

海外市場向け7.2/12kVスイッチギヤ “MS-E形”のシリーズ化

濱田達哉*
Tatsuya Hamada
木村透*
Toru Kimura

Creation of Series of 7.2/12kV Switchgear "Type MS-E" for Overseas Market

要旨

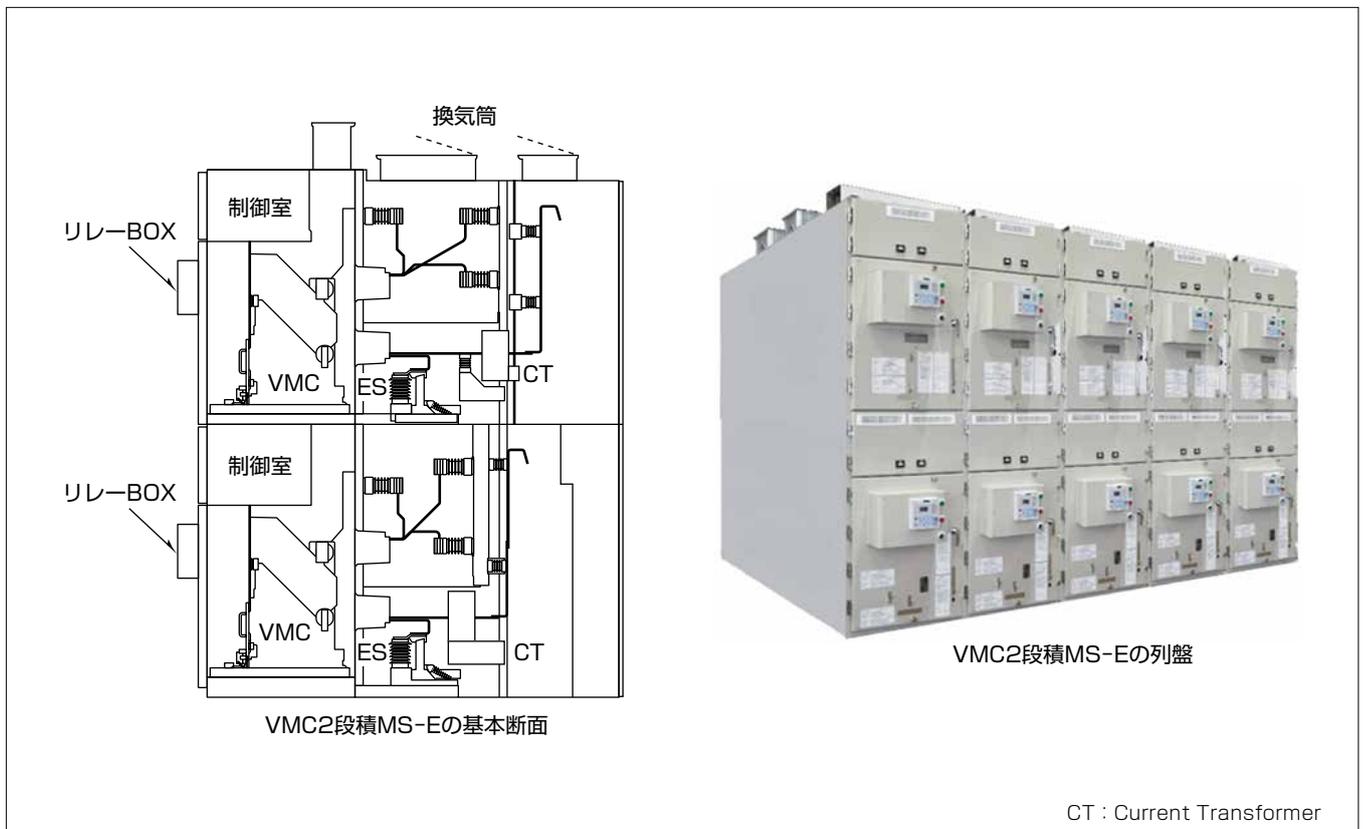
受配電システムを取り巻く市場はグローバル化が進展しており、産業の発展が著しい新興国を中心に電力、社会インフラ需要が増加し、大規模な設備投資がある一方で、スイッチギヤを含む電気設備全体の建設コストを抑制する目的で配列サイズ縮小化の要求がある。これに対して三菱電機は、海外市場向け7.2/12kVスイッチギヤ“MS-E形”で国際規格(IEC(International Electrotechnical Commission) 62271)に準拠し、真空遮断器(VCB)を2段積とすることで配列サイズを縮小化した“VCB 2段積MS-E”を市場投入している。

