

マシンコントロールグレーダの  
現場対応集  
[施工者向け]

平成30年2月

## はじめに

国土交通省では、平成 25 年度より 10,000m<sup>3</sup>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) (10,000m<sup>3</sup> 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

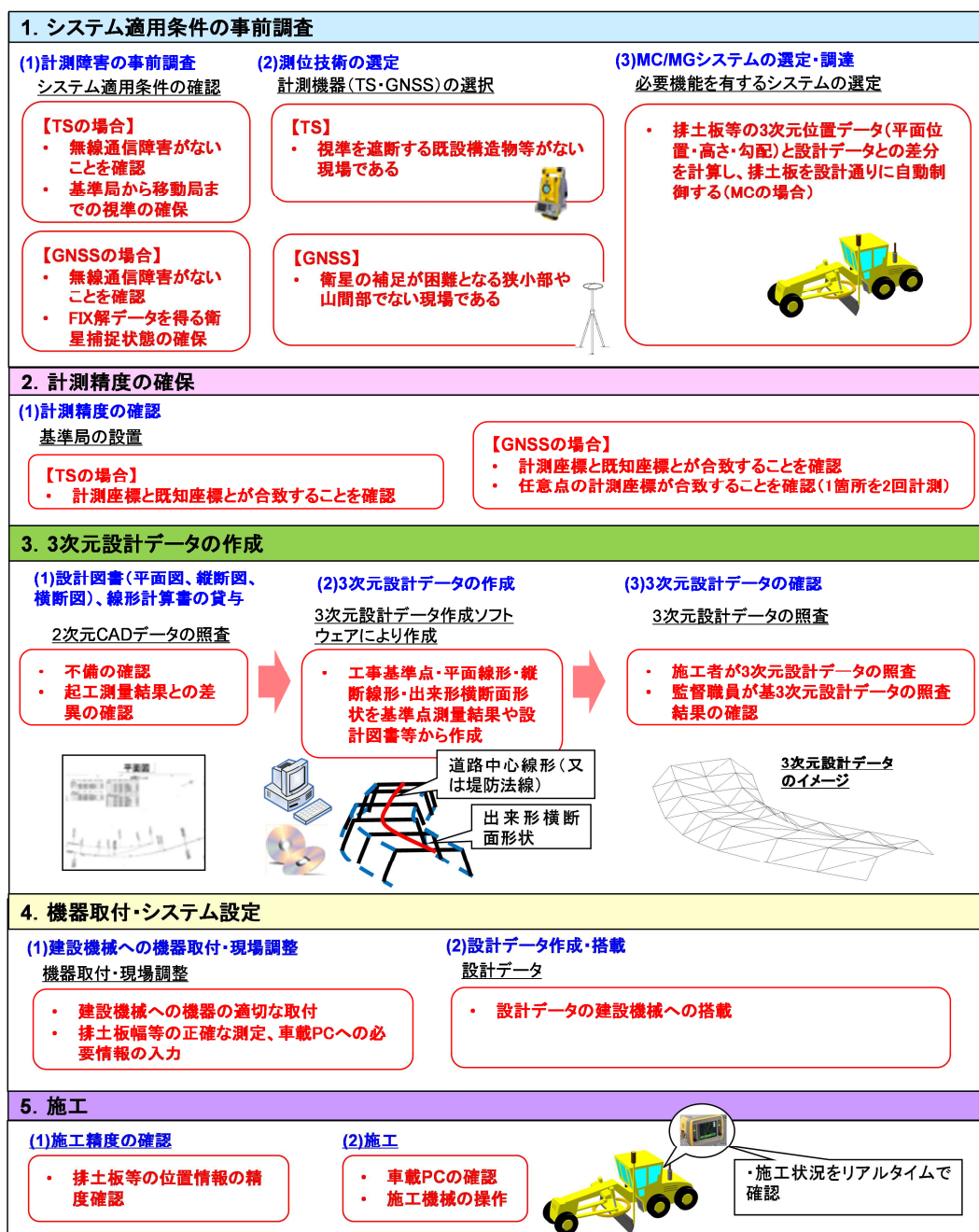
1.	現場対応集の構成と使い方	1
2.	MC (モータグレーダ) 適用条件の事前調査	2
2.1	MC (モータグレーダ) の選定	2
2.1.1	システムの種類【MC (モータグレーダ)】	2
2.1.2	計測機器の選定【MC (モータグレーダ)】	4
2.1.3	通信機器の選定【MC (モータグレーダ)】	5
2.2	調達	6
2.2.1	必要な機器構成【MC (モータグレーダ)】	6
2.2.2	必要な重機【MC (モータグレーダ)】	7
2.2.3	異なる開発会社の組合せ【MC (モータグレーダ)】	7
2.2.4	利用期間【MC (モータグレーダ)】	8
3.	計測精度確保	9
3.1	性能	9
3.1.1	性能【MC (モータグレーダ)】	9
3.2	性能の証明【MC (モータグレーダ)】	10
3.3	施工精度【MC (モータグレーダ)】	11
3.3.1	施工時の精度確認	11
3.3.2	計測距離の制限	12
4.	3次元設計データの作成【MC (モータグレーダ)】	13
4.1	データの構成	13
4.1.1	データの種類	13
4.1.2	データの変換	14
4.1.3	データ作成に必要なソフトウェア	15
4.2	データの作成例【MC (モータグレーダ)】	16
4.2.1	線形構造物以外でのデータ作成	16
5.	必要な機器取り付け・初期設定	17
5.1	機器設置【MC (モータグレーダ)】	17
5.2	キャリブレーション【MC (モータグレーダ)】	18
6.	施工	19
6.1	施工および施工管理【MC (モータグレーダ)】	19
6.1.1	記載内容	19
6.1.2	施工管理計画	19
6.1.3	MC (モータグレーダ) 施工を想定した計画	19
6.2	施工中のトラブル	20
6.2.1	自動制御のトラブル【MC (モータグレーダ)】	20
6.2.2	データ作成範囲の設定ミス【MC (モータグレーダ)】	20
6.2.3	計測機器設置のトラブル【MC (モータグレーダ)】	21
6.2.4	RTK-GNSS の利用上の留意点【MC (モータグレーダ)】	22

