

建設ICT導入普及研究会 第1回総会

国土技術政策総合研究所での 建設ICTの取り組み

国土交通省 **国土技術政策総合研究所**
 高度情報化研究センター 情報基盤研究室
 研究官 北川 順

National Institute for Land and Infrastructure Management 1

トータルステーション(TS)で元々できること



各種設計情報

- ・ 座標
- ・ 線形情報
- ・ 標準断面
- ・ 縦断勾配
- ・ etc . . .

設計データを現場に
持ち出して活用

施工現場での作業例



・杭設置

-トラバース杭、逃げ杭、中心杭
幅杭、プラス杭、丁張り杭 等

・観測

-トラバース杭、逃げ杭
-現況横断、現況平面など



・計算

-トラバース
-機械位置
-中心杭離れ量
-面積、交点、ST等

測量で広く使われているので、施工管理(出来形)でも使おう!

施工管理データを搭載したTS出来形管理とは



設計データを搭載したトータルステーションを用いることで、設計との差の計算や、帳票の作成を自動化する等、出来形計測作業を効率化するシステム。



TSによる出来形管理技術の普及推進



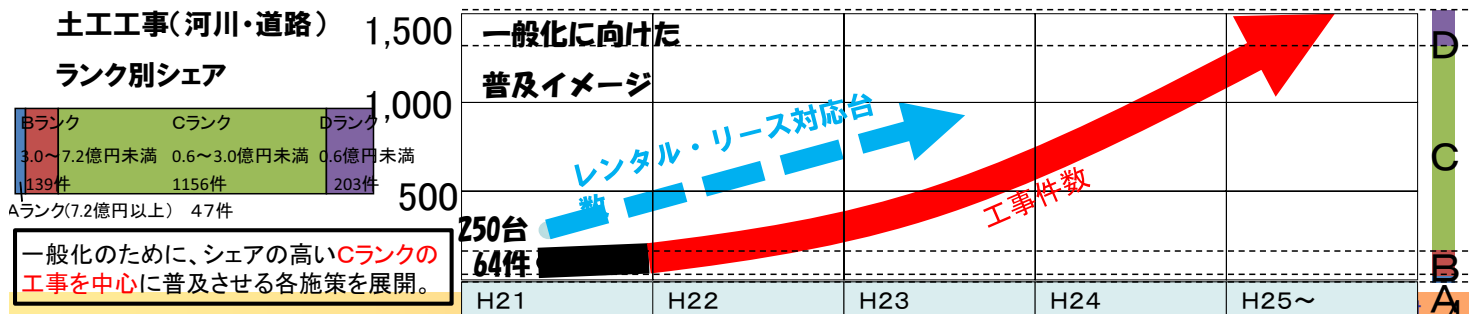
1. 一般化の目標

■ TSによる出来形管理技術については、平成25年度より全ての土工工事(河川・道路)において一般化。

2. 一般化に向けた普及推進

(注) している件数は、実績及びH19～H21の工事件数からの目標であり、工事の発注件数等により増減する。

普及推進に向けた取り組み	実用化(普及段階)				一般化
	H21	H22	H23	H24	H25
1. 発注者指定型による普及の推進 ① 目標件数の指定と実施 ② 技術導入などのための費用の計上 ③ 成績評定における加点の実施	64件(実績)	150~200件	300~400件	700~800件	土工工事全て(河川・道路)
2. 施工者提案型拡大のための措置 ① 総合評価における優遇措置 ② 成績評定における加点の実施					
3. 普及推進のための環境づくり ① 監督・検査要領の活用 ② 発注者による情報化施工データ作成 ③ 税制・融資の活用					



これまでの出来形計測とは？



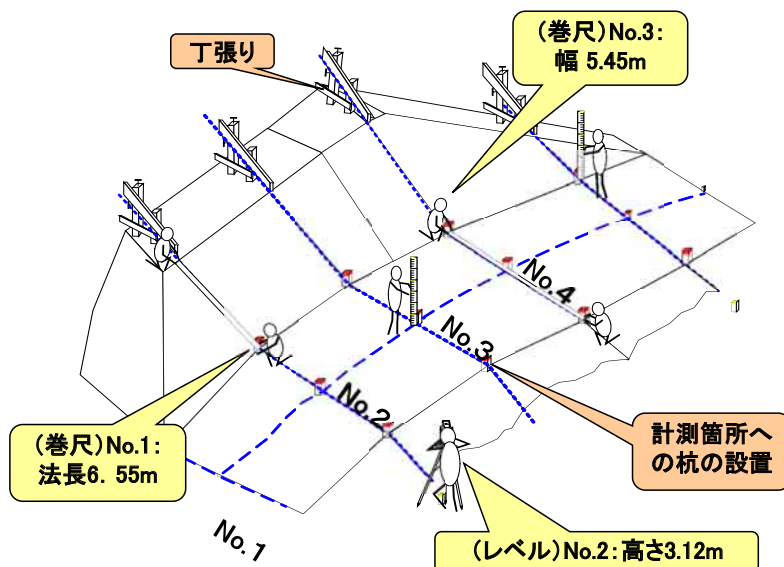
幅員計測状況(巻尺)



高さ計測状況(レベル)



