

**レーザーキャナーを用いた  
出来形管理の試行に係る監督・検査要領（案）  
（トンネル編）**

**平成29年3月**

**国 土 交 通 省**

## はじめに

ICTの適用により、工事施工中の施工管理において、施工管理データの連続的な取得等の従来よりも多くの点での品質管理が可能となることで、これまで以上の品質確保が期待される。

施工者においては、実施する施工管理にあつては、施工管理データの取得によりトレーサビリティが確保されるとともに、高精度の施工やデータ管理の簡略化・書類の作成に係る負荷の軽減等が可能となる。また、発注者においては、従来の監督職員による現場確認が施工管理データの数値チェック等で代替可能となる他、検査職員による出来形・品質管理の規格値等の確認についても数値の自動チェックが、今後可能となる等の効果が期待される。

また、近年はレーザーで距離の測定を行えるトータルステーション以外にも、面的な広範囲の計測が容易なレーザースキャナー（以下、「LS」という。）技術や無人航空機を用いた写真測量についても利用が進んでいる。そこで、ICTの活用項目のひとつとして、LSを利用したトンネル覆工コンクリートの出来形計測・出来形管理方法を整理した。この方法は、従来の巻尺、レベルを用いる方法に比べて、以下の効果をもつ。

- (1) 高さ計測に必要な高所作業車等が不要となり、計測作業が効率化するとともに、安全性も向上する。
- (2) 測量結果を3次元CADで処理することにより、面的な管理が可能となるとともに、任意断面の出来形確認など、受発注者双方に必要なデータを抽出することが可能となる。

また、LSで計測した出来形データを維持管理段階に受け渡し、供用後の計測調査と比較を行うことで、地震、偏土圧等の外力作用時において変位程度を把握する等の活用が期待できる。

一方、LSを用いた計測では、従来の巻尺、レベルによる計測に比べて以下の留意点がある。

- (1) 計測箇所をピンポイントに計測できない。
- (2) 取得データの計測密度にばらつきがある。

本要領は、上記の効果、留意点及びこれまでの現場の検証結果を踏まえ、LSを用いたトンネル工事の試行を実施し、現行の断面管理を前提とした出来形管理、監督・検査への効果的な活用方法を整理することと、将来的な面的管理の活用を見据えた検討を進めていくことを目的としている。

このような目的を踏まえ、本要領では、「レーザースキャナーを用いた出来形管理の試行要領（案）（トンネル編）」に基づく試行を実施するにおいて、監督・検査に必要な内容を記載したものである。

なお、本要領は、施工者が行う施工管理に関する試行要領と併せて作成しており、施工管理については、「レーザースキャナーを用いた出来形管理の試行要領（案）（トンネル編）」を参照していただきたい。

## 目 次

1. 目 的	2
2. LS活用のメリット	2
3. 要領の対象範囲	2
4. 監督職員の実施項目	3
4-1 施工計画書の受理・記載事項の確認	4
4-2 基準点の指示	4
4-3 工事基準点等の設置状況の把握	5
4-4 精度確認試験結果報告書の把握	5
4-5 出来形管理状況の把握	5
5. 管理基準及び規格値等	6
5-1 出来形管理基準及び規格値	6

## レーザースキャナーを用いた出来形管理の試行に係る監督・検査要領（案） （トンネル工事）

### 目的

本要領は、トンネル内の計測（内空（幅、高さ）、覆工コンクリートの厚さ）にレーザースキャナー（以下、LSという。）を用いた出来形管理の試行に係わる監督・検査業務に必要な事項を定め、監督・検査業務の適切な実施や更なる効率化に資することを目的とする。

また、受注者に対しても、施工管理の各段階（工事測量、LSによる点群データの収集及び点群データの処理（各点群データの座標の処理））、施工中の出来形確認、施工後の出来形確認、出来形管理帳票の作成）で、より作業の確実性や自動化・省力化が図られるように、出来形管理が効率的かつ正確に実施されるための適応範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

### LS活用のメリット

トンネル内の計測にLSを活用することによるメリットは、現状においては出来形計測、出来形管理など施工段階を中心としたメリットとなるが、今後、取得したデータの利活用による維持管理の効率化等、様々なメリットが期待される。

今回、LSの出来形計測の機能を踏まえた「LSを用いた出来形管理の試行に係る監督・検査要領（案）」策定による発注者における主なメリットは、以下のとおりである。

- (1) 高さ計測に必要な高所作業車等が不要となり、計測作業が効率化するとともに、安全性も向上する。
- (2) 測量結果を3次元CADで処理することにより、面的な管理が可能となるとともに、任意断面の出来形確認など、受発注者双方に必要なデータを抽出することが可能となる。

