

長寿命・高機能の新小形コンタクタ SC シリーズ

広田 耕人(ひろた たかと)

高橋 明博(たかはし あきひろ)

山口 富貴夫(やまぐち ふきお)

1 まえがき

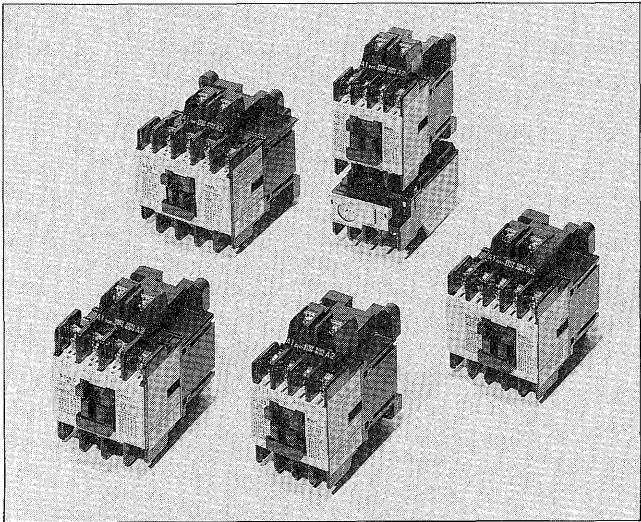
コンタクタ（電磁接触器）は、設備の自動化、省力化に多く使われており、生産設備におけるコンタクタの果たす役割は重要である。システムの複雑化、高性能化に対応してコンタクタには、運転信頼性の向上、省エネルギー化、取付配線及び保守点検の容易性の向上はもちろんのこと、保守工数低減のための長寿命化や、いろいろな用途にも簡単に対応できるような高機能化などといった要求が一段と強まってきている。

これらの市場要求にこたえるべく、今回開発した新 SC シリーズは、長寿命、高機能、使いやすさの向上を追求した電動機容量2.2～4kW (220V)のコンタクタであり、以下にその概要を紹介する。図 1 にその外観を示す。

2 シリーズ構成・定格

新小形コンタクタ SC シリーズの機種構成とそれらに組み合わせられるサーマルリレーを表 1 に、製作機種を表 2 に、定格を表 3 に示す。

図 1 新小形コンタクタ SC シリーズ



AF88-840

日本国内におけるコンタクタの補助接点は、電動機容量が2.2kW (220V) 用は 1 接点、2.7kW (220V) 用では 1 接点及び 2 接点、4kW (220V) 用は 2 接点、のものが主流となっている。

一方、欧米ではコンタクタの補助接点は 1 接点で、必要によって補助接点ユニットを追加する構造が主流となっている。

新 SC シリーズでは、3.7/4kW 補助 1 接点シリーズを加え、更に補助接点ユニットを追加できる構造とした。

表 1 新 SC シリーズの機種構成

電動機容量 (kW)	220V	2.2	2.7	3.7	4
	440V	2.7	4	5.5	7.5
コンタクタ	補助1接点	SC-03	SC-0	SC-4-0	SC-4-1
	補助2接点	—	SC-05	—	SC-5-1
サーマル リレー	1E	TR-0N		TR-5-1N	
	2E	TK-0N		TK-5-1N	

表 2 新小形コンタクタ SC シリーズの製作機種

カケ バ イ ス	機 種	形 式 □ : 03 ~ 5-1	備 考
な し	標準形	SC-□	レール取付も可能
	パーフェクトロック付 可逆形	SC-□RM	
	直流操作形	SC-□/G	
	機械ラッチ形	交流操作 SC-□/V	
		直流操作 SC-□/VG	
	遅延釈放形		直流操作形と遅延釈放ユニットを組み合わせて使用
	単相抵抗負荷用		三相並列端子板を本体に組み合わせて使用
付	低電圧補償形	SC-□/U	
	コイルサージ吸収 装置付		コイルサージ吸収ユニットを 本体に組み合わせて使用
	標準形	SC-□C	
	防じん・防食形	SC-□LG	



