

マシンコントロール／
マシンガイダンスバックホウの
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)の活用を加速させています。

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、3D のMC/MG システムを基準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(バックホウ)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

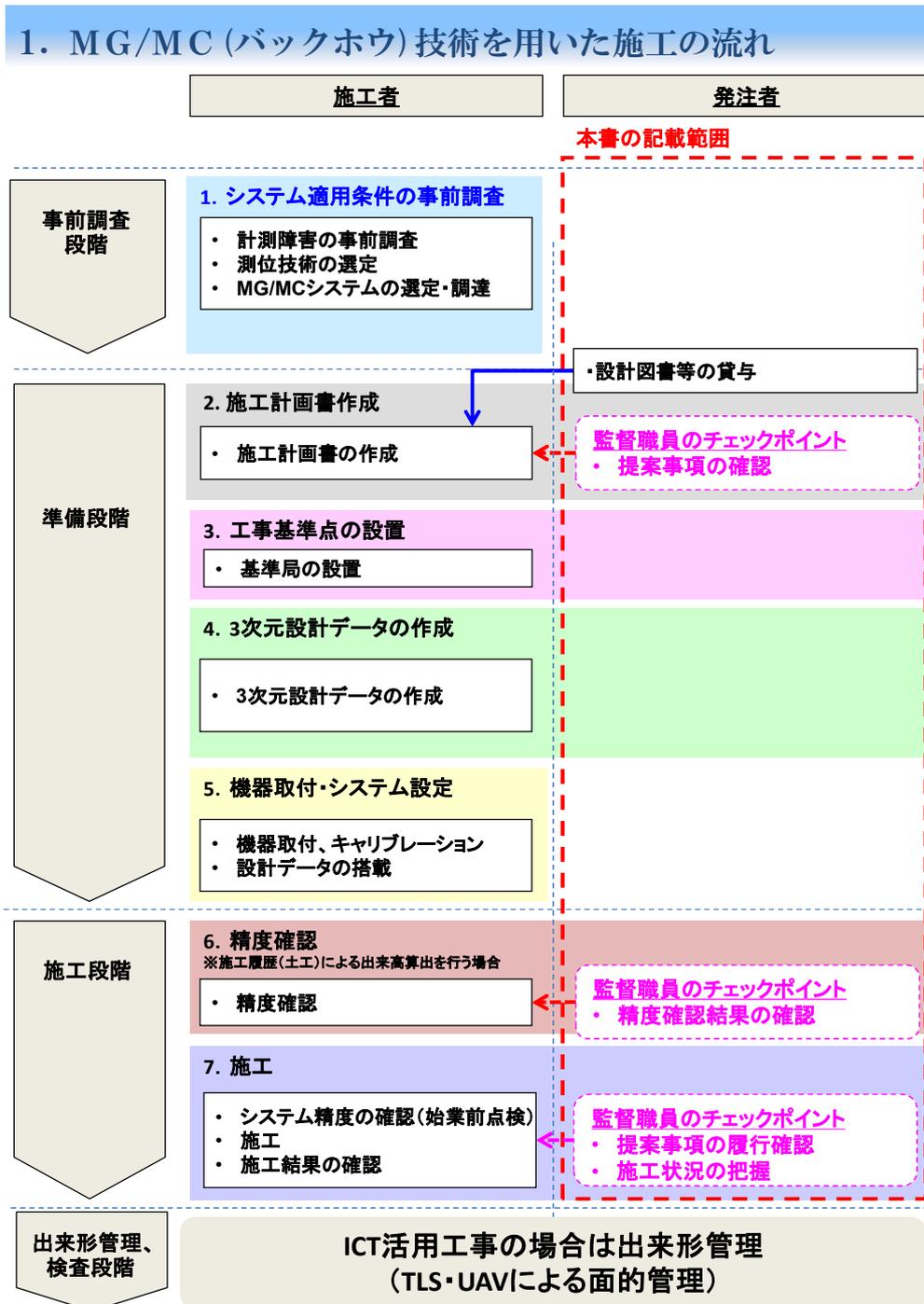
1. 現場対応集の構成と使い方	1
2. 提案事項や指定事項の履行確認ポイント.....	2
2.1 施工計画書の受理段階	2
2.1.1 利用するシステムの構成について	2
2.1.2 MC/MG システムの性能について.....	3
2.1.3 利用する測位システムの違いについて	4
2.1.4 自動追尾式 TS の利用条件について	5
2.1.5 RTK-GNSS の利用条件について	5
2.1.6 無線通信の利用条件について.....	6
2.2 現場での活用段階.....	7
2.2.1 稼働状況の確認方法について.....	7
3. 施工状況の把握のポイント	8
3.1 施工計画書の受理段階	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
4.2 情報化施工に関する良くある質問例	12
4.2.1 MC/MG システムの適用条件について	12
4.2.2 情報化施工のメリット(建設現場).....	12
4.2.3 情報化施工のメリット(施工者)	13
4.2.4 MC/MG バックホウ導入のメリット(発注者).....	13
4.2.5 情報化施工の技術情報.....	13
4.2.6 MC/MG(バックホウ)を行う際の要領等	13
4.2.7 MC/MG(バックホウ)行う際の要領等	14
4.2.8 MC/MG(バックホウ)の導入時の発注者の効果.....	14

