

資料-2.

従来の代替手法の検証結果

転圧管理システムCompaction Meister

上層・下層路盤/締固め後の密度・たわみ量・地盤反力係数
アスファルト舗装/舗装後の密度・舗装時の温度

応募者名	酒井重工業株式会社
技術名称	転圧管理システム Compaction Meister (CM)
技術の概要	● 路盤とアスファルト(以降As)の締固め品質に影響を与える転圧回数計測、加速度応答法による路盤剛性計測(酒井重工業CCV)、As施工時の表面温度計測を備える。 ● 転圧作業中にリアルタイムで全面計測するため、品質管理の省力化と面的管理が可能。 ● 計測データの信頼性を高めるため、作業中リアルタイムにWEBサーバへ保存する。専用WEBアプリは帳票作成機能を有し、品質管理作業の効率化も可能。

図・写真

システム構成図

SAKAI クラウド

工事設定

記録データ

移動局

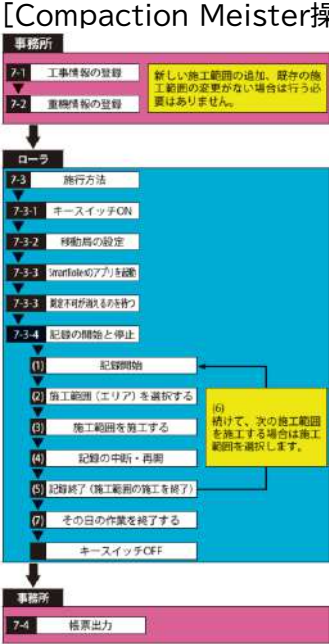
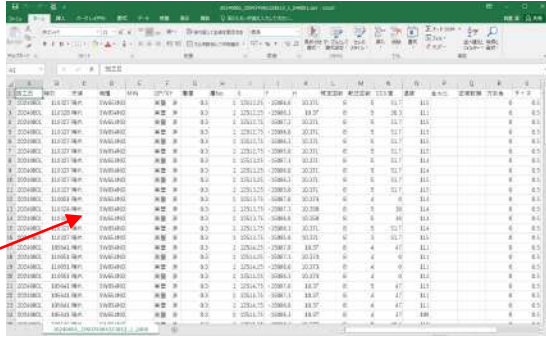
事務所側

パソコンまたはタブレット端末
(インターネットに接続できる環境)

CCV分布図

転圧回数分布図

上層・下層路盤/締固め後の密度・たわみ量・地盤反力係数
アスファルト舗装/舗装後の密度・舗装時の温度

応募者名	酒井重工業株式会社
技術名称	転圧管理システム Compaction Meister (CM)
	[Compaction Meister使用条件] ・上空視界が確保されており、GNSSが取得できること。 ・酒井重工業株式会社が指定する通信キャリアサービス範囲内、かつモバイル通信が可能であること。 ・加速度応答法CCV利用には、振動ローラであること。 [Compaction Meister操作画面]  図・写真 [Compaction Meister操作フロー]   ローラオペレータによる記録開始/停止によって 施工履歴がクラウドへ自動保存 転圧回数・CCV・温度のヒートマップ帳票作成 管理ブロック・生データのcsv出力

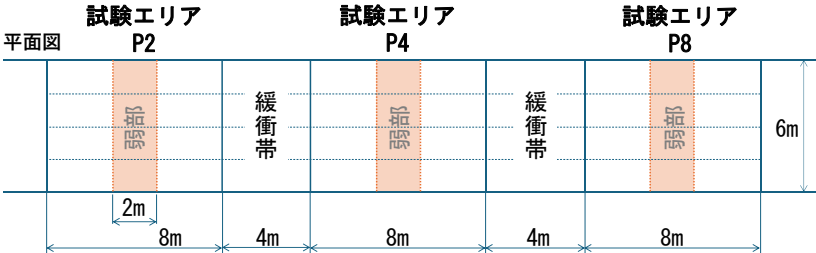
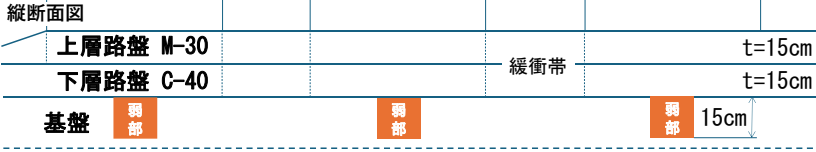
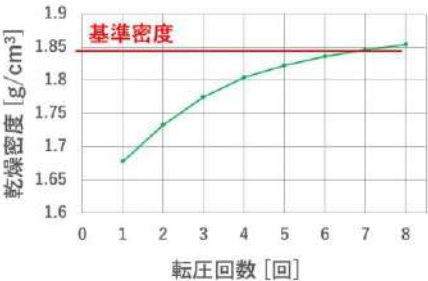
上層・下層路盤/締固め後の密度・たわみ量・地盤反力係数
アスファルト舗装/舗装後の密度・舗装時の温度

転圧管理システムCompaction Meister(CM)の舗装工に対する適用性と適用方法

適用対象	適用部位	転圧回数管理	加速度応答	車載赤外線式放射温度計
締固め後の密度	上層・下層路盤	○ 従来方法(砂置換法) と比較	—	—
締固め後のたわみ量	上層・下層路盤	—	○ 従来手法(ベンケルマンビーム) と比較	—
地盤反力係数	上層・下層路盤	—	○ 従来方法(平板載荷試験) と比較	—
舗装後の密度	アスファルト舗装	○ 従来方法(コア抜き) と比較	—	—
舗装時の温度	アスファルト舗装	—	—	○ 従来方法(温度計) と比較

○: 適用性を確認
△: 適用上の課題が残る。あるいは一部未実施
—: 適用対象外

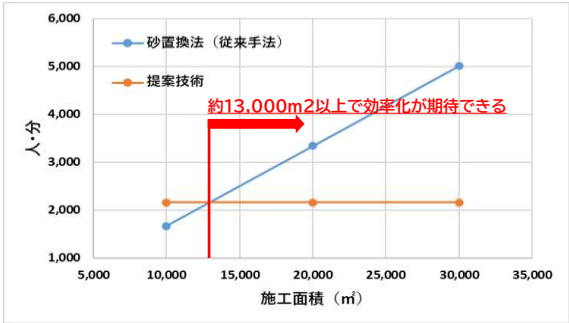
路盤/締固め後の密度

応募者名	酒井重工業株式会社		
技術名称	転圧管理システム Compaction Meister (転圧回数管理)		
検証方法	作業性の検証方法 1) 図1に示す検証ヤードにて、従来方法(砂置換法)による試験前の段取り・試験中・結果整理の時間を計測 2) CMによる試験施工・転圧の時間を計測 3) 1)および2)で得られた全作業時間を比較 計測精度の検証方法 ・転圧回数増加に伴う密度の増加傾向の有無を確認 ※密度:P2・4・8締固め後に砂置換法で計測 ※転圧回数:CMの転圧回数管理機能より取得  転圧作業  砂置換法による密度計測状況 平面図  縦断面図  P2:転圧回数2回 P4:転圧回数4回 P8:転圧回数8回 検証ヤード(上層/下層路盤)  転圧回数-密度の関係イメージ		

路盤/締固め後の密度

応募者	酒井重工業株式会社
技術名	転圧管理システム Compaction Meister (転圧回数管理)
材料	路盤材(上層路盤:M-30、下層路盤:C-40)
厚さ	上層路盤15cm、下層路盤15cm
含水比	最適含水比±5%
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下

作業性 ➤ 従来の試験方法による 計測時間と同等または 向上 ◎ 向上・向上見込み (+10%以上) ○ 同等 (±10%) × 低下 (-10%以上) - 適否判定なし	従来手法(砂置換)の計測要員数、計測時間、人工・時間と比較。 ※施工面積は10,000㎡で比較(土質の変化ない場合を想定)	事務局評価案													
	計測要員数 従来手法:1人 提案技術:3人	<table border="1"><caption>従来手法と提案技術の人工の変化(推定)</caption><thead><tr><th>施工面積 (㎡)</th><th>従来手法 (人・分)</th><th>提案技術 (人・分)</th></tr></thead><tbody><tr><td>10,000</td><td>1,670</td><td>720</td></tr><tr><td>20,000</td><td>3,340</td><td>720</td></tr><tr><td>30,000</td><td>5,010</td><td>2,160</td></tr></tbody></table>	施工面積 (㎡)	従来手法 (人・分)	提案技術 (人・分)	10,000	1,670	720	20,000	3,340	720	30,000	5,010	2,160	◎
	施工面積 (㎡)		従来手法 (人・分)	提案技術 (人・分)											
	10,000		1,670	720											
20,000	3,340	720													
30,000	5,010	2,160													
計測時間 従来手法:1,670分 提案技術:試験施工 720分 密度計測 440分 合計時間 1,160分	計測時間の比較では、従来手法に対し、29%削減。														
人工・時間 従来手法:1,670分×1名=1,670分・人 提案技術:試験施工 720分×3名=2,160分・人 密度計測 440分×0名=0分・人(施工と同時に自動計測) 合計人工 2,160分・人+0分・人=2,160分・人	人工・時間の比較では、従来手法に対し、1.3倍増加。														
提案技術の評価結果 ● 計測時間⇒従来手法に対し、29%削減される結果となった。 ● 人工・時間⇒従来手法に対し、1.3倍増加される結果となった。	但し、提案技術は土質の変化が無い場合は一回の試験施工でよいため、約13,000㎡以上の施工では作業性が従来と同等以上となる。 したがって、◎と評価した。														
	※効果の発現条件は約13,000㎡以上。(グラフ参照)														



路盤/締固め後の密度

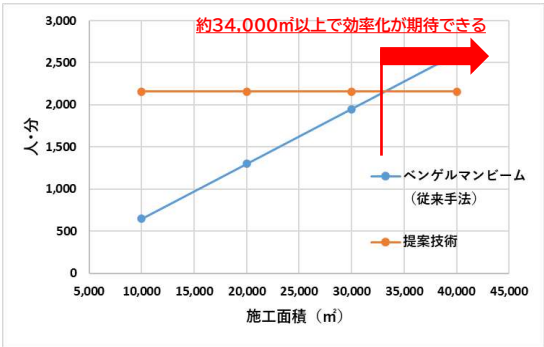
応募者	酒井重工業株式会社		
技術名	転圧管理システム Compaction Meister（転圧回数管理）		
材料	路盤材(上層路盤:M-30、下層路盤:C-40)		
厚さ	上層路盤15cm、下層路盤15cm		
含水比	最適含水比±5%		
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下		
計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7~1.0) ○ 相関性あり(0.5~0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし(0~0.5未満) － 適否判定なし	同一材料・同一機械による施工下において、上層路盤(C-40)、下層路盤(M-30)いずれにおいても、転圧回数が増加するとともに乾燥密度も増加するという一定の関係が見られた。	事務局評価案	
	このことから、試験施工により定めた目標密度を満足する締固め回数以上の転圧を実施することで、所定の密度以上の施工を担保できるようになることが期待される。	◎	
	乾燥密度(g/cm³) 2.3 2.2 2.1 2.0 1.9 1.8 1.7 0 2 4 6 8 10 下層路盤（C-40） 上層路盤（M-30）		
	【従来手法(砂置換法)と提案技術(CM)の関係】		
	締固め回数による密度管理は土工でも採用されており、試験施工による所定の締固め回数設定による密度管理は可能と想定される。	また、試験施工と同様のローラ機種編成かつ同様の転圧回数であれば、タンデム、マカダム、タイヤ、振動ローラそれぞれ単体もしくは組み合わせて管理することが可能。	
	以上より、従来と同等以上の計測が可能であることが見込まれるため、◎の評価とした。		

1. 3. 1. 検証方法

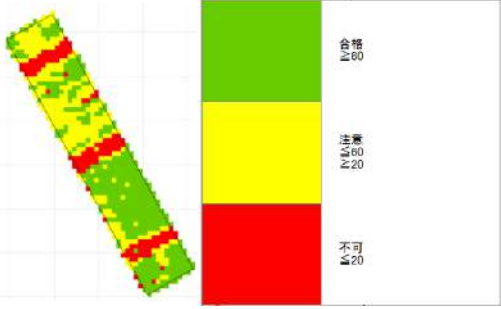
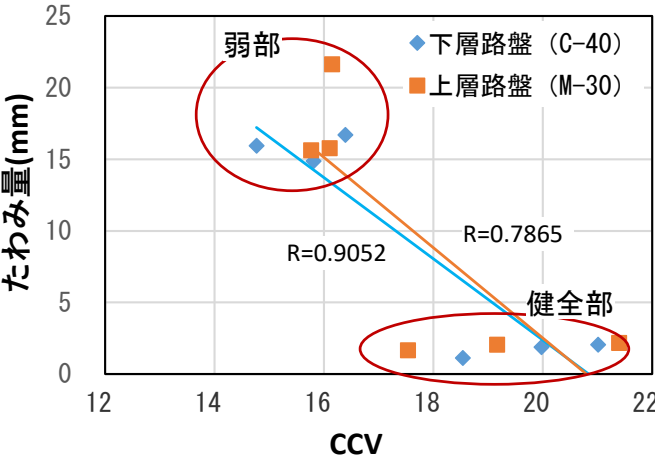
路盤/締固め後のたわみ量

応募者名	酒井重工業株式会社
技術名称	転圧管理システム Compaction Meister (加速度応答)
検証方法	作業性の検証方法 1) 下図に示す検証ヤードにて、従来方法(ベンケルマンビーム)による試験前の段取り・試験中・結果整理の時間を計測 2) CMIによる試験施工・転圧の時間を計測 3) 1)および2)で得られた全作業時間を比較 計測精度の検証方法 ・写真に示す基盤上でのたわみ量とCCVの相関関係を確認 ※たわみ量:P2・4・8締固め後にベンケルマンビーム試験により計測 ※CCV:CMIにより計測 平面図 縦断面図 上層路盤 M-30 t=15cm 下層路盤 C-40 t=15cm 基盤 15cm 弱部 P2: 転圧回数2回 P4: 転圧回数4回 P8: 転圧回数8回 検証ヤード(上層/下層路盤) 転圧作業 ベンケルマンビーム試験状況 健全部 弱部 試験エリア中央に深さ15cmの粘土を設置し、人工的に弱部を再現 弱部が存在する基盤 たわみ量 [mm] CCV CCV-たわみ量の関係イメージ

路盤/締固め後のたわみ量

応募者	酒井重工業株式会社	
技術名	転圧管理システム Compaction Meister (加速度応答)	
材料	指定なし	
厚さ	指定なし	
含水比	—	
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下	
作業性 ➤ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み (+10%以上) ○ 同等 (±10%) × 低下 (−10%以上) − 適否判定なし	従来手法(ベンゲルマンビーム)と提案技術の計測要員数、計測時間、人工・時間を比較 ※施工面積10,000m2で比較(材料の変化がないものと想定)	事務局評価案
	計測要員数 従来手法:1人 提案技術:3人 計測時間 従来手法:650分 提案技術:試験施工 720分 計測時間 440分 合計時間 1,160分 人工・時間 従来手法:650分×1名=650分・人 提案技術:試験施工 720分×3名=2,160分・人 計測時間 440分×0名=0分・人(施工と同時に自動計測) 合計人工 2,160分・人+0分・人=2,160分・人 提案技術の評価結果 ● 計測時間⇒従来手法に対し、1.8倍増加する結果となった。 ● 人工・時間⇒従来手法に対し、3.3倍増加する結果となった	◎
	従来手法と提案技術の人工の変化(推定) 	計測時間の比較をした結果、従来方法より1.8倍増加した。
		人工・時間の比較をした結果、従来方法より3.3倍増加した。
		但し、提案技術は土質の変化が無い場合は一回の試験施工でよいため、約34,000㎡以上の施工では作業性が従来と同等以上となる。 したがって、◎と評価した。
		※効果の発現条件は約34,000㎡以上。(グラフ参照)

路盤/締固め後のたわみ量

応募者	酒井重工業株式会社	
技術名	転圧管理システム Compaction Meister (加速度応答)	
材料	路盤材(上層路盤:M-30、下層路盤:C-40)	
厚さ	上層路盤15cm、下層路盤15cm	
含水比	最適含水比±5%	
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下	
計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7~1.0) ○ 相関性あり(0.5~0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし(0~0.5未満) - 適否判定なし	1)上層路盤(C-40) CCVが大きくなるとともにたわみ量は減少する傾向にあった。 健全部はCCVが大きく、たわみ量が小さい。弱部はCCVが小さく、たわみ量大きい。 R=0.7865	事務局評価案
	2)下層路盤(M-30) CCVが増加するとともにたわみ量は減少する傾向にあった。 健全部はCCVが大きく、たわみ量が小さい。弱部はCCVが小さく、たわみ量大きい。 R=0.9052	
	 【CMでのCCV分布図】  【従来手法(ベンゲルマンビーム試験)と提案技術(CM)の相関関係】	上層路盤、下層路盤ともに0.7以上の強い負の相関が認められた。 ただし、弱部におけるCCVの最大値と健全部におけるCCVの最小値に差が見られなかったため、一の評価とした。

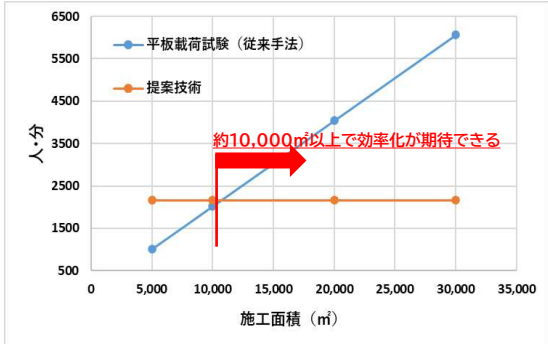
1. 4. 1. 検証方法

路盤/地盤反力係数

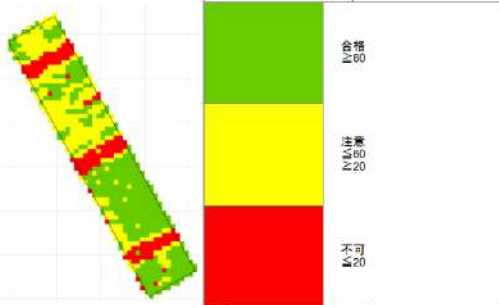
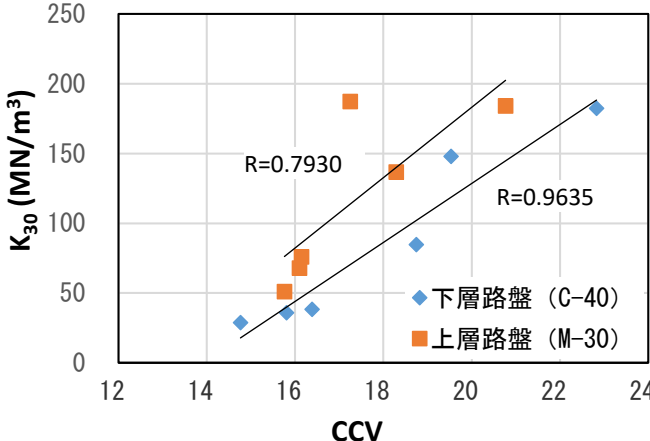
応募者名	酒井重工業株式会社
技術名称	転圧管理システム Compaction Meister (加速度応答)
検証方法	作業性の検証方法 1) 下図に示す検証ヤードにて、従来方法(平板载荷試験)による試験前の段取り・試験中・結果整理の時間を計測 2) CMIによる試験施工・転圧の時間を計測 3) 1)および2)で得られた全作業時間を比較 計測精度の検証方法 ・写真に示す基盤上での地盤反力係数とCCVの相関関係を確認 ※地盤反力係数:P2・4・8締固め後に平板载荷試験により計測 ※CCV:CMIにより計測 転圧作業 平板载荷試験状況 P2: 転圧回数2回 P4: 転圧回数4回 P8: 転圧回数8回 検証ヤード(上層/下層路盤) 弱部が存在する基盤 CCV-地盤反力係数K_{30}の関係イメージ

路盤/地盤反力係数

応募者	酒井重工業株式会社	
技術名	転圧管理システム Compaction Meister (加速度応答)	
材料	路盤材(上層路盤:M-30、下層路盤:C-40)	
厚さ	上層路盤15cm、下層路盤15cm	
含水比	—	
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下	
作業性 ➤ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み (+10%以上) ○ 同等 (±10%) × 低下 (-10%以上) - 適否判定なし	従来手法(平板載荷試験)と提案技術の計測要員数、計測時間、人工・時間を比較 ※施工面積10,000m²で比較(材料の変化がないものと想定) 計測要員数 従来手法:1人 提案技術:3人 計測時間 従来手法:2,020分 提案技術:試験施工 720分 計測時間 440分 合計時間 1,160分 人工・時間 従来手法:2,020分×1名=2,020分・人 提案技術:試験施工 720分×3名=2,160分・人 計測時間 440分×0名=0分・人(施工と同時に自動計測) 合計人工 2,160分・人+0分・人=2,160分・人 提案技術の評価結果 ● 計測時間⇒従来手法に対し、43%削減される結果となった。 ● 人工・時間⇒従来手法に対し、1.1倍増加する結果となった。	事務局評価案 ◎ 計測時間の比較では、従来方法に対し、43%削減された。 人工・時間の比較では、従来方法に対し、1.1倍増加した。 但し、提案技術は土質の変化が無い場合は一回の試験施工でよいため、約10,000m²以上の施工では作業性が従来と同等以上となる。 したがって、◎と評価した。 ※効果の発現条件は約10,000m²以上。(グラフ参照)

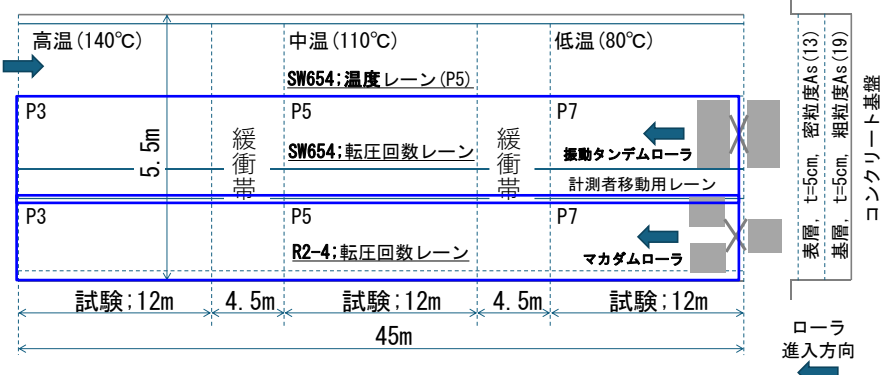
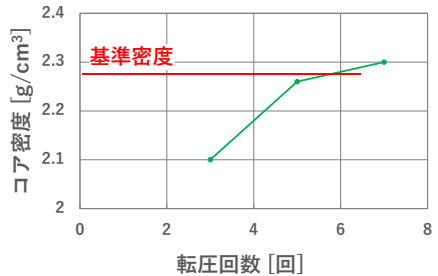


