

情報化施工と標準化活動の現況

山元 弘・大山 敦郎

現在取組みが進められている情報化施工について紹介すると共に、関連する標準化活動の現況を述べる。また、ISO/TC 127で国際規格化に向けて審議されている、機械施工を対象とした施工情報の標準化活動について紹介する。これはデータフォーマットに共通の定義手段を提供し、円滑なデータ交換や相互接続可能なシステム構築による情報連携を容易にするものである。

キーワード：標準化，ISO，情報化施工，CALS/EC，情報モデル，データ辞書

1. はじめに

現在、建設施工の現場では情報技術を利用した情報化施工の活用による、施工の業務改善、効率化、品質確保の取組みが行われている。情報技術の導入により施工現場では、GPSなどのセンサーにより容易に電子情報が取得可能になり、そのさらなる活用に向けて施工情報の標準化に向けた取組みが進んできた。施工情報の活用は現行の施工効率改善に留まらず、建設施工の仕事の仕組み自体の変革へ繋がるものである。ここでは情報化施工における標準化の動向を述べる。

2. 情報化施工

(1) 情報化施工の背景・目的

建設産業は、

- ①単品受注生産
- ②屋外での現地作業
- ③工程毎の分業生産

など、他の産業に比べて異なる特性を有している。

これらの特性を踏まえつつ、建設分野ではこれまで様々な生産性向上に向けた機械化施工の高度化が行われてきた。これからも更なる建設産業の発展を支えるため、安全面及び生産性向上に対する取組みが必要とされている。

また、少子・高齢化に伴い労働生産人口が減少し、これに伴う熟練作業者の減少等、建設産業を取巻く環境は大きく変化しており、これらに対する取組みが喫

緊の課題となっている。これらの状況を打破するため、品質を確保するとともに生産性の向上を図る手段として近年急速に進展している情報技術を施工現場において有効に活用する、いわゆる情報化施工の推進が急務である。

