

【山口県会場】 令和5年度中国地方建設技術開発交流会 民間技術発表

締固め作業を可視化する  
施工管理技術  
「コンクリートAI締固め管理システム」

2023年 11月 20日（月）

若築建設株式会社 技術研究所 秋山哲治

# 本日の説明内容

---

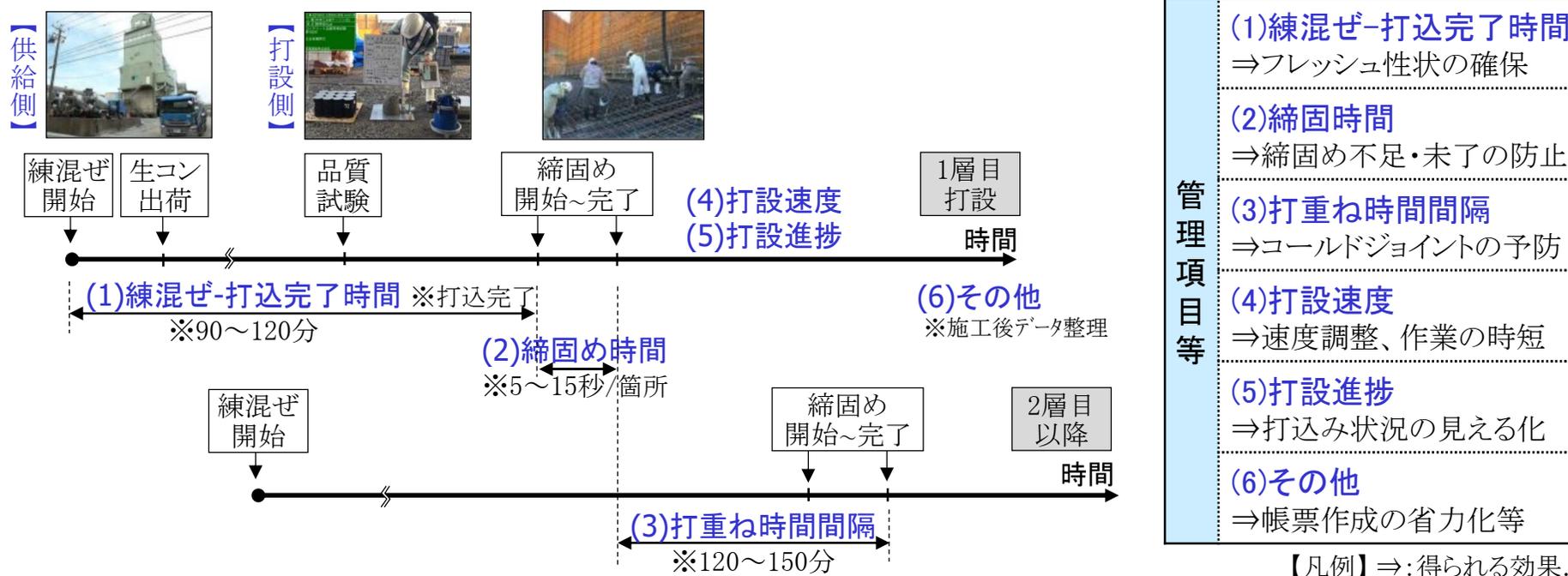
1. はじめに  
...技術開発の背景
2. システムの概要  
...技術の概要、2つの特徴
3. 試験運用の状況  
...AI締固め管理システムのPC画面例等
4. 適用実績  
...システムの適用結果 ※ 対外発表より
5. まとめ  
...新規性、期待される効果



# はじめに

## ■現場打ちコンクリートの施工管理 ※遵守事項

生コンの出荷から締固め完了までに、**数多くの項目を管理**しなければならない。  
従来、これらの**管理項目等**※下記(1)~(6)は**目視により定性的に**管理されていた。

