

特別資料

各社のスポットネットワークリレー試験の説明

日本電検株式会社 技師長 / 電験1種合格・技術士(電気電子)
Cafe'自家用電気[カフェジカ]技術顧問

岡原 隆

監修:日本電検株式会社 検査部



各社の取扱説明書を元にしたSNW-RY試験の説明資料

本資料では、スポットネットワークリレー（以下：SNW-RY）の三大特性（逆電力遮断特性、差電圧投入特性、無電圧投入特性）に絞って、その試験方法を各社の取扱説明書（以降、取説）をもとに説明をする。一般的な家電機器などの取説は読めばほぼ機器の操作など、だいたい誰でもできるようになるが、SNW-RYの取説の場合、読んだだけで試験ができるようになるのは難しい。私見ではあるが下記のような能力が必要であると考える。

- ① 一定以上の電気理論、特に交流理論の知識が必要。
- ② 一定以上のリレー試験の実務能力が必要。例えば一人で系統連系のリレー試験ができるなど。
- ③ リレー試験器の選定ができる、操作方法も一定レベル以上が必要。

上記の内容を踏まえて可能な限りイメージがしやすいように話を進めていく。

日本電検の業務のなかで関わることが多い「三菱電機株式会社」「日新電機株式会社」「株式会社日立産機システム」「東芝エネルギーシステムズ株式会社」「富士電機株式会社」のSNW-RYで新しいタイプについて説明をする。説明にあたり二つのグループに分ける。

・スイッチギヤからSNW-RY本体を抜き出しできるタイプ:
三菱電機、日新電機

・スイッチギヤにSNW-RY本体が固定されているタイプ:
日立産機システム、東芝エネルギーシステムズ、富士電機

この2グループについて三大特性（逆電力遮断特性、差電圧投入特性、無電圧投入特性）に絞って説明を行う。



スイッチギヤからSNW-RY本体を抜き出しできるタイプ



三菱電機 MELPRO-D30シリーズ

最新の三菱デジタル形保護继電器 CNP1-A31D2（高圧SNW-RY）の外観を第1図に示す。同じシリーズにCNP1-A32D2（低圧SNW-RY）もあるが、本稿ではCNP1-A31D2について進める。

第1表にMELPRO-D30シリーズ高・低圧スポットネットワーク继電器の保護要素・機能を示す。

当然のことながら三大特性（逆電力遮断特性、差電圧投入

特性、無電圧投入特性）以外の保護要素として過電流要素(51)、過負荷要素(57)、不足電圧要素(27S)などがあり、ほかのメーカーでも同じである。



スイッチギヤに取った状態



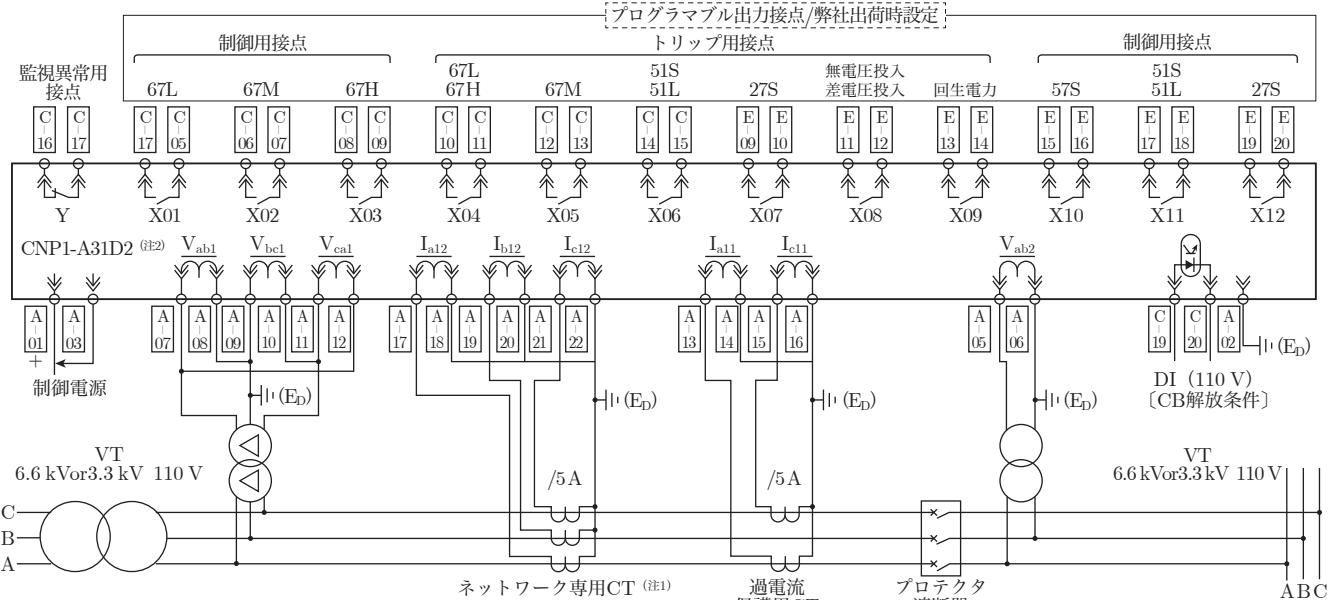
抜き取ったSNW-RY本体

第1図 CNP1-A31D2の外観

第1表 SNW-RYの保護要素・機能

項目	CNP1-A31D2形 高圧スポットネットワーク继電器	
逆電力L (67L)	使用／不使用	使用-不使用
	動作値	2.5~25 mA (0.5 mAステップ) {微調整機能0~約-0.8 mA (0.1 mAステップ)付}
	動作時間	0.2~10.0 s (0.1 sステップ)
	復帰時間	200 ms
逆電力M (67M)	使用／不使用	使用-不使用
	動作値	5~200 mA (1 mAステップ)
	動作時間	0.1~5.0 s (0.1 sステップ)
	復帰時間	200 ms
	電圧メモリ	使用-不使用
逆電力H (67H)	使用／不使用	使用-不使用
	動作値	4~15 A (0.5 Aステップ)
	動作時間	50 ms (以下)-100 ms (以下)
	復帰時間	200 ms
	電圧メモリ	使用-不使用
無電圧投入	使用／不使用	使用-不使用
	動作値(健全電圧)	77 V (固定)
	動作値(不足電圧)	33 V (固定)
	動作時間	1 s (固定)
	復帰時間	200 ms
差電圧投入	使用／不使用	使用-不使用
	動作値(健全電圧)	77 V (固定)
	動作値	(0.25~2)×√3 V (0.01×√3 Vステップ)
	動作時間	1 s (固定)
	復帰時間	200 ms
	投入位相	-5~0~40 (1ステップ)

第2図の三線結線図より、逆電力要素用にプロテクタ遮断器一次側の三相NW-VT (△結線)と三相NW-CTがあり、過電流、過負荷要素用にプロテクタ遮断器一次側の過電流用



第2図 1回線当たりの三線結線図

CT × 2 がある。

差電圧・無電圧要素用にプロテクタ遮断器一次側の三相 NW-VT (Δ 結線) とプロテクタ遮断器二次側の単相 NW-VT (基準電圧用) で電圧の有無と比較を行っている。

これらの VT と CT の構成はほかのメーカーでも基本的には同じであるが、それぞれの位置関係が違ったり、三相 NW-CT だけで逆電力要素と過電流要素を併用している場合もある。

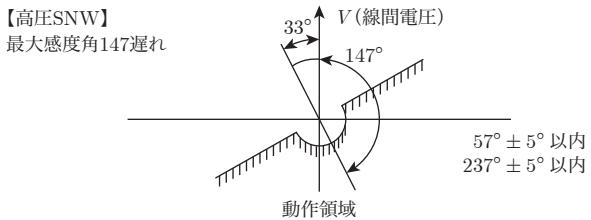
① 逆電力遮断特性

(i) 逆電力遮断特性 67L, 67M

第3図の試験回路図では単相電圧を各線間に並列に加え、单相電流を各相に直列に流して三相一括で試験を行う。第2表の試験条件で各項目を測定し、測定値が管理値(許容値)内であるかを確認する。

逆電力遮断特性 67L の電流整定範囲は第1表より 2.5 ~

25 mA, 67M のそれは 5 ~ 200 mA となっている。第4図に逆電力遮断特性 67L, 67M の位相特性図を示す(時計回りを正 (+) にする Lag 表示)。

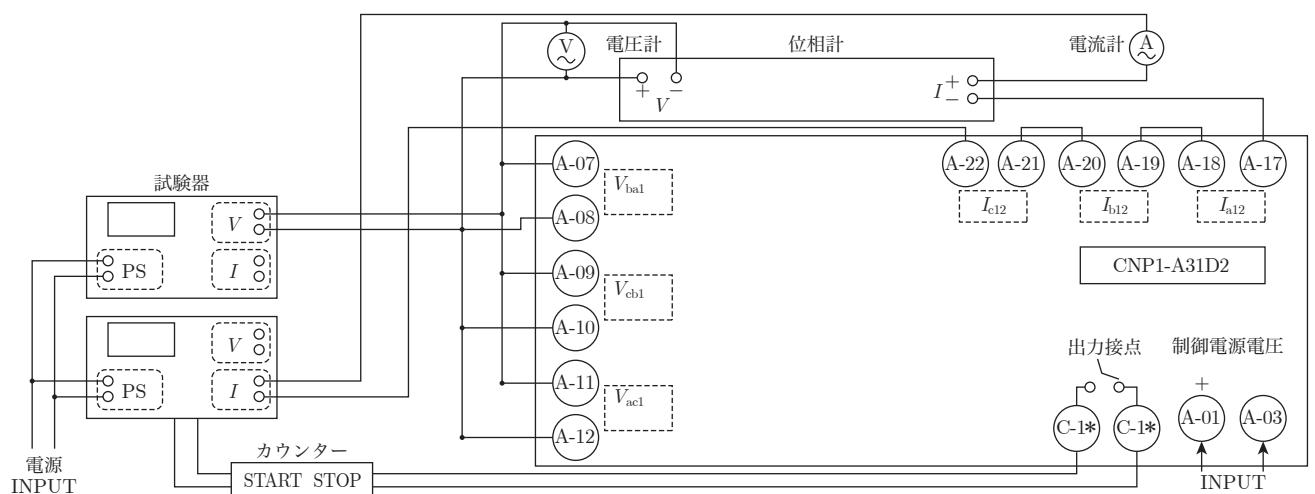


第4図 67L, 67Mの位相特性図

(ii) 逆電力遮断特性 67H

第5図の試験回路図では A 相, B 相, C 相をそれぞれ個別に単相電圧と单相電流を用いて試験を実施する。

第3表に示す試験条件で各項目を測定し、測定値が管理値(許容値)内であるかを確認する。

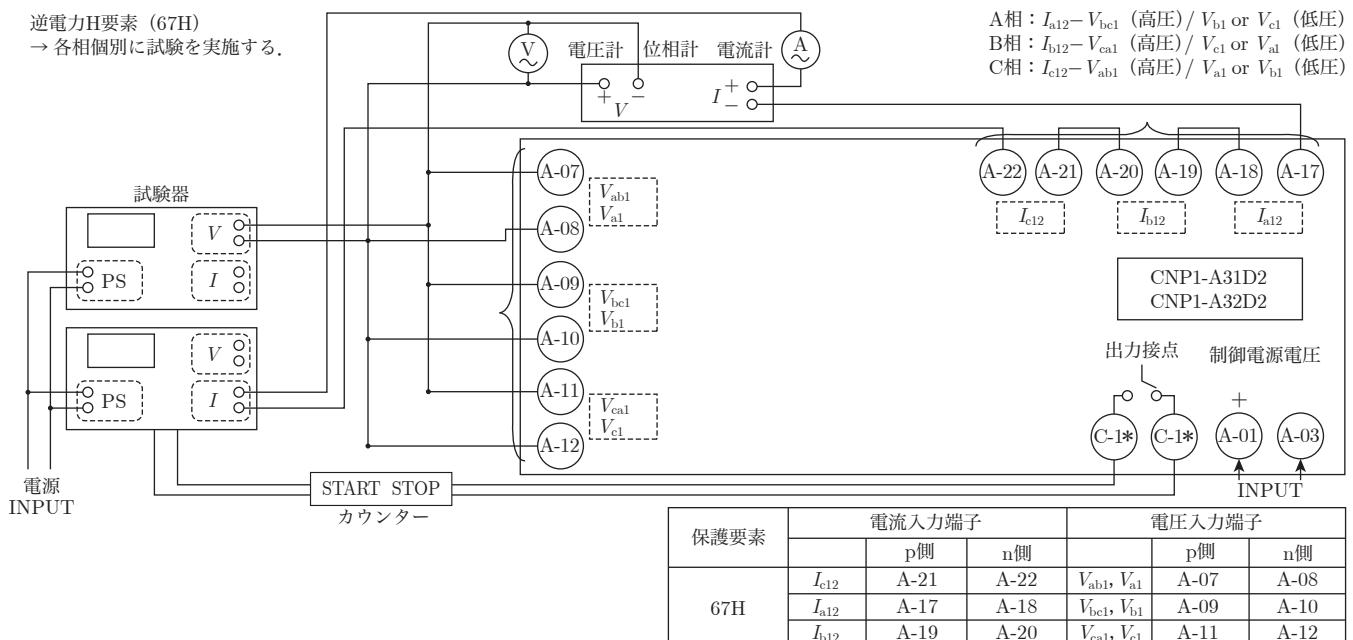


第3図 67L, 67Mの試験回路図

保護要素	電流入力端子		電圧入力端子			
	p側	n側	p側	n側		
67L	I _{a12}	A-17	A-18	V _{ac1}	A-12	A-11
	I _{b12}	A-19	A-20	V _{ba1}	A-08	A-07
	I _{c12}	A-21	A-22	V _{cb1}	A-10	A-09

