

# 土木施工現場における作業動線解析による 作業効率化の研究

## 熟練技能維持システムの開発

平成28年8月24日

Maintenance succession project of the P productivity by the line of flow Analysis.

～動線分析による生産性の維持継承への取り組み～



Panasonic



Asanuma

国土交通省 総合政策局公共事業企画調整課  
パナソニックシステムネットワークス 株式会社  
株式会社 浅沼組

### 熟練技能維持システムの開発

- 目的：熟練技術者不足、人材不足による生産性低下の解消  
施工技術（ノウハウ）伝承の活性化  
内容：作業特性の情報化による技能の維持  
データの活用による建設生産システムの効率化・カイゼン



建設生産システムにおける熟練技能維持システムイメージ



Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

国土交通省  
総合政策局公共事業企画調整課

平成25年10月25日プロジェクト発足

熟練技能維持システム  
(作業動線分析)



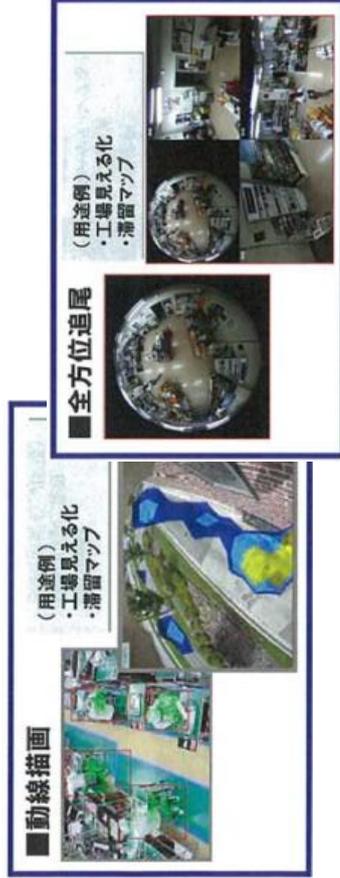
Panasonic

パナソニック  
システムネットワークス株式会社

株式会社 浅沼組  
本社 土木事業本部

- ・モニタリング機器提供
- ・データ解析(動線描画ソフト)

- ・モニタリング現場提供
- ・データ分析







# モニタリング設備

MPA STAGE II

現地モニタリング実施 (H26.10~11)



モニタリング設備全景



機器Box内部



ネットワークカメラ



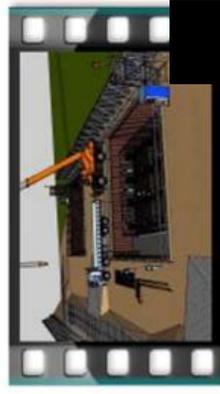
気象センサー



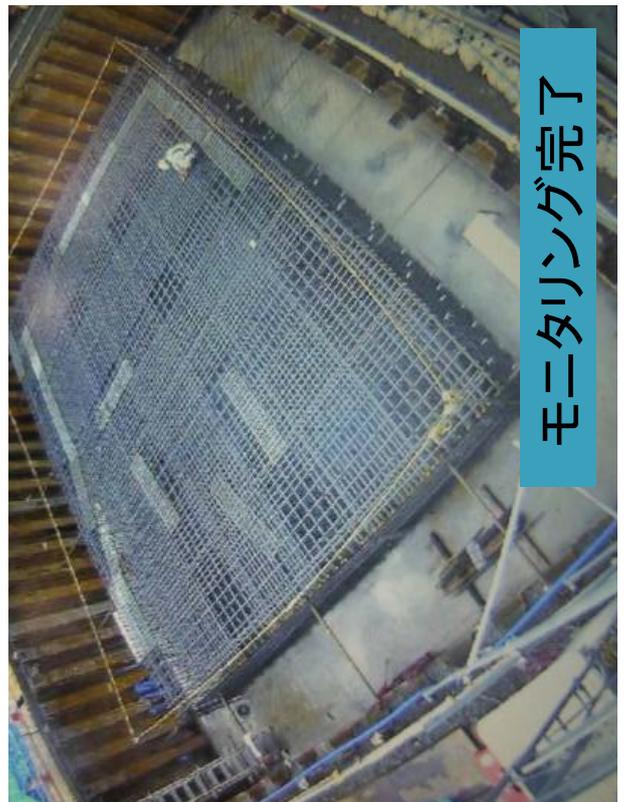
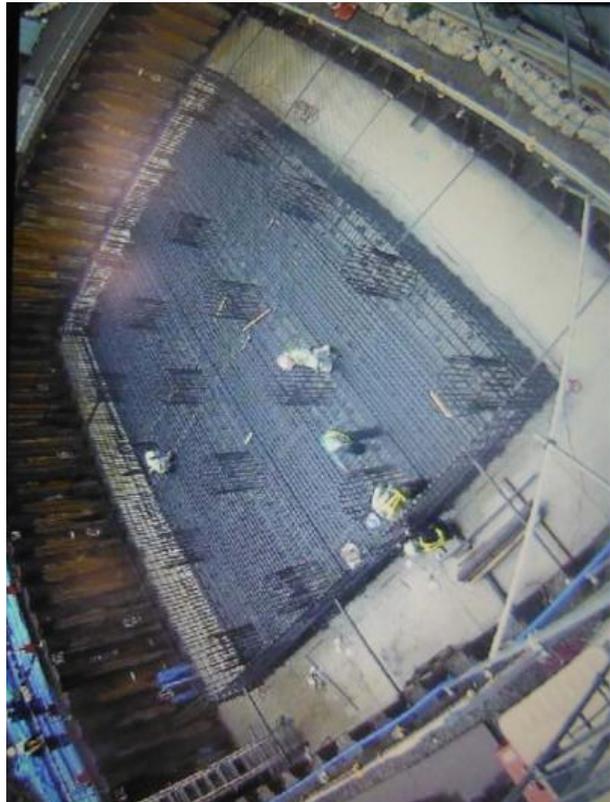
雨量計

