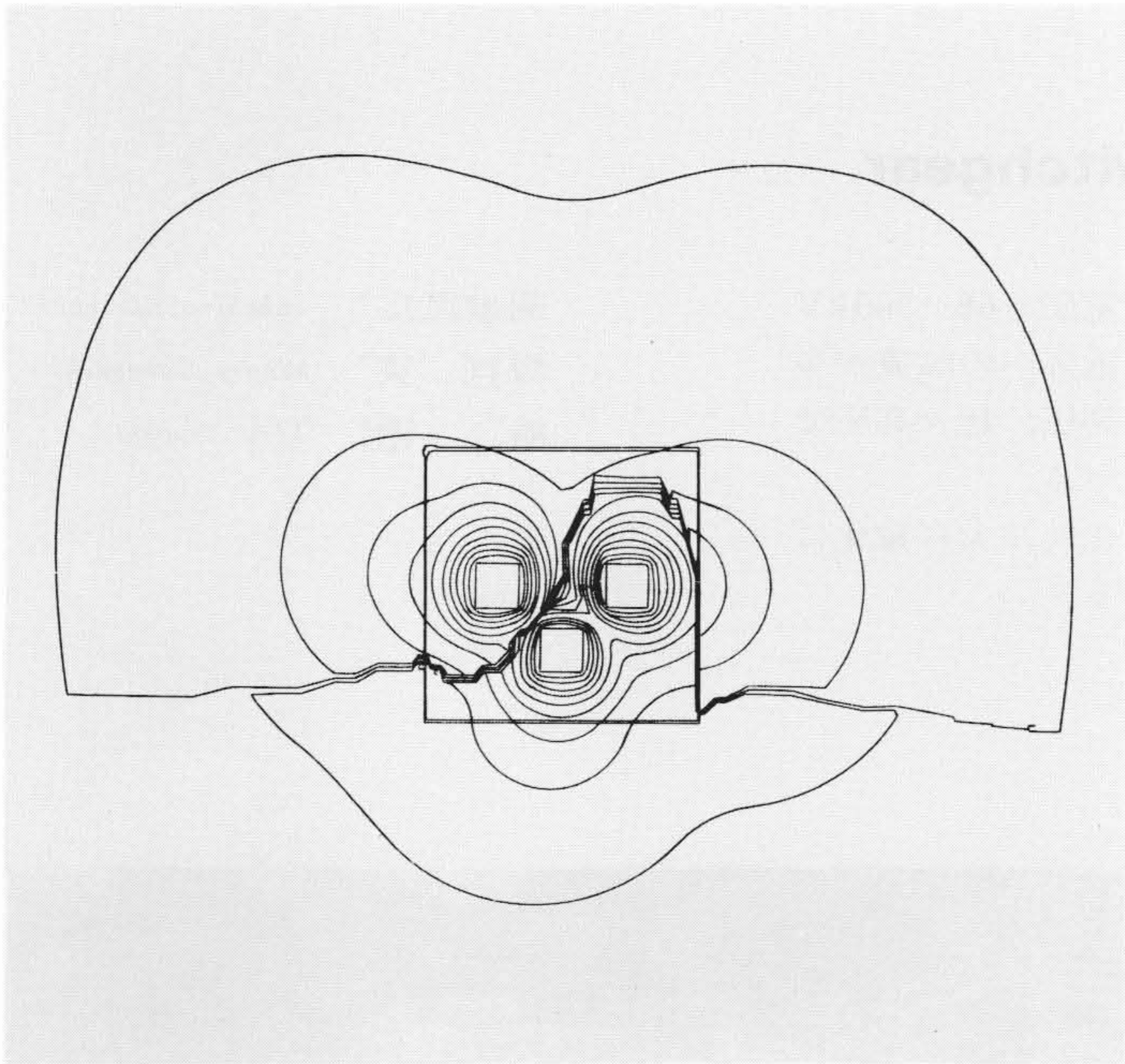


図3 三相一括形母線の磁束分布例(1) 磁気シールドを考慮しない場合の磁束分布を示す(磁気シールドがないので磁束が容器の外に漏れている)。

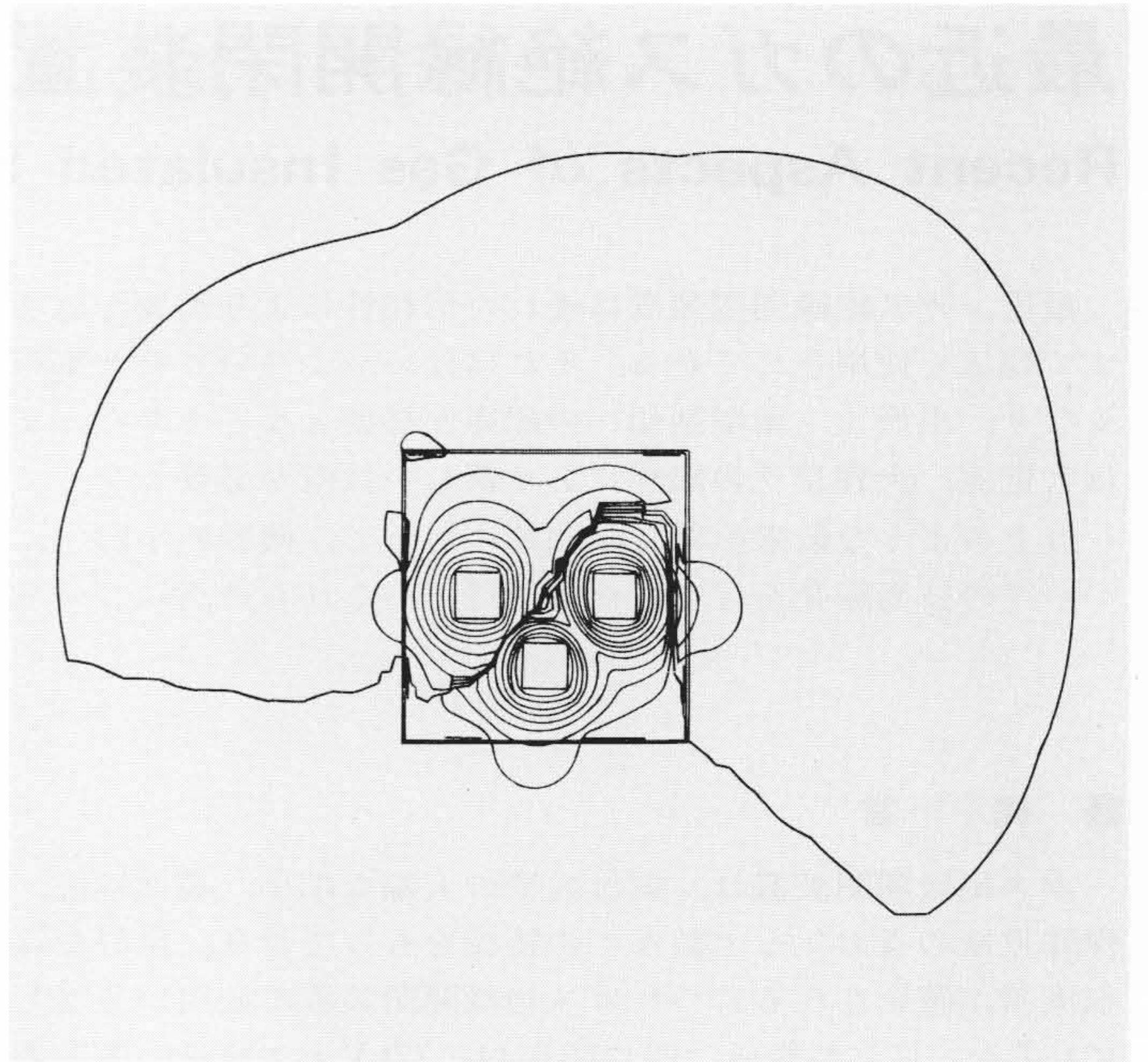


図4 三相一括形母線の磁束分布例(2) 磁気シールドを考慮した場合の磁束分布を示す(磁気シールドがあるので磁束が容器の外に漏れていない)。

約2,500台以上が実系統で使用されている。

図2に今回開発した550kV, 63kA, 12,000A 2サイクルパuffa形ガスしゃ断器を示す¹⁾。操作器, しゃ断部, タンクなどは50kA定格と同様であるが, ガス流量密度を考慮し絶縁ノズル, 接触子の形状及び再起電圧上昇率の抑制を図るため, 分圧コンデンサの容量が異なっている。また, 12,000Aという大電流定格に対しては, 通電容量の大きいパuffaシリンダ外周に電流を流す外部集電方式の採用により, 自然冷却で12,000A通電を可能としている。

2.2 超高圧三相一括形大容量母線の開発

ガス絶縁開閉装置の全三相一括化は, 154/187kV級まであり, それ以上の超高圧級では, 大形絶縁物の注形能力, 容器の大形化による問題などからなされていないのが現状である。しかし, 据付スペースの縮小を図るため母線の三相一括化が275/380kV定格まで実用化されている。