

# HCR 形防爆キャブタイヤケーブルの諸特性

## Characteristics of Type HCR Explosion-Proof Cabtyre Cable

杉山 正夫\* 鈴木 哲也\*  
 Masao Sugiyama Tetsuya Suzuki  
 三好 英男\* 照 沼 春 次\*  
 Hideo Miyoshi Haruji Terunuma

### 内 容 梗 概

石炭鉱山の坑内において、電線の電気火花による爆発事故を防止するために、坑内の移動機械の電線には現在防爆形のキャブタイヤケーブルが用いられている。これはケーブルが破壊して電気火花を発生する前に回路電流を遮断させ、電気による爆発を防止するもので、その特性が坑内保安上重要なかぎである。

本稿では、日立電線株式会社が開発した HCR 形防爆キャブタイヤケーブルの諸特性について述べ、坑内爆発を防止するために、防爆キャブタイヤケーブルの必要なことを明らかにした。

### 1. 緒 言

最近、石炭鉱山の事故があいついで起きているが、中でもガス爆発によるものが多いと言われている。

ガス爆発の原因の一つとして、坑内で使用されている電線ケーブル類の電気火花が可燃性ガスに引火して起こることがあげられる。特に、採炭機械の電力供給に使用されるキャブタイヤケーブルは、使用条件が過酷なため、ケーブルが損傷を受け線間短絡を起こす危険がある。これを防止するため、いろいろな方法でケーブルを補強することが考えられるが、結局は程度の差はあっても線間短絡を起こさない完全なものは望めない。そこで、絶縁体が破壊する限度を越えた外力がケーブルに加わったとき、ケーブルに安全弁のようなものを設け、電気を遮断することが考えられる。すなわち、防爆キャブタイヤケーブルは、衝撃や圧縮などがケーブルに加わって、2線心の絶縁体が破壊し短絡しようとしたとき、それ以前に、接地継電器により、後述の保護回路を動作させ電源を遮断させて事故を未然に防止しようとするものである。

従来、国内・国外において、それぞれ独自の特長を持った各種の防爆キャブタイヤケーブルが製造または研究されているが、それらの共通した欠点は、衝撃や圧縮をうけた際、2線心以上が同時に破壊して線間短絡を起こす危険があることである。そこでこのような欠点をなくし防爆特性のすぐれた防爆キャブタイヤケーブルが望まれている。

日立電線株式会社では、ケーブル線心間に強度差をもたせた CR 形ケーブルを、続いて HCR 形ケーブルを開発して、これらの問題を解決した。HCR 形ケーブルは各種の実験の結果、すぐれた特性を示し、現在多くの炭坑で用いられて好評を得ている。

以下、主として防爆特性を中心に諸特性について述べる。

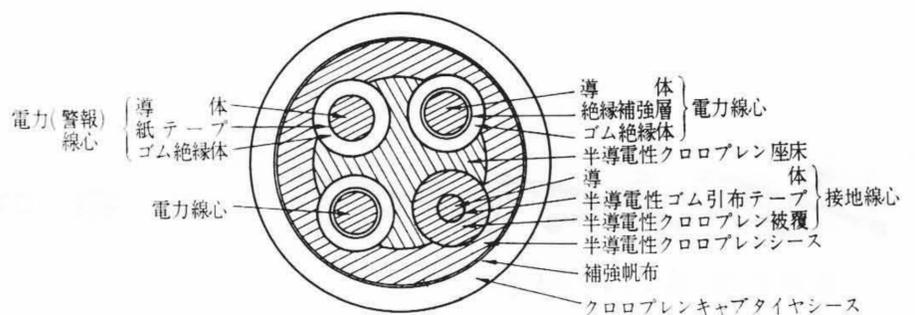
### 2. HCR 形ケーブルの構造と原理

#### 2.1 防爆キャブタイヤケーブルの構造

ケーブルは第1図のように電力線心2心と、電力用で安全弁の役を併用した警報線心1心および半導電性クロロプレンを被覆した接地線心とからなり、その上を半導電性クロロプレンで被覆し、さらにクロロプレンキャブタイヤゴムと補強帆布を施した4種クロロプレンキャブタイヤケーブル<sup>(1)</sup>である。各種の試験に使用した3×30mm<sup>2</sup>+1×14mm<sup>2</sup>ケーブルの構造を第1表に示す。