監督職員の立会い確認



現状の出来形管理の問題点

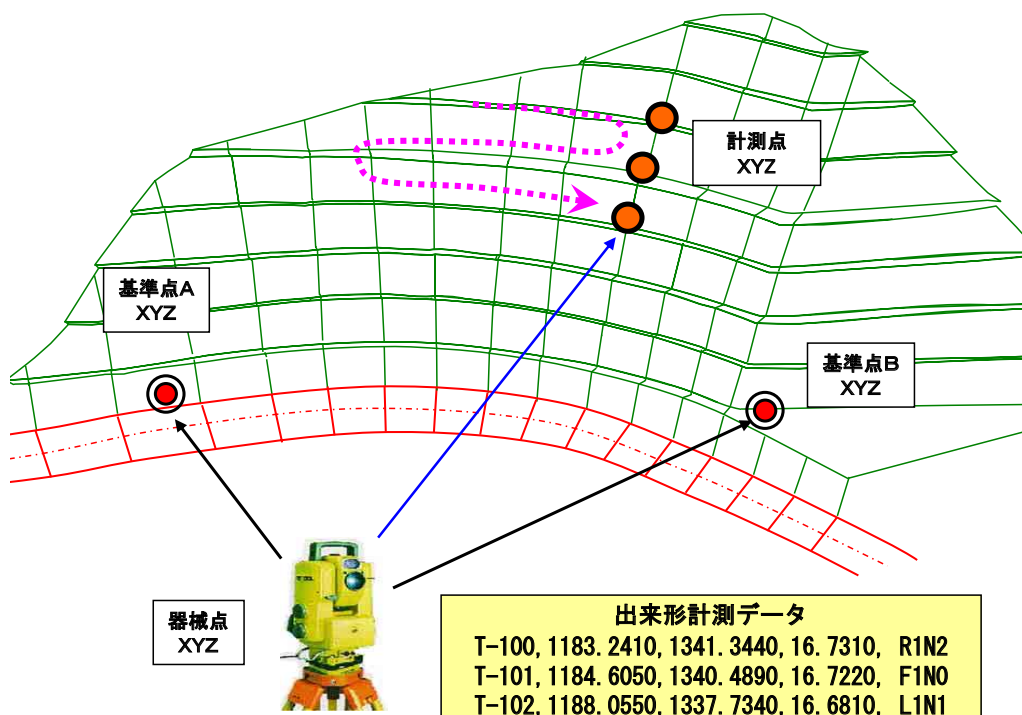
- ・長さ・高さを巻尺・レベルで別々に計測している。
- ・計測前に準備測量（中心杭・目串設置）を行っている。
- ・計測結果を野帳に手書きし、現場事務所にて手入力で帳票を整理している。

TSによる出来形管理の概要



土工の出来形管理を、現行の巻尺・レベルからTSに替わり行うもの。

- ・出来形の3次元座標をデータ計測、作業効率は巻尺・レベルの約1.5倍。
- ・現場のTS画面上で、測点・標高・離れ（設計・実測値）を確認できる。



トータルステーションの画面

断面:NO.0+4.512右1番

0m

◆標高◆ FL 0.570(m)
測定 0.506(m)
0.064 m 低い

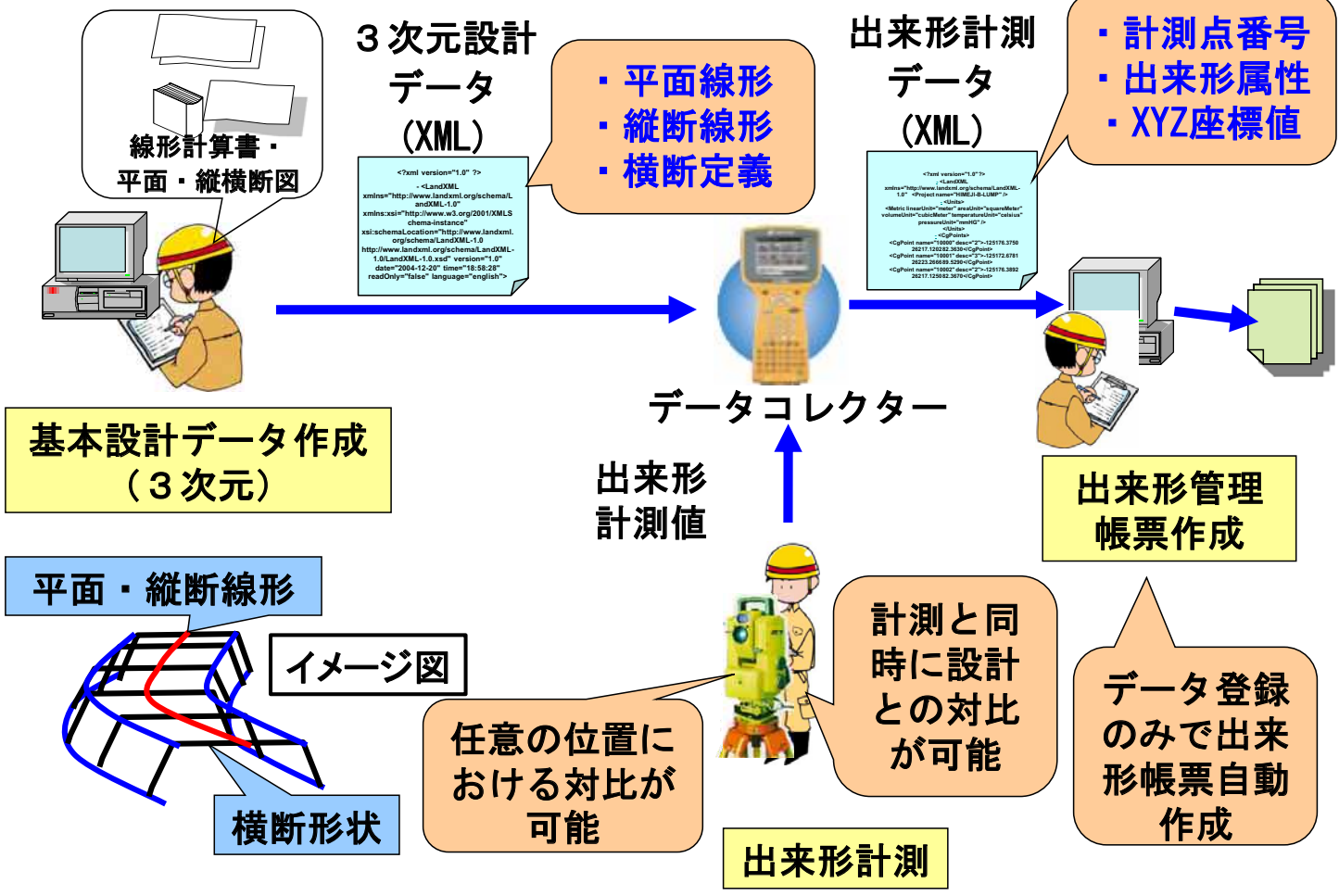
◆離れ◆ 設計 右1.000(m)
測定 右1.012(m)
0.012 m 右側