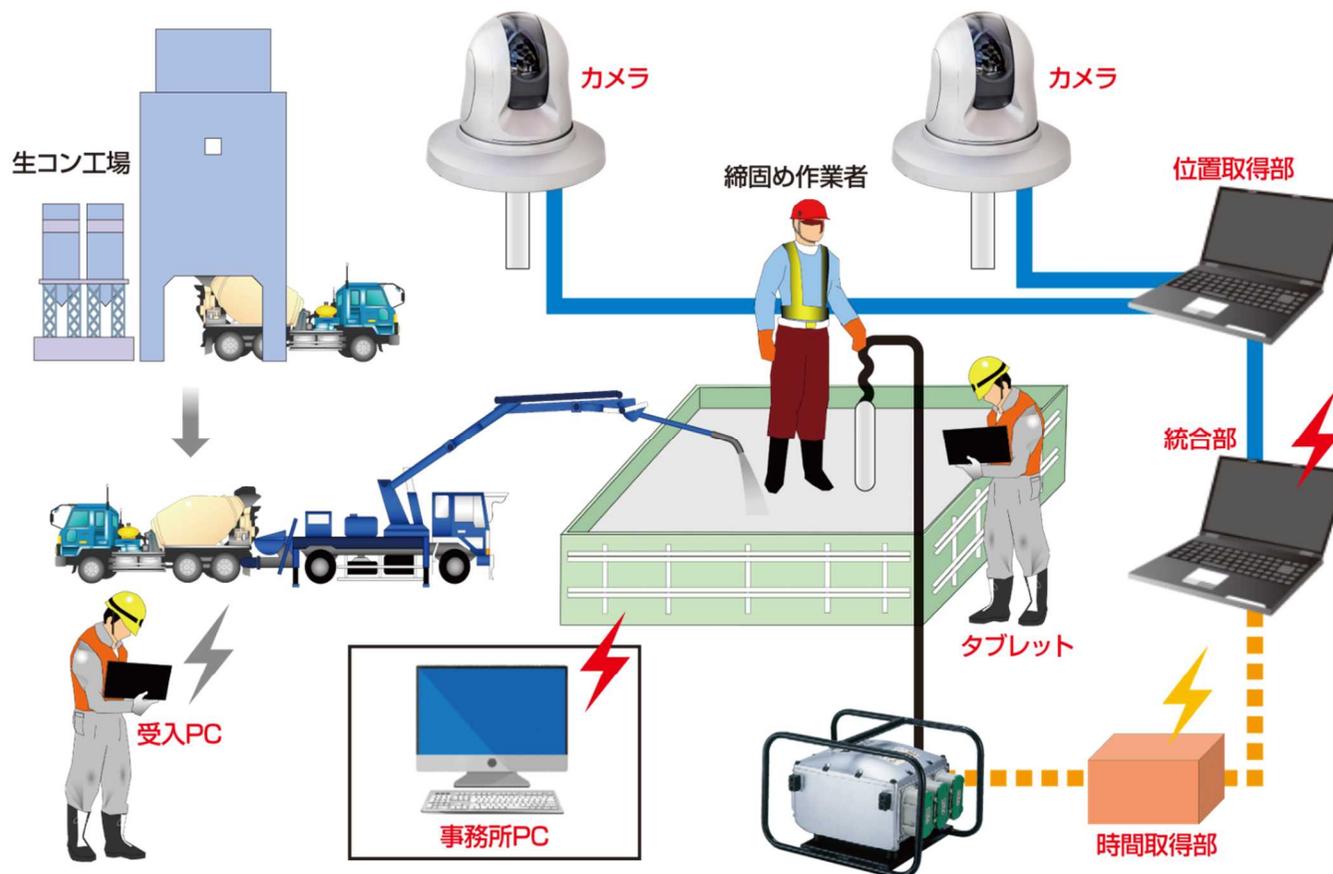


コンクリート打設では、**施工管理(品質・出来形)の可視化が必要**、  
各作業地点で生コン情報を**リアルタイムで共有**することが重要

# システムの概要

## ■コンクリートAI締固め管理システム

- ①締固め作業者の画像を用い、AI技術を用いた骨格推定により、その座標を自動で検出
  - ②バイブレータ挿入時の信号を直接取得することで、締固めの時間情報を取得
- 各情報を統合することで、締固め作業の可視化、打重ね時間間隔、可使時間等を管理



# システムの特徴①

■ AI技術の活用 ➤ 画像解析で作業員を検出(骨格推定)、位置情報を取得

## ・カルバート頂版



## ・護岸水叩



## ・模擬実験



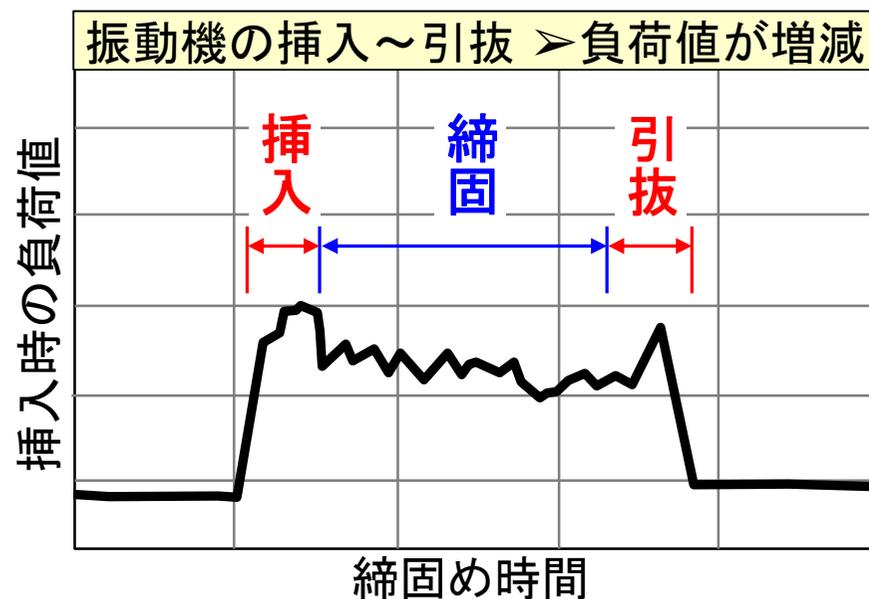
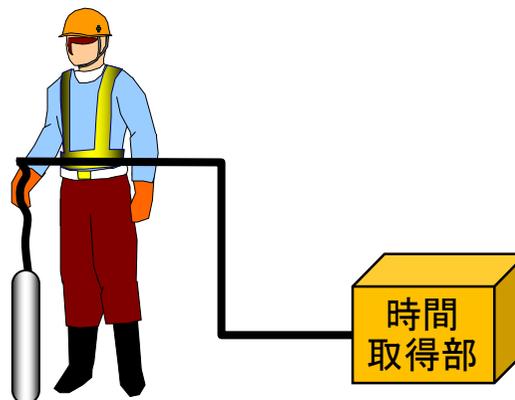
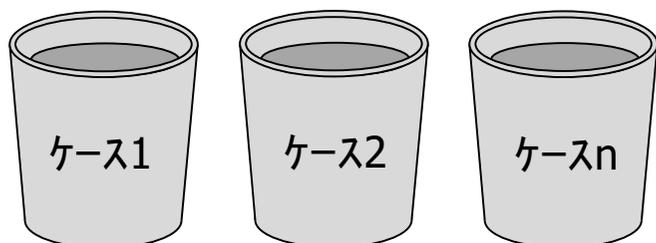
## ・結果一覧

