

危険作業従業者の安全管理の未来

田中 藤 尚

作業における死傷事故をなくし作業者の安全を確保することは、人命尊重および作業の効率化を図る点から重要であり、現在および将来の大きな課題である。消防隊員は自ら危険地帯に飛び込んで消火・救助活動を行うものであり、彼らの安全を確保することはより切実な問題である。本報文では消防隊員の安全管理の現状およびその未来を紹介すると共に、消防隊員を含めた作業者の安全を確保する方策について若干の考察を行う。
キーワード：危険作業，安全管理，携帯警報器，監視カメラ，消防服，意思決定

1. はじめに

建設業に限らず、作業者の安全を確保することは重要な課題である。これは人命尊重の観点からはもちろんであるが、作業者を作業に専念させてその効率化を図るうえでも重要である。

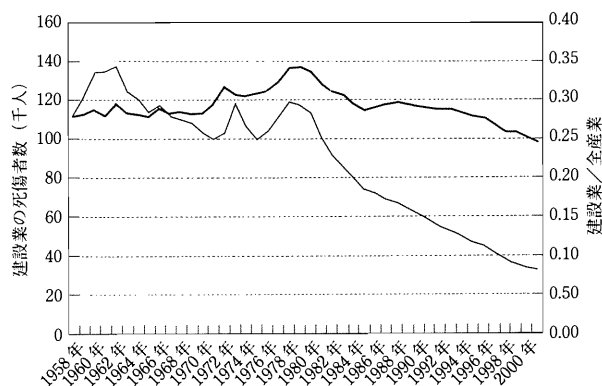
株式会社モリタは数十年の間一貫して消防車の生産に携わり、その関係上消防士の安全確保についても研究開発を行っているので、消防士の安全確保の方策について紹介する。消防士と建設作業者という違いはあるが、危険作業に従事するという点で共通点多々あると思われる。本報文が何かのお役に立てば幸せである。

なお、筆者は建設業は門外漢である。思い違いなどあると思われるが、その点をご容赦いただきたい。

2. 建設業における労働災害の現状

(1) 労働災害の死傷者数の推移

図一は1958年から2001年までの建設業における労



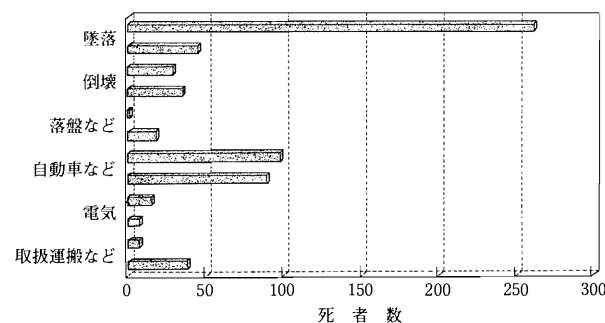
図一 死傷者数

働災害の死傷者数および全産業に対する建設業の死傷者の比率の推移を表したグラフである。死傷者数は一貫して低下しており、特に1980年以降低下が著しい。このころは日本が安定成長期に入った頃であり、機械化が進んで危険作業が少なくなったためではないと思われる。

全産業に対する建設産業の死傷者の比率は、1980年頃まではやや上昇傾向にあるが、それ以降下がりが続いている。作業の安全に努力されている成果が現れているためであろう。

(2) 建設業における死亡者数の分類

図二は2001年の建設業における工事の種類、災害の種類別の死亡者数のグラフである。墜落死が圧倒的に多く、自動車や建設機械の操作時における死亡事故がそれに続いている。ちょっとした気のゆるみが事故に繋がるのではないかとと思われる。



図二 原因別死者数

3. 消防隊員の安全確保の現状

(1) 携帯警報器

ここで、消防士の安全確保の現状について概要を説明

する。消防士は自ら危険地帯に飛び込んで消火活動や負傷者の救出を行うのが任務であるので、その安全を確保することは重要である。そのため、どのような事態が生じてもそれに対応できるように、普段から訓練を重ねている。これは、建設業などで資格が重視され、一定の資格がないと特定の作業ができないようになっていないことと共通しているのではないと思われる。

