
大容量地中送電特集

500kV OFケーブルおよび付属品の開発	61
154kV OFケーブル用改良形普通接続部	67
154kV 架橋ポリエチレンケーブルの開発	71
SF ₆ ガス含浸架橋ポリエチレンケーブルの絶縁特性	76
極低温電力ケーブルの開発	80
OFケーブルの浮力延線	84

500kV OFケーブルおよび付属品の開発

Development of 500kV Oil-filled Cables and Accessories

渡辺 達雄* 林 広 昭* 林 田 克 哉**
 Tatsuo Watanabe Hiroaki Hayashi Katsuya Hayashida
 井 出 成 夫** 安 藤 順 夫*** 沼 尻 文 哉****
 Shigeo Ide Norio Andô Humiya Numaziri

要 旨

500kVケーブルで、1回線あたり1,500MVAの送電容量を確保するために1,200mm²アルミ被OFケーブルに強制冷却を適用し、また端末用として2,000mm²鉛被OFケーブルを採用することとし、それぞれに必要な気中終端接続部、SF₆終端接続部、油止め接続部、絶縁接続部などの開発研究を行なった。

常規使用電圧に対する最大電位傾度として15~16kV/mmまで許容し、インパルス絶縁レベル(BIL)1,550kVに対応する絶縁厚さとして約30mmを採用するとともに、新たに開発した極低損失紙を使用して誘電特性の改善を図った。

この結果、ケーブルの低損失化、耐電圧特性など、初期の目標性能を満足する結果が得られ、付属品についてもケーブルと同等の電気的性能が得られた。また、ケーブルの温度上昇試験やオイルデマンド測定など熱的性能についても試験結果を紹介した。

1. 緒 言

電力需要の増大と送電系統の拡大化に対し、火力・原子力発電所の大規模化とともに、系統の500kV昇圧が予定されており、発電所で直接500kVに昇圧する「臨海直接昇圧」方式が必要と考えられている。このための発電所内引出線および送電系統の地中化を対象とした500kV OFケーブルの開発が要求され、東京電力株式会社における大容量地中送電技術開発研究の一環として、送電容量1,500MVAの確保と長期性能の実証を主目的とした共同研究を実施した。

東東京変電所（千葉県野田市）の実証試験線路は昭和45年10月に完成し、長期課通電試験および管路水冷実験にはいっているが、これに使用したケーブルおよび各種付属品の開発成果を紹介する。

2. 500kV OFケーブルの設計目標

最近では、発電所の用地取得難とともに、送電線路用地の取得も非常に困難になってきており、限られた用地で大電力を送るためには、1ルートあたり3,000MVA以上の送電容量を確保する必要がある。

従来の275kV OFケーブルで、強制冷却を適用しないで送電した場合には、管路布設3回線で1,000MVAが限度であり、上記3,000MVAを送電するには膨大な設備を必要とする。

送電容量の増大には送電電圧を上げることと冷却を適用して電流を増すこととの2方法が考えられる。今回の開発目標は両者を同時に行なおうとすることにある。すなわち、

ケーブル送電電圧：500kV
 通 電 電 流：1,800A/cct
 が達せられれば
 送 電 容 量：1,500MVA/cct

* 東京電力株式会社
 ** 日立電線株式会社日高工場
 *** 日立電線株式会社研究所
 **** 日立電線株式会社研究所 工学博士

が確保されるので、2回線で3,000MVAの送電が可能となる。しかし1回線で3,000MVAを送電するには3,600Aの電流容量が必要となり、この種のケーブルでは実現が困難であろう。

このような観点から、ケーブル1回線あたりの目標送電容量としては、発電機の最大ユニット出力に相当する1,500MVAを考えこれを確保するためケーブルを強制的に冷却することにした。

管路布設ケーブルに1,800A(1,500MVA)の電流容量を期待するためには、非冷却時の許容電流を倍増できる効率的な強制冷却が前提になる。つまり、ケーブル布設ダクトに隣接する水管に通水する管路間接水冷方式では20~30%増の冷却効果しか得られないため、管路直接水冷方式の採用が考えられた。東東京変電所の実証試験線路において、亘長(こうちょう)170mの4孔管路が設けられ、ケーブルのはいった3本の管路と残りの1管路(帰水管)で循環系統を構成した直接水冷方式が検討されている。この場合、1,200mm²ケーブル、亘長5kmを対象に直接水冷の冷却効果を試算しこれを図1に示した。この結果では、1,800Aの許容電流を確保するために、入口水温5~15°Cで1管あたり8~12l/sの流量が必要になる。

