ＩＣＴブルドーザの
情報化施工管理要領（ＭＣ・ＭＧ編）（案）

平成２４年３月

建設ＩＣＴ導入普及研究会
国土交通省　中部地方整備局　中部技術事務所

はじめに

情報化施工は、調査、設計、施工、維持管理という建設生産プロセスのうち「施工」に注目し、各プロセスから得られる電子情報を活用し、高効率・高精度な施工を実現するものであり、さらに、施工で得られる電子情報は、他のプロセスでも活用することによって、建設生産プロセス全体における生産性の向上や品質の確保を図ることを目的としたシステムである。

中部地方整備局では、平成１４年度より、日本の施工現場で使用される建設機械として普及しているブルドーザを用いた掘削及び敷均し工に着目し、３次元設計データの活用により「水糸なし」で施工が行える情報化施工について実証実験、試行工事等を通し、その効果などを検証してきた。

また、情報化施工技術を用いたブルドーザによる掘削及び敷均し工において、設計データを搭載したトータルステーションを組み合わせることにより、施工管理の合理化・効率化とともに、監督・検査の省力化・高度化が図れることを実証した。

本要領（案）は、中部地方整備局が現場への情報化施工の普及促進を目的として設置した「建設ＩＣＴ導入普及研究会」での各会員からの意見を踏まえて、より現場適用性の高い「ＩＣＴブルドーザの情報化施工管理要領（案）」としてとりまとめたものである。

本要領（案）が、情報化施工技術を用いたブルドーザによる掘削及び敷均し工を行う受注者に対し、情報化施工技術を適切に選定・運用するための施工要領として活用され、施工精度や施工効率の向上などの導入効果が得られることを期待するとともに、施工管理の合理化・効率化と監督・検査の省力化・高度化を図るための管理要領として活用されることを期待する。

また、本要領（案）の策定により、一部の大規模工事に限定されたブルドーザの掘削及び敷均し工の情報化施工技術が、より一般的な河川工事、砂防工事、道路工事で標準的に活用され、土工全体に対する情報化施工の導入促進に寄与し、情報の利活用による土工事全体での更なる生産性の向上や品質の確保、安全性の向上などが図られることを期待する。

本要領（案）は、「建設ＩＣＴ導入普及研究会」の目的である「建設事業全体においてＩＣＴ（情報通信技術）を活用し、効率的かつ効果的な社会資本整備を実現する」を達成するため、目標及び行動指針とする施工段階における「現場の作業性向上」、「現場管理の効率化・適正化」に寄与するものである。今後ＩＣＴが、各事業で活用されていくことから、現場や各方面からの意見をふまえ、今後さらに内容を改善していきたい。

目　次

はじめに

１　総則 ･････ １
　１．１　本要領の目的 ･････ １
　１．２　ＩＣＴブルドーザの効果 ･････ ２
　１．３　適用の範囲 ･････ ５
　１．４　本要領に記載のない事項 ･････ ９
　１．５　用語の定義 ･････ １０
２　ＭＣ・ＭＧ技術の要求仕様 ･････ １４
　２．１　提供情報 ･････ １４
　２．２　ブレード位置の取得精度 ･････ １５
　２．３　システムが有する機能 ･････ １６
　２．４　構成機器の取得データ ･････ １８
３　ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し方法 ･････ ２０
　３．１　ＩＣＴブルドーザを用いた施工の流れ ･････ ２０
　３．２　使用機器 ･････ ２１
　３．３　３次元設計支援ソフトウェア ･････ ２３
　３．４　事前準備 ･････ ２５
　　３．４．１　ＲＴＫ－ＧＮＳＳの適用確認 ･････ ２５
　　３．４．２　ＴＳの適用確認 ･････ ２６
　　３．４．３　現場に適応した測位技術の選択 ･････ ２７
　　３．４．４　基準点の設置 ･････ ２８
　　３．４．５　施工計画書の作成 ･････ ２９
　　３．４．６　３次元設計データの作成 ･････ ３０
　　３．４．７　３次元設計データの確認 ･････ ３３
　　３．４．８　ＧＮＳＳ基準局の設置 ･････ ３４
　　３．４．９　ＴＳの設置 ･････ ３６
　　３．４．１０　ブレード位置精度の確認 ･････ ３７
　　３．４．１１　３次元設計データの搭載 ･････ ３９
　３．５　掘削及び敷均し方法 ･････ ４０
　　３．５．１　操作判断と作業指示 ･････ ４０
　　３．５．２　掘削及び敷均し期間中の確認事項 ･････ ４２
　３．６　ＩＣＴブルドーザを使用した現場での留意事項 ･････ ４３
４　ＩＣＴブルドーザを使用した現場での出来形管理方法 ･････ ４４
　４．１　出来形管理方法 ･････ ４４
（添付資料）
　様式－１　基本設計データのチェックシート（対象技術：ＴＳ出来形管理）

様式－２　「ブレード位置の取得精度」記録シート（対象技術：ＩＣＴブルドーザ）
様式－３　日常点検のチェックシート（対象技術；ＩＣＴブルドーザ）

おわりに

１　総則

１．１　本要領の目的

本要領(案)は、ブルドーザを用いた掘削及び敷均し工における情報化施工が適切に実施されるよう、以下の事項について明確化することを主な目的とする。 1）マシンコントロール・マシンガイダンス技術を搭載したブルドーザを用いた掘削及び敷均し工の適応現場要件 2）マシンコントロール・マシンガイダンス技術に対する要求仕様(精度要件・機能要件) 3）ICTブルドーザを用いた標準的な掘削及び敷均し方法と作業管理方法 4）ICTブルドーザを用いた場合の出来形管理方法

【解説】

これまでのブルドーザを用いた掘削及び敷均し工は、現地の水糸を用いた掘削及び敷均し工がほとんどであったが、ＩＣＴ（Information and Communication Technology：情報通信技術）の発展・普及に伴い、従来の掘削及び敷均し方法に加えて、ブルドーザに搭載したマシンコントロール・マシンガイダンス技術（以下、「ＭＣ・ＭＧ技術」という※）から提供される「設計とブレード位置の差分値」等に基づく掘削及び敷均し方法が複数の開発メーカから提案されており、直轄工事においても民間主導で導入事例が現状増えつつある。

このＭＣ・ＭＧ技術を搭載したブルドーザ（以下、「ＩＣＴブルドーザ」という）を用いた掘削及び敷均し工の実施は、従来の掘削及び敷均し工と比べて、１．２に示す施工現場への便益が期待できる。しかし、この便益の大小は現場条件により異なること、現状では一般にＩＣＴブルドーザが普及していないことなどから、汎用的な施工現場への導入は困難な状況となっている。

写真－１　ＩＣＴブルドーザ

※マシンガイダンス（ＭＧ）とは、測位技術（ＧＮＳＳ・ＴＳ）を用いて、重機の位置や施工情報から設計値（３次元設計データ）との差分値を算出してオペレータに提供し、重機の操作をサポートする技術である。

マシンコントロール（ＭＣ）とは、ＭＧ技術に加えて、設計値（３次元設計データ）に従って重機の刃先等をリアルタイムに自動制御し施工を行う技術である。

１．２　ＩＣＴブルドーザの効果

ICTブルドーザの導入により、以下の効果が期待される。 1）安全性の向上 2）作業性の向上 3）品質の向上 4）その他（環境負荷の軽減等）

【解説】

１）安全性の向上

①水糸設置作業が不要になることによる安全性の向上

現行のブルドーザを用いた掘削及び敷均し工において、現地への水糸の設置は必要不可欠であるが、作業区域が区分されていない現場や高所で安全が確保されていない現場の場合、現地への水糸の設置作業に対する安全性に問題がある。

ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工の場合、現地への水糸設置作業が不要となることから、施工時の安全性の向上が期待される。

②重機と補助作業員との接触事故の防止

また、上記条件では、掘削及び敷均しに係わる検測も同様に、安全性の確保がし難い条件であると考えられる。ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工の場合、検測などの補助作業員の配置が不要となるため、重機と補助作業員との接触事故を防止することができる。

③暗所や施工箇所を直視できない現場での安全性の向上

ＩＣＴブルドーザに搭載されたＭＣ・ＭＧ技術を活用することで、暗所や施工箇所を直視できない現場においても重機の動きを確認することができることから、安全性の向上が期待される。

２）作業性の向上

①水糸設置作業や補助作業員配置が不要となることによる作業性の向上

上記１）と同様に、掘削及び敷均し範囲の現場条件が次に示す条件の場合、現地への水糸の設置作業や掘削及び敷均し工に係わる検測に対する作業性に問題がある。

表－１　従来施工における現場条件と作業性の問題点

現場条件	作業性の問題点
・延長が長い大規模な掘削及び敷均し工	・作業員の作業箇所への移動が大変
・曲線部を有する掘削及び敷均し工	・水糸設置本数が多く、水糸設置に手間と時間を要する

ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工では、水糸設置作業や補助作業員の配置が不要となることから、工事の作業性の向上が期待される。なお、ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工では水糸が全く不要になるというものではなく、たとえば構造物がある位置等では目安として水糸が必要となる場合がある。

②ＭＣ・ＭＧ技術の活用による作業性の向上

ＩＣＴブルドーザに搭載されたＭＣ・ＭＧ技術を活用することで、オペレータの重機操作の作業性向上が期待される。ただし、これまでのモデル工事などでの経験から、経験の浅いオペレータは重機の操作そのものに不慣れであることから、期待される作業性向上の効果は小さい。ＩＣＴブルドーザによる掘削及び敷均し工では、経験豊富なオペレータが活用することで、より一層の作業性の向上が期待できる。

③余掘り量の低減

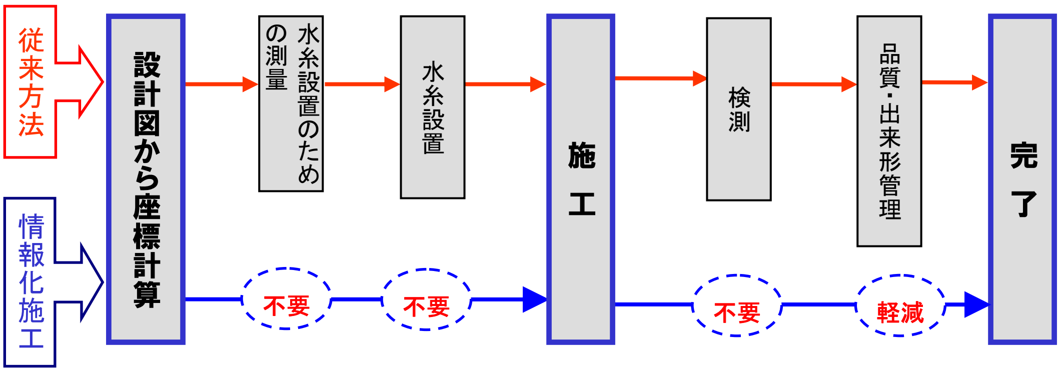
ＭＣ・ＭＧ技術に基づく高い精度での施工が可能となることから、余掘り量を最小限に抑えることができる。

④施工の手直し回数の低減

ＭＣ・ＭＧ技術に基づく精度の高い施工が可能となることから、施工の手直し回数の低減が期待される。

⑤工事全体での作業性向上

上記の他、水糸や検測の手間が不要となることと、ＴＳ出来形管理により、従来の出来形管理の手間が軽減されることから、工事全体での工期短縮が期待される。



図－１　情報化施工による作業性の向上

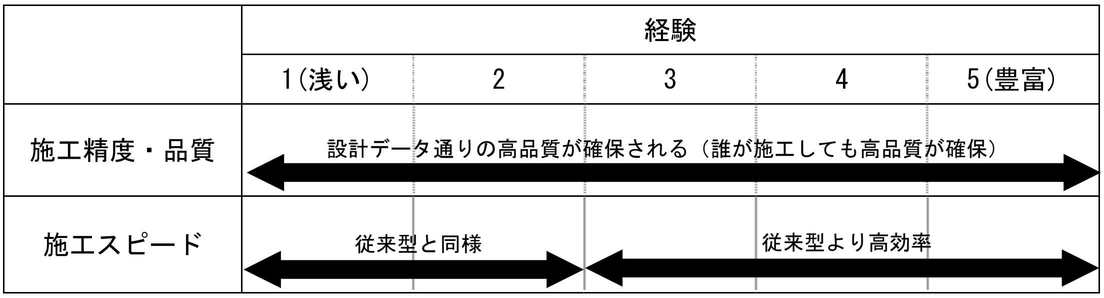
３）品質の向上

①面的な品質の向上

これまでのブルドーザを用いた掘削及び敷均し工における出来形管理（品質管理）は､水糸付近だけで行われてきた。ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工では、これまでの点管理から面管理になることから、工事対象範囲について面的な品質の向上が期待される。

