

栓型ヒューズの特性その他について (II)

技術部器具課 小 幡 幸 郎

On the Characteristics and Others of Cartridge Fuses (II)

By Yukio Obata

(Apparatus Div., Eng'g Dep't)

Synopsis

As the people are recently concerned with Low Tension Fuses in our country, we performed such several tests as minimum fusing current test, temperature test, blow test, short circuit test etc. as for cartridge fuses which are being manufactured in our works since pre War to recognize again their characteristics. The features as well as test results of these fuses are reported en bloc as follows.

At the same time, specifications of several existing fuses at present are explained, the most important points about the characteristics of fuses being assigned.

VI 電流—時間特性

第3図の◎の範囲では電流が増加するにつれ遮断時間が減少する。実際使用する立場からいうと、この範囲における特性は、負荷となる電線の過電流容量、電動機の起動特性、白熱電燈の起動突流特性などを考慮して定めるべきであるが、特別に電動機の起動電流を考慮してこれにマッチさせたタイムラグヒューズは別として、一般のヒューズにおいては、ヒューズ自体の型式と最小溶断電流とがきまれば、あとの電流—時間特性は大むね自動的に定まってくる。

この一般的なヒューズを使用するさい、電線に対してその許容電流程度の定格電流のヒューズをえらぶとするとその数倍以下の過電流では、後にあげる第6図に示されるようにヒューズの特性曲線は電線のそれよりも上になるから、短絡保護の目的以外には安全とは言えない。しかし電動機の場合にはヒューズの定格電流を電動機的全負荷電流より若干大きくきめない起動電流のために不必要にヒューズが遮断する。この傾向は第2表における β の値の小さいもの（日本の船舶用ヒューズとか米国のヒューズ）に対してとくに著しい。そこで米国の電気工事規程（略称 NEC）では電動機回路に用いるヒューズの定格電流の定め方として、電動機の型により、電動機全負荷電流の150~300%にとることを規定し、それでも不十分な場合には400%まで許している。

米国のヒューズ規格では電流—時間特性の上限の1点だけをきめている。即ち $2.0 I_n$ なる試験電流における最大遮断時間を第6表の通りに規定している。

ドイツ規格では各定格電流のヒューズにつき、 $2.5 I_n$ 、 $3 I_n$ および $4 I_n$ に対する特性の上限ならびに下限をと

第6表 米国ヒューズ規格における
電流—時間特性の規定

ヒューズの定格電流 I_n (A)	最大遮断時間	試験電流
0~30	2分	2.0 I_n
31~60	4分	
61~100	6分	
101~200	8分	
201~400	10分	
401~600	12分	

もに規定している。第7表にこれを示す。

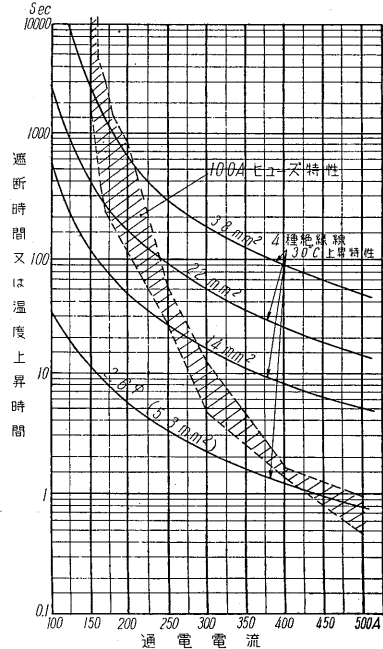
当社栓型ヒューズについては先ず標準型につき最小溶断電流以上定格電流の約5倍程度までの電流に対する電流—時間特性の試験を実施した。その結果を第8表および前号第5図に示す。第5図は標準型ヒューズについての平均値を曲線に表わしたものである。 $3.0 I_n$ 程度までは同一の試験を5~20回それ以上は最低3回程行つたので製品のムラによる特性の変動範囲は充分に知ることが出来る。試験はすべて冷却状態から直ちに試験電流を通じて行つたから、実際使用状態において、予め負荷電流が流れていた場合には遮断時間は当然短かくなると考えられる。

