

見える化技術を活用した建設現場の新たな取組み

新名神枚方工事における「建設現場の見える化」技術の導入実績

鹿島建設株式会社

○ 大屋 満

1. はじめに

近年、建設業の働き手は減少の一途を辿っており、深刻な人手不足に陥っている。建設業界では、担い手の確保・育成に向け、働き方改革を進めるとともに、IoT 技術を積極的に取り入れた生産性の向上が求められている。こうしたなか、当社では2018年8月に「鹿島スマート生産ビジョン」を策定し、建設現場の生産性向上に取り組んできた。

これを受け、新名神枚方工事では「建設現場の見える化プロジェクト」として技術の更なる高度化を目指し、様々なIoT 技術を導入した生産性向上と安全管理活動を進めている。また、新たな取組みとして、「バイタルセンサを活用した熱中症予防管理」の試行に取り組んでいる。本稿では、その概要と実績について報告する。

2. 見える化プロジェクトについて

2.1 プロジェクトのコンセプト

見える化プロジェクトでは、建設現場の工場化を目指し、「施工」と「管理」を2つの切り口と4つのアプローチで技術導入を計画している。

施工では機械化・自動化、プレハブ化等を取り入れ、管理ではICT ツールの導入とIoT 技術による一元管理で管理の高度化を目指す（図-1）。

2.2 モニタリングを活用した見える化

現場で発生する問題・課題をタイムリーに発見し、正確な原因の特定を行うため、本工事では、ウェアラブルカメラをはじめとする各種モニタリング技術を活用して現場の見える化に取り組んでいる（図-2）。



図-2 モニタリングを活用した見える化

3. 導入技術の概要

3.1 多機能カメラによる現場監視

従来のカメラは監視カメラを通して「人が監視」をしており、逆に言えば人が見ていない時は監視ができていなかった。本工事では、画像認識、アラート発信などの機能を有する多機能カメラを導入し、「カメラ自身が監視」するシステムを構築して現場管理の高度化を検証している。

現在は、長期間現場を閉所する時に動体検知機能を活用した現場無人監視を行っている（写真-1）（表-1）。

3.2 ウェアラブルカメラによる双方向通信

これまでの安全管理に加え新たなアプローチとして、ウェアラブルカメラによる現場の見える化を実施している。導入しているクラウド型ウェアラブルカメラは、可搬式でヘッドセットを使用して同時通話ができるという利点を生かし、現場の安全巡視などに活用している。

安全巡視を行う際には、ウェアラブルカメラを装着し、事務所と双方向通話をしながら配信される画像を確認することで、質の高い安全巡視が可能となる。また、可搬式のため当日の重点作業場所や重機運転室などに設置することで、日々の安全管理活動を充実させている。

配信される画像は、多人数同時視聴が可能で、本支店と現場の双方向通信に役立っている。

録画した画像はタイムラプス機能により施工サイクルや作業手順の確認などに活用が可能である（図-2）（表-2）。

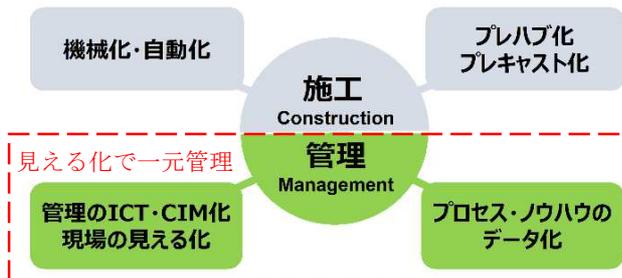


図-1 建設現場の工場化への取組み



写真-1 多機能カメラによる動体検知画像

表-1 多機能カメラの概要

機能の概要	通常のカメラ機能に加え 動体検知, アラート機能, 車両ナンバー検知, サーマル機能などがある
効果	現場の無人監視 (省力化)