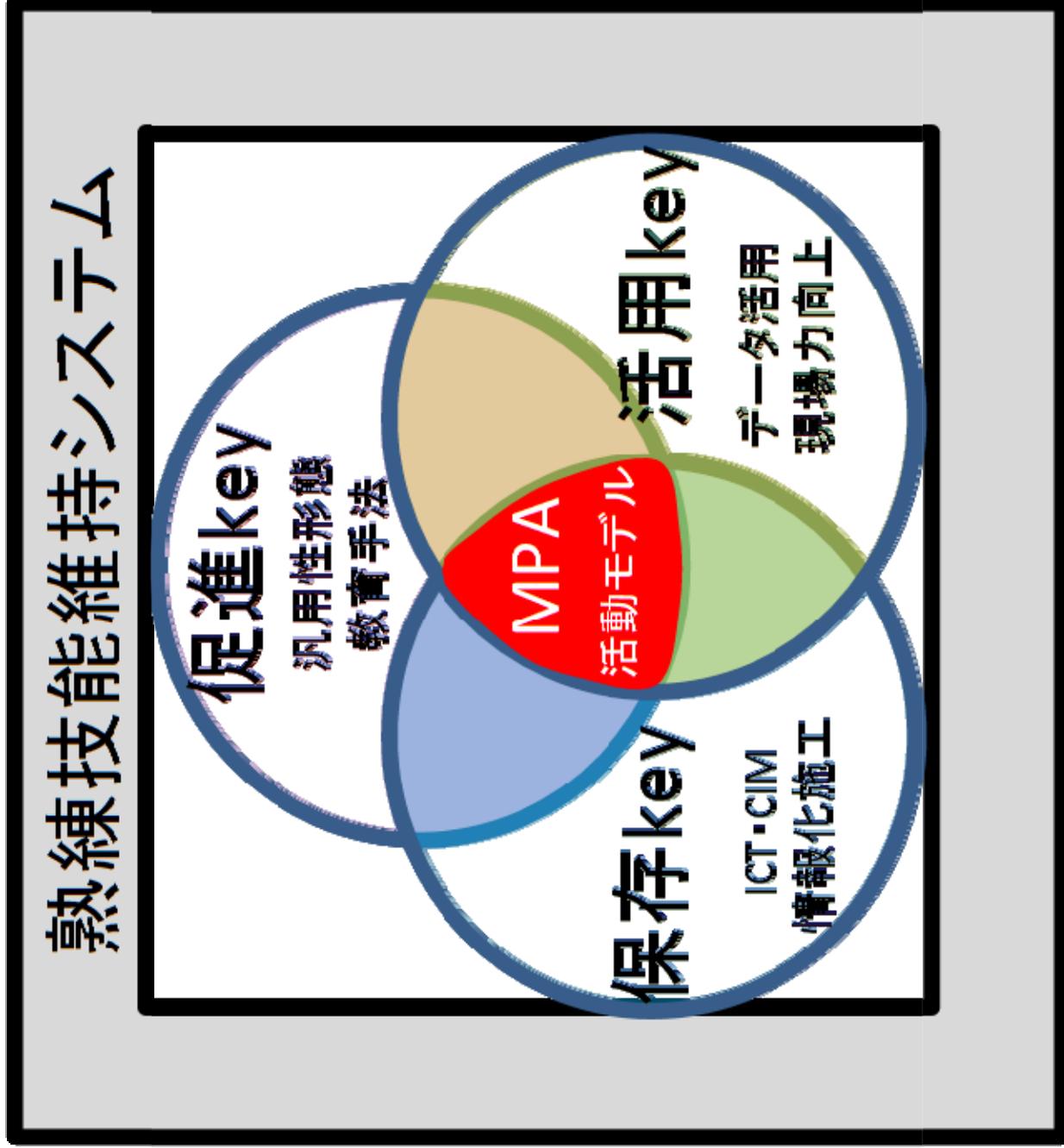


マルチアクセスコンセントレーター



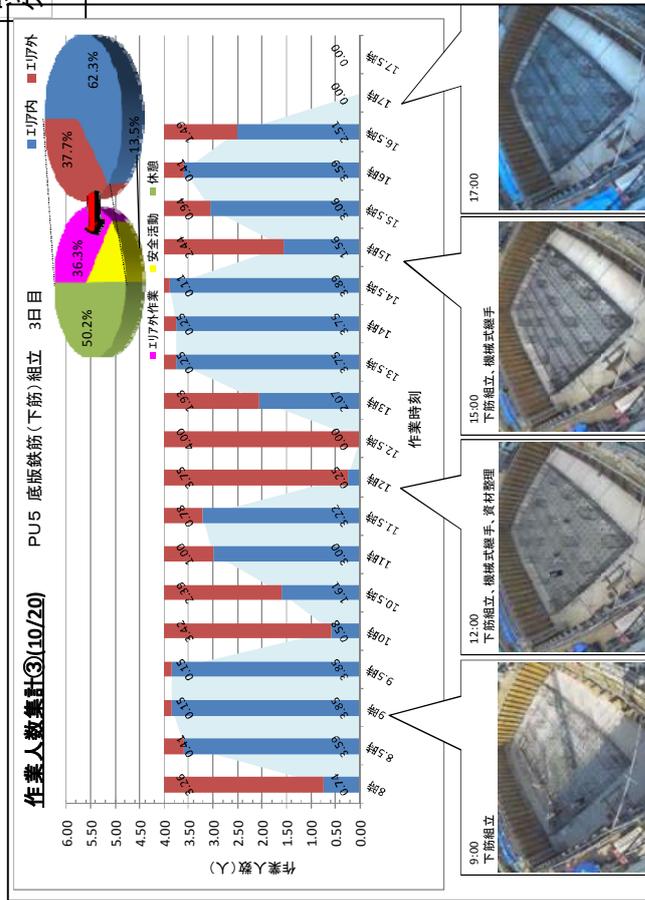
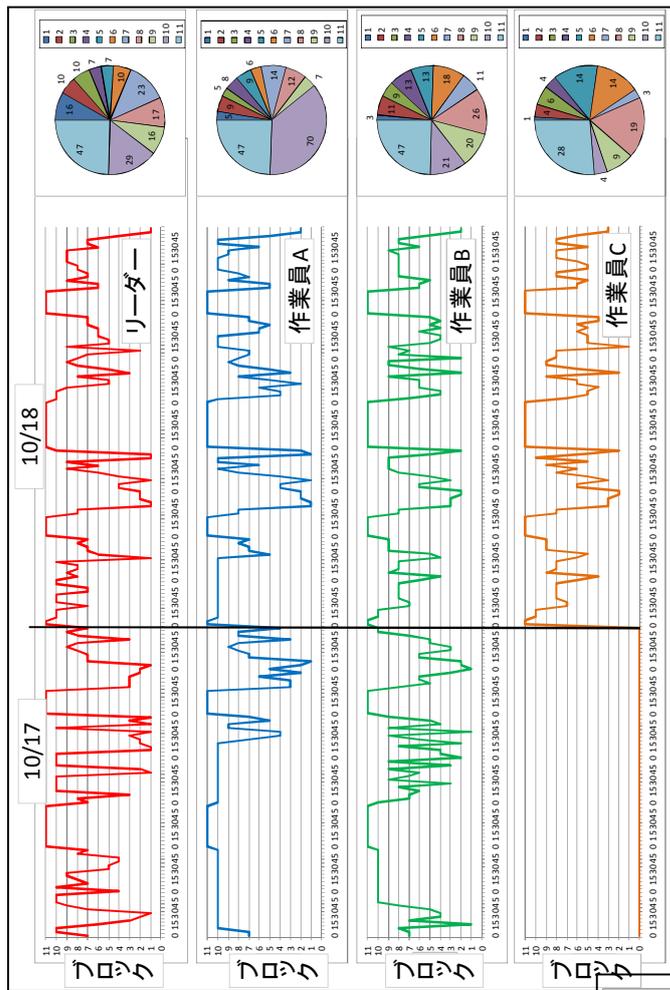
Animation