②オペレータの経験によらない品質の向上

これまでのモデル工事などの経験から、品質の向上においては経験によらず高い品質、高い精度での施工が可能であることが知られている。これまで施工品質は、オペレータの経験に依存するところが大きかったが、ＭＣ・ＭＧ技術の活用により、経験の浅いオペレータであっても高い精度での施工が可能となる。ただし、経験の浅いオペレータは、精度を気にしすぎて、モニタ表示を何度も確認してしまい、従来施工よりも施工スピードが遅くなりやすいことに留意が必要である。参考として、直轄工事の施工業者へのアンケート調査より得られたオペレータの経験と施工品質との関連性イメージを**図－２**に示す。



図－２　オペレータの経験と施工品質との関連性イメージ

４）その他（環境負荷の軽減等）

①温室効果ガス排出量の低減

ＩＣＴブルドーザによる掘削及び敷均し工では、従来の施工と比較して施工性の向上、工事全体での工期短縮が期待される。重機の稼働時間の短縮にもつながり、温室効果ガス（CO_2）排出量は低減されることが期待される。

また、ＩＣＴブルドーザで施工した場合、施工管理の合理化・効率化、監督検査の省力化・高度化が図れる出来形管理用ＴＳを用いることが必要であると判断し、この点も本要領（案）に含めている。

１．３ 適用の範囲

本要領(案)の適用範囲は、ICTブルドーザを用いた掘削及び敷均し工を実施する場合に適用する。

【解説】

ＩＣＴブルドーザは、一般的なブルドーザ掘削及び敷均し工において適応可能であるため、本要領（案）では、ＩＣＴブルドーザが適用可能な工事工種や、ＩＣＴブルドーザ導入に適した適用範囲をとりまとめる。

なお、ＭＣ技術とＭＧ技術の適用範囲は共通とする。

（１）適用機械

本要領（案）では、ＲＴＫ－ＧＮＳＳ及び自動追尾型ＴＳにより位置座標を取得し、オペレータに対し施工支援情報を提供するＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工に適用する。

１）ＭＧの概要

測位技術（ＧＮＳＳ・ＴＳ）を用いて、重機の位置や施工情報から設計値（３次元設計データ）との差分値を算出してオペレータに提供し、重機の操作をサポートする技術である。

写真－２　ＭＧ技術を搭載したブルドーザ

２）ＭＣの概要

ＭＧ技術に加えて、設計値（３次元設計データ）に従って重機の刃先等をリアルタイムに自動制御し施工を行う技術である。

写真－３　ＭＣ技術を搭載したブルドーザ

（２）適用範囲

ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工の施工精度は、フィールド試験、試行工事により現行の出来形管理規格値（基準高±５０ｍｍ等）を満足できる技術レベルにあることを確認した。

このため、ＩＣＴブルドーザは、河川・砂防・海岸工事、道路工事における掘削及び敷均し工全般に適用可能である。

また、災害復旧工事において災害前の地形の設計データを作成することができれば、災害現場での掘削や無人化施工にも適用可能である。

前述１．２に示す現場要件を考慮すると、高い便益が期待出来る工事工種は以下のとおりである。

①	河川土工工事	:河道の掘削及び敷均し工、築堤盛土工
②	砂防工事※	:掘削及び敷均し工
③	道路工事※	:造成工、掘削及び敷均し工
④	その他	:大規模土工、急速施工、付帯道路工
	※　目的構造物の要求精度を協議の上、導入を判断	

写真－４　ＩＣＴブルドーザの適用範囲（例）

ただし、この施工精度を満足するためには、所定の要求性能を満足したＩＣＴブルドーザを用いなければならない。この要求性能は「ブレード位置の取得精度（２．２参照）」として本要領（案）に規定している。

（３）土質条件

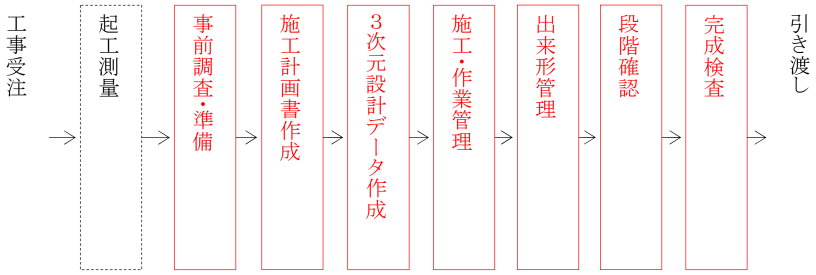
ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工の対象土質は、土砂（レキ質土、砂及び砂質土、粘性土）を標準とする。

ＭＣ・ＭＧ技術の概念は、対象土質に係わらず適用することが可能であるが、既存システムでは、軟岩等の場合、センサ、ブラケット等に対する耐久性、信頼性が一部のシステムに限定される。

そのため、本要領（案）では、ＩＣＴブルドーザによる標準対象土質は土砂に限定する。

（４）業務範囲

本要領（案）におけるブルドーザを用いた掘削及び敷均し工の業務範囲を**図－３**中の赤字で示す。



図－３　ＭＣ・ＭＧ技術の対象となる業務範囲

１）事前調査・準備

ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工では、システムの利用に際しての事前調査・準備が必要となる。事前調査は、ＩＣＴブルドーザの適用可能範囲、適用期間等を確認する作業であり、事前準備は、システムの性能確認とこれで利用する３次元設計データ及び基準点を準備する作業である。

２）施工計画書作成

事前調査により把握した結果に基づき、ＩＣＴブルドーザの適用可能範囲、適用期間、ＩＣＴ支援システム等の計画を立案し使用機器、掘削及び敷均し計画、性能確認計画について施工計画書に示す。記載箇所としては施工計画書の主要機械、施工方法、施工管理計画に該当する。

３）３次元設計データ作成

ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工では、３次元設計データが必要となる。設計データ作成の詳細については、後述３．４．６に示す。

４）水糸設置

ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工では、現地への水糸設置が不要となる。

５）施工・作業管理

ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工では、システムから提供される『設計とブレード位置との差分値』等に基づく操作判断と、現地への杭を必要としない出来形管理用ＴＳにより、『設計上の平面位置における高さ』に基づく作業指示を行う。

６）出来形管理、段階確認、完成検査

ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工では、現地への杭・水糸を必要としない出来形管理用ＴＳにより、出来形管理、段階確認、完成検査を行う。

１．４ 本要領に記載のない事項

本要領(案)に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。

1) 「土木工事共通仕様書」(国土交通省 中部地方整備局) (以下、「共仕」)

2) 「TSを用いた出来形管理要領(土工編) 平成24年3月 国土交通省」(以下、「出来形管理要領(土工編)」)

3) 「国土交通省公共測量作業規程」国土交通省) (以下、「作業規程」)

4) 「作業規程の準則」(国土交通省国土地理院)

【解説】

本要領（案）は、「共仕」で定められている基準に基づき、ＩＣＴブルドーザを利用した施工および施工管理の実施方法等を規定するものとして位置づける。

また、「出来形管理要領（土工編）」で定められている基準に基づき、出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。

さらに、ＩＣＴブルドーザは、機器構成としてＲＴＫ-ＧＮＳＳを含むため、基準局の設置などについて「作業規程の準則」で定められている規定に準拠する。

なお、本管理要領（案）に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

１．５ 用語の定義

（１）本要領（案）に記載のある用語

【ＩＣＴブルドーザ】

ブルドーザに、後述するＭＣ・ＭＧ技術を搭載したものの総称。なお、ＭＣ・ＭＧ技術は、現状では後付けで設置される場合がほとんどである。

【ＭＧ技術（マシンガイダンス）】

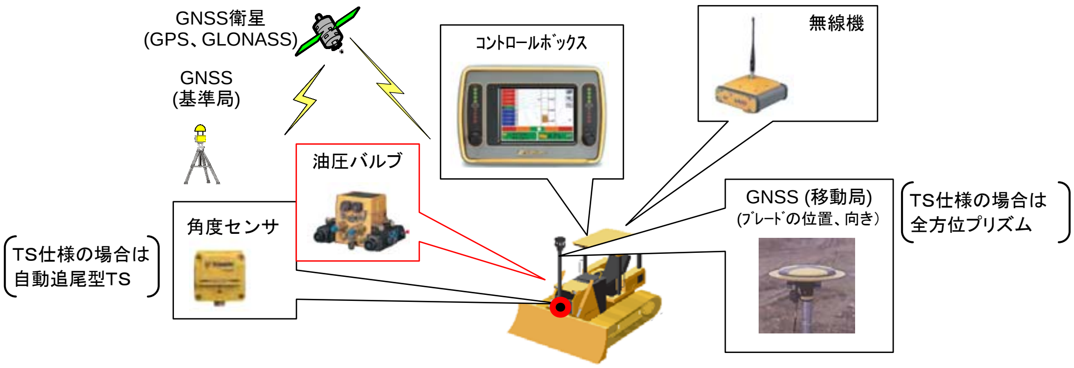
測位技術（ＧＮＳＳ・ＴＳ）とセンサ等の組み合わせで建機・作業装置の位置・標高を取得後、設計データとの差分を算出してオペレータに提供する技術。

本要領（案）では、ブルドーザに搭載するＲＴＫ-ＧＮＳＳや各種センサ、処理装置、モニタ等を搭載することで、オペレータに対して、現地に設置される水糸に変わって、『設計とブレード位置（出来形）との差分値』等を提供するマシンガイダンス技術の総称を指す。

【ＭＣ技術（マシンコントロール）】

測位技術（ＧＮＳＳ・ＴＳ）とセンサ等の組み合わせで建機・作業装置の位置・標高を取得後、設計データとの差分を算出してブレードを自動制御する技術。

本要領（案）では、ブルドーザに搭載するＲＴＫ-ＧＮＳＳや各種センサ、処理装置、モニタ等を搭載することで、現地に設置される水糸に変わって、ブレードを自動制御するマシンコントロール技術の総称を指す。



※赤枠は、ＭＣのみの部品である

図－４　マシンコントロール技術の機器構成

【ＧＮＳＳ（Global Navigation Satellite System／汎地球測位航法衛星システム)】

地球の周回軌道を回るＧＰＳ（米)、ＧＬＯＮＡＳＳ（露）などの人工衛星からの電波発信の時刻と受信機に電波が到着した時刻との時間差や搬送波を解析し、受信位置の緯度・経度および標高を測定することができる汎地球測位装置であり、取得した緯度・経度・標高から計測位置の座標計算を１秒以下で行うことができる装置。

平成２６年（予定）には、Galileo（ＥＵ）からの計測位置情報も取得することができるようになり、さらに高精度の位置座標が取得可能となる。

【ＲＴＫ-ＧＮＳＳ（リアルタイムキネマティック）】

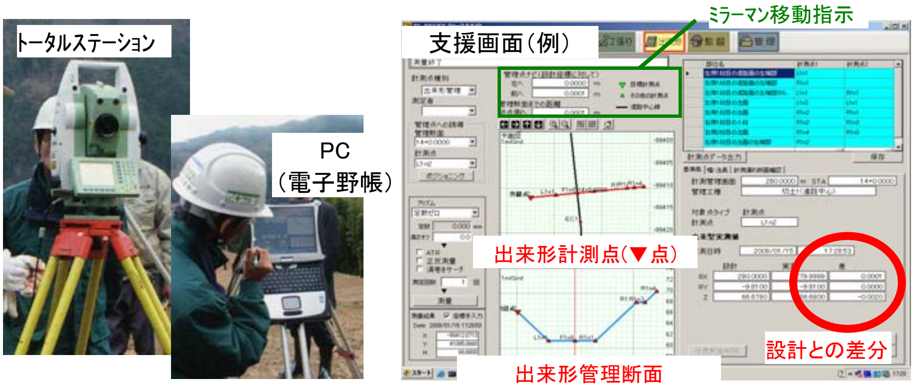
計測位置のＧＮＳＳ（移動局）と、既知点に設置したＧＮＳＳ（固定局）の２台を用いて、実時間（リアルタイム）で基線解析を行うことで、より高精度に計測位置の座標を取得できる装置。

【ＴＳ（トータルステーション）】

１台の装置で角度（鉛直角・水平角）と距離を同時に測定することができる電子式測距測角儀であり、取得した角度と距離から計測点の座標計算を瞬時に行うことができる。

【出来形管理用ＴＳ：施工管理データを搭載したトータルステーション】

現場での出来形計測と出来形確認を行うために必要なＴＳと若しくはそれに接続された情報機器一式（データコレクタ、携帯可能なコンピュータ）のことである。出来形管理用ＴＳの性能については、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書（案）平成２０年３月　国土交通省　国土技術政策総合研究所」に規定する機能・性能を有さなければならない。



写真－５　出来形管理用ＴＳ

【電子丁張り】

３次元設計データに基づいた横断形状など、マシンガイダンス技術のシステムで提供される「丁張り」の代わりとなる電子情報。

【ＸＭＬ形式】

eXtensible Markup Language の略。独自のタグを使ってデータの属性情報や論理構造を独自に定義でき、データ属性とデータの内容を関連づけることの可能な記述言語。情報化施工では主に基本設計データとして使用するデータ形式である。

【ＬａｎｄXML】

複数の企業、米国・ニュージーランドなど政府機関、州機関などが共同で進めている土地利用計画、土木工事、測量などを対象にした XML ベースのデータ交換標準。情報化施工では、主にＭＣ・ＭＧ用の３次元設計データとして使用するデータ形式である。

