

マシンコントロールグレーダの
現場対応集
[発注者向け]

平成30年2月

はじめに

国土交通省では、平成25年度より10,000m³以上の土工を含む直轄工事で「TSを用いた出来形管理(土工編)」を使用原則化すると共に、①「TSを用いた出来形管理(土工編)(10,000m³未満の土工)」、②「MC(モータグレーダ)技術」、③「MC/MG(ブルドーザ)技術」、④「MG(バックホウ)技術」、⑤「TS・GNSSによる締固め管理技術」の5つの情報化施工技術を今後5ヶ年の一般化推進技術と位置づけて更なる普及促進に取り組んできました。

更に、H28年度からはICT活用工事(土工)においてMC/MG(3D)の活用が始まり、H29年度からはICT活用工事(舗装工)でMC/MG(3D)が適用されるなど普及促進が加速しています。

ICT施工技術の普及・推進に向けては、利用者が高度・高機能な技術を使いこなし、トラブルへの迅速な対応や機能の応用など、技術の持つ能力を最大限に活かすノウハウを修得することが不可欠です。本現場対応集は、情報化施工技術の特徴を活かすノウハウの一部として、これまでの試験施工結果から、現場でのトラブル対応や工夫をとりまとめたものです。

また、「MC(モータグレーダ)技術」については、技術の革新や機能の改良が進んでおり、本書でとりまとめた課題、課題への対応方法も適宜変わっていくことが想定されますが、本書は平成29年度時点の調査結果を元に、事例として整理しております。

目 次

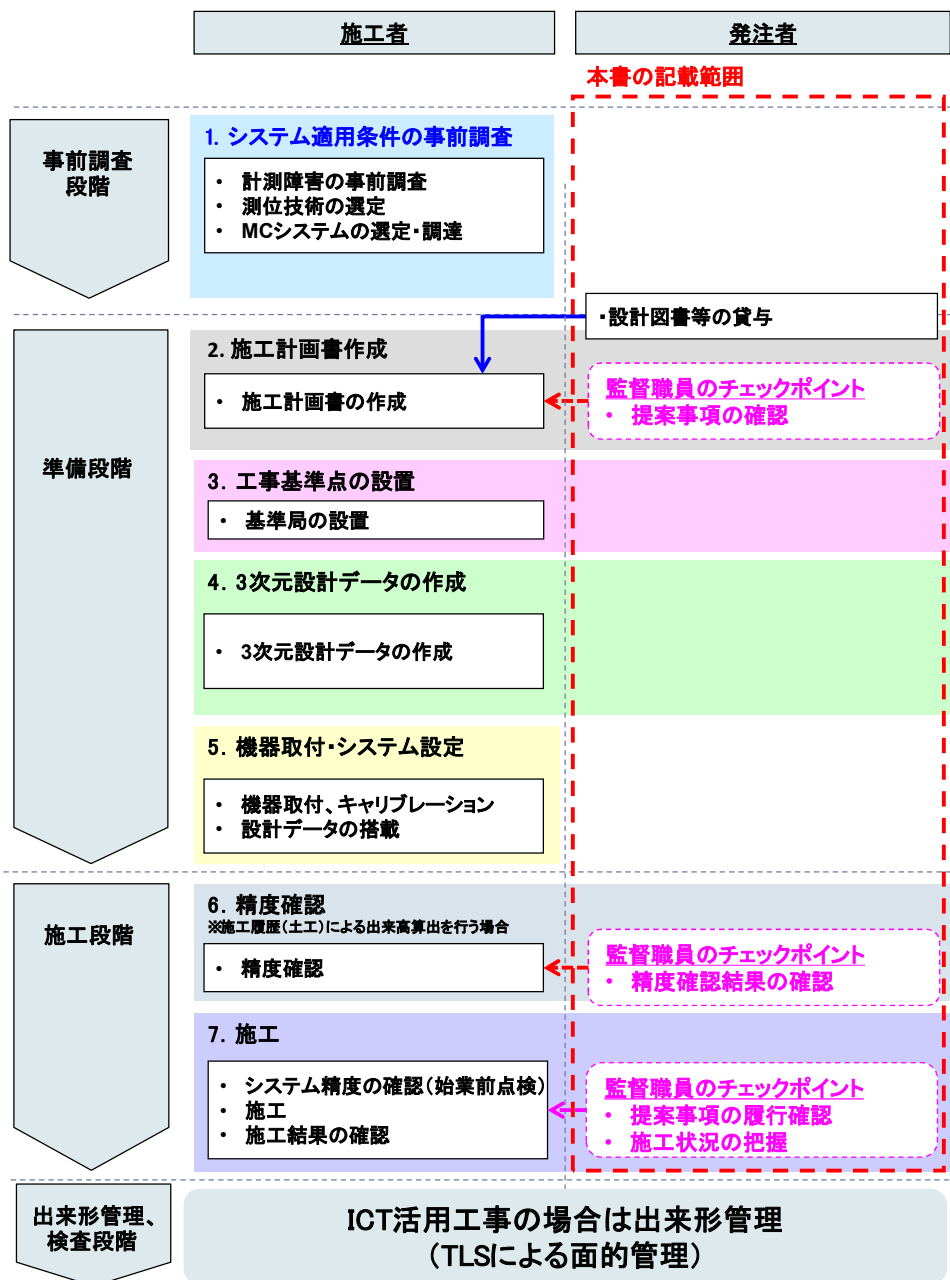
1.	現場対応集の構成と使い方	1
2.	提案事項や指定事項の履行確認ポイント	2
