

受変電設備の計画

Planning of Substations for Industries

産業用受変電設備は、プラントの複雑・大規模化に伴い、大容量・高電圧化しており、事故発生時に地域社会及びその企業に与える影響は極めて大きいため、機器に要求される信頼性、安全性は高まる一方である。

本稿では、産業用受変電設備の計画に必要な事項や機器の選定などについて述べる。

吉川 功* Isao Yoshikawa

湯沢昭一* Akikazu Yuzawa

1 緒 言

産業用受変電設備は、プラントの複雑大容量化に伴い、大容量・高電圧化の傾向をたどり、近年は10MVAを超えるものが多数を占め、受電電圧も60kV、70kVが常識化している。万一事故発生時には、地域社会及びその企業に大きな影響を及ぼし、電力会社送電系統への波及防止対策など高度の信頼性と安全性が要求され、運転員、保守員の確保がますます困難になっている現在の社会事情から、無保守化された省力設備が強く望まれている。

一般の産業会社の自家用受変電設備の計画については、電気協同研究第29巻、第4号(昭和49年1月)などに計画の手順、指針について説明されているが、本稿では、産業用受変電設備のうち、60～70kV受電に主眼を置いて、変電所計画のまとめ方を計画の実例を紹介しながら以下の事項について説明する。

- (1) 変電所計画の考え方
- (2) 受電方式
- (3) 変電所の形態
- (4) 標準回路とレイアウト
- (5) 構成機器

ビル用受電設備は一般の産業用とは性質が異なるので、別の機会に述べることにし本稿からは割愛した。また保護方式、監視制御方式については、別稿に述べるので本稿では触れないことにした。

2 変電所計画の考え方

産業用受変電設備は、電力会社の二次あるいは配電用変電所から特別高圧、又は普通高圧で受電し、設備に適合した電圧に変電して、そのプラント負荷設備に電力を供給する設備である。多くの設備は事業所の構内に設置され、他の生産設備と隣接し、一般の人々が接近する機会も多い。従って、電力供給の信頼性はもとより、安全性、経済性、環境調和なども加味して設備を計画しなければならない。

プラントによって電力の使用目的、容量、負荷の性質、環境、使用条件は多種多様であるが、電力系統としては、一貫した標準的な構成及び設計を採用して、標準機器を適用することが品質の安定と経済性からみて有利である。

計画に際しては次のような事項を十分考慮しなければならない。

- (1) 機器は性能が優れ、信頼性が高く、長寿命であること。
- (2) 小形、軽量で、占有面積が小さいこと。
- (3) 事故あるいは工事などの際の停電範囲を、最小限にとど

めることができるような回路方式及び保護方式を採用すること。

- (4) 運転、保守が簡単で、且つ誤操作の心配がないこと。
- (5) 運転員、保守員に対して安全な設備であること。
- (6) 機能的に合理化された経済的な設備であること。

更に設置場所の選定に当たっては、次の事項を考慮し、周囲の環境に良く調和した計画、設計を行なう必要がある。

- (1) できる限り負荷の近くに選ぶこと。
- (2) 送電線の引込み、配電線の引出しが、簡単且つ安価にできること。
- (3) 将来の設備増設を考慮し、拡張の余地を含めておくこと。
- (4) 機器の搬入、搬出が容易にできること。形状の大きい重量物を運ぶ必要がある場合は、途中の道路や橋などの状態には特に注意が必要である。
- (5) 地盤が十分強いこと。変圧器その他、重量物の据付けを行なうので地盤が弱いと、くい打ち費などの建設費が高くなる。
- (6) 機器の騒音などにより、周囲の住宅地に公害を及ぼさないこと。
- (7) 水害、冰雪害、地震など自然災害に対しても十分考慮しておくこと。
- (8) 有害ガス、塵埃、ばい煙、塩害などの心配がないこと。
- (9) 冷却水や飲料水が得やすいこと。

以上のような点を満足させる用地を選ぶことが大切であるが、種々の事情により、上記の条件のどれかが満足できない場合でも、それらの対策を考慮して十分に機能を発揮できるよう計画、設計しなければならない。

近年は、増大する設備規模に対して労働力が不足しており、このため、使用される機器は高信頼性はもとより、できる限り保守の容易なことが望まれるとともに、設備全体として、集中化、自動化が進められ、必要に応じてはコンピュータシステムの導入も考えて、省力化が積極的に推進されていく傾向にある。

3 受電方式

設備規模の大形化、高度化につれて受電電圧も普通高圧から特別高圧へと上昇してきている。具体的な設備計画に当たっては、主回路結線方式及び保護継電方式を検討しなければならないが、本稿では主回路結線方式について述べる。

3.1 特別高圧受電方式

図1に代表的な受電方式を、表1にこれらの比較を示す。

* 日立製作所国分工場

受電設備が設置される地方、場所により管轄電力会社の標準結線方式が多少異なり、図2にその一例を示したが、方式の決定に際しては、電力会社と十分な打合せが必要になる。信頼度の高い方式はスポット ネットワーク受電、ループ受電などであるが、前者は限られた都心部の20～30kV級に限定され、後者も限られた地域に限定される。一般の地域では、系統信頼度を高めるうえから、常用予備2しゃ断器(CB)受電方式が推奨される。特に大規模な上下水道設備、液化天然ガス(LNG)基地などの高信頼度が要求される設備には、常用予備2CB、2取引用計器用変成器(MOF)受電方式が採用されることがある。常用予備受電の場合は、受電点に非接続形の検電器(VD)を一相に設置すると、常用線と予備線の切換時に便利で、安全且つ確実な操作ができる。計器用変圧器(PT又はPD)は、原則として特別高压側には設けない。但し、ループ受電や自家発電設備と並列運転を行なう場合などでは、保護継電方式上、接地形計器用変圧器が必要である。

変圧器系は2バンク以上に分割し、変圧器一次側は変圧器の信頼性向上を背景に一般的には60/70kV受電の場合、10MVA以下は変圧器の励磁電流開閉能力のある断路器のみとし、10

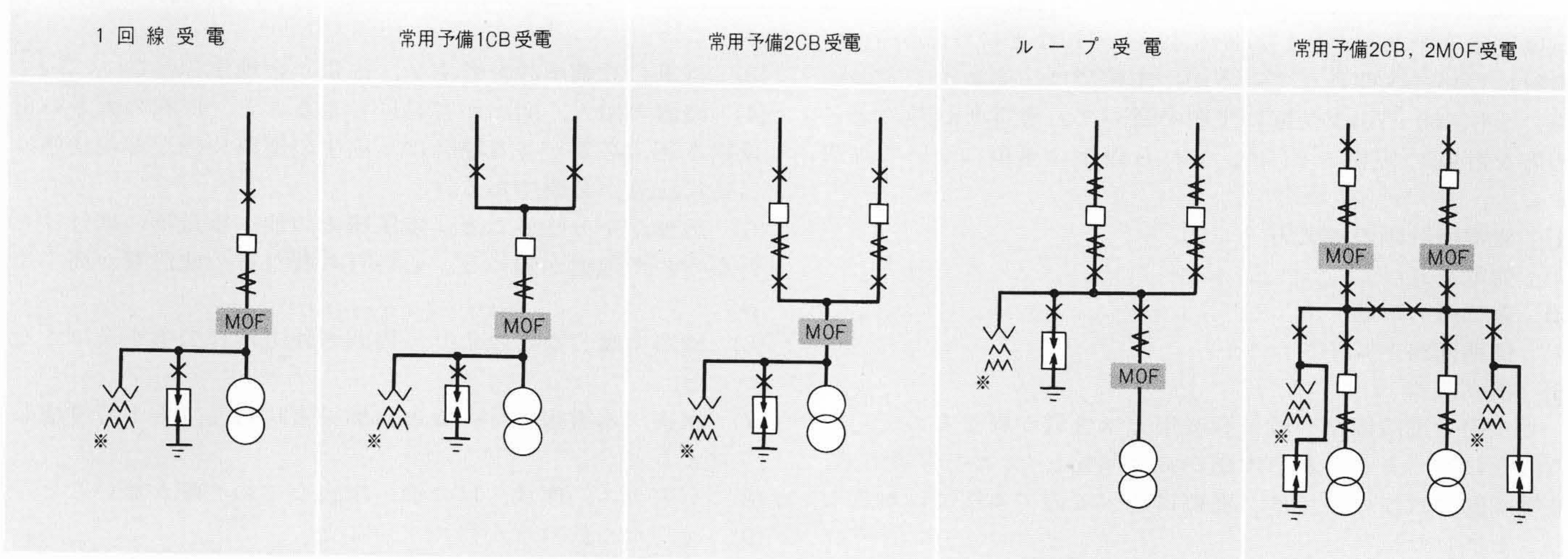
MVAを超える場合にはしゃ断器を設置し、バンク故障時も自動的に切り離し、全停電を避けるようにする方法が採用されている。但し、高信頼度を要求される設備においては、10MVA以下でも、しゃ断器が設置される。受電設備の規模は、そこに設置される変圧器容量とバンク数によって定まり、その選定は非常に重要で次のことを考慮して決定する。