第2表 67Lの試験条件および管理値(許容値)

項目	試験内容			許容値
	条件	整定	測定	
動作値/ 復帰値特性	電圧：110 V (CNP1-A31D2) 63.5 V (CNP4-A32D2) 電流位相： 電圧基準147°遅れ (CNP1-A31D2) 電圧基準177°遅れ (CNP1-A32D2)	動作値：各整定 動作時間：0.2 s 微調整：0 mA	電流を緩やかに変化させ、動作値および復帰値を測定する。 出力接点：C- (10, 11)	動作値/復帰値 2.5 mA ± 1.0 mA 3.0 mA ± 1.2 mA 3.5 mA ± 1.35 mA 5.0 mA ± 1.5 mA 15.0 mA ± 10 %
動作時間/ 復帰時間特性	電圧：0 A→整定値×200 % 整定値×200 %→0 A 電圧：110 V (CNP1-A31D2) 63.5 V (CNP4-A32D2) 電流位相： 電圧基準147°遅れ (CNP1-A31D2) 電圧基準177°遅れ (CNP1-A32D2)	動作値：2.5 mA 動作時間：各整定 微調整：0 mA	電圧固定で電流を急変させたとき、接点が動作/復帰する時間を測定する。 出力接点：C- (10, 11)	動作時間： 0.2~0.4 s ± 20 ms 0.5 s ± 5 % 復帰時間： 200 ms ± 40 ms
位相特性	電流：整定値×2 000 % 電圧：110 V (CNP1-A31D2) 63.5 V (CNP4-A32D2) 電流位相： 電圧基準57°遅れ 最大感度各147°遅れ 電圧基準237°遅れ (CNP1-A31D2) 電圧基準87°遅れ 最大感度各177°遅れ 電圧基準267°遅れ (CNP1-A32D2)	動作値：2.5 mA 動作時間：0.2 s 微調整：0 mA	電圧固定で電流の位相を変化させ、接点が動作/復帰するときの電圧の電流の位相差を測定する。 出力接点：C- (10, 11)	位相： 57° ± 5°以内 237° ± 5°以内 (CNP1-A31D2) 87° ± 5°以内 267° ± 5°以内 (CNP1-A32D2)

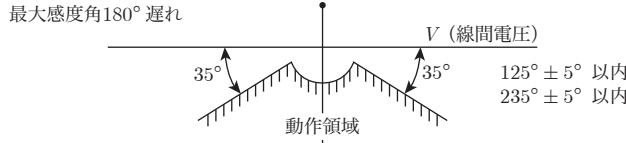


第5図 67Hの試験回路図

第3表 67Hの試験条件および管理値(許容値)

項目	試験内容			許容値
	条件	整定	測定	
動作値/ 復帰値特性	電圧：110 V (CNP1-A31D2) 63.5 V (CNP4-A32D2) 電流位相：電圧基準180°遅れ	動作値：各整定 動作時間：50 ms以下 電圧メモリ：不使用	電流を緩やかに変化させ、動作値および復帰値を測定する。 出力接点：C- (10, 11)	動作値：整定値 ± 5 % 復帰値：動作値 × 90 %以上
動作時間/ 復帰時間特性	電圧：0 A→整定値×200 % 整定値×200 %→0 A 電圧：110 V (CNP1-A31D2) 110 V (CNP4-A32D2) 電流位相：電圧基準180°遅れ	動作値：4 A 動作時間：50 ms以下, 100 ms以下 電圧メモリ：不使用	電圧固定で電流を急変させたとき、接点が動作/復帰する時間を測定する。 出力接点：C- (10, 11)	動作時間：50 ms以下 100 ms以下 復帰時間：200 ms ± 40 ms
位相特性	電流：整定値×120 % 電圧：110 V (CNP1-A31D2) 110 V (CNP4-A32D2) 電流位相：電圧基準125°遅れ 最大感度各180°遅れ 電圧基準235°遅れ	動作値：4 A 動作時間：50 ms以下 電圧メモリ：不使用	電圧固定で電流の位相を変化させ、接点が動作/復帰するときの電圧の電流の位相差を測定する。 出力接点：C- (10, 11)	位相：125° ± 5°以内 235° ± 5°以内

逆電力要素 67H の電流整定範囲は第 1 表より 4 ~ 15 A で 67M, 67L よりも桁違いに大きく動作時間も早く位相特性も違っている。第 6 図に逆電力要素 67H の位相特性図を示す(時計回りを正 (+) にする Lag 表示)。



第6図 67Hの位相特性図

第 7 図に RX4713 (I₃) と RX4718 (V₃) の 2 台を使用しての試験状況を示す。試験場所を自由に選べるので作業性が良い。

② 差電圧投入特性 78

第 8 図の試験回路図より可変電圧、可変位相ができる独立した電圧源二つを用いている。V₁ (V₂ + ΔV) は開放状態にあるプロテクタ遮断器一次側の電圧(無負荷の NW 変圧器二次電圧)を示し、V₂ は基準電圧としてプロテクタ遮断器二次側の NW 母線電圧(負荷電流が流れている NW 変圧器二次電圧)を示している。

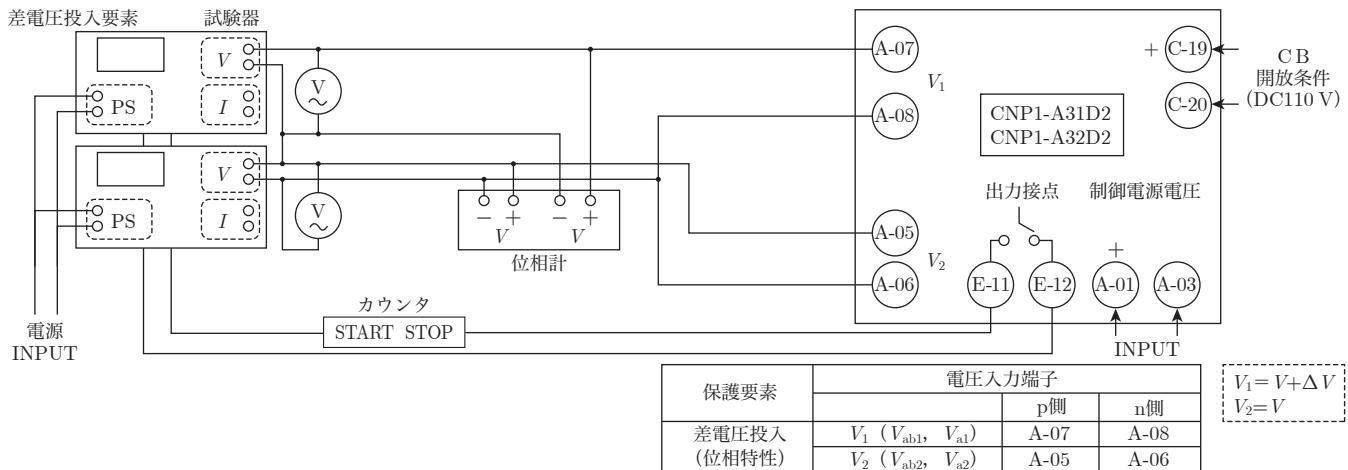


第7図 RX4713とRX4718を用いた試験

次電圧)を示し、V₂は基準電圧としてプロテクタ遮断器二次側の NW 母線電圧(負荷電流が流れている NW 変圧器二次電圧)を示している。

差電圧 ΔV の整定範囲は第 1 表より $(0.25 \sim 2) \times \sqrt{3}$ V となっている。

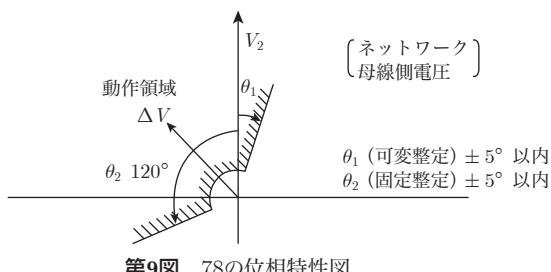
位相特性で可変整定 θ₁ の整定範囲は V₂ を基準に -5° ~ 0 ~ 40°(時計回りを正 (+) にする Lag 表示)となり、θ₂ は -120° の固定値となっている。位相特性図は第 9 図になる。



第8図 78の試験回路図

第4表 78の試験条件および管理値(許容値)

項目	試験内容			許容値
	条件	整定	測定	
動作値/ 復帰値特性	電圧: V ₁ , V ₂ ・ CNP1-A31D2 DI入力 (端子 C-19, 20) V ₂ =110 Vかつ, V ₁ =110 V+整定値× $\sqrt{3}$ V ₁ , V ₂ は同位相	動作値: 各整定 動作時間: 1 s 位相: 40°	V ₁ 電圧を緩やかに変化させ 動作する電圧値/復帰する 電圧値を測定する。 出力接点: E- (11, 12)	・ CNP1-A31D2 動作値: 0.25× $\sqrt{3}$ V ~ ± 0.215 V 1.26× $\sqrt{3}$ V ~ ± 10 % 復帰値: 0.25× $\sqrt{3}$ V ~ の場合: 動作値×80 %以上 1.26× $\sqrt{3}$ V ~ の場合: 動作値×90 %以上
動作時間/ 復帰時間特性	電圧: V ₁ , V ₂ DI入力 (端子 C-19, 20) ・ CNP1-A31D2 動作時間測定 V ₂ =110 Vかつ, V ₁ =110 V→100 V+整定値× $\sqrt{3}$ ×200 % 復帰時間測定 V ₂ =110 Vかつ V ₁ =110 V+整定値× $\sqrt{3}$ ×200 %→110 V	動作値: 0.25 V 動作時間: 1 s 位相: 40°	電圧を急激に変化させたとき, 接点が動作/復帰する 時間を測定する。 出力接点: E- (11, 12)	動作時間: 1 s ± 50 ms 復帰時間: 200 ms ± 40 ms
位相特性	電圧: V ₁ , V ₂ DI入力 (端子 C-19, 20) ・ CNP1-A31D2 V ₁ =V ₂ =110 V (同相入力) このとき, V ₁ にのみΔV=3 $\sqrt{3}$ Vを重畠し, ΔVの位相を変化させる。 ・ CNP1-A32D2 V ₁ =V ₂ =63.5 V (同相入力) このとき, V ₁ にのみΔV=3 Vを重畠し, ΔVの位相を変化させる。	動作値: 0.25 V 動作時間: 1 s 位相θ ₁ : 各整定 (可変整定) 位相θ ₂ : -120° (固定整定) θ ₁ , θ ₂ はV ₁ (=V ₂) に対する位相であり 遅れを+, 進みを- にて表記する。	V ₁ , V ₂ 固定でΔVの位相を 変化させたとき, 接点が動 作する位相を測定。 出力接点: E- (11, 12)	位相: θ ₁ , θ ₂ ± 5° θ ₁ (可変整定): 各整定 ± 5° θ ₂ (固定整定): -120° ± 5



第9図 78の位相特性図

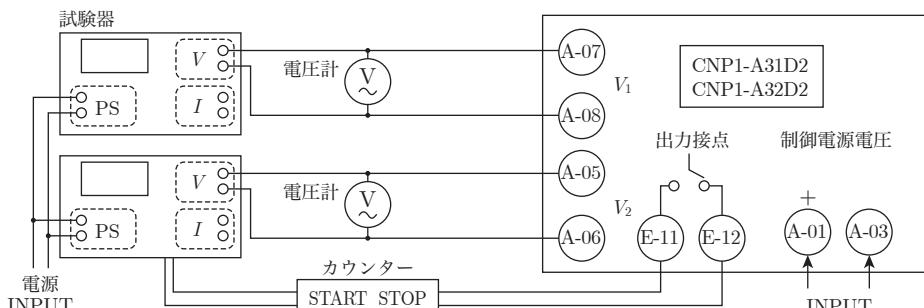
③ 無電圧投入特性 84

第10図の試験回路図のように電圧可変ができる電圧源二つを用いている。差電圧投入特性試験と同じように V_1 は開放状態にあるプロテクタ遮断器一次側の電圧（無負荷のNW変圧器二次側電圧）を示し、 V_2 はプロテクタ遮断器二次側のNW母線電圧（負荷電流が流れているNW変圧器二次側電圧）を示している。

無電圧投入の特性上、 V_1 側は有電圧（健全電圧：84）、 V_2 側は無電圧（不足電圧：27）が確認できればよいので、第1表のように電圧整定範囲は無く整定値は固定になっている。これから紹介していくほかのメーカーでも整定値は固定値になっている。

前述したように新しいリレー試験器 RX47022（復巻変圧器を使用）1台のみで SNW-RY (CNP1-A31D2) の試験を実施することができたので、その状況を第11図に示す。

ただ、旧タイプ (CNP2-20-M3) の SNW-RY も試験する機会はまだまだあるので、それも第12図に示す。あくまで私見だが、今回紹介する SNW-RY のなかで三菱電機のリレーが総合的に一番試験がしやすいと感じる。



第10図 84の試験回路

第5表 84の試験条件および管理値(許容値)

