

I C T 導入協議会（第 1 回）

日時：平成 28 年 2 月 5 日（木）10：00～12：00

会場：合同庁舎 2 号館 低層棟地下 1 階

国土交通省第 2 会議室 A B

議 事 次 第

1. 開 会

2. i-Construction ～建設現場の生産性向上の取り組みについて～

3. i-Construction ～「ICT 技術の全面的な活用」の取り組みについて～

4. 各関係団体からの意見

5. 今後の予定

【配布資料】

【資料-1】 建設現場の生産性に関する現状

【資料-2】 i-Construction ～建設現場の生産性向上の取り組みについて～

【資料-3】 i-Construction ～「ICT 技術の全面的な活用」の取り組みについて～

【参考資料】 情報化施工の試行結果について

ICT導入協議会 設置趣旨

今後、我が国において生産年齢人口が減少することが予想されている中、建設分野において、生産性向上は避けられない課題である。

国土交通省においては、建設現場における生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指す新しい取組であるi-Constructionを進めることとした。

i-Constructionによって、建設現場における一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善し、建設現場に携わる人の賃金の水準の向上を図るとともに安全性の確保を推進していきたいと考えている。

このi-Constructionの3本柱の一つである土工への「ICT技術の全面的な活用」に向けて、ICTを建設現場へ円滑に導入し、その普及推進を図るため、関係業界等の意見を聴取し、具体的な課題解決に向け共通の認識を得ることを目的に、産学官関係者による「ICT導入協議会」を設置するものとする。

I C T 導入協議会 名簿

平成28年2月5日現在

■学識者

○立命館大学理工学部環境システム工学科 教授

建山 和由（議長）

■関係団体

○（一社）日本建設業連合会 インフラ再生委員会 技術部会長

世一 英俊

○（一社）全国建設業協会 総合企画専門委員会 委員長

一色 真人

○（一社）全国中小建設業協会

朝倉 泰成

○（一社）建設産業専門団体連合会

（（一社）日本機械土工協会 技術委員長）

玉石 修介

○（一社）全国建設産業団体連合会 専務理事

竹澤 正

○（一社）日本道路建設業協会 技術委員会 委員

山埜井 明弘

○（一社）日本建設機械施工協会 情報化施工委員会 委員長

植木 睦央

○（一社）日本建設機械施工協会

四家 千佳史

○（一社）日本測量機器工業会 技術顧問

小野木 健二

○（一社）日本建設機械レンタル協会 専務理事

西村 稔

○（一社）建設コンサルタンツ協会 技術部会技術委員会 副委員長

加藤 雅彦

○（一社）全国測量設計業協会連合会 技術委員会 特別委員

政木 英一

○（公社）日本測量調査技術協会 技術委員会 委員長

赤松 幸生

■研究機関

○国土技術政策総合研究所 管理調整部長

吉田 秀樹

○国土技術政策総合研究所防災・メンテナンス基盤研究センター センター長

鈴木 篤

○（国研）土木研究所技術推進本部 本部長

山元 弘

○（国研）港湾空港技術研究所 統括研究官

三宅 光一

○（独）水資源機構総合技術センター 所長

進藤 裕之

○（株）高速道路総合技術研究所道路研究部 土構造物研究担当部長

横田 聖哉

■行政機関

○国土交通省

大臣官房技術調査課 課長

五道 仁実

大臣官房公共事業調査室 室長

中本 隆

総合政策局公共事業企画調整課 課長

梅野 修一

水管理・国土保全局河川計画課 課長

塚原 浩一

道路局国道・防災課 課長

川崎 茂信

港湾局 技術企画課 課長

浅輪 宇充

国土地理院企画部 部長

鎌田 高造

関東地方整備局企画部 部長

安田 吾郎

建設現場の生産性に関する現状

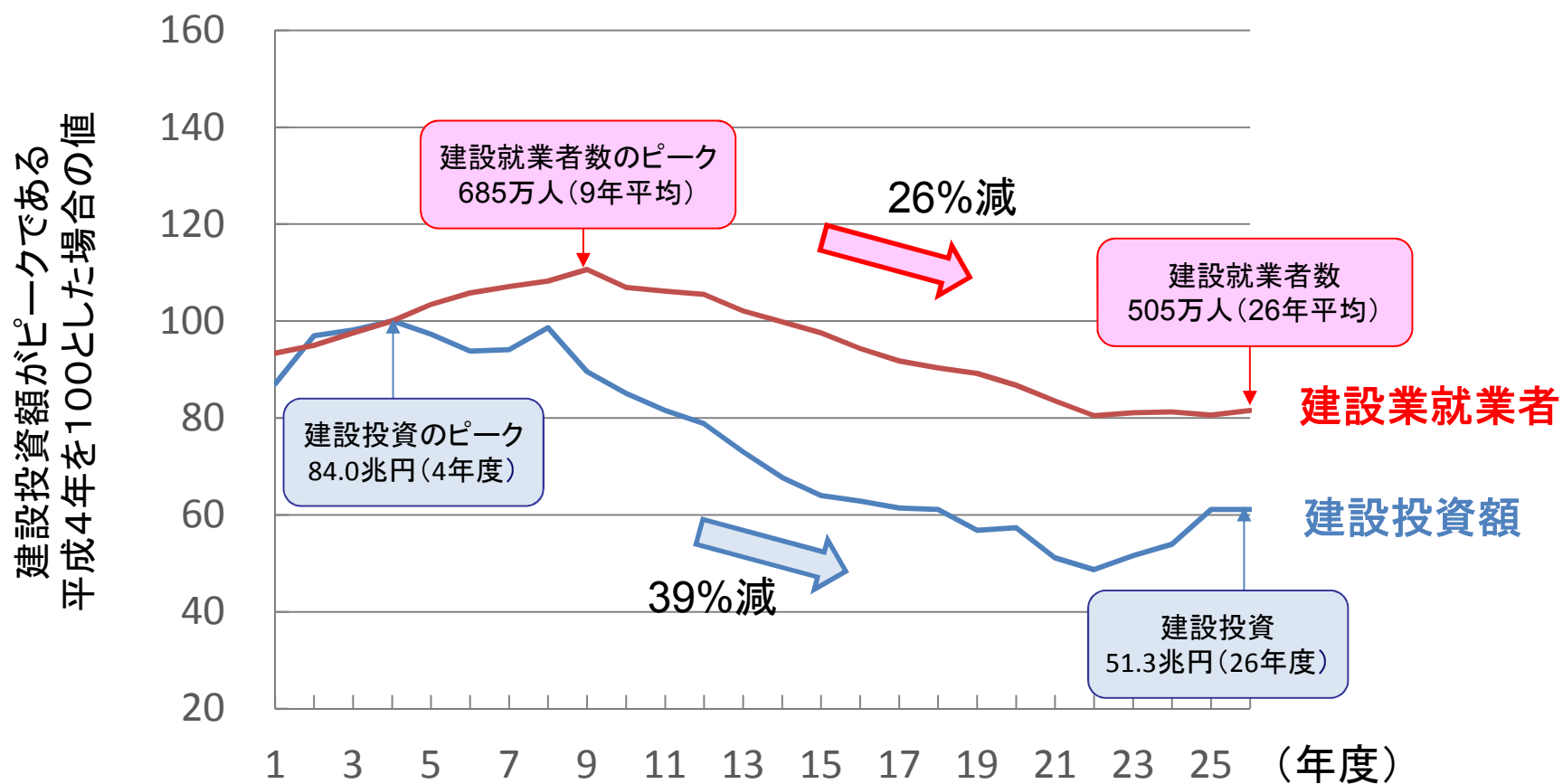
平成27年12月

- 労働力過剰を背景とした生産性の低迷
- 生産性向上が遅れている土工等の建設現場
- 依然として多い建設現場の労働災害
- 予想される労働力不足

□ 労働力過剰を背景とした生産性の低迷

バブル崩壊後の投資の減少局面では、建設投資が労働者の減少をさらに上回って、ほぼ一貫して労働力過剰となり、省力化につながる建設現場の生産性向上が見送られてきた。

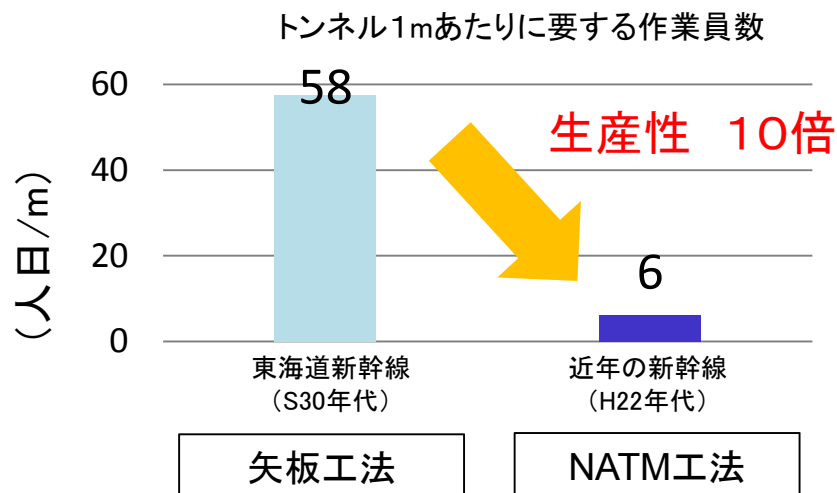
建設投資額および建設業就業者の増減



□ 生産性向上が遅れている土工等の建設現場

トンネルなどは、約50年間で生産性を最大10倍に向上。一方、土工やコンクリート工などは、改善の余地が残っている。(土工とコンクリート工で直轄工事の全技能労働者の約4割が占める)

