

電動化および自律化によってCO₂排出量削減を目指す 締固め機械とICT施工

— 脱炭素と省人化に向けた取組と土木工事を担うICT建機 —

ダム・溜池

アスファルト
混合物

盛土材料

路盤材料

酒井重工業株式会社

次世代事業開発部 事業開発室

眞壁 淳



1. Smart Compaction Tryangleと取組み
2. 電池で動く 4 ton振動ローラ
3. 自律走行式ローラ
4. 転圧管理システムCompaction Meister
5. 切削管理システム

1. Smart Compaction Tryangleと取組み

SAKAI
MASTERS OF COMPACTION

締固め品質、安全性および生産性向上への取組みを総じて、「スマートコンパクショントライアングル」と銘打った次世代技術を活用した製品づくり。



安全性

緊急ブレーキ
Guardman



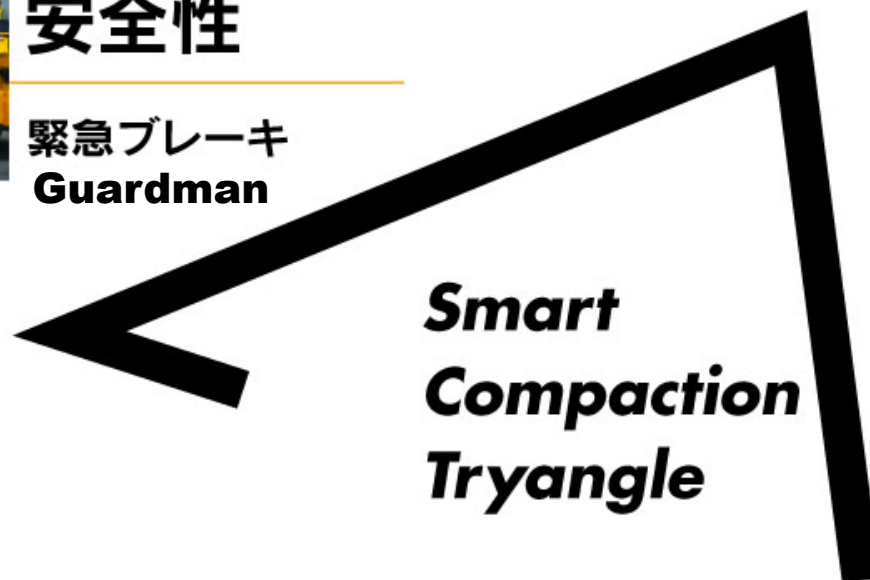
品質

転圧管理システム
Compaction Meister



生産性

自律走行式ローラ
Autonomous Roller



※「Smart Compaction Tryangle」は、次世代技術を活用した締固め品質、安全性および生産性の向上へのあくなき挑戦を表した当社の造語です。

1. Smart Compaction Tryangleと取組み

SAKAI
MASTERS OF COMPACTION



 **Compaction Meister**

SAKAI切削管理システム



 **Guardman**

 **Autonomous Roller**

evo ROLLER

1. Smart Compaction Tryangleと取組み

SAKAI
MASTERS OF COMPACTION



- Compaction Meister** 対応機種
- Guardman** 対応機種
- Autonomous Roller** 対応機種
- ECOmode** 対応機種



2. 電池で動く4 ton振動ローラ ※開発中

SAKAI
MASTERS OF COMPACTION

evo  **ROLLER**



コンセプトモデル2023

2. 電池で動く4ton振動ローラ ※開発中

研究開発の変遷など

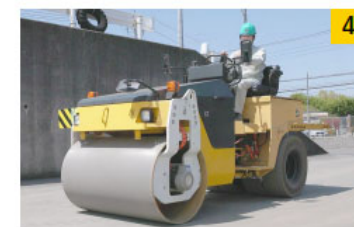
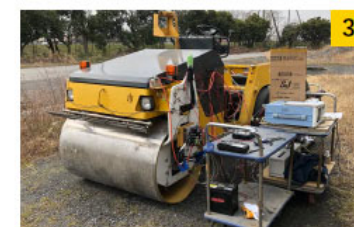
カーボンニュートラルや温室効果ガスの排出低減が一般化する以前の1999年から、ハンドガイドローラに鉛電池と電動モータを搭載して研究開発に取り組み始め、内燃機関とのハイブリッドなど、様々な方式を模索してきました。

