

部会活動の歩み

i-Construction (ICT 施工) の推進に向けた 情報化施工委員会の取り組み

i-Construction 生産性向上推進本部 情報化施工委員会

現在、(一社)日本建設機械施工協会(JCMA)では、i-Construction (ICT 施工) の推進を図るべく、各部会の協力を得ながら「i-Construction 施工推進本部(以下、「推進本部」という)」が中心となり取り組んでいる。推進本部は、国土交通省(以下、「国交省」という)のi-Construction(以下、「i-Con」という)の取り組みに対応して2016年に設立したものであり、それ以前のJCMAにおけるICT施工の推進の取り組みは、推進本部の中核であり当時は施工部会内に設置されていた「情報化施工委員会」が担い、「情報化施工推進戦略」に掲げられた課題を中心に国交省と共に取り組んでいた。その当時から、必要に応じて情報化施工委員会の中には検討課題に対応したワーキンググループ(WG)を設置して集中的に取り組んできた。本稿では、情報化施工推進戦略からi-Conに至った現在までのICT施工推進の取り組みについて、施工部会と推進本部を通じた10数年間の取り組みについて、WG活動を中心に、その概要を紹介するものである。

キーワード：i-Construction, ICT 施工, 情報化施工, ICT 導入協議会, 情報化施工推進戦略

1. はじめに

2008年7月に情報化施工推進戦略が策定されてから10年強経ったが、当時と同じ課題もあれば、様々な出来事や変化で大きく局面が変わったものもある。

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による東日本大震災は、住民や関係者の努力により復旧・復興が進んだとは言え、公共土木工事は未だ完成(整備率100%)には至っていない。

また、公共事業費の削減を受けて建設投資額はピーク時から約4割減となり長らく仕事がなく建設業者が倒産するという問題が、近年、仕事は増える反面、人の確保に困窮し、賃金高騰による赤字や黒字であっても廃業せざるを得ないなど大きく局面は変わった。建設業は他産業と比べ高齢化の進展と共に若年者の就業がなく、一企業にとどまらず産業としての継続性の確保や災害発生時の応急復旧体制の確保が憂慮される状況となっている。

その一方で、我が国では、準天頂衛星みちびきの初号機が2010年に打ち上げられ2018年11月より4機体制で運用が開始されるに至った。また、センサや情報通信機器の性能・機能の向上、小型化、低価格化による普及という流れの中、PCの高性能化と共に建設業におけるCADソフトウェアの普及と3D化、低価格で従来のUAVより扱いやすいドローンの登場、面的・短時間で3D計測できる測量技術の発展と低価格

化、ビッグデータや人工知能(AI)技術など10年前には建設現場への導入が想像できなかったものまでも、導入・普及を検討する状況になっている。

このような状況の中、2016年1月4日の国土交通大臣会見で、社会のあらゆる生産性を向上させることを目指してi-Conを進める旨が示され、また、同年9月12日の未来投資会議において総理から第4次産業革命による建設現場の生産性向上を目指す方針が示された(図-1)。

i-Conには様々な取り組みがあるが、その中のトップランナーは、情報化施工委員会が取り組むICT施

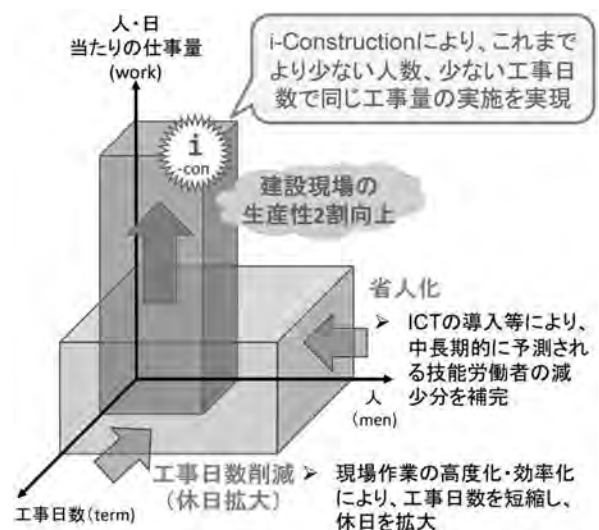


図-1 i-Conによる生産性向上イメージ(国交省HPより)

