

危険体感教育への取り組み

🔊 危険体感教育，ヒューマンエラー

* 奥 高志 Takashi Oku * 大倉 隆 Takashi Okura

概 要

産業界では安全に働けるように設備や環境改善が進み、労働災害は年々減少してきたが、近年では横ばい傾向である。労働災害の要因を4M（人，物，管理，方法）で分析すると，人を除く部分は技術の進歩で大きく改善されてきた。そのため，近年の労働災害は人に起因するもの，すなわちヒューマンエラーによるものが大半を占めている。

当社でも不良や労働災害の要因分析を行うと，産業界と同様に近年ではヒューマンエラーが大半を占めている。座学による教育は従来から実施してきたが，更なる教育効果を求めて産業界で盛んになってきた「危険体感教育」を新たに導入した。



感電体感

1. ま え が き

建設業を含む全産業での労働災害発生度合いを示す死傷年千人率（死傷者数を労働者千人あたりに換算した数字）は毎年厚生労働省から発表されている。明電舎プラント建設部（当社ではお客様施設内で作業を実施する複数の部門があるが，本稿はプラント建設部での事例を記述する。以下，「当社」と表記する。）に関係が深い建設業では，死傷年千人率が1970年代で30から20人，1980年代から1990年代前半で20から10人に減少し，1992年に初めて10人を下回り，1998年頃から現在まで6人程度で横ばいである。すなわち1970年代は近年の5倍近くも危険な労働環境だったが，安全教育の充実・安全用具の進歩・作業方法の改善・管理方法の改善などで現在の状態まで改善してきた。しかし，現在の労働災害発生度合いは横ばいであり，

*プラント建設部

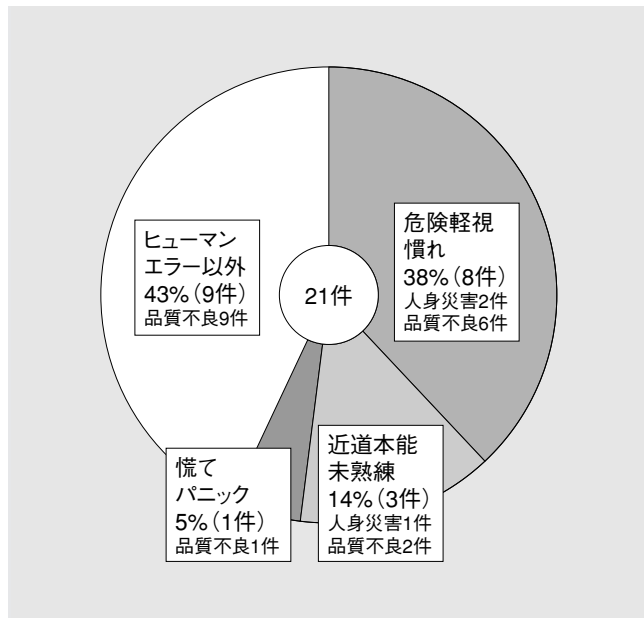
全産業で共通の傾向を示している。これらの原因は，一般的にヒューマンエラーの対策が進んでいないためであると言われている。

最近ではその対策を行う目的で建設業界を始め空輸・自動車・鉄鋼・電機・化学などの各種業界で「危険体感教育」が盛んになってきた。

本稿では，ヒューマンエラーの代表的な要因である危険軽視や無知・未熟練などを防止するために，当社で新たに導入した危険体感教育について紹介する。

2. ヒューマンエラーの要因分析

ヒューマンエラーの対策を進める上では，労働災害の要因を分析し，個別に対応策を立案する必要がある。2008年度に当社で発生した労働災害は不休災害3件だったが，すべてヒューマンエラーに起因するものだった。また，労働災害につながる



第1図 2008年度プラント建設部の人身災害・品質不良内訳
全21件中の12件、57%がヒューマンエラーだった。

発生年月	場所	人身災害事例	関連体感
2006年6月1日	某処理場	既設換気ダクト撤去中に脚立から転落	安全帯ぶら下がり体感
2008年4月17日	某浄水場	高圧盤内で充電中の端子部に触れ感電 12年ぶりの感電	感電体感
2009年1月22日	某電気室	仮設発電機排ガスで一時的な酸素欠乏 初めての酸欠	酸欠体感
ヒヤリハット事例		電工ドラム焼損	電線焼損体感

第2図 プラント建設部の人身災害、ヒヤリハット事例と危険体感教育テーマ選定
災害を体験していないために恐ろしさを知らず、危険軽視や近道本能が働いてしまうと推測される。2008年度には12年ぶりという感電災害と初めての酸欠災害が発生しており、最重要視している墜落・転落災害防止と同様に緊急対策が必要となった。