実施工現場での試用によってブラッシュアップを図ると共に、2030年のCO₂排出量半減（46%）を経て、2050年までにはCO₂排出量ゼロを達成できる製品を全製品で取り揃える予定です。



ECOモードは、平坦部などで走行負荷が低い際に、エンジン回転数を下げて燃料消費量を低減する機能です。スイッチでエンジン回転数を制御したり、スロットルレバーで特定のエンジン回転数に調整した際にランプが点灯します。

1999	ハンドガイドローラ 鉛電池+電動モータ 写真1
2002	コンバインドローラ エンジン発電+電動モータ+油圧ポンプ
2007	コンバインドローラ 外部電源+電動モータ
2009	ハンドガイドローラ 鉛電池+電動モータ+油圧ポンプ 写真2 エンジン/電動モータ+油圧ポンプ エンジン発電+電動モータ+油圧ポンプ
2012	タイヤローラ 鉛電池+電動モータ
2013	土工用振動ローラからeco MODE (エコモード)の搭載を始める
2014	国内暫定4次排ガス規制とともに他ローラへの展開を始める
2017	コンバインドローラ 鉛電池+電動モータ 写真3
2022	コンバインドローラ リチウム電池+電動モータ 写真4



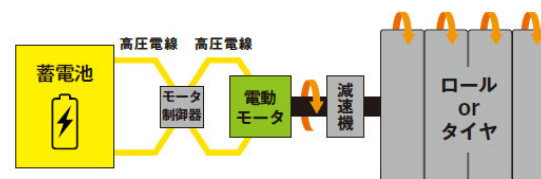
2. 電池で動く4ton振動ローラ ※開発中

(1) フル電動方式

走行も振動も、全てが電気で動作する方式



コンセプトモデル2023



フル電動ローラパワートレイン概念図

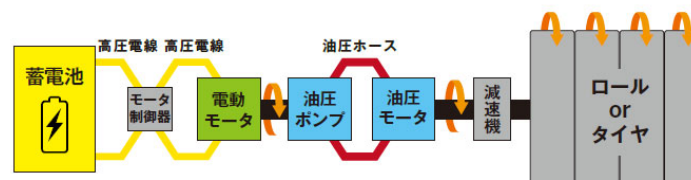
- ・車両を構成する部品が少なく、内燃機関と油圧機器に関わるフィルター類などが省略されるため、メンテナンス性が向上する。
- ・電池搭載スペースが確保し易いため、稼働時間の向上が図れる。

(2) 電動油圧方式

内燃機関を電気モータに置き換え、油圧で動作する方式



コンセプトモデル2023



電動油圧式ローラパワートレイン概念図

- ・内燃機関との変更点が少なく、市場投入時期を短縮化できる。

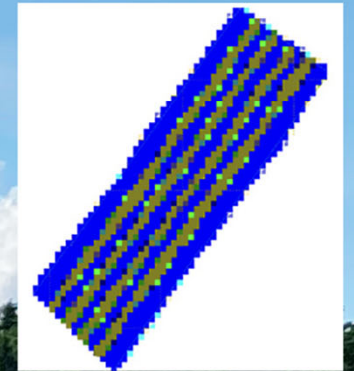
3. 自律走行式ローラ ※開発中

SAKAI
MASTERS OF COMPACTION

業界標準機の開発を目指す

- ・ Compaction MeisterとGuardmanも搭載
- ・ 自律走行、遠隔運転および有人運転も可能なシステム

- ・ 走行位置のズレは最大20cm
- ・ 規定回数で転圧された作業面積は、
有人作業比で約3.5倍
- ・ 省人化と高い走行精度による生産性向上
- ・ 施工の効率化によるCO₂排出量低減

