

国道9号林視距改良工事における情報化施工 (TS) 出来形管理報告

島根県土木施工管理技士会 齊藤 大軸¹・樋野 豊¹・西村 明²

¹まるなか建設株式会社 第二土木部 (〒699-0203 島根県松江市玉湯町布志名767番地52)

²まるなか建設株式会社 工事開発室 (〒699-0203 島根県松江市玉湯町布志名767番地52)

国道9号林視距改良工事は、急カーブが連続する区間で年平均4件と事故が多発する場所の視距改良を目的として2011年に工事着手し、2015年の工事完了を目指し鋭意施工中であるが、現道交通を供用しつつ一部区間の暫定供用を行う為、スピーディーな出来形管理を必要とした。

今後の現道舗装工事における生産性向上を図る一助となる事を願い、国道9号林視距改良工事における情報化施工 (TSを用いた出来形管理) の実施事例を報告する。

キーワード 出来形管理方法、省力化

1. はじめに

情報化施工において、2013年に一般化技術 (使用を原則化) や一般化推進技術としていろいろな技術が普及推進される中、TSを用いた出来形管理技術 (舗装工事編) が実用化検討技術として定められ、一般化に向けて取り組みが本格化してきた。

しかし、現道舗装工事での普及が少ないのが現状である。本研究は、今後の舗装工事における現場管理の生産性向上を図る道しるべとして、現行の契約図書に含まれるすべての管理断面および断面変化点を基本とした出来形管理方式から多点計測 (管理断面の近似点および断面変化点および任意の点) の出来形管理方式で試行し、情報化施工 (TS) 出来形管理方法の新たな施工管理方法を提案するものである。

平成25年度から	平成24年度まで
一般化技術 (使用を原則化)	
①TSによる出来形管理技術 (規模の大きい工事)	
一般化推進技術	一般化推進技術
①TSによる出来形管理技術 (規模の小さい工事)	①TSによる出来形管理技術 (土工)
②MC (モータグレーダ) 技術	②MC (モータグレーダ) 技術
③TS・GNSSによる締固め管理技術	
④MC・MG (ブルドーザ) 技術	
⑤MG (バックホウ) 技術	実用化検討技術
	③TS・GNSSによる締固め管理技術
実用化検討技術	④MC・MG (ブルドーザ) 技術
①TSによる出来形管理技術 (舗装工)	⑤MG (バックホウ) 技術

図-1 情報化施工技術の位置付け

2. 工事の概要

本工事は国道9号の視距改良を目的に未供用区間の新設道路と供用区間の現道とを暫定すり付け舗装にて新設道路へ通行車線を切り替える工事である。

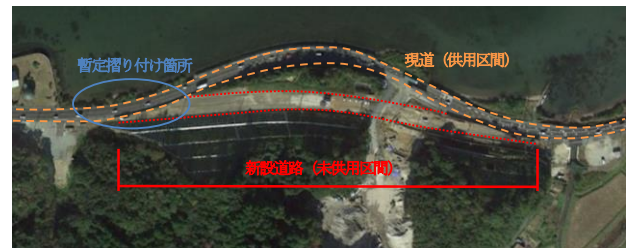


写真-1 工事箇所

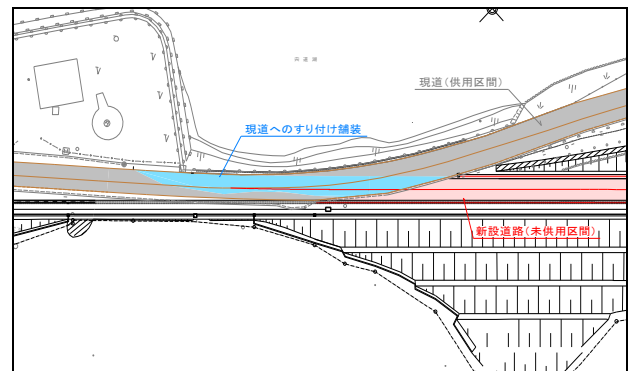


図-2 計画平面図

(車線切替施工概要・条件)

