

I-32 地形確認業務への情報化施工の適用に関する一提案

A New Method to Check the Surface of Road Construction Work by using IT Technology

藤島崇¹・新田恭士²

Fujishima Takashi, Nitta Yasushi

抄録: 現在、技術進歩を見越して業務プロセスを見直す次世代 CALS/EC の導入が推進されている。この次世代 CALS/EC の実現には、情報化技術を利用して施工フェーズの業務改善を目指す情報化施工が必要不可欠である。

本論文では、まず道路土工事の施工フェーズにおいて重要な業務項目である地形確認業務に着目し、現行業務を概観した上で、その問題点を抽出する。次に、情報化施工の観点から、地形確認業務におけるプロセスを分析し、新たな業務システムを提案する。この業務システムの有効性を検証するため、具体的な実装モデルを運用し、実証実験を行う。最後に情報化施工法と現行施工法とを比較し、運用システムについてまとめる。

Abstract: With the development of IT technology, the next generation of CALS/EC is expected to improve the whole construction process. In order to implement this new CALS/EC, it is necessary to optimize the construction process by using the information technology.

In this paper, firstly, the present topographic checking is questioned because it is a very important item in road construction period. Then, the process of topographic checking is analyzed from the viewpoint of IT construction. After that, a new business system is suggested. In order to verify its effectiveness, a pilot project is finished with the data model of the system. At last, this new IT construction method is compared with traditional construction method to show their difference

キーワード: 情報化施工、次世代 CALS/EC、道路土工事、地表確認、岩線確認

Keywords: IT construction, next generation CALS/EC, road construction, topographic checking, rock border checking

1. はじめに

近年、コンピュータや通信技術、測量機器などの情報技術革新が進んでおり、建設現場への情報化施工の適用が行われている^{1)~5)}。情報化施工とは、情報化技術を建設施工に適用して、多様な情報の活用を図ることにより、施工の合理化をはかる生産システムである^{6)~7)}。

従来は、紙面での情報交換、メジャーやレベルを用いた測量を前提として、施工方法、測量方法、管理方法を共通仕様書や技術指針、監督マニュアルといった多くの決まり事が作られていた。本来、情報化施工が目指すところは、パソコンや GPS 測量機器といったハード面、及び 3 次元 CAD や線形計算ソフトといったソフト面での発展を有効に利用することで、施工フェーズにおける業務プロセスの見直しを行おうとするものである。つまり、施工フェーズにおいて情報化技術を最大限に駆使し、現

行の業務手順、業務ルールの改善までを見越した BPR (Business Process Re-Engineering) を目指すものである。

一方、国土交通省は建設 CALS/EC において、現場事務所と他の現場事務所あるいは発注者と受注者の情報交換の電子化と標準化を対象に、企業間や受発注者間の商取引の効率化を目指している^{8)~9)}。この実現のためには、現時点で実現している入札業務の電子化や既存業務で得られる資料の電子納品にとどまらず、受発注者間で交換される情報が施工現場にも利用できることが必要条件となる。

このような背景から、施工業務の効率化と共に、確認、監督、検査といった受発注者の人的業務の効率化を実現する情報化施工が不可欠である。また、情報化施工の普及促進に向けて、高度情報化を前提とした、諸制度の改革と、新たなシステムの運用を実現する情報管理手法に

1 : 正会員 (社) 日本建設機械化協会 施工技術総合研究所 研究第 3 部
(〒417-0801 静岡県富士市大淵 3 1 5 4、Tel : 0545-35-0212, E-mail : fujishima@cmi.or.jp)

2 : 正会員 国土交通省 北陸地方整備局 道路部 機械課

についての可能性を実証することが重要である。

本研究では、道路土工事における切土工を対象とし、施工フェーズにおける工事の立ち上がりから中盤にかけて重要な項目となる地形確認業務について、情報化技術を用いた業務システム（業務システムとは、利用する道具、情報、運用を含む）とその現場適用効果について論ずるものである。

地形確認業務として、工事前に現地地形表面を計測し、発注時の数量を確認する地表確認と掘削中の地質変化箇所を確認する岩線確認を取り上げる。まず第2章でこの2項目について、現行制度を概観し、その問題点を明記する。第3章では、情報化施工の観点から、地形確認業務におけるプロセスを分析し、地形確認業務に関する新たな業務システムを提案する。第4章では、この有効性を確認するため、鳥取県で行われた道路土工事において、具体的な実装モデルを運用し、実証実験を紹介する。最後に実証実験から得られた成果をまとめ、考察を行う。

2. 現行の地形確認業務

(1) 地形確認

地形確認業務の主な目的は、契約時の形状や数量で施工が可能であるかの照査である。照査により契約時の形状や数量と現地との差違を確認し、一致しない事実が判明した場合には、公正な判断に基づいた契約上の形状や数量の変更が行われる。これにより、実際の地形により近い条件で契約が行うことができる。

地表確認は、工事前に現地地形表面を測量し、発注時の数量と現場が一致するかを確認するとともに、現場の詳細な地形を把握して施工計画作成に反映させるものである。岩線確認とは、掘削中の地質変化箇所を確認する行為である。発注時の設計条件とのこれらの結果に不一致がある場合、監督員が立ち会うことで設計条件の変更やそれに伴う数量積算の公平性を担保して変更が行われる。

(2) 現行業務方法における問題点

地表確認、岩線確認について、現行業務方法の中での問題点を表-1、表-2に記す。

現行業務方法では、測量作業はメジャーやレベルといった2次元の測量ツール利用を前提としており、これに対応した設計図面、測量手簿、管理帳票、提出様式が定められており、現状ではこれら2次元の測量ツール利用を前提に最適化が図られているといえる。しかし、この方法では管理横断面毎に中心座標からのオフセット距離に杭を設置し、メジャーやレベルで線形や高さを計測するため、所要時間は多大なものとなる。さらに、計測された現地地形と設計形状を対比するため、横断面図を用いるが、その手間は膨大であり、事務所で行われる転記作業についても、ミスに伴う可能性が大いに考えられる。また、平面図、縦断図、横断面図の2次元情報から立体的なイメージを構築するため、個人能力により理解度や所要時間は大きく異なる。