2.1	施工計画書の受理段階【MC（モータグレーダ）共通】	2
2.1.1	利用するシステムの構成について	2
2.1.2	システムの性能について	3
2.1.3	利用する測位システムの違いについて	4
2.1.4	自動追尾式 TS の利用条件について	5
2.1.5	RTK-GNSS の利用条件について	5
2.1.6	無線通信の利用条件について	6
2.2	現場での活用段階【MC（モータグレーダ）】	7
2.2.1	稼働状況の確認方法について	7
3.	施工状況の把握のポイント	8
3.1	施工計画書の受理段階【MC（モータグレーダ）】	8
3.1.1	利用できる設計データについて	8
3.2	現場での活用段階	9
3.2.1	作業状況の確認方法について	9
3.2.2	施工精度の把握について	10
4.	円滑な現場導入の支援	11
4.1	現場でのトラブル事例	11
4.1.1	MC 対応型重機への機器の取付方【MC（モータグレーダ）】	11
4.1.2	MC と TS で 3 次元設計データを併用する方法【MC（モータグレーダ）】	11
4.2	情報化施工に関する良くある質問（例）	12
4.2.1	適用条件について【MC（モータグレーダ）】	12
4.2.2	MC（モータグレーダ）の導入メリット（建設現場）	12
4.2.3	MC（モータグレーダ）の導入メリット（施工者）	12
4.2.4	情報化施工の技術情報	13
4.2.5	MC（モータグレーダ）施工を行う際の要領等	13
4.2.6	MC（モータグレーダ）施工を行う際の要領等	13
4.2.7	MC（モータグレーダ）の導入時の施工精度向上について	13

