

1. トータルステーションを用いた出来形管理取り組みの経緯

国土交通省では、CALIS/EC アクションプログラムを策定し推進している。CALIS/EC アクションプログラムは、公共事業の調査、設計、施工、維持管理の各フェーズで発生する情報を電子化して、関係者間で効率的に情報を利活用することを目指している。しかしながら、施工管理は、旧態依然の作業内容のままであり、書類作成に手間とコストがかかっている。そのため、国総研では、工事全体の施工管理の業務手続について分析を行い、情報通信技術（以下、ICT という）を活用した施工管理の業務改善の研究を行った。その結果、施工管理や監督・検査業務を分析することにより構成する機能と施工で利用する情報との関係を表現し、効率的な情報の利活用を行える可能性があった。特に、出来形管理では、ICT を活用した施工管理における高い作業効率化を行える可能性があった。

施工管理のうち ICT を活用した出来形管理については、民間において、大規模工事での利用が進められていた。そこで、国総研では、公共測量作業で一般的に利用されているトータルステーション（以下、TS という）を活用することによって小規模工事での ICT を活用した出来形管理について研究した。この結果、道路土工を対象に 3 次元設計情報を電子化したものを TS に搭載することにより、出来形管理が効率的に行えることを明らかにした。しかしながら、現行の出来形管理基準は、ICT を活用した出来形管理を想定していない。そのため、TS を用いた出来形管理の運用方法を定めた要領類の作成が必要と考えた。

一方、我が国の土木施工においては、災害復旧現場、地下空間、トンネル、がけ地、土壌汚染の工事など、危険苦渋作業がいまだに多く存在しており、これらの劣悪な作業環境を改善し、安全を確保することが喫緊の課題となっている。そのため、ICT やロボット技術を活用して、3 次元空間データを用いた土木工事の施工・処理技術の開発、及びその成果等を活用した危険・苦渋作業での遠隔操作ロボット等による施工技術の開発を行い、施工の効率化および作業環境の安全性の向上を図る必要があると考えた。国土交通省では、総合技術開発プロジェクト「ロボット等による ICT 施工システムの開発」の研究開発を実施し、その中で国総研では「3 次元情報を用いた施工管理技術の開発」の研究開発を行うこととした。

平成 16 年度までの研究により、現場で活用される多くの情報は設計形状や現場位置情報を参照していることが判明した。しかしながら、多くの場合、設計情報や現場の位置情報は、何度も加工を加えて 2 次元の図面や線形計算書などの帳票を表現手段として整理・交換されている（図 1-1 参照）。このため、現場で取得する 3 次元の座標データとの整合や維持管理で活用する GIS データへの展開など他の用途への再利用が行いにくいデータとなっていることが判明した。このことから、国総研では、設計図面など形状を示すデータおよび現場取得データを交換し、データを必要な情報に加工・表示するアプリケーションを構築することによって、データの流通性や再利用性を確保することができると考えた。

ICT を活用した施工管理のうち出来形管理における高い作業効率化を行える可能性があった（図 1-2 参照）。そのため、出来形管理に特化したデータ交換標準及びアプリケーションを検討した。アプリケーションは、システムの利用場面で扱う情報項目を抽出し、設計形状情報、出来形計測値情報、出来形管理情報に分類した上で情報項目ごとに定義付けを行った。抽出された情報項目の内容を基にシステムに必要な機能として、3 次元設計情報を作成するための機能、3 次元出来形計測情報を作成及び 3 次元設計情報との対比を確認するための機能、出来形

帳票を効率的に作成するための機能、に分類した上で、必要となるシステムを構築することとした。システムは、民間で開発して頂くことを想定していたため、TS 及び TS の利用をサポートするソフトウェアで構成されたシステム（以下、TS システムという）の機能要求仕様書を検討する必要がある。また、システム間の連携を行うために、データ交換形式を定める必要があった。

このように、TS を用いた出来形管理を実工事に適用するためには、TS を用いた出来形管理を想定した運用のための要領類及びシステムを構築するための機能要求仕様書・データ交換標準などの仕様類を整備する必要がある。

