

工事中用機械遠隔監視システム[℃]（ドシー）を活用した故障予防保全活動の取り組み

清水 孝 則

稼働中の工事中用機械は故障やトラブルが発生すると復旧までに時間を要し作業所の生産性を大きく低下させるリスクを抱えている。一方次世代通信規格5Gの登場により大容量データを扱えるようになり各メーカーも遠隔監視を導入しつつある。そこで、タワークレーンや工事中用エレベータ等の稼働中の動作（健全性）状況を遠隔で監視することにより、万一の故障時にタイムリーな対応ができるよう、工事中用機械遠隔監視システム[℃]（ドシー）（以下「本システム」という）を開発した。本稿ではこれによって可能となった稼働情報の蓄積とそれにもとづく故障の早期解決、部品交換時期の把握、計画業務への応用、故障予知に関する取り組みの現状について紹介する。

※[℃]（ドシー）= Construct machinery Connect Collect Circle Cloud

キーワード：ICT，遠隔監視，データ蓄積，故障予知

1. はじめに

昨今の作業員不足を受けて、建設現場の生産性向上に向けた取り組みが活性化し、今まで以上に機械活用の重要度が増している。そのような中、機械の故障やトラブルは、最悪作業所が止まってしまうなど生産性を大きく低下させるリスクを抱えている。一方、情報機器、特に通信機器の急速な進化により、従来難しかった遠隔監視や大容量データの扱いが容易になり、建設業界においてもICT活用による更なる生産性の向上と創造性の発揮が求められてきていると共に、それらを駆使するための環境や対応体制を整えることが急務となっている。本稿ではIoT「Internet of Things」活用により自社機械を遠隔監視し、リアルタイムに情報を把握すると共に様々な機械を取り巻くデータの蓄積を可能とした本システムの活用方法について報告する。

2. 開発目的

現在、主にタワークレーンはメーカー4社、工事中用エレベータは3社の工事中用機械を保有している。遠隔監視の仕組みはメーカー各社開発されていることもあるが、ユーザーが情報をリアルタイムで入手できない事（必要な情報を引き出すのに数日かかる）や、インターネット上での接続先や閲覧画面が異なること、蓄積さ

れるデータの統一性が無い事などから、ユーザー側として利便性が良いとは言えない状況にある。そこでユーザー目線であらゆるメーカーの機械稼働状況把握と、データの蓄積をクラウドシステムで一元管理可能なプラットフォーム（遠隔監視システム）を開発することにした。

3. システムの構想

タワークレーン、工事中用エレベータに搭載されている制御機器からの情報をゲートウェイを介してインターネットに接続し、クラウド上で社員のPC端末や社員用iPadでいつでもどこでも情報を確認・活用できることを目指した（図—1）。

また、電力機器に関しては、クランプメータと制御機器を電力機器内部に取付けるだけで情報を把握できるシステムを目指した。

4. 開発内容

本システムは工事中用機械とプラットフォーム（[℃]）を直接接続する構成としている。具体的には、工事中用機械に搭載されているPLC（プログラマブルロジックコントローラ）とデータ交換機能を有する専用タッチパネルを接続し、ゲートウェイを介してクラウド上へデータ送信する構成とした（図—2）。