- (1) 日変動、季間変動などの負荷変動への適合
- (2) 需要増加への対応、又は負荷設備増設のステップ
- (3) 二次側しゃ断器の定格電流としゃ断容量
- (4) 供給信頼度、予備電力の確保
- (5) 経済性

バンク容量決定に際してはプラントの需要率、負荷率、不等率、力率などから最大需要電力を想定し、変圧器容量を算定する。一般的には次式が変圧器容量の決定によく用いられている。

$$P_T = \frac{P_L}{\eta \times Pf} \times \alpha \dots\dots\dots (1)$$

ここで、



注：CB＝しゃ断器 MOF＝取引用計器用変成器 ※印は必要により設ける。

図1 標準結線例 設備の重要度により使い分けが必要である。

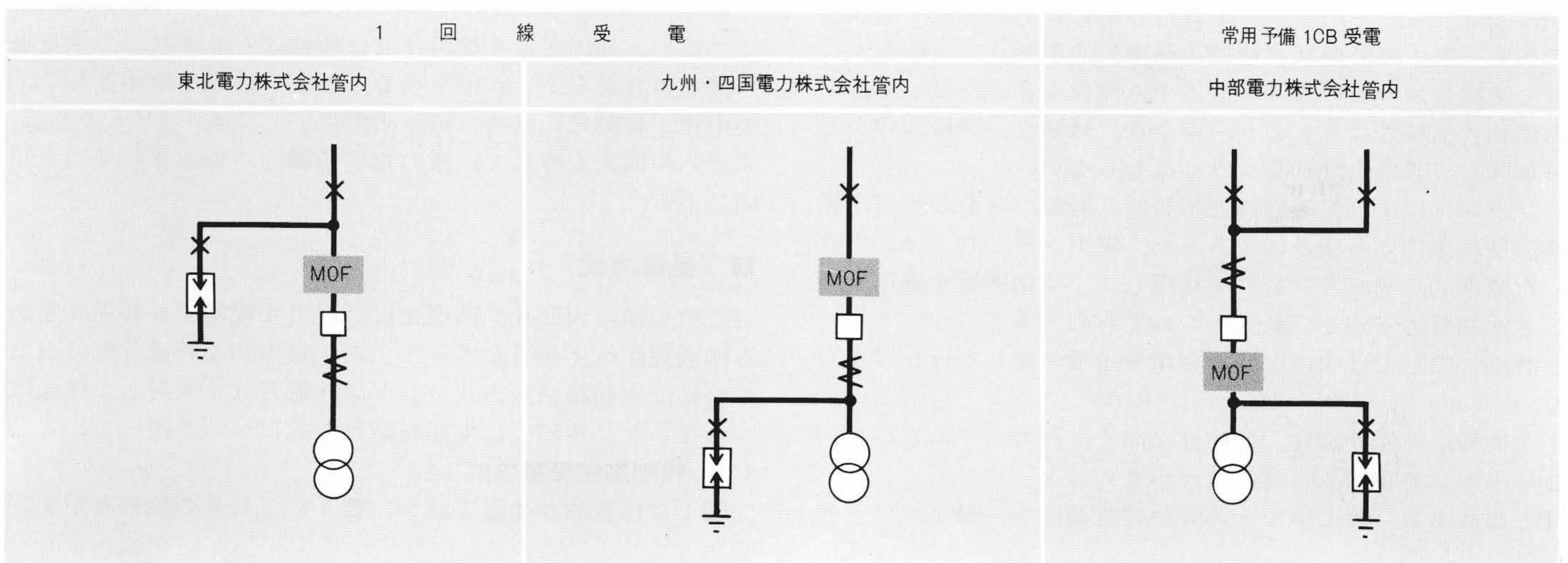


図2 電力会社別特殊結線の例 電力会社によって結線が異なるので、計画に際しては電力会社との事前協議が必要である。

表1 受電方式の比較 設備の重要度と経済性を検討し、適切な方式を選ぶことが肝要である。

項目	方式	1回線受電	常用予備1CB受電	常用予備2CB受電	ループ受電
特長		1.構成が簡単である。 2.設備費が少ない。 3.受電線故障時に停電し、復旧の間、停電が継続する。	1.受電線故障時に停電。 但し、予備線に切り換えることにより停電時間は少ない。 2.しゃ断器の事故時、停電が長くなる。	1.受電線、しゃ断器故障時でも短時間の停電で予備線に切り換えられるため、信頼性が高い。 2.設備費は比較的高い。	1.常時2回線受電であるため、1回線の事故でも停電しない。
経済性		安価	比較的安価	やや高価	高価
系統信頼度		やや劣る。	中位	やや優れている。	優れている。

表2 需要率の例 変圧器容量の算出には、負荷の需要率を考慮し適切な容量を選ぶ。

負荷	需要率(%)	負荷	需要率(%)	種別	需要率(%)	種別	需要率(%)
モートル	30	電熱器、電気炉	80	石炭	50～60	窯業	65～75
1.一般用(工作機械、クレーン、エレベータ、換気用、圧縮機、ポンプ、圧延機など)		誘導炉	80	食料品	50～65	鉄鋼	40～60
		アーク炉	100	繊維	55～75	アルミニウム	50～60
2.半連続運転用(抄紙機、精製、ゴム圧延など)	60	照明	80	パルプ	60～75	機器	35～50
		アーク溶接機	30	化学工業	60～80	上下水道	60～80
3.連続運転用(紡織機など)	90	抵抗溶接機	20	石油精製	50～70	—	—

(a) 負荷別需要率

(b) 業種別需要率

表3 変圧器容量、バンク数決定の比較検討例 信頼性と同時に、経済性をも検討することが設備計画の重要なポイントである。

No.	項目	10MVA×2バンク	7.5MVA×3バンク	5MVA×4バンク
1	イニシャルコスト (当初から全容量設置せず、負荷増加に従って増設)	高い。 当初の軽負荷時の鉄損による損失大。	中間	安い。
2	6kV側のしゃ断器しゃ断容量	トランス(TR)2台パララン時 390MVA	TR2台パララン時 250MVA	TR3台パララン時 250MVA
3	変圧器1台故障時又は定期修理時	負荷制限要	負荷制限不要	負荷制限不要
4	制御保護方式	単純で操作しやすい。	やや複雑になる。	複雑になる。
5	信頼度	やや低下	変圧器1台が予備になるため大。	左に同じ。
6	スペース	余裕をもって収納可能。	収納可能	特殊機器(例：複合開閉器)を使用しないと不可能。
7	増設	1回で済むため、増設に伴う改造などは少ないが、負荷増加量に比べ変圧器容量が過大な時期が出る。	中間	負荷容量増加と変圧器容量がほぼ合致するが、増設回数多く煩わしい。
8	総合コスト	最も安い。 100	中間 110	高い。 125