工（情報化施工）である。

2. 情報化施工委員会の歩み（施工部会時代）

現在の情報化施工委員会は、2007年度に、施工部会の傘下にあったそれまでの情報化施工委員会と建設工事情報化委員会を統合したものであり、施工部会の中に設置された。

国交省が2008年に設置した産学官の委員で構成する「情報化施工推進会議」を、同年の2月25日（第1回）、4月24日（第2回）、6月12日（第3回）、7月24日（第4回）と集中的に開催し、そこでの議論を経て「情報化施工推進戦略」が2008年7月31日に策定（図-2）されたが、この時、情報化施工委員会選出メンバーが情報化施工推進会議に参画し、情報化施工推進戦略の策定に協力した（図-3）。

その後、様々な課題に取り組むため、内容に沿ったWGを設置し検討したので、以下に紹介する。

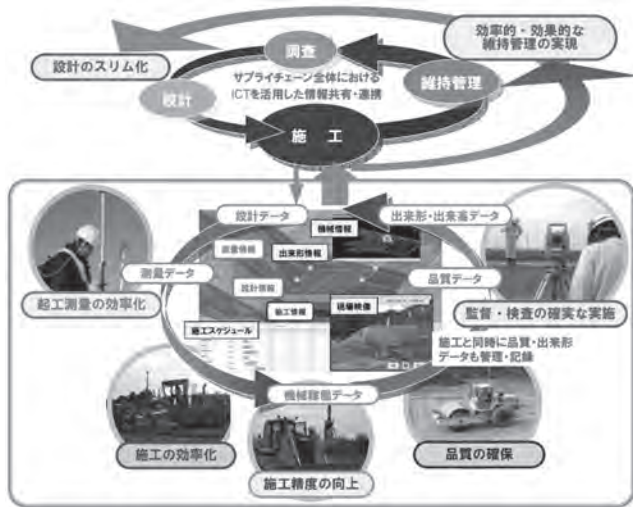


図-2 情報化施工推進戦略内のイメージ図¹⁾

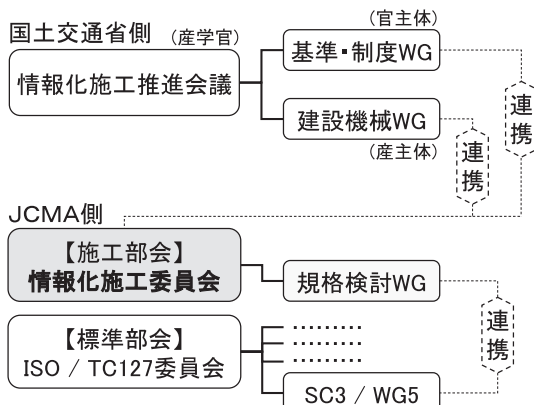


図-3 2008年頃の情報化施工に関する検討体制

(1) 規格検討WG

規格検討WGは当時の情報化施工委員会内に唯一設置されたWGであり、情報化施工推進のための基準類の策定など国交省や(独)土木研究所の取り組みを支援していた。

情報化施工の普及・促進に資するべく、施工現場のデータ交換に関して国際標準規格「ISO15143」を標準部会 ISO/TC127 土工機械委員会施工現場情報交換(WG2) 分科会と連携して策定した(図-4)。この辺りのJCMAの標準化活動については、本誌2008年12月号などに概要が掲載されており、JCMA HPで公開しているの、そちらを参照頂きたい²⁾。

情報化施工技術は欧米企業が先んじて実用化していたが、情報化施工で扱われるデータの標準化の取り組みが認められ、ISO15143の議長国は日本となった。

国交省が出来形管理要領と監督検査要領を策定して現場導入した「TSによる出来形管理技術」は、このISO15143に準拠している。TSを用いた出来形管理は「①設計データ作成、②TSによる出来形計測、③出来形管理帳票の作成」と3つの段階で3次元の設計データと計測データを扱うが、国交省 国土技術政策総合研究所(以下、「国総研」という)が関係機器の機能要求仕様書と共にISO15143準拠の「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準」(図-5)を策定したことにより、多くの企業がデータ交換可能

