



建設機械による事故撲滅を目指して —建設業従事者の方々の安全のために—

大田 晋吾

建設業における事故の撲滅は、建設業施工管理者の方々、建設業務を行う会社の方々、建設機械のオペレータや周囲作業の方々、及び建設機械製造メーカーの方々の共通の課題である。

オペレータや周囲作業の方々を確保するためには、その作業形態に沿って起こりうる原因に対して、関係する人々がそれぞれの立場に立って工夫した安全対策を実施していくことが重要である。その工夫の一端を建設機械を中心に、オペレータや周囲作業の方々から見た施策、建設機械の耐久性・信頼性への方向性、取扱い説明書の位置付け、安全規制に対する期待に関して将来的な考え方を述べる。

キーワード：建設機械、建設業、事故防止、安全性、安全規制、耐久性、信頼性

1. はじめに

建設業における死亡者数は近年減少しているものの毎年600人以上の方が亡くなっている（図一）。

一方、道路交通事故の死亡者数は2003年で7,702人である。これを日本の保有台数の割合で示すと、例えば2000年において、建設機械は1台当り0.011%で、自動車は0.012%であり、ほぼ同一であることが分かる。このことから、建設業の死亡者数は決して少ないとは言えない。

建設業における安全性については、さらなる向上が必要であることは周知のことである。建設機械製造に従事するものとして、オペレータの方々や周囲の作業

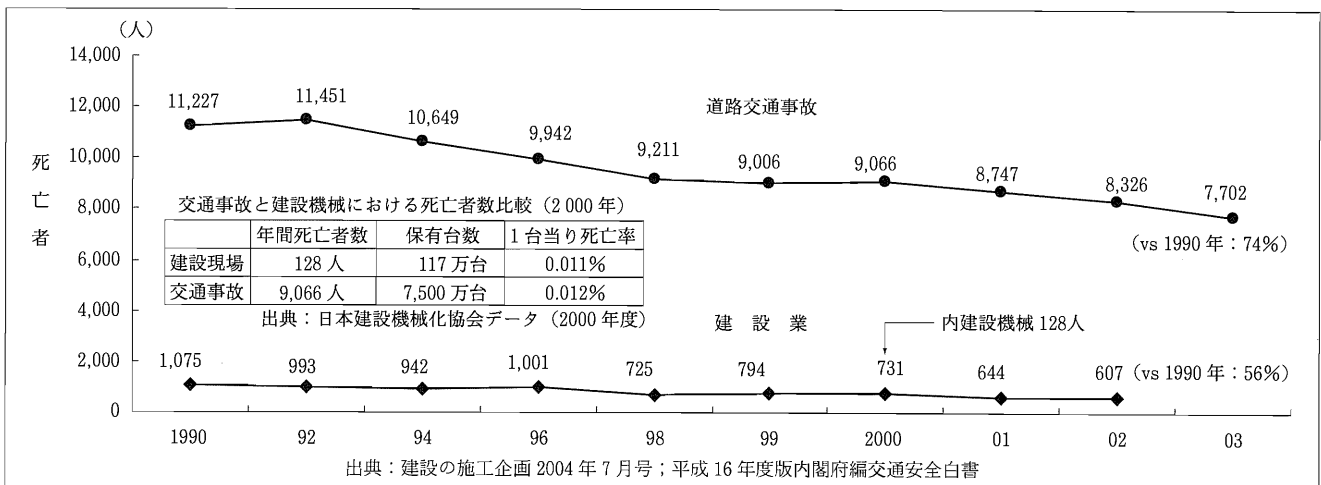
者の方々が、少しでも安全に働いていただくために、今後の建設機械の課題について、私見の夢として述べたい。もとより、製品安全に関する製品技術仕様等の部分については専門家でないので、逸脱している所もあるかと思われるがお許し願いたい。

2. 安全を考えるうえでの稼働状態

安全性を考えた場合、オペレータの方々の立場

表一 オペレータの方々の立場

作業時	(a) 転落、横転 (b) 土砂飛来
走行時	(c) 転落、横転 (d) 衝突
昇降時	(e) 昇降時のオペレータの転落
休車時	(f) 休車時のうっかり運転（整備時を含む）



図一 建設業と交通事故による死亡者数

表一2 周囲作業や通行人の方々の立場

作業時	(a) 作業機による挟まれ、巻込まれ
走行時	(b) 後進時の轢かれ
走行+作業時	(c) オペレータの誤操作等による事故
その他	(d) 排気ガス、騒音

