

WEB を活用した情報統合システムのねらいと効果

古 屋 弘

近年、各種研究開発の進展とともに調査や解析技術の進歩は当然めざましいものがあるが、施工管理における情報化施工の進展も著しいものがある。このような環境下で、施工管理を目的とした数々のシステムが構築・運用されるようになり、その一つとして「WEB を活用した施工管理システム」がある。WEB を利用するシステムとしては、施工管理におけるセンサネットワークのデータ表示から施工データの統合情報管理まで様々であるが、技術者間でのデータ共有を基本とし、施工管理の合理化を目指したものである。本稿では、これらのシステムの実施例と利用効果に関して紹介する。

キーワード：情報化施工，ネットワーク，WEB 技術，3次元データ，データベース，無線 LAN

1. はじめに

土木施工における ICT (Information Communication Technology) の活用は、2008 年 7 月に公表された「情報化施工推進戦略」¹⁾ に基づく国交省の試験施工プロジェクトにより、大きく歩み出した感がある。これまでの土木工事における情報化のアプローチは、データ計測や品質管理、または GNSS (GPS) をはじめとする測量機器やセンサーの高度化に付随する施工管理等が主体で、取得された情報は施工プロセスの中の一部での活用にとどまり、データの共有を考慮した事例はあまりなかったようである。この動きとは別に、CALS/EC「公共事業支援統合情報システム」の推進に伴い、各種データの電子化と一部工事情報（入札等の電子化も含む）も大幅に進みつつあり、2009 年 3

月に発表された「CALS/EC アクションプラン 2008」²⁾ において 6 つの目標の中で、(目標 2) 発注者・受注者間のコミュニケーションの円滑化、(目標 3) 調査・計画・設計・施工・管理を通じて利用可能な電子データの利活用、(目標 4) 工事の一層の品質向上を図る情報化施工の推進、が掲げられた。

上記 2 つの戦略 (プロジェクト) の最終的な目的は、土木技術者が、ICT 施工技術を用いた効率的な施工の実現と、単なる設計関連図書の電子化のみならず、測量・設計・施工管理データを活用することで、建設工事の中での様々なプロセスでの業務の効率化を図ること、それらのデータの維持管理への活用も視野にあるようである。いまだに多くの現場で依然として膨大な工事関係書類の受渡しを必要としたり、CAD も含む電子データの定義や構造等の共通化問題も残って

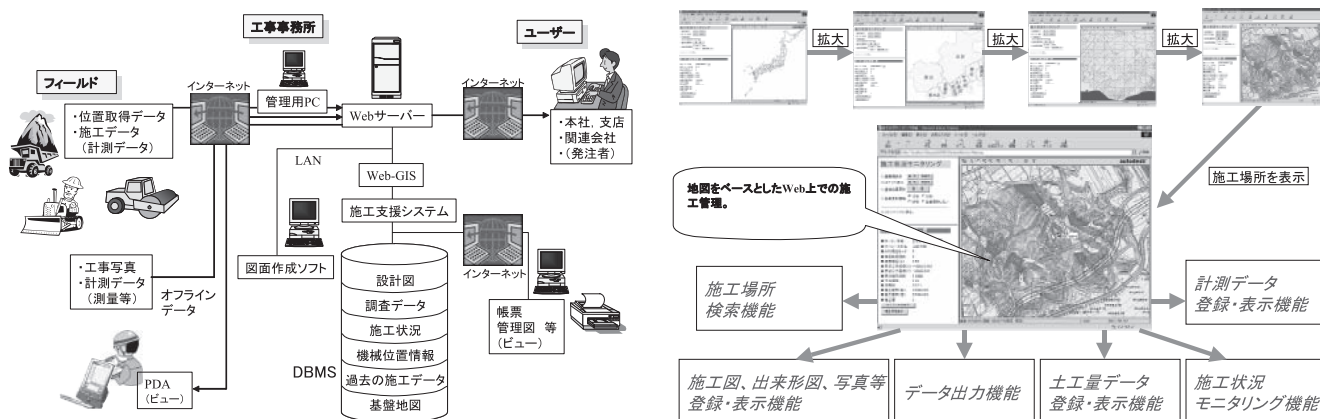


図-1 WEB-GIS を用いた情報統合システム

はいるが、少なくとも受発注者ともに「情報化施工」というシステム（人・ツール・ルール）を用いることにより、現状をより良い方向に改善する方向へ向かっていることは間違いない。