なお、外国における防爆ケーブルとして、英国のBS規格<sup>(2)</sup>のトレーリングケーブルでは線心のまわりを銅線で遮へいしたもの、ア

\* 日立電線株式会社日高工場



第1図 HCR 形ケーブルの断面図

第1表 HCR 形ケーブル 3×30 mm<sup>2</sup>+14 mm<sup>2</sup> 構造表

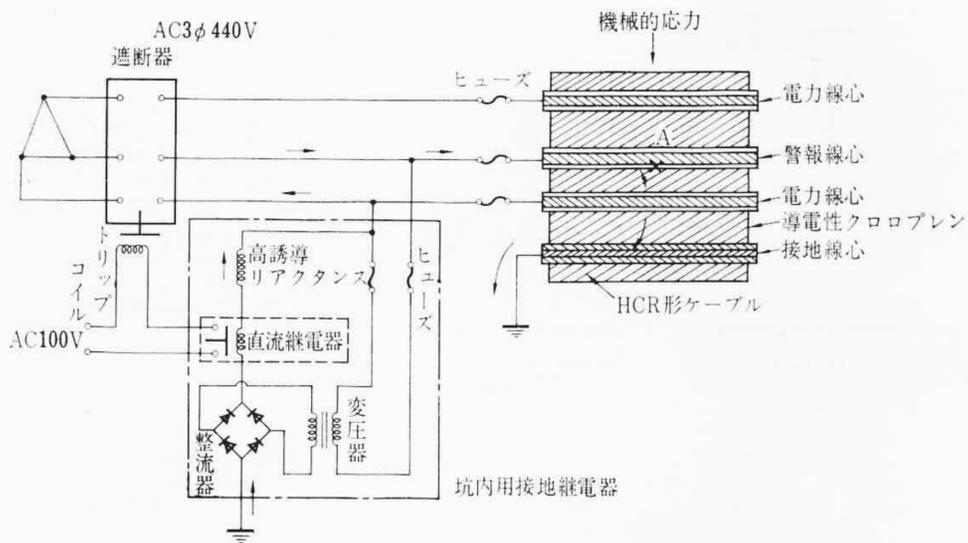
項 目	単 位	規 格 値			
線 種	—	電力線心	警報線心	接地線心	
線 心 数	—	2	1	1	
導 体	公 称 断 面 積	mm <sup>2</sup>	30	30	14
	構 成	mm	7/27/0.45	7/27/0.45	88/0.45
	外 径	mm	8.1	8.1	4.9
テ ー プ 巻 厚 さ	mm	—	0.1 <sup>(1)</sup>	0.25 <sup>(2)</sup>	
絶 縁 補 強 層 厚 さ	mm	0.4	—	—	
ゴ ム 絶 縁 体 厚 さ	mm	1.8	1.8	3.2 <sup>(3)</sup>	
半 導 電 性 ク ロ ロ プ レ ン 座 床 厚 さ	mm	2.6			
線 心 より 合 わ せ 外 径 (約)	mm	33.2			
半 導 電 性 ク ロ ロ プ レ ン シ ース 厚 さ	mm	2.1			
補 強 帆 布 巻 厚 さ	mm	1.0			
ク ロ ロ プ レ ン キ ャ ブ タ イ ヤ シ ース 厚 さ	mm	3.2			
仕 上 外 径	mm	46			
導 体 抵 抗 (20℃)	Ω/km	0.6538	0.6538	1,378	
試 験 電 圧	V/1分	3,000	3,000	—	
絶 縁 抵 抗 (20℃)	MΩ-km	800	800	—	
概 算 重 量	kg/km	3,270			

(注) (1) 紙テープ巻

(2), (3) 接地線心に対しては導体上に半導電性布テープを巻き、半導電性クロロプレンを被覆する。

(備考) HCR 形とは Heavy duty Conductive Rubber Type の略称である。

アメリカでは高圧のケーブルのみ銅線の遮へいを施したものがあり<sup>(3)</sup> (600V 級ではない) ドイツの VDE 規格<sup>(4)</sup>では銅線による遮へい、半導電性ゴムで遮へいしたケーブルがある。防爆キャブタイヤケーブルはヨーロッパが進んでおり、従来銅線によっていた遮へいは半導電性ゴムの進歩とともに、最近では半導電性ゴム遮へいのものになり、これが標準となっている。



第2図 防爆キャブタイヤケーブルの動作原理図

日立電線株式会社においても昭和31年の開発当時<sup>(5)</sup>、金属による遮へいから半導電性ゴムとの併用となり、半導電性ゴムの安定と、ケーブル接続方法の改善から、現在の半導電性ゴムを使用したHCR形ケーブルとなった。

現用の半導電性クロロプレンは固有抵抗が $10^2 \Omega\text{-cm}$ 程度で、ケーブルの曲げ、ねじりなどによるひずみや連続衝撃などでゴムの疲労による抵抗値の変化の少ないものが使用されている。また、固有抵抗は $10^4 \Omega\text{-cm}$ でも継電器は動作するが、 $10^2 \sim 10^3 \Omega\text{-cm}$ で管理をしている（固有抵抗が小さ過ぎると短絡電流が大きくなり危険である）。

2.2 防爆キャブタイヤケーブルの原理

第2図に示すような保護回路（直流重畳の保護方式）を設けておき、ケーブルに、仮りに、落盤などの大きな外力が加わったとき、いちばんさきに警報線心の絶縁体が破れ（A点）、その個所から、まわりの半導電性クロロプレンをとおして、接地線心に接地による継電器の直流電流が流れ、整流器（直流電源）→高誘導リアクタンス→変圧器→ケーブル地絡点と閉回路を形成して、ここで直流電流が継電器をトリップさせ、遮断器を切って、回路を開放させる。

