

# 中部地方整備局におけるi-Construction ～ICT活用技術の取組について～



# i-Constructionの概要

## (i-Construction ～建設現場の生産性向上の取組み～)

**今こそ生産性向上のチャンス**

<b>労働力過剰を背景とした生産性の低迷</b> ・バブル崩壊後、建設投資が労働者の減少を上回って、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。	<b>生産性向上が遅れている土工等の建設現場</b> ・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)(生産性は、対米比で約8割)
<b>依然として多い建設現場の労働災害</b> ・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%))	<b>予想される労働力不足</b> ・技能労働者約340万人のうち、約110万人の高齢者が10年間で離職の予想

労働力過剰時代から労働力不足時代への変化が起こりつつある。  
建設業界の世間からの評価が回復及び安定的な経営環境が実現し始めている今こそ、抜本的な生産性向上に取り組む大きなチャンス

**プロセス全体の最適化**

<b>施工の情報化</b> ・測量、設計から施工、検査、さらには維持管理、更新までの全てのプロセスにおいてICT技術を導入	<b>規格の標準化</b> ・寸法等の規格の標準化された部材の拡大	<b>施工時期の平準化</b> ・2カ年国債の適正な設定等により、年間を通じた工事件数の平準化
--	--------------------------------------	--

プロセス全体の最適化へ  
従来: 施工段階の一部 → 今後: 調査・設計から施工・検査、さらには維持管理・更新まで

**i-Constructionの目指すもの**

- 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資金の水準の向上を図るなど魅力ある建設現場に
- 死亡事故ゼロを目指し、安全性が飛躍的に向上

## i-Construction

**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**

トンネル1mあたりに要する作業員数

年代	作業員数 (人日/m)
東海道新幹線 (S30年代)	58
近年の新幹線 (H24年度)	6

生産性 10倍

**土工**

1000m<sup>2</sup>あたりに要する作業員数

年代	作業員数 (人日/1000m <sup>2</sup> )
S59年度	16
H24年度	13

生産性 横ばい

**コンクリート工**

100m<sup>3</sup>あたりに要する作業員数

年代	作業員数 (人日/100m <sup>3</sup> )
S59年度	12
H24年度	11

生産性 横ばい

**H24国土交通省発注工事実績**

機械土工・舗装関連	22%
現場打ちコンクリート関連	16%
その他	30%
橋梁架設関連	2%
道路架設関連	2%
道路舗装関連	3%
NATM関連	1%
土工等架設関連	3%
NATM関連	1%
工事製作・運搬・管理関連	12%

## i-Construction

**～トンネルにおける生産性の向上～**

○ 人力による矢板支保工から、コンクリート吹付けによるNATM(New Austrian Tunneling Method)や、セグメント化された覆工を用いるシールド工法に変わり、大幅な省力化を実現。

(過去) 矢板工法

(現在) NATM工法

①吹付コンクリート

②ロックボルト

シールド工法

①シールドマシン

②セグメント

セグメント自動搬送

セグメント自動組立

掘削面を矢板で支持

掘削面を吹きつけコンクリート、ロックボルトで支持

掘削面をシールドマシンによるセグメントで支持

## i-Construction

**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)

**土工において人手を要する作業**

丁張り※

※工車を着手する前に、盛土の高さ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

# i-Construction

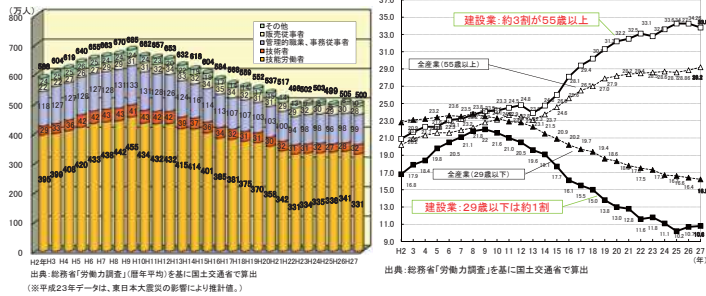
## 労働力過剰時代から労働力不足時代への変化

### 技能労働者等の推移

- 建設業就業者：685万人(H9) → 498万人(H22) → 500万人(H27)
- 技術者：41万人(H9) → 31万人(H22) → 32万人(H27)
- 技能労働者：455万人(H9) → 331万人(H22) → 331万人(H27)