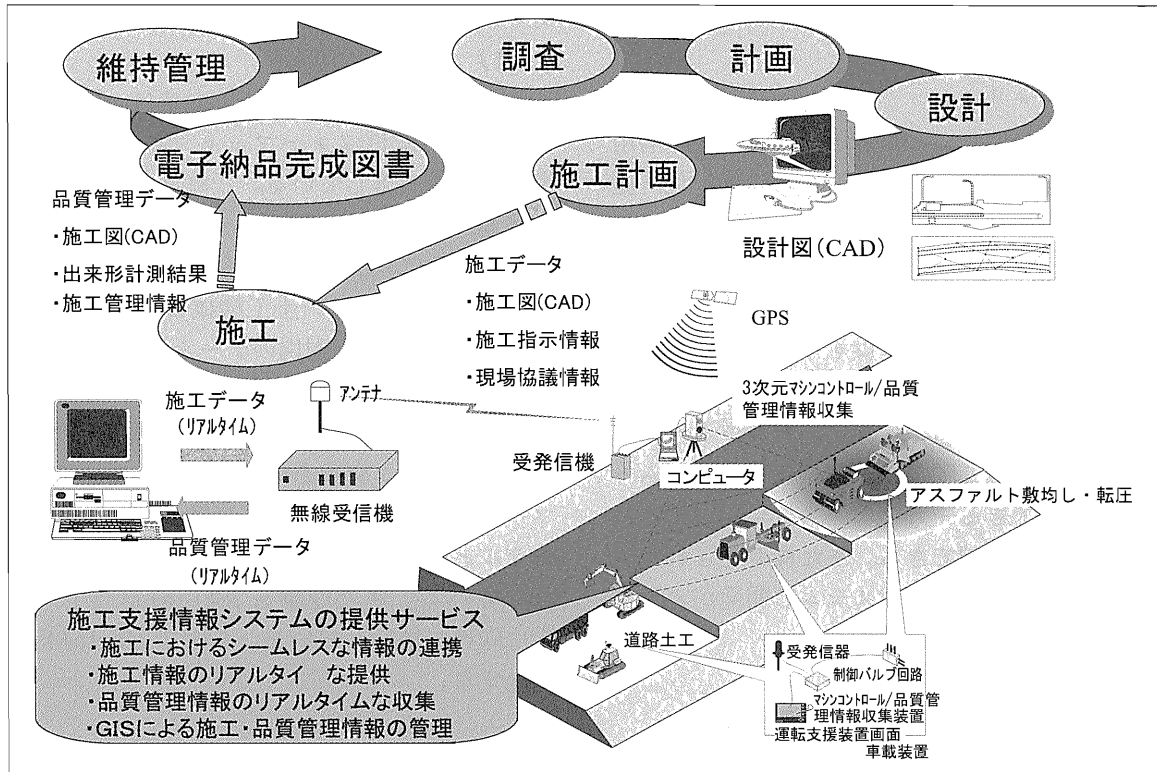
(2) 情報化施工のコンセプト

情報化施工とは、建設事業の調査・設計、積算・発注、施工、維持管理という実施プロセスの中から施工に注目し、情報技術を用いて施工全体として生産性および品質の向上を図ることを目的とした建設生産システムである。

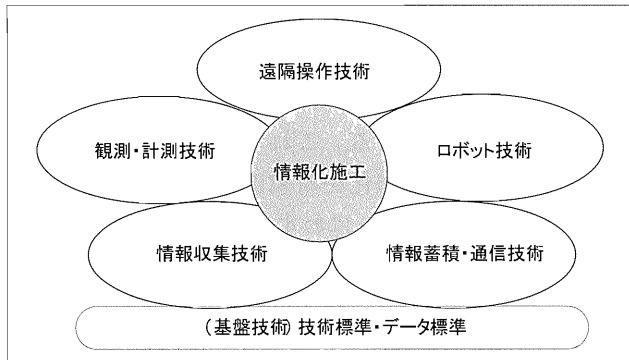
これは各プロセスから観測施工などにより得られる施工に関連する電子情報や各作業から受渡される電子情報を活用して、建設機械と電子機器、計測機器の組み合わせによる連動制御やそれら機器のネットワーク化による一元的な施工管理など、個別作業の横断的な連携、施工管理の情報化を行うものである。

情報化施工は、情報化施策であるCALS/ECに密接に関連した施策であり、CALS/ECの工事施工フェーズの一部を受持つものと定義できる(図-1)。

また、情報化施工の範囲は、計測施工や機械化施工、建設ロボットを含めて工事施工全般を対象としている。また、情報化施工は、施工情報の有効活用により後工程である維持管理等の効率化に寄与することも配慮したものである。情報化施工を構成する要素技術は図-2のとおりである。



図一 情報化施工の CALS/EC との関係と現場利用イメージ



図二 情報化施工の要素技術

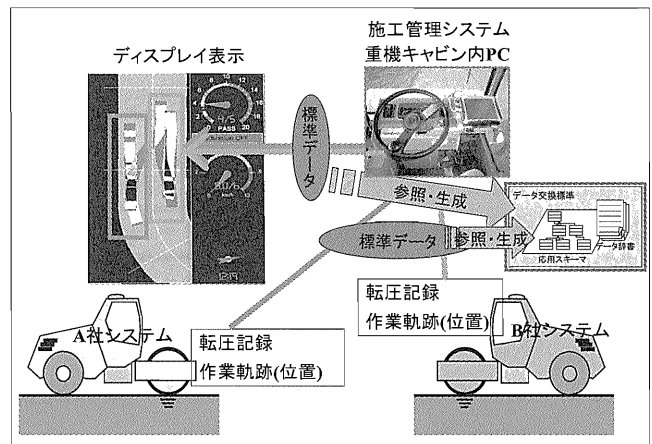
3. 情報化施工と標準化

(1) 情報化施工における標準化のメリット

一般に情報化により取得される電子情報は、再利用することで初めて最大限の効果を発揮する特徴がある。このためには様々な機器で利用できるように電子情報の標準化が不可欠である。現在の情報化施工においては、単一のシステムの閉じた単一の現場を対象にシステムが構築されているため、一部の大規模現場以外ではコスト増大が導入効果を上回る現状がある。

