

## 講演 5. 規格適合における RAMS 規格の現状と今後の動向について

鉄道認証室

服部 鉄範（客員専門調査員）

### 1. はじめに

近年のアジア各国における鉄道関連プロジェクトにおいては、その入札及び導入にあたり、システム／製品のハードウェア及びソフトウェアの安全性に関するエビデンスだけでなく、システム構築のプロセスの適切性についても実証が求められるケースが多い。その際、適用される主なプロセス規格のひとつに RAMS 規格 (IEC 62278<sup>1)</sup>／EN 50126<sup>2)</sup>) がある。国内鉄道製品メーカーは、国内需要の将来的な縮小を想定し海外展開を推進していく中で、RAMS 規格を含めた、いわゆる安全関連規格に関する認証審査への対応力が必要となってきた。

本稿ではこうした状況を鑑み、認証において適用される安全関連規格を俯瞰し、特に RAMS 規格に着目し、その適用の現状と認証上の留意点について述べる。また鉄道関連プロジェクトの進展と共に、RAMS 認証に求められる内容が変化している側面があると考えていることから、その概要についても併せて述べる。さらに 2017 年には欧州規格の改訂版 (EN 50126-1,-2) が発行されており、国際規格 (IEC 62278) の改訂へ影響を与える可能性が高いことから、現在判明している範囲で、今後の動向について紹介する。

### 2. 安全関連 4 規格の認証件数の推移

鉄道認証室における認証の件数については、安全関連規格といわれる 4 規格分 (IEC 62278 (RAMS の仕様と実証)、IEC 62425 (信号用の安全関連電子システム)、IEC 62279 (鉄道の制御、保護システム用ソフトウェア)、IEC 62280 (トランスミッションシステムにおける安全性に関する通信)) を合わせて、平成 24 年度以来、令和元年 5 月末までに、計 33 件 (案件数としては 30 件) について、認証を完了している。図 1 に示すとおり、その内 IEC 62425 が 24 件 (約 73%) と全体に占める割合が高く、次に IEC 62279 が 5 件 (約 15%) という一方で、IEC 62278 及び IEC 62280 の件数はデータの上では決して多くはないも

の、平成 30 年 5 月に IEC 62278 が認定規格に追加されたことに伴い、認証に関する照会が増加しており IEC 62425 や IEC 62279 と共にセットで要求される機会が増加すると想定している。図 2 に平成 30 年度末までの各規格の認証件数を示す。近年は毎年 4～9 件程度の依頼数であるが、今後は、規格間の件数の偏りが徐々に平準化され、かつ依頼の全体数がさらに増加すると分析している。

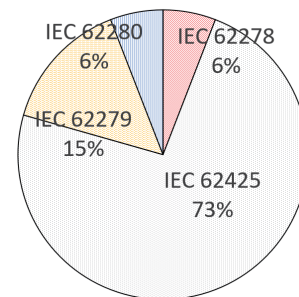


図 1 各安全関連規格の認証件数の比率

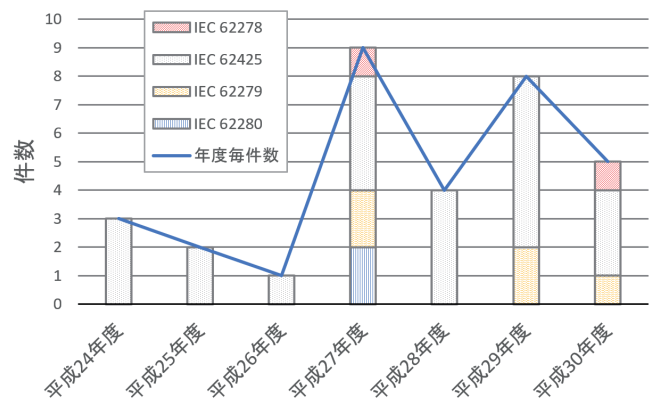


図 2 安全関連規格の認証件数の推移

### 3. RAMS 規格の適用の現状

国際規格としての RAMS の概要については、様々な文献が発行されている。それらの多くは IEC 62278:2002 の発行に関する情報、RAMS 要素、プロセスの重要性、他の安全関連規格との関係性、THR (Tolerable Hazard Rate, 英) 及び SIL (Safety Integrity Level, 英) の考え方、リスクマトリックスの考え方など、規格の中で重要な内容について解説して