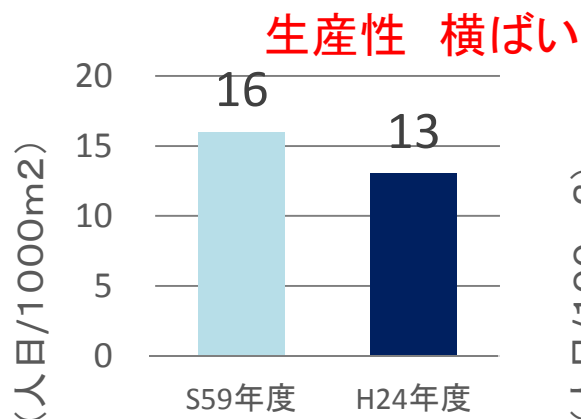
■ トンネル工事



出典: 日本建設業連合会 建設イノベーション

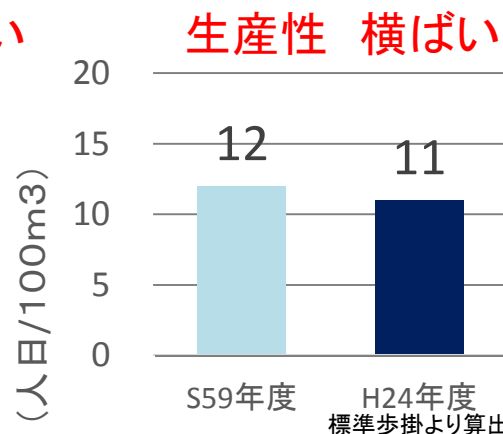
■ 土工

1000m²あたりに要する作業員数

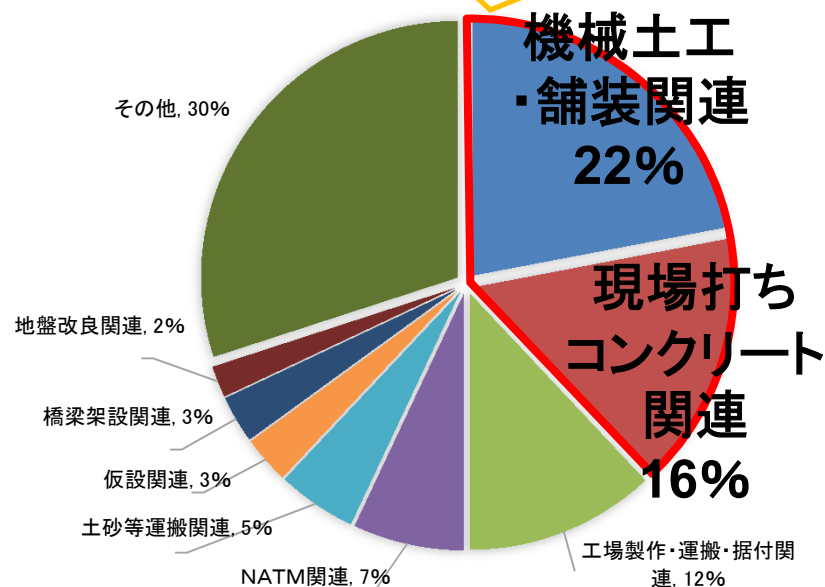


■ コンクリート工

100m³あたりに要する作業員数



「機械土工・舗装関連」及び
「現場打ちコンクリート関連」
で全体の約40%



H24国土交通省発注工事实績

□ 生産性向上が遅れている土工等の建設現場

土工や現場打ちコンクリート工の施工現場では、丁張りや足場の設置などに多くの人手を要している。

土工において人手を要する作業



丁張り※

※工事を着手する前に、盛土の高さ等を示す目印の杭を設置する作業

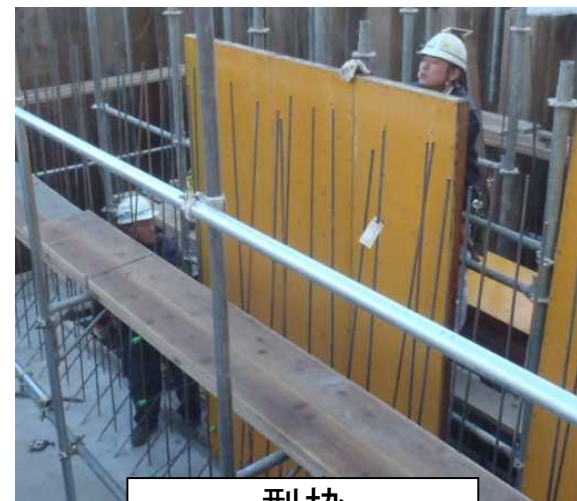


品質・出来形管理

コンクリート工において人手を要する作業



鉄筋

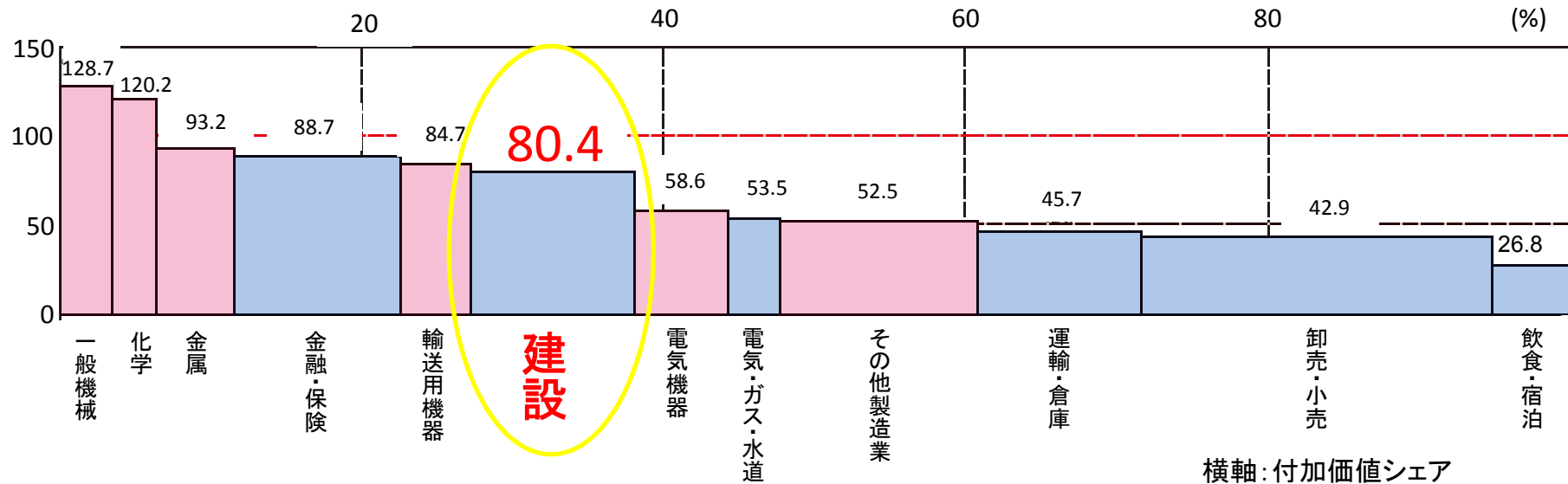


型枠

□ 生産性向上が遅れている土工等の建設現場