中部地方整備局では、本形式をＭＣ・ＭＧ技術に搭載するデータの標準形式として定めている。

【基本設計データ（**図－５**参照）】

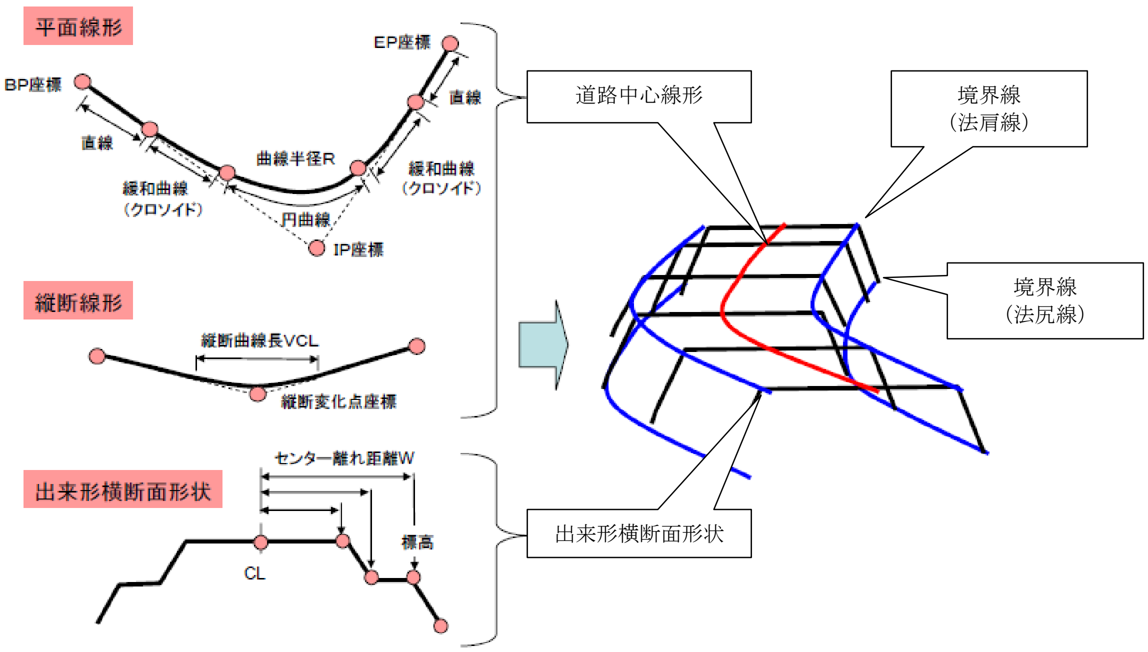
基本設計データとは、施工管理データから現場での出来形計測で得られる情報を除いたデータのことで、工事目的物の形状、出来形管理対象項目、基準点情報及び利用する座標系情報などである。**図－５**に基本設計データの幾何形状のイメージを示す。基本設計データの幾何形状とは、設計成果の線形計算書（道路中心線の場合）、平面図、縦断図及び横断図から仕上がり形状を抜粋し、３次元形状データ化したもので、（１）道路中心線形又は法線（平面線形、縦断線形）、（２）出来形横断面形状で構成される。

【３次元設計データ（**図－５**参照）】

ＩＣＴ機器に搭載可能な電子設計データ。本要領（案）では、広義に用いており、「基本設計データ」と「現況地形データ」から生成されるデータで、「中心線・法線、法肩・法尻線、地山との境界線」と「３次元座標」からなる。

【施工管理データ】

本管理要領（案）の出来形管理に必要なデータの総称であり、「基本設計データ」と「出来形計測データ」とを包括するものである。



図－５　基本設計データと３次元設計データ

【中心線形・法線線形】

ブルドーザ掘削及び敷均し対象とする構造物の基準となる線形のことで、平面線形と縦断線形で定義されている。河川の場合は、法線線形がこれに該当する。

【平面線形】

中心線形を構成する平面線形のことであり、線形計算書に示される。平面線形の幾何形状は、直線、単曲線、緩和曲線で構成され、それぞれの端部の平面座標、要素長、回転方向角、曲率半径、クロソイドパラメータなどで定義される。

【縦断線形】

中心線形を構成する縦断線形のことであり、縦断図に示される。縦断線形の幾何形状は、縦断勾配変化点の基点からの縦断距離と標高、勾配、縦断変曲長で定義される。

【横断線形】

平面線形に対して直交する面（横断面）に対する、基面、法面等の仕上がり形状であり、横断図に示される。横断形状の幾何形状は、各横断面の中心点（中心線形との交点）を基準に、距離と標高あるいは勾配で定義される。

【現況地形データ、現況地形サーフェス、ＴＩＮデータ】

平面線形に対して直交する面（横断面）や施工範囲などに対して、地形の変化点等の位置（離れ距離と比高、３次元座標）とこれら点を直線で結んだ線（路線データ）で構成される不等三角網データのこと。

（２）その他建設ＩＣＴに関する基本的な用語

【出来形計測データ】

出来形管理用ＴＳで計測された３次元座標値に、基本設計データと対比できるよう、どの地点（法肩や法尻など）を計測したかがわかる出来形計測対象点の記号を付加したものをいう。出来形計測対象点の記号は、基本設計データ作成時に作成者により設定され、出来形計測時は出来形管理用ＴＳ上でこれを選択して利用する。詳細は、「出来形管理要領（土工編）」を参照のこと。

【プロダクトモデル】

製品の設計から製造・使用・保守、廃棄に至るまでの製品のライフサイクルの中で発生する様々な情報を統合的に記述した情報モデル。製造業向けに開発され、現在は建設業向けにも開発される。

【測位解の種類】

衛星の数が少なく、地球上での特定の位置が求められない状態を「FLOAT 解」と呼び、衛星が十分にあり地球上の位置が定まった状態を「FIX 解」と呼ぶ。

「FIX 解」の状態は、主に基準局／移動局共に同じ衛星を５つ以上受信し、尚且つ基準局からの補正情報が届いている状態をいう。

何らかの要因で、無線がリアルタイムで届かなかったり、同じ衛星を受信できなかった場合に「FLOAT 解」の状態となる。また、受信していてもマルチパス（乱反射）（３．４．１図－９参照）等によって「FLOAT 解」となる場合もある。

２　ＭＣ・ＭＧ技術の要求仕様

２．１　提供情報

> MC･MG技術は、ブルドーザやブレード位置に基づき、定量的な操作支援情報を連続的に提供できなければならない。

【解説】

ＭＣ・ＭＧ技術は、オペレータに対して、定量的な操作支援情報を連続的に提供することで、水糸の目視確認や降車を含めた出来形の目視確認、操作の中断が必要な作業管理のための検測を不要にし、オペレータが行う操作判断を早期化、効率化するものである。また、この情報の提供は、工事目的物の施工精度を確保する面からも、必要不可欠なものである。そのため、上記の情報提供を要件仕様として規定した。

既存システムにおいて提供される具体の操作支援情報と、これに関連する具体的な提供情報を**表－２**にまとめる。同表に示す情報のうち、施工精度に影響する重要な情報は、切り出し位置誘導情報とブレード操作支援情報であり、最もオペレータが着目する情報は「設計とブレード位置との標高差分値」である。

表－２　既存システムから提供される情報

<table>
<tr><th colspan="3">機能</th><th>情報※1</th></tr>
<tr><td colspan="3">3次元設計データ保存機能</td><td>3次元設計データ</td></tr>
<tr><td rowspan="5">掘削及び敷均し操作支援</td><td colspan="2">電子水糸提供</td><td>平面、断面形状</td></tr>
<tr><td rowspan="2">本体操作支援情報の提供</td><td>移動操作支援</td><td>設計上の位置</td></tr>
<tr><td>掘削及び敷均し方向誘導</td><td>重機の向き</td></tr>
<tr><td rowspan="2">作業機操作支援情報の提供</td><td rowspan="2">ブレード操作支援</td><td>設計とブレード位置との標高差分値</td></tr>
<tr><td>設計勾配</td></tr>
</table>

※1 上表に示す情報が全て1つの支援画面から提供されるものではない。

２．２ ブレード位置の取得精度

MC･MG技術の性能として、ブレード位置（高さ）の取得精度は、「土木工事施工管理基準（平成23年6月　国土交通省　中部地方整備局）」（以下、「施工管理基準」）に基づき、適用する工種に応じた規格値以下を目安とすることが望ましい。

【解説】

ＭＣ・ＭＧ技術から提供される情報のうち、最も利用頻度が高く、施工精度の確保の面から重要な情報は、「設計（ブレード位置）との標高差分値」である。

そのため、ＭＣ・ＭＧ技術の性能として、ブレード位置の取得精度を十分に確保する必要がある。ＩＣＴブルドーザによる施工精度は、「施工管理基準」に規定される規格値を満足する必要があることから、ブレード位置の取得精度は、「施工管理基準」に規定される適用工種に応じた規格値以下を目安とすることが望ましい。

表－３　「施工管理基準」に規定される規格値

工種	規格値
掘削工	±50mm
路体盛土工 路床盛土工	±50mm
下層路盤工	±40mm

２．３ システムが有する機能

MC･MG技術は、次の機能を有するものを標準とする。 1） 3次元設計データ保存機能 2） 電子水糸提供機能 3） 掘削及び敷均し操作支援機能

【解説】

ＭＣ・ＭＧ技術は、前述**２．１**、**２．２**に示す要求仕様を最低限満足していれば、期待される施工能力、施工精度を確保することが可能であると判断する。

そのため、ここでは前掲**表－２**に示す既存システムが有する機能を大別して機能を標準的な要求仕様として規定した。なお、ＭＣ・ＭＧ技術の機能が、標準的な要求仕様以上と見なせる場合に限り、これの使用を阻害するものではない。

１）３次元設計データ保存機能

別途作成した３次元設計データ（法尻・法肩線データ等)、平面図を保存する機能。

２）電子水糸提供機能

①平面設計データ提供機能

後述**２．４**に示す機器の計測データなどに基づき、ブルドーザ本体が含まれる平面上の設計データを表示する機能。なお､｢平面上の設計データ｣は、オペレータが現地で目視確認できる中心杭（測点）や既設構造物の位置を確認できるデータを言う。

②断面設計データ提供機能

後述**２．４**に示す機器の計測データなどに基づき、ブレードセンターに対する断面方向の設計データを演算して、表示する機能。ここで言う「断面方向の設計データ」は、設計の断面形状を確認できるデータを言う。

３）掘削及び敷均し操作支援機能

上記１）と２）から、オペレータが行う操作を支援可能な、操作の良否を判定できるデータを演算して、表示する機能。ここで言う「掘削及び敷均し操作支援」とは、以下に示すとおりである。

①基面正対の良否判定データ

設計上の基面とブレードの向きとの差分あるいはこれを判断できるブレードの向きをモニタにより提供する。

②掘削及び敷均し位置の良否判定データ

設計面とブレード位置との差分をモニタにより提供する。

③オフセットデータ

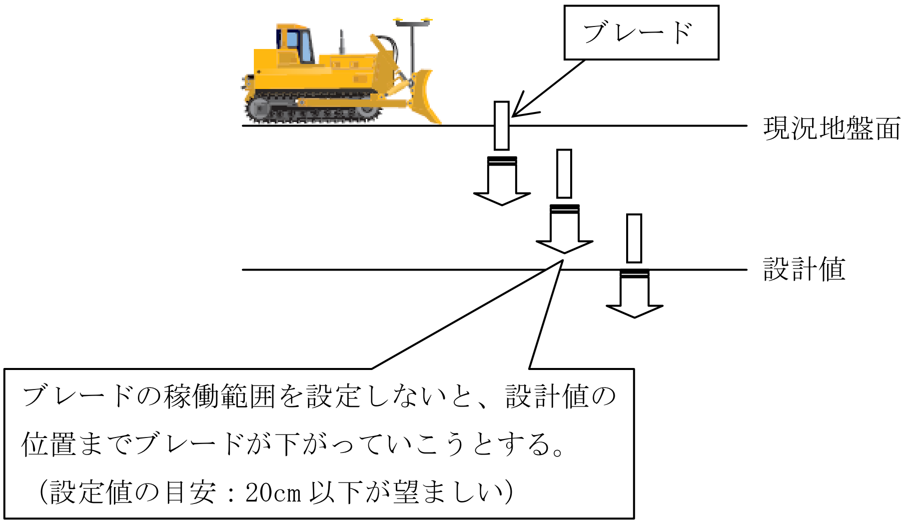
設計値からのオフセット値をモニタにより提供する。

④自動制御のオンオフ（ＭＣ技術のみ）

ブレードの自動制御のオンオフ状態をモニタにより提供する。

⑤ブレードの自動制御範囲データ（ＭＣ技術のみ）

ブレードの自動制御範囲（高さ）の最大値、最小値を提供する。ブレードの現在位置と設計値との差分が大きい場合、ブレードが下がりすぎ、ブレードが地盤面に刺さり安全性に支障をきたす可能性がある（図参照）。そのため、ブレードが自動に作動する範囲を設定する必要がある。



