i-Construction(ICT 施工)の推進に向けた 日本建設機械施工協会の取り組み

一般社団法人日本建設機械施工協会 i-Construction 施工推進本部

たか だ よしひさ

本部長 高田 悦久 (鹿島建設株式会社 専務執行役員 土木管理本部 副本部長)

かじた ひろき

事務局 梶田 洋規(一般社団法人日本建設機械施工協会 技師長)

1. はじめに

現在, (一社) 日本建設機械施工協会(英略称: JCMA) では, i-Construction(以下,「i-Con」という)における「ICT施工」の推進を図るべく,「i-Construction施工推進本部」(以下,「i-Con推進本部」という)が中心となり, JCMA内の各部会や関係団体の協力を得ながら取り組んでいる。i-Con推進本部は,国土交通省(以下,「国交省」という)のi-Conの取り組みに対応して2016年に設立したものであり,現在,傘下に2つの委員会と6つのワーキンググループ(以下,「WG」という)を設置し、それぞれが担当する

取り組みを推し進めている(図-1)。

本稿では、JCMA における ICT 施工の推進に向けた取り組みの一部について概要を紹介する。

なお、JCMAの近年のICT施工の取り組みとして、「情報化施工推進戦略」に掲げられた課題への取り組みから現在のi-Con推進本部の取り組みまでの十数年について、JCMA設立70周年の記念特集号であるJCMA機関誌「建設機械施工2019年11月号」に概要を掲載している。本特集号には、他の部会の活動の変遷と現状の紹介や多くの寄稿を掲載しており、JCMAホームページ上「70周年特設ページ」(https://jcmanet.or.jp/jcma70th/)で公開していることから、ご一読いただけると幸いである。

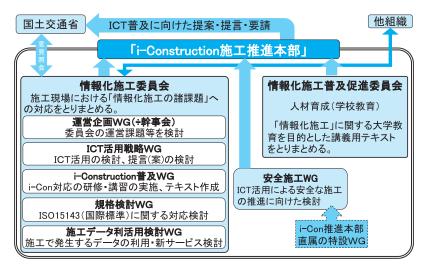


図-1 JCMAのICT施工推進の取り組み体制

2. i-Construction 施工推進本部 の取り組み

i-Con 推進本部は、傘下の委員会や WG 活動に 対する助言と共に、協会としての提案・提言・要 望を国交省 (ICT 導入協議会) に提出している。

提言の作成に際しては、i-Con 推進本部傘下の情報化施工委員会の全メンバー(2020年3月時点で45社の約100名)を対象に意見・要望を収集し、提出された様々な意見・要望を「ICT活用戦略WG」において議論・集約してi-Con 推進本部へ提言(案)をあげ、i-Con 推進本部の審議を経て整理したものを提出している。

ICT 導入協議会の資料では、多くの業協会から意見・要望を受けているため、集約し簡素化した記載 (表-1) とならざるを得ないので、かなり普遍的な表現となっている。

i-Con 推進本部から国交省へ提出したオリジナルの提言は 11 項目あり、それを 6 つに分類した。その 6 つの分類は、将来に向けた対応を求めた「(1)中長期的な取り組み」と直近の対応を求めた「(2)短期的な取り組み」とに大別される(表**2**)。

このうち、将来に向けた「中長期的な取り組み」 としての提言「ICT活用による監督・検査の合理化」の詳細内容を以下に紹介する。

入札契約から点検に至るまでの情報連携により 監督・検査の抜本的な合理化を図る取り組みのため、唯一、中長期的な取り組みとして提言した (図-2)。

その要点は、「技術力と信用力」である。ここで言う「信用力」とは、企業経営の安定性等のファイナンス的な意味ではなく、インテグリティ(integrity:「誠実、正直、真摯、高潔、品位」等を包括したもの)を意味する。提言は、「技術力・信用力が高いと評価される企業」に所属する「技術力・信用力が高いと評価される技術者」が手掛ける工事においては、施工管理方法を施工者に任せ、発注職員による監督・検査による品質確保か

表	ē-1 ICT 導入協議会の資料に掲載された意見 □
	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

ICT 活用効果へのインセンティブ

7 · 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

。 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

要領等の「カイゼン」意見(20件)

9 · TLS の事前精度確認に関る期間の緩和要望

・要領の簡素化 等

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関係分を抜粋して 作成。昨年度の要望も含む。

表-2 提出した提言の分類 2)

(1)	中長期的な取り組み(将来に向けた対応)
1	ICT 活用による監督・検査の合理化
(2)	短期的な取り組み(直近の対応)
2	新技術を取り込みやすい仕組み・普及施策
3	要領の策定・カイゼン
4	ICT 積算基準「小規模」
(5)	施工事例(失敗事例)の周知
6	発注者によるデータ提供

