

トンネル覆工巻き厚管理への3次元レーザースキャナの適用

三井住友建設（株）技術研究所	正会員	○塩崎 正人
	正会員	佐田 達典
（株）フィールドテック	正会員	村山 盛行
（株）タクモ		清水 哲也
（有）テクノフラッシュ		車田 茂美

1. はじめに

トンネル施工において、覆工コンクリートの巻き厚を正確に管理することは、施工品質確保の観点から重要である。しかし、発破掘削が主となる山岳トンネル施工では、発破によって大小の凹凸が混在するため形状が一様とはならず、計測箇所によって覆工巻き厚が異なってしまう。

現状の覆工巻き厚管理は、断面の特定箇所について覆工巻き厚の過不足を判定している¹⁾。すなわち2次元での管理であり、壁面形状を離散的な断面で捉えることはできても、連続的な立体で捉えることは困難である。

今回、短時間で360°の形状計測が可能という特徴を有する3次元レーザースキャナを用いて、トンネルにおける3次元での連続的な覆工巻き厚管理の実証計測を行い、その適用性を確認することができたため、以下に報告する。

2. 計測機器

今回使用した3次元レーザースキャナは、オーストリアRIGLE社製LMS-Z360iである（図-1）。計測範囲は水平360°上下80°であり、塔体が回転しながら12,000点/秒の高速で、最長200mまでの形状計測を行うことが可能である。

3次元レーザースキャナは、その特徴から大規模造成工事における土量計測²⁾や形状が

図-1 LMS-Z360i



複雑な崖面形状計測に活かされている（図-2）。トンネル壁面形状計測は、凹凸の多く表面形状が複雑

でありレーザースキャナの得意とする対象物であるといえる。

3. 計測および管理方法

トンネルにおける覆工巻き厚管理は以下の要領で行うものとする。

STEP 1 基準点ターゲットを測量

STEP 2 レーザースキャナで壁面形状を計測

STEP 3 設計断面と計測断面を重ね合わせ

STEP 4 覆工巻き厚の過不足を判定

ここで、基準点ターゲット測量は、レーザー計測での座標系（機械中心を原点とする座標系）から現地座標系（公共座標系等）へ座標変換するために行うものである。

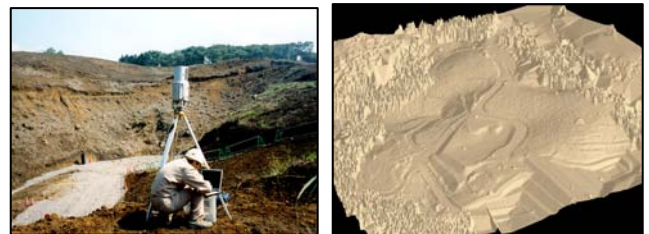


図-2 3次元レーザースキャナでの計測例

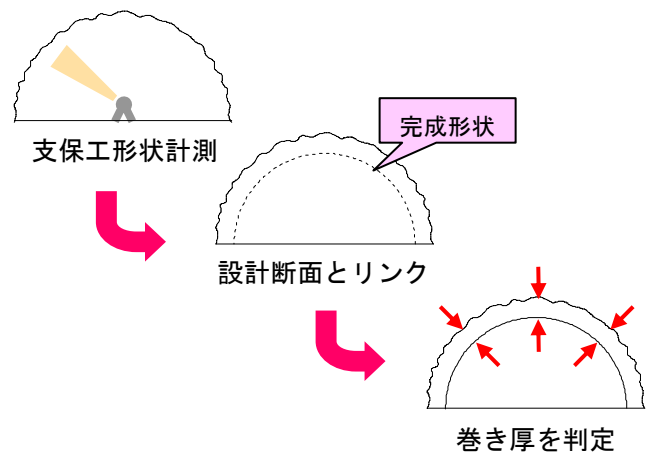


図-3 巻き厚計測・判定の模式図

キーワード : 3次元レーザースキャナ, トンネル, 覆工巻き厚, 情報化施工, 施工管理

連絡先 : 〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 TEL 04-7140-5202 FAX 04-7140-5216

