

「ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会」

作業部会（WG）検討結果中間報告

平成30年2月

建設業労働災害防止協会



## 目次

1. 作業部会の設置	1
(1) 作業部会 (WG) 設置の目的	1
(2) 作業部会 (WG) 委員名簿	1
(3) 作業部会 (WG) での検討経緯	2
2. ICT 事例の収集と整理の方法に関する検討	3
(1) 分類と整理の方法の予備チェック	3
(2) 整理項目の修正案	3
(3) 今後の事例収集の方法について	3
3. WG で収集した ICT 事例	4
4. まとめ	18



## 1. 作業部会の設置

### (1) 作業部会（WG）設置の目的

「ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会」からの命により、本委員会の委員である玉手委員を座長とした作業部会（WG）を「ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会」の下に設置し、ICT を活用した労働災害防止対策に有効な事例等の収集を行う。

### (2) 作業部会（WG）委員名簿

#### 委員名簿

座長	玉手 聡	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 研究推進・国際センター（併）建設安全研究グループ 首席研究員
委員	松村 秀雄	キャタピラー・ジャパン合同会社 コンストラクション デジタル&テクノロジー ICT 担当部長
//	石橋 昌樹	コマツ スマートコンストラクション推進本部 事業企画部 企画グループ 主査
//	伊藤 勝啓	清水建設株式会社 安全環境本部 本部長
//	森川 直洋	株式会社大林組 建築本部 本部長室 担当部長

（順不同 敬称略）

### (3) 作業部会（WG）での検討経緯

- 第2回作業部会（WG）

日時 平成29年10月2日（月） 13:30～

場所 TKP 田町カンファレンスセンター地下1階カンファレンスルーム B1C

議事

- 1) ICT を活用した事例収集の方針について
- 2) ICT を活用した事例について（委員提供）
- 3) その他

- 配付資料

資料No.2-1 事例収集方針（案）について

資料No.2-2 玉手座長提供資料 1

資料No.2-3 玉手座長提供資料 2

資料No.2-4 伊藤委員提供資料 1

資料No.2-5 伊藤委員提供資料 2

資料No.2-6 森川委員提供資料

資料No.2-7 石橋委員提供資料

資料No.2-8 松村委員提供資料

参考資料 合同委員会終了後 打合せ

追加資料1 安全のための地耐力調査と斜面計測の紹介（玉手座長提供）

追加資料2 土木学会論文集 C（地圏工学）「施行時斜面における浅い部分のせん断ひずみ計測による崩壊監視の検討」（玉手座長提供）

- 第3回 作業部会（WG）

日時 平成29年12月7日（木） 15:00～

場所 TKP 田町カンファレンスセンター地下1階 カンファレンスルーム B1B

議事

- 1) ICT 活用事例の整理について
- 2) 本委員会への報告について
- 3) スケジュールについて
- 4) その他

- 配付資料

資料No.3-1 第2回委員会議事要旨（案）

資料No.3-2 労働災害等発生要因別 ICT 活用事例及び開発が望まれる ICT 一覧表  
（イメージ）

資料No.3-3 ICT 活用事例一覧

参考資料 スケジュール

## 2. ICT 事例の収集と整理の方法に関する検討

### (1) 分類と整理の方法の予備チェック

ICT 事例の収集と整理の方法を確認するため、WG メンバで以下のように記入作業を行った(予備チェック)。

- ① WG メンバが所属する機関の ICT 事例を「新技術」という観点で幅広く収集し、各項目に記入した(整理してみた)。
- ② その整理では、資料 No.2-4「労働災害発生要因別 ICT 活用事例及び開発が望まれる ICT 一覧表(イメージ)」に従って行った。
- ③ 具体的には、1つの事例について、「検討対象」、「想定される労働災害の種類」、「具体的な労働災害事例」、「ICT の活用が望まれる理由」、「ICT を活用した現時点での対応」、「活用分類」、「ICT 活用に対する問題点」、「今後の望まれる対応」の8項目に記入を行った。その他、メリット及び残留リスクについても情報を収集した。

### (2) 整理項目の修正案

各委員が整理してみた感想を議論し、以下のような修正案をまとめた。

- ① 分類する分野(大分類)は「危険作業対策」、「有害作業対策」、「メンタルヘルス職場環境対策」の3つとし、各分野では整理項目(中分類)として「想定される災害」、「ICT」、「残留リスク」を設ける。
- ② 次の小項目(小分類)では名称が類似したり内容が重複しないようにする。元の様式では「ICT」「活用」「対応」といった用語が重複していた。
- ③ 「問題点」や「残留リスク」などマイナスなイメージの部分は記入しづらい場合もある。その際は企業名を伏せることを検討してはどうか。
- ④ 開発の背景、目的、期待される効果などは比較的記入しやすいため、小分類の項目に反映させる。
- ⑤ 「災害事例」に加えて関連するタグ(キーワード)を追加しておくことで検索が容易となる。そのため、中分類「想定される災害」の中に設けた小分類には「災害事例」に加えて「事故の型」「起因物」を設けた。「事故の型」や「起因物」とは厚生労働省や建災防が災害事例の分類に用いているものであり、この部分は事務局側で記入する。
- ⑥ 小分類「適用工事・作業」の項目は複数記入できるよう欄の数を増やす。

### (3) 今後の事例収集の方法について

- ① 各委員の所属会社での事例を提供いただくところから事例収集を開始する。その他の事例については、委員会で協議のうえ、インターネット、新聞等の媒体を活用し収集を行う。
- ② 団体等へ収集調査の一部を協力依頼する。

### 3. WGで収集したICT事例

WGメンバが所属する機関から収集したICT事例を修正案に従って再整理した。表1にその件数と内訳を示す。収集された事例は計51件であり、その内訳では「車両系建設機械作業」に関するものが最も多く25件であった。

さらに収集した事例は別紙「労働災害防止等に有効なICT一覧」のようにまとめた。

表1 収集した事例の件数と内訳

危険作業対策	1	災害復旧工事	1件
	2	斜面掘削工事	2件
	3	トンネル切羽作業	4件
	4	解体工事	1件
	5	橋梁点検作業	0件
	6	外壁点検作業	1件
	7	水中点検作業	1件
	8	車両系建設機械作業	25件
	9	軟弱地盤工事	2件
	10	現場溶接	1件
	11	その他危険作業	0件
有害業務対策	12	熱中症	2件
	13	アスベスト（石綿）	2件
	14	酸欠・硫化水素	0件
	15	粉じん	0件
	16	化学物質	1件
	17	振動	1件
	18	高気圧	0件
	19	騒音作業	2件
	20	その他有害業務	0件
メンタルヘルス・ 職場環境改善対策	21	生産性の向上	2件
	22	教育・訓練の充実	0件
	23	不安全行動の抑止	1件
	24	苦渋反復作業の解消	2件
計			51件

