

ICT施工の技術基準類拡大

ICT施工に関する基準類拡大

	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度	令和8年度	令和9年度(予定)
出来形 管理基準	ICT土工 小規模工事へ拡大											
	ICT舗装工(平成29年度:アスファルト舗装、平成30年度:コンクリート舗装)											適用技術の拡大検討 (路面性状測定車 ローラ施工履歴)
	ICT浚渫工(港湾)											
	ICT浚渫工(河川)											
	ICT地盤改良工 (令和元年度:浅層・中層混合処理、令和2年度:深層混合処理、令和6年度:ペーパードレーン工、令和7年度:サンドコンパクションパイル工)											
	ICT法面工(令和元年度:吹付工、令和2年度:吹付法砕工)										吹付厚さへの適用拡大 (補生基材吹付工)	
	ICT付帯構造物設置工											
	ICT舗装工(修繕工)											適用技術の拡大検討 (路面性状測定車)
	ICT基礎工(港湾)											
	ICTブロック据付工(港湾)											
	ICT構造物工(基礎工(既製杭工、矢板工(橋脚・橋台)、場所打杭工、橋梁上部)						基礎工(既成杭工)拡大 (鋼管ソイルセメント杭)					
	ICT海上地盤改良工(床掘工・置換工)(港湾)											
	ICT擁壁工											
ICTコンクリート堰堤工												
ICT本体工(港湾)												
民間等の要望も踏まえ更なる工種拡大												
品質 管理基準												地盤変形量測定装置を用いた ブルーフローリング管理
												表面温度計測装置を用いた アスファルト舗装の温度管理

- ICT活用工事において、新たな基準類をより早く整備するため、令和元年度より民間からの提案募集をはじめ、令和8年度版までに35技術を基準類に反映した。
- 引き続き国土技術政策総合研究所にて随時募集を行っており、応募前の事前相談についても受付中

事前相談(随時受付中)

I 机上調査
提案書の提出・ヒアリング



II 現場調査
精度検証、効果確認等



III 提案の活用
○ 基準類の改定案
○ 要領の創設【※】
○ 継続調査

※既存の基準類の改定とは異なる活用策となる場合

提案から提案の活用までの流れ

募集内容

施工又は施工管理(出来形管理等)において安全性又は生産性が顕著に向上するICTにかかる提案

HP掲載場所 随時受付

国土技術政策総合研究所
社会資本マネジメント研究センター
社会資本施工高度化研究室
HP: <https://www.nilim.go.jp/lab/pfg/index.htm>
募集要項:
https://www.nilim.go.jp/lab/pfg/kijun/pdf/bosyuu_youryou.pdf

R8年度検討対象 民間提案一覧

	適用ICT	適用 工種等	提案 区分	受付 年月 日	提案 団体	提案の概要	要検討内容	これまでの進捗と 今後の対応方針
出来形計測	提案R8① 路面性状 測定車	・舗装工(新設) ・舗装工(修繕)	適用 拡大	R8 1/26	日本道 路建設 業協会	・As舗装の出来形計測 等に、舗装の起工測量に 用いられている路面性状 測定車を用いることを認 める。	●面的な出来 形計測精度が、 現行基準で使用 が認められて いるTLSと同 等であることを 検討する。	・3次元座標を記録可能な路面性状 測定車の実機調査を行った結果、 要素技術の構成は、既に出来形管 理への適用が認められているMMS と類似しており、各要素技術の信頼 性は高いと判断した。 ・今後は、実測による精度確認を実 施し、所要の出来形計測精度を満 足していることを確認した上で、基 準化を目指す。
	提案R8② 施工履歴 データ (As締固め ローラ+自 動追尾TS)	・舗装工(新設)	適用 拡大	R8 1/26	日本道 路建設 業協会	・As舗装の締固めを行う 鉄輪ローラの走行軌跡 データを、自動追尾TSで 記録し、As舗装の厚さ、 または標高の面的管理 に用いる。 ・施工中に記録される重 機の軌跡データから出来 形が確認できるため、計 測作業が省略できる。	●面的な出来 形計測精度が、 現行基準で使用 が認められ ているTLSと同 等であることを 検討する。	・マカダムローラを用いた場合の バックデータより、高さ計測精度が ±2mmを達成していることを確認し た。 ・今後は、さらにバックデータを収集 し、As舗装の面的管理に必要な要 求精度を満足していることを確認し た上で、基準化を目指す。
	提案R8③ 施工履歴 データ	・舗装工(修繕) (路面切削工)	改定	R8 1/26	日本道 路建設 業協会	・土工では、面的な出来 形管理を実施する場合、 幅の管理は省略できるが、 同様に、As舗装修繕工 においても、施工履歴 データで面管理を行った 場合、幅の管理を省略で きる。	●舗装の幅を 管理するた めの要求精 度を満足す る施工履歴 の計測精 度について 検討する。	・今後は、既存の基準で定められて いる計測すべき点群密度について、 施工履歴データが当該要件を満足 しているかをバックデータの収集に より確認した上で、基準化を目指す。