建設業は対米国比で、8割程度。

縦軸：労働生産水準（米国=100）
（2003年から2006年の平均）



備考：製造業は赤、非製造業は青で色づけしている。
資料：EU KLEMSから作成。

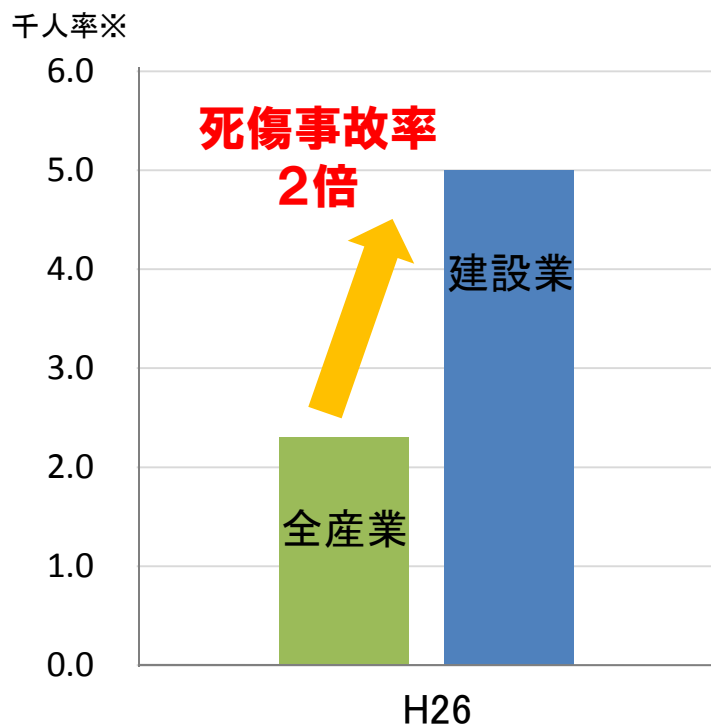
横軸：付加価値シェア
（2003年から2006年の平均）

我が国の産業別の労働生産性水準（対米国比、米国＝100）（出典：通商白書2013）

□ 依然として多い建設現場の労働災害

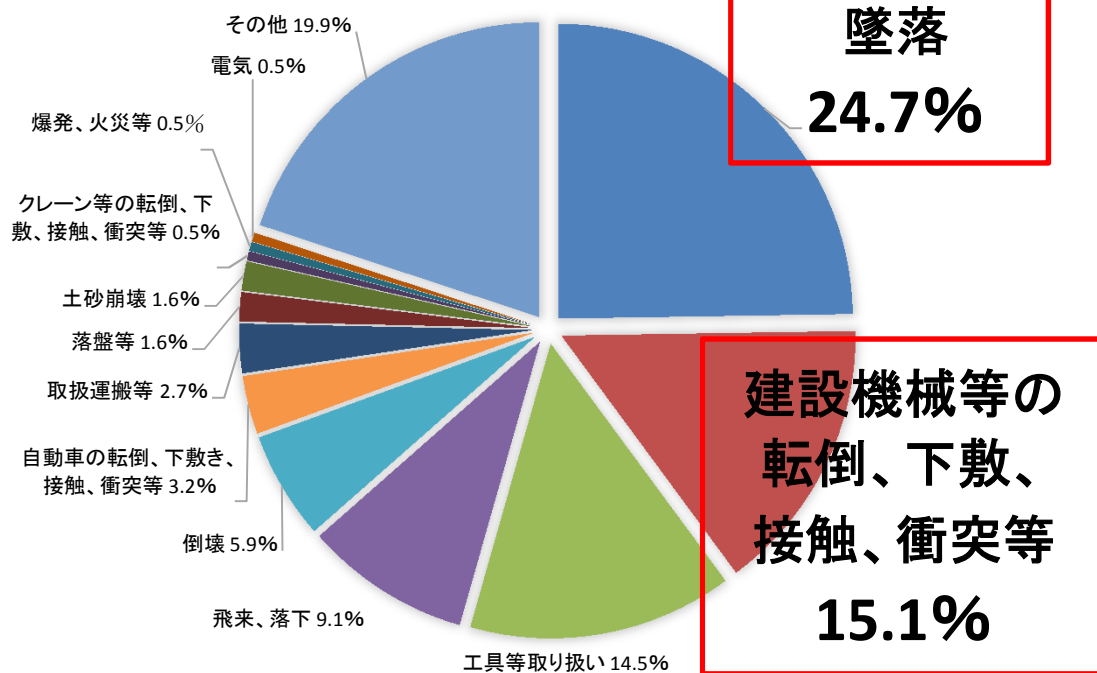
- 全産業と比べて、2倍の死傷事故率（年間労働者の約0.5%（全産業約0.25%））
- 事故要因としては、建設機械との接触による事故は、墜落に次いで多い

死傷事故率の比較



※千人率＝〔（年死傷者数/年平均労働者数）×1,000〕

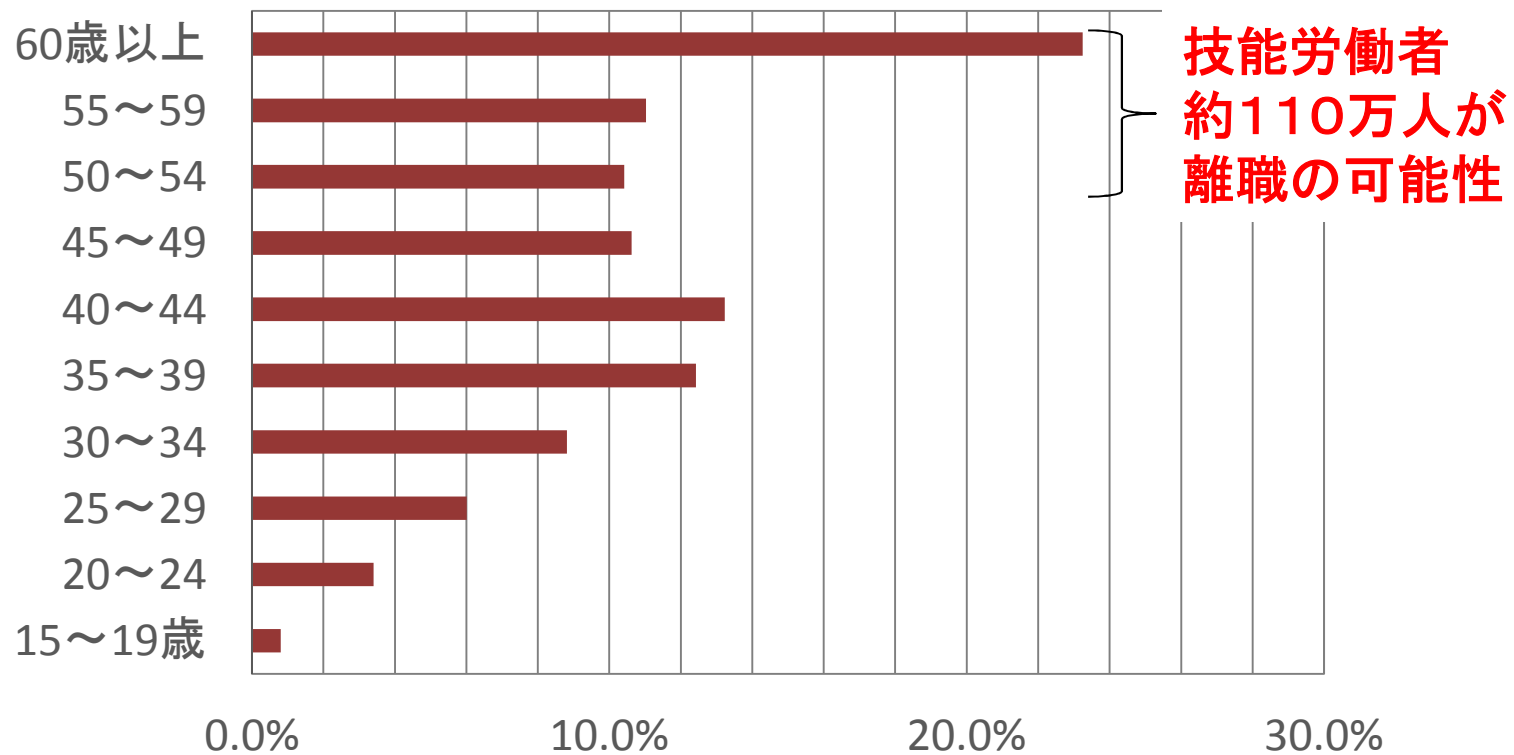
建設業における労働災害発生要因



□ 予想される労働力不足

- 技能労働者約340万人のうち、今後10年間で約110万人の高齢者が離職の可能性
- 若年者の入職が少ない(29歳以下は全体の約1割)

