

12. 建設施工におけるICTを活用した監督・検査業務の効率化について

国土交通省四国地方整備局 徳島河川国道事務所 岩崎 洋二
同 那賀川河川事務所 天野 英介
同 四国技術事務所 ○石崎 秀和

1. はじめに

建設産業における生産性は、そのほとんどを人力による施工に頼っていたかつての時代に比べ、現代では飛躍的な向上を遂げている。その原動力となったのは、他の産業に比べ「単品受注生産」、「施工条件に応じた屋外作業」、「各工程毎の細かな分業」などの特異な要素がある中で、各種建設機械の導入・発展や数多の新工法の開発である。近年では、国のICT施策の柱である「e-Japan戦略」や「u-Japan政策」の推進による様々なICTの発達によって、各種の電子情報技術を建設施工に取り入れ、設計・施工・管理の各段階における様々な情報を電子的に管理・活用し、効率的で合理的な施工のマネジメントを目指す「建設施工の情報化」が進んでいる。

一方、品確法が施行されて以降、公共工事における良好な品質を確保する上では、施工の各段階での監督・検査業務は従来にも増して重要なファクターとなり、施工の最前線では日々発注者の監督職員がその都度施工現場に臨場し、現場の責任者の協力も得ながら各種の監督・検査業務を行っている。しかし、施工現場までの距離が遠い場合や、工場製作を伴う施工の場合などは、検査場所までの移動にかかる時間や経費の増大を招く要因となり、発注件数の増加と併せて各施工段階における検査・確認の頻度が高くなると、監督職員の負担が大きくなるため、各種のICTを導入することにより負担を軽減し、より密度の高い監督・検査業務を行うことが可能となる。これにより、現状よりも良好な工事品質の確保が期待できる。