今回、モータフィーダ等の多数回開閉が必要な負荷へ対応するために、真空電磁接触器(VMC)と電力ヒューズを組み合わせたVMCユニットを搭載するシリーズ製品

“VMC 2段積MS-E”を開発した。また、多数の制御機器の収納要求に対して、制御室の拡張を行った。

VMC 2段積MS-Eの主な特長は次のとおりである。

- (1) VMCを2段積構造とすることで、モデル配列(従来製品10面構成)で、保守スペースを含む設置スペースを従来比で約30%削減した。
- (2) VMCユニット及び固定枠構造を最適化することで、VCB 2段積MS-Eとユニットの挿入/引き出し操作、ES(Earthing Switch)の開閉操作のインタフェースを統一した。
- (3) マルチ電子リレーを搭載したリレーBOXを各フィーダの正面扉に設置することで、制御機器の収納効率を向上させた。



VMCユニットの2段積化及び収納制御機器数増加を実現したスイッチギヤ“MS-E形”

VMCユニットを2段積化することで、モデル配列で保守スペースを含む設置スペースを従来比で約30%削減できるスイッチギヤMS-E形を開発した。VMCユニット及び固定枠構造の最適化を行うことで、VCB 2段積MS-EとESの開閉操作のインタフェースを統一した2段積構造を実現した。また、リレーBOXを各フィーダの正面扉に設置することで、制御室・制御室に配置できる制御機器の数を大幅に増加させた。

1. ま え が き

受配電システムを取り巻く市場は、グローバル化とともに電力、社会インフラ需要が増加傾向にある。大規模な設備投資がある一方で、エンジニアリング会社からはスイッチギヤを含む電気設備全体の建設コストを抑制する目的で配列サイズ縮小化の要求がある。この市場要求への対応として、当社は海外市場向け7.2/12kVスイッチギヤ“MS-E形”で、VCBの2段積化によって配列サイズを縮小化したVCB2段積MS-Eを市場投入している。更なる市場の要求として、電動機等の始動・停止回数が頻繁に行われるフィーダ(モータフィーダ)等の多数回開閉が必要な負荷への対応がある。そこで、この要求に対して、多数回開閉が可能なVMCと電力ヒューズを組み合わせたVMCユニットを2段積化したシリーズ製品“VMC2段積MS-E”を開発した。

また、市場では配列サイズの縮小化の要求がある一方で、多数の制御機器の収納要求もある。そこで、従来1段目の制御室に配置していたマルチリレーをVCB及びVMC室の正面扉に搭載し、制御室に配置可能な機器数を大幅に増やすことで、幅広い顧客のニーズへの対応を可能にした。

本稿ではVMC2段積MS-Eの概要及び採用技術について述べる。

2. VMC2段積MS-Eの概要

2.1 VMC2段積MS-Eの配列構成

今回開発したVMC2段積MS-Eは市場要求である配列サイズ縮小化に対応するため、VMCユニットを2段積化することで設置スペースの削減を行った。設置スペースを削減することで、電気室全体の建設コストを削減できる。また、配列サイズ縮小(面数削減)によって、据付け作業時間の削減や輸送費用の削減も期待できる。図1にVMC2段積MS-Eのフィーダ盤の断面図及び単線図を示す。

2.2 VMC2段積MS-Eの構造

開発品では図1で示した断面構成を実現するため、上段と下段にそれぞれ従来製品の1回路分を収納している。主母線は上下分割構造とし、VMCを搭載した場合に一次側と二次側の極性が上下段で変化しない構造にした。ESとVMCの配置関係は、上下段で同じになるように構成し、操作性を考慮してES操作位置をVMCの下方に配置している。また、電力ケーブルを接続する導体位置は、汎用ケーブルを適用する場合に十分な端末処理高さを確保した。さ

