

密閉型防災トラフ

Fire Resistance Trough of Power Cable in Tunnel

小杉欣之助* 大島 勝一*
石井 健一** 井上 哲夫***

概要 洞道内布設超高压電力ケーブルの防災方式に、FRP トラフの砂埋方式が採用されていたが、その後砂の資源の枯渇、熱抵抗の問題、ケーブルの熱伸縮対策としてのスネーク効果の低減などの面から、砂無しタイプの FRP 防災トラフ（密閉型防災トラフ）の開発研究を、東京電力株式会社、古河電気工業の両社が共同で行ない、現在実用に供されている。

本報は、密閉型防災トラフの材質、特性及び構造について述べるものである。

1. はじめに

近年、都市部での電力ケーブルは、洞道内に布設されることが多くなり、これらの洞道内防災方式には、砂埋トラフ方式が採用されていた。

しかしながらケーブルの熱伸縮対策としてトラフ内スネーク布設が一般的に適用されるにいたり、その布設の追跡調査および実験を行った結果、砂埋によりスネークの効果が低減されていることがわかった。

また砂埋トラフ方式は、砂の熱抵抗が大きいこと、砂は良質の川砂を用いる必要があるが、その資源確保が難しくなったことと相まって、砂埋なしの密閉型防災トラフが必要になり、昭和47年より東京電力株式会社と古河電気工業（株）とで共同開発をし、154 kV ならびに 275 kV の OF ケーブルに実用化されている。

本報では密閉型防災トラフの仕様、特性について述べるものである。

2. 密閉型防災トラフとは

2.1 電力ケーブル用トラフとしての必要要件

電力ケーブル用トラフとしての必要要件としては以下の点が考えられる。

- (1) 外傷に対してケーブルを保護できること。
- (2) 外部火災に対して、防災効果があり、トラフ内のケーブルを保護できること。

- (3) 地絡時のアークに対してもトラフが破壊せず、かつアーク抑制効果があること。
- (4) トラフ内の電力ケーブル熱挙動ならびに電力ケーブルの重量などに対応できること。
- (5) 形状小型にして軽量であること。
- (6) 廉価であること。

2.2 密閉型防災トラフの特徴

前述のようなトラフの要件をみたすトラフとして、密閉型防災トラフを開発したが、その特徴は以下の通りである。

- (1) 酸素の供給を極力押えているため地絡時のアークによるケーブル着火を数秒間で消火でき、かつトラフの難燃性を向上させたため外部火災に対しても十分対処できる。
- (2) 砂埋なしトラフのため、ケーブルのスネーク効果がより多く期待できる。

3. 密閉型防災トラフの部材について

3.1 材質仕様

樹脂；不飽和ポリエステル樹脂
硝子繊維；コンテナアストランドマット、ロービ
ビングクロス

樹脂配合および充填剤配合；表1参照

3.2 部材の防災特性

- (1) 燃焼速度試験 (JIS K 6911)
本試験方法による結果を表1に示す。
従来型防災トラフの部材は着火しているが、密閉型防災トラフでは着火せず、難燃剤により防災効果が向上している。
- (2) 酸素指数

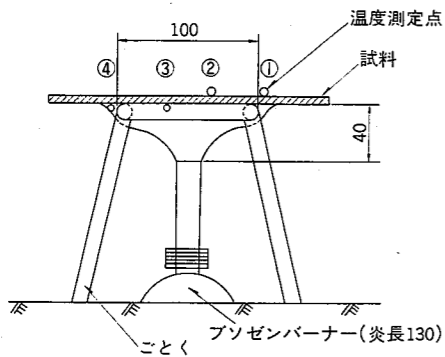
* 東京電力株式会社 工務部

** 古河電気工業株式会社電線生産本部 研究部

*** 古河電気工業株式会社電線生産本部
電力ケーブル部

表1

試料		従来型トラフ (砂埋)	密閉型トラフ (砂無)
樹脂配合	ポリエステル樹脂	100	100
	防火剤	A	75
		B	100
	C	10	
部材強度	引張 (kg/cm ²)	15.0	16.1
	曲げ (kg/cm ²)	18.8	18.5
	圧縮 (kg/cm ²)	20.7	20.2
	衝撃 (kg-cm/cm ²)	290	272
燃焼試験	燃焼速度試験 (JIS K 6911)	燃焼状況 180秒以上燃焼	着火せず
	酸素指数 %	判定 難燃性	不燃性
		20	47



