

建設ICTざっくりシリーズ



平成22年1月

中部地方整備局建設ICT導入研究会

建設ICTざっくりシリーズ

平成22年 1月 26日

非売品

編集 建設ICT導入研究会事務局 現場支援チーム
国土交通省中部地方整備局 中部技術事務所
施工調査課 川尻
〒461-0047 名古屋市東区大幸南 1-1-15
TEL 052-723-5704
FAX 052-723-5790
chubu-ict-shien@cbr.mlit.go.jp

発行 建設ICT導入研究会
事務局 国土交通省中部地方整備局 企画部施工企画課内
〒460-8514 名古屋市中区三の丸二丁目5-1
TEL 052-953-8180
FAX 052-953-9192

営利目的の使用・転用を禁じます。

ご意見、ご指摘をお待ちしております。研究会事務局へお寄せください。

はじめに

1

国土交通省では、建設の現場で施工の効率化、合理化を目指して情報化施工を推進しています。また、中部地整では建設ICT導入研究会を立ち上げ、情報化施工を一步進めて調査計画から維持管理までの情報の流れを効率的にする**建設ICT**に取り組んでいます。

建設ICTでは様々な技術を組合せ建設の現場に生かしていこうという取り組みですが、今まで専門としていなかった分野の技術や手法を取り入れていく必要があります、**初めて建設ICTに係わる人**にとっては敷居が高く感じられているのではないのでしょうか。

技術の詳細は専門的で高度なものですが、現場を監督やシステム使う立場にとっては全体を通して概略をイメージすることが建設ICTの理解につながると考え**ざっくり**説明した資料としてまとめてみました。

それぞれの項目での利用や全体を通しての利用が出来るよう項目別にまとめています。作成したばかりで、必ずしも的を得た内容になっていないかもしれませんが、皆さんからの意見を受け今後より使いやすい資料へ修正していきたいと思っています。

作成にあたっては、発注者として必要な項目を意識していますが、施工者や関係者の「はじめの一步」の資料として利用していただければうれしく思います。

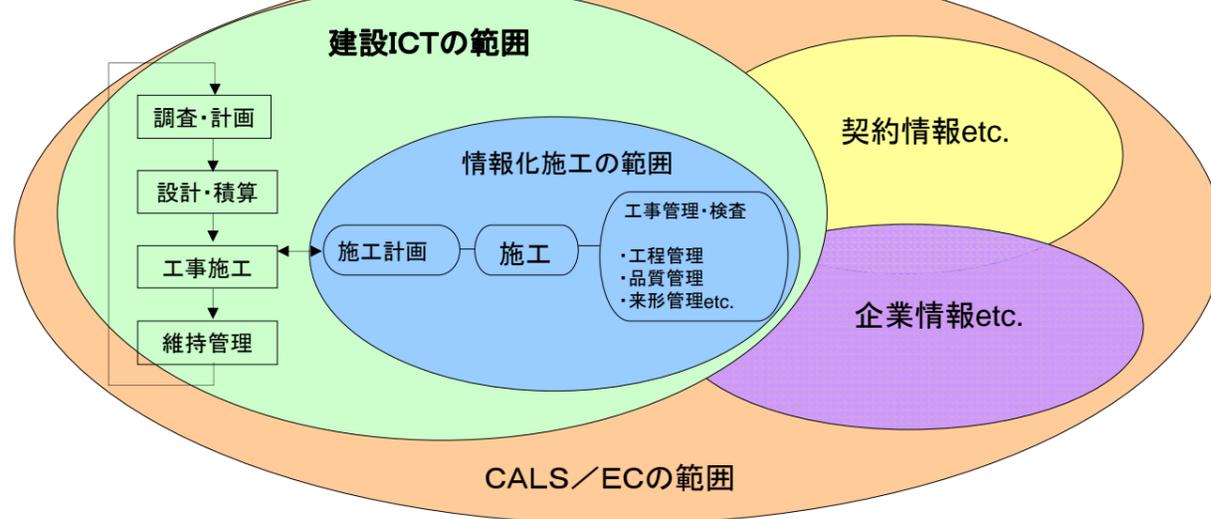
も く じ スライド番号

2

- ・ざっくり建設ICT…………… 3
- ・ざっくり情報化施工…………… 7
- ・ざっくり三次元設計……………13
- ・ざっくり測量技術……………23
- ・ざっくり出来形管理……………31
- ・ざっくりICタグ……………47
- ・ざっくり用語集……………57

大枠ではCALS/ECの一部です。

CALS/ECは公共事業に係わるデータ、書類の電子化で情報の共有、活用を図り効率化を目指しています。

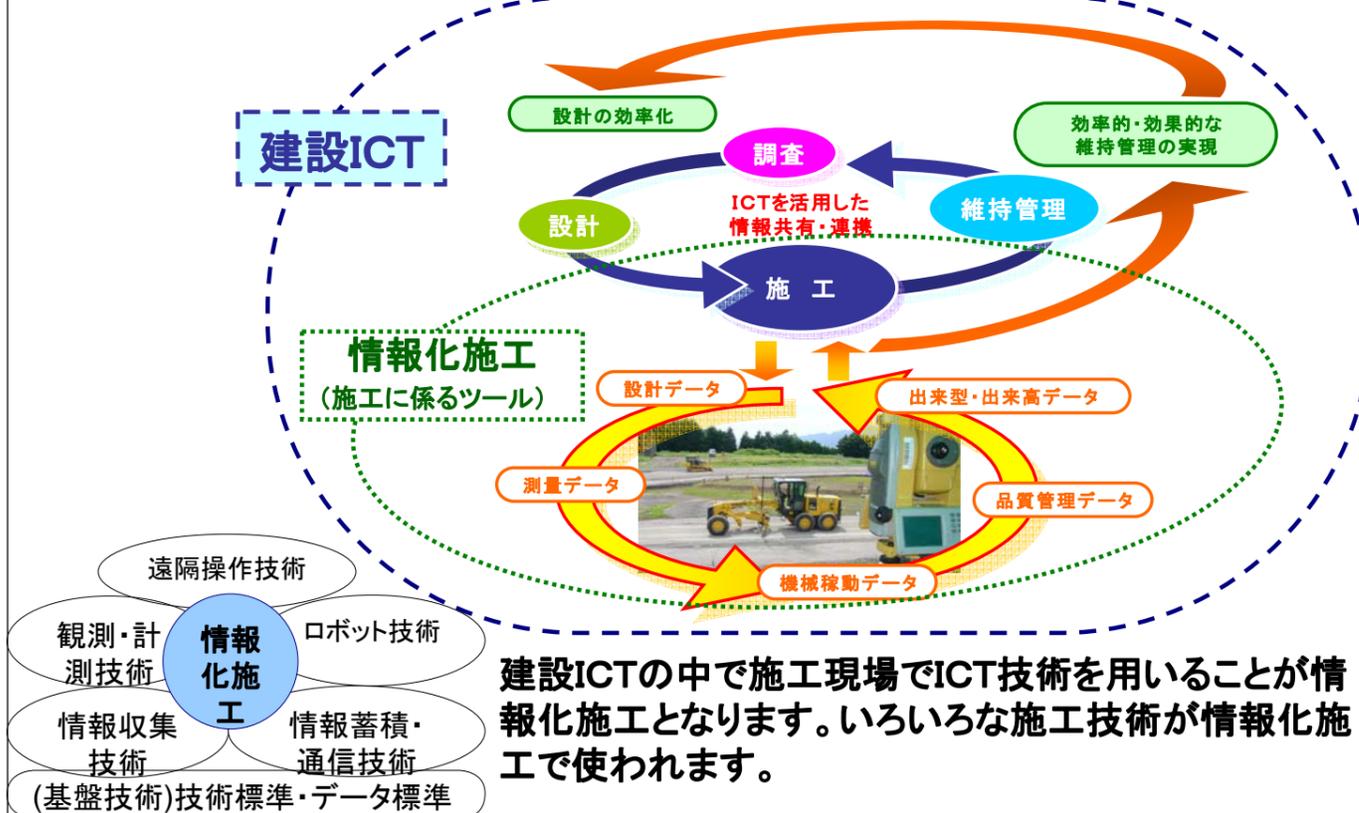


CALS/ECの中で調査計画から維持管理のサイクルを建設ICTと言います。

- ICタグ** = 小型の情報チップのひとつでRFIDともいう。非接触でコードを読む事ができる。
- ucode** = 「モノ」や「場所」を識別の個別に与えられる「世界にたったひとつの番号」。ucodeを格納するICタグなどをucodeタグと呼びます。基本コードは128bit、必要に応じて128bit単位で拡張可能。
- 電子検査** = 電子データをパソコン等を用いて画面上等で検査すること。
- 非破壊検査** = 弾性波を利用してコンクリート厚や強度を測定する技術や超音波を利用して配筋検査、ガードレールの値入長を測る検査方法、シュミットハンマーも含まれるが打撃を与えない方法として確立されてきた。
- 微破壊検査** = 40φの小径コアを削孔採取もしくは構造物外にボス(突起)を切断採取して載荷試験により強度試験を行う検査。
- 管理基準** = 施工対象物の精度や管理回数(写真や品質データ)を契約書とともに規定している図書。過去からの経験で決められている部分もあり建設ICT用の見直し検討が必要。共通仕様書、特記仕様書とあわせて土木工事管理基準、写真管理基準等がある。

ざっくり建設ICT 情報化施工とは

建設ICTの中で施工に関することが情報化施工



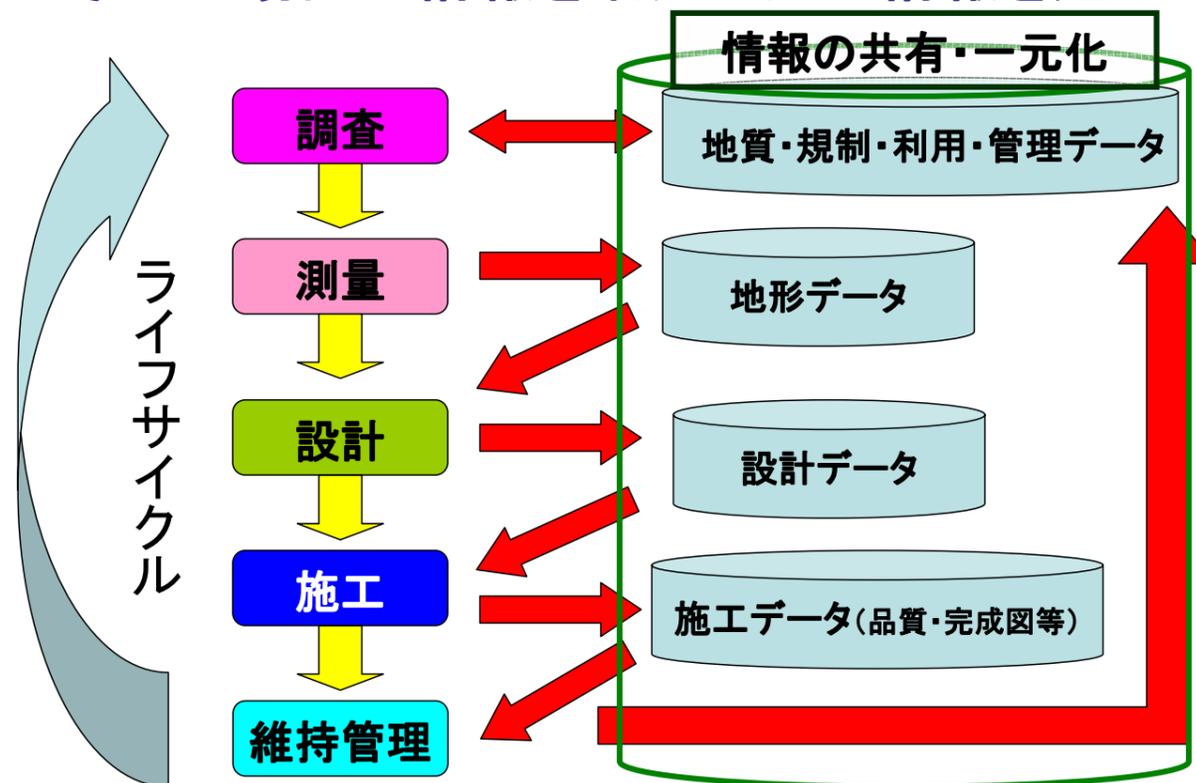
建設ICTの中で施工現場でICT技術を用いることが情報化施工となります。いろいろな施工技術が情報化施工で使われます。