ら、ICT 機器による自動記録と瑕疵担保責任に よる品質確保へ移行することで、大幅な合理化を 目指すものである。

i-Con(ICT 施工)の取り組みで多くの ICT 施

- ➤ 将来に向けた中長期的な取り組みとして、ICT活用による監督・検査の合理化を要望する。
- ▶ 技術力・信用力が高い企業×施工技術者の担当工事では、監督・検査をICT取得データ保存(+瑕疵担保制度)で代替する仕組みの構築を要望する。
- 仕組みの構築に際し、当面、当該工事内の重要度が低い雑工種や小規模工種を対象に行うことが考えられる。

【補足】

- ▶ 2018 年度より「データを活用して施工の労働生産性の向上を図る技術」や「データを活用して高度化を図る技術」の公募などの取り組み等によって、ライブカメラ等による遠隔監視・自動記録を利用した遠隔地からの監督による監督業務の合理化を図る取り組みが試行されているものの、施工・施工管理や監督・検査の大幅な合理化に至っていない。その原因として、技術先行の感があり、先行する ICT 技術と両輪となるべき制度・仕組みが追いついていない。
- ▶ また、「工事の大小、工事内の工種の重要度・施工量、企業・技術者の技術力」に関係なく、全て一律に同じ基準に基づき監督・検査が行われる仕組みとなっている。このことは、技術力と信用力*の優れた企業×技術者の工事では、結果的に、受発注者ともに無駄な時間と手間をかけていることになる。
- ➤ そこで、技術力・信用力の高い企業×技術者の担当工事は、ICT 測器・ICT 建機・ライブカメラ等で取得できるデータを自動記録・保存することで、瑕疵担保責任などの制度も活用して監督・検査の代替(新たな監督・検査の形)とすることが考えられる。
- ▶ 仕組みの構築に際し、当面、重要度が低い雑工種や小規模工種が対象に考えられる。
- ➢ 将来的に、監督・検査の書面(データ)の確認作業は AI 支援が考えられ、監督職員は、AI では対応困難で施工効率化(施工を止めない)に重要な協議等に注力出来ることとなる。
- ※信用力:ここでは企業経営の安定性等のファイナンス的な意味ではなく,インテグリティ(integrity ÷ 誠実,真摯,高潔)を意味する。

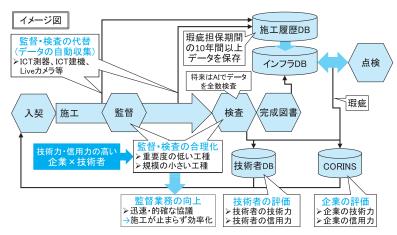


図-2 提出した提言の1つ:ICT活用による監督・検査の合理化 (データ記録による代替)²⁾

工に即した基準類(要領類)が策定されたこともあって、施工及び施工管理へのICT導入は進んでいる。しかしながら、監督・検査基準は、施工企業及び施工担当者の技術力に関係なく同じものが一律に適用されており、そこに大きな合理化・最適化の余地が残されていると考える。

現行,発注者は施工者を工事種別毎に「等級区分」を設けてランク分け(一般土木工事は A ~ D の 4 段階, アスファルト舗装工事は A と B の 2 段階)を行っているが, 4 区分されている一般土木工事も大雑把に言えば,全国を手掛ける大手の A・B ランク,地域を中心とする地場の C・D ランクの 2 つに大別される。平均して見ると,大手は資本力があり体制・人員が豊富であることから,技術開発や新技術導入が進んでいる。しかしながら,監督・検査基準は,全ランクの施工者や

発注職員が対応できることを念頭に作成されており, せっかくの大手の体制や技術力が活かし切れない。

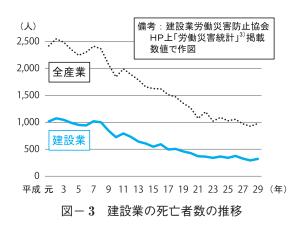
そこで、大手の経験豊富な技術者に対し自主性を拡大させる。ただし、その前提条件として、企業及び担当技術者が信頼できることであり、そのため技術力と共に信用力を求めている。

その評価のため、ICTを活用して構造物・施工企業・担当技術者の計測・評価情報を収集してデータベース化し、入札契約〜維持管理の情報をリンクさせることが考えられる。

実現に向けては、「信用力」の適正な評価方法、 公正な評価者(恣意性の排除方法)、瑕疵担保な どの制度設計が必要であり、ICT 施工の高度化 により実現性が高まると考える。