2014年度 就業者年齢構成



i-Construction

～建設現場の生産性向上の取り組みについて～

平成27年12月

○目指すべきものについて

- ・ 一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善
- ・ 建設現場に携わる人の賃金の水準の向上を図るなど、魅力ある建設現場へ
- ・ 建設現場での死亡事故ゼロに
- ・ 「きつい、危険、きたない」 から 「給与、休暇、希望」 を目指して

○取り組みについて

□ ICT技術の全面的な活用

□ 規格の標準化

□ 施工時期の平準化

○推進に当たっての課題

- ・ ICT導入に対する企業への支援のあり方
- ・ 地方自治体などの発注者への支援のあり方
- ・ ICTの活用を前提としていない現在の基準による設計ストックに対する対応
- ・ i-Constructionの成果の分配のあり方
- ・ i-Constructionによる建設現場のイメージアップと広報戦略
- ・ 海外展開を見据えたICT技術等の国際標準化

ICT技術の全面的な活用(土工)

①ドローン等による3次元測量



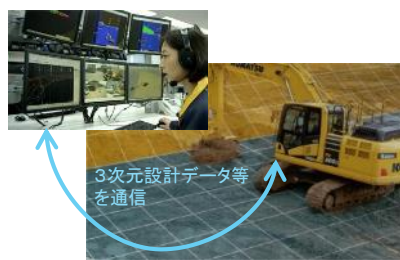
ドローン等による写真測量等により、短時間で面的(高密度)な3次元測量を実施。

②3次元測量データによる設計・施工計画



③ICT建設機械による施工

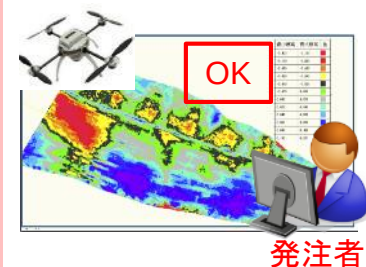
3次元設計データ等により、ICT建設機械を自動制御し、建設現場のIoT(*)を実施。



※IoT(Internet of Things)とは、様々なモノにセンサーなどが付され、ネットワークにつながる状態のこと。

④検査の省力化

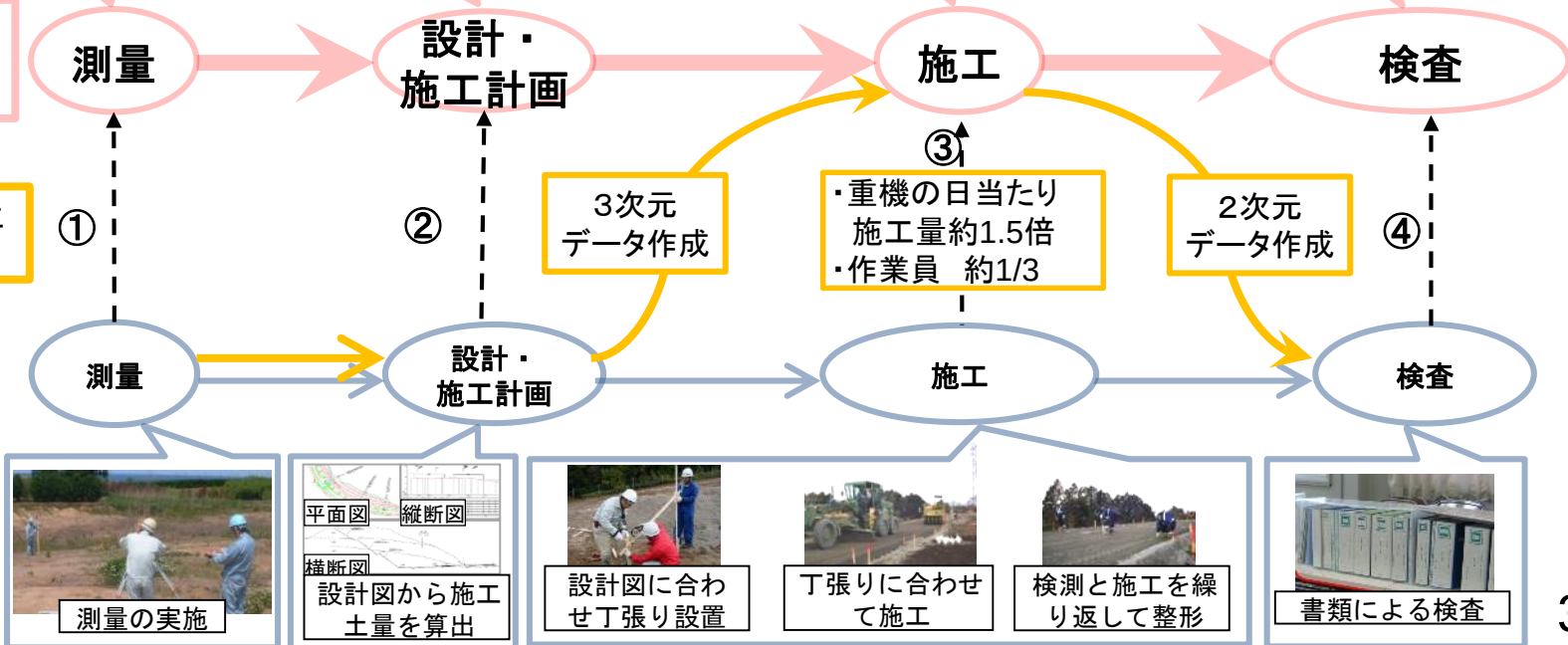
ドローン等による3次元測量を活用した検査等により、出来形の書類が不要となり、検査項目が半減。



i-Construction

これまでの情報化施工の部分的試行

従来方法



ICT技術の全面的な活用(課題と取組方針)

ICTに対応した基準類が未整備

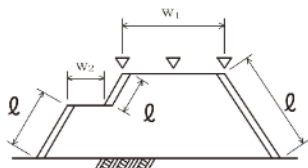
- 測量・設計・施工・検査において、ICTを活用するための3次元データを前提とした基準が未整備

<例>

- 土木工事施工管理基準(案)
(施工が設計図どおりか確認する方法等を定めたもの)

(現状)

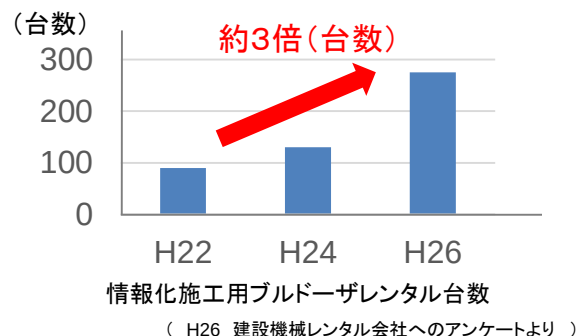
40mピッチで測量、断面図を作成し、検査を実施



- UAVによる測量方法を定めたマニュアル
- 3次元データを前提とした製図基準
- 3次元データを前提とした管理・検査基準 等

ICT建機の普及が不十分

- ICT建機の台数は近年増加しているものの、レンタル料は通常建機より割高なため、活用が進んでいない。



その他の課題

- 企業の中には、ICT建機の扱いに不慣れで、かつ高価なことから導入を躊躇する場合もある
- ICTに習熟していない技能労働者などに対しては、ICTに関する訓練・教育とともに、ICTに関するサポート機関などが必要
- 現基準の設計ストックも多いことなどから、手戻りのないように円滑な導入を図ることが必要
- 受発注者において、ICTの導入メリットが十分共有されていない

取組方針(案)

(H27)

(H28)～

(将来)

新基準
の整備

新基準(土木工事施工管理基準(案) などの導入

新基準の標準化

ICTの導入が遅れている企業の導入初期(関連機器、技術者育成など)に係る支援

i-Constructionの推進

(新規箇所) 新たに測量を行う現場から、順次、i-Constructionを実施
(事業中箇所) 現基準による設計を完了している現場は、
施工者提案※により、i-Constructionを実施