項目	結果概要
人物認識の精度	概ね良好
位置測位の精度	±20cm程度
リアルタイム性	実現場適用で必要十分
学習レベル	現行ライブラリーで対応可

# システムの特徴②

## ■ バイブレータの信号取得 > 挿入時の負荷値で締固め時間情報を取得

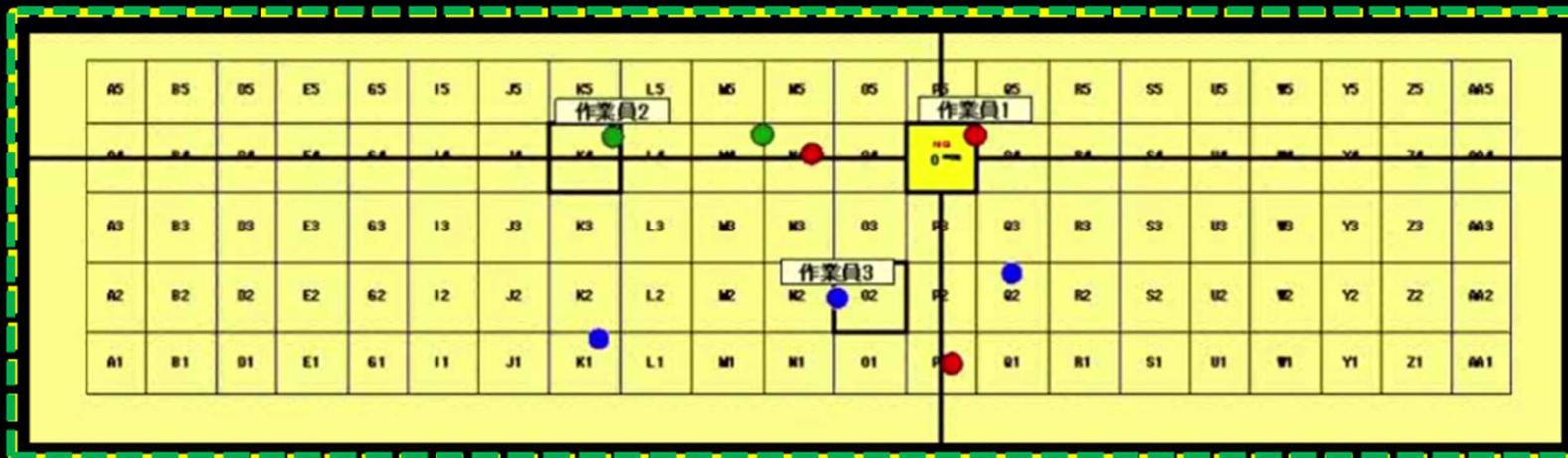
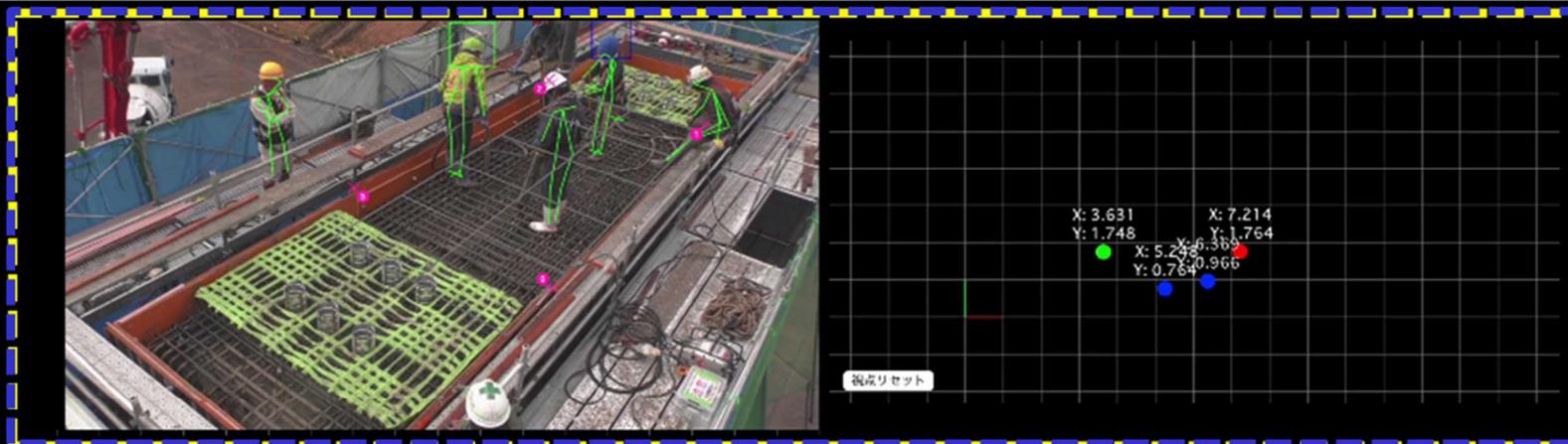
コンクリート製造後の経過時間、  
挿入速度等を変えて実験



# PC画面例\_試験運用時

■動画抜粋 ➤上:位置取得部(=人物認識+座標取得)、下:統合部(=位置取得と時間取得を統合)

メディア (M) 再生 (L) オーディオ (A) ビデオ (V) 字幕 (T) ツール (O) 表示 (I) ヘルプ (H)



