

建設労働災害防止におけるフェールセーフ的考察

Considering the Concept of "Failure-but-Safety" in Prevention of Construction-Related Injuries

日本技術開発株式会社 前 川 行 正

BY MAEKAWA YUKIMASA

災害統計によれば、建設産業の件数は全産業を比較して最も悪いと指摘されてきている。建設産業の特殊性・特異性から、その結果が当然のように解釈されがちであるが、建設産業の労働災害防止への努力は、万全なものであると言い難い。建設の中にフェールセーフを取り入れ、建設産業を安全な産業へと替えていく努力を続けていく必要がある。

キーワード；安全、建設労働安全、フェールセーフ、フェールセーフの手順、重大災害

フェールセーフとは装置や機械、システムまたはこれを構成する要素が故障しても、これらが原因で労働災害が発生することのないように、あらかじめ定められた安全側の状態に固定して、故障の影響を限定することにより、作業者の安全を確保する仕組みをいう。

工場など製造現場において、フェールセーフを確保する条件として次の3点がある。①機械や装置などは故障し、また、機械や装置を操作する人間は誤りを犯すということを認めた上で、仮にこれらの故障や誤りを犯すことが発生しても、作業者の安全が確保される構造を、機械や装置等の設計・製造・改造等の段階で構築しておく必要があり、②さらには、そのことを確認する安全確認システムが設置されねばならない。③また、安全確認システムが故障しても、必ず安全側（労働災害を発生させない形で機械を停止させる側）となるようにして、作業者の安全確保、労働災害防止を図らねばならない。

また、自動機械を使用するときは2つの考え方があり。その1つは、自動機械の作動時に危険範囲のなかに人間が立ち入った場合、機械が停止するようにしてある。この場合、機械の安全装置（人間の侵入を感知するセンサーとか、それを機械に伝え、停止の命令を出す装置など）がもし、故障していたとしたら、人間の侵入を機械に伝えることが出来ず、自動機械は動き続

け、侵入した人間を危険にさらすあるいは、侵入した人間に危害を与えることとなる。その2は自動機械の作動時に危険範囲のなかに人間がいないことを確認すると、機械が動きだすようにしてある。この場合、たとえ、機械の安全装置が故障していても、機械に動く指令を出すことができないのであるから、人間を危険から守る事が出来る。後者の方が、フェールセーフの趣旨からは、適切なのである。

土木工事のように屋外などを対象にした場合完全なフェールセーフを、全てについて適用することは、物理的にも困難である場合が多い。

その中で、重大災害におけるフェールセーフ的な対策例を示す。

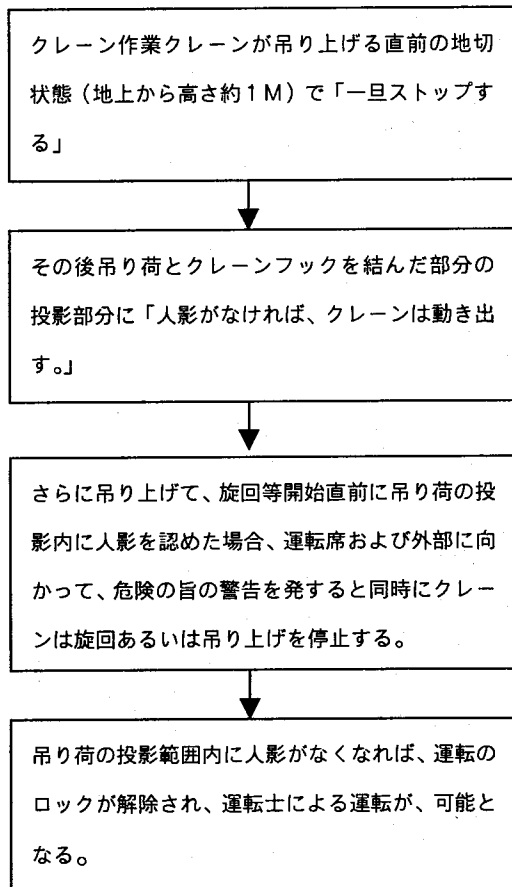
(1) クレーン工事におけるフェールセーフ

クレーンが荷を吊っているときは、その下に人間が立ち入ることを労働安全衛生法においても、禁止されているが（安全衛生法クレーン等安全規則第29条）、現実には、吊った荷の下に入って、その時、吊り具から荷が外れて落下したり、吊っているワイヤーが切断して荷が落下したために、被災した労働者数は多数ある。完全に下から支えられたもの以外の物体は必ず落下する可能性があると考えておかねばならないのである。

そこで、クレーンが荷を吊っている状態においてセーフとする為には、人間がその下に入

ることを防止させねばならないが、単に工場における自動機械のように、人間が危険領域（クレーンの荷の下）にいればクレーンが停止するというのでは、停止した瞬間に吊り荷が落下してきた場合はセーフにならない。

そのためには、フェールセーフに基づいたクレーンの作業は以下のようなフローに従って実施しなければならないであろう。



このようなフェールセーフ機能を搭載したクレーンであっても、その設備が故障したり、故意に外されたりすれば、フェールセーフ効果は存在しないのである。それを防止するためには、クレーンのエンジンが停止するもしくは、稼働しないようなシステムとしておくのである。