### 建設業就業者の高齢化の進行

- 建設業就業者は、55歳以上が約34%、29歳以下が約11%と高齢化が進行し、次世代への技術継承が大きな課題。
- ※実数ベースでは、建設業就業者数のうち平成26年と比較して55歳以上が約4万人減少、29歳以下は同程度(平成27年)



# i-Construction

## 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

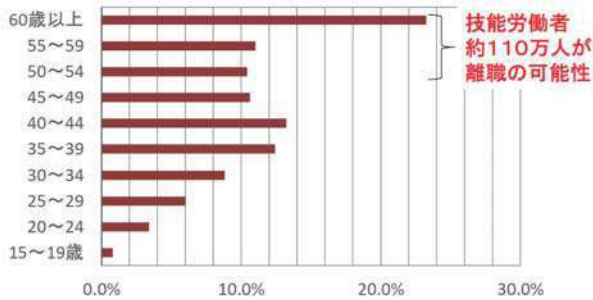


# i-Construction

## 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



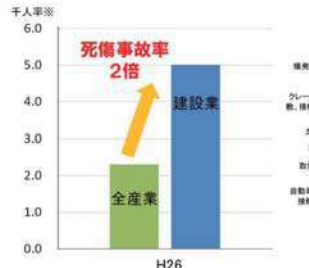
資料：(一社)日本建設業連合会「再生と進化に向けて」より作成

# i-Construction

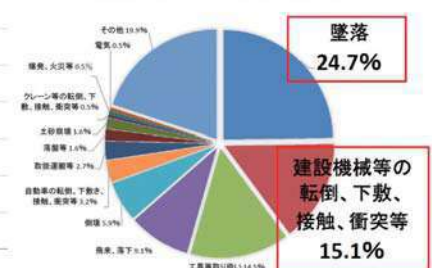
## 依然として多い建設現場の労働災害

- ・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



### 建設業における労働災害発生要因



※千人率＝〔年死傷者数/年平均労働者数〕×1,000

# 本省の体制 石井国土交通大臣発言

2015.11.24 定例会見より

## ●建設現場の生産性向上について

- 本日の経済財政諮問会議において、私からご説明する予定ですが、建設現場の生産性向上に向けて、測量・設計から、施工、さらに管理に至る全プロセスにおいて、情報化を前提とした新基準を来年度より導入することとしました。
- 建設現場の生産性向上は避けることのできない課題です。これまでも、機械化が進んだトンネル工事は、生産性が飛躍的に向上していますが、土工やコンクリート工など、生産性向上の遅れた部分が残っています。
- この土工等の分野について抜本的な生産性向上を図ることで、全体として技能労働者一人あたりの生産性について、将来的に5割向上の可能性があると考えています。
- このような認識のもと、生産性向上の基本的方向について、有識者や関係者の意見を集約するため、三菱総合研究所(みつひしそうこうけんきゅうしょ)理事長 小宮山 宏(こみやま ひろし)氏を委員長とする検討委員会を近日中に設置することとしました。
- これらの取り組みを「i-Construction」と名付け、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など魅力ある建設現場を目指していきたいと考えております。



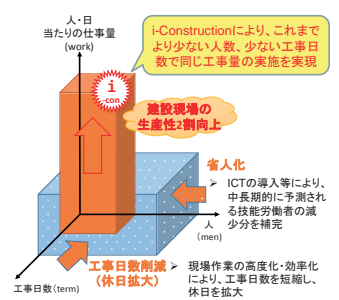
石井 啓一  
国土交通大臣

# 【i-Construction ～建設業の生産性向上～】

- 建設業は社会資本の整備の担い手であると同時に、社会の安全・安心の確保を担う、我が国の国土保全上必要不可欠な「地域の守り手」。
- 人口減少や高齢化が進む中であっても、これらの役割を果たすため、建設業の賃金水準の向上や休日の拡大等による働き方改革とともに、生産性向上が必要不可欠。
- 国土交通省では、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までの全ての建設生産プロセスでICT等を活用する「i-Construction」を推進し、建設現場の生産性を、2025年度までに2割向上を目指す。