## 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. MC（モータグレーダ）適用条件の事前調査

2.1 MC（モータグレーダ）の選定

2.1.1 システムの種類【MC（モータグレーダ）】

記号	事前調査 ー ①		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	「MC(モータグレーダ)技術」のシステムを選定する際のポイントはどこ？		
回答:A	<p>・「MC(モータグレーダ)技術」は、主に不陸整形や路盤整形工に利用されます。仕上がりに要求される施工精度が高いため、以下に示す高精度な計測装置が用いられています。</p> <p>・それぞれに、次のような特徴があるので主に利用機械の台数や、既に導入されている機器(TS や RTK-GNSS)の活用を念頭に機器を選択します。</p> <p>※ いずれの測量機器でも、設計データの入力方法に差はありません。</p> <p>※ いずれの測量機器でも、機器の設置や重機側のキャリブレーション作業に差はありません。</p> <p><b>【自動追尾式 TS】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 自動追尾式 TS は、TS1 台につき、1 台の MC(モータグレーダ)の追尾・計測が可能です。</li> <li>□ TS から追尾可能な計測範囲は、自動追尾 TS から移動局となるモータグレーダのプリズムを遮らない範囲で、自動追尾式 TS から数百メートル程度の範囲で計測が可能です。</li> <li>□ 自動追尾式 TS には、MC 専用の機種と、TS 出来形管理等の MC 以外の利用も可能な機種が存在しています。</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>【RTK-GNSS 仕様】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ RTK-GNSS の場合は、RTK-GNSS の基準局1台につき、複数台の MC(モータグレーダ)の計測が可能です。</li> <li>□ RTK-GNSS は平面位置の計測、高さ計測を行うシステムです。</li> <li>□ RTK-GNSS の基準局は、「MC(モータグレーダ)技術」以外に「MC/MG(ブルドーザ)技術」、「TS・GNSS による締固め管理技術」や、自主的な「GNSS を用いた出来形・出来高管理」にも活用が可能です(ただし、それぞれの移動局側システムは別途必要です)。</li> <li>□ 高さ精度が必要な場合は、レーザーレベル等高さ精度補完装置を利用できる場合もあります。</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>【レーザーによる高さ計測装置付きの RTK-GNSS(商品名の例:mmGPS)】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ レーザによる高さ計測装置付きの RTK-GNSS の場合は、RTK-GNSS の基準局 1 台とレーザー基準局1台につき、複数台の MC(モータグレーダ)の計測が可能です。</li> <li>□ RTK-GNSS は平面位置の計測、レーザー計測により高さ計測を行うシステムです。したがって、高さ計測では、レーザー基準局から移動局となるグレーダのプリズムを遮らない範囲で、自動追尾 TS から数百メートル程度の範囲で計測が可能です。</li> <li>□ RTK-GNSS の基準局は、MC 以外に締固め管理、自主的な出来形・高管理にも活用が可能です(ただし、それぞれの移動局側システムは別途必要です)。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>+</p> <p>レーザーによる 精度補完機能</p> <p>高精度を自動追尾 TS並に向上させる 装置</p> </div> </div>		

**【補足説明】**

- ※ RTK-GNSS の高さの計測値は±30～50mm 程度の幅で不連続に変動しています。利用目的として管理したい精度と比較して十分な計測精度と判断できる場合は、RTK-GNSS のみでも利用可能です。
- ※ 自動追尾 TS では高さの計測値は±10mm 程度です。
- ※ 「MC(モータグレーダ)技術」の導入だけで施工精度の向上や安定に繋がる訳ではありません。「MC(モータグレーダ)技術」はこの効果が得られる技術ではあるので、適切に機器・センサを管理した上で利用することが重要であり、仕上がり精度の確認は必須の項目です。
- ※ 高精度な測量機器を選択しても、仕上げをどの程度まで実施するかによって施工精度は変化します。ただし、計測精度にセンサの誤差、施工誤差があるため、計測精度以上の仕上がり精度にはなりません。
- ※ MC(モータグレーダ)は油圧バルブの制御を行うため、油圧バルブとシステムの接続が必要です。機種によっては対応していない場合もあるので、実施前にメーカーに確認することをお奨めします。