1. 現場対応集の構成と使い方

MC/MG 技術(バックホウ)は、設計データを搭載したバックホウにより、丁張りの削減を可能とする技術である。

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は整備されていない。このため、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ある。

本書の構成は、下記の施工の流れに沿って、MC/MG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されている。



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

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	技術提案で「3DMC/MG(バックホウ)技術」を利用することとなっていますが、「3DMC/MG(バックホウ)技術」システムとはどのようなシステムですか？また、利用する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>① MC とは</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> マシンコントロール(以下、「MC」という。)技術とは、自動追尾式 TS や GNSS などの位置計測装置を用いて建設機械の位置情報を計測し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分をオペレータへ提供し、操作を半自動制御するシステムです。 <input type="checkbox"/> MC では刃先が設計面より下に下がらないため、オペレータの技能に関わらず過掘りを防止できます。 <p>② MG とは</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> マシンガイダンス(以下、「MG」という。)技術とは、自動追尾式 TS や GNSS などの位置計測装置を用いて建設機械の位置情報を計測し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分をオペレータへ提供するシステムです。 <input type="checkbox"/> 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>③ メーカーについて</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 平成 29 年度現在、3DMC/MG(バックホウ)システムとして、市販・レンタルされているシステムは、コマツ、キャタピラー、日立建機、コベルコといった建設機械メーカーの他に、トプコン、ニコン・トリンプル、ライカ等の計測機器メーカーが開発しています。 <input type="checkbox"/> システムの開発状況は平成 29 年度時点です。今後、新機種や開発メーカー等も増えていくと想定されます。 <input type="checkbox"/> 上記の他、簡易なシステムとして出来形管理で利用するシステムを応用したシステムも市販あるいはレンタルされています。(例:E三・S(カナモト), 快速ナビ(建設システム)) <p>④ 利用する測位技術について</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 「MC/MG(バックホウ)技術」は掘削・法面整形等に利用されています。また、バックホウは旋回作業を行うため、向きの特定が必要になることから RTK-GNSS(アンテナ2基)が一般的に用いられています。 <input type="checkbox"/> 特定のメーカーになりますが、アンテナ 1 基および自動追尾 TS にも対応している場合もあります。 <p>【MCシステムの機器構成例】</p> <div style="text-align: center;"> <p>•最近のTSでは、①、②、③を内蔵した一体型もあります。</p> </div>		
【留意点】	<p>※ システムの開発状況は平成 29 年度時点です。今後、新機種やメーカー等も増えていくと想定されます。</p>		