断面途中

戻る 記録 モード 測定

出来形観測

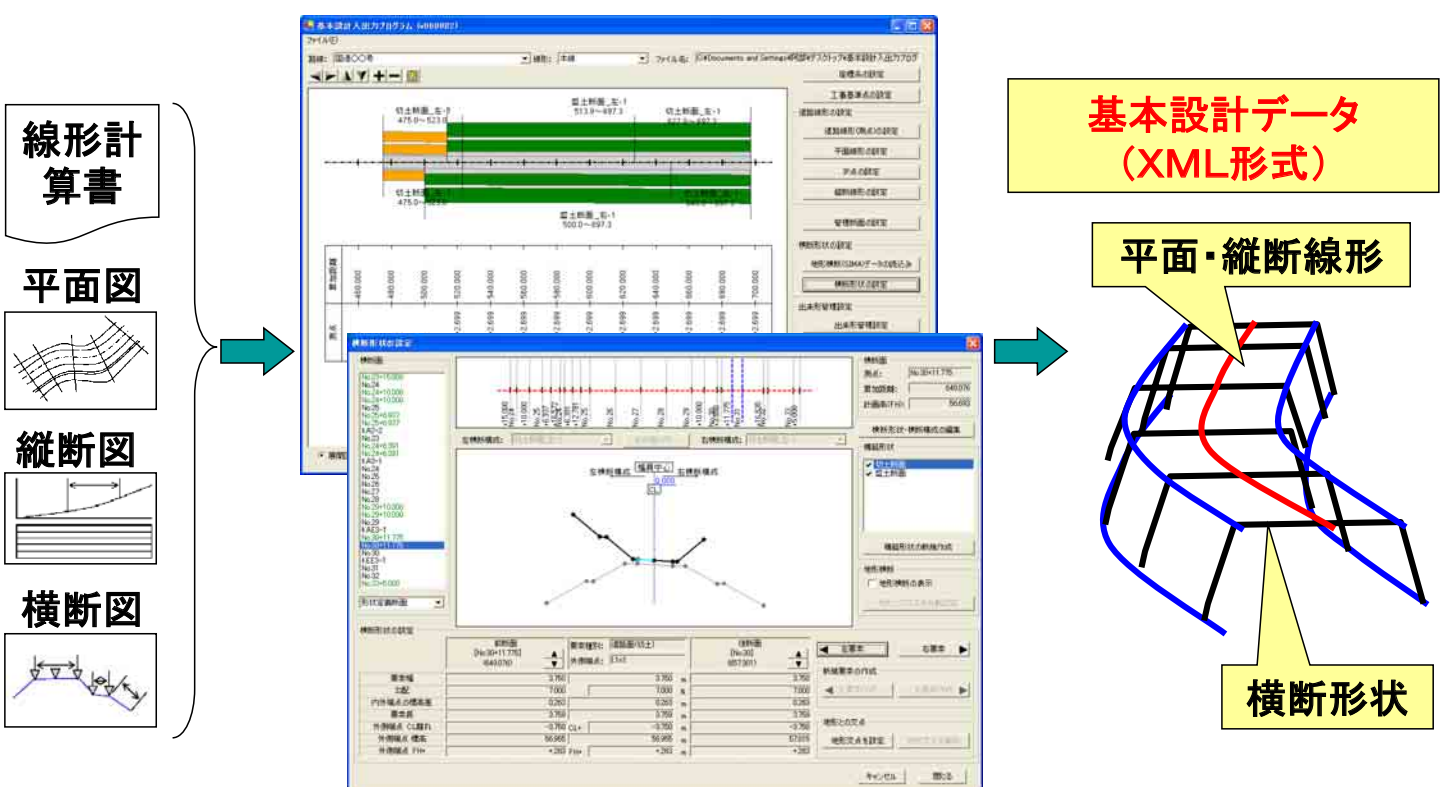
出来形管理用TSのシステム構成全体図



基本設計データの作成



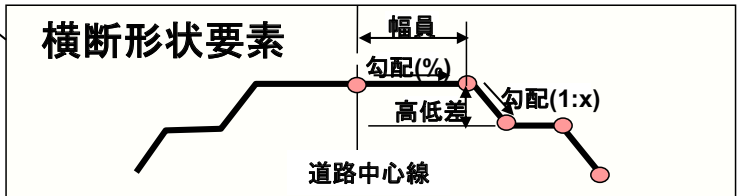
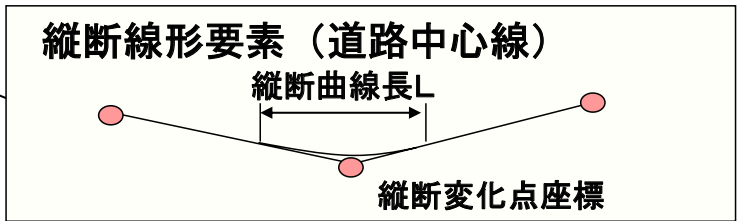
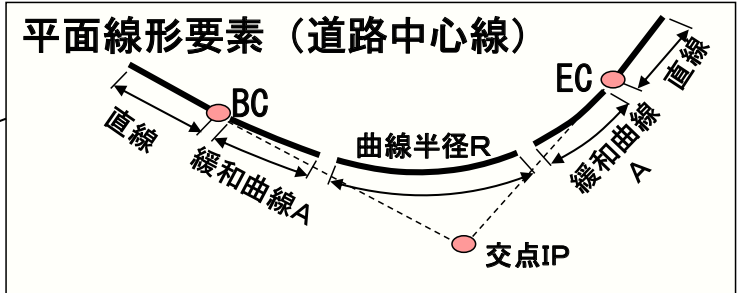
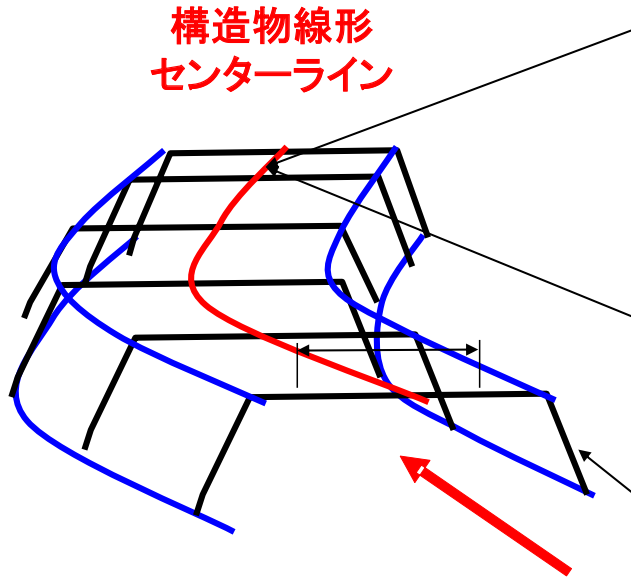
紙図面等から判読した道路線形・横断形状等を専用ソフトに入力することで、基本設計データ(構造物の3次元形状を持った出来形計測の為のデータ)を作成する。





