

光ファイバを用いた常時監視システムの実用化検証

| | | |
|---------------|-----|-------|
| NTTインフラネット(株) | 正会員 | 内藤 有人 |
| NTTインフラネット(株) | 正会員 | 福井 豊一 |
| 東邦ガス(株) | 非会員 | 後藤 忠広 |
| 東邦ガス(株) | 非会員 | 平井 稔雄 |

1. はじめに

地下に埋設されている重要ライフライン設備は、定期的なパトロールにより無連絡工事の建設機械等による不慮の損傷を未然に防いでいる。しかしながら、長延長の設備を常時監視し続けることは困難であり、パトロールを支援するシステムが求められている。

そこで、弊社が開発を進めてきた光ファイバを用いた振動検知技術による常時監視システムを用いて、実現場へ適用可能か実用性検証実験を実施した。

本論文では、このシステムの実用性検証結果について報告する。

2. システム概要

本システムはセンサ区間に通信用光ファイバケーブルを用いるため、40kmの長距離連続監視が可能であり、センサに電力供給を必要とせず、落雷、電磁誘導等の電気的影響を受けずに長期間運用できることを特徴とする。

検知の対象は道路や道路付帯設備構築工事に使用する建設機械から発生する振動である。

2.1 システムの構成と振動検知の原理

システムは振動検知部と監視部により構成される。

振動検知部は測定器、スタート・エンドセンサ、光ファイバケーブルで構成される(図-1)。

測定器から出力された光信号がスタートセンサにより2本の光ファイバ心線に分配され、分配された光信号はエンドセンサにより再び合成され測定器に入力される。スタートセンサとエンドセンサ間の光ファイバケーブルに振動が与えられた場合、分配された光信号に位相のズレが生じる。その光信号の位相のズレを測定器により解析し、振動を検知する。併せて、光信号の到達時間から振動が発生した位置を算出する。算出精度は真値(加振点)から±150m以内である。

監視部はアラーム情報制御用アプリケーションとGISにより構成される。監視部の構成及びGISの表示例を図-2に示す。

アラーム情報制御用アプリケーションは、振動検知部で検知した位置情報を他のデバイスインターフェースで確認するための設定や、GISへ位置情報を送信するための制御を行う。

測定器が検知した位置情報はGISを利用して地図上に表示させることにより、視覚的に振動場所を認識することができる。

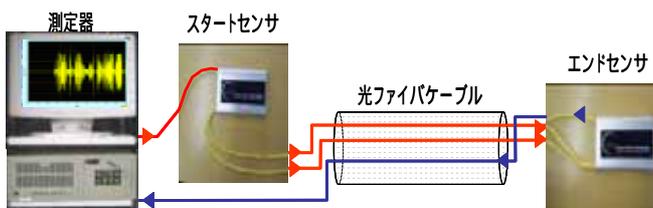


図-1 振動検知部の構成



図-2 監視部の構成及びGIS表示例

2.2 システム機能

振動検知部では、閾値の設定により、建設機械から発生する長い時間連続する振動と、車両通過のような比較的短い時間連続する振動を分けて検知できる。

閾値は任意の時間内に検出する振動のサイクル数と振幅により設定する。長時間振動は秒単位の時間を設定し、短時間振動はミリ秒単位の時間を設定する。設定イメージを図-3に示す。

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 〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町2-31-1-14F NTTインフラネット(株) 技術開発部 TEL03-5645-1030

アラーム情報制御用アプリケーションは、振動検知部で検知した位置情報を GIS へ送信するタイミングの設定、監視除外区間の設定及び、パトライトやメールサーバ、カメラとの連動、アラームログ蓄積の機能を有する。

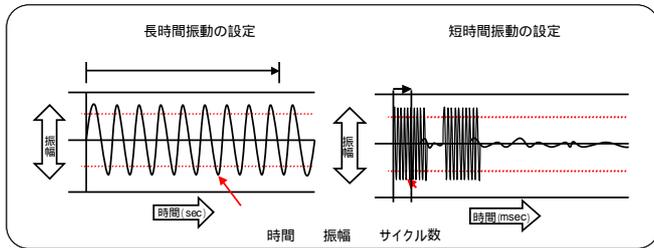


図 - 3 長時間・短時間振動の設定イメージ

3. 検証実験

3.1 実験方法

本実験は東邦ガス所有の実験フィールドで行った。

光ファイバケーブルは図 - 4 に示す二つのパターンで設置した。(A)深さ 1.5m の位置に埋設した防護鉄板の直下に光ファイバケーブルを収容した管路を接触させて設置、(B)深さ 1.5m の防護鉄板より 15cm 深い位置に光ファイバケーブルを収容した管路を設置