P_T ：変圧器容量
 P_L ：負荷設備容量
 η ：負荷総合効率
 P_f ：負荷総合力率
 α ：需要率

表2に負荷別及び業種別の需要率の例を示す。

表3は当初所要容量5MVAの流域下水処理場の変圧器バンク数決定時、比較検討したものの一例を示す。

3.2 配電電圧

配電電圧としては、6.6kV又は3.3kVが一般的に使用されるが、ビルなどでは415/240V、三相4線式配電がスポット

ネットワーク受電方式の普及を背景に、着実に増加している。高圧配電電圧の選定は、主として経済性(設備費)を基準に行なうべきであり、負荷の単機容量が比較的小さい場合は、次の理由で3.3kVが多く使用される。

- (1) 配電機器、電動機の設備が安い。
- (2) 安全である。
- (3) 弱電回路への影響が少ない。

また210/105Vは、高圧配電網のローカル低圧負荷用として使用されることが多い。特別高圧から400V直落としの場合を除き次の理由から、210/105Vを採用するのが一般的である。

(1) 安全性

中性点を接地することにより、対地電圧が低くなり、人畜に対しより安全である。

(2) 設備の互換性、緊急時対策

低圧モータにおいては200Vが現在の標準機種であり、機器や電源変圧器に互換性、共通性があり、維持管理や故障時などにおける代替品の調達に便利である。

(3) 経済性

ケーブル費が高くなる(400Vのときの約十数パーセント増し)が、コントロールセンタや電動機などの機器費が安くなるから、総設備費においてはほぼ同一である。

表4 60/70kV級変電所の種類と比較 設置場所の事情に応じて、適切なものを選ぶべきである。スイッチハウス式、ガス絶縁式は閉鎖形なので、周囲の条件への調和が容易である。

受電設備の種類	特 長
アルミパイプ母線 変電設備	1.設備費が最も安上がりである（ストラクチャー式の約70%）。 2.塩害、ガス害の心配のない所で、且つ据付面積の余裕がある所に適する。
スイッチハウス 変電設備	1.アルミパイプ母線より、価格は高くなるが、信頼性、操作性は優れている。 2.ハウジングタイプなので、騒音、塩害及びガス害の心配な所に適している。
ストラクチャー 変電設備	1.広い据付面積がある所に、大変電所を実現できる。 2.堅固な鉄構による組立てと、余裕のあるレイアウトができる。
SF ₆ ガス絶縁 変電設備	1.密集地の工場、高層ビルなどに最適のコンパクトタイプで、ビルの地下にも設置できる。 2.塩害、騒音の心配もなく、且つ、安全性、操作性（自動化）も極めて優れている。

(4) 弱電回路への影響

地絡電流が小さく、弱電回路への影響が小さい。

(5) 操作電源のユニット化

設備の信頼性向上(事故の波及を最小限にくい止める)には操作電源のユニット化が必要であるが、400V配電にするとコントロールセンタなどの各ユニットごとに操作電源用変圧器が必要になる。

4 変電所の形態

4.1 60/70kV級変電所

変電所は他の生産設備とは別に独立して設置されるため、屋外形が採用される場合が多い。60/70kV級変電所では、従来の開放形ストラクチャー式を改良したアルミパイプ式、20/30kV屋外キュービクルの考え方を延長した60/70kV級単位閉鎖形キュービクル、機器を一括してハウジングに収納した全天候形スイッチハウス式、更には、SF₆ガス絶縁式へと発展してきている。変電所の種類と比較を表4に示すが、一般的な特長として特別高圧側しゃ断器は、油入しゃ断器から油なしの空気しゃ断器へと移り変わり、最近では保守が容易で騒音の少ないガスしゃ断器が採用されている。変圧器二次配電側の3/6kV級しゃ断器も特別高圧側と同様、油なしが採用される傾向にあり、用地面積を縮小する目的から磁気しゃ断器(MBB)2段積、真空しゃ断器(VCB)3段積閉鎖配電盤が広く採用されている。これらの組合せの中から、信頼性、経済性、環境条件などを十分吟味したうえ、使用目的に最も適した形態を選ぶ必要がある。

4.1.1 ストラクチャー式変電所

どのような種類の機器でも使用できる利点はあるが、広い敷地面積が必要であり、建設期間が長いこと、信頼性にやや欠けること、保守点検に手間がかかるなどの点から最近では、あまり採用されていない。

4.1.2 アルミパイプ母線式変電所

架台の上に垂直に取り付けられた支持がい子上にアルミパイプ母線を配置した構造のもので、アルミパイプの強度が高いため、多雪地帯でも安心して使用できる。母線の分岐部も溶接接続され信頼性は高い。変圧器と断路器の立体配置が可能であり、構造も簡単であることから保守、点検は非常に簡便となり、ストラクチャー式に代わって広く採用されている。建設費はストラクチャー式の70%程度であり、変電所の中で最も安価である。

4.1.3 スwitchハウス式変電所

機器をすべてハウジング内に収納し、設備全体が外部から閉鎖されるので、塩害や、ばい塵の心配のいらない全天候形であり、ハウジング内は屋内用機器を絶縁距離を最小にした配置が可能となるので、設備全体がコンパクトにまとめられる。日立製作所の60/70kVスイッチハウスでは、回転形断路器の採用による機器の立体配置、ブッシング変流器を内蔵したタンク形ガスしゃ断器(GCB)、傾動装置付避雷器の採用などによって、ストラクチャー式変電所に比べ25%程度に敷地面積を縮小することが可能である。ユニットパネル組立方式なので、工場で作られた部品を現地で組み立てるだけで、溶接や切断加工などの現地作業は一切不要であるため建設期間が極めて短く、増設、移設も容易である。設備建設費はアルミパイプ母線式に比べて幾分高価になるが、信頼性、安全性及び操作性は最も優れている。発泡コンクリートパネルを使用したスイッチハウスは完全な密閉構造が可能となり、有害ガス対策が容易である。発泡コンクリートのしゃ音効果

