

マシンコントロール／
マシンガイダンスブルドーザの
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 10,000 m³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 活用工事において MC/MG(3D)の活用を加速させています。

情報化施工技術の普及・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/MG(ブルドーザ)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

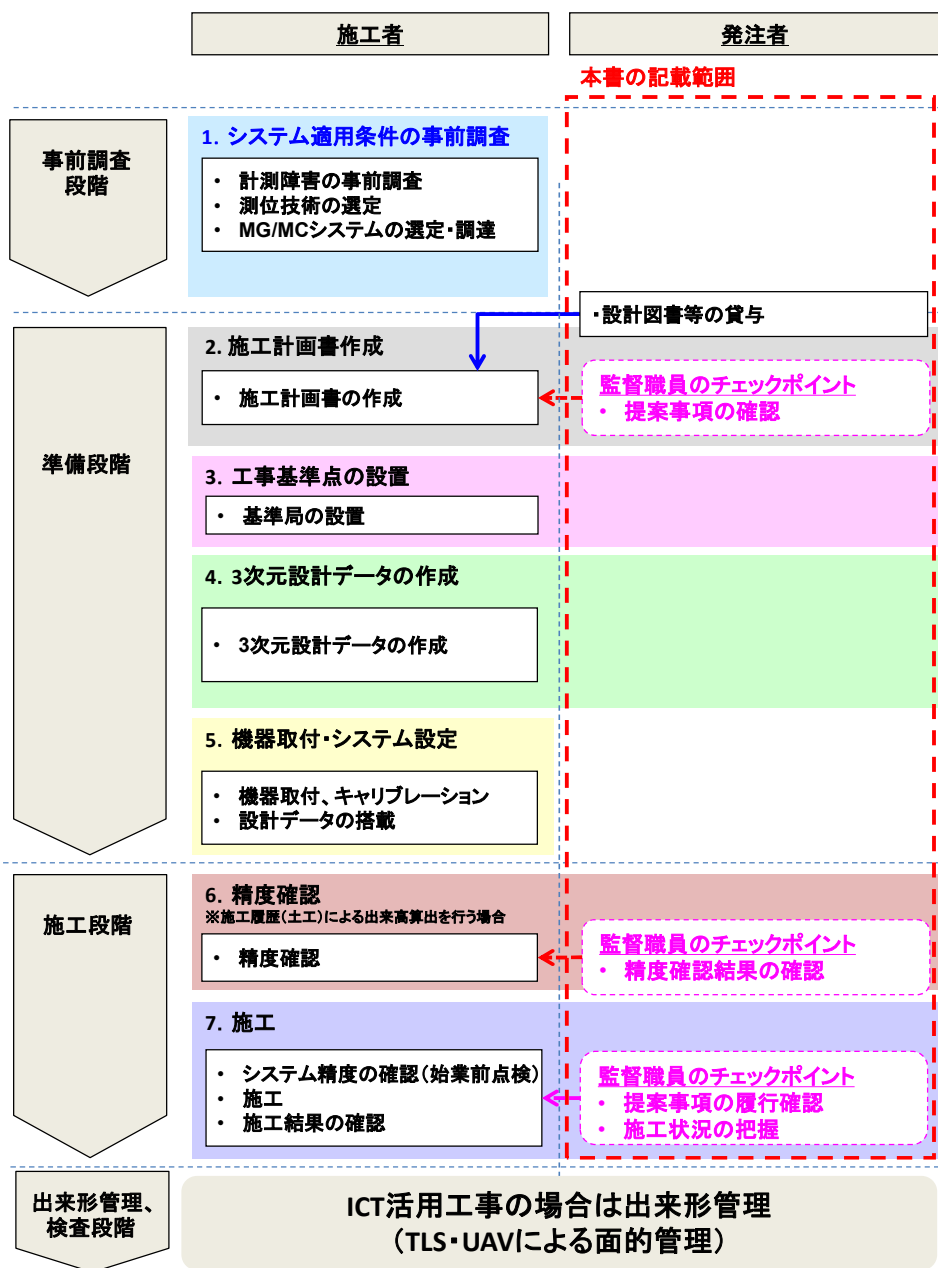
1.	現場対応集の構成と使い方	1
2.	提案事項や指定事項の履行確認ポイント	2
2.1	施工計画書の受理段階【MC/MG（ブルドーザ）共通】	2
2.1.1	利用するシステムの構成について	2
2.1.2	システムの性能について	3
2.1.3	利用する測位システムの違いについて	4
2.1.4	自動追尾式 TS の利用条件について	5
2.1.5	RTK-GNSS の利用条件について	5
2.1.6	無線通信の利用条件について	6
2.2	現場での活用段階【MC/MG（ブルドーザ）共通】	7
2.2.1	稼働状況の確認方法について	7
3.	施工状況の把握のポイント	8
3.1	施工計画書の受理段階【MC/MG（ブルドーザ）共通】	8
3.1.1	利用できる設計データについて	8
3.1.2	設計データの扱いについて	9
3.2	現場での活用段階	10
3.2.1	作業状況の確認方法について	10
3.2.2	施工精度の把握について	11
4.	円滑な現場導入の支援	12
4.1	現場でのトラブル事例	12
4.1.1	MC 対応型重機への機器の取付方【MC（ブルドーザ）】	12
4.1.2	MC と TS で 3 次元設計データを併用する方法【MC/MG（ブルドーザ）共通】	12
4.2	情報化施工に関する良くある質問（例）	13
4.2.1	適用条件について【MC/MG（ブルドーザ）共通】	13
4.2.2	MC/MG（ブルドーザ）の導入メリット（建設現場）	13
4.2.3	MC/MG（ブルドーザ）の導入メリット（施工者）	13
4.2.4	MC/MG（ブルドーザ）導入メリット（発注者）	13
4.2.5	情報化施工の技術情報	14
4.2.6	MC/MG（ブルドーザ）施工を行う際の要領等	14
4.2.7	MC/MG（ブルドーザ）施工を行う際の要領等	14
4.2.8	MC/MG（ブルドーザ）の導入時の施工精度向上について	14

