

既設トンネルの覆工背面空洞調査法（PVMシステム）の開発（その1） 基礎実験及びトンネル覆工での実証

日本道路公団 試験研究所 正会員	大嶋健二
清水建設株式会社	西村晋一
清水建設株式会社	河野重行
古河機械金属株式会社	阿部裕之

1. はじめに

一般に、既設トンネルの覆工背面空洞調査には電磁波などの物理探査手法が用いられているが、覆工コンクリートが厚い場合や背面に崩落土砂が堆積している場合などでは調査精度の低下が危惧されていた。そこで、高速度で覆工および背面地山を削孔することにより精度よく覆工背面の空洞を調査できる「PVM (Percussive-drilled Void Measuring) システム」を開発した。今回、本システムによる削孔の基礎的な実験及びトンネル覆工での実証を行い、空洞ならびに地山状態の検知に必要なシステムの特徴を把握したのでその結果を報告する。

2. システムの概要

本システムは回転打撃式ドリルにより覆工体及び地山を高速で削孔して削孔中の種々の機械データをリアルタイムに計測し、制御装置へ自動的に送信、図化・解析することで判定を行うものである。削孔速度、打撃圧、回転圧、フィード圧、打撃数、エアフラッシング圧、ストロークの7項目のデータを、削孔中に0.2秒間隔で自動的に計測する。さらにこれらの機械データを一定のルールに従って判読して、覆工背面の地山の状況や空洞を把握する。

図-1にPVMシステムの概要を示す。

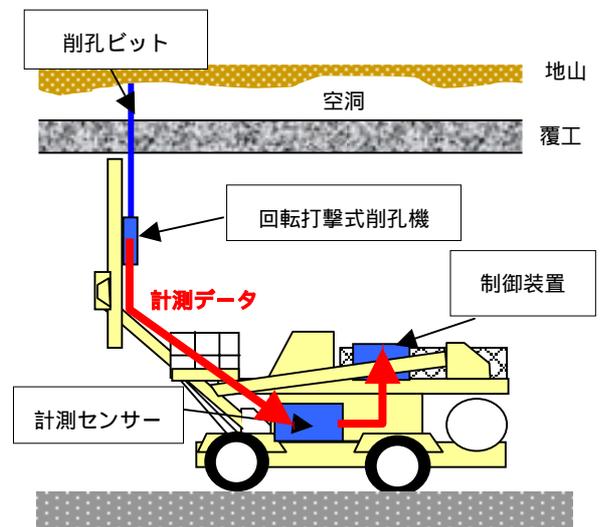


図-1 システム概要

3. 基礎実験

コンクリート背面の空洞を検知できるか確認するために、コンクリートブロック、矢板、花崗岩の各材料と隙間を組み合わせた供試体を削孔する実験を行った(図-2)。各材料を削孔するときの削孔速度、回転圧などの機械データを記録・分析し、材料の違いによる削孔特性の変化及び空洞通過時の特性の把握を試みた。

図-3は削孔速度に着目した計測データの一例である。削孔速度はコンクリート、矢板、岩の削孔時は値が小さく、空洞部では明確に大きい値を示している。図中及び表-1に実寸法と判読値を示すが、判読値は供試体の実寸法とよく一致していることがわかる。この結果から、空洞部は削孔速度を把握することで精度よく判読できる。

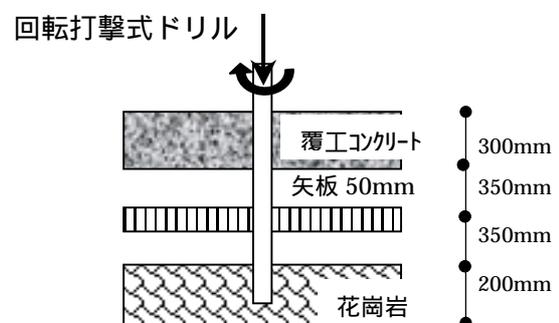


図-2 基礎実験供試体

キーワード：トンネル覆工、維持管理、空洞調査、回転打撃式削孔

〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3 TEL 03-5441-0518 FAX 03-5441-0512

4. トンネル覆工での実証

実証はHトンネル及びMトンネルの覆工において行った。Hトンネルでは天端部と肩部の計19箇所、Mトンネルでは天端部の4箇所を調査削孔した。本システムによる覆工及び背面の調査結果と、孔内を検尺した実測値とを比較して調査精度の検証を行った。

図-4はHトンネルにおける調査削孔データの一部である。実際は、前述したとおり、7種類のデータを計測し、検討を行っているが、ここでは、代表的な2つの項目（削孔速度と回転圧）に関する判読結果を述べる。このデータでは、800mmまでが覆工コンクリート、以降1600mmまでの削孔速度の増加と回転圧の急激な低下が発生する時の削孔長が地山と判読できる。この判読は孔内の検尺及びボアホールカメラによる目視確認の結果とよく一致していた。したがって、本システムによる調査の有効性が検証された。