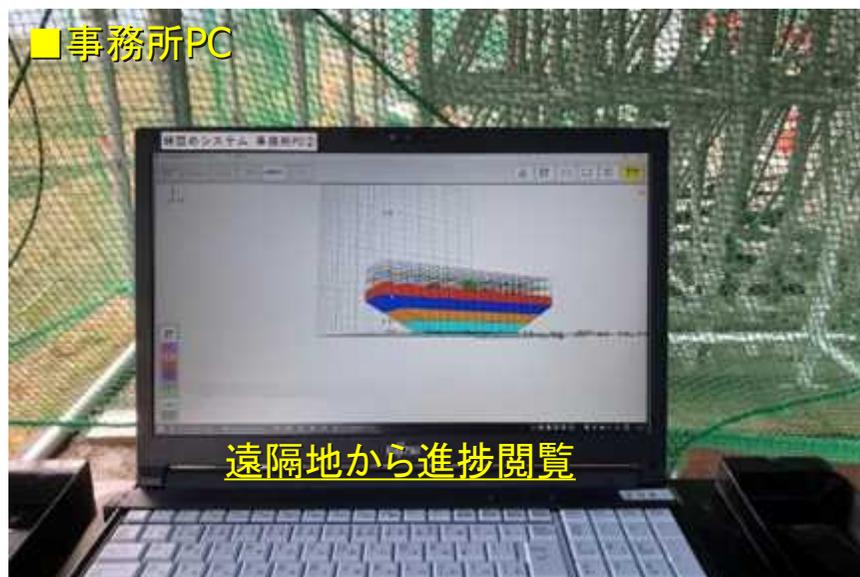
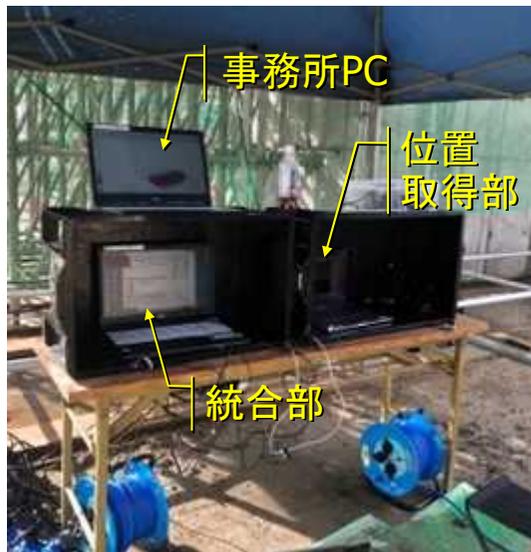
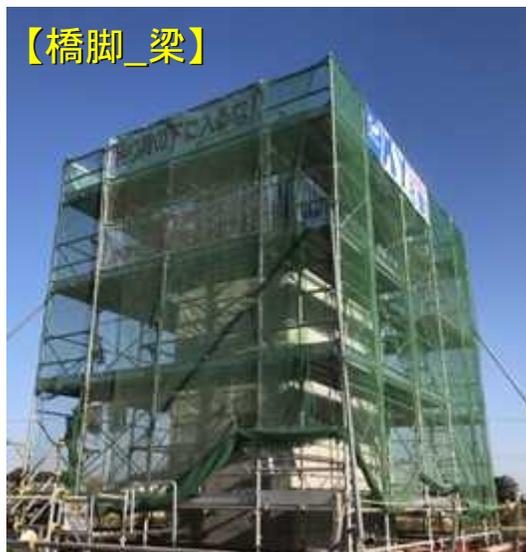
00:04