しかし、いくら訓練を重ねても、あらゆる事態に対応することは不可能であるので、事故をゼロにすることはできない。そのため、一部の消防本部では、加速度センサでその動きをチェックして、一定時間動かない場合は警報を発する携帯警報器を消防士に持たせてその安全を確保している。

図-3は現在試作中の新型携帯警報器の外観である。消防士の動きを検出する加速度センサ、直立しているか横臥しているかを検出する傾斜センサや明暗センサを内蔵し、従来の同種の携帯警報器に比べて異常検出の確度を高めている。また、単独行動は危険なので、電波を利用して周囲に同じ警報器を持った隊員がいなくなると知らせる単独行動センサを内蔵している。



図-3 携帯警報器

しかし、消防士は火災現場で常に動いているわけではないので、このような加速度センサを使用した行動監視の警報器には誤報が多いという大きな欠点がある。また、騒音が大きかったり周囲に人がいないと、警報が聞こえないこともある。

(2) 安全管理システム

図-4は現在構想中の安全管理システムの構成図である。図-3の携帯警報器がスタンドアロンの警報器であるのに対して、図-4のシステムでは消防車(4~5人の消防士が搭乗する)を単位として消防士の状態を管理する。すなわち、無線を使用して定期的に消防士の状態データを消防車に集め、さらにこのデータを指令本部に送信する。そのため、警報を見落とすことがなくなる。

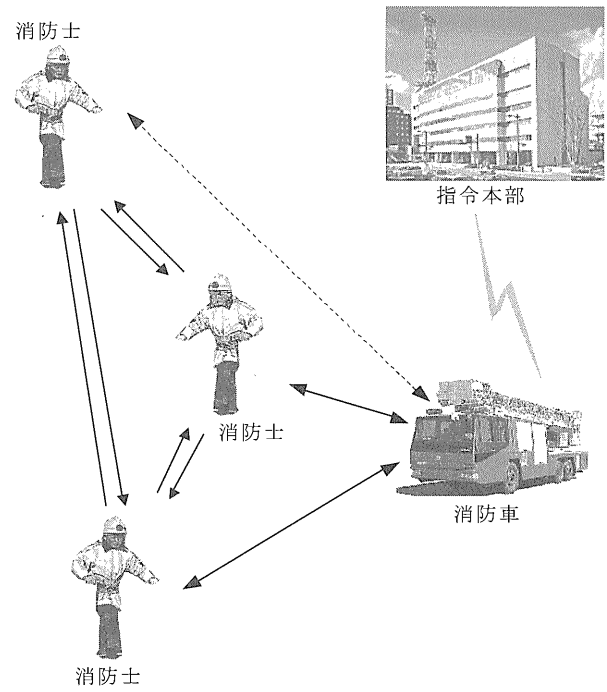


図-4 安全管理システム

また、正常/異常というオンオフ状態だけではなく、消防士のよりきめ細かい状態を管理することができるので、早期に異常を検出して対策を行うことができる。なお、建物内に入ったときには消防車まで無線が届かない場合もあるので、他の消防士を経由して情報を集めるようにする。また、無線が通じないということは孤立していることであるので、それ自体重要な情報となる。

(3) 監視カメラ

このように、消防士の状態を監視してその安全を確保する方法の他に、現場の状況を正確に把握することも安全管理上重要である。

図-5は当社が製造・販売しているLIVE CATCHという監視カメラである。消防車にこのカメラを設置して、火災現場の映像をリアルタイムで指令本部に伝送する。

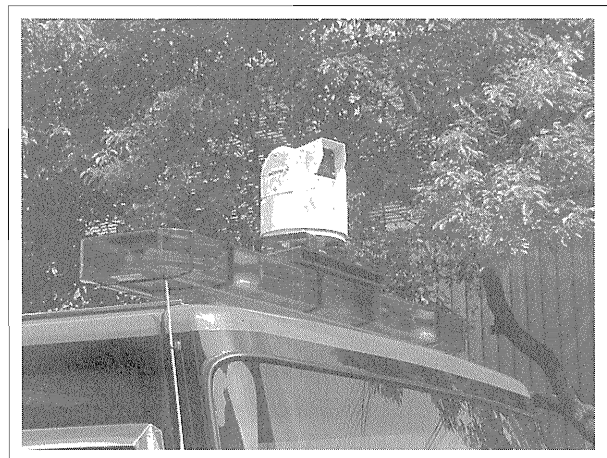


図-5 LIVE CATCH

また、消防車に GPS 受信機を取付けると、指令本部で消防車の位置を把握することができる。この監視カメラの主な目的は指令本部で現場の状況をリアルタイムに把握して効率的な消火活動を支援することであるが、消防士の安全を守ることに寄与している。