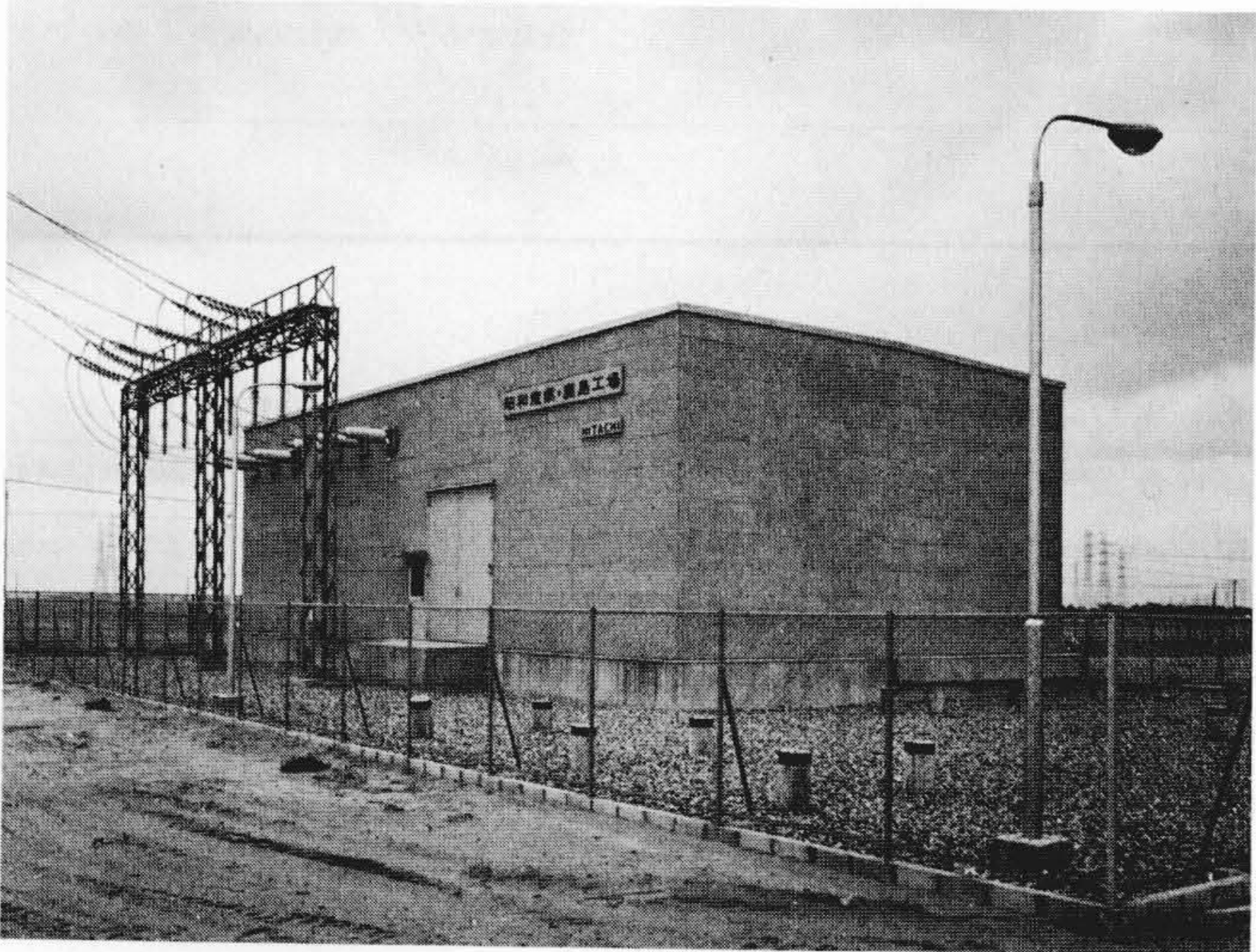


図3 60kV発泡コンクリートスイッチハウス 運転中の常用予備2回線受電、60kV発泡コンクリート製スイッチハウスを示す。

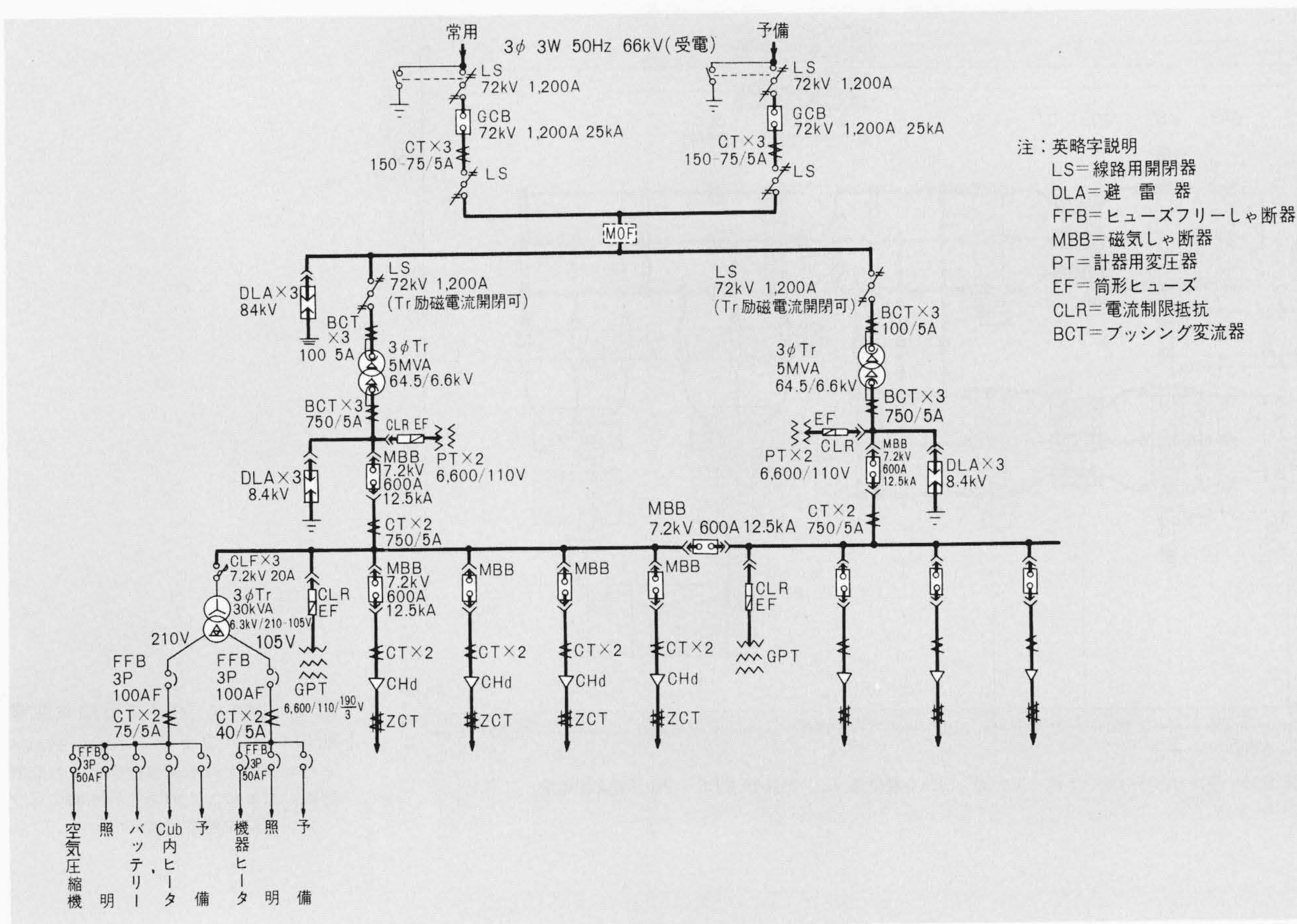


図 4 常用予備 2 CB 受電単線接続図 60kV 5 MVA 2 バンクの例を示す。

によって騒音が低減され、外観、体裁は周囲の建物と調和しやすいデザインなので、住宅地に隣接して設置することが可能である。図 3 に 60kV 発泡コンクリート スイッチ ハウスを示す。

4.1.4 SF₆ガス絶縁変電所

各機器はSF₆ガスを密封したシース内に収納した全天候形で、塩害、有害ガス及び騒音の心配もなく、安全性、操作性に優れており、密集地の工場、ビルの地下などにも設置が可能なコンパクトな変電所である。三相分離形が一般的であるが、最近三相一括形も開発、実用化され、いっそうコンパクトな変電所が得られるようになった。詳細は別稿に述べる。