可能性があった物損事故は18件だったが、9件がヒューマンエラーによるものだった。すなわち全21件中の12件、57%がヒューマンエラーで内訳は以下の通りだった。第1図に2008年度の人身災害・品質不良の内訳を示す。

- (1) 危険軽視、慣れ : 38% (8件)
- (2) 近道本能、未熟練 : 14% (3件)
- (3) 慌て、パニック : 5% (1件)

近年ではこのような傾向が続いており、災害を体験していないために恐ろしさを知らず、危険軽

視や近道本能が働いてしまうと推測される。

更に、2008年度には12年振りという感電災害と初めての酸欠災害が発生しており、最重要視している墜落・転落災害防止と同様に緊急対策が必要となった。第2図に人身災害、ヒヤリハット事例と危険体感教育テーマ選定を示す。

3. 活動計画

当社では年間教育スケジュールを作成して、安全衛生・品質・環境管理基本方針の教育を始め、各種の教育や研修会を開催している。危険体感教育はこれらの機会を利用して実施した。

教育は緊急度・有効性・費用対効果が高いものを優先し、必要に応じて教育用装置を次のように考案又は開発した。

- (1) 安全帯ぶら下がり体感 単管足場やホイストを使用して2009年4月から実施した。
- (2) 酸欠体感 携帯形ガス検知器と市販のゴミ袋を使用して2009年4月から実施した。
- (3) 感電体感 安全性を確保するために装置を開発して2009年5月以降の研修会から実施した。
- (4) 電線焼損体感 リレー試験器を利用して装置を開発し、2009年8月以降から実施した。

4. 実施内容

4.1 安全帯ぶら下がり体感

教育会場に合わせて単管足場又はホイストを使用して安全帯をぶら下げられる装置を作り、被験者には何も指導せず自然に安全帯を着用させた。その状態でつり上げると、大半の被験者は胴ベルトを適正な位置よりも高い腹部で締めているので苦しさを感じた。そこで適正な腰骨の位置で締めるよう指導し、再度つり上げた。被験者は胴ベルトの位置を誤ると衝撃を受けた場合に耐えられないことを実感した。