おり、規格を理解する上で役立つ<sup>3)</sup>。ただ、それらの考え方を理解したとしても、実際にシステム／製品に RAMS 規格を適用する際には、規格に記述されていない部分で、少なからずハードルが生じる。本章では規格の適用にあたり留意すべき項目について述べる。

### 3. 1. 全体行程と実施体制の検討

製品開発を始めるにあたり、認証取得のための全体スケジュールと実施体制を、開発と並行して事前に検討しておくことが大切である。まず、対象製品が汎用品なのか、1度限りの特注品、あるいはシリーズ品であるのかによって、審査回数が異なり、行程に影響する。また、RAMS 規格は構想から廃棄に至る長期ライフサイクルに対応する必要があり、関連する規格との調整も生じるため、開発工程と認証行程とを合わせて考え、途中で生じる開発の差分まで考慮した行程を計画することにより、将来に亘り戦略的で無理のない、認証取得が可能となる。

### 3. 2. 申請時の諸条件

認証機関への申請にあたり、諸々の条件を事前に決定しなければならない。大きなポイントとしては、時系列のライフサイクルフェーズでどの段階までを対象とするのか、参照規格をどうするのか、認証結果が必要な時期などがある。プロジェクト体制が存在する場合には、システム統合を担当するインテグレータとサブシステムを供給するサプライヤ間の事前協議が必要である。

なお、申請にあたり必要なドキュメント様式をはじめ、規程類については、鉄道認証室のホームページ (<https://www.nts.el.go.jp/certification.html>) から閲覧・ダウンロードすることができる。

### 3. 3. SIL とその適用範囲の決定

実質的には、電子機器であれば IEC 62425、ソフトウェアであれば IEC 62279 の要求事項に沿って SIL 目標を設定するが、安全性分析の結果に基づいて SIL を割り付ける際には、機能構成の中で SIL が必要な範囲を明確化し、各機能に求められるレベルを過不足なく割り当てることが大切である。本当に必要な機能だけに必要なレベルを割り付けることで、合理的な製品設計を実施することができ、開発／認証に要する期間を適正化することができる。

### 3. 4. 適用ライフサイクルフェーズの決定

RAMS のライフサイクルフェーズでは、各フェーズで考慮すべき要求事項を満たすことが大切である

が、現在のところ、鉄道製品認証申請の際にどのフェーズまで認証実施するかを決定している。認証において多いのは第 6 フェーズ「設計と (RAMS 計画の) 実行」、次いで第 7 フェーズ「製造」までである。これは主にサプライヤが製品の RAM 性能を実証するためには、これらのフェーズまでエビデンスがあれば出荷できるためと考えられるが、最近では、インテグレータによっては第 9 フェーズ「システムの妥当性確認」まで、鉄道事業者では第 14 フェーズ「廃棄」までの審査を求めるケースもあることから、今後は申請者のニーズに柔軟に対応した RAMS 認証をさらに模索する必要があると考える。

### 3. 5. 信号プロジェクトの場合

従来は製品単体の認証依頼が多数であったが、近年では、システム・サブシステム・インタフェースを有するような、いわゆる信号プロジェクトに関する依頼を受けるようになってきた。しかしながら、そのような信号プロジェクトは、製品とは異なる側面があるため、RAMS 適用上留意すべき点について下記に述べる。

#### 3. 5. 1. 開発と展開

大規模な信号システムを開発、展開しようとする場合、日本では鉄道事業者とサプライヤが一旦、研究開発契約などを締結してプロトタイプシステムを試作し、試験を実施した上で、実用化判定を行い、その後展開のフェーズに進むという開発、展開のスタイルがある。しかしながら RAMS 規格には、そのような開発、展開の 2 段階の流れは明記されていない。従ってそのようなシステムの認証にあたっては、図 3 のような RAMS サイクルの解釈を行い、それに従ってドキュメントを準備する必要がある。まず、「(1) プロトタイプ開発」は、時系列として、鉄道事業者からの要求仕様書などに基づき、機能の安全性分析を行った上で、試作品を設計・開発し、試験的に現地試験や走行試験を行う。その結果をみて組織内で実用化判定を行う。なお、運用と保全以降のフェーズはプロトタイプ開発では関係しない。次の段階として、「(2) 展開」に進むと、工事計画に従い試作品ではなく実稼働用の製品を製作し、現地に設置、試験を実施した上で、受入れに関する手続きを行い、実線区で使用開始する。この(1)と(2)とでは、開発と展開という意味で、自ずと準備するドキュメントが異なる部分があるので、注意が必要である。