この母線には, 送電容量の増大に伴い超高圧級で6,000~12,000A定格が要求されており, 今回275/380kV, 8,000~12,000Aまでの三相一括形ガス母線を開発した。大電流三相一括形母線では, 単に三相導体を一つの容器に収納しただけでは容器が大形化するのは避けられない。すなわち, 三相不平衡による磁界の影響で, ステンレスなどの非磁性材料を用いても局部的なうず電流損により容器が発熱するため, 母線容器が大形化する。三相一括形母線の不平衡磁界についてのコンピュータによる解析結果の一例を図3, 4に示す。これに対処するため, 容器の内面に磁気シールドを設け, うず電流損の低減(低減率約60%)を図り容器の直径を約70%に縮小した。図5に三相一括形ガス母線の構造を, 図6に8,000A通電時の温度上昇試験結果を示す。いずれの部分も規格値を満足している。なお, 母線導体はポスト形スペーサで支持しており, 相間には絶縁物を介在しない構造としている。また母線導体の支持間隔については, 短絡電流が流れた場合の電磁力により共振しないように配慮している。図7に三相一括形大容量母線を用いたガス絶縁開閉装置の例を示す。

3 ガス絶縁開閉装置の小形・低層化

3.1 超高圧・超々高圧ガス絶縁装置の低層化

超高圧・超々高圧ガス絶縁開閉装置では, 機器が大形化しかつ重量も増加するため, 従来の機器を積み上げていく立体配置構成では機器の高さが高くなり, 耐震性, 保守点検上から, また周囲との調和が図れないなど好ましくない。これに対処するため, 図8に示すように母線を地上に配置し, 更に