路盤/地盤反力係数

応募者	酒井重工業株式会社		
技術名	転圧管理システム Compaction Meister（加速度応答）		
材料	路盤材（上層路盤：M-30、下層路盤：C-40）		
厚さ	上層路盤15cm、下層路盤15cm		
含水比	最適含水比±5%		
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下		
計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性（0.7～1.0） ○ 相関性あり（0.5～0.7未満） × 弱い相関性・相関性なし（0～0.5未満） — 適否判定なし	1)上層路盤（C-40） CCVが大きくなるとともに地盤反力係数K_{30}は増加する傾向にあった。 $R=0.7930$ 2)下層路盤（M-30） CCVが大きくなるとともに地盤反力係数K_{30}は増加する傾向にあった。 $R=0.9635$  【CMでのCCV分布図】	 【従来手法（平板載荷試験）と提案技術（CM）の相関関係】	事務局評価案 ◎ 上層路盤、下層路盤ともに0.7以上の強い相関が認められた。特に、下層路盤では、相関係数が0.9以上と非常に強い相関が見られた。 このことから、CMから得られるCCVにより、地盤反力係数と同様に路盤の状態の評価が可能になることが期待される。 したがって、従来と同等以上の計測精度であることが見込まれることから、◎の評価とした。

1. 5. 1. 検証方法

アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者名	酒井重工業株式会社
技術名称	転圧管理システム Compaction Meister (転圧回数管理)
検証方法	作業性の検証方法 1) 下図に示す検証ヤードにて、従来方法(コア抜き)による試験前の段取り・試験中・結果整理の時間を計測 2) CMによる試験施工・転圧の時間を計測 3) 1)および2)で得られた全作業時間を比較 計測精度の検証方法 ・転圧回数増加に伴う密度の増加傾向の有無を確認 ※密度:P3・5・7締固め後のコア抜きにより計測 (コア抜きは高温、中温、低温の各エリアで実施) ※転圧回数:CMの転圧回数管理機能より取得   As混合物の敷き均し ローラ転圧  検証ヤード(アスファルト舗装表層/基層)  コア抜きによる密度計測  転圧回数-コア密度の関係イメージ ・転圧回数レーンでは、転圧中のAsの表面温度が110℃を下回らないように留意しながら実施。 転圧回数レーン P3: 転圧回数3回 P5: 転圧回数5回 P7: 転圧回数7回

アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者	酒井重工業株式会社		
技術名	転圧管理システム Compaction Meister（転圧回数管理）		
材料	表層：再生密粒13、基層：再生密粒19		
厚さ	表層5cm、基層5cm		
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下		
作業性 ➤ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み（+10%以上） ○ 同等（±10%） × 低下（-10%以上） - 適否判定なし	従来手法(コア抜き)と提案技術の計測要員数、計測時間、人工・時間を比較 ※施工面積10,000m2、コア採取は10箇所と比較 計測要員数 従来手法:1人 提案技術:4人 計測時間 従来手法:370分 提案技術:試験施工 60分 計測時間 242分 合計時間 302分 人工・時間 従来手法:370分×1名=370分・人 提案技術:試験施工 60分×4名=240分・人 計測時間 242分×0名=0分・人(施工と同時に自動計測) 合計人工 240分・人+0分・人=240分・人 提案技術の評価結果 ● 計測時間⇒従来手法に対し、18%削減される結果となった。 ● 人工・時間⇒従来手法に対し、35%削減される結果となった。 従来手法と提案技術の人工の変化(推定)		事務局評価案
			◎
			計測時間の比較では、従来方法に対し、18%削減された。
			人工・時間の比較では、従来方法に対し、35%削減された。
			したがって、◎と評価した。
但し、提案技術は土質の変化が無い場合は一回の試験施工でよいため、約6,000㎡以上の施工では作業性が従来と同等以上となる。 ※効果の発現条件は約6,000㎡以上。(グラフ参照)			

アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者	酒井重工業株式会社	
技術名	転圧管理システム Compaction Meister (転圧回数管理)	
材料	表層:再生密粒13、基層:再生密粒19	
厚さ	表層5cm、基層5cm	
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下	
計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性 (0.7~1.0) ○ 相関性あり (0.5~0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし (0~0.5未満) - 適否判定なし	同一材料による施工下において、マカダムローラーと振動タンデムローラーのいずれも表層(再生密粒13)、基層(再生密粒19)ともに、転圧回数が増加するとともにコア密度も増加するという一定の関係が見られた。 このことから、各ローラーに対して、試験施工により定めた目標密度を満足する締固め回数以上の転圧を実施することで、所定の密度以上の施工を担保できるようになることが期待される。	事務局評価案
	◎	
	2.5 2.4 2.3 2.2 コア密度 (g/cm³) ◆ マカダム ■ 振動タンデム 02468 転圧回数 従来手法(コア抜き)と提案技術(CM)の関係 (表層) 2.5 2.4 2.3 2.2 コア密度 (g/cm³) ◆ マカダム ■ 振動タンデム 02468 転圧回数 従来手法(コア抜き)と提案技術(CM)の関係 (基層) ※転圧中のAsの表面温度が110℃を下回らないように留意	締固め回数による密度管理は土工でも採用されており、試験施工による所定の締固め回数設定による密度管理は可能と想定される。 このため、従来と同等以上の計測が可能であることが見込まれるため、◎の評価とした。 ただし、初期転圧温度および転圧終了時温度の条件設定が必要であることに留意しなければならない。

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者名	酒井重工業株式会社		
技術名称	転圧管理システム Compaction Meister (車載赤外線式放射温度計)		
検証方法	作業性の検証方法 1) 下図に示す検証ヤードにて、従来方法(温度計)による試験前の段取り・試験中・結果整理の時間を計測 2) CMによる試験施工・転圧の時間を計測 3) 1)および2)で得られた全作業時間を比較 計測精度の検証方法 1) CMにより取得した初期転圧前の温度計測データと従来手法(温度計)の関係を確認 ※温度:現場作業員が1日4回確認  As混合物の敷き均し  ローラ転圧  温度レーン 高温 (140℃) 中温 (110℃) 低温 (80℃) SW654: 温度レーン (P5) P3 5.5m 緩衝帯 P5 P7 SW654: 転圧回数レーン 緩衝帯 振動タンDEMローラ P3 計測者移動用レーン P5 P7 R2-4: 転圧回数レーン マカダムローラ 試験: 12m 4.5m 試験: 12m 4.5m 試験: 12m 45m 表層, t=5cm, 密粒度As (13) 基層, t=5cm, 粗粒度As (19) コンクリート基盤 ローラ 進入方向 ・温度レーンでは、表面温度が計画値(140/110/80℃)付近で転圧を実施。 検証ヤード(アスファルト舗装表層/基層)		

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者	酒井重工業株式会社	
技術名	転圧管理システム Compaction Meister (車載赤外線式放射温度計)	
材料	表層:再生密粒13、基層:再生密粒19	
厚さ	表層5cm、基層5cm	
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下	
作業性 ➤ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み (+10%以上) ○ 同等 (±10%) × 低下 (-10%以上) - 適否判定なし	従来手法(温度計による計測)と提案技術の計測要員数、計測時間、人工・時間を比較 ※施工面積10,000m²で比較 計測要員数 従来手法:1人 提案技術:0人 計測時間 従来手法:87分 提案技術:計測時間 242分(施工と同時に自動計測) 人工・時間 従来手法:87分×1名=87分・人 提案技術:計測時間 242分×0名=0分・人(施工と同時に自動計測) 提案技術の評価結果 ● 計測時間⇒提案技術は施工と同時に計測が可能であることが確認された。 ● 人工・時間⇒従来手法に対し、100%削減される結果となった。	事務局評価案
		◎
		提案技術における温度計測は施工と同時に自動計測することが可能であるため、人工・時間を比較した結果、従来方法より100%の削減ができる。 上記結果より、従来の試験方法にに対し、作業性が向上していることが見込まれるため◎の評価とした。

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者	酒井重工業株式会社		
技術名	転圧管理システム Compaction Meister (車載赤外線式放射温度計)		
材料	表層:再生密粒13、基層:再生密粒19		
厚さ	表層5cm、基層5cm		
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下		

計測精度

- 従来技術で得られる結果との相関性が認められる
- ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性 (0.7~1.0)
- 相関性あり (0.5~0.7未満)
- × 弱い相関性・相関性なし (0~0.5未満)
- 適否判定なし

表層、基層ともに、従来手法(温度計)と提案技術(CM)は強い相関性が確認された。
表層:R=0.9989 基層:R=0.9737

温度レーン

転圧回数レーン (振動タンデムローラ)

転圧回数レーン (マカダムローラ)

高温 (140℃)

中温 (110℃)

低温 (80℃)

試験: 12m 4.5m 試験: 12m 4.5m 試験: 12m

45m

高温 中温 低温

P3 P5 P7

温度分布帳票

棒温度: As内部温度 (°C)

CM: As表面温度 (°C)

従来手法(温度計)と提案技術(CM)の相関関係

R=0.9989

R=0.9737

● 基層

■ 表層

コア密度 (g/cm³)

初期転圧前温度 (°C)

【参考】コア密度と提案技術(CM)の相関関係

R=0.9980

R=0.9780

● 基層

■ 表層

事務局評価案

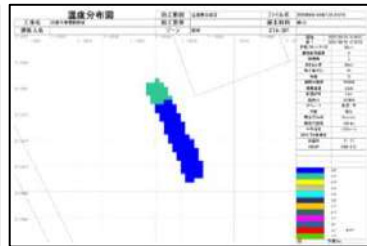
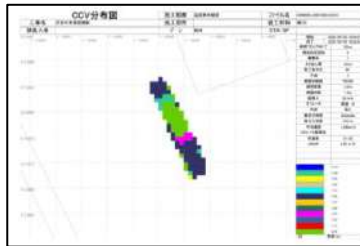
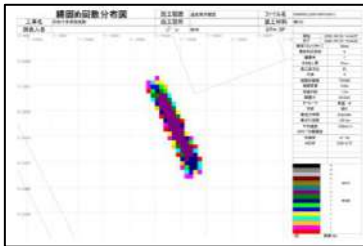
◎

表層、基層ともに、温度計 (内部温度)とCM(表面温度)の間で、相関係数1.0に近い、非常に高い相関が確認された。

したがって、従来と同等以上の計測精度であることが見込まれるため◎と評価した。

2-19

路盤・アスファルト舗装共通/データ処理・格納の評価結果

応募者名	酒井重工業株式会社															
技術名称	転圧管理システム Compaction Meister (CM)															
検証方法	省力化・トレーサビリティ・事後活用の検証方法 表1に示す従来方法と提案方法の記録データについて比較する。 【表1 従来手法及び提案手法による計測項目】 <table><tr><th>計測項目</th><th>従来手法</th><th>提案技術</th></tr><tr><td>密度</td><td>砂置換法による計測</td><td>CMの転圧回数管理機能により間接的に管理</td></tr><tr><td>たわみ量</td><td>ベンケルマンビーム試験による計測</td><td>CMIによるCCV計測</td></tr><tr><td>地盤反力係数</td><td>平板載荷試験による計測</td><td>CMIによるCCV計測</td></tr><tr><td>温度</td><td>棒温度計による計測</td><td>車載温度センサ</td></tr></table> 従来手法  紙面またはExcel等でのデータ整理 【従来手法の計測フロー】 提案手法   アプリでの閲覧・帳票作成 【提案手法の計測フロー】	計測項目	従来手法	提案技術	密度	砂置換法による計測	CMの転圧回数管理機能により間接的に管理	たわみ量	ベンケルマンビーム試験による計測	CMIによるCCV計測	地盤反力係数	平板載荷試験による計測	CMIによるCCV計測	温度	棒温度計による計測	車載温度センサ
計測項目	従来手法	提案技術														
密度	砂置換法による計測	CMの転圧回数管理機能により間接的に管理														
たわみ量	ベンケルマンビーム試験による計測	CMIによるCCV計測														
地盤反力係数	平板載荷試験による計測	CMIによるCCV計測														
温度	棒温度計による計測	車載温度センサ														

路盤・アスファルト舗装共通/データ処理・格納の評価結果

応募者	酒井重工業株式会社					
技術名	転圧管理システム Compaction Meister (CM)					
データ処理格納 ➢ 省力化が期待 ➢ トレーサビリティが確保 ➢ 事後活用を考慮したデータ格納方法が提案	1)省力化 CMは、転圧作業と計測が同時に可能であり、デジタル化された施工履歴がクラウドに自動保存されることで、結果の整理(委託)、炉乾燥(1日)などの時間が短縮可能となる。 実際に、CMの活用により、各計測項目に要する時間は路盤で約9割減、アスファルト舗装で約5割減となることから、省力化が期待できることが示される。			事務局評価案		
	【路盤】 CMによる計測時間合計:440[分]÷従来手法による計測時間合計:4,340[分]=0.101(89.9%低減) 【アスファルト舗装】 CMによる計測時間合計:242[分]÷従来手法による計測時間合計:457[分] =0.530(47.0%低減) 2)トレーサビリティ 記録日時、施工条件等のデータをデジタル化してクラウドに保存可能である。また、従来のアナログ的な計測データは、位置情報を含まないものであったが、CMでは位置情報を含めた計測データが取得できるため、面管理が可能となり、より高度化した品質管理が可能となることが期待される。 3)事後活用を考慮したデータ格納方法 ヒートマップ表示に使用される管理ブロック単位でデータを出力し、Excel等で確認や分析が可能となる。			省力化	◎	
				トレーサビリティの確保	◎	
				事後活用を考慮したデータ格納方法	◎	
	【従来手法及び提案手法のデータ出力方式】			<省力化> 転圧作業と並行して計測を行うことができ、総計測時間や結果取りまとめ等に要する時間の短縮が可能となることから、省力化が期待できるため、◎とした。 <トレーサビリティ> 記録日時、施工条件等のデータを位置情報を含めて取得でき、より高度化した品質管理を行うとともにトレーサビリティを確保できることが期待できるため、◎とした。 <事後活用> 事後活用を考慮したデータ格納方法が提案されているため◎とした。		
検証項目	提案技術	データ出力方式	従来手法			データ出力方式
密度	転圧回数管理	ヒートマップ帳票 csvデータ(管理ブロック単位)	砂置換密度			紙面またはExcel等
たわみ量	加速度応答法 CCV	ヒートマップ帳票 csvデータ(管理ブロック単位)	ベンケルマンビーム			紙面またはExcel等
地盤反力係数	加速度応答法 CCV	ヒートマップ帳票 csvデータ(管理ブロック単位)	平板載荷試験(K30)			紙面またはExcel等
舗装時の温度	表面温度管理 (車載)	ヒートマップ帳票 csvデータ(管理ブロック単位)	表面および内部温度管理 (計測員)	紙面またはExcel等		

省力化が期待 【◎:期待・期待見込み ○:従来と同等 ×:期待されない -:適否の判定なし】
トレーサビリティが確保 【◎:確保・確保見込み ×:確保されない -:適否の判定なし】
事後活用を考慮したデータ格納方法が提案 【◎:提案有り -:適否の判定なし】

ICT現場土工品質管理技術 「次世代 α システム」

下層路盤、上層路盤、アスファルト舗装/締固め後の密度、地盤反力係数、舗装後の密度

応募者名	株式会社大林組・前田建設工業株式会社
技術名称	次世代αシステム
技術の概要	【次世代αシステム】：大林組・前田建設工業 現場転圧地盤の締固め品質を高精度・面的・非破壊・リアルタイムに計測する3種類のIot機器(振動ローラ加速度応答解析システム/3Dレーザスキャナ/2台の自走式散乱型RIロボット)と、取得データをクラウド送信・DB格納し、WEB環境での遠隔可視化/分析を可能とする最先端のICT現場土工品質管理システム。現場土工品質管理の高度化と精緻化、生産性向上とDX化(業務改革及びデータ連携/施工時品質データの利活用)を実現する。

図・写真

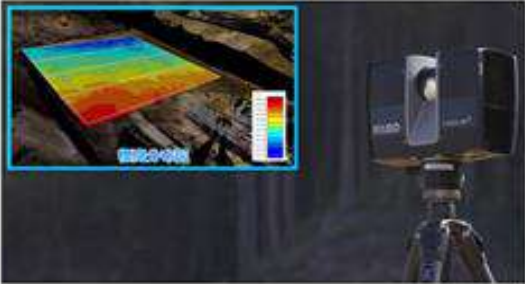


αシステム
(地盤剛性)

転圧地盤の
剛性分布

↓

路床・路盤の剛性分布把握



TLS
(3次元形状)

転圧沈下の収れん・転圧面
の圧縮率(≒密度)分布

↓

路盤密度の面的分布・弱部把握



RIロボット
(密度/含水比測定)

転圧地盤の乾燥密度
および含水比分布

↓

路盤/As層の密度・含水比の
面的自動計測

下層路盤、上層路盤、アスファルト舗装/締固め後の密度、地盤反力係数、舗装後の密度

応募者名	株式会社大林組・前田建設工業株式会社																																																																		
技術名称	次世代αシステム																																																																		
	3Dレーザスキャナの仕様 ※参考																																																																		
図・写真		<table><tr><th colspan="2">性能使用</th></tr><tr><th colspan="2">カラーユニット</th></tr><tr><td>解像度:</td><td>最大165メガピクセル</td></tr><tr><td>ハイ・ダイナミック・レンジ(HDR)</td><td>露出ブラケット、2x、3x、5x</td></tr><tr><td>視差:</td><td>同軸設計により最小化</td></tr><tr><th colspan="2">偏向ユニット</th></tr><tr><td>視野</td><td>300° 垂直/ 360° 水平</td></tr><tr><td>解像度</td><td>0.009° (360°あたり40,960個の3Dピクセル)垂直 0.0009° (360°あたり40,960個の3Dピクセル)水平</td></tr><tr><td>最大垂直スキャン速度</td><td>97Hz (垂直)</td></tr><tr><th colspan="2">レーザー</th></tr><tr><td>レーザークラス</td><td>Laser Class 1</td></tr><tr><td>波長</td><td>1550nm</td></tr><tr><td>ビーム広がり</td><td>0.3mrad (1/e)</td></tr><tr><td>ビーム径(出口)</td><td>2.12mm (1/e)</td></tr><tr><th colspan="2">データ保存</th></tr><tr><td>スキャナーコントロール</td><td>SD, SDHC™, SDXC™; 32GBのSDカード</td></tr><tr><td>接続</td><td>タッチスクリーンディスプレイ、Wi-Fi、HTML5のモバイル機器による操作</td></tr><tr><th colspan="2">Wi-Fiアクセス</th></tr><tr><td>WiFiアクセス:</td><td>802.11n (150Mbit/秒)、アクセスポイントまたは既存ネットワーク端末</td></tr></table>	性能使用		カラーユニット		解像度:	最大165メガピクセル	ハイ・ダイナミック・レンジ(HDR)	露出ブラケット、2x、3x、5x	視差:	同軸設計により最小化	偏向ユニット		視野	300° 垂直/ 360° 水平	解像度	0.009° (360°あたり40,960個の3Dピクセル)垂直 0.0009° (360°あたり40,960個の3Dピクセル)水平	最大垂直スキャン速度	97Hz (垂直)	レーザー		レーザークラス	Laser Class 1	波長	1550nm	ビーム広がり	0.3mrad (1/e)	ビーム径(出口)	2.12mm (1/e)	データ保存		スキャナーコントロール	SD, SDHC™, SDXC™; 32GBのSDカード	接続	タッチスクリーンディスプレイ、Wi-Fi、HTML5のモバイル機器による操作	Wi-Fiアクセス		WiFiアクセス:	802.11n (150Mbit/秒)、アクセスポイントまたは既存ネットワーク端末	<table><tr><th colspan="2">その他の機能</th></tr><tr><td>2 軸補正センサ:</td><td>±2°内で精度19 秒角で、あらゆるスキャンの水準測量を実行</td></tr><tr><td>高度センサ:</td><td>電子バロメータで測定した固定点に対する高度を検出し、スキャンに追加可能</td></tr><tr><td>コンパス:</td><td>電子コンパスにより、方位情報を保持</td></tr><tr><td>GNSS:</td><td>GPS & GLONASS</td></tr><tr><td>オンサイト補正機能*:</td><td>最新品質レポートを生成、スキャナーが自動的に補正を実行</td></tr><tr><td>アクセサリベイ:</td><td>アクセサリベイにより、さまざまなアクセサリをスキャナーに接続可能。</td></tr><tr><td>反転取り付け:</td><td>可能</td></tr><tr><td>SCENE でのリアルタイムオンサイトレジストレーション機能*:</td><td>SCENE に接続することで、リアルタイムスキャン処理と登録、概要マップを作成</td></tr><tr><td>電子自動インターフェイス*</td><td>オプション利用は販売時のみ</td></tr><tr><td>デジタルハッシュ機能</td><td>スキャンデータはスキャナーにより、暗号化され、ハッシュタグや署名が可能</td></tr><tr><td>遠く離れたターゲットを再スキャン</td><td>遠く離れた場所の特定のエリアを、より高解像度にデータ再取得</td></tr><tr><td>写真再撮影</td><td>不必要な物体が映り込んだ写真を1枚づつ選択し、再撮影</td></tr></table>	その他の機能		2 軸補正センサ:	±2°内で精度19 秒角で、あらゆるスキャンの水準測量を実行	高度センサ:	電子バロメータで測定した固定点に対する高度を検出し、スキャンに追加可能	コンパス:	電子コンパスにより、方位情報を保持	GNSS:	GPS & GLONASS	オンサイト補正機能*:	最新品質レポートを生成、スキャナーが自動的に補正を実行	アクセサリベイ:	アクセサリベイにより、さまざまなアクセサリをスキャナーに接続可能。	反転取り付け:	可能	SCENE でのリアルタイムオンサイトレジストレーション機能*:	SCENE に接続することで、リアルタイムスキャン処理と登録、概要マップを作成	電子自動インターフェイス*	オプション利用は販売時のみ	デジタルハッシュ機能	スキャンデータはスキャナーにより、暗号化され、ハッシュタグや署名が可能	遠く離れたターゲットを再スキャン	遠く離れた場所の特定のエリアを、より高解像度にデータ再取得	写真再撮影	不必要な物体が映り込んだ写真を1枚づつ選択し、再撮影
	性能使用																																																																		
カラーユニット																																																																			
解像度:	最大165メガピクセル																																																																		
ハイ・ダイナミック・レンジ(HDR)	露出ブラケット、2x、3x、5x																																																																		
視差:	同軸設計により最小化																																																																		
偏向ユニット																																																																			
視野	300° 垂直/ 360° 水平																																																																		
解像度	0.009° (360°あたり40,960個の3Dピクセル)垂直 0.0009° (360°あたり40,960個の3Dピクセル)水平																																																																		
最大垂直スキャン速度	97Hz (垂直)																																																																		
レーザー																																																																			
レーザークラス	Laser Class 1																																																																		
波長	1550nm																																																																		
ビーム広がり	0.3mrad (1/e)																																																																		
ビーム径(出口)	2.12mm (1/e)																																																																		
データ保存																																																																			
スキャナーコントロール	SD, SDHC™, SDXC™; 32GBのSDカード																																																																		
接続	タッチスクリーンディスプレイ、Wi-Fi、HTML5のモバイル機器による操作																																																																		
Wi-Fiアクセス																																																																			
WiFiアクセス:	802.11n (150Mbit/秒)、アクセスポイントまたは既存ネットワーク端末																																																																		
その他の機能																																																																			
2 軸補正センサ:	±2°内で精度19 秒角で、あらゆるスキャンの水準測量を実行																																																																		
高度センサ:	電子バロメータで測定した固定点に対する高度を検出し、スキャンに追加可能																																																																		
コンパス:	電子コンパスにより、方位情報を保持																																																																		
GNSS:	GPS & GLONASS																																																																		
オンサイト補正機能*:	最新品質レポートを生成、スキャナーが自動的に補正を実行																																																																		
アクセサリベイ:	アクセサリベイにより、さまざまなアクセサリをスキャナーに接続可能。																																																																		
反転取り付け:	可能																																																																		
SCENE でのリアルタイムオンサイトレジストレーション機能*:	SCENE に接続することで、リアルタイムスキャン処理と登録、概要マップを作成																																																																		
電子自動インターフェイス*	オプション利用は販売時のみ																																																																		
デジタルハッシュ機能	スキャンデータはスキャナーにより、暗号化され、ハッシュタグや署名が可能																																																																		
遠く離れたターゲットを再スキャン	遠く離れた場所の特定のエリアを、より高解像度にデータ再取得																																																																		
写真再撮影	不必要な物体が映り込んだ写真を1枚づつ選択し、再撮影																																																																		
	FARO社製																																																																		
	<table><tr><th colspan="2">スキャナー仕様</th></tr><tr><td>電源電圧</td><td>19V (外部供給) 14.4V (内蔵バッテリー)</td></tr><tr><td>消費電力</td><td>待機中: 15W、 スキャン中: 25W 充電中: 80W</td></tr><tr><td>内蔵バッテリー連続使用</td><td>4.5時間</td></tr><tr><td>温度</td><td>周囲温度: 5 - 40°C、 拡張動作温度* -20 - 55°C、 保管温度: -10 - 60°C</td></tr><tr><td>IP規格</td><td>IP54</td></tr><tr><td>湿度</td><td>結露なし</td></tr><tr><td>重量</td><td>4.2kg (バッテリーを含む)</td></tr><tr><td>サイズ</td><td>230 x 183 x 103mm</td></tr><tr><td>校正</td><td>年1回</td></tr></table>			スキャナー仕様		電源電圧	19V (外部供給) 14.4V (内蔵バッテリー)	消費電力	待機中: 15W、 スキャン中: 25W 充電中: 80W	内蔵バッテリー連続使用	4.5時間	温度	周囲温度: 5 - 40°C、 拡張動作温度* -20 - 55°C、 保管温度: -10 - 60°C	IP規格	IP54	湿度	結露なし	重量	4.2kg (バッテリーを含む)	サイズ	230 x 183 x 103mm	校正	年1回																																												
スキャナー仕様																																																																			
電源電圧	19V (外部供給) 14.4V (内蔵バッテリー)																																																																		
消費電力	待機中: 15W、 スキャン中: 25W 充電中: 80W																																																																		
内蔵バッテリー連続使用	4.5時間																																																																		
温度	周囲温度: 5 - 40°C、 拡張動作温度* -20 - 55°C、 保管温度: -10 - 60°C																																																																		
IP規格	IP54																																																																		
湿度	結露なし																																																																		
重量	4.2kg (バッテリーを含む)																																																																		
サイズ	230 x 183 x 103mm																																																																		
校正	年1回																																																																		