筆者らは2001年より、このような広義の情報化施工の実現のために図—1に示す「WEB-GISを用いた情報統合システム」を構築し³⁾⁴⁾、さらに「3Dプロダクトモデル」の活用も行ってきている⁵⁾。本稿では、これらの技術を背景として、近年のWEBを活用した施工情報管理の事例を紹介し、それらの効果に関して報告する。

2. 情報化施工の変遷

WEBを利用したシステムを紹介する前に、報化施工の変遷を大きく3つのフェイズに分類してみる。

(1) 信頼設計のツールとしての情報化施工

情報化施工の変遷を模式的に図—2に示す。当初の情報化施工は図中ではPhase1として示すが、これは観測施工と同義で捉えられ、「設計の予測と施工時のギャップをフィードバックしながらの施工」⁶⁾、または「施工中の技術管理データ（土圧・強度など）を分析しながら施工のみならず設計までも最適化を図ろうとするもの」⁷⁾とあり、その英訳は「Construction by Information Retrieval System」と記されてきた。特に、1990年末のISO2394（構造物の信頼性に関する一般原則）にて信頼性設計の基本概念⁸⁾が示されて以来、工事の安全確保もさることながら、構造物の品質管理を行う上で「信頼性設計のためのツール」と

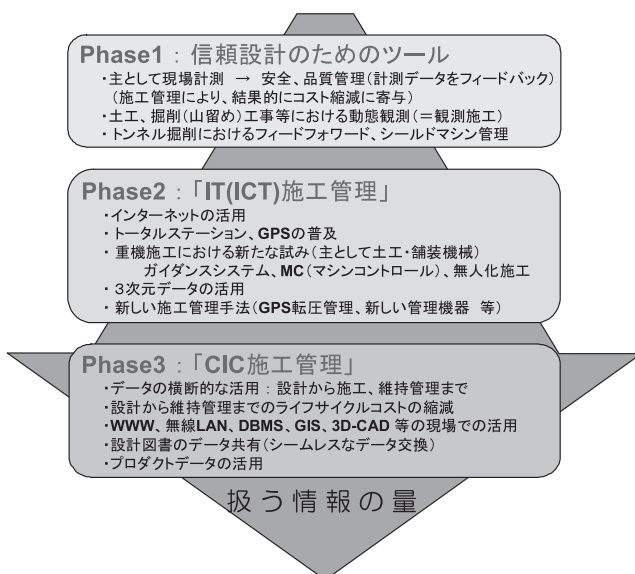
して高度な設計・解析技術（FEMの活用等）とともにこの情報化施工は現在も実施されている。なお、我が国では一般的に情報化施工は、コンピュータ支援による観測施工と理解されることが多い。

(2) ICT 施工管理への拡張

情報化施工の変化にはGPSとインターネットの普及が重要な役割を果たしたが、これらに関する2つの大きな出来事が2000年にあった。1つはGPSに関するもので、2000年5月2日にSA（Selective Availability：選択利用性）が解除され計測精度が向上したことで、この時期から次第に機器の低価格化も進展し、施工現場で各種計測に利用されるようになった。さらに、同年10月には日本型IT社会の実現を目指す構想・戦略・政策である「e-Japan構想」が掲げられ、これ以降通信インフラが急速に整備され、現場でのインターネット利用環境も徐々にではあるが改善されたことである。現場における計測機器や技術もこの間絶え間なく進歩しており、高度な施工管理が行えるようになったが、特にこれら2つの技術は施工管理を大きく変えた。図—2のPhase2にICT施工管理として示すが、例えば、盛土の締め固め管理技術の一つである「GPSを用いた転圧管理」⁹⁾（工法規定）もこの一つである。さらに国土交通省から「情報化施工推進戦略」¹⁾が提示されてからは、ICT施工管理は新たな進展を見せつつある。

