UDC 621.316.57.064.241-974

寒冷地向け空気しゃ断器の耐雪耐寒試験

Field Test of Snow- and Cold-proof Air-blast Circuit Breaker

村田與市* 野中誠治**
Yoichi Murata Seiji Nonaka

I. まえがき

雪は過去において電気的に絶縁物と考えられていたが，昭和31年以後積雪の屋外用受変電設備におよぼす電気的影響が重要視され，雪に関する広範囲な調査研究が長期間にわたって実施されその成果が発表されている[1]．それによれば実際の屋外機器がいし類におよぼす雪の電気的影響は衝撃電圧領域，開閉サージ領域，商用周波領域の順に，そして雪質が劣化するほどそのフラッシオーバ電圧が低下する傾向にある．しかし電圧階級が高くなるほど機器の寸法が大きくなるため冠雪の影響は比較的楽になるものと思われる．またがい管が水平構造で上面一面に冠雪したのち春先に気温があがって部分的に落雪するとフラッシオーバ電圧が低下する．この場合多重切しゃ断器のような場合電圧分担が不均等となり極間に異常電圧が加圧されたときフラッシオーバ事故にいたることがある[2]。

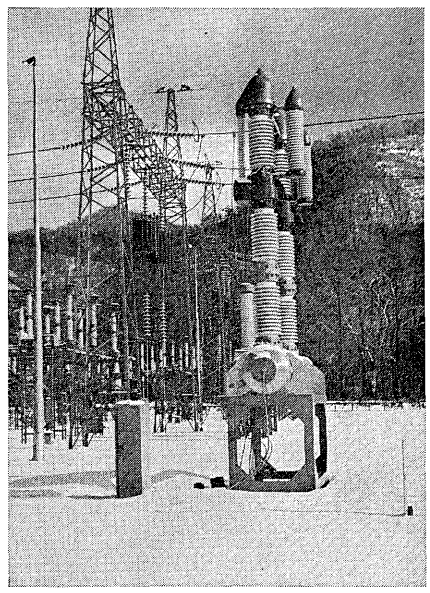
屋外機器における雪害対策は上記のように冠雪による絶縁低下のほか，雪塊落下にともなう機械的破損と雪塊通過時の機器の一時的絶縁低下に対処しなければならない．たとえば日常の保守として注水，圧縮空気，発熱体などによる除雪法が考えられるが[3]，いずれも一長一短があるので

(1) 耐雪設計上冠雪しにくい構造とする

(2) 冠雪しても雪質が劣化しないうちに雪が消滅することがもっとも望ましい。

一方屋外機器のうちとくにしゃ断器，断路器のように可動部をもつ機器においては寒冷積雪地域で使用する場合凍結のために操作が困難となる問題がある．たとえば屋外用断路器は接触部，操作部が露出しているためにとくに耐氷結性能が要求されるが，しゃ断器においても空気しゃ断器のように圧縮空気操作式のものは低温時に圧縮空気中に含まれる水分の凍結があっても安定した操作性能をもつことが必要である。

このように寒冷地で使用される屋外機器は耐雪と耐寒の二つの面からみて充分信頼できる性能をもつものでなければならない．当社で開発したRF720形常時充気ノズルパッキン式空気しゃ断器は各電力会社の形式試験を



第1図 204kV 3,500MVA 800A 寒冷地向け空気しゃ断器（形式 RF720J/140/2000D-V）

Fig. 1. 204kV 3,500MVA 800A snow- and cold-proof air-blast circuit breaker (type RF 720J/140/2000D-V)

