現場の環境変化を考慮した土木施工の安全対策の高度化に向けて

国土交通省 国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター
社会資本施工高度化研究室 主任研究官 大槻（おおつき） 崇（たかし）

1. はじめに

建設業は，労働災害１件当たりの労働損失が大きい産業であり，人口減少局面に移行する中，若手入職者が減少し，慢性化する人手不足の中で，就業者構成は，高齢化と多国籍化が進みつつある。

建設業の死亡事故は長らく低減してきたが，それらを支えてきた各種規制や安全対策のマニュアル等は，今まで建設現場を担ってきた現場技能者を前提とした経験則に基づいた安全対策措置から成り立っており，今後，前記の担い手の特性変化等のもとでも，それらが効果的に機能するには限界がある可能性が高い。

多様化する生産工程等への対処として，労働安全衛生法制では，平成 10 年に労働安全衛生マネジメントシステム，平成 18 年にリスクアセスメントの努力義務が導入された。施工現場の環境が変化する都度に安全措置のあり方への見直しを行うことが示されたが，中小建設業向けに取り組みの容易化に向けた支援が建設業労働災害防止協会（以下，「建災防」という）により進められるなど，多くの雇用を担う地域建設会社へのリスクアセスメントの普及や，安全対策導入の活性化が今後の課題となっている。

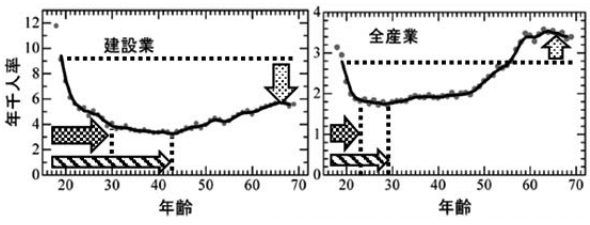
国土技術政策総合研究所（以下，「国総研」という）では，国土交通省公共事業企画調整課や一般社団法人日本建設機械施工協会と連携し，実効性ある安全施策の立案に向けた検討を行っている。本稿では，当該検討の中から得られた知見を報告し，今後の取り組みについて述べる。

2. 労働災害の面から見た建設業の特徴

(1) 経験年数と事故発生率の関係

労働災害に関しては，その発生状況等についての統計データが充実している。それらを基に，労働安全衛生総合研究所が 2017 年に行った分析では，他の産業に比較して，建設業は若年労働者が事故に見舞われる割合が多いことが示されている（図－1）。

この現象をより細かく見ていくと，全産業と比較し，建設業は，年千人率で表した際の各年齢層の事故発生率について，若年層で 9 ～ 12 を示



図－1 建設業と全産業での年齢毎の災害年千人率の比較

し，30 代から 40 代で底となる 3 ～ 4 を示した後，緩やかに上昇，特に若年層での年千人率の低下速度が緩やかで，とりわけ，底を打つ時期までに他産業に比べて時間を要していることが分かる。

建設業については，現場労働の中で行われる作業の種類と環境要因が多岐にわたることが，こういった傾向の原因と考えており，いわば，経験の蓄積が事故発生の抑制には重要であると考察した。

この考え方に基づくと，高年齢層での年千人率の上昇レベルが抑えられていることも，経験蓄積による事故発生抑制効果を示唆するものと考えられる。

⑵ 専門用語理解の困難性

この考察に基づき，建設機械施工の現場で用いられている，既存のリスクアセスメント資料である『建設機械施工安全マニュアル』について，その理解に影響する要素に関し，建設業未経験者への聞き取り調査を行った。

その結果，安全事項としてどのような確認事項や注意点があるかについては，リストと挿絵により分かりやすいとの反応がある一方，出てくる用語に関して図入りの資料であっても，「法肩（のりかた）」などが何を指しているのか分からない，「一山残し（ひとやまのこし）」といった行為が何のために必要なのかといったことへの意味の理解が困難（図－ 2）との指摘があり，何のために，具体的にどれだけを残すのか，といった点についての解説が必要ではないかとの結果が得られた。