3. 安全施工 WG

昭和の高度成長期は経済・産業の発展とともに 増加した産業事故が社会問題化し、安全対策も注 力されるようになり、事故件数は大きく減少して いった。全産業の死亡者数に占める建設業の死亡 者数が多いことから、発注者・受注者・資機材供 給者など関係者が多大な努力をしてきた結果、平 成に入ってからの30年間でも全産業合計と同様 に大きく減少している傾向が伺える(図-3)。



しかしながら、就業者個人にとっては人数より 危険性(事故確率)が重要な指標であり、それは 就業者数当たりの死亡者数の割合で表すことがで きる。全産業合計と建設業の就業者数の推移は図 -4であり、それと図-3の死亡者数より算出さ れる就業者個人の死亡危険度の推移は図-5とな る。

図-5の全産業(平均値)を見ると、平成の 30年間、ほぼ直線状に死亡者数を減らす改善が 見られる。一方で建設業を見ると、全産業(平均 値)より危険ではあるものの、平成の前半は全産 業(平均値)よりも大きな改善傾向が見られる。 しかしながら、最近は改善余地がいまだ大きいに もかかわらず頭打ち傾向が見られる。

建設業の死亡災害において種別に見ると、「墜落」が圧倒的に多いが、「建設機械」に関係する 要因もそれに次いで多い状況である。建設業の中

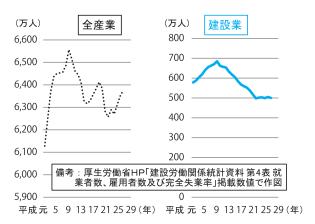


図-4 建設業の就業者数の推移

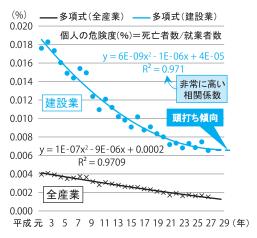


図-5 建設業の死亡危険度の推移

で建築などを除いた土木工事で見ると、建設機械関係は墜落と1位・2位を争う最も危険な要因となっており、件数の減少も近年は「頭打ち傾向」が見られる(図-6)。ちなみに、各種別の割合は数値に変動はあるものの、建設機械関係は全体の $15\sim25\%$ 程度を占める割合で推移している(図-7)。

このような状況を鑑みると,これまで行ってきた安全教育・安全対策では,これ以上は建設就業者の危険度を大きく低下させることは難しいように考えられる。

製造業では、人と機械を完全分離して危険性を排除し安全を確保する「Safety 1.0 (隔離の安全)」から、センサ技術・通信技術・制御技術・AI等を利用した高度な判定技術などを利用して人と機械の協調が求められる作業においても安全性を確保しつつ生産性も確保する「Safety 2.0 (協調安

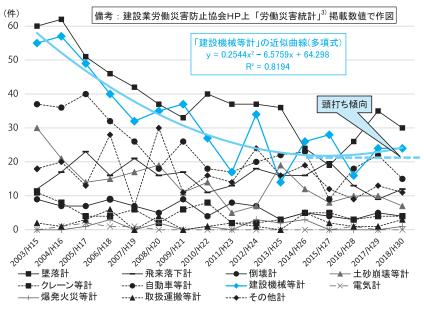


図-6 土木工事の要因別死亡災害の推移(件数)

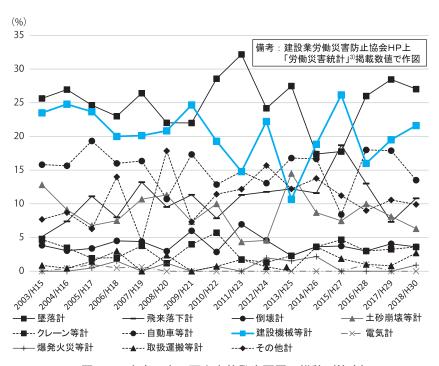


図-7 土木工事の死亡事故発生要因の推移(比率)

全)」が導入されてきている。

土木工事では、シールドマシン及び災害現場の無人化施工のような特殊環境下の工事の現場では、建設機械と人を完全に隔離して人が遠隔から機械を操作する「Safety 1.0」を実現している。また、一部企業においては、ダムのような大規模工事では工事規模と企業開発力を活かし自律施工

