

土工機械の世界と日本の標準化

—ISO 規格作成活動紹介—

田 中 健 三

土工機械に関わる ISO 規格の作成組織および最近の ISO 規格作成状況を紹介します。規格作成の目的は「改訂」、「規制対応」、「新規技術の標準化」、「国家規格・ローカル規格のグローバル化」があり、それぞれについて、活動例を挙げる。

キーワード：標準化, ISO/TC 127, 土工機械, ISO, EN 474, WTO/TBT

1. はじめに

建設機械製品を設計、試験、製造、販売、サービスする際、指針があれば、その工程がスムーズに進む。実際にアクションを起こす人、それをチェックする人、承認する人がひとつの指針に従うからである。これをグローバルに行うために ISO 規格が存在する。

ISO というと、日本では品質管理の規格 ISO 9000 シリーズの代名詞のような感があるが、実際は、この ISO 9000 シリーズを含め、ISO 規格の数は、2005 年末で 15,649 ある。

ISO (国際標準化機構) は電気・電子以外の分野を扱い、その加盟国は 156 カ国にのぼり、分野別の Technical Committee (専門委員会、以下 TC と呼ぶ) の数は 192 である。建設機械関連では、クレーン (TC 96)、土工機械 (TC 127)、建設用機械 (TC 196)、高所作業車 (TC 214) の TC があり、それぞれ ISO 規格の作成・改廃の活動を行っている。ここでは、筆者が関わっている TC 127 の活動内容について紹介する。

2. ISO/TC 127 の現状

TC 127 は、土工機械のグローバルスタンダードの必要性に応じて、1968 年に形成された。主に土砂、岩石又は類似の材料を掘削、積込み、運搬、まきだし、締固め又は溝掘りをする機械を扱う。具体的には、機能別に分けられた以下の機械である。

- ・バックホウローダ

- ・ダンパ (オフロードダンプトラック)
- ・エキスカベータ
- ・グレーダ
- ・ランドフィルコンパクタ
- ・ローダ
- ・パイプレーヤ
- ・ローラ
- ・スクレーパ
- ・トラクタドーザ (ブルドーザ)
- ・トレンチャ

TC には各国の規格作成機関が代表として参加するが、現在、国単位のメンバーは、39 カ国であり、21 カ国が P メンバー (規格作成に積極的に参加し、規格案に対する投票の義務を負う) で残りは O メンバー (オブザーバとして、コメント提出、会議への出席、規格案に対する投票の権利を持つ) である。

TC の下に SC (分科会) を設けることができ、TC 127 (土工機械専門委員会) では、以下の 4 つの SC が設けられている。

- ・SC 1 (第 1 分科会) 性能試験方法
幹事国：英国
- ・SC 2 (第 2 分科会) 安全性と居住性
幹事国：米国
- ・SC 3 (第 3 分科会) 運転と整備
幹事国：日本
- ・SC 4 (第 4 分科会) 用語と分類
幹事国：イタリア

現在までに上記分科会ではあわせて 125 の規格が発行されている。

3. 土工機械の規格作成活動

TC 127 の P メンバー国でも活発なのは、米国 (TC 127 全体および SC 2 の幹事国)、英国 (SC 1 の幹事国)、日本 (SC 3 の幹事国)、イタリア (SC 4 の幹事国)、および、ドイツ、スウェーデン、フランス等である。これらの国では世界の主な建機メーカーが事業を展開しており、それらのメーカーが規格作成の推進役である。規格作成は新業務項目提案 (NP) で始まり、作業原案 (WD)、委員会原案 (CD)、照会原案 (DIS)、最終国際規格案 (FDIS) を経て規格発行となる。規格作成を目的別に分けると次のようになる。

① 改訂

現状規格が年を経て見直しの時期 (発行から 5 年後) に来て、次の 5 年も使用に耐えるかを各国で検討し、改訂すべしという P メンバーが 5 か国あれば、改定作業に進む。