## 2.1.2 計測機器の選定【MC（モータグレーダ）】

記号	事前調査 ー ②		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	自動追尾式 TS や RTK-GNSS が適用できない現場条件はありますか？		
回答:A	<p>①自動追尾式 TS の適用が難しい現場条件について</p> <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)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><b>【レーザが遮断される条件】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><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)。</li> <li><input type="checkbox"/> ダンプ等が通行し、レーザを遮断する。</li> </ul> <p><b>【自動追尾式 TS の正確な計測ができない条件】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><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。</li> <li><input type="checkbox"/> 橋梁の梁上などの揺れがある場所。</li> <li><input type="checkbox"/> 凍上などで利用する基準点に変位が起こる場所。</li> </ul> <p>②RTK-GNSS の適用が難しい現場条件について</p> <p>RTK-GNSS は、測位衛星からの電波と地上の基準局からの電波を受信することで高精度な測位を行います。したがって、測位衛星からの電波および地上の基準局からの電波が受信できない場合には高精度な測位ができなくなります。また、RTK-GNSS では、移動局および基準局で同時に5つ以上の測位衛星を必要とします。</p> <p><b>【測位衛星からの電波が遮断される条件】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 移動局および基準局の上空が開けていない、山間地の谷間、高層ビル街(測位衛星が安定して5個以上補足できない。連続した計測ができない)。</li> <li><input type="checkbox"/> 衛星が5個以上補足できているが、測位衛星の配置が悪い(例えば、北側に山やビルなどがあり、全ての衛星が南側に偏っている)。</li> <li><input type="checkbox"/> 周辺に電波を反射する高い壁等がある(衛星の電波が反射され、計測が不安定)。</li> </ul> <p><b>【基準局からの電波が遮断される条件】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 違法無線などの高出力な無線が発信されている。</li> <li><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。</li> <li><input type="checkbox"/> 高圧電線や変電所周辺。</li> <li><input type="checkbox"/> 障害物などで無線通信が遮断されている。</li> <li><input type="checkbox"/> 空港や航空基地周辺。</li> </ul>		
	<p><b>【留意点】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 無線の状況を分析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の確認を行うことをお勧めします。</li> <li>※ また、計測が安定している間に施工上の目安を簡易に設置(丁張りを代用する目印)することで、システムのトラブル時でも円滑な作業を行うことが可能です。</li> <li>※ VRS 方式でも基本的な事項は RTK と同様です。</li> </ul>		

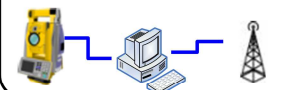


### 2.1.3 通信機器の選定【MC（モータグレーダ）】

記号	事前調査 ー ③		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	「MC(モータグレーダ)技術」が上手く稼働しない条件はありますか？		
回答:A	<p>・「MC(モータグレーダ)技術」ではRTK-GNSS基地局からモータグレーダの間、もしくは自動追尾TSからMC(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RTK-GNSS基地局間の通信は、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です。このため、使用にあたっては、周辺環境の調査が重要となります。</p> <p><b>【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】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 違法無線などの高出力な無線が発信されている。</li> <li><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。</li> <li><input type="checkbox"/> 高圧電線や変電所周辺。</li> <li><input type="checkbox"/> 障害物などで無線通信が遮断されている。</li> <li><input type="checkbox"/> 空港や航空基地周辺。</li> </ul> <p><b>【通信障害の確認方法】</b></p> <p>無線の状況を分析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の確認を行うことをお奨めします。</p> <p><b>【無線通信障害発生時の対応例】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 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。</li> <li>※ 無線通信は、距離は離れると急激に出力が減衰します。無線障害をなくす方法として、RTK-GNSS基準局とMC(モータグレーダ)間、もしくは自動追尾TSとMC(モータグレーダ)間の距離を短くすることで対応できる場合もあります。</li> </ul>		
<b>【留意点】</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※ 利用する無線の通信可能距離について、システムの調達段階でメーカーなどに良く確認しておきましょう。</li> <li>※ また、可能な場合は、現場の無線通信状況を事前に確認しておくことをお奨めします。</li> </ul>		



## 2.2 調達

### 2.2.1 必要な機器構成【MC（モータグレーダ）】

記号	調達	—	①
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	「MC(モータグレーダ)技術」に必要な機器構成を教えてください。		
回答:A	<p>・ 自動追尾式 TS を利用する場合と RTK-GNSS を使う場合で、基準局側の構成が異なりますが、移動局(モータグレーダ)側の構成は、GNSSアンテナとプリズムの違い以外に大きな違いはありません。</p> <p>・ RTK-GNSS の方式の一つとして VRS 方式が利用できます。基準局の代わりに、携帯電話を通じて基準局相当の電波を受信する方式です(契約料と通信料がかかります)。</p> <p>・ 重機側の油圧を制御するために電磁バルブとの接続が必要となります。利用する重機が MC 制御に対応した油圧バルブを搭載しているかどうか、メーカーに確認が必要です。対応していない場合は、新たにバルブの改造などが必要になります(高額となる場合があります)。</p> <p>【MC システムの機器構成例】</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>MCシステムの機器構成(TSの例)</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>基準局(TS)</b></p> <p style="text-align: center;">TSの場合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①自動追尾TS</li> <li>②座標変換用パソコン</li> <li>③データ通信用無線送信アンテナ</li> </ul>  </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>移動局(施工機械)</b></p> <p style="text-align: center;">TSの場合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>④追尾用全周プリズム</li> <li>⑤無線受信機</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>⑥車載PC</li> <li>⑦バルブ、センサ類</li> <li>※ MC技術ごとに取付けるバルブ、センサ類は異なる。</li> </ul> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">【TSを用いる場合の精度】 ・垂直方向で±5～15mm程度 (TSと建設機械との距離による)</p> </div> </div> </div> <p>※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>※ 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 style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>MCシステムの機器構成(GNSSの例)</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <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="margin: 0 10px;">+</div> <div style="text-align: center;"> <p>レーザーによる 精度補完機能</p> <p>高精度を自動追尾 TS並に向上させる 装置</p> </div> </div> <p>※ 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> <p>【システムの供給メーカーについて】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 平成 29 年度現在、「MC(モータグレーダ)技術」として市販されているシステムは、トプコン、ニコン・トリンプル、ライカジオシステムズ等の計測機器メーカーや代理店の他、建設機械メーカーがセンサ等を標準搭載したものを販売しています。</li> <li>※ レンタルでは、西尾レントオール、アクティオ、ニッケン、カナモト、などの主要なレンタル会社でも扱っています。</li> <li>※ VRS 方式では、現場の基準局は不要ですが、補正情報の配信契約と通信料が発生します。基準局のレンタル費と、VRS 方式での通信費や契約費を比較してみると良いでしょう。最近では定額の通信サービスや複数台への配信などのオプションが設定されています。詳細はメーカーに問い合わせてください。</li> </ul>		

