

- 28 Web カメラと現場計測データを利用した段階確認手法の一提案

Method of Confirming Construction Phase by Using Webcam and Survey Data

山元 弘¹・二瓶 正康²・藤島 崇³・小林一郎⁴・池田直広⁵

Yamamoto Hiroshi, Nihei Masayasu, Fujishima Takashi, Kobayashi Ichiro, Ikeda Naohiro

抄録：近年、安全性の確保などの観点から構造物の品質確保が重要視されており「公共工事の品質確保の促進に関する法律」も施行された。品質を確保するには施工途中で段階的に確認を行う必要があるが特に完成後に確認不可能・不明確となる不可視部分の確認は非常に重要である。段階確認を的確に行うためには、監督職員は施工状況、設計形状を示した図面、仕様書が示す要求品質など多くの情報を把握しておかなければならない。

そこで本論文では、段階確認効率化のために、Web カメラと電子化された設計情報および施工計画書情報、現場での計測情報をほぼリアルタイムに共有できるサーバを利用して監督職員への情報提供を行うことで、段階確認を遠隔地から行う方法について実証実験を行い、その結果と今後の可能性についてとりまとめた。

In late years a law of “Bill for Ensuring the Quality of Public Works” was enforced from the viewpoint of ensuring the quality of public works contributes assuring the safety of the public. At the construction stage, it is necessary to inspect the place not visible for the quality securing of the structure. Inspection of invisible place is that checking invisible and unclarity in process of construction. To ensure a precise response to confirming construction phase, the supervisor staff should understand a lot of information like the plan set, state of the construction, and required quality.

In this paper, providing information to the supervisor staff by using the server that can in real time share the webcam with digitalized construction information. As a result, confirming construction phase from the remote place becomes possible. Moreover, the verified experiment was done, the result and the possibility in the future are shown.

キーワード： Web カメラ, 情報化施工, 道路舗装工, 段階確認

Keywords : Web camera, Observational construction, Asphalt paving work, Inspection of invisible part

1. はじめに

土木工事の施工監督において、工事目的物の出来形は、土木工事共通仕様書により段階確認の項目および頻度が記述されている。また、請負者は完成時不可視になる施工箇所について監督職員が調査できるよう十分な機会を提供するとされている。

土木工事共通仕様書には、設計図書で定められた段階確認において臨場を机上とすることができると示されているが、段階確認だけでなく施工の手順や管理手法といった施工途中でしか確認できない行為について把握するため極力臨場し確認を行っている。

しかし、実際の現場では職員数の減少や集中投資により担当する工事件数の増加から、効率よくすべての現場に臨場することが困難となってきた。

この解決手法の一つとして Web カメラによる現場映像が利用できる。Web カメラを利用すれば、現場の施工状況がリアルタイムで遠隔地から確認可能であり、現場で目視して確認する行為に代わり得る

確認行為として成立する可能性がある。

また、Web カメラによる現場映像の提供は、現場の安全管理などで不安全行動を抑制する等の効果が即時性のあるものとして期待される。

一方で、Web カメラを活用した具体的な業務改善については、そもそも有効性の検証や Web カメラを用いる業務項目、実施要領等が監督者側で未整備であり、現場の業務効率化につながる取り組みがされていない。

そこで、本研究は、工事の段階確認を対象に、現場と遠隔地にいる監督職員で情報を共有・確認するシステムを構築し、段階確認業務の効率化実現について実証実験と手法の提案を行う。工事監督手法について Web カメラを含む情報技術を利用した業務改善の有効性を確認し、現場導入の基礎資料を提供するものである。

1：正会員（独）土木研究所 技術推進本部 先端技術チーム

（〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6号, Tel: 029-879-6757, E-mail: h-yamamoto@pwri.go.jp）

2：正会員（独）土木研究所 技術推進本部 先端技術チーム

3：正会員（社）日本建設機械化協会 施工技術総合研究所（〒417-0801 富士市大淵3154）

4：正会員 工博 熊本大学 教授 工学部環境システム工学科（〒860-8555 熊本市黒髪2丁目39番1号）

5：正会員（社）日本建設機械化協会 施工技術総合研究所（〒417-0801 富士市大淵3154）

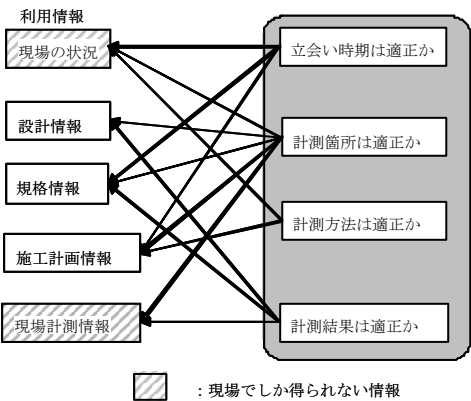
2. 段階確認と現場臨場における課題

遠隔地での段階確認の実現時に改善すべき課題を以下の3項目にまとめた。

- ①確認・判断に必要な設計情報や規格値、施工計画情報を事前に準備する必要がある。
- ②立会い結果が事後の資料提出になるため、立会い時と資料提出時のチェックが必要で2度手間となっている。
- ③監督する現場が複数である場合に各現場への移動が容易でないことも多く、現場の状況を常時把握できない。

