

光ファイバを用いた常時監視システムの実現場導入

NTTインフラネット(株) 正会員 ○福井 豊一
 NTTインフラネット(株) 非会員 長谷川 光正
 NTTインフラネット(株) 非会員 森光 雅之
 NTTインフラネット(株) 正会員 山田 利勝

1. はじめに

ライフライン設備の停止は、社会経済や日常生活に大きな影響をもたらすだけでなく、二次災害の発生により被害が増大する可能性がある。

そのため、ライフライン設備近傍において無届工事等で行われる建設事故を未然に防ぐため、それらが発生する振動を検知して工事の有無や場所の特定ができるシステムが必要となる。

弊社では、光ファイバを用いた常時監視システムの開発及び検証実験¹⁾を行ってきたが、今回はライフライン設備の実現場へシステムの導入を実施した。

本論文では、このシステムの実現場への導入結果について報告する。

2. システム概要

振動検知システムの特徴には次のような特徴がある。

- (1)光ファイバケーブルそのものがセンサとなり、連続的な振動位置の計測が可能である。
- (2)振動検知における公称誤差は $\pm 100\text{m}$ 以内である。
- (3)絶縁性能の低下、腐食などの長期耐久性に関する問題がない。
- (4)センサには給電不用なので、雷撃・迷走電流で破損することがない。
- (5)伝送損失が少なく、長距離(40 km)の遠隔測定が可能である。

2.1 システムの原理と構成

光ファイバケーブルそのものをセンサとするセキュアロケーティングシステムは、図-1のように測定器から出力された光学レーザーがスタートセンサにより2つに分かれ、分配された光学レーザーはエンドセンサにより再び合成され測定器に戻る構成となっている。

なお、静的な状態では、スタートセンサから分けられた2本の心線を通る光の波形は同一だが、振動が加えられることにより2本の心線を通る光の波形に位相差が生じ、その変化を検知する(図-2参照)。

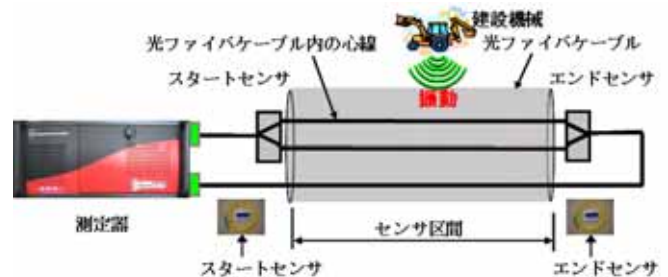


図-1 システムの原理



図-2 振動検知の原理

図-3のようにシステムは測定器、測定器制御端末、識別用端末、表示端末により構成される。

測定器によりスタートセンサからエンドセンサ間の光ケーブルで振動を検知した場合、発生した時間やスタートセンサからの距離等の情報を測定器制御端末へ送信する。また、測定器自身の状態に異常を検知した場合にもアラーム通知する。

測定器制御端末では、測定器や識別用端末からの信号や情報を一元的に管理する。

識別用端末は、測定器制御端末と表示端末との定期的な通信を行い、フィルタリング機能により設定した閾値を超えた場合に目的の振動アラームを送出する。

表示端末は、識別用端末から出される振動及びシステムアラーム情報をダイアログで表示するとともに、当該アラームが振動アラームの場合、その場所を地図(GIS)上に表示する。



図-3 システムの構成

キーワード 設備事故防止, センシング技術, GIS, 光ファイバケーブル

連絡先 〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-8-1-2F NTTインフラネット(株) 技術開発部 TEL03-6381-6460

2.2 システム設定

本システムでは、振動検知及び振動位置の距離計算を行なうために必要なシステム設定とアラームを発出するために必要なシステム設定がある。

振動検知は、測定器で設定した閾値により、設定時間（秒またはミリ秒）内に、設定した振幅値（V）以上の波が、設定サイクル数（回）以上検出された場合アラームを発出し、長い時間連続する振動と比較的短く単発的な振動を分けて検知することができる（図 - 4 参照）。