このように、多くの問題が、設計データが2次元情報であること、情報交換も2次元でしか実現していないこ

表-1 地表確認業務の手順と問題点

業務手順	作業内容	問題点
1	工事基準点候補に関する資料を収集し、収集した資料から工事基準点候補の検測時期、精度を確認し、工事基準点を選定	管理者の違う基準点情報は入手しにくい
2	選定工事基準点の候補を捜索し、実際の工事基準点の有無を確認	記録簿に記載されている情報が古い、欠落している現場基準点が破損していることもある。
3	測量者が2次元図面、線形計算書から、道路中心座標、法線方向の抽出、測距・測角を算出し、測量メモを作成	抽出、転記、算出作業に手間と時間が掛かる（転記ミス、算出ミスが生じやすい）
4	測量者により設置位置へ誘導されて、方向杭を設置	誘導に時間が掛かる
5	中心杭、方向杭を頼りに、管理断面上の地形変化点を判断し、測量データ（中心杭からのオフセット距離、その点の標高）を記録	レベル、メジャーでの測量は手間と時間がかかり、位置の特定は測点番号を参照するため、方向杭設置の手間が必要
6	野帳に記録した測量データを、帳票に整理して、横断面図に転記	必要情報の抽出、転記、算出、図示に手間と時間が掛かる
7	転記された横断面図から、地形の差違を確認し、事実の確認申請を行うかを判断	数量算出には手間と時間を要する
8	事実確認の申請を受けた範囲の地形形状を図面から確認	2次元図面であるため状況把握に時間が掛かる
9	中心杭を頼りに事実確認の申請範囲を確認後、管理断面上の地形変化点を監督職員が判断し、測量を指示	指示位置の測量、測量値の変換に時間が掛かる
10	横断面図に転記された地形線を確認し、契約と事実の差違を判断	対比するために手間と時間を要する
11	書面により契約変更の申し出を確認	2次元図面であるため状況把握に時間が掛かる
12	横断面図に基づいて数量算出（確認）及び変更金額の算出	確認をするために請負者が行う算出作業と同様の手順を踏む必要がある（手間と時間を要する）
13	算出された数量・金額に基づいて、契約変更手続きを実施	変更手続き作業に手間と時間が掛かる

表-2 岩線確認業務の手順と問題点

業務手順	作業内容	現状における問題点
1	請負者が掘削中の地質の変化を確認	オペの連絡がないと地質変化点が出たことが伝達されない場合がある(情報伝達の遅れを生じることがある)
2	請負者からの地質境界の確認の申し出を受けて、立会日時を決定	立会願提出から立会まで時間差が生じることがある
3	目視による色別や簡易的な原位置試験により地質を確認	現場試験値を判定するための基準となる設計条件が明確でないことが多く、判断に個人差がある。
4	地質境界に基づいて、中心杭、法丁張り等を頼りに、監督職員が測量する管理断面、地質の変化位置を指定	指定した位置の測量結果がその場でわからない
5	監督員に指示された地質境界線上の変化点を測量(地質境界線は管理断面で管理されるため管理断面上の変化点位置と標高を取得)	管理断面の位置だし、測量に手間と時間を要する
6	野帳に記録された測量データを、帳票に整理して、横断図上に転記	転記ミス、算出ミスが生じやすい
7	転記された横断図から、契約上の地質境界と現況の地質境界との差を確認し、事実の確認申請を行うか否かを判断	差違の算出に時間が掛かる
8	書面により契約変更の申し出を確認	2次元図面であるため状況把握に時間が掛かる
9	横断図に基づいて数量算出を行い、算出された数量に基づいて請負代金額を算出	確認をするために請負者が行う算出作業と同様の手順を踏む必要がある(手間と時間を要する)
10	算出された数量、請負代金額に基づいて、契約変更の手続き	変更手続き作業に手間と時間が掛かる

とが挙げられる。そこで、この様な問題点を解決するため、3次元設計形状情報とそれを利用できる3次元CADを用いた新たな地形確認業務システムを採用するものとした。

3. 情報化施工における地形確認業務システムの提案

(1) 施工フェーズの業務プロセス分析

ここでは、情報化施工による業務システムを構築する

にあたり、地形確認業務における情報流通を把握するため、業務プロセス全体をモデル化し、対象範囲を明確にした。図-1に示す業務プロセス全体モデルは、施工フェーズの中のどの業務にも当てはまり、情報がどのような業務プロセスで利用されながら、流通していくのかを示すことができる。プロセス全体を構成している各プロセスは、業務担当者の役割と責任分担によって性格が異なる。以下に、各プロセスの特徴と詳細について解説する。なお、各プロセスで発生する行為を図-2に示す。

