

アルミ被覆の諸性質

Mechanical Properties of Aluminium Cable-Sheath

水上 徳五郎* 大 畠 芳 昭*
Tokugorô Mizugami Yoshiaki Ôhata
川 西 六 郎* 松 山 圭 宏*
Rokurô Kawanishi Yoshihiro Matsuyama

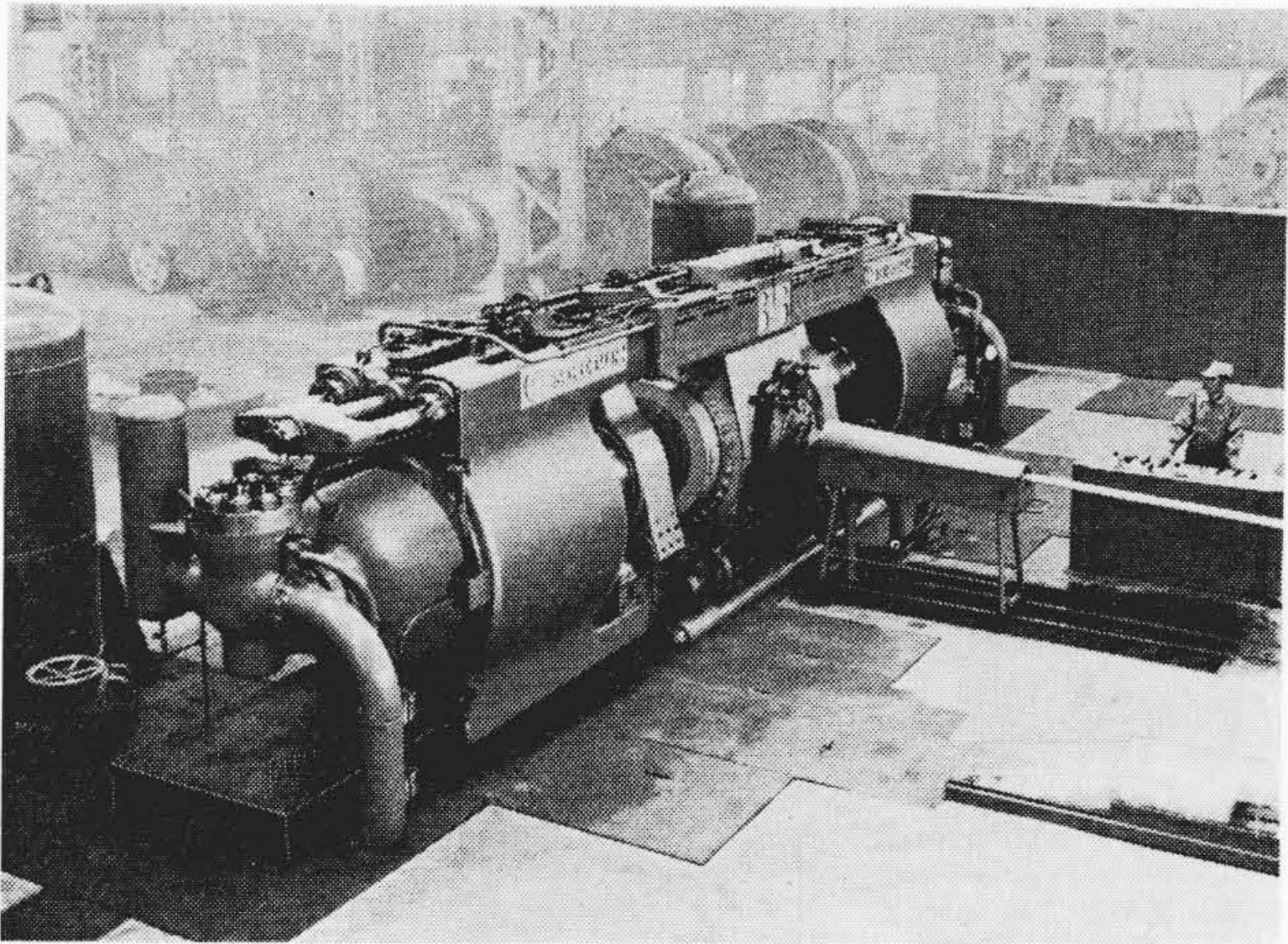
内 容 梗 概

最近ケーブルの被覆材料としてアルミニウムが使用されるようになったが、日立製作所に新設されたシュレーマンプレスによって製造したアルミ被覆について、製造上、使用上問題となる諸性質すなわち、シュレーマンプレスの押出特性、ストッピングの諸性質、機械的強度、耐疲労性、曲げ剛性、コルゲートした場合の諸性質の変化などについて検討した。検討結果を要約すると

- (1) シュレーマンプレスによって製造されたアルミ被覆のストッピングは、自動肉厚調節装置の効果により使用上まったく問題とはならない。
- (2) アルミ被覆の各種の疲労試験を行なった結果、鉛被の場合ほど試験法試験速度の影響は大きくなく、したがって試験結果からひずみ周期が1回/日の場合の許容ひずみを推定すると0.25%となる。また疲労限は 10^5 回破断の場合0.1%、 10^7 回破断で0.06%である。
- (3) コルゲート被覆は平滑被覆に比較して耐屈曲性が改善されるほか、屈曲時の発生ひずみおよび円変形の軽減、曲げ剛性などがすぐれている。
- (4) アルミ被後3心より合わせたいわゆるSA形ケーブルの曲げ剛性はSLケーブルとほとんど大差がない。

1. 緒 言

ケーブルの保護被覆としては従来古くから鉛が使用されてきている。これは鉛は比較的低温でケーブルに被覆することができるため絶縁物を劣化させないこと、他の金属に比較して耐食性にすぐれていること、適当なたわみ性をもっているので取り扱いが容易であり、さらにその接続も簡単にろう接できるなどの長所をもっているためである。しかしその反面第1表からもわかるように機械的強度が小さいので、圧力形ケーブルでは鉛被上に黄銅またはステンレスの補強層を設ける必要がある。またその疲労限も低いので、振動の多い場所に布設されたケーブルや負荷変動の著しいケーブルでは鉛被の疲労破壊もしばしば報告されている。さらに鉛被ケーブルでは重量増加が著しいため運搬費、巻取ドラムのコスト高なども見のがせない点である。これらの理由から鉛に代わるべき被覆用金属としてアルミニウムの使用が古くから検討されてきた。しかし鉛にくらべて溶融点が高く、高温における変形抵抗が大きく、また溶融アルミニウムは鉄と反応しやすいため、押出機内部の特殊鋼を侵食し鉛のように簡単に押出被覆することは困難である。さらにその耐食性、ろう接性も鉛に比較すれば劣るようである。このためアルミ被



第1図 シュレーマン社製2×1600tアルミプレス

覆の製造法としては種々の方法すなわちシンキング・スエイジング法、溶接法、直接押出法などが^{(1)~(5)}提案されてきたが、最近では加熱されたビレットを押出機に入れて直接押出被覆するのが最良の方法とされている。

今回日立製作所では第1図に示すように世界的に著名なシュレーマン社製2×1,600tアルミプレスを新設してアルミ被ケーブルの本格的な生産を開始し、すでに大量の製造実績をもっている。第2図に代表的な製品の数例を示す。本論文では、シュレーマンプレスによって製造されたアルミ被覆について、製造上、使用上問題となる諸性質、すなわちプレスの押出時性、ストッピングの諸性質、機械的強度、耐疲労性、屈曲特性、曲げ剛性、コルゲートした場合の諸性質の変化などについて検討した結果を報告する。

2. シュレーマンプレスの特長

ビレットを使用してケーブルコア上に直接アルミ被覆を押出すいわゆるアルミプレスによる方法は著名な押出機メーカーの多いドイツで発達して現在にいたっているが、日立製作所では種々検討した結果後述するようなすぐれた制御方式を使用しているシュレーマン

第1表 電線用金属材料の諸性質

性 能	Pb (99.99%)	Al (99.6%)	Cu (99.96%)
比 重	11.34	2.70	8.89
融 点 (°C)	327	658	1,083
沸 騰 点 (°C)	1,652	2,270	2,336
押出温度 (°C)	200	500	800
引張り強さ (kg/mm ²)	1.2~1.8	7.5~8.5	22~25
伸 び (%:10d)	40~70	30~35	40
弾性係数 (kg/mm ²)	1,500~1,900	6,000~7,000	9,000~12,000
降 伏 点 (kg/mm ²)	0.5	3.9~4.3	7~9
(永久伸び 0.2%kg/mm ²)	(永久伸び 0.5%)		
疲 勞 限 (kg/mm ²)	0.28	2.7	7.4
固有抵抗 (Ω-cm)	20.648	2,760	1,707
導 電 率 (%)	8.3	62	101
線膨張係数 (0~100°C)	29.5~10 ⁻⁶	23×10 ⁻⁶	17×10 ⁻⁶
熱伝導度 (Cal/cm·s·°C)	0.08	0.5	0.9
比 熱 (Cal/g/°C0~100°C)	0.0305	0.229	0.0926

* 日立電線株式会社日高工場



第2図 各種のアルミ被覆ケーブル

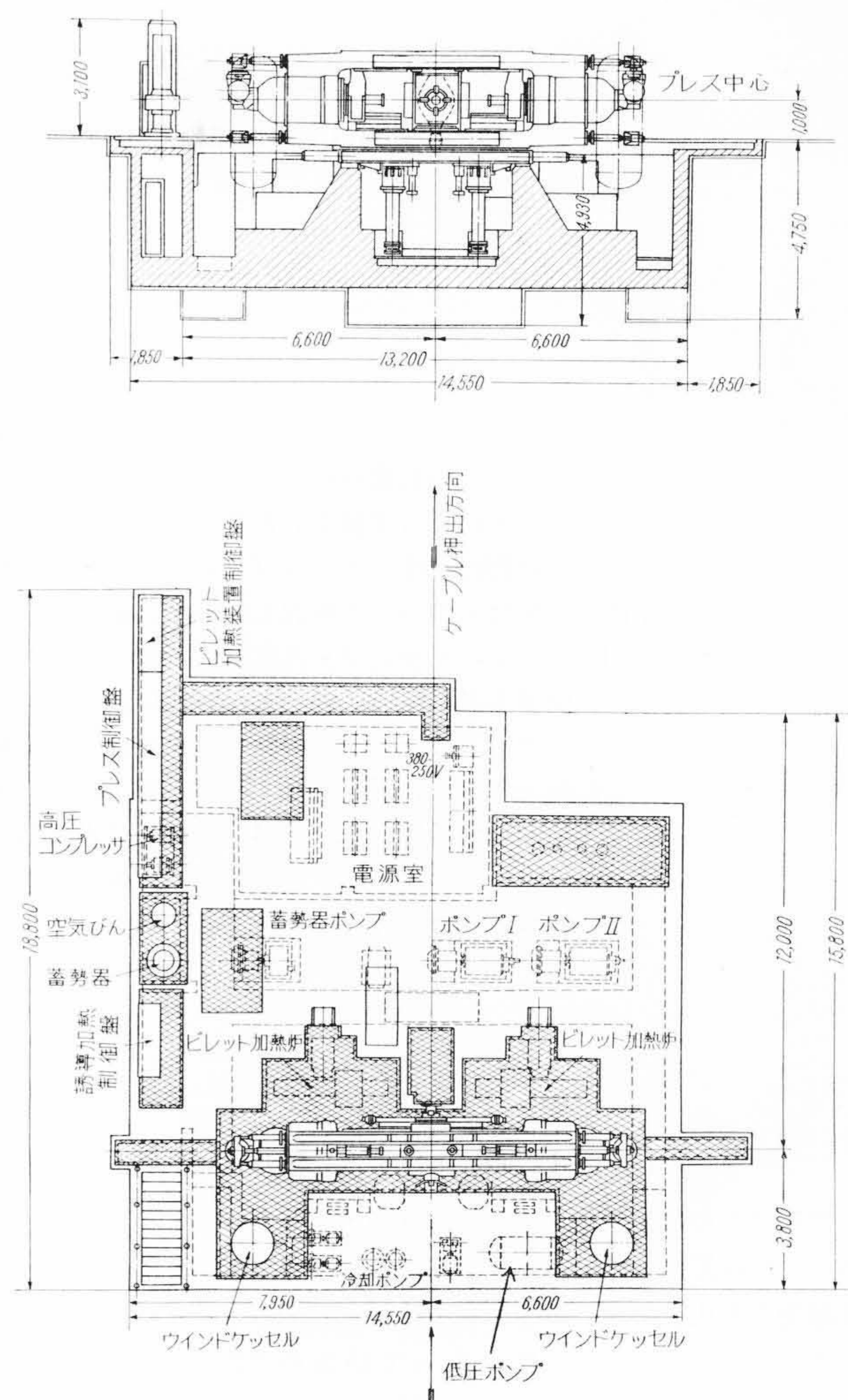
第2表 シュレーマンアルミプレスの性能

項 目	性 能	
形 式	水平式 2 対向ラム形	
容 量	おのおの 1,600 t	
操 作 油 圧	315 kg/cm ²	
単 位 圧 力	6,300 kg/cm ²	
主 ラ ム の 行 程	970 mm	
全 長	10,800 mm	
床 上 高 さ	2,433 mm	
幅	2,260 mm	
使 用 ビ レ ッ ト	純 度	99.5%Al 以上
	外 径	175 mmφ
	長 さ	438 mm
	重 量	28.5 kg
油圧ポンプの吐出量	2×112 l/min (圧力 315 kg/cm ²)	
高圧蓄勢器の有効油量	150 l	
蓄勢器用ポンプの容量	56 l/min (圧力 315 kg/cm ²)	
ビレット加熱炉の所要電力	2×300 kVA	
加 熱 炉 の 能 力	24 ビレット/h=688 kg/h	
コンテナ加熱用電力	2×60 kVA	
被 覆 可 能 外 径	5~120 mmφ	