### 2.2.2 必要な重機【MC（モータグレーダ）】

記号	調達 ー ②		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	システムと重機を別々に調達しても問題ありませんか？		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ MC を構成する各種機器・センサは、モータグレーダに後付けすることが可能です。このため、重機とシステムを別々に調達することも可能です(保有重機を含む)。ただし、以下の留意点があります。 <ul style="list-style-type: none"> <li>□ プリズムやアンテナを装着するマストなどを装着する必要があり、重機にこれらの装置を取り付けるための治具(台座)を溶接する必要があります。</li> <li>□ MC システムでは、重機本体の油圧を自動制御します。重機の油圧制御とシステムのマッチングが必要になるため、MC システムに対応しているかどうかは重機メーカーおよびシステムメーカーに確認が必要です。</li> <li>□ MC システムに対応していないバルブを搭載しているモータグレーダの場合は、新たにバルブの改造などが必要になります(高額となる場合があります)。</li> </ul> </li> </ul>		
<b>【留意点】</b> ※ MC システムに対応している油圧バルブを搭載しているモータグレーダを所有(手配)している場合は、MG システムとのケーブルを接続するだけで MC システムに変更可能です。			

### 2.2.3 異なる開発会社の組合せ【MC（モータグレーダ）】

記号	調達 ー ③		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	他社システムとの組み合わせは可能ですか？		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動追尾式 TS の応答性、制御のなめらかさなど開発各社の技術開発競争が進められており、現状では、他社システムとの組み合わせは補償されていません。</li> <li>・ ただし、センサを設置するための治具などは、ボルトの位置や径が合致すれば転用が可能です。</li> </ul>		
<b>【留意点】</b> ※ 同一メーカーのシステムでも、バージョンなどによってシステム間に互換性がない場合もありますので、システム提供メーカーに確認することをお奨めします。			

#### 2.2.4 利用期間【MC（モータグレーダ）】

記号	調達 ー ④		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	システムの導入までの準備期間はどの程度ですか		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ システムに必要なセンサ類を装着する治具が設置されていない場合は、工場での溶接作業等が必要です。</li> <li>・ 上記の準備が済み、MC システムの手配が完了すれば、MC システムの搭載可能なモータグレーダにセンサ類を装着に要する時間は、0.5～1 日程度で設置可能です(トラブルや不具合の発生が無い場合)。</li> <li>・ データの搭載や試運転調整、操作の慣れを考慮すると、準備期間として 2～3 日程度の余裕を見込んでおくことをお奨めします。</li> </ul>		
<b>【留意点】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 油圧システムとのマッチングの調整は 1 時間程度です(トラブルがない場合)。</li> <li>※ 利用する重機が、過去に改造されていたりすると接続できない場合があります。</li> <li>※ システムの試運転などを行うために、事前に試運転用の設計データを準備しておくことをお奨めします。</li> </ul>			

### 3. 計測精度確保

#### 3.1 性能

##### 3.1.1 性能【MC（モータグレーダ）】

記号	精度確保 ー ①																																		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識																																
質問:Q	利用する測位システムで、どの程度の施工精度が確保できますか？																																		
回答:A	<p><b>【施工精度からの測位技術の選定ポイント】</b></p> <p>①RTK-GNSS を用いる場合の精度について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 垂直方向精度は±30～50mm 程度とされています。RTK-GNSS では、衛星数が増えることで測位の安定性向上が期待できますが、精度が向上する訳ではありません。</li> <li><input type="checkbox"/> RTK-GNSS では、利用する衛星の配置状況によっても測位の安定性は変化します(衛星の配置状況を確認する指標に DOP 値があります。DOP 値は小さい方が衛星の配置が良い状態を指します)。</li> <li><input type="checkbox"/> 「MC(モータグレーダ)技術」は測位技術の計測結果に基づいて制御を実施しており、測位技術の精度以上の施工精度は実現しません。要求精度に応じた測位技術の選定が重要です。</li> </ul> <p>②VRS 方式の活用について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> RTK-GNSS の方式の一つとして VRS 方式が利用できます。基準局の代わりに、携帯電話を通じて基準局相当の電波を受信する方式です(契約料と通信料がかかります)。</li> <li><input type="checkbox"/> 計測精度は RTK-GNSS と同等です。携帯電話などの電波状況により計測の可否が変化します。</li> </ul> <p>③自動追尾 TS を用いる場合の精度について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> TS 本体の計測精度は、測角精度は2秒～10 秒程度が多い。</li> <li><input type="checkbox"/> このことから、TS の場合は、計測距離の増加にともない計測誤差が大きくなることに注意。</li> <li><input type="checkbox"/> 自動追尾式 TS では TS から重機までの距離が 300m 程度まで計測が可能とされています。しかし、下記のような距離による誤差が含まれるため、活用の範囲を検討することが重要です。</li> </ul> <div style="text-align: center;"> <table border="1"> <caption>角度精度と高さ精度の関係</caption> <thead> <tr> <th>計測距離 (m)</th> <th>測角精度: 2" (mm)</th> <th>測角精度: 5" (mm)</th> <th>測角精度: 10" (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>0.5</td> <td>1.5</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>1.0</td> <td>3.0</td> <td>6.0</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>1.5</td> <td>4.5</td> <td>9.0</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>2.0</td> <td>6.0</td> <td>12.0</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>2.5</td> <td>7.5</td> <td>15.0</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>3.0</td> <td>9.0</td> <td>18.0</td> </tr> </tbody> </table> </div>			計測距離 (m)	測角精度: 2" (mm)	測角精度: 5" (mm)	測角精度: 10" (mm)	0	0	0	0	50	0.5	1.5	3.0	100	1.0	3.0	6.0	150	1.5	4.5	9.0	200	2.0	6.0	12.0	250	2.5	7.5	15.0	300	3.0	9.0	18.0
計測距離 (m)	測角精度: 2" (mm)	測角精度: 5" (mm)	測角精度: 10" (mm)																																
0	0	0	0																																
50	0.5	1.5	3.0																																
100	1.0	3.0	6.0																																
150	1.5	4.5	9.0																																
200	2.0	6.0	12.0																																
250	2.5	7.5	15.0																																
300	3.0	9.0	18.0																																
【留意点】	<ul style="list-style-type: none"> <li>※ 利用する測位技術が要求する施工精度に十分か吟味して選定してください。</li> <li>※ 利用する測位技術の精度が高くても、施工上の管理方法次第で高精度な施工が実現するか左右されます。</li> </ul>																																		