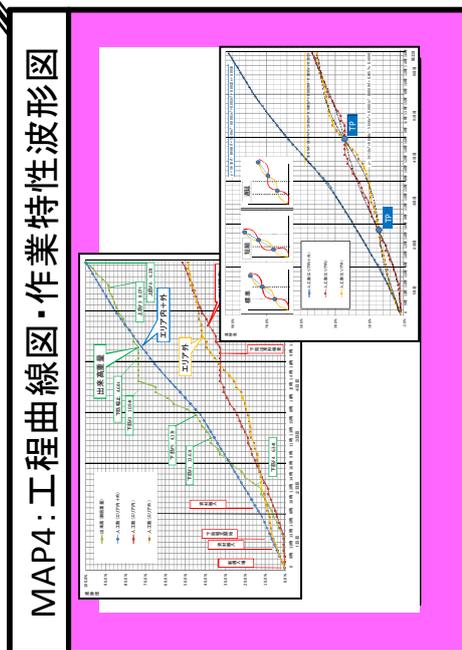
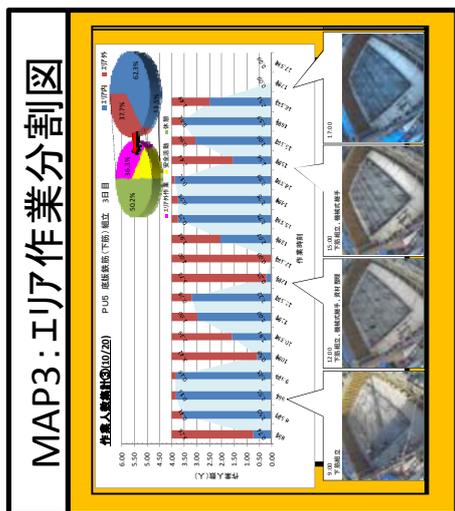
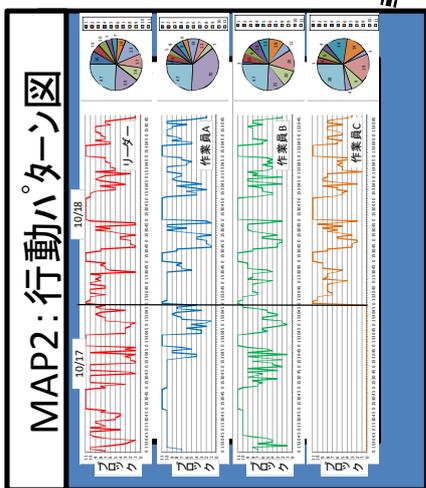
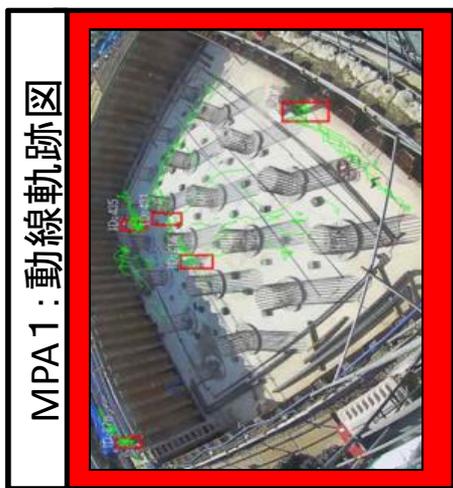


●行動パターン図→  
 行動軌跡をグラフ化すること  
 によりリーダーの行動を把  
 握できる。準備作業時の手  
 配順序が明確になる。



←●エリア作業分割図  
 エリア毎の作業割合を把握  
 できる。施工の進捗状態と  
 負荷が把握でき、改善策の  
 実施により効率化を行う。

MPAにより、作業特性や  
熟練技能を記録保存



- 生産性向上
- 品質向上
- 技術技能伝承
- 安全性向上
- 業界魅力再生
- ICT・CIM活用

## 土木現場における作業動線解析による 作業効率化の研究

福田 孝1、桑原 茂雄2、田村 泰史3、田中 優4

1正会員 国土交通省 総合政策局 総合政策企画課（〒100-8918 東京都千代田区霞ヶ関2-1-3）  
E-mail: tangahit-8310@ktr.mlit.go.jp

2正会員 株式会社浅沼組 本社土木事業本部（〒160-0007 東京都新宿区荒木町5番地）  
E-mail: kuwahara-shigeo@asanzuma.co.jp

3正会員 株式会社浅沼組 本社土木事業本部（〒160-0007 東京都新宿区荒木町5番地）  
E-mail: tamura-yasushi@asanzuma.co.jp

4正会員 パナソニックシステムネットワークス株式会社（〒104-0061 東京都中央区銀座5-2-1）  
E-mail: tanaka\_matsuro03@jp.panasonic.com

熟練技術者が保有する技術は、我が国の生産活動において、不可欠なものである。少子高齢化の進展により技術継承が問題となっている現在の社会情勢において、熟練技術者の技術を記録保存する技術の開発は喫緊の課題である。それはこれに代る形で土木作業現場の映像データを動画描画ソフトウェアの分析から得られた定量的データをもとに、作業特性を「見える化」したモデルとしての活用により技術・技術の伝承を可能とするシステムを開発する。本論文は、現地モニタリングの執行による画像データの収集方法と結果の検証および、今後のシステム開発の展望について述べる。

**Key Words** : skillful , stillful , maintenance , operational line , monitoring , image , analysis , task , property , MPA

### 1. はじめに

建設生産活動において熟練技術者の保有する資質は、組織の運営による利得やその目的物の品質に大きな影響を与える要因となる。特に土木工事の多くは税金の投入により事業が展開されているため、目的物を効率的に生産できないということは公益を大きく損うこととなり、その主たる原因は熟練技術者の技術力（現場力）の低下や損失である。また、適当ではない我が国の少子高齢化の進展による技術の伝承の停滞や建設生産システム（以下、それら熟練者技術維持の阻害）に拍車をかけているのが現状である。また、地球温暖化による気候変動で発生する自然災害や国土機能を大きく損失させる大震災の発生が懸念される現状において、国土強靱化や持続性の観点から、社会インフラ整備に対する国民の要望に応えるためにも、これまでより受け継がれてきた技術力を継承するとともに、時代に則した産業の発展へ寄与するための技術の伝承を効率的に行うことのできるシステムの開発が建設マネジメント分野における現状の問題である。