ICT舗装工の適用技術拡大(路面性状測定車)

提案R8①

- 舗装工の起工測量に用いられる路面性状測定車(車載GNSS、IMUおよびレーザーセンサ)には、路面の形状および3次元座標を点群として、高精度・高密度で取得できるものがある。
- この技術を「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」における起工測量および出来形計測(面管理)へ適用することを検討する。
- 従来の出来形計測手法(TS等)との比較による精度検証を実施し、舗装工に求められる要求精度(座標の較差 $\Delta x, \Delta y \leq \pm 10$ 、 $\Delta z \leq \pm 4\text{mm}$)※を満足することを確認した上で、出来形管理要領の適用技術として追加する。

※基層・中間層・表層の場合

○ICT舗装工・舗装工(修繕工)における現状の起工測量

【3次元計測技術】

- | | |
|-----------------------|--------------|
| ■ICT舗装工 | ■ICT舗装工(修繕工) |
| ①地上型レーザー scanner | ①TS等光波方式 |
| ②地上移動体搭載型レーザー scanner | ②地上写真測量 |
| ③TS等光波方式 | |
| ④TS(ノンプリズム方式) | |

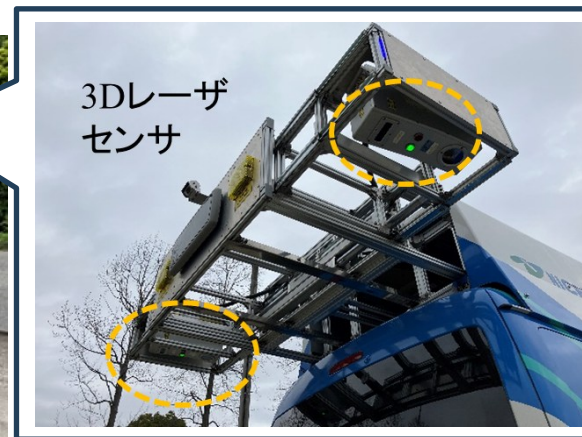
【ICT舗装工の起工測量における課題】

路面性状測定車は轍ぼれ量やひび割れ密度の確認のために起工測量に活用されているが、ICT活用工事における起工測量手段としては認められていない。このため、別途地上型レーザー scanner(TLS)による測量を実施する必要がある。

【改善策と効果】

路面性状測定車による起工測量を認めることで、TLS等による重複計測を削減できる。その結果、測量作業の効率化が図られる。

○路面性状測定車の概要



- ・車載したLCMS(Laser Crack Measurement System)により、進行方向に対して横断方向へレーザーを照射する。
- ・照射されたレーザーライン光により、路面凹凸を計測する。
- ・自己位置および姿勢は、GNSSとIMUの組合せにより算出する。
- ・出来形管理への転用するにあたっては、現場座標系への座標変換に必要な標定点の設置頻度等について、精度確保の観点から手法を検討し、要領に明記する必要がある。

提案R8②

- ICT舗装工の面的な出来形管理を行う場合に適用が認められている技術は、TLS、地上移動体搭載型LS、TS(ノンプリズム方式)、TS等光波方式であり、ローラの施工履歴データの活用は認められていない。
- 近年、自動追尾TSを用いた転圧機械の施工履歴データを高精度に計測できる技術が実用化しつつある。
- この技術について、従来の出来形計測手法(TS等)との比較による精度検証を実施し、舗装工の要求精度(座標の較差 $\Delta x, \Delta y \leq \pm 10$ 、 $\Delta z \leq \pm 4\text{mm}$)※を満足することを確認した上で、出来形管理要領の適用技術として追加する。 ※基層・中間層・表層の場合

○ICT舗装工における現状の出来形管理

【3次元計測技術】

■ICT舗装工

- ①地上型レーザースキャナー ②地上移動体搭載型レーザースキャナー
- ③TS等光波方式 ④TS(ノンプリズム方式)

