

ポリエチレン充実型同軸ケーブルに関する研究

堀口二三男* 山本三郎** 庄司一男***

Studies on the Solid Type Polyethylene Insulated Coaxial Cables

By Fumio Horikuchi, Saburō Yamamoto and Kazuo Shoji
Hitachi Wire Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

As the radiocommunication on the short wave has made a remarkable development a demand on high frequency cables has shown a rapid increase, and, at the same time, an extremely high grade of characteristics, including uniformity and low attenuation loss in very high frequency band, high flexibility, etc., has become essential requirements for these cables.

In order to satisfy such requirements, we have produced the solid type polyethylene insulated coaxial cable with the construction as specified below.

Inner conductor.....Stranded copper wire
Insulation.....Polyethylene (lately imported)
Outer conductor.....Braided copper wire
Outer protective jacket.....Polyvinyl chloride

We have studied on the electrical and mechanical characteristics of this type of cable. As compared with the sponge rubber insulated cable and cup type polystyrene insulated cable, our coaxial cable has verified several outstanding features as summarized below.

(1) Suitable for mass production and easy to provide in manufacture the uniform characteristic.

(2) Mechanical characteristics are superior to those of the other cables, being especially excellent in the resistance to compression.

(3) Owing to the excellent characteristics of polyethylene at high frequency, the attenuation of this cable is similar to the old spacer type cable, which features the low attenuation characteristic.

(4) As the permittivity of polyethylene is constant, the coaxial cable of desirable impedance can be easily manufactured.

[I] 緒 言

最近に於ける無線通信の発達は顕著なるものがあり、その使用周波数は短波(6~30 MC), 超短波領域(30~300

MC) より極超短波領域(300~4,000 MC)に迄も達した。これに伴い高周波ケーブルの需要が急増し、しかもこれに要求される特性は非常に高度のものとなつてきた。

従来我国に於ては、家蚕糸で中心導体を保持した釣糸型、ステアタイトの円板又は皿型等の隔離体を使用した

* ** *** 日立製作所日立電線工場

間歇型の同軸ケーブルが製作されてきたが、不均等性、重量及び可撓性等の問題が残っており——このケーブルは減衰量の少いことが特長であるが——現在はあまり使用されていない。又可撓性を附与する為に中心導体の支持物としてポリスチロール樹脂粉末を釣鐘状に成型したものをを用い、空気を絶縁層として電気的特性の向上を計つたものや、スポンジゴムを使用したものもあるが、このような構造のケーブルは機械的に弱く、破損のおそれがあり、信頼性に欠けている。しかも最近のようにケーブルが極超短波に迄も使用せられるようになると従来の絶縁物では高周波損失が多く、反射を起したり、又絶縁耐力が低い等の欠点があるので充実型の構造が希望せられる。

このように減衰損失が少く、しかも充実型の構造とする為には使用する絶縁物の高周波特性は非常に優れておることが必要であるが、最近輸入されたポリエチレンはエチレンの重合体でパラフィン系の有機物であるから、その誘電率、誘電体損失角は従来の絶縁物よりも小さくしかも十分な硬度と弾力性がある為に充実型同軸ケーブルの絶縁体としては最適のものである。

日立製作所に於てはこのポリエチレンを用いた各種類の高周波ケーブルを製作しているが、本報に於てはそのうち充実型同軸ケーブルの特性について種々検討した結果を報告したいと思う。

〔II〕 ポリエチレンの性能

ポリエチレンはエチレンを超高圧の下に加熱重合させたメチレン基からなる平面ジグザグの長鎖状分子で、所々に側鎖をもつ巨大イソパラフィンである⁽¹⁾。

従つてパラフィンと類似の性質をもっているが、その特性は分子量によつて大きく左右され、低分子量のものは潤滑油に適し、中位のものはいりワックス状で、高分子量のものはいり白色パラフィン状である。高周波絶縁物として使用するはこの中の高分子量(平均分子量 18,000~20,000 附近)のものであるがその主な性質を挙げれば

(1) 熱可塑性を有し、流動温度は 104°C で加工が容易である。それ故ケーブル被覆は押出機により完成される。

(2) 機械的に強靱でしかも適度の弾性があり、低温に於ても (-50°C 附近迄) その性質を失わない。

(3) 誘電率及び誘電体損失角は周波数及び温度に殆ど影響を受けず一定で、しかもその値は従来の絶縁物に比して非常に小さい。

(4) 体積固有抵抗及び耐電圧が高い。

(5) 透湿率は極めて小さくしかも水に濡れ難い。

我国ではポリエチレンは量産の域に至つておらないの

で現在我々が使用しているのは英国 I.C.I. 社、米国ベークライト社及びデュポン社より輸入した製品である。

第 1 表にベークライト社で販売しているポリエチレン DE-3401(高周波用)⁽²⁾と再生品について性能試験をした結果を示す。表中高周波特性の測定は 1 MC は理研電具製の同調抵抗置換法損失角測定装置により、200 MC は横河電機製の線長変化法誘電体測定装置によつたものである。又抗張力及び伸は 3 号亜鉛型試験片をショットパー型試験機で測定したものである。

従来使用されたポリスチロールもその高周波特性は非常に優れているが、加圧加熱成型したポリスチロールを長期間放置するときには失透——表面から白くなり透明さが失われる——を起し、このよつたポリスチロールは吸湿し易く、誘電体損失角が著しく増大するのでケーブルの減衰量を増加する欠点がある。

ポリエチレンも樹脂そのものは酸素の存在の下では、100°C 以下の温度でも徐々に酸化を起し、物理的、電氣的の性能が劣化するが、酸化防止剤を加えるとこれを防ぐことができる。加えられる酸化防止剤の量は僅かなものではあるが——通常 0.5% 位——その効果は大きく、この例を第 2 表に示す。

第 2 表はポリエチレン DE-3401 及びポリエチレンス

第 1 表 ポリエチレンの特性

Table 1. Properties of Polyethylene Compounds

項 目	測 定 条 件	DE-3401	再生ポリ エチレン
比 重	20°C	0.92	0.92
硬 度 (JES)	同上	94	92
弾 性 (ショッフ式)	同上	24	23
抗 張 力 (kg/mm ²)	老 化 前	1.26	1.17
	90°C 24 時間後	1.36	1.03
	90°C 72 時間後	1.26	1.07
	90°C 120 時間後	1.35	1.14
伸 (%)	老 化 前	685	640
	90°C 24 時間後	650	610
	90°C 72 時間後	686	660
	90°C 120 時間後	693	640
誘 電 率	1 MC	2.31	2.32
	200 MC	2.30	2.35
誘電体損失角	1 MC	0.00012	0.00014
	200 MC	<0.0002	<0.0002
耐 電 圧 (kV/mm)	20°C	38.2	37.7
体積固有抵抗 (Ω-cm)	同上	3.0×10 ¹⁶	2.0×10 ¹⁶

第2表 誘電特性と老化との関係

Table 2. Relation between Dielectric Characteristics and Aging

老化試験装置の種類	老化時間 (hrs)	DE-3401		再生ポリエチレン	
		誘電率	誘電体損失角	誘電率	誘電体損失角
紫外線照射試験機	0	2.31	0.00010	2.31	0.0011
	5	2.31	0.00014	2.34	0.0012
	19	2.33	0.00030	2.33	0.0012
	94	2.32	0.00024	2.38	0.0011
	122	2.36	0.00028	2.36	0.0012
ビラー・デビス氏高圧酸素老化試験機	5	2.32	0.00015	2.35	0.0010
	11	2.34	0.00024	2.37	0.0011

第3表 誘電特性と吸水量との関係

Table 3. Relation between Dielectric Characteristics and Water Absorption

浸漬日数* (days)	試料重量 (gr)	浸漬後重量 (gr)	吸水量** (mg/100cm ²)	誘電特性	
				誘電率	誘電体損失角
0	—	—	0	2.31	0.00013
1	2.63715	2.63715	0	2.32	0.00016
2	2.56850	2.56852	0.07	2.34	0.00013
3	2.77860	2.77861	0.04	2.34	0.00019
4	3.00190	3.00193	0.08	2.32	0.00022
15	2.94682	2.94683	0.03	2.32	0.00018

* 常温の蒸留水中に浸漬した。

** 吸水量が非常に小さいのでこの数値は誤差範囲内にある。

クラップ——何れも酸化防止剤を含む——を成型した試料を紫外線照射試験機及び 52°C 18 気圧のビラー・デビス氏高圧酸素老化試験機で一定時間老化したものの高周波特性を周波数 6.5 MC で測定した結果であるが、酸化防止剤の効果が顕著に表われている。

同様にポリエチレンの吸湿度も僅かで、第3表に示すように高周波特性に及ぼす影響は殆ど無く、長期間安定に使用出来る。

[III] 同軸ケーブルの電気定数

同軸ケーブルに於ける電波伝送の問題に関しては、今迄に Schelknoff⁽³⁾ によつて理論的に十分研究し尽されているが、ケーブルを製作するに当つては無線機器と協調をとる必要があるから、同軸ケーブルの電気定数の吟味はケーブル設計上重要な問題である。

(1) 一次定数

同軸ケーブルの一次定数即ち実効抵抗 R ・インダクタ

ンス L ・静電容量 C 及び漏洩量 G は次のように示される。

$$R = 2\sqrt{f} \left(\frac{\sqrt{\rho_1}}{d_1} + \frac{\sqrt{\rho_2}}{d_2} \right) \times 10^{-3} \text{ } \Omega/\text{km} \dots (1)$$

$$L = 0.2 \log_e \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\pi\sqrt{f}} \left(\frac{\sqrt{\rho_1}}{d_1} + \frac{\sqrt{\rho_2}}{d_2} \right) \text{ mH/km} \dots (2)$$

$$C = \frac{0.0556 \epsilon_0}{\log_e \frac{d_2}{d_1}} \text{ } \mu\text{F/km} \dots (3)$$