情報化施工において施工情報の標準化が進むことで、特定の機器に依存しない共通機能の提供や情報の入出力環境が整備される。これにより様々なメーカーの建

設機械や測量機器、及び施工管理に係わるシステムが持つ情報を容易に受渡し再利用できる。これにより異なる機種間 (図一3)、異なる工程間、異なる施工現場間等で保有している情報が容易に見えるようになると共に、標準化によるシステムの普及促進が期待できる。



図三 異なる重機間の情報連携の例

標準化により建設事業の関係者に期待できるメリットは次のとおりである。

(a) 施工者のメリット

施工者においては、施工の効率化、高度化により工事の進捗速度の向上や、施工情報の一元管理による施工管理の高度化が期待できる。また、標準化による普

及促進によりシステム及び機器の調達コストを低減できる。

(b) 発注者のメリット

施工者との Web カメラ・情報共有システムの活用等による情報共有の活用により監督検査の効率化、施工者のシステムに依存しない施工品質の正確な把握、品質確保の高度化等のツールを手に入れることができる。また、事業のスピードアップによる事業効果の早期発現を受益者である国民に提供することができる。

(c) メーカーのメリット

メーカーにおいては、情報化施工の普及により新たな情報付加価値を持つ高度な建設機械及びシステムへの需要喚起が期待できる一方で、システム及び機器の開発・生産コストを低減できる。また標準化された情報を組合わせた、より高度なシステムの開発が容易になる。

(2) 情報化施工に係わる標準化の取組み

情報化施工に係わる標準化活動として、発注機関では情報化施工に係わる制度整備と、そこで流通する施工情報の標準化の取組みが行われている。また、社団法人日本建設機械化協会では交換データの標準化の取組みが行われている。

(a) TS・GPS を用いた盛土の締固め情報化施工管理要領 (案)

国土交通省では、制度としての標準化を要領・基準を示すことに取組んでおり、平成 13 年 12 月に新たな盛土品質管理手法として「TS・GPS を用いた盛土の締固め情報化施工管理要領 (案)」を示した。

(b) トータルステーション (TS) を用いた出来形管理要領 (案)

国土技術政策総合研究所では、新たな監督検査手法として道路工事を対象に「トータルステーション (TS) を用いた出来形管理要領 (案)」の検討・試行を行うと共に、測量機器で用いる 3 次元施工骨格データ仕様の標準化の検討を実施している。

(c) GPS を用いた盛土の品質管理 (案) 及び Japan Highway Data Model

旧日本道路公団では、平成 13 年 7 月の「土工施工管理要領」の中で、「GPS を利用した盛土の品質管理 (案)」を示し、盛土の締固め管理に求めるシステム仕様や提出フォーマットを定めた。また、「Japan Highway Data Model (JHDM)」で積算数量、設計データ、施工データなどの効率的な維持管理・保全段階への流通のための標準的なデータ交換仕様の検討を行い、高速道路事業のライフサイクルを通じた電子デー

タの再利用を目指している。

(d) Eagle JCMA

社団法人日本建設機械化協会では、建設機械の稼働管理データ配信フォーマット「Eagle JCMA」の標準化活動を実施している。これは建設機械メーカー各社各様の稼働管理情報のデータフォーマットを、XML 形式で JCMAS による標準化を図るものである。

(e) ISO 15143—土工機械および移動式道路建設機械-施工現場のデータ交換—

社団法人日本建設機械化協会では、建設機械、測量機器、施工管理システム等が施工現場で扱う施工情報の円滑なデータ交換を促進するために、データフォーマットに依存しないデータ交換の実現に向けて、情報モデルとデータ辞書による情報の定義手法について検討している。また成果を ISO 15143 として国際規格化に向けて提案している。4 章で ISO 15143 の内容を紹介する。

4. ISO 15143—土工機械および移動式道路建設機械-施工現場のデータ交換—

(1) 規格背景

情報化施工は情報流通により効果を期待する技術であるが、円滑な情報流通には共通基盤となる施工情報の標準化が不可欠となる。これまで標準化活動はデータフォーマットの標準化を対象に実施されてきた。しかしデータフォーマットはわずかでも変更を加えると、データを扱うためにソフトウェアの改修が不可欠となる。またデータフォーマットは作成者以外にはその内容を理解することは困難となることがあり、後々の情報の再利用に当たって障害となることがある。そこで、データフォーマットに共通した定義方法を与えることができれば、より簡単にデータ交換の環境を整備することができる。