(3) CIC 施工管理への展開

さらに大きな変化は、建設プロジェクトにアセットマネジメントの概念を取り入れ、建設工事で発生した情報の有効活用まで視野に入れた情報化施工の概念が、国交省が推進するCALS/EC（Continuous Acquisition and Life-cycle Support/Electronic Commerce）で示されたことで、これは図—2のPhase3に相当する。すなわち、設計データを基に施工時に得られた品質・出来形情報等を取り込み（プロダクトデータ）の概念）、竣工後の維持管理にもその情報（データ）を利用することを目標としたもので、Computer Integrated Construction（CIC）と定義し、単なる計測施工だけでなく、コンピュータ支援により施工管理情報を統合化し、「建設工事の企画設計から施工管理全般に適用しようとする試み」である。設計から維持管理まで一貫したデータ活用に関しては、まだ実現しているとは言い難いが、設計データ（電子データ）から施工データを作成し、プロダクトモデルとして出来形・品質管理を統合して行う試みはいくつかの



図—2 情報化施工の変遷

事例が報告されている⁵⁾。

なお、「国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2008」²⁾では、より鮮明に情報化施工の重要性が示されている。

3. WEB 技術を用いた情報化施工の実施例

以上のように、情報化施工の意味は変遷しており、近年は ICT による情報化施工が目立って推進されているが、どの Phase も重要で、決して従来の観測施工が技術的に古くなり実施されなくなったわけではない。

ところで、情報化施工の進展は、前述のように GPS とインターネットの普及や PC の高性能化と低価格化が寄与するところが大きい。PC の高性能化に関しては、一昔前はメインフレームを用いて行ってきた技術計算やデータ管理が、CPU の高速化と、ハードディスクに代表されるストレージ機器の大容量化と低価格化によって、1 台の PC を用いて現場でも実施できるようになってきた事からも実感できる。これとともに、インターネットの普及と通信速度の向上は、現場生産型の建設業の工事管理に新たな手法を導入できる環境を整えてくれたと言える。これが WEB 技術を用いた情報化施工で、最終的にはデータの共有化と統合管理を目標としたものである。

ここでは、まずデータの共有化のために WEB 技術を用いた事例を示し、その後、WEB 技術を用いたデータ統合管理システムを紹介する。

(1) WEB を用いたデータ共有システム

ここで紹介する事例は、工事中に発生する騒音・振動の計測データを WEB を介してデータ管理を行うシステムを構築し、計測器(本事例では騒音、振動データ)のリアルタイムモニタリングを実現した事例である。騒音・振動計は工事現場ではよく利用されている¹⁰⁾が、通常、計測データはデータローグ内に保存され、定期的にメモリーカードを交換することで、事務所の管理用 PC にデータを取り込み整理することが多い。しかし、この方法では現場の作業者は表示器により状態を確認できるが、管理者はデータ整理後でないと現場状況を確認できないといった問題点があり、対応が後手に回る可能性もあった。そこで、リアルタイムに管理者が状況を確認することを目的に、現場で計測された瞬時値を 1 秒間隔で事務所へ送信し閲覧できるシステムを構築することとなった。システムの要件は、以下の通りである。

- ①計測ポイントは、工事の進捗とともに変更することが多く、計測機器を頻繁に移設できること。
- ② L5, L10, Leq 等統計的データを処理するために毎秒データを取得し、サーバにデータを送信する。
- ③受発注者ともに、必要なときにデータを容易に確認できるシステムであること。
- ④工事車両の通行を妨げないシステムであること。