図－1に、段階確認に必要な情報と情報を利用した判断の内容について整理を行った。

段階確認では図－1に示すように設計情報や規格値、施工計画書等の施工管理情報と現場計測情報に基づき、監督職員は確認対象が出来形を満足しているか判断する。



図－1 段階確認に必要な情報と利用方法

現行の臨場立会では、監督職員が確認するために必要な資機材の提供や写真その他資料を請負者が整備することとされている。

臨場立会終了後も臨場立会時の写真を含む立会記録を監督職員が押印した書類として請負者が保管し検査時に提出するとされている。請負者は現場での確実な施工の他、資料作成にも多くの手間がかかる。また、監督職員側も立会い結果と資料の整合性のチェックが必要となる。

請負者は、受注当初において段階確認の実施時期や手順を施工計画書に記述し、工事の進捗に応じて立会願いを提出、受発注者間で行われる工程会議により実施日程の調整を行っている。

監督職員は、段階確認の実施時において現場の施工計画、実施内容、現場環境等のほか現場の現況を十分に把握しておく必要がある。監督職員は、段階確認時に以前の臨場立会で確認した現況も踏まえ、施工状況や立会い箇所の良否を判断している。しかし、複数の

現場を抱える監督職員が毎日現場に訪れることは困難であり、日々変化する施工現場の状況を常に把握できないこともある。

今後「公共工事の品質確保の促進に関する法律」の実施に伴い段階確認の重要度はさらに高まることが予想され受発注者ともに段階確認に関わる負担は増大する可能性がある。

3. 段階確認支援システムの機能

(1) 段階確認の問題解決に必要な機能

前述の課題整理を踏まえ、本研究で構築する機能を以下のように設定した。

- ・インターネットを利用して、どこにいても（出張所・監督官詰所等で）判断に必要な設計情報や規格値、施工計画情報を入手することができる。
- ・Webカメラを利用して、現場へ移動せずに監督する複数現場の状況を確認できる。
- ・インターネットを利用した、確認時の判断結果を確認と同時に帳票として作成し、資料の事後提出は不要とする。

また、導入するシステムを大きく以下の3つから構成した。表－1に段階確認に必要な情報と現状での実施方法と本実験での実施方法についての対比表を示す。

- ①Webカメラシステム
- ②現場状況を提供するためのインターネットによる共有サーバシステム
- ③現場計測結果のリアルタイム通信システム

表－1 段階確認に必要な情報と実現方法

必要な情報	現行での実施手法	情報技術を利用した実施手法
現場の状況	現場での目視	Webカメラによる現場風景の提供
設計情報	請負者が整理する資料 黒板に記載された数値	インターネットを利用した共有サーバからの参照
規格情報	黒板に記載された数値	インターネットを利用した共有サーバからの参照
施工計画情報	請負者が提供する資料	インターネットを利用した共有サーバからの参照
現場計測情報	現場で計測結果を読む	インターネットを利用して現場での計測結果をリアルタイム通信で提供

(2) Webカメラによる現場状況の提供

遠隔立会が現行確認行為に代わるためにカメラ映像の信頼性を担保する必要があるため、現場での映像からは、計測者の位置や計測箇所の大まかな位置が判明することが条件となる。よって、現場の全体が把握できる位置にWebカメラを設置して現場の映像を提供することとした。この画像から段階確認時に周辺の状況や計測方法の適正さ、計測箇所の適正さが確認できる。Webカメラは実証期間中に常時閲覧できるものと

した。

（３）インターネットによる必要情報の提供

必要な機能は、段階確認時の判断に必要な条件に関する情報を提供することである。現場から遠隔地での遠隔立会あるいは、現場での臨場立会にも利用することを想定し、インターネットを利用した情報提供が可能なシステムとする。ここで、提供する情報は、設計情報、規格値情報、施工計画情報とする。

また、段階確認の判断に必要な情報は、利用時に計算作業等のミスを極力削減できるように必要情報を電子設計データから自動算出および抽出する機能を有するソフトによって提供することとする。

このほか、立会記録の事後提出を効率化するために、段階確認の申請と結果を蓄積可能な電子決済機能を有するシステムとした。

（４）現場計測結果のリアルタイム通信

本機能は、請負者あるいは監督職員が可否を判断するための情報として段階確認時の現場計測結果を提供し、その判断結果を請負者と共有できるシステムである。現場での計測データは人間による加工を極力排除して通信することにより、データの信頼性向上と作業の効率化を図る。また、第３項で提供される設計情報の利用と合わせて、段階確認結果の迅速な確認と登録ができるシステムを構築することで、請負者による報告書の清書や事後提出の手間を効率化できるシステムとした。

