令和４年度の取組 第6回WG（R4.10.5）

●PAS事例集の公表

●現場作業者支援技術に関する調査・検討

１．作業員の動態把握や体調管理を行う技術

① ICT施工に代表される建設施工機械のデータ化と同様に、作業員の動態（位置、作業状況等）についてもデータ化・見える化することにより、建設現場全体の生産性向上や安全性向上が期待される。

② 作業員の体調データを把握することで、熱中症予防などの活用も期待される。

２．　視覚拡張技術を用いた現場作業の支援を行う技術

③ 現場の現実空間上に熟練者の施工手順や作業手順を可視化することにより、新規入職者等熟練度の低い作業者を支援することで、技術継承や生産性向上が期待される。

④ 現場の現実空間上に３Ｄ設計データを重ねて可視化することにより、現場での位置出しを省略することで、生産性向上が期待される。

PAS事例集の公表

作業員の身体負荷を軽減させる技術

・パワーアシストスーツの早期現場実装に向けて検討

✓ 公募に応募があった23種のパワーアシストスーツについて10工種で実施した現場検証結果をとりまとめた事例集の公表

機器または技術名称	ワーキングアシストAS			メーカ	ダイヤ工業株式会社
機器概要		タイプ	パッシブ	形態	身体フィット型
		助力素材又は動力	ゴム	重量	0.53kg
		適用サイズ	XL：胸囲、ウエスト 95~115 cm L：胸囲、ウエスト 80~100 cm M：胸囲、ウエスト 70~85 cm	防水性能	IP試験は実施していないが、電気部品がないため濡れても問題ない
				防塵性能	IP試験は実施していないが、電気部品がないため粉塵は問題ない

・大手建設会社と共同開発。
・作業員が前かがみの掘削姿勢を採りスコップで土砂をすくおうとすると背面の生地と肩腕ゴムベルトが伸び、逆に土砂をすくい上げる際には両方の生地が縮もうとすることでアシスト力を発揮し作業負荷を軽減します。
・腰回りのベルトは腰を固定できる骨盤コルセット機能も備えており、作業姿勢を安定させ、腰痛の発生を防止します。

活用場面など	部位	固定位置	助力部位	助力動作の特徴（図示と解説）
・農業では、重量物の持ち上げ、手掘り作業など。 ・製造では、重量物の持ち上げ、腰の高さよりも上に対象物を持ち上げる作業など。 ＜建設現場関連＞ ・スコップを使った掘削作業、建材の持ち上げなどで採用実績。鉄道関係も多い。	手（指先）	無し	無し	たすき掛けした肩腕ゴムベルトを引っ張ることで腕を持ち上げるアシストが機能します。腕を伸ばすと肩腕ベルトが伸び、ゴムの反発力で作業負荷を軽減します。またコルセット機能で本体背部が中心に寄り腰を固定し姿勢をサポートします。
	腕	○	○	
	肩	○	○	
	腰（又は腹部）	○	○	
	脚	無し	無し	
	ふくらはぎ	無し	無し	
	その他	無し	無し	

最大助力（数値記載）	ー（表記なし）		
連続しての助力持続時間（分）	無動力のため、連続して使用可能		
調達方法	販売のみ	（特記）	
販売価格（税込み）	33,000円	（特記）	
レンタル価格（税込み）	-	（特記）	
装備との併用 装具用腰ベルト	併用は不可	（特記）	
装備との併用 安全帯	併用可能見込み（未検証）	HP	https://www.daiyak.co.jp/product/detail/?id=881

□ **工種概要と作業の特徴**
- 護岸工事として不定形の自然砕石を垂直相当の壁に積上げ。
- 足元に下並べした10~20kg程度の石材を腰や胸の高さまで持上げた後に積上げ。
- 配石判断は積上げ安定性、出来栄えの面で経験が必要。
- 並べ時の持上げ、下げ時に腰や腕に負担。
- 不定形物の握りと放しの連続で握力にも負担。

◆ 石材持上げ時に肘を曲げる方向に助力が働くことで、持ち上げやすく、けがのリスクも低減（パッシブ）

◆ 狭い足場での移動時に、腰ベルトが、手すりのクランプに引っかかる（パッシブ）

■ **装着者からのコメント一例**
●パッシブ（50歳代、経験11年）
- 石材を運ぶ際に、腕の助力によって肘が伸び切りにくくなることから、けがのリスクが減ると思う
- 助力不要な動作時には助力が邪魔になる
- 助力がオンオフ切替できるとよい