広田 耕人
昭和43年入社。電磁開閉器の開発・設計に従事。現在、吹上工場器具設計部課長補佐。



高橋 明博
昭和43年入社。電磁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。



山口 富貴夫
昭和48年入社。電磁開閉器の開発試験に従事。現在、吹上工場器具設計部。

表 3 新 SC シリーズの代表形式の定格

形 式		定格容量(kW)									定格使用電流(A)					定格 通電 電流 (A)
電磁接触器	電磁開閉器	単相電動機		三相かご形電動機 (AC3)			巻線形電動機 (AC2B)			三相かご形電動機 (AC3)			抵抗負荷 (AC1)			
		100V	200V	200V 240V	380V 440V	500V 550V	200V 240V	380V 440V	500V 550V	200V 240V	380V 440V	500V 550V	200V 240V	380V 440V		
SC-03	SW-03	0.4	0.8	2.2	2.7	2.7	2.2	2.7	2.7	11	7	6	20	20	20	
SC-0	SW-0	0.5	1.0	2.7	4	5.5	2.7	4	5.5	13	9	9	20	20	20	
SC-05	SW-05	0.5	1.0	2.7	4	5.5	2.7	4	5.5	13	9	9	20	20	20	
SC-4-0	SW-4-0	0.75	1.5	3.7	5.5	7	3.7	5.5	7	18	13	13	25	25	25	
SC-4-1	SW-4-1	0.8	1.6	4	7.5	9	4	7.5	9	18(19)	17	17	32	32	32	
SC-5-1	SW-5-1	0.8	1.6	4	7.5	9	4	7.5	9	18(19)	17	17	32	32	32	

<注1>定格使用電流の()内定格は電磁接触器としてサーマルリレーなしで使用する場合の適用である。
<注2>適用盤内温度は50℃以下である。

③ 特長と構造

新小形コンタクタ SC シリーズは、従来シリーズの数々の特長に加え、更に長寿命、高機能化を達成した。この主な特長と構造をまとめると次のようになる。

3.1 特 長

(1) 長寿命

主接点は、新たに開発した酸化金属系接点の採用と、新緩衝構造の採用による接点バウンスの低減によって、AC 3 級（三相かご形電動機の直入れ始動・開放）の電気的寿命を、200万回以上とした。これは日本国内はもとより、世界的にも最高レベルである。

(2) 高信頼性補助接点

最近、制御システムの電子化の普及は目ざましく、コンタクタの補助接点にもこれらの電子化に対応していく必要が生じてきている。

新小形コンタクタ SC シリーズの補助接点は、すべて標準で双接点を採用し、防じん構造と合わせて接触信頼性の向上を図った。これにより最低使用電圧・電流が DC5V、3mA と電子機器への直接入力をも可能とした。図 2 に双接点の外観を示す。

(3) 保守点検容易

接点寿命は、使用条件により異なるため保守点検が必要である。

新小形コンタクタ SC シリーズは、保守点検性を良くするために、接点カバーの着脱のワンタッチ化を図り、接点交換は、ピンセットやドライバで簡単にできる構造とした。

また、操作コイルはカセットコイルとし、更に上部フレ

ームと下部フレームとの固定はねじなし構造として、ドライバなどで上部フレーム、下部フレームを分割するだけでワンタッチで操作コイルを着脱できる構造とした。なお、このとき、操作コイル以外の部品は、各々のフレームに固定されており、脱落部品がなく取扱性の向上を図っている。

(4) レール取付機構

コンタクタの盤面などへの取付は、ねじ取付とレール取付の両方できるようにしている。

レール取付は、IEC 規格、DIN 規格の35mm 幅支持レールにワンタッチで取付、取外しが可能なレール取付機構を採用した。

また、ねじ取付は、従来形と取付互換性をもたせた互換性取付穴のほかに、IEC 規格に準拠した 5 mm の整数倍寸法の取付穴も合わせて設けている。

(5) 形式・定格の前面表示

形式・定格の表示を本体前面に表示し、盤面取付状態において一目でわかるようにした。また、操作コイルの定格電圧も盤面取付状態において、前面から確認できるように操作コイルに表示した。

(6) 世界の規格に適合

国内規格はもちろん、IEC、VDE、BS、NEMA、UL、CSA、BV、Lloyd などの世界の主要規格に標準品で適合する構造としている（UL、CSA、BV、Lloyd は現在申請中）。