2.3 接地継電器

電力回路は非接地方式をとっているから、交流接地電流は小さく、また高いリアクタンスが接続されているので、継電器回路に流れる交流電流を非常に小さくできる。この場合、接地電流は第3図から坑内でのガス引火の最低限界電流として8mA以下にしなければならない<sup>(6)</sup>。直流接地電流は直流電源電圧、継電器回路の直流抵抗（チョークコイル、抵抗器、その他の直列な直流抵抗）などによって定まる。

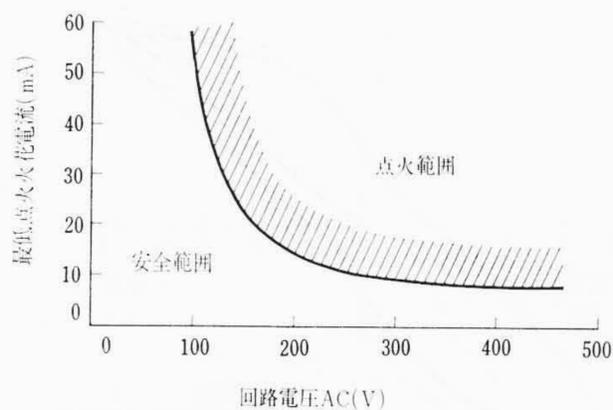
$$I = \frac{E}{R_r + R_0} \quad (\text{A}) \dots \dots \dots (1)$$

- ただし、 $I$ ：直 流 接 地 電 流 (A)
- $E$ ：直 流 電 源 電 圧 (V)
- $R_r$ ：継 電 器 の 内 部 抵 抗 ( $\Omega$ )
- $R_0$ ：ケ ー ブ ル の 接 地 抵 抗 ( $\Omega$ )

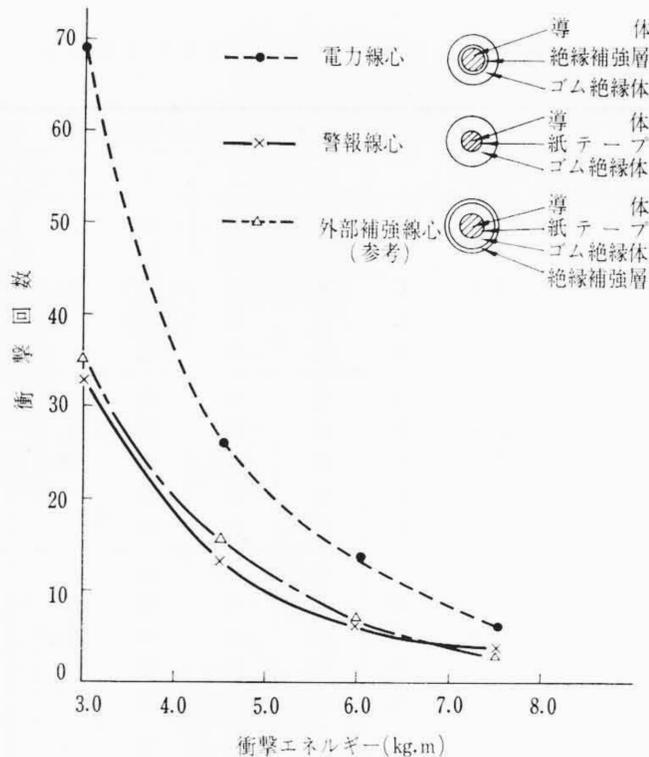
この接地電流は継電器の動作電流と同じになる。

接地継電器の動作は坑内ケーブルの絶縁抵抗の管理上、各鉱山によって異なるが、遮断器のトリップの限界抵抗値として5~20k $\Omega$ が採用されている。

ケーブル破壊の場合の絶縁抵抗は電力線心（第1図の警報線心も含めて）の絶縁が破れ、周囲の半導電性クロロプレンを介して接地線心に至るものであり、これは導体の接触面積、接触の圧力で異なるが2k $\Omega$ 以下である。この場合電流はケーブル軸と垂直方向に流れ、接地線に至る。



第3図 8~10%メタンガスにおける最低点火火花電流（誘導負荷）



（備考）試 料： 30mm<sup>2</sup>線心に半導電性クロロプレンを5.3mmの厚さに被覆し、補強帆布巻を施したもの。  
試験条件： 衝撃重錘 重さ15kg、先端5R、90°

第4図 電力線心と警報線心との強度比較

接地継電器の動作電流はできるだけ小さいことが望ましく、現用の坑内用継電器としては、磁気増幅器を使用したもの、ブリッジ形式のもの、電子式（トランジスタなど）のものがあるが、対応速度が速くなくてはならない。また、信頼度の点では磁気増幅器のものがよいと考える。

