

Title	通信用避雷器の研究
Sub Title	Research on arrestor for communication service
Author	森, 元吉(Mori, Motokichi) 天野, 弘(Amano, Hiroshi)
Publisher	慶應義塾大学藤原記念工学部
Publication year	1948
Jtitle	慶應義塾大学藤原記念工学部研究報告 (Proceedings of Faculty of Engineering, Keiogijuku University). Vol.1, No.3 (1948. 12) ,p.87(1)- 94(8)
JaLC DOI	
Abstract	Arrestors for communication service such as of mercury type, vaccum gap type and carbon type were tested whether or no communication lines be protected from the voltage induced from the power transmission lines one of which is grounded. The items of this test are as follows: the measurement of the initial discharge voltage by means of direct and a ternating current and the discharging capacity test, and the research of various characteristics for impulse voltage wave.
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001004-00010003-0001

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

通信用避雷器の研究

昭和 23 年 (1948) 5 月 15 日 受理

森 元 吉*
天 野 弘**

Motokichi Mori, Hiroshi Amano: Research on Arrestor for Communication Service. Arrestors for communication service such as of mercury type, vacuum gap type and carbon type were tested whether or no communication lines be protected from the voltage induced from the power transmission lines one of which is grounded.

The items of this test are as follows: the measurement of the initial discharge voltage by means of direct and alternating current and the discharging capacity test, and the research of various characteristics for impulse voltage wave.

I 緒 言 今回西日本幹線として 220kv 長距離送電線が計畫され且施行着手されるに際し、その中性点接地の方式に依つて地絡時通信線に誘起する障害電圧の發生に就いて、現行の通信用避雷器は保護並びに保安装置として充分にその責務に耐え得るものか否かを検討するの必要に迫られるに至つた。本研究は電力線路より通信線を誘導する障害電圧を對照に取り、現行避雷器、水銀型、真空間隙型、炭素型避雷器を供試品とし、これを直流、交流に就き放電開始電壓を測定し放電耐量試験、衝擊電壓に對して放電開始電壓種々の波頭、波尾長の波形に關する V-t 特性曲線を求めた。本報告は以上のものを取纏めたもので今後は 50~ 波列に對する避雷器の特性、被保護器を含み避雷効果に關する総合試験及び諸種の要望にかなひ得る新避雷器の試作等に目標をおき研究を進めた。

II 直流及び交流による放電開始電壓

(1) 直流に依る放電開始電壓

a) 試験方法

變壓器二次側に整流管及び平滑用蓄電器を挿入し供試物に印加する電壓は除々に上昇せしめた。亦供試物に並列に接続された電壓計はその振れに依つて供試物の放電開始を認定することとした。猶供試物に直列に電流計を挿入して放電時電流を制限した。

b) 試験データ (第一表)

Table 1. Starting voltages of mercury type arrestor.

Polarity \ Sample number	A	B	C	D	E	Remarks
Upper electrode Pos.	335	320	450	323	325	Discharge about interval 5~10 sec. 50~100mA curr.
Upper electrode Neg.	336	305	440	316	316	

Figure indicates the average of ten measurements.

* 工博、慶應義塾大學教授、Dr. Eng, Prof. of Keiogijuku University.

** 慶應義塾大學藤原記念工學部講師、Lecturer of Faculty of Eng., Keiogijuku University.

Starting volages of vaccum gap type arrestor.

Polarity	A	B	Remarks
Pos.	364	352	Discharge intervals 5~10sec
Neg.	362	357	

Starting voltages of carbon type arrestor. (R .H. 74. 8%)

Thickness of mica in m/m	A	B	C	D	E	F	G
	0.16	0.19	0.16	0.125	0.13	0.125	0.16
Voltage (V)	283.5	451	810	320			773
Remarks			×		△	○	

× Short circuit at mica surface after twice discharges.

○ Short circuit after 8th discharges.

△ Short circuit after 2~3 discharges.

(2) 交流に依る放電開始電壓

試験データ (第二表)

Table 2. Starting voltage of mercury type arrestor.

Sample number	A	B	C	D	E
Voltage in volt	31	236	282	211.4	210.4

Starting voltage of vaccum gap type arrestor

Sample number	A	B
Voltage in volt	252.	255

Starting voltage of carbon type arrestor.