(表一1)と周囲の作業や通行人の方々の立場(表一2)に立って考慮する必要がある。

以下、安全性向上施策について検討する。

(1) オペレータの方々の立場

(a) 作業時の転落や横転時の事故防止

建設機械で最も多い死亡事故は、作業時における転落や横転による死亡事故であることは、既に読者の方々に周知のことであり、また建設機械の中では油圧ショベルであることは言うまでもない。

油圧ショベルの転落、横転における事故を少しでも少なくするためには、他の建設機械にて採用されているROPSが有効である。ぜひ関係諸氏の方々のご尽力により、日本での標準装備の規制化を願っている。

さらに、オーナーや作業現場監督者の方々にお願いしたい事は、時々路盤状態が非常に劣悪な現場にて稼働している油圧ショベルが見受けられるが、例えば、ロープ等で機械を保持して最悪の事態だけでも避けるような処置が出来ないであろうか？

(b) 作業時の作業物の落下・飛来時の事故防止

建設機械は、崖下での作業による土砂の落下及び土砂のオペレータ席への飛来が多い機械である。

これらの土砂の落下・飛来からオペレータの方々の事故を防止するには、小型・中型建設機械でのCAB(出来ればROPS CAB)の装着及びCAB窓へのガード設置、またはワイヤ入りガラスの採用が有効であると思われる。

(c) 走行時の転落、横転時の事故防止

走行時の転落、横転事故が多い建設機械は一般的に言えばタイヤ物(ホイールショベル、ダンプトラック)であり、下り坂における路肩からの転落や、コーナでのハンドル操作の誤りによる道路からの逸脱が主要であると思われる。

これらの転落からオペレータの方々の事故を防止するには、建設機械においては現場監督者が稼働現場に基づいて自ら設定できる速度段リミッターや車速制限リミッターの制御システム(極端な言い方をすれば、遠隔操作で全ての車両が車速上限に設定出来る制御システム—オペレータの方々に依存しないやり方)設置が有効であると思われる。

さらに、オーナーや作業現場監督者の方々にお願いし

たい事は、急な坂道の減少化、コーナワークを大きくとれる曲がり道、道路幅を大きくとり、ちょっとしたミスハンドルでも車両が転落しないような工夫やぬかみ道等をなくすことが有効と判断する。

(d) 走行衝突時の事故防止(公道、現場内)

建設機械の中には公道や現場間を高速で走行する機械があるが、これらの建設機械には自動車におけるエアバック、またブレーキ時のスリップを防止するABSシステムも将来的には考えていく必要があるのではなかろうか。

(e) 昇降時の転落による事故防止

この事故例は少ないが、散見される事故である。

昇降時の転落からオペレータの方々の事故を防止するには、確実なステップ及び手すり(この手すりは高所においては転落防止のガードにもなるので、高さや設置場所も単なる手すりと考えないで大きさや形状を決定する)に留意することである。

(f) 休車時のうっかり運転による事故防止

近年、休車中や点検整備時にうっかり運転を行って、点検整備中の方々が不幸な事故に遭遇される例が散見される。これは運転する方々の「周りには誰もいないだろう」という早合点と点検整備の方々の「自分がここにいるから誰も運転しないだろう」という先入観が相まって起こる事故である。

このような事故を防止するためには、こんなことが起こり得ると思われる建設機械にエンジンを始動する所を1箇所ではなく、3箇所ぐらい設置(運転席、地上、作業機周り等)して、最低1個のキーは点検整備の方々が保有する始動システム、またエンジンが始動する前に警報ブザーが鳴る始動システムが有効であると思われる(例えばエンジンキーでスタートOnすると、10秒位警報ブザーが鳴り、20秒後にエンジンがかかり出すような始動システム等。但し、公道走行や頻繁に移動する機械への採用には不向きか?)。

さらに、オーナーや作業現場監督者の方々には、点検整備する方々が機械の中に入る場合には、看板の設置やエンジンキーを点検整備の方々自ら保有するようオペレータや点検整備の方々に指導を再度お願いしたい。

(2) 周囲の方々の立場

(a) 作業機による挟まれ、巻込まれ時の事故防止

本来、建設機械の周囲は非常に危険な場所であるが、ミニ・小型建設機械作業における補助作業の必要性、また矢板作業や吊作業の荷の案内係として、建設機械の周りには多くの作業者の方々が存在していることは現実である。