・道路中心線【道路土工の場合】、法線【河川土工の場合】(平面線形・縦断線形)、横断形状の定義に必要な情報

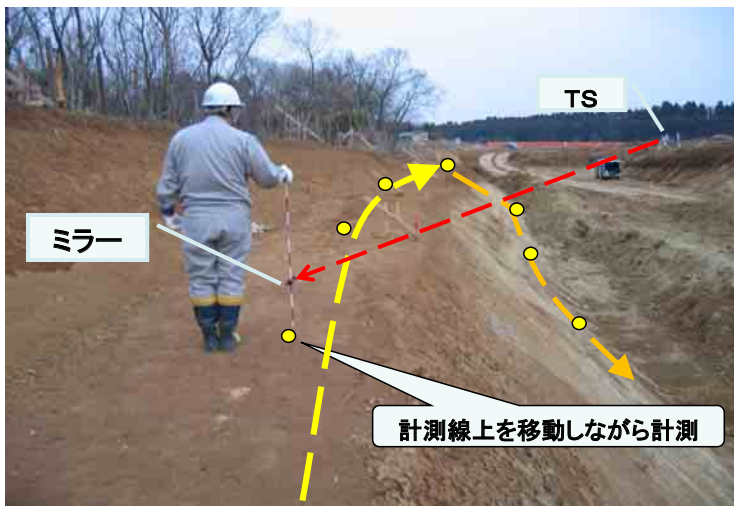
道路土工の場合のイメージ



TSによる出来形計測



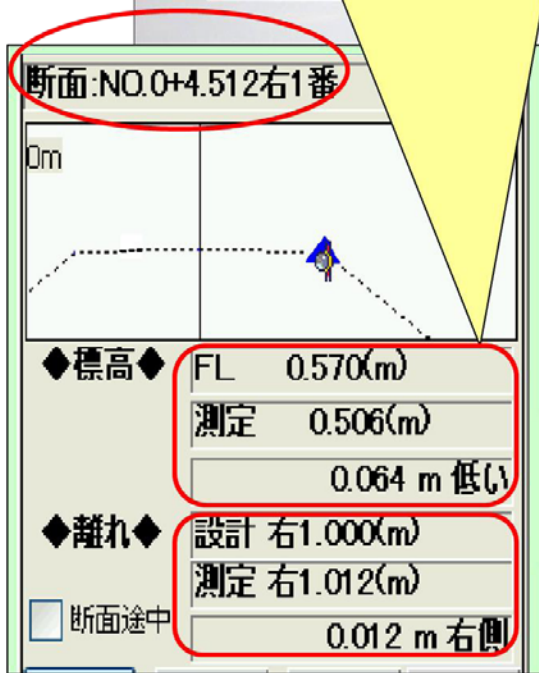
項目	現行の計測方法	TSによる出来形管理
計測範囲		
計測点数	12point	12point
計測時間	50.0min	32.2min
計測効率	4.2min/point	2.7min/point



出来形計測作業が、従来手法と比べて1.5倍に向上した(現場条件によって異なる)。

注1) 現行の計測方法では基準高さ12点、長さ12箇所の計測を行った。
注2) TSによる出来形管理では、1回のTS設置と12点の座標計測を行った。

計測と同時に設計値との差が表示される。
ミラーを計測地点へ誘導でき、丁張等が不要。



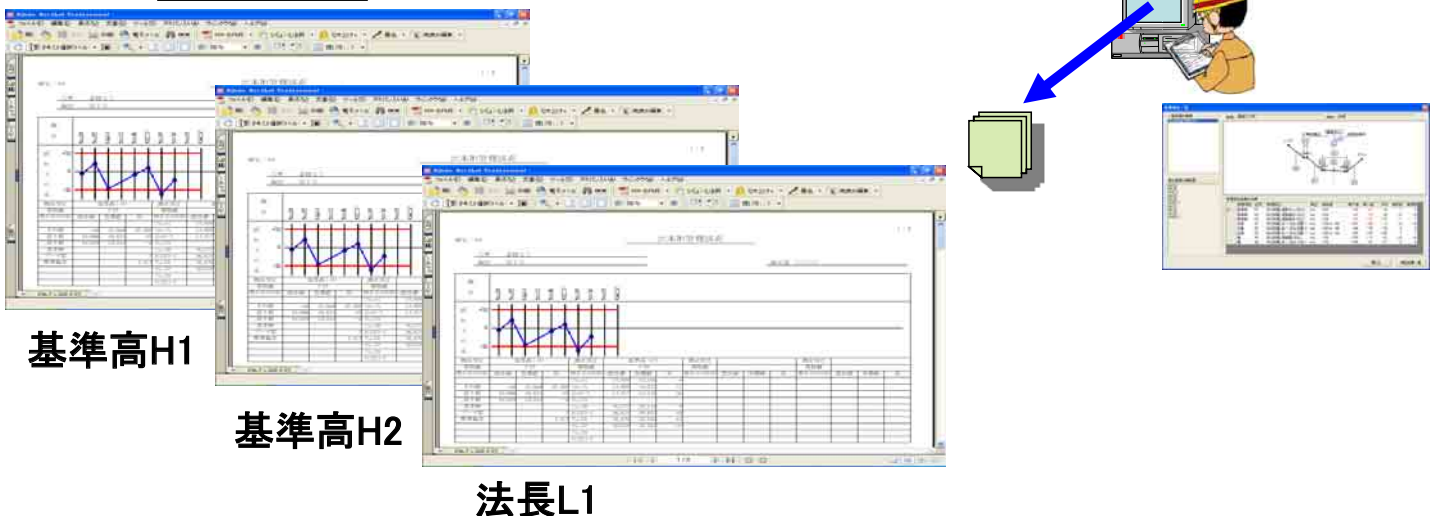
○H22年度試行工事アンケート意見[受注者]

- ・電子野帳の使用により、野帳の記入ミスがなく測量のやり直しが無かった。瞬時に計測値がわかるので、時間に無駄がない
- ・管理断面のデータが全てハード内に集約されており、紙の資料持ち運びが無い。

出来形管理帳票の自動作成

- ・「出来形帳票作成ソフトウェア」により実施。
- ・TSからのデータを各種ソフトに取り込み、出来形帳票を自動作成できる

様式-31



○H22年度試行工事アンケート意見[受注者]