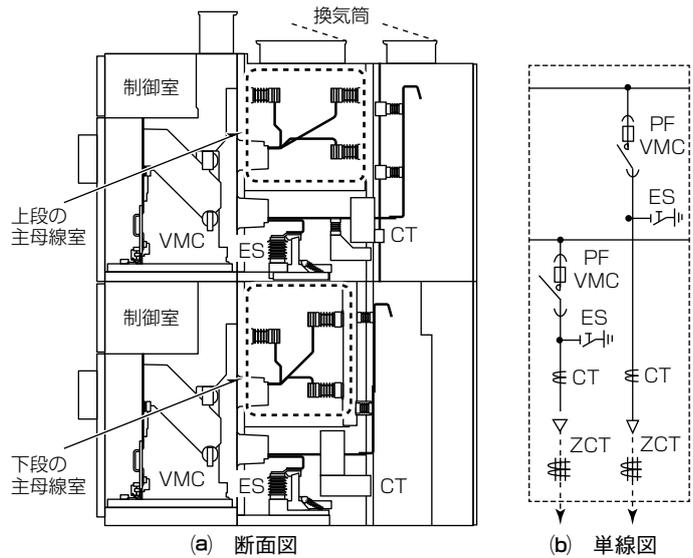


図1. VMC2段積MS-Eのフィーダ盤の断面図及び単線図
PF : Power Fuse, ZCT : Zero-phase Current Transformer

らに、下段のケーブル室には金属フレームの仕切り板を配置し、上段側に接続される電力ケーブルとの区画分けを行っている。これによって、上段が運転中の状況でも下段のメンテナンスが可能になり、運転継続性(LSC2B-PM)を実現している。設置場所は屋内であるため、保護等級は工具等の先端からの保護を考慮した。2段積MS-Eの仕様を表1に示す。

図2に従来品と開発品の正面及び断面比較を示す。従来品は1面に2フィーダを横並びに配置したVMC盤であり、標準外形は1,200(W)×1,500(D)×2,600(H)(mm)である。これに対してこの製品はVMCを2段積化することで、標準外形を800(W)×2,200(D)×2,600(H)(mm)とし、縮小

表1. 2段積MS-Eの仕様

盤種		VCB盤	VMC盤
準拠規格		IEC62271-200	
定格電圧		7.2/12kV	7.2kV
定格遮断電流		25.0, 31.5, 40.0kA	
定格短時間耐電流		25.0, 31.5, 40.0kA-3sec	
定格電流	母線	3,150A	
	分岐	1,250A	400A
定格耐電圧	商用周波	20/28kV(1min)	
	雷インパルス	60/75kV	60kV
制御電圧		DC : 100/110V	
定格周波数		50/60Hz	
IAC級(内部アーク)		AFLR 40kA-1sec	
据付け方式		LSC2B-PM	
保護等級		外被 : IP3X, 内部 : IP2X	
設置場所	屋内外	屋内	
	標高	1,000m以下	
	相対湿度	5~95%(結露なし)	
	周囲温度	-5~40℃(平均温度35℃)	
	天井高さ	4.4m以上	
アクセス方式		FR	