*Focus 70には、搭載されていません。

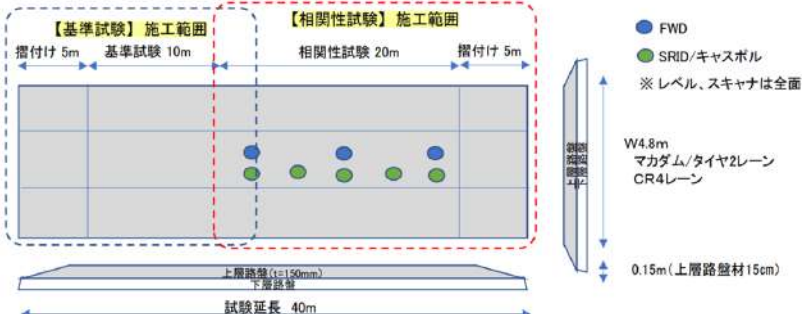
下層路盤、上層路盤、アスファルト舗装/締固め後の密度、地盤反力係数、舗装後の密度

舗装工に対する適用性と適用方法

適用対象	摘要部位	E _{roller} (次世代α)	3Dレーザースキャナ (次世代α)	自走R1ロボット (含水比)	自走R1ロボット (湿潤密度)	内部温度評価 (EDEMCOMS)	電磁波AI評価 (EDEMCOMS)
A. 地盤反力係数（地盤剛性）	路床/下部路盤/上部路盤	○ 4tVRIによる 検査走行	—	—	—	—	—
C. 舗装基盤 含水比/締固め密度	① 路床（含水比） ② 上下層路盤 （乾燥密度/含水比）	—	○ 圧縮率による路盤 の乾燥密度評価	○ 剛性弱部の 含水比評価	△ 粗粒材×散乱型 の精度問題残	—	—
D. As舗装 温度/As密度	As舗装	—	—	—	○ As密度（施工後）	○ As内部温度（施工中）	○ As密度（施工中）
E. データ格納処理	A～D	○	△ 一次データ処理残	○	○	△ クラウド処理開発残	△

○: 適用性を確認
△: 適用上の課題が残る。あるいは一部未実施
—: 適用対象外

下層路盤、上層路盤/締固め後の密度

応募者名	株式会社大林組・前田建設工業株式会社
技術名称	次世代αシステム(3Dレーザスキャナ、RIロボット)
検証方法	作業性の検証方法 αシステム(自走式RIロボット)と砂置換法の各作業の人工と日あたり取得可能な計測点数、日あたり取得可能な点数から算出した1測点当たりの計測時間を比較。 計測精度の検証方法 方法1:3Dレーザスキャナを用いた検証方法 1)レーザスキャナとレベル計測(従来)による沈下量を確認。 ⇒レベル計測は図中の緑5点で各転圧回数毎に計測。 ⇒スキャナは転圧面を50cm×50cmメッシュ(αシステムに合わせた)に分割し、メッシュ平均値を求め、右下図の緑5点を含む最近傍メッシュの平均値をレベルと比較。 2)レーザスキャナ圧縮率から推定した乾燥密度～転圧回数関係と透過型RI法による乾燥密度～転圧回数関係を比較して相関性を確認。 方法2:RIロボットを用いた検証方法 1)同一箇所を透過型RI法とRIロボットで計測し、両者の相関性を確認。 ⇒RIロボットについても、図の緑5点で計測し、透過型SRIDを同じ点で計測して比較。 RIロボットは2種類(中性子線源＝含水比計測、ガンマ線源＝湿潤密度計測)あり、公正係数を準備している。 ※各現場毎に試験施工で校正曲線を求める必要はない。 ただし、従来の透過型RIとは評価深度が異なるので、試験施工で透過型RIを併せて計測し、平均値同士の乖離量を補正する事を推奨している。 データ処理・格納の検証方法 次世代αシステムと透過型RI法(砂置換法)の比較。 ・省力化(クラウドシステムでの記録作成と自動化) ・トレーサビリティの確保 ・事後活用(DX)を考慮したデータ格納方法(DB) 

下層路盤、上層路盤/締固め後の密度

応募者	株式会社大林組・前田建設工業株式会社	
技術名	次世代αシステム(3Dレーザスキャナ、RIロボット)	
材料	路盤材(RC40・M40・C40)	
厚さ	15cm	
含水比	±5%	
試験時の外的環境条件	－	
作業性 ➤ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み(+10%以上) ○ 同等(±10%) × 低下(－10%以上) － 適否判定なし	【方法1:3Dレーザスキャナの作業性評価】 ⇒従来手法(砂置換)の計測要員数、計測時間、人工・時間と比較。 ※施工面積は2,000㎡で比較、従来方法は3箇所、提案技術は全面で算出 計測要員数 従来手法:1人 提案技術:1人 計測時間 従来手法:3孔×20分/孔=60分 提案技術:2回×10分/回=20分 人工・時間 従来手法:60分×1名=60分・人 提案技術:20分×1名=20分・人 *得られる密度評価値(転圧による密度増加率)のデータ数は、従来の3点に対して飛躍的に増加し、面的分布情報も得られる事を前提に比較 *密度値を得るためには、本施工開始時に撒き出し時/転圧後密度をRI法等で計測してアジャストする事が必要⇒1人×1時間(上記は密度増加率評価のケースで算定) *新しい品質管理方法では、密度増加率のヒートマップから締固め弱部を抽出して品質確認する事(M3法)も想定 方法1:3Dレーザスキャナの評価結果 ● 計測時間⇒従来手法に対し、67%削減される結果となった。 ● 人工・時間⇒従来手法に対し、67%削減される結果となった。	事務局評価案
		◎
		計測時間の比較では、従来手法に対し、67%削減。 人工・時間の比較では、従来手法に対し、67%削減。 計測点数についても、従来のレベル計測よりも飛躍的に増加。 上記の結果より、従来の試験方法に対し、作業性が向上していることが見込まれるため、◎の評価とした。 ただし、密度値を得るためには本施工開始時に撒き出し時/転圧後密度をRI法等で計測する必要がある。

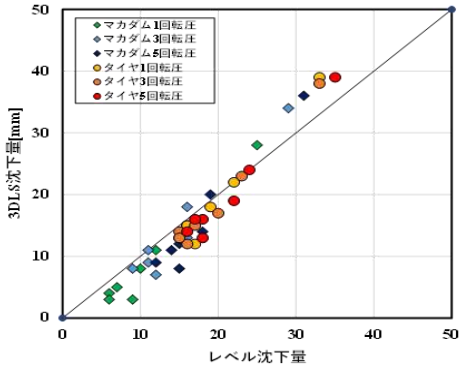
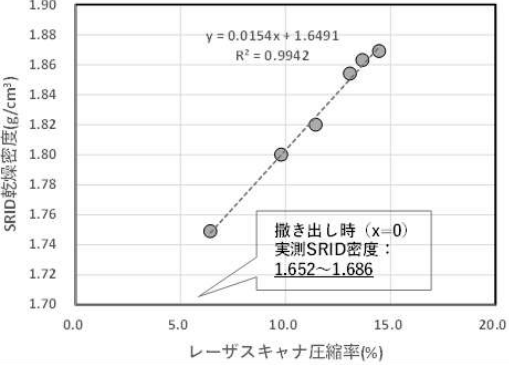
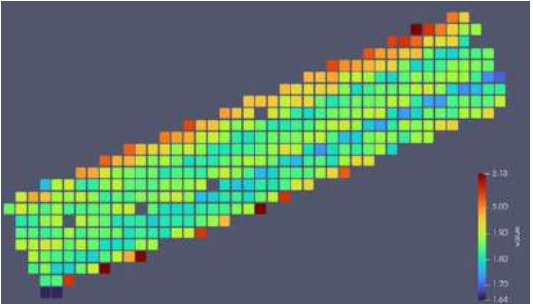
2. 1. 2. 検証結果

下層路盤、上層路盤/締固め後の密度

応募者	株式会社大林組・前田建設工業株式会社	
技術名	次世代αシステム(3Dレーザスキャナ、RIロボット)	
材料	路盤材(RC40・M40・C40)	
厚さ	15cm	
含水比	±5%	
試験時の外的環境条件	—	
作業性 ➤ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み(+10%以上) ○ 同等(±10%) × 低下(−10%以上) − 適否判定なし	【方法2：RIロボットの作業性評価】 ⇒従来手法(砂置換)の計測要員数、計測時間(1測点)、人工・時間と比較。	事務局評価案
	計測要員数 従来手法:1人 提案技術:1人	◎
	計測時間 従来手法:1孔×20分=20分 提案技術:1箇所×1.3分=1分18秒 ※5mおきに1点を前提 人工・時間 従来手法:20分×1名=20分・人 提案技術:1分18秒×0.2名=16秒・人(計測開始/終了時のみ) *得られる密度値のデータ数は従来の3点に対して飛躍的に増加し、面的分布情報も得られる事を前提に比較 *散乱型RI法は地表面不陸(凹凸)状態により計測精度が変動するため、技術的課題が残されている。適用困難な場合は、方法1(レーザスキャナ)を用いる。 方法2:RIロボットの評価結果 ● 計測時間⇒従来手法に対し、 94%削減 される結果となった。 ● 人工・時間⇒従来手法に対し、 99%削減 される結果となった。	計測時間の比較では、従来手法に対し、94%削減。 人工・時間の比較では、従来手法に対し、99%削減。 上記の結果より、従来の試験方法に対し、作業性が向上していることが見込まれるため、◎の評価とした。

下層路盤、上層路盤/締固め後の密度

応募者	株式会社大林組・前田建設工業株式会社
技術名	次世代αシステム(3Dレーザスキャナ)
材料	路盤材(RC40・M40・C40)
厚さ	15cm
含水比	±5%
試験時の外的環境条件	—

計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7~1.0) ○ 相関性あり(0.5~0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし(0~0.5未満) — 適否判定なし	<div>【方法1:3Dレーザスキャナによる路盤の密度評価】</div> <div><div><div>従来手法(レベル沈下量)と提案技術(スキャナ沈下量)の比較</div></div><div><div>従来手法(透過型RI密度)と提案技術(レーザスキャナ圧縮率)の相関関係</div></div><div><div>推定乾燥密度のヒートマップ(タイヤ5回転圧後)</div></div></div> <div data-cs="2" data-kind="parent"><div>①レーザスキャナとレベル(従来手法)の計測精度を比較検証し、十分な精度が確認できた。</div><div>②レーザスキャナ圧縮率(沈下量/撒き出し厚×100%)と透過型RI密度(従来手法)の高い相関性が確認できた。(※試験施工における圧縮率と密度の関係を求め、試験施工と同等の施工方法を行うことにより、圧縮率から密度を求めることができる。)</div><div>③スキャナ圧縮率を用いて路盤密度のヒートマップやヒストグラムを出力、クラウドDBに保存できることが確認できた。</div></div>	事務局評価案 ◎ レーザスキャナと、レベル(従来手法)を比較検証し、十分な精度が確保できた上で、レーザスキャナ圧縮率と透過型RI密度(従来手法)と比較を実施し、高い相関性が確認されたため、◎の評価とした。

下層路盤、上層路盤/締固め後の密度

応募者	株式会社大林組・前田建設工業株式会社	
技術名	次世代αシステム(RIロボット)	
材料	路盤材(RC40・M40・C40)	
厚さ	15cm	
含水比	±5%	
試験時の外的環境条件	－	

計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7~1.0) ○ 相関性あり(0.5~0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし(0~0.5未満) － 適否判定なし	【方法2:自走式散乱型RIロボット(中性子線源)による路盤の含水比評価】 従来手法(透過型RI)と提案技術(RIロボット)の相関関係 ①透過型RI(従来手法)と自走式散乱型RIロボット(中性子型)で同一地点の含水比を計測し、比較検証を実施した。 ②含水比(中性子型RIロボット)に関して、従来手法との相関性は高い(相関性を高めるため、透過型RIとのアジャストを行う事を推奨)。	事務局評価案
	◎	
	透過型RI(従来)とRIロボット(中性子型)の含水比の比較では、高い相関関係が確認されたため、◎の評価とした。	

従来手法(透過型RI)と提案技術(RIロボット)の相関関係

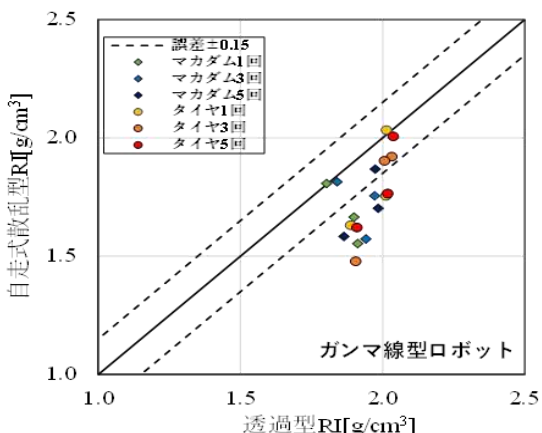
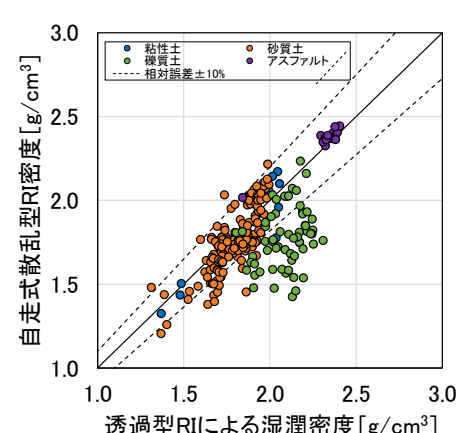
①透過型RI(従来手法)と自走式散乱型RIロボット(中性子型)で同一地点の含水比を計測し、比較検証を実施した。

②含水比(中性子型RIロボット)に関して、従来手法との相関性は高い(相関性を高めるため、透過型RIとのアジャストを行う事を推奨)。

下層路盤、上層路盤/締固め後の密度

応募者	株式会社大林組・前田建設工業株式会社
技術名	次世代αシステム(RIロボット)
材料	路盤材(RC40・M40・C40)
厚さ	15cm
含水比	±5%

試験時の外的環境条件	—
------------	---

計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7~1.0) ○ 相関性あり(0.5~0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし(0~0.5未満) — 適否判定なし	【方法2:自走式散乱型RIロボット(ガンマ線源)による路盤の密度評価】    事務局評価案 透過型RI(従来)とRIロボット(ガンマ線型)の湿潤密度の比較では、大きなばらつきが確認された。 上記結果を受け、現在継続検討中のため、一の評価とした。	
	従来手法(透過型RI)と提案技術(RIロボット)の相関関係 ①透過型RI(従来手法)と自走式散乱型RIロボット(ガンマ線型)で同一地点の湿潤密度を計測し、比較検証を実施した。 ②湿潤密度(ガンマ線型RIロボット)に関しては、路盤材ではデータのばらつきが大きく、現時点では検討の余地あり。 ③散乱型RI(ガンマ線型)は地表面の不陸や空隙の存在の影響が大きく、②のバラツキをもたらす原因と想定(継続検討中)。 「散乱型RI、特にガンマ線源の湿潤密度計測では地表面の凹凸(空隙)の影響が大きいことが従来より指摘されており、舗装材(碎石)ではその影響が大きい。凹凸の少ない粘性土、砂質土、アスファルト材などでは精度の確保は可能」	
	参考: 湿潤密度の評価精度と材料の関係	

2. 2. 1. 検証方法

下層路盤、上層路盤/地盤反力係数

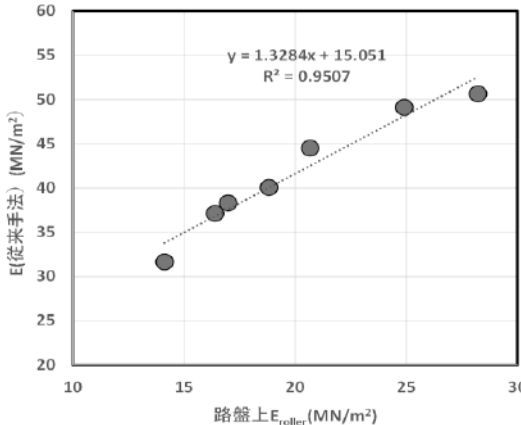
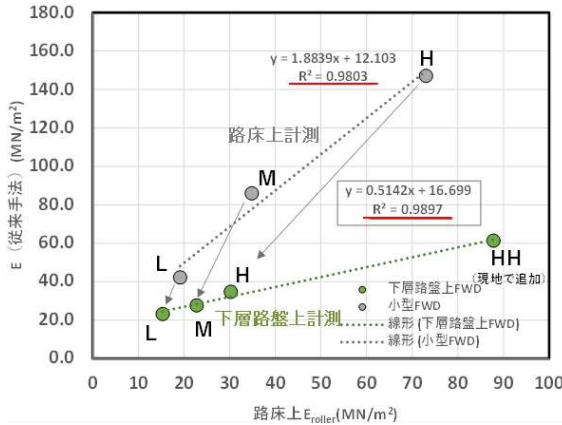
応募者名	株式会社大林組・前田建設工業株式会社
技術名称	次世代 α システム(加速度応答)
検証方法	作業性の検証方法 αシステム(Eroller)と小型FWDの各作業の人工と日あたり取得可能な計測点数、日当たり取得可能な点数から算出した1測点当たりの計測時間を比較。 計測精度の検証方法 αシステム(Eroller)と同一箇所での計測により、小型FWDとの相関性を確認。 ⇒小型FDWは右図の青3点で実施。 上層路盤上E_{roller} 4tローラ (検査走行) 下層路盤上E_{roller} 路床上E_{roller} 上層路盤(M40) 15cm 下層路盤(RC40) 20cm 路床 相関性試験 Erollerの計測イメージ 【基準試験】施工範囲 10m 【相関性試験】施工範囲 20m 相関性試験 20m 試験延長 40m 上層路盤 (W4.8m マカダム/タイヤ2レーン CR4レーン) 下層路盤 (0.15m 上層路盤材15cm) ● FWD ● SRID/キャスボル ※ レベル、スキャナは全面 小型 FWD の計測箇所



下層路盤、上層路盤/地盤反力係数

応募者	株式会社大林組・前田建設工業株式会社	
技術名	次世代αシステム(加速度応答)	
材料	路盤材(RC40・M40・C40)	
厚さ	15cm	
含水比	±5%	
試験時の外的環境条件	—	
作業性 ➤ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み(+10%以上) ○ 同等(±10%) × 低下(−10%以上) – 適否判定なし	【αシステム(Eroller)の作業性評価】 ⇒従来手法(小型FWD)と提案技術(Eroller)の計測要員数、計測時間、人工・時間を比較 ※施工面積2000m2で比較, 従来手法は3箇所, 提案技術は全面で算出) 計測要員数 従来手法:2人 提案技術:0人 計測時間 従来手法:3×15分/箇所=45分 提案技術:施工中に全面計測出来るため0分 人工・時間 従来手法:45分×2名=90分・人 提案技術:0分×0名=0分・人 ※得られる地盤剛性のデータ数は従来の3点に対して飛躍的に増加し、面的分布情報も得られる事を前提 ※路盤だけでなく路床剛性分布の計測にも適用可能 ※新しい品質管理手法としてプルーフローリングの効率化や維持管理部門への継承等の付加価値をもたらさうる事を前提 提案技術(Eroller)の評価結果 ● 計測時間および人工・時間どちらも100%削減される結果となった。	事務局評価案
		◎
		計測時間および人工・時間の比較をした結果、従来方法に対し、100%削減される結果となった。

下層路盤、上層路盤/地盤反力係数

応募者	株式会社大林組・前田建設工業株式会社		
技術名	次世代αシステム(加速度応答)		
材料	路盤材(RC40・M40・C40)		
厚さ	15cm		
含水比	±5%		
試験時の外的環境条件	—		
計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7~1.0) ○ 相関性あり(0.5~0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし(0~0.5未満) — 適否判定なし	【αシステム(Eroller)による路盤の剛性評価】  従来手法(小型FWD)と提案技術(Eroller)の相関関係(上層路盤面)  従来手法(小型FWD)と提案技術(Eroller)の相関関係(路床および下層路盤面) ※ローラの起振力はHigh、走行速度は約3kmで計測を実施		事務局評価案 ◎ 上層路盤面(相関性試験)におけるErollerと小型FWDの比較では、高い相関関係が確認された。 相関係数0.9507 現場路床及び下層路盤面におけるErollerと小型FWDの比較でも、高い相関関係が確認された。 相関係数0.9803(路床) 相関係数0.9897(下層路盤) 上記結果より、従来と高い相関関係が確認されたため、◎の評価とした。
	①上層路盤面(相関性試験)においてEroller(αシステム:4t検査走行)と小型FWDによる地盤剛性値の比較を実施。(左図)。 ②現場路床及び下層路盤面においてEroller(αシステム:4t検査走行)と小型FWDによる地盤剛性値の比較を実施。(右図)。 ③Eroller(αシステム:4t検査走行)と小型FWDの間で高い相関性が確認できた。		

