
電力ケーブル特集

140 kV 3×325 mm ² OF ケーブル	87
70 kV 1×100 mm ² 移動用ケーブル.....	93
プラスチック OF ケーブルの絶縁特性に関する基礎研究.....	98
多条布設ケーブルの許容電流.....	104
管路布設ケーブルの強制水冷.....	110
アルミ被覆の諸性質.....	115
OF ケーブル用定圧力給油装置の研究	123
電力ケーブルの技術計算に対するデジタル計算機の応用例.....	127

140kV 3×325mm² OF ケーブル

140 kV 3×325 mm² OF Cable

曾 我 清* 高 原 正 俊**
 Kiyoshi Soga Masatoshi Takahara
 井 出 成 夫** 網 野 弘**
 Shigeo Ide Hiroshi Amino

内 容 梗 概

従来、製造および工事の面で実現困難とされていた、わが国記録的大容量を誇る 140 kV 3×325 mm² OF ケーブルを中部電力株式会社中部鋼板中川線用として布設し、好調に運転中である。本報はその大略について述べる。

1. 緒 言

最近、都心部、特に大口需要家の電力需要増大に伴い 60~70 kV 級地下ケーブルは著しい伸びを示しており、一部ではさらに電圧の高い 100~140 kV 級長距離地中送電線もすでに実現している。60~70 kV までのケーブルは導体断面積に応じて単心または 3 心構造が用いられるが、140 kV 以上のケーブルは従来主として製造設備、輸送、工事などの制約や技術的困難さのため単心ケーブルに限られてきた。このたび設備の整備拡充を行なうとともに技術的検討を加え数度にわたる試作を行なった結果、140 kV 3 心 OF ケーブル製造の可能性の確信を得た。

100 kV 3 心 OF ケーブルについては、3×125 mm² OF ケーブル約 1.1 km が中国電力株式会社神戸製鋼線としてすでに布設⁽¹⁾されているが、今回中部電力株式会社中部鋼板中川線用として記録的大容量の 140 kV 3×325 mm² OF ケーブル約 2.3 km が布設⁽²⁾され運転された。

このケーブルは導体近傍に薄紙を用いた 4 段階絶縁方式を採用することにより、現行 140 kV 級 OF ケーブルに比べて絶縁厚さを低減できるとともに付属品の設計、工事施工の面で種々特色を有するので、単心ケーブルとの経済比較をも含めその概要について報告する。

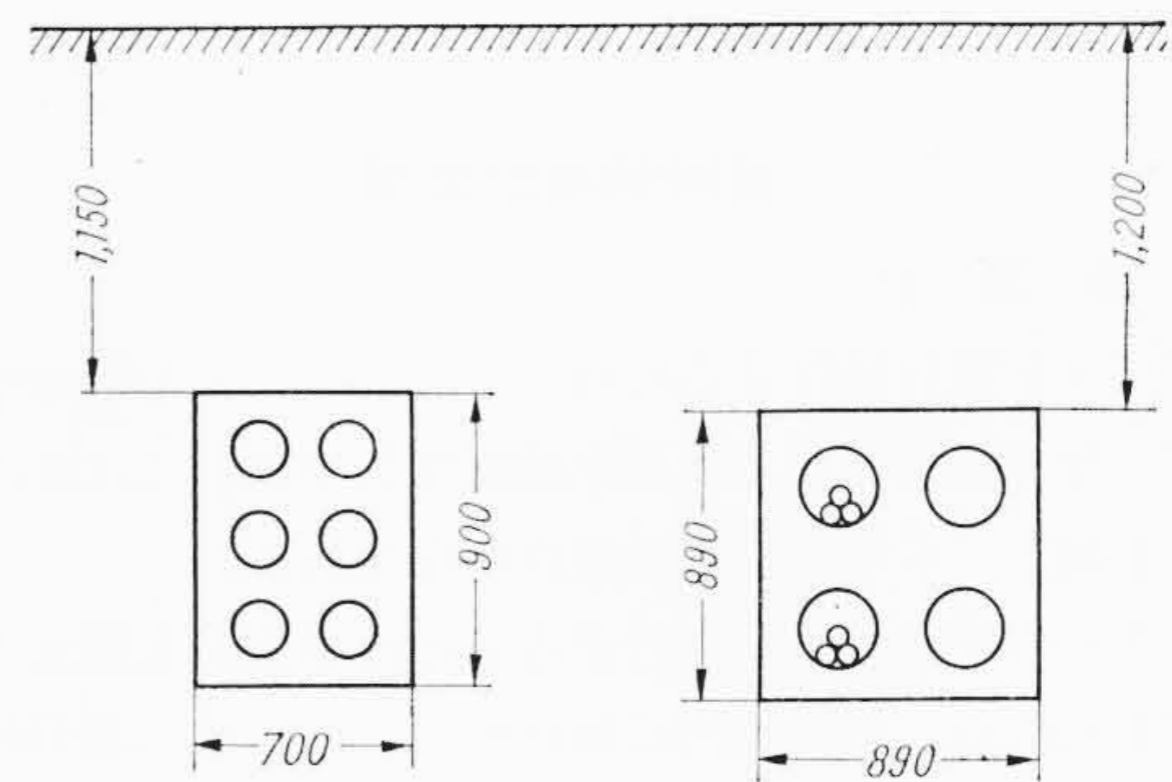
2. 単心 OF ケーブルとの経済比較

超高圧 3 心 OF ケーブルを採用する場合、当然単心 OF ケーブルとの経済比較が考慮されなければならない。もちろん送電容量、回線数によって違うが、ここでは 140 kV 級 OF ケーブルとしては、もっとも標準サイズと考えられる 140 kV 1×800 mm² OF ケーブルを比較の対象とした。比較範囲としてはケーブル本体、付属品、引き入れ工事、接続工事などに限定し、土木工事費は対象外とした。比較に当っては第 1 表の条件を想定し、また管路寸法としては単心ケーブル管路は東京電力株式会社で採用している 3 条一括引き入れ方式を考え 250 mmφ 4 孔式管路を、また 3 心ケーブルの場合は 150 mmφ 6 孔式管路を考えた。管路配置を第 1 図に示す。

いま、140 kV 1×800 mm² OF ケーブル 2 回線布設とし、そのうち 1 回線を予備とした場合の可能送電容量は 202 MVA となる。同様に 3 回線布設とし、そのうち 1 回線予備とした場合は 330 MVA となる。上記の計算には 3 心 OF ケーブルの熱抵抗および損失として第 2 表にかかげたものを用いた。したがって単心 OF ケーブル 2 回線（うち 1 回線予備、以下同様）に対し 3 心 OF ケーブルならば 3 回線あれば同一送電容量を持つことになる。また単心 OF ケーブル

* 中部電力株式会社

** 日立電線株式会社日高工場



(a) 3 心ケーブル用管路
 (b) 単心ケーブル用管路、1 孔 3 条一括引き入れ

第 1 図 管路寸法

第 1 表 140 kV における単心ケーブルと 3 心ケーブルの経済比較条件

条 件	単心ケーブル	3 心ケーブル
ケ ー ブ ル	140kV 1×800mm ² OF ケーブル	140kV 3×325mm ² OF ケーブル
互 長	10 km	
布 設 方 法	管 路 布 設	
ル ー ト	平 坦 地	
給 油 区 間	3 区 間	
給 油 方 式	FT-PT 方式	
送電容量および回線数	2 回線布設うち 1 回線予備	単心ケーブルと同様の送電容量 + 1 回線予備
	3 回線布設うち 1 回線予備	単心ケーブルと同様の送電容量 + 1 回線予備

第 2 表 140 kV 3×325 mm² OF ケーブル熱抵抗および損失

項 目	回 線 数 (うち 1 回線予備)			
	2 回線	3 回線	4 回線	5 回線
絶縁体熱抵抗 (°C/W/cm)	25.4			
外層熱抵抗 (°C/W/cm)	8.42			
表面放散熱抵抗 (°C/W/cm)	23.8			
管路土壌熱抵抗 (°C/W/cm)	58.4	80.0	98.5	116.5
全 熱 抵 抗 (°C/W/cm)	116.02	138.62	156.12	174.12
導 体 抵 抗 (Ω/cm)	0.0784×10 ⁻⁵			
誘 電 体 損 失 (W/cm)	0.0671			

ル 3 回線に対しては 3 心 OF ケーブル 5 回線が相当する。

以上の結果をもとにしてケーブル本体、付属品、布設関係工事費を比較したものが第 3 表である。表はすべて単心 OF ケーブル 2 回線布設の場合を 100 としてこれとの比を%で表わした。この表から、回線数すなわち送電容量の小さい場合には 3 心ケーブルがかなり有利となるが、送電容量を大きくとる必要のある場合には、3 心ケーブルが必ずしも有利とはならないことがわかる。したがって、140 kV