施工数量 : すり付けオーバーレイ A=520m²

: 区画線工 L=320m

施工条件：夜間施工（規制時間21：00～6：00）

片側交互通行規制内施工

現道の路面高さより、新設道路路面の計画高さが高くなるために、現道へのすり付けオーバーレイを一般交通の安全走行を確保する為に縦断勾配を1%以内、横断勾配を2%以内となるように計画を立案した。

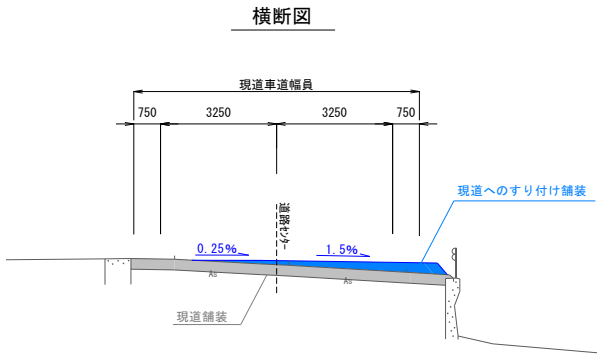


図-3 計画横断面

3. TSを用いた出来形管理計画（舗装工）

TSを用いた出来形管理は、「TSを用いた出来形管理要領（舗装工事編）」（平成24年3月）に基づき、施工管理データを搭載したトータルステーションにより3次元座標値を計測し、施工管理した。

なお、TSの計測精度では管理に支障をきたす場合には、監督職員と協議の上、従来のレベル及び巻尺による管理を行う事とした。

(1) 適用工種及び測定項目

本工事における管理要領を適用する「工種と測定項目」を表-1とおとした。

表-1 管理項目

編	章節	条(工種)	適用対象とする 出来形測定項目	適用外の 出来形測定項目
第3編 土木工事共通編	第2章 一般施工	第6節 一般舗装工 9条 排水性舗装工 ※1	幅 基準高 ※2	厚さ 平組性

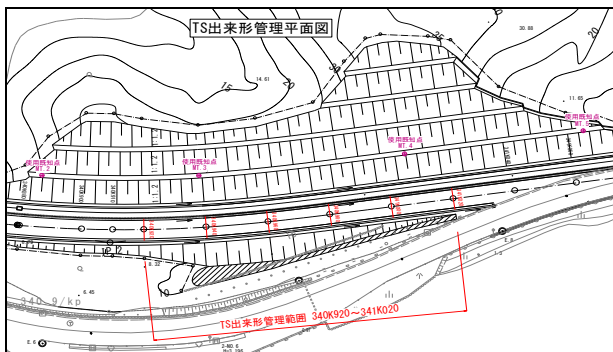


図-4 出来形管理範囲

(2) 出来形計測箇所・出来形管理基準及び規格値

出来形計測箇所（測点：340k920～341k020 L=100m）
出来形計測箇所は、契約図書及び指示図面に基づき、3次元座標値を管理測点または管理測点間の変化点、任意点の計測を行った。

出来形管理用TSの設置は、作業性を考慮して、工事基準点上および後方交会法とした。

また、出来形管理用TSと工事基準点の距離については、計測精度確保の観点から100m以内とし、後方交会法においては、2点の工事基準点の挟角は30°～150°以内とした。

なお、TSと計測点までの距離が大きくなるほど、計測精度が低下するため、出来形計測時のTSと計測点までの視準距離の制限値を、使用するTSの級、工種、出来形管理項目に係わらず、一律100mまでとした。

(3) 使用機器・ソフトウェア

a) 使用機器

国土地理院認定3級TSの要求性能を満たす、下記の機器を使用した。

表-2 使用機器

製造会社名	: 株式会社NICON
製品名	: Nivo5HC
国土地理院認定	: 2級トータルステーション
距離精度	: (3+2ppm × D)mm
最小読定値	: 5"

b) ソフトウェア

出来形管理用TSソフトウェアは、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書（舗装工事編）」、「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（舗装工事編）」に基づき性能を有するソフトウェアを使用した。

表-3 使用ソフト

製造会社名	: 株式会社建設システム
ソフトウェア名	: デキスパート(現場大将、出来形管理システム)