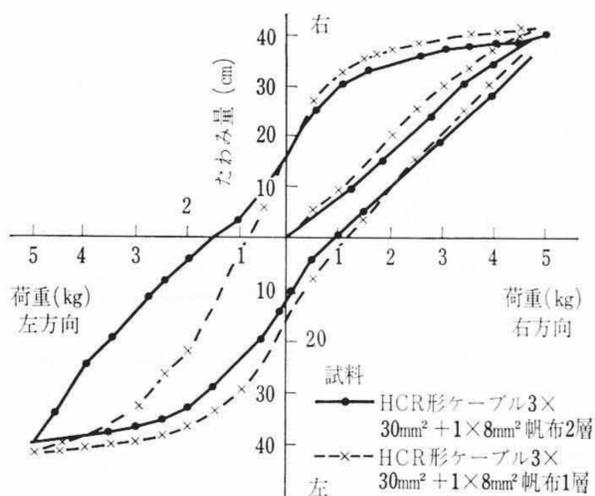
3. HCR形ケーブルの特長

前項で防爆キャブタイヤケーブルの原理について述べたが、ここでHCR形ケーブルの特長について述べる。

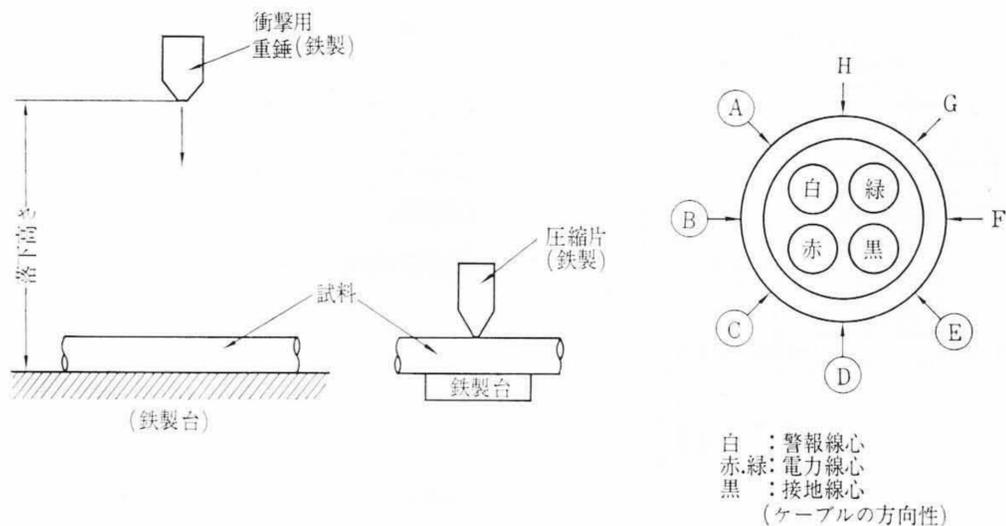
3.1 電力線心と警報線心の強度差

電力線心の同時破壊による短絡を防ぐため、3心中1心を警報線心として、他の2心との間に強度差を設けることが考えられた<sup>(7)</sup>。当初開発したCR形ケーブルは、強度差をつけるのに、警報線心の絶縁体を電力線心より弱くしていたため、一般の4種クロロプレンキャブタイヤケーブルより機械的強度が劣る欠点があった。

HCR形ケーブルでは、警報線心を一般の4種クロロプレンキャブタイヤケーブルと同じ絶縁とし、電力線心はさらに機械的強度を上げるために、第4図のように特殊ポリオレフィン系絶縁材料による補強層を施している<sup>(8)</sup>。これは導体上のかたいポリオレフィン系の被覆とゴム弾性体とを組み合わせたもので、この結果、これまでの防爆キャブタイヤケーブルにはみられない高い機械的強度を有するようになった。



第5図 ケーブルの曲げ特性



第6図 衝撃・圧縮試験方法とケーブルの方向

第2表 HCR形ケーブルの継電器動作または短絡までの衝撃回数と継電器動作率

衝撃条件			方向	継電器動作までの衝撃回数				継電器動作率 (%)
重錘の半径 (mm)	重錘の重さ (kg)	落下高さ (m)		1	2	3	平均	
10R (90°)	30	0.5	A	71	45	11	90.1	100% (15/15)
			B	100	88	62		
			C	184	99	127		
			D	97	82	106		
			E	90	72	87		
	22	1.0	A	11	29	24	46.3	100% (15/15)
			B	38	36	26		
			C	83	66	84		
			D	49	38	55		
			E	40	39	47		
	30	1.0	A	12	15	19	20.3	73% (11/15)
			B	15	19	22		
C			24	36	22			
D			17	20	22			
E			24	17	20			
30	2.0	A	3	4	3	3.86	40% (6/15)	
		B	3	3	5			
		C	3	5	6			
		D	4	4	3			
		E	3	5	4			
5R (45°)	30	0.5	A	38	25	26	45.1	80% (12/15)
			B	31	70	61		
			C	43	49	67		
			D	47	39	40		
			E	59	50	42		
	22	1.0	A	16	18	13	19.4	67% (10/15)
			B	19	22	30		
			C	21	25	17		
			D	18	16	24		
30	1.0	A	6	7	9	10.7	53% (8/15)	
		B	11	15	8			
		C	17	13	15			
		D	7	8	12			
		E	8	13	11			

(備考) (1) 供試ケーブル:  $3 \times 30 \text{ mm}^2 + 1 \times 14 \text{ mm}^2$   
 (2) 動作接地抵抗設定値:  $7 \text{ k}\Omega$   
 (3) ○で囲んだものは継電器動作を示す。