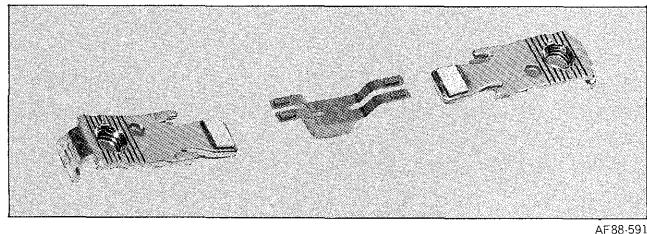
(7) IEC 準拠の端子番号

IEC 規格では端子番号が規定されており、今後は世界的に統一される方向にある。新 SC シリーズは、国際商品として対応するため、IEC 端子番号を採用した。

(8) 豊富なオプションユニット

補助接点ユニット、インタロックユニット、コイルサージ吸収ユニット、主回路サージ吸収ユニット、寿命カウンタユニットなど、そのほかにも豊富なオプションユニットを用意しており、多機能化への対応を一段と容易にしている。なお、オプションユニットについては、本号の別稿「電磁開閉器の性能を高めるオプションユニットと応用機種」を参照願いたい。

図 2 双接点の外観



AF88-591

3.2 構造

図3に新小形コンタクト SC シリーズの構造一例を示す。

コンタクトの小形・大容量化のため、主接点部には過酷な責務が課せられるようになってきている。従来は200Vが電動機の主な定格電圧であったが、省エネルギーの観点から400V級、更に世界的には660V定格電圧も使用されており、接点寿命においては、保守工数の低減の観点から長寿命化への要求も強まってきている。

また、電源容量不足に起因する電動機始動時の電圧降下や配線長による電圧降下などが、コンタクトの不完全吸引によって接点チャタリングを起し、接点の異常消耗、溶着といったトラブルを生じる要因となる。これらの適用に対しても運転信頼性を確保し、小形・高性能を確保するためには、接点部、電磁石部の工夫とこれらの最適な整合が必要となる。

一方、高性能化と合わせて、補助接点の追加、コイルサイズ吸引ユニットの追加などいろいろな用途に対応できるように高機能化への配慮も必要となってくる。これらをいかに構造的に取り入れていくかが重要なポイントとなる。

3.2.1 主接点部

接点消耗を起こす要因は、電流の開閉時に発生するアーク現象によるものがほとんどである。AC3級などのように閉路電流が大きく(約 $6I_n$)遮断電流が小さい場合には、接点閉路時の接点バウンスが大きいと、そのバウンス時間だけ始動電流を開閉することになるため、接点消耗が多くなり、寿命低下の原因となる。また、AC4級(インテグレーション)などのように、始動電流を閉路・遮断する場合には、アーク熱の上昇により、接点が塊状となって飛散したり、接点台金から接点のはく離し、脱落したりして寿命を低下させる原因となる。

したがって、接点消耗を少なくし、寿命を延長するためには、接点バウンスを極少化し、更に接点の接点台金への接合強度を向上させる必要がある。

新小形コンタクト SC シリーズでは、接点圧力の向上、接点ワイブの最適化、接点部と電磁石部の連結部の緩衝構造

の工夫により、接点バウンスを従来の半分以上に抑えることに成功した。また接点の接点台金への接合については新接合方法の開発により、接合強度を向上させてはく離防止を図り、新酸化金属系接点の採用と合わせて、AC3級適用における電氣的寿命を200万回以上と長寿命化を達成、コンデンサ適用についても長寿命化を達成した。

更に、新構造の接点カバーの採用によりアークの吹出し量を極力抑え、更に上部フレームや接点支えの隔壁の工夫により絶縁距離を十分確保することによって、660Vへの適用も可能とした。

3.2.2 電磁石吸引力と負荷力との整合

電源の電圧変動に強いコンタクトを得るためには、吸引動作を開始した場合スムーズに吸引完了まで動作させるよう、負荷力と吸引力カーブの整合を図り、また釈放動作についても同様にスムーズに釈放動作を完了させ、電磁石や接点のばたつき動作をする電圧領域をなくす必要がある。

図4に負荷力と吸引力の関係を示す。

交流電磁石のE形鉄心の場合、コイル内に置かれる鉄心の位置により漏えい磁束が変わり、吸引力が変化する。ここでコイル内に入った可動鉄心のコイルの長さに対する比率を侵入率と呼ぶこととし、図5に侵入率に対する吸引力の変化する状態を示す。ここで侵入率を変化させると吸引力の最大値が存在し、最大の吸引力を得るための条件がわかる。

また負荷力との整合を考慮すると図4に示すように、動作開始位置における吸引力 P_1 に対する接点接触位置での吸引力 P_2 の吸引力差($P_2 - P_1$)を最大にする点が最適侵入率となる。 $P_2 - P_1$ が最大となる侵入率が図6から設定される。

一方、負荷力はコンタクト本体の負荷力だけではなく、補助接点の追加などによっても変化することになる。この場合にも、最低吸引電圧が変化しないようにし、更に吸引力 P_2 と負荷力 L_2 の関係が変化しないようにしておかなければ、負荷力と吸引力との整合は難しくなる。