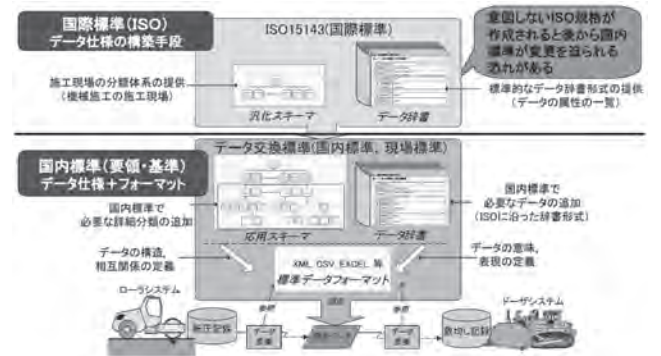


図-4 データ交換標準の国際標準と国内標準の相互関係例²⁾

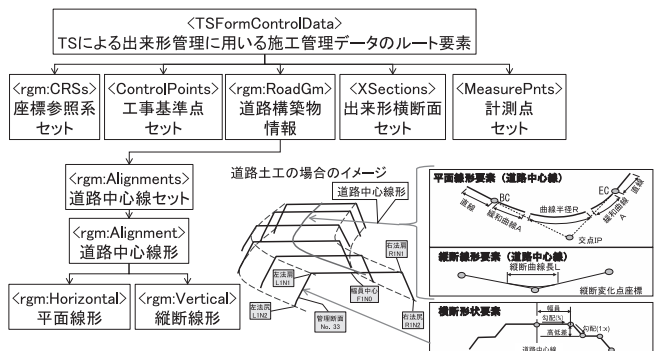


図-5 TS 出来形管理のデータ交換標準 Ver.2 の構成

なソフトウェアを開発・市販し、当技術に取り組む施工者数が国土省の普及施策もあって大きく増加したことから、2013年4月以降の10,000 m³以上の土工を含む直轄工事では、使用原則化されるに至った。

(2) みちびき実証 WG

2010年9月に準天頂衛星みちびきの初号機が打ち上げられたが、補正情報の無償配信や受信衛星の増加による計測精度の向上の効果に関し、GNSSを利用する情報化施工において施工品質向上やコスト削減の効果を期待し大きな関心を持っていた。当時は不正確な情報が展開されていたことから、(財)衛星測位利用推進センター (SPAC) の受信機貸出の募集に応募し、2011年2月に3D-MCブルドーザを用いて検証実験を行った(図-6, 7)。



図-6 準天頂衛星測位システム搭載 3D-MC ドーザ³⁾

実証実験は、以下の2点について実施した。

- ① 定点においてGNSSデータとみちびきデータを連続取得し、取得データ(x, y, h)の分布傾向を把握。(特に、みちびきデータの衛星飛来状況による取得データの乱れ等の傾向を把握。)
- ② GNSS基準局を用いたMCと、みちびきデータを補正データとしたMCで、ブルドーザによる敷均しを行い、MCの過程で取得できる両者の測位データを比較すると共に、TSによる敷均し出来形データを測定して、みちびきデータを補正データとしたMCの精度を確認。

現在は準天頂衛星が4機体制となり、試験・調整を経て2018年11月からサービスが開始され、検証も様々な機関で行われているので、実務上の参考にされる際には最近の検証結果を報告されたものを参照された方が良いが、当時の検証実験方法等にご興味がある方は、JCMAのHP上で2011年6月にとりまとめた報告書を公開しているのので、以下より参照頂きたい。
<https://jcmanet.or.jp/new/2011/20110610.pdf>

(3) 復興支援 WG

2011年3月11日に発生した東日本大震災の復興工事を迅速に進めるために、情報化施工が有効な手段の1つと考え、情報化施工を未経験な施工者に対して導入のための支援を行った。

復興事業の施工者向けに、ICT施工の座学と体験講習会を行うと共に、JCMAのHP上に支援サイト(図-8)を立ち上げて、JCMAの支援があるなら情報化施工を導入してみようという「情報化施工震災復興

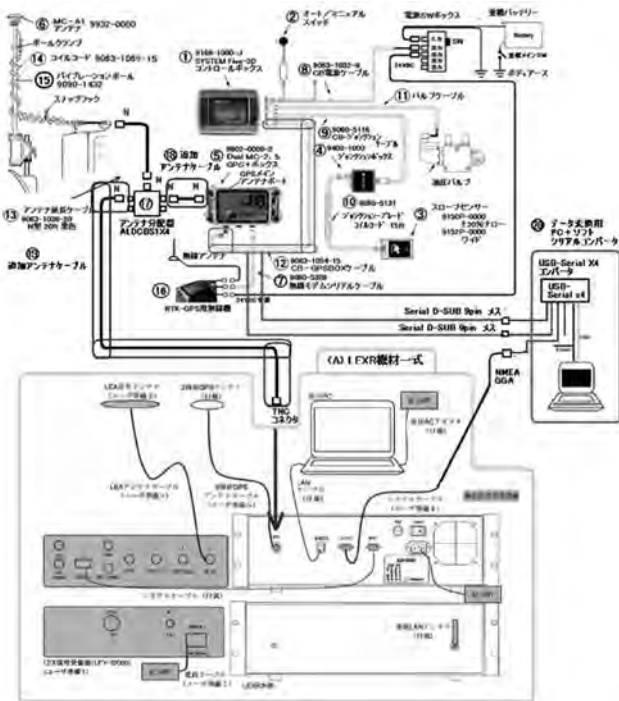


図-7 準天頂衛星測位システム 3D-MC ドーザ接続図³⁾



図-8 復興事業支援サイト

1日間の体験コースと2日間の実務コースがあり、研修を開始した数年間は他に研修できる組織がなかったことから、両コースとも毎年100名程が参加していた(図-11, 12)。