本論文では土木工事現場における現地のモニタリング

1

一タのモデル化③モデルの活用による改善の抽出④改善案による生産方法での建設生産システムの活性化について研究を行うことが目的である。

### (2) 熟練技術維持システムについて

我々が仮説として設定したシステムの概念について整理をしておく。図-1の概念図のようにシステムへの要求として3つの鍵（key）を設定した。

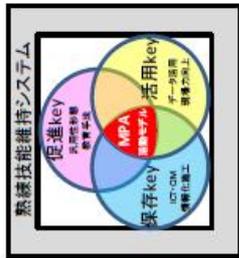


図-1 熟練技術維持システム概念図

①伝達 key：ノウハウを蓄積するためのシステムが簡易であり汎用性を有するものであることが必要である。また、技能伝承の意思が継続して維持できるような教育手法や「しつけ」が促進できる機能を育成できるもの。

②保存 key：情報通信技術(Information and Communication Technology)の活用による建設生産システムの効率化・高度化による生産性向上の観点より情報化施工としての媒体による成果を抽出できるシステムであること。形式知をデータ化し、ノウハウの蓄積だけに留まらず、社会的インフラマネジメントには熟練技能が必要不可欠であるため、国土交通省において、今後導入が検討されているCDM(Construction Information Modeling)における維持管理の設計資料となる施工記録としての保存などのようにさまざまな用途に汎用できる記録であること。

③活用 key：システムにより保存した技術的データを後継者がそのまま真似て運用するだけでなく、技能継承に必要な教育活動の確保し、データの考察により思考力を育成することで、現場力として継承できるものであること。

以上3つの鍵（key）の包含を念頭において、システム構築に着手することとした。本プロジェクトでは、これらの鍵（key）で開発することのできる仮説の証明を現地のモニタリングの作業動線分析により出力させる活動モデル(以下MPA Model of Performance Activity)で引導させるものである。

2

### (3) プロジェクトの組織

プロジェクトの組織は発起人となる国土交通省総合政策局公共事業企画課と映像機器および動画描画ソフトウェアを提供するパナソニックシステムネットワークス株式会社、モニタリング現場とサンプル（施工班および資機材）の提供および施工管理を行う株式会社浅沼組本社、土木事業本部長三者の協働によるものであり、平成25年10月25日に発足した。現地モニタリングは平成26年10月17日から11月5日の期間で株式会社浅沼組東京本店が神奈川県横浜浜市で施工する RC 橋脚（2基）の基礎築造立上工事を対象として行った。

### (4) モニタリングの方法

基礎築造立上の施工状況をネットワークカメラにより映像記録し、動画描画ソフトで作業員の動線量の定量化とその動線を描画する。そのデータから作業特性を見える化（グラフ化）したものを土木工事施工者の見から解析し、作業特性データを MPA として取りまとめる。

動画描画ソフトはパナソニック社で開発された解析ソフトであり、実用例としては工場で作業員や店舗での買い物客の動線分析により、生産性や集客力の向上となる改善事例がある。

今回のモニタリングは、屋外での土木施工現場という、当該動画描画ソフトでは採用事例の無い映像の解析であり、本プロジェクトの実施はソフトの汎用性および適応性を検証するとともに改善案の抽出により今後のシステム開発の可能性を裏証させる実験でもある。

### 3. 現地モニタリングの執行

#### (1) 現地モニタリングの計画

現地モニタリングの事前計画として映像データを採取するための機器等の配置計画が必要となる。前述通り、屋外での測定は前例がないため、ネットワークカメラの面や設置方法等についての詳細計画が必要であった。