1. 現場対応集の構成と使い方

「MC/MG(ブルドーザ)技術」は、設計データを搭載したブルドーザにより、丁張りの削減を可能とする技術です。また、MC(ブルドーザ)では、オペレータの複雑な操作無しに高精度な施工を実現可能です。

本技術は施工者が利用する技術であり、本技術の利用に対する要領等の整備はされていません。しかし、品質確保や技術提案で導入されている場合の履行確認の観点から、情報化施工技術の導入や効果を阻害せずに、導入技術の確認や施工状況を把握する方法が必要です。

本書の構成は、下記の施工の流れに沿って、「MC/MG(ブルドーザ)技術」の違いや見分け方、丁張りが無い現場状況下での施工状況の把握、現場での円滑な導入の支援について、留意点と事例で構成しています。



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/MG（ブルドーザ）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/MG(ブルドーザ)を使用する技術提案がありましたが、MC/MG(ブルドーザ)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(排土板の上下)を自動制御します。 □ MC(ブルドーザ)では、走行することにより排土板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、排土板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メーカーについて</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 平成26年度現在、MC/MG(ブルドーザ)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ー製、「ジオサーフ」等のソフトウェアメーカー製のものです。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/MG(ブルドーザ)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/MG(ブルドーザ)システムの機器構成例</p> <p>MC・MG(ブルドーザ)共通</p> <p>基準局(TS・GNSS)</p> <p>TSの場合: ①自動追尾TS, ②座標保管用パソコン, ③データ通信用無線送信アンテナ</p> <p>GNSSの場合: ①GNSSアンテナ, ②GNSS受信機, ③データ通信用無線送信アンテナ</p> <p>※ 最近では、①、②、③を自動追尾式TS本体に内蔵した一体型もあります。</p> <p>MC(ブルドーザ)</p> <p>移動局(施工機械)</p> <p>TSの場合: ④遠隔用全周プリズム, ⑤無線受信機</p> <p>GNSSの場合: ④GNSSアンテナ, ⑤無線受信機</p> <p>TS/GNSS共通: ⑥車載PC, ⑦油圧バルブ、センサ類 ※MC技術ごとに取付ける油圧バルブ、センサ類は異なる。</p> <p>□確認してみましょう!! MCでは、自動制御ボタンを押している間は排土板を操作しなくても、排土板が自動で動きます。</p> <p>※ MCでは、施工機械の油圧バルブを制御する必要があり、油圧バルブの種類(建機の型式、年式)により、システムの接続ができない場合があります。</p> <p>MG(ブルドーザ)</p> <p>移動局(施工機械)</p> <p>TSの場合: ④遠隔用全周プリズム, ⑤無線受信機</p> <p>GNSSの場合: ④GNSSアンテナ, ⑤無線受信機</p> <p>TS/GNSS共通: ⑥車載PC, ⑦センサ類 ※MG/MG技術ごとに取付けるセンサ類は異なる。</p>		
【留意点】	<p>※最近では、MC(ブルドーザ)を路盤整形に利用されることもあります。ブルドーザは、排土板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/MG(ブルドーザ)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/MG(ブルドーザ)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"/> 垂直方向精度は±30～50mm 程度。</p>		
【補足説明】			
<p>※【MC(ブルドーザ)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」、「重機のカタつき」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。 <p>※【MG(ブルドーザ)の施工精度に影響を与える因子】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ オペレータ自らが排土板を操作するシステムであるため、基本は、「オペレータの操作経験」と「オペレータの MG 施工への慣れ」などです。 ・ オペレータは、従来のトンボ丁張り・ポールに変わり、どこの場所でも、操作支援情報を受けられることが可能となるため、「オペレータの MG 施工への慣れ」が大きな因子になると考えます。 ・ 「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」、「重機のカタつき」などの影響を受けます。 			

