

電電公社 建設技術開発室	正員	本田 健一
電電公社 建設技術開発室	正員	山本 博
前電電公社 建設技術開発室		垂水 國博

1. まえがき

地下埋設通信用ケーブルには、直接地中に埋設される直埋ケーブルと防護管路内に布設される管路内ケーブルとがあるが、いずれのケーブルにも路面走行荷重の通過によって、ケーブル全体が、あるいは、ケーブル外被中で心線もしくは同軸心が、車両走行方向に移動する現象が見られる。

この現象は、クリーピング (Creeping) 現象と呼ばれ、1921年にイギリスのリバプール〜ウエリントン間において最初に発生し注目された。我が国においては、1952年に岡山〜福山間の市外ケーブルに発生して以来、各地でこの現象が見られ、原因調査、移動防止方法の検討が続けられてきたが、現在に至ってもその発生機構の解明及び定量的な予測方法は確立されていない。

本稿では、クリーピング予測方法の定量的把握を目的として、筑波建設技術開発センター内にある土質別地下埋設物実験設備（以下“土質別”と略す）において行った、直埋ケーブルのクリーピング再現実験結果について報告する。

2. 実験概要

クリーピング計測システムは、図-1に示すように“土質別”の土槽及び埋設したクリーピング測定用ケーブルとからなる“地盤-ケーブル系”と、荷重車の制御、測定データの処理を行う“制御-処理系”とにより構成されており、実験は、ケーブルの移動現象の基本特性を知るための静的載荷試験と、走行状態における移動現象を知るための走行試験の2つに分けて行った。実験の流れは、図-2に示すとおりである。

なお、クリーピング測定用ケーブルとしては、9.5mm同軸ケーブルをもとにして、同軸心の外部導体、中心導体にかかるとみ量並びにケーブル外被との相対変位量が測定できるように歪ゲージ、変位計、加速度計を取り付けた曲げ剛性の異なる帯外装、線外装2種類のケーブルを使用した。

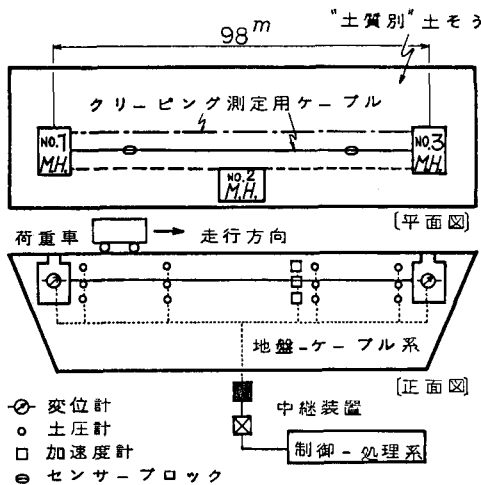


図-1 クリーピング計測システム概要

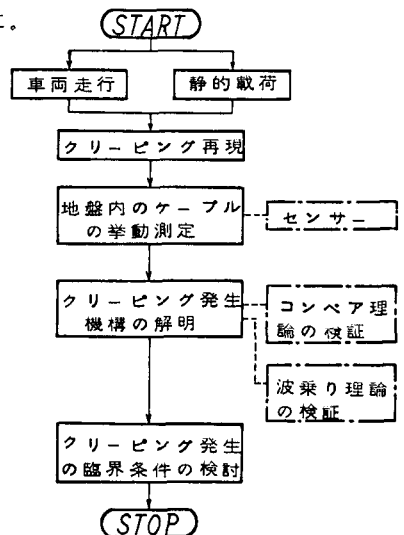


図-2 クリーピング再現実験の流れ

3. 実験結果

3.1 クリーピング発生機構の説明理論

クリーピングの発生機構については、従来から下記の2つの仮説が提案されているが、未だ説明されておらず、今回の実験の中で2説の実験的検証を行った。

① 車両通過時における水平振動にもとづく説 (Shaking Conveyor Theory)