1. 現場対応集の構成と使い方

「MC(モータグレーダ)技術」は、「3次元設計データ」を搭載したモータグレーダにより敷均し作業を行うことで、丁張りの削減を可能とし、オペレータによる複雑な操作なしでブレードを自動制御して高精度な施工を実現するものです。

本技術は、現場作業の効率化・省人化の実現に多大な効果を発揮する技術です。しかし、本技術導入時に、最大の効果を得るためには、これまでとは違った準備作業や、運用体制を確立する必要がある等、多くのノウハウが必要となります。

本技術は施工者が利用する技術であり、発注者より本技術の利用に対して制限を受ける事項はありません。しかし、履行の確認や品質確保の観点から、受・発注者で導入技術の確認や施工状況の把握を行う必要があります。これらを踏まえ、本書では、「MC(モータグレーダ)技術」適用時の主要5パートについて、現場調査に基づき運用上の留意点や対応例を整理しました。



本書の構成


2. 提案事項や指定事項の履行確認ポイント

2.1 施工計画書の受理段階【MC（モータグレーダ）共通】

2.1.1 利用するシステムの構成について

記号	施工計画 ー ①		
質問者分類	発注者	質問種別	システムの種別や構成
質問:Q	施工者から、MC(モータグレーダ)を使用する技術提案がありました。MC(モータグレーダ)とはどのようなシステムですか？また、システムの概略構成、利用される測位技術について知りたい。		
回答:A	<p>①MCとMGの違いについて</p> <ul style="list-style-type: none"> □ MCとはマシンコントロールシステムであり、設計データと計測データの差分から制御信号を作成し、重機の油圧バルブを自動制御して、作業装置(ブレードの上下)を自動制御します。 □ MC(モータグレーダ)では、走行することによりブレードの上下と傾きが自動制御されます。オペレータはそれ以外の操作(前後進、左右旋回、ブレードの回転と左右張り出し)を行います。 □ MGとはマシンガイダンスシステムであり、設計データと計測データの差分をモニタなどに表示するだけで、操作は全てオペレータが行うシステムです。 <p>②メーカについて</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 平成29年度現在、MC(モータグレーダ)技術として市販、レンタルされているものは、「トプコン」、「ニコン・トリプル」、「ライカジオシステムズ」等の計測機器メーカ製、「ジオサーフ」等のソフトウェアメーカ製のものです。この他、建設機械にセンサ等を標準搭載しているものもあります(CAT・コマツ等)。 <p>③利用する測位技術について</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 「MC(モータグレーダ)技術」は、盛土の敷均し工に利用されています。このため、測位技術としては、RTK-GNSS(一般的に高さ精度は±3cm程度)が用いられることが多いです。RTK-GNSSが適用できない現場では、自動追尾式TSが用いられることもあります。 □ 最近、仕上げ精度が高い路盤整形工などに利用される場合もあります。この場合には、レーザによる高精度な高さ計測技術等を組み合わせて利用する場合もあります。 <p>④MC(モータグレーダ)システムの機器構成例</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; color: blue;">MCシステムの機器構成(TSの例)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 45%;"> <p style="text-align: center; background-color: #e0f0ff;">基準局(TS)</p> <p style="text-align: center; background-color: #e0f0ff;">TSの場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ①自動追尾TS ②座標変換用パソコン ③データ通信用無線送信アンテナ </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 45%;"> <p style="text-align: center; background-color: #e0f0ff;">移動局(施工機等)</p> <p style="text-align: center; background-color: #e0f0ff;">TSの場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ④追尾用全周プリズム ⑤無線受信機 <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p>⑥車載PC</p> <p>⑦バルブ、センサ類</p> <p>※ MC技術ごとに取付けるバルブ、センサ類は異なる。</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-top: 5px; background-color: #e0f0ff;"> <p>【TSを用いる場合の精度】</p> <p>・垂直方向で±5～15mm程度</p> <p>(TSと建築機械との距離による)</p> </div> </div> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">※TSで、計測したデータを「②座標変換用パソコン」を介さずに直接移動局へ伝達可能なもの、「③データ通信用無線送信アンテナ」が内蔵されたものがある。</p> <p style="font-size: small;">※ 移動局は施工機械と各機器とをセットで購入・レンタルする方法、各機器のみを購入・レンタルし保有済みの施工機械に取り付ける方法とがある。</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p style="text-align: center; color: blue;">MCシステムの機器構成(GNSSの例)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>RTK-GNSS</p> <p>測量機器(基準局): 重機=1:Nのシステム</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>+</p> <p>レーザによる 精度補完機能</p> <p>高精度な自動追尾 TS並に向上させる 装置</p> </div> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">※ 高精度な施工を求められるモータグレーダ作業では、GNSS(高さ精度±30mm程度)の他に高さ精度を補完する装置を付加して用いることが多い</p> </div>		
【留意点】	<p>※ 最近では、MC(モータグレーダ)を路盤整形に利用されることもあります。モータグレーダは、ブレードが機械の先端に装着されており、機械の傾きの影響を受けやすく高精度な整形作業が難しいのですが、MCの装着により、高精度な作業への適用が可能となっています。</p>		

2.1.2 システムの性能について

記号	施工計画 ー ②		
質問者分類	発注者	質問種別	システムの違いは何か
質問:Q	MCシステムに、性能や機能で大きな違いがありますか？		
回答:A	<p>・平成29年度現在、MC(モータグレーダ)システムで、メーカーの違いや機種の違いによって施工精度に影響を与える大きな差はありません。</p> <p>・施工精度に大きく影響するのは、利用する測位技術です。</p> <p>・機種によっては高速移動に対応できるものもありますが、施工効率や精度に対する直接的な変化は確認されていません。</p> <p>・H29年度現在、MC(モータグレーダ)システムとして市販、レンタルされているシステムは、トプコン、ニコン・トリンプル、ライカ等のメーカーが開発しています。この他、コマツやキャタピラーなどの建設機械メーカーが、センサ等を標準搭載した器械を販売しています。</p> <p>【TSを用いる場合の精度】</p> <p><input type="checkbox"/> 垂直方向で±5～15mm程度(施工条件やTSと建設機械との距離による)。</p> <p>【RTK-GNSSを用いる場合の精度】</p> <p><input type="checkbox"/> RTK-GNSSだけでは垂直方向精度は±30～50mm程度。</p> <p><input type="checkbox"/> 高い精度も求められる路盤工などでは、高さを補完するシステムを利用します。</p> <p>MCシステムの機器構成(GNSSの例)</p> 		
【補足説明】	<p>【MC(モータグレーダ)の施工精度に影響を与える因子】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「測位技術とセンサ類の精度」の他、「システムとしての情報通信速度」、「油圧制御バルブの制御」、「重機のガタつき」などです。 ・高精度な測位技術を選ぶだけで高精度な施工ができる訳ではありません。 		