実際に安全帯でぶら下がり状態を体験すると胴ベルト高さのほかにD環が真後ろでないと感じることを初めて知ることになった。第3図に安全帯ぶら下がり体感の様子を示す。

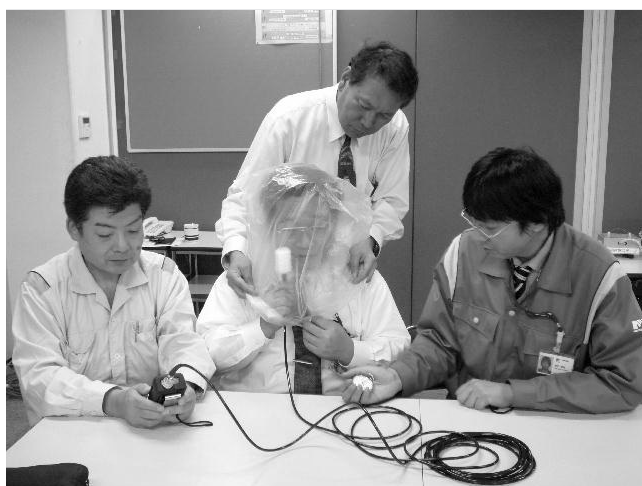
4.2 酸欠体感

酸素濃度は通常で21%、安全限界だが連続換気が必要な濃度が18%である。16%以下になると頭痛や吐き気を生じるようになり、12%以下になる



第3図 安全帯ぶら下がり体感

実際に安全帯でぶら下がり状態を体験すると、胴ベルト高さのほかD環が真後ろでないことが初めて分かった。

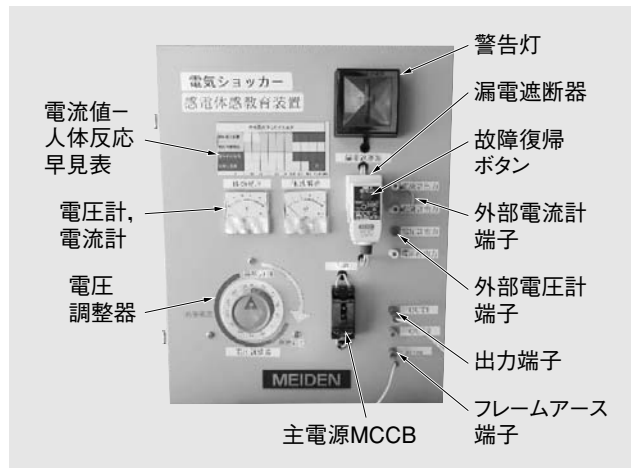


第4図 酸欠体感

実際に酸欠状態を体験してみると、大半の被験者は危険な濃度に気付くことができず、ガス検知器がないと危険であることを実感した。

とめまいや筋力低下を生じるようになる。酸欠体感では安全性が重要なため、体験濃度は16%とした。被験者には携帯形ガス検知器と一緒に頭から市販のゴミ袋をかぶらせ、首の部分を軽くテープで固定した。被験者とは別の計測係が時間経過と酸素濃度を読み上げながら、ガス検知器の警報が鳴る16%まで被験者に普通に息をさせた。1分前後で警報が鳴り酸素濃度は16%に低下するが、短時間では頭痛や吐き気は生じない。満員電車の中のような息苦しさは感じるが、誰もが危険な濃度に低下していることに驚いた。

実際に酸欠状態を体験してみると、大半の被験者は危険な濃度に気付くことができず、ガス検知器がないと危険であることを実感した。第4図に酸欠体感の様子を示す。



第5図 感電体感装置外観

試験中に緊張感を持たせるために警告灯を取り付けた。

4.3 感電体感

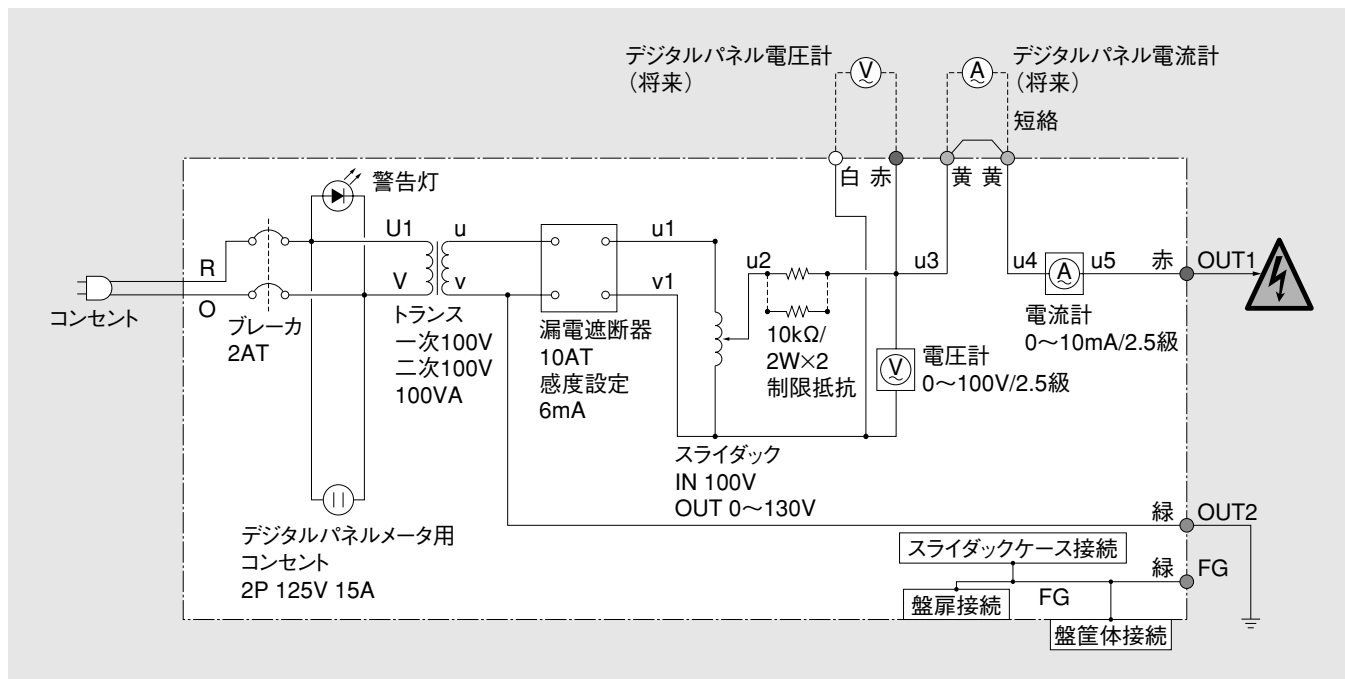
人が電気を感じる事ができる感知電流は0.5mA程度、離脱できる電流は最大で10mA程度であると言われている。感電体感でも安全性が重要なため、装置は変圧器で絶縁してコンセント電源を利用できるようにし、万一負荷側が短絡しても10mA以上流れないように制限抵抗を設けた。また、通常時はもう少し小さい電流で保護できるように、市販品の中でも感度電流が小さい6mA定格の漏電遮断器で人体を保護した。また、試験中に緊張感を持たせるために警告灯を取り付けた。第5図に感電体感装置の外観を、第6図に回路図を示す。