### 3.2 性能の証明【MC（モータグレーダ）】

記号	精度確保 ー ②		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	MCの利用にあたって、システムの精度を証明する資料等の提出は必要ですか？		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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、ブレードの摩耗・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、施工精度を確認することをお奨めします。</li> </ul> <p>★3.3.1 参照</p>		
【留意点】			

### 3.3 施工精度【MC（モータグレーダ）】

#### 3.3.1 施工時の精度確認

記号	精度確保 ー ③		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	MCの精度を確認する簡単な方法はありませんか？		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>MCの活用においては、始業前などに既存の丁張りや検測用の基準点を設けて確認します（確認例①）。</li> <li>オペレータモニタ上に表示されるブレード刃先の座標データと同位置で取得したTSでの計測結果を比較する方法などがあります（確認例②）。</li> </ul> <p>確認例① 基準点でチェックする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;"><b>位置精度の確認</b></p> <p>・TSの他にも、既設の丁張りと確認する方法や、確認用の基準点（コンクリート上に目印）を設置しておく方法もある。</p> </div> <p>確認例② TSでチェックする。</p>		
【留意点】			

### 3.3.2 計測距離の制限

記号	精度確保 ー ④		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	MC の利用にあたって、自動追尾 TS からの計測距離に制限はありますか？		
回答:A	・ MC の活用において、計測距離の制限はありません。ただし、施工結果の精度については、MC の導入とは関係なく施工管理を実施して精度を確認してください。		
<b>【留意点】</b> ※ MC の導入による施工結果の精度確認(施工管理)の頻度低減などはありません。施工管理に TS を用いた出来形管理も利用することが可能です。 ※ 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管理も適用できます。			

## 4. 3次元設計データの作成【MC（モータグレーダ）】

### 4.1 データの構成

#### 4.1.1 データの種類

記号	データ作成 ー ①		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	3次元設計データには、路線ファイル、TIN ファイルなどがあります。これらの違いを教えてください。		
回答:A	<p>・「路線ファイル」は中心線と横断形状の組み合わせで表現した形状です。</p> <p>・駐車場、広場、飛行場等の面的な形に対する施工管理が求められる舗装工事では、線形情報ではなく、高さや水勾配のコントロールポイントを抽出して作成するTINファイルを利用することが有利な場合があります。</p> <p>【路線ファイル、TIN ファイルのイメージ】</p> <p><input type="checkbox"/> <u>路線ファイルイメージ</u></p> <div data-bbox="702 757 1077 1108" data-label="Image"> <p>道路中心線形 (又は堤防法線)</p> <p>出来形横断面形状</p> </div> <p><input type="checkbox"/> <u>TIN ファイルイメージ</u></p> <div data-bbox="475 1227 1337 1550" data-label="Image"> </div> <p>※出典： 情報化施工の実務(一般社団法人 日本建設機械施工協会)</p>		
【補足説明】	<p>※ TS による出来形管理にて作成した基本設計データの MC 技術での使用について</p> <p>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 技術で用いることは通常はできませんが、「基本設計データ作成ソフトウェア」によっては、3次元設計データの作成が容易となるデータ変換が可能な場合があります。詳細は、「基本設計データ作成ソフトウェア」及び「3次元設計データ(MC 用設計データ)作成ソフトウェア(あるいは変換ソフトウェア)」の入出力可能なファイルを参照してください。</p>		



#### 4.1.2 データの変換

記号	データ作成 ②		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	路線データから TIN ファイルへ変換する手順を教えてください。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 路線データと横断面データから TIN データの頂点となる3次元座標を算出し、これをソフトウェアに読み込むことで作成します。</li> <li>・ 具体的な作成方法は、設計図書等の状況(紙媒体、2次元 CAD データ、3次元 CAD データ)や各メーカーのソフトウェアにより異なります。</li> <li>・ ソフトウェアの操作方法の習得にあたっては、機器メーカーやリース・レンタル会社にて実施しているセミナーへの参加やデータ作成指導等のサービスを利用することを推奨します。</li> </ul> <p>【TIN ファイルの作成手順とイメージ】</p> <p>※出典： 情報化施工の実務(一般社団法人 日本建設機械施工協会)</p>		
【補足説明】			