4.2 20/30kV級変電所

20/30kV級の機器は屋内用としてコンパクトなものが得られるので、スイッチ ハウスに代わって単位閉鎖形のキュービクルが使用される。スイッチ キュービクルはJEM1153に規定する「閉鎖配電盤の形」の適用を受けるもので、電氣的、機械的インターロック装置を備えており、誤操作による事故や感電事故の心配がなく、安全性が高い。また高層ビルのように、多回線を利用して集中配電を行なうとともに、電力供給の信頼性、安定性を高めようとする場所には、スポット ネットワーク方式が採用される。

5 標準回路とレイアウト

図4に60kV常用予備2CB受電、5MVA 2バンクの代表的な単線接続図を示す。図5～7は上記図4をもとに、アルミパイプ母線変電所方式、屋外全天候形スイッチハウス方

式、及びガス絶縁変電所方式の各レイアウトを示す。

6 構成機器

6.1 しや断器

特別高圧変電所の受電用しゃ断器は事業所構内の事故を最終的にバックアップする機器として、しゃ断性能上、操作方式上最も信頼性の高い機器を選ぶ必要がある。**表5**は受電しゃ断器に要求される標準定格、適用機種を示すもので、60kV以上ではSF₆ガスしゃ断器が多く使用されており、また20～30kV級もガスしゃ断器が主機種になると考えられる。ガスしゃ断器はしゃ断性能はもとより保守が簡単であるほか、特に日立ガスしゃ断器はユニークな接地タンク形を採用しているため、(1)ブッシング変流器が内蔵できる。(2)耐震性が優れている。(3)極間汚損による絶縁性能低下がない。(4)しゃ断部が低位置にあるため、特に保守点検が容易である。

など種々の特長を有するからである。空気しゃ断器、がい子形制弧しゃ断器との比較を表6に示す。

6.2 断路器

水平1点切、2点切、垂直1点切など様々な種類があるが、60/70kV級ともなると、かなり大きなスペースを要し、特に屋内形ではレイアウト上苦慮することが多い。スペースファクターが良く、安全上及び万一事故時の波及防止上、金属バリヤによる室区分が可能な回転形断路器が、閉鎖形配電盤や屋内変電所では多く使用されている。回転形断路器はブッシング変流器も取り付けことができ、他の機器との立体配置ができるので受電設備の縮小化に有効である。変圧器一次用

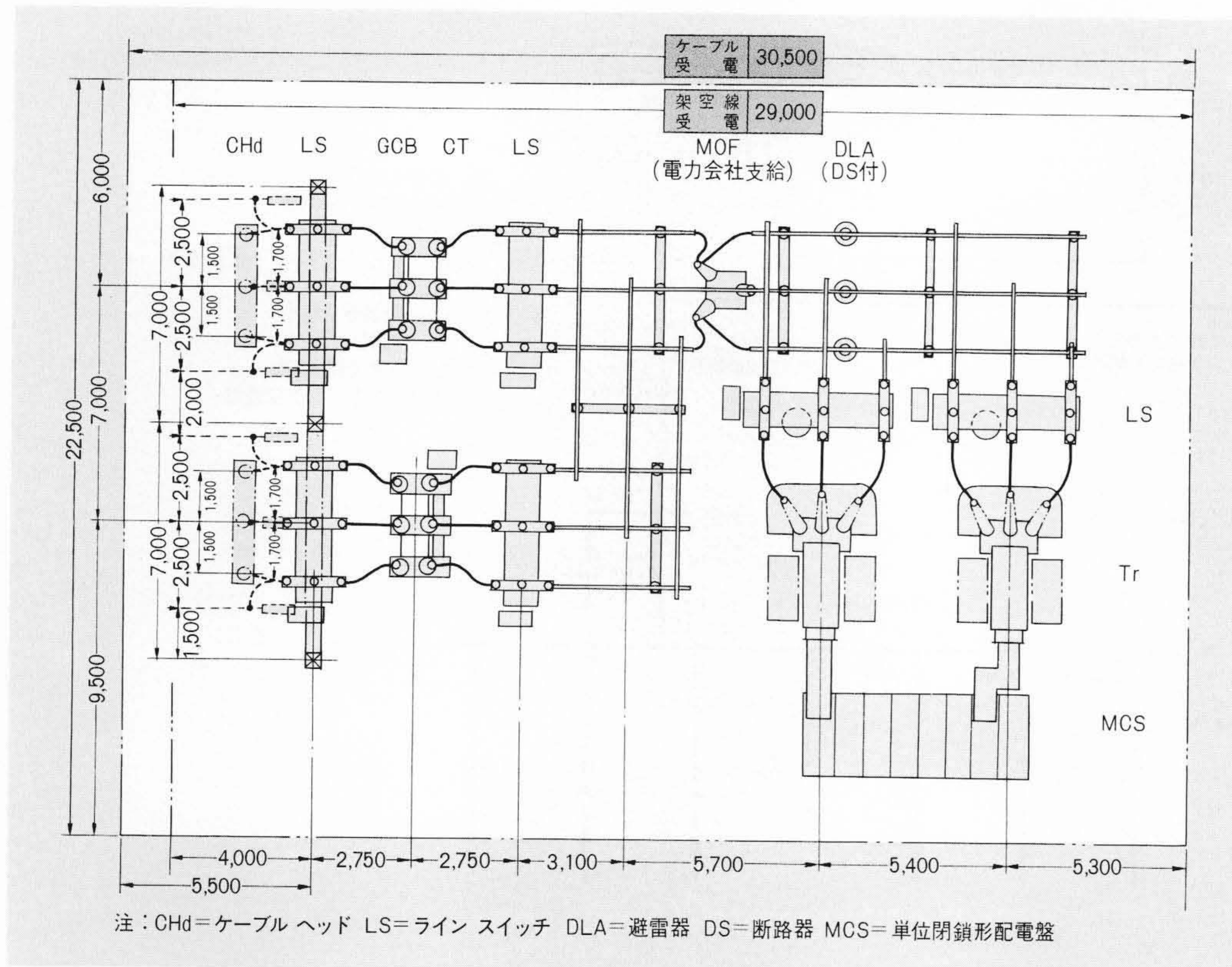


図5 アルミパイプ母線式変電所のレイアウト 60kV 5MVA 2バンク図4の単線接続図により配置計画したもので、ガスしゃ断器にはブッシング変流器を内蔵している。