IAC : Internal Arc Classified, FR : Front Operation/Rear Maintenance

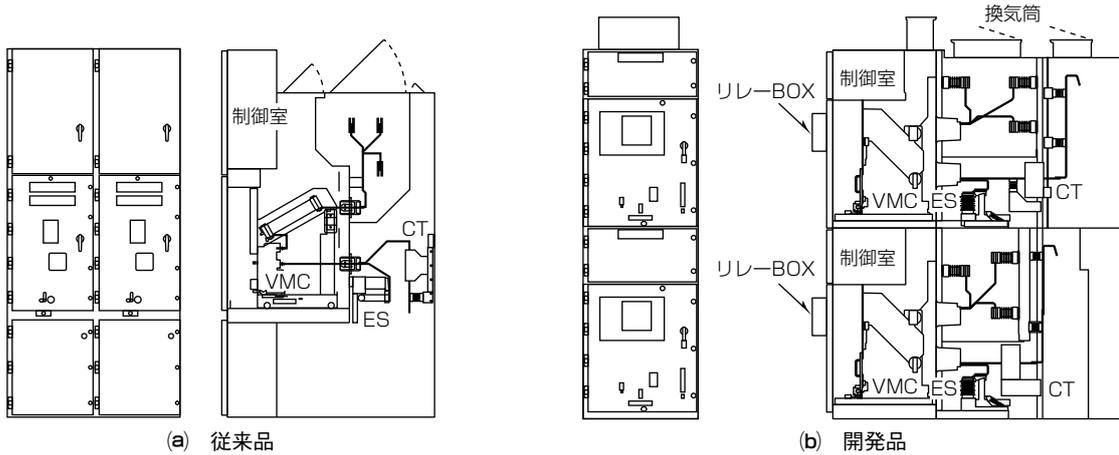


図2. 正面・断面の比較

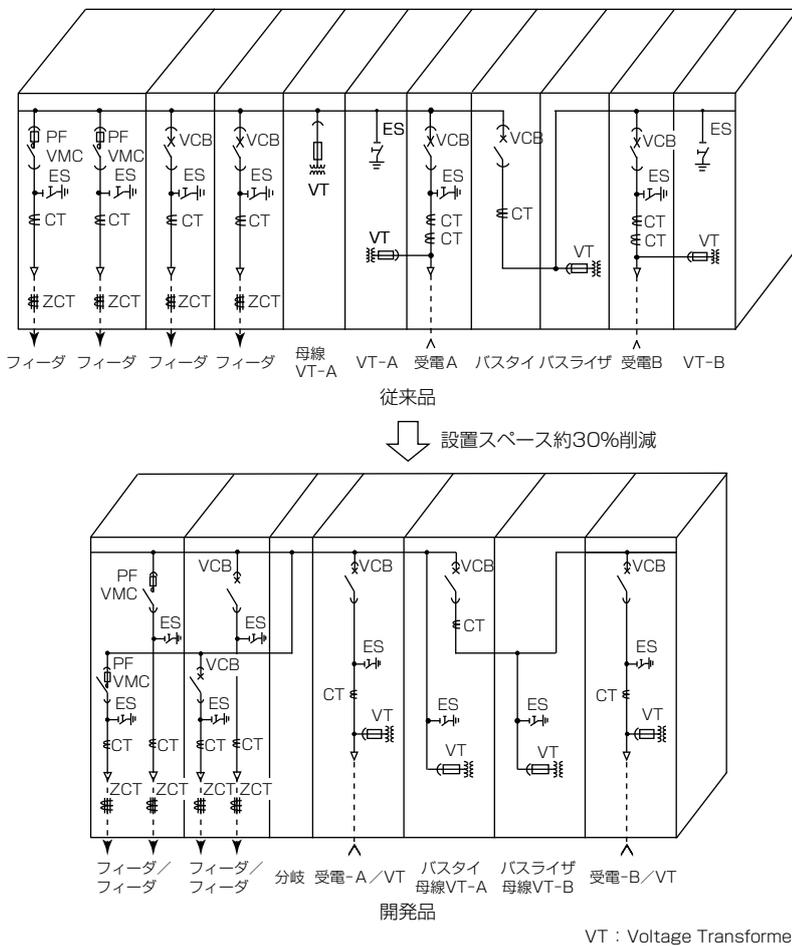


図3. モデル配列での設置スペースの削減

化を実現している。また、配列サイズでも、フィーダ盤はVCB及びVMCを2段積化し、受電盤はVCBとVTの2段積構成とすることで縮小化を実現している。これによって、モデル配列で、保守スペースを含む設置スペースを約30%削減した(図3)。2段積構造は、熱流体解析の精度向上による放熱性能確保の技術と、圧力解析及び熱風流れ解析の精度向上によるアークプルーフ性能の技術の確立によって実現可能にした⁽¹⁾。標準断面は図2に示す。避雷器やサー

ジサプレッサの要求がある場合や標準外ケーブルの取付け要求がある場合は、従来製品と同様に奥行きを延長して対応可能である。製品高さは2,600mmとすることで従来製品と同様にトラック搬送が可能である。

