

トンネル掘削による地盤環境振動の遠隔モニタリング

長崎大学工学部 学生員 ○高比良 惣 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 長崎大学大学院 学生員 木場 俊郎

1. はじめに

都市型トンネルの掘削においては、掘削機が発生する振動が地表面に伝わり、環境振動が発生する場合がある。本研究は、トンネル切羽上部の環境振動をモニタリングしながら、施工を制御するための環境振動遠隔モニタリングシステムを開発した。本システムを長崎市に施工中のオランダ坂トンネルに適用し、その有効性を確認したものである。

2. 環境振動遠隔モニタリングの概要

(1) 環境振動振動計測の概要

本研究は、振動を計測することができる可搬型計測システム¹⁾と移動体通信²⁾を融合して、オランダ坂トンネルのトンネル掘削時の環境振動を計測し、振動レベルが閾値を越えると、管理事務所内のパソコンにデータ送信するという動作を常時・無人で行うことができるシステムを構築し、オランダ坂トンネルをモニタリングした事例である。オランダ坂トンネルの計測現場と管理事務所の位置関係を図-1に示す。

(2) 計測システムについて

遠隔モニタリングシステムの概要が図-2である。本システムでは計測現場をサーバ、管理事務所をクライアントとなっている。計測現場のシステムは可搬型計測システムに、移動体通信端末とデータ通信用 PC カードを装着した。計測現場のシステムを図-3に示す。環境振動の加速度応答のデータは、A/D 変換カードでデジタル化し、計測現場のパソコンに取り込む。あるレベル以上の環境振動の発生している時だけのデータを必要とするため、計測したデータが設定した閾値を越えた場合と、1 時間あたりの最大値を含むデータは保存される。さらに、管理事務所内のパソコンに転送され、表示される。転送されたデータは日付ごとに分類され保存される。

(3) 使用したプログラム

本システムで使用している仮想計測ソフトウェア LabVIEW (National Instruments 社製) には、TCP/IP 関連の VI (Virtual Instruments) がある。それを用いてサーバ・クライアント型のプログラムを作成した。作成したプログラムのデータ処理の流れを図-4に示す。これは計測現場でプログラムを実行すると計測を始め、計測波形とそのパワースペクトルを表示する。管理事務所のプログラムは実行するとサーバからの接続に待機する。計測時の振動レベルが設定した閾値を越えた場合と、1 時間ごとに計測現場から管理事務所へ計測データを転送する。そして、管理事務所内のパソコン

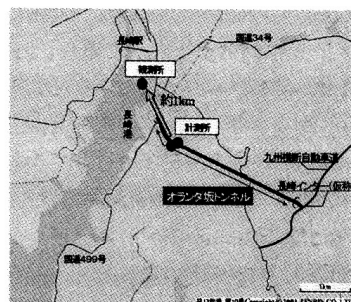


図-1 モニタリング地点

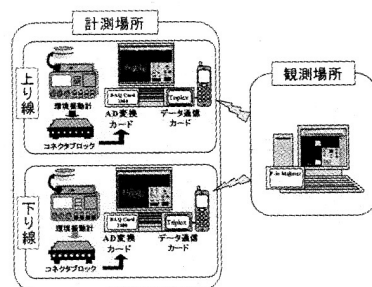


図-2 システム概要図

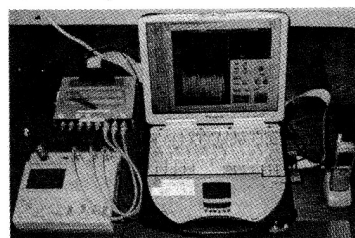


図-3 計測現場のシステム

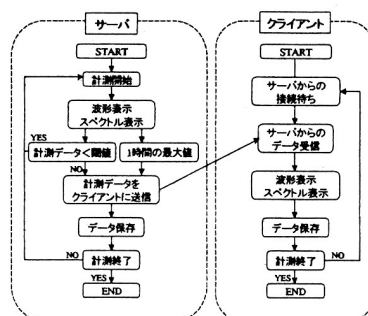


図-4 データの流れ

では受信したデータから波形とパワースペクトルを表示し、データをテキスト形式で保存する。データ転送が終わるとダイヤルアップ接続を切断される。この一連の動作はすべて無人かつ自動的に行われる。自動データ通信における管理事務所の計測画面を図-5に示す。図-5中の左側のグラフは鉛直方向の計測波形、右側のグラフは鉛直方向のパワースペクトル波形である。