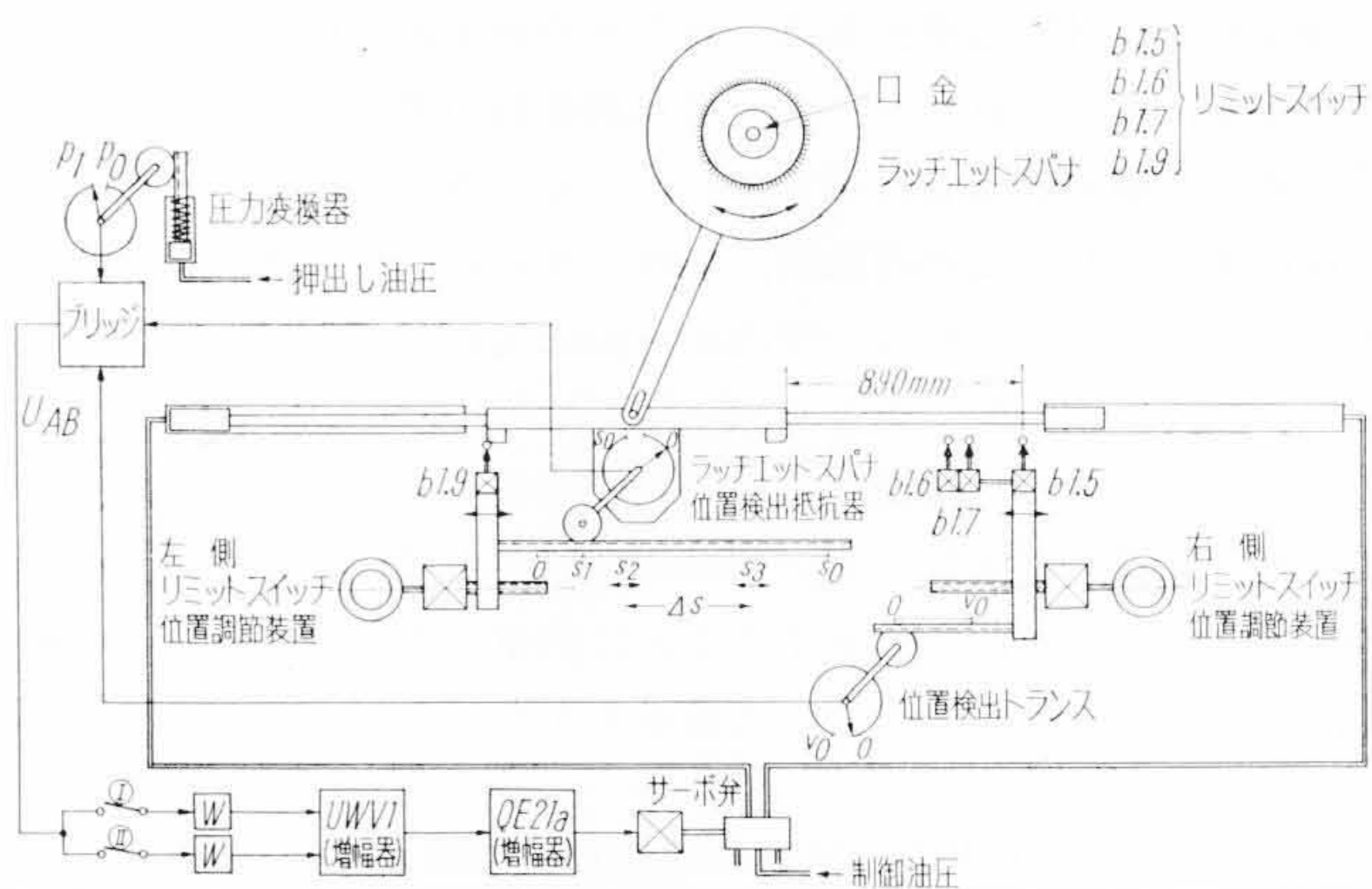
社製2×1,600 t アルミプレスを設置した。本機の諸特性を第2表にその配置を第3図に示す。このシュレーマンプレスの著しい特長は肉厚制御、ラムの速度制御などに油圧駆動方式と巧妙な自動制御方式を併用していることであり、プレスの自動運転が可能となっている。したがって超高压ケーブルや同軸ケーブルなどの高級なケーブル被覆を製造するものに最適なプレスといえることができる。

2.1 自動肉厚調節装置

押出中ダイボックス内の単位圧力は最高 6,200 kg/cm² にも達するので、押出圧力による心口金の弾性変形はアルミ被厚さに著しい影響を与える。したがって圧力変化の大きいストップリング部では肉厚変化が大きいが、この防止対策として第4図に示すような自動肉厚制御装置が設けられている。本装置によって押出し中およびビレットのそう入時などは心口金の間隔を自動的に調節し肉厚を常に一定にすることができる。その作動原理は、押出圧力を電気抵抗の



第3図 シュレーマンプレスの配置



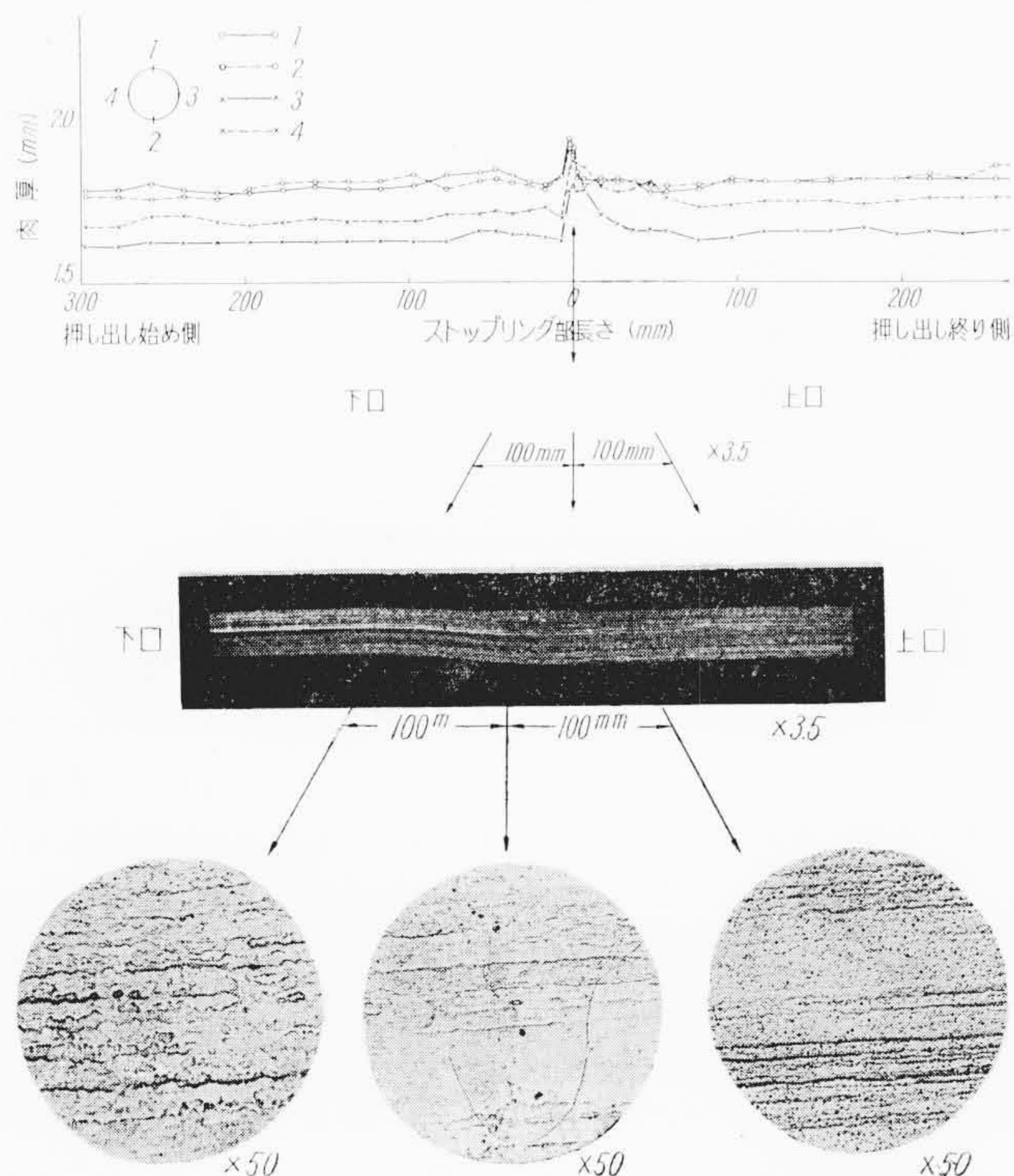
第4図 自動肉厚制御装置原理図

変化に変換する変換器と、その増幅器およびサーボ弁から構成されており、このサーボ弁によってラッチエットスパナを駆動して口金を移動するようになっている。本装置を使用した場合のストップリング部における肉厚変化、および顕微鏡組織を第5図に示す。

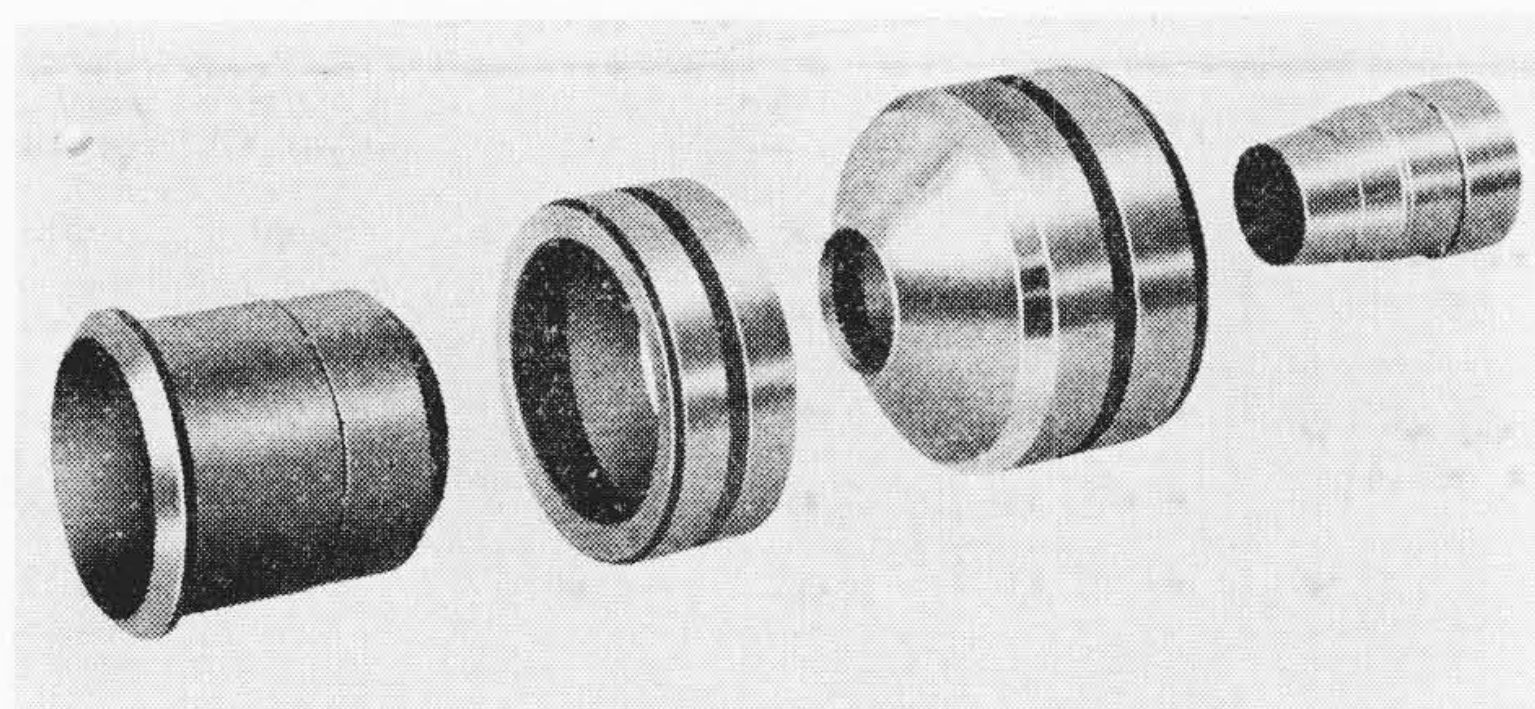
この図からわかるように肉厚変化は少なく、この自動制御装置の効果は著しい。また顕微鏡組織も結晶粒度がやや大きくなるほかは異状なく、後述するようにストップリングを含むケーブルでも他の個所に比較してそれほど屈曲特性は低下しない。