CALS/EC アクションプログラム 2005 の目標-16 では、電子情報を用いた道路土工における出来形管理について適応検討、試行を行い、本格運用することが記載されている。ここで道路土工を対象としたのは、工事全体のうち工事件数・工事金額が多く、普及が見込まれると考えたためである。また、河川土工についても道路土工と同じ土工であるため適用性を検討することとした。そのため、TS を用いた出来形管理の試行工事を平成 17 年度、平成 18 年度は道路土工、平成 19 年度は河川土工において実施し、土工に対応した要領類及び道路土工に対応した仕様類を策定した。

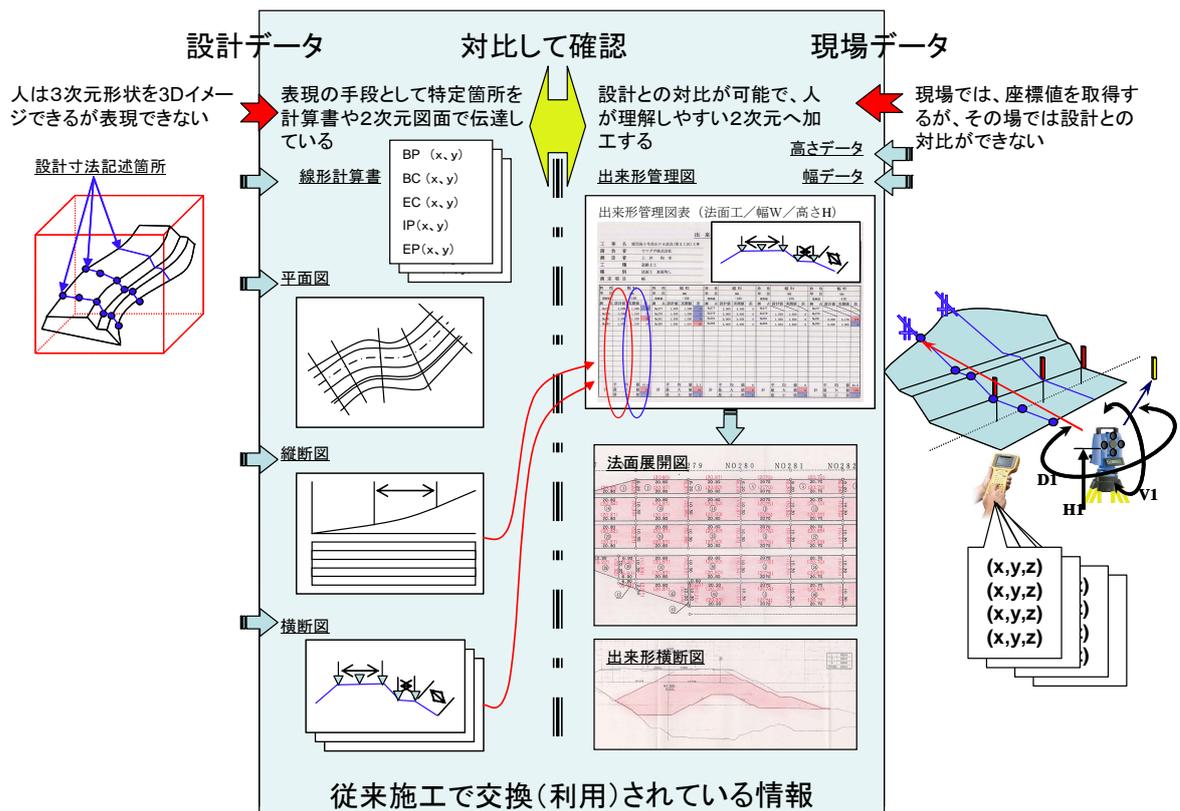


図 1-1 設計データと出来形データの対比手順

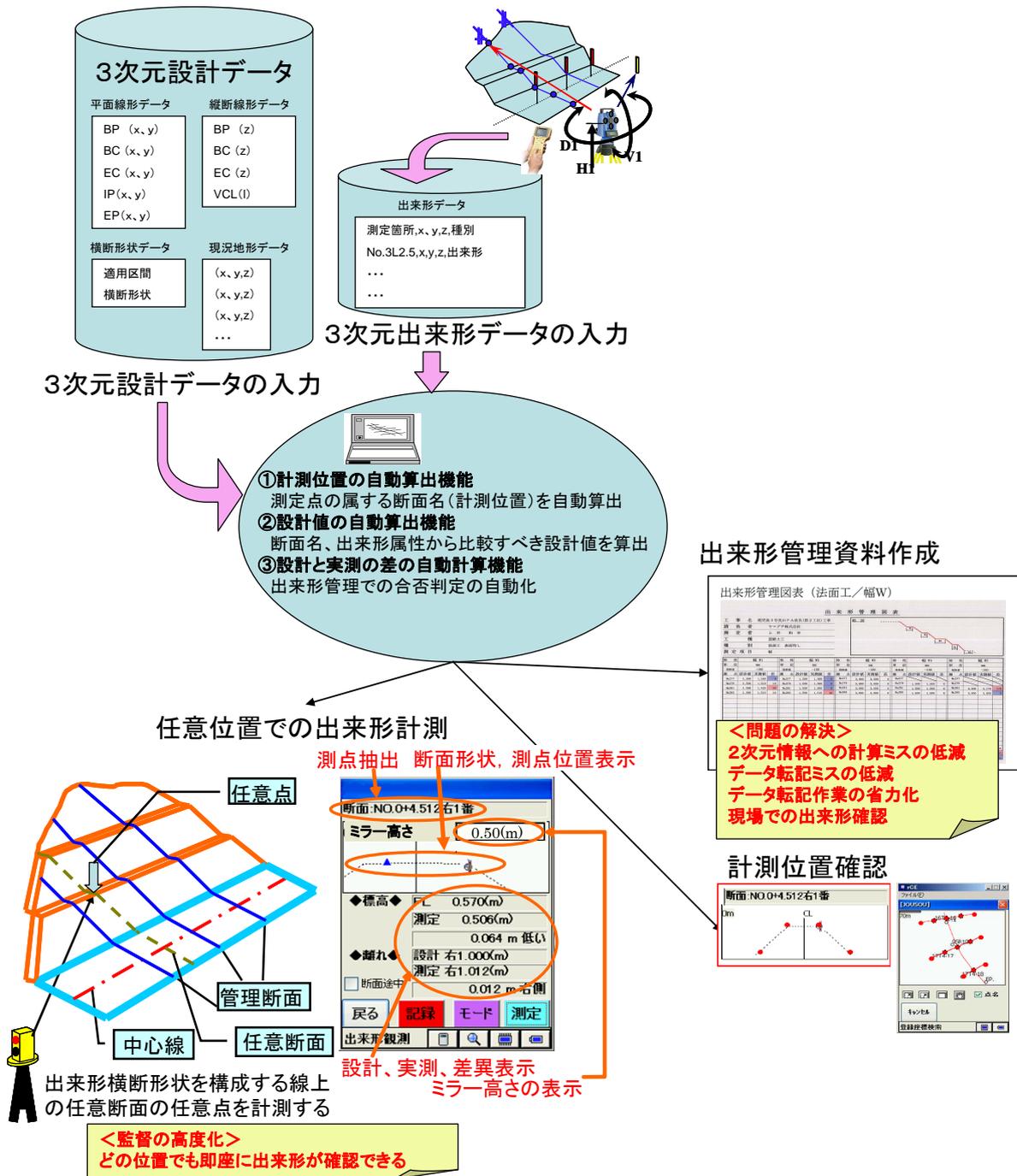


図 1-2 TS を用いた出来形管理実現方法

2. 試行工事概要

(1) 平成 17 年度試行工事（道路土工）

平成 17 年度試行工事は、道路土工工事を対象として、全国 6 現場で実施した（表 2-1 参照）。出来形管理は、現行の巻尺・レベルによる出来形管理手法（以下、従来手法という）と TS システムを活用した出来形管理手法（以下、TS 手法という）の両方の手法で行うこととした。請負者及び監督・検査職員が運用するための要領（試行案）を作成し、要領（試行案）に基づく TS 手法の現場での適用性及び TS システムの操作性や精度について検証した。TS 手法で利用する TS システムは、平成 16 年度までに検討した TS を用いた出来形管理の実現方法に基づき、試行工事にあたりプロトタイプシステムを開発した。

従来手法と TS 手法の出来形計測手法イメージを図 2-1 に示す。TS 手法では、現場に丁張りや杭が無い場合でも設計形状と現場出来形の差を即座に確認することができる。また、図 2-2 は従来手法と TS 手法との出来形管理手順の違いを示したものである。TS での目串の設置や現場でのレベルおよびテープでの計測を TS による計測等に置き換えることができるとともに、帳票作成時の転記・清書作業などが不要となる。