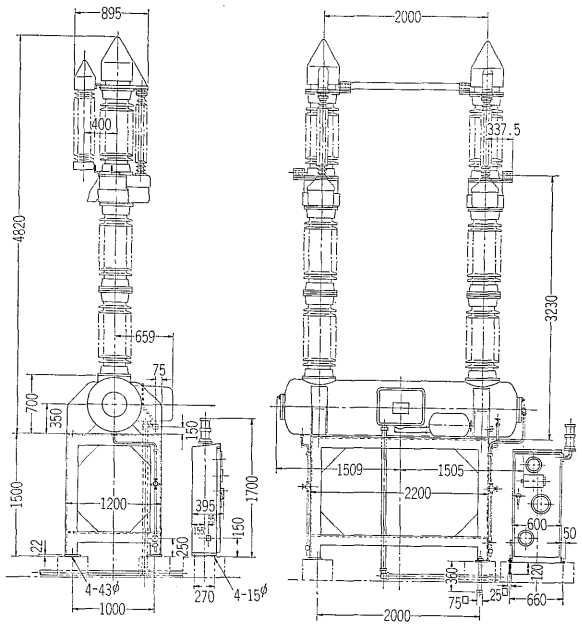
受験するのに先だち，種々の実用性能試験の一つとして凍結時の操作性能検証のため昭和41年12月運輸省船舶技術研究所の低温室において −30℃ までの氷結試験を実施し氷結時の操作特性に変化がないことを確認した．耐雪性能（冠雪状況）については実験室でなく積雪寒冷地帯における現場試験が望ましいが，今回北海道電力のご協力をえて岩清水電力所で耐雪耐寒試験を実施した．供試器はとくに寒冷地向けに開発したRF720形空気しゃ断器であって耐雪性能を重視して，ふっ素樹脂加工した防雪カバーを備えた立形空気しゃ断器である．試験場所は北海道としては比較的温暖の地ではあるが，さいわい試験期間中多量の降雪に見舞われ積雪状態で充分な試験を行なうことができた．以下寒冷地向け空気しゃ断器の耐雪耐寒試験の概要をのべる。

II. 寒冷地向け空気しゃ断器の構造および特長

1. 構　　造

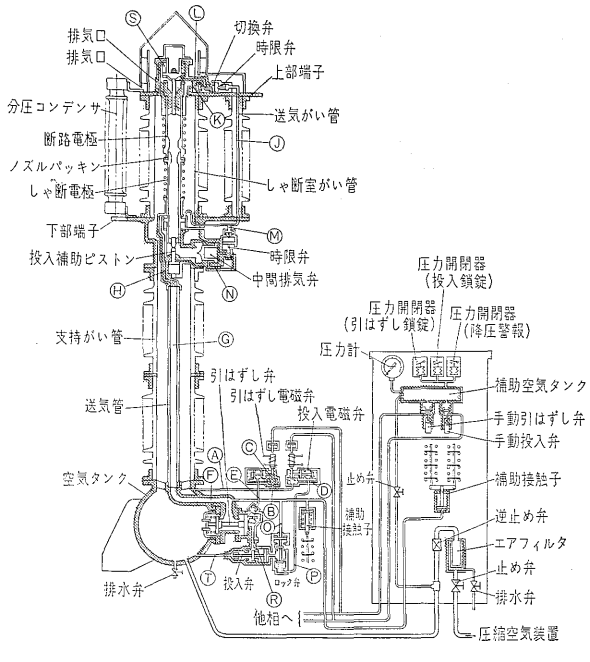
第2図にしゃ断器の外形図を，第3図に断面および空

* 川崎工場管理室　** 川崎工場静止器部



第2図　寒冷地向け空気しゃ断器外形図

Fig. 2. Illustrative diagram of air-blast circuit breaker



第3図　断面および空気系統図

Fig. 3. Sectional view and schematic diagram

気系統図を示す．これはＲＦ720形常時充気ノズルパッキン式空気しゃ断器とまったく同じしゃ断点から構成されるしゃ断器である．各相別個の空気タンクの上に2本の支持がい管が直立しそれぞれその上にしゃ断部があって導体で直列に接続される．各しゃ断部と並列に分圧コンデンサが取りつけられ，開路時の電圧分担を均等化させる．各空気タンクには操作弁類が設けられており，単相再投入を可能にしている．本体とは別に別置制御箱があって空気系統の弁類，制御用電気部品が収納されている。

