

安全対策 特集

土工機械のC規格による安全性向上

田中健三・田中利昌

厚生労働省の「機械の包括的な安全基準に関する指針」を受け、土工機械について日本版のC規格を作成した。欧州規格EN 474を参考にし、安全項目を網羅するに至ったが、日本の規制項目と基準が違う点もあり、これらについては、日本の基準を優先させた。C規格に適合することにより日本国内で使用する土工機械も欧州並みの安全レベルは確保でき、機械に関わる労働災害が減少することを期待する。

キーワード：包括的安全基準、C規格、土工機械

1. はじめに

厚生労働省は平成13年6月1日に「機械の包括的な安全基準に関する指針」を発表した。本指針は、我が国の製品の安全性について従来の個々の規制基準に基づくものから安全な機械はこうあるべきという基本的な考え方の基準を提供し、さらに従来の機械に関わる安全が機械の使用者である事業者の責任であったのに対し、製造者の責任を追加したことで画期的といえる。

この指針を受け、建設機械製造業界も、リスクアセスメントの手法紹介と実施推進とともに、建設機械専用の安全規格（C規格）を作成した。本報文では、C規格作成の概要を報告する。

2. C規格とは

欧州に始まりISOでも採用するようになった機械安全規格について、あらゆる機械類に適用できる基本的安全規格はタイプA規格、広範な機械類に適用できるグループ安全規格はタイプB規格、個別機械に関する安全規格は「タイプC規格」と呼ばれている。以後、本文では、このタイプC規格を単にC規格という。

C規格とは、ある個別の機械についての安全性に関わるすべての基準、規定が含まれ、その規格を見れば、他の規格（そのC規格で引用されている規格を除く）を見なくても所定レベルの安全性が確保されるもの（例えば、EN 474「土工機械の安全」、EN 500「道路機械の安全」、JCMAS H 15-1, -2, -3「油圧ショベルの安全基準」等）、と解釈して良いと考える。

3. 規格作成に当たって

厚生労働省の「機械の包括的な安全基準に関する指針」に対応のため、業界で次のような体制を敷いた。即ち、社団法人日本建設機械化協会（以下、当協会）でC規格を作成し、社団法人日本建設機械工業会でリスクアセスメントの普及を図った。C規格作成は、当協会の機械部会の下にある各機械の技術委員会が担当した。土工機械全般の要求事項については、新たに土工機械技術委員会を設置し、作成にあたった。

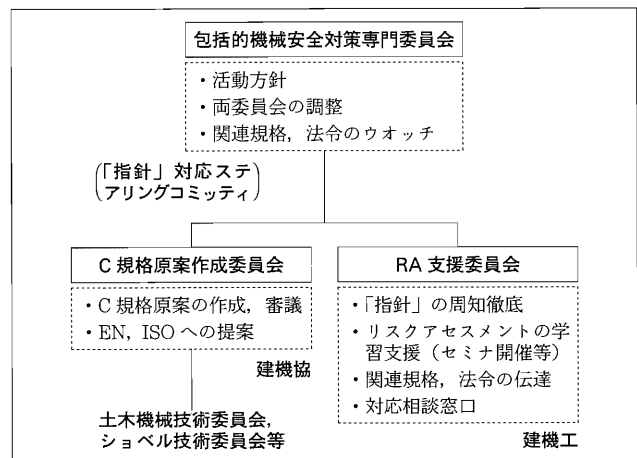


図-1 「機械の包括的な安全基準に関する指針」対応体制

4. EN 474 について

もともと包括安全基準の考え方は、欧州の機械安全指令とそれに沿って作成された整合規格がベースとなっている。この整合規格に適合することが機械安全指令

に適合しているとみなされる、即ち指令の必須要求事項を満たす安全な機械である、と考えられている。

実際、CEN（欧州標準化委員会）において機械安全の専門家とそれぞれの機械自体を知っている機械メーカーが集まり、EU加盟各国の既存の安全規格を持ち寄り、製品安全性について網羅した結果である。