### 【生産性向上イメージ】





# i-Construction トップランナー施策

### ICTの全面的な活用 (ICT土工)

○調査・測量、設計、施工、検査等のあらゆる建設生産プロセスにおいてICTを全面的に活用。

○3次元データを活用するための15の新基準や積算基準を整備。

○国の大規模土工は、発注者の指定でICTを活用。中小規模土工についても、発注者の希望でICT土工を実施可能。

○全てのICT土工で、必要な費用の計上、工事成績評価で加点評価。

### 全体最適の導入 (コンクリート工の規格の標準化等)

○現場毎の一品生産、部分別最適設計であり、工期や品質の面で後継技術を採用することが困難。

○設計、発注、材料の調達、加工、組立等の一連の生産工程や、維持管理を含めたプロセス全体の最適化が図られるよう、全体最適の考え方を導入し、サプライチェーンの効率化、生産性向上を目指す。

○部材の規格(サイズ等)の標準化により、プレキャスト製品やプレハブ鉄筋などの工場製作を進め、コスト削減、生産性の向上を目指す。

### 施工時期の平準化

○公共工事は第1四半期(4~6月)に工事量が少なく、偏りが激しい。

○限られた人材を効率的に活用するため、施工時期を平準化し、年間を通して工事量を安定化する。

#### 【建設現場におけるICT活用事例】

(3次元測量)

ドローン等を活用し、調査日数を削減

(3次元データ設計)

3次元測量点群データと設計図面との差分から、施工量を自動算出

(ICT建機による施工)

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ICT化を実現

# 「ICT活用工事(ICT土工)」施工の流れ

#### ①3次元設計データの作成

土工を情報化施工を行うための必要となる3次元設計データを作成。

#### ②起工測量の3次元化

ドローン等による写真測量等により、短時間で高密度な3次元測量を実施。

#### ③3次元測量データによる設計照査・施工計画

3次元測量データ(現況地形)と設計図面との差分から、施工量(切り土、盛り土量)を自動算出。

#### ④3次元設計データによる施工・施工管理

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<sup>TM</sup>を実施。

#### ⑤3次元出来形管理

3次元出来形管理

# 生産性向上に繋がるICT活用工事

### 土工における5つの施工プロセスにおいてICTを全面的に活用する工事

- 3次元起工測量
- 3次元設計データ作成
- ICT建機による施工
- 3次元出来形管理等の施工管理
- 3次元データの納品

### i-Constructionの目指す、「建設現場の生産性向上」に繋がるもの。

- 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資金の水準の向上を図るなど魅力ある建設現場に
- 死亡事故ゼロを目指し、安全性が飛躍的に向上

#### ICT活用工事(既契約型)の事例: H27中部縦貫丹生川西部地区道路建設工事

生産性向上に繋がるものを積極的に活用!

- 省人化
- 工事日数削減(休日拡大)を目指す!

# ICT土工のおさらい ①3次元化設計データの作成

### 3次元設計データの作成手順とイメージ

○完成に至るすべての施工プロセスで面的な管理を行うための3次元図面作成

平面線形

縦断線形

道路中心線形

横断面形状

スケルトンモデル

中心線形・横断面形状の構成要素間を補充

サーフェスモデル

地表面を表す面的なデータ

# ICT土工のおさらい ②起工測量の3次元化

### OUAV(無人航空機)により効率的・高密度に測量し、3次元地形図を作成

- UAV(無人航空機)による撮影
  - 広範囲・短時間で撮影が可能
  - 高密度に地表面データを点で取得
- 点群データの作成
- サーフェスモデルの作成
  - TIN(点を繋いだ三角形)で地形をモデル化

# ICT土工のおさらい ③3次元測量データによる設計照査・施工計画

### ○3次元設計データにより設計照査は高度化・効率化され、土量(m3)は自動的に算出可能

#### 設計照査

計測した座標

座標による図面の確認

3次元モデルの確認

#### 数量算出

起工測量の計測データと3次元設計データから数量算出

起工測量計測データ(TIN)

設計形状

3次元設計データ(TIN)

起工測量計測データと3次元設計データを用いた数量算出

メッシュ法などによる数量算出

数量計算書

○3次元設計データをもとに、ICT建設機械により自動化された施工が可能

**バックホウ掘削工の自動敷均し制御**

オペレータ用のモニター

バックホウに設置したGPS、ストロークセンサ、チルトセンサから得られるバケット刃先位置を、重機に搭載したモニターに、設計形状と比較表示する。現地丁張り無しの施工が可能になる。