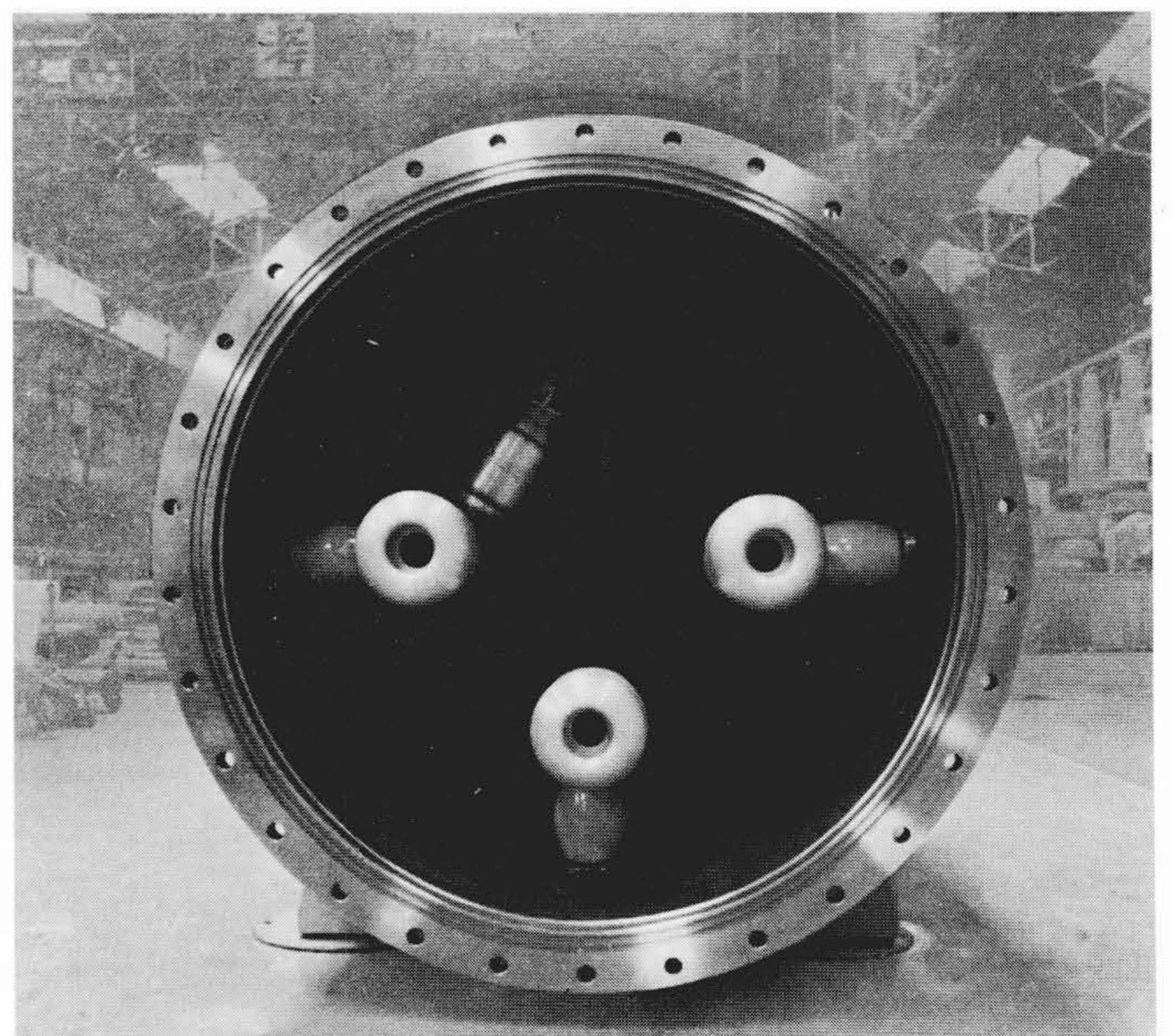


図5 275/380kV, 8,000A三相一括形ガス母線 母線導体はポスト形スペーサで支持し, 相間に絶縁物を介在しない構造としている。

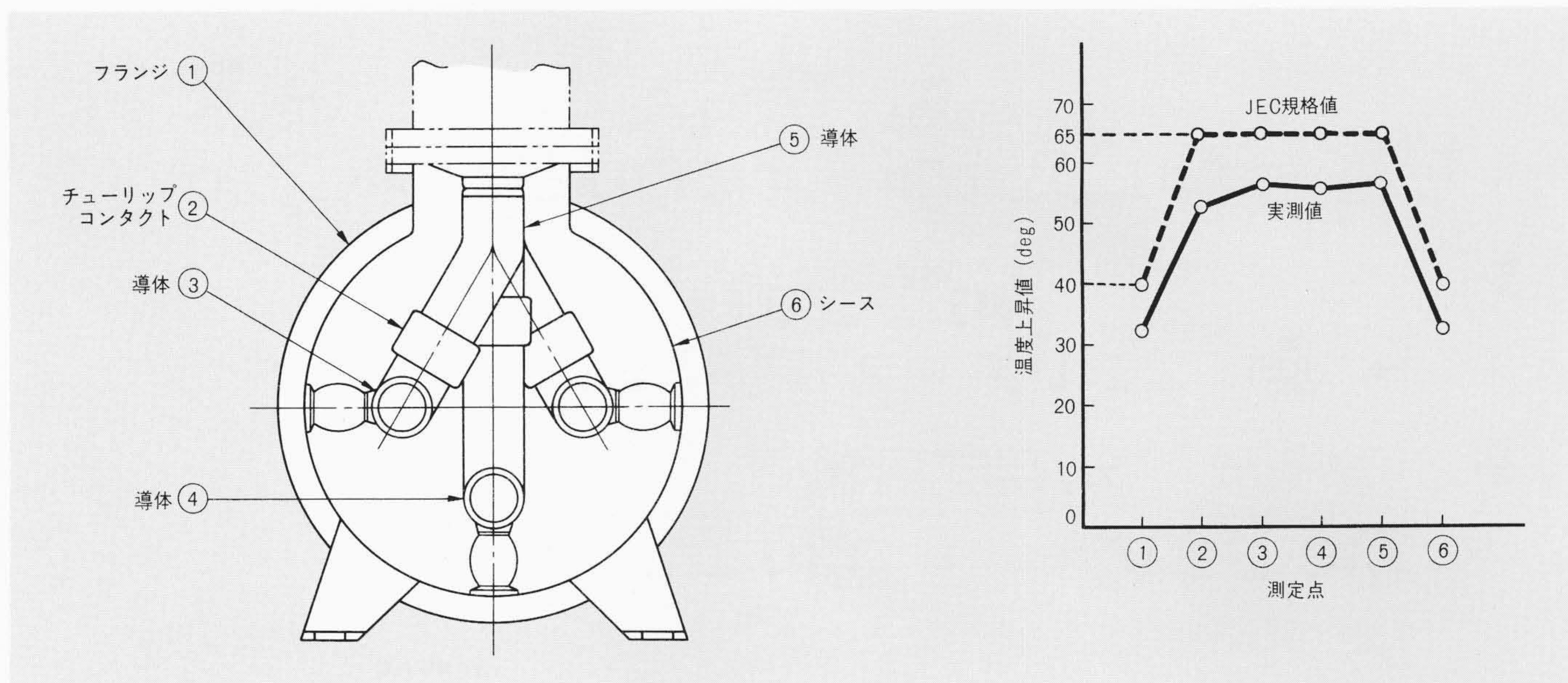


図6 275/380kV, 8,000A三相一括形ガス母線の温度上昇
規格値を満足できる。

磁気シールドを入れることにより、母線容器を小形化するとともに自冷式で十分JECの規

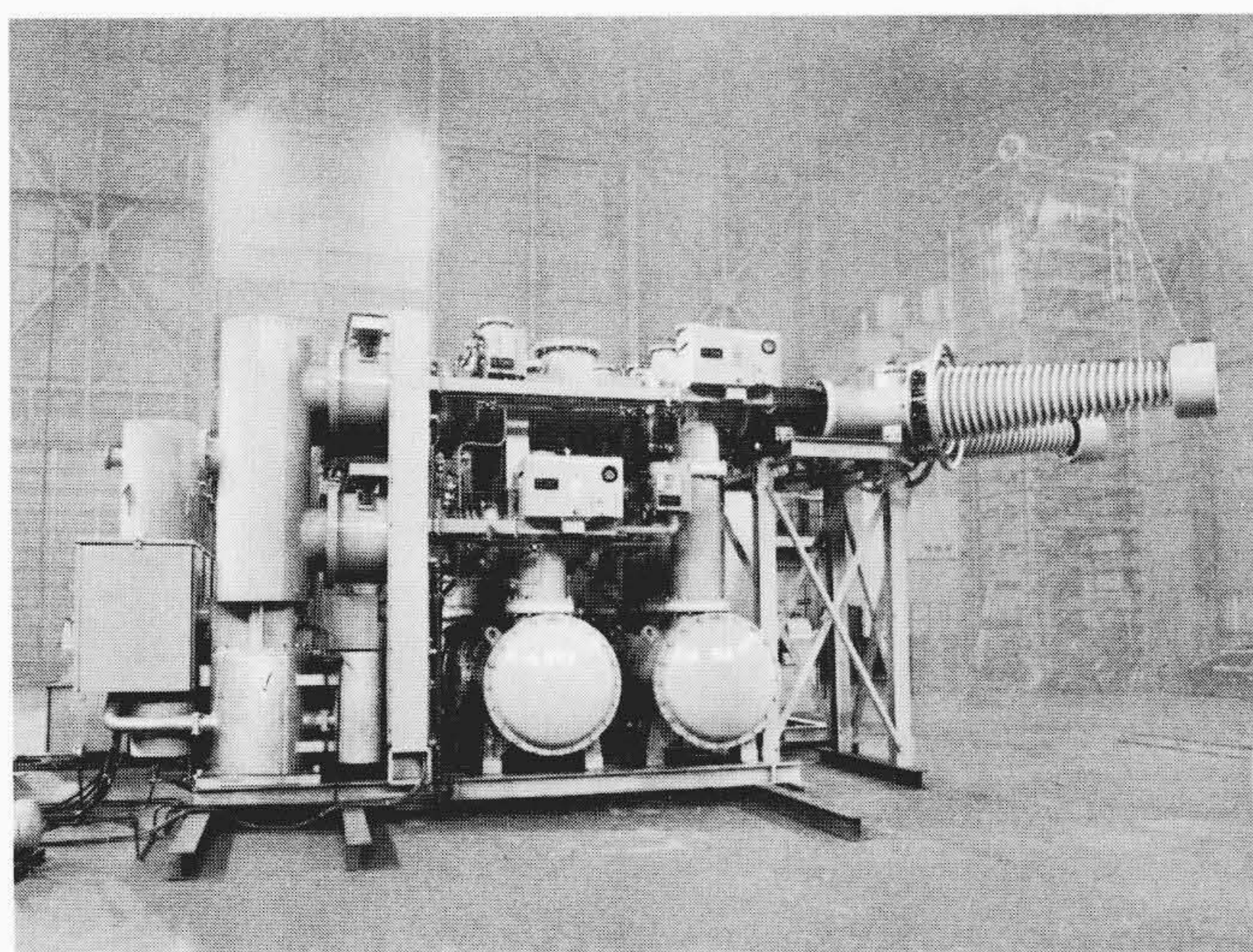


図7 187kV, 6,000Aガス絶縁開閉装置 重量の大きい母線を地上に
配置し、耐震性の向上を図っている。

それにつながる直列機器をしゃ断器の軸心上に接続する直線配置構成として、容器の数を減らすとともに低層化を可能とした²⁾。この方式は、従来の考え方で配置した母線をしゃ断器の上部に配置する機器積上げ方式に比べ、据付面積はほぼ等しい範囲内で、ガス絶縁開閉装置の高さを約50%に低くすることが可能となる。そのため支持架台が不要となり、保守点検も低い位置で行なえるため容易であり、外観上も極めてシンプルな構成となり、かつ耐震性能も大幅に向上させることができる。

3.2 ガス絶縁開閉装置の低層化の適用例

図9に直線配置方式を採用した500kVガス絶縁開閉装置の配置構成を、図10にその外観を示す。

本ガス絶縁開閉装置は、母線は従来の気中絶縁方式であるが、上下二段構成とする母線配置の採用により変電所の縮小を図るとともに、ガス絶縁開閉装置の斜め配置及び各構成機器の直線配置により据付面積を従来機器の約 $\frac{1}{5}$ 、また据付工数を $\frac{1}{2}$ と大幅に短縮した。更に、低層化としているため重心