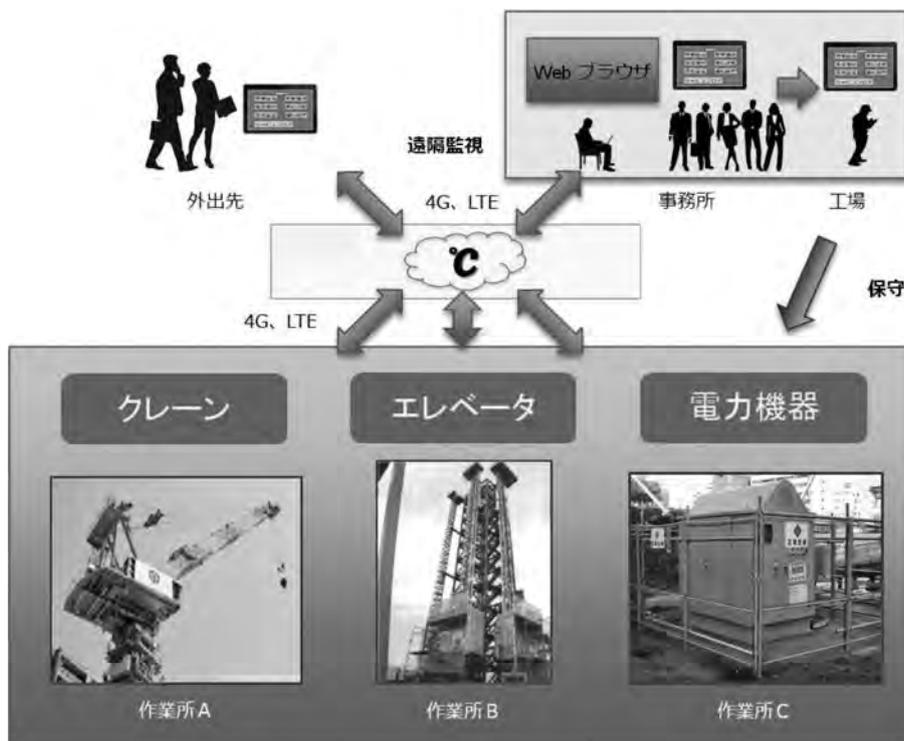


図-1 本システム

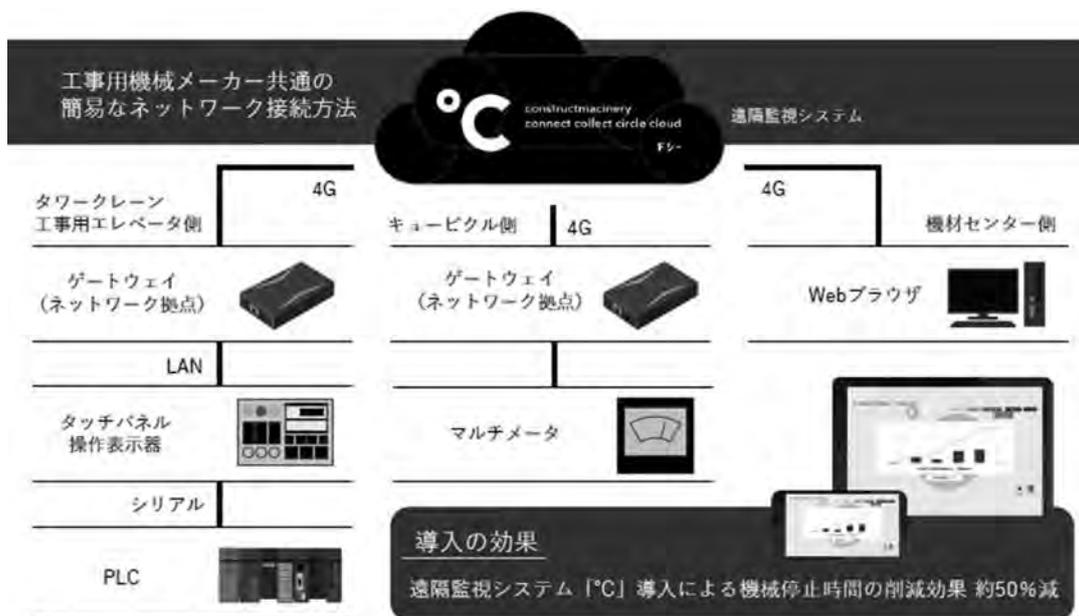


図-2 機器構成図

取得、閲覧するデータは、工事用機械の整備、組解体担当者及び工事用機械メーカーへのヒアリングを実施し決定した。インバータ機器等の採用メーカーの違いにより若干の閲覧データの違いはあるが、タワークレーン、工事用エレベータともに1機当たり最大256項目のデータを監視することとしている。電力機器(キュービクル)に関しては、主にデマンド監視を目的としており、電圧値、電力値に加え、演算した電力量を把握

できるようにした。

現状、本システム運用状況(写真-1)は大型タワークレーン23台、工事用エレベータ18台、キュービクル18台搭載を完了している。今後更に大型タワークレーン12台、工事用エレベータ10台、キュービクル9台追加予定であり、他レンタル会社保有機にも展開予定である。



写真—1 所内監視モニター

5. 適用効果

(1) 故障トラブルの早期解決

本システムでは異常箇所、運転操作、運転状態のデータをリアルタイムに捉えている。例えば異常箇所について、装置の異常なのか重さに関する異常なのかといったデータの種類がある。本システムでは異常発生時、技術者が作業所に出向く際、必要な部品を持って出向できるようにタブレット画面に異常箇所、部位を

表示させる機能を設けた。

異常の種類、機械の設置場所にもよるが、試算では一つの故障に対してエレベータの休止時間は平均で6時間（図—3）、タワークレーンでは平均5時間（図—4）まで低減することが可能である。