2. 3. 1. 検証方法

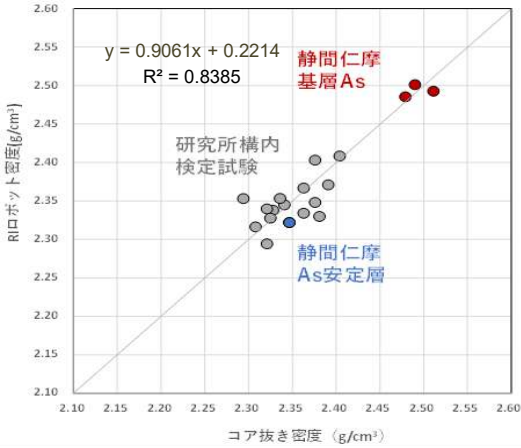
アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者名	株式会社大林組・前田建設工業株式会社
技術名称	次世代 α システム(RIロボット)
検証方法	作業性の検証方法 αシステム(自走式RIロボット)とコア法の各作業の人工と日あたり取得可能な計測点数、日当たり取得可能な点数から算出した1測点当たりの計測時間を比較。 計測精度の検証方法 現場舗装面にて、αシステム(自走式RIロボット)による密度計測を実施し、その点にマーキングを施す。 その後、同一箇所にてコア抜き密度を計測して相関性を確認。  コア法(従来)  RIロボット データ処理・格納の検証方法 αシステム(自走式RIロボット)とコア法の比較。 ・データ取得方法 ・データ保存と処理方法 ・データ継承方法

アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者	株式会社大林組・前田建設工業株式会社	
技術名	次世代αシステム(RIロボット)	
材料	再生As安定処理混合物、再生粗粒度Asポリマー改質Ⅰ型混合物	
厚さ	5cm	
含水比	－	
試験時の外的環境条件	－	
作業性 ➢ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み (+10%以上) ○ 同等 (±10%) × 低下 (－10%以上) － 適否判定なし	【RIロボットの作業性評価】 ⇒従来手法(コア)と計測要員数、計測時間(1測点)、人工・時間を比較 計測要員数 従来手法:1人 提案技術:1人 計測計測時間 従来手法:1孔×25分/孔=25分 提案技術:現場計測 1箇所×1.3分/箇所=1分18秒 合材工場 キャリブレーション=60分 合計:61分18秒 ※5mおきに1点 人工・時間 従来手法:25分×2名=50分・人 提案技術:61分18秒×0.2名=12分・人 * 得られるAs密度値のデータ数は従来の3点に対して飛躍的に増加し、面的分布情報も得られる事を前提に比較 提案技術(RIロボット)の評価結果 ● 計測時間⇒従来手法に対し、2.4倍増加される結果となった。 ● 人工・時間⇒従来手法に対し、76%削減される結果となった。	事務局評価案
		◎
		計測時間の比較では従来手法に対し、2.4倍の時間を要する結果となった。 ただし、キャリブレーションに要する時間の影響であるため、密度計測の時間は高い削減率(95%)が期待できる。 人工・時間の比較では、従来手法に対し、76%削減の結果となった。 上記の結果より、従来の試験方法に対し、作業性が向上していることが見込まれるため◎の評価とした。

アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者	株式会社大林組・前田建設工業株式会社	
技術名	次世代αシステム(RIロボット)	
材料	再生As安定処理混合物、再生粗粒度Asポリマー改質Ⅰ型混合物	
厚さ	5cm	
含水比	—	
試験時の外的環境条件	—	
計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7~1.0) ○ 相関性あり(0.5~0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし(0~0.5未満) — 適否判定なし	【舗装後の密度の計測精度評価】 ⇒ 自走式散乱型RIロボット(ガンマ線型)によるアスファルト舗装の密度評価    事前検証実験実施状況 (前田建設技研構内) 静間仁摩道路静間地区舗装工事 基層での現場計測状況	事務局評価案 ◎ コア(従来)とRIロボットの密度の比較では、高い相関関係が確認された。 相関係数0.8385 上記結果より、従来と高い相関関係が確認されたため、◎の評価とした。
	従来手法(コア法)との提案技術(RIロボット)の相関関係 ① 静間仁摩道路静間地区舗装工事の As安定処理層(計測練習)及び基層で自走式散乱型RIロボット(ガンマ線型)の計測を実施。 ② 事前検証実験含め、コア抜き密度と高い相関性が確認できた。 ③ 現場取得データのクラウド送信・DB保存も実施(課題: 自走式ロボットの耐久性と自動制御の安定性向上)。	

下層路盤、上層路盤、アスファルト舗装/共通

応募者	株式会社大林組・前田建設工業株式会社
技術名	次世代αシステム
材料	路盤材(RC40・M40・C40)/再生As安定処理混合物、再生粗粒度Asポリマー改質Ⅰ型混合物
厚さ	15cm/5cm
含水比	±5%

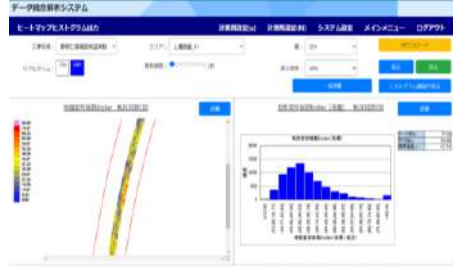
試験時の外的環境条件	—
------------	---

データ処理格納

- 省力化が期待
- トレーサビリティが確保
- 事後活用を考慮したデータ格納方法が提案

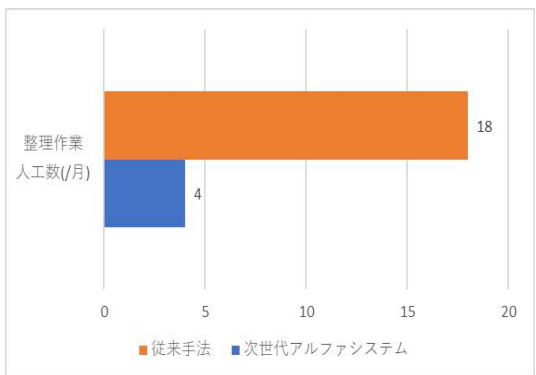


① クラウドシステム選択画面
(現場名/指標/転圧回数を選択画面)



② クラウドシステムによるリアルタイム分析例
(上層路盤上検査走行データ)

クラウド上の分析機能で取得データを可視化、確認の後、エクセルライクなファイルで元データと共にダウンロード可能。さらなる分析や帳票化に利用

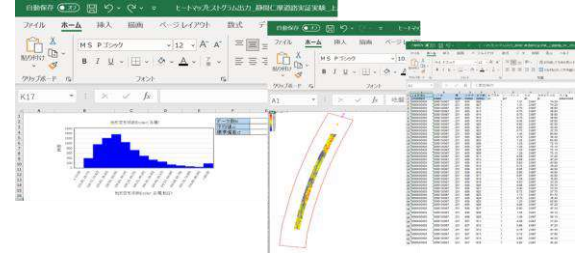


整理作業
人工数(月)

0 5 10 15 20

■ 従来手法 ■ 次世代アルファシステム

データ整理に必要な作業人工の比較



③ 分析結果のファイル出力(エクセル)

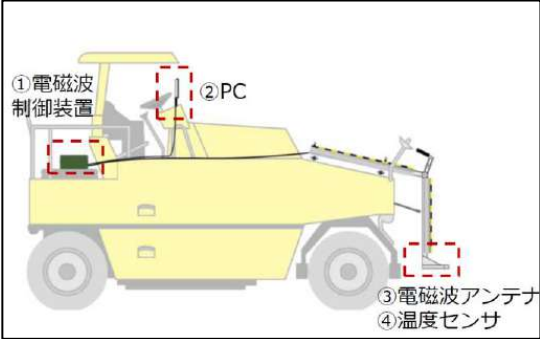
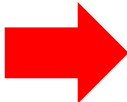
データ整理に必要な作業人工の比較結果

- 月あたりのデータ整理にかかる作業人工は、従来手法に対し、**78%削減**される結果となった。

事務局評価案	
省力化	◎
トレーサビリティの確保	◎
事後活用を考慮したデータ格納方法	◎
省力化について、月あたりのデータ整理にかかる作業人工は、従来手法に対し、78%削減される結果となったため、◎の評価とした。 トレーサビリティの確保について、計測結果をリアルタイムで把握することができ、ヒートマップとしても出力が可能のため、◎の評価とした。 施工時および維持管理時などの事後活用を想定したデータ活用方法については、クラウドデータ保存、処理システムによる提案をいただいているため、◎の評価とした。	

省力化が期待 【◎:期待・期待見込み ○:従来と同等 ×:期待されない -:適否の判定なし】
トレーサビリティが確保 【◎:確保・確保見込み ×:確保されない -:適否の判定なし】
事後活用を考慮したデータ格納方法が提案 【◎:提案有り -:適否の判定なし】

EDEMCOMS

応募者名	前田道路株式会社
技術名称	EDEMCOMS
技術の概要	- アスファルト舗装工の仕上げ作業で用いるタイヤローラに設置した計測装置により、作業中に現場密度と内部温度を推定するシステム。 - 現場密度の推定には電磁波レーダによるデータとコア密度との関係を機械学習させたAIモデルを使用。
図・写真	 EDEMCOMS(As密度推定) - 転圧時に機械搭載型の電磁波レーダで非破壊、自動計測、線的に現場密度を判定 - 転圧時に赤外線センサ搭載型温度計で表面温度を測定し内部温度を推定可能  建機LS(3次元形状の取得) - TSで建機の位置を追跡することで、自己位置姿勢を移動しながらも取得 - 取得したデータをヒートマップで表示  As舗装の密度・温度を面的分布で把握

アスファルト舗装/舗装後の密度、舗装時の温度

舗装工に対する適用性と適用方法

適用対象	摘要部位	E _{roller} (次世代α)	3Dレーザースキャナ (次世代α)	自走RFID (含水比)	自走RFID (湿潤密度)	内部温度評価 (EDEMCOMS)	電磁波AI評価 (EDEMCOMS)
A. 地盤反力係数 (地盤剛性)	路床/下部路盤/上部路盤	○ 4tVRIによる 検査走行	—	—	—	—	—
C. 舗装基盤 含水比/締固め密度	① 路床 (含水比) ② 上下層路盤 (乾燥密度/含水比)	—	○ 圧縮率による路盤 の乾燥密度評価	○ 剛性弱部の 含水比評価	△ 粗粒材×散乱型 の精度問題残	—	—
D. As舗装 温度/As密度	As舗装	—	—	—	○ As密度(施工後)	○ As内部温度(施工中)	○ As密度(施工中)
E. データ格納処理	A~D	○	△ 一次データ処理残	○	○	△ クラウド処理開発残	△

○: 適用性を確認
△: 適用上の課題が残る。あるいは一部未実施
—: 適用対象外

3. 1. 1. 検証方法

アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者名	前田道路株式会社
技術名称	EDECOMS(電磁波レーダ)
検証方法	【舗装後の密度の検証方法】 <u>作業性の検証方法</u> 1)実証現場においてアスファルト舗装工の施工時および施工完了時にデータを取得 2)従来手法(電磁波密度計による密度推定)については作業時間を概算 3)EDECOMSによる舗装後の密度測定に要する作業時間を測定 4)2)および3)で得られた作業時間から作業性を確認 <u>計測精度の検証方法</u> 1)出荷工場の混合物供試体を用いてEDECOMSの測定値のオフセット量を確認 2)実証現場においてアスファルト舗装工の施工完了時にEDECOMSによりデータを取得 3)施工完了後、従来方法(コア法)によりアスファルト舗装の密度を計測 4)2)および3)で得られた値を比較 <u>データ処理・格納の検証方法</u> 1)従来手法である転圧管理システムと併用してEDECOMSの測定データに位置情報を付与 2)転圧管理システムのヒートマップ表示機能を活用してEDECOMSの測定データのヒートマップ表示を確認  ①従来手法によるコア密度計測状況 ②EDECOMSによる密度計測状況

アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者名	前田道路株式会社	
技術名称	EDEMCOMS(電磁波レーダ)	
材料	再生As安定処理混合物、再生粗粒度Asポリマー改質Ⅰ型混合物	
厚さ	5cm程度	
含水比	—	
試験時の外的環境条件	25℃～28℃	
作業性 ➤ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎向上・向上見込み (+10%以上) ○同等 (+10%) ×低下 (-10 %以上) －適否判定なし	1)計測時間の比較 (計測範囲1,000m²で比較,従来手法は3箇所,EDEMCOMSは全面で算出) ①従来手法:1箇所あたり5分程度 →3カ所×5分=15分 ②EDEMCOMS:延長120mを2分程度 →4レーン(8m)×2分=8分 2)人工による比較(時間×人員) ①従来手法:15分×1名=15分・人 ②EDEMCOMS:8分×1名=8分・人 ※EDEMCOMSの準備に約30分程度要する(オフセット作業) 試験人員数 ①従来手法:1名(計測,記録) ②EDEMCOMS:1名(システム操作者)	事務局評価案
		◎
		提案技術は、従来手法と比べ、作業時間・人工時間共に約46%削減となったので、◎と評価した。

3. 1. 2. 検証結果

アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者名	前田道路株式会社	
技術名称	EDEMCOMS(電磁波レーダ)	
材料	再生As安定処理混合物、再生粗粒度Asポリマー改質Ⅰ型混合物	
厚さ	5cm程度	
含水比	—	
試験時の外的環境条件	25℃～28℃	
計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7～1.0) ○ 相関性あり(0.5～0.7未満) ×弱い相関性・相関性なし(0～0.5未満) － 適否判定なし	基層の検証結果については、比較データの取得が不十分であったため、未評価とする。(ただし、システムの熱暴走といった機構上の問題であり、システムの安定化によって、対処可能なものとなっている。) <u>※末尾ページに検証事例および今後の課題を記載。</u>	事務局評価案
		—
		基層における比較データの取得が不十分であったため、一の評価とした。

3. 1. 2. 検証結果

アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者名	前田道路株式会社								
技術名称	EDEMCOMS(電磁波レーダ)								
材料	再生As安定処理混合物、再生粗粒度Asポリマー改質Ⅰ型混合物								
厚さ	5cm程度								
含水比	—								
試験時の外的環境条件	25℃～28℃								
データ処理格納 ➤ 省力化が期待 ➤ トレサビリティが確保 ➤ 事後活用を考慮したデータ格納方法が提案	・従来手法である転圧管理システムと併用してEDEMCOMSの測定データに位置情報を付与。 ・転圧管理システムのヒートマップ表示機能を活用してEDEMCOMSの測定データ(As安定処理層、および基層)のヒートマップ表示ができることを確認。(下図①、②)		事務局評価案 <table><tr><td>省力化</td><td>◎</td></tr><tr><td>トレーサビリティの確保</td><td>◎</td></tr><tr><td>事後活用を考慮したデータ格納方法</td><td>—</td></tr></table>	省力化	◎	トレーサビリティの確保	◎	事後活用を考慮したデータ格納方法	—
	省力化	◎							
	トレーサビリティの確保	◎							
	事後活用を考慮したデータ格納方法	—							
	①As安定処理層の締固め度のヒートマップ表示		省力化 転圧管理システムのヒートマップ表示機能が活用できることにより、従来の帳票作成に対して省力化が見込まれるため、◎の評価とした。 トレーサビリティの確保 位置情報の付与が可能であり、ヒートマップ上でデータの確認が行えるため、◎の評価とした。 事後活用を考慮したデータ格納方法 事後活用を考慮したデータ格納方法に関する記載が無いため、一の評価とした。						
②基層の締固め度のヒートマップ表示									
計測データからヒートマップの表示ができることを確認。 また、転圧管理システムの位置情報とのデータ連携のシステム化、密度のヒートマップ表示の必要性の検討が課題として挙げられるものの、従来手法は点計測であるのに対し、EDEMCOMSは面計測であるため面管理に適している。									

省力化が期待【◎:期待・期待見込み ○:従来と同等 ×:期待されない -:適否の判定なし】
トレーサビリティが確保【◎:確保・確保見込み ×:確保されない -:適否の判定なし】
事後活用を考慮したデータ格納方法が提案【◎:提案有り -:適否の判定なし】

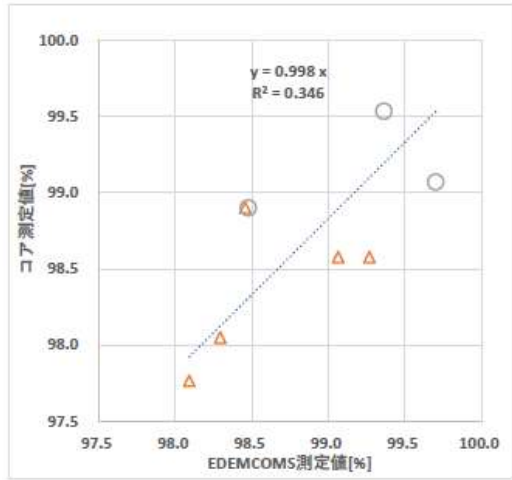
アスファルト舗装/舗装後の密度

提案事例/
今後の課題

1. 舗装後の密度における提案事例および今後の課題について(計測精度)

・本検証は上層路盤(再生As安定処理)と基層(再生粗粒改質Ⅰ型)において、従来のコアとEDEMCOMOSによる密度の比較計測を実施。
※システムの熱暴走により、基層の検証データ取得が不十分であったため、上層路盤(As安定処理)における結果のみ記載。

過去+試行データ



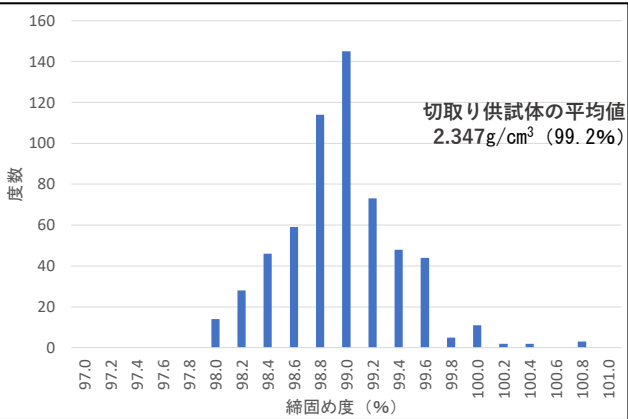
EDEMCOMS 測定値(%)	コア試験値 (%)	誤差
99.07	98.58	+0.49
98.46	98.9	+0.44
99.27	98.58	+0.69
98.29	98.05	+0.24
98.09	97.77	+0.32
98.48	98.9	-0.42
99.37	99.54	-0.17
99.7	99.07	+0.63



今回実測値
今回実測値
今回実測値

締固め度が98~99.5%といった非常に狭い範囲内におけるデータの集積になっているため、相関図では0.346といった低い係数が出てしまっているが、コア法(従来)の実測値を基準とした際に、EDEMCOMSの実測値が全て±0.7以下に収まっているため、システム自体の信頼性は高いものと期待できる。

上層路盤(As安定処理層)における従来手法(コア法)と提案技術(EDEMCOMS)による密度の関係



上層路盤(As安定処理層)の測定データの分布(締固め度)

- ・上層路盤(As安定処理層)では、本提案手法による測定値は従来方法の平均値と近いデータ分布であることが確認された。
- ・システムの安定性向上、機械学習の追加による測定精度向上、ポーラスアスファルト混合物への適用が 課題として挙げられるものの、従来手法は点計測であるのに対し、本提案手法は面計測であるため面管理に適していることが確認された。

課題点

- ・上層路盤(As安定処理層)においては、良好な精度が確認できたとされるが、今後は基層におけるデータの集積が必要となる。(基層におけるデータ取得が不十分であったのは、システムの熱暴走といった機構上の問題であり、システムの安定化によって対処可能なものとされる。)

3. 2. 1. 検証方法

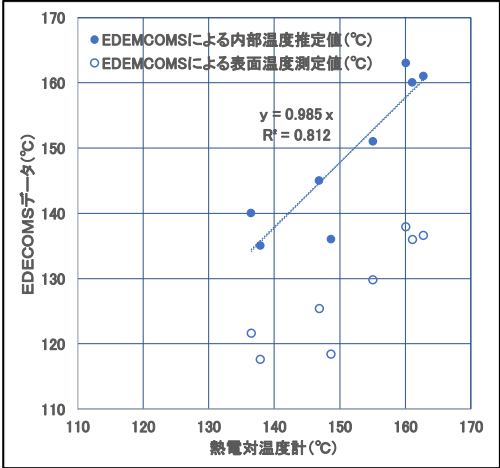
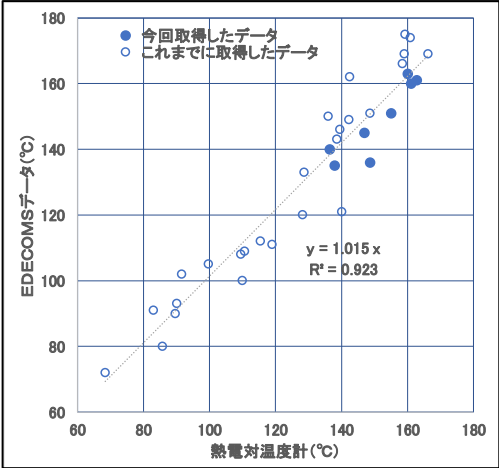
アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者名	前田道路株式会社
技術名称	EDECOMS(赤外線センサ搭載型温度計)
検証方法	【舗装時の温度の検証方法】 作業性の検証方法 ・EDECOMSの温度測定技術は従来手法(赤外線センサ搭載型温度計)と同等のため作業性は<u>未検証</u> 計測精度の検証方法 1)実証現場において従来方法(温度計の差し込み)で得られる舗装内部温度を計測 2)1)の直後にEDECOMSにより舗装内部の推定温度データを取得 3)1)および2)で得られた値を比較 データ処理・格納の検証方法 ・EDECOMSの温度測定技術は従来手法(赤外線センサ搭載型温度計)と同等のため<u>未検証</u>  ①従来方法による内部温度計測状況  ②EDECOMSによる温度計測状況 

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者名	前田道路株式会社	
技術名称	EDEMCOMS(赤外線センサ搭載型温度計)	
材料	再生As安定処理混合物、再生粗粒度Asポリマー改質 I 型混合物	
厚さ	5cm程度	
含水比	—	
試験時の外的環境条件	25℃～28℃	
作業性 ➤ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎向上・向上見込み(+10%以上) ○同等(+10%) ×低下(−10 %以上) －適否判定なし	EDEMCOMSの温度測定技術は従来手法(赤外線センサ搭載型温度計)と同等と判断したため、作業性は未検証とした。	事務局評価案
		—
		作業性は未検証のため、一の評価とした。

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者名	前田道路株式会社	
技術名称	EDEMCOMS(赤外線センサ搭載型温度計)	
材料	再生As安定処理混合物、再生粗粒度Asポリマー改質Ⅰ型混合物	
厚さ	5cm程度	
含水比	—	
試験時の外的環境条件	25℃～28℃	
計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7～1.0) ○ 相関性あり(0.5～0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし(0～0.5未満) － 適否判定なし	・従来方法(熱電対温度計)で計測した内部温度とEDEMCOMSで推定した内部温度を比較した(下図①)。 ・実証現場におけるEDEMCOMSで推定した内部温度の精度(=標準偏差)は5.0℃であった。 ・過去に測定したデータを含めるとEDEMCOMSで推定した内部温度の精度(=標準偏差)は8.3℃となった(下図②)。 ・本提案手法の適用範囲は外気温0～40℃とし、今回取得したデータは外気温25～28℃で実施、過去の取得データは外気温8～15℃で実施した。  ①従来手法(熱電対温度計)と提案技術(EDEMCOMS)の相関関係  ②過去の測定データを含めた従来手法(熱電対温度計)と提案技術(EDEMCOMS)の相関関係 EDEMCOMSで推定した舗装内部温度は良好な精度が得られている。 (ただし、外気温や風の影響は考慮していない)	事務局評価案 ◎ 基層の表面温度と推定温度および実測温度の比較において、高い相関関係が確認された。 相関係数0.812 過去の測定データを含めたEDEMCOMSの内部推定温度結果においても、高い相関関係が確認された。 相関係数0.923 上記結果より、従来と高い相関関係が確認されたため、◎の評価とした。