なお、業種別に両コースの参加割合を見ると、実務コースには実務が必要な建設業が多く、メーカー等(情報化施工機器・ソフト)や国交省は参加しやすい体験コースが多く、レンタル業はどちらも同程度という特徴が伺える(図-13)。

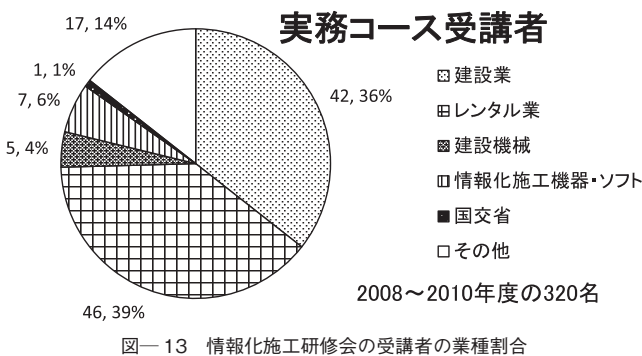
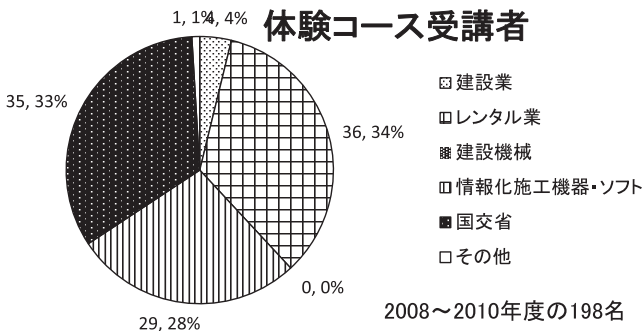


図-13 情報化施工研修会の受講者の業種割合

ICT施工が普及する中で、この研修の内容を取り入れた同様のICT施工研修を多くの企業等が始めたこともあり、情報化施工研修会は2015年度の開催をもって、その役目を終えて終了した。

(5) Q&A WG

2013年度より、今後の情報化施工の普及・促進や新技術の開発に向け、情報化施工のこれまでの問題・課題を整理し、会員企業間で情報共有を行った。

(6) 定量的評価 WG

(国研)土木研究所 先端技術チームは、ICT施工や無人化施工の研究を行っている。その研究の一環として、民間企業との共同研究により情報化施工の定量評価を行っており、当WGメンバーとの意見交換を通じ、従来施工とMC施工の比較実験を行い、施工時間短縮効果や施工精度向上効果の熟練度による改善度合い

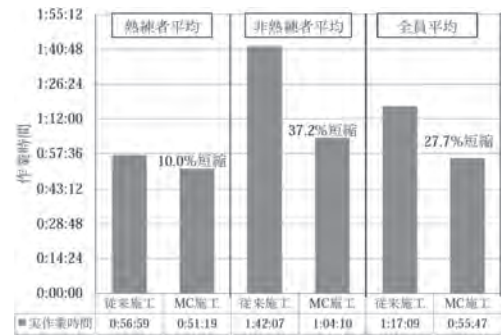


図-14 情報化施工の効果 (作業時間) の定量的評価⁴⁾

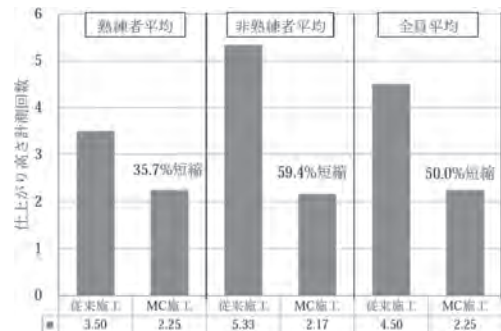


図-15 情報化施工の効果 (施工精度) の定量的評価⁴⁾

の違いといった結果を得ている(図-14, 15)。

研究成果は、JCMA主催の「建設施工と建設機械シンポジウム」等で発表され、その1つは「平成29年度 建設施工と建設機械シンポジウム 論文集・梗概集」に掲載されており、JCMAのHPで公開しているので、ご興味がある方は以下より参照頂きたい。
http://jcmanet.or.jp/bunken/wp-content/uploads/ronbun/2017_k-Symposium.pdf