図－６　ブレード自動制御範囲により生じる問題

２．４ 構成機器の取得データ

MC・MG技術は、次のデータを取得するセンサ、機器等で構成することを標準とする。

1） ブレードの3次元位置（X、Y、Z）

2） ブレードの傾斜

【解説】

ＭＣ・ＭＧ技術を構成する機器は、ＩＣＴの発展により適宜更新するべきものであり、具体の機器は明確化する必要はない。また、前述１．３に基づく施工現場に導入する限りにおいては、前述２．１、２．２に示す情報と精度を確保することを要求仕様としておけば良いものと想定する。

そのため、ここでは、ブレード位置を提供するために必要性が認められるデータ項目について、標準的な要件仕様として規定することとした。このため、ＭＣ・ＭＧ技術で取得されるデータが、標準的な要求仕様以上と見なせる場合に限り、これの使用を阻害するものではない。

ここで規定するデータの取得精度は、ブレード位置の取得精度に影響を与える。そのため、各機器で取得されるデータの取得精度は、少なくとも前述２．２に示すブレード位置の取得精度以下でなければならない。

なお、参考までに既存システムの構成機器例を表－４、表－５に示す。

表－４ ＭＣ・ＭＧ技術の機器例（ＧＮＳＳ仕様）

機器		計測データ	仕様	台数	摘要
①	GNSS受信機	ブレード位置 （3次元座標）	GNSS受信機、 GNSSアンテナ、 マスト、ブラケット一式	1台	堅牢タイプ （耐衝撃性、防塵性、防滴性）
		GNSS補正情報 【基準局】	GNSS受信機、 GNSSアンテナ、 マスト、ブラケット、充電器一式	1台	標準タイプ （防塵性、防滴性）
②	傾斜センサ	ブレードの傾斜	センサ、ブラケット（ブレード用）	1台	
③	コントロールユニット及びモニタ	設計とブレード位置 との差異等	演算・描画処理装置、センサユニット、モニター一式	1式	
④	電磁バルブまたは、油圧バルブ	設計値とブレード位置との差異（ブレードの自動制御）	電磁バルブまたは、油圧バルブ	1式	MCのみ

表－５　ＭＣ・ＭＧ技術の機器例（ＴＳ仕様）

機器		計測データ	仕様	台数	摘要
①	TS	ブレード位置 （3次元座標）	自動追尾型TS、 全方位プリズム、 マスト、ブラケット一式	1台	
②	傾斜センサ	ブレードの傾斜	センサ、ブラケット（ブレード用）	1台	
③	コントロールユニット及びモニタ	設計とブレード位置との差異等	演算・描画処理装置、センサユニット、モニター一式	1式	
④	電磁バルブまたは、油圧バルブ	設計値とブレード位置との差異（ブレードの自動制御）	電磁バルブまたは、油圧バルブ	1式	MCのみ

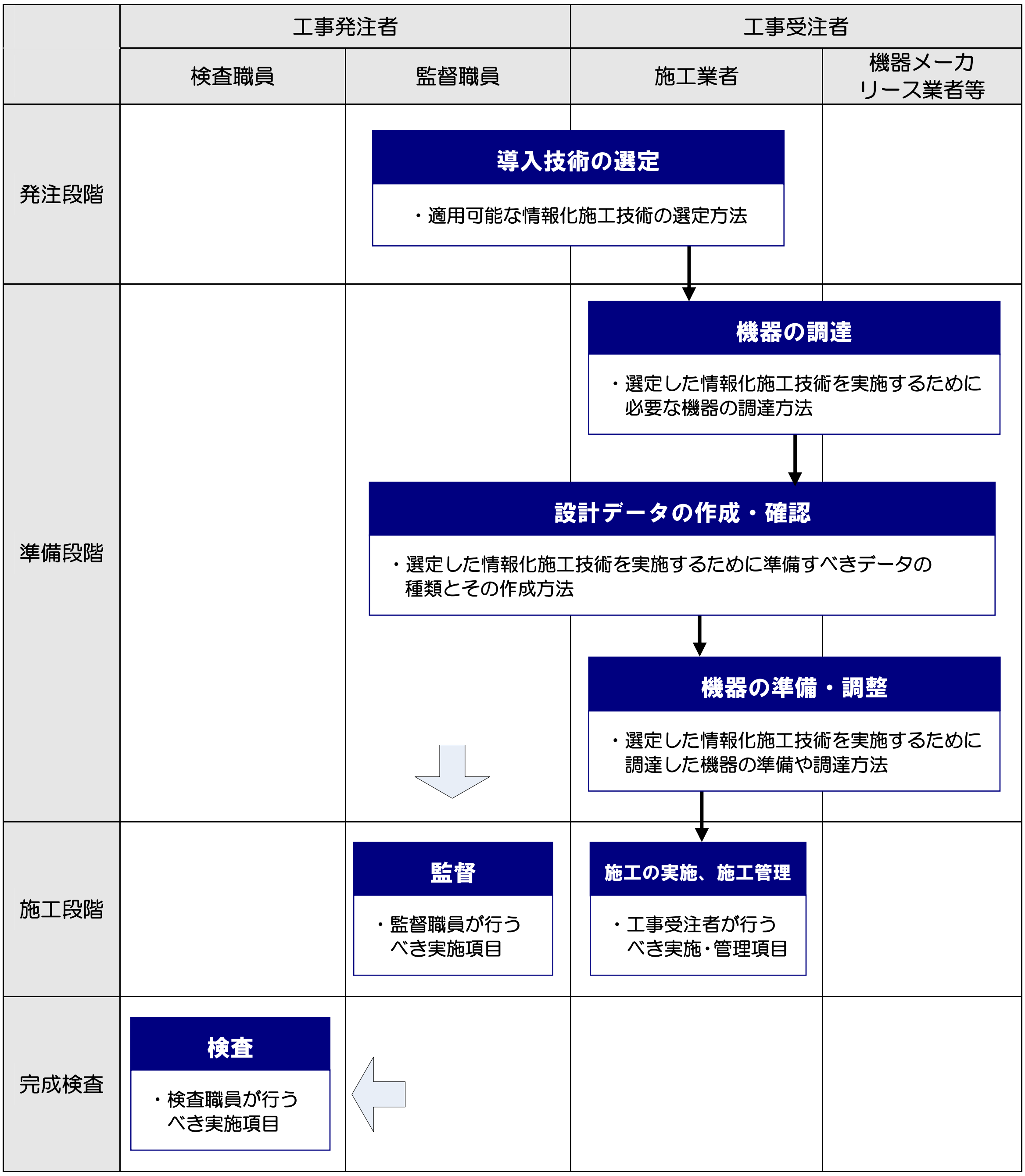
３　ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し方法

３．１　ＩＣＴブルドーザを用いた施工の流れ

MC･MG技術を導入する前に、工事発注から完成検査までの各段階の中で工事発注者と工事受注者がそれぞれに行うべき作業内容および作業手順を確認すること。

【解説】

ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均しを適用する場合、工事発注者・工事受注者が行うべき作業手順は以下のとおりとなる。



図－７　ＩＣＴブルドーザを用いた施工の流れ

３．２ 使用機器

ICTブルドーザを用いた標準的な施工、施工管理・出来形管理は、次のハードウエア、ソフトウェアの組み合わせにより実施する。 【ICTブルドーザ】 1） 3次元設計データ作成ソフトウェア 2） MC・MG技術 3） 位置測位技術 【TS出来形管理】 4） 基本設計データ作成ソフトウェア 5） 出来形管理用TS 6） 出来形帳票作成ソフトウェア

【解説】

ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工およびＴＳ出来形管理における標準的な使用機器の構成を示す。

ＩＣＴブルドーザおよびＴＳ出来形管理の使用機器は、建設ＩＣＴ導入普及研究会「建設ＩＣＴ総合サイト」および国土交通省国土技術政策総合研究所「トータルステーションを用いた出来形管理情報提供サイト」を参考とする。

（１）３次元設計データ作成ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアは、発注者から提示された設計図書等を元に、ブルドーザに搭載するための３次元設計データを作成するソフトウェアである。作成した３次元設計データは、記憶媒体などを通じてＭＣ・ＭＧ技術で読込むことができる。

具体的な３次元設計データ作成ソフトウェアは、３次元ＣＡＤや、ＩＣＴブルドーザの開発メーカがそれぞれ開発するソフトウェアなどがある。

（２）ＭＣ・ＭＧ技術

操作支援システムは、（１）で作成した３次元設計データを用い、掘削及び敷均し工におけるブレード位置の良否判定が可能な設計値とブレード位置座標との差分を表示する装置である。

なお、準備する具体的なシステムは、平成２３年度末時点で、測量機器メーカの数社が開発したものだけでなく、ソフトウェアメーカ、ゼネコン、レンタルメーカ等が開発したものなどがある。なお、測量機器メーカが開発したシステムは、一部のレンタルメーカからのレンタルも可能である。

（３）位置測位技術

位置測位技術は、ＲＴＫ－ＧＮＳＳあるいは自動追尾型ＴＳのどちらかを用いる。測位技術の選択は、３．４．３を参照のこと。

（４）基本設計データ作成ソフトウェア

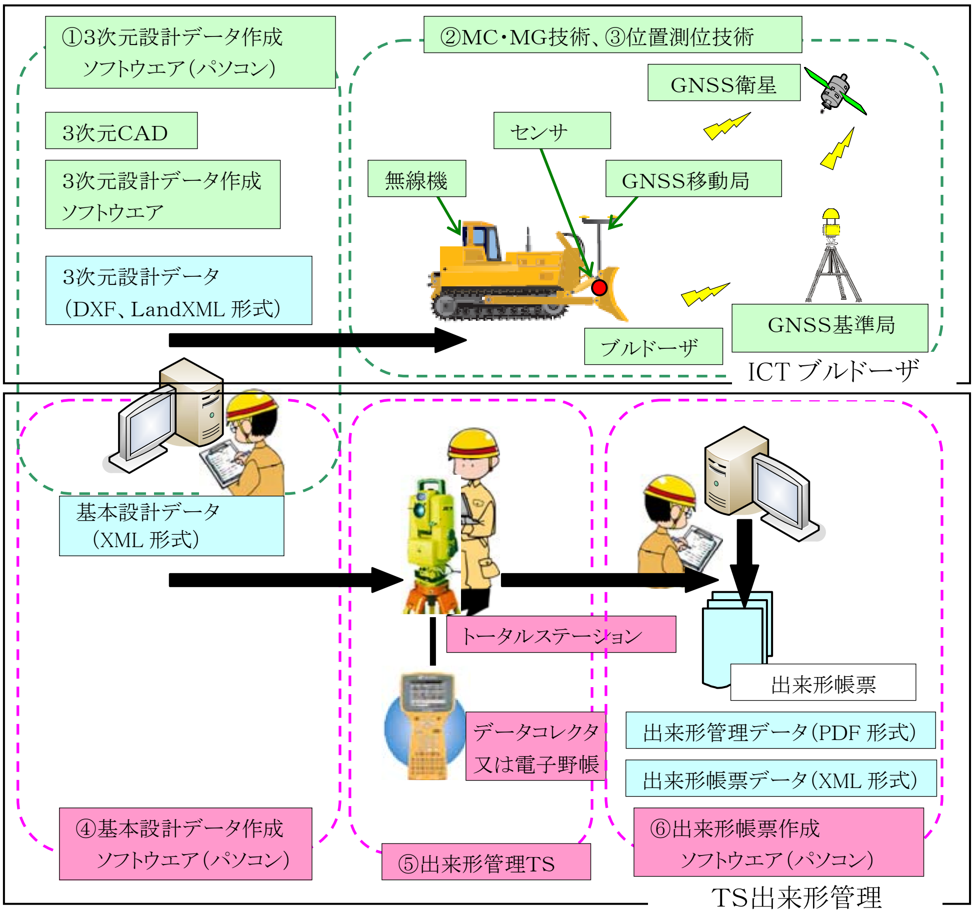
「出来形管理要領（土工編）」で規定されるソフトウェアである。

（５）出来形管理用ＴＳ

「出来形管理要領（土工編）」で規定されるＴＳ、データコレクタ（電子野帳）とソフトウェアである。

（６）出来形帳票作成ソフトウェア

「出来形管理要領（土工編）」で規定されるソフトウェアである。



図－８　ＩＣＴブルドーザとＴＳ出来形管理の使用機器

３．３　３次元設計支援ソフトウェア

3次元設計データ作成ソフトウェアは、MC・MG技術で利用可能な3次元設計データを作成・変換でき、以下の機能を有することを標準とする。 1）基本設計データ等の読込（入力）機能 2）基本設計データ等の確認機能 3）設計面データの作成機能 4）3次元設計データの作成機能 5）座標系の変換機能 6）3次元設計データの出力機能

【解説】

本要領（案）に基づくＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工は、設計図面から把握した３次元設計データと現況地形データを用い、従来の水糸設置作業をほぼなしに施工が可能で、オペレータに対して、ＭＧでは、ブルドーザ操作時にブレード位置の良否判定ができ、ＭＣでは、ブレードを自動制御できることが特徴である。