項目	試験内容			許容値
	条件	整定	測定	
動作値/ 復帰値特性	電圧： V_1, V_2 ・ CNP1-A31D2 動作値測定 (パターン1) $V_1=110\text{V}$ かつ $V_2=110\text{V}-33\text{V}$ (パターン2) $V_1=0$ 復帰測定値 (パターン1) $V_1=110\text{V}$ かつ $V_2=0\text{V}-33\text{V}$ (パターン2) $V_1=110\text{V}\rightarrow77\text{V}$ かつ $V_2=0\text{V}$	動作値：固定値 $V_1=77\text{V}, V_2=33\text{V}$ (CNP1-A31D2) $V_1=77/\sqrt{3}\text{V}, V_2=33/\sqrt{3}\text{V}$ (CNP1-A32D2) 動作時間：1 ms	電圧を緩やかに変化させ動作する電圧値/復帰する電圧値を測定する。 出力接点：E (-11, -12)	動作値： (パターン1) $V_2 \pm 5\%$ (パターン2) $V_1 \pm 5\%$ 復帰値： (パターン1) V_2 動作値×110 %以下 (パターン2) V_1 動作値×90 %以上
動作時間/ 復帰時間特性	電圧： V_1, V_2 動作時間測定 $V_1=110\text{V}$ かつ $V_2=110\text{V}\rightarrow0\text{V}$ 復帰時間測定 $V_1=110\text{V}$ かつ $V_2=0\text{V}\rightarrow110\text{V}$	動作値：固定値 $V_1=77\text{V}, V_2=33\text{V}$ (CNP1-A31D2) $V_1=77/\sqrt{3}\text{V}, V_2=33/\sqrt{3}\text{V}$ (CNP1-A32D2) 動作時間：1 s	電圧を急激に変化させたとき、接点が動作/復帰する時間を測定する。 出力接点：E (-11, -12)	動作時間 1 s ± 50 ms 復帰時間 200 ms ± 40 ms



第11図 RX47022を用いた試験(複巻変圧器)



2 日新電機 U形デジタルリレー D1URR-11

最新の U 形デジタルリレー D1URR-11 の外観を第13図に示す。

保護要素	電圧入力端子	
	p側	n側
無電圧投入	$V_1 (V_{ab1}, V_{a1})$	A-07 A-08
	$V_2 (V_{ab2}, V_{a2})$	A-05 A-06



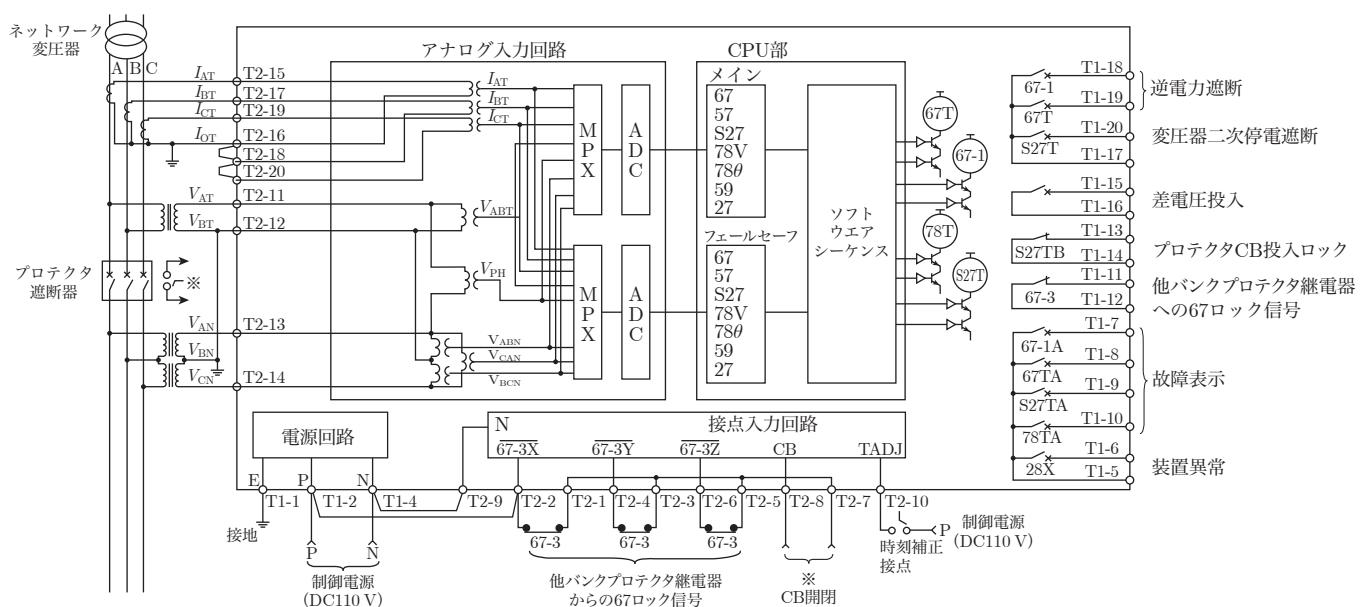
第13図 D1URR-11の外観

第6表は、SNW-RYの三大特性（逆電力遮断特性、差電圧投入特性、無電圧投入特性）だけを示しているが、それ以外の保護要素として過負荷要素(57)、不足電圧要素(停電検出:S27)がある。停電検出S27とは電力会社側の停電を意味する。

第14図の三線結線図より逆電力要素用にプロテクタ遮断

第6表 SNW-RYの保護要素

自動器番号	コード	リレー要素	整定範囲	整定ステップ	特性
67	0	67-2	0.05~0.5 %	0.01 %	
	1	67T	0~3 s	0.1 s	
	—	67-1	—	—	
78	3	78θ	0.5~8 V	0.1 V	
	4	78θ	355~0~15° (遅れ)	1°	
	5	78T	2~20 s	0.1 s	
84	6	59	176 V	固定	
	7	27	44 V	固定	
	—	84	—	—	



第14図 1回線当たりの三線結線図

器二次側の三相 NW-VT (V 結線) とプロテクタ遮断器一次側の三相 NW-CT がある。この三相 NW-CT は過負荷要素(57)とも併用している。

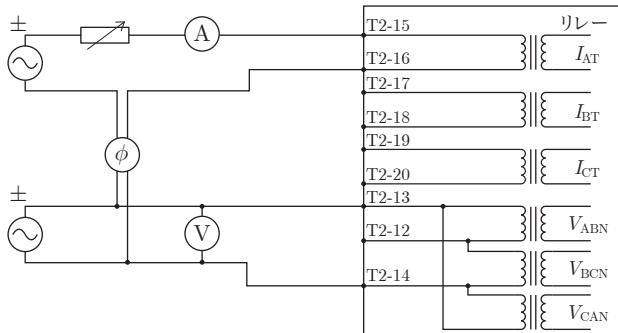
差電圧・無電圧要素用にプロテクタ遮断器二次側の三相 NW-VT (V 結線) とプロテクタ遮断器一次側の単相 NW-VT で電圧の有無と比較を行っている。

① 逆電力遮断特性 67-2

第15図の試験回路図では単相電圧、単相電流で試験を各相 (A 相, B 相, C 相) で行う。**第7表**に示す試験条件で各項目を測定し、測定値が管理値 (許容値) 内であるかを確認する。逆電力要素の電流整定範囲は第7表より、NW-CT 二次側測定格電流 5 A に対して 0.05 % ~ 0.5 % となる。

第7表 67-2の試験条件および管理値(許容値)

要素	特性項目	測定条件		許容値
		整定値	入力値	
67-2 (逆電力)	動作値	0.05 %～0.5 % 0.01 %ステップ	電圧: 220 V 位相: (線間電圧に対して) Lag147°	整定値の±10 % $\frac{\text{動作値 (A)}}{\text{定格電流 (A)}} \cdot 100$
	位相特性	最大感度位相角 (線間電圧に対して) Lag147°	67-2: 0.05 %整定 電圧: 220 V 電流: 5A × 整定 × 200 % × 3 位相基準 Lag147° ± $\arccos(200\%)$	電流 判定基準 0.05 A以下 -15°, +10° 0.2 A以下 -7°, +6° 5 A以下 -3°, +3°
	動作時間	0～3 s 0.1 sステップ	67-2: 0.05 %整定 電圧: 220 V 位相: Lag147° 0→整定 × 200 %急変	整定値の±5 %, ただし, 0秒整定: 60 ms以下 1秒以下整定: 整定値±50 ms



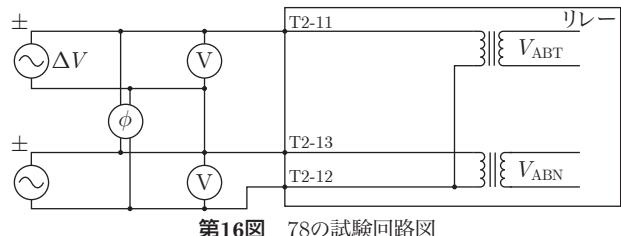
第15図 67-2の試験回路図

動作時間整定範囲は3 sまでの0.1ステップになる。逆電力要素67-2の位相特性図は負荷電流方向を0°にし、両端の位相角を測定し計算で最大感度位相角を求める(第6表参照)。

最大感度位相角147°(時計回りを正(+))にするLag表示)の管理値は第7表に示す。

② 差電圧投入特性 78

第16図の試験回路より基準電圧に当たる開放状態にあるプロテクタ遮断器二次側のNW母線電圧(負荷電流が流れているNW変圧器二次電圧)に対して315°の位相角でプラス方向に徐々に差電圧(ΔV)を増加させる。日新電機の場合、基準電圧は220 Vである。



第16図 78の試験回路図

差電圧 ΔV の整定範囲は第8表より0.5 V～8 Vで位相特性は基準電圧に対して15°～0～-5°でのみ整定が可能で-90°は固定値(時計回りを正(+)にするLag表示)になっている(第6表参照)。

③ 無電圧投入特性 84

第9表より開放状態にあるプロテクタ遮断器一次側のNW変圧器二次電圧の過電圧試験(59有電圧:T2-11, T2-12間)とプロテクタ遮断器二次側のNW母線電圧の不足電圧試験(27無電圧:T2-12, T2-13間, T2-12, T2-14間, T2-13, T2-14間各線間電圧)はそれぞれ個別に試験を行う。第17図に試験回路を示す。日新電機もほかメーカーと同じく電圧整定範囲はなく整定値は固定値になっている。

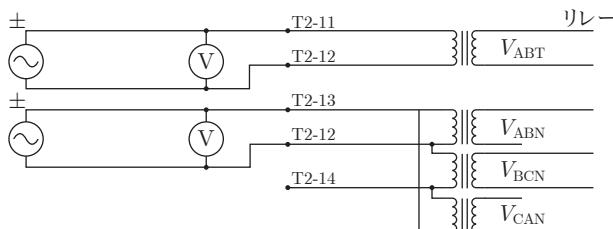
第18図は新しいリレー試験器RX47022のみでSNW-RY(D1URR-11)の試験を実施した状況を示す。

第8表 78の試験条件および管理値(許容値)

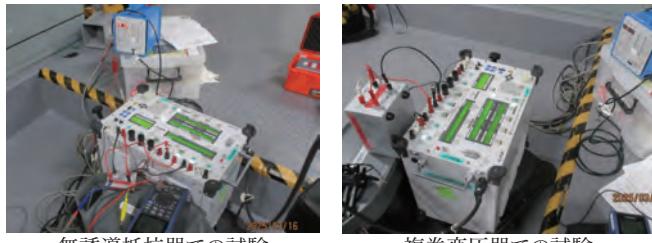
要素	特性項目	測定条件		許容値
		整定値	入力値	
78 (差電圧)	78 V 動作値	0.5～8 V 0.1 Vステップ	78θ: 0°整定 電圧: 220 V ΔV位相: Lag315°	整定値の±10 %
	78 V 動作時間 (78T)	2～20 s 0.1 sステップ	78 V: 0.5 V整定 78θ: 0°整定 電圧: 220 V ΔV位相: Lag315° 0→整定 × 200 %急変	整定値の±5 %
	78θ 動作値	78 V整定値の90 %	78θ: 0°整定 電圧: 220 V ΔV位相: Lag315°	78 V整定値の90 %に対し±10 %
	78θ 位相特性	Lead5°～Lag15°	78 V: 0.5 V整定 電圧: 220 V ΔV: 200°	±3°
	78θ 動作時間 (78T)	2～20 s 0.1 sステップ	78 V: 0.5 V整定 78θ: 0°整定 電圧: 220 V ΔV位相: Lag315° 0→整定 × 200 %急変	整定値の±5 %

第9表 84の試験条件および管理値(許容値)

要素	特性項目	測定条件		許容値
		整定値	入力値	
84 電圧検出	27 動作値	44 V固定	変圧器二次側電圧：220 V	整定値の±5%
	27 動作時間 (78T)	2~20 s 0.1 sステップ	変圧器二次側電圧：220 V 220 V→0 急変	整定値の±5%
	59 動作値	176 V固定	NW母線電圧：220 V	整定値の±5%
	59 動作時間 (78T)	2~20 s 0.1 sステップ	NW母線電圧：220 V 0→220 V 急変	整定値の±5%

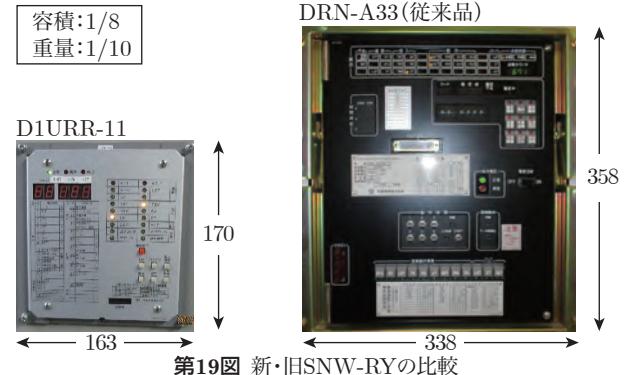


第17図 84の試験回路図



第18図 RX47022での試験

日本電検ではもう試験をすることはなくなったが旧タイプのSNW-RY : DRN-A33 (スイッチギヤ固定) を第19図に示す。技術革新と企業努力の結果、第19図に示すように新型(D1URR-11)の大きさ(容量)と重量がかなり小さくなっている。試験をする側としては劇的な変化となっている。