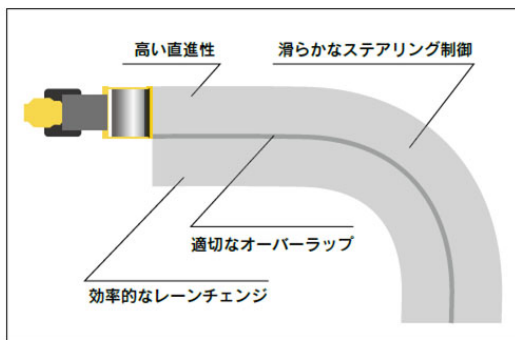


3. 自律走行式ローラ ※開発中

盛土等の土木構造物に求められる品質（密度・剛性等）に重大に影響する締固め工程で用いられる締固め機械に関する自律・協調制御並びにこれらの自動操縦等の機能を実用搭載する業界標準機を開発しています。



総務省の5G 総合実証実験に参加した研究機



自律走行の目指す走行性

	自律・協調制御技術 自動操縦技術	複合技術
難	<ul style="list-style-type: none"> ● 均一な転圧 ● 締固め品質の把握 	転圧管理システム <i>Compaction Meister</i>
技術レベル	<ul style="list-style-type: none"> ● 事故の防止 ● 周囲環境の把握 	緊急ブレーキ装置 <i>Guardman</i>
	<ul style="list-style-type: none"> ● 適切なオーバーラップ量 ● 未転圧の防止 	測位技術
易	<ul style="list-style-type: none"> ● 一定の速度 ● 一定の力 	

3. 自律走行式ローラ ※開発中



労働人口の減少や国土強靱化に寄与するため、無人化施工によって**安全な施工現場**、**効率的な締固め作業による生産性の向上**、**オペレータの技量に依らない品質の安定化と向上**を目指しています。
過不足なく均一に転圧を行うことで、**CO₂排出量の低減にも貢献**できます。



3. 自律走行式ローラ ※開発中

使い方は3通り

現場の実用性を考慮して、有人運転や遠隔運転にも対応しています。

近い将来、有人機と無人機が混在する施工現場を想像して、痒いところに手が届くようなローラを目指しています。



4. 転圧管理システムCompaction Meister

SAKAI
MASTERS OF COMPACTION



現場の品質を「見える化」するシステム

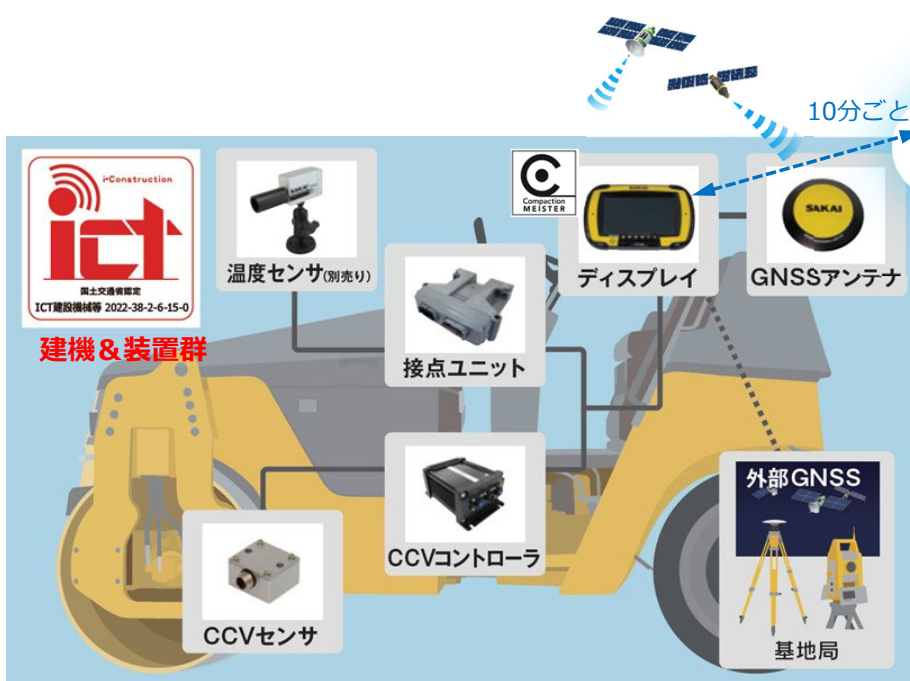
- ・ 転圧回数、走行軌跡、CCV、CCV合否
および表面温度の表示
- ・ 施工データの記録および帳票
- ・ 現場密度とCCVの相関性や基準値の提案
- ・ 任意の転圧回数で帳票結果を作成可能



