

「i-Construction 大賞」国土交通大臣賞 受賞

ICT 活用による生産性の向上から 未来を創る

株式会社砂子組 企画営業部長（兼）ICT施工推進室長 **まさか のりゆき**
真坂 紀至

1. はじめに

日本の人口は2008年に1億2,808万人のピークを迎え、現在は156万人減り1億2,652万人となっている。2045年には1億642万人となりピーク時から16.9%減少すると予測されている。北海道では1997年に569.9万人とピークを迎え、現在は6.4%減少し533.2万人となっている。2045年には400.5万人となりピーク時から29.7%減少すると予測されている。

年齢構成も大きく変わり、平成27年の国勢調査では全国で14歳以下人口は12.6%、65歳以上人口は26.6%、北海道では14歳以下人口は11.3%、65歳以上人口は29.1%であったが、2045年には全国で14歳以下人口は10.7%、65歳以上人口は36.8%、北海道では14歳以下人口は9.0%、65歳以上人口は42.8%となり、北海道は人口減少・高齢化ともに全国に比べさらに進んでいると予測されている（表-1）。

建設業で働く人の就業状況を平成27年国勢調査から調べると（表-2）、全国集計では434万1,338人、北海道では20万5,224人が建設産業で働いている。

年齢構成別の割合（図-1）をみると、全国集計では55歳以上は36.4%、北海道では41.9%と

表-1 人口の変化（単位：千人）

	全国					
	2015年		2045年		変化	
	人口	%	人口	%	人口	%
総人口	127,095		106,421		-20,674	-16.27
14歳以下	15,945	12.6	11,384	10.7	-4,561	-28.60
15～64歳	77,282	60.8	55,845	52.5	-21,437	-27.74
65歳以上	33,868	26.6	39,192	36.8	5,324	15.72

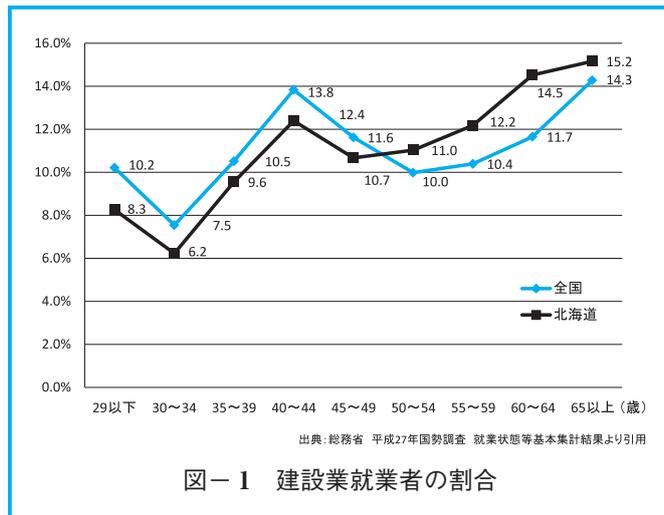
	北海道					
	2015年		2045年		変化	
	人口	%	人口	%	人口	%
総人口	5,382		4,005		-1,377	-25.59
14歳以下	609	11.3	360	9.0	-249	-40.89
15～64歳	3,208	59.6	1,931	48.2	-1,277	-39.81
65歳以上	1,565	29.1	1,714	42.8	149	9.52

出典：国立社会保障・人口問題研究所 日本の地域別将来推計人口より引用

表-2 建設業就業者数

	全国		北海道	
	人	%	人	%
29歳以下	443,318	10.2	16,959	8.3
30～54歳	2,321,619	53.5	102,349	49.9
55～59歳	451,156	10.4	24,994	12.2
60～64歳	505,948	11.7	29,805	14.5
65歳以上	619,297	14.3	31,117	15.2
合計	4,341,338	100.0	205,224	100.0

出典：総務省 平成27年国勢調査 就業状態等基本集計結果より引用



図一 建設業就業者の割合

全国集計より5.5%も高く、2025年には北海道で6万922人29.7%の人が離職する可能性があるとの予測できる。

このような問題が目の前にあるにもかかわらず、従来と同じようなことをしていると生産性が低下してしまうため、変化に対応し人口や就業者減少を上回る生産性を創り出していく必要がある。