**GPSを用いた締め管理システム**

GPSを用いて、締め機械の自己位置の計測を行い、施工箇所のメッシュを通過する回数をカウントするシステム（施工前に、回数と密度の相関を試験する）

○書面検査はビジュアル化、実地検査は電子化されて、完成検査の効率が上がる

3次元出来形計測データを用いた完成検査

**(書面検査)**

合格の場合

異常値ありの場合

3次元出来形計測データと3次元設計データとの差分を色で表示

**(実地検査)**

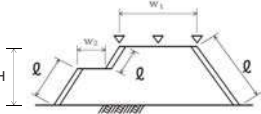
(TS) (GNSSローバー)

電子情報として記録できる測量機器を用いた検査

3次元計測により計測された3次元点群データによる効率的な出来形管理を導入

従来

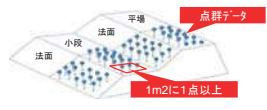
既存の出来形管理基準では、代表管理断面において高さ、幅、長さを測定し評価



<例：道路土工（盛土工）>  
測定基準：測定・評価は施工延長40m毎  
規格値：基準高(H)：±5cm  
法長(L)：-10cm  
幅(W)：-10cm

i-Construction

UAVの写真測量等で得られる3次元点群データからなる面的な竣工形状で評価



<例：道路土工（盛土工）>  
測定基準：測定密度は1点/m<sup>2</sup>以上、評価は平均値と全測点  
規格値：設計面との標高較差（設計面との離れ）  
平地 平均値：±5cm 全測点：±15cm  
法面 平均値：±8cm 全測点：±19cm  
※法面には小段含む

従来と同等の出来形品質を確保できる面的な測定基準・規格値を設定

20

中部地方整備局における i-Construction 平成28年度の取り組み

■ i-Construction 中部ブロック推進本部 (H28.2.29設置)

・推進本部の組織

本部長 中部地方整備局長  
委員 整備局、都道府県、政令市  
水資源機構中部支社、中日本高速道路、名古屋高速道路公社  
(一社)日本建設業連合会中部支部、(一社)愛知県・岐阜県・三重県・静岡県建設業協会  
(一社)建設コンサルタンツ協会中部支部 他

第2回会議 (平成29年6月7日開催)

■ i-Construction 中部ブロック県部会

・県部会の組織  
国交省直轄事務所、県（建設部局、土木事務所）、政令市（建設部局、土木事務所）、県建設業団体 他

・開催状況

- ◆15基準の説明会(各県で開催) H28.4.25-H28.6.22 481名参加
- ◆「手引き」の説明会(各県で開催) H28.12.19-H29.1.18 597名参加

◆ICT活用工事の研修・説明会(業者・発注者向け)

- ◆県民(A・B・C)への説明会(名古屋) H28.4.15 50社参加
- ◆業界への説明会(名古屋) H28.5.24-H28.5.30 414社参加
- ◆監督員研修(3回×2日) H28.9.26-H28.10.5 84名参加
- ◆事務所幹部のICT土工勉強会(2回) H28.10.28, H28.11.2 41名参加
- ◆監督支援技術者への説明会(2回) H28.10.31, H28.11.4 140名参加
- ◆ICT活用工事現場見学会(静岡、三重、岐阜、愛知開催) H28.12.21-H28.2.2 510名参加
- ◆ICT検査官説明会(1回) H29.1.31 79名参加
- ◆発注担当者への説明会(2回) H29.2.2, H29.2.14 94名参加

その他  
◆業界団体開催セミナー等の講師派遣 複数回

■ i-Construction 中部サポートセンター

・中部地方整備局 企画部に設置(H28.4.1設置)

＜サポート内容＞

- ・土工技術に関すること
- ・機械・機器の調達に関すること
- ・各種基準・実務に関すること

研修活動

- ・整備局職員研修(一般職員、監督・検査職員)
- ・自治体職員研修 <i-Construction>
- ・施工業者研修 中部サポートセンター

■「ICT活用工事の手引き」の作成

・15基準運用(「手引き」)を作成・公開(H28.12.7)

○「ICT活用工事の手引き」の活用方法

- ◆15基準の運用として使用する
- ◆発注者との協議事項を確認する
- ◆必要実施項目を確認する
- ◆現場管理のポイントを確認する

■ ICT活用工事 Q&Aの作成

・中部サポートセンターに寄せられた質問や、各種説明会等で提出された質問に対して、Q&Aを作成して公開(H28.12.7)

手引きQ&Aは右からダウンロード <http://www.cbr.mlit.go.jp/construction/gijutsu.html>

■ 平成28年度のi-Con工事・業務実施状況 (H29.3現在)

