

低圧開閉制御装置

Low-voltage Switchgear and Controlgear

小林 淳二 * Junji Kobayashi · 山下 正榮 * Masaei Yamashita

I. まえがき

低圧開閉制御装置は、発電所の補機設備や所内動力設備を初め、公共設備、一般産業設備などあらゆる分野で身近な設備として広く使用されている。国内においては法規による制限上、交流600V以下がその範囲であり、現状では小規模な設備や電灯設備用を除けば400V級がその主体となっている。

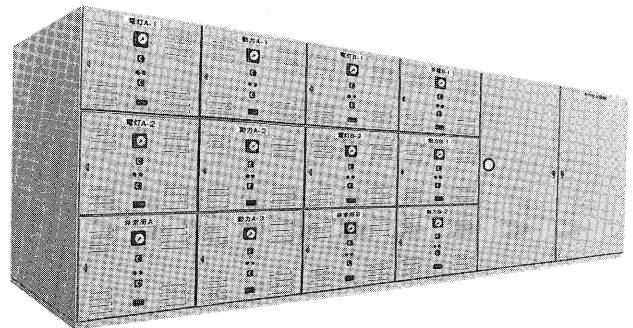
一方、IEC規格や主要海外規格では、交流1,000V以下のものが低圧開閉制御装置の範囲として規格化され運用されているので、海外向けプラント用などでは、交流660V定格のものもある。これら設備における近年の動向は、設備の大規模化、省資源化や省エネルギー化である。高圧開閉制御装置と同様に、大ししゃ断電流の要求、絶縁性能の向上、人体への安全性の向上、装置の小形化などハードウェアに対する要求と、設備の安定な運用のため、電力の供給システムと事故波及の局限化のための保護協調システムなど、ソフトウェアの対応もますます高度化している。ここに富士電機における長年の経験と実績を踏まえ、低圧開閉制御装置としてVL形ロードセンタと、SM形コントロールセンタの概要を紹介し、参考に供したい。

II. VL形ロードセンタ

富士VL形ロードセンタは、小形軽量、高性能な低圧気中ししゃ断器を収納し、豊富な製作実績をもとに、小形化、操作性、経済性、高信頼性を追求したロードセンタで、次の特長をもっている。第1図にVL形ロードセンタの外観を示す。

1. 特長

- (1) 小形軽量、高性能な富士DA形気中ししゃ断器を使用し、大ししゃ断容量、大短時間電流の用途に最適。
- (2) 国内規格(JIS, JEM, JEC)を初め、海外主要規格(IEC, BS, NEMA, VDE)に適合し、輸出向けとしても最適。
- (3) 定格電流4,000Aまで、定格ししゃ断電流120kA(AC 240V/220V)まで、種類が豊富。
- (4) 最適システムのための豊富なハードウェア。
 - ① 3種の投入方式(手動ばね、電動ばね、電磁)
 - ② 3種の引外し装置(長限時、短時、瞬時)



第1図 VL形ロードセンタ外観

Fig. 1. Type VL Load Center

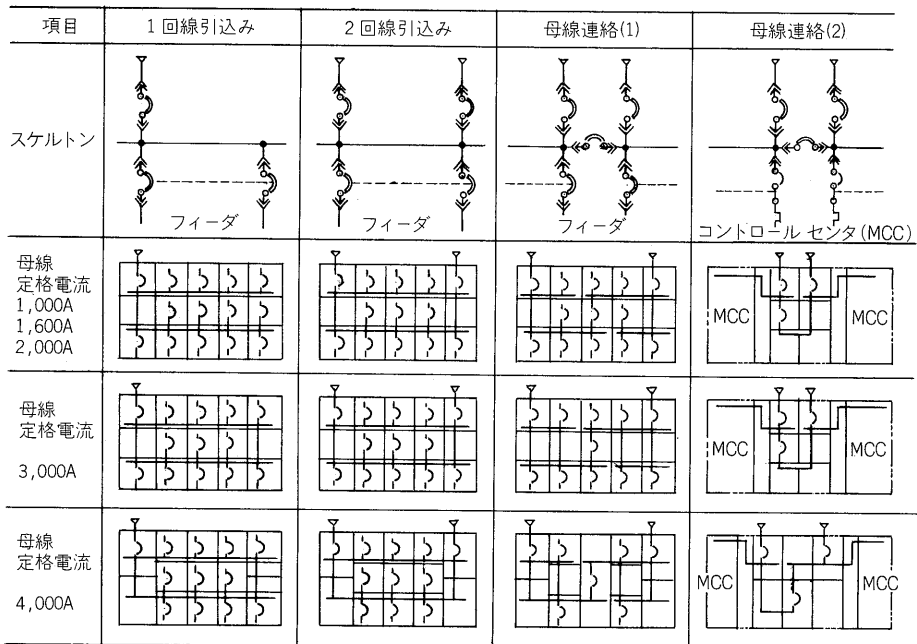
- ③ 3種の引外し方式(電圧引外し、不足電圧引外し、コンデンサ引外し)
- (5) 信頼性の高い全自動連結。
- (6) 安全で容易な保守点検、延長レールにより、リフタなしで容易に盤外部へ抽出可能。
- (7) 豊富なオプション。シャッタ、パドロック、ししゃ断器位置検出スイッチ、開閉度数計、早切りスイッチ、各種電源装置、制御装置。
- (8) 接続容易な3段積構造。大電流の入力・出力用バス、ケーブルの接続が容易。
- (9) 容易な操作、安全な点検のための監視・制御・操作・保護装置などは前面部分に配置され、主回路ブロックと分離した構造。
- (10) 確実な遮へいと絶縁。JEM1265のG級までシリーズ化、他の単位装置内への事故波及防止。