2. 「まずやってみる！」精神の社風

当社では平成16年より、これまで製造業が取り入れてきたTOC理論を活用した工程管理手法Critical Chain Project Management (CCPM)を施工管理に導入し、全体最適の視点を持って段取りを明確化し、攻めの工程管理とゆとりを持ったマネジメントを現場で実践し、品質と安全と利益を追求するために最も重要な工程管理

の改革に挑んできた。

そして、平成20年7月に国土交通省から発表された「情報化施工推進戦略」を受けて、施工プロセスの生産性を向上させ、省力化や安全面にも大きく貢献できると確信し、平成21年度の現場から積極的に情報化施工を活用してきた(表-3)。

砂子組にはチャレンジの場から育てるという文化があり、「できないことを考えるよりまずや

てみる！」という社風がある。初めての情報化施工も、チャレンジすると決め動き出したがわからないことが多く、試行錯誤しながら進めていたが、建機メーカーなどさまざまな方々に協力をいただきながら試行錯誤しつつも前進し続けたことによって集まったノウハウを蓄積し、現在では土木部で得たノウハウを建築部や資源部(石炭採掘事業)へ水平展開し、社内全体の生産性を高める取り組みを継続し推進している。

表-3 社内におけるICT活用実績

		平成21年	平成22年	平成23年	平成24年	平成25年	平成26年	平成27年	平成28年	平成29年	平成30年*
土木	3D-MC ブルドーザ	1	1								
	3D-iMC ブルドーザ						5	1	2	3	2
	3D-MG バックホウ	1		2		1	1	1	5	4	4
	3D-MC バックホウ						2	1	5	4	4
	アレンジ型 MG*1						1	1	1	1	
	UAV 測量							2	3	4	7
	3D レーザースキャナ		1								1
	3D データ活用		1			1	1	3	5	10	8
	VR 活用			1		1					
建築	3D-MG バックホウ						2	2	1		
	3D-MC バックホウ								4	3	4
	アレンジ型 MG*2						1				
	UAV 進捗定点観測									3	6
	3D データ活用 検査システム活用*3							2	4	3	4
資源	3D データ活用								1	1	1
	3D-MG バックホウ									1	1

*1 ペーパードレン、キャリアダンプにMGを取り付け独自にアレンジした施工での実績

*2 杭打ち機にMGを取り付け独自にアレンジした施工での実績

*3 独自に建築プロセスにおける全検査をシステム化

*4 平成30年度は導入予定現場数も含まれる

3. ICT の活用

(1) 道央圏連絡道路 千歳市 泉郷改良工事

道央圏連絡道路は、北海道の空の玄関口でもある千歳市から小樽市に至る延長約 80 km の地域高規格道路である。

平成 28 年 3 月に受注した「道央圏連絡道路 千歳市 泉郷改良工事」は i-Construction 対応型工事であり、i-Construction に関する基準が出たばかりでわからないことも多かったが、これまで同様「まずやってみる!」の精神の下、ICT 土工にチャレンジすることを決め、平成 28 年 5 月 UAV による起工測量からスタートした。当現場では、本線土工の路体盛土 90,973 m³ と盛土部の法面整形 8,169 m² で ICT 建機を活用した施工を行った。

(2) ICT 土工の施工プロセス

① 三次元起工測量

→ 自社職員・外注社員による UAV 起工測量

② 三次元設計データ作成

→ 自社職員による三次元データ作成

③ ICT 建機による施工

→ 自社保有機械と足りない機材はレンタル機を活用した施工

④ 三次元出来形管理等の施工管理

→ 自社職員・外注による UAV を用いた出来形管理（一部降雪の影響により TS を活用）と GNSS による締固め回数管理

⑤ 三次元データの納品

→ 自社職員・外注による成果品の取りまとめ

(3) 初めてのチャレンジによる効果

- ・ UAV を用いることにより短時間で高精度の地形データを取得することができ、土量計算や施工計画への展開が可能となった。
- ・ 丁張りを設置する手間が激減するため、現場職員の負担が軽減された。
- ・ 盛土では、これまで丁張り設置個所は転圧不足