● 工事(直轄)H29.3現在

ICT土工:96件(56)

発注者指定 I型: 8件(1)  
II型: 31件(13)  
施工者希望 I型: 33件(21)  
II型: 5件(3)  
既契約型: 19件(18)

※( )は完成済み工事の件数を示す

● 工事(県、政令市等)H29.3現在

ICT土工: 9件(静岡県)  
情報化施工: 4件(愛知県)  
その他土工: 1件(静岡市)  
合計 14件



○ 業務 H29.3現在

測量業務:2件 (受注者希望型:2件(天竜川上流河川事務所))

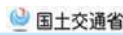
設計業務:0件※

※設計業務は3次元測量成果を用いて発注が必要なため

23



## ※全国のお取り組み 平成28年度 ICT土工の実施件数



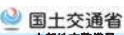
ICT土工の発注件数 (H28)

H29.3月末時点

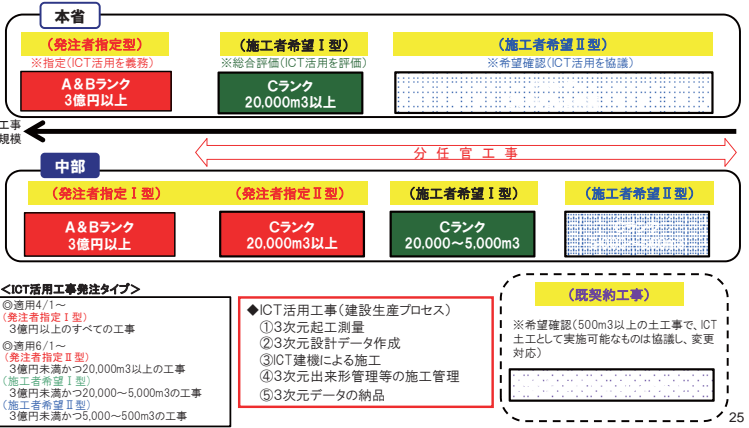
発注方式	件数	北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
		(件)	(件)	(件)	(件)	(件)	(件)	(件)	(件)	(件)	(件)	(件)
発注者指定型 (3億円以上※)	契約件数	0	3	6	2	39※	4	2	0	0	10	66
	実施件数	0	3	6	2	39※	4	2	0	0	10	66
	割合	-	100%	100%	100%	100%	100%	100%	-	-	100%	100%
施工者希望 I 型 (3億円未満かつ20,000m <sup>3</sup> 以上※)	契約件数	0	101	54	1	63	20	18	5	72	0	334
	実施件数	0	50	41	1	33	18	18	5	54	0	220
	割合	-	50%	76%	100%	52%	90%	100%	100%	75%	-	66%
施工者希望 II 型 (3億円未満かつ1,000m <sup>3</sup> 以上※)	契約件数	24	117	115	58	39	52	68	32	284	3	792
	実施件数	8	20	20	21	5	16	24	6	59	0	179
	割合	33%	17%	17%	36%	13%	31%	35%	19%	21%	0%	23%
合計	契約件数	24	221	175	61	141	76	88	37	356	13	1,192
	実施件数	8	73	67	24	77	38	44	11	113	0	465
	割合	33%	33%	38%	39%	55%	50%	50%	30%	32%	77%	39%
	既契約	10	11	16	9	19	11	12	9	19	3	119

※中部の発注方式は全国と異なる(次項参照)、中部の発注者指定型には、I型とII型(3億円未満で土量が20,000m<sup>3</sup>以上)を含んでいる。 24

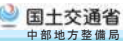
## 【ICT活用工事(ICT土工)の発注方針について】(H28)