各WGは設置していた時期に差はあるが、2016年5月に推進本部が設置される前のICT施工の推進の取組体制は図-16の通りであり、当初の規格検討WGのみであった時から10年ほどの間で、様々な取り組みを進めるため5つのWGが設置された。

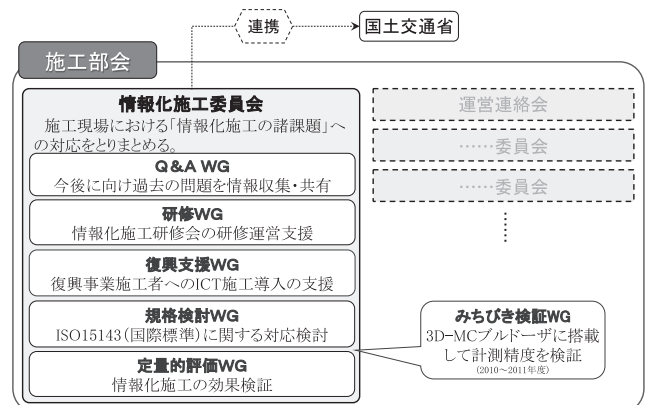


図-16 2015年度までのICT施工推進の取組体制

3. 現在の取り組み（推進本部時代）

i-Con（ICT 施工）の推進に向け、2016年5月に「i-Construction 施工による生産性向上推進本部」を立ち上げた（図-17）。

現在、約3年半経過したが、その間も重点的に取り組むべくWGの設置（変更含む）を行っており、現在は推進本部内に6つのWGを設置している（図-18）。

推進本部は、主に国交省（ICT 導入協議会など）に対して、ICT 普及に向けた業団体としての提案・提言・要望を行ってきた。ICT 導入協議会の第1回（2016年2月5日開催）から始まった当初の内は、委員として出席して意見を述べる形であったが、最近では7月のICT 導入協議会の開催に際して事前に業協会等からの意見を収集しており、第5回（2017年7月31日開催）、第7回（2018年7月26日）と毎年度毎にJCMAも意見・要望を提出してきたところである。

国交省への提案・提言・要望等については、委員会メンバーの意見・要望を受けてICT 活用戦略WGで提言（案）をまとめ推進本部にあげていることから、以降のWGの紹介の中で述べることにする。

なお、推進本部等の資料については、JCMA HP 上

で公開しているので、ご興味がある方はそちらをご参照頂きたい。

<https://jcmagnet.or.jp/i-construction/#icon>

(1) 運営企画 WG

委員会の運営上の課題を検討するWGである。他のWG活動や、既存WG活動に入っていない課題への対応方策の検討といった調整を担う。

(2) ICT 活用戦略 WG

ICT 活用に向けた検討や国交省（ICT 導入協議会）へ推進本部が提言する際の提言（案）を作成している。提言（案）の作成に際しては、情報化施工委員会の全メンバー（2019年9月時点で44社の約100名）を対象に収集しており、提出されてきた様々な意見・要望