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者名	前田道路株式会社		
技術名称	EDEMCOMS(赤外線センサ搭載型温度計)		
材料	再生As安定処理混合物、再生粗粒度Asポリマー改質 I 型混合物		
厚さ	5cm程度		
含水比	—		
試験時の外的環境条件	25℃～28℃		
データ処理格納 ➤ 省力化が期待 ➤ トレーサビリティが確保 ➤ 事後活用を考慮したデータ格納方法が提案	EDEMCOMSの温度測定技術は従来手法(赤外線センサ搭載型温度計)と同等と判断したため、データ処理格納は未検証とした。	事務局評価案	
		省力化	—
		トレーサビリティの確保	—
		事後活用を考慮したデータ格納方法	—
		データ処理格納は未検証のため、—の評価とした。	

省力化が期待【 ◎:期待・期待見込み ○:従来と同等 ×:期待されない —:適否の判定なし 】
トレーサビリティが確保【 ◎:確保・確保見込み ×:確保されない —:適否の判定なし 】
事後活用を考慮したデータ格納方法が提案【 ◎:提案有り —:適否の判定なし 】

レーザートラッカーを用いた プルーフローリング試験

下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者名	奥村組土木興業株式会社(共同開発者:東京貿易テクノシステム株式会社)
技術名称	レーザートラッカーを用いたプルーフローリング試験
技術の概要	● プルーフローリング試験の目視判定に替えて、レーザートラッカーにより試験車両通過に伴う地盤変位を定量的に計測評価 ● レーザートラッカーは素早い動きにも追従性が高く、高精度であるため、試験車両の軌跡から地盤変位を連続的に取得評価することが可能 ● 品質管理の高度化(デジタル化)が可能であるとともに、ベンゲルマンビーム試験の代替手法として、たわみ量の評価への適用も期待。 ● 本技術は事前に面計測した基準面に対してローラ下面の走行軌跡の差により変化(走行時の沈下)を求める技術のため、①面計測の精度②走行時の高さ精度を確認するため、変位の真値が明らかな試験体上での走行による精度検証を実施した。

図・写真

【スキャナーによる基準面の計測】

計測面(基準面)

【ローラを走行させ、基準面からの変位量を計測】

計測面(ローラ下面の走行軌跡)

タイヤローラの軌跡

基準面

走行軌跡

差分を算出

前進

後進

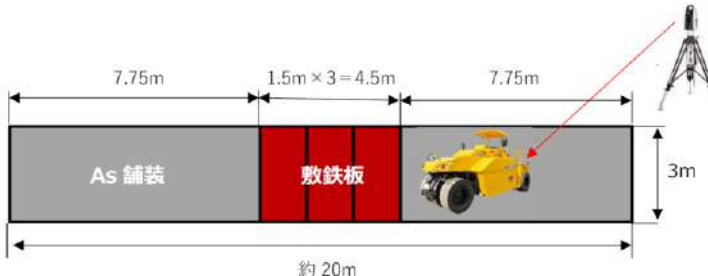
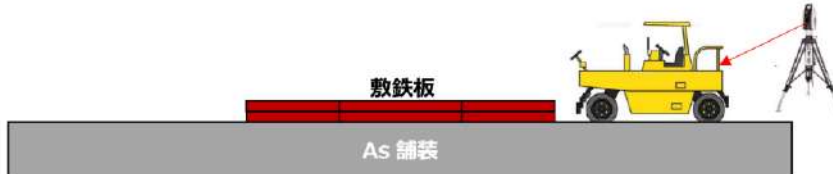
点群データとして出力が可能

それぞれの計測結果を点群データ上で確認し、基準面からの変位量の差分を算出。

【精度】	
● リフレクタ測定	
絶対角度性能 ¹⁾	± 15 μm + 6 μm/m
長さ測定 (E _{Unit0-LT,MPE}) ²⁾	± 100 μm
上記精度は最大許容誤差 (MPE)。一般的な値はMPEの半分。	
● 非接触測定	
レンジノイズ ³⁾	< 80 μm
絶対精度 ⁴⁾	< ± 300 μm

【範囲】	
リフレクタ測定(半径)	0.8 ~ 80 m
非接触測定(半径)	1.5 ~ 60 m

下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者名	奥村組土木興業株式会社(共同開発者:東京貿易テクノシステム株式会社)		
技術名称	レーザートラッカーを用いたプルーフローリング試験		
検証方法	■作業性の検証 1. 試験条件:盛土面(現場)での検証(3レーン×幅2.5m×延長25m) タイヤローラの速度:1.2km/h 【期待できる効果】 レーザートラッカーによる変位計測を用いることで、プルーフローリング計測の効率化を図る。 ①従来方法(目視での観察)によるプルーフローリングおよびベンゲルマンビーム(6カ所)を実施し、人員数、作業時間を計測。 ②提案技術による地盤変位量の計測を実施し、人員数、作業時間を計測。 ③上記①と②で算出した従来手法と提案技術の人員数と作業時間をそれぞれ比較。 ■計測精度の検証 1. 試験条件:アスファルト路面上に変形しない敷鉄板を配置して計測 ・延長:4.5m×幅3m ・鉄板の厚さ:22mmと44mmの2種類 ・タイヤローラの速度:2.5km/h ①ローラの下端の走行軌跡の精度検証 敷鉄板通過時の走行軌跡の高さと鉄板設置後の高さを比較。		
	 タイヤローラの前輪と後輪が同時に敷き鉄板上に乗った状態となる下記の検証点(敷鉄板の端から約265mmの位置)で厚みを検証した。 検証点の前後約50mm間のデータを抽出し、平均値と標準偏差を求めた。 		
	 試験フィールド 3レーン×幅2.5m×延長25m		

4. 1. 1. 検証方法

下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者名	奥村組土木興業株式会社(共同開発者:東京貿易テクノシステム株式会社)		
技術名称	レーザートラッカーを用いたプルーフローリング試験		
検証方法	■計測精度の検証 2. 試験条件:盛土面(現場)での検証(3レーン×幅2.5m×延長25m) タイヤローラの速度:1.2km/h ①従来手法(目視での観察)によるプルーフローリングを実施し、ベンゲルマンビームにより計測箇所(6箇所)の地盤の変位量を計測。 ②提案技術による地盤変位量の計測を実施し、計測箇所の地盤の変位量を計測。 ③上記①と②で算出した従来手法と提案技術の変位量を比較。 計測点6箇所と比較 走行 追尾計測 路 床 【検証方法イメージ図】 ■データ処理・格納方法の検証方法 従来手法:目視確認し、野帳に記入後データ整理して様式に記入。 提案技術:計測データをPC内に自動保存し、PC画面に表示できるか確認。		



試験フィールド
3レーン×幅2.5m×延長25m

下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者	奥村組土木興業株式会社		
技術名	レーザートラッカーを用いたプルーフローリング試験		
材料	仮置き土(土砂)		
厚さ	—		
含水比	—		
試験時の外的環境条件	—		
作業性 ➢ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み (+10%以上) ○ 同等 (±10%) × 低下 (−10%以上) − 適否判定なし	■盛土面での検証(3レーン×幅約2.5m×延長25.0m) 1.計測時間による比較 ①従来手法 プルフロ(目視):延長25.0m×3レーン分=225秒 (観察者3名, 記録1名, オペ1名) ベンゲルマンビーム:300秒×6箇所=1800秒 (車両誘導1名, 試験者1名, オペ1名) 合計計測時間:225秒+1800秒=2025秒 ②提案技術 キャリブレーション(機械設置):1800秒 (作業者2名) 基準計測+リフレクター設置:120秒+300秒=420秒 (システム管理者1名, オペ1名) 追尾計測:延長25.0m×3レーン分=225秒 (システム管理者1名, オペ1名) 合計計測時間:1800秒+420秒+225秒=2445秒 2.人工(時間×人員)による比較 ①従来方法:225秒×5名+1800秒×3名=6525秒・人 ②提案方法:2445秒×2名=4890秒・人 今回のベンゲルマンビーム試験についてはタイヤローラを使用して測定を行ったが、正式には軸重10tの荷重車が必要となるため更に時間が掛かると考えられる。また、レーザートラッカーはシステムの取付けやキャリブレーションの時間が必要であり(2名で30分程度)、ATS600の計測範囲がダイレクトスキャニング計測で60m、リフレクタ計測で80mまでであるため、施工延長が長くなるほど据替作業が発生する。		
	 ベンゲルマン計測		
	 基準面計測		
			
	従来手法に対して 約20%増 従来手法に対して 約26%減		

下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者	奥村組土木興業株式会社
技術名	レーザートラッカーを用いたプルーフローリング試験
材料	仮置き土(土砂)
厚さ	—
含水比	—
試験時の外的環境条件	—

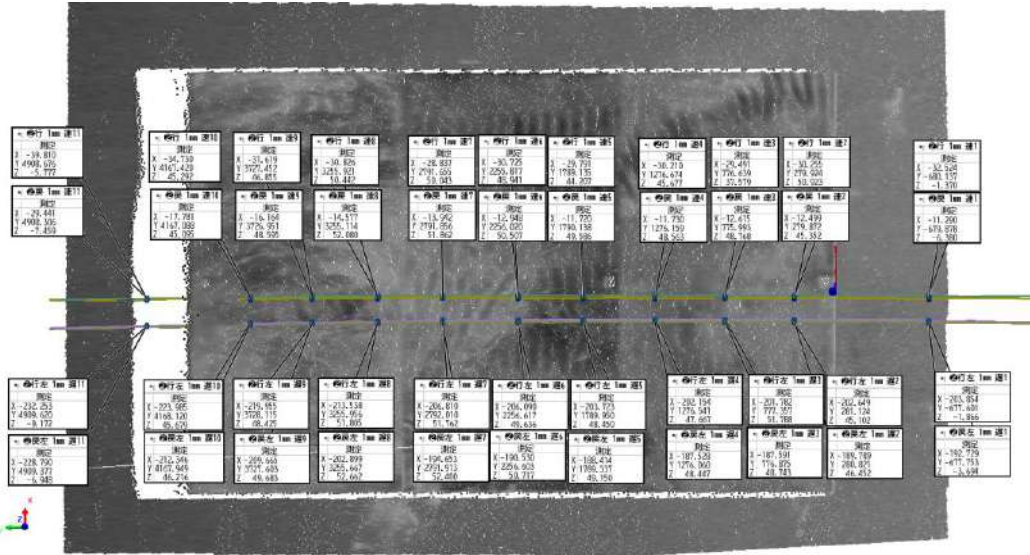
作業性 ➤ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み (+10%以上) ○ 同等 (±10%) × 低下 (−10%以上) － 適否判定なし	【作業フローにおける比較】 計測時間:2025秒 人工:6525秒・人 計測時間 従来手法:2025秒 提案技術:2445秒 ➡ 約20%増加		事務局評価案
			◎
	計測時間:2445秒 人工:4850秒・人 人工 従来手法:6525秒・人 提案技術:4850秒・人 ➡ 約26%削減		計測時間の比較では、従来手法に対して20%増加となった。要因としては、キャリブレーションに要する時間が大きく影響されたと考えられる。 しかし、人工での比較では、従来手法に対して26%削減となったため、作業性としては向上していることが見込まれる。したがって、◎の評価とした。 また、プルーフローリング省略のメリットとして、ローラ近傍の目視確認作業が無くなるため、安全性の向上も期待できる。

下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者	奥村組土木興業株式会社
技術名	レーザートラッカーを用いたプルーフローリング試験
材料	鉄板
厚さ	22mm 44mm
含水比	—
試験時の外的環境条件	—

1. ローラの軌跡計測

- 計測精度
- 従来技術で得られる結果との相関性が認められる
 - ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性 (0.7~1.0)
 - 相関性あり (0.5~0.7未満)
 - × 弱い相関性・相関性なし (0~0.5未満)
 - 適否判定なし



ローラの走行軌跡



下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者	奥村組土木興業株式会社
技術名	レーザートラッカーを用いたプルーフローリング試験
材料	鉄板
厚さ	22mm 44mm
含水比	—
試験時の外的環境条件	—

計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7~1.0) ○ 相関性あり(0.5~0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし(0~0.5未満) — 適否判定なし	2. ローラの軌跡計測 下表は、タイヤローラが通常速度(1.2km/h)で走行した場合の敷鉄板上の検証点の値を抽出し、評価したものである。提案技術により、敷き鉄板の厚さを計測することができた。計測ピッチは1mmと10mmで2回実施。 【敷き鉄板：t=22mm×1 枚】 (単位：mm) <table><tr><th>速度</th><th>計測ピッチ</th><th>方 向</th><th>平均値</th><th>標準偏差</th></tr><tr><td rowspan="4">通常</td><td rowspan="2">1mm</td><td>前進</td><td>21.6</td><td>0.1</td></tr><tr><td>後進</td><td>22.2</td><td>0.2</td></tr><tr><td rowspan="2">10mm</td><td>前進</td><td>20.8</td><td>0.1</td></tr><tr><td>後進</td><td>21.7</td><td>0.1</td></tr></table> 鉄板1枚(22mm)の基準に対し、誤差平均値は0.5mm 【敷き鉄板：t=22mm×2 枚】 (単位：mm) <table><tr><th>速度</th><th>計測ピッチ</th><th>方 向</th><th>平均値</th><th>標準偏差</th></tr><tr><td rowspan="4">通常</td><td rowspan="2">1mm</td><td>前進</td><td>45.1</td><td>0.1</td></tr><tr><td>後進</td><td>45.4</td><td>0.2</td></tr><tr><td rowspan="2">10mm</td><td>前進</td><td>45.3</td><td>0.1</td></tr><tr><td>後進</td><td>45.4</td><td>0.4</td></tr></table> 鉄板2枚(44mm)の基準に対し、誤差平均値は1.3mm	速度	計測ピッチ	方 向	平均値	標準偏差	通常	1mm	前進	21.6	0.1	後進	22.2	0.2	10mm	前進	20.8	0.1	後進	21.7	0.1	速度	計測ピッチ	方 向	平均値	標準偏差	通常	1mm	前進	45.1	0.1	後進	45.4	0.2	10mm	前進	45.3	0.1	後進	45.4	0.4	事務局評価案 敷き鉄板：◎ 【ローラの軌跡計測】 鉄板1枚(22mm)に対する提案技術の誤差範囲は0.5mmであり、鉄板2枚(44mm)に対する提案技術の誤差範囲は1.3mmであった。 誤差発生要因を加味すると、従来に対して1mm程度の精度を確保できると考えられることから、従来の目視による方法よりも高度な計測精度が見込まれる。したがって、◎の評価とした。
	速度	計測ピッチ	方 向	平均値	標準偏差																																					
	通常	1mm	前進	21.6	0.1																																					
			後進	22.2	0.2																																					
10mm		前進	20.8	0.1																																						
		後進	21.7	0.1																																						
速度	計測ピッチ	方 向	平均値	標準偏差																																						
通常	1mm	前進	45.1	0.1																																						
		後進	45.4	0.2																																						
	10mm	前進	45.3	0.1																																						
		後進	45.4	0.4																																						

誤差発生要因

① 敷き鉄板が置かれている舗装面と、ローラが上がる手前と降りた後の箇所の舗装面では、歪み条件が変わる。

② 敷き鉄板自体の歪み(平面度4~5程度)があり、ローラが乗る箇所によって変形の仕方が変わる。

③ ローラのタイヤの沈み量・ローラ自体の振動が小さくも影響はしている事が考えられる。

下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者	奥村組土木興業株式会社						
技術名	レーザートラッカーを用いたプルーフローリング試験						
材料	仮置き土(土砂)						
厚さ	22mm 44mm						
含水比	－						
試験時の外的環境条件	－						
計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7～1.0) ○ 相関性あり(0.5～0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし(0～0.5未満) － 適否判定なし	■盛土面におけるベンゲルマンビームとの比較検証 下表は、従来手法(ベンゲルマンビーム)によるたわみ量と提案技術の精度を比較したものである。						事務局評価案
							盛土面：－
		計測箇所1	計測箇所2	計測箇所3	計測箇所4	計測箇所5	計測箇所6
	ベンゲルマン試験	3.0	2.0	1.5	1.0	2.0	5.0
	レーザートラッカー	1.0	9.0	8.0	12.0	－3.0	9.0
差分	2.0	－7.0	－6.5	－11.0	5.0	－4.0	
今回の精度検証では、レーザートラッカー計測とベンゲルマンビームによるたわみ量の差分は、平均で約6mmであった。また、各箇所の差分は、最大で11mmであった。							盛土面におけるベンゲルマンビーム(6箇所)との精度比較を行った結果、たわみ量の差分は各箇所の平均値で約6mm、差分が一番大きかった箇所では約11mmであった。
誤差発生要因 ① リフレクターの設置位置とベンゲルマン計測位置とのずれが考えられ、リフレクター設置位置の検討が必要である。 ② リフレクターの固定方法により、走行中にずれが生じた可能性があり、固定方法を再検討する必要がある。							ベンゲルマンによる計測で、たわみ量が大きかった箇所(6)においても、判別が正しくできなかったため一の評価とした。
リフレクターの設置状況							誤差が発生した要因として、リフレクターの設置位置や設置方法の影響を受けた可能性があったため、応募者側で固定方法を再検討していく予定。

下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者	奥村組土木興業株式会社																																																																																						
技術名	レーザートラッカーを用いたプルーフローリング試験																																																																																						
材料	鉄板																																																																																						
厚さ	22mm 44mm																																																																																						
含水比	—																																																																																						
試験時の外的環境条件	—																																																																																						
データ処理格納 ➤ 省力化が期待 ➤ トレーサビリティが確保 ➤ 事後活用を考慮したデータ格納方法が提案	①従来手法 路面上の変状を目視でチェックし、その位置を野帳等に記入し、別様式に整理する。 ②提案技術 計測データは自動でPC内に記録され、測定後直ちに変状を数値と画像で確認できた。		事務局評価案 <table><tr><td>省力化</td><td>◎</td></tr><tr><td>トレーサビリティの確保</td><td>◎</td></tr><tr><td>事後活用を考慮したデータ格納方法</td><td>—</td></tr></table>	省力化	◎	トレーサビリティの確保	◎	事後活用を考慮したデータ格納方法	—																																																																														
	省力化	◎																																																																																					
	トレーサビリティの確保	◎																																																																																					
	事後活用を考慮したデータ格納方法	—																																																																																					
	目視チェック ↓ 野帳記入 ↓ 様式記入																																																																																						
「プルーフローリング」測定結果一覧表 <table><tr><th colspan="2">工事名</th><th colspan="2">車種名</th><th colspan="2">受注者</th></tr><tr><th>工 期</th><th>※ ※ ※ ※ ※</th><th>監督員</th><th>機</th><th>現場代理人</th><th>機</th></tr><tr><th>No.</th><th>路線 の別</th><th>車種 の別</th><th>車種 の別</th><th>状況</th><th>状況</th><th>監督員 の打合せ</th><th>その他 の打合せ</th><th>備 考</th></tr><tr><td>(記帳例)</td><td>道路</td><td>ダンプ</td><td>右側</td><td>大きい (1cm程度)</td><td>No.2附近 20mに化 下が見ら れる</td><td>①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足</td><td>「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った</td><td>①目視 による注 下量を入</td></tr><tr><td>No.2</td><td>道路</td><td>ダンプ</td><td>右側</td><td>大きい (1cm程度)</td><td>No.2附近 20mに化 下が見ら れる</td><td>①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足</td><td>「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った</td><td>①目視 による注 下量を入</td></tr><tr><td>No.4</td><td>道路</td><td>ダンプ</td><td>右側</td><td>大きい (1cm程度)</td><td>No.2附近 20mに化 下が見ら れる</td><td>①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足</td><td>「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った</td><td>①目視 による注 下量を入</td></tr><tr><td>No.6</td><td>道路</td><td>ダンプ</td><td>右側</td><td>大きい (1cm程度)</td><td>No.2附近 20mに化 下が見ら れる</td><td>①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足</td><td>「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った</td><td>①目視 による注 下量を入</td></tr><tr><td>No.8</td><td>道路</td><td>ダンプ</td><td>右側</td><td>大きい (1cm程度)</td><td>No.2附近 20mに化 下が見ら れる</td><td>①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足</td><td>「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った</td><td>①目視 による注 下量を入</td></tr><tr><td>No.10</td><td>道路</td><td>ダンプ</td><td>右側</td><td>大きい (1cm程度)</td><td>No.2附近 20mに化 下が見ら れる</td><td>①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足</td><td>「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った</td><td>①目視 による注 下量を入</td></tr><tr><td>No.12</td><td>道路</td><td>ダンプ</td><td>右側</td><td>大きい (1cm程度)</td><td>No.2附近 20mに化 下が見ら れる</td><td>①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足</td><td>「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った</td><td>①目視 による注 下量を入</td></tr></table>		工事名		車種名		受注者		工 期	※ ※ ※ ※ ※	監督員	機	現場代理人	機	No.	路線 の別	車種 の別	車種 の別	状況	状況	監督員 の打合せ	その他 の打合せ	備 考	(記帳例)	道路	ダンプ	右側	大きい (1cm程度)	No.2附近 20mに化 下が見ら れる	①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足	「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った	①目視 による注 下量を入	No.2	道路	ダンプ	右側	大きい (1cm程度)	No.2附近 20mに化 下が見ら れる	①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足	「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った	①目視 による注 下量を入	No.4	道路	ダンプ	右側	大きい (1cm程度)	No.2附近 20mに化 下が見ら れる	①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足	「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った	①目視 による注 下量を入	No.6	道路	ダンプ	右側	大きい (1cm程度)	No.2附近 20mに化 下が見ら れる	①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足	「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った	①目視 による注 下量を入	No.8	道路	ダンプ	右側	大きい (1cm程度)	No.2附近 20mに化 下が見ら れる	①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足	「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った	①目視 による注 下量を入	No.10	道路	ダンプ	右側	大きい (1cm程度)	No.2附近 20mに化 下が見ら れる	①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足	「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った	①目視 による注 下量を入	No.12	道路	ダンプ	右側	大きい (1cm程度)	No.2附近 20mに化 下が見ら れる	①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足	「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った	①目視 による注 下量を入	タイヤローラの軌跡	提案技術の自動記録・可視化の表示例
工事名		車種名		受注者																																																																																			
工 期	※ ※ ※ ※ ※	監督員	機	現場代理人	機																																																																																		
No.	路線 の別	車種 の別	車種 の別	状況	状況	監督員 の打合せ	その他 の打合せ	備 考																																																																															
(記帳例)	道路	ダンプ	右側	大きい (1cm程度)	No.2附近 20mに化 下が見ら れる	①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足	「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った	①目視 による注 下量を入																																																																															
No.2	道路	ダンプ	右側	大きい (1cm程度)	No.2附近 20mに化 下が見ら れる	①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足	「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った	①目視 による注 下量を入																																																																															
No.4	道路	ダンプ	右側	大きい (1cm程度)	No.2附近 20mに化 下が見ら れる	①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足	「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った	①目視 による注 下量を入																																																																															
No.6	道路	ダンプ	右側	大きい (1cm程度)	No.2附近 20mに化 下が見ら れる	①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足	「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った	①目視 による注 下量を入																																																																															
No.8	道路	ダンプ	右側	大きい (1cm程度)	No.2附近 20mに化 下が見ら れる	①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足	「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った	①目視 による注 下量を入																																																																															
No.10	道路	ダンプ	右側	大きい (1cm程度)	No.2附近 20mに化 下が見ら れる	①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足	「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った	①目視 による注 下量を入																																																																															
No.12	道路	ダンプ	右側	大きい (1cm程度)	No.2附近 20mに化 下が見ら れる	①転圧不 足 ②転圧不 足 ③転圧不 足 ④転圧不 足 ⑤転圧不 足 ⑥転圧不 足 ⑦転圧不 足 ⑧転圧不 足 ⑨転圧不 足 ⑩転圧不 足 ⑪転圧不 足 ⑫転圧不 足 ⑬転圧不 足 ⑭転圧不 足 ⑮転圧不 足 ⑯転圧不 足 ⑰転圧不 足 ⑱転圧不 足 ⑲転圧不 足 ⑳転圧不 足 ㉑転圧不 足 ㉒転圧不 足 ㉓転圧不 足 ㉔転圧不 足 ㉕転圧不 足 ㉖転圧不 足 ㉗転圧不 足 ㉘転圧不 足 ㉙転圧不 足 ㉚転圧不 足 ㉛転圧不 足 ㉜転圧不 足 ㉝転圧不 足 ㉞転圧不 足 ㉟転圧不 足 ㊱転圧不 足 ㊲転圧不 足 ㊳転圧不 足 ㊴転圧不 足 ㊵転圧不 足 ㊶転圧不 足 ㊷転圧不 足 ㊸転圧不 足 ㊹転圧不 足 ㊺転圧不 足 ㊻転圧不 足 ㊼転圧不 足 ㊽転圧不 足 ㊾転圧不 足 ㊿転圧不 足	「路面内 密度の測 定」を行 った結果 の確認 を行った	①目視 による注 下量を入																																																																															
従来手法(紙による)の結果の例																																																																																							
提案技術の自動記録・可視化の表示例																																																																																							