また電線の温度上昇特性と、ヒューズの電流—時間特性との比較を第6図に示す。電流の特性は、1例として 2.6ϕ 、14、22 および 38 mm^2 の4種のサイズにつき、ある電流を流したとき、被覆の温度上昇が 30°C となるまでの時間をとったものである。ヒューズの特性としては、標準型ヒューズ100Aの電流—時間特性をとってある。本図によれば、この100Aヒューズを、前記のサイ

第 7 表 ドイツの線路保護用ヒューズ規格における
電流-時間特性の規定

(タイムラグヒューズについては省略)

ヒューズの 定格電流 (A)	遮断時間 (sec)					
	試験電流 $2.5 I_n$		試験電流 $3.0 I_n$		試験電流 $4.0 I_n$	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大
6	0.2	7	0.08	1.6	0.02	0.3
10	0.3	8.5	0.12	2.2	0.04	0.55
15	0.35	9	0.14	2.5	0.05	0.55
20	0.35	10	0.15	2.8	0.07	0.8
25	0.6	12	0.25	3.5	0.1	1.1
35	1	16	0.4	5.6	0.13	1.4
46	1.2	19.5	0.49	6.6	0.16	1.7
60	1.5	24	0.6	8	0.2	2.0
80	2.5	34	—	—	0.25	2.5
100	3.0	40	—	—	0.30	3.0
125	4.0	46	—	—	0.40	4.0
160	5.0	55	—	—	0.50	4.5
200	6.5	65	—	—	0.55	5.0



第 6 図 ヒューズと電線との電流-時間特性の比較
Fig. 6. Comparison of characteristic of fuse and conductor

第 8 表 富士標準型ヒューズ電流-時間特性試験結果

ヒューズの 定格電流 (A)	最小溶断 電の 上限 電の 格流 流の 倍率	遮断時間の範囲 (sec)												試験電流		
		試験電流 $1.6 I_n$	$1.7 I_n$	$1.8 I_n$	$1.9 I_n$	$2.0 I_n$	$2.25 I_n$	$2.5 I_n$	$3.0 I_n$	$4.0 I_n$	$5.0 I_n$	$6.0 I_n$	$8.0 I_n$		$10.0 I_n$	
3	1.8				240~ 1,620	30~528				0.104~ 0.146	0.042~ 0.0835	0.052~ 0.084				
5	1.75				210~ 625	12.5~ 253				0.063~ 0.104	0.042	0.021~ 0.052				
7	1.825				330~ 3,755	165~ 915	1.0~ 4.6			0.34~ 0.54	0.10~ 0.14	0.08~ 0.12				
10	1.85				565~ 1,466	136~ 855	1.9~ 6.6	1.4~ 2.4	0.33~ 0.35	0.18~ 0.20	0.115~ 0.136			0.051~ 0.072		
15	1.75		179~ 1,340		13~ 368	4.37~ 6.17			0.91~ 1.12	0.55~ 0.72	0.22~ 0.24	0.12~ 0.16				
20	1.9					288~ 419	6.2~ 104	1.56~ 3.2	1.17~ 1.23	0.35~ 0.37	0.17~ 0.20					
30	1.9					426~ 1,137		40~ 203	2.08~ 6.43	0.34~ 0.64	0.22~ 0.28					
40	1.8					620~ 2,865	39~645	8.2~ 27	1.8~ 2.39	0.49~ 0.62	0.24~ 0.30					
60	1.7		255~ 3,056			30~ 675		11~ 157	5.4~ 8.4	0.74~ 0.98	0.28~ 0.43					
80	1.5		205~ 885	61~665		33.5~ 124		9.9~ 10.5	2.38~ 2.71	0.88~ 1.10	0.41~ 0.43	0.22~ 0.28	0.05~ 0.09		0.03	
100	1.65		222~ 3,177	264~ 1,532		365~ 743		25~ 51.3	4.41~ 11.88	1.38~ 1.71	0.47~ 0.85	0.20~ 0.36	0.09~ 0.13			
120	1.75			2,045~ 4,680		396~ 542		57~75	7.1~ 16.6	2.63~ 3.63	0.91~ 1.44					
150	1.6					160~ 643		28.3~ 66.8	7.9~ 15.9	2.95~ 3.61	1.03~ 1.52					
200	1.55	2,380~ 4,750	690~ 3,000			448~ 582		46.4~ 57.8	6.8~ 15.2	3.0~ 3.51	1.04~ 1.21					
250	1.6					163~ 720			9.35~ 20.8	2.02~ 2.98	1.16~ 1.28					
300	1.75			1,917~ 4,077		564~ 998			20.8~ 32.2	3.82~ 5.0	1.0~ 2.2					
400	1.55	1,833~ 7,475				373~ 750			14.9~ 26.7	3.02~ 4.96	0.96~ 1.96					

