

配電地中ケーブルの増容量化研究

既存地中ケーブルの効率運用を目指して

Research into Capacity Increase for Underground Distribution Cables

Aiming at more efficient operation of existing underground cables

(電力技術研究所 流通G)

配電用変電所の引出口では、地中ケーブルが集中布設となるため、熱的制約によりケーブルの許容電流が減少する。現行では日本電線工業会規格JCSに基づき、許容電流を設定しているが、実際に地中ケーブルの温度が運転中に何まで上昇するのかは把握されていない。そこで、配電用ケーブルの温度変化を模擬するシミュレーション計算を検討し、配電地中ケーブルの増容量化の可能性を検討した。

(Transmission and Distribution Group, Electric Power Research & Development Center)

At the service exit of a distribution substation where underground cables are concentrated, the permissible current for the cables is lowered due to various thermal limitations. Currently, the permissible current is set according to the Japanese Electric Wire & Cable Maker's Association Standards JCS. However, it is not known how high the temperature of the underground cables actually rises during operation. Thus, we have conducted a simulation calculation of temperature changes of distribution cables and studied the possibilities of capacity increase for underground distribution cables.

1 研究の背景

変電所の配電線引出は、遮断器 - 地中ケーブル - 架空電線から構成されており、26MVA級の配電用変電所では、遮断器の定格600Aまた架空電線(125mm²OC-W電線)の許容電流490Aである。これに対し、配電地中ケーブルの許容電流(12孔管路布設時)は、現行JCS規格の計算では一律に370Aであり、設備の効率運用面でネックとなっている。

地中ケーブルの許容電流を決定する要因は、ケーブルの導体温度であり、通常導体温度90以下での運用となっている。本研究は、運転中のケーブル温度をシミュレーション計算することにより、ケーブルの増容量化を図るものである。

2 研究の概要

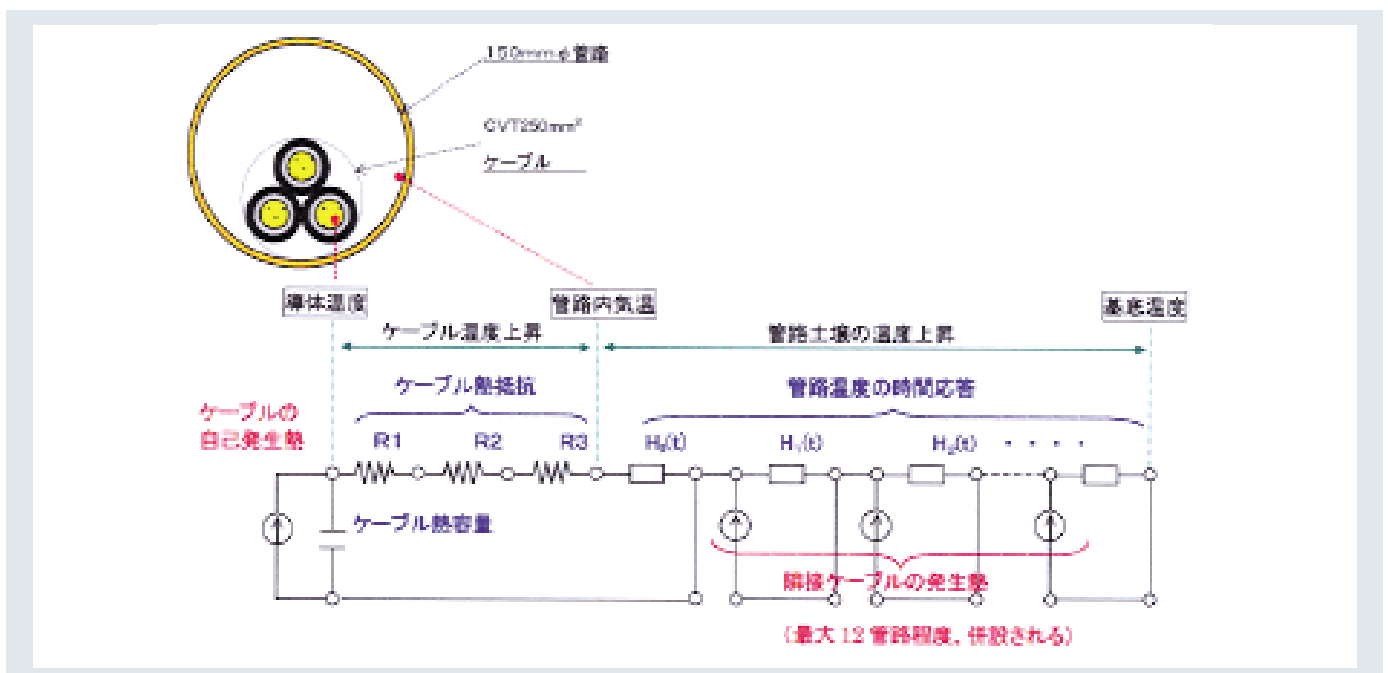
(1) ケーブル温度の計算方法

配電用ケーブルの温度計算には、第1図の熱等価回路を使用し、通常の電気回路と同様の手法で解析できる。

(2) ケーブル熱抵抗

ケーブル熱抵抗R1~R3は、導体温度と管路内気温との間の熱抵抗であり、従来計算では一定値とされてきた。今回、実験用管路によりケーブル熱抵抗を測定した結果、第2図のデータが得られた。