全プロセスでi-Constructionを標準化

※施工者提案
施工者が自発的にICT建機の活用を提案すること

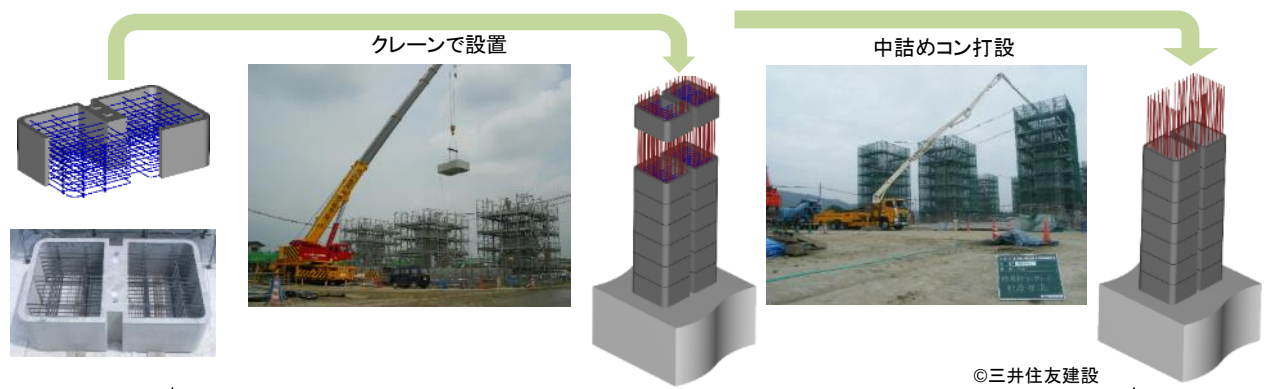
関係者からなる協議会により具体的な推進方策について共通認識を図る

規格の標準化(コンクリート工)

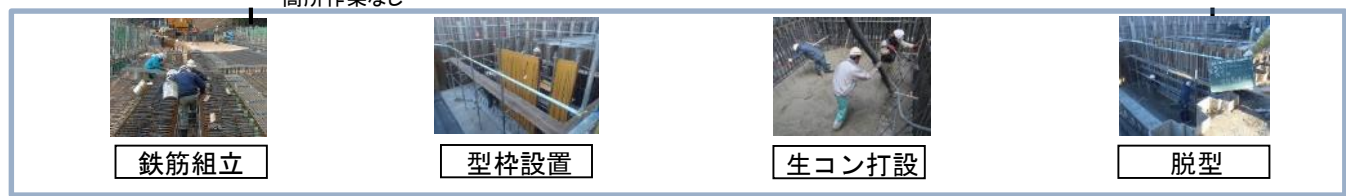
○効率的な工法による省力化、工期短縮(施工)

(例)鉄筋をプレハブ化、型枠をプレキャスト化することにより、型枠設置作業等をなくし施工

現場打ちの効率化

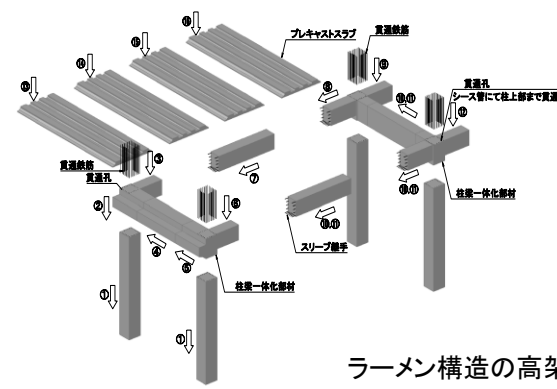


従来方法



(例)各部材の規格(サイズ)を標準化し、定型部材を組み合わせて施工

プレキャストの進化



ラーメン構造の高架橋の例

©大林組

規格の標準化(コンクリート工)(課題と取組方針)

現状の主な課題

○現場毎の一品設計・生産

- ・材料が最も少なくなる設計(個別最適)
 - 現場毎に鉄筋や型枠の寸法が変わり、手間が増え非効率
- ・鉄筋のプレハブ化等は、省力化や工期短縮が期待できるが、コスト高運搬の制約から、部材の分割化が必要

規格の標準化

- ・個別最適から、設計から施工、維持管理に至るプロセス全体の最適化が図られるよう、各段階において規格の標準化を検討
- ・各部材の工場製作が進み、資機材の転用等によりコストが低下、普及が進む

各技術の主な課題

○各工法の採用に当たっての考え方

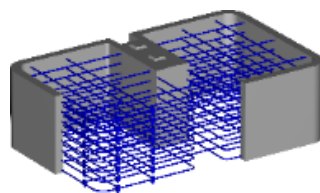
鉄筋のプレハブ化等を採用する際の範囲や留意点が未整理

現場打ちの効率化

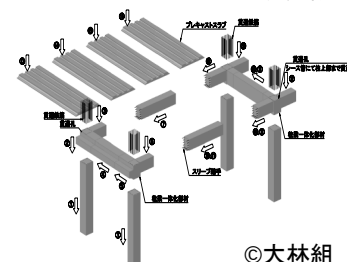
目的	工法等の例
工場製作による効率化	鉄筋、型枠のプレハブ化 残存型枠(ハーフプレキャスト)
現場作業の効率化	鉄筋の配筋 ・機械式定着工法 コンクリート打設 ・高流動コンクリート

プレキャストの進化

目的	工法等の例
工場製作における効率化	サイズの規格化
現場作業の効率化	部材を細分化する工法 部材を効率的に結合する工法



◎三井住友建設



◎大林組

取組方針(案)

(H28・H29)

各工法を採用するために規格の標準化(サイズ、接合部に求められる性能)を念頭においた、以下のガイドラインを作成

○プレハブ化等のガイドライン

(留意点の例)

- ・施工時の接合部の安全性確保
- ・施工後(常時、地震時)の接合部の安全性確保
- ・耐久性確保

○鉄筋の配筋等のガイドライン

(適用範囲の例)

- ・施工条件(鉄筋の過密度合い)
- ・適用範囲(大きな力が作用しない鉄筋)

(中期)

○全体最適のための規格の標準化や設計手法のあり方検討

○工期短縮等の効果の評価手法

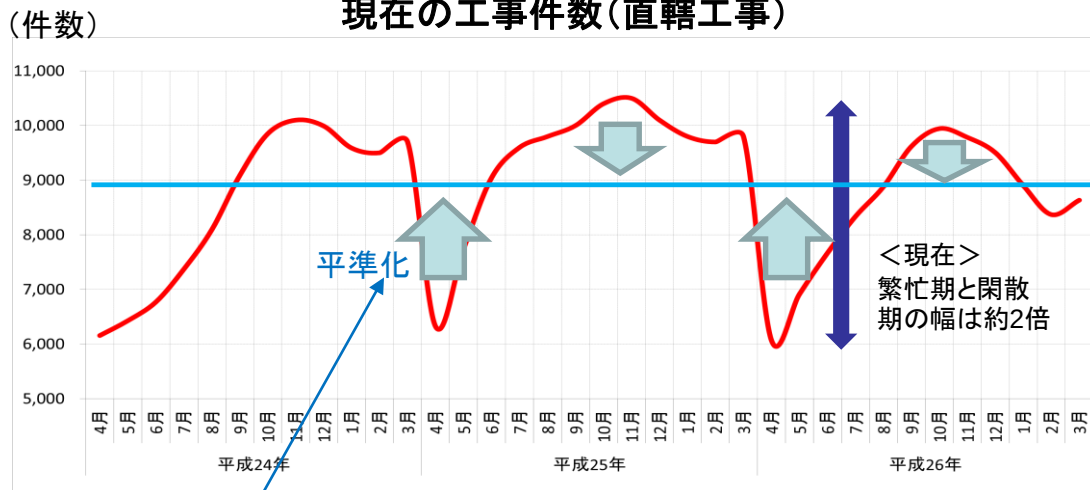
施工時期の平準化(課題と取組方針)

課題

予算が単年度制度のため、年度末に工期末が集中し繁忙期となる一方、年度明けは閑散期となり、技能者の遊休（約50～60万人※）が発生。

※ おしなべて技能者が作業不能日数（土日・祝日、雨天等）以外を働く（約17日／各月）として、工事費当たりの人工（人・日）の標準的なものから推計

現在の工事件数(直轄工事)



平準化による効果

<労働者の処遇改善>

- ・ 年間を通じて収入が安定
- ・ 繁忙期が平準化されるので、休暇が取得しやすくなる

<企業の経営環境改善>

- ・ ピークに合わせた機械保有が不要になり、維持コストが軽減

取組方針

- ◆ 計画的な事業のマネジメントのもと、平準化を考慮した発注計画を作成

<前提条件>

- 降雨や休日等を考慮し、工事に必要な工期を適切に設定
- 建設資材や労働者を確保できるよう、受注者が着手時期を選定できる余裕期間を設定

上記を踏まえ

- 計画的な事業執行の観点から、今まで単年度で実施していた工事の一部を、年度をまたいで2カ年で実施。
- 年度末にかかる工事を変更する場合は必要に応じて繰越制度を活用