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 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/MG(ブルドーザ)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/MG(ブルドーザ)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)。 (ただし、無線通信の方式、現場条件により変わります) (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>		
<p>【補足説明】</p> <p>※MC/MG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/MG技術では、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のガタつきや排土板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/MG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/MG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/MG(ブルドーザ)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/MG(ブルドーザ)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 とブルドーザ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

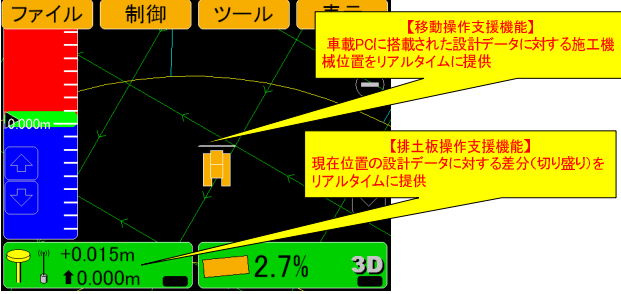
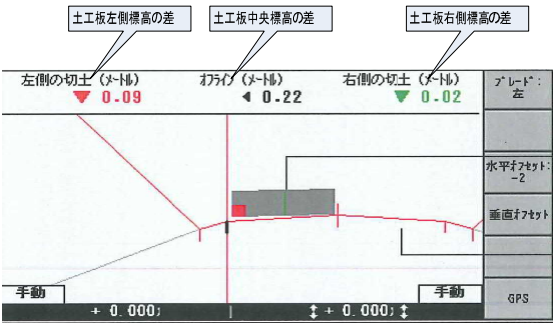
記号	施工計画 ー ②		
質問者分類	発注者	質問種別	測位技術による適用障害
質問:Q	MC/MG(ブルドーザ)で利用する RTK-GNSS が適用できない現場条件はありますか？		
回答:A	<p>RTK-GNSS では、利用可能な衛星が5個以上、かつ RTK-GNSS の基準局からの補正データを受信できる範囲に重機がある必要があります。</p> <p>【衛星が補足できる個数や時間が制限される条件】</p> <p><input type="checkbox"/> 山間部や市街地(高層ビルの中)などの場合。 仰角 30 度以上に利用可能な衛星が5つ以上配置されている必要があります。また、5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/MG(ブルドーザ)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/MG(ブルドーザ)では、RTK-GNSS からブルドーザの間、自動追尾 TS からブルドーザ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/MG(ブルドーザ)とブルドーザの通信は、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 基準局とブルドーザ、TS とブルドーザ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/MG（ブルドーザ）共通】

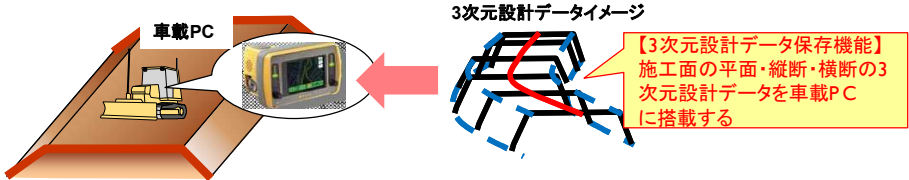
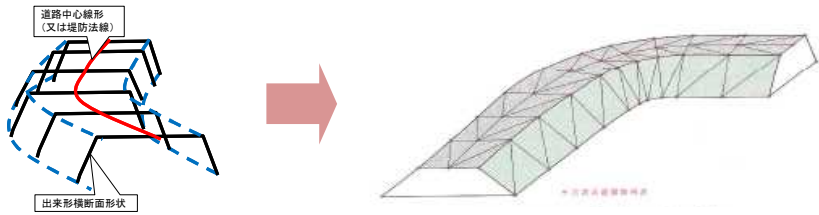
2.2.1 稼働状況の確認方法について