②吊り荷の管理及びクレーン作業足場の強度

移動式クレーン等の転倒事故の原因の多くは吊り荷の制限荷重をこえるか（作用モーメントの限度を越える荷重であるか）と、クレーン作業足場の強度不足である。

（図－1 クレーンの転倒事故例）

災害発生年月日	災害発生状況	事故の原因
平成3年3月16日	東京都立川市で大型の杭打ち機（S MW機）が杭打ち機設置の地盤管理が不十分のため、転倒した。	足場の強度不足
平成3年3月19日	東京都品川区においてマンション建設中のクレーン車がアウトリガーの一部を十分張り出さずに、その状態での許容荷重以上のものを吊ったために、転倒した。	制限荷重オーバー
平成7年5月22日	東京都文京区のビル建設工事において、許容荷重以上のものを吊ったために、長さ90 mのアームが根元に近い部分で折れ曲がり、隣接のビルで休憩していた人が大怪我をした。	制限荷重オーバー
平成9年8月4日	東大阪市のJ工業高校の現場で杭打ち作業中において、N=5程度の軟弱地をクレーンが足場養生用の鉄板のない場所を移動し、地面にのめり込み転倒した。	足場の強度不足

最近の移動式クレーンは、荷重がオーバーすることによる転倒を防ぐ為、吊り荷によるモーメントがオーバーすれば、荷を吊り上げる前にクレーンは停止するようになっている装置（モーメントリミッター）を装備しているのが普通である。

作業足場についても、クレーンのなかにはアウトリガーの反力が運転席に表示されるようになっているものもある。ただ、反力が表示されるようなクレーンであっても、足場の強度が弱い場合には、表示された反力が適切であるかどうかを運転手が判断せねばならないので、運転手にその判断能力がなければ、足場の強度が不足であることによるクレーンの転倒を防止することはできない。その為には、アウトリガーにかかるべき反力を事前に運転席にて入力しておき、その値以下の地盤反力の場合は、荷を吊る作業が開始できないようにしておけば転倒は防げるのである。

クレーンの足場の強度（地盤の強度）が十分であって、吊り荷によるモーメントが規定内であれば、クレーンが転倒することはない。

このように、モーメントリミッターや地盤強度判定装置を装備しているような、いわば、フェールセーフとしての機能を移動式クレーンに

もたせてもそれを取り扱う人間（この場合オペレーター）が、そのスイッチを入れ忘れたり、わざと入れなかったりしたら、また、装置が故障していれば、フェールセーフの意味はない。

クレーン作業を真にフェールセーフとするには、安全装置が正常に働くこと（上記の装備が完備していて、しかもその装備にスイッチが入っており、また装備に故障がない場合）を確認出来なければ、いいかえれば安全装置が正常でない場合はこの移動式クレーンのエンジンが動きはじめないとしておく必要がある。

2) 墜落災害防止の準フェールセーフ安全対策

建設労働者の事故でもっとも死亡災害の多いものは、墜落災害で、死亡災害の平成10年の発生状況では、45.8%となっている。

安全帯着用励行のため、高所作業用足場の昇降口の入り口に遮断機を設けておき、安全帯を着用していない人がくれば、遮断機がおりて（このゲートを安全帯着用確認ゲートとする）、その人は昇降できない。ただ、正しいルートであるそのゲートをだれもが通ればであって、通らないで例えば足場をよじ登るような作業員がおれば、安全帯着用しているか否かをチェック出来ない。また、安全帯を着用して、足場に上がった人が、その安全帯を使用しなくては墜落防止の意味がない。安全帯そのものに、高さを確認できるセンサーを取り付けておき、2M以上になると使用していないと警告音を発するようにしておく。そのような装置はできないわけではないであろうが、やはり、安全帯を使用するのは、作業員自身であるから、本人が使用する気にならないと、フェールセーフとはならない。

セイフティジャケットを着用して、墜落しても、直ちに重大災害というより、傷害の程度を軽くしようとする方法があるが、安全帯の使用を励行させるという方法に比べれば、実施可能性が現実的である。ゲートにセイフティジャケットを着用しないと昇降できなくすることが可

能であるが、安全帯着用チェックと同様に、作業員がルール違反して、そのゲートを通らなければ意味がなくなり、フェールセーフとはならない。

訓練や教育なくとも安全を確保しようとすることは、このように、土木や建築の分野では、限界があるように思える。安全帯の着用・セイフティジャケットの着用のゲートチェック、安全帯を使用しない場合の警告音の発する装置などを用意することは、これらを着用・使用するというルールを厳守するよう指導する教育と合わせて行なうのが、フェールセーフに準じた安全対策といえるのではないだろうか。

3) 重機事故、飛来・落下事故でのフェールセーフ

重機にはさまれたり、まきこまれたり、接触事故などの重機関連の事故で、その件数は建設労働災害の約30%となっている。重機事故防止のためのフェールセーフは、重機の作業半径をセンサー等でガードしておき、作業半径内に人間が立ち入ると、警告音を発しかつ、重機は停止するようにしておく。ただし、この安全装置のスイッチを重機のオペレーターが切ったり、装置が故障しておれば、効果を発揮しないわけであるから、重機の起動の際、安全装置が正常でなければ、エンジンは動かない様にしておく必要がある。