◆ 地方自治体への普及・展開

- 発注者協議会等において、地方自治体の取組を支援

i-Construction

～「ICT技術の全面的な活用」の取り組みについて～

平成28年2月

○目指すべきものについて

- ・ 一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善
- ・ 建設現場に携わる人の賃金の水準の向上を図るなど、魅力ある建設現場へ
- ・ 建設現場での死亡事故ゼロに
- ・ 「きつい、危険、きたない」 から 「給与、休暇、希望」 を目指して

○取り組みについて

□ ICT技術の全面的な活用

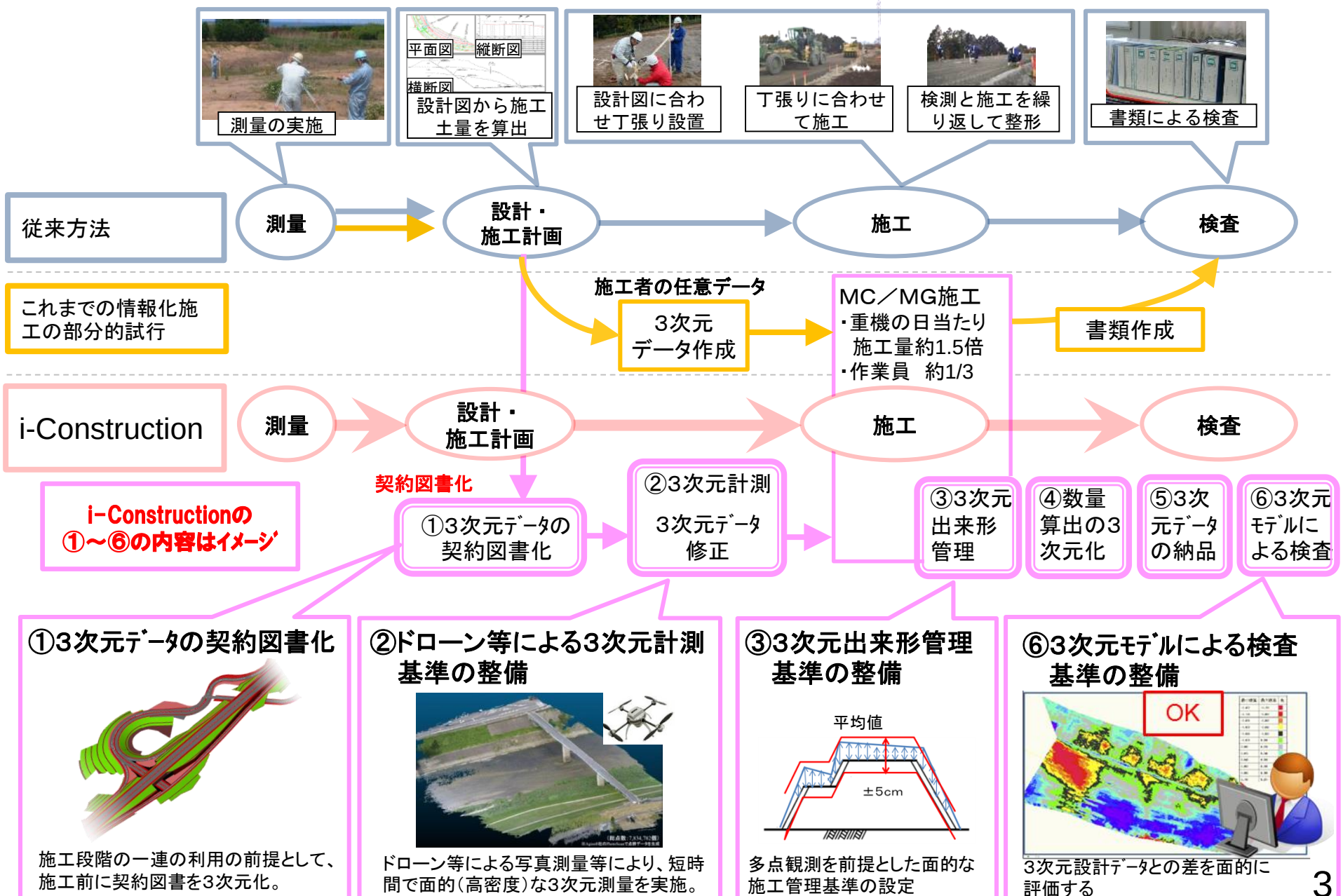
□ 規格の標準化

□ 施工時期の平準化

○推進に当たっての課題

- ・ ICT導入に対する企業への支援のあり方
- ・ 地方自治体などの発注者への支援のあり方
- ・ ICTの活用を前提としていない現在の基準による設計ストックに対する対応
- ・ i-Constructionの成果の分配のあり方
- ・ i-Constructionによる建設現場のイメージアップと広報戦略
- ・ 海外展開を見据えたICT技術等の国際標準化

ICT技術の全面的な活用(土工)の実施内容 国土交通省

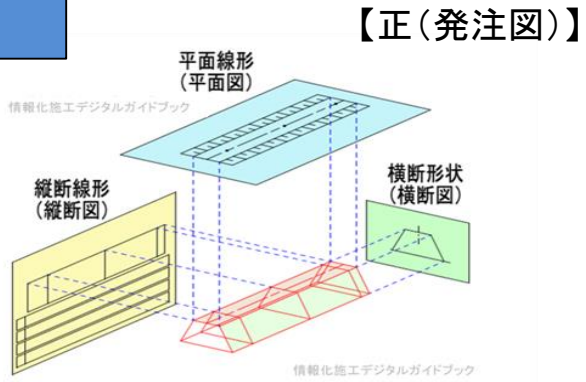


①3次元データの契約図書化(案)

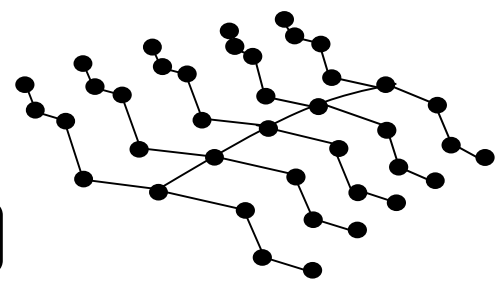
3次元データによる施工・管理・検査を前提として、3次元設計データを契約図書に位置づける。
⇒変更協議として実施する。

- 設計図(縦横断図)と同じ情報を含むことが確認された面的データを施工管理の基準とできる。
⇔面的(設計／出来形)な3次元データの定義と適用範囲の明確化
- 面的な設計データを用いて設計数量を算出できる。
- 面的な竣工データ(点群計測データ)を用いて出来形および出来高算出をできる。
「出来形数量の計算は設計数量ではなく、出来形数量を用いて算出」とすることを検討

従来



【TS出来形につかうデータ】



<突合>



(様式-1)

工事 年 月 日

工事 名

発注会社 名

作成 者

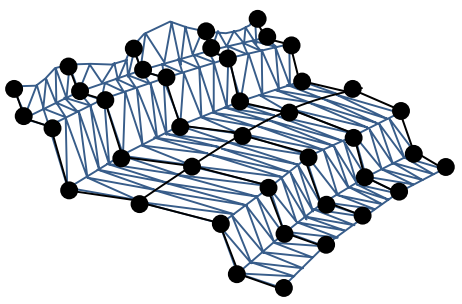
基本設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック 結果
1) 基礎及び 工事基点	基点	- 平面位置の明示が正しいか - 工事基点の明示が正しいか - 断面位置の明示が正しいか - 断面位置の明示が正しいか	
2) 断面線形	断面線形	- 断面位置の明示が正しいか - 断面位置の明示が正しいか - 断面位置の明示が正しいか - 断面位置の明示が正しいか	

チェックシートの提出・受理

i-Construction工事

↑↓
<突合+変更協議>



2次元図面と同一性が確認できる面で構成された3次元設計データ。
【MC, MGで利用されているTINデータ(仕上げ時利用)と想定】

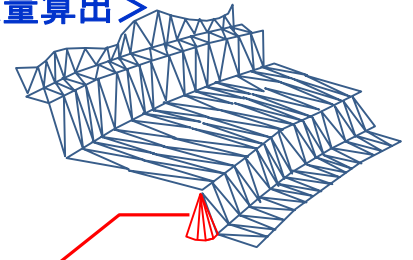
【正の設計図とする】



面的出来形管理に利用

契約図書化のイメージ

<数量算出>



管理対象外箇所は竣工データを出来形とする。

②3次元計測基準の整備(案)