記号	施工段階 ー ①		
質問者分類	発注者	質問種別	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/MG(ブルドーザ)技術が利用されているか現地で確かめる方法はありませんか。		
回答:A	<p>MC(ブルドーザ)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。この表示内容と排土板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> <ul style="list-style-type: none"> □ 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><表示例></p> <ul style="list-style-type: none"> □ 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>【現場で設計データとの差を確認する方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ オペレータ席のモニタには、設計データと排土板の差が表示されています。排土板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><表示例></p> <ul style="list-style-type: none"> □ 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排土板の傾きや、設計高さと排土板高さの差が表示されています(下図では、排土板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、排土板の上下を行うとこの左右の値が変化します。  <p>※ システムの精度については、既知点座標での検測や、出来形管理用 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/MG（ブルドーザ）共通】

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/MG(ブルドーザ)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/MG(ブルドーザ)で使用するMC/MG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(ブルドーザ)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;">  </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、全ての断面変化点が必要となります。 <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;">  </div>		
【補足説明】	<p>※MC/MG(ブルドーザ)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。</p>		

3.1.2 設計データの扱いについて


記号	施工段階 ー ①		
質問者分類	発注者	質問種別	データ作成
質問:Q	3次元設計データについて、TSを用いた出来形管理で利用する基本設計データとの違いはありますか？また、MC/MG(ブルドーザ)用の設計データの作成上の規則はありますか？		
回答:A	<p>①TSを用いた出来形管理で用いる基本設計データの利用について</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> H25年現在においては、TSを用いた出来形管理技術で用いる基本設計データを直接MC/MG(ブルドーザ)システムが読み込む機能は実装されていません。したがって、基本的には、別途作成が必要です。 <input type="checkbox"/> TSを用いた出来形管理は、目的構造物の最終形状を表現していますが、MC/MG(ブルドーザ)は施工途中の敷均し形状(層)を設計データとして利用しています。 <div style="text-align: center;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 3次元設計データには、出来形の検査を対象とした形状と施工途中の丁張りを代替する形状があります。TS出来形は前者の形状を対象としているのに対し、MC/MGでは多くの場合後者のデータが用いられています。 <input type="checkbox"/> MC/MGの3次元設計データは、施工手順や作業の段取りに合わせて用いられるため、最終的な検査対象の3次元形状がそのまま利用できる場面は多くありません。 <div style="text-align: center;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> さらに、施工段階では作業の為に幅方向への余裕(施工時は大きめの敷均しを行い整形作業で削る)などを設定します(データの範囲外にMC/MG機械が達すると制御データ範囲外となりMCやMG機能が作動しない場合がある)。 <div style="text-align: center;"> </div> <p>②MC/MG(ブルドーザ)用設計データ作成上の規則について</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> MC/MG(ブルドーザ)について、設計データの作成ルールはありません。ただし、MC/MG(ブルドーザ)活用とは別に施工結果を確認する施工管理は必ず必要です。 		
【補足説明】			
①TSによる出来形管理にて作成した基本設計データのMC/MG技術での使用について			
<ul style="list-style-type: none"> ・TSによる出来形管理にて作成した基本設計データをそのまま、MC/MG(ブルドーザ)で用いることはできませんが、メーカーによってはMC/MG向けにデータ変換できる場合があります(メーカーのオプション機能)。 			
②MC/MG用の設計データ作成ルールについて			
<ul style="list-style-type: none"> ・路線データ形式やTINによる面データのデータ形式が異なります。 ・上記以外に、余盛りを反映する場合や、施工範囲に余裕を持たせるなど、設計形状がデータ作成者の手順や段取りによって変わります。 			

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/MG (ブルドーザ) 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>【従来と同様の施工管理を行う方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ MC/MG (ブルドーザ) 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。 □ 出来形管理に TS を用いた出来形管理を導入している場合は(10,000m³以上の土工を含む工事では既に一般化)、これの利用により、任意箇所の出来形も容易に確かめられます。 <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/MG (ブルドーザ) 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="display: flex; align-items: center;">  </div> <p style="text-align: center;">※ 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>		
【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/MG (ブルドーザ) 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/MG(ブルドーザ)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/MG(ブルドーザ)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/MG(ブルドーザ)の計測精度や、施工者が行なっているMC/MG(ブルドーザ)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/MG(ブルドーザ)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)。 <p style="text-align: center;">施工精度の簡易確認状況</p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td colspan="4">測定記録 (例)</td> </tr> <tr> <td>1/23</td> <td>$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z =$</td> <td>(10,13,23)</td> <td>判定OK</td> </tr> <tr> <td>1/24</td> <td>$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z =$</td> <td>(13,15,20)</td> <td>判定OK</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			測定記録 (例)				1/23	$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z =$	(10,13,23)	判定OK	1/24	$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z =$	(13,15,20)	判定OK			
測定記録 (例)																							
1/23	$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z =$	(10,13,23)	判定OK																				
1/24	$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z =$	(13,15,20)	判定OK																				
...																							
...																							
【補足説明】	<p>※精度管理についての資料提出は不要ですが、MC/MG(ブルドーザ)では、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のガタつきや排土板の摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。</p> <p>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> <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（ブルドーザ）】