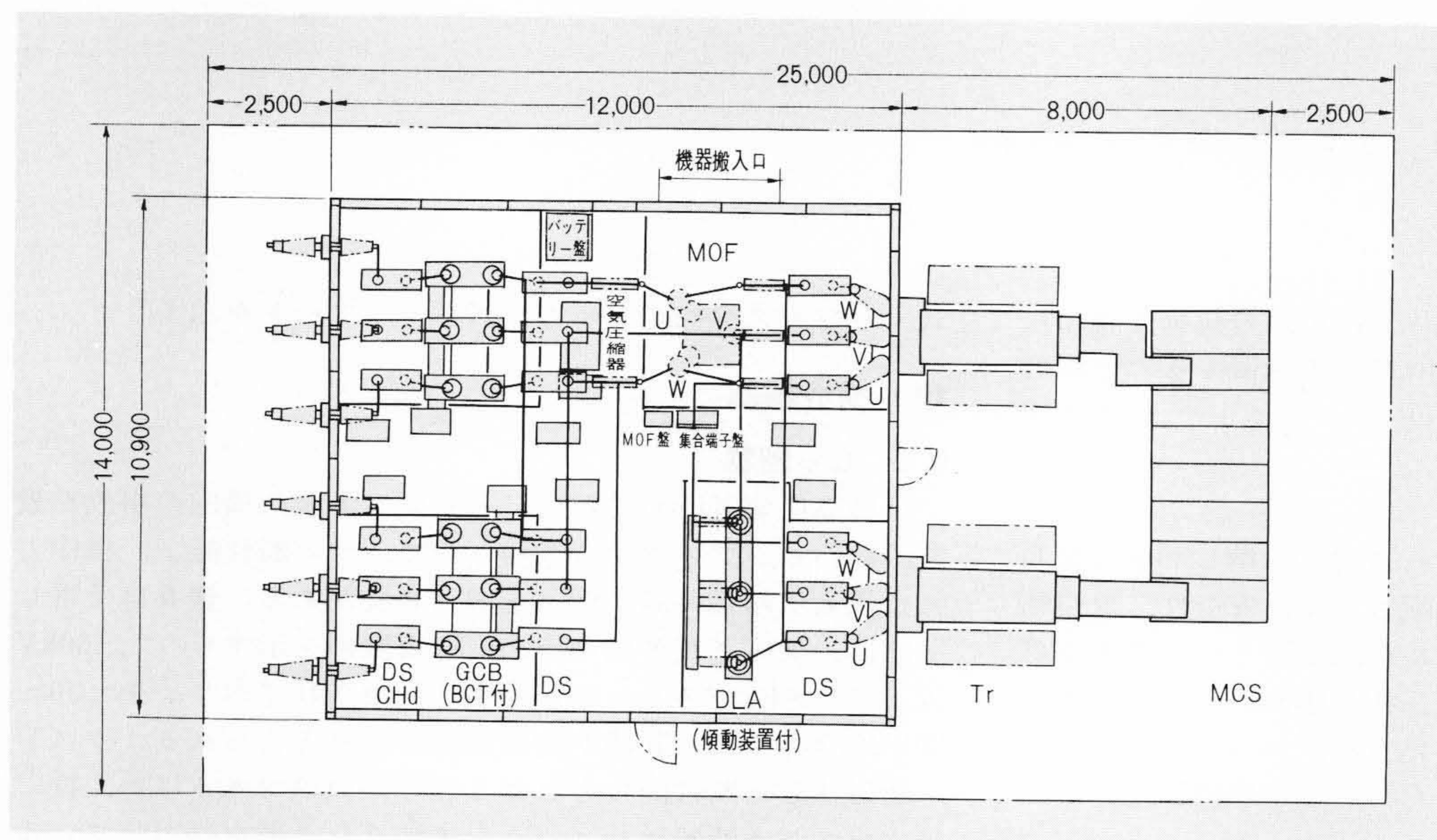


図6 スイッチハウスのレイアウト 60kV 5MVA 2バンク図4の単線接続図により配置計画したもので、ガスしゃ断器にはブッシング変流器を内蔵している。

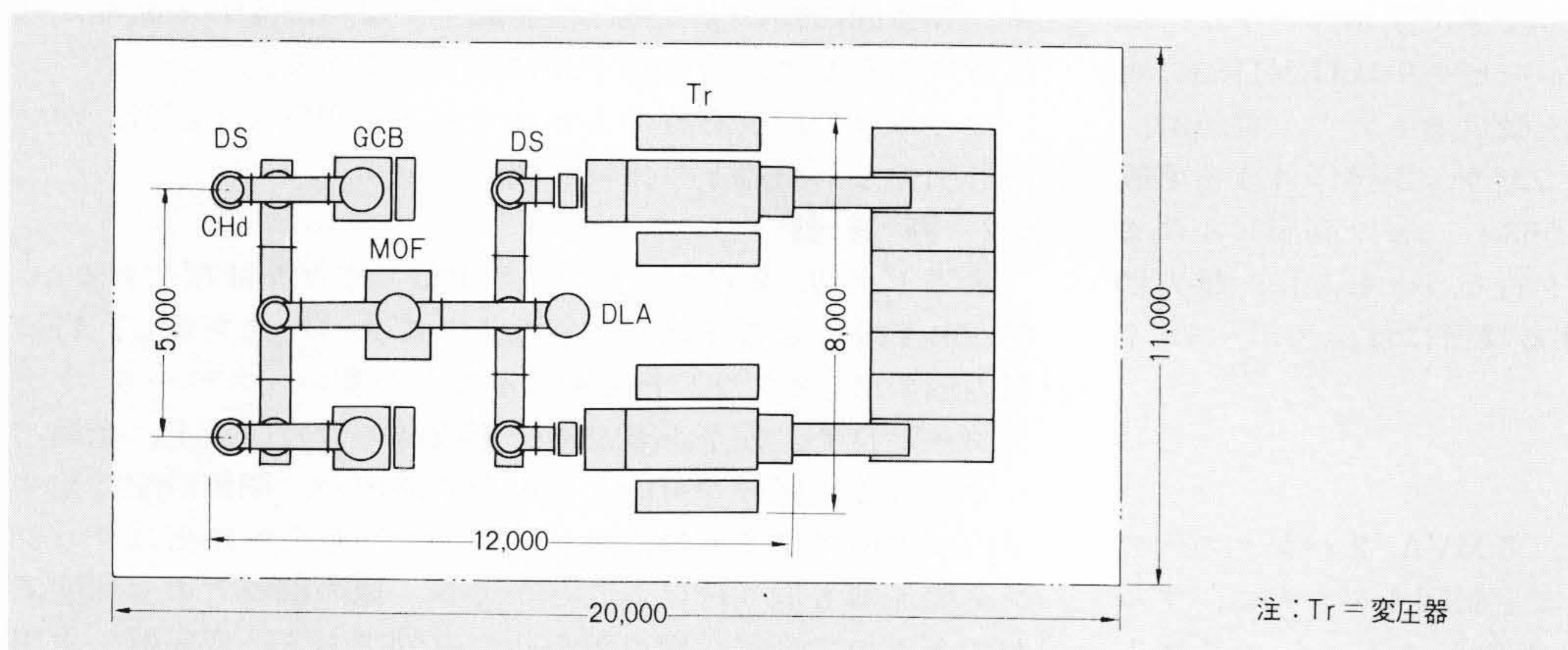


図7 ガス絶縁変電所のレイアウト 60kV 5MVA 2バンク図4の単線接続図により配置計画した三相一括形ガス絶縁変電所のレイアウトを示す。

表 5 受電しゃ断器の標準定格と適用機種 変電所の形に適したしゃ断器を選定することが計画のポイントである。

定格電圧 (kV)	定格しゃ断 電流(kA)	しゃ断容量 (MVA)(参考値)	適用しゃ断器
24	25	1,000	空気しゃ断器, 真空しゃ断器, ガスしゃ断器
36	"	1,500	同 上
72	20	2,500	ガスしゃ断器, 空気しゃ断器, がい子形制弧しゃ断器
84	"	2,900	同 上
120	"	4,200	ガスしゃ断器, 空気しゃ断器
168	25	7,300	同 上