ＲＦ720形空気しゃ断器の特長，構造，動作，特性，性能に関しては別報にて詳細に報告されているので[4][5]，本稿では省略する。

2. 特　　長

寒冷地向け立形空気しゃ断器はＲＦ720形としての特長に加えて，とくに耐雪耐寒性能向上のためつぎのような特長を有する。

1) がい管上への冠雪を極力少なくするためにがい管類はすべて垂直配置としている。

2) しゃ断部，分圧コンデンサ，中間機構部など平たん部をもつ部分には円すい形または傾斜つき構造とし，さらにふっ素樹脂加工を施した防雪カバーを取りつけた。

3) しゃ断器の各部に気密用に使用しているパッキン，ガスケット類はすべて −55～＋90℃ の広い温度範囲の使用に耐える耐寒用合成ゴムを採用した。

4) 別置制御箱，操作弁箱の内面は全面にわたって保温材（発ぽう性ウレタンフォーム）をはり，さらに箱内の保温ヒータはサーモスタットを使って自動制御する構造とした。

5) ふぶきの侵入を防ぐため操作弁箱はパッキン構造とし，操作弁の排気口にはとくに消音タンクを取りつけた。

III. 試　験　計　画

1. 供試器仕様

供試器は寒冷地向け空気しゃ断器1相分を使用し，別置制御箱を付属させた．その定格は第1表に示すとおりである。

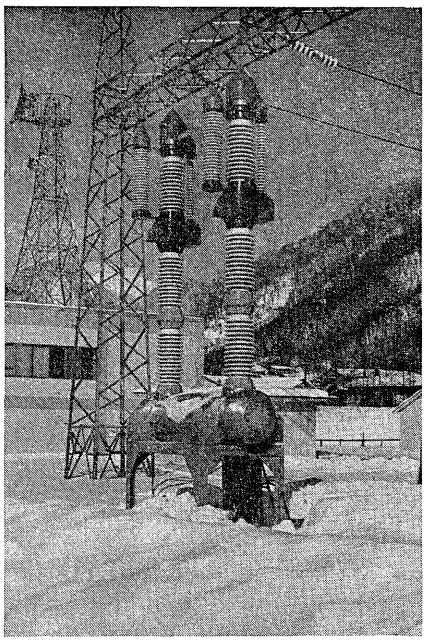
試験のため供試器にはつぎのような追加工を施した。

1) しゃ断室がい管と分圧コンデンサの間隔を1相分2極のうち一方は標準寸法とし，他方は広い間隔とした（第4図参照）。

第1表　供試器定格表

Table 1. Ratings and specifications of tested circuit breaker

形　　式	ＲＦ720Ｊ/140/2000Ｄ−Ｖ
定格電圧	204kV
絶縁階級	140号
定格電流	800 A
定格しゃ断容量	3,500 MVA
定格しゃ断時間	3サイクル
定格操作圧力	15 kg/cm²•g
再投入常用圧力	16 kg/cm²•g
定格制御電圧	DC 100V
標準動作責務	甲号および単相再投入
空気タンクの容量	一相分　850 l
重　量（本体）	一相分　2,500kg



第 4 図　分圧コンデンサの取りつけ

Fig. 4. Installation of equalizing capacitors

2) 操作弁箱の中の保温ヒータの効果を知るため箱に窓を設け，中に温度計を取りつけた。

2. 試 験 場 所

試験場所として北海道電力のご協力をえて日高本線静内駅から新冠川にそって上流約 38km にある岩清水電力所（北海道新冠郡新冠町）に，実際の使用条件に合わせて電力所構内に基礎を打ち鉄構架台上にしゃ断器を据付けた。

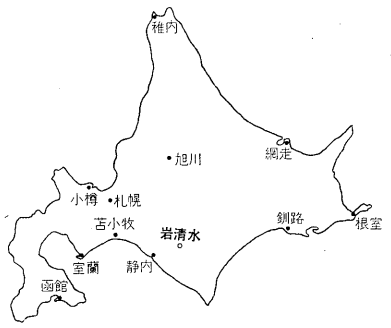
3. 試 験 仕 様

試験仕様は第 2 表に示すとおりである。

試験期間中のしゃ断器の状態は常時充気で開路状態とし，保温ヒータは切とした．給気用止め弁は常時閉止しておき一定の圧力に低下すると再度補充気した。

IV. 試 験 経 過

供試器は昭和 43 年 11 月末に現地に据付け，第 3 表に示すように約 4 か月にわたって気象条件そのほかの観測を実施した．その間最低気温 −19℃，最高気温 12℃，