表-1 2018年7月に提出した推進本部の意見・要望

意見・要望	
1	<p>ICT 機器を用いた安全対策 JCMA では「3K → 新 3K」に向け、ICT 機器を用いた安全対策の導入事例等の情報収集を行っている。結果を国交省に情報提供するので、良い事例が普及するべく一緒に取り組んで欲しい。 行政対応は「契約上の義務・制約、積算、技術提案の加点、工事点数の加点」が考えられ、また、安全技術もPL法など考慮すべき課題があるが、可能なものから導入を図って欲（損料基礎価格）しい。</p>
2	<p>ICT 施工に資する監督・検査の合理化 監督職員の立会は調整・準備・一時停止が発生し工事の生産性低下の大きな要因である。ICT 施工は機・材・労の量・時間を省くことで機器費増を上回るコスト減を得ているため、施工中断の影響が大きい。 ICT 河川浚渫工のように ICT 機器の施工管理データを利用することを進め、ICT 機器を活かした施工を止めない監督・検査方法を積極的に進めて欲しい。（構造物は供用後でも瑕疵担保責任がある。）</p>
3	<p>技術者の 3D リテラシー向上に向けた情報提供 スキル不足のため ICT を活かした段取り等のマネジメントが出来ないまま外注し、費用に見合う効果を得られていないとの声を多く聞くことから、小規模な現場からアドバイザー制度等で得られた「現場条件、注意点、段取り、効果」等の詳細・具体で 3D リテラシーの向上意欲をそそる情報提供が望まれる。</p>
4	<p>発注者内の ICT 教育の充実 ICT 施工の導入効果は、発注者の理解度の影響が大きい。今後、自治体を含め広く導入した際、「発注者側から二重管理を求められ受・発注者双方の手間が増えた」等の問題発生が懸念される。これは、発注者メリットや阻害要因の理解不足と想像されるので、監督・検査職員の講習を充実して頂きたい。</p>
5	<p>将来の維持管理で利用する情報の確定 「調査設計→施工→維持管理」で ICT データを流通・活用するにはデータの互換性が望まれるが、維持管理で利用する ICT データが不明確で、データ交換標準策定、機能実装、運用に話が進まないため、ICT 機器の利活用を前提とした「維持管理」に必要な情報を検討頂きたい。</p>

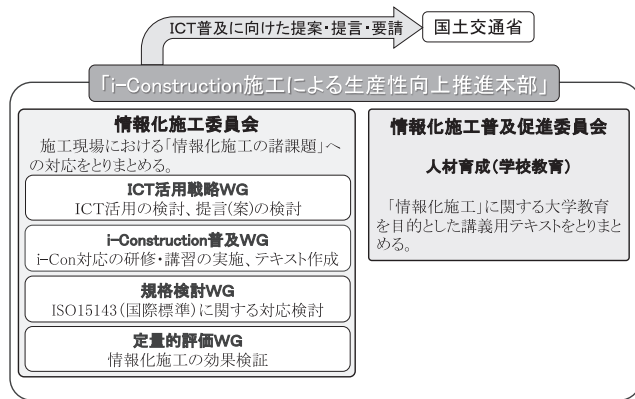


図-17 2016年5月からのICT 施工推進の取組体制

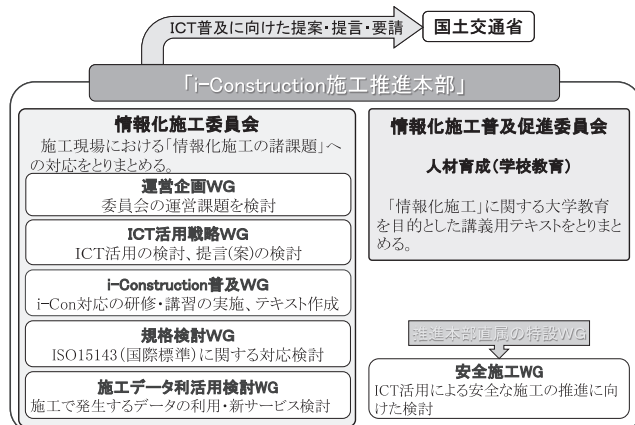


図-18 2019年8月からのICT 施工推進の取組体制

表一 2019年7月に提出した推進本部の意見・要望

意見・要望	
1	ICT 施工に関わる人材育成について ・直轄工事， 地方自治体発注者への ICT 施工に関する教育の充実を要望 ・ICT 施工にかかわるノウハウ蓄積が必要
2	ICT 施工に資する監督・検査の合理化 ・ICT 活用による遠隔地からの監督、施工管理について技術は進んでおり運用する制度・仕組みを要望 ・技術力や信用力の高い企業について， ICT による自動記録・保存による新たな監督検査の検討を要望
3	ICT 安全対策への取組について ・ICT 安全対策について， 検討の流れが示され今後に期待。しかしながら検討期間も要することから， 早期に取組が広まる施策を要望
4	中小企業， 自治体への支援、 情報提供 ・中小企業への普及に向けた好事例， 失敗事例に関する情報提供の要望
5	積算， 経費について ・3D 出来形測量については高額な機器の使用や複数回計測などの場合に負担となるため実態に即した経費計上を要望 ・小規模工事における積算は， 現場条件に応じた対応を要望計上ができるように要望
7	ICT 活用効果へのインセンティブ ・TS を用いた出来形管理（断面管理）は， ICT 活用工事において対象外となるが， 3D データを用いることから ICT 活用としての扱いを要望
8	3次元設計データに関する意見 ・発注時の CAD データについて， 効率的な提供を要望
9	要領等の「カイゼン」意見（20件） ・TLS の事前精度確認に関する期間の緩和要望 ・要領の簡素化等
10	その他 ・現行の検査監督要領を， 全面的に ICT を活用した場合に適した方法検討を提案 ・納品 3D データの利活用について等