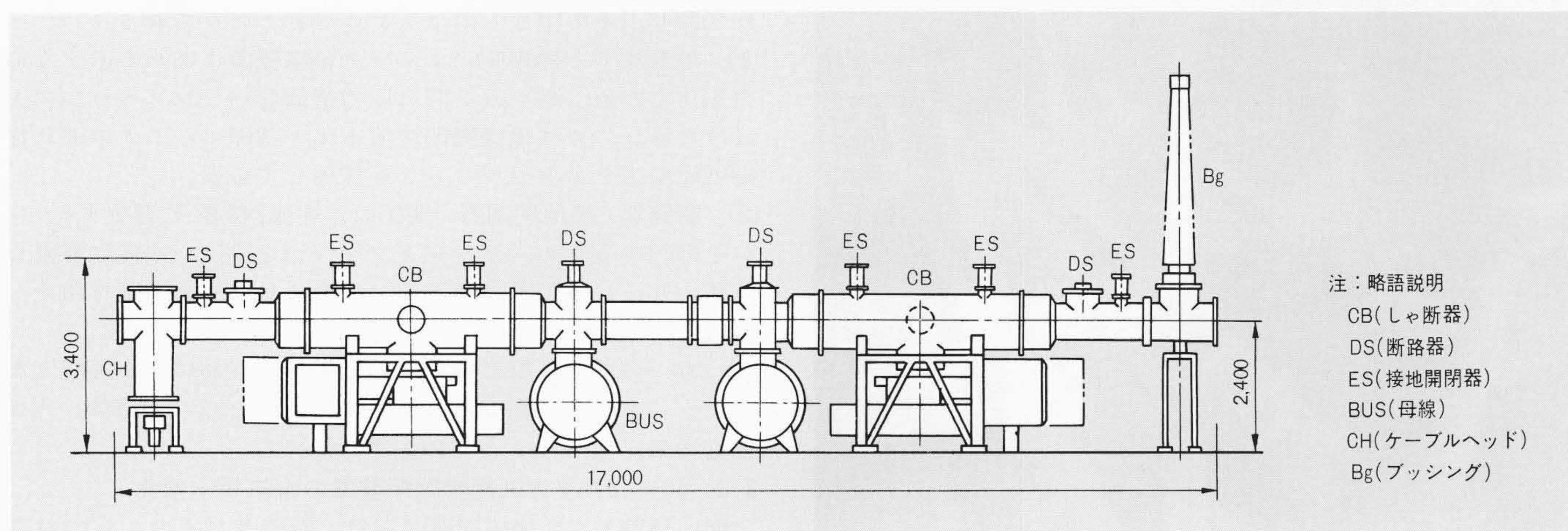


図8 220/275kVガス絶縁開閉装置 母線を地上に配置し、それにつながる直列機器をしゃ断器の軸心上に接続した直線配置の構成となっており、低層化を可能とした。

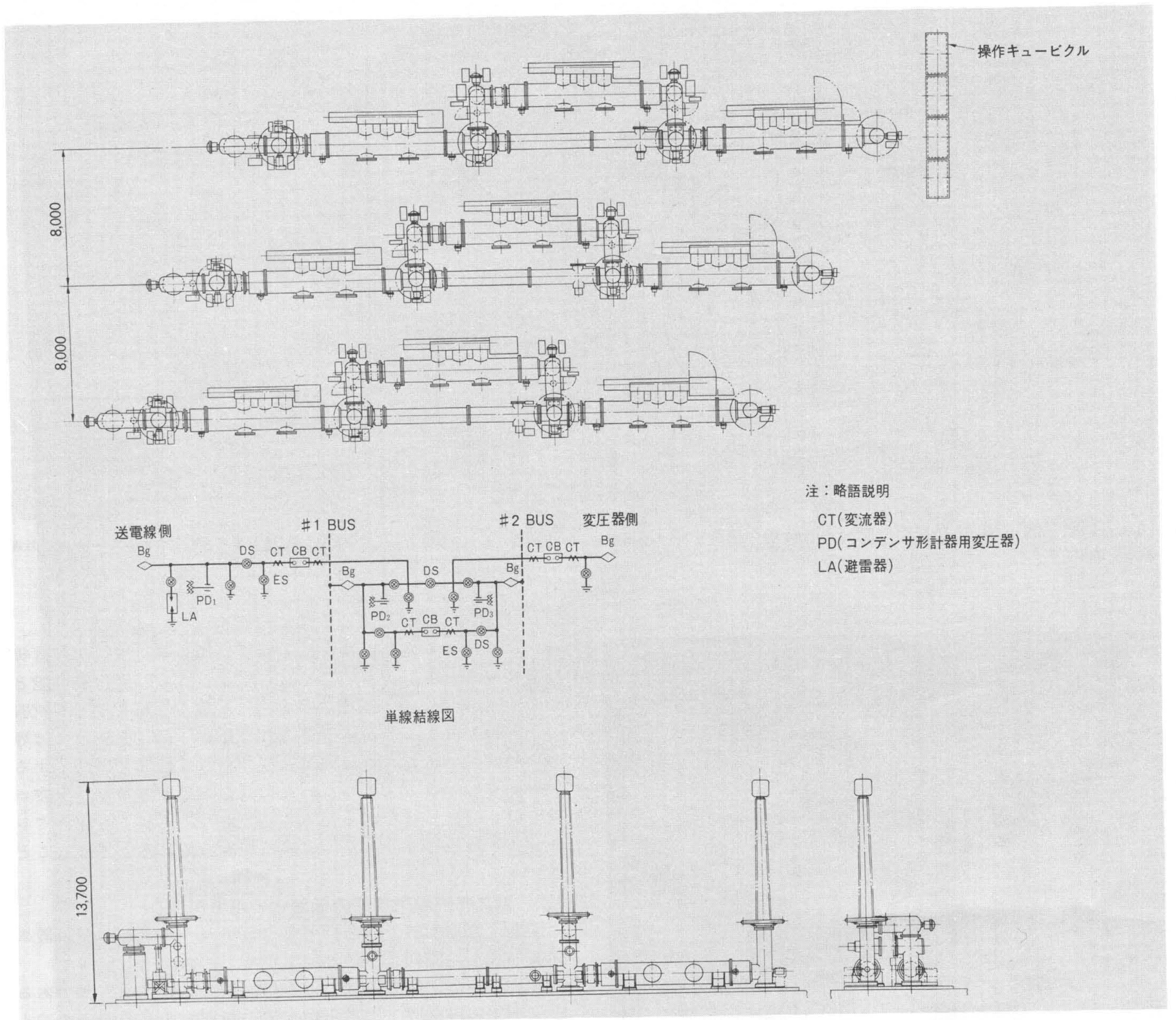