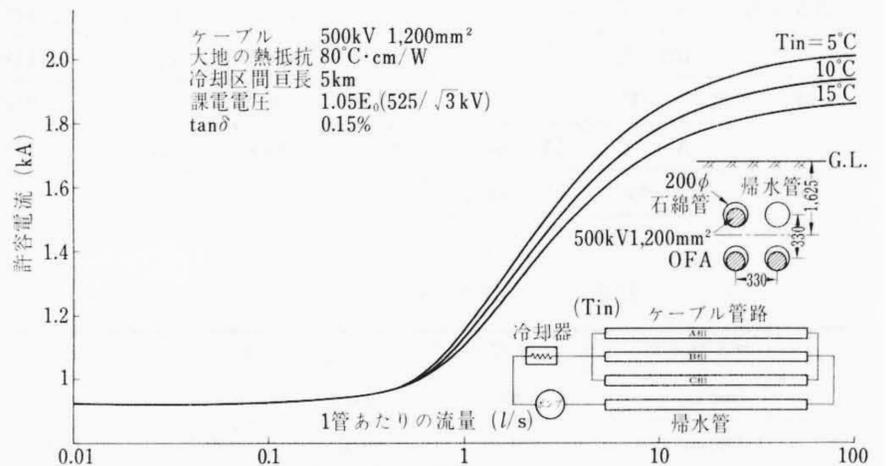


図1 管路直接水冷方式の冷却効果

上記のような送電容量を確保できるケーブルの性能として、以下の特性を設定した。

- (1) 導体サイズ
 - { 1,200mm² (強制冷却区間)
 - { 2,000mm² (非冷却区間)
- (2) 耐電圧性能
 - 常時使用電圧：公称500kV, 最高525kV
 - インパルスレベル(BIL)：1,550kV
- (3) 低損失性能
 - 使用条件 ($\frac{E_0}{\sqrt{3}}$, 80°C) において0.15%以下
 - 比誘電率：3.2
- (4) 導体許容温度：80°C (連続)

2.1 絶縁材料

上記の性能、特に低損失性能を満足させるために、従来の超高压ケーブル用低損失絶縁紙のいっそうの性能改善を図った。低損失絶縁紙は、パルプの厳選、抄紙時の脱イオン処理、密度の低減および気密度の向上など抄紙条件の改善によって、誘電特性を向上させたものであるが、このような低損失化は、必然的に紙の機械的強度の低下を伴うためおのずと限界がある。今回使用した絶縁紙については、製紙メーカー（株式会社巴川製紙所）の協力を得て100~150μ紙の試作研究を繰り返した結果、最終的性能として表1に示す値が得られた。

80μ紙、100μ紙は導体近傍の電界強度が高い部分に使用されるため、高密度、高气密度に重点を置き、誘電特性はケーブル特性上許される範囲で若干大きい値とした。

125μ、150μ紙は誘電特性に重点を置いたが、大サイズケーブルであるため、機械的強度が極度に低下しないように特に留意した。

絶縁油としては、現在超高压OFケーブル用として実績のあるアルキルベンゼン系合成絶縁油（ハード形）を使用した。

2.2 絶縁厚さの決定

ケーブルのインパルス耐圧、AC耐圧および開閉サージについて要求性能を満足するよう設計するとともに、現有製造設備の制限も考慮して、最終的に1,200mm²アルミ被ケーブルに対しては30mm、2,000mm²鉛被ケーブルに対しては29.5mmの絶縁厚さを選定した。

(1) インパルス耐圧

表1 500kV OFケーブル用絶縁紙の性能

項目	単位	80μ紙	100μ紙	125μ紙	150μ紙	
密度	g/cm ²	0.9	0.85	0.69	0.69	
気密度	s/100cc	5,000	5,000	1,300	1,200	
引張強さ	縦	kg/15mm幅	8.5	10.0	10.0	11.5
	横	kg/15mm幅	4.0	4.5	5.0	6.0
伸び	縦	%	3.5	4.0	3.0	2.5
	横	%	9.5	9.5	6.0	7.0
誘電正接	常温	%	0.200	0.182	0.165	0.153
	80°C	%	0.177	0.167	0.151	0.142
	100°C	%	0.202	0.194	0.194	0.182
誘電率	—	3.7	3.6	3.3	3.2	
絶縁耐力	AC	kV/mm	39.5	38.0	38.0	37.0
	インパルス	kV/mm	13.5	130	120	117

表2 インパルス耐圧値に対する電位傾度

ケーブルサイズ (mm ²)	絶縁厚さ (mm)	電位傾度 (kV/mm)		
		max	mean	min
1,200mm ²	30.0	96.6	63.3	43.6
2,000mm ²	29.5	92.0	64.4	46.9

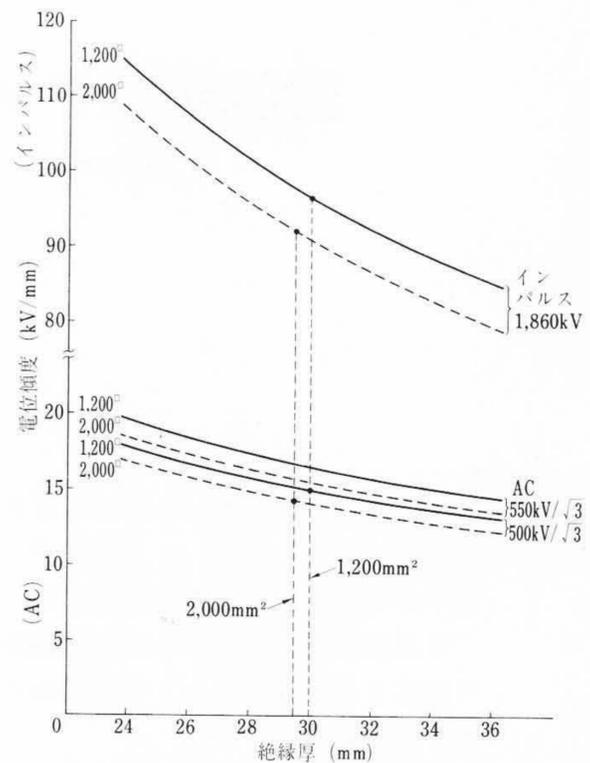


図2 絶縁厚さと最大電位傾度の関係

表3 AC最大電位傾度

ケーブル	線間電圧	500kV	550kV
1,200mm ²		15.0kV/mm	16.5kV/mm
2,000mm ²		14.3kV/mm	15.7kV/mm