などの弱点があったが、丁張りを設置しないため、品質が均一となり品質向上につながった。

- ・ 施工はモニターを確認しながら作業を行うため手元労働者が不要となり、労務費が削減され、重機との近接作業がないことから安全性も向上した。
- ・ 熟練オペレーターが不足している中、経験が浅いオペレーターでも同等の品質の施工ができた。

また、当現場は全国で ICT 土工第 1 号ということもあり、工事期間の内、5 カ月間で 32 回の現場視察が行われ、建設業界関係者やさまざまな業界の方など全国から約 750 人の来場者が現場を訪れた。これだけの短期間でさまざまな方が現場を訪れると現場職員だけでは対応が難しいため、会社全体でバックアップできたことでお客様への対応力などの向上にもつながり、技術面だけでなく、下記のような人材面での成長効果を得られたと感じている。

- ・ 今までにないやりがいを見出すことができた。
- ・ 考え行動し挑戦することによってアイデアやレンジ力が高まった。
- ・ 社員のチャレンジ精神に火がついた。
- ・ 企業アピールにつながり新しい仲間が増えた。
- ・ 自分たちが先駆者であるという自覚が芽生え、チャレンジし成果を得るという意識改革ができた。
- ・ 多くの方々への対応によってコミュニケーション力が高まった。

そして想定していなかった効果が生まれた。現場見学会に参加していた学生が「自分も ICT 施工をやってみたい」との動機で当社への入社希望もあり、志望動機に ICT への積極的な取り組みを挙げる学生が 9 割を超え、新入社員もこの 3 年で 22 人も増え、最先端の取り組みが意外な効果を生み出している。

(4) ICT 施工推進室の設置

平成 28 年 6 月に営業部を廃止し、企画営業部を新設。その中に ICT 施工推進室を設置した。

推進室には土木技術者や建築設計を経験した女性社員、内勤系でPCに詳しい社員、そして昨年文系の大学を卒業したばかりの女性社員が在籍し、社内で展開されるICTに関する業務の支援や現場視察対応（写真－1）、講演など現場のフォローを中心に活動している。



写真－1 現場視察対応

これまでは、情報化施工や三次元データを活用した施工などは各現場の所長が自らの考えで動いていたため、所長や現場担当者への負担が大きいこと、得た経験が暗黙知となり社内全体で共有できていなかったこと、個別の費用負担などが課題としてあった。

しかし、現在は三次元データやTINデータの作成、メーカーや外注先との打合せ、カイゼン提案などは全て推進室が現場と一緒にやっている。そうすることで現場への負担が軽減でき、ノウハウを蓄積しやすく、費用面でも全体でまとめることができるようになり、個々の現場での負担が大幅に減ったように感じている。

また、培ったノウハウをアレンジして次の現場へ展開を行ったり、さまざまなメーカーとの意見交換により新規開発や現場の実情にあったシステムへのカイゼン要望対応などもあわせて行っている。

4. 他工種、他部署への展開

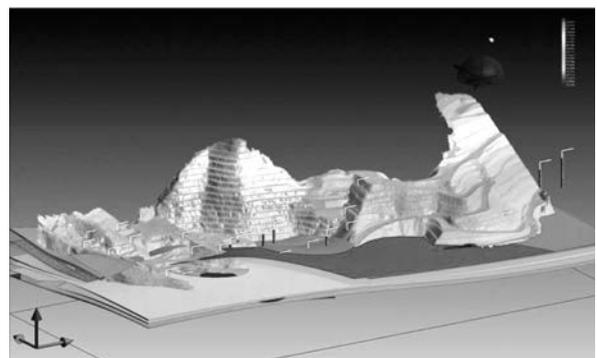
表－3のとおり、建築工事では平成26年からICT建機を活用した掘削工事のチャレンジがス