第19図 新・旧SNW-RYの比較

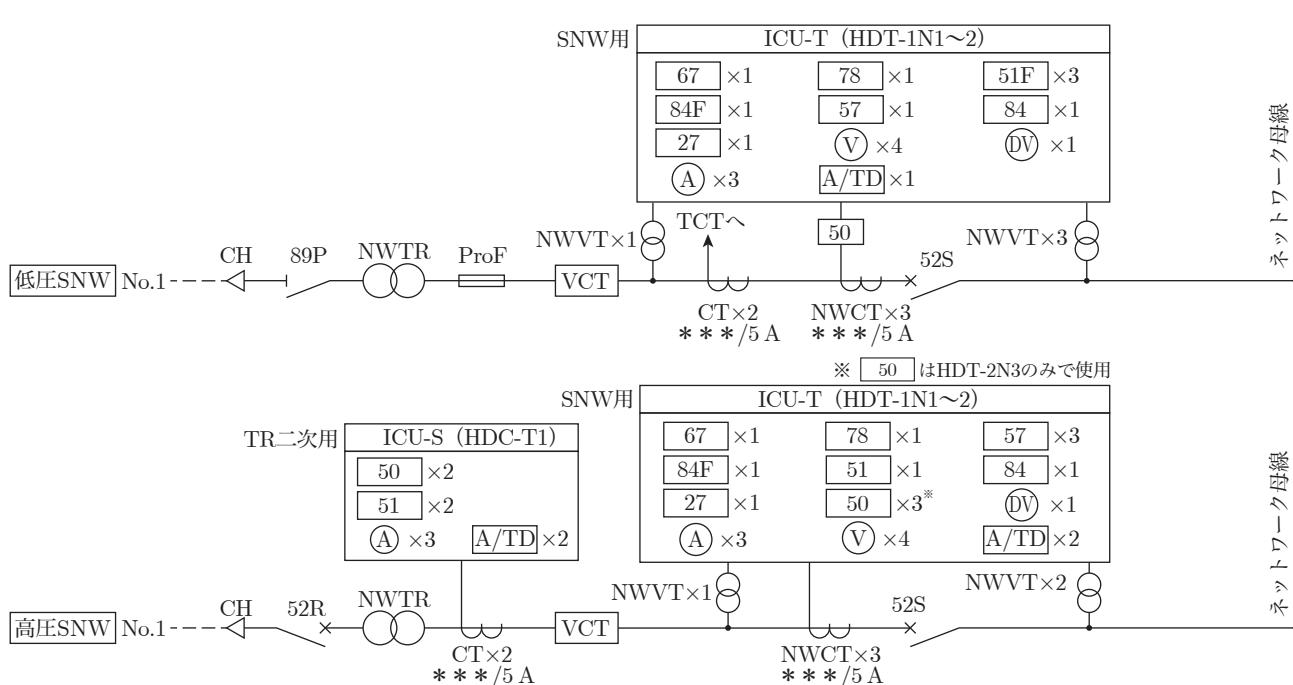
スイッチギヤにSNW-RY本体が固定されているタイプ

3 日立産機システム 日立デジタル形保護・計測装置 ICU-T2シリーズ、HDT-2N 1,2,3

ICU-T2 シリーズ HDT-2N1, 2, 3 の外観を第20図に示す。



第20図 ICU-T1外観



第21図 1回線当たりの単線結線図

第21図に高・低圧SNWの単線結線図を示す。

第10表の保護要素・機能より三大特性（逆電力遮断特性、差電圧投入特性、無電圧投入特性）以外に過電流要素（57）、過負荷要素（51）、短絡電流要素（50）がある。

第10表 SNW-RYの保護要素・機能

No.	用途	スポットネットワーク受電		
		型式 (HDT-***)	IN1	IN2
1	保護 遮断 投入	逆電力 67	○	○
2		過電流 57	○	○
3		過負荷 51	○	○
4		短絡 50	—	—
5		差電圧 78	○	○
6		電圧 84F	○	○
7		電圧 84	○	○
8		電圧 27	○	○

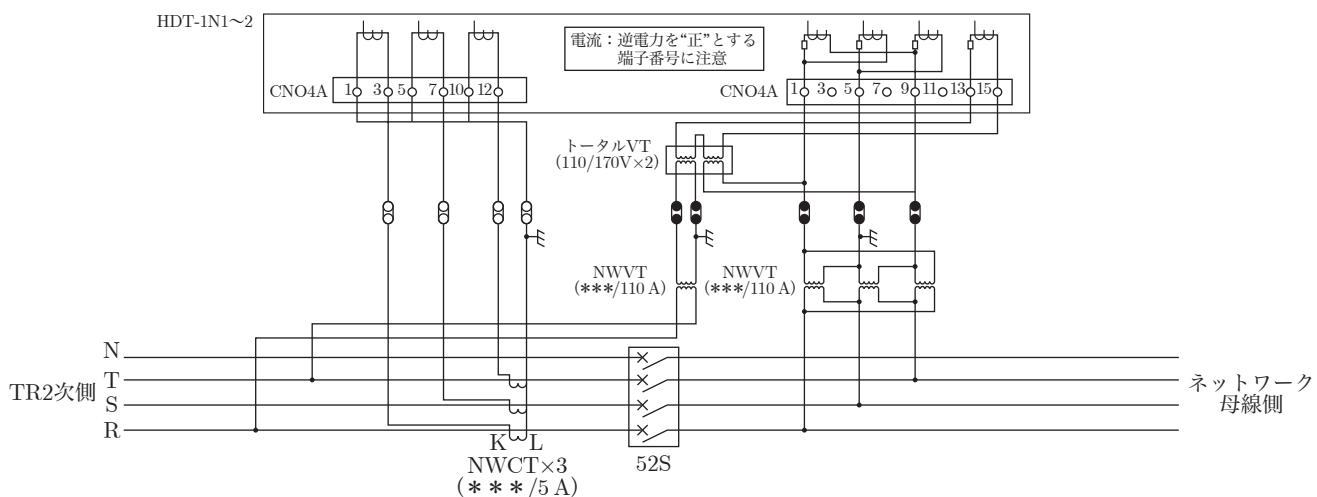
第22図の三線結線図より逆電力要素用にプロテクタ遮断器一次側の三相NW-CTと三相の基準電圧用にプロテクタ遮断器二次側の三相（V結線）NW-VTがある。差電圧特性と無電圧特性用にはプロテクタ遮断器一次側の单相NW-VTとプロテクタ遮断器二次側の基準電圧用の三相（V結線）NW-VTがある。過電流要素（57）、過負荷要素（51）、短絡電流要素（50）用のCTは逆電力要素用の三相NW-CTと共に用いている。

三相（V結線）NW-VT、单相NW-VT、三相NW-CTの位置関係および三相NW-CTの共用（逆電力要素、過電流要素、過負荷要素）は日新電機と同じになっている。

スイッチギアにSNW-RY本体が固定されているタイプの試験をする場合、NW-CT、NW-VT二次側とリレー本体側からの分離させる目的と、リレー本体に試験用の電圧と電流を入力するために、電圧テスト用端子（VTT）に電圧テストプラグ（第23図の右側）を差し込み、電流テスト用端子



第23図 日立産機用のテストプラグ



第22図 三線結線図

(CTT)に電流テストプラグ（第23図の左側）を差し込んでSNW-RY試験を行う。

本誌にて紹介した実務編の動画にHDT-1Nの試験動画があるので、そちらも参考にしていただきたい。

HDT-2N1, 2, 3には第21図のように低圧SNWもあるが、これから説明は高圧SNWを前提に進める。

① 逆電力遮断特性 67

第24図に三相電圧、三相電流入力の試験回路図を示す。

第11表の試験条件にて動作電流値、動作位相範囲、動作時間を測定する。それぞれの測定値が第12表の管理値（誤差）内であるかを確認して良否判定を行う。

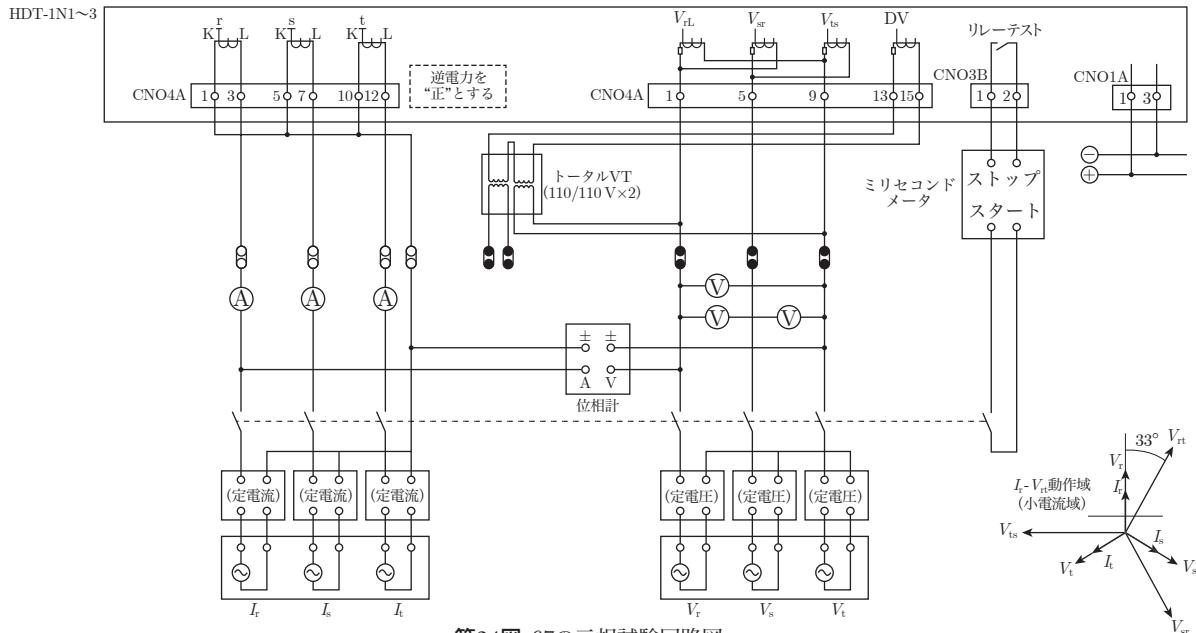
第11表 67の試験条件

試験項目		試験条件
動作・復帰値 (mA)	三相基準電圧固定 (110 V) 三相電流同時可変基準電圧Vに対しI _{th} はLead33°	
位相特性 (°)	三相電圧固定 (110 V) 三相電流 (整定値×1000 %) 三相電流位相同時可変 (小電流域 (定格領域))	
動作時間 (ms)	三相電圧固定 (110 V) 三相電流0 A→200 % 基準電圧Vに対しI _{th} はLead33° (小電流域 (定格領域))	

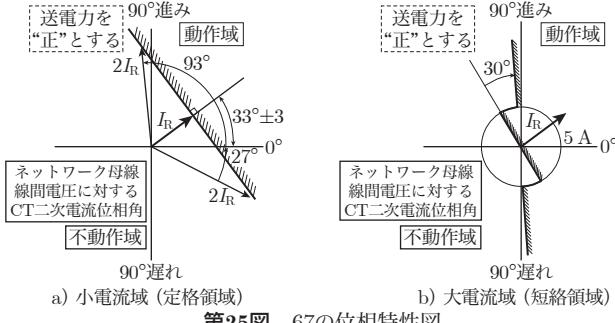
第12表 67の仕様(整定)と管理値(誤差)

要素	定格	項目	仕様(整定)	誤差
1要素 逆電力 (67) 110 V	5 A 動作電流	%値: 0.05%, 0.1%, 0.2% (定格電流に対する%値)	整定値±2 mA	
		電流: 2.5 mA, 5.0 mA, 10.0 mA		
		復帰電流		
		動作電流整定値に対し80%以上		
		動作時間	定格領域: 100 ms以下 (200 %通電時)	
			短絡領域: 50 ms以下 (2 A通電時)	
		復帰時間	定格領域: 200 ms 短絡領域: 200 ms	±40 ms
		最大角度	定格領域: 33° (固定) 短絡領域: 3° (固定)	
2要素 タイマ機能	(67GS)	0.5~5 s (0.5 s単位)	整定値2 s≤±100 ms 整定値2 s≥±5 %	
		(67EL)	整定値2 s≤±100 ms 整定値2 s≥±5 %	

第12表より動作電流の整定範囲は2.5 mA, 5.0 mA, 10.0 mA ± 2 mA, 動作時間は100 ms以下 (200 %通電時, 定格領域), 50 ms以下 (2 A通電時, 短絡領域)となる。位相特性は動作域の両端の位相角を測定しその値から最大角度角を計算で出して、定格領域で33° ± 5° (固定: 第25図(a)を参照), 短絡領域で3° ± 5° (固定: 第35図(b)を参照)となる (逆電力方向を0°にしている)。



第24図 67の三相試験回路図



a) 小电流域(定格領域)

b) 大电流域(短絡領域)

