特集≫≫　安全，労働災害対策

労働災害防止のためのICT活用データベース

本　山　謙　治

建設業の様々な分野で活用が進んでいるICTは，労働災害防止においても有効なツールとして活用できるケースが多くある。建災防では，この点に着目し，ICTの活用により建設現場における労働災害防止に資する情報や事例を収集・整理し，建設現場における危険有害業務の低減や，作業負荷の軽減に通じる技術情報を取りまとめ，併せて，ICTを活用することによる新たな危険状況（残留リスク）への対応等についても整理を行い，「労働災害防止のためのICT活用データベース」として公開している。本稿では，その概要を報告するとともに，今後の調査研究の方向として，レジリエンス力向上の観点からのVRを活用した安全衛生教育の意義についても言及する。

キーワード：ICT，安全衛生，労働災害防止，VR安全衛生教育，レジリエンス

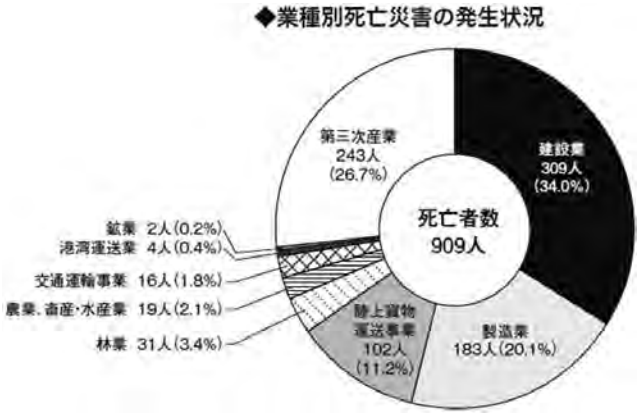
1. はじめに

建設業の労働災害による死亡者数は，2016年に史上初めて300人を割り，294人となった。その後増加し2018年は309人となったが令和元年は再び300人未満に減少する見込みである（2020年1月速報値では246人，**図**―1）。確定値である2018年の309人という数値は，ピークであった昭和36年（1961年）の2,652人と比べると約1/9である（**図**―2）。この間，建設業では，様々な労働災害防止活動を積極的かつ継続して行い，その結果としての労働災害の減少である。とはいえ，309人という数値は，毎就業日に一名以上の労働者の方達が亡くなっていることを示しており，産業別にみると，建設業のこの数値は全産業の34.0％占め，最も多い。建設業の就業者数が501万人で全産業の7.5％であることを鑑みると，この割合は明らかに高く一般国民に建設業は危ないと思われる所以となっている。

また，1961年から2018年までの58年間における建設業の死亡者総数は69,658人にも及び，その経済的損失も計り知れないものがある。

建設業では，この過去の膨大な負の遺産から様々な再発防止対策を学び，個別具体的な労働災害防止対策を構築し，実践している。

しかしながら，従来の対処的な労働災害防止対策ではどうしても災害発生リスクをゼロにはできない建設工事現場がいまだ存在するのも事実である。例えば，



図―1　業種別死亡災害発生状況（平成30年）

図―2　労働災害による死亡者数の推移

図―3に示すような土石流発生個所の復旧工事のような現場では，再び土石流が発生する可能性があるなか人が介在して作業を行う限り労働災害の発生リスク

図―３ 災害復旧工事において発生した労働災害の事例と現在の対策

をゼロにはできない。もしこうした現場でICTを活用した無人化施工が行われるようになると土石流が発生したとしても人が介在していないので労働災害は起こりえないことになる。つまり労働災害防止に関する本質安全化が実現できることになる。

建災防では，こうした観点から労働災害防止のためのICTを活用したデータベースを構築・運用しており，本稿ではその概要を報告する。

2. ICT活用データベース構築の背景

IoT，ロボット，AI等の技術が日進月歩で進化するなか，建設業においてもICT（情報通信技術）を活用した施工方法や熱中症予防対策等の労働災害防止対策の検討が進められている。例えば，国土交通省では建設現場の生産性を向上し，企業の経営環境を改善するため，i-Constructionを積極的に推進している。その具体的な取り組みとして，ドローンを活用した3次元測量やICT建機の活用などがあるが，このICT建機を災害復旧工事現場等で使用すれば二次災害の防止等労働災害防止の面でも大きな効果が期待できる。また，民間企業においても，建設現場では夏期に熱中症が急増することから，これを防止するため，ICTを活用してWBGTの計測管理と併せ作業員個々人の心拍数をリアルタイムで把握することなどで作業員の体調管理を行い，熱中症予防を行う等様々な取り組みが進められている。