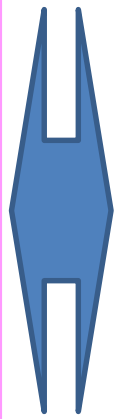
利用目的に応じて求められる3次元座標の取得基準を用いる。
⇒計測機器の精度、取得点数の密度、データの処理手順を定める。

i-Construction工事

3次元計測方法のイメージ

用途と要求性能のイメージ

用途	×	要求性能
・起工測量 ・出来形管理 (面的管理) ・部分払い数量算出		【要求性能】 ・精度: $\sigma = \pm \bullet \text{cm}$ ・密度: 1点 / $\bullet \text{cm}^2$
		【要求性能】 ・精度: $\sigma = \pm \bullet \text{cm}$ ・密度: 1点 / $\bullet \text{m}^2$



ツールの選択

UAV



【空撮⇒写真測量】

【計測手法】
・高度 $\bullet \text{m}$ 以内で測定
・評定点を $\bullet \text{m}$ 毎設置
・写真ラップ率 $\bullet \%$ 以上
【精度確認手法】
・検証点を設け座標較差で比較 等

レーザースキャナ

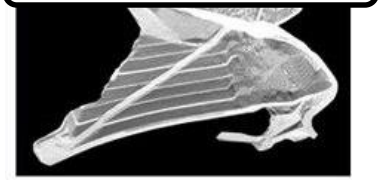


【計測手法】
・ $\bullet \text{m}$ 間隔で測定
【精度確認手法】
・既知点の1基線長で比較 等

×

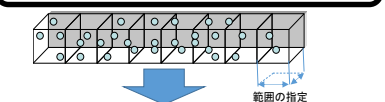
データ処理手順

オリジナルデータ



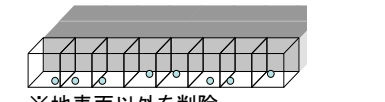
↓

グラウンドデータ



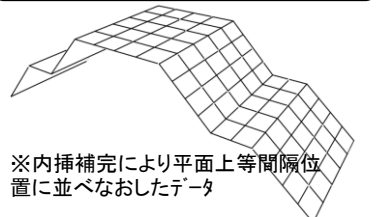
↓

※地表面以外を削除



↓

グリッドデータ



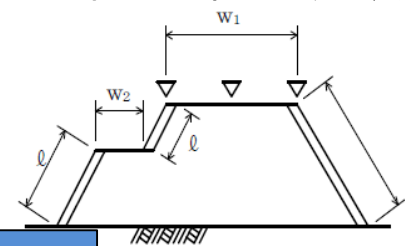
※内挿補完により平面上等間隔位置に並べなおしたデータ

③3次元出来形管理基準 (出来形管理基準改訂)

3次元計測により計測された多点情報により、効率的な面的施工管理を実現。
⇒従来と同等の出来形品質を確保できる面的な管理基準・規格値を定める。

従来

既存の出来形管理基準では、代表管理断面において長さ、高さを測定していた

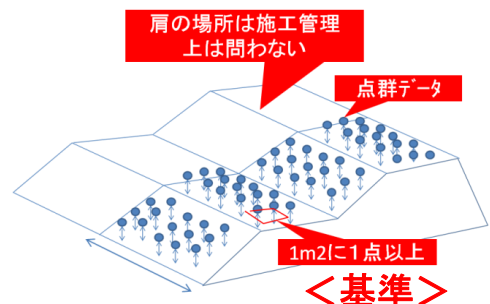


- 例)
- 基準: ・測定・評価は@40m
 - 規格値: ・-10cm<W
 - ・-5cm<H<5cm
 - ・-10cm<L

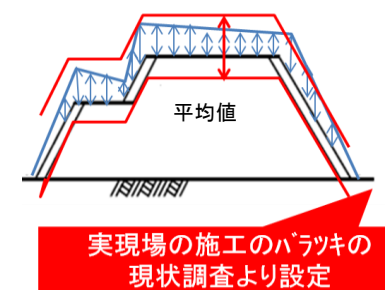
i-Construction工事

UAVの写真測量等で得られる面的な竣工形状を面的に評価出来るようにする。

基準改訂のイメージ

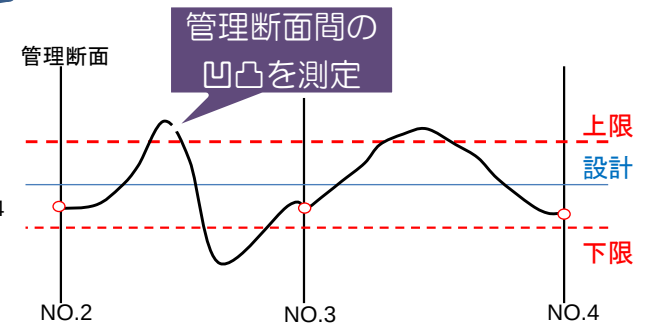
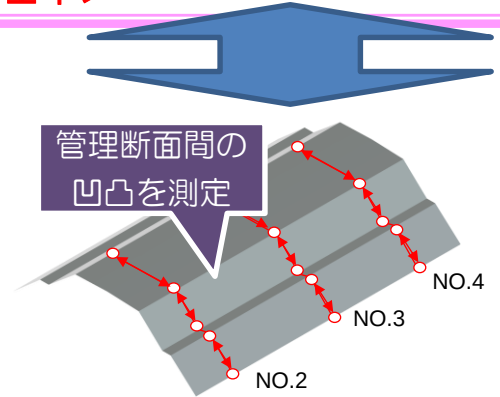


- <規格値>
- 天端面
平均値: ±●mm
最大: ±●mm
 - 法面:
平均値: ±●mm
最大: ±●mm



施工実態を踏まえた規格値検討

施工現場での実態から、面的な施工精度(バラツキ)を測定し、実現性を確保する。

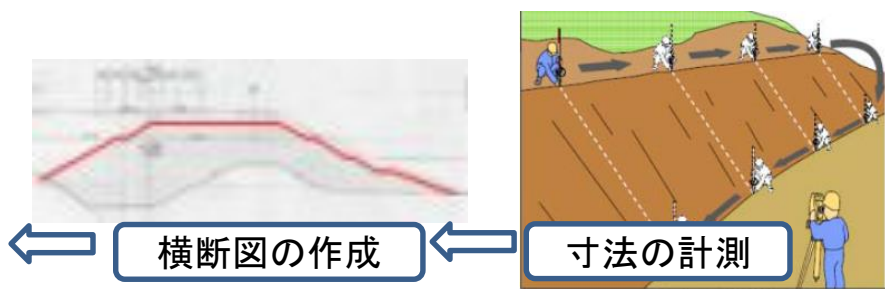
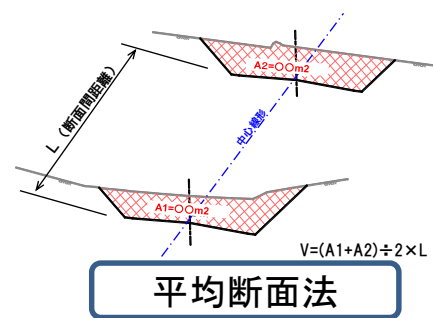


④数量算出の3次元化(案)

管理断面以外の位置を特定しない多点計測の取得結果を利用した数量算出を実現する。
 ⇒数量算出方法を定める。

従来

従来は平均断面法による体積計算、三斜法による面積計算が標準として利用されている。



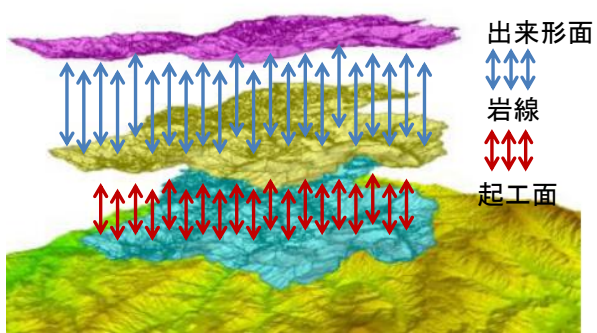
4. 体積の計算(H27.4改訂版)
- (1) 体積の計算は数学公式によるほか、両断面の平均数量に距離を乗じる平均断面法により算出する。
 - (2) 上記(1)によることを原則とするが、CIM試行においては、CADソフト等による算出結果について、適宜結果の確認をしたうえで適用できるものとする。