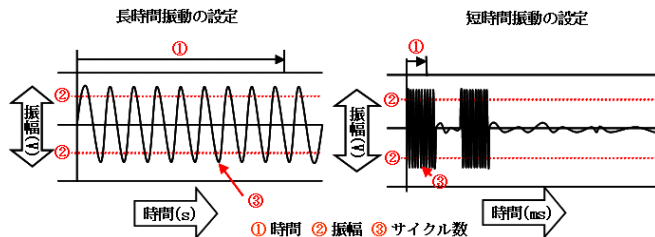


図 - 4 長時間・短時間振動の設定イメージ

アラームの発生に関しては、振動源をより正確に特定するため、測定器で捉えた振動を「時間」「回数」「範囲（距離）」の条件により識別するフィルタリングの設定を行う。この設定により、条件に満たされない振動はアラームとして発生することは無い。

3. 実現場導入

3.1 現場環境

本システムは、ガス会社を事業主とするガスパイプライン敷設工事で導入された。

本システムは、図 - 5 に示すように、ガス供給ステーションに測定器を設置し、住宅等へのガス供給管路の上部に直径 50 mm の塩化ビニル管を敷設し、その中へセンサとなる光ファイバケーブルを配線した。スタートセンサ、エンドセンサ及び接続点は、振動検知システム専用のハンドホールの中へ設置した。

振動検知区間は、総延長約 730m で歩道部と車道部があり、一部区間に鉄道高架下（ボックスカルバート構造）を通過する箇所がある。

土被りは 0.8m から 1.0m と比較的浅く、埋戻しの構成は、下層から砂、再生砕石、再生粒調スラグ、再生アスコン及びインターロッキング舗装となっている。



図 - 5 光ファイバケーブル実現場導入環境

3.2 現場での導入検証結果

塩化ビニル管及び光ファイバケーブル及びは、ガス供給管路敷設と同時期に敷設し、仮舗装の自然転圧期間中にシステムの構築を行った。その後、歩道部、車道部の舗装本復旧時の建設機械を使用する期間を利用して、振動検知システムの現場導入検証を行った。

検証結果を(1)から(6)に述べる

- (1) 車道部でバックホウ、振動ローラの振動を検知した。
- (2) 歩道部でプレートランマーの振動を検知した。
- (3) 歩道部において石頭ハンマーで地上からハンドホール蓋に連続して打撃を与えると、振動を検知した。
- (4) 建設機械以外の車両の振動は検知しなかった。
- (5) 鉄道車両の通過による振動は検知しなかった。
- (6) 全ての振動検知位置は真値から±100m 以内におさまっていた。

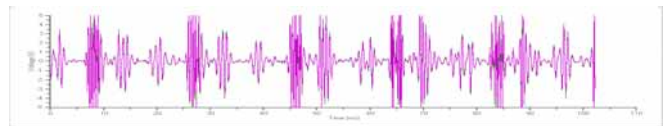


図 - 6 測定波形の一例（振動ローラ）

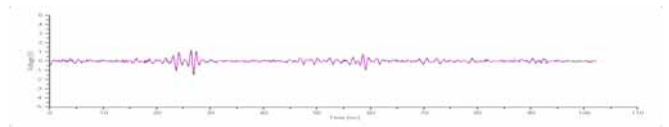


図 - 7 測定波形の一例（車両の通過）

3.3 考察

検証結果から、本システムは閾値の調整とフィルタリング機能により、歩車道に関係なく機能し、土被り 1.0m 以下の環境でも機能することがわかった。

また、自動車、鉄道車両の振動は認識するがアラームの発生は除外し、建設機械から発生する振動のみアラームとして発生した。

これにより、本システムは、幾多の振動を特性別に認識し、意図的に加えられた振動のみをアラームとして発生することができることが実証された。

4. おわりに

現場導入検証の結果により、本システムは建設工事が発生する振動を検知して工事の有無や場所の特定ができるシステムであることが確認できた。今後さらに、他現場への導入を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 内藤有人、福井豊一、後藤忠弘、平井稔雄：光ファイバを用いた常時監視システムの実用化検証、土木学会第 65 回年次学術講演会 -484, 2010.9