3. VMC2段積MS-Eの採用技術

3.1 VMCユニットの2段積化

電動機等の始動・停止が頻繁に行われるフィーダ(モータフィーダ)では、開閉保証が1万回のVCBよりも、25万回の開閉保証及び600回/時の開閉頻度に対応したVMCが採用されるケースが多い。また、海外市場では、メンテナンスの容易性を考慮して、移動式(引き出し式)のVMCの需要が高い。さらに、2章で述べたとおり、配列サイズの縮小の要望もある。そこでこの市場ニーズに対応するため、2段積構造に対応可能なVMCと電力ヒューズを組み合わせた移動式VMCユニットを新規に開発した。また、VMCフィーダに最適なESを選定・採用した。それらの技術について次に述べる。

3.1.1 外部操作引き出し機構対応VMCユニット

IEC 62271-200では、盤内の短絡事故等によって発生した高温高圧ガス(以下“ホットガス”という)からの安全性を確保するために、扉を閉めた状態で移動式の開閉機器(ユニット)を断路・試験位置から接続位置へ移動させる機能要求がある。そこで、VMC2段積MS-Eでは外部操作引き出し機構をVMCユニットに標準装備とした。VMC

ユニットを図4に示す。VMC 2段積MS-Eの外部操作引き出し機構は、従来製品の回転方式とは異なり、カムスライド方式を採用している。これによって、スイッチギヤの扉を閉めた状態で、操作ハンドルを①挿入、②横方向へスライド、③ハンドルを抜くという3ステップでVMCユニットを容易に断路・試験位置から接続位置へ移動できる。引き出し操作の様子を図5に示す。これによって、ホットガスから操作者の安全性を保つのはもちろんのこと、VMCユニットの出し入れ時間の短縮やスイッチギヤ据付け時の試験時間の短縮も可能になった。また、外部操作引き出し機構では、作業者の安全を考慮したインタロックが備えられ、同時に操作性にも配慮している。まず、VMCユニットが接続位置にあるときは、外部操作引き出し機構と扉で、扉の開閉を防止する機械的なインタロックを設けており、運転中に誤って扉を開いた状態で作業者が操作することも防止している。また、接続位置でVMCが運転中(閉回路時)は、盤外から外部操作を行うことを防止する機械的なインタロックを設けており、運転中に作業者が誤ってVMCユニットを回路から引き外せない構造にしている。さらに、VMCユニットの外部操作引き出し機構の操作イ

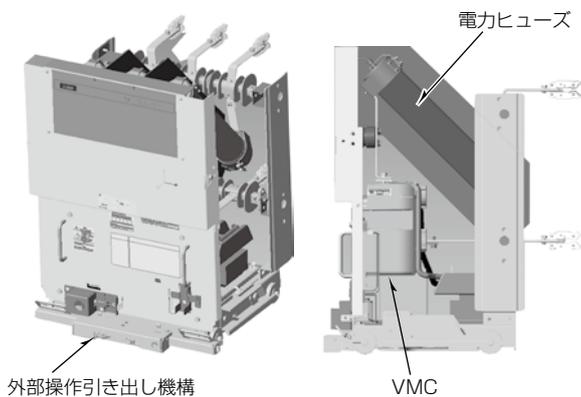


図4. VMCユニット

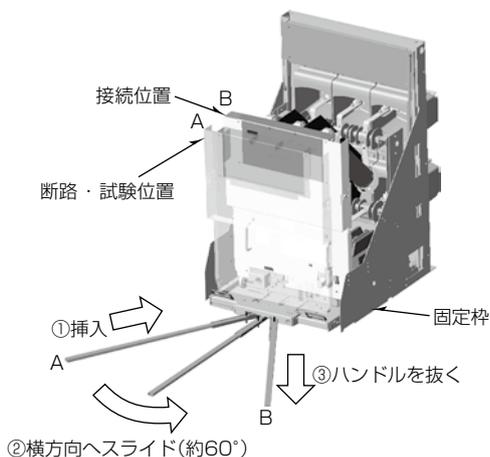


図5. VMCユニットの引き出し操作の様子

ンタフェースは、VCB 2段積MS-Eと同じ構造にしているため、VCBとVMCユニットで同一の操作ハンドルを使用し、同様の手順で移動操作ができるようになっている。これによって、配列での付属部品の削減や、作業者の操作誤りを防止している。

