土木情報利用技術講演集　Vol.31,69-72,2006

Ⅱ－18　工事全体を通して設計情報を利活用することによる施工管理効率化検討

An construction management promotion of efficiency examination by a profit utilizing design information through the whole construction

山元　弘[1]・大山敦郎[2]・藤島　崇[3]・池田直広[4]

Yamamoto Hiroshi, Oyama Atsuro, Fujishima Takashi and Ikeda Naohiro

抄録：　情報化施工による施工管理の効率化は，情報を効率的に再利用することによって実現される．しかし，今まで行われてきた検討では，1工種，1サービスによる効率化検証のみ行われてきた．そのため，情報の再利用の頻度が低く，大きな効果を上げることは困難であると考えられている．実際の工事で実現すべきは，何度も利用される情報を効率的に提供・利用し，全体の作業効率向上を図るものである．本検討では，一般的に実施されている工種の施工管理業務に情報化技術を導入し，道路改良および舗装の模擬工事を実施して各工種の効果を検証することで，1工事全体の効率化を検証した．

Abstract: As for the promotion of efficiency of execution management by information execution, it is realized by recycling information effectively. However, only one mechanic class, promotion of efficiency inspection by one service have been performed for the examination that had been performed so far. Of recycling of that purpose, information is infrequent, and it is thought that it is difficult to achieve a big effect. I offer information used many times effectively and use what I should realize by real construction and plan total work efficiency improvement. For this examination, I generally introduced information technology into an execution administrative task of a mechanic class carried out and inspected promotion of efficiency of the whole one construction by I carried out simulation construction of road improvement and pavement, and inspecting an effect of each mechanic class.

キーワード：情報化施工，基本設計情報，３次元施工管理，施工管理業務，生産性向上

Keywords : Information execution, basic design information, three-dimensional execution management, an execution administrative task, productivity improvement

１．基本設計情報の利用サービス

道路工事の施工管理において，最も利用頻度が高い情報は設計情報といえる．設計情報は，主に線形計算書，平面図，縦断図，横断図等に分散されて記載されているため，施工段階における情報の抽出作業に非効率な部分がある．また，現場利用するためには変換作業が必要となるため，利用場面毎に，手計算による変換作業が行われている．

本模擬工事では，設計情報（平面線形，縦断線形，横断形状）を電子的に一元管理した基本設計情報を作成し，この基本設計情報を利用するサービスを提案し，導入検討を行った．本稿中におけるサービスとは，単に IT 機器を導入して施工管理の効率化を実現するのではなく，IT 機器の導入によって変更されるべき施工管理の運用方法まで含めた形のものである．したがって，基本的には現行管理基準を遵守するものの，計測位置，頻度等の変更が必要と判断した場合は，それらの変更も伴う導入方法をとった．

また，道路改良の工種としては，土工（盛土・切土）以外に排水構造物工や道路付属施設工，擁壁工等が設定されている．今回の模擬実験ではこれら工種も対象とし，基本設計情報の作成においては，それぞれの構造物の中心線形を設定し，個別に基本設計情報を作成して，管理を実施した．

２．施工情報の３次元管理

本模擬工事では，基本設計情報（電子的に一元管理した基本設計データ）を有効に利用する技術として，現場で取得される三次元データとの自動対比が可能な技術を採用した．したがって，現行のレベルやテープとは異なる施工情報取得技術が必要になる．表－１に導入サービス毎の導入 IT 技術および想定される効果を示す．

１：正会員　独立行政法人土木研究所　主席研究員　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-yamamo@pwri.go.jp)
２：正会員　独立行政法人土木研究所　研究員　技術推進本部　先端技術チーム
３：正会員　社団法人日本建設機械化協会施工技術総合研究所　主任研究員　研究第3部
（〒417-0801　静岡県富士市大渕 3154, Tel :0545-35-0212, E-mail : fujishima@cmi.or.jp）
４：正会員　社団法人日本建設機械化協会施工技術総合研究所　主任研究員　研究第3部