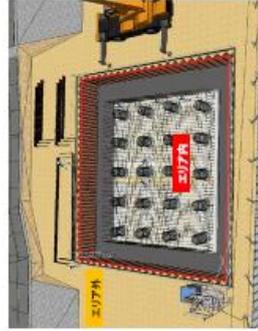


図2 3Dモデルによるシミュレーション図

### ●改善提案● ～支障物対策～

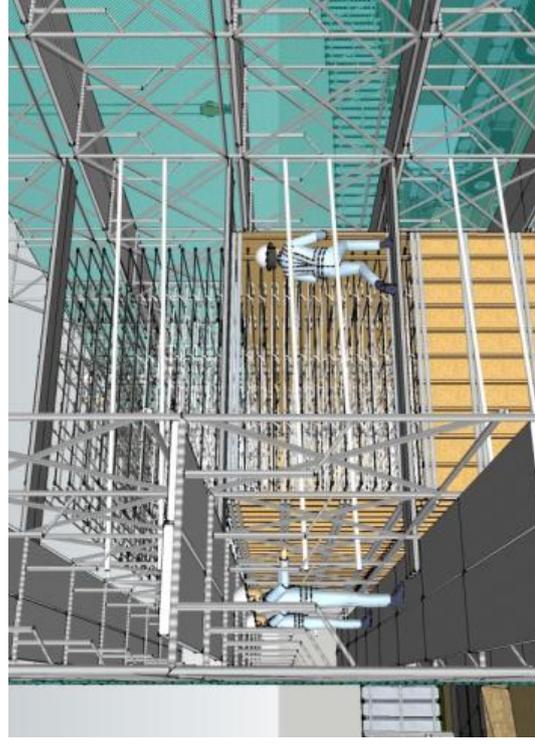
問題点として、

撮像時に、足場等の支障物により、

人物認識が出来ない(誤認識)場合がある。

⇒複数カメラによるデータ採取と  
解析

⇒ICタグ、GPS追尾機能との併  
用により精度を向上させる工夫。



### ●展開事業 ● ～システム構築～

- ・データ収集によるモデルの構築と検証
- ・他工種のデータ収集による適用性の確認



トンネル切羽掘削順序(土質毎)