# 労働災害防止等に有効なICTを活用した事例一覧

## 1.危険作業対策

対象 (従来の対策では本質安全化の実現が難しい作業等)	想定される災害				ICT						残留リスク		開発企業等	詳細情報	備考		
	起因物	事故の型	事例等	登録番号	名称	適用工事・作業	活用分類	概要・特徴	使用方法	効果	使用上の留意	リスク	今後の展望			問合せ先	
1 災害復旧工事	地山、岩石	崩壊、倒壊	右岸側の橋の上方の斜面より落石があり、現場監視のため、橋を通行止めにして自動車止め、右岸側の同斜面の落石状況を確認していたところ、土砂崩壊によりアンカーが外れ、橋桁が崩落し橋の上の被災者2名が、河川に墜落した。	1	ポータブルサイフォン	天然ダム等の緊急排水作業	無人化、省人化	豪雨や地震による崩落土砂が河川を閉塞して形成された天然ダムから緊急排水する技術である。人力のみで迅速かつ容易に設置することが可能である。サイフォンの原理によって排水するので燃料が不要であり、連続排水が可能である。運用時は装置の自動運転及び排水状況の遠隔監視が可能である。	災害直後、周辺道路が寸断されて、重機や排水ポンプ車を天然ダムに搬入できないような緊急対応時に、人力で設置して使用する。	天然ダム上流の浸水被害を回避できる。天然ダム決壊に伴う下流域への土石流発生を回避できる。重機に起因する災害リスクがない。運用期間中の労働災害リスクがない。	吸い上げ揚程は最大7mである。	装置の調達に時間を要した場合、緊急対応に遅れが生じ、浸水リスク、土石流発生リスクが高まる。	河川管理者へ働きかけて、全国各地の防災拠点に装置を配備していただき、緊急排水開始までの時間を短縮する。	株式会社大林組	<a href="#">リンク</a>		
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ				砂防工事											
	掘削用機械	墜落、転落															
	掘削用機械	転倒															
2 斜面掘削工事	地山、岩石	崩壊、倒壊	斜面下方においてドラグ・ショベルを使用してダンブに積み込む作業を行っていたところ、その斜面の土砂が突然崩れて、被災者の乗っていたドラグ・ショベルと土砂を積み込んでいたダンブが崩れた土砂により横倒し、ドラグ・ショベルは土砂に埋まった。ドラグ・ショベルの運転手は約2時間半後に救出されたものの死亡していた。	2	土砂崩壊の簡易危険検出システム		機械センシング	工事中の斜面において土砂崩壊の危険を監視する装置である。具体的には、簡易センサーの「表層ひずみ棒」(以下、MPSと言う)を斜面に設置し、地中内で微増するせん断ひずみを計測する。これは、土の変形が「止まっている」のか、それとも「継続している」のかを視覚的に示す物であり、せん断ひずみの増加が一定速度以上になると一次警報(D1)を発生し、さらに加速度的な増加を検出すると二次警報(D2)を発生する。さらに検出した危険は警報器から無線で受信機へと伝達される。この受信機には室内設置型と重機等の運転席に置くタイプホルダー型の2種類がある。	掘削開始前の斜面にあらかじめMPSを貫入設置して使用する。MPS専用の警報器とともに使用すればケーブルを接続するだけで電源が自動投入され、データの収録とその解析を開始する。解析結果にD1が検出されると黄色ランプが点灯し、さらにD2を検出すると赤ランプとブザーが作動する。MPSとその警報器の構成を「土砂崩壊の簡易危険検出システム」と呼ぶが、MPS単体をセンサーとして使用することも可能である。その場合は汎用装置等でデータ収録して使用する。	目視では判別が難しい崩壊前の僅かな地山の動きを検出する。具体的には、土のせん断ひずみのクリープ的な増加を検出すると警報を発生する。崩壊までの時間的猶予内(タイムラグ)に作業者を避難させて人的被害を軽減する。	本計測システムはあくまでも人間による監視を支援するものとして利用することが重要。	崩壊の危険を100%事前検出することは難しいと思われる。通信は禁物であり技術的な限界を正しく理解して利用することが重要。	安全の一手段として計測(モニタリング)を行う、という考えの広がりが望まれる。また、装置のハード的な部分や危険判別のソフト的な部分は性能の向上のために研究の継続が必要と考えられる。	独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 株式会社丸東製作所 株式会社東京電機	<a href="#">リンク</a>	災害復旧工事	
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ															
	掘削用機械	墜落、転落															
	掘削用機械	転倒															
2 斜面掘削工事	地山、岩石	崩壊、倒壊	斜面下方においてドラグ・ショベルを使用してダンブに積み込む作業を行っていたところ、その斜面の土砂が突然崩れて、被災者の乗っていたドラグ・ショベルと土砂を積み込んでいたダンブが崩れた土砂により横倒し、ドラグ・ショベルは土砂に埋まった。ドラグ・ショベルの運転手は約3時間半後に救出されたものの死亡していた。	3	マルチGNSS 地盤変位計測システム	道路建設工事	機械センシング	人工衛星からの電波を受信し、高精度に地盤変位を計測する技術である。米国のGPSや日本の準天頂衛星をはじめ、多数の衛星から同時に受信できるため、従来技術より計測精度が高い(5分に1回)ので、突発的な斜面崩壊の前兆をとらえることが可能である。無線LANとソーラーパネルを採用しているため、センサー間のケーブルが一切不要であり、設置が容易である。設置・運用コストは従来の50%程度である。	自然斜面やのり面に複数台のセンサーを設置して地盤変位を監視する。地盤変位が観測された場合は、警報や退避指示などの措置を講じる。	突発的な斜面崩壊の前兆をとらえることにより、斜面下方の作業員、第三者の災害を未然に防止できる。ケーブル敷設が不要なので、斜面上での危険な作業が少なくて済む。設置時の労働災害発生リスクを大幅に低減できる。従来と同一のコストでより多くのセンサーを設置できるので、より広範囲において斜面災害を防止できる。	センサーの上空に衛星との通信を阻害する樹木、崖面、構造物等がある場所では計測精度が低下する。	突発的な斜面崩壊については、経時的な変位計測事例が少ないため、警報や退避指示を発生するためのしきい値を安全側に設定せざるを得ない(警報が空振りになることがある)。	適切なしきい値を設定できるよう、システムによる計測データを蓄積してゆく。	株式会社大林組	<a href="#">リンク</a>		
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ				砂防工事											
	掘削用機械	墜落、転落				鉄道建設工事											
	掘削用機械	転倒				のり面の動態観測作業											
3 トンネル切羽作業	地山、岩石	飛来、落下	トンネル切羽において、火薬の装填作業を行っていたところ、切羽先端部の肌落ちがあり、装填した火薬落下。すぐに同火薬を回収するため職長及び被災者が切羽に近づいたところ、岩盤が大規模に崩落し、被災者が落下してきた岩の下敷きとなった。	4	CIMモデルに基づく遠隔制御マシンコントロール	山岳トンネル工事	機械センシング	トンネル掘削時のあらゆる取得情報を作業中の作業員に見える化(タブレット端末、プロジェクションマッピングシステムにより表示)。 ・取得情報(地山状態や地下水、可燃性ガスなどの自然的環境、機械・仮設により与えられる作業環境、作業者の体調、機械の稼働状態や位置との関係など)を作業員同志がリアルタイムで共有し、共通認識を持って作業を行うための手段に活用。	坑内環境測定装置、油圧削岩機による穿孔情報、切羽観察、重機ステレオカメラ、人流把握用電波装置および動画画像カメラ、および無線通信システムなどにより、掘削作業に係る情報(機械、作業者、作業環境)をリアルタイムに取得。膨大な情報から、生産性・安全性に係る、ガイダンス情報を導き出し、CIMに落とし込み表示すると同時に、ガイダンス発報。	支援的保護効果の増大により残留リスクの大幅な低減に役立てる。 ・ヒューマンエラーの回避 ・想像予測可能な範囲の増大 ・リスク回避行動のレベル統一化、未熟者のOJT現場教育と技能レベル向上の促進 ・品質エラー、安全エラーの防止を人的行動の中から抽出できることから、早期に作業手順の改善が可能	データに頼りすぎることが重要な欠陥・欠陥につながる場合がある。 ・ガイダンスの閾値設定には、高度なAI学習が必要。 ・データ取得装置、センシング情報の大きさにより、ガイダンスの適正が左右されるため、導入初期段階では、経験者、有識者、上級監督者のモデルガイダンスが必要となる。	データ取得装置の総合的な維持管理が重要。取得データのCIMへの落とし込みが重要	要素実験およびシステム実証段階であり、実用化の目途は、これからである。	清水建設株式会社	<a href="#">リンク</a>	中央制御室などの様に施工管制室のイメージにつなげてゆく	
	地山、岩石	崩壊、倒壊				重機相番工事											
						狭隘・暗所・騒音工事											
3 トンネル切羽作業	地山、岩石	飛来、落下	トンネル切羽において、火薬の装填作業を行っていたところ、切羽先端部の肌落ちがあり、装填した火薬落下。すぐに同火薬を回収するため職長及び被災者が切羽に近づいたところ、岩盤が大規模に崩落し、被災者が落下してきた岩の下敷きとなった。	5	AI技術を活用した高精度の切羽評価システム	山岳トンネル	機械センシング	切羽を評価する主たる項目、①強度、②風化変質、③割目間隔、④割目状態、⑤走向傾斜、⑥湧水量、⑦劣化度合に関して、過去の観察データに基づく深層学習データを構築した。現場で切羽観察記録を作成する場合、観察者は切羽状況から上記項目の評価を選定するが、深層学習データから推定される評価を併せて明示することで、観察者の判断結果をより正しい方向へと支援することが可能になる。	「AI技術を活用した高精度の切羽評価システム」により地質状況を早く、高精度に評価することを可能とし、支保工をより適切に設置するなど必要な手当てを行うことで工事の安全性、経済性を向上させる。	目視による安全確認の限界があり、透け遅れによる人的被害を軽減するため。細分化した評価時間を短縮し、切り羽の肌落ち等を未然に予知する。少子高齢化に伴う熟練技能者の不足を補うために役立つ。さらに地山性状に合致した標準支保工の選定に繋がるとともに、局所的な地山評価結果を出力できるので肌落ちや崩落の危険性を即時判断可能である。	現在は試行版の位置付けで、②風化変質、③割目間隔、④割目状態のみ深層学習データを用意済み。また、それぞれの教師データとの的中率は87%、69%、89%であり、その範囲を理解して利用すべきである。	深層学習にありがちな処理内容が不明な点を解明する事と、残り4項目を試行システムとして構築する事。	株式会社大林組	<a href="#">リンク</a>			
	地山、岩石	崩壊、倒壊				地山評価											
						標準支保選定											