これらを用いた現場での KY 活動では，補足説明等が経験者によって行われる訳であるが，作業内容自体についての理解を容易にするための支援ツールの必要性が予見される結果となった。

図－ 2 『建設機械施工安全マニュアル』p32 ブルドーザ掘削での理解困難点

ここからは，調査の中で機械土工の専門工事会社の方々との議論から筆者が着想した仮説であるが，日々異なる自然環境を相手に仕事をする土木工事において，現場の生産性と安全性を高める観点から，扱う道具や必要とするスキルの特殊性のため専門工事業化が進む中で，当該専門家集団の社会的なプロセスとして，そこで用いられる用語のジャーゴン化が生じたのではないかと推測している。

さらに脱線すると，専門工事業の発展と対をなして，元請会社の株式公開や上場企業化も進む中で，受注工事での事故発生情報の公開圧力や，協力会社の現場従業員家族などからの公訴化が進展し，労働安全衛生法での元方事業者責任の強化と相まって，事故発生抑制への取り組みが促進された効果も，戦後日本の建設業での死亡事故件数の減少など，安全性を高める要因となったのではないかと推測している。

こういった社会学的観点や政治経済学的観点からの分析も，建設現場の安全を検討するうえで重要な示唆を与える取り組みとなっていくと考えている。

⑶ 労働災害リスクの統計量から見える性質

労働安全衛生分野においては，「安全」について，「許容不可能なリスクがないこと」と，ISO/IEC ガイド 51（2014 年）及び JIS Z8051（2015 年）に定義され，リスクは次式で表現されている。

リスク＝危害のひどさ×危害の発生確率

「危害（harm）」というのは「身体的傷害または健康障害等」を指す。危害の発生には，それを引き起こす潜在的根源である「危険源（hazard）」があり，その危険源に人などがさらされている状態を「危険状態（hazardous situation）」，そしてそれが危害につながる事象を「危険事象（harmful event）」と呼ぶのが一般的である。つまり，上式の「危害の発生確率」をより細かく分けると，以下の三つの要素に分解できる。

① 危険源への暴露の頻度及び時間（危険状態）
② 危険事象へとつながる頻度
③ 危険事象への適切な対応による危害回避可能性

「危害のひどさ」は避けようがない場合が多いが，その「発生確率」は，様々な方法で回避して下げていくことが考えられる。

リスクアセスメントの各種方法論では，このリスクを段階的区分指標でクラス分けして議論に用いるが，労働安全衛生統計に対応させて考えてみたい。

大正 12（1923）年から開催されている ILO 国際労働統計家会議での変遷を経て，国際間比較のために定義され，日本で昭和 27（1952）年から労働災害動向調査にて整理されている「(労働災害当たり）平均労働損失日数」,「度数率」,「強度率」には，単位の調整を必要としつつも，おおむね以下の関係がある。

強度率＝災害当たり労働損失日数×度数率

・災害当たり労働損失日数：労働基準法の別表等で定められている労働災害のひどさの指標で，災害当たりの労働の損失日数を 50 日から 5,500 日で規定し，死亡等で 7,500 日とカウントする
・度数率：100 万労働時間当たりの労働災害発生数で，労働災害の発生確率
・強度率：1,000 労働時間当たりの労働損失日数で，労働災害のひどさとその発生確率の積となっている

この労働災害の各種統計値を，労働安全衛生における労働災害リスクの定義と比較すると，リスクが強度率に対応していることが分かる。

そこで，建設業の労働災害リスクを強度率に見立て，死傷事故数の下げ止まりを見せている 1987 年以降の各年度の土木工事業の強度率について，度数分布を取ったものが図－3 である。