これらを実現するためには、事前に操作支援システムへの読込みが可能な３次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な３次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。

ＭＣ・ＭＧ技術が搭載することができる代表的な３次元設計データは、構造物を形成する表面形状の３次元座標の変化点で構成される「ＴＩＮデータ」と、構造物を構成する基本的な線形および断面形状で構成される「路線データ」がある。

本要領（案）では、主にＴＩＮデータについて記述している。

１）基本設計データ等の読込（入力）機能

①座標系の選択機能

３次元設計データの座標系を選択する機能。

②平面線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の平面線形（平面線形）を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、直線区間（開始点、終了点）と曲線区間（開始点、ＩＰ点、終了点）等で定義される。

③縦断線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の縦断線形（縦断線形）を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、縦断勾配変化点の累加距離、標高、縦断曲線長（又は縦断曲線半径）で定義される。

④横断形状の読込（入力）機能

設計図面に示される横断形状を読込（入力）できる機能。なお、横断形状の幾何要素は、中心線形（平面線形）を基準に、センターからの離れ距離（起点からの終点に向け右側を＋、左側を－）と勾配（あるいは比高）で定義される。

⑤現況地形データの読込（入力）機能

設計図面に示される現況地形形状を読込（入力）できる機能。なお、現況地形の幾何要素は、中心線形（平面線形）を基準に、センターからの離れ距離（起点からの終点に向け右側を＋、左側を－）と比高で定義される。

2）基本設計データ等の確認機能

①基本設計データの確認機能

上記１）で読込んだ（入力した）中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ)、横断形状データの幾何要素の数値と、設計図面に示される数値との差異がないことを確認できるよう読込んだ各データにおける幾何要素の数値を表示する機能。

②現況地形データの確認機能

上記１）で読込んだ基本設計データと現況地形データに基づき算出される、平均断面法による敷均し又は掘削の計画面積（m^2）と、設計図面に示される敷均し又は掘削の計画面積との差異がないことを確認できるよう、読込んだ（入力した）基本設計データ等に基づく敷均し又は掘削計画面積を表示する機能。

3）設計面データの作成機能

上記１)で読込んだ基本設計データを幾何要素とする設計の面データを作成する機能。本要領（案）で言う面データは、不等三角網データ（ＴＩＮデータ）とする。

4）３次元設計データの作成機能

上記３）で読込んだ設計面データと現状地形データに基づく、掘削及び敷均し範囲を示す３次元設計データを作成する機能。

5）座標系の変換機能

設計図書に示される平面図を、上記１）で選択した座標系に変換する機能。なお、平面図は、３次元設計データの背景として用いる。

6）３次元設計データの出力

上記４）～５）で作成・変換した３次元設計データ、平面図を出力する機能。

現在、中部地方整備局では、出力するデータの標準的なフォーマットをＬａｎｄＸＭＬ形式としている。ただし、ＩＣＴブルドーザに用いるＬａｎｄＸＭＬデータは、使用する機器メーカにより規格が異なることに留意する必要がある。

また、ＬａｎｄＸＭＬデータは、修正が困難なため、ＬａｎｄＸＭＬデータに加え、ＭＣ・ＭＧ用のデータ作成ソフトウェアに読込んだ際に修正が容易であるＤＷＧ、ＤＸＦ、ＳＩＭＡ、ＣＳＶ形式などのデータも用意しておくことが望ましい。

３．４ 事前準備

３．４．１ ＲＴＫ－ＧＮＳＳの適用確認

MC･MG技術の導入前に、対象掘削及び敷均し範囲において、RTK-GNSSが適用できることを確認する。

【解説】

ＭＣ・ＭＧ技術は、現状ではＲＴＫ-ＧＮＳＳが構成機器の一部である。そのため、システムの適用にあたっては､ＲＴＫ-ＧＮＳＳの利用可能な現場条件であることを確認しなければならない。

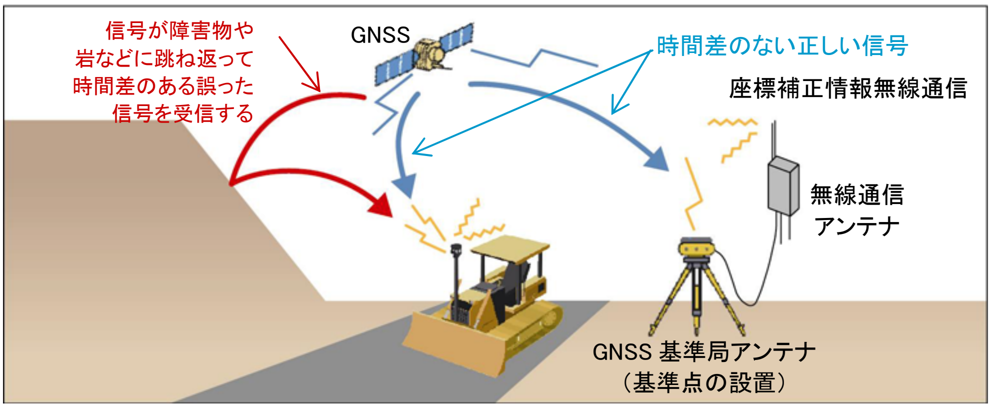
ＲＴＫ-ＧＮＳＳは、位置精度の保証を目的に、この解が一定に収束する場合のみ（ＦＩＸ解)、３次元位置データを出力する仕組みであるため、この解が一定に収束しない場合（ＦＬＯＲＴ解）には、３次元位置データは提供されず、その結果として、ＭＣ・ＭＧ技術からの情報が提供されない。

従って､MC･MG技術を搭載した掘削及び敷均し工の範囲及び基準局設置位置について、ＲＴＫ-ＧＮＳＳが適用可能なことを事前に確認する必要がある。ＲＴＫ-ＧＮＳＳが適用困難な現場条件を**表－６**に示す。

事前にＲＴＫ-ＧＮＳＳが適用困難と判断した範囲は､ＴＳ仕様に変更するか現行の水糸を用いて掘削及び敷均し作業を行う。また、ＲＴＫ-ＧＮＳＳの適用時間に制限がある場合は、これを考慮して掘削及び敷均し工程を計画する必要がある。

表－６　ＲＴＫ-ＧＮＳＳが適用困難な条件

適用困難な条件
基準局から移動局への補正情報の無線通信障害が発生する地形条件、不要電波状況
ＧＮＳＳ衛星などからの電波が反射・回折する障害物や岩などが周辺にある（**図－９**）
ＦＩＸ解となる衛星捕捉数、衛星配置の確保ができない



図－９　電波が反射・回折する現場状況

３．４．２　ＴＳの適用確認

MC･MG技術の導入前に、対象掘削及び敷均し範囲において、TSが適用できることを確認する。

【解説】

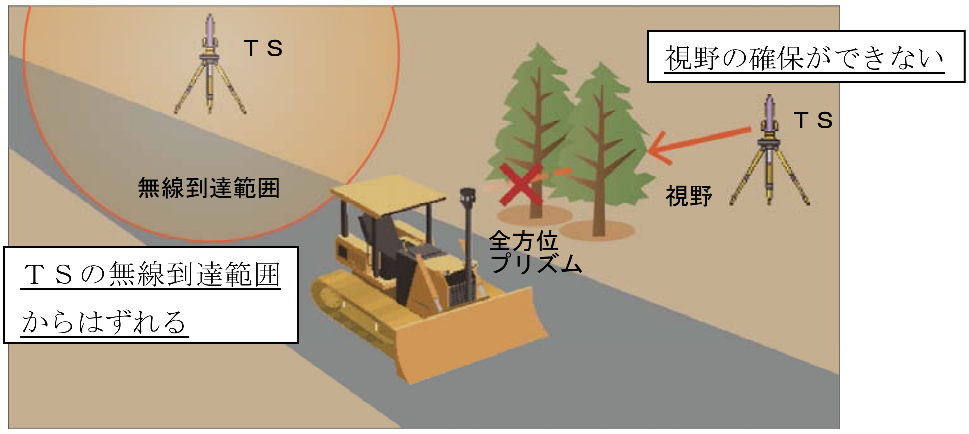
ＴＳでのシステムの適用にあたっては、ＴＳの利用可能な現場条件であることを確認しなければならない。

掘削及び敷均し工の範囲及びＴＳの設置位置について、ＴＳが適用可能なことを事前に確認する必要がある。ＴＳが適用困難な現場条件を**表－７**に示す。

事前にＴＳの適用が難しいと判断した範囲は、ＧＮＳＳ仕様に変更するか現行の水糸を用いて掘削及び敷均し工を行う。

表－７　ＴＳが適用困難な条件

適用困難な条件
障害物により、ＴＳを移動させてもＴＳから全方位プリズムまでの視野を確保できない（障害物：樹木、構造物、車両など）
ＴＳの無線到達範囲から、ブルドーザが離れる頻度が多い現場



図－１０　ＴＳの設置状況図

３．４．３　現場に適応した測位技術の選択

MC・MG技術の導入前に、対象掘削及び敷均し範囲において、現場条件に適応した測位技術（RTK－GNSS、TS）を選択する。

【解説】

前述３．４．１、３．４．２により、各測位技術の適用確認を行った上で、導入する測位技術の種類を選択する。ただし、現場条件によっては適用困難な場合があるため、各測位技術の特徴を十分に考慮し選択すること。

以下**表－８**に、各測位技術の違いを示す。

表－８　ＲＴＫ－ＧＮＳＳとＴＳの違い

項目	ＲＴＫ－ＧＮＳＳ	ＴＳ
測位精度	中 （測位誤差あり）	高 （光波測距儀と同精度）
１台で制御可能な重機	複数台	１台 （１対１制御）
視界の確保	不要	必要 （光波の見通しが必要）
基準点からの距離の制限	５００ｍ程度（目安）	１００ｍ程度（目安）
天空の確保	必要 （衛星捕捉数確保のため）	不要
基準局の設置	必要	必要

①ＲＴＫ－ＧＮＳＳに適した現場

・高い精度を必要としない現場

・一度にたくさんの情報化施工機器を動かす現場

（ＴＳ測位では１セットで１台の建設機械にしか対応できないが、ＧＮＳＳ測位では１セットで複数の建設機械をコントロール可能）

・周囲に高い建物、上空を横断する送電線や高いアンテナ、急峻な地形がなく上空が開けた現場

②ＴＳに適した現場

・高い精度（特に高さ）が要求される現場

・プリズムの視通を確保でき、延長が比較的短い現場

（延長が長いとＴＳの盛り替えが発生）

３．４．４ 基準点の設置

受注者は、RTK－GNSSを用いたICTブルドーザによる掘削及び敷均し工の施工範囲の外周には、4点以上の工事基準点を設置することが望ましい。基準点は、「作業規程」に準拠し、監督職員から指示された4級基準と3級水準（山間部では4級水準を用いても良い）を有する点、もしくはこれと同程度以上のものとする。 施工および施工管理・出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「作業規程」に準拠するとともに、RTK-GNSS基準局の設置方法と、「出来形管理要領（土工編）」で規定される出来形計測方法に留意して配置する。

【解説】

ここで、基準点とは測量の基準とするために設置された国土地理院が管理する三角点・水準点であり、また、工事基準点とは監督職員より指示された基準点を基に、受注者が施工及び施工管理のために現場およびその周辺に設置する基準となる点をいう。

ＭＣ・ＭＧ技術で用いるＲＴＫ－ＧＮＳＳは、基準局を設置するための工事基準点（３次元座標が既知）を必要する。また、ＭＣ・ＭＧ技術の利用にあたっては、ブレード位置の取得精度確保を目的とした確認試験を、導入前、敷均しおよび掘削期間中に実施する。

そのためには、上記のエリアを含む施工ヤード内に、４点以上の工事基準点を設置することが望ましい。工事基準点数が不足する場合は、新たな工事基準点を設置する必要がある。

なお、この工事基準点の少なくともひとつにＧＮＳＳ基準局を設置するため（後述３．４．８－（２）に示すローカライゼーションを行った場合を除く）、選定した基準局候補基準点と対象敷均しおよび掘削範囲間の距離と見通しを確認し、これを踏まえてＲＴＫ－ＧＮＳＳ補正情報の無線通信手段を決定する必要がある。

また、ＭＣ・ＭＧ技術で用いるＴＳはＲＴＫ－ＧＮＳＳに比べ、計測距離が短いため、掘削及び敷均しの施工範囲には、計測可能距離と施工範囲に応じて複数の工事基準点を設置することが望ましい。

一方、ＴＳによる出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値を取得し、この座標値から幅、長さを算出する。

このため、ブレード位置の計測精度と出来形の計測精度を確保するためには、現場内に４級基準点又は、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。

工事基準点の精度は、「作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

さらに、本要領（案）では、新たな工事基準点に出来形管理用ＴＳを設置し監督・検査業務に用いることを想定しているため、この新たな工事基準点の測量成果は、監督職員に提出する。ただし、この測量成果には、出来形管理用ＴＳを設置する新たな工事基準点を含める必要はあるが、ローカライゼーションを行うための工事基準点は含めなくても良いものとする。

