

# 新形高圧真空電磁接触器 VMC・HN シリーズ

藤澤 浩昭(ふじさわ たくあき)

新井 正起(あらい まさき)

## ① まえがき

公称電圧 3.3 kV, 6.6 kV 回路に使用される高圧電動機や高圧コンデンサの開閉用電磁接触器は、小形・軽量化、長寿命化、不燃化、メンテナンスの省力化などのニーズに適合した真空式が主流となっている。高圧真空電磁接触器はその普及とともに、高品質化が従来以上に強く要求される一方、経済性、安全性、取扱い性などに対する要求も厳しいものとなってきている。

富士電機は1986年に高圧真空電磁接触器の制御回路に IC を使用したスーパーマグネットを採用し、電子化による機能の向上、省エネルギー化を図った経済性の高い HN シリーズを市場に提供し、好評を得ている。

このたび、これらのニーズにこたえるべく高圧真空電磁接触器の全面モデルチェンジを行い、「VMC・HN シリーズ」として発売を開始した。

この VMC・HN シリーズは、これまで蓄積した富士電機の高圧真空遮断器の技術をベースに、より一層の安全性、信頼性、取扱い性を追求した製品である。図 1、図 2 にその外観を示す。

本稿ではその構造と試験結果について報告する。

図 1 新形高圧真空電磁接触器 VMC・HN シリーズ(固定形)の外観



AF99-131

## ② 定格と仕様

VMC・HN シリーズの定格および仕様を表 1 に示す。据付け方式としては大別して固定形とヒューズ付引出形の 2 種類があり、定格電流は 200 A と 400 A, そしておののくに操作方式として常時励磁式とラッチ式の 2 種類を用意している。

## ③ 特長

### (1) 動作信頼性の向上

今回新たに開発した専用 IC の搭載により、交流・直流共用化を実現するとともに、投入コイルの焼損や主接触子のばたつき動作の原因となる低電圧での投入動作を制限し、規定電圧以上においてのみ IC を用いた制御回路がピックアップ動作し、投入パルスを出力して接触子が確実に動作する信頼性の高いものとなっている。また、パワースwitching回路を有した独特のスーパーマグネットの採用により、投入コイルの保持電流が 50 mA (100 V) と少ないものとなっている。

図 2 新形高圧真空電磁接触器 VMC・HN シリーズ(ヒューズ付引出形)の外観



AF99-129



藤澤 浩昭

高圧開閉器、ヒューズの開発設計に従事。現在、吹上工場器具設計部課長補佐。



新井 正起

高低圧開閉器の開発試験に従事。現在、吹上工場器具設計部課長補佐。

表 1 新形高圧真空電磁接触器 VMC・HN シリーズの定格・仕様

項目		分類		
		固定形 P形, J形, V形	引出形 X形, Y形, H形, U形	
形式		HN46A -		
定格	使用電圧 (kV)	3.3/6.6		
	絶縁電圧 (kV)	7.2		
	使用電流 (A)	200, 400		
	周波数 (Hz)	50/60		
絶縁階級 (号)		6 A		
短絡遮断電流 (kA)		4.0		
短時間電流 (kA-s)		4-2		
開閉容量および遮断容量		AC-3		
開閉頻度 (回/時)		600		
耐久	電氣的開閉 (万回)		25	
	機械的開閉 (万回)	常時励磁式	250	
		ラッチ式	25	
補助開閉器 (外部使用接点数)		3a+3b		
準拠規格		JEM1167		
外国規格への適用		IEC, BS		
操作回路	制御方式		電子制御回路AC/DC共用	
	操作電圧 (V)		AC/DC100, 200 DC48, 24	
	操作電流 (A)	投入	100 V : 3, 200 V : 1.5	
		引外し	100 V : 4, 200 V : 2	
保持		100 V : 0.05, 200 V : 0.03		
構造	対地, 相間絶縁		三相一体絶縁フレーム	
	前面カバー		絶縁板 金属板	
最大適用容量	三相誘導電動機 (kW)	3.3 kV	200 A : 750, 400 A : 1,500	ヒューズ付き: 710
		6.6 kV	200 A : 1,500, 400 A : 3,000	ヒューズ付き: 1,500
	三相変圧器 (kVA)	3.3 kV	200 A : 1,000, 400 A : 2,000	ヒューズ付き: 1,000
		6.6 kV	200 A : 2,000, 400 A : 4,000	ヒューズ付き: 2,000
	進相コンデンサ (kVA)	3.3 kV	200 A : 1,000, 400 A : 1,000	ヒューズ付き: 1,000
		6.6 kV	200 A : 2,000, 400 A : 2,000	ヒューズ付き: 1,500