一方で，こうした新たな取り組みにおいて，操縦者の技術的対応が十分でないこと等から，ドローンの墜落による労働者への衝突災害の発生等，これまでにない新たな労働災害の発生も危惧される面もある。

こうしたことから，建災防では，IoT，ロボット，AI等の技術の動向を踏まえ，ICTの活用により労働安全衛生の向上に資する情報を収集・整理し，建設現場における危険有害要因の除去や，作業負荷の軽減に通じる技術情報を取りまとめるとともに，ICTを活用することによる新たな危険状況への対応等について，2017年度より「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」（委員長：建山和由立命館大学教授）を設置し，調査研究を行っている。

以下，この検討委員会の調査研究成果でもある「労働災害防止のためのICT活用データベース」の概要と，今後の調査研究の方向性について述べることとする。

3. ICT活用データベースのコンセプト

生産性の向上や省力化を目的に，建設業の様々な分野で活用が進んでいるICTは，労働災害防止においても有効なツールとして活用できるケースが多くある。建災防では，この点に着目し，ICTの活用により建設現場における労働災害防止に資する情報や事例を収集・整理し，建設現場における危険有害業務の低減や，作業負荷の軽減に通じる技術情報を取りまとめることにした。併せて，ICTを活用することによる新たな危険状況（残留リスク）への対応等についても整理を行い，「労働災害防止のためのICT活用データベース」として建災防ホームページ上において情報を掲載している。

これを利用することにより，建設工事における労働災害防止や職場環境改善，従来の労働災害防止対策では達成できなかった本質安全化を実現するための有効なツールとして活用できると考えている。建設関係事業者はもとより，ICT開発関係者が積極的にこの取組を活用することにより，建設業の災害ゼロの実現に寄与できることを期待している。

また，このデータベースは，建設事業者等のユーザーが求めるICTのニーズ情報を提供できるよう構築するとともに，このデータベースに，ユーザーとメーカーの情報が集約され，相互に必要な情報交換が行われることによって，安全に役立つICTの革新技術をさらに発展させることができる成長型システムとなることを期待している。

4. ICT活用データベースの概要

(1) ICT活用事例の収集

本データベースは昨年4月15日に一般公開され，本年1月10日現在でICT事例267件（活用事例239事例，研究開発事例28件）及び開発が望まれる技術

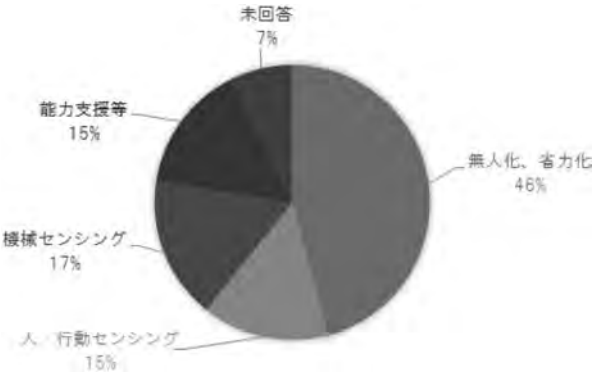
情報等を掲載しているが，公開に先立ち，先行事例として，建設労務安全研究会（理事長：本多敦郎）の会員企業より 224 事例を収集し，それを参考に一般公募を募る方法で展開している。

そこで，先行事例である 224 事例の収集内容を紹介し，本データベースの概要を説明する。

まず，本データベースの「ICT 活用事例」では，ユーザー（建設事業者）が実際に ICT を活用して労働災害防止等に効果のあった事例を収集・掲載しており，その ICT 活用事例を様々な角度から検索できるよう 5 つのカテゴリー分類を行っている。カテゴリー別に紹介する。