00:15



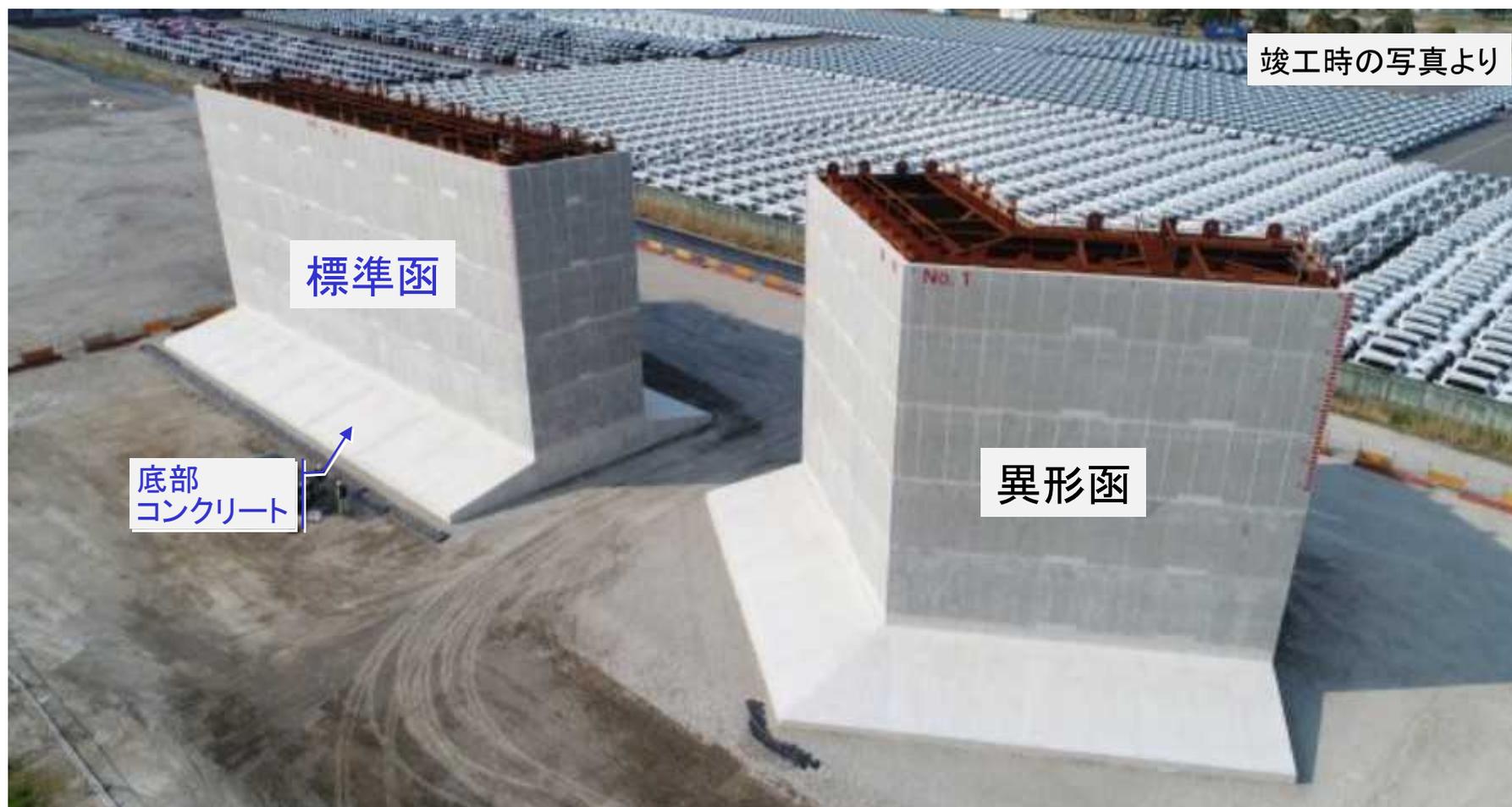
# システム構成\_試験運用時

## ■国土交通省 : 令和3年度東海環状小倉南高架橋下部工事



# 締固め管理システムの適用工事

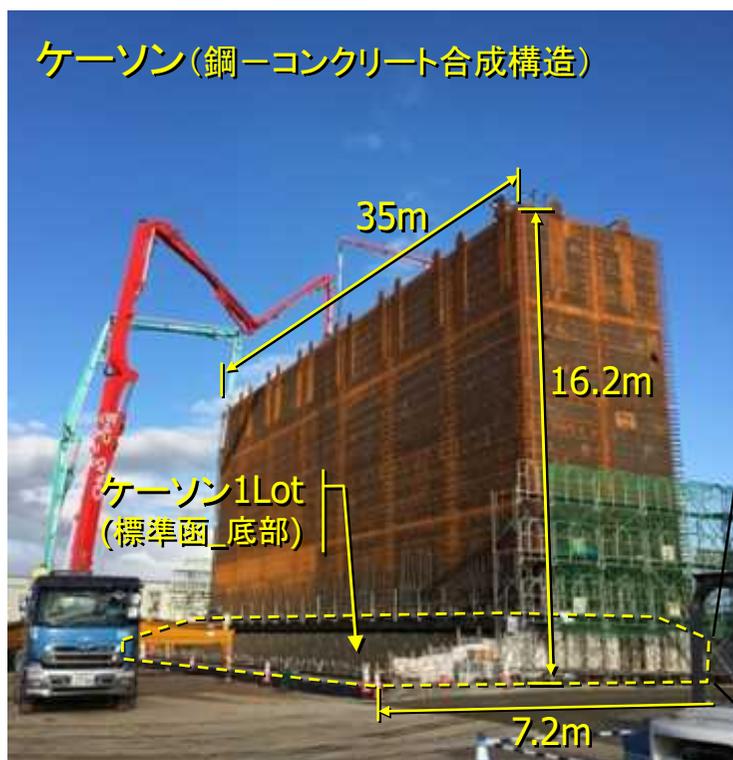
- ・対象工事 : 国交省中部地整、平成30年度ハイブリッドケーソン製作工事
- ・製作基数 : 計2函・・・標準函\_1基(岸壁標準部)、異形函\_1基(岸壁隅角部)



※2020土木学会全国大会 : 標準函\_底部コンクリートでの適用結果を对外発表

# コンクリート工の概要

- ・躯体寸法 : ケーソン(鋼-コンクリート合成構造)\_長さ35.0×幅7.2×高さ16.2m
- ・適用箇所 : 標準函\_底部コンクリート(高さ2m迄)において、システムを適用



項目	具体内容
打設部位、数量	ケーソン1Lot(標準函・底部)、586m <sup>3</sup>
圧送方法	ポンプ車3台 ※次項に詳細を記載 (1LotをA・B・Cの3区画に分割)
打設高さ	2m (4層打ち→1層当たり50cm)
計画打設速度	30~40m <sup>3</sup> /h
打設日	2019年12月3日 ※日平均気温9.1℃
項目(1)(2)(3) の管理基準	(1)練混ぜ-打込完了時間:120分以内 (2)締固時間:5~15秒 (3)打重ね時間間隔:150分以内

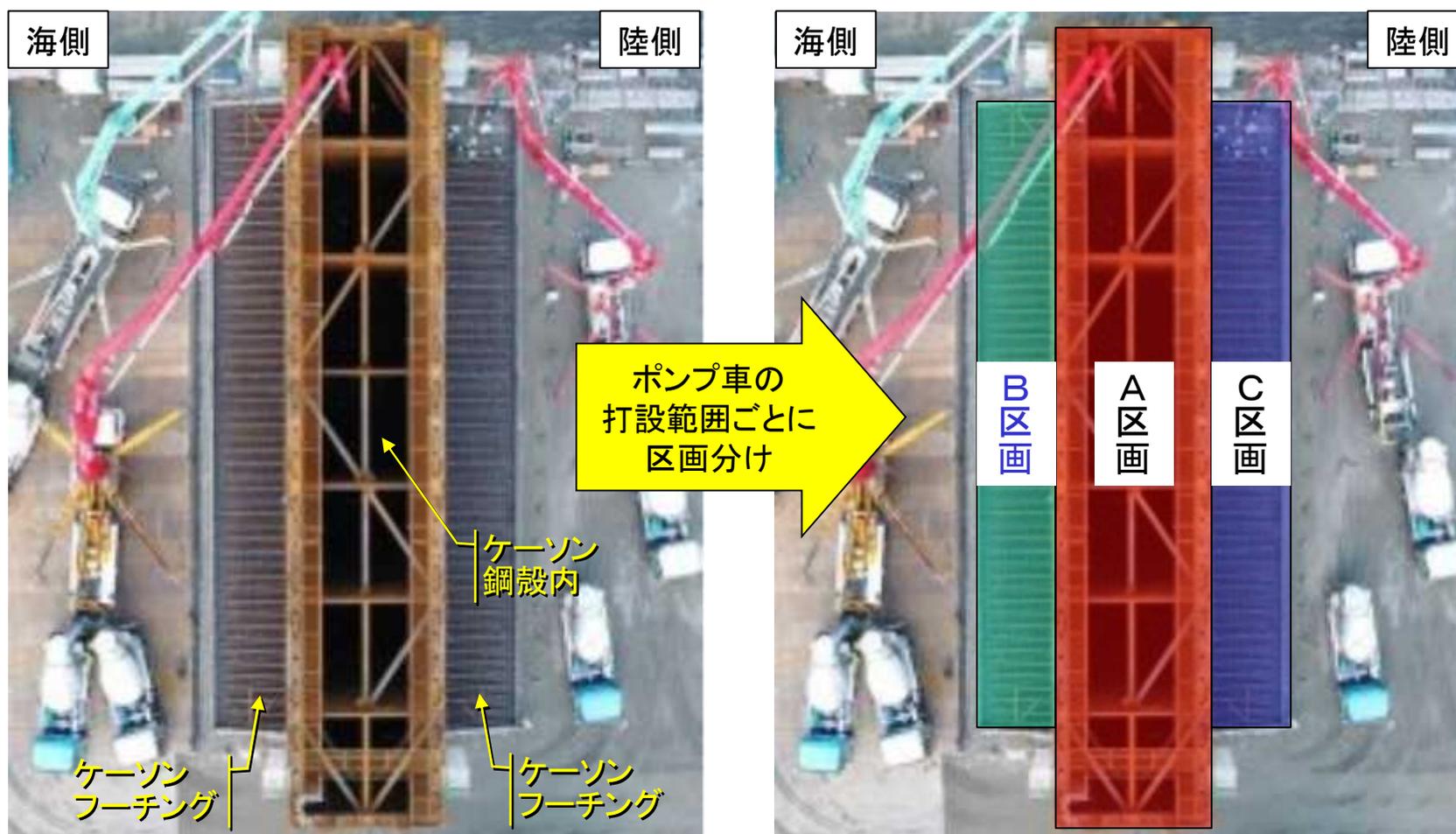
底部コンクリートの打重ねにおける**一体性確保**、  
供給側と打設側の**バランスのとれた連続的な締固め**