3.1.2 接地開閉器(ES)

海外市場では、主回路の保全及び保守作業でアクセスする人と電気機器を守るために、当該主回路の電位を接地母線に放電し、無電圧状態を維持させるESの取付け要求があるが、VMCフィーダとVCBフィーダでは要求されるESの性能が異なっている。そこで、VMC盤では、VCB盤とは異なる、VMCフィーダに最適なESを選定・採用した。また、ESの接点開閉動作を行う機構(可動軸を動かす機構)にVCB盤で使用しているES操作機構を接続できるよう、リンク機構を新規開発することで、VCB盤とVMC盤で異なるESでありながら、同一の操作ハンドルを使用し、同様の手順で移動操作ができるようになっており、開閉操作のインタフェースの統一を実現している。図6に、ESの開閉操作の様子を示す。これによって、配列での付属部品の削減や、作業者の操作誤りを防止している。

3.1.3 固定枠

2段積MS-Eの配列で、VCB及びVMCのフィーダ数が奇数であった場合、VCBとVMCユニットの混載(2段積)ができなければ、VCB盤とVMC盤それぞれの盤が必要になり、配列サイズが拡大する一因となる。そこで、VMCユニットのヒューズとVMCの配置の最適化を行った。また、VCB盤とVMC盤の固定枠部品の共用化を図り、固定枠の外寸を同一にした。固定枠は図5に示す。その結果、各区画を同スペースかつ同部品で構成することを実現し、VCBとVMCユニットを同じスイッチギヤ中に段積で対応

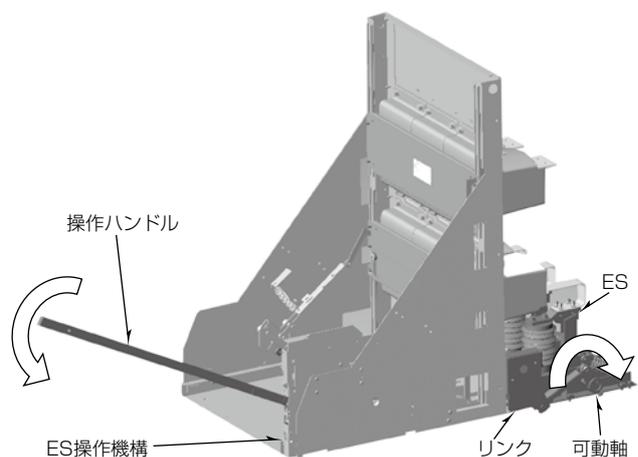


図6. ESの開閉操作の様子

可能にした。これによって、奇数フィーダのモデル配列で、保守スペース含む設置スペースを約50%削減した(図7)。図8にVCBとVMCユニットを搭載した2段積MS-Eの断面図を示す。

3.2 制御機器の収納量の拡張

スイッチギヤの市場では、配列サイズの縮小化要求がある一方で、多数の制御機器の収納要求がある。従来の2段積MS-Eで採用していた1段目の制御室扉に上下のフィーダ回路用マルチ電子リレーを集約した構造の場合、当該扉の裏面に制御機器を取付けできなかった。また、各フィーダ回路で使用する制御機器が1段目、2段目の制御室にまとめて配置されるため、各制御室間で制御機器同士の渡り線が多量に発生し、各制御室内を占有していた。その結果、制御機器の収納量が制約されるケースがあった。