絶縁補強を施した電力線心と警報線心との強度差を、繰返し衝撃試験により絶縁体が破れるまでの回数を比較してみると、第4図のとおり約2倍の強度を示している(補強層は絶縁体上より導体上に施したほうが効果が大きい)。したがって、電力線心と警報線心とに同一条件で外力が加わったときは、必ずさきに警報線心が破壊して継電器を動作させることができる。

3.2 シースの強度とたわみ性

発破採炭などでケーブルシースに発破脚線が付きささる危険が多い場合は、これを防ぐためシース補強を帆布2層巻とし、特にケー

ブルのたわみ性を失わないようにシースゴムを中間にはさんだ構造としている。たわみ性は第5図に示すように、帆布1層巻のHCR形ケーブル(一般の4種キャブタイヤケーブルと同じ)とほとんど変わらない。

3.3 接地線心の小サイズ化

接地線心の色別は各鉱山により異なるが、HCR形ケーブルでは半導電性クロロプレンを使用しているため、黒色となり、このため一般のキャブタイヤケーブルの電力線とのまちがいを防ぐため、電力線心のサイズより1~2段小さくして識別を容易にした(石炭鉱山保安規則では $8 \text{ mm}^2$ 以上あればよいことになっている)。

3.4 その他の特長

HCR形ケーブルは、普通の4心形の構造で、JISに定めるキャブタイヤケーブルとほぼ同じ外径であり、接続に特殊なプラグを必要としない。また、従来の接地継電器がそのまま使用できる。

4. 防爆特性

坑内切羽などでの、過酷な使用条件下において、ケーブルに炭塊、などが当たったり、落盤などによる衝撃、またケーブルが機器や鉄柱などにはさまれ圧縮をうけたとき、ケーブルから火花が出ないよう継電器を備えた保護回路を動作させることが必要である。

試験はこのような種々の条件を仮定して、衝撃荷重と静圧縮荷重とによる機械応力をケーブルに加え、その場合に保護回路の継電器の動作率を試験した。

4.1 耐衝撃性

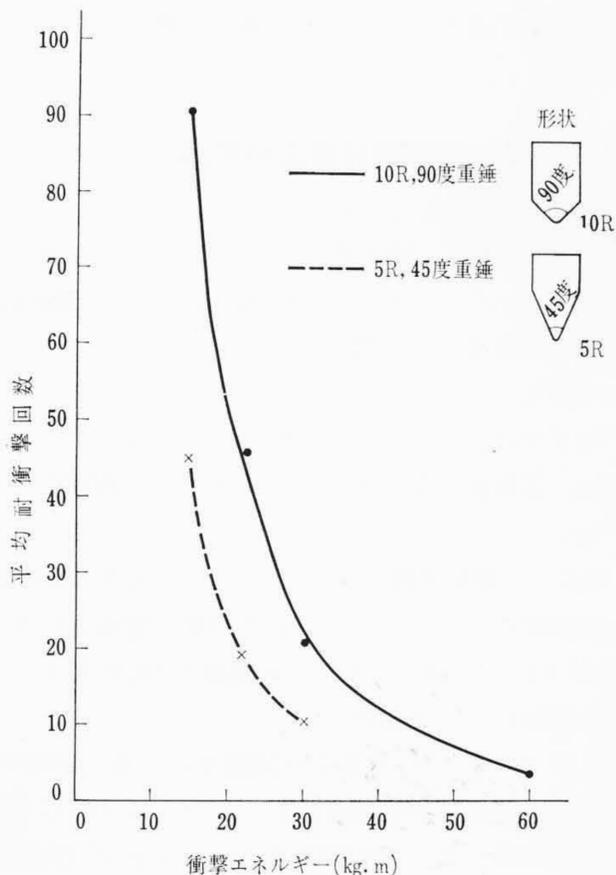
ケーブルの衝撃に対する防爆特性は、坑内での衝撃を仮定した重錘を<sup>(9)</sup>それぞれ第6図に示す8方向のうちA, B, C, D, Eの5方向について、ケーブルの同一個所に連続的に落下させ、ケーブルを損傷させたときの継電器動作率をみる。また継電器が動作するまでの衝撃回数を機械的強度として表わし、各条件下における試験の結果を第2表および第7図に示す。継電器が動作する場合のケーブルの変形残率は30%でほぼ一定している。

