

講演 6. 鉄道分野の国際規格の動向と今後の展望

鉄道認証室

田代 維史

1. はじめに

近年、欧州鉄道規格の国際規格化が加速するとともに鉄道海外市場の拡大が進んでおり、国際標準化活動や規格適合性認証の重要性が高まっているが、輸送安定性、安全性で実績ある日本の鉄道技術をこの流れに整合させるには課題が多い。特に、一般的な技術仕様規格ではなく、「機能安全規格」と総称される鉄道製品規格群への適合には困難を伴う。本講演では、この種の国際規格に関するこれまでの経緯、キーとなる規格の特徴、対応する国内活動、解決すべき課題及び今後の展望について報告する。

2. 鉄道の機能安全規格

2. 1. 「機能安全」の意味

機能安全規格において、安全とは「結果が耐えがたい事故を生じる可能性がほとんど除去された状態」であり、機能安全とは「人為的安全機能によって達成されたそのような状態」を意味する。また人為的安全機能とは、技術的安全機能と安全マネジメント機能のセットであると考えられている。

技術的安全機能は、文字通り、ハードウェア、ソフトウェア及びシステムそれぞれにおける高信頼化、フェイルセーフ化、冗長化など、既に知られた技術・手法群により達成され、機能安全規格はこれらを追認する形で要求事項に組み入れている。

一方、安全マネジメント機能は、特定の製品の安全性達成のための詳細なマネジメントプロセスを意味する。

2. 2. 鉄道の機能安全規格の体系

鉄道分野のみならず、全産業分野をカバーする機能安全規格の代表例は国際電気標準会議(International Electrotechnical Commission:IEC)の規格である IEC 61508 シリーズ(電気・電子・プログラマブル電子装置の安全性)である。鉄道分野ではこの規格シリ

ーズを参照した次の 3 規格が鉄道の機能安全規格として存在する。

1) IEC 62278: 信頼性、アベイラビリティ、保守性、安全性の仕様と実証

IEC 61508-1 から派生した欧州規格 EN 50126 をベースとし、RAMS 規格 (R: 信頼性、A: アベイラビリティ、M: 保守性、S: 安全性) と通称される。

2) IEC 62425: 信号用安全関連電子システム

IEC 61508-2 から派生した EN 50129 をベースとし、セーフティケース規格と通称される。

3) IEC 62279: 安全関連ソフトウェア

IEC 61508-3 から派生した EN 50128 をベースとしている。

なお、安全関連システムに使われるデータ通信の安全性要求事項を規定した IEC 62280 (EN 50159 がベース) は、これ自体は機能安全規格の構成をとっていないものの、通信を担うハードウェアとソフトウェアの安全性を要求するため、規格適用においては少なくとも上記 2) と 3) は参照される。

2. 3. 規格の特徴

上記 2. 1 の通り、機能安全規格は、技術とマネジメントの組合せによって製品安全性を達成することを目標としているが、具体的な規格要求事項群の主な内容は、文書化された安全マネジメントの証拠の要求であり、技術的安全機能もまた、マネジメント対象の証拠文書群の一環に組み入れられている。従って、機能安全規格という通称の技術的イメージとは異なり、実体は ISO 9000 シリーズと同類のマネジメント規格と考えなければならない。

安全性は製品品質の一部であるから、広義には、品質マネジメント規格 ISO 9000 シリーズによりカバーされるともいえるが、同規格シリーズが主に、種々の製品を生産する事業所全体の組織行動を対象として

いるのに対して、機能安全規格は特定の製品の安全性達成のための詳細なマネジメントプロセスを対象としている。機能安全規格には ISO 9000 シリーズ対応のマネジメントの考え方と手法が組み入れられているが、それらはいくまでも、安全マネジメント手法の一環という位置づけである。

2. 4. 規格適合における課題

他の多くの産業分野と同様、鉄道分野においても我が国製品の品質は国際的に高い評価を受けているといえる。かつ、社会インフラとしての国内鉄道システムの輸送安定性、安全性もまた然りである。これは、製品サプライヤと、長期に渡り製品の使用・保守・保全を行うユーザ（鉄道事業者）両者の業務品質が相まって得られた評価であり、関連事業所はいずれも ISO 9001 等、品質マネジメント規格への適合性認証を取得し維持している。