第3表 140kVにおける単心ケーブルと3心ケーブルの経済比較

項 目	単心OFケーブル		3心OFケーブル		
	2回線	3回線	3回線	5回線	
送電容量(MVA)	202	330	201	338	
所要経費(%)	ケーブル	73.4	110.3	58.7	97.8
	付属品	24.0	35.7	26.3	43.6
	工事費	2.6	3.8	1.8	2.8
	計	100	149.8	86.8	144.2

系統に直接連系され、かつ負荷が100MVAにみたない場合には3心OFケーブルがはるかに経済的となり、今後この方面での活用が期待される。この経済比較には管路および人孔工事関係費は含まれていないが、これを考慮に入れてもこの比率はほとんど変化しないものと思われる。

3. 技術的検討事項

3.1 絶縁設計

このケーブルを設計製作するに当たり、ケーブルの電気性能を左右する要因となる絶縁厚さ、使用絶縁紙厚さの選定には次に述べるような検討を加え、さらに種々の試作が行なわれた。

OFケーブルの絶縁性能を左右するものは導体直上最大ストレスであると考えられる。現在国内において用いられているOFケーブルの使用電圧におけるストレスならびに導体近傍の絶縁紙厚さを第4表に示す。これを基にして140kV 150~325mm² 3心OFケーブルの各種絶縁厚さにおける使用電圧下の最大ストレスを計算から求めると、第5表のとおりとなる。一方、インパルス電圧に対する通常のOFケーブル用油浸紙の許容ストレス(ただしケーブルにおける許容ストレスの絶対値でなく比率で示した)は

絶縁紙厚さ(mm)	0.040	0.070	0.100	0.125
インパルス電圧破壊時のG _{max} の比率(%)	130	115	108	100

である。

想定破壊電圧値をインパルス電圧-1,000kV、交流長時間電圧420kVとした場合、3×325mm²の絶縁厚さとして11.5mm(カーボン紙含む)を用いれば、各破壊時の導体直上ストレスはそれぞれ126.3kV/mm、53.0kV/mmとなる。したがって導体近傍にOF40μ紙を用いるとともに順次外層にゆくにしたがいグレーディングを行なった4段階絶縁方式を採用すれば十分満足しうる結果が出るものと考えられた。

3.2 試作ケーブルの構造と電気特性

以上の結果から絶縁厚さを直ちに決定し、製品に適用するのは困難であるため、次に述べる4種の3心OFケーブルの試作を行ない上記検討事項を確認した。

試作品の構造ならびにインパルス破壊電圧値を第6表に示す。この結果からみて140kV 3心OFケーブルは十分実用性を有することが確認された。現在国内では140kV単心OFケーブルの最小絶縁紙厚さは70μ紙であるが、これを40μの薄紙を採用することにより絶縁厚さが低減でき、かつケーブルの所要インパルス強度をBIL(基準絶縁強度)の20%増、すなわち-900kVと考えても十分である。参考までに試作結果に準じて3×325mm²OFケーブルの絶縁厚さを11.5mmとし、導体直上最大ストレスをこれと同じにした場合の140kV 3心OFケーブル各サイズごとの絶縁厚さ、線心外径、送電容量の計算値を第2図に示す。

3.3 輸送および布設上の制約

ケーブル外径が非常に大きく、かつ重量過大となるため、通常の貨車輸送ではきわめて短尺のケーブルしか輸送できなくなる。この

第4表 国内標準規格OFケーブルのストレス

ケーブル(kV)	ケーブル(C)	最大ストレス(kV/mm)	平均ストレス(kV/mm)	最小絶縁紙厚さ(mm)
60	3	7.06~8.13	5.19~5.49	0.125
60	1	6.88~7.00	5.79~5.96	0.125
70	3	7.65~8.05	4.74~5.64	0.125
70	1	7.18~7.24	5.30~6.01	0.125
140	1	9.44~9.75	6.59~7.41	0.070

第5表 140kV 3心OFケーブルの絶縁設計

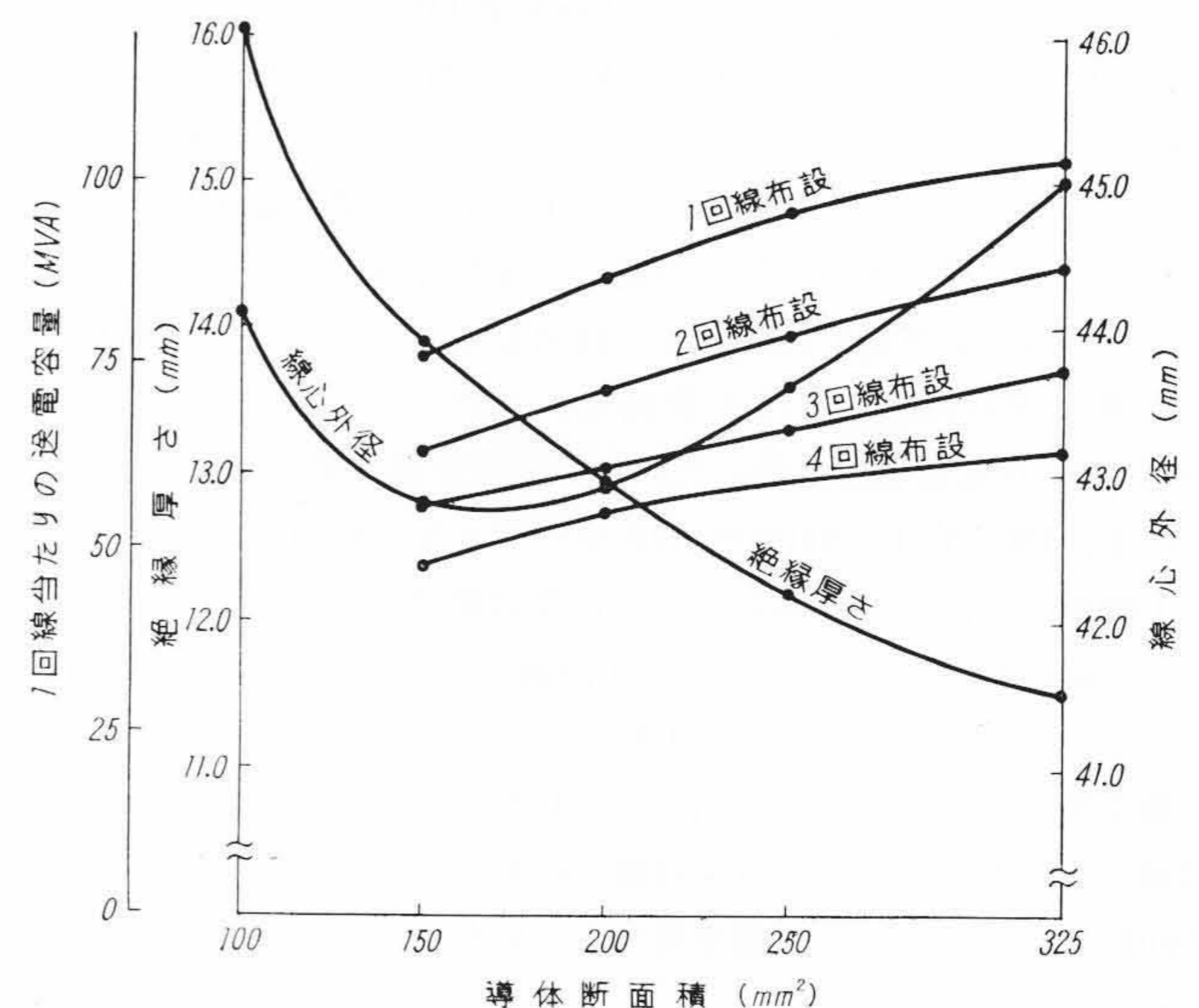
サイズ(mm ²)	導体外径(mm)	導体遮へい上径(mm)	絶縁厚さ(mm)	絶縁遮へい下径(mm)	G _{max} (kV/mm)
3×325	22.0	22.4	12.0	45.4	11.2
			14.0	49.4	9.8
			16.0	53.4	9.13
3×250	19.2	19.6	12.0	42.6	11.8
			14.0	46.6	10.6
			16.0	50.6	9.58
3×200	17.0	17.4	12.0	40.4	12.1
			14.0	44.4	10.9
			16.0	48.4	10.0
3×150	15.0	15.4	12.0	38.4	12.65
			14.0	42.4	11.4
			16.0	46.4	10.5