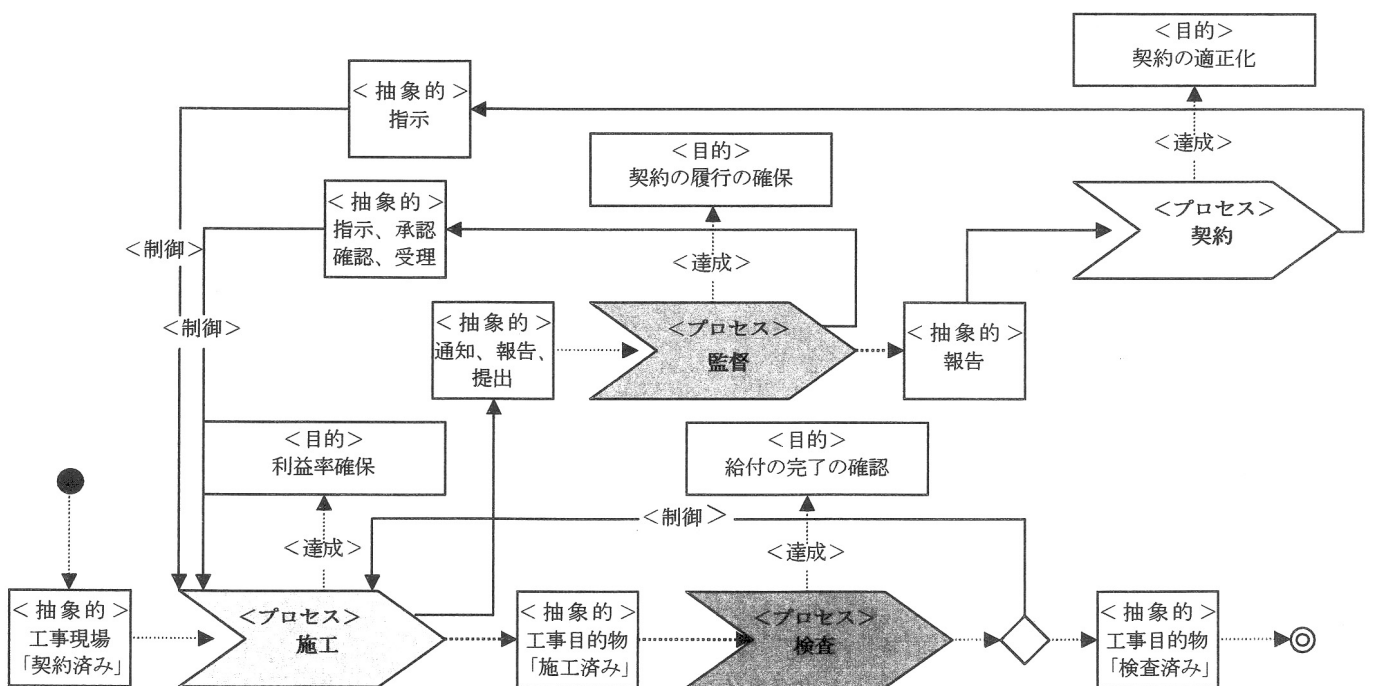


図-1 施工フェーズにおける業務プロセス全体モデル

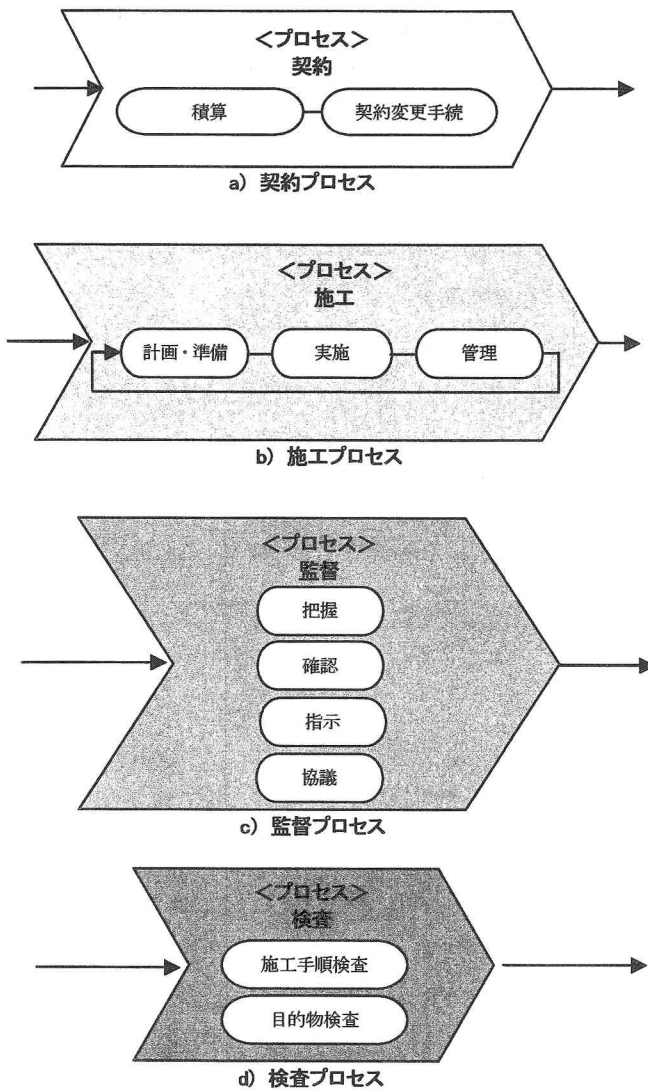


図-2 業務プロセス全体モデルの構成要素

a) 契約プロセス (図-2a))

工事中に発生する契約プロセスは、契約変更が発生した場合のみである。その内容は請負者と監督職員との契約変更協議により、変更指示が請負者に出された時点で、同時に契約プロセスが発生し、積算担当者は変更手続き積算業務を実行する。積算業務が完了すると契約変更手続きが実行され、請負者と契約変更手続きが結ばれる。

b) 施工プロセス (図-2b))

施工プロセスには、計画・準備、実施、管理の3段階があり、各段階で監督プロセスとのやりとりが行われる。施工プロセスには多くの作業項目が存在し、複数の項目が同時に進行したり、ある項目が完了することで、他の項目が始まる等、複雑に絡み合っている存在するが、ここでは、施工プロセスをこの3段階に分割したものを最小単位として取り扱うこととした。

c) 監督プロセス (図-2c))

監督プロセスは、主に施工プロセスからのアウトプットをトリガーとして実行される。今回はその目的毎に4つのパターンに分類した。アウトプットは主に施工プロセスに返されることが多い。

d) 検査プロセス (図-2d))