①カテゴリー 1〈活用分類〉

本カテゴリーでは，ICT の活用の方法について，i-Construction における ICT 土工のように ICT 建機を使用して人の介在を無くしたり減らしたりする「無人化・省力化」，人が危険な状況に近づくと ICT が警告したり危険を回避したりする「人・行動センシング」，機械の動き等を監視したり制御する「機械センシング」及びデジタルデバイスを活用した施工管理支援ツールなどの「能力支援等」の 4 アイテムを挙げている。224 事例のアイテム別割合は**図**―4 のとおりである。



図―4　ICT 活用分類別割合

②カテゴリー 2〈適用工事種別〉

このカテゴリーでは，ICT 活用の適用工事を 4 つの大分類に分け，「土木工事」23 項目，「建築工事」16 項目，「設備工事」4 項目及び「その他」1 項目の小分類に分けている。

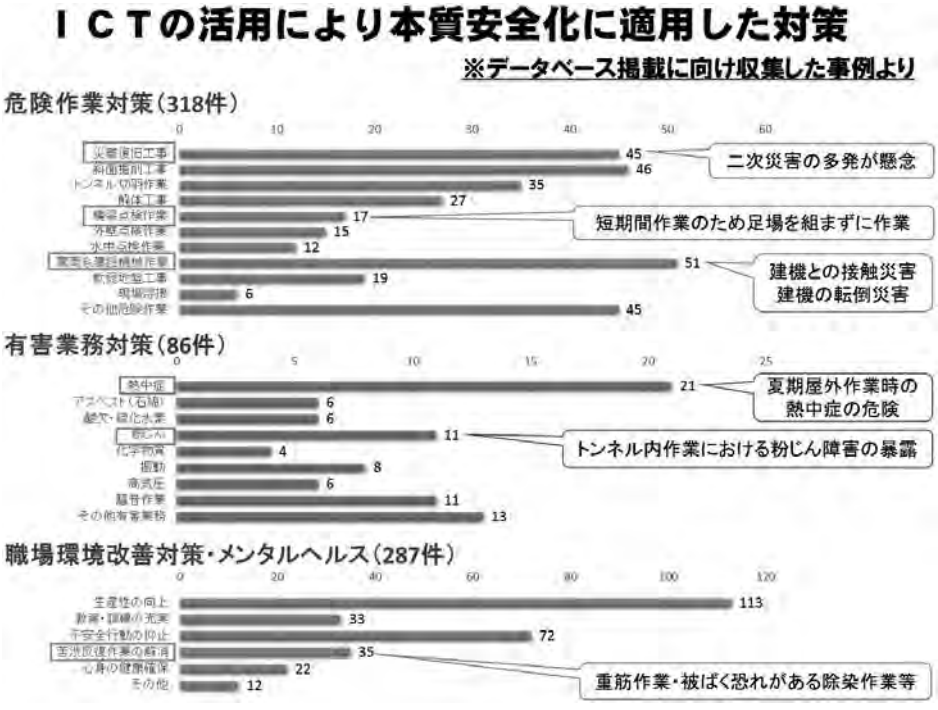
③カテゴリー 3〈抑止可能なリスク（災害の種類）〉

カテゴリー 3 では，ICT 活用事例を抑止可能な災害リスクを種類別にみており，墜落・転落や転倒など 24 項目に分類している。

④カテゴリー 4〈本質安全化〉

このカテゴリーが本データベースを策定するそもそもの目的でもあるが，例えば土石流発生現場の復旧工事のように従来の労働災害防止対策ではどうしても災害リスクをゼロにはできない業務において，ICT を活用することにより人の介在そのものをなくし，本質安全化が可能となるような ICT 活用方法をカテゴライズしたものである。

このカテゴリーでは，災害復旧工事やトンネル切羽作業などの「危険作業対策」，熱中症やアスベスト対策などの「有害業務対策」及び苦渋反復作業の解消や心身の健康確保対策などの「職場環境改善・メンタル