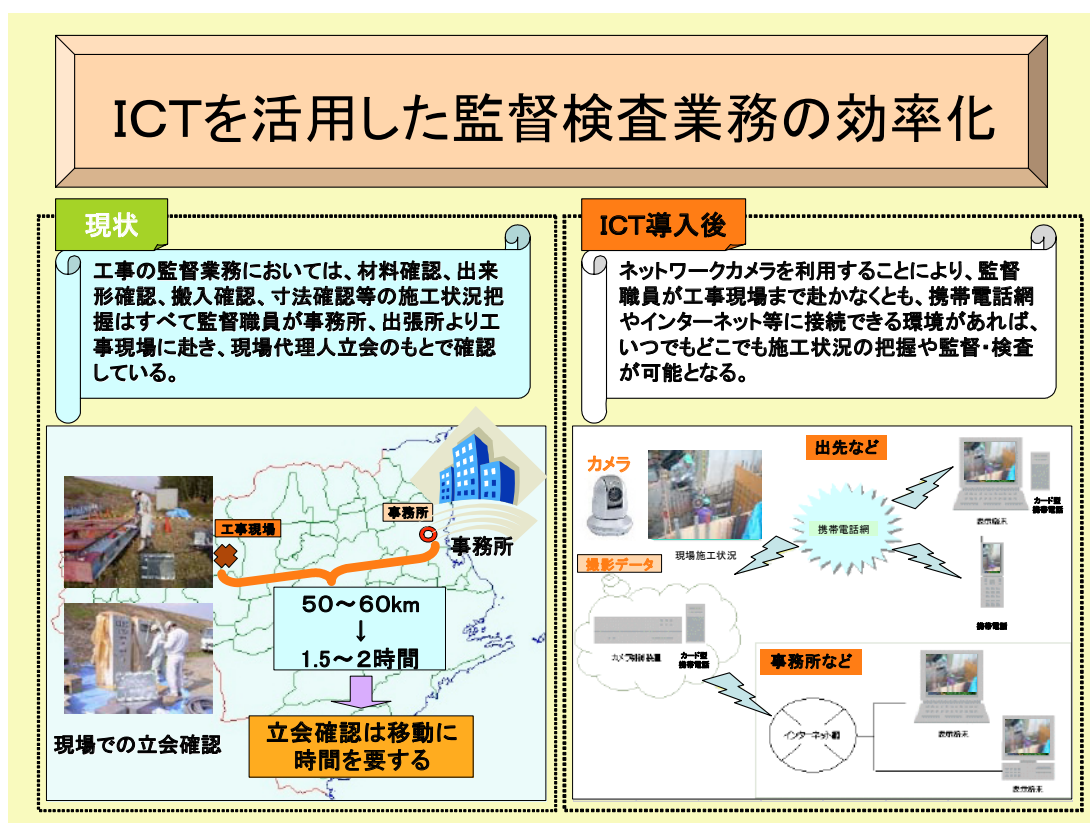


図-1 ICTを活用した監督・検査業務効率化の概念図

このことを踏まえ、建設施工の効率化、良好な品質の確保、また施工コストの縮減に資することを目的として、ICT（画像伝送技術）を活用した監督・検査業務の効率化、人的及び時間的負担の軽減ならびに品質確保のための有効性を検証するものである。図-1にその概念図を示す。

2. 目的と概要

2. 1 目的

建設施工における施工品質の確保、特に公共工事における良好な品質を確保する上で重要な要素である「発注者の監督職員による監督・検査業務」の効率化を目的に、低コストで汎用的な画像伝送機器を用いて、監督職員が現地に赴くことなく、事務所等の遠隔地から施工現場や製作工場における施工の進捗状況を確認することで、材料確認や出来高・品質確認等の監督業務を行えるかどうかについて、平成 18 年度からの 3 箇年で検討を行う計画としており、平成 18 年度は、画像伝送機器の選択及びシステムの構成と、従来の確認手法に代えて画像伝送による遠隔確認が可能な監督・検査項目の検討を管内のモデル工事にて試行し、画像伝送による遠隔確認を行う上での留意点や改善項目等の検討を行った。

2. 2 概要

画像伝送機器は、なるべく市販の機器を利用して、価格が低廉で信頼性が高く、操作の簡便なシステムとすることを目標に選定することとし、構成にあたっては、実際の工事監督の現場で想定される状況を考慮した。施工現場では、主として現場全景の確認による全体的な工事進捗状況の把握や、施工後に不可視部分となる施工箇所近景での個々の作業状況確認が必要となる。また、製作工場では、材料や部品の員数確認、製品の寸法・強度等の計測器による数値確認が必要となる。他方、伝送された画像を見る側の監督職員は、勤務時間の内外を問わず常に在勤官署内に居るとも限らないため、受信側が固定的なシステムの場合、適切な監督・検査等のタイミングにおけるリアルタイムでの画像確認ができないことも考えられる。そこで、2 タイプのシステムを用意することとし、使用目的に応じて使い分けが行える構成とした。一つは、現

場側（送信側）の機器を、細部や狭隘部での撮影も可能なハンディカメラ+送信機の組み合わせとし機動性を高め、受信側は事務所等のテレビやパソコンモニターを用いて大画面での画像確認が可能なタイプ（以下「ハンディタイプ」という。）と、もう一つは、現場側は可搬式の半固定的な形態で、道路や河川に設置されている I T V 装置のような据え置き型とし、受信側は手持ちの携帯電話のディスプレイモニターにて画像を確認し、電話機のボタン操作により見たい位置へのカメラ操作が行えるタイプ（以下「可搬タイプ」という。）との 2 種類の機器構成で、通信回線はどちらも一般の携帯電話回線（キャリアは N T T ドコモ）を用いる方式とした。この 2 種類のシステム構成で、工場製作を伴う工事をモデル工事に選定し、実際の監督業務において検証を実施した。なお、今回の検証における実際の使い方としては、双方のシステムで使用目的による画像確認可能な内容がオーバーラップする部分もあるため、使用目的に応じた明確な使い分けは定めていない。

3. システム構成と実施内容

3. 1. 1 ハンディタイプの機器構成

このタイプの構成は、図-2 のとおりであり、送信側と受信側双方にカード型携帯電話を 2 回線分内蔵し、画像の伝送品質及び速度の向上を図っている。また、画像伝送と同時に双方向での音声通信が行えるのが特徴である。主な構成機器は次のとおりである。

