

トンネル掘削による地盤環境振動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 正会員 村里 静則

長崎大学工学部 フェロー 岡林 隆敏

長崎大学工学部 学生員 高比良 惣

1. はじめに

近年トンネル施工において都市近郊の土被りの薄い、都市型トンネルが必要になってきた。この際、トンネル切羽における掘削機の振動が地表面に伝達し、振動障害が発生する場合がある。そのために、環境振動を制御しながら、施工を遂行するための、遠隔モニタリングシステムの開発が必要になってきている。

本研究では、パソコンのモバイル機能と計測技術²⁾を融合し、遠隔地の計測現場と管理事務所の間に移動体通信を用いて、計測値が閾値を越えると、自動的にデータ転送できる遠隔モニタリングシステムを構築した。本論文では、システムの構成と開発したプログラムについて報告する。

2. 環境振動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を構築する目標を次のように考えた。

- 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台のコンピュータ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(2組)と管理事務所のシステムから構成されている。データ通信を行うために、これら3台のパソコンにPHSを装着した。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送信を行うために、あらかじめ各システムのIPアドレスを指定した。遠隔モニタリングシステムの概要を図-1に、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でデー

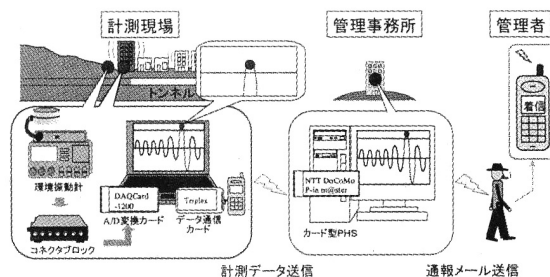


図-1 遠隔モニタリングシステムの概要

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)
下り線現場	LabVIEW (仮想計測器ソフトウェア)
	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)

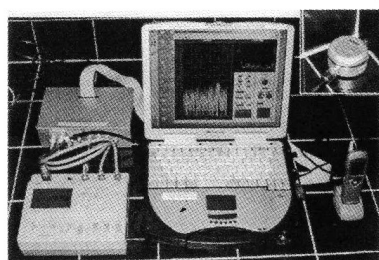


図-2 計測現場のシステム

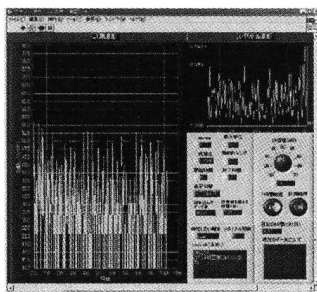


図-3 計測現場の計測画面

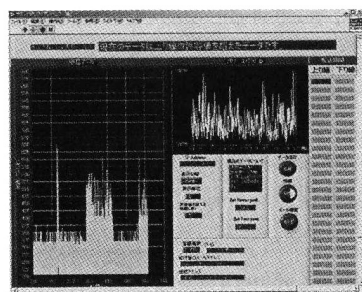


図-4 管理事務所の計測画面

タ転送をするプログラムを作成した。計測現場と管理事務所の計測画面を図-3、図-4に示す。下記に本プログラムの流れを示す。

- 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サーバからのダイヤルアップ接続の確認を行う。
- 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を転送し、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。データは日付で分類され、テキスト形式で保存される。
- ③ 管理事務所で管理者へメールを送るように設定すると最大値のチャンネルとその値を示したメールを転送することができる。
- ④ データ転送の動作が終了するとダイヤルアップ接続は切断され、計測現場と管理事務所のパソコンは1の状態に戻る。本プログラムではこのような一連の動作を常時、自動的に行うことが可能である。管理者の携帯電話に送られるメールの画面が図-5である。この一連のプログラムの流れを図-6に示す。

(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、環境振動計測をするにあたり、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。

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

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。図-7の (a) に加速度表示、(b) に振動レベル表示した波形を示す。

3. まとめ

本研究では、計測現場で計測したデータが閾値を超えた場合、管理事務所へのデータ転送、管理事務所でのデータの表示、保存、スペクトル解析の一連の動作を自動化したシステムを構築した。

また、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できる。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。また、現場に設置するシステムは軽量であるため、トンネル切羽の移動に伴って、システムを移動させることが可能である。管理事務所のプログラムにメール送信機能を付加することで、非常時にすばい行動をとることが可能である。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, 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, 327-337, 1998.

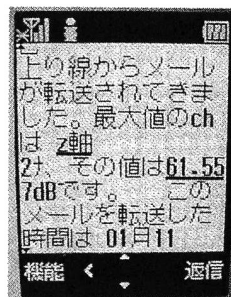


図-5 メール画面

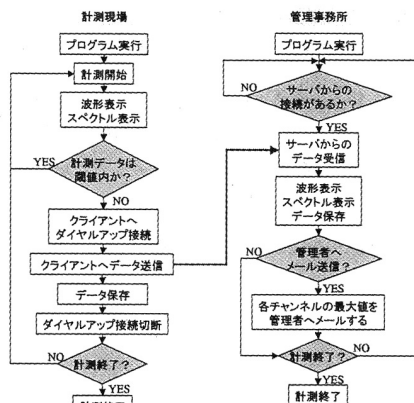


図-6 プログラムの流れ

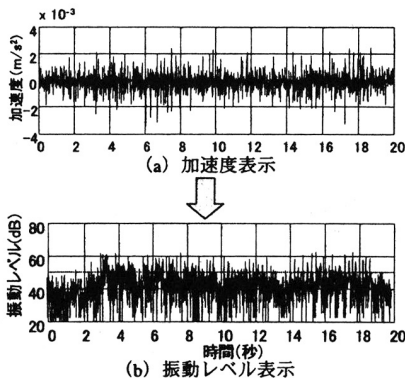


図-7 加速度表示と振動レベル表示波形