表-1 サービス毎の導入 IT 技術と想定される効果

実施サービス	現行取得技術	導入IT技術	効 果
出来形管理・検査支援サービス	・レベル ・テープ	・トータルステーション ・データコレクター ・3次元CAD ・ステレオカメラ処理ソフト	・測量準備作業の削減 ・帳票作成作業の削減
品質管理・検査支援サービス	・砂置換機器 ・RI計	・GPS回数管理システム	・トレーサビリティの確保 ・面的管理による品質向上
設計変更・現場立会支援サービス	・レベル ・テープ	・トータルステーション ・データコレクター ・3次元CAD ・Webカメラ ・受発注者共有サーバ	・決済帳票作成作業の削減 ・決済待ち時間の削減

3．導入サービスの実現例

（１）出来形管理・検査支援サービス

・トータルステーションによる出来形管理・検査

出来形管理ツールを現行のレベル・巻き尺からトータルステーションに変更することで，帳票作成の自動化を実現する．本サービスでは，現場における設計と出来形との自動対比および自動帳票作成機能を実装した．

導入したIT機器としては，基本設計情報を搭載可能なデータコレクターおよび自動帳票作成ソフトとして用いた３次元CADである．

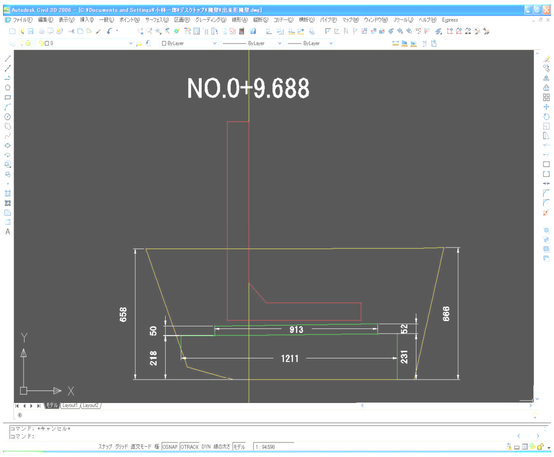
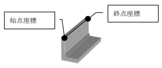
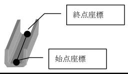
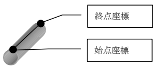


図-1 ３次元 CAD 利用例（擁壁工･舗装工）

また，本サービスの適用工種および計測箇所は，表-2 に示すものとした．

表-2 適用工種および計測位置

適用工種	線形定義	計測箇所
道路土工	道路線形の中心線 ・道路の平面線形 ・道路の縦断線形－舗装厚さ	・道路中心 ・法肩、法尻位置
舗装工	道路線形の中心線 ・道路の平面線形 ・道路の縦断線形	・道路中心 ・舗装端部
L型擁壁		・擁壁端部 ・基礎材端部
U型側溝		・U字溝センター
埋設管		・埋設管上端

・写真測量技術を用いた出来形管理・検査

小規模構造物の寸法確認等は，トータルステーションによる点管理では現行より非効率な計測になる．そこで小規模構造物の出来形管理には写真測量技術を用いた出来形管理を実施した．寸法の明らかな標尺を入れて写真を２枚撮影するだけで寸法抽出可能なため，現場計測時間が短縮される．寸法の抽出は専用ソフトによって後処理で実施した．また，プレキャストコンクリートの材料搬入時の寸法確認時にも利用した．

導入したIT機器は，デジタルカメラ（800万画素程度の市販品）および写真解析ソフトである．

図-2 写真管理ソフト表示例

（２）品質管理・検査支援サービス

品質管理・検査支援サービスは土工および舗装工の締固め回数管理を実施した．土工は「TS･GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領（案）」に従って管理した．舗装工は土工の管理要領案を応用して路盤工およびアスファルト舗装工に適用した．