#### 4.1.3 データ作成に必要なソフトウェア

記号	データ作成 ー ③		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	3次元設計データ作成に必要なソフトウェアを教えてください。専用のソフトウェアが必要ですか？		
回答:A	<p>・ 現状では、各社のシステムで最終的に読み込むデータフォーマットが異なっており、MC/MG システムに付属するソフトウェア上で専用のデータに変換して利用しています。</p> <p>・ また、3次元座標データ、3D 面データにおいても、出力・入力可能なフォーマットが個別にあるので、専用のソフトウェア以外を利用する場合でも互いの互換性を確認しておく必要があります。</p> <p><b>【MC 用のデータ作成の流れの例】</b></p> <p>現状は、2次元の設計図面から必要なデータを抽出し、3DCAD や測量計算ソフトで3次元座標を算出した後に MC 用の付属ソフトウェアにデータを移して MC 用データとする場合や路線データから MC 用の付属ソフトウェアでデータを作成します。</p> <p>この他にも、汎用の 2DCAD から平面座標と高さを個別に算出して、MC 用の付属ソフトウェアに入力する方法等もあります。</p> <div style="text-align: center;"> <p>①要素データ(スケルトン)を入力し、面データの頂点座標(x,y,z)を算出</p> <p>②面データの頂点座標(x,y,z)を入力して面データを構築</p> <p>③面データをMC用データに変換、MCへ搭載</p> <p>路線データ → 3D座標データ → 3D面データ → MC用データ</p> <p>2DCADソフト(汎用) → MC用の付属ソフトウェア → 3DCADソフト(道路設計) → 測量計算ソフト</p> </div>		
【留意点】	<p>※ 各社のシステム(付属ソフトウェアを含む)については、市場のニーズによる技術改良が日進月歩で実施されており、詳細については利用するシステムメーカーに確認してください。</p>		



## 4.2 データの作成例【MC（モータグレーダ）】

### 4.2.1 線形構造物以外でのデータ作成

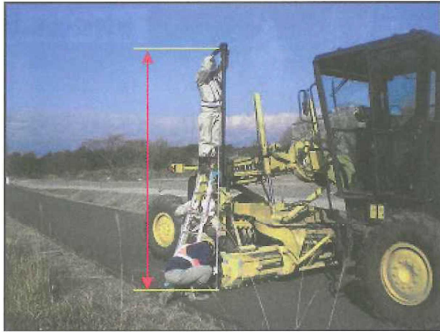
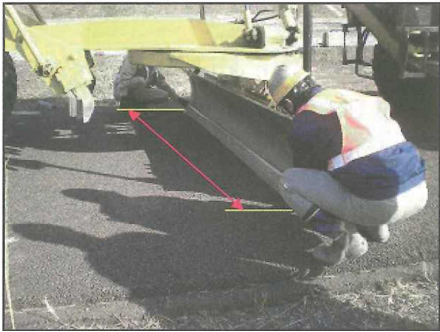
記号	データ作成 ー ⑥		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	既に周辺に構造物が設置されており、これに合わせた施工が必要な場合の設計データを作成する方法を教えてください。		
回答:A	<p>・ 擦りつけが必要な構造物の位置を TS 等により3次元計測し、これを元に設計データを作成することができます。</p> <p>The image shows a three-step process for data creation. Step 1, '現場擦りつけ位置の確認' (Confirmation of site location), shows a 3D model of a rectangular structure with a green grid overlaid. Step 2, '現場擦りつけ位置の測量' (Measurement of site location), shows the same structure with a yellow dashed line indicating a measurement point and a data label: <math>x=26.131</math>, <math>y=20.575</math>, <math>z=0.124</math>. Step 3, '設計データの作成' (Design data creation), shows a 3D model with a green wireframe structure and several data labels: <math>x=13.030</math>, <math>y=20.250</math>, <math>z=0.000</math>; <math>x=0.174</math>, <math>y=0.101</math>, <math>z=0.000</math>; <math>x=0.000</math>, <math>y=0.000</math>, <math>z=0.000</math>; <math>x=10.004</math>, <math>y=17.000</math>, <math>z=0.000</math>; <math>x=10.004</math>, <math>y=3.004</math>, <math>z=0.000</math>; <math>x=1.000</math>, <math>y=10.000</math>, <math>z=0.000</math>; <math>x=1.000</math>, <math>y=10.000</math>, <math>z=0.000</math>; <math>x=1.000</math>, <math>y=10.000</math>, <math>z=0.000</math>; <math>x=1.000</math>, <math>y=10.000</math>, <math>z=0.000</math>.</p>		
【留意点】			

## 5. 必要な機器取り付け・初期設定

### 5.1 機器設置【MC（モータグレーダ）】

記号	機器設置 ー ①		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	建設機械への機器の取付け方を教えてください。		
回答:A	<p>・最初にMC(モータグレーダ)システムの構成機器を建設機械に取付けます。その後、重機の機種やセンサ類の設置位置(マストの高さや機械幅等)を入力し、最後にセンサのキャリブレーションと油圧制御の調整を行います。</p> <p>※機器等が取付済みの施工機械を購入またはリース・レンタルする場合は、機械の種類や機械の幅等の初期値の入力が実施済みの場合が多いです。</p> <p>【機器取付の内容】</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>機器取付の流れ</b></p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">工場等での事前取付</div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">現場での取付</div> </div> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>・ 排土板を制御するバルブ</p> <p>・ センサ類</p> <p>・ 各機器を接続するケーブル</p> <p>・ コントロールボックスはポール等の建設機械への取付のためのブラケット(取付用台座)</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>【車内への機器取付け】</p> <p>・ 車載PC(コントロールボックス)</p> <p>※ケーブルでバルブ、センサ類と接続する</p> <p>・ 無線受信器</p> <p>※ケーブルで車載PCと接続する</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【車外への機器取付け】</p> <p>・ 全周プリズム(ポール付き)(TSの場合)</p> <p>・ GNSSアンテナ(GNSSの場合)</p> </div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>車内への機器取付状況</b></p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>車外への機器取付状況</b></p>  </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">※ 機器メーカーやリース・レンタル会社では、機器購入者、リース・レンタル者を対象に有償又は無償で機器取付、キャリブレーション等を実施している。</p>		
【補足説明】	<p>※ 実施手順の詳細は、各開発メーカーのマニュアルで確認してください。</p>		