以上より、今回の現場では現場内のデータ通信にメッシュネットワークを、データ管理は現場外にデータセンタを構築することとし、データの共有と閲覧に WEB を利用する事とした。図-3 に対象工事の工事エリアの全体図を示す。敷地は、510 m × 280 m、面積約 14 ha に及び、周囲は塀で囲まれ、その外側は公道を挟んで集合住宅や民家及び事業所の入居するビルが近接している。ここに上記の要件を満足させるための計測管理システムを設置した。図-4 に導入したシステム構成図を示す。工事エリア内には騒音・振動計の計測機器が 7 箇所、データ通信用のメッシュルータ(計測機器+無線ルータを含む)を 15 箇所配置している。

なお、使用した無線 LAN の規格は IEEE802.11G で、図-3 に示すように計測機器及び中継局にメッシュ

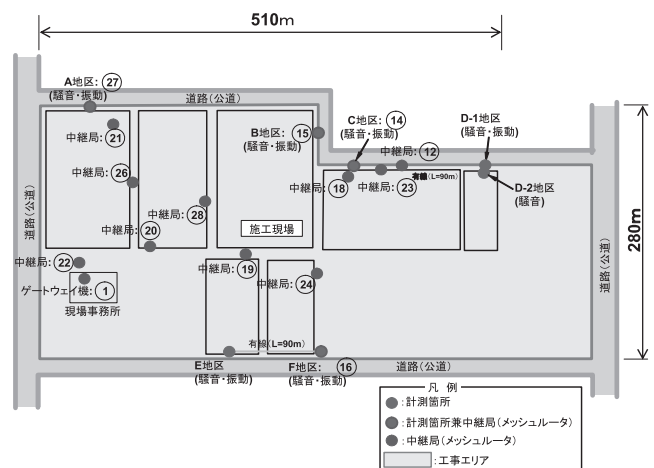


図-3 計測機器配置図

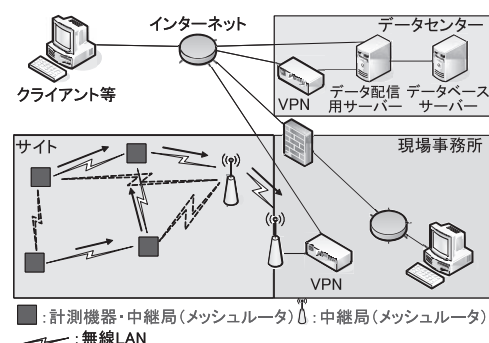


図-4 システム構成図

ルータ（無線 LAN）を配置した。中継局を複数配置することで、無線メッシュネットワークを形成し、騒音・振動計からのデータは図-5に示すように、通信の品質が最も良い経路で事務所側のゲートウェイへ送られる。

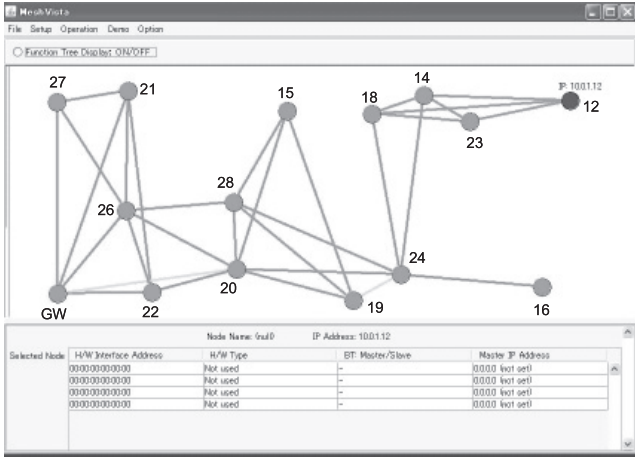


図-5 無線通信状況（メッシュネットワーク）

さて、本稿の主題である WEB の活用に関しては、「いつでも・どこでもモニタリング」を実現するために利用した。利用者は WEB ブラウザ上から専用 URL にアクセスし、ログイン画面からユーザー名、パスワードを入力することで、図-6に示す WEB モニタリング表示画面を閲覧することができる。表示画面では小路エリアごとの現在の瞬時値や 10 分間経時変化図、過去に遡っての 10 分間経時変化図の閲覧や地区毎の 10 分間値・1 時間値の抽出・表示・EXCEL ファイルでの出力が可能となっている。これにより、近隣住民からの問合せに対し、すぐにセンサーデータを確認することができ、工事へのフィードバックを行う体制をとっている。