(2) 規格内容

ISO 15143 では、施工段階における機械施工で取扱う施工情報を対象に受渡しする情報について、人が直接読むことが出来る図による情報モデルと表によるデータ辞書により、データフォーマットが持つ個々のデータの要素について「意味」と「表現」の共通の記述方法を定めている。これにより、各社で作成されたデータフォーマットは情報モデルとデータ辞書を仲介することで、各社の実装形態に依存せずにデータ内容が理解できる。

社団法人日本建設機械化協会 ISO/TC 127 土工機械

委員会情報化機械土工分科会では、情報共有・連携の実現に向けて、道路建設機械を対象とした情報モデルとデータ辞書の作成手法について、ISO 15143 (Earth-moving machinery and mobile road construction machinery—Worksite data exchange) として規格化活動を実施してきた。

この規格は日本が幹事国として案文作成に当たり、TC 127/WG 2 に日本起案にて新規業務提案が採択された。現在 2007 年 10 月の国際規格発行を目指し、委員会原案 (Committee Draft) 案の審議が行われている。ISO 15143 の発行により土木施工の施工情報の標準化が促進され、システム構築及び拡張が容易になると考えられる。

(3) 対象とするデータ交換

施工に情報化施工を導入した場合の情報交換は主に発注者、施工者、管理情報システム、建設機械、測量機器の間で行われ、図-4 の矢印で表される。

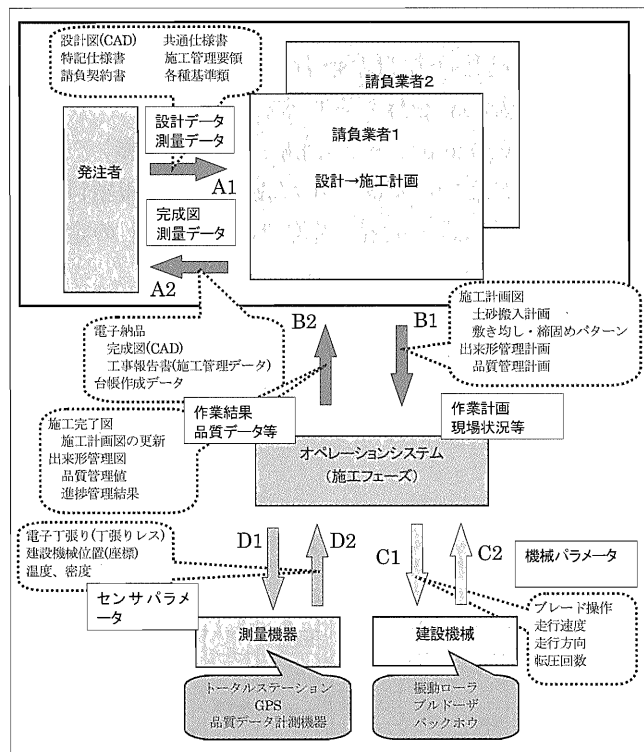


図-4 機械施工現場のデータ交換

発注者と施工者間 (A 1, A 2) の情報交換は CALS /EC の電子納品の取組みの中で、電子情報での受渡しが具体化しつつある。一方で、施工現場における施工情報システムは、主に施工者あるいは建設機械メーカーが主体となり、施工現場毎に構築されている。そのため、データ項目の定義・表記の差により、異なるシステム間での情報交換は容易でない。

そこで、ISO 15143 で検討対象とする情報は、施工現場に設置される施工管理システムを主体とする施工者と施工管理システム間 (B 1, B 2)、施工管理システムとセンサー情報が発生する建設機械及び計測機器との間 (C 1, C 2, D 1, D 2) で交換される情報である。なお、対象とする施工機械は ISO/TC 127 が定める土工機械 (ドーザ, ローラ等) 及び ISO/TC 195 が定める道路建設機械である。