図―5　ICT 本質安全化別割合

ヘルス対策」の3つに分類している。この3分類は，それぞれ11，9及び6の小分類に分けている。

なお，小分類別の件数は**図―5**のとおりであるが，一つの事例で複数の対策に対応するので，総数は合わない。

⑤カテゴリー5〈ICT関連〉

このカテゴリーは，ICTそのものの種別をカテゴライズしたもので，AI，タブレット，スマートフォンや建設機械など10項目に分類している。

(2) ICT研究開発事例の収集

次に，本データベースでは，ユーザーサイドからの活用事例だけでなく，メーカーサイドからのICTを研究開発した事例も収集しており，建設現場で実際に使用できるものとして28事例（2020年1月時点）を掲載している。

なお，このサイトは，今後前記「ICT活用事例」のサイトと同様にカテゴライズしてユーザーに利用しやすい体裁とする予定である。

(3) 研究開発が望まれるICT情報の収集

本データベースでは，ユーザーからのICT活用状況及びメーカーからのICT開発状況を掲載しているほか，「研究開発が望まれるICT」というサイトを設け，ユーザー（建設事業者）からのメーカーに対するICT開発に関する要望等を掲載しており，メーカーのICTの技術開発に資することとしている。このサイトは「製造者側に開発／改良を期待する技術」と「利用したい技術」の2つのカテゴリーに分けており，それぞれ，前記（1）の①と同様，「無人化・省力化」，「人・行動センシング」，「機械センシング」，「能力支援」及び「その他」の5つに分けて記載している。

(4) 成長型データベースシステム

前記（1）から（3）のデータベースの項目はそれぞれ単独で活用できるものであるが，それぞれが有機的に結びついている。すなわち，「ICT活用事例」では，ICT活用の効果や残留リスクの情報のほかに改善を求める情報も収集することとしており，併せて，研究開発が望まれるICTについては単独でアンケート方式でその情報を収集することにより，建設事業者のICTに関するニーズを「研究開発が望まれるICT」としてICTメーカーによる技術開発を誘導させる仕組みとしている。

つまり，本データベースは，**図―6**のようにICT活用事例及び新たに開発されたICT技術情報を随時更新掲載するとともに，労働災害防止に資するICT技術ニーズを示し，それに合わせた新たな技術開発を促すという成長型システムである。

図―6 成長型ICT活用データベース

5. 建設工事の各段階における具体的ICT活用例

建設現場で利用できるICTは様々なものがあり，例えばi-Constructionでの ICT土工（ドローンで計測した地山の3次元データ等によりICT建機が自動制御で施工する）のように発注，施工計画段階で選定していなければ現実的には活用が困難なものある一方で，車両積載カメラ技術のように現場での施工段階であってもその装着が可能なものがある等，ICTの種類によりその選定活用時期がさまざまである。

そこで，建設物の発注から，施工，運用，解体までの一連の建設工事の流れの中で，どのようなICTがどのような段階で活用可能か，一例を**図―7**に示す。

6. データベースへの掲載，変更，見直し

本データベースでは，建設工事における労働災害防止につながるICTを現場で活用した事例及び研究開発した事例について，審査・登録されたものを掲載しているが，掲載にあたっては，建災防内に設けた第三者による審査委員会において**図―8**の要領で審査を行っている。

審査委員会では，建災防ホームページ上に掲載している申請様式により申請された事例について，次の点について審査を行い，総合的に判断して，データベース掲載の採否を決定している。