# 1.危険作業対策

対象 (従来の対策では本質安全化の実現が難しい作業等)	想定される災害				ICT						残留リスク		開発企業等	詳細情報	備考	
	起因物	事故の型	事例等	登録番号	名称	適用工事・作業	活用分類	概要・特徴	使用方法	効果	使用上の留意	リスク	今後の展望			問合せ先
3 トンネル切羽作業	地山、岩石	飛来、落下	トンネル切羽において、火薬の装填作業を行っていたところ、切羽天端部の肌落ちがあり、装填した火薬落下。すぐに同火薬を回収するため職長及び被災者が切羽に近づいたところ、岩盤が大規模に崩落し、被災者が落下してきた岩の下敷きとなった。	6	予測型山岳トンネルCIM	山岳トンネル	機械センシング	トンネルナビ情報とボーリング孔内観察に基づくキーブロックの予測情報をCIMシステムに取り込むことで、切羽前方地質のさらなる見える化による施工の効率化、安全性の向上を図る。	「予測型山岳トンネルCIM」により、切羽前方地質のさらなる見える化による施工の効率化、安全性の向上	切羽前方地質の見える化を図るため、発注者・受注者・作業者の意識や考えの共有化を通して、工期遵守、コスト最適化、安心・安全性の向上に寄与できる。	トンネルナビ情報の導入と描画は現場で実施できるが、キーブロック解析は別ソフトでの作業となり、現在現場での一連の作業をするには若干難がある。	CIMに取り込む要求項目を整理し、3Dビッグデータを如何に効率良く作成し、レゼンできるか。	トンネルナビやキーブロック解析等による予測情報に基づいて修正地質モデルを簡便に作成する技術の確立。	株式会社大林組	リンク	
	地山、岩石	崩壊、倒壊				維持管理データベース										
						切羽前方予測描画										
3 トンネル切羽作業	地山、岩石	飛来、落下	トンネル切羽において、火薬の装填作業を行っていたところ、切羽天端部の肌落ちがあり、装填した火薬落下。すぐに同火薬を回収するため職長及び被災者が切羽に近づいたところ、岩盤が大規模に崩落し、被災者が落下してきた岩の下敷きとなった。	7	インバート変位計	山岳トンネル	機械センシング	「インバート変位計」は路盤下に埋設した水圧計を、水で満たしたビニール管で地上の基準水槽と連結し、路盤の隆起量を水頭差で自動計測するため、通行車両の影響を受けずに隆起を常時監視できる。また、隆起量に応じてLED光を変化させる警報システムにより、隆起レベルを可視化することもできる。水頭差で隆起量を計測すること、フレキシブルな構造で地山のわずかな変形にも追従することから、0.1mmの高精度で計測でき、長期間の緩やかな隆起の計測も可能。また、地中内部にはあらかじめ保護管のみを設置し、埋め戻し後に計器を挿入するため、短時間に設置でき、かつ繰り返し使用が可能。	トンネル路盤下に「インバート変位計」を埋設することで通行車両の影響を受けず、なおかつ高精度に鉛直方向の変位を計測できる。	計測結果に基づいて工事中に対策が可能となり、供用後の路盤隆起による通行止めなどを未然に防止できる。	大変形が確認された場合は、すみやかにインバート変位計を設置すべきである。	隆起現象が緩やかな場合は長期計測が必要になる。収束を十分に確認しないと対策を誤り、将来供用後に変位の発生するリスクがある。	計測結果から将来の長期にわたる残留変位を予測しているが、予測精度を向上させることが必要となる。	株式会社大林組	リンク	
	地山、岩石	崩壊、倒壊				掘削工										
4 解体工事	建築物、構築物	飛来、落下	4階建て事務所ビルの解体工事に4階フロアから3階に落ちた鉄骨梁の付いたデッキプレートが横に立った状態になり、引き倒そうとドラグ・ショベルにワイヤを掛けて引いたが倒れず、様子を引いたが倒れてきたデッキプレートの下敷きになった。1名死亡。1名重傷。	8	柱や大梁の切断システム「クールカット」 或いは、SRC/RC造解体工法「クールカット工法」	解体工事	機械センシング	鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造及び鉄筋コンクリート(RC)造の解体向けに開発した工法で、建物の部位を適度な大きさのブロックに切断解体していくことが大きな特徴です。核となる解体装置は柱・梁を切断するアタッチメントの「クールカット」で、油圧ショベルのアーム先端で稼働します。切断作業においては、まず専用の部材サポート治具で切断部位を保持。次にオペレーターが油圧ショベルを操作して「クールカット」のワイヤソーを切断部位に押し付け、その後、操縦室内のタッチパネル操作により、切断。最後に切断部位をクレーンで吊り、切断部位を撤去する。騒音、振動、粉じんなどによる周辺環境への負荷を最小限にとどめる。	移動用のベースマシンである油圧ショベル・アーム先端に切断システム「クールカット」を取り付ける。切断する部材の所定位置に移動し、油圧ショベルのアームを操作して、「クールカット」を切断対象部材にセットする。その後、「クールカット」に装着する。押し切りワイヤソー機構を用いて、遠隔操作と制御により、切断対象部材を切断する。	騒音・粉じん・振動の発生を削減する。SRC解体における工期の短縮や部材の外部倒壊やガラなど周辺飛散による障害を防止する。	・階高や対象部材の大きさなど、「クールカット」の適用範囲などを考慮した、工程における確実な切断計画、作業手順を構築する。「クールカット」からの、切断作動における各種センシング情報を確認して操作する。	油圧ショベル操作に不慣れな際、アームを躯体に当てるなどにより、「クールカット」に損傷を与える。	・事前に、十分に油圧ショベル操作を行い、操作に習熟させる。より操作が簡易化する、システム構造の改良を検討する。	清水建設株式会社	リンク	
	建築物、構築物	崩壊、倒壊				柱、大梁切断作業										
	有害物	有害物等との接触														
5 橋梁点検作業	高所作業車	墜落、転落	橋梁の補修塗装工事において、橋梁の点検台上で吊り足場の吊りチェーンを橋桁に取付ける作業中、足を踏み外し9m下の市道に墜落した。													リンク
	足場	墜落、転落														
6 外壁点検作業	高所作業車	墜落、転落	外壁の点検のため、6階屋上から仮設デッキ型ゴンドラに乗り移りライフラインに安全帯を掛けようとしたところ、突然ゴンドラの吊りワイヤー2本の内の1本の吊りワイヤーが吊り元が外れゴンドラの搬器が傾き、墜落した。	9	外壁診断ロボット「ウォールドクター」		無人化、省人化	建築基準法で義務づけられているビル外壁タイルの全面打診検査を自動化する作業ロボット「ウォールドクター」により、屋上からワイヤで吊り下げ、診断用ハンマーを擦過させることで、タイルの浮きや下地ひび割れ等の損傷に伴う異常を検知する。人手による打診検査に比べ、作業効率は約6倍になる。	ビル外壁タイルの全面打診検査を自動化する作業ロボット「ウォールドクター」により、屋上からワイヤで吊り下げ、診断用ハンマーを擦過させることで、タイルの浮きや下地ひび割れ等の損傷に伴う異常を検知する。	ゴンドラによる検査には限界があり、墜落、転落の危険性がある。ロボット化することにより、作業員の墜落、転落する危険性を無くす。	ロボット本体が墜落、転落する恐れがある。		清水建設株式会社	リンク		
	ゴンドラ	墜落、転落														
	足場	墜落、転落														