建設ICTざっくり用語集 三次元設計 ⁵⁹

- TIN(不整三角網)** = 点を結び三角の面で表したデータ。情報化施工データで使われる。四角形で結ぶメッシュデータでは面がねじれがあるため三角網を使う。
- LandXML** = 土木分野における設計・測量データのオープンなデータ標準を目指したXMLフォーマット。664の組織(2009年8月時点)が参加する LandXML.orgにより策定された。
- SXF** = 国土交通省の主導で開発した異なるCAD間でデータをやりとりする際に使用する中間ファイル形式、STEPの規格の一つでありレベル1からレベル4までが存在し、うちレベル1と2は開発が完了しレベル3まで開発されている。レベル4で3次元も対象となる。
- DWG** = 米Autodesk社が提供しているCADソフト「AutoCAD」における標準的なファイル形式のこと。AutoCADは3D立体的描画が可能で、土木建築の分野を中心に海外では標準的なCADソフトとして利用されている。他のCADソフトでもDWGファイルに対応するケースが増えている。
- DXF** = Autodesk社のCADソフト「AutoCAD」で使用されているファイル形式の一般公開版。2次元や3次元のベクトルデータを格納するファイル形式で海外では事実上の業界標準。
- 3D設計** = 設計を3次元で行う手法。2次元設計よりミスの発見が容易となる。
- サーフェス** = 表面。多面体の個々の面のこと。3D設計では不整三角網の面のことを指す。
- VR(バーチャル・リアリティ)** = コンピュータグラフィックスを用い、人工的に現実感を作り出す技術
- 4D** = VRに時間軸での変化を持たせる事で表現する手法。

ざっくり建設ICT それぞれの場での適応技術 ⁵

それぞれの場面で情報を活用し次へ情報を送る



情報の流れイメージ

建設ICTざっくり用語集 情報化施工 ⁶⁰

- マシンコントロール(MC)** = 設計データに基づき排土板等を自動で操作する技術、走行は人が行う。
- マシンガイダンス(MG)** = 設計データと現在位置を画面上で表す技術、カーナビのイメージ
- 2Dシステム** = 情報化施工技術の一種で法勾配や、床付け位置、厚みなどの情報をガイダンスするシステム。3Dシステムの位置・方位情報がないもの。
- キャリブレーション** = 校正(「調整」(アジャスティング: adjusting)を含む。センサー等の値から正しい位置を表示、動作出来るように行う調整。情報化施工機器の場合メーカーが重機に測定器を設置した際に行う。
- 性能確認** = 機器の設置・調整が正しく行われたかを確認する行為。通常現地搬入時に行う。
- ローライゼーション** = 現地の管理座標と、GNSSの測定値が一致するよう行う座標変換。

情報化施工に使う技術の紹介から



トータルステーション

セオドライト(トランシット)+測距儀 俗に「光波」といいます。

自動追尾型、ロボット型など各種機能を持ったものが出されています。

情報化施工では、自動追尾型で、計測データを通信により受け渡しする機種がよく用いられます。



GNSS

GPSやGLONASS等衛星を利用した測位手法の総称です。

RTK-GNSSという既知点の基地局データを利用して移動しながら実時間で測位する手法を情報化施工ではよく用います。



レーザースキャナー

レーザ光線による測距で面のデータを点の座標の集まりで取得する機器です。

各種応用が検討されています。

情報化施工とは

工業製品の製造では、コンピュータで3D設計をしたデータを使い**工作機器を制御**して製造する事で、低コストで高品質な製品を作り出しています。

工場と施工現場の大きな違いは、現場では作るべきものの**位置が固定されていない**事にあります。そのため設計データを3次元化してもすぐに施工に生かす事ができませんでした。

測量機器、通信機器、コンピューターの技術が発達した事により、今までできなかった**リアルタイムでの位置観測**ができるようになってきました。

建設現場で重機の位置情報と、設計情報などを利用する事で製造業のように**効率的で高品質な**施工の可能性が出てきました。

重機に計測機器を載せ施工を行い、その測量機器を用いて現場管理をして行くことを**情報化施工**と呼んでいます。情報化施工のために作成したデータを維持管理に生かしていくことも検討されています。

トータルステーション(測距測角儀・TS) = セオドライト(トランシット)+測距儀 俗に「光波」

ノンプリ(ノンプリズム) = プリズム無しで測距可能な機能

GNSS = GPSやGLONASS等衛星を利用した測位手法の総称

GPS = 米国のナプスター衛星を利用した測位システム的事

RTK-GNSS = 既知点の基地局データを利用して移動しながら実時間で測位する手法

VRS RTK-GNSS = 電子基準点を利用した仮想基準点データによるネットワーク型RTK-GNSS

レーザースキャナー = レーザ光線による測距で面データを点群データで取得する機器

レーザプロファイラー = 航空機等にレーザースキャナーを搭載して行う測量

3D写真計測 = デジカメで対象を2方向以上から撮影し、3Dデータを作成するソフトや作業

DOP値 = 衛星配置による精度の劣化を示す指標で、PDOPは位置、HDOPは水平、VDOPは垂直を示し数値が小さい方が精度がよい。5以下が目安となる。

電子基準点 = 国土地理院が設置したGPSを観測する基準点で30~40km毎に全国約1200点設置されている。

ジオイド = 地球の形を表す方法、地表が水面で覆われていると想定した時の形状で、標準楕円体に対し凹凸がある。

点群 = 3Dスキャナーやレーザプロファイラーで取得した(X, Y, Z)データの集まり

DMデータ(デジタルマッピング) = 地理院が定めた電子地図のデータ形式、電子納品対象

拡張DMデータ = 地理院が定めた電子地図のデータ形式の拡張版3D対応可、電子納品対象

SIMAデータ = 日本測量機器工業会が定めた、測量データの標準フォーマット

基本設計データ = 出来形管理用TSに載せる計画データ

出来形計測データ = 出来形に地点などを特定する記号を付したデータ

データ交換標準 = 基本設計データと出来形計測データの交換に用いるデータの仕様

出来形管理用TS = トータルステーション+出来形管理システムデータ

施工管理データ作成ソフト = 基本設計データの入力から施工管理データ交換標準データ出力の出来るソフトウェア

施工管理帳票作成ソフト = 施工管理データ交換標準データから出来形管理帳票が出力出来るソフトウェア

XML = 文書やデータの意味や構造を記述するための言語の一つ。「タグ」と呼ばれる特定の文字列で地の文に情報の意味や構造、装飾などを埋め込んでいく言語。ソフトウェア間の通信・情報交換に用いるデータ形式や、様々な種類のデータを保存するためのファイルフォーマットなどの定義に使われている。

一般的には経産省で進めています。

ユビキタス社会を目指す取り組みの一環でICタグは国として取り組んでいます。

ICタグの通信に使う周波数の割り当ては総務省の所管です。

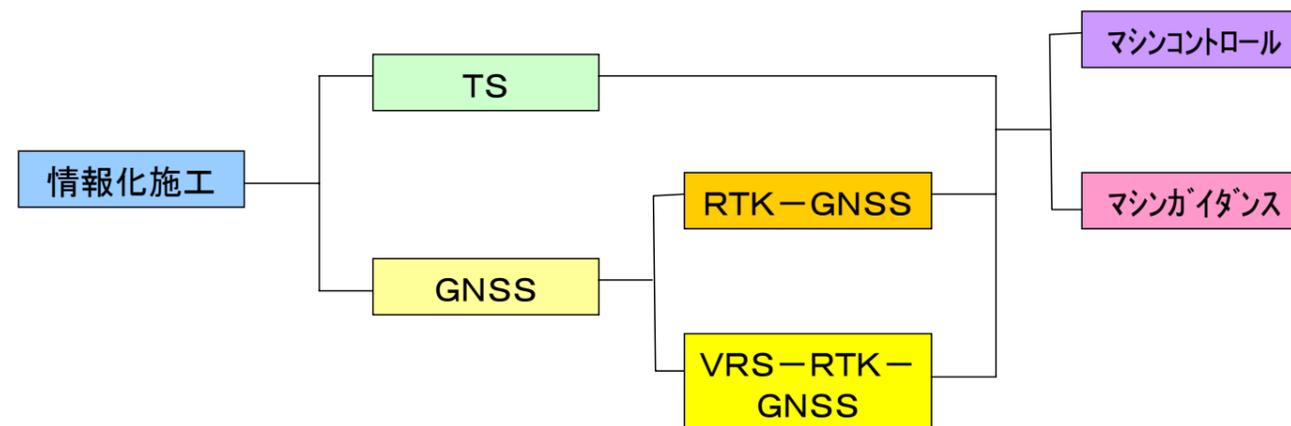
経産省で2004年から2006年まで、「響プロジェクト」を進め、①無線ICタグ低価格化のための要素技術開発、②安定的に大量生産出来る生産体制の整備、③世界共通で使用出来るようにするため国際標準規格との相互接続性の確保を目的に行われ、月産1億個で5円が目途がたっています。

国土地理院では、タグを埋め込んだインテリジェント基準点を利用した「安全・安心確保」のため位置情報提供の実証実験をしています。

情報化施工の分類－測定方式から

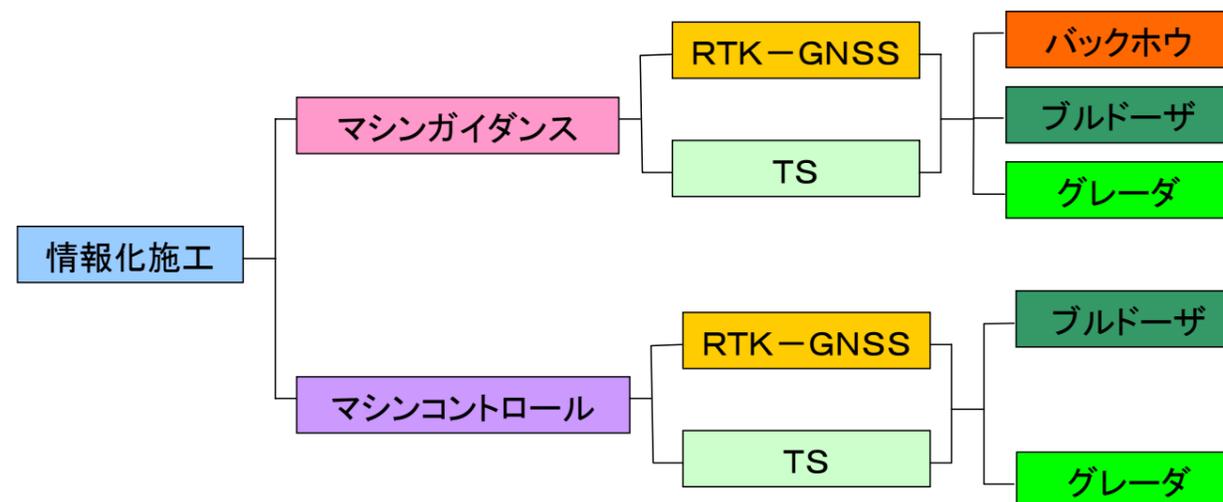
情報化施工では、機器の位置がどこにいるかを把握する必要があります。現在その手法として次の2種類が主に使われています。