また、HCR形ケーブルと坑内用鋼帯がい装電力ケーブルとの耐衝撃性を比較したのが第8図であるが、ゴム充実形のHCR形ケーブルがはるかに強いことがわかる。

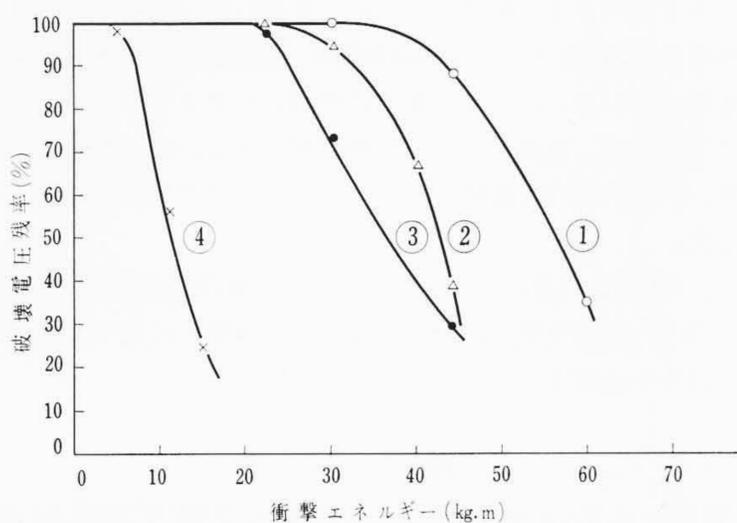
4.2 耐圧縮性

坑内でケーブルが機器や鉄柱にはさまれたり、坑木に押しつぶされたりして、激しい圧縮を受けることを仮定して、各種の圧縮片により、第6図のA, B, Cの3方向に圧縮を加えた。第3表はその結果を示したものであるが、HCR形ケーブルは圧縮に対しては、どのような条件の場合でも必ず継電器が動作し短絡にはならない。

また、HCR形ケーブルにそれぞれ3条件について圧縮荷重を加えた場合、ケーブルの変形残率は第9図に示すとおりであり、ほぼ30



第7図 HCR ケーブルの機械的強度



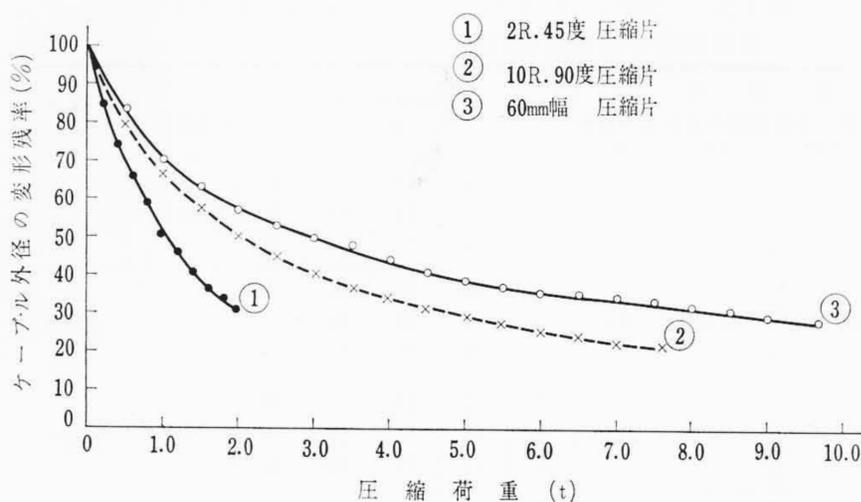
(備考)  
 試料 ① 600 V HCR 形ケーブル (4 RNCT 相当)  $3 \times 30 \text{mm}^2 + 1 \times 14 \text{mm}^2$  : 仕上外径 46mm  
 ② 3 kV プチルゴム絶縁ビニルシース鋼帯がい装ビニル防食ケーブル (BVTAVZ)  $3 \times 30 \text{mm}^2 + 1 \times 8 \text{mm}^2$  : 仕上外径 42mm  
 ③ 3 kV 架橋ポリエチレン絶縁ビニルシース鋼帯がい装ビニル防食ケーブル (CVTAVZ)  $3 \times 30 \text{mm}^2 + 1 \times 8 \text{mm}^2$  : 仕上外径 40mm  
 ④ 3 kV 鋼帯がい装紙ケーブル (PTA)  $3 \times 30 \text{mm}^2$  : 仕上外径 34mm  
 試験条件: 衝撃重錘 重さ 30 kg, 先端 10 R, 90°