タートし、ホイール式バックホウでのMG化、バックホウ用のMGシステムをアレンジしたMG杭打設工事、平成28年からはMCバックホウを活用した掘削工事、TS自動追尾を活用した墨出しを行った。また、全ての検査業務で自社開発したタブレット型検査システムを活用し業務の効率化を行っている（写真－2）。



写真－2 タブレットを活用した検査状況

資源部（石炭採掘事業）においても、平成28年より約60万m²の石炭採掘現場でUAVを活用した測量を実施した。約1,300万点の点群データを活用して地表面を三次元データ化し、さらに地中にある石炭層もボーリングデータと地層情報とを組み合わせることで三次元データ化、これらの地形データと石炭層データを融合した三次元モデルを作成し現場管理を行っている（図－2）。平成29年からは、起伏の激しい現場測量を軽減するために切り出しを行うバックホウにMGを搭載し、安全面への対応や膨大な面積を持つ現場の土量計算や施工計画にICTを活用した施工を行っている。



図－2 地層と石炭層の三次元データ

5. 思い込みによる障害

これまで、数量がある程度確保されていなければ ICT 建機を活用した施工は効果が得られないと懸念されてきた。しかし、建築工事での ICT 建機を活用した掘削では 1,000 m³ 以下の現場でもチャレンジしたが、前後作業や平行作業などクリティカル上の工程での活用では効果を得られることがわかった。特に掘削ではダンプ運搬などもあわせ一連のサイクルタイムをカイゼンすれば、これまで考えられていた以上の 1 日当たりの施工量を大きく向上することもできた。現場によっては 1.7 倍となった工事もあり、もう少し伸ばせる余裕もあったと感じている。

このように、できないといった思い込みや決めつけという思考が制約となり、生産性を向上させるチャンスを逃してしまっている部分も多々あったと気づかされた。

6. ICT 活用における課題

チャレンジして感じた課題としては

- ・社内で三次元データを作成する人材が少ない。
- ・建機の初期費用やレンタル費が高額である。
- ・ソフトや高スペック PC など新しい設備投資が必要となる。
- ・歩掛が合わない。
- ・まだ試行されたばかりなので、発注者本部と出先職員、受注者それぞれの解釈が違う。
- ・設計変更となる場合の三次元データ修正にかかる時間と手間。
- ・ICT 対象工種と従来工種が混在する工事ではデータ作成が複雑となる。全てを三次元化するのが理想だが、作成人員を増員するか外注しなければならない、生産性向上と矛盾し現場では生産性は低下する。
- ・サイクルタイムのカイゼンに対する費用。ダン

プの運行管理などを併用すると作業性は高まるが、そういった対象外工種は企業努力で行わなければならない。

- ・盛土転圧管理は施工上は必須であるにもかかわらず GNSS を活用した転圧管理は積算上は計上できず対象外なので、企業努力で行わなければならない。
- ・ASP との連携性がなくムダが多い。
- ・発注段階でもらう図面が三次元データではなく、現況にあってない場合が多く当初段階ではすべて施工会社が一から図面化しなければならない。
- ・検査書類は従来手法との混在なので実際は減っておらず、提出は求められなくても説明用に過去からの流れで書類を作る必要がある。
- ・ICT 活用による加点はあるが相対評価となるため点数での加点メリットは感じられない。

そして現在は工種の数量が一定の規模があれば ICT 対象となるが、クリティカル以外の工種でいくら生産性が向上したとしても工事全体への最適化にはつながっていない。そのような適用範囲に対する柔軟性があると良いと感じている。

また、生産性の向上となれば必ず原価にも反映されていなければ本当の意味での成功とは言えず、現在は施工量ベースでは生産性が向上してもコスト面も大きく増加してしまうことと、1 現場当たり投入する職員が増えてしまうことにより、企業としての労働生産性は低下しているのが現状ではないかと感じている。