2.2 ケーブル冷却方式

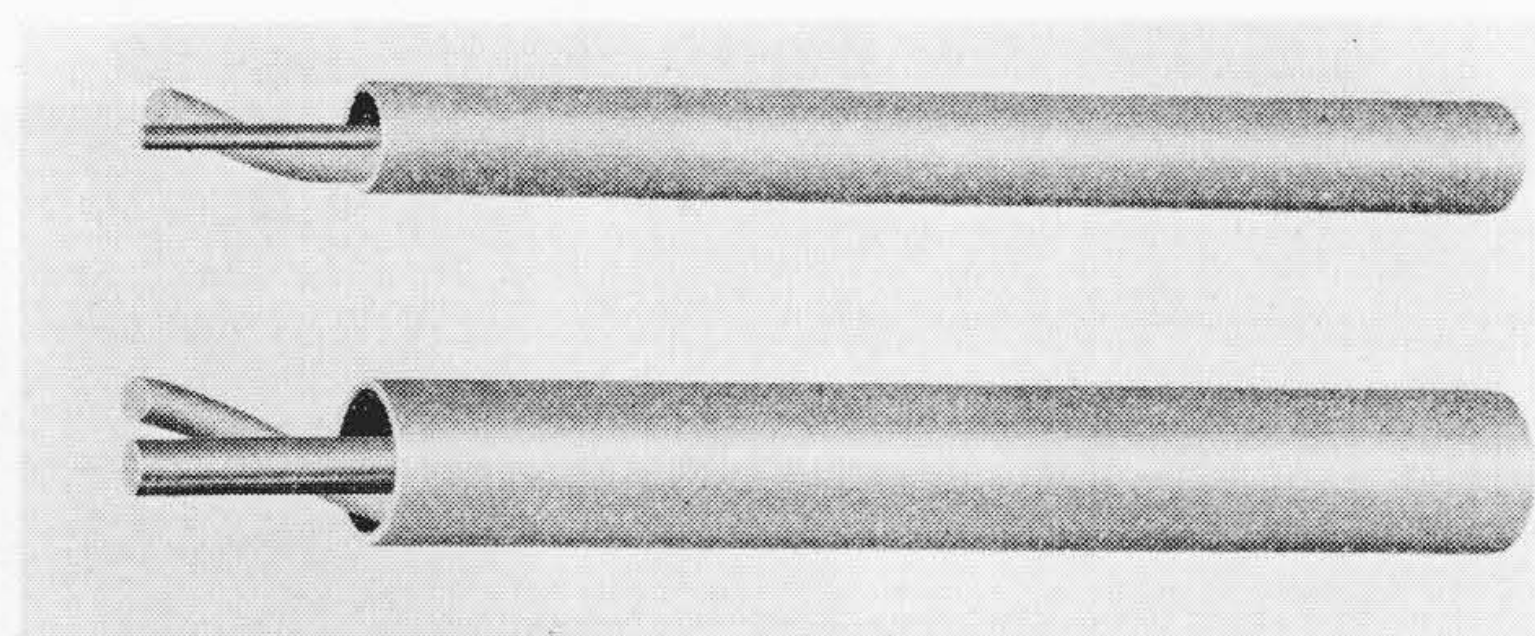
本機の押出温度は約 500℃ (押出速度で変化する) であるため、第



第5図 ストップリング部の肉厚変化と顕微鏡組織



第6図 心口金および冷却工具

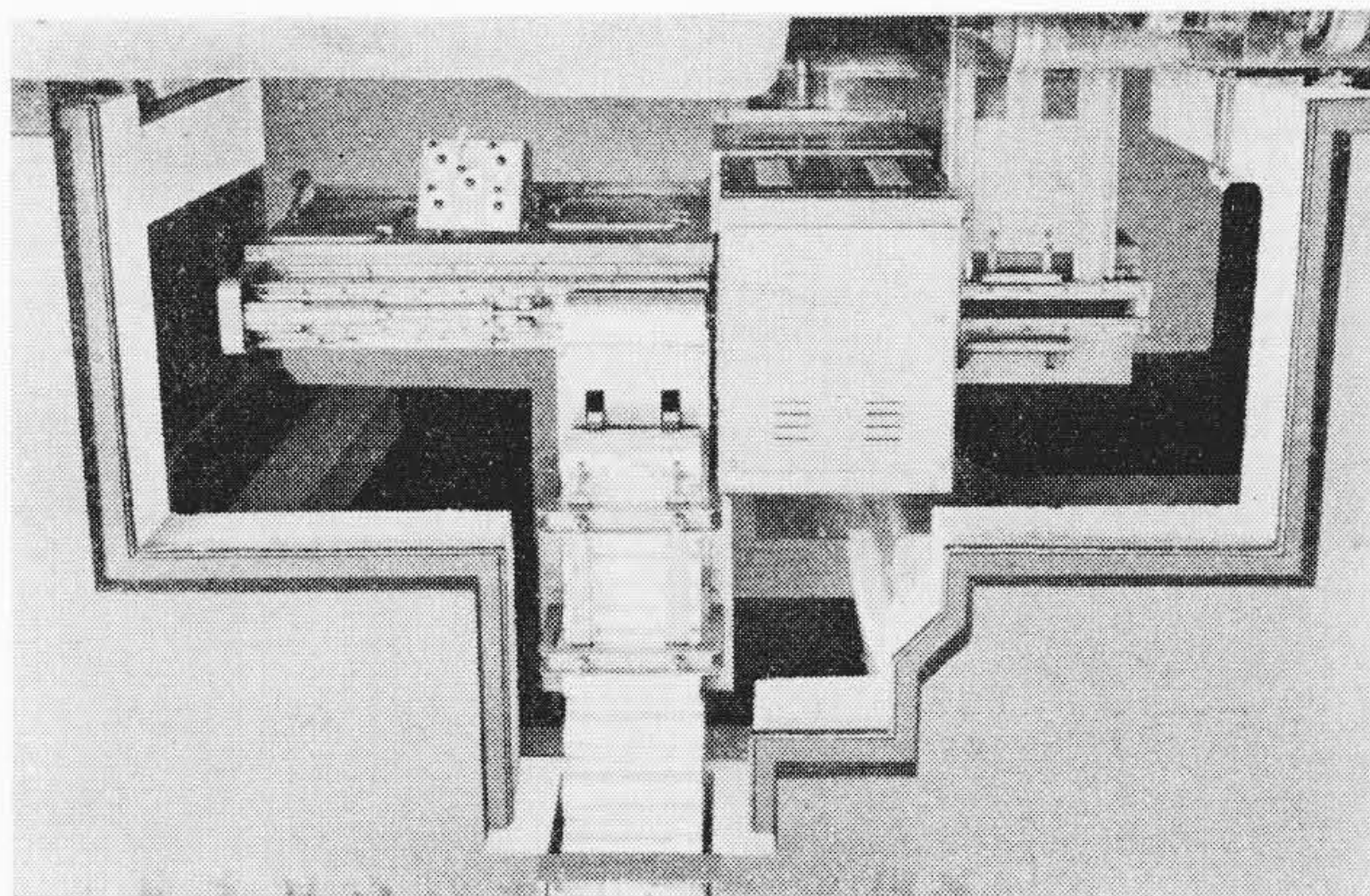


第7図 ポリエチレン絶縁アルミ被同軸ケーブル

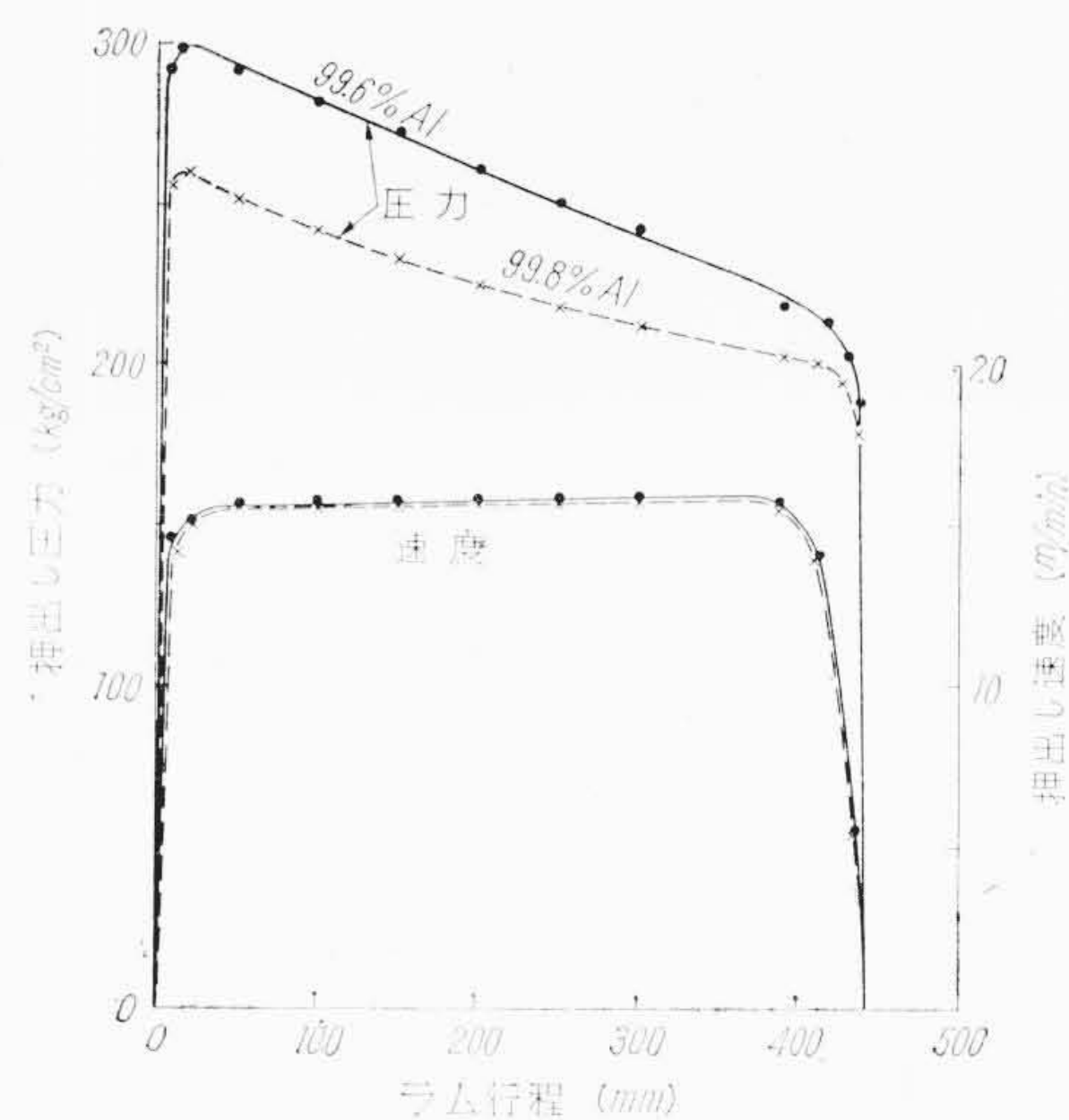
6図に示すように特殊な工具と熱保護装置を併用して絶縁体の焼損を防止している。本装置の断熱効果はきわめて効果的であり、第7図のようなポリエチレン絶縁の同軸ケーブル上に、直接アルミ被を押出してもポリエチレンが溶融するようなことはない。

2.3 アルミ被覆のピンホール防止対策

コンテナに加熱されたアルミビレットをそう入して押出す場合、なんらかの方法でコンテナ内壁とビレット間に存在する空気をプレス外に完全に排出しなければアルミ被覆にピンホールが発生する。このため本機では第8図に示すようにユンカース社製低周波誘導加熱炉(容量300 kVA)によってビレットを加熱する際、ビレット両端で約100℃の温度差をつけて加熱する(ビレットのコンテナ内には



第8図 アルミビレット誘導加熱炉



第9図 押出し過程中的押出し応力および速度の変化

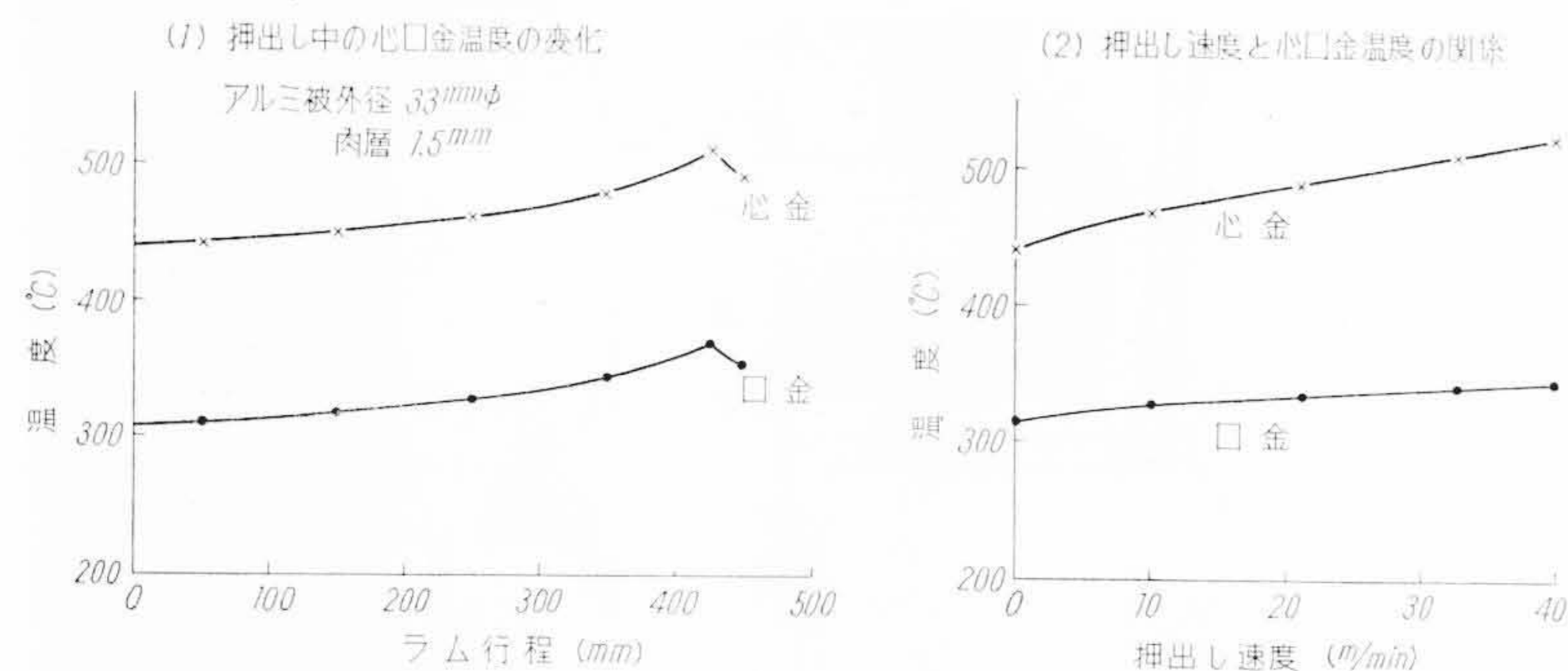
第3表 アルミビレットの化学分析結果

種別	Al(%)	Si(%)	Fe(%)	Cu(%)	Mg(%)	Mn(%)
99.6% Al	99.78	0.05	0.16	0.001	tr.	0.02
99.8% Al	99.59	0.10	0.29	tr.	tr.	0.02

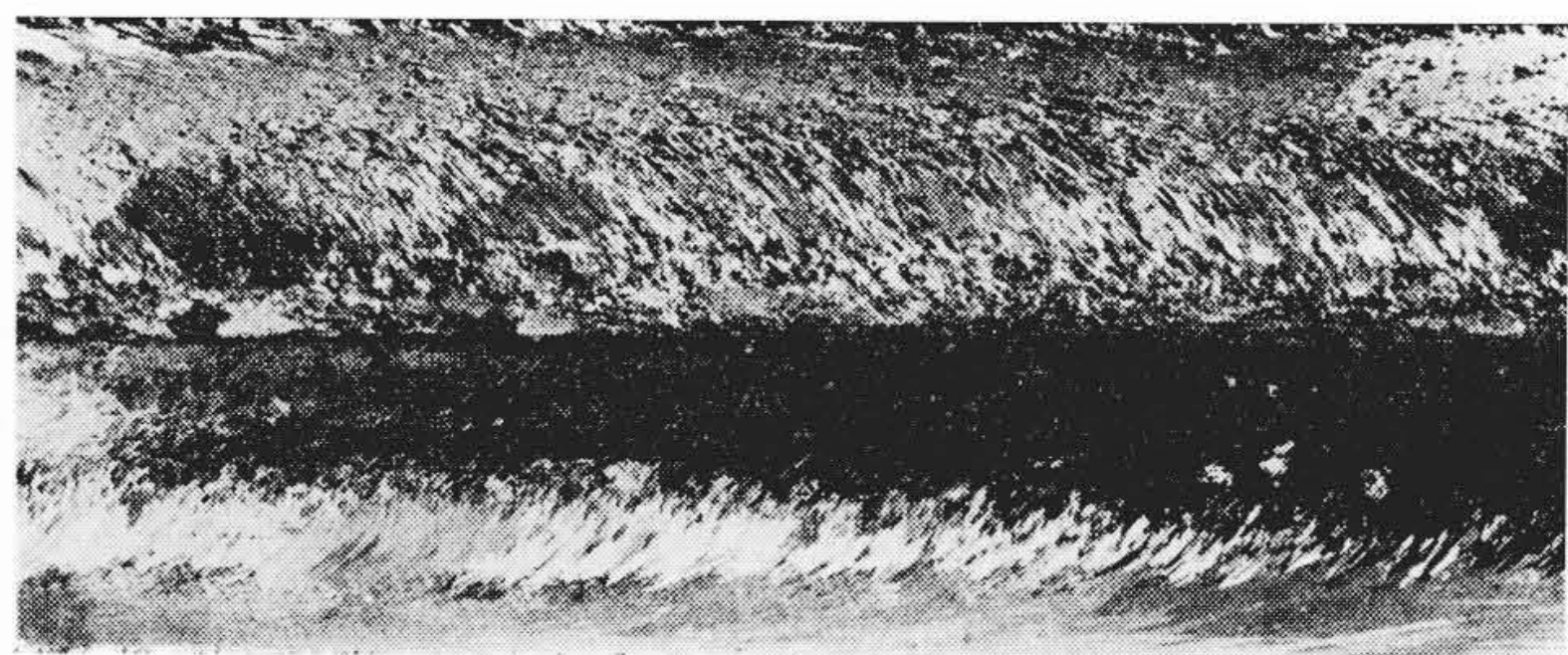
いるほうを高く)。いわゆる傾斜加熱法を採用している。こうすることによってコンテナそう入後ビレットを圧縮すると、コンテナ内の最深部から徐々に内壁とのすき間に存在する空気を排出するためピンホールの発生は完全に防止される。