これらの方々が挟まれたり、巻込まれたりする原因は、オペレータ及び周囲作業員の方々のちょっとした不注意が原因であるが、原因が多岐にわたっており妙手がないのが実情ではなかろうか？（例えば作業員の方々にとって「こんな時に旋回しないだろう」と思っていた時に旋回され、壁と機械に挟まれる事故等）。建設機械において、これらの事故を防止する工夫を少し述べたい（表—3）。

表—3 建設機械の周囲作業員の事故防止施策事例

項目	事故防止施策事例
1 オペレータの方々の視界確保	さらなる後方視界性・サイド視界性の確保、バックミラーの設置（後方下にいる人を写すミラー）
2 旋回や作業開始時の警報	従来よりホーンは存在するが、さらに大きな音量のホーン設置
3 作業員の方々からの警報	周囲作業員も押しやすい位置または身体に警報器を保持し、オペレータの方々にブザーで知らせる。 〔さらに機械が自動停止する仕掛けがあればもっ〕と良い
4 車体幅から旋回体が出ない構造	小旋回油圧ショベルの普及化
5 レーダシステムによる人体感知	例えば1m以内に作業員が入ると、赤外線センサーが働いて警報ブザーが鳴ったり、作業機が停止するシステム

(b) 走行後進時の轢かれ事故防止

建設機械製造メーカーに従事する者として、数年来当社が入手した事故情報を見てきているが、意外にも多い事故は後進時の轢かれ事故である。

事故に遭われた方々の多くはアルバイトや女性であったりしておよそ専門家でない方々だったと記憶している。

この痛ましい事故をなくすための一つの方策としては、バックアップアラームやトラベルアラームの標準装着化を実施することである。

しかしながら、日本の建設機械作業は都市型が多い

ゆえに夜間作業時の周囲居住者からの騒音苦情、早朝除雪作業時の沿線居住者からの騒音苦情が発生する可能性があるので注意が必要である。

(c) 走行時や作業時における誤操作による事故防止
最近、建設機械兼公道走行車において、公道で事故が発生したことは周知の通りである。建設機械メーカーとして今後取組むべき方向を強く示唆してくれた貴重な教訓であった。

これを踏まえて、建設機械のコントロールシステムの方向性を求める。本事例（表—4）は、誤操作上の安全性をいかに確保するかの事例であり、必ずしも全てが必要とは限らないし、同時に全てがあれば安全という訳でもない事を申し添えておきたい。

(d) その他、排気ガスや騒音について

建設機械においても、排気ガス規制や騒音規制が設定されてきているので、公害防止や地球環境にとって有効に作用すると判断する。

3. 建設機械における耐久性、信頼性

建設機械は走る機能と土を掘削し（破碎する場合もあり）運ぶ機能の両方を必要とする機械であり、地球を相手に作業する機械であると言っても過言ではない。

その歴史を簡単に言えば、時代の要請やお客様の要求に従って、多機能化、高性能化を追求し、そしてお客様の使い方や稼働状態の変化に合わせて、メーカー自身が耐久性や信頼性アップを積重ねてきた。

今後、さらにお客様が安全で安心出来る耐久性や信頼性のある建設機械を使用できるように、建設機械メーカーの努力に加えて、お客様とメーカーが一緒になって、安全に対して取組んでいく事が必要と考える。

表—4 走行時や作業時における誤操作による事故防止

	走行安全検討事例	これからの対応課題	備考（パラダイム変換）
1	オペレータの方々に対して走行安全を保証しなければならないコントロールシステム上の配慮例	自動コントロールから操作確実なマニュアル化	利便性重視から操作確実性重視へ、機械式は信頼性が高いという認識
2	オペレータの方々に走行状態異常を知らせる警報ランプや警報ブザーの設置例 〔作業時の走行状態と高速走行時の走行状態が異なる機械の場合その状態を確実に伝える〕	誤動作（接触してはいけないスイッチに接触）した場合に異常を知らせるスイッチ、センサ、回路の異常を知らせる警報ランプの併設は必要になる場合もある	静粛な機械から異常時を敏速に伝える機械へ
3	オペレータの方々が意識せず、スイッチに接触した場合、または勘違いしてスイッチを押した場合でも、誤作動しないための配慮例	必要な安全スイッチは2個設置し、容易に誤作動しないようなスイッチ個数配置 またスイッチを押しても数秒間押し続けないと作動しないか、2度押さないと作動しないシステム	操作容易性から操作困難性へ
4	オペレータの方々が作業中または車両停止中に操作しなければならないスイッチを走行中に万が一押した場合の配慮例	エンジンコントローラやトランスミッションコントローラと連動して、そのスイッチの信号を無視するコントロール制御システム	コントロール制御システムの有効活用。但し、コントローラのない機械は困難
5	オペレータのスイッチ操作の勘違いを防止するスイッチの構造を配慮例 〔建設機械には走行用スイッチと作業用スイッチ、及び走行時と作業時の切換えスイッチの3通り〕のスイッチがある	走行用スイッチ、作業スイッチ、及び走行状態、作業状態切換えスイッチの配置は明確に分離する。またその状態が分かるランプ内蔵式にする 走行状態、作業状態切換えスイッチは、スイッチをガード付きにして手がその付近を接触してもスイッチには触れない構造とする	スイッチ状態の明確化 ガード付きスイッチ 〔手の指を中に入れないと操作出来ない〕スイッチ