図9 500kVガス絶縁開閉装置配置図 平面直線配置のため、重心位置が低く優れた耐震性と容易な保守点検を可能としている。

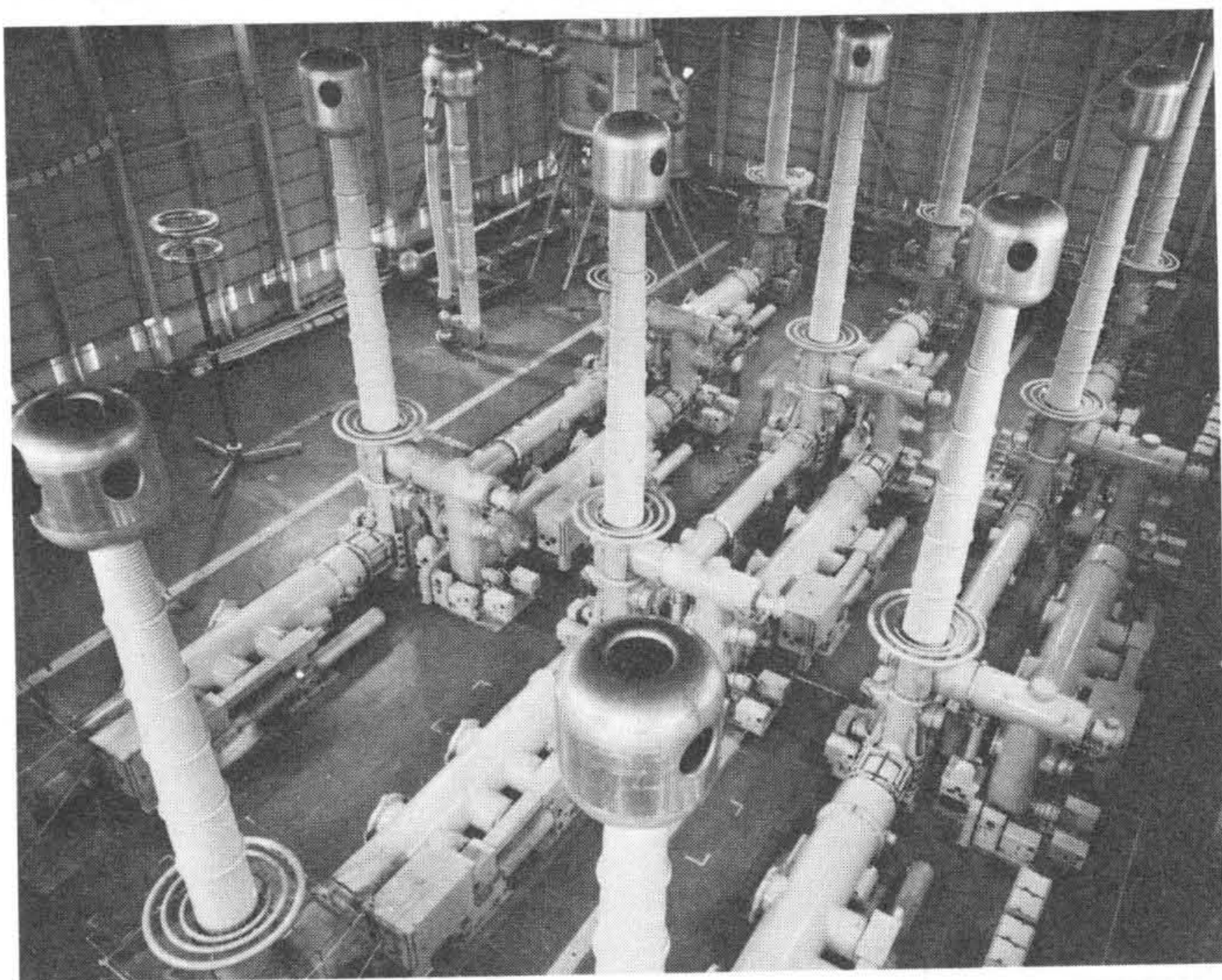


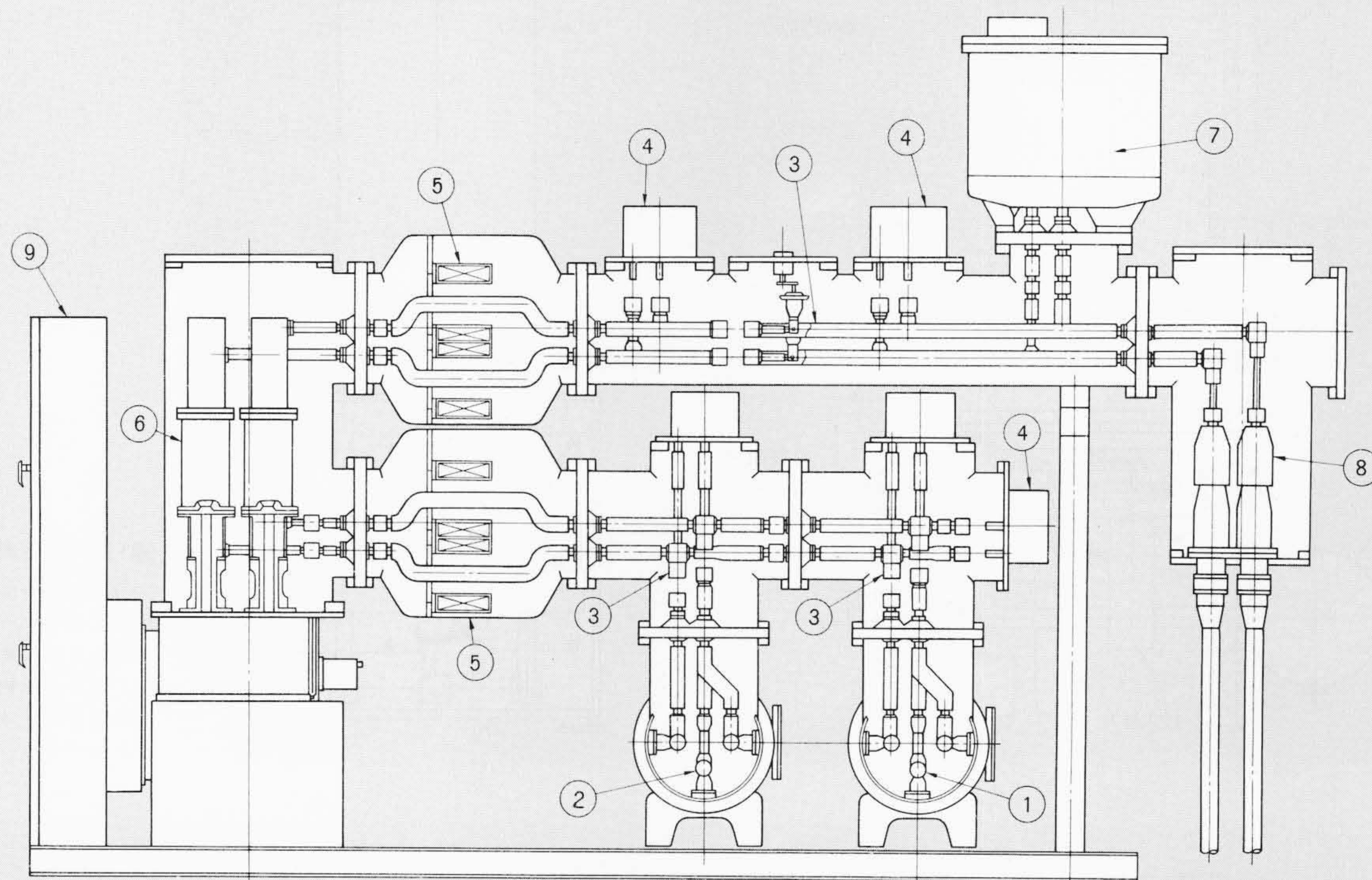
図10 500kVガス絶縁開閉装置 上下二段構成とする気中母線配置の採用により、変電所の縮小を図っている。