第 5 図　耐雪耐寒試験場所

Fig. 5. Location of field test

第 2 表　試　　験　　仕　　様

Table 2. Test specifications

No.	項　　目	試　　験　　内　　容	試　　験　　方　　法
1	冠 雪 状 況	頭部機構，中間機構部，がい管のすき間，下部機構，制御箱の冠雪状況の観察	写 真 撮 影
2	ふっ素樹脂加工の効果確認	頭部機構カバー，分圧コンデンサカバー，中間機構カバーの着雪状況の観察	写 真 撮 影
3	がい管のすき間の積雪状況	(1) しゃ断室がい管と送気がい管の間 (2) しゃ断室と分圧コンデンサの間（標準） (3) しゃ断室と分圧コンデンサの間（広いもの） 積雪状況の観察	写 真 撮 影
4	絶縁抵抗測定	(1) 現地据付け時 (2) 積雪の多いとき (3) 気温の低いとき (4) 融雪時　　それぞれ絶縁抵抗を測定	(1) 同相極間 (2) 主導電部大地間 } 1,000Vメガー (3) 制御回路大地間…500Vメガー
5	最低動作試験	(1) 現地据付け時 (2) 厳冬期現地試験時 最低動作値を測定する	投入制御電圧，引きはずし電圧，開路操作圧力など
6	開閉特性試験	(1) 現地据付け時ヒータ切状態で (2) 厳冬期連続試験前にヒータ切および入状態で (3) 厳冬期連続試験後にヒータ切および入状態で いずれも制御電圧 100%，圧力変動の組み合わせで行なう	(1) 投入時間および開極時間 (2) CO動作時の投入時間および開極時間 (3) 空気消費量 (4) 不ぞろい時間　　測定，記録する
7	連続動作試験	(1) 電極部は動作させず操作弁類についてだけヒータ入状態で500回の連続操作 (2) 試験後操作弁類を分解し異常の有無を点検する	自動連続操作装置によって動作責務 O-15秒-C-15秒で実施する
8	空気もれ試験	(1) 現地据付け時 (2) 厳冬期連続試験前に (3) 厳冬期連続試験後に (4) 耐寒試験終了後撤去時	12時間の圧力降下量を測定
9	箱内温度測定	(1) サーモスタットの動作の確認 (2) 保温ヒータの容量確認 (3) 箱内壁の保温材の効果確認	気温および箱内温度の測定