第6表 140kV 3心OFケーブル試作品電気試験結果

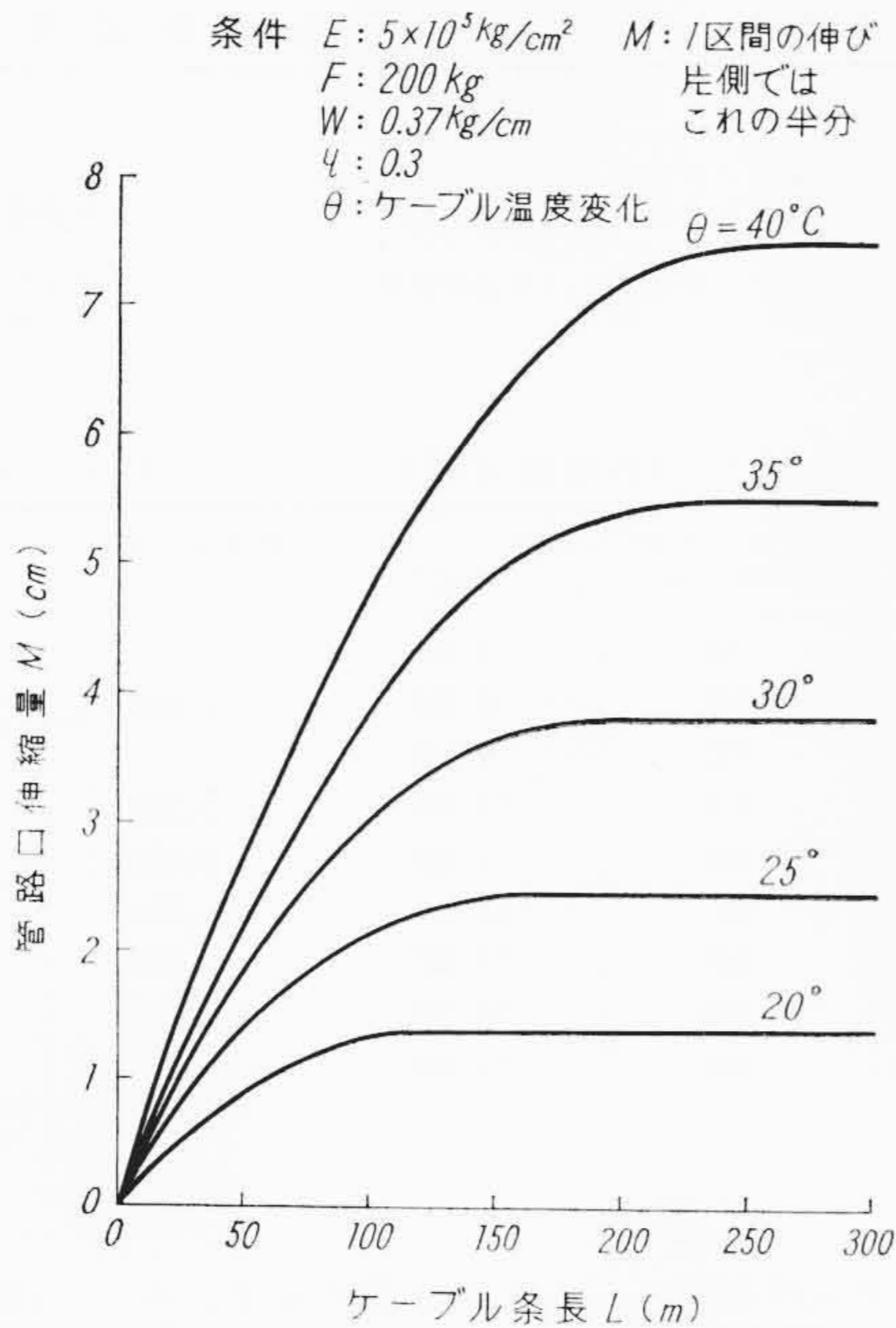
	I	II	III	IV
導体外径(mmφ)	200mm ² 丸圧縮17.0	200mm ² 丸圧縮17.0	200mm ² 丸圧縮17.0	325mm ² 丸圧縮22.0
絶縁厚さ(カーボン紙含む)(mm)	12.0	14.0	16.0	11.0
使用絶縁紙厚さ(μ)	70, 100, 125	70, 100, 125	70, 100, 125	40, 70, 100, 125
線心外径(遮へい層下径)	41.0	45.0	49.0	44.0
静電容量(μF/km/20°C)	0.224	0.212	0.184	0.303
誘電正接(%)	89kV	0.24	0.24	0.24
	178kV	0.29	0.29	0.29
インパルス破壊電圧値(負)	960kV 2回目ケーブル	1,080kV 3回OK	1,000kV 3回ケーブル	1,060kV 1回ケーブル
インパルス破壊時のG _{max} (kV/mm)	130.0	-	111.7	138.5

第7表 140kV 3心OFケーブル輸送布設限界長

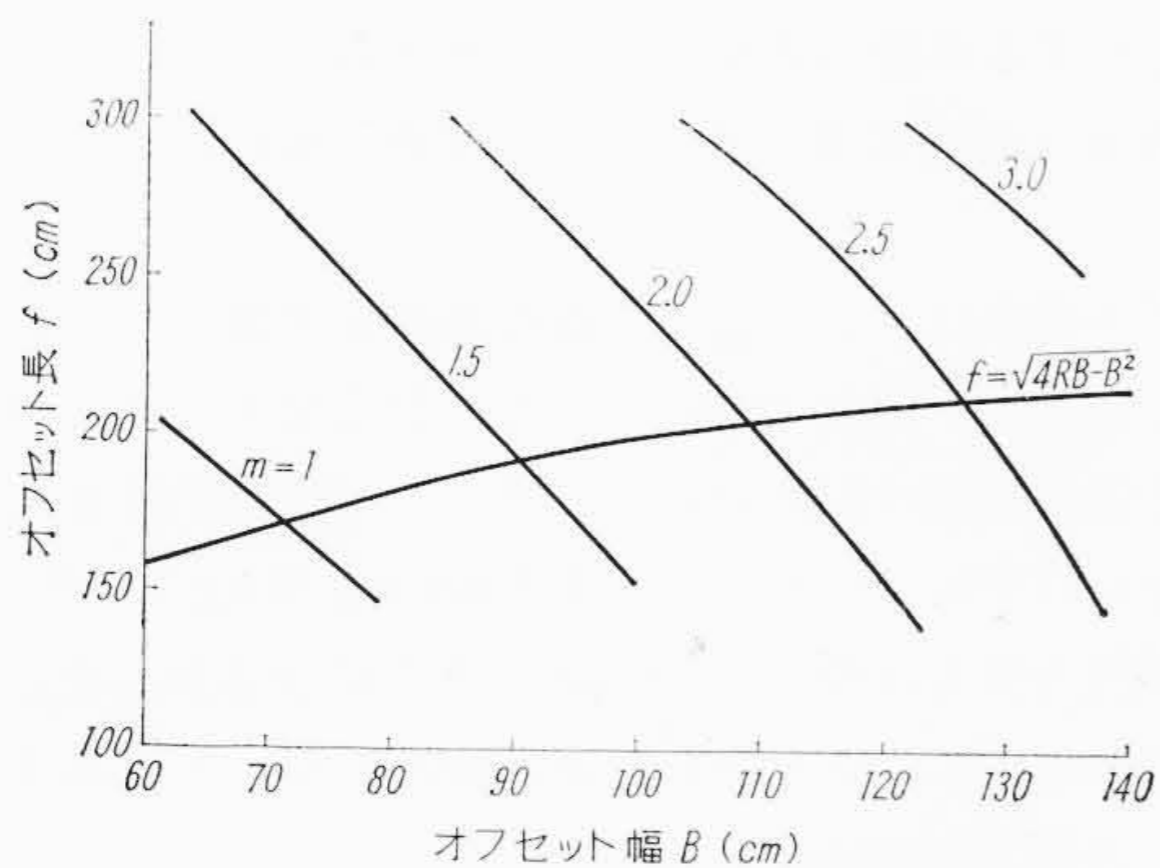
サイズ(mm ²)	輸送可能条長(m)	ドラム込み重量(t)	引込み可能条長(m)	ドラム込み重量(t)
325	380	19.6	390	20.0
250	380	17.9	340	16.3
200	480	19.6	300	13.5
150	490	18.6	250	11.0



第2図 140kV 3心ケーブルの絶縁厚さおよび送電容量



第3図 140 kV 3×325 mm² OF ケーブル伸縮量



鉛の許容ひずみ $\epsilon = 0.0015$, ケーブル鉛被外径 $d = 10.5 \text{ cm}$
 ケーブル伸縮量 $m(\text{cm})$, ケーブル曲率半径 $R = 22d = 120 \text{ cm}$

第4図 MH内オフセット寸法設計図

ためシキ形低床車またはトレーラ輸送を考慮しなければならない。
 第2図の線心外径から、ケーブル各サイズごとの仕上外径を求めて計算した輸送可能条長、引込可能条長を第7表に示した。ドラム寸法としては現在の国内輸送可能最大寸法をとり、ツバ径 3,000 mm, 外幅 2,320 mm, またドラム胴径をケーブル鉛被外径の 20 倍以上とした。ただしドラム重量としては 3 t, 管路摩擦係数 (γ) としては 0.4 を用い、最大許容引込導体張力を 6 kg/mm^2 とした。現行の 3 心 OF ケーブル標準布設条長は 200~300 m であるから、この面からみても十分実用できる結果が得られた。

3.4 マンホール寸法とケーブル伸縮量

マンホール寸法を極力小さくすることは工事費の節減となる。ここで 140 kV 3×325 mm² OF ケーブル管路布設の場合の管路口におけるケーブル伸縮量を Bauer の式⁽³⁾を用いて計算した結果は第3図のようになる。ただしこの計算には第2表の条件を用いた。