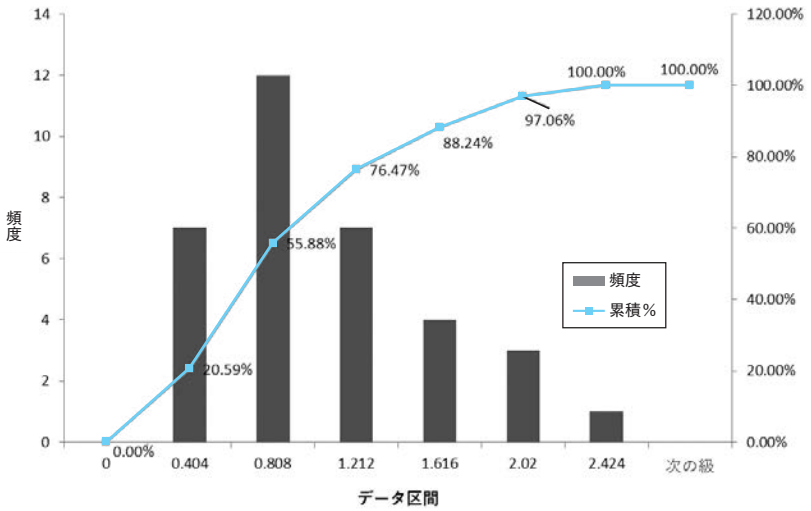
平均値の周りに左右対称に広がりを持つ正規分布ではなく，「対数正規分布」を形成していると推定される。

正規分布は，ある統計量の独立した要素が足し算（和）によって構成される場合に現れる統計分布である一方，対数正規分布は，それが掛け算（積）によって構成されるものに見られる統計分布であり，土木工事業における労働災害リスクが，その定義で示される「危害のひどさ」と「その発生確率」の各種要素の積で構成される統計量であることが見てとれた。

対数正規分布となる統計量の特徴は，その統計量が高い値となる度数の減少が緩やかであることや最頻値が平均よりも大小いずれかにシフトすることがあげられる。

この特徴が示すことは，労働災害リスクは，労働災害の発生確率を下げる努力を重ねることで，

1987 ～ 2020 年の土木工事業の強度率の分布



図－3　土木工事業の労働災害強度率の傾向

最頻値を平均値より下振れさせることが可能な一方で，高いリスクの発生は正規分布よりも高止まりとなる傾向があるということである。

3. 対策の方向性

(1) 作業手順説明コンテンツの充実化と活用

労働災害の面から見た建設業の特徴としては，製造業と比して，その業務知識の習得の困難さがあげられた。

従来は，現場での OJT を土台とした作業内容の習得を基本としたが，近年は，動画を用いた作業手順の共有が進められている。

厚生労働省及び建災防の提供する「外国人建設就労者のための安全衛生教育映像教材」，一般財団法人建設業振興基金などが建設産業人材確保・育成推進協議会のホームページサイトなどで公開している「建設現場で働くための基礎知識」のシリーズ動画，さらには，国土交通省と職業訓練法人全国建設産業教育訓練協会が，企業や大学教育訓練施設等の監修・協力のもと作成した「建設技能トレーニングプログラム」の動画資料など，いずれも作業内容の理解を促進する動画資料となっている。

こういった公開素材をさらに充実させ，また，それぞれの主体が相互に情報を共有して，中小建設会社が触れられる活動を進めることが重要である。

(2) リスクアセスメントの取り組み容易化

リスクアセスメントは，担い手の変化，使用する生産機械の変更など，新たな生産プロセスへの移行をした際に行うことが推奨されている。

i-Construction における ICT 施工の工種拡大の取り組みや，インフラ DX 施策は，まさに仕事のやり方を変えていくことがその中心的な取り組みであり，その都度，安全対策のためにリスクアセスメントが必須となる。

一方で，建設工事を実施する際，日々の KY や安全教育は，業務フローの中での位置付けが確立されているのに対して，リスクアセスメントプロセスはそういったルーティンからは外れた作業になっており，それがゆえに，中小建設業の現場での一般的な活動としての浸透はこれからの課題である。

国土交通省では『建設機械施工安全マニュアル』を作成し，労安衛則や各種通達，さらには施工関係者から提示された経験則を規定化した「安全確認チェックシート」を 15 工種に関し整理・掲載している。

国総研では，この「安全確認チェックシート」に記載されている“安全措置”それぞれに着目し，それぞれの措置がリスクアセスメントの結果として生み出された“措置事項”となるよう，そのプロセスの再現に取り組んでおり，今後，その結果を公開し，これにより，リスクアセスメントプロセスを追体験できる環境を提供する予定である。