(4) データ交換における情報モデルとデータ辞書の必要性

施工情報のデータ交換によるシステムの連携を実現するためには、交換データにおいてはデータ意味の定義から物理的な通信手段にいたるまで種々の手段の統一が必要となる。現状ではデータ意味について明示されず、当事者間の暗黙合意の下にデータ交換が行われるケースがある。この場合、第三者を加えてデータ交換の環境を構築する際や、データフォーマットを更新する際にデータの当初意味が正確に伝達出来ない可能性がある。

ISO 15143 ではデータ交換でシステムを構築するに当たり不可欠な範囲のデータ定義方法 (意味と表記) に焦点を絞り審議を行っている。これはデータフォーマットを標準として扱う場合、規格の乱立や技術の進展に伴う形式の陳腐化によりシステムの機能向上の阻害要因となる可能性があるためである。したがって、データフォーマットに依存しない上位に、データフォーマットが含む情報項目の位置付けを明確にする情報モデルを整備すると共に、情報項目一つ一つを定義するデータ辞書を整備することとしている。

これにより、データ交換を行う際に、情報モデルとデータ辞書とを参照することで、正確な情報伝達を担保できる。したがって、本規格はシステム内部のデータ保有形式を拘束するものではない。データ交換標準を利用したデータ交換の概念を図-5 に示す。

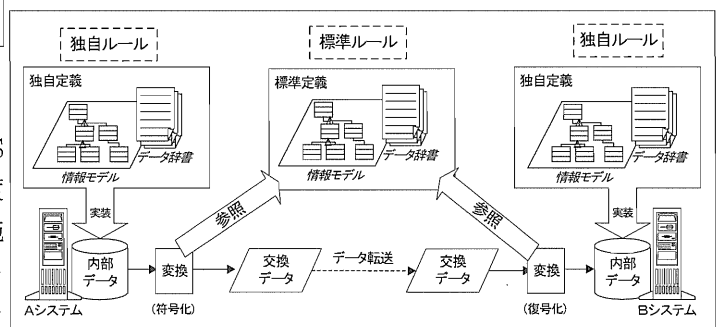


図-5 データ交換標準を利用したデータ交換

(5) 情報モデルとデータ辞書の内容

ここでは ISO 15143 が提供するデータフォーマットの定義手段である、情報モデルとデータ辞書について述べる。

(a) 情報モデル

ISO 15143 の情報モデルは UML 表記法のクラス図(図-6)で表現され、各施工現場で共通する大分類をクラス(共通する特徴を抽象化した分類)の一覧とその相互関係で表している。これは施工現場に適用する情報モデルを作成する際のひな形として使用でき、クラスに小分類を追加することで、施工現場に適用した情報モデルを作成することができる。