【ICT舗装工の出来形管理における課題】

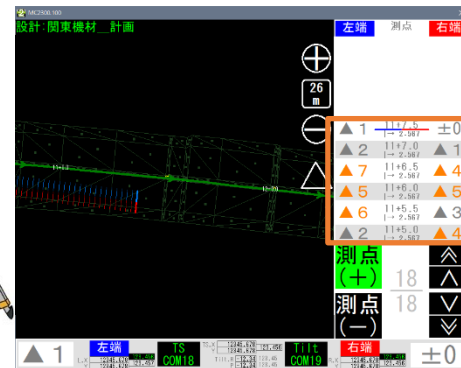
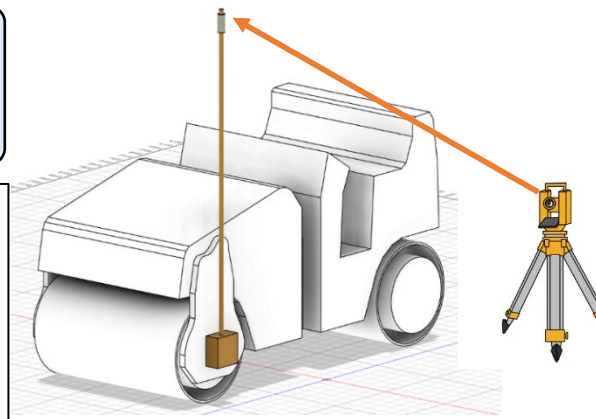
現状、舗装の面的な出来形は地上型レーザースキャナー(TLS)等により計測しているが、出来形計測が完了するまで、次層施工の段取り(木枠の設置、フィニッシャ移動・据え付け)に着手できない。そのため、計測完了までの間に作業待ちが発生している。



【改善策と効果】

ローラの施工履歴データを用いた面的な出来形計測を認めることで、転圧完了と同時に出来形計測が完了する。その結果、次層施工の段取りに速やかに着手でき、作業待ち時間が解消されるため、工事全体の作業時間を削減できる。

○転圧機械の施工履歴データを用いた出来形管理の概要



転圧機械

自動追尾TS

- ・舗装工の仕上げ転圧機械に全周プリズムを設置し、仕上がり面の3次元座標を直接計測・記録することで、面的な出来形管理に活用する。
- ・設計値と出来形との差異を施工中に把握できる機能を有しており、舗設作業中の修正等に対応可能であるため、施工管理の効率化に寄与する。

提案R8③

- 土工および舗装工(新設)においては、面的な出来形管理を実施し、出来形管理資料としてヒートマップを提出することで、幅員の出来形管理は省略されている。(ヒートマップにより設計幅員を満足していることが確認できるため)
- 一方、舗装工(修繕)【路面切削工】においては、ICTを活用し厚さを面的に出来形管理した場合であっても、幅員については従来の出来形管理および写真管理が継続されている。
- このため、舗装工(修繕)【路面切削工】ではICT施工完了後に、従来のメジャによる幅員計測および写真管理が必要となり、計測のための作業中断や、4人程度の人員を要している。
- 舗装工(修繕)【路面切削工】においても、土工・舗装工(新設)と同様に、面的な出来形管理を実施した場合には、幅員の出来形管理および写真管理の省略または簡略化を検討する。

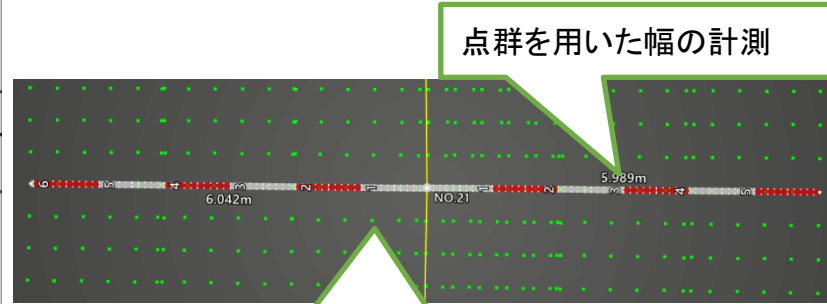
○ 現行の出来形管理基準及び規格値(舗装工(新設)の場合) ○ 舗装工(修繕)【路面切削工】で計測された施工履歴データを用いた幅の計測例

従来施工

工種	測定項目	規格値			
		個々の測定値(X)		10個の測定値の平均(X10) *面管理の場合は測定値の平均	
		中規模以上	小規模以下	中規模以上	小規模以下
排水性舗装工 (表層工)	厚さ	-7	-9	-2	-3
	幅	-25	-25	-	-
	平坦性	3mプロフィールメーター (σ)2.4mm以下直読式(足付き) (σ)1.75mm以下			