2.1.3 利用する測位システムの違いについて

記号	施工計画 ー ②		
質問者分類	発注者	質問種別	測位システムの違いは何か
質問:Q	提案されている測位技術で、施工の要求精度が確保できるのか不安です。測位技術単体の計測精度を知りたい。		
回答:A	<p>・ MC(モータグレーダ)を用いた施工では、建設機械の位置を測る技術(測位技術)の適切な選定が重要です。</p> <p>・ 測位技術には、自動追尾式トータルステーション(TS)とRTK-GNSSがあり、下記の特徴を踏まえて、施工者が選定します。</p> <p>・ MC(モータグレーダ)では、計測精度以上の施工精度は得られません。</p> <p>①施工精度について</p> <p>【RTK-GNSS を用いる場合の精度】</p> <p><input type="checkbox"/> 垂直方向精度は±30～50mm 程度</p> <p>【自動追尾式 TS を用いる場合の精度】</p> <p><input type="checkbox"/> 垂直方向で±5～15mm 程度(施工条件や TS と建設機械との距離による)</p> <p>②計測可能範囲と活用台数について</p> <p>【自動追尾式 TS を用いる場合の条件】</p> <p><input type="checkbox"/> 基準局(TS)から建設機械までの距離制限は 250m 程度(機種や現場条件に左右されます)。</p> <p><input type="checkbox"/> 基準局(TS)と移動局(建設機械)は 1 対 1 の組み合わせとなる</p> <p>【RTK-GNSS を用いる場合の条件】</p> <p><input type="checkbox"/> RTK-GNSS 基準局から建設機械までの距離制限は 1km 程度(カタログ等では数 km と記載されている場合もあります。)</p> <p>(ただし、無線通信の方式、現場条件により変わります)</p> <p>(基準局から移動局の距離の違いによる測位精度の変化はほとんどありません)</p> <p><input type="checkbox"/> 基準局(GNSS) 1 台で現場内の複数の建設機械を制御可能</p>		
【補足説明】			
<p>※ MC の活用においては、計測機器に関する公的な校正証明書や検定証を添付する必要はありません。ただし、MC 技術では、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のガタつきやブレードの摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。利用機器単体の精度に加えて、トータルでの精度を確保する方法を計画しているかがポイントです。</p> <p>【精度確保方法(例)】</p> <p>※ 作業前に現場に設置している基準点を用いてクロスチェックを行う</p> <p>※ 施工前に、従来手法で設置した丁張りとの比較検証を行う</p> <p>※ 施工中、施工後に、TS 等を用いて検測を行う等</p> <p>【参 考】</p> <p>※ MC や締固め管理に使用する TS は出来形管理にも使用することができます。しかし、出来形管理に使用する TS は MC や締固め管理には使用できないものもあります(自動追尾機能が無い場合や追尾速度が遅い)。</p>			

2.1.4 自動追尾式 TS の利用条件について

記号	施工計画 ー ②		
質問者分類	発注者	質問種別	測位技術による適用障害
質問:Q	MC(モータグレーダ)で利用する自動追尾式 TS が適用できない現場条件はありますか？		
回答:A	<p>・ 自動追尾式 TS では、TS 本体から発信するレーザが「MC(モータグレーダ)技術」に設置したプリズムによって反射する光を検知して追尾しています。したがって、レーザが遮断される状況が発生すると自動追尾による計測ができなくなります。</p> <p>・ また、自動追尾式 TS は精密機器で、自己位置からの向きや角度から対象物の位置を算出しています。したがって、TS 本体が揺れたり傾いたりする場所では正確な計測ができません。</p> <p>【レーザが遮断される条件】</p> <p><input type="checkbox"/> 激しい降雨や降雪、濃霧(TS から発信するレーザ光が拡散してしまう)。</p> <p><input type="checkbox"/> ダンプ等が TS とモータグレーダの間を頻繁に通行し、レーザを遮断する。</p> <p>【TS の正確な計測ができない条件】</p> <p><input type="checkbox"/> 軟弱地盤上等で、重機の通行や作業の影響により TS 設置箇所が揺れる場所、あるいは変形する場所。</p> <p><input type="checkbox"/> 橋梁の梁上などの揺れがある場所。</p> <p><input type="checkbox"/> 凍上などで利用する基準点に変位が起こる場所。</p>		
【補足説明】			