2. 構造

ロードセンタの構成は、引込回路の種類と母線の定格電流によって決定される。第2図にその標準組合せを示す。盤の単位垂直面ごとの寸法及び重量は第2表を参照されたい。

- (1) キャビネットは鋼板及び形鋼で構成し、十分な強度をもたせ、一般的耐震性能は基本形で十分満足する構造となっている。単位回路のししゃ断器室は専用のクレードル組込み方式で組み立てられているので、寸法精度が高く、同定格フレームのししゃ断器における互換性が万全である。
- (2) 母線は放熱効果を高め十分な機械的強度をもち、給

* 制御技術部 配電盤統括部



第 2 図 ブロックスケルトン
Fig. 2. Block skeleton

第 1 表 しゃ断器の引出装置の位置と状態

Table 1. Position and state of drawout device in circuit breaker

| 位 置 | 状 態 |
|------|---------------------------------|
| 接続位置 | 主回路と制御回路、ともに接続されている。 |
| 試験位置 | 主回路は断路、制御回路は接続している（シーケンステスト可能）。 |
| 断路位置 | 主回路と制御回路、ともに断路されている。 |
| 引出位置 | 延長レールにより盤外へ抽出できる（点検、保守可能）。 |

電信頼性の向上、二系統電圧からの給電など考慮し、上・下段に分けて設けている。定格電流 2,000 A 以下では、二重母線方式にも対応でき、3,000 A 以上の大電流の場合は上・下の母線をループ状に接続し、母線容量、電圧降下、給電信頼性の面で効果的な設計がされている。

- (3) 監視・制御、操作、保護装置などは各単位回路ごとに、それぞれの前面ドア部及び気中しゃ断器の正面に取り付け、保守・点検に便利のように配置してある。
- (4) 気中しゃ断器の引上装置は、第 1 表のとおり 4 ポジションでそれぞれ保持される構造となっている。定格電流 1,600 A 以下の気中しゃ断器用のクレードルには延長レールが組み込まれており、盤外部へ容易に引き出し点検ができる。2,000 A 以上のものは付属の延長レールをクレードル部分に取り付けて同様に行うことができる。

3. 定格と仕様

VL 形ロードセンタは、AC 660 V 以下 4,000 A までの三相 3 線式、及び三相 4 線式のシステムに適用でき、国内規格はもとより海外規格にも適用可能である。更に多

岐にわたる要求に対し豊富なオプションが準備されており、対応できる仕様となっている。また、下位しゃ断器との選択しゃ断協調の関係で、瞬時引外し装置を付けない場合でも大きな短絡投入容量をもたせることができる装置 (MCR) が設けられている。第 2 表に配電盤の仕様と定格、第 3 表に低圧気中しゃ断器の仕様と定格を示す。

4. 性能検証

各適用規格 (国内・国際規格など) に規定された形式試験の項目はもとより、一般耐震性能についても検証している。

1) 温度上昇試験

JEM 1265, JEC 160 による温度上昇試験を検証している (IEC Pub. 439, IEC Pub. 157-1 の許容温度値は国内規格と同等又はそれ以上の値であり、国内規格の方が厳しい値となっている)。

2) 短時間電流試験

盤内にしゃ断器を収納し、規定の短時間電流で 0.5 秒及び 1 秒で検証している。

3) しゃ断試験

盤内にしゃ断器を収納し、規定の短絡電流しゃ断及び短絡投入しゃ断試験を行い、検証している。

4) 機構動作試験

規定の着脱回数を行った後、各部の構造の検査、しゃ断器の動作 (投入、しゃ断) について検証している。

5) 耐震試験

0.3G 正弦 3 波の共振試験によって、機械的強度、誤動作、誤不動作について検証している。

III. SM 形コントロールセンタ

コントロールセンタは、高い信頼性、操作の安全性、

数)を経験データから求めなければならない難点があるが、同種の装置が数多くあるプラントでは試算可能である。最近のマイクロコンピュータ機器の進歩により、データの統計処理などは現地においても容易であるから、試みる価値があると思われる。