# 1.危険作業対策

対象 (従来の対策では本質安全化の実現が難しい作業等)	想定される災害				ICT						残留リスク		開発企業等	詳細情報	備考		
	起因物	事故の型	事例等	登録番号	名称	適用工事・作業	活用分類	概要・特徴	使用方法	効果	使用上の留意	リスク	今後の展望			問合せ先	
7 水中点検作業	水	おぼれ	ダム湖の法面対策工事において、水位を下げるためダムの水門を開けようとしたが、水門が動かなかった。原因確認のため潜水調査を行っていたところ、約20cm水門が開いており、足が吸い込まれ身動きができなくなり溺れた。深い場所での点検時に潜水病になる	10	アクアジャスター®を搭載した水中インフラ点検ロボット「ディアグTM」	その他の土木工事	無人化、省人化	地上や船上からの遠隔操作が可能な水中点検用の無人潜水機(ROV: Remotely Operated Vehicle)。機体にはジャイロ効果を利用した姿勢制御装置アクアジャスターを搭載していることで、水流による機体の揺れを抑え、ほぼ静止した状態で対象物を撮影することができます。また、潜水士による点検で潜水深度約40mが限界でしたが、ディアグは100mまでの潜水が可能であり、水上からの電源供給により長時間動き続けることができます。	アクアジャスター®を搭載した水中インフラ点検ロボット「ディアグTM」により、水中ロボットを遠隔操作で点検作業を行う。	潜水士による点検作業には作業時間の制限や潜水深度に限界があり、潜水病発症の危険を無くすため深場での作業を行う場合はチャンパー等の大型設備を用意する必要がなくなるため、潜水士の労務が軽減される	水中へロボットを投入する際及び回収する際の転落、溺れに注意する。操作するオペレータの姿勢が一定のため、腰を痛める恐れがある。寒さ対策や一定時間の操作後の休憩は必須である	機械を水中へ投入する際、160kgの機体を4名ほどで持ち上げることがあり、腰を痛める・足を挟む・水中へ転落するなどのリスクがある	レジャーボートでも簡単に機械を降ろせるような投入装置を検討中	株式会社大林組	<a href="#">リンク</a>		
	起因物なし	はさまれ、巻き込まれ															
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	11	歩行者検知警戒システムブラクステールMR90	重機相番工事	機械センシング	「歩行者検知警戒システムブラクステールMR90」を建機に設置し、現場内で歩行者・作業者の接近を検知。運転席内のモニターにアラート(警告)が表示・警告灯が作動し、危険を運転者へお知らせするとともに作動を制御することで、作業員と重機・産業車両との接触事故防止する。	「歩行者検知警戒システムブラクステールMR90」を建機に設置。設定した歩行者感知エリアの定義に従い、油圧ポンプへの制動をかける。大型重機の場合は、慣性力も大きいいため、遠方エリアの場合はStep1:アイドリング状態で油圧を下げる。近傍エリアでは、Step2:油圧遮断をおこなう。システムを油圧制動に繋ぎ込む。	建機との接触災害を防止する。(大型の場合は、重篤死亡災害への直結を防止する)	歩行者を認識するシステムが誤作動する場合があります。複雑な現場環境においてあらゆるものが、完全であることはないため、別装置と複合的に設定する必要があります	複合的なセンシング技術との融合システム 警報制動発報時の履歴管理とフィードバックシステムについての高度化 作動状況の見える化(CIM管理)	清水建設株式会社	<a href="#">リンク</a>	中央制御室などの様に施工管理室のイメージにつなげてゆく		
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ															
	掘削用機械	激突され															
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ															
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	12	「5Gを活用した建設機械による遠隔施工」(実証試験を実施)	土木工事全般	無人化、省人化	現行の建設機械遠隔操作システムに、次世代高速通信である5Gを導入することで、より詳細な画像を伝送することにより、遠隔操作の精度を高め、安全性と高品質な施工の実現を目指す。	現行の建設機械遠隔操作システムに、高度な5Gを導入することで、遠隔操作の精度を高め、高品質な施工の実現を目指す。(実証試験を実施)	二次災害防止	現時点では未整備の次世代通信網	大容量・高速通信がウリの5Gであるが、周波数帯が高いゆえ無線電波の回り込みが期待しやすく、障害物の干渉を受けやすい	超長距離通信での遠隔操作	株式会社大林組 KDDI株式会社 日本電気株式会社	<a href="#">リンク</a>	災害復旧工事	
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ															
	掘削用機械	激突され															
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ															
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	13	汎用遠隔操縦装置「サロゲート」	土木工事全般	無人化、省人化	サロゲートは一般的な建設機械を改造することなく容易に着脱することができ、無人化施工可能にする、低コストで汎用性の高い遠隔操縦装置です。本装置を装着したままで遠隔操縦と搭乗操縦を切り替えられるので、作業環境に応じて使い分け、災害復旧の現場などでの作業を迅速かつ柔軟に進めることが可能になります。	バックホウなどの建設機械を無人で運転する汎用遠隔操縦装置「サロゲート」により無人化施工を行う。	災害復旧工事における二次災害防止	現時点で、装着可能な機種は限られる	無線通信断絶や装置故障による、暴走や操縦不能になる恐れ	災害現場以外での適用 装着可能機種の拡張	株式会社大林組 大裕株式会社	<a href="#">リンク</a>	災害復旧工事	
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ															
	掘削用機械	激突され															
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ															
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	14	インテリジェントマシンコントロール油圧ショベル	土木工事全般	機械センシング	本技術は機体制御とICTの技術を活用したセミオート制御機能搭載油圧ショベルで、従来はオペレータが丁張りを目視で確認し作業機を手動操作する運転であった。本技術の活用により、設計面を気にせず設計通りの施工ができるため、丁張、補助員の削減、省力化が期待できる。	セミオートモードで掘削作業を行うことで、掘り過ぎを制御し設計図面通りの施工が可能となり、丁張作業等が削減される。	作業員との接触防止 オペレータの負荷軽減 丁張作業等の削減 工期の短縮	丁張設置に変わる作業として、3次元設計データを作成し車両に読込ませる必要があります。また車両が、GNSSおよびGNSS補正データを取得できる現場である必要があります。	作業員の接近	特になし	コマツ	<a href="#">リンク</a>		
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ															
	掘削用機械	激突され															
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ															