3. プレスの押出し諸特性

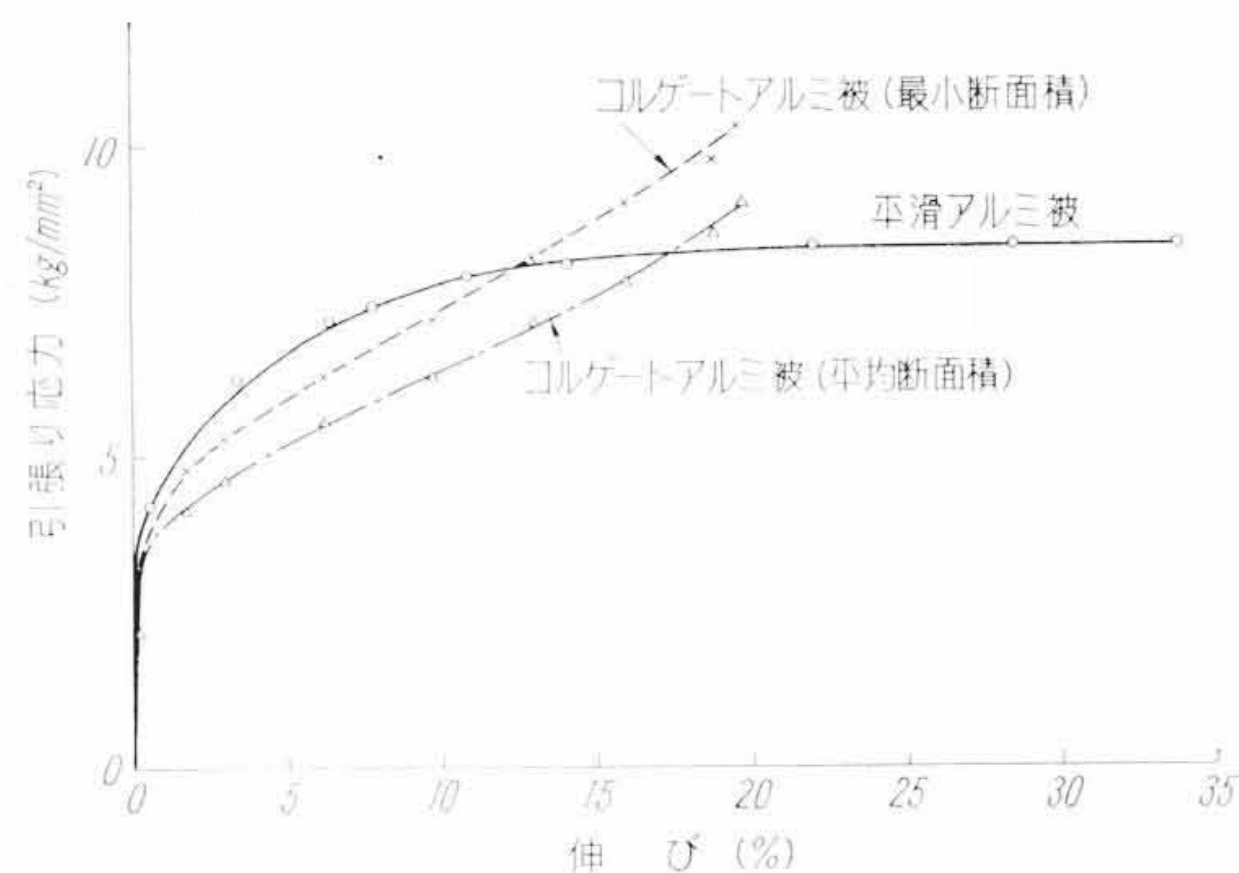
本プレスによって外径57mmφ肉厚1.7mmのアルミ被を2種類のビレットを使用して押出した場合の押出し特性を第9図に示す。この結果からわかるように、99.6% Alのほうが押出し圧力がやや高く、押出し初期で300 kg/cm²、押出し終了時で220 kg/cm²であり、99.8% Alでは押出し初期260 kg/cm²、押出し終了時200 kg/cm²である。なお押出し速度は温度およびポンプの吐出量を一定としたため押出し中ほぼ一定である。また押出し過程では押出しの仕事によりビレットおよび押出温度は上昇する。押出し中の心口金の温度測定結果を第10図に示す。この結果より心口金温度は押出しの進行とともに上昇しストローク終端で最高になり停止と同時に下降する。また押出速度の上昇とともに心口金温度は上昇するが、これは心口金と押出材との摩擦によるものと思われる。供試ビレットの化学分析結果を第3表に、断面の肉眼的組織を第11図に



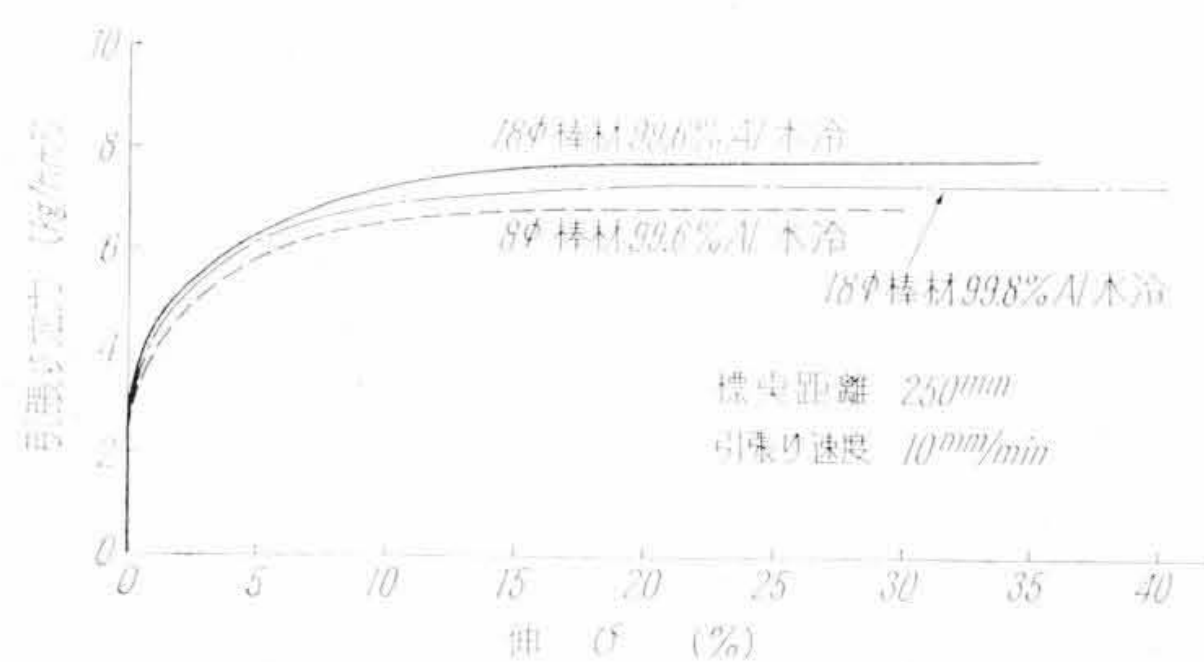
第10図 押出し中の心口金温度



第11図 アルミビレットの肉眼的組織



第12図 アルミ被覆の引張り試験結果



第13図 押出し丸棒の引張り試験結果

示す。

4. アルミ被覆の機械的性質

4.1 引張り試験結果

99.6% Al のビレットから押出したアルミ被覆 (外径 40.5 mmφ, 厚さ 1.95 mm) の引張り試験結果を第12図に示す。また比較のために押出したアルミ丸棒の試験結果を第13図に示す。これらの結果から引張り強さ, 降伏点, ヤング率を求めると第4表のようになる。この表からわかるように引張り強さは 99.6% Al のアルミ被覆で 8.43 kg/mm², 伸び 36%, 降伏点 3.2 kg/mm² であり, 通常の焼鈍材としての性質を示している。したがってアルミ被覆ケーブルを布設する際, アルミ被覆に 2.0 kg/mm² 程度の引張り応力は許容で

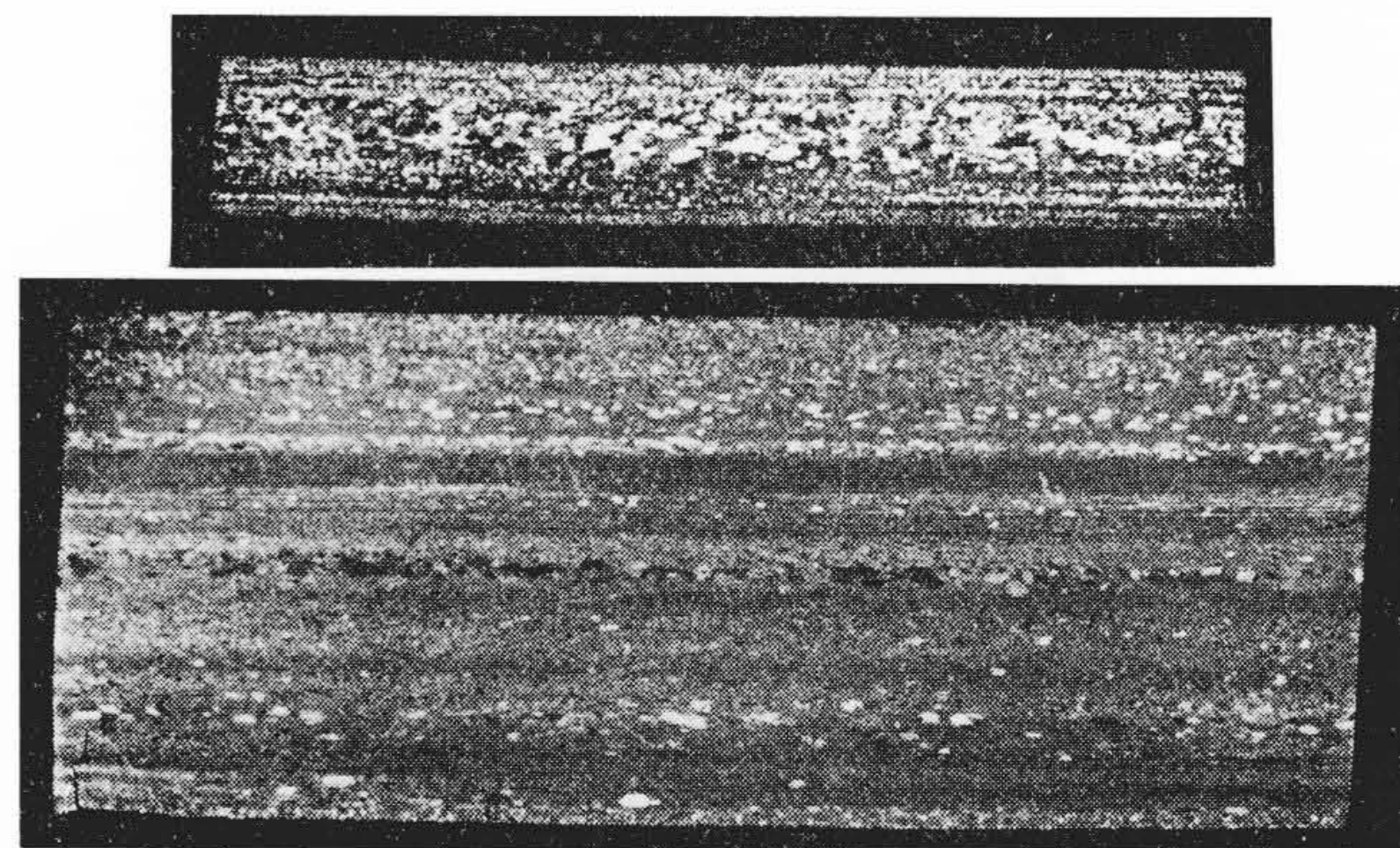
きるから, 布設条件のよい所ではプーリングアイなしでケーブルを布設することも可能である。また丸棒の場合には 18 mmφ, 8 mmφ の順に引張り強さが減少しているが, これは加工度の大きいほうが再結晶も著しい (第14図の肉眼的組織からも認められる) ことに起因するものと思われる。