- ・出来形管理帳票の作成は、データを取り込むだけなので従来のような入力をする事が無いのでミスが発生しなかった。
- ・帳票作成時間の減少は確実である。

従来手法を用いた場合の出来形管理写真基準

編	章	節	条	工種	写真管理項目		
					撮影項目	撮影頻度 [時期]	提出頻度
1 共通編	2 土工	3 河川・海岸・砂防土工	2	掘削工	土質等の判別	地質が変わる毎に1回	代表箇所各1枚
					法長	200m又は1施工箇所1回 [掘削後]	
			3	盛土工	巻出し厚	200mに1回 [巻出し時]	
					締固め状況	転圧機械又は地質が変わる毎に1回 [締固め時]	
				法長幅	転圧機械又は1施工箇所1回 [施工後]		

TS出来形管理の場合の出来形管理写真基準

編	章	節	条	工種	写真管理項目		
					撮影項目	撮影頻度 [時期]	提出頻度
1 共通編	2 土工	3 河川・海岸・砂防土工	2	掘削工	土質等の判別	地質が変わる毎に1回	代表箇所各1枚
					法長	1工事に1回	
			3	盛土工	巻出し厚	200mに1回 [巻出し時]	
					締固め状況	転圧機械又は地質が変わる毎に1回 [締固め時]	
				法長幅	1工事に1回		

ただし、出来形に疑義が生じた場合はデータでさかのぼって確認

OH22年度試行工事アンケート意見[受注者]

- ・写真管理が大幅に削減した。

出来形計測に掛かる実地検査

工種	計測箇所	確認内容	検査頻度
河川 道路 土工	出来形管理基準による計測箇所	出来形管理図表の実測値との比較	(従来)200mにつき1箇所 (施工延長200m以下の場合は2箇所以上) (TS)1工事につき1管理断面 (検査職員が指定する管理断面)

TSが、施工者が計測した平面位置にミラーを誘導できるので、不正(ミラーを浮かせる等)していた場合、検査時に発覚します。



OH22年度試行工事アンケート意見[受注者]

- ・従来は一般的な築堤工事で断面の基準高、法長、延長等を1工事につき2~4箇所程度を確認していたが、TSを用いる事で1断面の確認になり、効率化が図れた。
- ・検査による実施項目が1管理断面に簡略化されたことで現場での確認が省略され業務時間が短縮された。

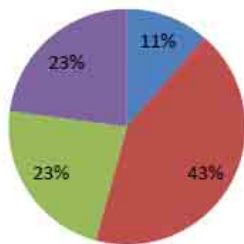
○H22年度試行工事アンケート意見[受注者]

- ・3次元データの作成を行っておけば、丁張り設置前の測量計算をする手間がなくなる。
- ・現場での突発的な測量にも事前計算なく対応できる。



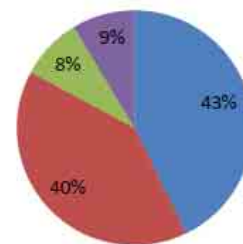
H21年度 アンケート結果[請負者]