第25図 67の位相特性図

当社では RX4713 (I3) と RX4718 (V3) のリレー試験器を用いて第 24 図 のような三相電圧と三相電流で試験を実施しているが、取説には単相電流と単相電圧を用いて各相ごとの試験を実施する方法も紹介されている。この試験方法の場合、動作電流値は整定電流値の 3 倍になる。

② 差電圧投入特性 78

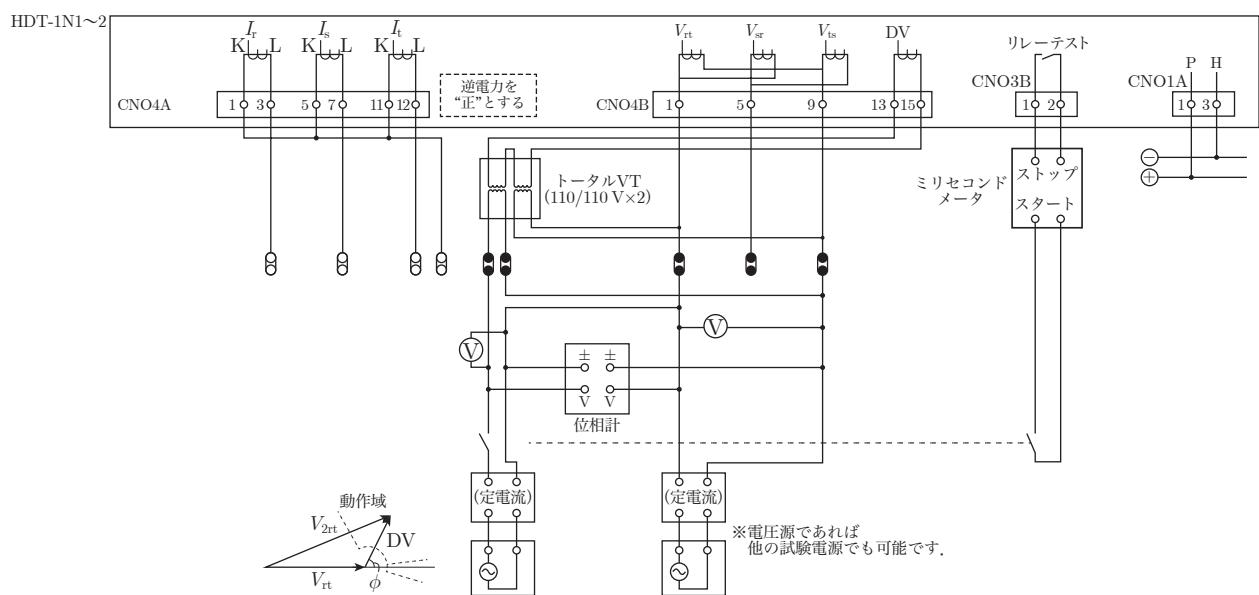
第 26 図の試験回路より、基準電圧に当たる開放状態にあ

るプロテクタ遮断器二次側の NW 母線電圧 (負荷電流が流れている NW 変圧器二次電圧) に差電圧 (ΔV) を加える。

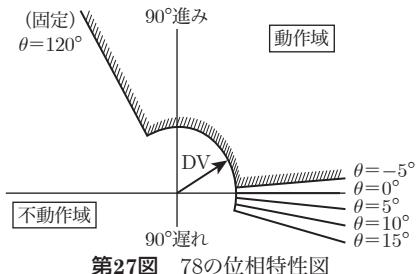
差電圧 ΔV の整定範囲は第 13 表より (0.5, 1.0, 1.5, 2.0) $\times \sqrt{3}$ V で管理値は $\pm 0.2 \times \sqrt{3}$ V、位相特性は基準電圧に対して $\theta_1 = -5^\circ \sim 15^\circ$ (時計回りを正 (+) とする Lag 表示) でのみ整定が可能で、 θ_2 の -120° は固定値になっている。管理値は $\pm 5^\circ$ 。第 27 図の位相特性図を参考。動作時間は 1 s の固定値で管理値は ± 100 ms となる。それぞれの試験条件は第 14 表となる。

第13表 78の仕様(整定)と管理値(誤差)

要素	定格	項目	仕様(整定)	誤差
差電圧 (78) 1要素	110 V	動作電圧	(0.5, 1.0, 1.5, 2.0) $\times \sqrt{3}$ V	整定値 $\pm 0.2 \times \sqrt{3}$ V
		復帰電圧	動作電圧整定値に対し 70 %以上	$\pm 10\%$
		動作位相	$-5 \sim 15^\circ$ (5°単位)	整定値 $\pm 5^\circ$
		動作時間	(78T) 1 s	± 100 ms



第26図 78の試験回路図



第27図 78の位相特性図

第14表 78の試験条件

試験項目	試験条件
動作・復帰値 (V)	NW母線電圧110 V固定 (V_{rt}) ΔV 可変動作位相 V_{rt} に対し ΔV は330°
位相特性 (°)	NW母線電圧110 V固定 (V_{rt}) ΔV 位相可変 ΔV : 動作電圧整定の300 %を印加
動作時間 (s)	NW母線電圧110 V固定 (V_{rt}) V_{rt} に対し ΔV は330° ΔV : 0 V→動作電圧整定の200 %を印加

③ 無電圧投入特性 84, 27

無電圧投入条件は電源側（開放状態にあるプロテクタ遮断器一次側）の電圧あり（84）と、NW母線側（開放状態にあるプロテクタ遮断器二次側）の電圧なし（27）の二つの条件のANDとなる。

電圧あり（84）の試験回路図は第28図に、試験条件は第15表に、仕様（整定）と管理値（誤差）を第16表に示す。

第15表 84の試験条件

試験項目	試験条件
動作値 (V)	電源側VT二次に0 Vから徐々に電圧を上げて88 V以上（固定）での動作を確認する
復帰値 (V)	電源側VT二次に110 Vから徐々に電圧を上げて77 V以下（固定）での復帰を確認する
84ON 時間 (s)	0 V→110 V（電源側電圧 V_{rt} 印加）に急変
84OFF 時間 (s)	110 V→0 V（電源側電圧 V_{rt} 印加）に急変 (b接点にて測定)

第16表 84の仕様(整定)と管理値(誤差)

要素	定格	項目	仕様(整定)	誤差
電圧 (84) 1要素	110 V	動作電圧 復帰電流	VT二次定格の80 % VT二次定格の70 % (77 V)以下	
		動作時間	(84on) 0.5~5 s (0.5 s単位)	整定値2 s ± 100 ms 整定値2 s ± 5 %
		復帰時間	(84T) 1~10 s (1 s単位)	整定値2 s ± 100 ms 整定値2 s ± 5 %
			(84off) 0.5~5 s+200 ms (0.5 s単位)	整定値2 s ± 140 ms 整定値2 s ± 5 %+40 ms
			(84T) 200 ms	± 40 ms

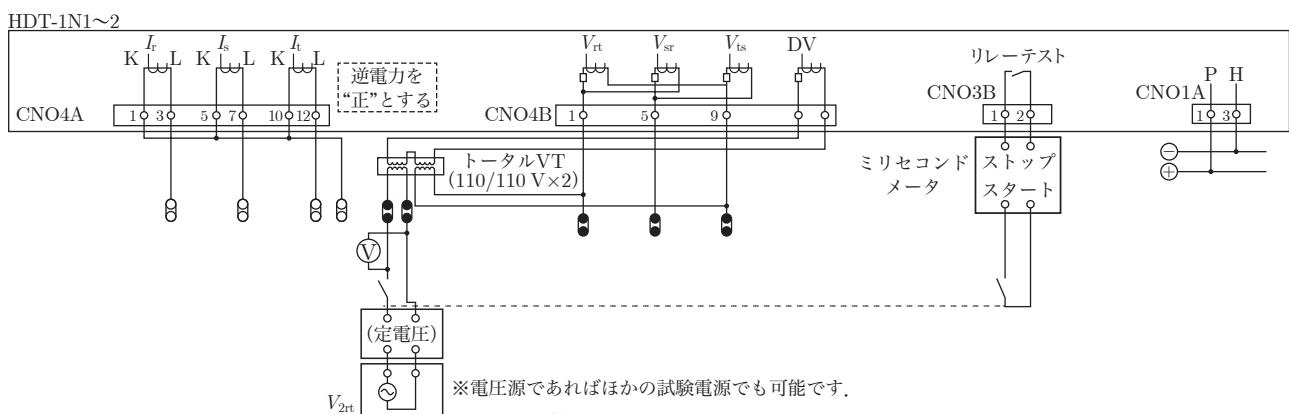
電圧なし（27）の試験回路図は第29図に、試験条件は第17表に示す。仕様（整定）と管理値（誤差）を第18表に示す。

第17表 27の試験条件

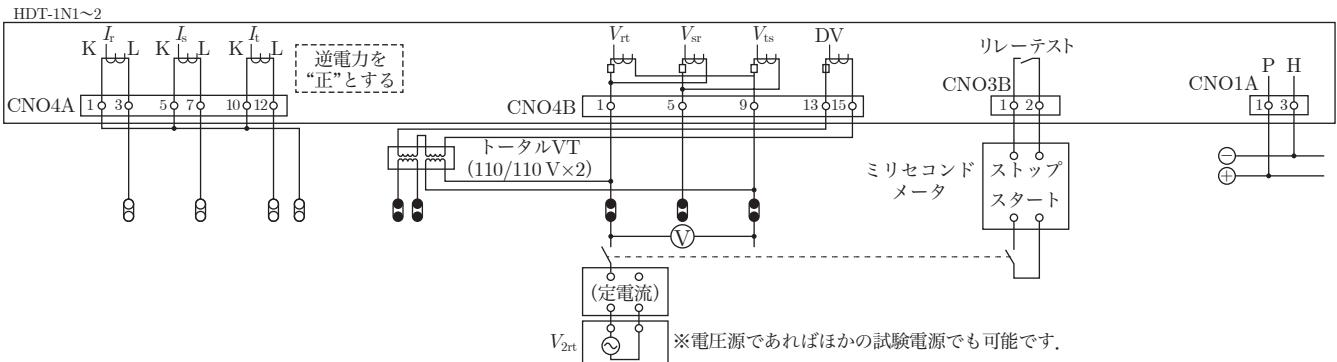
試験項目	試験条件
動作値 (V)	NW母線側VT二次に110 Vから徐々に電圧を下げて66 V以下（固定）での動作を確認する
復帰値 (V)	NW母線側VT二次に動作電圧から徐々に電圧を上げて71.5 V以下（固定）での復帰を確認する
動作時間 (s)	110 V→0 V（電源側電圧 V_{rt} 印加）
復帰時間 (s)	0 V→110 V（電源側電圧 V_{rt} 印加）

第18表 27の仕様(整定)と管理値(誤差)

要素	定格	項目	仕様(整定)	誤差
電圧 (27) 1要素	110 V	動作電圧	VT二次定格の50 % (66 V) 以下	
		復帰電流	VT二次定格の55 % (71.5 V) 以上	
		84ON 時間 (s)	100 ms以下	
		84OFF 時間 (s)	200 ms	± 40 ms



第28図 84の試験回路図



第29図 27の試験回路図

当社では紹介した ICU-T2 シリーズ、HDT-2N1, 2, 3 だけではなく旧タイプ DNP-1K4 (第 30 図) で運用している事業所もあるので試験を実施している。



第30図 旧タイプDNP-1K4の外観

4 東芝エネルギーシステムズ HRE190形(スポットネットワークリレー)

最新の HRE-190 形 (SNW-RY) を第 31 図に示す。第 19 表より三大特性 (逆電力遮断特性 67A, 67B, 差電圧投入特性 78, 無電圧投入特性 84, 27) 以外にも過負荷要素 57, 過電流要素 51H, 51M, 51SH, 51SL, 比率作動要素 87, 地絡方向要素 67G などがある。



第31図 HRE190(SNW-RY)の外観

第19表 SNW-RYの保護機能ほか

機能	内 容
保護機能	67A, 67B, 51H, 57, 51M, 78, 84, 27, 87, 67G, 51SH, 51SL
計測機能	I (Max), V , I_o (Max)
制御機能	プロテクタ遮断器の入・切操作/外部からのプロテクタ遮断器入・切操作/投入ロック/故障復帰/無電圧・差電圧投入出力ロック/外部故障入力

HRE-190 形 (SNW-RY) もスイッチギヤに固定されているので、第 32 図にある電圧テストプラグ (写真左側) を VTT (電圧テスト端子) に、電流テストプラグ (写真右側) を CTT (電流テスト端子) に差し込んで (第 33 図)、NW-CT と NW-VT の二次側と SNW-RY 側とを電気的に分離し、各テストプラグから試験用の電圧、電流を入力する。



第32図 電圧テストプラグと電流テストプラグ

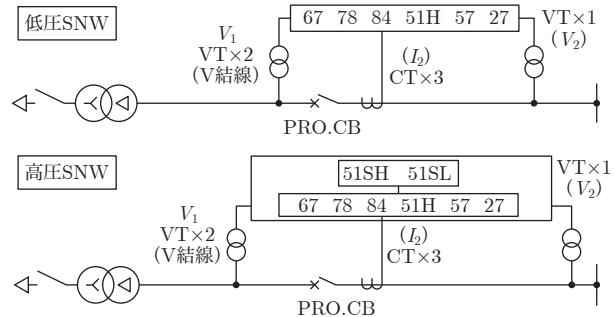


第33図 VTT(電圧テスト端子), CTT(電流テスト端子)

第 34 図 (次ページ) より逆電力要素の三相電圧 (V 結線)