位置が低く、優れた耐震性と容易な保守点検を可能にしている。本ガス絶縁開閉装置は以上のほかにも種々の配慮がなされており、その主なものは次に述べるとおりである。

- (1) 地盤沈下と熱膨張によるガス絶縁装置に加わる過大な応力を防ぐため、ユニット間に圧力補償形バランスベローズを設けたほか、ガス絶縁開閉装置本体と基礎ベースとの間に摺動可能なスライドベアリングを採用している。
- (2) 断路器、接地開閉器の開閉時に外被(容器)に発生するサージを抑制するため、サージアブソーバを設け、人体に有害な外被のサージ電圧及び制御線に発生するサージ電圧を防止している。
- (3) 万一の地絡事故に備え、地絡場所が容易に検出可能となるよう、各ガス区画ごとに地絡検出装置を設け、解体、点検が必要最小限となるように配慮している。

3.3 66～187kVガス絶縁開閉装置の全三相一括化

66～187kVガス絶縁開閉装置は、都市及びその近郊での設置が多く、大きな据付スペースを必要とする変電所の用地を確保することが難しくなっており、また環境調和の点か



項 番	名 称	項 番	名 称	項 番	名 称
①	甲 母 線	④	接 地 開 閉 器	⑦	計 器 用 変 圧 器
②	乙 母 線	⑤	変 流 器	⑧	ケ ー ブ ル ヘ ッ ド
③	断 路 器	⑥	し ゃ 断 器	⑨	キ ャ ー ビ ク ル

図11 66/132kV三相一括形ガス絶縁開閉装置構造図 しゅ断器，断路器，母線などをすべてを三相一括化し，大幅な据付スペースの縮小を図っている。

らも更に小形化してく方向にある。これに応ずるため従来の三相分離形ガス絶縁開閉装置での稼動実績をベースとして，しゅ断器，断路器，接地開閉器，母線などをすべて三相一括化したガス絶縁開閉装置の開発を行なっている^{3),4)}。定格電

圧は66～187kV，40kAまであり，既に230台が納入されている。図11に，66/132kV三相一括形ガス絶縁開閉装置（ダブルス構成）の構造を示す。また，図12に77kV三相一括形ガス絶縁開閉装置の例を示す。

3.4 単相再閉路用三相一括形ガスしゅ断器の開発

ライン用に使用されるガスしゅ断器については，系統安定度向上の点から単相再閉路可能なしゅ断器が要求される場合があり，操作器が各相に必要となり，かなりのスペース増となる。したがって，単相再閉路用三相一括形ガスしゅ断器は相分離形ガスしゅ断器と大差のない大きさとなり，ひいてはガス絶縁開閉装置の大きさにも影響する。今回特殊変換レバーの採用により，操作器を同一方向に3個配置することで三相一括形ガスしゅ断器と同一寸法諸元で構成できることを可能とした。図13にその構造を，また図14に一例として単相再閉路形三相一括形ガスしゅ断器を用いた110/132kVガス絶縁開閉装置の配置を示す。

本配置でベイ間寸法は従来の三相一括形ガス絶縁開閉装置と同様の1.5mとしている。本方式の採用により，従来の相分離形単相再閉路ガスしゅ断器を使用した場合に比べ据付スペースで約60%に低減できる。