BILを1,550kVと考え、耐圧値は20%増しの1,860kVとした。上記絶縁厚さを採用した場合のインパルス耐圧値に対する電位傾度は表2に示すとおりである。最大電位傾度を絶縁設計上の基準と考え、従来の超高压OFケーブルの破壊時最大電位傾度(110~125kV/mm)と比較すると、1,200mm²では14%以上、2,000mm²では20%以上の裕度が期待できる。絶縁厚さと最大電位傾度の関係を図示すると図2に示すのとおりである。

(2) AC耐圧

常時線間電圧500kVおよび550kVに対して、導体上の最大電位傾度を求めると表3のようになる。

従来の超高压OFケーブル使用電圧に対する最大電位傾度は、10~12kV/mmであるが、イギリス、フランスなどの400kV OFケーブル^{(1)~(3)}あるいはグラウンドクーリーの500kVケーブル⁽⁴⁾は15~16kV/mmで設計されている。

日立電線株式会社275kV級OFケーブルの交流長時間破壊試験における破壊時の最大電位傾度は40~50kV/mmであり、表3の電位傾度の約2.5~3.3倍に相当する。電気学会電圧標準委員会の検討結果では、500kV送電系統における商用周波過電圧値は、1.37倍を最大値とみなしている⁽⁵⁾。このときの電位傾度は約20kV/mmとなり、上記交流長時間破壊時の電位傾度に対してじゅうぶん余裕がある。

また、日立電線株式会社における材料試験結果では油浸紙のV-t特性が40kV/mm程度で飽和している⁽⁶⁾ことおよび110°C、25kV/mmにおける油浸紙の長期劣化試験結果も良好であることが確認された⁽⁷⁾。

上記のような理由から、常時電位傾度として15~16kV/mmが許容できるものと判断した。

(3) 開閉サージ耐圧

500kV系統の開閉サージ倍数は2.0~2.2倍以下と予想されているが、安全をみて2.5倍と考えると、

$$\frac{550}{\sqrt{3}} \times \sqrt{2} \times 2.5 = 1,125 \text{ kV}$$

になる。他方、過去の試験結果より開閉サージ絶縁耐力はインパルス耐圧値の80% (約1,500kV) 以上が期待できるので上記の電圧にはじゅうぶん耐えうるものと考えられる。なお、EEI (Edison Electric Institute) が開発中のウォルツミル (Waltz Mill)⁽⁸⁾ や USBR (United States Bureau of Reclamation) が計画中のグランドクーリー (Grand Coulee)⁽⁴⁾ の500kV ケーブルは試験条件としてBIL 1,550~1,675kV に対して、開閉サージ試験電圧1,290~1,390kV (BILの83%) を採用している。

2.3 ケーブルの構造

先行試作検討により、上記絶縁厚さの妥当性と製造条件を把握(はあく)したうえで、最終的ケーブル構造は表4のように決定した。完成ケーブルの形状は、1,200mm²アルミ被および2,000mm²鉛被ケーブルを比較して図3に示す。

3. ケーブルの性能

3.1 電気性能

- (1) 構造、曲げ、わく試験の試験結果は表5に示すとおりである。
- (2) 試料試験は、
 - (i) 交流耐圧、破壊試験
 - (ii) 衝撃電圧、破壊試験
 - (iii) 誘電正接測定

表4 500kV 1×1,200mm² OFAZV ならびに1×2,000mm² OFZVの構造

項目	単位	数	量
ケーブル種類	—	1×1,200mm ² アルミ被OF	1×2,000mm ² 鉛被OF
油通路	内径	mm	18.0 (±0.5)
	厚さ	"	0.8
	外径	mm	19.6
導体	公称断面積	mm ²	1,200
	形状	—	6分割圧縮
	構成	—	61本×6セグメント
	計算断面積	mm ²	1,200
体	セグメント絶縁厚さ	mm	0.125
	バインダ厚さ	mm×枚	0.15×10.10×1
	外径	mm	47.9
	絶縁体上カーボン紙	mm	0.3
	絶縁厚さ	"	29.4 } 30.0
絶縁体	絶縁体上カーボン紙	mm	0.3
	しゃへい層厚さ	mm	0.3
バインダ厚さ	"	0.5	0.5
金属シース厚さ	"	2.8 (アルミ被)	4.5 (鉛被)
座床、補強層厚さ	"	—	1.3
ビニル防食層厚さ	"	4.5	4.5
概算外径	mm	142	145
概算重量	kg/km	30,000	56,000



(左 1,200mm² 右 2,000mm²)