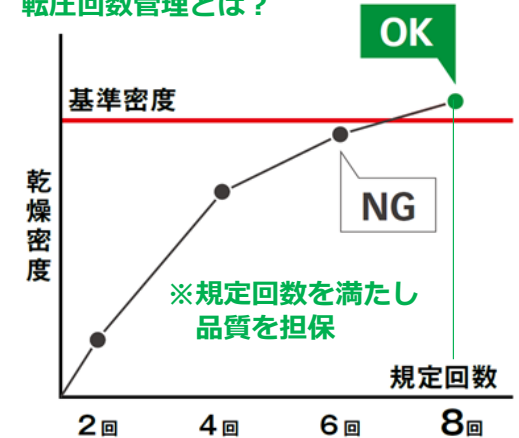
4. 転圧管理システムCompaction Meister

(1) 転圧回数の管理

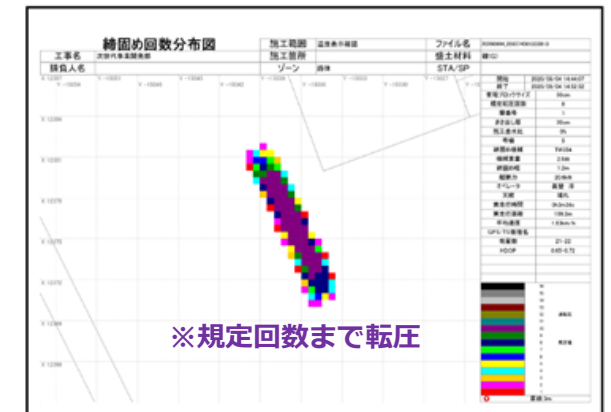
「TS/GNSSを用いた盛土の締固め管理要領（国土交通省）」に準拠し、転圧回数管理と併せて、加速度応答法や舗装表面温度による管理など、**締固め品質向上**を目指して開発。土工から舗装工までを想定したクラウドネットワーク型のシステムで、**簡単な設定操作でICT施工へ導入し易く、施工進捗の確認も可能**です。



転圧回数管理とは？



- ・工事情報
- ・ローラ情報
- ・各種設定
- ・帳票



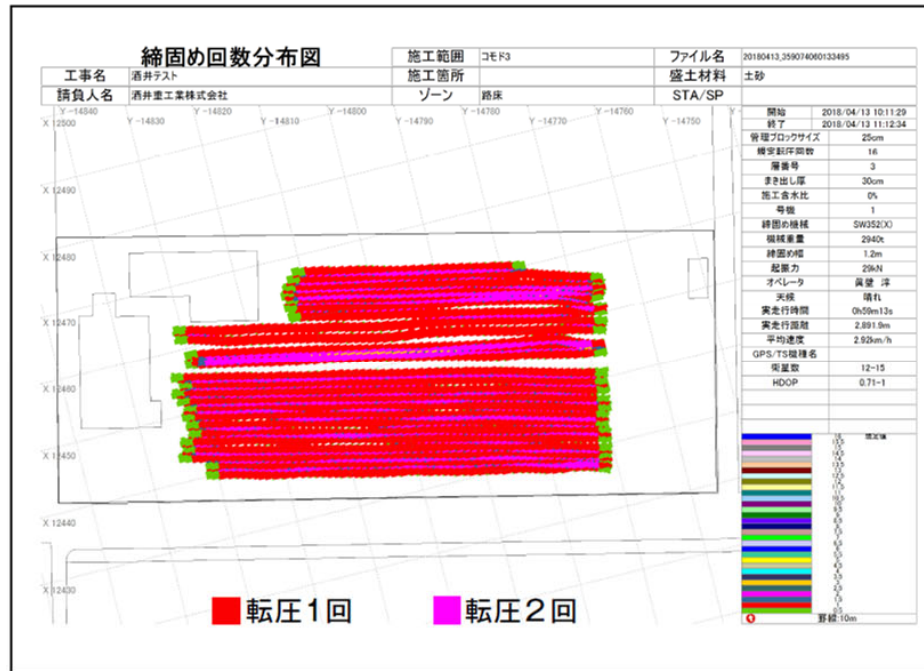
パソコンまたはタブレット端末
(インターネットに接続出来る環境)