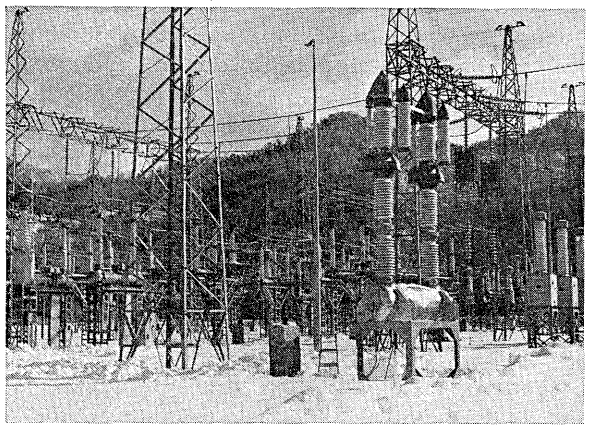
注 (1) 試験項目 No. 5～9 については厳冬期の現地出張試験とする。

(2) 試験期間中を通じ気象状況，しゃ断器充気圧力などを測定する。

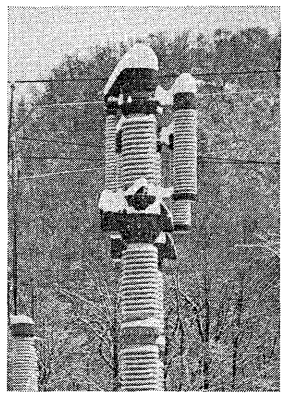
第3表 試 験 期 中 の 気 象 状 況

Table 3. Meteorological observation during field test

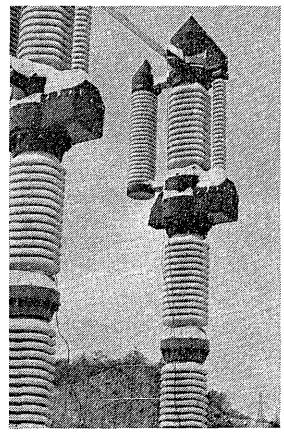
月日	天候	気温(℃) 6H	気温(℃) 12H	降積雪量(cm) 降雪	降積雪量(cm) 積雪	充気圧力(kg/cm²·g)	備考	月日	天候	気温(℃) 6H	気温(℃) 12H	降積雪量(cm) 降雪	降積雪量(cm) 積雪	充気圧力(kg/cm²·g)	備考
12- 2	晴	−1.5	6			14.8		1-29	曇	−13	−4		29		
3	晴	9	5			14.4		30	晴	−13	−3		29	12.2	
4	晴	−5	0			14.0		31	曇	− 9	−1		27	12.0	14kg/cm² に充気
5	曇	−3.5	−3.5			13.7		2- 1	雪	−10	3	25	44	13.9	
6	晴	3.5	6			13.4		2	小雪	0	4	4	40	13.7	
7	曇	2	8			13.3		3	晴	−6.5	0	20	51	12.8	
8	晴	−2	7			13.0		4	曇	−8	−2		48	12.8	
9	曇	3	9			13.0		5	雪	0	2	20	52	13.0	
10	曇	12	12			12.9		6	雪	−7	−4	13	52	12.4	
11	晴	4	10			12.9		7	曇	−9	−4	30	67		富士電機が試験
12	雨	5	9			12.6		8	晴	−13	−1		60		富士電機が試験
13	曇	2	3			12.5		9	曇	−6.5	−2.5	14	67		富士電機が試験
14	晴	−1.5	3			12.3		10	曇	−8	0.5		61		富士電機が試験
15	小雨	2	8			12.2		11	晴	−5.5	3.5		53		富士電機が試験
16	晴	−2	5			11.5	14kg/cm² に充気	12	晴	−2	5		50		富士電機が試験
17	小雪	−2	4	5	5	13.5		13	晴	−1	2		44	15.2	15kg/cm² に充気
18	曇	−7	0		3.5	12.9		14	曇	−6	−3		42	14.4	
19	曇	−4	6			13.0		15	晴	−10	−7		42	14.0	
20	晴	−4	4			12.7		16	晴	−16	−4		42	14.0	
21	曇	2	2			13.0		17	晴	−10	−2.5		42	13.9	
22	雪	−3	−2			12.5		18	晴	−11	4		42	13.8	
23	小雪	−5	−4	1	1	12.3		19	曇	−5	2		42	13.7	
24	晴	−8	1	23	18	12.0		20	曇	−8	−1		42	13.2	
25	晴	−9.5	1		10	11.8	14.1kg/cm² に充気	21	曇	−11	−2		42	13.1	
26	曇	1	2	11	19	13.9		22	晴	−15	−6		42	12.8	
27	晴	−13	−6		18	13.8		23	曇	−19	−8		42	12.5	
28	晴	−12	−1		18	13.6		24	曇	−18	−8		42	12.5	
29	晴	−10	−6		18	13.6		25	曇	−17	−6.5		42	12.5	
30	小雪	−13	−8		18	13.2		26	晴	−17	−5		42	12.5	
31	晴	−16	−2		15	12.7		27	晴	−11	0		42	12.6	
1- 1	晴	−12	0		14	13.0		28	晴	−12	0		42	12.5	
2	晴	−10	−1		13	12.8		3- 1	晴	−13	−2		42	12.3	
3	曇	−10	−2		13	12.3		2	晴	−14	−4		42	12.9	
4	晴	−11	−2		14	12.0	14kg/cm² に充気	3	曇	−11	−2		42	12.9	14.2kg/cm² に充気
5	小雪	−8	−3	3	22	13.7		4	曇	−13	0		42	14.0	
6	晴	−7	−3	23	21	13.5		5	晴	−9	0		42	13.7	
7	曇	−8	−3		20	13.4		6	晴	−7	4		42	13.6	
8	晴	−14	−2		20	12.6		7	曇	−5	3		42	13.8	
9	晴	−10	−1		18	13.1		8	小雪	−5	3		42	13.4	
10	晴	−7.5	−4	7	19	12.5		9	曇	−4	0		42	13.2	
11	雪	−4	1	3	20	12.8		10	曇	−12	−4		42	12.5	
12	晴	−13	−2		20	12.7		11	晴	−17	−3		42	12.4	
13	晴	−15	−5		20	11.4	14kg/cm² に充気	12	曇	−12	−4		42	12.5	
14	曇	−11	−4		20	13.6		13	晴	−6	−3	1	43	12.2	
15	晴	−14	−7	1	20	13.3		14	晴	−12	1		43	12.4	
16	晴	−12	−7		20	13.0		15	雪	−1	−2	2	45	12.0	14kg/cm² に充気
17	曇	−7	1		20	12.8		16	晴	−6	1	7	52	13.5	
18	小雪	−11	1		19	13.0		17	曇	−10	2		46	13.4	
19	曇	2	4	2	21	13.4		18	小雪	−3	1		44		
20	曇	−9	−3		17	12.9		19	晴	−9	−4		43		
21	晴	−15	−6		16	12.0		20	晴	1	9		40		
22	曇	−15	−3		16	12.5		21	曇	3	4		34	13.0	
23	曇	−10	−3	6	24	13.7		22	雪	−4	−1		32	12.5	
24	曇	−9	−3	2	22	13.4		23	曇	−2.5	2	2	34	12.5	
25	晴	−15	−4.5		21	13.4		24	晴	−6	5		31	12.5	
26	曇	−8	−3	1	19	12.9		25	晴	−4	7		26	12.5	
27	晴	1	2	11	32	13.2		26	晴	1	11.5		24	12.6	
28	曇	−5.5	0		30										