日本でC規格を作るとなると、ゼロからリスクアセスメントをして一つ一つ作っていくのは骨が折れ、時間がかかり、多分できたものは、このEN 474とかなり似たものであろうと容易に想像できた。そこで、EN 474を参考にするのが、手っ取り早く、間違いが少ない、との判断でまずEN 474を通して読み解釈した。次に日本にある規制・規格との整合性の要否・可否を検討した。

EN 474は機械の種類ごとにパート1～12までで規定されている。パート1は、土工機械全体を対象とした一般的安全要求事項を規定し、パート2～12のそれぞれは欧州で使用されている機械の種類を取扱っているが、日本版C規格作成時には現在日本で使用されている機械についてのみまとめることとした。

以下がEN 474をベースにして作成した、または作成中のC規格である。これらの規格は、国家規格であるJIS規格として発行される。

- ・土工機械—安全—第1部：一般的要求事項
- ・土工機械—安全—第2部：トラクタドーザの要求事項
- ・土工機械—安全—第3部：ローダの要求事項
- ・土工機械—安全—第4部：油圧ショベルの要求事項
- ・土工機械—安全—第5部：ダンパ（ダンプトラック）の要求事項
- ・土工機械—安全—第6部：グレーダの要求事項

5. C規格の概要

EN 474をそのままJIS規格にするのは国際規格との整合性の観点からは最善ではあるが、必ずしもEUが全ての面で最も安全な機械を要求しているわけではなく、いままで日本で培ってきた安全性を損なうことにもなる。また、EN規格の要求事項の中には日本にとって厳しいという項目もある。究極的には人の生命の価値は世界のどこでも同じであるべきであり、したがって機械の安全性が世界中同じでなくてはいけないが、これは今後の大きな課題である。

(1) 土工機械の安全一般要求

JIS A 8340-1「土工機械—安全—第1部：一般要求事項」は土工機械全体に適用されるが、参考となる

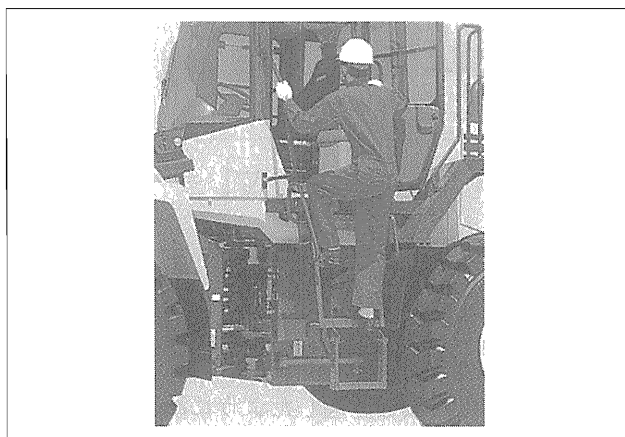
EN 474-1ではローラは適用外で、別に道路機械の安全要求はEN 500にまとめてここに含まれている。

要求事項は、機械の運転者、整備する作業員、稼働中の機械の周りで機械の補助等をする作業員、それに現場を通りかかる第三者を対象に誤使用を含めた予見できる使用条件下で考える危険源に対する対策を提案している。主な事項は次のとおりである。

一つ一つの要求事項は、何らかの形でISO規格、ひいてはJIS規格にもなっているのが多いことがわかる。これらの規格を集めてまとめたのが、包括安全と言われるゆえんである。

(a) アクセスシステム（運転員、整備作業員が機械に安全に昇降するための手段）（写真—1）

既存のJIS A 8302「土工機械—運転員・整備員の乗降、移動用設備」（ISO 2867の翻訳）に適合することを要求している。本規格では、運転席に上るためのラダーのステップ間隔、大きさ、手すりの握りの形状、径等が決められている。