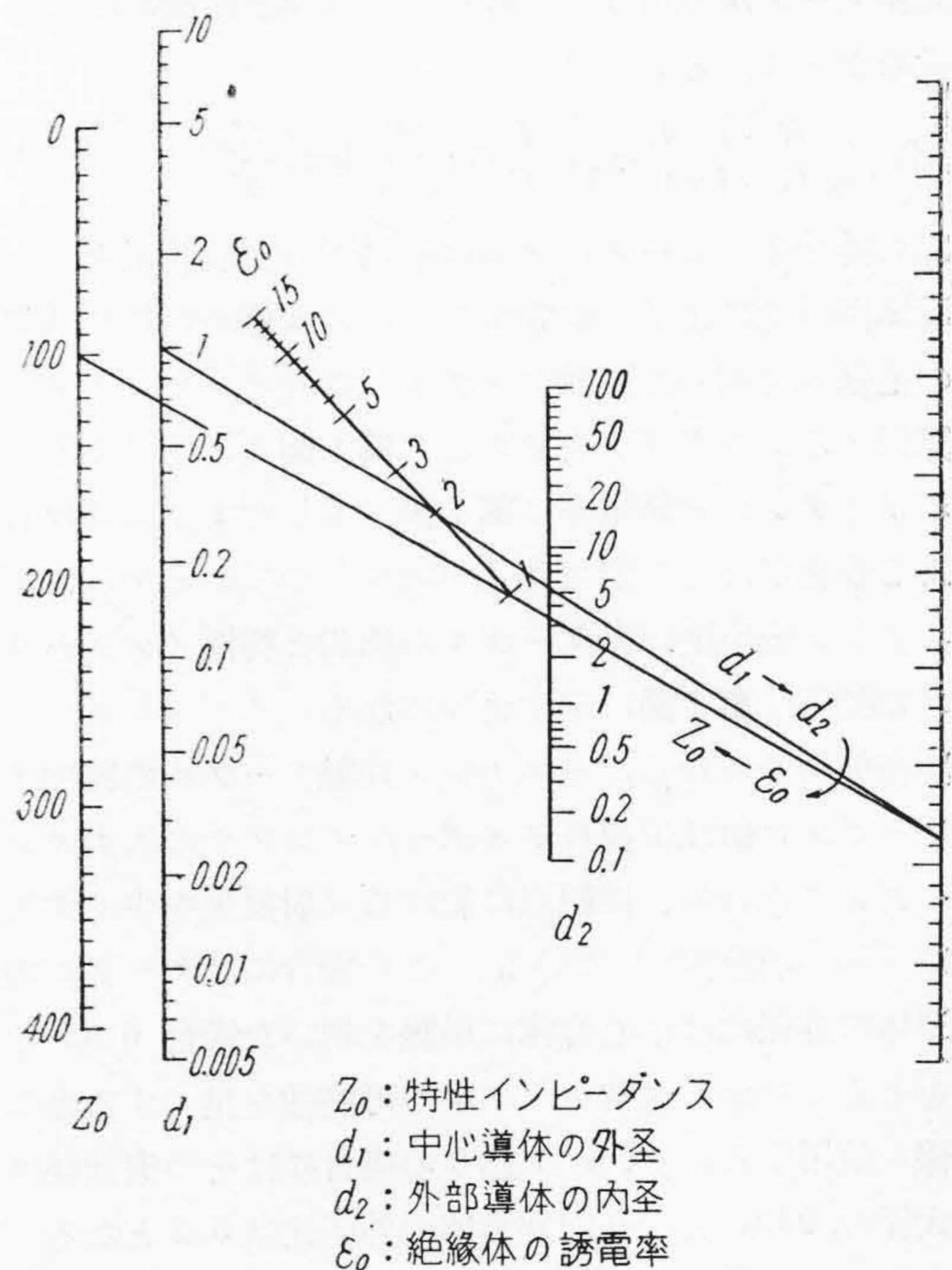
$$G = 2\pi f C \tan \delta_0 \dots (4)$$

- 但し d_1 : 中心導体の外径 (mm)
- d_2 : 外部導体の内径 (mm)
- ρ_1 : 中心導体の比抵抗 (C.G.S.e.m.u.)
- ρ_2 : 外部導体の比抵抗 (C.G.S.e.m.u.)
- f : 周波数 (Hz)
- ϵ_0 : 絶縁層の合成誘電率
- $\tan \delta_0$: 絶縁層の合成誘電体損失角

即ち(4)式よりケーブルの損失を少なくするためには合成誘電率と合成誘電体損失角の小さい絶縁体を使用せねばならぬことがわかる。

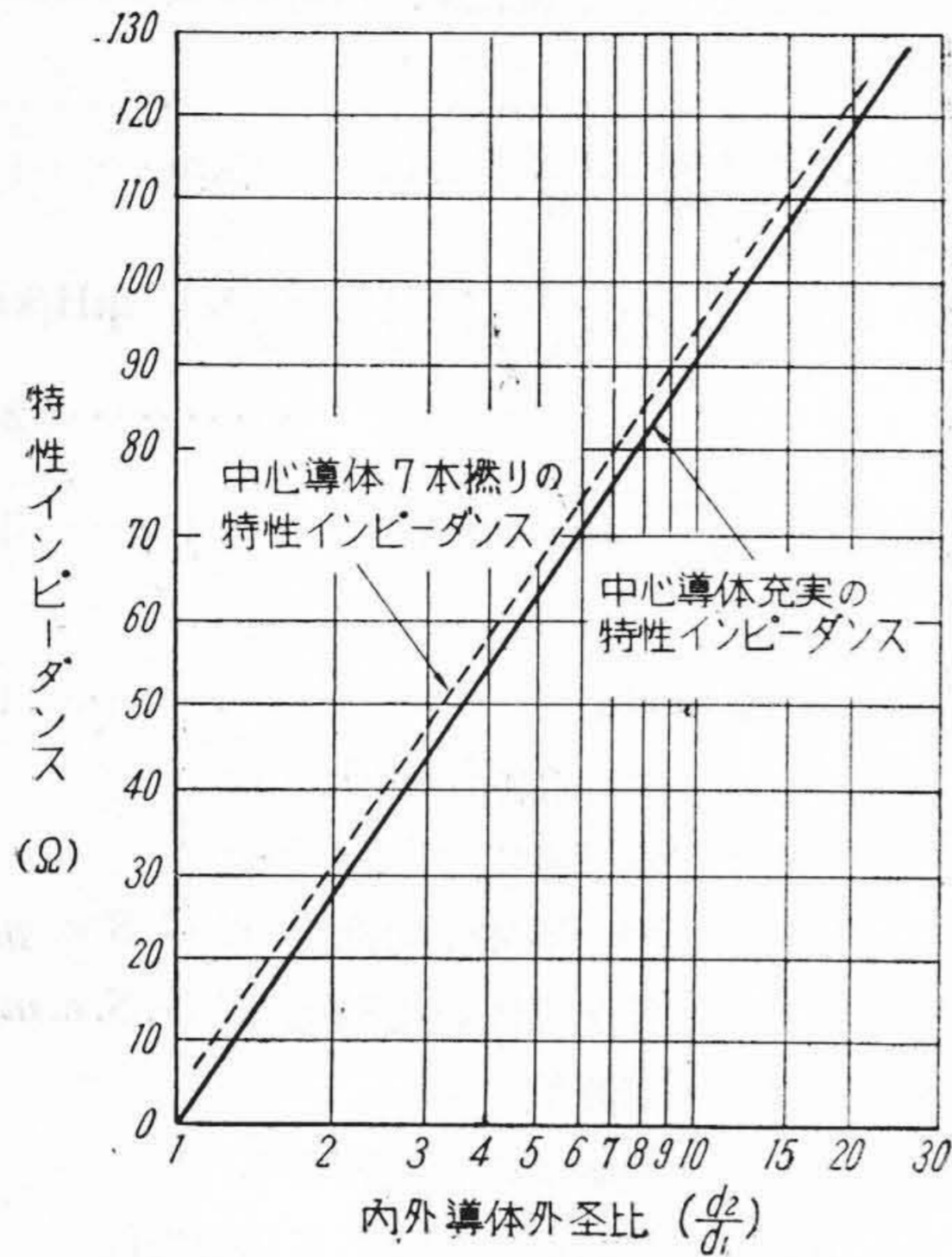
(2) 二次定数

(A) 特性インピーダンス



第1図 同軸ケーブルの特性インピーダンスを求める図表

Fig. 1. Calculating Diagram of Characteristic Impedance of Coaxial Cables



第 2 図 ポリエチレン充実型同軸ケーブルの構造とインピーダンスとの関係

Fig. 2. Relation between Characteristic Impedance and Construction of Solid Type Polyethylene Insulated Coaxial Cables

同軸ケーブルの特性インピーダンス Z_0 は高周波では下式のようになる。

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} \approx \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_0}} \log_e \frac{d_2}{d_1} \quad \dots (5)$$

即ち特性インピーダンス値は絶縁層の合成誘電率と内外導体径の比によつて決定する。この関係から任意誘電率の絶縁体を用いた同軸ケーブルの特性インピーダンスを算出するノモグラフを求めると第 1 図のようになる。