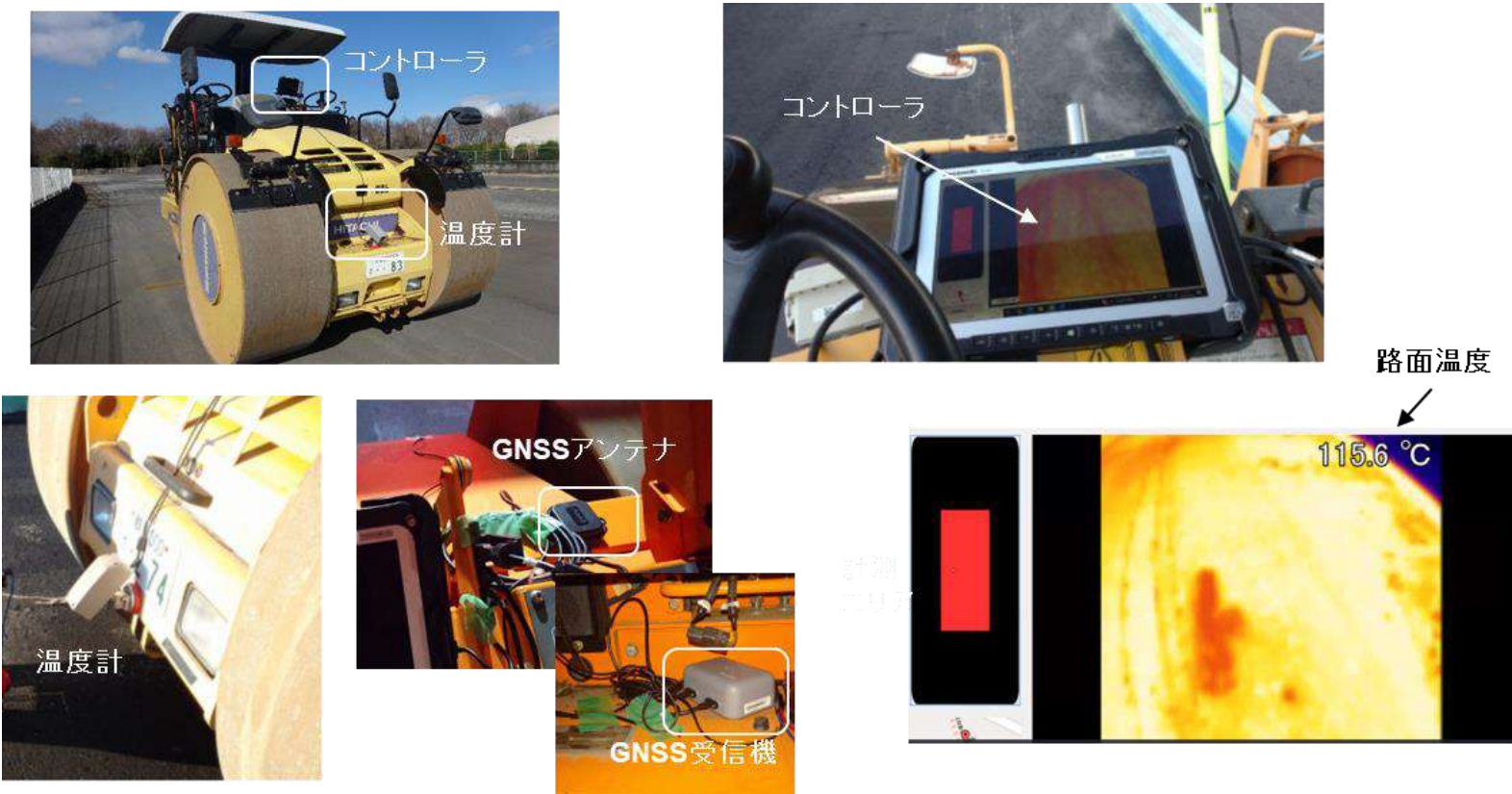
省力化が期待 【◎:期待・期待見込み ○:従来と同等 ×:期待されない —:適否の判定なし】
トレーサビリティが確保 【◎:確保・確保見込み ×:確保されない —:適否の判定なし】
事後活用を考慮したデータ格納方法 【◎:提案有り —:適否の判定なし】

ローラ搭載型転圧温度 モニタリングシステム

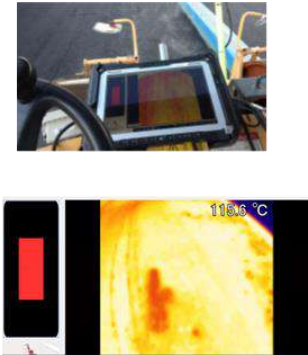
アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者名	世紀東急工業株式会社
技術名称	ローラ搭載型転圧温度モニタリングシステム
技術の概要	本システムは、遠赤外線サーモグラフィーを搭載したロードローラにより転圧時の路面温度を計測するものである。オペレータは転圧時の路面温度分布を運転席上のモニタで確認することができ、適切な転圧温度範囲内で確認しながら施工、およびその時の路面温度の記録ができる。そのため、舗設時に職員が行っている温度管理を効率化することが可能となる。

図・写真



アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者名	世紀東急工業株式会社		
技術名称	ローラ搭載型転圧温度モニタリングシステム		
検証方法	◇作業性の検証方法 ⇒従来の挿入式温度計とサーモカメラでの計測作業時間と人工の比較 【期待できる効果】 ローラに搭載した非接触放射温度計を用いることで、挿入式温度計による計測作業を削減できる。 ①従来の挿入式温度計での計測作業時間 ・計測場所：路肩側の敷き均し直後の端部へ移動。 ・計測深さ：挿入式温度計のセンサーの先端を舗装の層厚の中間付近に挿入 ・記録方法：一定になった温度を野帳あるいは電子黒板で記録。 ②サーモカメラでの計測作業時間 ・計測準備：温度計システム用のソフトを起動させる。 ・計測条件：ローラ前方約5mの路面温度(計測エリア内の最大値)を1秒毎に表示。 ・記録方法：1秒毎の路面温度を自動記録。		
			
	①従来の挿入式温度計による内部温度の計測	②サーモカメラでの路面温度の計測	

5. 1. 1. 検証方法

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者名	世紀東急工業株式会社
技術名称	ローラ搭載型転圧温度モニタリングシステム
検証方法	◇計測精度の検証方法 ⇒従来の挿入式温度計での内部温度と、サーモカメラでの路面温度の相関を、室内試験および現場施工で検証。 【試験条件1:室内試験での検証】 ・供試体の作製:木製の型枠45×45cm×5cmに材料をスコップで挿入し、ハンディローラで1往復程度転圧。 ・計測箇所:挿入式温度計は舗装内部(厚さの中間付近)、サーモカメラは路面温度(供試体路面の最大値)。 ・計測タイミング:挿入式温度計の内部温度が10℃下がるごとに、サーモカメラの路面温度を記録(1秒毎に表示)。 ・計測条件:恒温室内で室温を設定。風速は扇風機を路面に向けて強弱で調整。 【試験条件2:現場施工での検証】 ・計測場所:敷き均し後の20m毎の横断方向2箇所で、挿入式温度計により内部温度を計測。 内部温度を計測した同じ箇所のサーモカメラの路面温度を記録。 ※コントローラの表示画面を遠隔モニターに表示し、目視で路面温度を確認して野帳に記録。 ※計測箇所ごとの風速、気温を野帳に記録。  室内試験での検証  現場施工での検証  サーモカメラ の路面温度 風速・気温 の計測

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者名	世紀東急工業株式会社		
技術名称	ローラ搭載型転圧温度モニタリングシステム		
検証方法	◇データ処理・格納の検証方法 ⇒従来の挿入式温度計とサーモカメラでのデータ処理・帳票作成時間と人工の比較 ①従来の挿入式温度計でのデータ処理・帳票作成 ・処理時間:野帳に記載した測定値を、エクセルに入力する時間を計測。 ・帳票作成時間:必要な帳票の印刷に要する時間を計測 ・写真整理時間:温度測定状況写真の整理に要する時間を計測。 ②サーモカメラでのデータ処理・帳票作成 ・処理時間:自動記録したデータを読み込んで、ソフト上に各種条件を入力するまでの時間を計測。 ・帳票作成時間:必要な帳票の印刷に要する時間を計測。		

①従来の挿入式温度計でのデータ処理・帳票作成

②サーモカメラでのデータ処理・帳票作成

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者	世紀東急工業株式会社					
技術名	ローラ搭載型転圧温度モニタリングシステム					
材料	密粒、粗粒、ポーラス					
厚さ	5cm					
試験時の外的環境条件	-					
作業性 ➢ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み (+10%以上) ○ 同等 (±10%) × 低下 (-10%以上) - 適否判定なし	◇従来の挿入式温度計とサーモカメラでの計測作業時間と人工の比較 ※施工条件:切削オーバーレイ5cm、施工延長200m程度。					事務局評価案 ◎
	【計測作業時間の比較】					
	計測方法	計測準備	計測時間 (1箇所当たり)	記録時間 (1箇所当たり)	作業時間 (1箇所当たり)	
	挿入式温度計の内部温度	0分	2分 (一定温度まで)	0.5分 (手動)	2.5分	25分
	サーモカメラでの路面温度から内部温度を推定	3分+5分 (起動時+キャリブ)	0分 (1秒毎表示)	0分 (自動)	0分	8分
	⇒計測作業時間は約7割削減					
【人工(時間×人)の比較】						
計測方法	計測準備①	計測時間② (1箇所当たり)	記録時間③ (1箇所当たり)	作業時間②+③ (1箇所当たり)	作業時間①+(②+③)×10 (10箇所/日)	計測作業時間の比較では、従来手法に対し、約7割の削減効果が確認された。 人工の比較でも、従来手法に対し、約7割の削減効果が確認された。 上記結果より、作業性の向上が見込まれるため、◎の評価とした。
挿入式温度計の内部温度	0分	2分×2名=4分	0.5分×2名=1分 (撮影含む)	5分	50分・人	
サーモカメラでの路面温度から内部温度を推定	8分×2名=16分 (起動時+キャリブ)	0分 (1秒毎表示)	0分 (自動)	0分	16分・人	
⇒人工は約7割削減						

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者	世紀東急工業株式会社
技術名	ローラ搭載型転圧温度モニタリングシステム
材料	密粒、粗粒、ポーラス
厚さ	5cm
試験時の外的環境条件	-

- 計測精度
- 従来技術で得られる結果との相関性が認められる
 - ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7~1.0)
 - 相関性あり(0.5~0.7未満)
 - × 弱い相関性・相関性なし(0~0.5未満)
 - 適否判定なし

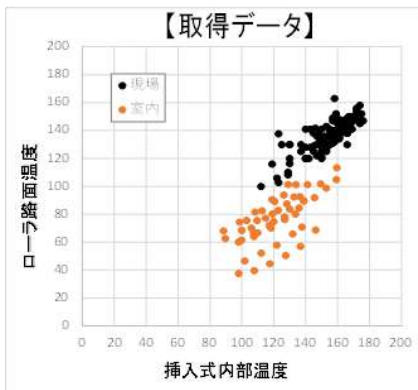
【室内試験の結果】 ※データ数:密粒n=15, ポーラスn=37
・内部温度と路面温度の差は、風速や気温に影響がある。
・なお、密粒よりも空隙のあるポーラスの方が影響が大きい。

合材種別	室温	風速	合材内部温度	内部-路面 ※内部140℃時
密粒	20℃	0, 1, 2m/s	100~140℃	40~50℃
ポーラス	5, 10, 15℃	0.5, 1, 2m/s	100~160℃	40~80℃

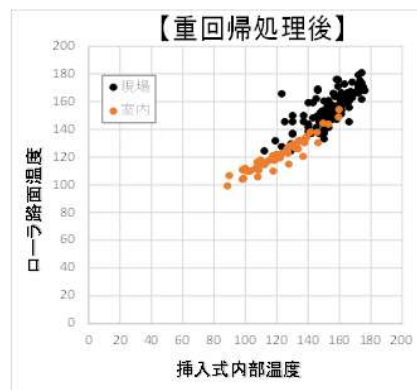
【現場施工の結果】 ※データ数:密粒n=53, 粗粒=57
・計測した気温、風速の他に、材料種類、屋内外、下層状態の条件をそれぞれ考慮して重回帰分析した結果、すべての条件を考慮した関係式が最も相関が良い結果となった。

推定内部温度(℃) = 0.85・路面温度 - 1.84・外気温 + 6.09・風速 + 9.26・a + 10.95・b + 22.98・c + 48.81

【取得データ】



【重回帰処理後】



回帰統計	
重相関 R	0.9282
重決定 R2	0.8615
補正 R2	0.8562
標準誤差	8.0642
観測数	162

係数	
切片	48.81
ローラ路面	0.85
外気温	-1.84
風速	6.09
混合物種類	9.26
屋内外	10.95
下層状態	22.98

		0	1	2
a	混合物種類	密粒	粗粒	ポーラス
b	屋内外	屋外	屋内	
c	下層状態	路盤(冷)	基層(温)	

【内部温度(従来手法)と推定内部温度(提案技術)による相関関係】

事務局評価案

◎

内部温度(従来手法)と推定内部温度(提案技術)による相関係数は0.9282であり、高い相関関係が確認されたため、◎の評価とした。

しかし、データ数が少ないので、今後現場にてデータ採取して相関式の精度を確認する予定。

資料一 2

応募者	世紀東急工業株式会社																																							
技術名	ローラ搭載型転圧温度モニタリングシステム																																							
材料	密粒、粗粒、ポーラス																																							
厚さ	5cm																																							
試験時の外的環境条件	-																																							
データ処理格納 ➤ 省力化が期待 ➤ トレサビリティが確保 ➤ 事後活用を考慮したデータ格納方法が提案	◇従来の挿入式温度計とサーモカメラでのデータ処理・帳票作成時間と人工の比較 ※施工条件: ダンプ23台×2.5回周り≒60台/日の場合 【計測作業時間の比較】 <table border="1"> <thead> <tr> <th>計測方法</th><th>データ処理時間</th><th>帳票作成時間</th><th>写真整理時間</th><th>作業時間 (1日当たり)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>挿入式温度計の内部温度</td><td>3分 (計測6回分)</td><td>5分+1分=6分 (工事条件入力+印刷)</td><td>20分 (2枚×6箇所)</td><td>29分</td></tr> <tr> <td>サーモカメラでの路面温度</td><td>10分 (クラウドでの処理)</td><td>5分+5分=10分 (工事条件入力+印刷)</td><td>0分 (写真なし)</td><td>20分</td></tr> </tbody> </table> 【人工(時間×人)の比較】 <table border="1"> <thead> <tr> <th>計測方法</th><th>データ処理時間①</th><th>帳票作成時間②</th><th>写真整理時間③</th><th>作業時間①+②+③ (1日当たり)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>挿入式温度計の内部温度</td><td>3分×1名=3分 (計測6回分)</td><td>6分×1名=6分 (工事条件入力+印刷)</td><td>20分×1名=20分 (2枚×10箇所)</td><td>29分・人</td></tr> <tr> <td>サーモカメラでの路面温度</td><td>10分×1名=10分 (クラウドでの処理)</td><td>10分×1名=10分 (工事条件入力+印刷)</td><td>0分 (写真なし)</td><td>20分・人</td></tr> </tbody> </table> ⇒計測作業時間と人工共に約3割削減			計測方法	データ処理時間	帳票作成時間	写真整理時間	作業時間 (1日当たり)	挿入式温度計の内部温度	3分 (計測6回分)	5分+1分=6分 (工事条件入力+印刷)	20分 (2枚×6箇所)	29分	サーモカメラでの路面温度	10分 (クラウドでの処理)	5分+5分=10分 (工事条件入力+印刷)	0分 (写真なし)	20分	計測方法	データ処理時間①	帳票作成時間②	写真整理時間③	作業時間①+②+③ (1日当たり)	挿入式温度計の内部温度	3分×1名=3分 (計測6回分)	6分×1名=6分 (工事条件入力+印刷)	20分×1名=20分 (2枚×10箇所)	29分・人	サーモカメラでの路面温度	10分×1名=10分 (クラウドでの処理)	10分×1名=10分 (工事条件入力+印刷)	0分 (写真なし)	20分・人	事務局評価案 <table border="1"> <tr> <td>省力化</td><td>◎</td></tr> <tr> <td>トレサビリティの確保</td><td>◎</td></tr> <tr> <td>事後活用を考慮したデータ格納方法</td><td>—</td></tr> </table> ＜省力化＞ データ処理に要する時間と人工共に、従来手法に対して約3割の削減効果が確認された。	省力化	◎	トレサビリティの確保	◎	事後活用を考慮したデータ格納方法	—
	計測方法	データ処理時間	帳票作成時間	写真整理時間	作業時間 (1日当たり)																																			
	挿入式温度計の内部温度	3分 (計測6回分)	5分+1分=6分 (工事条件入力+印刷)	20分 (2枚×6箇所)	29分																																			
	サーモカメラでの路面温度	10分 (クラウドでの処理)	5分+5分=10分 (工事条件入力+印刷)	0分 (写真なし)	20分																																			
	計測方法	データ処理時間①	帳票作成時間②	写真整理時間③	作業時間①+②+③ (1日当たり)																																			
挿入式温度計の内部温度	3分×1名=3分 (計測6回分)	6分×1名=6分 (工事条件入力+印刷)	20分×1名=20分 (2枚×10箇所)	29分・人																																				
サーモカメラでの路面温度	10分×1名=10分 (クラウドでの処理)	10分×1名=10分 (工事条件入力+印刷)	0分 (写真なし)	20分・人																																				
省力化	◎																																							
トレサビリティの確保	◎																																							
事後活用を考慮したデータ格納方法	—																																							

事後活用を考慮したデータ格納方法が提案【◎:提案有り -:適否の判定なし】

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者	世紀東急工業株式会社		
技術名	ローラ搭載型転圧温度モニタリングシステム		
材料	密粒、粗粒、ポーラス		
厚さ	5cm		
試験時の外的環境条件	-		
データ処理格納 ➢ 省力化が期待 ➢ トレーサビリティが確保 ➢ 事後活用を考慮したデータ格納方法が提案	◇トレーサビリティの確保		事務局評価案
			省力化
			トレーサビリティの確保
			事後活用を考慮したデータ格納方法
	ローラに搭載した非接触温度計にて舗装温度を取得することにより、施工と並行した温度記録情報の整理が可能となり、施工後の整理作業を大幅に低減することができる。 舗装範囲全域において、リアルタイムで面的に温度把握ができ、計測結果をヒートマップとして出力することが可能であるため、トレーサビリティも確保できる。		<トレーサビリティ> 舗装範囲全域においてリアルタイムに温度把握ができ、計測結果をヒートマップとして出力することが可能なため、◎の評価とした。 <事後活用> 将来的には提案者より提案頂くが、現在検討中のため、一とした。

省力化が期待 【◎:期待・期待見込み ○:従来と同等 ×:期待されない -:適否の判定なし】
トレーサビリティが確保 【◎:確保・確保見込み ×:確保されない -:適否の判定なし】
事後活用を考慮したデータ格納方法が提案 【◎:提案有り -:適否の判定なし】

移動式電磁波密度測定装置による 面的密度管理

アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者名	鹿島道路株式会社・応用地質株式会社
技術名称	移動式電磁波密度測定装置による面的密度管理
技術の概要	● 電磁波探査技術(地中レーダ法)を応用して、アスファルト舗装体の密度を管理。 ● 移動式装置による測定であるため、面的かつ非破壊でリアルタイムな密度管理が可能。 ● 舗装範囲全域における密度を把握できるため、局所的な締固め不足を検出することが可能であり、舗装の品質確保あるいは品質向上が期待できる。 ● 放射線源を用いないため、取扱が容易であり、資格等も不要である。

図・写真

PaveScan RDM2.0

マッピング例

測定中に異常個所(転圧不足)の検出が可能

アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者名	鹿島道路株式会社・応用地質株式会社		
技術名称	移動式電磁波密度測定装置による面的密度管理		
検証方法	作業性の検証方法 移動式電磁波密度測定と従来手法(切り取りコアによる密度試験)の各作業工程の人工および作業時間を比較。 ■従来手法：切取コアによる密度試験(40孔) ・採取準備(コアカッタ準備、位置出し) ・コア採取 ・埋戻し(アスファルト混合物による削孔箇所の復旧) ・密度測定(測定準備含む) ■移動式電磁波密度測定 ・測定準備(装置組立、キャリブレーション) ・電磁波密度測定 【期待できる効果】 移動式電磁波密度測定装置を用いることで、 コアによる計測作業を削減できる。		
	従来手法 (切取コア) コア採取 	埋戻し 	密度測定 
作業人工 および 作業時間 の比較			
	移動式 電磁波密度 測定 キャリブレーション 	電磁波密度測定 	