2.1.5 RTK-GNSS の利用条件について

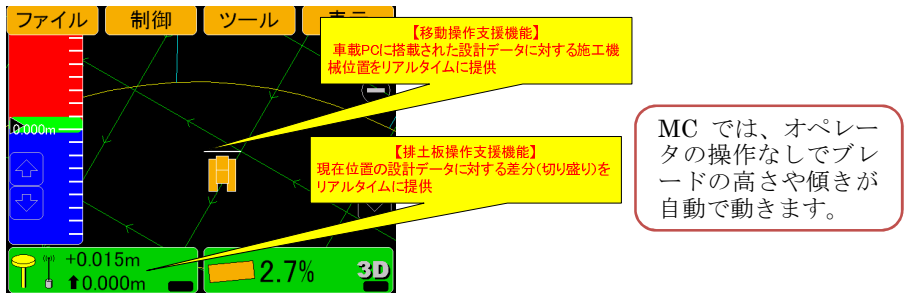
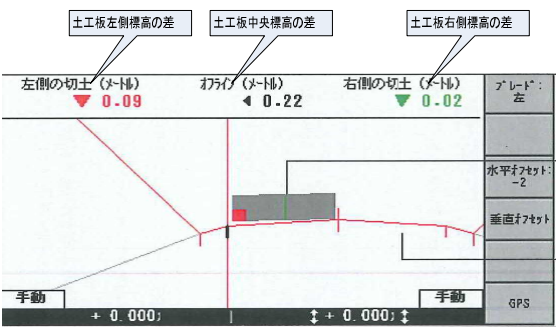
記号	施工計画 ー ②		
質問者分類	発注者	質問種別	測位技術による適用障害
質問:Q	MC(モータグレーダ)で利用する RTK-GNSS が適用できない現場条件はありますか？		
回答:A	<p>RTK-GNSS では、利用可能な衛星が5個以上、かつ RTK-GNSS の基準局からの補正データを受信できる範囲に重機がある必要があります。</p> <p>【衛星が補足できる個数や時間が制限される条件】</p> <p><input type="checkbox"/> 山間部や市街地(高層ビルの中)などの場合。 仰角 30 度以上に利用可能な衛星が5つ以上配置されている必要があります。また、5つ以上の衛星が作業時間中連続して捉えている必要があります。)</p> <p><input type="checkbox"/> 高層構造物の近く RTK-GNSS の場合は、周辺に高い構造物があると反射波によるマルチパスの影響を受ける場合もあります。マルチパスの影響を受けている場合は、計測が不安定になり、精度が確保できません。</p>		
【補足説明】			

2.1.6 無線通信の利用条件について

記号	施工計画 ー ③		
質問者分類	発注者	質問種別	無線通信による適用障害
質問:Q	MC(モータグレーダ)が、無線通信状況で適用し難い条件はありますか？		
回答:A	<p>MC(モータグレーダ)では、RTK-GNSS からモータグレーダの間、自動追尾 TS からモータグレーダの間で測位位置に関する情報を無線通信しています。無線通信が混信や通信障害をおこす場合は、測位ができないためシステムが適切に稼働できません。</p> <p>MC(モータグレーダ)とモータグレーダの通信は、免許や申請の不要な、特定省電力無線が多く利用されています。本無線は、通信障害の無い場所では1km程度の通信が可能ですが、無線の出力が小さいため、周辺環境の影響を受けやすい特徴を持っています。</p> <p>【無線通信の障害が発生しやすい、あるいは無線通信の発生要因】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 違法無線などの高出力な無線が発信されている。 <input type="checkbox"/> 類似のシステムなどで、同周波数帯の無線が多数利用されている。 <input type="checkbox"/> 高圧電線や変電所周辺。 <input type="checkbox"/> 障害物などで無線通信が遮断されている。 <input type="checkbox"/> 空港や航空基地周辺。 <p>【対応例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ 無線通信障害が多い場所では、免許や申請が必要な高出力な無線を利用する。 ※ 無線通信は、距離が離れると急激に出力が減衰します。RTK-GNSS 基準局とモータグレーダ、TSとモータグレーダの距離を短くすることで対応できる場合もあります。 		
【補足説明】	<p>※ 無線通信の良否を分析する方法について、専用の解析装置で電波の分布を調査する方法もありますが、上記のような無線は時間帯などによって大きく変化します。また、無線は目に見えないため、実際に工事を想定している時間帯に利用する無線機を活用して通信状況を事前に確認できます。</p>		

2.2 現場での活用段階【MC（モータグレーダ）】

2.2.1 稼働状況の確認方法について

記号	施工段階 ①	質問者分類	発注者	質問種別	システムは適正に稼働しているか
質問:Q	技術提案されたMC(モータグレーダ)技術が利用されているか現地で確かめる方法がありますか。				
回答:A	<p>MC(モータグレーダ)システムでは稼働中にオペレータ席のモニタに測位システムの稼働状況、設計データとの高さの差が表示されています。この表示内容とブレードの上下の動きを確認することでMCシステムが稼働していることを確かめることができます。</p> <p>【現場でシステムの稼働を確かめる方法】</p> <p><input type="checkbox"/> MCシステムではオペレータ席のモニタに、測位システムの状況が表示されています。</p> <p><表示例></p> <p><input type="checkbox"/> 自動追尾式TSの場合は“追尾中”、RTK-GNSS形式の場合は“FIX”となっています(下図では左下のアンテナマークの部分に“FIX”と表示され、緑色になっています)。</p>  <p>【現場で設計データとの差を確認する方法】</p> <p><input type="checkbox"/> オペレータ席のモニタには、設計データとブレードの差が表示されています。ブレードの上下操作をおこなうと、モニタ表示の差も変化します。</p> <p><表示例></p> <p><input type="checkbox"/> 例えば、作業中は現在位置と進行方向に対する設計勾配や現在位置のブレードの傾きや、設計高さでブレード高さの差が表示されています(下図では、ブレードの左右端部での設計値との差が表示されています)。施工範囲内で停止し、ブレードの上下を行うとこの左右の値が変化します。</p>  <p>※ システムの精度については、既知点座標での検測や、TSとの比較により確かめることができます。</p>				
【留意点】	<p>※ 情報化施工技術は高精度な敷き均しを支援する道具です。システムの稼働の有無を確認する画面内の表示については、機種別の説明書などにより確認してください。</p> <p>また、以下は、適正な施工結果を得るための留意事項です。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ システムの精度管理は適切に実施されているか(作業前の精度確認の実施状況) ・ 適切な設計データが入力されているか(適用範囲に対応した設計データの入力) ・ 施工結果が、要求品質に対して十分な精度を満足していることをチェックしているか 				