第8図 坑内ケーブルの耐衝撃特性

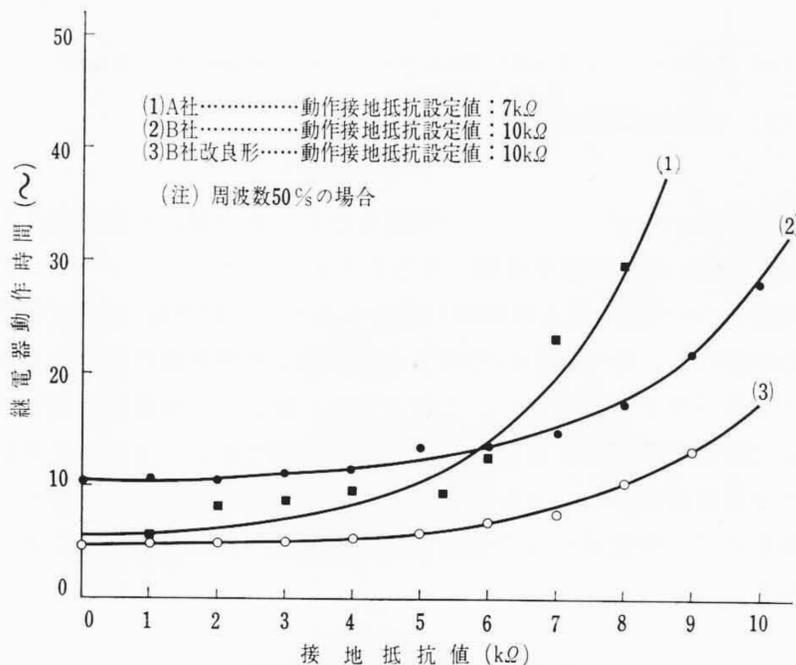
第3表 HCR 形ケーブルの継電器動作の圧縮荷重と継電器動作率

圧縮条件 (圧縮片の形状)	方向	継電器動作のとき圧縮荷重 (t)			継電器動作率 (%)
		1	2	平均	
2R, 45° 重錘	A	1.95	1.80	2.00	100 (6/6)
	B	2.00	1.85		
	C	2.05	2.25		
10R, 90° 重錘	A	6.95	7.55	7.62	100 (6/6)
	B	7.40	7.70		
	C	8.20	7.75		
70mm 幅 平板	A	9.50	8.95	9.68	100 (6/6)
	B	9.95	9.60		
	C	9.40	10.7		

(備考) (1) 供試ケーブル HCR 形ケーブル  $3 \times 30 \text{mm}^2 + 1 \times 14 \text{mm}^2$   
 (2) 動作接地抵抗設定値 7 kΩ  
 (3) 圧力上昇速度 0.5 t/分  
 (4) いずれも警報線心により継電器が動作した。



第9図 圧縮によるケーブル外径の変形残率



第10図 各社接地継電器の動作時間特性

% になったとき継電器が動作する。

4.3 防爆特性の諸問題

衝撃試験の結果、衝撃エネルギーが大きくなった場合、衝撃重錘の先端が鋭くなった場合などには、継電器動作率が低くなっている。これは衝撃エネルギーが大きくなった場合は第4図のとおり電力線心と警報線心との強度差が小さくなり、大きな衝撃エネルギーに耐えられなくなって同時破壊が多くなるためである。HCR 形ケーブル  $3 \times 30 \text{mm}^2 + 1 \times 14 \text{mm}^2$  では、30 kg-m のエネルギーが防爆キャプタイヤケーブルとしての効果を発揮する限度であるといえる。また継電器動作率の悪くなる理由として、継電器、遮断器などの動作時間があげられる。ケーブルに衝撃を加えて、線心が破壊して接地電流が流れる時間を測定してみると 1~16 ~ (0.02~0.32 秒) 程度ある。ところが保護回路の継電器は第10図①において動作接地抵抗設定値を 7 kΩ にし、接地抵抗が 5 kΩ になった場合、接地電流が流れてからトリップするまでは 5~17 ~ (0.1~0.34 秒), 平均 10 ~ (0.2 秒) はあり、それに遮断器の遮断時間 3 ~ (0.06 秒) を加えると、動作するまでは最低 8 ~ (0.16 秒) はかかることになる。

また継電器の保持に必要な入力電流の流れる時間が 2 ~ (0.04 秒) 以上必要となるから、これより接地電流の流れる時間の短い場合は動作しないものも出てくる。

衝撃条件が比較的過酷な場合は、絶縁体の破れるまでが短時間であり、また弾性による回復が速いので、接地電流の流れる時間が、継電器動作時間より短い場合が多く、動作率の悪くなる原因になるわけである。これと反対に圧縮の場合は反発がなく接地電流の流れ

第4表 1,500V HCR形ケーブルの継電器動作までの衝撃回数と継電器動作率

衝撃条件			方向	継電器動作までの衝撃回数				平均耐衝撃回数	継電器動作率(%)
重錘の半径(mm)	重錘の重さ(kg)	落下高さ(m)							
10R (90°)	30 kg	10 m	A	86	59	63	57	71.6	100 (12/12)
			B	49	52	63	61		
			C	130	67	87	85		
		15 m	A	37	21	29	—	27.6	100 (9/9)
			B	21	28	24	—		
			C	28	35	25	—		
		20 m	A	12	19	11	18	14.3	100 (12/12)
			B	12	14	18	10		
			C	17	14	15	12		
5R (45°)	30 kg	10 m	A	31	44	39	—	34.4	100 (9/9)
			B	45	25	34	—		
			C	27	26	38	—		
		20 m	A	9	11	6	—	9.8	100 (9/9)
			B	10	10	11	—		
			C	11	11	7	—		

- (1) 供試ケーブル：1,500V HCR形ケーブル 3×38mm<sup>2</sup>+1×22mm<sup>2</sup>, 仕上外径 58mm
- (2) 動作接地抵抗設定値 7kΩ

る時間が長いので、このような問題もなく、電力線心の強度差も加えて、100%の動作率を発揮できるのである。さらに、ケーブルの方向性については、最も短絡の可能性のあるのはB方向で、必ず警報線心が動作し、そのほかの方向でも比較的よく警報線は動作して方向によるバラツキは少ない。このように、線心間に強度差を設けることは防爆を確実にするためには、最も必要である。また、この試験では鉄製重錘がシースを破り、重錘を介して短絡するのがすべてであるので、今後シースの強度を向上させなければならないことがわかる。