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(ブルドーザ)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ー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い場合)、電磁バルブの仕様について情報化施工機器開発メーカー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(ブルドーザ)技術」では排土板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、製造メーカーの補償対象外となる場合もあります)。 <p>②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ー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】			
【既存機械のMG化について】			
※ MG(ブルドーザ)の場合は、所有の重機に関連機器を外付けすることで比較的容易に可能です。ただし、センサを設置するための架台等の溶接などが必要となる場合もあります。			

4.1.2 MC と TS で 3 次元設計データを併用する方法【MC/MG（ブルドーザ）共通】

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。ただし、この場合でも、基本設計データを 3 次元設計データに変換できるソフトウェアは多くありません(平成 25 年度末時点)。 ・ 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/MG（ブルドーザ）共通】

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/MG(ブルドーザ)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/MG(ブルドーザ)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/MG（ブルドーザ）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/MG(ブルドーザ)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/MG(ブルドーザ)では3次元設計データを使用します。 ・ このため、MC(ブルドーザ)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次元設計データとおりの効率的な施工が可能となります。 ・ 一方、MG(ブルドーザ)では、施工上では丁張りや検測を必要とせずに、施工範囲の全ての位置で3次元設計データとの標高差が得られるため、従来よりも密にオペレータへ提供されます。 ・ MC/MG(ブルドーザ)ともに、丁張り設置や検測作業が削減されるため、MC/MG(ブルドーザ)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/MG（ブルドーザ）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/MG(ブルドーザ)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/MG(ブルドーザ)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/MG(ブルドーザ)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 MC/MG（ブルドーザ）導入メリット（発注者）

記号	質問 ー ③		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC/MG(ブルドーザ)を導入することによる発注者のメリットは何ですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC/MG(ブルドーザ)では、3次元設計データを利用し、従来の管理断面以外でも高精度な施工を容易に実現できます。 ・ 敷均し工の精度向上(バラつき削減)が、盛土の品質向上にどの程度寄与するのかは今後の研究課題ですが、熟練オペレータが減少する昨今の状況において、従来と同等以上の施工品質を容易に確保できる技術と考えます。 ・ また、将来的には施工の効率化が積算に反映されることとなり、工期の短縮やコスト削減にも寄与すると考えられています。 		

4.2.5 情報化施工の技術情報

記号	質問	－	④
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	<p>・ 情報化施工技術は日々進歩しています。</p> <p>・ 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。</p> <p>(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。</p> <p>国土交通省: http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000017.html</p> <p>近畿地方整備局: http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/sekou/jyohoka_index.htm</p> <p>国土技術政策総合研究所: http://www.nilim.go.jp/ts/index.html</p>		

4.2.6 MC/MG (ブルドーザ) 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/MG (ブルドーザ) 施工を行う際に、準拠する要領等はあるのですか。		
回答:A	<p>・ MC/MG(ブルドーザ)に関わる施工管理要領等は策定されていません(平成 25 年度末現在)。</p> <p>・ 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。</p>		

4.2.7 MC/MG (ブルドーザ) 施工を行う際の要領等

記号	質問	－	⑥
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC/MG 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	<p>・ MC/MG(ブルドーザ)に関わる監督・検査要領等は策定されていません(平成 25 年度末現在)。</p> <p>・ 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。</p>		

4.2.8 MC/MG (ブルドーザ) の導入時の施工精度向上について

記号	質問	－	⑦
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	技術提案で MC/MG(ブルドーザ) 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	<p>・ MC(ブルドーザ)では、3次元設計データおりの排土板高さ、勾配での施工を行います。ただし、盛土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(ブルドーザ)を導入するだけでは精度向上は実現するとは言い切れません。</p> <p>・ また、MG(ブルドーザ)では、3次元設計データに従った排土板の標高差を常時オペレータへ提供します。排土板の操作はオペレータが行いますので、MG(ブルドーザ)を導入するだけでは精度向上は実現するとは言い切れません。</p> <p>・ 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。</p>		