Sample number	A	B	C	D	E	F	G
Thickness of mica in m/m	1.16	0.19	0.16	0.14	0.13	0.14	0.15
Voltage in volt	260	246	426	374	408	403	482

(Only sample F discharged at mica surface and short circuit.)

(3) 直流及び交流に依る放電開始電壓の測定結果

水銀型、真空間隙型、炭素型何れの避雷器も放電開始電壓は 300V 内外で各回測定値の亂れも甚だ僅少である。但し炭素型ではその構造上雲母間隔片の厚さの相違、電極表面の荒れ方如何に依り測定値に亂れが相當生ずる。亦實驗中供試品の劣化は殆んど認め得なかつたが、只炭素型のみは雲母間隔片の匍匐通路に沿う放電のため劣化し放電電壓値に不整を生ずる原因となつた。直流に於て極性の正負の別に依る差も僅少で特に認め得る程度に至らなかつた。

III 放電耐量試験

(A) 一秒間通電試験

繼電器を使用して第一圖の如く交流電壓を供試品に印加し通電時間は一秒とした。この試験後、供試品の劣化を調べる目的として絶縁抵抗及び放電開始電壓の變化を毎回しらべ、劣化の目安とした。装置の都合上、放電電流は最高 10A 程度にとどめ、炭素型は放電容量が特に小さいから試験に依り電極間の絶縁抵抗値が低下して遂に零値を取るに至る電流値を記録することとした。數回繰返す場合には通電時間一秒休止時間は約 5 秒とした。

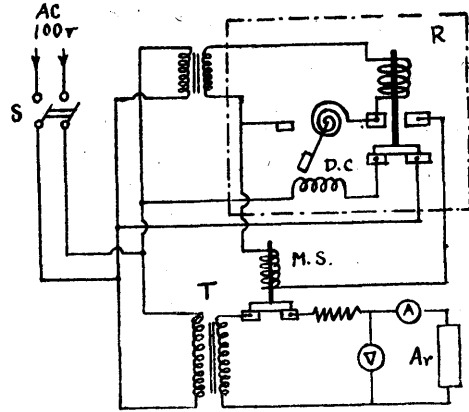


Fig. 1. Circuit for one minute test

b) 試験結果 (第三表)

Table 3. (1) Mercury arrester.

Sample number	Current flowing	Time for current flowing	Number of current flowing	Insulation resistance	Variation of starting voltage
B	10 A	1 sec	4	Immutability	+10 V
C	11 A	"	"	"	+1 V
E	10 A	"	"	"	+9 V

Those tests stopped as temperature rose about 100° C.

(II) Vacuum gap arrester.

Sample number	Current flowing	Time for current flowing	Number of current flowing	Insulation resistance	Variation of starting voltage
A	11.2 A	1 sec	4	Immutability	+14 V
B	11.5 A	"	"	"	+40 V
3	7.5 A	"	"	"	+26 V

Electrode changed colour as if it approached before melting.

(III) Carbon type arrester.

Sample number	Insulation resistance before test	Voltage under test	Current at short circuit	Insulation resistance after test
A	20 MΩ	460 V	1 A ×	0
B	15 "	438	0.51	"
C	20 "	550	3.8	"
D	15 "	530	7.7	"
E	15 "	480	2.0	"
F	50 "	440	1.6	"
G	12 "	450	4.5	"
H	3 "	460	8.0 Δ	"

× Surface of electrode is not cleaned up. Δ Surface of electrode is cleaned up.

〔B〕 繰返し放電耐量試験

a) 試験方法

試験方法として水銀型及び眞空間隙型に就ては通電電流 1 A. 通電時間 3 秒, 休止時間 1 秒の場合と, 通電電流 5 A. 通電時間 1 秒, 休止時間 1 秒の場合の兩者に就て行つた。第二圖の如く繰返し 10 回後供試品の劣化即ち特性の變化を見出す目安として絶縁抵抗, 放電開始電壓の變化をしらべた。炭素型は特にその放電容量が小さいから通電電流を 1 A 以下に留め通電時間も 1 秒程度とし繰返し通電して電極面で接着して絶縁抵抗が零値を取るに至る回数を求めた。

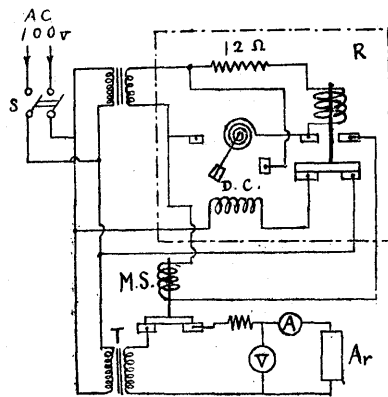


Fig. 2. Circuit for repeated test.