4. 安全管理の未来

(1) 安全確保のために

作業者の安全確保を担保する第1の方策は、当然なことであるが、危険作業を減らすことである。そのためには、機械化、将来的にはロボット化を推進しなければならないと思われる。消防においても、消火ロボット（「ロボット」というよりは工作車と言った方がいいかもしれない）が導入され、歩みは遅いながらも徐々に機械化が進行している。

しかし、機械化による危険作業の減少には限界がある。今後、建設現場は大深度地下、深海、はては宇宙へと広がっていく。このような未知の領域では、単純作業は自動機械（ロボット）に任せるとしても、判断を要する作業には人間が不可欠であり、かつ現場に密着した所で作業をする必要はむしろ増加するのではないと思われるからである。

消防においても、大深度地下など隔離された状況下でどのように消火・救助活動を行うかが研究されている。しかしながら、このような状況では消防士の現在位置を把握することも困難であり、有効な対策はいまだ確立されていない。

死傷事故が発生する大きな原因の一つは、管理者（そして作業者も）が現場の状況を十分把握できない、つまり情報不足のためである。特に消防の場合は事前に現場の情報を得ることが難しい場合が多く、また状況が時々刻々変化するので、現場で情報を収集することが大切になる。

(2) 未来の消防服

図-6はこのような観点から考えられた未来の消防服の一例であり、筆者が一部手を加えている。

胸部のベストにはバイタル（生体）モニタと位置確認のセンサが内蔵されており、常時消防士の状態を監視する。この情報は頭部のアンテナを通じて指令本部に送られる。また、マイク、スピーカで消防士同士あるいは消防士と指令本部間で自由に会話をすることができる。騒音が大きい環境では、骨伝導のマイク、スピーカを用いる。額にはライトとカメラが装備され、災害現場の画像を指令本部に送る。さらに、目にはHMD（Head

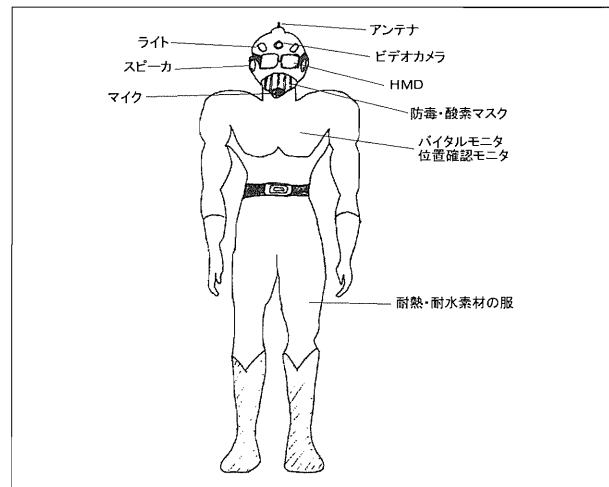


図-6 未来の消防服

Mount Display) を装着して、外界と指令本部などから送られてきた建物等の情報を一体化して表示する。

このような未来の消防服は決して夢物語ではない。バイタル情報を検出するセンサは高齢者のモニタリングなどに用いるために、盛んに研究がなされている。マイク、スピーカ、カメラは現在の技術でも実現化が可能であり、HMDも眼鏡と見間違えるくらい小型のものが試作されている。さらに、VR（Virtual Reality；仮想現実）や外界と仮想的な世界をシームレスで繋いで表示するMR（Mixed Reality；複合現実）の技術も日進月歩の勢いで進歩している。