3. 施工状況の把握のポイント


3.1 施工計画書の受理段階【MC（モータグレーダ）】

3.1.1 利用できる設計データについて

記号	施工計画 ー ①		
質問者分類	発注者	質問種別	データ作成
質問:Q	MC(モータグレーダ)システムに搭載されている設計データはどのようなデータですか		
回答:A	<p>【はじめに】</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ MC(モータグレーダ)で使用するMC用設計データ(3次元設計データ)の提出義務はありません。 ※ データの作成範囲、方法については、施工の段取りや施工者のノウハウにより異なります。 ※ MC(モータグレーダ)に搭載する設計データとしては、大きく以下の2つのパターンがあります。 <p>【①線形と横断要素で構成される設計データの場合】</p> <p><input type="checkbox"/> この方法では、線形に沿った横断形状が逐次演算で求められ、線形に沿った横断方向内の設計値と計測値の算出が行われます。主に、道路等の線形構造物に適しています。横断勾配の変化が正確に反映できます。</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">3次元設計データイメージ</p> <p style="text-align: center;">車載PC</p> <p style="text-align: center;">【3次元設計データ保存機能】 施工面の平面・縦断・横断の3次元設計データを車載PCに搭載する</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ※ この場合、線形に対して直交する横断面(横断方向の寸法)が必要となります。 ※ このため、横断図は、測点だけでなく、全ての断面変化点で必要となります。 <p>【②3次元の面形状で構成される設計データの場合】</p> <p>この方法では、設計形状の変化点(3次元座標)を頂点としたTINと呼ばれる不等三角網の集合体として基本設計データが表現されます。主にグラウンドや駐車場などの広い面積の表現に適しています。</p> <p>線形構造物にも適用が可能です。この場合、下図の様に、曲線部分では横断図を密なピッチで作成し、細かなTINデータに変換するなどの工夫が必要となります。</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">道路中心線形 (又は堤防法線)</p> <p style="text-align: center;">出来形横断面形状</p> </div>		
【補足説明】	<ul style="list-style-type: none"> ※ MC(モータグレーダ)システムでは稼働中はオペレータ席のモニタに測位システムの稼働状況、設計データとの高さの差が表示されています。しかし、設計データとしてどのようなデータが入力されているかを把握していなければ、施工状況の良否や進捗の把握に活用することはできません。 		

3.2 現場での活用段階

3.2.1 作業状況の確認方法について

記号	施工段階 ー ①		
質問者分類	発注者	質問種別	仕上がりの確認
質問:Q	現場でMC(モータグレーダ)による施工結果を確かめる方法がありますか。		
回答:A	<p>主に以下のような事例があります。参考にしてください。</p> <p>【施工管理を行う方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ MC(モータグレーダ)により施工を行う現場においても、従来と同様に、「河川土工マニュアル(財)国土技術研究センター」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省)」等の土工の管理要領等に準じて施工されます。このため、施工管理も従来と同様に実施されます。 □ ICT 活用工事(舗装工)では、地上型レーザースキャナーを用いた面的な出来形管理を適用することができます。 <p>【簡易的に現場での仕上がりを把握する方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ MC(モータグレーダ)による撒き出し高さについては、オペレータ席のモニタに測位システムの稼働状況、設計データとの高さの差が表示されています(下図参照)。あくまで撒出し施工状況ですが、簡易的に仕上がり状況について結果を把握できます。 <div style="text-align: center;">  <p>※ 上図のモニタ表示は、開発メーカー等により異なります</p> </div> <div style="margin-left: 200px;"> <p>【移動操作支援機能】 車載PCに搭載された設計データに対する施工機械位置をリアルタイムに提供</p> <p>【排土板操作支援機能】 現在位置の設計データに対する差分(切り盛り)をリアルタイムに提供</p> </div>		
【補足説明】	<p>※ 路盤整形工は、敷均し、締固め作業ですので施工管理段階では締固め完了後の管理となり、施工途中は敷均し厚さ、最終層は仕上がり標高が施工管理値となります。</p> <p>※ また、監督職員が行う「仕上がり状況の把握」も、従前の監督行為と同じであり、MC(モータグレーダ)施工の導入によっても施工管理方法や基準に変更はありません。</p>		