4.2 疲労試験

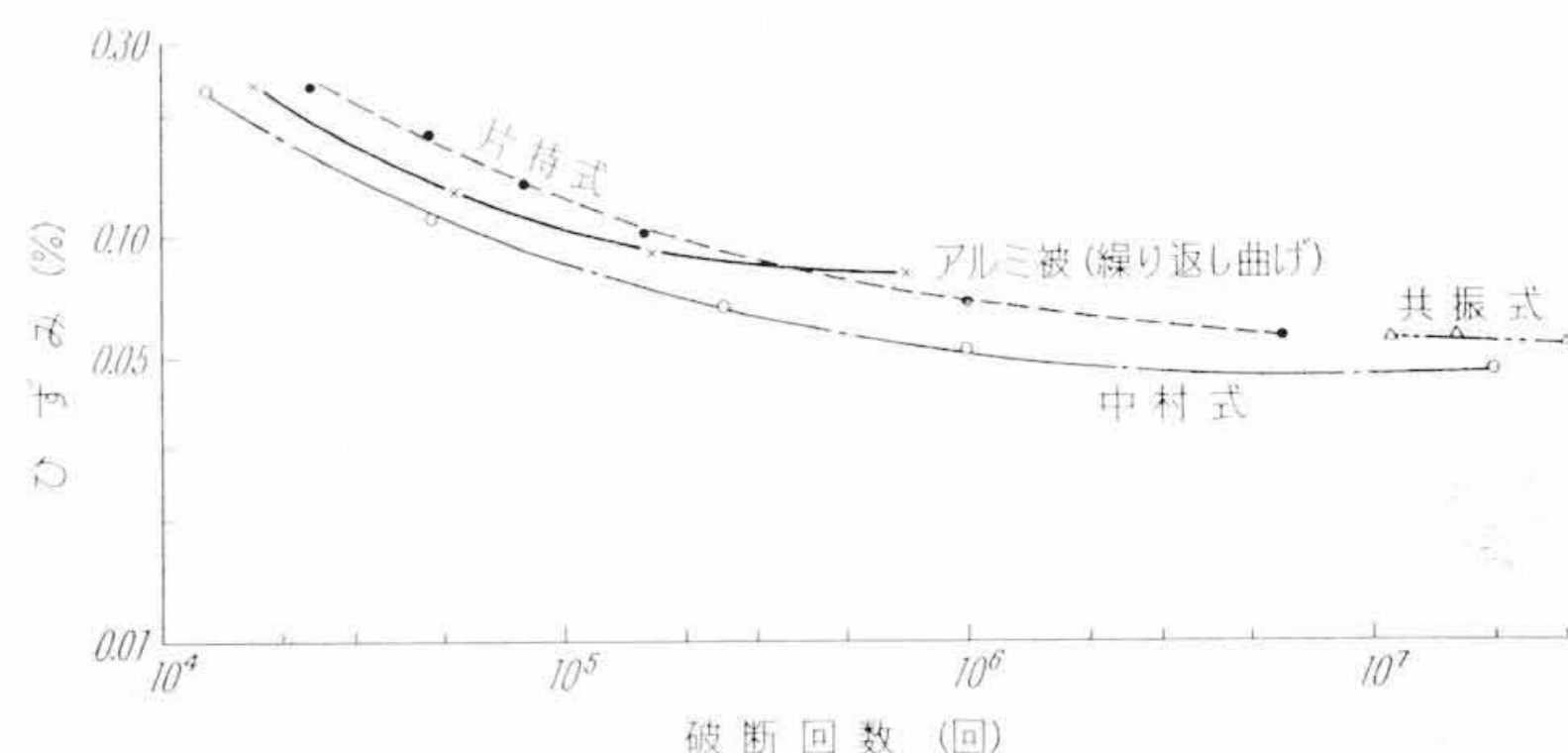
振動の多い場所や負荷変動の多い所に布設されたケーブルでは, 被覆の耐疲労性がケーブル寿命を決定するといわれるほど重要な性質の一つである。鉛被の場合には純鉛の再結晶温度が常温以下の低温であるため, その疲労限はきわめて低く, また使用温度やひずみ周期によって著しく変化することが知られている (6)~(8)。このため用途に応じて種々の鉛合金が鉛被用材料として使用されてきたが (8)~(10) まだ十分とはいえない。一方アルミ被覆は鉛被と比較してその引張り強さは 4~5 倍であるため耐疲労性も高いことが予想される。このため種々の方法で疲労試験を行ないその疲労限を求めた。試験法の詳細を第5表に, その結果を第15図に示す。この図からわかるようにアルミ被の場合には鉛被の場合とちがって試験方法や速度が疲労曲線にほとんど影響しない。これは使用状態でのアルミ被覆の疲労寿命を, この疲労曲線から高い信頼度で推定できることを示している。一般に 1 回/日の周期で負荷変動をするケーブルでは, 鉛被の許容ひずみは純鉛で 0.1%, E 合金で

第4表 アルミ丸棒の機械的強度

試料	純度	引張り強さ (kg/mm ²)	伸び (%)	ヤング率 (kg/mm ²)	降伏点 (kg/mm ²)
8φ棒材 (水冷)	99.6% Al	6.88	30	5,700	3.3
	99.8% Al	6.70	32	5,300	3.6
18φ棒材 (水冷)	99.6% Al	7.80	35.2	6,750	3.3
	99.8% Al	7.30	40.2	6,230	3.16
アルミ被	99.6% Al	8.43	36	—	3.2



第14図 アルミ荒引線の肉眼的組織



第15図 疲労試験結果

0.15% といわれているが第 15 図 からアルミ被覆の場合を推定すると 0.25% の許容ひずみとなり、すぐれていることがわかる。ただ引張り強さから予想されるほど許容ひずみは高くないが、これは縦軸

にひずみをとったため、ヤング率の大きいアルミではそれほど許容ひずみが大きくならなかったものと思われる。

4.3 屈曲特性

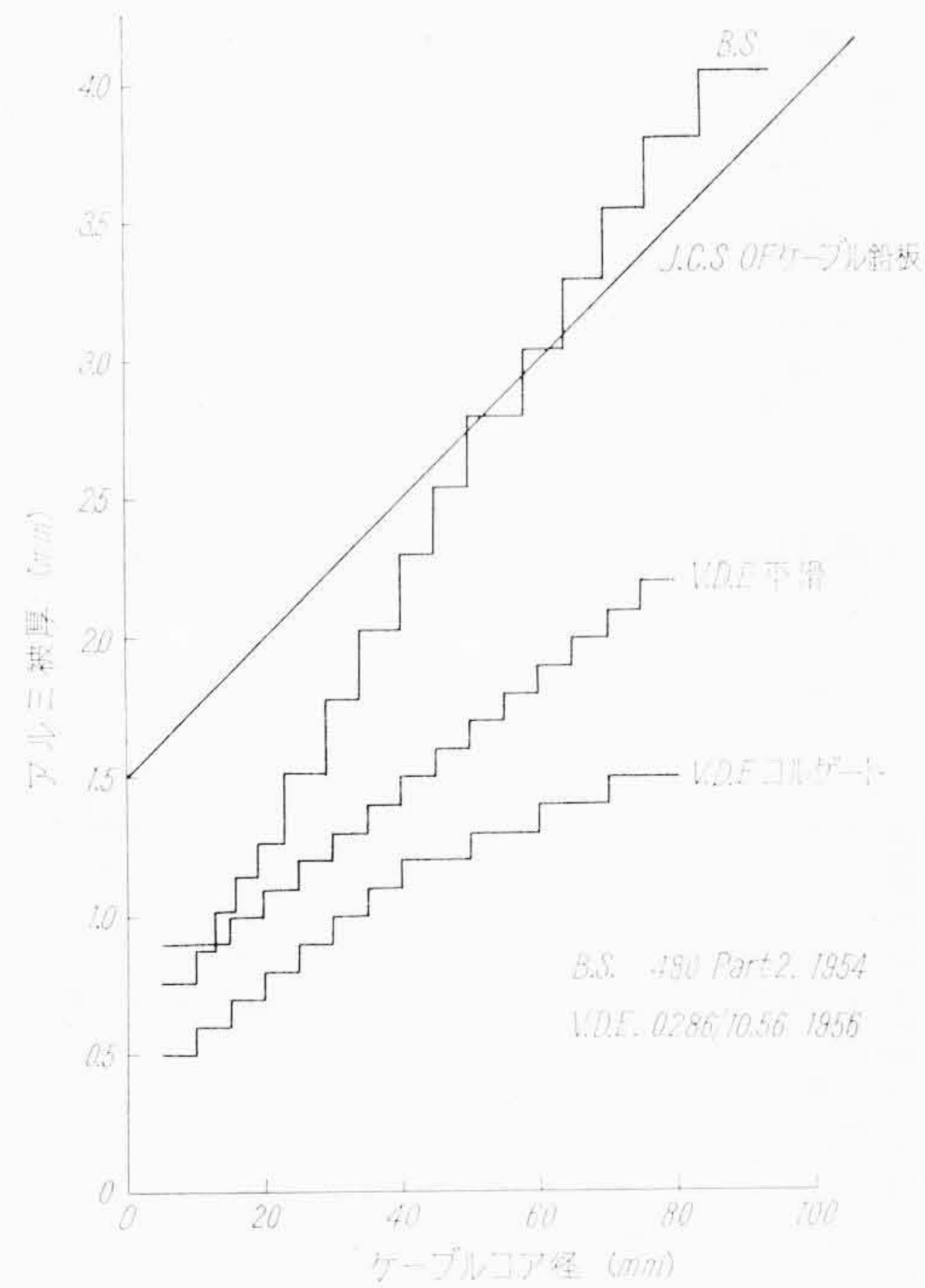
ケーブルの屈曲特性はコア構造、被覆厚さによって変化する。アルミ被覆厚さの外国規格としては第 16 図に示すように B. S. および V. D. E. がある。この図からわかるように、シンキングおよびスエーピング法を採用しているイギリスでは、被覆厚さを厚くして加工硬化による屈曲特性の低下を防止している。本報では屈曲特性の影響が大きい高電圧ソリッド形ケーブルに、アルミ被覆を 0.8~1.4mm の範囲に変化させてその屈曲特性を調査した。供試ケーブルは 20 kV 3×200 mm² ケーブル (コア外径 29.8 mmφ) を使用し屈曲径はケーブル外径の 5~20 倍の範囲に変化させた。

試験後の外観の一例を第 17 図に、さ屈および割れの発生状況を第 6 表にそれぞれ示す。これらの結果から曲げ径と破断回数との関係を求めると第 18 図のようになる。

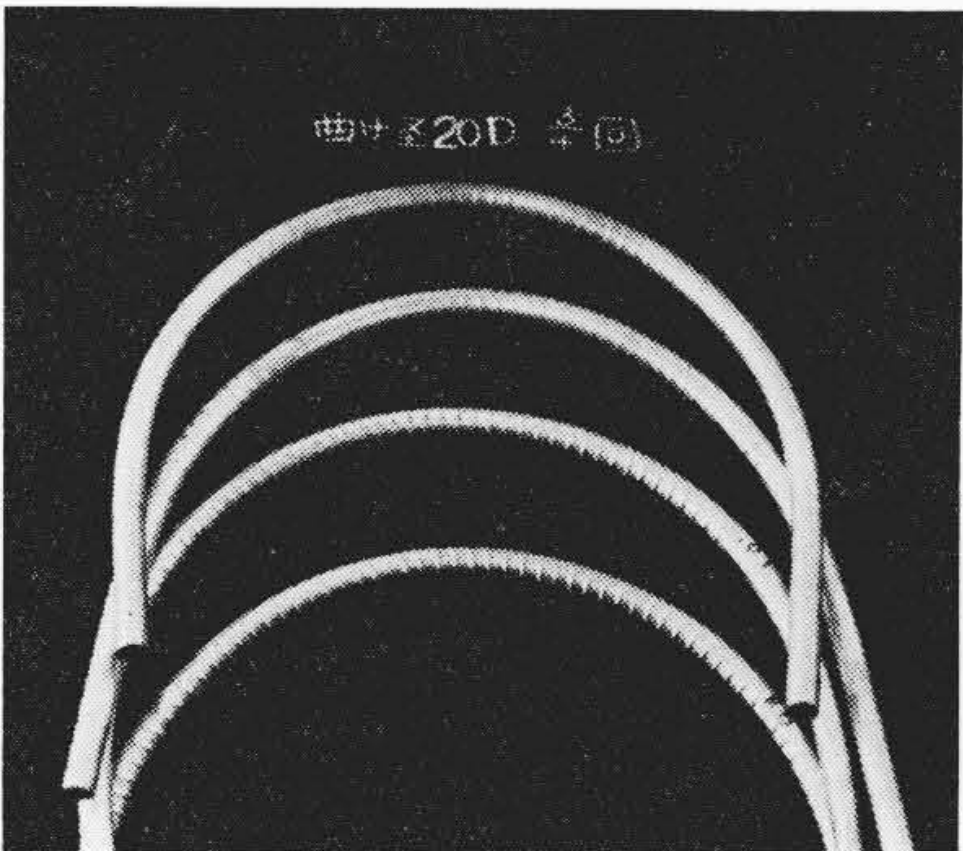
すなわち本試料の場合にはアルミ被覆厚さを 1.2 mm 以上とり最小許容曲げ直径を外径の 20 倍以上にすれば問題ないことがわかった。またこのコアを使用してストップリングを含む試料を作り屈曲試験を行なった。第 18 図の結果からわかるように、肉厚 1.0 mm の場合はストップリングを含まない場合より劣るが、1.4 mm にすれば屈曲特性の低下は防止できることがわかる。

第 5 表 疲 労 試 験 法

試 験 法	試 料 構 造	試験速度 (回/min)
片持はり試験	アルミ被 (外径 26.5 mmφ 厚さ 1.57 mm) より幅 Bmm 長さ 150mm の試験片を打ち抜いて試験	500回/min
アルミ被線返し曲げ試験	0.9×28P アルミ被ケーブル (外径 26.5 mmφ 厚さ 1.57 mm) を試料とし試料長は 650~1,100mm とした	500回/min
中 村 式 疲 労 試 験	3.8mmφ のアルミ線を試料とし試料長 200 mm 試験距離 100 mm	4,000回/min
電 磁 共 振 形 試 験	16 mmφ の丸鋼に肉厚 1.0 mm のアルミ被を押出し試料長 1,200 mm 試験距離 700 mm	10,200回/min