(第9回 ICT 導入協議会の資料より JCMA の意見・要望箇所を抜粋して作成。昨年度の要望も含む。)

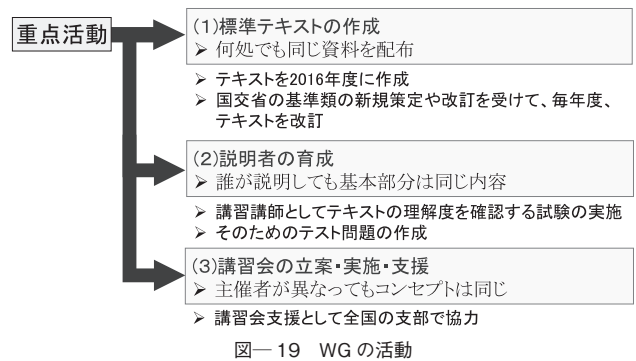
について議論・集約し， 推進本部へ提言（案）をあげている。

推進本部の審議を経て最終的に国交省へ提出した直近2カ年の意見・要望は表一1, 2の通りである。

(3) i-Construction 普及 WG

i-Con の普及の一環として人材育成があげられる。そこで， ICT 施工の講習を全国どこでも高い水準で受けられることを目指し， 「①全国に向けて統一的な手法で啓発活動を行う。② WG 認定（JCMA 認定）セミナーでは， 誰が説明しても同一の説明を行う。」をコンセプトに， 図一19に示す3本柱を中心に取り組んでいる。

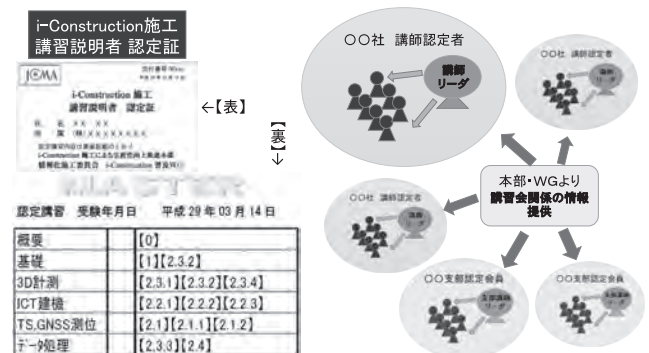
ICT 施工に関する標準テキストは2016年度に作成



図一19 WGの活動

したものの， 国交省が「ICT の全面的活用」を実施するために策定している技術基準類（要領類）は新規策定や改訂が毎年度行われていることから， その内容を反映するために毎年度の更新を行っている。

また， 一定水準以上の説明者の確保を図るため， JCMA 独自の認定試験を行い， 合格者に対しては講習説明者の認定証を発行している。認定証を受けた者であっても毎年度の基準類改訂の情報を適確に習得して貰うために， 毎年度， 基準類の改訂点を中心とした更新講習会を受講して貰って認定証の更新を行っている。なお， 現時点， 受験・受講は JCMA 会員企業の所属者に限定している（図一20）。



図一20 講習会関係情報の展開体制の構築

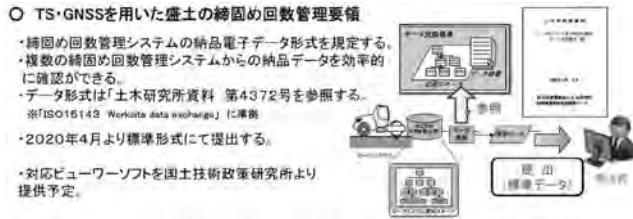
(4) 規格検討 WG

本 WG は情報化施工推進戦略を取り組んでいた施工部会の頃から現在に至るまで活動し続けており， WG の活動概要は前述の通りである。

直近では， TS・GNSS を用いた盛土の締固め回数管理要領の電子納品について， ISO15143 準拠のデータ交換標準を策定すべく，（国研）土研や国総研を中心に検討を行ってきた（図一21）。

(5) 施工データ利活用検討 WG

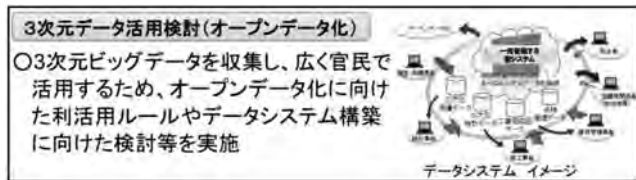
2017 年度末で廃止した定量的評価 WG に代わって2018 年度に新たに設置した WG であり， i-Con の取り