(2) 3.3kV/6.6kV 共用

3.3kV および 6.6kV を共用化したことにより、盤設計における合理化を図ることができる。

(3) 優れた開閉性能

今回開発した真空バルブを採用したことにより、定格使用電流の 6 倍の開路・遮断性能 (AC-3) を有している。また、低サージ形となっているため、高圧コンデンサや変圧器などの一般負荷におけるサージ対策は不要である。

4 構造

高圧回路に適用される電磁接触器は、遮断・通電および絶縁性能を十分満足していることはもちろんのこと、高頻

度開閉を考慮した場合、以下の条件を具備しておくことが必要である。

- (1) 安定した高頻度開閉性能を有し、開閉操作に要する消費エネルギーが小さいこと。
  - (2) 小形・軽量、取扱いが容易で、かつキュービクル収納時は、キュービクルと構造的にマッチしていること。
  - (3) 接触子消耗量や操作器などの保守点検が容易であること。
  - (4) 操作者に対して安全性が高く、信頼性が高いこと。
- VMC・HN シリーズは上記のような条件を満たすべく、以下の設計思想のもとに開発した。
- 図 3 に構造図を示す。

4.1 遮断部

遮断部である真空バルブは、長年の設計・製造技術をベースに、低サージ・高頻度長寿命・絶縁性能・遮断性能、さらに接触子材・ストロークなどの最適設計がなされた、新たなものを開発した。本真空バルブは、小形で信頼性の高い遮断部となっている。

4.2 絶縁フレーム

高圧電磁接触器において重要な要素の一つは、長期にわたり絶縁性能を維持し、高い安全性を確保することである。この目的のために、長期にわたる使用実績、電界解析などにより、高耐電圧性能や耐汚損性能を確保するとともに、通常の使用環境以外での運転も考慮し、特に酸性ガス雰囲気での絶縁性能に優れた特殊ポリエステルブリミックス樹脂を採用した。また、合理的な形状および部品の最適な配置設計・絶縁設計などにより耐電圧性能はもちろんのこと、長期間の機械的強度を確保したものとなっている。

4.3 操作・制御装置

操作・制御装置は、富士電機がスーパーマグネットと呼称している IC を使用した制御方式による投入電磁操作方式を採用している。

スーパーマグネットの回路構成を図 4 に示す。スーパーマグネットは操作回路に電圧が印加されると、専用 IC に内蔵されている電圧検出機能により投入コイルの投入操作に支障がない電圧以上のとき、初めてピックアップ動作して投入パルスを出力し、パワースイッチ回路を駆動して投入コイルを励磁する回路構成である。

さらに、投入コイルは電磁接触器の投入動作を完了させるのに十分な時間だけ励磁され、投入動作が完了する。常時励磁式の電磁接触器の場合は、投入動作完了後、IC 制御回路は保持信号に切り換わり、投入コイルが投入状態を保持するのに必要なだけ励磁電流を投入コイルに供給するよう、パワースイッチング回路によりスイッチング動作する。したがって、保持電流は必要にして最小となり、その値は 50mA (100V 操作時) と小さいものとなっている。