異工種混合時の作業



第三者の通行経路



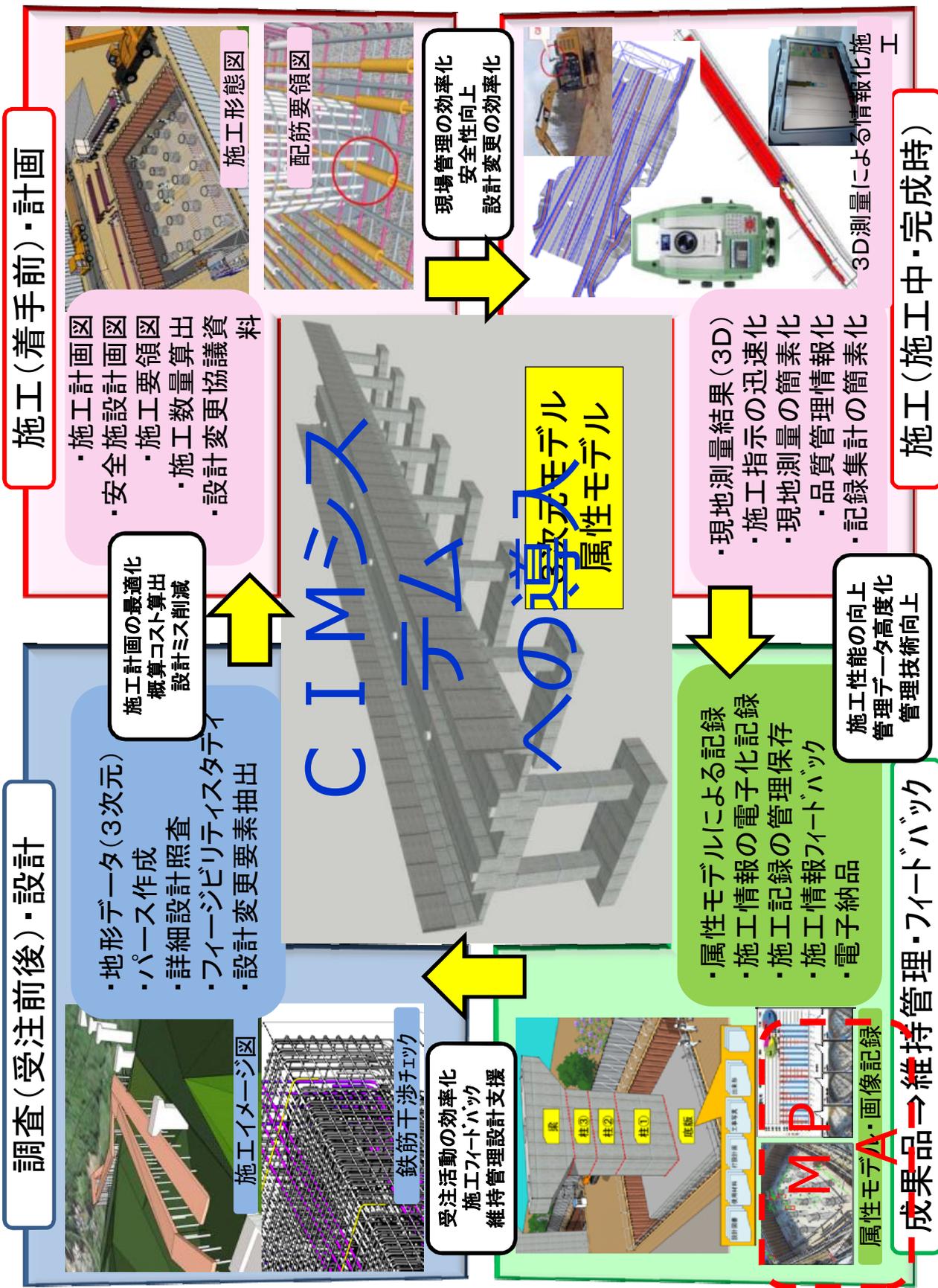
重仮設構造物の施工



重機土工事



部品の組立



# 工事における「見える化」による 安全活動について

平成28年8月24日



株式会社 宮坂組

専務取締役 宮坂 義広



## 2. 工事概要

工事名：平成25年度 天竜川水系大久保谷川砂防堰堤  
道路工事

工事場所：長野県伊那市長谷黒河内地先

工期：平成26年3月8日～平成26年10月29日

工事概要：工事延長  $L = 221\text{m}$

- ・道路土工 1式・法面工 1式・擁壁工 1式
- ・石ブロック積(張)工 1式・舗装工 1式

### 3. 安全管理における問題点と課題

安全活動が毎日の作業で生かせるよう、従事する人達の安全意識の高揚を図ることが重要であり、そのために日々の安全指導・教育に創意工夫を持って取り組む必要があります。

盛土は、重機による作業が主となることから、狭い場所での重機災害の危険が多くなります。

工事での盛土材に使用できない土砂は、下流5km程の場所へ搬出する予定であるため、公衆災害を含めた交通災害への取り組みが必要です。

## 4. 「見える化」による安全活動

### 4-1 安全教育・指導への取り組み

#### 安全教育における「見える化」

日々の作業状況をビデオカメラで撮影し、月一度の安全教育の場で、全員で動画を見て、不安全行動や不安全施設の検証を行いました。6月には、重機運転席に取付けたビデオカメラを見て、普段重機に乗らない人が、運転席の視界の狭さを改めて知ることができました。また、同じ事を現場でも実際に、重機運転席に乗り、重機の死角を再確認しました。

現場施工状況撮影



安全教育 動画検証



安全教育 死角確認



## 4. 「見える化」による安全活動

### 4-1 安全教育・指導への取り組み

#### 実際にビデオで撮影し活用した事例

##### 1) 大型土のう積込作業における不安全行動



## 4. 「見える化」による安全活動

### 4 - 1 安全教育・指導への取り組み

実際にビデオで撮影し活用した事例

2) 土捨て場に一般人(釣り人)が進入して!