もう一つの重大災害である、飛来・落下事故防止対策として、安全装置を考えた場合、作業している場所の下方に他の作業員が立ち入れば、警告を発するというようなものが考えられるが、フェールセーフとは程遠いものである。物を落とさない、またものが落ちないようにしておくのが、最大の対策で、物理的に飛来・落下物が下部の作業員や人間に当たらないように、建築工事において、設ける「朝顔」を強度的に万全なものとするのが、飛来・落下事故防止対策として適当であろう。

4) 橋梁工事における事故例を基にしたフェールセーフ的考え方

橋桁の施工中に、その橋桁が崩落して、作業中の作業員が死傷したという事故は数多くあり、これらの橋桁崩落の原因は、施工法の無理やミス、僅かな架設計画のミス、仮設設計のミスなどが考えられる。

(図—1 橋梁建設工事における死亡災害事例)

発生年月日	災 害 の 状 況
平成6年 1月21日	高さ12Mのケーブルクレーンの支柱門型鉄塔)の解体作業中、鉄塔上高さ4M)で鉄塔間の水平梁を解体したところ、鉄塔の転倒防止用アンカーフレームが緩んで鉄塔が倒れ、被災者(35才~39才・男)が墜落した。
平成6年 1月23日	池に鉄製アーチ橋(長さ124.9M、幅2.3M)を架け渡す作業中、橋脚に主桁(H型钢)の3本目を取り付けようとしたところ、橋梁全体が倒壊し約30M下へ落下して、2名(35才~39才・男、20才~24才・男)が被災した。
平成7年 4月4日	橋梁工事において、ベント設備の解体作業中、ベント材(鋼製、約600kg)が崩れ、被災者(60才~64才・男)は腹部をはさまれた。
平成8年 12月24日	196M橋梁建設工事において、アーチ橋上部桁を支える鉄塔が到壊し、桁先端内部の空洞でボルト締付作業をしていた被災者が、桁と共に落下した。
平成8年1 2月27日	手延機で鋼箱桁の送り出し作業中、橋脚上の手延機が突然落下して被災者(45才~49才・男)に部材が激突した。

フェールセーフ的に考えるならば、構築途上の構造物は落下する(崩落する)可能性があるという考え方に基づいて、計画をする。即ち、架設工事の段取りをする前に、作業員の墜落防止の安全対策設備を準備し、その後架設にかかるといふ考え方にするべきである。

現状の架設計画においては、如何に架設工事をするかを検討し、その後、安全対策を考えるのが普通であろう、しかも、その費用算出にあたっては、直接工事費(架設工事費)の利率にて積算するのではないであろうか。

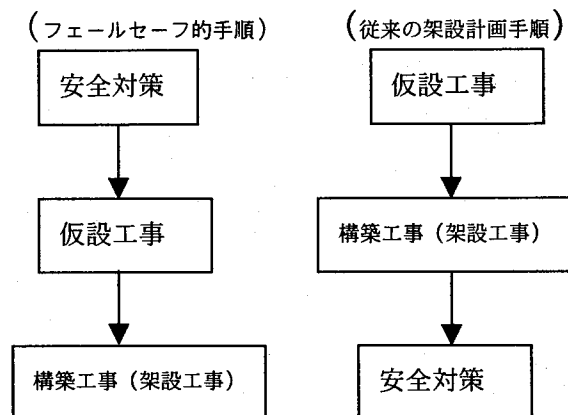
そのような考え方が優先するから、作業員も落下(崩落)する可能性のある橋桁に命綱をとったりして、そのような、危険なものに命を預ける事になるのである。その結果重大な人身災害の発生と成っているのではないかと考える。

安全確保のための費用を算出した後に工事費

を算出する。すなわち、「安全対策ができなければ、工事(架設)は出来ない」とする。例えば、土留ができてなければ、掘削は出来ないわけであるから、それと同じ考えで計画するのである。

安全対策を先に考えるという手順であれば、発注者も設計者も具体的な安全対策を考えにいれずに、受注者へ工事を委ねることが出来なくなるであろう。

その考え方を、下のフローに示す。



5) まとめ

本稿において、著者が主張したいフェールセーフ的とは、以下のような考え方である。

①人間に危害が加わるおそれのあるところへの立ち入りを防止すること。また人間の立ち入りがあれば、危害を加える要因のものは、直ちに稼働をストップすること。

②人間が誤って、危険領域に立ち上がった場合、危害を加える要因をストップさせるのが、いいが、それが叶わぬ可能性がある場合は、その危険区域において、人間が生命を救われる余地を考慮しておく。

③災害が絶対に起こらないようにすることは当然大切なことであるが、不幸にして、災害が発生しても、死亡事故など人身を巻き込んだ事故は絶対にさけるようにする。

④危険となる要素は万難を廃して、事前に検討しておく必要がある。

⑤工事の計画時には、安全対策を最初に考える。