一方、ケーブル鉛被のくり返し曲げに対しては、そのひずみを 0.1% 以下に押えるのが従来の一般的な考えであったが、補強鉛被に対しては純鉛の場合 0.15% まで許せる。今回の設計基準としてはこれを採用した。第3図で得られたケーブル伸縮量をパラメータとしてオフセット幅、長さの関係を計算すると第4図のようになる。したがって、今回の 140 kV 3×325 mm² OF ケーブルの普通接続箱を収容するマンホール寸法としては、安全率をみてケーブル伸縮量 $m = 1.5 \text{ cm}$ をとり、オフセット幅を 90 cm と仮定すれば、オフセット長さは約 200 cm 以上必要となり、マンホール寸法としては第8表

第8表 140 kV 3心 OF ケーブルマンホール寸法

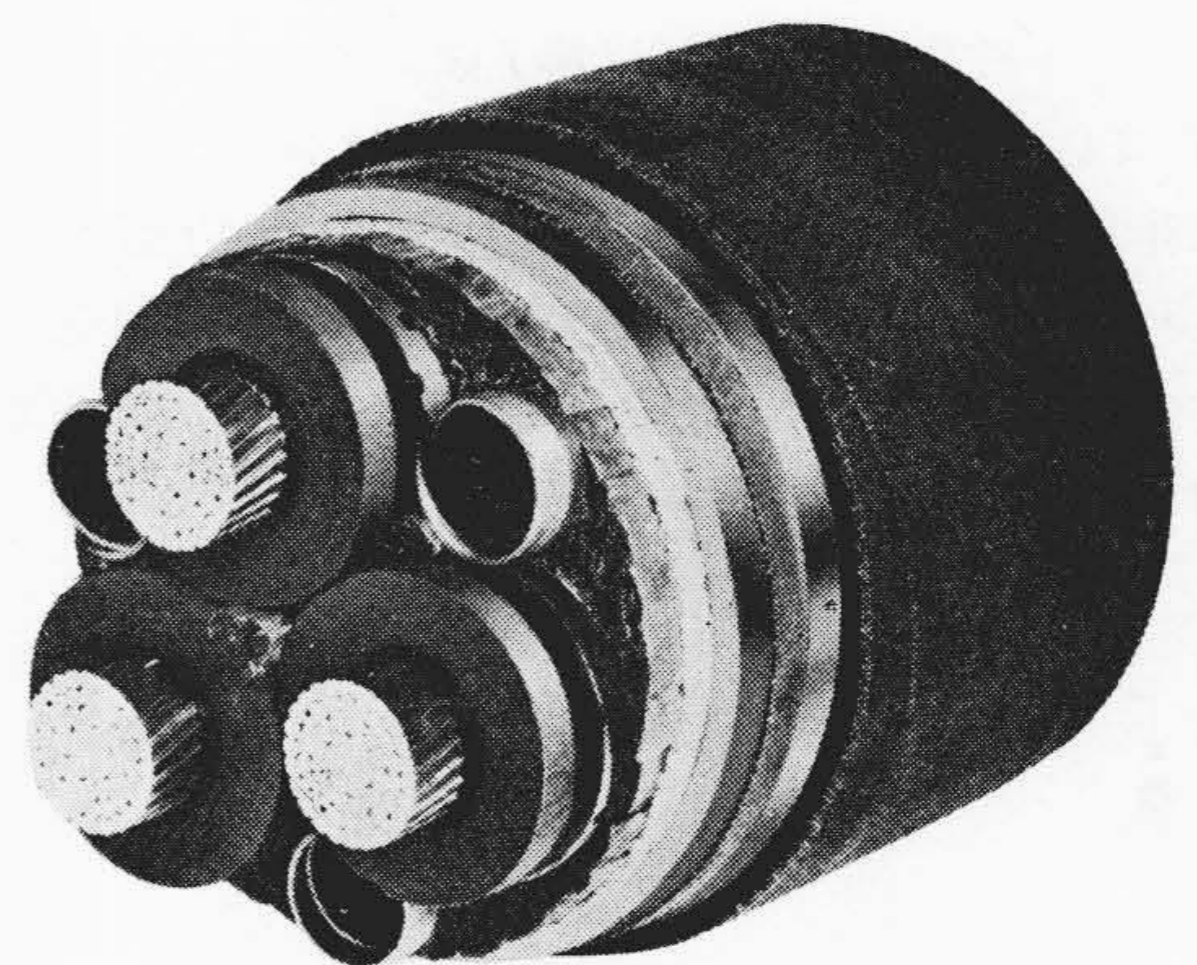
回線数	幅 (mm)	長さ (mm)	高さ (mm)
2	1,848	7,300	1,800
4	3,300	7,400	1,800
4 (片側配置)	1,848	7,840	2,900

第9表 140 kV 3×325 mm² OF ケーブル構造

項目	仕様	外径 (mm)	
導体	丸圧縮 325 mm ²	22.0	
導体遮へい	カーボン紙 0.06×3	11.5 mm	
絶縁紙	O F 紙 0.040		
			0.070
			0.100
			0.125
絶縁遮へい	カーボン紙 0.15×1	45.0	
遮へい層	カーボン紙 0.15×1		
	孔開銅テープ 0.10×1		
油通路	亜鉛メッキ鋼スパイラル 0.8×19.5	21.1	
バインダ	銅線入金巾 0.5×55×1	99.4	
鉛被	純鉛 4m/m厚さ	107.4	
座床層	クロロレン引綿テープ 0.45×55×1	109.2	
補強層	黄銅テープ 0.2×25×2	110.0	
防蝕層	クロロレンゴム 4m/m厚さ	118.0	
	クロロレン付帆布 0.6×100×1	120.0	
絶縁油	CR-1 OF ケーブル油		
概算重量		40.2 t/km	

第10表 140 kV 3×325 mm² OF ケーブル電気試験結果

試験項目	規格値	測定値
静電容量 ($\mu\text{F/km}/20^\circ\text{C}$)	0.300	0.292
誘導正接 50~80°C (%)	89 kV	0.400 >
	178 kV	0.400 >
常温 7~8°C	インパルス電圧	-900kV 3回以上
	交流短時間電圧	410kV 1分以上
	交流長時間電圧	330kV 3時間以上
高温 80°C	インパルス電圧	-1,120kV 1回ケーブル
	交流短時間電圧	570kV 16秒端末部
		440kV 36分端末部
		-1,020kV 2回ケーブル
		530kV 48秒端末部



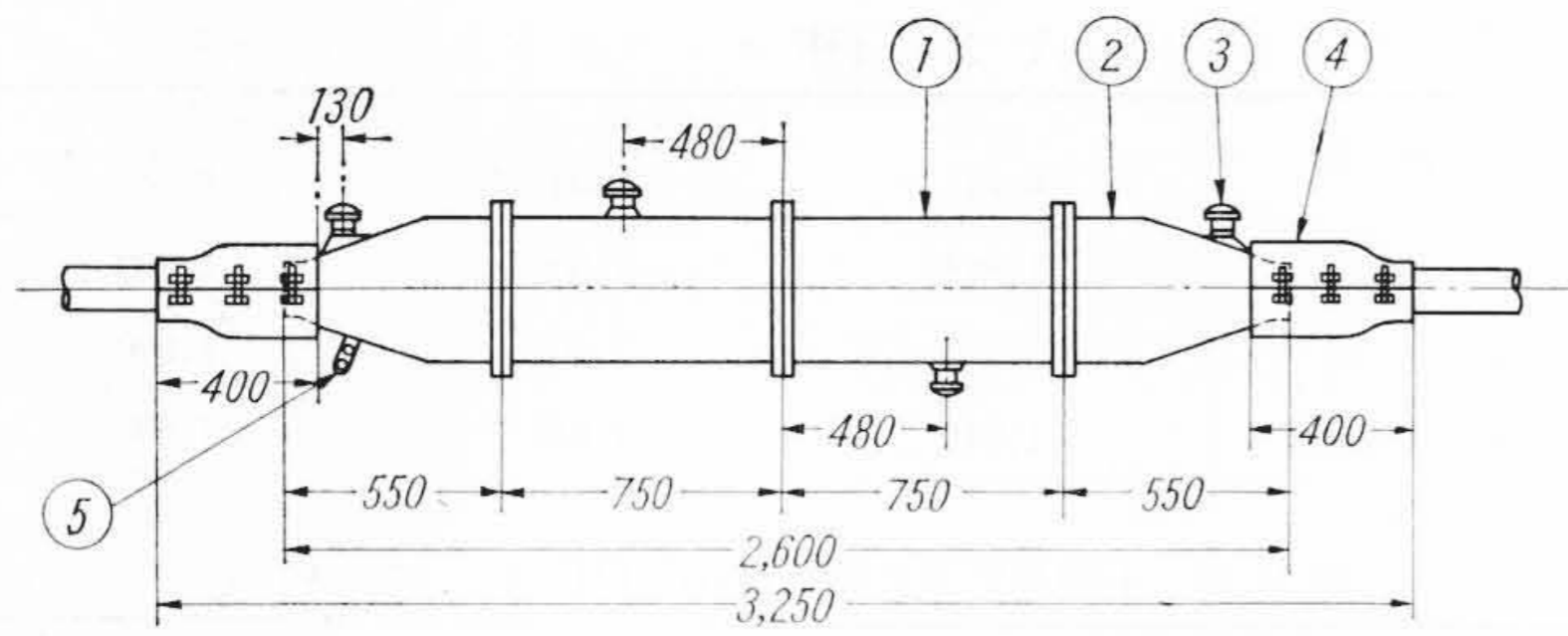
第5図 140 kV 3×325 mm² OF ケーブル

のような寸法のものが必要である。これらの結果は鉛被の許容ひずみの大きさによって非常に影響をうけるが、E合金などの使用によりこの値を大きくとれば、マンホール寸法をさらに縮小できる。