# 1.危険作業対策

対象 <small>(従来の対策では本質安全化の実現が難しい作業等)</small>	想定される災害				ICT						残留リスク		開発企業等	詳細情報	備考
	起因物	事故の型	事例等	登録番号	名称	適用工事・作業	活用分類	概要・特徴	使用方法	効果	使用上の留意	リスク	今後の展望		
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	15	インテリジェントマシンコントロールブルドーザ	土木工事全般	機械センシング	本技術は機体制御技術とICT技術を活用した全自動ブレード制御機能搭載ブルドーザで、従来はオペレータが丁張りを目視で確認しブレードを手動操作する運転であった。本技術の活用により、施工面がモニターに表示され設計面を気にせず設計通りの施工ができるため、丁張、補助員が削減され、省力化が期待できる。	オペレータがブルドーザの走行を操作するのみで作業機が自動制御され設計図面通りの施工が可能となり、丁張作業等が削減される。	補助員との接触防止 オペレータの負荷軽減 丁張作業等の削減 工期短縮	丁張設置に変わる作業として、3次元設計データを作成し車両に読み込ませる必要があります。また車両が、GNSSおよびGNSS補正データを取得できる現場である必要があります。	作業員の接近	特になし	コマツ	リンク
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ													
	掘削用機械	激突され													
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ													
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	16	KomVision(機械周囲カメラシステム)	土木工事全般	機械センシング	機械側面と後方に設置した4台のカメラを用いて、機械周囲を運転席内のモニターに表示させることができ、車両周囲の安全確認ができる。	液晶ディスプレイモニターに自動で表示されます。カメラ映像ボタンで各カメラの映像を選択することも可能。	補助員との接触防止	目視、ミラーでの確認と合わせて確実に安全を確認する。	作業員の接近	特になし	コマツ	リンク
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ													
	掘削用機械	激突され													
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ													
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	17	後方モニタシステム	土木工事全般	機械センシング	機械後方に設置したカメラで、機械後方を運転席内のモニターに表示させることができ、車両後方の安全確認ができる。	液晶ディスプレイモニターに表示できます。	補助員との接触防止	目視、ミラーでの確認と合わせて確実に安全を確認する。	作業員の接近	特になし	コマツ	リンク
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ													
	掘削用機械	激突され													
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ													
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	18	ペイロードメータ	土木工事全般	機械センシング	積込機械では、運搬トラックへの積載重量、運搬車両では積載重量を算出し、モニターやタブレットで管理できます。これにより運搬車両の最大積載量に合わせた積載が可能となり、走路を安全に走行することができます。	車両のモニターで積載量を管理します。	ダンプトラックの過積載による制動距離の延長等を防ぎ、安全に公道を走行させることができます。また道路へのダメージも低減します。	積込機械のオペレータが、最大積載重量を超えないように積込み作業を行うこと。	過積載	特になし	コマツ	リンク
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ													
	掘削用機械	激突され													
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ													
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	19	ラジコン仕様	土木工事全般	機械センシング	建設機械に搭乗することなく、送信機(コントローラ)で遠隔操作しながら、建設機械を稼働させることができるため、災害復旧現場や、人が立ち入れない場所での機械施工が可能になります。	建設機械を目視やカメラシステムで確認しながら、オペレータが遠隔操作を行う。	人間が立ち入れない危険な場所の機械施工が可能になります。	通信可否の事前調査や、映像支援装置の検討が必要です。	立ち入り禁止エリアでの不具合対処等	特になし	コマツ	リンク
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ													
	掘削用機械	激突され													
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ													

# 1.危険作業対策

対象 (従来の対策では本質安全化の実現が難しい作業等)	想定される災害				ICT						残留リスク		開発企業等	詳細情報	備考		
	起因物	事故の型	事例等	登録番号	名称	適用工事・作業	活用分類	概要・特徴	使用方法	効果	使用上の留意	リスク	今後の展望			問合せ先	
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及びび人力による砕石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	20	SMARTCONSTRUCTION アプリ	土木工事全般	機械センシング	建設現場を「見える化」することができるアプリで、P.C、タブレットで施工進捗や建機の位置が把握できる。	P.Cまたはスマートフォン、タブレットでアプリを閲覧する。	現場関係者間で施工状況を共有化できます。		車両位置は、KOMTRAXの位置情報を利用してします。	作業員の接近	特になし	コマツ	リンク	
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ															
	掘削用機械	激突され															
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ															
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及びび人力による砕石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	21	TRUCKVISION	土木工事全般	機械センシング	現場関係者がアプリをインストールしたスマートフォンを携帯することで車両および人の位置が共有でき、車両への作業員の接近を把握することができる。	車両および人の位置を、パソコンやアプリをインストールしたスマートフォンの画面で確認する。	補助員との接触防止	スマートフォンの測位情報を利用したアプリとなります。	作業員の接近	特になし	コマツ	リンク		
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ															
	掘削用機械	激突され															
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ															
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及びび人力による砕石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	22	3Dアップグレードソリューション		機械センシング	2Dでも施工途中の検測作業を省略するが可能で、検測作業による接触事故、施工面の移動による転倒事故を防止することが可能。	手始めに導入が容易な2D仕様で現場の効率化を実現し、必要に応じて本格的な3D仕様へステップアップする。キャタピラーの「Catグレードコントロール 3Dアップグレードソリューション」は、効率的なi-Constructionへの準備を可能にする。	補助員との接触防止 丁張作業等の削減。 3D機材の着脱作業が容易なため、システム着脱作業時の事故を抑制。 導入コストを抑えながら情報化施工の安全性を確保可能。	情報化施工は全自動でなく、施工支援システムであることを理解して使用する。			キャタピラー	リンク		
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ															
	掘削用機械	激突され															
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ															
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及びび人力による砕石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	23	CATベイロードテクノロジー		機械センシング	過積載を防止することで、運搬車両の安全、走路の保全を図ることが可能。	「CATベイロードテクノロジー」により積載状況をリアルタイムに把握することで、積込作業が正確かつ高効率に行える画期的なテクノロジーです。	運搬車両の走路逸脱・転倒・速度超過を抑制。	適宜キャリブレーションを実施する。 目標積込量を正しく設定する。	目標重量で自動停止しないため、モニタの重量表示を守って作業する。		キャタピラー	リンク		
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ															
	掘削用機械	激突され															
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ															
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及びび人力による砕石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	24	リアビューカメラ		機械センシング	車両後方の作業員、障害物を映像で確認することが可能。	モニタ上で車両後方の状態を常に把握	接触事故を抑制		カメラの死角に注意する。		キャタピラー	リンク		
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ															
	掘削用機械	激突され															
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ															