2.1.2 MC/MG 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/MG 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 (バックホウ) 技術」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>・平成 29 年度現在、3DMC/MG (バックホウ) システムとして、市販・レンタルされているシステムは、コマツ、キャタピラー、日立建機、コベルコといった建設機械メーカーの他に、トプコン、ニコン・トリンプル、ライカ等の計測機器メーカーが開発しています。</p> <p>システムの開発状況は平成 29 年度時点です。今後、新機種や開発メーカー等も増えていくと想定されます。</p> <p>この他、簡易なシステムとして出来形管理で利用するシステムを応用したシステムも市販あるいはレンタルされており、小規模工事で短期間の利用に限定される場合は検討をお勧めします。 (例: E三・S (カナモト), 快速ナビ (建設システム))</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>↑ 建設システムホームページより抜粋 (快速ナビをバックホウに搭載)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>↑ カナモトカタログより抜粋 E三・S</p> </div> </div> <p>※簡易なシステムでは、バケットに直接プリズムを装着している場合もあり、大規模な掘削作業時には不向きな場合もあります。用途に適した機材を調達することが重要です。</p> <p>【TS を用いる場合の精度】</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>【RTK-GNSS を用いる場合の精度】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 垂直方向精度は±30～50mm 程度。 		
【補足説明】	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC/MG の施工精度は、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遅れ、重機のがたつきなどに影響を受けます。 ・ 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システムで、要求している施工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教えてください。		
回答:A	<p>・MC/MG 技術を用いた施工では、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 技術では、下記の測位結果と設計値との差分によりバケットの高さを制御しているため、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>【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> <p>②計測可能範囲と活用台数について</p> <p>【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 2km 程度(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/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、機械のがたつきやバケット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>例えば、</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 <p>等</p> <p>【参 考】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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(自動追尾機能が無い場合や追尾速度が遅い)ものがある。 		

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 バックホウの自動追尾式 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 バックホウ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> <ul style="list-style-type: none"> <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)。 <input type="checkbox"/> ダンプ等が TS とバックホウの間を頻繁に通行し、レーザを遮断する。 <p>【TS の正確な計測ができない条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <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。 <input type="checkbox"/> 橋梁の梁上などの揺れがある場所。 <input type="checkbox"/> 凍上などで利用する基準点に変位が起こる場所。 		
【補足説明】			

2.1.5 RTK-GNSS の利用条件について

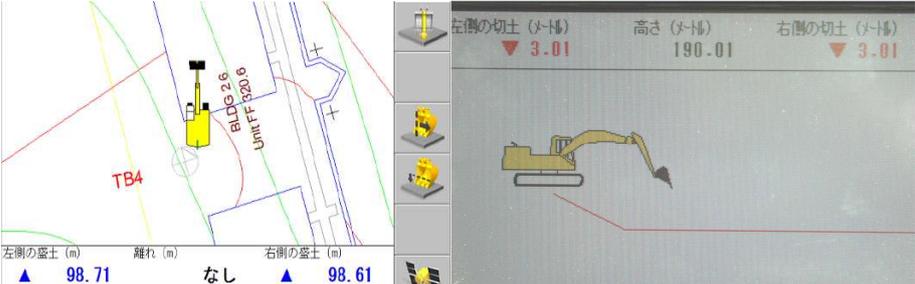
記号	施工計画 ー ②		
質問者分類	発注者	質問種別	測位技術による適用障害
質問:Q	MC/MG バックホウの RTK-GNSS が適用できない現場条件はありますか？		
回答:A	<p>・ RTK-GNSS では、利用可能な衛星が5個以上、RTK-GNSS の基準局からの補正データを受信できる範囲である必要があります。</p> <p>【衛星が補足できる個数や時間が制限される条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 山間部や市街地 (高層ビルの中) などの場合 (利用可能な衛星が5つ以上配置されている必要があります。また、衛星の配置状況により5つ以上の衛星がある場合でも高精度な位置計測が困難な場合もあります。衛星の配置状況を示す指標として DOP 値があり、DOP 値が低いほど衛星の配置状況が良い状態です。) <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。) 		
【補足説明】	<p>RTK-GNSS を利用する場合は衛星状況について、無料のシミュレーションソフトを利用して確認できます。 (http://www.nikon-trimble.co.jp/support/index.html)</p> <p>・ マルチパスの影響の有無を確認する方法はありませんが、壁や構造物から離れると計測精度が安定する場合は、マルチパスの影響を受けている可能性が考えられます。</p>		