４．実証実験

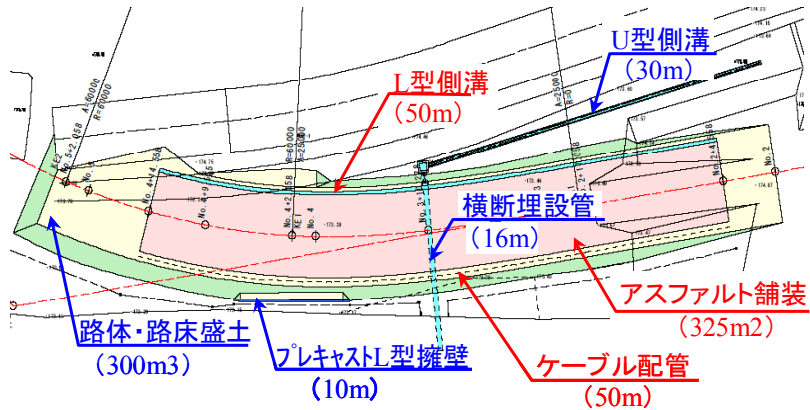
（１）実証実験の概要

本実験では、従来方式の臨場立会による段階確認に対して、本システムによる遠隔立会による段階確認の効果を確認するため、道路舗装工の出来形確認をモデルとして実験を行った。

さらに、遠隔立会では、現行の図面での情報流通を前提とした業務モデルと３次元データによる情報流通を前提とした業務モデルの２ケースについて実験を行った。

図－２に実験工事の概要を示す。実験工事は３種４級の舗装延長約５０ｍとし、平面線形にはクロソイド、縦断線形にも勾配変化が設定されている。

表－２は舗装工における監督職員の確認および把握事項について整理したものである。表中の用語については以下の様に定義されている。



図－２ 実証実験工事の概要

表－２ 舗装工における監督行為

施工段階	内容		資料		監督		現場計測手法
	項目		提出書類	添付書類	方法	頻度	
施工計画	施工方法	1. 施工機械（機種・規格） 2. 施工順序	施工計画書		受理		請負者作成資料
配合	配合計画	アスファルト混合物の配合設計の設定	工事打合せ簿（承諾）		確認		合材メーカ提出資料
材料	アスファルト混合物	アスファルト混合物の品質について、請負者が整備した配合試験表等により確認する。	工事打合せ簿（承諾）	品質証明書等	確認	当初および土の変化時	合材メーカ提出資料
	路盤材料	1. 最大粒度 2. 粒度 3. 修正CBR 4. PI 5. すりへり減量	報告書	試験成績書	受理	当初および土の変化時	材料業者提出資料
舗設時	敷均し、締固め状況、舗設温度、天候、気温など	＜下層・上層路盤（粒状路盤）＞ 路盤材料の品質および仕様書に定められた敷均し、締固めが行われているか把握する。 ＜アスファルト安定処理、基層、表層＞ プライムコート、タックコートの施工状況、混合物の舗設温度、敷均し、締固め状況について把握する。			把握	1回/工事	目視あるいは、請負者の管理状況をみて把握。 現場では、把握状況を黒板、写真で管理。 場合によっては、メモを作成し、事後提出される請負者資料をチェックする。
出来形（不可視部分）	厚さ・幅 基準高		段階確認書		確認	1回/施工	路盤厚さ、舗装厚さは各段階で立会を実施。掘起こしあるいはコア抜きによって厚さを計測。 幅については、図面にある断面を現場に投影して、テープで計測。 基準高さは、請負者が設置した仕上がり高さからの水糸下がりで確認している。
出来形	幅・延長 厚さ・基準高			出来形成果表 出来形図	把握		断面毎にテープ・レベルで変化点距離と高さを計測。 延長はテープで計測。 横断面図に記入して、平均断面法にて数量算出。

- ・監督行為（実施方法・把握）：監督職員が臨場もしくは請負者が提出した資料により、契約図書との適否を把握することである、工事目的物の適否を承認するものではない。
- ・監督行為（実施方法・確認）：契約図書に示された事項について、監督職員が臨場もしくは請負者が提出した資料により、監督職員が契約図書との適否を判断し、請負者に対して承認することである。
- ・監督行為（実施方法・受理）：契約図書に基づき請負者の責任において提出された書類を受け取り、内容を認識することである。

（２）段階確認支援の業務モデルとシステム配置

段階確認支援の業務モデルとして、実証実験では現行方法を含む３ケースを設定して実施した。表－３にケース毎の実施概要、立会方法、使用機器等の一覧表を示す。

表－３ 業務モデル毎の実施概要一覧

ケース	概要	立会方法	計測機器	ITツール
(ケースA) 現行の臨場立会による段階確認	現行の現場臨場、紙帳票の交換による段階確認	現場臨場	・レベル ・テープ	なし
(ケースB) 図面情報を活用するシステムによる段階確認	現行の現場臨場をWebカメラに置き換え、紙帳票の交換を共有サーバで実施	遠隔立会	・レベル ・テープ	・Webカメラ ・共有サーバ ・GPSカメラ
(ケースC) LANDXMLデータを利用したシステムによる段階確認	現行の現場臨場をWebカメラと座標計測データに置き換え、共有サーバを利用することで帳票処理も実施と同時に終了	遠隔立会	・TS	・Webカメラ ・共有サーバ ・GPSカメラ ・3次元CAD ・データコレクター