4. 出来形管理方法の検討、施工管理結果

(1) 出来形管理方法の検討

今回の施工形態を図-5に示すが、限られた時間内で供用車線上の施工及び出来形管理を行った後に反対車線へ切り替を行い、同様に施工及び出来形管理を行った後に全面開放する施工計画のなか、どの工程においても遅れによる施工日数の増や、規制時間内に開放できないという事態が懸念された。その中で出来形管理についても迅

速な管理が求められ、時間短縮を図る事を最優先とし、従来の管理方法の改善を試みた。

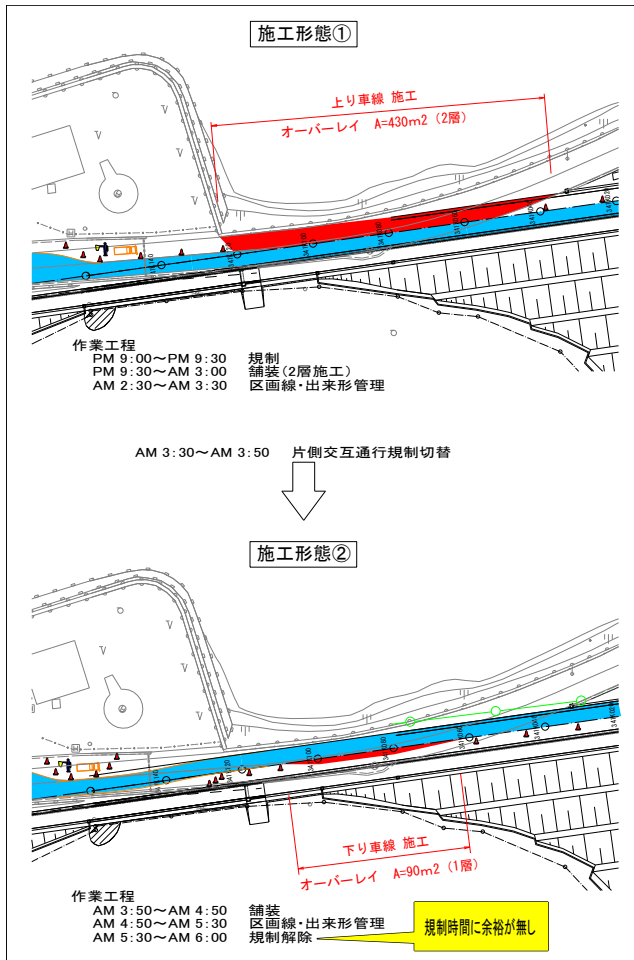


図-5 施工形態図

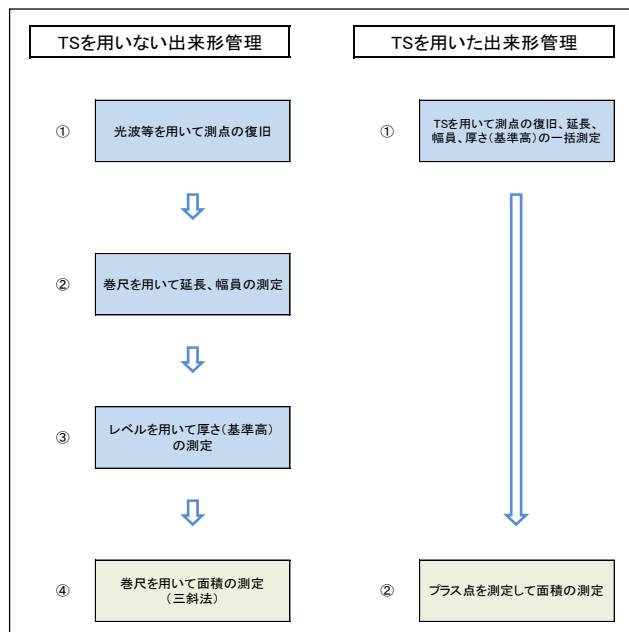


図-6 出来形管理方法比較検討表

(2) 多点計測 (任意の点の測定間隔) の検討

TSを用いた出来形管理では、使用する設計データを管理断面ごとの設計数値を入力しているが、従来の管理手法である「管理断面」以外の近似点および任意の点の出来形管理いずれにおいても、システムによる設計数値の自動生成可能である。