◆ 持上げ以外の動作では、助力が逆に妨げになる（パッシブ）

パッシブ

パッシブ

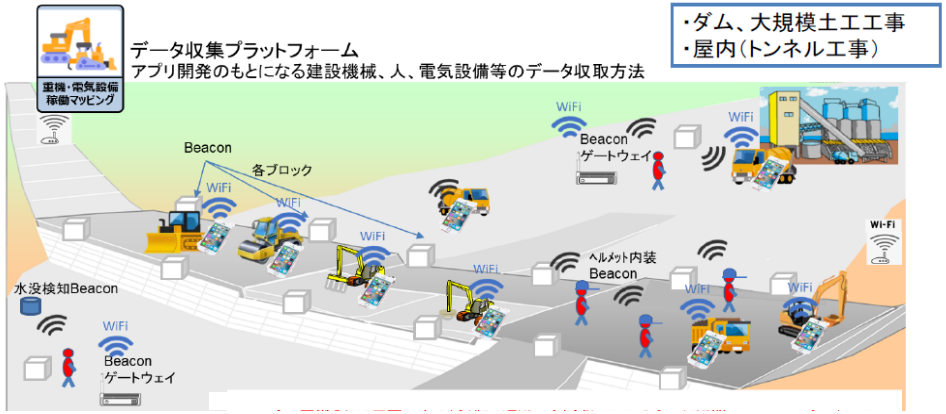
パッシブ

▶女性参入や作業者の高齢化が進む中で建設現場でのニーズは引き続き高い

現場作業者支援技術に関する調査・検討結果

国土交通省

1．作業員の動態把握や体調管理を行う技術	
①作業員の動態（位置、作業状況等）のデータ化・見える化	
目　的	・作業員の位置や作業状況をデータ化・見える化することで、建設現場全体の生産性向上や安全性向上
調査方法	・ヒアリング（建設会社、メーカー等5社） ・Web及び展示会における調査（建設会社、メーカー、ベンダー、研究機関など）
調査結果	・デバイスには腕時計型、ヘルメット装着型、スマートホン、その他装着型小型端末等がある。 ・位置把握方法はGNSS、現場に設置したビーコンのゲートウェイなどがある。 ・作業員の動態の把握及び可視化技術は実用化済みであり、「安全対策」や「進捗管理」には活用されている。 ・しかし把握した動態の「生産性向上」への活用方法が確立されておらず、生産性向上効果が明確となっていない。 ・作業員へのデバイス装着、現場での通信等システム整備、運用等に手間と費用が掛かるため、ダムやトンネルなど大型工事での活用例が多い。
考　察	データの取得、可視化技術は確立されているため、蓄積された動態データを生産性向上に活用できる技術の開発（例えば、AIによるデータの分析等）が待たれる。