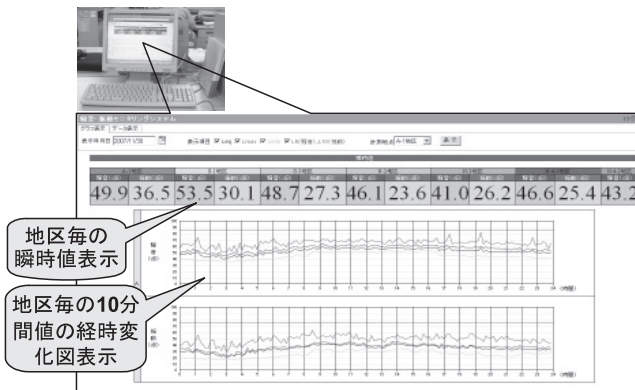


図-6 WEB を利用したモニタリング画面

(2) WEB 技術を用いたデータ統合管理システム
次に紹介する事例は、図-2に示す Phase3 の CIC 施工管理に属するもので、工事管理のうち施工管理をサポートするシステムである。

工事における施工管理は、工程・品質管理をはじめ、種々の管理項目があり、この管理を行うための多くの情報が施工プロジェクトの中で発生し利用されている。筆者らが日常業務で担当している土工現場では、土工重機はブルドーザーと振動ローラーが施工の主体となる。施工支援に関しては機械施工支援（施工計画作成支援）、施工管理では品質管理と出来形管理が重要なポイントとなる。この作業を IT 機器を利用してシステム化し、施工管理の合理化を目指したものが図-7に示すシステムである。システムの運用の概要は以下の通りである（図-8 参照）。

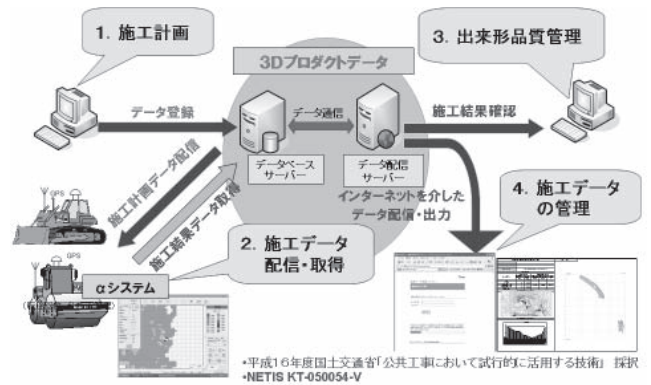


図-7 WEB を利用したモニタリングシステム

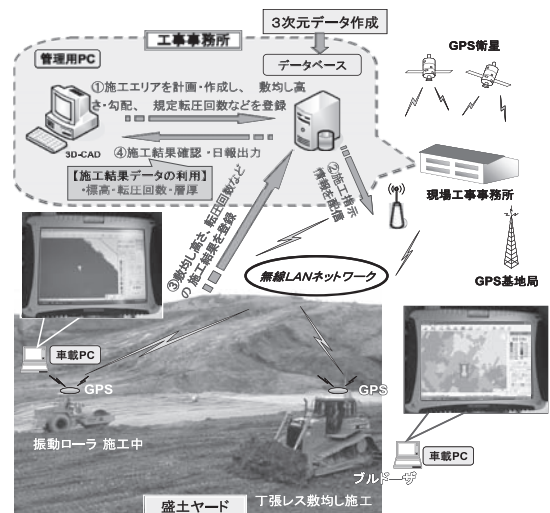


図-8 システム運用の状況

(a) 施工データの 3 次元化

設計図書の平面図・断面図および周辺地形データ（2次元情報）を 3次元データ（3D-CAD）に変換する。

(b) 施工計画の作成・登録

現場用にカスタマイズした3D-CADシステム（管理用PC）にて施工計画を立案し、振動ローラへの施工指示（各重機の施工範囲、転圧回数等）を作成し、データベースサーバに登録する。