# 1.危険作業対策

対象 <small>(従来の対策では本質安全化の実現が難しい作業等)</small>	想定される災害				ICT						残留リスク		開発企業等	詳細情報	備考	
	起因物	事故の型	事例等	登録番号	名称	適用工事・作業	活用分類	概要・特徴	使用方法	効果	使用上の留意	リスク	今後の展望			問合せ先
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	25	360° ビューシステム		機械センシング	車両周囲の作業員、障害物を映像で確認することが可能。	4つのカメラで車両真上からの画像表示することにより車両全周の状況把握をより強化する。	接触事故を抑制 視覚の見える化		カメラより上方は死角であることに注意する。		キャタピラー	リンク	
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ														
	掘削用機械	激突され														
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ														
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	26	Cat®グレード2D eフェンス		機械センシング	指定した範囲外への車両、作業装置の動きを制限することで、衝突、接触事故を防止。	標準の2D eフェンスは、各製品との連携により、モニターで設定した境界を利用して、油圧ショベルの動作を自動的に停止します。	障害物接触防止		100%動作は保証できない。 バックアップのシステムとして利用する。		キャタピラー	リンク	
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ														
	掘削用機械	激突され														
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ														
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	27	Cat OBJECT DETECT		機械センシング	車両後方の作業員を感知することで、接触事故を防止。	後進時に車両後方の障害物をオペレータに警告	障害物接触防止		車両の速度に注意する。		キャタピラー	リンク	
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ														
	掘削用機械	激突され														
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ														
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	28	Detect for Personnel (日本未発売)		機械センシング	車両後方の作業員を感知することで、接触事故を防止。	タグを付けた作業員を車両の後方で感知するとオペレータへ警告を発信し、作業員の接近を知らせる。また、警告が発生した時間と場所をVisionlinkを利用して事務所で管理できる。	障害物接触防止		車両は自動停止しない。 車両の速度に注意する。		キャタピラー	リンク	
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ														
	掘削用機械	激突され														
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ														
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	29	リモートコントロール		機械センシング	オペレータが搭乗できない危険な場所で機械を稼働させることが可能。	危険な現場で遠隔操作により作業を行う。	二次災害防止		無線環境によっては使用できない場合がある。 実地の地形・車両の動きを体で察知することができない。		キャタピラー	リンク	
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ														
	掘削用機械	激突され														
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ														

# 1.危険作業対策

対象 <small>(従来の対策では本質安全化の実現が難しい作業等)</small>	想定される災害				ICT						残留リスク		開発企業等	詳細情報	備考	
	起因物	事故の型	事例等	登録番号	名称	適用工事・作業	活用分類	概要・特徴	使用方法	効果	使用上の留意	リスク	今後の展望			問合せ先
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	30	Cat プロダクトリンク		機械センシング	事故を引き起こす可能性がある運転状況を共有し、対策を立てることで、重大事故の未然に防ぐことが可能。	「Cat プロダクトリンク」により故障を警告する機械のモニタリングから、アイドリング時の燃費、ペイロード(積込み・運搬量)の記録をはじめとする生産性のモニタリング、さらにはシートベルトの未装着、過積載といったオペレーティングに関する安全性のモニタリングまで「現場の見える化」を進化させる。	車両の不具合の兆候を早期に入手することで事故を抑制する。事故や故障を引き起こす可能性がある危険な運転の兆候をオペレータトレーニングに活用できる。		データと実際の現場の状況の両方を併せて考慮して管理する。送信機の不具合、携帯電話、衛星電話の通信環境によってはデータを送信できない場合がある。		キャタピラー	リンク	
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ														
	掘削用機械	激突され														
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ														
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	31	VisionLink		機械センシング	上記と同じ	「VisionLink」は、施工現場とオフィスをクラウドで結び、現場で稼働する建機や建材のリアルタイムな遠隔管理を実現するクラウドソリューションです。	上記と同じ。		上記と同じ。		キャタピラー	リンク	
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ														
	掘削用機械	激突され														
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ														
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	32	オペレータID		機械センシング	オペレータがいつどの機械で作業を行ったか、事故を引き起こす可能性がある運転があったか、といった情報を共有することで、現場の改善、人員シフトの改善が可能。	「VisionLink」から出力可能な稼働履歴や故障コード履歴レポートでオペレータIDを表示可能。	労働管理 安全性の向上		上記と同じ。		キャタピラー	リンク	
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ														
	掘削用機械	激突され														
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ														
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	33	3次元データによる施工管理		機械センシング	検測、測量作業で人が現場に立ち入る必要がなくなるため、転倒等の事故を防止。	測量、設計、施工、出来形を3次元で管理することで現場に立ち入らず測量、施工管理を可能とする。	足場が悪い現場立ち入りによる転倒事故を防止。		測量・作図を専門業者に委託する場合でも、実際の現場、設計と合っているか、施工者が管理する。		キャタピラー	リンク	
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ														
	掘削用機械	激突され														
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ														
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による碎石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	34	アソバンスプロダクティブティ		機械センシング	危険な場所で作業を行っている情報を共有することで、作業の段取りや現場の改善を図ることが可能。	危険箇所での作業を行っていないかの管理が可能となる。	作業場所、段取り改善による事故要因の削減。		データと実際の現場の状況の両方を併せて考慮して管理する。送信機の不具合、携帯電話、衛星電話の通信環境によってはデータを送信できない場合がある。		キャタピラー	リンク	
	整地・運搬・積込用機械	はさまれ、巻き込まれ														
	掘削用機械	激突され														
	掘削用機械	はさまれ、巻き込まれ														

# 1.危険作業対策

対象 (従来の対策では本質安全化の実現が難しい作業等)	想定される災害				ICT						残留リスク		開発企業等	詳細情報	備考	
	起因物	事故の型	事例等	登録番号	名称	適用工事・作業	活用分類	概要・特徴	使用方法	効果	使用上の留意	リスク	今後の展望			問合せ先
8 車両系建設機械作業	整地・運搬・積込用機械	激突され	道路改良工事現場で、ドラグ・ショベル及び人力による砕石の敷均し作業中、ドラグ・ショベルを後進させたところ、ドラグ・ショベルの後方で作業をしていた被災者を轢いた。	35	疲労管理-Fatigue Risk Assessment (日本未発売)		機械センシング	オペレータの疲労状況を把握することで、より安全な人員シフトへの改善を図ることが可能。	スマートバンド及びドライバーセーフティシステム等を使用し、オペレータの疲労を調査・分析し、事故が起こらない体制を構築	疲労した状態での作業を避ける作業時間、休憩時間、交代を構築可能。		現状分析には専門知識が必要。		キャタピラー	リンク	
9 軟弱地盤工事	基礎工事用機械	転倒	建築物の解体工事において古い杭基礎を撤去する工事をくい抜き機を用いて行っていたところ、このくい抜き機が転倒したものである。この転倒はくい抜き機が現場内を自走して作業位置を変えようとした時に発生した。原因はくい抜き機が軟弱となり、その部分を走行したために転倒したものである。くい抜き機は大型の建設機械であったため被害は現場内にとどまらず隣接する周辺地域に及んだ。	36	現場地耐力試験		機械センシング	現場地耐力試験(以下、BCTと言う)は工事現場の地耐力を簡易かつ迅速に調査するための方法であり、その装置を提供する。具体的には、ドラグ・ショベル等の自重を反力として、地表面に載荷板を介して圧力を載荷する試験である。本試験の結果から極限支持力等が求められ、地盤が移動式クレーンや建設機械の重さを支持できるか確認する。BCTは従来の平板載荷試験に比べて1/10以下の短時間で実施でき、その方法自体も簡易なものに改めた。本試験は(公社)地盤工学会「地盤調査の方法と解説」に記載され、NETISにも登録(KT-160051-A)されている。	移動式クレーンの設置箇所や建設機械の移動経路にBCT装置をセットして地盤調査する。具体的には、ドラグ・ショベルの下部走行体の中央付近にBCT装置を設置し、次いで、ジャッキを伸張させて載荷の準備をする。さらに、機体の前後に変位計を取り付ける。そして、コントロールパネルでジャッキの伸張速度を5mm/分にセットし、載荷を開始する。伸張量が最大値(30mm以上)に達すると試験は終了である。従って、BCT装置のセットが完了すると、その後の試験は半自動で実施される。	これまでは主観的であった「設置面は堅固か?」の確認を、この地盤調査によって定量的に把握することができる。したがって、地盤が軟弱で転倒の危険はないか客観的に確認できる。	基礎と載荷板のスケール差による評価上の適応限界を理解し、総合的に地耐力を評価することが必要。	地盤調査はピンポイントで行われるためその間の地耐力は不明となる。軟弱な部分が見落とされる可能性もあるため、敷鉄板を敷設して地耐力を平均化する必要がある。	BCT装置による安全確認が多くの現場で行われることを期待する。さらに、例えば、BCT装置が建設機械に標準搭載されるようになれば調査の実施はより容易となる。地耐力は現場で試験して確認する、という考えの広がりが見られる。	独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 株式会社東洋スタビ	リンク	車両系建設機械作業
9 軟弱地盤工事	地山、岩石	崩壊、倒壊	砂防ダムの前堤付近で型枠の脱枠作業等を6名で行っていたところ、前堤設置箇所の左岸法面上方の地山(高さおよび幅が、約30m)が突然地滑りを起こし、作業員4名が土砂に流された。4名のうち1人は無傷であったが、2人が負傷、もう1人が土砂に生き埋めとなり同日午後に見つかった。	37	無人動態観測システム	道路建設工事 鉄道建設工事 河川土木工事 土地整理土木工事	無人化、省人化	軟弱地盤上に盛土を載荷すると、基礎地盤を含めたすべり崩壊を発生させる恐れがある。当システムでは自動視準型トータルステーションをプログラムで制御し、盛土天端の沈下量やのり尻の水平変位等を自動計測する。動態観測を無人化できるので、測量コストを従来より約3割削減できる。計測値がすべり崩壊の危険性が高い領域に達した場合は、施工者に警報メールを自動発信し、押さえ盛土等の初動対応を促す。	計測データを基に指針等に準拠した安定管理図に自動でプロットし、すべり崩壊に対する安定度を自動で評価する。必要に応じて計測頻度を高めることも可能である。	警報メールによってすべり崩壊を未然に防止できる。低コストであるので、従来と同一のコストでより多くの視準点を設置できるので、より広範囲の災害を防止できる。	盛土天端やのり尻に配置する全ての視準点が視通できる位置にトータルステーションを設置する。	特になし	ユーザーの意見を反映させて更なる改善・改良を行ってゆく。	株式会社大林組	リンク	
10 現場溶接	ガス溶接装置	火災	交流アーク溶接機を用いて船体ブロックの溶接作業を行っていたところ、電撃防止装置の主接点が閉鎖不能となったため、感電した。	38	現場上向きロボット溶接工法	鉄骨・鉄筋コンクリー	無人化、省人化	現場上向きロボット溶接工法により、ロボットで上向き溶接、現場溶接型の構造上の弱点であるスカラップをなくして耐震性を高め、さらに、施工省力化を実現する。	現場上向きロボット溶接工法により、ロボットで上向き溶接、現場溶接型の構造上の弱点であるスカラップをなくして耐震性を高め、さらに、施工省力化を実現する。	省人化、省力化 技能者不足		ロボット本体が墜落する恐れがある。		株式会社大林組	リンク	
11 その他危険作業															リンク	