○活用事例にあっては，申請内容がデータベース利用者にとって労働災害防止のために参考となるか

○研究開発事例にあっては，労働災害防止に資する内容であるか

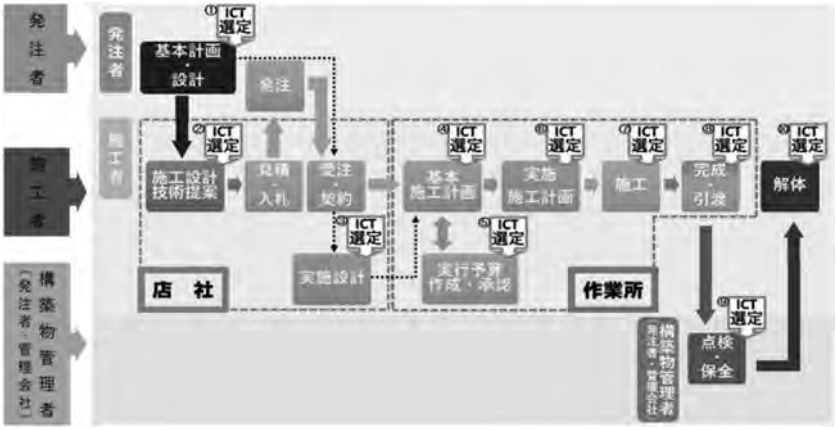
また，本データベースでは，ICT活用により建設

工事における労働災害防止に資する事例を収集・整理し，危険有害業務の低減や，作業負荷の軽減につなげることが目的であることから，実際には利用されなくなり，陳腐化したような技術については随時見直しを行い，審査委員会の審議を経て変更・削除することとしている。

7. 今後の調査研究の方向

今後，ICT は 5G，AI の進展により，その対象がますます拡大し，その技術は急速に進化するといわれているが，我々が軸足を置いている建設現場の安全衛生の分野においても，その動向をしっかり把握していないと，これまで収集・活用している ICT 技術も時間の経過とともに陳腐化する可能性がある。

そこで，本データベースでは，6. で述べたように，常に新たな ICT 情報を収集するとともに，掲載済みの事例についても随時見直しを図り，情報のアップデートを行っていくこととしている。そして，4.（4）で述べたようにユーザーである施工者のニーズを把握



	具体例	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
機械センシング	ひずみ計測技術		○		○	○	○			○	
	地盤変位計測技術		○		○	○	○			○	
	車両積載重量検知技術						○	○			
	車両積載カメラ活用技術						○	○			
	障害物検知技術		○		○	○	○				○
	軌道変位計測システム		○		○	○	○				
	現場気象条件観測技術		○		○	○	○	○		○	
	粉じん濃度計測携行型器械						○	○			○
	現場臭気計測技術						○	○			
能力支援	GPS マシンモニタニングシステム		○		○	○	○				
	発破低周波音抑制技術		○		○	○	○				
	騒音検知低減システム		○		○	○	○				○
	VR 活用技術		○				○	○			
	パワースーツ利用技術		○		○	○	○				
	ICタグ利用技術、		○		○	○	○			○	○
	タブレット・スマホ等端末機器利用技術	○		○	○		○	○	○	○	○
	現場労務管理ソフト				○	○	○				
	適正工期算定ソフト	○	○		○						
	現場各種データ送受信技術	○	○		○		○	○		○	○
	各種情報映像化（見える化）技術	○	○		○		○	○		○	○

図―7　ICT 具体的選定・活用方法

図―8　ICT 活用データベース申請審査手順

し，そのニーズに対応した新たなICT技術の開発をメーカーに促し，その開発された技術を実際に活用した施工者の情報を再び掲載し，その情報の水平展開とともに，更なる開発を促すという成長型の取組を継続して行うこととしている。

一方でこうしたデータベースの定常的運営のほか，労働災害防止のためのICT技術の発展と建設業の労働安全衛生の向上に資するため，現在次のような調査研究に取り組んでいる。

(1) 労働災害事例とICT活用分類の整理

自然災害発生に伴う災害復旧工事等において実際に発生した労働災害に関して，通常の安全衛生対策だけでなく無人化施工等のICTを活用して本質安全化を図っていたのなら当該労働災害を防げていたかもしれない事例を編集・整理し，ICT活用の一層の促進を図る検討を進めている。

具体的には，災害事例と上記4.のICT活用のカテゴリー分類のマトリックスを作成し，災害事例から学ぶICT対策を検索できるシステムとする作業を進めている。

(2) VRを活用した労働安全衛生教育の普及と深化

最近，産業界において，VRを活用した安全衛生教育を行う事業者が増えており，建設業においても同様に，新規入職者等に対するVR安全衛生教育を行っている事業者は多くなっている。また，HMD（ヘッドマウントディスプレイ）の小型化，高性能化，省力化，低価格化等によりその普及は今後もさらに進むと予想されている。