第 6 図　岩清水電力所全景
Fig. 6.　View of Iwashimizu Switching Station



第 7 図　冠雪状況（その 1）（着雪直後，一様に着雪）
Fig. 7.　Snow stack on the circuit breaker (immediately after snowfall)



第 8 図　冠雪状況（その 2）（落雪後，がい管は残雪あり）
Fig. 8.　Snow stack on the circuit breaker (sometime after snowfall)

積雪量の最高 670mm，降雪量の最高 300mm を記録した．なお試験場所は地理的に周囲を山にかこまれた山間地にあって試験期間中風の発生は少なかった。

昭和 44 年 2 月 7 日から 12 日まで 6 日間現地出張試験を実施し，3 月 26 日しゃ断器撤去時に絶縁抵抗測定と空気もれ試験を実施した。

V. 試験および観察の結果と考察

1. 冠 雪 状 況

1)　頭部機構および分圧コンデンサカバー

頭部機構カバーおよび分圧コンデンサカバーは急傾斜の円すい形で表面をふっ素樹脂加工した防雪カバーである．降雪があるとその傾斜部にある厚さになるまでは積雪するがそれ以上の降雪があると積雪の重みによって自然落下する．また夜間降雪があって朝になり陽がさしはじめ一部融雪するとすべて落下する．第 7，8 図は降雪量 240mm を記録した朝（無風状態）の写真である。

2)　中 間 機 構 部

中間機構部カバーは頭部機構カバーほど形状が簡単でなく平たん部もあるので積雪はある．ただしふっ素樹脂加工されているので雪がとけはじめると傾斜部の積雪は落下しやすい。

3)　がい管のすき間

しゃ断室がい管と分圧コンデンサあるいは送気がい管の間は下部，上部のつなぎの部分には積雪はあるが，試験期間中すき間が埋まるほどには積雪しなかった．分圧コンデンサについては標準すき間のものと広いすき間を有するものについて観察したがとくにその優位差は認められなかった。

4)　がい管のかさ

がい管の垂直配置のためそのかさには一様に着雪する．防雪カバーほどはやく落雪しないが雪がとけはじめると一般構造部分よりはやく新雪状態で落下する．一般に垂直ながい管，ブッシングのかさに一面に着雪したとしても雪の電気的影響を考慮するほどのことはないとされる。[6]

以上の観察結果からみて防雪構造として円すい形にしてその上にふっ素樹脂加工した防雪カバーを採用することは耐雪設計上有効である．雪がすべりにくい表面をもつカバーにおいては，いったんとけはじめた積雪がすべて落雪する前に寒波の来襲によって再凍結すると，つぎにはきわめて落下しにくいものとなり冠雪が大きく成長してゆく．しかしふっ素樹脂加工した防雪カバーはその表面がすべりやすいために，カバーの上に多少の冠雪はあっても融雪しはじめるとまだ新雪状態の間にただちに落雪してしまうので冠雪の成長の心配がない。

また頭部，中間機構部，がい管のかさなどその着雪状態は着雪量そのものが少ないうえに一様であることからみて，各しゃ断点の電圧分担は均等であると考えられる。

2. 絶 縁 抵 抗

商用周波耐電圧試験のかわりに絶縁抵抗の測定を行なった．第 4 表に絶縁抵抗の測定結果を示す．その結果によれば試験期間を通じて主回路，制御回路の絶縁抵抗に問題になるほどの変化はなかった。

第 4 表　絶縁抵抗測定結果
Table 4.　Measurement results of dielectric resistance

測定個所		絶縁抵抗 (MΩ)			
		据付け時	12/27 (−11℃)	出張試験時	撤去時
同相極間	A 極	1,000	2,000	2,000	2,000
	B 極	2,000	2,000	2,000	2,000
主導電部大地間		1,000	1,800	2,000	2,000
制御回路大地間		——	——	100	——