### 要領の対象範囲

本要領の対象範囲は、LSを用いたトンネルにおける出来形管理の試行を行う範囲を対象とする。

## 監督職員の実施項目

本要領を適用したLSを用いた出来形管理についての監督職員の実施項目は、以下の項目とする。

受注者のレーザースキャナーによる出来形管理作業フロー	監督職員の実施項目
<pre> graph TD     A[施工計画書] --&gt; B[準備工]     B --&gt; C["①工事測量 ②工事基準点設置 ③設計照査"]     C --&gt; D[工事測量による補正]     D --&gt; E[各種座標計算データ作成]     E --&gt; F["(施工)"]     F --&gt; G[出来形計測]     G --&gt; H[出来形帳票作成等]     </pre>	<p>①施工計画書の受理・記載事項の確認および検証方法の協議</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適用工種、出来形計測箇所、出来形管理基準・規格値・出来形管理写真基準等</li> <li>・使用機器・ソフトウェアについて施工計画書の記載及び添付資料等により確認</li> <li>・LSを用いた出来形計測結果の精度検証、出来形管理方法等について受発注者協議</li> </ul> <p>②基準点の指示</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基準点指示</li> </ul> <p>③工事基準点等の設置状況の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・工事基準点の測量成果及び設置状況の把握</li> <li>・LSを用いた出来形計測に必要な標定点の測量成果及び設置状況の把握</li> </ul> <p>④計測前の計測機器の精度確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・施工中のTSとLS</li> <li>・結果の比較によりLS計測結果の精度確認</li> <li>(計測前のLS計測機器の精度の信頼性が担保されるまで)</li> </ul> <p style="border: 1px dashed black; padding: 5px; text-align: center;">(通常工事の監督業務)</p> <p>⑤出来形管理状況の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・出来形管理図表の把握</li> </ul>

図 1 監督職員の実施項目

＜本施工前及び工事施工中＞

#### 4-1 施工計画書の受理・記載事項の確認

受注者から提出された施工計画書の記載内容及び添付資料をもとに、下記の事項について確認を行う。

##### 1) 適用工種の確認

LSによる出来形管理を実施する工種について、表 1 の適用工種に該当していることを確認する。

表 1 適用工種

編	章	節	工種
道路編	NATM	覆工	覆工コンクリート

##### 2) 出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値の確認

本要領の「5. 管理基準及び規格値等」の表 2 に基づき記載されていることを確認する。

##### 3) 使用機器・ソフトウェアの確認

出来形管理に使用するLS本体及びソフトウェアについては、下記の項目および方法で確認する。

###### ①LS本体

LSのハードウェアとして有する計測精度が以下に示す性能と同等以上の測定精度を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。

測定精度：計測範囲内で±5mm
-----------------

※当該現場での計測最大距離において、10m以上離れた2つの評価点の点間距離の測定精度。

測定精度	必要な測定精度を満たすLSを用いた計測結果であることを示す精度確認試験結果。（レーザースキャナーを用いた出来形管理の試行要領（案）（トンネル編）第2編 参考資料 第2章参照）
精度管理（LS本体）	LS本体の保守点検を実施したことを示す点検記録。製造元が推奨する有効期限内。

※精度確認は当該現場での使用から6か月以内に実施したものであること。

###### ②使用するソフトウェア

LSで利用するソフトウェアが「レーザースキャナーを用いた出来形管理の試行要領（案）（トンネル編）」に規定した機能を有するものであること。

点群処理ソフトウェア	メーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書
点群データの座標処理ソフトウェア	
出来形評価ソフトウェア（出来形帳票作成を含む）	

#### 4-2 基準点の指示

監督職員は、工事に使用する基準点を受注者に指示する。基準点は、4級基準点及び3級水準点（山間部では4級水準点を用いても良い）、若しくはこれと同等以上のものは国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

#### 4-3 工事基準点等の設置状況の把握

監督職員は、受注者から工事基準点に関する測量成果を受理した段階で、工事基準点が指示した基準点をもとにして設置したものであること、また、精度管理が適正に行われていることを把握する。

標定点を利用する場合は、指示した基準点あるいは工事基準点をもとにして設置したものであることを把握する。

#### 4-4 精度確認試験結果報告書の把握

監督職員は、受注者が実施（LS計測を実施する前に行う）したLSの測定精度に関する資料を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることについて、「レーザースキャナーを用いた出来形管理の試行要領（案）（トンネル編）」の「2-2 出来形管理用LS本体の計測性能及び精度管理」に規定した内容に基づき、把握する。

#### 4-5 出来形管理状況の把握

監督職員は、受注者の実施した出来形計測、LSによる点群データ処理、出来形帳票作成について、「レーザースキャナーを用いた出来形管理の試行要領（案）（トンネル編）」の「3-2 LSによる出来形計測箇所」及び「3-3 LSによる点群データ処理と出来形帳票作成」に規定した内容に基づき、把握する。

管理基準及び規格値等

5-1 出来形管理基準及び規格値

現行の断面管理を前提としたLSを用いた出来形管理の試行において、規格値は現行の土木工事施工管理基準（案）H28年3月 国土交通省によるものとする。

表 2 トンネルの出来形管理基準及び規格値  
土木工事施工管理基準（案）平成28年3月

工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所
覆工 コンクリート	基準高▽（拱頂）	±50	注1、注2	
	幅w（全幅）	-50		
	高さh（内法）	-50		
	厚さt	設計値以上		
	延長L	—		

注1：基準高、幅、高さは、施工40mにつき1ヶ所。

注2：厚さ

- (イ) コンクリート打設前の巻立空間を1打設長の終点を図に示す各点で測定。中間部はコンクリート打設口で測定。  
 (ロ) コンクリート打設後、覆工コンクリートについて1打設長の端面（施工継手の位置）において、図に示す各点の巻厚測定を行う。  
 (ハ) 検測孔による巻厚の測定は図の(1)は40mに1ヶ所、(2)～(3)は100mに1ヶ所の割合で行う。  
 なお、トンネル延長が100m以下のものについては、1トンネル当たり2ヶ所以上の検測孔による測定を行う。  
 ただし、以下の場合には、左記の規格値は適用除外とする。  
 ・良好な地山における岩又は吹付コンクリートの部分的な突出で、設計覆工厚の3分の1以下のもの。  
 なお、変形分収束しているものに限る。  
 ・異常土圧による覆工厚不足で、形枠の据付け時には安定が確認されかつ別途構造的に覆工の安全が確認されている場合。  
 ・鋼アーチ支保工、ロックボルトの突出。