TS出来形管理 N=35



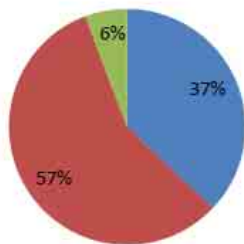
■ 大幅に効率化 ■ 少し効率化 ■ 変わらない ■ 作業時間が増加

作業効率の変化



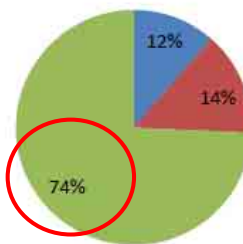
■ ほぼ自動化 ■ 大幅に短縮 ■ 変わらない ■ 増加した

帳票作成時間の変化



■ 減らすことができた ■ 変わらない ■ 増やす必要があった

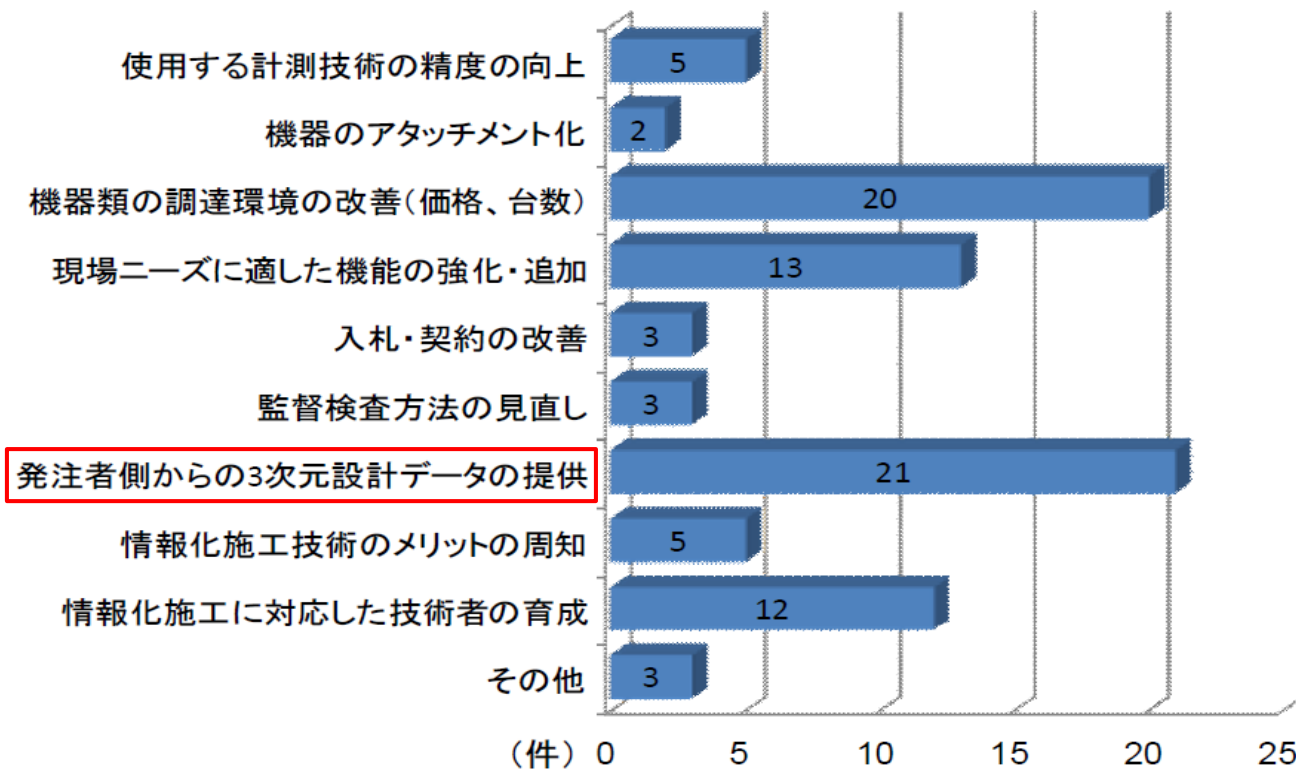
補助作業員の変化



■ 従来と比べ減少した ■ 変わらない ■ 従来と比べ増加した

準備時間の変化

出来形計測や帳票作成では効率化するが、その為の準備作業(データ作成)に時間がかかっている。



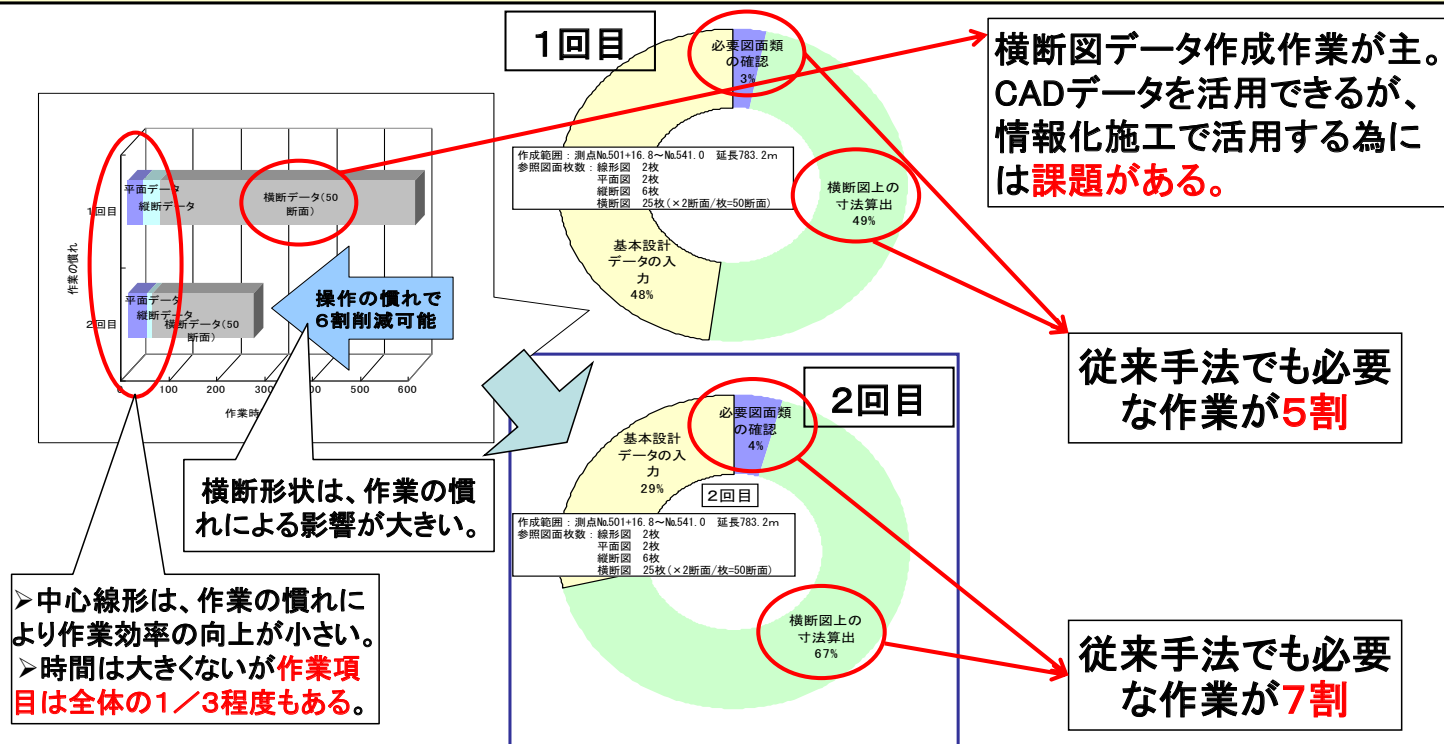
TS出来形管理：受注者

TS出来形管理に用いる基本設計データ作成作業分析



実施工図面を用いて、データ作成作業が**未経験**の被験者(土木の知識あり)にデータ作成作業を2回行わせたところ、以下のことが確認された。

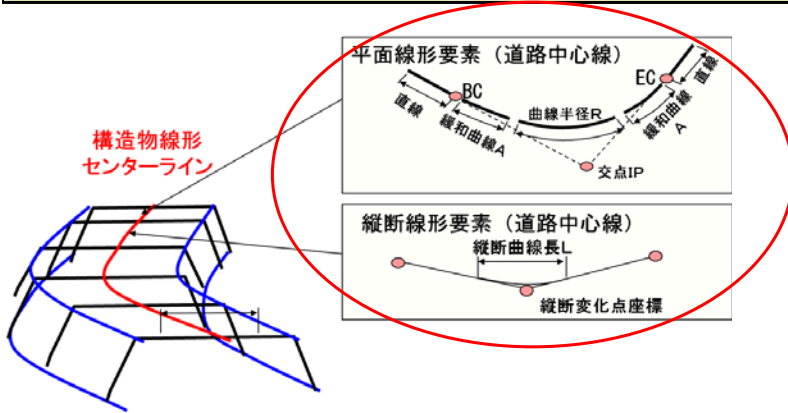
- ①従来でも必要な作業が大半である。
- ②ソフトウェアの操作の**慣れ**で作業時間が大きく短縮される。
- ③中心線形の流通で作業項目を減らし、**作業の単純化**が図れる。



【改善案】道路中心線形データ交換標準の活用



- 国総研は、平成18年12月に「道路中心線形データ交換標準(案)」を定めている。
- これを受け、技術調査課は、平成20年3月に「道路中心線形データ交換標準に係わる電子納品運用ガイドライン(案)」を策定している。
- このガイドラインには、設計業務でRoadGM-XMLを作成させる場合の、「積算の考え方」や「特記仕様書記載例」等、実務に必要な事が記載されている。
- しかし、地整に対する周知不足から、**実際に納品されていない**。



- 道路中心線形 (RoadGM-XML) は、TSF-XMLのデータの内、中心線形の3次元形状のみの情報である。
- 道路設計における最も基本的な情報であり、「**予備設計B以降ほぼ不変**」である。

