

推進管内低熱抵抗充填材(TCグラウト)の開発

推進管内ケーブルの送電容量増加

Development of a Thermal Conductive Grout for Propulsion Pipes

Incremental Transmission Capacity of Cables in Propulsion Pipes

(工務技術センター 技術G)

地中送電線は、通電による発熱を周囲土壌等を介して放熱している。このため、周囲の熱抵抗が大きいと、通電電流を抑制することとなる。

推進管路布設の地中送電線の場合、ケーブル直近に存在する推進管充填材(中詰め材)の熱抵抗が大きく影響するため、熱放散性の良い充填材(TCグラウト)の開発を行い、その性能と施工性について検証を行った。

(Technical Group, Electrical Engineering Technology Center)

Underground transmission lines release heat that is generated by power distribution to the ambient soil. Therefore, the power distribution current can be controlled if there is sufficient ambient heat resistance.

Underground transmission lines that are installed in propulsion pipes are greatly influenced by the heat resistance of the propulsion pipe filling material, which is very close to the transmission cable. Therefore, we have developed an excellent filling material (TC grout) that has good heat dissipation. We verified its performance and implementation.

1 開発目標

熱放散性が良く、施工性に優れた充填材の開発にあたり、以下の目標を設定した。

(1) 熱抵抗

ケーブルの熱放散を良くするため、充填材の熱抵抗は低いことが重要である。そこで、目標値を重量変化がなくなるまでオープン等で強制乾燥させた状態(以降、完全乾燥という。)で一般的な土壌と同等の $1\text{K}\cdot\text{m}/\text{W}$ 程度とした。

(2) 圧送性

管路施工長は400m以下を標準としていることから、目標値を400m以上圧送してもフロー値300mm以上の流動性を維持し、品質が安定している(材料分離が起こらない)こととした。

(3) 充填性

推進管内の空隙は、熱放散を妨げたり、推進管損傷部より砂が流入し地表面を陥没させる恐れがある。そこで、空隙なく均一に充填材を充填するために、フロー値を300mm以上、充填材の凝固による空隙発生を避けるため体積変化を1%以下とした。

(4) 強度

ケーブル布設時の管路固定を考慮すると、充填材に適

第1表 開発目標

要求項目	目的	目標
熱抵抗が低い	・ケーブルの温度上昇抑制	$1\text{K}\cdot\text{m}/\text{W}$ 程度 (完全乾燥状態)
圧送性が良い	・長距離推進内への圧送	400m圧送後のフロー値 300mm以上 (推進管径長)
充填性が良い	・空隙防止 ・土砂流入防止	体積変化1%以下
適度の強度がある	・ケーブル布設時の管路固定	改良土と同程度 ($0.2\text{N}/\text{mm}^2$)

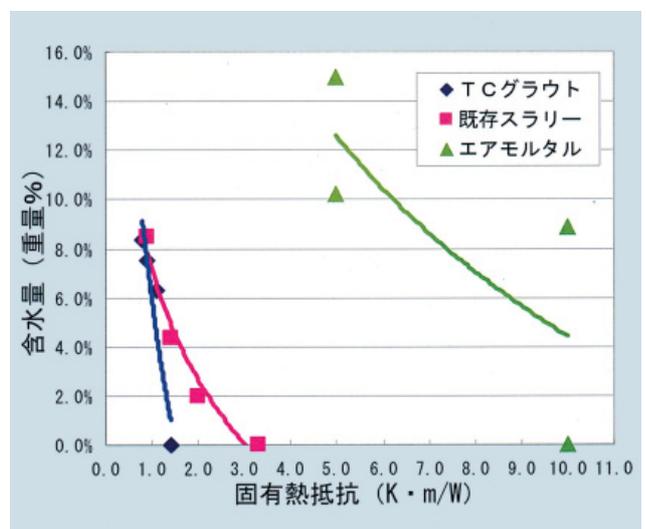
度な強度が必要となるため、地盤改良土と同程度の一軸圧縮強度 $0.2\text{N}/\text{mm}^2$ 以上とした。

2 充填材の開発

熱抵抗を低減するためには、気泡を含まず高密度で流動性の高い充填材とする必要がある。そのため、熱抵抗の低い炭酸カルシウムと固化剤としてセメントを主成分とし、充填材粒子間の反発力を利用するポリカルボン酸系化合物による減水剤を用いることで、気泡の原因となる水を減らし、流動性を確保したTCグラウトを作成した。この充填材の固有熱抵抗は、硬化後から自然状態で4週間おいた状態で $0.8\text{K}\cdot\text{m}/\text{W}$ 、完全乾燥状態でも $1.4\text{K}\cdot\text{m}/\text{W}$ の値が得られた。

TCグラウトは第1図からもわかるように、従来品に比べ乾燥状態(含水量)に関係なく固有熱抵抗値が $1\text{K}\cdot\text{m}/\text{W}$ 程度と非常に安定した値を示すことがわかる。