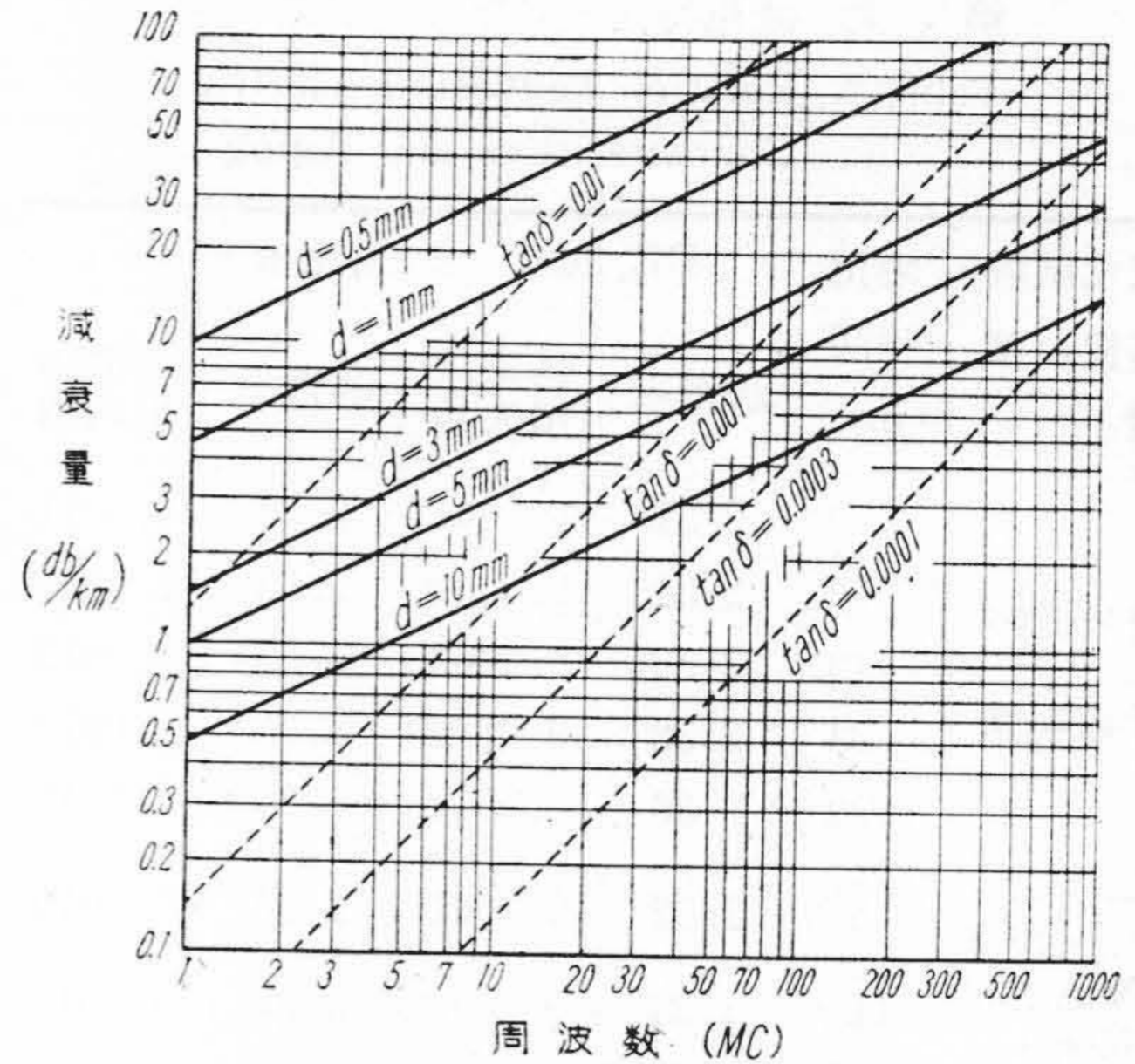
ポリエチレンの誘電率は第 1 表に示したように周波数による変化がなく一定で 2.3 の値をもっているから、ポリエチレン充実型同軸ケーブルの構造と特性インピーダンスの関係は第 2 図に示すようになる。

現在使用せられるポリエチレン同軸ケーブルの特性インピーダンス値は半波長ダイポールアンテナの入力インピーダンスに合せ、接続点に於ける反射損失を少なくする為に 75Ω を標準としている。この場合にはケーブル内外導体の外径比は中心導体に単線を用いた場合 6.65 の値をとる。しかし通常ケーブルの可撓性を良くする為に撚線を使用するので、7 ケ撚りの場合にはその実効径は最大径の 93% となり内外導体の外径比は 6.2 となる。

(B) 減衰定数

減衰定数 β は

$$\beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad \dots (6)$$



第 3 図 抵抗減衰量及び漏洩減衰量と周波数との関係
Fig. 3. Relation between Frequency and Attenuation ascribed to Conductor Resistance and Dielectric Loss Angle

として求められる。この式の第 1 項は導体による抵抗減衰を、第 2 項は絶縁体による漏洩減衰を表わす。これらを β_r 及び β_g とすると、

$$\beta_r = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} = \frac{\sqrt{\epsilon_0} f}{60} \left(\frac{\sqrt{\rho_1}}{d_1} + \frac{\sqrt{\rho_2}}{d_2} \right) \log_e \left(\frac{d_2}{d_1} \right)$$

$$= \frac{\sqrt{f}}{Z_0} \left(\frac{\sqrt{\rho_1}}{d_1} + \frac{\sqrt{\rho_2}}{d_2} \right) \times 10^{-3} \text{ NP/km} \dots (7)$$

$$\beta_g = \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{\pi}{3} \cdot f \cdot \tan \delta_0 \cdot \sqrt{\epsilon_0} \times 10^{-5}$$

$$\text{NP/km} \dots (8)$$

即ち抵抗減衰量はケーブル外径の大きくなる程又合成誘電率の小さい程小となる。なお (7) 式中前項 $\frac{\sqrt{f\rho_1}}{Z_0 d_1}$ は中心導体による減衰量を $\frac{\sqrt{f\rho_2}}{Z_0 d_2}$ は外部導体による減衰量を表わすから、内外導体に同一比抵抗の金属を使用する場合には外部導体の減衰量は内部導体の $\frac{d_1}{d_2}$ 倍となる。

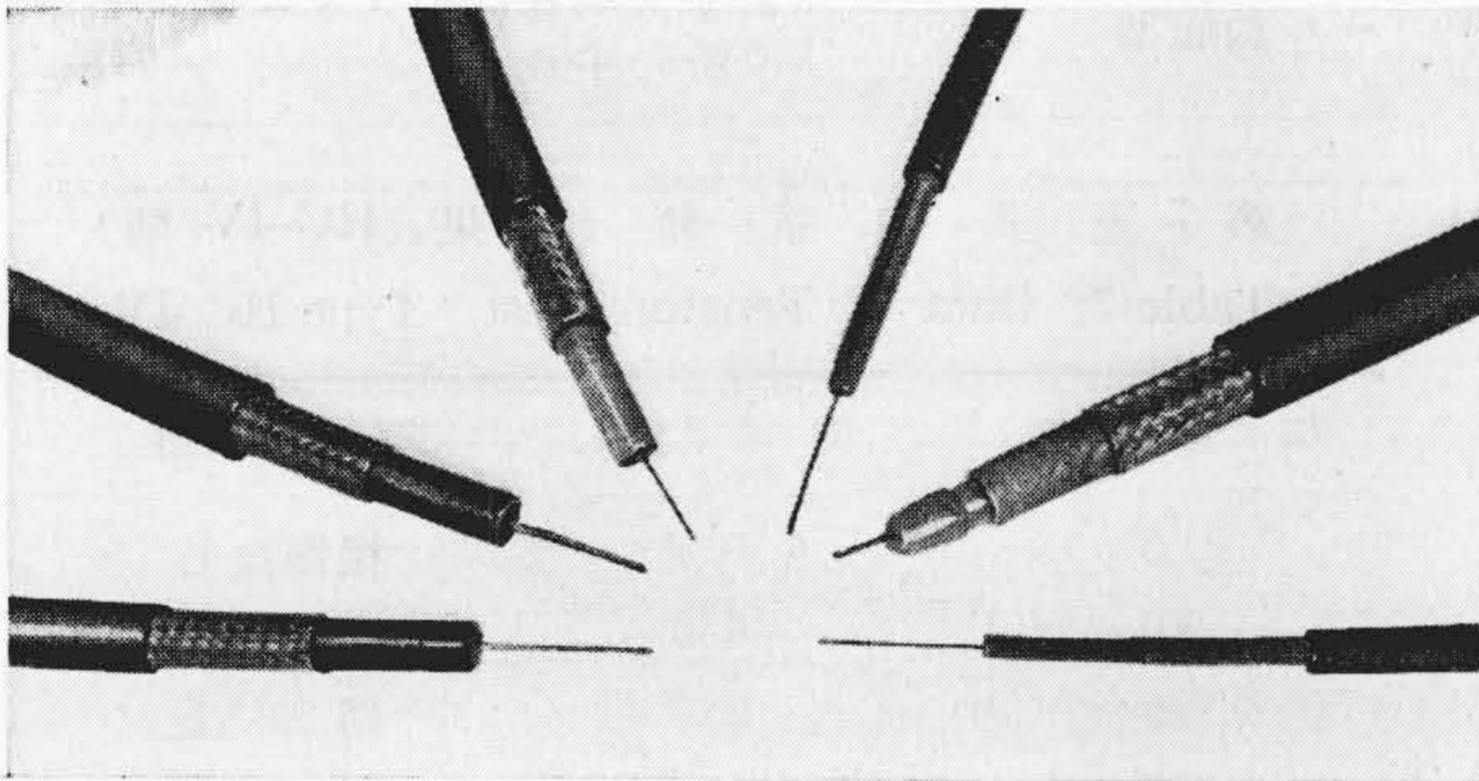
漏洩減衰量も (8) 式よりこれを少なくする為には合成誘電率及び合成誘電体損失角を小さくしなければならないが、これは低周波に於ては抵抗減衰量に比し無視し得る程度である。しかし抵抗減衰量が周波数の平方根に比例するに反し、漏洩減衰量は周波数に比例するから極超短波にもなるとその量は第 3 図に示すように無視出来なくなる。即ち絶縁材料の選択が非常に重要となる。