② 車両通過時における地盤沈下にもとづく説 (Surf Riding Theory)

①の理論検証のため、地盤の振動加速度と同軸心の移動量との関係を調査した結果を図-3に示す。これによると、車両走行速度が速くなるに従い、地盤の水平振動は大きくなるが、同軸心の移動量は逆に減少する。また、車両走行速度2.5km/hのとき、地盤には水平、鉛直振動ともほとんど生じないが、クリーピングは発生する等のことが分り、①の理論は、発生機構の説明として不適当であることが明らかとなった。

一方、②の理論検証のため、地盤のたわみ量とケーブル移動量の関係及び車両走行時のケーブルの挙動を調査した結果を図-4、図-5に示す。これによると、地盤のたわみ量とケーブルの移動量には、強い相関関係があり、ケーブルの移動量は、地盤のたわみ量に比例して増加する。ケーブルの移動は、荷重車の後輪通過と同期している等のことが分り、クリーピング発生機構の説明としては、Surf Riding Theory (波乗り理論) が適当であることが明らかとなった。

3.2 クリーピング発生時の境界条件

クリーピングが発生する地盤の境界たわみ量は、図-6に示すとおり、帯外装ケーブル: $2/100\text{ mm}$ 、線外装ケーブル: $17/100\text{ mm}$ であり、同一地盤であれば、ケーブルの曲げ剛性が小さいほど、クリーピングが発生しやすいことが明らかとなった。

なお、地盤のたわみ量の測定には、図-7に示すように ベンゲルマンたわみ試験を応用し、直接ケーブル埋設位置の地盤のたわみを測定できるよう工夫した穴あけベンゲルマンたわみ試験により、精度のよい測定が可能であることが明らかとなった。

4. あとがき

今回の実験により、従来定性的な把握に留まっていたクリーピング発生時の境界条件が明らかとなり、クリーピング予測手法の定量的把握という当初の目的は、達することができた。

なお、現在、建設技術開発室では、“土質別”において、管路内ケーブルのクリーピング再現実験を行っている。

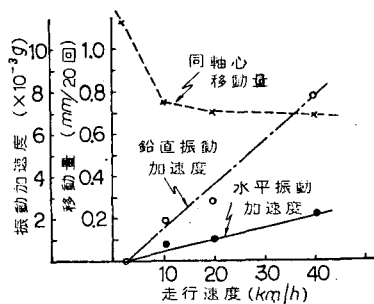


図-3 走行速度と振動加速度、移動量との関係

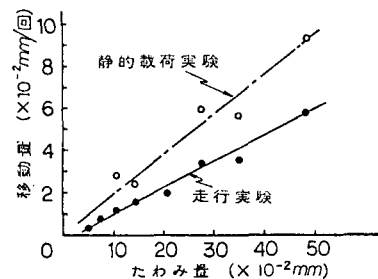


図-4 地盤のたわみとケーブルの移動量との関係

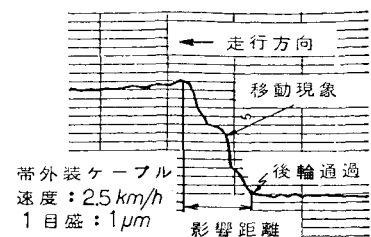


図-5 車両走行時のケーブルの挙動

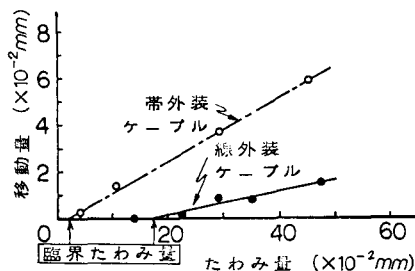


図-6 ケーブル別境界たわみ量

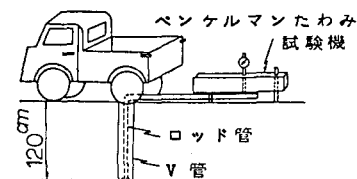


図-7 穴あけベンゲルマンたわみ試験