新SCシリーズでは図4の白抜き部に示すように追加補

図3 コンタクト構造の一例

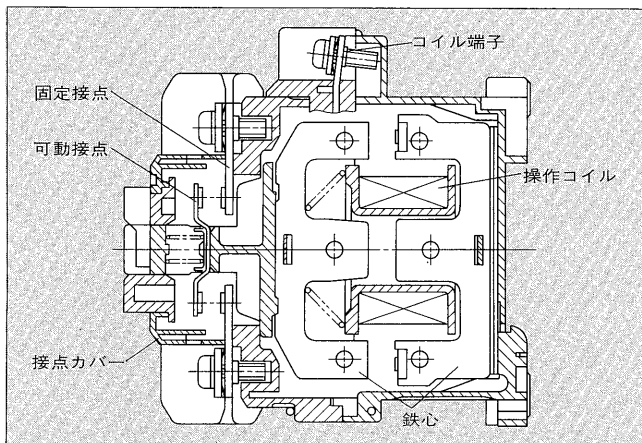


図4 負荷力と吸引力

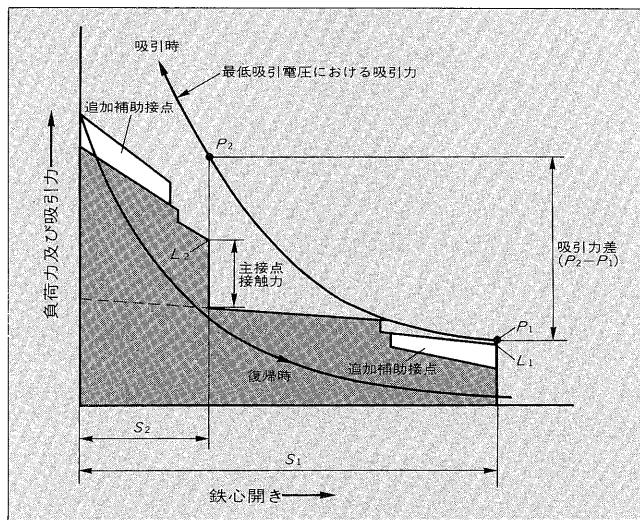


図5 侵入率と吸引力

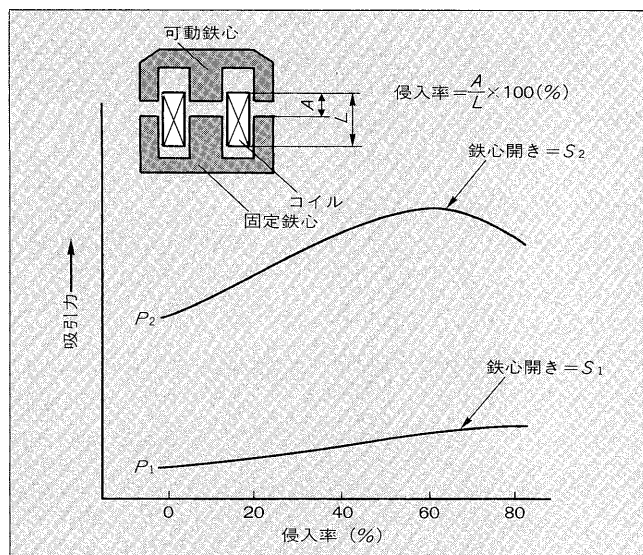
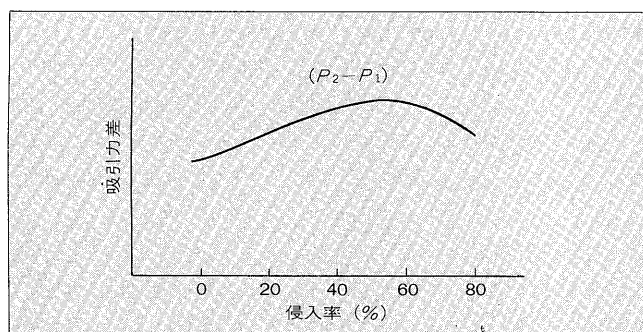


図6 侵入率と吸引力差



助接点の負荷力を最低吸引電圧における吸引力に影響されない位置に設定した。このようにして、最適な電磁石の決定と、最適な負荷力の設定により、吸引力と負荷力の整合を図った。