第 3 図は合成誘電率 2.3、導体として銅棒 (比抵抗 :

第4表 ポリエチレン同軸ケーブルの構造と規格
Table 4. Construction and Specification of Polyethylene Insulated Coaxial Cables

型式	中心導体	絶縁層	外部導体	外層保護被覆	*** 試験電圧 V/1分	*** 絶縁抵抗 MΩ/km (20°C)	特性 インピー ダンス (Ω)	波長 短縮率 (%)	重量 gr/m	用途
HC-I	軟銅撚線* (7/0.18)	ポリエチレン 充実型	軟銅線編組** (24/5/0.14)	塩化ビニル	1,000	1,000	75±3	67±2	50	高周波機器内部配線
HC-II	同上 (7/0.26)	同上	同上 (24/6/0.14)	同上	同上	同上	同上	同上	85	高周波機器接続コード
HC-III	同上 (7/0.4)	同上	同上 (24/8/0.18)	同上	同上	同上	同上	同上	160	同上
HC-IV	同上 (7/0.5)	同上	同上 (24/10/0.2)	同上	同上	同上	同上	同上	250	局内外饋電線

* 0.18mm の軟銅線の 7 本撚を表わす。
** 0.14mm の軟銅線の 5 本持ち 24 打を表わす。
*** この値は規格値で実際の値はこれよりはるかに大きい。



第4図 可撓性同軸ケーブル
Fig. 4. Several Types of Flexible Coaxial Cables

1.77×10⁻⁸ Ω/m) を用いた場合の抵抗及び漏洩減衰量の周波数特性である。

(C) 位相定数

位相定数 α は

$$\alpha = 2\pi f\sqrt{LC} \quad \text{radian/m} \dots \dots \dots (9)$$

で示され、伝播速度 v は

$$v = \frac{\omega}{\alpha} = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{\epsilon_0}} \quad \text{m/sec} \dots \dots (10)$$

即ちケーブルの波長短縮率は $\frac{1}{\sqrt{\epsilon_0}}$ として与えられる。

[IV] ポリエチレン同軸ケーブルの構造

ポリエチレン同軸ケーブルは最近警察無線を初めとして国内至る所で使用されるようになったがその性能として強く要求される点を挙げると、

- (1) 特性インピーダンス値が正確でしかもケーブル

第5表 ポリエチレン同軸ケーブルの構造
Table 5. Construction of Polyethylene Insulated Coaxial Cables

型式	A	B	C	D
HC-I	0.56	3.3	3.9	6.0~7.0
HC-II	0.78	4.8	5.4	7.5~8.5
HC-III	1.20	7.4	8.2	10.0~11.0
HC-IV	1.50	9.3	10.2	13.0~14.0

参 考 図

軟銅線 ポリ
 エチレン
軟銅線
編組 塩化ビニル

- 全長に亘つて均等であること。
- (2) 減衰量の少いこと。
- (3) 絶縁耐力の大きいこと。
- (4) 機械的に強く可撓性があること。
- (5) 湿気及び日光、薬品に耐え長期間安定であること。

ポリエチレン同軸ケーブルの標準の型を第4図及び第4表、第5表に示す。

これらの要求される性能と構造との関係を述べると、
(1) 特性インピーダンス値の正確なケーブルを作るには充実型の構造が最適である。しかも充実型にすれば製造時に於いて中心導体の偏心とポリエチレンの外径変動を少なくすることは容易で、ケーブル不均等性が少くなりポリスチロール釣鐘型のような間歇型の構造に考えられる超高周波に於ける帯域阻止作用の心配もなくなる。又機械的強度も大きく後述するように 60 kg/cm の荷重

を加えても残留歪（永久変形）は無視出来る程小さい。

(2) 可撓性をよくする為には中心導体に撚線を、外部導体に軟銅線編組を使用するが、このようにすると内外導体の螺旋、近接、接触抵抗等の諸効果により充実導体を使用する場合よりも減衰量を増し(2)の条件と矛盾する。しかし現在では無線機器との関係から減衰量を少し犠牲にしても適度の可撓性をもたせる必要がある。

上述のように可撓性を与えしかも損失を少なくするためには外部導体の編組角度——編組素線のケーブル軸と作る角度——を適当に選定すればよい。編組角度が 0° 即ちケーブル軸方向に平行の場合は外部導体による減衰損失は最小となる。可撓性をよくするには 90° に近い角度にすればよい。われわれはこの両者の関係から減衰量をあまり増加せずしかも可撓性も十分もつ最適編組角度として 35~45° の値を用いている。

(3) 又充実型の構造にすればポリエチレンの特性と相俟つて湿気の浸入による損失の増加は全くなく長期間安定である。更に苛酷な方法としては水中での使用が可能であり絶縁耐力も非常に大きくなる。

[V] ポリエチレン同軸ケーブルの機械的性質

ポリエチレン同軸ケーブルの機械的性質を耐加圧性、耐張力性及び可撓性に分けて述べる。

(1) 耐 加 圧 性

最近のように同軸ケーブルが移動無線装置に使用されるとケーブルに重量物が乗る心配が多分にある。それ故にケーブルは機械的に強くなければならないが、ポリエチレン同軸ケーブルは充実型にすることによつてこの問題を解決した。第 6 表に従来使用されたポリスチロール釣鐘型及びスポンジゴム充実型ケーブルとポリエチレンケーブルの耐加圧性を比較した結果を示す。試料長は 5 cm でアムスラー型万能試験機で 1 分間加圧したものである。

これよりみてもポリスチロールのようなものは破損してしまうが、ポリエチレンは 60kg/cm の荷重が加わつても 12 時間後には僅か 1% 位の変形しか残つておらず完全に復元したとみなされる。しかし弾力性のあるスポンジゴムでも 60kg/cm の荷重では 10% 以上も変形が残つており、断面は楕円状となり伝送特性の変化が生じておることは明瞭である。

(2) 耐 張 力 性

更に HC-IV 型ケーブルのように局内外の饋電線として使用する場合にはアンテナより発振器又は受信器迄相当の長さを垂直に張下することがある。このためにはケーブルは垂直荷重に対し伸びないことが必要である。

第 7 表には HC-IV 型ケーブルの両端にケーブルヘッ

第 6 表 加 圧 試 験 結 果

Table 6. Data of Compression Test

ケーブルの型式	荷 重 (kg/5cm)	加圧中の変形率 (%)	荷重除去 20分後の変形率 (%)	荷重除去 12時間後の変形率 (%)
ポリエチレン充実型 (HC-IV型)	50	3.13	0.22	0.074
	100	4.27	0.44	0.073
	150	7.75	0.89	0.37
	200	9.36	1.03	1.66
	300	12.31	1.55	1.03
スポンジゴム充実型	50	36.1	5.87	5.28
	100	43.0	8.89	7.80
	150	44.3	9.76	8.71
	200	46.1	12.0	10.2
	300	48.5	16.8	11.4
ポリスチロール釣鐘型	90	ポリスチロールスペーサーに亀裂入る		
	150	ポリスチロールスペーサー完全に粉碎する		

第 7 表 張 力 試 験 結 果 (HC-IV 型)

Table 7. Data of Tension Test (Type HC-IV)