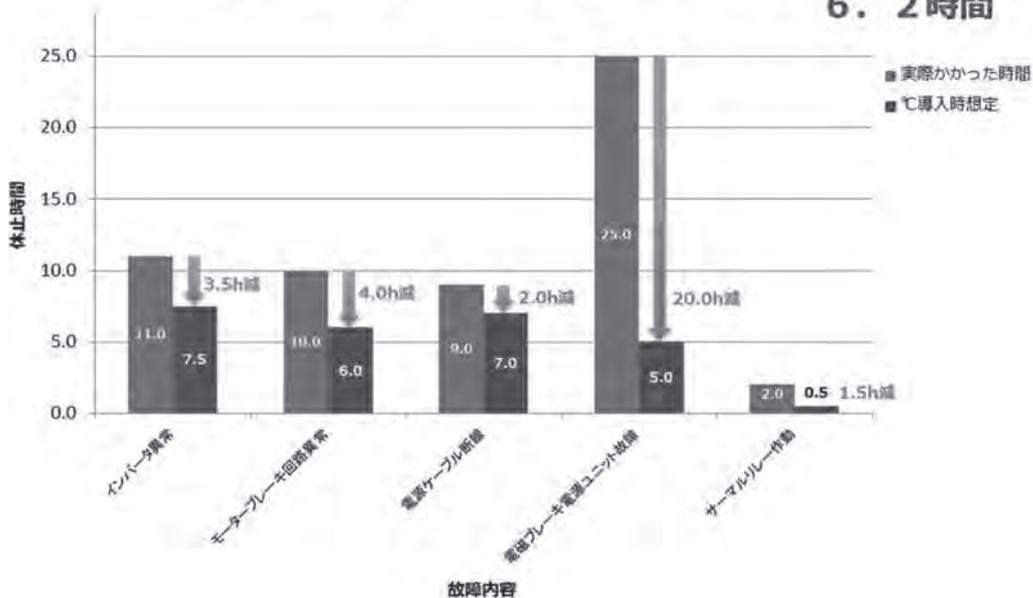
(2) 部品交換時期の把握・決定

本システムで製造メーカの異なる工事用機械のデータを一元管理し、これまで活用しきれなかったデータ

大阪市内作業所、(機材センターから約40km圏内)の場合

工事用エレベータ 本システム 導入による効果把握

**1故障につき
平均削減時間
6.2時間**



図—3 工事用エレベータ本システム導入による休止時間想定グラフ (対応件数5件)

大阪市内作業所、(機材センターから約 40km 圏内) の場合

タワークレーン 本システム 導入による効果把握

1故障につき
平均削減時間
5.1時間

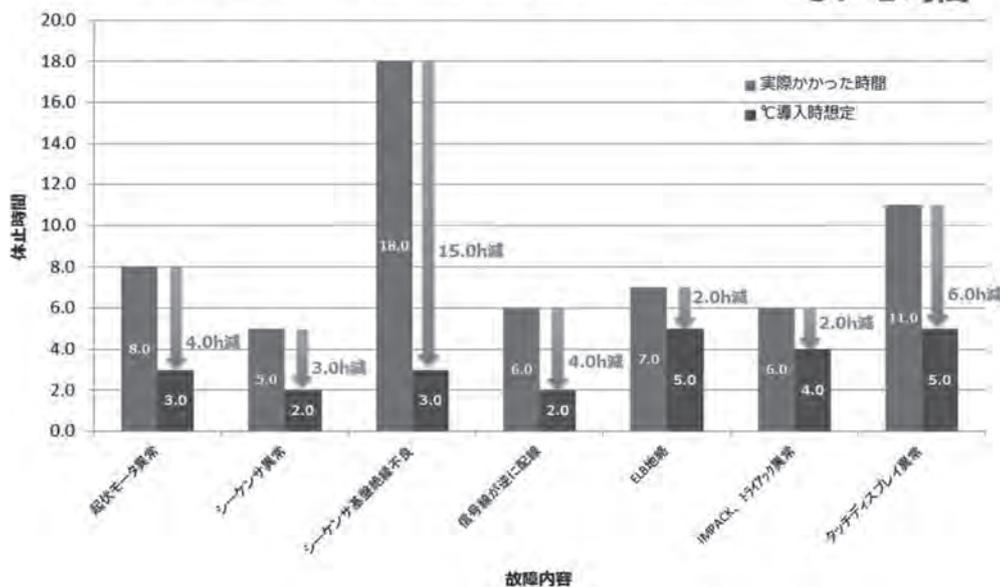


図-4 タワークレーン本システム導入による休止時間想定グラフ (対応件数 7件)