1. 自動追尾型トータルステーション
2. GNSS



情報化施工の分類－重機の制御から

情報化施工での種別として、データに基づき重機の機能を制御するマシンコントロール技術とデータと重機の位置関係を画面によりガイドするマシンガイダンス技術があります。



品質や出来形を管理する法

1. 出来形計測確認手法

- ・トータルステーションによる。
- ・GNSSによる。
- ・レーザースキャナーによる
- ・写真計測による。

2. 品質管理手法

- ・ローラーの転圧回数を確認する工法規定による。
- ・振動ローラーの応答による。
- ・舗装の転圧温度測定による

それぞれ、測定値と設計値、設計条件を比較するためのソフトが必要となっています。

タグは見出し、情報はデータベースが必要

ICタグのシステムは、タグのID情報をリーダー/ライターで読み取りホストコンピュータにあるデータベースを用いて情報を処理します。リーダー/ライターで情報を書き込むことも出来ますが、ID情報変更や書き込み年月日時間など限られた情報になります。



ICタグの単価は数十円～100円程度です。
システム関係の整備に数百万～数億円かかります。

問題点や課題

1. 施工精度

特にGNSSでは高さの精度確保が課題。土工に利用出来る3cm程度の誤差がある。

2. 費用

従来の装備にプラスして機器を付けるため割高の装置となる。

3. 導入誘導

今のところ情報化施工でも従来通りの施工管理を基本に施工するため、費用面から動機付けが図れない。動機付けを図れるまでのメリットが必要

4. データの活用

設計データから情報化施工まで設計データを使用した後、維持管理で使用するための完成データを誰がどの様な形式で作成し、データベースをどう構築するか整理が必要

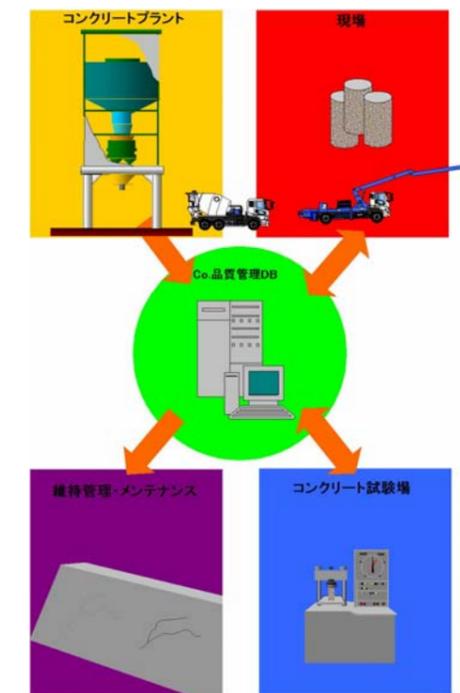
現在、情報化施工のみ先行した試行が行われているが設計情報の取り扱いのルールを決め、進めていかないと大規模工事では活用が図れなくなるだろう。

業界ぐるみの取り組みで一般化を目指す。

ICタグを利用したシステムは、システム開発費が多額となることから、コンクリート業界全体としてのシステムのような発展が必要になるかもしれない。

また、ICタグをセンサーとして用いる方法も進められている。

ユビキタス社会の情報発信装置として、歩道や横断歩道に組み込まれる時は道路構造物と一体となった施設が必要であろう。



コンクリート品質管理システム

ざっくりICタグ 機能について

読み取り距離は

数10cmから数メートル、周波数帯で異なります。

周波数帯	135KHz未満	13.56MHz	UHF帯	2.45GHz
通信方式	電磁誘導方式		電波方式	
通信距離	短い	比較的短い	比較的長い	長い
指向性	広い	やや広い	広い	狭い
金属の影響	やや大きい	大きい	大きい	大きい
水分の影響	受けにくい	受けにくい	やや受けやすい	受けやすい

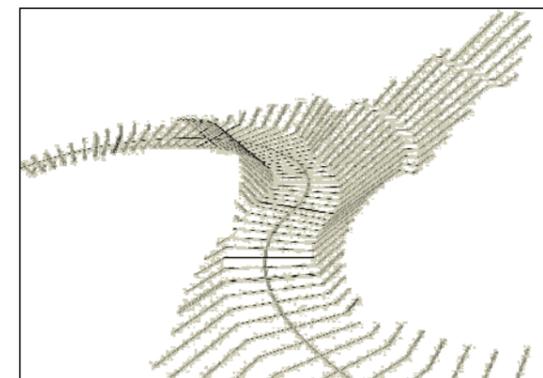
ざっくり三次元設計 表現方法

基本設計データと不整三角網(TIN)データ

基本設計データ

中心線形、縦断線形、横断要素についてXML形式で標記したものです。

小段肩なども円弧として考えます。



TINデータ(不整三角網データ)

三角形で面を構成するデータ形式、四角形のメッシュと違い三角形にすることで必ず平面の集まりとなります。カーブは多角形で表されます。



ざっくりICタグ メリットは

耐久性が高い。

汚れたり、隠れたりしても読み取れる。

書き換え可能なICタグもある。

書換え可能なICタグや読み出し専用など選択出来る。

同時読み取りが出来る。

ミス無く同時読み取りが可能となっている。

個別管理が可能。

個別にコードの割り当てが可能。

自由な形状。

小さいのでいろんな形に対応出来る。

読み取り能力が高い。

電波を通せば、遮蔽物や容器の中でも読み取り可能。

ざっくり三次元設計 XMLって?

決められたルールで見出しを付けて表記するデータ形式の1つです。

XMLとは、文書やデータの意味や構造を記述するためのデータ形式の一つです。「タグ」と呼ばれる特定の文字列で情報の意味や構造、装飾などを表していく言語のことで、XMLではユーザが独自のタグを指定できます。

ソフトウェア間の通信・情報交換に用いるデータ形式や、様々な種類のデータを保存するためのファイルフォーマットなどの定義に使われています。

表記するためには、「スキーマ」と呼ばれる構造定義が必要で、国際統一をするために土木分野では、LansXML. Orgが設立され基準化を行っています。

基本設計データを受け渡す形式の施工管理データ交換標準も、XMLのルールに従って規定されています。

```
<-TSFormControlData
xsi:schemaLocation="http://www.gis.niim.go.jp/jouho/TSFormControl
TSFormControlData.xsd">
<-rgm:CRSS>
<-rgm:CRS CrsName="CRS-1">
<-rgm:GeodeticDatum>TD</rgm:GeodeticDatum>
<-rgm:VerticalDatum StdName="TP" DifferToTP="0.000"/>
<-rgm:HorizontalCoordinateSystem>8(X,Y)</rgm:HorizontalCoordinateSystem>
<-rgm:VerticalCoordinateSystem>H</rgm:VerticalCoordinateSystem>
</rgm:CRSS>
<-rgm:CRSS>
<-rgm:RoadGm RouteName="矢田工事用道路" Classification="第4種第4級"
DesignSpeed="20" TrafficVolume="0">
<-rgm:Alignments>
<-rgm:Alignment Name="工事用道路" RefCRS="CRS-1">
<-rgm:Horizontal Name="工事用道路" StartStationNO="0" StartAddDist="
4.214700" CumulativeDist="4.214700" EndStationNO="30"
EndAddDist="19.822254" Length="624.0370" Method="要素法">
<-rgm:StationEquation>
<-rgm:Interval Main="20" Sub="20"/>
</rgm:StationEquation>
<-rgm:ElementPnts>
<-rgm:ElementPnt Name="BP" x="-99557.987632" y="41170.669207"/>
<-rgm:ElementPnt Name="BC 1-0" x="-99532.028729" y="41161.498775"
E="0"/>
<-rgm:ElementPnt Name="EC 1-0" x="-99512.942121" y="41125.822479"
E="0"/>
<-rgm:ElementPnt Name="BC 2-0" x="-99520.645715" y="41095.505568"
E="0"/>
<-rgm:ElementPnt Name="EC 2-0" x="-99517.805926" y="41073.568700"
E="0"/>
<-rgm:ElementPnt Name="BC 3-0" x="-99505.853184" y="41052.013722"
E="0"/>
<-rgm:ElementPnt Name="BC 4-0" x="-99450.556227" y="41065.978242"
E="0"/>
<-rgm:ElementPnt Name="EC 4-0" x="-99417.541722" y="41095.478815"
E="0"/>
<-rgm:ElementPnt Name="BC 5-0" x="-99360.229027" y="41089.686638"
E="0"/>
```

施工管理データ交換標準の例

拡張DM・LandXML

測量のデータを、3D-CADソフトへ効率的に取り込むことのできるデータ形式として、国土地理院が電子納品基準としても規定している拡張DM(デジタルマッピング)形式や、国際規格として進められているLandXML形式があります。

これらのデータは、道路や水路、建物など属性が規定されているので対応しているCADソフトで図化すると効率よく三次元の地形図を作成出来ます。



地形の三次元モデル

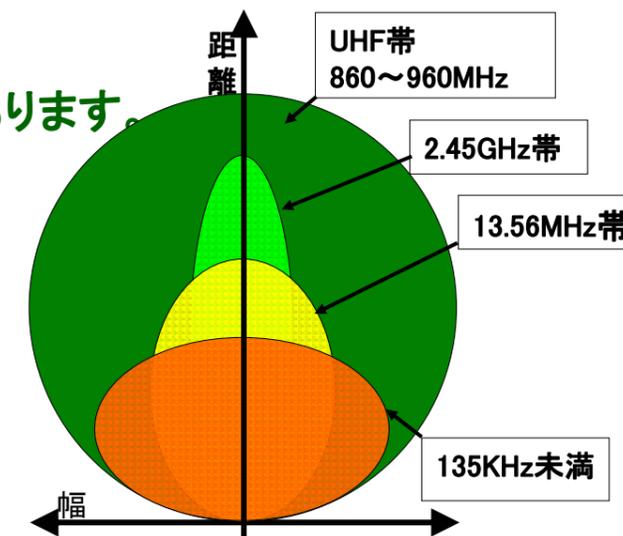
電池を持つもの持たないもの

電池をもって電波を出すものをアクティブタグといいます。
電池を持たないものをパッシブタグといいます。
アクティブタグの方が遠くまで通信出来ます。

周波数帯の違い

使われる周波数で長所短所があります。

- ・一般に周波数が高いほど通信距離が長くなりますが、水分の影響を受けやすくなります。
- ・UHF帯は特徴から物流面で期待されていますが仕様周波数が国際統一されていません。