と差電圧要素の基準電圧用の NW-VT はプロテクタ遮断器 (PRO.CB) 一次側に、差電圧 ΔV 用の NW-VT (単相) はプロテクタ遮断器 (PRO.CB) 二次側になる。

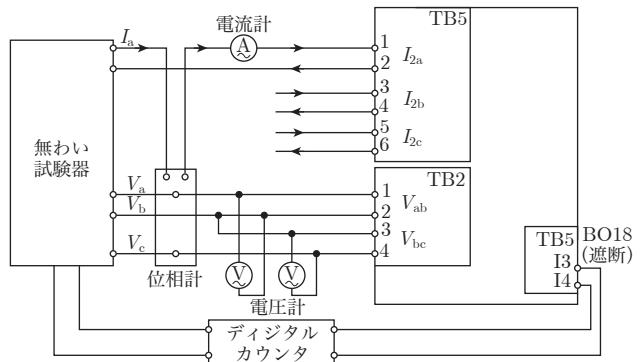
三相 NW-CT は逆電力要素、過負荷要素、過電流要素を共用させている。今回紹介している 5 社のなかで NW-CT と差電圧 ΔV 用の NW-VT (単相) がプロテクタ遮断器二次側に配置しているのは東芝エネルギーシステムズ製の SNW-RY だけとなっている。第 35 図のように高圧 SNW と低圧 SNW とがあるが、高圧 SNW について話を進めていく。



第35図 低圧SNWと高圧SNW

① 逆電力遮断特性 67A, 67B

第 36 図より、試験には三相電圧 (110 V) が必要であり、第 20 表、第 21 表 (次ページ) の試験条件からは動作電流測定、位相特性測定が電流单相で実施できるが、動作時間測定は三相平衡電流・電圧が必要になっている。67B は動作時間の整定範囲があるが 67A は過電流要素 (51H) と AND 動作になるため、即時 (140 ms 固定) となる (第 22 表参照)。



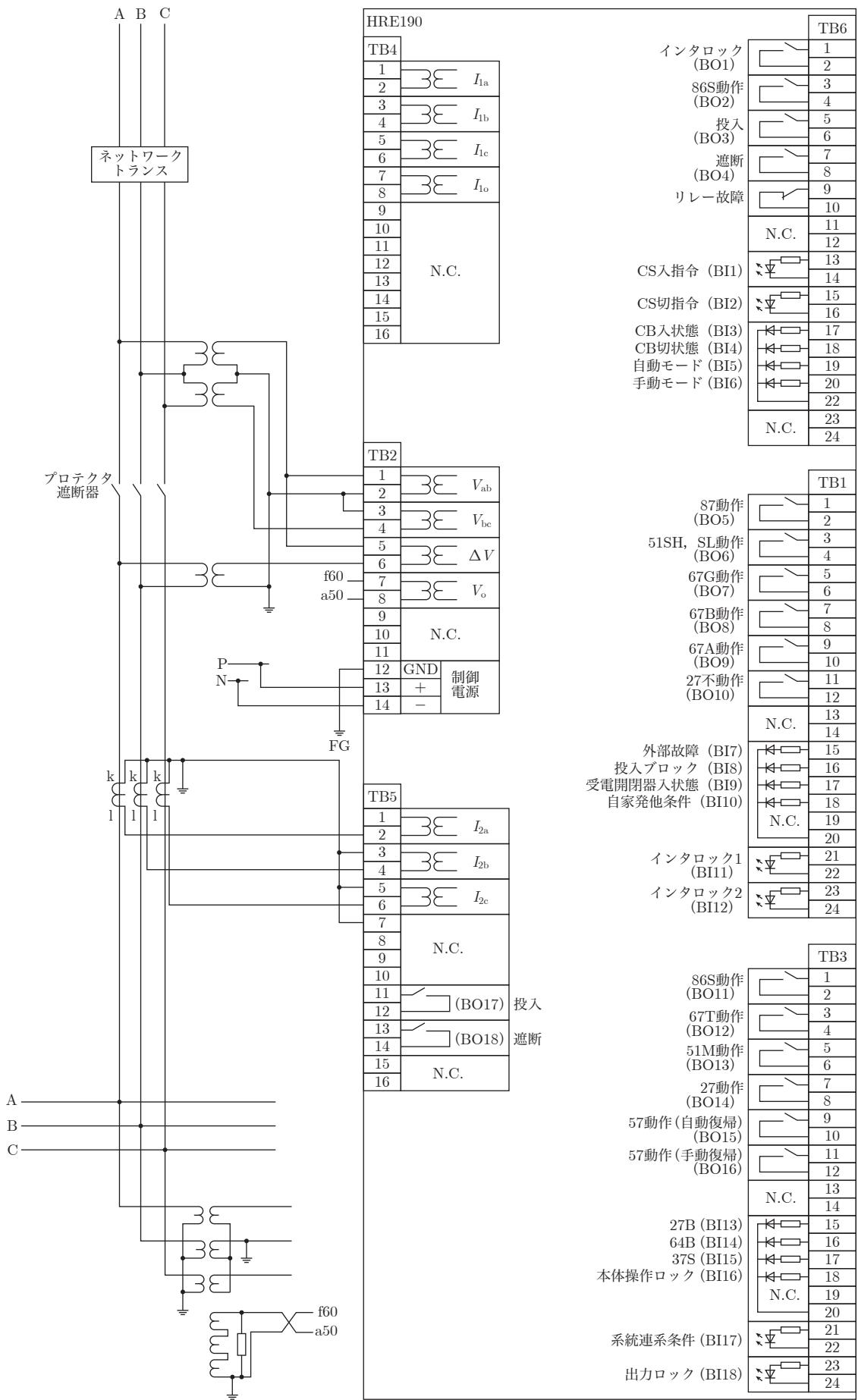
この図は、A 相電流の場合です。
B 相の場合は TB5-3.4 に、C 相の場合は TB5-5.6 に入力します。

第36図 67A, 67Bの試験回路図

第22表 67A, 67Bの仕様/整定値

要素	項目	仕様/整定値
67 A 逆電力 遮断	動作値	0.05 %～3.00 % (0.01 %刻み) (定格電流値に対する%)
	復帰値	動作値の 90 %以上
	動作時間	51HT : 40 ms (固定)
	復帰時間	—
67 B 逆電力 遮断	動作値	0.05 %～3.00 % (0.01 %刻み) (定格電流値に対する%)
	復帰値	動作値の 90 %以上
	動作時間	67T : 0 s～10 s (1 s刻み)
	復帰時間	—

位相特性も 67A と 67B で違いがある。第 20 表、第 21 表の位相角の許容誤差の表現は時計回りを正 (+) する Lag 表示となっている。第 37 図、第 38 図にそれぞれの位相特性図を示す (逆電力方向を 0° にしている)。



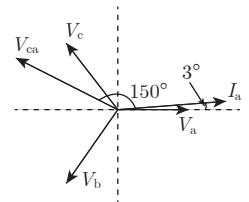
第34図 三線結線図

第20表 67Aの試験条件・方法と許容誤差

試験項目	整定条件		試験条件	試験条件	許容誤差
	動作値	タイム			
最小動作値	67A ①0.05 % ②3.00 %	—	A相試験時 $ V_{ab} = V_{bc} = 110 \text{ V}$ V_{ab} lead 120° for V_{bc} I_a lag 147° for V_{ca}	各相ごとに入力電流を徐々に上げ、67 A要素が動作する電流値を測定する。	① $7.5 \text{ mA} \pm 20\%$ ② $450 \text{ mA} \pm 5\%$
			B相試験時 $ V_{ab} = V_{bc} = 110 \text{ V}$ V_{ab} lead 120° for V_{bc} I_b lag 147° for V_{ab}		
			C相試験時 $ V_{ab} = V_{bc} = 110 \text{ V}$ V_{ab} lead 120° for V_{bc} I_c lag 147° for V_{bc}		
位相特性	67A 0.05 %	—	A相試験時 $ V_{ab} = V_{bc} = 110 \text{ V}$ V_{ab} lead 120° for V_{bc} $ I_a = 5 \text{ A}$ I_a lag θ for V_{ca} (θ 測定)	左記条件にて電流位相を変化させ、67 A要素の動作限界位相を測定する。	236.9 $\pm 5^\circ$ 134.9 $\pm 5^\circ$
			B相試験時 $ V_{ab} = V_{bc} = 110 \text{ V}$ V_{ab} lead 120° for V_{bc} $ I_b = 5 \text{ A}$ I_b lag θ for V_{ab} (θ 測定)		
			C相試験時 $ V_{ab} = V_{bc} = 110 \text{ V}$ V_{ab} lead 120° for V_{bc} $ I_c = 5 \text{ A}$ I_c lag θ for V_{bc} (θ 測定)		
動作時間	67A 0.05 %	—	$ V_{ab} = V_{bc} = 110 \text{ V}$ V_{ab} lead 120° for V_{bc} I_a lag 147° for V_{ca} I_a lead 240° for I_c I_b lead 120° for I_c (三相平衡) $ I_a = I_b = I_c = 0 \text{ A} \rightarrow 5 \text{ mA}$ 急変	左記条件にて、電流を0 Aから5 mA(整定値の2倍)に急変させ遮断出力するまでの時間を測定する。	140 ms以下 (51HT+100 ms以下)

例) 最小動作値

A相試験入力条件のベクトル図

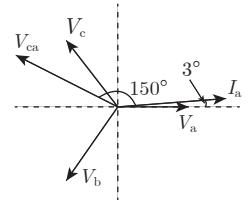


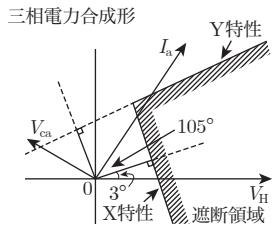
第21表 67Bの試験条件・方法と許容誤差

試験項目	整定条件		試験条件	試験方法	許容誤差
	動作値	タイム			
最小動作値	67B ①0.05 % ②3.00 %	67T 0 s	A相試験時 $ V_{ab} = V_{bc} = 110 \text{ V}$ V_{ab} lead 120° for V_{bc} I_a lag 147° for V_{ca}	左記条件にて、各相ごとに入力電流を徐々にあげ、67B要素が動作する電流値を測定する。	① $7.5 \text{ mA} \pm 20\%$ ② $450 \text{ mA} \pm 5\%$
			B相試験時 $ V_{ab} = V_{bc} = 110 \text{ V}$ V_{ab} lead 120° for V_{bc} I_b lag 147° for V_{ab}		
			C相試験時 $ V_{ab} = V_{bc} = 110 \text{ V}$ V_{ab} lead 120° for V_{bc} I_c lag 147° for V_{bc}		
位相特性	67B 0.05 %	67T 0 s	A相試験時 $ V_{ab} = V_{bc} = 110 \text{ V}$ V_{ab} lead 120° for V_{bc} $ I_a = 5 \text{ A}$ I_a lag θ for V_{ca} (θ 測定)	左記条件にて、電流位相を変化させ、67B要素の動作限界位相を測定する。	236.9 $\pm 5^\circ$ 57.1 $\pm 5^\circ$
			B相試験時 $ V_{ab} = V_{bc} = 110 \text{ V}$ V_{ab} lead 120° for V_{bc} $ I_b = 5 \text{ A}$ I_b lag θ for V_{ab} (θ 測定)		
			C相試験時 $ V_{ab} = V_{bc} = 110 \text{ V}$ V_{ab} lead 120° for V_{bc} $ I_c = 5 \text{ A}$ I_c lag θ for V_{bc} (θ 測定)		
動作時間	67B 0.05 %	67T ①0 s ②10 s	$ V_{ab} = V_{bc} = 110 \text{ V}$ V_{ab} lead 120° for V_{bc} I_a lag 147° for V_{ca} I_a lead 240° for I_c I_b lead 120° for I_c (三相平衡) $ I_a = I_b = I_c = 0 \text{ A} \rightarrow 5 \text{ mA}$ 急変	左記条件にて、電流を0 Aから5 mA(整定値の2倍)に急変させ遮断出力するまでの時間を測定する。	①100 ms以下 ②10 s $\pm 10\%$

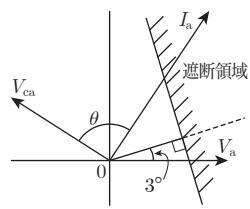
例) 最小動作値

A相試験入力条件のベクトル図





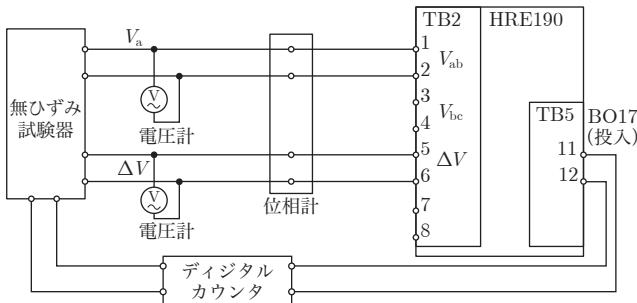
第37図 67Aの位相特性図



第38図 67Bの位相特性図

② 差電圧投入特性 78

第39図より基準電圧にあたるプロテクタ遮断器一次側 (PRO.CB) の電圧 (NW 変圧器二次側の無負荷電圧) と、プロテクタ遮断器二次側 (PRO.CB) の電圧 (NW 母線の電圧) を ΔV として徐々に増加させる。位相条件は Lag357° で試験を行う。



第39図 78の試験回路図

第23表、第24表に整定範囲と試験条件および許容誤差(管理値)を示す。動作位相は 268.4° は固定で $-5^\circ \sim 0^\circ \sim 15^\circ$ で整定可能となる。(時計回りを正 (+) する Lag 表示) 第24表の許容誤差(管理値)は Lag 表示になっている。