電圧検出回路は、常に投入コイルに印加される電圧を監視しており、電圧がある一定レベルに低下すると保持信号

図3 新形高圧真空電磁接触器 VMC・HN シリーズの構造

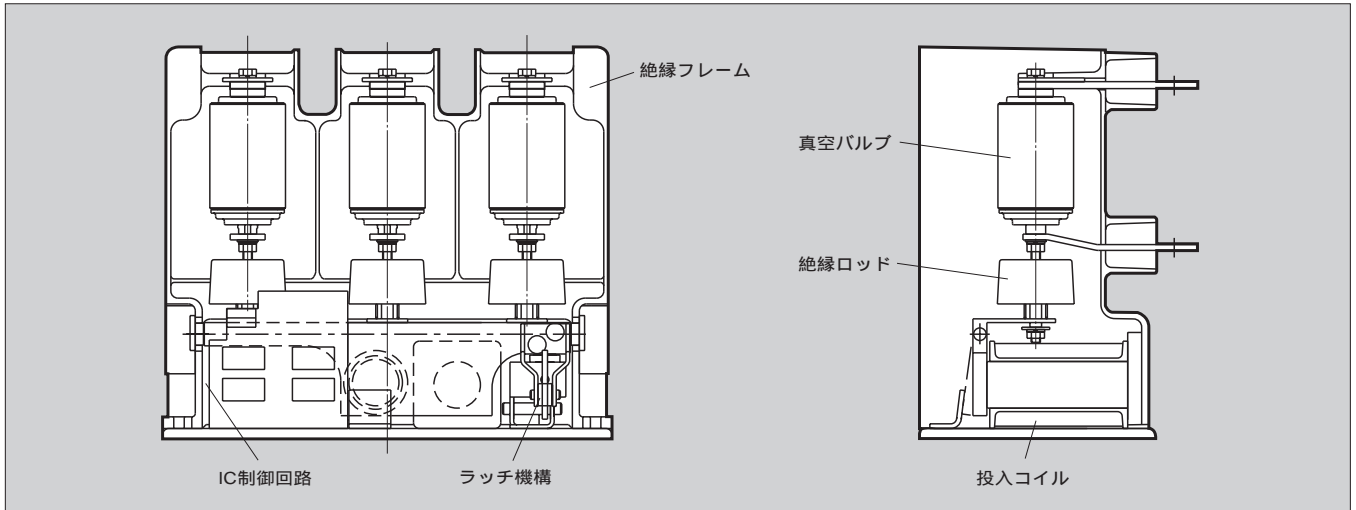
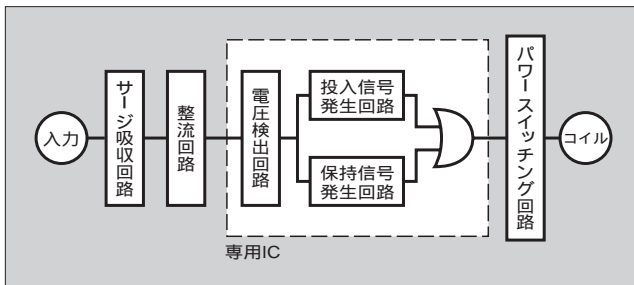


図4 スーパーマグネットの回路構成



を停止させ、電磁接触器を釈放させる。

電磁接触器が不安定動作をする操作電圧の徐昇の場合、投入信号を発生せず、安定した動作をする電圧に達したとき、はじめて投入信号を発生し、投入コイルを励磁する。また、電磁接触器が不安定な動作をする操作電圧徐降の場合、保持信号の発生を停止し、投入コイルの励磁が解かれ、電磁接触器は釈放される。スーパーマグネットの動作原理は、本特集号の別稿「NEO SC シリーズ 新大形電磁接触器」の図3（371 ページ）を参照いただきたい。

ラッチ式電磁接触器の場合、前述の保持信号は発生せず投入動作後は機械的にラッチされて投入状態を保持し、釈放動作はトリップコイルを励磁し、機械的ラッチの解除により行われる。

以上のように、スーパーマグネットを採用したことにより、操作電圧の変動や瞬時停電、不安定動作領域での電圧印加などに対し、コイル焼損や接触子のばたつき動作がないものとなっている。

4.4 使いやすさを追求した設計

VMC・HN シリーズは保守性、取扱い性、機種選定の容易性、各種仕様に対するフレキシブルな対応性など、使いやすさを追求して設計した。以下にその代表例を示す。

(1) 豊富な据付け方式

電磁接触器を据付け方式で分類すると、固定形と引出形に大別できるが、盤構造により最適の据付け方式が選定で

きるように、固定形は4種類、引出形は6種類用意した。引出形の場合の据付け方式記号と仕様は次のとおりである。

- 記号 X...がいしタイプ引出形
- H...ブッシングタイプ引出形
- Y...ブッシングタイプシャッタ付引出形
- U...薄形キュービクル用垂直端子引出形
- R...薄形キュービクル用水平端子引出形
- W...盤面操作タイプ引出形

(2) 各種仕様への共通化設計

高圧真空電磁接触器の機種選定にあたっては、選択しやすいように各種仕様に対して構造要素の共通化を図った。その例は次のとおりである。

- (a) 3.3 kV/6.6 kV の共用化による外形寸法の統一
- b) スーパーマグネットの採用による操作電源の交流・直流の共用化
- (c) ヒューズ仕様変更によるヒューズの交換・取付け変更が容易な構造
- (d) 正面デザインパネルの共用化によるパネル外形寸法の統一（引出形）
- (e) ヒューズ溶断表示装置の標準装備（引出形）
- (f) カウンタの標準装備