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	無線の通信状況で「MC/MG(バックホウ)技術」が適用しにくい条件はありますか？		
回答:A	<p>・ MC/MG(バックホウ)では、RTK-GNSS からバックホウの間、自動追尾 TS からバックホウ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(バックホウ)技術」とバックホウの通信は、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、距離は離れると急激に出力が減衰します。RTK-GNSS 基準局とバックホウ、TSとバックホウ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】	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。		

2.2 現場での活用段階

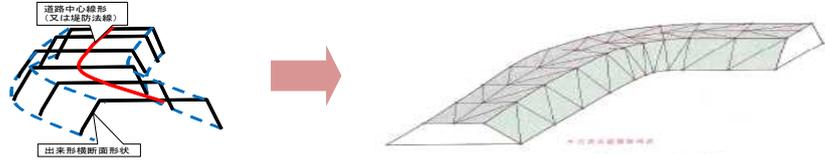
2.2.1 稼働状況の確認方法について

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(バックホウ)技術」が現地で利用されているか確かめる方法がありますか。		
回答:A	<p>・「MC/MG(バックホウ)技術」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。この表示内容とバケットの上下の動きを確認することでMG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>【システムの稼働を確かめる方法】</p> <p><input type="checkbox"/> MC/MG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>例えば、RTK-GNSS形式の場合は“RTK-GNSS”が選択されており、かつ“FIX”となっています(下図では右下のアンテナマークの部分に衛星が表示:RTK-GNSSが選択。その左側に“フィックス”と記載されています)。</p>  <p>【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、設計データとバケットの差や向きが表示されています。バケットの上下操作・旋回操作をおこなうと、モニタ表示の差も変化します。</p> <p><表示例></p> <p>例えば、作業中は現在位置と方向に対する設計勾配や現在位置のバケットの傾きや、設計高ささとバケット高さの差が表示されています(下図では、バケットの左右端部での設計値との差が表示されています)。</p>  <p>※ システムの精度については、既知点座標での検測や、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>※ 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 		