西: HCE-ZT型 2号機

検索条件【時間軸: 全体、作業所:

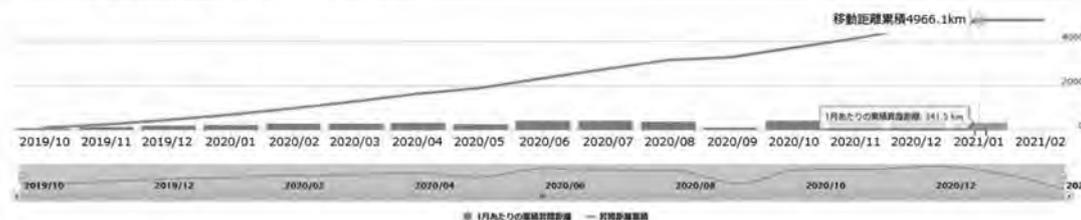


図-5 工事用エレベータの昇降距離 (2019年10月~2021年2月)

を分析・処理することで、作業所の安全、品質、工程、施工計画、環境(省エネ)のあらゆる分野に展開することが可能となり、建築生産効率を向上させることができる。図-5に工事用エレベータの閲覧データの一例を示す。機械整備において、消耗品の交換基準は稼働日数で定めている。本システムで昇降距離と積載した荷重の分析を行うことにより負荷状況を把握できると共に、よりシビアな基準を定めることが可能となり予防保全活動の向上に寄与できる。今後も継続的にデータ蓄積し、メーカー各社が提示している消耗品交換基準についてメーカーと一体となり協業していく予定である。

(3) 稼働データ蓄積による計画業務への応用

計画業務においても応用が可能である。図-6に工事用エレベータの稼働データの一例を示す。蓄積された積載荷重を作業所別にデータを自動仕分けし荷重

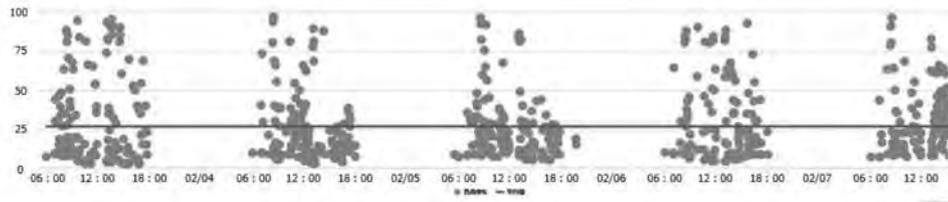
負荷率としてグラフ化する。使用状況の把握により機種選定の妥当性(スペックが過大又は過小)を検証でき今後の計画にフィードバックできる。現時点では、稼働データ蓄積数が少ないため建物用途、構造、面積、高さに合わせた最適な機種選定ができるまでには至っていないが蓄積データ数を増やし、機種選定の根拠づくりに役立てていく予定である。

(4) トラブルの予知

蓄積したデータから稼働中の機械モータ(巻上、起伏、旋回等)の特性を分析し、特徴量を抽出し、正常パターンをAI学習させた。学習済みモデルを使い、パターンから逸脱した異常を検知する予測検知機能を具備した。なお、異常検知を実現する仕組みにはブレインズテクノロジー(株)が提供する異常検知ソリューションImpulseを採用している(図-7)。Impulseは、入力されたデータから特性を自動的に分析し、最適な

機器一覧 > データ分析 > 荷重負荷率

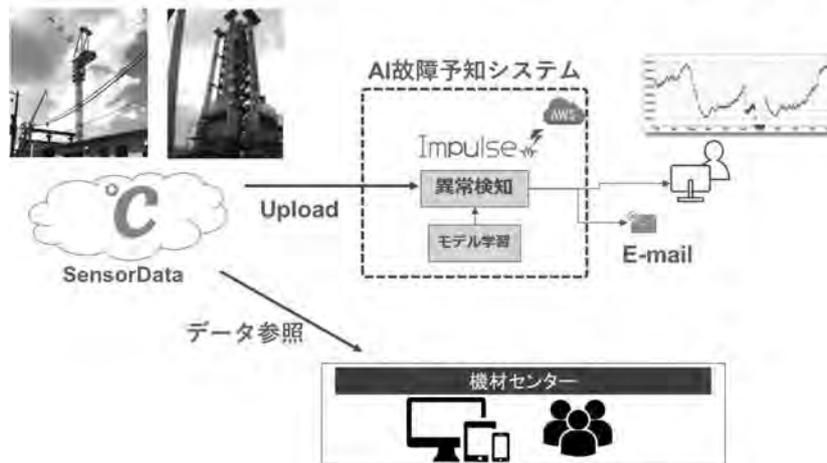
HCE-ZT型 1号機 (2本構) 作業所:



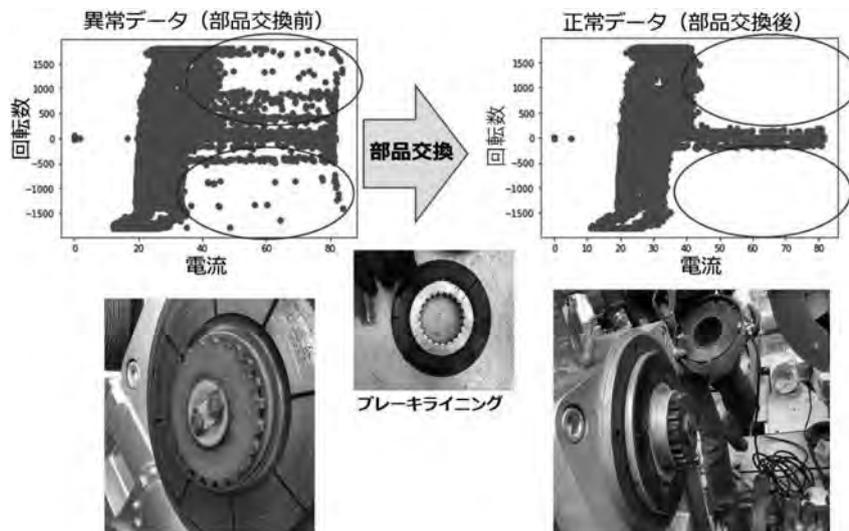
図一六 工事用エレベータの荷重負荷率 (2020年2月3日~2020年2月7日)

	既知の異常	未知の異常
検知手法	異常パターンを学習して 該当する(類似する)異常を検知	正常パターンを学習して 正常時から逸脱する状態や変化を 異常として検知
ユース ケース	- 不良品の検出 - 分類可能な製品動作不良・故障の 検出、等	- プラントのサイレント障害検知 - 稼働している設備の故障検知、等

異常データなしでも始められる



図一七 故障検知手法の概要とシステム構成



図一八 データ比較 (2020年4月7日~2020年4月22日対応)

アルゴリズムやパラメータを推薦する技術があり，導入から運用まで早期に実現することができた。

現時点，大型タワークレーン1機種当たり最大7モデル（荷重・電流，各モータ回転・電圧など），工事中エレベータ9モデル（積載荷重別周波数・電流）のデータ連携済みである。図-8にデータ蓄積中に発生した事例を示す。某作業所タワークレーンにおいて，起伏操作時に動作が停止し，電源を再投入すると一時復旧するが再び停止する事象が発生した。メーカーの調査結果は，電磁ブレーキ内部の機械的な故障であったが，異常信号が数日前から発生していたことが見て取れ，故障予知に利用できることが分かった。

6. 今後の展開

本稿では導入目的である4項目の活用事例について述べた。本システムにより，保有機械の計画，期中，解体後まで一元管理する仕組みを構築した。前章(3)計画業務の応用で述べたデータ以外にも15項目のデータが存在する。例えば荷重負荷率と着床階回数を照らし合わせることで1日の搬入量が把握でき，作業所のニーズとして工事中エレベータには積載荷重よりも速度が必要ではないか等の考察や，工事中エレベータ購入時の仕様検討にも役立つと想定している。今後も継続的なデータ蓄積により精度の高いデータ活用を展開していく予定である。



図-9 本システムイメージ図

7. おわりに

今後も建設業就業者の高齢化は進む一方，若者層の入職は減っており熟練工の離職で深刻な人材不足が懸念されている。また，建設業法改正により一層の生産性向上が急務である。その中で，次世代通信規格「5G」や，あらゆる機器がネットワークでつながるIoTなどの新技術が重要性を増してくる。熟練工の作業が機械化され，人と機械の役割分担が変わりつつあるが，代替されたのは物理的な力や作業手順であり人間の特徴である「考える」ではなかった。現在，経験しているのは「考えること」そのものを機械が代替するようになるという革命的な変化である。これらのスピードが速い今，時代の変革に合わせて我々建設業における機械部門として更なる安全安心な「考える」機械の開発，発展に貢献していきたい。

J C M A

【筆者紹介】
 清水 孝則（しみず たかのり）
 (株)竹中工務店
 大阪本店 西日本機材センター 開発グループ