図3 500kV OFケーブルの外観

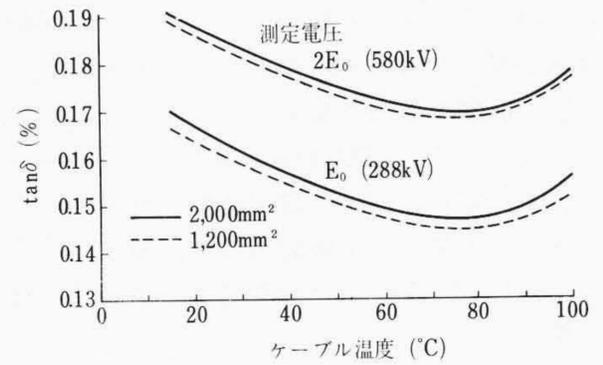


図4 500kV OFケーブルの誘電正接温度特性

の3項目について行なわれた。試験結果は表6に、誘電正接の温度特性は図4に示すとおりである。

3.2 熱的特性

ケーブルの熱的特性として、温度上昇試験・半径方向の過渡油圧試験・オイルデマンドの測定を行なった。試料ケーブルは2,000

表5 500kV OFケーブルの構造、曲げ、わく試験結果

導体サイズ, わくNo.	1,200mm ² わく1	1,200mm ² わく2	1,200mm ² わく3	2,000mm ²
試験年月日	昭45.4.18	昭45.4.2	昭45.4.11	昭45.4.14
製作長(m)*	182(+81.6)	190(+36.8)	190(+66.4)	132(+62.8)
静電容量(μF/km20°C)	0.233	0.233	0.232	0.271
絶縁抵抗(MΩ/km20°C)	61,000	61,000	61,000	54,000
導体抵抗(Ω/km 20°C)	0.0149	0.0150	0.0150	0.00913
ガス試験	0.0174	0.0266	0.0285	0.0292
防食層絶縁抵抗(MΩ/km20°C)	300	290	290	290
誘電正接	測定温度(°C)	12	12	11
	144kV	0.151	0.151	0.150
	288kV	0.154	0.154	0.153
398kV	0.160	0.161	0.159	
耐圧試験(420kV 10分)	良	良	良	良
曲げ試験	曲げ径(mm)	3,000	3,000	3,000
	結果	良	良	良
構造試験結果	良	良	良	良

注：* ()内の数値は試験余長を示す。

表6 500kV OFケーブルの試料試験結果

ケーブル種類	500kV 1×1,200mm ² OF				500kV 1×2,000mm ² OF					
交流耐電圧試験	630kV 6時間 良				630kV 6時間 良					
交流破壊試験	870kV 昇圧中 (試験用CH外閃(がいせん))				840kV 2時間 (ケーブル中央BD)					
衝撃電圧耐電圧試験	1,860kV 3回 良				1,860kV 3回 良					
衝撃電圧破壊試験	2,130kV 3回目 (ケーブル曲り部BD)				2,160kV 1回目 (ケーブル立上りBD)					
誘電正接 (%)	測定電圧(kV)	144	288	398	580	144	288	398	580	
	温度(°C)	20	0.158	0.164	0.167	0.185	0.159	0.167	0.170	0.188
		40	0.150	0.154	0.160	0.177	0.149	0.157	0.162	0.178
		60	0.143	0.147	0.153	0.171	0.142	0.149	0.155	0.172
		80	0.140	0.144	0.150	0.168	0.140	0.147	0.151	0.169
		95	0.144	0.149	0.156	0.173	0.143	0.152	0.158	0.172
100	0.148	0.152	0.158	0.177	0.148	0.156	0.161	0.178		
誘電率 (20°C)	3.30				3.33					

注：誘電正接測定時のケーブル温度上昇は外部からの均一加熱による。

mm²鉛被ケーブルである。

(1) 温度上昇試験

ケーブル2条を並列に配置し、1,000A、1,500A、2,000Aを
 通電・しゃ断したときの各部の温度上昇および導体抵抗、シ
 ース損などの測定を行なった。温度上昇試験結果 2,000A通
 電時は図5に、導体抵抗、シース損の測定結果と温度上昇試
 験結果から求めた各部熱抵抗は、理論値と比較して表7に示
 すとおりである。表7の結果から明らかなように試験結果と
 理論計算値はよく一致しており、大サイズ500kV OFケー
 ブルにも従来の計算方法が適用できることが判明した。

(2) 半径方向の過渡油圧試験

低粘度の油を使用したOFケーブルでも、500kV級になると
 絶縁体が厚くなるため、半径方向の油圧変化が絶縁体の電
 氣的性能に影響を及ぼさないことを確認する必要がある。こ
 の確認試験として、2,000A導体通電・しゃ断時のシース側の
 油圧変化を測定した結果、投入時0.12kg/cm²、しゃ断時0.09
 kg/cm²の油圧上昇、降下が認められ、給油設計上しゃ断時の
 最低油圧として0.1kg/cm²の余裕を見込めば実用上問題ないこ
 とが判明した。

(3) オイルデマンドの測定

給油系統の設計に必要なオイルデマンドを求めるため、電
 流 2,000A の投入・しゃ断時の油量変化を測定した。ケー
 ブル単位長さに換算すると、オイルデマンドの最大値は、

投入時：8.08×10⁻⁵ (cm²/s)

しゃ断時：9.18×10⁻⁵ (cm²/s)

となり、導体発生損失に対する比率は(19~20)×10⁻⁵となる。

表7 5,000kV 1×2,000mm²OFケーブルの発生損失ならびに熱抵抗

項目	単位	測定値 (平均値)	理論値
導体直流抵抗 R _{dc}	×10 ⁻⁷ Ω/cm (20°C)	0.890	0.905
導体交流実効抵抗 R _{ac}	"	1.053	1.058
シース損 RS	×10 ⁻⁷ Ω/cm (20°C)	0.052	0.053
シース損係数 (RS/R _{ac})	%	4.93	5.0
絶縁体熱抵抗 S ₁	°C·cm/W	57.4	58.0
ビニルシース熱抵抗 S ₂	°C·cm/W	7.8	8.0