被験者には右肘又は右足で接地側の平板電極に触れた状態で右手に電極を持たせ、電流計を見ながら左手でスライダックを調整させ、感度電流を測定した。次に1mAが流れた時の電圧計を読ませて被験者の人体抵抗を計算した。最後に我慢できる限界まで電流を流して感電を体感させた。

実際に感電を体験させてみると感度電流も我慢できる限界も個人差が大きかった。第7図に被験者20人の個人差を示す。2mA程度では正座後のしびれに似た痛みだが、自分で電流を増やすという恐怖感が働くようであった。大半の被験者の限界は電圧で10V以下であり、100Vの恐ろしさを改めて知ることになった。

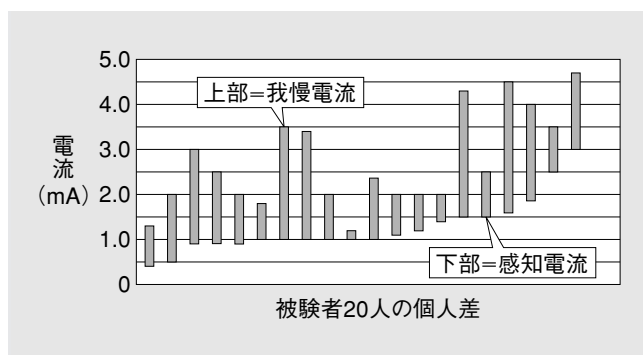
4.4 電線焼損体感

建設現場では電工ドラムに電動工具を接続する機会が多いが、作業員はコードを引き出した状態で使用しているだろうか。コードを巻いた状態で使用すると定格電流の半分以下の電流でもコード



第6図 感電体感装置回路図

万一負荷側が短絡しても10mA以上流れないよう制限抵抗を設けた。6mA定格の漏電遮断器で人体を保護した。



第7図 被験者20人の個人差

実際に感電を体験した結果、感度電流も我慢できる限界も個人差が大きかった。

は焼き付いてしまうものである。これらを体験させるためには大きな電源容量を必要としない装置が必要となる。当社ではリレー試験器を利用してこの装置を開発した。リレー試験器は変圧器を内蔵しており、大電流を流す時は低電圧で供給している。つまり電源容量は小さくてもよいため、事務所などのコンセントが利用でき、体感教育の会場設営が容易となる。

実際に電工ドラムを焼き付かせることは破壊試験となるため大規模な体感教育に限定し、通常は電線に過電流を流して加熱から発煙、更には発火に至る過程を細い電線で再現し、火災発生の要因となることを体感させた。第8図に焼損体感の様子を、第9図に装置を示す。



第8図 焼損体感

電線に過電流を流して加熱から発煙、更には発火に至る過程を細い電線で再現し、火災発生の要因となることを体感した。



第9図 焼損体感装置

リレー試験器は変圧器を内蔵しており、大電流を流す時は低電圧で供給している。つまり電源容量は小さくてもよいため、事務所などのコンセントが利用でき、体感教育の会場設営が容易となる。

5. 導入の効果

当社では1996年に配電盤の短絡実験を行い、その瞬間をビデオで撮影して感電教育に活用してきた。通常のテキストによる座学に比べて映像の効果は高いが、今回実施した各種危険体感教育は被験者の感想から更に効果が高いと実感できた。特に体感して初めて知ったこと、今までは軽く考えて実施していなかったことなどが多くあり、危険軽視や無知などによるヒューマンエラーの防止に貢献できることが分かった。

6. むすび

本稿では危険体感教育を中心に紹介したが、当社ではこれらのほかにも品質確保につながる製品や試験機材の物損体感教育も実施している。実際には物損に至る直前で止めるが、ヒューマンエラーを自分で体験させ、教育効果を高めている。

今後は高齢化社会にも対応した視力・聴力・平

衡感覚低下などの危険体感教育用装置の開発、簡単に実施できる設備や場所の確保など建設現場で働く人々が気軽に体感できる環境を整備していく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



奥 高志 Takashi Oku
プラント建設部の品質技術・情報管理業務に従事



大倉 隆 Takashi Okura
プラント建設部の品質技術管理業務に従事