第 9 表 NKヒューズにおける電流
一時間特性試験結果

ヒューズの 定格電流 (A)	遮断時間の範囲 (sec)	試験電流
3	0.98~1.22	$2.0 I_n$
5	0.29~0.3	
10	0.48~0.585	
15	0.65~0.94	
20	1.4~2.12	
30	1.88~2.22	
40	1.67~2.48	
50	2.08~2.32	
60	1.65~2.75	
75	4.3~8.55	
100	12.1~14.9	
125	11.7~16.0	
150	24~26.3	
175	35.4~120	
200	76~154	

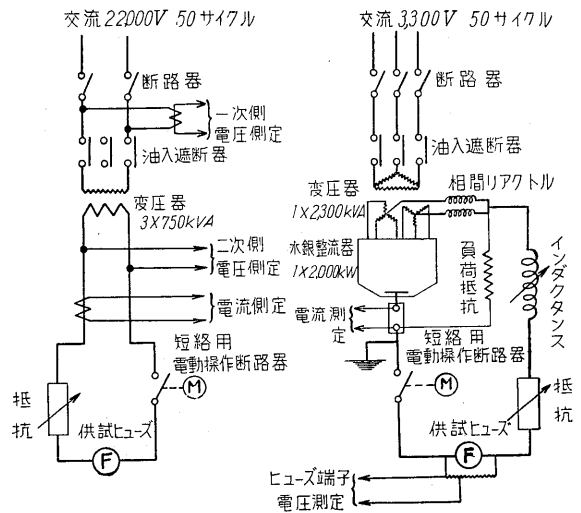
ズの電線の保護用として用いれば、それぞれ 450 A, 270 A, 200 A および 165 A 以上の過電流に対して電線が危険状態になる以前に遮断し保護の役目を果すことがわかる。従ってかりに短絡保護だけを考えるならば、2.6φ の電線に対しても 100 A のヒューズで保護し得るわけである。

NKヒューズに関しては、定格電流の 2 倍の電流に対する電流一時間特性の試験を行った。この結果を第 9 表に示す。

VII 遮断容量

ヒューズの遮断容量は、型式や、可溶体、つめ物、包装物（例えば筒）などの材質、大きさ、あるいは消弧原理等によって異なり一定したものではない。2 種類のヒューズが外観上は殆んど相等しくても遮断容量として非常に差異のある場合がある。またヒューズ設置場所の短絡電流がその遮断容量を超える場合には往々にして遮断不能となり故障を除去し得ないばかりでなく、ヒューズ筒の爆発などのために人体に危険を及ぼすとか他の機器を焼損するとかの 2 次的な事故を惹起する。従ってヒューズを採用する場合には設置場所の短絡電流を推定したのち、それに充分耐え得るヒューズを選定しなければならない。現行の各種ヒューズ規格においては第 10 表に示すように遮断容量を規定している。