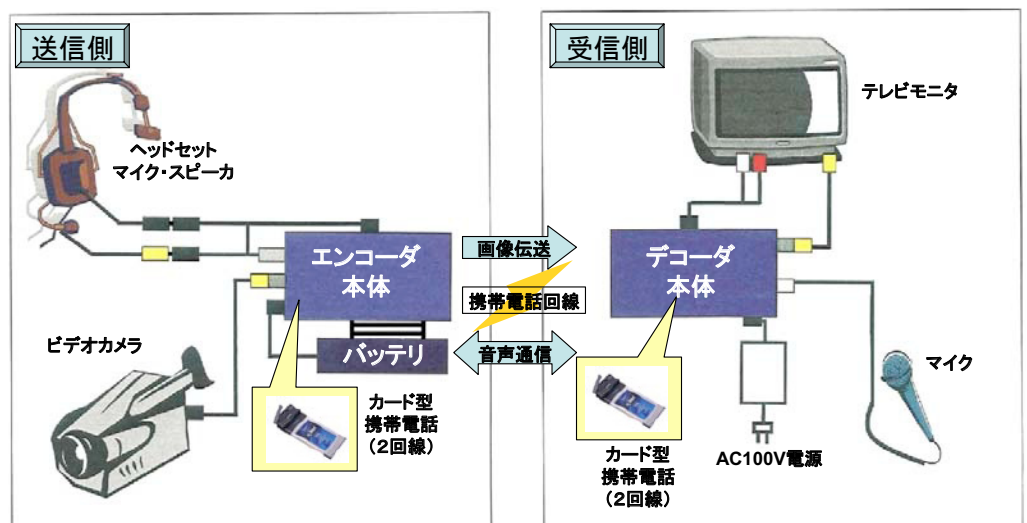


図-2 ハンディタイプの機器構成図

- ・送信側機器

カメラ : ビデオカメラ (市販品・静止画機能付き)

送信機 : エンコーダ (カード型携帯電話内蔵)

音声通信 : ヘッドセット (マイク&スピーカ)

電源 : 専用バッテリー

- ・受信側機器

モニタ : テレビ・パソコンモニタ等を使用

受信機 : デコーダ (カード型携帯電話内蔵)

音声通信 : スタンドマイク

(スピーカはテレビ等に付属のスピーカを使用)

電源 : ACアダプタ

システムの使用時は、送信側はカメラを手に持ち、ヘッドセットを装着し、エンコーダとバッテリーはショルダーバッグにまとめて入れ、肩から掛けるようになる。送信側の装備は、全て合わせても5kg程度であり、極力機動性を損なわないように構成した。送信側の使用時イメージを写真-1に示す。

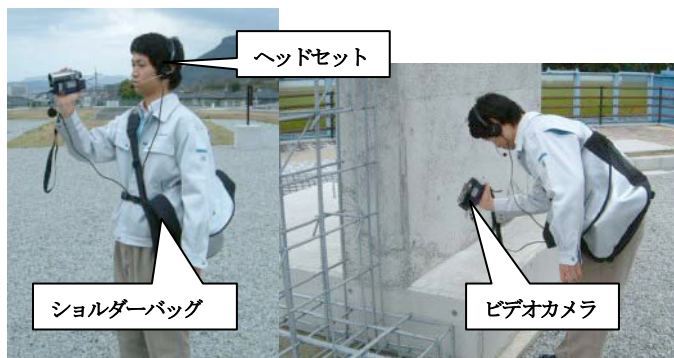


写真-1 送信側の使用時イメージ

操作方法は、送信側のエンコーダ電源を入れるだけで、自動的に設定されたデコーダへ電話を発信し、画像伝送及び音声通信が行えるというシンプルなものである。

システムの価格は、送信側のビデオカメラと受信側のテレビ等のモニタは既存のものがあると考え、この2つを除いた残りの機器を合わせた価格が約110万円となっている。なお、各側単独でも購入可能なので、1セットに追加して送信側(約70万円)のみを複数揃えておけば、工事件数や確認頻度が増加しても対応が可能と思われる。

3. 1. 2 実施内容

ハンディタイプにおける検証は、那賀川河川事務所にて発注した排水機場ポンプ設備工事をモデル工事

として、主に工場製作過程における各種の確認・検査に使用した。本システムでは動画も伝送することが可能であるが、今回の検証においては、主に製作品品に対する測定機器による計測数値の確認が目的であることより、画質優先の静止画伝送とした。遠隔確認を実施した対象製品は、ポンプ設備のうちの「電動蝶型弁」と「逆流防止弁」で、これらの「外観・寸法確認」、「耐圧試験」、「引張試験」、「漏洩試験」、「作動確認」について、遠隔確認を行った。実際の計測状況と伝送画像の状況を、写真-2及び写真-3に示す。