3.2.2 施工精度の把握について

記号	施工段階 ー ①		
質問者分類	発注者	質問種別	作業状況
質問:Q	MC(モータグレーダ)システムの精度管理状況を確認する方法はありますか		
回答:A	<p>【はじめに】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> MC(モータグレーダ)の導入は、施工者の任意ですので、監督職員は、従来どおり施工結果(所定の敷均し厚さであること)を把握することが重要となります。 <input type="checkbox"/> 施工途中で、MC(モータグレーダ)の計測精度や、施工者が行なっているMC(モータグレーダ)の精度管理に疑義が生じた場合は、以下の方法で精度管理状況を確認することをお勧めします。 <p>【利用している工事基準点の確認】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 測量成果簿により、現場で利用されている工事基準点の設置状況を確認します。 <input type="checkbox"/> 工事基準点が不動点として設置されているかを確認します。 <input type="checkbox"/> 自動追尾TSやRTK-GNSSの基準局が正しく設置(水平・基準点上)されているかを確認します。 <input type="checkbox"/> 基準局が、揺れや振動の影響がない場所に設置されているかを確認します。 <p>【計測精度の確認】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> MC(モータグレーダ)で得られる座標と現場基準点とのクロスチェックを行うことで、システムの計測精度を確認できます(精度管理について、ICT 導入普及研究会のホームページに掲載されている様式も参考にできます)。 <div style="text-align: center;"> <p>施工精度の簡易確認状況</p> <p>車載PC上で座標表示</p> <p>車載PC上に表示される座標値と既知座標とが一致することを確認</p> </div>		
【補足説明】	<ul style="list-style-type: none"> ※ 精度管理についての資料提出は不要ですが、MC(モータグレーダ)では、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のガタつきやブレードの摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。 ※ 施工者は、利用機器単体の精度に加えてトータルでの精度を行うことが重要です。 <p>【日々の精度管理(例)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ 作業前に現場に設置している基準点を用いてクロスチェックを行う ※ 施工前に、従来手法で設置した丁張りとの比較検証を行う ※ 施工中、施工後に、TS等を用いて検測を行う 等 		

4. 円滑な現場導入の支援

ここでは、現場での円滑な運用の情報提供として、施工者が遭遇したトラブル事例や対応・工夫、発注者からの質問を掲載しています。

4.1 現場でのトラブル事例

4.1.1 MC 対応型重機への機器の取付方【MC（モータグレーダ）】

記号	トラブル - ①		
質問者分類	発注者	質問種別	その他
質問:Q	現場の機械を改造してMC(モータグレーダ)施工ができるのですか。		
回答:A	<p>①既存機械のMC化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 所有の重機がMC対応型(油圧制御に電磁バルブが搭載されており、電磁バルブの仕様について情報化施工機器開発メーカと情報共有されている)であれば、MC機器のセンサ類を装着するだけで対応でき、重機の改造は不要となります。 ・ ただし、所有の重機がMC対応型でない場合(油圧制御に電磁バルブが搭載されていなくても、電磁バルブの仕様について情報化施工機器開発メーカと情報共有されている)、所有の重機に関連機器を外付けすることは以下の理由から困難な状況です。(平成24年3月時点) <ul style="list-style-type: none"> □ 「MC(モータグレーダ)技術」ではブレードを自動制御するため、油圧バルブを電気信号で制御する必要があります。 □ 油圧制御システムの改造は、慎重かつ高度な取り扱いが求められることに加え、取り付け位置の制約、配管の加工、配線の複雑さなどもあって、車載PC、センサ、GNSS受信機または全周プリズム等の取り付けと比較し作業上大きな負担が必要となります(専用の電磁バルブを製作する場合には、さらに高額な費用が発生すると共に、重機の改造に該当するため、製造メーカの補償対象外となる場合もあります)。 <p>②機器やシステムの取り付け</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ MC対応型以外の建設機械に機器を取り付ける場合、電磁バルブの仕様の確認などが必要となることから、建設機械の購入またはシステム開発メーカなどのサポートを受けて、装着する必要があります(リース・レンタルの場合は、機械の改造に対する契約も必要となる場合があります)。 		
【補足説明】			