３．４．５ 施工計画書の作成

ICTブルドーザを用いた掘削及び敷均し工を実施する場合、掘削及び敷均し計画とブレード位置の計測精度確認計画を施工計画書に記載する。上記以外の項目については、現行の掘削及び敷均し工の施工計画書と同様の内容を記載する。

【解説】

本要領（案）に準じて掘削及び敷均し工を実施する場合、下記の項目について、通常の掘削及び敷均し工の施工計画書の内容を本要領（案）に即した内容で作成する。

（１）掘削及び敷均し計画

ＭＣ・ＭＧ技術の機器構成と提供情報について示す。これにより、ＭＣ・ＭＧ技術からの提供情報が確認することができる（要求仕様については前述２．１参照）。

また、前述３．４．４に示す基準点の配置がわかる資料（平面図）を含めるものとする。

（２）ブレード位置の計測精度確認計画

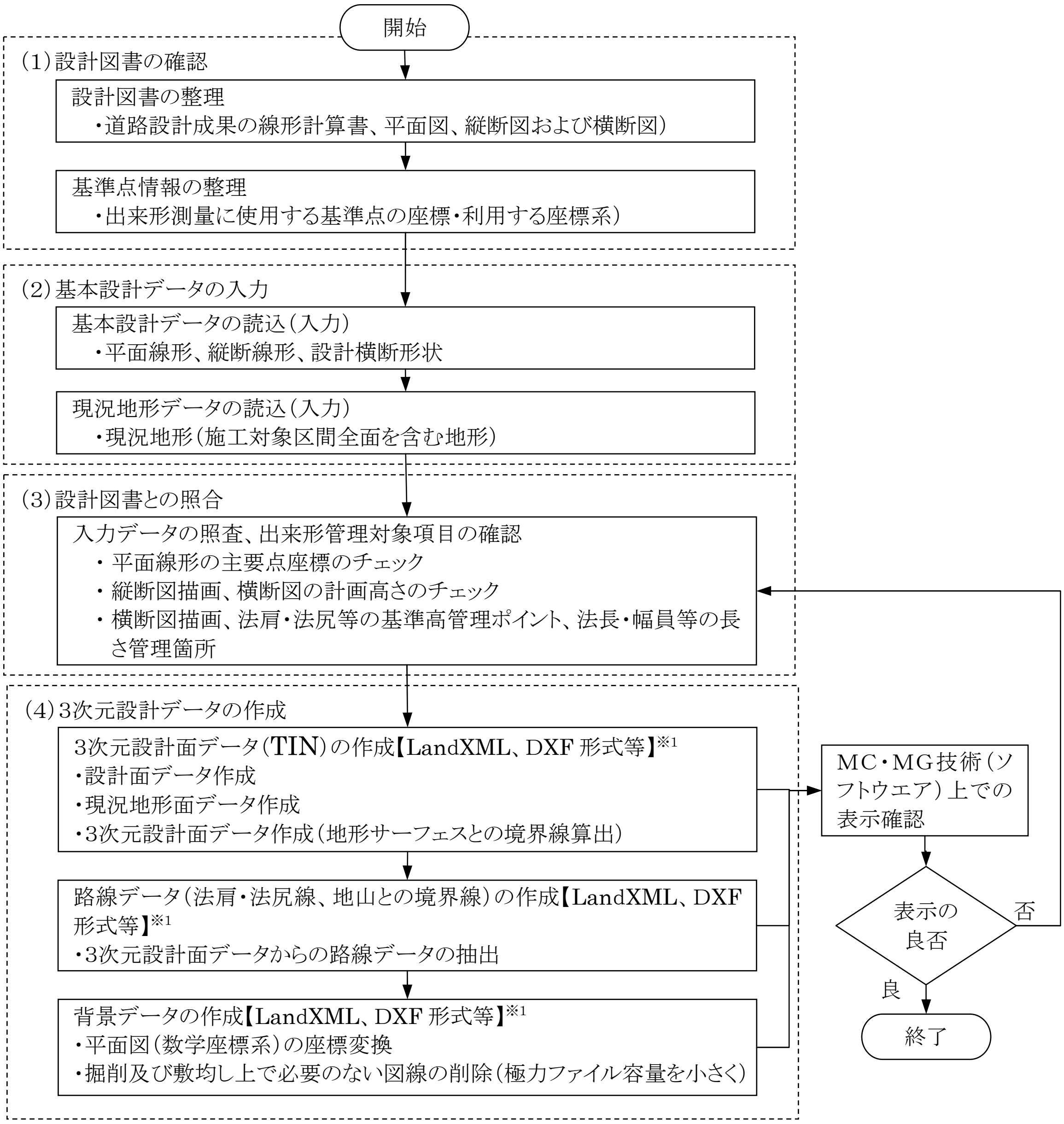
ブレード位置精度の確認と確保を目的としたブレード位置の計測精度確認計画について示す（取得精度については前述２．２参照、計画の詳細は後述３．４．１０参照）。

３．４．６ ３次元設計データの作成

ICTブルドーザに利用する3次元設計データについて、このベースとなる基本設計データを作成し、読込可能な形式に変換する。

【解説】

本要領（案）で想定する３次元設計データの作成手順を**図－１１**に示すとともに、３次元設計データ作成ソフトウェアが持つべき具体的な機能（例）を以下に示す。



※1：開発メーカにより必要なデータが異なるため事前確認を行うこと（本表では全メーカへの対応を想定）
また、中部地方整備局では、LandXML 形式を標準形式としているが、CADデータ（DXF、DWG形式など）による方式等も存在している。

図－１１　３次元設計データの作成手順

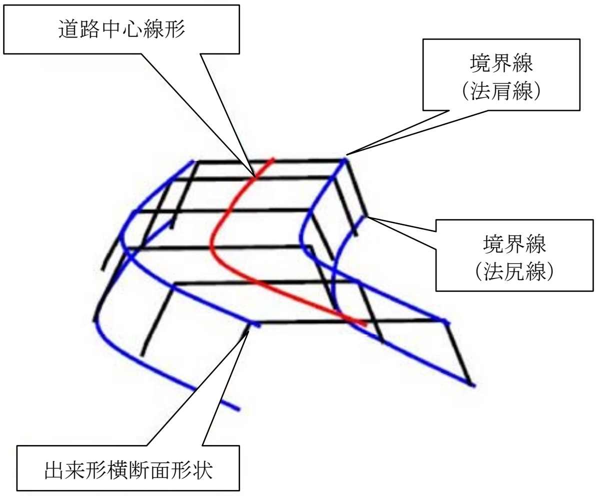
（１）ＩＣＴブルドーザに必要な３次元設計データ

ＩＣＴブルドーザに必要な３次元設計データは、①設計サーフェスデータ（路線データの構成する３次元位置座標を点群とする不等三角網データ（ＴＩＮ））、あるいは、②路線データ（中心線形、法肩・法尻線、設計と地山との境界線）が存在する（**図－１２**参照）。

これらデータは、ＬａｎｄXML形式（中部地方整備局では標準形式として指定）やＤＸＦまたはDWG形式（３次元設計図面データ）で、ＩＣＴブルドーザに搭載する。

なお、ＬａｎｄXML形式の仕様は、メーカで異なることに注意が必要である。

ａ）ＴＩＮデータ



ｂ）路線データ

図－１２　ＩＣＴブルドーザに必要な３次元設計データ

（２）上記作成にあたっての留意事項

中心線形が曲線部（単曲線、緩和曲線）を含む場合、設計図面上、線形を示すパラメータを有する線形は、中心線形のみである。このため、設計図面に示される横断形状（以下、管理断面という）のみでは、管理断面間の境界線データ（法肩・法尻線および設計と地山との境界線）は直線補完される。

このため、中心線形のパラメータに則した３次元設計データの作成には、３次元設計データ作成ソフトウェアを用いて、管理断面の横断形状を土工定規とした新たな横断形状を密に計算させることで、直線補完距離を短くすることで対応できる。

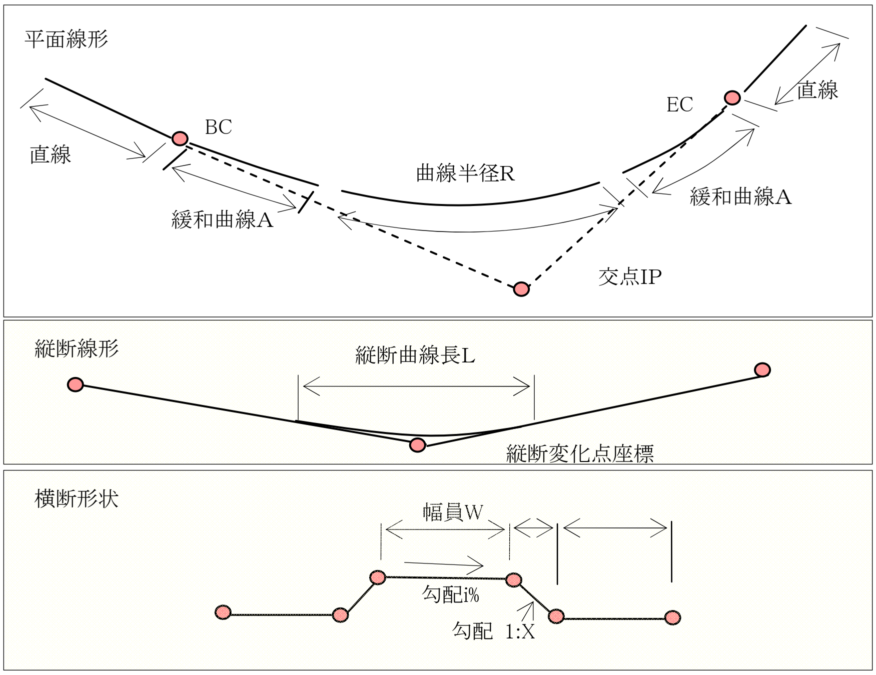
新たな横断形状の計算頻度は、延長方向に２．０ｍとすると、ブルドーザを用いた掘削及び敷均し工において最も設計に厳密な３次元設計データが作成できる。このような３次元設計データは、中心線形に曲線部を含む場合に必要となる。一方、中心線形が直線部のみの場合にこのような３次元設計データを用いると、設計面データ（データ構成する単位面データ）をトリガ選択するＩＣＴブルドーザでは、頻繁な選択が必要となるため、注意する必要がある。

また、地山と設計との境界線（設計図面上に示される現況地形線、あるいは起工測量成果）は、一般的に管理断面のみしかなく、特に管理断面間は地形が現地と異なる場合が多い。

このような条件で３次元設計データを作成する場合は、地山と設計との境界線を、設計図面よりも外側に設けることで対応できる。

（３）ＴＳ出来形管理に必要な３次元設計データ

ＴＳ出来形管理に必要な３次元設計データは、設計図面（線形計算書、平面図、縦断図、横断図等）に示される中心線形（平面・縦断）と横断形状で構成される基本設計データ（施工管理データに含まれる）である（**図－１３**参照）。



図－１３　ＴＳ出来形管理に必要な３次元設計データ

（４）共通利用可能な３次元設計データ

ＭＣ・ＭＧ技術用３次元設計データは、ＴＳ出来形管理に用いるためのデータとして作成する基本設計データを参照し、３次元ＣＡＤ等で作成することが可能である。

そのため､両者に共通して利用可能な３次元設計データは､基本設計データであると考え、これを要求仕様として規定した。

なお、設計段階において、ＭＣ・ＭＧ技術の適応工事要件を満たす工事の設計段階において、基本設計データを作成しておくことは、３次元設計データの作成手間を最小限に留め、早期にＩＣＴ掘削及び敷均し工に着手することが可能となるため、これには合理性がある。また、出来形管理用ＴＳを利用して、監督職員が出来形・出来高の把握が行う場合には、発注者が基本設計データを保有しておくと、監督行為に対する信頼性が確保可能となる。

３．４．７ ３次元設計データの確認

基本設計データの作成後には、設計図面との照合を行う。

【解説】

３次元設計データのベースとなる基本設計データは、設計図面（線形計算書、平面図、縦断図、横断図）に記載される中心線形、横断形状の幾何形状要素と一致するため、基本設計データの入力後は、これとの照合を行って設計図面と一致していることを確認する。

これにより、設計図面をベースとするＭＣ・ＭＧ技術を用いた掘削及び敷均し工が可能となり、設計図面に基づく、出来形管理用ＴＳを用いた作業管理あるいは監督行為の実施が可能となる。

この照合作業は、基本設計データの入力値を確認項目とするチェックシートを作成した上で実施することが、標準的である。

確認項目の例を以下に示す。照合は、設計図書と３次元設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値または出力図面と対比して行う。

１）基準点

基準点は、基準点の名称、座標を事前に監督職員に提出している基準点の測量結果と対比し、確認する。

２）平面線形

平面線形は、線形の起終点、各測点および変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図および線形計算書と対比し、確認する。