試行工事結果より、道路土工における TS 手法が現場適用可能であることを示した。

表 2-1 平成 17 年度試行工事現場概要

管轄地整	東北地整	関東地整	中部地整	中国地整	四国地整	九州地整
概要	新設 道路改良	新設 道路改良	新設 道路改良	新設 道路改良	新設 道路改良	新設 道路改良
立地条件	平地	平地	平地	山間地	山間地	山地
実施区間	200m	200m	200m	200m	100m	200m
備考						



図 2-1 従来手法と TS 手法の出来形計測手法イメージ

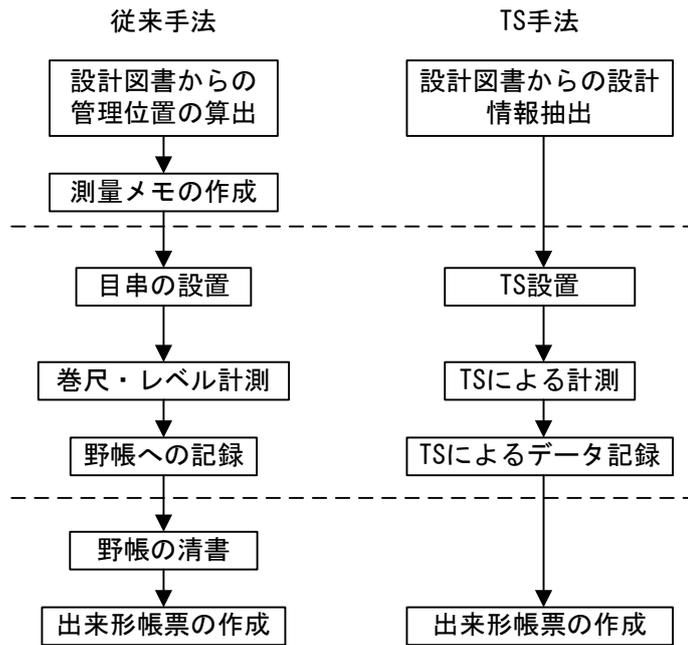


図 2-2 従来手法と TS 手法との出来形管理作業の違い

(2)平成 18 年度試行工事（道路土工）

平成 18 年度試行工事は、道路土工工事を対象として、全国 6 現場で実施した（表 2-2 参照）。出来形管理は、従来手法と TS 手法の両方の手法ではなく TS 手法のみで実施することにした。請負者及び監督・検査職員が運用するための要領（試行案）に基づく出来形管理作業及び出来形管理に係わる監督・検査業務の適用性について検証した。なお、出来形管理用 TS については、TS システムの普及促進に向けて、出来形管理用 TS の機能要求仕様書を作成した。その後、有限責任中間法人日本測量機器工業会会員企業に開発を協力していただいた。基本設計データ作成ソフトウェア及び出来形帳票作成ソフトウェアについては、国総研が自ら開発を行った。また、ソフトウェア間のデータ交換は XML 形式とし、データ交換標準を作成した。これら開発した機器及びソフトウェアのシステム（図 2-3 参照）を試行工事で利用した。

試行工事結果より、道路土工における TS 手法は運用可能であることを確認した。そのため、「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）道路土工編」を公開した。

表 2-2 平成 18 年度試行工事現場概要

管轄地整	東北地整	関東地整	近畿地整	中国地整	四国地整	九州地整
概要	大規模掘削工事	バイパスの盛土工事	小規模掘削工事	大規模掘削工事	大規模切盛工事	バイパスの掘削工事
立地条件	山地	平地	山間地	山地	山地	山間地
実施区間	300m	200m	70m	80m	640m	140m
備考						従来手法も実施