② 規制対応

世界のどこかで法律ができ、適合のしかたがメーカーによりばらつきが予想され、適合自体の判断に困る場合に基準をつくる。

③ 新規技術の標準化

新しい技術が実用化され、普及し始めるとき、スムーズな普及、技術のレベル維持のため標準化する。

④ 国家規格・ローカル規格のグローバル化

ある国・地域の規格を ISO 規格にし、他の国・地域と共有する。WTO/TBT 協定では、WTO 加盟国は強制規格を必要とする場合、関連する国際規格を基礎として用いる必要があるが、先手を打ち、国家規格を国際規格 (この場合 ISO 規格) にしてしまう、という方法がある。

また、国際規格化することにより、国際的にその基準が認知され、機械がその規格に適合すれば、世界中で一定レベルの性能を有する、および安心して使われる等の評価が得られ、商品価値が上がる。

4. 規格作成活動例

最近の規格作成活動のうち、製品設計に影響が大きいと考えられる例を、前項に掲げた目的別に紹介する。これらは、2006 年 6 月現在、草案の段階で、ワーキンググループ作業中のものから、各メンバー国の最終投票が終わり、発行を待つ段階のものである。

(1) 改訂

(a) ISO 5006 (オペレータの視界性試験方法と性能基準)

機械の運転席からの視界の測定・評価方法と、判定基準を規定しているのが本規格で、1980 年代後半に検討され 1993 年に規格化されたが、その後、より小さい機械、より大きい機械が開発され、視界性評価の実情に合いにくくなった。そこで改訂のため、2000 年にワーキンググループ (以下、WG とする) ができ、現状調査からはじめた。

視界の測定方法は、運転席に座ったオペレータの左右の目の中心点を中心として半径 12 m の円を地上に引き、オペレータの両目の位置 2 箇所に光源を配置し、照らすと円周上に影ができ、この影の位置、円弧長さを記録する (図-1)。このようにして各国でデータ採取し、集まったデータは 50 以上を数えた。

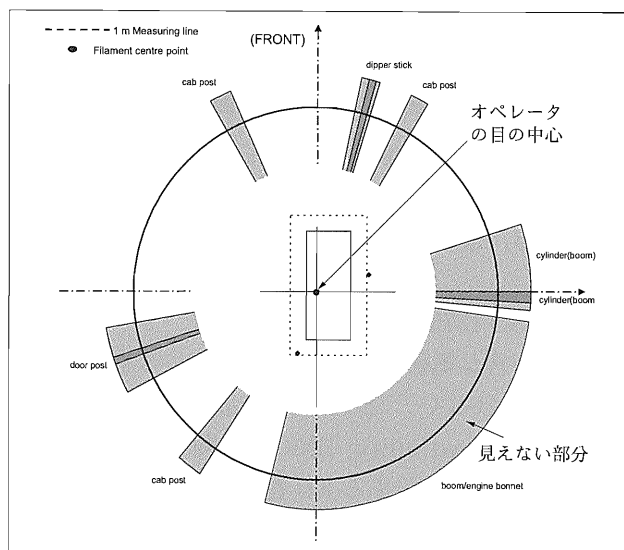


図-1 油圧ショベルの半径 12 m 円周視界

機械の種類毎に見える範囲を整理していくと、総じて機械前方は、現状基準を大きくクリアしていることが分かった。これは機械本来の作業が効率よくできるようメーカーが前方視界について改良を重ねた結果と言える。しかし、現行規格では良しとしている油圧ショベル、ダンプトラックの後方は依然として全く見えない。また、12 m 円周上が見えても機械の直近が見えないと、接触事故を防ぐのが困難と考え、機械から 1 m 離れた地点に人が立っていることが見えることが必要条件として、機械周囲 1 m で地上から 1.5 m の高さの点がオペレータから見えることを基準にした。

今回の改訂では、機械が動いているとき (12 m 視界) と機械が動き始めるとき (1 m 視界) の両方の視界について判定基準を設けた。基準に満たない (オペ

レータの目で直接見えない) 場合に、間接視界である、ミラーを取付けて見えるようにするか、テレビカメラを設置する、また条件によっては後述の危険検知装置をしようすることで、基準を満たすことを可とした(写真-1)。



写真-1 視界性基準を満足した油圧ショベル

本規格は、最終投票が始まるのを待っている状況である。

(b) ISO 13766 (電磁波両立性)