**必要!**

# 打設時の区画分け

## ■ ケーソン1Lot(標準函\_底部)を上空から俯瞰

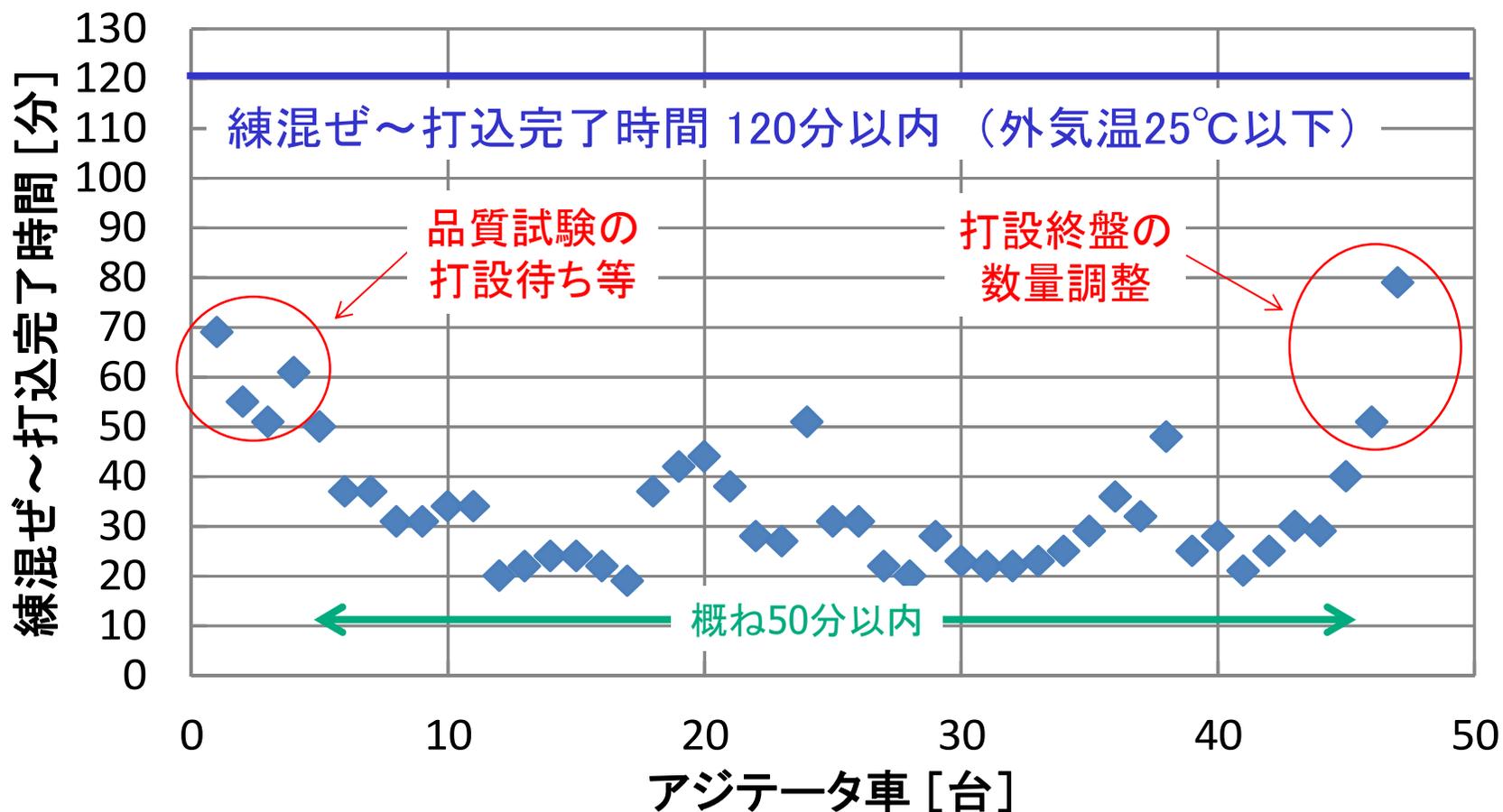
打設は、底部を平面的に3区画に分割 (A区画=鋼殻内、 B・C区画=フーチングの海側・陸側)