b) 試験状況

水銀型避雷器

放電々流 1 A 通電時間 3 秒 休止時間 2 秒	放電々流 5 A 通電時間 1 秒 休止時間 1 秒
----------------------------------	----------------------------------

以上の耐量試験を 100 回繰返し放電を行つた。試料の試験前後の絶縁抵抗は不變で放電開始電壓値のみ約 40V 上昇した。通電回数 15 回目頃から上部電極皿上の水銀量が減少し始め試験前の水銀量の約 1/4 位となつた。

眞空間隙型避雷器

放電々流 1 A 通電時間 3 秒 休止時間 2 秒	放電々流 5 A 通電時間 1 秒 休止時間 1 秒
----------------------------------	----------------------------------

兩種の耐量試験で放電開始電壓は數拾ヴォルトの上昇を認め約 10 回目頃から間隙の一部で熔着し出しそのため時々放電が停止した, 然し放電回数 100 回まで試験し得た。

炭素型避雷器 (第四表)

Table 4. ample # C

Discharge current	0.4 A	0.4 A	0.7 A	0.5 A
Time for current flowing	1 sec	3 sec	1 sec	5 sec
Number of times to be short circuited	25	20	25	15 ×
In-ulating resistance	15 → 10 MΩ MΩ	20 → 9 MΩ MΩ	10 → 0 MΩ MΩ	20 → 0 MΩ MΩ

× From 10th tests current decreased about 0.04 A.

Sample # D

Discharge current	0.2 A	1.1 A
Current flowing time	5 sec	5 sec
Number of time to be short circuited	40 ×	4
Variation of insulating resistance	10 → 15 MΩ MΩ	17 → 0 MΩ MΩ

× From 25th tests current decreased about 0.05 A.

Sample # F

Discharge current	0.4 A	1.1 A
Time for current flowing	1 sec	1 sec
Number of time to be short circuited	20	5
Variation of Insulating resistance	10 → 4 MΩ MΩ	15 → 0 MΩ MΩ

〔C〕 放電容量試験後の考察

水銀型は他と比較して相当大きい放電容量を持っている。然し大電流の放電時上部電極皿上の水銀がなくなり且加熱し來つて整流作用が漸次増大し交流半サイクル間放電が停止することが屢々あつた。眞空間隙型にあつては電極材料がアルミニウムであるため拾數回の放電後電極の局部が熔融し始め兩極を短絡することがあつた。このため繰返し通電中時々放電が停止する、然し間もなく冷却すれば固まり或は收縮するから短絡状態を脱する。亦これは電極の変歪に依る放電開始電壓の低下の原因となる。炭素型は上記二種と比較して放電容量は特に小さく使い古したものは通電時炭素粒子が飛散して放電容量を低下させる。

IV 衝撃電壓に依る諸特性

〔A〕 衝撃波に對する放電開始電壓及び衝撃比

使用した波形は標準波であり電壓の測定は50φ球間隙或は陰極線オッシロの縦軸の振れを観測して測定した。球間隙による電壓値の測定時には高壓水銀灯を使用し放電の不整を極力防止した。(第五表)

Table 5. Mercury type arrester.

Sample #	A	B	C	D	E
50% discharge voltage	483v	530v	483v	427v	512v
Impulse ratio	1.49	1.53	1.21	1.43	1.72

Vaccum gap type arrester.

Sample #	A	B
50% discharge voltage	448v	475v
Impulse ratio	1.26	1.315

Carbon type arrester.

Sample #	A	B	C	D	E	F	G
50 % discharge voltage	235v	278v	354v	439v	394v	231v	341v

Impulse ratio is maximum in mercury arrester, Next in vaccum gap tpe, and minimum in carbon type.

