

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 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 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、環境振動を発生させる場合がある。本研究では、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。本論文は、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、その有効性を検証したものである。

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。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。トンネルは現在、土被りが20m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。

(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。本システムは、仮想計測器ソフトウェア LabVIEW(National Instruments 社製)を用いて、サーバ・クライアントのプログラムを作成した。計測現場をサーバ、管理事務所をクライアントとした。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、計測データは、管理事務所内のパソコンに自動的に転送される。データを受信した管理事務所のパソコンは、振動レベル波形とスペクトル解析結果を表示し、日付ごとに分類して保存する。これらの作業はすべて自動的に行われる。



図-1 モニタリング地点

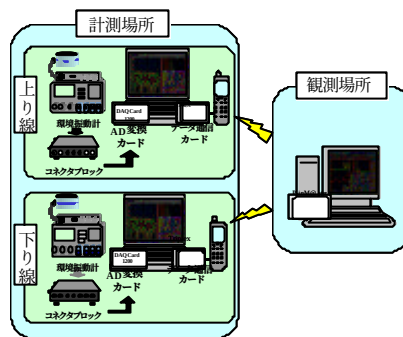


図-2 システム概要



図-3 計測現場のシステム

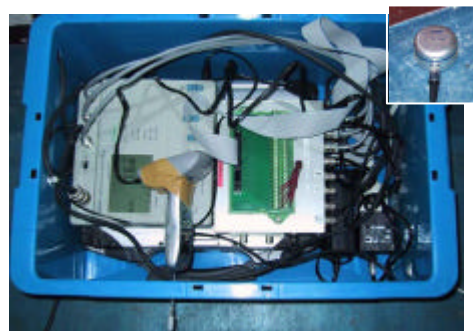


図-4 計測システム設置状況

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 TEL095-847-1111 FAX095-848-3624

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

図-3 の計測システムは切羽の移動と共に移動させるため、屋外に設置される可能性がある。防水性を持たせ、コンパクトにするためにケースに収納した。計測システムの設置状況（下り線）を図-4 に示し、管理事務所のパソコンの設置状況を図-5 に示す。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、民家内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。



図-5 観測システム設置状況

4. 計測結果と考察

計測したロードヘッダ掘削時の振動レベル波形を図-6、スペクトル解析結果を図-7、削孔時の振動レベル波形を図-8、スペクトル解析結果を図-9 に示す。以上の波形は鉛直方向のものである。振動レベル波形の横軸は時間(s)、縦軸は振動レベル(dB)であり、スペクトル解析結果の横軸は振動数(Hz)で、縦軸は加速度(m/s^2)である。振動レベルのグラフの 50dB のところに引かれた線は、設定した閾値を表している。ロードヘッダ掘削時の振動レベルから、振動レベルが、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の結果からピークが 6~8Hz の振動が検出されている。削孔時の振動レベルは断続的に閾値を越えている。また、スペクトル解析の結果から、ピークが 3箇所現れている事がわかる。以上より、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を与える可能性がある。また、計測波形から、掘削機による振動の特徴が明確になった。

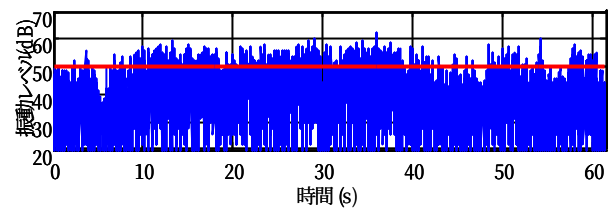


図-6 ロードヘッダ掘削時の振動レベル

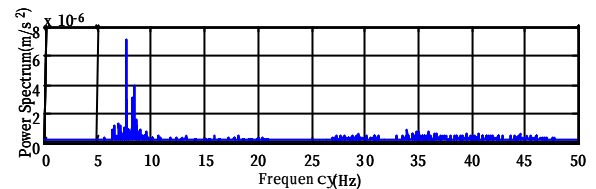


図-7 ロードヘッダ掘削時の
スペクトル解析結果

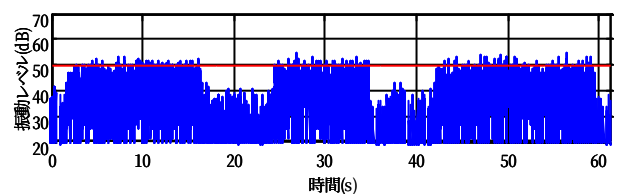


図-8 削孔時の振動レベル

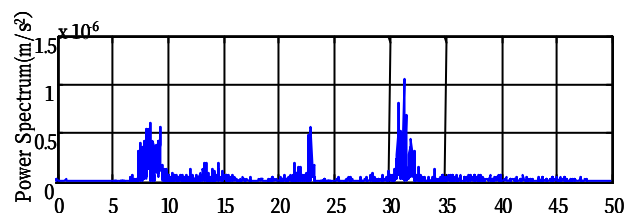


図-9 削孔時のスペクトル解析結果

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、その有効性を検証することができた。遠隔地で環境振動の様子をリアルタイムに知ることができたため、管理事務所ですぐに工事の内容を把握でき、施工の制御を行うことができると考えられる。現在、トンネル掘削時に地表面で発生する騒音を、管理事務所ですぐに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