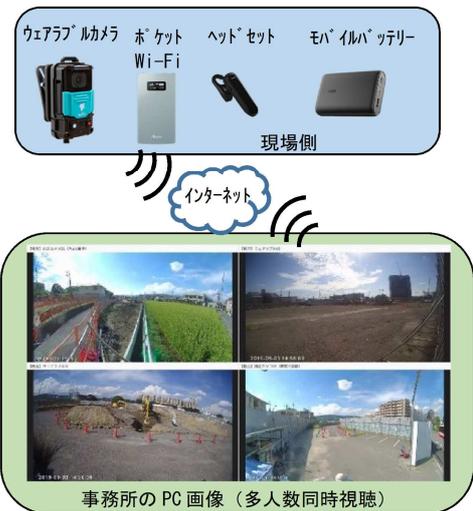


図-2 ウェアラブルカメラのシステム概要図

表-2 ウェアラブルカメラの概要

機能の概要	画像のクラウド保存 スナップショット, タイムラプス 赤外線機能 ヘッドセットを使用した双方向通話
効果	現場管理の死角を補完, 災害発生時の検証 現場緊張感の醸成, 作業ワンサイクルの確認 遠隔立会への拡張

3.3 重機稼働情報システム, バイタルセンサ

工事目的物ではなく、それを造る側すなわち、作業員や機械のデータを活用して生産性の向上につながる試行として、IoT 技術を取り入れた重機稼働情報システムとバイタルセンサを導入している。

重機稼働情報システムは、GPS トラッカーと呼

ばれるセンサーを重機のシガーソケットに差し込み、稼働情報や位置情報を取得する(図-3)(表-3)。一方、作業員には、腕時計型のバイタルセンサを装着することで、位置情報に加え、心拍、体表面温度などのバイタル情報を取得するとともに、緊急時には自ら SOS 発信を行うことが可能となる(図-4)(表-4)。

得られた情報は、クラウドサーバを介して地図上に位置情報としてリアルタイムに表示される(図-5)。

機械については、帳票として稼働表を出力でき、稼働率の低い機械の返納や、稼働時間による施工機械の評価に活用できる。車両の走行履歴は、ダンプの運行ルート確認や運搬回数、サイクルタイムの確認に活用可能である。

バイタルセンサは、IoT 時代の通信システムである LPWA (Low Power Wide Area) の通信規格の一つである LoRa 通信を採用している。

LPWA 通信は、省電力で広い範囲をカバーできる通信規格である。特徴は、通信速度は低速だが、数キロメートル程度の長距離伝送が可能な省電力無線方式という点にある。

今回導入したバイタルセンサのように、通信速度に依存しなければ、現場にインターネット環境を整備するより早く設置でき、かつ安価であるため、本工事では、バイタルセンサの通信システムに採用した。

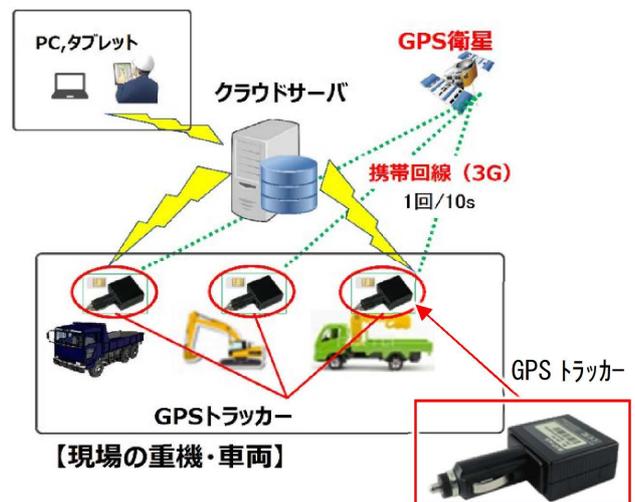


図-3 重機稼働情報システム概要図

表-3 重機稼働システムの概要

機能の概要	GPS トラッカーにより重機の位置情報と稼働情報をクラウドサーバに記録
効果	重機をリアルタイムに把握 場外運行車両の見える化 稼働表によるレンタル機械継続使用の検討

—6)。



図-4 バイタルセンサシステム概要図



写真-2 タブレット端末による顔認証

表-4 バイタルセンサの概要

機能の概要	GPS 機能, SOS 機能, 転倒検知機能, 歩数, 接触式心拍センサ (光学式), 皮膚温度センサによりバイタル情報をリアルタイムに取得し事務所モニターで履歴まで一元管理
効果	社員・作業員の位置確認 心拍異常・SOS アラートによる熱中症予防 緊急時の連絡先社員の確定