国土交通省では 2018 年は「深化の年」と位置付け、i-Construction や CIM を積極的に活用すると発表している。現段階では、この二つに対応するためにはそれぞれ別々のツールを導入しなければ対応できず、このツールによる負荷が現場には重たくのし掛かっている。これらの対応ツールは誰の視点で作られているかというと、メーカー側の囲い込み戦略上の理想で作られており、彼らの理想と一番の利用者であるわれわれ施工会社が求めているものとは一致していない。われわれはオープンイノベーションの下にさまざまなツール

を駆使・連携させながら、施工側でアレンジし良いモノづくりを行っていくのがベストである。しかし、IFC など共通化・共有化を可能とはしていても実際は機能していないのが実情であり、将来はそうなるとしても現在はできないため、現段階では複数のシステムを導入する初期投資が必要になっている。

また、施工段階では CIM を活用しても生産性向上を感じるよりもリスク低減や打合せ段階での効果の実感が強く、現在は新しい価値を生み出すツールという色が強い。施工前の打合せ段階のために三次元データを作成したとしても、ICT 土工などに活用するためには別システムをさらに導入し TIN データを作成する必要がある。生産性向上という目的を達成するはずが、外部企業のビジネス化によってシンプルな環境がより複雑化していることも、少ない人員体制で運営をしている地場中小企業にとっては、導入に踏み出せない要因の一つとなっているのではないかと感じている。

例えば、現在部分的に活用されている ETC2.0 などは全車両に必須とすれば、道路を活用するすべての車両の位置情報や走行履歴やさまざまな情報を一気に集めることができる。また、主要地域全体をカバーできる固定局などを設置すれば、どのエリアでも ICT 施工が可能となる。そうなることと農業や物流やさまざまな業界との連携と共通化が可能となることから必要とする開発コストの低減ともなり、思い切った判断からの施策展開があるとより導入と進化が加速するのではないかと感じる。

7. おわりに

生産性革命も「深化の年」と位置付けられさまざまな新しい取り組みがスタートしている。目的は部分最適ではなく、建設産業全体のサプライチェーンを改革し早く安く良いモノをお客様に提供することである。

高度成長期に作られた建設生産システムを成熟期、そして新しいインフラ維持メンテナンス市場の成長期、それぞれのライフサイクルにあわせた

柔軟な対応が可能となる新しい建設生産システムの構築を行うためにも、従来からある重要なプロセスに潜むムダのカイゼンや不確実性に対応するために持たれた時間のムダなど、さまざまなムダを削減する必要がある。分業制で進められる建設生産プロセスを企画設計段階から施工までをプロジェクト制などに変え、各プロセスに潜む安全余裕を個別に使いきるのではなくプロジェクト全体で共有するなど実施するだけで、確実にプロジェクト全体のリードタイムを短縮することができる。

これらのメリットは、発注者や施工者だけでなくお客様である国民の皆様にも早く安心安全なインフラを提供することが可能となり、まさに三方良しである。そして発注者、施工者、国民だけでなく事業に関係する人々が全員良しとなるような取り組みを行えると、より建設業が地域や国力の発展に貢献し、本業の取り組みから真の魅力とやりがいを持った産業になれると考えている。

そのためには時代の変革を自分たちの世代でチャレンジし、時代に即した生産プロセスを作り上げるという強い信念を持って、発注者だけに依存せず施工者側も共に挑戦していくことが重要になってくると考えている。

最後に ICT は手段の一つでしかない。AI やロボットなども手段でしかない。重要なのはその手段を活用する人が成長しなければ意味がないと感じている。ツールが勝手に効率化を生み出してくれる訳ではなく、現場で行われる真のモノづくりの本質を知った技術者が ICT を活用するから効果を生み出すことができる。ツールに惑わされずしっかりと方向性を見極める判断力を持った技術者がどの時代でも求められている。

そして、これまで新しい基準が出てから短期間の間でもカイゼンを進めながらけん引していただいている発注者の皆様の努力があり、現場でも導入しやすい仕組みが作れていることに感謝している。施工側も発注者の強いリーダーシップに甘えるだけでなく、きちんと実践し結果をフィードバックしながら、さらに良い仕組みとなるよう共に歩み、この業界の未来を創っていきたいと考えている。