### 5. 接地線心の誘起電圧

坑内機器が大容量化し、また使用するケーブルが長尺化してくると、接地線心にわずかではあるが電圧が誘起されてくる。誘導には、静電誘導と電磁誘導があるが、いずれも、つぎに述べるとおり、ケーブル構造上解決することができる。

#### 5.1 静電誘導

HCR形ケーブルでは半導電性クロロプレンで各電力線心をおおっており、完全に静電遮へいを施してあるので接地線心の片端が接地されていれば、接地線心に誘起される電圧は0となる。しかし接地されていない場合は三相交流電源の中性点が大地に対して浮くことになり誘導を起こす。したがって必ず接地しなければならない。

#### 5.2 電磁誘導

HCR形ケーブルも含め従来から使用されているケーブルは、ほとんど電力線心3本と接地線心1本の4心形である。このため、接地線心対電力線心3本の距離のアンバランスによる電磁誘導で、接地線心にわずかではあるが電圧を誘起する。たとえば第1図のHCR形ケーブルのように、接地線心が各電力線心から非対称な位置にあって、3本の電力線心にそれぞれ  $I_a, I_b, I_c$  なる三相交流電流が流れ、接地線心とこれらの電力線心との誘導リアクタンスをそれぞれ  $X_a, X_b, X_c$  とすると接地線心に誘起される電圧は(2)式によって与えられる。

$$E = X_a I_a + X_b I_b + X_c I_c \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $X_a \approx X_b = X_c$

の場合は接地線心に電磁誘導によって電圧を生じるが、95kW用300mのケーブルで接地が完全であれば、起動時においても3V程度で問題ないと考えられる。将来、大電流の必要なケーブルまたは条長が長

い場合は、接地線心が各電力線心から対称な位置にあるケーブル構造とすべきである。

### 6. 回路電圧昇圧の問題

最近、採炭機械の大容量化にともなって、昇圧の問題ができてきた。すなわち、これまで440V、95kWのコールカッターを使用していたのが、200kWになると、ケーブルも50mm<sup>2</sup>から150mm<sup>2</sup>が必要となり、坑内での取扱いが困難となり、そこで回路電圧の昇圧が必要となるのである。

ヨーロッパなどでは、すでに坑内ケーブルが高圧化されているが、わが国では、石炭鉱山保安規則によって、まだ600Vまでしか認められていない。

このたび、特に、三菱鉱業株式会社において1,100V、200kWコールカッターを試験的に採用したので、その移動用電線として、1,500V級3×38mm<sup>2</sup>+1×22mm<sup>2</sup>ブチルゴム絶縁のHCR形ケーブルを必要とし、日立電線がこれを製作した。

1,500V HCR形ケーブルは、実用上は問題ないと考え、600V HCR形ケーブルと同様、絶縁体の補強を施し、シースには新しく開発した特殊配合による耐摩耗性・耐引裂性のクロロプレン(商品名タフブレン)を使用した。試験は600V以上に過酷な条件ではあったが第4表に示すような100%動作の結果を示した。1,500V級のため絶縁厚さ、外径、サイズなどの違いがあつて、前述の600V HCR形ケーブルとそのまま比較することはできないが、それでも、これまでの600V HCR形ケーブルの防爆特性、機械的強度を大幅に上回る特性を示している。これは、新たに使用したタフブレンが、衝撃によっても裂けず、重錘を介して短絡を起こさないからである。したがって、今後は600V HCR形ケーブルにもタフブレンを採用することにした。

また、1,100Vに昇圧しても、ケーブル自体の安全度、機械的強度が高いので、保守を完全に行なえば使用上600Vに比べ、問題になることはないと考えられる。

### 7. 結 言

HCR形ケーブルの防爆特性とその問題点、1,500V HCR形ケーブルの試験結果について述べたが、現に、炭坑においては、HCR形ケーブルによって、事故を未然に防ぎ得たということも報告されている。シースの強度を上げたことにより、高い衝撃の場合も完全に動作することが確かめられた。

終わりに、ご指導を賜わった三菱鉱業株式会社、北海道炭硯汽船株式会社のかたがた、実験に協力された検査・製造課のかたがたに感謝の意を表する次第である。

### 参 考 文 献

- (1) JIS C 3311 (1961) : クロロプレンキャブタイヤケーブル
- (2) BS 708 (1957) : Trailing Cable for Mining Purposes.
- (3) IPCEA Pub. No. S-19-81 (1961) Rubber-insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy.
- (4) VDEO 250 (1961) : Specifications for Cable and Flexible Cords for Electric Power and Lighting.
- (5) 杉山, 定行: 日立評論 41, 1355 (昭 34-10)
- (6) 九州炭鉱保安技術研究所報告 (昭 16)
- (7) 特許第 287989 号
- (8) 実願 昭39-24215
- (9) JIS C 3004 (1962) : ゴム絶縁電線試験方法