## 2.有害業務対策

対象 <small>従来の対策では本質安全化の実現が難しい作業等</small>	想定される疾病			登録番号	ICT						残留リスク		開発企業等	詳細情報	備考	
	起因物	事故の型	事例等		名称	適用工事・作業	活用分類	概要・特徴	使用方法	効果	使用上の留意	リスク	今後の展望			問い合わせ先
15 粉じん	有害物	有害物等との接触														
16 化学物質	有害物	有害物等との接触	工場に新設した廃液処理設備の工事に際し、長さ723cm、幅214cm、深さ145cmの排水貯水槽の内壁の防水塗装作業中、有機溶剤に暴露した。	43	「スメルケア」	機械センシング	局所排気するシステム「スメルケア」により、臭気や室内化学物質濃度を半導体センサでモニタリング、臭いの発生を「瞬時」に感知し、「局的に」必要な風量で排気する。	局所排気するシステム「スメルケア」により、臭気や室内化学物質濃度を半導体センサでモニタリングし、局所排気する。	脱臭と省エネ効果の高いシステムを低コストで実現	特許取得技術	臭気を不快と感じるか否かには個人差がある。	感度や風量等を個別に調整できるシステムではなく、より脱臭効果を高めるには運転時間を長くする。	清水建設株式会社	リンク		
17 振動	有害物	有害物等との接触		44	「発破低周波音抑制技術(BWE)」	機械センシング	「発破低周波音抑制技術(BWE)」は吸音効果のあるボックスをトンネル坑内に所定数設置するだけで、発破低周波音を大幅に低減できる。	「発破低周波音抑制技術(BWE)」によりトンネル工事の発破に伴う低周波音を低減する。	騒音の減少 周辺環境への影響軽減 低コスト	特許取得技術 発破規模によりBOXの適正数量の算出が必要	全ての低周波域を除去できるわけではない。	左記リスクは技術的に解消できるものではないため、個別に近隣対応が必要となる。	清水建設株式会社	リンク		
18 高気圧	有害物	有害物等との接触	海底の波浪計の撤去作業において、被災者を含む潜水士2名が水深52mの海底で、作業船を係留するためにロープを波浪計の架台に結び付ける作業をし、船上に上がったところ被災者は背中を訴え発症し、入院先の病院で減圧症により死亡した。													
19 騒音作業	有害物	有害物等との接触		45	「音源追跡型騒音低減システム」	機械センシング	「音源追跡型騒音低減システム」を設置し、ダンブトラックが家屋前を通過する時に、タイミング良く低音域騒音を打ち消す逆位相音を発生します。逆位相音は、低音域騒音が描く波紋(正位相音)と正反対の波紋を描く音(逆位相音)のことで、双方が重なると互いに打ち消し合っ減衰します。	「音源追跡型騒音低減システム」により、ダンブトラックが発生させる騒音を逆位相音により打ち消す。	騒音の減少 周辺環境への配慮	施工条によってシステムの規模・費用が異なる	ダンブトラック以外の音源に対する調整が必要となる場合がある。	システム上の対応の予定はなく、個別対応となる。	清水建設株式会社	リンク		

## 2.有害業務対策

対象 <small>従来の対策では本質安全化の実現が難しい作業等</small>	想定される疾病			登録番号	ICT					残留リスク		開発企業等	詳細情報	備考		
	起因物	事故の型	事例等		名称	適用工事・作業	活用分類	概要・特徴	使用方法	効果	使用上の留意	リスク			今後の展望	問い合わせ先
19 騒音作業	有害物	有害物等との接触		46	「VR騒音シミュレーションシステム」		機械センシング	「VR騒音シミュレーションシステム」は、iPad (アイパッド)のようなタブレット端末上で稼働するいつでもどこでも手軽に騒音を再現できるとともに、騒音源や騒音対策なども容易に設定できるようになっている。	VR技術を活用した工事現場の「騒音シミュレーションシステム」により施工現場における騒音を再現する。	周辺環境への配慮 騒音の疑似体験 低コスト	現状ではiPadのみのアプリケーションソフト 特許取得技術 実施許諾をすれば利用可能	シミュレーションで再現した疑似音に全ての近隣住民が納得することを保証するものではない。	個別に近隣対応が必要となる。	清水建設株式会社	リンク	
20 その他有害業務																