写真—1 ローダのアクセス

(b) 運転席

運転席については、空間の大きさ、空調設備等の規定により、疲労を軽減するために快適性を確保し、機



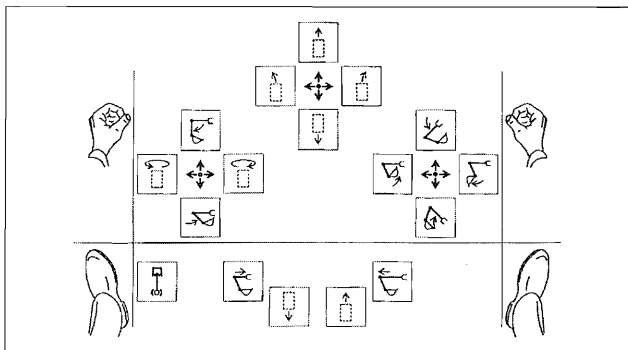
写真—2 小型ブルドーザのROPS

械の転倒時の保護構造（ROPS）を要求事項としている。

引用しているのは、JIS A 8910「土工機械—転倒時保護構造—試験及び性能要求事項」（ISO 3471）である。もちろん ROPS 装着時のシートベルトも必須としている。写真—2 は C 規格適合のため、ROPS キャノピを標準仕様にした例である。本機は欧州には輸出していなかったブルドーザで、米国向けには ROPS を装着し、国内向けは従来オプション装備としていた。

（c） 操縦装置

既存の JIS A 8919「土工機械—操縦装置」（ISO 10968）に適合することを要求している（図—2）。本規格では、操作レバーの動きに対する機械の動きを人間工学的に無理がないよう規定している。当協会が指定している標準操作方式は本規格に準拠している。



図—2 油圧ショベルの操作方式

（d） ブレーキ装置

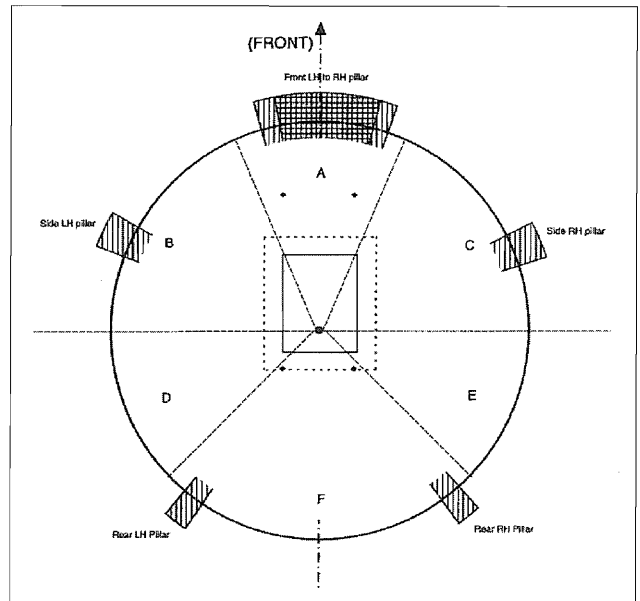
走行している機械を意図したように減速、停止するというのは移動式機械の安全の基本的要件の一つであるが、そのために、公道を走行する自動車も含め、昔から世界の地域ごとにブレーキ性能の似て非なる規格が存在する。EN 474 は、土工機械の分野では一般化しているが車輪式で ISO 3450、履帯式で ISO 10265 をそれぞれ引用している。これに対し、日本の労働安全衛生法の車両系建設機械構造規格等および道路運送車両法の保安基準では、ブレーキ停止距離、駐車ブレーキの坂道保持能力等が、厳しい規定になっているので、ISO 規格のうち、日本の法規制が優先する項目は当該 JIS 規格から削除した。

（e） 視界性

運転席からの視界が現場作業者の安全に大きく影響するのは言うまでもないが、規格では、JIS A 8311「土工機械—運転席の視界測定方法とその評価基準」（ISO 5006-1, -2, -3）を引用し、基準に未達で、かつその死角が危険を生じる恐れがある場合に CCD TV