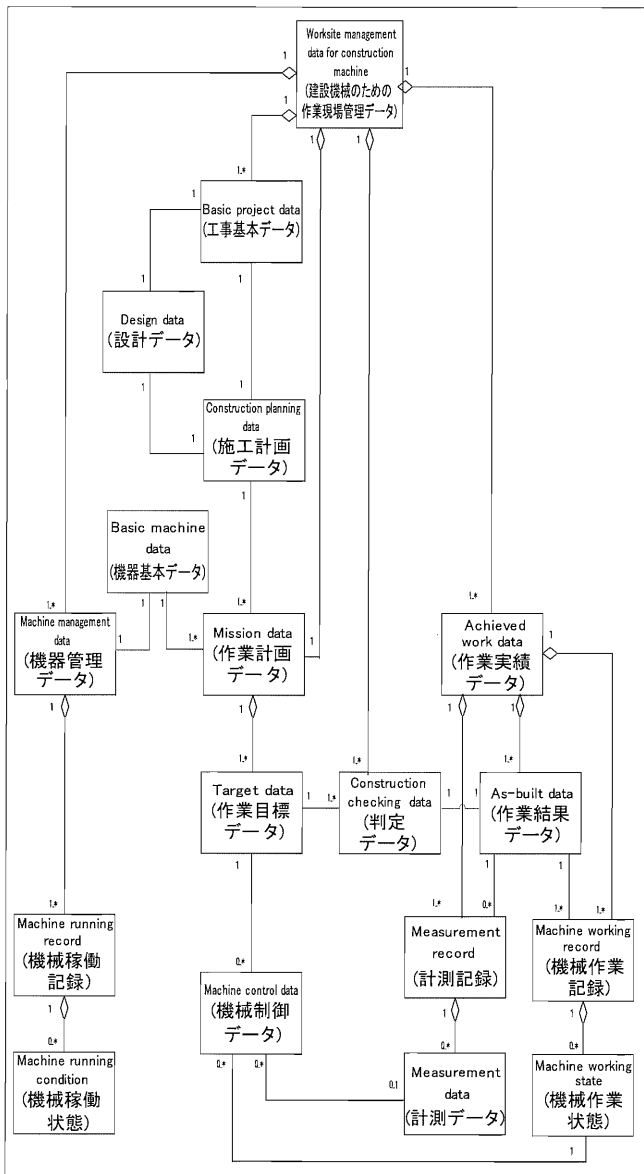


図-6 情報モデル (ISO 15143 : 建設機械の施工現場のデータ交換)

(b) データ辞書

データ辞書は、データフォーマットに含まれる情報項目に対して、データ辞書の収納するコンテンツの見

出しであるメタデータの一覧と、メタデータに対応するデータ辞書のコンテンツを表形式で記述する。本規格ではメタデータを国際規格として規定することで、共通利用できるデータ辞書の構造を提供する。また、適用範囲の中で共通利用が期待できるコンテンツをあらかじめ規定している。

本規格では、データ辞書(図-6)を、登録・管理の容易さ、定義の重複排除、項目の再利用性、及び永続性の確保する視点で「意味」と「表現」の表に分けて構成した。情報項目には、利用用途や「意味」が異なり、同一な「表現」を持つことが多数見られる。

データ辞書を二表に分けることで、これらに既定の「表現」を再利用可能な仕組みを与えると共に、統一可能な類似の「表現」の乱立を未然に防ぐためである。データ辞書を構成する二つの表の内容は以下のとおりである。

①データ要素表 (Data element table : 意味の定義)

情報項目に対して、意味の最小単位であるデータ要素を単位として、名称、定義、利用する表現形式の指定等の属性で、データに「意味」の定義を与える。データ要素は、表現形式で関連づけられた値域表を参照して具体の「表現」を与えられる。

②値域表 (Value domain table : 表現の定義)

データ要素表で「意味」を定義された情報項目に、値域名、表現形式、精度、単位等で「表現」の定義を与える。

なお、本規格で規定するデータ辞書の構造は汎用性が高く、収納するコンテンツを拡張することで、適用範囲を超えた様々な土木分野の情報交換にも応用可能である。

【メタデータ登録簿:①Data element table】 《データ要素に意味の定義を与える》				【メタデータ登録簿:②Value Domain table】 《データ要素に適用する表記の定義を与える》			
クラス名	データ要素名	定義	値域名	表現形式群	値域名	フォーマット	値の選択肢
工事基本データ				計量値			
作業目標データ				コード	座標系 ID1	途中省略	1.WGS8 4. 2.公共座標系、 3.施工現場ローカル座標系
機械作業状態	機械作業日時1	機械作業のデータに付加する日時	日時1	日付及び時刻	日時1	YYYYMMDDhhmmss	未適用
	現場座標系ID1	施工現場で使用する座標系のユニークなID	座標系 ID1	テキスト	英数字1	*****	
	機械作業3次元座標1	機械の作業位置を表す緯度、経度、標高の情報を持つ3次元座標	3次元座標1	図式表現	3次元座標1		±DDMMSS.SS SSS±DDMM SS.SSSSS±## #####/

図-7 (ISO 15143 : 「建設機械の施工現場のデータ交換」) に基づき作成されたデータ辞書 (①データ要素表及び②値域表)

5. おわりに

情報化では、ハードウェアの接続性だけでなく、情報が円滑に受渡しできることも不可欠である。建設施工も例外ではない。標準化はその手法である。本報告では、「情報化施工」を概観して「標準化」との関係を示し、JCMAで行っているISO/TC 127/WG 2の活動を中心に紹介した。扱えなかったその他のキーワードを以下に列挙する。