表 6 72/84kVしゃ断器の比較 信頼性の高いこと, 低騒音であること, 変流器を内蔵できることなど, ガスしゃ断器には優れた点が多い。

No.	項 目	ガスしゃ断器	空気しゃ断器	がい子形 制弧しゃ断器
1	操 作 音 の 大 き さ	投 入59ホン } at しゃ断67ホン } 50m	低騒音形 投 入82ホン } at しゃ断87ホン } 50m	投 入84ホン } at しゃ断81ホン } 50m
2	近 距 離 線 路 故 障 しゃ断性能	抵抗不付で保証可 (良好)	並列抵抗と抵抗 接点付けて保証	抵抗不付で保証可
	充 電 電 流 しゃ断性能	電力用コンデンサバ ンク, ケーブル回路 の異相地絡時でも保 証可	電力用コンデンサバ ンク, ケーブル回路 保証(JEC-181まで)	電力用コンデンサバ ンク, ケーブル回路保 証可(JEC-181まで)
	励 磁 電 流 しゃ断 性能異常電圧発生倍数	2.0以下	2.5~2.8	2.0以下
3	しゃ断時の接触子点検	Full短絡 10回 負荷開閉 1,000回	5回 500回	3回 500回
4	耐 地 震 性 能	接地タンク形のため 良 好	普 通	普 通
5	保 守 点 検 周 期 (しゃ断部含む)	6年又は1,000回ごと	3年又は500回ごと	3年又は500回ごと
6	点 検 時 間 (細密点検)	10時間	7 時間	8 時間
7	変 流 器	ブッシング変流器 取付可能	変流器別置	がい子形変流器付属
8	操 作 空 気 消 費 量 (大気圧換算)	少ない "CO" 130 l	多 い "CO" 2,100 l	少ない "CO" 240 l
9	しゃ断部構造 操 作 器 構 造	簡 単 普 通	普 通 "	普 通 "
10	圧 縮 空 気 発 生 装 置	共通 1セット 15kg/cm ²	共通 1セット 15kg/cm ²	各台 1台 5 kg/cm ²
11	価格比%(ガスしゃ断器本体 変流器含み)	100%	125%	107%
	圧縮空気発生装置含み %(CB×4)	100%	128%	103%
12	寸 法 ・ 重 量	幅4,100×奥行2,085 ×高さ2,920 3,900kg	幅4,240×奥行2,190 ×高さ4,380 3,800kg	幅5,700×奥行2,600 ×高さ5,500 6,670kg

としては空気吹付装置を付加して励磁電流 5 A まで開閉可能としている。定格は72/84kV, 1,200A, 定格短時間電流22kA 2秒, 圧縮空気操作式である。またパイプ母線を利用したコンパクトで経済的な避雷器直載形断路器があり, パイプ母線式変電所に用いられている。

6.3 変 圧 器

変圧器は, 容量は大きくなっても小形で軽く, 効率の高いものが要求される傾向は同じである。

(1) 鉄心, 巻線

鉄心は従来の熱間圧延けい素鋼板に比べて透磁率が大きく, 鉄損や磁わいの少ない冷間圧延による方向性けい素鋼帯を使い, 更に, 締付構造を変えて鉄損や騒音の増加を防ぎ, 寸法, 重量の軽減が図られている。巻線は円板巻線, へリカル巻線, 円筒巻線などを用途に応じ最適なものが選ばれ, そのいずれも短絡時の機械力に十分耐え得る締付構造となっている。

(2) 絶 縁

500kV 器と同様の試験装置で, 内部の微小放電を検出, 測定し, これらのデータから最適の構造, 乾燥, 油含浸処理法が実施されている。

(3) 冷 却

鉄心や巻線から放出される熱を取り去る方法として, 自冷・風冷・水冷方式などがあるが, 変圧器の容量, 設置場所の状態, 騒音規制ほか使用者の要求に応じて経済的な冷却方式が用意されている。

(4) 付 属 品

運転中の異常から変圧器を保護するために, 各種の保護装置を取り付け, いずれも遠方より操作確認が可能で, 変電所の保守点検の便が図られている。

(5) 輸 送

定格電圧70kV, 自冷容量15,000kVA級までは, 工場で行なった完全な処理, 調整のままで完全組立輸送が可能であり, 高信頼性の製品を納入することができる。受電容量増加の際の撤去, 新設も容易である。

6.4 閉鎖配電盤

変圧器二次側の構内配電電圧は, 3.3kV, あるいは6.6kV が採用され, 経済的で, 且つ安全性の高い高压閉鎖配電盤(メタクラ, キュービクル)が使用される。

メタクラ, キュービクルは, 停電・感電事故を防止するとともに, 増設・移設の容易さ, 据付スペースの縮小など利点が多いことから広範囲の需要家に利用されており, 最近では, 新設される受変電設備の50%以上がメタクラ, あるいはキュービクルを採用している。

JEM 1153では, 単位閉鎖配電盤を8種類の形に分類しており, 一般的にはこのうちA形からD形までをキュービクル, E形からG形までをメタクラと呼んでいる。

最近のメタクラの傾向は, 設備の小形化, 信頼度の向上及び保守点検の簡易化のため, しゃ断器を2段積, 3段積とした構造のものが普及している。

以下, 多段積メタクラの構成などについて述べる。

高压メタクラは屋内用, 屋外用の別, 母線導体の絶縁の有無, しゃ断器の引出し方式, しゃ断器の段積構成, 母線方式, 内蔵機器の種類などによって, いろいろの標準形があり, その用途, 目的によって, 使用場所の環境, 重要度, 経済性などを考え合わせたうえで最適なものを選ぶことができる。

産業用変電所としては, 火災の心配がなく, 保守の容易な磁気しゃ断器, 真空しゃ断器など油なししゃ断器が主体であるが, 最近低コストなどの面から小油量しゃ断器(MOB)も