## 5.2 キャリブレーション【MC（モータグレーダ）】

記号	機器設置 ー ③		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	<p>施工中にセンサが緩んでいたため締め直したため、再度キャリブレーションを行いたいのですが、キャリブレーションの流れを教えてください。</p>		
回答:A	<p>・機器取付後、ブレード幅等の測定、各センサの設定を実施し、必要情報を車載PCへ入力する。</p> <p>【キャリブレーションの内容】</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>キャリブレーションの流れ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">建設機械の寸法測定</div> <p>↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">車載PCの設定</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 200px;"> <p>・全周プリズム又はGNSSアンテナ中心から排土板等下端・排土板の幅(ブルドーザ)を測定</p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>全周プリズム中心から排土板下端の測定状況</p>  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>排土板幅の測定状況</p>  </div> </div> <p>※ 機器メーカーやリース・レンタル会社では、機器購入者、リース・レンタル者を対象に有償又は無償で機器取付、キャリブレーション等を実施している。</p> </div>		
【補足説明】	<p>※ 実施手順の詳細は、各開発メーカーのマニュアルで確認してください。</p>		

## 6. 施工

### 6.1 施工および施工管理【MC（モータグレーダ）】

#### 6.1.1 記載内容

記号	計画 ①		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	「MC(モータグレーダ)技術」を用いた施工を技術提案に盛り込んでおり、MC 施工を施工計画書に記載したいと考えています。どの程度の記載が必要ですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施工計画書に使用するシステムのメーカ、型番、構成機器等を記載し、使用するシステムの機能および精度が確認できる資料(メーカパンフレット等)を添付することをお奨めします。</li> <li>・ 施工計画書には、技術提案事項に対応した技術、あるいは機能であることが解るような内容を記載すると良いでしょう。</li> </ul>		
【補足説明】			
※ [施工計画書への記載事項等] (1)「土木工事共通仕様書 1-1-4 施工計画書」の規定に基づき、使用する施工機械に関する情報を記載してください。			

#### 6.1.2 施工管理計画

記号	施工 ①		
質問者分類	利用者	質問種別	基礎知識
質問:Q	MC(モータグレーダ)を用いた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"> <li>・ MC を対象とした施工管理要領、監督・検査要領等は策定されていません。</li> <li>・ 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。</li> </ul>		
【補足説明】			
※ MC の導入による施工結果の精度確認(施工管理)の頻度低減などは関係がありません。施工管理に TS を用いた出来形管理も利用することが可能です。			
※ 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出来形管理(面的管理)も適用可能です。			

#### 6.1.3 MC（モータグレーダ）施工を想定した計画

記号	施工 ②		
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	MC(モータグレーダ)の能力を最大限に発揮するための留意点はありますか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ MC(モータグレーダ)施工では、従来の検測作業の繰り返しを低減し、作業のスピードを向上させることが可能です。「MC(モータグレーダ)技術」の稼働率を上げるためには、材料供給待ち等が生じないよう、十分な材量を手配しておくといった周辺作業の準備が大切です。</li> <li>・ 狭隘な施工箇所では、材料の搬入時に自動追尾式 TS との視準が遮断されないように TS を設置します。</li> <li>・ MC モータグレーダの導入による時間短縮は、仕上げまでの繰り返し走行(目標値に仕上げるまで)の削減が大きいと言われています。このため、施工幅が狭くて摺り合わせの既設構造物がある場合などは、元々施工のパス回数が少ないため効果が発揮し難い現場と言えます。</li> <li>・ MC は走行軌跡から自車の方向を算出しています。このため、敷き均し作業の延長が短く、前後進が頻繁に発生する現場では制御が安定しません。</li> </ul>		
【補足説明】			
※ 国土交通省の調査結果では、MC 施工により検測作業の省力化、仕上げの早期化が図られ、作業スピードは1.2~1.5倍程度になると報告されています。ただし、MC 施工のためには、現場への丁張り設置にかわる3次元設計データ作成作業が発生します。			

## 6.2 施工中のトラブル

### 6.2.1 自動制御のトラブル【MC（モータグレーダ）】

記号	施工 ー ③		
質問者分類	利用者	質問種別	トラブル対応
質問:Q	制御がうまくいかない場合の対応でどのような要因が考えられますか？		
回答:A	<p>要因として以下の事項が考えられます。参考にしてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 測位技術との通信は上手くできていますか？ モニタ上でブレードの計測座標が表示されています。基準局上での確認や TS との比較を行って計測ができているかを確認してください。</li> <li><input type="checkbox"/> センサは作動していますか？ モニタ上でブレードの傾斜角が表示されています。ブレードの傾斜と表示が一致しているか確認してください。</li> <li><input type="checkbox"/> 計測機器の電池切れなどはありませんか？</li> <li><input type="checkbox"/> ケーブルの接続部のゆるみや断絶はありませんか？</li> <li><input type="checkbox"/> 油圧バルブとのマッチングは適正ですか？ 制御が不安定な場合などは、油圧バルブが過敏に反応している場合などがあります。マニュアルを参照して再設定してください。</li> </ul>		
<b>【補足説明】</b>			
※ システムのトラブル時には、その要因の発見に時間を要する場合があります。システムのトラブルによって施工が中断しないよう、バックアップの施工指示方法なども準備しておく必要があります。			