4. 中部鋼板中川線 140 kV 3×325 mm² OF ケーブル

4.1 ケーブル構造と電気特性

このケーブルの構造ならびに断面写真を第9表、第5図に示す。絶縁厚さを 11.5 mm とすることにより、従来の 140 kV 級絶縁を施したものに比し、ケーブル外径を約 15 mm 縮小することができた。完成ケーブルについて得られた各種電気特性測定値を第10表に示す。インパルス電圧、交流電圧、常温、高温試料とも薄紙を採用した OF



① 中央銅管 ② 端銅管 ③ コネクタ ④ 保護カバー ⑤ 接地端子
第 6 図 普通 接 続 部

ケーブルとしては、過酷な鉛被外径の12倍の屈曲を与えた後の試験であるにもかかわらず、紙切れ、紙じわなどの発生がなく予想以上に高い破壊電圧値が得られた。

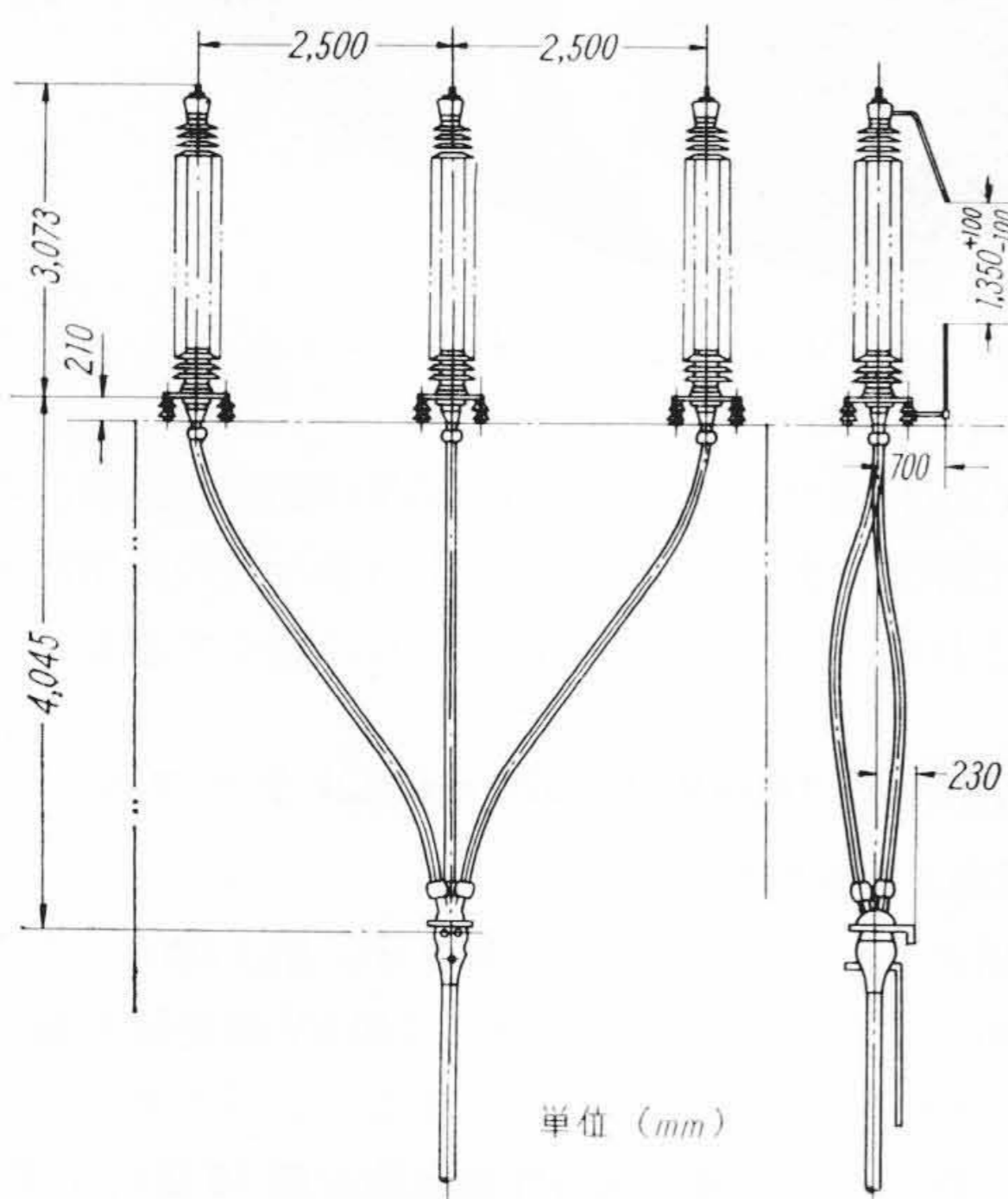
4.2 接続部, 終端部

140 kV 3×325 mm² OF ケーブル用接続箱は、内部的には従来の60~70 kV 級となんら変わることなく、寸法的に大きくなっただけである。第 6 図は今回用いた普通接続箱の寸法を示したものである。

ケーブル本体については上記のように外径縮小をはかるため、導体近傍に薄紙を用いて絶縁厚さを 11.5 mm に減じ、導体上高ストレス部の問題を解決することができたが、一方、接続部は絶縁厚さが薄くなるにしたがい、ケーブル絶縁体上のストレスは高くなり、接続部の設計施工には特に慎重を要した。

終端部は現地が海岸に近く、かつ工場地帯であるため汚損を考慮して 140 号耐塩害用がい管を使用した。終端箱には、他の機器との絶縁協調をとる意味でロッドギャップをつけた。ロッドギャップは終端箱中心より 700mm 離して取り付けられ、ギャップ長は 1,250mm に設定された。また終端箱頭部には特殊なパイプ形たわみ端子を使用して、ジャンパ線による無理な張力が頭部にかからないようにした。内部補強にはリング状コンデンサを採用した。分岐銅管は従来の経験ならびに極薄紙を用いたケーブル線心に、むりがかからないよう作業性をも考慮して内径 60 mmφ のものを用い、分岐箱とがい管取付位置との間隔は 4,000 mm、その最小曲率半径は 1,500 mm とした。ケーブル終端部架台寸法は第 7 図に示すとおりである。

140 kV 3 心ケーブル用接続部、終端部は 60~70 kV 級に比べて寸法的に非常に大きくなるため、現地組立施工の困難が予想されたので、これら接続部はあらかじめ工場において現場組立とまったく同一条件で施工し試験を行なったが、いずれも良好な結果が得られた。第 11 表にその破壊電圧値を示す。



第 7 図 終 端 箱

第 11 表 付属品の電気試験結果

試 験	加 電 方 法	結 果
長時間耐電圧試験	終端および普通接続箱を 3 心共組立て一括課電	410kV 36分 普通接続箱内破壊
インパルス耐電圧試験	終端および普通接続箱に一心のみ課電	1,080kV 1回 普通接続箱内破壊

第 12 表 140 kV 3×325 mm² OF ケーブルの管路布設の引入張力

マンホール区間	マンホール中心距離 (m)	重 量 (kg)	最大引入張力 (kg)	摩擦係数
鉄 塔~No. 1	54	2,200	—	—
No. 1~No. 2	157	6,310	1,950	0.309
No. 2~No. 3	232	9,340	—	—
No. 3~No. 4	314	12,620	2,200	0.174
No. 4~No. 5	286	11,580	2,480	0.214
No. 5~No. 6	287	11,540	1,850	0.161
No. 6~No. 7	286	11,500	2,050	0.179
No. 7~No. 8	268	10,780	2,750	0.255
No. 8~No. 9	250	10,200	—	—

4.3 工 事

このケーブルの布設ルートを第 8 図に示す。ルートは中部電力株式会社立田築港線 140 kV 架空線より分岐し、中部鋼板中川工場に至る間であって、管路両端立上り部ならびに #2~3 マンホール間に一部直埋部を有する布設方式をとった。前述のように、ケーブル重量が 40.2 t / km と非常に重く布設工事、接続工事にはかなりの困難が予想された。