第23表 78の仕様/整定値

要素	項目	仕様/整定値
78 差電圧投入	動作値	$\Delta V: 0.12 \text{ V} \sim 1.25 \text{ V}$ (0.01 V刻み)
	動作位相	$\theta: -5^\circ \sim 15^\circ$ (1°刻み)
	復帰値	動作値の90%以上
	動作時間	78T: 1 s ~ 30 s (1 s刻み)
	復帰時間	—

整定範囲の -5° は Lag 表示からみての表現なので、 -5° は反時計回り (-) 方向を示し、 355° ($360^\circ - 5^\circ$) は時計回り (+) 方向を示している。つまり、 -5° と 355° は同じ角度を示している。これらのことを見ると少しあかりやすくなる。

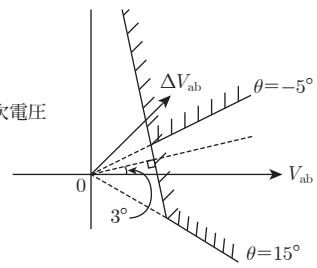
第41図に RX4713 (I3) と RX4718 (V3) を使用しての試験状況を示す。

第24表 78の試験条件・方法と許容誤差

試験項目	整定条件			試験条件	試験方法	許容誤差
	動作値	位相	タイム			
最小動作値	78 ①0.12 V ②1.25 V	78θ 15°	78T 1 s	$ V_{ab} = 110 \text{ V}$ ΔV_{ab} lag357° for V_{ab}	入力電圧 (ΔV_{ab}) を徐々に上げ、78要素が動作する電圧値を測定する。	① $0.12 \text{ V} \pm 30\%$ ② $1.25 \text{ V} \pm 5\%$
位相特性	78 0.12 V	78θ ① 15° ② -5°	78T 1 s	$ V_{ab} = 110 \text{ V}$ $ \Delta V_{ab} = 5 \text{ V}$ ΔV_{ab} lag θ for V_{ab} (θ 測定)	左記条件にて、 ΔV_{ab} 位相を変化させ、78要素の動作限界位相を測定する。	① $15^\circ \pm 3^\circ$ $268.4^\circ \pm 3^\circ$ ② $355^\circ \pm 3^\circ$ $268.4^\circ \pm 3^\circ$
動作時間	78 0.12 V	78θ 15°	78T ①1 s ②30 s	$ V_{ab} = 110 \text{ V}$ ΔV_{ab} lag357° for $ \Delta V_{ab} = 0 \text{ V} \rightarrow 0.36 \text{ V}$ 急変	左記条件にて、 ΔV_{ab} 電圧を0 Vから整定値の3倍に急変させ78出力するまでの時間を測定する。	① $1 \text{ s} \pm 10\%$ ② $30 \text{ s} \pm 10\%$

S相接地用

差電圧 $\Delta V_{ab} = V_{N(ab)} - V_{T(ab)}$
 $V_{N(ab)}$: ネットワーク母線電圧
 $V_{T(ab)}$: ネットワーク変圧器二次電圧
 基準電圧: V_{ab}



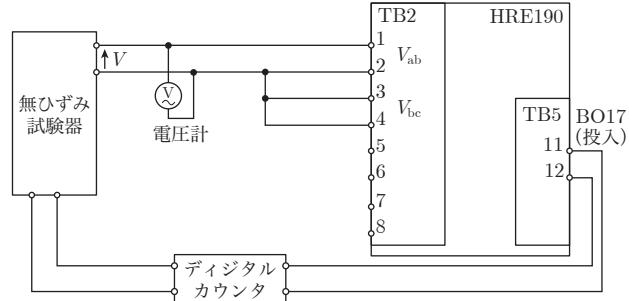
第40図 78の位相特性図



第41図 HRE-190形(SNW-RY)の試験

③ 無電圧投入特性 84

HRE-190形 (SNW-RY) を含め、東芝エネルギーシステムズの SNW-RY は第42図のように開放状態にあるプロテクタ遮断器 (PRO.CB) 一次側の電圧有り (健全電圧: 84) だけで、開放状態にあるプロテクタ遮断器 (PRO.CB) 二次側の電圧なし (不足電圧: 27) をみていない。これは他社とは違う点となっている。



この図は、 V_{ab} 線間電圧の場合。

V_{ca} を V_{ab} と V_{bc} からソフトウェア演算により算出しているので、 V_{bc} 入力が0 Vとなるよう短絡する。

V_{bc} の場合はTB2-3に入力、 V_{ab} 入力が0 Vとなるよう、TB2-1, 2, 4を短絡する。

第42図 84の試験回路図

第25表より動作整定電圧は他社と同じ固定 (88 V) となり、動作時間整定範囲は 1 s ~ 30 s (1 s 刻み) となっている。

第26表には試験条件・方法と許容誤差を示す。測定は各線

間電圧に対して行う。

第25表 84の仕様/整定値

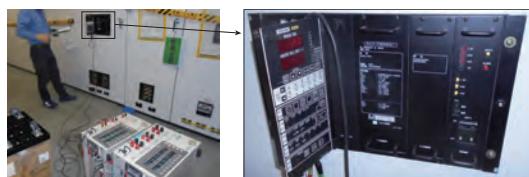
要素	項目	仕様/整定値
84 無電圧投入	動作値	88 V (固定)
	復帰値	動作値の90 %以上
	動作時間	78T : 1 s~30 s (1 s刻み)
	復帰時間	—

第26表 84の試験条件・方法と許容誤差

試験項目	整定条件	試験方法	許容誤差
最小動作値	84 88 V (固定)	78T 1 s 入力電圧を徐々に上げ、84要素が動作する電圧値を測定する。 V_{ca} 相の場合、動作値は測定値(試験器出力)の2倍となる。	88 V ± 5 %
動作時間	84 88 V (固定)	78T 1 s 左記条件にて電圧を 0 V から整定値の 1.1 倍に急変させ 84 出力するまでの時間を測定する。 V_{ca} 相の場合、整定値の 0.55 倍(整定値の 0.5 倍の 1.1 倍)に急変する。	1 s ± 10 %

当社では HRE-190 形 (SNW-RY) 以外にも少し古い「DWW53H-13A02」(第 43 図)でも試験をしている。テストプラグは HRE-190 形 (SNW-RY) と同じタイプが使用できる。

さらに古い 1990 年代頃のタイプで、もうあまり現役で使用されていないと思うが「D2W2H-0102」や、この更新タイプの「D4WA1H-0102」(第 44 図)での試験も行っている。これらを試験をする場合、第 45 図に示す専用のテストプラグを試験用テスト端子に差し込んで行う。



第43図 DWW53H-13A02



第44図



電流・電圧テストプラグ

試験用テスト端子 (電流・電圧)

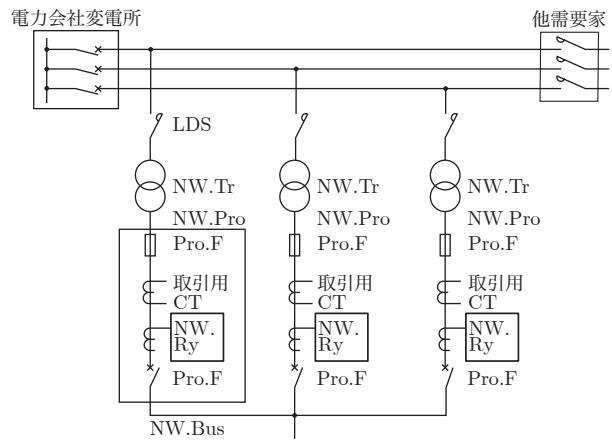
第45図

5 富士電機 F-MPC210 スポットネットワークリレー DUYUNWR

富士電機の最新リレーは F-MPC3000 スポットネットワークリレー「DUKUNAA」であるが、当社では試験実績がない(2025 年 10 月に実施した)ので、おそらく現役で一番多く運用されている F-MPC210 スポットネットワークリレー「DUYUNWR」について説明をする(第 46 図)。一般的な 3 回線スポットネットワークの構成を第 47 図に示す。



第46図 DUYUNWR 外観



第47図 単線結線図

第 27 表より、三大特性(逆電力遮断特性、差電圧投入特性、無電圧投入特性)以外にも短絡電流要素(51S)と過電流要素(51OL)などがある。

第 48 図の三線結線図より逆電力要素用にプロテクタ遮断器一次側の三相 NW-CT(67 用 CT)と三相基準電圧用の NW-VT(高圧は△結線、低圧は Y 結線)がある。

短絡電流・過電流要素用には 67 用 CT とは別にプロテクタ遮断器一次側の三相 NW-CT(51 用 CT)がある。

差電圧要素と無電圧要素で用いるプロテクタ遮断器一次側の差電圧 ΔV 用と三相電圧用の NW-VT(高圧は△結線、低圧は Y 結線)とプロテクタ遮断器二次側の基準電圧用および NW 母線不足電圧(27B)用の三相 NW-VT(高圧は△結線、低圧は Y 結線)で構成されている。

テストプラグは東芝製の HRE-190 と同じタイプ(第 45 図)で第 49 図のテスト用端子に差し込み試験を行う(第 50 図参照)。

以降の説明に際しては高圧 SNW(第 48 図の(a))について行う。



第49図 テスト用端子(VTT, CTT)



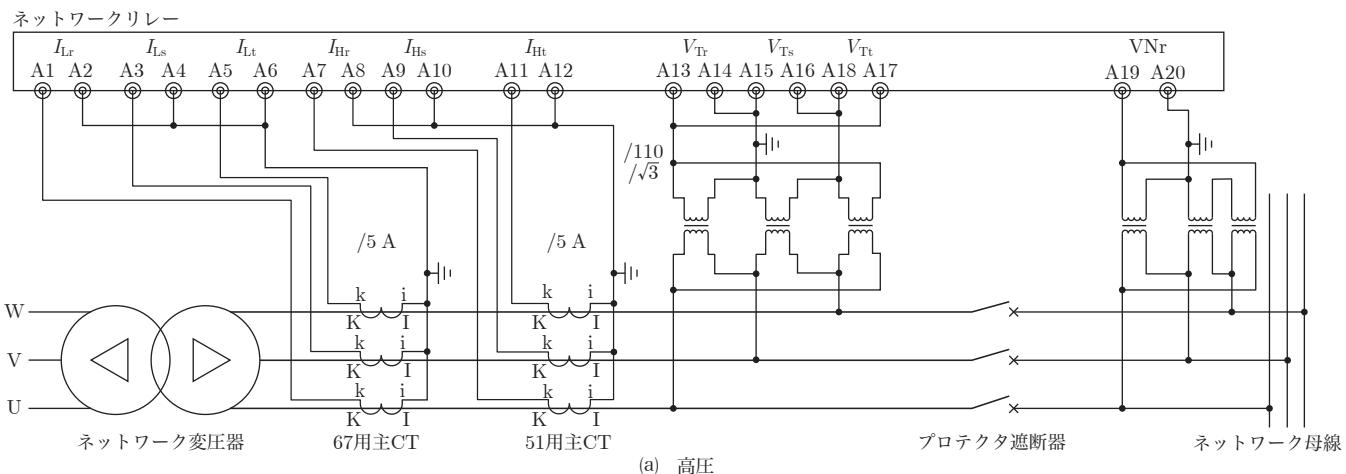
第50図 試験状況

第27表 保護要素・仕様(整定)・精度(管理値)

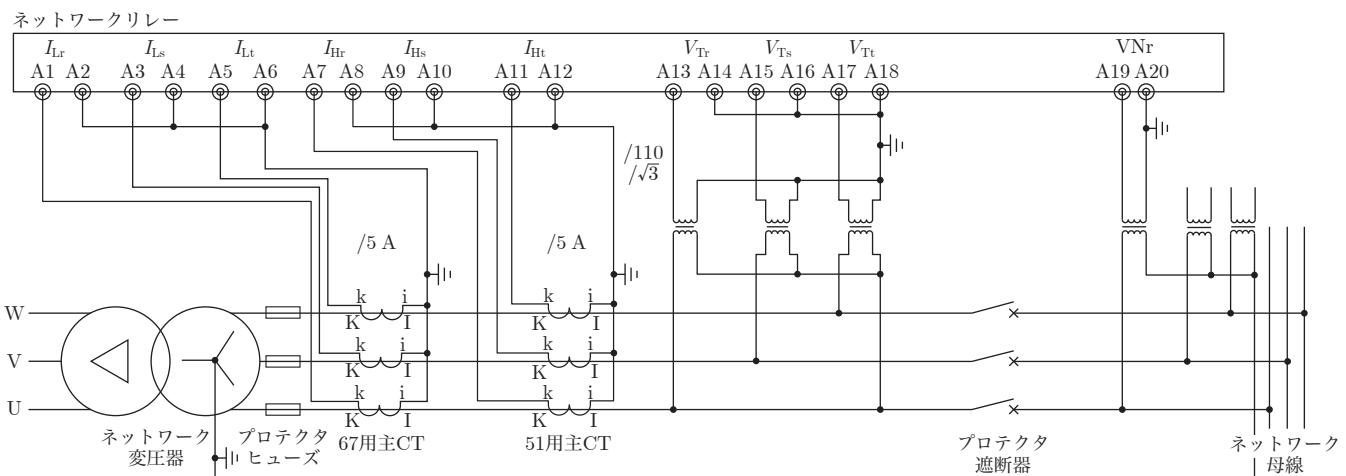
要素	個別仕様	
67S 逆電力検出 三相一括整定	電流整定	0.05~1.00 %. Lock (0.01 %ステップ)
	特性	瞬時 感度電圧: 0.7 V 最大感度位相角: 低圧: 183°, 高圧153° 公称動作位相範囲: 180° 電圧メモリ機能付き (2c/s) 第2調波ロック機能付き (15 %)
	精度	動作値: ± 10 % 動作時間: 50 ms以下
51S 短絡電流検出 三相一括整定	電流整定	4~16 A. Lock (1 Aステップ)
	特性	瞬時
	制度	動作値: ± 5 % 動作次男: 50 ms以下
51OL 過電流検出	電流整定 (K)	1.0~10.1 A. Lock (0.1 Aステップ)
	レバー (N)	0.1~10.0 (0.1ステップ)
	特性	半限時 (注1) 公称動作時間 $T = n/10 \times \{9/(I-1) + 2\} \text{ (s)}$
	精度	動作値: ± 5 % 動作時間: 公称動作時間±12%以内 (300 %) ± 7 %以内 (500 %, 1 000 %)