アスファルト舗装/舗装後の密度

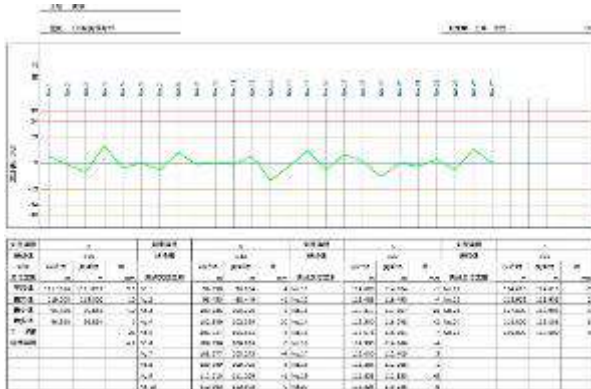
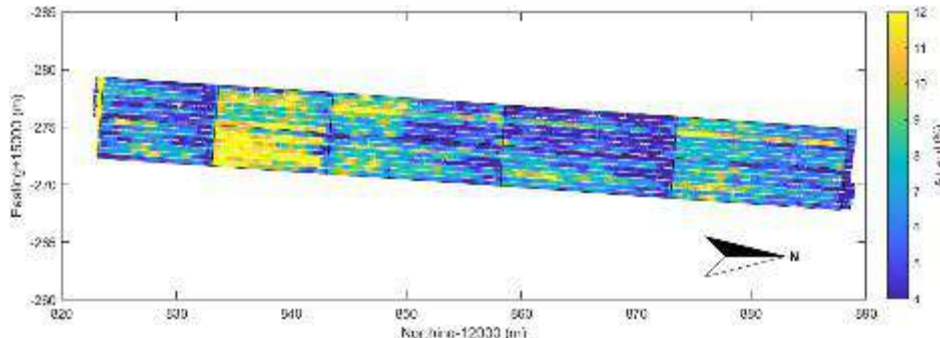
応募者名	鹿島道路株式会社・応用地質株式会社
技術名称	移動式電磁波密度測定装置による面的密度管理
検証方法	計測精度の検証方法 下記の手順により、従来手法(切取コア密度)により得られる空隙率と提案手法(電磁波密度測定)により得られる空隙率を比較。 ① 試験施工にて4水準の締固め度のエリアを舗装。(全長62.5×幅3.5m×2レーン) 各工区目標締固め度となるように締固め回数を設定。 ② 各工区の切取コア密度を測定。 ③ 移動式電磁波密度測定装置によるキャリブレーション結果に基づき、誘電率と密度との関係を確認。 ④ ②と同一箇所において、移動式電磁波密度測定を実施し、密度を算出。 ⑤ ②(切取コア密度により得られる空隙率)と④(電磁波密度により得られる空隙率)の相関を確認。

6. 1. 2. 検証結果

アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者名	鹿島道路株式会社・応用地質株式会社		
技術名称	移動式電磁波密度測定装置による面的密度管理		
検証方法	計測精度の検証方法 * 水分影響の確認 路面における残留水分の影響を確認するため、転圧前後による水分影響を確認。 (既設路面を加熱し舗装直後を模擬)		
	路面ヒーター車  路面加熱直後PS測定状況 →路面乾燥状態の測定	比較	タイヤローラー  転圧散水直後PS測定状況 →散水後の測定

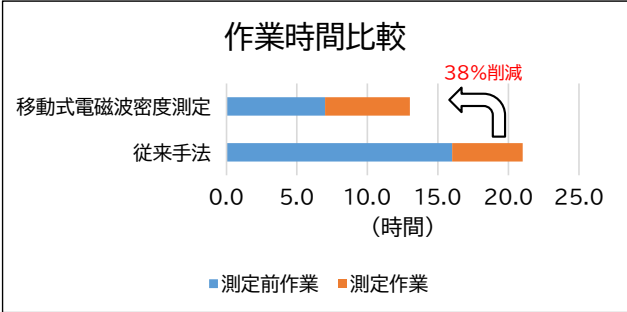
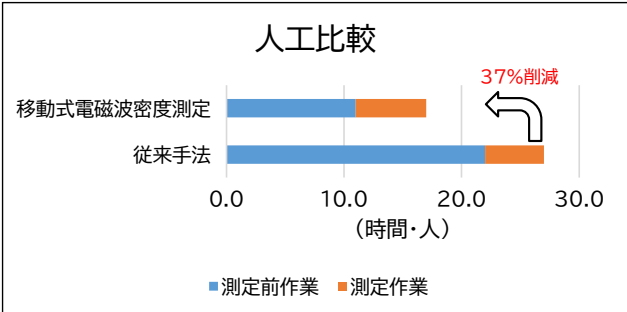
アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者名	鹿島道路株式会社・応用地質株式会社		
技術名称	移動式電磁波密度測定装置による面的密度管理		
検証方法	データ処理・格納の検証方法 移動式電磁波密度測定と従来手法(切り取りコアによる密度試験)のデータ処理(帳票作成)に要する時間を比較し、作業の省力化が見込まれるか確認する。 また、トレーサビリティの確保(面的計測データの有効化)と品質管理手法の展開(地図情報との連携による有効化)についても確認する。		
	従来手法（切取コア密度）の帳票 		
	提案手法（移動式電磁波密度測定）の帳票 		
	帳票作成時間を比較 ↓ 面的計測、地図情報との連携による有効性の確認		

アスファルト舗装/舗装後の密度

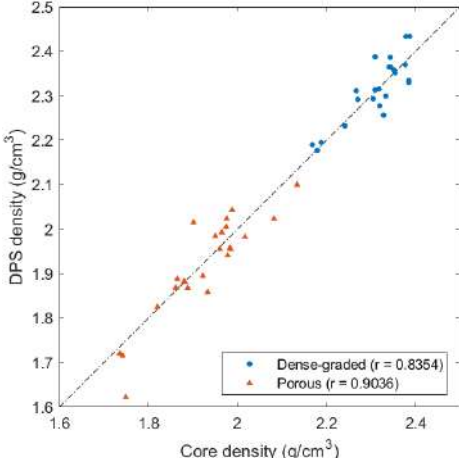
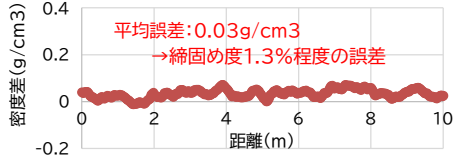
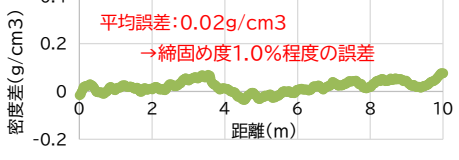
応募者	鹿島道路株式会社・応用地質株式会社									
技術名	移動式電磁波密度測定装置による面的密度管理									
材料	アスファルト混合物(密粒・ポーラス)									
厚さ	5cm程度									
試験時の外的環境条件	路面水分量									
作業性 ➤ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み (+10%以上) ○ 同等 (±10%) × 低下 (－10%以上) － 適否判定なし	■従来手法:切取コアによる密度試験(舗装数量40,000㎡ → コア採取40孔とした場合) ※修繕工事の場合、コア抜き・埋戻しに伴う規制が別途必要									
	作業内容		時間		人工	人工 × 時間				
	採取準備(コアカッタ準備、位置出し)		3.0	時間 (180 分)	1人	3.0	時間・人 (180 分・人)			
	コア採取		7.0	時間 (420 分)	1人	7.0	時間・人 (420 分・人)			
	埋戻し(AS混合物による削孔箇所復旧)		6.0	時間 (360 分)	2人	12.0	時間・人 (720 分・人)			
	密度測定(密度結果とりまとめ含む)		5.0	時間 (300 分)	1人	5.0	時間・人 (300 分・人)			
	合計		21.00	時間 (1260 分)		27.0	時間・人 (1620 分・人)			
	■移動式電磁波密度測定(舗装数量40,000㎡とした場合) ※舗設直後に測定するため、修繕工事の場合でも別途規制は不要									
	作業内容		時間		人工	人工 × 時間				
	キャリブレーション用供試体作成		4.0	時間 (240 分)	2人	8.0	時間・人 (480 分・人)			
	事前キャリブレーション		2.0	時間 (120 分)	1人	2.0	時間・人 (120 分・人)			
	測定準備(装置組立、調整)		1.0	時間 (60 分)	1人	1.0	時間・人 (60 分・人)			
	電磁波密度測定		6.0	時間 (360 分)	1人	6.0	時間・人 (360 分・人)			
	合計		13.00	時間 (780 分)		17.0	時間・人 (1020 分・人)			

アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者	鹿島道路株式会社・応用地質株式会社	
技術名	移動式電磁波密度測定装置による面的密度管理	
材料	アスファルト混合物(密粒・ポーラス)	
厚さ	5cm程度	
試験時の外的環境条件	路面水分量	
作業性 ➢ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み (+10%以上) ○ 同等 (±10%) × 低下 (−10%以上) － 適否判定なし	■試験時間による比較 ① 従来手法(切取コアによる密度試験) ⇒計測時間: 21.0時間 ② 提案手法(移動式電磁波密度測定) ⇒計測時間: 13.0時間 提案技術計測時間:13.0[時間]÷従来計測時間:21.0[時間]=0.619 (38%削減) 作業時間比較  ■人工(=時間×人員)による比較 ① 従来手法(切取コアによる密度試験) ⇒計測人工: 27.0時間・人 ② 提案手法(移動式電磁波密度測定) ⇒計測人工: 17.0時間・人 提案技術人工:840[時間・人]÷従来計測人工:1,620[時間・人]=0.630 (37%削減) 人工比較 	事務局評価案
		◎
		提案技術(移動式電磁波密度測定)は、従来手法(切取コアによる密度試験)に対し、作業時間が38%、人工が37%削減する結果となった。 したがって、従来の試験方法に対して作業性が10%以上向上することが見込まれるため、◎の評価とした。

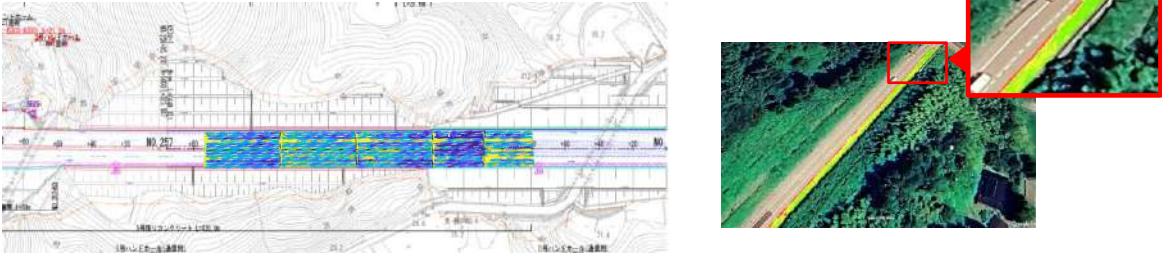
アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者	鹿島道路株式会社・応用地質株式会社
技術名	移動式電磁波密度測定装置による面的密度管理
材料	アスファルト混合物(密粒・ポーラス)
厚さ	5cm程度
試験時の外的環境条件	路面水分量

計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7~1.0) ○ 相関性あり(0.5~0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし(0~0.5未満) - 適否判定なし	①提案手法(移動式電磁波密度測定)および従来手法(切取コア)により得られる空隙率  <table><thead><tr><th></th><th>密粒</th><th>ポーラス</th></tr></thead><tbody><tr><td>平均誤差 (g/cm3)</td><td>0.0015</td><td>-0.0073</td></tr><tr><td>標準偏差 (g/cm3)</td><td>0.0384</td><td>0.0480</td></tr><tr><td>決定係数</td><td>0.6980</td><td>0.8165</td></tr><tr><td>相関係数</td><td>0.8354</td><td>0.9036</td></tr><tr><td>RMSE (g/cm³)</td><td>0.0376</td><td>0.0475</td></tr></tbody></table> 【切取コア密度および電磁波密度による密度の関係】 ②路面における残留水分(タイヤ散水前後の測定値を比較) 密粒 水分影響密度(乾燥状態と散水後の測定値の差)  平均誤差:0.03g/cm3 →締固め度1.3%程度の誤差 密粒:0.03g/cm³以下 ポーラス 水分影響密度(乾燥状態と散水後の測定値の差)  平均誤差:0.02g/cm3 →締固め度1.0%程度の誤差 ポーラス:0.02g/cm³以下 舗設直後の路面残留水分の影響により、締固め度1.0~1.3%以下の誤差が発生する。			密粒	ポーラス	平均誤差 (g/cm3)	0.0015	-0.0073	標準偏差 (g/cm3)	0.0384	0.0480	決定係数	0.6980	0.8165	相関係数	0.8354	0.9036	RMSE (g/cm³)	0.0376	0.0475
	密粒	ポーラス																		
平均誤差 (g/cm3)	0.0015	-0.0073																		
標準偏差 (g/cm3)	0.0384	0.0480																		
決定係数	0.6980	0.8165																		
相関係数	0.8354	0.9036																		
RMSE (g/cm³)	0.0376	0.0475																		

事務局評価案
◎
提案手法(移動式電磁波密度測定)で得られた空隙率と従来手法(切取コア)で得られた空隙率の相関係数は、密粒で0.8354、ポーラスで0.9036と、いずれも強い相関性を確認したため、◎の評価とした。
適用条件 ・残留水分がない状態で計測すること。 ・鋼床版上の舗装にも適用が可能。

アスファルト舗装/舗装後の密度

応募者	鹿島道路株式会社・応用地質株式会社		
技術名	移動式電磁波密度測定装置による面的密度管理		
材料	アスファルト混合物(密粒・ポーラス)		
厚さ	5cm程度		
試験時の外的環境条件	路面水分量		
データ処理格納 ➢ 省力化が期待 ➢ トレーサビリティが確保 ➢ 事後活用を考慮したデータ格納方法が提案	■作業の省力化 従来手法による帳票作成 : 120分 … 切取コア40個分 (代表点管理) 移動式電磁波密度測定による帳票作成※: 0分 (測定と同時に生成) (面的管理) ※面管理の帳票の形式が現時点で定まっていないため、ヒートマップ形式を想定 上記結果より、面的管理を可能とした上で作業の省力化が期待できる。 ■トレーサビリティの確保 ヒートマップ形式で図面および地図・航空写真上へ出力でき、面的に品質管理結果を可視化できる。 したがって、トレーサビリティの確保が期待できる。 ■事後活用を考慮したデータ格納方法 品質管理結果を図面上に重畳することで、以下の活用効果が期待できる。 * 転圧機械搭載型とすることで、局所的な締固め不足や変状のリアルタイム検出が可能となる。 * 道路台帳あるいは道路データプラットフォーム「xROAD」との連携により、舗装修繕計画の効率化が可能となる。		事務局評価案
			省力化 ◎
			トレーサビリティの確保 ◎
			事後活用を考慮したデータ格納方法 ◎
			<省力化> 密度測定と同時に帳票を出力でき、面的管理を可能とした上で作業の省力化が期待できるため、◎と評価した。 <トレーサビリティ> ヒートマップ形式で図面および地図・航空写真上へ出力でき、面的に品質管理状況を確認できることから、◎と評価した。 <事後活用> 事後活用を考慮したデータ格納方法が提案されているため、◎と評価した。

図面への重畳イメージ

省力化が期待 【◎:期待・期待見込み ○:従来と同等 ×:期待されない -:適否の判定なし】
トレーサビリティが確保 【◎:確保・確保見込み ×:確保されない -:適否の判定なし】
事後活用を考慮したデータ格納方法が提案 【◎:提案有り -:適否の判定なし】

表面温度測定装置による アスファルト混合物の面的温度管理

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者名	鹿島道路株式会社
技術名称	表面温度測定装置によるアスファルト混合物の面的温度管理
技術の概要	● 赤外線放射温度測定技術を用いて、アスファルト舗装の温度を管理。 ● 非接触方式であるため、面的で連続的に温度管理することが可能。 ● 舗装範囲全域において、リアルタイムに温度把握することで、混合物の最適温度における適時な締固めが可能となるため、舗装の品質向上を期待。 ● 自動測定が可能となるため、管理業務の省力化、建設機械との近接作業の回避など、技術者の作業環境も改善。

精度確認として確認するのは**初期転圧の温度**とする。
※「品質管理基準及び規格値」では温度測定(初転圧前)規格値**110℃以上**
ただし、従来手法においても初期転圧の温度以外にも自主で管理している。(下記参照)
作業性に関しては、**自主管理している項目を含め、比較検討**とする。※合材到着後から二次転圧後までとする。



図・写真

		合材の温度管理						
		出荷	運搬中	到着	敷きならし (初期転圧前)	初期転圧	仕上転圧	交通開放
従来手法	測定位置	内部温度	×	内部温度	内部温度	内部温度	内部温度	表面温度
	測定方法	適時計測	×	適時計測		← 代表点計測 →		
KSSL	測定位置	内部温度	内部温度	内部温度	表面温度	表面温度	表面温度	表面温度
	測定方法	← 連続 自動計測 →				← 面的 自動計測 →		

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者名	鹿島道路株式会社																																										
技術名称	表面温度測定装置によるアスファルト混合物の面的温度管理																																										
検証方法	◇作業性の検証方法(2現場で実施) 【温度計測時間・計測移動量の実測】 ■ 実測値の比較方法 ・従来手法と本システムを使用した場合 温度管理担当者の作業時間(計測+移動距離)で比較 ◇計測精度の検証方法(2現場+社内検証で実施) 【同一箇所における温度の実測】 ■ 実測値の比較方法 ・同一箇所にて計測した、提案技術(表面温度)と 従来手法(内部温度)の相関性の確認 ◇データ処理・格納の検証方法 【記録作成時間の実測】 ■ 実測値の比較方法 ・1日の舗設完了後に実施する記録(帳票)作成 時間を実測し比較		比較技術と測定イメージ <table><tr><td></td><td>応募技術</td><td>従来手法</td></tr><tr><td></td><td>赤外線放射温度測定装置 (赤外線放射温度計)</td><td>接触型サーミスタ温度計</td></tr><tr><td>測定イメージ</td><td> 弊社技術KSSL活用の場合 情報端末 </td><td></td></tr><tr><td>測定温度</td><td>舗装体の表面温度</td><td>舗装体の内部温度</td></tr></table>				応募技術	従来手法		赤外線放射温度測定装置 (赤外線放射温度計)	接触型サーミスタ温度計	測定イメージ	弊社技術KSSL活用の場合 情報端末 		測定温度	舗装体の表面温度	舗装体の内部温度																										
		応募技術	従来手法																																								
	赤外線放射温度測定装置 (赤外線放射温度計)	接触型サーミスタ温度計																																									
測定イメージ	弊社技術KSSL活用の場合 情報端末 																																										
測定温度	舗装体の表面温度	舗装体の内部温度																																									
	記録作成時間の実測値の比較方法 <table><tr><td></td><td colspan="2">応募技術</td><td colspan="2">従来手法</td></tr><tr><td></td><td colspan="2">赤外線放射温度測定装置</td><td colspan="2">接触型サーミスタ温度計</td></tr><tr><td>帳票データ形式</td><td colspan="2">エクセル形式</td><td colspan="2">エクセル形式</td></tr><tr><td>温度情報 取得方法</td><td><table><tr><td>管理温度</td><td>参照元</td><td>入力方法</td></tr><tr><td>出荷温度</td><td rowspan="5">自動記録 データ ※応募社シ ステム</td><td rowspan="5">自動入力</td></tr><tr><td>到着温度</td></tr><tr><td>敷均し温度</td></tr><tr><td>初期転圧前温度</td></tr><tr><td>二次転圧温度</td></tr></table></td><td><table><tr><td>管理温度</td><td>参照元</td><td>入力方法</td></tr><tr><td>出荷温度</td><td>納品伝票</td><td rowspan="5">手入力</td></tr><tr><td>到着温度</td><td rowspan="4">手記 もしくは画 像データ</td></tr><tr><td>敷均し温度</td></tr><tr><td>初期転圧前温度</td></tr><tr><td>二次転圧温度</td></tr></table></td></tr></table>					応募技術		従来手法			赤外線放射温度測定装置		接触型サーミスタ温度計		帳票データ形式	エクセル形式		エクセル形式		温度情報 取得方法	<table><tr><td>管理温度</td><td>参照元</td><td>入力方法</td></tr><tr><td>出荷温度</td><td rowspan="5">自動記録 データ ※応募社シ ステム</td><td rowspan="5">自動入力</td></tr><tr><td>到着温度</td></tr><tr><td>敷均し温度</td></tr><tr><td>初期転圧前温度</td></tr><tr><td>二次転圧温度</td></tr></table>	管理温度	参照元	入力方法	出荷温度	自動記録 データ ※応募社シ ステム	自動入力	到着温度	敷均し温度	初期転圧前温度	二次転圧温度	<table><tr><td>管理温度</td><td>参照元</td><td>入力方法</td></tr><tr><td>出荷温度</td><td>納品伝票</td><td rowspan="5">手入力</td></tr><tr><td>到着温度</td><td rowspan="4">手記 もしくは画 像データ</td></tr><tr><td>敷均し温度</td></tr><tr><td>初期転圧前温度</td></tr><tr><td>二次転圧温度</td></tr></table>	管理温度	参照元	入力方法	出荷温度	納品伝票	手入力	到着温度	手記 もしくは画 像データ	敷均し温度	初期転圧前温度	二次転圧温度
	応募技術		従来手法																																								
	赤外線放射温度測定装置		接触型サーミスタ温度計																																								
帳票データ形式	エクセル形式		エクセル形式																																								
温度情報 取得方法	<table><tr><td>管理温度</td><td>参照元</td><td>入力方法</td></tr><tr><td>出荷温度</td><td rowspan="5">自動記録 データ ※応募社シ ステム</td><td rowspan="5">自動入力</td></tr><tr><td>到着温度</td></tr><tr><td>敷均し温度</td></tr><tr><td>初期転圧前温度</td></tr><tr><td>二次転圧温度</td></tr></table>	管理温度	参照元	入力方法	出荷温度	自動記録 データ ※応募社シ ステム	自動入力	到着温度	敷均し温度	初期転圧前温度	二次転圧温度	<table><tr><td>管理温度</td><td>参照元</td><td>入力方法</td></tr><tr><td>出荷温度</td><td>納品伝票</td><td rowspan="5">手入力</td></tr><tr><td>到着温度</td><td rowspan="4">手記 もしくは画 像データ</td></tr><tr><td>敷均し温度</td></tr><tr><td>初期転圧前温度</td></tr><tr><td>二次転圧温度</td></tr></table>	管理温度	参照元	入力方法	出荷温度	納品伝票	手入力	到着温度	手記 もしくは画 像データ	敷均し温度	初期転圧前温度	二次転圧温度																				
管理温度	参照元	入力方法																																									
出荷温度	自動記録 データ ※応募社シ ステム	自動入力																																									
到着温度																																											
敷均し温度																																											
初期転圧前温度																																											
二次転圧温度																																											
管理温度	参照元	入力方法																																									
出荷温度	納品伝票	手入力																																									
到着温度	手記 もしくは画 像データ																																										
敷均し温度																																											
初期転圧前温度																																											
二次転圧温度																																											

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者	鹿島道路株式会社
技術名	表面温度測定装置によるアスファルト混合物の面的温度管理
材料	密粒度
厚さ	5cm程度
試験時の外的環境条件	-
作業性	比較条件:【現場③(今年度検証) 施工延長:60m 運搬車両台数:6台】※比較は合材到着後から二次転圧後までとする。 ◆ 移動距離・温度計測時間(施工延長の面積:60mで対比、単純試験時間) ① 従来方法 :到着温度～二次転圧温度まで技術者1名の総移動距離=3,220m 到着温度～二次転圧温度までの温度計測時間=42分 ② 提案技術:到着温度～二次転圧温度まで技術者1名の総移動距離=1,170m 到着温度～二次転圧温度までの温度計測時間=0分(自動計測のため) ■ 温度計測時間の実測方法 ・ウェアラブルカメラを用い、温度計測時間を計測 ・アスファルト混合物運搬車両1台当たりの温度計測に要する時間を管理台数に乗じて総計測時間を算出 ■ 温度計測移動量の実測方法 ・GNSSトラッカーアプリとウェアラブルカメラを使用し、温度計測に要した移動距離を計測。 【期待できる効果】 □ーラに搭載した非接触放射温度計を用いることで、挿入式温度計による計測作業を削減できる。 ウェアラブルカメラ「Ballie by Cam2」 作業状況の撮影と、GNSS位置情報と位置に連動するGPSトラッカー「ルートヒストリー」 移動軌跡情報に記録 ■ 比較データの取得方法 ・従来手法の人工:ウェアラブルカメラの記録から、移動時間を含めた作業時間を求めた。 ※施工延長60mでの試験結果 到着温度 初期転圧温度 二次転圧温度 従来手法 総移動距離=3,220m・人 温度計測時間=42分 提案技術 総移動距離=1,170m・人 温度計測時間=0分 移動距離:64%削減 計測時間:100%削減