ノギスによる測定

メジャによる測定

写真-2 外観・寸法確認での数値確認



圧力計と
ストップウォッチ

写真-3 耐圧試験での数値確認

上記のいずれの項目においても、確認状況は「良好」または「おおむね良好」という結果が得られ、本システムによる遠隔確認の有効性が実証された。

3. 2. 1 可搬タイプの機器構成

こちらのタイプの構成は、図-3のとおりであり、送信側は荒天時の屋外据え置きにも対応できるよう、三脚に取り付けた全天候型のドームハウジングにカメラを内蔵し、カード型携帯電話を内蔵した送信機も防滴型の耐衝撃ボックスに収め、電源はAC 100 V またはバッテリーにソーラーパネルを組み合わせた自己電源でも使用可能である。受信側は、テレビ電話機能を有する携帯電話端末であれば機種を問わず、テレビ電話を発信し決められたボタンを押すことにより、カメラの上下左右とズーム操作が行えることが特徴である。なお、回線が1回線のため、ハンディタイプのような音声通信機能は無い。主な構成機器は次のとおりである。

・送信側機器

カメラ : ネットワーク用カメラ (市販品) ※
送信機 : ビデオ伝送装置 (市販品) ※
電源 : AC 100 V またはバッテリー電源
付属機器 : 三脚・ドームハウジング・収納ボックス

※カメラと送信機はメーカー指定の機器が必要

・受信側機器

モニタ : テレビ電話対応携帯電話端末

(機種によりテレビ等の大画面への出力も可能)

受信機 : 同上

電源 : 電話機内蔵バッテリー等

送信側は可搬式とし、全機器合わせて **22kg** と少々重いが、「三脚+ハウジング+カメラ=7kg」、「送信機+収納ボックス=5kg」、「バッテリー+ソーラーパネル=10kg」の大きく3つのユニットに分けられており、一人でも運搬・設置が可能な構成とした。

操作は、現場に設置した機器に電源が供給されていれば、いつでもどこからでも、携帯電話から現場側へテレビ電話を発信すると、現地の画像がリアルタイムで電話機のディスプレイに映し出され、カメラの操作も電話機から行える。

システムの価格は、主要構成機器であるカメラと送信機で約 30 万円、全ての構成機器を合わせても 80 万円程度と、この種の機器で動画が伝送できるものとしては、大変安価である。画質は、携帯端末のディスプレイでは鮮明に見えても、大画面に出力した場合に