注：1. 熱抵抗の理論値を求める場合の固有熱抵抗として、
 絶縁体 550°C·cm/W ビニルシース 450°C·cm/W を用いた。
 2. 導体交流実効抵抗には表皮効果と近接効果が含まれる。

表8 500kV耐汚損用がい子の特性

項目	特性
全長	8,000mm
有効閃絡長	7,550mm
表面漏洩距離	22,050mm
平均直径	675mmφ
汚損耐電圧	394kV (汚損度0.03mg/cm ²)
汚損洗浮耐電圧	394kV (汚損度0.03mg/cm ²)
内圧破壊荷重	8 kg/cm ²

4. 付属品の構造と性能

4.1 耐汚損用終端接続部

耐汚損用終端接続部の構造は図6に示すとおりである。がい
 子は汚損度0.03kg/cm²における汚損耐電圧および洗浄耐電圧をAC
 394kVとして設計されている。がい子の特性は表8に示すとおり
 である。

がい子の内圧破壊荷重は8kg/cm²であるから、常時使用圧力は
 2kg/cm²程度に押えられ、低油圧ケーブルに使用する場合にも制
 限が必要となる。

内部にFRP製の内圧補強筒を使用すれば、常時内圧26kg/cm²
 まで使用可能であり、高油圧ケーブルにも使用可能となる。今回
 はこの両者について製作検討を行なった。内圧補強筒を使用する
 ものについては、ケーブル系統の油と内圧補強筒外側の油を分離
 し、別な補償用圧力油そうを取り付けた。

内部絶縁補強方法としては275kV終端接続部と同様コーン形コ
 ンデンサ方式を採用した。

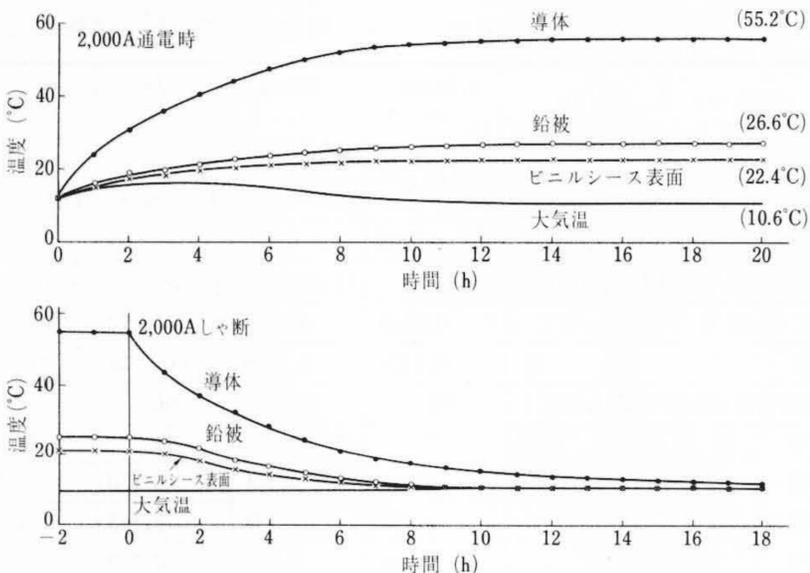
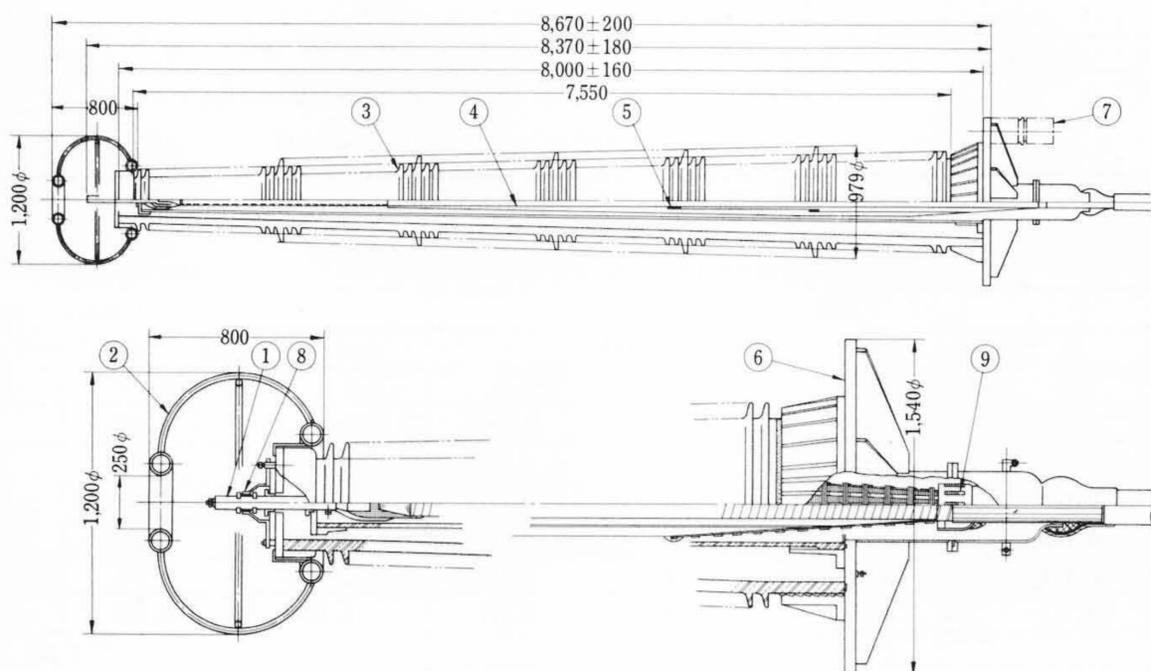
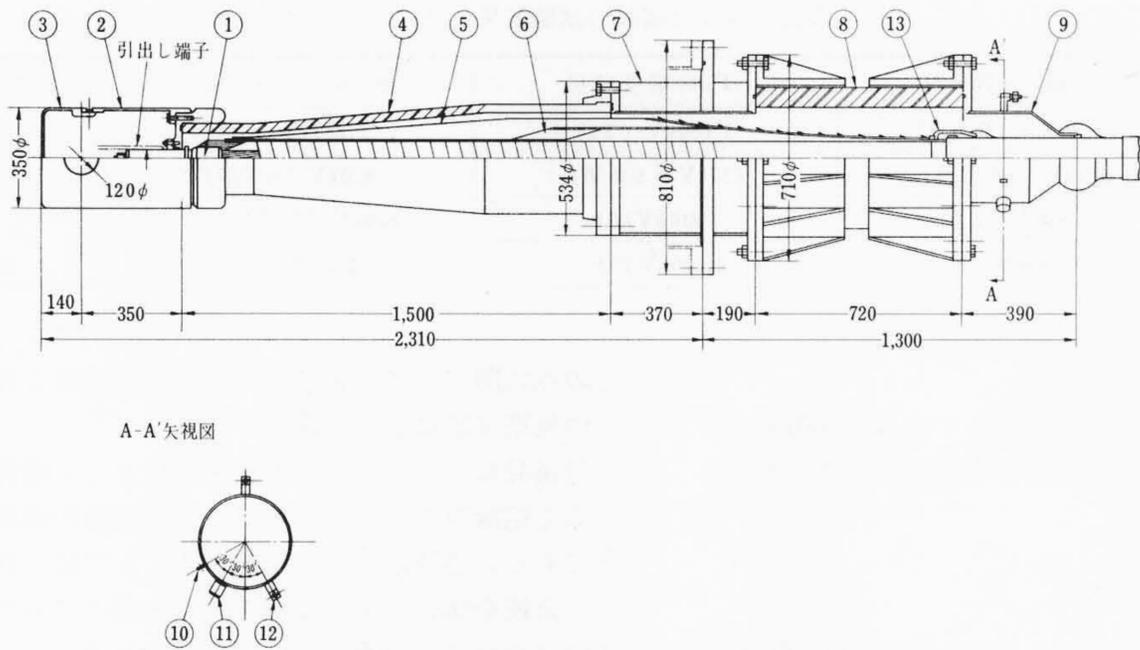