a) 現行の臨場立会による段階確認（ケースA）

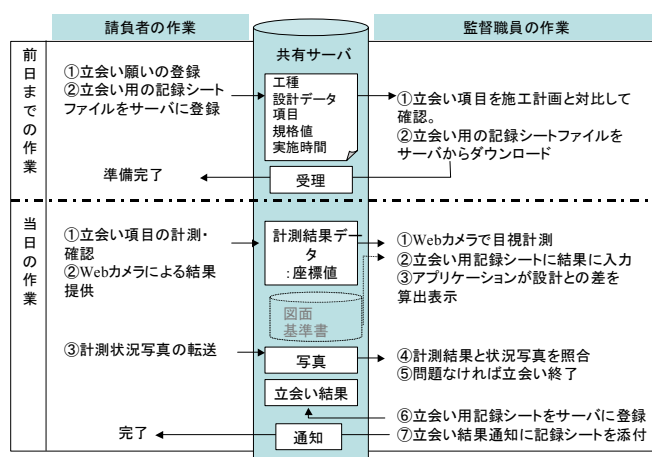
段階確認の手順を以下に示す。

- ①請負者は、監督職員に段階確認立会願を提出すると共に段階確認を行う断面を特定し、該当する断面図、縦断図から設計寸法や標高を算出する。
- ②段階確認時には、確認対象の寸法と規格値を黒板に記載して待機する。
- ③監督職員の臨場立会のもとでテープによる計測、レベルによる計測を行い、数値を黒板に記載する。
- ④監督職員は現場の出来映えや計測方法、計測箇所、計測結果の良否を判断する。
- ⑤口頭指示で段階確認が終了し、後日、請負者が当日の記録の清書と臨場立会の写真を報告書として提出し、監督職員が押印し検査対象書類とされる。

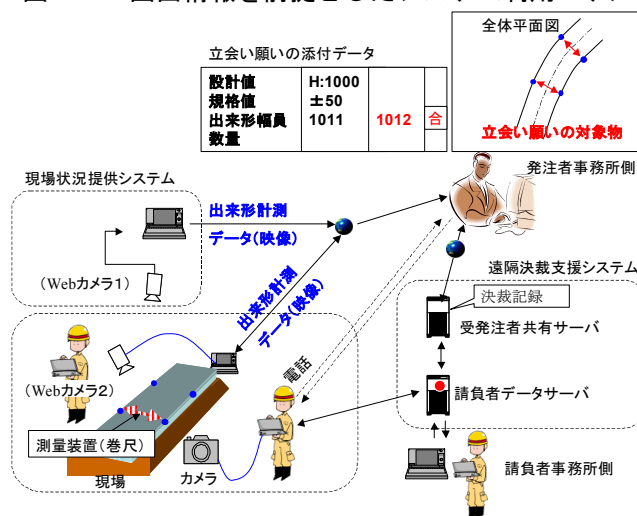
b) 図面情報を活用するシステムによる段階確認（ケースB）

図－３に本システムによる段階確認の実施手順を示す。また、図－４にケースBでの段階確認支援システムの配置図を示す。

ムの配置図を示す。ケースBでは、現行の段階確認方法をそのまま利用し、テープでの計測を行う。画像の信頼性確保のため、現場状況を写すWebカメラ1とは別に移動可能なWebカメラを用意し、計測値の映像を提供する。この映像を、監督職員がモニタ上で検測するとともに現場の実施状況もWebカメラ1から確認できる。本モデルは、請負者の作業、監督職員の作業共にほとんど変更はないが、目視の代わりにWebカメラ、確認書類の代わりにアプリケーションソフトを利用するものである。これにより、監督職員の臨場立会のための移動時間と、請負者が段階確認後に実施する報告書作成手間が削減できると考えられる。



図－３ 図面情報を前提としたシステム利用モデル



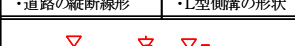
図－４ 段階確認支援システムの配置図（ケースB）

c) LANDXML を利用したシステムによる段階確認（ケースC）

図－５に本モデルの実施手順を示す。また、図－６にケースCでの段階確認支援システムの配置図を示す。

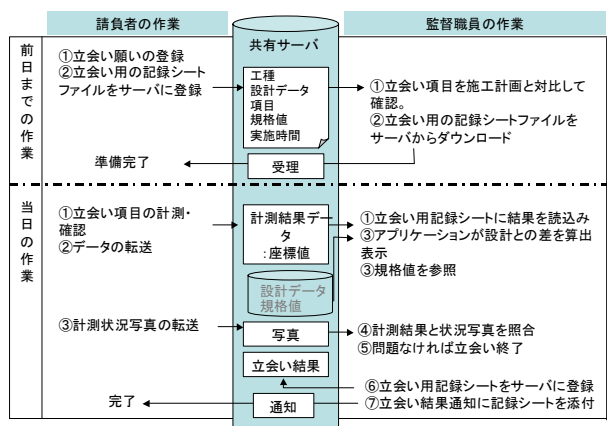
ケースCでは、3次元CADによる設計形状構築と、施工目標値の算出、基本設計データ（LANDXMLによる線形データの提供、横断形状要素データのテキストデータ）による提供を行うこととした。表－４は本実験で定義した設計項目である。