建災防では，平成 11（1999）年より建設業労働安全衛生マネジメントシステム（COHSMS：コスモス）のガイドラインを公表し，認定活動が進められてきており，その後，中小建設会社向けに「コンパクト COHSMS」が開発されている。こういったマネジメントシステムへと進んでいく際の，導入となることを目指している。

また，昨今注目の集まる施工の自動化・自律化に関しては，国土交通省に設置された「建設機械施工の自動化・自律化協議会」において，安全措置事項の検討を容易にする議論が進行中である。

(3) 施工計画時の機能安全装置の活用検討促進

自動車の自動走行への期待とともに開発が進んでいる AI による画像認識装置や，周辺の障害物検知をリアルタイムで行う LiDAR による検知装置について，建設現場でもそれらによる建設機械での巻き込み事故などを防ぐシステムの開発が進んできている。

国土交通省の NETIS テーマ設定の枠組みを用いて，「建設機械の物体検知及び衝突リスク低減に関する技術」の公募が令和 2 年より行われ，ロー

ラへ適用する技術 5 件，ドラグ・ショベルへ適用する技術 12 件の評価結果が公表されている。

また，建災防ホームページサイトにて「労働災害防止のための ICT 活用データベース」が公開されており，安全を機能として提供する積極安全の技術の活用に向けた情報提供が行われてきている。

これらの技術を，施工計画策定時に採用検討を進めるとともに，その活用結果のフィードバック情報を収集することが，技術の進展に必要な取り組みであり，NETIS における活用結果報告の充実を期待したい。

また，こういった技術の活用にどれくらいのリスク低減効果があるのかを検討する際に，前述 3.⑵のリスクアセスメントプロセスによるリスクの見積もりや措置事項によるリスク低減評価，また，2.⑶で行った統計データから得られる定量的なリスク低減効果の検討を組み合わせていくことも有効と考える。この点についても研究を進めていきたい。

⑷ 安全意識醸成への工夫

2.⑶では，労働災害リスクにおいては，高リスクな状態が一定の確率で残存してしまう統計学的な背景を議論した。現場環境が常に異なる建設作業では，人による作業への依存は今後も重要な部分を占めることは論をまたないが，その際，労働災害リスクの特性上，死亡などの重大な災害のリスクからは逃れることはできない。

こういったことに対して，大手元請企業の現場代理人への聞き取り調査では，安全意識へのマンネリ化を防ぐための各種工夫を凝らしている実態が確認された。その日の作業に関して，今まで言い古された安全対策ではない視点を無理にでも考え出させるような KY 活動で活性化を図る，墜落事故の疑似体験を VR を使って行うなどの工夫が日々行われている。

本誌 2022 年 6 月号のトピックスでは，建災防の新ヒヤリハットに関しての取り組みが報告されたが，こういった細やかな取り組みが建設業の労働災害リスクの低減における重要なピースであるとの認識を常に持ち続けることが重要である。

4. おわりに

高齢化や外国人労働者など現場体制の多様化が進む土木施工において，リスクアセスメントの定着の必要性に係る調査等を進めていく中で，改めて以下の知見を得たことを報告した。

① 建設業は，事故抑制に必要な業務経験年数が他産業に比して長くなる傾向がある

② 専門工種を区切ることで専門知識の習得の容易化が進む一方，用語の専門化により，その言葉が表す事象の理解が難しくなっていると推測される

③ 多様な現場環境・構成での事故抑制に向け，リスクアセスメントの実施環境の容易化に努めるとともに，作業内容の徹底した言語化と映像化を進めることが必要

④ 労働災害リスクは対数正規分布を示す統計量であると推定され，発生確率を低減しても，不測の事態を常に考慮した安全教育が必要である

これらの知見を踏まえ，今後，中小建設現場でのリスクアセスメントの普及に向け，国土交通省の『建設機械施工安全マニュアル』に掲載の“措置事項”チェックリストの高度化に向けた検討を進めていく。