温度測定点詳細

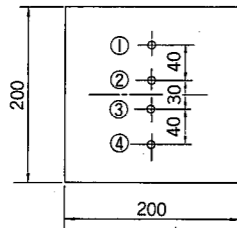


図1 燃焼試験方法

酸素指数とは材料が燃焼しつづけるに必要な酸素と窒素との混合ガスの容量%で表される最低酸素濃度であり、通常酸素指数が26%以上をもって難燃性材料と称している。図1の測定方法による結果を表1に示す。

(3) 燃焼試験

20cm角の試料を“ごとか”の上に乘せブンゼンバーナーで試料中心部に炎をあて、その燃焼状況を観察した。なお燃焼時間は5分間とした。試験要領は図1の通りである。

測定結果を表2、燃焼試験の観察状況を表3にそれぞれ示す。なお燃焼後の試料を写真1に示した。

表2 燃焼試験結果

試料名	測点No.	温度 (°C)				
		1分後	2分後	3分後	4分後	5分後
従来型トラフ	1	190	290	460	500	炎を上げて 烈しく燃える
	2	80	130	160	600	
	3	910	900	890	860	
	4	210	360	390	610	
密閉型トラフ	1	50	90	110	130	140
	2	130	190	240	260	270
	3	860	810	820	840	840
	4	650	510	530	540	550

(注) 測点番号と炎との位置関係は下記の通り。

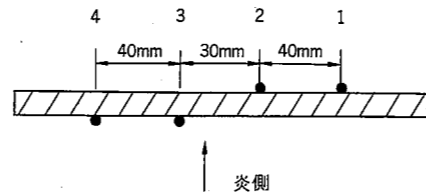
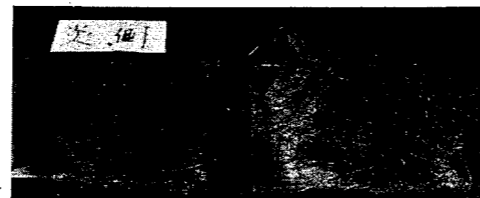
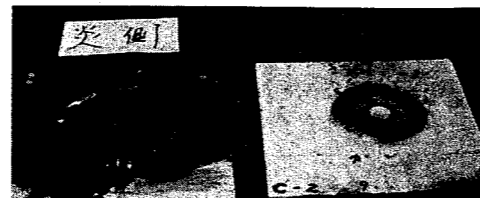


表3 燃焼試験の状況

試料名	燃焼状況
従来型トラフ	<ul style="list-style-type: none"> 着火後、約2分40秒で周辺部に延焼、試料が全面的に炎(赤い炎)につつまれる。 中心部では炎の突き抜けが発生した。 5分後、ブンゼンバーナーをとりのぞいても燃焼は継続していた。 燃焼後の試料は上、下ともガラス繊維(マット状)がはっきり見える。
密閉型トラフ	<ul style="list-style-type: none"> 着火頭初は「ごとか」周辺まで炎(赤い炎)につつまれて燃えているが次第に炎が青白く変わり、炎は「ごとか」内に縮少して行く。 中心部での炎の突き抜けはない。 ブンゼンバーナーを取り除くと同時に消火する。 燃焼後の試料は上面に黒色のこげ跡が残っている。下面の炎のあつた面も黒色になっており、ガラス繊維が、A、Bの試料に較べうすく見える。(上面の黒色のこげ跡は約60mmφ)



従来型トラフ



密閉型トラフ

写真1 燃焼後の試料

表4

項目	炭化長	残長	残じん
規格	(15cm以下)	5秒以下	1分後に存じないこと
試料			
1	7.5 cm	0	なし
2	8.0	0	なし
3	8.0	0	なし

(4) 建築用薄物材料の難燃性試験

(JIS A 1322)