### 3.メンタルヘルス・職場環境改善対策

対象	登録番号	ICT							残留リスク		開発企業等	詳細情報	備考
		名称	適用工事・作業	活用分類	概要・特徴	使用方法	効果	使用上の留意	リスク	今後の展望	問い合わせ先		
21 生産性の向上	47	適正工期算定プログラム		人・行動センシング	国土交通省が2014年10月に公布した改正公共工事品質確保促進法において「適切な工期」の設定は発注者債務として明記したことを受け、日建連は「適切な工期」の設定について国交省より協力要請を受け、ワーキンググループを設置し、本プログラムを作成し、2016年5月20日に日建連監修のもと、建築ソフト株式会社より、日建連版「適正工期算定プログラム」として発売。	入力データをもとに、施工数量を自動算出。その数量と歩掛、投入数による各作業に日数を算出し、建物に適した工法、施工順序で日建連適正工期の工程表を自動算出。	週休2日制の実現	RC造は地上25階まで S造は地上45階まで 地下は4階まで			建築ソフト(株)	リンク	<a href="http://www.kentiku.co.jp/nikkouteinew.htm">http://www.kentiku.co.jp/nikkouteinew.htm</a> ↓
21 生産性の向上	48	高度コミュニケーション(坑内安全作業)システム	トンネル工事 飛沫粉じん 曝露工事 高騒音工事	機械センシング	工事中の斜面において土砂崩壊の危険を監視する装置である。具体的には、簡易センサーの「表層ひずみ棒」(以下、MPSと言う)を斜面に設置し、地中内で微増するせん断ひずみを計測する。これは、土の変形が「止まっている」のか、それとも「継続している」のかを視覚的に示す物であり、せん断ひずみの増加が一定速度以上になると一次警報(D1)を発し、さらに加速度的な増加を検出すると二次警報(D2)を発する。さらに検出した危険は警報器から無線で受信機へと伝達される。この受信器には室内設置型と重機等の運転席に置くカップホルダー型の2種類がある。	掘削開始前の斜面にあらかじめMPSを貫入設置して使用する。MPS専用の警報器とともに使用すればケーブルを接続するだけで電源が自動投入され、データの収録とその解析を開始する。解析結果にD1が検出されると黄色ランプが点灯し、さらにD2を検出すると赤ランプとブザーが作動する。MPSとその警報器の構成を「土砂崩壊の簡易危険検出システム」と呼ぶが、MPS単体をセンサーとして使用することも可能である。その場合は汎用装置等でデータ収録して使用する。	塵肺労働災害の撲滅 トンネル内工事災害の防止	特になし 認証未取得	崩壊の危険を10%事前検出するとは難しいと思われる。過信は禁物であり技術的な限界を正しく理解して利用することが重要。	AI技術により、音声認識スイッチングにより、対話相手の選択および作業指示ガイダンス、作業通話履歴の集約がなされるシステムとする。	清水建設株式会社	リンク	
22 教育・訓練の充実													
23 不安全行動の抑止	49	iBeaconを利用した工事概要案内システム		機械センシング	携帯端末(iOS 端末)とiBeacon 発信機で構成された工事概要案内システムで、見学者のスマートフォンに見学場所に応じた画像と音声で案内するものがある。海外からの見学者への対応するためバイリンガル対応も可能である。危険な場所などをiBeacon発信機を設置することで、視覚及び聴覚での注意を促せる。	携帯端末(iOS 端末)に案内アプリをダウンロードし、屋内、屋外を問わず、工事案内、注意したい場所にiBeacon 発信機を設置する。近づくと歩行者へ画像と音声で注意喚起を行う。	公衆災害の防止 低コスト	現状ではiPadのみのアプリケーションソフト 特許取得技術	あくまでも注意喚起までであり、実際に不安全行動を回避してくれるかどうかは歩行者次第。	ガードマン配置等による個別対応	清水建設株式会社	リンク	

### 3.メンタルヘルス・職場環境改善対策

対象	登録番号	ICT							残留リスク		開発企業等	詳細情報	備考
		名称	適用工事・作業	活用分類	概要・特徴	使用方法	効果	使用上の留意	リスク	今後の展望	問い合わせ先		
24 苦渋反復作業の解消	50	配筋アシストロボ	・鉄筋組立工事 ・重量物移動作業	人・行動センシング	配筋アシストロボは人の肩、上腕、肘、下腕、手に相当する5つのパーツと制御盤から構成されており、人の腕のような形状をしている。サーボモータを採用しアーム関節をアシスト制御可能としており、手にあたる先端部の操作グリップを動かしたい方向に軽く押すだけで、操作者の意のままに重量物を移動できるアシストロボットである。	パワーアシストアームによる重量物の荷揚げ作業等の補助を行い、腕、腰への作業負担を軽減。	・重量物の運搬等を起因とする腰痛の予防：重量はアシストロボ本体が負担するので、腕、腰への作業負担が軽減される。 ・事故リスク減少、苦渋作業からの開放：クレーン合番作業等他者操作ではなく、自らの操作により重量物の移動操作を行うため、危険回避へのレスポンスが上がり事故リスクが減る。また、重量（荷重）はアシストロボ本体が負担するので、重量物取扱い作業（苦渋作業）から開放され、事故リスクが減る。	・アシストロボを設置する場合、反力をとれるところに設置する必要がある。	・反力の耐久性	・現状は開削現場鉄筋組立作業時に、中間杭（H鋼）に設置し、反力をとっているが、その他の重量物作業にも展開できるようにH鋼材以外の様々な反力の取り方を考案し、様々な作業で展開していく。	清水建設株式会社	リンク	
24 苦渋反復作業の解消	51	AI技術を活用した高精度の	鉄骨・鉄筋コンクリー	無人化、省人化	「低床式AGV」がりん木（枕木）の上に積まれた資機材の下に入りこれを持ち上げ搬送する。20mm程度の段差を乗り越え、スロープ上の走行も可能であるため、資機材を積載したまま工事用の仮設エレベーターに乗降できます。また、全方位走行とその場での回転が可能。自動運転モードと遠隔操作モードがあり、自動運転モードでは、貼り替え可能な磁気テープおよび磁気パネルで設定した経路において自動搬送が可能。搬送先を設定すれば、元の場所と搬送先を繰り返し往復する。遠隔操作モードでは、無線コントローラーを操作し、遠隔から低床式AGVを縦横無尽に動かすことができる。	「低床式AGV」による資機材の自動搬送による搬送労力の軽減	重量物の運搬等を起因とする腰痛の予防	自動運転モードで設定した経路の安全確保	自動運転モードの高度化	株式会社大林組	リンク		

#### 4. まとめ

本年度は、ICT 事例の収集と整理の基となる様式(エクセルシート)を構築するために WG メンバが予行的に記入作業を行って、修正点を検討した。

この作業では、WG メンバが所属する機関から「新技術」の観点で幅広く収集して試行した。その結果は別紙「労働災害防止等に有効な ICT 一覧」のように修正案をまとめた。

原案に対して行った修正は細かな部分のみであり、具体的には、担当者が混乱すること無く記入できるよう項目をシンプルな構成に修正したことと、名称をできるだけわかりやすく改めたことである。

その上で労働安全衛生の視点として「想定される災害」を独立した項目として設け、その下に「災害事例」「事故の型」「起因物」の小項目を設ける工夫をした。この項目は、従来の対策では本質安全化の実現が難しい作業等と合わせて事務局側で記入する部分である。

今回の WG では試験的に 51 件の ICT 事例を収集し整理したが、このうち 25 件は車両系建設機械作業に関するものであり収集技術には偏りも見られた。

今後の課題については以下のような議論があった。

- 1) 一般からの ICT 事例の収集に先だって「呼び水となる」事例が必要である。例えば、建設労務安全研究会(労研)などの外部団体に協力を依頼することも一案と思われる。
- 2) 本格的な収集段階では応募を受けた ICT の公開の適否を審査するプロセスが必要になるかもしれない。
- 3) 各社が開発した ICT 機器等について標準化が望まれるとの意見もあった。
- 4) ICT そのものの安全性についてはその評価項目を含めてまだ不明な部分もあるようである。

本年度はサンプル事例を収集して整理の基となる様式を検討し、その検討結果を修正案としてまとめた。本格的な事例の収集は来年度以降に行う予定としている。