計算方法の規定がない

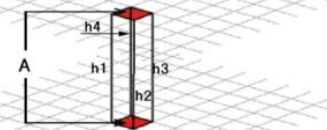
i-Construction工事

積算区分別にサーフェスを形成した上で、3DCADの土量算出機能で算出

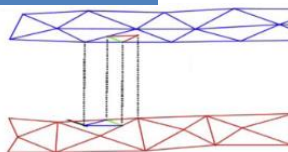
<多点群から作成した面>



・メッシュ法

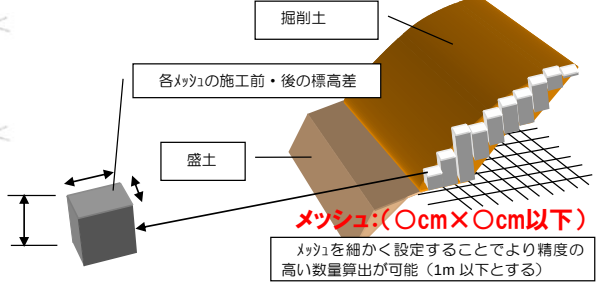


・三点柱状法



数量算出のイメージ

※CADソフトの算出結果を適宜確認して適用



※メッシュ法のイメージ図

⑤3次元データでの納品

取得した3次元施工データをそのまま利用できる納品方法を実現する。
 ⇒3次元設計データと3次元管理結果(画面設計)、計測データの納品仕様を定める。

従来

紙面での判断が容易な整理形式(帳票:PDF)

様式-31

出来形管理図表

工種

種別

測点											
設計値との差											

i-Construction工事

- 3次元設計データの仕様
- 3次元計測データの仕様

納品データのイメージ

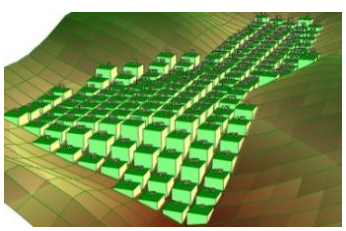


出来形管理結果確認システム

将来的には, ASPで確認出来る様にシステム整備

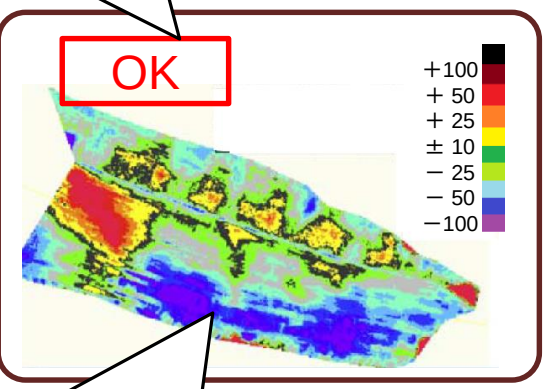
<多点群から作成した面と3次元設計面の比較>

規格値を満たしているかも自動判定(将来)



↑3Dモデル表示

上面からの表示→



出来形管理図表の折れ線グラフに相当する、設計との差を可視化したヒートマップ(出来形展開図に代わる物)

⑥3次元モデルによる検査(基準改訂)

3次元データの活用により検査の省力化と、納品される3次元データを用いた図や資料作成を省力化する。⇒システムを利用した納品データの描画による判定など

i-Construction工事

検査のイメージ

○3次元データでの納品・検査により、省力化すべき事項(図化や出来高部分払い時の出来形等)を改訂

多点観測機器を用いた出来形管理の監督・検査要領(新規策定)

- ・3次元データを活用した検査の手法を規定
- ・以下の要領の上書き改訂を規定



地方整備局土木工事検査技術基準

- ・実地による出来形検査の簡略化(3次元データを活用した検査への対応)
- ・検査項目(幅、基準高、法長)、密度の規定の改正

部分払における出来高取扱方法(案)

- ・施工の途中段階で出来高に計上する場合に、3次元データのみで、出来高算出値の大部分を出来高として認める旨を明確化

既済部分検査技術基準(案)同解説

- ・実地による出来形検査の簡略化(3次元データを活用した検査への対応)
- ・検査項目(幅、基準高、法長)、密度の規定の改正

予定スケジュール

(H27)

(H28)～

(将来)～

新基準
の整備

- 新基準(土木工事施工管理基準(案)など)の導入
- ICTの導入が遅れている企業の導入初期(関連機器、技術者育成など)に係る支援
- i-Constructionの推進
(新規箇所)新たに測量を行う現場から、順次、i-Constructionを実施
(事業中箇所)現基準による設計を完了している場所は、施工者提案※により、i-Constructionを実施

新基準の標準化

全プロセスでi-Constructionを標準化

※施工者提案: 施工者が自発的にICT建機の活用を提案すること

ICT導入協議会(第1回)
H28年2月5日

ICT導入協議会(第2回)
3月末予定

①3次元データの契約図書化

②3次元計測基準の整備

③3次元出来形管理基準(基準改訂)

④数量算出の3次元化(算出要領改訂)

⑤3次元データの納品仕様

⑥3次元モデルによる検査(基準改訂)

既存システム
の活用

システム
の整備

導入

フォロー
アップ

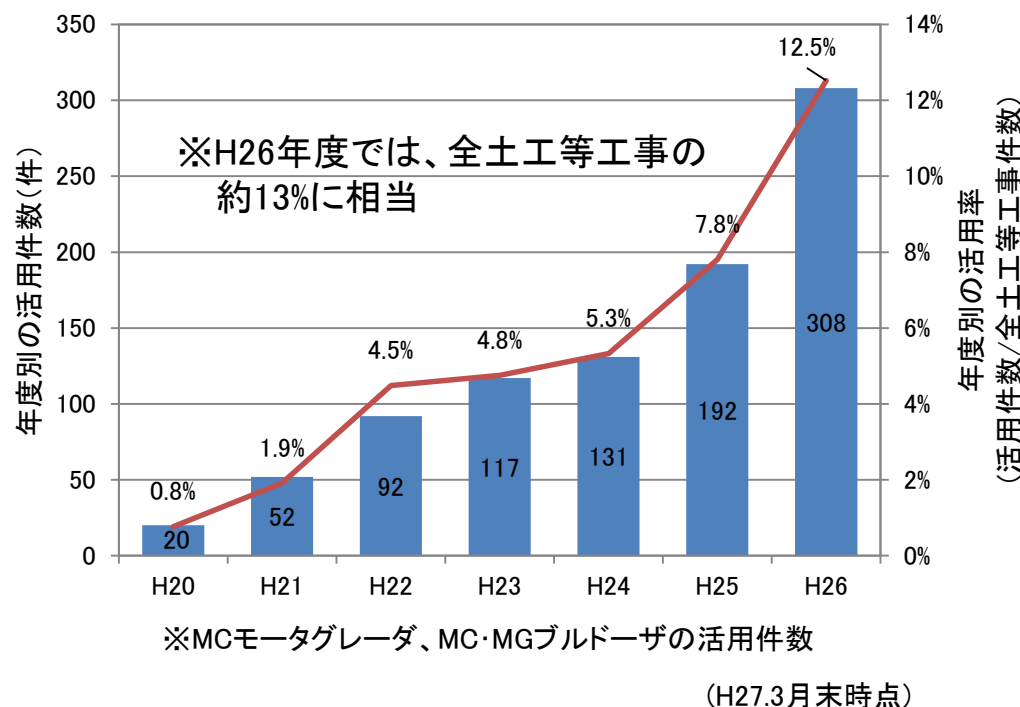
H28.2月

H28.3月

H28.4月

- 国土交通省では、平成20年度より直轄工事における情報化施工の試行を開始。
- 平成26年度では、規模の大小を問わず全土工等工事の約13%に相当。
- 従来施工に比べ、施工量(日当たり)は約1.5倍(路盤工)に向上し、重機オペレータ以外の技能労働者は約1/3に減少。

1. 実施件数(H20～H26で延べ912件)



2. 施工の効率化・省力化

- ・重機1台あたりの日当たり施工量(路盤工)
1,110 (m²) → 約1,650 (m²) (約1.5倍)
(従来施工の標準積算)
- ・重機周りの補助作業や丁張り設置作業は不要
オペレータ以外の技能労働者は約1/3

(参考)試行状況



情報化施工

建設機械に3次元設計データをinputし、衛星により建設機械の位置を計測することによって、高効率、高精度に自動制御を行う土工工事