検査プロセスは、基本的に施工の完了を監督職員が確認した後実行される。検査の目的から、①工事目的物の形状寸法、性能等の最終確認(実地検査)、②施工方法、管理手順の確認(机上検査)の二つに分類できる。

このように、地形確認業務は施工プロセスだけでなく複数のプロセスが関連して構成されている。また、扱っている情報は地形形状であるが、それぞれのプロセスを経て、情報の持つ権限が変化する。このようなことから、各プロセスで改善を行っても業務全体としての改善効果は得られないことと、関連するプロセス間での識別可能な情報交換が実現できなければならないことがわかる。

そのためには、各業務プロセスの目的を再整理し、全体システムとしての整合性を図りながら、情報技術を利用して現状の問題点を解決できる方法を構築しなければならない。

図-3は、本研究で対象とする地形確認業務におけるプロセスの関わりと各プロセスの本質的な目的を分析したものである。その結果、この関連業務全体の目的を、「契約時に発注者から提供された地形情報が事実であるか否かを確認し、異なる場合は受注者、発注者共通の認識と同意のもと契約を変更することである。」と位置付けることができる。

(2) 情報化施工における業務システム

現行の業務分析より、地形確認で扱う情報は現場で計測した現地形情報と発注時の設計条件に記載されている原地形情報である。また、現行業務は、2次元の測量ツールを前提としているので、記述、交換も2次元の表現となっている。しかし、現場には3次元の地形が存在し、測量準備、図面作成時に必要となる変換作業に手間とミスが多く存在する。そこで、地形確認業務に関する情報化施工のコンセプトを次のように設定した。

- ① 3次元設計形状・原地形情報および3次元測量情報を利用し、座標変換を自動化して測量準備に必要な情報提供と、3次元測量結果と設計情報との対比を行い、地形確認を迅速に行う。
- ② 3次元測量データを利用して、数量算出作業を行うことで、照査や事実確認などを迅速に行う。

以下に、地形確認業務における各業務プロセスでのコンセプトを示す。

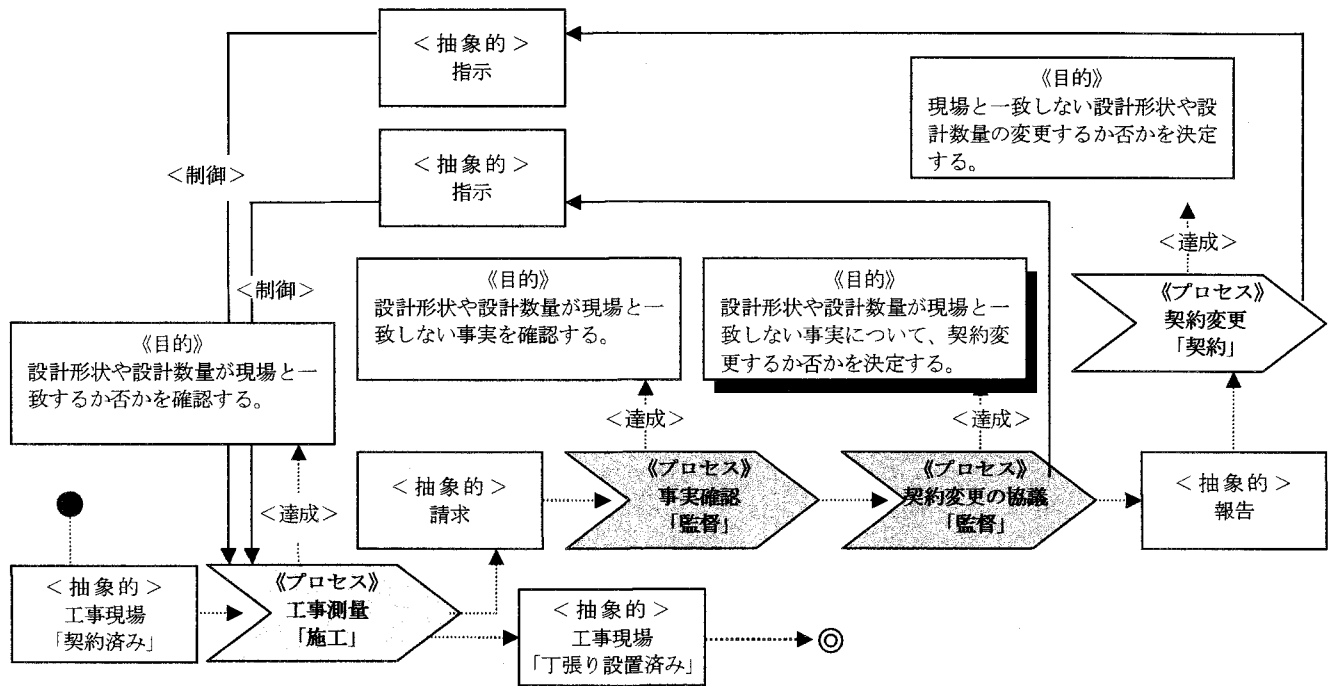


図-3 地形確認業務におけるプロセス毎の目的

a) 工事測量 (施工プロセス)

- ・ 測量機器と演算装置を組み合わせたシステムに3次元設計形状情報と地形形状を入力し、現地で設計線形や横断方向を確認しながら、地形の変化点を測量する。現行業務では、提示された2次元横断面との対比のためにまずこの断面方向を現地に設定する必要があるが情報化ではこの必要がなくなる。

b) 事実確認 (監督プロセス)

- ・ 現地地形測量データを3次元測量座標まま受理し、3次元CADを用いて確認する。
- ・ 3次元設計形状情報と地形形状を入力されている測量機器と演算装置を組み合わせたシステムを利用して、地形の変化点の測量に立会い、現地に於て原地形と現地地形の差を確認できる。現行業務では、立会い時に事実確認し設計との差については数日後に、請負者の提出する図面でしか確認できない。

c) 契約変更の協議 (監督プロセス)