4. 現場計測

覆工巻き厚計測への適用性を確認するため、実際の施工現場において検証実験を行った（図-5）。

今回使用した LMS-Z360i は、1 回の計測で約 11 m 区間の計測が可能である（図-6）。計測時間は、1 箇所につき設置～撤収まで含めて 15 分弱であり、100 m 区間を 3 時間程度で計測した。

また、個々の形状データは基準点ターゲットを利用して全体形状モデルを作成することが可能である。

覆工巻き厚に関しては、本トンネルが機械掘削で計測区間が支保工設置区間であったことから、精度良く施工が行われており、全計測点について必要巻き厚を確保していることが確認できた（図-7）。



図-5 計測状況

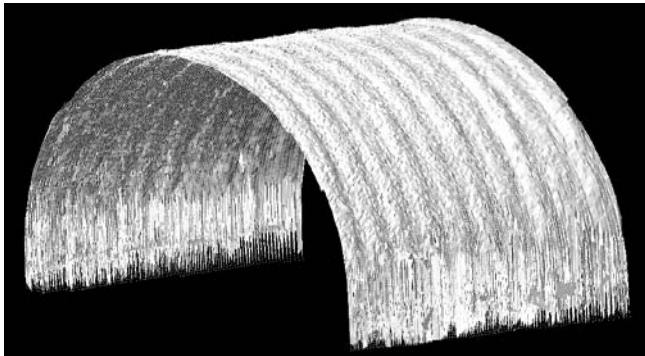


図-6 トンネル壁面の3次元データ

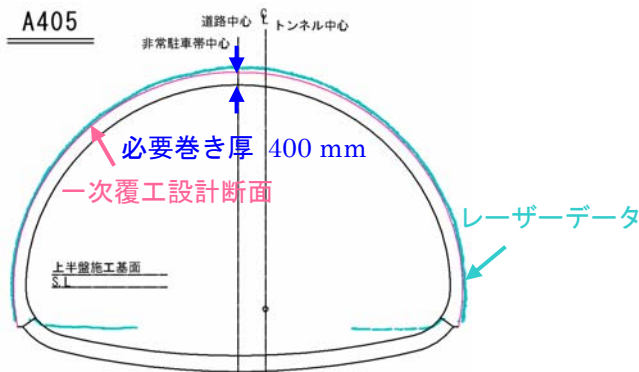


図-7 覆工巻き厚の判定

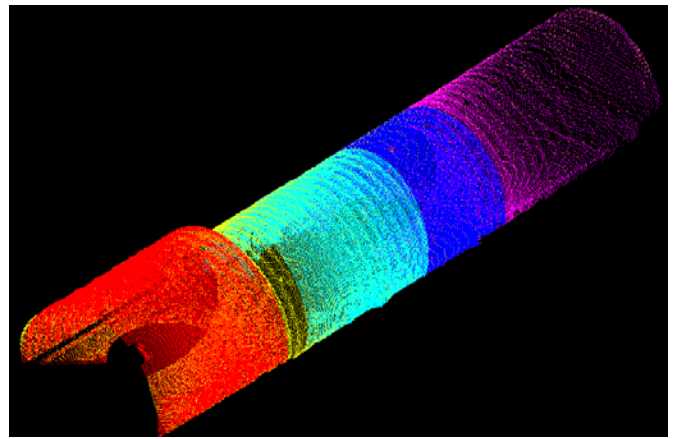


図-8 壁面データの3次元モデル（合成後）



図-9 反射強度差による漏水箇所の検知

5. まとめ

今回の検証実験から、3次元レーザースキャナを用いた計測について以下の知見を得ることができた。

- ① 高速で3次元形状を把握することが可能
- ② 暗所でも精度の高い計測が可能
- ③ 解析等のための3次元モデルの提供が可能である（図-8）
- ④ レーザー反射強度の差から漏水箇所が検知できる可能性がある（図-9）

今後は、巻き厚過不足可視化ツールおよび計測の更なる高速化を目指し、開発を進める予定である。

参考文献

- 1) 日本道路公団：トンネル施工管理要領（平成9年12月），pp.54-55，1997
- 2) 佐田達典，大津槇一：地上型レーザースキャナを用いた地形計測システム，建設の機械化，No.625，pp.35-41，2002.3