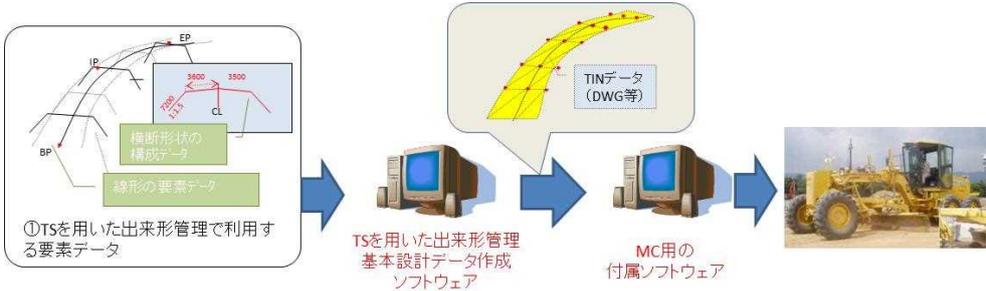
3. 施工状況の把握のポイント

3.1 施工計画書の受理段階

3.1.1 利用できる設計データについて

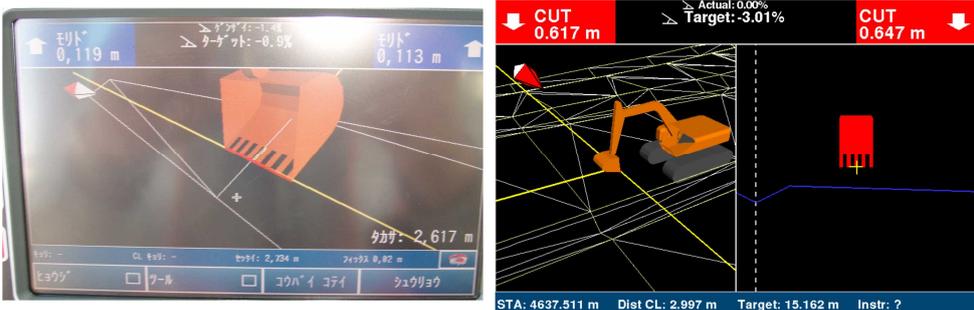
記号	施工計画 ー ①		
質問者分類	発注者	質問種別	データ作成
質問:Q	「MC/MG(バックホウ)技術」に搭載されている設計データはどのようなデータですか		
回答:A	<p>・ MC/MG(バックホウ)に関して、データ提出の義務はありません。</p> <p>・ データの作成範囲、方法については、施工の段取りや施工者のノウハウにより異なります。</p> <p>・ 「MC/MG(バックホウ)技術」に搭載する設計データの作成例は、以下のパターンです。</p> <p>【3次元の面形状で構成される設計データの場合】</p> <p><input type="checkbox"/> この方法では、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。</p> <p><input type="checkbox"/> 線形構造物にも適用が可能です。この場合、下図の様に、曲線部分では横断面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です。</p> 		
【補足説明】	<p>・ 「MC/MG(バックホウ)技術」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(バックホウ)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"> 平成25年度時点においては、TSを用いた基本設計データをMC/MGシステムで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。 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。TS出来形と同じ形状の場合に、TSを用いた出来形管理のソフトウェアの一部ではMC/MG向けのTINと呼ばれる面データを出力可能なソフトウェアが開発・販売されています。  <p>②MC/MG(バックホウ)用に関する設計データ作成上の規則について</p> <ul style="list-style-type: none"> 「MC/MG(バックホウ)技術」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(バックホウ)技術」の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】	<p>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(バックホウ)技術での使用について</p> <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(バックホウ)技術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。 <p>②MC/MG用の設計データ作成ルールについて</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ 路線データ形式あるいはTINによる面データ形式で作成します。 ※ 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(バックホウ)技術」の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"> <input type="checkbox"/> 「MC/MG(バックホウ)技術」の施工現場においても、従来の施工管理同様、「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るので、施工管理も従来と同様に実施されます。 <input type="checkbox"/> この他、TSを用いた出来形管理を導入している場合は、これを利用することで、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"> <input type="checkbox"/> 「MC/MG(バックホウ)技術」による法面勾配や掘削高さについては、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)。あくまで撤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; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <p style="text-align: center;">車載 PC 画面イメージ例 「MG (バックホウ) 技術」</p>		
【補足説明】	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仕上がり状況の把握については従来の監督行為と同様であり、MC/MG 施工の導入により施工管理方法や基準に変更はありません。 		

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(バックホウ)技術」の精度管理状況を確認する方法はありますか		
回答:A	<p>・「MC/MG(バックホウ)技術」の導入は施工者の任意ですので、監督職員は施工結果(所定の出来形)を把握することが重要です。施工途中で、計測精度や施工者が行う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ができます。</p> <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(バックホウ)技術」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で掲載されている様式も参考にできます)。 <input type="checkbox"/> 上記資料では基準点との差が±5cm 程度が目標値とされています。 <p style="text-align: center;">施工精度の簡易確認状況</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p style="color: red; font-weight: bold;">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> <div style="text-align: center;">  <p style="color: red; font-weight: bold;">現場内に座標が変化しない杭等(既知座標)を設置</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>測定記録(例)</p> <p>1/23 ΔX, ΔY, ΔZ=(10,13,23) 判定OK</p> <p>1/24 ΔX, ΔY, ΔZ=(13,15,20) 判定OK</p> <p>...</p> <p>...</p> </div>		
【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 技術では、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のがたつきやバケット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> <p>下記は、施工者が行う日々の精度管理の事例です。</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、質問などを掲載しています。