機械の導入を進めているが、数多くある一般的な 土工工事や舗装工事において工場のように生産効 率を確保したまま人と機械を完全分離すること は、現状では解決すべき課題が多い状況である。 人と機械を完全分離できず、かつ、危険な状況が ある工事規模や工種では、Safety 2.0 に定義され る技術が先に現場導入されることが考えられる。 そこで、前述のi-Con 推進本部より国交省 (ICT 導入協議会)へ、2018 年度と2019 年度の2 カ年続けてICT 機器を用いた建設機械等の安全対策を進めることを要望した。ICT 導入協議会において、国交省よりICT 施工による安全対策に関する検討を行うことが示されたことを受け、2019 年 8 月開催のi-Con 推進本部(第7回)において、関係者の意見交換の場として安全施工WGの設置を決定した(図-8)。JCMA は1業種の業団体ではなく、建設機械施工に関係する様々な業種の企業が会員であることから、WG は建設機械等の供給側のメーカーやレンタル業者、利用側のゼネコン等でメンバー構成されており、また、関係機関にも参加協力いただいている。

WGでは、現在の技術で、どの建設機械(建設機械単体レベルだけでなく施工全体の管理システムもあり得る)のどんな安全機能が実現しやすく普及に努めるべきか等、ICTを活用した安全対策について、様々な意見交換・検討を進めていくことを想定している。

例えば自動車の自動運転を見ると,技術的な課題と共に責任など法的な課題も解決する必要があり,完全な自動運転がすぐに公道で実現できるものではないが,運転支援といったドライバーのアシスト技術から完全自動運転まで5段階にレベル分けを行い(図-9), 開発対象と課題を皆で共通認識を持ち,産官が連携して段階的な実現化に向け取り組んでおり,このような取り組みも参考に検討していくことが考えられる。

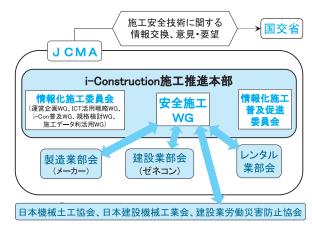


図-8 安全施工 WG の検討体制

▶ 我が国においては、欧米と同じくSAE(米国自動車技術会: Society of Automotive Engineers)が規定したレベル1からレベル5までの5段階のレベル分けを採用。

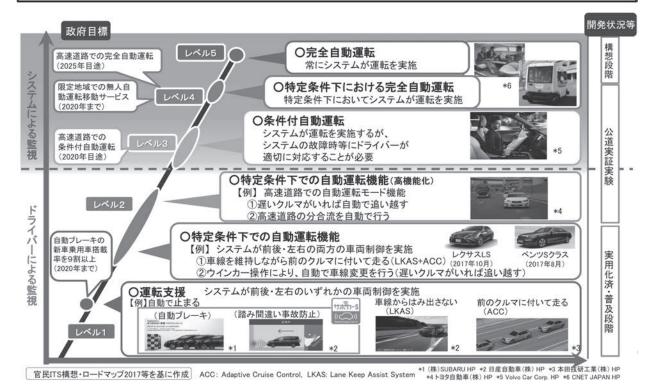


図-9 自動車の自動運転技術のレベル分け 4)

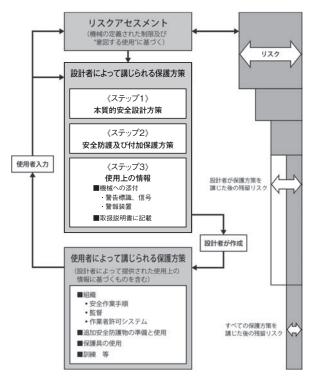


図-10 ISO12100 に基づくリスク低減の手順 5)

建設機械の中で最も台数・利用場面・事故件数が多い油圧ショベルは、傾斜地や法面近く等、様々な現場条件で利用されている。ICTによる安全機能を付加する際、自動制御まで組み込むと全体的な安全レベルは向上しても、場面によってはその安全機能が危険レベルを増すことも想定され、万一、事故が発生した際にPL法(製造物責任法)でメーカーが責任を問われる懸念があり、全体的な安全性は向上する機能であっても製品化が難しい。それを解決するためには、メーカー側の責任だけではなく施工者の安全教育や安全管理でカバーすべきか等のISO 12100 に基づくリスク低減方策(図ー10)の検討等も考えられる。

4. i-Construction 普及 WG の取り組み

前述のようなICTにより高度化されたシステムは、導入当初は取扱困難である。次第に慣れるとともに使いやすいものへ改良されていくものの、早期にICT導入効果を十分に得たり、普及を図るためには人材育成(教育)が重要である。