加 重 (kg)	伸 (%)	破損の状態
5	0	損傷なし
10	0.3	同 上
20	0.7	同 上
25	1.0	同 上

ドを取付け張力試験を実施した結果を示す。

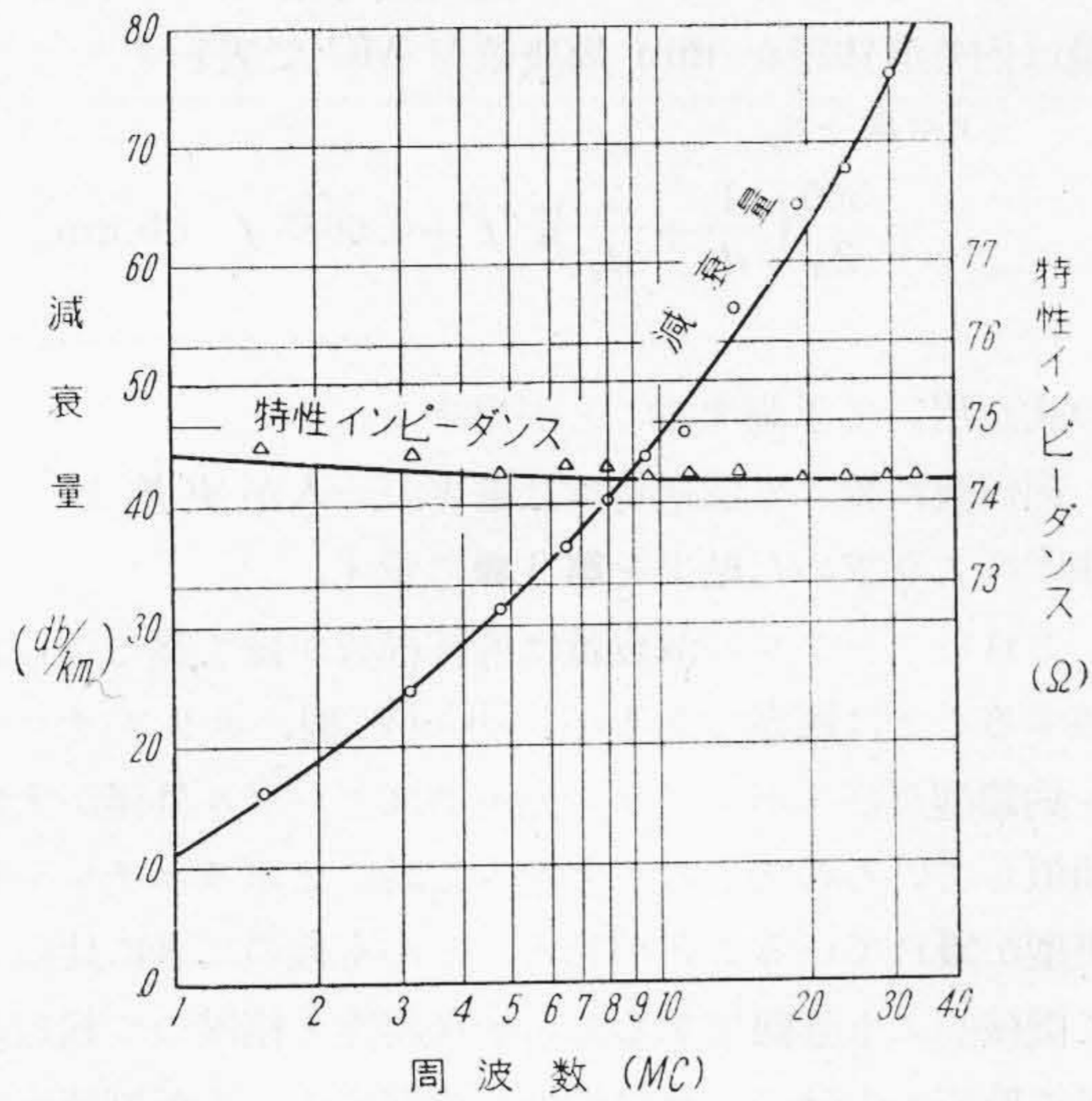
即ち 25 kg 荷重(ケーブル 100m の自重)でもその伸びは僅か 1% であるから実際の使用——最大約 50m——に当つては問題とならないことが判る。

(3) 可 撓 性

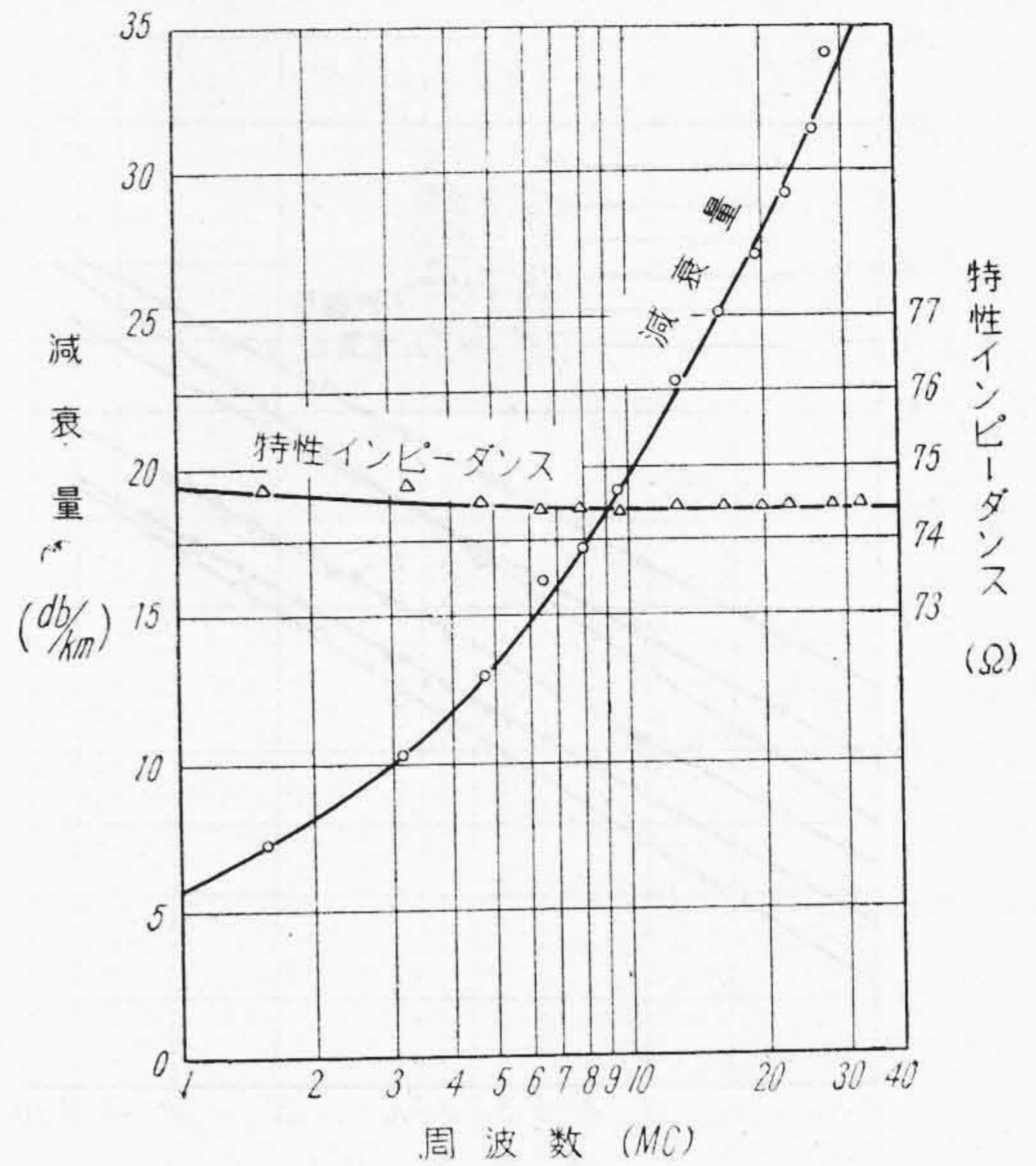
ポリエチレンケーブルは充実型の構造としてもポリエチレン自身が適度の弾性をもつている為可撓性は従来のスポンジゴム及びポリスチロール釣鐘型に比較して遜色はない。ケーブルを -20°C の低温槽中に 2 時間保持した後取出し、直ちに自己径の 10 倍に屈曲しても破損その他何ら異常はなかつた。又同様に低温槽より取出し真直に張つた 3m のケーブルを両端を固定し土半回転 20 往復の振り試験を実施したが破損は認められなかつた。

[VI] ポリエチレン同軸ケーブルの傳送特性

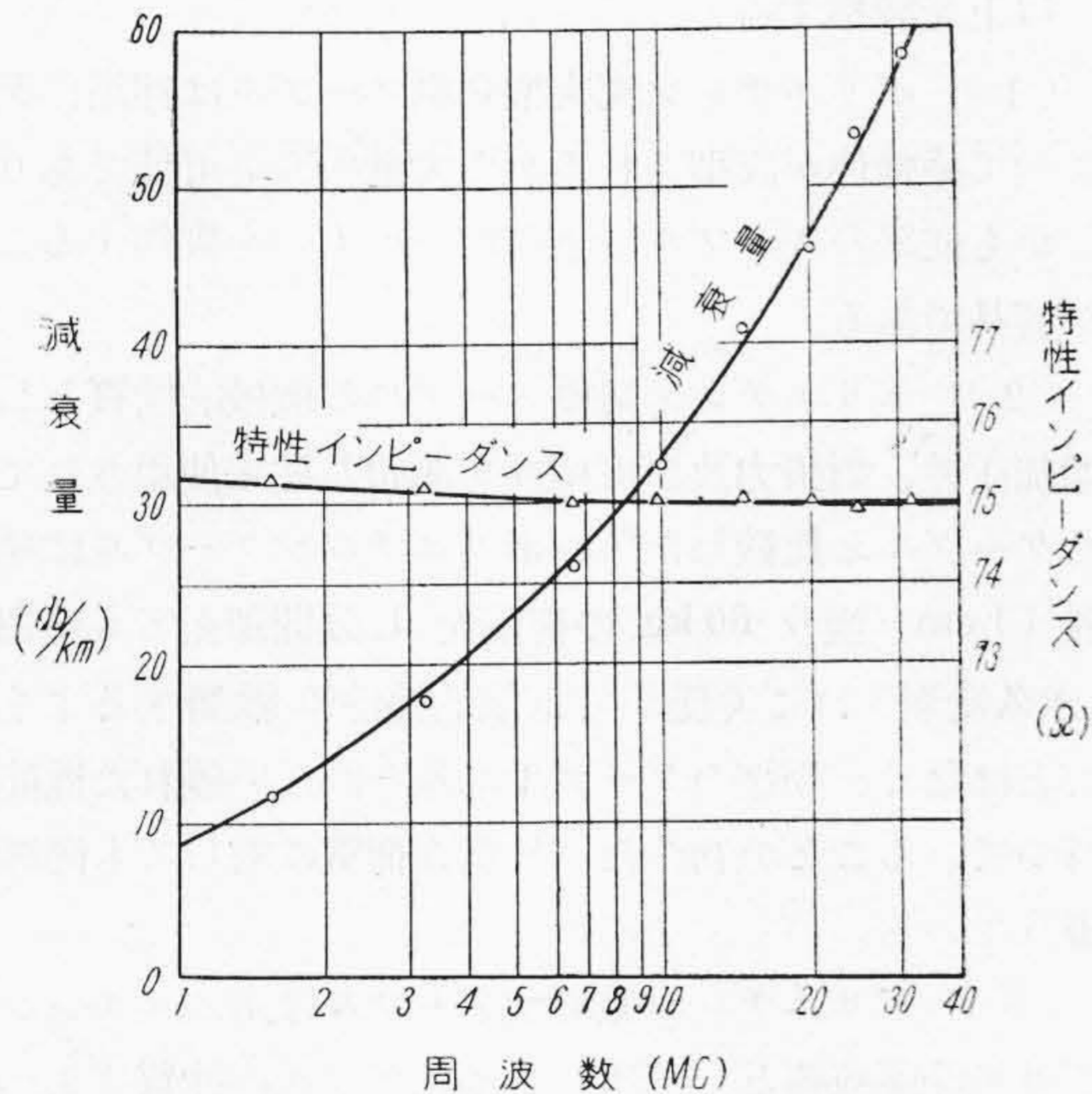
ポリエチレン充実型同軸ケーブルの短波帯に於ける特性を同調抵抗置換法⁽⁴⁾及び電圧電流計法⁽⁵⁾によつて測定した結果は第 5・6・7・8 図に示すようである。なおケーブルの波長短縮率は充実型構造ではその誘電率が周波