3. 最低動作試験

試験期間を通じて供試器の特性に変化がないことを確認するために最低動作試験を据付け時と出張試験時に実施した．その結果を第5表に示す。

第5表 最低動作試験結果

Table 5. Critical operating values of control voltage and operating pressure

試験項目	据付け時	連続試験前		連続試験後	
	ヒータ切	ヒータ切	ヒータ入	ヒータ切	ヒータ入
投入制御電圧(V) 圧力 100%	32	33	32	32	32
引きはずし電圧(V) 圧力 100%	35	37	36	34	35
引きはずし操作圧力 (kg/cm²•g)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
補助開閉器動作圧力 (kg/cm²•g)	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
自然投入圧力 (kg/cm²•g)		2.5	2.5	2.5	2.5

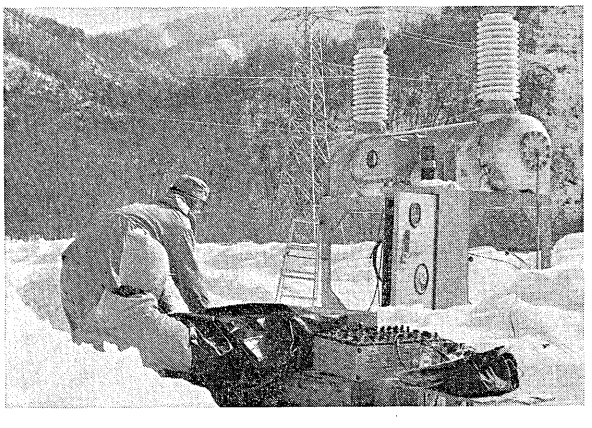
4. 開閉動作特性試験

現地据付け時と寒期出張試験時にビジグラフと開閉操作装置を使用して供試器の動作時間を測定した．据付け時は保温ヒータ切の状態で1回，出張試験時は操作弁類の連続動作試験の前後に保温ヒータ入切の両方の状態で合計4回の試験を行なった．それぞれの試験は定格制御電圧 100%（DC 100V）で操作圧力は最低，定格，最高の条件について実施したが，第6表には一例として定格操作圧力 100%（15 kg/cm²•g）の場合の試験結果を示す。

これからあきらかなように動作時間の変化はほとんど測定誤差範囲内にあることがわかる．動作時間の変化がわずかであることは最低，最高操作圧力の場合においても同様である。

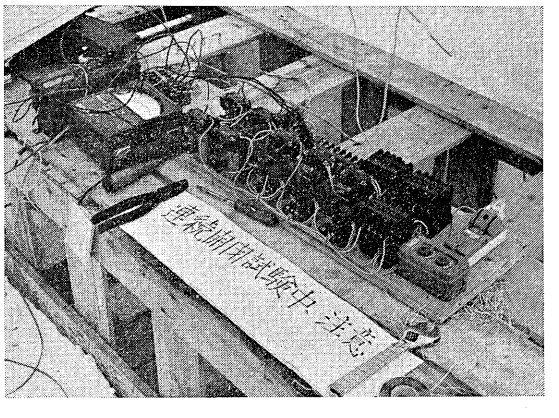
5. 操作弁連続動作試験

供試器の圧縮空気供給源は岩清水電力所の実系統用のものを使用したため，連続開閉試験として主導電部の電極は動作させず操作弁についてだけ動作間隔 30 秒で 500 回の連続動作試験を行なった．排気弁からの空気吹出しがなく空気消費量が少ないので短時間の動作間隔での操作が可能となった．試験は第 10 図に示すような自動操作装置を使用し自動的に操作した．試験中はもちろん連続試験後操作弁類の分解点検でもなんら異常は認められなかった．第 11～13 図に連続動作試験後の操作弁類を示す。



第9図 現地での開閉試験状況

Fig. 9. Circuit breaker under operating test



第 10 図 自動連続操作装置

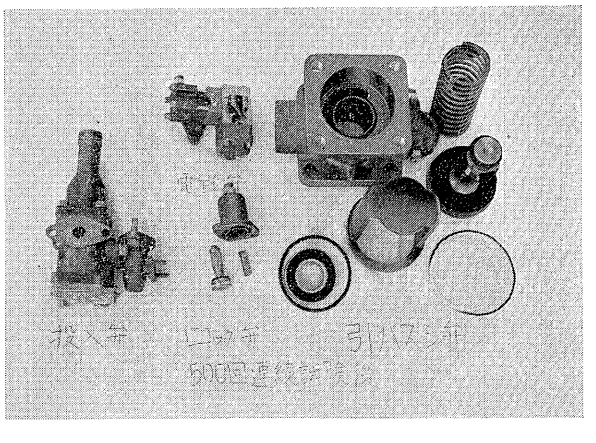
Fig. 10. Automatic operating instruments

