

トンネル掘削による地盤環境振動の遠隔モニタリングシステムの開発

長崎大学大学院 学生員 ○木場 俊郎 長崎県土木部 非会員 村里 静則
 長崎大学工学部 フェロー 岡林 隆敏 長崎大学大学院 学生員 高比良 惣

1. はじめに

近年、土被りの薄い都市型トンネルの施工が増加している。トンネル掘削の際に発生する環境振動・騒音が切羽上部の周辺住民へ影響を与える可能性があるため、環境振動が閾値を越えないように配慮しなければならない。よって施工中、常に環境振動をモニタリングすることが重要である。また、計測を省力化するために、遠隔モニタリングシステムの導入が効果的であると考えられる。

本研究では、切羽上部の環境振動を監視するため、パソコンのモバイル機能¹⁾と計測技術²⁾を融合した遠隔モニタリングシステムを構築した。本システムは計測現場から管理事務所へデータ転送し、データ保存、解析を常時、自動で行うことができる。計測概要を図-1に示す。本論文では、構築した遠隔モニタリングシステムの概要と、開発したプログラムについて述べる。

2. 遠隔モニタリングシステムについて

(1) 遠隔モニタリングシステムの概要

遠隔モニタリングシステム開発の目的は下記のようなものである。

1. 現場で計測したデータが閾値を越えると、そのデータを自動的に管理事務所に転送する。
2. 2箇所（上り線・下り線）の振動の測定データを1台のパソコンに転送するシステムを開発する。
3. 計測データを振動レベル(単位：dB)で表示する。
4. データ転送、表示、保存、スペクトル解析を自動化する。

本システムは、計測現場（上り線・下り線）のシステムと管理事務所のシステムから構成されている。管理事務所のパソコンはRAS（Remote Access Service）の設定を行い、計測現場からの着信接続を可能にした。計測現場から管理事務所に自動的にデータの送受信を行うために、あらかじめ各システムのIPアドレスを指定した。システムの機器構成を表-1に、計測現場のシステムを図-2に示す。

(2) データ通信プログラム

本システムの遠隔モニタリングのプログラム作成には、仮想計測器ソフトウェアLabVIEW（National Instruments社製）を使用した。これを用いて、計測現場と管理事務所の間においてデータ転送を行うプログラムを作成した。また、自動的にダイヤルアップ接続を行うためにコマンドプロンプトを使用した。計測現場の計測画面を図-3に示す。下記に本プログラムの流れを示す。

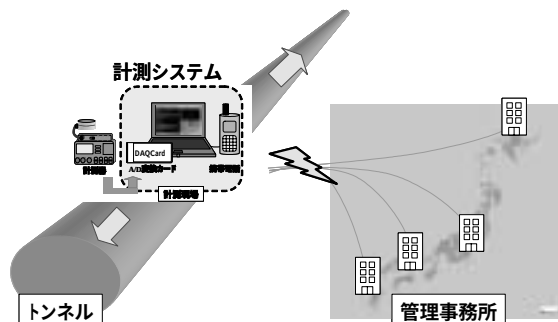


図-1 計測概要

表-1 システムの機器構成

設置場所	製品名
上り線現場	VM-52 (環境振動計)
	DAQ Card-1200 (AD/DAコンバータ)
	CF-28 (ノート型PC)
	Mobile Card Triplex (データ通信カード型)
	パルディオ641Sf (S) (PHS)
	LabVIEW (仮想計測器ソフトウェア)
下り線現場	上り線のシステムと同様
管理事務所	自作パソコン
	Mobile Card P-in m@ster (カード型PHS)
	LabVIEW (仮想計測器ソフトウェア)



図-2 計測現場のシステム



図-3 計測現場の計測画面

キーワード：トンネル施工、地盤環境振動、遠隔モニタリング、移動体通信

連絡先：〒852-8521 長崎市文教町 1-14 TEL：095-847-1111 FAX：095-848-3624

1. 計測現場でプログラムを実行すると振動計測を開始し、管理事務所でプログラムを実行すると計測現場からの接続を確認する。
2. 計測現場で計測した振動が閾値を超えると、管理事務所へとデータ転送し、管理事務所ではデータの表示、保存、スペクトル解析を行う。
3. 管理事務所でメールを送信するように設定すると、そのときの最大値を示したメールを転送することができる。
4. データ転送が終了すると接続を切断し、計測現場と管理事務所のシステムは1の状態に戻る。