- ・ 現地地形の3次元測量座標を基に数量算出を行い、設計変更協議を行う。

d) 契約変更 (契約プロセス)

- ・ 監督職員が事実確認を行った3次元測量座標を基に発注者が設計変更作業を行う。

(4) 情報化施工における地形確認業務システムの機能情報モデル

図-4は、各業務プロセスでのコンセプトをもとに、地形確認業務システムの機能情報モデルを示している。モデル作成にあたり、複数のプロセスで加工の基となる基盤情報、複数のプロセスで利用できる基盤機能、個別プロセスで利用する情報へ加工する業務機能に分類している。これにより、各段階で利用するアプリケーションの機能の整理と開発の重複を防ぐことが可能である。本研究においても、このモデル図を基本にアプリケーションの試作を行った。

表-3は地形確認業務システムの機能と情報に対する要件をまとめたものである。

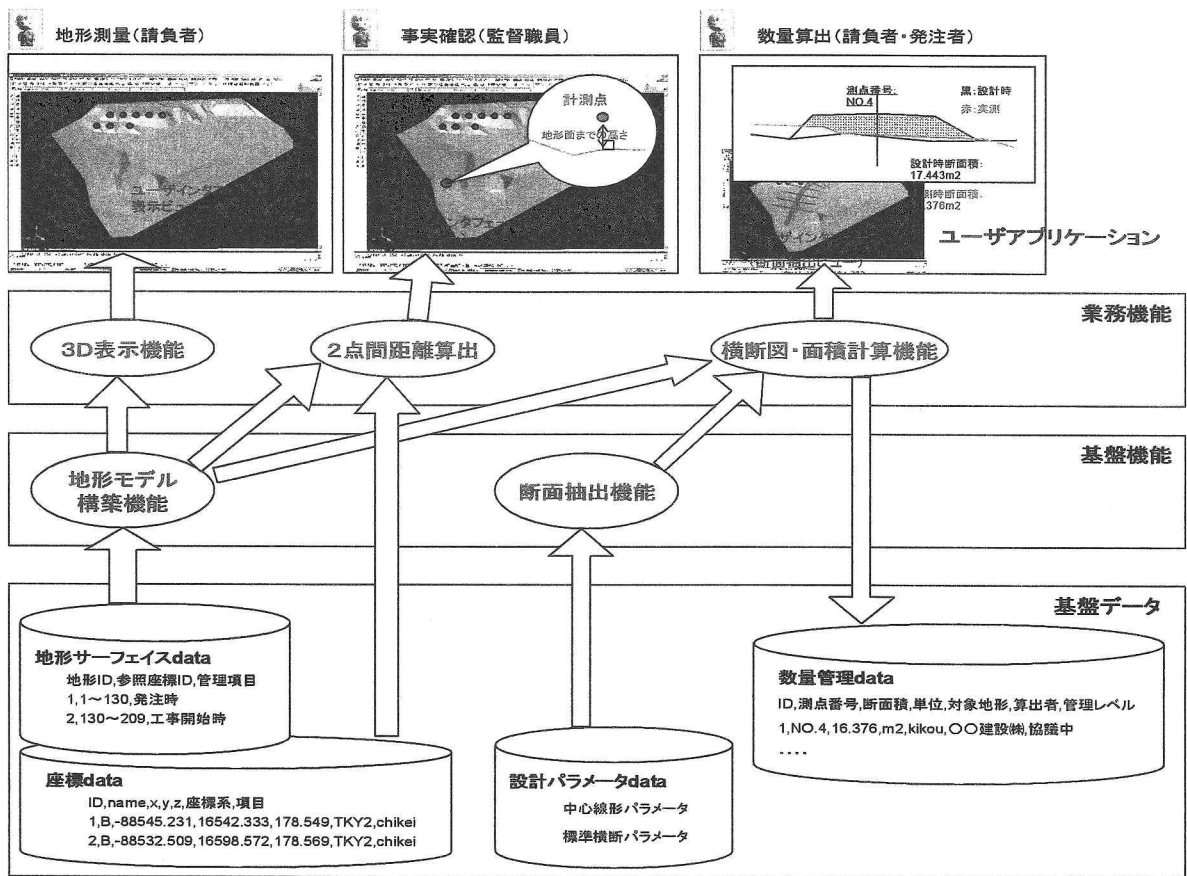


図-4 地形確認業務システムの機能情報モデル

表-3 システムの機能情報に対する要件

情報・機能	要件
地形サーフェイスデータ	3次元測量座標値を基に構成された地形面を表すデータ。作成者や決済状態等の属性を持つ。
座標データ	3次元測量座標データ。取得の目的や取得時の座標系の属性を持つ。
設計パラメータデータ	中心線形に対するIP点等の縦横断線形のパラメータと、標準横断を構成する形状の中心から相対距離で構成される。
数量管理データ	各段階で算出された数量を表す。算出時期、決済状態等の属性を持つ。
地形モデル構築機能	地形サーフェイスデータを利用し、PC上に3次元の形状を構築する。
3D表示機能	ユーザが判断しやすい3次元的な表示を行う。
断面抽出機能	設計パラメータデータを利用し、指定された測点における設計横断形状を算出する
2点間距離計算機能	指定された座標に対して、対象となる地形サーフェイス上の同一平面座標との距離差を計算する
横断面・面積計算機能	断面抽出機能と地形モデル構築機能を利用し、指定された測点における横断面を作成し、掘削・盛土の面積計算を行う。