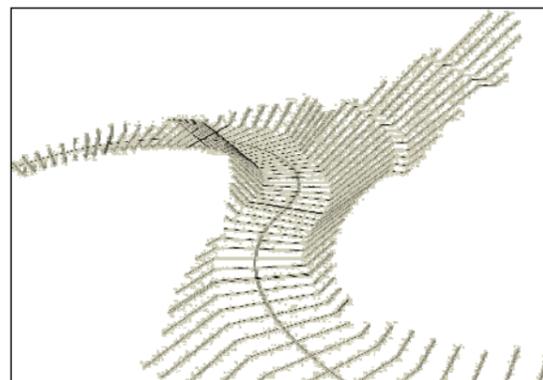


SIMAデータ・基本設計データ

路線測量などの応用測量を取り扱うデータ形式として、日本測量機器工業会が基準化したデータ形式のSIMAデータ形式があります。

線形要素や起終点座標等測量で得られた数値を取り扱うデータ形式で各点の持つ属性について指定することはできません。

基本設計データとは、設計形状を中心線、縦断形状、横断形状で表したものです。TS施工管理用に使われる施工管理データ交換標準形式でデータ化されます。



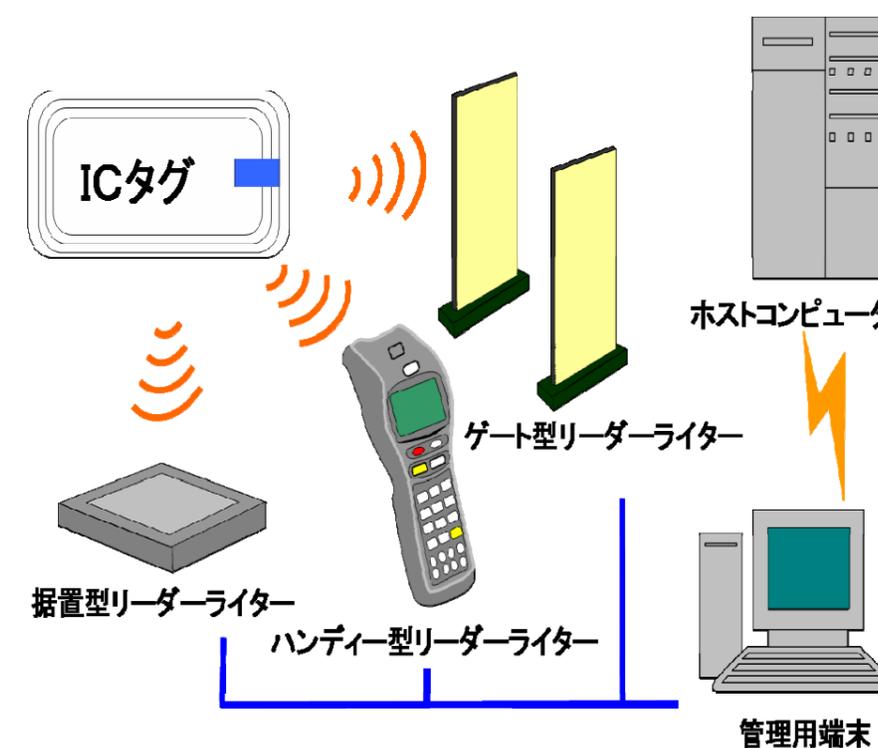
基本設計データを図化したイメージ図

これらのデータ形式から3D-CADでの図化を行う場合は、読込対応のソフトであっても、法尻、法肩、構造物など各要素について修正が必要になります。

ICタグからコードを読み取ります。

ICタグには文書、写真データなどを保存出来る容量はありません。詳細データはホストコンピュータや管理端末など別の装置で管理します。

ICタグの持つコードと詳細データを関連づけて使用します。



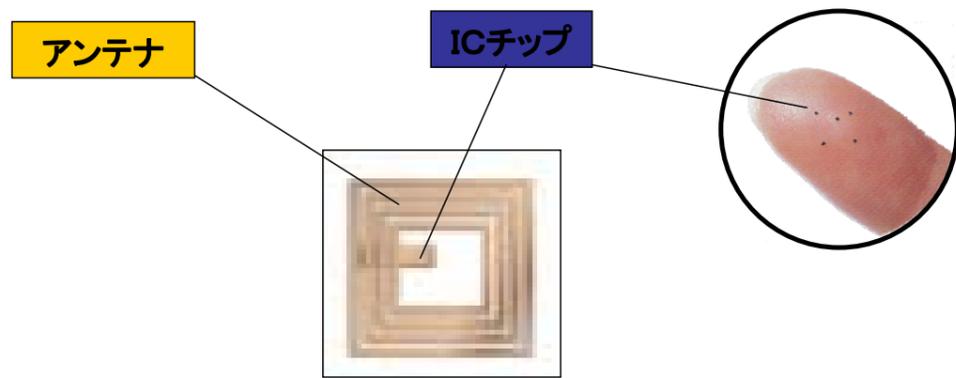
ざっくりICタグ | ICタグってなに

ICタグは小さな通信機

ICタグ=電子タグ=無線タグ=RFタグ=電子荷札=電子値札

いろいろな呼び方をされますが、ミリ単位のチップと小型アンテナで構成されています。チップの中のデータを専用のリーダライタ(読み取り機)で少し離れた位置から(数cm~数m)読み取ることが出来ます。

RFID(Radio Frequency Identification)は、無線を利用して非接触で識別する自動認識技術の総称でICタグも含まれます。ICタグをRFIDタグと呼ぶこともあります。



ICタグの例

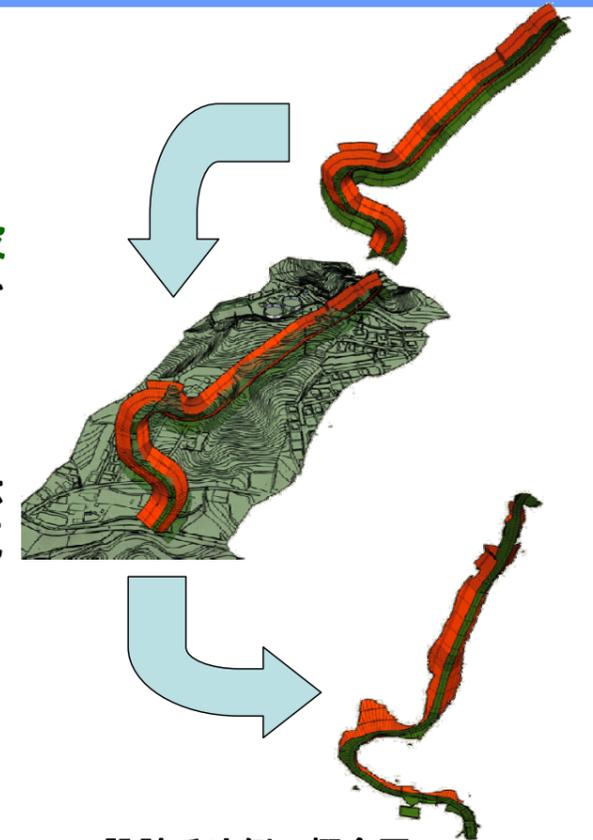
ざっくり三次元設計 設計図の作成

土木構造物ゆへの設計手法

構造物を設計するにあたり、土木では、**自然の地形に対し構造物を設計**する点が、工業製品や建築と大きく違います。

右の参考例では基本的な構造系を地形に重ね、切り土又は盛り土の法長を地形に合わせて実際に施工すべき構造が設計出来ます。

土木用の3D-CADでは、このような路線計画を自動化しているものもあります。



設計手法例の概念図

ざっくりICタグ どこで使われてる

すでにいろいろな場で使われてます。



ざっくり三次元設計 重機で必要なデータ

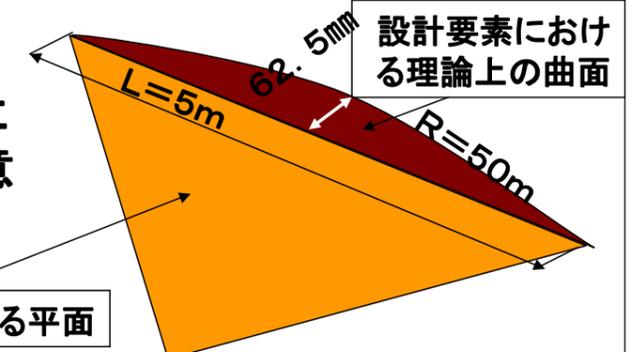
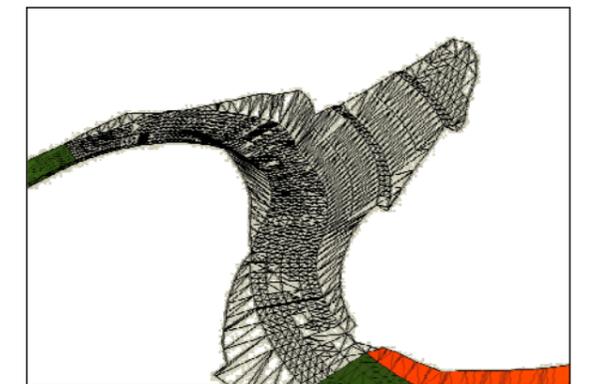
重機はTINデータ

MC・MGの重機で使用するデータ形式は、TINデータです。

TINデータではカーブやねじれた面も平面の集合として表現されます。

必要な精度に応じた三角形の大きさを考慮しないと設計との離れが大きくなります。

また、重機のデータはメーカー毎に必要な情報が異なる場合があります注意が必要となります。



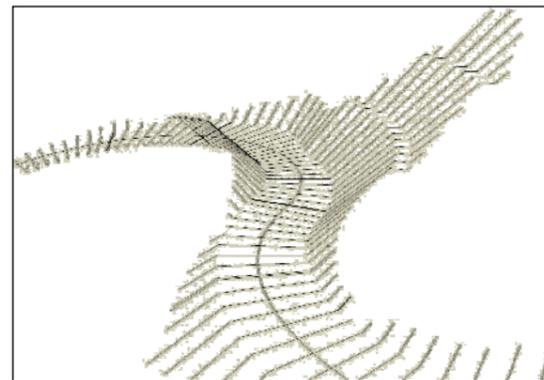
出来形管理は線形データ

TSによる出来形管理に必要なデータは、線形要素と横断構成です。

中間点のデータは、中心線の追加距離を求め前後の横断形状から設計値を算出します。

線形計算により設計値を求めるため、設計上のカーブが表現出来ます。

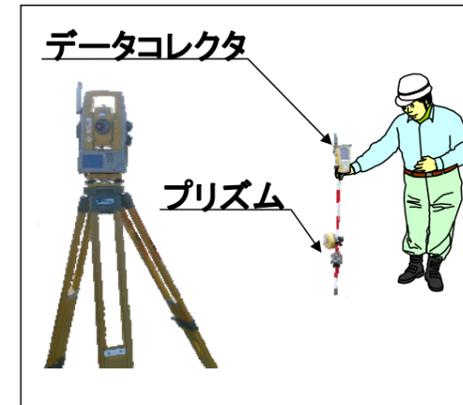
実施工では、完全な曲線施工はできませんから、TINデータと同様に施工精度に関してある程度の折り合いが必要となります。