なお、システムの高度化・改良点の正しい知見を 習得していく際には、機能の習得とともに、その 機能と基準類との関係の有無等の制度面も習得す る必要がある。

新たな技術と対応する基準類(要領類)を毎年 導入するi-Conの取り組みに際し、その普及の 一環として、それらを理解し使える人材の育成が 大変重要である。そこで、i-Construction 普及 WG(以下、「i-Con 普及 WG」という)では、 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内容に なる。」をコンセプトに、図ー11に示す3本柱に 取り組んでいる。

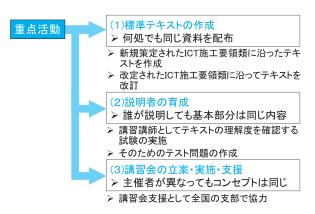


図-11 i-Con 普及 WG の重点活動

標準テキストの作成は2016年度に行ったものの,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)は新規策定や改定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独自の講習説明者の認定試験を行い、合格者に対しては認定証を発行している(図ー12)。ICT施工では、「測量、3次元データ取得・作成、施工、施工管理といった場面で、「建設機械、測量機器、UAV、3次元CAD」等を扱うといった多岐にわたる知識を求められることから、2019年度時点で6科目の試験を行っている。自

i-Construction 施工 2019 年度 講習説明者 認定証

氏 名 ●●□●●所 属 ●●●●(株)

交付番号 ●●●● 発 行 日 2019 年●月●日 PConstruction

JEMA

一般社団法人 日本建設機械施工協会 i-Construction 施工による生産性向上推進本部 情報化施工委員会 i-Construction 普及WG

1	i-ConstructionとICT活用工事
2	ICT活用工事の座標と測位
3	ICT活用工事の3次元計測技術
4	ICT建設機械とICT活用工事
5	ICT土工の流れ
6	ICT活用工事のデータ処理

図-12 講習説明者認定証の表(上)・裏(下)面(未 押印状態)

分の担当業務と深く関係する科目のみ受験する者もいるが、多くは全科目を受験している。合格科目は認定証の裏面の押印で分かるようにしてあり、全科目合格すると認定証の裏面に「MASTER」と読めるようになっている。

過去に認定証を受けた者であっても毎年度の基準類改定の情報を的確に習得してもらうために、毎年度、基準類の改定点を中心とした更新講習会を受講してもらうことで新年度の認定証へ更新している。なお、現時点では、受験・受講対象はJCMA 会員企業の所属者に限定している。

受験者・受講者の人数の推移を図-13に示す。 初回の2017年度の受験者は400人弱で、2018年 度は新規受験者と前年度合格者の更新講習受講者 の合計で300人弱と減ってしまった。これは、 2017年度は初めてなので自分の知識レベルを知



図-13 試験受験者数と更新講習受講者数の推移

るために受験した者もいるが、次年度は業務上の必要性を感じない者は更新講習の受講をしなかったためと考えられる。2019年度は、支部会員が参加しやすいように多くの地方で開催したことにより、合計で500人強と大きく増加した。

5. おわりに

本稿に取り上げた3つの取り組みは、JCMAが活動対象とする建設機械施工に関わる取り組みとはいえ内容の全く異なるものであるが、前半の「ICT活用による監督・検査の合理化」と「ICT活用による安全施工」は我が国の発展のため建設機械施工の更なる高度化に向けてJCMAが目指すものであり、そういった新たな取り組みを導入・普及させるためには最後の人材育成が重要である。

i-Con 推進本部及び傘下の委員会・WG では、i-Construction(ICT 施工)の推進に際する課題の解決や、建設機械施工における新技術・新機能の導入や制度の整備による建設業界の課題の解決に向け、場合によっては新たな WG を設置しながら、取り組んでいくものである。

【参考文献】

- 1) ICT 導入協議会(第9回) 資料 -3 業協会等から の意見, 2019年7月11日, http://www.mlit.go.jp/ common/001299658.pdf
- 2) i-Construction 施工による生産性向上推進本部(第7回) 資料-3 ICT 導入協議会(令和元年7月11(日))における業団体の意見・要望,2019年8月9日,https://jcmanet.or.jp/jcma2019wide/wp-content/uploads/2019/09/18725f1793376d789f61194af3445342.pdf
- 3) 建設業労働災害防止協会 労働災害統計, https://www.kensaibou.or.jp/safe_tech/statistics/index.html
- 4) 自動運転等先進技術に係る制度整備小委員会 (第1回) 資料3 自動車の安全確保に係る制度及び自動 運転技術等の動向について,国土交通省,2018年9月 3日,https://www.mlit.go.jp/common/001260130.pdf
- 5) オムロンホームページ リスク低減の手順, https://www.fa.omron.co.jp/product/special/ safetynavi/design/iso12100/risk_reduction_process/