(注1) 入力電流がフルスケールを超える場合、動作時間はフルスケールにおける公称特性となります。

要素	個別仕様	
78S 差電圧投入	感度電圧 (ΔV)	0.3~2.0 V. Lock (0.1 Vステップ)
	感度電圧 (V_{Tr} , V_{Nr})	定格の20 % (固定)
	投入位相 ($\Delta\theta$)	5~−25° (1°ステップ)
	特性	瞬時
84S 変圧器二次電圧「有」検出	精度	動作値: ± 10 % 動作時間: 50 ms以下
27B ネットワーク母線電圧「無」検出	電圧整定	定格の80 %
	特性	瞬時
	精度	動作値: ± 5 % 動作時間: 50 ms以下
シーケンス タイマ	電圧整定	定格の30 % (固定)
	特性	瞬時
	精度	動作値: ± 5 % 動作時間: 50 ms以下
	67ST	0.1~5.0 s (0.1 sステップ)
	67STT	10~100 s (0.1 sステップ)
	67SCGT	0.1~10.0 s (0.1 sステップ)
	67SLT	2 s (固定)
	51ST	0~1.0 s (0.1 sステップ)
	78T	1~30 s (1 sステップ)
27BT	4~30 s (1 sステップ)	
84SNT	1~10 s (1 sステップ)	



(a) 高圧

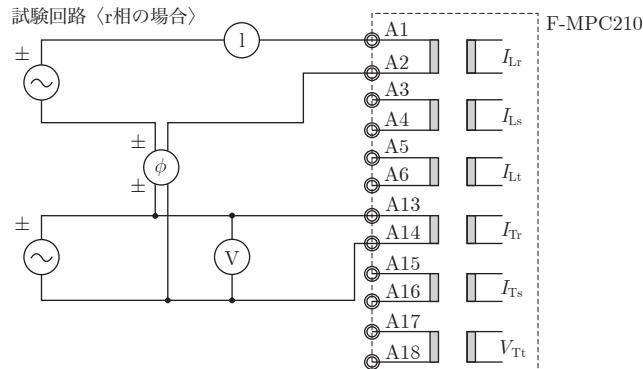


(b) 低圧

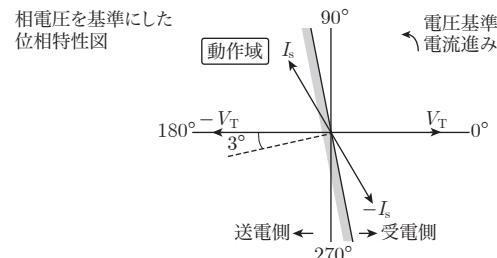
第48図 三線結線図

① 逆電力遮断特性 67S

第51図の試験回路図より単相電圧と単相電流を用いて各相ごとに試験を行う。試験条件と管理値は第28表に示す。第52図の位相特性図に関しては紹介しているほかのメーカと違い反時計回りを正(+)とするLead表示になっている。第53図の最大感度位相角をほかのメーカと同じ時計回りを正(+)とするLag表示で考えた場合、低圧：183°はLag177°、高圧：153°はLag147°となる。



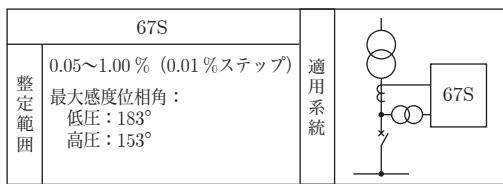
第51図 67Sの試験回路図



第52図 67Sの位相特性図(大電流域)(相電圧を基準にした位相特性図)

第28表 67Sの試験条件と管理値

項目	試験条件と管理値
動作電流 (mA)	定格電圧(110V)を入力し、最大感度位相角で電流を徐々に増加させてリレー動作時の電流を測定する。各相で行う。 管理値: 整定値の±10% 例: 0.05% (5 A × 0.05% = 2.5 mA) の±10%
動作時間 (s)	定格電圧(110V)→定格電圧の50%、電流を0A→動作値の200%最大感度位相角にて急変させて動作時間を測定する。各相で行う。 管理値: 50 ms (0.05 s) 以下
位相特性	定格電圧(110V)を入力し、電流は動作値の1 000 %を入力する。電流の位相角を変化させてリレー動作中の位相角を測定する。各相で行う。 管理値: 最大感度位相角の±10%



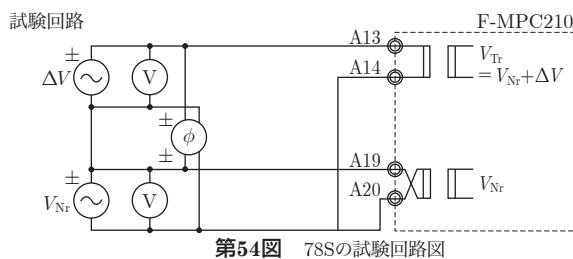
第52図 67Sの整定範囲と系統図

位相特性の管理値の最大感度位相角は動作域の両端の位相角を測定し、これらの位相角から計算して最大感度位相角(中心角)を出す。

② 差電圧投入特性 78S

第54図の試験回路図より基準電圧は開放状態にあるプロテクタ遮断器二次側のNW母線電圧(負荷電流が流れているNW変圧器二次電圧)で、この電圧に開放状態にあるプロテクタ遮断器一次側の差電圧 ΔV をプラス方向に加える。

試験条件と管理値を第30表に示す。

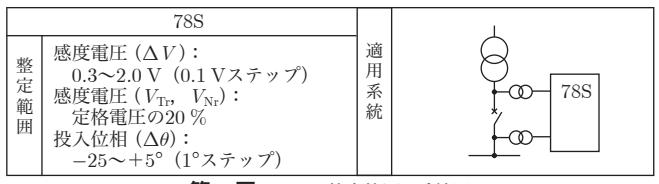


第54図 78Sの試験回路図

第30表 78Sの試験条件と管理値

項目	試験条件と管理値
動作電圧 (mA)	V_{Nr} に定格電圧(110V)を入力し、 ΔV は V_{Nr} に対してLead 20°で入力する。 ΔV を徐々に増加させてリレー動作時の ΔV を測定する。 管理値: 整定値の±10%
動作時間 (s)	V_{Nr} に定格電圧(110V)を入力し、 ΔV を0V→動作値の120% Lead 20°にて急変させて動作時間を測定する。 管理値: 50 ms (0.05 s) 以下
位相特性	V_{Nr} に定格電圧(110V)を入力し、 ΔV は整定値以上を入力する。 ΔV の位相角を変化させてリレー動作時の位相角(78S-A, 78S-B)を測定する。 管理値: 78S-A, 78S-Bの±5°

第55図より ΔV の整定範囲は0.3～2.0Vで、位相特性の78S-Bは5°～0°～-25°(反時計回りを正(+)とするLead表示)の範囲で整定が可能となっている。78S-Aに関しては位相特性試験時に印加する ΔV を ΔV 整定値の何倍にするかで測定位相角が変わる。



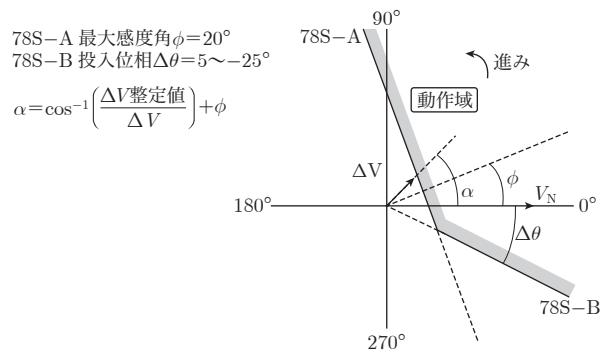
第55図 78Sの整定範囲と系統図

例えば、印加する ΔV を整定値の5倍にした場合、第56図の式より、

$$\alpha = \cos^{-1}(\Delta V \text{整定値} / \Delta V) + 20^\circ$$

$$= \cos^{-1}(1/5) + 20^\circ \approx 98.5^\circ$$

なり、管理値はこの値の±5°となる。



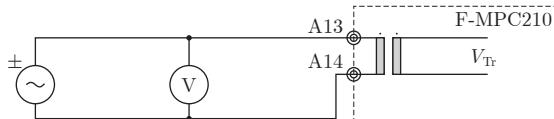
第56図 78Sの位相特性図

③ 無電圧投入特性 84S, 27B

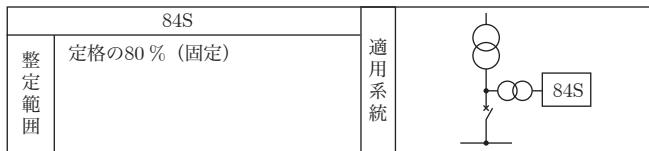
無電圧投入特性には開放状態にあるプロテクタ遮断器の一次側の電圧と二次側の電圧の有無が必要であるので、今回説明している東芝製のHRE-190以外のSNW-RYと同じ考え方になる。

まず、開放状態にあるプロテクタ遮断器の一次側の電圧有り(84S)つまり、電力会社の配電線が充電されNW変圧器二次側に電圧が有る状態を確認する試験が必要になる。第

57図、第58図に84S(健全電圧)の整定範囲と系統図および試験回路図を示す。整定範囲は84S(健全電圧)は固定になっていて電圧センサのような機能であり、復電シーケンス(正常な状態に戻す動作)に必要な条件の一つとなっている。



第57図 84Sの試験回路図



第58図 84Sの整定範囲と系統図

第31表に試験条件と管理値を示す。

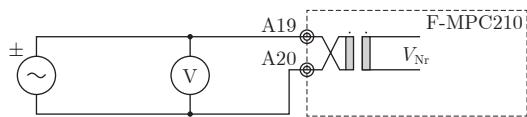
復電シーケンス(正常な状態に戻す動作)という意味においては差電圧投入特性も同じといえる。

第31表 84Sの試験条件と管理値

項目	試験条件と管理値
動作電圧(V)	V_T の電圧を徐々に増加させてリレー動作時の電圧を測定する。 管理値: 定格電圧(110V)の80% (固定) 88Vの±5%
動作時間(s)	V_T の電圧を0V→動作値の120%に急変したときのリレーの動作時間を測定する。 管理値: 50ms (0.05s) 以下

次に、開放状態にあるプロテクタ遮断器の二次側のNW母線電圧なし(27B)つまり、需要家側が商用停電になりNW母線に電圧がない状態を確認する試験が必要になる。

第59図、第60図に27B(不足電圧)の整定範囲と系統図および試験回路図を示す。



第59図 27Bの試験回路図



第60図 27Bの整定範囲と系統図

27B(不足電圧)の整定範囲は84Sと同じく固定で電圧センサのような機能であり、復電シーケンス(正常な状態に戻す動作)に必要な条件の一つとなっている。第32表に試験条件と管理値を示す。

第32表 27Bの試験条件と管理値

項目	試験条件と管理値
動作電圧(V)	V_T の電圧を徐々に減少させてリレー動作時の電圧を測定する。 管理値: 定格電圧(110V)の30% (固定) 33Vの±5%
動作時間(s)	V_T の電圧を110V→動作値の70%に急変したときのリレーの動作時間を測定する。 管理値: 50ms (0.05s) 以下

これら84S(健全電圧)と27B(不足電圧)の二つの試験を合わせて無電圧投入特性試験となる。

当社では同じ富士電機製SNW-RYで旧タイプの「DUEURAMD-02/0500」(第61図)の試験も実施している。



第61図 DUEURAMD-02/0500の外観

当社では、今回紹介したメーカー以外にも年に1箇所のSNW-RYとして株式会社明電舎の「MN80S2-C01」と東光高岳株式会社の「PACIN-20T2-121」の試験も行っている。

さらに、さらに数年に一度、古いタイプだが株式会社ダイヘンの「SNW-6Y1」の試験も行っている。

細かい所を割愛しながら取扱説明書をもとに、スポットネットワーククリーレの三大特性(逆電力遮断特性、差電圧投入特性、無電圧投入特性)を中心に説明してきた。本資料が皆様方の参考になれば幸いである。

〈参考文献〉

- ・三菱電機株式会社
高・低圧スポットネットワーク继電器
CNP1-A31/32D2 取扱説明書
- ・日新電機株式会社
U形デジタルリレー D1URR-11
スポットネットワークプロテクタ继電器取扱説明書
- ・株式会社日立産機システム
日立デジタル形保護・計測装置 ICU-T2 シリーズ取扱説明書
- ・東芝エネルギーシステムズ株式会社
マルチリレー HRE190 形スポットネットワークリレー
取扱説明書
- ・富士電機株式会社
F-MPC210 スポットネットワークリレー「DUYUNWR」
取扱説明書