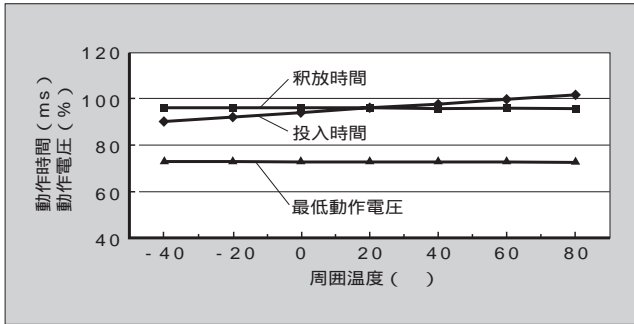
5 試験結果

JEM 1167, IEC pub. 470 などの規格に適合した試験項目を実施・検証した。性能評価については、それぞれの評価項目において限界性能試験や各種環境試験を実施し、諸性能に対し高い信頼性を確保した。以下に試験結果の概要について紹介する。

5.1 動作特性試験

高圧真空電磁接触器は各種の使用環境条件に対し、常に安定した動作性能が要求される。VMC・HN シリーズの制御装置にはスーパーマグネットを採用しているが、従来に対し投入電磁石機構部の小形軽量化、負荷力の最適化、

図5 周囲温度と動作特性



さらには IC 制御回路構成の改良により、従来にも増して高信頼性・省エネルギー化が図れた。

スーパーマグネットの特徴の一つである操作回路の電圧監視機能については、高低温・高湿度環境下における高頻度開閉や振動・衝撃に対しても、その性能が十分適応できることが確認され、常に安定した信頼性の高い動作性能が確保できた。図5に周囲温度に対する動作特性を示す。

また、機械的ラッチ式の引外し機構は負荷力の低減、ラッチ形状の最適化を図った新たな操作機構の採用により、安定した引外し特性が得られることを確認した。

5.2 連続開閉試験

高圧真空電磁接触器はその用途から、長寿命、高頻度開閉など非常に過酷な耐久性能が要求されている。

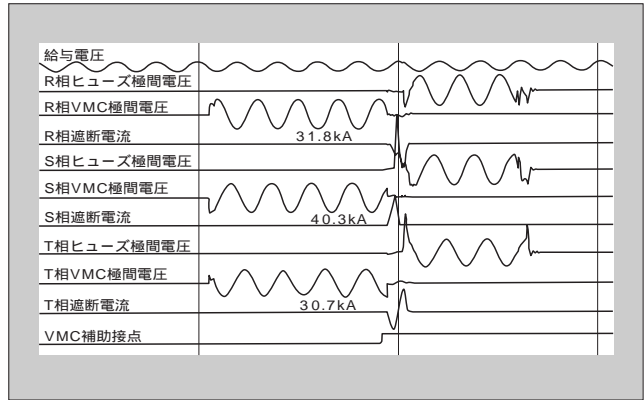
VMC・HN シリーズの基本性能は、JEM 1167 の開閉耐久性能に規定される種別 2-2 種（機械的開閉耐久性 250 万回、電気的耐久性 25 万回）を適用している。寿命検証にあたっては各種試験電圧において、操作機構部に発生する応力を確認するとともに、床面取付け、壁取付けなどの取付け方法を考慮し、実施した。

開閉回数はすべての供試器に対し、規定回数ではまったく支障のないことを確認後、限界寿命性能を確認した。また、連続開閉試験における性能確認項目（絶縁性能、動作性能、調整値、摩耗量）は、一定回数ごとに測定し、諸特性に影響がなく、性能が安定した長寿命品であることを確認した。

5.3 ヒューズとの協調試験

高圧真空電磁接触器は、回路の短絡保護のため高圧限流

図6 ヒューズとの組合せ短絡遮断試験オシログラム



ヒューズとの保護協調が要求される。高圧真空電磁接触器は通過電流による熱的ストレスや電磁反発力による機械的ストレスに耐えることが要求される。定格電流 M200 A 高圧限流ヒューズを搭載して短絡電流実効値 40 kA（短絡力率 0.1）の回路で短絡遮断試験を実施した。その結果、各相で変形・破損や発弧、溶着などの異常は発生せず、ヒューズとの協調性は良好であることが確認できた。図6に短絡遮断試験におけるオシログラムを示す。

5.4 その他

各種の使用条件を想定した耐振動・衝撃試験や梱包（こんぼう）落下試験、また、悪環境下での限界絶縁性能試験など各種信頼性試験を実施し、支障のないことを確認した。

⑥ あとがき

市場の要求にマッチした新形高圧真空電磁接触器 VMC・HN シリーズの定格・仕様、構造および試験結果について報告した。

本稿がユーザー各位のご参考になれば幸甚である。

参考文献

- (1) 石川熙ほか：動作信頼性を高めた IC 搭載高圧真空電磁接触器，富士時報，Vol.59，No.2，p.141-146（1986）



\*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。