

走行型計測システムによるトンネル健全性評価

【背景】 我が国の道路トンネルは 8700 本ともいわれていますが、建設後 30 年から 50 年を迎えるものが多く存在します。これら既存のトンネルは老朽化が進行し、維持管理費や更新費用が増大することが今後予想されています。したがって、定期的な点検と適時、適切な保全対策により、必要な機能を確保しつつ、ライフサイクル（供用期間）に生ずる全ての費用を最小化することが求められてきています。従来は、国土交通省道路局国道課発行の「道路トンネル定期点検要領(案) 平成 14 年 4 月」に従って定期点検が実施されてきました。これらの点検には、多大の労力と費用を要していました。近畿地方整備局は、産官学による新都市社会技術融合創造セミナー（委員長：大西有三 京都大学副学長）「トンネル健全性評価プロジェクト(H18 年度～H20 年度)」を組織し、新しい計測技術を用いたトンネル計測システムを開発しました。このシステムは走行型機器によりトンネル形状計測と覆工の写真撮影を行うことで、飛躍的にトンネル点検の効率をあげています。今後、このシステムの使用が従来のトンネル点検要領に替わって標準化されていくものと考えられます。

当社はこのシステムを用いたトンネル点検業務を平成 22 年度実施しています。ここでは、この新しいトンネル計測システムを紹介します。

【走行型計測】

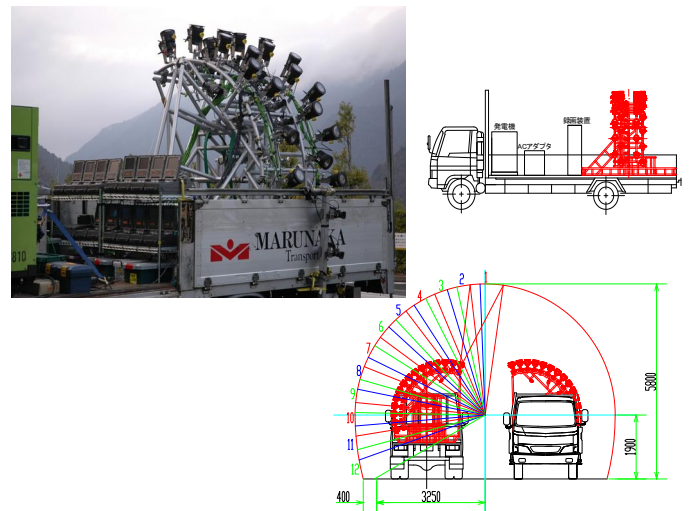
近接目視検査に代替する技術として、車載型で走行しながら覆工表面画像を取得する MIS とレーザスキャナを用いて覆工表面の点群データを取得する MMS があります。技術の特徴として、①トンネル全延長を短期間・効率的に計測することができること、②電子データであることから客観的であること、③車載型なので通行規制の必要がなく安全であること等が挙げられます。

【Mobile Imaging System:MIS】

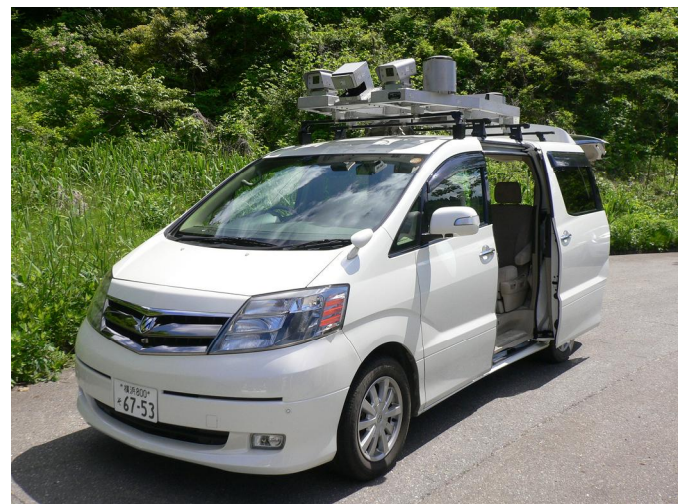
3CCD のデジタルビデオカメラにより連続的に覆工を撮影し、画像処理を行うことにより覆工の損傷展開図を作成するものです。走行速度が 5km/h で 0.1～0.2mm、50km/h で 0.5～1.0mm のひび割れを記録することが可能です。

【Mobile Mapping System:MMS】

車両上部に取り付けられたレーザスキャナを用いて、一秒間に 13,500 点の計測が可能です。これらの点群は、車両に搭載された GPS によって車両の位置を特定することで世界測地系による三次元座標となります。トンネル内では、GPS 衛星からの電波を受信できないため、慣性計測装置と車輪に取り付けられているオドメトリを用いることにより補正を行っています。走行速度の限界は 80km/h です。