一方で，建設業においてはその活用は主に危険体感教育であるが，そのコンテンツについては，網羅的に把握し整理された資料は存在しない。

そこで，建設工事現場において活用されているVR安全衛生教育事例を収集し，次の項目別に整理し，その普及をますます促進するとともに，コンテンツが不足している対象（想定する災害の種類等）の開発を促進することとしている。

〈収集する項目〉

対象工事，VR等の種類（VR，AR，MR等），HMDの種類（PCタイプ，一体型タイプ，スマートフォン等），映像（実写，合成等），対象災害（墜落・転落，転倒，飛来・落下，崩壊，倒壊等），教育区分（社員教育，職長教育，送り出し教育，新規入場者教育等），対象者（若年者，高齢者，職長・管理者等）及び効果や課題等

8. VR安全衛生教育とレジリエンス力向上

ここで，ICT活用の調査研究において，VR安全衛生教育を特に重点的に検討する背景について述べる。

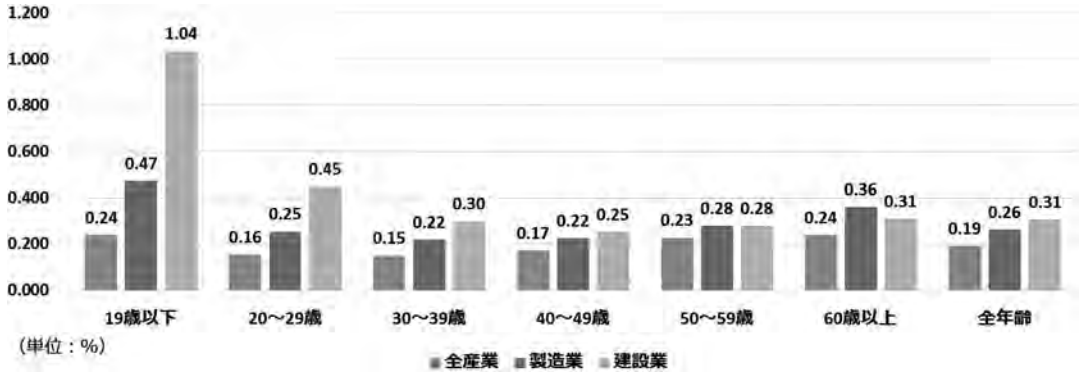
建災防では，建設業のメンタルヘルス対策について，2015年12月より調査研究を行っており，その成果の一つとして，「建災防方式健康KYと無記名ストレスチェック」及び同結果に基づくリスクアセスメントを活用した職場環境改善手法を開発した。この調査研究過程でメンタルヘルス不調が労働災害につながる発生機序について精神医学上の知見を提示し，さらにこの知見を補強すべく，ヒヤリハットを災害の疑似体験であると位置づけて，その実態調査を2018年に実施した。その結果，高ストレス反応者および不眠症状者は，そうでない者と比較して，ヒヤリハット体験をするリスクが1.2倍～2.0倍程度高いこと等が明らかとなり，建設現場の労働災害を防止するにはメンタルヘルス対策が必要不可欠であることが統計学上からも証明された。

一方，この調査結果から過去1年間で労災につながるようなヒヤリハットを体験した者の割合は58.2%にも達していることが明らかとなった。

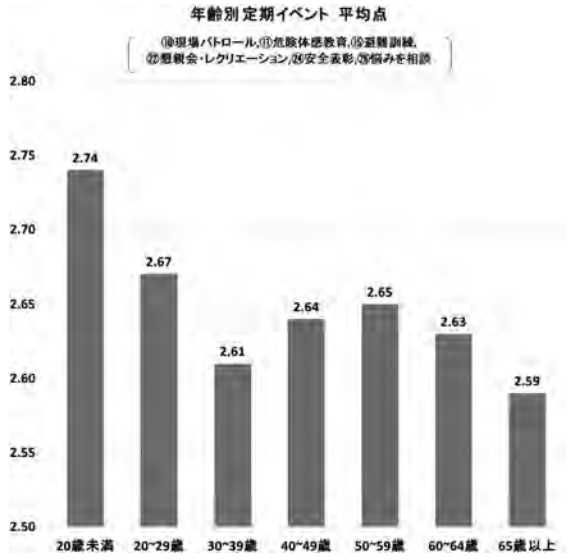
このヒヤリハットは，過去の災害事例から再発防止対策を考えるSafety Ⅰの視点から見ると災害の疑似体験であるが，災害がない状態を維持するというSafety Ⅱの視点から見るとヒヤリハットは災害に至る前にリカバリーした成功体験でもあると捉えることができる。