カメラ、危険検知装置等を備えること、としている。

図—3 はブルドーザの視界性試験結果で、オペレータの目の中間点から半径 12 m 離れた地面の円弧線上に見えない部分ができることを表した図である。



図—3 視界性評価結果（ブルドーザの例）

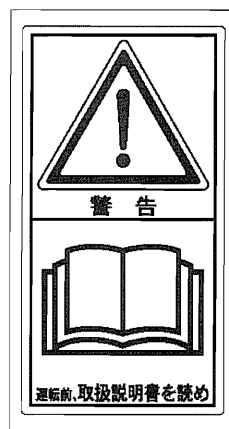
（f） 防 護

運転員、整備作業員が、高温部、可動部（回転、揺動、通過する部品がある箇所）に触れない、近づかないようガードするため、JIS A 8307「土工機械—防護装置の定義及び仕様」（ISO 3457）を引用している。

（g） 安全標識

付属書 C で規定したが、JIS A 8312「土工機械—安全標識及び危険表示記号—通則」（ISO 9244）に原則として従い、図記号を使用することとしている。

ただし、社団法人日本建設機械工業会が採択し、現在メーカーが日本国内市場向けに採用しているが、図記号の理解を助ける補助文字を用いることとしている。



図—4 安全標識

補助文字つき図記号の安全標識は、当協会規格、JCMAS H 014「建設機械—安全標識」として発行されている。図—4 に日本市場向けの安全標識を示す。

以上の他、電気及び電子装置、油圧配管・ホース、燃料タンク、油圧タンク、消火器等の規定があり、機械に起因する危険源を網羅し、その軽減・排除方法を提供している。

また、ISO 10264「土工機械—キーロック始動装置」等は引用規格で、ISO 規格であり、そのまま JIS 化するべきものは、同時に JIS 規格とした。

EN 474 で言っているオブジェクトハンドリング（吊り作業）については、日本の法規とかけ離れているので、JIS 規格では削除した。最も影響の大きい油圧ショベルについて（2）節で説明する。

（2）油圧ショベルの要求事項

EN 474 での構成と同様に油圧ショベルの特有の追加事項や例外項目をここに JIS A 8340-4「土工機械—安全—第4部：油圧ショベルの要求事項」としてまとめており、油圧ショベルに関しては同じく JIS A 8340-1 の土工機械一般の規定より優先する。

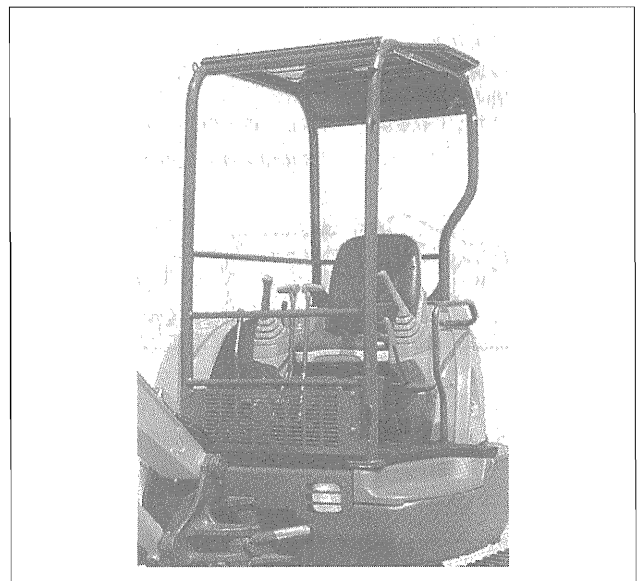
また、本規格案は prEN 474-5 を参考としているが、あわせて平成 12 年 3 月に制定された JCMAS H 015-1「油圧ショベル—安全基準—第1部：一般」、H 015-2「第2部：長尺作業装置付き」、H 015-3「第3部：マテリアルハンドリング」の3部作をも包含する内容として、日本独自の使われ方、現場状況、関連法規等を加味し作成したものである。