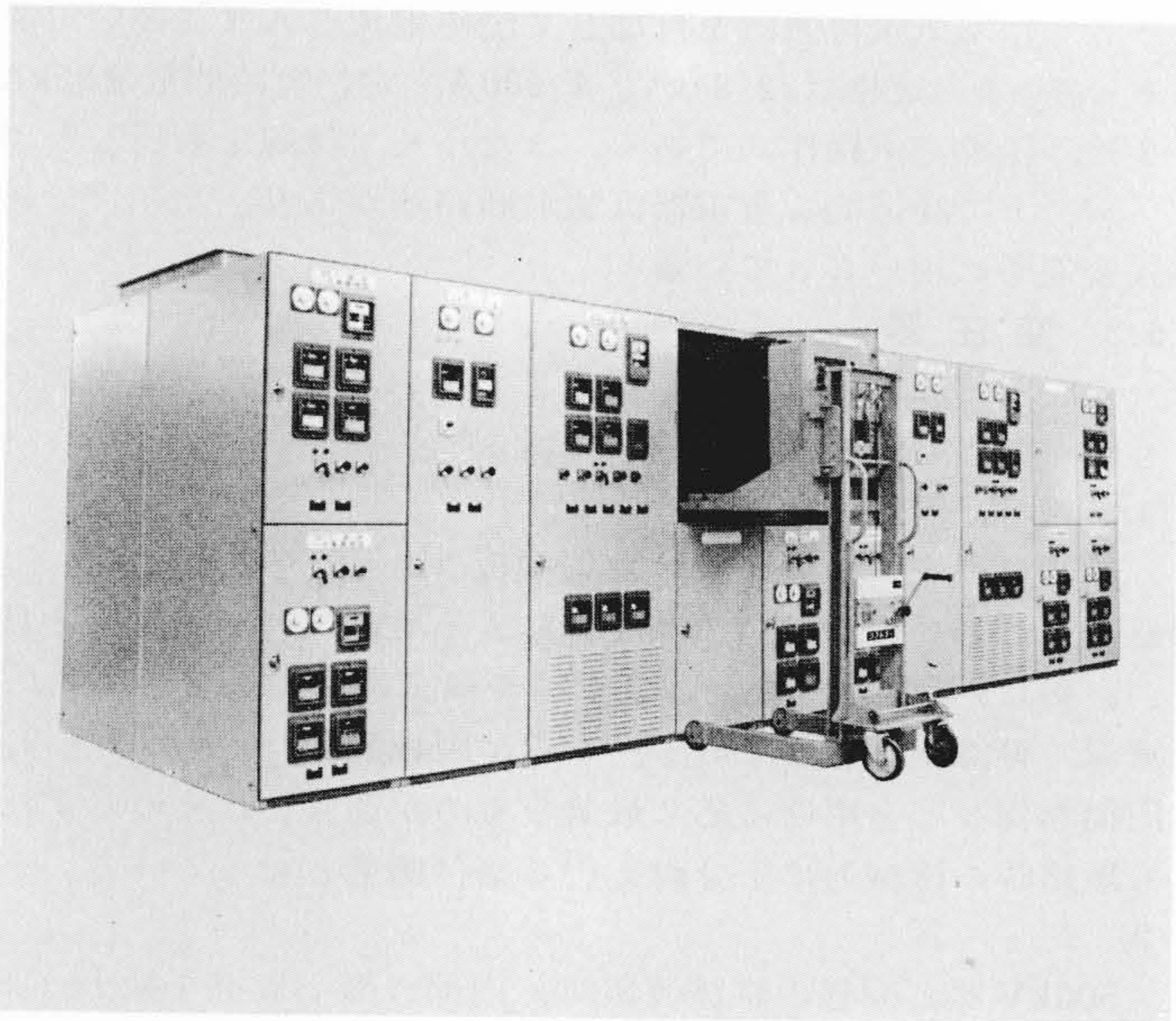


図8 磁気しゃ断器2段積メタクラ しゃ断器を2段積とすることにより、床面積を半減できる。盤面にはリレー、計器を取り付け、監視制御を行なう。

多数使用されるようになっている。いずれのしゃ断器も小形軽量化されているので、これらを2段積構造としたメタクラが製作されており、特に真空しゃ断器を収納したものでは、3段積構造としたものも標準機種として製作されている。

(1) しゃ断器収納メタクラ

まず、真空しゃ断器を収納したメタクラの構造について述

べる。JEM 1153E形適用の場合は、3段積構造、F₂及びG形適用の場合は2段積構造が標準であり、盤の寸法は従来の磁気しゃ断器1台収納のものと同じである。

図8は磁気しゃ断器2段積メタクラの構造を示すもので、中央に母線を配置することによって、母線室、上下のしゃ断器室は完全に隔離され、一次断路部には、しゃ断器を引き出した際、断路部ブッシングの充電部をカバーするシャッタを備えている。

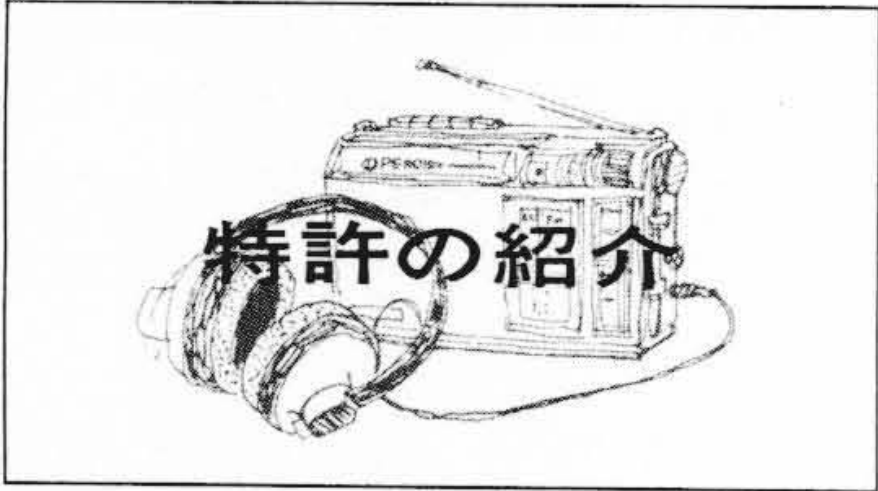
(2) 補助用メタクラ

断路器、計器用変圧器、避雷器などを収納する補助メタクラも、しゃ断器収納メタクラに付帯して必要となるが、前述のしゃ断器2段積、3段積メタクラでは、各しゃ断器ユニットを断路器、計器用変圧器、避雷器に置き換えて、補助器具同士、あるいはしゃ断器と補助器具を組み合わせた構成ができるよう考慮されている。

7 結 言

産業用変電所は企業規模の大形化に伴い、年々大容量化の傾向をたどっているが、機器に対する信頼性、安全性及び経済性の要求はいっそう高まるものと思われる。一方、用地の入手困難、建設費節減のため、縮小化の要求は強く、固体絶縁、あるいはガス絶縁により完全に絶縁された縮小形閉鎖配電盤が各電圧に応じて開発されつつある。

変電所の設置計画に際しては、必要に応じてこれらの新技術を取り入れながら、規格化、標準化された信頼性の高い機器を選び、時代の要求に即した経済性の高い設備とすべきであろう。



エポキシ樹脂組成物

鈴木 宏・渡辺 寛・北村允宏
特許 第631496号 (特公昭46-21310号)

レジンモールド電気装置の性能はそこに使用されるレジンの性能によって大きく左右されることは広く知られている。このためモールドレジンとしては、たとえば良好な絶縁特性および耐熱性をはじめ、その他すぐれた耐湿性ならびに可及的に小さい熱膨張率を有することが要求される。この要求を満たすため、普通一般にはシリカ粉や石英粉などの無機充てん剤を添加している。熱膨張率を小さくするためには無機充てん剤を多量に添加すればよいが、このことは反面、レジン(ワニス)の流動性を低下させる原因となり、注形用ワニスとして不適当なものとしてしまう。つまりレジンの諸性能と流動性とを両立させることはきわめて困難なことである。

本発明のエポキシ樹脂組成物は特定の無機充てん剤粉を配合することによって上述の問題をすべて解決するのみならず、耐湿性をいっそう改善し、また組成物中での無機充てん剤粉の沈降をおさえ、均質な硬化

物を与えるというユニークな注形用樹脂組成物である。その組成は、(1)エポキシ樹脂～無水酸硬化剤系に、(2)けい酸ジルコニウムのようなジルコニウム含有無機化合物30容量%以上と(3)酸化鉛や四三酸化鉛のような鉛酸化物3容量%以上とから成る無機充てん剤を配合したものである。

注形用レジン組成物としては、作業性の見地から、500P(30℃)以下、望ましくは25℃で50～300P程度の粘度を有することが必要である。従来の注形用エポキシ樹脂組成物は低いものでも500～1,000P程度であり、しかも硬化物の線膨張係数は3.5×10⁻⁵/℃以上と高く、満足できる性能を具備するには至っていない。これに対し本発明では、硬化物の線膨張係数が3.0×10⁻⁵/℃以下となるように無機充てん剤粉を多量に配合して目的のエポキシ樹脂組成物の粘度を50～300Pとすることが可能である。

以上のように、本発明のレジン組成物は耐湿性および耐熱性がすぐれ、また低い熱

膨張率を有するものである。したがって冷熱サイクルの激しい条件下で使用される電気装置、たとえばシーズヒータの端部シール用モールドレジンあるいはダイオード、トランジスタ、さらにIC、LSIなどの各種半導体装置の封止用モールドレジンとして利用した場合きわめて効果的で、高い信頼性を有するものを得ることが可能である。このエポキシ樹脂組成物の諸特性は表1に示すとおりである。

表1 エポキシ樹脂組成物特性

試料		A	B	C	D
項目					
粘 度 (P) (25℃)		200	170	100	70
線 膨 張 係 数 (×10 ⁻⁵ /℃)		1.3	1.5	2.0	2.9
* 耐 湿 性	ρ _v (Ω·cm)	3×10 ¹³	5×10 ¹⁵	6×10 ¹⁵	4×10 ¹⁴
	ε (1MHz)	7.6	7.0	6.9	7.1
	tan δ (%) (1MHz)	1.5	1.3	1.2	1.5
適用モールド製品		シーズヒータ	小形トランス	ハイブリッドIC	トランジスタ小形電子部品

注：* 120℃、2気圧の水蒸気中に100時間放置後