当社標準型ヒューズは以前から遮断容量の大きいこと

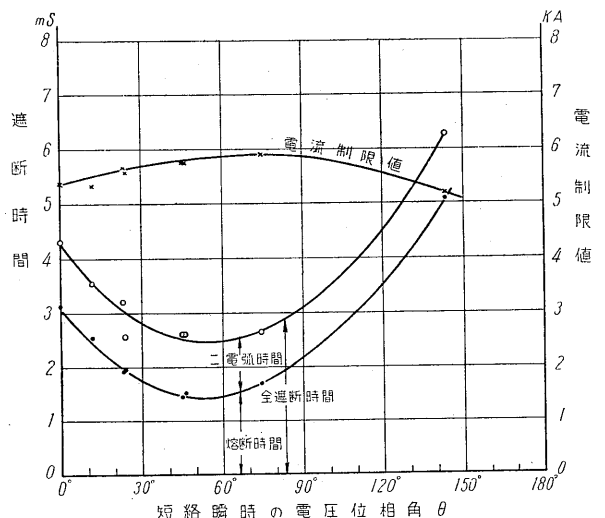


(a) 交流の場合 (b) 直流の場合
第 7 図 短絡遮断試験回路接続図

Fig. 7. Connection diagram of short circuit tests

が定評となっている。当社の試験装置として交流 250 V で 15,000 A, 500 V で 8,500 A 程度、直流 450 V で 16,000~18,800 A 程度の設備によりこの電流を確実に遮断し得ることを試験により確かめてある。いずれも電源の関係で、遮断し得る最大限度までの試験は行われていない。このうち直流の試験は最初に述べたロイド規格の認定試験として実施し、合格したさいのものである。また NK ヒューズについては昨年認定試験として直流 450V で 10,210 A の遮断試験を行った。

以下これらの試験結果につき簡単に述べる。まず試験回路接続図は第 7 図 (a) および (b) に示す通りで、



第 8 図 短絡瞬時の電圧位相角と電流制限値並びに遮断時間との関係

Fig. 8. Influence of voltage phase angle on current limiting value and interrupting time

第10表 各種ヒューズ規格における遮断容量の規定

規格の種類		交直流の別 および試験電圧	試験電流	回路条件		備考	
				交流—力率	直流—時定数または インダクタンス		
日	一般用	筒形ヒューズ	交流 250V	5,000	0.4 以下	$I_n \leq 60$	
				10,000		$I_n > 60$	
		プラグヒューズ (125V用)	交流 110V	5,000	0.4 以下		
本 国 (NK)	船舶用	筒形ヒューズ	(交流用) 交流 250V 500V	2,500	0.5 以下	0.003 秒以上	1 種
				5,000	0.4 "	0.004 "	2 種
				10,000	0.35以下	0.007 秒以上	3 種
		栓形ヒューズ	(直流用) 直流 250V				
米 国	一 般		直 流 250V 600V	10,000			
ド イ ツ	線路保護用 ヒューズ		直 流 550V	1,500		1±0.15 mH	$I_n \leq 25$
				5,500			$I_n > 25$
				10,000			タイムラグ型
	大容量ヒューズ	(交流用) 交流242,418,550V (直流用) 直流242,484.660V	20,000	0.4 +0% -10%	0.015 秒 ±5%		
英 国	一 般 用		(交流用) 交流 250V 440V	1,000	0.6 以下	0.003 秒以上	カテゴリー 1
				4,000	0.4 "	0.004 "	" 2
				16,500	0.3 "	0.010 "	" 3
				33,000	0.3 "	0.015 秒以上	" 4
				46,000	0.15以下		カテゴリー 5 (交流だけ)
国 船 舶 用 (ロイド)			(交流用) 交流 250V 440V	1,000	0.6 以下	0.003 秒以上	カテゴリー 1
				4,000	0.4 "	0.004 "	" 2
				16,500	0.3 "	0.010 "	" 3
				33,000	0.3 以下	0.015 秒以上	カテゴリー 4
			(直流用) 直流 250V				