この二つのパターンに対して、以下の振動を与えた。

- (a)日常的な振動を検知しないことを確認するための車両の通過振動、
- (b)道路工事等に使用するカッター、バックホー、オーガの振動

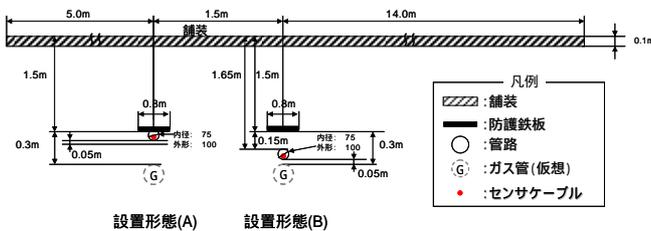


図 - 4 光ファイバケーブル設置形態 (断面図)

3.2 実験結果

実験結果を(1)から(7)に述べる。測定結果一覧表を表 - 1、光ファイバケーブル設置形態(A)におけるバックホーの測定波形を図 - 5 に示す。

- (1) 光ファイバケーブル設置形態(A),(B)ともに車両の通過振動は検知しなかった。
- (2) 光ファイバケーブル設置形態(A),(B)ともに建設機械の振動を検知した。
- (3) バックホーに対しては光ファイバケーブル設置形態(A),(B)ともに防護鉄板及び地中内の石や木屑に接触した際に振動を検知した。
- (4) オーガに対しては光ファイバケーブル設置形態(B)

において地中内の石や木屑に接触した際に振動を検知した。

- (5) 全ての振動検知位置は真値 (1539m) から ± 150m 以内におさまっていた。
- (6) カッターの測定波形から光ファイバケーブル設置形態 (A)の振幅が、設置形態(B)の約 1.2 倍であった。
- (7) バックホー測定波形から光ファイバケーブル設置形態 (A)の電圧値及びサイクル数が、設置形態 (B)の約 2 倍であった。

表 - 1 測定結果一覧表

| | | 光ファイバケーブル敷設形態 | |
|-------|-------|---------------|-------------|
| | | (A) | (B) |
| カッター | 振幅 | ± 1.5V | ± 1.2V |
| | サイクル数 | 400 | 400 |
| | 検知状態 | | |
| バックホー | 振幅 | ± 3.0V | ± 1.4V |
| | サイクル数 | 1100 | 600 |
| | 検知状態 | 1645m(+106m) | 1500m(-39m) |
| オーガ | 振幅 | - | ± 0.5V |
| | サイクル数 | - | 200 |
| | 検知状態 | - | |

凡例
 :位置表示
 :振動検知
 - :変化なし
 ():真値からの誤差

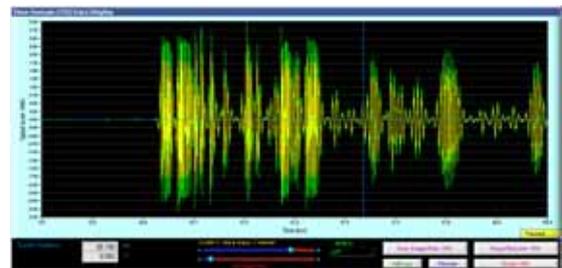


図 - 5 測定波形の一例 (バックホー)

3.3 考察

実験結果から、本システムは車両の通過振動を除外して建設機械から発生する振動のみを検知することが可能であるといえる。

また、振動検知における光ファイバケーブル設置形態は(B)より(A)の方が効果的であるといえる。

実験場の地中の状況は砂の埋め戻しによる比較的緩い土質であった。実際の舗装道路下においては(a)路盤に碎石層があること、(b)埋め戻し土は十分に転圧されていることから本実験よりも振動が伝播しやすい条件であるといえる。したがって、実際の現場においては建設機械から発生する振動をより正確に検知し、位置を特定することができると思われる。

4. おわりに

検証実験の結果により、本システムの実用性を確認した。今後、実現場への導入を進めていく予定である。