7. 1. 2. 検証結果

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者	鹿島道路株式会社
技術名	表面温度測定装置によるアスファルト混合物の面的温度管理
材料	密粒度
厚さ	5cm程度
試験時の外的環境条件	-

作業性

➤ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上

◎ 向上・向上見込み (+10%以上)

○ 同等 (±10%)

× 低下 (-10%以上)

- 適否判定なし

※計測制度で確認している敷き均し時、初期転圧時の他に、到着時の温度と二次転圧時の計測時間が含まれている。

①運搬車両1台当たりの温度計測時間(分/台)

温度計測時間	検証現場① 2023年6月実施		検証現場② 2023年9月実施		検証現場③ 2024年10月実施	
	提案技術	従来手法	提案技術	従来手法	提案技術	従来手法
運搬車両管理台数	4	4	12	12	6	6
温度計測時間計(分)	自動計測	60	自動計測	156	自動計測	42
運搬車両1台当たりの温度計測時間(分/台)	0	15	0	13	0	7
低減効果	▲100%		▲100%		▲100%	

今年度試行

②舗装1時間当たりの移動距離(m/時間) ※総移動距離は温度計測時間以外の作業も含む。

移動距離	検証現場① 2023年6月実施		検証現場② 2023年9月実施		検証現場③ 2024年10月実施	
	提案技術	従来手法	提案技術	従来手法	提案技術	従来手法
施工延長(m)	280	280	640	640	60	60
舗設時間(分)	388	319	354	437	85	117
総移動距離(m)	3,882	7,265	1,720	5,200	1,170	3,220
舗設1時間当たりの移動距離(m/時間)	600	1,366	292	714	826	1,651
低減効果	▲56%		▲59%		▲54%	

今年度試行

上記の検証結果から、提案技術を用いることで計測時間では100%の低減効果が確認、移動距離では54%の低減効果が確認できた。

これにより、温度計測を行うたび担当者は移動していたのが自動計測に変わったことで担当者の移動時間が削減され、負担が軽減される。

また、キャリアレーションや準備時間だがキャリアレーションは実施しておらず表面温度を確認する作業のみとなっている。(確認作業は短時間で終わるため、作業性の検証から除外している)

事務局評価案

◎

従来手法に対し、提案技術の温度計測時間は昨年度に引き続き100%の削減効果があった。また、移動時間の低減効果も昨年度では56%、59%、本年度は54%となっており、昨年度に引き続き5割以上の削減を実現した。

したがって、従来の試験方法による計測時間に対し、作業性が向上していることが見込まれることから◎の評価とした。

アスファルト舗装/舗装時の温度

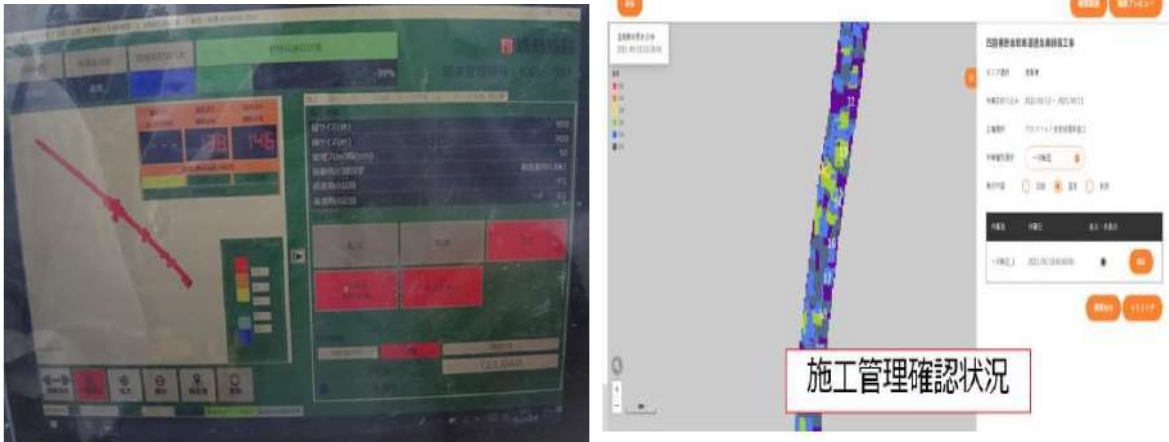
応募者	鹿島道路株式会社		
技術名	表面温度測定装置によるアスファルト混合物の面的温度管理		
材料	密粒度		
厚さ	5cm程度		
試験時の外的環境条件	-		
計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7~1.0) ○ 相関性あり(0.5~0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし(0~0.5未満) - 適否判定なし	■ 敷均し温度の精度 ・全3回の現場実証を実施、相関式に対し概ね近似傾向 ■ 初期転圧前温度の精度 ・現場試行①…相関式に対し、乖離傾向⇒温度センサの設置方法、外的要因が影響している可能性 ・現場試行②…温度センサ設置方法の改良⇒相関式に対し乖離は解消せず、システム測定位置と手動測定位置のズレによるものと推定 ・現場試行③(今年度)…同一位置にて測定 相関式に対し、近似傾向	敷均し温度 : 120℃~150℃ 初期転圧温度 : 110℃~140℃	事務局評価案 ◎ 「現場試行③:敷均し」 相関係数:0.94 「現場試行③:初期転圧」 相関係数:0.95 今年度の現場試行では、いずれも、強い相関性が確認されたため、◎の評価とした。 ※なお、昨年度の現場試行では、相関が低い結果となっており、要因はシステムで測定した表面温度と内部温度との位置のずれが影響していると考えられる。 今年度の現場試行では表面温度と内部温度の差を直接手持ちの温度計で測定し位置のずれ問題を解消している。
	現場実証 推定内部温度と測定内部温度 「現場試行③敷均し」 相関係数:R=0.94 「現場試行③初期転圧」 相関係数:R=0.95	収集した社内データと室内試験結果から、表面温度と内部温度の関係を分析し、現場実証データを用いて分析結果の正当性を確認した。 なお、比較時以下のデータは除外している。 ※1現場実証①初期転圧については、センサー設置改良前のデータ ※2内部温度<表面温度となっていた測定データ ⇒従来手法と提案技術の測定位置や測定タイミングのズレが原因と推定	

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者	鹿島道路株式会社		
技術名	表面温度測定装置によるアスファルト混合物の面的温度管理		
材料	密粒度		
厚さ	5cm程度		
試験時の外的環境条件	-		
データ処理格納 ➢ 省力化が期待 ➢ トレーサビリティが確保 ➢ 事後活用を考慮したデータ格納方法が提案	■データ処理・格納の実測値 ※3現場の平均施工面積2,900㎡とし、検討を行った。 ※施工延長500m,640m,60mでの試験結果の平均		事務局評価案
	従来手法		省力化 ◎
	提案技術		トレーサビリティの確保 ◎
	・従来手法に対し約57%の省力化を確認。		事後活用を考慮したデータ格納方法 —

省力化が期待 【◎:期待・期待見込み ○:従来と同等 ×:期待されない -:適否の判定なし】
トレーサビリティが確保 【◎:確保・確保見込み ×:確保されない -:適否の判定なし】
事後活用を考慮したデータ格納方法が提案 【◎:提案有り -:適否の判定なし】

アスファルト舗装/舗装時の温度

応募者	鹿島道路株式会社								
技術名	表面温度測定装置によるアスファルト混合物の面的温度管理								
材料	密粒度								
厚さ	5cm程度								
試験時の外的環境条件	-								
データ処理格納 ➢ 省力化が期待 ➢ トレーサビリティが確保 ➢ 事後活用を考慮したデータ格納方法が提案	■トレーサビリティの確保  赤外線放射温度測定技術による非接触温度計にて温度を取得することで、施工と並行した温度記録情報の整理が可能となり、施工後の整理作業を大幅に低減することができる 舗装範囲全域において、リアルタイムに温度把握可能であるためトレーサビリティも確保		事務局評価案 <table><tr><td>省力化</td><td>◎</td></tr><tr><td>トレーサビリティの確保</td><td>◎</td></tr><tr><td>事後活用を考慮したデータ格納方法</td><td>—</td></tr></table>	省力化	◎	トレーサビリティの確保	◎	事後活用を考慮したデータ格納方法	—
	省力化	◎							
	トレーサビリティの確保	◎							
	事後活用を考慮したデータ格納方法	—							
			<トレーサビリティ> 舗装範囲全域においてリアルタイムに温度把握可能であるため、◎とした。						
		<事後活用> ・将来的には提案者より提案頂くが、現在検討中のため、—とした。							

省力化が期待 【◎:期待・期待見込み ○:従来と同等 ×:期待されない -:適否の判定なし】
トレーサビリティが確保 【◎:確保・確保見込み ×:確保されない -:適否の判定なし】
事後活用を考慮したデータ格納方法が提案 【◎:提案有り -:適否の判定なし】

プルフロ・i

下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者名	株式会社NIPPO
技術名称	プルフロ・i
技術の概要	- 従来、判定員の目視により実施されていたプルフローリング試験を、3次元カメラに代替しデジタル化したシステムで、地盤の変形量を数値化し、良否を自動で判定。 - 判定結果は、荷重車の位置情報と共にリアルタイムでクラウドへアップロードされ、遠隔地でもブラウザ上で変形量の程度により色分けされたヒートマップが地図アプリから確認可能。

システム構成図

現場

■ 荷重車に取付けた3次元カメラで地盤の変形を計測

GNSSアンテナ

LTEドングル

制御BOXとモニタ

3次元カメラ

荷重車

CLOUD

監督員(遠隔確認)

■ 地図上に走行軌跡と判定結果を表示

判定結果を共有

現場事務所

■ 判定結果を自動で帳票に添付

通過前

3次元カメラ

C1

C2

P点

進行方向

通過中

3次元カメラ

C3

C4

P点

進行方向

● たわみ計測の計算式： $(C1-C2)-(C3-C4)$

・ 変形がなければ差分は生じない

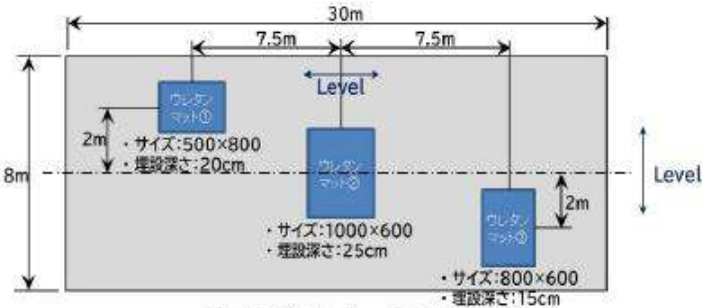
・ 変形が起これば差分が生じる

図・写真

立花洋平、駒坂翼、門田誠也、相田尚：働き方を変革するプルフローリング試験のデジタルイゼーション、第23回舗装技術に関する検証論文

下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者名	株式会社NIPPO
技術名称	プルフロ・i
検証方法	作業性の検証方法 1) 図1に示す検証ヤード内にて、従来方法(目視での観察)によるプルフローリングを実施し、人員数、作業時間を計測 2) プルフロ・iで当該試験を実施し、人員数、作業時間を計測 3) 1)および2)で得られた計測値から人工を算出し比較 計測精度の検証方法 1) 従来方法との比較 ①変形しない地盤(写真2参照) ・ 供用中の構内道路(舗装盤上)を使用し、従来方法とプルフロ・i共に良判定であることを確認 ②変形する地盤(図1・写真1参照) ・ 検証ヤードで不良判定の位置を従来方法とプルフロ・iで比較 2) 変形量の比較(写真3参照) ① 自動追尾トータルステーション(TS)を使用し、荷重車の走行荷重による地盤の変形量を計測する ② プルフロ・iでの計測による変形量を地図アプリから確認し、自動追尾TSでの計測値と比較する 3) 計測の再現性(写真4参照) ①プルフロ・iのスプレー装置(不良箇所自動マーキング)が同じ箇所で作動するか確認 ② web上で計測結果を表示する地図アプリにアクセスし、同程度の変形量か確認 データ処理・格納の検証方法 1) 従来方法とプルフロ・iで試験に関連する記録方法を確認 ・ 現場での試験状況の記録 ・ 試験結果の記録 ・ 結果まとめ(帳票作成) 2) 上記記録について、トレーサビリティ、エビデンスとしての信頼性、帳票作成における作業性を比較



【図1 検証ヤード配置図】



【写真1 ウレタンマット】



【写真2 舗装盤上での計測】



【写真4 スプレー装置】



【写真3 自動追尾TSによる変形量の計測】



下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者	株式会社NIPPO
技術名	プルフロ・i
材料	路盤材(RC40)
厚さ	－
含水比	－
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下
作業性 ➤ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み (+10%以上) ○ 同等 (±10%) × 低下 (－10%以上) － 適否判定なし	1) 試験時間 (検証ヤードの面積: 240㎡で対比、単純試験時間) ① 従来方法 : 従来方法は4レーンを荷重車とともに目視観察する(観察者3名、記録1名) 延長30m×4レーン(8m)分=240sec ② 提案技術: プルフロ・iは4レーンを荷重車とともにシステムの管理者1名にて実施 延長30m×4レーン(8m)分 =160sec 2) 人工による比較 (時間 × 人員) ① 従来方法 : 240sec × 5名 =1200 sec・人 → 20 min・人 ② プルフロ・i : 160sec × 2名 = 320 sec・人 → 5.5 min・人 以上より、70%の人工を削減できる。 プルフロ・iではシステムの取付けやキャリブレーションの時間(2名で30分程度)が必要であるが、従来方法では現場までの移動に掛かる時間があるため、それらを考慮すると更に試験人工の削減率が上がる。 また、従来方法は荷重車の直近後方で目視観察をする必要があることから観察者と荷重車が接触する危険性が高いが、提案技術では、システム管理者は荷重車から離れた位置でシステムの動作確認を行うことから安全性が高いことも確認。  【写真5 従来手法】 【写真6 提案技術】

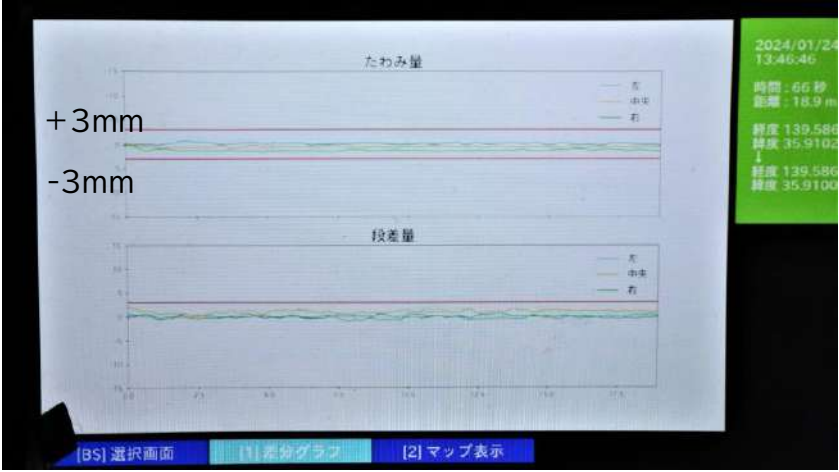
下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者	株式会社NIPPO
技術名	プルフロ・i
材料	路盤材(RC40)
厚さ	—
含水比	—

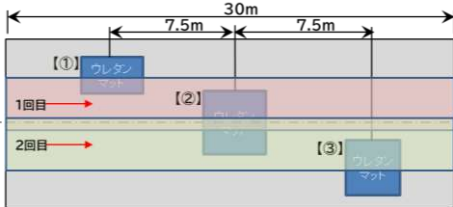
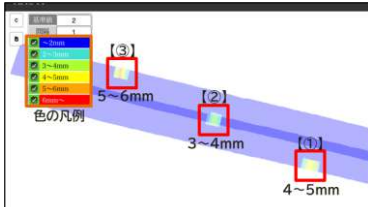
試験時の外的環境条件 携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下

作業性 ➤ 従来の試験方法による計測時間と同等または向上 ◎ 向上・向上見込み (+10%以上) ○ 同等 (±10%) × 低下 (-10%以上) - 適否判定なし	作業フローの比較 240sec×5名=1200sec・人 従来方法 プルフロ・i 2名で約30分程度 160sec×2名=320sec・人 作業時間で3割削減、人工にして7割削減 ※数値は240㎡での試験結果 上記項目以外の増減 増:× 減:○ ×:プルフロ・iではシステムの取付けやキャリブレーションの時間が必要である。 ○:従来方法では現場までの移動時間が必要(所要の計測要員)である。	事務局評価案 ◎ 人工による比較では、従来方法が1人換算で20分に対し、提案技術は1人換算で5.5分という結果となり、70%の人工の削減を確認。 従来方法は状況写真撮影や不良箇所へのマーキング、野帳への記録などの作業手間が発生していることが確認された。 したがって、従来の試験方法に対し、作業性が向上していることが見込まれるため◎の評価とした。

下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者	株式会社NIPPO
技術名	プルフロ・i
材料	路盤材(RC40)
厚さ	—
含水比	—
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下
計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7~1.0) ○ 相関性あり(0.5~0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし(0~0.5未満) — 適否判定なし	1) - 1 変形しない地盤(舗装盤上での計測) → プルフロ・iの計測結果が変形のないことを確認する。  ● 変形が起こると波形のグラフとなるが、直線に近いグラフであり、変形がない状態である ● グラフ中の上下にある赤い直線は不良判定の基準値(±3mm) ● 計測結果では±1.5mm以内 【プルフロ・iの計測結果グラフ】 【結果】 ・ 目視観察での判定およびプルフロ・i による判定ともに、変形は確認されず良判定であった

下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者	株式会社NIPPO																		
技術名	プルフロ・i																		
材料	路盤材(RC40)																		
厚さ	-																		
含水比	-																		
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下																		
計測精度 ➤ 従来技術で得られる結果との相関性が認められる ◎ 従来と同等以上の精度または強い相関性(0.7~1.0) ○ 相関性あり(0.5~0.7未満) × 弱い相関性・相関性なし(0~0.5未満) - 適否判定なし	1)ー2 変形する地盤 →図1に示す位置で荷重車を走行させ、プルフロ・iの計測結果が変形のあることを確認する。 2) 変形量の比較 →自動追尾TSによる変形量(図2)とプルフロ・iによる変形量(図3)の比較。(複数回計測の結果:最小~最大)		事務局評価案 ◎ 変形しない地盤で計測を行った場合、両技術とも良判定の結果が得られた。 変形する地盤で計測を行った場合、目視では①③の変形を確認できなかったが、提案技術では①②③全ての箇所で変形を確認できた。 変形量の比較でもTSによる計測精度とほぼ同等であることを確認。 したがって、従来と同等以上の計測精度であることが見込まれるため◎の評価とした。																
	<table><tr><td></td><td>目視観察(変形の有無)</td><td>自動追尾TS(変形量)</td><td>プルフロ・i(変形量)</td></tr><tr><td>①</td><td>× 目視では変形無し</td><td>4mm</td><td>4~5mm</td></tr><tr><td>②</td><td>○ 目視では変形有りと判断</td><td>3~4mm</td><td>3~4mm</td></tr><tr><td>③</td><td>× 目視では変形無し</td><td>3~5mm</td><td>5~6mm</td></tr></table> ・目視観察では②の箇所のみ変形を確認できたが、①および③の箇所は変形を確認できなかった。 ・プルフロ・iでの計測では、3箇所とも変形を確認できた。 ・上記より、自動追尾TSの変形量を真値とした場合、目視観察では最低3mmの変位を確認することができた。 プルフロ・iの計測結果(図3)では3mm以上の変位があった箇所を色分けで示している。 ・上記より、プルフロ・i による変形量の計測値は自動追尾TSによる計測とほぼ同等である。 ※ プリズムの設置位置や荷重車の走行位置、ウレタンマットの状況などの影響で変形量及び計測値にバラつきが生じたと考える。				目視観察(変形の有無)	自動追尾TS(変形量)	プルフロ・i(変形量)	①	× 目視では変形無し	4mm	4~5mm	②	○ 目視では変形有りと判断	3~4mm	3~4mm	③	× 目視では変形無し	3~5mm	5~6mm
		目視観察(変形の有無)		自動追尾TS(変形量)	プルフロ・i(変形量)														
	①	× 目視では変形無し		4mm	4~5mm														
	②	○ 目視では変形有りと判断		3~4mm	3~4mm														
③	× 目視では変形無し	3~5mm	5~6mm																
																			
																			
																			
【図1 検証における荷重車の走行位置】 【図2 自動追尾TSによる変形量の計測】 【図3 地図アプリの結果表示】																			

下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者	株式会社NIPPO								
技術名	プルフロ・i								
材料	路盤材(RC40)								
厚さ	—								
含水比	—								
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下								
データ処理格納 ➢ 省力化が期待 ➢ トレーサビリティが確保 ➢ 事後活用を考慮したデータ格納方法が提案	地図アプリ上にヒートマップを表示  出力ボタンをクリック  エグセルの報告書様式に自動添付  ※地図アプリは国土地理院の地図を使用		事務局評価案 <table><tr><td>省力化</td><td>◎</td></tr><tr><td>トレーサビリティの確保</td><td>◎</td></tr><tr><td>事後活用を考慮したデータ格納方法</td><td>◎</td></tr></table> 自動マーキングおよび試験結果の自動記録、試験結果報告書の結果図の作成を自動化することにより、省力化が期待できるため◎の評価とした。 また、従来方法の状況写真に対し、プルフロ・iはGNSSで得られる位置情報を基にした試験結果であり、トレーサビリティを確保することができるため◎の評価とした。	省力化	◎	トレーサビリティの確保	◎	事後活用を考慮したデータ格納方法	◎
	省力化	◎							
	トレーサビリティの確保	◎							
	事後活用を考慮したデータ格納方法	◎							

下層路盤/締固め後のたわみ量

応募者	株式会社NIPPO		
技術名	プルフロ・i		
材料	路盤材(RC40)		
厚さ	－		
含水比	－		
試験時の外的環境条件	携帯電話通信圏内/GNSS受信環境下		
データ処理格納 ➢ 省力化が期待 ➢ トレーサビリティが確保 ➢ 事後活用を考慮したデータ格納方法が提案	【事後活用を考慮したデータ格納方法】 ・ クラウド上にアップロードされた試験結果のデータは、意図的に消去しない限り、半永久的に保存されたため、施工箇所を供用後に発生した舗装の破損状況と当時のプルーフローリングの状況を比較することが可能である。 ・ また、国土地理院の地図が更新される前に結果のヒートマップを出力しておけば、施工当時の地形なども把握することが可能である。 (例えば、谷部の盛土区間だったとか、元地盤は田畑や河川、港湾の埋立地である等々)	事務局評価案	
		省力化	◎
		トレーサビリティの確保	◎
		事後活用を考慮したデータ格納方法	◎
		事後活用を考慮したデータ格納方法が提案されているため◎の評価とした。 ただし、赤枠箇所については、応募者と「下層路盤/締固め後のたわみ量」という品質管理手法の提案に関して、今後意見交換する必要がある。	

省力化が期待 【◎:期待・期待見込み ○:従来と同等 ×:期待されない －:適否の判定なし】
トレーサビリティが確保 【◎:確保・確保見込み ×:確保されない －:適否の判定なし】
事後活用を考慮したデータ格納方法が提案 【◎:提案有り －:適否の判定なし】