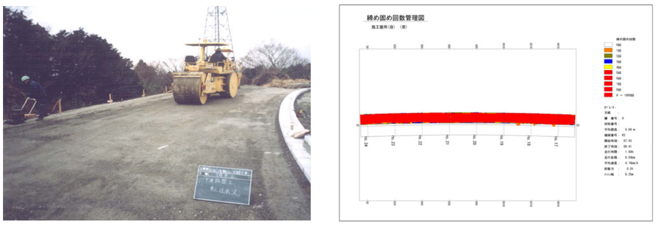


図-3 締固め状況および帳票出力例

（３）設計変更・現場立会支援サービス

・設計変更図面作成および数量算出支援

本サービスでは，一元管理された基本設計データを用い，３次元CAD上で設計図面を容易に変更できる機能および数量算出を半自動化できる機能を実現した．今回模擬工事で実施した業務は，設計照査および現況地形の変更に基づく設計変更業務である．

・受発注者共有サーバを用いた決済支援

受発注間の決済およびデータのやりとりを円滑化するために，受発注間共有サーバを用いた．サーバの機能としては，メール機能，決済機能，情報共有機能を有している．請負者は施工の途中段階で作成した施工管理情報（計測データ，帳票，写真等）を保存し，発注者は必要に応じて決済機能を用いて決済を実施する．これにより，決済のタイムラグを極力排除することが可能となる．

４．模擬工事の工種・規模

模擬工事では，道路改良(盛土)および舗装を実施し，各工種により施工業者を替えて実施した．施工業者を変更する事で各工事毎に設計照査を実施し，図面および現地照査測量を実施した．

工事規模としては，国土交通省　直轄工事の小規模工事を想定することとした．これは，これまで，大規模土工などにおいて作業を限定した情報化機器の導入と効果の評価が実施されているが，設計情報や施工情報を施工全体を通じて流通させることで，小規模工事においてもその効果を発揮できるかどうかを検証するためである．また，道路の規格は3種4級に準ずることとした．

図-9 に，模擬工事平面図を示す．工事延長は 50m として模擬工事を実施したが，管理断面は10断面(変化点含めて)とした．

図-8 模擬工事着工前・完成後

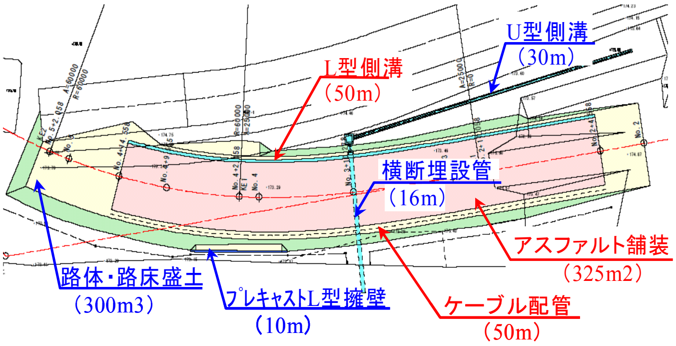


図-9 模擬工事平面図および工種・数量

５．生産性向上の検討結果

（１）IT 施工管理導入効果試算方法

本模擬工事においては，施工管理を現行管理手法とIT 機器を導入した施工管理(IT 施工管理)手法の2通り実施し，施工管理工数を記録した．また，施工管理工数(人×日)に日当たり人件費単価3万円を乗じたものを施工管理コストとして計上した．さらに，IT 施工管理に関しては，この施工管理コストに後述の IT 機器導入費用を加えたものを IT 施工管理コストとして，計上した．この現行施工管理コストとIT 施工管理コストを比較することで IT 施工管理導入効果を評価した．

（２）IT 機器導入費用の試算

IT 機器導入費用の試算に関しては，模擬工事現場の工期が約1ヶ月程度であった事から，1ヶ月の月極損料を算出して評価した．損料算出条件としては，締固めシステムの月極損料実績から現行の導入費用は購入価格の 11%として算出した．また，普及後の導入費用は，購入価格を3年で減価償却すると仮定して購入価格／36 ヶ月×1.25 (管理損耗比率)で算出した．表-3 に導入した IT 機器と算出した導入費用合計額を示す．

表-3 IT 機器導入費用の試算結果

導入機器名	現在の導入費用合計額(円/月)	普及後導入費用合計額(円/月)
電子設計搭載型データコレクター	154万円	52万円
3次元CAD		
締固めシステム		
受発注共有サーバリース		
受発注共有サーバアプリ費用		
Webシステム(カメラ･無線装置)		
カメラシステム		