機械が有害な電磁波を出さない、外から来る電磁波に影響を受けない、という電磁波両立性 (electromagnetic compatibility; EMC) に関する規格である(図-2)。EMCに関するEU指令が1996年から強制施行となったが、土工機械についての基準が必要という認識のもと、WG活動が開始され、当時の自動車のEMCに関するEU指令に倣って作成された。

その後米国では、無線通信の範疇で規制されてい

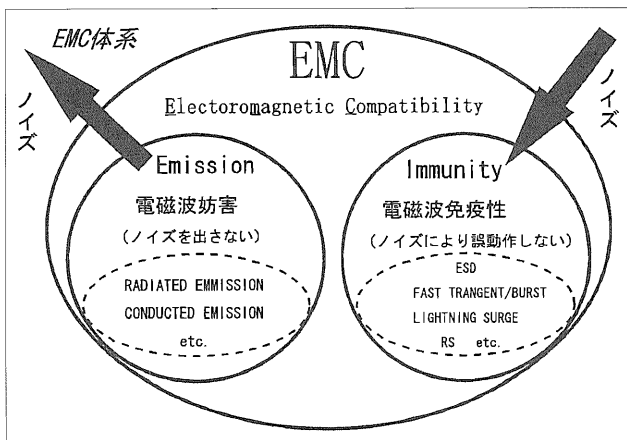


図-2 EMC の概念

い電磁波が発生するため、イミュニティ (電磁波免疫性) について、基準を厳しくする必要が生じ、米国が改定提案を出し、日本以外は同調した。その結果、機械の動きを制御する電子・電気システムおよびコンポーネントは、イミュニティ試験基準を従来の 30 V/m を 100 V/m に変更し、機械の動きに関係しないシステム、コンポーネントは、従来どおりとする、という改訂草案が先頃賛成多数で可決し、発行を待っている状況である(写真-2)。



写真-2 イミュニティ試験

(2) 規制対応

(a) ISO TR 25398 (土工機械の全身振動曝露評価のガイドライン)

EUのフィジカル・エージェント (人に影響を与える要因) 指令の一つで、職場における振動曝露を規制する指令が2002年に発行され、2005年7月までに加盟各国で国内法化された。これは事業者に対する規制で、建設機械メーカーに直接影響はないが、事業者が従業員に建設機械を運転させる場合、その従業員は機械から振動を受けることになる。

振動曝露を評価するためには、その機械の振動レベルを把握する必要があるので、事業者はメーカーに問い合わせるか、自分で(試験会社に頼んで)測定するかアクションを起こすことになる。メーカーとしては、事業者からの問合せに対し、自社製品の振動レベルを把握し、回答する必要がある。

しかし、振動値は、オペレータ、作業現場の土質、平坦度、機械の状態、作業内容により大きく異なるため、メーカーが回答する値は必ずしも、その事業者の現場で使われている機械に当てはまるわけではない。このため、振動レベルの評価の仕方、機械の種類毎に概略の振動レベル、機械の振動を軽減する使い方をガイ

ドラインとして、事業者を提供するため、TC 108（機械振動と衝撃を扱う専門委員会）と合同のワーキンググループが召集された。

ワーキンググループメンバー（国の安全衛生局、試験・研究機関、メーカ等）が機械の振動測定を実施し、日本からも油圧ショベル、ブルドーザ、ホイールローダ等の振動測定結果を提出した。集まったデータは、延べ1,000を超え、機械毎、作業内容毎に整理し、典型的な振動レベルを導き出した。

現在、テクニカルレポートとしての最終投票が終わり、賛成多数で発行を待っている状態である。

(b) ISO 6395（土工機械の音響パワーレベル測定方法—ダイナミック試験条件）

EUの騒音指令に端を発する規格である。EC指令86/662/EECで油圧ショベル、ロープ式ショベル、ドーザ、ローダ、およびバックホウローダの騒音について規制され、測定条件は定置騒音といい、エンジン無負荷で定格回転以上の回転速度で、機械は動かさずに測定した。

指令89/591/EECで、ダイナミック（機械により作業機を動かしたり、走行したりする）作業を想定した運転条件が決められ、これに伴い、ISO 6395が音響パワーレベルの測定方法として発行された。その後指令95/27/ECでダイナミック騒音での基準値も決められ、1997年から施行された。