4. 道路工事における実証実験

(1) 現場概要

本工事は、中国地方整備局鳥取河川国道事務所が発注した、「国道29号西御門歩道設置工事」である。工期はH15.7.21～H16.3.31の8ヶ月であり、施工区間はおよそ160mである。当該道路は山岳部の谷部に位置し、積雪地域であることから、凍結による事故防止等を目的に山岳部の急カーブの緩和するための南側斜面の掘削作業が主な工種で、掘削作業の高低差50m程度、最大の小段数が6段という長大法面を有している。工事規模は、道路土工（掘削40,000m³、切土1,600m²、残土処理40,000m³）、舗装工（路盤・表層170m²）、防護施設工（切土防護柵1,200m²）である（図-5参照）。

本工事においては、設計当初から用地境界との完成形状が接近していることから、設計照査における地形確認の高頻度化と省力化、地形変更による数量の適正化を目的に3次元設計データの利用、3次元地形測量、3次元地形管理を提案、実施したものである。



図-5 現場状況写真

(2) 実装モデル

a) 実装モデル全体の流れ

図-6に示すように、まず測量者はトータルステーション(以下 TS)を用い、対象となる工区内の3次元測量を行う。測量から得られた座標データを出力し、請負者に提出する。請負者はその座標データと平面・縦断線形、横断形状といった設計形状パラメータから、それぞれのサーフェイスを作成する。サーフェイスとは、位置情報を組み合わせて形成された面形状である。両者を PC 上で参照した後、現場地形との差違を目視で確認する。その後、座標データより作成した地形形状サーフェイスを監督職員に提出する。監督職員は提出された地形形状サーフェイスと設計形状パラメータ及び、自らあるいは立ち

会いのもとで TS により出力した座標データの差違を確認する。発注者は、請負者が申請した設計変更理由となる地形形状サーフェイスについて、監督職員の確認が済んでいることを確認したのち、該当する区間の設計形状パラメータと地形サーフェイスを利用し、その数量を算出する。契約時の設計数量との差違がある場合は、設計数量の変更と、地形形状サーフェイスの変更を監督職員に指示する。

b) 業務モデル A(現場測量と設計の差違確認)

業務モデル A では、請負者が測量者の提出する座標データ群と設計形状を参照して、現場と設計との地形形状の差違を確認(地表確認と岩線確認)することが目的となる。確認は PC 上で行うが、任意断面の横断面図を作成可能である土木用 3 次元 CAD を用いる。確認業務の詳細については、次節にて説明する。その後、請負者は監督職員に座標データをサーフェイスとして提出する。

c) 業務モデル B(提出済みサーフェイスと現場地形の差違確認)

業務モデル B では監督職員が、請負者の提出したサーフェイスが正しいものであるかを確認することが目的である。自らあるいは立ち会いによって現場地形の任意箇所を選択し、観測する。得られた 3 次元座標データと提出済みのサーフェイスとの差違を把握し、請負者の提出したサーフェイスが現場の事実と相違無いかを確認する。