第6表 開閉特性試験結果

Table 6. Characteristics of operating test under various conditions

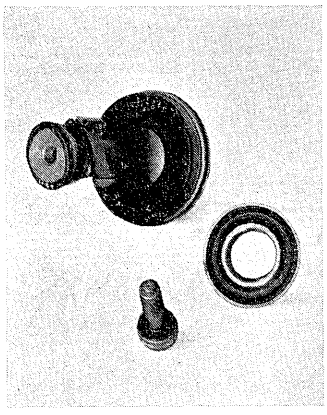
試験項目	ヒータ	投入操作		引きはずし操作		引きはずし自由操作		
		投入時間 (ms)	空気消費量 (kg/cm²)	開極時間 (ms)	空気消費量 (kg/cm²)	投入時間 (ms)	開極時間 (ms)	空気消費量 (kg/cm²)
据付け時	切	113	0.25	35	1.2	112	34	—
連続試験前	切	116	0.25	36	1.1	115	32	1.25
	入	116	0.25	35	1.1	116	34	1.25
連続試験後	切	112	0.25	35	1.1	112	35	1.25
	入	114	0.25	35	1.1	114	33	1.25

注 制御電圧DC 100V 操作圧力15.0 kg/cm²•g



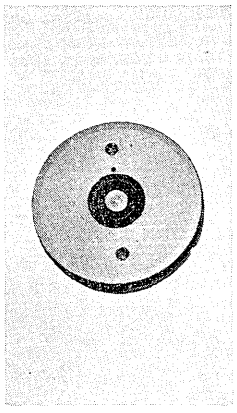
第 11 図 連続動作試験後の操作弁類

Fig. 11. Various kinds of valves after 500 operatings



第 12 図　引きはずし弁ピストンと弁体

Fig. 12. Piston and valve body of the operating valve



第 13 図　引きはずし弁ピストン

Fig. 13. Piston of the operating valve

6. 空気もれ試験その他

現地据付け時，出張試験時は連続試験前後に，さらに撤去時に供試器の閉路，開路の両状態（撤去時は開路のみ）で空気もれ試験を行なったが空気もれ量は規定値以下であった．第3表の日常観測結果とも比較し気温低下によって空気もれが増大したような事実は認められなかった。

保温ヒータの容量確認，サーモスタットの動作確認についても満足な結果がえられた．操作弁箱はパッキン構造であるために，箱を分解し内部を点検したが雪の侵入は認められなかった。

VI. む　す　び

寒冷地向けしゃ断器は冠雪による極間，対地の絶縁低下の問題と操作部の低温凍結によるしゃ断器の特性変化の問題の両面から配慮されなければならない．当社がRF720 形シリーズの一つとしてとくに寒冷地向けとして開発した立形空気しゃ断器は今回の耐雪耐寒試験によってこれらの要求を充分満足するものであることが確認された．その特長を再び要約すると次のとおりである。

(1) がい管類をすべて垂直配置にすることによって冠雪が比較的少なくなるとともにがい管への着雪状態が一様となり，電圧分担を均等にする。

(2) 頭部のカバー類を円すい形にすることによって積雪しにくくし，さらにふっ素樹脂加工を施した防雪カバーは新雪状態のうちに自然落下するのでがい管類を破損させる心配がない。

(3) RF720 形シリーズ操作弁類は自然の積雪寒冷条件で多ひん度操作に使用してもしゃ断器の特性になんら変化をきたさない。

なお今回の試験では結論のでなかったふっ素樹脂加工の経年的変化（劣化）に関しては実際の現地納入器について継続的に観察しなければならないと思う。

終りに本試験に際し終始ご指導と多大なご協力をいただいた北海道電力・岩清水電力所笹山所長をはじめ関係各位ならびに下新冠建設所の各位に深く感謝の意を表するものである。

参考文献

(1) 松沢：系統絶縁の雪害対策　電学誌　**82**，90（昭 37）
(2) 電力　**50**，No.1，10（昭 41）
(3) 星川：電力機器の雪害対策　電気計算　**37**，No.5（昭 44）
(4) 岩下・川畑：72～168 kV 空気しゃ断器　富士時報　**39**，No.12（昭 41）
(5) 岩下・長沢：空気しゃ断器の耐震性能について　富士時報　**41**，No.3（昭 43）
(6) 東北電力：耐雪設計調査報告書（昭 36）

＊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。