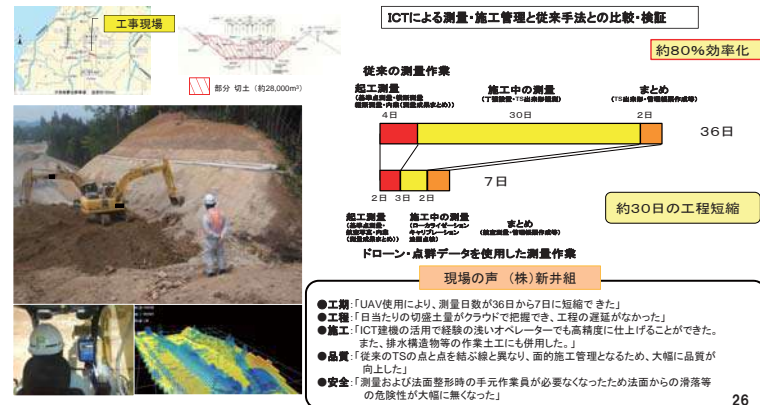
中部独自の取り組み: 発注者指定型をCランク(20,000m<sup>3</sup>以上)に拡大  
 背景: 中部のこれまでの情報化施工の取り組みにより、ICT建設機械による施工実績を持つ者が多い  
 目的: Cランク業者にもICT土工のトップランナーをつくることで、その後の施工者希望 I、II 型でICT活用の増加が見込める



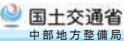
## 事例紹介(岐阜県高山市) 平成27年度中部縦貫丹生川西部地区道路建設工事



○ 施工者(元請け)が、ICTによる効果を自ら検証し、その特性等を把握したうえで特に UAV(ドローン)による測量、出来形管理の効果を実証したうえで、ICT土工の積極的な取り組みを実施。



## 事例紹介(三重県木曾町) 平成27年度木曾川源線防災ステーション基盤整備工事



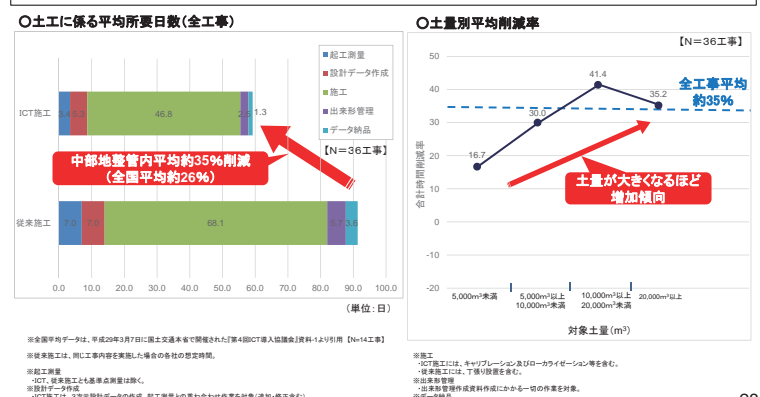
○ 施工者(元請け)は、今後主流となるICT施工に関心が高く、社をあげて技術者の育成に取り組む方針。



## i-Construction ICT土工活用工事の効果・検証



■ 中部地方整備局発注の直轄工事で、平成28年度末に完成したICT土工活用工事を実施した36工事の受注者に対し、アンケート調査を実施。  
 ■ 「起工測量」から「データ納品」までの土工に係る作業時間は、従来施工と比較し、全国平均の約26%を上回る約35%削減。  
 ■ 土量別平均削減率では、土量が大きくなるほど増加傾向。

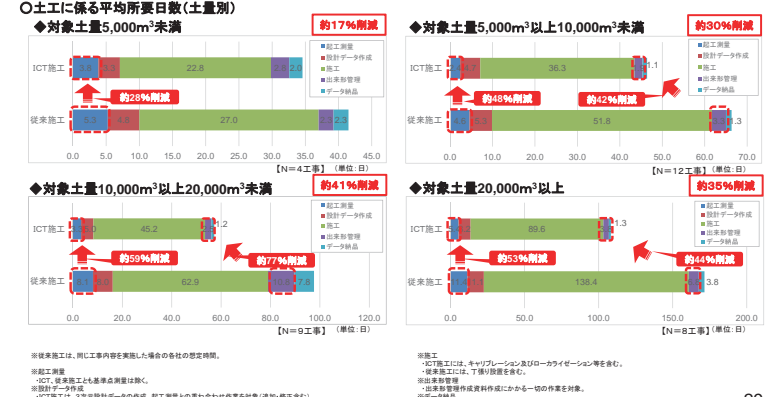


28

## i-Construction ICT土工活用工事の効果・検証



■ いずれの対象土量においても、「施工」の削減時間数が全体に対する寄与が大きい。  
 ■ 対象土量5,000m<sup>3</sup>以上では、「起工測量」と「出来形管理」について、削減率が大きい。  
 ■ 対象土量5,000m<sup>3</sup>未満の工事についても、「起工測量」において約28%の削減が見られ、一定の効果を確認。



29