以降では、対外発表に示す“B区画”に着目して、現場適用の結果を報告する。

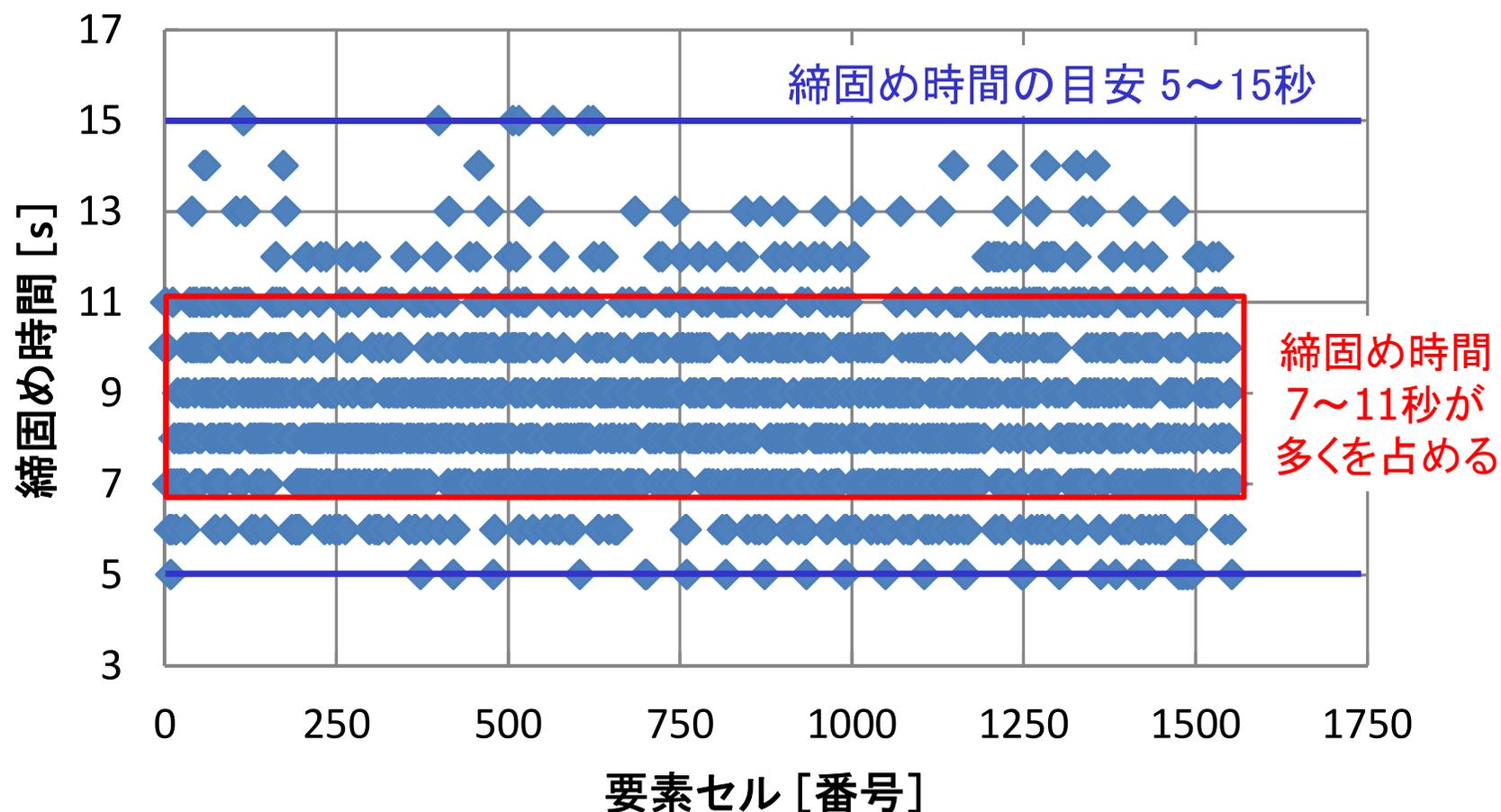
# 適用結果 (1)練混ぜ～打込完了時間

全47台で**120分以内**を満足。打設開始と終盤は、試験や廃棄コン抑制による調整影響、練混ぜ～打込完了時間が長いが、**概ね50分以内**で余裕のある**安定した打設**。