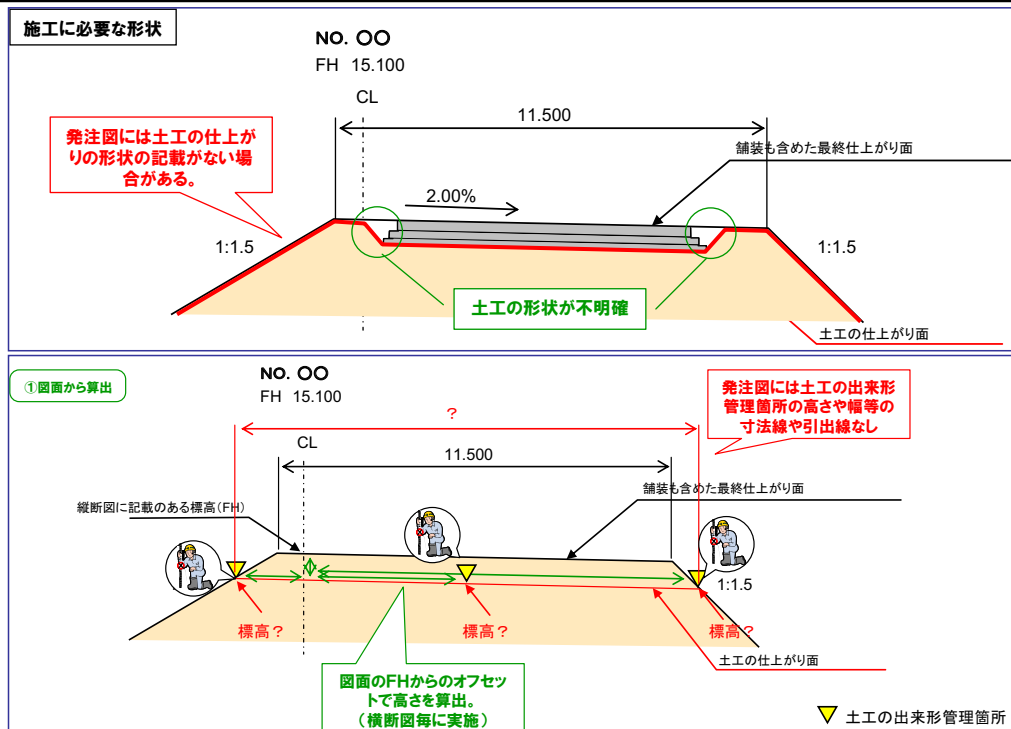
- TSF-XMLは、RoadGM-XMLの活用を考慮し、データ構造上Road-GMをそのまま活用でき、線形データの作成作業が省略できる。
(TSデータ作成ソフトの機能要求仕様書でも「RoadGM-XML読込機能」を求め、既に全ての市販ソフトに「RoadGM-XMLの読込機能」が搭載済みである。)
- 設計に利用する主要な道路線形計算ソフト(2社)は、既に「RoadGM-XMLの出力機能」が搭載済みである。

【課題】施工に必要な寸法が記載されていない例



○H22年度試行工事アンケート[請負者]

「データ作成に必要な情報の不備が多かったため、準備に時間を費やした。」



通常、土工と舗装工は別工事として発注されるが、**道路の最終形状(舗装面)で発注図が作成される**場合があり、土工工事の場合は、**土工基面等を計算する必要**がある。

CAD製図基準を、土工面を別レイヤで記載する様に改訂する。

CAD製図基準 付属資料2 レイヤ名一覧 2-1 道路設計

(4)標準横断図,横断図:SS,CS
<道路編-道路設計>

レイヤ名		レイヤに含まれる内容	線色(例)	線種(例)		
責任主体	図面オブジェクト / 作図要素					
SDCM	-TTL	外枠	黄	実線		
		-FRAM	タイトル枠、凡例図枠		黄	
		-LINE	区切り線、罫線		白	
		-TXT	文字列		白	
	-BGD		現況地物(現況地盤線)		白	
		-TXT	文字列		白	
		-HTXT	旗上げ		白	
	-BMK		構造物基準線(中心線、DL、ML等)		黄	点鎖線
		-ROW	用地境界(幅杭)		黄	
		-TXT	文字列		白	
		-HTXT	旗上げ		白	
	-STR		主構造物外形線		赤	実線
		-STR1	構造物1(橋梁)		赤	
		-STR8	構造物8(側道)		暗灰	
		-STRB	構造物B(用排水構造物)		シアン	
-STRn		構造物n(その他の構造物等)	任意			
-DIM		寸法線、寸法値	白			
-TXT		文字列	白			
-HTXT		旗上げ	白			
-MTR		材料表タイトル	白			

STRに新たに
土工面を追加

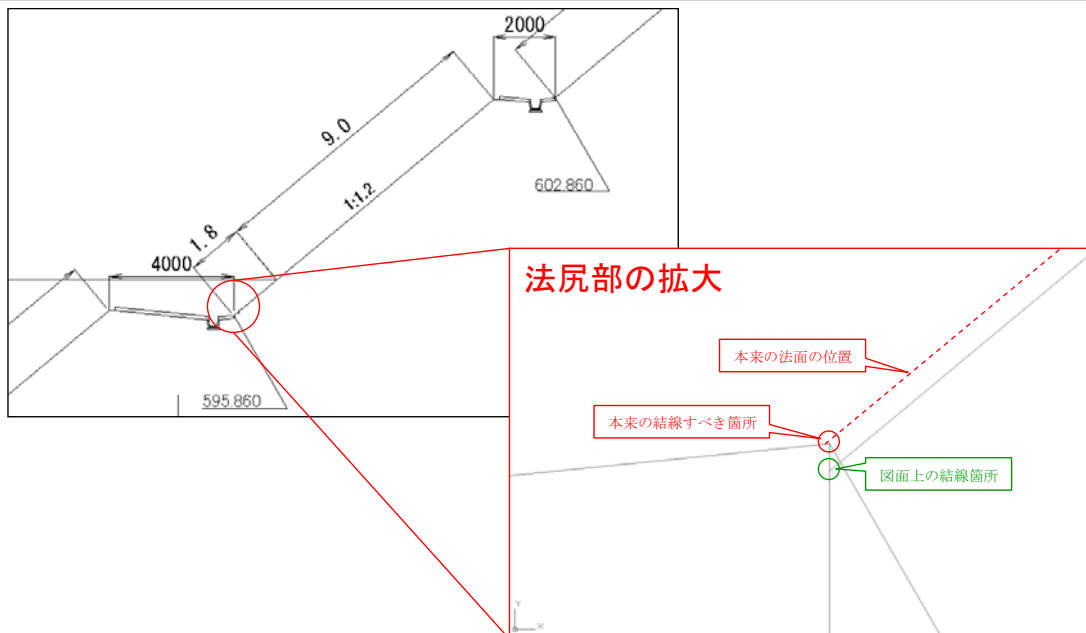
中心線形の位置を
明確化する

➤ 施工者による「土工面に関するパラメータの計算手間」が不要となる。

➤ ソフトウェア開発によって、横断形状の入力の大部分が自動化されることが期待できる。

データ作成における図面の課題

紙で見える場合には接合している様に見えるが、CAD図面を拡大すると、**線分が結合していない**場合がある。



TSの設計データは非常に精度の高い座標が必要な為、**正しい位置を計算しなおし**、線分を接合する必要がある。
線分が接合している場合、横断形状のデータ作成が非常に容易なソフトウェアもある。