そこで，調査対象の建設現場ではリスクアセスメント活動が活発に行われていることを鑑みると，ヒヤリハットを災害の疑似体験と位置づけその撲滅が災害の撲滅につながるという従来の安全衛生活動の考え（Safety Ⅰ）だけではなく，ヒヤリハットは災害に至る前にリカバリーした事例でもある点に注目し，成功事例から学ぶ新たな安全衛生対策（Safety Ⅱ）も併せて検討する必要があると判断した。これは，レジリエンス・エンジニアリング（E. Hollnagel他）に基づく考え方であるが，建災防では，こうした観点から，ヒヤリハットが事故や災害にならず直前で回避できた背景要因や日常の安全衛生活動の寄与度等を把握するための実態調査を行い，その分析を進めているところであるが，次のような注目すべき実態が一部明らかになった。

図―9は建設業の年齢別災害発生状況であるが，若年者の災害発生率が他産業に比べ著しく高いことが一目瞭然である。



図―９　年齢別就業者数に占める被災労働者（休業４日以上）の割合

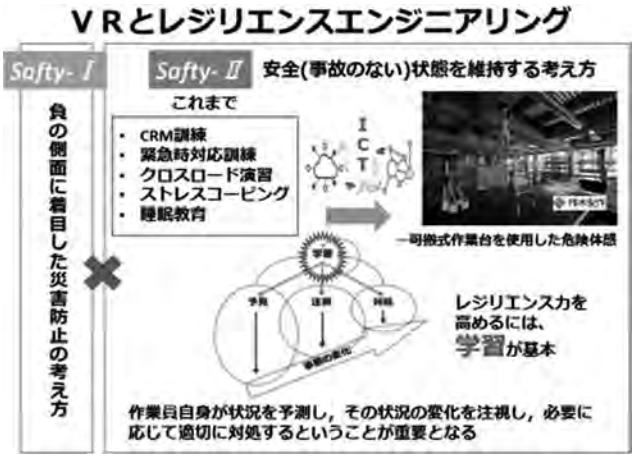


図―10　建設工事現場のヒヤリハットに関する実態調査（2019.4.18～5.31）

この原因としては，建設現場は，高所作業など元々災害ポテンシャルが高いうえに作業内容，環境，周囲の人間関係が日々変化し，柔軟かつ臨機応変に対応しなければならない作業環境であるところに，レジリエンス力の低い若年者が就労し，被災しているのではないかと推察される。こうした若年者が，レジリエンス力を高め，災害回避に役立つ現場での日ごろの活動は何かとの問いに対しては，他の年齢層とは異なって，「危険体感教育」など定期イベント活動を挙げていることが今回の実態調査から明らかになった（**図―10**）。

そこで，建災防では，労働災害を防止するため，リスクアセスメント等リスクを低減させる取組み（Safety-Ⅰ）とともに，若年者等レジリエンス力の低い労働者に対し，レジリエンス力を高め，リスクのある状態においても安全を維持できるSafety-Ⅱの取り組みも併せて進めるためのICTの活用を検討することとした。

その一つが，VRを活用した安全衛生教育である。VRによる教育は災害等の疑似体験をリアルに実感できることが可能で，危険感受性を高め，危険回避するための基礎的な能力すなわちノンテクニカルスキルを向上させ，レジリエンス力を高めることができると考えている（**図―11**）。



図―11　VRを活用した安全衛生教育の意義

こうした理念の下，収集整理した事例等は，データベース上で公開し，メーカーのVR安全衛生教育の開発及びユーザーの利活用の促進を図り，建設業の労働災害の防止に資することとしている。

JCMA

《参　　考》

建設業労働災害防止協会「労働災害防止のためのICT活用データベース」

［筆者紹介］
本山　謙治（もとやま　けんじ）
建設業労働災害防止協会
技術管理部長