3.2.3 部品の共通化

コンタクト (SC-03, 0, 05, 4-0, 4-1, 5-1) 及び補助継電器 (SH-4, 5) の電磁石部はすべて共通とし、したがって操作コイルも共通であるため、補用部品の調達や保管などを容易にしている。

また、補助接点部や他の部品についても共通化を図って組立における部品調達を容易にしており、更に自動組立に適した構造と合わせて即納体制への配慮も行っている。

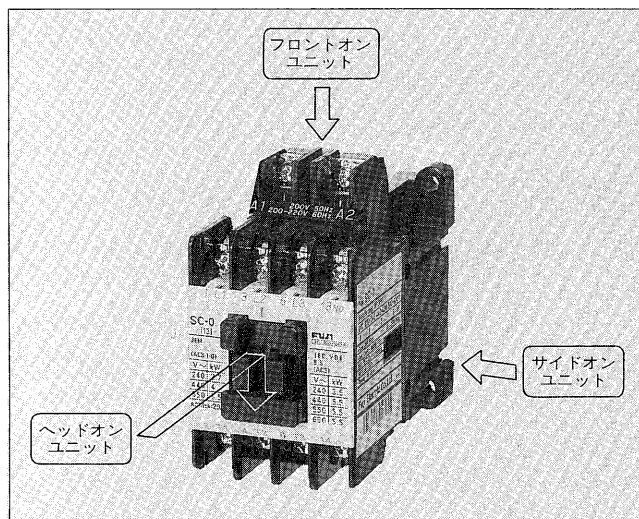
3.2.4 オプションユニットの取付構造

オプションユニットの取付位置を図7に示す。

フロントオンユニットは、操作コイルの2端子を電源側に設置し、ユニットの取付と同時に配線も完了する構造とした。ヘッドオンユニットはコンタクトの頭部に設けたフック部にユニットをスライドさせて取り付ける構造とした。サイドオンユニットは各種ユニットの機能に合わせて取り付け方法を決めており、フック部や連結溝などに取り付ける構造とした。

これらはいずれもワンタッチで取付が可能で、特にフロントオン及びヘッドオンユニットは、コンタクトを盤面に

図7 オプションユニットの取付位置



AF88-476

取り付けた状態でも取付が可能である。

4 性能・試験

新 SC シリーズは、以上述べたように数々の特長を持った高性能・高機能の商品となっている。それらを達成するための評価に当たっては、国際商品としての各国規格に基づく検証はもちろんのこと、実際の適用に当たっての条件を考慮して、長期使用に対する耐久性の評価や、実使用上考えられるケースを想定して確認試験を行った。

次に主な性能・試験について述べる。

4.1 電氣的寿命

前記したように電磁石及び振動系の最適化により、接点バウンスを極力小さくして接点消耗を極少化し、長寿命を達成した。接点バウンスの一例を図8に、電氣的寿命試験後の接点状況を図9に示す。

4.2 開閉性能

接点カバーは遮断時のアークの吹出し量を極少にして、外部でのアーク短絡を防止しているが、アークの吹出し量を過度に少なくすると内部にアークやガスが充満し、内部短絡や絶縁劣化を起こす危険性がある。

新 SC シリーズでは、アークの吹出し口の形状や寸法の最適化を図り、660V 適用に対しても所望の性能を得ることができた。図10に660Vにおける遮断試験のオシログラムの一例を示す。

4.3 動作特性

JIS, IEC 規格では操作回路電圧が定格電圧の85~110%の範囲で変化しても、接触及びその他の動作に異常がないことと定められている。一般にはこれで十分な場合が多いが、電源容量が小さく配電線の電圧降下が大きい場合、電動機の始動突入電流で定格電圧の85%よりも更に電圧が下がる場合がある。このような場合、コンタクトの接点がば