〔B〕 衝撃波 1/40 μS に対する 電壓—時間特性

(1) 試験方法

衝撃電壓發生装置 (第 3 圖) に依り標準波 1/40 μS 波形の電壓を發生せしめ主蓄電器は豫め正極性約 8550V に充電した。放電抵抗兼分壓器の各タップに發生する電壓を供試品に印加し印加電壓は小より大へ數段に分ちて加え、その都度高速度電子管オシログラフに記録し、波高値及び放電に至るまでの時間を測定した。

(2) 試験結果

標準波に対する V-t 特性は第四圖, 第五圖に示されている。試験前供試品を豫め數回

前放電を行つて管内に多少の残留イオンが存在している状態で始めた。水銀避雷器は前放電に依つて放電々壓は低下し第四圖下限曲線の如き結果となる。然し長時間休止状態を保つて突然電壓を印加すると放電々壓は甚だしく高く約 3,000V 以上の値を取り得る。水銀避雷器中、新型舊型を比較すると構造上の差は上皿電極支持金具の相違のみであるが、特性曲線は甚だしく相違し特性曲線の上下限の幅も新型では縮小し、放電値は稍々低下し、特性は水平となる部分が廣い。眞空型は 2μS 以内で電壓は上昇するも其の他は平滑な水平線をなし。上限下限曲線の 2μS 以内の短時間部分で不整が生じている。

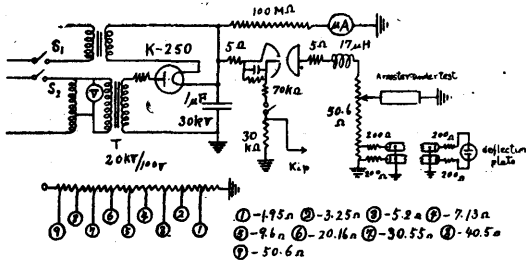


Fig. 3. Test circuit for standard impulse wave.

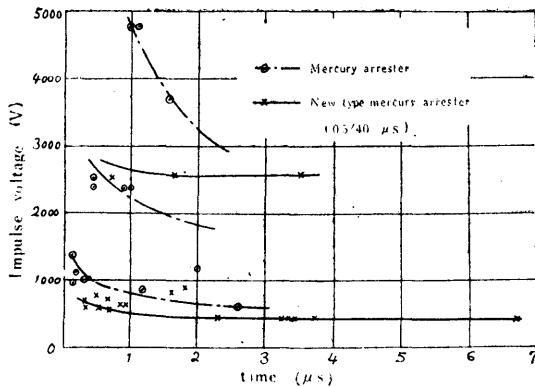


Fig. 4 Characteristics of mercury arresters. (standard wave)

炭素型は放電々壓は他よりも甚だしく低く 630V 以下である。特性としては甚だ良好であるが缺點として放電容量が甚だしく少いから再度の放電で電極面は荒れ炭素

粉末が飛散して有効間隙長を縮小するから放電電圧は漸次低下し且放電の不整が甚だしくなる。

(C) 衝撃波 45/1000 μ S に對する電圧—時間特性

(1) 試験方法

この長波頭長波尾の衝撃波の發生には第六圖の如く主蓄電器 21 μ F、波頭長調整用蓄電器として 2 μ F を使用した試験方法は前と同様である。

(2) 試験結果の考察

V—t 特性は各種避雷器に關して第七圖及び第六圖に示されている。水銀型は前記標準波形の特性と比較して相當放電電圧は低下しているが上限下限の差は明瞭に表われているその差は前よりも減少している。放電値は何れも 1000V 以下である。新型と舊型ので相違は是の場合も明瞭に表われてをり前記と同様新型の方が良好である且つ不整が少い。特性の上昇部分は 20 μ S 以内で起り真空型にあつ

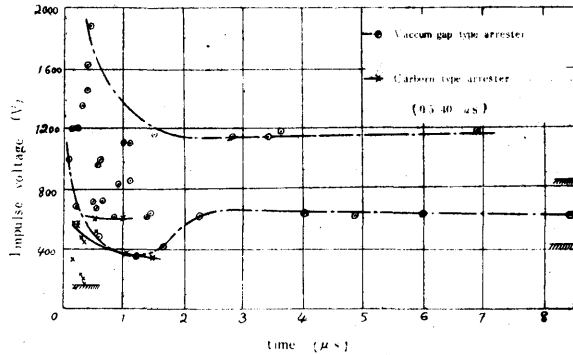


Fig 5. Characteristics of Vacuum and Carbon arrestors. (standard wave)

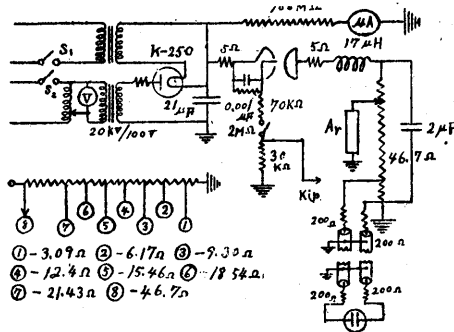


Fig. 6. Test Circuit for long impulse wave.