（３）サービス毎の試算結果

a）出来形管理支援サービス

TS を用いた出来形管理支援サービスの結果は，工事延長 100m 以下の工事規模においても導入するIT 機器が現行コストの場合でも，十分費用的効果が得られることが確認できた．これは，TS を用いた出来形管理支援サービスは，品質管理支援サービスと比較して，IT 機器導入コストが低く，利用頻度が高いことが影響している．

一方，写真測量技術を用いた出来形管理では工事規模の大小と利用頻度の相関が低く，工事規模に比例したコスト試算を実施できなかった．

b）品質管理支援サービス

品質管理支援サービスの事例として，道路改良(盛土工)における施工管理効率化検証結果を図-10 示す．

今回導入した品質管理支援サービスは，IT 機器導入コストが高い上に，利用頻度が低いことから費用的導入効果が得にくいサービスといえる．

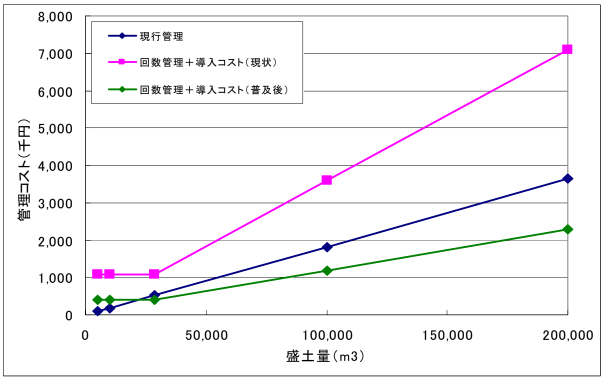


図-10 品質管理・検査支援サービス効果試算結果

c）設計変更・現場立会支援サービス

設計変更・現場立会支援サービスの例として，設計照査および現況地形の変更業務における効率化検討結果を図-11 に示す．本試算は，１現場で１回の変更業務を想定している．

設計照査における現況地形の変更業務は，１現場当たりの実施頻度は低いものの設計変更図面作成および数量算出作業に工数を要するため，IT 機器を導入することで効率化が期待できる．

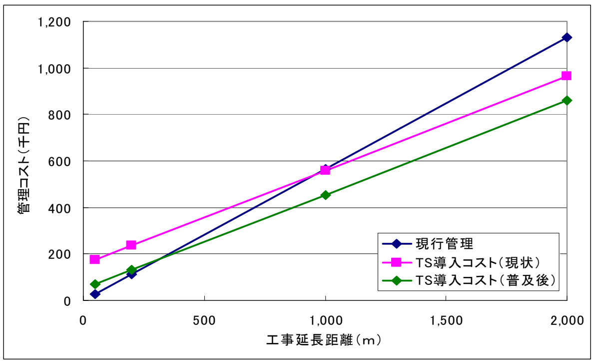


図-11 設計変更･遠隔立会支援サービス効果試算結果

(4) 工事全体の効果試算結果

上記サービスを1工事全体(土工,舗装含む)で導入した場合の,導入効果試算結果を図-12 に示す.本試算結果は,幅員 7.0m,盛土高 1.5m 程度の断面形状での試算結果である.試算結果を見ると,現在の導入費用では工事延長 400m 以上の工事規模であっても施工管理工数削減費用と同等である.しかし,時間短縮効果について見てみると,図-13 に示す通り,現行管理と比較して,道路改良工全体で約 30%の時間短縮効果が得られた.また,舗装工でも同様の比率の短縮効果が得られた.その内訳としては,丁張り設置,出来形計測･管理業務で電子設計データを再利用することによる時間短縮効果が大きいことが明らかとなった.一方,品質管理サービスは,試験施工実施業務が新たに加わるため,本模擬工事の工事規模では時間短縮効果が得られないという結果が得られた.