このような実績があるにも関わらず、鉄道の機能安全規格への適合の達成に関して以下の課題が指摘されている。それらの内容と背景を以下に述べる。

2. 4. 1. 規格適合作業上の課題

1) 証拠文書の膨大さ

妥当な安全マネジメントが実施されたことを確認するには、目標安全性の妥当性、評価の客観性、レビュー・試験・検証・承認の手順の完結性、活動プロセスの時間軸上の無矛盾、記述事項・仕様項目・文書体系のトレーサビリティの完全性、活動組織の体制の組み方を含む品質管理の充分性など、多くの観点からの評価を要する。機能安全規格は、基本的にそれらの観点毎に独立した証拠文書の作成を要求するため、総文書量が自ずと膨大になる傾向がある。また、ひとつの対象である安全マネジメント活動を複数の観点から見るため、証拠文書間での記述の重複が多発する。

2) 証拠文書管理の複雑さ

製品プロジェクトの進行に伴い、多くの箇所で記載内容の変更が発生することはやむを得ない。しかし、証拠文書の記載内容は1)の通り、複数の文書間で重複していることが多い。これに加えて1)のバージョン管理も含む時間軸上の無矛盾性達成とトレーサビリティの維持が必要であり、さらに、社内部署や社外調達先など、証拠文書の記述内容に関わる部署と要員が多数であるため、全証拠文書に渡

り、個々の記述事項間の齟齬を排除するには多大な困難を伴う。

3) 組織上の影響

機能安全規格の要求構造から見れば、多くの企業が確立している ISO 9001 認証対応と相似の体制が組まれることが理想的であるが、機能安全規格は個別製品を対象にしたものであるため、組織上、そのような体制は実現困難である。その一方、上記1)、2)への十分な対応のためには、専門的な人的経営資源の投入が求められることが多い。

2. 4. 2. 規格自体から生じる課題

1) 実際の製品ライフサイクルとの乖離

機能安全規格は、製品のライフサイクルの端緒すなわち製品開発構想段階から、終末すなわち製品の使用停止と廃棄までの安全マネジメントをフルカバーするという考え方で作られている。しかしビジネス上、実際に規格対応の必要性が浮上するタイミングは、開発着手段階より後になることが多い。IEC 61508 シリーズも含め、現状の機能安全規格はそのような事態への対応の考え方を提示していない。

2) 実績ある製品の受容基準の曖昧さ

現状の機能安全規格は、安全性の証拠として、フィールドにおける安全な使用の実績を排除しないとしているものの、判断基準が不明瞭なため、規格適合性認証審査において恣意が入り得る。

3) 証拠文書体系とその詳細度の曖昧さ

現状の機能安全規格は、記載事項を含めた安全マネジメントの証拠文書の体系及び記述内容の妥当性の判断基準が不明瞭なため、規格適合性認証審査において恣意が入り得る。

4) O&M 段階の要求の曖昧さ

上記1)から3)は IEC 61508 シリーズ由来の課題であるが、4)は鉄道用 RAMS 規格の開発において生じた課題である。鉄道製品の場合、ライフサイクルの構図上、後段に位置する O&M (O : Operation (運用)、M : Maintenance (保守)) 段階の長さは通常、それ以前の全段階の数倍、すなわち 20 年以上に及ぶ。そのため、製品のアベイラビリティは鉄道事業の経営上、安全性とともに極めて重要である。これに対して特に RAMS 規格は、製品ライフサイクルのフルカバーを標榜しているものの、実態として O&M 段階に関する現在の要求事

項は曖昧である。RAMS 規格においては、アベイラビリティを中心とする RAM マネジメントに機能安全規格の安全マネジメントの仕組みを流用しているものの、安全性における SIL (Safety Integrity Level (安全性水準)) のような評価指標が欠落している。