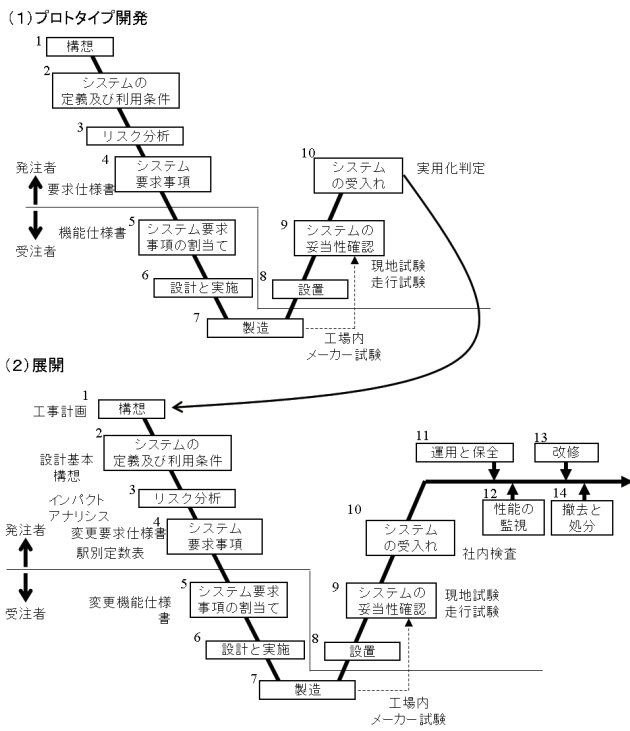


図3 RAMS サイクルの解釈

### 3. 5. 2. ドキュメント作成の役割分担

信号プロジェクトでは、インテグレータのマネジメントのもと、サプライヤが製品を提供する。認証にあたってはインテグレータとサプライヤとのドキュメント作成の役割分担を明確化することで、無理なく作業を進めることができる。一般にセーフティプラン、RAM プランなどのプラン系ドキュメントや現地試験以降のドキュメントはインテグレータが作成し、詳細仕様や工場内試験についてはサプライヤが作成するケースが多いが、決まりはないので、プロジェクト毎に妥当な分担を協議しておく必要がある。また、RAMS ではドキュメント間のトレーサビリティが求められるが、プラン系ドキュメントが変更になった際は、作成した組織が異なる場合でもレポート系ドキュメントを変更することが必要になるケースがある。プランが変更になった際は、必要であれば積極的にドキュメントを改訂することが、ベリフィケーションレポート及びバリデーションレポートにおいて、矛盾点の無いドキュメント群を作成することに繋がる<sup>4)</sup>。

## 4. RAMS 規格の今後の動向

現行の RAMS の国際規格 IEC 62278 は、1999 年に発行された欧州規格 EN 50126 を 2002 年に国際規格化したもので、長年にわたり認証において適用され

てきている。そうした中、2017 年に欧州規格の改訂版が EN 50126-1 及び-2 として発行された。これを受けて IEC 62278:2002 の改訂が今後進められる予定である。鉄道認証室は国際規格での認証を実施しているため、国際規格の改訂後の対応となる見込みであるが、改訂の動向については、関係の有識者にご指導を頂きながら、事前に調査・分析を実施しているので、その内容について主に認証の観点から紹介する<sup>5)</sup>。

### 4. 1. EN 50126 の改訂概要

欧州規格 EN 50126 の改訂作業は、2008 年頃から ERA (欧州鉄道庁) と CENELEC (欧州電気標準化委員会) が協力して開始され、既存の安全関連規格群を EN 50126 シリーズとしてパート毎に再構成する方針となった。すなわち、IEC 62279 及び IEC 62425 のベースとなった EN 50128 及び EN 50129 は、EN 50126 のパートとして再構成されることが計画された。その後、EN 50128 が 2011 年、EN 50129 が 2018 年に改訂されたが、結局、規格番号は変更されなかった。さらに、EN 50126 が EN 50126-1 として 2017 年に改訂され、同時に EN 50126-2 が新設された。表 1 に最新の EN 50126 シリーズの構成を示す。パート 1 は 1999 年に発行された EN 50126 の改訂版であり、パート 2 は、Part 1 適用時の Safety に関する一般的プロセスのガイドラインである。これら新しい欧州規格をベースとして、国際規格が発行された際には、鉄道認証室は新しい国際規格に従って認証を実施する必要がある。