(3) 運用手順

図-7に地表確認業務の運用手順を示す。本実験にお

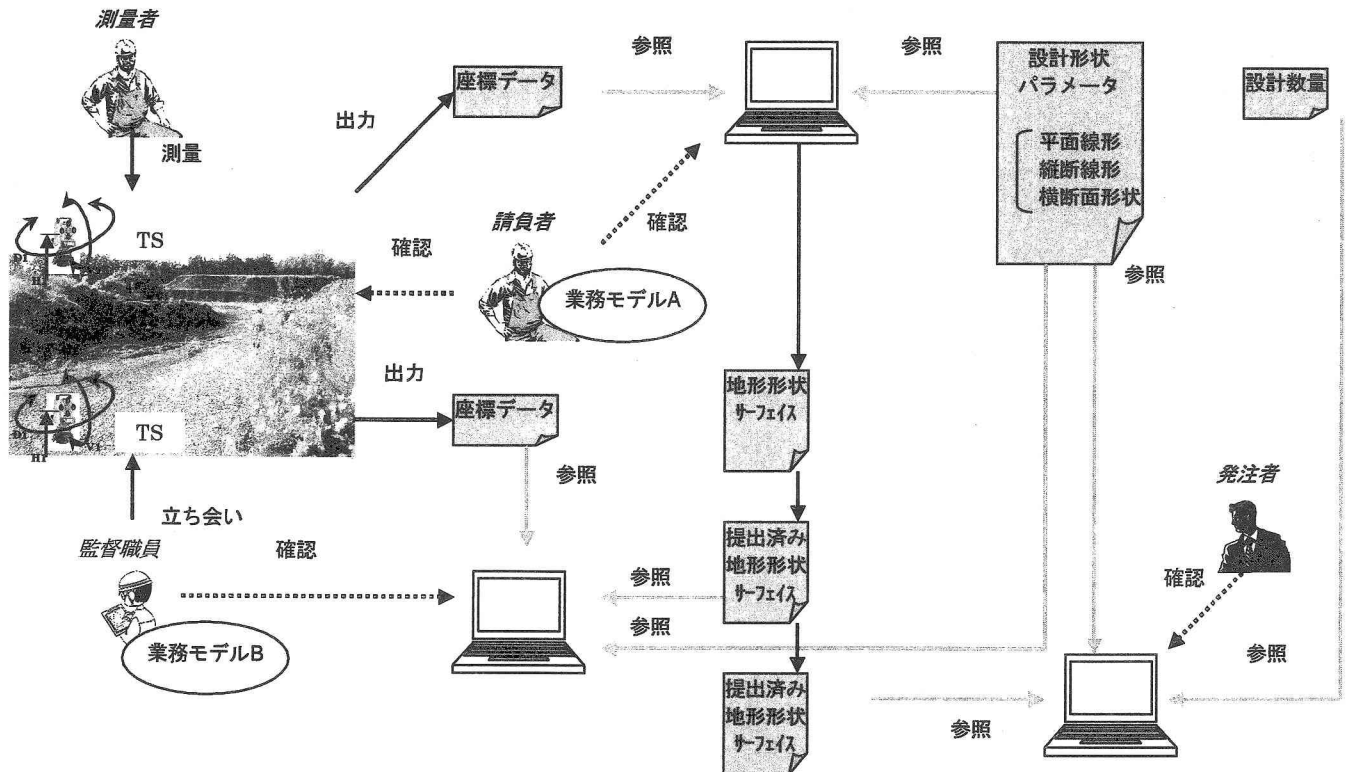


図-6 地形確認業務システムの実装モデル

いては、公共座標系での測量を前提とし、各情報の状態及び決済の情報については、ファイル名での管理を行うこととした。

(4) 実験結果

地形確認業務について、業務モデルA、Bについて、それぞれ実証実験の効果をまとめた。業務モデルAでは、従来型業務方法（以下、従来型）と情報化施工による業務方法（以下、情報化型）について、請負者が費やす金額と時間の比較を行った（表-4）。比較は、同規模の工事におけるヒアリング結果を基に算出している。ここで、地形測量立ち会いは、請負者側の作業を示しており、監督職員の作業の立会いにかかる人件費は考慮していない。

なお、従来型の作業条件として、測量機器は情報化施工による業務方法と同様にTSを用いている。また、確認業務には、レベルとテープ、線形・幅杭座標計算ソフト、既存帳票作成ソフトを利用することとした。

表-4 業務モデルA・Bの作業比較

アクティビティ	従来型				情報化型			
	人	時間	発生回数	コスト	人	時間	発生回数	コスト
工事測量								
測量準備(資料作成)	2	10分	1	¥625	なし			-
測量計算(6測点)	1	30分	1	¥1,875	1	30分	1	¥1,875
方向杭設置	2	40分	6測線	¥30,000	なし			
地形測量	3	80分	6測線	¥90,000	2	1日	1	¥60,000
測量結果算出・整理	1	30分	1	¥1,875	1	10分	1	¥1,875
地形測量立ち会い								
立会準備	1	5分	7測点	¥13,125	1	30分	1	¥1,875
現場立ち会い	4	0.75日	6測線	¥22,500	1	30分	1	¥1,875
変更準備作業								
変更図面作成	1	2日	1	¥60,000	1	1時間	1	¥3,750
変更数量算出	1	7日	1	¥210,000	1	2日	1	¥60,000
合計				¥430,000				¥131,250

(単価:3万円/人/日)

その結果、情報化型の合計コストは、現行型と比較し、約30パーセントに抑えることができた。

特に、現地での測量時間以上に、そのための準備や事後のデータ整理にかかる時間が短縮されている。現行の業務においては、これらの作業は日中の現場作業が終了した後に行われているが、本システムを利用することで、測量とほぼ同時にこれらの整理が完了することができた。

また、現場作業においても、方向杭設置などの作業を省略できることや、監督職員の立会い準備の手間を削減することができた。

5. 考察

地形確認業務システムの実装モデル（情報型）の有利用

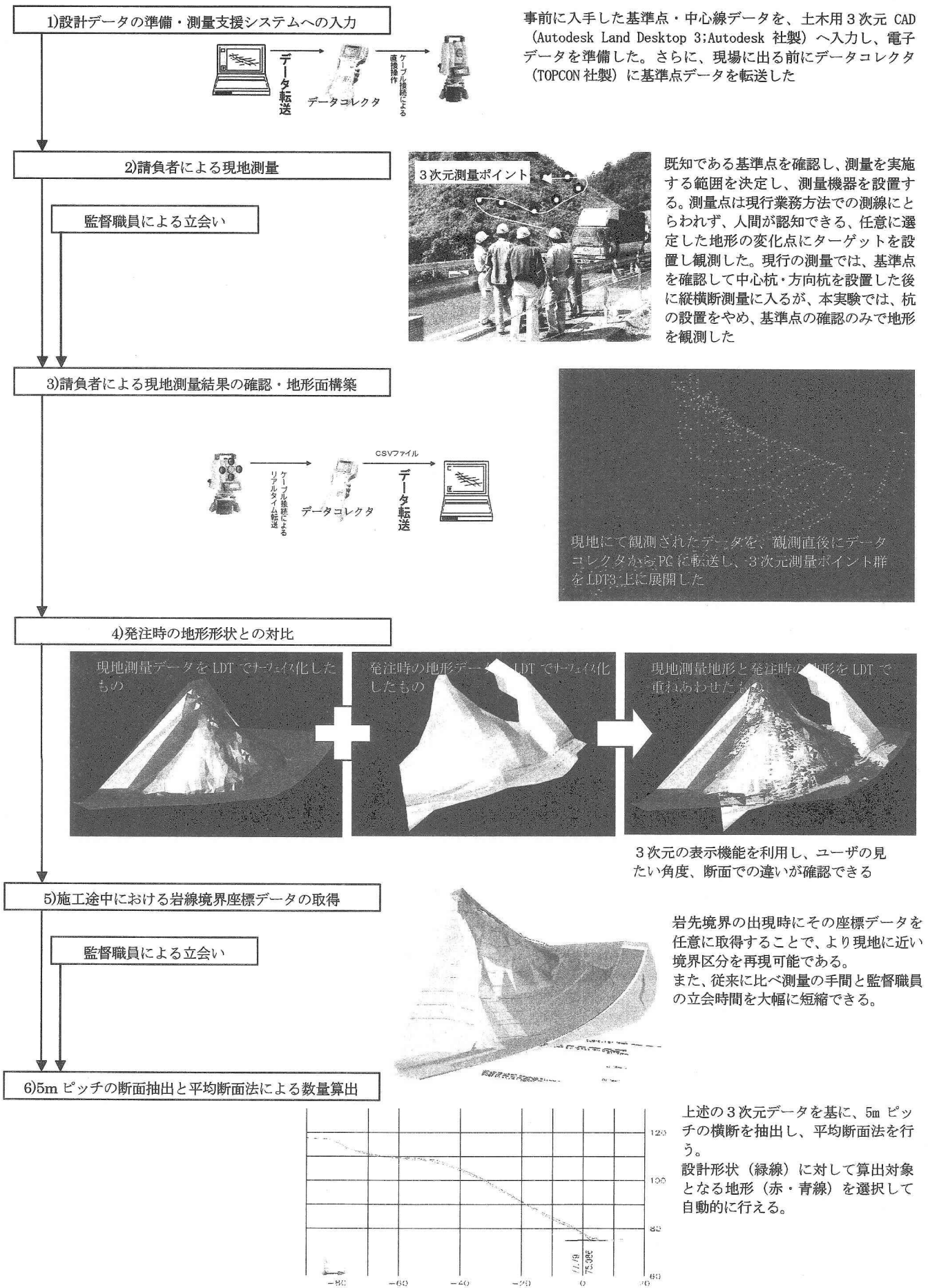
を検証するために、業務モデルA、Bを対象にして、従来型との時間、コストの比較を行った結果、以下のようなことがわかった。