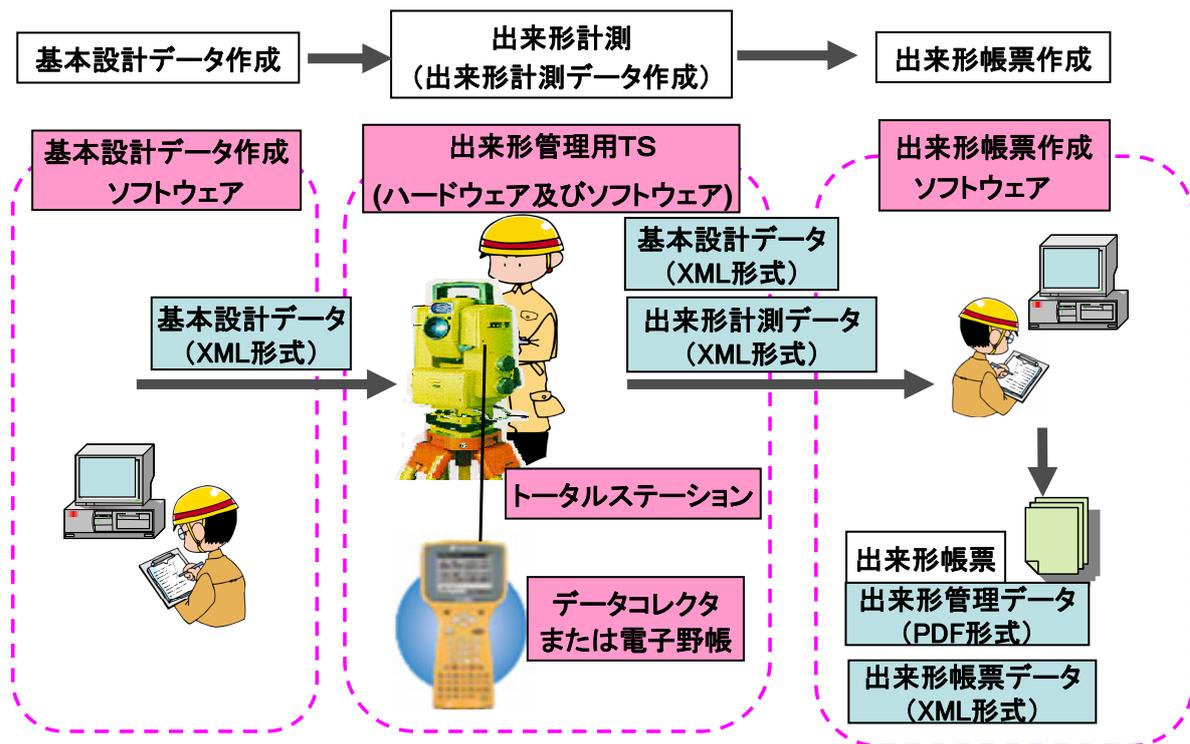


図 2-3 TS を用いた出来形管理システムの構成

(3)平成 19 年度試行工事（河川土工）

平成 19 年度試行工事は、道路土工で得られた知見を基に河川土工工事を対象として、全国 3 現場で実施した（表 2-3 参照）。出来形管理は、従来手法と TS 手法との両方の手法で行うこととした。請負者及び監督・検査職員が運用するための河川土工に対応した要領（試行案）に基づく TS 手法の河川土工における適用性について検証した。TS 手法で利用する TS システムは、平成 18 年度試行工事のシステムを利用した。

試行工事結果より、河川土工における TS 手法は運用可能であることを確認した。そのため、道路土工及び河川・海岸・砂防土工で適用可能となる「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）」を公開した。

なお、平成 19 年度は、平成 18 年度の試行工事結果から、基本設計データ作成及び帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書を作成した。また、出来形管理用 TS の機能要求仕様書及びデータ交換標準の改訂を行った。