4. 転圧管理システムCompaction Meister

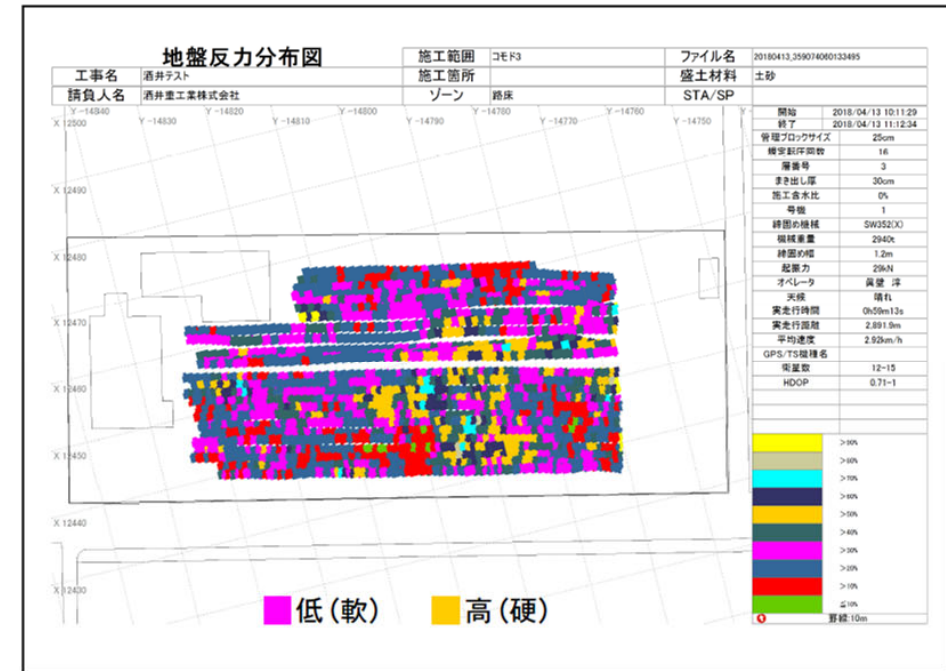
(2) ローラ加速度応答法CCVによる管理

※ローラ加速度応答法とは、振動するローラの加速度変化および周波数を解析することにより、地盤の剛性評価を行う計測方法です。CCVは、Compaction Control Valueの略で、当社独自の指標です。

- ・ 転圧回数と併せた**品質のダブルチェック**（規定回数時のデータのみを抽出）が可能。
- ・ **軟弱箇所の判定**（プルーフローリング試験の代替手段）による生産性向上が見込める。
- ・ 品質管理手法への標準化に向けて活動中。