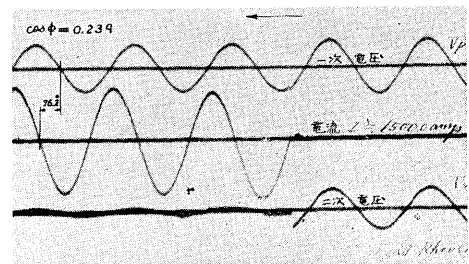
それぞれ交流および直流の場合を示す。

1. 標準型ヒューズ交流の試験

戦前各定格電流のヒューズにつき試験を行ったが、ここでは1例として定格 100 A のものについて短絡瞬時の電源電圧の位相角によって全遮断時間および電流制限値が如何に変化するかを第8図に示した。この時の規約短絡電流は 15,000 A eff また力率は 0.239 で、これは第9図のオンログラムに示される。短絡瞬時の電圧位相角が 0°, 74.8° および 143° の場合の短絡試験のオンログラムがそれぞれ第10図 (a), (b) および (c) に示されている。

2. 標準型ヒューズ直流の試験

前述した通りロイド規格認定試験として実施したもので条件は試験電圧直流 420~470 V 規約短絡電流 16,800 ~18,800 A 時定数 0.01012 秒であり、これは第11図のオンログラムに示される。ヒューズの定格電流と全遮断

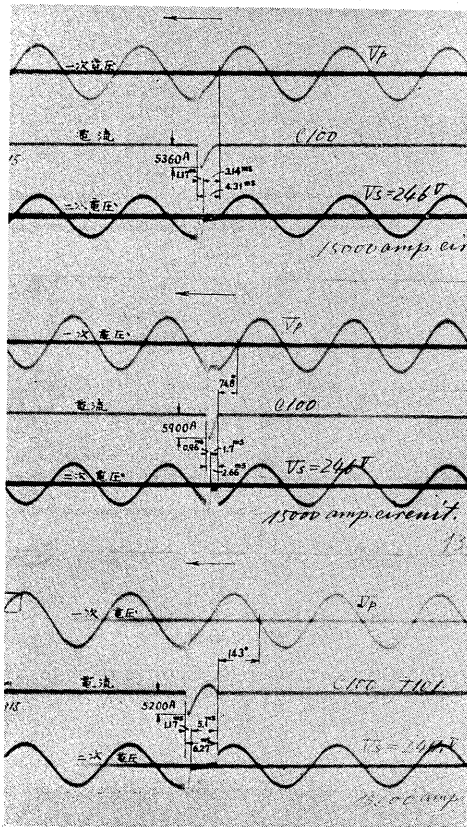


第9図 規約短絡電流オンログラム
Fig. 9. Oscillogram of AC prospective current

時間および電流制限値との関係が第12図に示される。また短絡試験のオンログラムの例を 30 A および 250 A についてそれぞれ第13図 (a) および (b) にあげてある。30 A の場合異常電圧は約 1,000 V 程度である。

3. NK ヒューズ直流の試験

日本海事協会のヒューズ規格認定試験として実施した

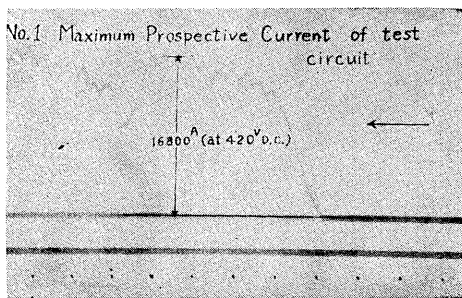


第 10 図 標準型 100 A ヒューズ交流短絡試験

Fig. 10. Oscillogram of AC short circuit test of standard fuses

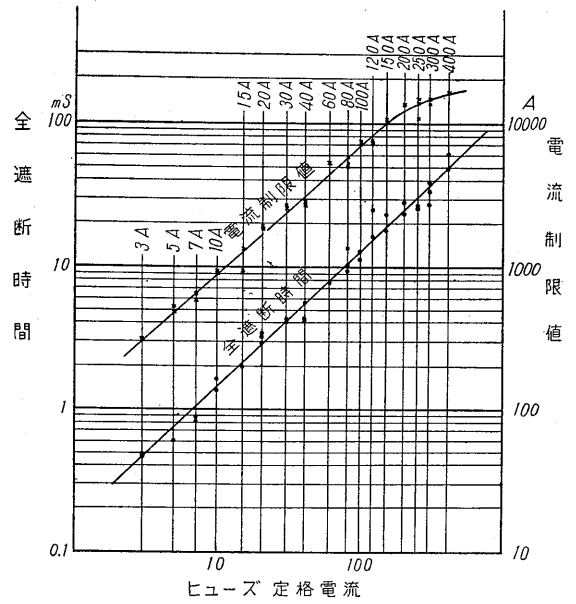
もので、条件は試験電圧直流 450 V、規約短絡電流 10, 210 A、時定数 0.00715 秒であり、これは第 14 図のオシログラムに示される。試験は定格電流 30, 60, 100 および 200 A の 4 種類のヒューズにつき各 5 回ずつ実施した。この結果の全遮断時間、電流制限値および遮断直後の端子間絶縁抵抗を第 15 図に示してある。また短絡試験のオシログラムの例を 60 A および 200 A についてそれぞれ第 16 図 (a) および (b) にあげてある。