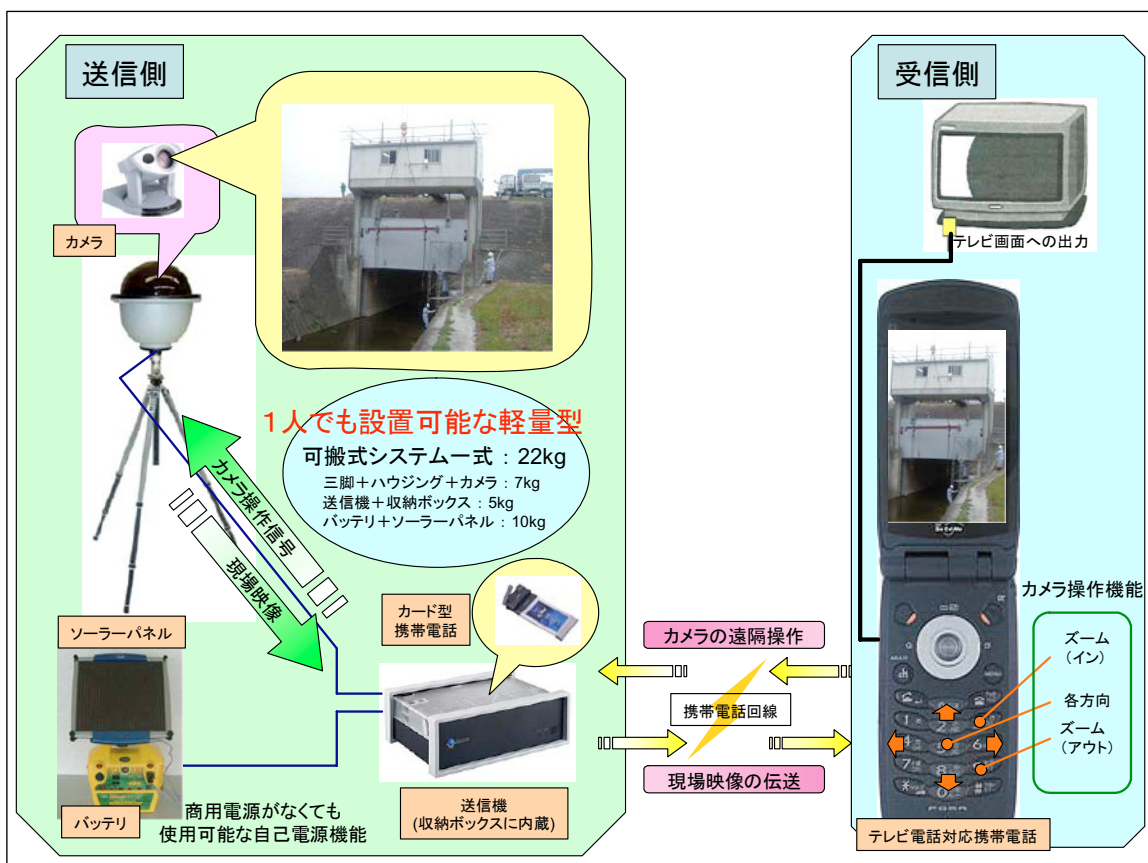


図-3 可搬タイプの機器構成図及び操作説明

粗さが目立ち、伝送速度も完全なリアルタイムではなく、若干の遅延はある。使用目的にもよりますが、どちらもおおむね許容できるレベルであり、コストパフォーマンスは高いと言えます、手持ちの携帯電話が使用できるのが何より手軽である。

3. 2. 2 実施内容

可搬タイプにおける検証は、徳島河川国道事務所に発注した河川用ゲート設備工事をモデル工事として、主に現場据付過程における施工状況の確認に使用した。本システムによる遠隔確認を実施した工程は、「扉体据付」と「開閉装置架台部の2次コンクリート打設」である。「扉体据付」においては、「クレーンの設置状況」と「扉体の吊り上げ状況」について、適切な作業が行えているかどうか、また危険な状況がないかを作業の全景画像にて確認し、「2次コンクリート打設」においては、打設後に不可視部分となる打設途中の状況も含めて、適切な作業が行えているかどうかの確認を行った。伝送された画像は、携帯電話端末から事務所の執務室にある45インチのプラズマディスプレイに出力し、複数の監督職員が一斉に見られるようにして確認した。現場でのシステム設置状況を写真-4に、事務所のディスプレイを写真-5に、実際の伝送画像を写真-6及び写真-7に示す。



写真-4 現場におけるシステム設置状況



写真-5 事務所でのディスプレイ出力状況



写真-6 扉体の吊り上げ状況の画像

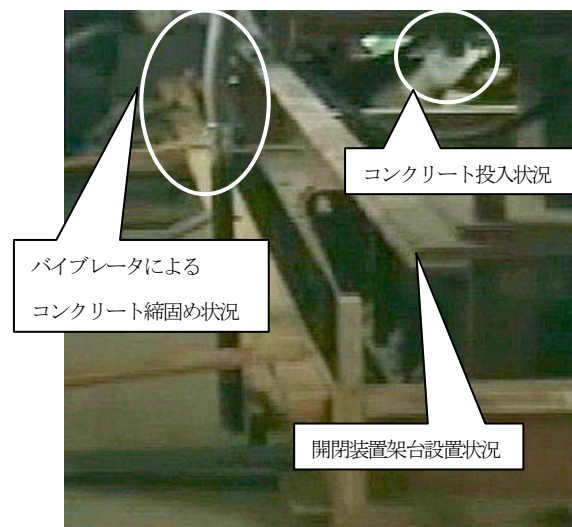


写真-7 2次コンクリート打設状況の画像

このシステムにおいても、確認した項目の全てにおいて、当初の目的をほぼ満足する確認結果が得られ、遠隔確認の有効性が実証された。

また、本システムは、現場に設置した状態であれば現場側の手を借りずとも監督職員側の意志のみにより現場の状況確認が行え、なおかつ確認中かどうかは現場側では分かり得ない（カメラは常時作動しているが、通信中かどうかは見た目には判別できない）ため、現場側の立場では常に監視されていることと同じであり、結果的に作業に対する良い意味での緊張感が生まれ、不適切な施工や危険な作業を未然に防ぐといった副次的な効果も期待出来る。ただ、これに関しては定量的な調査は困難であるため、次年度以降に現場代理人等へのアンケートやヒアリング等を実施する必要がある。