ISO/TC 184/SC 4, STEP, IAI, IFC, SYMPHONY, LandXML, G-XML, GML, LandGML, GIS, JACIC, CI-NET, C-CADEC, OCF, OGC, ISO/IEC/JTC 1/SC 32, ISO/TC 211。

興味のある方はチェックされることをすすめる。

建設事業においては、少子・高齢化の進展や品質確保に対する要求が高まる環境の下で、適切な情報管理による事業の質の向上と迅速な判断に基づく効率的な社会資本の整備・維持更新が以前にも増して求められている。情報管理の効率化には、近年進展が著しい情報技術の活用が必要であり、本報文の紹介を例とする制度面や運用面からの標準化活動が不可欠である。

今後、社会資本の整備、維持を支える建設施工においては、限られた建設投資の中で効率的な社会貢献が期待されており、情報化施工と標準化活動のさらなる進展が期待される。

JCMA

《参考文献》

- 1) メカテクノロジー研究会：メカテクノロジー（建設生産革新の技術を目指して）、1995.5
- 2) 国土交通省情報化施工促進検討委員会：情報化施工のビジョン—21世紀の建設現場を支える情報化施工—、2001.3
- 3) 国土交通省総合政策局建設施工企画課等：情報技術を活用した建設施工の効率化に関する研究、平成17年度国土交通省国土技術研究会、2005.10
- 4) 国土技術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.nilim.go.jp/lab/qbg/sekojoho.html>
- 5) 新田恭士、江原正隆、平下浩史、朝倉義博、村松敏光：施工情報マネジメントにおける建設機械の施工情報に関する考察、第8回建設ロボットシンポジウム論文集、2000.7
- 6) 平下浩史、吉田 正：建設機械に係わる土木施工情報のモデル構築の検討、第30回土木学会関東支部技術研究発表会、2003.3
- 7) Tadashi Yoshida and Hirohumi Hirashita：Study of Data Exchange for Use by Construction Information Systems, 20th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC), pp.611-616, 2003.9

【筆者紹介】

山元 弘（やまもと ひろし）
独立行政法人土木研究所
技術推進本部
先端技術チーム
首席研究員



大山 敦郎（おおやま あつろう）
独立行政法人土木研究所
技術推進本部
先端技術チーム
交流研究員



■「建設の施工企画」誌投稿のご案内■

—社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局—

会員の皆様のご支援を得て当協会機関誌「建設の施工企画」編集委員会では新しい企画の検討を重ねております。その一環として本誌会員の皆様からの自由投稿を頂く事となり「投稿要領」を策定しましたので、ご案内をいたします。

当機関誌は2004年6月号から誌名を変更後、毎月特集号を編成しています。建設ロボット、建設IT、各工種（シールド・トンネル・ダム・橋等）の機械施工、安全対策、災害・復旧、環境対策、レンタル業、リニューアル・リユース、海外建設機械施工、などを計画しております。こうした企画を通じて建設産業と建設施工・建設機械を取巻く時代の要請

を誌面に反映させようと考えています。誌面構成は編集委員会でご企画いたしますが、更に会員の皆様からの特集テーマをはじめ様々なテーマについて積極的な投稿により機関誌が施工技術・建設機械に関わる産学官の活気あるフォーラムとなることを期待しております。

（1）投稿の資格と原稿の種類：

本協会の会員であることが原則ですが、本協会の活動に適した内容であれば委員会で検討いたします。投稿論文は「報文」と「読者の声」（ご自由な意見、感想など）の2種類があります。

投稿される場合は標題と要旨をご提出

頂きます。編集委員会で査読し採択の結果をお知らせします。

（2）詳細：

投稿要領を作成してありますので必要の方は電子メール、電話でご連絡願います。また、JCMA ホームページにも掲載してあります。テーマ、原稿の書き方等、投稿に関わる不明な点はご遠慮なく下記迄お問い合わせください。

社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局
Tel：03(3433)1501, fax：03(3432)0289,
e-mail：suzuki@jcmanet.or.jp