以上の結果をみても明らかなように、当社栓型ヒューズは限流式であって、短絡電流がその最大値に達する以



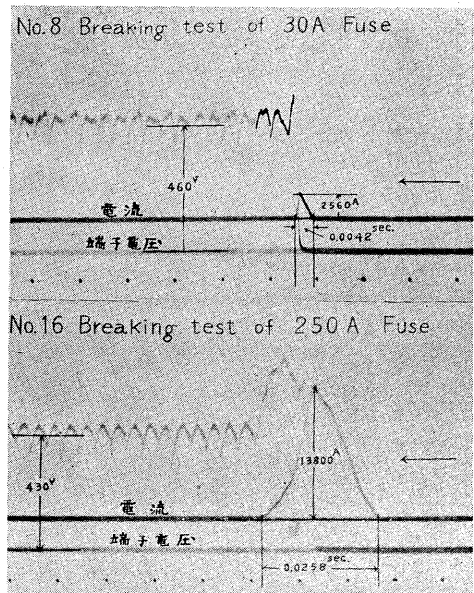
第 11 図 規約短絡電流オシログラム

Fig. 11. Oscillogram of DC prospective current



第 12 図 標準型ヒューズ直流短絡試験結果

Fig. 12. Result of DC short circuit tests of standard fuses

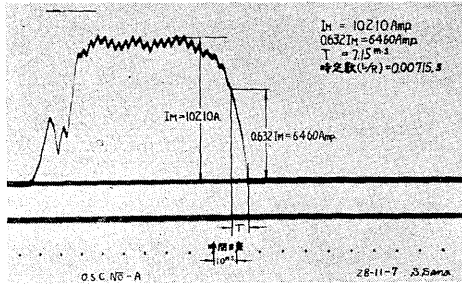


第 13 図 標準型ヒューズ直流短絡試験オシログラム、(a) 30 A、(b) 250 A

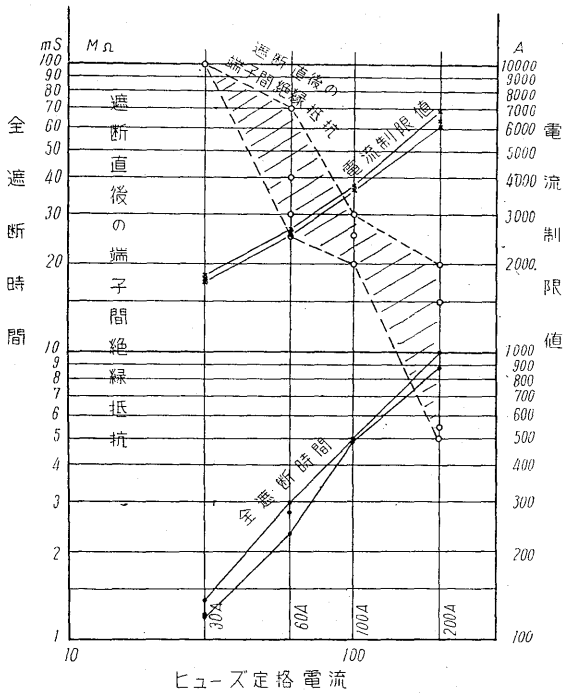
Fig. 13. Oscillogram of DC short circuit test of standard fuse, (a) 30 A, (b) 250 A