3. 環境振動遠隔モニタリングシステムを用いた計測実験

オランダ坂トンネル切羽（上り線、下り線）上部住宅と長崎市の事務所において、環境振動遠隔モニタリングシステムを用いて計測実験を行った。トンネルは現在、土被りが35mと非常に薄くなっているため、振動と騒音による切羽上部周辺の住民への心理的影響、また振動による家屋への影響が考えられる。今回の計測では、トンネル掘削時に発生する振動のみを対象としている。計測現場の計測システム（下り線）を図-6であり、管理事務所のパーソナルコンピュータの設置状況を図-7である。サーバは屋外に設置される可能性があるため、ケースに収納して設置した。今回の計測に用いたRION社製の環境振動計は、(x・y・z)軸の3方向の振動を計測することができる。振動計は、トンネル軸方向をx軸とした。また、民家で計測を行うことができたため、計測に必要な電源は民家の電源を利用することができた。事前に設定しなければならない閾値は50dBに設定し、振動レベルが50dBを超えた場合に計測システムから観測システムにデータ送信される。

4. 計測結果と考察

図-8に計測した環境振動の鉛直方向の加速度応答波形を示す。横軸は時間軸で縦軸は加速度(dB)である。図-9に鉛直方向のスペクトル解析結果を示す。横軸は振動数(Hz)で、縦軸は加速度(m/s^2)である。加速度応答波形を見ると人間がよく感じるとされる60dBを超えているのがわかる。さらにスペクトル解析結果からピークが6~8Hzの振動が検出されている。トンネル掘削時に発生している環境振動は近傍の住民や家屋に影響が出る可能性がある。

5. まとめ

本研究では、トンネルを掘削する際に発生する環境振動を計測する、環境振動遠隔モニタリングシステムを構築した。また、本システムを現場に適用することで、その有効性を確認することができた。今後は、トンネル掘削時に地表面で発生する騒音を、管理事務所でモニタリングするシステムを試作中である。

[参考文献] 1) 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-43,327-337,1998.4 2) 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

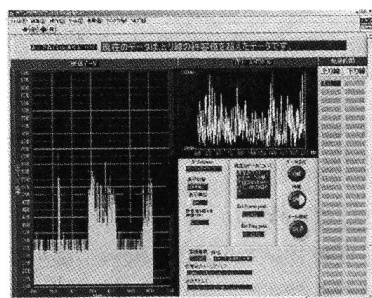


図-5 管理事務所の計測画面

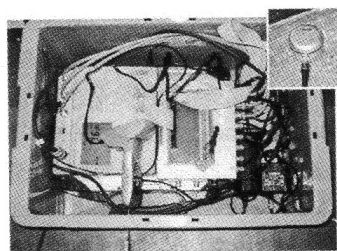


図-6 計測システム設置状況

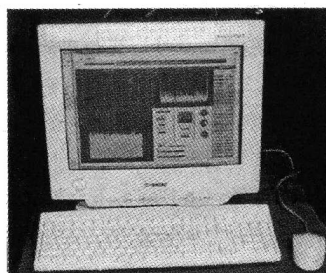


図-7 観測システム設置状況

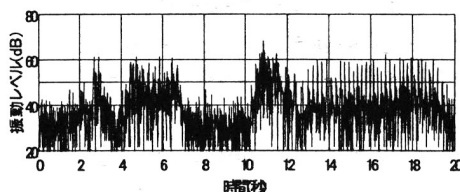


図-8 鉛直方向加速度応答波形

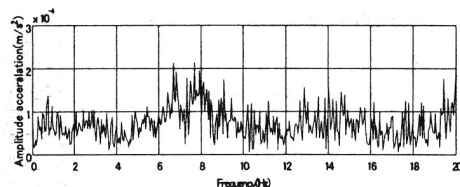


図-9 鉛直方向スペクトル解析結果