ICT施工

工種	測定項目	規格値			
		個々の測定値(X)		10個の測定値の平均(X10) *面管理の場合は測定値の平均	
		中規模以上	小規模以下	中規模以上	小規模以下
排水性舗装工 (表層工)	厚さあるいは標高較差	-17	-20	-2	-3
	平坦性	3mプロフィールメーター (σ)2.4mm以下直読式(足付き) (σ)1.75mm以下			



施工履歴データ(緑色の点群)

・メジャやTSによる幅計測が必須
・同時に写真管理も必要となり労力がかかる

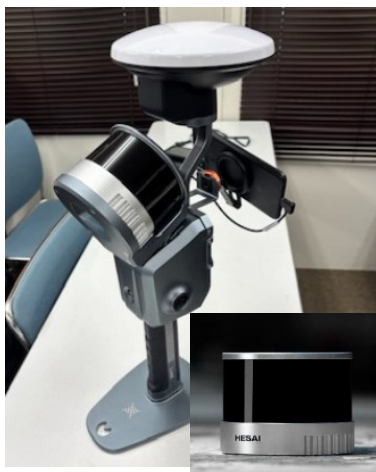
・面管理の場合は、幅の計測が不要になっている。
→同様の考え方で切削オーバーレイ工にも準用することを検討する。

・舗装工(修繕)【路面切削工】も土工・舗装工(新設)と同様に、面管理実施した場合には、幅員管理の省略を検討する。
・面管理の結果として、面的な出来形管理資料(ヒートマップ)および施工履歴に基づく点群データの提出を条件とすることを検討する。

LiDAR SLAMによる出来形管理手法の検討

- R7年度、出来形計測におけるLiDAR SLAM(自己位置推定同時地図作成)の適用性について、テストヤードにおいて検証を実施した。その結果、多くの機種が、土工の出来形管理に求められる計測精度(座標の較差 $\Delta x, \Delta y, \Delta z \leq \pm 50\text{mm}$)を満足することを確認した。
- また、計測機器はハンディであり、ワンマンで迅速に計測でき、計測作業の効率化が図られた。
- R8年度は、様々な誤差要因が存在する土工の実現場においても要求精度を満足することを確認し、基準化を目指す。
- さらに、現場検証結果を踏まえ、実運用を想定した合理的な精度確認手法や計測時の留意事項を整理し、要領へ明記する。

OLiDAR SLAMの例



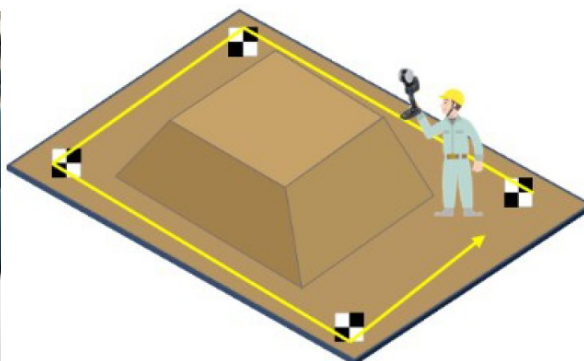
メカニカル式

- ・レーザーと検出器を回転させレーザーを射出し計測する
- ・迅速に高密度で全方位を観測できるが、回転駆動部があるため小型化に限界がある

ソリッドステート式

- ・センサー等を集積した半導体素子により計測
- ・回転機構を持たないため、計測範囲が既定の照射角以内に限られるものの、小型化が可能で耐久性が高い

OLiDAR SLAMの計測手順の一例



- ・ハンディーな計測機で計測対象範囲全面を網羅するようにLiDARを照射

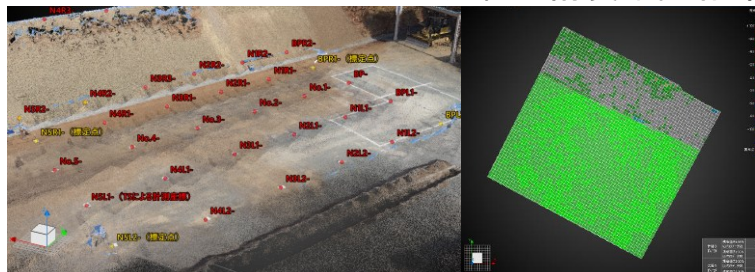


- ・3次元座標が既知の標定点周辺を入念にスキャン



- ・標定点上にLiDAR SLAM本体を静置・記録
- このポイントの情報から計測点群を現場座標系に変換する

OLiDAR SLAMで計測した点群と精度確認結果



- ・地上型レーザーキャナで計測した点群との差は緑色の範囲で $\pm 20\text{mm}$ 以内
- 要求精度を満足