転圧回数帳票例

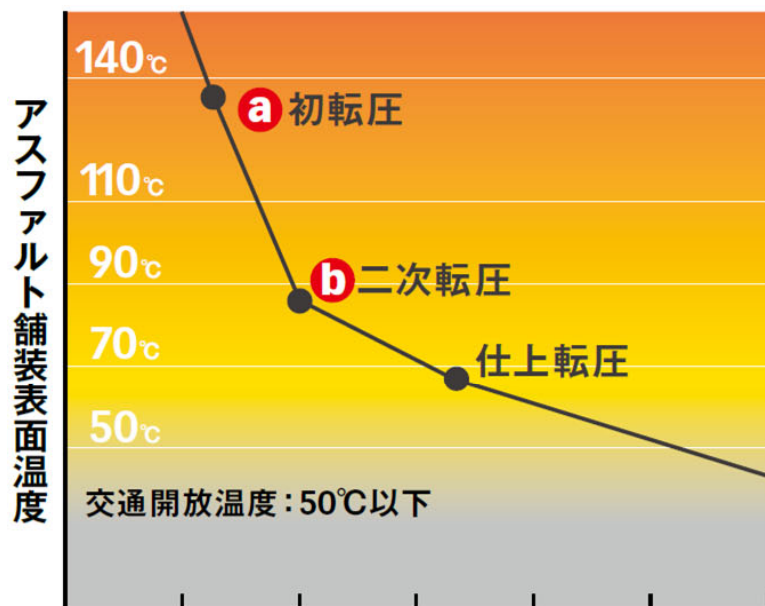


転圧1回時のCCV帳票例

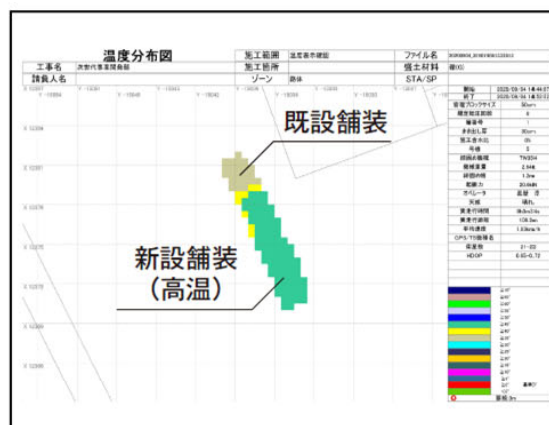
4. 転圧管理システムCompaction Meister

(3) 初転圧温度の管理

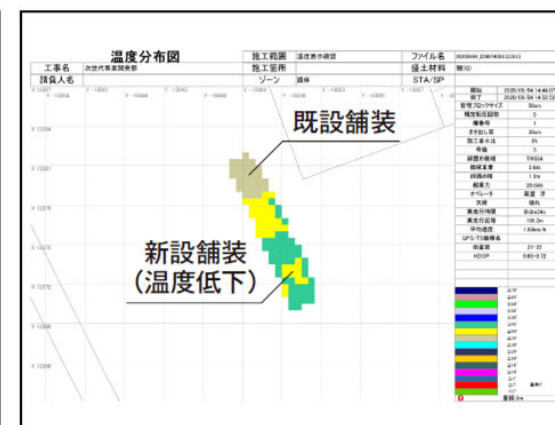
- ・ 転圧（**初転圧**、二次転圧）温度の記録が可能。
- ・ 通常通りの転圧回数を完了した後、初転圧（転圧1回）時のデータのみを抽出して帳票可能。