対象は油圧ショベル、ミニショベルであるが、同時に超小旋回型や後方超小旋回型なども定義に加え、それぞれの機種に合った定義が可能としている。

prEN 474-1 では、フッキング等のために人力による補助が不要なハンドリング作業をオブジェクトハンドリングとの名称で土工機械本来の作業として規定している。更に、prEN 474-5 で油圧ショベルでオブジェクトハンドリング作業を行う際の要求する安全装置等を定めている。このオブジェクトハンドリングの定義は日本でのクレーン等の取扱いとマッチングしない部分もあり、日本における油圧ショベルでのハンドリング作業をマテリアルハンドリングとして規定し、定格荷重やその表示及び掴み具の安全性等を定めた。

運転席周りの空間やシートについては、基本的には EN の規定どおりであるが、1,500~2,200 kg 未満の車体寸法の小さい小型のミニショベルについては規定から除外している。また、超小旋回型は旋回半径を小さくするために要求される運転席回りの最小空間を確保できないケースが多いが、最小空間を規定している JIS A 8315 の 5.5 項に「特殊な機械では、この規格の推奨値より狭い運転室の囲いを使用する必要がある。これらの機械では、運転員周囲の空間の内幅は最小 650 mm に減らしても良い。…」とあり、超小旋回型はこの「特殊な機械」にあたりと解釈し、本規格の中で適用除外を規定しなかった。

また、ミニショベルでは、キャブ・キャノピにかかわらず今回 TOPS（機械横転時保護構造）の標準装備化を規定した。写真—3 にミニショベルでの TOPS 対応例（キャノピタイプ）を示す。しかし 2,200 kg 以下の小型ミニショベル（後方超小旋回型を含む）、並びに超小旋回型についてはオペレータの DLV（たわみ限界領域）スペース確保も難しく適用除外としている。また、6t 以上の油圧ショベル用転倒時等保護構造（EOPS）は、平成 16 年に JCMAS H 018 として制定されたので参考として付属書に添付している。なお、TOPS を備えるミニショベル及び油圧ショベルについては、拘束装置（シートベルト）の装着を定めている。



写真—3 ミニショベルでの TOPS 対応例（キャノピタイプ）

操縦装置関係では JIS (ISO) と同じであるが、ブームスウィング/オフセットペダルの縦又は横踏み式につきより具体的な規定を追加している。

旋回ブレーキについては、EN で旋回減速角の制限を盛込む方向で議論がなされているが、種々の意見も出ていると聞いている。出ている旋回減速角の案はどの機種も楽にクリアできるものであり、日本での事故事例から見てもその有効性が見出せなかったため、旋回減速角に関する規定案を除き、旋回常用ブレーキ、旋回駐車ブレーキ及び旋回ロック関係のみを規定した。

長尺作業装置の規定は JCMAS を引継いだもので、具体的対象は、スーパーロングフロント、伸縮アーム、テレスコピックラムシェル、解体用ロングフロントで、機械の安定側モーメントと転倒側モーメントの比を求め安定度の最低限界を定めている。また、スーパーロングフロント、伸縮アーム、テレスコピックラム

シェルについてはバケットに荷を積載時と空荷特別に規定しており（規定値は図-5を参照）、全機種共後方安定度も規定している。また、それぞれの機械の安定度や使われ方を考慮し、それぞれに必要な追加安全装置、例えばテレスコピッククラムシェルではワイヤロープ切断時の安全装置等や水準器、油圧ホースの破損などによるブームの急激な落下を防止する装置を規定している。