2) 点検のポイント

点検は次に示すような発生率の高い故障に関連する部分から重点的に行う。

- (1) 絶縁物の破損、劣化(油、ガス漏れ、真空異常を含む)。
- (2) 機構部、収納機器(特にしゃ断器)、操作部の磨耗、破損。
- (3) 導体などの接続部のゆるみによる過熱、焼損。
- (4) 制御回路の接触不良、保護装置などの特性不良。

3) 日常巡視点検

装置の運転中に目視など外面から行う点検であって、前項「点検のポイント」に関連して外観(破損、変色、結露、浸水、絶縁油・ガスの漏れ、計器指示及び状態表示異常など)、温度(導体、外被などの温度過上昇)、音(振動音、コロナ音)、振動(導体、構造材などの異常振動)に注意を集中する必要がある。異常兆候があれば、その程度に応じて直ちに装置を停止して臨時点検を実施するとか、定期点検の重点項目に入れるとかの措置をとる。たとえ微少な異常であってもそれを記録し監視を続けることにより、重大事故の発生を未然に防止した例が多い。

点検間隔は前記三要件と保守体制を考慮して決めるが、運転初期においてはできるだけ間隔を詰めることが効果的である。偶発故障期のように故障率が安定した状態では1回/週程度まで間隔を延ばすことができる。

4) 定期点検

定期的に装置を停止して実施する点検であり、通常、母線を停電せずに行う普通点検と母線を停電して行う細密点検の二者がある。前者2回に後者1回の割合で行うことを目安とするが、後者はできるだけしゃ断器の細密点検と同期させるように工夫すると良い。定期点検のうち、運転開始後最初のものを初回定期点検というが、これは通常、納入者の保証期間の終わりである1年目に行う(この時期は初期故障がほぼ出尽くし、その対策が完了する時期である)。この点検は一般に細密点検相当のもので、次回以降の定期点検項目及び間隔が当初の計画どおりで良いか否かを判断するために重要である。

偶発故障期間においては、通常的环境下で1回/2年で十分である(しゃ断器は1回/3年以上)。定期点検項目としては、次のものが挙げられる。

- (1) 清掃点検(特に絶縁物、導体、しゃ断器)
- (2) 絶縁診断(前回データとの比較が重要)
- (3) 導体接続部点検(必要があれば増締め、また通常監

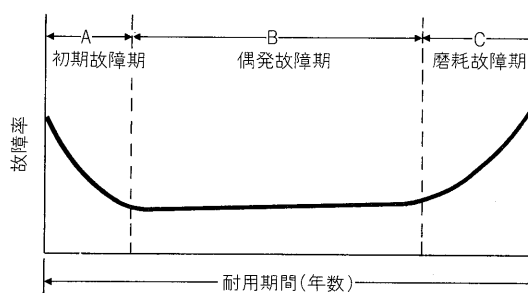
視し難い箇所はサーモラベルを使用)

- (4) しゃ断器点検(普通又は細密)及び部品交換
- (5) 避雷器及び電力ヒューズエレメント点検
- (6) シーケンステスト
- (7) 保護継電器特性試験
- (8) その他補修

定期点検前に交換部品、補修部品を決め、あらかじめ調達しておく。万一にも漏れの無いようにすることが装置の信頼性を保持する上から大切である。また点検時の安全確認、母線接地、電源操作責任者取り決めなどについても事前に十分な準備をすることが肝要である。

磨耗故障期に入った傾向が現れれば、重点的に点検回数を増し、信頼性の低下を抑えるようにする。

典型的な故障発生曲線を第1図に示す。



第1図 故障率曲線
Fig. 1. Failure rate curve

・初期故障期(第1図A)

設計・施工などに起因する故障が発生する期間で、比較的短い。

・偶発故障期(第1図B)

主として装置固有の信頼性により故障率が左右される。しかし環境などによる影響が大きいが、メンテナンスの効果も顕著に現れる。

・磨耗故障期(第1図C)

消耗し、経年劣化などに起因する故障が生ずる期間で、メンテナンスにより耐用年数を延ばすことも可能である。しかし最後は部分的手入れで故障、性能低下をカバーできなくなり寿命期に達する。

III. あとがき

点検技術の詳細にふれることができなかつたが、温度、絶縁抵抗、部分放電などの活線試験器の入手が容易になり、点検時の有力な道具になりつつある。これらの有効利用により点検は一層効率化されるものと思われる。

一方、今後重要なプラントにおいてはセンサ技術、マイクロコンピュータ技術の進歩に伴い、開閉制御装置にも温度、絶縁などの自動診断システムが組み込まれる傾向にあるが、開閉制御装置全般については、予防保全努力は依然として不可欠のものである。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。