表-4 本実験での設計形状の定義

対象構造物	構造物中心線	構造物横断形状
	道路線形の中心線 ・道路の平面線形 ・道路の縦断線形	舗装表面の形状 ・舗装面の形状 ・L型側溝の形状
舗装工		

この3次元 CAD データと現場での3次元計測座標の利用により、どの断面でも道路中心線からの距離と高さで出来形を管理することが可能である。図-7に3次元 CAD データを利用した設計値との対比モデルの概要を示す。また、ケースCでは施工計画書に改良を加え、施工計画書の段階確認項目部分に図-7と同様の3次元座標の記入可能な帳票を準備するものとした(図-6上部枠内参照)。

監督職員は改良した施工計画書を現場で参照すれば設計情報および規格値情報を確認できる。ケースCでは、計測結果の入力を監督職員が行い、事前に登録された段階確認願いに対して、上記の結果を添付資料として監督職員が登録することで、段階確認の実施と同時に帳票の作成が完了する。



図一5 3次元設計情報の利用を前提としたモデル

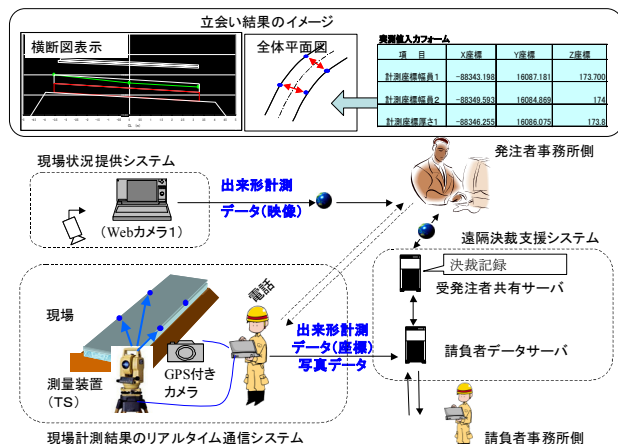


図-6 段階確認支援システムの配置図（ケースC）

ケースBに対して、計測データの信頼性をさらに確保するために、計測結果を示す写真をGPS付きカメラ

で撮影し、3次元座標データと共に監督職員へ送信することによって、監督職員側では、この写真の内容とデータ撮影位置を確認できる。

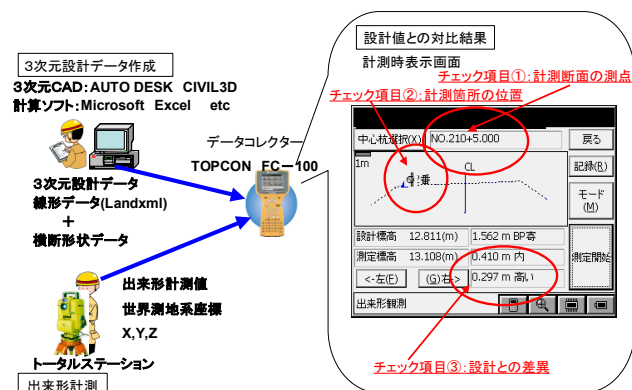


図-7 3次元座標を利用した設計値との対比モデル

(3) 段階確認システムの運用

道路舗装工事の上層盤整形後の段階確認を例に Web カメラと共有サーバを用いた段階確認システムについての運用の流れを示す。

a) 施工の進捗状況の確認

ケースCの場合、段階確認の実施時期を示す工程情報の提供ができる。請負者が日毎に完了した施工数量を共有サーバに登録することで、数量の進捗割合が算出される。図-8に例を示す。また、本システムはファイル共有の他に図-9に示すような決裁機能を有しており、各工種の情報や、受発注者間でリアルタイムな事務処理が実施できる。

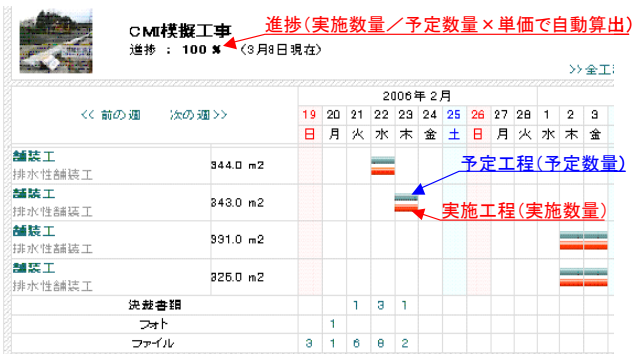


図-8 施工進捗状況の提供



図-9 共有サーバの電子決裁の画面

b) 段階確認願いの内容把握

電子決済機能によって、請負者からの段階確認依頼が要求され、対応した施工計画書を参照する。施工計画書情報は、共有サーバのフォルダに工種毎に作成した。図-10は舗装工の施工計画および連動した工程、段階立会確認システムをイメージしたものであり、設計情報、工程情報および段階確認情報を連動させ、段階確認時に必要となるデータを自動で抽出することができるようにすることとした。これにより段階確認のタイミングと、段階確認項目および計測計画・規格値との対比方法までが共有サーバから確認できるようになる。