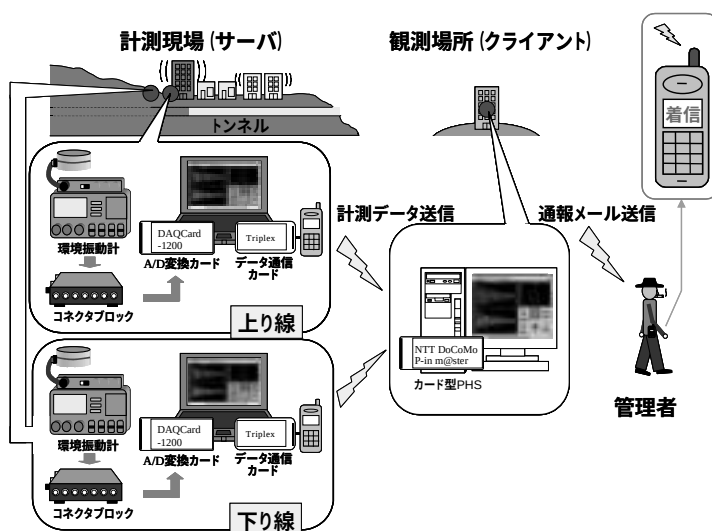


図-4 遠隔モニタリングシステムの概要

本プログラムではこのような一連の動作を常時・自動で行うことができる。構築した遠隔モニタリングシステムの概要を図-4に、管理者の携帯電話に送られるメールの画面を図-5に示す。このようなメールを受信することで、管理者はシステムの運用状況、計測データの最大値を確認することが可能である。

(3) 環境振動計測

人間の振動感覚は加速度の対数に比例して変化するため、振動に対して人間の反応を考慮する必要がある。このため、環境振動計測を行うにあたり、人間の振動感覚に対応している振動レベルVL (dB) を用いて、振動の大きさを表示した。この設定は、本システムで使用している環境振動計 (VM-52: RION 社製)で行うことができる。また、これから、パソコンに取り込まれたデータは加速度表示であるため、次の式を用いてデシベル表示にした。

$$dB = 20 \log(A / A_0)$$

ここに、A は測定点での加速度 (m/s^2) で、 A_0 は振動加速度の基準値 ($A_0=10^{-5} (m/s^2)$) である。今回は前述した計測プログラムで閾値を 50dB と設定した。トンネル上部の環境振動は 50dB 以下を占める時間がほとんどであるため、図-6 のような計測値の最大値が 50dB を超えると、管理事務所へとデータ転送を行うこととした。

4. まとめ

本研究では、計測現場から管理事務所へのデータ転送、データの表示、保存、スペクトル解析、メール送信の一連の動作を自動化したシステムを構築した。管理事務所はトンネルの上り線、下り線に設置された2つの現場のデータを受信することが可能である。本システムをトンネル上部の常時計測に用いることで、計測の省力化を図ることができると考えられる。今後は、本システムを実際の現場に適用し、有効性を確認することを予定している。

参考文献

- 1) 河村進一・岡林隆敏・高木真一郎:移動体通信による橋梁振動の遠隔計測システムの開発,構造工学論文集,Vol.46.A,pp.539-546,2000.3
- 2) 岡林隆敏・山森和博・田丸康広・吉村徹:可搬型振動計測システムによる構造物の振動特性推定,土木学会論文集,No.591/I-43,pp.327-337,1998.4

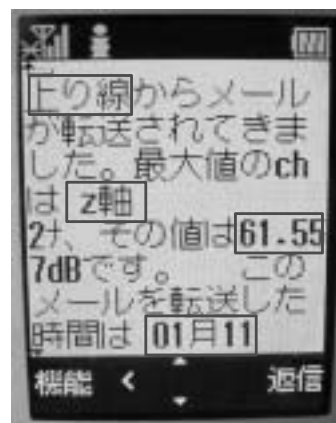


図-5 メール画面

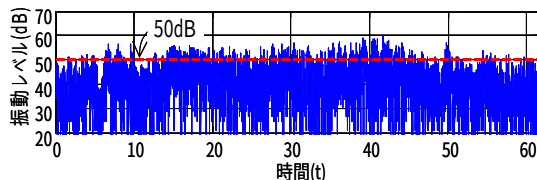


図-6 計測波形