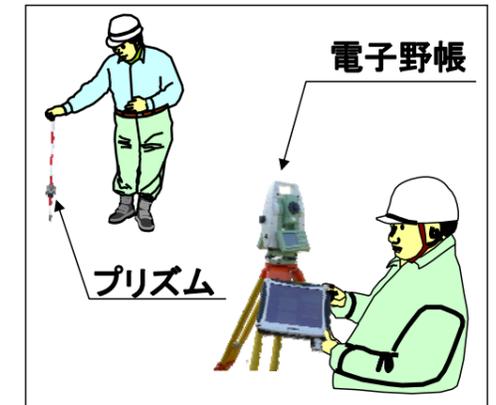
機種によりデータの確認箇所が変わります。

データ確認は測定者側にあるデータコレクタ等で行います。

ワンマン観測可能な機種はプリズム側に、そうでない機種はTS側にデータコレクタや電子野帳を持つのが基本となります。



自動追尾・自動視準によるワンマン計測
プリズム側のデータコレクタ等で確認

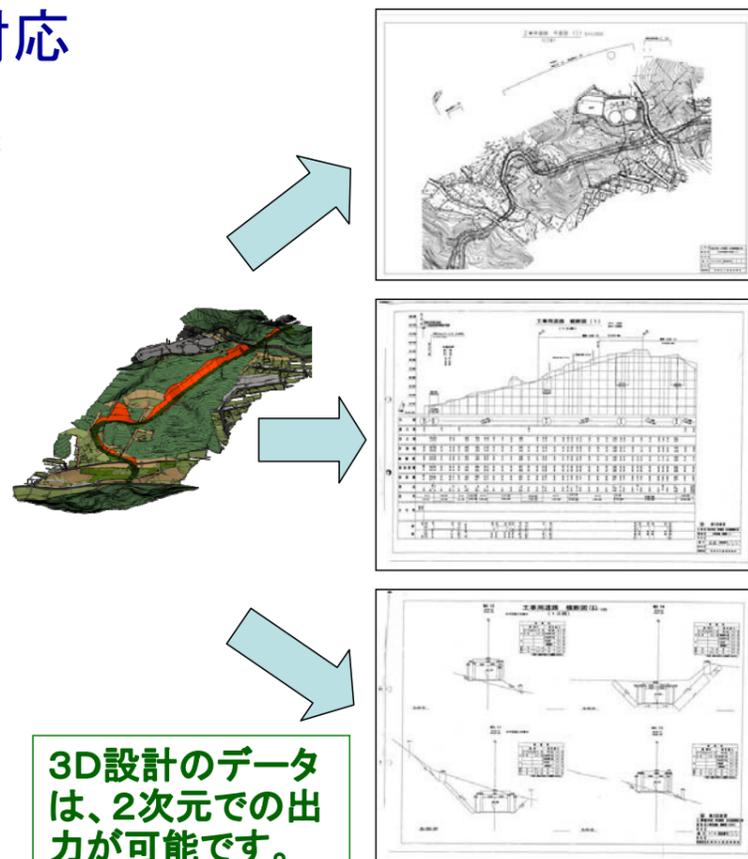


従来型のTSによる計測
TS側のデータコレクタ等で確認

2D出力はソフトで対応

現在、使われている3D-CADソフトの多くは、三次元設計したデータを用いて平面、縦断、横断図を自動的に作図する機能がありますから、2Dでの出力が可能です。

2D設計図は三次元設計をベースに作図しているため、どこか一部を修正すると関連する全ての図面を変更できるなどの機能があり、単純ミスを減らすことができます。



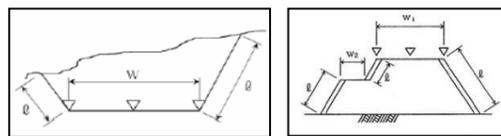
3D設計のデータは、2次元での出力が可能です。

任意地点で設計値との比較が出来ますが・・・

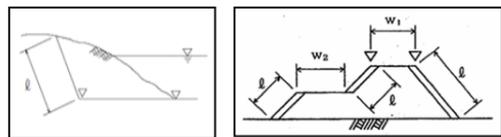
TS出来形管理では、任意地点で設計値との比較が出来ますが、**現行の出来形管理基準に基づく管理**なので測線での測点高と測点間距離を管理することになります。

任意地点が基準値に入っていない事を理由にやり直しをさせることは出来ません。それは出来形管理基準に無い理由による指示になるからです。

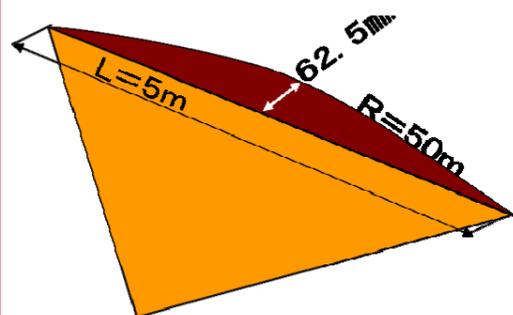
任意地点のデータを利用するのであれば、出来映え評価の参考にとどめるべきだと考えます。特に曲線部では、多角形で施工するため設計値との差が大きくなります。



道路土工



河川土工



情報化施工・JPGISへ

データ形式、設計精度の基準化が課題

三次元設計で作成したデータを出来形管理、情報化施工へどう受け渡していくか基準化することが求められてきます。

CADを利用した数量計算や自動積算など、技術的に進んでいるものはありますが、各種規定等の変更がないと利用出来ません。

三次元設計を推進するためにCADデータの標準化とともに、発注者のスキルアップが求められてくるでしょう。

また、設計変更の対応や、完成図、維持管理のためのJPGISへのデータ移行など情報の流れを考慮した設計データの取り扱いを進めていく必要が出てきます。

* JPGIS: 国土地理院の定めた国の地理情報標準規格

河川土工 特仕2-3-10

「施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領(案)」により実施してもよい。

特仕2-3-7 残土処理工

残土処理工には、残土処理受入地での運搬、整形作業もしくは、処分費を含み、掘削工で生じた残土受入地へ搬出する発生土を含むものとする。

特仕2-3-8 建設発生土受入地

請負者は、建設発生土処理量について建設発生土受入地ごとに区分し、「数量算出要領」に基づき検測するものとする。なお、設計図書に明記されていない建設発生土入地の処分費は、設計図書に関して監督職員に協議するものとする。

特仕2-3-9 盛土の品質管理

請負者は、盛土施工をする場合の締固め品質管理においては「TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領(案)」(請負者が所持しない場合は、工事契約後に請負者から監督職員に通知を求めものとする。)により実施してもよい。

特仕2-3-10 河川土工の出来形管理

請負者は、河川土工(掘削工、盛土工)の出来形管理について、現行の巻尺・レベル等を用いた方法に代えて、「施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領(案)」により実施してもよい。

なお、切土法面の法肩部のラウンディング箇所等、本要領(案)による出来形管理の実施が困難な箇所では、現行の巻尺・レベル等によるものとする。

道路土工 特仕2-4-9

「施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領(案)」により実施してもよい。

特仕2-4-6 残土処理工

作業残土処理工については、残土受入地までの運搬及び敷均し、または処分費を含むものとする。

特仕2-4-7 建設発生土受入地

請負者は、建設発生土受入地については、「特仕」第1編特仕2-3-8建設発生土受入地の規定により施工しなければならない。

特仕2-4-8 盛土の品質管理

請負者は、盛土施工をする場合の締固め品質管理においては「TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領(案)」により実施してもよい。

特仕2-4-9 道路土工の出来形管理

請負者は、道路土工(掘削工、路体盛土、路床盛土)の出来形管理について、現行の巻尺・レベル等を用いた方法に代えて、「施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領(案)」により実施してもよい。