【改善案】連続した線の結合に関する制約



連続した線は、結合させるようにCAD製図基準を改定する。
 (「道路基盤地図情報交換属性セット(案)」には、折線結合に関する規定がある。)

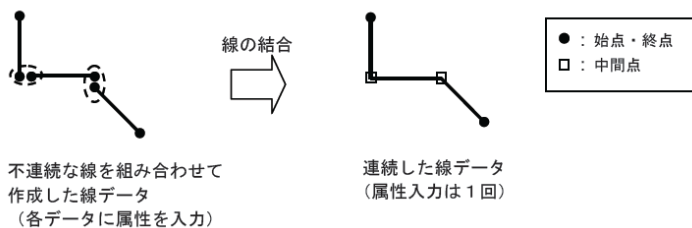


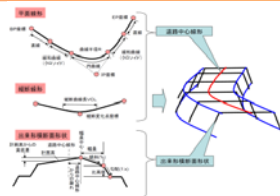
図 20 連続した線データの作成例
 出典:道路工事完成図等作成要領

機能要件	折線結合 (複数の線分・折線の結合)			
機能概要	連続した線 (道路中心線など) を表している複数の線分や折線を、1本の折線に結合できること。			
説明図				
図面名称	図形名称	フィーチャ	属性名称	ターゲット先の図形名称
完成平面図	-	・線分 ・折線	-	-
機能詳細				
<ul style="list-style-type: none"> 連続した線をあらわしている複数の線分や折線を、1本の折線に結合し、既定義ハッチングの作成や折線への属性付与を効率よく行えるようにする。 完成平面図の作成では、次のように取り扱う。 <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin: 5px 0;"> 線データに利用するために結合した折線は、連続する頂点が同じ位置にあってはならない。また、自己交差してはならない。 </div> 属性が付加された折線、線分を結合する場合は、ダイアログボックス等で警告表示を行う。 ※ チェックプログラムによるエラーの判定基準は、表 54 を参照のこと				

出典:道路基盤地図情報交換属性セット(案)第1.1版

H22年度のデータ作成に関するヒアリングでは、設計データ作成者は、図面の照査において、**図面上の線の重なりや、不連続を修正を行っている。**

ソフトウェアの改良とASPとの連携による、監督検査の合理化



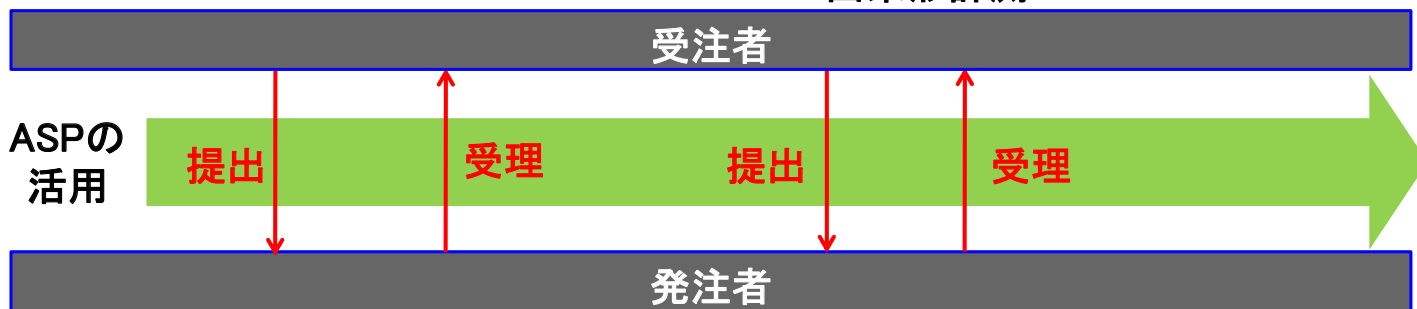
基本設計
データ
(XML)

3次元設計データの作成

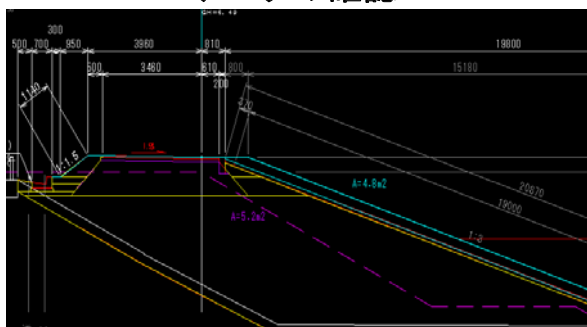


出来形計測
データ
(XML)

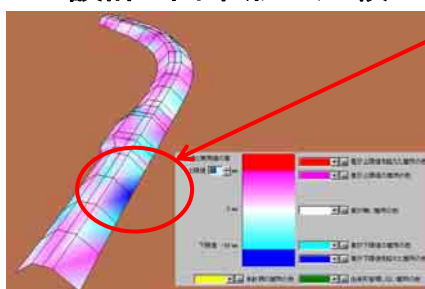
出来形計測



CADとの重ね合わせによるデータの確認



3次元データを用いた設計と出来形の比較



設計との差で色分け

出来形不足

施工管理
データ
(XML)

保管、維持管理への活用

ご静聴ありがとうございました。

日頃より、社会資本整備にご協力頂きまして、本当にありがとうございます。
本発表にあたり、施工者様、コンサルタント様、地方整備局職員等のご協力を
賜りましたこと、御礼申し上げます。

国総研では、研究のために、今後も現場試行のお願いをすることが御座います。
その際は、何卒ご協力をお願い致します。