任意の点の施工管理間隔について、実証研究が巻末の参考文献1により発表されている。

参考文献1では、従来の40mごとの管理断面における出来形計測よりも計測頻度を密とした「多点管理」が検討され、0.5~10mの中から決定されている。

・従来の定点管理 (丁張設置、管理断面における出来形計測) 以下の作業時間であることを念頭に、計測ピッチ0.5mで計測した結果と平均値、標準偏差が同等になる計測間隔として、「おおよそ8m」程度の研究成果が示されている。

図-6の通り、TSを用いない従来の出来形管理では、①から③の工程を必要とする。しかし、TSを用いた出来形管理は、3次元座標を取込むため計測工程は①工程で管理するため、大幅な時間短縮が見込めた。

多点での出来形計測 (以下「多点計測」という) の実施は、均一な施工に対する評価が可能になる。

また、多点計測では、各層の異なる平面位置を計測しても良いこととして、出来形計測をするための丁張設置を不要とし、計測作業の効率化も期待できる。

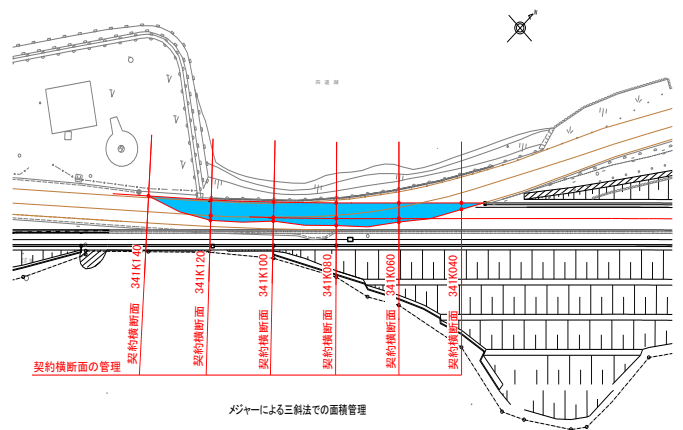


図-7 現行の出来形管理要領の管理断面

よって、本現場では、図-7に示す通り契約上の管理断面間隔が20mであることから、参考文献を参考に図-8に示す多点計測 (管理断面の近似点および断面変化点および任意の点) を概ね10m程度に設定した間隔を任意の点網として出来形管理を行った。

また、すり付けオーバーレイ面積の管理についても行う必要があるが、幅員変化点（+管理断面）を管理する事で、面積と同時に基準高と幅員を計測管理し、管理点の多点化による品質出来形の向上も図った。