よって、熱放散性の良い充填材の開発に見通しを得たことから、TCグラウトの施工性について検証する試験を実施した。



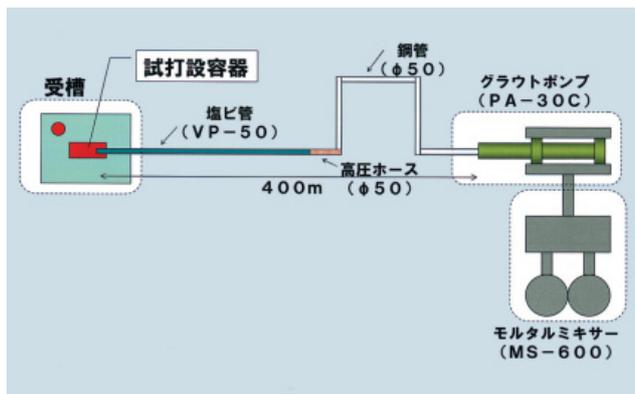
第1図 充填材の含水量と熱抵抗

3 各種検証試験

(1) 400m長距離圧送試験

第2図に示す長距離圧送試験を実施し、材料分離などの性状変化および圧送に支障となる現象は見られなかった(第2表参照)。

また、実際の作業現場に比べると充填材温度が高温となる悪条件にもかかわらず、圧送後の充填材においても要求性能を満たすことがわかった。



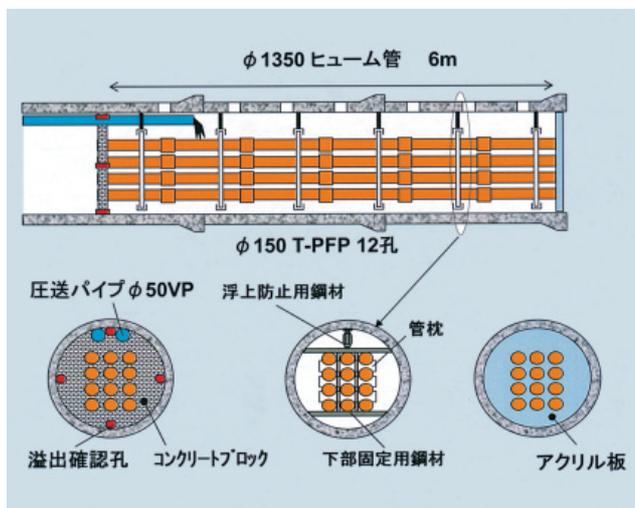
第2図 圧送試験概要図

第2表 圧送試験結果

	TCグラウト	
	圧送前	圧送後
充填材温度	31 ~ 32	36 ~ 37
フ 口 ー	400 ~ 450mm	340 ~ 380mm
密 度	1.94 ~ 2.00g/cm ³	1.96g/cm ³
体 積 変 化	1%未満	1%未満
圧縮強度(28日)	-	7.9 ~ 9.5N/mm ²
乾燥時熱抵抗	-	1.4K・m/W

(2) 実規模試験

第2図の試験装置の圧送先に第3図に示すような推進管を模擬した設備(150mm×12孔、1350mm×6m)を設置して、実設備における充填性能を検証した。



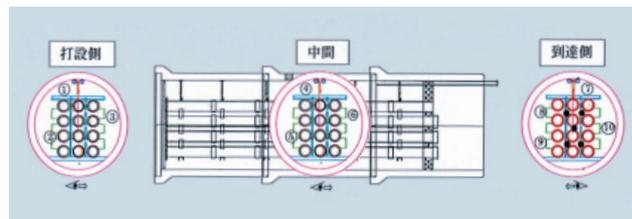
第3図 実規模試験概要図

打設状況および解体調査により実設備においても高い充填性を確認した(第3表参照)。打設は水平打設となることを確認し、打設量は設計値7.1m³に対し実打設7.1m³、体積変化は最大で0.4%(2cm)とわずかであった。

また、実規模試験で採取したサンプルの熱抵抗値を測定した結果、熱抵抗は1.3~1.4K・m/Wと安定した値であり、流動性(フロー値:300mm以上)、体積変化(1%以下)ともに目標を満足する値であった。よって、安定した熱抵抗で充填打設できることが確認できた。

第3表 実規模試験結果

	TCグラウト
フ 口 ー	360 ~ 440mm
密 度	1.99 ~ 2.00g/cm ³
体 積 変 化	0.4%
乾燥時熱抵抗	全ての断面において 1.3 ~ 1.4K・m/W (測定箇所は第4図参照)



第4図 実規模試験熱抵抗測定箇所



第5図 実規模試験状況写真

4 まとめ

推進管路内のケーブル送電容量を増加させるため、熱抵抗値が低い充填材(TCグラウト)の開発に取り組み、新たに完成させることができた。

また、各種検証試験の結果より施工性に優れていることも確認できた。



執筆 / 真島弘憲
Mashima.Hironori@chuden.co.jp