4.1 現場でのトラブル事例

(1) MC/MG と TS で 3 次元設計データを併用する方法

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	TS 出来形管理の基本設計データを使って MC/MG 用の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て、MC/MG 用の設計データは、施工途中あるいは完成形状に仕上がる為の施工余裕などを含んだ形状となっています。 ・ 当該工事の出来形の完成形状と、MC/MG 施工の目標値が一致する場合は利用できることがあります。ただし、この場合でも、TS 出来形管理用ソフトウェアを利用して面データに変換して利用する必要があります。 ・ ソフトウェアによっては、TS 出来形管理における基本設計データ(3次元設計データ)を MG(バックホウ)技術で使用する 3次元設計データ(landXML や DWG 形式)に変換できるものがあります。 		
【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 MC/MG システムの適用条件について

記号	施工計画 - 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(バックホウ)が上手く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 システムの不具合としては、以下の事項が考えられます。</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、無線通信の不具合については、現場条件に要因がある場合もあるので、現場対応集の「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については、メーカーへの問い合わせが必要です。</p>		

4.2.2 情報化施工のメリット（建設現場）

記号	質問 - ①		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC/MG(バックホウ)にはどんな種類がありますか？種類と効果について教えてください。		
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、情報化施工では 3 次元設計データを使用します。情報化施工機器を用いることで、丁張り設置や検測を必要とせずに 3 次元設計データどおり施工・施工管理が可能となります。 ・ また、丁張り設置や検測作業が削減されることで建設機械と作業員との接触事故等が減少し、現場の安全性が向上します。 		

4.2.3 情報化施工のメリット（施工者）

記号	質問	－	②
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	情報化施工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	・ 施工者側では、情報化施工の導入により、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。		

4.2.4 MC/MG バックホウ導入のメリット（発注者）

記号	質問	－	③
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC/MG バックホウ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	・ MC/MG バックホウでは、3次元の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。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ることができます。		

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。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)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 国土交通省: http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000017.html <input type="checkbox"/> 近畿地方整備局: http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/sekou/jyohoka_index.htm <input type="checkbox"/> 国土技術政策総合研究所: http://www.nilim.go.jp/ts/index.html <p>※ その他の地方整備局等のホームページにも情報化施工の技術情報等が掲載されています。</p>		

4.2.6 MC/MG（バックホウ）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(バックホウ)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(バックホウ)による施工管理要領、監督・検査要領等は策定されていません。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> <p>・ 出来高部分払いとして、3DMC/MG(バックホウ)刃先の施工履歴を用いる場合は、国土交通省が定める管理要領に沿った精度確認、データ処理を行う必要があります。</p>		

4.2.7 MC/MG（バックホウ）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(バックホウ)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/MG(バックホウ)では、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、監督事項は従来と同様です。 ・ 技術提案事項で 3DMC/MG の活用が実施されている場合は、提案事項の履行確認として実施する必要があります。 ・ 出来高部分払いとして、3DMC/MG(バックホウ)刃先の施工履歴を用いる場合は、国土交通省が定める管理要領に沿った精度確認、データ処理を行う必要があります。 		

4.2.8 MC/MG（バックホウ）の導入時の発注者の効果

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 バックホウ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/MG は、3次元設計データとの比較から指示どおりのバケット高さ、勾配での施工(操作)を支援していますが、作業中に材料が不足したり、手動操作による操作も並行して行えます。したがって、必ずしも MC/MG を導入するだけでは精度向上が実現する訳ではありません。 ・ 出来映えや施工の出来形については、ICT 活用工事で指定されている施工管理要領に沿って、施工結果を判定することが必要です。 		