監督職員はこの計画を段階確認実施前に参照してその内容を把握する。

c) Webカメラによる現場状況の確認

Webカメラを利用して監督職員が現地状況の把握を行う。図-11にシステムの設置状況を示す。本カメラは、30万画素のCCDカメラで、インターネットを介した操作で、上下左右への視点移動、およびズームの機能を持っている。

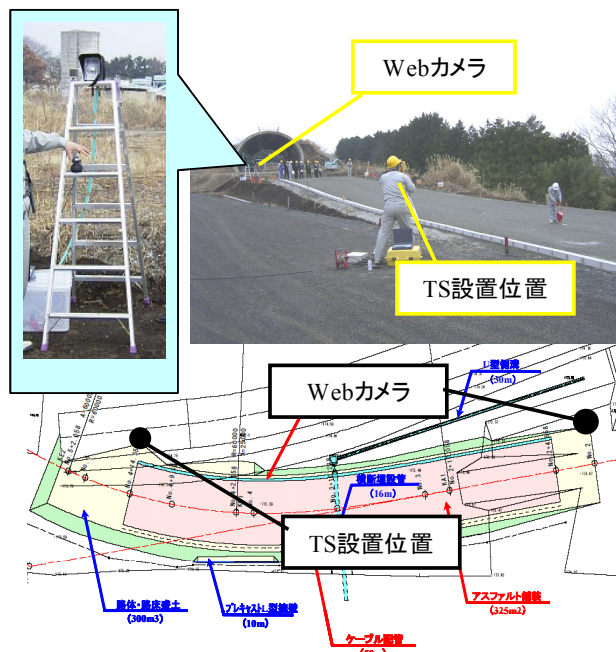


図-11 システムの配置状況

d) ケースAでの現場計測と段階確認の実施

ケースAは現行の計測方法である。事前に、現行の立会に必要な資料を作成しておき、段階確認時に黒板に結果を記載する。計測後に、施工業者が結果を再度整理して紙面で提出する。

e) ケースBでの現場計測と段階確認の実施

システムを利用した電子決済願いに、立会い報告書の現場計測結果が空欄の資料を添付する。下層路盤工では幅員と基準高さが確認項目である。図-12はWebカメラを用いて現場での計測を行い、遠隔地での監督職員が所定の項目に計測結果を記入した結果である。記入と同時に規格値に対する可否が判明する。

舗装工下層路盤工不可視部分の出来形確認項目

計測位置	No.3+0.000m	右3.25m. 左3.55m			
項目	設計値 (m)	実測値 (m)	差 (mm)	規格値 (mm)	備考
基準高 h_1	174.005	174.149	14	±40	右路肩部
基準高 h_2	174.078	174.008	-7	±40	中央部
基準高 h_3	174.157	174.5	34	±40	左路肩部
幅 B	8.000	6.800	-120	-50	
厚さ t	0.150	-0.178	-33	-45	中央部

図-12 段階確認結果報告書例

ー3DCADでイメージ把握ー

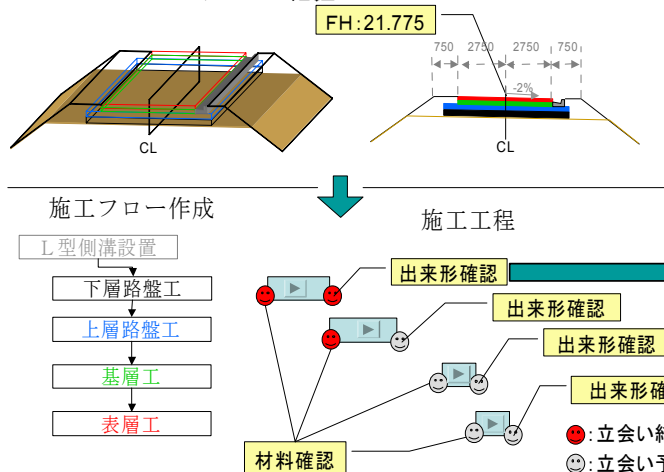


図-10 舗装工の施工計画書案と段階確認時の計測項目（ケースCの例）

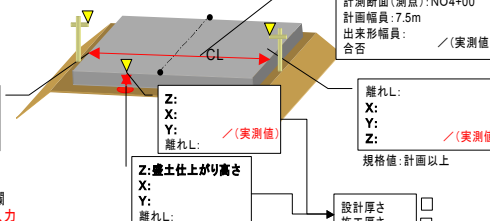
段階確認方法

実測値入力フォーム

項目	X座標	Y座標	Z座標
計測座標幅員1	-88343.198	16087.181	173.700
計測座標幅員2	-88349.593	16084.869	174
計測座標厚さ1	-88346.255	16086.075	173.8