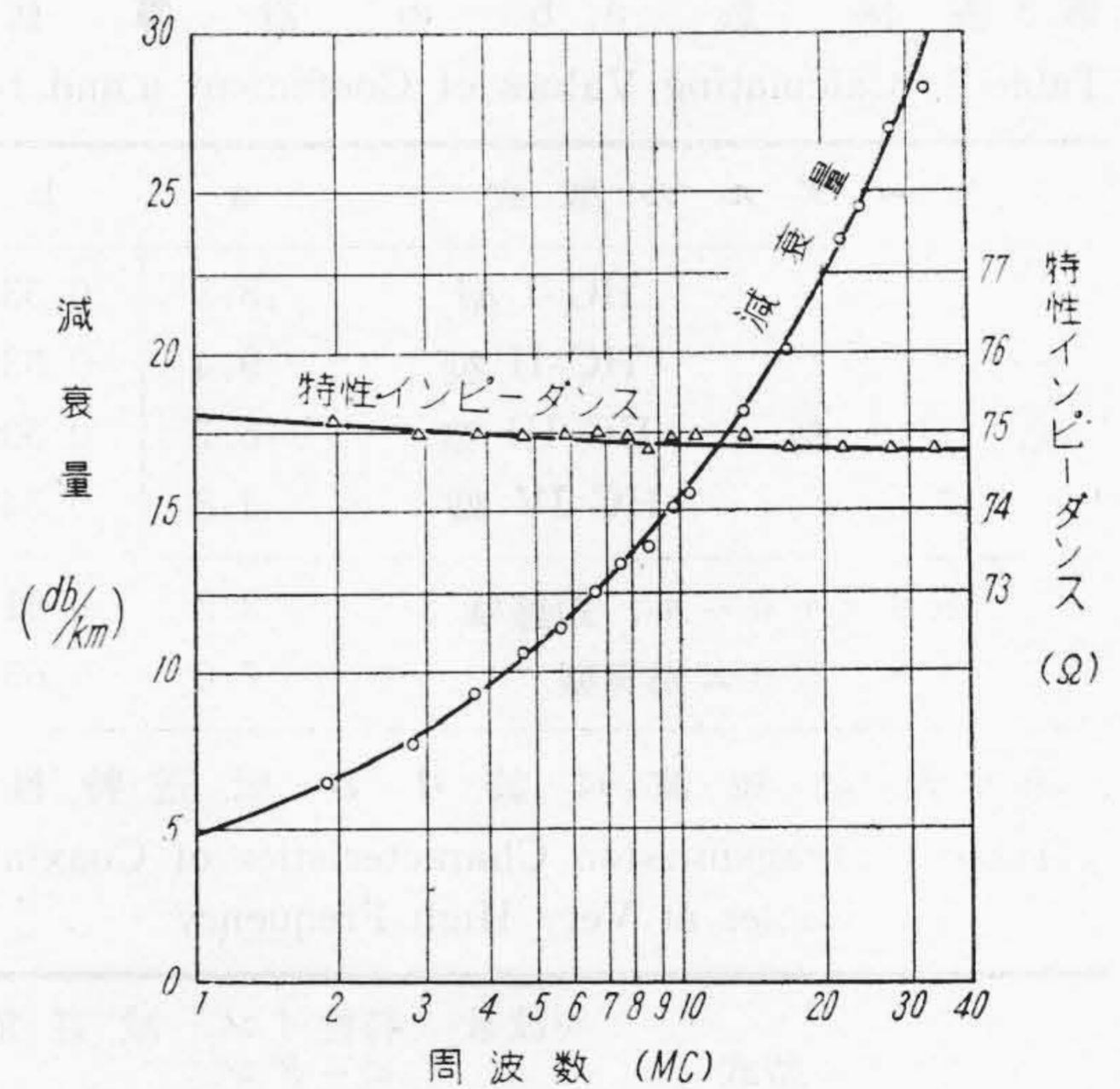
第 5 図 H-I 型同軸ケーブルの伝送特性
Fig. 5. Transmission Characteristics of Type HC-I Cable



第 7 図 HC-III 型同軸ケーブルの伝送特性
Fig. 7. Transmission Characteristics of Type HC-III Cable



第 6 図 HC-II 型同軸ケーブルの伝送特性
Fig. 6. Transmission Characteristics of Type HC-II Cable



第 8 図 HC-IV 型同軸ケーブルの伝送特性
Fig. 8. Transmission Characteristics of Type HC-IV Cable

数により一定である為殆ど変化はない。

ポリエチレン I 乃至 IV 型ケーブル、ポリスチロール釣鐘型ケーブル及びスポンジゴム充実型ケーブルの減衰量の周波数特性を両対数目盛の図表に記すと第 9 図のように大体直線となる。即ちこの関係よりこれらケーブルの減衰量は

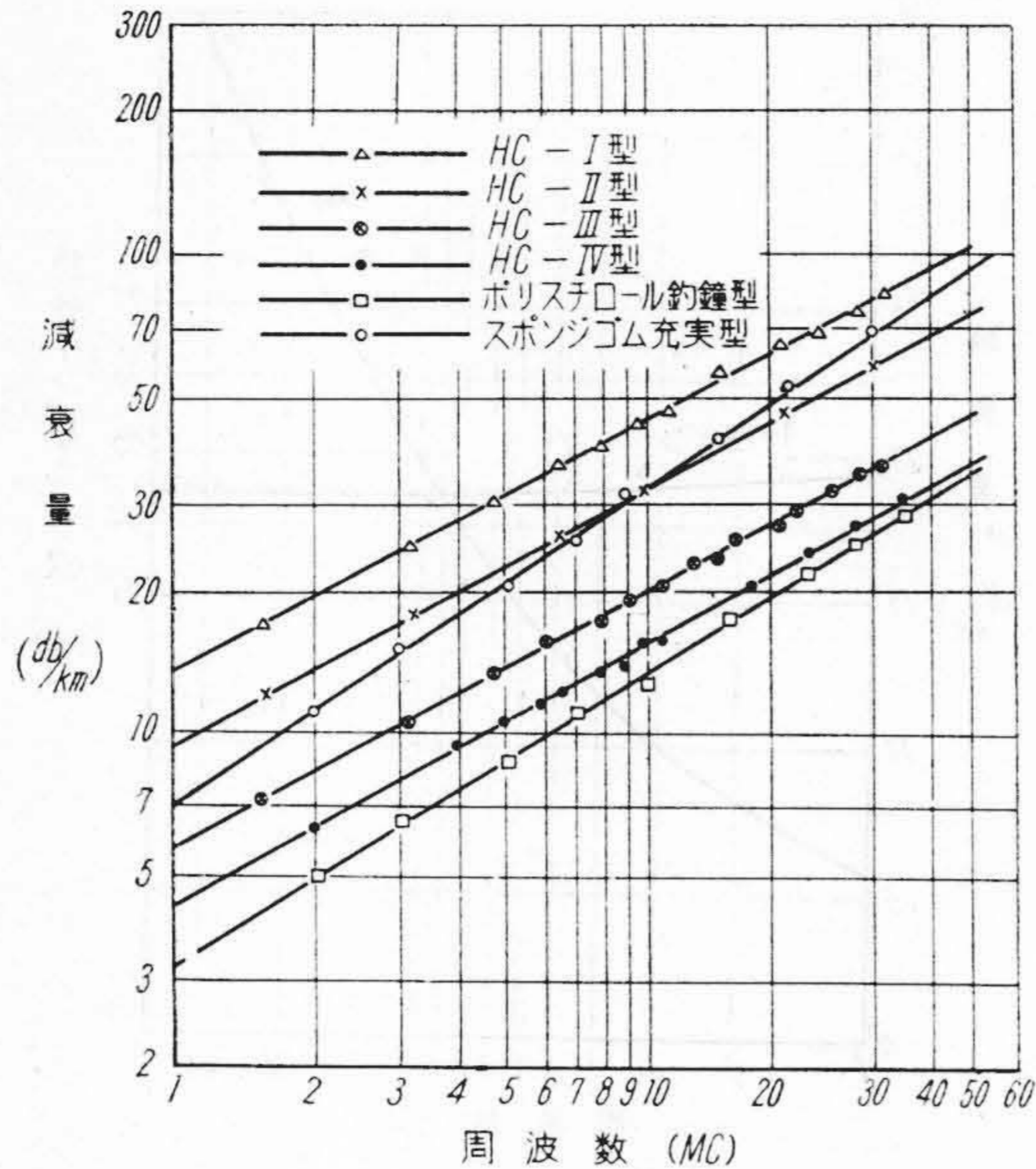
$$\beta = af^b \text{ (MC)} \text{ db/km} \dots \dots \dots (11)$$