アスファルト混合物温度と転圧タイミング例



a 初転圧のイメージ



b 二次転圧のイメージ

アスファルト混合物表面温度の帳票

※アスファルト混合物は、温度の低下と共に粘性が増して締固め難しくなります。

そのため、適正温度範囲内で可能な限り高温の状態での締固めを行う必要があります。

※アスファルト混合物の締固め温度は材料毎に異なります。

5. 切削管理システム

SAKAI
MASTERS OF COMPACTION



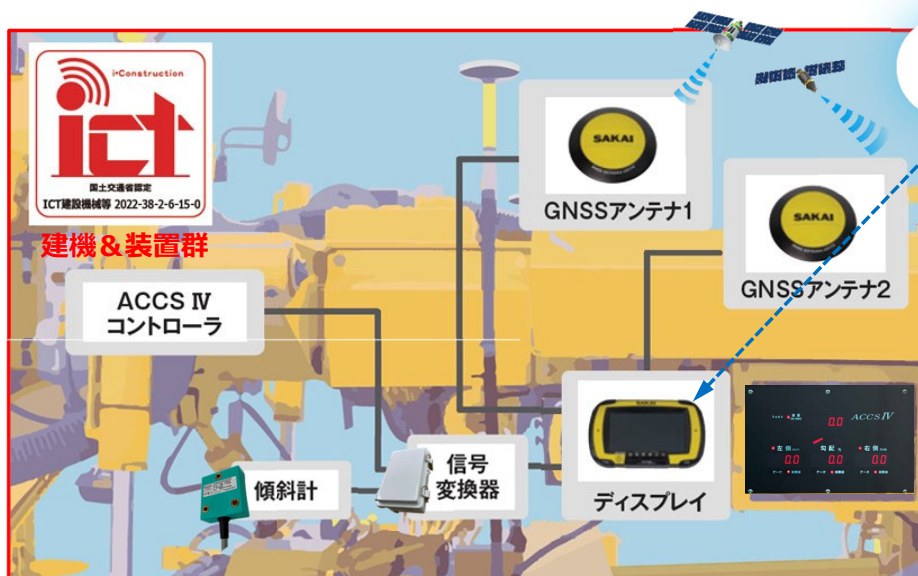
位置情報と切削深さの施工履歴を残すシステム

- ・ 計画深さと実際の切削深さを表示
- ・ 施工履歴データの記録および簡易帳票
- ・ 出来形管理図表作成に必要な点群データの出力

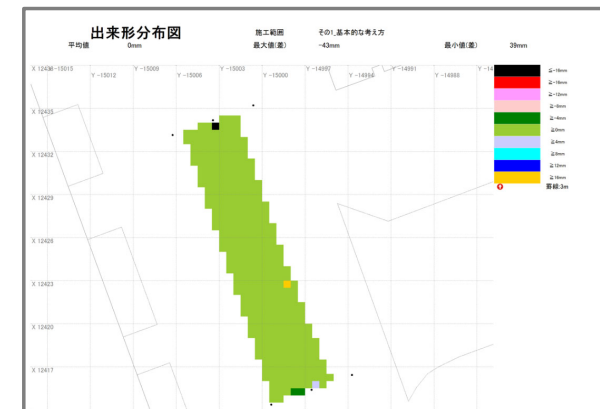


5. 切削管理システム

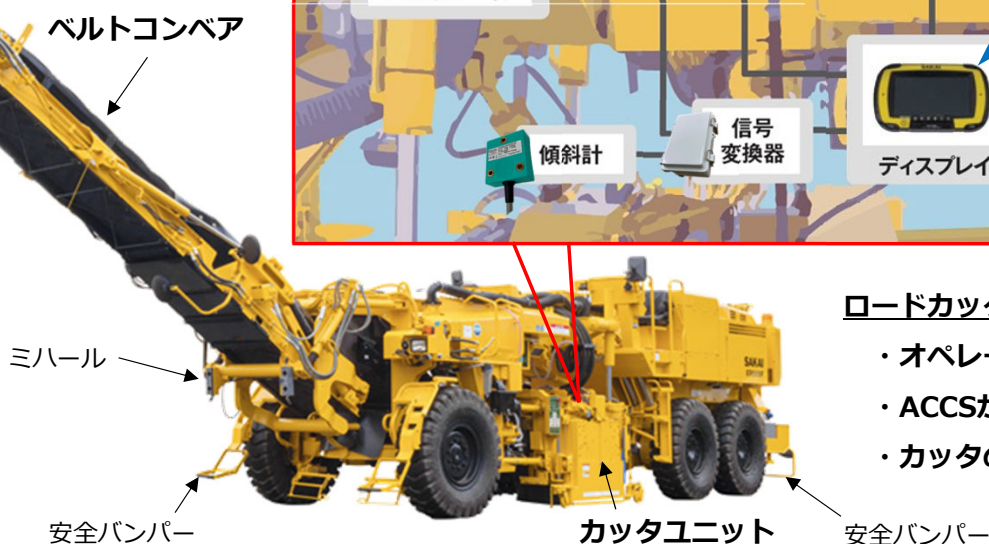
「3次元計測技術を用いた出来形管理要領 第4編 路面切削工編（国土交通省）」
に準拠した、**切削深さの施工履歴を残すシステム**です。



- ・工事情報
- ・切削機情報
- ・各種設定
- ・簡易帳票



パソコンまたはタブレット端末
(インターネットに接続出来る環境)



ロードカッターER555F (ACCSIV)