しかし、装備を複雑にすればするほどその取扱いが難しくなり、訓練を要する。消防士のように危険場所で活動するのが仕事の場合には、訓練によって複雑な装備を使いこなすことが出来るが、それをそのまま他の危険作業者に適用することは難しいと思われるので、一層の改良が必要になるだろう。

(3) 事故時における意思決定

事故を回避するためには、何らかの意思決定を行わなければならない。意思決定は、

- ① 異常への気づき
- ② 原因の同定
- ③ 将来への予測

の三つのステップを経由して行われると言われている。

「人間の誤った思いこみ」がこれらのステップを阻害して事故の原因になることは希ではなく、また「人間の状況判断」が大きな事故を未然に防いだ例も多い。

人間は過去の経験から状況を判断することが多く、大局的に状況を把握することは得意であっても、多数の情報から素早く客観的に判断を下すことは必ずしも得意ではない。したがって、人間の判断を支援するシステムも

また必要になるのではないかとされる。

しかし、多くの作業者を含み、状況が時々刻々変化する作業現場に対応する支援システムを構築するためには膨大な知識の蓄積と解析手法の確立が必要であり、システムの構築は機器の開発に比べると多大の時間が必要である。現場の状況を検出し、作業者と管理者間の密なコミュニケーションを行うだけで死傷事故を撲滅することは困難なので、機器やシステムの発達のみを依存することはできない。作業者等の能力向上と死傷事故を撲滅するという社会的コンセサスもまた重要な要素になる。

5. おわりに

消防士を例にとって、危険作業者の安全管理の未来を考察してみた。自ら危険場所に赴いて消火・救助活動を行う消防士の安全管理をそのまま他の危険作業者に適用することは難しいが、作業者と管理者のコミュニケーションを密にして管理者が現場の現状を把握することは、作

業者の安全のみならず作業の効率化を図る上からも重要である。現在の IT およびセンシング技術の急激な発達を考えると、技術的には今世紀の第 1 四半期中には可能になるであろう。

図-1 の死傷者数の推移グラフを外挿すると、2010 年代には死傷者数がゼロになる。社会的なコンセサスが当事者の努力および安全管理のための機器の発達を促して死傷者数を削減させ、それがさらに社会的なコンセサスを発展させるという好循環が行われると、近い将来に危険作業における死傷者数をゼロにすることは決して夢物語ではないと思われる。

J C M A

【筆者紹介】

田中 藤尚 (たなか ふじひさ)
株式会社モリタ
技術研究所
課長



// 大幅改訂 //

建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック

「特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」(環境庁告示)が平成 8 年度に改正され、平成 11 年 6 月からは環境影響評価法が施工されている。環境騒音については、その評価手法に等価騒音レベルが採用されることになった等、騒音振動に関する法制度・基準が大幅に変更されている。さらに、建設機械の低騒音化・低振動化技術の進展も著しく、建設工事に伴う騒音振動等に関する周辺環境が大きく変わってきている。建設工事における環境の保全と、円滑な工事の施工が図られることを念頭に各界の専門家委員の方々により編纂し出版した。本書は環境問題に携わる建設技術者にとっては必携の書です。

■掲載内容：

- 総論 (建設工事と公害, 現行法令, 調査・予測と対策の基本, 現地調査)
- 各論 (土木, コンクリート工, シールド・推進工, 運搬工, 舗装工, 地盤処理工, 岩石掘削工, 鋼構造物工, 仮設工, 基礎工, 構造物とりこわし工, 定置機械 (空気圧縮機, 動発電機), 土留工, トンネル工)
- 付録 低騒音型・低振動型建設機械の指定に関する規程, 建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法, 建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法の解説, 環境騒音の表示・測定方法 (JIS Z 8731), 振動レベル測定方法 (JIS Z 8735)

■体 裁：B5 判, 約 340 頁, 表紙上製

■定 価：会 員 5,880 円 (本体 5,600 円) 送料 600 円

非会員 6,300 円 (本体 6,000 円) 送料 600 円

・「会員」本協会の本部, 支部全員及び官公庁, 学校等公的機関

・申込先 **社団法人 日本建設機械化協会**

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289