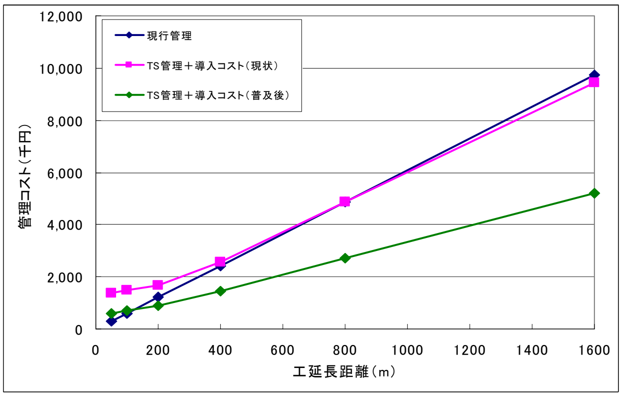


図-12 工事全体の効果試算結果

管理方法	設計作成	準備測量	擁壁工	土工	U型側溝工	埋設管	集水桝	合計
現行管理	0.0	30.0	37.0	51.0	22.0	22.0	18.0	180.0
情報化管理	16.0	5.4	17.4	51.0	12.2	12.2	8.4	122.6

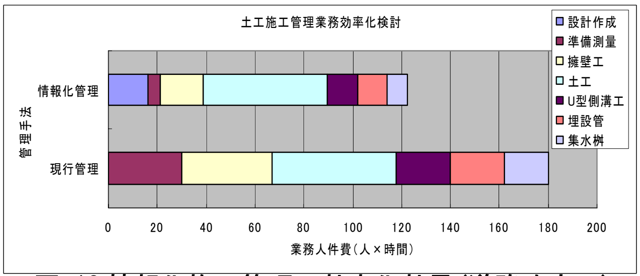


図-13 情報化施工管理の効率化効果(道路改良工)

6. 結果の考察

本模擬工事での試算結果から,サービスにより特徴が明らかとなったため,初めにサービス毎の考察を記し,最後に全体の考察を記す.

a) 出来形管理支援サービス

TS による出来形管理支援サービスは,多工種に導入することで現状の導入費用でも十分効果が得られる.したがって,今後は多工種においてのTSによる出来形管理要領を策定し,普及に努める必要性がある.

写真測量技術を用いた出来形管理支援サービスは,データ改ざん防止と全方向の寸法確認が可能であり,有効な手法といえる.

b) 品質管理支援サービス

本模擬工事に導入した計測機器は,現状の導入費用が極めて高いため,効果を得られなかった.今後は導入費用の低い品質機器の実現を目指すべきである.また,品質確保および工事進捗等,本検討以外の効果を考慮する必要性がある.

c) 設計変更・現場立会支援サービス

設計変更･立会支援サービスに関しては,利用頻度が低く,1現場では正確な導入効果が把握できなかった.但し,発注者に対しては,最も効果のあるサービスであると共に,複数現場管理の規模では,実施する価値は十分にあると判断できる.

d) 工事全体を通した情報化施工管理の導入効果

全体では,現行の IT 機器導入費用では国交省直轄の小規模工事での費用的効果は期待できない.しかし,現行管理と比較して,施工管理工数および管理時間は削減しており,施工管理の効率化は実現しているといえる.今後は,IT 機器の適用範囲を拡大するために要領案等の策定を推進することで,機器普及による導入費用低減を促すべきである.

また,IT 機器普及によって電子施工管理情報の流通頻度が向上することで,更なる施工管理の効率化が期待できるものと想定される.

謝辞:本研究を進めるにあたって,国土交通省国土技術政策総合研究所情報基盤研究室,㈱トプコン,オートデスク㈱,熊本大学工学部環境システム工学科小林研究室など多くの方々にご協力頂きました.記して,謝辞を表します.

参考文献

1) 国土交通省ホームページ:http://www.mlit.go.jp/tec/cals/, 2006 年5月現在
2) 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 情報基盤研究室ホームページ:http://www.mlit.go.jp/lab/qbg/sekojoho.html, 2006.5 月現在
3) 有冨孝一他:施工管理に活用できる道路構造物の基本設計情報の構造化, 2005 年度土木情報利用技術論文集,VOL.14,pp219-230,2005 年.
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, 2005 年度土木情報利用技術論文集,VOL.14,pp231-23,2005 年.