4 結 言

以上，最近のガス絶縁開閉装置の概要について述べたが，これらの技術開発により，いっそうの小形コンパクト化が可



図12 77kV三相一括形ガス絶縁開閉装置 厳しい自然環境の中でも良好に運転されている。

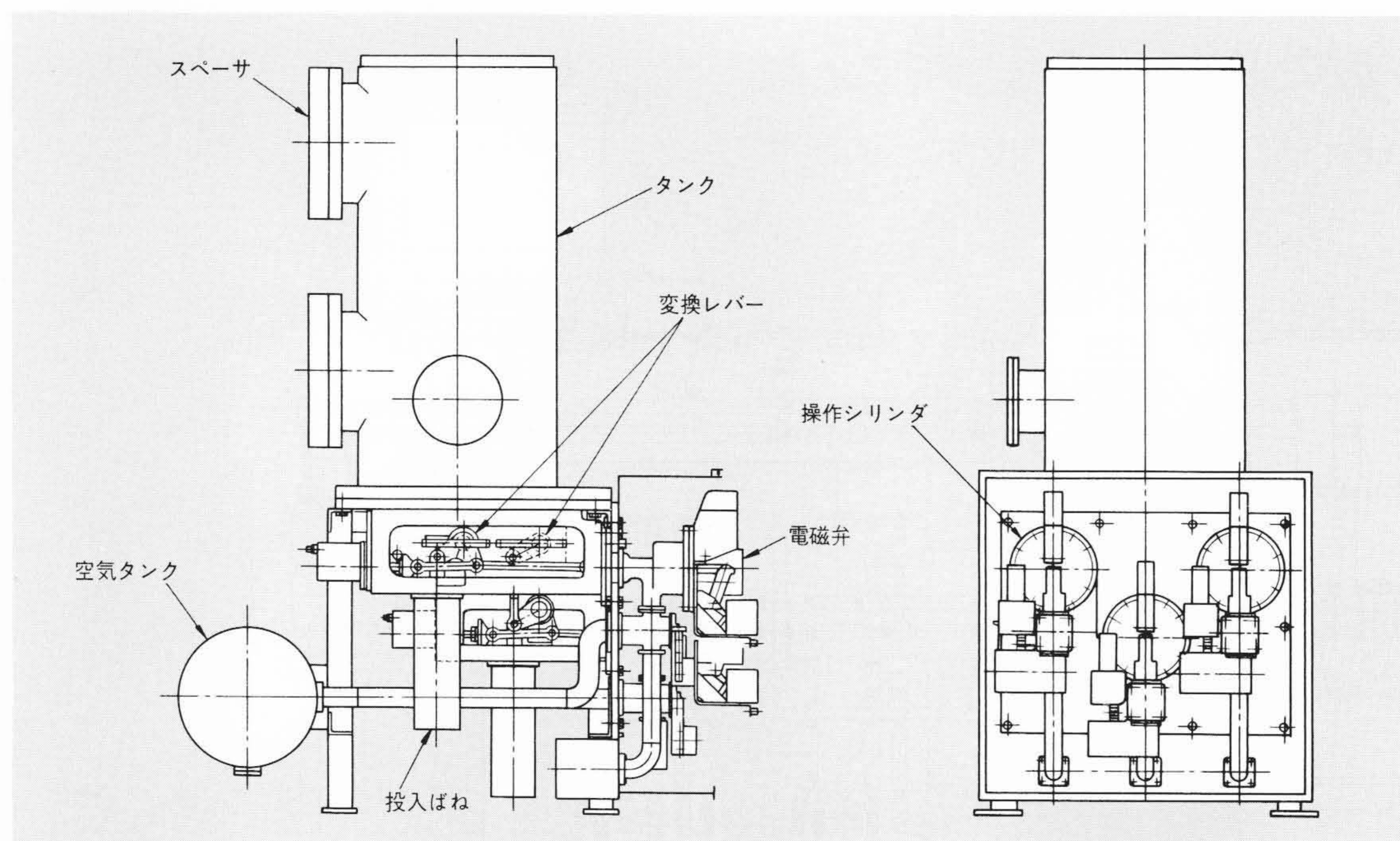


図13 単相再閉路用三相一括形ガスしゃ断器
特殊変換レバーにより操作器を同一方向に並べることにより、従来の三相一括形ガスしゃ断器と同一寸法で構成することができる。

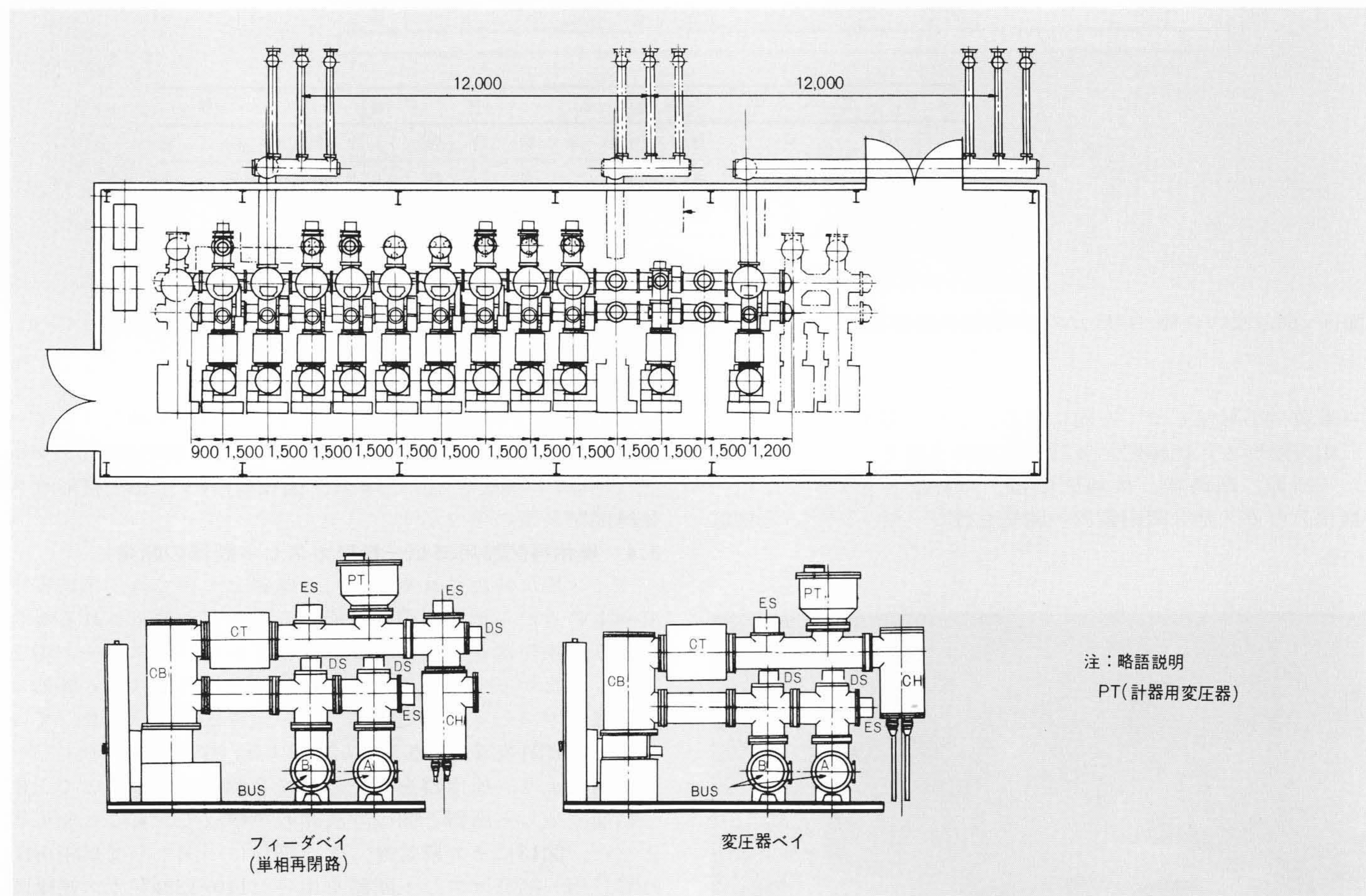


図14 110/132kVガス絶縁開閉装置配置図 単相再閉路用三相一括形ガスしゃ断器を用いた配置例を示すもので、従来の三相一括形と同一寸法である。

能となったと同時に、環境との調和を図ることができ、信頼性の高い、かつ経済的にも合理的なものとなることが期待され、今後共、汎用的に使用されていくものと思われる。

参考文献

- 1) 筑紫，外：超高压，超々高压用63kAパuffers形ガスしゃ断器の技術開発，日立評論，60，503～508(昭53-7)
- 2) 大石，外：500kVガス絶縁開閉装置，日立評論，57，917～

922(昭50-11)

- 3) S.Miwada, S.Maruyama et al.: SF₆ Gas Insulated Substation for Industrial Use, Hitachi Review Vol. 24, No. 7 311～320(1975)
- 4) T.Kikuchi, T.Tsubaki et al.: Recent Aspects of Hitachi Gas Insulated Switchgear, Hitachi Review, Vol. 27, No. 5 237～242(1978)