第 16 図 各国のアルミ被厚さ

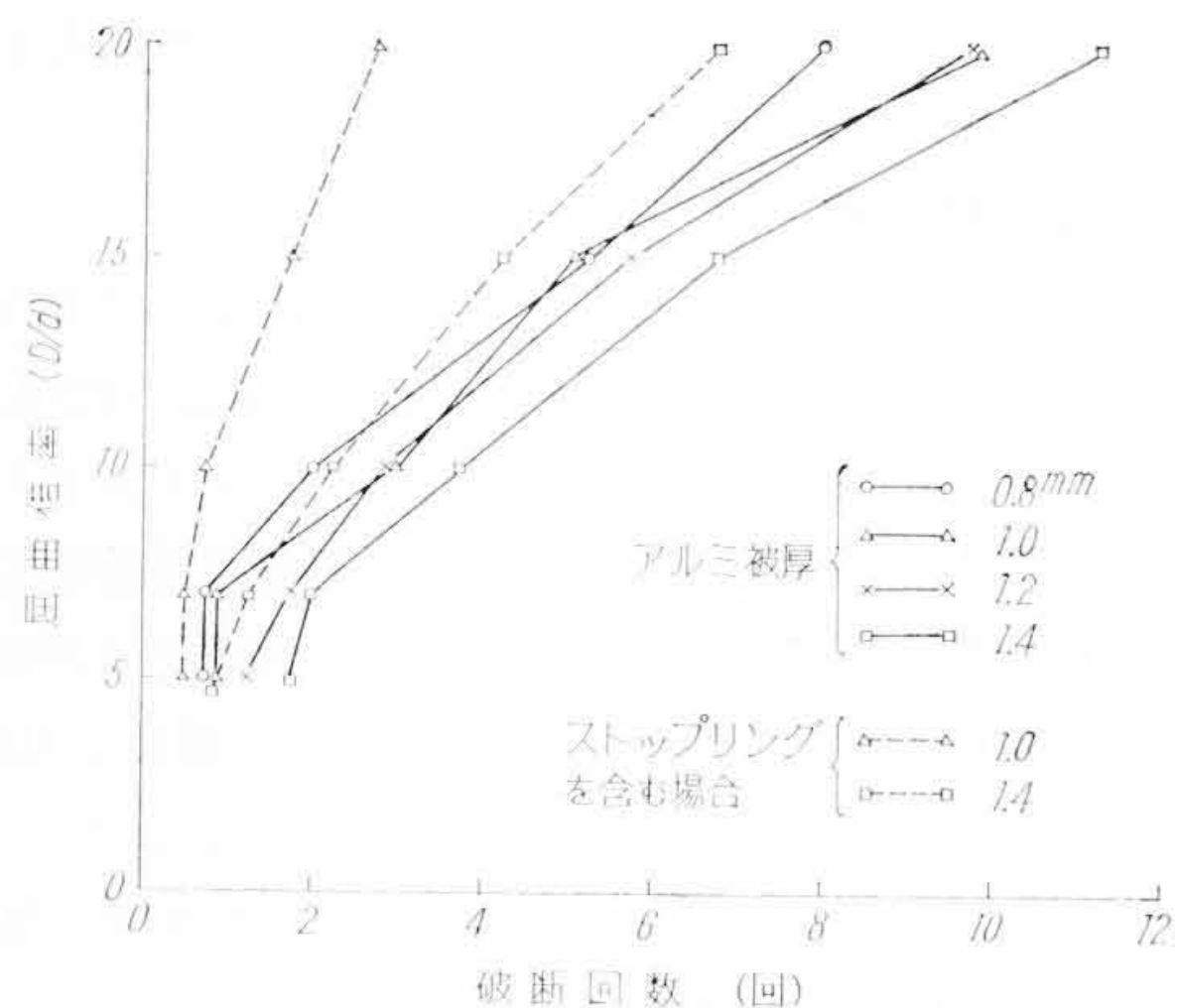


第 17 図 屈曲試験後の外観

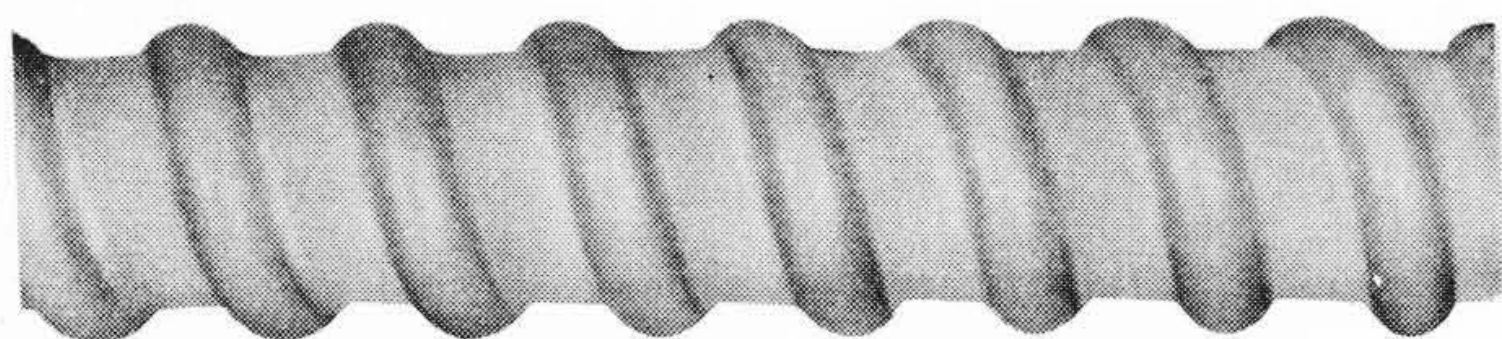
第 6 表 屈 曲 試 験 結 果

(○……良 △……さ屈 ×……クラック S: ストップリング付)

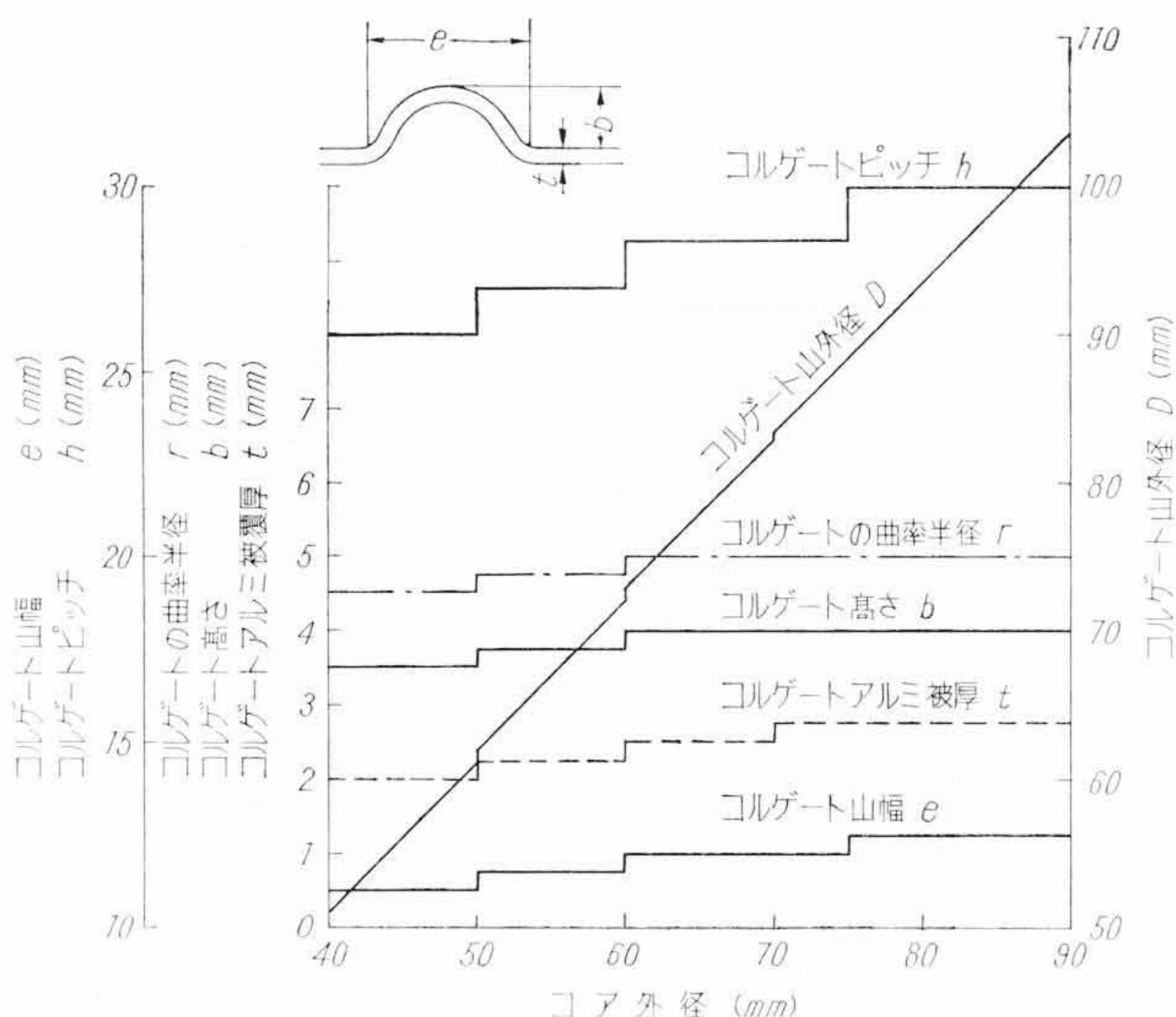
曲げ回数		0	1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 3/4	3	3 3/4	4 1/4	5 1/4	5 3/4	6 3/4	8	9 3/4	11 1/4
D/C	試料																				
5	0.8	○	△	.....	×																
	1.0	○	△	.....	×																
	1.2	○	△	.....	.....	×															
	1.4	○	△	.....	.....	.....	×														
	1.0S	○	△	×																	
	1.4S	○	△	.....	×																
7	0.8	○	△	.....	×																
	1.0	○	△	.....	×																
	1.2	○	△	.....	.....	×															
	1.4	○	△	.....	.....	.....	×														
	1.0S	○	△	×																	
	1.4S	○	△	.....	.....	×															
10	0.8	○	△	.....	.....	.....	.....	×													
	1.0	○	△	.....	.....	.....	.....	.....	×												
	1.2	○	△	.....	.....	.....	.....	.....	.....	×											
	1.4	○	△	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	×										
	1.0S	○	△	.....	×																
	1.4S	○	△	.....	.....	.....	.....	.....	.....	×											
15	0.8	○	.....	△	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	×						
	1.0	○	.....	△	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	×						
	1.2	○	.....	△	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	×					
	1.4	○	.....	△	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	×				
	1.0S	○	.....	△	.....	.....	.....	×										×			
	1.4S	○	.....	△	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	×							
20	0.8	○	.....	.....	△	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	×			
	1.0	○	.....	.....	△	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	×		
	1.2	○	.....	.....	△	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	×	
	1.4	○	.....	.....	△	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	×
	1.0S	○	.....	.....	△	.....	.....	.....	.....	.....	×										×
	1.4S	○	.....	.....	△	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	×				×



第 18 図 アルミ被覆ケーブルの屈曲倍率と破断回数との関係



第 19 図 OKD 式コルゲートの外観



第 20 図 コルゲート被覆の寸法図

5. コルゲートアルミ被覆の諸特性

5.1 コルゲート形状

外径の大きいアルミ被覆ケーブルでは、通常コルゲートをほどこして屈曲性能の低下を防止している。一般にコルゲート形状としては、山部および谷部の形状を等しくとったいわゆるサイン形と、O K D 社 (Osnabrücker Kupfer and Draht Werk) で開発された OK D 形コルゲートとがある。

この両者を比較してみると、サイン形は山部と谷部が対称であるためその製造は容易であるが、コアと線接触しているため屈曲などにより絶縁体を損傷する懸念がある。

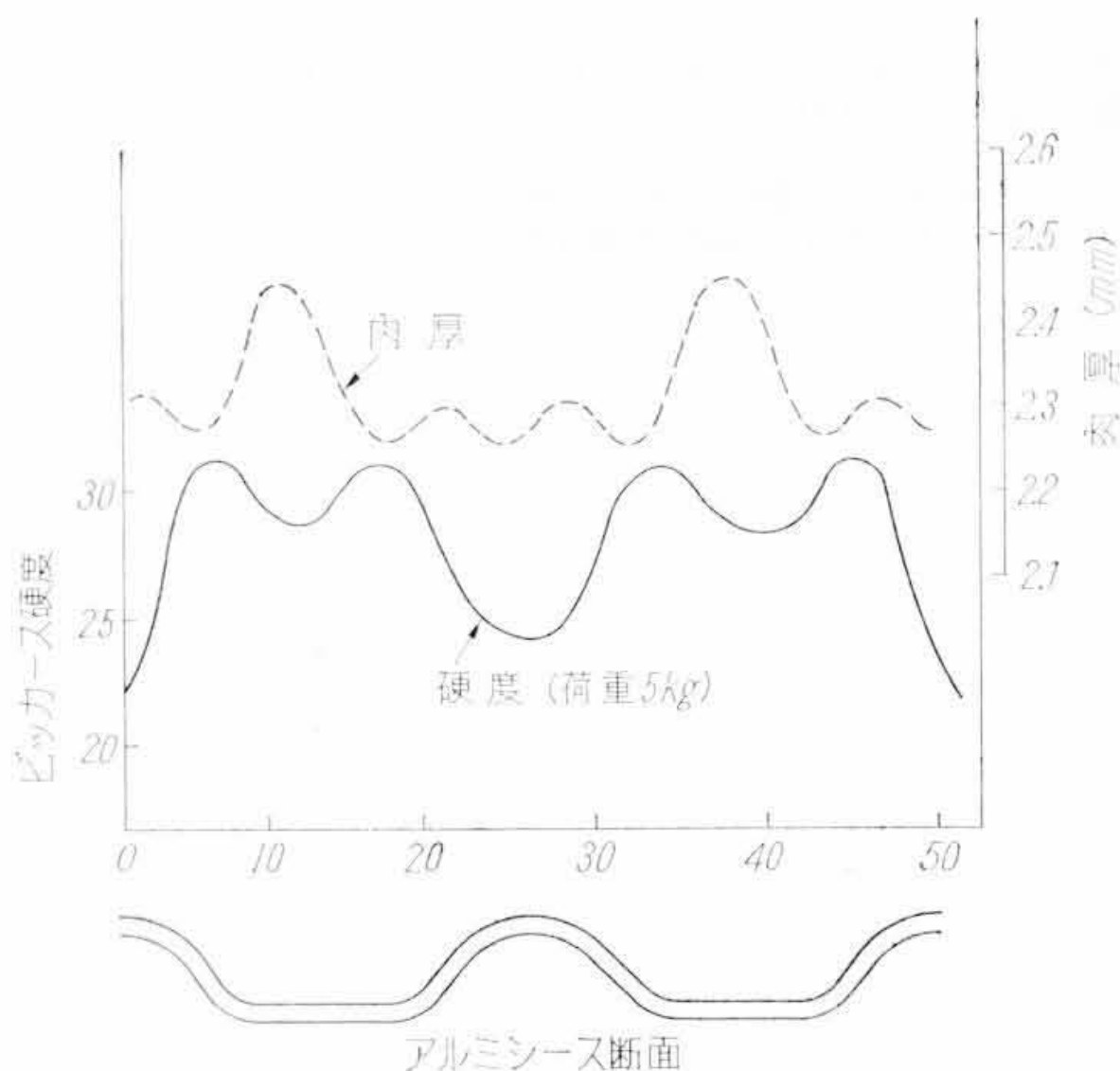
一方 OKD 形は第 19 図に示すように特殊形状をしているので、その製造には高度の技術を必要とするが、谷部が長いため、コアと面接触となり屈曲などによって絶縁体が損傷される懸念が少ない。このため日立製作所では今後超高压ケーブルにもアルミ被覆が積極的に採用されることを予想して、OKD 形コルゲート法を採用しその製造方式を確立した。OKD 形コルゲートの形状設計は屈曲性能および加工性の両方を考慮して次式で与えられる。