の方程式を満足することが判る。

第 9 図より (11) 式の係数 $a \cdot b$ を求めると第 8 表のようになる。

即ちポリエチレン充実型ケーブルの減衰量は周波数の約平方根に比例し、他の型に比して減衰量の周波数特性が優れていることは明瞭である。

なお抵抗減衰量を示す (7) 式中内外導体の比抵抗の



第 9 図 同軸ケーブル減衰量の周波数特性
Fig. 9. Relation between Frequency and Attenuation of Coaxial Cable

第 8 表 係 数 a, b の 計 算 値
Table 8. Calculating Values of Coefficient a and b

ケーブルの型式		a	b
ポリエチレン 充 実 型	HC-I 型	13.3	0.53
	HC-II 型	9.4	0.53
	HC-III 型	5.7	0.53
	HC-IV 型	4.3	0.54
ポリスチロール、釣鐘型		3.3	0.61
スポンジゴム充実型		7.0	0.65

第 9 表 超 短 波 に 於 ける 伝 送 特 性
Table 9. Transmission Characteristics of Coaxial Cables at Very High Frequency

ケーブルの型式		周波数 (MC)	特性イン ピーダ ンス (Ω)	減 衰 量 (db/km)
ポリエチレ ン充実型	HC-III型	200	75.8	102
	HC-IV型	同上	74.6	87.6
ポリスチロール釣鐘型		同上	81.3	96.0
スポンジゴム充実型		同上	73.2	350

決定は内部導体に撚線を、外部導体に軟銅線編組を使用した場合には撚線効果や接触抵抗等の影響を受ける為困難であるが、第 5・6・7・8 図の実験資料と (7) 式を組合せて ρ_2/ρ_1 を求めると 2/1 を満足することが判つた。これは Zimmermann⁽⁶⁾ が与えた假定条件と一致し

ている。それ故ポリエチレン充実型同軸ケーブルの減衰量は内外導体径を mm 周波数を MC で表わすと

$$\beta = \beta_r + \beta_g$$

$$= \frac{360}{Z_0} \left(\frac{1}{d_1} + \frac{2}{d_2} \right) \sqrt{f} + 0.0685 f \text{ db/km}$$

.....(12)

の式を用いて予測することが出来る。

超短波に於ける伝送特性は筆者の一人が実施した方法⁽⁷⁾により求めた結果を第 9 表に示す。

これらケーブルの減衰量は導体構成が総て異なるから比較することは困難であるが、HC-IV 型、ポリスチロール釣鐘型及びスポンジゴム充実型はケーブル外径が大体類似している所以この三者をみる時にはポリエチレン充実型が優れていることが判る。しかも他の二者に比較して機械的にも強靱であるから伝送特性と相俟つて超短波帯に於ても十分に、その性能を発揮することが期待出来る。

[VII] 結 論

以上を総括すると

(1) ポリエチレン充実型同軸ケーブルは押出作業によつて絶縁体が成型されるから大量生産が可能であり、しかも従来のケーブル以上に均一のものを製作することが容易である。

(2) ポリエチレン同軸ケーブルの機械的性質として耐加圧性、耐張力及び可撓性を測定し従来使用されてきたケーブルと比較したが、ポリエチレンケーブルは単位長 (1 cm) 当り 60 kg の荷重を 1 分間加えても残留歪 (永久変形) はごく僅かで電気的特性に影響するようなことはなく、今迄のケーブルに見られない優れた性能を持つていることが判つた。又垂直荷重に対しても同様に優れている。

(3) ポリエチレン充実型ケーブルはポリエチレン及び外層保護被覆として用いる塩化ビニルの性質によつて湿気、薬品、日光に対する抵抗が大きい。

(4) ケーブルの特性インピーダンスは充実型構造でしかもポリエチレンが非常に安定なものであるから容易に任意の値のケーブルを製作することが出来る。又ケーブルの不均等性は押出作業による偏心とポリエチレン被覆外径の公差を少くすれば今迄にない均一のケーブルが得られる。減衰量は周波数の 0.53~0.54 乗に比例し、スポンジゴム型及びポリスチロール釣鐘型に比較して周波数特性の腐れていることが判つた。更に実験資料よりポリエチレンケーブルの減衰量の計算式を導出し Zimmermann の假定条件に一致することを確めた。

今後このポリエチレン同軸ケーブルが我国の高周波技

術の発達に貢献するところは非常に大きいものと考えられる。なお最近ポリエチレンを使用した特殊用途の高波周ケーブルが要望されるようになりわれわれはそれらの新型ケーブルの試作も進めているので次の機会に報告したいと思う。

終りに臨み本研究を行うに当り終始御熱心な御指導と御鞭撻を戴いた日立製作所戸塚工場副工場長渡辺博士、東課長、中央研究所河合博士、日立研究所星氏、日立電線工場前原工場長、内藤、山野井両部長及び久本課長に対し感謝の意を表する次第である。

参考文献

1) F. C. Hahn, M. L. Macht and D. A. Fletcher :

Industrial and Engineering Chemistry 37 (6) 526~533 (Jun. 1945)

2) Bakelite Corp. : New Development in Wire and Cable Insulation No. 6 (1948)

3) S. A. Schelkunoff : B. S. T. J. 13 (4) 532~579 (Oct. 1934)

4) 木野・斎藤 : 通信工業 1 (1) 54~63 (昭 19.9)
通信工業 1 (2) 37~43 (昭 19.10)

5) 楠井 : 電気三学会第 24 回連合大会予稿 (昭 25.5)

6) K. H. Zimmermann : Eletronics 21 (2) (Feb. 1948)

7) 堀口 : 電気三学会東京支部連合大会論文集 (昭 26.11)