表 2-3 平成 19 年度試行工事現場概要

管轄地整	北海道開発局	関東地整	九州地整
概要	堤防盛土	堤防盛土	河道掘削
立地条件	水田地帯	市街地	山間地
実施区間	400m	60m	75m
備考			

3. 要領・仕様類策定

(1) 要領・仕様類検討手順

TS 手法を実工事で運用するために、試行工事結果などを踏まえて要領・仕様類を策定した。策定経緯を図 3-1 に示す。

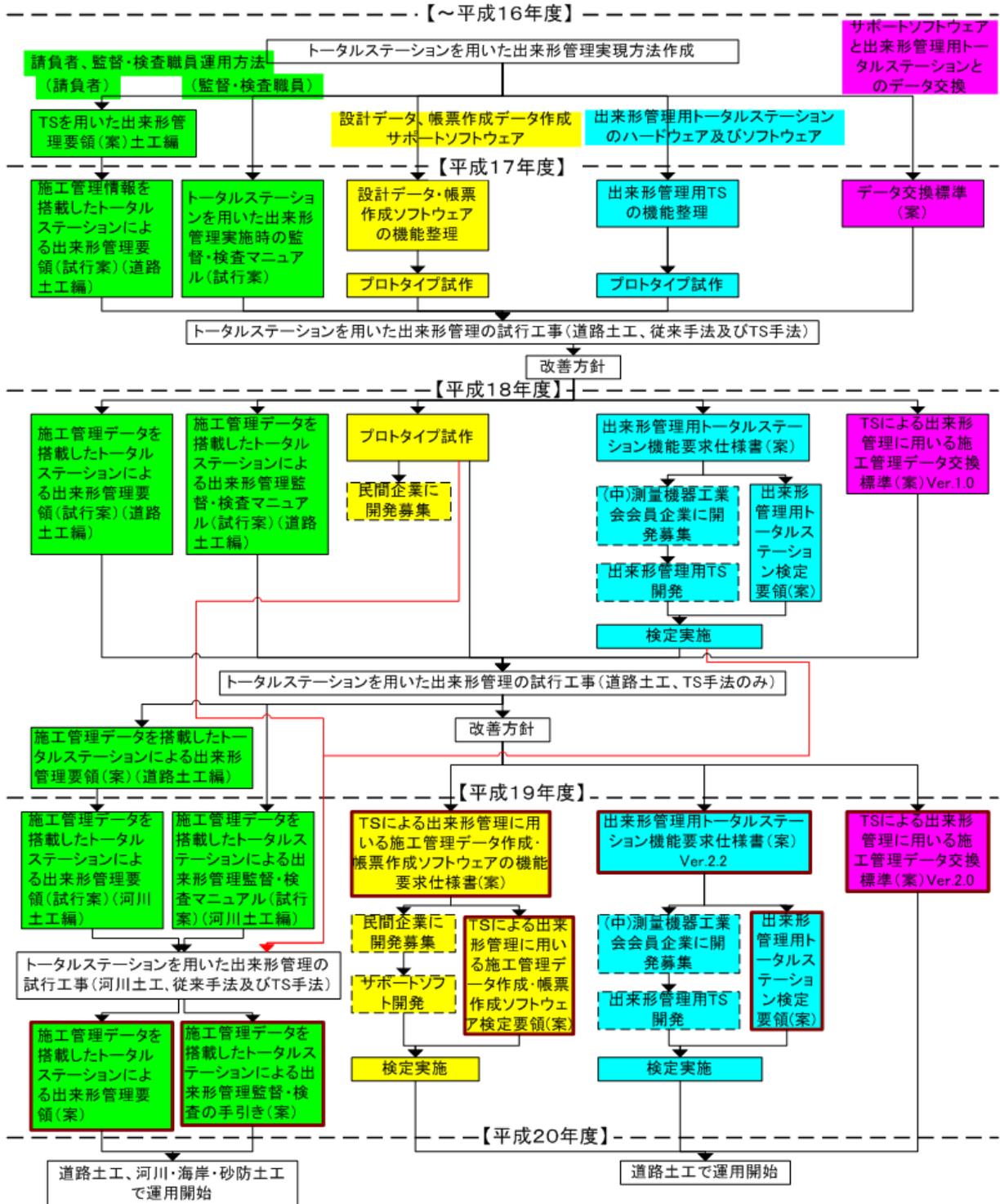


図 3-1 要領・仕様類策定経緯

(2) TS 手法の運用に関する要領類

請負者及び監督・検査職員が TS 手法を運用するための要領類を策定した。これらの要領類は、道路土工、河川・海岸・砂防土工に対応している

1) 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)

TS 手法を実施するにあたり、請負者が実施する項目とその手順を明確にすることを目的としている。

2) 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監督・検査の手引き (案)

1) で定める出来形管理の実施にあたり、監督職員・検査職員が TS 出来形管理で実施すべき特記事項をまとめたものを記載している。

(3) TS システムに関する仕様類

TS システムは、民間にて開発して頂くことを想定している。そのため、図 3-2 に示すシステムの機能要件を策定した。また、開発されたシステムが機能要件に合致しているかを確認する手順である検定要領を策定した。なお、これらの仕様類は、道路土工に対応している。