すなわち

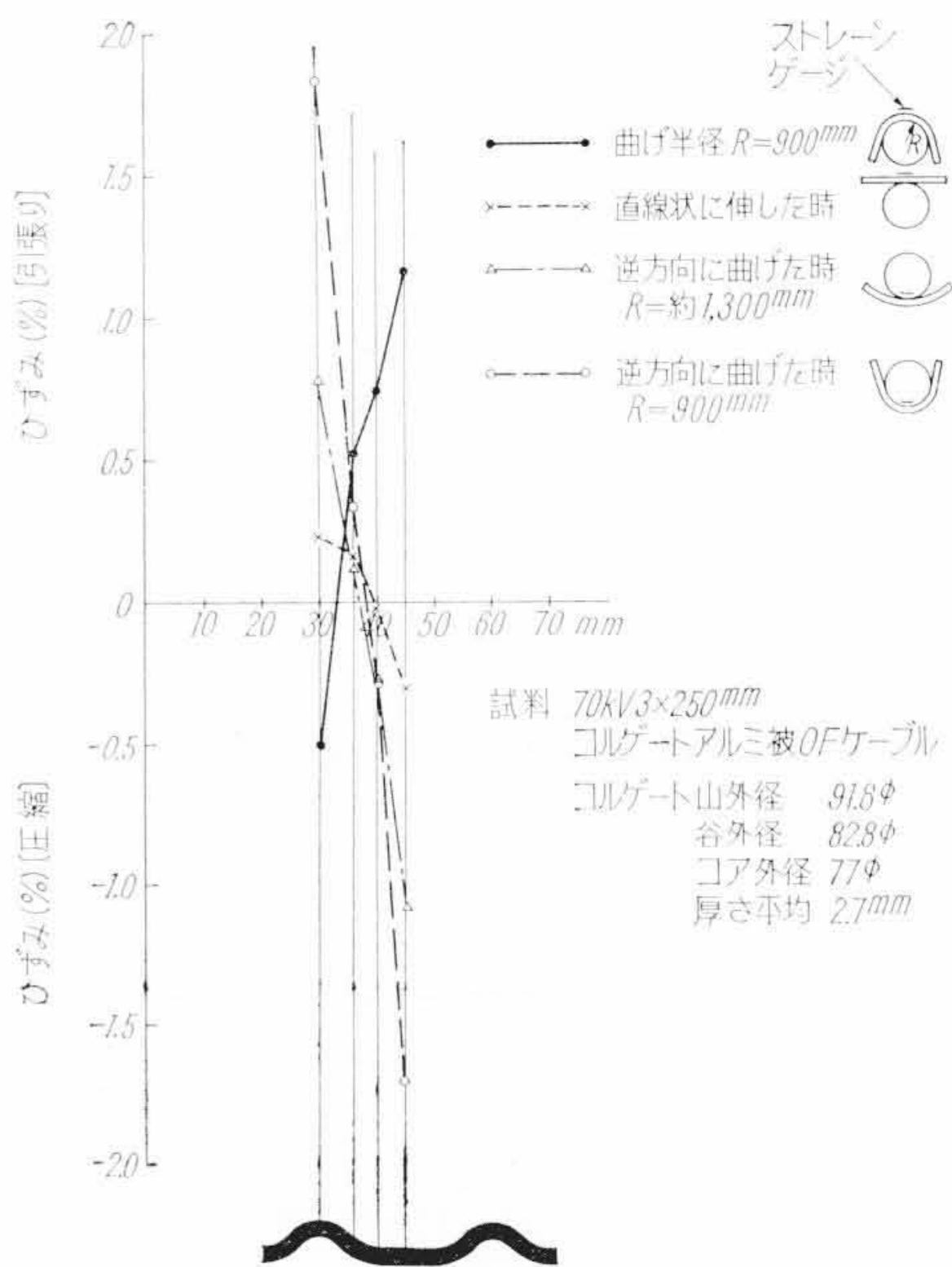
第 7 表 コルゲート被覆の機械的強度

項 目	引張り強さ (kg/mm ²)	伸 び (%)	降 伏 点 (kg/mm ²)
コルゲート被覆の最小断面積から計算	10.35	22.3	2.75
コルゲート被覆の平均断面積から計算	9.06	22.3	2.65
平 滑 ア ル ミ 被 覆	8.43	36	3.2

(注) コルゲートピッチ 16 mm
コルゲート高さ 4 mm
肉厚 山部 2.17 mm
谷部 2.38 mm
外径 53.5 mm



第 21 図 コルゲート断面の肉厚と硬度変化



第 22 図 コルゲート被覆の屈曲時のひずみ分布

コルゲートピッチ $h=13\sim 18t$ ここで t = アルミ被厚 (mm)
高さ $b=0.15t\sim 0.20t$
コルゲート 曲率 $r=0.2h-t/2$
山部の幅 $e=0.66h-2r$

ただし圧力形ケーブルのように被覆厚さの厚い場合には若干変更したほうがよく、現在日立製作所では種々検討して第 20 図に示すような値を採用している。

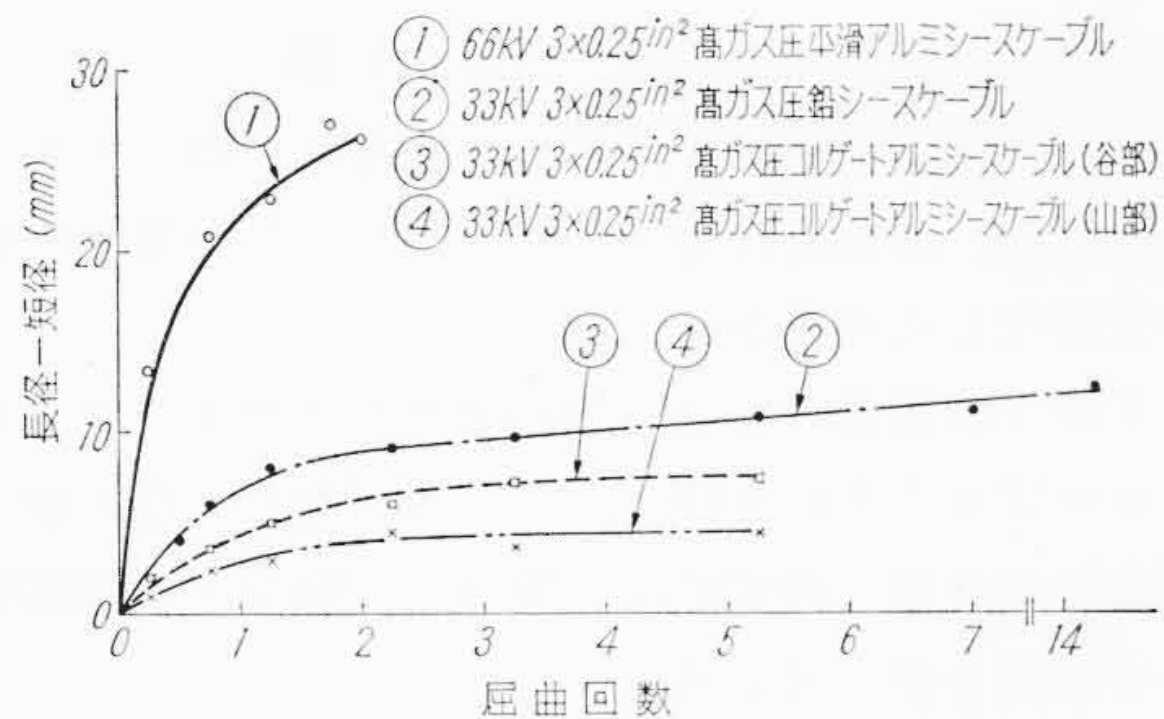
5.2 コルゲート後の機械的性質の変化

コルゲート加工後の引張り強さ、硬度肉厚などの測定結果を第 7 表および第 21 図に示す。第 7 表の結果について考察すると引張り強さは増加し伸びは減少し加工硬化している。

ただ降伏点は逆に低下しているが、これは引張りによりコルゲー

第8表 アルミ被ケーブルの許容屈曲径
(d=ケーブル外径)

被覆外径 (mm)	平滑被覆	コルゲート被覆
35.0 以下	20 d	12 d
35.1~550	25 d	15 d
55.0 以上	30 d	15 d



第23図 屈曲時のだ円変形の比較

トが伸びたためである。一方第21図からわかるように肉厚は谷部において増加し、硬度は加工をもっとも受ける弯曲(わんきょく)部で高いことがわかる。

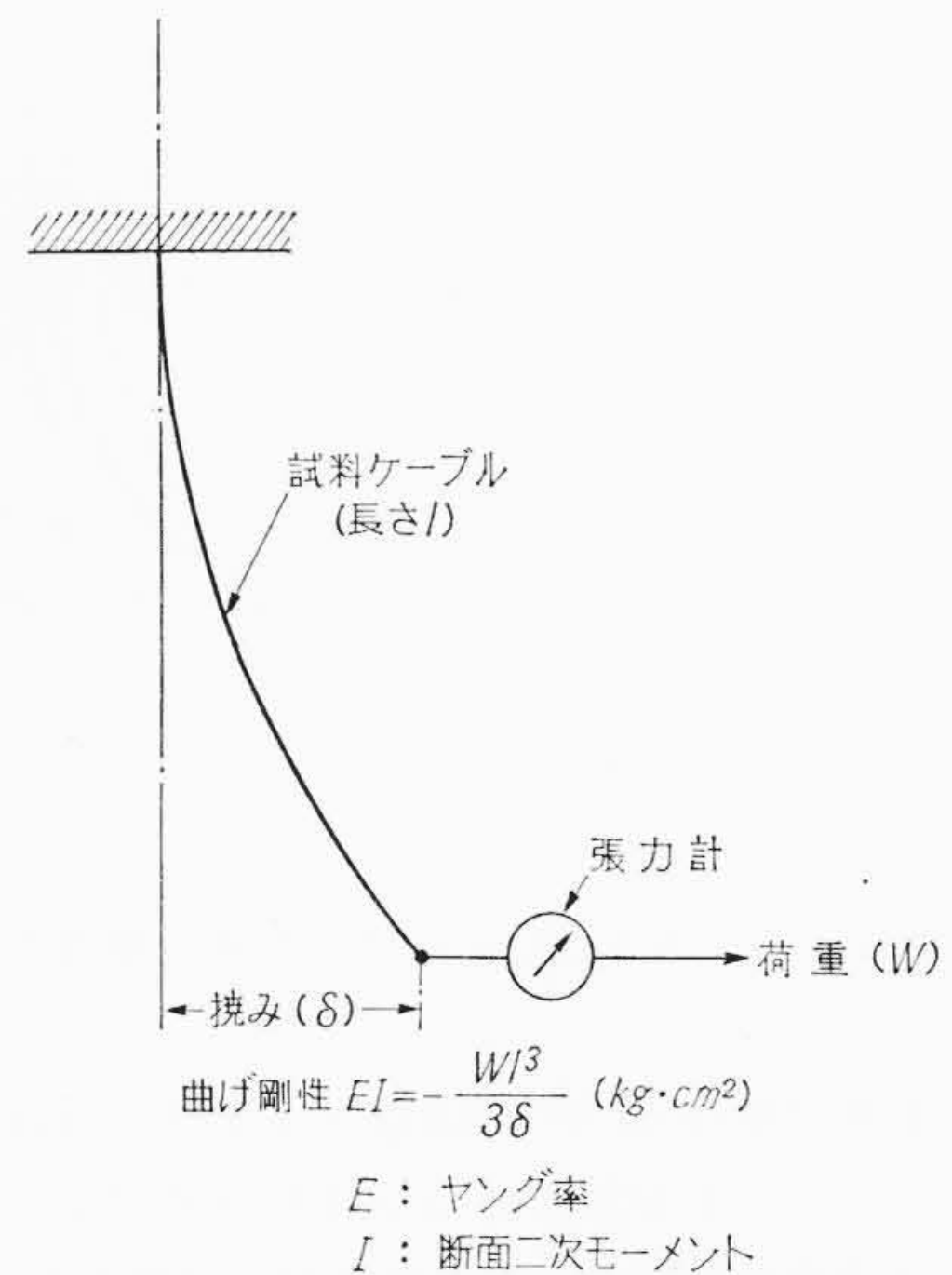
5.3 屈曲試験

コルゲート被覆は平滑被覆と異なり屈曲した場合ひずみの分布が均一でないから、その分布が耐疲労性に影響してくる。このためコルゲート各部にひずみゲージを接着して屈曲時のひずみを測定し第22図のような結果をえた。

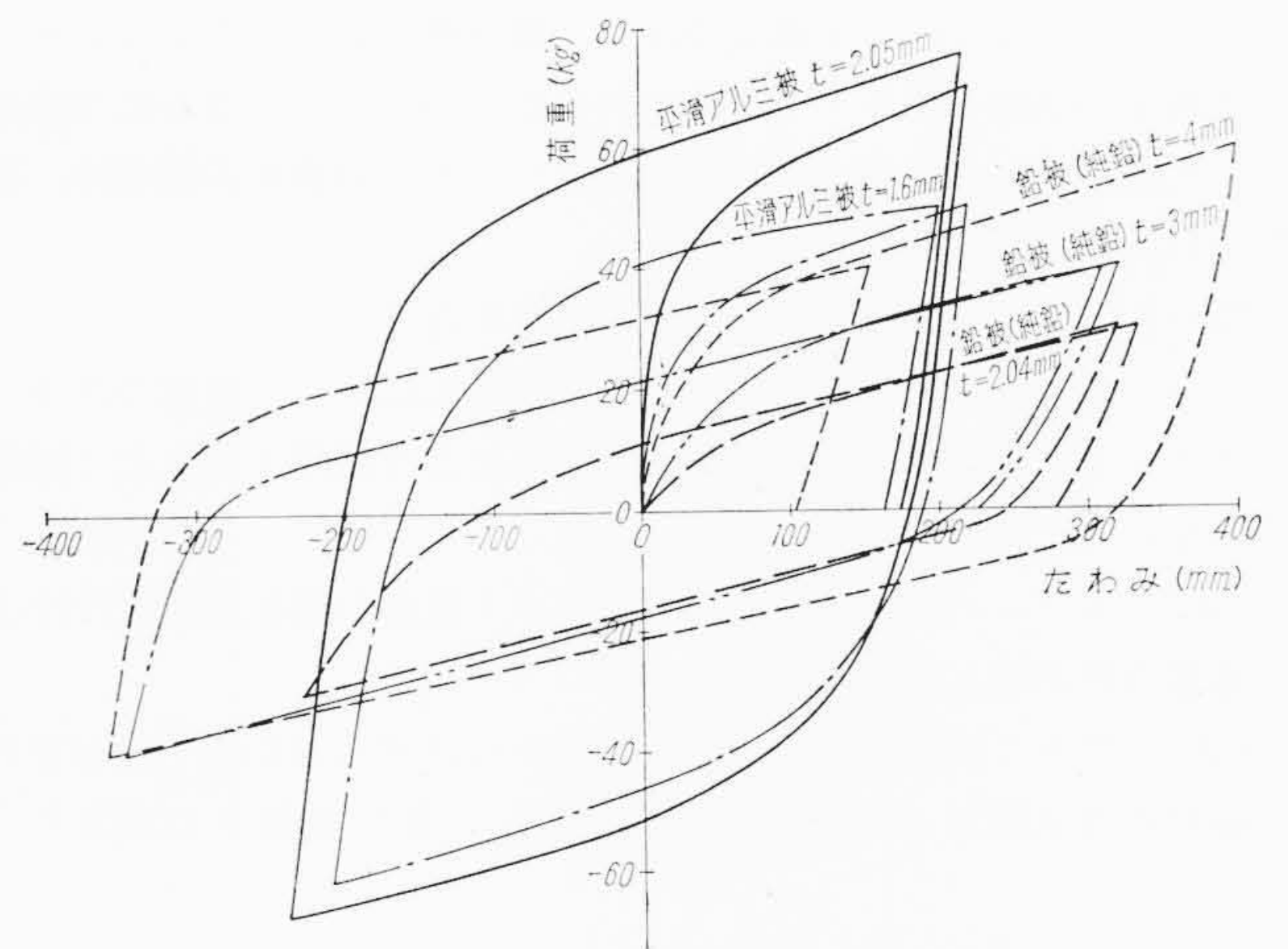
この図から最大ひずみの発生箇所は弯曲(わんきょく)部であるが、平滑被覆を同一倍率に屈曲した場合のひずみに比較すれば60%程度低下しており、コルゲート加工によって屈曲時の発生ひずみを軽減できることがわかった。またこの結果で注目される点は屈曲時引張り応力の発生する側のコルゲート山部では圧縮ひずみが、逆に圧縮応力の発生側の山部では引張りひずみが発生している。これは引張り応力によって被覆の長さが伸びる際、コルゲート形状がそれに応じて変化し、山部中央を中心にして屈曲が起こり、それぞれ圧縮ひずみおよび引張りひずみを発生するものと考えられる。第23図は屈曲試験時のだ円変形率を示す。この結果からわかるように、コルゲート加工によってだ円変形も小さく屈曲特性も改善されることがわかる。以上各種の屈曲試験から日立製作所ではアルミ被覆ケーブルの屈曲径として第8表の値を採用している。

