

発破振動速度の遠隔測定システム NCVIB の活用例

— 九州新幹線（西九州ルート）新長崎トンネル（西工区） —

独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 長崎鉄道建設所 竹井 修
鹿島建設(株) 正会員 ○扇 裕次 手塚康成 上田 翔

1. はじめに

九州新幹線西九州ルートは武雄温泉駅～長崎駅間、工事延長67kmで、新長崎トンネルは長崎駅へ接続する最後の山岳トンネル(全長 7,460m)である。そのうち、西工区は、長崎駅側3,590mを掘削するものであり、**図-1**に示すように、住宅密集地や既設道路トンネルとの近接施工となる区間が多い。また、斜路トンネル坑口部も住宅地に近接している。

本坑の地質は更新世～中新世の長崎火山岩類が分布している(**図-2**)。輝石安山岩は硬質緻密な溶岩であり、角閃石安山岩や同質凝灰角礫岩は硬軟のコントラストがあるため、発破掘削あるいは発破併用掘削が必要となる。そのため、発破振動や発破騒音低減のための制御発破が必要不可欠であり、その管理も当該区間の全発破を対象としたキメの細かい管理が要求される。一方で、施工延長が3.6kmと長い上に測定箇所へのアクセスも悪く、各測点での測定期間も長くなる。そこで、発破振動速度の遠隔測定システム NCVIB を導入した。

この遠隔測定システムの導入は国内で初めてであり、その有用性を確認したので以下にその結果を報告する。

2. 発破振動速度遠隔測定システム NCVIB の概要

NCVIB とは、携帯電話回線を使った発破振動速度の遠隔測定・分析システム(地理 GIS 連動型)であり、**図-3**に示すように計測器、モバイル通信プロバイダが提供するインターネット環境および計測結果を保存するクラウドサーバで構成される。各地点に設置された計測器は、バッテリー駆動のオートトリガ(計測開始の下限値)により自動計測され、計測終了後に自動的に WEB 上のクラウドサーバへデータを送信する。現場や本社など関連部署のアクセス権所有者は、各自の PC から専用の WEB サイトにアクセスし、計測結果の閲覧や、クラウドサーバ上に蓄積された過去のデータとの比較等を WEB 上のソフトウェアを通じて行うことができるため、専門家が現場に常駐しなくても、遠隔測定システムによって現場状況を詳細に把握することが可能で、施工支援の省力化を図ることができる。