図 8 接点バウンスの一例

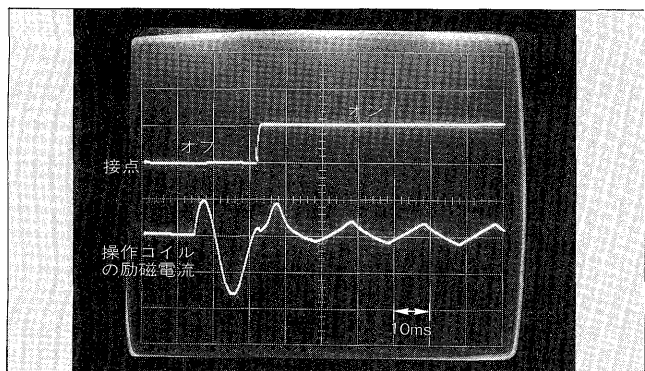


図 9 電氣的寿命試験後の接点の状況

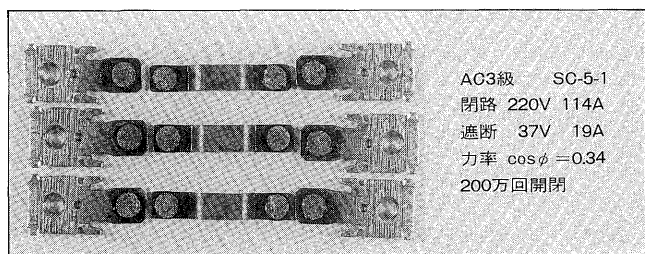
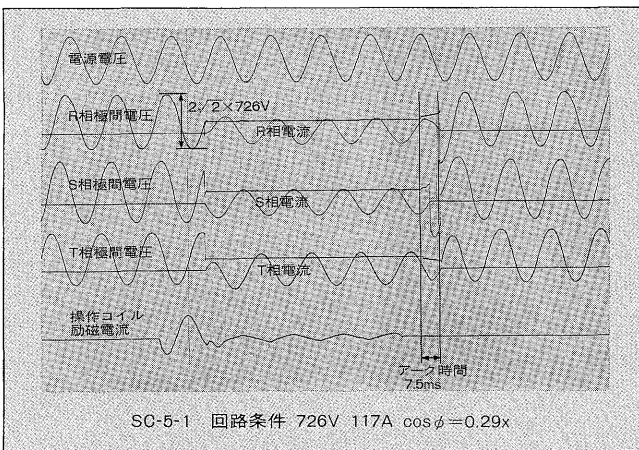


図 10 660V 遮断試験時のオシログラム



たつきながら投入し、主接点の溶着や異常消耗のトラブルを起こしやすい。

新 SC シリーズは、上記のような瞬時電圧降下において定格電圧の75%まで電圧降下しても異常なく動作するように配慮した。

4.4 特殊環境試験

コンタクタの常規使用状態は規格上、①周囲温度－5～40℃、②相対湿度45～85%、③標高2,000m 以下、と規定され、この条件下で使用されることが望ましいが、実際の使用状態でこれを維持することは難しい場合がある。

表 4 振動試験条件

	周波数 (Hz)	複振幅又は加速度	測定
共振試験	1～13.2	複振幅 2mm	共振点を観測。
	13.2～100	加速度 0.7g	共振倍率：5以下
定振動耐久試験	10～55	複振幅 0.5mm (2時間)	動作、外観が正常なこと。

新 SC シリーズは、各種の環境下で実験を行い、満足する結果を得ている。以下にその主なものについて述べる。

(1) 温湿度サイクル試験

電磁石の接極面が通常の使用限度を超えて異常に発錆した場合の挙動をみるために、故意に接極面に結露させる条件で試験を行った。条件としては温度55℃、湿度95～100% 及び温度20℃、湿度80～100%を各々12時間ずつ繰り返し10 サイクル行い、結果は接極面にわずかな発錆が認められたが、動作特性その他に異常はなかった。

なお、船用規格で規定されている試験条件は、2 サイクルである。

(2) 高温開閉試験

周囲温度60℃、定格電圧の105%励磁、1,800回/時間の頻度で250万回以上開閉して、動作特性その他に異常はなかった。

(3) 低温開閉試験

周囲温度－25℃、定格電圧の105%励磁、1,800回/時間の頻度で250万回以上開閉して、動作特性その他に異常がないことを確認した。

(4) 振動試験

振動試験は表 4 の条件で実施し、共振点もなく、また部品の損傷、試験前後における性能の変化もなく良好であった。

5 あとがき

新小形コンタクタ SC シリーズは、富士電機の長年の技術の蓄積と経験をもとに、長寿命、高機能、使いやすさ、国際化を盛り込んだ画期的なコンタクタと確信しているが、更に今後とも御使用者各位の御批判を仰ぎ、より一層の充実を図っていく所存であり、御使用者各位の御支援をお願いする次第である。

参考文献

- (1) 村山功ほか：運転信頼性を高めたスーパーマグネット、富士時報、Vol.57、No.12、pp.735-744 (1984)
- (2) 秋池勝美ほか：使いやすさを追求したコンパクト構造の電磁接触器、富士時報、Vol.57、No.12、pp.745-749 (1984)



＊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。