なお、この課題に関しては現在、IEC/TC9 において、日本主導で IEC 62278 の O&M 段階に関する改訂案作成作業が進行中である。この改訂の範囲は 3. 1. 3 に後述する欧州側の EN 50126 改訂案の範囲との重複が殆ど無い模様であり、近年中に両案が統合される見通しである。

2. 4. 3. 規格運用の仕方から生じる課題

1) 既存品への適用要求

国際規格の一般原則として、規格発行以前に開発が着手された製品は規格適用対象外とされている。機能安全規格は、時間軸に沿った安全マネジメント活動の実証を要求するものであることから、上記原則はより一層重視されるべきであるが、海外鉄道市場においてはこれを無視した適用要求の事例が見られ、機能安全規格の本来目標の形骸化が懸念される。

2) 個別部品への適用要求

機能安全規格は、適用製品個々に関する安全マネジメント活動の実証を要求するが、その適用単位の規模が過度に小さくなると、適合性証明の証拠文書を単位毎に揃える作業が膨大となり、コスト合理性を欠くことになりかねない。しかし、そのような問題を無視した部品レベルへの適用要求が、これも海外市場において散見され、上記 1) と同様の形骸化を招く懸念がある。

3. 規格の動向と展望

3. 1. これまでの経緯

3. 1. 1. 欧州における発端と課題

機能安全規格が生まれた直接的背景として、1985 年発効の欧州経済共同体 (EEC : 現 EU) の製造物責任指令が挙げられる。この欧州指令は、製品による事故が発生した場合の設計・製造における過失責任を緩和する条件として、State-of-the-art (一般的には「当代最高のもの」を指す言葉だが、ここでは「製品出荷時点における業界最高の安全設計技術」を指す) の投入の実証を求め、IEC 61508 シリーズはその実用解と

して開発されたものである。すなわちこの規格は、万が一、出荷後の経年のうち製品事故が発生した場合に、過去の出荷時点において可能な限りの安全設計への努力を払っていた、と主張できるように、メーカーが予め証拠を準備するための手順を標準化したものである。なお上記の欧州指令自体は、1960 年代の米国の複数の州における消費者保護法 (州法) の制定と、機械類の設計安全性の説明責任の概念を導入した、英国労働安全法の改正に関する 1972 年のローベンス委員会報告にその源を発するとされている。

欧州の鉄道分野では 1980 年代後半より、IEC 61508 シリーズを参照しつつ、それとほぼ並走する形で 2. 2 に挙げた規格群の開発が進められ、1999 年以降、正規の欧州規格として発効した。ただし欧州では 90 年代初頭より、各国国鉄の民営化と共に規格ドラフト段階においてビジネス適用が始まっていた。

2. 4 に挙げた課題はすでにこの頃から浮上し、1997 年には欧州鉄道車両メーカー団体 UNIFE より、RAMS 規格運用に関するガイドラインが発表されたものの、その有効性は評価されていない。

3. 1. 2. 日本の対応

日本国内では、欧州鉄道におけるこのような規格の動向を見て、90 年代より、規格分析、影響評価、ガイドライン作成の活動が行われていたが、2001 年に RAMS 規格が IEC 規格原案として上程され、IEC/TC9 国内委員会の下に IEC 62278 国内作業部会を設置し、公式の対応活動が開始された。

この活動の特徴は、それまで鉄道分野内の製品区分毎の協会中心に行われていた技術仕様の規格の審議とは異なり、分野横断的な審議体制が組まれたことである。これは RAMS 規格が鉄道分野の製品種別を問わず適用可能なためである。

また 2000 年代前半から RAMS 規格に加えて、その他の多数の欧州規格が IEC 規格原案として上程されてきたため、このような状況への機動的かつ効率的な国内対応体制の必要性が生じ、鉄道総合技術研究所に鉄道国際規格事務局が設置され、2000 年代後半、現在の鉄道国際規格センターへと発展した。