図5 500kV 1×2,000mm² OFケーブル温度上昇試験結果



- ① 導体引出棒
- ② コロナゲージ
- ③ がい管
- ④ コンデンサ
- ⑤ 絶縁筒
- ⑥ 取付金具
- ⑦ 支持がい子
- ⑧ 固定金具
- ⑨ 固定金具

図6 500kV OFケーブル用終端接続部構造



- ① 導 体 引 出 棒
- ② シ ー ル ド 筒
- ③ シ ー ル ド キ ャ ッ プ
- ④ エ ポ キ シ が い 管
- ⑤ 絶 縁 油 浸 紙
- ⑥ 絶 縁 筒
- ⑦ 下 部 胴 管
- ⑧ 絶 縁 筒 (気中)
- ⑨ 下 部 胴 管
- ⑩ 接 地 端 子
- ⑪ 誘 電 正 接 測 定 端 子
- ⑫ コ ネ ク タ
- ⑬ 固 定 金 具

図7 500kV OFケーブル用SF₆終端部構造

表9 絶縁筒の寸法 (絶縁取付用)

項 目	寸 法 (mm)
全 長	7 2 0
有 効 絶 縁 長	8 0
内 径	3 4 8
肉 厚	8 0

4.2 SF₆終端接続部

SF₆終端接続部の構造は図7に示すとおりである。基本的な考え方としては油中終端接続部と同一であるが、SF₆中で使用されるため磁器がい子の代わりにエポキシがい子を使用している。エポキシがい子は全長1,500mm、下部口径320mm、上部口径180mm、肉厚30mmのものを使用した。内部絶縁補強方法としてはコンデンサ方式を採用した。

また頭部のシールドとしては平滑な金属とし、油中の場合のような油浸紙絶縁は施されていない。

ケースから絶縁取付するため、磁器製の絶縁筒を使用した。本品はPOFケーブルとの共用を考慮したため肉厚80mm内圧破壊荷重76kg/cm²となっている。絶縁筒の寸法諸元は表9に示すとおりである。

