

電力ケーブル波乗り移動現象に関する研究

背景と目的

地中電線路は市街地の電力供給を担っており、通常、道路地下に埋設した管路に電力ケーブルを引入れる管路式により布設されます。軟弱地盤で交通量が多い道路に布設された管路式地中電線路において、管路内の電力ケーブルが車両の進行方向に移動する「ケーブル波乗り現象」が発生し、ケーブルに過大な張力や屈曲が発生して設備不具合をもたらす場合があります。

本研究では、ケーブル波乗り現象の発生原因を明らかにし、この現象によって生じるケーブル移動力、移動量を精度良く計算できる解析システムを構築しました。

研究の概要

(1) ケーブル波乗り現象発生メカニズムの解明
波乗り移動現象の発生は、これまで、車の荷重による管路に発生する鉛直方向のたわみが主要因と考えられ、発生予想の実験式が示されていますが、設備条件によって実態と大きく乖離する問題点がありました。

本研究において、波乗り移動の発生は、車の通過により管路が水平移動し、この時にケーブルに加わる管路との摩擦力の作用時間の差が、主要因であることを明らかにしました。

(2) ケーブル波乗り現象解析システムの構築

上記の考え方にに基づき、通常のPCにて容易に解析できるようにMicrosoft Excel VBAによる解析システムを構築しました。解析システムは、車が管路上の道路を通過した時に、道路地盤の変位等を計算する地盤解析ツールと、管路の水平移動によりケーブルに摩擦力が作用した時のケーブル部の変位等を解析するケーブル挙動解析ツールから構成しました。

地盤解析ツールは、地盤の深さ方向を中心軸とする軸対称モデル有限要素法にて構築しました。

ケーブル挙動解析ツールは図1のように、ケーブルを質点Wと弾性係数kのバネからなるユニットの集合体として模擬し、各質点に管路とケーブル間の摩擦力 F_f が作用するモデルにしました。基本式はケーブル応力の平衡条件の(1)式に拠りました。

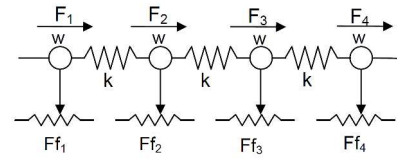


図1 ケーブル解析モデル

$$[k]U+[w]a=F+F_f \quad \cdots(1)$$

F:波乗り移動力[N], U:質点の移動量[m], a:質点の加速度[m/s²], k:ケーブル弾性係数マトリクス, w:ケーブル重量マトリクス[kg], F_f:質点の摩擦移動力[N]

(3) 実規模実験による解析システムの妥当性確認

図2のように実規模の設備を構築して、管路上に車両を走行させてケーブルの移動力他を実測した結果、図3のとおり解析システムによる解析結果と良く一致し、解析の妥当性を確認できました。

このシステムを用いると図4のような管路内ケーブル応力長手方向分布など、詳細な解析が可能になり、設備設計、保守の精度向上が期待できます。

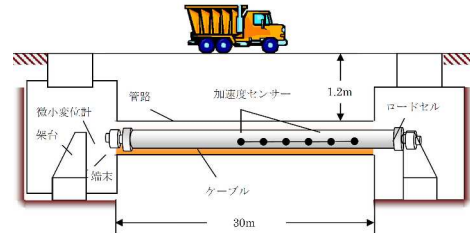


図2 実規模実験概要図

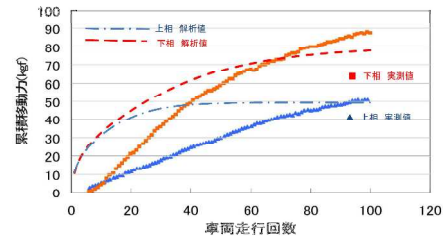


図3 ケーブル移動力の実験と解析結果の比

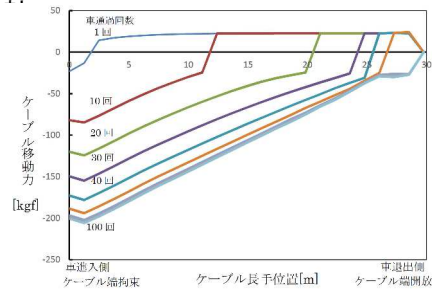


図4 ケーブル応力の長手方向分布

今後の予定

早々の実適用を目指して解析システムの計算速度向上など最終的な改良を行なっています。

担当：研究開発センター

特許 特許登録済

先進技術の獲得に資する
研究開発