### 6.2.2 データ作成範囲の設定ミス【MC（モータグレーダ）】

記号	施工 ー ④		
質問者分類	利用者	質問種別	トラブル対応
質問:Q	ある位置にくると制御がうまくいかない場合の対応でどのような要因が考えられますか？		
回答:A	<p>要因として以下の事項が考えられます。参考にしてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 設計データに間違いがある。 各システムの設計データ作成ソフトウェアの多くに、設計データの確認ができる機能があります。入力ミスがないかどうか確認してください。大きな入力ミスは容易に発見できますが、僅かな入力値の間違いはデータを詳細にチェックする必要があります。</li> <li><input type="checkbox"/> 設計データの範囲外で作業を行っている。 MC 施工に限らず、実施工では目的形状以外の範囲から材料を運んだり、盛りこぼした材料を集めたり、やや大きめの敷き均し後に整形したりします。3次元設計データを目的形状範囲のみ作成している場合は、これらの作業時に比較対象となる設計データがないことから制御に必要な差分データを算出できないため、制御ができない場合があります。 設計データより大きめの範囲でデータ作成することをお奨めします。 マスの位置座標を基本に対象となる基本設計データを求めている場合があります。</li> <li><input type="checkbox"/> 設計データの変化する位置とモータグレーダ側のマス位置の不適合 道路構造物などで、道路センターを中心に勾配を設定している場合、システムが設計との対比を行う位置によってブレードの勾配が変わります。</li> <li><input type="checkbox"/> ICT 施工では設計面を平面(3角形の集合)で分割しています。細かく分割すると曲面に相似した設計形状になりますが、角度や勾配が異なる集合体になるため、施工時には機械の移動に対して設計面の傾きが頻繁に変化することになり、MCの制御が安定しない場合もあります。設計面を不用意に細かくしないよう留意してください。</li> </ul>		
<b>【補足説明】</b>			

### 6.2.3 計測機器設置のトラブル【MC（モータグレーダ）】

記号	施工	—	⑤
質問者分類	利用者	質問種別	トラブル対応
質問:Q	「MC(モータグレーダ)技術」で利用する測位技術が正確に計測できていません。どのような原因が考えられますか。		
回答:A	<p>①RTK-GNSS とレーザなどにより高計測技術を組合せる場合の主な制約条件と発生する不具合例</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>高さ計測装置から MC 側の受光部を視通できる範囲。  高さ計測装置から発信するレーザの受光できる範囲。  RTK-GNSS では、基準局及び MC 側で同じ衛星が5つ以上観測されている。  RTK-GNSS の基準局からの補正データを受信できる範囲。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 山間部などでは、衛星が補足できる時間や範囲を事前に調査します。</li> <li><input type="checkbox"/> RTK-GNSS の基準点、レーザなどの高さ計測装置は、揺れや振動の影響が無い場所に設置します。</li> <li><input type="checkbox"/> RTK-GNSS の基準局と MC 側は無線通信による障害が無いことを確認します(空港周辺や高圧線、変電所周辺、国道脇などでは、通信が不安定な場合もある)。</li> <li><input type="checkbox"/> 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。</li> <li><input type="checkbox"/> 衛星補足数の予測ソフトウェアについて、測量機器メーカー等により、衛星補足数を予測するソフトウェアが販売、無償公開されているので、概ねの受信状況が予測できます。</li> <li><input type="checkbox"/> マルチパス対策の進んだ GNSS 受信機について、マルチパス対策を強化した GNSS 受信機も開発されています。現場状況の調査が重要です。</li> </ul> <p>②自動追尾式 TS を用いる場合の主な制約条件と発生する不具合例</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>自動追尾 TS から MC 側のプリズムを視通できる範囲。  自動追尾 TS から発信する光波で測距できる距離。  自動追尾側で計測した3次元座標を、MC/MG 側に無線送信できる範囲。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 自動追尾 TS と MC 側の間に、ダンプや他の建設機械が稼働するような場合は測位が途切れる場合があります。</li> <li><input type="checkbox"/> 自動追尾 TS には計測距離の制限は無いが、距離が遠いほど計測誤差は大きくなります。</li> <li><input type="checkbox"/> 自動追尾 TS と MC 側のプリズムが近すぎると、プリズムの移動を追尾できない場合もあります。</li> <li><input type="checkbox"/> 自動追尾 TS は不動点に設置する。揺れや振動の影響が無い箇所に設置します。</li> </ul> <div style="margin-top: 10px;"> <p><b>視準の確保、移動局との距離に関する留意点</b></p> </div>		
<b>【留意点】</b>	<p>※ 測位技術の特徴や現場条件による制約を踏まえ、事前調査に基づいてシステムの利用範囲を明確に整理しておくことがポイントです。</p>		



### 6.2.4 RTK-GNSS の利用上の留意点【MC（モータグレーダ）】

記号	施工	—	⑥
質問者分類	利用者	質問種別	留意点
質問:Q	RTK-GNSS 仕様を用いる場合、RTK-GNSS 基準局の設置時の留意点を教えてください。		
回答:A	<p>・RTK-GNSS 基準局は、「衛星捕捉状態」・「衛星電波の多重反射(マルチパス)」に留意して設置する必要があります。</p> <p style="background-color: #e0f0ff;">衛星補足数の確保、マルチパスの回避に関する留意点</p> <p>法面反射によるマルチパスが発生</p> <p>適切でない基準局(GNSS)</p> <p>FLOAT 解を得る衛星捕捉状態 ・衛星捕捉数2個</p> <p>マルチパスの原因となる建物や法面等の近くでない</p> <p>FIX 解データを得る衛星捕捉状態 ・衛星捕捉数5個以上必要</p> <p>※ FIX 解とは、利用可能な衛星数が一定以上の場合に得られる精度が保証された位置測定結果である。          ※ FLOAT 解とは、利用可能な衛星数が少ない等により精度が悪い状態で得られた位置測定結果である。</p>		
【補足説明】	<p>※ <u>衛星補足数の予測ソフトウェアについて</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 測量機器メーカー等により、衛星補足数を予測するソフトウェアが販売、無償公開されています。</li> </ul> <p>※ <u>マルチパス対策の進んだ GNSS 受信機について</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ マルチパス対策の進んだ GNSS 受信機が開発されているため、マルチパスの恐れがある場合は GNSS 受信機を適切に選定する必要があります。</li> </ul> <p>※ <u>計測精度の確認方法について(GNSS を用いる場合)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現場内の座標既知点において、GNSS が正しい座標を計測できることを実測により確認してください。</li> </ul>		