4.3 絶縁接続部

絶縁接続部の構造は図8に示すとおりである。基本設計は275kV用絶縁接続部と大差ない。構造上の特徴としては、接続部の外径

増加を防ぐために、従来は絶縁筒位置が接続部の中央であったのを端部に移し、275kV用の絶縁筒が使用できるようにした。

また外部冷却が可能のようにケースを二重構造とした。外部冷却をする場合、長い線路になると水圧がケーブル油圧より高くなる場合が考えられるので、この場合にも接続部に水分浸入の懸念がないよう鉛工部とパッキン部を冷却部から除外し、ケース部分についても溶接部は外部にできる構造とした。

4.4 油止め接続部

油止め接続部の構造は図9に示すとおりである。油止め用のがい子としては従来磁器がい子で使用されていたが、磁器は高温での誘電正接が非常に大きく好ましくないため、今回はエポキシがい子を使用した。

絶縁補強方法としてはコンデンサ方式を採用し、エポキシがい子内側のストレスコーン部分にはエポキシベルマウスを使用した。絶縁補強が非常に大形になるので、コンデンサは工場を組み立てたものをそう入する方式とするほか、外側絶縁油浸紙部分の手巻き作業を極力減らし、あらかじめ成形しておいた油浸紙筒をそう入するプレハブ方式を採用して大幅な時間短縮を図った。この結果従来の275kV用油止め接続部と比較して寸法的にはかなり大形化しているにもかかわらず、ほぼ同等の時間で組み立てが可能となった。

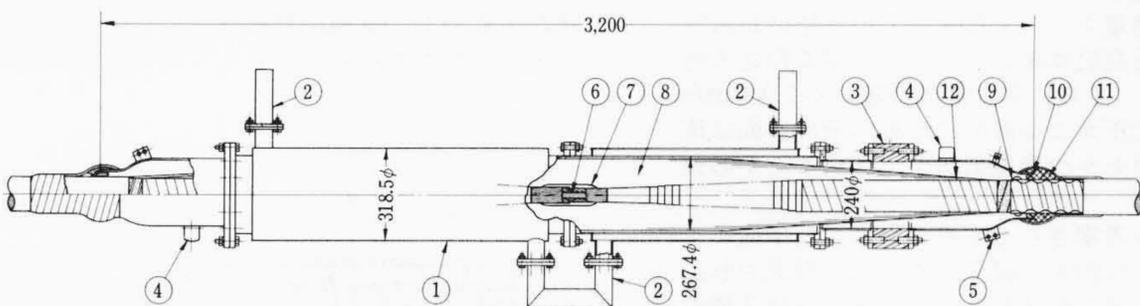


図8 500kV OFケーブル用絶縁接続箱構造

- ① 接 続 箱 本 体
- ② 冷 却 用 給 水 管
- ③ 絶 縁 筒
- ④ コ ネ ク タ
- ⑤ 接 地 金 具
- ⑥ 補 強 鋼 管
- ⑦ 導 体 接 続 管
- ⑧ 絶 縁 油 浸 紙
- ⑨ セ ミ ス ト ッ プ
- ⑩ ス ペ ー サ
- ⑪ 鉛
- ⑫ す ず め っ き 軟 銅 線

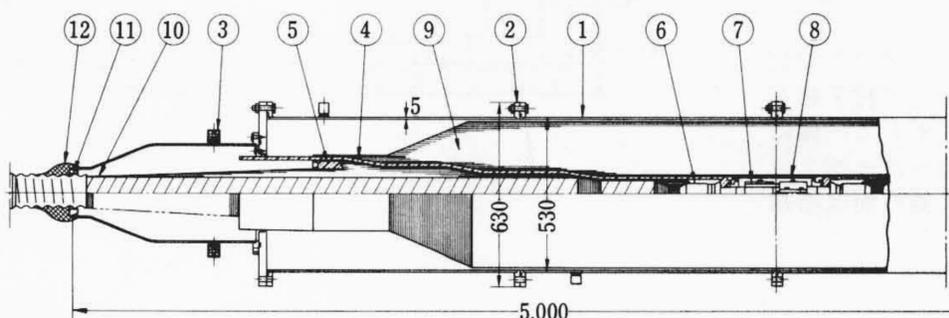


図9 500kV OFケーブル用油止接続箱構造

- ① 接 続 箱 本 体
- ② フ ラ ン ジ
- ③ コ ネ ク タ
- ④ が い 管
- ⑤ ベ ル マ ウ ス
- ⑥ 導 体 接 続 棒
- ⑦ 接 続 板
- ⑧ シ ー ル ド 筒
- ⑨ 絶 縁 油 浸 紙
- ⑩ す ず め っ き 軟 銅 線
- ⑪ 鉛 ス ペ ー サ
- ⑫ 鉛 工

表10 各種付属品の試験結果

試験項目	接続部種類	耐汚損終端接続部	SF ₆ 終端接続部	絶縁接続部	油止め接続部
衝撃耐電圧試験		1,860kV (3回良)	1,860kV (3回良)	1,860kV (3回良)	1,860kV (3回良)
交流耐電圧試験		630kV (6時間良)	630kV (6時間良)	630kV (6時間良)	630kV (6時間良)
交流電圧破壊試験		840kV以上	810kV以上	810kV 2時間40分	840kV以上
衝撃電圧破壊試験		2,190kV以上	2,120kV以上	2,100~2,130kV	2,100~2,190kV