4.1.2 MCとTSで3次元設計データを併用する方法【MC（モータグレーダ）】

記号	トラブル - ③		
質問者分類	発注者	質問種別	その他
質問:Q	TS出来形管理の基本設計データをMC用の設計データに利用すれば効率的ではないか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ TS出来形管理の基本設計データが工事の完成形状を対象にしているのに対し、MC用の設計データ(3次元設計データ)は、施工途中あるいは完成形状に仕上がる為の施工余裕代を含んだ形状となります。 ・ 当該工事の出来形の完成形状と、MC施工の目標値が一致する場合は利用できます。 ・ なお、この3次元設計データに変換できるソフトウェアとは、TS出来形管理用の基本設計データを3次元設計データ(LandXML形式やDWG形式)に変換できるソフトウェアを指します。 		
【補足説明】			

4.2 情報化施工に関する良くある質問（例）

4.2.1 適用条件について【MC（モータグレーダ）】

記号	施工計画 ー ③		
質問者分類	発注者	質問種別	測位技術の特徴と適用範囲
質問:Q	MC(モータグレーダ)が利用できないとの報告を受けました。どのような理由が考えられますか？		
回答:A	<p>MC(モータグレーダ)の不具合としては、次の事項が想定されます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 測位技術の不具合 <input type="checkbox"/> 無線通信の不具合 <input type="checkbox"/> システム本体の不具合(センサの破損、ケーブルの断絶、演算部の故障等) <p>・ 測位技術、無線通信の不具合は、現場環境に要因がある場合もあるので、本書の「測位技術について」、「無線通信について」を参照してください。</p> <p>・ システム本体の不具合は、開発メーカーへの問い合わせが必要です。</p>		

4.2.2 MC（モータグレーダ）の導入メリット（建設現場）

記号	質問 ー ①		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC(モータグレーダ)には、どのような効果があるのかを知りたい。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ 従来の2次元CADデータの設計図面ではなく、MC(モータグレーダ)では3次元設計データを使用します。 ・ このため、MC(モータグレーダ)では、施工上では丁張りや検測を必要とせずに、水平位置や高さの情報を持つ3次元設計データどおりの効率的な施工が可能となります。 ・ MC(モータグレーダ)を導入することで、丁張り設置や検測作業が削減されるため、MC(モータグレーダ)の導入効果としては、建設機械と作業員との接触事故等が減少する観点での、安全性の向上が期待できます。 		

4.2.3 MC（モータグレーダ）の導入メリット（施工者）

記号	質問 ー ②		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC(モータグレーダ)を導入することによる施工者のメリットは何ですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工者は、MC(モータグレーダ)の導入により、現場作業の効率化(工期短縮・省人化)、オペレータの熟練度に左右されない品質の確保、オペレータの作業負担の軽減が実現されます。 ・ また、MC(モータグレーダ)を導入することで、総合評価落札方式における評価及び請負工事成績評定における評価の向上が期待できます。 		

4.2.4 情報化施工の技術情報

記号	質問	—	③
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	情報化施工全般を勉強したいのですが、何か良いテキストはないですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ 情報化施工技術は日々進歩しています。 ・ 最新情報は国土交通省のホームページ等をご確認ください。 (参考 URL) ※その他の地方整備局のホームページ等にも掲載されています。 国土交通省: http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000017.html 近畿地方整備局: http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/sekou/jyohoka_index.htm 国土技術政策総合研究所: http://www.nilim.go.jp/ts/index.html		

4.2.5 MC (モータグレーダ) 施工を行う際の要領等

記号	質問	—	④
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC (モータグレーダ) 施工を行う際に、準拠する要領等はあるのですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC(モータグレーダ)に関わる施工管理要領等は策定されていません。(平成 29 年度現在) ・ 従来の施工のとおり「河川土工マニュアル((財)国土技術研究センター)」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省)」等の土工の要領等に準じて実施してください。 		

4.2.6 MC (モータグレーダ) 施工を行う際の要領等

記号	質問	—	⑤
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC の監督はどのようにするのですか。通常の施工との違いはありますか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC(モータグレーダ)に関わる監督・検査要領等は策定されていません。(平成 29 年度現在) ・ 従来の施工のとおり、「河川土工マニュアル((財)国土技術研究センター)」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省)」等の土工の要領等に準じて施工されますので、監督行為も従来と同じです。 ・ 施工管理については、地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(舗装工事編)を適用出来ます。この場合は同監督・検査要領(舗装工事編)を参照してください。 		

4.2.7 MC (モータグレーダ) の導入時の施工精度向上について

記号	質問	—	⑥
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	技術提案で MC (モータグレーダ) 施工を行うことにより施工精度が向上するとのことでした。どのようなシステムで、どれくらい施工精度が向上するのでしょうか。また、施工精度の確認方法はどのようにするのでしょうか？		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC(モータグレーダ)では、3次元設計データどおりのブレード高さ、勾配での施工を行います。ただし、路盤材が不足した場合など、手動操作による操作も並行して行えますので、MC(モータグレーダ)を導入するだけでは精度向上は実現するとは言いきれません。 ・ なお、施工品質は、締固めとセットで監督すべき事項と考えます。 		