位置データ取得方法イメージ（大成建設）

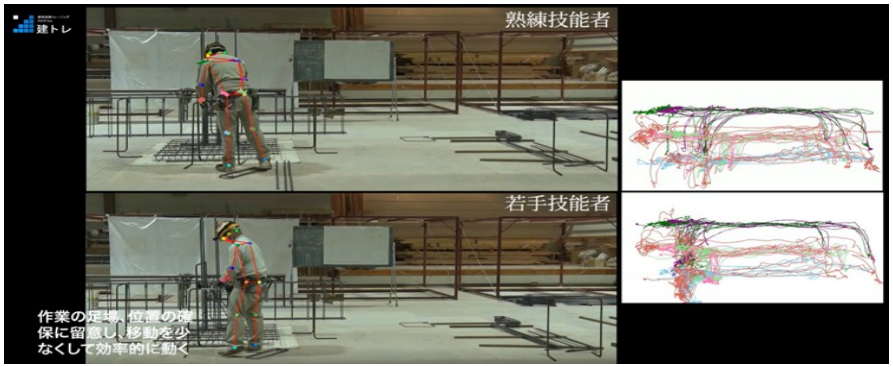
現場作業者支援技術に関する調査・検討結果

1．作業員の動態把握や体調管理を行う技術	
②作業員の体調データを把握	
目　的	・作業員の体調データを把握することで、傷病発生の予防や発生時の検知・通報し、作業員の安全を確保 ・作業員の負担低減策検討の際の高負荷作業の把握
調査方法	・ヒアリング（建設会社、メーカー等5社） ・Web及び展示会における調査（建設会社、メーカー、ベンダー、研究機関など）
調査結果	・デバイスには腕時計型、ヘルメット装着型、スマートホン、その他装着型小型端末等がある。 ・各種デバイスが開発済みで、一部の大手建設会社やメーカーで現場実証が行われており、作業者の安全意識の向上や熱中症患者の予防などの効果が確認されている。 ・熱中症等体調不良の検知アルゴリズムや、転倒等を検知技術は各社で開発されている。 ・デバイスの購入・リース、現場内通信環境の整備、通信料等の費用負担に対する経済的メリットが明確になっていない。 ・作業負荷の見える化により、機械化やPAS導入対象とすべき作業の選別に利用できる。 技術具体例：リストバンド型（ユビテック） (https://www.ubiteq.co.jp/service_product/workmate/) 技術具体例：ヘルメット装着型（村田製作所） (https://solution.murata.com/ja-jp/service/wms/?excid=jp_li-p_gl_xxx_wms-dl-3_202301&gclid=EAIaIQobChMI0NHjopvY_QIVQaSWCh22_gs9EAAYASAAEgK8l_D_BwE)
考　察	・　労働環境や安全の向上により生産性向上に寄与することが期待される。 ・　取得した情報を直接的に生産性向上に活用する技術の開発が待たれる。

現場作業者支援技術に関する調査・検討結果

国土交通省

2. 視覚拡張技術を用いた現場作業の支援を行う技術	
③現実空間上に熟練者の施工手順や作業手順を可視化	
目　的	・新規入職者等熟練度の低い作業者を支援することで、技術継承を図る
調査方法	・Web、及び展示会での調査 （行政機関、建設会社、メーカー、ベンダーなど）
調査結果	・取得したデータを分析して未習熟者との違いを示すような動画教材がある。 ・ベンダー各社が開発したXR技術や人間の動作をデータ化する技術は数多く存在するが、体験型の教育用VRシステムや視聴教材、遠隔臨場以外での活用や導入がない。 ・遠隔臨場以外に実現場の様々な状況に応じて指導が可能な技術は存在していない。
考　察	熟練者の暗黙知を文字ではなく視覚的な形式知に展開し、現場作業時に指導・支援する技術の開発されることで、未習熟技術者の技能力向上の迅速化が図られ、作業効率向上も期待できる。 一方、開発が進まない理由として、現場作業を対象とした場合、作業が多岐にわたるため、開発対象を絞り込むことが難しいことが考えられる。



鉄筋工の身体の動きをモーションキャプチャで分析した例（建トレ）
建トレ（建設技能トレーニングシステム:国交省）デジタル教材ライブラリー (kentore.jp)

※建設作業の動作の見本を提示する機能はあるが、現実空間上で動作を表示する機能はない。

現場作業者支援技術に関する調査・検討結果

2. 視覚拡張技術を用いた現場作業の支援を行う技術	
④現実空間上に3D設計データを重ねて可視化	
目　的	・現場での位置出しを省略することで時間短縮を図る
調査方法	・ヒアリング（建設会社、メーカー等4社）
調査結果	・市販されているXRグラス（MRグラス）の位置精度は現場作業で必要な精度（ミリ単位）を満たさないため、普及が進んでいない。 ・デバイスの精度に依存するため、デバイスの新製品での精度向上待ちとなっている面もある。 ・トータルステーション（測量機器）とXRグラスの組合せにより、精度向上が可能である。 ・高価なXRグラスの購入・リース、通信環境の整備に関する費用を要する。 ・XRグラスの装着を作業員が嫌がる場合や、グラスを装着していない人は情報が共有できないなどの課題がある。
考　察	位置精度の問題が解決すれば、準備作業を削減することができ、省人化や作業効率向上が期待できるが、現状では2種類以上の機器を用いるため作業が煩雑となる。

MRグラスを利用した側溝据付作業の例（大林組提供）