なお、切土法面の法肩部のラウンディング箇所等、本要領(案)による出来形管理の実施が困難な箇所では、現行の巻尺・レベル等によるものとする。

情報化施工に使う主な機器



トータルステーション

セオドライト(トランシット)+測距儀 現場では俗称で「光波」といいます。

自動追尾型、ロボット型など各種機能を持ったものが出されています。

光の反射を目標にプリズムを追う自動追尾型ではワンマンでの計測が可能です。



GNSS アンテナ

GNSS

GPSやGLONASS等、人工衛星を利用した測位手法の総称です。

RTK-GNSSという既知点の基地局データを利用して移動しながら実時間で測位する手法を情報化施工ではよく用います。



レーザースキャナー

レーザ光線による測距で面のデータを点の座標の集まりで取得する機器です。

再現性が無いことなどから測量機器として検定等行われていません。

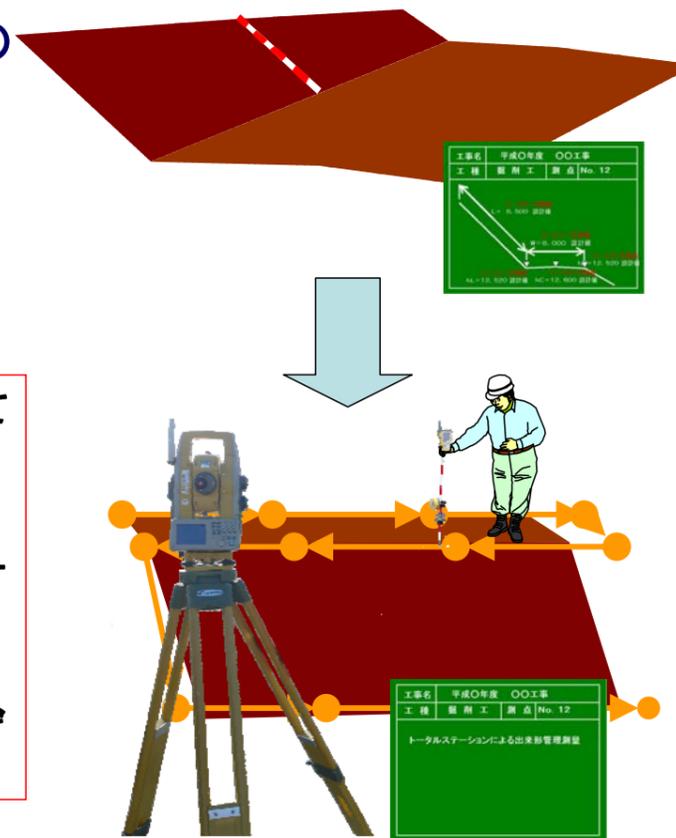
リボンテープ、ピンポール等の写し込みが省略出来ます。

設計寸法、実測寸法、略図の省略が出来ます。

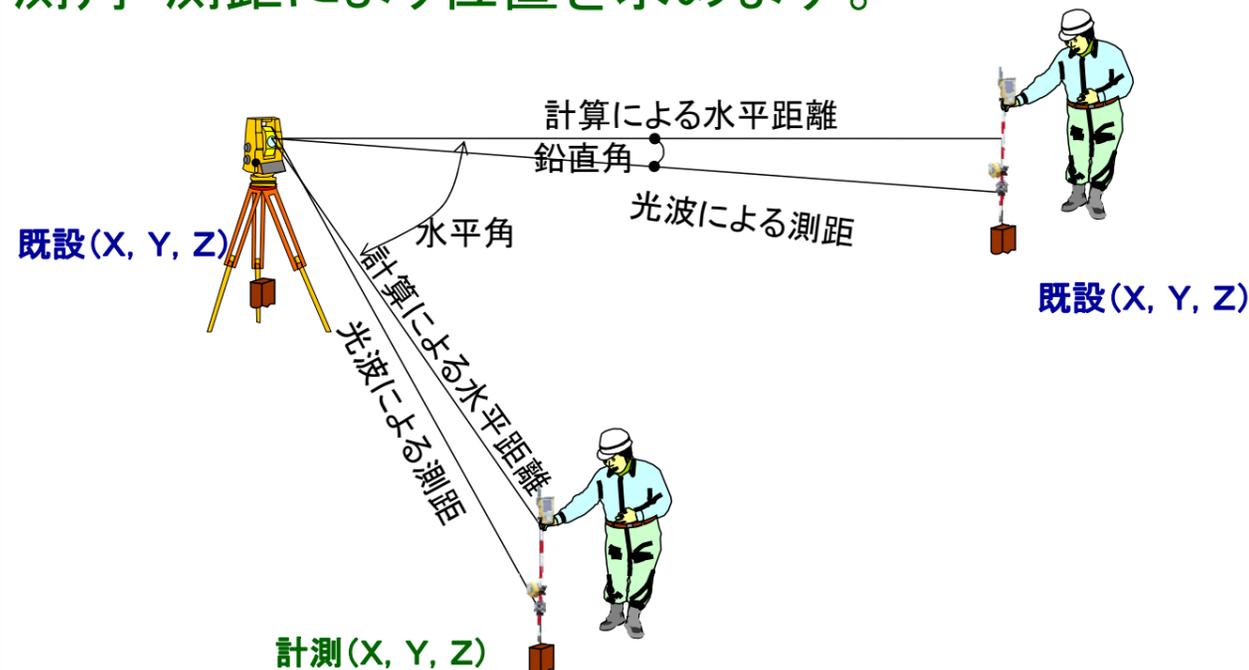
TSによる出来形管理では法長について座標計算で測定するため、必ずしも横断の順に測定する必要がありません。

写真管理基準のリボンテープ、ピンポール、略図、設計値、実測値など省略出来ることが要領で定められています。

効率的な作業を写真管理のために妨げないようにするための基準です。



従来から行われている手法です。
測角・測距により位置を求めます。



よくある勘違い。

TS計測がレベルより精度が高い。

高さに関してはレベルによる測定の方が精度は高いのです。ですから100mの測定制限や基準点に要求する精度を**4級基準、3級水準**として精度確保をします。

TS出来型管理は新技術。

土工については仕様書で認められている方法です。ですから請負者がTS出来型管理の施工計画に対し、適応条件を満たす限りは否定したり**二重管理を求めるとは出来ません**。

出来型管理用TSは専用機器。

出来型管理用TSは、測量の汎用機に出来型管理データを搭載する機能が追加されたものです。

丁張り設置など通常の測量に使えます。出来型管理用TSはデータが搭載できますからそのような測量でも効率的な作業が出来ます。

従来とは測定方法が変わるだけです。

管理状況把握

検査では、施工計画書、基本設計データ照査、基準点測量の結果、出来形管理状況について検査します。



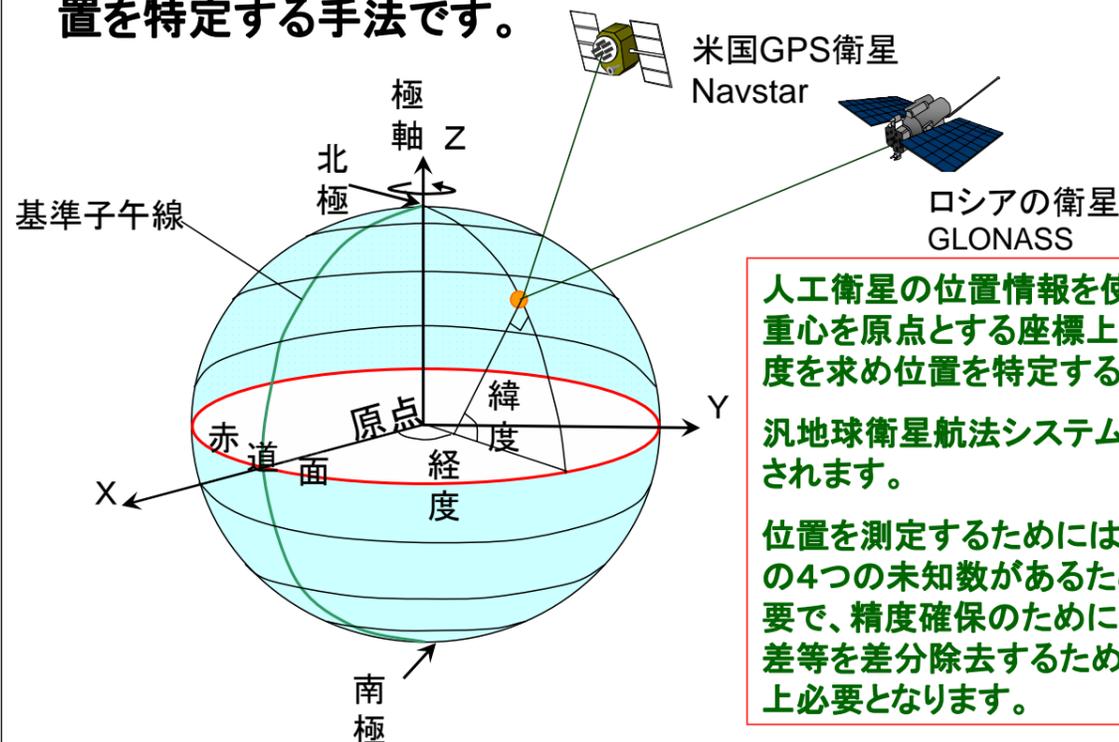
検査官による検査



これまでのレベル・テープによる実地検査を、出来形管理用TSを用いて行います。

GNSSとは

米国(GPS)や、ロシア(GLONASS)の衛星からの電波により位置を特定する手法です。



人工衛星の位置情報を使い地球の重心を原点とする座標上から緯度経度を求め位置を特定する技術です。

汎地球衛星航法システムなどと和訳されます。

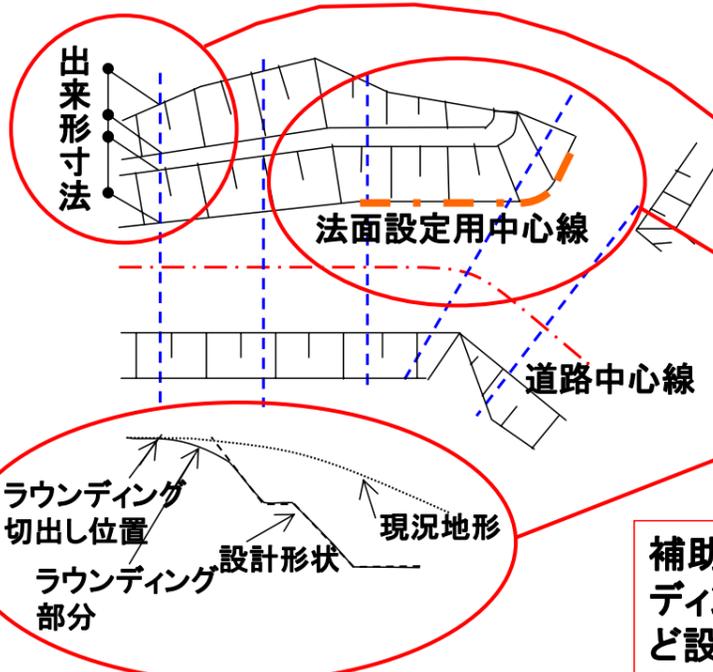
位置を測定するためには、X, Y, Z, t の4つの未知数があるため、4衛星必要で、精度確保のためには、伝搬誤差等を差分除去するために5衛星以上必要となります。