TSによる出来形の計測作業は、舗設作業前の段階から可能であり、舗装型枠設置と同時に計測が開始できることから、限られた工程の中で効率よく進捗した。

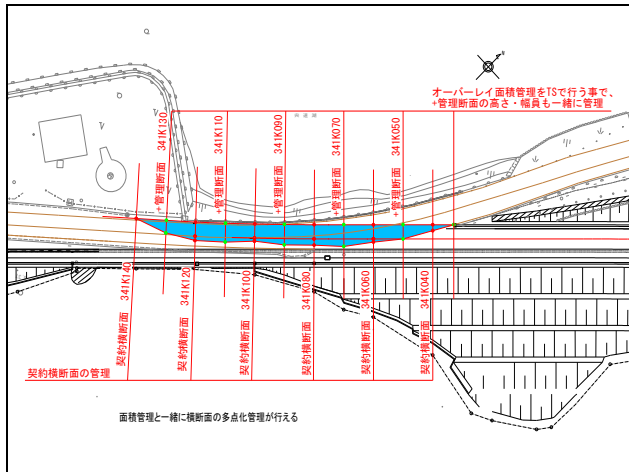


図-8 多点計測の出来形管理断面

出来形管理結果は、表-4に多点計測（管理断面の近似点および断面変化点および任意の点）の舗装基準高の計測結果を、規格値に対する管理偏差として示した。

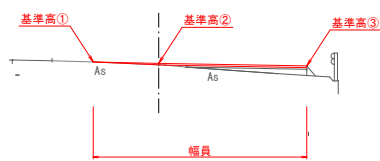
表-4 測定結果一覧表

様式管-3

測定結果一覧表

工事名 国道9号林視距離改良突道舗装工事												
工種 舗装工												
種別 オーバーレイ (A) 請負者 まるなか建設株式会社												
細別 表層工 測定者 斎藤 大輔												
測定項目	基準高：▽① (左)			基準高：▽② (中)			基準高：▽③ (右)			幅員：w		
	規格値	+30	-30	100.0%	規格値	+30	-30	100.0%	規格値	+30	-30	100.0%
社内規格値	+24	-24	80.0%	+24	-24	80.0%	+24	-24	80.0%	-25	80.0%	
現場目標値	+15	-15	50.0%	+15	-15	50.0%	+15	-15	50.0%	-13	50.0%	
測点の近似点	設計値	実測値	差	設計値	実測値	差	設計値	実測値	差	設計値	実測値	差
	341 k 050				3.440	3.431	-9	3.380	3.383	3	4.000	4.000
341 k 060	3.350	3.365	15	3.350	3.358	8	3.290	3.304	14	5.350	5.347	-3
341 k 070	3.336	3.346	10	3.330	3.336	6	3.270	3.269	-1	6.360	6.358	-2
341 k 080	3.315	3.316	1	3.310	3.303	-7	3.250	3.244	-6	5.900	5.902	2
341 k 090	3.263	3.263	0	3.240	3.231	-9	3.170	3.162	-8	6.000	6.002	2
341 k 100	3.199	3.199	0	3.170	3.180	10	3.090	3.085	-5	5.450	5.445	-5
341 k 110	3.165	3.165	0	3.125	3.128	3	3.045	3.042	-3	6.000	5.990	-10
341 k 120	3.119	3.120	1	3.080	3.090	10	3.000	3.004	4	5.950	5.950	0
341 k 130				3.085	3.082	-3	3.004	2.993	-11	4.000	4.001	1

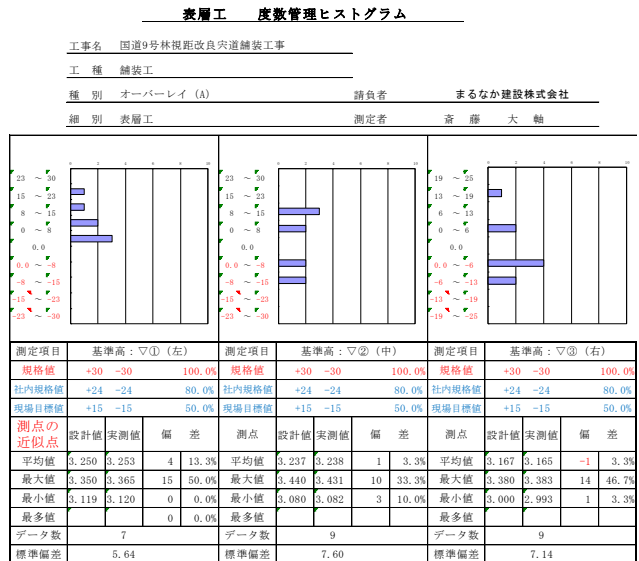
略図



また、表-5に表層基準高さ管理値のヒストグラムを示した。

多点計測による管理偏差は、測点の近似点ではあるが、測線断面間についてもシステムで任意点の設計値の連続データが自動生成されて内挿された設計値対しての管理値である。管理結果は、規格値に対し最大偏差が50.0%以内の出来形を達成した。

表-5 多点計測測点管理ヒストグラム



このことから、測点の近似点及び任意点から構成する多点計測方式の出来形管理は、共通仕様書に定められた要求基準を十分満足できる管理方法とともに、効率的かつ構造物のきめ細かい性能証明を図る管理方法として実用可能と考えている。

今回実施した施工管理方法は、従来に比べて多点を管理をしている為、平坦性の向上に繋げる事ができた。また、出来形管理時間の短縮が行えた事で、当初予定していた規制時間内で安全に車線切り替を行う事ができた。

5. コストへの反映

また、夜間片側交互通行規制での施工であり、出来形管理の待ち時間により車線切替えに遅れが出ると、1日施工日数が延長し労務費、機械費、規制費と工事原価管理への影響がでる。現場条件等もあるが、TSを用いた出来形管理による時間短縮により施工日数を減らす事ができれば利益のプラスになる事から今回の現場のように目に見えた違いがあると実用性を実感できた。