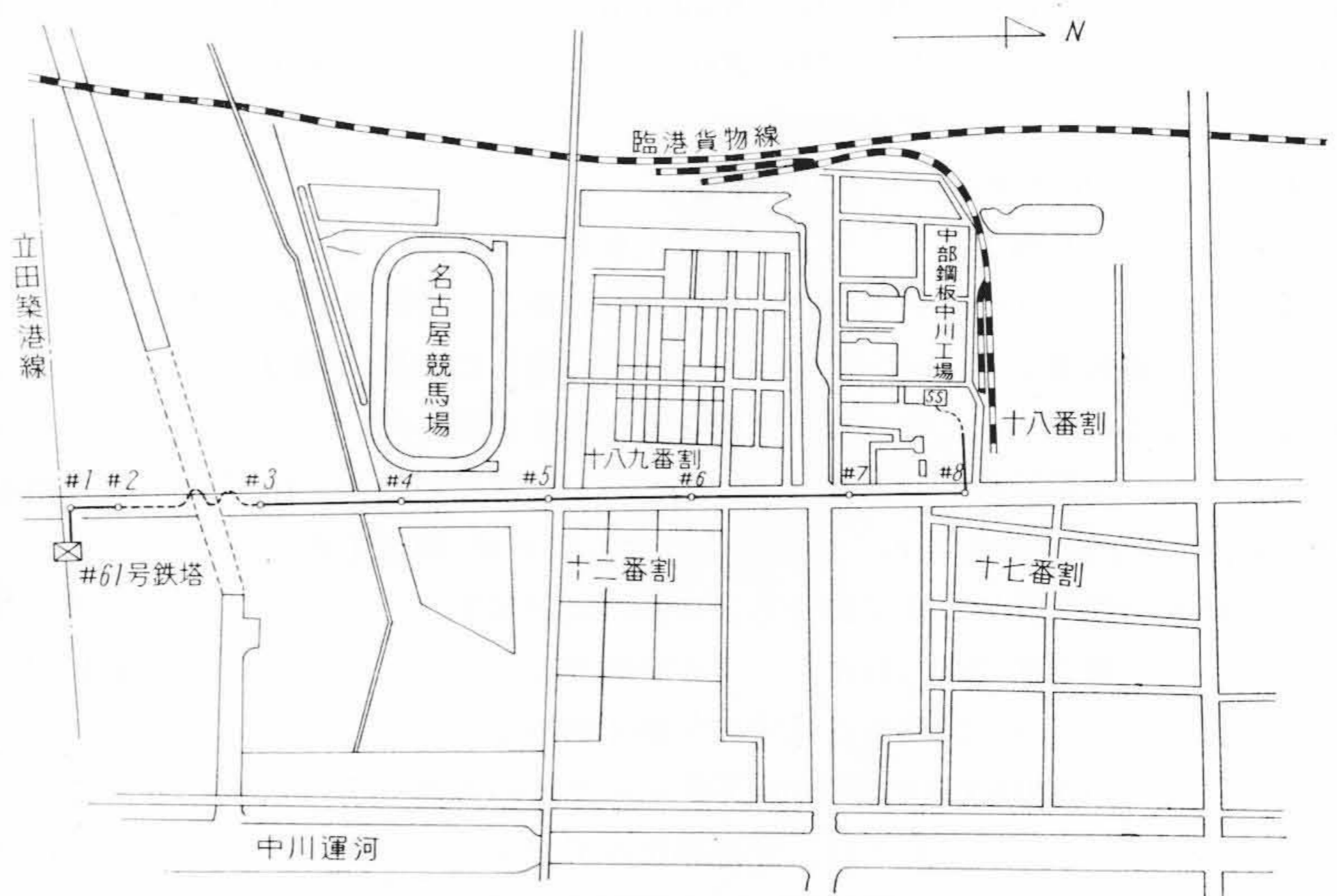
各ケーブル単長はマンホール工費の節減を考慮し、できる限り大きくとることにし、最大 320m とした。おもなケーブルの布設時における引込張力は第 12 表のとおりであり、管路がほとんど屈曲のない良好なものであったため、最大 5,800 kg (6 kg/mm²) の許容値に対し所要引込張力は最大 2,700 kg と非常に小さかった。

現地までの輸送にはシキ形低床車を使用した。ドラム寸法は外径 3,000 mm、外幅 2,320 mm である。

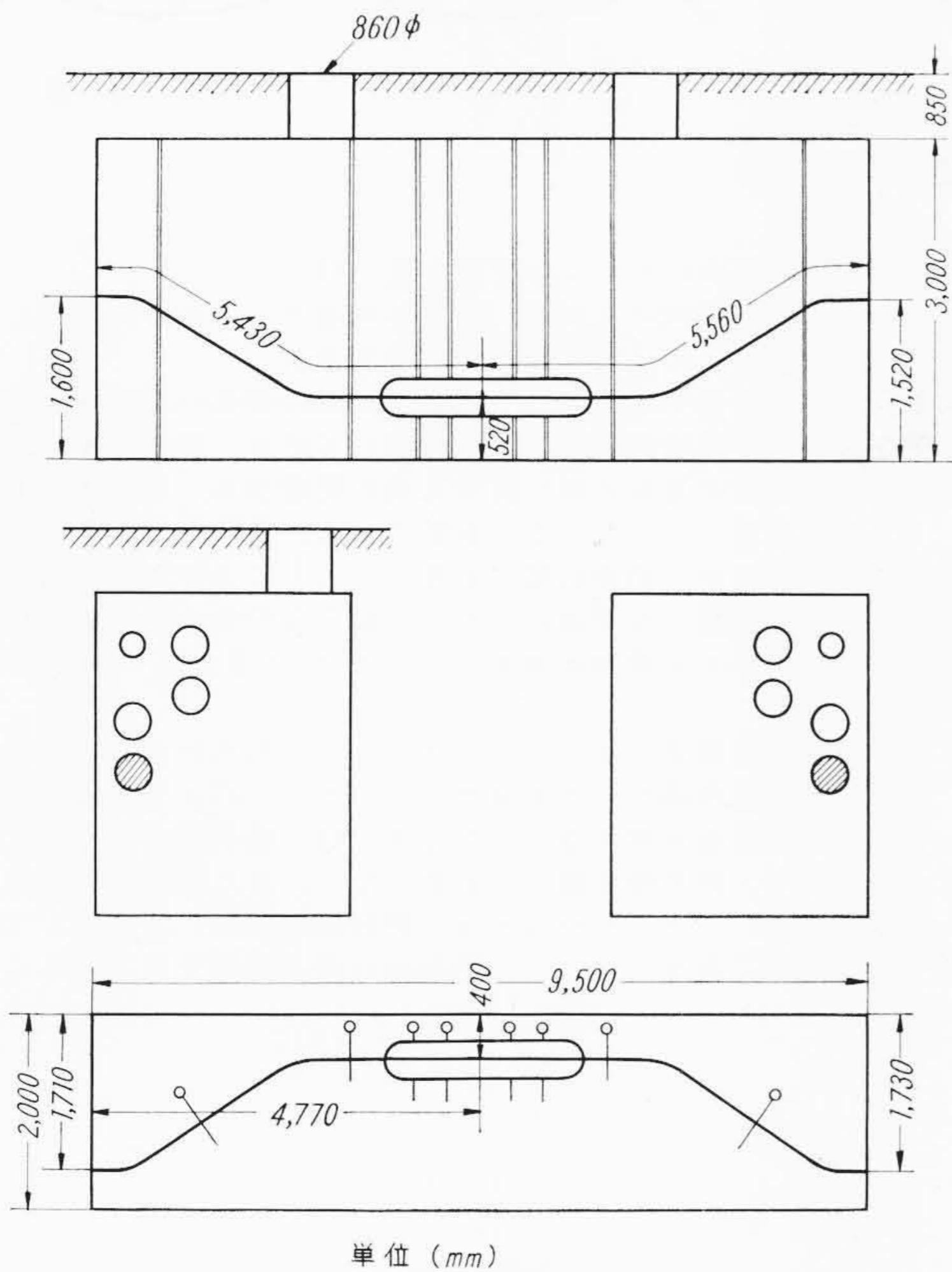
接続部用マンホールとしては第 9 図に示すような寸法のものを用いた。接続箱が非常に大形であるため、組立施工の際には銅管本体をマンホール天井からつって移動できるような方式とした。施工時間は接続箱本体をパッキング接続方式としたため、非常に短縮された。