離れL:
X:
Y:
Z:
規格値:計画以上

☐ 監督職員チェック欄
太字は段階確認時入力



f) ケースCでの現場計測と段階確認の実施

ケースCは、施工計画書作成の段階であらかじめ計測計画や帳票作成のプログラムが完成しているため、請負者は、立会いの項目と日程を連絡し、参照すべき計測記録シートを指定するだけでよい。

これにより、監督職員は請負者の作成した資料のチェックを簡素化できる。図-13は、基本設計データを利用して施工計画書段階で作成した帳票作成プログラムである、このプログラムに、現場計測結果である3次元座標を入力することで、2点間の長さや各点の高さに分類して、基準値との対比が行える。さらに、入力済みの設計データを閲覧できるアプリケーションを利用することで、図-14に示すような計測座標の設計に対する3次元的な位置を確認することができる。

一方、本方法では測量機器からの3次元データを改ざんすることも可能である。よって、計測結果の保証として計測値や計測状況をGPS付きカメラで撮影し、計測データと同時に送信することとした。この写真データには計測位置情報が記載されており、位置情報サービスを利用することで撮影位置を確認できる。これにより、遠隔地で計測データを確認すると共に、その値の相互参照とGPS位置情報によるデータの信頼性が確保される(図-15参照)。但し、現状ではGPS位置精度の問題や市街地や山間地等のGPS電波の受信が困難な場所への対応の問題など解決しなければならない課題もある。

5. 実証実験の結果

(1) 遠隔地での段階確認の実現性

a) ケースBについて

現行の計測方法に加えてWebカメラを利用し、計測データを遠隔地に伝えることによって、単純な段階確認作業を遠隔地で実施できた。

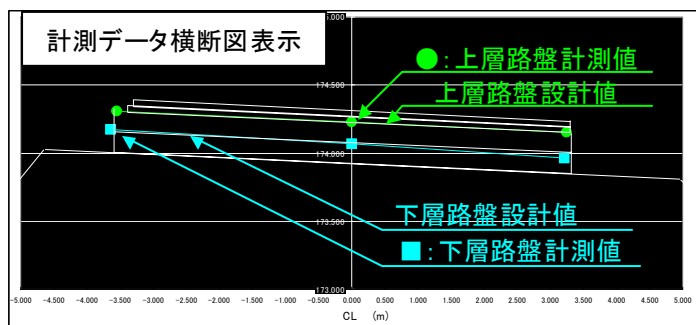
また、段階確認依頼に添付されている帳票に、監督職員が結果を入力して、確認済み資料をサーバへ登録することにより、資料作成の2度手間も削減できた。

課題として、本方法では現場把握のためのWebカメラ1に加え、計測値を写すための手元のカメラおよびその操作者も必要である。さらに、手元カメラは手ぶれが多いことや、操作者と映像を見る側のコミュニケーションが不十分な場合、映像の利用者(監督職員)の要求に応じた映像がスムーズに提供できず手間がかかることもあった。

b) ケースCについて

現場での計測方法を計算機を用いて3次元座標計測にすることで(2次元の寸法に比べて現場では簡単に判断できないが)設計情報や規格情報との対比が効率化する。また、この情報がほぼ計測と同時にリアルタ

イムに監督職員に伝達されるため、改ざんが困難である。加えて、今回の実験ではGPSカメラによる記録を計測データのバックアップとして添付することでより確実な段階確認結果を記録できた。



舗装工上層路盤工不可視部分の出来形確認項目

計測位置 No.3+0.000m 右3.25m, 左3.55m

項目	設計値 (m)	実測値 (m)	差 (mm)	規格値 (mm)	備考
幅 B	6.800	6.800	0	-50	
厚さ t	0.150	0.157	7	-25	中央部
施工数量	51.0	54.3	3.3	-	施工数量

図-13 帳票作成プログラム出力例

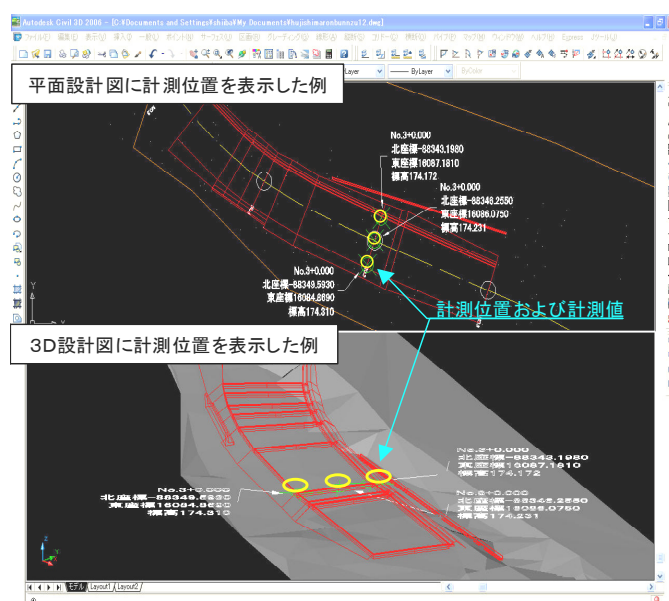


図-14 3次元CADを利用した計測位置把握



GPS位置座標付き写真

図-15 GPS位置情報付き写真での確認例

課題として、計測と同時に立ち会い記録を完了させるため、施工計画書には電子化された立会い記録の元となる設計情報、規格値情報、計測箇所・方法などの準備情報が必要である。