データ作成には線形要素と中心線形に直交する横断要素が必要です。=万能ではない

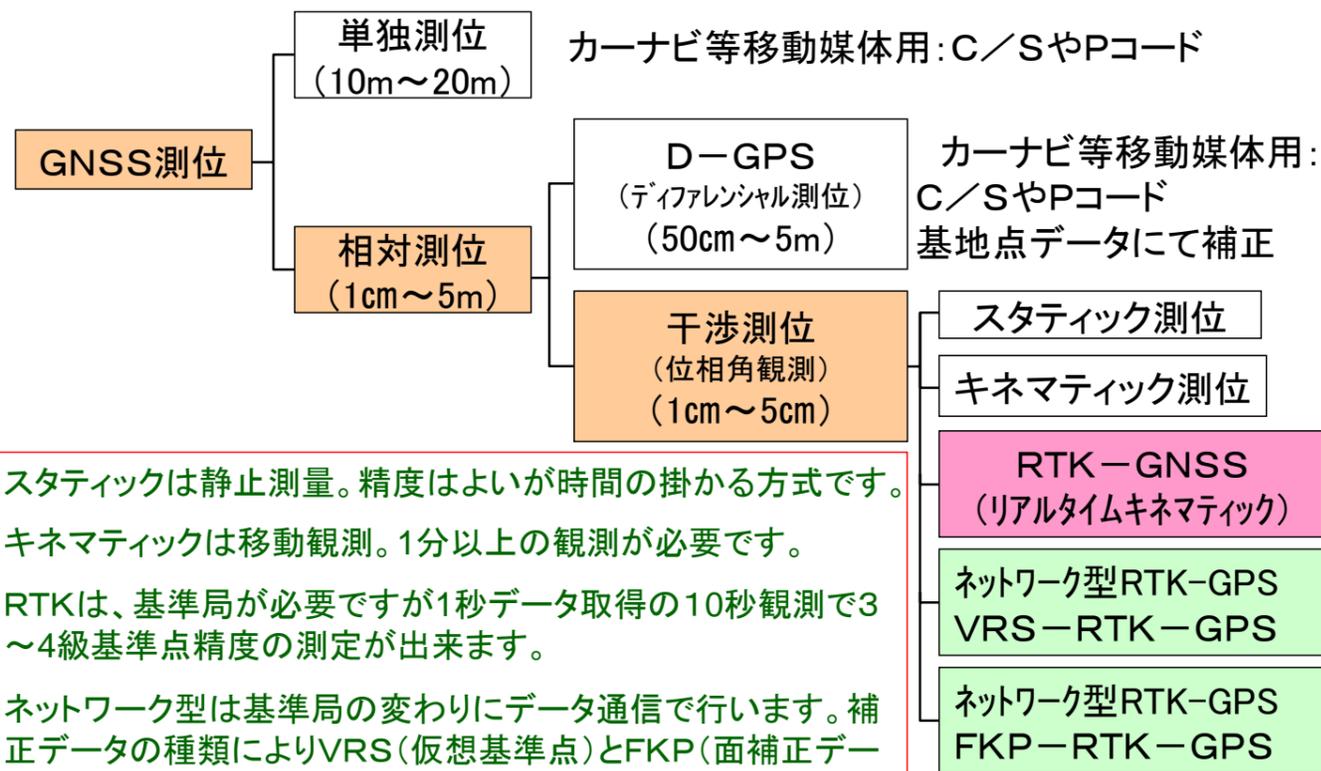
適用困難な場合

- 線形計算書や詳細寸法が読み取れる図面がない。
- 巻き込みやすりつけなど中心線形に直交する断面で管理出来ない。
- ラウンディングした形状。

補助線形や、直交方向の勾配、ラウンディング部を管理点に合わせ直線化など設定することにより対応することも可能です。



GNSS測量の種類



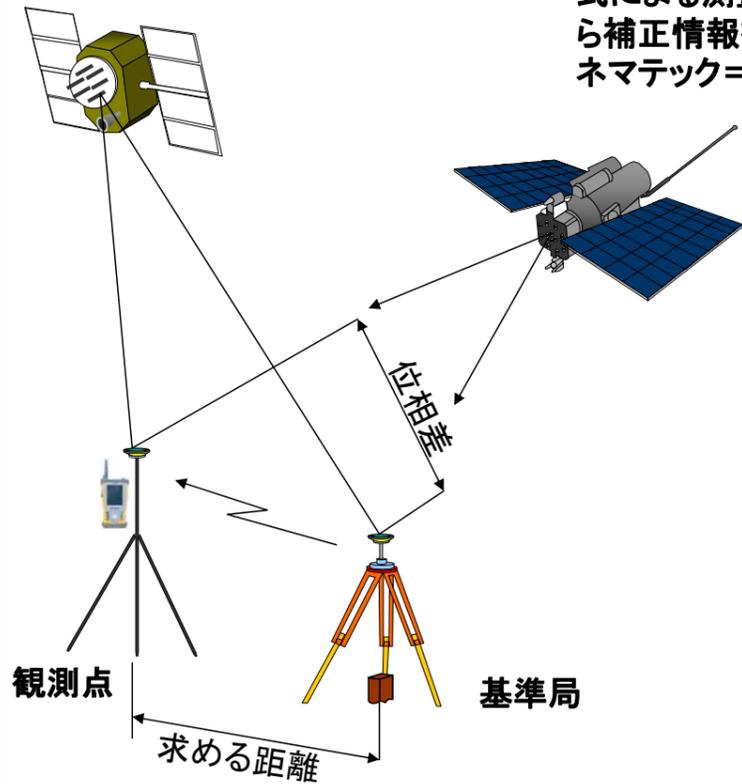
静的測位は静止測量。精度はよいが時間の掛かる方式です。動的測位は移動観測。1分以上の観測が必要です。RTKは、基準局が必要ですが1秒データ取得の10秒観測で3~4級基準点精度の測定が出来ます。

ネットワーク型は基準局の代わりにデータ通信で行います。補正データの種類によりVRS(仮想基準点)とFKP(面補正データ)の種類があります。

ざっくり測量技術 RTK-GNSS 27

RTK-GNSSとは

位置情報の伝送波を用いた相対測位の干渉測位方式による測量の一種で既知点に設置した基準局から補正情報を送り観測点でのRTK(リアルタイムキネマテック=実時間移動)で計測する方法です。



ネットワーク型RTK-GNSS

補正データを国土地理院の電子基準点から求め通信回線を使い観測する方式です。

補正情報として仮想基準点方式のVRSと面補正パラメータ方式のFKPがあります。

情報提供会社との契約と通信回線が必要となります。

電子基準点がGPSのみの観測となるためグロナスを利用することはできません。

ざっくり出来型管理 請負者の作業 37

出来形管理システムの全ての作業を行います。

基本設計データ作成



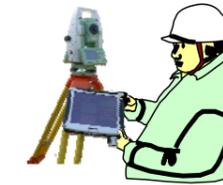
基本設計データ照査



施工計画の作成、設計図書の照査、基準点確認・追加を行い、基本設計データを作成、データ照査した後、監督職員へ提出



出来形計測



工事進捗に合わせ出来形を測定、社内の基準に基づく頻度、箇所で品質証明員による測定も行う。



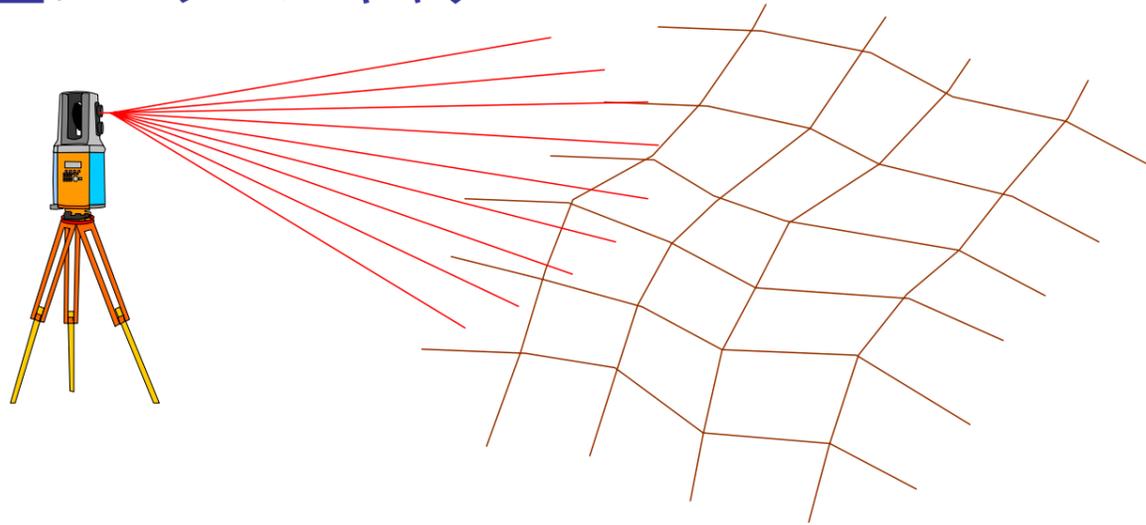
出来形帳票作成



測定結果は、出来形管理用帳票作成ソフトにより打ち出し、電子納品用データ等の管理を行う。

ざっくり測量技術 スキャナー 28

地上型レーザースキャナー



レーザー光線を1秒に何万回も角度を変えつつ発射しその反射から測定物の形状を測定します。同時に写真も撮影し3次元での表現が可能となります。データとしてはX, Y, Zの点データの集まり(点群データ)となります。

同じような点群データを間接的に取得する方法に2方向以上からデジタルカメラで撮影し画像解析による方法もあります。

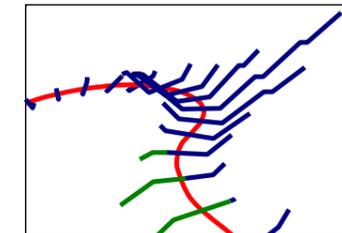
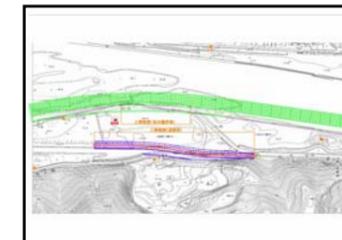
ざっくり出来型管理 監督員の作業 38

基本設計データについて確認が必要です。

施工計画書の受理

基準点の把握

基本設計データ受理



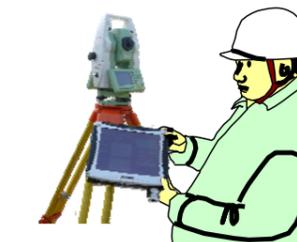
請負者が提出した施工計画について必要な基準点配置計画、使用する機器・ソフト、設計の適応性を確認します。

請負者が提出した基本設計データ照査結果に誤りがないか確認します。

従来の現場管理の頻度で測定方法が変わります。

監督員出来形計測

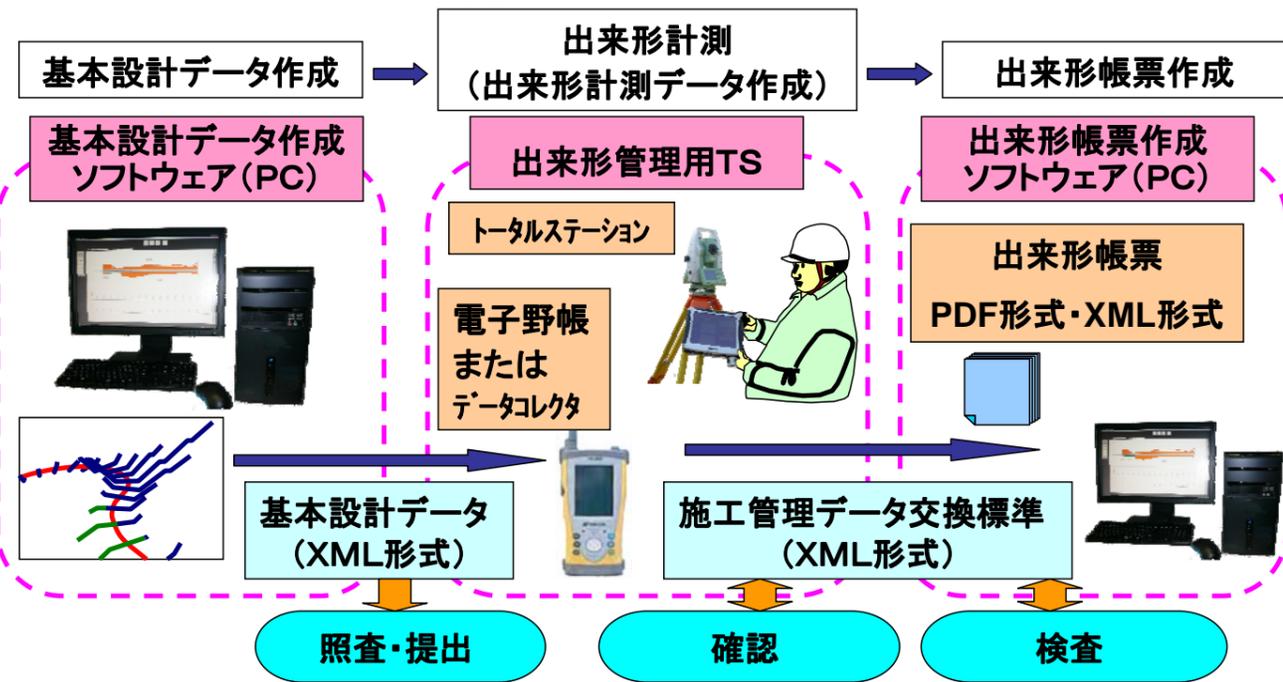
管理状況把握



これまでのレベル・テープによる測定がTSのみで出来ます。請負者が管理した点を案内して同じ点について確認する機能があります。

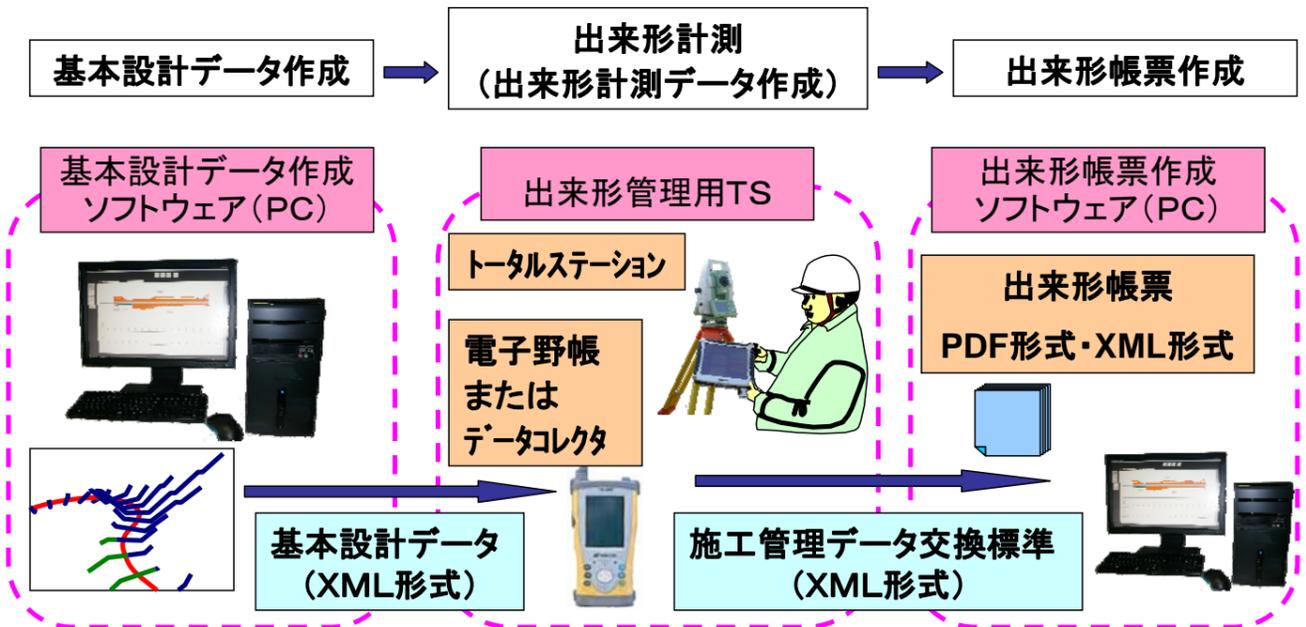
TSによる出来形管理

1度の計測で3次元の情報を得ることができるトータルステーションを用いて、その場で設計値との比較が出来ることや、測定順序に制限がいない等のメリットから進められている出来形管理の方法です。