写真2に試験状況、表4にJISの規格および試験結果を示す。

3.3 部材の機械的強度

表1に示した。

4. 密閉型防災トラフの構造と据付状態について

4.1 防災トラフ形状

図2に350型密閉型防災トラフ図を示す。このほかに

400型、450型および600型トラフも開発実用化した。

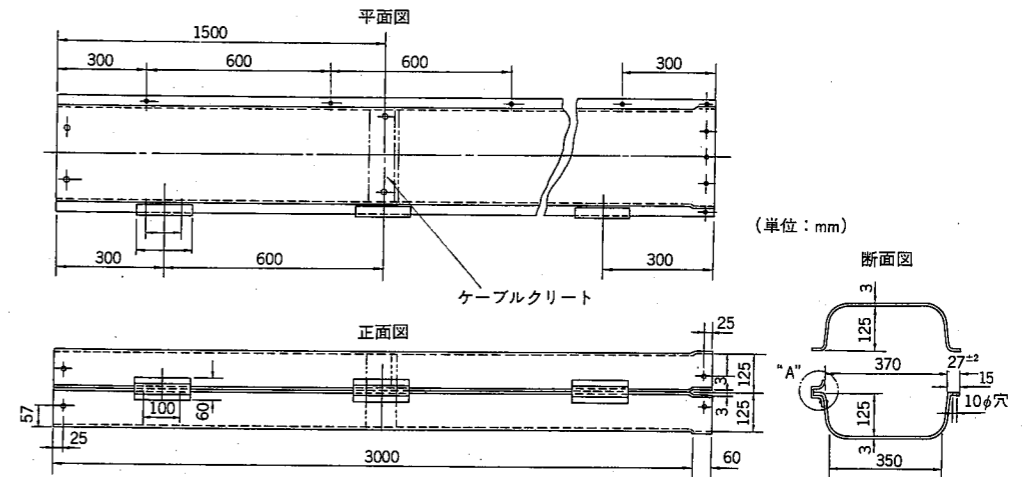


図2 350型防災トラフ

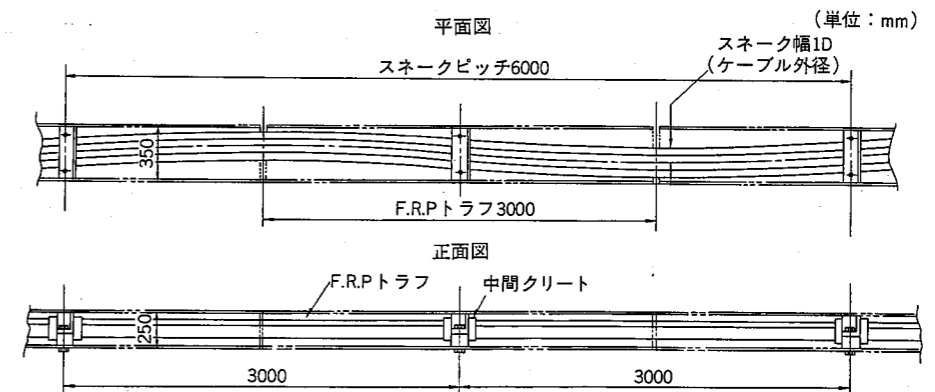


図3 トラフ据付図

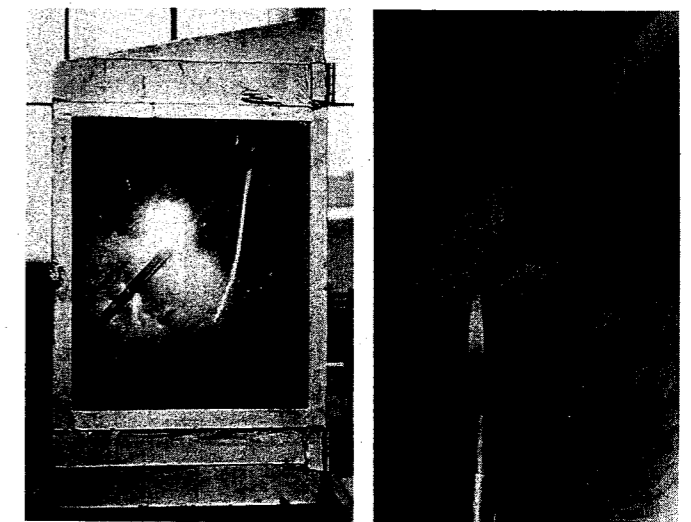


写真2 難燃性試験状況

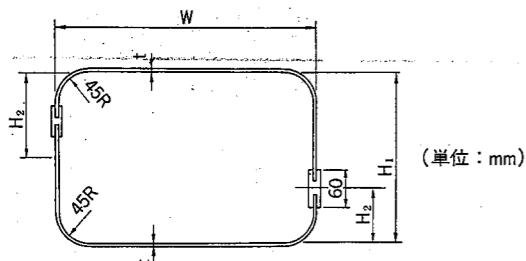


図4 400型, 450型, 600型トラフの断面図

4.2 トラフ据付図

図3, 4に標準的なトラフ据付図および断面図を示す。また表5にトラフ種別と適用ケーブルサイズを示す。

表5

トラフ種別	寸法 (mm)		布設ケーブル種別	概略断面図
	内幅W	内高H		
350型	350	250	66kV 単心OF及び 154kV OF 1×800mm ² 以下	図2の通り
400型	400	250	154kV OF 1×1000mm ² 以上	図4の通り