- 業務モデルAにおいて、従来型では、横断面の計測に多くの計算手間と時間を要するが、測量そのものの難易度はそれほど高くない。一方で、情報化型では、人間の判断力を最大限に活用して、3次元の変化点を計測してデータを取得できるため、方向杭設置の手間を省略し、トータルでは地形測量のコスト縮減を実現できた。
- 業務モデルA、Bともに、事務所内の作業を大幅に省力化できた。これは、3次元データの入出力が可能で、可能なソフトウェアの機能を用いたためである。測量値や設計形状パラメータより作成されたサーフェイスから出力される任意断面の横断図、さらにこの横断図における自動数量算出により、従来型においては断面ごとで行う作業を一括で行うことができた。
- 業務モデルA、Bともに、従来型では設計図に示される断面での地形確認しかできなかったが、本システムを利用することで、人間が判断できる地形を再現することが可能となり、地形測量の目的である現地地形の形状をより現場に近い形で取得、管理することが可能となった。
- 本研究においては、受注者だけでなく、発注者も含めて3次元データを共有した。しかし、請負者のみがツールを導入すると、発注者から紙ベースの工事資料が配布されたときに、それらをすべて電子化しなければならない手間が発生し、コストが割高になってしまう。

6. まとめ

本論文は、施工フェーズでの業務手順、業務ルールの改善を目指した情報化施工を実現するために、現行業務を見直した上で、新たな業務システムの提案し、道路土工事において、これを用いた実証実験を行った。

現行の地形確認業務方法では、2次元の測量ツールの利用を前提に最適化が図られているが、作業に多大な時間を要している。そこで、現行業務の流れを見直すために、施工フェーズを構成する各プロセスの本質的な目的を分析した上で、情報化技術の利用を前提とした新たなシステムを提案した。



図一七 地形確認業務システム運用の流れ

この新たなシステムを具体化した実装モデルを鳥取県で行った実証実験に適用したところ、作業にかかる時間、コストを削減することができた。これは、現行業務で適用されるルールにとらわれず、また、測量や設計に関する情報に3次元データを利用したためである。

しかし、適正な取得頻度が曖昧なことによるデータ取得数の増加や不足、地形や岩線確認で取得した大量の座標データの管理方法が問題となった。このため、データ確認日時などの状態は、データ作成者のみでなく、関係者全員が共有できる属性データとして付加する必要性がでてきた。

また、本論文で提案した業務システムの更なる発展や実用化のためには、品質管理といった他の業務項目への展開を図り、続く維持管理フェーズを見越した情報化施工用のデータベース構築や、日本国内の業務スタイルに合わせたデータ仕様策定、データ交換方法の確立が課題となる。さらに、情報化技術を利用した業務改善を阻害している諸制度の改革も必要である。

謝辞：本論文中の図表等は、国土交通省 国土技術政策総合研究所 平成15年度「施工情報の標準化・利活用検討業務」の業務成果を使用した。また、本実験を進めるに当たって、国土技術政策総合研究所情報基盤研究室、鳥取河川国道郡家出張所、(株)大林組、(株)トプコン、(株)トリオン、(株)Autodesk、LandXML.org(Nathan Crews)など多くの方々にご協力を頂きました。また、論文執筆にあたっては、渡辺君には多大な時間を割いて頂きました。記して謝辞を表します。

参考文献

- 1) 有富孝一、先村律雄、若井秀之：土木施工の情報化と業務改善（その2）、一プロダクトデータを活用した施工情報の高度利用一、第58回年次学術講演会、土木学会、CS11-004,2003
- 2) 有富孝一：ITを活用した施工管理の業務改善、第21回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集、土木学会建設マネジメント委員会、pp.147-150、2003
- 3) 大前延夫：3次元GISを中核にした施工CALSの開発、年次学術講演会講演概要集第VI部 CD-ROM版、VI-259 pp.517~518、2003.9
- 4) 緒方正剛：3次CADを活用した土工管理システムの開発：年次学術講演会講演概要集第VI部 CD-ROM版、VI-036 pp.71~72、2003.9
- 5) 古屋弘：Web-GISを用いた土工事の施工管理システム、第27回土木情報システム論文集 Vol.11、pp.67~76、2002
- 6) 国土交通省報道発表資料ホームページ：http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha01/01/010330_html 2004.5月現在
- 7) 国土交通省 国土技術政策総合研究所 情報基盤研究室 ホームページ：

- <http://www.nilim.go.jp/lab/qgp/cals/> 2004.5月現在
- 8) 国土交通省 CALS/EC 公共事業支援統合情報システムホームページ：<http://www.taiseip.co.jp/cals.htm> 2004.5月現在
 - 9) 日本建設総合情報センターホームページ：<http://www.jacic.or.jp/> 2004.5月現在

(2004.5.21受付)