## 4. 「見える化」による安全活動

### 4 - 1 安全教育・指導への取り組み

実際にビデオで撮影し活用した事例

#### 3) 上下作業



## 4. 「見える化」による安全活動

### 4 - 1 安全教育・指導への取り組み

実際にビデオで撮影し活用した事例

#### 4) 重機オペレーターの死角

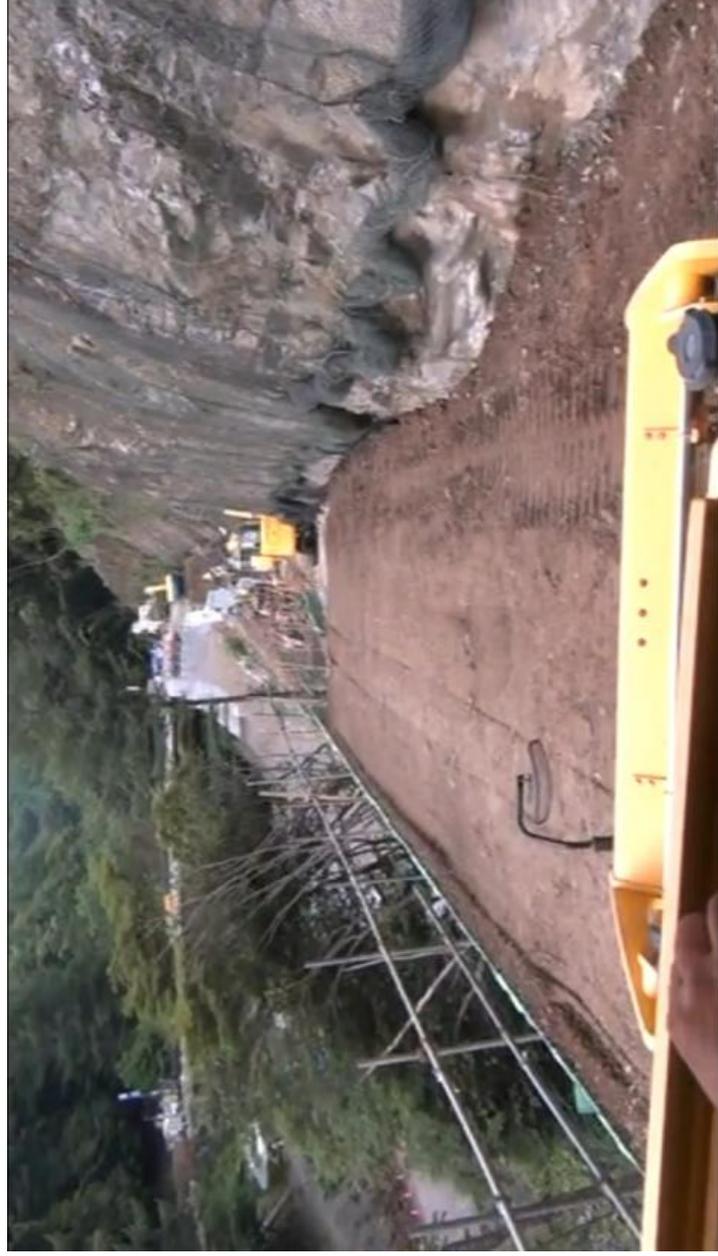


## 4. 「見える化」による安全活動

### 4 - 1 安全教育・指導への取り組み

実際にビデオで撮影し活用した事例

#### 5) 振動ローラー運転手の死角



## 4. 「見える化」による安全活動

### 4-1 安全教育・指導への取り組み

実際にビデオで撮影し活用した事例

#### 6) 補強材、壁面材の作業状況



## 4. 「見える化」による安全活動

### 4 - 1 安全教育・指導への取り組み

実際にビデオで撮影し活用した事例

#### 7) 服装点検

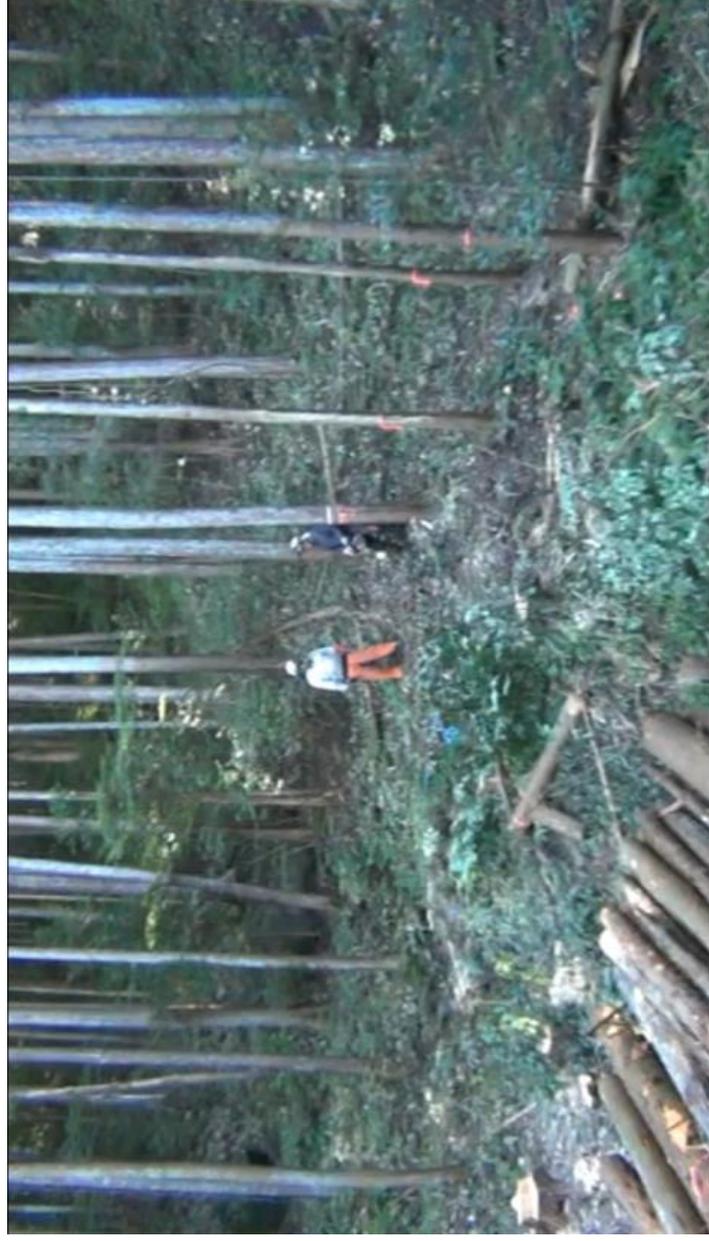


## 4. 「見える化」による安全活動

### 4 - 1 安全教育・指導への取り組み

実際にビデオで撮影し活用した事例

#### 8) 作業手順(伐採作業時の例)



## 4. 「見える化」による安全活動

### 4 - 1 安全教育・指導への取り組み

実際にビデオで撮影し活用した事例

#### 9) 作業土工(掘削)においての不安全行動



## 4. 「見える化」による安全活動

### 4-1 安全教育・指導への取り組み

#### 実際にビデオで撮影し活用した事例

##### 10) 掘削箇所の飛び越え～安全通路確保



## 4. 「見える化」による安全活動

### 4-1 安全教育・指導への取り組み

#### 実際にビデオで撮影し活用した事例

##### 11) ダンプトラック後退時の作業員横断～合図者の配置



## 4. 「見える化」による安全活動

### 4-1 安全教育・指導への取り組み

実際にビデオで撮影し活用した事例

#### 12) バックハウ作業半径内への立入～ ゲーパー合図の徹底



## 5. おわりに

実際に各現場それぞれ工夫し事故防止に努めているとは思いますが、実際に作業員の末端まで安全管理・対策が理解されているかと言うと難しい所があると感じます。今回の様にビデオを活用することで日頃の不安全行動に気付かないことも分かりやすく現場従事者全員に伝わり、改善策なども考えることができると思いますが、このような小さな事から取り組むことで無災害に繋がっていくと思えます。当社におきましては、引き続きビデオを活用した安全活動を続け事故防止に努め無災害で工事を完成させていきたいと思えます。

# ご静聴ありがとうございました。