4. 検証結果等

以上の実施内容から、これまでの確認項目について遠隔確認で代替することが可能な項目の抽出を行った。その結果、臨場確認にて行っていた目視確認内容は、その多くが遠隔確認でも行えることが判明し、書面確認項目も、遠隔確認に代えることにより一層密度の高い確認が行えることが確認できた。また、工場製作を伴う工事では特に言えることであるが、本システムを用いたような遠隔確認を行うことにより、全ての確認項目を臨場確認した場合に比べ施工管理費用の低減が期待でき、品質の確保においても、臨場確認の場合と同等の品質が確保されることが確認できた。さらに、監督職員の負担軽減の面では、現場や工場までの移動時間や費用が不要となり、業務の効率化が図れることが確認できた。確認項目数の変化に関して、那賀川河川事務所のポンプ設備工事を例に検証した結果を図-4に示す。また、施工管理費用の低減に関しても、同工事において従来に比べて低減効果があることが確認された。

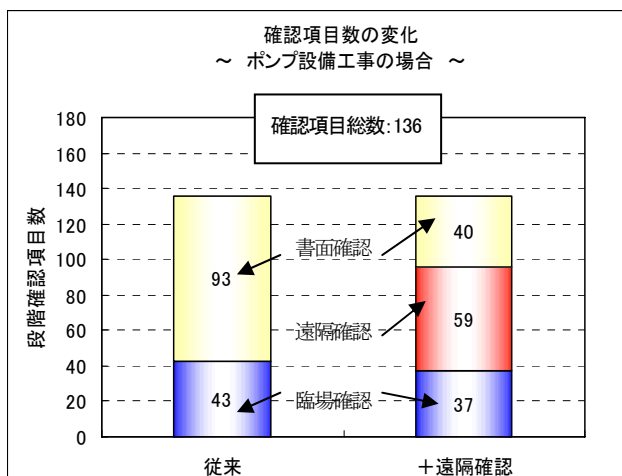


図-4 確認項目数の変化

5. 課題及び留意点など

建設施工において情報化を行う上では、現状では受注者の自主性に頼るところが大きく、施工管理基準や指針なども、そのほとんどがICTを導入した施工に対応するものになっていないため、従来の管理手法との2重管理を強いられる場合が多く、結果的に手間と費用だけが掛かり、建設施工における情報化の有効性が十分発揮されない。また、本格的な情報化施工の実

施には、それなりに多額の費用を要することから、大規模な工事での実施事例がほとんどであり、中小規模の工事において積極的に取り組むまでには至っていない。「建設施工の情報化」の黎明期においては、有効性や技術的な検証の意味も含めて従来手法との2重管理が必要であったり、大規模な現場での単純作業におけるの実施にとどまったりすることもあるが、技術的には既にこの段階を脱却し、情報化の有効性が検証されてきているはずであるから、今後は受発注者双方が積極的に取り組めるよう、制度や基準をICT導入に本格的に対応したものに見直し、評価すべきところは正當に評価し、与えるべきインセンティブは惜しみなく与えることにより、工事規模や工種に関係なく、建設施工の情報化が進んで行くことと思われる。

ICTを導入した施工に対応する施工管理要領が一部の工種しかない現状においては、確認の日程調整や施工管理に関してより柔軟な対応を図り、監督検査業務の効率化を目指すために、「臨場確認」と「書面確認」の中間的確認手法として「遠隔確認」を設定するのも一手であると思われる。また、「遠隔確認」の際の記録の残し方も、今後の課題である。

最近では、工事における低価格入札案件が増える傾向にあり、該当工事においては、通常よりも重点的な監督を行わなければならない。このような場合においても、現状の監督行為に追加して本システムを活用することにより、より密度の濃い監督行為を行うことが可能になると思われる。

6. 今後の計画

平成18年度からの3箇年で検討を行う計画としており、平成19年度は、試行対象工事を拡大し、土木工事のうち工場製作工のある橋梁工事に適用し、同様に監督業務の効率化、監督職員等の負担軽減効果の確認を行う予定としている。その結果を踏まえ、最終年度では、一般土木工事への適用も視野に入れ、調査ならびに検討を行う予定である。

また、本システムは災害発生現場の被災状況確認や、道路巡回等における迅速な状況確認などの用途にも応用が利くことから、機会ある毎にこちらも併せて適用を図り、システムの有益性を検証して参りたい。