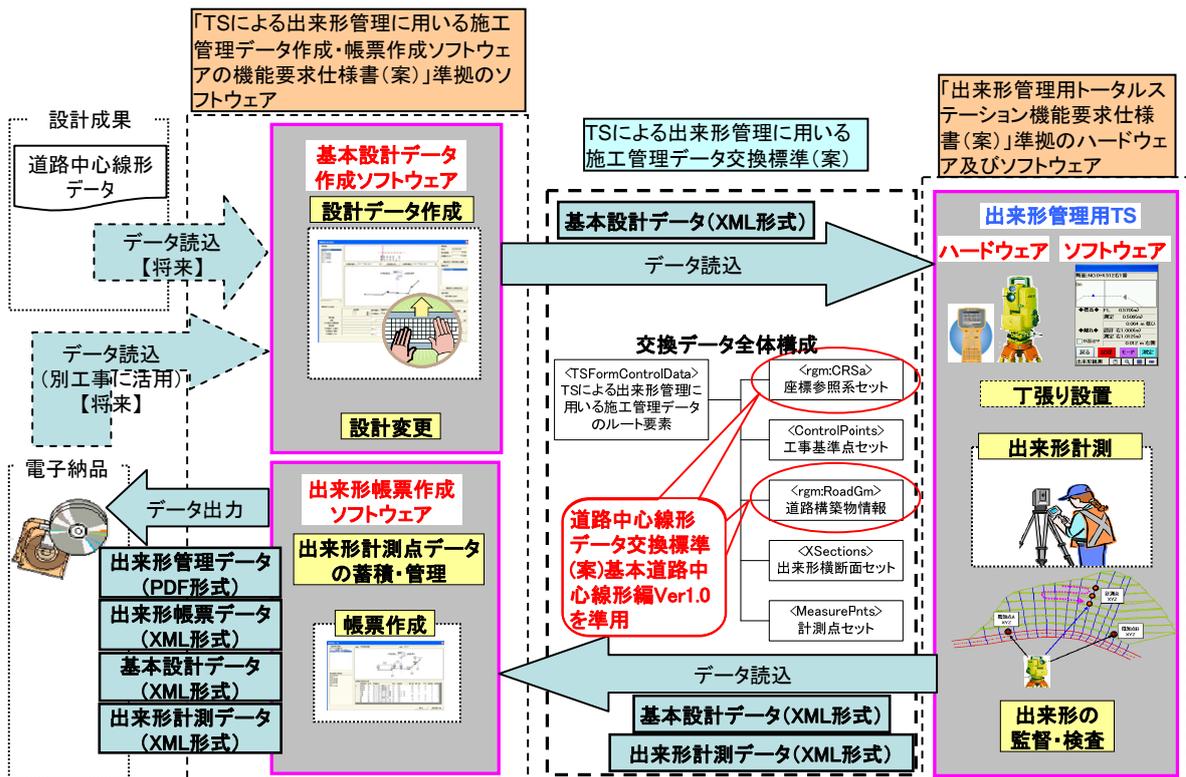


図 3-2 TS システムと仕様類との関係

1) 出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書 (案)

出来形管理用 TS が (2) 1) を実施する上で必要となる機能及び 5) によるデータ交換を実施するための必要となる機能要件を満たすことを目的としている。

2) 出来形管理用トータルステーション検定要領 (案)

1) を満たしている出来形管理用 TS であるか否かの検定を行うための手順を記載している。

3) TS による出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書 (案)

施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアが (2) 1) を実施する上で必要となる機能及び 5) によるデータ交換を実施するための必要となる機能要件を満たすことを目的としている。

4) TS による出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェア検定要領 (案)

3) を満たしている基本設計データ作成ソフトウェア及び出来形帳票作成ソフトウェアであるか否かの検定を行うための手順を記載している。

5) TS による出来形管理に用いる施工管理データ交換標準 (案)

出来形管理用 TS に搭載しているソフトウェア (データコレクタ等) と基本設計データ、出来形帳票作成ソフトウェア間で異なるソフトウェア間でのデータ交換を行うことを目的としている。