３）縦断線形

縦断線形は、線形の起終点、各測点および変化点の標高と曲線要素について、縦断図と対比し、確認する。

４）出来形横断面形状

出来形横断面形状は、出来形管理項目の幅（小段幅も含む)、基準高、法長を対比し、確認する。設計図書に含まれる全ての横断図について対比を行うこと。また、出来形横断面形状に付与する計測対象点の記号が基本設計データ作成ソフトウェアによって作成されていることを、出力図面またはソフト画面上で確認すること。

なお、本要領（案）の添付資料（**様式－１**）に、基本設計データのチェックシート（例）を示しているため、参考とされたい。

３．４．８ ＧＮＳＳ基準局の設置

受注者は、RTK－GNSSを用いたICTブルドーザによる掘削及び敷均し工の着手前までに、GNSS基準局を、前述３．４．４で規定する基準点に設置する。

【解説】

（1）ＧＮＳＳ基準局の設置

ＭＣ・ＭＧ技術を構成する機器にＧＮＳＳを含む場合には、掘削及び敷均し工の着手前までにＧＮＳＳ基準局を設置する必要がある。

同システムにより提供されるブレード位置の３次元座標には、ＧＮＳＳが潜在的に有する計測誤差以外に、ＧＮＳＳ基準局の設置した位置の３次元座標の誤差が含まれるため、前述３．４．４で規定する基準点に必ず設置すること。

また、ＧＮＳＳ基準局を設置する基準点の選定にあたっては、ＧＮＳＳ補正情報を通信する無線装置の性能（通信距離、指向性）を勘案する必要がある。

写真－６　基準点（３次元座標）

写真－７　ＧＮＳＳ基準局

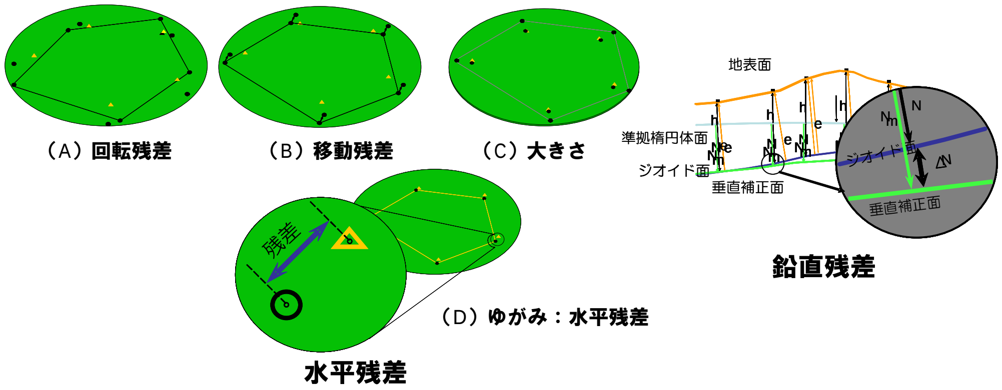
（2）ローカライゼーション（座標変換）

本要領（案）での出来形計測は、出来形管理用ＴＳを用いることを前提としており、出来形値（標高、法長さ）の元データとなる３次元座標は、「出来形管理要領（土工編）」に示される規定に従う限りにおいては、出来形管理用ＴＳを設置した基準点からの相対位置が保証されるため、出来形値の誤差精度は、**図－１４**に示す基準点の残差に依存する。

このため、構築物の施工精度を確実に確保するには、設計照査の段階で、出来形管理用ＴＳを設置する可能性がある各基準点の３次元座標と、ＴＳ（又はＲＴＫ-ＧＮＳＳ）を用いて計測される３次元位置座標との残差、あるいは各基準点に対しＧＮＳＳ座標系上で算定された３次元位置座標との残差を確認するとともに、基準点の位置座標を包括する面との残差(回転、移動、大きさ、水平ゆがみ、垂直ゆがみ）を確認することを推奨する。

この残差が比較的大きいと判断する場合は、基準点の確認を行う必要があると判断され、この残差が比較的小さい場合は、残差の影響を最小限に留める対応として、ＧＮＳＳ座標系と現場座標系に変換すること（ローカライゼーションと呼ぶ）を行なっても良い。

なお、残差の大きさを判断する「しきい値」は、標準的には１０ｍｍ～３０ｍｍ程度と考えられるが、ＧＮＳＳでの豊富な測量経験を有する測量技術者との協議の上で設定し、ローカライゼーションを行うものとする。



※図中の●は真値、▲は基準点が有する位置座標、　●　はＧＮＳＳ計測による座標面

図－１４　基準点残差のイメージ

写真－８　ローカライゼーション測量状況

３．４．９　ＴＳの設置

受注者は、自動追尾型TSを用いたICTブルドーザによる掘削及び敷均し工の着手前までに、TSを前述3．4．4で規定する基準点に設置する。

【解説】

ＭＣ・ＭＧ技術を構成する機器にＴＳを含む場合には、掘削及び敷均し工の着手前までにＴＳを設置する必要がある。

同システムにより提供されるブレード位置の３次元座標には、ＴＳが潜在的に有する計測誤差以外に、ＴＳの設置位置の３次元座標の誤差が含まれるため、前述３．４．４で規定する工事基準点に設置することが望ましい。

なお、工事基準点上にＴＳを設置できない場合は、後方交会法により任意の未知点にＴＳを設置してもよい。

作業方法と作業上の留意点を以下に示す。

・ＴＳが水平に設置されていること。

・計測中に器械が動かないように確実に設置すること。

・器械高及びプリズム高の入力ミスなどの単純な誤りが多いので、注意すること。

写真－９　ＴＳの設置

３．４．１０ ブレード位置精度の確認

MC･MG技術の性能確認のため、掘削及び敷均し工着手前に、ブレード位置の計測精度を確認する。

【解説】

（1）ブレード位置の取得精度の範囲

ＭＣ・ＭＧ技術から提供される情報のうち、最も利用頻度が高く、施工精度の確保の面から重要な情報は、「設計とブレード位置との差分値」である。

そのため、ＭＣ・ＭＧ技術の性能として、ブレード位置の取得精度を十分に確保する必要がある。ＩＣＴブルドーザによる施工精度は前述２．２に示すとおり「施工管理基準」に規定される適用工種に応じた規格値以下を目安とすることが望ましい。

（2）ブレード位置の取得精度低下の要因

ブレード位置の取得精度は、次の要因により変化する。

①　ＲＴＫ－ＧＮＳＳの位置精度（平面：±１０mm、標高：±２０mm）
②　ＲＴＫ－ＧＮＳＳおよび角度センサ位置間の寸法計測誤差
③　角度センサによる出力精度
④　ソフト処理上の丸め誤差
⑤　機械ガタ（刃先の磨耗を含む）

上記の要因、特に①、②及び③の汎用機械に対してシステム取付けを主体に想定していること､使用期間などによる⑤汎用機械のガタが､ブレード位置の計測精度に影響をあたえる。これらの要因は、ＭＣ・ＭＧ技術を搭載したブルドーザ毎に、ブレード位置の計測精度が異なることを示す。

（3）ブレード位置精度が変化する条件

実際の施工では、異なるブレード角度により操作されるため、これを考慮したブレード位置精度を予め確認しておく必要がある。

（4）ブレード位置の計測精度の確認方法

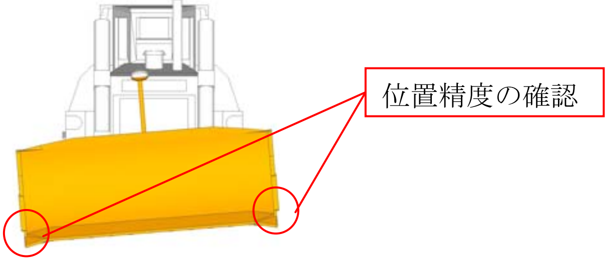
ブレード位置の精度確認は、現場条件に合わせて、以下１）または２）のいずれかの方法で行う。

１）ＭＣ・ＭＧ技術の情報とＴＳ計測による取得情報とのブレード位置の較差

ＭＣ・ＭＧ技術より提供されるブレード位置とＴＳにより取得されるブレード位置との較差により取得精度の確認を行う｡ブレード位置の精度の確認方法を**図－１５**に示す。

計測は、ブルドーザのブレード角度を変更し、３回（６箇所）以上行う。

計測箇所は、往復を含め、延べ６箇所以上とする。



図－１５　ブレード位置精度の確認方法

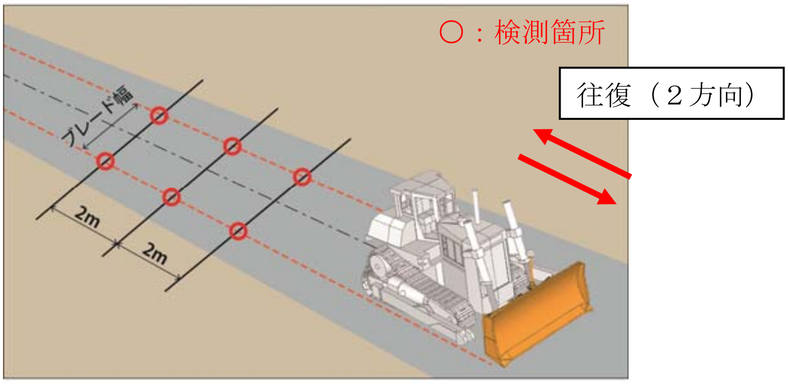
２）テスト走行による検測

施工前に、ＩＣＴブルドーザによるテスト走行を行い、テスト面の検測から取得したデータを用いて位置精度を確認する。

現況地形のデータをＭＣ・ＭＧシステムに搭載したブルドーザを走行し、ブレードの左右端の２点以上を検測する。さらに、テスト走行は、異なる２方向（例えば逆向き）でブレード角度を変えて実施すること。

検測箇所は、２方向の走行を含めて、延べ１２箇所以上とする。

テスト走行による検測例を**図－１６**に示す。



図－１６　テスト走行による検測の例

（５）ブレード位置精度の確認結果

ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工では、操作支援システムから提供される「設計データ」と「ブレード位置の良否判定データ」などを確認して操作判断を行うため、施工精度を確保するためには、前述（１）に示すブレード位置精度を、施工着手前に確認する必要がある。また、この確認結果は、利用するＩＣＴブルドーザの計測性能を証明するものであり、必要に応じて監督職員から請求される場合が想定されることもあるため、資料として整備・保管するとともに、後述３．５．２の初期データとして利用する。

なお、本要領（案）の添付資料（**様式－２**）に、ブレード位置の取得精度に関する記録シート（例）を示しているため、参考とされたい。

３．４．１１ ３次元設計データの搭載

受注者は､3次元設計データをMC･MG技術へ搭載する。

【解説】

受注者は、３次元設計データ作成ソフトウェアなどから出力した３次元設計データを、記憶媒体（ＣＦカード、ＵＳＢメモリなど）を通して、操作支援システムに搭載する。

掘削及び敷均し工の着手直前に､施工範囲内の既知点と３次元設計データの変化点に対し、ブレード位置をあわせ、この位置の３次元座標を、操作支援システムのディスプレイから読み取り、掘削及び敷均し工対象となる３次元設計データが搭載されていることを確認しておく必要がある。

コントロールボックスに記憶媒体（ＣＦカード、ＵＳＢメモリ等）をセットする。

写真－１０　ＭＣ・ＭＧ技術への３次元設計データの搭載方法

３．５ 掘削及び敷均し方法

３．５．１ 操作判断と作業指示

ブルドーザのオペレータによる操作判断は、掘削及び敷均し中あるいは任意の位置にブレードを合わせることでMC・MG技術から提供される『設計とブレードとの差分値（標高など）』の確認により行う。 施工管理者による作業指示は、出来形管理用TSから提供される設計上の平面位置における標高の確認により行う。

【解説】

（1）設計とブレード位置の差分値

ＭＧ技術では、オペレータに『設計とブレード位置との差分値』などが常時提供され、ＭＣ技術では『ブレードの自動制御』により施工が実施される。そのため、現行作業で必要な作業員を別途配置した標高確認（検測）などを行わずとも、作業中に適宜操作判断を行うことが可能である。

ただし、操作支援情報を見ての操作は、操作の安全上問題がある上、作業効率を低下させる結果となるため、常時に操作支援情報を確認するのではなく、必要と判断される箇所で、操作支援情報を確認するようオペレータに指示することが、ＭＣ・ＭＧ技術を有効活用するノウハウであるため、ここに注記しておく。

なお、本要領（案）で推奨する掘削及び敷均し工の作業形態別に着目すべき操作支援情報を以下に列挙する。受注者は、これを参考として、オペレータと協議の上、操作支援情報を提供するモニタ表示を設定することが必要である。

【敷均し】

・ブレードと断面が正対しているか否か
・ブレードが傾斜（ピッチング、ローリング）しているか否か
・ブレードがある位置の測点
・設計勾配

【掘削】

・ブレードと断面が正対しているか否か
・ブレードが傾斜（ピッチング、ローリング）しているか否か
・ブレードがある位置の測点
・設計勾配
・切り出し位置とブレード位置との差分（平面位置）
・不可視部分の断面とブレード位置との差分