工事は 37 年 3 月 12 日より始まり 3 月 31 日終了した。

完成状態の終端箱および普通接続箱を第 10 図および第 11 図に示した。



第 8 図 140 kV 3×325 mm² OF ケーブル布設ルート図



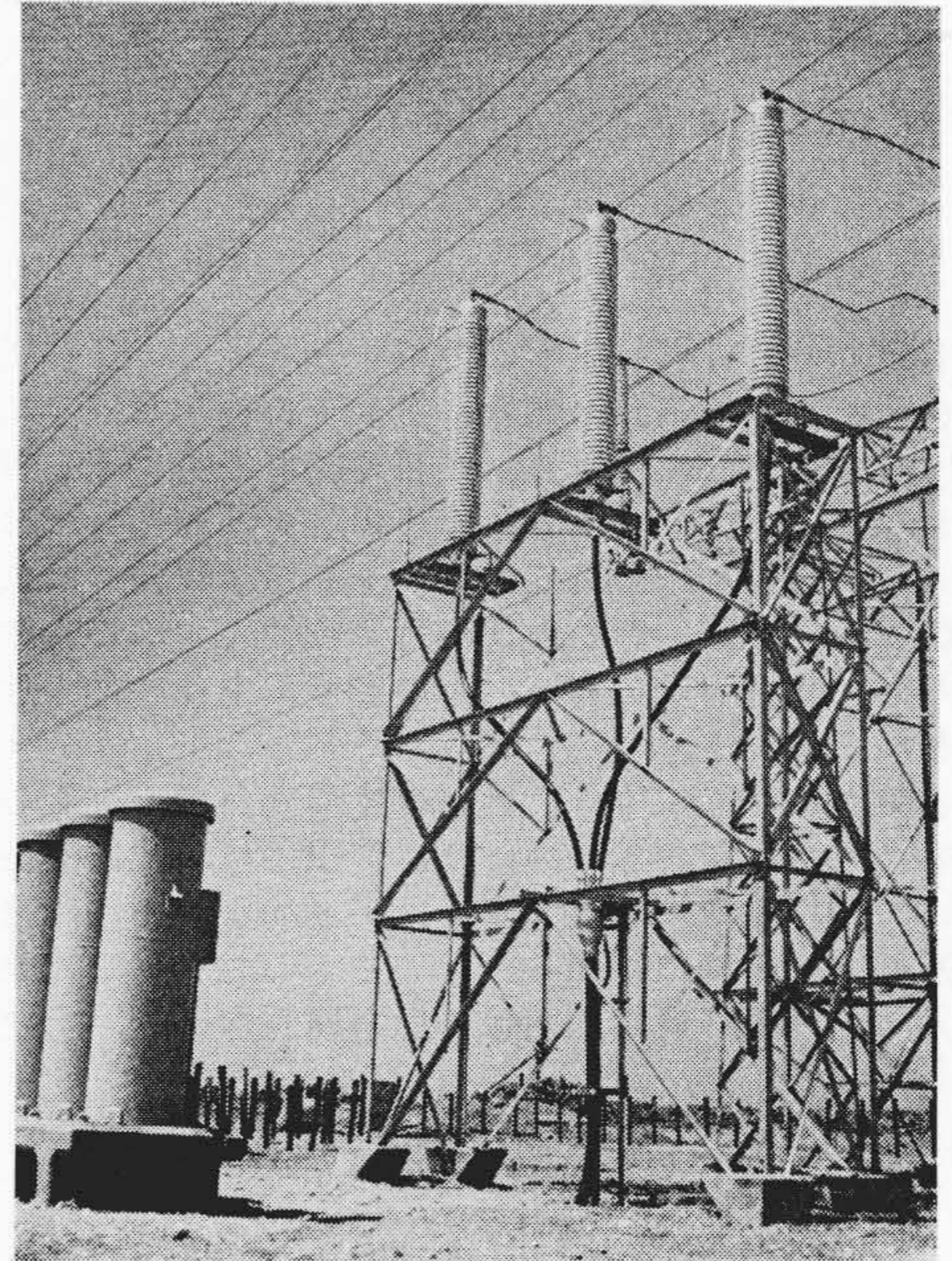
第9図 中部鋼板中川線接続マンホールの一例

5. 結 言

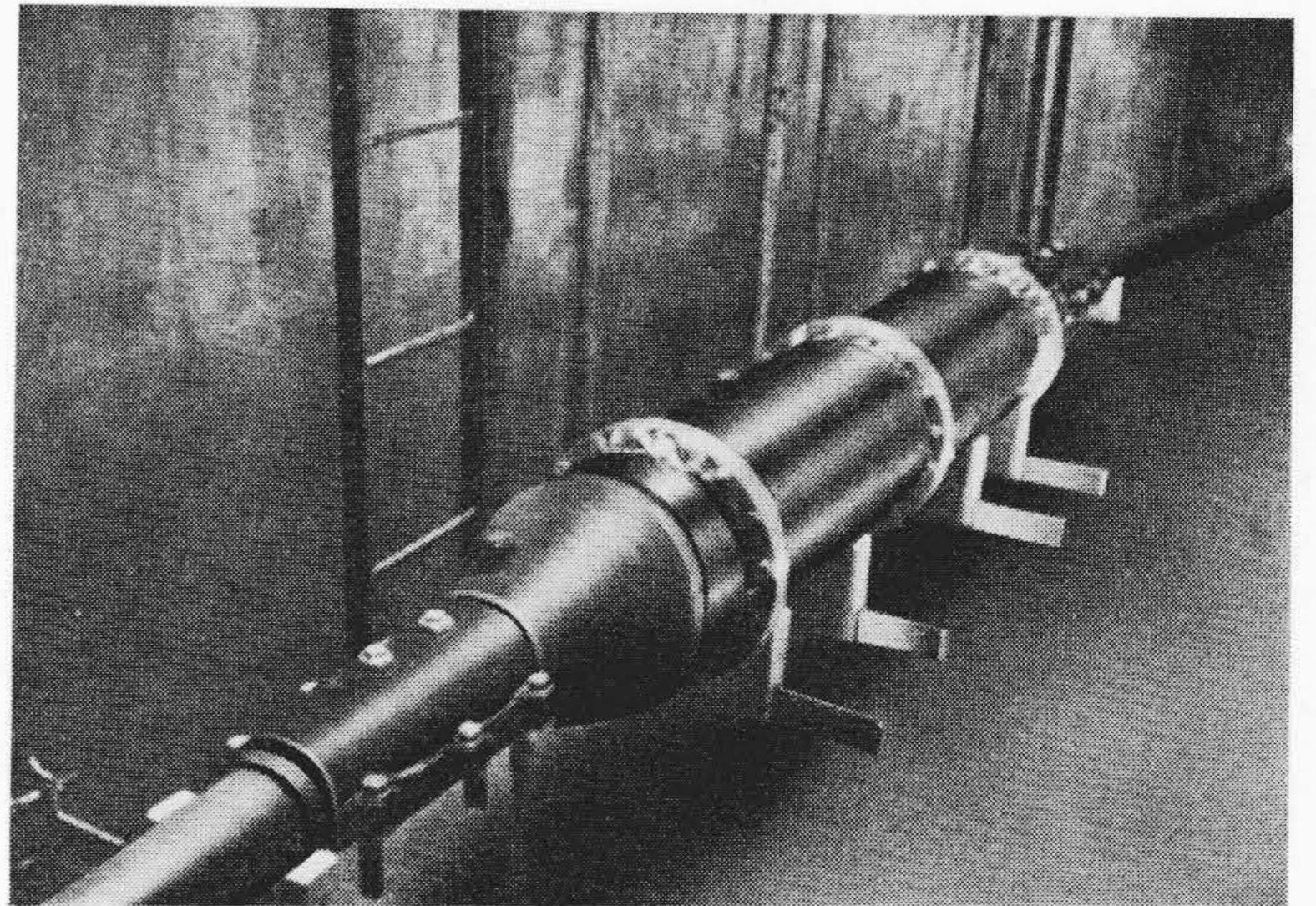
今回の計画においては薄紙絶縁方式による段絶縁を行なって絶縁厚さを極力小さくし、ケーブル外径重量の減少を実現することができた。特にケーブル重量の軽減は輸送布設工事を容易とし非常な利点となった。

今後50~100 MVAの送電容量を必要とし、かつ140 kV送電を行なう場合には、140 kV 3心OFケーブルによるのが最も適していると考えられる。

稿を終わるに当たり、ご指導を賜った中部電力株式会社および日立電線株式会社の関係各位に厚くお礼申しあげる。



第10図 終 端 箱 (架空線側)



第11図 普 通 接 続 箱

参 考 文 献

- (1) 潮見, 橋本他: 日立評論 43, 99~106 (1961)
- (2) 曾我, 水上他: 第41回電気協会論文集 5~17 (昭37)
- (3) C. A. Bauer, R. J. Nease: T. A. I. E. E., 73, 281 (1954)



特 許 の 紹 介



特許第308031号 (特公昭37-13880)

岩倉 義男・黒崎 寿一
三浦 正敏・川松 俊治

天 然 又 は 合 成 高 分 子 体 処 理 方 法

天然または合成高分子体の中には染包性、印刷性、接着性が悪いため、また繊維の場合吸湿性が悪いため用途が制限されるものが多い。この発明はこの欠点を改善するもので、その高分子体表面にγ線または電子線等の高エネルギー放射線を照射して、エポキシ基をもち、重合性二重結合をもった有機化合物をグラフト共重合し、これをエポキシ基を開くことのできる活性水素をもつ官能基をもった化合物で処理するものである。