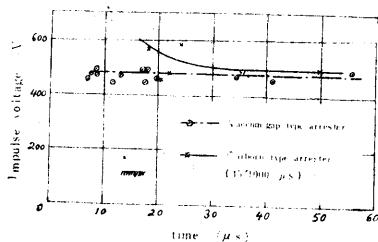


Fig. 8. Characteristics of Vacuum and Carbon arrestors (long wave)

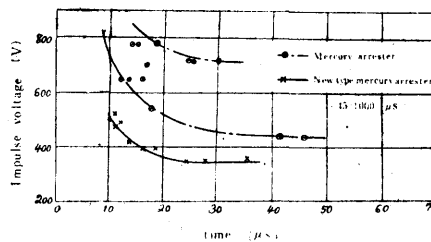


Fig 7. Characteristics of mercury arrester. (ong wave)

ては殆んど水平線となり特性甚だ良好であるその數値は 500V 附近である。

炭素型にあつては未だ不整が相當あるが標準波の場合と比較すれば減少してをり放電電圧値は 600V 以下である。この試験は主蓄電器の容量大きく放電時エネルギーが大きいから放電時電極を加熱することが甚だしい。殊に炭素型避雷器にあつては電極の熔融金属が熔け或は炭素が飛散し絶縁抵抗が甚だしく低下するから放電時毎回電極面を清淨にすることが必要であつた。

V 結 言

今回の試験目的は前述の如く電力線地絡時に誘起する通信線への障害電圧を除去する目的とし現行の避雷器の性能を試験研究することであつた。この目標に對しては放電容量試験及び衝擊電壓に對する諸特性を吟味することが必要である。現行の避雷器の放電容量特性は水銀型が最も大きな放電容量を持ち、真空間隙型がこれに次ぎ、炭素型が最も容量が少い。然しながら現在水銀型避雷器は資材の不足主として水銀の入手難に依り専ら真空間隙型が使用されている現状より真空型で果してその任務を果し得るか吟味する必要がある。真空間隙型は放電時電極の局部熔融等に依りその放電容量が制限されるから今後の改善或は試作に對してはこの點一層留意する必要がある。亦地絡時の避雷器の動作繼續時間をも考慮して數サイクル或は數拾サイクルに亘る波列に對する放電容量を試験して見ることも必要となる。炭素型避雷器は前述の如く放電容量は著しく少く僅か數回の小電流の通電に依り熔着或は炭素粒子飛散して電極間が短絡状態となるから保守上充分手のとどく處を除いては使用不可能であろう。現在需要者回路にかなりの數量が散布されているが需要者の保守手入を豫期した方法を原則とすることは問題であろう。

衝擊電壓に對する諸特性を吟味するに特に今回の目的から長波頭長、長波尾長の衝擊波電壓に對する諸特性に關することである。前述の如く水銀型はイオンの不足時の放電々壓は甚だしく高く、水銀型中舊型最も悪く新型これに次ぎ、真空間隙型は水銀型に比較して放電々壓も低く特性も良好であるが、更に避雷器と被保護器を含む綜合試験により保護價値が評價されるものと考えられる。水銀型は被保護器の絶縁耐力が誘導障害防止研究委員會第三回調査報告の如きものであればそれ等の間の絶縁協調は殆んど期待し得られず實地試験の價値にあたいしないものと思われる。亦真空間隙型に對しても今後特性の改善が必要であることが認められ特に避雷器動作時に發生する截斷波の除去或は發生せしめない様なものにする必要がある。炭素型は放電々壓も低く衝擊波に對する特性も良好であるが衝擊電壓に對しても放電容量の不足が認められその點保守上の困難が伴う。一般に通信用避雷器は放電開始電壓は甚だ低く特性の改善試作に就ても放電開始電壓を低く制えて特性の改善容量の増大を圖ることはかなりの困難が伴うことは必至であるが、今後二三の方向に向つて試作を初め度いと考える。本研究は日本發送電の厚意に依り同社の研究費援助を得て工學部溝口實驗室に於て行つたものである。