Mobile Imaging System : MIS



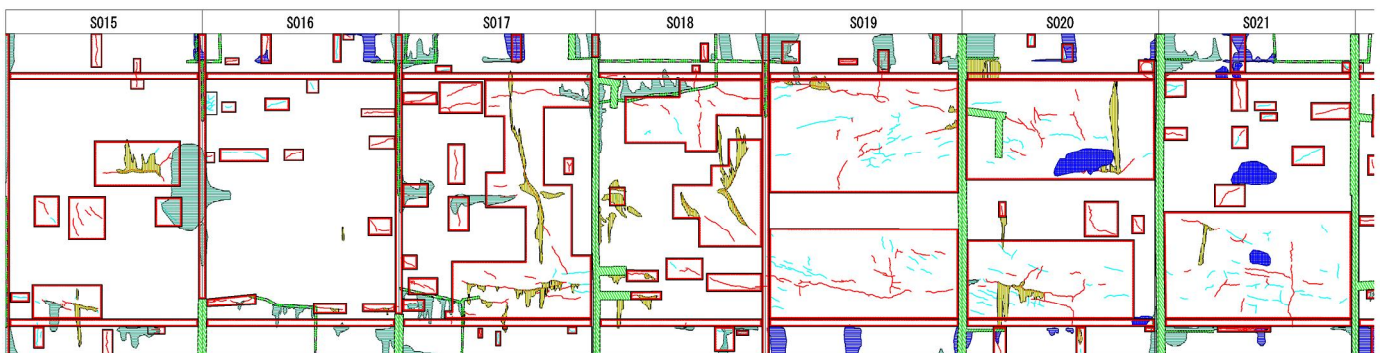
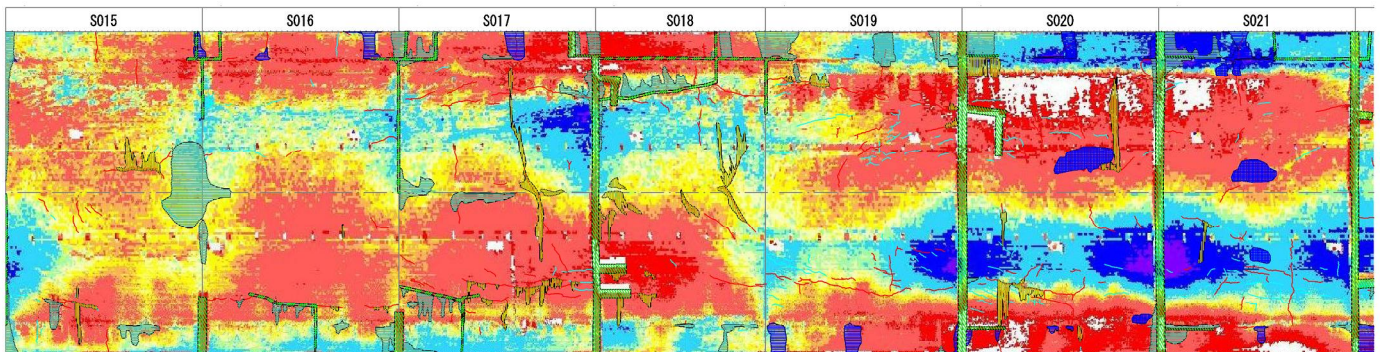
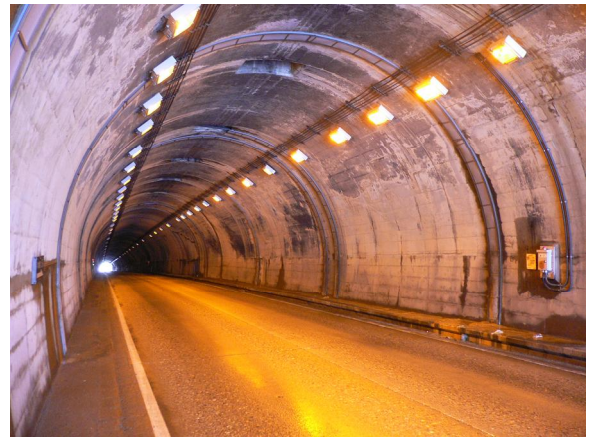
Mobile Mapping System : MMS

【新潟県十日町市越ヶ沢トンネルへの適用】

越ヶ沢トンネルは国道 252 号に位置する延長 560m 上下 2 車線の道路トンネルです。本業務では、「新潟県トンネル点検要領 (初回点検編)」に基づき初回点検を実施しました。新潟県では独自にトンネル点検要領が作成されており、走行型車両による変状調査を行うことが標準となっていました。右写真はトンネル覆工の状況および MMS による調査状況を示すものです。

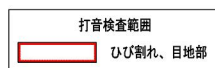
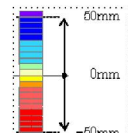
下図(上)は、トンネル覆工の変形量のカラーコンターに損傷の画像データを重ねて示したものです。トンネル覆工の変形量は、各スパンにおいて推定出来型形状図を作成し、そこからの変形量を示したもので、施工後から現在に至るまでの変形量を正確に求めることができます。この変形図と変状図を重ねて示すことにより、覆工に生じているひび割れや損傷などが、トンネルの変形に起因するものなのか、劣化によるものなのかを明確に区別することができます。このことは対策を講じるにあたって非常に有用な情報です。

下図(下)は、トンネルの変形と相関が認められる損傷箇所に着目し、打音点検を実施する箇所を抽出したものです。このトンネルでは覆工全面積の約 3 割の範囲に対して打音検査を実施しました。



凡例

ひび割れ (0.3mm) 未満	漏水跡
ひび割れ (0.3mm) 以上	漏水、外壁、沈砂
陥凹 (矢印印出し)	増設物 (図解を以て)
コールドジョイント	漏水防止工 (導水工)
圧ざ	修繕工
うき、はく離	内装材
はく離跡	打音検査範囲
骨材の露出 (豆板部)	亀甲状ひび割れ
漏水 (漏水)	
漏水 (隠れている部分)	



トンネルの変状展開図

上はトンネルの変形図 (赤色内空に向う変位、青は外側に向う変位を表す) に損傷のスケッチを重ねたもの。下は解析により決定された打音検査範囲を示したもの。