(1) 作業機の安全性について

建設機械の作業機の設計は疲労寿命設計に基づいており、その負荷条件や作業姿勢は過去の市場調査データを使用している。しかしながら、作業機部分はお客様が購入後その使い方を工夫され、結果的に製造メーカーが判断した以上に過酷度が増加している所でもある。

これらを克服して、お客様が満足する（この場合耐久性があって安全に使用出来る作業機を意味する）作業機を提供するために、今後は表-5のような考え方が必要になるであろう。

この考え方は製造メーカー単独で出来るものでなく、表-6のようなお客様のご協力も必要になってくる時代になるであろう。

表-5 製造メーカー自身が検討すべき課題

1	作業機の種類（他構造物含む）	耐久性が必要な部品と定期交換する部品のお客様への伝達
2	作業機の寿命	自動車以上に耐用年数が必要となってきた時代を考慮して、耐用寿命を見直してお客様へ伝達
3	作業機の使われ方による寿命の予測	近年ますますお客様が製造メーカーの予想を超える使われ方を行っていることを踏まえ、想定外の作業での寿命の把握
4	製造のばらつきを押さえる製造工法	もっとも安定した製造工法の確立や製造メーカー自身が設定している製造規格値の見直し
5	CAB解析の利用	コンピュータを利用して応力測定出来ない箇所（溶接内部）の応力予測を実行

表-6 製造メーカーとお客様が協力する課題

1	使用初期の使われ方検証	納入初期に製造メーカーとお客様が一体となって、使われ方に基づくシビアリティを予測し、寿命的な要素の合意をする
2	使用中における過酷度の追跡	自動車・トラックにおけるタコグラフや積算計のごとく、お客様の使い方の荷重と回数を記録出来るシステムを搭載し、定期的にチェックするシステム 近年 GPS を利用したシステムの実用化も進んでおり、遠隔チェックのシステム化（エンジンの回転頻度等）

(2) パワーライン、電子部品の信頼性

建設機械のエンジン、トランスミッション、アクス

表-7 製造メーカー自身が検討すべき課題

	検討課題	対応の方向性
1	エンジンやトランスミッションの故障防止と耐久性アップ（製造メーカー自身の耐久性アップの努力はもちろんであるが、メンテナンスの状態が機械の故障度を大きく左右することを考慮して）	エンジンやトランスミッションのエアフィルタやオイルフィルタの目詰まり状況を自動感知して、お客様に知らせるシステム化 エンジンのブローバイ圧力やエンジンやトランスミッション等のオイル中の金属量を自動感知して、お客様に知らせるシステム化 以上は、GPS を利用して常時監視するシステム化も可能である
2	電子部品の信頼性確保（建設機械は自動車や他の機械と違い、高温、高振動、多湿等劣悪な環境下で使用されることを考慮して）	電子部品の故障を前提に、重要なセンサやスイッチ、ポテンシオメータは2個使用し、1個が故障しても正常に作動し、かつお客様には警報ランプなどにより交換を知らせるシステム 部品が故障した場合、お客様にとって安全側に作動するか、機械が自動減速するシステム

ル等が故障して機械が動かなくなってしまうことは、稼働現場における生産性低下に直接つながることは明白であるが、オペレータの安全性にとっても重要である。また建設機械も、電子噴射エンジン、オートマチックトランスミッション、自動ブレーキシステム等ますます電子化が進み、その制御も複雑化してきている。パワーラインの機械システムの故障予知や電子部品の信頼性をいかに確保していくかの考え方的一端を、表-7に述べる。