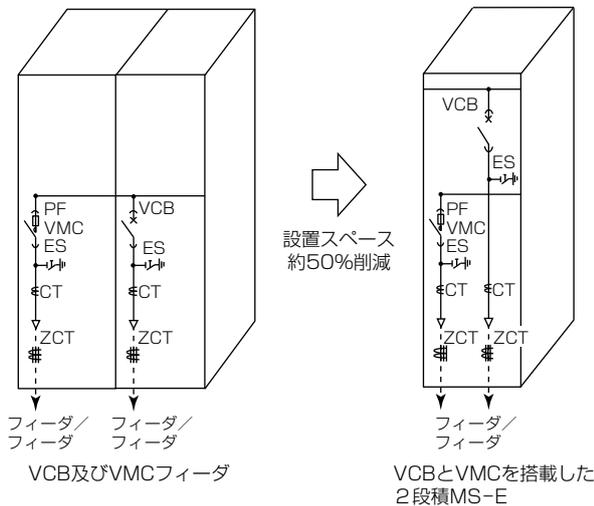


図7. 奇数フィーダのモデル配列での設置スペース削減

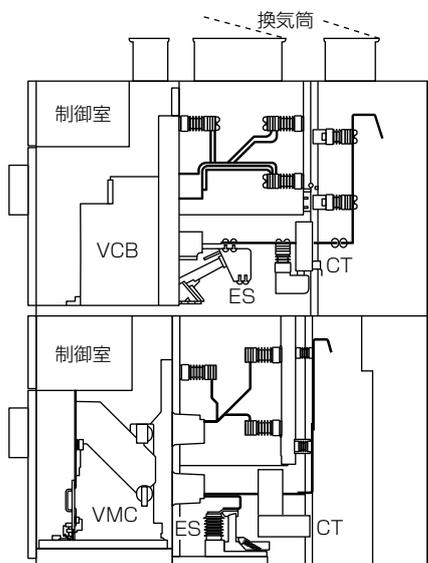
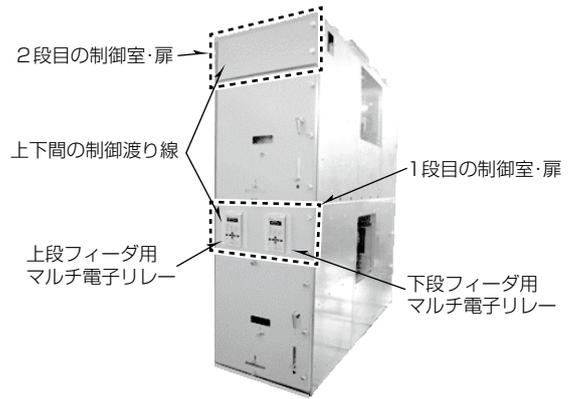
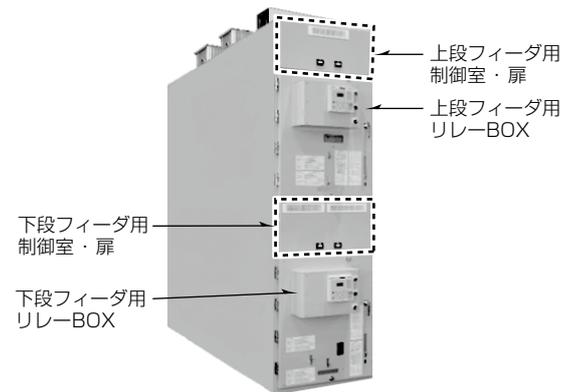


図8. VCBとVMCユニットを搭載した2段積MS-Eの断面図



(a) 従来の2段積MS-E



(b) 制御室拡張構造の2段積MS-E

図9. 2段積MS-Eの構造

そこで、今回の開発では、各フィーダの正面扉にマルチ電子リレー及び操作機器を搭載したリレーBOXを開発し、各フィーダの正面扉に取り付けた。また、上段フィーダ用の制御機器は2段目の制御室内に、下段フィーダ用の制御機器は1段目の制御室内に区分けして配置した。これによって1段目の制御扉に制御機器の取付けスペースを確保でき、制御室間での制御機器の渡り線を最小限に抑えることが可能になった。その結果、制御機器の収納量が大幅に向上した。図9に、従来の2段積MS-Eの構造と制御室を拡張した2段積MS-Eの構造を示す。

4. むすび

開発したVMC 2段積MS-Eの仕様・構造及び採用技術について述べた。VMCユニット及び制御室拡張構造の2段積MS-Eは2020年投入予定である。また、この製品は海外市場をターゲットにしており、将来の海外生産化を視野に入れた構造にしている。

参考文献

- (1) 木村 透：海外市場向け7.2/12kVスイッチギヤ“MS-E”，三菱電機技報，91，No.11，609～613 (2017)