（２）設計と出来形との差分値

ＭＣ・ＭＧ技術を用いた掘削及び敷均し工を行った場合、現地には基本的には、水糸といった現場指標がない（少ない）ため、掘削及び敷均し作業の終了を判断するためのレベル（テープ）を用いた出来形確認が実施し難い。

そのため、施工管理者は、出来形管理用ＴＳを用いた出来形の確認やＭＣ・ＭＧの『設計と出来形との差分値』での確認により、施工手直しといった施工指示を行うことで施工管理を効率的に行うことができる。

なお、ＭＣ・ＭＧ技術と出来形管理用ＴＳの利用は、ＭＣ・ＭＧ技術の故障発生時の施工指示手段として有効である。

３．５．２ 掘削及び敷均し期間中の確認事項

掘削及び敷均し期間中、ブレード位置の取得精度などを、原則として日々確認する。

【解説】

（1）ブレード取得精度の確認

ＭＣ・ＭＧ技術の性能として着目する『ブレード取得精度の確認』は、連続的な掘削及び敷均し作業により、次に示す要因などにより精度が低下する可能性がある。

① ブレードの摩耗によるブレード寸法の変化
② 作業機装置のピン支承の摩耗による機械ガタの変化
③ センサ設置位置のずれ
④ センサ性能の低下、センサ故障（較正値のドリフトなど）

そのため、施工精度を確保する上では、ＭＣ・ＭＧ技術の信頼性を確保することが重要であり、掘削及び敷均し期間中、適宜『ブレード取得精度の確認』を実施することが必要となる。

（2）掘削及び敷均し期間中における確認

『ブレード取得精度の確認』の確認方法は、前述３．４．１０に示す確認方法で行うことを標準とする。

なお、確認頻度は、作業日１日ごと始業前に１回行うことを標準とするが、対象土質や作業形態を勘案し、適切な頻度に変更する必要がある。

（3）その他の確認

ＭＣ・ＭＧ技術を構成するセンサ、ケーブル等は、連続的な掘削及び敷均し作業により、故障、断線といったトラブルの発生が想定されるため、日常的にこれらの状態を確認する必要がある。日常点検項目の設定例を**表－９**に示す。

表－９　日常点検項目（設定例）

対象	点検項目
ＧＮＳＳ・ＴＳ	ブラケット（ねじ）の緩みはないか
	アンテナ、マストの変形はないか
センサ	ブラケット（ねじ）の緩みはないか
	センサの変形はないか
ケーブル	ケーブルの緩みはないか
	ケーブルの損傷はないか

なお、本要領（案）の添付資料（**様式－３**）に、日常点検のチェックシート（例）を示しているため、参考とされたい。

３．６　ＩＣＴブルドーザを使用した現場での留意事項

ＩＣＴブルドーザの適用による効果を発揮するためには、ＩＣＴ機器に対する慣れと経験が必要である。ここでは、ＩＣＴブルドーザによる掘削及び敷均しを経験した施工業者、開発メーカなどから得た情報をもとに、ＩＣＴブルドーザによる掘削及び敷均しを行う上での留意点を整理する。これらに留意することで、現場で直面する様々なトラブルを未然に防ぐ、あるいは対処できれば幸いである。

（1）ＩＣＴブルドーザ

①精度劣化に気づかず作業を継続した場合、仕上がりの誤差が生じることになる。ブレードの刃先座標のチェックポイントを設け、日々の精度管理を行うことが望ましい。

②刃先が削れることにより精度が悪化することから、刃の磨耗分を考慮したブレード寸法の再入力に注意する。

③ＭＣ・ＭＧのモニターを注視しすぎて周囲への注意が散漫にならないように注意する。

④ＭＣを使用する場合は、必ずブレードの自動制御がオンになっていることを確認する。

⑤ＭＣの場合は、ブレードの自動制御範囲の設定値（稼動範囲）を確認する。

⑥施工前に、センサやケーブル類などＩＣＴ機器の防護を行い、故障や破損を未然に防止することが望ましい。

⑦日々の精度確認を必ず行うこと。また、施工中に適宜検測を行うことも有効である。

（2）ＧＮＳＳ関連

①現場付近に変電所や高圧電線などがある場合、ＧＮＳＳの通信障害が発生する可能性がある。障害が発生する場合は、基準局の移動やＴＳ仕様への変更を検討する。

②基準局と受信機間でダンプ等の横断がある場合は無線通信が途切れる可能性があるため、基準局を高台等に設置することを検討する。

③施工途中でＧＮＳＳ基準局のバッテリーがなくならないよう、バッテリーの残量に注意する。(バッテリーの稼動時間は、機種により異なるが、１個当たり４～５時間稼動できるものが多い)

（3）ＴＳ関連

①基準局（ＴＳ）と受信機の間では、車両や作業員が障害となり通信が遮断されるケースがあるので注意する。

②無線の到達距離に限りがあるため、ＴＳと重機との距離が離れすぎないように注意する。

③施工途中でＴＳのバッテリーがなくならないように、バッテリーの残量に注意する。（バッテリーの稼動時間は、機種により異なるが、１個当たり４～５時間稼動できるものが多い)

４　ＩＣＴブルドーザを使用した現場での出来形管理方法

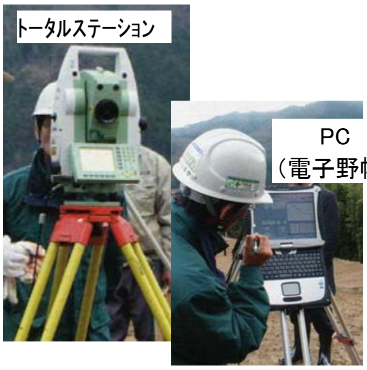
４．１ 出来形管理方法

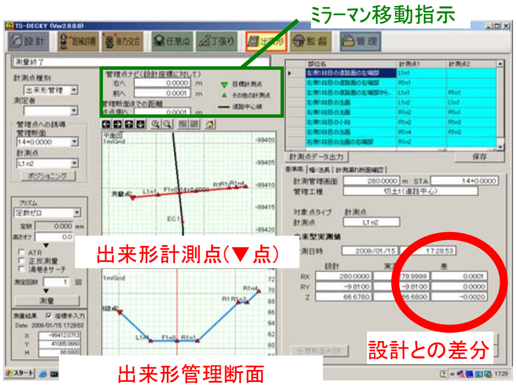
ICTブルドーザを使用した現場での出来形管理方法は、「出来形管理要領(土工編)」に準拠する。

【解説】

ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工では、出来形が均一化することから、連続的な横断面での合理的な施工管理・出来形管理を行うことができる。

従って、ＩＣＴブルドーザを用いた掘削及び敷均し工では、効率的で正確な出来形管理が実施できる測量機器との組み合わせが必要不可欠である。そのため、本要領（案）では、出来形管理方法は、ＴＳ出来形管理とする。





写真－１１　出来形管理用ＴＳ

添付資料

(様式－1)

平成　年　月　日

作成者：　　　　　　　　印

基本設計データのチェックシート
（対象技術：ＴＳ出来形管理）

項目	対象	内容	チェック結果
1)基準点	全点	・基準点の名称は正しいか？ ・座標は正しいか？	
2)平面線形	全延長	・起終点の座標は正しいか？ ・変化点(線形主要点)の座標は正しいか？ ・曲線要素の種別、数値は正しいか？ ・各測点の座標は正しいか？	
3)縦断線形	全延長	・線形起終点の測点、標高は正しいか？ ・縦断変化点の測点、標高は正しいか？ ・曲線要素は正しいか？	
4)横断面形状	全延長	・作成した横断面形状の測点、数は適切か？ ・幅、基準高、法長は正しいか？ ・現況地形との交点は正しいか？	

※　各チェック項目について、チェック結果欄に"○"と記すこと。

※　受注者が監督職員に様式－１を提出した後、監督職員から様式－１を確認するための資料の請求があった場合は、受注者は以下の資料等を速やかに提出するものとする。

- 線形計算書（チェック入り）
- 平面図（チェック入り）
- 縦断図（チェック入り）
- 横断図（チェック入り）

（上記以外にわかりやすいものがある場合は、替えることができる）

添付資料

(様式－２)

平成　　年　　月　　日

作成者：　　　　　　　　　　印

「ブレード位置の取得精度」記録シート（対象技術：ＩＣＴブルドーザ）

<table>
<tr><th rowspan="3">試験
No</th><th colspan="2">パラメータ(目標値)</th><th colspan="7">内容</th><th colspan="2" rowspan="2">較差
(②−①)</th><th rowspan="3">規格値</th><th rowspan="3">標高較差
確認結果
(規格値以内)
※2</th></tr>
<tr><th rowspan="2">ブルドーザ位置</th><th rowspan="2">ブレード
角度</th><th rowspan="2">計測
位置</th><th colspan="3">①MC･MG技術　※1</th><th colspan="3">②精度検証機器(TS)</th></tr>
<tr><th>北座標</th><th>東座標</th><th>標高</th><th>北座標</th><th>東座標</th><th>標高</th><th>平面位置</th><th>標高</th></tr>
<tr><td rowspan="2">No. 1</td><td rowspan="2">m</td><td rowspan="2">度</td><td>左</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="13"></td><td></td></tr>
<tr><td>右</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">No. 2</td><td rowspan="2">m</td><td rowspan="2">度</td><td>左</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>右</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">No. 3</td><td rowspan="2">m</td><td rowspan="2">度</td><td>左</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>右</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">No. 4</td><td rowspan="2">m</td><td rowspan="2">度</td><td>左</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>右</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">No. 5</td><td rowspan="2">m</td><td rowspan="2">度</td><td>左</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>右</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">No. 6</td><td rowspan="2">m</td><td rowspan="2">度</td><td>左</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>右</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">備考</td><td colspan="7">平　均　値</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

※1　テスト走行による検測を行う場合は、“標高(設計値)”のみ入力する。
※2　標高較差が規格値以内であれば、チェック結果欄に“○”と記すこと。

(様式－３)

日常点検のチェック項目（対象技術；ＩＣＴブルドーザ）

		チェック実施日	年　月　日	年　月　日	年　月　日	年　月　日	年　月　日
		確 認 者	印	印	印	印	印
対象項目	確認箇所	内　　容	チェック結果	チェック結果	チェック結果	チェック結果	チェック結果
1) GNSS または TS	・基準局	・ブラケット（ねじ）の緩みはないか？					
		・アンテナ，マストの変形はないか？					
		・正しく起動しているか？ （電力供給、バッテリ充電量）					
		・無線装置は正しく起動しているか？ （電力供給、バッテリ充電量）					
2) GNSS または TS	・ブレード部	・ブラケット（ねじ）の緩みはないか？					
		・アンテナ，マストの変形はないか？					
3) センサ	・ブレード部	・ブラケット（ねじ）の緩みはないか？ ・センサの変形はないか？					
4) ケーブル	・ブレード～本体等	・ケーブルの緩みはないか？ ・ケーブルの損傷はないか？					

対象項目	確認箇所	既知点	内容		ブルドーザ	較差	ブルドーザ	較差	ブルドーザ	較差	ブルドーザ	較差	ブルドーザ	較差
5) データ 確認	・X 座標		・測定較差が規格値以内か？											
	・Y 座標													
	・標　高													
			規格値		確認		確認		確認		確認		確認	

※各チェック項目について、チェック結果欄に“〇”と記すこと。

おわりに

本要領（案）では、情報化施工技術を用いたブルドーザによる掘削及び敷均し工を行う際に、受注者、監督職員、検査職員の立場から確認、留意すべき事項についてとりまとめた。

本要領（案）の対象とするＩＣＴは、最新のＩＣＴブルドーザを対象としたが、これら技術は、更なる現場支援を目指し、今後も様々な改善や新たな開発が行われると想定される。

例えば、ネットワーク型ＲＴＫ－ＧＮＳＳなど新たな計測・センサ技術の適用、オペレータに向けた支援画面の改善、ブレード位置の軌跡データを用いた出来高数量算出機能の開発などが想定され、これら改善・開発された技術が施工現場に適用できる技術レベルに至った段階で、その都度の評価を行って、本要領（案）に反映していきたいと考える。

また、本要領（案）では対象外としたが、ＩＣＴブルドーザの適用により施工範囲全体の施工精度向上が期待できるため、出来形の計測頻度を低減させるなど、発注者、受注者双方の合理化・効率化を目指した施工管理基準・規格値の見直しが可能であり、さらには、出来形管理用ＴＳを用いることで、現状の管理断面に依らない、点的な出来形管理から面的な出来形管理へ移行も可能である。

ただし、この実現に向けては、各事業を通じた実績の蓄積が必要であり、継続的にこれら事業での調査を行い、本要領（案）に反映させていきたいと考える。

本要領（案）は、建設ＩＣＴ導入普及研究会として産官学で取り組んだ平成２４年３月現在の施工管理要領であり、本要領（案）が施工現場へのＩＣＴ導入を促進し、効率的かつ効果的な社会資本整備の実現に寄与することを期待する。

以上