その後2002年から、適用機械の範囲を大幅に広げた戶外で使用の機械から出る騒音の指令2000/14/ECが発行されたが、この指令では適用機械拡大以外に、騒音レベルの保証値の考え方を明確にし、メーカに機種毎の騒音値を保証し、品質管理することを義務付けた。また、エンジン冷却用ファンが可変速度に設計された機械は、ファン速度を最大回転速度の70%に調節し、測定することも規定された。

これを受けて、ISOではTC 127の範疇の機械に適用を拡大（ダンプトラック、グレーダ等が新たに加わった）、新規に可変速度のクーリングファンの扱いや、騒音測定に関わる不確定係数の扱いを織込み、改訂作業に入った。この作業は、音響を扱うTC 43との共同ワーキンググループで行った。

草案は投票が終わり、日本以外は賛成投票した。この後最終投票に付される。

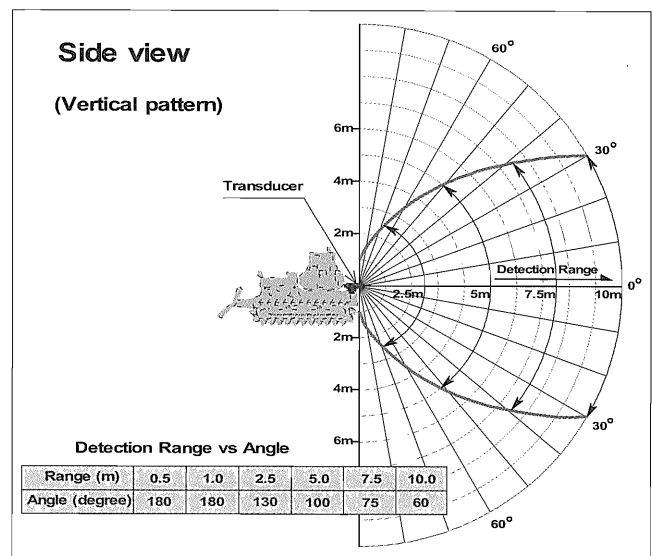
(3) 新規技術の標準化

(a) ISO 16001（危険検知システムおよび視界補助装置の性能要求と試験）

機械と人の接触事故を防ぐため、機械の周辺の人を

検知し、警報を鳴らすなどの検知技術が徐々に普及し始めた。これらの技術の長所、短所を危険検知装置を採用する人、機械の使用者、現場の安全管理者に知ってもらい、現場に合った装置を選ぶよう、ガイドライン、および装置が意図したように作動し、機能を発揮するかを確認するための試験方法と判定基準を作成することが目的であった。

草案では、テレビカメラ、レーダーセンサ、超音波探知装置、超音波トランスポンダ（超音波信号を機械から発し、周辺作業者のヘルメットやベストに装着した受信機で受け、警報を発すると共に信号を機械に返し、オペレータに知らせる）、および電磁信号伝送装置（機械からの電磁信号をタグで感知、またはその逆）の試験方法が記載されている（図—3）。



図—3 トランスポンダの検知範囲

草案は、投票に付され賛成多数で承認されたが、ドイツとフランスが反対票を投じていて、最終投票に付される予定である。

(b) ISO 15998（電子機器を用いた機械制御システム—機能安全のための性能基準及び試験）

機械に、電子・電気制御が入り込んで久しいが、近年はエンジン、トランスミッションの回転制御、油圧ポンプの油圧・流量制御を行い、最適作業、最適燃費を実現し、また燃料噴射タイミングや量を制御し、厳しいエンジンの排出ガス規制に対応している。こうしたトータル制御を行う中で、制御機能不全が機械の動作に影響を及ぼすことに対して安全性を維持するために、やるべきことをガイダンスとしてまとめたのがこの規格である。

最終投票のための草案では、機械が安全である状態について文書化することになっている。内容は、制御

系の説明、意図した環境条件、基本機能、リスクアセスメントをした結果、冗長性、不具合の検知基準、電子部品の保護等級非常停止機能、不具合回避、再起動手順等を網羅した文書を作成することになっている。