前に遮断が開始されるから全遮断時間は極めて短かく、従って短絡のさいにも、保護される電線や機器に対して加わる熱的あるいは機械的ストレスはごく僅かなので保護能力はきわめて大きい。

しかも一般の多くの筒形ヒューズのようにガス放出用の孔から多量の火焰を放出しなければ筒が爆発するという危険は全然ない。完全密閉型の利点である。



第14図 規約短絡電流オシログラム
Fig. 14. Oscillogram of DC prospective current

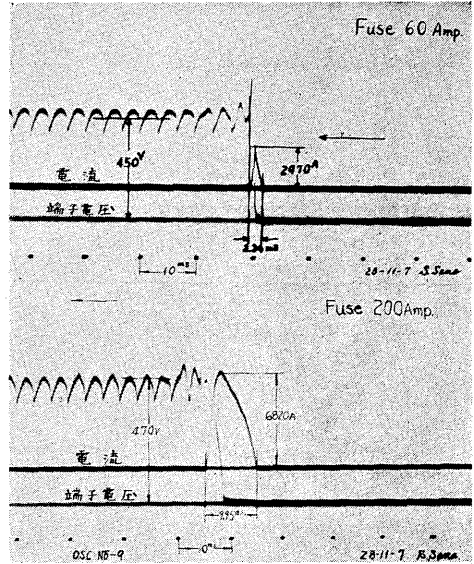


第15図 NK ヒューズ直流短絡試験結果
Fig. 15. Results of DC short circuit tests of NK fuses

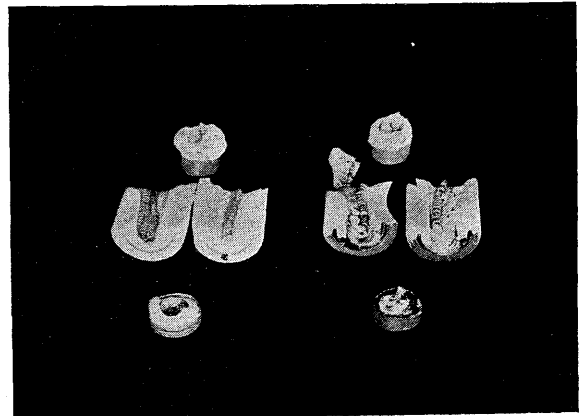
消弧作用は充填された消弧剤によって行われる。可溶体が気化するさいに、その攪乱作用によって消弧剤は電弧の全断面積に亘って分布せしめられ、従って非常に強力な体積冷却作用が行われて電弧電圧の上昇を来し、電流は強制的に遮断せしめられる。第17図の写真は直流の短絡電流遮断を完了した可溶子を割って内部を示したもので、消弧剤はとり去ってある。図中棒状のものは気化した銀の可溶体の蒸気が消弧剤粒子に触れてその急激な冷却作用を受けて凝結し、消弧剤もとも固まってできたものである。このさい可溶体のあったスペースは中空になってのこっている。

VIII 結 言

以上、従来の標準型の栓型ヒューズの各種試験を行っ



第16図 NK ヒューズ直流短絡試験オシログラム,
(a) 60 A, (b) 200 A
Fig. 16. Oscillogram of DC short circuit test of NK-fuses, (a) 60 A, (b) 200 A



第17図 短絡試験を終った可溶子の内部状態
Fig. 17. Interior view of fuse element interrupted

た結果、ならびにこれに基づいてNKヒューズを開発した経過と結果とを述べた。上述したように、現在わが国では一般用低圧ヒューズの反省期にあり、ヒューズの適用法を一層合理化しようとする点からも、また火災その他の災害を防止しようとする見地からも、優秀な製品の出現が望まれている。当社としてもこの情勢に即応し得る基礎を確立するため、上記のような試験を行ったものであり、今後これを出発点としてなお一層の研究をつづける予定である。

最後に、熱心に御協力を賜った吹上工場ならびに川崎工場の製作、試験担当の諸氏に厚く感謝の意を表する次第である。



*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。