騒音（外部放射音響パワーレベル）については、低騒音型、並びに超低騒音型の定義として、各々国土交通省の判定基準値で規定している。

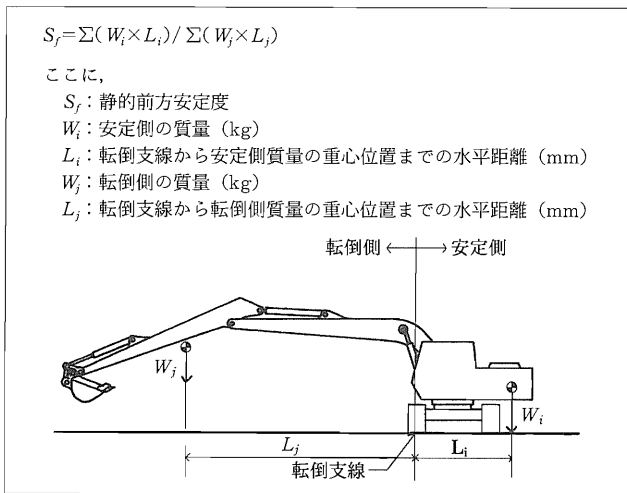


図-5 長尺作業装置付き油圧ショベルの前方安定度

表-1 静的前方安定度 S_f の限界値

	バケット空荷時	バケット最大積載時
スーパーロングフロント付き油圧ショベル	$S_f \geq 1.5$	$S_f \geq 1.1$
伸縮アーム付き油圧ショベル		
テレスコピッククラムシェル付き油圧ショベル	$S_f \geq 1.5$	$S_f \geq 1.15$
解体ロングフロント付き油圧ショベル	最大のアタッチメントを装着して最大作業半径姿勢時 $S_f \geq 1.5$	

6. 今後の予定

現在できたのは、第1部と第4部で、その他の土工機械についても各技術委員会で検討され、二、三年後には、EN 500に相当する道路機械も含め、JIS安全規格が揃うことになる。日本でのC規格の意義は、これで各機械の安全性の最低ラインはできた、という

ことであろう。いままで、欧州向けにだけ織込んできた項目を日本で販売する機械についても同様に織込むことにより安全レベルは出揃う。

前章で紹介したようにEN規格とJIS規格では、違う箇所がある。世界の動きとしては貿易障壁をなくすため、規制規格の統合が多くの分野で進められている。土工機械の分野でもEN 474をISOにすることにより唯一のグローバルスタンダードにしようという動きがある。これは、新しく土工機械の安全認証制度を始めようとする国に対し、認証ツールとしてのISO安全規格を提供しようとするもので、日、米、欧の規制項目も含めて、一つの規格にしようとしている。第1ステップとしては、とにかく寄せ集める、第2ステップでは整合作業をする、という10年先を見越したISOの作業部会活動が今年から始まった。日本からも積極的に参加する所存である。

7. おわりに

土工機械の安全要求を規定した欧州規格EN 474は、パート1~11が1994年~1996年にEU機械安全指令に沿って作成され、発行された。欧州に機械を輸出する日本のメーカーは、こぞって規格に適合し、欧州での機械販売を行ってきた。このため、その当時は欧州向けと日本市場向けでは、安全仕様に差があったように思われる。ここに来て日本版C規格ができ、C規格適合の要否は、まだメーカーに委ねられている状況かと思われるが、日欧のギャップは明らかになくなろうとしている。日本の全メーカーが本C規格に適合することにより、機械に関わる労働災害が減少することを望む。

JCMMA

《参考文献》

- 1) 社団法人日本建設機械化協会：平成14年度工業標準化原案作成等調査委託成果報告書、2003年3月
- 2) 社団法人日本機械工業連合会 ISO/TC199 国内委員会：対訳 ISO 12100-1/ISO 12100-2 機械安全の国際規格、財団法人日本規格協会、2004年3月

【筆者紹介】

田中 健三 (たなか けんぞう)
 株式会社小松製作所
 開発本部業務部主査

田中 利昌 (たなか としまさ)
 日立建機株式会社
 建設技術部部長