本草案は、ガイダンスと言いながら“shall (…しなければならない)”という表現になっていて、強制的な性格が強くなっている。日本は反対投票したが、投票結果は賛成多数であった。また、日本以外に、米、英、仏も反対で、Pメンバーが合計4か国も反対している。米国は、ISO・IEC指針による「原則的な問題が関与している」として異議申立てを行う可能性がある。

(4) 国家規格のグローバル化

(a) ISO 20474 (土工機械の安全要求)

土工機械の包括的な安全要求は、欧州機械指令の下の整合規格であるEN 474でまとめられている。これは、欧州の地域的な規格であるが、土工機械を使用するうえで、遭遇する危険源(ハザード)を網羅し、それらに対応する要求事項を規定している。

土工機械については、この欧州規格に適合することにより、機械指令に適合しているとみなされる。中身を見ると欧州特有と考えられる要求事項もあるが、ISO 2867 (アクセス:運転席、修理点検場所への昇降のための装置)、ISO 3411 (人体寸法と運転席の最小空間)、ISO 3450 (ホイール式機械のブレーキシステム)等、数多くのISO規格が引用されている。

このEN 474をベースにして、ISOでグローバルスタンダードを作成することになり、ワーキンググループが形成された。欧州(スウェーデン、ドイツ、フランス、英国)、米国、日本からのメンバーで検討に入った。

欧州規格がベースであるから、欧州からは何もつけ加えることは無く、米国、日本はそれぞれ、国の規制から、EN 474の内容と異なる基準を持ちよった。

米国はスタータモータの絶縁に関するSAE規格等を、日本からは、鉛蓄電池の規格、自動車用ガラスの規格、土工機械の安全C規格(以上JIS規格)および安全標識の規格(JCMA規格)を引用規格として草案に加えた。また、欧州では許されている油圧ショベルによる吊り作業は、日本では禁止されているという項もつけ加えた。

異なった基準が一つの規格に混在することになり、規格として奇異に感じられるが、第1段階では、世界各国の安全規格を一つの規格の中に入れて、その地域を明確にしておき、第2段階で、整合する作業をする、

という合意の下に作業を進めた。

現在、ISO中央事務局が投票の準備中である。

(b) ISO 12117 (油圧ショベルのROPS(転倒時保護構造))

油圧ショベルは、前方に大きな作業機があり、転倒しようとしても作業機で機体を支えることができるので転倒しない、と考えられていたが、ニュージーランドで転倒事故があり、オペレータ保護のための構造を義務化したのを受け、国内の事故を調査すると、1991年から1995年の間に年間約30人が油圧ショベルの転倒により死亡していることが分かった。

このため、まず2003年3月に社団法人日本建設機械化協会規格JCMASH 018(6tを超える油圧ショベル転倒時保護構造(EOPS)—試験方法及び性能要求事項)を制定した。これに続き、ISOの場で油圧ショベルのROPSの規格化を提案し承認され、ワーキンググループ活動を行っている。

TC 23(農業/林業用機械専門委員会)SC 15(林業機械分科会)でも、林業用機械の中でも特に油圧ショベルベースの林業機械のROPSの規格を作成する必要があるので、合同で作業を進めている。

ISO 12117は、現在は6t未満のミニ油圧ショベルのTOPS(横転時保護構造)の試験方法及び性能要件を規定しているが、これを以下の3部構成にして改訂する予定である。

第1部:6t未満のミニ油圧ショベルのTOPSの試験方法及び性能要件

第2部:6t以上50t未満の油圧ショベルのROPSの試験方法及び性能要件

第3部:60t以下の上部旋回体を有する林業機械のROPSの試験方法及び性能要件

JCMASでは、転倒の仕方は、国内での事故情報に基づき、最も典型的な、しかも事故の大半をカバーする転倒姿勢での転倒実験から、ROPS試験の荷重条件を決めたが、PL訴訟の国である米国のメンバーは、あり得る転倒姿勢すべてについて考慮するべきとした。日本も米国の考え方に同調し、実際の転倒試験時のデータを基に転倒姿勢を変えてコンピュータシミュレーションを駆使し、それぞれの転倒姿勢でもROPSが耐えるよう、試験荷重条件をJCMASに対し上乘せした(図-4)。