さらに、標準化活動と規格適合性認証活動を「車の両輪」とすべき、との認識が 2000 年代から芽生え、実際に海外鉄道ビジネスにおける日本製品の、機能安全規格への認証取得における様々な障壁の指摘が相次いだことから、約 3 年の準備期間ののうち 2011 年、

交通安全環境研究所に鉄道認証室を設置し、2. 2に挙げた4規格に鉄道 EMC 規格 IEC 62236 シリーズを対象に加えて、鉄道国際規格に関する国内初の認証活動を開始した。

また、2010年代に入り、IECにとどまらず、ISOにおける鉄道マネジメント規格の戦略的重要性に着目し、日独仏の主導でISO初の鉄道専門のTC（技術委員会）としてISO/TC269を設立した。

3. 1. 3. 欧州における規格改訂

ここで再度欧州に目を転じると、欧州規格団体のCENELEC（欧州電気標準化委員会）が2008年より機能安全3規格、EN 50126、EN 50128及びEN 50129の改訂に着手している。この改訂の目的のひとつは、それまでに顕在化した諸課題を解決することであり、他のひとつはこれらの規格をIEC 61508シリーズ同様にシリーズ化して内容の整合を図ることであったと考えられる。しかし欧州各国から、規格改訂プロジェクトの所定期間内では処理不可能な大量の意見が出され、改訂は大幅な遅延を強いられている。そのため、2011年に先行して改訂版が発効したEN 50128（IEC 62279：2015年版）を除き、RAMS規格とセーフティケース規格は依然として、上述の諸課題を含んだ初期の内容での運用が続いている。

3. 2. 今後の展望

これまでの経緯を概観すれば、2000年以前は、欧州が機能安全規格を開発し、それらが含む課題を経験し始めると共に、日本も注目を始めていた年代、その後の10年は、日本が欧州起源のIEC規格群に対応する審議体制の強化を図り、欧州は機能安全規格の改訂に着手した年代、2010年代は日本が国内認証機関を設置するとともに、ISOの場における鉄道マネジメント規格の主導権獲得を図る年代と区分できる。

ただし、日欧のいずれの試みも、完成を見るには多くの課題を克服する必要がある。日本に関しては、IEC、ISOのいずれの場においても、鉄道規格の全般動向への分析力と戦略立案力を高めると共に、個々の規格に関する審議対応力の強化と継承の努力を継続する必要がある。その際には、世界における日本の鉄道技術、国内標準及び関連組織の正しいポジションを今までより一層、分析的かつ客観的に把握しておく必要がある。

人材面で見ると、これまでは日欧共に、またサプライヤ側、ユーザ側を問わず、各国国鉄の民営化以前から、数多くの技術開発の最前線で働いた経験のある技術者が主体であったが、これも日欧共にすでに世代交代が始まっており、その影響への対応が重要性を増している。また日本の場合は、複数種別の鉄道製品をプロフェッショナルにカバーする欧州のゼネラリスト的人材の確保が、標準化と認証の両面において求められる。

なお、2. 4に挙げたもの以外に、他産業分野を含めた機能安全規格全般に関わる課題として、製品認証スキームのためのガイドラインを定めた、ISO/IEC 17067が対象とするライフサイクル段階が、機能安全規格のそれと一致せず、O&M段階が製品認証で十分にカバーされていないという課題がある。また、鉄道分野以外ではあるが、特に大規模システムに対する安全マネジメント認証の不完全性が指摘される事例が世界的に生じており、このような機能安全規格の本来目標の形骸化の懸念を、安全規格のためのガイドライン規格のレベルにおいても排除していく努力が必要である。

4. まとめ

特にRAMS規格を中心とする鉄道分野の機能安全規格に関して、その経緯、課題及び動向を考察し、それらをベースに今後の展望を試みた。日本国内の対応体制はようやく形が整った段階といえる。目指す目標を他より優位に達成するためには、戦略面、人材面での課題がある。これらを克服することが2020年代の評価につながると考えており、交通安全環境研究所は、鉄道技術の標準化活動と認証活動の両面での努力を継続する所存である。様々な立場の方々並びに関連機関のご指導、ご協力をお願いする。