6. 改善提案について

TSを用いた出来形管理要領（舗装工事編）に基づくと、出来形計測を行う箇所が、基本設計データに管理断面として入力したラインから、道路延長方向に±10cm以内の範囲になるよう計測を行うことと定められている。

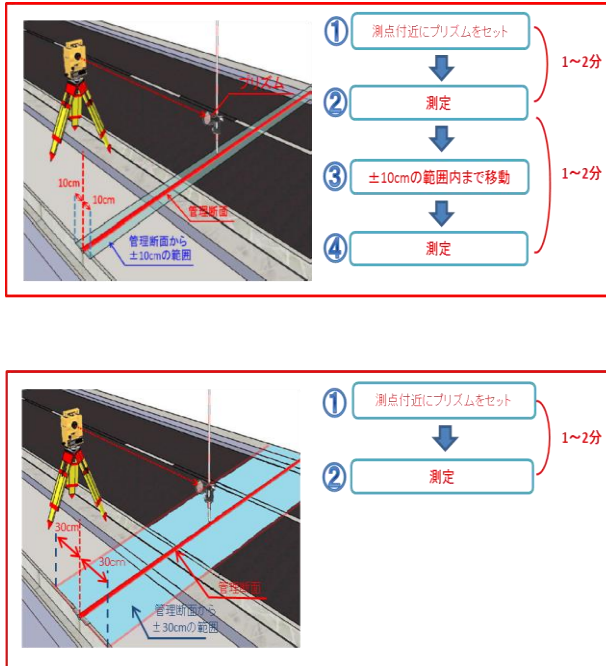


図-10 出来形計測管理断面比較図

そのため、計測箇所から管理断面に入るための試行錯誤など、管理断面までプリズムを正確に誘導する不確定な時間を要し、計測作業のロスタイムが懸念された。

今回行った施工管理手法は、図-10に示すよう測点の近似点として±30cm以内程度の管理とした。

多点計測管理は、任意地点で設計値と実測値を対比できる事から、1回の計測で出来形管理を完了する。今回の計測においても、1測点あたり1~2分程度の時間短縮が図れる。

当現場の計測に要した時間は、計測測点の増加時間と計測時間の短縮分で計算上は相殺された事になる。

しかし、多点計測管理は、計測地点への到達が目測や歩測で容易に可能となり、スムーズな計測管理を行う事ができた。

実態感としては、機械的な計測管理であったため、従来の管理方法と比べて50分程度は短縮できたと評価している。

また、今回の出来形管理は、測点の近似点として±30cm以内程度の範囲で管理を行ったが、管理範囲の制限を設けない、多点計測（管理断面の近似点および断面

変化点および任意の点）の管理方式が、「TSを用いた

出来形管理要領」の標準的な管理手法となり、現場施工管理の生産性向上が飛躍的に向上することを願う。

7. おわりに

TSを用いた出来形管理を行うにあたり、当現場の全社員が初めての経験であった。基本設計データの入力は、マニュアルの参照やメーカーのサポートを受けながらの手探りで基本から習得したこともあり、現場運用まで相当な時間を費やし、省力化に繋がるのかと疑問を抱きながら現場運用に至った。

しかし、暫定供用を無事果たした今では施工管理の利便性と省力化に繋がる事が確認できた。

なお、導入コストが高いという現実があるが、次工事に継続することで、更なる省力化が図れるものと確信している。

また、CIM化の流れも進行しつつある中で、設計データと材質や規格データ等の属性データを有する情報提供は必要条件となり、三次元多点計測の出来形管理データは、道路維持管理のCIM化に有用と考える。



写真-2 起点側完成写真

追伸 論文作成中の自工区は、他工事で施工予定の情報ボックス工と工程調整を図り鋭意施工中である。

写真-2は、起点側の視距改良が完成し、見通しもよく安心して歩ける歩道も完成した写真である。

現場に携わる私たちは、安心して歩ける快適な道づくりに貢献していることに誇りを持ち、全工区の日も早い完成を無事故で迎えたいと思っている。

参考文献1：関東地方整備局企画部 建設マネジメント技術 2013年6月号 (P84~P88) 掲載「情報化施工の推

進に向けた管理手法について」を参照