（２）遠隔地で段階確認の実施効果

不可視部分の段階確認を遠隔で行う効果としては、発注者側の立会時間短縮による監督業務効率改善効果が大きい。この効果を定量的に示すために、監督職員業務における時間短縮効果の把握を行った。表－５に１回当たりの監督職員業務改善効果内訳を示す。ケースＣでは、事後の資料確認が不必要となることから、現行の１／３の時間で段階確認が可能である。日当たりの人件費を３万円と仮定すると、１回当たりのコスト削減効果は約６．４千円となる。一方、機器の導入コストを考慮すると、３次元 CAD や共有サーバ、Web カメラなどを月リースすると約 20 万程度が必要になる。これを回収するためには、遠隔地での段階確認の約 30 回分に相当する試算結果となった。

表－５ 遠隔地での段階確認効果

立会確認方法	立会時間 (hour)	帳票確認時間 (hour)	移動時間 (hour)	合計 (hour)
①現行手法	0.5	0.5	1.0※1)	2.0
②ケースB Webカメラ遠隔立会	0.5	0.2	0.0	0.7
③ケースC Webカメラ+自動帳票	0.2	0.1	0.0	0.3

※1): 移動時間は現場状況によって変動する。仮に片道15kmとして、往復1.0時間と設定した。

6. 考察

施工途中の段階確認行為に対して、Web カメラと共有サーバを用いて、現場計測情報を、受発注者間でリアルタイムに共有する実証実験を行った、その効果を検証した結果、以下に示すことが明らかとなった。

- ①現行の現場での立会いを単純に Web カメラで置き換えることによって、監督職員の臨場に必要な移動時間と請負者の資料作成の２度手間を削減できた。
- ②現行の図面情報によるデータ共有と現行の２次元的な計測方法でも作業時間の効率化を実現できた。ただし、設計値や規格値、計測値などは請負者の提示する項目、箇所の確認に制限される。
- ③設計データは LANDXML を基本とする線形データや、縦断、横断形状の要素データとして共有し、これを可読できるソフトウェアを利用することで、計測結果に対応する設計値や規格値を算出できるアプリケーションの構築が可能となり、監督職員がリードする形の段階確認を請負者の準備負担無しに実現可能であることがわかった。
- ④段階確認において、複雑な施工条件のもとに実施される内容については、臨場目視による判断は不可欠

である。よって、必要に応じて臨場を行い、それ以外については遠隔での立会いを併用するなど、監督職員の判断で使い分けが必要であり、実施要領の整備が欠かせないことがわかった。

- ⑤本実験では、監督職員側にも 3 次元 CAD を想定し、計測データのチェックができる方法を採用したが、コスト効果では、前述のように 1 現場で回収することは困難であると考えられる。ただし、１件当たりの実施時間を大幅に縮減できることから、立会頻度の増加が見込まれる場合、効率のよい立会が可能である。

7. おわりに

本論文では、Web カメラと共有サーバを用いて、現場計測データを受発注者間でリアルタイムに共有する実証実験を行った、遠隔地での段階確認実施の可能性と効率化について考察した。結論として、３次元的な設計形状の交換や 3 次元座標を利用した段階確認が最も有効であることを確認した。

決裁書類やサーバのセキュリティの問題、Web カメラの解像度の不足やデータ通信量の問題、発注者側のアプリケーション開発、現場でのインターネットインフラの整備など、実現に向けた技術的課題も多く存在するが、今後土木工事実施プロセスの中では実現が望まれる技術である。

実施主体それぞれのニーズを満たす形で、段階的に導入し実現・普及することが有用と考える。

謝辞： 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、（株）Autodesk など多くの方々にご協力をいただきました。記して謝辞を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省 CALS/EC ホームページ：
<<http://www.mlit.go.jp/tec/cals/>>, (入手 2006.02).
- 2) 社団法人日本道路協会:アスファルト舗装要綱 S63 改訂版, 社団法人日本道路協会, 1991 年 1 月.
- 3) 関東地方整備局土木工事施工管理基準及び規格値(案), 平成 15 年度改訂.
- 4) 藤島崇他:情報化技術を用いた舗装工における出来形管理手法の一提案:土木情報利用技術論文集, VOL.14,pp.231-238.
- 5)国土交通省「土木工事共通仕様書」
<http://www.cbr.mlit.go.jp/architecture/kensetsugijutsu/doboku_shiyousyo/index.htm>, (入手 2006.05).

(2006.5.19受付)