図一 21 ICT 盛土締め管理用データ交換標準の検討

組み課題として示されている3次元データ活用（図一 22）に向け、施工で発生してICTで収集できるデータの利用や新サービスの検討を行っている。

施工データの利活用として、国総研で監督・検査への利活用と共に、建設業でも注目され効果が期待されるAIについても研究しており、そのためのビッグデータ化について意見交換を行っている。



図一 22 3次元データ活用イメージ (国交省 HP より)

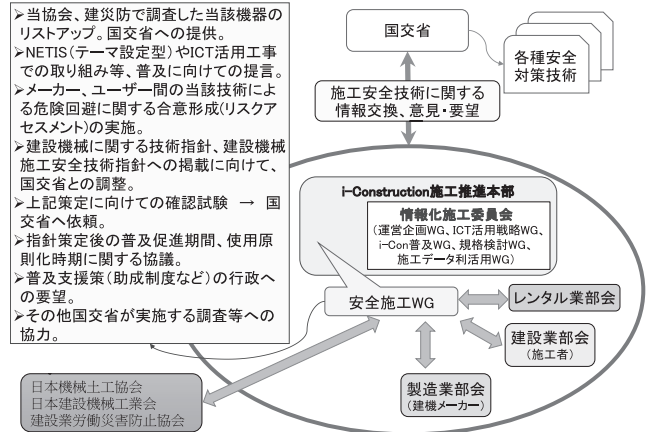
(6) 安全施工 WG

前述の通り推進本部より国交省（ICT 導入協議会）へ ICT 機器を用いた安全対策を進めるよう要望し、国交省より ICT 施工による安全対策に関する検討を行っていくことが示された。それを受け、国交省の検討が進むよう 2019 年 8 月開催の推進本部で、本 WG を設置することを決定した（図一 23）。

今後、発注者である国交省と共に、供給側のメーカーやレンタル業者、利用側の施工者や発注者といった関係者を交えて検討していくことになる。

4. おわりに

世の中の状況の変化や自然災害等への対応に ICT は大きな効果が期待できるものの、これまでの経験より、ICT の導入・普及に向けた取り組みでは、新たな技術やソフトウェアが開発されるにつれ、また、導入企業が増えるにつれ、受・発注者共に様々な課題が浮かび上がってきた。その際、JCMA では、その課題に応じた WG を設置し取り組んできた。例えば、東日本大震災に際しての復興支援 WG の支援活動は、



図一 23 WG の概要 (イメージ)

活動に参加した会員企業及びメンバーにとって、大変な時期に多大な労力や費用を注ぐ必要があったものの、その後の ICT 施工の導入・普及に向け大きな意義がある取り組みであったと考える。

JCMA は 1 業種の業団体ではなく、機械施工に関係する様々な業種の企業で構成されていることから、例えば現在の WG 活動で見ると、施工データの利活用や安全に資する ICT 導入に対するリスクアセスメントなどの検討に際し、関係する様々な業種の関係者で取り組む体制を構築可能であり、実効的な検討が行えると自負している。

今後も、ICT 施工推進に際し出て来る検討課題に沿って WG を構築し活動を行っていくことが、持続性が懸念される我が国の建設産業を支える一助になると考え取り組んでいくものである。

《参考文献》

- 1) 情報化施工推進会議：情報化施工推進戦略、2008 年 7 月 31 日
- 2) 山元弘：情報化に関する JCMA の標準化活動、建設の施工企画 No.706, pp.31-36, 2008 年 12 月, <http://jcmanet.or.jp/bunken/wp-content/uploads/2008/2008-12.pdf>
- 3) 準天頂衛星(みちびき)の民間利用実証実験 報告書,平成 23 年 6 月, JCMA 情報化施工委員会 みちびき実証 WG <https://jcmanet.or.jp/new/2011/20110610.pdf>
- 4) 橋本毅,他 2 名: MC モータグレーダ導入による効果について:平成 29 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」論文集・梗概集,pp.31-37,2017 年 11 月, http://jcmanet.or.jp/bunken/wp-content/uploads/ronbun/2017_k-Symposium_m.pdf

【筆者紹介】

植木 睦央 (うえき ちかお)
情報化施工委員長
鹿島建設(株) 機械部長

梶田 洋規 (かじた ひろき)
(一社) 日本建設機械施工協会 技師長