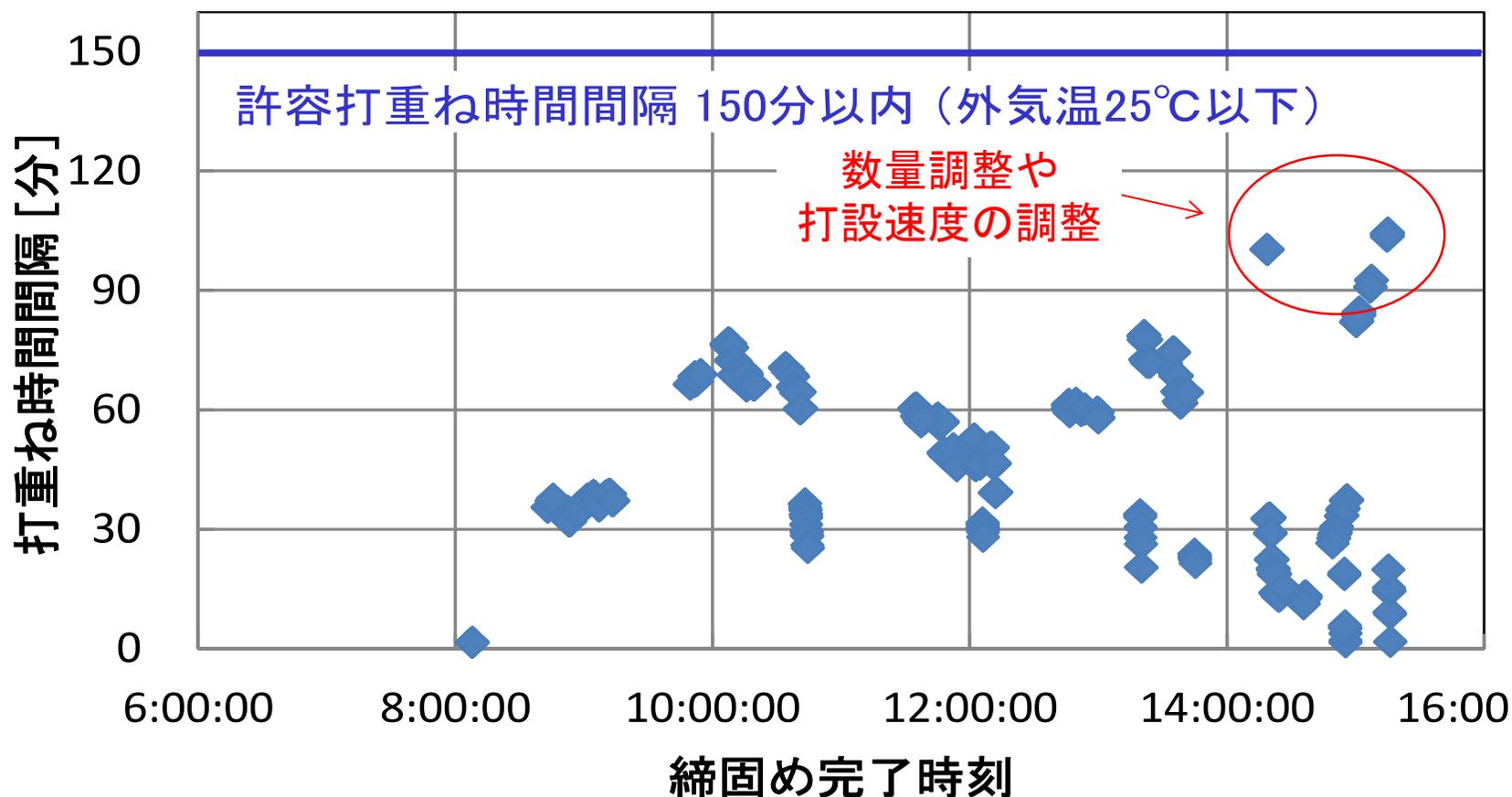
## 適用結果 (2)締固め時間

1Lotを打設層でメッシュ分割した全要素セルで、締固め時間5～15秒以内を満足、締固めが過不足なく行えた。  
締固め時間7～11秒が多く、良好な締固め時間を確保。



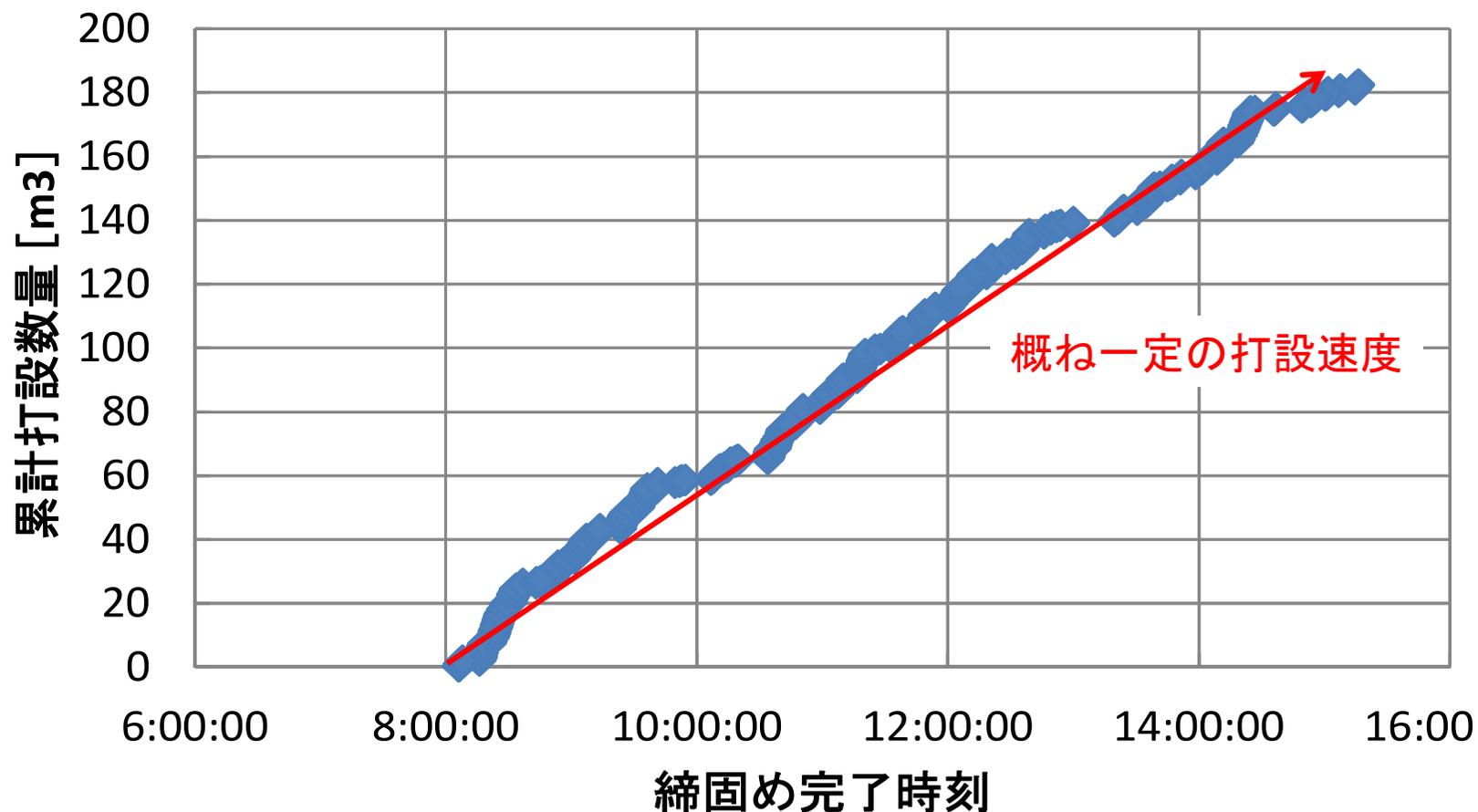
# 適用結果 (3)打重ね時間間隔

全要素セルで**150分以内を遵守**。終盤の90分以上は**数量調整に伴うアジテータ車到着遅延**や**打設速度抑制**に因る。総じて、適切な打重時間間隔、**底部コンの一体性を確保**。



# 適用結果 (4)打設速度

打設開始～終了まで図の傾きは、概ね一定の速さで施工。  
B区画の打設速度は平均 約26m<sup>3</sup>/h、計画に比べて若干遅いが、当該打設は初回であり、想定した打設速度を確保。



- ・AI技術 AI技術を用いた画像解析とバイブレータの信号取得によって、締固め作業(位置と時間)の情報取得を自動化.
- ・効率化 コンクリート締固めにおける施工管理データ(締固め時間、打重ね時間間隔、可使時間等)を効率的に取得.
- ・見える化 締固めの状況・進捗を可視化、作業未了の防止、コールドジョイントの予防等を実現.
- ・情報共有 取得情報は3次元の実物モデルに再現でき、離れた遠隔地においてもリアルタイムで進捗を共有.
- ・省力化 施工管理データはデジタル情報として記録・保存され、日報管理等の省力化に寄与.

今後はi-Constructionに沿う形で省力化・生産性向上を図り、建設現場におけるデジタルトランスフォーメーションを推進