実際には、管路内部で生ずる放射・対流により熱抵抗が変化しており、発生熱の増加と共に熱抵抗は減少する。高負荷時には、ケーブル熱抵抗が現行JCS

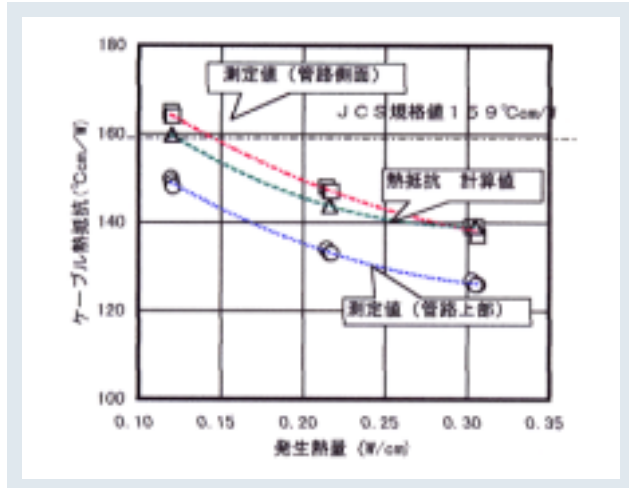


第1図 ケーブル温度の計算モデル

規格に比べて1割程度の減となった。

また、管路内の放射・対流を加味した熱抵抗の計算式を使用したところ、実測値とほぼ一致した。

なお、ケーブル熱抵抗は測定場所により若干差があり、管路側面の方が上部より高目となる。



第2図 ケーブル熱抵抗の変化

(3) 管路土壤の温度上昇

ケーブル外側の管路及び土壤の温度上昇は、土壤の熱特性値（固有熱抵抗，熱拡散率）によって左右される。土壤の熱特性値の調査には、探針法という測定方式が用いられる。今回名古屋支店管内の変電所構内において、土壤熱特性の調査を実施した。

調査結果を第1表に示す。測定は、配電用管路が通常埋設される地下1～3mの間で3点実施した。

第1表 土壤熱特性の測定結果

測定深度 (m)	1.4	2.05	3.1	平均値
固有熱抵抗 α (cm/W)	88	65	58	70.33
熱拡散率 k ($m^2/hour$)	1.4×10^{-3}	1.9×10^{-3}	2.2×10^{-3}	1.8×10^{-3}
土壤種類	シルト質細砂	細砂・シルト質粘土	細砂	

固有熱抵抗は、深度1.4mの値が若干高目となった。これは、表層土が碎石・砂礫等、熱抵抗の高い地質であったためと考えられる。自然地盤自体の特性としては深度2～3mの値が妥当であり、JCSの推奨値70 cm/Wに比べて1割位低目である。

また、測定データを基に、管路温度の時間応答を計算した結果、土壤の温度上昇が定常状態に落ち着くには1000時間（1ヶ月程度）以上掛かることが分かった。

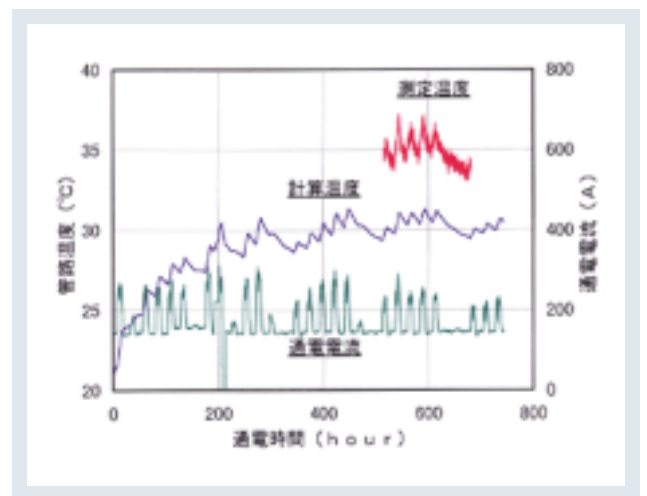
(4) 運転線路の温度変化計算

以上により、温度計算に必要な熱回路の各パラメータが把握できた。そこで、第1図の熱回路を用いて運転線路の温度変化を計算した。管路温度の計算値と測定値の比較を第3図に示す。

管路温度の測定は、運転中のケーブル管路内に光ファイバ方式の温度センサを設置して実測した。

シミュレーション計算は、温度測定の前3週間からの電流データを用いて実施したが、測定値に対し5位の開きがあった。

これは、土壤部の時定数が非常に大きいためと考えられ、更にシミュレーション計算を繰り返すことにより実測温度に近づくとと思われる。



第3図 管路温度の計算値と測定値

3 研究の評価

以上の検討結果より、配電地中ケーブルの増容量化の見通しを以下に記す。

ケーブル並びに管路土壤の熱抵抗を調査した結果、1割程度の各熱抵抗の低減となった。これにより、現行JCS計算式ベースで5%程度の許容電流増が見込まれる。

土壤温度上昇の時定数は非常に大であり、運転線路の負荷変動を計算要素に入れれば更に増容量化が期待できる。

また、現在一律の許容電流を管路個別に評価することにより、効率運用が可能である。

4 今後の展開

今回の研究成果を基に、現場使用可能なケーブル許容電流の計算プログラムを作成する。