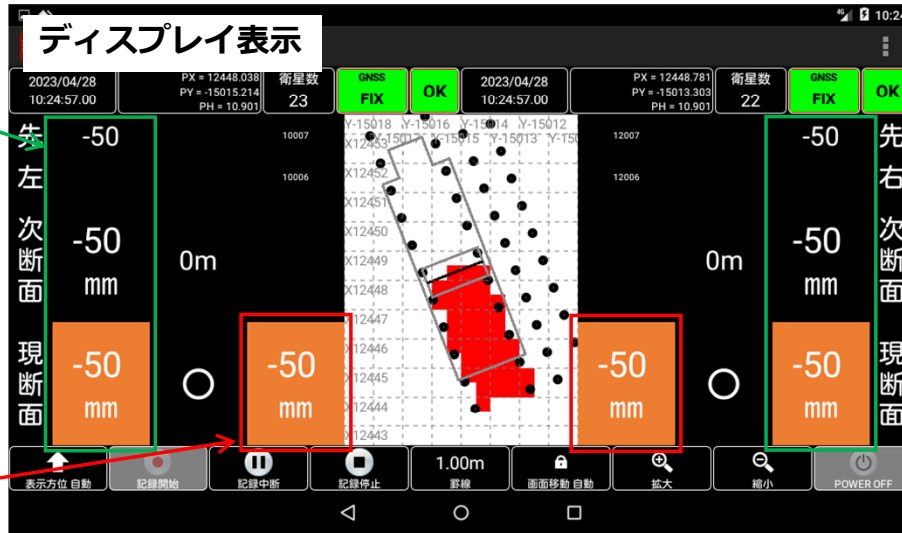
- ・オペレータが手動で切削深さを調整
- ・ACCSが自動で切削深さを一定に保持
- ・カッタのスイングシフト機構で幅寄せができる

5. 切削管理システム

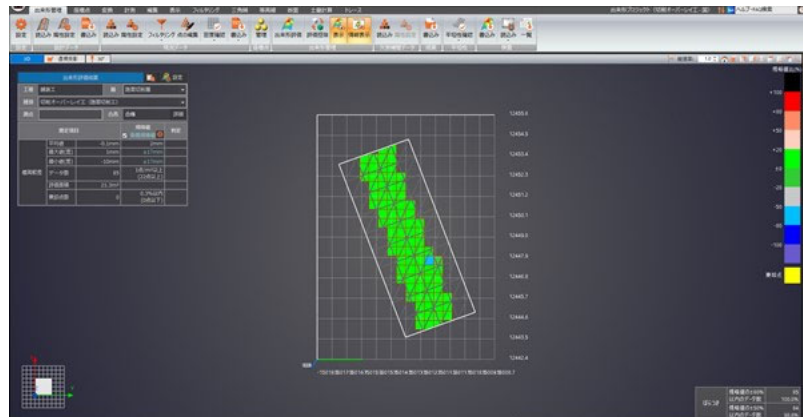
表示例

計画値

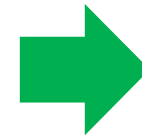
実際値



帳票例



※福井コンピュータ製TREND-POINT使用



様式-31-2 出来形合否判定総括表

工程	舗装工	測点	合否判定結果	合線
種別	切削オーバーレイ工 (路面切削工)			
測定項目	規格値 (※参照規格)	判定	規格値比 (%)	
平均値	-0.1mm	2mm	+100	
最大値 (mm)	1mm	± 17mm	+80	
最小値 (mm)	-10mm	± 17mm	-20	
データ数	85	1点/㎡以上 (22点以上)	±0	
評価面積	21.3㎡		-50	
棄却点数	0	0.3%以内 (0点以下)	-80	
平均値			-100	
最大値 (mm)			棄却点	
最小値 (mm)				
データ数				
評価面積				
棄却点数				
	ばらつき	規格値の± 80% 以内のデータ数 (100.0%)	85	規格値の± 80% 以内のデータ数
		規格値の± 50% 以内のデータ数 (98.8%)	84	規格値の± 50% 以内のデータ数

www.youtube.com/@SAKAIHEAVYINDUSTRIES

SAKAI
MASTERS OF COMPACTION

※ご紹介した技術だけでなく、会社紹介などの動画もございます。





ご清聴ありがとうございました。

SAKAI
MASTERS OF COMPACTION
Since 1918