450型	450	300	275kV OF 1×1400mm ² 以下	同上
600型	600	340	275kV OF 1×1600mm ² 以上	同上

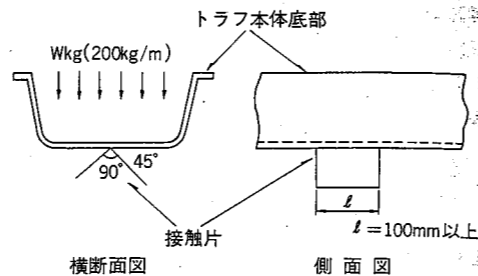


図6 トラフの喰い込み試験法

5. 密閉型防災トラフの特性

5.1 防災トラフの防災特性

(1) 外傷試験

(イ) トラフの衝撃強さ

適用するケーブルの最大サイズ相当品を図5のように1mの高さの位置より3回以上トラフ本体底部の中央部および接続部に落下させ影響を調べたが異常はなかった。

(ロ) トラフの喰い込み試験

トラフを支持している金物によるトラフへの喰い込みの安全性を調べるため、図6のように幅100mm以

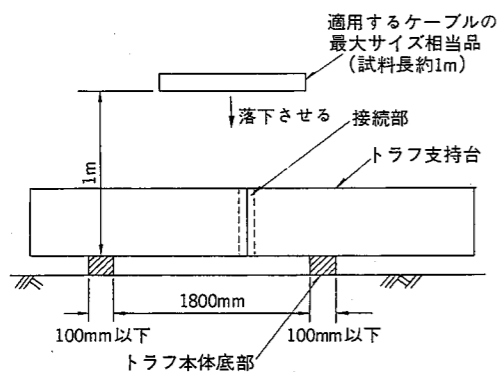
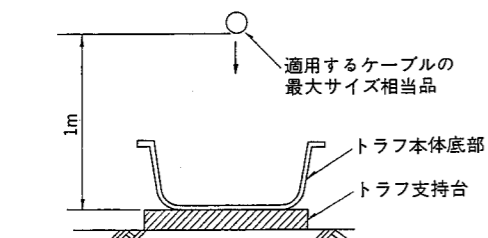


図5 トラフの衝撃強さ試験法

上の直角接触片上にあるトラフ本体底部へ等分布荷重(線路方向単位mあたり200kg)を加えトラフへの喰い込み深さを調べた結果、喰い込みはなかった。

(2) トラフの外部燃焼試験

トラフ3組を現場組立時と同様な状態に布設し、トラフ下部にOF油をセットし、継手部と中央部を10分間燃焼させ、その燃焼状況を調査した。

その結果(写真3, 4および5参照)