4. 建設機械における取扱い説明書への配慮

近年、各建設機械製造メーカーにおいてはオペレータの方々や整備や故障修理をされる方々の安全性を確保するために、各製造メーカーが取扱い説明書の充実化を図っていることは、関係者として大変喜ばしいことである。しかしながら一方においては、建設機械のレンタル化、オペレータや周囲の作業者の流動化が進み、その機械が保有する安全性厳守事項の認識や建設機械自体の危険性を知らないで運転するオペレータや周囲作業の方々が増加していることも事実である。

その結果、取扱い説明書が機械に帯同されていなくて、オペレータの方々が一読しようと思っても読めない場合や運転前に読まなかったために不幸な事故が発生している例が多い。安全性を確保するために取扱い説明書の文量が確かに多くなってきて、悪循環的要素がないこともないわけであるが、建設機械は自動車と違って走行機能と作業機能の両方を備え、かつ製造メーカー毎にその機能や確保すべき安全性装置が異なっていることも事実である。

ここでオーナや現場監督者の方々をお願いしたい事は、運転前に知らなければならない事を、オペレータの方々、周囲作業の方々を取扱い説明書の安全編を復習して作業にとりかかっていたくことを、製造メーカーにたずさわっている者として願ってやまない次第である。

例えば点検整備中の事故防止のために、点検者自らが運転席に「危険：運転するな」の警告札をエンジンスイッチや作業機レバーに掛けておけば、不幸な事故が発生しなかった事例等がある。

製造メーカーとしても、取扱い説明書の一層の読みやすさ、さらに機械自体の目に付く所にコーションプレート（caution plate）設置の工夫、スイッチ類の識別工夫等をさらに追求していかねばならない事は言うまでもない。

5. 建設機械における安全規制への期待

筆者は建設機械における安全規制の専門家ではないが、規制化や統一基準化について、筆者なりの意見を述べてみたい。

世間では規制緩和が叫ばれているが、こと安全性に関しては規制を強化していただくことが必要と判断する。特に公害面だけではなく、オペレータや周囲の作業の方々の方々の安全を守るためには、日本全体で統一化された規制の実施あるいは施行も必要であると判断している。

一方、グローバルに展開する建設機械においては、各国の規制が違うことも建設機械製造メーカーの安全性に関する統一した方針の実現を困難にしている事も考えられるので、世界統一規制・規格化も今後必要ではなかろうか。

現在、先進国においてはEU規制、USA規制、オーストラリア規制などが存在し、日本においては労働安全衛生法（構造規格）、鉱山保安法、JCMAS安全規準等が存在しているが、まず他国の良い規制は取込み、規制の充実化や統一業界標準の制定・充実化を図ることも一方法であると思われる。

これらの統一化は、建設機械製造メーカーの団体、使用者の団体、関係省庁の方々の一致団結した推進力が必要であり、関係する方々の今後のご活躍を期待する次第である。

6. 品質保証と製品の安全性

品質保証の世界では、4M保証の考え方がある。この4Mとは、

- ・ Management：マネジメント（M1）
- ・ Man：人（M2）
- ・ Medium：環境（M3）
- ・ Machine：機械（M4）

という意味であり、この考え方は建設現場における

事故防止にも当てはまると思われ、記述し直すと以下のようなになる。

- ① M1：オーナーや現場監督者の方々の工事施工管理
- ② M2：オペレータや周囲作業の方々の方々の安全への注意・努力
- ③ M3：建設機械が稼働する自然環境（ぬかるみ道路、雨、降雪、etc.）と社会環境（作業時間帯、狭さ、etc.）への考慮
- ④ M4：お客様に製品自体の安全な構造を提供
即ち、4Mが実現して初めて事故の低減が図れるのではなかろうか。

7. あとがき

上述の内容は、筆者自身の個人的見解として述べており、当社の考え方を示したものではないことを再度付け加えたい。またその内容においては、各関係省庁、各業界団体、各使用メーカー、各製造メーカーで既に織込み済み、活動中のものも数多く存在するはずであり、検討違いであるのご立腹される方々もあると思われるが、その場合は筆者の未調査、不勉強をお詫びしたい。

しかしながら、建設機械メーカーに属するものとして建設機械での不幸な事故撲滅を達成することは、何ものにも換えがたい喜びである。したがって、上述した内容の一部はこれから実現させたいという願望でもある。

本報文が、日本における建設機械の安全と事故低減に少しでも役立つ契機になれば幸いである。 **JCMAS**

【筆者紹介】

大田 晋吾（おおた しんご）
株式会社小松製作所
品質保証部長