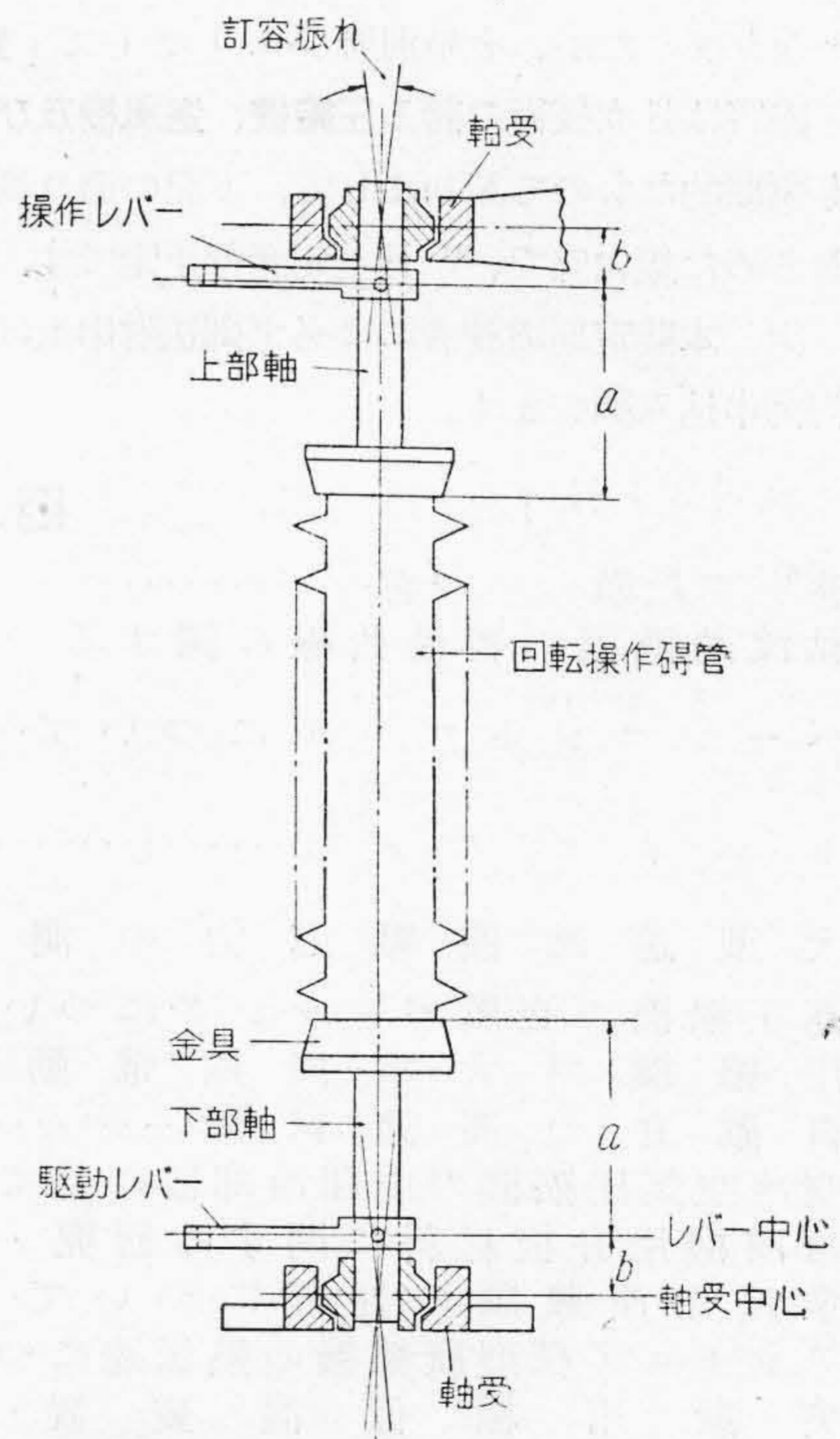
実用新案

実用新案第 38807 号

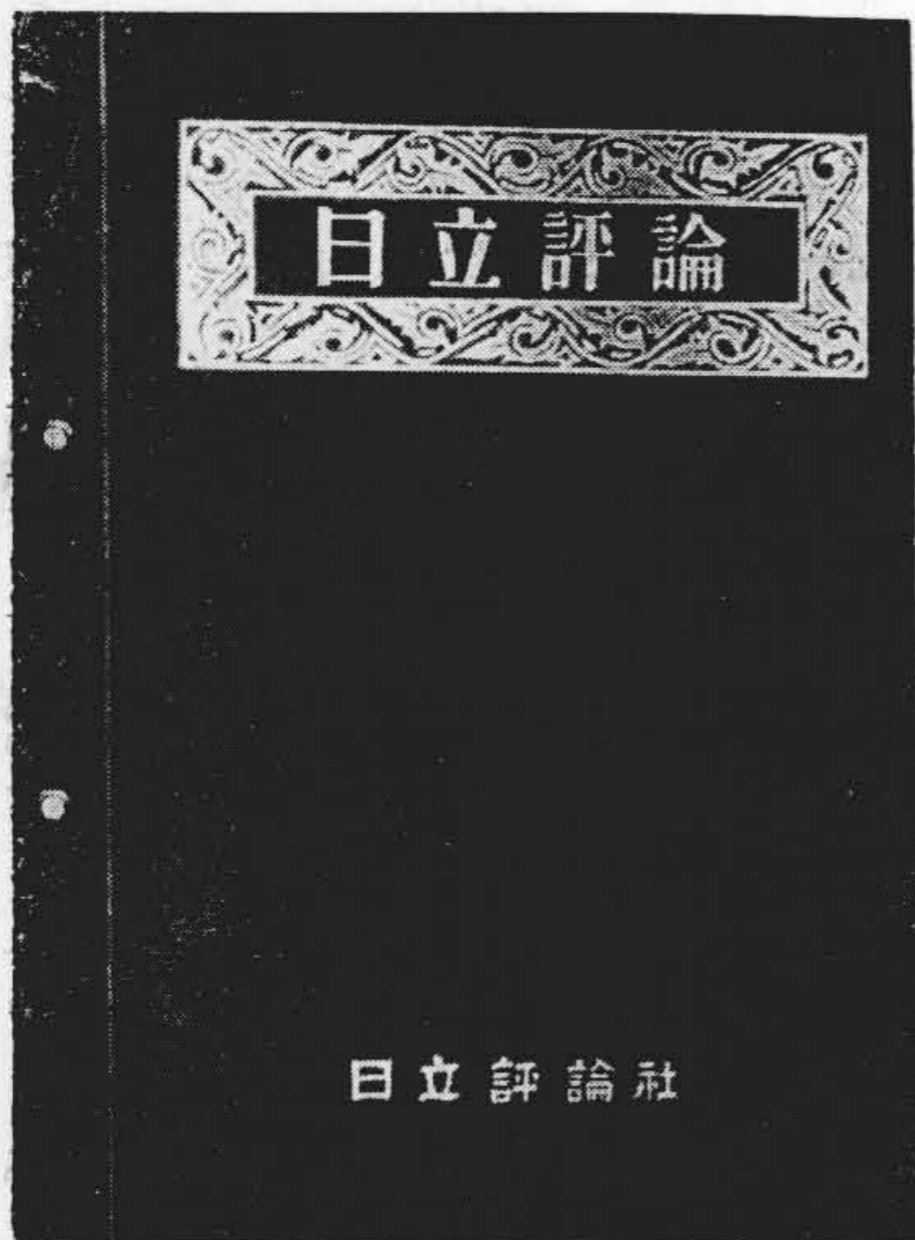
桑山正俊

碍子型遮断器用操作碍管

碍子型遮断器の可動電極を操作する回転操作碍管は、その上下両端に軸を突設し、これらの軸は夫々軸受により支持され、上部軸は操作レバーを介して、遮断器の中間金具内部に設けた可動電極操作リンク機構に連結し、下部軸は駆動レバーを介して原動機の水平方向往復作動桿に連結され、作動桿の往復運動を駆動レバーにより回転運動に転換し、操作碍管を回転し、その回転を操作レバーにより操作リンク機構に伝え、可動電極を上下方向に操作して回路の開閉を行うものである。この操作は大なる操作力の伝達を必要とするため、操作碍管に無理な応力を生ずることがある。殊に上下両軸の軸心と操作碍管の軸心が完全に一致しないで若干の狂いがある場合にこの現象が見られる。本案は操作碍管に加はる無理な応力を除くため、上下両軸端に夫々嵌合したブッシュを、上下の軸受により揺動可能に支持すると共に、軸受中心とレバー取付中心との間の距離 b と、レバー取付中心と操作碍管の金具による支持端との間の距離 a との比 $\frac{b}{a}$ を充分小さくしたことを特徴とするものである。この構造によれば、操作碍管の中心狂い及上下両軸の中心独に基く回転中の動揺を、或る程度軸受部に於て吸収し、操作碍管自身に無理な応力を生ずることがない。なお $\frac{b}{a}$ を充分小さくしたためレバーに作用する操作力が彎曲力として碍管に加はることを防止し、殆んど純粋な回転モーメントとして作用するから、碍管自身の機械的強度を最も有効に使うことができる。従つて操作碍管を



破損することなく、充分大なる回転操作力を伝達し、而も軸受部の構造は簡潔で円滑軽快な遮断器操作を行い得るの効果がある。(滑川)



堅牢で優美な

「日立評論」綴込カバー発売

(特製綴込紐付) 特價 1 組 ¥ 100. (郵送料共)

「日立評論」の綴込カバーは非常に好評を博し、売切中でしたが、今回写真のようなスマートなものを作成致しまして御希望の向きに御願ち致すことになりました。

御希望の方は至急日立評論社へ御申込下さい。

日立評論社

発売所 日立評論社 東京都品川区大井坂下町 2717 振替口座 東京 71824 番

「日立評論」氣體機関係特集号

— 圧縮機・送風機・冷凍機 —

日立評論社では、今回定期刊行の「日立評論」普通号の他に、年二回別冊として特集号を発行することとなりましたが、その別冊 No. 1 として「氣體機関係特集号」をお贈り致します。

内容は日立技術の誇る圧縮機、送風機及び冷凍機に関する研究論文を蒐録しましたもので、本誌としても劃期的なものでありまして、下記の通り長論文 15 篇を特集して、本文 150 余頁、写真図面 200 余枚をおさめた集大成で、9 月上旬発行予定です。何卒本誌同様御愛読下さい。

尙、本誌定期購読者には必ず御送附申上げますが、別冊のみ御希望の方にも分売致しますから、至急予約御申込み願います。

◇ 内 容 ◇

- ◎巻 頭 言.....日立製作所 取締役・荒井 勉
- ◎軸流送風機 の 特性 曲 線 に 関 す る 一 考 察日立製作所・亀戸工場・鈴木 公一
- ◎ベ ー ン コ ン ト ロ ー ル に つ い て.....日立製作所・亀戸工場 { 菰田 広利
河田 直幸
家坂 秀信
- ◎ト ン ネ ル フ ァ ン.....日立製作所・亀戸工場 { 六角 康久
堀 謹二
- ◎大 型 送 風 機 軸 応 力 の 測 定.....日立製作所・亀戸工場 { 野崎 松郎
家坂 秀信
- ◎高 圧 縮 機 の 金 属 パ ッ キ ン グ に つ い て.....日立製作所・亀戸工場・伊藤 茂
- ◎圧 縮 機 用 大 型 同 期 電 動 機.....日立製作所・日立工場・桜井 泰男
- ◎自 動 弁 の 高 速 試 験.....日立製作所・亀戸工場・伊藤 茂
- ◎空 冷 空 気 圧 縮 機 の 中 間 冷 却 器 に 就 て.....日立製作所・川崎工場・鮎 沢 弘
- ◎冷 凍 機 用 弁 板 材 料 に 関 す る 研 究日立製作所・栃木工場・角田 善雄
- ◎家 庭 用 冷 蔵 庫 の 性 能 に つ い て.....日立製作所・栃木工場・楠本陽一郎
- ◎ア ン モ ニ ア 横 型 凝 縮 機 の 熱 伝 達 に つ い て日立製作所・栃木工場・須藤 清治
- ◎寒 験 用 極 低 温 装 置日立製作所・栃木工場・南部 誠一
- ◎ターボ冷凍機を使用した暖冷房装置について.....日立製作所・栃木工場・関川 務
- ◎キニヨンポンプの動力消費に対する一考察.....日立製作所・川崎工場・西岡富士夫

東京都品川区
大井坂下町2717

日 立 評 論 社

誌代特價一册 ¥ 100 円 4