5.4 曲げ剛性

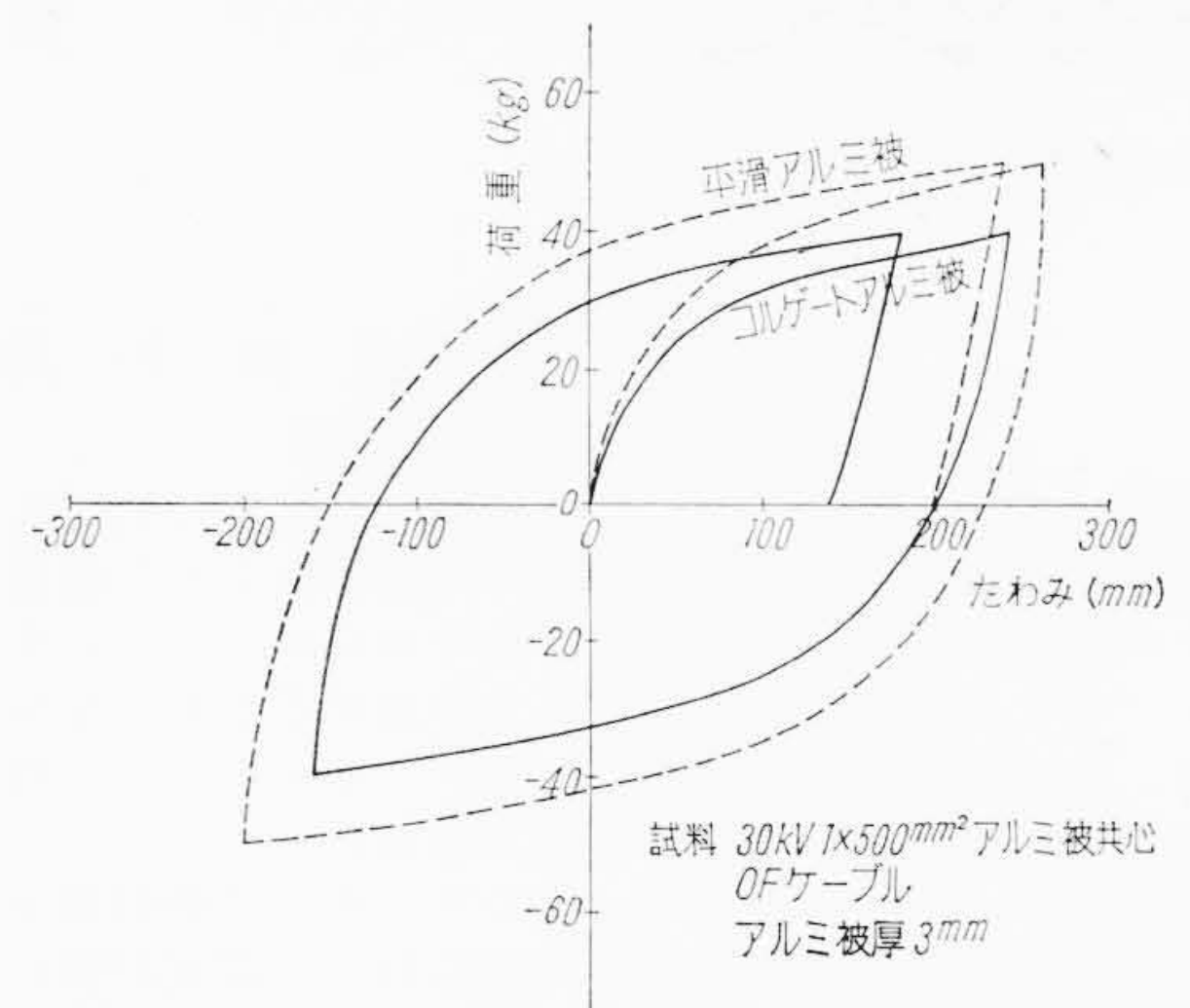
ケーブルを製造および使用する際には、被覆の機械的強度とともに曲げやすさも見落とせない重要な性質である。特に管路引き込みのケーブルでは、その曲げ剛性はマンホール寸法に影響し重要である。このため各種のケーブルの曲げ剛性を第24図に示すような装置によって測定し第25~27図のような結果をえた。第25図は33kV 3x0.25cm²高ガス圧ケーブルに肉厚を変化させて鉛被およびアルミ被をほどこした場合の測定結果である。この図から本試料のように比較的外径の大きい平滑アルミ被ケーブルは、鉛被ケーブルに比較してかなり曲げにくいことがわかる。特に被覆厚が増加するとその傾向は著るしくなる。しかし第26図の結果からもわかるように、コルゲートしたアルミ被ケーブルでは曲げやすさは相当改善される。第27図は20kV 3x200mm² SLおよびSAケーブルの試験結果で、これからアルミ被覆後3心より合わせたケーブルでは、曲げ剛性の差は小さくほとんどSLケーブルと同程度であることがわかる。またこれらの結果からケーブルの曲げやすさを比較するためには、単にたわみ試験からEIを求めて比較するよりも、荷重とたわみのヒステリシス曲線を描いて比較したほうがよいこと



第24図 曲げ剛性測定法説明図



第25図 被覆厚を変化させた場合の曲げ剛性

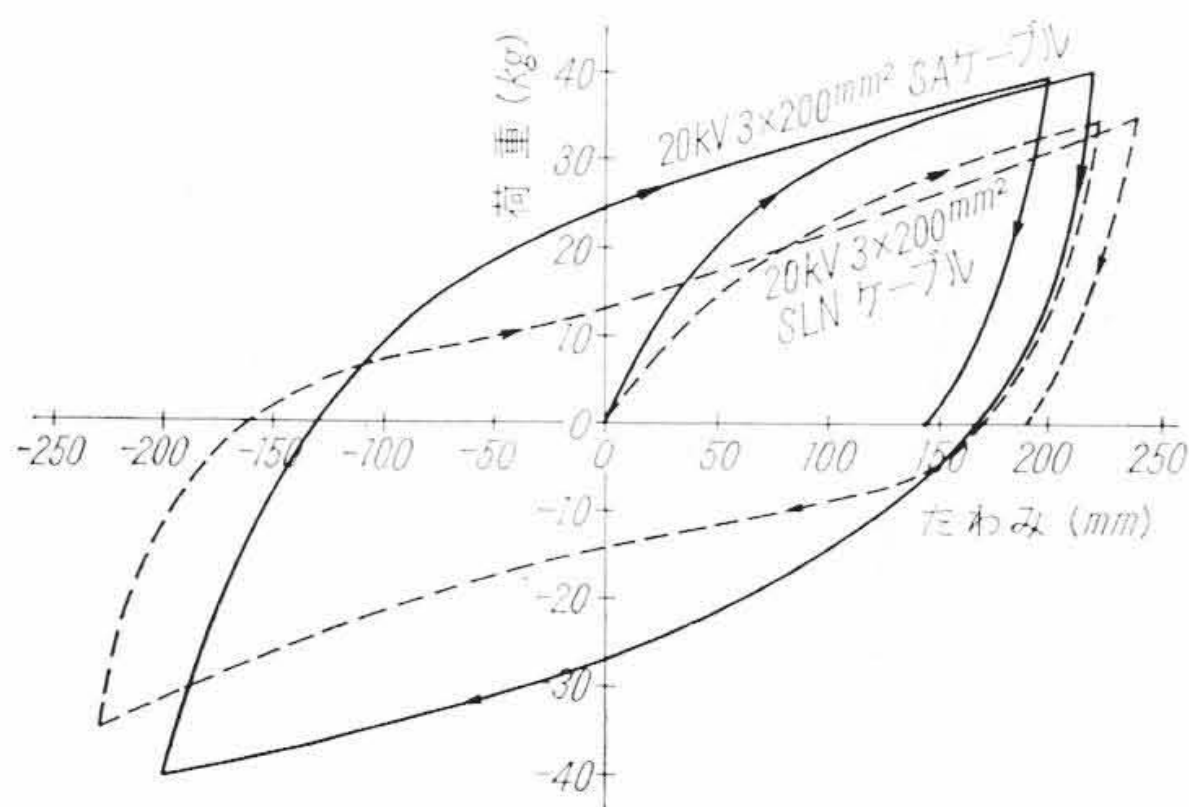


第26図 平滑被覆とコルゲート被覆の比較

がわかる。

5.5 内圧試験

70kV 3x250mm² アルミ被覆 OF ケーブル (アルミ被山部外径 91.1mmφ 谷部外径 82.8mmφ 肉厚 2.75mm) に内圧を加え破断圧力を測定した。その結果破断内圧は 72 kg/cm² であり、破断円周応力を測定すると 9.8 kg/mm² となりほぼ引張り強さと等しいことがわかった。また低圧力でクリープ速度を測定すると第9表のようになる。一方クリープによる伸びの許容範囲は、L. F. Hickernell



第 27 図 SA ケーブルと SL ケーブルの曲げ剛性の比較

氏⁽⁸⁾らによれば鉛被の場合 40 年で 5.5% であるといわれている。この値から許容クリープ率を計算すると $1.61 \times 10^{-5} \%/h$ となる。ただ許容クリープ速度の決定にはさらに検討の余地がある。

6. 結 言

以上述べたように、本論文では日立製作所で新設したシェレーマン社製 $2 \times 1,600 t$ アルミプレスの特色について述べ、さらに本機によって製造された各種のアルミ被覆についてその機械的諸特性、使用上の問題などを検討した。

得られた結果を要約するとつぎのようになる。

- (1) シェレーマンプレスによって製造したアルミ被覆のストッピングは、自動肉厚調節装置の効果により使用上まったく問題のないことがわかった。
- (2) 本プレスによって製造したアルミ被覆の機械的強度はほぼ通常の押出材と同一である。
- (3) アルミ被覆の各種の疲労試験からひずみ周期が 1 回/日の場合には 0.25% の許容ひずみとれる。また鉛被とは異なり、

第 9 表 クリープ率測定結果

応 力 (kg/mm ²)	ク リ ー プ 率 (×10 ⁻⁵ %/h)			
	谷部円周方向	谷部長さ方向	山部円周方向	山部長さ方向
3.0	4.2	4.8	2.6	4.4
2.5	3.3	2.2	—	—
2.0	3.2	3.5	2.6	3.1
1.5	2.9	2.3	1.8	2.1

試験法、試験速度が疲労曲線に及ぼす影響は小さい。

(4) コルゲート被覆は平滑アルミ被覆に比較して屈曲特性が改善されるほか、屈曲時の発生ひずみおよび円変形の軽減、曲げ剛性の改善などに効果がある。

(5) アルミ被覆後 3 心より合わせた SA 形ケーブルの曲げ剛性は SL ケーブルのそれとほとんど大差がない。なお耐クリープおよび疲労性の正確な決定には、実負荷試験など長期試験が必要であるので検討を続けている。

終わりにのぞみ終始ご指導ご激励をいただいた斎藤事業部長、内藤工場長をはじめ関係各位に深謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) P. M. Hollingsworth: CIGRE, II, No. 203 (1950)
- (2) Machinery 82, 171, (1953)
- (3) H. Borchardt, G. Hosse: Siemens-Zeitschrift, 27, 3 (1953)
- (4) H. Borchardt, W. Thele: Siemens-Zeitschrift, 34, 3 (1960)
- (5) The Engineer (American Section), P 579 (Oct. 18, 1957)
- (6) G. R. Gohn, W. C. Ellis: Proc of A. S. T. M., 51, 721, (1951)
- (7) J. F. Eckel: Proc of A. S. T. M.: 51, 745, (1951)
- (8) L. F. Hickernell, A. A. Jones, C. J. Snyder: Trans of A. I. E. E. 70, 1273, 1951
- (9) G. B. Shanklin, J. F. Eckel: Trans of A. I. E., Trans of A. I. E. E., 73, 94, 1954
- (10) R. W. Atkinson, L. Meyerhoff, W. H. Cortelyou: Trans. of A. I. E. E., 72, 246, 1954



特許第 287879 号

特 許 の 紹 介



益 田 淳 一・木 沢 董 善
高 砂 常 義

避雷器用直列ギャップ構体

この発明は、超高圧避雷器の直列ギャップ構体に関するもので、この種の避雷器にはしばしば 1,000A を越えるような続流が流れるので、この大電流を確実にしゃ断するためには、どうしてもその直列ギャップおよび特性要素の構造が大形化せざるを得なかった。この発明は、そのギャップ構造をコンパクトなものとし、同時にその続流しゃ断能力をも増加させたものである。

その構造は、図に示すように一枚のドーナツ状絶縁盤上に長刃状の電極を数片、ある仮想内の接線方向に沿って固定設置して放電多間隙を形成し、同時に互いに隣り合う電極と、絶縁盤上の外周に形成されたその一部が欠けた縁部とによって、それぞれ互いに独立した消弧室を形成し、また絶縁盤面に対して垂直な磁界を作るような磁気吹消線輪を設けたものである。

放電間隙に発生したアークは、磁気吹消線輪によって消弧室内を矢印の方向に向って駆動伸張されるが、アーク自体の粘性のため、その前後の高温ガスはアークと共に移動し、絶縁盤の中央空所から新鮮で低温な空気が放電間隙を通して消弧室内に流入してきて、アークを冷却するのであるが、空気の移動に際しては図に示すように、長刃状の電極をある仮想円に沿って固定設置したので、その流体抵抗は著しく小さくなっているため、瞬時に大量の空気の移動が可能となり、冷却効果を増大することになる。また、それと同時に各消弧室をそれぞれ互いに独立に区画したことにより、アークによ

りイオン化した高温ガスの隣接相互間の交流をさえぎり、それを局限した広さにおいて処理されるようにしたため、放電エネルギーの消滅処理を容易にし、かつ大きな放電電流が流れた時の二次的な障害の発生を阻止しうるものである。(小 島)