この一実施例として次のものがある。

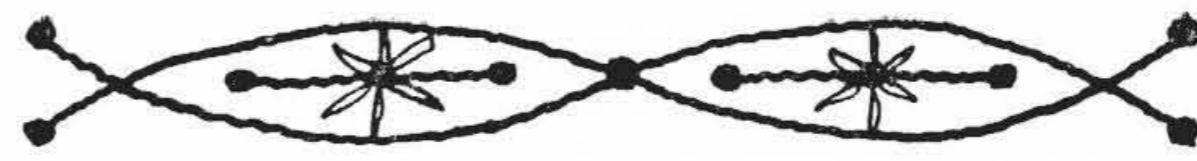
ポリプロピレン繊維1gを試験管にいれ、16時間真空処理し封じ

切りCo₆₀のγ線で3×10⁵γ/hの線量率で5×10⁶γ照射し、真空下にグリンジルメタクリレート10gを注入して室温で1時間反応させてから繊維をとり出し、アセトンで10時間洗浄。グラフト率2%。これをジェタノールアミンの50%アセトン溶液50cc中で67°Cで2時間加熱し、十分水洗し風乾してえられた繊維は酸性、直接、分散染料に対し優れた染着性を示した。

この例と同様に他のいろいろの高分子体にも本処理法は染色性、印刷性、接着性、吸湿性の向上に著しい効果を示しているものである。(松上)



特許の紹介



特許第401690号

大木新彦

燃料要素

この発明は、多数の燃料棒4の両端を支持板6、7により支持して単位体を形成し、被筒5の側壁により支持板を案内して多数の単位体1、2、3を被筒内に積重ねた燃料要素を提案するものである。

炉心における熱中性子束の分布は、炉心周囲の部分では外部への漏洩があって低くなり、中央部にピークを示す傾向になるが、沸騰水型原子炉においては、炉心上部に行くに従い、冷却水中に気泡が増大するので、減速作用が衰え、その影響で上部の熱中性子束は低くなり分布が歪む。

熱中性子束に差異があると、燃料の燃焼度が違って来るので、各燃料を効率良く燃焼させるためには、使用中に、配置を変えることが望ましい。燃料要素の配置を変え、平面的な熱中性子束の分布に対処する運転方法はすでに知られている。しかし在来の燃料要素は炉心の縦方向、つまり被筒と同軸に燃料棒を配置し、上下端で支持

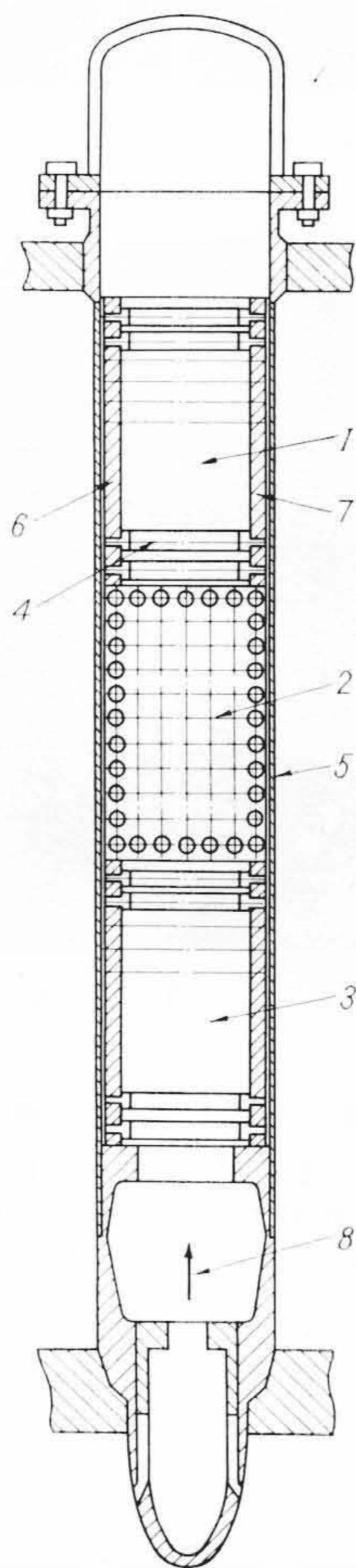
しているので縦方向においては配置を変え得ない。

ところが、この発明によれば、単位体を適当な大きさに形成しておくことにより、このような難点を解決できる。

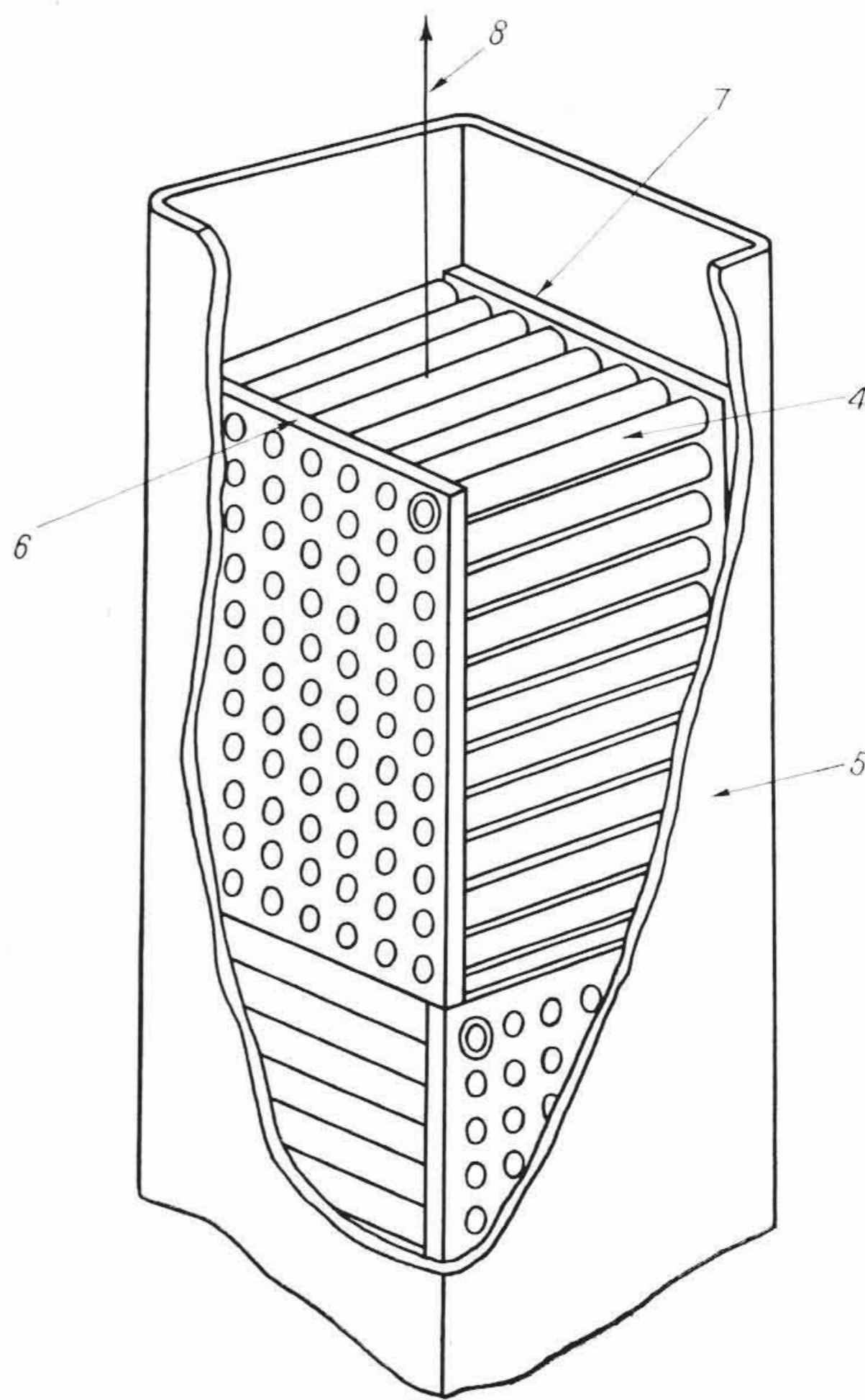
第1図は、この発明によって構成された燃料要素の縦断面図を示し、第2図はこの燃料要素の一部を破断して示す。燃料棒4は、矢印8で示す冷却水の流れに対し直角方向に配置され、単位体は1、2、3と三つ積重ねられている。各単位体は、支持板6、7によりその重量を支持され、積重ね順序を変えることにより、縦方向における燃料棒の配置変えを簡単に行なえ、縦方向の熱中性子束分布が特異な状態におかれる沸騰水型原子炉用燃料要素として優れている。

この燃料要素の構造には、さらに次のような利点がある。すなわち、各単位体の燃料棒ピッチを適当に決めることにより、縦方向にそって燃料棒密度を変更することができ、短い燃料棒により構成できるところより、燃料棒を継ぐ必要はなく、また運転状態にあっても伸びは小さい。さらに冷却水は、燃料棒層に対し、交叉して流れるところから、乱流となって、燃料棒の冷却効果を良くすることができる。

(丸山)



第1図



第2図