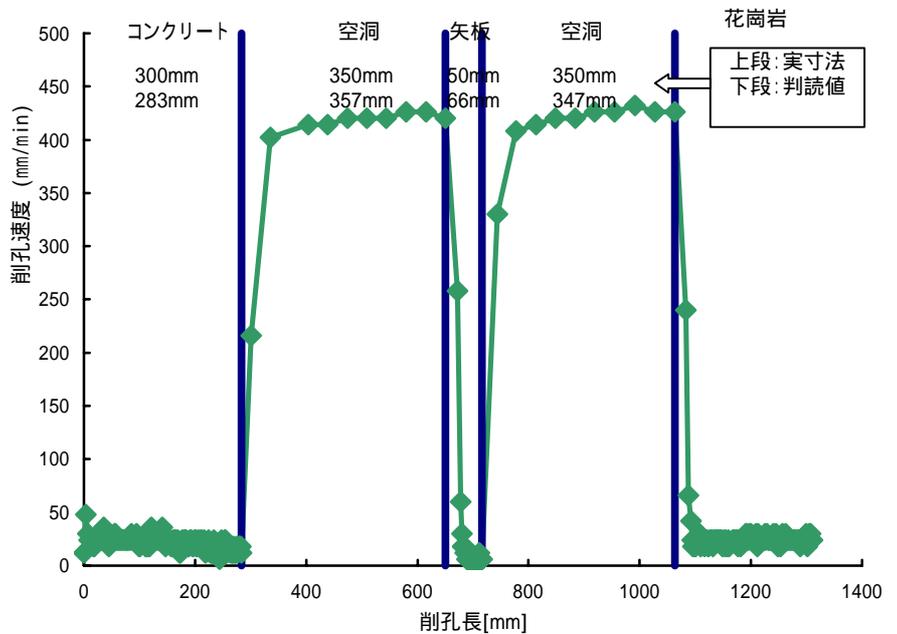


図-3 削孔速度データの例（基礎実験）

表-1 実寸法と判読値の比較（基礎実験）

材料	材料の厚さ(mm)			覆工コンクリート上面から各材料までの深さ(mm)		
	実測	判読値	差	実測	判読値	差
コンクリート	300	283	-17	-	-	-
空洞	350	357	+7	300	283	-17
矢板	50	66	+16	650	640	-10
空洞	350	347	-3	700	706	+6
花崗岩	-	-	-	1050	1053	-3

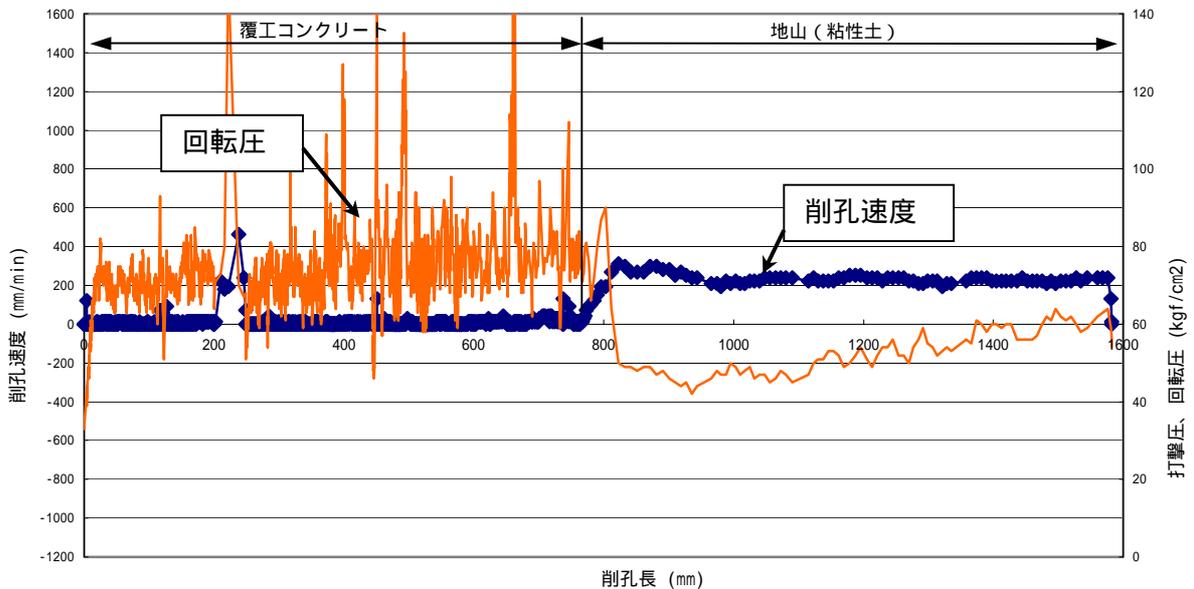


図-4 調査結果の例（Hトンネル）

5. おわりに

今回の基礎実験及び実証により得られた成果をまとめると以下のとおりである。

- (1) 空洞部は削孔速度の変化を把握することにより精度よく検知できる。
- (2) 実際のトンネル覆工での確認により、削孔速度・回転圧から判読した調査結果と孔内を検尺した実測値とがよく一致することが実証された。