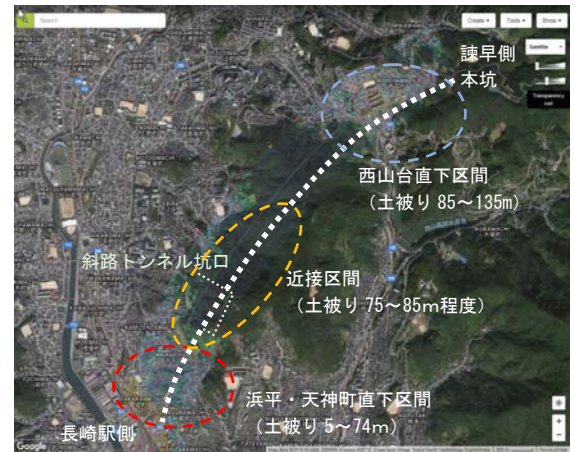


図-1 新長崎トンネルの周辺環境

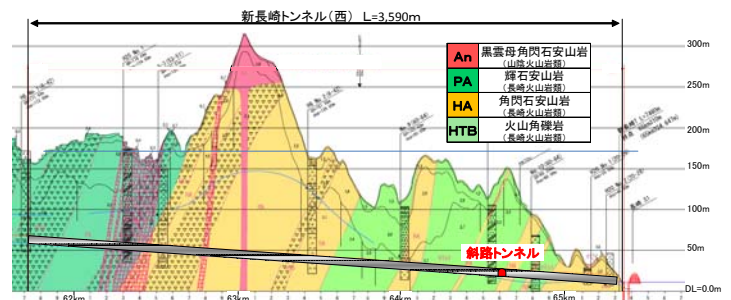


図-2 地質縦断面図

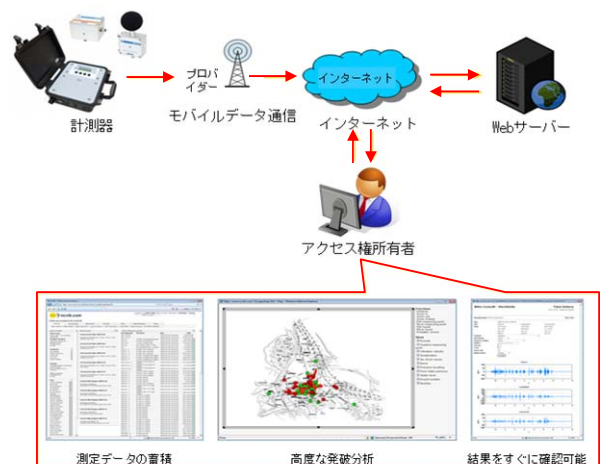


図-3 NCVIB の基本構成

キーワード トンネル, 発破振動, 遠隔測定, 振動管理

連絡先 〒852-8102 長崎県長崎市坂本 3-489-12 新長崎トンネル西JV工事事務所 TEL 095-847-7755

3. 新長崎トンネル(西工区)における適用例

近接寺院(写真-1)を対象に, 本坑トンネルの距離程 64km190m(斜距離で 160m 離隔) 地点から測定を開始した. 本寺院に最接近した際は, 平面距離で約 50m(斜距離で約 90m) となるため, この地点からデータを取得して発破振動の予測精度を高め, 発破振動による影響を最小限に留めるように発破パターンを管理した. なお, 発破には高精度秒時雷管 eDev II を使用し, 秒時間隔は 7ms を標準としている.

測定位置と発破位置との関係を図-4 に示す. 本図の📍が測定器設置位置, ①が各回の発破位置を示しており, それぞれの緯度経度と標高を入力することで, 図-4 に示すように Google マップ上に位置が表示されるとともに, 2 点間の斜距離(入力標高を反映した 3 次元距離)をマップ上で計測することができる.

図-5 は近接寺院までの斜距離と振動速度の測定結果をプロットした図であるが, 距離程 64km161m(斜距離で 140m 離隔) 付近から地山が硬くなり, 斉発薬量が 1.2kg~1.5kg に増えたため, 斜距離 110m 付近で 0.2kine を超えた. そこで, 影響軽減のため発破パターンの修正(斉発薬量の制限)を図ろうとしたが, 斉発薬量の増加に伴い斜距離だけではK値のばらつきが大きくなり, 制限薬量の判断が難しくなった.

そこで, データを共有していた関連部署のアドバイスの元, Scale Distance 法¹⁾(斜距離 $R/\sqrt{Q}$ 斉発薬量 Q) に変えてプロットした(図-6). この手法では斉発薬量と斜距離の両方がパラメータになるため, 斉発薬量のばらつきによるK値のばらつきが小さくなり, 斜距離に応じた適正な斉発薬量も算定できる. 同図に基づき発破パターンを修正し, 斉発薬量を 0.6~0.8kg に制限し施工を続けた結果, 最接近時の振動速度は 0.1kine 以下となり, 近接寺院への影響を最小限に抑えることができた.



写真-1 近接寺院での測定器設置状況



図-4 測定位置と発破位置との関係

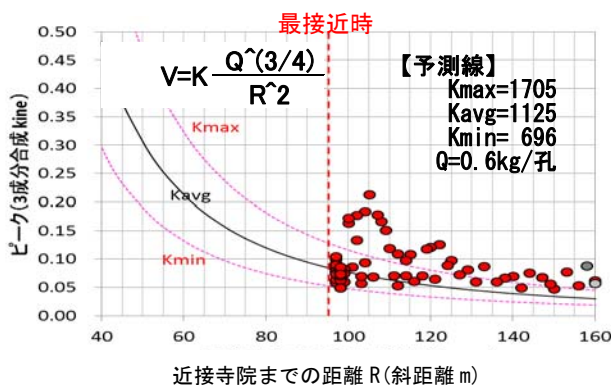


図-5 斜距離と振動速度との関係

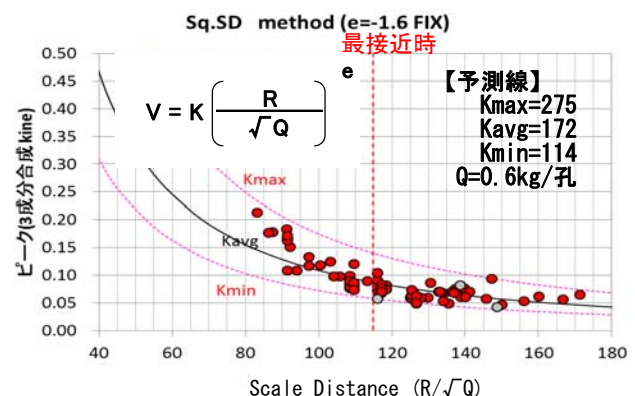


図-6 SD 法による管理図の例

4. あとがき

NCVIBによる遠隔測定は, 現場の測定作業の負荷を軽減し, WEB を経由したデータの共有により, 遠隔地から施工支援の省力化と高度化が可能となるシステムである. 今後増々厳しい環境の中での掘削となるため, 本システムを有効に活用しながら現場と関連部署との連携の元に施工を継続する予定である.

参考文献

- 1) 例えば Alan B. Richards 他 : blast-vibration-course_measurement_assessment_control TERROCK Consulting Engineers A.B.N. 99 005 784 841 pp.8-14