表-5 顔認証システムの概要

機能の概要	顔認証による作業員の労務管理
効果	正確な入退場管理 延べ労働時間集計の省力 リアルタイムに従業員数を把握



図-5 地図上に表示される位置情報と走行履歴



図-6 熱中症予防管理のイメージ

3.4 顔認証システム

顔認証入退場システムは、国土交通省主導で2019年4月から開始した「建設キャリアアップシステム (CCUS)」の導入を見据えて、顔認証によって作業員の入退場管理を行う新しい現場労務管理システムである。

事前に作業員情報の登録を行い、入場時はタブレット型端末で作業員の顔を撮影すれば入場完了となる。退場時も同じように、タブレット型端末で顔認証を行うことで、一日の入退場管理が完了となる (写真-2) (表-5)。

4. 生体データを用いた安全管理の試行

4.1 心拍数による熱中症予防管理

熱中症予防の新たな取り組みとして、バイタルセンサから得られる心拍データと WBGT 計の値を用いた熱中症予防管理を試験的に実施した (図

4.2 心拍数の閾値設定

国際標準化機構 ISO では、作業中の1分間の持続心拍数は180-年齢を超えてはならないとしている。

現場では、作業員一人ひとりに心拍数の閾値を設定することが難しいことと、心拍センサの精度が最大±10bpmあることを考慮し、心拍130bpm (10回以上/日)を心拍の閾値として心拍データの収集を行った (表-6)。

表-6 熱中症予防のための心拍閾値

年齢	30	35	40	45	50	55	60	備考
最大心拍数 (bpm)	150	145	140	135	130	125	120	180-年齢

← 閾値130bpmとした場合の心拍センサの精度範囲 (120~140bpm) →

4.3 心拍データの調査実績

表-7は心拍データの調査実績である。心拍データ取得者数、延べ323人の内、閾値（心拍130bpm 10回以上/日）を超えた作業員は43人。調査期間中、熱中症発症者はゼロであったが、熱中症に至らずとも「いつもより疲れた」と疲労報告を受けた作業員は4名であった。現場では、WBGT計の値を参考に熱中症対策を実施しているが、ほぼ全日に渡って閾値超過が発生している（図-7）。

要因の一つとして、心拍数はWBGT計の値以上に、作業内容（心拍負荷の強度）の影響を強く受けていることが考えられる。

4.4 管理方法について

上述のとおり、心拍のピーク値（心拍130bpm 10回以上/日）だけを捉えた管理では、熱中症の予防管理として不十分であることから、疲労報告のあった作業員4名について、作業中（8:30～17:00）の心拍データを集計し、その値を日平均心拍数として心拍の傾向を分析したところ、4名とも疲労報告の発生した日は、前日と比べ日平均心拍数が急激に上昇していることが分かった（図-8）。

表-7 心拍データの調査実績

項目	計
作業日数(日)	29
心拍データ取得者数(人)	323
心拍130bpm以上(10回以上/日)の人数(人)	43
疲労報告者数(人)	4

このように、心拍数の傾向を日常的に把握し、「見える化」することで、今まで感覚的に捉えていた疲労の度合いを、定量的に捉える有効的な判断材料になると考えられる。更に、WBGT計の情報と組み合わせることで、「心拍数」と「暑さ」の双方から、より作業ストレスの高いシチュエーションを特定し、個々の作業員に対し、作業負荷の軽減や、声掛け、あるいは当該作業環境の改善など、事前に有効な熱中症予防措置を講じることが可能となる（図-9）。

5. おわりに

本稿では、見える化プロジェクトとして導入した技術の概要とバイタルセンサを活用した新たな安全管理の取り組みについて報告した。

本稿が、建設現場の見える化の参考となれば幸いである。

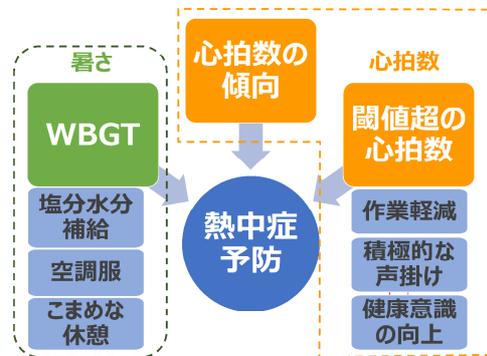


図-9 心拍数を用いた熱中症予防管理



図-7 心拍130bpm（10回以上/日）とWBGT値



図-8 日平均心拍数と心拍130bpm以上の回数