表 1 最新の EN 50126 シリーズの構成

パート	概要
Part 1	Generic RAMS process ・ 一般的 RAMS プロセス ・ EN 50126 の内容見直し、新規事項追加
Part 2	Systems Approach to Safety ・ 安全に関するシステムアプローチ ・ Part 1 適用時の Safety に関する一般的プロセスのガイドライン

### 4. 2. IEC 62278 との相違点

EN-50126-1:2017 では大幅な改訂が行われたため、現行の IEC 62278:2002 との間には多くの相違点があるが、本稿では特徴的な点に絞って紹介する。

#### 4. 2. 1. リスクに関する用語定義の見直し

規格内で用いられる用語については、第 3 章で定義されているが、改訂により追加、削除、変更が行われ



た。特徴的であるのは、risk の定義の変更である。表 2 に示すように、これまでリスクは hazard や harm という言葉を用いることで safety に限定していたが、今回の改訂で loss という言葉を使い RAM にも拡張された。

表 2 "risk"定義の変更

規格	定義
IEC 62278	probable rate of occurrence of a hazard causing harm and the degree of severity of the harm
EN 50126-1	combination of expected frequency of loss and the expected degree of severity of that loss

#### 4. 2. 2. 適用設備の明記

規格が適用される対象設備については序論に記述されているが、IEC 62278 では第 2 パラグラフに、railway application (鉄道設備) と記述され、信号のみに限定していないと解釈され、さらに EN 50126-1 では第 1 パラグラフに、railway application fields Command, Control and Signalling (Signalling), Rolling Stock and Electric power supply for Railways (Fixed Installations) (鉄道分野の信号、鉄道車両、鉄道用電源 (地上設備)) と、適用設備が具体的に明記された。

#### 4. 2. 3. 解説文の追記

IEC 62278 では用語定義の後に直接 RAMS の考え方について記述されているが、EN 50126-1 ではまず Multi-level system approach (多層システムのアプローチ) 及び Railway system overview (鉄道システム外観) というので、システムの階層構造と要求事項、また鉄道システムの構造と RAMS 要求事項について解説されており、システム・サブシステム・コンポーネントの関係、要求事項、特徴が整理されている。

また、EN 50129 (国際規格では IEC 62425) に記述されている、セーフティケースの目的と内容についても、EN 50126-2 に記載されている。

このように、解説が充実したことで、よりの確に規格の内容が理解できるようになったと考える。

#### 4. 2. 4. 作成すべきドキュメントの明確化

IEC 62278 では第 6 章の各 RAMS ライフサイクルにおいて、各フェーズの目的、インプット、要求事項、成果物、ベリフィケーション、バリデーション内容について羅列的に記述されているのに対し、EN

50126-1 では第 7 章において目的、活動、成果物に整理され、ベリフィケーション、バリデーションの内容は第 6 章に共通事項が整理された。これにより実施内容がわかりやすくなったと考えられる。また成果物は例えばシステム定義書、RAM プラン、Safety プランなど、より具体的なドキュメント名が記述された。

#### 4. 2. 5. ライフサイクルフェーズの変更

これまで RAMS ライフサイクルフェーズは 14 段階までであったが、運用に係わる 11~13 段階をひとつにしたことで、全体が 12 段階までに変更された。

#### 4. 3. IEC 62278 の改訂に向けて

2018 年の IEC/TC9 年次総会の決議において、IEC 62278 改訂のためのメンテナンスチームを設置し、コンビナーとエキスパートの募集を行うが、CENELEC からの提案を待つ作業開始することが決議された。日本として有識者が協力し、十分な準備をして臨んでいく。

### 5. まとめ

本稿では、RAMS 規格の認証への適用の現状と今後の動向について述べた。交通安全環境研究所鉄道認証室は、日本の鉄道製品の海外展開への貢献のため、規格適合の適正化に引き続き、取り組んでいく。

最後に本稿をまとめるにあたり、ご指導を賜りました皆様方に深謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) IEC 62278:2002, "Railway applications - Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)"
- 2) EN 50126-1:2017, "Railway Applications. The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS). Generic RAMS Process"
- 3) 田代維史, "鉄道の安全関連国際規格の動向と規格適合性認証", pp.53-56, 交通安全環境研究所フォーラム 2014, 2014 年 11 月
- 4) 長谷川智紀, 渡邊朝紀, 田代維史, "鉄道製品に関する安全関連規格に対して適合するための留意点について", pp.17-20, 交通安全環境研究所フォーラム 2018, 2018 年 11 月
- 5) 松本雅行, "IEC 62278(RAMS)の改訂始まる", JREA, Vol.62, No.2, pp.14-17 (2019)