(c) 施工計画データの取得

システムを搭載した各振動ローラは、施工範囲等の指示を無線LANを介して取得し、施工指示データに従って施工を行う。施工中も振動ローラの施工データ（施工位置、転圧回数、密度情報等）は無線LANを介して事務所側データベースサーバに送信・登録される。

(d) リアルタイム施工結果確認

施工完了後は、データベースサーバに登録された施工結果データを規定条件で抽出し、直ちに確認する。

(e) 施工データの管理・帳票出力

データベースサーバに登録されたデータは、データベースで管理を行うことで、施工後の多角的なデータ検討や施工管理図書・竣工図書に利用可能な状態でデータを格納する。また日報等の帳票は現場の定めた帳票スタイルに従い自動的に作成し、現場および必要な部門でWEBサーバを介してダウンロードする。

ここに示したシステム^{4) 5)}は、基本的な仕様は2001年より変わっておらず、システムの微修正を行いつつ現在に至っている。なお、このシステムを用いて施工を行った、宮城県土地開発公社発注の仙台北部中核都市奥田地区工業団地整地工事では、1期エリアの造成工事において、平成20年6月より9月までの4ヶ月間で約250万 m^3 （面積約44ha）の切盛土工を高度な品質管理とともに達成した¹¹⁾。

4. WEBシステム導入のメリット

情報化施工システムにて、WEBシステムを導入するメリットとしては、ネットワークを用いた施工支援システムであるという特性を生かし、品質管理データを常設機関のサーバにて管理し、必要なデータや帳票等をWEBサーバからのダウンロードにて取り扱うことができる点である。なお、筆者らは運用にあたり、データの安全性を考慮してデータベースサーバ（VPN接続）とデータ配信用のWEBサーバを分離している（図-7参照）。データの安全性の確保の他、以下のようなメリットがあった。

①個別のアプリケーションソフトを必要とせずに、WEB環境下の任意の場所（現場事務所／本社支援部門）で施工データの確認、出力、検索ができる。

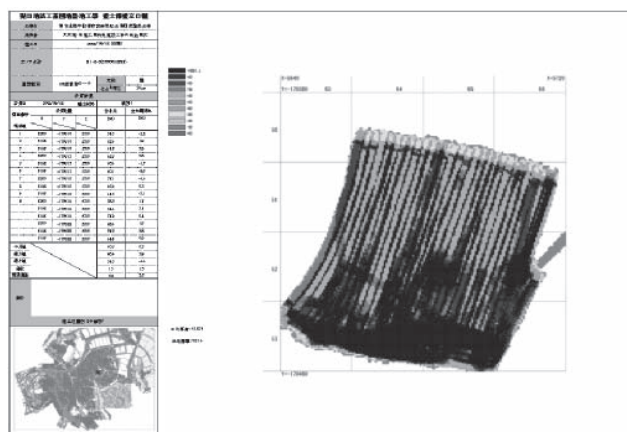


図-9 盛土品質管理日報
（転圧回数と日常の密度管理データを記載）

②実務的に現場職員の作業負担を減らすため、予めテンプレートを作成しておくことで、WEBブラウザのメニュー上から簡単な選択で日報や作業指示書等の管理帳票が出力可能となった。

③必要とする関係者間（現場事務所／本社支援部門等）での情報共有が可能となった。

上記の他にWEBシステムのメリットとしては、ブラウザがあれば（ほとんどの場合）データの共有が可能となる点である。一部実現しつつあるが、携帯端末を用いてのデータ共有は今後大いに期待できる点である。さらにこのデータ共有は、単なるデータのブラウザだけでなく、そのデータの判断を複数の技術者が行うことができるツールを提供する点で重要な意味を持つ。