TS・GNSSによる出来形管理システム

1度の計測で3次元の情報を得ることができるトータルステーションやGNSS測量を用いて、その場で設計値との比較が出来ることや、測定順序に制限がいない等のメリットから進められている出来形管理の方法です。



データは、XML形式で受け渡します。≠ (X, Y, Z)

XMLとは、文書やデータの意味や構造を記述するためのデータ形式の一つです。「タグ」と呼ばれる特定の文字列で情報の意味や構造、装飾などを表していく言語です。

基本設計データを受け渡す形式の**施工管理データ交換標準**も、XMLのルールに従って規定されています。

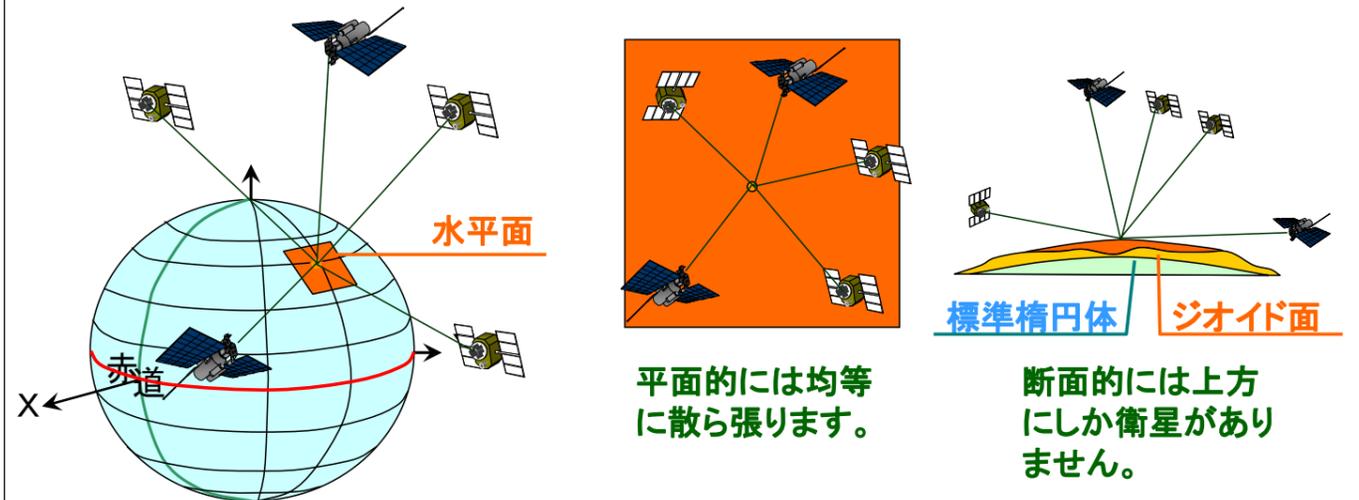
線形要素や横断形状などの**基本設計データ**と、**代理人**、品質管理者、監督員、検査官の**測定データ**もこの形式で受け渡されます。

このようなルールに従ったソフトウェアで処理しますので、データの交換を意識することなく帳票作成までの作業を行えます。

また、この仕様に対応している機器であれば、ソフトウェアに縛られることなく、どのメーカーのトータルステーションでも組み合わせることが出来ます。

```
<TSFormControlData
xsi:schemaLocation="http://www.gis.nilim.go.jp/jouhu/TSFormControl
TSFormControlData.xsd">
<rgm:CRSS>
<rgm:CRS CrsName="CRS-1">
<rgm:GeodeticDatum>TD</rgm:GeodeticDatum>
<rgm:VerticalDatum StdName="TP" DifferToTP="0.000"/>
<rgm:HorizontalCoordinateSystem>8(X,Y)</rgm:HorizontalCoordinateSystem>
<rgm:VerticalCoordinateSystem>H</rgm:VerticalCoordinateSystem>
</rgm:CRSS>
</rgm:CRSS>
<rgm:RoadGm RouteName="矢田工事用道路" Classification="第4種第4級"
DesignSpeed="20" TrafficVolume="0">
<rgm:Alignments>
<rgm:Alignment Name="工事用道路" RefCRS="CRS-1">
<rgm:Horizontal Name="工事用道路" StartStationNO="0" StartAddDist="
4.214700" CumulativeDist="-4.214700" EndStationNO="30"
EndAddDist="19.822254" Length="624.0370" Method="要素法">
<rgm:StationEquation>
<rgm:Interval Main="20" Sub="20"/>
</rgm:StationEquation>
<rgm:ElementPnts>
<rgm:ElementPnt Name="BP" x="-99557.987632" y="41170.669207"/>
<rgm:ElementPnt Name="BC 1-0" x="-99532.028729" y="41161.498775"
E="0"/>
<rgm:ElementPnt Name="EC 1-0" x="-99512.942121" y="41125.822479"
E="0"/>
<rgm:ElementPnt Name="BC 2-0" x="-99520.645715" y="41095.505568"
E="0"/>
<rgm:ElementPnt Name="EC 2-0" x="-99517.805926" y="41073.568700"
E="0"/>
<rgm:ElementPnt Name="BC 3-0" x="-99505.853184" y="41052.013722"
E="0"/>
<rgm:ElementPnt Name="BC 4-0" x="-99450.556227" y="41065.978242"
E="0"/>
<rgm:ElementPnt Name="EC 4-0" x="-99417.541722" y="41095.478815"
E="0"/>
<rgm:ElementPnt Name="BC 5-0" x="-99360.229027" y="41089.686638"
E="0"/>
</rgm:ElementPnts>
</rgm:Alignment>
</rgm:Alignments>
</rgm:RoadGm>
</TSFormControlData>
```

GNSSの誤差は高さで大きいのはなぜ



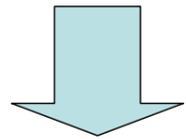
GNSSの誤差は、衛星の配置によって左右されます。観測面に対し衛星が散らばる水平誤差の方が、上方に集中する鉛直誤差より精度が高く誤差は小さくなります。また、標高はジオイド面からの高さで表されますが、GNSSでは標準楕円体からの高さとなり補正の仕方によっては誤差がより大きくなります。

ざっくり出来型管理 なぜTS管理

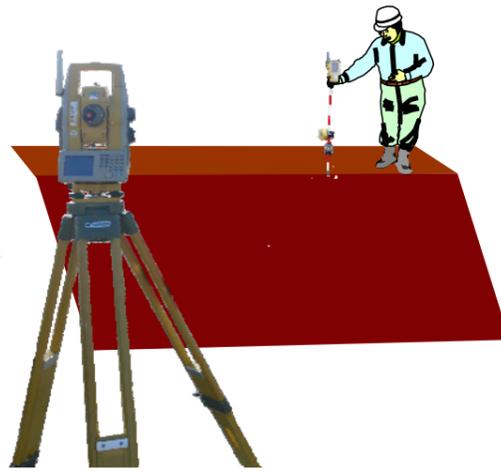
情報化施工に対応した合理的な出来形管理手法

「施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理」での効果は「ミス無く迅速に」の実現です。

準備作業、計測作業の時間短縮
データの転記ミスの防止と帳票作成の合理化
出来形過不足の迅速な確認



品質の向上



ワンマンタイプのTSを用いれば、出来形管理の作業員を他の作業へ回すなど請負者のコストに反映する事もあります。

ざっくり出来型管理 使う道具

情報化施工に使う主な機器



トータルステーション

セオドライト(トランシット)+測距儀 俗に現場では「光波」と呼ぶこともあります。

自動追尾型、ロボット型など各種機能を持ったものが出されています。

光の反射を目標にプリズムを追う自動追尾型ではワンマンでの、計測が可能です。



GNSSアンテナ

GNSS

GPSやGLONASS等、人工衛星を利用した測位手法の総称です。

RTK-GNSSという既知点の基地局データを利用して移動しながら実時間で測位する手法を情報化施工ではよく用います。



レーザースキャナー

レーザ光線による測距で面のデータを点の座標の集まりで取得する機器です。

再現性がないことなどから測量機器として検定等行われていません。

ざっくり出来型管理 使うデータ

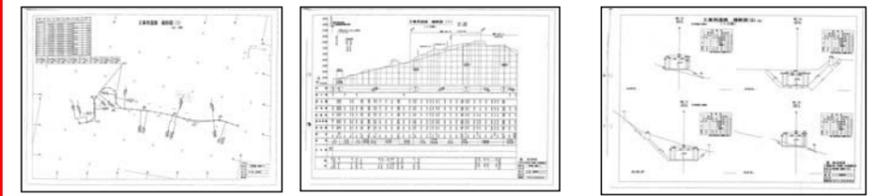
必要なのは、中心・縦断線形と横断形状

出来形管理に使う設計のデータを**基本設計データ**と呼びます。

基本設計データは施工管理データ作成ソフトへ線形データ、縦断データ、横断データを入力することで作成出来ます。

基本設計データが持っているのは各要素のデータで設計値は、測定した座標から計算して求めています。

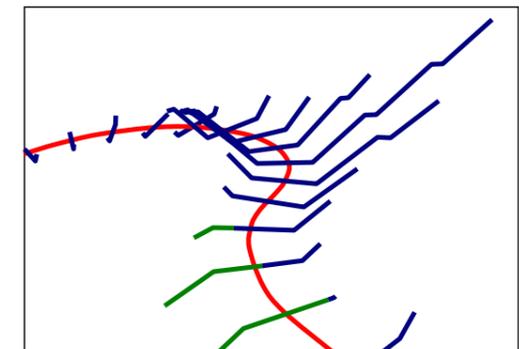
施工管理データ作成ソフトには、検定があります。



線形図

縦断図

横断図



基本設計データのイメージ

ざっくり出来型管理 測定要素

従来から行われている手法です。

測角・測距により位置を求めます。