(イ) 燃焼中SUSテープのはずれ、トラフの型くずれ、接着剤のはくりなどはなかった。

(ロ) 中央部のケーブルは下2条の防食層がやけただれていた。

(ハ) 中間クリートがある継手部では、さほど防食層はいたんではない。

5.2 3相短絡試験

クリートで3m間隔に支持固定されたケーブルに3相短絡電流を与えた。電流は53kA(実効値), 0.2sec(10Hz)である。

クリート間のケーブルは、それぞれ広がる方向に激しく動き、そのためトラフの外側に取付けたステンレスバンドは飛んでしまった。

この結果から、ケーブルを1m間隔でナイロンロープで結束して、再度同一条件で試験したところ、多少ロープのゆるみがかた程度に押えることができた。

5.3 地絡試験

地絡試験は、25kA(実効値), 0.2secの条件でケーブル1相を用いて行った。そのケーブルはシースト導体間に釘で電氣的に接続した。地絡と同時に炎が広がり、

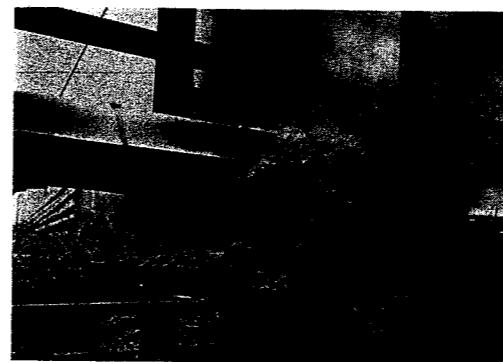


写真3 外部燃焼試験



写真4 外部燃焼テスト後



写真5 外部燃焼試験後のケーブル表面

トラフのすきまから外部に炎が飛びだした。炎は直ぐ消え、地絡点から油が流れてたが着火しなかった。

地絡により高温となり蒸発した油は、初めトラフ内の空気により燃えるものの、トラフは一部表面にクラックが入った程度で破損に至らなかったため、酸素の供給が

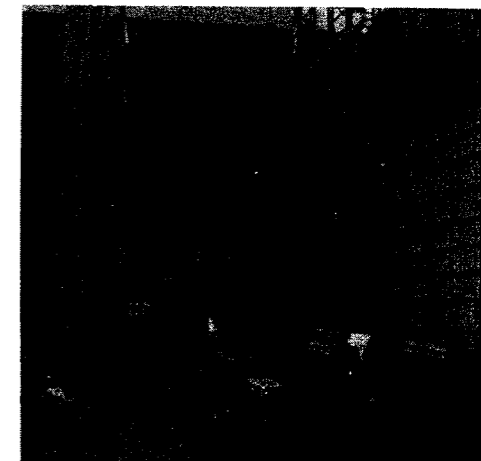


写真6 地絡試験



写真7 地絡試験後のトラフ表面



写真8 地絡試験後のケーブル表面

なされず、炎が消えたものと考えられる。

地絡試験の状況を写真6, 7および8に示す。

5.4 熱挙動試験

防災トラフ内に3m間隔でクリート止めした275kV $1 \times 1000 \text{ mm}^2$ OFAZV ケーブル3相を入れ、50mの線路を作り熱挙動試験を行った。導体温度変化 60°C を与えたところ、クリート間のケーブルの幅方向の移動は10~20mmで、そのときのケーブルシースの歪は 1×10^{-3} でアルミ被の設計許容歪 3×10^{-3} 以下であり問題なかった。また、トラフ端部は、クリート(端末固定装置)を連続的に配置し、トラフからのケーブルの伸び出し量を抑制することに成功した。この結果洞道部人孔の寸法の縮小化がはかられることになった(写真9)。

6. おわりに

以上述べたごとく東京電力株式会社と古河電気工業株式会社とで共同開発した密閉型防災トラフの特性は、275kV OF ケーブル用トラフとして十分実用性のある優れたものであり、東京電力株式会社の標準防災トラフとして採用された。

最後に開発にあたった関係各位のかたがたに感謝申し上げます。

Received November 5 (1976)

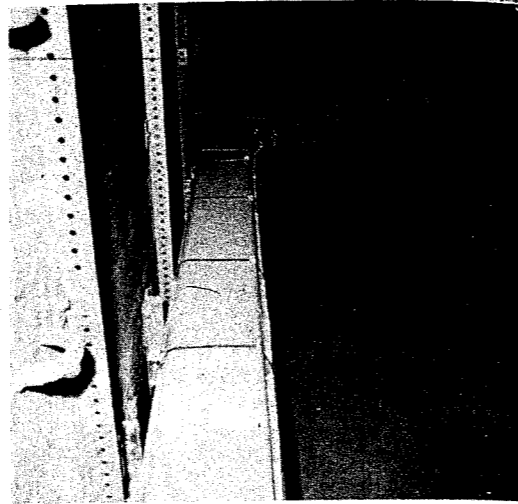


写真9 洞道内に布設された電力ケーブル用密閉型防災トラフ