また、今後は施工速度の向上や、品質管理の多点計測等でデータの処理が煩雑になる可能性がある。そのような場合に、上記②で示したように定型処理をデータセンタ等で行い、ネットワーク（WEB）を介して帳票類を取り出すような仕組みは、現場の省力化と品質管理の高度化の両者を満足するものであると考えられる。

5. おわりに

今回紹介した事例は、WEB技術自体は情報交換のツールの1つに過ぎない。しかし、この技術を用いることにより情報共有の可能性は広がり、データベース等と組み合わせることにより、品質や出来形を含む施工状況を検討するプロジェクト管理システムとして機能し、技術者向けの大きなツールとなり得ると考える。また、日常の品質管理結果が短時間で出力可能となる事から、施工管理の合理化にも繋がり、さらに新しい品質管理手法と従来手法をその信頼性を確認した上で

適切な頻度で実施することで、高品質な施工を行いつつ工期短縮を実現できる可能性があることが解った。

最後に、情報化施工の根本理念（図—2 Phase1の概念）は今後も変わらないが、新しい情報化施工（Phase2,3）の方向性とその活用は、技術者にイノベーションをもたらす可能性がある。しかし、そのためには一技術者として、取得した情報を有効に活用できる知識と技術力の向上がこれまで以上に必要となるであろう。今後も自己研鑽を怠らないようにすることを痛感する次第である。

JCM A

《参考文献》

- 1) http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha08/01/010221_4.html
- 2) http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000045.html
- 3) 古屋 弘：Web-GISを用いた土工事の施工管理システム，2002年度土木情報システム論文集，Vol.11, pp.67～76, 2002.10
- 4) 古屋 弘：Web-GISを用いた土工事の情報化施工，第10回建設ロボットシンポジウム論文集，pp.369～378, 2004.9
- 5) 古屋 弘・千葉洋一郎：3Dプロダクトデータを用いた土工事施工支援システムの開発と現場適用，第29回情報利用技術シンポジウム論文集，Vol.13, pp.243～250, 2004.10
- 6) 国島，庄司他：建設マネジメント原論，山海堂，pp.112-114, 1994.
- 7) 土木学会，土木工学ハンドブックI，技報堂，pp.896, 1989.
- 8) ISOにおける性能照査型設計とCENにおけるCPD（建設製品指令）：「ISOへの対応」に関する第2回シンポジウム，1998.9.
- 9) TS・GPSを用いた盛土の締固め情報施工管理要領（案），国土交通省，2003.12.25.
- 10) 疋田・古屋 他：騒音・振動モニタリングシステムの開発と現場適用，土木学会第63回年次学術講演会，6-181, pp.361-362, 2008.9.
- 11) 市川・貫井 他：3次元データを用いた土工事施工支援システムの現場適用事例—造成工事—，土木学会東北支部発表会，2009.3.

【筆者紹介】

古屋 弘（ふるや ひろし）
（株大林組）



橋梁架設工事の積算

——平成 21 年度版——

■改訂内容

1. 積算の体系
 - ・ 共通仮設費率の一部改定
2. 橋種別
 - 1) 鋼橋編
 - ・ 送し設備質量算出式の改定
 - ・ 少数主桁架設歩掛の改正
 - ・ 歩道橋（側道橋）一部歩掛改定
 - 2) PC橋編
 - ・ 多主版桁橋 主桁製作工歩掛の追加
 - ・ 架設桁架設工法 歩掛の改定
 - ・ トラッククレーン架設工法 歩掛の改定

■ B5判／本編約 1,100 頁（カラー写真入り）
別冊約 120 頁 セット

■定 価

非会員：8,400 円（本体 8,000 円）
会 員：7,140 円（本体 6,800 円）

※別冊のみの販売はありません。

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 600 円

沖縄県 450 円（但し県内に限る）

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>