林業機械は、作業する現場が土工機械に比べ、より傾斜が大きい場所が多いところというイメージがあり、現在は、ブルドーザのROPSに近い荷重条件で、案を作成している。

第2部については、投票の段階で、第3部は、コメ

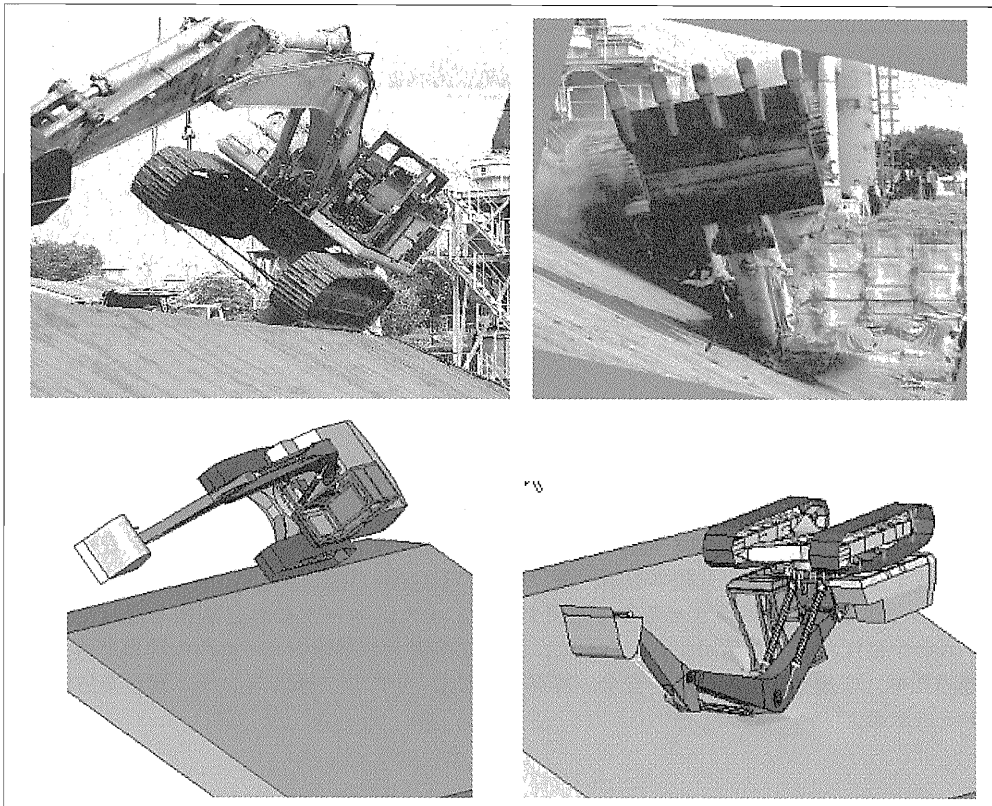


図-4 転倒試験とコンピュータシミュレーション

ント収集の段階である。

5. おわりに

ISO規格はあくまでも任意であるが、欧州では機械指令の整合規格のEN 474の引用規格になっていて、適合すれば、機械指令に適合しているとみなされる。米国では、PL訴訟に関わった場合、ISO規格に適合していることが最低条件になる。また、WTO/TBT協定では各国が新しい規格を作るときは現在ある国際規格に合わせることを義務付けている。

これを受けて、日本も含めて各国はISO規格を自国の規格に取込む作業を進めている。こういう状況でISO規格の重みは大きくなっている。我々建設機械メーカーの立場から言えば、規格は一つ、というのが最

も望ましい。

これからも積極的にISO規格作成活動に参画したい。

J C M A

《参考文献》

- 1) ISO ホームページ
<http://www.iso.org/iso/en/aboutiso/isofigures/January2006-p1.html> および
<http://www.iso.ch/iso/en/stdsdevelopment/tc/tclist/TechnicalCommitteeDetailPage.TechnicalCommitteeDetail?COMMID=3356>
- 2) 財団法人日本規格協会：ISO/IEC 専門業務用指針（第1部），2001年12月
- 3) 梅田政夫著：標準化入門，財団法人日本規格協会，2003年9月25日

【筆者紹介】

田中 健三（たなか けんぞう）
 コマツ
 開発本部業務部
 規制・標準グループ主査