4.5 接続部の試験結果

各種接続部の試験結果は表10に示すとおりである。500kV OFケーブル付属品としてじゅうぶん満足できる値を得ることができた。

5. 結 言

ケーブルに関しては、1,200mm²アルミ被および2,000mm²OFケーブルともに誘電特性、耐電圧特性など初期の目標性能を満足する結果が得られ、実用化の見通しを得た。しかし、ケーブルの低損失化という点からみれば、今回使用した絶縁紙の特性は紙としての限界に近いと考えられ、他方、ケーブルの輸送条件、取扱いなどの面から生ずるケーブル外径の制約や絶縁層の機械的強度あるいはさらに将来の750~1,000kV送電用ケーブルとしてのより高度な耐電圧性能が要求される場合は、新種絶縁材料の開発が必須と考えられる。この点に関しては、日立電線株式会社としてもプラスチック材料の導入(合成絶縁紙の開発)を考え、自社研究を積極的に進めている。

また、今回のケーブル絶縁設計において、海外の実績、材料試験結果などから、常時使用ストレス15~16kV/mmを採用したが、

この点に関しては東東京変電所の実証試験における高温、高電界下の長期試験によって確認される。

付属品については電気性能を主体として報告したが、500kVになると絶縁厚さが厚くなるため、接続部の熱的問題もきわめて重要である。各種接続部の冷却方式としては、外部水冷方式とケーブル系統全体の油を緩循環させる方式について検討したが、この詳細については別途報告する予定である。

終わりに臨み、種々ご指導を賜った東京電力株式会社の関係各位にお礼を申し上げるとともに、研究推進にご協力を得た日立電線株式会社日高工場関係者にも謝意を表する。

参 考 文 献

- (1) 水上, 橋本: 日立評論, 34, 7 (昭 36-6)
- (2) Barns, Sutton: T.AIEE, Part III, 80, 647-62 (Oct. 1961)
- (3) Fallow, Tellier: IEEE, Pas-86, 81 (Jan. 1967)
- (4) Elect. World, Transmission/Distribution, 29 (Apr. 1970)
- (5) 福田ほか: 電学誌, 90, 2377~2430 (昭 45-12)
- (6) 遠藤: 電学会(全国大会), No.307 (昭 46)
- (7) 遠藤, 岡: 電学会(東京支部), No.112 (昭 44)
- (8) Mc Avoyほか: IEEE, Pas-90, 204-249 (Jan/Feb. 1971)



新 案 の 紹 介



登録実用新案 第889147号

笠原達雄・加沢義彰
橋本宏

電 磁 流 体 発 電 機 用 発 電 ダ ク ト

電磁流体発電機は高温のプラズマすなわち電磁流体をして発電ダクト中を通過させ、その電磁流体に磁界を作用させて電力を発生する発電機である。この発電機に使用する電磁流体は熱電離した気体を高導電度状態に保つため、運転時は3,000°K 近くの高温に保たなければならない。そのため発電ダクトを形成している壁は短絡電流を防ぐばかりでなく、かかる高温に接してもじゅうぶん耐える耐熱特性を持たなければならない。さらに壁は流体の流れが1,000m/s程度の高速度であるため、その動圧および静圧に耐え、その表面は流体の摩擦作用にもじゅうぶん耐えかつ摩擦抵抗が小さいことが必要である。

本案は以上のような点に鑑み考案されたものであり、以下図によって説明する。図において、1は耐火絶縁壁2によって形成された電磁流体通路、3は通路1内に対向配置した電極、4は電極3側の壁2の外側をおおうダクトケース、5は壁2の上下側をおおうダクトケースを兼用した冷却ジャケット、6はダクトケース4と電極3の引出し部とを絶縁する絶縁管である。

7は絶縁壁2の主体をなす複数個の金属部材で絶縁壁2はこの金属部材7を適當間隔を保って並置したのち、これら金属部材7相互間へ耐火絶縁材(たとえば酸化マグネシウム)を充てんして一体に形成してある。金属部材7の電磁流体に接する側の面へはセラミック被膜8を形成して電磁流体と電氣的に絶縁し、反対側の面は冷却ジャケット5へ取り付けて冷却可能にしてある。

以上のように発電ダクトの壁を耐火絶縁材と金属部材とにより構成しておけば、壁の機械的強度が大きくなり熱的衝撃、熱的応力によって破損しがたいダクトを得ることができ、しかも金属部材は冷却ジャケットへ取り付けてあるためじゅうぶん冷却され溶融のおそれはない。金属部材の通路側表面はセラミック被膜を形成して短絡電流が流れないようにしてあるため発電効率を低下させることもない。(綿引)

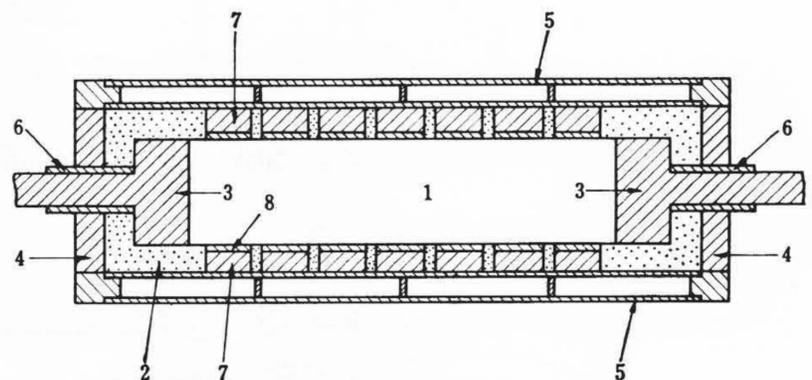


図 1